



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΣΤΗΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΓΓΕΛΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΘΕΜΑ: «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΔΗΓΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΘΗ ΧΡΗΣΗ DRONE ΣΕ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ »

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΒΑΡΣΑΜΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

Ιανουάριος 2024, Σέρρες

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: DRONES - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1. Εισαγωγή.....	7
1.2. Κατηγοριοποίηση Drones.....	8
1.2.1. Κατηγοριοποίηση UAVs.....	9
1.2.1.1. HTOL drones.....	11
1.2.1.2. VTOL drones.....	12
1.2.1.3. UAVs με κλίση ρότορα.....	12
1.2.1.4. UAVs με κλίση πτερυγών.....	13
1.2.1.5. UAV με κλίση σώματος.....	13
1.2.2. Κατηγοριοποίηση μUAVs.....	13
1.2.3. Κατηγοριοποίηση MAVs (Micro Air Vehicles).....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΡΗΣΗΣ DRONES	18
2.1. Ορισμός drone.....	18
2.2. Κατηγοριοποίηση των drones.....	18
2.3. Μέγιστο ύψος πτήσης.....	19
2.4. Υποκατηγορίες της ανοικτής κατηγορίας.....	20
2.5. Απαιτήσεις εκπαίδευσης.....	22
2.6. Υποχρεώσεις χειριστών.....	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ DRONES	26
3.1. Τυπικοί Έλικες	26
3.2. Έλικες ώθησης	27
3.3. Κινητήρες Χωρίς Ψήκτες	28
3.4. Σύστημα Προσγείωσης	29
3.5. Ηλεκτρονικός ελεγκτής ταχύτητας	30
3.6. Ελεγκτής πτήσης	31
3.7. Πομπός και δέκτης	32
3.8. LiDAR	33
3.9. Κάμερες	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ DRONES	36
4.1. Ασφάλεια, παρακολούθηση και επιτήρηση	36
4.2. Διαχείριση Καταστροφών	37
4.3. Τηλεπισκόπηση	38
4.4. Έρευνα και διάσωση	39
4.5. Επιθεώρηση κατασκευών και υποδομών	41
4.6. Γεωργία ακριβείας	42
4.7. Παρακολούθηση της οδικής κυκλοφορίας	43
4.8. Αυτοματοποιημένη Αποκατάσταση Δασών	45

4.9. Επιθεώρηση εναέριων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας	47
4.10. Υγεία	48
Συμπεράσματα.....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ	51

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1: Κατηγοριοποίηση των drones	8
Εικόνα 2: Παραδείγματα UAVs	10
Εικόνα 3: Παραδείγματα μUAVs	14
Εικόνα 4: Παραδείγματα MAVs	16
Εικόνα 5: Μέγιστο ύψος	19
Εικόνα 6: Υποκατηγορία A1	20
Εικόνα 7: Υποκατηγορία A2	21
Εικόνα 8: Υποκατηγορία A3	22
Εικόνα 9: Παράδειγμα τυπικών ελίκων	26
Εικόνα 10: Παράδειγμα ελίκων ώθησης	28
Εικόνα 11: Παράδειγμα κινητήρα χωρίς ψήκτρα	29
Εικόνα 12: Παράδειγμα εξοπλισμού προσγείωσης drone	30
Εικόνα 13: Παράδειγμα ηλεκτρονικού ελεγκτή ταχύτητας	31
Εικόνα 14: Παράδειγμα ελεγκτή πτήσης	32
Εικόνα 15: Παράδειγμα πομπού και δέκτη	33
Εικόνα 16: Χρήση Drone για επιτήρηση	36
Εικόνα 17: Χρήση Drone σε φυσική καταστροφή	38

Εικόνα 18: Drones και τηλεπισκόπηση	39
Εικόνα 19: Χρήση Drone για έρευνα και διάσωση	40
Εικόνα 20: Drones και επιθεώρηση κατασκευών	41
Εικόνα 21: Drones και γεωργία ακριβείας	43
Εικόνα 22: Drones και οδική κυκλοφορία	45
Εικόνα 23: Drones και αυτοματοποιημένη αποκατάσταση δασών	46
Εικόνα 24: Drones και επιθεώρηση δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας	47
Εικόνα 25: Drones και παροχή ιατρικής βοήθειας	48

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά παραδειγμάτων UAVs	11
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά παραδειγμάτων μUAVs	15
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά παραδειγμάτων MAVs	17
Πίνακας 4: Υποχρεώσεις χειριστών πριν την πτήση	24
Πίνακας 5: Υποχρεώσεις χειριστών κατά την διάρκεια της πτήσης	25

Περίληψη

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, αρχικά πραγματοποιήθηκε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση όσο αφορά τις κατηγορίες των drones, παρουσιάζοντας τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά, αλλά και περιπτώσεις drones που ανήκουν στην κάθε κατηγορία. Στην συνέχεια παρουσιάστηκε το κανονιστικό πλαίσιο, το οποίο σχετίζεται με την χρήση των drones στην Ελλάδα, παραθέτοντας τις αντίστοιχες προδιαγραφές, αλλά την διαδικασία αδειοδότησης χρήσης drones. Ακολούθησε αναλυτική παρουσίαση του εξοπλισμού των drones, δίνοντας έμφαση στους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται. Τέλος παρατέθηκαν ενδεικτικοί τομείς εφαρμογής της χρήσης των drones.

Abstract

In the context of this thesis, initially a literature review was carried out regarding the categories of drones, presenting their technical characteristics, as well as cases of drones belonging to each category. The regulatory framework, which is related to the use of drones in Greece, was presented, listing the corresponding specifications, but also the licensing procedure for the use of drones. This was followed by a detailed presentation of the equipment of the drones, emphasizing the sensors used. Finally, there are some examples of the use of drones.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: DRONES - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Εισαγωγή

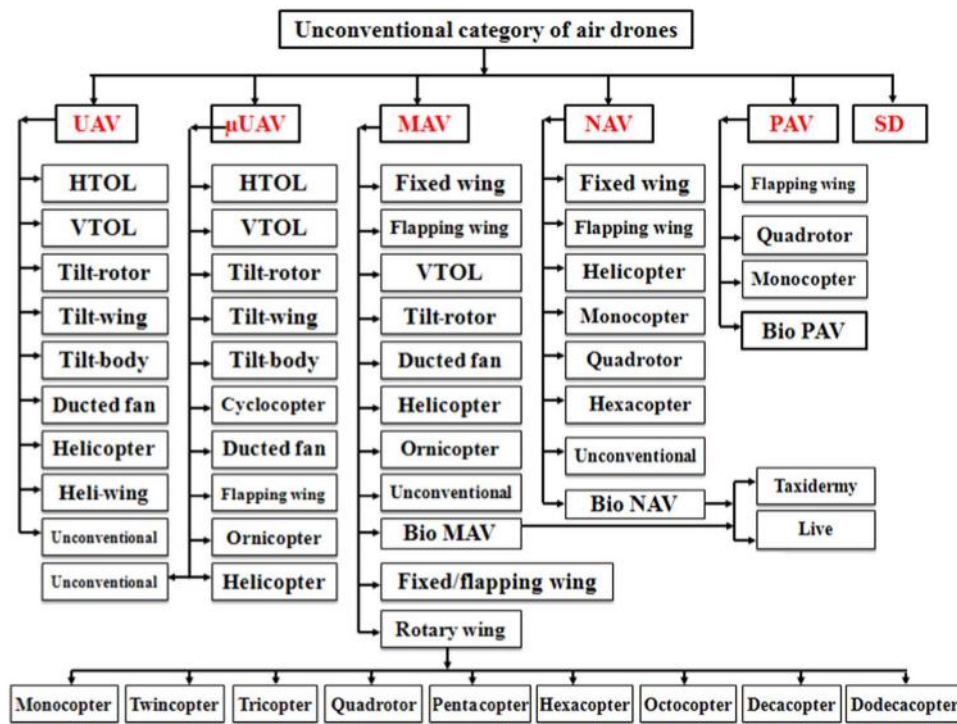
Τα drones [1][2] είναι ιπτάμενα ρομπότ που περιλαμβάνουν τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (UAVs) που πετούν χιλιάδες χιλιόμετρα και τα μικρά drones που πετούν σε περιορισμένους χώρους. Τα εναέρια οχήματα που δεν μεταφέρουν άνθρωπο χειριστή, πετούν εξ αποστάσεως ή αυτόνομα και μεταφέρουν θανατηφόρα ή μη θανατηφόρα ωφέλιμα φορτία θεωρούνται μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Αντίθετα, ένα βαλλιστικό ή ημι-βαλλιστικό όχημα, οι πύραυλοι Κρουζ, τα βλήματα πυροβολικού, οι τορπίλες, νάρκες και δορυφόροι δεν μπορούν να θεωρηθούν ως μη επανδρωμένα αεροσκάφη.

Οι εξελίξεις στην κατασκευή, την πλοήγηση, τις δυνατότητες τηλεχειρισμού και τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας κατέστησαν δυνατή την ανάπτυξη ενός ευρέος φάσματος μη επανδρωμένων αεροσκαφών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες καταστάσεις, όπου η παρουσία ανθρώπων είναι δύσκολη, αδύνατη ή επικίνδυνη. Τα ιπτάμενα ρομπότ για στρατιωτική επιτήρηση, πλανητική εξερεύνηση και έρευνα και διάσωση έχουν λάβει τη μεγαλύτερη προσοχή τα τελευταία χρόνια. Ανάλογα με τις αποστολές πτήσης των αεροσκαφών, το μέγεθος και ο τύπος του εγκατεστημένου εξοπλισμού διαφοροποιούνται.

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα των drones έχουν οδηγήσει σε πραγματοποίηση αρκετών μελετών, με στόχο να επικεντρωθούν στη βελτιστοποίηση και την ενίσχυση των επιδόσεων λειτουργίας τους. Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, τα αεροσκάφη επωφελούνται από τη δυνατότητα εκτέλεσης ποικίλων επιχειρήσεων, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης, της περιπολίας, της προστασίας, και της μεταφοράς φορτίων.

1.2. Κατηγοριοποίηση Drones

Τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω της ανάπτυξης ενός μικρότερου αεροσκάφους που ονομάζεται micro air vehicle, οι απαιτήσεις για αποστολές πληροφοριών έχουν αυξηθεί. Ως εκ τούτου, στις μέρες μας, υπάρχει μια σοβαρή προσπάθεια σχεδιασμού και κατασκευής αεροσκαφών που είναι πολύ μικρά και χρησιμοποιούνται σε ειδικές αποστολές. Αυτές οι προσπάθειες έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη διαφορετικών τύπων μικρών αεροσκαφών με διάφορα σχήματα και τρόπους πτήσης. Στο επόμενο σχήμα, παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη ταξινόμηση όλων των υφιστάμενων drones.



Εικόνα 1: Κατηγοριοποίηση των drones

Γενικά, τα αεροσκάφη μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Χαρακτηριστικά όπως το βάρος, το άνοιγμα των φτερών, το φορτίο των φτερών, το εύρος, το μέγιστο υψόμετρο, η ταχύτητα, η αντοχή και το κόστος

παραγωγής, είναι σημαντικές παράμετροι σχεδιασμού που διακρίνουν διαφορετικούς τύπους drones. Επιπλέον, τα αεροσκάφη μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τους τύπους κινητήρων τους.

Για παράδειγμα, τα UAVs συχνά χρησιμοποιούν κινητήρες καυσίμου και τα MAVs χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κινητήρες. Επιπροσθέτως, οι τύποι συστημάτων πρόωσης που χρησιμοποιούνται στα drones είναι διαφορετικοί με βάση τα μοντέλα τους.

1.2.1. Κατηγοριοποίηση UAVs

Οι κύριες πτυχές που διακρίνουν τα UAVs από άλλους τύπους μικρών drones (όπως τα MAVs και τα NAVs) περιλαμβάνουν τον επιχειρησιακό σκοπό του οχήματος, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή του, και την πολυπλοκότητα και το κόστος του συστήματος ελέγχου. Τα UAVs ποικίλλουν σε μέγεθος και διαμόρφωση. Για παράδειγμα, μπορεί να έχουν άνοιγμα φτερών τόσο ευρύ όσο ένα Boeing 737 ή μικρότερο από ένα ραδιοελεγχόμενο drone.

Διαφορετικές απαιτήσεις αποστολής δημιούργησαν διάφορους τύπους UAVs. Για το λόγο αυτό, είναι συχνά χρήσιμο να κατηγοριοποιούνται τα UAV από την άποψη των δυνατοτήτων αποστολής τους.

Στην επόμενη εικόνα, παρουσιάζονται 9 διαφορετικές περιπτώσεις drones που ανήκουν στην κατηγορία των UAVs:



Εικόνα 2: Παραδείγματα UAVs

Στον επόμενο πίνακα, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των 9 παραπάνω τύπων UAVs. Πιο συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά τα οποία παρατίθενται είναι:

- Όνομα
- Κατασκευαστής
- Βάρος
- Άνοιγμα Φτερών

Περίπτωση	Όνομα	Κατασκευαστής	Βάρος (kg)	Ανοιγμα Φτερών (m)
a	RQ-4 Global Hawk	Northrop Grumman	14,628	39.9
b	SkyTote	AeroVironment	110	2.4
c	Bell Eagle Eye	Bell Helicopter	1020	7.37
d	UAV Quad Tilt Wing	cúa GH Craft Ltd	23	2
e	Specs (Model 100-60)	Freewing Tilt-Body technology (USA)	215	4.9
f	V-bat	MARTINUAV	31	2.74
g	MQ-8 Fire Scout	Northrop Grumman	225 έως 1430	8.4
h	Boeing X-50 Dragonfly	Boeing and DARPA	645	2.71
i	Air Jelly	Festo	-	-

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά παραδειγμάτων UAVs

1.2.1.1. HTOL drones

Τα HTOL (Horizontal Takeoff and Landing) drones απογειώνονται και προσγειώνονται με τρόπο παρόμοιο με τα συμβατικά αεροπλάνα. Απαιτούν διάδρομο ή επίπεδη επιφάνεια για απογείωση και προσγείωση. Αυτά τα αεροσκάφη έχουν συνήθως σταθερά φτερά, παρόμοια με τα παραδοσιακά αεροπλάνα, και βασίζονται στην προώθηση προς τα εμπρός για ανύψωση κατά τη διάρκεια της

πτήσης. Επιπλέον, είναι κατάλληλα για αποστολές που απαιτούν πτήση μεγάλης εμβέλειας και συνεχή εναέρια επιτήρηση. Συχνά χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπως χαρτογράφηση, γεωργία και παράδοση φορτίου.

1.2.1.2. VTOL drones

Αντίστοιχα, τα VTOL (Vertical Takeoff and Landing) αεροσκάφη είναι ικανά να απογειώνονται και να προσγειώνονται κάθετα, όπως ένα ελικόπτερο ή ένα τετρακόπτερο. Δεν απαιτούν διάδρομο ή μακρά επίπεδη επιφάνεια για την εκτέλεση των λειτουργιών τους. Επιπλέον, τα VTOL αεροσκάφη έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να αιωρούνται στη θέση τους, καθιστώντας τα κατάλληλα σε περιπτώσεις που περιλαμβάνουν πτήση σε στάση ή χαμηλή ταχύτητα, καθώς και για λειτουργίες σε περιορισμένους χώρους ή περιοχές με περιορισμένη υποδομή. Τέλος, είναι δημοφιλή για εφαρμογές όπως λήψη αεροφωτογραφιών, επιθεώρηση υποδομής και στρατιωτική αναγνώριση.

1.2.1.3. UAVs με κλίση ρότορα

Στην περίπτωση αυτή, τα drones έχουν ρότορες τοποθετημένους στα φτερά που μπορούν να κλίνουν μεταξύ κάθετων και οριζόντιων θέσεων. Σε κάθετη λειτουργία, λειτουργούν σαν ελικόπτερο, επιτρέποντας κάθετη απογείωση και προσγείωση (VTOL). Μόλις βρεθούν στον αέρα, οι ρότορες μπορούν να γέρουν σε οριζόντια θέση, επιτρέποντας στο UAV να πετάει σαν αεροσκάφος σταθερής πτέρυγας, το οποίο είναι πιο αποτελεσματικό για πτήσεις μεγάλης εμβέλειας και υψηλής ταχύτητας. Τα UAV με κλίση ρότορα συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα τόσο των ελικοπτέρων όσο και των αεροσκαφών σταθερής πτέρυγας.

1.2.1.4. UAVs με κλίση πτερύγων

Τα UAVs με κλίση πτερύγων διαθέτουν φτερά που μπορούν να περιστρέφονται μεταξύ κάθετων και οριζόντιων προσανατολισμών, παρόμοια με τα UAV με κλίση ρότορα. Αυτή η δυνατότητα τους επιτρέπει να μεταβαίνουν μεταξύ κάθετης απογείωσης και προσγείωσης και οριζόντιων τρόπων πτήσης. Επιπλέον, τα UAVs με κλίση πτέρυγας προσφέρουν παρόμοια ευελιξία με τα UAV με κλίση ρότορα, αλλά διαθέτουν διαφορετική διαμόρφωση πτέρυγας.

1.2.1.5. UAV με κλίση σώματος

Τα UAVs με κλίση σώματος διαθέτουν άτρακτο που μπορεί να κλίνει μεταξύ κάθετων και οριζόντιων θέσεων. Αυτός ο σχεδιασμός τους επιτρέπει να εναλλάσσονται μεταξύ κάθετης λειτουργίας για απογείωση και προσγείωση και οριζόντιας λειτουργίας για πτήση προς τα εμπρός. Επιπλέον, τα UAVs με κλίση σώματος διαθέτουν συχνά μοναδικό και συμπαγές σχεδιασμό σε σύγκριση με τα αεροσκάφη με κλίση ρότορα και πτέρυγα κλίσης.

1.2.2. Κατηγοριοποίηση μUAVs

Ένα μUAV ή μικρό UAV είναι ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος αρκετά μικρό. Συνήθως εκτοξεύεται με το χέρι και δεν χρειάζεται διάδρομο για απογείωση. Τα μUAVs είναι μεγαλύτερα σε σχέση τα Micro Air Vehicles (MAVs), αλλά μπορούν να μεταφερθούν από στρατιώτη και μικρότερα από τα UAV που δεν μπορούν να μεταφερθούν και να εκτοξευτούν με το χέρι. Επιπλέον, τα μUAVs ποικίλλουν ευρέως όσο αφορά τις διαμορφώσεις τους. Όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα, τα μUAVs μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε:

- ΗΤΟΛ
- VΤΟΛ
- υβριδικό μοντέλο
- ελικόπτερο
- ορνιθόπτερο
- ορνικόπτερο,
- κυκλοκόπτερο
- μη συμβατικός τύπος



Εικόνα 3: Παραδείγματα μUAVs

Ο αντίστοιχος πίνακας με τα χαρακτηριστικά των παραπάνω παραδειγμάτων μUAVs:

Περίπτωση	Όνομα	Κατασκευαστής	Βάρος (kg)	Ανοιγμα Φτερών (m)
a	Q-11 Raven	AeroVironment	1.91	1.3
b	HeliSpy II	Micro Autonomous Systems LLC, USA	2	-
c	ITU Tilt-Roto	Turkish UAV Research	-	-
d	QUX-02	Japan Aerospace Exploration Agency	3.4	1.38
f	T-Hawk	DARPA	-	-
g	Sniper 032	Alpha Unmanned Systems	-	1.8
h	SmartBird	FESTO	0.45	1.96
j	Cyclocopter ADEX	Korean Aerospace Research Institut	-	-

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά παραδειγμάτων μUAVs

1.2.3. Κατηγοριοποίηση MAVs (Micro Air Vehicles)

Τα αεροπλάνα τύπου MAV είναι μικρά αεροπλάνα συνήθως με μήκος μικρότερο από 100 cm και βάρος μικρότερο από 2 kg. Αυτά τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη ομαδοποιούνται σε εννέα κατηγορίες:

- σταθερής πτέρυγας
- πτερυγικής πτέρυγας
- VTOL
- περιστροφικής πτέρυγας
- tilt-rotor
- ducted fan
- ελικόπτερο
- ορνικόπτερο
- μη συμβατικός τύπος

Ακολουθούν παραδείγματα που ανήκουν στην συγκεκριμένη κατηγορία:



Εικόνα 4: Παραδείγματα MAVs

Και ο αντίστοιχος πίνακας με τα χαρακτηριστικά των παραδειγμάτων:

Περίπτωση	Όνομα	Κατασκευαστής	Βάρος	Άνοιγμα Φτερών
A	Inverse Zimmerman	Isfahan University of Technology	430 g	43.2 cm
b	Thunder I	Isfahan University of Technology	350 g	70 cm
C	NPS flapping- wing	Naval Postgraduate School	14 g	23 cm
D	Apollo	IdeaFly	1200 g	35 cm
E	VTOL UAS	Cranfield Aerospace Solutions	-	-
F	GFS 7	JL Naudin	526 g	60 cm

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά παραδειγμάτων MAVs

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΡΗΣΗΣ DRONES

Στα πλαίσια του συγκεκριμένου κεφαλαίου, παρουσιάζονται οι βασικές αρχές του κανονιστικού πλαισίου [3] που έχει τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και επομένως εφαρμόζεται από την χώρα μας όσο αφορά την χρήση των drones. Τα στοιχεία έχουν αντληθεί από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας.

2.1. Ορισμός drone

Ως «μη επανδρωμένο αεροσκάφος» θεωρείται κάθε αεροσκάφος που λειτουργεί ή έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί αυτόνομα ή να οδηγείται εξ αποστάσεως, χωρίς χειριστή επί του σκάφους. Αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει όλους τους τύπους αεροσκαφών χωρίς χειριστή επί του σκάφους, συμπεριλαμβανομένων των τηλεκατευθυνόμενων αερομοντέλων, με κάμερα επί του σκάφους ή όχι.

2.2. Κατηγοριοποίηση των drones

Τα drones διακρίνονται σε:

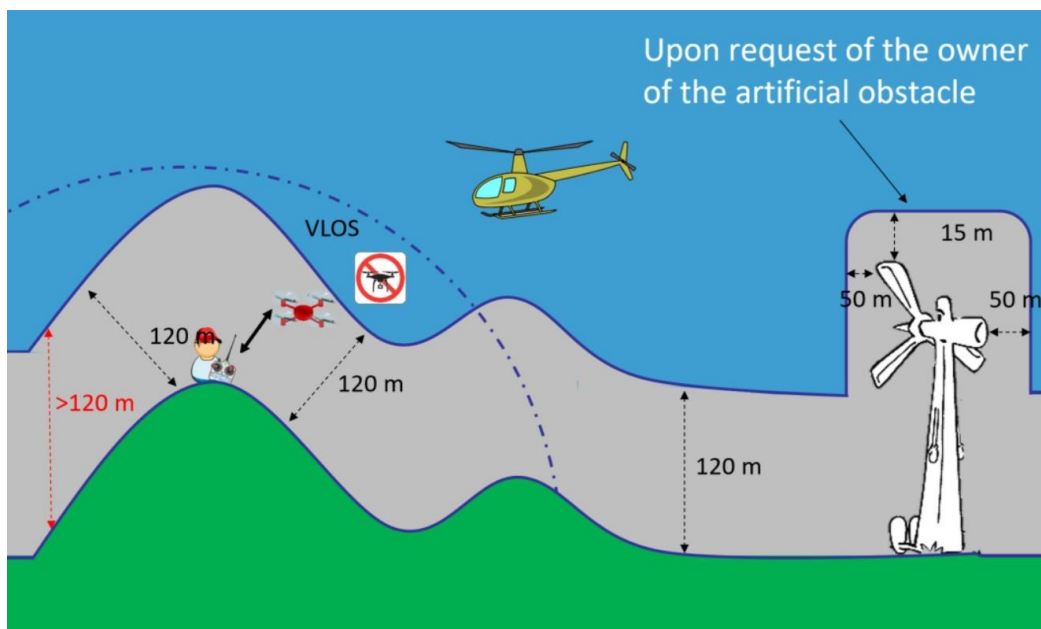
- εκείνα που ανήκουν στην «ανοικτή κατηγορία» και:
 - διαθέτουν ετικέτα αναγνώρισης κλάσης (CE marking) με βάση τον Κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2019/945, που διαβαθμίζεται από 0 έως 4 (ελαφρότερα έως βαρύτερα μοντέλα), ή
 - κατασκευάζονται ιδιωτικά, ή
 - κυκλοφόρησαν στην αγορά πριν από την 1/1/2023.
- εκείνα που ανήκουν στην «ειδική» κατηγορία (δεν καλύπτουν έστω και μία από τις παραπάνω προδιαγραφές), περιλαμβάνοντας και εκείνα που

διαθέτουν ετικέτα αναγνώρισης κλάσης 5 ή ετικέτα αναγνώρισης κλάσης 6 και λειτουργούν με βάση συγκεκριμένα τυποποιημένα σενάρια.

- εκείνα που ανήκουν στην «πιστοποιημένη» κατηγορία καθώς ο κίνδυνος που εμπεριέχει η δραστηριοποίησή τους απαιτεί πιστοποίηση του drone, του φορέα εκμετάλλευσης και του χειριστή.

2.3. Μέγιστο ύψος πτήσης

Το μέγιστο ύψος πτήσης έχει καθοριστεί στα 120 μέτρα από την επιφάνεια της γης. Σε περίπτωση που το drone απαιτείται να πετάξει πάνω από ένα εμπόδιο ύψους άνω των 120 μέτρων, μπορεί να πετάξει έως και 15 μέτρα πάνω από το ύψος του εμποδίου, με την βασική προϋπόθεση ότι υπάρχει συγκατάθεση από τον ιδιοκτήτη του εμποδίου. Σε τέτοιες συνθήκες, δύναται να πετάξει σε οριζόντια απόσταση 50 μέτρων από το εμπόδιο. Ενδεικτική είναι η περίπτωση της παρακάτω εικόνας:



Εικόνα 5: Μέγιστο ύψος

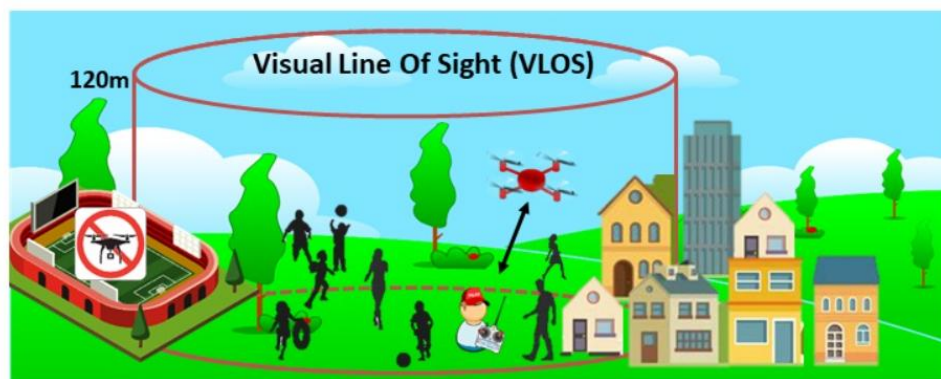
2.4. Υποκατηγορίες της ανοικτής κατηγορίας

Όσο αφορά την ανοικτή υποκατηγορία, εξαρτάται από:

- την ετικέτα που καθορίζει την αναγνώριση κλάσης και έχει επικολληθεί στο drone από τον κατασκευαστή ή
- το βάρος του drone, όταν πρόκειται για ιδιωτικής κατασκευής ή σε περίπτωση που δεν διαθέτει ετικέτα αναγνώρισης κλάσης

Τα drones που διαθέτουν σήμα κατηγορίας 0 ή έχουν κατασκευαστεί από ιδιώτη και ζυγίζουν μέχρι 250 γραμμάρια μπορούν να πετάξουν ανήκοντας στην υποκατηγορία A1. Η συγκεκριμένη υποκατηγορία σημαίνει ότι μπορούν να πετούν σχεδόν παντού, εκτός πάνω από συναθροίσεις ανθρώπων ή περιοχές που η εναέρια κυκλοφορία δεν επιτρέπει. Όσο αφορά τα drones που διαθέτουν ετικέτα αναγνώρισης κατηγορίας 1 μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν στην υποκατηγορία A1, με τη διαφορά ότι απαιτείται να περιορίσουν τις πτήσεις πάνω από μη εμπλεκόμενα άτομα.

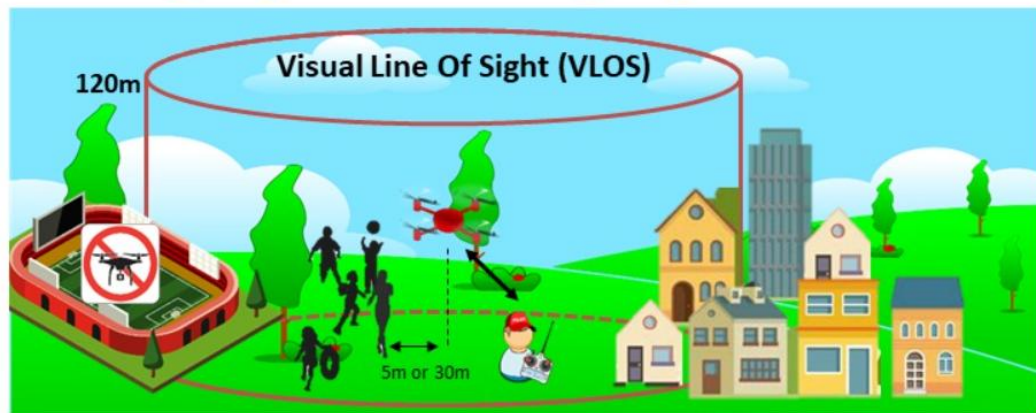
Open category - Subcategory A1



Εικόνα 6: Υποκατηγορία A1

Τα drones που διαθέτουν ετικέτα αναγνώρισης κατηγορίας 2 μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υποκατηγορία A2, δηλαδή σε αστικό περιβάλλον, ωστόσο, πρέπει το drone να διατηρείται σε ασφαλή απόσταση από μη εμπλεκόμενα πρόσωπα. Η ελάχιστη απόσταση πρέπει να είναι ίση με το ύψος στο οποίο πετάει το drone.

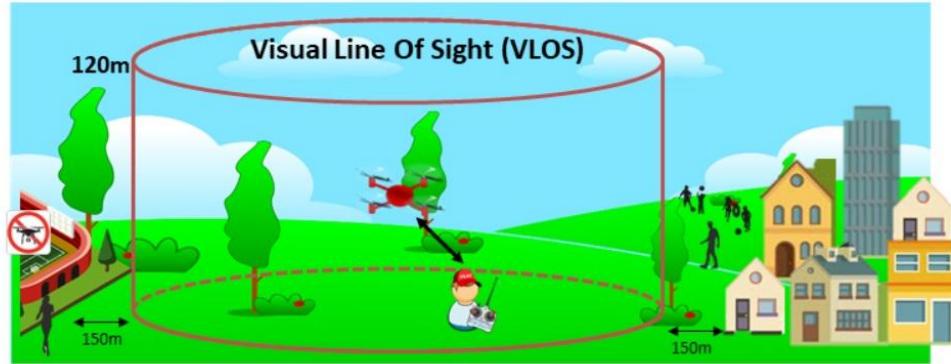
Open category - Subcategory A2



Εικόνα 7: Υποκατηγορία A2

Τέλος, τα drones που διαθέτουν ετικέτα αναγνώρισης κλάσης 3 ή 4, ή που έχουν κατασκευαστεί ιδιωτικά και ζυγίζουν έως 25 κιλά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υποκατηγορία A3. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούν ποτέ να χρησιμοποιηθούν σε αστικό περιβάλλον και πρέπει να διατηρείται το drone τουλάχιστον 150 μέτρα από κατοικημένες, εμπορικές ή βιομηχανικές περιοχές.

Open category - Subcategory A3



Εικόνα 8: Υποκατηγορία A3

2.5. Απαιτήσεις εκπαίδευσης

Σε γενικές γραμμές, πρέπει να πραγματοποιείται εκπαίδευση ανάλογη με την κατηγορία του drone που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

Δεν απαιτείται εκπαίδευση όταν:

- χρησιμοποιούνται πολύ ελαφριά drones:
- το drone φέρει σήμα κατηγορίας 0 (τότε πρέπει να γνωρίζονται μόνο οι οδηγίες του κατασκευαστή)
- εάν το drone είναι ιδιωτικής κατασκευής με βάρος μικρότερο από 250 γραμμάρια

Στην περίπτωση της ανοικτής κατηγορίας, όλοι οι χειριστές που πετούν στις υποκατηγορίες A1, A2 και A3 πρέπει:

- να εξοικειωθούν με το εγχειρίδιο του κατασκευαστή
- να ολοκληρώσουν διαδικτυακά εκπαιδευτικά μαθήματα
- να ολοκληρώσουν με επιτυχία διαδικτυακή εξέταση θεωρητικών γνώσεων (με μορφή ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής)

Μόλις ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία, η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας θα εκδώσει το «πιστοποιητικό ολοκλήρωσης της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης» για τις περιπτώσεις A1 και A3.

Ωστόσο, για την υποκατηγορία A2, πρέπει επιπλέον οι υποψήφιοι χειριστές:

- να ολοκληρώσουν επιτυχώς την πρακτική αυτοεκπαίδευση ώστε να εξοικειωθούν με την χρήση του drone και να βεβαιωθούν ότι έχουν φτάσει σε ένα αξιόλογο επίπεδο.
- να υποβληθούν σε μια πρόσθετη εξέταση θεωρητικών γνώσεων (με μορφή ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής) που διαπιστώνουν τις γνώσεις του πιλότου σχετικά με τον περιορισμό των κινδύνων εδάφους, τη μετεωρολογία και την πτητική απόδοση του μη επανδρωμένου αεροσκάφους.

Με την ολοκλήρωση και της παραπάνω διαδικασίας, η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας θα εκδώσει το «πιστοποιητικό επάρκειας εξ αποστάσεως χειριστή».

2.6. Υποχρεώσεις χειριστών

Στον παρακάτω πίνακα, συνοψίζονται οι υποχρεώσεις των χειριστών πριν από την πτήση:

<p>Να έχουν ολοκληρώσει την εκπαίδευση και την εξέταση που απαιτείται για τον τύπο της λειτουργίας στην οποία θα συμμετάσχουν.</p>
<p>Να έχουν τις επικαιροποιημένες πληροφορίες σχετικά με τυχόν γεωγραφικές ζώνες που δημοσιεύονται από την ΥΠΙΑ.</p>
<p>Να ελέγξουν για εμπόδια και για την παρουσία ατόμων που δεν εμπλέκονται στη λειτουργία του drone.</p>
<p>Να ελέγξουν ότι το drone είναι κατάλληλο για πτήση και τη λειτουργία για την οποία προορίζεται.</p>
<p>Να βεβαιωθούν ότι το τηλεχειριστήριο λειτουργεί σωστά.</p>
<p>Να βεβαιωθούν ότι το βάρος του drone βρίσκεται εντός του ορίου της κατηγορίας ή της υποκατηγορίας της προβλεπόμενης λειτουργίας.</p>

Πίνακας 4: Υποχρεώσεις χειριστών πριν την πτήση

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι υποχρεώσεις των χειριστών κατά την διάρκεια της πτήσης:

<p>Να μην χειρίζονται το drone όταν δεν είναι ικανοί είτε λόγω της κατανάλωσης παραισθησιογόνων ουσιών ή αλκοόλ, είτε λόγω ασθένειας.</p>
<p>Να διατηρούν το drone σε απόσταση τέτοια ώστε να μπορούν να το δουν καθαρά. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρατηρητής UA.</p>
<p>Εάν παρατηρηθεί ένα επανδρωμένο αεροσκάφος, τότε οφείλουν να του παρέχουν προτεραιότητα και να βεβαιωθούν ότι το drone είναι μακριά από αυτό.</p>
<p>Να συμμορφωθούν με τον περιορισμό των γεωγραφικών ζωνών.</p>
<p>Να χειρίζονται το drone σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήστη του κατασκευαστή.</p>
<p>Να συμμορφώνονται με τις διαδικασίες του φορέα εκμετάλλευσης του drone</p>
<p>Να μην λειτουργούν όταν βρίσκεται σε εξέλιξη μια διαδικασία αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης.</p>

Πίνακας 5: Υποχρεώσεις χειριστών κατά την διάρκεια της πτήσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ DRONES

3.1. Τυπικοί Έλικες

Οι έλικες [4] βρίσκονται συνήθως στο μπροστινό μέρος του drone. Υπάρχουν πάρα πολλές παραλλαγές όσον αφορά το μέγεθος και το υλικό που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των ελίκων. Οι περισσότεροι έλικες κατασκευάζονται από πλαστικό ειδικά για τα μικρότερα drones, αλλά οι πιο ακριβοί είναι κατασκευασμένοι από ανθρακονήματα.

Όπως είναι αναμενόμενο οι έλικες εξακολουθούν να αναπτύσσονται και η τεχνολογική έρευνα συνεχίζεται για τη δημιουργία πιο αποδοτικών ελίκων τόσο για μικρά όσο και για μεγάλα αεροσκάφη. Επιπλέον, οι έλικες είναι υπεύθυνοι για την κατεύθυνση και την κίνηση του drone. Είναι επομένως σημαντικό να διασφαλιστεί ότι κάθε ένας από αυτούς βρίσκεται σε εξαιρετική κατάσταση πριν χρησιμοποιηθεί για την πτήση του drone.



Εικόνα 9: Παράδειγμα τυπικών ελίκων

3.2. Έλικες ώθησης

Οι έλικες ώθησης [4] είναι υπεύθυνοι για την ώθηση προς τα εμπρός και προς τα πίσω του μη επανδρωμένου αεροσκάφους κατά τη διάρκεια της πτήσης. Όπως υποδηλώνει το όνομα, οι έλικες ώθησης καθορίζουν την κατεύθυνση που παίρνει το drone είτε προς τα εμπρός είτε προς τα πίσω. Συνήθως βρίσκονται στο πίσω μέρος του drone. Λειτουργούν ακυρώνοντας τις ροπές του κινητήρα του μη επανδρωμένου αεροσκάφους κατά τη διάρκεια της στάσιμης πτήσης που οδηγεί σε ώθηση προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Ακριβώς όπως οι τυπικές έλικες, οι έλικες ώθησης μπορούν να κατασκευαστούν από πλαστικό ή ανθρακονήματα ανάλογα με την ποιότητα. Οι πιο ακριβοί είναι συνήθως κατασκευασμένοι από ανθρακονήματα. Υπάρχουν διαφορετικά μεγέθη ανάλογα με το μέγεθος του drone. Ορισμένα αεροσκάφη παρέχουν προστατευτικά στήριξης ώθησης που θα βοηθήσουν στην προστασία των ελίκων σας σε περίπτωση μη προγραμματισμένης σύγκρουσης.



Εικόνα 10: Παράδειγμα ελίκων ώθησης

3.3. Κινητήρες Χωρίς Ψήκτες

Όλα τα drones που έχουν κατασκευαστεί πρόσφατα χρησιμοποιούν τους κινητήρες χωρίς ψήκτες [5], οι οποίοι θεωρούνται πιο αποδοτικοί όσον αφορά την απόδοση και τη λειτουργία σε αντίθεση με τους κινητήρες με ψήκτες. Ο σχεδιασμός του κινητήρα είναι εξίσου σημαντικός με το ίδιο το drone. Αυτό συμβαίνει επειδή ένας αποτελεσματικός κινητήρας σημαίνει ότι μπορεί να εξοικονομηθεί κόστος αγοράς και κόστος συντήρησης. Εκτός από αυτό, πραγματοποιείται εξοικονόμηση στη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, η οποία συμβάλλει στον μεγαλύτερο χρόνο πτήσης κατά την πτήση του drone. Τέλος δεν θα πρέπει να παραβλέπεται το πλεονέκτημα της μείωσης του περιττού θορύβου.

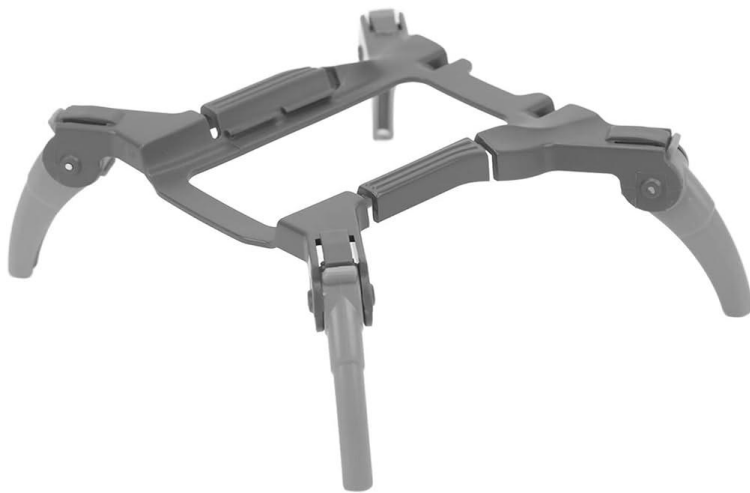


Εικόνα 11: Παράδειγμα κινητήρα χωρίς ψήκτρα

3.4. Σύστημα Προσγείωσης

Ορισμένα drones κατασκευάζονται με εργαλεία προσγείωσης τύπου ελικοπτέρου [6], τα οποία βοηθούν στην προσγείωση του drone. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη που απαιτούν υψηλή απόσταση από το έδαφος κατά την προσγείωση απαιτούν ένα τροποποιημένο σύστημα προσγείωσης που θα τους επιτρέψει να προσγειωθούν με ασφάλεια στο έδαφος. Επιπλέον, τα αεροσκάφη παράδοσης που μεταφέρουν δέματα ή αντικείμενα μπορεί να χρειαστεί να διαθέτουν ευρύχωρο σύστημα προσγείωσης λόγω του χώρου που απαιτείται για τη συγκράτηση των αντικειμένων καθώς αγγίζουν το έδαφος. Ωστόσο, δεν απαιτούν όλα τα αεροσκάφη ύπαρξη συστήματος προσγείωσης. Μερικά μικρότερα αεροσκάφη λειτουργούν τέλεια χωρίς

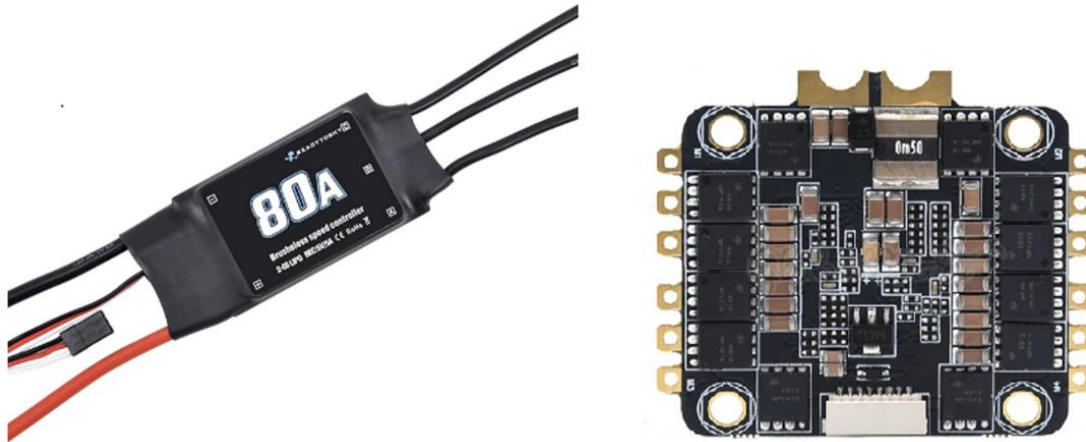
εξοπλισμό προσγείωσης και προσγειώνονται με ασφάλεια μόλις αγγίξουν το έδαφος. Τα περισσότερα αεροσκάφη που πετούν περισσότερο και καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις διαθέτουν σταθερά γρανάζια προσγείωσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το σύστημα προσγείωσης μπορεί να αποδειχθεί εμπόδιο στην προβολή 360 μοιρών του περιβάλλοντος, ειδικά για ένα drone κάμερας. Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι τα εργαλεία προσγείωσης αυξάνουν το επίπεδο ασφάλειας του drone.



Εικόνα 12: Παράδειγμα εξοπλισμού προσγείωσης drone

3.5. Ηλεκτρονικός ελεγκτής ταχύτητας

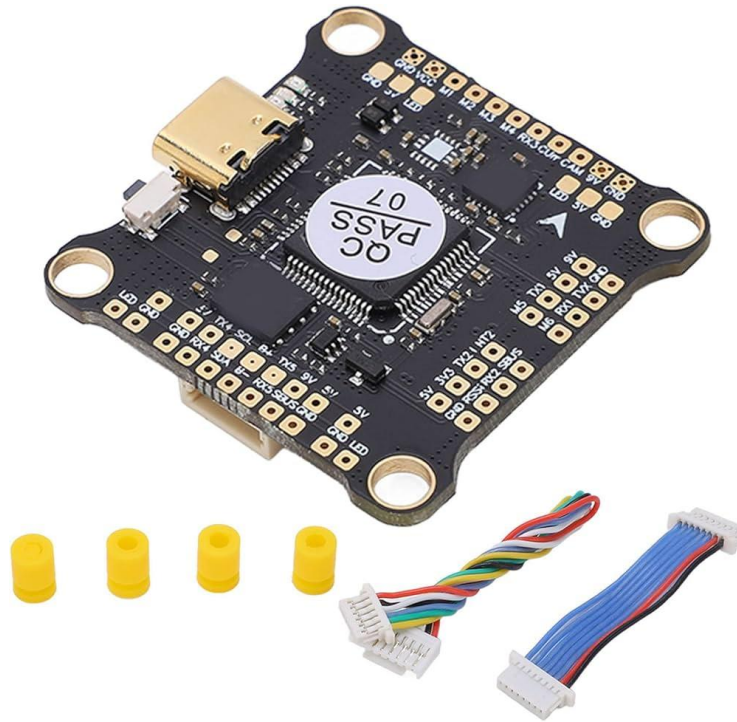
Ένας ηλεκτρονικός ελεγκτής ταχύτητας (ESC) [7] είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα του οποίου η κύρια ευθύνη είναι να παρακολουθεί και να μεταβάλλει την ταχύτητα του drone κατά τη διάρκεια της πτήσης. Είναι επίσης υπεύθυνος για τη μετατροπή της DC ισχύος της μπαταρίας σε AC ισχύ για την προώθηση των κινητήρων χωρίς ψήκτες.



Εικόνα 13: Παράδειγμα ηλεκτρονικού ελεγκτή ταχύτητας

3.6. Ελεγκτής πτήσης

Ο ελεγκτής πτήσης [8] είναι βασικά η μητρική πλακέτα του drone. Είναι υπεύθυνος για όλες τις εντολές που εκδίδονται στο drone από τον πιλότο. Ερμηνεύει την είσοδο από τον δέκτη, τη μονάδα GPS, την οθόνη μπαταρίας και τους ενσωματωμένους αισθητήρες. Ο ελεγκτής πτήσης είναι επίσης υπεύθυνος για τη ρύθμιση των ταχυτήτων του κινητήρα μέσω του του ηλεκτρονικού ελεγκτή ταχύτητας και για το στρίψιμο του drone. Οποιοσδήποτε εντολές όπως η ενεργοποίηση της κάμερας, ο έλεγχος της λειτουργίας αυτόματου πιλότου και άλλες αυτόνομες λειτουργίες ελέγχονται από τον ελεγκτή πτήσης.



Εικόνα 14: Παράδειγμα ελεγκτή πτήσης

3.7. Πομπός και δέκτης

Ο δέκτης είναι η μονάδα που είναι υπεύθυνη για τη λήψη των ραδιοσημάτων που αποστέλλονται στο drone μέσω του ελεγκτή. Ο ελάχιστος αριθμός καναλιών που απαιτούνται για τον έλεγχο ενός drone είναι συνήθως 4. Ωστόσο, συνιστάται η παροχή 5 καναλιών. Υπάρχουν πάρα πολλοί διαφορετικοί τύποι δεκτών στην αγορά και όλοι τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή ενός drone.

Ο πομπός είναι η μονάδα που είναι υπεύθυνη για τη μετάδοση των ραδιοσημάτων από τον ελεγκτή στο drone για την έκδοση εντολών πτήσης και κατευθύνσεων. Ακριβώς όπως ο δέκτης, ο πομπός πρέπει να έχει 4 κανάλια για ένα drone, αλλά συνήθως συνιστώνται 5. Ο δέκτης και ο πομπός πρέπει να χρησιμοποιούν ένα μόνο ραδιοσήμα για να επικοινωνούν με το μη επανδρωμένο αεροσκάφος κατά τη

διάρκεια της πτήσης. Κάθε ραδιοσήμα έχει έναν τυπικό κωδικό που βοηθά στη διαφοροποίηση του σήματος από άλλα ραδιοσήματα στον αέρα.



Εικόνα 15: Παράδειγμα πομπού και δέκτη

3.8. LiDAR

Η τεχνολογία LiDAR (Light Detection and Ranging) [9], είναι μια τεχνολογία τηλεπισκόπησης που χρησιμοποιεί παλμούς λέιζερ για τη μέτρηση αποστάσεων και τη δημιουργία λεπτομερών τρισδιάστατων χαρτών του περιβάλλοντος. Λειτουργεί εκπέμποντας ακτίνες λέιζερ και μετρώντας το χρόνο που χρειάζεται για να αναπηδήσουν πίσω μετά το χτύπημα αντικειμένων, υπολογίζοντας έτσι ακριβείς αποστάσεις. Τα συστήματα LiDAR μπορούν να συλλάβουν εκατομμύρια σημεία δεδομένων ανά δευτερόλεπτο, καθιστώντας τα ανεκτίμητα για εφαρμογές όπως αυτόνομα οχήματα, τοπογραφική χαρτογράφηση, δασοκομία, αρχαιολογία και πολεοδομικό σχεδιασμό. Αυτή η τεχνολογία παρέχει εξαιρετικά ακριβείς και

ολοκληρωμένες χωρικές πληροφορίες, επιτρέποντας σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών να λειτουργήσουν καλύτερα και να αλληλοεπιδράσουν με τον φυσικό κόσμο.

Η τεχνολογία LiDAR χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε drones προκειμένου να ενισχύσει τις δυνατότητές τους για διάφορες εφαρμογές. Τα drones εξοπλισμένα με LiDAR χρησιμοποιούν παλμούς λέιζερ για τη μέτρηση αποστάσεων και τη δημιουργία λεπτομερών τρισδιάστατων χαρτών του περιβάλλοντος. Στην συνέχεια παρατίθενται κάποιες ενδεικτικές περιπτώσεις χρήσης:

- **Χαρτογράφηση και Τοπογραφία:** Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη που είναι εξοπλισμένα με LiDAR χρησιμοποιούνται συνήθως για σκοπούς χαρτογράφησης και τοπογραφίας. Μπορούν να δημιουργήσουν εξαιρετικά ακριβείς και λεπτομερείς χάρτες υψομέτρου, τοπογραφικούς χάρτες και μοντέλα εδάφους, τα οποία είναι πολύτιμα σε βιομηχανίες όπως η κατασκευή, η γεωργία, η δασοκομία και η εξόρυξη.
- **Τηλεπισκόπηση:** Τα LiDAR drones μπορούν να καταγράψουν δεδομένα σημείων υψηλής ανάλυσης που είναι απαραίτητα για διάφορες εφαρμογές τηλεπισκόπησης, συμπεριλαμβανομένης της περιβαλλοντικής παρακολούθησης, του σχεδιασμού χρήσης γης και της αντιμετώπισης καταστροφών.

3.9. Κάμερες

Οι κάμερες [10] παίζουν καθοριστικό ρόλο στην λειτουργία drones και αποτελούν ένα από τα κύρια συστατικά τους. Μπορούν να είναι είτε ενσωματωμένες, είτε αποσπώμενες. Στην συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικές περιπτώσεις χρήσης των καμερών όσο αφορά την περίπτωση των drones:

- **Αεροφωτογραφία και Βιντεογραφία:** Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται ευρέως για τη λήψη αεροφωτογραφιών και βίντεο υψηλής ποιότητας. Οι κάμερες στην περίπτωση των drones επιτρέπουν εκπληκτικές εναέριες λήψεις και κινηματογραφικά πλάνα για διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της κινηματογραφικής παραγωγής, της ακίνητης περιουσίας, του τουρισμού και άλλων.
- **Επιτήρηση και ασφάλεια:** Τα αεροσκάφη που είναι εξοπλισμένα με κάμερες χρησιμοποιούνται για σκοπούς επιτήρησης και ασφάλειας. Μπορούν να παρέχουν παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο μεγάλων περιοχών, όπως σύνορα, κρίσιμες υποδομές και εκδηλώσεις, ενισχύοντας την ασφάλεια και την επίγνωση της τρέχουσας κατάστασης.
- **Αναζήτηση και διάσωση:** Οι κάμερες είναι πολύτιμα εργαλεία στις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης. Μπορούν να καλύψουν γρήγορα μεγάλες περιοχές, να τραβήξουν εικόνες και βίντεο από περιοχές που έχουν πληγεί από καταστροφές και να βοηθήσουν στον εντοπισμό αγνοουμένων ή στην εκτίμηση ζημιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ DRONES

4.1. Ασφάλεια, παρακολούθηση και επιτήρηση

Τα drones διαδραματίζουν αναπόσπαστο ρόλο στις αποστολές στρατιωτικής επιτήρησης [11] [12]. Αρκετές χώρες έχουν προσθέσει drones στα αμυντικά στρατηγικά τους σχέδια. Οι χώρες χρησιμοποιούν αυτές τις ιπτάμενες ρομποτικές μηχανές για την ανίχνευση εχθρών, την καταπολέμηση της λαθροθηρίας, τον έλεγχο των συνόρων και την θαλάσσια παρακολούθηση των κρίσιμων θαλάσσιων λωρίδων. Τα χαμηλού κόστους, αξιόπιστα και ευέλικτα drones διαδραματίζουν σήμερα σημαντικό ρόλο στην εναέρια επιτήρηση, την παρακολούθηση και την έρευνα οποιασδήποτε συγκεκριμένης περιοχής για την πρόληψη οποιασδήποτε παράνομης δραστηριότητας.



Εικόνα 16: Χρήση Drone για επιτήρηση

Για παράδειγμα, η επιτήρηση για οποιαδήποτε απειλή μπορεί να ανιχνευθεί μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση οποιασδήποτε δραστηριότητας κίνησης σε οποιαδήποτε απαγορευμένη περιοχή. Ένα drone μπορεί να παρέχει αυτές τις υπηρεσίες παρέχοντας μια αυτόματη ειδοποίηση με ελάχιστες χειροκίνητες προσπάθειες.

4.2. Διαχείριση Καταστροφών

Σε περίπτωση ανθρωπογενούς ή φυσικής καταστροφής [13], όπως τρομοκρατικές επιθέσεις, τσουνάμι και πλημμύρες, τα drones μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε τοποθεσίες που είναι επικίνδυνες για επανδρωμένη δραστηριότητα. Αυτές οι καταστροφές μπορούν να βλάψουν σοβαρά τις τηλεπικοινωνιακές υποδομές, τις μεταφορές, τις υπηρεσίες ηλεκτρικής ενέργειας και ύδρευσης. Τα drones μπορούν να βοηθήσουν στη συλλογή πληροφοριών, να απαιτήσουν γρήγορες λύσεις και να πλοηγηθούν στα συντρίμια. Τα ραντάρ, οι αισθητήρες και οι κάμερες υψηλής ποιότητας που ενσωματώνονται στα drones μπορούν να βοηθήσουν τις ομάδες διάσωσης να εντοπίσουν ζημιές, να ξεκινήσουν αμέσως τις επιχειρήσεις ανάκτησης και να στείλουν πόρους όπως ιατρικά είδη πρώτων βοηθειών και επανδρωμένα ελικόπτερα.

Επιπλέον, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη μπορούν να βοηθήσουν στην πραγματοποίηση έγκαιρης εκτίμησης καταστροφών, παρέχοντας ειδοποιήσεις και βοήθεια στην εξεύρεση αποτελεσματικών αντιμέτρων. Για παράδειγμα, σε περίπτωση πυρκαγιάς, ένα σμήνος από αεροσκάφη που περιέχουν πυροσβεστήρες μπορεί να παρακολουθεί, να εξετάζει και να εντοπίζει οποιαδήποτε περιοχή χωρίς να θέτει σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές. Έτσι, τα drones μπορούν να βοηθήσουν στην κάλυψη μεγάλων περιοχών σε πραγματικό χρόνο χωρίς να διακινδυνεύσουν την

ασφάλεια του εμπλεκόμενου προσωπικού. Με τον τρόπο αυτό, η έγκαιρη προειδοποίηση μέσω των drones μπορεί να βοηθήσει στη διάσωση ανθρώπων και άγριων ζώων που βρίσκονται σε κίνδυνο.

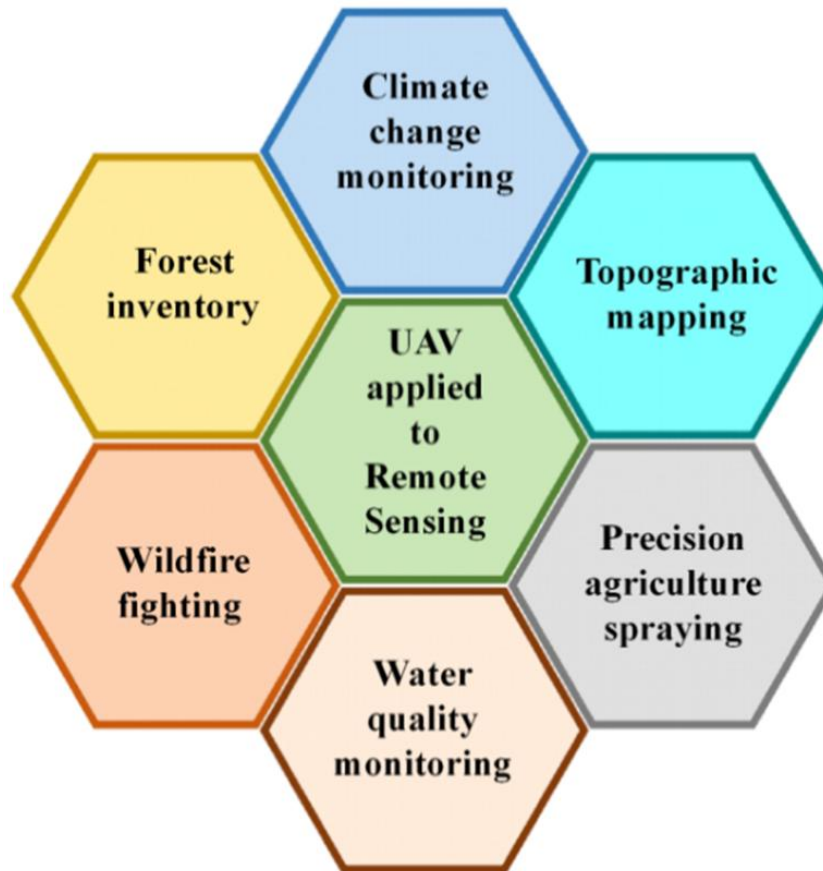


Εικόνα 17: Χρήση Drone σε φυσική καταστροφή

4.3. Τηλεπισκόπηση

Η τεχνολογία των drones γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ των αερομεταφερόμενων, διαστημικών και επίγειων δεδομένων τηλεπισκόπησης [14]. Το χαμηλό κόστος και τα χαρακτηριστικά των drones υποστηρίζουν την ποιοτική παρατήρηση με υψηλές χρονικές και χωρικές αναλύσεις. Οι δυνατότητες τηλεπισκόπησης των drones μπορούν να υποστηρίξουν την ανίχνευση ασθενειών, την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού, την παρακολούθηση της ξηρασίας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, την υδρολογική μοντελοποίηση, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την έρευνα γεωλογικών καταστροφών, την έρευνα εδάφους, τη χαρτογράφηση των δασών και την παρακολούθηση των καλλιεργειών. Αυτή η τεχνολογία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για χαρτογράφηση και δημιουργία τρισδιάστατων

περιβαλλοντικών χαρτών και έχει γίνει ενεργό μέρος της αρχαιολογίας και της χαρτογραφίας.



Εικόνα 18: Drones και τηλεπισκόπηση

4.4. Έρευνα και διάσωση

Τα drones θεωρούνται καίριας σημασίας σε κρίσιμα σενάρια όπως η διαχείριση καταστροφών, οι επιχειρήσεις διάσωσης και η δημόσια ασφάλεια [15]. Μπορούν να εξοικονομήσουν αρκετό ανθρώπινο δυναμικό, πόρους και χρόνο προσφέροντας δεδομένα εικόνων σε πραγματικό χρόνο των προβλεπόμενων τοποθεσιών. Κατά συνέπεια, μια ομάδα έρευνας και διάσωσης μπορεί να εντοπίσει έγκαιρα και να αποφασίσει πού ακριβώς απαιτείται επειγόντως η βοήθεια. Τα drones μπορούν να

επιταχύνουν τις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης σε καταστροφικές καταστάσεις όπως ύπαρξη αγνοουμένων, χιονοστιβάδες, πυρκαγιές και διείσδυση δηλητηριωδών αερίων.



Εικόνα 19: Χρήση Drone για έρευνα και διάσωση

Για παράδειγμα, τα αεροσκάφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση ορειβατών που χάνονται κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε αποστολής ή για την προστασία ανθρώπινων ζώων που χάνονται σε οποιαδήποτε απομακρυσμένη έρημο ή δάσος. Έτσι, τα αεροσκάφη μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό ατυχών θυμάτων ή οποιωνδήποτε δύσβατων εδαφών ή σκληρών ατμοσφαιρικών συνθηκών. Επιπλέον, τα drones μπορούν να παρέχουν τις απαραίτητες ιατρικές προμήθειες πριν από την άφιξη οποιουδήποτε ασθενοφόρου ή ιατρικής ομάδας.

4.5. Επιθεώρηση κατασκευών και υποδομών

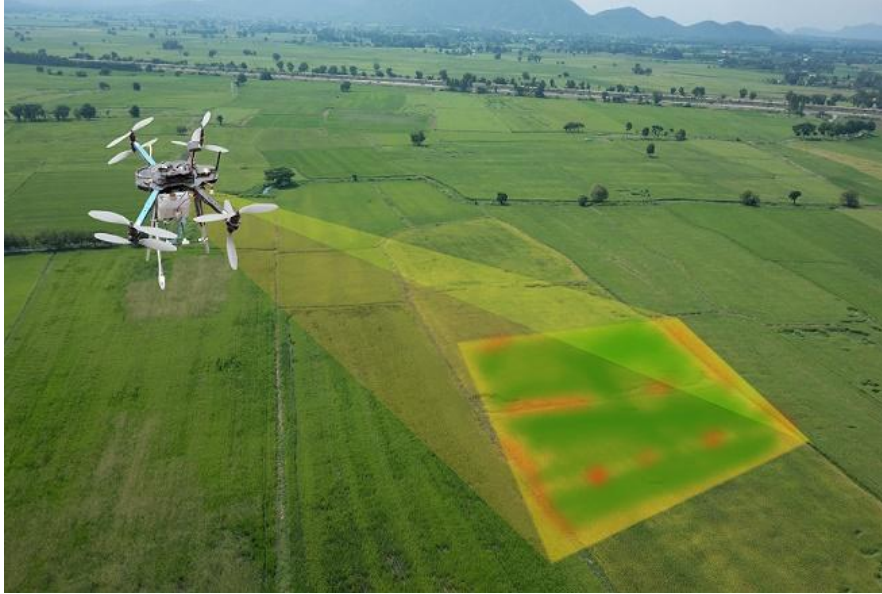
Η χαρτογράφηση, η παρακολούθηση των κατασκευών [16] και η επιθεώρηση χώρων έχουν γίνει αποτελεσματικές, εύκολες και γρήγορες μέσω των drones. Η παρακολούθηση των κατασκευαστικών έργων από την αρχή μέχρι το τέλος διασφαλίζει την ποιοτική πρόοδο των εργασιών στον χώρο. Μπορεί να παρέχει αναφορές που περιέχουν εικόνες, βίντεο και τρισδιάστατη χαρτογράφηση σε πιθανούς ενδιαφερόμενους.. Υπάρχει ταχέως αναπτυσσόμενο ενδιαφέρον για μη επανδρωμένα οχήματα που χρησιμοποιούνται για την επιθεώρηση πύργων GSM, παρακολούθηση αγωγών φυσικού αερίου, επιθεώρηση γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και παρακολούθηση κατασκευαστικών έργων.



Εικόνα 20: Drones και επιθεώρηση κατασκευών

4.6. Γεωργία ακριβείας

Τα drones μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη γεωργία ακριβείας [17] για τη συλλογή δεδομένων από αισθητήρες εδάφους (ποιότητα νερού, ιδιότητες εδάφους, υγρασία), ψεκασμό φυτοφαρμάκων, ανίχνευση ασθενειών, προγραμματισμό άρδευσης, ανίχνευση ζιζανίων και παρακολούθηση και διαχείριση καλλιεργειών. Η ενσωμάτωση των drones στη γεωργία ακριβείας είναι μια τεχνολογία εξοικονόμησης χρόνου και κόστους που μπορεί να ενισχύσει την κερδοφορία, την παραγωγικότητα και τις αποδόσεις των καλλιεργειών στα γεωργικά συστήματα. Επιπλέον, τα drones βοηθούν στην καταστροφή των παρασίτων, στην παρακολούθηση των ζιζανίων, στον χημικό ψεκασμό και στη διαχείριση της γεωργίας, επιτυγχάνοντας έτσι καλύτερη απόδοση των καλλιεργειών για την κάλυψη συγκεκριμένων απαιτήσεων παραγωγής. Μαζί με την τηλεπισκόπηση μπορούν να αλλάξουν το παιχνίδι όσο αφορά την καλλιέργεια ακριβείας. Παρέχουν χρονική, χωρική και φασματική ανάλυση, αλλά μπορεί επίσης να προσφέρουν πολυδιάστατη παρατήρηση και λεπτομερή δεδομένα όσο αφορά το ύψος της βλάστησης.



Εικόνα 21: Drones και γεωργία ακριβείας

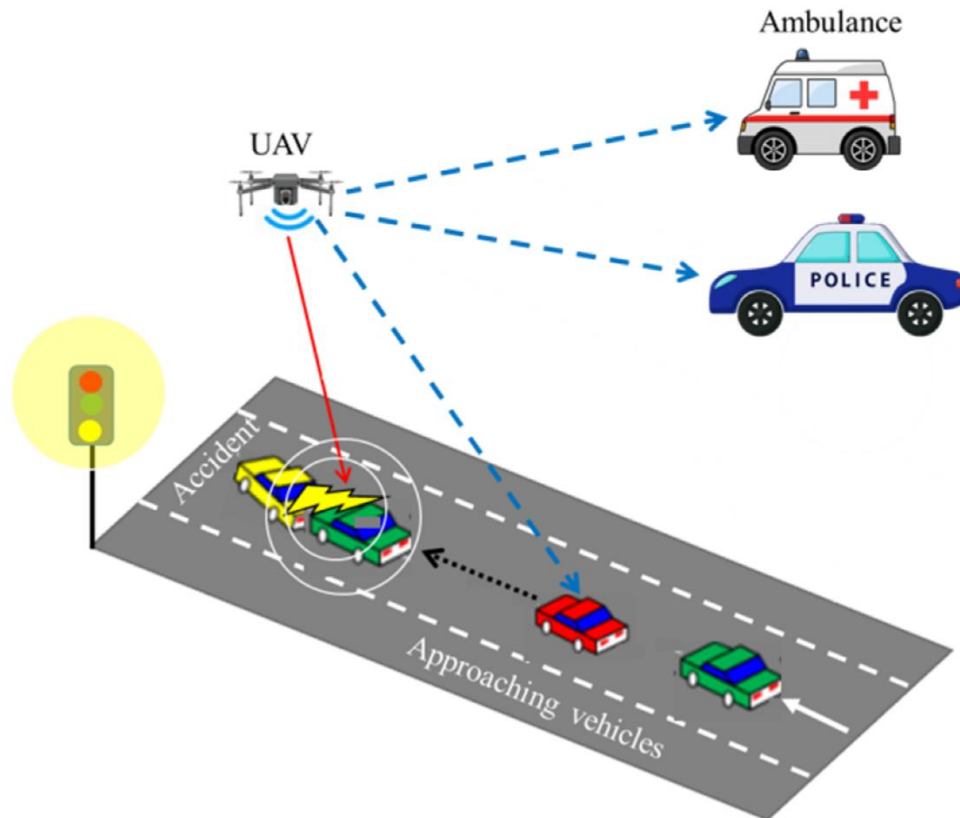
Επομένως, τα drones μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη γεωργική βιομηχανία εκτελώντας έξυπνη εναέρια χαρτογράφηση. Τα drones που είναι εξοπλισμένα με σωστούς αισθητήρες και κατάλληλες κάμερες μπορούν να παρακολουθούν την υγεία των καλλιεργειών όσον αφορά το πάχος των φύλλων, τους ξένους ρύπους, το επίπεδο χλωροφύλλης και τη θερμοκρασία. Στο μέλλον, οι τεχνικές επεξεργασίας εικόνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση ασθενειών των φυτών και άλλων χαρακτηριστικών από εικόνες υψηλής ανάλυσης που έχουν ληφθεί από drones.

4.7. Παρακολούθηση της οδικής κυκλοφορίας

Τα συστήματα παρακολούθησης οδικής κυκλοφορίας αποτελούν έναν τομέα όπου η ενσωμάτωση των drones έχει προσελκύσει μεγάλο ενδιαφέρον [18]. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η πλήρης αυτοματοποίηση του τομέα των μεταφορών μπορεί να επιτευχθεί μέσω drones. Θα περιλαμβάνει την αυτοματοποίηση των

ομάδων διάσωσης, των επιθεωρητών οδών, της αστυνομίας της κυκλοφορίας και των ομάδων υποστήριξης πεδίου. Αξιόπιστα και έξυπνα drones μπορούν να βοηθήσουν στην αυτοματοποίηση αυτών των στοιχείων, καθώς έχουν αναδειχθεί ως νέα υποσχόμενα εργαλεία για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τις συνθήκες κυκλοφορίας στους αυτοκινητόδρομους.

Σε αντίθεση με τις συμβατικές συσκευές παρακολούθησης, όπως αισθητήρες μικροκυμάτων, βιντεοκάμερες παρακολούθησης και ανιχνευτές βρόχων, τα οικονομικά αποδοτικά μη επανδρωμένα αεροσκάφη μπορούν να παρακολουθούν τεράστια οδικά τμήματα. Τα drones μπορούν να λειτουργούν υπό την επίβλεψη της τοπικής αστυνομίας για διαπίστωση παραβάσεων όπως κλοπή αυτοκινήτων και υπέρβαση ορίων ταχύτητας. Άλλες εφαρμογές περιλαμβάνουν ταυτοποίηση οχημάτων, επιδρομές σε ύποπτα οχήματα, και καταδίωξη. Μπορούν επίσης να συμβάλλουν στην αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης.

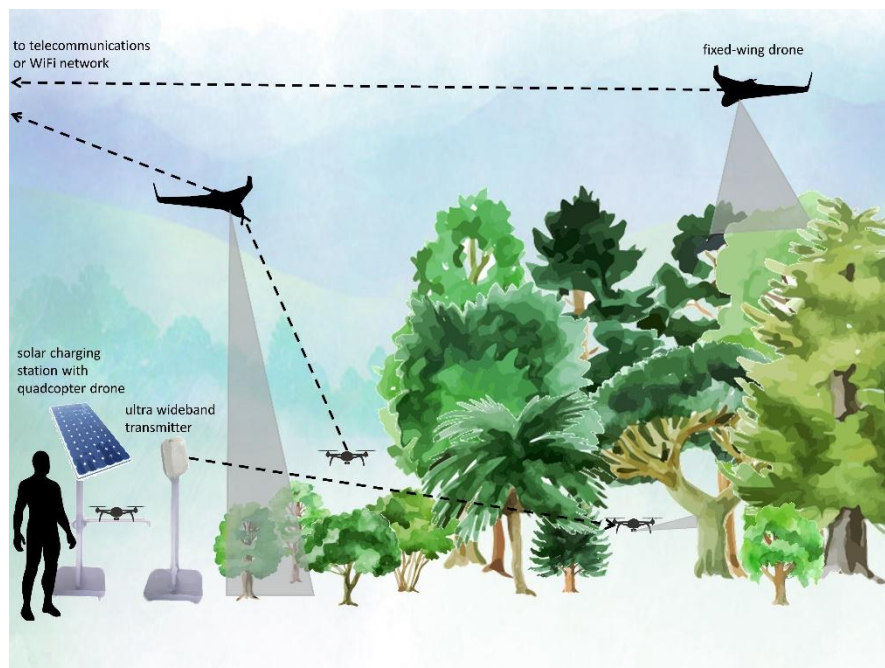


Εικόνα 22: Drones και οδική κυκλοφορία

4.8. Αυτοματοποιημένη Αποκατάσταση Δασών

Ένας άλλος αναδυόμενος τομέας έρευνας είναι η χρήση drones για αυτοματοποιημένη αποκατάσταση δασών [19]. Τα drones μπορούν να αναπτυχθούν για να βοηθήσουν σε διάφορα καθήκοντα που απαιτούνται για την εφαρμογή της αποκατάστασης των δασών, όπως η έρευνα του χώρου, η στρατηγική αποκατάστασης, η υποδομή του χώρου, η προμήθεια σπόρων, η διαχείριση του χώρου, και η έρευνα για τη βιοποικιλότητα μετά από παρεμβάσεις αποκατάστασης. Οι υπάρχουσες διαθέσιμες τεχνολογίες, όπως οι αισθητήρες τοποθέτησης και απεικόνισης, βοηθούν τα drones να εκτελούν ορισμένα καθήκοντα, συμπεριλαμβανομένων των στοιχειωδών ερευνών πριν από την αποκατάσταση και

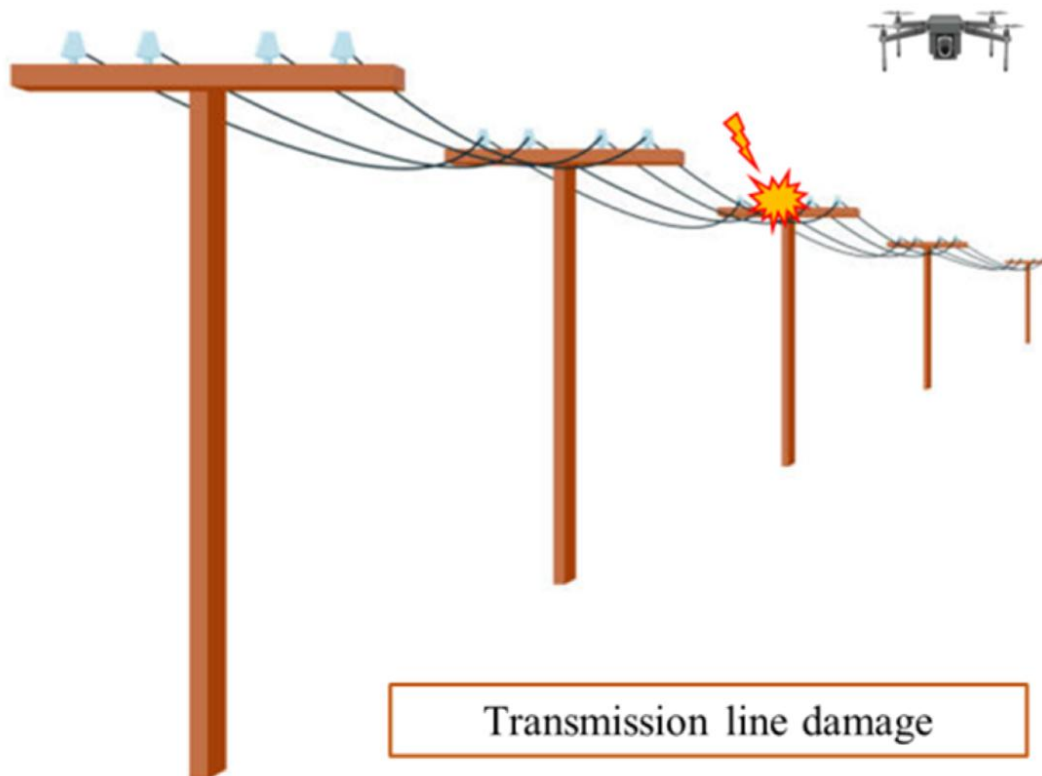
να παρακολουθούν διάφορες πτυχές της ανάκτησης της βιοποικιλότητας. Τα drones μπορούν να παρακολουθούν τις αλλαγές στο κλίμα, τη σύνθεση των οικοσυστημάτων και την κατάσταση των δασών, καθώς και να υποστηρίζουν την επιθεώρηση της αποκατάστασης των δασών. Οι κάμερες υψηλής ανάλυσης που είναι εγκατεστημένες σε drones μπορούν να παρέχουν κατάλληλα δεδομένα για τα δασικά οικοσυστήματα για να βοηθήσουν τα έργα αποκατάστασης των δασών. Η επαρκής ανάλυση των φωτογραφικών μηχανών των drones μπορεί να υποστηρίξει τον χαρακτηρισμό και την ανάλυση των δασικών περιοχών λόγω της ευκολίας απόκτησης δεδομένων και της ευελιξίας τους. Επιπλέον, οι οπτικοί αισθητήρες, που είναι εγκατεστημένοι, χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό γεωμετρικών χαρακτηριστικών των δασών.



Εικόνα 23: Drones και αυτοματοποιημένη αποκατάσταση δασών

4.9. Επιθεώρηση εναέριων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Η ανίχνευση και η πρόληψη βλαβών από ηλεκτροφόρα καλώδια [20] είναι ζωτικής σημασίας για τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα μειονεκτήματα των παραδοσιακών τεχνικών περιλαμβάνουν υψηλό κόστος, δυσκίνητη ανάπτυξη και υψηλούς κινδύνους. Ως εκ τούτου, η επιθεώρηση διανομής και μεταφοράς γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας με υποβοήθηση drones, έχει κερδίσει σημαντικό ενδιαφέρον από τους ερευνητές.



Εικόνα 24: Drones και επιθεώρηση δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Τα drones που είναι εξοπλισμένα με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή για τη λήψη εικόνων των διαδρόμων των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι μια βολική προσέγγιση για την υποστήριξη αυτών των εργασιών επιθεώρησης. Τα

drones μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση πυλώνων ισχύος για κατεστραμμένα μπουλόνια, διάβρωση ή σκουριά και κεραυνούς. Το βραχυκύκλωμα αυτών των γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας συμβαίνει συνήθως λόγω δύσκολων καιρικών συνθηκών, πυρκαγιών και πτώσεων δέντρων.

4.10. Υγεία

Τα drones έχουν αναδειχθεί ως μετασχηματιστικό εργαλείο σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής περίθαλψης [21], λόγω της ευελιξίας και της ικανότητάς τους να έχουν αποτελεσματική πρόσβαση σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές. Στον τομέα της υγείας, τα αεροσκάφη φέρνουν επανάσταση στην παράδοση ιατρικών προμηθειών, ειδικά σε απρόσιτες ή πληγείσες από καταστροφές περιοχές. Αυτά τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα έχουν την ικανότητα να μεταφέρουν κρίσιμη ιατρική βοήθεια όπως εμβόλια, αίμα, και φάρμακα, γρήγορα και απευθείας σε απομακρυσμένες τοποθεσίες, παρακάμπτοντας δύσκολα εδάφη ή προκλήσεις υποδομής που μπορεί να αντιμετωπίσουν οι παραδοσιακές μεταφορές.



Εικόνα 25: Drones και παροχή ιατρικής βοήθειας

Επιπλέον, τα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται για ιατρική απεικόνιση και διάγνωση. Εξοπλισμένα με κάμερες και αισθητήρες υψηλής ανάλυσης, μπορούν να καταγράφουν εικόνες και να συλλέγουν δεδομένα από απομακρυσμένες τοποθεσίες, βοηθώντας στην αξιολόγηση περιβαλλοντικών καταστάσεων ή καταστάσεων δημόσιας υγείας. Η ικανότητα αυτή είναι ιδιαίτερα πολύτιμη για την παρακολούθηση των εστιών ασθενειών ή την αξιολόγηση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών, επιτρέποντας στους επαγγελματίες του τομέα της υγείας να σχεδιάζουν στρατηγικές και να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά.

Επιπλέον, σε ορισμένες περιοχές με περιορισμένη πρόσβαση σε εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης, τα αεροσκάφη χρησιμοποιούνται για σκοπούς τηλεϊατρικής. Μπορούν να χρησιμεύσουν ως μέσο μεταφοράς ιατρικών δειγμάτων, όπως δείγματα αίματος ή παθολογίας, από απομακρυσμένες περιοχές σε διαγνωστικά κέντρα για ανάλυση. Αυτή η εφαρμογή διευκολύνει ταχύτερες διαγνώσεις και επιτρέπει στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να διαβουλεύονται εξ αποστάσεως με ειδικούς, επεκτείνοντας την ιατρική εμπειρογνωμοσύνη σε υποεξυπηρετούμενες περιοχές.

Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μια εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση η οποία σχετίζεται με τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones). Εξετάστηκαν σε μεγάλο βαθμό τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά, οι κατηγορίες τους, το νομικό πλαίσιο χρήσης τους, καθώς και το πεδίο εφαρμογής τους.

Ένα πρώτο συμπέρασμα, το οποίο προκύπτει από την βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι ότι υπάρχουν αρκετές κατηγορίες drones, οι οποίες προσαρμόζονται στις εκάστοτε ανάγκες και περιπτώσεις χρήσης. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στην επίτευξη της λειτουργικότητας των drones διαδραματίζει η τεχνολογία αισθητήρων, μέσω των οποίων μπορούν να πραγματοποιούν τις κατάλληλες καταγραφές και μετρήσεις δεδομένων.

Όσο αφορά το νομικό πλαίσιο που σχετίζεται με την χρήση τους, έχει καταβληθεί προσπάθεια που κινείται προς την σωστή κατεύθυνση. Βέβαια, το κανονιστικό πλαίσιο θα πρέπει να επικαιροποιείται συνεχώς, ανταποκρινόμενο στις νέες ανάγκες λειτουργικότητας των drones, αλλά και τους σκοπούς που αυτά καλύπτουν.

Αναφορικά με το πεδίο εφαρμογής, είναι ήδη ευρύ και αναμένεται στο εγγύς μέλλον να επεκταθεί, καθώς αναμένεται να δώσουν λύσεις και σε άλλους τομείς της καθημερινής ζωής, αλλά και επιστήμης που δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν από τις ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες. Με κύρια χαρακτηριστικά την ευελιξία, αλλά και την ακρίβεια της κίνησής τους, είναι αδιαμφισβήτητο ότι θα αποτελέσουν μια τεχνολογία αιχμής, η οποία συνδυαστικά με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things) αναμένεται να δημιουργήσουν μια νέα πραγματικότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

- [1]. Hassanalian, M., & Abdelkefi, A. (2017). Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*, 91, 99-131.
- [2]. Ayamga, M., Akaba, S., & Nyaaba, A. A. (2021). Multifaceted applicability of drones: A review. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120677.
- [3]. <https://uas.hcaa.gr/Faq>
- [4]. Andria, G., Di Nisio, A., Lanzolla, A. M. L., Spadevecchia, M., Pascazio, G., Antonacci, F., & Sorrentino, G. M. (2018, June). Design and performance evaluation of drone propellers. In *2018 5th IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace)* (pp. 407-412). IEEE.
- [5]. V. Medeiros, R. L., GS Ramos, J. G., Nascimento, T. P., C. Lima Filho, A., & Brito, A. V. (2018). A novel approach for brushless DC motors characterization in drones based on chaos. *Drones*, 2(2), 14.
- [6]. Hu, D., Li, Y., Xu, M., & Tang, Z. (2018, July). Research on UAV adaptive landing gear control system. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1061, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.
- [7]. Mogensen, K. N. (2016). Motor-control considerations for electronic speed control in drones. *Analog Applications Journal* [online]. Texas Instruments.
- [8]. Cheng, Z., West, R., & Einstein, C. (2018). End-to-end analysis and design of a drone flight controller. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 37(11), 2404-2415.
- [9]. Kellner, J. R., Armston, J., Birrer, M., Cushman, K. C., Duncanson, L., Eck, C., ... & Zraggen, C. (2019). New opportunities for forest remote sensing through ultra-high-density drone lidar. *Surveys in Geophysics*, 40, 959-977.
- [10]. Kardasz, P., Doskocz, J., Hejduk, M., Wiejkut, P., & Zarzycki, H. (2016). Drones and possibilities of their using. *J. Civ. Environ. Eng*, 6(3), 1-7.

- [11]. Mishra, B., Garg, D., Narang, P., & Mishra, V. (2020). Drone-surveillance for search and rescue in natural disaster. *Computer Communications*, 156, 1-10.
- [12]. Konert, A., & Balcerzak, T. (2021). Military autonomous drones (UAVs)-from fantasy to reality. Legal and Ethical implications. *Transportation research procedia*, 59, 292-299.
- [13]. Daud, S. M. S. M., Yusof, M. Y. P. M., Heo, C. C., Khoo, L. S., Singh, M. K. C., Mahmood, M. S., & Nawawi, H. (2022). Applications of drone in disaster management: A scoping review. *Science & Justice*, 62(1), 30-42.
- [14]. Kucharczyk, M., & Hugenholtz, C. H. (2021). Remote sensing of natural hazard-related disasters with small drones: Global trends, biases, and research opportunities. *Remote Sensing of Environment*, 264, 112577.
- [15]. Karaca, Y., Cicek, M., Tatli, O., Sahin, A., Pasli, S., Beser, M. F., & Turedi, S. (2018). The potential use of unmanned aircraft systems (drones) in mountain search and rescue operations. *The American journal of emergency medicine*, 36(4), 583-588.
- [16]. Tkáč, M., & Mésároš, P. (2019). Utilizing drone technology in the civil engineering. *Selected Scientific Papers-Journal of Civil Engineering*, 14(1), 27-37.
- [17]. Mogili, U. R., & Deepak, B. B. V. L. (2018). Review on application of drone systems in precision agriculture. *Procedia computer science*, 133, 502-509.
- [18]. Khan, N. A., Jhanjhi, N. Z., Brohi, S. N., Usmani, R. S. A., & Nayyar, A. (2020). Smart traffic monitoring system using unmanned aerial vehicles (UAVs). *Computer Communications*, 157, 434-443.
- [19]. Robinson, J. M., Harrison, P. A., Mavoa, S., & Breed, M. F. (2022). Existing and emerging uses of drones in restoration ecology. *Methods in Ecology and Evolution*, 13(9), 1899-1911.
- [20]. Vom Bögel, G., Cousin, L., Iversen, N., Ebeid, E. S. M., & Hennig, A. (2020, August). Drones for inspection of overhead power lines with recharge function. In

2020 23rd Euromicro Conference on Digital System Design (DSD) (pp. 497-502).
IEEE.

- [21]. Wulfovich, S., Rivas, H., & Matabuena, P. (2018). Drones in healthcare. *Digital Health: Scaling Healthcare to the World*, 159-168.