

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολή Ψηφιακής Τεχνολογίας

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεματικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Διαχείριση Δικτύων Επικοινωνιών και Υπηρεσιών Επόμενης
Γενιάς

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : Αποδοχή Τεχνολογίας Και Εκπαίδευση Χρηστών Μη
Επανδρωμένων Αεροσκαφών**

Σπουδάστρια: Κομπογιάννη Δανάη

Αθήνα, 2023



HAROKOPIO UNIVERSITY

SCHOOL OF DIGITAL TECHNOLOGY

DEPARTMENT INFORMATICS AND TELEMATICS

POSTGRADUATE PROGRAMME

**COURSE Management of Next Generation Communications
Networks and Services**

Master Thesis

**TITLE : Technology Acceptance And User Training Of Unmanned Aerial
Systems**

Student: Danae Kobogianni

Athens, 2023



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολή Ψηφιακής Τεχνολογίας

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεματικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**Διαχείριση Δικτύων Επικοινωνιών και Υπηρεσιών Επόμενης
Γενιάς**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Όνομα Δημητρακόπουλος Γεώργιος (Επιβλέπων)

**Αναπληρωτής Καθηγητής στο γνωστικό αντικείμενο Ασύρματα
Γνωστικά Δίκτυα και Τηλεματικές Εφαρμογές**

Όνομα Ηρακλής Βαρλάμης

**Αναπληρωτής Καθηγητής στο γνωστικό αντικείμενο Διαχείριση
Δεδομένων**

Όνομα Κωνσταντίνος Τσερπές

**Αναπληρωτής Καθηγητής στο γνωστικό αντικείμενο Τεχνικές
Προγραμματισμού Συστημάτων στον Παγκόσμιο Ιστό**

Ο/Η Κομπογιάννη Δανάη

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.
- 3) Όπου υφίστανται δικαιώματα άλλων δημιουργών έχουν διασφαλιστεί όλες οι αναγκαίες άδειες χρήσης ενώ το αντίστοιχο υλικό είναι ευδιάκριτο στην υποβληθείσα εργασία.

Πίνακας περιεχομένων

1	Abstract	7
2	Περίληψη.....	8
	Συνοτομογραφίες & Ακρωνύμια.....	9
3	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
4	UNMANNED AERIAL SYSTEMS (UAS).....	12
4.1	Τι είναι και πως λειτουργούν.....	12
4.2	Τεχνικά θέματα.....	12
4.3	Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά.....	12
4.4	Συστήματα ελέγχου	14
4.5	Κατηγοριοποίηση	15
5	Εφαρμογές.....	17
5.1	Έρευνα και διάσωση	17
5.2	Δημόσια επιτήρηση και επιβολή του νόμου.....	19
5.3	Logistics	19
5.4	Ασφαλής συντήρηση και διαχείριση υποδομών.....	22
5.5	Αγροτική διαχείριση.....	23
6	Business Aspects	25
6.1	Ανάλυση αγοράς drones	25
6.2	Τομείς ενδιαφέροντος για τα αποτελέσματα της χρήσης συνεργατικών drones....	26
6.3	Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις	26
7	Regulation	30
7.1	Κανονιστικά Πλαίσια σε διεθνές επίπεδο	30
7.2	Κανονιστικά Πλαίσια σε επίπεδο ΕΕ	30
7.3	Κανονιστικά Πλαίσια σε εθνικό επίπεδο.....	32
7.4	Κοινοί κανόνες στον τομέα της πολιτικής αεροπορίας.....	32
7.5	Κανονισμός στην Ελλάδα	33
8	Μοντέλα Αποδοχής Τεχνολογίας.....	37
8.1	TAM	37
8.2	TAM 2	38
8.3	UTAUT	39
9	Training	43
9.1	Δημογραφικά Στοιχεία	43
9.2	Γενικής κρίσεως για τα drones	45
9.3	Ερωτήσεις ειδικού τύπου.....	49

10	Συμπεράσματα.....	65
11	Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	67
11.1	Μελλοντικές τάσεις για εξαρτήματα για αερομεταφερόμενη παρατήρηση και ανίχνευση	67
11.2	Μελλοντικές τάσεις για τα συστήματα και αρχιτεκτονικές για εξαιρετικά αυτοματοποιημένα drones BVLOS.....	69
11.3	Τρισδιάστατη Απεικόνιση	73
12	Βιβλιογραφία.....	75
13	Παράρτημα.....	77

1 Abstract

The use of unmanned aerial vehicles, also known as drones, has been growing rapidly in recent decades, covering a wide range of non-military applications such as construction and infrastructure inspection, precision agriculture, goods delivery, search and rescue operations, and provision of wireless connectivity. Smart drones, which are the next big revolution in unmanned aerial vehicle technology, are expected to create new application opportunities, especially in urban infrastructure. In the literature there are many references dealing with the topic of drone usage. Therefore, an analysis of the current regulatory framework on the specific subject is considered necessary. The purpose of this work is to present the technology of drones and their applications as well as the analysis of the current regulatory framework regarding their use. The main axes of the work will be drone applications and challenges. Subsequently, a clear picture of the regulatory framework at national and international level will be given. Finally, in order to investigate the limitations as well as the usefulness of drones, a survey was carried out using the questionnaire method. Specifically, 92 questionnaires were distributed via Google Form, which were forwarded to junior high school and senior high school students. Thus, the sample consisted exclusively of people who had no experience with unmanned systems.

Word keys

Unmanned aerial vehicles, precision agriculture, search and rescue operations, regulatory framework.

2 Περίληψη

Η χρήση των μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων, γνωστών και ως drones, αναπτύσσεται με ταχύτατους ρυθμούς τις τελευταίες δεκαετίες, καλύπτοντας ένα ευρέος μη στρατιωτικών εφαρμογών, όπως επιθεώρηση κατασκευών και υποδομών, γεωργία ακριβείας, παράδοση αγαθών, εργασίες έρευνας και διάσωσης και παροχή ασύρματης σύνδεσης. Τα έξυπνα drones, που αποτελούν την επόμενη μεγάλη επανάσταση στην τεχνολογία των μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων, αναμένεται να δημιουργήσουν νέες ευκαιρίες εφαρμογών, ιδίως στις αστικές υποδομές.

Στη βιβλιογραφία υπάρχει πλήθος αναφορών που ασχολείται με το θέμα της χρήσης των drones. Επομένως, θεωρείται αναγκαία μια ανάλυση του ισχύοντος κανονιστικού πλαισίου πάνω στο συγκεκριμένο θέμα. Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η παρουσίαση της τεχνολογίας των drones και των εφαρμογών τους καθώς και η ανάλυση του ισχύοντος κανονιστικού πλαισίου σχετικά με τη χρήση τους. Βασικοί άξονες της εργασίας θα αποτελέσουν οι εφαρμογές των drones και οι προκλήσεις. Στη συνέχεια θα δοθεί μια σαφή εικόνα του κανονιστικού πλαισίου σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Τέλος, για την διερεύνηση των περιοριστικών ορών άλλα και για την χρησιμότητα των drones, πραγματοποιήθηκε έρευνα με την μέθοδο των ερωτηματολογίων. Συγκεκριμένα διακινήθηκαν 92 ερωτηματολόγια μέσω του Google Form τα οποία προωθήθηκαν σε μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου. Έτσι, το δείγμα αποτελείτο αποκλειστικά από άτομα που δεν είχαν εμπειρία με τα μη επανδρωμένα συστήματα.

Λέξεις – Κλειδιά

Μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα, γεωργία ακριβείας, εργασίες έρευνας και διάσωσης, κανονιστικό πλαίσιο.

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

BEC Battery Eliminator Circuit

BVLOS Beyond Visual Line of Sight

EASA European Aviation Safety Agency

ECAC European Civil Aviation Conference

ICAO International Civil Aviation Organization

IMU Inertial Measurement Unit

IFR Instrument Flight Rules

MCU Microcontroller Unit

GPS Global Positioning System

GNSS Global Navigation Satellite System

JARUS Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems

LED Light-Emitting Diode

PID Proportional Integral Derivative

PNT Positioning, Navigation, Timing

RPAS Remotely Piloted Aircraft Systems

TRA Theory of Reasonable Action

UAS Unmanned Aerial Systems

UASSG Unmanned Air Systems Study Group

VLOS Visual Line of Sight

VFR Visual Flight Rules

3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση των μην επανδρωμένων συστημάτων drones, έφεραν επανάσταση στις μεθόδους απόκτησης δεδομένων και έτσι επέτρεψαν νέους δρόμους επιστημονικής έρευνας, περιβαλλοντικής παρακολούθησης και πολλών άλλων. Διάφορες τεχνολογικές εξελίξεις, όπως η αυξανόμενη σμίκρυνση αισθητήρων επί του σκάφους, η πρόοδος στις τεχνολογίες επικοινωνίας και η ανάπτυξη νέων αλγορίθμων και λογισμικού, έχουν ανοίξει το δρόμο για νέες εφαρμογές που θα ενισχύσουν περαιτέρω τη χρήση των UAS. Αυτό οδήγησε σε αυξανόμενο ενδιαφέρον μεταξύ των ηγετών επιχειρήσεων, των υπευθύνων χάραξης πολιτικής και των ρυθμιστικών αρχών και του κοινού σε διάφορους τομείς, όπως η αεροφωτογράφιση, η έρευνα και διάσωση, η εμπορική παράδοση και η επιτήρηση για την επιβολή του νόμου. Οι αρχικές εφαρμογές τοπογραφίας έχουν πλαισιωθεί από πιο προηγμένες εφαρμογές, όπου οι άνθρωποι δεν μπορούν να φτάσουν ή δεν είναι σε θέση να εκτελέσουν έγκαιρα και αποτελεσματικά. (Chowdhury, 2017). Επομένως, η χρήση των UAS μπορεί να προσφέρει στρατηγικά και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα, σημαντική οικονομική εξοικονόμηση καθώς και περιβαλλοντικά οφέλη, δημιουργώντας νέες ανάγκες και συνεπώς νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες.

Αν και η αγορά UAV έχει ήδη μια μεγάλη ποικιλία υλικού, λογισμικού και λειτουργικών προϊόντων να προσφέρει, το βασικό στοιχείο για την επιτυχή εφαρμογή τους δεν ορίζεται σχεδόν από αυτές τις πτυχές, αλλά εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους τοπικούς κανονισμούς (Rao, 2016). Ενώ η τεχνολογία των drone προχωρά με ταχείς ρυθμούς, ο νόμος δυσκολεύτηκε να τηρηθεί για διάφορους λόγους. Για παράδειγμα, οι καθιερωμένοι κανόνες του αέρα βασίζονται είτε σε κανόνες πτήσης VFR και IFR, ανάλογα με τους ανθρώπους πιλότους για επίγνωση της κατάστασης, λήψη αποφάσεων, εξουσία και ορισμένες τυποποιημένες διαδικασίες, τεχνολογίες και πιστοποιήσεις, κατασκευασμένα γύρω από πιλοτικά αεροσκάφη κ.λπ. Τα drones είναι ποιοτικά και ποσοτικά διαφορετικό και πρέπει να ενσωματωθεί απρόσκοπτα σε αυτό το υπάρχον σύστημα, το οποίο αποτελεί θεμελιώδη πρόκληση. Επί του παρόντος, οι διεθνείς ρυθμιστικοί φορείς συνεργάζονται στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) με σκοπό να «προτείνουν

ένα ενιαίο σύνολο τεχνικών, ασφάλειας και λειτουργικών απαιτήσεων για όλες τις πτυχές που συνδέονται με την ασφαλή λειτουργία του Συστήματα Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (UAS)» . Εκτός από τις εθνικές αρχές, υπήρξαν πολλά υποσχόμενες εξελίξεις στην Ευρώπη μέσω του EASA (Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Ασφάλειας της Αεροπορίας) σχετικά με τη χρήση και τον έλεγχο των drones σε αστικό περιβάλλον . Το έργο του EASA σκοπεύει να μεγιστοποιήσει τα εμπορικά οφέλη και τα οφέλη ευκολίας των drones έναντι της ανάγκης διασφάλισης της ασφάλειας και της ιδιωτικής ζωής των πολιτών και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις πόλεις μας μέσω πολλών δημοσιεύσεων, όπως διαδικασίες για τη λειτουργία μη επανδρωμένων αεροσκαφών, κανονισμός για τα συστήματα μη επανδρωμένων αεροσκαφών και για τους φορείς εκμετάλλευσης συστημάτων μη επανδρωμένων αεροσκαφών από τρίτες χώρες .

Η ασφάλεια πρέπει να επεκταθεί σε υπερσύγχρονες λειτουργίες UA, όπως πτήσεις BVLOS, νυχτερινές λειτουργίες, πτήσεις πάνω από ανθρώπους και πολλές άλλες εφαρμογές. Διάφορα σενάρια έκτακτης ανάγκης θα επιτρέψουν τον καθορισμό των κινδύνων αυτών των επιχειρήσεων και τον σχεδιασμό ασφαλών αποστολών που συμμορφώνονται με τους κανόνες της Υπηρεσίας Αεροπορίας (π.χ. EASA). Θα παρέχουν πολύτιμη γνώση και θα επιτρέψουν στην κοινωνία να επωφεληθεί πληρέστερα από την εξέλιξη της τεχνολογίας των drone, ενώ θα συνεχίσει να αντιμετωπίζει τις ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια, την ασφάλεια και το απόρρητο.

4 UNMANNED AERIAL SYSTEMS (UAS)

4.1 Τι είναι και πως λειτουργούν

Τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα UAS (Unmanned Aerial Systems) η σύμφωνα με την πιο επίσημη ορολογία τους συστήματα RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems), ευρεως γνωστά ως drones είναι αεροσκάφη χωρίς ανθρώπινο πιλότο επί του σκάφους, όπου πραγματοποιούν πτήσεις είτε αυτόνομα είτε μέσω τηλεκατεύθυνσης.

Διαθέτουν διαφορετικό βαθμό αυτονομίας και αυτοματισμών και συνήθως λειτουργούν απομακρυσμένα μέσω τηλεχειρισμού από χειριστή (σε απόσταση της τάξεως μερικών μέτρων μέχρι πολλών χιλιομέτρων) ή αυτόνομα με υπολογιστές επί του σκάφους (Boucher, 2015).

4.2 Τεχνικά θέματα

Τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα αποτελούνται από 3 βασικά χαρακτηριστικά Σώμα, αισθητήρες και ενεργοποιητές. Συνδυάζοντας τα είδη τροφοδοσίας και την χρήση λογισμικού ολοκληρώνουν την ηλεκτρονική συσκευή που ονομάζεται drones. Τα drones χρησιμοποιούν συστήματα ελέγχου όπως είναι οι αρχιτεκτονικές ανοιχτού και κλειστού βρόχου η υδριβικού ελέγχου.

4.3 Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά

Γενικά τα επανδρωμένα και μη επανδρωμένα αεροσκάφη του ίδιου τύπου έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Οι βασικότερες εξαιρέσεις είναι το σύστημα ελέγχου του θαλάμου διακυβέρνησης και του περιβάλλοντος ή συστήματα υποστήριξης.

Ορισμένα UAV φέρουν ωφέλιμα φορτία (όπως κάμερα) που ζυγίζουν σημαντικά λιγότερο από έναν ενήλικα άνθρωπο και ως εκ τούτου μπορεί να είναι σημαντικά μικρότερα. Παρόλο που μεταφέρουν βαριά ωφέλιμα φορτία, οι οπλοποιημένες στρατιωτικές UAV είναι ελαφρύτερες από τις επανδρωμένες αντίστοιχες δυνάμεις τους.

Τα μικρά μη στρατιωτικά UAV δεν έχουν συστήματα ‘ζωτικής’ σημασίας και μπορούν έτσι να κατασκευαστούν από ελαφρύτερα αλλά λιγότερο ανθεκτικά υλικά και επίσης

μπορούν να χρησιμοποιούν λιγότερο ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου που έχουν υποστεί δοκιμές. Για τα μικρά UAVs, ο σχεδιασμός quadcopter έχει γίνει δημοφιλής, αν και αυτή η διάταξη σπάνια χρησιμοποιείται για επανδρωμένα αεροσκάφη. Η μικρογράφηση σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν λιγότερο ισχυρές τεχνολογίες πρόωσης που δεν είναι εφικτές για επανδρωμένα αεροσκάφη, όπως μικρούς ηλεκτρικούς κινητήρες και μπαταρίες.

Σώμα

Η βασικότερη διαφορά με τα αεροπλάνα είναι η απουσία του χώρου του πιλοτηρίου και των παραθύρων του. Τα τετράποδα χωρίς παραπέτασμα είναι ένας κοινός παράγοντας για τα UAV των περιστροφικών πτερύγων, ενώ οι μονόδρομοι και οι διχαλκίδες είναι συνηθισμένοι για επανδρωμένες πλατφόρμες (Bristeau, J. Callou, F. Vissière, D Petit, N. (2011)).

Αισθητήρες

Οι αισθητήρες θέσης και κίνησης δίνουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του αεροσκάφους. Οι εξωτερικοί αισθητήρες ασχολούνται με εξωτερικές πληροφορίες όπως οι μετρήσεις απόστασης, ενώ οι εσωτερικοί συσχετίζουν εσωτερικές και εξωτερικές καταστάσεις (Floreano&Wood, 2015). Οι μη συνεργαζόμενοι αισθητήρες είναι σε θέση να ανιχνεύουν στόχους αυτοτελώς, έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται για διασφάλιση διαχωρισμού και αποφυγή συγκρούσεων (Fasano et al., 2015).

Οι βαθμοί ελευθερίας (DOF) αφορούν τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα των αισθητήρων επί του σκάφους: 6 Το DOF υποδηλώνει γυροσκόπια και επιταχυνσιόμετρα τριών αξόνων (τυπική μονάδα μέτρησης αδρανείας - IMU), 9 DOF αναφέρεται σε IMU συν πυξίδα, 10 DOF ένα βαρόμετρο και 11 DOF συνήθως προσθέτουν ένα δέκτη GP(Bristeau et al (2011)).

Ενεργοποιητές

Οι ενεργοποιητές UAV περιλαμβάνουν ψηφιακούς ηλεκτρονικούς ελεγκτές ταχύτητας (οι οποίοι ελέγχουν τις στροφές των κινητήρων) που συνδέονται με κινητήρες / κινητήρες και 16 έλικες, σερβοκινητήρες (κυρίως για αεροπλάνα και ελικόπτερα), όπλα, ενεργοποιητές ωφέλιμου φορτίου, LED και ηχεία (Bristeau et al (2011)).

Τροφοδοσία και πλατφόρμα

Τα μικρά UAV χρησιμοποιούν ως επί το πλείστον μπαταρίες λιθίου-πολυμερούς (Li-Po), ενώ τα μεγαλύτερα οχήματα βασίζονται σε συμβατικούς κινητήρες αεροπλάνου. Το κύκλωμα απομάκρυνσης μπαταριών (BEC) χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση της διανομής ισχύος και συχνά φιλοξενεί μια μονάδα μικροελεγκτή (MCU). Οι ακριβότεροι διακόπτες BEC μειώνουν τη θέρμανση στην πλατφόρμα (Bristeau et al (2011)).

Χρήση υπολογιστή

Η ικανότητα υπολογιστικής δύναμης των UAV ακολούθησε την πρόοδο της τεχνολογίας των υπολογιστών, ξεκινώντας από τους αναλογικούς ελέγχους και εξελισσόμενος σε μικροελεγκτές, στη συνέχεια υπολογιστές SOC και single-board (SBC). Το υλικό του συστήματος για μικρά UAV ονομάζεται συχνά ελεγκτής πτήσης (FC), πίνακας ελεγκτών πτήσης (FCB) ή αυτόματος πιλότος ((Bristeau et al (2011)).

Λογισμικό

Το λογισμικό UAV ονομάζεται στοίβα πτήσης ή αυτόματος πιλότος. Τα UAV είναι συστήματα πραγματικού χρόνου που απαιτούν ταχεία ανταπόκριση στην αλλαγή των δεδομένων αισθητήρων. Διάφορα λογισμικά είναι τα ακόλουθα: RaspberryPi, Beagleboards, Nuttx, το Preemptive-RTLinux, το Xenomai, ή το DDS-ROS 2.0 (Bristeau et al (2011)).

4.4 Συστήματα ελέγχου

Τα συστήματα ελέγχου για UAV είναι συχνά διαφορετικά από τα επανδρωμένα σκάφη. Για απομακρυσμένο ανθρώπινο έλεγχο, μια κάμερα και μια σύνδεση βίντεο σχεδόν πάντα αντικαθιστούν τα παράθυρα του πιλοτηρίου. οι ραδιοεκπομπές ψηφιακών εντολών αντικαθιστούν τα φυσικά χειριστήρια πιλοτηρίου. Το λογισμικό αυτόματου πιλότου χρησιμοποιείται τόσο σε επανδρωμένα όσο και σε μη επανδρωμένα αεροσκάφη, με διαφορετικά σύνολα χαρακτηριστικών. Τα UAV χρησιμοποιούν αρχιτεκτονικές ανοικτού βρόχου, κλειστού βρόχου ή υβριδικού ελέγχου.

- Ανοικτός βρόχος: Αυτός ο τύπος παρέχει ένα θετικό σήμα ελέγχου (ταχύτερο, πιο αργό, αριστερό, δεξιά, πάνω, κάτω) χωρίς να ενσωματώνει ανατροφοδότηση από

δεδομένα αισθητήρων.

- Κλειστός βρόχος: Αυτός ο τύπος ενσωματώνει ανατροφοδότηση αισθητήρα για να ρυθμίσει τη συμπεριφορά (μειώστε την ταχύτητα ώστε να αντικατοπτρίζει την ουρά του ανέμου, μετακινήστε σε υψόμετρο 300 ποδιών). Ο ελεγκτής PID είναι κοινός. Μερικές φορές, χρησιμοποιείται η ροή προς τα εμπρός, μεταφέροντας την ανάγκη να κλείσει ο βρόχος περαιτέρω (Bristeau et al (2011)).

Έλεγχος πτήσης

- Ο έλεγχος πτήσης είναι ένα από τα συστήματα χαμηλότερου στρώματος και είναι παρόμοιο με την επανδρωμένη αεροπορία: η δυναμική πτήσης αεροπλάνου, ο έλεγχος και ο αυτοματισμός, η δυναμική πτήσης ελικοπτέρου και οι έλεγχοι μέσω δυναμική πτήσης πολλαπλών αεροσκαφών ερευνήθηκαν πριν την άνοδο των UAV.
- Η αυτόματη πτήση περιλαμβάνει πολλαπλά επίπεδα προτεραιότητας.
- Τα UAV μπορούν να προγραμματιστούν για να επιτελέσουν επιθετικές κινήσεις ή προσγείωση / βόλτα σε κεκλιμένες επιφάνειες, και στη συνέχεια να ανέβουν προς καλύτερα σημεία επικοινωνίας. Ορισμένα UAV μπορούν να ελέγξουν την πτήση με διαφορετική μοντελοποίηση πτήσης (Yanguo&Huanjin, 2009).

4.5 Κατηγοριοποίηση

Τα UAV ταξινομούνται συνήθως σε μία από τις έξι λειτουργικές κατηγορίες (USDepartmentofDefense, 2011):

- Στόχος: Ικανότητα για εναέρια πυροβόλα όπλα που στοχεύουν σε συγκεκριμένο στόχο
- Αναγνώριση : Αυξάνει την γνώση στο πεδίο της μάχης
- Καταπολέμηση: Παροχή ικανότητας επίθεσης για αποστολές υψηλού κινδύνου
- Εφοδιαστική αλυσίδα: Παράδοση φορτίου
- Έρευνα και ανάπτυξη: Βελτίωση των τεχνολογιών UAV
- Αστικά και εμπορικά UAV: Γεωργία, αεροφωτογραφία, συλλογή δεδομένων

Το στρατιωτικό σύστημα στρατιωτικών UAV των Ηνωμένων Πολιτειών χρησιμοποιείται από στρατιωτικούς σχεδιαστές για τον προσδιορισμό των διαφόρων επιμέρους αεροσκαφών σε ένα γενικό σχέδιο χρήσης (USDepartmentofDefense, 2011).

Τα οχήματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν επίσης και ως προς το εύρος ή το ύψος.

- Περίπου 2 χιλιόμετρα
- Μέχρι 10 χιλιόμετρα
- Έως και 50 χιλιόμετρα
- Περίπου 160 χιλιόμετρα
- Πάνω από 200 χιλιόμετρα

Οι ταξινομήσεις ανάλογα με το βάρος του αεροσκάφους είναι αρκετά απλούστερες (USDepartmentofDefense, 2011):

- Μικρό αερόπλοιο (MAV) - τα μικρότερα UAV που μπορούν να βγάλουν λιγότερο από 1 γραμμάριο.
- Ήμι-αυτόματο UAV (επίσης αποκαλούμενο SUAS) - περίπου λιγότερο από 25 κιλά.
- Βαρύτερα UAV.

5 Εφαρμογές

Τα ακόλουθα υποκεφάλαια επικεντρώνονται σε αναδυόμενες περιπτώσεις χρήσης που εστιάζουν στον τρόπο με τον οποίο τα UAS μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες συγκεκριμένων καταστάσεων. Ο κατάλογος περιπτώσεων χρήσης δεν είναι οριστικός και μπορεί εύκολα να επεκταθεί.

5.1 Έρευνα και διάσωση

Τα UAS έχουν διευκολύνει πολύ, την άμεση δράση των ανταποκριτών η οποία είναι καθοριστική για τη διάσωση ανθρώπινων ζώων σε περίπτωση καταστροφής ή έκτακτης ανάγκης. Η παρέμβασή τους απαιτεί εξειδικευμένα όργανα, διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή και εύκολα προσβάσιμα, τα οποία πληρούν αυστηρές απαιτήσεις όσον αφορά την ακρίβεια ανίχνευσης, τον γρήγορο εντοπισμό και τη μείωση των ψευδών συναγερμών. Για το σκοπό αυτό, τα UAS προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες στον τομέα αναζήτησης και διάσωσης. Οι ευεργετικά οραματισμένες και εφαρμοσμένες εφαρμογές τα τελευταία χρόνια επεκτείνονται στην παρακολούθηση της υγείας των δασών, τις εφαρμογές χαρτογράφησης πυρκαγιών, την απογραφή δασών, την πρόληψη καταστροφών και τη διαχείριση καταστροφών. Τα UAS είναι εξοπλισμένα με βελτιωμένες αισθητηριακές ικανότητες και νέα συστήματα ελέγχου, καθώς και την ικανότητα εξελιγμένης χαρτογράφησης σε άγνωστα περιβάλλοντα αποδεικνύονται ευεργετικά για λειτουργία σε σκληρές ή δυσπρόσιτες απομακρυσμένες περιοχές. Η χρήση UAS για την επίγνωση καταστάσεων και τη διαχείριση καταστροφών αποφέρει πολλά οφέλη. Όπως για παράδειγμα να ελαχιστοποιούν τον χρόνο που απαιτείται για τον εντοπισμό των θυμάτων και τον χρόνο που απαιτείται για την επακόλουθη επέμβαση αναζητώντας μια μεγάλη περιοχή σε σύντομο χρονικό διάστημα, παρέχοντας έτσι κρίσιμες πληροφορίες στους πρώτους ανταποκριτές και τις ομάδες διάσωσης κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων. Επιπλέον, είναι σε θέση να αναζητούν ζωντανά θύματα σε περιοχές όπου οι άνθρωποι δεν μπορούν να φτάσουν και αποτελούν κρίσιμα εργαλεία για την απόκτηση εναέριων εικόνων.

Στις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης, συναντούμε συνήθως πολλές αντιξοότητες και περιορισμούς. Οι σημαντικότερες εξ αυτών σχετίζονται με το χρόνο και το περιβάλλον. Συνήθως, ο χρόνος είναι περιορισμένος και οποιαδήποτε καθυστέρηση

μπορεί να οδηγήσει σε δραματικές συνέπειες ενδεχομένως ακόμη και ανθρώπινες απώλειες. Από την άλλη πλευρά, πολλές φορές το περιβάλλον στο οποίο διεξάγονται τέτοιες έρευνες είναι μη φιλικό και δύσκολα προσπελάσιμο (σκηνές καταστροφών, δάση, όρη κλπ).

Συνεπώς, η χρήση drones σε επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης, παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, καθώς εκείνα είναι ευκίνητα, γρήγορα, μπορούν να παρουσιάσουν αυτόνομη συμπεριφορά με αποτέλεσμα να μπορούν να εκτελέσουν εργασίες που είναι δύσκολο να εκτελεστούν από ανθρώπους, συνδυάζοντας παράλληλα χαμηλό λειτουργικό κόστος. Σε ένα τυπικό σενάριο, τα drones θα μπορούσαν να αναπτυχθούν σε ένα χώρο ενδιαφέροντος προκειμένου να συλλέξουν στοιχεία για την παρουσία θυμάτων και να μεταδώσουν τις πληροφορίες που συνέλεξαν σε έναν απομακρυσμένο επίγειο σταθμό ή ομάδα διάσωσης (Waharte & Trigoni, 2010).

Επιπλέον, οι καταστροφές που επέρχονται από φυσικά φαινόμενα (π.χ. πλημμύρες, σεισμοί, τσουνάμι), αλλά και εκείνες που επέρχονται από μη φυσικά φαινόμενα (π.χ. τρομοκρατικές επιθέσεις) μπορεί να έχουν τεράστιες επιπτώσεις σε πολλές κρίσιμες υποδομές (από τα δίκτυα ύδρευσης και ενέργειας, μέχρι τα συστήματα μεταφοράς και τηλεπικοινωνιών) (Shakhatreh et al., 2019). Οι επιπτώσεις αυτές απαιτούν την εύρεση άμεσων λύσεων για την παροχή επικοινωνίας με σκοπό την υποστήριξη των επιχειρήσεων διάσωσης (Hayat et al., 2016). Όταν τα δίκτυα επικοινωνιών καταρρέουν, τα drones μπορούν να συνδράμουν στην παροχή έγκαιρης προειδοποίησης για επερχόμενες καταστροφές ή να ενισχύσουν το έργο των ομάδων έρευνας και διάσωσης μέσα από την μεταφορά ιατρικής προμήθειας σε περιοχές που είναι δύσκολα προσπελάσιμες. Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις καταστροφών, όπως η διαρροή δηλητηριωδών αερίων, οι πυρκαγιές, οι χιονοστιβάδες και οι έρευνες για επιζήσαντες ή αγνοούμενους, τα UAVs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη και την επιτάχυνση των επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης. Επιπλέον, τα UAVs μπορούν να παρέχουν γρήγορα κάλυψη μιας μεγάλης περιοχής χωρίς ποτέ να διακινδυνεύσει η ασφάλεια του εμπλεκόμενου προσωπικού (Shakhatreh et al., 2019). Υπάρχουν δύο μοντέλα συστημάτων έρευνας και διάσωσης με τη χρήση UAVs. Το πρώτο μοντέλο, χρησιμοποιεί μόνο ένα UAV, ενώ το δεύτερο χρησιμοποιεί ένα σμήνος από UAVs. Μια επιχείρηση έρευνας και διάσωσης με χρήση ενός drone, αποτελείται από τρία βασικά στάδια: α) μετά τον προσδιορισμό της περιοχής έρευνας από την ομάδα διάσωσης, ένα UAV εξοπλισμένο με οπτικές ή θερμικές κάμερες ξεκινά τη

σάρωση της περιοχής β) στη συνέχεια, οι αεροφωτογραφίες και τα βίντεο που συγκεντρώθηκαν από το drone αποστέλλονται σε πραγματικό χρόνο στον επίγειο σταθμό ελέγχου γ) οι πληροφορίες αυτές αναλύονται από την ομάδα διάσωσης με σκοπό τη βέλτιστη οργάνωση των ενεργειών διάσωσης (Shakhatreh et al., 2019). Στην περίπτωση σμήνους UAVs, χρησιμοποιούνται drones με ενσωματωμένους αισθητήρες απεικόνισης για τον εντοπισμό της θέσης των αγνοουμένων. Σε αυτή την περίπτωση, τα στάδια της επιχείρησης μπορεί να είναι περισσότερα (Shakhatreh et al., 2019).

5.2 Δημόσια επιτήρηση και επιβολή του νόμου

Η χρήση των UAS μπορεί να επιφέρει βοήθεια στην επιβολή του νόμου και την δημόσια επιτήρηση. Τα drones είναι ένα ανεκτίμητο εργαλείο για τη διάσωση ανθρώπινων ζωών, για την αλλαγή του τρόπου με τον οποίο οι υπηρεσίες αντιδρούν σε ένα ευρύ φάσμα περιστατικών και για τη διατήρηση της ασφάλειας του κοινού συνολικά. Για παράδειγμα, το UAS μπορεί να παρατηρεί απειλές από ασφαλή σκοπιά, επιτρέποντας στις αρχές επιβολής του νόμου στη σκηνή να λειτουργούν με μεγαλύτερη ασφάλεια. Επιπλέον, με τη χρήση θερμικών εικόνων, οι πράκτορες επιβολής του νόμου μπορούν να ανιχνεύσουν ανθρώπους στο απόλυτο σκοτάδι και να δουν μέσα από την ομίχλη, τον καπνό και την ομίχλη. Μπορούν επίσης να παρακολουθούν τις σκηνές του εγκλήματος που εκτυλίσσονται με μεγαλύτερη ακρίβεια και σε ασφαλέστερη απόσταση και να έχουν πιο ξεκάθαρη άποψη σε περιόδους χαοτικών καταστάσεων ή όταν η ανάπτυξη του προσωπικού εδάφους είναι πολύ επικίνδυνη.

5.3 Logistics

Ο τομέας της εφοδιαστικής θα μπορούσε να ωφεληθεί ενσωματώνοντας τεχνολογίες UAS στην υπάρχουσα επίγεια επιμελητεία για την επίτευξη πιο βιώσιμης διανομής αγαθών. Η παράδοση πακέτων, η μεταφορά κρίσιμων ιατρικών προμηθειών σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές ή ακόμα και τα aero taxi που μπορούν να

μεταφέρουν επιβάτες είναι μερικοί από τους τομείς εφαρμογής όπου τα UAS προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες. Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη παράδοσης και επιβατών θα μπορούσαν επίσης να μειώσουν την πίεση σε ήδη συμφορημένους δρόμους και να επιτρέψουν ταχύτερη μετακίνηση στον αέρα, καθώς και στο έδαφος, αν και η χωρητικότητα των αεροταξί είναι χαμηλή, δεδομένης της ανάγκης για ειδικά VertiPorts και χαμηλού αριθμού PAX και του κόστους είναι υψηλό σε σύγκριση με τα μέσα μαζικής μεταφοράς.

Συνολικά, αναμένεται ότι οι υπηρεσίες που υποστηρίζονται από drone θα οδηγήσουν σε χαμηλότερο κόστος και μεγάλα οφέλη για τις εταιρείες του ταχέως αναπτυσσόμενου τομέα και των logistics. Το UAS μπορεί να παρέχει προηγμένα χαρακτηριστικά έναντι συμβατικών λύσεων σε υπηρεσίες logistics, όπως ταυτόχρονη παράδοση σε πολλές τοποθεσίες, μειωμένο λειτουργικό κόστος, περιβαλλοντικά οφέλη, μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση και κίνδυνο ατυχημάτων εντός μεγάλων πόλεων και προσβασιμότητα σε απομακρυσμένες περιοχές ή περιοχές χωρίς υποδομές.

Τέλος, μπορούν να γίνουν κάποιες βελτιώσεις σε υλικό και τεχνολογίες και να εστιάσουν σε αλγόριθμους και υπολογιστικές μεθόδους όπου μπορούν να βελτιστοποιήσουν την αποτελεσματικότητα αυτών των συστημάτων σε λειτουργικό επίπεδο.



Η ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου, έχει δημιουργήσει πολλές προκλήσεις στον τομέα της παράδοσης αγαθών καθώς οι ηλεκτρονικές παραγγελίες διαρκώς αυξάνονται, ενώ ταυτόχρονα οι πελάτες προσδοκούν λιγότερο χρόνο για την παράδοση των προϊόντων που έχουν παραγγείλει. Από την άλλη πλευρά, το κυκλοφοριακό πρόβλημα στις μεγαλουπόλεις αναμένεται να οξυνθεί, κυρίως αν λάβουμε υπόψη μας και το γεγονός ότι μέχρι το 2050 το 65% του πληθυσμού θα ζει σε αστικό περιβάλλον (Yoo & Chankov., 2018). Συνεπώς, για να επιτευχθεί, ο λιγότερος δυνατός χρόνος

παράδοσης αγαθών σε μία μεγαλούπολη, θα πρέπει να αναζητηθούν εναλλακτικοί τρόποι, οι οποίοι περιλαμβάνουν τη χρήση drones.

Τα UAVs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά τροφίμων, συσκευασιών και άλλων αγαθών. Για παράδειγμα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, τα drones μπορούν να παραδώσουν φάρμακα και δείγματα αίματος, ακόμη και σε απρόσιτες περιοχές. Μπορούν να μεταφέρουν γρήγορα ιατρικά όργανα εντός των κρίσιμων πρώτων λεπτών ενός αιφνίδιου προβλήματος υγείας (π.χ. μιας καρδιακής ανακοπής). Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε υπηρεσίες συνεχούς ροής βίντεο, επιτρέποντας στο ιατρικό προσωπικό να παρατηρεί και να δίνει οδηγίες εξ αποστάσεως σε άτομα που βρίσκονται στο χώρο ενός ατυχήματος, σχετικά με τον τρόπο χρήσης των ιατρικών οργάνων (Scott & Scott, 2017). Στο σύστημα παράδοσης αγαθών με χρήση UAVs, ένα drone μπορεί να κινηθεί μεταξύ του σημείου παραλαβής και του σημείου παράδοσης. Σε αυτή την περίπτωση το drone είναι εξοπλισμένο με επεξεργαστή ελέγχου και μονάδα GPS. Στο σημείο παραλαβής, λαμβάνει ένα πακέτο συναλλαγής που περιέχει τις συντεταγμένες GPS και το αναγνωριστικό της συσκευής τοποθέτησης πακέτου που σχετίζεται με την παραγγελία. Κατά την άφιξη του στο σημείο παράδοσης, ο επεξεργαστής ελέγχου ελέγχει εάν το αναγνωριστικό της συσκευής τοποθέτησης πακέτου ταιριάζει με το αναγνωριστικό του πακέτου συναλλαγής, εκτελεί τη διαδικασία μεταφοράς και στέλνει επιβεβαίωση ολοκλήρωσης της παραλαβής. Αν το αναγνωριστικό της συσκευής τοποθέτησης πακέτου δεν ταιριάζει με το αναγνωριστικό του πακέτου συναλλαγής, το drone μεταδίδει ένα αίτημα μέσω ενός δικτύου μικρής εμβέλειας, όπως Bluetooth ή WiFi. Το αίτημα μπορεί να περιέχει το αναγνωριστικό ή την IP διεύθυνση της συσκευής τοποθέτησης πακέτου. Με την προϋπόθεση ότι η συσκευή τοποθέτησης πακέτου δεν έχει μετακινηθεί εκτός της εμβέλειας επικοινωνίας του οχήματος UAV, η συσκευή έχοντας την IP διεύθυνση μεταδίδει ένα σήμα που περιέχει τη διεύθυνση μιας νέας τοποθεσίας. Η συσκευή τοποθέτησης πακέτου μπορεί στη συνέχεια να μεταδώσει ενημέρωση των συντεταγμένων GPS στο drone. Το drone μεταφέρεται στη νέα διεύθυνση με βάση τη νέα τοποθεσία (Shakhatreh et al., 2019)

5.4 Ασφαλής συντήρηση και διαχείριση υποδομών

Η εισαγωγή της τεχνολογίας UAS ως πρόσθετης απομακρυσμένης, μη καταστροφικής μεθόδου για επιθεωρήσεις υποδομής προσελκύει όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον. Η αγορά UAS αναμένεται να επεκταθεί ταχέως με σημαντικό αντίκτυπο και όφελος σε αρκετές εφαρμογές που σχετίζονται με τον πολιτικό μηχανικό, συμπεριλαμβανομένης της βελτιστοποίησης των δομικών επιθεωρήσεων και των επιθεωρήσεων υποδομής. Τα drones εξοπλισμένα με διαφορετικές τεχνολογίες κάμερας και αισθητήρων μπορεί να αντιπροσωπεύουν μια αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική υποστήριξη για τη βελτίωση της ποιότητας των επιθεωρήσεων υποδομής. Μπορούν να ενισχύσουν την αυτοματοποίηση των δραστηριοτήτων παρακολούθησης της υποδομής και να επιτρέψουν τη συλλογή κρίσιμων δεδομένων που απαιτούνται για τη λήψη αποφάσεων για πολιτικές συντήρησης, επισκευής, μετασκευής ή ανακατασκευής γεφυρών, αυξάνοντας έτσι την ανθεκτικότητα του δικτύου υποδομής.

Οι τεχνολογίες UAS έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για επιθεώρηση γεφυρών. Αρκετές ερευνητικές μελέτες έχουν υποστηρίξει πολλά οφέλη σε αυτόν τον τομέα, για παράδειγμα η ικανότητα του drone να εντοπίζει μεγαλύτερο αριθμό ζημιών και ελαττωμάτων επιχειρώντας στενά σε περιοχές όπου η ανθρώπινη πρόσβαση είναι δύσκολη. Επιπλέον, οι υπάρχουσες εξελίξεις στις τεχνολογίες αισθητήρων (π.χ. LiDAR, θερμικές/πολυφασματικές και οπτικές κάμερες) ενισχύουν τις δυνατότητες αξιολόγησης της κατάστασης γέφυρας των UAS.

Οι προκλήσεις της χρήσης των drones σε εφαρμογές επιθεώρησης αστικών υποδομών είναι αρκετές. Μερικές από αυτές αφορούν το σύντομο χρόνο πτήσης λόγω της περιορισμένης ισχύς της μπαταρίας των drones και τον περιορισμό των δυνατοτήτων επεξεργασίας (Shakhathreh et al., 2019).

Η περιορισμένη χωρητικότητα ωφέλιμου φορτίου αποτελεί επίσης μεγάλη πρόκληση. Τα φορτία επί του αεροσκάφους θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν διαφορετικά είδη από κάμερες και αισθητήρες (π.χ. ανίχνευσης αερίων), σύστημα GPS (Bretschneider & Shetti., 2015).

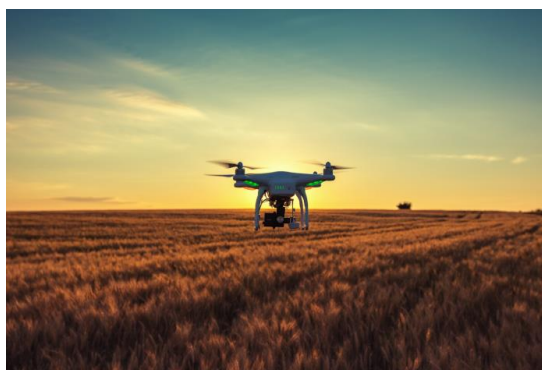
Μια εξίσου σημαντική πρόκληση είναι η χρήση αυτόνομων UAVs σε επιθεωρήσεις εσωτερικών χώρων, στους οποίους το σήμα GPS δεν υπάρχει ή είναι πολύ ασθενές (Dupont et al., 2017).

Παρατηρείται έλλειψη ερευνητικών τάσεων για τη χρήση σμήνους drones σε εφαρμογές επιθεώρησης κατασκευών και υποδομών. Η συνεργατικότητα που παρουσιάζει ένα σμήνος drones είναι τέτοια που στις συγκεκριμένες εφαρμογές θα μπορούσε να προσφέρει ευρύτερο πεδίο επιθεώρησης, μεγαλύτερη ανοχή σφάλματος και μικρότερο χρόνο ολοκλήρωσης των επιθεωρήσεων (Shakhatreh et al., 2019)

5.5 Αγροτική διαχείριση

Ο γεωργικός κλάδος αγκαλιάζει και αυτός την νέα τεχνολογία μεταμορφώνοντας την σύγχρονη τεχνολογία. Οι προκλήσεις, χρήσης UAVs σε εφαρμογές γεωργίας ακριβείας είναι πολλές. Όπως, η αύξηση των απαιτήσεων για τρόφιμα, η ταχεία αστικοποίηση, οι μεταβαλλόμενες προτιμήσεις και προσδοκίες των καταναλωτών για τα τρόφιμα, οι αυξανόμενες πιέσεις από την κλιματική αλλαγή, τη διάβρωση του εδάφους και την απώλεια βιοποικιλότητας.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες μπορούν να ωφεληθούν από την υιοθέτηση διαδικασιών παραγωγής, τεχνολογιών και εργαλείων που προέρχονται από την επιστημονική πρόοδο και αποτελέσματα από δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης. Οι ευφυείς τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών και τα αυτόνομα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορες γεωργικές δραστηριότητες, όπως συλλογή καιρικών δεδομένων, παρακολούθηση της ανάπτυξης των καλλιεργειών, έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών των καλλιεργειών, πρόληψη της σπατάλης των καλλιεργειών λόγω αποτελεσματικής συγκομιδής των καλλιεργειών, παρακολούθηση των προτύπων συμπεριφοράς των ζώων, τοποθεσία των ζώων εντός και εκτός των εκμεταλλεύσεων, αύξηση της παραγωγής τόσο για τις καλλιέργειες όσο και για το ζωικό κεφάλαιο με στόχο την ενίσχυση της παραγωγικότητας των εκμεταλλεύσεων. Με αυτούς τους όρους, οι τεχνολογίες UAS έχουν γίνει πρόσφατα ένα πρακτικό και ευρέως εφαρμοσμένο εργαλείο τηλεπισκόπησης στη γεωργία για εφαρμογές τηλεπισκόπησης, εναέρια εφαρμογή ακριβείας χημικών προϊόντων ή απομακρυσμένη δειγματοληψία φυσικού δείγματος από το πεδίο.



Η χρήση των drones σε εφαρμογές γεωργίας ακριβείας αφορά κυρίως την επιτήρηση των καλλιεργιών και τον ψεκασμό αυτών. Τα drones μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά σε μικρές καλλιεργημένες εκτάσεις μικρού υψομέτρου με μεγαλύτερη ακρίβεια και χαμηλότερο κόστος, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά επανδρωμένα αεροσκάφη. Επιπλέον, τα drones μπορούν να παρέχουν εικόνες υψηλής ευκρίνειας των καλλιεργημένων εκτάσεων, με σκοπό τη σωστή διαχείριση των καλλιεργειών, ανιχνεύοντας την ύπαρξη ζιζανίων, την μεταβλητότητα των καλλιεργειών ως απόκριση στην άρδευση και μειώνοντας την ποσότητα ψεκασμού των ζιζανιοκτόνων (Huang, 2013). Συνεπώς, η χρήση UAVs στις εφαρμογές αυτές δημιουργεί μια οικονομικά αποδοτική τεχνολογία που συμβάλλει στην εξοικονόμηση χρόνου, στη βελτίωση των καλλιεργειών και την εκμετάλλευση της παραγωγικότητας και της κερδοφορίας των γεωργικών συστημάτων. Ο προγραμματισμός άρδευσης, η ανίχνευση ασθενειών των φυτών, η χαρτογράφηση της εδαφικής σύστασης, η κάλυψη των φυτικών υπολειμμάτων, η χαρτογράφηση αγωγών αποστράγγισης, η χαρτογράφηση της ωριμότητας των καλλιεργειών και η χαρτογράφηση απόδοσης των καλλιεργειών, αποτελούν τις σημαντικότερες υπηρεσίες των εφαρμογών που σχετίζονται με επιθεώρηση των καλλιεργιών (Shakhathreh et al., 2019)

Όσον αφορά τον ψεκασμό, εκείνος περιλαμβάνει τη ρίψη παρασιτοκτόνων και λιπασμάτων. Τα drones τείνουν να αντικαθιστούν τα παραδοσιακά επανδρωμένα αεροσκάφη, λόγω των πλεονεκτημάτων που εκείνα παρουσιάζουν, όπως: χαμηλότερο κόστος, λιγότερη απώλεια των υλικών ψεκασμού, καθώς οι ρίψεις γίνονται από χαμηλότερο ύψος (ακόμη και μερικών μέτρων), λιγότερος θόρυβος (Giyyenko & Cho, 2016).

6 Business Aspects

6.1 Ανάλυση αγοράς drones

Η αγορά των drones αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς παγκοσμίως. Η χρήση τους αυξάνεται, ανεξάρτητα από την τελική χρήση. Κατά την πάροδο των χρόνων, με εκατοντάδες εξαιρέσεις όμως από τα κυβερνητικά όργανα, όπως η FAA και η EASA, έχει προκύψει ζήτηση για drones από διάφορους κλάδους, όπως της υποδομής, γεωργίας, μεταφορών, ψυχαγωγίας, ασφάλειας, ασφάλισης, και πολλά άλλων.

- Τα drones έχουν αποδειχθεί οικονομικά αποδοτικά και λειτουργούν με μεγαλύτερη ακρίβεια από τις συμβατικές μεθόδους. Η αγορά που μελετήθηκε βρίσκεται ακόμη σε πρώιμα στάδια σε αρκετές αναπτυσσόμενες χώρες όσον αφορά τη μαζική υιοθέτησή τους και χρήση. Σε πολλές χώρες διάφοροι κανονισμοί, κυβερνητικοί και για τον εναέριο χώρο, αμφισβητούν αυτήν τη στιγμή την ανάπτυξη της συγκεκριμένης αγοράς. Η έλλειψη κανονισμών και περιοριστικών μέτρων για πτήσεις των drones εκτός οπτικής γωνίας έχουν ως αποτέλεσμα μη επανδρωμένα αεροσκάφη να χρησιμοποιούνται από εχθρικές ομάδες για να στοχεύουν κρίσιμες υποδομές χώρων. Άλλοι παράγοντες, όπως ανησυχίες για την ασφάλεια και η έλλειψη εκπαιδευμένων πιλότων επίσης αναμένεται να θέσουν σε αμφισβήτηση την ανάπτυξη της αγοράς των drone σε κάποιο βαθμό.

- Ωστόσο, διάφορες χώρες εστιάζουν τώρα στην ανάπτυξη υποστηρικτικών κανονισμών για τα drone και στη διαμόρφωση συγκεκριμένων κατευθυντήριων γραμμών για τη χρήση τους, οι οποίες αναμένονται να ενθαρρύνουν την υιοθέτηση πολιτικών drones. Το γεγονός αυτό αναμένεται επίσης να ενθαρρύνει πολλές τοπικές νεοφυείς επιχειρήσεις και καινοτόμους να εισέλθουν στην αγορά σε αυτές τις χώρες.

- Οι εξελίξεις στην τεχνολογία των drone επέτρεψαν στους κατασκευαστές να παράγουν ένα ευρύ φάσμα μοντέλων διαφορετικών μεγεθών, βαρών και σχημάτων που μπορούν να μεταφέρουν διαφορετικά ωφέλιμα φορτία αισθητήρων, καθιστώντας τα ευνοϊκά σε μια ευρεία βάση εφαρμογής. Όσον αφορά τα ωφέλιμα φορτία και τα ηλεκτρονικά, αναμένονται τεχνολογικές εξελίξεις που να ενισχύουν την ταχεία ανάπτυξη της αγοράς που μελετήθηκε.

6.2 Τομείς ενδιαφέροντος για τα αποτελέσματα της χρήσης συνεργατικών drones

Σε πολλές επιχειρηματικές δραστηριότητες, τα drones μπορούν να υποκαταστήσουν τις παραδοσιακές μεθόδους λειτουργίας. Η εξέλιξη αυτή προκύπτει αφού η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Αεροπορίας επέκτεινε τις άδειες για εμπορική, μη χομπίστικη χρήση των drones. Με λιγότερη ανθρώπινη λειτουργία και καμία υποδομή ασφαλείας, τα drones μπορούν να μειώσουν το χρόνο και το κόστος. Μπορούν επίσης να βελτιώσουν την ανάλυση δεδομένων, που επιτρέπουν στις εταιρείες να κατανοήσουν καλύτερα και να προβλέψουν τις λειτουργικές επιδόσεις. Σε ορισμένες βιομηχανίες, τα drones θα επιτρέπουν ακόμη και νέα επιχειρηματικά μοντέλα και ευκαιρίες.

Η PWC εκτιμά ότι οι εμπορικές εφαρμογές έχουν συνολική απευθυνόμενη αγορά 127 δισεκατομμυρίων δολαρίων παγκοσμίως. Τα drones αναμένονται να γίνουν μέρος των καθημερινών εργασιών σε κλάδους τόσο διαφορετικούς όπως η ασφάλιση, η γεωργία και η δημοσιογραφία. Η εταιρεία συμβούλων BCG εκτιμά ότι ο βιομηχανικός στόλος των drone στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ θα είναι 50 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2050 και περισσότερος από 1 εκατομμύριο μονάδες, με το μεγαλύτερο μέρος της αξίας να συνδέεται με υπηρεσίες drone και συλλογή δεδομένων. Δεδομένου ότι το υλικό drone έχει γίνει πιο προσιτό στην παραγωγή και αγορά, την κατασκευή και το ίδιο το υλικό δεν θα οδηγήσει στη μελλοντική ανάπτυξη της βιομηχανίας. Αντίθετα, οι υπηρεσίες που λειτουργούν και διαχειρίζονται drones για εταιρείες θα το κάνουν παράγοντας το μεγαλύτερο μέρος της αξίας. Οι εταιρείες τελικών χρηστών θα παραδώσουν τις υπηρεσίες, που λειτουργούν drones, που διαχειρίζονται δεδομένα των drone και την διαχείριση συντήρησης, σε τρίτους. Για παράδειγμα, οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών μπορεί να καταλήξουν στην πώληση δεδομένων δηλ. Την πλήρη πρόταση των συνεργατικών drones σε υπηρεσίες επικοινωνίας για την καθοδήγηση και τη μετάδοση των δεδομένων που συλλέγουν αυτά τα drones. Και στην ουσία, οι υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας θα αντιστοιχούν στα 23 δισεκατομμύρια δολάρια από τη συνολική αγορά των 50 δισεκατομμυρίων δολαρίων

6.3 Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τα αποτελέσματα τα αποτελέσματα της χρήσης των συνεργατικών drones θα βοηθήσουν στην υλοποίηση άκρως αυτοματοποιημένων, ρομποτικών drones που λειτουργούν με αστοχία και που αναλαμβάνουν πολύπλοκες εργασίες. Πιο

συγκεκριμένα, τα συνεργατικά drones θα το επιτύχουν, παρέχοντας επικυρωμένες ιδέες για εξαρτήματα, εργαλεία και μεθοδολογίες για την κατασκευή drones που μπορούν να αλληλοεπιδράσουν φυσικά με το περιβάλλον. Αυτό υπερβαίνει κατά πολύ την τοπογραφική παρακολούθηση, την επιθεώρηση και την επιτήρηση και περιλαμβάνει όχι μόνο την αλληλεπίδραση με σταθερή υποδομή (π.χ. εμπόδια), αλλά και τη συνεργασία με άλλα drones. Προϋποθέσεις είναι η ασφάλης, στιβαρή και ακριβής τοποθέτηση και ανίχνευση, η επίγνωση της κατάστασης, ο χειρισμός αντικειμένων με χρήση κατάλληλων ενεργοποιητών και ο έλεγχος υψηλής ακρίβειας της πρόωσης για την παροχή μιας σταθερής πλατφόρμας για τους ενεργοποιητές. Μπορεί εύκολα να συναχθεί το συμπέρασμα ότι το έργο έχει τις δυνατότητες για πολύ υψηλό κοινωνικό αντίκτυπο, το οποίο θα επιτευχθεί σε πρώτο επίπεδο, εξετάζοντας προσεκτικά τις κοινωνικές και νομικές απαιτήσεις για το σχεδιασμό των λύσεων των συνεργατικών drones, προκειμένου να διασφαλιστεί ένα ευρύ επίπεδο αποδοχής και να παρασχεθεί ένας οδικός χάρτης των σχετικών τεχνολογιών. Σε δεύτερο επίπεδο, ο κοινωνικός αντίκτυπος των τεχνολογιών που αναπτύχθηκαν στα συνεργατικά drones βρίσκεται στα ακόλουθα ζητήματα:

- Αντιμετώπιση δύσκολων καταστάσεων με αυξημένη ευκολία χειρισμού.
- Πρόσβαση σε προηγουμένως απρόσιτες τοποθεσίες, οι οποίες συνεπάγονται μείωση του κόστους (π.χ. στην περίπτωση γέφυρας συντήρηση, καθώς και πυρόσβεση).
- Αυξημένες ευκαιρίες για πολλούς χρήστες. Τα ρομποτικά, υψηλά δικτυωμένα αυτοματοποιημένα drones μπορούν να αναπτυχθούν μαζικά και να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές κρίσιμες για την ασφάλεια καθώς και για τις επιχειρήσεις και ως εκ τούτου αποτελούν μια απαιτητική πρόκληση για την έρευνα και τη βιομηχανία για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης σε αυτά τα συστήματα για υψηλή δημόσια αποδοχή.

Τα συνεργατικά drones αντιμετωπίζουν ιδιαίτερα αυτό το ζήτημα της διασφάλισης και της πιστοποίησης πολλαπλών ανησυχιών σε σχέση με την ασφάλεια και την ασφάλεια μέσω συν-μηχανικής και συν-πιστοποίησης. Τα συνεργατικά drones αναπτύσσουν μια γενική ιδέα και θα το αποδείξουν στις περιπτώσιολογικές μελέτες σε διαφορετικούς τομείς, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η γενική χρήση της μεθοδολογίας, της τεχνολογίας και των εργαλείων των συνεργατικών drones. Ασφαλή, και αξιόπιστα συστήματα στην κατασκευή εργαλείων, στην πυρόσβεση, στη δασοκομία, στη συντήρηση γεφυρών και στους θαλάσσιους ελιγμούς, για να αναφέρουμε μόνο μερικούς τομείς που εξετάζονται,

δεν έχουν μόνο υψηλό αντίκτυπο για την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων αλλά και για το περιβάλλον: βιομηχανικές εγκαταστάσεις, συστήματα μεταφορών και ενέργειας, εάν αποτύχουν, μπορούν να βλάψουν σημαντικά το περιβάλλον μας. Επομένως, η αξιολόγηση και η πιστοποίηση κρίσιμων συστημάτων με λογικό κόστος και προσπάθεια θα συμβάλει σημαντικά στη διατήρηση της υγείας των ανθρώπων και του περιβάλλοντος μας. Η ασφαλής, και αξιόπιστη υποδομή, οι μεταφορές, τα συστήματα παραγωγής και οι υπηρεσίες εξοικονομούν ενέργεια και πόρους, οποιαδήποτε διακοπή ή σοβαρή διαταραχή δημιουργεί πρόσθετο κόστος, κινδύνους και προσπάθεια σε όλα τα επίπεδα.

Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση και η πιστοποίηση των κρίσιμων συστημάτων με λογικό κόστος και προσπάθεια συμβάλλουν σημαντικά στη διατήρηση της υγείας των ανθρώπων και του περιβάλλοντος μας. Έτσι, τα συνεργατικά drones ισχυρίζεται ότι συμμετέχει στην υποστήριξη της καινοτομίας, της οικονομικής, οικολογικής και κοινωνικής βιωσιμότητας του Ευρωπαϊκή βιομηχανία υψηλής καινοτομίας, που δημιουργεί θέσεις εργασίας υψηλής ποιότητας και ενισχύει την ευρωπαϊκή ηγετική θέση στο μέσο και μακροπρόθεσμα. Τα συνεργατικά drones βασίζονται στις επιπτώσεις πρόσφατων ή τρεχόντων έργων στην περιοχή, π.χ. Adacorsa, ΠΡΥΣΤΙΝΗ, NewControl, OPENCROSS, SafeCer, MBAT, ARROWHEAD, EMC2 και CRYSTAL, Productive4.0, ProSE και CPSETIS, ή εθνικά έργα, με την ανάληψη αποτελεσμάτων ή τη δημιουργία συνεργασίας, ιδιαίτερα από συνεργάτες που είναι πολύ ενεργοί σε αυτά τα σχετικά έργα. Αυτό μας κάνει να είμαστε σίγουροι ότι θα φτάσουμε στο κατάλληλο επίπεδο συνεισφοράς για τη δημιουργία του περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Τα ρομποτικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες, καθώς και η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, αποτελούν τα 2 επόμενα βήματα στο μέλλον των επιχειρήσεων drone. Έτσι, θα καλύπτει τεχνικές και ρυθμιστικές απαιτήσεις, οι οποίες θα αυξήσουν το κοινωνική αποδοχή των επαγγελματικών ρομποτικών drones. Ας σημειωθεί επίσης ότι στις 11 Δεκεμβρίου 2019, η πρόεδρος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Ursula von der Leyen παρουσίασε η νέα ευρωπαϊκή στρατηγική ανάπτυξης: η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, ένα σχέδιο για να γίνει η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος έως το 2050 και να επιτευχθεί μείωση των εκπομπών κατά 50 % έως το 2030. Μετασχηματισμός των τομέων παραγωγής ενώ η διατήρηση της οικονομικής ανάπτυξης και η ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της βιομηχανίας της ΕΕ θα είναι μία από τις βασικές προκλήσεις για να πετύχει η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Όλοι

οι τομείς που απευθύνονται στα συνεργατικά drones προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες για βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση και στους πόρους προσεγγίζονται χρησιμοποιώντας βελτιωμένες πλατφόρμες παραγωγής και τις συνεισφέρουσες υπηρεσίες της. Ανάλυση με επίκεντρο θα αποτελέσει η κατανάλωση πόρων και ενέργειας που επιτρέπει την αποτελεσματική λειτουργία, συντήρηση και μελλοντική τροποποίηση της λειτουργίας μεγάλης μεταποιητικής υποδομής. Η έξυπνη κατασκευή με βάση την τεχνητή νοημοσύνη είναι δυνατή για την ελαχιστοποίηση της ενέργειας κατανάλωση και αύξηση της αποδοτικότητας των πόρων του εξοπλισμού, ελαχιστοποιώντας τη χρήση των προμηθειών κατά την παραγωγή διαδικασίες. Υπάρχουν, αρκετοί στόχοι που υποστηρίζουν άμεσα και έμμεσα αυτόν τον σημαντικό αντίκτυπο. Η μείωση των ελαττωματικών εξαρτημάτων που παράγονται από το σύστημα θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κλάσματος των εξαρτημάτων που έχουν απορριφθεί, μειώνοντας έτσι σημαντικά την παραγωγή απορριμμάτων που απαιτούν πολύπλοκες εργασίες ανακύκλωσης ή ανακατασκευής στις βέλτιστες πρακτικές ή χωματερή στη χειρότερη περίπτωση. Αυτό θα επηρεάσει θετικά το κόστος διαχείρισης απορριμμάτων και πρακτικές, που τελικά έχουν θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Η μείωση του χρόνου παράδοσης και τα συνακόλουθα θα επιτρέψουν την καλύτερη εκμετάλλευση των διαθέσιμων εγκαταστάσεων επιτρέποντας την παραγωγή περισσότερων με λιγότερες ευεργετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον όσον αφορά τις επιπτώσεις ανά παραγόμενο προϊόν.

7 Regulation

7.1 Κανονιστικά Πλαίσια σε διεθνές επίπεδο

Η αεροπλοΐα από τις αρχές του 20ου αιώνα, ξεκινάει να αποτελεί διεθνές ζήτημα. Ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO - International Civil Aviation Organization) ιδρύθηκε το 1944, με την υπογραφή της Σύμβασης για τη Διεθνή Πολιτική Αεροπορία, γνωστή και ως Σύμβαση του Σικάγου. Ο ICAO είναι ένας διεθνής οργανισμός που δημιουργεί Πρότυπα και Συνιστώμενες Πρακτικές (SARPs - Standards and Recommended Practices), με στόχο την παροχή υποστήριξης στα κράτη κατά τη σύνταξη των εθνικών κανονισμών στον τομέα της αεροπλοΐας. Κάθε μέλος του ICAO διαθέτει τουλάχιστον μία εθνική υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας (NAA - National Aviation Authority) που ασχολείται με πρακτικές πολιτικής αεροπορίας, όπως αδειοδότηση πιλότων ή παροχή υπηρεσιών διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας (ATM - Air Traffic Management). Σύμφωνα με το Άρθρο 8 της Σύμβασης του Σικάγου, κανένα είδος drone δεν επιτρέπεται να πετάξει πάνω από το έδαφος άλλου κράτους, χωρίς την άδειά του, ανεξάρτητα από το μέγεθος, το βάρος και τη μορφή του. Η ομάδα μελέτης UASSG (Unmanned Air Systems Study Group), η οποία δημιουργήθηκε από τον ICAO τον Απρίλιο του 2007, απαρτιζόταν από εμπειρογνώμονες σε θέματα αεροπορίας από τα κράτη μέλη, ενδιαφερόμενους και βιομηχανικούς ομίλους, οι οποίοι ανέλυναν τις προκλήσεις που θέτει η χρήση των drones στους κανονισμούς για τις αεροπορικές μεταφορές. Εξαιτίας της γρήγορης αναπτυσσόμενης χρήσης των drones, το 2018, η ομάδα UASSG αντικαταστάθηκε από την ομάδα RPASP (Remotely Piloted Aircraft Systems Panel) προκειμένου να διατηρήσει το επίπεδο ασφάλειας των αεροπορικών δραστηριοτήτων, με τη δημιουργία εγχειριδίου σχετικά με τη χρήση των drones.

7.2 Κανονιστικά Πλαίσια σε επίπεδο ΕΕ

Το 2003 ιδρύθηκε ο οργανισμός EASA στην Κολωνία της Γερμανίας και έχει ως σκοπό την δημιουργία ρυθμιστικών κανόνων για οποιεσδήποτε δραστηριότητες των drones εντός της ΕΕ. Σύμφωνα με τον Κανονισμό 216/2008 της ΕΕ, ο EASA έχει το

δικαίωμα να ασχολείται μόνο με drones των οποίων το βάρος υπερβαίνει τα 150 κιλά. Τα drones κάτω των 150 κιλών υπόκεινται στους κανονισμούς που εκπονούνται από τις κρατικές υπηρεσίες NAA των κρατών μελών. Ο EASA συνεργάζεται με άλλους δύο οργανισμούς, τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό για την Ασφάλεια της Αεροναυτιλίας (EUROCONTROL) και τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Εξοπλισμού Πολιτικής Αεροπορίας (EUROCAE). Ο EUROCONTROL αντιπροσωπεύει έναν διακυβερνητικό οργανισμό που απαρτίζεται από κράτη μέλη (Comprehensive Agreement States). Σκοπός του οργανισμού είναι να δημιουργήσει με τους συνεργάτες τους έναν Ενιαίο Ευρωπαϊκό Ουρανό, βοηθώντας την ευρωπαϊκή αεροπορία να υπερισχύσει των προκλήσεων που αφορούν την ασφάλεια, την ικανότητα και τις επιδόσεις. Οι ενέργειες εναέριας κυκλοφορίας που πραγματοποιούνται εντός της ευρωπαϊκής επικράτειας πρέπει να γίνονται με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα, χωρίς να βλάπτεται το περιβάλλον. Ο EUROCAE είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ιδρύθηκε το 1963 στην Ελβετία και εστιάζει στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό των αεροσκαφών, παρέχοντας πρότυπα αεροναυπηγικής για εναέρια και επίγεια συστήματα. Οι προδιαγραφές για τον αερομεταφερόμενο ηλεκτρονικό εξοπλισμό που ανέπτυξε ο EUROCAE εγκρίθηκαν από το Ευρωπαϊκό Συνέδριο Πολιτικής Αεροπορίας (ECAC - European Civil Aviation Conference) το 1967. Το ECAC αποφάσισε ότι οι προδιαγραφές που προτείνει ο EUROCAE είναι σχετικές και από τότε αποτελούν τη βάση της εθνικής νομοθεσίας. Επιπλέον, ο Κανονισμός (EC) No 552/2004 της 10ης Μαρτίου 2004, υποστηρίζει τον EUROCAE στη διαχείριση των ευρωπαϊκών προτύπων αεροπορίας. Επιπλέον, ο οργανισμός JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) αποτελείται από έναν αριθμό εμπειρογνομόνων από τα κράτη μέλη της ΕΕ, τις κρατικές υπηρεσίες NAA και τις διοικήσεις FAA, οι οποίοι συνεργάζονται για την εκπόνηση προτάσεων σχετικά με τεχνικές απαιτήσεις ασφαλείας και λειτουργίας της χρήσης των συστημάτων UAS. Ο οργανισμός συμβουλεύει τον EASA προκειμένου να αναπτύξει ευρωπαϊκά πρότυπα σχετικά με τη χρήση των συστημάτων UAS. Από αυτή την άποψη, ο JARUS αποτελεί μια ακόμα ρυθμιστική αρχή των οχημάτων UAV σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

7.3 Κανονιστικά Πλαίσια σε εθνικό επίπεδο

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενως η κανονιστική ρύθμιση για τα drones με βάρος κάτω των 150 κιλών δεν αποτελεί πλέον ευθύνη του EASA, δεδομένου ότι αυτού του είδους οι κανονισμοί εμπίπτουν στη δικαιοδοσία των κρατών μελών. Όλα τα κράτη μέλη έχουν δικές τους κρατικές υπηρεσίες NAA που ρυθμίζουν τις λειτουργίες των αεροσκαφών. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος των drones που χρησιμοποιούνται για μη στρατιωτικούς σκοπούς εμπίπτει στην κατηγορία κάτω των 150 κιλών, όπου ο EASA δεν έχει αρμοδιότητα, οι υπηρεσίες NAA των κρατών μελών έχουν τους δικούς τους κανονισμούς σχετικά με τη χρήση των οχημάτων UAV. Από την άποψη αυτή, σύμφωνα με την Βασιλική Αεροναυτική Εταιρεία (RAeS - Royal Aeronautical Society), η αύξηση των αρμοδιοτήτων του EASA θα μπορούσε να αποτελέσει μια πολύ καλή λύση, καθώς έτσι όλα τα drones της ίδιας κατηγορίας θα μπορούσαν να εμπίπτουν υπό τους ίδιους ρυθμιστικούς κανόνες με την υπόλοιπη ΕΕ (European Union Committee, 2015).

7.4 Κοινοί κανόνες στον τομέα της πολιτικής αεροπορίας

Ο Κανονισμός 216/2008/EC είναι γνωστός ως “Κοινοί κανόνες στον τομέα της πολιτικής αεροπορίας” και αφορά κανονισμούς μόνο για αεροσκάφη άνω των 150 κιλών. Με βάση τον συγκεκριμένο Κανονισμό, δεν είναι αρμοδιότητα της ΕΕ η δημιουργία κανονιστικού πλαισίου για αεροσκάφη με βάρος μικρότερο των 150 κιλών, πράγμα που σημαίνει ότι τα περισσότερα drones, δεδομένου ότι έχουν βάρος μικρότερο αυτού, ελέγχονται νομικά μόνο από τα κράτη μέλη της ΕΕ. Έτσι, τα drones με βάρος άνω των 150 kg υπόκεινται στο δίκαιο της ΕΕ και διέπονται από τον EASA, ενώ κανονιστικά πλαίσια για τον έλεγχο των drones με βάρος κάτω των 150 kg είναι αρμοδιότητα των κρατών μελών. Μέχρι στιγμής μόνο λίγα κράτη μέλη Γερμανία, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Πολωνία, Δανία, Γαλλία, Ρουμανία, Σουηδία, Ιταλία και Ισπανία έχουν συντάξει νόμους εθνικής εμβέλειας σχετικά με τη χρήση των drones, λαμβάνοντας υπόψη τους κινδύνους περί προστασίας της ιδιωτικότητας και των προσωπικών δεδομένων. Όσον αφορά τις λειτουργίες ασφάλειας και τις συνθήκες χειρισμού ενός drone, οι νόμοι αυτοί διαφέρουν από κράτος σε κράτος, αλλά η κοινή συνισταμένη αφορά την έκδοση άδειας για τον χειρισμό των drones. Επιπλέον, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, λόγω της διαφορετικότητας που υπάρχει στα

κανονιστικά πλαίσια των κρατών μελών σχετικά με τη χρήση των drones, παρεμποδίζεται η συνολική ανάπτυξη της τεχνολογίας (Finn & Wright, 2016). Δεδομένου ότι μόνο λίγα κράτη μέλη έχουν θεσπίσει κανονιστικά πλαίσια σχετικά με τη χρήση των drones, στα υπόλοιπα κράτη μέλη η χρήση των οχημάτων UAV κάτω των 150 κιλών δεν ελέγχεται μέσω της νομοθεσίας, δημιουργώντας έτσι πολλές ανησυχίες μεταξύ των πολιτών όσον αφορά το δικαίωμα στην προστασία της ιδιωτικότητας και των προσωπικών δεδομένων. Τα ζητήματα αυτά θα πρέπει να καλυφθούν από άλλα νομοθετικά όργανα, έτσι ώστε οι πολίτες να μπορούν να προστατεύονται από το νόμο σε περίπτωση που τα ανθρώπινα δικαιώματά τους παραβιάζονται.

7.5 Κανονισμός στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα μέχρι και το 2016, δεν υπήρχε νομοθετικό πλαίσιο που να καλύπτει την πτήση των drones. Μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2016 βρισκόταν σε ισχύ ο Κανονισμός που αφορούσε την πτήση των αερομοντέλων γενικότερα (ΦΕΚ Β9 2010). Αυτό άλλαξε από την 1^η Ιανουαρίου 2017, όμως τέθηκε σε ισχύ το γενικό νομικό πλαίσιο των Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών της Ελληνικής Επικράτειας, όπως αυτό καθορίζεται σε δυο φύλλα της Εφημερίδας της Κυβέρνησης: “Κανονισμός πτήσεων Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών” (ΦΕΚ 3152/Β/30-9-2016) και “Κανονισμός Εκπαιδευτικών Κέντρων Ρυθμιστικών και Αδειοδότησης χειριστών UAS” (ΦΕΚ 4527/Β/30-12-2016). (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως Της Ελληνικής Δημοκρατίας)

Δεδομένης της πολλαπλότητας των χρήσεων των drones, ο χειριστής ή ο φορέας εκμετάλλευσης έχει την υποχρέωση να δηλώσει τη χρήση του (εμπορική, επιστημονική, ψυχαγωγική, κλπ.). Σε περίπτωση, που η εμβέλεια τηλεχειρισμού υπερβαίνει τα 50 μέτρα, ο χειριστής υποχρεούται να εγγραφεί σε ειδικό Μητρώο που τηρείται από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ). Στο Μητρώο αυτό, επίσης, είναι υποχρεωτική και η εγγραφή των ελεγκτών κατασκευής και των εκπαιδευτών των οχημάτων UAV.

Στο ΦΕΚ 3152/Β/30-9-2016, καθορίζονται τρεις βασικές κατηγορίες drones, βάσει του φυλλαδίου με τίτλο “Έννοια των λειτουργιών των drones: Προσέγγιση ρυθμιστικού

πλαίσιου βασισμένη στον κίνδυνο”, που εκδόθηκε το 2015 από τον EASA. Στο συγκεκριμένο ΦΕΚ καθορίζονται: η ανοικτή κατηγορία (UAS Open Category), η ειδική κατηγορία (UAS Specific Category) και η πιστοποιημένη κατηγορία (UAS Certified Category). Στην ανοικτή κατηγορία ανήκουν τα drones, των οποίων η πτητική λειτουργία διεξάγεται με απευθείας οπτική επαφή του χειριστή και αφορά μικρά οχήματα UAV με μέγιστη μάζα απογείωσης κάτω των 25 κιλών εντός ασφαλούς απόστασης από πρόσωπα στο έδαφος. Στην ειδική κατηγορία ανήκουν τα drones των οποίων η πτητική λειτουργία είναι πιθανόν να ενέχει σημαντικούς κινδύνους για τα πρόσωπα υπεράνω των οποίων εκτελείται. Στην πιστοποιημένη κατηγορία ανήκουν τα drones των οποίων η πτητική λειτουργία διεξάγεται με απαιτήσεις ανάλογες εκείνων που ισχύουν για τα επανδρωμένα αεροσκάφη, δηλαδή με προηγούμενη εξασφάλιση αδειών και πιστοποιητικών αεροπλοΐας.

Ανάλογα με την κατηγορία, η πραγματοποίηση πτήσεων διέπεται από συγκεκριμένους κανόνες και απαγορεύσεις.

Οι τρεις αυτές κατηγορίες καθορίστηκαν βάσει κριτηρίων που αφορούν τη μέγιστη μάζα απογείωσης, το είδος χρήσης, το ύψος πάνω από την επιφάνεια του εδάφους ή της θάλασσας που επιτρέπεται να ίπτανται τα drones, τις περιοχές όπου ίπτανται, τις τεχνικές δυνατότητες εκάστου drone καθώς και την πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος πτητικής λειτουργίας του drone.

Σε γενικότερο πλαίσιο, οι κανονισμοί εναέριας κυκλοφορίας των drones που αφορούν το ύψος πτήσης τους δημιουργούν τρεις ζώνες πτήσης: α) κάτω από το όριο κυκλοφορίας των επανδρωμένων αεροσκαφών (μέγιστο ύψος 120μ) πάνω από το έδαφος ή την επιφάνεια της θάλασσας), β) πάνω από το ανώτερο όριο κυκλοφορίας των επανδρωμένων αεροσκαφών (140 - 14.000 μέτρα) και γ) εντός προσωρινών αποκλειστικών περιοχών ίχνους και ύψους που καθορίζονται από την ΥΠΑ. Οι κανονισμοί αυτοί, εκτός από το ύψος πτήσης των drones, καθορίζουν και απαγορευτικές ζώνες πτήσης οι οποίες περιλαμβάνουν την πτήση σε απόσταση μικρότερη των 8km από την περίμετρο αεροδρομίου, την πτήση οχημάτων UAV ανοικτής κατηγορίας επάνω από συγκεντρώσεις πολιτών και την πτήση για μεταφορά επικίνδυνων υλικών. (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως Της Ελληνικής Δημοκρατίας)

Στο ΦΕΚ Β-4527/30.12.2016, καθορίζονται οι διάφορες κατηγορίες αδειοδότησης των χειριστών των drones με κριτήριο τη μέγιστη μάζα απογείωσής του. Οι κατηγορίες αδειοδότησης είναι πέντε (5) και πιο συγκεκριμένα:

- ☐ Κατηγορία Α (για drones βάρους έως 1kg)
- ☐ Κατηγορία Β (για drones βάρους 1 - 4kg)
- ☐ Κατηγορία Γ (για drones βάρους 4 - 25kg)
- ☐ Κατηγορία Δ (για drones βάρους 25 - 150kg)
- ☐ Κατηγορία Ε (για drones βάρους άνω των 150kg)

Οι τρεις πρώτες κατηγορίες (ως 25 kg) αποτελούν υποκατηγορίες της ανοικτής κατηγορίας drones.

Στο ίδιο ΦΕΚ αναγνωρίζονται, επίσης, οι ειδικότητες χειριστή drones που αφορούν: τον εξεταστή χειριστών, τον εκπαιδευτή χειριστών, τον πιλότο επί του εδάφους, τον πιλότο επί του σκάφους, τον χειριστή σε απόσταση με επέκταση οπτικής επαφής, τον χειριστή σε απόσταση πέραν της οπτικής επαφής, τον χειριστή εναέριων εργασιών, τον χειριστή νυχτερινών πτήσεων και των χειριστή πτήσεων πάνω από συγκεντρώσεις ατόμων.

Ως προϋποθέσεις για την απόκτηση άδειας χειρισμού ορίζονται η συμπλήρωση του ορίου ηλικίας των δεκαοκτώ (18) ετών, το ικανοποιητικό επίπεδο θεωρητικών γνώσεων σε θέματα πολιτικής αεροπορίας, η ύπαρξη πιστοποιητικού υγείας (Class 3 Medical Fitness) σε ισχύ, στην ειδική και πιστοποιημένη κατηγορία, η πρακτική εξέταση (skill test) που πρέπει να περιλαμβάνει την επιτυχή πραγματοποίηση μέχρι και τεσσάρων απογειώσεων/προσγειώσεων του drone ενώπιον πιστοποιημένου εξεταστή χειριστών, καθώς και η πολύ καλή γνώση αγγλικής γλώσσας επιπέδου ICAO English Proficiency Standard levels 4 ή ανώτερο για πτήσεις drones ειδικής και πιστοποιημένης κατηγορίας.

Βάσει των προϋποθέσεων αυτών, για την απόκτηση άδειας χειρισμού, ο υποψήφιος πρέπει να περάσει από θεωρητική και πρακτική εκπαίδευση, η οποία παρέχεται από αδειοδοτημένα Εκπαιδευτικά Κέντρα και να ολοκληρώσει επιτυχημένα την ενδεδειγμένη θεωρητική και πρακτική εξέταση. Σε περίπτωση αποτυχίας κατά την εξέταση, ο υποψήφιος έχει τη δυνατότητα περαιτέρω εκπαίδευσης στο αντικείμενο που

απέτυχε και επανεξέτασης μετά την πάροδο τουλάχιστον δέκα ημερών. Η ανανέωση της άδειας πραγματοποιείται ανά τριετία, εφόσον ο χειριστής σε αυτά τα τρία χρόνια έχει δέκα πιστοποιημένες ώρες πτήσης και τα απαραίτητα πιστοποιητικά υγείας και γλωσσομάθειας σε ισχύ. Αν δεν πληρούνται αυτές οι προϋποθέσεις, τότε, για την ανανέωση της άδειας, είναι απαραίτητη η εκ νέου πρακτική εξέταση. Η ανάκληση ή η αναστολή της άδειας, είναι δυνατή, αν ο κάτοχος ή ο χειριστής του drone εμπλακεί σε ατύχημα, αν δεν κατέχει πιστοποιητικό υγείας και γνώσης των απαραίτητων αγγλικών σε ισχύ ή τέλος, έπειτα από αιτιολογημένη απόφαση του Διοικητή της ΥΠΑ.

Ο χειριστής ή ο φορέας εκμετάλλευσης οφείλει να ασφαλίζει το drone για ζημιές έναντι τρίτων και ειδικότερα έναντι υλικών ζημιών τρίτων έως 150.000 ευρώ και για σωματικές βλάβες έως 1.000.000 ευρώ. Όσον αφορά στην προστασία των προσωπικών δεδομένων, οι κυρώσεις που επιβάλλονται στους παραβάτες καθορίζονται από τη σχετική, ισχύουσα νομοθεσία (Ν. 2472/1997). (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως Της Ελληνικής Δημοκρατίας)

8 Μοντέλα Αποδοχής Τεχνολογίας

8.1 TAM

Το TAM (Technology Acceptance Model) αναπτύχθηκε από τον Davis και την ομάδα του προκειμένου να εξηγήσει και να προβλέψει την αποδοχή της Τεχνολογίας της Πληροφορικής από άτομα στον εργασιακό χώρο. Το TAM υιοθετεί τις αιτιακές σχέσεις της Θεωρίας της Δικαιολογημένης Δράσης (Theory of Reasonable Action-TRA) προκειμένου να εξηγήσει τις συμπεριφορές αποδοχής της Τεχνολογίας που εκδηλώνουν τα άτομα. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, η Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease of Use) και η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived Usefulness) από τη χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι οι δύο καθοριστικότεροι παράγοντες υιοθέτησής της. Η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα ορίζεται ως «ο βαθμός, στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο σύστημα θα αυξήσει την απόδοσή του στην εργασία του» ενώ η Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης ως «ο βαθμός, στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρησιμοποίηση ενός συγκεκριμένου συστήματος δεν θα απαιτεί προσπάθεια».

Η θεωρία εφαρμόστηκε σε ένα μεγάλο εύρος τεχνολογιών και χρηστών ενώ η μέχρι σήμερα έρευνα έχει αποδείξει την ισχύ του συγκεκριμένου μοντέλου, το οποίο είναι πια ευρέως αποδεκτό. Οι Taylor και Todd (1995) μελετώντας τον ρόλο της προηγούμενης εμπειρίας στους χρήστες κατέληξαν ότι αυτός επιδρά σημαντικά την Στάση προς τη Χρήση. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα από έμπειρους και άπειρους χρήστες Πληροφοριακών Συστημάτων διαπίστωσαν ότι οι άπειροι χρήστες έδωσαν διαφορετική έμφαση στους παράγοντες της Πρόθεσης (Behavioural Intention to Use) και της Χρήσης (Usage) από ότι οι έμπειροι χρήστες. Υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά την επιρροή της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας (Perceived Usefulness), όπου ήτανε και ο ισχυρότερος παράγοντας για την Πρόθεση (Intention) για την άπειρη ομάδα, ενώ η αντιλαμβανόμενη ευκολία στη χρήση (PEOU) αποδείχθηκε πιο σημαντικός παράγοντας από την Στάση (Attitude). Αντίθετα, οι έμπειροι χρήστες έδωσαν μικρότερη βαρύτητα στην αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα (PU). Υπήρχε μια ισχυρότερη σχέση μεταξύ της Συμπεριφορικής Πρόθεσης και συμπεριφοράς για τους έμπειρους χρήστες και αυτό γιατί είχανε στην Στάση τους εμπειρία που έχει κερδιθεί από προηγούμενες εμπειρίες.

8.2 TAM 2

Στην συνέχεια το TAM θα εξελιχθεί σε TAM 2. Διότι το πρώτο Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας δεν περιλάμβανε καθόλου κοινωνικούς παράγοντες οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο στη στάση ενός ατόμου. Για το λόγο αυτό Venkatesh και Davis (2000) αναπτύσσουν το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας 2 το οποίο υιοθετεί υποκειμενικά πρότυπα(subjective norm), που σχετίζονται με την εικόνα (image) και τις κοινωνικές επιρροές (social influence). Επιπροσθέτως, προστέθηκαν οι εννοιες του εθελοντισμού (voluntariness) και της εμπειρίας (Experience) ως καταλυτικοί παράγοντες (moderators) των υποκειμενικών προτύπων. Τέλος το μοντέλο αυτό περιελάμβανε έννοιες όπως: σχετικότητα εργασίας (job relevance), ποιότητα απόδοσης (output quality), αποδειξιμότητα αποτελεσμάτων (result demonstrability).

Το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model 2, TAM2) παρουσιάζει ότι μέσα στο υποχρεωτικό πλαίσιο το υποκειμενικό πρότυπο έχει άμεση επίδραση στην πρόθεση για χρήση μέσω του μηχανισμού της συμμόρφωσης.

Στα εθελοντικά πλαίσια οι κοινωνικές επιρροές μπορεί να επηρεάσουν την πρόθεση έμμεσα, μέσω του μηχανισμού της εσωτερίκευσης και της αναγνώρισης. Όπου η εσωτερίκευση (internalization) αναφέρεται στη διαδικασία, όπου ένα άτομο ενσωματώνει μια σημαντική πεποίθηση, που έχει αναφερθεί, στις δικές του/της πεποιθήσεις (French and Raven,1959 Kelman,1958 Warshaw,1980). Και η ταυτοποίηση (identification) σημαίνει ότι ένα άτομο μπορεί να γίνει μέλος σε μια κοινωνική ομάδα ή να αποκτήσει κύρος μέσα στην ομάδα από την εκτέλεση μιας συμπεριφοράς (Blau, 1964 Kelman, 1958 Kiesler, 1969 Pfeffer, 1982)

Σύμφωνα με το Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας 2 (Technology Acceptance Model 2,TAM2) υπάρχουν οχτώ καθοριστικοί παράγοντες της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας:

- 1) Η σχετικότητα εργασίας (job relevance) δηλαδή ο βαθμός που η τεχνολογία σχετίζεται με την εργασία του ατόμου.
- 2) Η ποιότητα απόδοσης (output quality) όπου σχετίζεται με τον βαθμό απόδοσης της τεχνολογίας

- 3) Η αποδειξιμότητα αποτελεσμάτων (result demonstrability) όπου τα χειροπιαστά αποτελέσματα πρέπει να είναι άμεσα προκειμένου η τεχνολογία να αποδεχτεί αποτελεσματική
- 4) Η αντιλαμβανομένη ευκολία χρήσης δηλαδή ο βαθμός που το άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος θα απαιτούσε η όχι προσπάθεια
- 5) Εθελοντισμός (voluntariness) Ο εθελοντισμός σχετίζεται με το αν ο χρήστης έχει την επιλογή ή όχι χρήσης της τεχνολογίας
- 6) Εμπειρία (experience). Η εμπειρία σχετίζεται με το βαθμό οικειότητας του χρήστη με τη νέα τεχνολογία.
- 7) Υποκειμενικά πρότυπα (subjective norm) Εικόνα και κοινωνική επιρροή (image and social influence) - Η πεποίθηση ενός ατόμου ότι τα άτομα που είναι σημαντικά για αυτόν πιστεύουν πρέπει ή όχι να εφαρμόσει την συγκεκριμένη συμπεριφορά
- 8) Αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα. Ο βαθμός που το άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος θα βελτίωνε την απόδοση στην δουλειά του/της.

8.3 UTAUT

Η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (UTAUT) αναπτύχθηκε από τον Venkatesh (2003) ο οποίος έχοντας συγκρίνει τα 8 επικρατέστερα μοντέλα αποδοχής της τεχνολογίας προσπάθησε να αναβαθμίσει στοιχεία από όλα τα μοντέλα και να συντάξει ένα νέο μοντέλο αποδοχής της νέας τεχνολογίας. Σύμφωνα με τους συντάκτες του μοντέλου, το UTAUT κατορθώνει να εξηγήσει πάνω από το 70% της διάχυσης σε ότι αφορά την πρόθεση για χρήση της τεχνολογίας στον εργασιακό χώρο. Τα 8 μοντέλα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σαν βάση για την σύνταξη του μοντέλου είναι τα ακόλουθα:

- Θεωρία της Δικαιολογημένης Δράσης - Theory of Reasoned Action (TRA)
- Technology Acceptance Model (TAM)
- Motivational Model (MM)

- Θεωρία Προσχεδιασμένης Συμπεριφοράς -Theory of Planned Behavior (TPB)
- Συνδυασμός TAM και TPB - Combined TAM and TPB (C-TAM-TPB)
- Μοντέλο χρήσης Η/Υ- Model of PC Utilization (MPCU)
- Θεωρία Διάδοσης της Καινοτομίας -Innovation Diffusion Theory (IDT)
- Κοινωνική Νοητική Θεωρία -Social Cognitive Theory (SCT)

Η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (UTAUT), αποτελείται από 4 άμεσες μεταβλητές καθορισμού της Πρόθεσης για Χρήση και της Χρήσης (Direct determinants) και 4 καταλύτες (Moderators) των μεταβλητών αυτών: την ηλικία, την εμπειρία, το φύλο και την Εθελούσια/Υποχρεωτική χρήση.

Οι 4 άμεσες μεταβλητές είναι οι ακόλουθες:

- Προσδοκόμενη απόδοση (Performance expectancy) ορίζεται ως ο βαθμός που ο κάθε χρήστης πιστεύει ότι η χρήση της νέας τεχνολογίας θα βοηθήσει στην αύξηση της απόδοσης της εργασίας του. Καθοριστικοί παράγοντες από τα οχτώ προϋπάρχοντα μοντέλα που σχετίζονται με την προσδοκόμενη απόδοση του UTAUT είναι η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived usefulness – TAM&TAM2), το εξωτερικό κίνητρο (extrinsic motivation-MM), το σχετικό πλεονέκτημα (Relative advantage-IDT), η Συμβατότητα Εργασίας-Τεχνολογίας (job-fit - TTF) και το προσδοκόμενο αποτέλεσμα (outcome expectations -SCT). Καταλύτες της προσδοκόμενης απόδοσης είναι το φύλο και η ηλικία. Έρευνα βασισμένη στις διαφορές των δύο φύλων αναφέρει ότι οι άντρες τείνουν να είναι περισσότερο προσανατολισμένοι στους στόχους και επομένως η προσδοκόμενη απόδοση, η οποία προσανατολίζεται στην επίτευξη στόχων αναμένεται να είναι περισσότερο σημαντική για τους άντρες. Επιπροσθέτως, έχει αποδειχτεί ότι οι νέοι εργαζόμενοι κινητοποιούνται περισσότερο από εξωτερικά κίνητρα.

- Προσδοκόμενη προσπάθεια (Effort expectancy) ορίζεται ως ο βαθμός ευκολίας χρήσης της νέας τεχνολογίας. Τρεις καθοριστικοί παράγοντες από τα υπάρχοντα μοντέλα σχετίζονται με την έννοια της προσδοκόμενης προσπάθειας: η Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease of Use-TAM/TAM2), η Πολυπλοκότητα (Complexity (MPCU) και η Ευκολία Χρήσης (Ease of Use-IDT). Καταλύτες της προσδοκόμενης προσπάθειας είναι η ηλικία, το φύλο και η εμπειρία. Η

προσδοκόμενη προσπάθεια είναι περισσότερο σημαντική για το γυναικείο φύλο ενώ η αυξανόμενη ηλικία έχει διαπιστωθεί ότι σχετίζεται με δυσκολία επεξεργασίας πολύπλοκων πληροφοριακών συστημάτων. Τέλος αποδεικνύεται ότι η προσδοκόμενη προσπάθεια είναι σημαντική μόνο κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου χρήσης και γίνεται λιγότερο σημαντική με την ολοένα αυξανόμενη χρήση της τεχνολογίας. Η προσδοκόμενη προσπάθεια σε κάθε μοντέλο είναι σημαντική όσο στην εθελοντική και στην υποχρεωτική χρήση της νέας τεχνολογίας.

- Κοινωνική επιρροή-(Social Influence) ορίζεται ως ο βαθμός που ο χρήστης επηρεάζεται από τη γνώμη τρίτων για το αν θα πρέπει να υιοθετήσει ή όχι την νέα τεχνολογία. Καθοριστικοί παράγοντες από τα οχτώ προϋπάρχοντα μοντέλα που σχετίζονται με την κοινωνική επιρροή του UTAUT είναι το Υποκειμενικό Πρότυπο (subjective norm -TRA, TAM2, TPB, C-TAM-TPB), η Εικόνα (image- IDT) και οι Κοινωνικοί Παράγοντες (Social Factors- MPCU). Καταλύτες της κοινωνική επιρροής είναι η ηλικία, το φύλο, η εμπειρία και η υποχρεωτική χρήση της τεχνολογίας. Η κοινωνική επιρροή δεν είναι σημαντική στην περίπτωση εθελοντικής χρήσης τεχνολογίας, αλλά είναι σημαντική στην περίπτωση υποχρεωτικής χρήσης αυτής. Στην τελευταία περίπτωση η κοινωνική επιρροή είναι σημαντική στα αρχικά στάδια χρήσης της νέας τεχνολογίας, ενώ η σημασία της μειώνεται καθώς ο χρήστης εξοικειώνεται με τη νέα τεχνολογία. Το γυναικείο φύλο έχει την τάση να είναι πιο επιρρεπές στη γνώμη τρίτων και επομένως η κοινωνική επιρροή είναι περισσότερο καταλυτική. Επιπλέον η ηλικία επιδρά θετικά στην κοινωνική επιρροή με την επίδραση αυτή να μειώνεται όσο αυξάνεται η εμπειρία.

- Συνθήκες διευκόλυνσης - Facilitating Conditions ορίζονται ως ο βαθμός που ο κάθε χρήστης πιστεύει ότι η υπάρχουσα επιχειρησιακή και τεχνική υποδομή μπορεί να στηρίξει την νέα τεχνολογία. Καθοριστικοί παράγοντες από τα οχτώ προϋπάρχοντα μοντέλα που σχετίζονται με τις συνθήκες διευκόλυνσης του UTAUT είναι ο Αντιλαμβανόμενος Συμπεριφορικό Έλεγχος (perceived behavioral control - TPB/DTPB, C-TAM-TPB), οι συνθήκες διευκόλυνσης (facilitating conditions - MPCU) και η Συμβατότητα (compatibility-IDT). Οι συνθήκες διευκόλυνσης δεν επιδρούν σημαντικά στη Πρόθεση για Χρήση της νέας τεχνολογίας. Η ηλικία και η εμπειρία είναι σημαντικοί καταλύτες της επίδρασης των συνθηκών διευκόλυνσης στην διάθεση για υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας. Η επίδραση είναι μεγαλύτερη σε

ηλικιωμένους χρήστες μεγάλης εμπειρίας. Συγκεντρωτικά οι καταλύτες που επιδρούν στις άμεσες μεταβλητές.

9 Training

Για την επίτευξη του κύριου σκοπού της διπλωματικής εργασίας επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη μέθοδος, η εμπειρική ποσοτική έρευνα με την μορφή ερωτηματολογίου. Ο σκοπός, του training έγινε για να αντλήσουμε κάποιες πληροφορίες από τους μαθητές για την εξοικείωση τους επάνω στα UAS. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τάξεις γυμνάσιου και λυκείου στο σχολείο «Ελληνική Παιδεία».

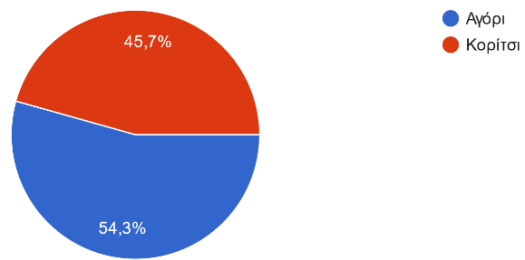
Για την δημιουργία του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα GOOGLE FORM. Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου παρουσιάζονται γραφικές παραστάσεις η στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

Στο σημείο αυτό σημειώνουμε πως για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται συχνά η ορολογία «Πριν» και «Μετά». Οι όροι αυτοί όπου συναντώνται θα εννοούν τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις των ερωτηματολογίων πριν το training και μετά το training.

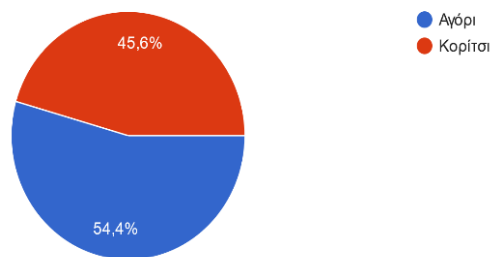
9.1 Δημογραφικά Στοιχεία

Στην συνέχεια υπήρχαν ερωτήσεις για την λήψη δημογραφικών στοιχείων του δείγματος, όπως ηλικία και φύλο. Αυτά τα στοιχεία παρουσιάζονται με γραφήματα «Πριν» και «Μετά» Όπως παρατηρείται, το δείγμα ανέρχεται σε 92 άτομα εκ των οποίων το 54,3% είναι αγόρια και το 45,7% γυναίκες στο «Πριν». Ενώ στο «Μετά» το δείγμα 54,4% είναι αγόρια και το 45,6% κορίτσια. Όπως συμπεραίνουμε δεν έχουμε μεγάλη διαφορά.

Φύλο



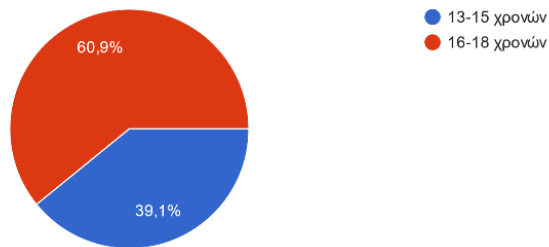
Γράφημα 1^α «Πριν»



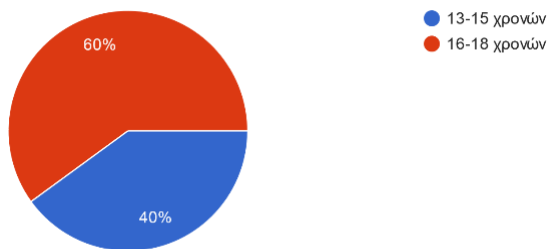
Γράφημα 1^β «Μετά»

Ηλικιακά το δείγμα είναι από 13-15 ετών (39,1%) και 16-18 ετών (60,9%) για το «Πριν» ενώ στο «Μετά» 13-15 ετών (40%) και 16-18 ετών (60%).

Ηλικία



Γράφημα 2^α «Πριν»

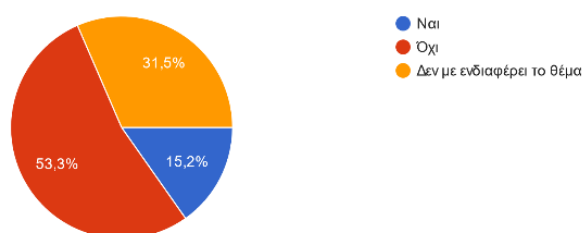


Γράφημα 2^β «Μετά»

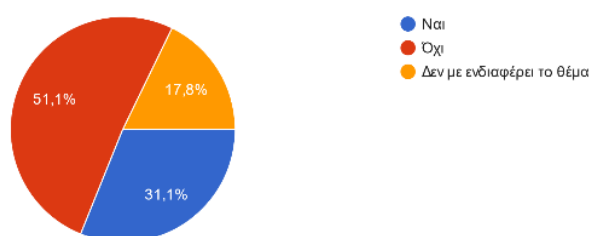
9.2 Γενικής κρίσεως για τα drones

Όπως παρατηρούμε από το γράφημα 3^α στην ερώτηση αν έχουν διαβάσει κάποιο άρθρο ή κάποιο βιβλίο για τα drones 53,3% απάντησε όχι, το 31,5% τους ήταν αδιάφορο και μόνο το 15,2% απάντησαν ναι στο «Πριν». Όμως είναι ενδιαφέρον να δούμε κατά πόσο άλλαξε μετά το training, τα ποσοστά ανέρχονται στην απάντηση όχι σε 51,1% το αδιάφορο σε 17,8% και το ναι σε 31,1% είναι ενδιαφέρον λοιπόν να σχολιάσουμε ότι μειώθηκε κατά πολύ στο ότι δεν τους ενδιέφερε το θέμα και αυξήθηκε η απάντηση ναι μετά το training.

Έχετε διαβάσει κάποιο άρθρο ή κάποιο βιβλίο για τα drones



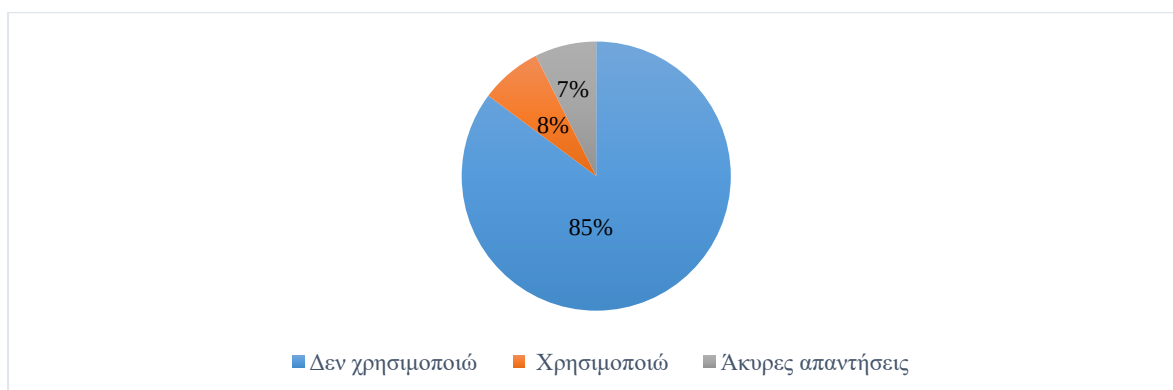
Γράφημα 3^α «Πριν»



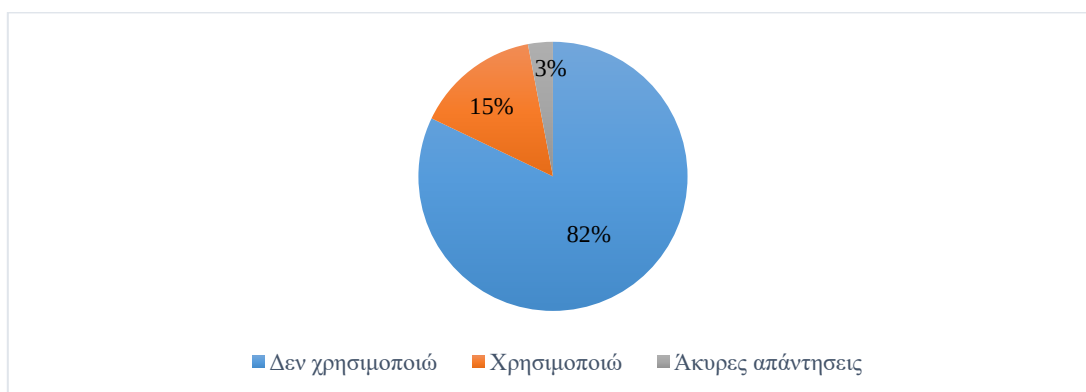
Γράφημα 3^β «Μετά»

Ακολουθεί η ερώτηση εάν στην καθημερινή τους ζωή χρησιμοποιούν drones. Και αν ναι σε ποιες εφαρμογές. Στο «Πριν» το 85% του δείγματος απάντησε πως δεν χρησιμοποιεί drones, το 8% χρησιμοποιεί ερασιτεχνικά, ενώ το 7% ήταν άκυρες οι απαντήσεις τους. Στο γράφημα 4^β πάλι μεγάλο ποσοστό του δείγματος δεν χρησιμοποιεί drones 82|%, ενώ όπως φαίνεται κάποιοι επηρέαστηκαν από το training και απάντησαν ότι το χρησιμοποιούνε στην γεωργία, στο στρατό και στην χαρτογράφηση ωκεανών 15%, ενώ το 3% των απαντήσεων ήταν άκυρες.

Στην καθημερινή τους ζωή χρησιμοποιούν drones. Και αν ναι σε ποιες εφαρμογές



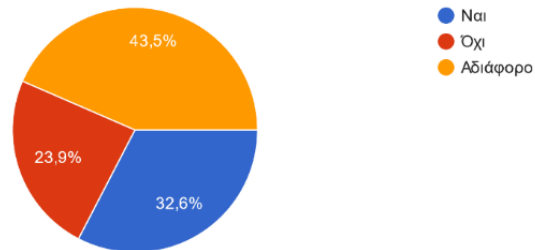
Γράφημα 4^α «Πριν»



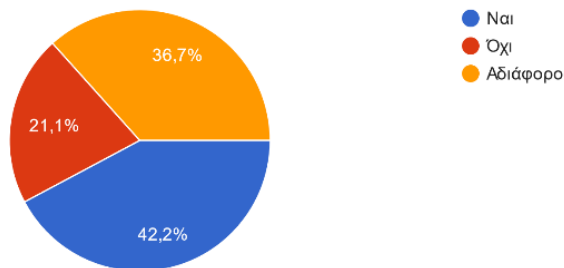
Γράφημα 4^β «Μετά»

Έπειτα, στην ερώτηση αν θεωρείς ότι τα drones θα έπρεπε να ενταχθούν στην σχολική εκπαίδευση στο «Πριν» οι μαθητές απάντησαν 23,9% όχι, 32,6% ναι και το μεγαλύτερο αποτέλεσμα ήταν 43,5% αδιάφορο. Ενώ στο «Μετά» τα όχι ανέρχονται στα 21,1% το αδιάφορο στο 36,7% και το ναι στο 42,2%. Είναι εντυπωσιακό κατά πόσο αυξήθηκε η θετική απάντηση. Συμπερασματικά αν κρίνουμε από την απάντηση οι μαθητές το βρήκαν ενδιαφέρον σαν θέμα.

Θεωρείς ότι τα drones θα έπρεπε να ενταχθούν στην σχολική εκπαίδευση



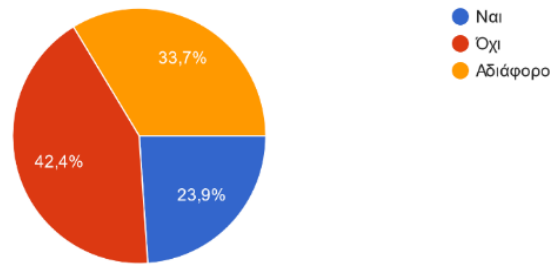
Γράφημα 5^α «Πριν»



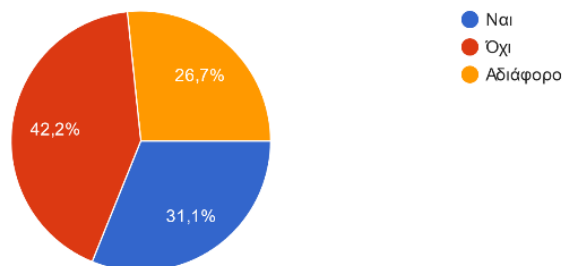
Γράφημα 5^β «Μετά»

Στην ερώτηση αν μελλοντικά θα τους ενδιέφερε να πάνε σε κάποια σχολή εκπαίδευσης για Drones στο «Πριν» απάντησαν με 23,9% ναι, 33,7% αδιάφορο και το μεγαλύτερο ποσοστό 42,4% όχι. Ενώ στο «Μετά» 31,1% ναι το οποίο αυξήθηκε από το πριν το training, 26,7% αδιάφορο ενώ το όχι παρέμεινε το υψηλότερο ποσοστό με 42,2%.

Αν μελλοντικά θα τους ενδιέφερε να πάνε σε κάποια σχολή εκπαίδευσης για Drones



Γράφημα 6^α «Πριν»

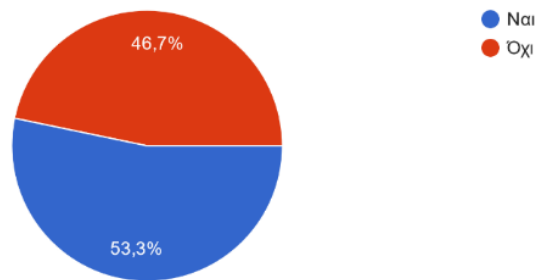


Γράφημα 6^β «Πριν»

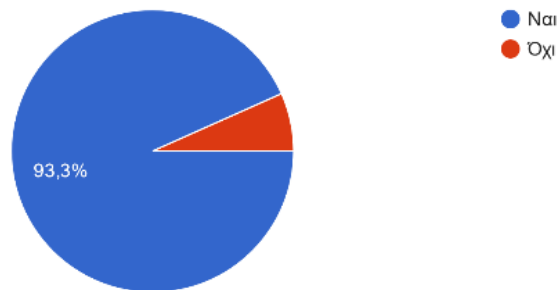
9.3 Ερωτήσεις ειδικού τύπου

Στην ερώτηση αν γνωρίζεις ότι υπάρχουν περιορισμοί στις πτήσεις drones στο «Πριν» το 53,3% απάντησε πως όχι ενώ το 46,7% ναι. Στο μετα το training είναι εντυπωσιακό το πως αυξάνεται το ποσοστό του ναι το οποίο ανέρχεται στο 93,3% μόνο το 6,7% απάντησαν όχι. Οι μαθητές ανταποκριθήκαν θετικά στο training.

Γνωρίζεις ότι υπάρχουν περιορισμοί στις πτήσεις drones



Γράφημα 7^α «Πριν»



Γράφημα 7^β «Μετά»

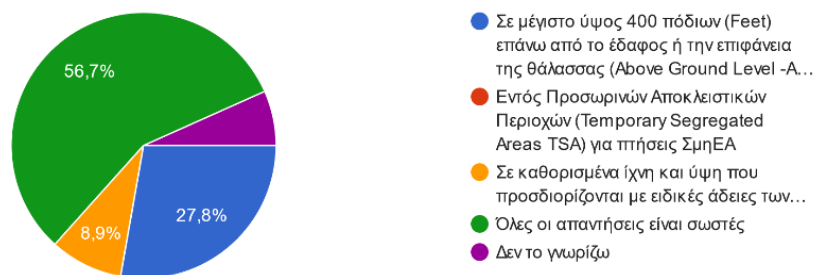
Στην συνέχεια ακολουθεί η ερώτηση αν τα drones επιτρέπεται να ίπτανται σε μέγιστο ύψος. Τα ΣμηΕΑ επιτρέπεται να ίπτανται α. Σε μέγιστο ύψος 400 ποδιών (Feet) επάνω από το έδαφος ή την επιφάνεια της θάλασσας (Above Ground Level -AGL, Mean Sea Level-MSL) οι απαντήσεις ανερχονται 7,6% β. Εντός Προσωρινών Αποκλειστικών Περιοχών (Temporary Segregated Areas TSA) για πτήσεις ΣμηΕΑ 3,3% γ. Σε καθορισμένα ίχνη και ύψη που προσδιορίζονται με ειδικές άδειες των Υπηρεσιών Εναέριας Κυκλοφορίας της ΥΠΑ (Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας) 8,7% δ. Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές 21,7% και ε. Δεν το γνωρίζω 58,7%. Στο «Μετά» οι απαντήσεις ανερχονται α. Σε μέγιστο ύψος 400 ποδιών (Feet) επάνω από το έδαφος ή την επιφάνεια της θάλασσας (Above Ground Level -AGL, Mean Sea Level-MSL) 27,8% β. Εντός Προσωρινών Αποκλειστικών Περιοχών (Temporary Segregated Areas

TSA) για πτήσεις ΣμηΕΑ δεν υπάρχει καμία απάντηση γ. Σε καθορισμένα ίχνη και ύψη που προσδιορίζονται με ειδικές άδειες των Υπηρεσιών Εναέριας Κυκλοφορίας της ΥΠΑ (Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας) 8,9% δ. Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές 56,7% και ε. Δεν το γνωρίζω 6,7%. Οπότε το δείγμα μετά το training μείωσε κατά πολύ την απάντηση δεν γνωρίζω.

Αν τα drones επιτρέπεται να ίπτανται σε μέγιστο ύψος



Γράφημα 8^α «Πριν»

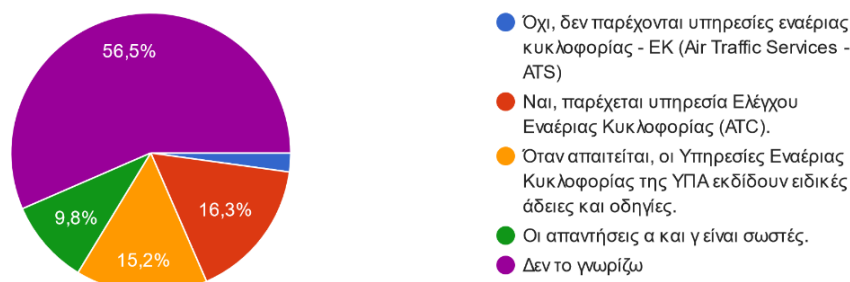


Γράφημα 8^β «Μετά»

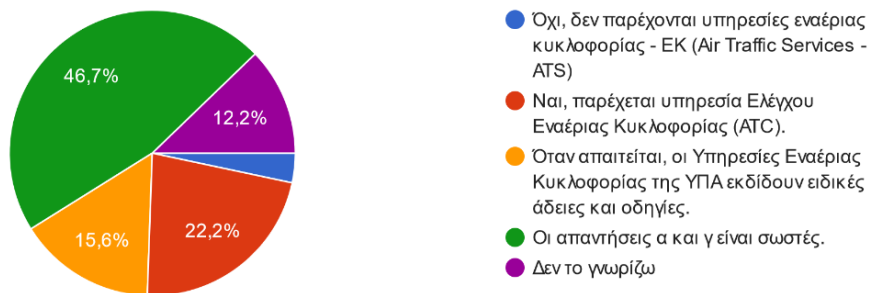
Στην ερώτηση αν πιστεύετε ότι παρέχεται οι υπηρεσία Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας -ΕΕΚ στις πτήσεις drones α) Όχι, δεν παρέχονται υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας -

EK (Air Traffic Services -ATS) 2,2% β) Ναι, παρέχεται υπηρεσία Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας (ATC) 16,3% γ) Όταν απαιτείται, οι Υπηρεσίες Εναέριας Κυκλοφορίας της ΥΠΑ εκδίδουν ειδικές άδειες και οδηγίες 15,2% δ) Οι απαντήσεις α και γ είναι σωστές 9,8% και ε) Δεν το γνωρίζω 56,5%. Ενώ στο «Μετά» α) Όχι, δεν παρέχονται υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας - EK (Air Traffic Services -ATS) 3,3% β) Ναι, παρέχεται υπηρεσία Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας (ATC) 22,2% γ) Όταν απαιτείται, οι Υπηρεσίες Εναέριας Κυκλοφορίας της ΥΠΑ εκδίδουν ειδικές άδειες και οδηγίες 15,6% δ) Οι απαντήσεις α και γ είναι σωστές 46,7% και ε) Δεν το γνωρίζω 12,2%. Οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν σωστά και είναι ενδιαφέρον να δούμε ότι η απάντηση δεν γνωρίζω μειώθηκε κατά πολύ.

Πιστεύετε ότι παρέχεται οι υπηρεσία Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας -EEK στις πτήσεις drones



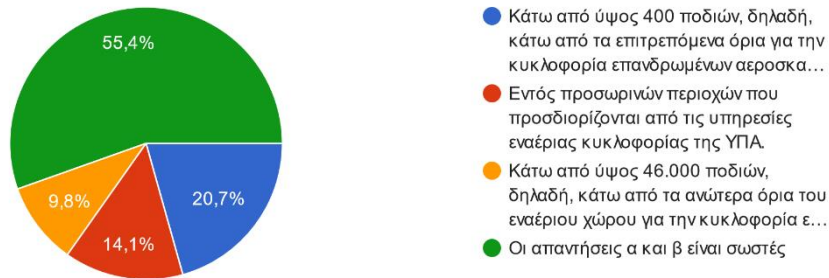
Γράφημα 9^α «Πριν»



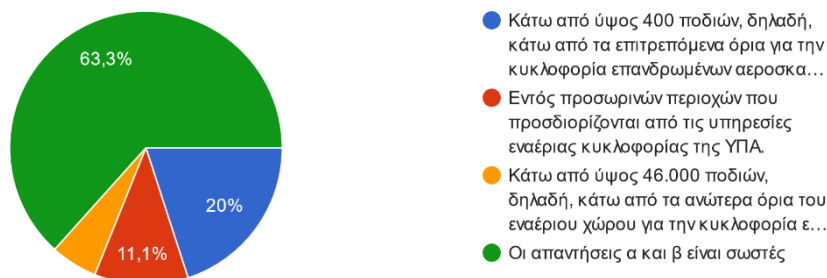
Γράφημα 9^β «Μετά»

Στην συνέχεια που νομίζεις ότι τα ΣμηΕΑ (Unmanned Aircraft Systems -UAS) επιτρέπεται να πετούν α)Κάτω από ύψος 400 ποδιών, δηλαδή, κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια για την κυκλοφορία επανδρωμένων αεροσκαφών 20,7% β) Εντός προσωρινών περιοχών που προσδιορίζονται από τις υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας της ΥΠΑ 14,1% γ)Κάτω από ύψος 46.000 ποδιών, δηλαδή, κάτω από τα ανώτερα όρια του εναέριου χώρου για την κυκλοφορία επανδρωμένων αεροσκαφών 9,8% δ) Οι απαντήσεις α και β είναι σωστές 55,4%. Ενώ στο «Μετά» α) Κάτω από ύψος 400 ποδιών, δηλαδή, κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια για την κυκλοφορία επανδρωμένων αεροσκαφών 20% β) Εντός προσωρινών περιοχών που προσδιορίζονται από τις υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας της ΥΠΑ 11,1% γ)Κάτω από ύψος 46.000 ποδιών, δηλαδή, κάτω από τα ανώτερα όρια του εναέριου χώρου για την κυκλοφορία επανδρωμένων αεροσκαφών 5,6% δ) Οι απαντήσεις α και β είναι σωστές 63,3%. Παρατηρήθηκε ότι 63,3% των ερωτηθέντων μετά το training απάντησαν σωστά στην παραπάνω ερώτηση.

Που νομίζεις ότι τα drones επιτρέπεται να πετούν



Γράφημα 10^α «Πριν»



Γράφημα 10^β «Μετά»

Στην ερώτηση η διεξαγωγή Πτήσεων ΣμηΕΑ (UAS) απαγορεύεται γενικά σε εναέριο χώρο α) Σε περιοχές που διενεργούνται πτήσεις επανδρωμένων αεροσκαφών 10,9% β) Σε απόσταση μικρότερη των 8χιλιομέτρων από αεροδρόμια 27,2% γ) Απαγορεύεται η πτήση ΣμηΕΑ (UAS) ανοικτής (Open) κατηγορίας επάνω από συγκεντρώσεις προσώπων 8,7% δ) Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές 53,3%. Ενώ στο «Μετά» α) Σε περιοχές που διενεργούνται πτήσεις επανδρωμένων αεροσκαφών 3,3% β) Σε απόσταση μικρότερη των 8χιλιομέτρων από αεροδρόμια 10% γ) Απαγορεύεται η πτήση ΣμηΕΑ (UAS) ανοικτής (Open) κατηγορίας επάνω από συγκεντρώσεις προσώπων 8,9% δ) Όλες

οι απαντήσεις είναι σωστές 77,8%. Η απάντηση δ που δόθηκε πριν και μετά το training ήταν σε ποσοστό αρκετά υψηλό.

Η διεξαγωγή πτήσεων drones απαγορεύεται γενικά σε εναέριο χώρο



Γράφημα 11^α «Πριν»



Γράφημα 11^β «Μετά»

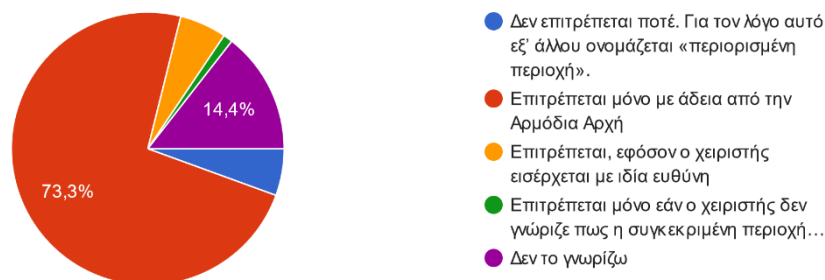
Στην συνέχεια στην ερώτηση αν επιτρέπεται η πτήση ΣμηΕΑ μέσα σε R = Restricted, δηλαδή: Περιορισμένη Περιοχή; α) Δεν επιτρέπεται ποτέ. Για τον λόγο αυτό εξ' άλλου ονομάζεται «περιορισμένη περιοχή» 15,2% β) Επιτρέπεται μόνο με άδεια από την Αρμόδια Αρχή 25% γ) Επιτρέπεται, εφόσον ο χειριστής εισέρχεται με ιδία ευθύνη 5,4% δ) Επιτρέπεται μόνο εάν ο χειριστής δεν γνώριζε πως η συγκεκριμένη περιοχή ήταν περιορισμένη 3,3% ε) Δεν το γνωρίζω 51,1%. Ενώ στο Μετα α) Δεν επιτρέπεται ποτέ. Για τον λόγο αυτό εξ' άλλου ονομάζεται «περιορισμένη περιοχή» 5,6% β) Επιτρέπεται

μόνο με άδεια από την Αρμόδια Αρχή 73% γ) Επιτρέπεται, εφόσον ο χειριστής εισέρχεται με ιδία ευθύνη 5,6% δ) Επιτρέπεται μόνο εάν ο χειριστής δεν γνώριζε πως η συγκεκριμένη περιοχή ήταν περιορισμένη 1,1% ε) Δεν το γνωρίζω 14,4%. Παρατηρήθηκε πως το δείγμα από την απάντηση δεν γνωρίζω που ανερχόταν στο 51,1% μετά την παρουσίαση μειώθηκε στα 14,4% και το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων απάντησε σωστά ότι επιτρέπεται μόνο με άδεια από την Αρμόδια Αρχή να γίνεται πτήση των drones σε περιορισμένη περιοχή.

Επιτρέπεται η πτήση drones μέσα σε περιορισμένη περιοχή



Γράφημα 12^α «Πριν»



Γράφημα 12^β «Μετά»

Ακολουθεί η ερώτηση αν ο χειριστής ΣμηΕΑ ο οποίος εκτελεί πτήση πάνω από 50m απόσταση χωρίς σχέδιο πτήσεως α) εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να του αφαιρεθεί ή άδεια χειριστή 7,6% β) Εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να τιμωρηθεί με χρηματική ποινή 15,2% γ) Εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να τιμωρηθεί με

φυλάκιση 6,5% δ) όλες οι ανωτέρω απαντήσεις είναι σωστές 14,1% και ε) Δεν το γνωρίζω 56,5%. Ενώ στο Μετα α) εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να του αφαιρεθεί ή άδεια χειριστή 7,8% β) Εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να τιμωρηθεί με χρηματική ποινή 5,6% γ) Εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να τιμωρηθεί με φυλάκιση 4,4% δ) όλες οι ανωτέρω απαντήσεις είναι σωστές 67,8% και ε) Δεν το γνωρίζω 14,4%. Το δείγμα στην ερώτηση αν τα UAS πρέπει να εκτελούν πτήση πάνω 50m χωρίς να καταθέτουν σχέδιο πτήσης στην ΥΠΑ απάντησε ότι δεν γνώριζε την απάντηση με ποσοστό 56,5% ενώ αυτό μειώθηκε κατά πολύ μέντα την παρουσίαση και απαντήθηκε σωστά με 67,8 % πως όλες οι αναφερόμενες ποινές είναι σωστές,

Ο χειριστής Σμμεα ο οποίος εκτελεί πτήση πάνω από 50m απόσταση χωρίς σχέδιο πτήσεως εκτελεί παράνομη πτήση



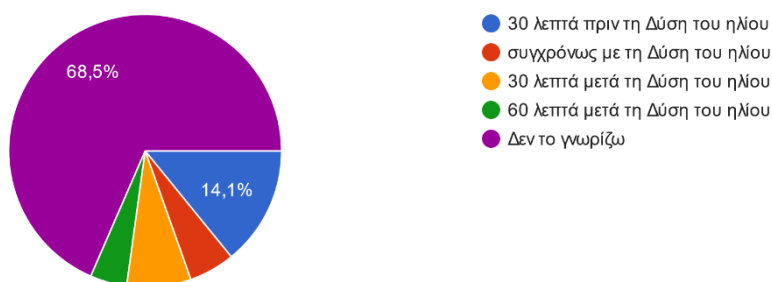
Γράφημα 13^α «Πριν»



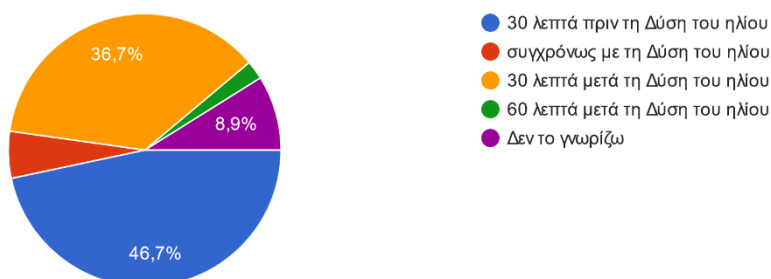
Γράφημα 13^β «Πριν»

Στην ερώτηση αν ο χειριστής ΣμηΕΑ με τύπο λειτουργίας Visual Line of Sight (VLOS), χωρίς ειδική άδεια για πτήση μετά τη δύση του ηλίου, υποχρεούται βάσει των κανονισμών να τερματίσει την πτήση α) 30 λεπτά πριν τη Δύση του ηλίου 14,1% β) συγχρόνως με τη Δύση του ηλίου 5,4% γ) 30 λεπτά μετά τη Δύση του ηλίου 7,6% δ) 60 λεπτά μετά τη Δύση του ηλίου 4,3% ε) Δεν το γνωρίζω 68,5%.Ενω στο Μετα α) 30 λεπτά πριν τη Δύση του ηλίου 46,7% β) συγχρόνως με τη Δύση του ηλίου 5,6% γ) 30 λεπτά μετά τη Δύση του ηλίου 36,7 % δ) 60 λεπτά μετά τη Δύση του ηλίου 2,2% ε) Δεν το γνωρίζω 8,9%

Αν ο χειριστής ΣμηΕΑ με τύπο λειτουργίας VLOS, χωρίς ειδική άδεια για πτήση μετά τη δύση του ηλίου, υποχρεούται βάσει των κανονισμών να τερματίσει την πτήση



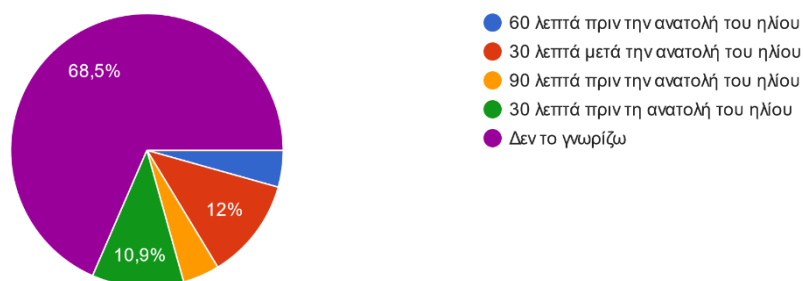
Γράφημα 14^α «Πριν»



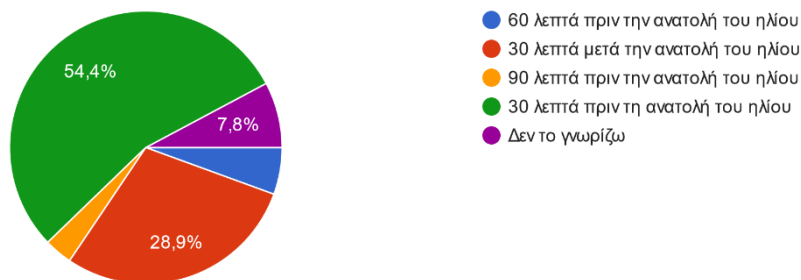
Γράφημα 14^β «Μετά»

Η επόμενη ερώτηση που ακολουθεί ο χειριστής ΣμηΕΑ με τύπο λειτουργίας VLOS, χωρίς ειδική άδεια για πτήση πριν την ανατολή του ηλίου, μπορεί βάσει των κανονισμών να ξεκινήσει την πτήση α) το νωρίτερο 60 λεπτά πριν την ανατολή του ηλίου β) 30 λεπτά μετά την ανατολή του ηλίου γ) 90 λεπτά πριν την ανατολή του ηλίου δ) 30 λεπτά πριν τη ανατολή του ηλίου και ε) Δεν το γνωρίζω . Ενώ το μετα α) το νωρίτερο 60 λεπτά πριν την ανατολή του ηλίου β) 30 λεπτά μετά την ανατολή του ηλίου γ) 90 λεπτά πριν την ανατολή του ηλίου δ) 30 λεπτά πριν τη ανατολή του ηλίου και ε) Δεν το γνωρίζω

Ο χειριστής Σμηεα με τύπο λειτουργίας VLOS, χωρίς ειδική άδεια για πτήση πριν την ανατολή του ηλίου, μπορεί βάσει των κανονισμών να ξεκινήσει την πτήση



Γράφημα 15^α «Πριν»

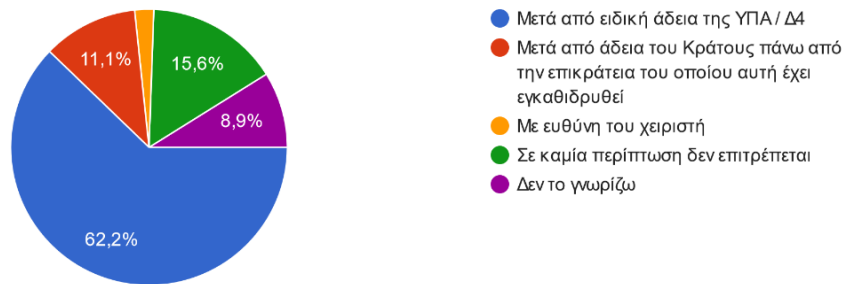


Γράφημα 15^β «Μετά»

Στην ακολουθεί ερώτηση αν μπορεί να γίνει μια πτήση Drone σε απαγορευμένη περιοχή α) Μετά από ειδική άδεια της ΥΠΑ / Δ4 8,7% β) Μετά από άδεια του Κράτους πάνω από την επικράτεια του οποίου αυτή έχει εγκαθιδρυθεί 16,3% γ) Με ευθύνη του χειριστή 12% δ) Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται 10,9% και ε) Δεν το γνωρίζω 52,2%. Ενώ στο Μετά α) Μετά από ειδική άδεια της ΥΠΑ / Δ4 62,2% β) Μετά από άδεια του Κράτους πάνω από την επικράτεια του οποίου αυτή έχει εγκαθιδρυθεί 11,1% γ) Με ευθύνη του χειριστή 2,2% δ) Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται 15,6% και ε) Δεν το γνωρίζω 8,9%



Γράφημα 16^α «Πριν»



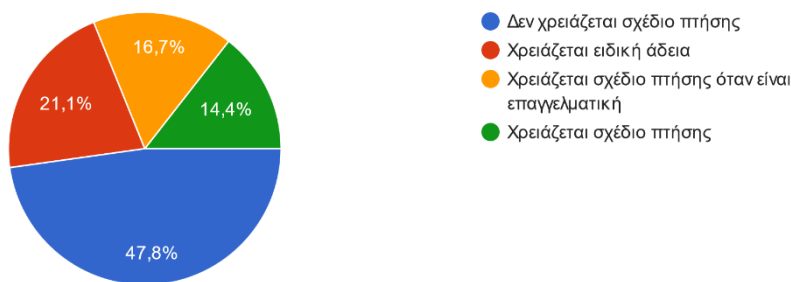
Γράφημα 16^β «Μετά»

Στην ερώτηση όταν η πτήση ΣμηΕΑ διεξάγεται σε απόσταση μικρότερη των 50 μ από τον χειριστή α) Δεν χρειάζεται σχέδιο πτήσης 37% β) Χρειάζεται ειδική άδεια 20,7 γ) Χρειάζεται σχέδιο πτήσης όταν είναι επαγγελματική 17,4% δ) Χρειάζεται σχέδιο πτήσης 25%. Ενώ στο Μετα α) Δεν χρειάζεται σχέδιο πτήσης 47,8% β) Χρειάζεται ειδική άδεια 21,1 γ) Χρειάζεται σχέδιο πτήσης όταν είναι επαγγελματική 16,7% δ) Χρειάζεται σχέδιο πτήσης 14,4%.

Η πτήση Σμηεα διεξάγεται σε απόσταση μικρότερη των 50 μ από τον χειριστή



Γράφημα 17^α «Πριν»



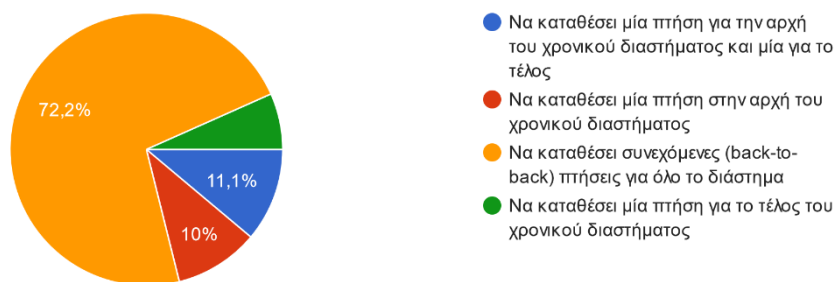
Γράφημα 17^β «Μετά»

Στην ερώτηση τι μπορεί να κάνει ένας χειριστής ο οποίος επιθυμεί να δραστηριοποιηθεί σε μία περιοχή για συνεχόμενο διάστημα μεγαλύτερο των δύο (2) ωρών. α) Να καταθέσει μία πτήση για την αρχή του χρονικού διαστήματος και μία για το τέλος 29,3% β) Να καταθέσει μία πτήση στην αρχή του χρονικού διαστήματος 15,2% γ) Να καταθέσει συνεχόμενες (back-to-back) πτήσεις για όλο το διάστημα 22,8% δ) Να καταθέσει μία πτήση για το τέλος του χρονικού διαστήματος 32,6%. Ενώ το Μετα α) Να καταθέσει μία πτήση για την αρχή του χρονικού διαστήματος και μία για το τέλος 11,1% β) Να καταθέσει μία πτήση στην αρχή του χρονικού διαστήματος 10% γ) Να καταθέσει συνεχόμενες (back-to-back) πτήσεις για όλο το διάστημα 72,2% δ) Να καταθέσει μία πτήση για το τέλος του χρονικού διαστήματος 6,7%

Τι μπορεί να κάνει ένας χειριστής ο οποίος επιθυμεί να δραστηριοποιηθεί σε μία περιοχή για συνεχόμενο διάστημα μεγαλύτερο των δύο (2) ωρών



Γράφημα 18^α «Πριν»



Γράφημα 18^β «Μετά»

Στην ερώτηση οι προϋποθέσεις για απόκτηση Άδειας χειριστή Ειδικής και Πιστοποιημένης κατηγορίας drones είναι α) Ηλικία άνω των 18 ετών, καλή γνώση αγγλικών και επιτυχή πρακτική εξέταση 8,7% β) Ηλικία άνω των 16 ετών, Πιστοποιητικό Υγείας και Επιτυχή Πρακτική Εξέταση 17,4% γ) Ηλικία άνω των 18 ετών, επίπεδο θεωρητικών γνώσεων σε θέματα Πολιτικής Αεροπορίας, καλή γνώση αγγλικών 16,3% δ) Ηλικία άνω των 18 ετών, πιστοποιητικό υγείας, καλή γνώση αγγλικών και επιτυχή πρακτική εξέταση 4,3% και ε) Δεν το γνωρίζω 53,3%. Ενώ το Μετα α) Ηλικία άνω των 18 ετών, καλή γνώση αγγλικών και επιτυχή πρακτική εξέταση 8,7% β) Ηλικία άνω των 16 ετών, Πιστοποιητικό Υγείας και Επιτυχή Πρακτική Εξέταση 17,4% γ) Ηλικία άνω των 18 ετών, επίπεδο θεωρητικών γνώσεων σε θέματα Πολιτικής Αεροπορίας, καλή γνώση αγγλικών 16,3% δ) Ηλικία άνω των 18 ετών, πιστοποιητικό υγείας, καλή γνώση αγγλικών και επιτυχή πρακτική εξέταση 4,3% και ε) Δεν το γνωρίζω 53,3%.

Οι προϋποθέσεις για απόκτηση Άδειας χειριστή Ειδικής και Πιστοποιημένης κατηγορίας drones είναι



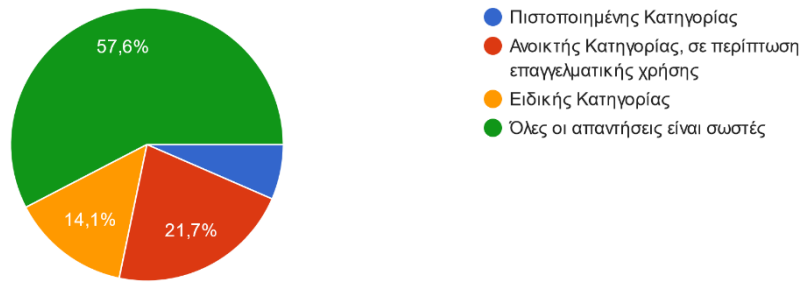
Γράφημα 19^α «Πριν»



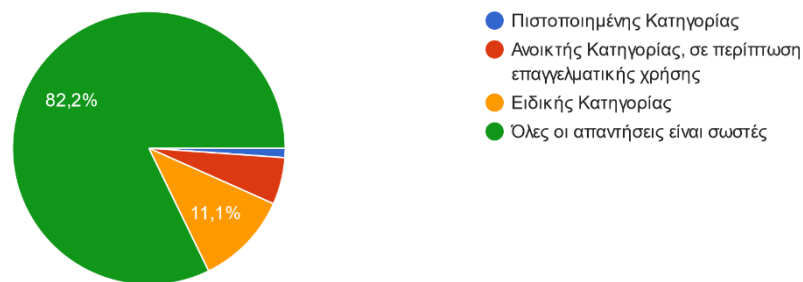
Γράφημα 19^β «Μετά»

Στην ερώτηση απαιτείται άδεια Χειριστή Drone για τους χειριστές Drone α) Πιστοποιημένης Κατηγορίας 6,5% β) Ανοικτής Κατηγορίας σε περίπτωση επαγγελματικής χρήσης 21,7% γ) Ειδικής Κατηγορίας 14,1% δ) Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές 57,6%. Ενώ Μετα α) Πιστοποιημένης Κατηγορίας 6,5% β) Ανοικτής Κατηγορίας σε περίπτωση επαγγελματικής χρήσης 21,7% γ) Ειδικής Κατηγορίας 14,1% δ) Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές 57,6%.

Απαιτείται άδεια χειριστή σμηνα για τους χειριστές drone



Γράφημα 20^α «Πριν»



Γράφημα 20^β «Μετά»

10 Συμπεράσματα

Με βάση την ερευνητική μεθοδολογία που αναφέρθηκε προηγουμένως μπορεί κανείς να εξαγάγει πολύτιμα συμπεράσματα σχετικά με τις υπάρχουσες τάσεις χρήσης της νέας τεχνολογίας των drones. Αρχικά παρουσιάζει ενδιαφέρον να εξετάσουμε το ποσοστό των ερωτηθέντων που δήλωσαν ότι δεν έχει χρησιμοποιήσει ποτέ τις υπηρεσίες των

drones. Από το ερωτηθέν δείγμα το 85% δεν είχε χρησιμοποιήσει ποτέ κάποιο UAS. Το δείγμα αποτελείτο μόνο από μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου. Επιπλέον αξίζει να αναφερθούμε κατά πόσο τα UAS θα ενδιέφερε το ερωτηθέν δείγμα να ενταχθούν στην εκπαίδευση. Παρατηρήθηκε ότι πριν το training το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων τους ήταν αδιάφορο 43,5% ενώ μετά το training το αδιάφορο τα ανέρχεται σε ποσοστό στο 36,7% και το ναι στο 42,2%. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι μαθητές βρήκαν ενδιαφέρον το θέμα και ίσως στο μέλλον τα Σμηνα θα έπρεπε να ενταχθούνε στο σχολικό περιβάλλον. Στην συνέχεια σύμφωνα με την ορθότητα του μοντέλου αποδοχής τεχνολογίας και την σημασία των παραγόντων που επιλέχθηκαν ως καθοριστικοί μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα έχει μεγαλύτερη επίδραση για άτομα ηλικία 16-18, ότι για την Πρόθεση για τους μαθητές όπου δεν είχαν ξανά ασχοληθεί με drones και φυσικά παίζουν σημαντικό ρόλο οι Κοινωνικοί Παράγοντες (Social Factors- MPCU). Όπου οι καταλύτες της κοινωνική επιρροής είναι η ηλικία, το φύλο, η εμπειρία και η υποχρεωτική χρήση της τεχνολογίας. Η κοινωνική επιρροή είναι σημαντική στα αρχικά στάδια χρήσης της νέας τεχνολογίας, ενώ η σημασία της μειώνεται καθώς ο χρήστης εξοικειώνεται με τη νέα τεχνολογία.

Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν, μη στρατιωτικές εφαρμογές των drones κυρίως σε αστικό περιβάλλον. Η ανάλυση της χρήσης drones σε “παραδοσιακές” δραστηριότητες και επαγγέλματα καθώς και ο βαθμός αποδοχής τους στα επαγγέλματα αυτά παρουσιάστηκε μέσα από την εκτεταμένη αναφορά των εφαρμογών των drones. Στη συνέχεια παρουσιάστηκε το κανονιστικό πλαίσιο που διέπει την χρήση drones σε Διεθνές, Ευρωπαϊκό και Ελληνικό επίπεδο. Η χρήση των drones σε αστικό περιβάλλον συνδράμει σε μέγιστο βαθμό στην καθημερινή ζωή των κατοίκων. Οι εφαρμογές τους εκτείνονται σε μια τεράστια γκάμα τομέων, από υπηρεσίες παράδοσης εμπορευμάτων σε ώρες αιχμής μέχρι την επιτήρηση και παρακολούθηση απρόσιτων περιοχών. Τα drones σε όλες αυτές τις εφαρμογές έχουν αποδειχτεί κρίσιμης σημασίας ιδιαίτερα σε περιπτώσεις και περιοχές όπου οι άνθρωποι δεν μπορούν να προσεγγίσουν ή δεν μπορούν να εκτελέσουν επικίνδυνα καθήκοντα με έγκαιρο και αποτελεσματικό τρόπο. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας παρουσιάστηκαν με αναλυτικό τρόπο οι εφαρμογές των drones σε αστικό περιβάλλον που δημιουργούν αυτές σε τομείς μη στρατιωτικών εφαρμογών, όπως η επιθεώρηση κατασκευών και υποδομών, η γεωργία ακριβείας, η έρευνα και διάσωση, τα logistics, η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο

και. Επιπλέον, η αγορά των drones αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς παγκοσμίως με αποτέλεσμα η χρήση τους να αυξάνεται, ανεξάρτητα από την τελική χρήση. Κατά την πάροδο των χρόνων, με εκατοντάδες εξαιρέσεις όμως από τα κυβερνητικά όργανα, όπως η FAA και η EASA, έχει προκύψει ζήτηση για drones από διάφορους κλάδους, όπως της υποδομής, γεωργίας, μεταφορών, ψυχαγωγίας, ασφάλειας, ασφάλισης, και πολλά άλλων. Τα drones έχουν αποδειχθεί οικονομικά αποδοτικά και λειτουργούν με μεγαλύτερη ακρίβεια από τις συμβατικές μεθόδους. Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν σχετικά με τις εφαρμογές των drones σε αστικό περιβάλλον, προκύπτει το βασικό συμπέρασμα της ανάγκης δημιουργίας ενός πλήρους κανονιστικού πλαισίου που να θέτει τις βάσεις της σωστής νομικής ρύθμισης, ώστε να είναι εφικτή η παγκόσμια εξάπλωσή τους σε όλους τους τομείς, αναδεικνύοντας με τον τρόπο αυτό όλα τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα UAVs. Βάσει αυτού του συμπεράσματος, καταγράφηκε το κανονιστικό πλαίσιο που υφίσταται αυτή τη στιγμή για τα drones όσον αφορά την ΕΕ και καθορίστηκε εάν αυτό σέβεται τα ανθρώπινα δικαιώματα όπως η προστασία της ιδιωτικότητας και των προσωπικών δεδομένων. Επειτα, ότι εντός της ΕΕ, ο EASA είναι υπεύθυνος μόνο για τον νομοθετικό έλεγχο των drones με βάρος άνω των 150 κιλών, πράγμα που σημαίνει ότι οι κίνδυνοι σχετικά με την προστασία της ιδιωτικότητας και των προσωπικών δεδομένων που δύνανται να δημιουργήσουν οι χειριστές των οχημάτων UAV κάτω των 150 κιλών δεν ήταν ευθύνη του EASA. Τέλος, έγινε μια καταγραφή των μελλοντικών επεκτάσεων των drones και της τρέχουσας τεχνολογικής στάθμης (state-of-the-art) αναφορικά με τις τεχνολογίες drones.

11 Μελλοντικές Επεκτάσεις

11.1 Μελλοντικές τάσεις για εξαρτήματα για αερομεταφερόμενη παρατήρηση και ανίχνευση

Από το συμβατικό ραντάρ στο ραντάρ BVLOS για drones. Σύμφωνα με την Global Market Insights, Inc, το μέγεθος της αγοράς ραντάρ αυτοκινήτων αναμένεται να φτάσει τα 8 δισεκατομμύρια € έως το 2024. Άλλες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από άλλες εταιρείες επιβεβαιώνουν παρόμοια τάση και αριθμούς. Αυτά τα συστήματα ραντάρ χωρίζονται σε τρεις υποκατηγορίες: ραντάρ μικρής, μεσαίας και μεγάλης εμβέλειας.

Το καθένα έχει διαφορετικό πεδίο εφαρμογής: το ραντάρ μεγάλης εμβέλειας (250 m) χρησιμοποιείται συνήθως για την αποφυγή μπροστινής σύγκρουσης, ενώ τα ραντάρ μικρής εμβέλειας (40 m) και μεσαίας εμβέλειας (70 έως 100 m) χρησιμοποιούνται για ανίχνευση τυφλού σημείου, συστήματα υποβοήθησης στάθμευσης, προειδοποιήσεις πριν από σύγκρουση, προειδοποιήσεις αλλαγής λωρίδας κυκλοφορίας ή λωρίδα έκτακτης ανάγκης (ΛΕΑ). Οι Sota (state of the art) τεχνολογίες αιχμής στο ραντάρ είναι πολύ γνωστό στην κοινότητα. Το ραντάρ χρησιμοποιεί είτε την αρχή του παλμικού κύματος και μετρά το παλμού είτε την διαμορφωμένη συχνότητα συνεχούς κύματος (FMCWT) η οποία μετρά την αλλαγή στη συχνότητα του ανακλώμενου σήματος. Για να καταστεί δυνατόν να γίνει το ραντάρ βιώσιμος αισθητήρας για drones θα πρέπει να επιτευχθεί μια σειρά από τεχνολογικές προόδους: Σε σύγκριση με το ραντάρ αυτοκινήτων, η εμβέλεια του αισθητήρα ραντάρ θα πρέπει να αυξηθεί σημαντικά και το κατακόρυφο οπτικό πεδίο πρέπει να επεκταθεί. Σε σύγκριση με το ραντάρ στα αεροπλάνα, το μέγεθος, το βάρος, η κατανάλωση ενέργειας και το κόστος πρέπει να μειωθούν σημαντικά. Με όλο και περισσότερα drones να πετούν τα επόμενα χρόνια, θα δούμε εκατομμύρια ραντάρ πάνω σε drones στον αέρα, κάτω από ορισμένες συνθήκες. Κατά συνέπεια, θα υπάρξουν ισχυρές παρεμβολές μεταξύ των ραντάρ. Αυτές οι παρεμβολές που πέφτουν εντός της ίδιας ζώνης συχνοτήτων κάτι που μπορεί να αποφευχθεί εάν τα σήματα των ραντάρ είναι σωστά κωδικοποιημένα και αλλάζουν συνεχώς για χαμηλή για χαμηλές ετεροσυσχετίσεις, όπως συμβαίνει στις τηλεπικοινωνίες. Η ενσωμάτωση εξαρτημάτων αισθητήρα ραντάρ σε συνδυασμό με επεξεργαστές σύγχρονους (GPUs) θα ανοίξει το δρόμο για προσιτές, εξαιρετικά αυτοματοποιημένες πτήσεις, καθώς τόσο το κόστος όσο και η κατανάλωση ενέργειας θα μειωθεί περαιτέρω. Επιπλέον, ένας εναλλακτικός διαχωρισμός συστήματος βοηθά στη μείωση του εύρους ζώνης της επικοινωνίας στο σύστημα αισθητήρων, το οποίο επιτρέπει την κατασκευή πιο περίτεχνων και περίπλοκων δικτύων αισθητήρων, που τελικά απαιτούνται για την επαρκή περιβαλλοντική σάρωση σε εξαιρετικά αυτοματοποιημένα σενάρια πτήσης. Τα ενσωματωμένα εξαρτήματα του ραντάρ μαζί με την επεξεργασία σήματος θα χρησιμοποιηθούν για ένα ευρύ φάσμα παρατήρησης και ανίχνευσης αντικειμένων εντός και εκτός των αυτόνομων εφαρμογών BVLOS drone. Μπορεί επιπλέον να χρησιμοποιηθούν με σκοπό τη συνδεσιμότητα σε τομείς διαφορετικούς από τη βιομηχανία των drone, όπως σε γενικές βιομηχανικές εφαρμογές όπου υπάρχουν μηχανές και αυτοματισμοί. Η ενσωμάτωση αισθητήρων και

συστημάτων επεξεργαστή σε ένα εξάρτημα μπορεί επίσης να επεκταθεί σε άλλους αισθητήρες πέρα από τον αισθητήρα του ραντάρ. Οι αισθητήρες ραντάρ που βασίζονται σε CMOS επιτρέπουν τη μείωση του κόστους, των αισθητήρων ραντάρ, δίνοντας την δυνατότητα αυτοματοποιημένης μεταφορά με drones, προσβάσιμη για ένα μεγάλο μέρος του κοινού. (Adacorsa,2020)

11.2 Μελλοντικές τάσεις για τα συστήματα και αρχιτεκτονικές για εξαιρετικά αυτοματοποιημένα drones BVLOS

Οι αλγόριθμοι και τα πρότυπα που σχετίζονται με την έρευνα για την αυτοκινητοβιομηχανία αυτόματη οδήγηση μπορούν να επεκταθούν στον τομέα της αεροπορίας , που περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, αλγόριθμους για την αυτόματη αντίληψη, τον προγραμματισμό και τον αυτόματο έλεγχο. Οι κύριες προκλήσεις που συναντάμε στην μεταφορά των αλγόριθμων από τις αυτοματοποιημένες εφαρμογές στις αερομεταφορές περιλαμβάνουν:

- Τον μετασχηματισμό από δισδιάστατες τροχιές σε τρισδιάστατες τροχιές
- Διαφορετικά αντικείμενα εξετάζονται και αντιμετωπίζονται από διαφορετική οπτική γωνία, δηλαδή τα σύνολα δεδομένα από τις αυτοκίνητο βιομηχανίες δεν μπορούν να εφαρμοστούν στην εκπαίδευση αλγορίθμων για την αεροναυτιλία
- Οι απαιτήσεις εμβέλειας των αισθητήρων είναι διαφορετικές ανάλογα με την περίπτωση, δηλαδή οι αισθητήρες αεροναυτιλίας συνήθως πρέπει να παρέχουν μεγαλύτερη εμβέλεια. Κάθε τύπου αισθητήρα έχει τα αντίστοιχα δυνατά και αδύνατα σημεία του και χρησιμοποιούνται τεχνικές σύντηξης αισθητήρων για να συνδυαστούν τα πλεονεκτήματα του κάθε τύπου. Η ασφάλεια των πτήσεων BVLOS θα υποστηριχθεί μέσω της χρήσης ακριβούς και αξιόπιστης λύσης PNT (Positioning, Navigation, Timing), η οποία, ταυτόχρονα, θα παραμένει προσιτή και χαμηλή SWaP (Size μέγεθος, Weight βάρος and και Power ισχύς). Για το σκοπό αυτό, θα ενσωματώσουμε και θα αναπτύξουμε περαιτέρω τα επί του παρόντος διαθέσιμα πολλαπλών αισθητήρων συστήματα. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν δέκτες RTK πολλαπλών GNSS, πολλαπλών συχνοτήτων και συνδυάζουν τα αποτελέσματα με δεδομένα από μονάδες αδρανειακής μέτρησης (IMU) και άλλες επίγειες πηγές PNT. Προκειμένου να μετριέται με η ακρίβεια εκατοστού η θέση των πολυσυνητηριακών συστημάτων,

οραματιζόμαστε να ενσωματώσουμε πρόσθετους αισθητήρες, όπως τρισδιάστατα γυροσκόπια, τρισδιάστατα επιταχυνσιόμετρα, μαγνητόμετρα, βαρόμετρα και θερμόμετρα.

Θα χρησιμοποιήσουμε στενή σύζευξη της βαρομετρικής πίεσης του αέρα για να ενισχύσουμε την εκτίμηση του απόλυτου ύψους. Ακόμη και αν δεν είναι διαθέσιμοι όλοι οι άλλοι αισθητήρες, το βιομηχανικής ποιότητας IMU επιτρέπει, με την πάροδο του χρόνου, τον ακριβή προσδιορισμό της τοποθεσίας και της θέσης του συστήματος. Ο στόχος είναι να παρέχουμε πολύ ακριβή, μικρά και ελαφριά IMU, τα οποία θα παρέχουν μια συνεχή και υψηλής ακρίβειας τοποθεσία ακόμη και μετά την απώλεια σημάτων GNSS. Η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος θα επιτρέψει τη χρήση πολλαπλών ανεξάρτητων λύσεων PNT για να μετριάσει την πιθανότητα διακοπής λειτουργίας σε περίπτωση βλάβης υλικού ή λογισμικού (HW ή SW). Προκειμένου να βελτιώσουμε περαιτέρω την αξιοπιστία του συστήματος PNT, θα διερευνήσουμε τις δυνατότητες χρήσης των εναλλακτικών διαστημικών δικτύων. Αυτά τα δίκτυα παρέχουν αυξημένη ασφάλεια, μεγαλύτερη αντοχή σε παρεμβολές ή πλαστογράφηση και μεγαλύτερη αντοχή σε εμπόδια. Σε συνδυασμό με την ικανότητα σύντηξης αισθητήρων πολλαπλών GNSS (Global Navigation Satellite System) η προσθήκη εναλλακτικών διαστημικών δικτύων παρέχει μια ισχυρή, ανθεκτική λύση PNT ακόμη και σε περιβάλλοντα υπό αμφισβήτηση ή απαγόρευση GNSS. Για την εκτίμηση της απόλυτης τοποθεσίας ενός οχήματος, οι μακροπρόθεσμες σταθερές τοποθεσίες GPS συνδυάζονται συχνά με μονάδες αδρανειακής μέτρησης (IMU) που παρέχουν υψηλότερη ακρίβεια σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τέτοια συστήματα αισθητήρων είναι διαθέσιμα στο εμπόριο, π.χ. η σειρά SBG Apogee (www.sbg-systems.com). Η εκτίμηση τοποθεσίας από το GPS και το IMU μπορεί να υποστηριχθεί περαιτέρω με τη συμπερίληψη πληροφοριών από έναν αισθητήρα αντίληψης όπως μία κάμερα ή ένα lidar, ο οποίος είτε συγκρίνεται με έναν εξωτερικό χάρτη είτε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ταυτόχρονο εντοπισμό και χαρτογράφηση (SLAM).

Η περιβαλλοντική αντίληψη για τα αυτόνομα οχήματα βασίζεται συνήθως σε τρεις κύριους τρόπους λειτουργίας αισθητήρων: radar, lidar και camera.

Οι αισθητήρες radar και lidar παρέχουν πληροφορίες για το περιβάλλον με τη μορφή τρισδιάστατων point clouds. Τα point cloud είναι σημεία στο τρισδιάστατο χώρο που χρησιμοποιούνται για να μετρηθεί η απόσταση με τη χρήση του ραντάρ. Το ραντάρ

λειτουργεί αξιόπιστα κάτω από διάφορες καιρικές συνθήκες και μετρά τις σχετικές ταχύτητες των αντικειμένων, αλλά παρέχει μόνο μικρής πυκνότητας point clouds. Το lidar παράγει πολύ πυκνά point clouds του περιβάλλοντος αλλά λειτουργεί ανεπαρκώς υπό καιρικές συνθήκες όπως βροχή, χιόνι και ομίχλη. Επιπλέον, οι τρέχοντες αυτόματες αισθητήρες lidar είναι απαγορευτικοί για σειρά παραγωγής λόγω δαπάνης. Τόσο ο αισθητήρας radar όσο και ο lidar προσφέρουν περιορισμένες δυνατότητες ταξινόμησης αντικειμένων, καθώς παρέχουν μόνο γεωμετρικές πληροφορίες για το περιβάλλον. Οι αισθητήρες camera, από την άλλη πλευρά, παρέχουν πλούσιες οπτικές πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς ταξινόμησης. Ωστόσο, δεν παρέχουν πληροφορίες βάθους και είναι ευαίσθητες σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού. Η κεντρική σύντηξη αισθητήρων παρέχει συνήθως πιο ακριβή αποτελέσματα, αλλά είναι ανέφικτη με την τρέχουσα τεχνολογία, καθώς τα αυτόνομα συστήματα αισθητήρων τελευταίας τεχνολογίας μπορούν να δημιουργήσουν δεδομένα μέτρησης σε ρυθμό της τάξεως Gbits/s. Αυτό μας οδηγεί σε υβριδικές προσεγγίσεις, όπου η σύντηξη αισθητήρων εκτελείται πρώτα σε ένα υποσύνολο των αισθητήρων (π.χ., ένας έξυπνος αισθητήρας LIDAR με μια μονάδα camera για την ταξινόμηση αντικειμένων) και στη συνέχεια συγχωνεύεται με άλλες πληροφορίες από άλλους αισθητήρες με συγκεντρωτικό τρόπο. (Adacorsa,2020)

Σύμφωνα με τους Hall και Llinas (1997) και Herpel T., Lauer C., German R., & Salzberger J. (2008), οι τεχνικές σύντηξης αισθητήρων χωρίζονται συνήθως σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Κεντρική σύντηξη ή σύντηξη χαμηλού επιπέδου. Η συγχώνευση δεδομένων εκτελείται αρχικά, δηλαδή, πρώτα συγχωνεύονται τα ακατέργαστα δεδομένα του κάθε αισθητήρα και στη συνέχεια εφαρμόζεται η ταξινόμηση και η ανίχνευση αντικειμένων στα συγχωνευμένα δεδομένα.
- Αποκεντρωμένη σύντηξη ή σύντηξη υψηλού επιπέδου. Η συγχώνευση δεδομένων πραγματοποιείται σε μεταγενέστερο στάδιο, δηλαδή, η ταξινόμηση αντικειμένων και η ανίχνευση εκτελούνται από κάθε αισθητήρα ξεχωριστά και στη συνέχεια αυτές οι αναπαραστάσεις υψηλού επιπέδου συγχωνεύονται. Λαμβάνοντας υπόψη τους αλγόριθμους, οι τεχνικές σύντηξης αισθητήρων μπορούν επίσης να χωριστούν ευρέως σε αλγόριθμους πιθανοτήτων και αλγόριθμους βασισμένους στη βαθιά μάθηση. Οι αλγόριθμοι πιθανοτήτων είναι δημοφιλείς στη ρομποτική, στο σύστημα ελέγχου και

στις κοινότητες όρασης υπολογιστών και συνήθως έχουν τη μορφή φίλτρων Bayesian (π.χ. φίλτρο Kalman, φίλτρο Particle (σωματιδίων), SLAM, MRF, CRF). Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι είναι κατά κανόνα υπολογιστικά γρήγορες και ερμηνεύσιμες. Την τελευταία δεκαετία, η προσέγγιση της βαθιάς μάθησης έγινε η τυπική προσέγγιση για την επίλυση πολλών δύσκολων προβλημάτων που έχουν να κάνουν με την όραση υπολογιστών. Ωστόσο, το μειονέκτημά της βαθιάς μάθησης είναι ότι είναι υπολογιστικά αναλυτική και δύσκολο να ερμηνευτεί. Ωστόσο, οι τρέχοντες μηχανισμοί σύντηξης αισθητήρων βρίσκονται ακόμη σε προκαταρκτικό στάδιο και δεν μπορούν να αξιοποιήσουν πλήρως όλες τις πληροφορίες που προέρχονται από τους αισθητήρες lidar, radar και camera. Οι νέο εξελισσόμενοι αλγόριθμοι βαθιάς μάθησης για την ανίχνευση αντικειμένων δεν έχουν ακόμη επεκταθεί ώστε να μπορέσουν να λειτουργήσουν με συγχωνευμένες (data) πληροφορίες lidar, radar και camera. Μια τέτοια επέκταση θα μπορούσε να αποφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην απόδοση σε σχέση με την επεξεργασία δεδομένων μεμονωμένων αισθητήρων. Οι μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης λειτουργούν με point clouds του lidar, με χάρτες εμβέλειας/doppler του radar και με εικόνες από camera για να αναφέρουμε μερικές από τις δυσκολίες σχετικά με την αντίληψη των αυτόνομων οχημάτων. Βασικά το επίκεντρο βρίσκεται σε εργασίες σχετικές με την όραση υπολογιστή, όπως είναι η συσταδοποίηση και η ομαδοποίηση, η αναγνώριση και ταξινόμηση αντικειμένων και η σημασιολογική συσταδοποίηση την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών από point cloud του lidar και χάρτες εμβέλειας/doppler του radar, συνεπάγονται δύο βήματα: συσταδοποίηση και ταξινόμηση. Οι αλγόριθμοι συσταδοποίηση -προσπαθούν να ομαδοποιήσουν όλα τα σημεία που ανήκουν στο ίδιο αντικείμενο. Αυτές οι ομάδες ονομάζονται συνήθως συστάδες και μερικές φορές ακόμη και αναπαραστάσεις υψηλότερου επιπέδου, όπως οριοθέτηση, εξάγονται από αυτές. Η ταξινόμηση αναφέρεται στη διαδικασία ανάθεσης σημασιολογικών κλάσεων σε κάθε συστάδα. Για παράδειγμα, αυτές οι κατηγορίες θα μπορούσαν να είναι πεζοί, ποδήλατα, αυτοκίνητα, φανάρια, πινακίδες κυκλοφορίας, κτίρια και παρόμοια. Αυτές οι σημασιολογικές πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας για την οδική ασφάλεια, καθώς τα πλήρως αυτόνομα συστήματα πρέπει να λαμβάνουν αποφάσεις που ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο των VRU (Ευάλωτοι χρήστες του δρόμου), όπως οι πεζοί και οι ποδηλάτες. Οι Nguyen και Le (2013) χωρίζουν τους συμβατικούς αλγόριθμους συσταδοποίηση για τρισδιάστατα point clouds σε πέντε κατηγορίες: βάσει ακμών, βάσει περιοχής, βάσει χαρακτηριστικών, βάσει μοντέλων και βάσει

γραφήματος. Επιπλέον, οι Pendleton, S., Andersen H., Xinxin, D., Xiaotong S., Meghjani M., Hong Y., Rus D., Ange M., (2017) προσδιόρισαν μια νέα κατηγορία, η οποία βασίζεται σε αλγόριθμους βαθιάς μάθησης. Η ταξινόμηση από τα point clouds των radar και lidar είναι από μόνη της μια απαιτητική διαδικασία, και η ακρίβεια της ταξινόμησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πυκνότητα των point clouds. Επομένως, αυτό το είδος ταξινόμησης πραγματοποιείται συνήθως από δεδομένα που παράγονται από αισθητήρες lidar υψηλής τεχνολογίας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συνήθως προσεγγίσεις βαθιάς μάθησης, όπως αυτή που παρουσιάζεται στο Zhou και Tuzel (2018). Επιπλέον, είναι δυνατόν να συγχωνευτούν τα point clouds με τα δεδομένα της camera για καλύτερο αποτέλεσμα ταξινόμησης. Τα σύνολα δεδομένων διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην πρόοδο των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης για αυτόματες εφαρμογές. Συνήθως περιλαμβάνουν παραδείγματα συγκεκριμένων προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένης της βασικής αλήθειας για την ποσοτική αξιολόγηση νέων αλγορίθμων. Πολλά σύνολα δεδομένων αυτοματοποίησης είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο για ερευνητικούς σκοπούς. (Adacorsa,2020)

11.3 Τρισδιάστατη Απεικόνιση

Κάμερες που παρέχουν εκτός από φωτεινότητα και πληροφορίες απόστασης ανά pixel υπάρχουν εδώ και αρκετό καιρό. Οι στερεοσκοπικές κάμερες χρησιμοποιούν δύο συνηθισμένες κάμερες με σταθερή ευθυγράμμιση και χρησιμοποιούν εξελιγμένους αλγόριθμους για τον προσδιορισμό της απόστασης. Ωστόσο, η απόδοσή τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατάσταση φωτισμού και από τα ίδια τα αντικείμενα. Μια μεγάλη επίπεδη επιφάνεια χωρίς λεπτομέρειες είναι αδύνατο να αποτυπωθεί σωστά. Επίσης, η ακρίβεια αλλοιώνεται με την απόσταση και εξαρτάται από τον διαχωρισμό μεταξύ των δύο καμερών. Οι προσεγγίσεις δομημένου φωτός χρησιμοποιούν επίσης την αρχή της τριγωνομετρίας, αλλά είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν αντικείμενα μόνο με λίγες λεπτομέρειες. Η τρισδιάστατη απεικόνιση στο Apple iPhone X εφαρμόζει αυτήν την προσέγγιση. Ωστόσο, τέτοιες συσκευές απεικόνισης πλήττονται όταν υπάρχουν υψηλά επίπεδα φωτισμού και η απόδοσή τους επίσης πέφτει αναλόγως με την απόσταση που έχουν τα αντικείμενα. Οι συσκευές απεικόνισης 3D που βασίζονται στη μετατόπιση φάσης ή σε συσκευές ανάμειξης φωτονίων έχουν χρησιμοποιηθεί με εξαιρετικό αποτέλεσμα σε πολλά έξυπνα τηλέφωνα, γυαλιά εικονικής πραγματικότητας και με συστήματα αλληλεπίδραση ανθρώπου μηχανής βασισμένα

στις χειρονομίες. Αυτές οι συσκευές απεικόνισης 3D προσφέρουν μικρό, ελαφριάς μορφής συντελεστή και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας σε ευρύ οπτικό πεδίο με υψηλή ανάλυση και ακρίβεια. Αυτό τους καθιστά ιδανικούς αισθητήρες για χρήση σε drones, ιδιαίτερα σε σενάρια προσγείωσης και απογείωσης. Επίσης, εξουδετερώνουν αποτελεσματικά τις επιπτώσεις του ισχυρού φωτός του φόντου. Η κύρια πρόκληση είναι το περιορισμένο εύρος των σημερινών συσκευών απεικόνισης.(Adacorsa,2020)

12 Βιβλιογραφία

- Adacorsa, (2020) Airborne data collection on resilient system architectures
- Boucher, P. (2015). Domesticating the drone: the demilitarisation of unmanned aircraft for civil markets. *Science and engineering ethics*.
- Bristeau, J. Callou, F. Vissière, D Petit, N. (2011). "The Navigation and Control technology inside the AR.Drone microUAV" (PDF). IFAC World Congress.
- Bretschneider, T. R., & Shetti, K. (2015). UAV-based gas pipeline leak detection. In *Proc. of ARCS*.
- Chowdhury, S., Emelogu, A., Marufuzzaman, M., Nurre, S. G., & Bian, L. (2017). Drones for disaster response and relief operations: A continuous approximation model. *International Journal of Production Economics*, 188, 167-184.
- Rao, B., Gopi, A. G., & Maione, R. (2016). The societal impact of commercial drones. *Technology in Society*, 45, 83-90.
- Fasano, Giancarmine; Accardo, Domenico; Tirri, Anna Elena; Moccia, Antonio; De Lellis, Ettore (2015). "Radar/electro-optical data fusion for non-cooperative UAS sense and avoid". *Aerospace Science and Technology*. 46: 436–45
- Floreano, D. Wood, Robert J. (2015). "Science, technology and the future of small autonomous drones". *Nature*. 521 (7553): 460–466.
- Department of Defense (2011). "Unmanned Aircraft System Airspace Integration Plan"
- Dupont, Q. F., Chua, D. K., Tashrif, A., & Abbott, E. L. (2017). Potential applications of UAV along the construction's value chain. *Procedia Engineering*, 182, 165-173.
- French, J. R. P., & Raven, B. (1959). The bases of social power. In D. Cartwright (Ed.), *Studies in social power*. Ann Arbor, MI: Institute for Social Research, 150-167
- Herpel T., Lauer C., German R., & Salzberger J. (2008). *Multi-sensor Data Fusion in Automotive Applications*. 3rd International Conference on Sensing Technology, Nov. 30 – Dec. 3, 2008, Tainan, Taiwan

Kelman, H. C. "Compliance, Identification, and Internalization: Three Processes of Attitude Change?," *Journal of Conflict Resolution*, 2, 1958, pp. 51 -60.

Yanguo, Song; Huanjin, Wang (2009). "Design of Flight Control System for a Small Unmanned Tilt Rotor Aircraft". *Chinese Journal of Aeronautics*. 22 (3): 250–256.

Yoo, H. D., & Chankov, S. M. (2018, December). Drone-delivery Using Autonomous Mobility: An Innovative Approach to Future Last-mile Delivery Problems. In 2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) (pp. 1216-1220). IEEE

Viswanath Venkatesh, Michael G. Morris, Gordon B. Davis, User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, *MIS Quarterly* Vol. 27 No. 3, pp. 425- 478/September 2003

Scott, J., & Scott, C. (2017, January). Drone delivery models for healthcare. In *Proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.

Shakhatreh, H., Sawalmeh, A. H., Al-Fuqaha, A., Dou, Z., Almaita, E., Khalil, I., ... & Guizani, M. (2019). Unmanned aerial vehicles (UAVs): A survey on civil applications and key research challenges. *IEEE Access*, 7, 48572-48634.

Taylor, S., and Todd, P. A. (1995). Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information Systems Research*, 6 (2), 144-1

Finn, R. L., & Wright, D. (2012). Unmanned aircraft systems: Surveillance, ethics and privacy in civil applications. *Computer Law & Security Review*, 28(2), 184-194

Waharte, S., & Trigoni, N. (2010, September). Supporting search and rescue operations with UAVs. In 2010 International Conference on Emerging Security Technologies (pp. 142-147). IEEE.

Pendleton, S., Andersen, H., Xinxin D, Xiaotong S, Meghjani, M., Hong Y., E., & Ang, M. (2017). Perception, planning, control, and coordination for autonomous vehicles. *Machines*, 5(1), 6.

Zhou, Y. and Tuzel, O. (2018) VoxelNet: End-to-End Learning for Point Cloud Based 3D Object Detection. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Salt Lake City, 18-23 June 2018, 4490-4499.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας. Κανονισμός - γενικό πλαίσιο πτήσεων Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών- ΣμηΕΑ (Unmanned Aircraft Systems - UAS)

https://uas.hcaa.gr/Content/Documents/%CE%A6%CE%95%CE%9A%20%CE%9A%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82%20%CE%A3%CE%BC%CE%B7%CE%95%CE%91%2030.09.2016_B_3152.pdf

13 Παράρτημα

Το ερωτηματολόγιο αυτό είναι μέρος μιας έρευνας με θέμα: «Technology Acceptance and User Training of Unmanned Aerial Systems». Η έρευνα πραγματοποιείται στο πλαίσιο σπουδών για τη λήψη μεταπτυχιακού διπλώματος

στο Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεματικής με έδρα το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι απαραίτητη για τη διεξαγωγή και την επιτυχία της έρευνας, γι' αυτό θα σ παρακαλούσαμε να διαθέσεις τον χρόνο που απαιτείται για να συμπληρώσεις το ερωτηματολόγιο. Σε παρακαλούμε οι απαντήσεις σου να είναι ειλικρινείς και ακριβείς. Το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο και απόρρητο. Η χρήση του είναι για στατιστική ανάλυση. Σε ευχαριστούμε εκ των προτέρων για την σημαντική βοήθεια σου.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1) Τι φύλο είσαι

α. Αγόρι

β. Κορίτσι

2) Ποια είναι η ηλικία σας

α. 13-15 χρονών

β. 16-18 χρονών

3) Έχετε διαβάσει κάποιο άρθρο ή κάποιο βιβλίο για τα Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ) (drones)

α. Ναι

β. όχι

γ. Δεν με ενδιαφέρει το θέμα

4) Στην καθημερινή σας ζωή χρησιμοποιείται Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών. Αν Ναι σε ποιες εφαρμογές.

.....

5) Θεωρείται ότι τα ΣμηΕΑ θα έπρεπε να ενταχθούν στην σχολική εκπαίδευση

- α. Ναι
- β. Όχι
- γ. Αδιάφορο

6) Μελλοντικά θα σε ενδιέφερε να πας σε κάποια σχολή εκπαίδευσης για ΣμηΕΑ

- α. Ναι
- β. Όχι
- γ. Αδιάφορο

7) Γνωρίζεις ότι υπάρχουν περιορισμοί στις πτήσεις ΣμηΕΑ

- α. Ναι
- β. Όχι

8) Τα ΣμηΕΑ επιτρέπεται να ίπτανται

- α. Σε μέγιστο ύψος 400 πόδιων (Feet) επάνω από το έδαφος ή την επιφάνεια της θάλασσας (Above Ground Level -AGL, Mean Sea Level-MSL).
- β. Εντός Προσωρινών Αποκλειστικών Περιοχών (Temporary Segregated Areas TSA) για πτήσεις ΣμηΕΑ
- γ. Σε καθορισμένα ίχνη και ύψη που προσδιορίζονται με ειδικές άδειες των Υπηρεσιών Εναέριας Κυκλοφορίας της ΥΠΑ (Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας)
- δ. Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές
- ε. Δεν το γνωρίζω

9) Πιστεύετε ότι παρέχεται υπηρεσία Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας - ΕΕΚ (Air Traffic Control-ATC) στις πτήσεις ΣμηΕΑ;

- α. Όχι, δεν παρέχονται υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας - ΕΚ (Air Traffic Services - ATS)
- β. Ναι, παρέχεται υπηρεσία Ελέγχου Εναέριας Κυκλοφορίας (ATC).
- γ. Όταν απαιτείται, οι Υπηρεσίες Εναέριας Κυκλοφορίας της ΥΠΑ εκδίδουν ειδικές άδειες και οδηγίες.
- δ. Οι απαντήσεις α και γ είναι σωστές.

ε. Δεν το γνωρίζω

10) Που νομίζεις ότι τα ΣμηΕΑ (Unmanned Aircraft Systems -UAS) επιτρέπεται να πετούν:

α. Κάτω από ύψος 400 ποδιών, δηλαδή, κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια για την κυκλοφορία επανδρωμένων αεροσκαφών.

β. Εντός προσωρινών περιοχών που προσδιορίζονται από τις υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας της ΥΠΑ.

γ. Κάτω από ύψος 46.000 ποδιών, δηλαδή, κάτω από τα ανώτερα όρια του εναέριου χώρου για την κυκλοφορία επανδρωμένων αεροσκαφών.

δ. Οι απαντήσεις α και β είναι σωστές.

11) Η διεξαγωγή Πτήσεων ΣμηΕΑ (UAS) απαγορεύεται γενικά σε εναέριο χώρο:

α. Σε περιοχές που διενεργούνται πτήσεις επανδρωμένων αεροσκαφών.

β. Σε απόσταση μικρότερη των 8 χιλιομέτρων από αεροδρόμια.

γ. Απαγορεύεται η πτήση ΣμηΕΑ (UAS) ανοικτής (Open) κατηγορίας επάνω από συγκεντρώσεις προσώπων.

δ. Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές.

12) Επιτρέπεται η πτήση ΣμηΕΑ μέσα σε R = Restricted, δηλαδή: Περιορισμένη Περιοχή;

α. Δεν επιτρέπεται ποτέ. Για τον λόγο αυτό εξ' άλλου ονομάζεται «περιορισμένη περιοχή».

β. Επιτρέπεται μόνο με άδεια από την Αρμόδια Αρχή.

γ. Επιτρέπεται, εφόσον ο χειριστής εισέρχεται με ιδία ευθύνη.

δ. Επιτρέπεται μόνο εάν ο χειριστής δεν γνώριζε πως η συγκεκριμένη περιοχή ήταν περιορισμένη

ε. Δεν το γνωρίζω

13) Χειριστής ΣμηΕΑ ο οποίος εκτελεί πτήση πάνω από 50m απόσταση χωρίς σχέδιο πτήσεως

- α. Εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να του αφαιρεθεί ή άδεια χειριστή
- β. Εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να τιμωρηθεί με χρηματική ποινή
- γ. Εκτελεί παράνομη πτήση και μπορεί να τιμωρηθεί με φυλάκιση
- δ. Όλες οι ανωτέρω απαντήσεις είναι σωστές
- ε. Δεν το γνωρίζω

14) Χειριστής ΣμηΕΑ με τύπο λειτουργίας Visual Line of Sight (VLOS), χωρίς ειδική άδεια για πτήση μετά τη δύση του ηλίου, υποχρεούται βάσει των κανονισμών να τερματίσει την πτήση

- α. 30 λεπτά πριν τη Δύση του ηλίου
- β. συγχρόνως με τη Δύση του ηλίου
- γ. 30 λεπτά μετά τη Δύση του ηλίου
- δ. 60 λεπτά μετά τη Δύση του ηλίου
- ε. Δεν το γνωρίζω

15) Χειριστής ΣμηΕΑ με τύπο λειτουργίας VLOS, χωρίς ειδική άδεια για πτήση πριν την ανατολή του ηλίου, μπορεί βάσει των κανονισμών να ξεκινήσει την πτήση το νωρίτερο.

- α. 60 λεπτά πριν την ανατολή του ηλίου.
- β. 30 λεπτά μετά την ανατολή του ηλίου.
- γ. 90 λεπτά πριν την ανατολή του ηλίου.
- δ. 30 λεπτά πριν τη ανατολή του ηλίου
- ε. Δεν το γνωρίζω

16) Μπορεί να γίνει μια πτήση ΣμηΕΑ σε απαγορευμένη περιοχή:

- α. Μετά από ειδική άδεια της ΥΠΑ / Δ4.

β. Μετά από άδεια του Κράτους πάνω από την επικράτεια του οποίου αυτή έχει εγκαθιδρυθεί

γ. Με ευθύνη του χειριστή

δ. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται

ε. Δεν το γνωρίζω

17) Όταν η πτήση ΣμηΕΑ διεξάγεται σε απόσταση μικρότερη των 50 μ από τον χειριστή:

α. Δεν χρειάζεται σχέδιο πτήσης

β. Χρειάζεται ειδική άδεια

γ. Χρειάζεται σχέδιο πτήσης όταν είναι επαγγελματική

δ. Χρειάζεται σχέδιο πτήσης

18) Τι μπορεί να κάνει ένας χειριστής ο οποίος επιθυμεί να δραστηριοποιηθεί σε μία περιοχή για συνεχόμενο διάστημα μεγαλύτερο των δύο (2) ωρών;

α. Να καταθέσει μία πτήση για την αρχή του χρονικού διαστήματος και μία για το τέλος

β. Να καταθέσει μία πτήση στην αρχή του χρονικού διαστήματος

γ. Να καταθέσει συνεχόμενες (back-to-back) πτήσεις για όλο το διάστημα

δ. Να καταθέσει μία πτήση για το τέλος του χρονικού διαστήματος

19) Οι προϋποθέσεις για απόκτηση Άδειας χειριστή Ειδικής και Πιστοποιημένης κατηγορίας ΣμηΕΑ είναι

α. Ηλικία άνω των 18 ετών, καλή γνώση αγγλικών και επιτυχή πρακτική εξέταση

β. Ηλικία άνω των 16 ετών, Πιστοποιητικό Υγείας και Επιτυχή Πρακτική Εξέταση

γ. Ηλικία άνω των 18 ετών, επίπεδο θεωρητικών γνώσεων σε θέματα Πολιτικής Αεροπορίας, καλή γνώση αγγλικών, πιστοποιητικό υγείας και επιτυχή πρακτική εξέταση

δ. Ηλικία άνω των 18 ετών, πιστοποιητικό υγείας, καλή γνώση αγγλικών και επιτυχή πρακτική εξέταση

ε. Δεν το γνωρίζω

20) Απαιτείται άδεια Χειριστή ΣμηΕΑ για τους χειριστές ΣμηΕΑ

α. Πιστοποιημένης Κατηγορίας

β. Ανοικτής Κατηγορίας, σε περίπτωση επαγγελματικής χρήσης

γ. Ειδικής Κατηγορίας

δ. Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές