



ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΠΜΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ-ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ (HUMAN FACTORS) ΣΕ ΠΤΗΣΕΙΣ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ (ΜΕΑ)»

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

Επιβλέπων

ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΚΟΓΚΟΣ

Πρέβεζα, Μάρτιος, 2018



ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΠΜΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ-ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ (HUMAN FACTORS) ΣΕ ΠΤΗΣΕΙΣ ΜΗ ΕΠΑΝΔΡΩΜΕΝΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ (ΜΕΑ)»

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

Επιβλέπων

ΧΡΗΣΤΟΣ ΓΚΟΓΚΟΣ

Πρέβεζα, Μάρτιος, 2018

MANAGING HUMAN FACTORS ON UAV FLIGHTS

Εγκρίθηκε από τριμερή εξεταστική επιτροπή

Πρέβεζα, 2018

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής
Χρήστος Γκόγκος

2. Μέλος επιτροπής
Κωνσταντίνος Καραμάνης

3. Μέλος επιτροπής
Χαρίλαος Ναζάκης

Ο Διευθυντής του ΠΜΣ

Χαρίλαος Ναζάκης

Καθηγητής

Υπογραφή

© Παπαθανασίου, Δημήτριος, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις συνέπειες του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ' ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Παπαθανασίου, Δημήτριος

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή, εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Λογιστική – Λογιστική και Διοικητική Επιστήμη» με κατεύθυνση «Διοίκηση Επιχειρήσεων και Οργανισμών» του τμήματος Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής του ΤΕΙ Ηπείρου.

Άμεσος επιβλέπων, ήταν ο Αναπληρωτής Καθηγητής κ. Γκόγκος Χρήστος στον οποίο οφείλω ευχαριστίες για την ανάθεση του θέματος της Μεταπτυχιακής Διατριβής. Ιδιαίτερα θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την καθοδήγηση, τη συμπαράσταση και την μεταλαμπάδευση των βαθύτατων επιστημονικών του γνώσεων.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Καραμάνη Κωνσταντίνο για την καθοδήγηση του, την έμπρακτη βοήθεια του, που με τις ερευνητικές του κατευθύνσεις, κατέστησαν δυνατή την ολοκλήρωση αυτής της μελέτης.

Τέλος εκφράζω τις ευχαριστίες μου στη σύζυγό μου Ειρήνη, της οποίας η συμπαράσταση και υπομονή, αποτέλεσε έμπνευση στις προσπάθειες μου, με σκοπό την ολοκλήρωση και επιτυχή εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Τέλος αφιερώνεται στις δύο κόρες μας Αγγελική και Αντωνία.

Πρέβεζα, Μάρτιος 2018

Παπαθανασίου Α. Δημήτριος

Impossible Ain't The Last Frontier

Ap. Gartzonikas

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη των τελευταίων χρόνων, έχει επιτρέψει την ενσωμάτωση στη ζωή μας, οχημάτων τα οποία πριν λίγα χρόνια είτε δεν υπήρχαν, είτε η κτήση-χρήση τους ήταν οικονομικά ασύμφορη. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα Μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη (UAV) ή αλλιώς Unmanned Aerial Vehicles (UAV) διαφόρων εκδόσεων, μεγεθών και δυνατοτήτων. Το πλήθος και η δυναμική τους, οδηγεί σε νομοθετικές ρυθμίσεις ενσωμάτωσης τους στον εναέριο χώρο, ακολουθώντας τις παγκόσμιες επιταγές. Η χρήση τους βρίσκει εφαρμογή σε εξαιρετικά ευρύ φάσμα τόσο για στρατιωτικούς όσο και για επιχειρηματικούς - ψυχαγωγικούς σκοπούς, περιλαμβάνοντας από τη φύλαξη εγκαταστάσεων μέχρι μεταφορές δορυφόρων και εμπορευμάτων. Με δεδομένο ότι οι δείκτες ατυχημάτων UAVs του Αμερικανικού Στρατού Ξηράς (U.S.Army) εμφανίζονται σημαντικά υψηλότεροι από εκείνων των επανδρωμένων αεροσκαφών, (Williams, 2004) σε ορισμένες περιπτώσεις μέχρι και τριάντα φορές επάνω, (Department of Defense, 2001) κρίνεται απαραίτητη η τυποποίηση και δημιουργία ξεκάθαρων κανονισμών, ιδιαίτερα για τα αντικείμενα που αφορούν τον ανθρώπινο παράγοντα.

Η πτήση ενός UAV αποτελεί διαφορετική και πολλές φορές μεγαλύτερη πρόκληση, από εκείνης ενός επανδρωμένου αεροσκάφους για τον ανθρώπινο παράγοντα. Αυτό απορρέει από το γεγονός ότι ο χειριστής δεν βρίσκεται σε άμεση επαφή με το αεροσκάφος. Ο φυσικός διαχωρισμός του χειριστή με το UAV δημιουργεί «φράγματα» στην προσπάθεια κάλλιστης απόδοσης του, όπως την απώλεια απαραίτητων ερεθισμάτων χειρισμού του UAV, καθυστερήσεις σε ελέγχους και επικοινωνία, καθώς επίσης και αδυναμία σάρωσης του περιβάλλοντος πέριξ του αεροσκάφους.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναλύσει δια της βιβλιογραφικής επισκόπησης και τις έρευνες, τις επιπτώσεις του ανθρώπινου παράγοντα στις πτήσεις UAVs και να σκιαγραφήσει τεχνικές διαχείρισής του, με σκοπό την μείωση των συντελεστών που επηρεάζουν την ασφάλεια πτήσεων. Είναι δομημένη στα εξής κεφάλαια. *Εισαγωγή-Ατυχήματα UAVs, Επίδραση Ανθρώπινου Παράγοντα και Έρευνα, Ανάλυση και Συμπεράσματα*. Θα πρέπει να αποσαφηνιστεί ότι λόγω της συσχέτισης των παραγόντων η ανάλυσή τους είναι σε κάποια κεφάλαια επικαλυπτόμενη.

Λέξεις Κλειδιά: Ανθρώπινος Παράγοντας, Μη επανδρωμένα Αεροσκάφη

ABSTRACT

Nowadays the great technology development allowed the marketing of equipment and vehicles that some years before were either not available or not cost affordable. One great example is the Unmanned Air Vehicles (UAV) in various versions, sizes and capabilities. They will be soon becoming a part of the national airspace system (NAS) as they transition from primarily military and hobbyist applications to mainstream flight applications such as security monitoring, satellite transport, and cargo hauling. Given the experience of the U.S. military that mishap rates for UAVs are several times higher than for manned aircraft (Williams, 2004) over thirty times higher, in some cases (Department of Defense, 2001)—the importance of carefully designed standards and regulations is clear especially for issues related to human factors.

UAV flight presents human factors challenges different from and in some ways greater than those of manned flight. These arise primarily from the fact that operator and aircraft are not co-located. The separation of operator and vehicle imposes a number of barriers to optimum human performance, including loss of sensory cues valuable for flight control, delays in control and communications loops, and difficulty in scanning the visual environment surrounding the vehicle.

The goal of the current work is to examine the existing research literature on the human factors of unmanned flight to analyze the consequences and to delineate techniques in order to suppress all factors affecting flight safety. The topics discussed below are divided into chapters: *Introduction-UAV accidents*, *Effects of Human Factors* and *Research, Analysis and Conclusions*. As will be clear, however, the issues covered within the various categories are highly interrelated.

Keywords: Human Factors, Unmanned Air Vehicles

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	v
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	viii
ABSTRACT	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	xiii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	xiv
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xvi
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ	2
1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ UAVS	5
1.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ	9
1.4 ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ UAVS.....	13
2. ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ	19
2.1 ΚΑΘΗΚΟΝΤΑ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ UAV	19
2.2 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΠΤΗΣΕΩΝ UAV	20
2.2.1 Άγχος	21
2.2.2 Κόπωση	22
2.2.3 Αφυδάτωση.....	23
2.2.4 Θερμοπληξία	25
2.2.5 Χρήση Ναρκωτικών	25
2.2.6 Χρήση Αλκοολούχων	26
2.3 ΕΠΙΓΝΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (Situation Awareness-S.A.).....	28
2.4 ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ.....	29
2.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΡΙΣΚΟΥ (Risk Management-R.M.)	36
2.6 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ.....	39
2.6.1 Τεχνικές και διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον	41
2.7 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΞΩΓΕΝΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΦΑΛΩΝ ΝΟΟΤΡΟΠΙΩΝ	44
2.7.1 Εξωγενείς παράγοντες και προβληματικές συμπεριφορές.....	44
2.7.2 Συσχετιζόμενοι παράγοντες.....	46
2.7.3 Επίδραση προβληματικών συμπεριφορών	47
2.8 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΓΧΟΥΣ (STRESS MANAGEMENT)	50

2.9	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΟΡΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	51
2.10	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ HUMAN FACTORS	52
2.11	ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ HFACS	58
2.11.1	Επισφαλείς ενέργειες	60
2.11.2	Συνθήκες επισφαλών ενεργειών	63
2.11.3	Επισφαλής επίβλεψη	65
2.11.4	Οργανωτικές επιρροές	66
3.	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	67
3.1	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	67
3.2	ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	67
3.3	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	68
3.3.1	Πλαίσιο διεξαγωγής της μελέτης και διαδικασία συλλογής δεδομένων	68
3.3.2	Περιγραφή του πληθυσμού της μελέτης	68
3.3.3	Ερευνητικό εργαλείο	69
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	70
4.1	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΡΟΛΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΣΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ UAVS	71
4.2	ΕΡΓΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΤΗΣΗΣ.....	72
4.3	ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΦΟΡΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	73
4.4	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....	74
4.5	ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ LESSONS LEARNED ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	77
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	78
	Παράρτημα Ι.....	80
	Παράρτημα ΙΙ.....	81
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	87

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Κατηγορίες UAVs κατά NATO.....	6
Πίνακας 1.2: Κατηγορίες UAVs σύμφωνα με την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας.....	6
Πίνακας 1.3: Κατηγορίες ατυχημάτων αναλόγως του κόστους.....	14
Πίνακας 2.1: Επιπτώσεις στον οργανισμό της συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα.....	27
Πίνακας 2.2: Ποσοστά ατυχημάτων λόγω οχλήσεων κατά τις φάσεις προσέγγισης-προσγείωσης.....	45
Πίνακας 2.3: Ποσοστά ατυχημάτων που οφείλονται σε συσχετιζόμενους παράγοντες.....	46

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Το Aerial Target και το RP-1.....	2
Εικόνα 1.2: Το Tadiran-Mastiff και το RQ-2A Pioneer.....	3
Εικόνα 1.3: Απαξίωση του X-47B από το USS George H.W. Bush (CVN-77).....	4
Εικόνα 1.4: Το RQ/MQ-5 Hunter και το Global Hawk.....	7
Εικόνα 1.5: Οπλισμένο MQ-9 Reaper (Predator B) κατηγορίας HALE και RQ-11 Raven κατηγορίας mini κατά NATO.....	7
Εικόνα 1.6: MQ-1 Predator και MQ-9 Reaper της USAF.....	10
Εικόνα 1.7: RQ-4C TRITON.....	10
Εικόνα 1.8: MQ-8 Fire Scout και RQ-21 Black Jack του US NAVY.....	11
Εικόνα 1.9: RQ-7 Shadow και MQ-1C Sky Warrior.....	11
Εικόνα 1.10: Πρωτότυπο UAV της εταιρείας ταχυμεταφορών DHL. Δίπλα το Phantom IV.....	12
Εικόνα 1.11: Ταξινόμηση ατυχημάτων UAVs.....	17
Εικόνα 2.1: Η διαδικασία επικοινωνίας.....	28
Εικόνα 2.2: Η διαδικασία διαχείρισης ρίσκου.....	35
Εικόνα 2.3: Το μοντέλο DECIDE.....	42
Εικόνα 2.4: Pilot Capabilities vs Task Requirements.....	49
Εικόνα 2.5: Το τουρκικής σχεδίασης και κατασκευής UAV TIHA.....	52
Εικόνα 2.6: Χρήση Geo-Fencing σε πτήση Quadcopter	53
Εικόνα 2.7: Επίδειξη του RQ-170 στο Ιρανικό κοινό.....	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1.1: Ποσοστά (ανά χώρα) εξαγωγών UAVs. την περίοδο 2010-2014.....	8
Γράφημα 1.2: Ποσοστά (ανά χώρα) εισαγωγών UAVS την περίοδο 2010-2014.....	8
Γράφημα 1.3: Ροή νηολόγησης SMALL UAVS έτους 2016 συμφώνως FAA.....	9
Γράφημα 1.4: Αριθμός εξεταζομένων ανά κατηγορία UAV (Σεπτέμβριος 2016) συμφώνως FAA.....	12
Γράφημα 1.5: Εκτίμηση στόλου SMALL UAVS στις ΗΠΑ ως το 2020.....	13
Γράφημα 1.6: Αίτια αεροπορικών ατυχημάτων από το 1905-2005.....	14
Γράφημα 1.7: Αίτια αεροπορικών ατυχημάτων από το 1996-2005.....	15
Γράφημα 1.8: Ατυχήματα UAVs A και B κατηγορίας ανά 100.000 ώρες πτήση.....	16
Γράφημα 1.9: Κυριότερα αίτια εμφάνισης ατυχημάτων UAVs.....	17
Γράφημα 1.10: Κατηγορίες και ποσοστά ατυχημάτων UAVs που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα.....	18
Γράφημα 2.1: Αίτια ατυχημάτων κατά τη φάση της Α/Γ.....	54
Γράφημα 2.2: Αίτια ατυχημάτων κατά τη φάση της Π/Γ.....	54
Γράφημα 2.3: HFACS. Το μοντέλο του «Ελβετικού τυριού».....	58
Γράφημα 2.4: Επίπεδα αστοχίας συμφώνως HFACS.....	59
Γράφημα 2.5: Δομή επισφαλών ενεργειών.....	61
Γράφημα 2.6: Η αλληλεπίδραση εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων στη δημιουργία συνθηκών επισφαλών ενεργειών.....	63
Γράφημα 2.7: Δομή επισφαλούς επίβλεψης.....	64
Γράφημα 4.1: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου του ποσοστού ατυχημάτων UAVs που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα	70
Γράφημα 4.2: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση μεταξύ συνθηκών εκτέλεσης πτήσης-δημιουργίας επισφαλών καταστάσεων	71
Γράφημα 4.3: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση μεταξύ εργασιακού περιβάλλοντος-φόρτου εργασίας/επιπέδων stress	72

Γράφημα 4.4: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση μεταξύ αυτοματισμών και μείωσης ατυχημάτων.....	74
Γράφημα 4.5: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση βλάβης-ενεργοποίησης ηχητικών και οπτικών ενδείξεων	75
Γράφημα 4.6: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση μεταξύ ενσωμάτωσης στην εκπαιδευτική διαδικασία του H.F. και μείωσης ατυχημάτων.....	77
Γράφημα 4.7: Προτεινόμενο μοντέλο βελτίωσης Human Factor Errors.....	79

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

A/Γ	Απογείωση
A/Δ	Αεροδρόμιο
AΦΟΣ	Αεροσκάφος
E.Κ.	Εναέρια Κυκλοφορία
ΜΕΑ	Μη Επανδρωμένο Αεροσκάφος
Π.Α.	Πολεμική Αεροπορία
Π/Γ	Προσγείωση
ΣμηΕΑ	Σύστημα Μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους
T/A	Τακτική Αναγνώριση
ΥΠΑ	Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας
ADM	Aeronautical Decision Making
ATC	Air Traffic Controller
CFR	Code of Federal Regulations
CRM	Crew Resource Management
DGPS	Differential Global Positioning System
EASA	European Aviation Safety Agency
ExP/EP	External Pilot
FAA	Federal Aviation Administration
FMV	Full Motion Video
FOD	Foreign Object Damage
GPS	Global Positioning System
HALE	High Altitude Long Endurance
HFACS	Human Factor Analysis And Classification System
HMI	Human Machine Interface
ICAO	International Civil Aviation Organization

InP/IP	Internal Pilot
MALE	Medium Altitude Long Endurance
MC	Mission Commander
MRM	Maintenance Resource Management
NAS	National Airspace
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NOTAM	Notice To Airmen
PO/SO	Payload/Sensor Operator
RCS	Radar Cross Section
RF	Radio Frequency
SA	Situation Awareness
SOP	Standard Operational Procedures
TP	Task Prioritization
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
USAF	United States Air Force
VO	Visual Observer

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας τα Μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (ΜΕΑ) έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν ένα ευρύ φάσμα πολιτικών και στρατιωτικών εφαρμογών. Μολονότι εκ πρώτης όψεως μπορεί να φανεί οξύμωρο κατά μια έννοια το έργο ενός χειριστή UAV, είναι διαφορετικό και υπό προϋποθέσεις πιο δύσκολο από ότι το έργο ενός χειριστή επανδρωμένου αεροσκάφους. Επομένως τα όποια πρότυπα και κανονισμοί οι οποίοι διέπουν τις πτήσεις UAV θα πρέπει να δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στον ανθρώπινο παράγοντα.

Παρ' όλες τις τεχνολογικές ενσωματώσεις-αναβαθμίσεις με σκοπό την βελτίωση της ασφάλειας πτήσεων των UAVs, ο ανθρώπινος παράγοντας παραμένει αμετάβλητος. Από τη στιγμή που ένα UAV δεν είναι πλήρως αυτοματοποιημένο, ο ανθρώπινος παράγοντας συχνά οδηγεί σε σφάλματα και κατ' επέκταση σε ατυχήματα. Υπολογίζεται ότι το 80% των αεροπορικών ατυχημάτων σχετίζονται με τον ανθρώπινο παράγοντα και η πλειονότητα αυτών συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της απογείωσης 23,4% και της προσγείωσης 24,1% (F.A.A., 2016). Διάφορες συνθήκες και καταστάσεις όπως η κούραση, το stress ή ακόμη και η αυταρέσκεια, περιλαμβάνονται στην ευρύτερη έννοια του όρου Human Factors και αποτελούν άμεσα ή έμμεσα στο σύνολό τους αίτια ατυχημάτων.

Πολλές φορές ο όρος Human Factors εκλαμβάνεται λανθασμένα ως συνώνυμο των CRM (Crew Resource Management) και MRM (Maintenance Resource Management). Στην πραγματικότητα αποτελεί ευρύτερη έννοια η οποία περιλαμβάνει την μελέτη συνθηκών και διεργασιών μιας πτήσης σε όλο το φάσμα της, ήτοι της συντήρησης, τα επίπεδα άγχους των χειριστών και τη διαχείριση τους, το επίπεδο γνώσεων και ανθρώπινων δυνατοτήτων ή και τους λειτουργικούς περιορισμούς των UAVs. Απώτερος σκοπός των ανωτέρω, είναι η σχεδίαση τεχνικών, διαδικασιών αντιμετώπισης εκείνων των συνθηκών που μπορούν να οδηγήσουν σε επισφαλείς καταστάσεις και παράλληλα τη δημιουργία ασφαλούς και αποτελεσματικού περιβάλλοντος εργασίας. Τα ευεργετήματα των ανωτέρω μελετών έχουν άμεσο αντίκτυπο στο σύνολο της αεροπορικής κοινότητας καθώς βοηθούν στην κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων του ανθρώπινου παράγοντα και στον τρόπο επίτευξης ασφαλέστερων και αποτελεσματικότερων συνθηκών εργασίας, καθώς και βελτίωσης των επιμέρους συστημάτων των UAVs.

Η παρούσα εργασία αναλύει τους παράγοντες σφαλμάτων που άπτονται στον άνθρωπο και σχετίζονται με τις πτήσεις UAV. Εξετάζει εμπειρικά δεδομένα και προτείνει τρόπους αντιμετώπισης σφαλμάτων και νοοτροπιών με σκοπό τη μελλοντική ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία.

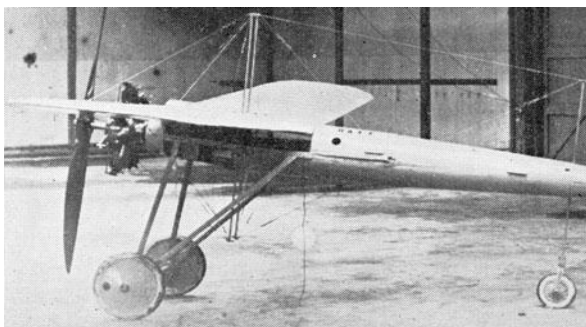
1.1 ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

«Μόλις κερδίσαμε έναν πόλεμο με πολλούς ήρωες να πετάνε με αεροσκάφη παντού. Ο επόμενος ίσως διεξαχθεί με αεροσκάφη χωρίς πιλότους τόσο ανώτερα που δεν θα υπάρχει βάση σύγκρισης. Πάρτε όσα μάθαμε μέχρι τώρα για την αεροπορία, πετάξτε τα από το παράθυρο και ας εργαστούμε για την αεροπορία του αύριο. Θα είναι διαφορετικό από οτιδήποτε έχει ο κόσμος ως τώρα.».

Τα λόγια του στρατηγού της USAF Hap Arnold το 1945 (Spinetta, 2016) θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν κατά μια έννοια προφητικά. Στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται μια σύντομη παρουσίαση του ιστορικού των UAVs.

Ως Unmanned Aerial Vehicle (UAV) ή Drone ή Remotely Piloted Aircraft (RPA) ορίζεται από τον ICAO (Cir 328, 2011) ένα αεροσκάφος το οποίο ίπταται χωρίς ο πιλότος να επιβαίνει σε αυτό. Ο έλεγχος της πτήσης γίνεται μερικώς ή πλήρως αυτοματοποιημένα από ενσωματωμένους στο σκάφος H/Y και από χειριστές που το ελέγχουν μέσω Σταθμού Εδάφους. Η φάση της Α/Γ και Π/Γ εκτελείται είτε με τη χρήση χειριστών (External) ή με αισθητήρες αυτόματης Α/Γ-Π/Γ (Glide Path Sensors) σε συνδυασμό με δέκτες διαφορικού GPS (DGPS-Differential GPS).

Η πρώτη προσπάθεια για ένα μηχανοκίνητο μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (Sale, 2013) ήταν το "Aerial Target" του Archibald Low το 1916 και το RP-1 (Radio Plane) του Reginald Denny (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1: Το Aerial Target και το RP-1. (Πηγή: Sale, 2013)

Οι πρώτες σκέψεις για χρήση UAV στις αεροπορικές επιχειρήσεις εκτελέστηκαν το 1960 όταν καταρρίφθηκε το "μυστικό" U-2, με πιλότο τον Francis Gary Powers πάνω από Σοβιετικό έδαφος (Orlov,1998). Ο κίνδυνος που διέτρεχαν τα πληρώματα των αναγνωριστικών αεροσκαφών που επιχειρούσαν σε εχθρικό εναέριο χώρο, είχε γίνει πλέον ξεκάθαρος. Αυτός ο λόγος οδήγησε στα πρώτα προγράμματα κατασκευής UAV, όπως το απόρρητο τότε "RED WAGON". Κατά τη διάρκεια του πολέμου του Βιετνάμ η 100th STRATEGIC RECONNAISSANCE WING της USAF εκτέλεσε περίπου 3.435 αποστολές Τακτικής Αναγνώρισης (T/A), με απώλειες περίπου 554 UAV. αλλά θεωρήθηκε πολύ σημαντικό ότι τελικά επετεύχθη ο αντικειμενικός σκοπός χωρίς περαιτέρω ανθρώπινες απώλειες. Σύμφωνα με τον στρατηγό της USAF George S. Brown, Διοικητή, της Διοίκησης Αεροπορικών Συστημάτων των Η.Π.Α. (AIR FORCE SYSTEMS COMMAND) το 1972, ανέφερε ότι: «Ο μόνος λόγος που χρειαζόμαστε τα UAV, είναι ότι δεν θέλουμε να δαπανούμε άσκοπα ανθρώπους που βρίσκονται στο cockpit».

Αρχικά ο διεθνής προσανατολισμός χρήσης των UAVs περιοριζόταν κυρίως σε αποστολές T/A. Η πρώτη καταγεγραμμένη επιχειρησιακή εκμετάλλευση τους με τη σύγχρονη μορφή έγινε από τους Ισραηλινούς αμέσως μετά τον πόλεμο του Yom Kippur με τη χρήση του Tadiran-Mastiff (Norman,2017). Τα διδάγματα από αυτόν τον πόλεμο αποδείχτηκαν πολύ χρήσιμα για τους Αμερικάνους, οι οποίοι με τη σειρά τους χρησιμοποίησαν ευρέως το RQ-2A Pioneer το 1991 στις επιχειρήσεις εναντίον του Ιράκ (Επιχείρηση Dessert Storm)



Εικόνα 1.2: Το Tadiran-Mastiff και το RQ-2A Pioneer. (Πηγή:Pride,2017)

Πέραν των ανωτέρω τα τελευταία χρόνια η αλματώδης ανάπτυξη των ηλεκτρονικών, οδήγησε σε μια ραγδαία-παγκοσμίου επιπέδου-τεχνολογική εξέλιξη των αεροσκαφών και κατ' επέκταση των φερομένων φορτίων (Payloads). Τα UAV πλέον μπορούν να εκτελέσουν πλήθος επιχειρησιακών αποστολών, όπως επιτήρηση και αναγνώριση περιοχών, αποκάλυψη και κατάδειξη στόχων, καθοδήγηση-εκτέλεση βολών και εκτίμηση ζημιών με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται (για στρατιωτική χρήση) σε περισσότερες από 60 χώρες παγκοσμίως (Waldman, 2013).

Πλέον στις μέρες μας τα UAV έχουν αναπτυχθεί και επιχειρούν συνδυασμένα με επανδρωμένα μαχητικά αεροσκάφη από αεροπλανοφόρα του Πολεμικού Ναυτικού των Η.Π.Α. (US NAVY). Το πρώτο χαμηλής παρατηρησιμότητας (Stealth) UCAV (Unmanned Combat Aerial Vehicle), X-47B, στις 14/5/13 απονύωθηκε για πρώτη φορά από το αεροπλανοφόρο USS George H.W. Bush (CVN-77) (Cenciotti,2013).



Εικόνα 1.3: Απονύωση του X-47B από το USS George H.W. Bush (CVN-77). (Πηγή: Cenciotti,2013)

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα τελευταία χρόνια προέκυψε τεράστιο ενδιαφέρον για την χρήση των UAVs, για πολιτικούς σκοπούς με αποτέλεσμα την ανάγκη κατηγοριοποίησής τους με βάση το μέγεθος και κατ' επέκταση της δυνατότητές τους.

1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ UAVS

Με την αθρόα εισαγωγή σε παραγωγή-εκπαίδευση-εκμετάλλευση όλο και περισσότερων UAVs, γεννήθηκε η ανάγκη στοιχειώδους κατηγοριοποίησής τους. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές προσπάθειες προς την ανωτέρω κατεύθυνση από διάφορες χώρες και φορείς. Οι δύο κυριότερες τάσεις κατηγοριοποιήσεων αφορούν αφενός τη χρήση και αφετέρου το μέγεθος-επιδόσεις αυτών. Εξυπακούεται ότι μεγαλύτερου μεγέθους UAV συνεπάγεται μεγαλύτερη εμβέλεια, αυτονομία, επιχειρησιακή οροφή, ωφέλιμο φορτίο (Payload), δυνατότητες εκτέλεσης αποστολών και φυσικά κόστος αγοράς και χρήσης. Στον αντίποδα τα μικρότερου μεγέθους πλεονεκτούν στο μικρότερο ίχνος radar (RCS-Radar Cross Section) και το κόστος ανά ώρα πτήσης.

Όσον αφορά τη χρήση των UAVs (Nehme, Crandall & Cummings) αυτή χωρίζεται στις εξής υποκατηγορίες:

- Target and decoy – Το UAV προσομοιώνει εχθρικό αεροσκάφος ή βλήμα ώστε οι φίλιες δυνάμεις και το προσωπικό αεράμυνας να εκπαιδευτεί στις διαδικασίες στοχοποίησης/προσβολής.
- Reconnaissance – Αποστολές αναγνώρισης.
- Combat – Αποστολές κρούσης υψηλού ρίσκου.
- Logistics – Αποστολές εφοδιαστικής υποστήριξης και μεταφοράς εμπορευμάτων/εφοδίων.
- Research and development – Αποστολές επιστημονικού ενδιαφέροντος και ανάπτυξης τεχνολογίας UAVs.
- Ηλεκτρονικού πολέμου – Αποστολές συλλογής RF πληροφοριών και καταστολής/παρεμπόδισης συχνοτήτων.
- Civil and commercial UAVs – UAV πολιτικής χρήσης. Χρησιμοποιούνται σε αποστολές κοινής ωφέλειας, πτήσεις για εμπορικές εφαρμογές, πτήσεις ιδιωτών με σκοπό τον αερομοντελισμό, φωτογραφήσεις-βιντεοσκοπήσεις, κλπ.

Όσον αφορά τα μεγέθη και τις επιδόσεις τους, στις παραγράφους που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι κατηγορίες ανάλογα με τους δύο βασικότερους φορείς εκμετάλλευσης:

- α. Στρατιωτική χρήση
- β. Πολιτική χρήση

Έτσι όσον αφορά τη στρατιωτική κατηγοριοποίηση των UAV κατά NATO (North Atlantic Treaty Organization) ισχύει ο πίνακας που ακολουθεί:

NATO UAS CLASSIFICATION						
Class	Category	Normal Employment	Normal Operating Altitude	Normal Mission Radius	Primary Supported Commander	Example Platform
Class III (> 600 kg)	Strike/Combat*	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theatre	Reaper
	HALE	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theatre	Global Hawk
	MALE	Operational/Theatre	Up to 45,000 ft MSL	Unlimited (BLOS)	JTF	Heron
Class II (150 kg - 600 kg)	Tactical	Tactical Formation	Up to 18,000 ft AGL	200 km (LOS)	Brigade	Hermes 450
Class I (< 150 kg)	Small (>15 kg)	Tactical Unit	Up to 5,000 ft AGL	50 km (LOS)	Battalion, Regiment	Scan Eagle
	Mini (<15 kg)	Tactical Subunit (manual or hand launch)	Up to 3,000 ft AGL	Up to 25 km (LOS)	Company, Platoon, Squad	Skylark
	Micro** (<66 J)	Tactical Subunit (manual or hand launch)	Up to 200 ft AGL	Up to 5 km (LOS)	Platoon, Squad	Black Widow

Πίνακας 1.1: Κατηγορίες UAVS κατά NATO. (Πηγή: NATO Allied Tactical Publication 3.3.8.1, 2016)

Όσον αφορά την πολιτική χρήση, η Υ.Π.Α. (Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας) ακολουθώντας τα διεθνή πρότυπα έχει κατηγοριοποιήσει τα UAV ως εξής :

MTOM ΣμηΕΑ	Κατηγορία
Μέχρι 1 kg (<1)	UAS Pilot A
Από 1 kg (=/>1kg) μέχρι 4 kgs (<4)	UAS Pilot B
Από 4kgs (=/>4kgs) μέχρι 25 kgs (<25)	UAS Pilot C
Από 25 kgs (=/>25kgs) μέχρι 150 kgs (< 150)	UAS Pilot D
Από 150 kgs (=/>150) και άνω (Κανονισμός EASA)	UAS Pilot E

Πίνακας 1.2: Κατηγορίες UAVS σύμφωνα με την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας. (Πηγή: ΦΕΚ 3152, 2016)

Για να γίνει αντιληπτό το πλήθος και η πολυτυπία των UAVs αξίζει να αναφερθεί ότι ως τον Ιανουάριο του 2014 μόνο στις Ένοπλες Δυνάμεις των Η.Π.Α υπηρετούσαν περισσότερα από 10.000 drones. Ειδικότερα 7,362 RQ-11 Raven; 990 Aero Vironment Wasp III; 1,137 Aero Vironment RQ-20 Puma; and 306 RQ-16 T-Hawk, 246 Predator και MQ-1C Grey Eagle; 126 MQ-9 Reaper; 491 RQ-7 Shadow και 33 RQ-4 Global Hawk

(Osborn, 2014). Ο συνολικός αριθμός φαίνεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερος καθώς στην ανωτέρω λίστα δεν συμπεριλαμβάνονται τουλάχιστον τα MQ-8 Fire Scout, RQ-170 Sentinel, RQ-21 Blackjack, RQ/MQ-5 Hunter καθώς και μεγάλος αριθμός Scan Eagles.



Εικόνα 1.4: Το RQ/MQ-5 Hunter και το Global Hawk. (Πηγή: Military Factory, 2017)

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι αυξημένες ανάγκες σε εξειδικευμένους χειριστές UAV, οδήγησε σε αύξηση των εκπαιδευομένων με αποτέλεσμα το 2009 να αποτελέσει χρονιά ορόσημο στον τομέα της εκπαίδευσης, καθώς για πρώτη φορά η USAF εκπαιδευσε περισσότερους χειριστές για UAVs, παρά για τα συμβατικά επανδρωμένα μαχητικά αεροσκάφη (Helmore, 2009).



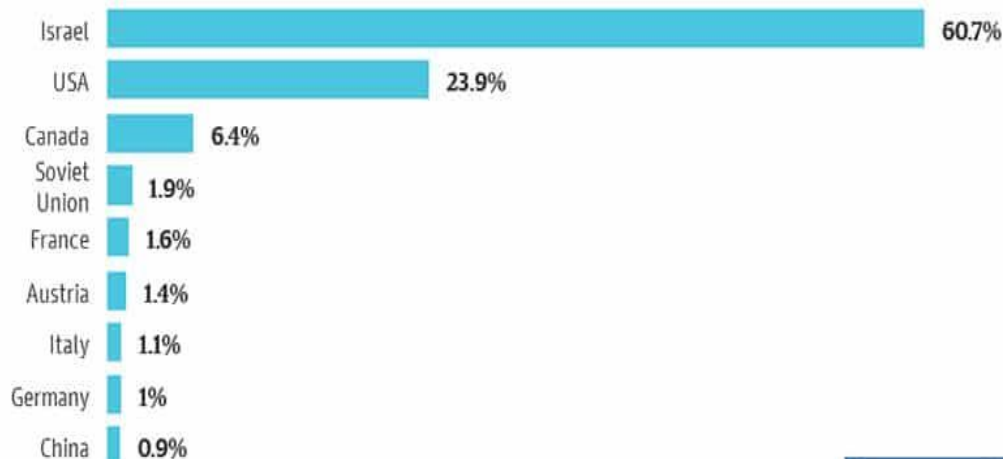
Εικόνα 1.5: Οπλισμένο MQ-9 Reaper (Predator B) κατηγορίας HALE και RQ-11 Raven κατηγορίας MINI κατά NATO. (Πηγή: Military.com, 2017)

Οι χώρες που κατέχουν τη «μερίδα του λέοντος» στην παραγωγή αλλά και τις εξαγωγικές παραγγελίες, είναι το Ισραήλ και οι Η.Π.Α. οι οποίες κατασκευάζουν

διαφόρων μεγεθών και δυνατοτήτων UAVs. Άξιο αναφοράς είναι ότι τα τελευταία χρόνια, έστω και με καθυστέρηση χώρες όπως η Ρωσία και η Κίνα, εμφανίζουν αυξητική δυναμική σε αυτό τον τομέα. (Arnett, 2015).

Biggest drone exporting countries

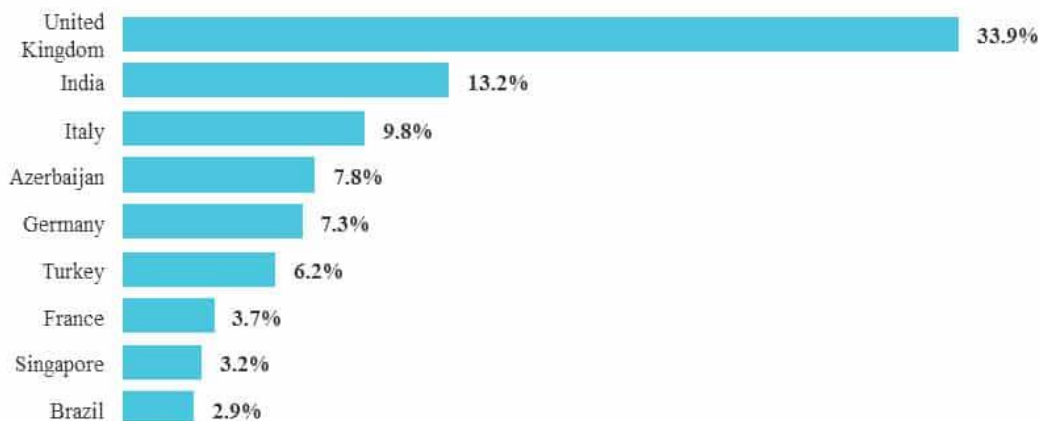
% of total UAVs (1985-2014) supplied by exporting country



Γράφημα 1.1: Ποσοστά (ανά χώρα) εξαγωγών UAVS την περίοδο 2010-2014. (Πηγή: Dhiraj,2015)

Biggest drone importing countries

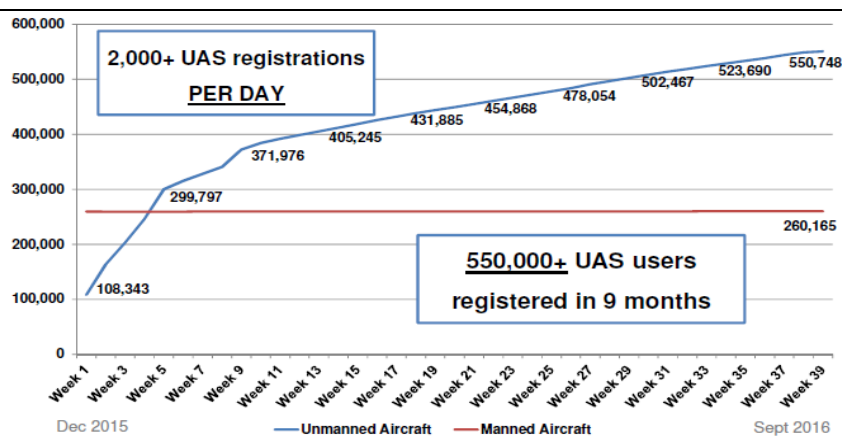
% of total UAVs (2010-2014) received by country



Γράφημα 1.2: Ποσοστά (ανά χώρα) εισαγωγών UAVS την περίοδο 2010-2014. (Πηγή: Dhiraj,2015)

1.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

Με δεδομένο ότι τα UAVs αυξάνονται με εντυπωσιακούς ρυθμούς τόσο σε απόλυτους αριθμούς όσο και με διαφορετικούς τύπους, το να διακινδυνέψει κάποιος προβλέψεις όσον αφορά τις μελλοντικές εξελίξεις, ίσως θεωρηθεί παράτολμο. Παρόλα αυτά διαφαίνονται τάσεις οι οποίες οδηγούν σε κάποια τουλάχιστον «βασικά» συμπεράσματα. Ενδεικτικό στοιχείο της δυναμικής των UAVs στην αντίπερα όχθη του Ατλαντικού, είναι ότι μόνο για τους πρώτους εννιά μήνες του 2016 εγγράφηκαν στην FAA των Η.Π.Α. περισσότερα από 550.000 UAVs με μέσο όρο άνω των 2.000 εγγραφών ημερησίως!



Γράφημα 1.3: Ροή νηολόγησης SMALL UAVS έτους 2016 συμφώνως FAA. (Πηγή: RTCA, 2016)

Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν-επιχειρούν μεγάλοι οργανισμοί, αποδεικνύει ότι οι όποιες εξελίξεις εκπορεύονται από τις εκάστοτε ανάγκες τους. Προς επιβεβαίωση των ανωτέρω, θα αναλυθεί ο στόλος των UAVs κατά σειρά της USAF, του US NAVY, του US ARMY και των MARINE CORPS (Σώμα Πεζοναυτών) τουτέστιν του συνόλου των Ε.Δ. των Η.Π.Α.

- Η USAF επιχειρεί ως επί το πλείστον, με UAV τύπου PREDATOR τα MQ-1 και τα σημαντικά μεγαλύτερα σε μέγεθος MQ-9 (Osborn, 2014). Την τελευταία δε περίοδο παρατηρούνται τάσεις παραχώρησης των MQ-1 σε άλλες χώρες με διαδικασίες leasing με σκοπό την εξοικονόμηση πόρων ώστε να παραχθεί μεγαλύτερος στόλος από REAPER (MQ-9) (Clausen, 2017). Η επιχειρησιακή απαίτηση για UAVs HUNTER-KILLERS (κυνηγοί-δολοφόνοι) κατηγορίας MALE/HALE με εξαιρετικές επιδόσεις

(οροφή-εμβέλεια-αυτονομία), δορυφορική καθοδήγηση και μεγάλο ωφέλιμο φορτίο, (αισθητήρες-όπλα) φαίνεται να αποτελεί μονόδρομο για τη USAF.



Εικόνα 1.6: MQ-1 Predator και MQ-9 Reaper της USAF. (Πηγή: Military.com, 2017)

- Το US NAVY επενδύει στα MQ-8 Fire Scout, MQ-21 Black Jack και RQ-4C TRITON. Τα πρώτα δύο επιχειρούν από πλοία σε αποστολές αναγνώρισης/στοχοποίησης εξοικονομώντας με αυτό τον τρόπο ώρες πτήσης από τα οργανικά ελικόπτερα. Το RQ-4C TRITON μολονότι δεν φέρει όπλα και επιχειρεί από Α/Δ αποτελεί ιδανικό φορέα αισθητήρων ωκεάνιας επιτήρησης (Northrop Grumman MQ-4C, 2017) παρά το πολύ μεγάλο κόστος απόκτησης.



Εικόνα 1.7: RQ-4C Triton. (Πηγή:Northrop Grumman, 2017)



Εικόνα 1.8: MQ-8 Fire Scout και RQ-21 Black Jack του US Navy. (Πηγή: Military.com, 2017)

- Ο στρατός ξηράς (US ARMY) και το Σώμα Πεζοναυτών των Η.Π.Α, χρησιμοποιούν κυρίως TACTICAL/SMALL/MINI UAVs με σκοπό πρωτίστως την τακτική αναγνώριση. Για επιχειρήσεις κρούσης χρησιμοποιούν παράγωγα του PREDATOR όπως το MQ-1C Sky Warrior. Η ανάγκη για αποστολές T/A σε πολλά σημεία στην υφήλιο, χωρίς την ύπαρξη υποδομών υποστήριξης οδήγησε σε ευρεία παραγωγή και εκμετάλλευση του RQ-7 SHADOW κατηγορίας TACTICAL. Σύμφωνα με ανοικτές πηγές ο στόλος των RQ-7 φαίνεται να αποτελείται από περίπου 550 UAVs! (Osborn, 2014)



Εικόνα 1.9: RQ-7 Shadow (βασικό UAV του US Army σε μονάδες) και MQ-1C Sky Warrior. Πηγή: (Military.com, 2017)

Μολονότι ο όρος διακλαδικότητα είναι απόλυτα συνυφασμένος με την Αμερικανική πολεμική μηχανή, βλέπουμε ότι ο κάθε κλάδος ακολουθεί συγκεκριμένη φιλοσοφία ως προς το στόλο UAV.

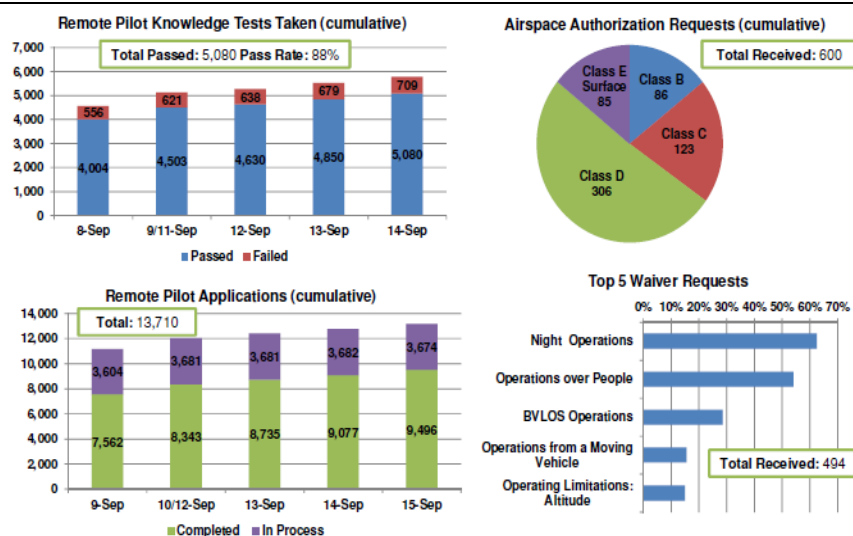
Τα διδάγματα από τις στρατιωτικές επιχειρήσεις βρίσκουν πρόσφορο έδαφος σε αντίστοιχες πολιτικές απαιτήσεις-εφαρμογές. Έτσι οι εταιρίες κατασκευάζουν UAVs ανάλογα με την «αποστολή» που πρέπει να εκτελέσουν σε πολιτικοκοινωνικό επίπεδο.

Προς το παρόν χρησιμοποιούνται κυρίως μικρά σε μέγεθος UAVs με σκοπό την φωτογράφιση/βιντεοσκόπηση (hobby). Σύντομα όμως διαφαίνεται ότι θα δημιουργηθούν απαιτήσεις για πτήσεις UAVs μεγαλύτερου μεγέθους σε αποστολές κοινής ωφέλειας και στη χώρα μας, ακόμη και δειλά-δειλά μεταφορών εμπορευμάτων.



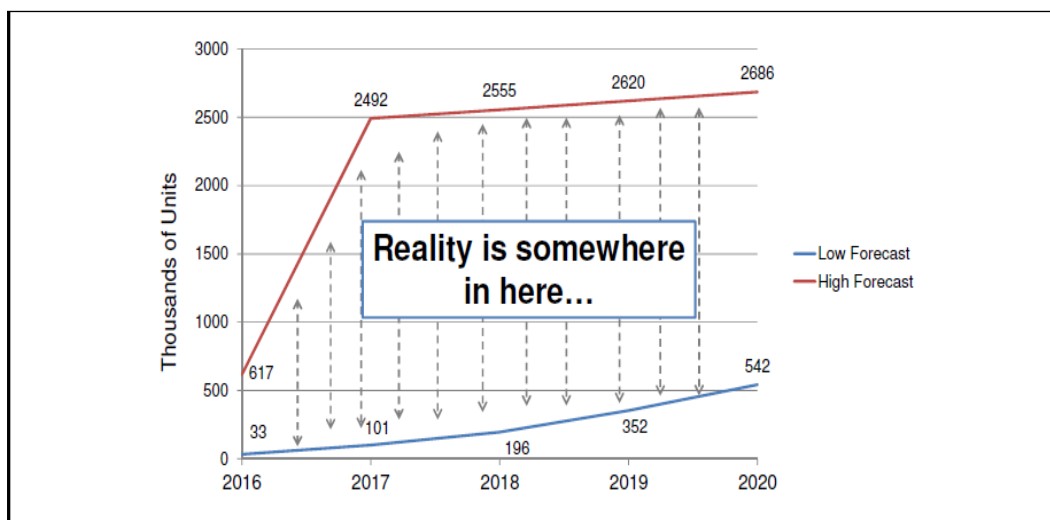
Εικόνα 1.10: Πρωτότυπο UAV της εταιρείας ταχυμεταφορών DHL μεταφέρει φορτίο στα πλαίσια ενσωμάτωσης στον κύκλο εργασιών. Διπλά ένα από τα πλέον δημοφιλή Civil UAV παγκοσμίως το DJI Phantom IV. (Πηγή: Dji.com,2017 και The Science Channel, 2017)

Όπως γίνεται αντιληπτό ο ολοένα και αυξανόμενος αριθμός τους, αναπόφευκτα θα οδηγήσει σε επισφαλείς καταστάσεις όσον αφορά την ασφάλεια πτήσεων. Ήδη όπως προαναφέρθηκε μεγάλες υπηρεσίες Εναέριας Κυκλοφορίας (Ε.Κ.) όπως η FAA, η EASA και ο ICAO επεξεργάζονται και επικαιροποιούν συνεχώς το νομοθετικό πλαίσιο στο οποίο θα εκτελούν πτήσεις τα UAV.



Γράφημα 1.4 Αριθμός εξεταζομένων (ΗΠΑ) ανά κατηγορία UAV (Σεπτέμβριος 2016) συμφώνως FAA. (Πηγή RTCA, 2016)

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της FAA το 2020 αναμένεται να ίπτανται στον εναέριο χώρο των Η.Π.Α. στο πιο απαισιόδοξο σενάριο περισσότερα από 500.000 Small UAVs (όχι απλά μοντέλα), ενώ στο πλέον αισιόδοξο σχεδόν 2,7 εκατομμύρια (RTCA Drone Advisory Committee Public Meeting, 2016).



Γράφημα 1.5 Εκτίμηση στόλου SMALL UAVS στις ΗΠΑ ως το 2020. (Πηγή RTCA, 2016)

1.4 ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ UAVS

Το ιστορικό των ατυχημάτων στην αεροπλοΐα είναι τόσο παλιό όσο το ίδιο το αεροπλάνο. Για την ακρίβεια τα ατυχήματα προηγήθηκαν της πρώτης επιτυχημένης πτήσης. Όπως σε όλα τα αεροσκάφη έτσι και στις πτήσεις UAVs τα ατυχήματα οφείλονται σε διάφορους παράγοντες οι οποίοι θα αναλυθούν στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνοντας έμφαση στον ρόλο του ανθρώπινου παράγοντα. Αρχικά αξίζει να αναφερθεί ότι η κατηγοριοποίηση των ατυχημάτων (Accident Classes) με βάση το οικονομικό κόστος είναι ανάλογα.

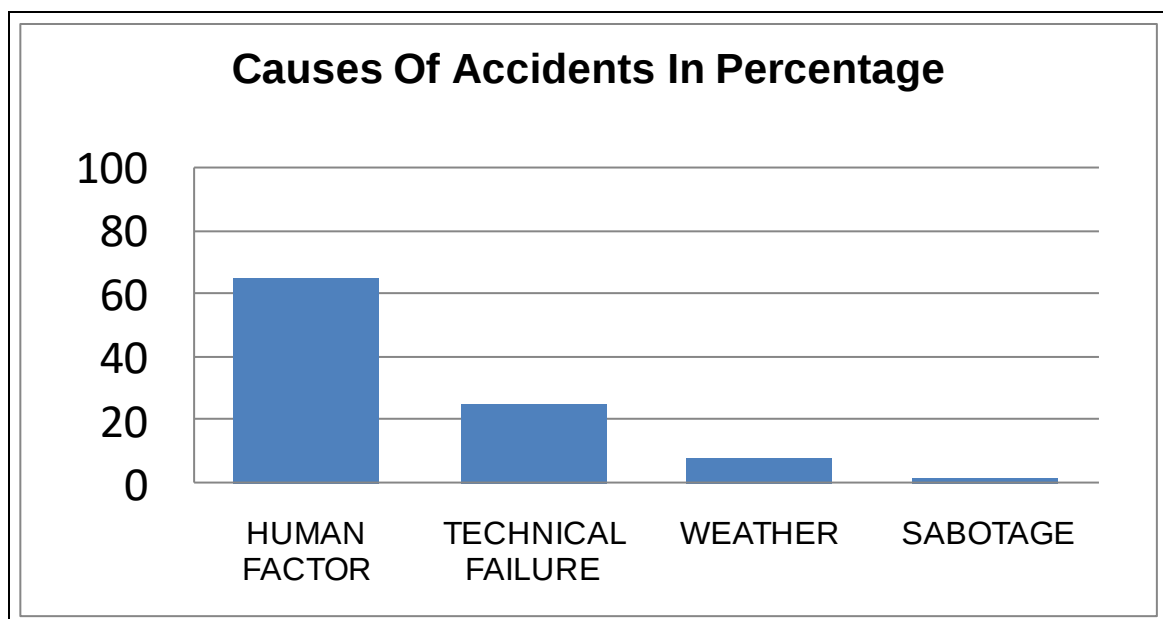
Σε κατηγορία Α όταν το συνολικό κόστος ζημιάς είναι από 1.000.000 δολάρια και πάνω. Σε κατηγορία Β όταν το συνολικό κόστος ζημιάς είναι από 200.000 δολάρια και πάνω και λιγότερα από 1.000.000 δολάρια. Σε κατηγορία Γ όταν το συνολικό κόστος ζημιάς είναι από 20.000 δολάρια και πάνω και λιγότερα από 200.000 δολάρια. Σε κατηγορία Δ όταν το συνολικό κόστος ζημιάς είναι από 2.000 δολάρια και πάνω και λιγότερα από 20.000 δολάρια (U.S. ARMY Safety Center).

Class A	Class B	Class C	Class D
An accident in which the resulting total cost of property damage is \$1,000,000 or more; an Army aircraft or missile is destroyed, missing, or abandoned; or an injury and/or occupational illness results in a fatality or permanent total disability.	An accident in which the resulting total cost of property damage is \$200,000 or more but less than \$1,000,000; an injury and/or occupational illness results in permanent partial disability, or when three or more personnel are hospitalized as inpatients as the result of a single occurrence.	An accident in which the resulting total cost of property damage is \$20,000 or more but less than \$200,000; a nonfatal injury that causes any loss of time from work beyond the day or shift on which it occurred; or a nonfatal occupational illness that causes loss of time from work or disability at any time.	An accident in which the resulting total cost of property damage is \$2,000 or more but less than \$20,000.

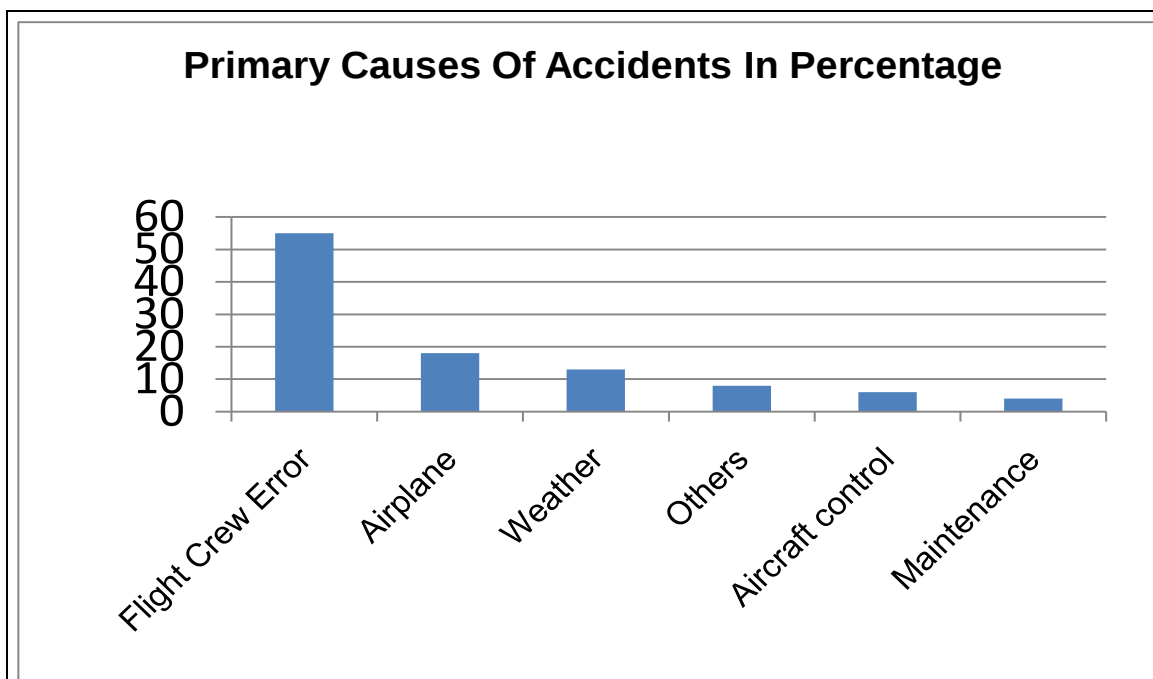
Πίνακας 1.3: Κατηγορίες ατυχημάτων αναλόγως του κόστους (Πηγή : U.S. ARMY Safety Center)

Μια απλή ματιά στην διαδρομή της αεροπλοΐας αποκαλύπτει ότι μεγάλος αριθμός ατυχημάτων οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα. Σύμφωνα με στατιστικά του Aircraft Crashes Record Office, το οποίο εδρεύει στη Γενεύη της Ελβετίας, κατά το διάστημα 1905-2005 συνολικά 121.870 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους σε 17.369 ατυχήματα κατά τη διάρκεια του πρώτου αιώνα «αεροπορικής ζωής».

Οι κυριότεροι λόγοι ατυχημάτων οφείλονται κυρίως σε ανθρώπινα σφάλματα, σε τεχνικούς λόγους και σε κακές καιρικές συνθήκες. Το ποσοστό των προαναφερθέντων ατυχημάτων που οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα, παρουσιάζεται στο γράφημα που ακολουθεί, ανέρχεται στο 67.57% και χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα υψηλό συγκρινόμενο με τα λοιπά αίτια.



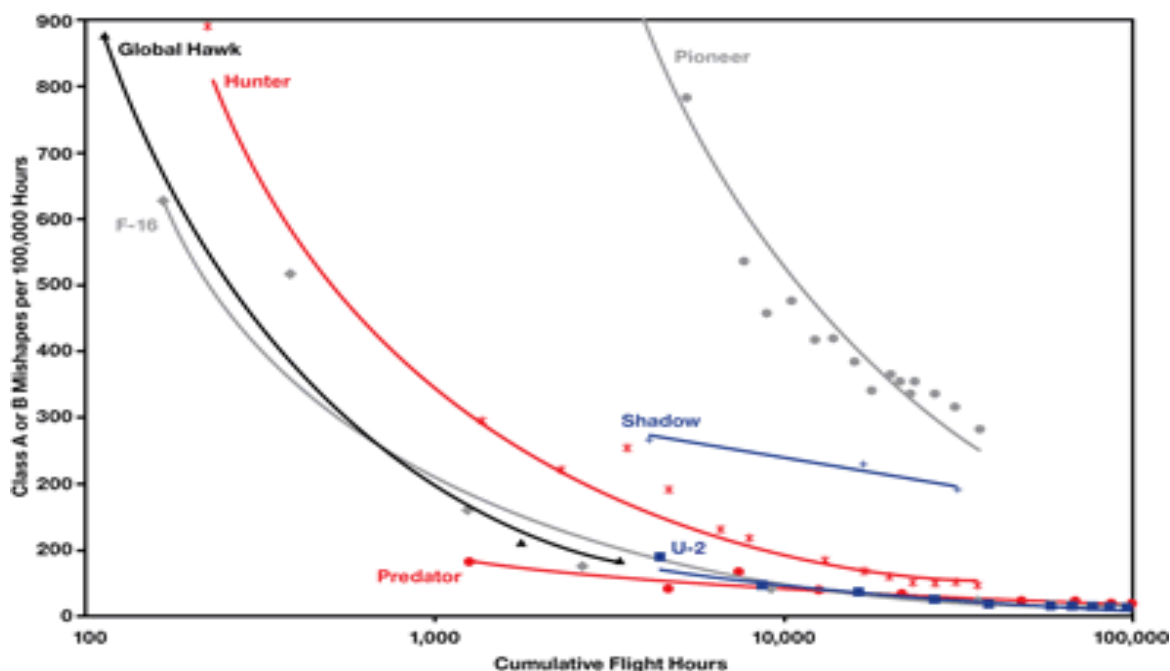
Γράφημα 1.6: Αίτια αεροπορικών ατυχημάτων από το 1905-2005 (Πηγή : Aircraft Crashes Record Office).



Γράφημα 1.7: Αίτια αεροπορικών ατυχημάτων από το 1996-2005 (Πηγή : Bureau of Aircraft Accidents Archives).

Η τεχνολογική ανάπτυξη οδήγησε στο σχεδιασμό και κατασκευή UAVs, στα οποία ο ανθρώπινος παράγοντας υπεισέρχεται σε μικρότερο βαθμό, όσον αφορά στο βαθμό της σωματικής και νοητικής κόπωσης. Θεωρητικά η μικρότερη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα, θα οδηγούσε σε μείωση των ατυχημάτων που οφείλονται στο πλήρωμα/χειριστή. Η θεωρία αυτή αποδείχτηκε εντελώς διαφορετική στην πράξη, καθώς τα ατυχήματα UAVs είναι σημαντικά περισσότερα καθ' αναλογία με εκείνα των επανδρωμένων αεροσκαφών. Άρα η γνώση των λόγων που οδηγούν σε ατυχήματα τα UAVs και ειδικότερα των επιπτώσεων του ανθρώπινου παράγοντα, είναι ζωτικής σημασίας στην προσπάθεια βελτίωσης της ασφάλειας πτήσεων, τόσο σε πτήσεις επανδρωμένων όσο και σε πτήσεις μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Άλλωστε ανεξαρτήτως μεγέθους, ένα UAV θα πρέπει να θεωρείται αεροσκάφος και να διέπεται από την αντίστοιχη φιλοσοφία.

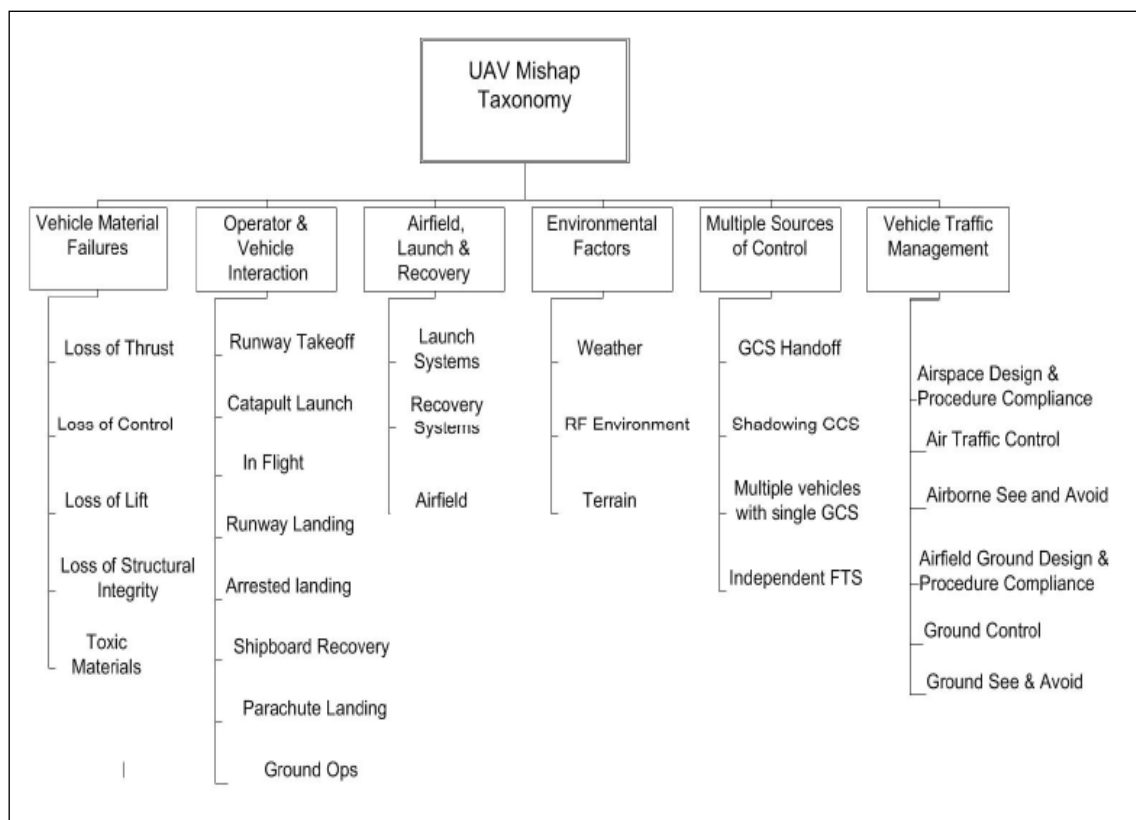
Παρόλα αυτά όμως, αξίζει να αναφερθεί ότι τα τελευταία χρόνια ο ρυθμός ατυχημάτων των UAVs βαίνει μειούμενος. Βασικό συστατικό της μείωσης αποτελεί το γεγονός ότι κατά καιρούς έχουν γίνει προσπάθειες ταξινόμησης των ατυχημάτων και κυρίως των λόγων που οδηγούν σε αυτά. Με την ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, οι παραλήψεις και τα σφάλματα του ενός (χειριστή ή μέλους πληρώματος) μετατρέπονται σε «μάθημα» (Lesson Learned) για όλους.



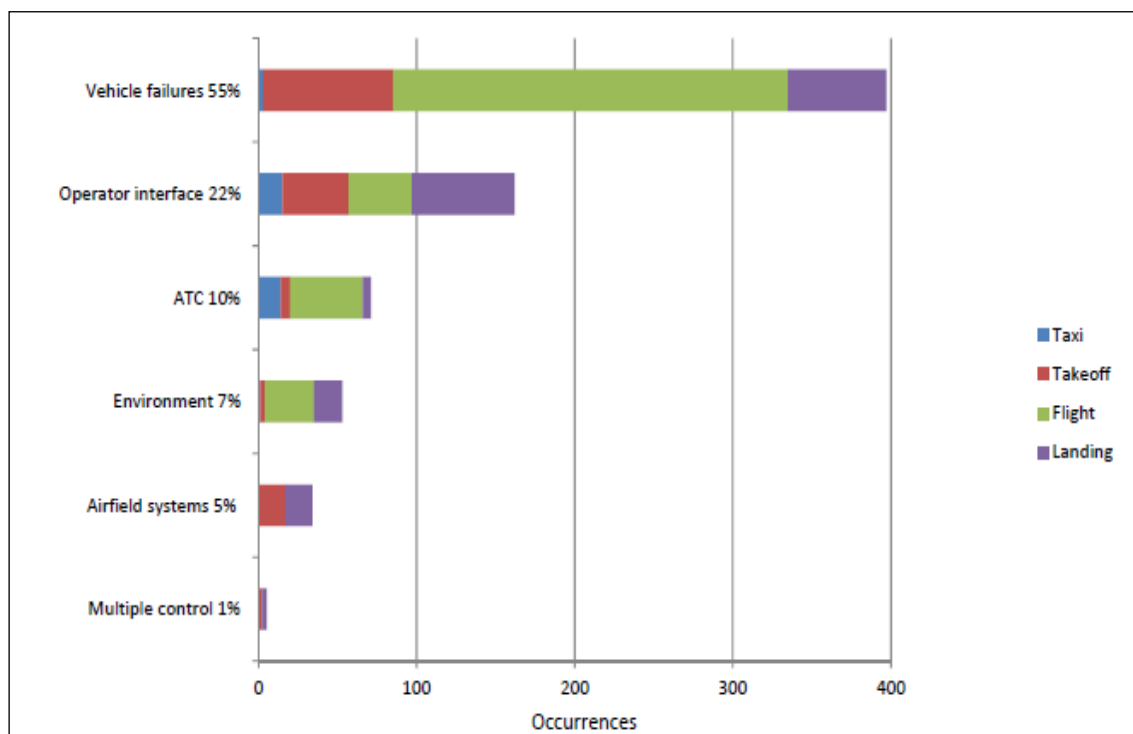
Γράφημα 1.8: Ατυχήματα UAVS «Α» και «Β» κατηγορίας ανά 100.000 ώρες πτήσεων. (Πηγή : U.S. DoD, 2005)

Με βάση τα ανωτέρω οι κυριότεροι λόγοι εμφάνισης ατυχημάτων UAVs οφείλονται στα κάτωθι (Jacob, 2014):

- i. Σε αστοχία υλικού (απώλεια ώσης, απώλεια ελέγχου, κατά την άνοδο ή απώλεια δομικής συνοχής).
- ii. Σε παράγοντες που οφείλονται στο αεροδρόμιο ή στο πεδίο Α/Γ-Π/Γ καθώς και στα συστήματά του (διάδρομος, φωτισμός, αστοχία δικτύων ανάσχεσης, FOD κλπ).
- iii. Στο περιβάλλον (αποφυγή εδαφικών εξάρσεων-πηγνών, καιρός, παρεμβολές).
- iv. Σε σφάλματα που οφείλονται σε κακή χρήση ή δυσλειτουργίες αυτοματοποιημένων συστημάτων και σφάλματα μεταβίβασης ελέγχου του UAV.
- v. Ατυχήματα που οφείλονται στο διαχωρισμό αεροσκαφών και στη συνεργασία με τις υπηρεσίες Εναέριας Κυκλοφορίας. Ο όρος διαχωρισμός αεροσκαφών περιλαμβάνει το διαχωρισμό ως προς το ύψος, προς το azimuth και ως προς το χρόνο είτε στον αέρα, είτε στο έδαφος ακόμα και κατά τη διαδικασία τροχοδρόμησης.
- vi. Ατυχήματα που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα και στα οποία η παρούσα εργασία θα εστιάσει.



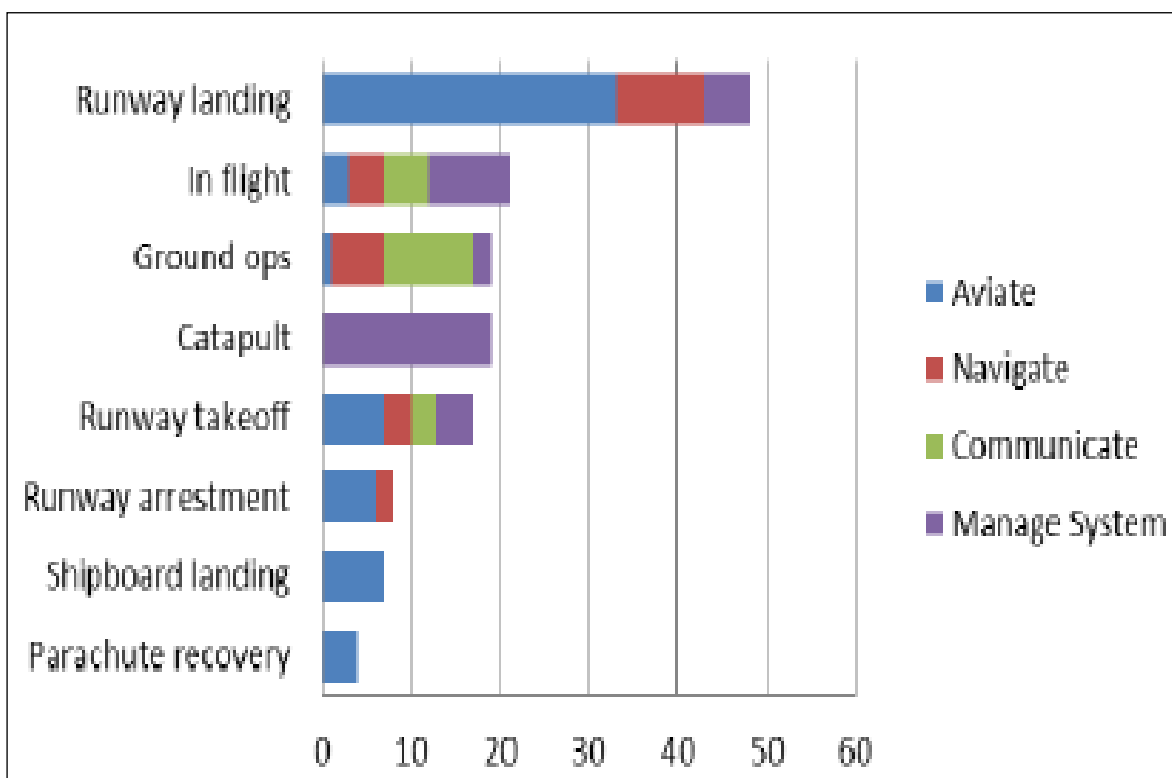
Εικόνα 1.11: Ταξινόμηση ατυχημάτων UAVS (Πηγή : Jacob, 2014)



Γράφημα 1.9: Κυριότερα αίτια εμφάνισης ατυχημάτων UAVS. (Πηγή : Jacob, 2014)

Ειδικότερα για τον ανθρώπινο παράγοντα και δη τους χειριστές, οι επισφαλείς καταστάσεις και τα ατυχήματα οφείλονται αποκλειστικά σε εσφαλμένες αποφάσεις (Decisions) και χειρισμούς (Tasks). Τα σφάλματα που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα ανεξαρτήτως κατηγορίας UAV είναι τα κάτωθι (Jacob, 2014):

- **Aviate tasks:** Σφάλματα πλοήγησης. Ειδικότερα σφάλματα κατά τη διαδικασία Α/Γ-Π/Γ, μέθοδοι ελέγχου πτήσης, εσφαλμένη διακοπτολογία, σφάλματα κατά τις νυχτερινές πτήσεις, έλλειψη επαγγελματισμού και εμπειρίας.
- **Navigate tasks:** Σφάλματα αεροναυτιλίας. Ειδικότερα σφάλματα υπολογισμού απόστασης Α/Γ, διαδικασιών ανάγκης (emergency), υπολογισμού υπολοίπου καυσίμου ή άλλης πηγής ενέργειας (μπαταρίες).
- **Communicate tasks:** Σφάλματα επικοινωνίας. Χρήση μη τυποποιημένης φρασεολογίας, μη τήρηση οδηγιών και κανόνων με υπηρεσίες Εναέριας Κυκλοφορίας, έλλειψη συνεργασίας με άλλα μέλη πληρώματος.
- **Manage system tasks:** Σφάλματα διαχείρισης. Λάθη στη χρήση ή μη τήρηση του Checklist, σφάλματα στη σχεδίαση αποστολής και εσφαλμένη χρήση ή/και κατάχρηση αυτοματισμών.



Γράφημα 1.10: Κατηγορίες και ποσοστά ατυχημάτων UAVS που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα. (Πηγή : Jacob, 2014)

2. ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ

ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ – ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΦΑΛΜΑ

Συνήθως γίνεται διαχωρισμός μεταξύ του όρου ανθρώπινος παράγοντας (human factor) και του όρου ανθρώπινο σφάλμα (human error). Μάλιστα έχουν επικρατήσει δυο διαφορετικοί ορισμοί για τους δυο αυτούς όρους. Ο ανθρώπινος παράγοντας κατά τον (Health and Safety Executive(HSE),1999):

Ο όρος ανθρώπινος παράγοντας καλύπτει ένα μεγάλο εύρος από θέματα: Περιβαλλοντικούς, οργανωτικούς και εργασιακούς παράγοντες, τον σχεδιασμό του συστήματος, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του έργου και του ανθρώπου που επιδρούν στη συμπεριφορά και επηρεάζουν υγεία και ασφάλεια.

Ο ορισμός του ανθρώπινου σφάλματος είτε αυτό είναι εκούσιο είτε ακούσιο , καθορίζεται ως εξής (Lorenzo 1990):

Ως ανθρώπινο σφάλμα θεωρείται, κάθε ανθρώπινη ενέργεια ή απουσία της, που ξεπερνά ή αποτυγχάνει να φθάσει ένα επίπεδο αποδοχής, οπού τα όρια της ανθρώπινης συμπεριφοράς είναι καθορισμένα από το σύστημα.

Συνοψίζοντας μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, από την σύγκριση των δυο ορισμών, ο ανθρώπινος παράγοντας είναι πιο γενικώς και περιλαμβάνει όλες τις παραλείψεις στο σχεδιασμό και την οργάνωση μιας επιχείρησης ή οργανισμού. Όμως τα όρια τους δεν πλήρως καθορισμένα και πολλές φορές ο διαχωρισμός τους είναι δύσκολος.

2.1 ΚΑΘΗΚΟΝΤΑ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ UAV

Αρχικά θα πρέπει να αποσαφηνιστεί η διαφορά ανάμεσα σε χειριστή και μέλος πληρώματος. Ο αριθμός των ατόμων που εμπλέκονται άμεσα στην πτήση ενός UAV είναι ανάλογος του μεγέθους του. Έτσι σε κατηγορίες small/mini απαιτούνται ένα με δύο άτομα, ενώ στις κατηγορίες TACTICAL (κατά NATO) ή αντίστοιχα «E» (κατά FAA-ΥΠΑ) και άνω, απαιτούνται τουλάχιστον τρία με την προϋπόθεση ότι η διαδικασίες Α/Γ-Π/Γ εκτελούνται αυτόματα. Ο όρος χειριστής καλύπτει τόσο το μέλος πληρώματος όσο και τον

μεμονωμένο «πιλότο» ενός UAV. Οι βασικές κατηγορίες χειριστών παγκοσμίως είναι οι κάτωθι (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61, 2014):

- **Αρχηγός Αποστολής ή Mission Commander (MC)** ο οποίος έχει ως κύριο καθήκον την επίβλεψη της πτήσης και είναι ο αρχηγός του πληρώματος.
- **Χειριστής UAV ή Internal Pilot (IP) ή Pilot In Command (PIC) ή Vehicle Operator (VO)** ο οποίος έχει ως κύριο καθήκον το χειρισμό του UAV.
- **Χειριστής ωφέλιμου φορτίου ή Payload Operator ή Sensor Operator** ο οποίος έχει ως κύριο καθήκον τον χειρισμό των αισθητήρων του UAV (Radar, ηλεκτροπτικοί αισθητήρες, συσκευές ηλεκτρονικού πολέμου κλπ).

Ανεξαρτήτως θέσεως εργασίας οι αρχές Human Factor διέπουν το σύνολο των χειριστών, διότι το πλήρωμα πρέπει να συμπεριφέρεται ως ενιαίο σύνολο και όχι ως ξεχωριστές μονάδες, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την πτήση.

2.2 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΠΤΗΣΕΩΝ UAV

Το νομικό καθεστώς που διέπει την πολιτικοοικονομική ζωή στις Η.Π.Α. είναι δομημένο σε κανονισμούς [Codes of Federal Regulations-(CFR)]. Οι κατευθύνσεις που αφορούν-αρχικά-πτήσεις των μικρού μεγέθους (Small) UAVs, περιγράφονται στο 14 CFR Part 107. Ο εν' λόγω κανονισμός απαγορεύει την πτήση ενός UAV εφόσον υπάρχει έστω η υπόνοια ότι δεν μπορούν να εκτελέσουν τα καθήκοντά τους είτε ο χειριστής [Pilot In Control-(PIC)] ή/και ο παρατηρητής [Visual Observer (VO)].

Η ικανότητα ασφαλούς χειρισμού ενός UAV επηρεάζεται όχι μόνο από τη χρήση αλκοόλ και ναρκωτικών, αλλά και από άλλους παράγοντες στους οποίους πολλοί χειριστές εκ πρώτης όψεως δεν δίνουν την απαιτούμενη σημασία, παραδείγματος χάριν τη χρήση κάποιων φαρμάκων όπως τα αντισταμινικά. Οι κανόνες φυσιολογίας πτήσεων διέπουν τόσο τα επανδρωμένα όσο και τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Τα βασικά ερωτήματα στα οποία ο κάθε χειριστής UAV ανεξαρτήτου μεγέθους πρέπει να υποβάλλεται προ πτήσης είναι τα εξής (U.S. Department of Transportation Advisory Circular No 107-2, 2016):

- Έχει καταναλώσει αλκοόλ τις τελευταίες 8 ώρες;
- Είναι υπό την επιρροή αλκοολούχων παρενεργειών;
- Η συγκέντρωση αλκοόλ στο αίμα είναι ίση ή μεγαλύτερη από 0,04%;

- Γίνεται χρήση φαρμακευτικών ουσιών οι οποίες επηρεάζουν φυσικές ή εγκεφαλικές διεργασίες του χειριστή;

Αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν επιπρόσθετες ιατρικές συνθήκες που επιφέρουν ρίσκο όπως οι επιληπτικές κρίσεις. Σε αυτή την περίπτωση οποιαδήποτε πτήση πρέπει να θεωρείται απαγορευτική. Ανεξαρτήτως θέσεως εργασίας και καθηκόντων, αποτελεί αποκλειστική ευθύνη του χειριστή να επιβεβαιώσει ότι πληροί τα κριτήρια φυσιολογίας. Οι πλέον σημαντικοί παράγοντες φυσιολογίας πτήσεων UAV είναι οι κάτωθι:

- Stress
- Κόπωση
- Αφυδάτωση
- Θερμοπληξία
- Χρήση αλκοολούχων και ναρκωτικών ουσιών

2.2.1 Άγχος

Ως άγχος ορίζεται η αντίδραση του σώματος σε σωματικές και ψυχολογικές καταστάσεις που επιδρούν σε αυτό. Περιλαμβάνει την απελευθέρωση χημικών ορμονών (όπως η αδρεναλίνη) στο αίμα και την αύξηση του μεταβολισμού ώστε να παρέχει περισσότερη ενέργεια στους μυς. Το σάκχαρο στο αίμα, ο καρδιακός ρυθμός, η αναπνοή, η αρτηριακή πίεση και η έκκριση ιδρώτα αυξάνουν (F.A.A., 2016) Παραδείγματα στρεσογόνων παραγόντων περιλαμβάνουν τη σωματική καταπόνηση (θόρυβος ή δόνηση), το φυσιολογικό στρες (κόπωση) και το ψυχολογικό στρες (λόγω εργασιακών συνθηκών ή προσωπικών προβλημάτων).

Το άγχος εμπίπτει σε δύο κατηγορίες: οξύ (βραχυπρόθεσμο) και χρόνιο (μακροπρόθεσμο). Το οξύ άγχος εμπεριέχει μια άμεση «απειλή» που γίνεται αντιληπτή ως κίνδυνος. Αυτό το είδος του στρες ενεργοποιεί σε ένα άτομο μία αντίδραση «μάχης ή φυγής» ανεξαρτήτως εάν η απειλή είναι πραγματική ή φανταστική. Κανονικά, ένα υγιές άτομο μπορεί να αντιμετωπίσει το οξύ στρες και να αποτρέψει την υπερφόρτωση του οργανισμού. Ωστόσο, το παρατεταμένο οξύ στρες μπορεί να εξελιχθεί σε χρόνιο στρες.

Στον αντίποδα ως χρόνιο στρες μπορεί να οριστεί το επίπεδο του στρες που παρουσιάζεται ως ένα μόνιμο φορτίο, που υπερβαίνει την ικανότητα ενός ατόμου να το

αντιμετωπίσει και συνήθως προκαλεί απότομη πτώση της ατομικής του απόδοσης. Συνεχόμενες ψυχολογικές πιέσεις, όπως η μοναξιά, οικονομικές ανησυχίες, σχέσεις ή προβλήματα στην εργασία μπορεί αθροιστικά να παράγουν μεγάλα επίπεδα στρες τα οποία πολλές φορές υπερβαίνουν την ικανότητα ενός ατόμου να τα αντιμετωπίσει. Όταν το στρες φτάνει σε αυτά τα επίπεδα, η απόδοση πέφτει γρήγορα. Οι χειριστές που εμφανίζουν αυτά τα συμπτώματα δεν θεωρούνται ασφαλείς και θα πρέπει να απέχουν από πτήσεις. Οι χειριστές που έχουν ακόμη και την υποψία ότι υποφέρουν από χρόνιο στρες θα πρέπει να συμβουλευούνται έναν ιατρό ειδικό στην αντιμετώπιση τέτοιων συμπτωμάτων.

2.2.2 Κόπωση

Η κόπωση συνδέεται πολύ συχνά με τα σφάλματα του εκάστοτε χειριστή. Μερικά από τα συμπτώματα της κόπωσης αποτελούν, η απόσπαση της προσοχής και της συγκέντρωσης, η διαταραχή του συντονισμού και η μειωμένη ικανότητα επικοινωνίας. Αυτά τα συμπτώματα επηρεάζουν σοβαρά την ικανότητα ενός χειριστή να λάβει μια σωστή απόφαση. Η σωματική κούραση είναι αποτελέσματα έλλειψης ύπνου, έλλειψης άσκησης, ή υπερβολικής-συσσωρευμένης σωματικής εργασίας.

Όπως και το στρες έτσι και η κούραση διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: την οξεία και τη χρόνια. Η οξεία κόπωση είναι βραχυπρόθεσμη και είναι ένα φυσιολογικό φαινόμενο στην καθημερινή διαβίωση. Είναι το είδος της κούρασης που οι άνθρωποι αισθάνονται μετά από μια περίοδο έντονης προσπάθειας, ενθουσιασμό, ή την έλλειψη ύπνου. Η ξεκούραση μετά την άσκηση και 8 ώρες συνεχόμενου υγιούς ύπνου θεραπεύει συνήθως αυτή την κατάσταση.

Ένας ειδικός τύπος οξείας κόπωσης, είναι η κόπωση δεξιοτήτων. Αυτό το είδος της κόπωσης έχει δύο κύριες επιπτώσεις στην απόδοση (F.A.A., 2016):

- **Χρονική διαταραχή.** Σε αυτό το φαινόμενο ο χειριστής εμφανίζεται να εκτελεί μια εργασία ως συνήθως, αλλά η χρονική διάρκεια εκτέλεσης της κάθε ενέργειας είναι μεγαλύτερη. Αυτό κάνει την εκτέλεση των ενεργειών λιγότερο ομαλή επειδή ο χειριστής εκτελεί κάθε ενέργεια σαν να ήταν ξεχωριστή, αντί στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης δραστηριότητας.
- **Η διάσπαση της προσοχής.** Ο χειριστής επικεντρώνει υπερβολικά την προσοχή του στην εκτέλεση μιας ενέργειας και εστιάζει σε ένα σημείο (πχ εκεί που

βρίσκεται ο διακόπτης) παραβλέποντας ζωτικές ενδείξεις και μη αξιοποιώντας την περιφερειακή όραση. Αυτό συνεπάγεται την απώλεια της ακρίβειας και της ομαλότητας στις κινήσεις ελέγχου.

Η οξεία κόπωση έχει πολλές αιτίες, αλλά η παρακάτω είναι από τις πιο σημαντικές για το χειριστή:

- Ήπια υποξία (έλλειψη οξυγόνου).
- Φυσιολογικό άγχος.
- Ψυχολογικό άγχος.
- Παρατεταμένη ψυχολογική πίεση.

Η οξεία κόπωση μπορεί εν μέρει να προληφθεί με σωστή διατροφή και επαρκή ανάπαυση και ύπνο. Μια καλά ισορροπημένη διατροφή, εμποδίζει το σώμα από το να χρειάζεται να καταναλώσει δικούς του «πόρους» ως πηγή ενέργειας. Η επαρκής ανάπαυση διατηρεί την κατάσταση του σώματος σε κανονικά επίπεδα ενέργειας.

Η χρόνια κόπωση, αφορά ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως έχει ψυχολογικές «ρίζες», αν και η ίδια η νόσος είναι μερικές φορές υπεύθυνη. Συνεχή υψηλά επίπεδα στρες παράγουν χρόνια κόπωση. Η χρόνια κόπωση δεν θεραπεύεται μόνο με σωστή διατροφή, επαρκή ανάπαυση και ύπνο, αλλά συνήθως απαιτεί θεραπεία από εξειδικευμένο ιατρό. Ένα άτομο μπορεί να βιώσει συμπτώματα αδυναμίας, κόπωσης, αύξησης των παλμών της καρδιάς, δυσκολίας στην αναπνοή, ή πονοκεφάλους. Μερικές φορές, η χρόνια κόπωση δημιουργεί ακόμη προβλήματα στομάχου ή του εντέρου και πόνους σε όλο το σώμα. Όταν η κατάσταση γίνεται αρκετά σοβαρή, οδηγεί σε συναισθηματική ασθένεια.

Το όποιο υψηλό επίπεδο εκπαίδευσής και εμπειρίας, δεν μπορεί να ξεπεράσει τις αρνητικές συνέπειες των συμπτωμάτων της κόπωσης. Ο χειριστής χωρίς επαρκή ανάπαυση και ιδιαίτερα μετά από μια κουραστική και αγχωτική ημέρα, πρέπει να αποφεύγει να συμμετάσχει σε πτήση. Οι χειριστές των UAV που πάσχουν από χρόνια κόπωση θα πρέπει να συμβουλευούνται γιατρό.

2.2.3 Αφυδάτωση

Η αφυδάτωση εμφανίζεται όταν το σώμα μας «χάνει» περισσότερα υγρά σε σχέση με αυτά που αναπληρώνει. Η απώλεια νερού από το σώμα γίνεται συνήθως με την αναπνοή, τον ιδρώτα και την ούρηση. Αίτια της αφυδάτωσης μπορεί να είναι οι υψηλές

θερμοκρασίες, η υγρασία, τα διουρητικά ποτά, ο καφές, το τσάι, το αλκοόλ και τα καφεϊνούχα αναψυκτικά. Μερικά κοινά συμπτώματα της αφυδάτωσης είναι ο πονοκέφαλος, η κόπωση, κράμπες, υπνηλία και ζάλη.

Η πρώτη αξιοσημείωτη επίδραση της αφυδάτωσης είναι η κούραση, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε δυσάρεστες συνέπειες κάνοντας την καλή φυσική και πνευματική απόδοση δύσκολη, αν όχι αδύνατη. Ο χειρισμός ενός UAV για μεγάλες χρονικές περιόδους σε υψηλές θερμοκρασίες ή σε μεγάλα υψόμετρα, αυξάνει τις πιθανότητες αφυδάτωσης, διότι κάτω από αυτές τις συνθήκες αυξάνεται το ποσοστό απώλειας νερού από το σώμα.

Για να αποφευχθεί η αφυδάτωση, συνίσταται η λήψη περίπου δύο λίτρων νερού την ημέρα. Δεδομένου ότι κάθε άτομο έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε κατανάλωση νερού, ενδεχομένως να απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες. Οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν ως βάση την κατανάλωση οκτώ ποτήρια νερού την ημέρα. Εάν η ποσότητα υγρών δεν αναπληρώνεται, η κόπωση εξελίσσεται σε ζάλη, αδυναμία, ναυτία, μούδιασμα των άκρων, κοιλιακές κράμπες και υπερβολική δίψα.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι χειριστές, πρέπει να καταναλώνουν τις απαραίτητες ποσότητες νερού ώστε να είναι αποφευχθούν τέτοιου είδους καταστάσεις (F.A.A., 2016). Οι περισσότεροι άνθρωποι νιώθουν διψασμένοι με έλλειμμα 1,5 λίτρων ή απώλεια 2 % του συνολικού σωματικού βάρους. Αυτά τα επίπεδα αφυδάτωσης προκαλούν «το μηχανισμό της δίψας». Το πρόβλημα είναι ότι η δίψα γίνεται αντιληπτή πολύ αργά αλλά αντιμετωπίζεται σχετικά εύκολα. Μια μικρή ποσότητα υγρού στο στόμα είναι αρκετή για να εξαλείψει αυτή την αίσθηση, αλλά η αναπλήρωση των αναγκαίων σωματικών υγρών καθυστερεί. Άλλα μέτρα για την πρόληψη της αφυδάτωσης περιλαμβάνουν:

- i. Την χρήση ενός βαθμονομημένου δοχείου για τη μέτρηση της ημερήσιας πρόσληψης νερού.
- ii. Τον περιορισμό της ημερήσιας πρόσληψης καφεΐνης και αλκοόλ. (και τα δύο είναι διουρητικά και διεγείρουν αυξημένη παραγωγή ούρων).

2.2.4 Θερμοπληξία

Η θερμοπληξία είναι η κλινική κατάσταση που χαρακτηρίζεται από επιμένουσα υπερθερμία, με σταθερή αύξηση της θερμοκρασίας σώματος πάνω από 41 βαθμούς Κελσίου (°C). Μία ειδική μορφή θερμοπληξίας είναι και η ηλίαση. Αποτελεί βαριά κλινική κατάσταση που εμφανίζεται συνήθως σε περιόδους καύσωνα και προσβάλλει συνήθως ηλικιωμένα και εξασθενημένα άτομα. Προκαλείται όταν οι αιμοστατικοί μηχανισμοί του οργανισμού αδυνατούν να αποτρέψουν αυξήσεις της κεντρικής θερμοκρασίας σώματος. Η εμφάνιση αυτής της κατάστασης, μπορεί να αναγνωριστεί από τα συμπτώματα της αφυδάτωσης, αλλά αν δεν αναγνωριστεί έγκαιρα μπορεί να οδηγήσει σε σοκ (Στρίφτης, 2017).

Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν κράμπες στους μυς της κοιλιάς και των ποδιών, αύξηση της θερμοκρασίας σώματος από 39°C ή 40°C και πάνω, δέρμα κόκκινο και ζεστό, έλλειψη ιδρώτα, παραζάλη ή λιποθυμία-σπασμούς. Η αντιμετώπιση της θερμοπληξίας απαιτεί γρήγορο δρόσισμα του σώματος για να χαμηλώσει η επικίνδυνα υψηλή θερμοκρασία. Ο πάσχων πρέπει να μεταφερθεί σε δροσερό μέρος και να του ριχθεί άφθονο νερό ή να δροσιστεί με ένα πανί βουτηγμένο σε κρύο νερό. Η θερμοκρασία του πρέπει να μετράται ανά 10 λεπτά και να μην επιτραπεί η άνοδος της άνω των 42°C. Προληπτικά κάθε χειριστής πρέπει να προσλαμβάνει άφθονα υγρά.

2.2.5 Χρήση Ναρκωτικών

Οι κανονισμοί της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (F.A.A.) δεν περιλαμβάνουν αναφορές για τη χρήση συγκεκριμένων φαρμάκων. Σύμφωνα με την Advisory Circular 107-2, απαγορεύεται η εκτέλεση πτήσεων από άτομο που βρίσκεται υπό την επήρεια φαρμάκων είτε είναι μεμονωμένος χειριστής, είτε μέλος πληρώματος. Απαιτείται κατάλληλη ιατρική γνωμάτευση και είναι απαραίτητη η παραλαβή ιατρικού πιστοποιητικού που θα τον καθιστά πτητικά ικανό.

Πριν από την εκτέλεση μιας πτήσης UAV όλοι οι χειριστές οφείλουν να υποβάλουν τον εαυτό τους σε μια σωστή φυσική αυτό-αξιολόγηση. Ένας μνημονικός κανόνας αποτελεί το αρκτικόλεξο **IMSAFE** (F.A.A., 2016), που επιγραμματικά αφορά ασθένειες, φαρμακευτική αγωγή, άγχος, αλκοόλ, κόπωση, και συγκίνηση. Το αρκτικόλεξο αναλύεται διεξοδικά στο υποκεφάλαιο 2.5 Εκτίμηση και Διαχείριση Ρίσκου (Risk Management-R.M.) .

Με τον μνημονικό κανόνα IMSAFE, οι χειριστές θέτουν στον εαυτό τους αρχικά την εξής ερώτηση, «Παίρνω οποιαδήποτε φάρμακα που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την κρίση μου ή να με κάνει να νιώθω υπνηλία;». Εκτός από τις ερωτήσεις φαρμακευτικής αγωγής θα πρέπει επίσης να εξετάσουν τα ακόλουθα:

- Λήψη σε τακτά χρονικά διαστήματα ισορροπημένων γευμάτων.
- Ενυδάτωση.
- Επαρκής ύπνος στη διάρκεια της νύχτας, πριν από κάθε πτήση.
- Άσκηση.

2.2.6 Χρήση Αλκοολούχων

Είναι γνωστό ότι ακόμα και μικρές ποσότητες συγκέντρωσης αλκοόλ στο ανθρώπινο σώμα έχουν δυσάρεστες συνέπειες (Πίνακας 2-1). Μελέτες αποδεικνύουν ότι η κατανάλωση αλκοόλ συνδέεται στενά με επιδείνωση της απόδοσης. Οι χειριστές UAV πρέπει να λαμβάνουν εκατοντάδες αποφάσεις, μερικές από αυτές σε κρίσιμες στιγμές, κατά τη διάρκεια μιας πτήσης. Η ασφαλής εκτέλεση κάθε πτήσης εξαρτάται από την ικανότητα να λαμβάνουν τις σωστές αποφάσεις και να εκτελούν τις κατάλληλες ενέργειες κατά την διάρκεια κανονικών και μη καταστάσεων. Η επίδραση του αλκοόλ μειώνει δραστικά τις πιθανότητες να ολοκληρωθεί μια πτήση χωρίς επισφαλή περιστατικά.

Ακόμη και σε μικρές ποσότητες, το αλκοόλ μπορεί να επηρεάσει την κρίση, να μειώσει το αίσθημα ευθύνης, να επηρεάσει το συντονισμό, να ελαττώσει το οπτικό πεδίο, να μειώσει τη μνήμη, την ικανότητα συγκέντρωσης, την ταχύτητα των αντανακλαστικών, την αποτελεσματικότητα των οφθαλμικών κινήσεων στην διάρκεια ανάγνωσης, και να αυξηθεί η συχνότητα με την οποία επαναλαμβάνονται σφάλματα.

Σημαντικές ποσότητες αλκοόλ μπορεί να παραμείνουν στο σώμα για ακόμη και πάνω από 16 ώρες. Μετά την κατανάλωση ποσότητας αλκοόλ οι χειριστές θα πρέπει να αποφεύγουν την εκτέλεση πτήσεων για κάποιο χρονικό διάστημα. Η τοξικότητα προσδιορίζεται από το ποσό της αλκοόλης στο αίμα. Αυτό συνήθως μετράται ως ποσοστό επί τοις εκατό στο αίμα. Με βάση το 14 Code of Federal Rules Part 91 (F.A.A., 2011) συγκεντρώσεις επιπέδων αλκοόλ μεγαλύτερες του 0,04% απαιτούν τη μεσολάβηση τουλάχιστον 8 ωρών μέχρι την εκτέλεση πτήσης. Ακόμα κι αν το αλκοόλ στο αίμα μπορεί να είναι κάτω από 0,04%, ένας χειριστής δεν μπορεί να εκτελέσει πτήση πριν την παρέλευση 8 ωρών από την κατανάλωση αλκοόλ.

Type Beverage	Typical Serving (oz)	Pure Alcohol Content (oz)
Table wine	4.0	.48
Light beer	12.0	.48
Aperitif liquor	1.5	.38
Champagne	4.0	.48
Vodka	1.0	.50
Whiskey	1.25	.50
0.01–0.05% (10–50 mg)	average individual appears normal	
0.03–0.12%* (30–120 mg)	mild euphoria, talkativeness, decreased inhibitions, decreased attention, impaired judgment, increased reaction time	
0.09–0.25% (90–250 mg)	emotional instability, loss of critical judgment, impairment of memory and comprehension, decreased sensory response, mild muscular incoordination	
0.18–0.30% (180–300 mg)	confusion, dizziness, exaggerated emotions (anger, fear, grief), impaired visual perception, decreased pain sensation, impaired balance, staggering gait, slurred speech, moderate muscular incoordination	
0.27–0.40% (270–400 mg)	apathy, impaired consciousness, stupor, significantly decreased response to stimulation, severe muscular incoordination, inability to stand or walk, vomiting, incontinence of urine and feces	
0.35–0.50% (350–500 mg)	unconsciousness, depressed or abolished reflexes, abnormal body temperature, coma, possible death from respiratory paralysis (450 mg or above)	
* Legal limit for motor vehicle operation in most states is 0.08 or 0.10% (80–100 mg of alcohol per dL of blood).		

Πίνακας 2.1: Επιπτώσεις στον οργανισμό της συγκέντρωσης αλκοόλ στο αίμα. (Πηγή : F.A.A. Remote Pilot-Small Unmanned Aircraft Systems Study Guide, 2016)

2.3 ΕΠΙΓΝΩΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (Situation Awareness-S.A.)

Ακρογωνιαίος λίθος της επιτυχούς εκτέλεσης μιας πτήσης UAV είναι η αντίληψη της Τακτικής Κατάστασης [Situation Awareness (S.A.)]. Το S.A. είναι η συνεχής αντίληψη και κατανόηση της κατάστασης τόσο του εαυτού μας όσο και του αεροσκάφους σε σχέση με το δυναμικό περιβάλλον της πτήσης, των απειλών (περιβαλλοντικών, καιρικών κλπ), όπως επίσης η ικανότητα να προβλέψουμε και στη συνέχεια να εκτελέσουμε ενέργειες βάσει αυτής της αντίληψης. Ο όρος επίσης περιλαμβάνει τον αντίκτυπο που θα έχουν οι ενέργειες αυτές άμεσα, αλλά και στο προσεχές μέλλον.

Αποτελεί βασικό συστατικό ορθής λήψης αποφάσεων και εργαλείο διαχείρισης ρίσκου και εργασιακού φόρτου. Επηρεάζει την ασφάλεια προ-κατά τη διάρκεια και μετά την πτήση αποτελώντας βασικό αίτιο αεροπορικών ατυχημάτων. Η κατανόηση της σπουδαιότητας και σημασίας του S.A. αποτελεί αρωγό στην εκτέλεση ασφαλών πτήσεων (F.A.A., 1991).

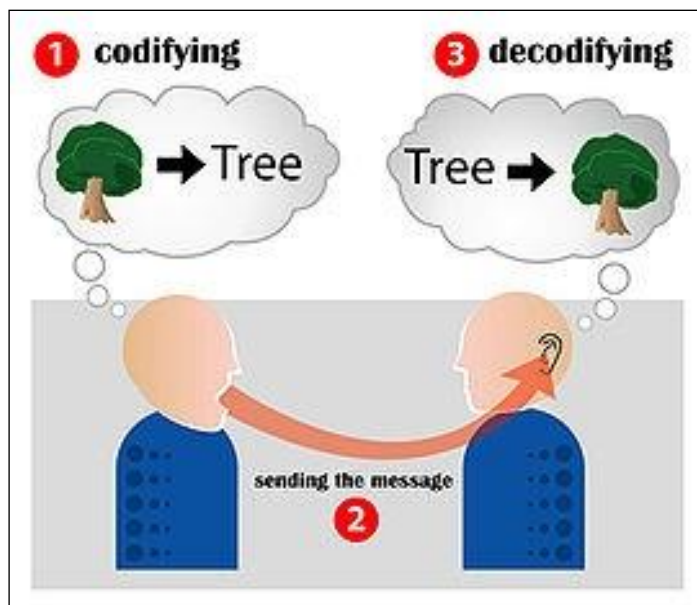
Στην περίπτωση που η εκτέλεση πτήσης ενός UAV δεν απαιτεί ένα άτομο, αλλά πλήρωμα, τότε ο όρος S.A. συμπεριλαμβάνει την έκταση στην οποία το κάθε μέλος του πληρώματος αλληλοενημερώνεται σχετικά με την κατάσταση του αεροσκάφους και τις παραμέτρους της πτήσης. Οι πληροφορίες περιλαμβάνουν τη θέση και στάση του UAV, την κατάσταση των μελών του πληρώματος και του εξοπλισμού, τις περιβαλλοντικές και καιρικές συνθήκες. Τα επίπεδα αλληλοενημέρωσης θεωρούνται απαραίτητα και αφενός συμβάλουν στην ασφάλεια πτήσεων, αφετέρου επηρεάζουν την απόδοση του πληρώματος. Συγκεκριμένα το πλήρωμα αλληλοενημερώνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα δίνοντας έμφαση σε πιθανές αλλαγές. Επιπροσθέτως συζητά για συνθήκες και καταστάσεις οι οποίες συνθέτουν το S.A. και περιλαμβάνουν τα επίπεδα άγχους, κόπωσης, θυμού ακόμα και πλήξης. Το S.A. «χτίζεται» από:

- i. Ενδείξεις των οργάνων του αεροπλάνου.
- ii. Ενδείξεις οργάνων Sense and Avoid (αποφυγής σύγκρουσης).
- iii. Οπτικά ερεθίσματα από την κάμερα ή/και άλλους αισθητήρες.
- iv. Επικοινωνία των μελών του πληρώματος.
- v. Πληροφορίες Εναέριας Κυκλοφορίας. και μονάδες Radar.

2.4 ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Ως συνεργασία πληρώματος ορίζεται, η θετική επικοινωνία ανάμεσα στο πλήρωμα και οι ενέργειες (με σωστή σειρά και στο σωστό χρόνο), οι οποίες είναι απαραίτητες για την εκτέλεση της αποστολής με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Δεν υφίσταται συνεργασία πληρώματος όταν υπάρχει αδυναμία ενός μέλους να επικοινωνήσει με τα υπόλοιπα μέλη με σαφήνεια χρησιμοποιώντας λεκτικά και μη λεκτικά μέσα.

Από αναλύσεις αεροπορικών ατυχημάτων προκύπτει ότι, ένα σημαντικό ποσοστό αυτών οφείλεται σε σφάλματα συνεργασίας πληρώματος πριν ή κατά τη διάρκεια της αποστολής. Συχνά ένα ατύχημα ήταν αποτέλεσμα μιας σειράς μη αντιληπτών λαθών του πληρώματος, τα οποία είχαν καταστροφικά αποτελέσματα. Οι ίδιες αναλύσεις αποκαλύπτουν ότι ακόμη και αν τελικά αποφευχθεί το ατύχημα, τα λάθη μειώνουν την αποτελεσματικότητα της αποστολής. Η εκπαίδευση του πληρώματος στη συνεργασία «σπάει» την αλυσίδα των λαθών τα οποία με τη σειρά τους οδηγούν σε ατυχήματα ή υποβαθμίζουν τα αποτελέσματα της αποστολής.



Εικόνα 2.1: Η διαδικασία επικοινωνίας (Πηγή : Headquarters Department of the Army, TC 3-04.61,2017)

Είναι διεθνώς αναγνωρισμένο ότι η συνεργασία πληρώματος θεωρείται ως η απαραίτητη αλληλεπίδραση ανάμεσα στα μέλη του πληρώματος για ασφαλή, αποτελεσματική και επαρκή εκτέλεση της αποστολής. Τα ακόλουθα στοιχεία είναι θεμελιώδη για την επίτευξη συνεργασίας πληρώματος.

α) Θετική Επικοινωνία (Headquarters Department of the Army, TC 3-04.61,2017). Η ομαδική εργασία απαιτεί θετική επικοινωνία μεταξύ των μελών του πληρώματος. Η επικοινωνία είναι θετική όταν ο «αποστολέας» κατευθύνει, αναγγέλλει, ζητά ή παρέχει πληροφορία, ο «λήπτης» αναφέρει κατανόηση – εκτελεί (Challenge and Response). Στη συνέχεια αναφέρει το αποτέλεσμα και ο αποστολέας το επιβεβαιώνει..

Η θετική επικοινωνία είναι άμεση, σαφής και περιεκτική. Τα μέλη του πληρώματος πρέπει να έχουν θετική επικοινωνία ώστε να επιτευχθεί ουσιαστική συνεργασία πληρώματος. Λόγω της ιδιαιτερότητας του συστήματος τα μέλη του πληρώματος θα χρησιμοποιούν λιτό λεξιλόγιο – φρασεολογία για αλληλοκατανόηση.

β) Αίτηση για Άμεση Βοήθεια. Όταν ένα μέλος του πληρώματος

- Αδυνατεί να διατηρήσει τον έλεγχο του UAV ή
- Να αντιληφθεί την τακτική κατάσταση ή
- Να διαχειριστεί τα στοιχεία πτήσης ή
- Να ανταπεξέλθει σε διαδικασίες ανάγκης χωρίς τη βοήθεια άλλου

μέλους του πληρώματος τότε ΘΑ ΖΗΤΑ ΑΜΕΣΑ ΒΟΗΘΕΙΑ. Το μέλος του πληρώματος που απαιτείται να παρέχει βοήθεια θα ζητά διευκρινιστικές οδηγίες (εφόσον απαιτείται) για το είδος της βοήθειας.

γ) Παροχή Βοήθειας (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017). Ένα μέλος του πληρώματος οφείλει να παρέχει βοήθεια ή πληροφορίες οποτεδήποτε ζητούνται. Θα παρέχεται βοήθεια ακόμη και αν υπάρχει υποψία ανάγκης για βοήθεια. Όλα τα μέλη του πληρώματος πρέπει να επαγρυπνούν για την εξέλιξη της πτήσης. Η παρεκτροπή του UAV από τα συμφωνηθέντα (μη αναμενόμενη θέση, πορεία, στάση) πρέπει να γίνεται αντιληπτή και από τα μέλη που δεν έχουν τον έλεγχο. Αντιθέτως ο InP ΔΕΝ πρέπει να υποθέτει ότι το υπόλοιπο πλήρωμα θα αντιληφθεί έγκαιρα μια επικίνδυνη κατάσταση ή την ανάγκη που έχει για βοήθεια.

δ) Ανακοίνωση Ενεργειών. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Για να εξασφαλιστούν αποτελεσματικές και συντονισμένες ενέργειες όλο το πλήρωμα πρέπει να επαγρυπνεί για αναμενόμενες ή μη αναμενόμενες κινήσεις του UAV. Τα μέλη του πληρώματος ενημερώνουν για κάθε ενέργεια που επηρεάζει ενέργειες άλλου μέλους του πληρώματος με σκοπό την αποφυγή επικίνδυνων καταστάσεων.

ε) Επιβεβαίωση Ενεργειών. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Οι επικοινωνίες μεταξύ του πληρώματος πρέπει να περιλαμβάνουν υποστηρικτική ανάδραση – επιβεβαίωση ώστε να εξασφαλίζεται ότι όλα τα μέλη κατανοούν σωστά τις οδηγίες. Οι επιβεβαιώσεις πρέπει να είναι κοφτές και να καταδεικνύουν ότι το μέλος έλαβε και κατανόησε το μήνυμα. Φράσεις όπως "Roger" ή "Ok" ενδεχομένως να μην είναι αρκετές. Η επιθυμητή μέθοδος είναι η επανάληψη από τον λήπτη των κρίσιμων σημείων του μηνύματος.

στ) Διατήρηση αρχηγίας και καλού κλίματος μεταξύ του πληρώματος. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Αφορά τις σχέσεις και το συνολικό κλίμα μεταξύ του πληρώματος. Τα μέλη έχουν συγκεκριμένο ηγέτη και οι «γραμμές» είναι καθαρές όσον αφορά τις αρμοδιότητες και τις υποχρεώσεις. Ο MC καθορίζει το εργασιακό περιβάλλον. Οι αποτελεσματικοί ηγέτες χρησιμοποιούν συνετά την εξουσία τους και δεν ενεργούν χωρίς τη συμμετοχή του υπολοίπου πληρώματος. Όταν το πλήρωμα διαφωνεί για μια ενέργεια η παρέμβαση του θα πρέπει να είναι αποτελεσματική (Headquarters Department of the Army, TC 3-04.61,2017). Ειδικότερα:

- Ο MC δημιουργεί εργασιακό περιβάλλον στο οποίο τα μέλη του πληρώματος επικοινωνούν ελεύθερα μεταξύ τους και απευθύνουν τις ερωτήσεις τους.
- Οι διαφορές στο βαθμό και στην εμπειρία ανάμεσα στα μέλη του πληρώματος δεν πρέπει να επηρεάζουν την επιθυμία τους να ομιλήσουν.
- Οι διαφορετικές απόψεις είναι φυσιολογικές. Το πλήρωμα οφείλει να αντιμετωπίζει τις διαφορετικές απόψεις με επαγγελματισμό αποφεύγοντας αφενός τις προσωπικές επιθέσεις και αφετέρου την αμυντική στάση.
- Κάθε μέλος του πληρώματος θα «ισορροπεί» τις ανησυχίες του ανάμεσα στην ασφάλεια και την εκτέλεση της αποστολής.

ζ) Πρακτική Εξάσκηση-Δοκιμές-Σχεδίαση Αποστολής (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017). Η προπαρασκευή (της αποστολής) περιλαμβάνει όλα τα επιμέρους αντικείμενα που αφορούν την αποστολή. Επίσης περιλαμβάνει τα καθήκοντα του κάθε μέλους του πληρώματος και όλα τα briefings (ηνημερώσεις). Το πλήρωμα συζητά όλα τα αναμενόμενα και μη αναμενόμενα events της αποστολής και τους τρόπους αντιμετώπισής τους. Ειδικότερα:

➤ Ο MC εξασφαλίζει ότι οι ενέργειες, τα καθήκοντα και οι υποχρεώσεις εκάστου μέλους είναι σαφή και ξεκάθαρα.

➤ Το κάθε μέλος συμμετέχει στη συζήτηση και στη γενικότερη σχεδίαση, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί αφενός η αλληλοκατανόηση, αφετέρου η κατανόηση των αντικειμενικών σκοπών της αποστολής και η σωστή σχεδίαση.

➤ Ο MC κατηγοριοποιεί τις επιμέρους εργασίες της σχεδίασης ώστε να εξασφαλιστούν οι απαραίτητοι χρόνοι.

➤ Το πλήρωμα σχεδιάζει εναλλακτικές ενέργειες ώστε να εξασφαλιστεί από πιθανές αλλαγές στην αποστολή όπως η διάταξη του εχθρού, το έδαφος, ο καιρός, οι δυνάμεις υποστήριξης, ο χρόνος, κατοικημένες περιοχές κλπ.

➤ Επίσης εκτελεί νοητικά την αποστολή συζητώντας πιθανά προβλήματα, ευθύνες και απρόσμενα συμβάντα.

η) Κατηγοριοποίηση ενεργειών και ισομερής κατανομή εργασιών. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Αφορά την αποτελεσματικότητα στην κατανομή του χρόνου και του φόρτου εργασίας και επεκτείνεται στην αποφυγή απόσπασης της προσοχής από ζωτικές - για την ασφαλή εκτέλεση της αποστολής – ενέργειες. Ειδικότερα:

➤ Αναγνώριση και κατηγοριοποίηση των επιμέρους τμημάτων της αποστολής. Το πλήρωμα δεν αγνοεί την ασφάλεια πτήσεων. Αποφεύγονται οι άσκοπες εκτροπές της προσοχής οι οποίες επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά του.

➤ Ο MC κατανέμει το φόρτο εργασίας με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η υπερφόρτωση ενός μέλους, ιδιαίτερα σε κρίσιμες φάσεις της αποστολής.

➤ Το υπόλοιπο πλήρωμα κατανοεί και βοηθά στην κατανομή των καθηκόντων.

θ) Σωστή διαχείριση απροβλέπτων καταστάσεων (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017). Η ποιότητα του πληρώματος καταδεικνύει την απόδοση του σε ασυνήθιστες καταστάσεις που περιλαμβάνουν υψηλά επίπεδα stress. Ειδικότερα:

➤ Οι ενέργειες του πληρώματος είναι αντανάκλαση της εκπαίδευσης σε διαδικασίες ανάγκης.

➤ Το πλήρωμα συντονίζει τις ενέργειές του και ανταλλάσσει πληροφορίες με ελάχιστη λεκτική καθοδήγηση από τον MC. Αντιδρά στο ασυνήθιστο γεγονός με συντονισμένο και αποτελεσματικό τρόπο.

➤ Το κάθε μέλος αναλαμβάνει το βάρος της εργασίας του με ελάχιστη λεκτική καθοδήγηση από τον MC.

➤ Ο MC εξασφαλίζει ότι το κάθε μέλος χρησιμοποιείται αποτελεσματικά αντιδρώντας σωστά στη διαδικασία ανάγκης και ο φόρτος εργασίας κατανέμεται όσο το δυνατόν ισομερώς.

ι) Οδηγίες σαφείς, ολοκληρωμένες, έγκυρες και έγκαιρες. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Το πλήρωμα οφείλει να χρησιμοποιεί τυποποιημένη φρασεολογία κατά τη μετάδοση πληροφοριών και περιλαμβάνει ορολογίες και τεχνικές ανάδρασης. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται στην ποιότητα των οδηγιών και των αναφορών που αφορούν τη ναυτιλία, την αποφυγή εμποδίων και την ανάγνωση των στοιχείων-ενδεικτών στις οθόνες. Ειδικότερα:

➤ Το πλήρωμα αλληλοσυνεγείρεται και αντιδρά άμεσα σε οποιαδήποτε κατάσταση. Οι αναφορές και οι οδηγίες πρέπει να είναι έγκαιρες.

➤ Στην περίπτωση που ένα μέλος δεν λαμβάνει απάντηση από άλλο μέλος του πληρώματος συνεχίζει να αναζητά επικοινωνία επιβεβαίωσης – κατανόησης.

➤ Τέλος αλληλοεπιβεβαιώνεται η κατανόηση των προθέσεων, ενώ τα μέλη αιτούνται αποσαφήνισης όταν απαιτείται.

ια) Διατήρηση αντίληψης της κατάστασης (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017). Αφορά στο μέγεθος στο οποίο το κάθε μέλος ενημερώνει το άλλο για την κατάσταση του UAV, του χώρου-περιβάλλοντος στο οποίο κινείται και γενικότερα της αποστολής. Η αναφορά των πληροφοριών πτήσης διατηρεί υψηλό επίπεδο αντίληψης της κατάστασης και περιλαμβάνει τη θέση και προσανατολισμό του UAV, την κατάσταση του εξοπλισμού και του προσωπικού, περιβαλλοντικές συνθήκες, συνθήκες μάχης καθώς και μεταβολές στους αντικειμενικούς σκοπούς της αποστολής. Η αντίληψη της κατάστασης από όλο το πλήρωμα είναι απαραίτητη για την αποτελεσματικότητα των ενεργειών του και κατ' επέκταση την ασφαλή πτήση. Ειδικότερα:

➤ Το πλήρωμα αλληλοενημερώνει-αλληλοεπιβεβαιώνει για οποιεσδήποτε αλλαγές και ελέγχει συνεχώς το περιβάλλον πτήσης, λαμβάνοντας υπόψη και τον ανατιθέμενο φόρτο εργασίας.

➤ Τα μέλη συζητούν τις συνθήκες και τις καταστάσεις που οικοδομούν την αντίληψη της κατάστασης και οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν το stress, την πλήξη, το θυμό και την κόπωση.

ιβ) Επικοινωνία και επιβεβαίωση αποφάσεων και ενεργειών. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Αφορά την έκταση στην οποία το πλήρωμα ενημερώνεται σχετικά με αποφάσεις και ενέργειες άλλου μέλους του πληρώματος. Το πλήρωμα ανταποκρίνεται με σαφήνεια κατανόησης της απόφασης-ενέργειας. Η μη συμμόρφωση μπορεί να οδηγήσει σε παρανοήσεις και μη συντονισμένη εργασία. Ειδικότερα:

➤ Το πλήρωμα ανακοινώνει προθέσεις, αποφάσεις ενέργειες λαμβάνοντας υπόψη τα χρονικά όρια. Υπάρχει λεκτικός συντονισμός μεταφοράς των δεδομένων πριν την εκδήλωση της ενέργειας.

➤ Το υπόλοιπο πλήρωμα επιβεβαιώνει ή ζητά αποσαφήνιση των αποφάσεων – ενεργειών και ενημερώνει με τη σειρά του αν αυτές οι ενέργειες επηρεάζουν την εργασία των υπολοίπων.

ιγ) Πληροφορίες και ενέργειες υποστήριξης. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Αφορά την αναζήτηση πληροφοριών ή και ενεργειών υποστήριξης από ένα μέλος του πληρώματος προς ένα άλλο, συνήθως τον MC. Το πλήρωμα πρέπει να αισθάνεται ελεύθερο να εγείρει κατά την πτήση ερωτήσεις που αφορούν το γενικότερο πλάνο της αποστολής, ενέργειες και επιπρόσθετες πληροφορίες. Ειδικότερα:

➤ Ο MC ενθαρρύνει το πλήρωμα στην αναζήτηση πληροφοριών σχετικά με την ασφάλεια της πτήσης ή την αποστολή συμμετέχοντας σε αποφάσεις και ενέργειες ενώ παράλληλα παρέχει πληροφορίες για τη λήψη απόφασης όποτε του ζητηθεί.

➤ Μέλος του πληρώματος θα ζητά βοήθεια πριν υπερφορτωθεί εργασιακά ή αποσπαστεί η προσοχή του από κρίσιμη εργασία.

ιδ) Αμοιβαίος έλεγχος ενεργειών. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Αφορά την τάση του κάθε μέλους να ελέγχει το άλλο, αμοιβαία, σαν ένας μηχανισμός καταστροφής της «αλυσίδας λαθών» που προκαλεί ατυχήματα ή υποβάθμιση των αποτελεσμάτων της αποστολής. Το κάθε μέλος πρέπει - στο μέτρο του δυνατού - να εντοπίζει πιθανά λάθη άλλου μέλους, ιδιαίτερα σε περιόδους κούρασης ή υπερβολικής εστίασης σε συγκεκριμένο task, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να είναι επιρρεπές στο λάθος. Το πλήρωμα οφείλει να αναγνωρίσει ότι τα λάθη εμφανίζονται συχνά και ότι απαιτείται η εμπλοκή όλου του πληρώματος στην έγκαιρη αποκάλυψή τους και κατά συνέπεια στην καταστροφή της αλυσίδας των λαθών που οδηγούν σε ατυχήματα.

ιε) Εμμονή στον ισχυρισμό. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Αφορά την τάση μέλους του πληρώματος να υποστηρίξει δυναμικά ενέργεια που θεωρεί ως την κάλλιστη ακόμη και αν άλλα μέλη του πληρώματος διαφωνούν.

Ειδικότερα:

➤ Εφόσον ο χρόνος το επιτρέπει και διατηρείται επαγγελματική ατμόσφαιρα κάθε μέλος του πληρώματος μπορεί να εκθέτει σε ορθολογική βάση τις απόψεις του. Θα επιζητείται επιβεβαίωση κατανόησης του σκεπτικού. Τα υπόλοιπα μέλη ακούν το σκεπτικό επαγγελματικά πριν το σχολιάσουν.

➤ Ο MC προωθεί την αντικειμενικότητα ενθαρρύνοντας τα υπόλοιπα μέλη να ομιλήσουν ανεξαρτήτως βαθμού και εμπειρίας.

➤ Τα νεώτερα μέλη δεν διστάζουν να μιλήσουν κατανοώντας ότι και τα εμπειρότερα μέλη ενδεχομένως κάποιες στιγμές να κάνουν λάθος ή να μην έχουν σωστή αντίληψη της κατάστασης.

➤ Κάθε χειριστής/μέλος θα έχει αίσθημα ευθύνης και υπακοής προς τους κανονισμούς ασφάλειας πτήσεων και τις διαδικασίες του UAV/συστήματος.

ιστ) Κρίση και αυτοκριτική. (Headquarters Department of the Army TC 3-04.61,2017) Αφορά την αυτοκριτική του κάθε χειριστή/μέλους πληρώματος σχετικά με ενέργειές του κατά τη διάρκεια της αποστολής.

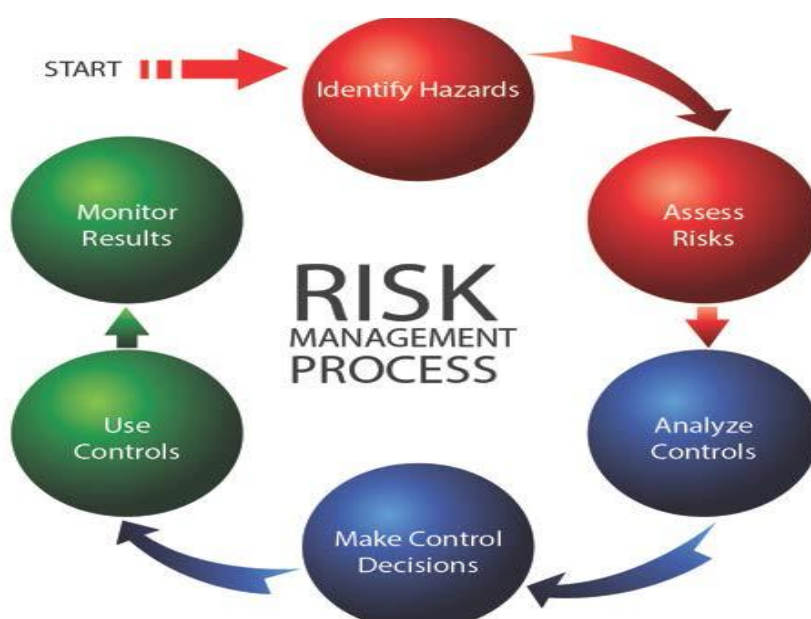
Ειδικότερα:

➤ Εκτελείται αυτοκριτική σε αποφάσεις και ενέργειες. Αναγνωρίζονται εναλλακτικές ενέργειες ή συντελεστές που ενδεχομένως να ήθελαν συζήτηση και τρόπους μεγιστοποίησης της προσωπικής/συλλογικής απόδοσης σε μελλοντικές αποστολές.

➤ Αποφεύγεται η άσχημη-άσκοπη κριτική (ο «δακτυλοδεικτούμενος») και δίνεται έμφαση στη βελτίωση της εκπαίδευσης και της απόδοσης του πληρώματος.

2.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΡΙΣΚΟΥ (Risk Management-R.M.)

Αντικειμενικός σκοπός της διαχείρισης ρίσκου (Risk Management) είναι πρωτίστως η αναγνώριση των κινδύνων που σχετίζονται με την ασφάλεια πτήσεων και ακολούθως η εξάλειψή τους. Αποτελεί το βασικότερο παράγοντα της διαδικασίας λήψης απόφασης (Aeronautical Decision Making-ADM) κατά τη διάρκεια μιας πτήσης (F.A.A., 2016).



Εικόνα 2.2: Η διαδικασία διαχείρισης ρίσκου (Πηγή : F.A.A., Remote Pilot – Small Unmanned Aircraft Systems Study Guide, 2016)

Όταν ένας χειριστής λαμβάνει τις ενδεδειγμένες αποφάσεις τότε αυτομάτως το ρίσκο είτε μειώνεται σημαντικά είτε εξαλείφεται. Η ικανότητα ορθής λήψης απόφασης βασίζεται τόσο στα επίπεδα εμπειρίας όσο και στα επίπεδα εκπαίδευσης. Η διαδικασία διαχείρισης ρίσκου είναι αλληλένδετη με εκείνη της λήψης μιας απόφασης. Θεωρείται απαραίτητο για κάθε χειριστή να απομνημονεύσει τις τέσσερις βασικές αρχές διαχείρισης ρίσκου. Ειδικότερα:

1. Πτήση χωρίς στοιχειώδες ρίσκο δεν υφίσταται. Σε καμία περίπτωση όμως δεν επιτρέπεται ένας χειριστής να παίρνει ανούσια ρίσκα.
2. Κάθε ρίσκο έχει διαφορετική βαρύτητα και πρέπει να λαμβάνεται από διαφορετικό επίπεδο αρμοδιοτήτων και κατ' επέκταση χειριστών π.χ. το υψηλότερο ρίσκο και η τελική απόφαση για τη διαχείρισή του πρέπει να ληφθεί

από τον Mission Commander. Στην περίπτωση που ο χειριστής UAV είναι ένας τότε αναλαμβάνει το ρίσκο των αποφάσεών του εξ' ολοκλήρου.

3. Αποδοχή του ρίσκου γίνεται μόνο εφόσον το «κέρδος» υπερβαίνει σημαντικά το όποιο «κόστος».

Το ρίσκο ως έννοια δεν υφίσταται μόνο κατά τη διάρκεια της πτήσης αλλά θα πρέπει να προβλέπεται και πριν από αυτή π.χ. κατά τη διάρκεια της σχεδίασης και των ενημερώσεων.

Μολονότι στην καθημερινή μας ζωή πολλές φορές η λήψη μιας απόφασης δεν οδηγεί σε δυσάρεστες καταστάσεις εντούτοις στις πτήσεις αεροσκαφών τα περιθώρια λάθους είναι ελάχιστα. Από τη στιγμή που η όλη διαδικασία λήψης απόφασης βελτιώνει την διαχείριση του ανθρώπινου παράγοντα τότε το σύνολο των χειριστών πρέπει να εκπαιδεύεται σε αντίστοιχες τεχνικές. Η εκτίμηση ρίσκου και η διαδικασία λήψης απόφασης σαν έννοιες είναι απόλυτα συνυφασμένες μεταξύ τους. Δεν μπορεί να υπάρξει ορθή διαδικασία λήψης απόφασης χωρίς να έχει ήδη πραγματοποιηθεί η διαδικασία εκτίμησης ρίσκου.

Υπάρχουν δύο τεχνικές εκτίμησης ρίσκου με τη χρήση αρκτικόλεξων ως μνημονικών κανόνων (F.A.A., 2016). Η πρώτη τεχνική αφορά αποκλειστικά το επίπεδο ασφάλειας του χειριστή ως άτομο, ενώ η δεύτερη περιλαμβάνει επιπρόσθετους παράγοντες όπως το περιβάλλον και το αεροσκάφος. Κατά την άποψη του γράφοντα οι δύο τεχνικές αλληλοσυμπληρώνονται και πρέπει να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα πριν την ανάληψη καθηκόντων τόσο από μεμονωμένους χειριστές όσο και από μέλη πληρώματος.

Η πρώτη τεχνική εκτίμησης ρίσκου και ετοιμότητας ανάληψης καθηκόντων πτήσης γίνεται με τη χρήση του αρκτικόλεξου IMSAFE που αναφέρθηκε επιγραμματικά σε προηγούμενο κεφάλαιο. Αποτελείται από μια ερωτήσεων στην οποία υποβάλλεται ένα πλήρωμα και το κάθε αρχικό γράμμα του αναλύεται ως εξής:

Illness—«Είμαι ασθενής;»

Medication—«Κάνω χρήση ιατρικής αγωγής-φαρμάκων τα οποία μπορεί να επηρεάσουν την κρίση μου κατά τη διάρκεια της πτήσης και να επιφέρουν υπνηλία;»

Stress—«Έχω άγχος;» Τα αυξημένα επίπεδα άγχους στην προσωπική και επαγγελματική ζωή επηρεάζουν την συγκέντρωση και την απόδοση ενός χειριστή. Μολονότι επίσημα-βάσει κανονισμών δεν αποτελεί παράγοντα ματαίωσης μιας πτήσης (όπως η χρήση αλκοόλ), κάθε χειριστής πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τις επιπτώσεις του stress πριν την ανάληψη καθηκόντων.

Alcohol—«Έχω κάνει χρήση αλκοολούχων ποτών τις τελευταίες 24 ώρες;» Η κατανάλωση ακόμη και μικρών ποσοτήτων αλκοόλ επηρεάζει τις ικανότητες του χειριστή κάνοντάς τον πιο επιρρεπή σε φαινόμενα αποπροσανατολισμού και υποξίας.

Fatigue—«Έχω ξεκουραστεί αρκετά;» Η κόπωση αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες ασφάλειας πτήσεων. Επιπροσθέτως πολλές φορές δεν γίνεται άμεσα εμφανής παρά μόνο όταν ένα σοβαρό σφάλμα-παράληψη έχει ήδη γίνει.

Emotion—«Είμαι συναισθηματικά φορτισμένος;» Πολλές φορές στην καθημερινότητα του χειριστή υποβόσκουν συναισθήματα τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την κρίση και την αντικειμενικότητά του.

Η δεύτερη τεχνική εκτίμησης ρίσκου και ετοιμότητας ανάληψης καθηκόντων πτήσης γίνεται με τη χρήση του αρκτικόλεξου **PAVE** (F.A.A., 2016). Αποτελείται επίσης από μια ερωτήσεων στην οποία υποβάλλεται ένα πλήρωμα και το κάθε αρχικό γράμμα του αναλύεται ως εξής:

P [Pilot in Command (PIC)-Χειριστής]. «Είμαι έτοιμος για πτήση;» Όπως αναλύθηκε και στις προηγούμενες παραγράφους ο χειριστής αποτελεί θεμελιώδη λίθο της ασφάλειας πτήσεων. Η ερώτηση περιλαμβάνει όρους όπως το επίπεδο εμπειρίας, την αποχή από πτήσεις, τη φυσιολογία πτήσεων και συναισθηματικούς παράγοντες. Οι απαντήσεις παρέχονται με τη χρήση του αρκτικόλεξου **IMSAFE**.

A (Aircraft). Αφορά τους περιορισμούς που αφορούν το αεροσκάφος και οι ερωτήσεις έχουν την κάτωθι μορφή:

- «Είναι το αεροσκάφος κατάλληλα προετοιμασμένο για πτήση;»
- «Είμαι εξοικειωμένος με το αεροσκάφος;»

V (Environment-Περιβάλλον). Χωρίζεται σε τρεις υποκατηγορίες: τον καιρό, το έδαφος και τον εναέριο χώρο.

Καιρός. Η σωστή πρόγνωση πρέπει να περιλαμβάνει: i) Τη βάση-οροφή νεφών, την ορατότητα και την πιθανότητα εμφάνισης ομίχλης (διαφορά σημείου δρόσου-θερμοκρασίας). ii) Πιθανές μεταβολές κατά τη διάρκεια της πτήσης. iii) Τη πιθανότητα εκδήλωσης καταιγίδας. iv) Τη πιθανότητα παγοποίησης.

Εδαφος. Η μελέτη του εδάφους αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα ανάλυσης του περιβάλλοντος. Περιλαμβάνει την πιθανή παρεμπόδιση των επικοινωνιών ανάμεσα στο UAV και το χειριστή λόγω εδαφικών εξάρσεων, αλλά και την παρεμπόδιση εντοπισμού-θέασης της περιοχής ενδιαφέροντος για τους ίδιους λόγους.

Εναέριος χώρος. Περιλαμβάνει την μελέτη προσωρινών ή μόνιμων περιορισμών που αφορούν τον εναέριο χώρο στον οποίο θα ιπταθεί το UAV [(Notice To Airmen-(NOTAMs)].

E (External Pressures-Εξωτερικοί παράγοντες). Αφορά τους εξωτερικούς παράγοντες που αυξάνουν την πίεση στον χειριστή/πλήρωμα εις βάρος της ασφάλειας πτήσεων όπως:

1. Η αυταρέσκεια, η επιθυμία για επίδειξη-εντυπωσιασμό και επιβεβαίωση ως προς τις χειριστικές ικανότητες.
2. Συναισθηματική πίεση συσχετιζόμενη με την έλλειψη εμπειρίας.

Η διαχείριση των εν' λόγω παραγόντων σε στρατιωτικό επίπεδο γίνεται με τη χρήση τυποποιημένων διαδικασιών [(Standard Operational Procedures-(SOPs)] οι οποίες αφενός συμβάλουν στην αποφυγή επισφαλών καταστάσεων, αφετέρου αποφορτίζουν τους χειριστές από την πίεση της πτήσης.

2.6 ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

Εκ πρώτης όψεως η λήψη ορθής απόφασης ως διαδικασία φαίνεται αρκετά απλή. Παρόλα αυτά η ύπαρξη διαφόρων παραγόντων μπορεί να δυσχεράνει σημαντικά την όλη διαδικασία. Ατυχήματα συνέβαιναν και θα εξακολουθούν να συμβαίνουν παρά την συνεχή βελτίωση σε ζωτικούς τομείς όπως στην εκπαίδευση των χειριστών και στον εξοπλισμό των αεροσκαφών.

Ιστορικά ο όρος «ανθρώπινο λάθος» χρησιμοποιείται για να περιγράψει ότι τα αίτια αυτών των ατυχημάτων οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα είτε ως ενέργεια, είτε ως απόφαση η οποία οδήγησε άμεσα ή έμμεσα στο ατύχημα.

Ο όρος επίσης περιλαμβάνει την παράληψη ενεργειών που είχε όμοιο αποτέλεσμα. Από μια ευρύτερη οπτική έννοια η φράση «ατύχημα σχετιζόμενο με τον ανθρώπινο παράγοντα» περιλαμβάνει τα ατυχήματα εκείνα τα οποία δεν οφείλονται απλά σε μια λανθασμένη απόφαση – παράληψη αλλά σε μια αλληλουχία γεγονότων η οποία αποκαλείται «αλυσίδα λαθών» και η οποία είναι αποτέλεσμα πτωχής εκτίμησης και κρίσης. Το «σπάσιμο» της αλυσίδας λαθών εκ μέρους του χειριστή/πληρώματος είναι στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων αρκετό ώστε να μεταβληθεί η ροή των γεγονότων και να αποφευχθεί το ατύχημα.

Ως διαδικασία λήψης απόφασης [Aeronautical decision-making (ADM)] στην αεροναυτική επιστήμη ορίζεται η συστηματική προσέγγιση της νοητικής διαδικασίας που χρησιμοποιείται από τους χειριστές για τον συνεπή καθορισμό του κάλλιστου πλάνου ενεργειών σε σχέση με τις επικρατούσες συνθήκες ή αλλιώς η κάλλιστη ενέργεια που προτίθεται να πραγματοποιήσει με βάση όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες (F.A.A. Adv.Cir. No 60-22, 2016).

Βασική προϋπόθεση πλήρους κατανόησης του όρου ADM είναι η αξιολόγηση των επιπτώσεων που θα έχουν στη διαδικασία λήψης μιας απόφασης συγκεκριμένων (προς αποφυγή) συμπεριφορών και του ενδεδειγμένου τρόπου αντιμετώπισής τους. Τα αποτελεσματικά βήματα ορθής διαδικασίας λήψης απόφασης θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Αναγνώριση και προσδιορισμός των επιπτώσεων ανεπιθύμητων συμπεριφορών στην ασφάλεια πτήσεων. Εφαρμογή τεχνικών αντιμετώπισης των ανωτέρω συμπεριφορών (F.A.A., 2016).
- Αναγνώριση και αντιμετώπιση των επιπτώσεων του άγχους σε μία πτήση. Ανάπτυξη τεχνικών διαχείρισης ρίσκου.
- Χρήση όλων των διαθέσιμων μέσων λήψης πληροφοριών που επηρεάζουν το ADM.

2.6.1 Τεχνικές και διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον

Κατά τη διάρκεια μιας πτήσης μπορεί να συμβούν αστοχίες οι οποίες απαιτούν άμεσες και τυποποιημένες διαδικασίες αντιμετώπισης όπως π.χ. η κράτηση κινητήρα. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις συνήθως υπάρχει χρόνος ανάλυσης των δεδομένων, συλλογής των απαιτούμενων πληροφοριών και εκτίμησης του ρίσκου πριν από τη λήψη μιας απόφασης. Παρ' όλα αυτά κατά την όλη διαδικασία κάθε χειριστής μπορεί να υποπέσει σε «παγίδες» όπως:

- Ενέργειες που βασίζονται σε συναισθηματικές αντιδράσεις και όχι στις τυποποιημένες διαδικασίες και την απλή λογική.
- Ανικανότητα αναγνώρισης και αντίδρασης σε κρίσιμες μεταβολές κατά τη διάρκεια μιας πτήσης.
 - Μη δημιουργία εκ των προτέρων εναλλακτικού πλάνου ενεργειών.
 - Υπέρβαση των ορίων του αεροσκάφους-πτήση «εκτός φακέλου».
 - Παραβίαση κανονισμών.
 - Απόσπαση προσοχής από τα στοιχεία πτήσης η οποία μπορεί να οφείλεται σε παράγοντες όχλησης, άσκοπες συζητήσεις μεταξύ των μελών πληρώματος, την εστίαση σε κάποιο στόχο ή στο έδαφος ή στο χάρτη/radar (Target/Ground Fixation).
- Οι ενέργειες που εκτελούνται πρέπει να έχουν μια αλληλουχία και πρέπει να αναμένονται τα αποτελέσματά τους. Κάθε χειριστής θα πρέπει πάντα να έχει στο μυαλό του την επόμενη ενέργεια. Αν επιτρέψει να εξελιχθούν γεγονότα και καταστάσεις οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν άμεσα ή αθροιστικά σε επισφαλείς καταστάσεις και δεν αντιδράσει με αποτελεσματικό τρόπο και στον ενδεδειγμένο χρόνο τα αποτελέσματα μπορεί να είναι καταστροφικά. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να «μένει πίσω από το αεροσκάφος» (Staying behind the aircraft).
 - Απώλεια ικανότητας εκτίμησης κατάστασης (S.A.).
 - Ελλιπής σχεδίαση-διαχείριση καυσίμου
 - Υπερεκτίμηση δυνατοτήτων-χειριστικών ικανοτήτων.
 - Πτήση σε ύψη μικρότερο από το ύψος ασφαλείας.
 - Υπερεκτίμηση εμπειρίας σε βάρος τυποποιημένων διαδικασιών.
 - Αποφυγή χρήσης checklist, παράληψη ενεργειών και προ πτήσης ελέγχων.

Συνεπώς στην προσπάθεια τυποποίησης του ADM μπορούμε να πούμε ότι χωρίζεται σε δύο διαφορετικές διαδικασίες, την αυτοματοποιημένη και την αναλυτική.

Στην πρώτη (Automatic) διαδικασία η επικρατούσα κατάσταση οδηγεί στην αναγκαιότητα για άμεση λήψη απόφασης και ενεργειών εκ μέρους του χειριστή/πληρώματος. Η φύση της κατάστασης απαιτεί επείγουσες ενέργειες (Emergencies). Τρανταχτό παράδειγμα αποτελεί μια «κράτηση» κινητήρα η οποία οδηγεί το χειριστή σε de facto ενέργειες που γίνονται αυτοματοποιημένα και τυποποιημένα με χρήση Emergencies Checklist τόσο σε επανδρωμένα όσο και σε μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Με αυτό τον τρόπο αφενός δεν θα παραληφθεί καμία ενέργεια, αφετέρου δεν θα χαθεί πολύτιμος χρόνος. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι κανένα Checklist δεν υποκαθιστά την απλή λογική και αποτελεί από παράδειγμα ότι ο άνθρωπος παράγοντας έχει επουσιώδη ρόλο στο ADM ακόμη και σε αυτοματοποιημένες ενέργειες.

Στη δεύτερη διαδικασία ADM (Analytical) η φύση της κατάστασης και τα χρονικά περιθώρια επιτρέπουν στο χειριστή/πλήρωμα να αναλύσει την κατάσταση και τα αποτελέσματα των ενεργειών του σε βάθος, αξιολογώντας τις οποιεσδήποτε επιπτώσεις. Πυλώνας της αναλυτικής διαδικασίας ADM αποτελεί το αρκτικόλεξο **DECIDE** (F.A.A., 2016) το οποίο αναλύεται ως εξής :

DETECT: Η ανίχνευση προβλημάτων είναι το πρώτο βήμα στην διαδικασία λήψης απόφασης. Αρχίζει με την αναγνώριση όταν μια αλλαγή εμφανιστεί ή όταν μια αναμενόμενη αλλαγή δεν εμφανιστεί.

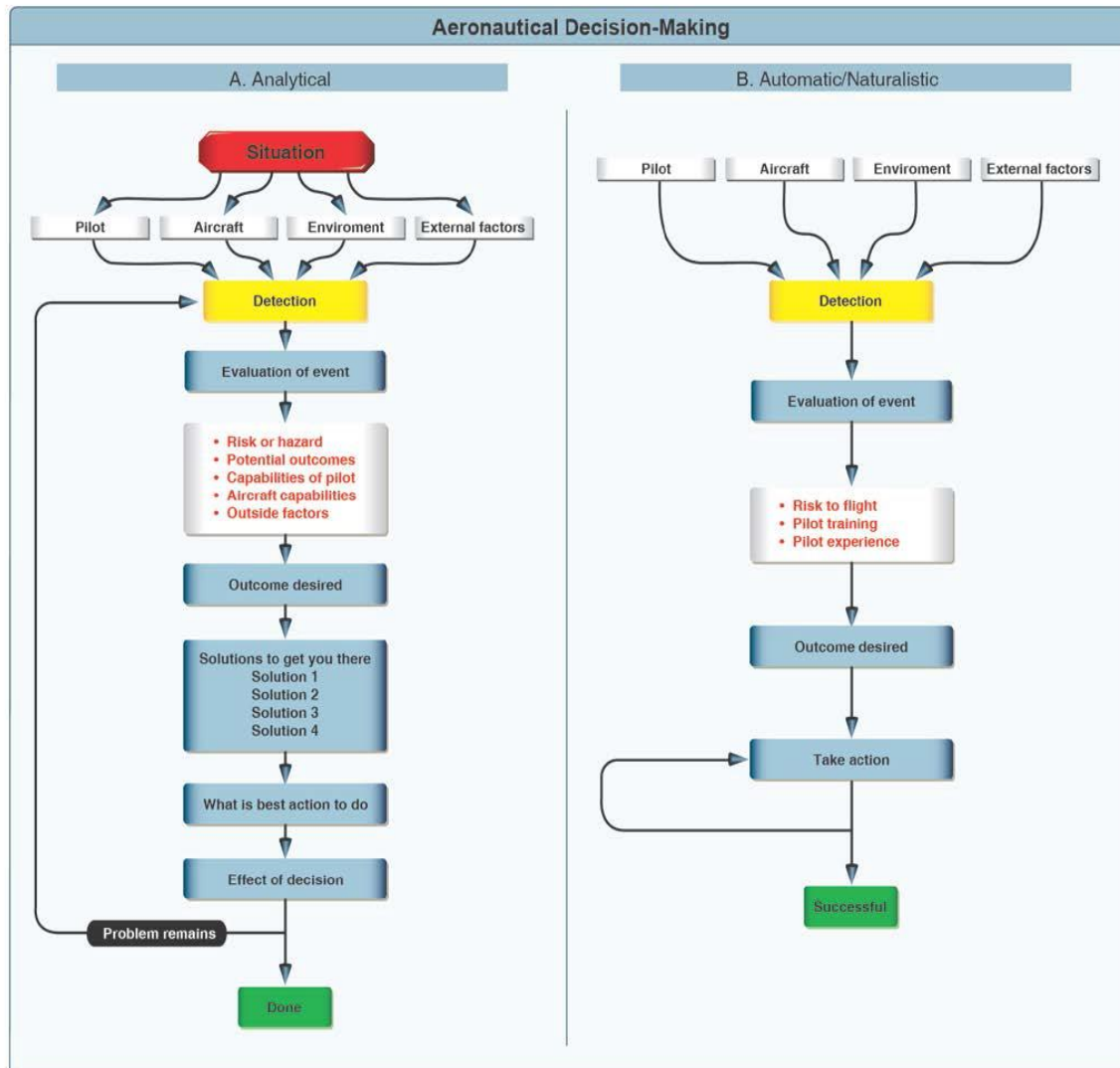
ESTIMATE: Εκτίμηση της αναγκαιότητας για λήψη αποφάσεων και εκτέλεση ενεργειών. Η εμπειρία, πειθαρχία η ευαισθητοποίηση και η γνώση επηρεάζουν το πώς ένας πιλότος κατατάσσει το πρόβλημα.

CHOOSE: Όταν το πρόβλημα εντοπιστεί και οι επιπτώσεις προσδιοριστούν, ο πιλότος πρέπει να καθορίσει το επιθυμητό αποτέλεσμα και να επιλέξει συγκεκριμένες δράσεις.

IDENTIFY: Προσδιορισμός κάλλιστου πλάνου ενεργειών με σκοπό την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Μερικές φορές μπορεί να μην υπάρχει δυνατότητα επιλογής ενεργειών και να είναι μονόδρομος η εκτέλεση αυτών λόγω καταστάσεων και συνθηκών.

DO: Όταν αναγνωριστεί ποιες ενέργειες πρέπει να ακολουθηθούν, ο πιλότος επιλέγει την πιο κατάλληλη για αυτή την κατάσταση.

EVALUATE: Τέλος μετά την εφαρμογή των ενεργειών αξιολογεί την απόφαση για να δει αν ήταν σωστή. Εάν η ενέργεια που έχει ληφθεί δεν παρέχει τα επιθυμητά αποτελέσματα, η διαδικασία μπορεί να χρειαστεί να επαναληφθεί.



The DECIDE model

1. **Detect.** The decision maker detects the fact that change has occurred.
2. **Estimate.** The decision maker estimates the need to counter or react to the change.
3. **Choose.** The decision maker chooses a desirable outcome (in terms of success) for the flight.
4. **Identify.** The decision maker identifies actions which could successfully control the change.
5. **Do.** The decision maker takes the necessary action.
6. **Evaluate.** The decision maker evaluates the effect(s) of his/her action countering the change.

Εικόνα 2.3: Το μοντέλο DECIDE. Η εφαρμογή της απεικονίζεται στην στήλη Α ενώ η αυτόματη/φυσιολογική λήψη αποφάσεων εμφανίζεται στη στήλη Β. (Πηγή F.A.A., Remote Pilot – Small Unmanned Aircraft Systems Study Guide, 2016)

2.7 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΞΩΓΕΝΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΦΑΛΩΝ ΝΟΟΤΡΟΠΙΩΝ

2.7.1 Εξωγενείς παράγοντες και προβληματικές συμπεριφορές

Ανεξαρτήτως μεγέθους και σύνθεσης πληρώματος η ύπαρξη εξωγενών παραγόντων μπορεί να δημιουργήσει επισφαλείς καταστάσεις. Εξωγενείς παράγοντες μπορούν να δημιουργήσουν (εκούσια ή εκούσια) οχλήσεις. Ένα παράδειγμα όχλησης μπορεί να είναι ένας συνάνθρωπός μας ο οποίος στη θέα ενός drone προσεγγίζει-από απλή-περιέργεια το χειριστή και θέτοντας ερωτήματα ως προς την πτήση ή τα χαρακτηριστικά του drone δημιουργεί περιβάλλον όχλησης. Παράδειγμα ακούσιας όχλησης κατά τη διάρκεια της πτήσης mini UAV είναι η λειτουργία ενός εκσκαφέα πλησίον του χειριστή.

Κατά τη διάρκεια πτήσεων UAV μεγαλύτερου μεγέθους η είσοδος και η παραμονή ατόμων-που δεν έχουν εργασία-στο εσωτερικό σταθμού εδάφους εκ των πραγμάτων θα δημιουργήσει μια μη επιθυμητή όχληση. Σε κάθε περίπτωση αυτές οι οχλήσεις πρέπει κατά κύριο λόγο να προλαμβάνονται και κατ' επέκταση να ελαχιστοποιούνται ή να απομονώνονται.

Πέραν των οχλήσεων ένας επιπρόσθετος παράγοντας που επηρεάζει το περιβάλλον πτήσεων και κατ' επέκταση την ασφάλεια είναι οι εσφαλμένες νοοτροπίες ή αλλιώς «προβληματικές» συμπεριφορές. Σε πολλές περιπτώσεις έχουν υποκινούμενη προδιάθεση ως προς άτομα, καταστάσεις - γεγονότα και συνεισφέρουν στη φτωχή κρίση του χειριστή.

Το πρώτο βήμα για την ορθή αντιμετώπισή τους είναι η έγκαιρη αναγνώρισή τους και στη συνέχεια η χρήση αντίστοιχων φράσεων-«αντιδότην». Η απομνημόνευση των φράσεων που ακολουθούν αποτελεί οδηγό όχι μόνο στην αυτογνωσία του καθενός χειριστή αλλά και στη νοοθεσία των μελών πληρώματος, τόσο μεταξύ τους όσο και από έναν Mission Commander. Οι πέντε πλέον επισφαλείς τύποι «προβληματικής» συμπεριφοράς είναι οι κάτωθι: (Airbus Flight Operations Briefing Notes, 2004)

α) Ο αντιδραστικός, ο οποίος ως κύρια έκφραση χρησιμοποιεί τη φράση «Ξέρω μόνος μου και δεν θέλω να μου πεις τι θα κάνω». Αποτελεί συνήθης νοοτροπία ανθρώπων που δυσκολεύονται να απόκλινουν σε αρχές, κανόνες και διαδικασίες, θεωρώντας τους πολλές φορές υπερβολικούς και αχρείαστους. Η αντιμετώπιση της

συγκεκριμένης συμπεριφοράς γίνεται με την πιστή τήρηση των κανόνων-διαδικασιών που διέπουν μια ασφαλή πτήση.

β) Ο βιαστικός, ο οποίος ως κύρια έκφραση χρησιμοποιεί τη φράση «Να το κάνω γρήγορα». Αποτελεί συνήθης νοοτροπία ανθρώπων των οποίων οι ενέργειες γίνονται χωρίς επαρκή σκέψη, πλάνο εναλλακτικών ενεργειών και εύρεση της κάλλιστης επιλογής. Με άλλα λόγια εφαρμόζουν το πρώτο πράγμα που έρχεται στο μυαλό τους! Η αντιμετώπιση της συγκεκριμένης συμπεριφοράς γίνεται με την τυποποίηση ενεργειών στο σωστό χρόνο και κατόπιν σκέψεως.

γ) Ο άτρωτος, ο οποίος ως κύρια έκφραση χρησιμοποιεί τη φράση «Δεν πρόκειται να συμβεί σε εμένα αυτό». Αποτελεί συνήθης νοοτροπία ανθρώπων που πιστεύουν ότι δεν θα εμπλακούν ποτέ σε επισφαλείς καταστάσεις και ότι ατυχήματα συμβαίνουν μόνο στους άλλους. Χειριστές με αυτή τη νοοτροπία έχουν την τάση να ρισκάρουν περισσότερο. Η αντιμετώπιση της συγκεκριμένης συμπεριφοράς γίνεται με τη φράση-αντίδοτο «Μπορεί να συμβεί και σε εμένα».

δ) Ο υπερόπτης ο οποίος ως κύρια έκφραση χρησιμοποιεί τη φράση «ΕΓΩ μπορώ να το κάνω αυτό». Αποτελεί συνήθης νοοτροπία ανθρώπων που επιθυμούν συνεχώς να αποδείξουν ότι είναι καλύτεροι από τους άλλους. Στην προσπάθειά τους να εντυπωσιάσουν αναλαμβάνουν ρίσκα πολλές, φορές πέραν των δυνατοτήτων τους και σίγουρα ανούσια. Μολονότι εκ πρώτης όψεως η συγκεκριμένη συμπεριφορά απαντάται στους άντρες, εντούτοις μπορεί το ίδιο εύκολα να εμφανιστεί και στις γυναίκες. Η αντιμετώπιση της συγκεκριμένης συμπεριφοράς γίνεται με τη ορθή διαδικασία εκτίμησης ρίσκου που αναφέρθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο.

ε) Αυτός που παραιτείται εύκολα. Αποτελεί συνήθης νοοτροπία ανθρώπων που χρησιμοποιούν τη φράση «Τι νόημα έχει; Ποια η διαφορά;» Έχουν χαμηλά επίπεδα αυτοπεποίθησης, πολλές φορές δεν πιστεύουν στον εαυτό τους και κάποιες άλλες αποδίδουν συμβάντα στην κακή τους τύχη. Στα «δύσκολα» επιλέγουν να μην εμπλακούν φοβούμενοι ότι θα εκτεθούν. Η αντιμετώπιση της συγκεκριμένης συμπεριφοράς γίνεται με τη φράση-αντίδοτο «Δεν είμαι αβοήθητος-μπορώ να κάνω τη διαφορά».

Στις Η.Π.Α. ο ρόλος των εξωγενών παραγόντων-οχλήσεων στην ασφάλεια πτήσεων διαγνώστηκε πολύ έγκαιρα. Γι' αυτό το λόγο δημιουργήθηκε ένα πρόγραμμα καταγραφής αφενός ανώνυμων αναφορών επισφαλών καταστάσεων και αφετέρου

καταγραφής στατιστικών ατυχημάτων το US Aviation Safety Action Program (ASAP) μέσω του οποίου αποκαλύφθηκε ότι περίπου το 14 % των αναφορών των χειριστών αφορούσε εξωγενείς παράγοντες και οχλήσεις (ASAP, 2000-2001).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται οι λόγοι που οδήγησαν σε ατυχήματα κατά τις φάσεις προσέγγισης και προσγείωσης και ήταν αποτέλεσμα οχλήσεων:

ΑΙΤΙΟ	%
Εσφαλμένη ενέργεια	72%
Συνεργασία πληρώματος	63%
Απώλεια <i>Situational Awareness</i>	52%
Μη κατανόηση επικρατούντων συνθηκών	48%
Καθυστερημένη αντίδραση-ενέργεια	45%
Εσφαλμένη ή ελλιπή επικοινωνία	33%

Πίνακας 2.2: Ποσοστά ατυχημάτων λόγω οχλήσεων κατά τις φάσεις προσέγγισης-προσγείωσης (Πηγή: U.S. Aviation Safety Action Program-ASAP, 2000-2001)

2.7.2 Συσχετιζόμενοι παράγοντες

Μολονότι εκ πρώτης όψεως οι μικρό-διακοπές και οι στιγμιαίοι αποσυντονισμοί κατά τη διάρκεια μιας πτήσης UAV μπορεί να είναι ήσσονος σημασίας, εντούτοις δεν παύουν να αποτελούν ενοχλητικά φαινόμενα για τον χειριστή ή το πλήρωμα. Οι λόγοι που συμβαίνουν είναι οι κάτωθι :

- Επικοινωνίες.: Κατά τη διάρκεια τροχοδρόμησης-λόγου χάρη-ενός UAV το πλήρωμα υπολογίζει το βάρος A/G ή εισέρχονται στο σταθμό εδάφους άτομα άσχετα με την πτήση.
- Προσήλωση αποκλειστικά σε συγκεκριμένα στοιχεία της οθόνης απεικόνισης του λογισμικού πτήσης παραμελώντας άλλες ενδείξεις.

- Προκλήσεις που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια μιας κατάστασης κινδύνου (emergency) ή μη αναμενόμενης κατάστασης (abnormal) όπως δυσλειτουργία ενός συστήματος ή περιβαλλοντικές μεταβολές.
- Αμφιβολίες όσον αφορά την εναέρια κυκλοφορία και την ύπαρξη άλλων αεροσκαφών στην περιοχή πτήσης.

ΑΙΤΙΟ	%
Επικοινωνίες	50-68%
Προσήλωση αποκλειστικά σε συγκεκριμένα στοιχεία της οθόνης απεικόνισης λογισμικού πτήσης	16-22%
Μη ενδεδειγμένη ενέργεια-αντιμετώπιση επισφαλούς κατάστασης	14-19%
Αμφιβολίες όσον αφορά την εναέρια κυκλοφορία	8-11%

Πίνακας 2.3: Ποσοστά ατυχημάτων που οφείλονται σε συσχετιζόμενους παράγοντες (Πηγή : ALAR 1998-1999).

Από αναλύσεις αναφορών περιστατικών ασφάλειας πτήσεων προκύπτει ότι στις πλέον συνήθεις περιπτώσεις περισπασμών ανήκουν:

- Η εργονομία χώρου.
- Το επίπεδο θορύβου.
- Η γλωσσική ευχέρεια.
- Η δομή του αεροδρομίου (για UAV κατηγορίας Tactical και άνω).
- Τα επίπεδα κόπωσης.

Συμπερασματικά κάθε χειριστής θα πρέπει να βρίσκεται σε εγρήγορση ώστε οποιαδήποτε μικροενόχληση να μην μετατρέψει μια πτήση ρουτίνας σε επικίνδυνη πρόκληση!

2.7.3 Επίδραση προβληματικών συμπεριφορών

Η κύρια επίδραση πάσης φύσεως περισπασμών είναι το «σπάσιμο» της ροής των δραστηριοτήτων του εκάστοτε χειριστή-μέλους πληρώματος σε όλο το φάσμα τους όπως :

- Στις τυποποιημένες διαδικασίες και ενέργειες (SOPs και Checklist). Παράλειψη ή λανθασμένη εκτέλεση προβλεπόμενων ενεργειών.

- Στις επικοινωνίες (ακοή-επεξεργασία-απάντηση). Παράδειγμα αποτελεί η μη λήψη ή εσφαλμένη κατανόηση οδηγιών από τις υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας.

- Στον έλεγχο των ενδείξεων του λογισμικού πτήσης (Human Machine Interface-HMI). Ελλιπής έλεγχος των στοιχείων πτήσης θα έχει ως αποτέλεσμα την απόκλιση του UAV από την επιθυμητή θέση, πορεία και ύψος.

- Στις ενέργειες επίλυσης ενός μη αναμενόμενου συμβάντος ή/και η εμφάνιση φαινομένων εργασιακής υπερφόρτωσης.

Θεωρείται δεδομένο ότι η απόσπαση της προσοχής οδηγεί το πλήρωμα σε βεβιασμένες κινήσεις αυξάνοντας το εργασιακό stress. Όταν ένας χειριστής έρχεται αντιμέτωπος με μια τέτοια κατάσταση εστιάζει σε μία εργασία παραβλέποντας πολλές φορές κάποια άλλη. Λόγω περισπασμών και οχλήσεων τα ακόλουθα περιστατικά έχουν εμφανιστεί κατά τη διάρκεια πτήσεων (Airbus Flight Operations Briefing Notes, 2004)

- Είσοδος σε διάδρομο ή τροχόδρομο χωρίς την απαιτούμενη άδεια.
- Εσφαλμένη διαμόρφωση αεροσκάφους για απογείωση (μεγαλύτερο βάρος απογείωσης).

- Καθυστερημένη ανάσυρση σκελών προσγείωσης (κατηγορίες MALE-HALE-UCAV).

- Εσφαλμένη χρήση slats / flaps (κατηγορίες TACTICAL-MALE-HALE-UCAV).

- Καθυστερημένη αντίδραση σε οδηγίες εναερίου κυκλοφορίας.

- Μη χρήση αντί-παγοτικών συσκευών (κατηγορίες TACTICAL-MALE-HALE-UCAV).

- Εσφαλμένη διαχείριση καυσίμου.

- Χαμηλότερη από το προβλεπόμενο ταχύτητα και ύψος καθόδου.

- Εσφαλμένη ρύθμιση υψομέτρου.

- Παρέκκλιση από το ενδεδειγμένο ύψος και ταχύτητα στον «κύκλο» του αεροδρομίου

- Αποτυχία συντονισμού με ραδιοβοηθήματα.

- Μη χρήση του parking brake κατά την άφιξη στη θέση στάθμευσης (κατηγορίες MALE-HALE-UCAV).

Το πρώτο βήμα για τη σωστή αντιμετώπιση των περισπασμών είναι η κατανόηση εκ μέρους του πληρώματος ότι κάποιες από αυτές τις οχλήσεις μπορούν να αποφευχθούν, ενώ κάποιες άλλες όχι. Κατά τη διάρκεια περιόδων με μικρό εργασιακό φόρτο ο χειριστής/μέλος πληρώματος πρέπει να προγραμματίζει και να εκτελεί standard διαδικασίες με χρήση Checklist ώστε να αποφεύγεται και να μην παρεμβάλλεται με ενέργειες που εκ των πραγμάτων δεν μπορούν να αποφευχθούν π.χ. επικοινωνία με υπηρεσίες εναέριας κυκλοφορίας.

Για την αποφυγή οχλήσεων έχει δημιουργηθεί ο Sterile Cockpit Rule (Sumwalt, 1993) ο οποίος αναφέρει ότι «Κατά τη διάρκεια κρίσιμων φάσεων μιας πτήσης κανένας χειριστής δεν θα επιτρέπει ενέργειες οι οποίες μπορεί να επιφέρουν αποσυντονισμό στα καθήκοντά του ίδιου και του πληρώματος του». Στα πλαίσια διασφάλισης του ανωτέρω κανόνα η λέξη «ενέργεια» περιλαμβάνει και τις άσκοπες συζητήσεις μεταξύ των μελών πληρώματος. Στις κρίσιμες φάσεις περιλαμβάνεται το σύνολο των διαδικασιών εδάφους όπως η τροχοδρόμηση, η απογείωση και η προσγείωση.

Η φράση «δεν θα επιτρέπει» θα εκτελείται με γνώμονα την σωστή επικοινωνία και συνεργασία πληρώματος. Η χρήση ορθής λογικής δεν υποκαθιστά κανένα κανόνα και δεν απαγορεύει την απαραίτητη επικοινωνία. Σαφέστατα είναι προτιμότερη η αποφυγή εμμονής στον ανωτέρω κανόνα από την απώλεια επικοινωνίας.

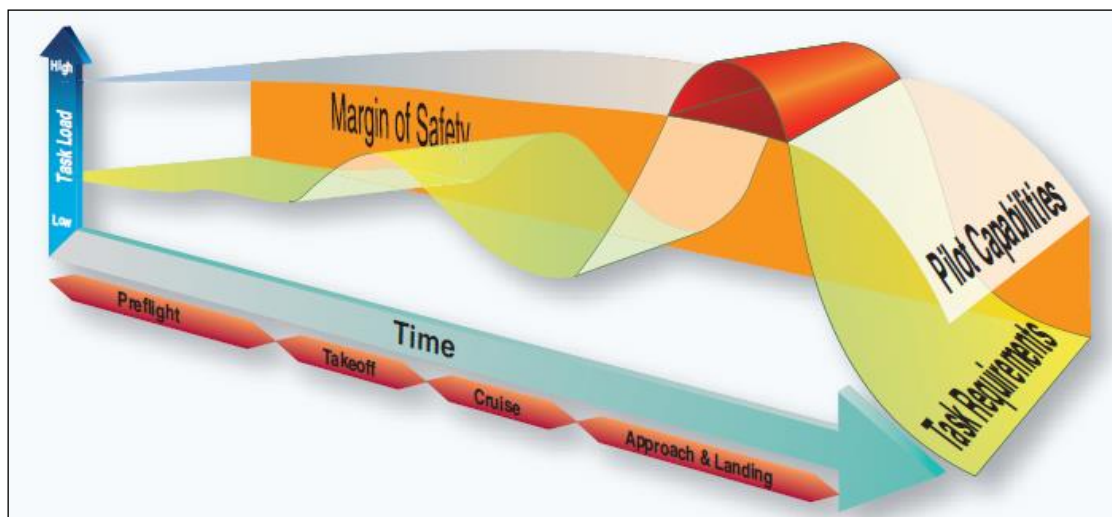
Συμπερασματικά απαιτείται :

- Η αναγνώριση των πηγών οχλήσεων και η κατανόηση της επίδρασής τους στα καθήκοντα του πληρώματος και στο σύνολο των διαδικασιών κατά την εκτέλεση μιας πτήσης UAV .
- Η πλήρης απομόνωση των πηγών οχλήσεων, ειδικά η μείωσή τους στο ελάχιστο δυνατό.
- Η εκ των προτέρων ανάπτυξη μέσω «Lessons Learned» αφενός τεχνικών παρεμπόδισης οχλήσεων, αφετέρου η ανάπτυξη γραμμών άμυνας με σκοπό την μείωσή τους στο ελάχιστο δυνατό.

2.8 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΓΧΟΥΣ (STRESS MANAGEMENT)

Ο καθένας από εμάς μπορεί να βιώσει συνθήκες έντονου stress κάποια στιγμή στη ζωή του. Τα επίπεδα stress μπορεί να είναι διαφορετικά για τον καθένα. Πολλοί άνθρωποι διαχωρίζουν το stress σε καλό και κακό, όμως η πραγματικότητα είναι λίγο διαφορετική. Τα επίπεδα του άγχους μπορεί εύκολα να μεταβληθούν από αστάθμητους παράγοντες.

Το stress μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα επικοδομητικό εφόσον τα επίπεδα του είναι σε διαχειρίσιμα επίπεδα, διότι ο εκάστοτε χειριστής παραμένει σε επαγρύπνηση. Στον αντίποδα το μη διαχειρίσιμο stress μπορεί να επιφέρει άμεσα ή αθροιστικά αφόρητη ψυχολογική καταπόνηση. Η απόδοση ενός χειριστή ή συνολικά πληρώματος αυξάνεται μέχρι τα μέγιστα σημεία διαχείρισης του stress. Στη συνέχεια εφόσον το όριο ξεπεραστεί η απόδοση πέφτει τάχιστα και κατακόρυφα. Η ικανότητα ορθής λήψης αποφάσεων είναι άμεσα συσχετισμένη με τα επίπεδα άγχους.



Εικόνα 2.4: Pilot Capabilities vs Task Requirements. Από τη στιγμή που οι απαιτήσεις μια εργασίας κατά τη διάρκεια μιας πτήσης υπερβεί τα περιθώρια ασφαλείας και κατ' επέκταση τις δυνατότητες του χειριστή τότε η εργασία είτε δεν θα εκτελεστεί με τον ενδεδειγμένο τρόπο, είτε δεν θα εκτελεστεί καθόλου! (Πηγή : F.A.A. Aeronautical Decision Making Chapter 14)

Επιγραμματικά θα μπορούσαμε να κατηγοριοποιήσουμε το stress ως εξής:

- Στο περιβαλλοντικό άγχος - Το stress που οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η πολύ υψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία, τα υψηλά ποσοστά υγρασίας, η παρουσία έντονων θορύβων - δονήσεων και η έλλειψη οξυγόνου.
- Στο φυσιολογικό άγχος - Το stress που οφείλεται σε ασθένεια, υποξία, έλλειψη ύπνου, άσκησης και γευμάτων.

- Στο ψυχολογικό άγχος - Το stress που οφείλεται σε κοινωνικούς ή αισθηματικούς παράγοντες. Ειδικότερα οφείλεται σε ένα διαζύγιο, σε ασθένεια ή θάνατο ενός συγγενικού προσώπου όπως επίσης και σε εργασιακό stress.

Οι τεχνικές αντιμετώπισης των επιπτώσεων του άγχους περιλαμβάνουν την πλήρη επίγνωση των δυνατοτήτων, των χαρακτηριστικών και των διαδικασιών αντιμετώπισης επισφαλών καταστάσεων. Επιπροσθέτως με σκοπό τη μείωση των επιπέδων stress είναι απαραίτητη η σωματική άσκηση σε συνδυασμό με επαρκή ξεκούραση καθημερινά. Σε περιπτώσεις χρόνιου άγχους δεν πρέπει να αποκλειστεί το ενδεχόμενο αντιμετώπισης των επιπτώσεων από εξειδικευμένο ιατρό. Εξαιρετική σημασία έχει η αποτελεσματική διαχείριση χρόνου, η οποία θα έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή εργασιακής υπερφόρτωσης και καθυστερήσεων στην ολοκλήρωση μιας εργασίας.

2.9 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΟΡΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ένα ολοένα και αυξανόμενο-ποσοστό καθηκόντων ενός χειριστή UAV έχει αντικατασταθεί από την αυτοματοποίηση η οποία στοχεύει στην μείωση της εμπλοκής του ανθρώπινου παράγοντα και κατ' επέκταση στη μείωση του φόρτου εργασίας. Ως φόρτος εργασίας στην αεροπλοΐα ορίζεται ως το άθροισμα των εργασιακών απαιτήσεων που υποβάλλονται οι χειριστές σε μια πτήση, καθώς και υποκειμενική αντίδρασή τους σε αυτές τις απαιτήσεις.

Παράγοντες όπως το επίπεδο τεχνογνωσίας-εμπειρίας, η πίεση χρόνου, ο θόρυβος, το άγχος και η απόσπαση προσοχής μπορούν να επηρεάσουν την ικανότητα ενός χειριστή να εκτελέσει μια συγκεκριμένη εργασία. Προφανώς, μια συγκεκριμένη εργασία μπορεί να αντιπροσωπεύει μικρό ποσοστό του συνολικού φόρτου εργασίας για έναν έμπειρο χειριστή, αλλά ταυτόχρονα να επιβαρύνει σημαντικά έναν αρχάριο.

Μολονότι ο φόρτος εργασίας κατά την πάροδο του χρόνου είναι άνισα κατανομημένος, στην πραγματικότητα, πολλά αυτοματοποιημένα συστήματα «υποστηρίζουν» τους πιλότους με πληροφορίες-περισσότερο-σε φάσεις με χαμηλό φόρτο εργασίας στη πτήση, αλλά δεν κάνουν το ίδιο σε ιδιαίτερα δύσκολες και κρίσιμες καταστάσεις, που μερικές φορές μπορεί και να δυσκολεύουν την σωστή επιλογή μιας απόφασης.

Ο φόρτος εργασίας είναι γνωστό ότι αυξάνεται κατά τη διάρκεια τόσο της Α/Γ όσο και της καθόδου Π/Γ. Από παράδειγμα αποτελεί ο φόρτος εργασίας του MC ο οποίος στις προαναφερθείσες φάσεις μιας πτήσης ταυτόχρονα αναθέτει tasks στο πλήρωμα, εκτελεί ενέργειες και επικοινωνεί με τον ελεγκτή της εναέριας κυκλοφορίας (ATC). Σε αυτές τις φάσεις ο χειριστής απαιτείται να βρίσκεται σε εγρήγορση για τυχόν λάθη και να είναι πιο προσεκτικός στη λήψη αποφάσεων.

Τα συστήματα UAVs πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε αφενός να αποφεύγεται η υπερφόρτωση, αφετέρου η μονοτονία. Μια πιθανή λύση είναι να συνδυάζει χειροκίνητο και αυτόματο έλεγχο των συστημάτων, δίνοντας στον χειριστή υψηλότερες αρμοδιότητες στην εκτέλεση ενεργειών.

Σύμφωνα με το Small Unmanned Aircraft Systems Study Guide (2016) της F.A.A. όταν επικρατούν συνθήκες υπερβολικού φόρτου εργασίας τότε ο χειριστής απαιτείται να:

- Σταματήσει προσωρινά την εργασία (STOP),
- Να σκεφτεί (THINK),
- Να θέσει προτεραιότητες στην εργασία του (PRIORITIZE).

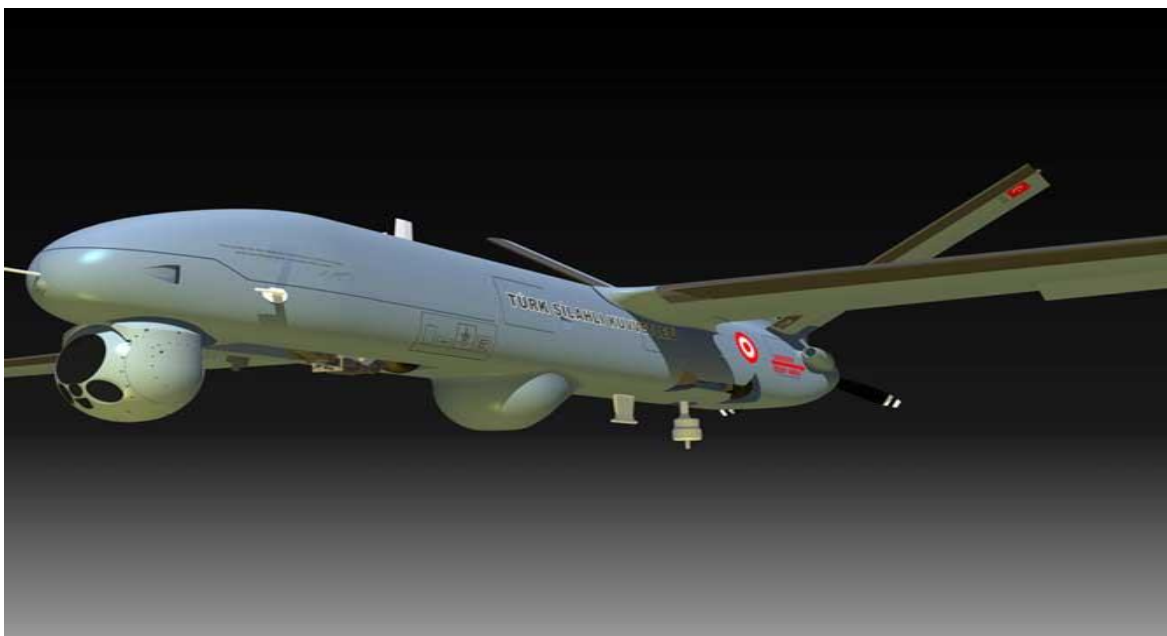
2.10 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ HUMAN FACTORS

Μία από τις κύριες διαφορές ανάμεσα στις πτήσεις επανδρωμένων και μη επανδρωμένων αεροσκαφών είναι ότι στα UAVs ο χειριστής δεν βρίσκεται σε άμεση επαφή με το αεροπλάνο. Η όποια επαφή με αυτό βασίζεται στη διασύνδεση ανθρώπου-μηχανής ή αλλιώς Human Machine Interface (HMI) δηλαδή το hardware (Y/H) και το software (λογισμικό πτήσης). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο εκάστοτε χειριστής να στερείται μια σειρά από αισθητήρια ερεθίσματα τα οποία είναι συνεχώς διαθέσιμα στο χειριστή επανδρωμένου αεροσκάφους. Από παράδειγμα αποτελούν οι δυνάμεις βαρύτητας κατά την Α/Γ-Π/Γ-άνοδο-κάθοδο-εκτέλεση στροφών που επενεργούν σε ένα χειριστή ή και επιβάτη οποιουδήποτε επανδρωμένου. Στον αντίποδα οι χειριστές UAV δεν λαμβάνουν άμεσα τέτοιες πληροφορίες παρά μόνο σε ηλεκτρονική μορφή μέσω μιας οθόνης απεικόνισης καθώς επίσης και από μεταβολές στο FMV της κάμεράς του εφόσον υπάρχει.

Όλες οι πληροφορίες όπως η θέση και η στάση του UAV στο χώρο, η ταχύτητα, το ύψος, τα στοιχεία κινητήρα, οι θερμοκρασίες, τα Warning Signals και ότι άλλο συλλέγουν οι αισθητήρες του UAV απεικονίζονται σε οθόνες με αποτέλεσμα οι μόνες αισθήσεις

ικανές να αντιληφθούν και να προλάβουν επισφαλείς καταστάσεις να είναι η όραση και υπό προϋποθέσεις η ακοή. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι πληροφορίες που απεικονίζονται είναι ανάλογες του μεγέθους ενός UAV, δηλαδή. ένα απλό τετρακόπτερο πολιτικής χρήσης παρέχει μόνο βασικά στοιχεία και κλάσμα των πληροφοριών που παρέχει ένα UAV κατηγορίας από Tactical και άνω. Συμπερασματικά το επίπεδο επίγνωσης κατάστασης [Situational Awareness (SA)] εκ των πραγμάτων δεν μπορεί να είναι το ίδιο ανάμεσα σε χειριστές επανδρωμένων και μη επανδρωμένων αεροσκαφών. Αντί να λαμβάνει άμεσες αισθητήριες πληροφορίες από το περιβάλλον, ένας χειριστής UAV λαμβάνει μόνο εκείνες που παρέχονται από αισθητήρες με ηλεκτρονική μορφή. Με αυτόν τον τρόπο υφίσταται μια «αισθητηριακή απομόνωση» από το ΜΕΑ. Συνεπώς είναι απαραίτητο να εκτελεστεί μια εις βάθος έρευνα για τις επιπτώσεις της απομόνωσης αλλά και των τρόπων αφενός αντιστάθμισης των ελλείψεων πληροφοριών και αφετέρου επαύξησης της επίγνωσης κατάστασης.

Τα σύγχρονα συστήματα UAV διαφέρουν δραματικά ως προς το βαθμό στον οποίο η πτήση είναι αυτοματοποιημένη. Σε ορισμένες περιπτώσεις το αεροσκάφος καθοδηγείται με το χέρι, χρησιμοποιώντας το πηδάλιο ελέγχου (stick), με τον φορέα που λαμβάνει οπτικές εικόνες από μια ενσωματωμένη στο όχημα κάμερα.



Εικόνα 2.5: Το τουρκικής σχεδίασης και κατασκευής UAV ΤΙΗΑ (Πηγή: DefenceTalk.com, 2017)

Σε άλλες περιπτώσεις ο έλεγχος είναι μερικώς αυτοματοποιημένος, έτσι ώστε ο χειριστής επιλέγει τις επιθυμητές παραμέτρους μέσω μιας διεπαφής στον σταθμό ελέγχου

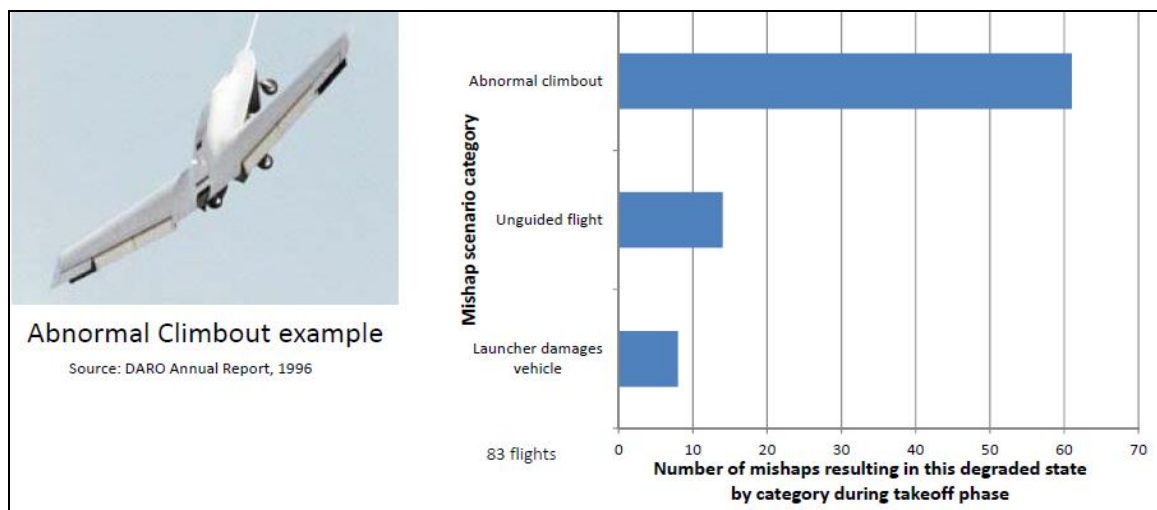
εδάφους. Σε άλλες περιπτώσεις ο έλεγχος είναι πλήρως αυτοματοποιημένος και ένας αυτόματος πιλότος διατηρεί τον έλεγχο του UAV χρησιμοποιώντας προγραμματισμένες-εκ των προτέρων-συντεταγμένες πτήσης (predefined way-points).

Οι δυνατότητες ελέγχου ενός UAV συνήθως δεν είναι ανάλογες του μεγέθους του. Στις μέρες μας ακόμη και μικρού μεγέθους UAV έχουν αυτοματισμούς αποτρέποντας τον χειριστή από κρίσιμα λάθη όπως η χρήση της γεωπερίφραξης (geo-fencing) η οποία όταν ενεργοποιηθεί ένα ΜΕΑ δεν μπορεί να εξέλθει για κανένα λόγο από μια προκαθορισμένη περιοχή.

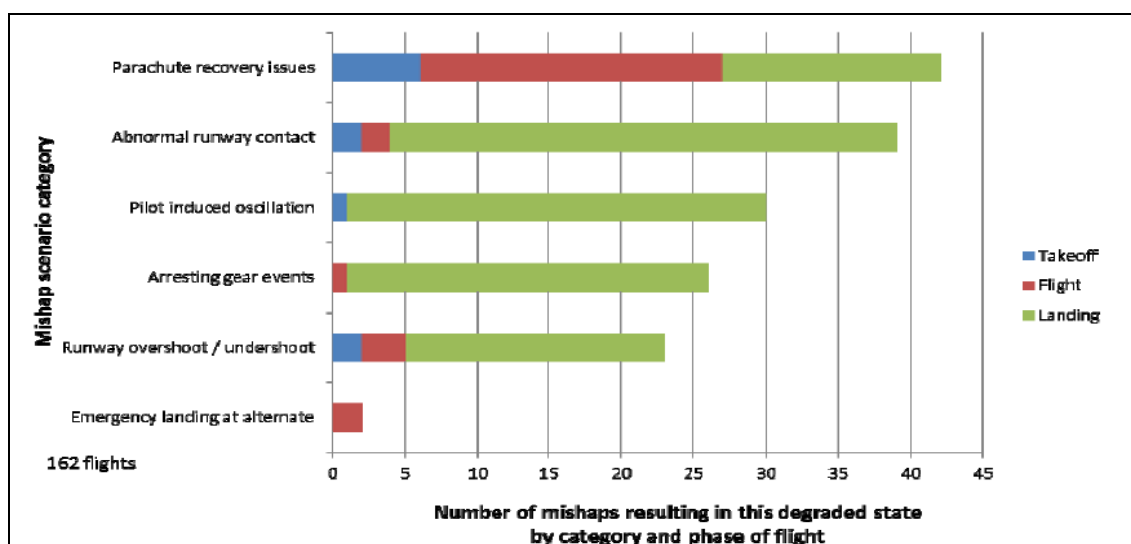


Εικόνα 2.6: Χρήση Geo-Fencing σε πτήση Quadcopter (Πηγή: Drone vibes.com, 2017)

Ένα παράδειγμα συνδυαστικού ελέγχου πτήσης είναι η χρήση των αυτοματισμών με απλό monitoring από το χειριστή κατά την Α/Γ-Π/Γ, ενώ για το υπόλοιπο της πτήσης χρήση των αυτοματισμών μόνο όταν απαιτηθεί με χειροκίνητες εντολές μεταβολής κατεύθυνσης και ύψους από το χειριστή. Με αυτό τον τρόπο τα σφάλματα που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα κατά τις κρίσιμες φάσεις ελαχιστοποιούνται, αλλά ταυτόχρονα υπάρχει και η δυνατότητα επιπρόσθετου ελέγχου με σκοπό φερεϊπήν την αποφυγή μιας σύγκρουσης στον αέρα με άλλο αεροσκάφος. Η αναφορά στις Α/Γ-Π/Γ γίνεται διότι όπως φαίνεται στο γράφημα που ακολουθεί ένας ιδιαίτερα σημαντικός αριθμός ατυχημάτων συμβαίνει κατά τη διάρκεια αυτών των φάσεων πτήσης.



Γράφημα 2.1: Αίτια ατυχημάτων κατά τη φάση της Α/Γ (Πηγή : Jacob, A UAV mishap taxonomy for range safety reviews, 2016)



Γράφημα 2.2: Αίτια ατυχημάτων κατά τη φάση της Π/Γ (Πηγή : Jacob,R., A UAV mishap taxonomy for range safety reviews, 2016)

Αξιοσημείωτο παράδειγμα εσφαλμένης χρήσης και υπερεκτίμησης των πλεονεκτημάτων των αυτοματισμών αποτελεί ένα περιστατικό το οποίο έλαβε χώρα την 4η Δεκεμβρίου του 2011 στο Ιράν. Με σκοπό την εκτέλεση αποστολών τακτικής αναγνώρισης στις Ιρανικές πυρηνικές εγκαταστάσεις οι Η.Π.Α. και ειδικότερα η C.I.A. (Central Intelligence Agency) ανέπτυξαν στο αεροδρόμιο της Κανταχάρ στο Αφγανιστάν το RQ-170, ένα νέου τύπου δελταπτέρυγο UAV το οποίο ενσωμάτωνε τεχνολογία χαμηλής παρατηρησιμότητας (stealth) και ο χειρισμός του εκτελούνταν από την αεροπορική βάση Chreech στη Νεβάδα μέσω δορυφορικών επικοινωνιών (SATCOM). Ο ντόπιος πληθυσμός φοβισμένος από το παρουσιαστικό του χάρισε στο UAV το προσωνύμιο «το τέρας της Κανταχάρ».

Την προαναφερθείσα ημερομηνία και κατά τα διάρκεια μιας-φαινομενικά- αποστολής ρουτίνας οι χειριστές «έχασαν» τον έλεγχο του UAV από τις Ιρανικές δυνάμεις με αποτέλεσμα οι τελευταίες να καταφέρουν να το προσγειώσουν εντός του Ιρανικού εδάφους και να το εκθέσουν ως τρόπαιο στο κοινό! Αρχικά η Αμερικανική κυβέρνηση αρνήθηκε το συμβάν όμως λίγες ημέρες αργότερα αναγκάστηκε να επιβεβαιώσει την απώλεια.



Εικόνα 2.7: Επίδειξη του RQ-170 στο Ιρανικό κοινό. Σημειώνεται ότι το κάτω τμήμα της ατράκτου είναι καλυμμένο πιθανότατα λόγω ζημιών κατά την προσεδάφιση ενώ εμφανής είναι επίσης η ζημία στη δεξιά ρίζα της πτέρυγας. (Πηγή : Gladstone, 2011) .

Το πλέον πιθανό σενάριο, το οποίο ενθαρρύνεται από το γεγονός ότι το RQ-170 είχε ελάχιστες ζημιές, είναι ότι οι Ιρανοί κατόρθωσαν να «αιχμαλωτίσουν» το UAV με μια συντονισμένη επίθεση ηλεκτρονικού πολέμου (Η.Π.). Ένα μέσο για να εξαπολύσουν μία τέτοιου είδους επίθεση είναι οι συσκευές Η.Π. 1L222 Avtobaza τις οποίες εικάζεται ότι προσφάτως είχαν προμηθευτεί από τη Ρωσική κυβέρνηση (Johnson, 2011). Η ηλεκτρονική επίθεση εκτελέστηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση παρεμβλήθηκαν οι επικοινωνίες ελέγχου του UAV [(δορυφορικές και ασύρματες-Line Of Sight (LOS)] και στη συνέχεια το GPS του (GPS spoofing/deception). Με αυτό τον τρόπο το UAV δεν είχε καμία επικοινωνία με τον ελέγχον σταθμό εδάφους. Αξίζει να αναφερθεί ότι τόσο το RQ-170 όσο και η συντριπτική πλειοψηφία των UAVs σε περιπτώσεις απώλειας επικοινωνίας με τον ελέγχον σταθμό εισέρχονται στη διαδικασία «Return Home» – «Return to base» μέσω της οποίας επιστρέφουν στο μητρικό αεροδρόμιο και ξεκινούν την διαδικασία αυτόματης προσγειώσης.

Η δεύτερη φάση της επίθεσης είχε ως σκοπό την εισαγωγή σφάλματος στο GPS (deception-ψευδής θέση) ώστε το UAV να «πιστεύει» ότι βρίσκεται σε εσφαλμένο σημείο. Μόλις εκτελέστηκε η παρεμβολή στο GPS το UAV εισήλθε σε διαδικασία αυτόματης προσγείωσης θεωρώντας ότι ίπταται στην Κανταχάρ και όχι εντός του Ιρανικού εναερίου χώρου (Peterson, 2011). Λόγω υψομετρικής διαφοράς ανάμεσα στο αεροδρόμιο της Κανταχάρ και του πεδίου προσγείωσης στο Δυτικό Ιράν το RQ-170 δεν πρόλαβε να εκτίνει τα σκέλη προσγείωσης με αποτέλεσμα το κάτω τμήμα της ατράκτου να συρθεί στο τραχύ έδαφος μέχρι την πλήρη ακινητοποίησή του και να υποστεί ελαφρές ζημιές. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το ανωτέρω UAV μολονότι είναι εξοπλισμένο με συσκευή αδρανειακής ναυτιλιακής καθοδήγησης (Inertial Navigation System-INS) δεν μπόρεσε να επιστρέψει ασφαλώς στο αεροδρόμιο διότι το INS είχε επικαιροποιήσει την τελευταία θέση του με βάση τα εσφαλμένα στοιχεία του GPS. Κατά τη διάρκεια των πτήσεων του ανωτέρω UAV οι χειριστές χρησιμοποιούσαν όλο το φάσμα των αυτοματισμών του. Οι πορείες και τα σημεία στροφής (Way Points) ήταν ήδη προγραμματισμένα από το έδαφος και οι χειριστές έκαναν κυρίως monitoring των στοιχείων πτήσης.

Οι αυτοματισμοί αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της τεχνολογίας των UAVs. Αυτό που θα πρέπει να καθοριστεί είναι το όριο στο οποίο θα πρέπει να χρησιμοποιούνται από τους εκάστοτε χειριστές. Αυτοματισμοί που δημιουργούν και επαυξάνουν το S.A. θεωρούνται απαραίτητοι. Παράδειγμα τέτοιων αυτοματισμών είναι τα Warning Messages είτε αποκλειστικά οπτικά, είτε συνδυασμός οπτικών και ηχητικών μηνυμάτων.

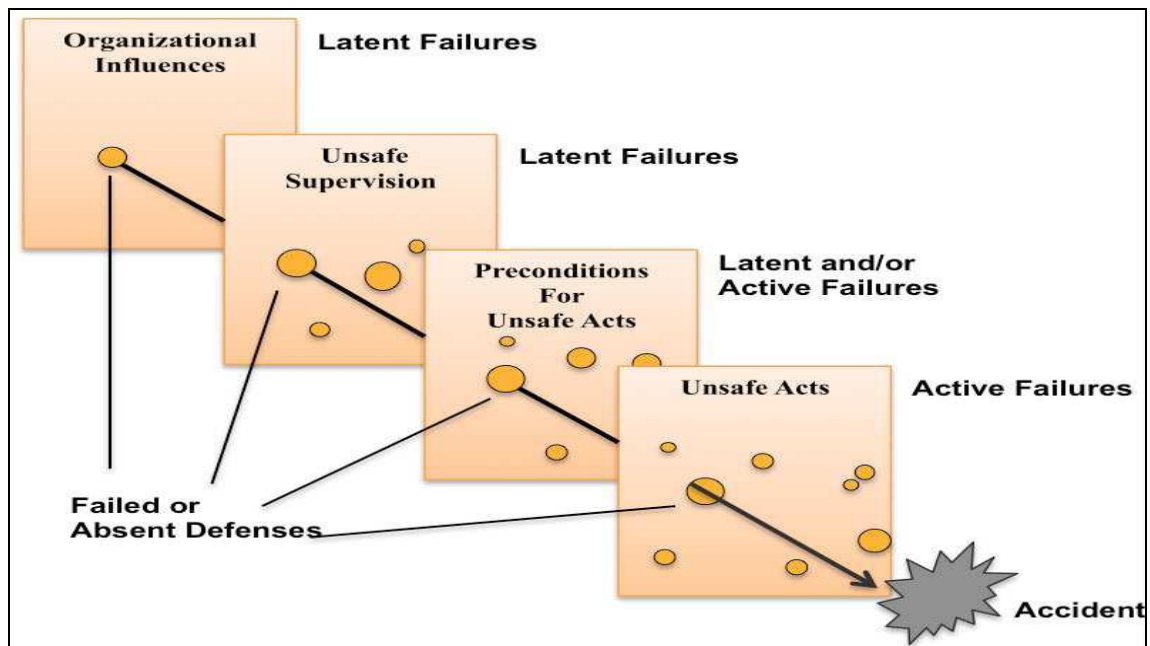
Στην προσπάθεια εξήγησης του όρου «διαχείριση αυτοματισμών» αυτός μπορεί να οριστεί ως ο έλεγχος και η πλοήγηση ενός αεροσκάφους μέσω ενσωματωμένων αυτοματοποιημένων συστημάτων και διαδικασιών. Μια από τις θεμελιώδεις αρχές των αυτοματισμών είναι η ορθολογική χρήση τους ή με απλά λόγια «το πότε μπορούν και πότε δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν». Για παράδειγμα είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι κρισιμότερες φάσεις μιας πτήσης είναι η απογείωση-άνοδος και η κάθοδος-προσγείωση. Ο φόρτος εργασίας κατά τις ανωτέρω περιόδους είναι σημαντικά αυξημένος με αποτέλεσμα ο χειριστής ενός UAV (ανεξαρτήτου μεγέθους και βάρους) να οφείλει είναι πιο συγκεντρωμένος και να ελέγχει συνεχώς και τάχιστα το σύνολο των ενδείξεων του λογισμικού πτήσης. Στις υπόλοιπες φάσεις της πτήσης ο φόρτος εργασίας βαίνει μειούμενος. Ιδιαίτερα σε πτήσεις χωρίς συχνές μεταβολές σε πορείες και ύψη ο χειριστής

είναι πολύ πιθανόν να αισθανθεί πλήξη με αποτέλεσμα ασυναίσθητα να εμφανιστεί απώλεια συγκέντρωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ενδείξεις που μπορεί να υπονοούν την πιθανή εκδήλωση μιας εν δυνάμει διαδικασίας ανάγκης να μην γίνουν άμεσα αντιληπτές επιφέροντας πολλές φορές δυσάρεστα αποτελέσματα. Αυτά τα συμπτώματα είναι ιδιαίτερα δύσκολα να προγνωστούν γι' αυτό ο κάθε χειριστής πρέπει να παραμένει προσηλωμένος στα στοιχεία πτήσης καθ' όλη τη διάρκεια μιας αποστολής. Επίσης η εισαγωγή Waypoints και η επιλογή προγραμματισμένου μοτίβου πτήσης (Programmed Flight) πρέπει να θεωρείται απαγορευτική όταν ένα UAV πρόκειται να εισέλθει σε εχθρική περιοχή ή σε περιοχή στην οποία δύναται να επικρατήσουν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές εκούσιες ή ακούσιες.

Αποτελεί αποκλειστική ευθύνη του εκάστοτε χειριστή να γνωρίζει τις ιδιαιτερότητες των αυτοματοποιημένων συστημάτων του αεροσκάφους ώστε να εξασφαλίζεται αφενός η παρακολούθηση-έλεγχος, αφετέρου να επέμβει εφόσον απαιτηθεί στην περίπτωση δυσλειτουργίας. Σε κάθε περίπτωση η χρήση των αυτοματισμών στα UAVs θα πρέπει να ισορροπεί ανάμεσα στην ασφάλεια και στην αποφυγή παραγόντων που μειώνουν το S.A. ή μπορεί να προκαλέσουν επισφαλείς καταστάσεις.

2.11 TO MONTEΛΟ HFACS

Με σκοπό την αντιμετώπιση των σφαλμάτων που οφείλονται στον άνθρωπο, το 2003 οι Wingman και Shapell δημιούργησαν το Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) , το οποίο απεικονίζει τη δομή της «αλυσίδας» του ανθρώπινου λάθους και αξιολογήθηκε από τις ένοπλες δυνάμεις των Η.Π.Α.. Η δομή αποτελείται από τέσσερα επίπεδα ανθρωπίνων λαθών και συνθηκών ασφαλών και μη ασφαλών ενεργειών. Σύμφωνα με αυτή τα ατυχήματα προκαλούνται από την αποτυχημένη αλληλεπίδραση των στοιχείων που αποτελούν την παραγωγική διαδικασία . Αυτές οι αστοχίες υποβαθμίζουν την ακεραιότητα του συστήματος κάνοντας το ευάλωτο σε κινδύνους αλλά και σε καταστροφικές αστοχίες. Το πλεονέκτημα αυτού του μοντέλου είναι το ότι ξεκινάει την ανάλυση του σφάλματος από το χαμηλότερο έως το υψηλότερο επίπεδο λήψης απόφασης .

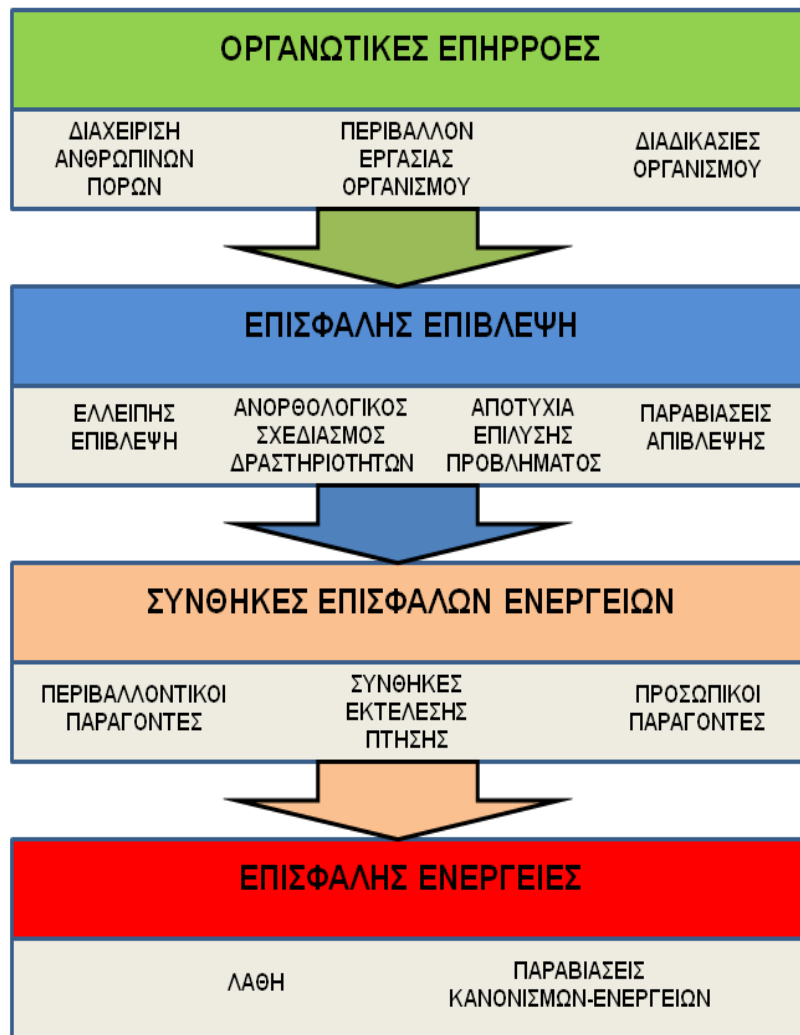


Γράφημα 2.3: HFACS-το μοντέλο του «Ελβετικού τυριού» (Πηγή : U.S. Aerospace Medical Association, 2006).

Η μεθοδολογία HFACS επιδιώκει των προσδιορισμό αυτών των αστοχιών του συστήματος που προκάλεσαν το ατύχημα σε όλα τα επίπεδα. Το πλαίσιο εργασίας προέκυψε από την ανάλυση εκατοντάδων αναφορών ατυχημάτων. Συγκεκριμένα περιγράφει τέσσερα επίπεδα αστοχίας:

- α) Επισφαλείς ενέργειες ,
- β) Προϋποθέσεις για επισφαλείς ενέργειες,
- γ) Επισφαλής επίβλεψη,
- δ) Επιρροές οργανισμού

Το HFACS είναι ιδιαίτερα χρηστικό σε διερευνήσεις ατυχημάτων που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα (Wingman, & Shappell, 2003). Η δομή HFACS αναλύεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Γράφημα 2.4: Επίπεδα αστοχίας συμφώνως HFACS

2.11.1 Επισφαλείς ενέργειες

Οι επισφαλείς πράξεις μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, στα λάθη και στις παραβάσεις. Το λάθος είναι κάτι που το κάνουμε ακούσια. Η παράβαση είναι μία εκούσια περιφρόνηση των κανονισμών που διέπουν την ασφάλεια πτήσεων. Αυτός είναι ο βασικός λόγος που οι παραβάσεις συνήθως έχουν τραγικό αποτέλεσμα. Αναλυτικά τα λάθη και οι παραβάσεις σύμφωνα με το μοντέλο HFACS είναι οι κάτωθι :

Λάθη

α. Λάθη Απόφασης

Τα λάθη απόφασης που αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο Aeronautical Decision Making. Συμπερασματικά μπορούμε να τα κατατάξουμε σε τρεις κατηγορίες.

(1) Απόφαση βάση κανόνων. Προκειμένου να λύσουμε ένα πρόβλημα βασιζόμαστε σε γνωστούς κανόνες παραβλέποντας το γεγονός ότι το συγκεκριμένο πρόβλημα δεν επιλύεται με τους διαθέσιμους κανόνες .

(2) Αποφάσεις επιλογής. Στην αεροπορία (όπως και στη ζωή) δεν περιγράφονται όλες οι καταστάσεις-επιλογές από τα θεσμικά κείμενα. Έτσι πολλές περιπτώσεις απαιτούν την λήψη απόφασης για την επιλογή του τρόπου ενέργειας από το ένα σύνολο «παρόμοιων» τρόπων επίλυσης.

(3) Ατεκμηρίωτες αποφάσεις. Αποφάσεις που λαμβάνονται χωρίς την χρήση της κατάλληλης μεθοδολογίας επίλυσης προβλήματος.

β. Λάθη Ικανοτήτων. Μπορεί να οφείλονται :

- (1) Στην έλλειψη προσοχής.
- (2) Στην έλλειψη μνήμης.
- (3) Σε σφάλματα τεχνικής.

γ. Λάθη Αντίληψης. Μπορεί να οφείλονται :

- (1) Σε εσφαλμένη αντίληψη.
- (2) Σε εσφαλμένη κρίση.

Παραβάσεις. Διακρίνονται σε :

α. Συνήθεις παραβάσεις όπως :

- (1) Η παράβαση κανόνων εκπαίδευσης.
- (2) Η μη τήρηση θεσμικών κειμένων.
- (3) Η παράβαση τυποποιημένων διαδικασιών (SOP's-Checklist).

Στις συνήθεις παραβάσεις χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κατά 10 Km/h υπέρβαση του ορίου ταχύτητας στην οδήγηση.

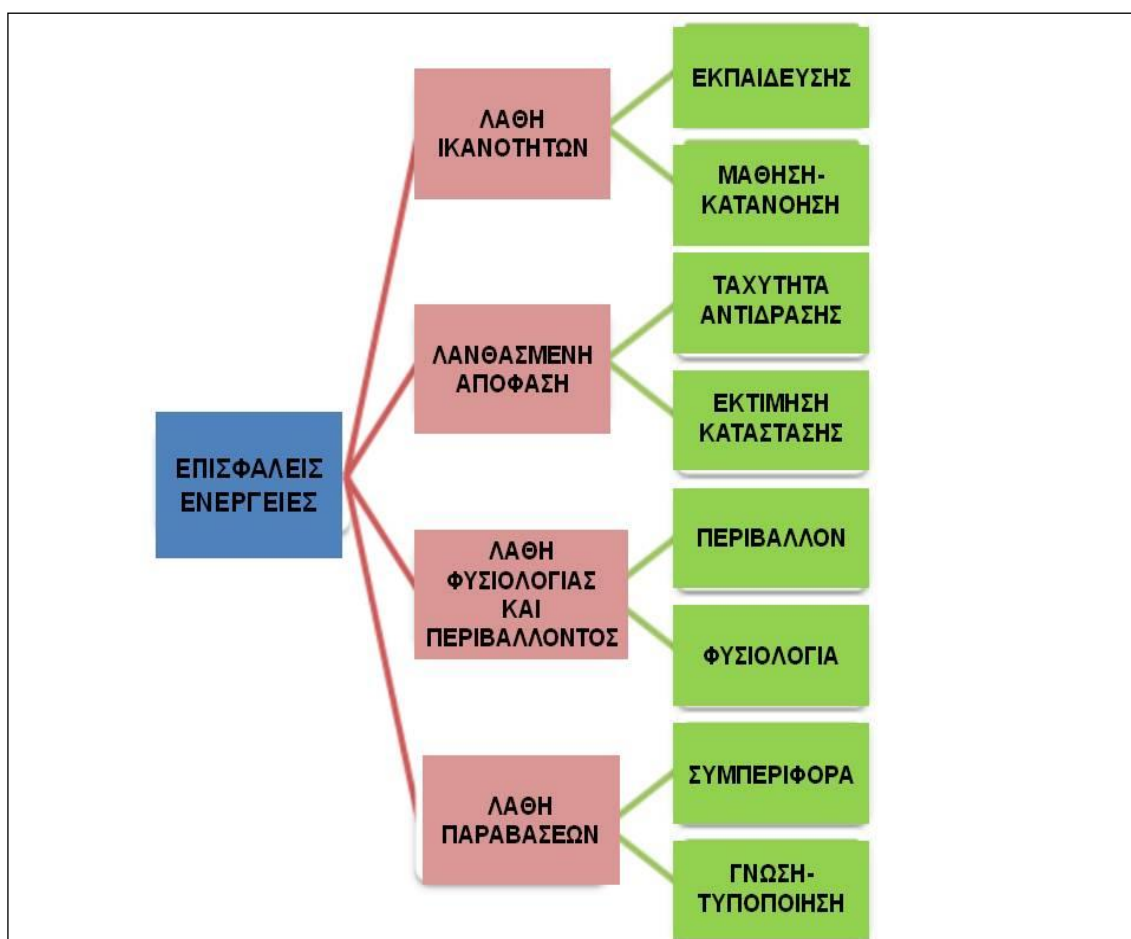
β. Ασυνήθεις παραβάσεις όπως:

- (1) Η εκτέλεση εργασίας χωρίς εξουσιοδότηση.
- (2) Η αποδοχή κινδύνου χωρίς εξουσιοδότηση.
- (3) Η εκτέλεση εργασίας χωρίς απαιτούμενα προσόντα.

Οι ασυνήθεις παραβάσεις αποτελούν μεμονωμένες αποκλίσεις από τα ισχύοντα και θεωρούνται εξαιρετικά επικίνδυνες.

Οι προϋποθέσεις για την εκτέλεση επισφαλών πράξεων σε πτήσεις UAV είναι η κατάσταση του χειριστή/πληρώματος, προσωπικοί / διαπροσωπικοί παράγοντες καθώς και περιβαλλοντολογικοί Παράγοντες. Στην κατάσταση προσωπικού περιλαμβάνονται δυσμενείς πνευματικές καταστάσεις που αναφέρθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο όπως :

- (1) Η αυταρέσκεια - έπαρση
- (2) Το Stress
- (3) Η υπερεμπιστοσύνη
- (4) Η πνευματική κόπωση
- (5) Η διάσπαση προσοχής
- (6) Η σύγχυση



Γράφημα 2.5: Δομή επισφαλών ενεργειών Πηγή: (Wingman, & Shappel, 2003)

2.11.2 Συνθήκες επισφαλών ενεργειών

Οι συνθήκες που μπορούν να οδηγήσουν σε επισφαλείς καταστάσεις βασίζονται σε εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Οι εξωτερικοί παράγοντες περιλαμβάνουν το φυσικό περιβάλλον (καιρός, φωτισμός, θόρυβος, ζέστη, πιθανούς κραδασμούς) και το τεχνολογικό περιβάλλον (εξοπλισμός, αξιοπιστία των αυτοματισμών, σχεδίαση διαδικασιών και βιβλιογραφίας, διασύνδεση με το UAV και ενδείκτες). Οι εσωτερικοί παράγοντες χωρίζονται σε προσωπικούς/διαπροσωπικούς παράγοντες και την κατάσταση του χειριστή/μέλους πληρώματος (Wingman, & Shappell, 2003).

Αναλυτικά οι προσωπικοί/διαπροσωπικοί παράγοντες περιλαμβάνουν :

α. Την επικοινωνία, το συντονισμό και τη σχεδίαση και αφορούν περιπτώσεις :

- (1) Αποτυχίας εκτέλεσης ενημέρωσης,
- (2) Απουσίας ομαδικότητας,
- (3) Φτωχή επικοινωνία/συντονισμός και
- (4) Αποτυχία στην εφαρμογή ηγεσίας.

β. Τη φυσική κατάσταση

- (1) Το Crew Rest (ανάπαυση χειριστή/μέλους πληρώματος),
- (2) Τη χρήση αλκοόλ,
- (3) Τη λήψη φαρμάκων,
- (4) Πτωχή διαίτα,
- (5) Σωματική καταπόνηση και
- (6) Ελλιπής προετοιμασία

Επιπροσθέτως η κατάσταση του χειριστή/μέλους πληρώματος μπορεί να περιλαμβάνει :

α. Δυσμενείς πνευματικές καταστάσεις όπως :

- (1) Την αυταρέσκεια – έπαρση,
- (2) Το Stress,
- (3) Την υπερεμπιστοσύνη,
- (4) Την πνευματική κόπωση-σύγχυση και
- (5) Τη διάσπαση προσοχής

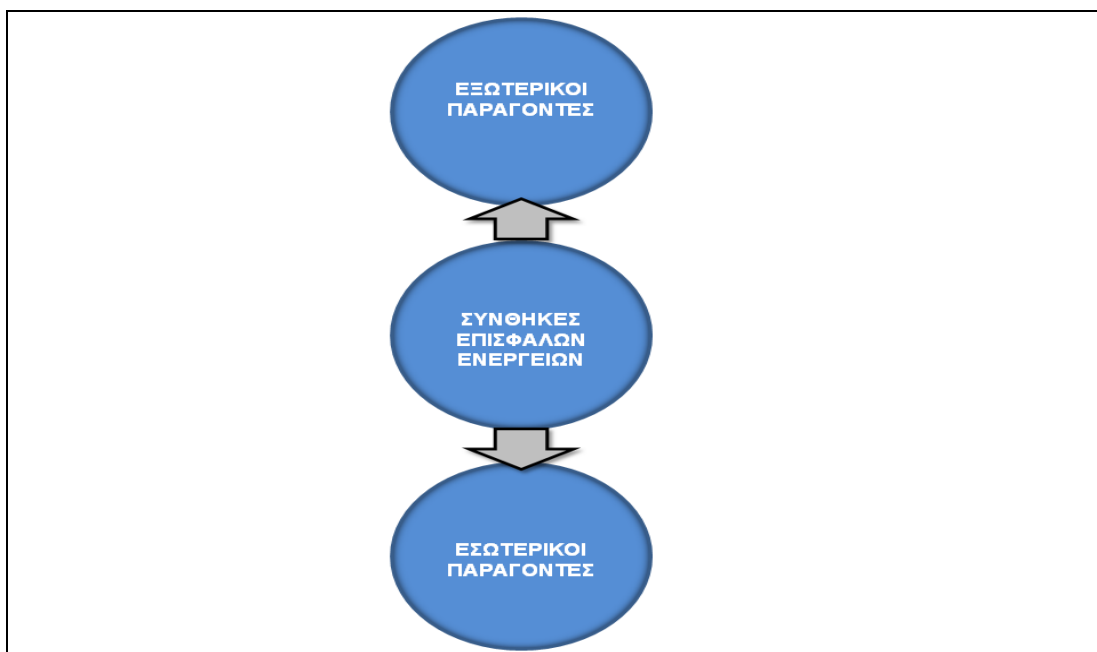
β. Δυσμενείς φυσιολογικές καταστάσεις όπως :

- (1) Η φυσική κόπωση,
- (2) Η απώλεια προσανατολισμού,
- (3) Οι οπτικές παραισθήσεις ,
- (4) Η υποξία και πιθανή
- (5) Ασθένεια

γ. Φυσικοί/ Νοητικοί περιορισμοί όπως :

- (1) Περιορισμοί όρασης,
- (2) Περιορισμοί ακοής,
- (3) Αποδοχή / επάρκεια προσόντων,
- (4) Μη συμβατή φυσική ικανότητα και
- (5) Ασύμβατη νοημοσύνη / ικανότητα μάθησης

Η αναλογία των ατυχημάτων της ανωτέρω κατηγορίας στο προαναφερθέν δείγμα της Boeing ανέρχεται στο 6% σε σύνολο 56 ατυχημάτων. Όλοι οι παράγοντες που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο απαιτούν βαθιά γνώση και ανάλυση ώστε να γίνει πλήρως κατανοητή η αλληλεπίδραση τους με τα ατυχήματα UAVs.

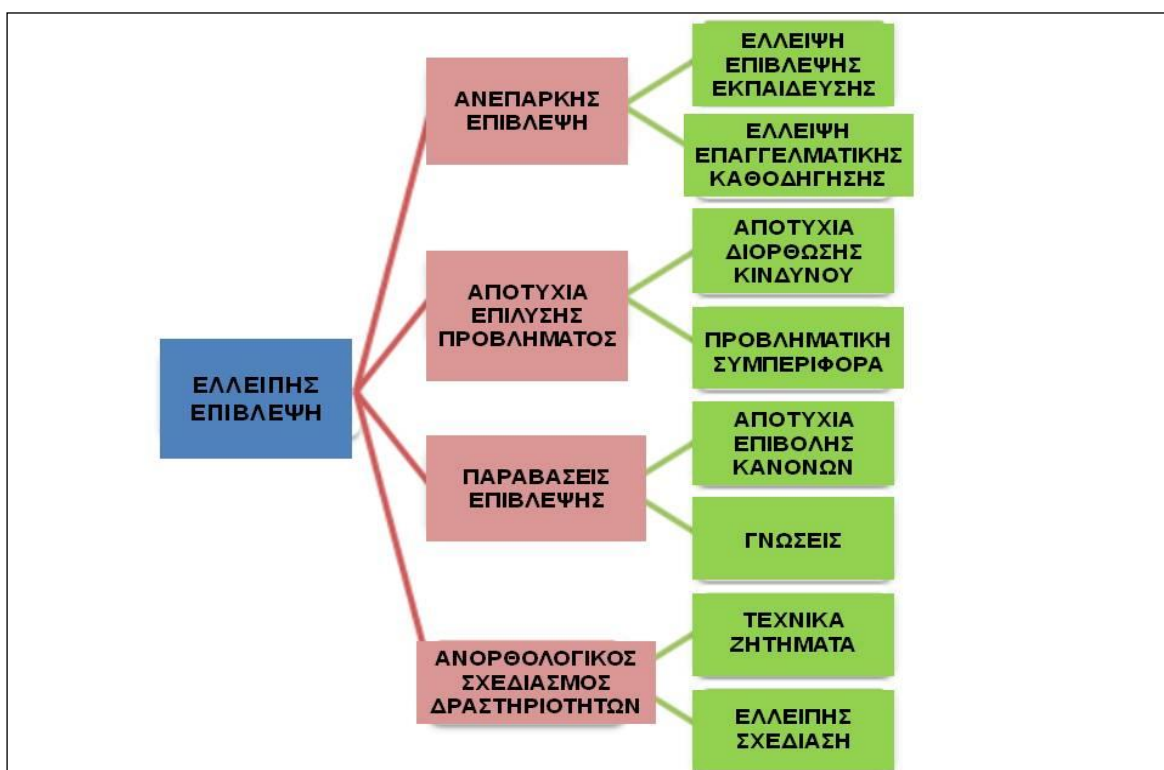


Γράφημα 2.6: Η αλληλεπίδραση εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων στη δημιουργία συνθηκών επισφαλών ενεργειών. (Wiegmann, & Shappell, 2003)

2.11.3 Επισφαλής επίβλεψη

Η επισφαλής επίβλεψη υποδιαιρείται σε παραβάσεις (επίβλεψης) ή ελλιπή επίβλεψη, στον ανορθολογικό σχεδιασμό δραστηριοτήτων και στην αποτυχία επίλυσης προβλημάτων (Wiegmann, & Shappell, 2003). Η ανεπαρκής επίβλεψη θα οδηγήσει εκ των πραγμάτων σε αποτυχία στην διαχείριση της εκπαίδευσης και κατ' επέκταση αφενός στην απουσία επαγγελματικής καθοδήγησης, αφετέρου στην αποτυχία εντοπισμού τυχόν παραλείψεων. Ο ανορθολογικός σχεδιασμός δραστηριοτήτων θα οδηγήσει σε ρίσκο μεγαλύτερο του κέρδους, υπερβολικό φόρτο εργασίας και πολλές φορές λανθασμένες επιλογές πληρώματος. Η αποτυχία επίλυσης ενός προβλήματος-πέραν του προφανούς-θα έχει και ως αποτέλεσμα την αποτυχία διόρθωσης μιας προβληματικής συμπεριφοράς και κατ' επέκταση την αποτυχία διόρθωσης κινδύνου.

Συμπερασματικά οι παραβάσεις επίβλεψης θα οδηγήσουν-κατ' ελάχιστο-στην αποτυχία επιβολής τήρησης κανόνων και την εξουσιοδότηση πληρώματος ελλιπούς ικανοτήτων Σύμφωνα με την προαναφερθείσα έρευνα της Boeing τα ποσοστά που αφορούσαν ελλιπή επίβλεψη ανέρχονταν στο 11% επί συνόλου 56 ατυχημάτων, οι παραβιάσεις επίβλεψης στο 4 % και η αποτυχία επίλυσης προβλημάτων στο 5% Η αναλυτική δομή της επισφαλούς επίβλεψης παρουσιάζεται στο γράφημα που ακολουθεί.



Γράφημα 2.7: Δομή επισφαλούς επίβλεψης (Wiegmann, & Shappell, 2003)

2.11.4 Οργανωτικές επιρροές

Η δομή των οργανωτικών επιρροών υποδιαιρείται στο οργανωτικό κλίμα, τη διαχείριση πόρων και το γενικότερο σύνολο των διαδικασιών του οργανισμού. Η διαχείριση πόρων περιλαμβάνει τη διαχείριση μέσων, είτε των ανθρώπινων πόρων, είτε των χρηματικών, είτε του εξοπλισμού (Wiegmann, & Shappell, 2003). Το οργανωτικό κλίμα περιλαμβάνει τόσο τη δομή όσο και την κουλτούρα του οργανισμού, ενώ οι διαδικασίες λειτουργίας πέραν του αυτονόητου περιλαμβάνουν και τυχόν παραλείψεις.

Το δείγμα της Boeing εμφανίζει ποσοστά της τάξης του 14 % επί συνόλου 56 ατυχημάτων να οφείλονται σε οργανωτικές διαδικασίες-επιρροές μολονότι η κουλτούρα ενός αεροπορικού οργανισμού έχει ως θεμελιώδη λίθο την ασφάλεια και τις βελτιώσεις σε ότι αφορά τον ανθρώπινο παράγοντα.

3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Με σκοπό την επιβεβαίωση των προαναφερθέντων εκτός από τη βιβλιογραφική επισκόπηση εκτελέστηκε και έρευνα σε χειριστές/μέλη πληρώματος UAVs με χρήση ερωτηματολογίου-κατά βάση-κλίμακας Likert. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι επιτρέπει τη χρήση προτάσεων που δεν είναι φανερά συνδεδεμένες με τη στάση που μελετάται. Η συγκεκριμένη μέθοδος διακρίνεται για την αξιοπιστία, απλότητα κατασκευής καθώς την μεγάλη ακρίβεια σε σχέση με άλλες τακτικές κλίμακες, λόγω του μεγαλύτερου αριθμού εναλλακτικών απαντήσεων συγκριτικά με διμερείς κλίμακες (Ναι - Όχι, Συμφωνώ-Διαφωνώ κλπ) απλότητα κατασκευής.(Παπαδημητρίου Γ. 2001)

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφεται η διεξαγωγή της ποσοτικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα Αύγουστος-Οκτώβριος 2017, με σκοπό τη διερεύνηση των επιπτώσεων του ανθρώπινου παράγοντα στις πτήσεις UAVs.

3.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα ερευνητική εργασία έχει σκοπό να καταγράψει της επιπτώσεις του ανθρώπινου παράγοντα στον χειρισμό ενός UAV.

Για τον σκοπό αυτό διανεμήθηκε ερωτηματολόγιο που αποτελούνταν από 20 ερωτήσεις. Σκοπός ήταν η κατανόηση αφενός του όρου Human Factor, αφετέρου η κατανόηση των επιπτώσεων των σφαλμάτων που οφείλονται σε αυτόν. Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν, περιελάμβαναν ένα ευρύ φάσμα αεροπορικών ορολογιών που είναι άμεσα συνδεδεμένα με τον ανθρώπινο παράγοντα και την επίδραση αυτού στην ασφάλεια των πτήσεων. Αξίζει να αναφερθεί ότι έγινε αναφορά και στους εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά και αντίδραση του ανθρώπινου παράγοντα στην λήψη και εκτέλεση συγκεκριμένων κρίσιμων αποφάσεων.

3.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.3.1 Πλαίσιο διεξαγωγής της μελέτης και διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η διεξαγωγή της μελέτης πραγματοποιήθηκε από χειριστές UAV της Πολεμικής Αεροπορίας, της Ελληνικής Αστυνομίας και του Πυροσβεστικού Σώματος. Για την συλλογή των δεδομένων διανεμήθηκαν ερωτηματολόγια σε ανοικτούς αδιαφανείς (κίτρινους) φακέλους με σκοπό ο συμμετέχων όταν το συμπληρώνει να μπορεί στη συνέχεια να σφραγίζει και να παραδίδει το φάκελο. Για τη συγκέντρωση των φακέλων - ερωτηματολογίων είχε προσδιοριστεί σε κάθε υπηρεσία συγκεκριμένο σημείο παράδοσης.

Τόσο οι φάκελοι όσο και ο συγκεκριμένος χώρος παράδοσης αυτών, επέτρεπε στον κάθε επαγγελματία να συμμετάσχει στην έρευνα εξασφαλίζοντας έτσι την εμπιστευτικότητα των απαντήσεων. Τον φάκελο με το ερωτηματολόγιο συνόδευε και μια επιστολή στην οποία δίνονταν οδηγίες και διευκρινήσεις στους συμμετέχοντες για την σωστή διεξαγωγή της έρευνας.

Ένα σημαντικό ζήτημα στην περίπτωση διεξαγωγής μίας έρευνας είναι η ηθική αυτής, δηλαδή η μέθοδος και η διαδικασία που θα ακολουθηθεί κατά την ερευνητική διαδικασία (Resnik, 2015). Προκειμένου για την τήρηση της ηθικής σε αυτήν την έρευνα, ακολουθήθηκαν οι βασικές κατευθυντήριες γραμμές που αναφέρονται στην ειλικρίνεια, την εμπιστευτικότητα, την ανωνυμία καθώς και την αντικειμενικότητα.

3.3.2 Περιγραφή του πληθυσμού της μελέτης

Το δείγμα αποτελούνταν από 25 χειριστές διαφόρων εξειδικεύσεων (Internal Pilots-External Pilots-Sensor Operators) με κυμαινόμενα επίπεδα «πτητικής» εμπειρίας οι οποίοι υπηρετούν ή υπηρέτησαν σε (διαφόρων κατηγοριών) UAVs της Πολεμικής Αεροπορίας, της Ελληνικής Αστυνομίας και του Πυροσβεστικού Σώματος. Οι 15 χειριστές έχουν εκτελέσει πτήσεις με TACTICAL/MALE UAVs και οι 10 με SMALL UAVs.

Μολονότι στον Ελληνικό χώρο η τεχνογνωσία περιορίζεται σε στρατιωτικά UAVs η ενσωμάτωση στο δείγμα χειριστών από τα σώματα της Ελληνικής Αστυνομίας και του Πυροσβεστικού σώματος περιλαμβάνει UAV τα οποία κάλλιστα θα μπορούσαν να χρησιμοποιούνται από εταιρίες σε αμιγώς πολιτικές εφαρμογές (εμπορικού τύπου). Παρότι φαινομενικά το δείγμα σε απόλυτους αριθμούς δεν είναι εξαιρετικά μεγάλο, ο συνδυασμός της πολυμορφίας σε χειριστές και τύπους UAV εγγυάται την a priori εξαγωγή βασικών-

ασφαλών συμπερασμάτων όσον αφορά στα γενικότερα ερωτήματα της έρευνας αλλά και στη συμβολή των Human Factors στις πτήσεις.

3.3.3 Ερευνητικό εργαλείο

Όπως προαναφέρθηκε η έρευνα εκτελέστηκε με τη μορφή ερωτηματολογίου κλίμακας Likert. Χρησιμοποιείται για τη μελέτη προτύπων ή αρχών συμπεριφοράς των ατόμων μιας συγκεκριμένης κοινωνικής ομάδας. Διατυπώνουμε μια σειρά προτάσεων ,για τις οποίες θεωρούμε ότι σχετίζονται με την ιδιότητα (μεταβλητή) που θέλουμε να διερευνήσουμε. Για κάθε μια από τις προτάσεις διατυπώνουμε μια ερώτηση συμφωνίας-διαφωνίας ή ευνοϊκής –δυσμενούς στάσης σε πενταβάθμια και κάποιες φορές τριτοβάθμια. Το συγκεκριμένο ερευνητικό εργαλείο αποτελείται από 20 ερωτήσεις, στις οποίες οι χειριστές πρέπει να δώσουν την προσωπική τους απάντηση για καταστάσεις-συνθήκες που αφορούν τον χειρισμό του UAV ανάλογα την εμπειρία τους.

Η κλίμακα του ερωτηματολογίου στο μεγαλύτερο μέρος της, έχει ως εξής:

Διαφωνώ, Σχεδόν Διαφωνώ. Ουδέτερη Στάση, Σχεδόν Συμφωνώ , Συμφωνώ

Ο χρόνος που απαιτείται για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι σύντομος και ανέρχεται στα 5-10 λεπτά. Από τα 25 ερωτηματολόγια που διανεμήθηκαν επεστράφησαν συμπληρωμένα και τα 25 (ποσοστό ανταπόκρισης 100%). Η συμπλήρωση και συλλογή των ερωτηματολογίων διήρκεσε περίπου έξι εβδομάδες. Επίσης, κατά τη διανομή γινόταν και προσωπική επεξήγηση του σκοπού της έρευνας, διευκρινίζονταν η διασφάλιση της ανωνυμίας, της εχεμύθειας και ο εθελοντικός χαρακτήρας της έρευνας..

Τις προτάσεις που δεν παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση με την ολική βαθμολογία ή που δείχνουν μικρή διακριτική δύναμη σχετικά με υψηλές ή χαμηλές βαθμολογίες ,αποβάλλονται από το μοντέλο.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η χρήση των απαντήσεων που προκύπτουν από τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου εκτιμάται ότι θα μειώσει σημαντικά τα ατυχήματα UAVs που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα.

Αρχικά η μελέτη του ερωτηματολογίου κατέδειξε ότι οι χειριστές UAVs εκτιμούν ότι το ποσοστό συμμετοχής του ανθρώπινου παράγοντα στα ατυχήματα UAV δύναται να φτάσει το 70%. Αυτό περιλαμβάνει τη συμβολή των Human Factors σε όλη την πτήση ενός UAV όπως επίσης τις διαδικασίες επίβλεψης, τις διαδικασίες σχεδίασης-κατασκευής ενός UAV καθώς και τις διαδικασίες συντήρησής του. Στο ερώτημα «Σε ποιες κατηγορίες UAVs πιστεύετε ότι συμβάλλει περισσότερο ο ανθρώπινος παράγοντας στην εμφάνιση ατυχημάτων;» οι απαντήσεις συνέκλιναν συντριπτικά σε όλους τους τύπους UAVs ανεξαρτήτως μεγέθους, χρήσης ή πολυπλοκότητας.

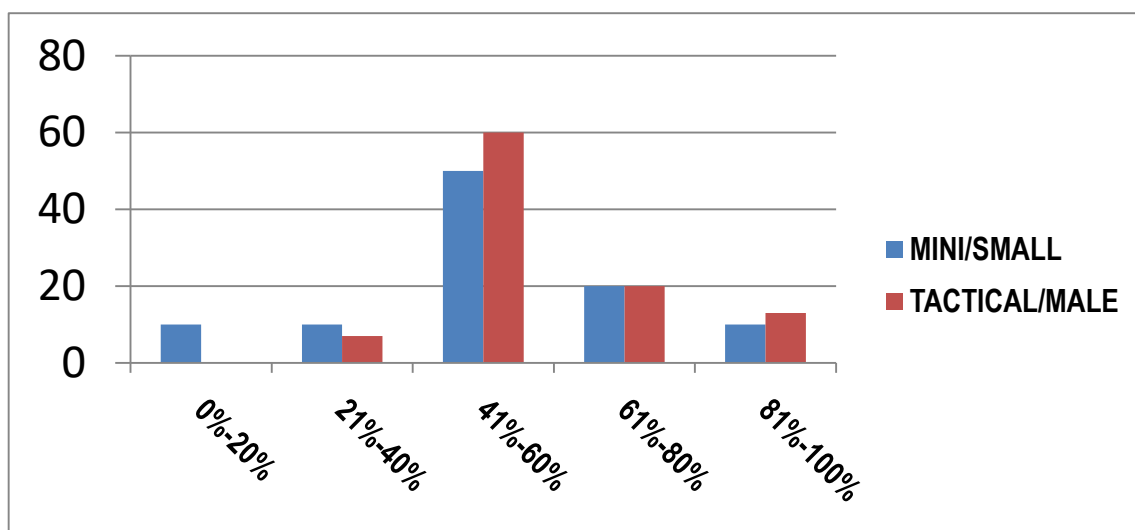
Το αποτέλεσμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως εξαιρετικά ενδιαφέρον διότι πολλές διαδικασίες-ενέργειες, συμπεριλαμβανομένης της δομής διασύνδεσης χειριστή-UAV (HMI-Human Machine Interface) έχουν πολλά κοινά ανεξαρτήτως κατηγορίας UAV (SMALL/TACTICAL/MALE). Από το προαναφερθέν γίνεται αντιληπτό ότι ένα σφάλμα που θα συμβεί σε μια κατηγορία UAV μπορεί κάλλιστα να επαναληφθεί και σε μια άλλη. Υπό αυτό το πρίσμα τα όποια Lessons Learned δεν πρέπει να περιορίζονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες αλλά να αποδεσμεύονται για όλους τους τύπους UAVs. Επιπροσθέτως φαίνεται ότι οι χειριστές έχουν αντιληφθεί την σπουδαιότητα του ανθρώπινου παράγοντα σε όλα τα επίπεδα και όχι μόνο «κατά τη διάρκεια της πτήσης».

Έγινε σαφές ότι αν σε όλες τις φάσεις που εμπλέκεται ο ανθρώπινος παράγοντας για την εκτέλεση μιας αποστολής, από την κατασκευή του UAV, επίβλεψη από αρμόδιο φορέα εκμετάλλευσης, έλεγχος διατήρησης διεθνών προτύπων συντήρησης, αξιολόγηση από πιστοποιημένους εκπαιδευτές, ανάθεση αποστολών βάση δυνατοτήτων υπόψη UAV και εκτέλεση αυτών από κατάλληλο προσωπικό, δεν βρίσκονται σε άμμεση συνεργασία και δεν ακολουθούν συγκεκριμένα ποιοτικά πρότυπα δεν πρόκειται να έχουμε μείωση των ατυχημάτων που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα.

4.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΡΟΛΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΣΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ UAVS

Ο ρόλος του ανθρώπινου παράγοντα είναι εξαιρετικά σημαντικός στα ατυχήματα UAVs, γεγονός το οποίο επιβεβαιώθηκε από την συντριπτική πλειοψηφία των απαντήσεων από τους χειριστές, ανεξαρτήτου κατηγορίας. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων (1^η και 2^η Ερώτηση), με αντικείμενο την συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα, καθώς και τις κατηγορίες στις οποίες έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο, οι χειριστές εκτιμούν ότι το ποσοστό των ατυχημάτων UAVs (ανεξαρτήτως κατηγορίας) που οφείλονται αποκλειστικά στον ανθρώπινο παράγοντα ανέρχεται στο 40% με 60%. Μέσα σε αυτό το ποσοστό συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα:

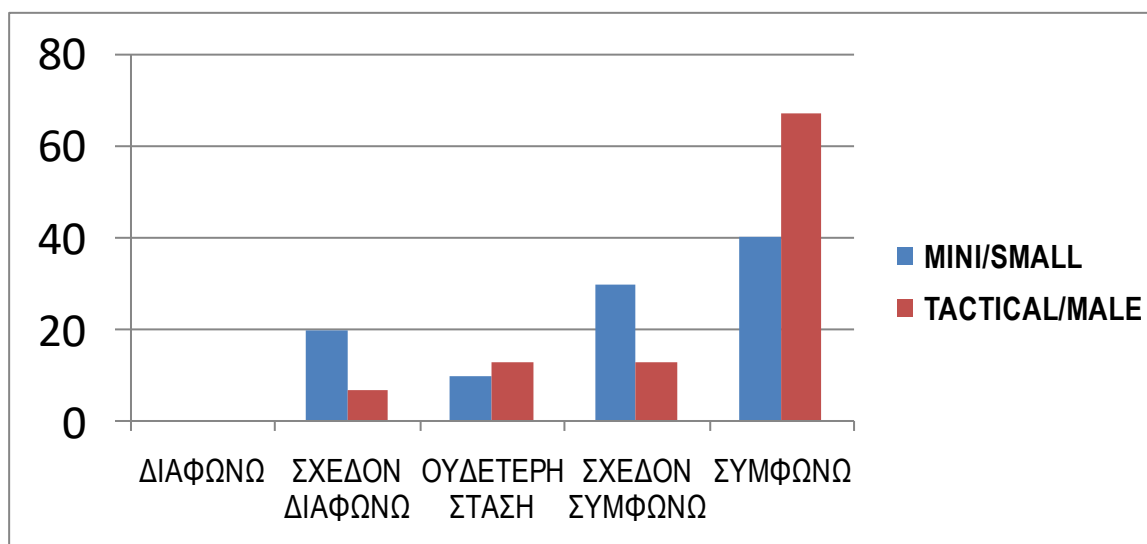
- Μη σωστή επίβλεψη: Δεν πραγματοποιείτε από τα προϊστάμενα κλιμάκια έλεγχος κατή πόσο εφαρμόζονται σωστά και τυποποιημένα τα αναλυτικά θεσμικά κείμενα που αναλύουν επακριβώς της αρμοδιότητες και ευθύνες κάθε φορέα ιεραρχικά.
- Μη σωστή συντήρηση: Δεν τηρούνται συγκεκριμένα ποιοτικά πρότυπα βάση Διαταγών με χρονικούς περιορισμούς σε υλικά με αποτέλεσμα την αστοχία αυτών και την δημιουργία επισφαλών καταστάσεων.
- Λανθασμένος χειρισμός: Οι χρήστες δεν ακολουθούν πιστά οικία βιβλιογραφία και σε καταστάσεις ανάγκης δεν εκτελούν πάντα βάση Standard Operational Procedures λόγω είτε περιορισμένου χρόνου αντίδρασης είτε υπερβολικού άγχους.



Γράφημα 4.1: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου του ποσοστού ατυχημάτων UAVS που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα.

4.2 ΕΡΓΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΤΗΣΗΣ

Στον τομέα των συνθηκών εκτέλεσης πτήσης οποιαδήποτε βελτίωση τόσο στην εργονομία όσο και στο επίπεδο ακούσιων ή εκούσιων οχλήσεων θα συνέβαλε στον περιορισμό των συνθηκών δημιουργίας επισφαλών καταστάσεων. Από την ανάλυση του ερωτηματολογίου στις απαντήσεις που δόθηκαν (3^η Ερώτηση), συμπεραίνουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα. Από την δύναμη των δεκαπέντε (15) χειριστών που πετούν τις μεγάλες κατηγορίες UAV οι δέκα (10) απάντησαν ότι συμφωνούν, ότι η βελτίωση των συνθηκών πτήσης θα συνέβαλε στον περιορισμό των συνθηκών δημιουργίας επισφαλών ενεργειών. Το σύνολο των χειριστών έχουν αντιληφθεί ότι η όποια «προστασία» στο εσωτερικό ενός σταθμού εδάφους δεν αποτελεί από μόνη της καταλυτικό παράγοντα απαλοιφής οχλήσεων.



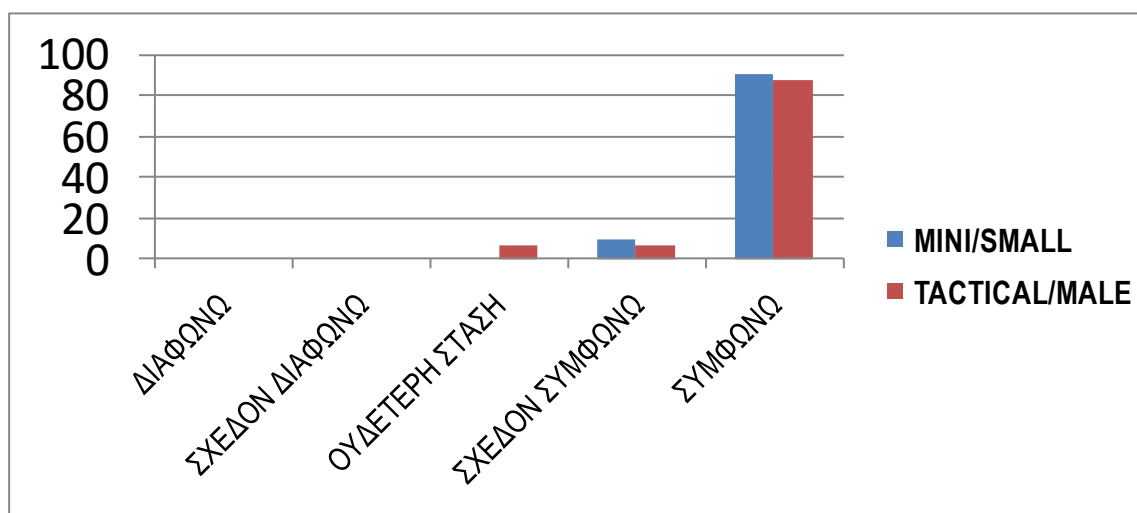
Γράφημα 4.2: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση μεταξύ συνθηκών εκτέλεσης πτήσης-δημιουργίας επισφαλών καταστάσεων.

Στο πλαίσιο της έρευνας αξίζει να αναφερθεί ότι τρεις από τους χειριστές που συμμετείχαν σε αυτή έχουν εκτελέσει πτήσεις με UAV MALE και είχαν πρότερη εμπειρία και σε TACTICAL UAVs. Στην ερώτηση «Σε τι βαθμό εκτιμάτε ότι προηγούμενη εμπειρία σε UAV συνεισφέρει στον ασφαλέστερο χειρισμό ενός άλλου τύπου UAV;» η πλειοψηφία απάντησε ότι συνεισφέρει αποδεικνύοντας ότι βασικά lessons learned μιας κατηγορίας UAV μεταφέρονται σε άλλη εξοικονομώντας με αυτό τον τρόπο χρόνο και κατ' επέκταση χρήμα στην εκπαιδευτική διαδικασία των χειριστών. Με άλλα λόγια η εκπαιδευτική διαδικασία ή για το συγκεκριμένο παράδειγμα η μετάπτωση ενός χειριστή από μια κατηγορία σε άλλη εκτιμάται ότι θα γίνει σε μικρότερο χρονικό διάστημα από

εκείνης ενός χειριστή ο οποίος δεν είχε πρότερη εμπειρία σε πτήσεις UAV. Επίσης μολονότι τα δύο είδη χειριστών μπορεί να έχουν τις ίδιες ώρες πτήσεις στο πέρας του σταδίου εκπαίδευσης, εκείνοι που έχουν πρότερη εμπειρία σε άλλη κατηγορία θα πρέπει να θεωρούνται πιο «έτοιμοι».

4.3 ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΦΟΡΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι χειριστές σε πολύ μεγάλο βαθμό (Μ.Ο. 95%) συμφωνούν ότι πιθανές βελτιώσεις στο εργασιακό περιβάλλον(4^η Ερώτηση) θα επέφερε αφενός μείωση του φόρτου εργασίας, αφετέρου των επιπέδων stress και κατ' επέκταση θα ελαχιστοποιήσει τις πιθανότητες δημιουργίας συνθηκών επισφαλών καταστάσεων.



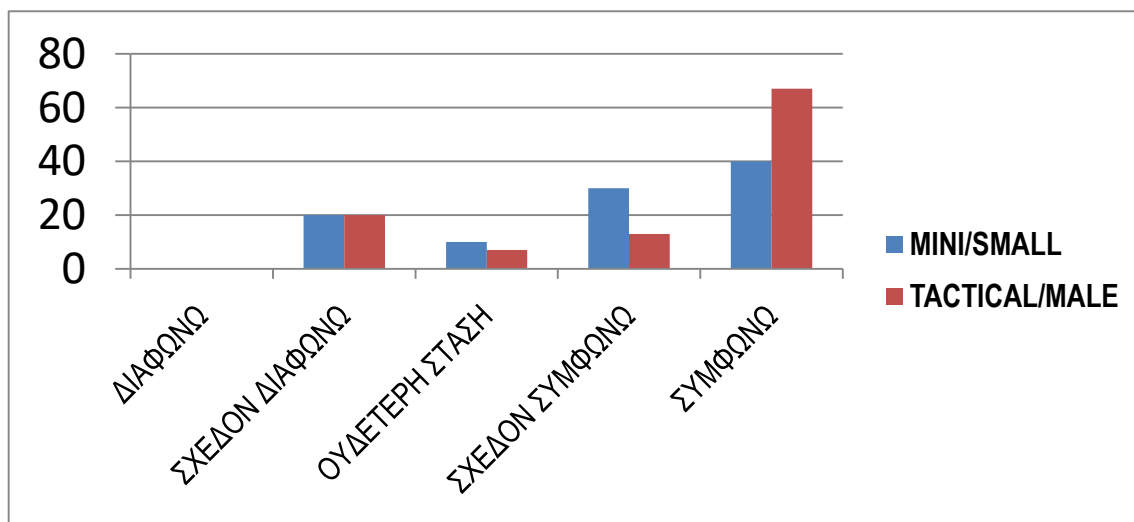
Γράφημα 4.3: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση μεταξύ εργασιακού περιβάλλοντος-φόρτου εργασίας/επίπεδων Stress.

Από τα ανωτέρω γίνεται αντιληπτό ότι τόσο οι συνθήκες εργασιακού περιβάλλοντος όσο και τα επίπεδα εργονομίας του (HMI-Human Machine Interface) θα συμβάλλουν σημαντικά στην αντιμετώπιση επισφαλών συνθηκών ιδιαιτέρως όταν τα χρονικά περιθώρια αντίδρασης είναι εξαιρετικά περιορισμένα. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι σε αντίστοιχο ερώτημα οι χειριστές σε ποσοστό 85% εκτιμούν ότι τα χρονικά περιθώρια αντίδρασης για την επιτυχή αντιμετώπιση μιας διαδικασίας ανάγκης είναι εξαιρετικά περιορισμένα. Επίσης σε αντίστοιχα ποσοστά (80%) εκτιμούν ότι η ισοκατανομή των διεργασιών μεταξύ των μελών πληρώματος UAV σε κάθε φάση της πτήσης, αφενός αυξάνει τα επίπεδα ασφάλειας, αφετέρου την αποτελεσματικότητά τους. Τέλος σε συντριπτικό ποσοστό (95%) θεωρούν ότι απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεσματικότητας είναι η συνεχής θεωρητική και πρακτική εξάσκηση μεταξύ των

μελών πληρώματος με όσο το δυνατόν τυποποιημένες ενέργειες. Συμπερασματικά το τρίπτυχο εργασιακό περιβάλλον – CRM – εκπαίδευση εκτιμάται ότι θα συμβάλλει αποτελεσματικά στην μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισης ατυχημάτων.

4.4 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

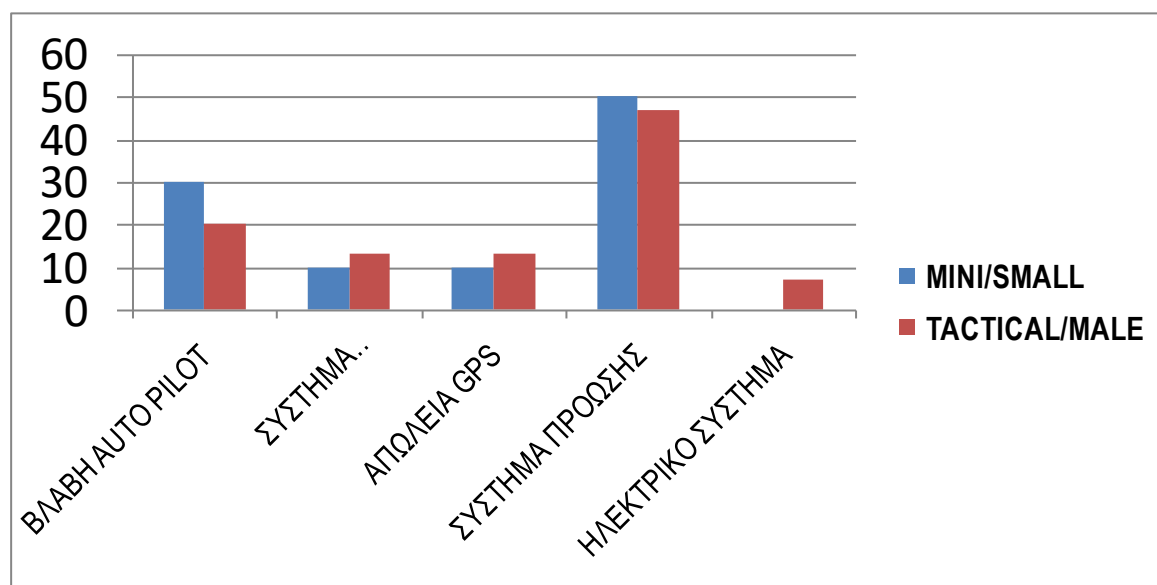
Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες ήταν οι απόψεις των χειριστών στο ερώτημα «Πιστεύετε ότι η όλο και περισσότερο ευρύτερη χρήση αυτοματισμών (Man-Machine Interfaces Autos) στα UAVs θα μειώσει τα ποσοστά των ατυχημάτων που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα;». Ένα ποσοστό της τάξης του 70% συμφώνησε, ενώ ένα μη αμελητέο ποσοστό της τάξης του 20% διαφώνησε. Σε κατ' ιδίαν συζητήσεις με τους χειριστές αποδεικνύεται ότι οι αυτοματισμοί ιδιαίτερα σε κρίσιμες φάσεις μιας πτήσης μπορούν να αποτελέσουν ένα εξαιρετικό βοήθημα στο χειριστή. Στον αντίποδα οποιαδήποτε υπερβολή στη χρήση τους μπορεί να επιφέρει αντίθετα αποτελέσματα συμπεριλαμβανομένων των περιόδων πλήξης (που θα επέλθει νομοτελειακά) από ένα απλό συνεχές monitoring των ενδείξεων του HMI.



Γράφημα 4.4: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση μεταξύ αυτοματισμών και μείωσης ατυχημάτων

Είναι δεδομένο το γεγονός ότι ένας χειριστής/μέλος πληρώματος είναι αναγκασμένος να διαχειρίζεται πολλές πληροφορίες στο HMI. Όσο μεγαλύτερο σε μέγεθος είναι ένα UAV τόσο αυξάνονται οι προς διαχείριση πληροφορίες. Για αυτό το λόγο το σύνολο των χειριστών που συμμετείχαν στην έρευνα πιστεύει ότι οι προειδοποιητικές ενδείξεις αισθήσεων αφής (π.χ. δόνηση) ή ακοής θα ήταν χρήσιμες για

μια άμεση αναγνώριση βλάβης. Με αυτό τον τρόπο ενώ η όραση θα είναι απασχολημένη στην ανάγνωση συγκεκριμένης ένδειξης ο χειριστής θα ενημερώνεται για την ύπαρξη ενός κρίσιμου ορίου από ένα άλλο αισθητήριο όργανο όπως την ακοή ή την αφή. Το κρίσιμο ερώτημα αφορά την κατηγοριοποίησή μιας κρίσιμης βλάβης κατά προτεραιότητα-με άλλα λόγια-αν οι χειριστές έπρεπε να επιλέξουν μεταξύ των βλαβών για να ενημερώνονται και με άλλες προειδοποιητικές ηχητικές και οπτικές ενδείξεις, ποια θα επέλεγαν; Από τις απαντήσεις εξάγεται το συμπέρασμα ότι η πιο άμεση προς ενημέρωση βλάβη κρίνεται η απώλεια ώσης (βλάβη κινητήρα) σε ποσοστό 48,5%. Ακολουθεί η βλάβη αυτόματου πιλότου με ποσοστό 25%, η βλάβη επικοινωνιών και η απώλεια GPS με ποσοστά 11,5% και αντίστοιχα και τέλος η βλάβη στο ηλεκτρικό σύστημα με ποσοστό 3,5%. Εξυπακούεται ότι οποιαδήποτε από τις ανωτέρω βλάβες μπορεί δυνητικά να οδηγήσει σε απώλεια/καταστροφή ενός UAV άρα το ιδανικό σενάριο θα ήταν να υπήρχε η δυνατότητα ο κάθε χειριστής/μέλος πληρώματος να ενημερώνεται με ηχητικές και οπτικές ενδείξεις για κάθε μια από αυτές ξεχωριστά.



Γράφημα 4.5: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση βλάβης-ενεργοποίησης ηχητικών και οπτικών ενδείξεων.

Όσον αφορά τις διαδικασίες διαχείρισης κινδύνου και λήψης αεροναυτικών αποφάσεων (ADM) οι χειριστές πιστεύουν ότι η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness-SA) και η αναγνώριση ενός προβλήματος τις επηρεάζει άμεσα; Η ταχύτητα αντίληψης ενός προβλήματος που μπορεί να οδηγήσει σε επισφαλείς καταστάσεις είναι ζωτικής σημασίας. Αντίστοιχης σημασίας είναι η επίγνωση αλλά και διατήρηση του S.A. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι κάθε χειριστής προσπαθεί να το επιτύχει εβρισκόμενος «εκτός»

UAV! Ειδικότερα κατά τη διαδικασία λήψης αεροναυτικών αποφάσεων (ADM), το πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση μιας επικίνδυνης συμπεριφοράς είναι η αναγνώρισή της ως προβληματικής. Στη συνέχεια η αντιμετώπισή της με τις μεθόδους που αναλύθηκαν στο 2^ο κεφάλαιο ή και πλήρη απομόνωσή της. Επίσης οι χειριστές UAV πιστεύουν ότι κατά την διαχείριση μίας επείγουσας για την ασφάλεια πτήσεων κατάστασης και υπό υψηλό φόρτο εργασίας, οι προτεραιότητες (ιεράρχηση) του χειριστή θα πρέπει να είναι κατά σειρά το τρίπτυχο AVIATE-NAVIGATE-COMMUNICATE.

Ειδικότερα όρος AVIATE θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο :

- Τη διατήρηση του απαιτούμενου ύψους, της πορείας, της ταχύτητας, των pitch και roll εντός ασφαλών ορίων.
- Την αποφυγή εμποδίων στο σκέλος/περιοχή πτήσης.
- Τον έλεγχο – αποφυγή κυκλοφορίας.
- Την εκτέλεση ενεργειών αποφυγής κινδύνων και διαδικασιών έκτακτης ανάγκης (emergency procedures).

Ο όρος NAVIGATE θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο.

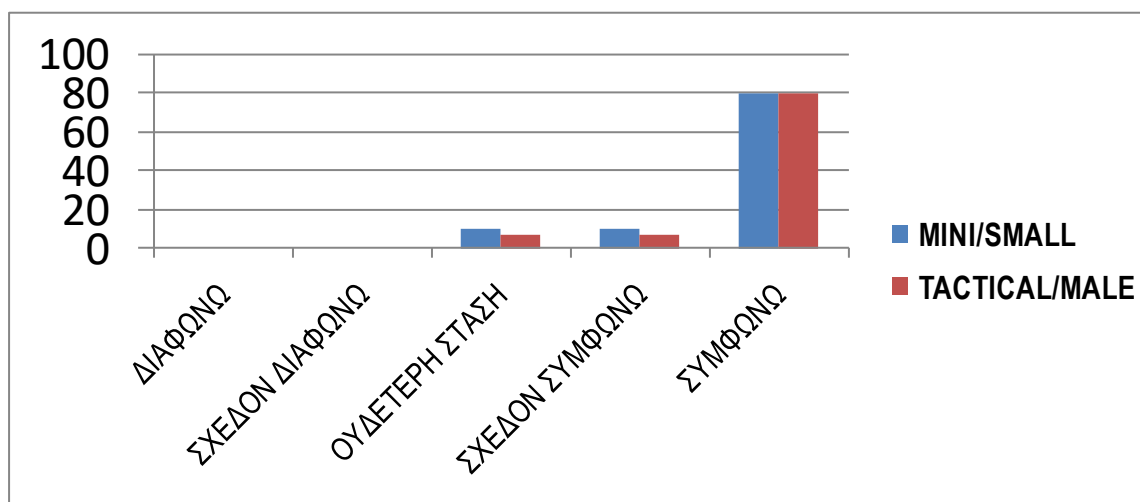
- Τη σχεδίαση και-εφόσον απαιτείται-επικαιροποίησή της συμφώνως αλλαγών των δεδομένων της αποστολής, αλλαγών στο περιβάλλον, τον καιρό, τις πηγές πληροφόρησης και την κατάσταση του UAV.
- Την εκπόνηση εναλλακτικού πλάνου ενεργειών χρήσης του εναέριου χώρου (εναλλακτικές πορείες και ύψη πτήσης) τόσο για αποφυγή κυκλοφορίας –εμποδίων όσο και για το ενδεχόμενο απώλειας επικοινωνιών.
- Τον έλεγχο των συστημάτων πλοήγησης και εντοπισμού θέσης.
- Το έλεγχο του πεδίου Α/Γ – Π/Γ, την επιλογή διαδρόμου Α/Γ κατάλληλου για τους επικρατούντες ανέμους.
- Τον υπολογισμό των επιδόσεων του UAV μέσω του Flight Manual συμπεριλαμβανομένης της απόστασης Α/Γ (Take Off distance)
- Την σχεδίαση και επικαιροποίηση εναλλακτικού πλάνου ενεργειών για την αντιμετώπιση απώλειας επικοινωνίας.

Ο όρος COMMUNICATE θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο.

- Ενδεδειγμένη επικοινωνία μεταξύ των μελών πληρώματος συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών εναλλαγής πληρώματος (HOT SEAT)
- Επικοινωνία με αρχές Εναέριας Κυκλοφορίας.
- Έλεγχος για μεταβολές του καιρού στο ίχνος πτήσης.
- Επικοινωνία με έτερο σταθμό εδάφους για διαδικασία παράδοσης-παραλαβής ελέγχου UAV (κατηγορίες TACTICAL και άνω).

4.5 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ LESSONS LEARNED ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Οι χειριστές πιστεύουν ότι η έλλειψη εκπαιδευτικής διαδικασίας σε «τεχνικές αρχηγίας» τόσο στο επίπεδο οργανισμού όσο και στο επίπεδο πληρώματος δημιουργεί καταστάσεις επισφαλών ενεργειών και αποφάσεων. Παράλληλα θεωρούν ότι η ανάπτυξη τεχνικών βελτίωσης των αντιδράσεων ενός χειριστή/πληρώματος σε επισφαλείς καταστάσεις και η συνεχής εξάσκησή του σε αυτές θα μείωνε τη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα στα ατυχήματα. Είναι σημαντικό να δοθεί έμφαση από τα προϊστάμενα κλιμάκια στην συνεχή βελτίωση και αναπροσαρμογή της εκπαιδευτικής διαδικασίας, λαμβάνοντας υπόψη τα lessons learned από ξένες χώρες, ώστε να είναι πάντα επικαιροποιημένες έχοντας σαν γνώμονα ότι το συγκεκριμένο πεδίο είναι δυναμικό και συνεχώς εξελισσόμενο. Τέλος πρέπει να δοθεί έμφαση στα πληρώματα, η σημασία της συνεχής εξάσκησης στις διαδικασίες αυτές σε συνεργασία με ξένα πληρώματα άλλων χωρών ώστε να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους και να αποκομίσουν συσσωρευμένη εμπειρία.



Γράφημα 4.6: Εκτίμηση δείγματος ερωτηματολογίου στη σχέση μεταξύ ενσωμάτωσης στην εκπαιδευτική διαδικασία του H.F. και μείωσης ατυχημάτων.

Τέλος θεωρούν σε ποσοστό 88,5% ότι θεμελιώδης λίθος στην προσπάθεια μείωσης των ατυχημάτων που οφείλονται σε Human Factors είναι η ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών αντιμετώπισης

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα προβλήματα που προκαλούνται συνήθως από τον ανθρώπινο παράγοντα είναι αναπόφευκτα. Σε ορισμένες περιπτώσεις και καταστάσεις οι άνθρωποι θα υποπίπτουν σε σφάλματα ή παραλείψεις και πάντα θα υπάρχει ένα όριο, στο τι μπορούμε να διορθώσουμε για να αλλάξουμε αυτή την κατάσταση. Από την στιγμή που θεωρούμε αναπόφευκτο το γεγονός ότι θα υπάρξουν λάθη-παραλείψεις, θα πρέπει να εστιάσουμε την προσοχή μας στην μείωση εμφάνισης αυτών των λαθών, καθώς και στην ελαχιστοποίηση όσο αυτό είναι εφικτό, των συνεπειών που θα προκαλέσουν. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αναφέροντας σαν αιτία σε ένα ατύχημα «ανθρώπινο σφάλμα» ταυτίζεται συνήθως με σφάλμα του άμεσα εμπλεκομένου, όμως ένα μερίδιο ευθύνης επιβαρύνει τους σχεδιαστές – κατασκευαστές - επιβλέποντες του συστήματος-οργανισμού.

Για να συμβεί ένα ατύχημα θα πρέπει υπάρξει ένας συνδυασμός λαθών και παραλείψεων διαμέσου όλων των διαφορετικών επιπέδων ασφάλειας και οργάνωσης. Αυτό φάνηκε χαρακτηριστικά στο (Γράφημα 2.3), όπου διαπιστώθηκε ότι, οι πιθανότητες πρόκλησης ενός ατυχήματος μπορεί να μειωθεί, αν περιοριστούν τα κενά που υπάρχουν στα στάδια της διαδικασίας. Η συνεχής εκπαίδευση, η σωστή κατάρτιση και η σωστή διαχείριση του όγκου εργασίας, είναι κάποιοι από τους παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν στην εξάλειψη κάποιων λαθών. Τα λάθη όμως που έχουν ως πηγή τα όρια των ανθρώπινων δυνατοτήτων και το απροσδόκητο του περιβάλλοντος, μειώνονται με την βελτίωση του σχεδιασμού του συστήματος, σε συνδυασμό με την αγωγή ασφάλειας.

Ένα καλό σύστημα δεν θα πρέπει να επιτρέπει στον άνθρωπο να κάνει εύκολα λάθος. Αυτό θα μπορεί να πραγματοποιηθεί όταν ο καθόλα αρμόδιος (χρήστης), λαμβάνει μέρος στον σχεδιασμό του συστήματος, έτσι ώστε να μην γίνεται δύσκολη και προβληματική η εξοικείωση του με το σύστημα. Η οργάνωση και διαχείριση έχουν την ευθύνη για αποφάσεις οι οποίες επηρεάζουν την ασφαλή λειτουργία όλου του οργανισμού. Λανθασμένοι χειρισμοί σε αυτό το πρώιμο στάδιο δύσκολα γίνονται αντιληπτοί και έτσι δεν γίνεται αισθητή η συμβολή τους σε αυτό. Αντίθετα, όταν οι αποφάσεις είναι σωστές σε αυτό το επίπεδο μπορούν να δημιουργήσουν ένα αίσθημα ασφαλείας το οποίο μπορεί να

απομακρύνει την προδιάθεση και όλες τις καταστάσεις που ενδέχεται να οδηγήσουν σε ατύχημα. Από όλα τα παραπάνω, τα σημαντικότερα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν και να μας οδηγήσουν στην μείωση της επίδρασης του ανθρώπινου παράγοντα στην χρήση των UAV είναι τα ακόλουθα:

- ΔΙΔΑΓΜΑΤΑ (LESSONS LEARNED)
- ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ-ΕΞΑΣΚΗΣΗ
- ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ
- ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (RISK MANAGEMENT)

Σίγουρα τα λάθη δεν μπορούν να αποσυνδεθούν από την ανθρώπινη λειτουργία και επίδραση. Το μόνο το οποίο μπορούμε να κάνουμε είναι να εστιάσουμε στην καλύτερη κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς σε ασυνήθιστες καταστάσεις, καθώς και συχνότερη εκπαίδευση των πληρωμάτων σε διαδικασίες προσομοίωσης.

Παράρτημα Ι: Επιστολή με πληροφορίες για το ερωτηματολόγιο μέτρησης των επιπτώσεων του ανθρώπινου παράγοντα στις πτήσεις UAV.



Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

“Λογιστική-Χρηματοοικονομική και Διοικητική Επιστήμη”

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Το παρόν ερωτηματολόγιο εξετάζει την επιρροή του ανθρώπινου παράγοντα στις πτήσεις των UAV. Τα ανθρώπινα λάθη, έχει στατιστικά αποδειχθεί ότι είναι οι κύριοι παράγοντες των αεροπορικών ατυχημάτων, της πολιτικής και στρατιωτικής αεροπορίας. Είναι λοιπόν αναγκαίο για μια Μονάδα/Οργανισμό που διαχειρίζεται αεροπορικά μέσα, να καταλάβει όσο καλλίτερα μπορεί, τον ανθρώπινο παράγοντα, έτσι ώστε, να είναι σε θέση να διαμορφώσει ένα ασφαλές εργασιακό περιβάλλον και να αυξήσει τα επίπεδα ασφάλειας των πτήσεων. Ένα επίσης σημαντικό στοιχείο που πρέπει να μην παραβλέπεται είναι ότι, ο ανθρώπινος οργανισμός, έχει τα φυσικά και διανοητικά του όρια. Αυτά τα όρια πρέπει να μην υπερβαίνονται από κανένα μέλος του πληρώματος, όταν θα ορισθεί να λειτουργήσει στην ομάδα που λέγεται, πλήρωμα αεροπορικού μέσου.

Οι απαντήσεις και τα στοιχεία σας, είναι εμπιστευτικά και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για την έρευνα. Παρακαλώ να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις με ειλικρίνεια, επιλέγοντας την κάθε απάντηση που σας αντιπροσωπεύει.

Παπαθανασίου Δημήτριος

Μεταπτυχιακός Φοιτητής

Παράρτημα II: Ερωτηματολόγιο Κλίμακας HUMAN FACTORS

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ UAVs HUMAN FACTORS

1. Τι πιστεύετε ότι περιλαμβάνει ο όρος Human Factors και η συμβολή του στα ατυχήματα UAVs;

α. Τη συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα αποκλειστικά στην πτήση ενός UAV.

β. Τη συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα σε όλη την αποστολή ενός UAV (σχεδίαση-ενημέρωση-πτήση-απενημέρωση).

γ. Τη συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα σε όλη την αποστολή ενός UAV καθώς και τις διαδικασίες συντήρησης.

δ. Τη συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα σε όλη την αποστολή ενός UAV όπως επίσης τις διαδικασίες επίβλεψης, τις διαδικασίες σχεδίασης-κατασκευής ενός UAV καθώς και τις διαδικασίες συντήρησης.

2. Σε ποιες κατηγορίες UAVs πιστεύετε ότι έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο ο ανθρώπινος παράγοντας στην εμφάνιση ατυχημάτων;

α. Κυρίως στα μικρά UAVs (mini-small).

β. Κυρίως στα μεγάλα UAVs (MALE-HALE).

γ. Σε όλους τους τύπους UAVs ανεξαρτήτως μεγέθους, χρήσης, πολυπλοκότητας, κλπ.

δ. Κυρίως στα στρατιωτικά UAVs.

3. Πιστεύετε ότι η βελτίωση των συνθηκών πτήσης (οχλήσεις - εργονομία-CRM) θα συνέβαλε στον περιορισμό των συνθηκών δημιουργίας επισφαλών ενεργειών;

α. Διαφωνώ.

β. Σχεδόν διαφωνώ.

γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).

δ. Σχεδόν συμφωνώ.

ε. Συμφωνώ.

4. Πιστεύετε ότι πιθανές βελτιώσεις στο εργασιακό σας περιβάλλον θα επέφερε μείωση του φόρτου εργασίας, του stress και κατ' επέκταση την ελαχιστοποίηση δημιουργίας συνθηκών επισφαλών ενεργειών;

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

5. Σε πτήση UAV με αυξημένο επίπεδο δυσκολίας, πόσο χρονικό περιθώριο εκτιμάτε ότι έχετε διαθέσιμο για να αντιμετωπίσετε επιτυχώς μια διαδικασία ανάγκης.

- α. Ελάχιστο
- β. Περιορισμένο
- γ. Σημαντικό-αρκετό

6. Πιστεύετε ότι η ισοκατανομή των διεργασιών μεταξύ των μελών πληρώματος UAV σε κάθε φάση της πτήσης, αυξάνει αφενός τα επίπεδα ασφάλειας και αφετέρου την αποτελεσματικότητά τους; Επίσης είναι απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεσματικότητας η συνεχής θεωρητική και πρακτική εξάσκηση μεταξύ των μελών πληρώματος;

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

7. Ποιοι παράγοντες πιστεύετε ότι θα συνέβαλαν στην αντιμετώπιση φαινομένων ελλιπούς επίβλεψης ;

- α. Η δημιουργία κατάλληλου συστήματος διασφάλισης ελέγχων.
- β. Η εκτενής εκπαίδευση.
- γ. Η εκτενής εκπαίδευση σε συνδυασμό με τη δημιουργία κατάλληλου συστήματος διασφάλισης ελέγχων
- δ. Η εκτενής εκπαίδευση σε συνδυασμό με τη δημιουργία κατάλληλου συστήματος διασφάλισης ελέγχων και τη συνεχή προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων.

8. Σε τι βαθμό εκτιμάτε ότι προηγούμενη εμπειρία σε UAV συνεισφέρει στον ασφαλέστερο χειρισμό ενός άλλου τύπου UAV (πχ από TACTICAL σε MALE);

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

9. Πιστεύετε ότι η όλο και περισσότερο ευρύτερη χρήση αυτοματισμών (Man-Machine Interfaces Autos) στα UAVs θα μειώσει τα ποσοστά των ατυχημάτων που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα;

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

10. Για ποιες βλάβες θα επιθυμούσατε να ενεργοποιούνται ηχητικές και οπτικές ενδείξεις; (με σειρά σπουδαιότητας)

- α. Βλάβη αυτόματου πιλότου.
- β. Απώλεια επικοινωνιών ελέγχου UAV.
- γ. Απώλεια GPS.
- δ. Διακοπή λειτουργίας κινητήρα.
- ε. Βλάβη στο ηλεκτρικό σύστημα.

11. Πιστεύετε ότι οι προειδοποιητικές ενδείξεις αισθήσεων αφής (π.χ. δόνηση) θα ήταν χρήσιμες για μια άμεση αναγνώριση βλάβης; (π.χ. χαμηλή ισχύς μπαταρίας)

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

12. Πιστεύετε ότι η ανάπτυξη τεχνικών βελτίωσης των αντιδράσεων ενός χειριστή/πληρώματος σε επισφαλείς καταστάσεις και η συνεχής εξάσκηση του σε αυτές θα μείωνε τη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα στα ατυχήματα UAVs;

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

13. Κατά τη διαδικασία λήψης αεροναυτικών αποφάσεων (ADM), το πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση μιας επικίνδυνης συμπεριφοράς είναι η αναγνώριση..

- α. Των επισφαλών νοοτροπιών.
- β. Των επιπέδων Stress.
- γ. Των σχέσεων μεταξύ των μελών του πληρώματος.
- δ. Της ψυχολογικής κατάσταση του χειριστή.

14. Πιστεύετε ότι ακολουθώντας τη μεθοδολογία του συστήματος Διαχείρισης Κινδύνου (Risk Management) αποφεύγεται το σπάσιμο «κρίκου» στην αλυσίδα της ασφάλειας πτήσεων;

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

15. Πιστεύετε ότι πρέπει να ενσωματωθεί στο σύνολο των φάσεων μιας πτήσης το CRM (Crew Resource Management);

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

16. Πιστεύετε ότι η ενσωμάτωση στην εκπαιδευτική διαδικασία του ρόλου του ανθρώπινου παράγοντα στα ατυχήματα UAVs καθώς και των τεχνικών αντιμετώπισης των ανθρώπινων λαθών θα συμβάλουν στην μείωση των ατυχημάτων;

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

17. Πιστεύετε ότι η επίγνωση της κατάστασης (Situation Awareness-SA) και η αναγνώριση ενός προβλήματος επηρεάζει στη διαδικασία διαχείρισης κινδύνου και στη διαδικασία λήψης αεροναυτικών αποφάσεων (ADM);

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

18. Κατά την διαχείριση μίας επείγουσας για την ασφάλεια πτήσεων κατάστασης και υπό υψηλό φόρτο εργασίας, οι προτεραιότητες (ιεράρχηση) του χειριστή θα πρέπει να είναι:

- α. Ναυσιπλοΐα, επικοινωνίες, έλεγχος του UAVs.
- β. Επικοινωνίες, ναυσιπλοΐα, έλεγχος του UAVs.
- γ. Έλεγχος του UAVs ναυσιπλοΐα, επικοινωνίες.
- δ. Να εκτελέσει την λίστα ενεργειών που προτείνει ο κατασκευαστής.

19. Ποιο ποσοστό ατυχημάτων UAVs πιστεύετε ότι οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα (Human Factors);

- α. 0-20%
- β. 21-40%
- γ. 41-60%
- δ. 61-80%
- ε. 81-100%

20. Πιστεύετε ότι η έλλειψη εκπαιδευτικής διαδικασίας σε «τεχνικές αρχηγίας» τόσο στο επίπεδο οργανισμού όσο και στο επίπεδο πληρώματος δημιουργεί καταστάσεις επισφαλών ενεργειών και αποφάσεων;

- α. Διαφωνώ.
- β. Σχεδόν διαφωνώ.
- γ. Δεν έχω άποψη (ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ).
- δ. Σχεδόν συμφωνώ.
- ε. Συμφωνώ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Airbus Flight Operations Briefing Notes, (2004), *Human Performance, Human Factors Aspects in Incidents / Accidents* Ανακτήθηκε από:
http://www.smartcockpit.com/docs/Human_Factors_Aspects_In_Incidents_and_Accidents.pdf [2017, 2 Ιουνίου]
- Airbus Flight Operations Briefing Notes, (2004), *Human Performance-Managing Interruptions and Distractions* Ανακτήθηκε από:
https://www.skybrary.aero/index.php/Main_Page [2017, 6 Ιουνίου]
- Asim, M. Dr Ehsan N., Rafique, K., *Probable Causal Factors In Uav Accidents Based On Human Factor Analysis And Classification System* Ανακτήθηκε από:
http://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2010/PAPERS/492.PDF
- Dupond G., Available: skybrary Ανακτήθηκε από:
http://www.skybrary.aero/index.php/The_Human_Factors_%22Dirty_Dozen%22, , [2017, 7 Ιουνίου]
- International Civil Aviation Organization, (2011), *ICAO Cir 328 Unmanned Aircraft Systems(UAS)* Ανακτήθηκε από:
https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf [2017, 22 Απριλίου]
- Jacob,R. (2014) *A UAV mishap taxonomy for range safety reviews*: Ανακτήθηκε από:
http://www.flighttestsafety.org/images/Scottsdale_2015/Wednesday_1330-1400.pdf/ [2017, 8 Φεβρουαρίου]
- Nehme, C., Crandall, J., Cummings, M. *An Operator Function Taxonomy for Unmanned Aerial Vehicle Missions* Massachusetts Institute Of Technology Ανακτήθηκε από:
http://dodccrp.org/events/12th_ICCRTS/CD/html/presentations/171.pdf [2017, 30 Ιουνίου]
- North Atlantic Treaty Organization (NATO), (2016), *Allied Tactical Publication (ATP) 3.3.8.1 Edition A Version 1 Guidance For The Training Of Unmanned Aircraft Systems (UAS) Operators.* Ανακτήθηκε από:
<https://nso.nato.int/nso/nsdd/listpromulg.html> [2017, 5 Μαΐου]
- Rostker,B.D., Nemfakos,C., Leonard,H.A., Axelband,E., Doll,A., Hale,K.N.Tremblay,D., Yardley R.J., Young S. (2014) *Building Toward an Unmanned Aircraft System Training Strategy* . Published by the RAND Corporation, Santa Monica, Calif. Ανακτήθηκε από: www.rand.org/pubs/research_reports/RR440.html [2017, 19 Μαρτίου]

- RTCA Drone Advisory Committee Public Meeting (2016, 16 Σεπτεμβρίου), *Overview of RTCA & Federal Advisory Committees*. Ανακτήθηκε από: www.faa.gov/uas [2017, 13 Οκτωβρίου]
- U.S. Aerospace Medical Association (2006), “*Human Factors in Remotely Piloted Aircraft Operations: HFACS Analysis of 221 Mishaps Over 10 Years*”, Tvaryanas, A., Thompson, W., Constable, S., Ανακτήθηκε από: <https://books.google.com/> [2017, 1 Ιουνίου]
- U.S. Army Center of Excellence, *Eyes of the Army U.S. Army Roadmap for Unmanned Aircraft Systems 2010-2035*. Ανακτήθηκε από: <http://www.rucker.army.mil/usaace/uas/US%20Army%20UAS%20RoadMap%202010%202035.pdf> [2017, 2 Νοεμβρίου]
- U.S. Army Safety Center - *Army accident classification chart* Ανακτήθηκε από: https://safety.army.mil/Portals/0/Documents/REPORTINGANDINVESTIGATION/TOOLS/Standard/Army_Accident_Classification_pre12272013.pdf [2017, 2 Νοεμβρίου]
- U.S. Department Of Defence (2005), *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030*. Ανακτήθηκε από: https://fas.org/irp/program/collect/uav_roadmap2005.pdf [2017, 2 Νοεμβρίου]
- U.S. Department of Transportation,(12/13/91), *Advisory Circular No 60-22 Aeronautical Decision Making*. Washington: Federal Aviation Administration. Ανακτήθηκε από: https://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/ [2017, 2 Ιουλίου]
- U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration (6/21/16) *Advisory Circular No 107-2 Small Unmanned Aircraft Systems (sUAS)*. Ανακτήθηκε από: https://www.faa.gov/document_library/media/Advisory_Circular/AC_107-2.pdf [2017, 3 Ιουλίου]
- U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, *Aeronautical Decision Making Chapter 14* Ανακτήθηκε από: https://www.faa.gov/uas/media/AC_107-2_AFS-1_Signed.pdf [2017, 21 Ιουλίου]
- U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration (2016, August), *Remote Pilot – Small Unmanned Aircraft Systems Study Guide (FAA-G-8082-22)* Flights Standard Service, Washington, DC 20591. Ανακτήθηκε από: https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/remote_pilot_study_guide.pdf [2017, 12 Ιουλίου]
- U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration (2016, July), *Remote Pilot – Small Unmanned Aircraft Systems Airman Certification Standards (FAA-*

S-ACS-10) Flights Standard Service, Washington, DC 20591. Ανακτήθηκε από:
https://www.faa.gov/training_testing/testing/acs/media/uas_acs.pdf
[2017, 10 Φεβρουαρίου]

U.S. Department of Transportation,(2011), *14 Code of Federal Rules Part 91-General Operating and Flight. Rules*. Washington: Federal Aviation Administration
Ανακτήθηκε από: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title14-vol2/pdf/CFR-2011-title14-vol2-part91.pdf> [2017, 1 Ιουλίου]

U.S. Headquarters, Department of the Army (January 2014), *Training Circular No 3-04.61 (TC 3-04.61) Unmanned Aircraft System Commander's Guide and Aircrew*
Ανακτήθηκε από: http://asktop.net/wp/download/5/tc3_04x61.pdf
[2017,3 Μαΐου]

Williams, K.,. A Summary of Unmanned Aircraft Accident Incident Data Human Factors Implications. Ανακτήθηκε από:
https://www.researchgate.net/profile/Kevin_Williams23/publication/235144954

Wingman, D.A., Shappell, S.A., (2003) *A human error approach to aviation accident analysis: The Human Factors Analysis and Classification*. Ανακτήθηκε από:
<https://dvikan.no/ntnustudentserver/reports/A%20Human%20Error%20Approach%20to%20Aviation%20Accident%20Analysis.pdf> [2017,5 Μαΐου]

Άρθρα (Ελληνικά)

Στρίφτη,Ι.,Α., *Θερμοπληξία: συμπτώματα και αντιμετώπιση* Ανακτήθηκε από:
<http://www.eumedline.eu/post/THermoplhksia-symptwmata-kai-antimetwpmish>
[2017, 27 Οκτωβρίου]

Άρθρα (Ξενόγλωσσα)

Arnett, G., (2015) *The numbers behind the worldwide trade in drones*. *The Guardian*.
Ανακτήθηκε από :
<https://www.theguardian.com/news/datablog/2015/mar/16/numbers-behind-worldwide-trade-in-drones-uk-israel> [2017, 7 Αυγούστου]

Dhiraj. A., B.(2015) *Global Drone Trade: World's Largest Importing And Exporting Countries*. Ceoworld Magazine. Ανακτήθηκε από:
<http://ceoworld.biz/2015/03/16/global-drone-trade-worlds-largest-importing-and-exporting-countries/> [2017, 14 Νοεμβρίου]

Cenciotti, D.,(2013, 7 Οκτωβρίου) *X-47B UCAS (Navy's killer drone) lands aboard aircraft carrier: Machine does what first pilot did 102 years ago*. Ανακτήθηκε

- από: <https://theaviationist.com/2013/07/10/x-47b-ucas-lands-aboard-carrier/>
[2017, 14 Νοεμβρίου]
- Clausen, C., (U.S.A.F. Senior Airman) (2017, 24 Φεβρουαρίου), *AF to retire MQ-1, transition to MQ-9*. Ανακτήθηκε από: <http://www.af.mil/News/Article-Display/Article/1254847/secaf-gets-firsthand-look-at-mq-1-mq-9-mission/>
[2017, 3 Απριλίου]
- Gladstone, R., (2011, 8 December), "*Iran shows video it says is of U.S. drone*".The New York Times. Ανακτήθηκε από :
<http://www.nytimes.com/2011/12/09/world/middleeast/iran-shows-us-drone-on-tv-and-lodges> [2017, 25 Σεπτεμβρίου]
- Helmore, E., (2009, 23 Αυγούστου) *US now trains more drone operators than pilots*. The Observer. Ανακτήθηκε από :
<https://www.theguardian.com/world/2009/aug/23/drones-air-force-robot-planes>
[2017, 5 Απριλίου]
- Johnson, R., (2011, 5 Δεκεμβρίου) *Meet The Russian Avtobaza — Iran's Possible Drone Killer*. Business Insider. Ανακτήθηκε από: http://www.businessinsider.com/meet-the-russian-avtobaza-irans-possible-drone-killer-2011-12?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+businessinsider+%28Business+Insider%29
[2017, 14 Νοεμβρίου]
- Norman, J., (2017, 22 Οκτωβρίου), *The tadiran mastiff: the first modern surveillance UAV or drone*. Ανακτήθηκε από:
<http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=4248>
[2017, 11 Νοεμβρίου]
- Orlov,A., (1998, 17 Σεπτεμβρίου) *The U-2 Program: A Russian Officer Remembers* Ανακτήθηκε από: https://www.cia.gov/library/center-for-the-study-of-intelligence/csi-publications/csi-studies/studies/winter98_99/art02.html
[2017, 3 Ιανουαρίου]
- Osborn,K., (2014, 2 Ιανουαρίου), *Pentagon Plans for Cuts to Drone Budgets*. Ανακτήθηκε από: www.dodbuzz.com/2014/01/02/pentagon-plans-for-cuts-to-drone-budgets
[2017, 19 Μαρτίου]
- Peterson, S.; Faramarzi, P., (2011, 15 Δεκεμβρίου), "*Exclusive: Iran hijacked US drone, says Iranian engineer*". Ανακτήθηκε από:
<https://www.csmonitor.com/World/Middle-East/2011/1215/Exclusive-Iran-hijacked-US-drone-says-Iranian-engineer>.
[2017, 25 Σεπτεμβρίου]

- Pride, D., (2017) The Nomad. A personal aviation and travel site. Ανακτήθηκε από: http://www.davidpride.com/Aviation/IAF/IAF_129.htm
[2017,14 Νοεμβρίου]
- Sale, J., (2013, 10 Φεβρουαρίου), *The secret history of drones*. The Guardian. Ανακτήθηκε από: <https://www.theguardian.com/world/shortcuts/2013/feb/10/secret-history-of-drones-1916>
[2017, 31 Ιουλίου]
- Spinetta, L., (2016, 27 Οκτωβρίου). *The rise of unmanned aircraft*. Aviation History Magazine. Ανακτήθηκε από: <http://www.historynet.com/the-rise-of-unmanned-aircraft.htm>
[2017, 30 Ιουνίου]
- Sumwalt,R.L.,(June 1993) *The Sterile Cockpit*. Ανακτήθηκε από: https://asrs.arc.nasa.gov/publications/directline/dl4_sterile.htm
[2017,12 Σεπτεμβρίου]
- The Science Channel, (2014, 24 Σεπτεμβρίου), *DHL using drones to deliver medicine to the german island*.Ανακτήθηκε από: <http://astronomycommunication.com/technology/dhl-using-drones-to-deliver-medicine-to-the-german-island/>
[2017, 25 Σεπτεμβρίου]
- Waldman,P.,(2013, 14 Φεβρουαρίου), *Game of Drones*. Ανακτήθηκε από: <http://prospect.org/article/game-drones>
[2017,6 Νοεμβρίου]

Ιστοσελίδες

- Ελληνική Δημοκρατία, Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (30 Σεπτεμβρίου 2016) Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 3152, Απόφαση Αριθμ.ΥΠΑ/Δ2/Δ/21860/1422 *Κανονισμός – γενικό πλαίσιο πτήσεων Συστημάτων Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών – ΣμηΕΑ (Unmanned Aircraft Systems-UAS)* Ανακτήθηκε από: 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
[2017, 6 Νοεμβρίου].
- Παπαδημητρίου Γ., Φλώρου Γ., Αναστασιάδου Σ. (2001). Κλίμακες αξιολόγησης: η περίπτωση της κλίμακας Likert. *Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Στατιστικής*, 81-88. Ανακτήθηκε από: <http://www.greek-language.gr/certification/research/lexicon/show.html?id=118>
[2017, 25 Σεπτεμβρίου].
- Bureau of Aircraft Accidents Archives Ανακτήθηκε από: <http://www.baaa-acro.com/>
[2017, 22 Οκτωβρίου]

- Defence Talk.com (2017) Ανακτήθηκε από: <http://www.defencetalk.com/pictures/specialother-turkey/p37786-tai-male-uav-tiha.html> [2017, 14 Νοεμβρίου]
- Dronevibes.com, (2017) Ανακτήθηκε από: <https://www.dronevibes.com/2016/04/19/these-are-some-great-updates-to-the-3dr-solo> [2017, 3 Απριλίου]
- DJI Phantom IV. Ανακτήθηκε από: <https://www.dji.com/phantom> [2017, 24 Ιουλίου]
- Flight Safety Foundation-ALAR 1998-1999. Ανακτήθηκε από: https://flightsafety.org/fsd/fsd_nov-feb99.pdf [2017, 7 Ιουνίου]
- Military.com (2017) Ανακτήθηκε από: <https://www.military.com/equipment/drones> [2017, 14 Νοεμβρίου]
- Military Factory.com, (2017) Ανακτήθηκε από: <https://www.militaryfactory.com/aircraft/unmanned-aerial-vehicle-uav.asp> [2017, 14 Νοεμβρίου]
- Northrop Grumman, *MQ-4C Triton-Making the World's Oceans Smaller*. Ανακτήθηκε από: <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/Triton/Pages/default.aspx> [2017, 3 Ιουλίου]
- U.S. Aviation Safety Action Program (ASAP) 2000-2001 Ανακτήθηκε από: <https://www.faa.gov/about/initiatives/asap> [2017, 7 Νοεμβρίου]