



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**ΧΩΡΙΚΟΙ ΚΑΙ ΘΕΣΜΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ
ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.**

ΜΠΑΛΤΑ ΕΛΕΝΗ, 18391037

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΔΙΟΝΥΣΙΑ – ΓΕΩΡΓΙΑ Χ. ΠΕΡΠΕΡΙΔΟΥ, ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF ENGINEERING

**DEPARTMENT OF SURVEYING AND GEOINFORMATICS
ENGINEERING**

Diploma Thesis

**SPATIAL AND INSTITUTIONAL CONSTRAINTS
OF FLYING VEHICLES.**

MPALTA ELENH, 18391037

SUPERVISOR: DIONYSIA – GEORGIA CH. PERPERIDOU, ASSISTANT PROFESSOR

ATHENS, JULY 2023

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του
Εισηγητή**

A/A	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ / ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1.	ΔΙΟΝΥΣΙΑ – ΓΕΩΡΓΙΑ Χ. ΠΕΡΠΕΡΙΔΟΥ (επιβλέπουσα)	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
2.	ΔΗΜΟΣ Ν. ΠΑΝΤΑΖΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
3.	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Ελένη Μπαλτά, Ιούλιος 2023.

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

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ελένη Μπαλτά του Ηλία, με αριθμό μητρώου 18391037 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η Δηλούσα,


ΜΠΑΛΤΑ ΕΛΕΝΗ

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία σηματοδοτεί το πέρας των προπτυχιακών μου σπουδών στο Τμήμα Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, με κατεύθυνση Γεωπληροφορικής, στη Σχολή Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Ευχαριστώ όλους όσους συνέβαλαν στην υλοποίηση της εργασίας μου. Ευχαριστώ ιδιαίτερω, την επιβλέπουσα επίκουρη καθηγήτρια, κυρία Διονυσία-Γεωργία Χ. Περπερίδου, τους επίκουρους καθηγητές του Τμήματος, κυρίους Δήμο Ν. Πανταζή και Παναγιώτη Παπαντωνίου, που συμμετείχαν ως μέλη της τριμελούς εξεταστικής. Ακόμη, ευχαριστώ τον κ. Συγίζη Κωνσταντίνο, Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό, για την υποστήριξη και τις συμβουλές του. Τέλος, εκφράζω την αμέριστη ευγνωμοσύνη προς την οικογένειά μου για την συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις οδήγησε στο κορεσμό των επιγείων δικτύων μεταφοράς. Έτσι ξεκίνησε η ανάπτυξη των υπόγειων δικτύων, τα οποία είναι αρκετά δαπανηρά τόσο σε κόστος όσο και σε χώρο. Αυτό οδήγησε στην ανάγκη ανάπτυξης των εναέριων συστημάτων μεταφοράς. Η ραγδαία εξέλιξη των μη επανδρωμένων αεροσκαφών τα τελευταία 15 χρόνια συνέβαλε στην εξέλιξη των αερομεταφορών και στην κατασκευή νέων αεροσκαφών τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εναέρια αστική κινητικότητα, δηλαδή για πολιτικές μεταφορές εντός των πόλεων.

Η ιδέα ανάπτυξης της αστικής εναέριας κινητικότητας αποσκοπεί στην δημιουργία ενός προσβάσιμου, βιώσιμου, προσιτού και ασφαλούς συστήματος αστικών αερομεταφορών, το οποίο θα παρέχει ευκαιρίες για κατ' απαίτηση αερομεταφορές τόσο των επιβατών, όσο και των εμπορευμάτων.

Βέβαια η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος αντιμετωπίζει χωρικούς και θεσμικούς περιορισμούς που επηρεάζουν τη λειτουργία τέτοιων συστημάτων εντός των αστικών περιοχών.

Οι Χωρικοί περιορισμοί περιλαμβάνουν την ανάγκη δημιουργίας κατάλληλων επίγειων υποδομών, όπως είναι η περίπτωση των Vertiports. Οι υποδομές αυτές θα επιτρέπουν ασφαλείς απογειώσεις και προσγειώσεις των ιπτάμενων οχημάτων. Επιπλέον, οι χωρικοί περιορισμοί που μπορεί να υπάρξουν σχετίζονται με το περιορισμό του αριθμού των πτήσεων και την πορεία των οχημάτων σε καθορισμένες περιοχές του αστικού περιβάλλοντος. Οι Θεσμικοί περιορισμοί από την άλλη σχετίζονται με τους νομικούς και κανονιστικούς περιορισμούς που διέπουν τις UAM πτήσεις. Οι περιορισμοί αυτοί προσπαθούν να επιτύχουν την ασφάλεια των πτήσεων μέσω ρυθμιστικών κανόνων και την κατάλληλων συστημάτων ελέγχου. Επιπλέον, οι περιορισμοί μπορεί να περιλαμβάνουν κανονιστικά όρια για τα χρόνια και τις διαδρομές πτήσεων, καθώς και προϋποθέσεις για την παροχή αδειών λειτουργίας των εταιρειών παροχής υπηρεσιών UAM.

Οι χωρικοί και θεσμικοί περιορισμοί πρέπει να αντιμετωπιστούν προσεκτικά κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση των UAM πτήσεων, προκειμένου να διασφαλιστεί η αποτελεσματική και ασφαλής λειτουργία των UAM πτήσεων στο αστικό περιβάλλον.

Abstract

Rapid population growth in cities has led to the saturation of surface transport networks. This led to the development of underground networks, which are quite expensive in terms of both cost and space. This led to the need for the development of aerial transport systems. The rapid development of drones over the last 15 years has contributed to the evolution of air transport and the construction of new aircraft that can be used for urban air mobility, i.e., civil transport within cities.

The concept of developing urban air mobility aims to create an accessible, sustainable, affordable and safe urban air transport system, which will provide opportunities for on-demand air transport of both passengers and freight.

Of course, the development of such a system faces spatial and institutional constraints that affect the operation of such systems within urban areas.

Spatial constraints include the need to create appropriate ground infrastructure, as is the case with Vertiports. This infrastructure will allow for safe take-offs and landings of flying vehicles. In addition, the spatial constraints that may exist relate to limiting the number of flights and the routing of vehicles in defined areas of the urban environment. Institutional constraints on the other hand are related to the legal and regulatory restrictions governing UAM flights. These restrictions attempt to achieve flight safety through regulatory rules and appropriate control systems. In addition, restrictions may include regulatory limits on flight years and routes, as well as conditions for the licensing of UAM service providers.

Spatial and institutional constraints need to be carefully addressed in the design and implementation of UAM flights to ensure the efficient and safe operation of UAM flights in the urban environment.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	1
Περίληψη.....	2
Abstract	3
Κατάλογος εικόνων.....	7
Κατάλογος πινάκων	9
Πίνακας συντομεύσεων.....	10
Κεφάλαιο 1: Η εξέλιξη των ιπτάμενων οχημάτων.....	12
1.1. Εισαγωγή.....	12
1.2. Ιστορική εξέλιξη των ιπτάμενων οχημάτων.....	13
1.2.1. Δημιουργία πρώτου Μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους	14
1.2.2. Εξέλιξη των Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών.....	16
1.2.3. Δημιουργία UAM οχημάτων	20
Κεφάλαιο 2: Urban Air Mobility (UAM): εννοιολογικός προσδιορισμός.....	24
2.1. Εισαγωγή.....	24
2.2. Κατηγοριοποίηση οχημάτων εντός του UAM περιβάλλοντος.....	25
2.3. Το περιβάλλον αγοράς στον τομέα της αστικής αεροπορικής κινητικότητας.....	41
2.3.1. Παρεχόμενες Υπηρεσίες των UAM οχημάτων.....	43
2.4. Επίγειες Υποδομές για την αστική εναέρια κινητικότητα.....	43
2.4.1. Η έννοια των Vertiports	43
2.4.2. Χαρακτηριστικά των Vertiports	44
2.4.3. Κατηγορίες Vertiports.....	47
2.4.4. Απαιτήσεις χώρων εγκατάστασης των Vertiports	48
Κεφάλαιο 3: Εναέριος Χώρος.....	50
3.1. Εισαγωγή.....	50
3.2. Ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας ICAO	50

3.3.	Eurocontrol.....	57
3.4.	Η Υπηρεσία EASA και η Οργάνωση του Εναέριου Χώρου.	59
3.5.	Οργάνωση Εναέριου Χώρου	62
3.5.1.	Καθορισμός τμημάτων εναέριου χώρου και των ελεγχόμενων αεροδρομίων στα οποία παρέχονται εξυπηρετήσεις Εναέριας Κυκλοφορίας.	62
3.5.2.	Η Ταξινόμηση του Εναέριου Χώρου.	65
3.5.3.	Το Σύστημα U-Space	69
3.6.	Ο Ελλαδικός Εναέριος Χώρος και το Ελληνικό FIR.....	73
3.6.1.	Αρμόδιες Αρχές για την αεροπορία στην Ελλάδα	75
	Κεφάλαιο 4: Νομοθετικό πλαίσιο διεξαγωγής πτήσεων.	78
4.1.	Εισαγωγή.....	78
4.2.	Διεθνείς Συνθήκες.....	78
4.3.	Ευρωπαϊκή - Εθνική Νομοθεσία	81
4.3.1.	Κανονισμοί Σχετικά με τους κανόνες της αγοράς	81
4.3.2.	Κανονισμοί Σχετικά με την ασφάλεια της πολιτικής αεροπορίας	84
4.3.3.	Κανονισμοί Σχετικά με τον Ενιαίο Ευρωπαϊκό Ουρανό	85
	Κεφάλαιο 5: Η Τρίτη διάσταση των πόλεων.	92
5.1.	Εισαγωγή.....	92
5.2.	Εναέρια Δικαιώματα στην Ελλάδα.....	92
5.3.	Πτήσεις εντός του εναέριου αστικού χώρου	95
	Κεφάλαιο 6: Δίκτυο Μεταφορών.....	98
6.1.	Εισαγωγή.....	98
6.2.	Διάκριση Μεταφορών.....	98
6.3.	Οι έξυπνες μεταφορές και έννοια των Intelligent Transportation Systems -ITS.....	98
6.4.	Η περίπτωση των UAM μεταφορών.....	99
6.4.1.	Διαχείριση της κυκλοφορίας στις UAM μεταφορές	99

6.4.2. Χωρητικότητα οδού και Έλεγχος Κυκλοφορίας.....	101
6.5. Κόστος Ταξιδιού.....	102
Κεφάλαιο 7: Περιορισμοί UAM πτήσεων.....	105
7.1. Εισαγωγή.....	105
7.2. Ρύπανση	105
7.2.1. Οπτική ρύπανση.....	105
7.2.2. Ηχητική ρύπανση.....	106
7.3. Ασφάλεια.....	107
7.4. Καιρικές Συνθήκες.....	109
7.5. Ιδιωτικότητα - Απόρρητο.....	110
7.6. Απαιτούμενο κόστος.....	112
7.7. Κοινωνική Αποδοχή.....	112
Κεφάλαιο 8: Περίπτωση Μελέτης.....	113
Συμπεράσματα.....	124
Βιβλιογραφία.....	126

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Μη επανδρωμένο αεροσκάφος Kettering Bug.	15
Εικόνα 2. Αεροσκάφος Queen Bee.	17
Εικόνα 3. Μη επανδρωμένο αεροσκάφος – στόχος OQ-2A.....	18
Εικόνα 4. Μη επανδρωμένο αεροσκάφος Firebee.....	19
Εικόνα 5. Μη επανδρωμένο αεροσκάφος MQ-1 Predator.....	20
Εικόνα 6. Επανδρωμένα ελικόπτερα UAM. Πηγή:.....	21
Εικόνα 7. Επανδρωμένα ηλεκτρικά οχήματα EVA UAM.	22
Εικόνα 8 Επανδρωμένο Uber Copter.	22
Εικόνα 9. Κατηγορίες Πτήσεων VLOS - EVLOS – BVLOS.	27
Εικόνα 10. Αισθητήρες Πλοήγησης UAV οχημάτων.	31
Εικόνα 11. Hardware UAV οχημάτων. Πηγή: Δεδομένα:	32
Εικόνα 12. Εικονοληπτικοί Αισθητήρες UAV οχημάτων.	32
Εικόνα 13. Παράδειγμα Εγκατάστασης Vertiport.	45
Εικόνα 14. Περιοχές του Pad.....	47
Εικόνα 15. Παράδειγμα Εγκαταστάσεων Vertihubs	47
Εικόνα 16. Παράδειγμα Εγκαταστάσεων Vertistop.....	48
Εικόνα 17. Κράτη Μέλη Eurocontrol.....	58
Εικόνα 18. Κατηγοριοποίηση Εναέριο Χώρου.	68
Εικόνα 19. U-Space.	71
Εικόνα 20. Τομείς/ Όγκοι εναέριου χώρου U-Space.	72
Εικόνα 21. FIR Αθηνών.	74
Εικόνα 22. Τρισδιάστατα Δικαιώματα Ιδιοκτησίας.	93
Εικόνα 23. Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας.	101
Εικόνα 24. Μελέτη μιας πειραματικής πόλης των drone (Dronopolis).	106
Εικόνα 25. Ο Γεωφράχτης (Geofence) “SafeGuard”, όπως αναπτύχθηκε από την NASA. ...	109

Εικόνα 26. Διαδρομή 1 επίγειο οδικό δίκτυο.....	114
Εικόνα 27. Διαδρομή 1 επίγειο οδικό δίκτυο (αντίστροφη κατεύθυνση – από Ζάππειο προς Ελληνικό).	115
Εικόνα 28 Διαδρομή 2 επίγειο οδικό δίκτυο.....	116
Εικόνα 29 Διαδρομή 2 επίγειο οδικό δίκτυο (αντίστροφη κατεύθυνση – από Ζάππειο προς Ελληνικό).	117
Εικόνα 31. Ανάγλυφο Εδάφους Περιοχής Μελέτης.	118
Εικόνα 32. Εναέριο Δίκτυο Ιπτάμενων Οχημάτων και για τις δύο διαδρομές.	119
Εικόνα 33. Επίγειο Οδικό Δίκτυο και για τις δύο διαδρομές.	119
Εικόνα 34. Εναέριο και Επίγειο Οδικό Δίκτυο Περιοχή Μελέτης και για τις δύο διαδρομές.	120
Εικόνα 35. Παράδειγμα Vertiport σε Μαρίνα.....	120
Εικόνα 36. Παράδειγμα Vertiport σε σχήμα χοάνης.	121

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων με βάση το μέγεθος.....	28
Πίνακας 2. Κατηγοριοποίηση τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων ανάλογα με τον τύπο λειτουργίας.....	28
Πίνακας 3. Κατηγοριοποίηση UAV με βάση το υψόμετρο και την εμβέλεια πτήσης	30
Πίνακας 4. Τύποι/ Κατηγορίες UAM οχημάτων	34
Πίνακας 5. Στόχοι Στρατηγικού σχεδιασμού αερομεταφορών που έχει θέσει ο ICAO.....	51
Πίνακας 6. Κράτη Μέλη του ICAO.....	53
Πίνακας 7. Μέλη Eurocontrol	57
Πίνακας 8. Κράτη μέλη EASA.....	61
Πίνακας 9. Κώδικες ονομασίες περιορισμένων περιοχών εναέριου χώρου, σύμφωνα με την ΥΠΑ.....	64
Πίνακας 10. Ταξινόμηση Εναέριου Χώρου.....	65
Πίνακας 11. Διάκριση Γεωγραφικών Ζωνών ανά χρώματα	70
Πίνακας 12. Κατηγοριοποίηση/ Τομείς εντός του U-Space	71

Πίνακας συντομεύσεων

ANS	Air Navigation Services
ASEAN	The Association of Southeast Asian Nations
ATM	Air Traffic Management
BVLOS	Beyond Visual Line of Sight
EASA	European Union Aviation Safety Agency
ETIAS	European Travel Information and Authorization System
EUROCAE	European Organisation for Civil Aviation Equipment
eVTOL	electric Vertical Takeoff and Landing
EVLOS	Extended Visual Line of Sight
FATO	Final Approach and Takeoff Area
FAA	Federal Aviation Administration
FIR	Flight Information Regions
GDPR	General Data Protection Regulation
GPS	Global Positioning System
ICAO	International Civil Aviation Organization
ITS	Intelligent Transportation Systems
MRO	Maintenance Repair and Overhaul
RPV	Remotely Piloted Vehicles
SA	Safety Area
SES	Single European Sky
STOL	Short Takeoff and Landin
TLOF	Takeoff and Landing Area
UAM	Urban Air Mobility
UAS	Unmanned Aircraft Systems
UAV	Unmanned aerial vehicle
UTM	Unmanned Traffic Management
VLOS	Visual Line of Sight
VTOL	Vertical Takeoff and Landing
ΑΠΑ	Αρχή Πολιτικής Αεροπορίας
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

ΝΠΔΔ	Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου
ΟΗΕ	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
ΣμηΕΑ	Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών
ΥΠΑ	Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας

Κεφάλαιο 1: Η εξέλιξη των ιπτάμενων οχημάτων.

1.1. Εισαγωγή

Η χρήση των ιπτάμενων οχημάτων μέσα στις πόλεις δεν αποτελεί κάτι καινούργιο. Οι αστικές αερομεταφορές έχουν ξεκινήσει από την δεκαετία του 1940, μέσω των ελικοπτέρων και των αεροσκαφών, όπου οι προσφερόμενες υπηρεσίες ήταν μεταφορές κατ' απαίτηση (όπως, αερομεταφορές με ελικόπτερα). Όμως εξαιτίας, των δυσμενών επιπτώσεων που δημιουργούσαν μεταφορές τέτοιου τύπου, όπως ατμοσφαιρική ρύπανση, εκπομπές θορύβου και υψηλό κόστος, οι μεταφορές αυτές μειώθηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό (Lopes & Silva, 2023). Η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη, με την ανάπτυξη των ΣμηΕΑ (Σύστηματα μη επανδρωμένων αεροσκαφών), και η εξέλιξη των ελικοπτέρων, και κυρίως η μείωση κόστους για την παροχή επιβατικού πτητικού έργου, δημιούργησε το πλαίσιο προβληματισμού σχετικά με το εάν θα μπορούσε να διευρυνθεί το πλαίσιο πτήσης και χρήσης των μεταφορικών αυτών μέσων για εναέριες επιβατικές και εμπορευματικές μεταφορές εντός του αστικού ιστού. Έτσι, με τον καιρό άνοιξε η έννοια του Urban Air Mobility (UAM). Πλέον περισσότερες από 250 επιχειρήσεις ασχολούνται με τον σχεδιασμό ή την κατασκευή οχημάτων εναέριας αστικής κινητικότητας. (Goyal et al., 2018).

Το νέο αυτό πλαίσιο μετακινήσεων στον αστικό χώρο, αφορά τις αερομεταφορές τόσο στο επίπεδο της μεταφοράς εμπορευμάτων όσο στο επίπεδο μεταφοράς ατόμων (εμπορευματικές και επιβατικές αερομεταφορές). Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη συζήτηση, κυρίως στους επιστημονικούς κύκλους, κατά πόσο η εναέρια αστική και περιαστική κινητικότητα (UAM και RAM) μπορεί να αποτελέσει βασικό μεταφορικό τρόπο, ο οποίος θα δώσει αξιόπιστες λύσεις στο συνεχώς κορεσμένο περιβάλλον των επίγειων οδικών μεταφορών (D. G. Perperidou & Kirgiafinis, 2023). Η ουσιαστική ένταξη της εναέριας αστικής κινητικότητας - UAM (Urban Air Mobility) θα επιφέρει ραγδαίες εξελίξεις στα αστικά οδικά συστήματα μεταφορών μειώνοντας τους χρόνους μετακίνησης εντός του αστικού χώρου ενώ παράλληλα μπορεί να συνδέσει κοντινές μεταξύ τους αστικές, περιαστικές και εξωαστικές/ αγροτικές περιοχές, αμβλύνοντας παράλληλα το πρόβλημα της απρόσκοπτης και συνεχούς πρόσβασης σε μεταφορικές υπηρεσίες ιδίως των εξωστικών/ αγροτικών περιοχών.

Ωστόσο, ο εναέριος αστικός χώρος επί του οποίου βασίζεται ο σχεδιασμός της έννοιας UAM, είναι συνυφασμένος με μια σειρά χωρικών, κοινωνικοοικονομικών και

θεσμικών περιορισμών. Για παράδειγμα, τέτοιου τύπου περιορισμοί είναι, η ανθρώπινη αποδοχή κυκλοφορίας των UAM οχημάτων άνωθεν των ιδιοκτησιών τους, η προστασία προσωπικών δεδομένων, οι οικονομικές απαιτήσεις, η αντοχή των πτητικών συστημάτων σε αντίξοες καιρικές συνθήκες, οι κανονισμοί, οι πιστοποιήσεις, οι απαιτήσεις υποδομών, η διαχείριση της αστικής εναέριας κυκλοφορίας, οι απαραίτητες υποδομές, ιδίως απογείωσης/ προσγείωσης και ο συναγωνισμός με άλλα μέσα μεταφοράς. Ωστόσο η πιο σημαντική κατηγορία περιορισμών είναι οι θεσμικοί περιορισμοί και δη οι περιορισμοί που αφορούν την χρήση του εναέριου χώρου (αστικού και μη) που εκτείνεται πάνω από ιδιοκτησίες, ο οποίος ορίζεται από το εμπράγματο δίκαιο και ανήκει σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα.

Με την παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση σε σχέση με την εξελικτική πορεία των ιπτάμενων οχημάτων από τα πρώτα αεροπλάνα έως τα μελλοντικά ιπτάμενα οχήματα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τις αερομεταφορές εντός των πόλεων. Επιπλέον, καταγράφεται το υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο και η εργασία ως στόχο έχει να διερευνήσει τα οχήματα που θα λαμβάνουν μέρος στο περιβάλλον της εναέριας αστικής κινητικότητας, τους περιορισμούς και τις συνθήκες υπό τις οποίες θα διεξάγονται οι πτήσεις, και τις επίγειες υποδομές που απαιτούνται για την πραγματοποίηση των πτήσεων εντός των πόλεων.

1.2. Ιστορική εξέλιξη των ιπτάμενων οχημάτων

Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στη συνέχεια, η εξέλιξη των ιπτάμενων οχημάτων έχει εκτελεστεί μέσω πολλών σταδίων και τεχνολογικών καινοτομιών στην ιστορία της αεροναυτικής, εκ των οποίων τα κύρια είναι: α) πρώτες επιτυχημένες προσπάθειες πτήσης πραγματοποιήθηκαν από τους αδελφούς Wright το 1903 των οποίων η προσπάθεια ήταν η πρώτη που κατάφερε να δημιουργήσει αεροσκάφος που απογειώνονταν, και προσγειωνόταν σωστά και διατηρούσε σταθερή πορεία. Ύστερα από τους αδελφούς Wright, η αεροναυτική ένταξε σταδιακά καινοτόμες τεχνολογίες, όπως τον κινητήρα εσωτερικής καύσης, τον έλικα και τα πρώτα μοτέρ αεροσκαφών. Κατόπιν, οι παγκόσμιοι πόλεμοι αποτέλεσαν καταλυτικό παράγοντα για την τεχνολογική εξέλιξη της αεροναυτικής. Η χρήση αεροσκαφών σε στρατιωτικές επιχειρήσεις και η ανάπτυξη αερομαχιών επέφερε νέες και βελτιωμένες τεχνολογίες.

Με την ανάπτυξη της αεροπορικής βιομηχανίας, η τεχνολογία αεροσκαφών και η ποιότητα των πτήσεων βελτιώνονται συνεχώς με διάφορες καινοτομίες που βελτιώναν τόσο την ασφάλεια όσο και την απόδοση των αεροσκαφών.

Η σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται από σημαντικές τεχνολογικές καινοτομίες στις οποίες φυσικά ανήκουν και τα UAV (Unmanned Aerial Vehicles) οχήματα, αλλά και τα νέα επανδρωμένα ή μη αεροσκάφη τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο περιβάλλον της αστικής εναέριας κινητικότητας και την έρευνα στον τομέα των ηλεκτρικών αεροσκαφών και Η πρόσφατη εξέλιξη των ιπτάμενων οχημάτων UAM ανοίγει νέους ορίζοντες στον τομέα των αερομεταφορών τόσο για την μεταφορά ανθρώπων, όσο και εμπορευμάτων.

1.2.1. Δημιουργία πρώτου Μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους

Μέχρι το 1915, οι εφευρέτες Elmer Sperry και Peter Cooper Hewitt προσπαθούσαν να αναπτύξουν μια εναέρια τορπίλη χωρίς πιλότο, το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει το πρώτο Drone. Το 1915 το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ δημιούργησε το οργανισμό «Naval Consulting Board (NCB)», με αρμοδιότητες μεταξύ άλλων την έρευνα σε νέες τεχνολογίες, την διαδικασία αποδοχής και επιχειρησιακής εισδοχής νέων εφευρέσεων και την αύξηση των τεχνολογικών δυνατοτήτων του Ναυτικού των ΗΠΑ (Hall & Coyne, 2014). Οι Sperry και Cooper συνεργάστηκαν με βιομηχανίες και τους διατέθηκαν \$200.000, για την ανάπτυξη επανδρωμένης αεροτορπίλης. Το 1917 ο William Boeing, ιδρυτής της Boeing Airplane Company εργαζόταν και προσπαθούσε να σχεδιάσει και να κατασκευάσει αεροσκάφη. Προχώρησε σε συνεργασία με το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ και, η Boeing αποσυναρμολόγησε ένα από τα αεροπλάνα της και το έστειλε στην βάση του Πολεμικού Ναυτικού στην Φλόριντα όπου επανασυναρμολογήθηκε και χρησιμοποιήθηκε για στρατιωτικές δοκιμές. Η εταιρεία αργότερα έλαβε παραγγελία για παραγωγή 50 τέτοιων αεροπλάνων (Spitzer, 2004).

Το 1918 ακολούθησε η δημιουργία του πρώτου λειτουργικού μη επανδρωμένου αεροσκάφους στις ΗΠΑ, αφού με την βοήθεια του ηλεκτρολόγου μηχανικού Kettering κατασκευάστηκε η πρώτη «ιπτάμενη τορπίλη», στην οποία αποδόθηκε η ονομασία «Σκαθάρι του Kettering», το οποίο ήταν ένα ξύλινο διπλό μήκους περίπου 3,5 m (12 ft), με άνοιγμα πτερύγων σχεδόν 4,5 m (15 ft) και σύμφωνα με το Εθνικό Μουσείο της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ, ζύγιζε μόλις 240 κιλά (530 lbs), συμπεριλαμβανόμενης μιας βόμβας 81 κιλών (180 lbs) και περιείχε έναν

τετρακύλινδρο κινητήρα 40 ίππων κατασκευασμένο από την Ford (Prisacariu, 2017). Το Σκαθάρι του Kettering παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Η αρχή λειτουργίας του βασίζόταν σε προϋπολογισμένο χρόνο λειτουργίας του κινητήρα με βάση τον άνεμο, την απόσταση και το βάρος του. Μόλις ολοκληρωνόταν ο προϋπολογισμένος χρόνος λειτουργίας του, ο κινητήρας σταματούσε και ενεργοποιούταν ένα αυτοματοποιημένο κύκλωμα το οποίο απελευθέρωνε τις πτέρυγες και έτσι η άτρακτος με τα εκρηκτικά έκανε ελεύθερη πτώση στον στόχο. Η αρχή λειτουργίας του δεν το κατατάσσει στην κατηγορία των κατευθυνόμενων βλημάτων και πυραύλων, αφού το σκάφος ανακτάται, μετά την ολοκλήρωση της αποστολής του, σε αντίθεση με τους κατευθυνόμενους πυραύλους και τα βλήματα που καταστρέφονται και δεν επανακτώνται ύστερα από την ολοκλήρωση της αποστολής τους (Hall & Coyne, 2014).



Εικόνα 1. Μη επανδρωμένο αεροσκάφος Kettering Bug.
Πηγή: (Keane & Carr, 2013).

Το 1918 έρχεται ο Glenn Martin, ο οποίος οργάνωνε τη δική του εταιρεία (σημερινή Lockheed Martin Corporation) για να κατασκευάσουν εξειδικευμένα αεροσκάφη συμπεριλαμβανομένου ενός σχεδίου για ένα στρατιωτικό βομβαρδιστικό.

Έπειτα, ο Leroy Grumman ίδρυσε την εταιρεία Grumman Aeronautical Engineering Company (σημερινή Grumman). Ο Grumman είχε υπηρετήσει στον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο ως πιλότος και μέσω του στρατού είχε αποκτήσει πτυχίο αεροναυπηγικής

μηχανικής. Μετά την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης του, το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ έστειλε τον Grumman στην Loening Aeronautical Engineering Corporation για να επιβλέπει την κατασκευή αεροσκαφών του Πολεμικού Ναυτικού. Το 1920, ο Grumman παραιτήθηκε από το Πολεμικό Ναυτικό και ξεκίνησε να εργάζεται για την Loening. Κατά την δεκαετία του 1920 η Loening παρήγαγε μια σειρά καινοτόμων αεροσκαφών. Αξιοσημείωτο τεχνολογικό επίτευγμα της Loening ήταν η ανάπτυξη αεροσκαφών τα οποία μπορούσαν να απογειώνονται και να προσγειώνονται τόσο στην ξηρά όσο και στο νερό. Το πρώτο επιτυχημένο αεροσκάφος της Loening ήταν το Loening OL, που παρουσιάστηκε το 1923 (Johnson, 2016).

Κατά την περίοδο του μεσοπολέμου ο John Northrop (ιδρυτής της Northrop Aircraft, και αργότερα της Northrop Grumman) μαζί με τους Allan Loughhead και Malcolm Loughhead, ξεκίνησαν την δημιουργία προϊόντων τους τα οποία αργότερα θα χρησιμοποιούνταν από τον στρατό των ΗΠΑ (Anderson, 2016).

Παρόλο που ο στρατός των ΗΠΑ παρήγαγε αρκετά από τα δικά του όπλα, οι αμυντικές βιομηχανίες έλαβαν μέτρα ώστε να διαμορφωθεί καλύτερα η στρατιωτική παραγωγή. Οι βιομηχανίες δημιούργησαν την Ένωση Αμυντικής Ετοιμότητας (ADPA). Που στόχευε στην εξέλιξη της τεχνολογίας των οπλικών συστημάτων και προσπαθούσε να ανταποκρίνεται στις ολοένα αναπτυσσόμενες ανάγκες που υπήρχαν σε στρατιωτικό εξοπλισμό ώστε να δημιουργήσει ισχυρούς δεσμούς με τον Αμερικανικό στρατό. Η ανάπτυξη των UAV συστημάτων ήταν ένας βασικός στόχος της ADPA αλλά και μια στρατιωτική ανάγκη (Hall & Coyne, 2014). Το 1944 η ADPA συγχωνεύθηκε με την Εθνική Βιομηχανική Ένωση Ασφαλείας - NSIA δημιουργώντας την Εθνική Αμυντική Βιομηχανική Ένωση - NDIA.

Η μεγάλη τεχνολογική εξέλιξη που των UAV τα τελευταία 15 χρόνια ωφελείται στην υπηρεσία Έρευνας Προηγμένων Αμυντικών Προγραμμάτων – DARPA η οποία αποτελεί οργανισμό του υπουργείου άμυνας των ΗΠΑ και δημιουργήθηκε το Φεβρουάριο του 1958 (Hirschberg, 2010).

1.2.2. Εξέλιξη των Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών

Το 1925 το Royal Aircraft Establishment (Βρετανικός ερευνητικός φορέας του Υπουργείου Άμυνας στο Farnborough) μαζί με το Πολεμικό Ναυτικό του Ηνωμένου Βασιλείου συνεργάστηκαν για να δημιουργήσουν τον πρώτο κατευθυνόμενο πύραυλο,

γνωστό ως RAE Larynx (Long Range Gun with Lynx Engine). Το 1933 ακολούθησε η προσπάθεια του Πολεμικού Ναυτικού του Ηνωμένου Βασιλείου να δημιουργήσει ένα τηλεκατευθυνόμενο μη επανδρωμένο αεροπλάνο, το οποίο ονομάστηκε Fairey Queen (Βασίλισσα Fairey). Μετά την Βασίλισσα Fairey” ακολούθησε η δημιουργία της «Βασιλικής Μέλισσας - Queen Bee» από την Βασιλική Αεροπορία του Ηνωμένου Βασιλείου, που ήταν ένα ιπτάμενο όχημα τύπου drone, το οποίο λειτουργούσε ως στόχος. Δημιουργήθηκε το 1941, με σκοπό την εκπαίδευση των πυροβολητών εναντίων των αεροσκαφών. Το ιπτάμενο αυτό όχημα θα μπορούσε να λειτουργήσει εξ αποστάσεως από άλλο χειριστή, ο οποίος θα βρισκόταν σε διαφορετικό αεροσκάφος, σε πολεμικό πλοίο ή σε αίθουσα ελέγχου στη ξηρά. Η απογείωση μπορούσε να γίνει τόσο από κλασσικούς διαδρόμους απογείωσης και προσγείωσης αεροσκαφών, όσο και από εκτοξευτήρες – καταπέλτες, όπου για την ανάκτηση του, μετέπειτα, θα χρησιμοποιούνταν πλωτήρες. Ο από απόσταση χειριστής μπορούσε να ενεργοποιήσει την λειτουργία τηλεκατεύθυνσης και να επιλέξει τις επιλογές «στρίψε αριστερά», «στρίψε δεξιά», «εκτέλεσε άνοδο» κ.λ.π., ενώ πρόσθετα χειριστήρια είχαν την δυνατότητα εντολών ανάφλεξης και αυξομείωσης ισχύος (ΑΠΟΣΠΟΡΗΣ et al., 2020)



Εικόνα 2. Αεροσκάφος Queen Bee.
Πηγή:(Dekoulis, 2018).

Ιδιαίτερη βάρος στην ανάπτυξη τεχνολογιών UAV δόθηκε κατά την διάρκεια του μεσοπολέμου και μάλιστα από από το 1935 και μετά. Ύστερα από μια επίσκεψη στο Βρετανικό Βασιλικό Ναυτικό και παρατηρώντας την πρόοδο της πολεμικής βιομηχανιάς του Ηνωμένου Βασιλείου στη δημιουργία μη επανδρωμένων αεροσκαφών

– στόχων, ο Ναύαρχος William Standley επέστρεψε στις Ηνωμένες Πολιτείες και συντόνησε την ανάπτυξη παρόμοιων τεχνολογιών για τον στόλο των ΗΠΑ. Στα μέσα της δεκαετίας του 1930 ανατέθηκε στην Northrop Aircraft, από το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ, να ολοκληρώσει το έργο δημιουργίας των UAV. Αν και πολλές εταιρείες υπέγραψαν ταυτόχρονα συμβόλαια για την δημιουργία μη επανδρωμένων αεροσκαφών, η Radioplaine Company της Northrop ήταν η πρώτη που κατάφερε να δημιουργήσει το μη επανδρωμένο αεροσκάφος – στόχο OQ-2A. Στη συνέχεια, το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ ανέθεσε στην εταιρεία την παραγωγή 1000 μη επανδρωμένων αεροσκαφών για την εκπαίδευση του πυροβολικού σε αεροσκάφη (Hall & Coyne, 2014).



*Εικόνα 3. Μη επανδρωμένο αεροσκάφος – στόχος OQ-2A.
Πηγή: (Conwell et al., 2016)*

Τον Ιούλιο του 1960 υπογράφηκε από την Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ σύμβαση ύψους \$200.000 με την εταιρεία Ryan Aeronautical Company για το έργο με κωδικό «Red Wagon», που είχε σκοπό την δημιουργία μη επανδρωμένου αεροσκάφους στόχου με την ονομασία «Firebee». Το οποίο κατά την πτήση θα είχε την δυνατότητα και φωτογραφικής επιτήρησης. Για να μην είναι εύκολος ο εντοπισμός του από τα εχθρικά ραντάρ, τοποθετήθηκαν ειδικές επικαλύψεις στον αεραγωγό και στην άτρακτο, και ήταν βαμμένο με ειδικά απορροφητικά χρώματα. Όμως το κόστος δημιουργίας τους ήταν πολύ υψηλό και τελικά δημιουργήθηκαν μόνο 2.



Εικόνα 4. Μη επανδρωμένο αεροσκάφος Firebee.
Πηγή: (Ryan Firebee BQM-34A "Drone,")

Η επόμενη προσπάθεια ανάπτυξης UAV έγινε τον Ιούνιο του 1963, όταν υπεγράφη συμφωνία ανάμεσα στις κυβερνήσεις του Καναδά και του Ηνωμένου Βασιλείου για την σχεδίαση, την ανάπτυξη, την δοκιμή και την αξιολόγηση ενός μικρού μη επανδρωμένου αεροσκάφους CL-89, μήκους 2,4 m και με διάμετρο ατράκτου 33 εκατοστών, της καναδικής εταιρείας Canadair. Το CL-89 περιείχε έναν οπτικό αισθητήρα και μια φωτογραφική μηχανή ικανή να φωτογραφίζει τον ορίζοντα και είχε και έναν υπέρυθρο αισθητήρα. Η δημιουργία του βασίστηκε σε προγενέστερες μελέτες της εταιρείας Canadair. Το NATO, που είχε ήδη δημιουργηθεί, του έδωσε τον κωδικό AN USD-501 ενώ στη Μεγάλη Βρετανία έγινε γνωστό ως «MIDGE – Military Intelligence & Data Gathering Equipment». Το CL-89 ανέπτυξε υψηλή υποηχητική ταχύτητα, ο θόρυβος και οι εκπομπές θερμότητας ήταν χαμηλές και οι πτήση του ήταν προ-προγραμματισμένη. Έτσι θα ήταν δύσκολη τόσο η αποκάλυψη όσο και η κατάρριψη του (Miller & Grasse, 1988).

Ο μεγάλος ανταγωνισμός μεταξύ των ΗΠΑ και της Σοβιετικής Ένωσης για την ανάπτυξη πυρηνικών εξοπλισμών οδήγησαν στην περαιτέρω ανάπτυξη στρατιωτικής τεχνολογίας μη επανδρωμένων ιπτάμενων οχημάτων. Τα drones, θεωρήθηκαν ιδιαίτερα χρήσιμα, ιδίως για δοκιμές όπλων μετά από πυρηνικές δοκιμές. Από το 1946 έως το 1960 υπογράφηκαν και άλλες συμβάσεις μεταξύ του στρατού των ΗΠΑ και των Ryan Aeronautical, Beech, Curtiss, McDonnell, Globe, Martin, Radioplane, Northrop, Vought, and Lockheed για την παραγωγή UAV. Αυτές οι επενδύσεις συνέβαλαν σημαντικά στην ανάπτυξη προηγμένων τεχνολογιών UAV, όπως είναι οι αισθητήρες

μικροηλεκτρονικού μηχανολογικού συστήματος, τα συστήματα εντοπισμού θέσης και οι μικροηλεκτρονικοί σένσορες (Hall & Coyne, 2014).

Τα στρατιωτικά UAV, εξελίχθηκαν σημαντικά κατά την δεκαετία 1980 με 1990. Το 1980 άρχισε ένα πιλοτικό πρόγραμμα για την προσπάθεια δημιουργίας μη επανδρωμένων αεροσκαφών χαμηλού κόστους για τον Αμερικάνικο Στόλο. Η μελέτη των UAV, συνεχίστηκε το 1990 σε συνεργασία με το Ισραήλ, από τις AAI Corporation και Israel Aircraft Industries, οι οποίες κατασκεύασαν το μη επανδρωμένο αεροσκάφος αναγνώρισης AAI RQ-2 Pioneer, που αποτελούσε μια εξέλιξη του Ισραηλινού Mastiff UAV. Κατά τη δεκαετία του 1990, και με την ευρεία χρήση των GPS (Global Positioning System) και των δορυφορικών επικοινωνιών, ιδίως για στρατιωτικούς σκοπούς, βελτιώθηκε η τηλεκατεύθυνση και η ακρίβεια των συστημάτων πλοήγησης, με αποτέλεσμα να μπορούν να διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις και με καλύτερη ακρίβεια θέσης (Σανσαρίδης, 2020). Η πρώτη πρόσφατη επιτυχής εκτόξευση πυρών από μη επανδρωμένο αεροσκάφος καταγράφεται στις 16 Φεβρουαρίου του 2001, με την εκτόξευση βλήματος από το αεροσκάφος MQ-1 Predator, το οποίο παρουσιάζεται και στην Εικόνα 5.



Εικόνα 5. Μη επανδρωμένο αεροσκάφος MQ-1 Predator.
Πηγή: (MQ-1B Predator)

1.2.3. Δημιουργία UAM οχημάτων

Η έννοια της αστικής, δηλαδή εμπορικής και μη στρατιωτικής, εναέριας αεροπορικής κινητικότητας δεν θεωρείται νέα, μιας και υπάρχουν παραδείγματα υπηρεσιών UAM από την δεκαετία του 1940 που χρησιμοποιούν ελικόπτερα. Από το 1947 έως το 1971 η «Los Angeles Airways» χρησιμοποιούσε ελικόπτερα για την μεταφορά ανθρώπων και

αλληλογραφίας στην περιοχή του Los Angeles, όμως μετά από μηχανική βλάβη που παρουσιάστηκε το 1968 και την πρόκληση δύο ατυχημάτων με ανθρώπινες απώλειες η Los Angeles Airways διέκοψε την λειτουργία της. Από το 1953 έως το 1979 η «New York Airways» χρησιμοποιούσε ελικόπτερα για την μεταφορά επιβατών μεταξύ των περιοχών Manhattan και των τριών μεγάλων αεροδρομίων της Νέας Υόρκης, το Newark Liberty International Airport [EWR], το LaGuardia Airport [LGA], και το John F. Kennedy International Airport [JFK] (Garrow et al., 2021). Ομοίως με την περίπτωση της Los Angeles Airways, η New York Airways σταμάτησε την παροχή αυτή της υπηρεσίας λόγω μοιραίων ατυχημάτων που προκλήθηκαν από μηχανική βλάβη.

Εκτός από εταιρείες ελικοπτέρων και μεμονωμένοι χειριστές ελικοπτέρων παρείχαν και παρέχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες αστικής εναέριας μεταφοράς σε επιβάτες. Επίσης, υπάρχουν εταιρείες όπως η BLADE, που έχει δημιουργήσει μια παγκόσμια πλατφόρμα αστικής εναέριας κινητικότητας και η οποία δεσμεύτηκε να μειώσει την ταξιδιωτικές δυσκολίες, επιτρέποντας τόσο οικονομικά, όσο και χρονικά αποδοτικότερες εναλλακτικές μεταφορές σε σχέση με τις επίγειες μεταφορές στις ΗΠΑ και εκτός ΗΠΑ. Οι πτήσεις που διεξάγονται από την BLADE μπορούν να είναι είτε κρατήσεις σε προγραμματισμένες πτήσεις μεταξύ των αεροδρομίων Manhattan και JFK, EWR, και Vancouver και Victoria στον Καναδά, αλλά και μεταξύ Νίκαιας και Μονακό στην Ευρώπη (παράδειγμα τέτοιων ελικοπτέρων αποτελεί αυτό της Εικόνα 6). Διαφορετικά οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να ναυλώσουν ή να προμηθευτούν μια πτήσης οπουδήποτε στον κόσμο εάν κάνουν κράτηση (Garrow et al., 2021). Για παράδειγμα, για πτήσεις 30 λεπτών το μέσο κόστος διαδρομής κυμαίνεται στα \$195, δηλαδή στα 181 ευρώ.



Εικόνα 6. Επανδρωμένα ελικοπτερα UAM.

Πηγή: (Blade to Offer \$975 Helicopter Rides to Coachella - L.A. Business First)

Ο μακροπρόθεσμος στόχος της BLADE είναι να κάνουν τις αερομεταφορές πιο προσιτές προετοιμάζοντας την υιοθέτηση αθόρυβων, ουδέτερων εκπομπών άνθρακα και οικονομικά προσιτών ηλεκτρικών αεροσκαφών. Αυτά τα αεροσκάφη είναι τα αποκαλούμενα EVA (Electric Vertical Aircraft), τα οποία θα είναι eVTOL οχήματα.



Εικόνα 7. Επανδρωμένα ηλεκτρικά οχήματα EVA UAM.
Πηγή: (The Future of Urban Air Mobility)

Το 2016 η Airbus ξεκίνησε την πλατφόρμα Voom για κρατήσεις. Ουσιαστικά αυτή η πλατφόρμα συνδέει ταξιδιώτες με παρόχους υπηρεσιών ελικοπτέρων στο Sao Paulo της Βραζιλίας και αργότερα η υπηρεσία επεκτάθηκε και στην πόλη του Μεξικού και στο San Francisco. Το 2019, η Uber συνεργάστηκε με την HeliFlite για να προσφέρει πτήσεις από το Manhattan προς το αεροδρόμιο JFK. Η μεταφορά γίνεται με τα Uber Copters κατόπιν κράτησης.



Εικόνα 8 Επανδρωμένο Uber Copter.
Πηγή: (Introducing Uber Copter | Uber Blog)

Πολλές εταιρείες και από τον χώρο της αεροβιομηχανίας ασχολούνται με την παραγωγή UAM οχημάτων .

Κεφάλαιο 2: Urban Air Mobility (UAM): εννοιολογικός προσδιορισμός.

2.1. Εισαγωγή

Η αστική εναέρια κινητικότητα UAM σχετίζεται με τη μεταφορά επιβατών και εμπορευμάτων εντός του αστικού περιβάλλοντος και των πόλεων, με χρήση αυτόνομων ιπτάμενων οχημάτων επανδρωμένων ή μη. Η έννοια UAM έκτος, από τα ιπτάμενα οχήματα περιλαμβάνει όλο το σύστημα και το περιβάλλον που αφορά την ολοκληρωμένη παροχή πτητικού έργου στον αστικό χώρο (Schuchardt et al., 2023).

Το περιβάλλον αυτό περιλαμβάνει: α) το εναέριο “οδικό δίκτυο” με κόμβους για τις αστικές εναέρια μεταφορές, β) τα συστήματα διαχείρισης, ρύθμισης και επίβλεψης της εναέριας αστικής κυκλοφορίας, κεντρικές ή/και αποκεντρωμένες εγκαταστάσεις προσγείωσης/ απογείωσης και, γ) την εναέρια χωρητικότητα.

Ωστόσο ο ορθός ορισμός του περιβάλλοντος UAM πρέπει περιλαμβάνει και ζητήματα/θέματα/κεφάλαια ασφάλειας, ιδιωτικότητας/απορρήτου, ρύπανσης, κόστους και ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων/περιορισμών, που προκύπτουν από την διεξαγωγή τέτοιων πτήσεων.

Η ανάγκη δημιουργίας ενός περιβάλλοντος UAM ξεκίνησε από την υψηλή πυκνότητα του αστικού πληθυσμού, αλλά και από την ραγδαία αύξηση χρήσης ιδιωτικών οχημάτων μεταφοράς. Η πληθώρα των επίγειων οχημάτων, και ιδίως των ιδιωτικής χρήσης, όπως είναι επόμενο αποτελεί την κύρια αιτία της μεγάλης κυκλοφοριακής συμφόρησης που παρατηρείται τα τελευταία έτη στις πόλεις. Αυτή η έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση οδηγεί στην ανάγκη επέκτασης των οδικών υποδομών τόσο στον υπόγειο αστικό χώρο, όσο και στον υπέργειο (CiZreliOğullari et al., 2022). Ωστόσο στις περισσότερες χώρες ο υπόγειος αστικός χώρος χρησιμοποιείται από σιδηροδρομικά συστήματα μαζικής μεταφοράς, τα οποία διευκολύνουν την γρήγορη μεταφορά του πληθυσμού ενώ η κατασκευή υπόγειων αστικών δικτύων είναι πολυδάπανη και χρονοβόρα.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα πολιτικών ιπτάμενων οχημάτων (αυτόνομων ή μη) είναι η δυνατότητα κάθετης προσγείωσης/ απογείωσης, οπότε δεν είναι απαραίτητη η χρήση μεγάλου μήκους αεροδιαδρόμου. Οι τεχνολογίες αυτές είναι γνωστή ως «VTOL», δηλαδή, Vertical take-off and landing technologies.

Έτσι λοιπόν, η έννοια της αστικής εναέριας κινητικότητας προορίζεται για τις μεταφορές εμπορευμάτων και ανθρώπων, στις αστικές, περαστικές περιοχές. Το πιο κοντινό σενάριο στο εγγύς μέλλον είναι η αερομεταφορά εμπορευμάτων η οποία είναι πολύ πιθανό να επικρατήσει έναντι της επίγειας οδικής μεταφοράς, μιας και το περιβάλλον UAM θεωρητικά θα παρέχει ευκολότερο προγραμματισμό, μικρότερο κόστος μεταφοράς και λιγότερο χρόνο ταξιδιού.

Ωστόσο στον αστικό εναέριο χώρο προκύπτουν πολλοί περιορισμοί όσον αφορά το σχεδιασμό και την διαδρομή που μπορούν να ακολουθήσουν αυτού του είδους οι πτήσεις. Καθώς ,οι πόλεις είναι πυκνοκατοικημένες, έχουν αναπτυχθεί κατακόρυφα κτίρια με μεγάλα ύψη, ενώ σε αυτές είναι εγκατεστημένα εναέρια δίκτυα φωτισμού, μεταφοράς ρεύματος, μεταφορικών μέσων όπως τραμ και τρόλεϊ, βιομηχανικές εγκαταστάσεις μεγάλου ύψους κλπ.

Παράλληλα και η διαμόρφωση του αστικού αναγλύφου, με εξάρσεις όπως λόφοι, λίμενες, ποτάμια, κεκλιμένο έδαφος, επίσης δημιουργεί ζητήματα ιδίως ως προς τον προσδιορισμό του ύψους μίας πτήσης που δεν μπορεί να είναι σταθερό (D. G. Perperidou & Kirgiafinis, 2023).

Συνεπώς, το ολοκληρωμένο περιβάλλον UAM θα πρέπει να είναι εναρμονισμένο με την νομοθεσία που αφορά την χρήση του εναέριου χώρου, το εμπράγματο δίκαιο, τα δικαιώματα των ιδιοκτητών ακινήτων, και την νομοθεσία που αφορά την προστασία των προσωπικών δεδομένων και την ιδιωτικότητα καθώς και νομοθεσία σχετικά με την ασφάλεια των πτήσεων (D. G. Perperidou & Kirgiafinis, 2023).

2.2. Κατηγοριοποίηση οχημάτων εντός του UAM περιβάλλοντος

Η αστική εναέρια κινητικότητα «UAM» θα περιλαμβάνει διαφορετικούς τύπους αεροσκαφών τα οποία θα κινούνται εντός του αστικού εναέριου χώρου για διαφορετικές χρήσεις (π.χ. μεταφορές/ παράδοση προϊόντων ή επιβατικές, διασωστικές εφαρμογές, ψυχαγωγικές δραστηριότητες κ.α.). Τα οχήματα αυτά μπορούν να είναι επανδρωμένα ή μη και διαφοροποιούνται με βάση τον τρόπο χειρισμού τους σε: α) τηλεκατευθυνόμενα, β) ημιαυτόνομα και γ) αυτόνομα. Όλα τα αεροσκάφη επανδρωμένα ή μη που θα διεξάγουν πτητική λειτουργία ταξινομούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, όπως η αεροδυναμική διαμόρφωση τους, το μέγεθος τους κα.

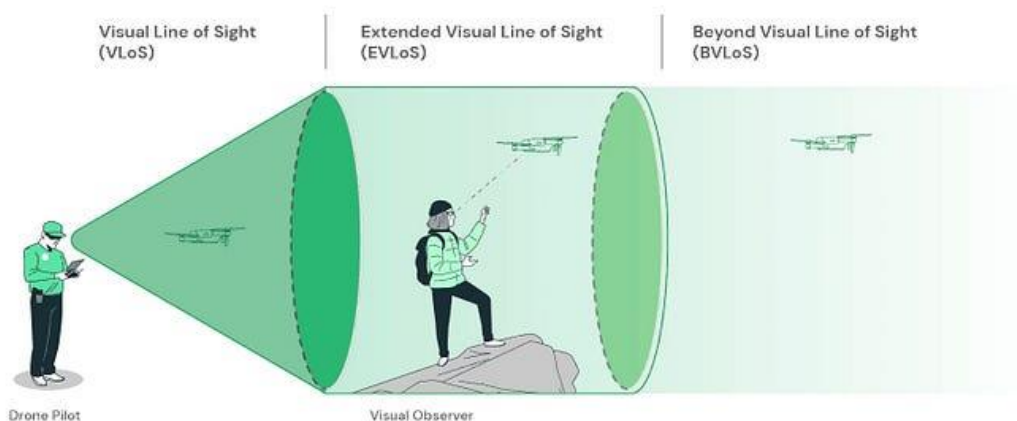
Όλα τα ιπτάμενα οχήματα επανδρωμένα ή μη που πρόκειται να ίπτανται εντός του αστικού περιβάλλοντος για να είναι δυνατή η απογείωση και η προσγείωση τους βασικός σχεδιασμός που ακολουθείται είναι βασισμένος σε τεχνολογίες VTOL – «Vertical Take – off and Land». Τα ιπτάμενα οχήματα τεχνολογίας VTOL όπως φανερώνουν και τα αρχικά της λέξης είναι σχεδιασμένα για να απογειώνονται και να προσγειώνονται κατακόρυφα/ κάθετα από και προς την επιφάνεια του εδάφους, λειτουργία αναγκαία για να επιτευχθεί το σενάριο της αστικής αεροπορικής κινητικότητας, αφού οι πόλεις είναι ιδιαίτερα πυκνοκατοικημένες και έτσι δεν υπάρχει η πολυτέλεια δημιουργίας αεροδιαδρόμων. Η κατακόρυφη προσγείωση και απογείωση είναι αναγκαία μιας και εντός του αστικού ιστού δεν υφίσταται η πολυτέλεια δημιουργίας αεροδιαδρόμων εξαιτίας των πυκνοκατοικημένων πόλεων και την μικρής διαθέσιμης χωρητικότητας αυτών. Βέβαια, τα τελευταία χρόνια υπάρχουν και προτάσεις χρήσης οχημάτων STOL εντός της αστικής αεροπορικής κινητικότητας. Τα STOL είναι οχήματα σύντομης απογείωσης και προσγείωσης τα οποία για να προσγειωθούν και να απογειωθούν χρειάζονται αεροδιαδρόμους. Σύμφωνα με τους (Courtin & Hansman, 2019), για να ενταχθούν οι πτήσεις STOL οχημάτων εντός του αστικού περιβάλλοντος θα πρέπει να μπορούν να λειτουργήσουν σε αεροδιαδρόμους μικρότερους των 300 ft.

Όσον αφορά τα τηλεχειριζόμενα ιπτάμενα οχήματα (Remotely Piloted Vehicles-RPV) είναι αυτά που απαιτούν συνεχή χειρισμό - καθοδήγηση καθόλη την διάρκεια της πτήσης από τον εξ αποστάσεως χειριστή. Η ημιαυτόνομη πτήση των ιπτάμενων οχημάτων αποτελείται τόσο από την επιβλεπόμενη πτήση, όσο και από την αυτόνομη πτήση. Δηλαδή, ο χειριστής αναλαμβάνει τον πλήρη έλεγχο της πτήσης κατά τα στάδια: α) της προ-πτήσης, β) της απογείωσης και γ) της προσγείωσης και μόλις μεταφερθεί στον αέρα μπορεί να ενεργοποιήσει την λειτουργία του αυτόματου πιλότου. Τότε το ιπτάμενο όχημα ακολουθεί ένα σύνολο προ-προγραμματισμένων σημείων διαδρομής. Ο χειριστής είναι υπεύθυνος καθόλη την διάρκεια της αποστολής και είναι σε θέση να αναλάβει τον έλεγχο σε κάθε στιγμή. Από την άλλη η πλήρως αυτόνομη πτήση δεν απαιτεί ανθρώπινη συνδρομή καθόλη την διάρκεια της αποστολής, αφού στα οχήματα οι πτήσεις διεξάγονται μέσω ενός εξελεγμένου αυτόματου πιλότου που πετά μόνος του ακολουθώντας προγραμματισμένες διαδρομές. Τα αυτόνομα ιπτάμενα οχήματα είναι κατασκευασμένα και εξοπλισμένα έτσι ώστε να είναι σε θέση να αξιολογούν την υγεία

και την κατάσταση του οχήματος εντός των προγραμματισμένων περιορισμών του. Ουσιαστικά περιέχουν έναν ενσωματωμένο υπολογιστή που τα ελέγχει (Gurta et al., 2013).

Η πτητική λειτουργία των μη επανδρωμένων ιπτάμενων οχημάτων κατηγοριοποιείται στις εξής τρεις κατηγορίες πτήσεων (οι οποίες παρουσιάζονται και με την Εικόνα 9):

- 1. Πτήσεις με Οπτική Επαφή (VLOS):** Καθόλη την διάρκεια της πορείας του οχήματος ο χειριστής δύναται να διατηρήσει άμεση οπτική επαφή με το ιπτάμενο όχημα, για την αποφυγή συγκρούσεων. Οι πτήσεις VLOS επιτρέπεται να διεξαχθούν σε μέγιστη απόσταση των 500 m οριζοντίως (από τον χειριστή) και 400 ft κατακόρυφα από το έδαφος.
- 2. Πτήσεις με Επέκταση Οπτικής Επαφής (EVLOS):** Σε αυτή την κατηγορία τα αεροσκάφη ίπτανται πέρα από το VLOS χρησιμοποιώντας έναν ή περισσότερους οπτικούς παρατηρητές. Στις πτήσεις EVLOS η οπτική επαφή της επιχειρησιακής λειτουργίας (από την πλευρά του χειριστή) γίνεται μέσω της μεθόδου «οπτικής παρατήρησης», δηλαδή, ο χειριστής παρακολουθεί την πορεία του ιπτάμενου οχήματος μέσω της κάμερας που διαθέτει στον εξοπλισμό του (δηλαδή, με τη μετάδοση της σχετικής εικόνας).
- 3. Πτήσεις Πέραν Οπτικής Επαφής (BVLOS):** Στις πτήσεις BVLOS ο χειριστής δεν διατηρεί οπτική επαφή με το ιπτάμενο όχημα, και στην περίπτωση των drones το όχημα είναι σε θέση να εκτελέσει μια αποστολή χωρίς την βοήθεια παρατηρητή.



Εικόνα 9. Κατηγορίες Πτήσεων VLOS - EVLOS – BVLOS.

Πηγή:(Dwivedi, 2023)

Οι τρεις παραπάνω κατηγορίες μη επανδρωμένων ιπτάμενων οχημάτων διαφοροποιούνται σημαντικά σε σχέση με τις επιχειρησιακές τους δυνατότητες και εν γένει λειτουργία. Αυτές οι επιχειρησιακές τους δυνατότητες συνδέονται με την εξασφάλιση της ασφάλειας των πτήσεων και με την επιλογή τοποθεσίας όπου τα ιπτάμενα οχήματα θα μπορούν να απογειωθούν και να προσγειωθούν με ασφάλεια προκαλώντας τις ελάχιστες δυνατές οχλήσεις.

Αν και η τεχνολογία αυτόνομων οχημάτων να είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένη, οι πτήσεις, και ιδίως οι επιβατικές, που βασίζονται μόνο σε αυτή μπορεί να διατρέξουν σοβαρούς κινδύνους αφού η πλοήγηση τέτοιων αεροσκαφών θα βασίζετε αποκλειστικά σε αισθητήρες και δορυφορικά συστήματα.

Τα οχήματα UAVs, που αποτελούν την βασική πρόταση για τον περιβάλλον UAM, ανήκουν στην κατηγορία των τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων και διαχωρίζονται ανάλογα με το μέγεθος σε πέντε κατηγορίες, ανάλογα με το τύπο ελίκων σε τέσσερις κατηγορίες και ανάλογα με την δυνατότητα εμβέλειας (ύψος – οριζόντια απόσταση – βεληνεκές) σε επτά κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων με βάση το μέγεθος (δεδομένα: Civil Aviation Safety Authority, ίδια επεξεργασία)

A/A	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΜΕΓΕΘΟΣ
1	Micro	≤ 0,25 kg
2	Very Small	0.25001 kg έως και 2 kg
3	Small	2,01 kg έως και 25 kg
4	Medium	25,01 kg έως και 150 kg
5	Large	> 150 kg

Πίνακας 2. Κατηγοριοποίηση τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων ανάλογα με τον τύπο λειτουργίας (δεδομένα: Chamola et al., 2021), ίδια επεξεργασία).

A/A	ΤΥΠΟΣ/ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
1	Fixed Wing UAV	<ul style="list-style-type: none"> Δυνατότητα οριζόντιας απογείωσης και προσγείωσης (όπως, τα αεροπλάνα).

Α/Α	ΤΥΠΟΣ/ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
		<ul style="list-style-type: none"> • Η ανύψωση προκαλείται από το μπροστινό μέρος του οχήματος την ταχύτητα του αέρα και το σχήμα των φτερών. • Τα μη επανδρωμένα είναι εύκολο να διεξάγουν πτήση με πιλότο εξ αποστάσεως ή αυτοματοποιημένα από υπολογιστή και ονομάζονται τηλεκατευθυνόμενα οχήματα (RPV-Remote Piloted Vehicles). • Προσφέρουν υψηλή απόδοση και μεγάλη εμβέλεια για την κάλυψη μεγάλων περιοχών με σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας. Ιδανικά για πτήσεις μεγάλων αποστάσεων. • Αναγκαία ύπαρξη αεροδιαδρόμου.
2	Fixed Wing Hybrid VTOL UAV	<ul style="list-style-type: none"> • Δυνατότητα κατακόρυφης απογείωσης και προσγείωσης. • Δυνατότητα μεγαλύτερου χρόνου πτήσης. • Σταθερότητα πτερυγίων.
3	Single Rotor UAV	<ul style="list-style-type: none"> • Δυνατότητα κατακόρυφης απογείωσης και προσγείωσης (όπως, τα ελικόπτερα). • Αποτελούνται από έναν ρότορα. • Καταναλώνεται περισσότερη ενέργεια με συνέπεια ο χρόνος πτήσης να είναι λιγότερος. • Ευελιξία στη απογείωση και την προσγείωση. • Δεν απαιτείται αεροδιάδρομος.
4	Multi Rotor UAV	<ul style="list-style-type: none"> • Δυνατότητα κατακόρυφης απογείωσης και προσγείωσης.

A/A	ΤΥΠΟΣ/ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
		<ul style="list-style-type: none"> Αποτελούνται από περισσότερους του ενός ρότορα , και τουλάχιστον από τέσσερεις έλικες. Διεξάγουν κατακόρυφη πτήση/ απογείωση και προσγείωση (όπως, τα ελικόπτερα). Η ροπή δεν δημιουργεί απώλεια ενέργειας εξαιτίας της αντίθετης κατεύθυνσης περιστροφής των ροτόρων. Εύκολη λειτουργία, υψηλή ευελιξία και σταθερότητα. Απαιτείται χειρισμός από έμπειρους πιλότους. Δεν απαιτείται αεροδιάδρομος.

Πίνακας 3. Κατηγοριοποίηση UAV με βάση το υψόμετρο και την εμβέλεια πτήσης (δεδομένα: (Chatola et al., 2021), ίδια επεξεργασία).

A/A	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ UAV	ΥΨΟΣ	ΕΜΒΕΛΕΙΑ
1	Χειροκίνητα (Hand-held)	< 600 m	< 2 km
2	Κλειστά (Close)	< 1500 m	< 10 km
3	NATO	< 3000 m	< 50 km
4	Τακτικά (Tactical)	< 5500 m	< 160 km
5	Μεσαίου υψομέτρου και μεγάλης εμβέλειας (Medium Altitude Long Endurance)	< 9100 m	< 200 km
6	Υψηλού υψομέτρου και μεγάλης εμβέλειας (High Altitude Long Endurance UAVs)	> 9100 m	Αόριστο
7	Υπερηχητικό (Hypersonic UAVs)	Περίπου 15200 m	>200 km

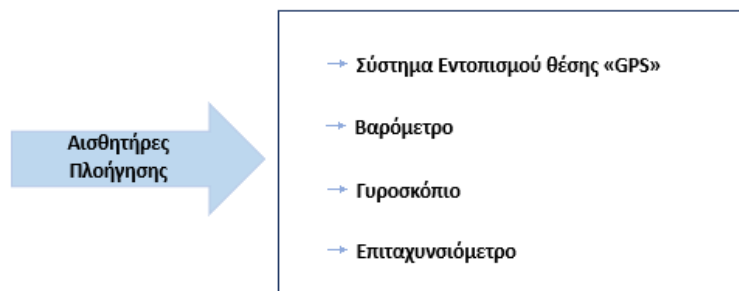
Επιπροσθέτως τα τηλεκατευθυνόμενα οχήματα UAVs διαχωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την Μέγιστη Μάζα απογείωσης (MTOM) των ιπτάμενων οχημάτων. Ο

όρος MTOM αναφέρεται στην μέγιστη μάζα στην οποία το αεροσκάφος είναι πιστοποιημένο για να απογειωθεί. η μέγιστη μάζα απογείωσης ορίζεται από τον κατασκευαστή του οχήματος). Σύμφωνα με την EASA έως της 1 Ιανουαρίου του 2024 τα UAVs ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με την MTOM οι οποίες είναι :

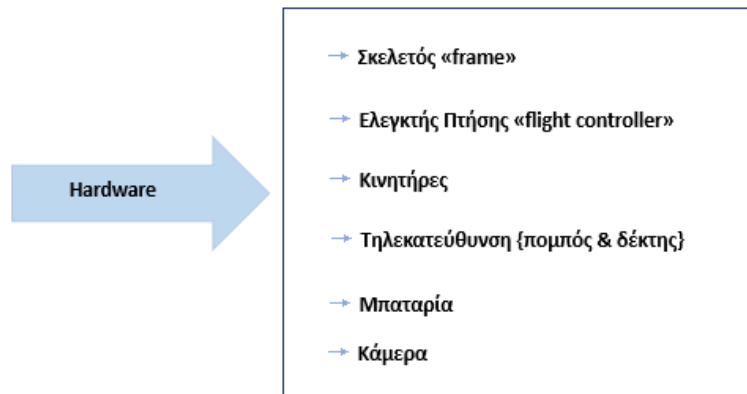
- MTOM < 250 g
- MTOM < 500 g
- MTOM < 2 kg
- MTOM < 25 kg

Οι τέσσερις παραπάνω κατηγορίες αεροσκαφών μπορούν να διεξάγουν επιχειρησιακή λειτουργία εντός συγκεκριμένων τριών υποκατηγοριών πτήσεων οι οποίες είναι οι : A1, A2 και A3. Στην υποκατηγορία πτήσεων A1 UAVs ανήκουν τα UAVs με MTOM < 250g και MTOM < 500 g. Σε αυτή την κατηγορία πετούν περιστασιακά πάνω από ανθρώπους και δεν πετούν πάνω από συνωστισμό μεγάλου αριθμού ατόμων. Στην υποκατηγορία πτήσεων A2 ανήκουν τα UAVs με MTOM < 2 kg και μπορούν να ίπτανται κοντά σε ανθρώπους και η τελευταία κατηγορία είναι η A3 όπου τα UAVs έχουν MTOM < 25 kg και πρέπει να πετούν μακριά από ανθρώπους.

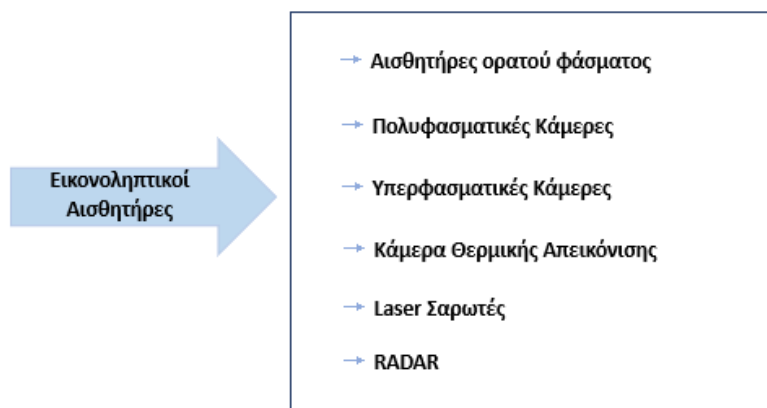
Η ανάπτυξη των UAVs οχημάτων αποτέλεσε την βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη των ιπτάμενων οχημάτων που θα χρησιμοποιούνται για την μεταφορά ανθρώπων εντός του περιβάλλοντος UAM. Σύμφωνα με τους (ΑΓΑΣ & ΚΑΡΑΜΟΥΤΑΣ, 2021) τα βασικά μέρη των UAVs είναι: οι αισθητήρες πλοήγησης, το hardware, οι εικονοληπτικοί αισθητήρες και το software. Τα μέρη των αισθητήρων πλοήγησης, του hardware και των εικονοληπτικών αισθητήρων παρουσιάζονται στις Εικόνα 10, Εικόνα 11 και Εικόνα 12.



Εικόνα 10. Αισθητήρες Πλοήγησης UAV οχημάτων.
Πηγή: Δεδομένα: (ΑΓΑΣ & ΚΑΡΑΜΟΥΤΑΣ, 2021), ιδία επεξεργασία.



Εικόνα 11. Hardware UAV οχημάτων.
 Πηγή: Δεδομένα: (ΑΓΑΣ & ΚΑΡΑΜΟΥΤΑΣ, 2021), ίδια επεξεργασία.



Εικόνα 12. Εικονοληπτικοί Αισθητήρες UAV οχημάτων.
 Πηγή: Δεδομένα: (ΑΓΑΣ & ΚΑΡΑΜΟΥΤΑΣ, 2021), ίδια επεξεργασία.

Τα αυτόνομα ιπτάμενα οχήματα τύπου UAVs των οποίων τα χαρακτηριστικά προαναφέρθηκαν είναι κατάλληλα για την αερομεταφορά και παράδοση προϊόντων όπως έκανε η Amazon με την πιλοτική λειτουργία προγραμματισμένων πτήσεων τέτοιου τύπου. Και μελλοντικά πρόκειται να χρησιμοποιούνται για εφαρμογές logistics διεκπεραιώνοντας αυτόματη ανάγνωση QR codes, εντοπισμό και αναγνώριση αντικειμένων από μεγάλα υψόμετρα, επιθεώρηση δυσπρόσιτων περιοχών κ.α.

Όσον αφορά το λειτουργικό μέρος η τροφοδοσία των οχημάτων για αστικές πτήσεις θα γίνεται με μπαταρίες (λιθίου ή κυψέλες υδρογόνου). Ενώ, για τις υπεραστικές πτήσεις η τροφοδοσία θα γίνεται μέσω ρεύματος η οποία ουσιαστικά ανήκει στην υβριδική-ηλεκτρική κατηγορία οχημάτων. Τα επιτρεπόμενα βάρη απογείωσης των UAM οχημάτων θα ποικίλλουν σε εύρος μεταξύ 350-900 κιλών με μέγιστο βάρος στα 2500 κιλά, ενώ το εύρος του ωφέλιμου φορτίου εκτιμάται πως θα κυμαίνεται μεταξύ 200-400 κιλών και μπορεί να φτάσει τα 1000 κιλά ανάλογα με το μέγεθος του

ιπτάμενου οχήματος. Μελέτες έδειξαν πως ένα συμβατικό δίκινητήριο UAV θα μπορεί να μεταφέρει έως 4 επιβάτες, το ωφέλιμο φορτίο του κυμαίνεται από 200 έως 600 κιλά και το μέσο μέγιστο βάρος απογείωσης ανέρχεται στα 1434 κιλά.

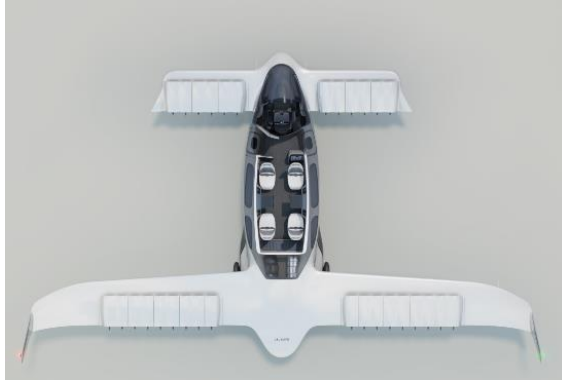

Οι επιβατικές εναέριες μετακινήσεις/ μεταφορές θεωρείται ότι θα είναι είναι πιο ασφαλείς με επανδρωμένα αεροσκάφη, ενώ οι εφαρμογές παρακολούθησης/ εποπτείας, διάσωσης και πυρόσβεσης είναι προτιμότερο να γίνονται με τηλεκατευθυνόμενα ή ακόμη καλύτερα με αυτόνομα οχήματα ώστε να μην διακινδυνεύεται η ασφάλεια του πιλότου.


Όσον αφορά την ανάπτυξη των ιπτάμενων οχημάτων που θα χρησιμοποιούνται για επιβατικές αστικές εναέριες μεταφορές θα πρέπει να έχουν την ανάλογη χωρητικότητα φορτίου. Η NASA έχει πρωτοστατήσει σε αυτό τον τομέα και ήδη έχει αρχίσει να δημιουργεί τους όρους υπό τους οποίους θα υλοποιηθεί η ανάπτυξη της αστικής επιβατικής εναέριας κινητικότητας . Ένας βασικός όρος είναι πως οι πτήσεις που αφορούν την μεταφορά των ανθρώπων θα γίνονται μόνο με επανδρωμένα οχήματα για λόγους ασφαλείας.


Ειδικότερα επικεντρώνεται στην διενέργεια μετακινήσεων/ ταξιδίων μικρών και μεσαίων αποστάσεων, δηλαδή αποστάσεις 3-10 χιλιομέτρων εντός των αστικών περιοχών ή μεταξύ πόλεων που έχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους.. Το ύψος πτήσεων που έχει ορίσει για χαμηλές πτήσεις κυμαίνεται μεταξύ των 100 - 1000 μέτρων και σε εξαιρετικές περιπτώσεις οι πτήσεις θα μπορούν να διεξάγονται κάτω των 100 μέτρων. Τα επανδρωμένα οχήματα θα μπορούν να μεταφέρουν μέχρι 6 επιβάτες (σύμφωνα με την υπάρχουσα τεχνολογία).


Παρακάτω ακολουθεί ο πίνακας με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά καθενός οχήματος, όπως είναι το βάρος απογείωσης – προσγείωσης, η χωρητικότητα των επιβατών, η ταχύτητα και το εύρος πτήσης τα οποία υποδεικνύονται από τους κατασκευαστές (εταιρεία δημιουργίας) του εκάστοτε οχήματος.



Πίνακας 4. Τύποι/ Κατηγορίες UAM οχημάτων (ιδία επεξεργασία).

ΤΥΠΟΣ	ΟΧΗΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΚΟΝΑ UAM ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΗΓΗ
Vectored Thrust	Lilium Jet	<ul style="list-style-type: none"> • 1 πιλότος • 6 επιβάτες • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: 250 km/h • Μέγιστη Εμβέλεια: 250 km • Ύψος Πτήσης: 3000 m • Μέγιστο Βάρος Απογείωσης: 3175 kg 		<p>(Lilium Jet - The First Electric VTOL (EVTOL) Jet - Lilium,)</p>
Tilt - Wing	Airbus A3 Vahana	<ul style="list-style-type: none"> • Αυτόνομο • Μέγεθος: 2,81m ύψος, 6.25m άνοιγμα φτερών, 726 kg βάρος • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: 190 km/h • Μέγιστη Ταχύτητα: 220 km/h • Μέγιστη Εμβέλεια: 250 km 		<p>(https://www.facebook.com/airbus, 2021)</p>


ΤΥΠΟΣ	ΟΧΗΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΚΟΝΑ ΥΑΜ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΗΓΗ
Tilt - Wing	Bell Nexus «Air Taxi»	<ul style="list-style-type: none"> • Αυτόνομο και μη αυτόνομο • 4 επιβάτες • Μέγεθος: 6,42 m πλάτος, 11,8 m άνοιγμα φτερών • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: 241 km/h • Μέγιστη Ταχύτητα: 288 km/h • Μέγιστη Εμβέλεια: 97 km • Μέγιστη Εμβέλεια Παροχής Ενέργειας: 241 km • Μέγιστο Βάρος Απογείωσης: 3175 kg 		<i>(Bell Nexus)</i>

ΤΥΠΟΣ	ΟΧΗΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΚΟΝΑ ΥΑΜ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΗΓΗ
Tilt - Wing	Joby S4	<ul style="list-style-type: none"> • 1 πιλότος • 4 επιβάτες • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: 322 km/h • Μέγιστη Εμβέλεια: 241 km • Ύψος Πτήσης: 4572 m • Μέγιστο Βάρος Απογείωσης: 2177 kg 		<p>(Joby Aviation S4 Program / Aviation Week Network)</p>
Lift+Cruise	EmbraerX Eve	<ul style="list-style-type: none"> • 1 πιλότος ή αυτόνομο • 4 επιβάτες • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: Άγνωστη (απαιτούμενη 241 km/h) • Μέγιστη Εμβέλεια: 96 km • Ύψος Πτήσης: 800-1000 m • Βάρος: 1000 kg 		<p>(Eve Air Mobility Eve V3 (Concept Design))</p>

ΤΥΠΟΣ	ΟΧΗΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΚΟΝΑ ΥΑΜ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΗΓΗ
Lift+ Lift/Cruise	Wisk Cora Generation 5 «Air Taxi»	<ul style="list-style-type: none"> • Αυτόνομο • 2 επιβάτες • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: 144 km/h • Μέγιστη Εμβέλεια: 100 km • Ύψος Πτήσης: 150-900 m • Μέγιστο Ύψος Πτήσης: 150-3040 m 		(Wisk's Previous 5 Generations of Aircraft)
Rotorcraft	ROSA Jaunt Air	<ul style="list-style-type: none"> • 1 πιλότος • 4 επιβάτες • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: 175 km/h • Μέγιστη Εμβέλεια: 129 km • Μέγιστη διάρκεια πτήσης: 3 h 		(“Jaunt Air Mobility Named as New Uber Elevate Partner,” 2019)

ΤΥΠΟΣ	ΟΧΗΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΚΟΝΑ ΥΑΜ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΗΓΗ
		<ul style="list-style-type: none"> • Μέγιστο Ύψος Πτήσης: 1892 m • Μέγιστο Βάρος Απογείωσης: 2722 kg • Πλάτος φτερών: 15,24 m • Ύψος οχήματος: 4,53 m 		
Multicopter	Volocopter	<ul style="list-style-type: none"> • 1 πιλότος και αυτόνομο • 2 επιβάτες • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: 90 km/h • Μέγιστη Εμβέλεια: 65 km • Βάρος: 196 kg • Μέγιστο ωφέλιμο Φορτίο: 700 kg • Μέγιστο Βάρος Απογείωσης: 900 kg • Μέγιστη Ταχύτητα: 110 km/h 		("VoloRegion")

ΤΥΠΟΣ	ΟΧΗΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΚΟΝΑ ΥΑΜ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΗΓΗ
Multicopter	Lift Aircraft HEXA	<ul style="list-style-type: none"> • Ο επιβάτης μπορεί να πετάξει το όχημα, είτε μέσω τηλεχειριστηρίου, είτε μέσω φωνητικών εντολών. • 1 επιβάτης • Ταχύτητα Κρουαζιέρας: 72 km/h • Μέγιστη διάρκεια πτήσης: 15 min • Βάρος: 196 kg • Ωφέλιμο Φορτίο: 113 kg 		(LIFT Aircraft HEXA)

ΤΥΠΟΣ	ΟΧΗΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΚΟΝΑ UAM ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΠΗΓΗ
Multicopter	EHang	<ul style="list-style-type: none"> • Αυτόνομο • 2 επιβάτες • Μέγιστη Ωφέλιμο Φορτίο: 220 kg • Ύψος Πτήσης: 975 m • Εύρος πτήσης: 35 km • Μέγιστη Ταχύτητα: 130 km/h • Ύψος οχήματος: 1.85 m 		<p><i>(EHang UAM - Passenger Autonomous Aerial Vehicle (AAV))</i></p>

2.3. Το περιβάλλον αγοράς στον τομέα της αστικής αεροπορικής κινητικότητας

Η αγορά των ιπτάμενων οχημάτων που θα χρησιμοποιούνται για τις αστικές πτήσεις εντός του UAM περιβάλλοντος αναφέρεται τόσο στην ανάπτυξη και απόκτηση των οχημάτων αυτών όσο και στις υπηρεσίες που θα τα συνοδεύουν και αυτά θα παρέχουν.

Η αγορά UAM οχημάτων αναπτύσσεται σταδιακά, καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται.

Οι παράγοντες που θα επηρεάσουν τον χώρο της αγοράς τέτοιων οχημάτων είναι, τα ποσοστά ζήτησης από το κοινό που θα υπάρξει, η οικονομική κατάσταση του κοινού, οι ρυθμιστικοί παράγοντες που θα καθοριστούν από τα κράτη και οι οικονομικοί περιορισμοί που σχετίζονται με την κατασκευή τέτοιων οχημάτων, αφού οι εταιρείες που επιθυμούν να εισέλθουν στην αγορά (ανάπτυξη-παροχή διαχείριση) πρέπει να ανταποκρίνονται σε αυστηρούς κανονισμούς ασφαλείας και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, ειδικής εκπαίδευσης και πιστοποίηση των πιλότων (όσον αφορά τα επανδρωμένα αεροσκάφη). Επίσης, η συντήρηση τέτοιων οχημάτων και των επίγειων υποδομών και υπηρεσιών που πρόκειται να τα συνοδεύουν θα είναι αρκετά κοστοβόρα. Σύμφωνα με τους (Straubinger κ.ά., 2020) η αγορά στον κλάδο της αστικής εναέριας κινητικότητας πρόκειται να περιλαμβάνει τις παρακάτω υπηρεσίες:

1. Πάροχος πλατφόρμας (Platform Provider): Αλληλοεπιδρά μεταξύ της εταιρείας που παρέχει την υπηρεσία και του πελάτη. Πάροχος πλατφόρμας μπορεί να είναι μια εταιρεία που οργανώνει και διαχειρίζεται σε μια πλατφόρμα τις προσφερόμενες υπηρεσίες διαφορετικών παρόχων και στη συνέχεια τις πουλάει ή μπορεί να διαχειρίζεται πάνω από μια διαδικτυακή πλατφόρμα με όλες τις επιλογές υπηρεσιών της κάθε εταιρείας παροχής υπηρεσιών.
2. Πάροχος Υπηρεσιών (Service Provider): Παρέχει την υπηρεσία μεταφοράς με UAM οχήματα, προγραμματίζοντας τα ταξίδια και διαχειρίζοντας τον στόλο των οχημάτων, την φόρτιση τους, τον προγραμματισμό συντήρησης τους, την τμηματική επισκευή και την γενική και τον καθαρισμό του. Ο τρόπος με τον οποίο θα παρέχει την υπηρεσία στον πελάτη εξαρτάται άμεσα από το επιχειρηματικό μοντέλο που θα επιλέξει να ακολουθήσει η εκάστοτε εταιρεία. Δηλαδή, θα μπορεί να παράσχει την υπηρεσία είτε άμεσα στον πελάτη (απευθείας), είτε να την παράσχει μέσω μιας πλατφόρμας την οποία θα διαχειρίζεται ο πάροχος πλατφόρμας.

3. **Κάτοχος Οχήματος (Vehicle Owner):** Η εταιρεία που κατέχει τα οχήματα UAM μπορεί είτε να είναι η εταιρεία που τα χρησιμοποιεί απευθείας παρέχοντας την υπηρεσία μεταφοράς, είτε να τα μισθώνει με σύμβαση (μακροπρόθεσμη ή βραχυπρόθεσμη) σε φορείς παροχής υπηρεσιών.
4. **Κατασκευαστής Οχημάτων (Vehicle Manufacturer):** Αρκετές εταιρείες έχουν αρχίσει την προσπάθεια δημιουργίας των UAM οχημάτων ειδικά εάν συγκριθούν με τον αριθμό των εταιρειών που κατασκευάζουν αυτοκίνητα, τρένα και αεροσκάφη. Αυτό βέβαια αναμένεται να μειωθεί με την πάροδο του χρόνου.
5. **Εταιρεία Συντήρησης επισκευή και γενικής κατασκευής (Maintenance Repair and Overhaul “MRO” Company):** Θα προσφέρεται είτε από ανεξάρτητες εταιρείες, ή από τον κατασκευαστή, ή από τον ιδιοκτήτη του οχήματος, ή τον πάροχο υπηρεσιών. Καθώς οι εναέριες μεταφορές αντιμετωπίζουν υψηλά και αυστηρά πρότυπα ασφαλείας, έτσι και η MRO θα αντιμετωπίσει υψηλά και αυστηρά κριτήρια πιστοποίησης ώστε να εξασφαλίζει υψηλά επίπεδα ποιότητας.
6. **Ασφαλιστική Εταιρεία (Insurance Company):** Η ασφάλεια του οχήματος θα γίνεται από όποιον φέρει την ευθύνη του αεροσκάφους. Δηλαδή είτε από την ιδιοκτήτη, ή από τον κατασκευαστή ή από τον πάροχο υπηρεσιών. Η ύπαρξη ασφάλειας των οχημάτων δεν απαιτείται μόνο σε περίπτωση βλάβης του αεροσκάφους, αλλά μπορεί να χρειαστεί και κάλυψη σε περίπτωση απώλειες προσγείωσης λόγω καιρικών συνθηκών ή για απώλειες που είναι πιθανό να προκύψουν από την ακατάλληλη συμπεριφορά των επιβατών.
7. **Πάροχος Υποδομής Εδάφους (Ground Infrastructure Provider):** Οι παροχές αυτές είναι απαραίτητες για την επιτυχή πτήση και προσγείωσης των UAM οχημάτων επί των υποδομών. Η παροχή αυτή θα μπορεί να γίνεται από: τις δημόσιες αρχές, ή τις ιδιωτικές εταιρείες. Λόγω υψηλού κόστους θα προκύψει μονοπώλιο. Σημαντικό είναι να επιτρέπεται η πρόσβαση σε όλους τους παρόχους υπηρεσιών.
8. **Πάροχος Επικοινωνίας (Communication Infrastructure Provider):** Η υποδομή αυτή είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την διεξαγωγή πτήσεων στο περιβάλλον UAM, λόγω των υψηλών επιπέδων αυτονομία που πρόκειται να υπάρχουν. Η παροχή αυτή αναμένεται να καλυφθεί από τις υφιστάμενες εταιρείες παροχής τηλεπικοινωνιών.
9. **Πάροχο UTM (UTM provider):** Η παροχή αυτή βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη και προσπαθεί να ρυθμιστεί σε σχέση με το επίπεδο αυτονομίας που πρόκειται να υπάρξει. Αναμένεται να είναι ένας γενικός μηχανισμός που θα επιβλέπει και ίσως

να οργανώνει τα αεροπορικά ταξίδια. Συνεπώς, αναμένεται να υπάρξουν υψηλά κόστη για αυτή την παροχή στην περίπτωση που δεν θα καλύπτεται από δημόσιο φορέα.

2.3.1. Παρεχόμενες Υπηρεσίες των UAM οχημάτων

Με την πάροδο των ετών και της τεχνολογικής εξέλιξης δημιουργήθηκαν τα UAM οχήματα τα οποία όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω είναι τεχνολογίας Evtol. Οι υπηρεσίες που θα παρέχουν αυτά τα οχήματα είναι οι εξής (Hiebert et al., 2020),(Villasenor, 2014) και (Flemons et al., 2022):

1. Κινητικότητα Επιβατών μέσω της χρήσης αεροταξί (μέσω επανδρωμένων αεροσκαφών): θα γίνονται οι μεταφορές των ατόμων σε διάφορες τοποθεσίες.
2. Μεταφορά Ατόμων που χρειάζονται άμεση ιατρική περίθαλψη.
3. Μεταφορά Ιατρικής βοήθειας σε χώρο έκτακτης ανάγκης
4. Ενίσχυση Πυρόσβεσης σε περίπτωση πυρκαγιάς
5. Απεγκλωβισμό/ απομάκρυνση ατόμων σε περίπτωση κινδύνου.
6. Παρακολούθηση για επιζήσαντες σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η επιτόπια πρόσβαση.

Ο λόγος που συμφέρει στις έκτακτες συνθήκες να χρησιμοποιούνται οχήματα τέτοιας τεχνολογίας είναι διότι αποφεύγεται να τεθούν σε κίνδυνο ζωές και άλλων ανθρώπων (μέσω της πτήσης αυτόνομων οχημάτων), αλλά το βασικότερο πλεονέκτημα είναι η ταχύτητα της μεταφοράς και ευελιξία της πρόσβασης. Βέβαια, τέτοιες εφαρμογές προϋποθέτουν το UAM όχημα να είναι άρτια τεχνικά εξοπλισμένο.

2.4. Επίγειες Υποδομές για την αστική εναέρια κινητικότητα.

2.4.1. Η έννοια των Vertiports

Όσον αφορά τις επίγειες υποδομές των UAM, ορισμένες ανεπτυγμένες χώρες έχουν ήδη χτίσει ένα ώριμο στρατηγικό αεροπορικό σύστημα. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα UAM θα πρέπει να είναι εναρμονισμένο με το υπάρχον αεροπορικό σύστημα. Ο σχεδιασμός των vertiports για τα αεροσκάφη eVTOL πρέπει να γίνεται με βάση τα “Technical Standards of Civil Heliports (MH 5013-2014)”. Αυτά τα τεχνικά πρότυπα αναφέρουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για τα φυσικά χαρακτηριστικά του χώρου προσγείωσης, των περιορισμών εμποδίων, τα οπτικά βοηθήματα για την πλοήγηση, την διάσωση και την πυροπροστασία και τα φυσικά χαρακτηριστικά προβλέπουν συγκεκριμένους κανόνες για τις περιοχές

Τα vertiports είναι περιοχές που προορίζονται για την απογείωση και την προσγείωση των ηλεκτρικών αεροσκαφών. Η δημιουργία τέτοιων χώρων αποσκοπεί στον έλεγχο της εναέριας κυκλοφορίας. Τα vertiports θα χρησιμοποιούν προηγμένες υπηρεσίες για την υποστήριξη της αστικής αεροπορικής κινητικότητας, τόσο για τους επιβάτες, όσο και για τα εμπορεύματα. Επίσης θα περιλαμβάνουν όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου, όπως, συστήματα έκδοσης εισιτηρίων, ασφαλείς διαδικασίες επιβίβασης και εγκαταστάσεις χρέωσης. Μια άλλη έννοια που έχει χρησιμοποιηθεί αντίστοιχη με τα vertiports είναι αυτή των «skyparks» και υπάρχουν μελέτες για τα vertiports που αφορούν το πως αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εφαρμογές σύντομων πτήσεων, απογείωσης και προσγείωσης των αεροσκαφών eVTOL (electric vertical take-off and landing systems) και STOLports (short –take off and landing) (Garrow et al., 2021).

Οι χώροι που έχουν προταθεί για την εγκατάσταση των vertiports είναι διάφορων τύπων, όπως: α) στέγες με χώρους/καταστρώματα στάθμευσης, β) ακάλυπτοι χώροι ξηράς, γ) πλωτή φορτηγίδα, δ) αεροδρόμια και ελικοδρόμια και ε) ελεύθεροι χώροι σταδίων.

Η εναέρια αστική κινητικότητα καλείται να προσαρμοστεί στα πλαίσια της βιωσιμότητας. Τα σενάρια αυτά προτείνουν τα UAM οχήματα να είναι πλήρως ηλεκτρικά. Γεγονός που προκαλεί διάφορα ζητήματα γύρω από το πως θα καλυφθούν οι απαιτήσεις σε ρεύμα για την φόρτιση των οχημάτων, αλλά και πόσος χρόνος θα χρειάζεται ώστε να γίνει η επαναφόρτιση. Αυτά τα ζητήματα είναι άμεσα συνυφασμένα με τον σχεδιασμό των vertiports αφού αυτά θα καλούνται να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις μιας και θα περιέχουν σταθμούς φόρτισης. Επιπλέον τίθενται ζητήματα χωρητικότητας των UAM οχημάτων, αφού οι εγκαταστάσεις Vertiports θα πρέπει να περιλαμβάνουν: χώρους φόρτισης, χώρους γραφείων όπου θα στεγάζεται το σχετικό προσωπικό, και χώρους για την συντήρηση των UAM οχημάτων. Ουσιαστικά, τα vertiports θα πρέπει να είναι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να καλύψουν τις υπηρεσίες που θα ζητηθούν. Όπως είναι λογικό, όλη αυτή η δημιουργία τέτοιων υποδομών έχει πολύ υψηλό κόστος και απαιτούνται μεγάλες εκτάσεις.

2.4.2. Χαρακτηριστικά των Vertiports

Ο κλάδος των αερομεταφορών χρησιμοποιεί διαφορετικούς όρους για να αποδώσει ονομασίες στις θέσεις εδαφών που προορίζονται για επιχειρήσεις αερομεταφορών,

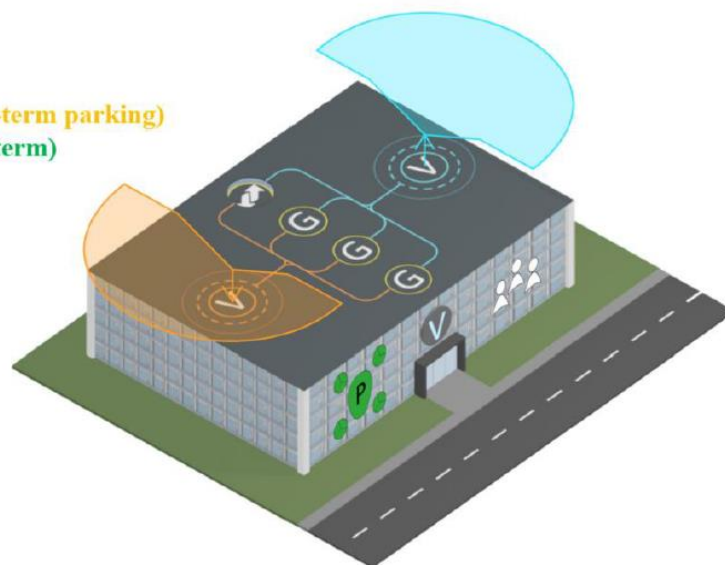
όπως αεροδρόμια, εναέρια πεδία, χώρους προσγείωσης/ απογείωσης (και ολίσθησης εάν απαιτούνται). Εξαιτίας της ύπαρξης υψηλής πυκνότητας χρήσεων στις πόλεις, απαιτείται αρκετά σύνθετη τοπολογία των vertidromes. Επειδή υπάρχει μεγάλη έλλειψη κανονισμών όσον αφορά τις επίγειες υποδομές των UAM οχημάτων, παγκοσμίως έχουν δημιουργηθεί διάφορα σενάρια και μελέτες που αποδίδουν διαφορετικούς όρους σε αυτές τις υποδομές, όπως; Vertplaces με Vertihubs, Vertiports, Vertistations , VTOL – ports με Vertihubs,, Vertibases, Vartipads, Skyparks, και αεροδρόμια τσέπης (Schweiger et al., 2022).

Η μελλοντική λειτουργία των Vertiports θα πρέπει να εναρμονιστεί με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Διακύμανση της πυκνότητας ζήτησης
- Προγραμματισμός χρόνου παράδοσης
- Σύντομοι χρόνοι ταξιδιού
- Χώροι Vertiports ως σημεία διασταύρωσης UAM οχημάτων
- Κλιματολογικές Αλλαγές

Vehicle States:

Arrival
Waiting (short-term parking)
Parking (long-term)
Departure



Εικόνα 13. Παράδειγμα Εγκατάστασης Vertiport.
 Πηγή: (Schweiger et al., 2022)

Όσον αφορά τον σχεδιασμό των vertiports κάποιοι μελετητές εξέτασαν τα κριτήρια με βάση τα οποία θα πρέπει να γίνει ένας τέτοιος σχεδιασμός, όπως είναι ο αριθμός των αεροσκαφών, ο αριθμός των πυλών, ο διαθέσιμος αριθμός χώρων στάθμευσης, ο διαθέσιμος αριθμός χωρητικότητας οχημάτων, υποδομές συντήρησης και επισκευής,

ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου για την ορθότητα της λειτουργίας και ο υπολογισμός της αναλογίας των πυλών προς τα μαξιλαράκια/θέσεις (pads) προσγείωσης και απογείωσης .

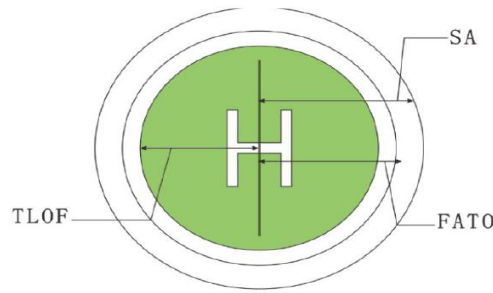
Σύμφωνα με τους (Li et al., 2023) τα pads αποτελούνται από τρεις περιοχές οι οποίες διακρίνονται σε:

1. Περιοχή προσγείωσης και απογείωσης (TLOF): Είναι μια επιφάνεια στην οποία θα προσγειώνονται και θα απογειώνονται τα eVTOL αεροσκάφη. Ο χώρος του TLOF πρέπει να είναι οριοθετημένος και σχεδιασμένος για να πληροί διάφορες απαιτήσεις, όπως: η επάρκεια χώρου για την απογείωση και προσγείωση των ελικοπτέρων, οι ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας από εμπόδια, το ομαλού επίπεδου προσγείωσης απογείωσης.
2. Περιοχή (FATO): Είναι μια σχεδιασμένη περιοχή ειδικά για την απογείωση και την τελική προσγείωση των eVTOL αεροσκαφών. Σε αντίθεση με την περιοχή TLOF που περιλαμβάνει μόνο το σημείο της προσγείωσης και της απογείωσης, η περιοχή FATO περιλαμβάνει επίσης τον χώρο προετοιμασίας για την προσγείωση και την απογείωση. Η περιοχή αυτή πρέπει να είναι ασφαλής και ομαλή.
3. Χώρος Ασφαλείας (SA): Είναι η περιοχή γύρω από τις περιοχές TLOF και FATO. Η περιοχή SA σχεδιάζεται για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία των αεροσκαφών VTOL μειώνοντας τον κίνδυνο πρόκλησης ζημιάς.

Οι τρεις παραπάνω περιοχές παρουσιάζονται με την Εικόνα 14 .

Συνεπώς ο χώρος ασφαλείας (SA) είναι σημαντικός για διάφορους λόγους όπως:

1. Αποφυγή εμποδίων: Ο χώρος ασφαλείας πρέπει να είναι ελεύθερος από εμπόδια όπως κτίρια, δέντρα, ηλεκτρικούς και τηλεπικοινωνιακούς πύργους και άλλα πιθανά εμπόδια που μπορεί να επηρεάσουν την ασφαλή πτήση των αεροσκαφών.
2. Ασφάλεια πληρώματος και επιβατών: Εάν υπάρξει ανάγκη έκτακτης αποφυγής κατά τη διάρκεια της απογείωσης ή προσγείωσης, ο χώρος ασφαλείας παρέχει αρκετό περιθώριο για το πλήρωμα να αντιδράσει και να αποφύγει πιθανούς κινδύνους.
3. Πρόληψη ατυχημάτων: Η εξασφάλιση ενός ευρύχωρου χώρου ασφαλείας μειώνει τον κίνδυνο πιθανών ατυχημάτων κατά την απογείωση και προσγείωση των αεροσκαφών.



Εικόνα 14. Περιοχές του Rad.
Πηγή: (Li et al., 2023)

2.4.3. Κατηγορίες Vertiports

Οι κατηγορίες των Vertiports σύμφωνα με τους (Li et al., 2023) είναι οι ακόλουθες τρεις:

- **Vertihub:** τα οποία αποτελούν μεγάλα vertiports τα οποία θα καλύπτουν τις αστικές και περιαστικές περιοχές. Αυτά τα vertiports θα συντονίζονται με την λειτουργία του δικτύου UAM, θα παρέχουν υποδομές συντήρησης και επισκευής στα ιπτάμενα οχήματα και θα διαθέτουν ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου για την λειτουργία τους.

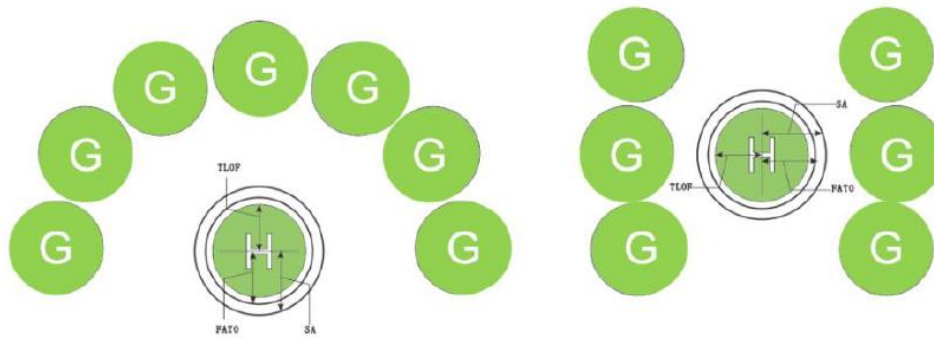


Εικόνα 15. Παράδειγμα Εγκαταστάσεων Vertihubs
Πηγή: (Li et al., 2023)

- **Vertiports εντός κεντρικών σημείων των πόλεων (πολοδομικά κέντρα):** τα οποία θα βρίσκονται σε κεντρικά σημεία των πόλεων και διαθέτουν τον απαιτούμενο χώρο τόσο για την επιβίβαση και αποβίβαση επιβατών, όσο και για τα φορτία. Επίσης θα πρέπει να έχουν κατάλληλος χώρους για την ταυτόχρονη προσγείωση και απογείωση πολλών eVTOL. Επιπλέον, το κάθε Vertiport θα πρέπει

να είναι εξοπλισμένο με σύστημα ταχείας φόρτισης, αλλά και με αυτόματους μηχανισμούς ελέγχου και τήρησης των μέτρων ασφαλείας.

- **Vertistop:** τα οποία θα είναι τα μικρότερα Vertiports τα οποία θα αποτελούν σημεία σύνδεσης μεταξύ των μεγαλύτερων vertiports, οι επιφάνειες προσγείωσης/απογείωσης που θα περιλαμβάνουν θα κυμαίνονται από μια έως δύο, και θα χρησιμοποιούνται μόνο για την επιβίβαση και την αποβίβαση επιβατών και φορτίου.



Εικόνα 16. Παράδειγμα Εγκαταστάσεων Vertistop.
Πηγή: (Li et al., 2023)

2.4.4. Απαιτήσεις χώρων εγκατάστασης των Vertiports

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την χωροθέτηση και το μέγεθος των Vertiports, όπως, ο υφιστάμενος πολεοδομικός σχεδιασμός, το κόστος κατασκευής, το κόστος λειτουργίας και τα παραγόμενα ποσοστά θορύβου.

Πιο συγκεκριμένα μερικοί από τους παράγοντες (σύμφωνα με τους (Preis, 2023) και (Li et al., 2023)) είναι:

1. Η Αστική πυκνότητα.
2. Το Μέσο Εισόδημα του Πληθυσμού.
3. Η τοποθεσία του Αστικού Εμπορικού Κέντρου
4. Η τοποθεσία των Τουριστικών Αξιοθέατων
5. Ο μεγάλος συγκοινωνιακός κόμβος.
6. Το μέγεθος των μετακινήσεων.
7. Αλλά και τα χαρακτηριστικά των οχημάτων όπως:
 - Απαιτούμενος Χρόνος προσγείωσης/ απογείωσης
 - Ταχύτητα οχήματος
 - Λειτουργία οχήματος

- Χρόνος εκκίνησης/ διακοπής κινητήρα
- Μέση Διάρκεια Επιβίβασης και Αποβίβασης επιβατών
- Μέγιστη Διάσταση οχημάτων
- Αριθμός Επιβατών
- Απαιτούμενος χρόνος επιστροφής οχήματος στην πύλη

Επιπλέον, σύμφωνα με την FAA κατά τον σχεδιασμό των ελικοδρομιών, η απόσταση μεταξύ των σημείων τελικής προσγείωσης (TLOF) και απογείωσης (FATO) πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 61 μέτρα. Το ίδιο ισχύει και για τον σχεδιασμό των Vertiports.

Κεφάλαιο 3: Εναέριος Χώρος.

3.1. Εισαγωγή

Ο διεθνής εναέριος χώρος εκτείνεται πάνω από την ανοικτή θάλασσα και άλλα τμήματα του θαλάσσιου χώρου, εξαιρουμένων των εσωτερικών υδάτινων εκτάσεων και της αιγιαλίτιδας ζώνης του κάθε κράτους, αλλά εκτείνεται και πάνω από τις επιμέρους επικράτειες ή εδάφη των χωρών. Στον εν λόγω χώρο ισχύουν διεθνείς συμφωνίες και κανονισμοί που διέπουν την αεροπορική δραστηριότητα μεταξύ των διαφορετικών κρατών. Από την άλλη ως εθνικός εναέριος χώρος, ορίζεται ο χώρος που εκτείνεται πάνω από τις εδαφικές και υδάτινες (θάλασσες-ποτάμια-λίμνες) εκτάσεις εντός των εθνικών συνόρων του εκάστοτε κράτους. Ο εθνικός εναέριος χώρος ως όρος εδραιώθηκε με την σύμβαση των Παρισίων του 1919 η οποία αποτελεί την πρώτη διεθνή ρυθμιστική σύμβαση της εναερίας κυκλοφορίας με την οποία διακηρύχθηκε μια εθιμικά καθιερωμένη αρχή που εφαρμοζόταν από όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η συνθήκη αποτέλεσε θεμέλιο για τη δημιουργία του Διεθνούς Αεροπορικού Δίκαιου. Με το πέρας του Β' Παγκοσμίου Πολέμου υπήρξε αλματώδης τεχνολογική εξέλιξη η οποία οδήγησε στην ανάγκη δημιουργίας νέας σύμβασης η οποία θα αντικαταστούσε όλες τις προηγούμενες και θα προσαρμοζόταν στις νέες συνθήκες της τότε πραγματικότητας (Παπαδόπουλος, 2022). Έτσι, δημιουργήθηκε η νέα σύμβαση του Σικάγου του 1944, η οποία αποτελεί μέχρι και σήμερα βασικό θεσμικό πλαίσιο για την εναερία κυκλοφορία, και με αυτή ιδρύθηκε ο Διεθνής Οργανισμός Αεροπορίας (ICAO), ο οποίος με την σειρά του δημιούργησε διεθνείς κανονισμούς κυκλοφορίας.

3.2. Ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας ICAO

Ο ICAO είναι ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας ο οποίος αποτελεί τμήμα του ΟΗΕ και ιδρύθηκε στις 7.12.1944, με τη Σύμβαση του Σικάγου του 1944 κατά τη συνδιάσκεψη για τη διεθνή πολιτική αεροπορία. Ο ρόλος ύπαρξής του είναι να επιτευχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη του παγκόσμιου συστήματος πολιτικής αεροπορίας. Ως αρμοδιότητα του έχει την ρύθμιση των διεθνών αερομεταφορών και ειδικότερα αναπτύσσει πολιτικές και πρότυπα, αναλαμβάνοντας ελέγχους συμμόρφωσης, εκτελεί μελέτες, αναλύσεις, παρέχει βοήθεια και αναπτύσσει αεροπορική ικανότητα μέσω πολλών άλλων δραστηριοτήτων και της συνεργασίας των κρατών μελών και των ενδιαφερομένων. Η αποστολή του για το 2030 είναι να επιτύχει δημιουργία ενός

παγκόσμιου δικτύου αερομεταφορών που θα ανταποκρίνεται ή θα ξεπερνά την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη και τις ανάγκες ευρύτερης συνδεσιμότητας των παγκόσμιων επιχειρήσεων και επιβατών, αναγνωρίζοντας τη σαφή ανάγκη πρόβλεψης και διαχείρισης του προβλεπόμενου διπλασιασμού της παγκόσμιας χωρητικότητας αεροπορικών μεταφορών. Το στρατηγικό σχέδιο υπολογίζεται να υλοποιηθεί περί το 2030 και ο ICAO έχει θέσει πέντε ολοκληρωμένους Στρατηγικούς Στόχους οι οποίοι παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 5. Στόχοι Στρατηγικού σχεδιασμού αερομεταφορών που έχει θέσει ο ICAO. (δεδομένα: ICAO, ιδία επεξεργασία)

A/A	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1	Ασφάλεια	Βελτίωση της παγκόσμιας ασφάλειας της πολιτικής αεροπορίας μέσω της βελτίωσης των ρυθμιστικών δυνατοτήτων εποπτείας κάθε κράτους
2	Ικανή και Αποτελεσματική Αεροναυτιλία	Κατάλληλος σχεδιασμός, οργάνωση και λειτουργία του παγκόσμιου συστήματος πολιτικής αεροπορίας, ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια, η αποδοτικότητα και η άρτια λειτουργία τους στον εναέριο χώρο. Η ικανή αεροναυτιλία απαιτεί την ύπαρξη καλά εκπαιδευμένου προσωπικού, σύγχρονου εξοπλισμού και καλών υποδομών.
3	Ασφάλεια και Διευκόλυνση	Ενίσχυση της παγκόσμιας ασφάλειας και διευκόλυνσης της πολιτικής αεροπορίας. Εξασφάλιση αποτελεσματικής, ασφαλούς και απρόσκοπτης λειτουργίας της πολιτικής αεροπορίας.
4	Οικονομική Ανάπτυξη Αεροπορικών Μεταφορών	Προώθηση της ανάπτυξης ενός υγιούς και οικονομικά βιώσιμου συστήματος πολιτικής αεροπορίας.

Α/Α	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
5	Προστασία Περιβάλλοντος	Μείωση όσο το δυνατόν περισσότερο των αρνητικών επιπτώσεων της αεροπορίας στο περιβάλλον. Αυτό περιλαμβάνει την προσπάθεια να μειωθούν οι ρύποι, ο θόρυβος κατά τις δραστηριότητες της πολιτικής αεροπορίας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κράτη μέλη του ICAO.

Πίνακας 6. Κράτη Μέλη του ICAO (δεδομένα: (Member State.), ίδια επεξεργασία).

A/A	ΚΡΑΤΗ ΜΕΛΗ	A/A	ΚΡΑΤΗ ΜΕΛΗ	A/A	ΚΡΑΤΗ ΜΕΛΗ
1	Αφγανιστάν	66	Αλβανία	130	Αλγερία
2	Ανδόρα	67	Αγκόλα	131	Αντίγκουα και Μπαρμπούντα
3	Αργεντινή	68	Αρμενία	132	Αυστραλία
4	Αυστρία	69	Αζερμπαϊτζάν	133	Μπαχάμες
5	Μπαχρέιν	70	Μπαγκλαντές	134	Μπαρμπάντος
6	Λευκορωσία	71	Βέλγιο	135	Μπελίζ
7	Μπενίν	72	Μπουτάν	136	Βολιβία
8	Βοσνία-Ερζεγοβίνη	73	Μποτσουάνα	137	Βραζιλία
9	Μπρουνέι Νταρουσαλάμ	74	Βουλγαρία	138	Μπουρκίνα Φάσο
10	Μπουρούντι	75	Cabo Verde	139	Καμπότζη
11	Καμερούν	76	Καναδάς	140	Κεντροαφρικανική Δημοκρατία
12	Τσαντ	77	Χιλή	141	Κίνα
13	Κολομβία	78	Κομόρες	142	Κονγκό
14	Νήσοι Κουκ	79	Κόστα Ρίκα	143	Ακτή Ελεφαντοστού
15	Κροατία	80	Κούβα	144	η Κύπρος
16	Τσεχία	81	Λαϊκή Δημοκρατία της Κορέας	145	Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό

17	Δανία	82	Τζιμπουτί	146	Δομίνικα
18	Δομινικανή Δημοκρατία	83	Εκουαδόρ	147	Αίγυπτος
19	Ελ Σαλβαδόρ	84	Ισημερινή Γουινέα	148	Ερυθραία
20	Εσθονία	85	Εσβατίνι	149	Αιθιοπία
21	Φίτζι	86	Φινλανδία	150	Γαλλία
22	Γκαμπόν	87	Γκάμπια	151	η Γεωργία
23	Γερμανία	88	Γκάνα	152	Ελλάδα
24	Γρενάδα	89	Γουατεμάλα	153	Γουινέα
25	Γουινέα-Μπισάου	90	Γουιάνα	154	Αϊτή
26	Ονδούρα	91	Ουγγαρία	155	Ισλανδία
27	Ινδία	92	Ινδονησία	156	Ιράν
28	το Ιράκ	93	Ιρλανδία	157	Ισραήλ
29	Ιταλία	94	Τζαμάικα	158	Ιαπωνία
30	Ιορδανία	95	Καζακστάν	159	Κένυα
31	Κιριμπάτι	96	Κουβέιτ	160	Κιργιζιστάν
32	Λαϊκή Δημοκρατία του Λάος	97	Λετονία	161	Λίβανος
33	Λεσότο	98	Λιβερία	162	Λιβύη
34	Λιθουανία	99	Λουξεμβούργο	163	Μαδαγασκάρη
35	Μαλάουι	100	Μαλαισία	164	Μαλδίβες

36	Μάλι	101	Μάλτα	165	Νησιά Μάρσαλ
37	Μαυριτανία	102	Μαυρίκιος	166	Μεξικό
38	Μικρονησία	103	Μονακό	167	Μογγολία
39	Μαυροβούνιο	104	Μαρόκο	168	Μοζαμβίκη
40	Μιανμάρ	105	Ναμίμπια	169	Ναούρου
41	Νεπάλ	106	Ολλανδία	170	Νέα Ζηλανδία
42	Νικαράγουα	107	Νίγηρας	171	Νιγηρία
43	Βόρεια Μακεδονία	108	Νορβηγία	172	Ομάν
44	Πακιστάν	109	Παλάου	173	Παναμάς
45	Παπούα Νέα Γουινέα	110	Παραγουάη	174	Περού
46	Φιλιππίνες	111	Πολωνία	175	Πορτογαλία
47	Κατάρ	112	Δημοκρατία της Κορέας	176	Δημοκρατία της Μολδαβίας
48	Ρουμανία	113	Ρωσική Ομοσπονδία	177	Ρουάντα
49	Saint Kitts and Nevis	114	Αγία Λουκία	178	Αγιος Βικέντιος και Γρεναδίνες
50	Σαμόα	115	Άγιος Μαρίνος	179	Σάο Τομέ και Πρίνσιπε
51	Σαουδική Αραβία	116	Σενεγάλη	180	Σερβία
52	Σεϋχέλλες	117	Σιέρα Λεόνε	181	Σγκαπούρη
53	Σλοβακία	118	Σλοβενία	182	Νησιά Σολομώντα
54	Σομαλία	119	Νότια Αφρική	183	Νότιο Σουδάν

55	Ισπανία	120	Σρι Λάνκα	184	Σουδάν
56	Σουρινάμ	121	Σουηδία	185	Ελβετία
57	Αραβική Δημοκρατία της Συρίας	122	Τατζικιστάν	186	Ταϊλάνδη
58	Ανατολικό Τιμόρ	123	Τόγκο	187	Τόνγκα
59	Τρινιδάδ και Τομπάγκο	124	Τυνησία	188	Τουρκία
60	Τουρκμενιστάν	125	Τουβαλού	189	Ουγκάντα
61	Ουκρανία	126	Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	190	Ηνωμένο Βασίλειο
62	Ενωμένη Δημοκρατία της Τανζανίας	127	Ηνωμένες Πολιτείες	191	Ουρουγουάη
63	Ουζμπεκιστάν	128	Βανουάτου	192	Βενεζουέλα
64	Βιετνάμ	128	Βανουάτου	193	Ζάμπια
65	Ζιμπάμπουε	129	Υεμένη		

3.3. Eurocontrol

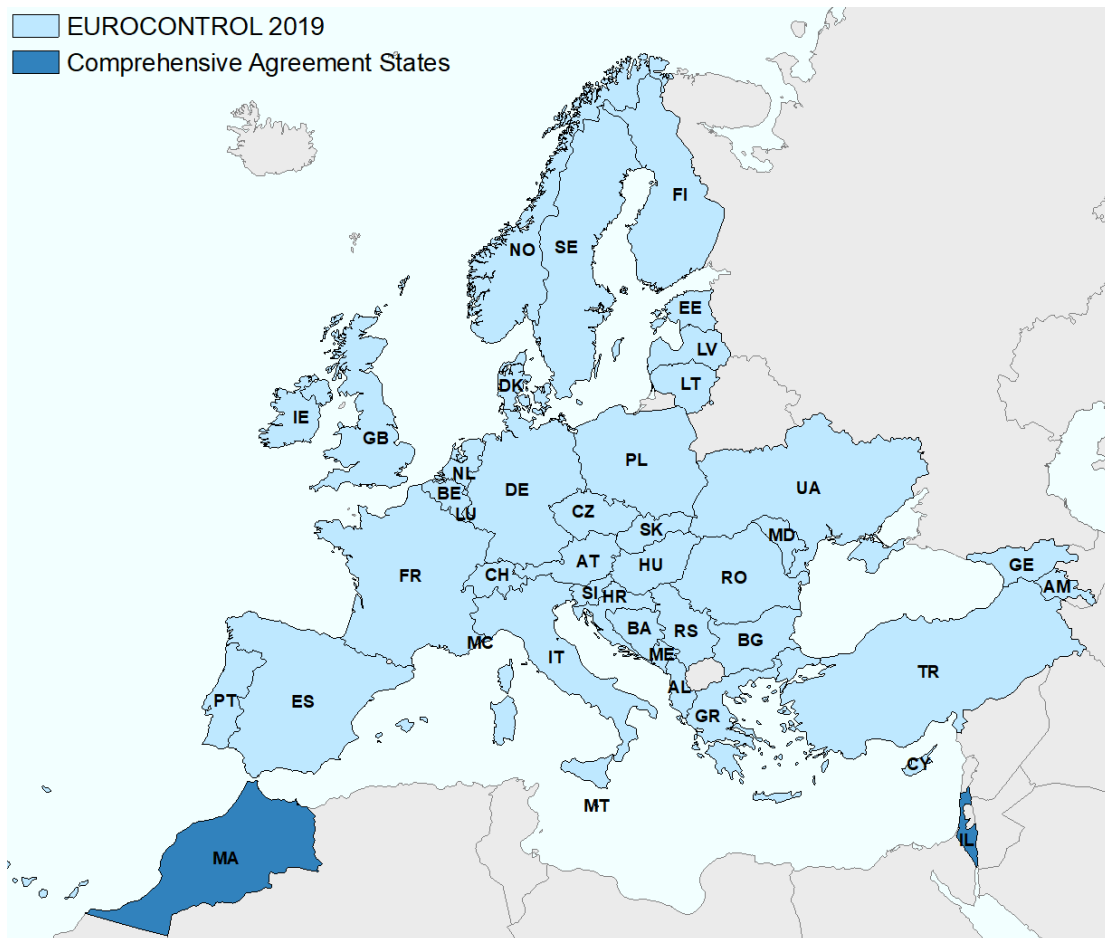
Ο οργανισμός Eurocontrol είναι ένας μη κερδοσκοπικός διακυβερνητικός οργανισμός αποτελούμενος από 41 κράτη μέλη εκ των οποίων τα 27 ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Ιδρύθηκε το 1960 και είναι υπεύθυνος για την εξασφάλιση της ασφαλούς, αποτελεσματικής και φιλικής προς το περιβάλλον δραστηριότητα της εναέριας κυκλοφορίας σε ολόκληρη την περιοχή της Ευρώπης. Ο διεθνής οργανισμός Eurocontrol έχει ασχοληθεί για την επίτευξη ενός Ενιαίου Ευρωπαϊκού Ουρανού (SES) εντός του οποίου θα γίνεται άρτια διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας (ATM). Πλέον, έχει καταφέρει να αναπτύξει ένα ευρύ φάσμα κυκλοφοριακών δραστηριοτήτων για την βελτίωση της ισχύουσας ευρωπαϊκής διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας (ATM) (Αντωνιάδη, 2012).

Τα μέλη του Eurocontrol παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και στην Εικόνα 17:

Πίνακας 7. Μέλη Eurocontrol (δεδομένα:(Αντωνιάδη, 2012),ιδία επεξεργασία).

Μέλη EUROCONTROL			
A/A	Μέλη Ευρωπαϊκής Ένωσης	A/A	Εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης
1	Βέλγιο	28	Τουρκία
2	Ολλανδία	29	Ελβετία
3	Λουξεμβουργο	30	Νορβηγία
4	Γαλλία	31	Μονακό
5	Γερμανία	32	Βόρεια Μακεδονία
6	Ιρλανδία	33	Μολδαβία
7	Πορτογαλία	34	Αλβανία
8	Ελλάδα	35	Βοσνία Ερζεγοβίνη
9	Μάλτα	36	Ουκρανία
10	Κύπρος	37	Σερβία
11	Ουγγαρία	38	Αρμενία
12	Αυστρία	39	Μαυροβούνιο
13	Δανία	40	Γεωργία
14	Σλοβενία	41	Ηνωμένο Βασίλειο
15	Σουηδία		
16	Ρουμανία		

17	Τσεχία		
18	Ιταλία		
19	Βουλγαρία		
20	Σλοβακία		
21	Ισπανία		
22	Κροατία		
23	Φιλανδία		
24	Πολωνία		
25	Λιθουανία		
26	Λετονία		
27	Εσθονία		



Εικόνα 17. Κράτη Μέλη Eurocontrol.
 Πηγή:(EUROCONTROL Area | Aviation Intelligence Unit Portal)

Η πρωτοβουλία Ενιαίος Ευρωπαϊκός Ουρανός (SES) ξεκίνησε το 1999 και αποσκοπεί στην βελτίωση επιδόσεων διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας (ATM) και υπηρεσιών αεροναυτιλίας (ANS). Ο SES επιδιώκει την μείωση κατακερματισμού του ευρωπαϊκού εναέριου χώρου. Η πρώτη θέσπιση του SES εγκρίθηκε το 2004 (SES I), η οποία περιλάμβανε τέσσερεις βασικούς Κανονισμούς, τους υπ' αριθμό 554/2004, 550/2004, 551/2004 και 552/2004. Το 2009 το SES I αναθεωρήθηκε και επεκτάθηκε στο SES II μέσω του κανονισμού κανονισμό (ΕΚ) 1070/2009 που στόχευε στην συνολική βελτίωση του συστήματος διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας στην Ευρώπη και με το οποίο ενισχύεται το ισχύον θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας, και η ασφάλεια, ενώ παράλληλα υπάρχουν συγκεκριμένες προβλέψεις σχετικές με διαχείρισης του εναέριου ευρωπαϊκού χώρου, την χωρητικότητα και την αποδοτικότητα (Debyser, 2023).

3.4. Η Υπηρεσία EASA και η Οργάνωση του Εναέριου Χώρου.

Η EASA είναι η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία για την Ασφάλεια των Αερομεταφορών, της οποίας η ύπαρξη αποσκοπεί στην θωρακίσει της ασφάλειας και της προστασία του περιβάλλοντος στον κλάδο της πολιτικής αεροπλοΐας εντός του Ευρωπαϊκού χώρου. Η EASA ιδρύθηκε το 2002, βρίσκεται στην Κολωνία της Γερμανίας και εταίροι της είναι οι ευρωπαϊκές αρχές πολιτικής αεροπορίας. Οι αρμοδιότητες της EASA είναι: α) να συντονίζει και εναρμονίζει τους κανονιστικούς κανόνες και τις διαδικασίες πιστοποίησης στον τομέα της αεροπορίας, β) να εργάζεται για τη δημιουργία μιας ενιαίας αγοράς αερομεταφορών εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, γ) να δημιουργεί τεχνικούς κανόνες που αφορούν την αεροπλοΐα, δ) να εκδίδει πιστοποιήσεις σχετικά με τον τύπο των αεροσκαφών και τα κατασκευαστικά τους στοιχεία, ε) να εγκρίνει εταιρείες που εμπλέκονται στον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη συντήρηση αεροναυτικών προϊόντων, στ) να εποπτεύει την ασφάλεια στον τομέα της αεροπορίας και παρέχει υποστήριξη στα κράτη μέλη της ΕΕ, ζ) να προωθεί τη χρήση κοινών ευρωπαϊκών και διεθνών προτύπων ασφαλείας και η) να συνεργάζεται με διεθνείς φορείς ώστε να βελτιωθεί η ασφάλεια των πτήσεων στον Ευρωπαϊκό χώρο. Επιπροσθέτως, η EASA εξυπηρετεί και ωφελεί τόσο την ευρωπαϊκή όσο και τη διεθνή κοινότητα της πολιτικής αεροπορίας. Οι φορείς και επαγγελματικές ομάδες που είναι κύριοι ωφελούμενοι από τη λειτουργία της EASA σύμφωνα με την (European Union Aviation Safety Agency | European Union) είναι οι ακόλουθοι:

- α) Ευρωπαϊκές αρχές πολιτικής αεροπορίας: Η EASA συνεργάζεται με τις εθνικές αρχές των ευρωπαϊκών κρατών για τον εναρμονισμό και την εφαρμογή κανονιστικών προτύπων σε όλη την Ευρώπη.
- β) Αερομεταφορείς και αεροπορικές εταιρείες: Η EASA αναπτύσσει τεχνικούς κανόνες και προδιαγραφές για τη λειτουργία και την ασφάλεια των αεροσκαφών, υποστηρίζοντας έτσι τις αεροπορικές εταιρείες.
- γ) Ευρωπαίοι κατασκευαστές αεροσκαφών και εξαρτημάτων: Η EASA παρέχει πιστοποιήσεις και κανονισμούς για τα αεροσκάφη και τα εξαρτήματά τους, ενθαρρύνοντας την ανάπτυξη και την ασφάλεια των προϊόντων.
- δ) Εταιρείες συντήρησης: Η EASA καθορίζει κανονισμούς για τις εταιρείες συντήρησης αεροσκαφών, εξασφαλίζοντας την υψηλή ποιότητα των υπηρεσιών τους.
- ε) Χειριστές εμπορικών και ιδιωτικών αεροσκαφών: Η EASA παρέχει κανονισμούς και κατευθυντήριες γραμμές για τις διαδικασίες και την ασφάλεια των αεροπορικών δραστηριοτήτων.
- στ) Εγκεκριμένοι οργανισμοί κατάρτισης: Η EASA επικυρώνει τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες των οργανισμών που παρέχουν εκπαίδευση πιλότων και τεχνικών.
- ζ) Ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας και υπηρεσίες αεροναυτιλίας: Η EASA υποστηρίζει και προωθεί την ανάπτυξη προηγμένων υπηρεσιών εναέριας κυκλοφορίας για βελτιωμένη ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.
- η) Αερολιμένες: Η EASA συνεργάζεται με τους αερολιμένες για την ανάπτυξη και υποστήριξη υψηλών προτύπων ασφάλειας και λειτουργίας.

Σύμφωνα με την EASA (*European Union Aviation Safety Agency / European Union*), η EASA καλύπτει και παρέχει κανονιστική υποστήριξη για τα παρακάτω αεροσκάφη και αεροναυτικά προϊόντα:

- α) Μεσαία και μεγάλα αεριωθούμενα αεροσκάφη (αεροπλάνα): Αυτά περιλαμβάνουν εμπορικά αεροσκάφη που χρησιμοποιούνται για μεταφορά επιβατών και εμπορευμάτων.
- β) Ελικοπτεροβλοκινητήρια αεροσκάφη: Τα ελικοπτερά ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία και χρησιμοποιούνται για διάφορες αεροναυτικές εργασίες.
- γ) Ελαφρά αεροσκάφη: Αυτά περιλαμβάνουν μικρά, ελαφρά αεροσκάφη που χρησιμοποιούνται για προσωπική χρήση, γενική αεροταξί, αεροσκάφη εκπαίδευσης και άλλους σκοπούς.

- δ) Αεροσκάφη περιστρεφόμενων πτερύγων (ελικόπτερα, γυρόπλανα): Αυτά τα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται για ειδικές αεροναυτικές εργασίες που απαιτούν τη δυνατότητα πτήσης και προσγείωσης κάθετα.
- ε) Ελαφρά αεροσκάφη (αερόστατα, ανεμόπτερα, μη στρατιωτικά μη επανδρωμένα αεροσκάφη): Περιλαμβάνουν διάφορα είδη αεροστάτων, ανεμόπτερα και μη επανδρωμένα αεροσκάφη που χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς, όπως παρατήρηση και έρευνα.
- στ) Ορισμένα στρατιωτικά αεροσκάφη (όπως το μεταγωγικό αεροσκάφος A400M): Αυτά είναι στρατιωτικά αεροσκάφη που καλύπτονται από την EASA καθώς παρέχουν υπηρεσίες σε στρατιωτικές αεροπορικές δυνάμεις και φορείς.

Επίσης, τα μέλη του EASA είναι 31 κράτη εκ των οποίων τα 27 είναι τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα μέλη του οργανισμού παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 8. Κράτη μέλη EASA (δεόμενα:(EASA By Country) , ίδια επεξεργασία)

A/A	Κράτη μέλη ΕΕ	A/A	Εκτός ΕΕ
1	Αυστρία	28	Ισλανδία
2	Βέλγιο		
3	Βουλγαρία		
4	Κροατία		
5	Κύπρος		
6	Τσεχία		
7	Δανία		
8	Εσθονία	29	Λιχτενστάιν
9	Φιλανδία		
10	Γαλλία		
11	Γερμανία		
12	Ελλάδα		
13	Ουγγαρία		
14	Ιρλανδία	30	Ελβετία
15	Ιταλία		
16	Λετονία		
17	Λιθουανία		

A/A	Κράτη μέλη ΕΕ	A/A	Εκτός ΕΕ
18	Λουξεμβούργο		
19	Μάλτα		
20	Ολλανδία		
21	Πολωνία	31	Νορβηγία
22	Πορτογαλία		
23	Ρουμανία		
24	Σλοβακία		
25	Σλοβενία		
26	Ισπανία		
27	Σουηδία		

3.5. Οργάνωση Εναέριου Χώρου

Η πτήση οποιοδήποτε ιπτάμενου οχήματος συνεπάγεται με ευθύνες τις οποίες ο φορέας εκμετάλλευσης θα πρέπει να γνωρίζει. Τα τηλεκατευθυνόμενα οχήματα που έχουν ήδη διαδοθεί ευρέως μοιράζονται τον εναέριο χώρο με άλλα αεροσκάφη, όπως είναι τα ελικόπτερα και σε λίγα χρόνια πρόκειται να τον μοιράζονται και με επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα της αστικής αεροπορικής κινητικότητας, π.χ. αεροταξί. Επομένως είναι πολύ σημαντικό ο φορέας εκμετάλλευσής να γνωρίζει την ήδη υπάρχουσα οργάνωση του ήδη εναέριου χώρου, τόσο στον αέρα, όσο και στο έδαφος και να γνωρίζουν σε ποιες περιοχές επιτρέπονται αυτές οι πτήσεις.

3.5.1. Καθορισμός τμημάτων εναέριου χώρου και των ελεγχόμενων αεροδρομίων στα οποία παρέχονται εξυπηρετήσεις Εναέριας Κυκλοφορίας.

Τμήματα του εναέριου χώρου, όπως και συγκεκριμένα αεροδρόμια παρέχονται για την εξυπηρέτηση της Εναέριας Κυκλοφορίας για αυτό αυτά ορίζονται σε σχέση με τις παρεχόμενες εξυπηρετήσεις Εναέριας Κυκλοφορίας.

Σύμφωνα με την ΥΠΑ τα τμήματα του εναέριου χώρου ή των αεροδρομίων που παρέχουν εξυπηρετήσεις Εναέριας Κυκλοφορίας είναι τα εξής τρία:

- 1) **Περιοχές Πληροφοριών Πτήσης (Flight Information Regions -FIR):** Τμήματα εναέριου χώρου, για τα οποία έχει αποφασιστεί πως θα χορηγείται εξυπηρέτηση πληροφοριών πτήσης, δηλαδή, θα παρέχονται πληροφορίες και χρήσιμες συμβουλές ώστε οι πτήσεις να διεξάγονται κανονικά και με ασφάλεια.

- 2) **Ελεγχόμενος Εναέριος Χώρος:** Ο εναέριος χώρος εντός συγκεκριμένων διαστάσεων όπου παρέχεται ελεγχόμενη εξυπηρέτηση εναέριας κυκλοφορίας, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του εναέριου χώρου σε διάφορες κλάσεις (Α, Β, Γ, Δ, Ε, ΣΤ, Ζ).
- 3) **Περιοχές Ελέγχου και Ζώνες Ελέγχου (Control Areas – Control Zones):** Τμήματα ελέγχου, για τα οποία κατόπιν απόφασης, θα παρέχεται εξυπηρέτηση ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας, στις IFR πτήσεις. Οι περιοχές και ζώνες ελέγχου καθορίζονται εντός μιας Περιοχής Πληροφοριών Πτήσης και αποτελούν μέρος της. Επιπλέον, αυτά τα τμήματα του εναέριου χώρου που θα αποτελούν περιοχές ελέγχου και ζώνες ελέγχου στις οποίες παρέχεται εξυπηρέτηση εναέριας κυκλοφορίας και πτήσεις VFR θα ανήκουν στις Β, Γ και Δ κατηγορίες του εναέριου χώρου. Η διαφορά μεταξύ των περιοχών ελέγχου και των ζωνών ελέγχου είναι πως οι περιοχές ελέγχου είναι ο εναέριος χώρος που εκτείνεται σε καθορισμένο ύψος με αρχή το έδαφος. Ενώ η ζώνη ελέγχου εκτείνεται σε καθορισμένο ύψος με αρχή την επιφάνεια της γης.
- 4) **Ελεγχόμενα Αεροδρόμια (Controlled Aerodromes):** Σε αυτά τα αεροδρόμια θα παρέχεται εξυπηρέτηση ελέγχου της εναέριας κυκλοφορίας.

Οι περιοχές του εναέριου χώρου που χρησιμοποιούνται για την διέλευση πολιτικών αεροσκαφών διακρίνονται στις επικίνδυνες περιοχές, στις απαγορευμένες περιοχές και στις περιορισμένες περιοχές

Πίνακας 9. Κωδικές ονομασίες περιορισμένων περιοχών εναέριου χώρου, σύμφωνα με την ΥΠΑ.

Περιοχές	Γράμμα	Κωδική Ονομασία	Περιγραφή
Επικίνδυνες	D (Danger)	LGD	Τμήμα Εναέριου Χώρου Καθορισμένων Διαστάσεων Πιθανή διεξαγωγή επικίνδυνων δραστηριοτήτων
Απαγορευμένες	P (Prohibited)	LGP	Τμήμα Εναέριου Χώρου Καθορισμένων Διαστάσεων Καθορισμένα κρατικά όρια πτήσεων πάνω από το έδαφος ή τα χωρικά ύδατα ενός κράτους, εντός των οποίων απαγορεύεται η διεξαγωγή πτήσεων
Περιορισμένες	R (Restricted)	LGR	Τμήμα Εναέριου Χώρου Καθορισμένων Διαστάσεων Καθορισμένα κρατικά όρια πτήσεων πάνω από το έδαφος ή τα χωρικά ύδατα ενός κράτους, εντός των οποίων οι πτήσεις περιορίζονται και καθορίζονται με ειδικές προϋποθέσεις.
LG : Κωδική ονομασία των περιοχών περιορισμού του εναέριου χώρου			

3.5.2. Η Ταξινόμηση του Εναέριου Χώρου.

Σύμφωνα με τον EASA, οι κατηγορίες ταξινόμησης του εναέριου χώρου των κρατών μελών είναι οι εξής :

Πίνακας 10. Ταξινόμηση Εναέριου Χώρου (δεδομένα: EASA, ιδία επεξεργασία).

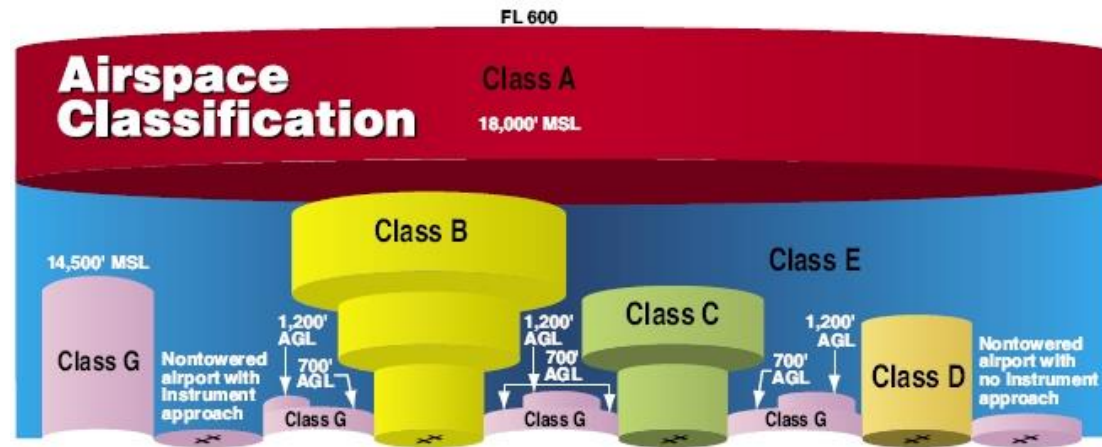
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΤΡΟΠΟΙ ΠΤΗΣΕΩΝ	Υπηρεσία ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΤΗΣΕΩΝ	ΛΗΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ		ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ		ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΙΣΧΥΕΙ
					Συνεχείς φωνητικές επικοινωνίες αέρα - εδάφους	Άδεια του ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΥΨΟΣ	
A	Μόνο με όργανα (IFR)	Ναι	Όλες οι πτήσεις διαχωρίζονται μεταξύ τους.	-	Απαιτείται	Απαιτείται	-	-	
B	Με όργανα (IFR)	Ναι	Όλες οι πτήσεις διαχωρίζονται μεταξύ τους.	-	Απαιτείται	Απαιτείται	-	-	-
	Πτήσεις εξ όψεως (VFR)								
Γ	Με όργανα (IFR)	Ναι	Διαφοροποιούνται από άλλες πτήσεις με όργανα και από	Αποκτούν πληροφορίες για την κυκλοφορία σε σχέση με	Απαιτείται	Απαιτείται	-	-	-

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΤΡΟΠΟΙ ΠΤΗΣΕΩΝ	Υπηρεσία ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΤΗΣΕΩΝ	ΛΗΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ		ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ		ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΙΣΧΥΕΙ
					Συνεχείς φωνητικές επικοινωνίες αέρα - εδάφους	Άδεια του ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΥΨΟΣ	
			τις πτήσεις εξ όψεως.	άλλες πτήσεις εξ όψεως και παρέχουν συμβουλές αποφυγής κυκλοφορίας, εάν ζητηθεί.					
	Πτήσεις εξ όψεως (VFR)		Διαφοροποιούνται από άλλες πτήσεις με όργανα	-			Εως 463 km/h (250 κόμβων) ενδεικνυόμενης ταχύτητας αέρα.	< 3.050 m (10 000 ft) πάνω από τη ΜΣΘ	
Δ	Με όργανα (IFR)	Ναι	Διαφοροποιούνται από άλλες πτήσεις με όργανα και από τις πτήσεις εξ όψεως.	Αποκτούν πληροφορίες για την κυκλοφορία σε σχέση με άλλες πτήσεις και παρέχουν συμβουλές αποφυγής	Απαιτείται	Απαιτείται	Εως 463 km/h (250 κόμβων) ενδεικνυόμενης ταχύτητας αέρα.	< 3.050 m (10 000 ft) πάνω από τη ΜΣΘ	-
	Πτήσεις εξ όψεως (VFR)		-						

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΤΡΟΠΟΙ ΠΤΗΣΕΩΝ	Υπηρεσία ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΤΗΣΕΩΝ	ΛΗΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ		ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ		ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΙΣΧΥΕΙ
					Συνεχείς φωνητικές επικοινωνίες αέρα - εδάφους	Άδεια του ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΥΨΟΣ	
				κυκλοφορίας, εάν ζητηθεί.					
E	Με όργανα (IFR)	Ναι	Διαχωρίζονται από άλλες πτήσεις με όργανα	Αποκτούν πληροφορίες για την κυκλοφορία, έως τον βαθμό που είναι εφικτό	Απαιτείται	Απαιτείται	Εως 463 km/h (250 κόμβων) ενδεικνυόμενη ταχύτητας αέρα.	< 3.050 m (10 000 ft) πάνω από τη ΜΣΘ	Δεν χρησιμοποιείται για ζώνες ελέγχου
	Πτήσεις εξ όψεως (VFR)	Όχι	-		-	-			
ΣΤ	Με όργανα (IFR)	Ναι και λαμβάνουν υπηρεσία συμβουλών για την εναέρια κυκλοφορία	-	-	Απαιτείται	-	Εως 463 km/h (250 κόμβων) ενδεικνυόμενη ταχύτητας αέρα.	< 3.050 m (10 000 ft) πάνω από τη ΜΣΘ	-
	Πτήσεις εξ όψεως (VFR)	Ναι (εάν ζητηθεί)			-	Δεν Απαιτείται			
Z	Με όργανα (IFR)	Ναι (εάν ζητηθεί)	-	-	Απαιτείται	Δεν Απαιτείται	Εως 463 km/h (250 κόμβων)	< 3.050 m (10	Προσωρινή

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΤΡΟΠΟΙ ΠΤΗΣΕΩΝ	Υπηρεσία ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΤΗΣΕΩΝ	ΛΗΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ		ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ		ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΙΣΧΥΕΙ
					Συνεχείς φωνητικές επικοινωνίες αέρα - εδάφους	Άδεια του ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΥΨΟΣ	
	Πτήσεις εξ όψεως (VFR)				-	-	ενδεικνύμενες ταχύτητας αέρα.	000 ft) πάνω από τη ΜΣΘ	Κατηγορία

Με την Εικόνα 18, παρουσιάζεται η ταξινόμηση του εναέριου χώρου,



Εικόνα 18. Κατηγοριοποίηση Εναέριο Χώρου.
Πηγή:(yuliansyahmnatsir)

3.5.3. Το Σύστημα U-Space

Η έννοια U-Space ορίστηκε στην Ευρωπαϊκή Διάσκεψη του 2016, αφού με την ραγδαία ανάπτυξη των UAVs είχε προκύψει πρόβλημα σχετικά με την διαχείριση ασφάλειας των πτήσεων, μιας και αυτά διεξήγαγαν τηλεκατευθυνόμενες πτήσεις εντός μη ελεγχόμενου εναέριου χώρου γεγονός που καθιστούσε αυτές τις πτήσεις ιδιαίτερα επικίνδυνες για την ασφάλεια των ανθρώπων. Έτσι, για να περιοριστεί αυτό το πρόβλημα δημιουργήθηκε το σύστημα διάκρισης του εναέριου χώρου σε τμήματα τις αποκαλούμενες γεωγραφικές ζώνες ή αλλιώς γεωζώνες. Η μια από αυτές τις γεωγραφικές ζώνες είναι η U-Space. Το σύστημα U-Space αποτελεί τμήμα του εναέριου χώρου το οποίο περιλαμβάνει ένα σύνολο υπηρεσιών και διαδικασιών που διευκολύνει τους χειριστές των τηλεκατευθυνόμενων ιπτάμενων οχημάτων να συμμορφώνονται με το σύνολο των κανόνων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αποδοτικότερη και ασφαλέστερη πρόσβαση και συνύπαρξη μεγάλου αριθμού ιπτάμενων οχημάτων στον εναέριο χώρο τα οποία θα διαφέρουν μεταξύ τους (Huttunen, 2019).

Σύμφωνα με τους (Barrado et al., 2020), οι πέντε βασικές αρχές που απετέλεσαν βάση για την δημιουργία του U-Space είναι:

1. Ασφάλεια: Η εξασφάλιση ενός ασφαλούς πτητικού περιβάλλοντος,
2. Ανοιχτή Αγορά: Όπου πολλές εταιρείες θα μπορούν να καινοτομούν για να αναπτυχθεί και να υλοποιηθεί άρτια ένα τέτοιο σύστημα (μέσω των τεχνολογικών επιτευγμάτων),
3. Κοινωνική Αποδοχή: Εξισορρόπηση μεταξύ της αναπτυσσόμενης εμπορικής πίεσης και την προστασίας της φύσης, της υγείας των ανθρώπων, και του προσωπικού απορρήτου.
4. Δίκαιη πρόσβαση: Όλοι οι χρήστες του εναέριου χώρου πρέπει αντιμετωπίζονται δίκαια, και να πληρούνται από όλους οι προϋποθέσεις ασφαλείας.
5. Πανευρωπαϊκή ομοιογένεια: Ομοιογενής και ενιαία οργάνωση, ανάπτυξη και λειτουργία του συστήματος U-Space σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ.

Σύμφωνα με την EASA, ο καθορισμός των γεωγραφικών ζωνών γίνεται για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων σε θέματα ασφάλειας, για την προστασία ιδιωτικής ζωής των ανθρώπων, για την αντιμετώπιση ζητημάτων ασφαλείας και περιβαλλοντικών ανησυχιών. Επιπλέον, έχουν οριστεί τρεις κύριες γεωγραφικές ζώνες για τις οποίες τα

κράτη μέλη μπορούν να υιοθετήσουν χρωματική κωδικοποίηση μέσω της οποίας θα είναι εύκολο στον χειριστή να αναγνωρίζει άμεσα την εκάστοτε ζώνη.

Πίνακας 11. Διάκριση Γεωγραφικών Ζωνών ανά χρώματα (δεδομένα: EASA, ιδία επεξεργασία)

ΧΡΩΜΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
	Εξαιρούμενες	Απαγορεύεται η πτήση τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων
	Περιορισμένες	Υποχρεωτική λήψη άδειας για πτήση τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων. Υποχρεωτικά πρέπει η πτήση να διεξάγεται μακριά από περιοχές αεροδρομίων, ελικοδρομίων, εθνικών πάρκων, στρατιωτικών εγκαταστάσεων, νοσοκομείων, πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ή οποιοδήποτε είδος σημαντικού βιομηχανικού χώρου κ.λπ.
	Εξυπηρετούμενες	Εξυπηρέτηση πτήσεων στην ανοιχτή κατηγορία, όπου μπορεί να πραγματοποιηθεί πτήση τηλεκατευθυνόμενων οχημάτων
	Εναέριος χώρος U-SPACE	Τμήμα κατώτερου εναέριου χώρου στον οποίον μπορούν να ίπτανται τηλεκατευθυνόμενα οχήματα και εντός αυτού πρόκειται να διεξάγουν πτήσεις και τα ιπτάμενα οχήματα αερομεταφοράς της βιώσιμης αστικής κινητικότητας.



Εικόνα 19. U-Space.

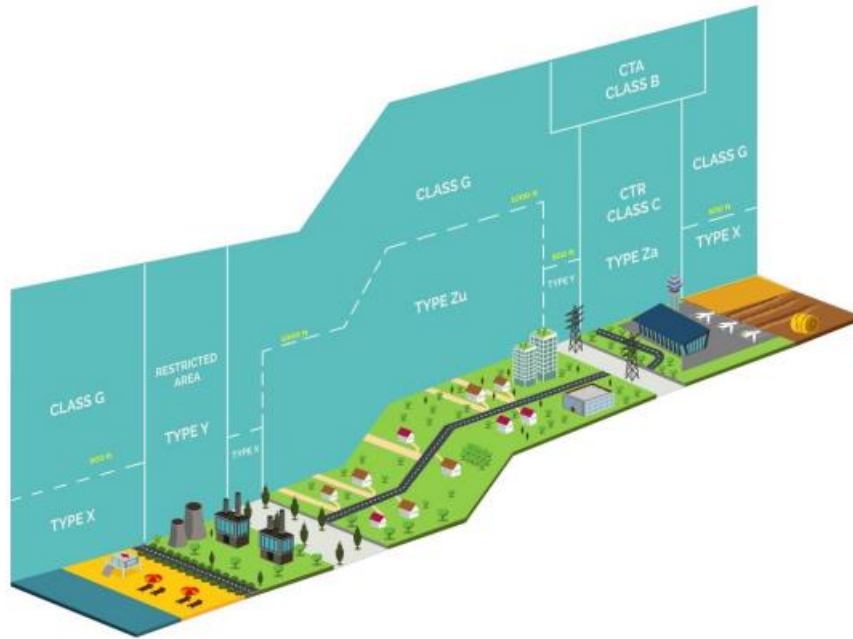
Πηγή: (U-Space Workshop – From the Concept to the Implementation - Hybrid Event (Partially Online and Partially on-Site), 2023).

Στο σύστημα U-Space ο χώρος διαιρείται σε τρεις κατηγορίες X, Y και Z. Σε αυτόν τον τρισδιάστατο χώρο περιλαμβάνονται οι τομείς: α) κίνδυνος εδάφους (περίπτωση κατοικημένης περιοχής), β) αεροπορικός κίνδυνος (περίπτωση πολλών αεροσκαφών – πτητικών οχημάτων) και γ) παράγοντες ενόχλησης, ασφάλειας, δημόσια αποδοχή (Barrado et al., 2020).

Πίνακας 12. Κατηγοριοποίηση/ Τομείς εντός του U-Space (δεδομένα: Barrado et al., 202, ίδια επεξεργασία)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
X	Δεν θα προσφέρεται αυτόματη υπηρεσία επίλυσης συγκρούσεων και αποκλειστική ευθύνη θα φέρει ο πιλότος.
Y	Αποφυγή συγκρούσεων πριν από την επιχειρησιακή λειτουργία μέσω της δημιουργίας στρατηγικών σχεδίων.
Z	Αποφυγή συγκρούσεων κατά την διάρκεια της πτήσης, που σημαίνει ότι σε αυτή τη κατηγορία θα χρησιμοποιούνται πληροφορίες σχετικά με τις θέσεις και τα κινήσεις των

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
	αεροσκαφών. Μέσω των πληροφοριών θέσεις θα γίνεται σωστή καθοδήγηση των αεροσκαφών.



Εικόνα 20. Τομείς/Όγκοι εναέριου χώρου U-space.
 Πηγή: (Barrado et al., 2020).

Επιπλέον, οι παρεχόμενες υπηρεσίες εντός του συστήματος U-space θα είναι οι εξής τρεις:

1. **Διαχείριση Εναέριου Χώρου:** Το U-Space διαθέτει την ικανότητα να παρακολουθεί και να διαχειρίζεται την κίνηση των drones στον εναέριο χώρο, εξασφαλίζοντας την αποφυγή συγκρούσεων και την αποτελεσματική ανακατανομή τους.
2. **Αυτοματοποιημένος Έλεγχος Πτήσεων:** Το U-Space υποστηρίζει την αυτοματοποίηση των διαδικασιών ελέγχου και αποτελεσματικής ρύθμισης των πτήσεων drones, περιλαμβάνοντας αυτόματες άδειες, αναγνώριση και παρακολούθηση πτήσεων και συστήματα ανίχνευσης και αποφυγής συγκρούσεων.
3. **Πληροφορίες και Ανταλλαγή Δεδομένων:** Το U-Space επιτρέπει την ανταλλαγή/διαμοιρασμό πληροφοριών μεταξύ των drones, των χειριστών και των αρμόδιων αρχών, προκειμένου να διασφαλίσει την ασφαλή και συντονισμένη λειτουργία τους.

3.6. Ο Ελλαδικός Εναέριος Χώρος και το Ελληνικό FIR

Ο εναέριος χώρος (διεθνής και εθνικός) περιλαμβάνει “τμήματα” τα οποία είναι οι Περιοχές Πληροφοριών Πτήσεων (FIRs), οι οποίες στην ουσία ελέγχουν τον εναέριο χώρο. Δηλαδή, είναι οι περιοχές όπου οι αρμόδιες αρχές φέρουν την ευθύνη για την ασφάλεια και τον έλεγχο της εναέριας κυκλοφορίας πολιτικής και στρατιωτικής αεροπορίας. Όσον αφορά τις Ευρωπαϊκές χώρες οι διευθετήσεις οριοθέτησης των FIRs διαμορφώθηκαν στα πλαίσια που ορίσαν οι Συνδιασκέψεις Ευρωπαϊκής Αεροναυτιλίας το 1952 στο Παρίσι και το 1958 στην Γενεύη. Τα FIRs οροθετήθηκαν μέσω συστάσεων «recommendations» οι οποίες έγιναν αποδεκτές από τον ICAO (Λέλη, 2017). Το 1955 κοινοποιήθηκαν από την Ελλάδα προς τον ICAO οι αεροναυτικοί χάρτες κατά τους οποίους τα όρια του ελληνικού εθνικού εναέριου χώρου ανέρχονται στα 10 ναυτικά μίλια και εφάπτονται της τουρκικής αιγιαλίτιδας ζώνης, ενώ σύμφωνα με τα Ν. 230/1936 και Ν.Δ. 187/1973 τα θαλάσσια όρια έχουν καθοριστεί στα 6 ναυτικά μίλια (Κατσίκας, 2019). Τα όρια του FIR Αθηνών ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Περιοχή Αεροναυτιλίας, και καθορίστηκαν με τις Περιοχικές Συμφωνίες Αεροναυτιλίας κατόπιν απόφασης του ICAO. Τα όρια του FIR Αθηνών αναδιατάχθηκαν στην Συνδιάσκεψη της Γενεύης του 1958 κατά την οποία ορίστηκε πως θα καλύπτει τον ελληνικό εθνικό εναέριο χώρο και ορισμένα τμήματα του διεθνούς εναέριου χώρου. Ειδικότερα, ορίστηκε να καλύπτει τα Βαλκάνια, την Ευρωπαϊκή Τουρκία και τον εθνικό εναέριο χώρο στα 10 ναυτικά μίλια (Λέλη, 2017).

Συγκεκριμένα σύμφωνα με τον (Κατσίκας, 2019) τα όρια του FIR Αθηνών καθορίζονται ως εξής:

- 1. Βόρεια:** Ακολουθεί τα χερσαία σύνορα του ελλαδικού χώρου και προχωρά ανατολικά μέχρι να φτάσει στα τουρκικά ύδατα στο Αιγαίο.
- 2. Νοτιοανατολικά:** Συνεχίζει προς τα νότια ανατολικά μέχρι τον 34ο παράλληλο νότια του Καστελόριζου.
- 3. Νότια:** Διασχίζει κάτω από την Κρήτη, διασχίζοντας το Λιβυκό Πέλαγος έως το νοτιοδυτικό άκρο της, τον 19ο μεσημβρινό.
- 4. Δυτικά:** Συνεχίζει παράλληλα με το ιταλικό FIR ως το βόρειο άκρο - 41ος παράλληλος, όπου συναντά τα χερσαία σύνορα με την Αλβανία.
- 5. Καθέτως διαχωρίζεται στις ακόλουθες περιοχές ύψους:**
 - Από την επιφάνεια της θάλασσας έως 24.000 ft

- Από 24.000 ft έως το διάστημα
- Από 24.000 ft έως τα 46.000 ft ορίζεται Ελεγχόμενο FIR
- Πάνω από τα 46.000 ft ισχύουν οι διατάξεις του Δικαίου Διαστήματος



Εικόνα 21. FIR Αθηνών.
Πηγή:(admin, 2015)

3.6.1. Αρμόδιες Αρχές για την αεροπορία στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα οι αρμόδιες αρχές για την εποπτεία και την ρύθμιση της αεροπορίας είναι η Αρχή Πολιτικής Αεροπορίας (ΑΠΑ) και η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ). Η κύρια διαφορά μεταξύ της ΑΠΑ και της ΥΠΑ είναι πως η ΑΠΑ είναι στην ουσία το όργανο που εποπτεύει, και ελέγχει την ΥΠΑ που αποτελεί διαχειριστή της αεροπορίας και παρέχει διάφορες υπηρεσίες. Ο σκοπός και οι αρμοδιότητες της ΑΠΑ και της ΥΠΑ αντίστοιχα παρουσιάζονται στη συνέχεια, με βάση τον νόμο 4757 ΦΕΚ Α 240/1.12.2020, ο οποίος αφορά:

- την σύσταση, την λειτουργία και τις αρμοδιότητες της ΑΠΑ,
- την ρύθμιση ζητημάτων της ΥΠΑ και
- άλλες διατάξεις αρμοδιότητας του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών

Ο νόμος αυτός αποτελεί τροποποίηση του Ν. 4472/2016 ο οποίος δημοσιεύθηκε με το ΦΕΚ 188/Α/08-10-2016 ο οποίος αφορούσε: την σύσταση, την αναδιοργάνωση της ΑΠΑ και άλλες διατάξεις.

3.6.1.1. Αρχή Πολιτικής Αεροπορίας (ΑΠΑ).

Η Αρχή Πολιτικής Αεροπορίας (ΑΠΑ), συστάθηκε με τον 4472/2016 ο οποίος δημοσιεύθηκε με το ΦΕΚ 188/Α/08-10-2016 και τροποποιήθηκε με τον Ν.4757/2020 ο οποίος δημοσιεύθηκε με το ΦΕΚ 240/Α/01-12-2020. Κατά το άρθρο 3 του Ν.4757/2020 ορίζεται πως, η ΑΠΑ συνίσταται ως ανεξάρτητη διοικητική αρχή με έδρα την Αττική και διοικητικά υπάγεται στον Υπουργό Υποδομών και Μεταφορών. Ο σκοπός σύστασης της ορίζεται από το άρθρο 4 κατά το οποίο η ΑΠΑ συστάθηκε για να ρυθμίζει και η εποπτεύει τις αερομεταφορές, την αεροναυτιλία και τους αερολιμένες. Επίσης σκοπός της είναι η εφαρμογή της εθνικής, ευρωπαϊκής νομοθεσίας και των διεθνών συμβάσεων, σχετικά με την επιβολή τελών, την λειτουργία του Ενιαίου Ευρωπαϊκού Ουρανού και την ασφάλεια της αεροπλοΐας. Άρα, ο βασικός ρόλος της ΑΠΑ είναι ρυθμιστικός και εποπτικός.

Σύμφωνα με τον Ν.4757/2020 η ΑΠΑ είναι αρμόδια για την:

- α) Εξασφάλιση δίκαιας επιβολής τελών, με σκοπό την προστασία των δικαιωμάτων των επιβατών και χρηστών των αερολιμένων.

- β) Έκδοση, ανανέωση, κατάργηση, διατήρηση, αναστολή και ανάκληση κάθε είδους άδειας και πιστοποίησης για δραστηριότητες πολιτικής αεροπορίας, όπως πτητική λειτουργία, σχεδιασμός, κατασκευή και συντήρηση αεροσκαφών και εξοπλισμού.
- γ) Αναγνώριση και αποδοχή τίτλων, αδειών και πιστοποιητικών που έχουν εκδοθεί από άλλες αρχές και είναι απαραίτητα για την άσκηση αεροναυτιλιακών επαγγελματών ή δραστηριοτήτων.
- δ) Επιθεώρηση του χώρου πολιτικής αεροπορίας σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις, συμπεριλαμβανομένων των ευρωπαϊκών νόμων και της Συνθήκης του Σικάγο.
- ε) Διαχείριση θεμάτων ασφάλειας και προστασίας από εγκληματικές ενέργειες στην πολιτική αεροπλοΐα.
- στ) Συνεργασία σε τεχνικό επίπεδο και συμμετοχή σε εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς σχετικά με την ασφάλεια και προστασία των χρηστών αερομεταφορών από εγκληματικές ενέργειες.
- ζ) Συνεργασία με τις αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την EASA και τον EUROCONTROL, για κοινές επιθεωρήσεις και έλεγχους στην Ελλάδα.
- η) Εισαγωγή ρυθμίσεων σχετικά με τους τομείς που αφορούν την αρμοδιότητα της.
- θ) Έκδοση οδηγιών, κανονισμών, και κανονιστικών πράξεων προσδιορισμού παραβάσεων, που εμπίπτουν στην αρμοδιότητάς της,
- ι) Εποπτεία στον χώρο των τελών αερολιμένων,
- ια) Εξασφάλιση ποιότητας παρεχόμενων υπηρεσιών,
- ιβ) Εισαγωγή και εφαρμογή ενός κοινού συστήματος επιβολής τελών που θα διέπτετε από διαφάνεια.
- ιγ) Εξέταση καταγγελιών
- ιδ) Επίλυση διαφορών

3.6.1.2. Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ).

Η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ) αποτελεί πρόσωπο Δημοσίου Δίκαιου (ΝΠΔΔ), ως έδρα της έχει οριστεί η Περιφέρεια Αττικής και διοικητικά υπάγεται στον Υπουργό Υποδομών και Μεταφορών. Ο βασικός σκοπός της υπηρεσίας είναι να παρέχει, να οργανώνει και να αναπτύσσει υπηρεσίες αεροναυτιλίας αλλά και να διαχειρίζεται και να λειτουργεί αεροδρόμια και υδατοδρόμια.

Οι κύριες λειτουργίες της ΥΠΑ περιλαμβάνουν την επίβλεψη και την διαχείριση της αεροναυτιλίας, την εκπόνηση νομοθεσίας σχετικά με τις αερομεταφορές, την παροχή

αεροναυτικών πληροφοριών και την ανάπτυξη και βελτίωση των αερολιμένων. Επιπλέον, ασχολείται με τις διεθνείς και ευρωπαϊκές σχέσεις της αεροπορίας και εξασφαλίζει την επιβολή δίκαιων τελών προς διασφάλιση των δικαιωμάτων των επιβατών και των χρηστών των αερολιμένων.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με (*Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας - Αρμοδιότητες*), η ΥΠΑ αρμόδια για την:

- α) Αναπτύσσει και ενισχύει τις αεροπορικές συγκοινωνίες, τόσο εσωτερικά όσο και στο εξωτερικό.
- β) Διαμορφώνει τις διεθνείς αεροπορικές σχέσεις.
- γ) Συμμετέχει σε διεθνείς οργανισμούς που αφορούν τον εθνικό εναέριο χώρο.
- δ) Επιτελεί ελέγχους εναέριας κυκλοφορίας.
- ε) Παρέχει και διαχειρίζεται τις αεροναυτικές τηλεπικοινωνίες και ραδιοβοηθήματα.
- στ) Παρέχει αεροναυτικές πληροφορίες.
- ζ) Επιβλέπει την εφαρμογή προτύπων, κανονισμών και απαιτήσεων για τη λειτουργία αεροσκαφών.
- η) Συμβάλλει στον καθορισμό της νομοθεσίας περί αερομεταφορών.
- θ) Προάγει τον αεροπορικό τομέα, την ιδιωτική αεροπορία και τον αεραθλητισμό.
- ι) Βελτιώνει τις υπηρεσίες και την υποστήριξη προς αεροσκάφη και επιβάτες.
 - ια) Ασκήνει διοικητική και οικονομική υποστήριξη των υπηρεσιών της.
 - ιβ) Παρέχει υπηρεσίες αεροναυτιλίας.
 - ιγ) Διαχειρίζεται, λειτουργεί και υποστηρίζει τους αερολιμένες που βρίσκονται υπό κρατική διαχείριση.
 - ιδ) Αναπτύσσει και ενημερώνει τους κρατικούς αερολιμένες

Κεφάλαιο 4: Νομοθετικό πλαίσιο διεξαγωγής πτήσεων.

4.1. Εισαγωγή

Οι πτήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο διεξάγονται υπό ενός ορισμένου νομοθετικού πλαισίου, το οποίο περιλαμβάνει διεθνείς συνθήκες ευρωπαϊκή νομοθεσία και την εκάστοτε εθνική νομοθεσία. Όλοι οι νόμοι αποσκοπούν στην διασφάλιση ενός ασφαλούς και αποτελεσματικού πτητικού περιβάλλοντος. Έτσι, όλες οι πτήσεις οφείλουν να συμμορφώνονται με βάση την διεθνή νομοθεσία, και την εκάστοτε νομοθεσία της χώρας ή της κοινότητας εντός της οποίας πετούν.

- 1. Διεθνείς Συνθήκες:** Υπάρχουν διεθνείς συνθήκες που ρυθμίζουν τις πτήσεις μεταξύ διαφόρων χωρών. Η σημαντικότερη είναι η Σύμβαση του Σικάγο το 1944, με την οποία ιδρύθηκε ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO). Ο ICAO θεσπίζει πρότυπα και κανονισμούς για την ασφάλεια, την αεροπορική πλοήγηση, την προστασία του περιβάλλοντος (αέριοι ρύποι), κ.α.
- 2. Ευρωπαϊκή Νομοθεσία:** Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, υπάρχει νομοθεσία που διέπει τις πτήσεις εντός του ευρωπαϊκού χώρου. Η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Ασφάλειας της Αεροπορίας (EASA) θεσπίζει πρότυπα και κανονισμούς για την ασφάλεια και την αεροπορική πλοήγηση σε ευρωπαϊκό επίπεδο
- 3. Εθνική Νομοθεσία:** Κάθε χώρα έχει το δικό της νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τις πτήσεις εντός των εθνικών της συνόρων. Αυτοί οι νόμοι περιλαμβάνουν τις απαιτήσεις για την άδεια λειτουργίας αερομεταφορών, τις προδιαγραφές για την ασφάλεια και την προστασία των επιβατών, καθώς και τους κανόνες για την προσγείωση και την απογείωση στους αερολιμένες. Η Ελληνική νομοθεσία ακολουθεί την ευρωπαϊκή.

4.2. Διεθνείς Συνθήκες

Οι συμβάσεις που αφορούν το νομικό καθεστώς στον διεθνή εναέριο χώρο είναι οι: α) Σύμβαση της Βαρσοβίας(1929), β) Σύμβαση του Σικάγο (1944), γ) Ιδρυτική Διακήρυξη του ICAO, δ) Σύμβαση του ΤΟΚΥΟ, ε) Σύμβαση της Χάγης, στ) Σύμβαση του Μόντρεαλ και ζ) Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Τα κύρια σημεία των συμβάσεων αυτών παρουσιάζονται στη συνέχεια σύμφωνα με τον (Τοπούζας, 2011).

- α) Η **σύμβαση της Βαρσοβίας** του 1929, περιλαμβάνει 41 άρθρα και υπογράφηκε στις 12-10-1929. Σκοπός της δημιουργίας της ήταν να θεσπίσει ένα ενιαίο κανονιστικό πλαίσιο στην διεθνή αεροπορική μεταφορά. Επιπλέον, η δημιουργία αυτής της σύμβασης στόχευε στην εξασφάλιση της προστασίας των επιβατών σε περίπτωση ατυχήματος κατά τη διεξαγωγή διεθνών αεροπορικών πτήσεων. Ειδικότερα, η σύμβαση ορίζει τίτλους

μεταφοράς (όπως, εισιτήρια, δελτία αποσκευών κ.α.), όριο ευθύνης του αερομεταφορέα και καθορίστηκαν οι όροι «Συμβαλλόμενος μεταφορέας» και «εκτελών μεταφορέας», ώστε να καθοριστεί ένα πλαίσιο γύρω από τις συνεργασίες μεταξύ των αεροπορικών εταιρειών. Η σύμβαση της Βαρσοβίας κυρώθηκε από το Ελληνικό Κράτος με τον Ν. 5017/1931, για την εφαρμογή της στις αερομεταφορές επιβατών και φορτίου εντός της ελληνικής εναέριας επικράτειας. Επιπλέον, η σύμβαση της Βαρσοβίας τροποποιήθηκε από το πρωτόκολλο της Χάγης (1955), την σύμβαση της Γουαλαδαχάρας (1961), το πρωτόκολλο της Γουατεμάλας (1971) και το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (1975).

- β) Η **σύμβαση του Σικάγο** του 1944, είναι γνωστή ως Σύμβαση Διεθνούς Πολιτικής Αεροπορίας, και αποτελεί κρίσιμο νομικό έγγραφο μιας και θεσπίζει τα θεμέλια της διεθνούς αεροπορίας. Η σύμβαση αυτή υπογράφηκε στις 7-12-1944 από εκπροσώπους 52 χωρών. Τα κυριότερα σημεία αυτής της σύμβασης είναι ότι ορίζει τους γενικούς κανόνες και τις διαδικασίες που διέπουν την διεθνή αεροπορία, όπως είναι, η ασφάλεια των πτήσεων, η επιτήρηση, τα δικαιώματα των αεροπορικών εταιρειών, η απαιτούμενη εκπαίδευση και πιστοποίηση του προσωπικού και οι απαιτούμενες επίγειες εγκαταστάσεις. Επιπλέον, με την σύμβαση αυτή ορίστηκαν, οι έξι ελευθερίες του αέρα μεταξύ των κρατών-μελών, οι οποίες είναι συμφωνίες με τις οποίες καθορίζονται τα δικαιώματα κινήσεως των αεροπορικών εταιρειών μεταξύ των κρατών. Ακόμη, με την σύμβαση του Σικάγο καθορίστηκαν οι αεροπορικές οδοί στους εναέριους χώρους των κρατών μελών, ώστε ο κάθετος και οριζόντιος διαχωρισμός των αεροσκαφών σε αυτές τις αεροπορικές οδούς να γίνεται αποτελεσματικότερα και ασφαλέστερα. Επιπλέον, η σύμβαση αυτή καθόρισε τα επιβαλλόμενα τέλη (τέλη υπέρπτησης, τέλη χρήσης αεροδρομίου και τέλη παραμονής στον αερολιμένα) και παραχώρησε την δυνατότητα στο κάθε συμβαλλόμενο κράτος να μπορεί να ακυρώσει πιστοποιητικό ή άδεια επιχείρησης αεροπορικών μεταφορών στην περίπτωση που η επιχείρηση δεν συμμορφώνεται με τους νόμους του κράτους πάνω από το έδαφος του οποίου διεξάγει πτητική λειτουργία.
- γ) Η **ιδρυτική διακήρυξη του ICAO**, υπογράφηκε με συνθήκη στις 7.12.1944, τα κράτη δημιούργησαν τον ICAO για να υπάρξει ένας φορέας ώστε να είναι δυνατή η επίτευξη μιας ενιαίας διεθνούς αεροπορικής αντίληψης. Ο ICAO αποτελείται από επτά περιφερειακά γραφεία και τρία θεσμικά όργανα (Συνέλευση, Συμβούλιο και Γενική Γραμματεία). Η κύρια αρμοδιότητα του είναι η τυποποίηση και καθιέρωση διεθνών προτύπων που θα αφορούν την πολιτική αεροπορία, αλλά και η προπαρασκευή διεθνών συμβάσεων αεροπορικού δικαίου (όπως είναι τα δικαιώματα ιδιοκτησίας επί του αεροσκάφους, η ευθύνη του αερομεταφορέα κ.α.). Η σύμβαση αυτή κυρώθηκε από το Ελληνικό Κράτος με τον Ν. 211/1947.

- δ) Η **σύμβαση του TOKYO** αποτελεί μια διεθνή σύμβαση με τίτλο «*Περί παραβάσεων και άλλων τινών πράξεων τελούμενων επί αεροσκαφών*». Η δημιουργία της σύμβασης αποσκοπούσε στην πρόληψη και καταπολέμηση αδικημάτων τα οποία διαπράττονται επί των αεροσκαφών κατά την διάρκεια διεθνών πτήσεων. Επιπλέον, καθορίζει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις των κρατών, των αεροπορικών εταιρειών και του προσωπικού των αεροσκαφών σχετικά με την πρόληψη, την έρευνα και την δίωξη των αδικημάτων που διαπράττονται επί των αεροσκαφών (όπως είναι η αεροπειρατεία, παράνομες ενέργειες που μπορούν να απειλούν την ασφάλεια της πτήσης κ.α.). Η σύμβαση αυτή κυρώθηκε από το Ελληνικό Κράτος με το ΝΔ 734/71.
- ε) Η **σύμβαση της Χάγης**, υπογράφηκε από 148 κράτη και κυρώθηκε από το Ελληνικό Κράτος με το ΝΔ 1352/73. Η σύμβαση αυτή όπως και του TOKYO αφορά αδικήματα τα οποία μπορούν να διαπραχθούν κατά τις αερομεταφορές. Η σύμβαση όρισε πως απαραίτητο στοιχείο του αδικήματος αποτελεί η βία ή η απειλή βίας, καθορίζεται η ποινική δικαιοδοσία για την εκδίκαση του αδικήματος, υποχρεώνει τα συμβαλλόμενα κράτη να θεσπίσουν δικαιοδοτικά μέτρα για την αντιμετώπιση των παραβάσεων και παρέχει στα κράτη μέλη το δικαίωμα να ασκήσουν ίδια ποινική δίωξη. Επιπλέον, υποχρεώνει τα κράτη μέλη να ενημερώνουν άμεσα τον ICAO, και με την σύμβαση ρυθμίζονται ζητήματα κράτηση και προανάκρισης του δράστη αλλά και εξασφαλίζεται το δικαίωμα επικοινωνίας του δράστη με τη Πρεσβεία ή το Προξενείο.
- στ) Η **σύμβαση του Μόντρεαλ**, υπογράφηκε από 149 κράτη και περιέχει μέτρα για την κατάπνιξη παράνομων πράξεων. Η σύμβαση κυρώθηκε από το Ελληνικό Κράτος με το ΝΔ 174/73 και αναφέρει για τις τρομοκρατικές επιθέσεις κατά των εγκαταστάσεων αερολιμένων, πολιτικοποιεί την διάδοση ψευδών πληροφοριών, επεκτείνει την έννοια του όρου «παράνομη πράξη» και διαχωρίζει για πρώτη φορά τους όρους «αεροσκάφος σε λειτουργία» και «αεροσκάφος σε πτήση».
- ζ) Το **πρωτόκολλο του Μόντρεαλ**, υπογράφηκε από 45 κράτη, θεωρείται συμπλήρωμα της σύμβασης του Μόντρεαλ και κυρώθηκε από το Ελληνικό Κράτος με τον Ν. 1913/90. Το πρωτόκολλο αυτό υποχρεώνει κάθε κράτος μέλος να απαγορεύει και να εμποδίζει την παραγωγή εκρηκτικών στο έδαφος του. Επίσης, υποχρεώνει κάθε κράτος μέλος να εμποδίζει την διακίνηση εκρηκτικών από και προς το έδαφος και στην περίπτωση που εντοπίσει τέτοια στο έδαφος του να τα καταστρέψει.

4.3. Ευρωπαϊκή - Εθνική Νομοθεσία

4.3.1. Κανονισμοί Σχετικά με τους κανόνες της αγοράς

Η ανάπτυξη των αερομεταφορών σε όλα τα κράτη γινόταν υπό κρατικό έλεγχο, γεγονός που ενίσχυσε την ανάπτυξη μονοπωλιακού συστήματος στις εθνικές αερομεταφορές και τους αερολιμένες των οποίων η διαχείριση τελούσε υπό του δημόσιου ιδιοκτησιακού καθεστώτος. Από την άλλη οι διεθνείς αερομεταφορές αναπτύχθηκαν με βάση διεθνείς συνθήκες και πρωτόκολλά τα οποία ρύθμιζαν την πρόσβαση στην αγορά και το ιδιοκτησιακό καθεστώς των αερομεταφορών. Η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη (ΕΕΠ), υπογράφηκε το 1986 με στόχο την δημιουργία μιας ενιαίας αγοράς στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι πρώτες δύο εκδοχές της ΕΕΠ (του 1987 και του 1990) επικεντρώθηκαν στην ελαχιστοποίηση των κανόνων που διέπουν τους ναύλους και το δυναμικό των εταιρειών. Η τρίτη ΕΕΠ (του 1992) περιλάμβανε τρεις κανονισμούς του Συμβουλίου (ΕΟΚ) με αριθμούς 2407/92, 2408/92 και 2409/92, οι οποίοι αργότερα αντικαταστάθηκαν από τον Κανονισμό του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (ΕΚ) αριθμός 1008/2008. Οι κανονισμοί αυτοί στοχεύουν στη ρύθμιση της αεροπορικής βιομηχανίας στην Ευρώπη και την προώθηση της δραστηριότητας των αεροπορικών εταιρειών εντός της ενιαίας αγοράς. Ο κανονισμός επιδιώκει να διασφαλίσει την ομαλή λειτουργία της αγοράς αεροπορικών μεταφορών στην Ευρωπαϊκή Ένωση και να προστατεύσει τα συμφέροντα των επιβατών καλύπτοντας διάφορους τομείς σχετικά με την αεροπορική εκμετάλλευση, συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω σύμφωνα με (Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας - Αερομεταφορές):

- α) Άδειες Εκμετάλλευσης: Ο κανονισμός ορίζει τις απαιτήσεις και τις διαδικασίες για την απόκτηση και τη διατήρηση των αδειών εκμετάλλευσης αερομεταφορών.
- β) Ασφάλεια: Προβλέπονται πρότυπα ασφαλείας για την προστασία των επιβατών και την αποτροπή ατυχημάτων.
- γ) Διαφάνεια Τιμών: Ο κανονισμός ορίζει την υποχρέωση για τους αερομεταφορείς να δημοσιεύουν τις τιμές των αεροπορικών εισιτηρίων και τις σχετικές χρεώσεις με διαφανή τρόπο.
- δ) Προστασία Επιβατών: Ο κανονισμός προστατεύει τα δικαιώματα των επιβατών και καθορίζει τις αποζημιώσεις σε περίπτωση ακύρωσης, καθυστέρησης ή μη εκτέλεσης πτήσεων.

Ο κανονισμός 1008/2008 έθεσε τις βάσεις για τη δημιουργία της "Ευρωπαϊκής Ενιαίας Αγοράς Αερομεταφορών", η οποία ακύρωσε όλους τους προηγούμενους εμπορικούς περιορισμούς για τις αεροπορικές εταιρείες εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό οδήγησε στη θέσπιση κανόνων που διασφαλίζουν ίσους όρους ανταγωνισμού και

υψηλό και ενιαίο επίπεδο προστασίας για τους επιβάτες. (Αεροπορικές μεταφορές, 2023).

Με τους Κανονισμούς 2407/92, 2408/92 και 2409/92 αντικαταστάθηκε η έννοια «εθνικοί αερομεταφορείς» με την έννοια «κοινοτικοί αερομεταφορείς» και ορίστηκαν οι απαιτήσεις συμμόρφωσης των κοινοτικών αερομεταφορέων ώστε να διεξάγουν πτητική δραστηριότητα. Οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι κοινοτικοί αερομεταφορείς, όπως αναφέρονται στους κανονισμούς περιλαμβάνουν:

- α) Υπόκεινται στην ιδιοκτησία και ελέγχονται από τα κράτη μέλη ή τους υπηκόους των κρατών μελών: Αυτό σημαίνει ότι οι αερομεταφορείς πρέπει να είναι υπό τον έλεγχο ή την ιδιοκτησία πολιτών ή εταιρειών από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- β) Η επιχειρησιακή τους έδρα να βρίσκεται στο εκάστοτε κράτος μέλος: Αυτό απαιτεί από τους αερομεταφορείς να έχουν το κύριο κέντρο των λειτουργιών τους ή την έδρα τους στην επικράτεια του κάθε κράτους μέλους.
- γ) Η οικονομική τους κατάσταση να είναι καλή και να είναι ασφαλισμένοι ώστε να καλύπτονται οι ευθύνες σε περίπτωση ατυχήματος: Αυτό εξασφαλίζει ότι οι αερομεταφορείς έχουν την οικονομική ικανότητα να καλύψουν τις δραστηριότητές τους και να αντεπεξέλθουν σε ενδεχόμενες υποχρεώσεις που προκύπτουν από ατυχήματα ή προβλήματα.
- δ) Να διαθέτουν επαρκές επαγγελματικό και οργανωτικό προσωπικό ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια: Αυτό αναφέρεται στην ανάγκη των αερομεταφορέων να διαθέτουν ειδικευμένο προσωπικό και να λειτουργούν με τρόπο που εξασφαλίζει την ασφάλεια των πτήσεων και των επιβατών.

Με το κανονισμό 1008/2008 θεσπίστηκε η «Ευρωπαϊκή Ενιαία Αγορά Αερομεταφορών», μιας και αυτός ακύρωνε όλους τους μέχρι τότε υφιστάμενους εμπορικούς περιορισμούς για τις ευρωπαϊκές αεροπορικές εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνταν εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Με την δημιουργία της Ευρωπαϊκής Ενιαίας Αγοράς Αερομεταφορών θεσπίστηκαν κανόνες που εξασφαλίζουν ίσους όρους ανταγωνισμού και υψηλό και ενιαίο επίπεδο προστασίας των επιβατών (Αεροπορικές μεταφορές, 2023).

Άλλος Ευρωπαϊκός Κανονισμός ο (ΕΚ) υπ' αριθμ. 261/2004, ο οποίος διασφαλίζει τα δικαιώματα των επιβατών κατά τις αερομεταφορές, για τους οποίους με τον κανονισμό προσπάθησε να διασφαλιστεί πως θα λαμβάνουν έστω την ελάχιστη βοήθεια σε περίπτωση καθυστερήσεων ή ακυρώσεων των πτήσεων. Η εφαρμογή του κανονισμού αυτού ήταν δύσκολη. Για τον κανονισμό αυτό υποβλήθηκε πρόταση τροποποίησης το 2013, στόχος της οποίας ήταν η ενίσχυση κανόνων. Το 2023 επανεξετάζονται τα δικαιώματα των επιβατών ώστε να σχεδιασθεί και αν εγκριθεί η αναθεώρηση του κανονισμού 261/2004. Στις 5 Φεβρουαρίου του 2017 ψηφίζεται νομοθετικό ψήφισμα που τροποποιεί τον κανονισμό (ΕΚ) υπ' αριθμ. 261/2004 για την θέσπιση κανόνων αποζημίωσης των επιβατών αεροπορικών μεταφορών και παροχής βοήθειας σε περίπτωση μεγάλης καθυστέρησης, άρνησης επιβίβασης ή ματαίωση πτήσης (Αεροπορικές μεταφορές, 2023).

Στις 26 Μαρτίου του 2020 υπήρξε Νομοθετικό ψήφισμα σχετικά με την τροποποίηση του Κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 95/93 σχετικά με τους κανόνες κατανομής του διαθέσιμου χρόνου χρήσης (slots) στους κοινοτικούς αερολιμένες. Τον Οκτώβρη του 2022 μεταξύ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ένωσης χωρών Νοτιοανατολικής Ασίας (ASEAN) υπογράφηκε η συμφωνία για τις αερομεταφορές, μέσω της οποίας αναβαθμίζονται τα πρότυπα και οι κανόνες αερομεταφορών, συνδέονται οι δύο περιοχές και διευρύνονται οι ευκαιρίες στις αεροπορικές μεταφορές. Στις 13 Δεκέμβριου του 2022 ακολούθησε Νομοθετικό ψήφισμα για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για τις διεθνείς αεροπορικές μεταφορές (σύστημα αντιστάθμισης CORSIA). Επιπλέον, τον Ιανουάριο του 2023 καταργήθηκε η οδηγία 89/629/ΕΟΚ του Συμβουλίου η οποία περιόριζε τα ποσοστά παραγόμενου θορύβου από τα αεροσκάφη της πολιτικής αεροπορίας. Η οδηγία 2006/93/ΕΚ επέβαλε την πλήρη σταδιακή κατάργηση όλων των άσκαφών που δεν συμμορφώνονταν με βάση τα όρια εκπομπών θορύβου που προβλέπει η οδηγία (Αεροπορικές μεταφορές, 2023)

Όσον αφορά το σύστημα αντιστάθμισης CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) είναι ένας παγκόσμιος μηχανισμός του ICAO που στοχεύει στην μείωση και αντιστάθμιση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τις διεθνείς αεροπορικές μεταφορές. Το σύστημα αυτό τέθηκε σε ισχύ από το 2021 έως το 2035 και εφαρμόζεται σε τρεις φάσεις (στην πιλοτική, στην πρώτη και στην δεύτερη).

Τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμετέχουν στο σύστημα CORSIA από την έναρξης της πιλοτικής φάσης.

4.3.2. Κανονισμοί Σχετικά με την ασφάλεια της πολιτικής αεροπορίας

Η ασφάλεια της πολιτικής αεροπορίας είναι διαφορετική από την ασφάλεια των πτήσεων, μιας και σχετίζεται με τις κακόβουλες πράξεις που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο τα αεροσκάφη, τους επιβάτες και το πλήρωμα. Για να απαλείφουν τέτοιες κακόβουλες ενέργειες εκτός από της διεθνείς συμβάσεις έχουν δημιουργηθεί και ευρωπαϊκοί κανονισμοί. Η ΕΕ έχει αναπτύξει μια πολιτική η οποία επικαιροποιείται τακτικά ώστε να αντιμετωπίζονται νέοι κίνδυνοι και απειλές.

Ύστερα από τις τρομοκρατικές επιθέσεις της 11^{ης} Σεπτεμβρίου εναντίων των ΗΠΑ, εγκρίθηκε ο Κανονισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου υπ' αριθ. 2320/2002. Ο κανονισμός αυτός για όλα τα κράτη μέλη αποτέλεσε πρώτον μια κοινή ερμηνεία του Παραρτήματος 17 της σύμβασης του Σικάγο και δεύτερον μια διασφάλιση της πολιτικής αεροπορίας. Τον Μάρτιο του 2008 ο κανονισμός αυτός αντικαταστάθηκε από Κανονισμό του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου υπ' αριθ. 300/2008, με το οποίο θεσπίστηκαν κοινοί κανόνες στον κλάδο της πολιτικής αεροπορίας, αλλά και μηχανισμοί παρακολούθησης και συμμόρφωσης. Ο Κανονισμός υπ' αριθ. 300/2008, συμπληρώνεται από μια σειρά κανονισμών που ορίζουν πρότυπα και λεπτομερή μέτρα. Οι κανονισμοί που αναφέρουν ειδικευμένα μέτρα ασφαλείας δεν λαμβάνουν δημοσίευση (Αεροπορικές μεταφορές, 2023). Επιπλέον, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο το ρυθμιστικό πλαίσιο της ΕΕ βασίζεται σε δεσμευτικά κοινά πρότυπα και αρχές, τα οποία περιλαμβάνουν: α) κάθε κράτος μέλος είναι υπεύθυνο για την ασφάλεια των πτήσεων που αναχωρούν από έδαφος εντός των κρατικών ορίων του. Αυτό σημαίνει ότι κάθε κράτος είναι υπεύθυνο για να διασφαλίσει ότι οι αερομεταφορείς που λειτουργούν στον χώρο του είναι συμμορφωμένοι με τα πρότυπα ασφαλείας, β) το σύνολο των επιβατών, του προσωπικού και των αποσκευών πρέπει να ελέγχεται πριν την επιβίβαση στο αεροσκάφος. Αυτό διασφαλίζει ότι όλα τα άτομα και αντικείμενα που εισέρχονται στο αεροσκάφος ελέγχονται για να αποτραπούν πιθανοί κίνδυνοι ή παράνομες ενέργειες, γ) Παρέχεται το δικαίωμα στα κράτη μέλη να εφαρμόζουν αυστηρά μέτρα ασφαλείας εφόσον κρίνεται αναγκαία από αυτά. Αυτό επιτρέπει στα κράτη μέλη να λαμβάνουν περαιτέρω μέτρα ασφαλείας ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες και απαιτήσεις τους.

Με αυτά τα δεσμευτικά κοινά πρότυπα και αρχές, η ΕΕ επιδιώκει να διασφαλίσει ότι οι αερομεταφορείς λειτουργούν με ασφάλεια και προστατεύονται τα δικαιώματα των επιβατών και των χρηστών των αερολιμένων στην Ευρώπη.

Τον Απρίλιο του 2016 τα κράτη μέλη συμφώνησαν στην οδηγία (ΕΕ) 2016/681, με την οποία ορίστηκε πως οι αεροπορικές εταιρείες υποχρεούνται να διαβιβάζουν στην ΕΕ τα δεδομένα των επιβατών των εθνικών αρχών, αλλά και για όλες τις πτήσεις από τις τρίτες χώρες προς την ΕΕ. Τα δεδομένα αυτά ονομάζονται PNR και χρησιμοποιούνται για την έγκαιρη ανίχνευση και πρόληψη τρομοκρατικών επιθέσεων. Τον Σεπτέμβριο του 2018 συμφωνήθηκε ο κανονισμός (ΕΕ) 2018/1240, για την θέσπιση Ευρωπαϊκού Συστήματος Πληροφοριών και Αδειοδότησης Ταξιδιού (ETIAS). Το ETIAS ελέγχει του επιβάτες πριν φτάσουν στην Ευρώπη(Αεροπορικές μεταφορές, 2023).

4.3.3. Κανονισμοί Σχετικά με τον Ενιαίο Ευρωπαϊκό Ουρανό

Η πρωτοβουλία «Ενιαίος Ευρωπαϊκός Ουρανός – Single European Sky (SES)» ξεκίνησε το 1999 και αποσκοπεί στην βελτίωση επιδόσεων διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας (ATM) και υπηρεσιών αεροναυτιλίας (ANS). Ο SES επιδιώκει την μείωση κατακερματισμού του ευρωπαϊκού εναέριου χώρου. Η πρώτη θέσπιση του SES εγκρίθηκε το 2004 (SES I), η οποία περιλάμβανε τέσσερις βασικούς Κανονισμούς, τους υπ' αριθμό 554/2004, 550/2004, 551/2004 και 552/2004. Το 2009 το SES I αναθεωρήθηκε και επεκτάθηκε στο SES II μέσω του κανονισμού κανονισμό (ΕΚ) 1070/2009 που στόχευε στην συνολική βελτίωση του συστήματος διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας στην Ευρώπη και με το οποίο ενισχύεται το ισχύον θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας, και η ασφάλεια, ενώ παράλληλα υπάρχουν συγκεκριμένες προβλέψεις σχετικές με διαχείρισης του εναέριου ευρωπαϊκού χώρου, την χωρητικότητα και την αποδοτικότητα(Debyser, 2023).

Εκτός από την πολιτική αεροπορία τα τελευταία χρόνια στον εναέριο χώρο εντάχθηκαν και οι πτήσεις των Drones, τα οποία είναι μη επανδρωμένα αεροσκάφη (τηλεκταυθονόμενα από χειριστές). Στην αρχή οι πρώτες πτήσεις ενός του αστικού περιβάλλοντος ξεκίνησαν ως παιχνίδι αλλά στην συνέχεια λόγω της πολυπλοκότητας του αστικού περιβάλλοντος, των δικαιωμάτων και των περιορισμών που απορρέουν από αυτόν κρίθηκε αναγκαία η δημιουργία κανονιστικού πλαισίου ώστε να ρυθμίζονται οι πτήσεις. Οι κοινοί Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί για την ρύθμιση των πτήσεων ΣμηΕΑ

που δημιουργήθηκαν βασίζονται στην αξιολόγηση του κινδύνου λειτουργίας και στην επίτευξη ισορροπίας μεταξύ των υποχρεώσεων τόσο των κατασκευαστών, όσο και των χειριστών. Οι βασικοί πυλώνες που αποτελούν θεμέλια βάση για την θέσπιση των κανονισμών είναι η ασφάλεια και ο σεβασμός της ιδιωτικής ζωής και περιουσίας, το περιβάλλον και η προστασία από τον θόρυβο.

Οι ενιαίοι Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί που θεσπίστηκαν είναι οι εξής:

1. Ο **Κανονισμός (ΕΕ) 2019/945 της επιτροπής, της 12ης Μαρτίου του 2019**, είναι ένας κανονισμός που αφορά τους κανόνες και τις διαδικασίες για την πιστοποίηση, τη λειτουργία και την εκμετάλλευση των οργάνων εναερίας κυκλοφορίας των αεροσκαφών UAS, δηλαδή των Drones. Δηλαδή αφορά, τα συστήματα μη επανδρωμένων αεροσκαφών αλλά και τους φορείς εκμετάλλευσης συστημάτων μη επανδρωμένων αεροσκαφών τρίτων χώρων.
2. Ο **Κανονισμός (ΕΕ) 2019/947 της επιτροπής, της 24ης Μαρτίου του 2019**, είναι ένας κανονισμός που αφορά τους κανόνες και τις διαδικασίες που διέπουν τη λειτουργία μη επανδρωμένων αεροσκαφών, γνωστών ως drones. Ο κανονισμός αυτός αποτελεί μέρος του νομοθετικού πλαισίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη ρύθμιση των δραστηριοτήτων των drones και ως στόχο έχει την διασφάλιση της ασφαλούς και αποτελεσματικής λειτουργίας τους. Επιπλέον, περιλαμβάνει κανόνες για την αναγνώριση και την πρόσβαση σε χώρους πτήσης, τη διαδικασία καταχώρησης των δραστηριοτήτων των drones, τις απαιτήσεις για την επιμόρφωση των χειριστών και την προστασία της ιδιωτικής ζωής και των προσωπικών δεδομένων. Ο κανονισμός (ΕΕ) 2019/947 συμπληρώνει τον κανονισμό (ΕΕ) 219/945 που προαναφέρθηκε, και αποτελεί έναν από τους βασικότερους κανονισμούς της νομοθεσίας για την ρύθμιση λειτουργίας των drones στην ΕΕ.
3. Ο **Κανονισμός (ΕΕ) 2020/1058 της επιτροπής, της 27ης Απριλίου του 2020**. Ο κανονισμός αυτός αποτελεί τροποποίηση του κανονισμού 219/945, όσον αφορά την εισαγωγή δύο νέων κατηγοριών συστημάτων μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Ο κανονισμός (ΕΕ) 2020/1058 σχετίζεται με τους μηχανισμούς παρακολούθησης, ανίχνευσης και εντοπισμού των drones, τον Ευρωπαϊκό Εναέριο Χώρο.
4. Ο **Κανονισμός (ΕΕ) 2020/639 της επιτροπής, της 12ης Μαΐου του 2020**. Ο κανονισμός αυτός αποτελεί τροποποίηση του κανονισμού 219/947, όσον αφορά τυποποιημένα σενάρια για πτητικές λειτουργίες που εκτελούνται εντός ή πέραν

οπτικής επαφής. Ο κανονισμός σχετίζεται με την κατανομή των drones, στις διάφορες κατηγορίες και υποκατηγορίες διεξαγωγής πτήσεων. Η κατανομή αυτή γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά των πτήσεων και τον κίνδυνο που μπορεί να αποτελέσουν. Επιπλέον, περιλαμβάνει διατάξεις σχετικά με τις κατηγορίες Ανοιχτή, Ειδική και Πιστοποιημένη.

5. Η **Απόφαση με αριθμό Δ/ΥΠΑ/21860/1422**, αφορά τον «Κανονισμό - γενικό πλαίσιο πτήσεων Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών- ΣμηΕΑ (Unmanned Aircraft Systems - UAS)», και δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 3152/Β/30.09.2016. Ο κανονισμός αυτός ορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις για την εκτέλεση πτήσεων των Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών ΣμηΕΑ (UAS) στον εναέριο χώρο του ATHEX FIR / HELLAS UIR και αποτελεί το γενικό πλαίσιο που διέπει τις πτήσεις μη επανδρωμένων αεροσκαφών στην εναέρια κυκλοφορία της περιοχής της ATHEX FIR / HELLAS UIR περιορίζοντας τους όρους, τους περιορισμούς και τις απαιτήσεις για την ασφαλή και νόμιμη λειτουργία αυτών των συστημάτων. Ο κανονισμός καλύπτει τόσο τα ελεύθερα όσο και τα προσδεμένα (δεμένα) μη επανδρωμένα αεροσκάφη και έχει στόχο να εξασφαλίσει την ασφάλεια της αεροπορικής κυκλοφορίας σε αυτήν την περιοχή.

Οι κανονισμοί καθορίζουν την λειτουργία πτήσεων των drones και διαφέρουν ανάλογα με την χώρα και την αρμοδιότητα των αρχών αεροπορίας. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες κοινές αρχές και πρακτικές που επικρατούν σε πολλές χώρες και όλοι οι κανονισμοί όσον αφορά την λειτουργία πτήσεων των drones θέτουν τους παρακάτω τρεις βασικούς όρους:

1. Δανειοδότηση και Εγγραφή: Οι χειριστές drone για να έχουν την δυνατότητα να διεξάγουν πτήση πρέπει να αποκτήσουν τις απαραίτητες αδειοδοτήσεις και πιστοποιήσεις, αλλά και να εγγραφούν σε κατάλληλους καταλόγους ή μητρώα.
 2. Περιορισμοί Ύψους – Αποστάσεων: Ορισμένες περιοχές μπορεί να έχουν περιορισμούς όσον αφορά το ύψος πτήσης και την απόσταση από περιοχές ειδικής προστασίας, όπως αεροδρόμια, αρχαιολογικοί χώροι, κτίρια κ.α.
 3. Απαγόρευση Πτήσης σε Περιορισμένες Περιοχές: Σε ορισμένες περιοχές μπορεί να απαγορεύεται η διεξαγωγή πτήσεων για drones, όπως εθνικά πάρκα, μνημεία κ.α.
6. Στις 29.11.2022 εξεδόθηκε η **«Στρατηγική των drones 2.0 για ένα έξυπνο και βιώσιμο οικοσύστημα μη επανδρωμένων αεροσκαφών»** η ανακοίνωση αυτή

είναι της Ευρωπαϊκής Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών. Η απόφαση αυτή ορίζει πως:

1. Η Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης προτίθεται να εγκρίνει τροποποιήσεις στους τυποποιημένους ευρωπαϊκούς κανόνες αέρος και τον κανονισμό για τη διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας / τις υπηρεσίες αεροναυτιλίας. Ο στόχος αυτών των τροποποιήσεων είναι η ασφαλής ενσωμάτωση των πτητικών λειτουργιών των μη επανδρωμένων αεροσκαφών και των επανδρωμένων eVTOL (ηλεκτροκίνητα κάθετα απογειώσεις και προσγειώσεις) ιπτάμενων οχημάτων στον εναέριο χώρο της Ευρώπης. Μέσω αυτών των τροποποιήσεων, επιδιώκεται η δημιουργία ασφαλούς και αποτελεσματικής ρύθμισης για τις πτητικές λειτουργίες αυτών των καινοτόμων αεροσκαφών.
2. Η Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα συνεχίσει να προωθεί τη συντονισμένη έρευνα για ολοκληρωμένες τεχνολογίες επικοινωνίας, πλοήγησης και επιτήρησης στον εναέριο χώρο. Ο στόχος είναι να διασφαλιστεί η σύγκλιση μεταξύ του περιβάλλοντος της διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας (ATM) και του U-space (σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας για μη επανδρωμένα αεροσκάφη). Με την ενσωμάτωση των πτητικών λειτουργιών των μη επανδρωμένων αεροσκαφών και των επανδρωμένων eVTOL (ηλεκτροκίνητα κάθετα απογειώσεις και προσγειώσεις) ιπτάμενων οχημάτων στον εναέριο χώρο, είναι σημαντικό να υπάρχει συνεργία και σύγκλιση μεταξύ των διαφόρων συστημάτων και τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στην εναέρια κυκλοφορία. Η συντονισμένη έρευνα θα βοηθήσει στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων λύσεων για την επικοινωνία, πλοήγηση και επιτήρηση των αεροσκαφών, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ασφαλής και αποτελεσματική λειτουργία τους μέσα στον εναέριο χώρο.
3. Η Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης προτίθεται να εγκρίνει νέα ευρωπαϊκά τυποποιημένα σενάρια για εναέριες λειτουργίες χαμηλού έως μέτριου κινδύνου. Τα σενάρια αυτά αφορούν τις πτητικές δραστηριότητες που χαρακτηρίζονται από χαμηλό έως μέτριο κίνδυνο για την ασφάλεια στον εναέριο χώρο. Η έγκριση νέων τυποποιημένων σεναρίων είναι απαραίτητη

για την ανάπτυξη εναέριων δραστηριοτήτων όπως οι πτήσεις των μη επανδρωμένων αεροσκαφών και των επανδρωμένων eVTOL με χαμηλότερα επίπεδα κινδύνου. Τα νέα σενάρια θα παρέχουν ένα πλαίσιο και κανονιστικές κατευθυντήριες γραμμές που θα επιτρέπουν ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία των εν λόγω αεροσκαφών, με μειωμένο κίνδυνο συγκρούσεων και ατυχημάτων στον εναέριο χώρο. Οι νέοι ευρωπαϊκοί τυποποιημένοι κανόνες θα διευκολύνουν την ανάπτυξη και ευρεία χρήση των εν λόγω τεχνολογιών, επιτρέποντας την ασφαλή και αποτελεσματική ένταξή τους στον εναέριο χώρο της Ευρώπης.

4. Η Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης προτίθεται να θεσπίσει κανόνες για την "πιστοποιημένη" κατηγορία πτητικών λειτουργιών των μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Αυτοί οι κανόνες θα αφορούν την αρχική και τη διαρκή αξιοπλοΐα των μη επανδρωμένων αεροσκαφών που υπόκεινται σε πιστοποίηση, δηλαδή θα θεσπίσουν τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη για να θεωρούνται πιστοποιημένοι για λειτουργίες στον εναέριο χώρο. Επιπλέον, οι κανόνες θα καλύπτουν τις επιχειρησιακές απαιτήσεις που ισχύουν για επανδρωμένα αεροσκάφη με ικανότητα VTOL (κάθετη απογείωση και προσγείωση). Αυτό θα βοηθήσει να διασφαλιστεί η ασφαλής και αποτελεσματική λειτουργία των εν λόγω των μη επανδρωμένων αεροσκαφών, παρέχοντας κατάλληλες κανονιστικές οδηγίες και πρότυπα πιστοποίησης. Η εισαγωγή τέτοιων κανόνων αποσκοπεί στη δημιουργία ενός αξιόπιστου και ασφαλούς περιβάλλοντος για τις πτητικές δραστηριότητες των μη επανδρωμένων αεροσκαφών και των επανδρωμένων αεροσκαφών με VTOL ικανότητα, καθιστώντας την αεροπορία ακόμη πιο βιώσιμη και ασφαλή.
5. Η Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης προτίθεται να θεσπίσει κανόνες για τον σχεδιασμό και τις λειτουργίες των κάθετων αερολιμένων που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του βασικού κανονισμού του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Ασφάλειας της Αεροπορίας (EASA). Οι κάθετοι αερολιμένες αναφέρονται σε υποδομές που επιτρέπουν την κάθετη απογείωση και προσγείωση αεροσκαφών, όπως μη επανδρωμένων αεροσκαφών και επανδρωμένων αεροσκαφών με ικανότητα VTOL. Οι νέοι κανόνες θα περιλαμβάνουν οδηγίες και πρότυπα για τον σχεδιασμό, την κατασκευή και

την λειτουργία των αερολιμένων αυτών, προσδιορίζοντας τις απαιτήσεις ασφαλείας και την απόδοσή τους. Σκοπός αυτής της δράσης είναι η διασφάλιση του ασφαλούς, αποτελεσματικού και βιώσιμου λειτουργικού περιβάλλοντος για τους κάθετους αερολιμένες, προωθώντας την ανάπτυξη και χρήση τέτοιων υποδομών για τις πτητικές δραστηριότητες των μη επανδρωμένων αεροσκαφών και επανδρωμένων αεροσκαφών με VTOL ικανότητα.

6. Η Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα παράσχει χρηματοδότηση για τη δημιουργία μιας διαδικτυακής πλατφόρμας που θα υποστηρίζει την βιώσιμη εφαρμογή της καινοτόμου εναέριας κινητικότητας από αρχές, κοινότητες, δήμους, βιομηχανία και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη. Η διαδικτυακή πλατφόρμα αυτή θα λειτουργεί ως εργαλείο υποστήριξης και πληροφόρησης για τις διάφορες ενδιαφερόμενες ομάδες και φορείς που θα εμπλακούν στην υλοποίηση και χρήση των καινοτόμων εναέριων κινητικότητας. Μέσω αυτής της πλατφόρμας, οι αρχές, οι κοινότητες, οι δήμοι και η βιομηχανία θα μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες, εμπειρίες, καλές πρακτικές και διδάγματα από την υλοποίηση και χρήση των καινοτόμων αερομεταφορών. Η δημιουργία αυτής της πλατφόρμας έχει ως στόχο να διευκολύνει την αποτελεσματική ενημέρωση και συνεργασία μεταξύ των φορέων, προωθώντας την αεροναυτιλία και τις καινοτόμες τεχνολογίες για μια βιώσιμη και ασφαλή εναέρια κινητικότητα στην Ευρώπη.
7. Η Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης προτίθεται να θεσπίσει νέες απαιτήσεις για την εκπαίδευση και ικανότητες των μη επανδρωμένων αεροσκαφών και χειριστών αεροσκαφών με VTOL ικανότητα. Οι νέες απαιτήσεις αυτές θα προσαρμοστούν στις ειδικές ανάγκες και χαρακτηριστικά των μη επανδρωμένων και των επανδρωμένων αεροσκαφών με VTOL ικανότητα, καθιστώντας την εκπαίδευση των χειριστών πιο κατάλληλη και ασφαλή. Οι απαιτήσεις αυτές θα καλύπτουν διάφορα θέματα, όπως τις τεχνικές δεξιότητες των χειριστών, την κατάρτιση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, την γνώση των νομικών και κανονιστικών πτυχών που αφορούν τις εναέριες κινητικότητες, καθώς και την εκπαίδευση για την αποτελεσματική και ασφαλή χρήση των

τεχνολογιών VTOL. Με τις νέες απαιτήσεις εκπαίδευσης και ικανοτήτων, η Επιτροπή επιδιώκει να διασφαλίσει ότι οι χειριστές είναι καλά καταρτισμένοι και εξοικειωμένοι με τις νέες τεχνολογίες και τις ειδικές απαιτήσεις των μη επανδρωμένων και των επανδρωμένων αεροσκαφών με VTOL ικανότητα, προσφέροντας έτσι ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας και απόδοσης στις αερομεταφορές.

Κεφάλαιο 5: Η Τρίτη διάσταση των πόλεων.

5.1. Εισαγωγή

Η ιδιοκτησία γης και τα απορρέοντα δικαιώματα σε αυτήν, υπόκεινται σε κανόνες και περιορισμούς. Η ταξινόμηση των νομικών πτυχών των ακινήτων είναι περίπλοκη και διαφέρει από χώρα σε χώρα τόσο για αγροτεμάχια/ οικόπεδα, όσο και για τα κτίρια. Ακόμη, δεν υπάρχει σαφής διάκριση των δικαιωμάτων πάνω και κάτω από την επιφάνεια. Τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα, οι δουλείες και τα βάρη αναφέρονται σε τρισδιάστατα αντικείμενα/ ακίνητα του πραγματικού κόσμου, όπως είναι τα: αγροτεμάχια, κτίρια κ.α. Τα δικαιώματα αυτά που ασκούνται δεν περιορίζονται στις δύο διαστάσεις, αλλά σε τρεις, πάνω και κάτω από την επιφάνεια.

Στην Ελλάδα, η έννοια της κοινής χρήσης πραγμάτων ορίζεται από το εμπράγματο δίκαιο του Αστικού Κώδικα. Ειδικότερα, το άρθρο 948 ορίζει πως: *«Ακίνητα πράγματα είναι το έδαφος και τα συστατικά του μέρη και τα Κινητά είναι όσα δεν είναι ακίνητα»* και με το άρθρο 966 ορίζεται πως: *«Πράγματα εκτός συναλλαγής είναι τα κοινά σε όλους, τα κοινόχρηστα και τα προορισμένα για την εξυπηρέτηση δημόσιων, δημοτικών, κοινοτικών ή θρησκευτικών σκοπών»*, στη συνέχεια με το 967 ορίζεται ότι: *«Πράγματα κοινής χρήσης είναι ιδίως τα νερά με ελεύθερη και αέναη ροή, οι δρόμοι, οι πλατείες, οι γαιοί, τα λιμάνια και οι όρμοι, οι όχθες των πλεύσιμων ποταμών, οι μεγάλες λίμνες και οι όχθες τους»*, και σύμφωνα με το άρθρο 1001: *«Η κυριότητα πάνω σε ακίνητο εκτείνεται, εφόσον ο νόμος δεν ορίζει διαφορετικά, στο χώρο πάνω και κάτω από το έδαφος. Δεν μπορεί όμως ο κύριος να απαγορεύσει ενέργεια που επιχειρείται σε τέτοιο ύψος ή βάθος ώστε να μην εξαρτά κανένα συμφέρον από την απαγόρευση»*,

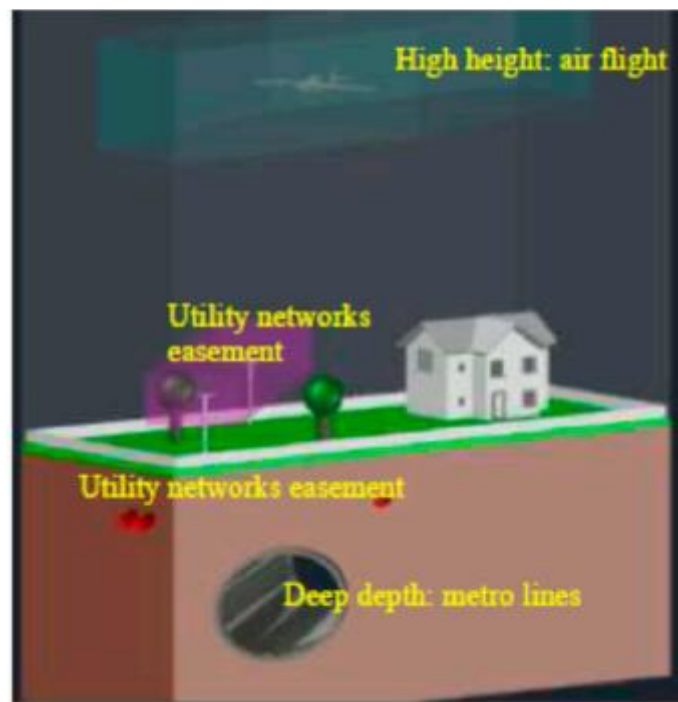
Επιπλέον, το πράγμα είναι απρόσωπο, και αυθύπαρκτο. Είναι ένα αντικείμενο ενσώματο το οποίο διαθέτει μια φυσική αυθυπαρξία μέσα στον χώρο, δηλαδή διαθέτει κάποια όρια, σύνορα μέσα στον χώρο τα οποία μπορούν να καθοριστούν. Συνεπώς, τα στερεά είναι αυθύπαρκτα ενώ τα υγρά και τα αέρια λογίζονται ως αυθύπαρκτα μόνο όταν περικλείονται από συγκεκριμένα/ καθορισμένα όρια.

5.2. Εναέρια Δικαιώματα στην Ελλάδα

Σύμφωνα με το όσα αναφέρονται παραπάνω κοινά σε όλους και εκτός συναλλαγής είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας, η θάλασσα, ο αιγιαλός και το νερό με ελεύθερη και αέναη ροή. Βέβαια τόσο ο ατμοσφαιρικός αέρας, όσο και η ανοιχτή θάλασσα δεν έχουν τον

χαρακτήρα του πράγματος. Τα κρατικά δικαιώματα επί του εναέριου χώρου υπάγονται στο δημόσιο δίκαιο, ενώ η ανοιχτή θάλασσα θεωρείται κοινή σε όλους, μόνο ως προς το ανοικτό και ελεύθερο τμήμα αυτής αφού η αιγιαλίτιδα ζώνη βρίσκεται υπό την κρατική κυριαρχία.

Στην Ελλάδα παρόλο που τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα είναι απόλυτα θα μπορούσαν να περιοριστούν για έργα υπέρ του κοινού συμφέροντος, όμως ο περιορισμός τους προϋποθέτει και την αντίστοιχη αποζημίωση. Τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα εκτείνονται στον χώρο πάνω και κάτω από τα όρια της ιδιοκτησίας, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 22. Επιπροσθέτως, ο τρισδιάστατος χώρος σε μεγάλα βάθη ή ύψη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους σκοπούς του δημόσιου συμφέροντος (όπως, η διέλευση αεροπορικών πτήσεων και η ανάπτυξη υπόγειου δικτύου μέσω μαζικής μεταφοράς, για την χρήση αυτή δεν δίδεται κάποια αποζημίωση) μιας και ο ιδιοκτήτης επί του συγκεκριμένου χώρου δεν φέρει κάποιο κέρδος ή συμφέρον και δεν βλάπτεται κάποια συνήθης εκμετάλλευση της περιουσίας του (D.-G. Perperidou et al., 2021).



Εικόνα 22. Τρισδιάστατα Δικαιώματα Ιδιοκτησίας.
Πηγή: D.-G. Perperidou κ.ά., 2021

Επειδή λοιπόν ο αστικός χώρος είναι τρισδιάστατος ο εναέριος χώρος ταξινομείται στις εξής τρεις βασικές κατηγορίες (D. G. Perperidou & Kirgiafinis, 2023):

- 1. Ιδιωτικός Αστικός Εναέριος Χώρος:** Εκτείνεται πάνω από ιδιωτικές ιδιοκτησίες, ιδιοκτησίες φυσικών και νομικών προσώπων.
- 2. Αστικός Εναέριος Χώρος Κοινού Ενδιαφέροντος:** Εκτείνεται πάνω από χώρους κοινής χρήσης όπως, σχολεία, εκκλησίες, συγκοινωνιακούς κόμβους, κρατικά αεροδρόμια, δημόσιοι και ιδιωτικοί νομικοί φορείς.
- 3. Δημόσιος Αστικός Εναέριος Χώρος:** Εκτείνεται πάνω από δημόσιες υποδομές, όπως, δρόμοι, οικοδομικά τετράγωνα, κρατική ιδιοκτησία.

Εξαιρέση αποτελούν οι πτήσεις των σωμάτων ασφαλείας (όπως, αστυνομία, πυροσβεστικό σώμα, στρατιωτικές δυνάμεις), τα οποία μπορούν να διεξάγουν πτήσεις στο αστικό εναέριο χώρο πάνω από τις ιδιωτικές ιδιοκτησίες, τις εγκαταστάσεις κοινών συμφερόντων και των δημοσίων υποδομών. Άρα, οι πτήσεις των σωμάτων ασφαλείας υπόκειται σε ειδικό καθεστώς πτήσεων (D. G. Perperidou & Kirgiafinis, 2023).

Τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα υπάγονται στο εμπράγματο δίκαιο και στην νομοθεσία περί ιδιοκτησίας ακινήτων. Για παράδειγμα στην περίπτωση των αεροπορικών πτήσεων, οι οποίες διεξάγονται σε μεγάλο ύψος με αποτέλεσμα να μην λαμβάνεται υπόψη εάν επηρεάζονται ή παραβιάζονται ή επηρεάζονται τα δικαιώματα των ιδιοκτησιών. Βέβαια, οι κατοικημένες περιοχές κοντά σε αεροδρόμια αποζημιώνονται λόγω του θορύβου που παράγεται από τις πτήσεις χαμηλού ύψους και εξαιτίας της κυκλοφοριακής όχλησης που επηρεάζει την εκμετάλλευση ιδιοκτησίας των ιδιοκτητών.

Μια διαφορετική περίπτωση είναι αυτή των UAV και των ιπτάμενων οχημάτων κατά την οποία η παραβίαση του ιδιωτικού αστρικού εναέριου χώρου θα μπορούσε να υπόκειται σε αυστηρούς περιορισμούς ή στην απόδοση της ανάλογης αποζημίωσης προς τους ιδιοκτήτες των ακινήτων (που βρίσκονται εντός του περιβάλλοντος UAM). Ακόμη ένα συναφές ζήτημα που τίθενται κατά την τρισδιάστατη οργάνωση των πόλεων, των ιδιοκτησιών και των δικαιωμάτων τους είναι ο τρόπος με τον οποίο θα διεξάγονται σε αυτόν οι διαδικασίες προσγείωση και απογείωσης των UAV οχημάτων, χωρίς να καταπατούνται τα δικαιώματα των ιδιωτικών ιδιοκτησιών στον εναέριο χώρο. Και φυσικά ένα εξίσου σημαντικό πρόβλημα αποτελεί πως θα εξασφαλιστεί η ασφάλεια των αστικών υποδομών, όπως, δίκτυα ηλεκτρισμού – φωτισμού, δέντρα κ.α.

κατά τις διαδικασίες προσγείωσης και απογείωσης των UAV οχημάτων (D. G. Perperidou & Kirgiafinis, 2023a).

Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης το εμπράγματο δίκαιο σχετίζεται άμεσα με το περιορισμούς υπό τους οποίους θα μπορούν να διεξάγονται οι πτήσεις των UAM οχημάτων. Σύμφωνα με τα παραπάνω το μελλοντικά αναπτυσσόμενο περιβάλλον UAM, θα πρέπει να αναπτυχθεί σε τέτοιο ύψος ώστε να μην βλάπτεται η εκμετάλλευση της εκάστοτε ιδιωτικής περιουσίας. Διαφορετικά, επειδή η χρήση των UAM οχημάτων θα είναι ιδιωτική και δεν θα είναι κοινόχρηστη εάν οι πτήσεις των οχημάτων διεξάγονται σε χαμηλότερα ύψη θα πρέπει να αποζημιώνονται οι εκάστοτε ιδιοκτήτες των οποίων τα δικαιώματα πλήγονται.

Ακόμη ένα ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα που προκύπτει κατά το σενάριο ένταξης των UAM οχημάτων είναι η διάχυση των εκπεμπόμενων ρύπων στη ατμόσφαιρα που θα υπάρχουν. Η ρύπανση αυτή όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο μπορεί να είναι ατμοσφαιρική, ηχητική και οπτική. Οι ρύποι αυτοί εκτός από την οπτική ανήκουν στις 3D εκπομπές, οι οποίες δεν πρέπει να επηρεάζουν και να καταπατούν τα δικαιώματα των ιδιοκτητών. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει οι πτήσεις των UAM οχημάτων να διεξάγονται σε κατάλληλο ύψος ώστε η διασπορά των τρισδιάστατων εκπεμπόμενων ρύπων να μην επηρεάζει τις γειτονικές ιδιοκτησίες, διαφορετικά θα πρέπει να προβλέπονται αποζημιώσεις. Επιπλέον, οι προϋποθέσεις και περιορισμοί διεξαγωγής των πτήσεων θα πρέπει να προβλέπονται από μια σειρά κυβερνητικών πράξεων και ρυθμίσεων που θα επιβάλλουν περιορισμούς στους εκπεμπόμενους ρύπους.

5.3. Πτήσεις εντός του εναέριου αστικού χώρου

Οι πτήσεις των drones εντός του αστικού εναέριου χώρου βρίσκονται υπό την επίβλεψη, την προστασία και την οργάνωση διαφόρων νομοθετικών πλαισίων, όπως της περιουσιακής, του πολεοδομικού σχεδιασμού και των κανονισμών ελέγχου της εναέριας κυκλοφορίας και προστασίας των προσωπικών δεδομένων. Οι πολεοδομικοί περιορισμοί που υπάρχουν είναι οι ακόλουθοι:

1. Επιτρεπόμενο ύψος πτήσεων έως και 120m (400 ft),
2. Απαγορεύεται η πτήση πάνω από πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές πόλεων.

Η ενσωμάτωση του UAM στον πολεοδομικό σχεδιασμό περιλαμβάνει την τρισδιάστατη αναπαράσταση: α) των πολεοδομικών σχεδίων/ διατάξεων/ κανόνων/κανονισμών και περιορισμών, β) την τρισδιάστατη αναπαράσταση του αστικού περιβάλλοντος, γ) την τρισδιάστατη αναπαράσταση των δικαιωμάτων, δ) τον καθορισμό προαστίων στην εναέρια αστική κινητικότητα, προσδιορισμός τρισδιάστατης διαδικασίας προσγείωσης και απογείωσης, ε) την δημιουργία σχεδίων βιώσιμης αστικής κινητικότητας, προτεινόμενες διαδρομές για το UAM στον εναέριο χώρο μέσω του δημόσιου οδικού δικτύου και δημιουργία προτεινόμενων διαδρομών για το UAM στον εναέριο χώρο μέσω του δημόσιου οδικού δικτύου –πάνω από δημόσιες υποδομές/ κατασκευές.

Ο πολεοδομικός σχεδιασμός αφορά τις πόλεις, τους αστικούς οικισμούς, την χωροταξική ανάπτυξη, την βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και ορίζει διαδικασίες οικοδόμησης, κατανομή χρήσεων γης και χωροταξική κατανομή. Στο αστικό περιβάλλον η ανάπτυξη των πόλεων και των οικισμών δεν είναι μόνο οριζόντια αναπτυγμένη αλλά και κατακόρυφα. Η κατακόρυφη ανάπτυξη των πόλεων (καθ' ύψος) συνεχώς αυξάνεται και γίνεται πιο δυναμική μιας και ο πληθυσμός διαρκώς αυξάνεται. Συνεπώς, η τρισδιάστατη αναπαράσταση του πολεοδομικού σχεδιασμού κρίνεται αναγκαία ώστε να κατανοηθεί ο αστικός χώρος και οι προοπτικές ανάπτυξης τους. Η απόδοση της τρισδιάστατης μορφής των πόλεων απεικονίζει τόσο την μορφολογία, όσο και την κατάσταση του αστικού τοπίου, αποτελώντας ένα βασικό εργαλείο αξιολόγησης των αστικών συνθηκών και ανάλυσης της υφιστάμενης αστικής κατάστασης, τα οποία διευκολύνουν τον στρατηγικό πολεοδομικό σχεδιασμό των πόλεων (σε διάφορους τομείς)(D. G. Perperidou & Kirgiafinis, 2023).

Με βάση τη τρισδιάστατη οργάνωση των υποδομών συγκοινωνίας όσον αφορά τον πολεοδομικό σχεδιασμό πρέπει να καθοριστούν συγκεκριμένες χωρικές τοποθεσίες εντός των πόλεων ή πρέπει να καθοριστούν τα προάστια τους. Ο χωρικός ορισμός τέτοιων χώρων είναι απαραίτητος στην περίπτωση που τα UAV οχήματα θα χρησιμοποιούνται δημόσια, με ορισμένους περιορισμούς να επιβάλλονται στην γύρω περιοχή αυτών.

Με βάση τα παραπάνω, η δημιουργία του UAM θα επηρεάσει τις συνθήκες κινητικότητας στον αστικό εναέριο χώρο, όπως η κινητικότητα του εδάφους επηρεάζει τις αστικές συνθήκες. Έτσι, τα αναπτυξιακά προγράμματα UAM θα πρέπει να

περιλαμβάνουν στον σχεδιασμό τους τη βιώσιμη χρήση του αστικού εναέριου χώρου, το οποίο για να επιτευχθεί θα πρέπει να περιλαμβάνει τα: α) προστασία των ιδιωτικών περιουσιών/ ιδιωτικού εναέριου χώρου από την υπερβολική εκμετάλλευση αυτού, β) ασφάλεια των επιβατών, γ) πρόληψη ατυχημάτων και δ) προστασία δημόσιων/ κοινόχρηστων χώρων από την υπερβολική χρήση τους. Στην τελευταία περίπτωση που αναφέρθηκε θα μπορούσε ίσως να αξιοποιηθεί το υπάρχον οδικό δίκτυο. Συνεπώς, η δημιουργία τρισδιάστατων προτεινόμενων διαδρομών για την υλοποίηση ενός περιβάλλοντος UAM θα πρέπει να συμμορφώνεται με τους κανόνες της περιουσιακής νομοθεσίας, να περιλαμβάνει τα όρια πτήσης πάνω από δημόσιες υποδομές και κατασκευές και να βασίζεται στους υπάρχοντες περιορισμούς για ζητήματα ασφαλείας που υπάρχουν στον αστικό εναέριο χώρο (όπως είναι ο εναέριος χώρος που χρησιμοποιείται μόνο από την αεροπορία, τις στρατιωτικές δυνάμεις και τα σώματα ασφαλείας). Όλα αυτά θα μπορούσαν να συγκεντρώνονται σε ένα σύμπλεγμα τρισδιάστατων κανονισμών κίνησης, εντός του αστικού εναέριου χώρου UAM(D. G. Perperidou & Kirgiafinis, 2023).

Κεφάλαιο 6: Δίκτυο Μεταφορών

6.1. Εισαγωγή

Ο όρος μεταφορές αναφέρεται στην διακίνηση αγαθών και προσώπων από τόπο σε τόπο και επίσης αναφέρεται και στα διαφορετικά μέσα μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η μετακίνηση. Με το πέρασ των ετών οι μεταφορές αντιμετωπίζουν διάφορα ζητήματα όπως, μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση, υψηλά ποσοστά ατυχημάτων, ατμοσφαιρική ρύπανση κ.α (Qureshi & Abdullah, 2013). Το αναπτυσσόμενο σενάριο της αστικής αεροπορικής κινητικότητας και των ιπτάμενων οχημάτων έρχεται να ενισχύσει τα συστήματα μεταφορών και καλείται να επιλύσει τα προβλήματα που προκαλούνται από τα συμβατικά συστήματα μεταφορών.

6.2. Διάκριση Μεταφορών

Οι μεταφορές διακρίνονται σε χερσαίες, θαλάσσιες και εναέριες. Οι χερσαίες αφορούν όλες τα μεταφορές/ μετακινήσεις που πραγματοποιούνται από τόπο σε τόπο μέσω ξηράς και ονομάζονται διαφορετικά επίγειες μεταφορές. Τα δίκτυα μεταφορών στις χερσαίων μεταφορών διακρίνονται σε οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο. Βέβαια, οι επίγειες μεταφορές όσον αφορά το οδικό δίκτυο έχουν αρχίσει να παρουσιάζουν κορεσμό και το σιδηροδρομικό δίκτυο έχει παρά πολύ υψηλό κόστος για την κατασκευή του. Από την άλλη η θαλάσσιες μεταφορές αναφέρονται στην μετακίνηση μέσω θαλάσσης, ποταμιών, καναλιών, λιμνών και τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την μετακίνηση μπορούν να είναι: πλοία/ δελφίνια και υποβρύχια. Το βασικό πλεονέκτημα τέτοιων μεταφορών είναι οι απαιτήσεις σε χρόνο που χρειάζεται για να εκτελεστεί η μεταφορά (Πλαϊτή, 2022). Ο τρίτος τύπος μεταφορών είναι οι εναέριες κατά τις οποίες οι μετακινήσεις αγαθών και ανθρώπων που μέχρι τώρα γινότουσαν με αεροπλάνα και ελικόπτερα και στο μέλλον σύμφωνα με την ανάπτυξη της αστικής αεροπορικής κινητικότητα πρόκειται να γίνονται με ιπτάμενα οχήματα (εντός των πόλεων).

6.3. Οι έξυπνες μεταφορές και έννοια των Intelligent Transportation Systems -ITS

Η μεγάλη αστικοποίηση και η αύξηση του πληθυσμού έχει οδηγήσει στις αυξανόμενες ανάγκες παροχής μεταφορικών συστημάτων που συνδέεται με την μεγάλη ζήτηση. Η αύξηση της κινητικότητας εντός των πόλεων επιφέρει άγχος και δημιουργεί διάφορες

προκλήσεις στην κινητικότητα, την ανθεκτικότητα, την ασφάλεια και την βιωσιμότητα των συστημάτων μεταφοράς. Οι σύγχρονες μεταφορές χαρακτηρίζονται από πολυπλοκότητα και για να είναι αποτελεσματικές πρέπει υπάρχουν συστήματα τα οποία να διαχειρίζονται και να επεξεργάζονται μεγάλο όγκο δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Τα συστήματα διαχείρισης τέτοιων μεταφορών ονομάζονται ευφυή συστήματα μεταφορών, τα οποία θα βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη και εντάσσονται στα χαρακτηριστικά δημιουργίας των έξυπνων πόλεων Smart Cities. Ο στόχος ανάπτυξης των ευφύων συστημάτων μεταφοράς (ITS) στοχεύει στην επίτευξη αποτελεσματικής κυκλοφορίας ελαχιστοποιώντας τα υπάρχοντα προβλήματα (Πλαϊτή, 2022). Συνεπώς τα συστήματα ITS είναι τα συστήματα ελέγχου και πληροφοριών που χρησιμοποιούν ολοκληρωμένα τεχνολογικά συστήματα επικοινωνιών και επεξεργασίας δεδομένα για την βελτίωση της κινητικότητας ανθρώπων και αγαθών, για την επίτευξη ενός ασφαλούς περιβάλλοντος μεταφορών, και για την μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, αλλά και του κόστους ταξιδιού

6.4. Η περίπτωση των UAM μεταφορών

Οι αστικές συγκοινωνίες έχουν αρχίσει να αποτελούν εμπόδιο στην καθημερινότητα των ανθρώπων και τα κυκλοφοριακά προβλήματα επιδεινώνονται, για αυτό τα τελευταία χρόνια οι κυβερνήσεις και οι επιχειρήσεις διαφόρων χωρών ερευνούν την ανάπτυξη του UAM. Τα βιομηχανικά πρότυπα του UAM έχουν δείξει πως θα συμβάλλουν σημαντικά στο να ξεπεραστούν τα προβλήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η ανάπτυξη του UAM αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της οικοδόμησης ενός τρισδιάστατου συστήματος μετακινήσεων μέρος του συστήματος ITS και μπορεί να παρέχει υψηλής ποιότητας και εξατομικευμένες λύσεις μεταφοράς. Αφού η δημιουργία του αποσκοπεί στο να επιτευχθεί ένας νέος τρόπος για τους ανθρώπους να ταξιδεύουν στις πόλεις μειώνοντας τη συμφόρηση και τα ατυχήματα. Το UAM ουσιαστικά εναρμονίζεται με τις ιδιότητες του εναέριου δικτύου και έτσι θα μπορούν να παρέχονται άνετες και γρήγορες μεταφορές από σημείο σε σημείο.

6.4.1. Διαχείριση της κυκλοφορίας στις UAM μεταφορές

Το σύστημα ITS όσον αφορά τα UAM, περιλαμβάνει συστήματα διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας (Air Traffic Management - ATM). Το σύστημα ATM αναφέρεται στο σύνολο των διαδικασιών, υπηρεσιών, τεχνολογιών και υποδομών που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση και τον έλεγχο της κυκλοφορίας των αεροσκαφών

στον εναέριο χώρο και. Αυτές οι προσεγγίσεις ανήκουν στον σχεδιασμό ενός συστήματος UTM.

Η ανάγκη διαχείρισης κυκλοφορίας εστιάζει σε πτήσεις πολύ χαμηλού επιπέδου πτήσεων μη επανδρωμένων αεροσκαφών κάτω από τους παραδοσιακούς εναέριους χώρους. Κάποιοι προτείνουν την δημιουργία ενός προγράμματος του οποίου η δημιουργία θα βασιστεί στην ανάπτυξη μιας βάσης προσδιορισμού των απαιτήσεων και διαχωρισμού του εναέριου χώρου. Η αστική εναέρια κινητικότητα απαιτεί την πλήρη ενοποίηση του εναέριου χώρου και αντιπροσωπεύει την λειτουργία υψηλού κινδύνου, ειδικά όταν εκτελούν επιβατική λειτουργία. Οι αυτοματοποιημένες επιχειρήσεις τύπου VFR δεν περιορίζουν την πυκνότητα των οχημάτων σε σχέση με την χωρητικότητα, γεγονός που επιβάλλεται ρητά από τα συστήματα ATC. Το σύστημα των απόλυτα αυτοματοποιημένων επιχειρήσεων για να λειτουργήσει απαιτεί τον εξοπλισμό των αεροσκαφών με επαρκή τεχνολογικά συστήματα αίσθησης και αποφυγής ώστε να φτάσει ή και να ξεπεράσει τις ικανότητες του καταρτισμένου ανθρώπινου δυναμικού, δηλαδή των πιλότων. Επίσης, σε ένα τέτοιο σύστημα απαιτείται μια μέθοδος με την οποία θα προσδιορίζεται η ασφαλής απόσταση διαχωρισμού κυκλοφορίας των οχημάτων. Για τον σκοπό αυτό έχει προταθεί να εκχωρείται στα ιπτάμενα οχήματα το όριο ασφαλείας του αεροσκάφους το οποίο θα καταλαμβάνει ένα όγκο επί του εναέριου χώρου (Straubinger κ.ά., 2020).

Στα πλαίσια σχεδιασμού του UTM περιλαμβάνεται ο ορισμός των σημείων εκκίνησης για τις λειτουργίες UAM και η κατηγοριοποίηση επιχειρήσεων του εναέριου χώρου.

Το σύστημα διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Ρύθμιση και διαχείριση εναέριου χώρου: Περιλαμβάνει τον καθορισμό των διαστάσεων, των κανόνων και των διαδικασιών για την κατανομή και τον έλεγχο του εναέριου χώρου. Συμπεριλαμβάνει επίσης τον χωροδιαχειριστή, που είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση του εναέριου χώρου και την εκτέλεση των ελέγχων των αεροσκαφών.
- Εναέριος χώρος: Ο εναέριος χώρος χωρίζεται σε διάφορες κατηγορίες, όπως ο ελεύθερος εναέριος χώρος, ο ελεγχόμενος εναέριος χώρος, ο προσωρινός εναέριος χώρος και ο εναέριος χώρος ελιγμών. Κάθε κατηγορία έχει διαφορετικούς κανόνες και περιορισμούς για την κυκλοφορία των αεροσκαφών.
- Επίγεια εξοπλισμένα σημεία: Περιλαμβάνουν τοποθετημένα επίγεια συστήματα επικοινωνίας και πληροφορικής που επιτρέπουν την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των αεροσκαφών και των εδαφικών σταθμών επικοινωνίας.

- Υπηρεσίες κίνησης: Περιλαμβάνουν υπηρεσίες παρακολούθησης της κίνησης αεροσκαφών, υπηρεσίες καθοδήγησης και παρακολούθησης πτήσεων, καθώς και υπηρεσίες πληροφόρησης που παρέχουν πληροφορίες στους πιλότους σχετικά με τις συνθήκες πτήσης και την κυκλοφορία στον εναέριο χώρο.
- Το σύστημα διαχείρισης εναέριας κυκλοφορίας επιτρέπει την ασφαλή και αποτελεσματική διεξαγωγή των πτήσεων στον εναέριο χώρο, διασφαλίζοντας την αποφυγή συγκρούσεων αεροσκαφών και την αποτελεσματική ροή της κυκλοφορίας.

Σύμφωνα με την εικόνα που ακολουθεί, η διαχείριση του εναέριου χώρου στην αστική αεροπορική κινητικότητα θα γίνεται, σε τρεις κατηγορίες, μια για τα αεροπλάνα (ATM), μια για τα ιπτάμενα οχήματα (UATM), και μια τα UAVs οχήματα.



Εικόνα 23. Διαχείριση Εναέριας Κυκλοφορίας.
Πηγή:(Eve Air Mobility Eve V3 (Concept Design), χ.χ.)

6.4.2. Χωρητικότητα οδού και Έλεγχος Κυκλοφορίας

Ο όρος χωρητικότητα οδού ορίζεται ως «ο μέγιστος αριθμός των οχημάτων που μπορεί να διέλθει από μια διατομή της οδού ή ένα τμήμα της οδού με ενιαία χαρακτηριστικά στη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου – συνήθως μία (1) ώρα – με τις επικρατούσες κυκλοφοριακές και περιβαλλοντικές συνθήκες.» (3 Ανάλυση Κυκλοφοριακής Ικανότητας). Οι παράγοντες που επηρεάζουν την οδική χωρητικότητα είναι τα χρονικά κενά κυκλοφορίας, η ταχύτητα των κινούμενων οχημάτων, οι αλλαγές λωρίδας, η πυκνότητα των οχημάτων, ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας και η ανθρώπινη οδική συμπεριφορά. Η μεγάλη ζήτηση για ταξίδια θα μπορούσε να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην διαθέσιμη χωρητικότητά, εξαιτίας του μεγάλου πλήθους μετακινούμενων, η

ταυτόχρονη κίνηση των οποίων θα προκαλέσει οδική συμφόρηση. Έτσι, να για να περιοριστούν τα προβλήματα που συχνά δημιουργούνται από την μικρή οδική χωρητικότητα του οδικού δικτύου πρέπει να εξεταστούν διεξοδικά τα σενάρια για την καθιέρωση χρήση αυτοματοποιημένων οχημάτων, και UAM οχημάτων.

Ο έλεγχος κυκλοφορίας αφορά την διαχείριση και τον έλεγχο της κυκλοφορία εντός του περιβάλλοντος της αστικής αεροπορικής κινητικότητας, ώστε να βελτιστοποιείται η οδική χωρητικότητα. Ο έλεγχος της κυκλοφορίας βασίζεται στο σύστημα ITS τα οποία περιλαμβάνουν συστήματα ελέγχου σήματος κατά μήκος των οδών για την περίπτωση που προκληθεί κάποιο ατύχημα, έλεγχος αστικής κυκλοφορίας που να ανταποκρίνεται στην ζήτηση και συστήματα ελέγχου για την ομαλή κυκλοφορία(Πλαϊτή, 2022).

6.5. Κόστος Ταξιδιού

Ο όρος κόστος ταξιδιού, αναφέρεται στο πάγιο κόστος ιδιοκτησία ενός οχήματος (IX ή μηχανής), και στο γενικευμένο κόστος ταξιδιού (GTC). Σύμφωνα με τους (Wang κ.ά., 2014) το GTC είναι το γενικευμένο κόστος ταξιδιού ορίζεται από το CI, όπου $I=\{1,2,3,4\}$ και αντιπροσωπεύει το αυτοκίνητο (IX), ταξί, λεωφορείο και τρένο. Το GTC υπολογίζεται από το άθροισμα των χρημάτων και του κόστους χρόνου, όπως περιγράφεται με τις εξισώσεις που ακολουθούν, όπου $\theta_k=(1,2,3)$ είναι παράμετροι:

- $C1=\theta_0+\theta_1+G_{car}+\theta_2\times P_{Acar}+\theta_3\times T_{car}$
- $C2=\beta_0+\beta_1\times W_{Ttaxi}+\beta_2\times P_{Rtaxi}+\beta_3\times T_{taxi}$
- $C3=a_0+a_1\times P_{Rbus}+a_2\times T_{rbus}+\beta_3\times T_{bus}$
- $C4=a_0+a_1\times P_{Rrail}+a_2\times T_{rrail}+\beta_3\times T_{rail}$

Το GTC (κατά κεφαλή κόστος γενικευμένου ταξιδιού) ενός αυτοκινήτου επηρεάζεται από:

- G_{car} : χρέωση καυσίμου
- P_{Acar} : τέλος στάθμευσης
- W_{Ttaxi} : χρόνος αναμονής
- P_{Rtaxi} : ναύλος
- T_{taxi} : χρόνος εντός του οχήματος

Το GTC (κατά κεφαλή κόστος γενικευμένου ταξιδιού) για έναν επιβάτη/ ταξιδιώτη λεωφορείου επηρεάζεται από:

- P_{Rbus} : ναύλος
- T_{rbus} : χρόνος μεταφοράς και αναμονής

- Tbus: χρόνος εντός του οχήματος
Το GTC (κατά κεφαλή κόστος γενικευμένου ταξιδιού) για έναν επιβάτη/ ταξιδιώτη τραίνου επηρεάζεται από:
- PRrail: ναύλος
- Ttrail: χρόνος μεταφοράς και αναμονής
- Trail: χρόνος εντός του οχήματος

Άρα σύμφωνα με τα παραπάνω αλλά και με τους (Milakis κ.ά., 2017b) άλλοι παράγοντες που καθορίζουν το κόστος ταξιδιού είναι οι παρακάτω:

- Πάγιο Κόστος,
- Άνεση Ταξιδιού,
- Διάρκεια/ Χρόνος Ταξιδιού - Μεταφοράς,
- Χρόνος Εντός του Οχήματος,
- Χρόνος Αναμονής,
- Κόστος Ταξιδιού/ Ναύλος,
- Αξία Ταξιδιού,
- Οδικής Χωρητικότητα,
- Επιλογή τοποθεσίας/ χρήσης,
- Υποδομές μεταφορών,
- Κατανάλωση Ενέργειας,
- Συνέπειες : Εκπομπές, Ασφάλεια.

Το κόστος ταξιδιού, κατά την κυκλοφορία στο επίγειο οδικό δίκτυο επηρεάζεται κυρίως από την τοποθεσία, και την ώρα που διεξάγεται το ταξίδι. Όσον αφορά την παράμετρος της τοποθεσίας ουσιαστικά αναφέρεται στο μέρος όπου βρίσκεται η εκάστοτε δραστηριότητα. Έτσι, η τοποθεσία επηρεάζει το κόστος ταξιδιού ανάλογα με το πόσο ελκυστική είναι προς το ευρύ κοινό, δηλαδή όσα περισσότερα ποσοστά συγκεντρώνει, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος, ο χρόνος εύρεσης στάθμευση και συνεπώς το κόστος ταξιδιού. Επιπλέον το κόστος ταξιδιού επηρεάζεται και από την διανυόμενη απόσταση, διότι σε κάθε απόσταση αναλόγως των χιλιομέτρων που θα διανυθούν καταναλώνονται τα αντίστοιχα καύσιμα και ο χρόνος. Η διανυόμενη απόσταση με την σειρά της επηρεάζεται από: α) την ώρα που επιλέγεται να διεξαχθεί το ταξίδι, β) την οδική χωρητικότητα που διαθέτει το οδικό δίκτυο της κάθε πόλης/ περιοχής και γ) το είδος του οχήματος που θα χρησιμοποιηθεί (π.χ. ΙΧ, μηχανή, ΜΜΜ, ταξί πατίνι, ποδήλατο). Επιπροσθέτως, το πάγιο κόστος είναι μια

ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος αφού οι τιμές κυμαίνονται ανάλογα με το είδος του οχήματος. Το είδος με τη σειρά του παρουσιάζει διάφορους παραμέτρους ανάλογα με το εάν το όχημα είναι: συμβατικό, ηλεκτρικό, υβριδικό, τι χαρακτηριστικά έχει (π.χ. ίπποι/ κατανάλωση), τι καύσιμο παίρνει (π.χ. αέριο πετρέλαιο βενζίνη, ρεύμα), το μέγεθος του, και τι περιβαλλοντικά πρότυπα διαθέτει (π.χ. eu90). Ακόμη, στο κόστος ταξιδιού περιλαμβάνεται και η άνεση, δηλαδή κατά πόσο οι επιβάτες των οχημάτων ταξιδεύουν με άνεση προς τον προορισμό τους. Η άνεση εξαρτάται μια αυτή από το είδος του οχήματος και τα εξαρτήματα/ εξοπλισμούς που αυτό διαθέτει (π.χ. συστήματα: α)πλοήγησης, β)δικτύωσης). Ο χρόνος ταξιδιού επηρεάζεται και από τις υποδομές μεταφορών, δηλαδή, η χρήση των κοινόχρηστων οχημάτων μειώνει και την ανάγκη ύπαρξης θέσεων στάθμευσης και την κυκλοφοριακή συμφόρηση, μιας και με αυτά μετακινείται σημαντικός αριθμός πληθυσμού.

Κεφάλαιο 7: Περιορισμοί UAM πτήσεων

7.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικοί περιορισμοί που αντιμετωπίζουν οι πτήσεις των ιπταμένων οχημάτων εντός του αστικού χώρου. Η λειτουργία των UAM οχημάτων μπορεί να προκαλέσει οπτική ρύπανση από τα αεροσκάφη που πετούν κοντά σε αστικές περιοχές. Επίσης, τα ιπτάμενα οχήματα με κινητήρες εσωτερικής καύσης μπορούν να προκαλέσουν ηχητική ρύπανση. Η ασφάλεια αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τις UAM πτήσεις, καθώς τα αεροσκάφη κινούνται κοντά σε κτίρια, άλλα οχήματα και πεζούς. Είναι σημαντικό να αναπτυχθούν συστήματα και τεχνολογίες που να εξασφαλίζουν την ασφαλή λειτουργία των UAM. Οι πτήσεις των UAM μπορούν να επηρεαστούν από διάφορες καιρικές συνθήκες, όπως ισχυροί άνεμοι, ομίχλη ή καταρρακτώδη βροχή. Η κακή καιρική κατάσταση μπορεί να περιορίσει τις πτήσεις ή ακόμα και να τις καθιστά αδύνατες. Ακόμη, οι πτήσεις των UAM μπορεί να απειλήσουν την ιδιωτικότητα και το απόρρητο των ανθρώπων και των επιχειρήσεων, καθώς τα αεροσκάφη μπορούν να πετούν κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Τέλος, η ανάπτυξη και η λειτουργία των UAM πτήσεων απαιτεί σημαντικά κεφάλαια, ειδικά σε ό,τι αφορά την υλοποίηση της υποδομής, την τεχνολογία και την εκπαίδευση του προσωπικού.

7.2. Ρύπανση

7.2.1. Οπτική ρύπανση

Η οπτική ρύπανση σχετίζεται άμεσα με τις οπτικές διαταραχές που γεννούνται από τις πτήσεις χαμηλού επιπέδου ιπτάμενων οχημάτων στον περιβάλλοντα χώρο των κατοικημένων περιοχών εντός του αστικού περιβάλλοντος. Οι πτήσεις μέσα στο οικιστικό περιβάλλον, δημιουργούν μια ακατάστατη εικόνα στον εναέριο χώρο, μη συνηθισμένη και δημιουργούν σκιά, γεγονός που θα καταστεί ενοχλητικό για τους κατοίκους. Παράδειγμα τέτοιας πόλης είναι αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 24. Ένας τρόπος για την αντιμετώπιση και καταπολέμηση της οπτικής ρύπανσης θα ήταν η δημιουργία διαδρόμων πάνω από μη πυκνοκατοικημένες περιοχές και από υδάτινες εκτάσεις (Bauranov & Rakas, 2021).



Εικόνα 24. Μελέτη μιας πειραματικής πόλης των drone (Dronopolis).
Πηγή: (understandingempire, 2016)

7.2.2. Ηχητική ρύπανση

Είναι γνωστό πως ο θόρυβος των αεροσκαφών που προκαλείται από την κίνηση των στροφείων προκαλεί ενόχληση για τις γειτονικές περιοχές οι οποίες βρίσκονται κοντά σε χώρους αεροδομίων, και ελικοδρομίων. Έτσι, ο παραγόμενος; θορύβος που προέρχεται από την πτήση αεροσκαφών αποτελεί βασικό περιορισμό όσον αφορά την πτητική τους λειτουργία εντός του αστικού περιβάλλοντος. Η καθιέρωση των UAM οχημάτων θα πρέπει πριν εφαρμοστεί να θεσπιστούν κριτήρια των παραγόμενων ορίων θορύβου, έτσι ώστε από τις πτήσεις των UAM οχημάτων να μην προκαλούν μεγάλα επίπεδα θορύβου. Ένα ο θόρυβος είναι μεγάλος και δεν μετριάσει εξαρχής θα υπάρξει σημαντική ενόχληση και υποβιβασμός της ποιότητας ζωής δηλαδή των καθημερινών δραστηριοτήτων, και φυσικών αναγκών των πολιτών όπως είναι, ο ύπνος Όπως αναφέρουν οι (Cohen et al., 2021) ο παραγόμενος θόρυβος των αεροσκαφών eVTOL θα πρέπει να είναι ο μίσος σε επίπεδα έντασης σε σχέση με το επίπεδο θορύβου που παράγει ένα φορτηγό μεσαίου μεγέθους όταν περνάει έξω από ένα σπίτι (το οποίο προκαλεί περίπου 75 έως 80 ντεσιμπέλ σε απόσταση 1,5 m και σε ύψος 15,4 m). Δημόσια Υγεία.

Η ένταξη χρήσης UAM οχημάτων στην ζωή των κοινοτήτων πρόκειται να έχει τόσο αρνητικές όσο και θετικές συνέπειες στην δημόσια υγεία. Όσον αφορά τα αρνητικά η παραγόμενη ρύπανση (ηχητική και οπτική), είναι δυνατή να προκαλέσει αναταραχή και υποβιβασμό της ποιότητας ζωής των πολιτών, στους οποίους, η ρύπανση είναι

πιθανό να τους προκαλεί άγχος, διαταραχή της ηρεμίας, αίσθηση ανασφάλειας, και κινδύνου. Από την άλλη τα UAM οχήματα θα είναι ηλεκτρικά με αποτέλεσμα να μην παράγονται αέριοι ρύποι οι οποίοι θα μολύνουν το περιβάλλον και συνεπώς την υγεία των ανθρώπων όπως γίνεται με τα συμβατικά οχήματα.

7.3. Ασφάλεια

Η ασφάλεια είναι η πρώτη και βασικότερη προϋπόθεση για την διεξαγωγή των πτήσεων. Η εξασφάλιση των ασφαλών πτήσεων αποτελεί κύρια προϋπόθεση για την δημιουργία της αστικής αεροπορικής κινητικότητας. Απαιτείται λοιπόν, ασφάλεια τόσο των ανθρώπων, των ιδιοκτησιών και αλλά και των ιπτάμεων οχημάτων. Όσον αφορά τον Ελλαδικό χώρο, η πτητική ασφάλεια ορίζεται τόσο από τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς (της EASA), όσο και από τους Κρατικούς Κανονισμούς (της ΥΠΑ). Η ασφάλεια των ανθρώπων, της ιδιοκτησίας και των δικαιωμάτων που απορρέουν από αυτή τίθεται ως προϋπόθεση και από τον καταστατικό χάρτη της Ελλάδος, με τον οποίο οφείλει να συμμορφώνεται κάθε δραστηριότητα της Ελληνικής επικράτειας. Στον εναέριο χώρο ο κίνδυνος δεν μπορεί να εξαλειφθεί ποτέ εντελώς, όμως μπορεί να μειωθεί είτε αποφεύγοντας αντικείμενα, είτε αποφεύγοντας περιοχές με αναταράξεις, είτε αποφεύγοντας περιοχές με καιρικές συνθήκες οι οποίες μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την πτήση. Η εξασφάλιση της ασφάλειας στο περιβάλλον πτήσεων UAM είναι καίριο ζήτημα μιας και το αστικό περιβάλλον είναι αρκετά πολύπλοκο εξαιτίας της περιορισμένης χωρητικότητας του. Για να διασφαλισθεί η ασφάλεια λοιπόν, θα πρέπει να υπάρχουν μηχανισμοί ώστε τα UAV οχήματα να αποφεύγουν τα εμπόδια του αστικού εναέριου χώρου. Τα τελευταία χρόνια έχουν υλοποιηθεί διάφορες έρευνες σχετικά με τον ορισμό του εναέριου χώρου απαλλαγμένου από κτίρια. Έχουν αναπτυχθεί αλγόριθμοι οι οποίοι προσδιορίζουν τον χώρο των εμποδίων με αποτέλεσμα ο υπόλοιπος χώρος να παραμένει ανοιχτός για πτήση. Ο χώρος των εμποδίων περιλαμβάνει τα κτίρια, αλλά και τα αεροσκάφη, τα οποία πρέπει κατά τη διάρκεια της πτήσης να διατηρούν έναν ασφαλή διαχωρισμό από άλλα αεροσκάφη ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα σύγκρουσης στον αέρα. Συνεπώς, ο διαχωρισμός από άλλα αντικείμενα είναι το κύριο κριτήριο για την εξασφάλιση της ασφάλειας του συστήματος Διαχείρισης Εναέριας Κυκλοφορίας.

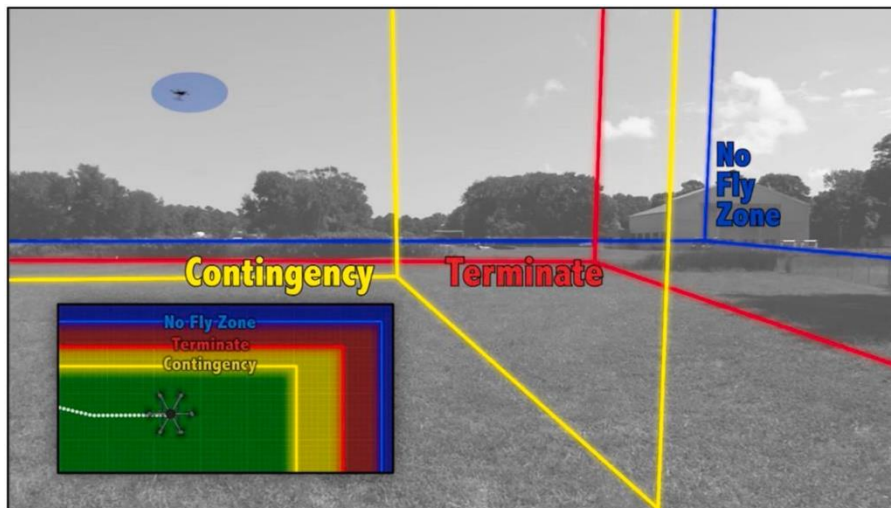
Η πλοήγηση των UAM οχημάτων όπως και των drones γίνεται με την βοήθεια αισθητήρων οι οποίοι είναι πιθανό να προκαλούν κινδύνους σύγκρουσης στην

περίπτωση του δημόσιου αστικού εναέριου χώρου, καθώς τα ιπτάμενα UAM οχήματα θα πετούν ανάμεσα από τις δημόσιες υποδομές (κατά την προσγείωση και την απογείωση) χωρίς να προκληθεί κάποιο ατύχημα (D. G. Perperidou & Kirgiasfinis, 2023). Τέτοιες ανησυχίες προκαλούνται ειδικά για τα αυτόνομα UAM οχήματα, όπου δεν θα υπάρχει ο ανθρώπινος έλεγχος όπως γίνεται στα επανδρωμένα αεροσκάφη.

Σήμερα στον εναέριο χώρο της Κατηγορίας G οι πτήσεις δεν λαμβάνουν καθοδήγηση διαχωρισμού από του ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται σε αυτή την κατηγορία πτήσεων είναι η see-and-avoid, δηλαδή, «Δείτε-και-Αποφύγετε» κατά την οποία ο πιλότος διατηρεί μια απόσταση ασφαλείας από άλλα αεροσκάφη μέσω της οπτικής αντίληψης. Μια από τις μεθόδους πλοήγησης που μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα πυκνό αστικό περιβάλλον είναι η sense-and-avoid, δηλαδή, η «Αίσθηση-και-Αποφυγή». Το οποίο είναι ένας συνδυασμός Hardware και Software, ο οποίος επιτρέπει στο UAV να ανιχνεύει εμπόδια και στη συνέχεια να απομακρύνεται από αυτά. Τα μικρά UAV δεν έχουν το απαιτούμενο ωφέλιμο φορτίο ή την ενεργειακή χωρητικότητα ώστε να χρησιμοποιήσουν radars ή LIDARs. Τα περισσότερα συστήματα sense-and-avoid βασίζονται σε κάμερες για τη σάρωση του περιβάλλοντος χώρου. Σημαντικό συμπλήρωμα της διαδικασίας είναι η στρατηγική αποφυγή σύγκρουσης με βάση την τροχιά. Επίσης, η αποφυγή σύγκρουσης μπορεί να γίνει με αλγόριθμους αποφυγής στρατηγικής σύγκρουσης, χάρτες αποφυγής και σχεδιασμό διαδρομής (Bauranov & Rakas, 2021).

Στην μείωση του κινδύνου μπορούν να συντελέσουν τα Γεωφράγματα (Geofences). Τα Γεωφράγματα αποτελούν εικονικά όρια εναέριου χώρου τα οποία απαγορεύουν ή περιορίζουν την πρόσβαση σε ορισμένα ή όλα τα αεροσκάφη σε ένα συγκεκριμένο τμήμα του εναέριου χώρου. Τα Γεωφράγματα διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα στατικά και στα δυναμικά. Τα Στατικά Γεωφράγματα (Static Geofences) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό των ιπτάμενων διαδρόμων και για τη υποστήριξη αποφυγής εμποδίων. Από την άλλη οι Δυναμικοί Γεωφράχτες (Dynamic Geofences) μπορούν να εισαχθούν στον εναέριο χώρο σε οποιοδήποτε σημείο ως αποτέλεσμα συνεχόμενων γεγονότων, αποστολών έκτακτης ανάγκης ή έντονων καιρικών συνθηκών. Μόλις ρυθμιστούν τα Γεωφράγματα ο υπόλοιπος χώρος είναι ανοιχτός για την διεξαγωγή πτήσεων, στις οποίες θα πρέπει να ληφθεί η ύπαρξη πρόσθετων παραγόντων.

Αντικείμενα που αποτελούν μέρη του εδάφους και ειδικές υποδομές, όπως, αεροδρόμια, πυλώνες υψηλής τάσης, νοσοκομείο ή προστατευόμενες περιοχές (στρατιωτικές βάσεις, περιοχές αναψυχής, φυσικά καταφύγια) έχουν μεγαλύτερη ανάγκη για την δημιουργία γεωφράχτη. Οι έννοια των Γεωφραχτών προτάθηκαν από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Πολιτικής Αεροπορίας (EUROCAE) και την Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (NASA)



Εικόνα 25. Ο Γεωφράχτης (Geofence) "SafeGuard", όπως αναπτύχθηκε από την NASA.

Πηγή : (Bauranov & Rakas, 2021b)

Επιπροσθέτως, η παροχή τηλεπικοινωνιών είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ασφάλεια στον εναέριο χώρο, ο οποίος είναι πολύπλοκος πολυδιάστατος και με πολλά εμπόδια. Οι πτήσεις UAM θα πραγματοποιούνται σε χαμηλό υψόμετρο και για να μην διατρέχουν κίνδυνο απαιτείται καλή επικοινωνία με τον κυβερνοχώρο, χωρίς απώλειες στο σήμα επικοινωνίας. Έτσι, οι ανάγκες για την παροχή υψηλής ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών προκαλούν ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον μεταξύ των εταιρειών. Το νέο δίκτυο 5G εισάγει νέες υπηρεσίες για αξιόπιστες επικοινωνίες με πολύ μικρά επίπεδα καθυστερήσεων. Έτσι λοιπόν, η τεχνολογική ανάπτυξη παρέχει νέες δυνατότητες για τις επιχειρήσεις των ιπτάμενων οχημάτων μέσω της ποιοτικής επικοινωνίας κατά την διάρκεια πτήσεων ανάμεσα από τα κτιριακά συγκροτήματα (Straubinger et al., 2020).

7.4. Καιρικές Συνθήκες

Οι καιρικές συνθήκες μπορούν να δημιουργήσουν μια σειρά προκλήσεων ασφάλειας και λειτουργίας των UAM οχημάτων. Η ευαισθησία των αεροσκαφών έναντι των

καιρικών συνθηκών αυξάνεται ανάλογα με την μείωση του μεγέθους των αεροσκαφών. Οι καιρικές συνθήκες που είναι ικανές να επηρεάσουν τις πτήσεις των αεροσκαφών ποικίλουν ανάλογα με την χαμηλή ορατότητα λόγω έντονης συννεφιάς, την ύπαρξη πάγου (κατά τους χειμερινούς μήνες), την ύπαρξη υψηλών μποφόρ ανέμων, την ξαφνική ύπαρξη βροχής ή καταιγίδων. Εάν υπάρξει κάποια από αυτές τις καιρικές συνθήκες τα UAM οχήματα δεν θα είναι ικανά να διατελέσουν πτητική λειτουργία με αποτέλεσμα να αναβληθούν οι πτήσεις. Η διακοπή αυτή των ταξιδιών ακυρώνει την έννοια UAM αφού αυτή προωθεί την παροχή υπηρεσιών οι οποίες θα βελτιώσουν την αξιόπιστη κατ' απαίτηση μετακίνηση των ταξιδιωτών με ελαχιστοποίηση καθυστερήσεων δρομολογώντας αυτόματα το κάθε ταξίδι (Cohen et al., 2021).

7.5. Ιδιωτικότητα - Απόρρητο

Τα ζητήματα σχετικά με την ιδιωτικότητα και την προστασία των προσωπικών δεδομένων αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι και προϋπόθεση για την χρήση οποιωνδήποτε τεχνολογικών μέσων. Κάθε πτήση που διεξάγεται στον εναέριο οφείλει να διασφαλίζει πως τα ιπτάμενα οχήματα δεν προκαλούν την αίσθηση εισβολής στους πολίτες.

Σε κάθε κράτος η προστασία των προσωπικών δεδομένων προστατεύεται αυστηρά και οποιαδήποτε παραβίαση της ιδιωτικότητας πρέπει να δικαιολογείται με κρατική εντολή, και για κάποια ειδική εθνική κατάσταση, η προστασία των προσωπικών δεδομένων διασφαλίζεται μέσω του GDPR (General Data Protection Regulation), που είναι ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία των Δεδομένων και ισχύει για όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ο Κανονισμός (ΕΕ) 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, γνωστός ως Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων (GDPR), θεσπίζει ένα ενιαίο πλαίσιο για την προστασία των προσωπικών δεδομένων των φυσικών προσώπων και την ελεύθερη κυκλοφορία αυτών των δεδομένων εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο κανονισμός απαιτεί από τις επιχειρήσεις και τους φορείς να τηρούν συγκεκριμένες αρχές και να λαμβάνουν μέτρα για την προστασία των προσωπικών δεδομένων που επεξεργάζονται. Ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων ενισχύει τα δικαιώματα των πολιτών σχετικά με την προστασία των προσωπικών τους δεδομένων. Περιλαμβάνει διατάξεις που αφορούν τη συγκέντρωση, την επεξεργασία,

τη διάδοση και την αποθήκευση των προσωπικών δεδομένων, και δίνει τη δυνατότητα στους πολίτες να ελέγχουν τις πληροφορίες που τους αφορούν και να αποφασίζουν πώς θα χρησιμοποιούνται αυτές οι πληροφορίες. Ο σκοπός του GDPR είναι να διασφαλίσει υψηλό επίπεδο προστασίας των προσωπικών δεδομένων και να προωθήσει την εμπιστοσύνη και τη διαφάνεια στην επεξεργασία αυτών των δεδομένων. Επίσης, ο κανονισμός θέτει υψηλά πρότυπα για την ευθύνη των επιχειρήσεων και των φορέων που επεξεργάζονται προσωπικά δεδομένα και προβλέπει αυστηρές κυρώσεις σε περίπτωση παραβίασης των διατάξεών του.

Η συμμόρφωση με τον GDPR απαιτεί την λήψη μέτρων για τη προστασία των προσωπικών δεδομένων που επεξεργάζονται. Αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν να αναλύσουν και να καταγράψουν ποια δεδομένα συλλέγονται και πώς χρησιμοποιούνται, να ορίσουν τους σκοπούς της επεξεργασίας, να καθορίσουν πολιτικές και διαδικασίες για την επεξεργασία αυτών των δεδομένων, να παρακολουθούν τη συμμόρφωση και να δημιουργήσουν ένα σχέδιο συμμόρφωσης. Όλα αυτά έχουν ως στόχο να διασφαλιστεί η ασφαλής και νόμιμη επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων και η προστασία των δικαιωμάτων των ανθρώπων που αφορούν αυτά τα δεδομένα.

Ο Νόμος 4624/2019 στην Ελληνική Επικράτεια έχει ως στόχο την υλοποίηση και εφαρμογή του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/679 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα (GDPR). Αποσκοπεί στην αντικατάσταση του νομοθετικού πλαισίου που ρυθμίζει τη συγκρότηση και λειτουργία της Αρχής Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα στη χώρα. Αυτός ο νόμος έχει ως στόχο την προσαρμογή του ελληνικού δικαίου στις απαιτήσεις του GDPR και τη δημιουργία ενός νομικού πλαισίου που εξασφαλίζει την προστασία των προσωπικών δεδομένων των πολιτών και ενισχύει τα δικαιώματά τους σχετικά με την επεξεργασία των δεδομένων τους.

Ο σκοπός της διαφύλαξης του απορρήτου της ιδιωτικής ζωής του κάθε ατόμου σχετίζεται με την διαφύλαξη των δεδομένων σχετικά με την συμπεριφορά του και την δράση του, την επικοινωνία, τα συναισθήματα και την τοποθεσία, τα δεδομένα αυτά μπορούν να συσχετιστούν μεταξύ τους και να αντληθούν πληροφορίες σχετικά με τα μοτίβα συμπεριφοράς και δράσης των ατόμων. Το μέσο συλλογής αυτών των

δεδομένων είναι κάμερες οι οποίες αποτελούν μέρος του εξοπλισμού των ΣμηΕΑ και για την πλοήγηση τους αλλά και για την καταγραφή δεδομένων και πληροφοριών.

Αρα, η ιδιωτική ζωή επηρεάζεται κυρίως από δυο παράγοντες που είναι ο αριθμός των πτήσεων και το υψόμετρο τους. Και οι δύο παράγοντες είναι άμεσα εξαρτημένοι από τον τρόπο σχεδιασμού των πτήσεων στον εναέριο χώρο.

7.6. Απαιτούμενο κόστος.

Το κόστος παροχής υπηρεσιών UAM είναι πολύ υψηλότερο από τους υπόλοιπους εναλλακτικούς τρόπους κυκλοφορίας, και αυτό συμβαίνει διότι η ανάπτυξη και η λειτουργία των UAM πτήσεων απαιτεί σημαντικά κεφάλαια, ειδικά σε ό,τι αφορά την υλοποίηση της υποδομής, την τεχνολογία και την εκπαίδευση του προσωπικού.

Για παράδειγμα, στις ΗΠΑ η εταιρεία BLADE πρόκειται να προσφέρει ποικιλία ετήσιων πακέτων που κυμαίνονται στα 295 \$ με 795 \$ (δηλαδή περίπου 270 με 729 ευρώ), τα οποία περιλαμβάνουν έκπτωση ανά πτήση για τον κύριο επιβάτη και έναν επισκέπτη. Η έκπτωση κυμαίνεται από 50 έως 100 \$ ανά πτήση για τον κύριο επιβάτη και από 20 έως 50 \$ για έναν επισκέπτη. Το κόστος είναι τόσο υψηλό λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής και υποδομών (Cohen et al., 2021). Για αυτό η κατ' απαίτηση μεταφορά με τέτοια οχήματά απευθύνεται μόνο σε άτομα με μεγάλη οικονομική ευχέρεια τα οποία θα επιθυμούν να μεταφέρονται ταχύτερα.

7.7. Κοινωνική Αποδοχή

Οι αντιλήψεις της κοινωνίας για την δημιουργία του UAM περιβάλλοντος αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική πρόκληση για την ενσωμάτωση των UAM οχημάτων στην καθημερινότητα των πολιτών. Αφού οι αντιλήψεις που επικρατούν είναι κατά βάση αρνητικές και σχετίζονται με τον θόρυβο, με την οπτική ρύπανση, με την προστασία της ιδιωτικής ζωής, με την κοινωνική ισότητα και με την ασφάλεια. Από αυτά, μεγαλύτερη ανησυχία προκαλεί η μείωση της κοινωνικής ισότητας, αφού η χρήση των ιπτάμενων οχημάτων δεν θα είναι προσιτή για όλους εξαιτίας του υψηλού κόστους, αλλά θα επιβαρύνει όλο το κοινωνικό σύνολο με την οπτική και ηχητική ρύπανσή που θα παράγουν. Επιπλέον, μεγάλη ανησυχία προκαλούν τα επίπεδα ασφάλειας που θα υπάρχουν από τις πτήσεις των αυτόνομων αεροσκαφών (Cohen et al., 2021)

Κεφάλαιο 8: Περίπτωση Μελέτης.

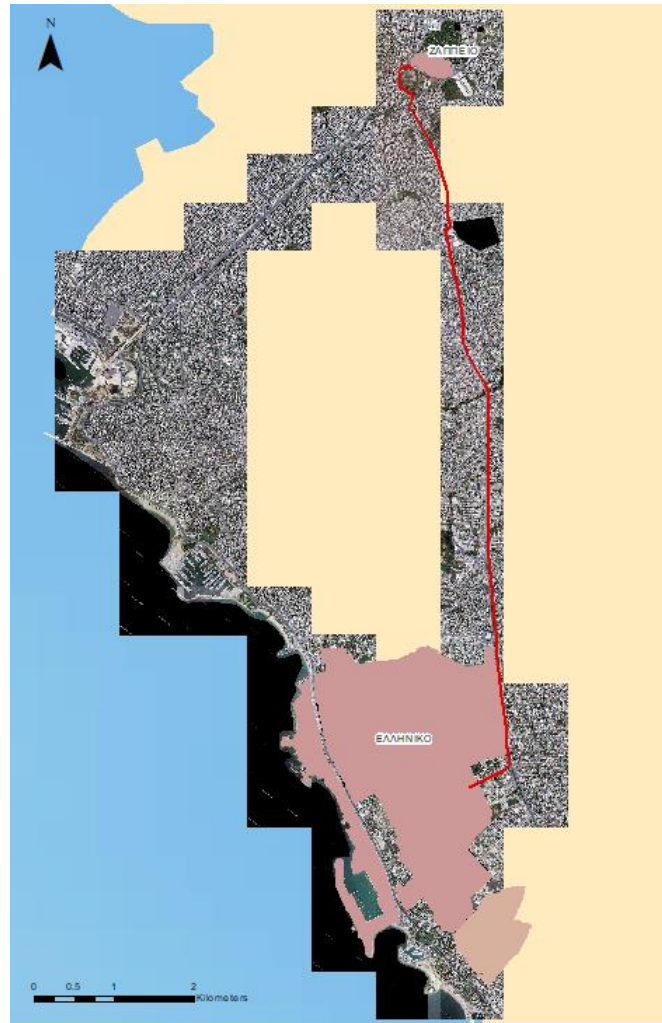
Στο πρακτικό μέρος της διπλωματικής θα μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο θα μπορούσαν να ενταχθούν τα επανδρωμένα οχήματα της αστικής αεροπορικής κινητικότητας στην σημερινή ελληνική κοινωνία. Επειδή, τα κόστη μια τέτοιας δραστηριότητας αναμένεται να είναι υψηλά στην αρχή λόγω της αναπτυγμένης τεχνολογίας που χρησιμοποιείται ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η διαδρομή από τις εγκαταστάσεις του παλιού αεροδρομίου του Ελληνικού έως το Ζάππειο. Οι δύο αυτές τοποθεσίες επιλέχθηκαν με το σκεπτικό πως όταν ολοκληρωθεί η ανάπλαση που πρόκειται να γίνει στον χώρο του παλιού αεροδρομίου του Ελληνικού εκεί θα διαμένουν άτομα με αρκετή οικονομική άνεση. Έτσι λοιπόν, τα άτομα που θα διαμένουν εκεί θα μπορούν να μεταφέρονται σε πιο γρήγορα με αυτά τα οχήματα από ότι με τα επίγεια μέσα μεταφοράς.

Στην περιοχή μελέτη τα ιπτάμενα ταξί θα πρέπει να ξεκινούν την πορεία τους από το Ελληνικό και να την ολοκληρώνουν στο Ζάππειο, ώστε ουσιαστικά οι επιβάτες να μεταφέρονται εύκολα και γρήγορα στο κέντρο της Αθήνας. Αυτή η μετακίνηση με οποιοδήποτε επίγειο όχημα θα έπαιρνε περισσότερη ώρα από ότι με ένα ιπτάμενο όχημα.

Μέσω του επίγειου οδικού δικτύου οι διαδρομές που μπορούν να ακολουθηθούν από το Ελληνικό στο Ζάππειο είναι οι εξής δύο:

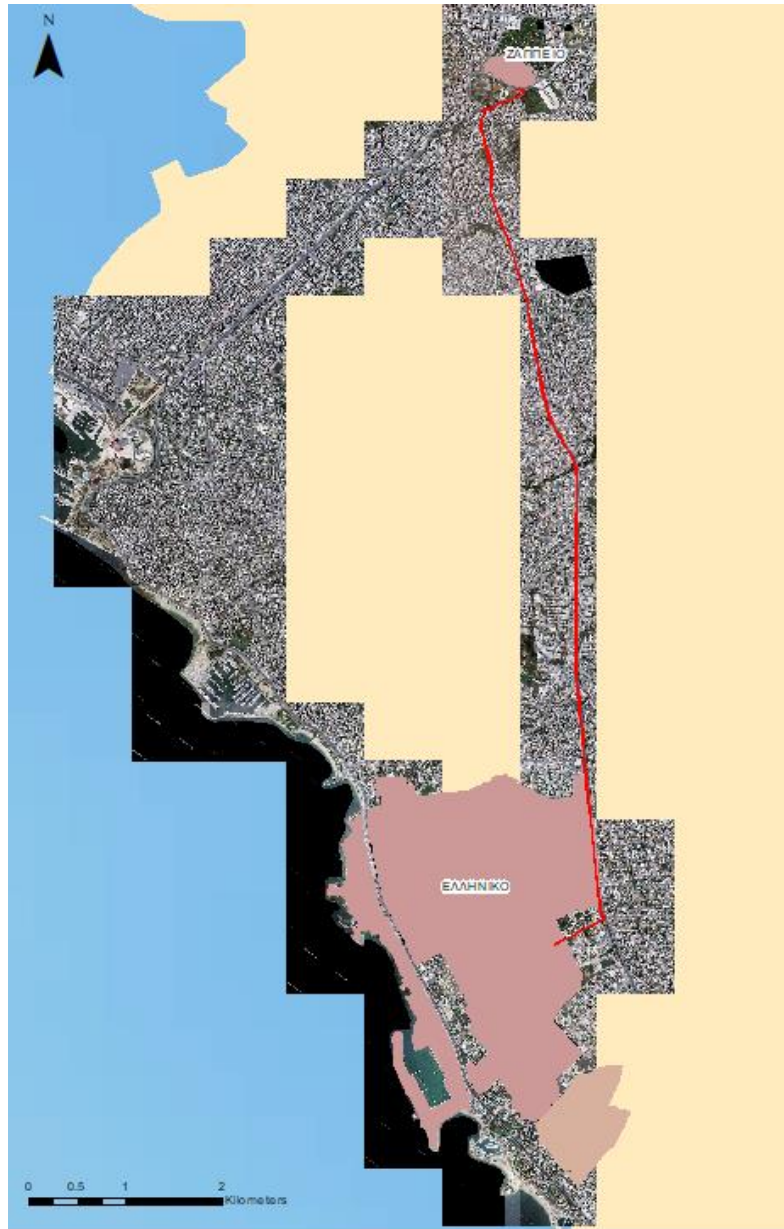
ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1 (με κατεύθυνση από το Ελληνικό προς το Ζάππειο - Εικόνα 26): Η διαδρομή αυτή είναι μήκους 9,8 km και αποτελείται από τους εξής δρόμους:

ΕΛΛΗΝΙΚΟ → ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ → ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΔΙΑΚΟΥ→
ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΑΜΑΛΙΑΣ→ ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΟΛΓΑΣ: .



Εικόνα 26. Διαδρομή 1 επίγειο οδικό δίκτυο.
Πηγή: ίδια επεξεργασία, ορθοφωτοχάρτες: κτηματολόγιο

- Η 2^η διαδρομή με αντίστροφη κατεύθυνση είναι μήκους 9,8 km (Εικόνα 29).



Εικόνα 27. Διαδρομή 1 επίγειο οδικό δίκτυο (αντίστροφη κατεύθυνση – από Ζάππειο προς Ελληνικό).
Πηγή: ίδια επεξεργασία, ορθοφωτοχάρτες: κτηματολόγιο

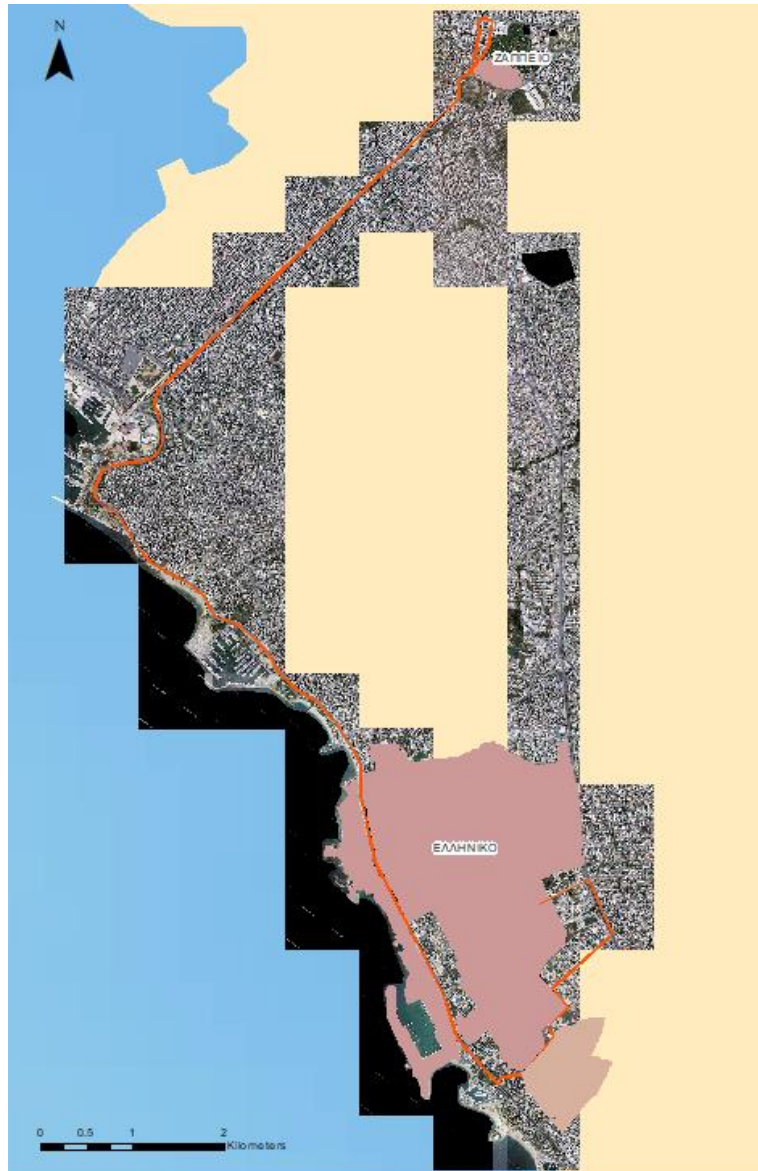
ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2 (με κατεύθυνση από το Ελληνικό προς το Ζάππειο - Εικόνα 28): Η διαδρομή αυτή είναι μήκους 11,3 km και αποτελείται από τους εξής δρόμους:

ΕΛΛΗΝΙΚΟ → ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ → ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ → ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ → ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ → ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΑΠΟΛΛΩΝΟΣ → ΖΕΦΥΡΟΥ → ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΑΝΔΡΕΑ ΣΥΓΓΡΟΥ → ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΣΟΦΙΑΣ → ΗΡΩΔΟΥ ΑΤΤΙΚΟΥ → ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΟΛΓΑΣ



Εικόνα 28 Διαδρομή 2 επίγειο οδικό δίκτυο.
Πηγή: ιδία επεξεργασία, εικόνες: ορθοφωτοχάρτες: κτηματολόγιο

- Η 2^η διαδρομή με αντίστροφη κατεύθυνση είναι μήκους 11,7 km (Εικόνα 29).



Εικόνα 29 Διαδρομή 2 επίγειο οδικό δίκτυο (αντίστροφη κατεύθυνση – από Ζάππειο προς Ελληνικό).
Πηγή: ιδία επεξεργασία, εικόνες: ορθοφωτοχάρτες: κτηματολόγιο

Το ανάγλυφο του εδάφους της ευρύτερης περιοχής μελέτης κυμαίνεται από 0 έως 254 όπως φαίνεται και στην Εικόνα 30 και γύρω από το οδικό δίκτυο κυμαίνεται από 171 έως 189 m. Η πρώτη διαδρομή διεξάγεται περίπου σε 30 min από το επίγειο οδικό δίκτυο, και η δεύτερη σε περίπου ενώ η διαδρομή διεξάγεται περίπου σε 40 min, με μια μέση ταχύτητα.



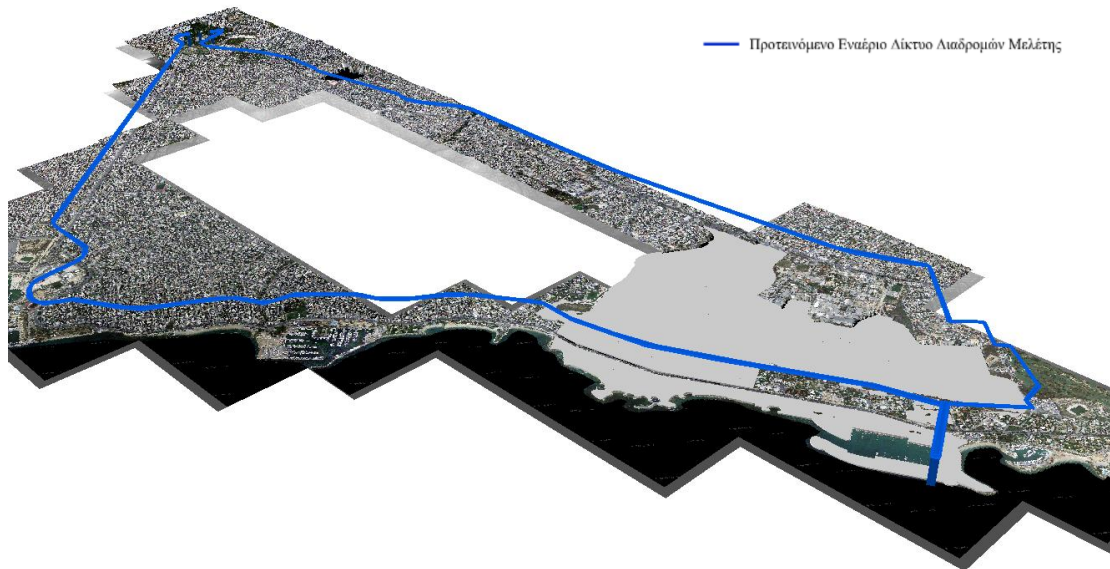
Εικόνα 30. Ανάγλυφο Εδάφους Περιοχής Μελέτης.
Πηγή: ίδια επεξεργασία

3D Απεικόνιση Επίγειου Οδικού Δικτύου και Προτεινόμενων Εναέριων Διαδρομών

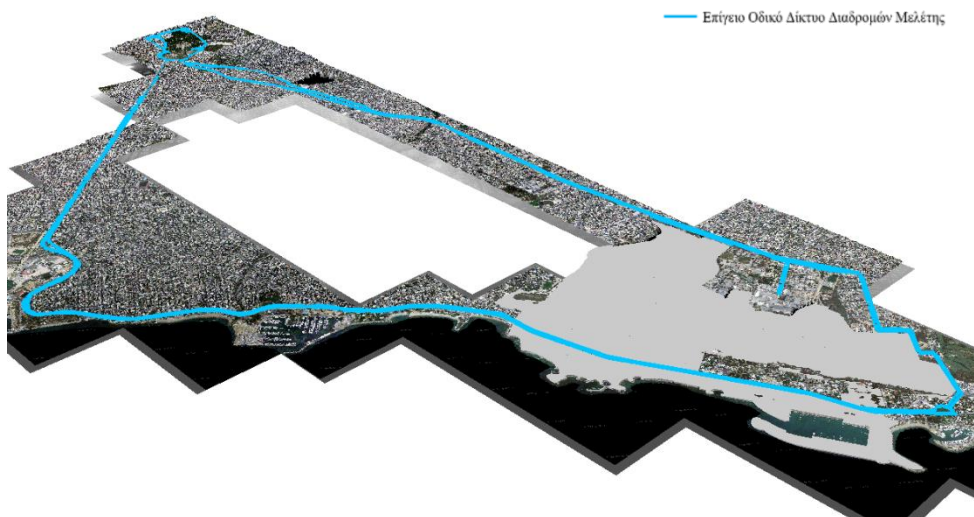
Ακολουθώντας τους κανονισμούς που αναφέρθηκαν υποκεφάλαιο 5.3 επιλέχθηκε το εναέριο δίκτυο της διαδρομής να ακολουθήσει το επίγειο οδικό δίκτυο που φαίνεται στην Εικόνα 33, με την μόνη διαφορά πως σχεδιάστηκε σε ύψος 120m.

Αυτή η επιλογή έγινε διότι απαγορεύονται οι πτήσεις πάνω από πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές πόλεων και ιδιαίτερα πλησίον των κατοικιών. Συνεπώς το να ακολουθηθεί το υπάγον κύριο οδικό δίκτυο είναι το πιο λογικό αφού οι δρόμοι είναι κεντρικοί λεωφόροι και έχουν μεγάλο πλάτος μιας και τα κτίρια είναι σχετικά απομακρυσμένα.

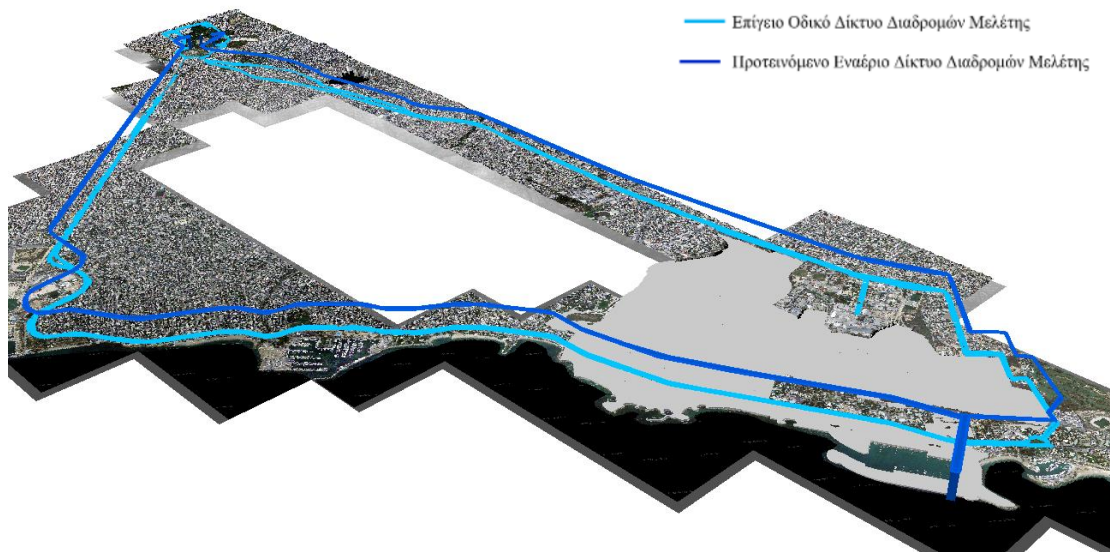
Παρακάτω ακολουθούν αποσπάσματα του εναερίου οδικού δικτύου (Εικόνα 31) και του επίγειου οδικού δικτύου (Εικόνα 32).



Εικόνα 31. Εναέριο Δίκτυο Ιπτάμενων Οχημάτων και για τις δύο διαδρομές.
Πηγή: ίδια επεξεργασία, εικόνες: κτηματολόγιο



Εικόνα 32. Επίγειο Οδικό Δίκτυο και για τις δύο διαδρομές.
Πηγή: ίδια επεξεργασία, ορθοφωτοχάρτες: κτηματολόγιο



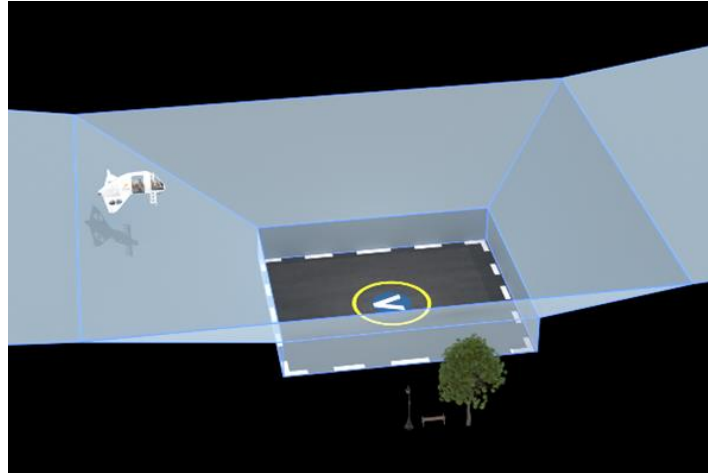
Εικόνα 33. Εναέριο και Επίγειο Οδικό Δίκτυο Περιοχή Μελέτης και για τις δύο διαδρομές.
 Πηγή: ίδια επεξεργασία, ορθοφωτοχάρτες: κτηματολόγιο

Στις Εικόνες Εικόνα 31, Εικόνα 32 Εικόνα 33, φαίνεται πως η διαδρομή από το εναέριο οδικό δίκτυο ξεκινάει από το μαρίνα και καταλήξει στην Λεωφόρο Βασιλίσσης Όλγας. Αυτό συμβαίνει διότι τα ιπτάμενα οχήματα τις αντίστοιχες επίγειες υποδομές ώστε να προσγειώνονται και να απογειώνονται. Επειδή λοιπόν, εντός της έκτασης του Ελληνικού δεν γίνεται να χωροθετηθεί μια τέτοια χρήση, διότι θα το υποβιβάσει, μια ιδέα είναι η δημιουργία Vertiports είτε πάνω στην επιφάνεια της θάλασσας, είτε πάνω στην Μαρίνα, και αντίστοιχα επί της Λεωφόρου Βασιλίσσης Όλγας., όπου ήδη έχει απαγορευτεί η κυκλοφορία των επίγειων οχημάτων. Οι τοποθεσίες αυτές προτείνονται για την δημιουργία Vertiports διότι είναι απαλλαγμένες από εμπόδια.



Εικόνα 34. Παράδειγμα Vertiport σε Μαρίνα.
 Πηγή:(Railway-News, 2021)

Όσον αφορά την Λεωφόρου Βασιλίσσης Όλγας η εγκαταστάσεις vertiports καλό θα ήταν να γίνουν σε σχήμα χοάνης (σύμφωνα με τις προδιαγραφές της EASA), έτσι θα διασφαλίζεται ότι τα VTOL μπορούν να εκτελούν απογειώσεις και προσγειώσεις τηρώντας τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς και τους περιορισμούς θορύβου σε ένα αστικό περιβάλλον.



Εικόνα 35. Παράδειγμα Vertiport σε σχήμα χοάνης.
Πηγή:(Vertiports in the Urban Environment, 2022)

Ακόμη, μέσω της μεθόδου Manhattan, ως βέλτιστη διαδρομή μεταξύ των τοποθεσιών Ελληνικού και Ζαπτείου υπολογίζεται αυτή των 9,3 km. Ο υπολογισμός της Manhattan παρουσιάζεται με το μέρος κώδικα που ακολουθεί:

```
from math import sqrt

def manhattan_distance(x1 , x2 ,y1 ,y2):

    x = x1 - x2
    y = y1 - y2
    absoluteX= abs(x)
    absoluteY = abs(y)
    distance = absoluteX + absoluteY
    return distance

x1 = 477155.876286
x2 = 476714.790654

y1 = 4193303.18578
y2 = 4202161.41979

manhattan_distance(x1 , x2 ,y1 ,y2)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ: 9299.32 m
```

Συνεπώς, ως η βέλτιστη διαδρομή θεωρείται η 1^η που είναι πιο κοντά στο αποτέλεσμα της Manhattan.

Όσον αφορά την διαφορά του χρόνου ταξιδιού συγκρίνοντας ένα ιπτάμενο όχημα με ένα επίγειο όχημα υπολογίστηκε με το εξής παράδειγμα:

Ένα ιπτάμενο όχημα Joby S4 λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του που αναγράφονται στον Πίνακα 4, η 1^η διαδρομή θα διαρκέσει περίπου 2 με 3 λεπτά ενώ η 2^η διαδρομή θα διαρκέσει περίπου 3,5 με 4,5 λεπτά. Αυτά βασίζονται στους παρακάτω υπολογισμούς.

1^η Διαδρομή:

- $Χρόνος = \frac{Απόσταση}{Ταχύτητα} = \frac{9,8 \text{ km}}{322 \text{ km/h}} \approx 0,03 \text{ h}$
- *Μετατρέποντας της ώρα σε λεπτά:*
- $0,03 \text{ h} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \approx 2 \text{ min}$

2^η Διαδρομή:

- $Χρόνος = \frac{Απόσταση}{Ταχύτητα} = \frac{18,3 \text{ km}}{322 \text{ km/h}} \approx 0,06 \text{ h}$
- *Μετατρέποντας της ώρα σε λεπτά:*
- $0,05 \text{ h} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \approx 3,5 \text{ min}$

Άρα, σύμφωνα με τους υπολογισμούς η διαφορά του χρόνου ταξιδιού μεταξύ επίγειου και εναέριου δικτύου είναι πολύ μεγάλη, ειδικά αν λάβει κανείς υπόψη του τις επιπλέον καθυστερήσεις σε φανάρια, και τυχόν ατυχήματα που συχνά προκύπτουν κατά την διάρκεια της κυκλοφορίας στο επίγειο οδικό δίκτυο.

Σύμφωνα με αυτά τα αποτελέσματα και με την μέθοδο Manhattan, η βέλτιστη διαδρομή τόσο στο εναέριο όσο και στο επίγειο οδικό δίκτυο είναι η 1^η, όμως αν ληφθούν υπόψη οι περιορισμοί της νομοθεσίας όσον αφορά το εναέριο δίκτυο μεταφοράς, προτιμότερη είναι η 2^η διαδρομή διότι τα ιπτάμενα οχήματα πετούν αρκετά μακριά από τα κτίρια καθόλα την διάρκεια της διαδρομής. Σε αντίθεση με την 1^η διαδρομή που μετα την λεωφόρο βουλιαγμένης το οδικό δίκτυο στενεύει σημαντικά με τα κτίρια να το περιβάλλουν.

Όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο θα γινόταν η ταυτόχρονη κίνηση των ιπτάμενων οχημάτων με διαφορετική κατεύθυνση προτείνεται να τηρούνται οι λωρίδες κυκλοφορίας, όπως γίνεται και στο επίγειο οδικό δίκτυο.

Συμπεράσματα

Μέχρι σήμερα, οι πτήσεις Urban Air Mobility (UAM) έχουν προχωρήσει σε σημαντικό βαθμό, αλλά εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν πολλούς περιορισμούς και προκλήσεις.

Τα θετικά στοιχεία είναι η τεχνολογική πρόοδος με τις οποίες τα ιπτάμενα οχήματα ολοένα και βελτιώνονται, και οι πτήσεις με αυτοματοποιημένα οχήματα χωρίς πιλότο γίνονται πιο εφικτές. Για αυτό ήδη πολλές εταιρείες και κυβερνήσεις πραγματοποιούν πιλοτικά προγράμματα και δοκιμές UAM για την αξιολόγηση της εφαρμοσιμότητάς τους στις αστικές περιοχές. Ακόμη υπάρχει αύξηση του ενδιαφέροντος για τα UAM γεγονός που έχει οδηγήσει σε σημαντικές επενδύσεις από τον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα.

Με την μελέτη που διεξάχθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι εμφανές προς η μεταφορές εντός του αστικού εναέριου χώρου είναι πιο σύντομες όταν γίνονται με ιπτάμενα οχήματα, από ότι με επίγεια μέσα, αλλά ακόμη ενέχουν σημαντικά ζητήματα σχετικά με την ασφάλεια, την νομοθεσία και τις επίγειες υποδομές.

Ειδικότερα, η ασφάλεια αποτελεί τον βασικό περιορισμό και πρόκληση για τις UAM πτήσεις. Οι πρόσθετες πτήσεις στον αέρα δημιουργούν νέους κινδύνους και πρέπει να αντιμετωπιστούν επαρκείς μέτρα ασφαλείας. Επιπλέον, οι πτήσεις UAM αντιμετωπίζουν πολλούς νομικούς και ρυθμιστικούς περιορισμούς, καθώς οι υπάρχουσες κανονιστικές δομές δεν έχουν προσαρμοστεί πλήρως στις νέες τεχνολογίες. Και η ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων υποδομών και η ολοκλήρωση των UAM στο υπάρχον οδικό δίκτυο απαιτεί έναν αρκετά καλό σχεδιασμό και συντονισμό μεταξύ αρχών και πολιτών.

Συνολικά, οι UAM πτήσεις έχουν μεγάλη δυνατότητα να αλλάξουν τον τρόπο μετακίνησης στις αστικές περιοχές, αλλά πρέπει να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις και να διασφαλιστεί η ασφάλειά τους προτού γίνουν ευρέως διαθέσιμες για το κοινό. Αν και ο τομέας των UAM ακόμη αναπτύσσεται μπορεί να αναγνωριστεί η δυνατότητα των γρήγορων μετακινήσεων στις πόλεις, συμπληρώνοντας τα υφιστάμενα επίγεια μέσα μεταφοράς, και αυτό συνεπάγεται την μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στο επίγειο δίκτυο μεταφορών. Ακόμη, οι μεταφορές αυτές θα μπορούσαν να βελτιώσουν την προσβασιμότητα σε απομακρυσμένες περιοχές, νησιά ή απόκεντρες περιοχές που δυσκολεύονται να εξυπηρετηθούν από τα συμβατικά μέσα μεταφοράς.

Επιπλέον, οι ηλεκτρικές και υβριδικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα UAM μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην προώθηση της βιωσιμότητας.

Σίγουρα περαιτέρω έρευνα χρειάζεται ο τρόπος με τον οποίο θα επιτευχθεί όλη αυτή η ιδέα αστικών πτήσεων, ώστε να υπάρχει ένα ασφαλές περιβάλλον για όλους, και χωρίς να παραβιάζονται τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα των πολιτών. Επιπλέον, πρέπει να διερευνηθεί ποιες διαδρομές θα πρέπει να δημιουργηθούν οι οποίες θα ενώνουν τους πόλους έλξης των πόλεων, πως θα ρυθμίζεται η κυκλοφορία αυτή και φυσικά που θα τοποθετούνται εγκαταστάσεις vertiports.

Τα παραπάνω συμπεράσματα αντιπροσωπεύουν την τρέχουσα κατάσταση και τις προοπτικές της UAM τεχνολογίας. Καθώς ο τομέας εξελίσσεται, αναμένεται να προκύψουν νέες προκλήσεις και ευκαιρίες που θα απαιτήσουν περαιτέρω έρευνα.

Βιβλιογραφία

- 1) 3 Ανάλυση Κυκλοφοριακής Ικανότητας.pdf. Retrieved July 7, 2023, from <https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS371/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/3%20%CE%91%CE%BD%CE%AC%CE%BB%CF%85%CF%83%CE%B7%20%CE%9A%CF%85%CE%BA%CE%BB%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%82%20%CE%99%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82.pdf>
- 2) admin. (2015, June 23). Τι είναι το FIR; Αμυντικά και Στρατιωτικά Θέματα. <https://defensegr.wordpress.com/2015/06/23/ti-einai-to-fir/>
- 3) Anderson, F. (2016). Northrop: An Aeronautical History. Wipf and Stock Publishers.
- 4) Barrado, C., Boyero, M., Brucculeri, L., Ferrara, G., Hately, A., Hullah, P., Martin-Marrero, D., Pastor, E., Rushton, A. P., & Volkert, A. (2020). U-space concept of operations: A key enabler for opening airspace to emerging low-altitude operations. *Aerospace*, 7(3), 24.
- 5) Bauranov, A., & Rakas, J. (2021a). Designing airspace for urban air mobility: A review of concepts and approaches. *Progress in Aerospace Sciences*, 125, 100726. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2021.100726>
- 6) Bauranov, A., & Rakas, J. (2021b). Designing airspace for urban air mobility: A review of concepts and approaches. *Progress in Aerospace Sciences*, 125, 100726. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2021.100726>
- 7) Bell Nexus. Bell Flight. Retrieved June 22, 2023, from <https://www.bellflight.com/products/bell-nexus>
- 8) Blade to offer \$975 helicopter rides to Coachella—L.A. Business First. Retrieved July 16, 2023, from <https://www.bizjournals.com/losangeles/news/2022/04/12/blade-to-offer-975-helicopter-rides-from-la-to.html>

- 9) Chamola, V., Kotesch, P., Agarwal, A., Naren, Gupta, N., & Guizani, M. (2021). A Comprehensive Review of Unmanned Aerial Vehicle Attacks and Neutralization Techniques. *Ad Hoc Networks*, 111, 102324. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2020.102324>
- 10) Cohen, A. P., Shaheen, S. A., & Farrar, E. M. (2021). Urban Air Mobility: History, Ecosystem, Market Potential, and Challenges. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(9), 6074–6087. <https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3082767>
- 11) Conwell, S. L., Stewart, J. E., Martin, M. J., & Shattuck, L. G. (2016). Evolution of Human Systems Integration for Remotely Piloted Aircraft Systems. *Remotely Piloted Aircraft Systems: A Human Systems Integration Perspective: A Human Systems Integration Perspective*, 15–39.
- 12) Courtin, C., & Hansman, R. J. (2019). Model development for a comparison of VTOL and STOL electric aircraft using geometric programming. *AIAA Aviation 2019 Forum*, 3477.
- 13) Debyser, A. (2023). Αεροπορικές μεταφορές: Ενιαίος Ευρωπαϊκός Ουρανός.
- 14) Dekoulis, G. (2018). Introductory Chapter: Drones. In G. Dekoulis (Ed.), *Drones—Applications*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76943>
- 15) Dwivedi, V. (2023, June 1). Scaling BVLOS Operations through Robust Connectivity & Autonomy Infrastructure. *FlytBase*. <https://medium.com/flytbase/scaling-bvlos-operations-through-robust-connectivity-autonomy-infrastructure-fa16b457b45f>
- 16) EASA By Country. EASA. Retrieved July 7, 2023, from <https://www.easa.europa.eu/en/domains/international-cooperation/easa-by-country>
- 17) EHang | UAM - Passenger Autonomous Aerial Vehicle (AAV). Retrieved June 24, 2023, from <https://www.ehang.com/ehangaav/>
- 18) EUROCONTROL Area | Aviation Intelligence Unit Portal. (Retrieved July 7, 2023, from <https://ansperformance.eu/definition/eurocontrol-area/>
- 19) European Union Aviation Safety Agency | European Union. Retrieved July 1, 2023, from <https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and->

bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-union-aviation-safety-agency-easa_en

- 20) Eve Air Mobility Eve V3 (concept Design). Retrieved June 22, 2023, from <https://evtol.news/embraer>
- 21) Flemons, K., Baylis, B., Khan, A. Z., Kirkpatrick, A. W., Whitehead, K., Moeini, S., Schreiber, A., Lapointe, S., Ashoori, S., & Arif, M. (2022). The use of drones for the delivery of diagnostic test kits and medical supplies to remote First Nations communities during Covid-19. *American Journal of Infection Control*, 50(8), 849–856.
- 22) Garrow, L. A., German, B. J., & Leonard, C. E. (2021). Urban air mobility: A comprehensive review and comparative analysis with autonomous and electric ground transportation for informing future research. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 132, 103377. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103377>
- 23) Gupta, S. G., Ghonge, D. M., & Jawandhiya, P. M. (2013). Review of unmanned aircraft system (UAS). *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume*, 2.
- 24) Hall, A. R., & Coyne, C. J. (2014). The political economy of drones. *Defence and Peace Economics*, 25(5), 445–460.
- 25) Hiebert, B., Nouvet, E., Jeyabalan, V., & Donelle, L. (2020). The application of drones in healthcare and health-related services in north america: A scoping review. *Drones*, 4(3), 30.
- 26) Hirschberg, M. (2010). To boldly go where no unmanned aircraft has gone before: A half-century of DARPA’s contributions to unmanned aircraft. 48th AIAA Aerospace Sciences Meeting Including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition, 158.
- 27) <https://www.facebook.com/airbus>. (2021, July 1). Vahana | Airbus. <https://www.airbus.com/en/innovation/low-carbon-aviation/urban-air-mobility/cityairbus-nextgen/vahana>
- 28) Huttunen, M. (2019). The U-space Concept. *Air and Space Law*, 44(Issue 1), 69–89. <https://doi.org/10.54648/AILA2019005>

- 29)** Introducing Uber Copter | Uber Blog. Retrieved July 16, 2023, from <https://www.uber.com/blog/new-york-city/uber-copter/>
- 30)** Jaunt Air Mobility Named as New Uber Elevate Partner. (2019, June 17). TransportUP. <https://transportup.com/headlines-breaking-news/jaunt-air-mobility-named-as-new-uber-elevate-partner/>
- 31)** Joby Aviation S4 Program | Aviation Week Network. Retrieved June 22, 2023, from <https://aviationweek.com/aerospace/advanced-air-mobility/joby-aviation-s4-program>
- 32)** Johnson, E. R. (2016). American flying boats and amphibious aircraft: An illustrated history. McFarland.
- 33)** Keane, J. F., & Carr, S. S. (2013). A brief history of early unmanned aircraft. Johns Hopkins APL Technical Digest, 32(3), 558–571.
- 34)** Li, J., Yang, R., Li, C., Zhou, Y., & Huang, L. (2023a). Initial Research on The Vertiport for The Urban Air Mobility. Proceedings of the 2nd International Conference on Information, Control and Automation, ICICA 2022, December 2-4, 2022, Chongqing, China. Proceedings of the 2nd International Conference on Information, Control and Automation, ICICA 2022, December 2-4, 2022, Chongqing, China. <https://doi.org/10.4108/eai.2-12-2022.2327966>
- 35)** Li, J., Yang, R., Li, C., Zhou, Y., & Huang, L. (2023b). Initial Research on The Vertiport for The Urban Air Mobility. Proceedings of the 2nd International Conference on Information, Control and Automation, ICICA 2022, December 2-4, 2022, Chongqing, China. Proceedings of the 2nd International Conference on Information, Control and Automation, ICICA 2022, December 2-4, 2022, Chongqing, China, Chongqing, People's Republic of China. <https://doi.org/10.4108/eai.2-12-2022.2327966>
- 36)** LIFT Aircraft HEXA. Retrieved June 22, 2023, from <https://evtol.news/lift-hexa>
- 37)** Lilium Jet—The First Electric VTOL (eVTOL) Jet—Lilium. Retrieved June 22, 2023, from <https://lilium.com/jet>
- 38)** Member States. Retrieved July 7, 2023, from <https://www.icao.int/about-icao/Pages/member-states.aspx>

- 39)** Miller, J. B., & Grasse, T. B. (1988). Unmanned air vehicles-real time intelligence without the risk. Naval Postgraduate School.
- 40)** MQ-1B Predator. Air Force. Retrieved July 16, 2023, from <https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104469/mq-1b-predator/https%3A%2F%2Fwww.af.mil%2FAbout-Us%2FFact-Sheets%2FDisplay%2FArticle%2F104469%2Fmq-1b-predator%2F>
- 41)** Perperidou, D. G., & Kirgiafinis, D. (2023a). Urban Air Mobility (UAM) Integration to Urban Planning. In E. G. Nathanail, N. Gavanis, & G. Adamos (Eds.), *Smart Energy for Smart Transport* (pp. 1676–1686). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23721-8_130
- 42)** Perperidou, D. G., & Kirgiafinis, D. (2023b). Urban Air Mobility (UAM) Integration to Urban Planning. In E. G. Nathanail, N. Gavanis, & G. Adamos (Eds.), *Smart Energy for Smart Transport* (pp. 1676–1686). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23721-8_130
- 43)** Perperidou, D.-G., Sigizis, K., & Chotza, A. (2021). 3D Underground Property Rights of Transportation Infrastructures: Case Study of Piraeus Metro Station, Greece. *Sustainability*, 13(23), 13162. <https://doi.org/10.3390/su132313162>
- 44)** Preis, L. (2023). Estimating vertiport passenger throughput capacity for prominent eVTOL designs. *CEAS Aeronaut J.* <https://doi.org/10.1007/s13272-023-00650-5>
- 45)** Prisacariu, V. (2017). The history and the evolution of UAVs from the beginning till the 70s. *Journal of Defense Resources Management (JoDRM)*, 8(1), 181–189.
- 46)** Qureshi, K. N., & Abdullah, A. H. (2013). A survey on intelligent transportation systems. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 15(5), 629–642.
- 47)** Railway-News. (2021, December 15). Volocopter VoloPort: The Efficient & Ready-Made Vertiport Network Solution. *Future Transport-News.* <https://futuretransport-news.com/volocopter-voloport-the-efficient-ready-made-vertiport-network-solution/>
- 48)** Ryan Firebee BQM-34A “Drone.”. Retrieved July 16, 2023, from <https://www.combatairmuseum.org/aircraft/ryanbqm34afirebee.html>

- 49)** Schuchardt, B. I., Geister, D., Lüken, T., Knabe, F., Metz, I. C., Peinecke, N., & Schweiger, K. (2023). Air Traffic Management as a Vital Part of Urban Air Mobility—A Review of DLR’s Research Work from 1995 to 2022. *Aerospace*, 10(1), 81. <https://doi.org/10.3390/aerospace10010081>
- 50)** Schweiger, K., Knabe, F., & Korn, B. (2022). An exemplary definition of a vertidrome’s airside concept of operations. *Aerospace Science and Technology*, 125, 107144. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2021.107144>
- 51)** Spitzer, P. (2004). Boeing as a Start-up Company, 1915-1917. *The Pacific Northwest Quarterly*, 95(3), 140–148.
- 52)** Straubinger, A., Rothfeld, R., Shamiyeh, M., Büchter, K.-D., Kaiser, J., & Plötner, K. O. (2020). An overview of current research and developments in urban air mobility – Setting the scene for UAM introduction. *Journal of Air Transport Management*, 87, 101852. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101852>
- 53)** The Future of Urban Air Mobility: EVA - BLADE. Retrieved July 16, 2023, from <https://www.blade.com/UAM-eva>
- 54)** understandingempire. (2016, February 3). The Urbanization of Drone Warfare: Policing Surplus Populations in the Dronepolis. *Understanding Empire: Technology, Power, Politics*. <https://understandingempire.wordpress.com/2016/02/03/the-urbanization-of-drone-warfare-policing-surplus-populations-in-the-dronepolis/>
- 55)** U-space workshop – From the concept to the implementation—Hybrid event (partially online and partially on-site). (2023, June 22). EASA. <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/events/u-space-workshop-concept-implementation>
- 56)** Vertiports in the Urban Environment. (2022, March 24). EASA. <https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/vertiports-urban-environment>
- 57)** Villasenor, J. (2014). “Drones” and the future of domestic aviation [Point of View]. *Proceedings of the IEEE*, 102(3), 235–238.
- 58)** VoloRegion. Volocopter. Retrieved June 23, 2023, from <https://www.volocopter.com/solutions/voloregion/>

- 59) Wisk's Previous 5 Generations of Aircraft. Wisk. Retrieved June 22, 2023, from <https://wisk.aero/generations/>
- 60) yuliansyahmnatsirk, sairamsalim. Airspace Made Easy. Retrieved July 7, 2023, from <https://14daypilot.com/aviator-blog/read/airspace-made-easy>
- 61) ΑΓΑΣ, Π. Α., & ΚΑΡΑΜΟΥΤΑΣ, Σ. Α. (2021). Εναέρια εποπτικά μέσα (drones) σε θερμοκηπιακές μονάδες.
- 62) Αεροπορικές μεταφορές: Ασφάλεια της πολιτικής αεροπορίας | Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση | Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2023a, March 31). <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/132/αεροπορικες-μεταφορες-ασφαλεια-της-πολιτικης-αεροποριας>
- 63) Αεροπορικές μεταφορές: Κανόνες της αγοράς | Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση | Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2023b, March 31). <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/131/αεροπορικες-μεταφορες-κανονες-της-αγορας>
- 64) Αντωνιάδη, Α. (2012). Η δυναμική της αεροναυτιλίας στην Ευρώπη και η θέση της Ελλάδας κατά τη συγκριτική αξιολόγηση των παροχών αεροναυτιλίας και των λειτουργικών τμημάτων του εναέριου χώρου των χωρών που συμμετέχουν στο EUROCONTROL.
- 65) Κατσίκας, Κ. (2019). Η Έρευνα και Διάσωση στον θαλάσσιο χώρο ευθύνης της Ελλάδας στο Αιγαίο Πέλαγος.
- 66) Λέλη, Α. (2017). Σχέση συνόρου και κρατικού συμφέροντος με βάση το διεθνές δίκαιο της θάλασσας, εναέριου χώρου και διαστήματος.
- 67) Παπαδόπουλος, Σ. (2022). Εθνικός εναέριος χώρος: Αμφισβητήσεις και αντικρούσεις.
- 68) Πλαϊτή, Α. (2022). Ευφυή συστήματα μεταφορών στον ελλαδικό χώρο.
- 69) Σανσαρίδης, Σ. (2020). Νομικές προεκτάσεις από τη διάδοση της χρήσης των drones.

- 70)** Τοπούζας, Α. (2011). Πολιτική Αεροπορία: Το διεθνές περιβάλλον, το νομικό καθεστώς, η οργανωτική δομή, η λειτουργία, οι υπηρεσίες που παρέχονται, το ανθρώπινο δυναμικό, η ποιότητα των υπηρεσιών και οι σχέσεις με τρίτους.
- 71)** Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας—Αερομεταφορές. Retrieved July 4, 2023, from <http://www.yra.gr/air-transport/>
- 72)** Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας—Αρμοδιότητες. Retrieved July 3, 2023, from <http://www.yra.gr/profile/activities/>