



**Ανάλυση επικινδυνότητας επισφαλών καταστάσεων κατά την
αφαιροτοποθέτηση μείζονων εξαρτημάτων επί μαχητικών
αεροσκαφών**

Διατριβή που υπεβλήθη για τη μερική
ικανοποίηση των απαιτήσεων για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης από τον

ΚΩΤΟΥΛΑ ΛΕΩΝΙΔΑ

ΧΑΝΙΑ,

Σεπτέμβριος 2020

Η διατριβή του Κωτούλα Λεωνίδα εγκρίνεται από τους κ.κ

Κοντογιάννης Θωμάς

Επιβλέπων Εργασίας

Μουστακής Βασίλειος

Καθηγητής

Αντωνιάδης Αριστομένης

Επίκουρος Καθηγητής

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1. ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	9
1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	9
1.2. ΦΟΡΕΙΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	10
1.3. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	11
1.4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	13
2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ.....	14
2.1. ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ.....	14
2.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	14
3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ	17
3.1. ΓΕΝΙΚΑ	17
3.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ	18
4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΝΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ.....	22
4.1. ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	22
4.2. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΛΑΘΩΝ – ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΔΕΝΤΡΩΝ ΑΣΤΟΧΙΩΝ (FAULT TREES).....	23
4.2.1. ΔΙΑΔΟΧΗ ΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ	24
4.2.2. ΚΟΡΥΦΑΙΟ ΓΕΓΟΝΟΣ.....	24
4.2.3. ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ.....	25
4.2.4. ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ	25
4.2.5. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ.....	25
4.2.6. ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ ΔΕΝΤΡΟΥ ΑΣΤΟΧΙΩΝ	25
4.3. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΥΠΟΥ BOW TIES	26
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕΙΣ ΜΕΙΖΟΝΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙ Α/Φ F-16 BLK 52+30	
5.1. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ F100-P&W-229J	30
5.1.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΗΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ F100-P&W-229J.....	30
5.1.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	49
5.1.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΑΘΩΝ.....	49
5.1.4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ FAULT TREE ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ	52

5.1.5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ BOW TIE ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	55
5.2. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΕΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	61
5.2.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΗΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΕΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ F-16 BLK 52+	61
5.2.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	76
5.2.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΑΘΩΝ.....	76
5.2.4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ FAULT TREE ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	81
5.2.5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ BOW TIE ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	84
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	89
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92

Πίνακας Εικόνων, Σχημάτων και Πινάκων

ΣΧΗΜΑ 1 - ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ BOW TIE	27
ΣΧΗΜΑ 2 - ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	48
ΣΧΗΜΑ 3 - FAULT TREE ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΚΟΡΥΦΑΙΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΗ ΠΙΘΑΝΗ ΦΘΟΡΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	53
ΣΧΗΜΑ 4 - FAULT TREE ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΚΟΡΥΦΑΙΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΟ ΠΙΘΑΝΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	54
ΣΧΗΜΑ 5 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΤ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΗ ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ	58
ΣΧΗΜΑ 6 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΤ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΗΝ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΤΡΟΧΗΛΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	59
ΣΧΗΜΑ 7 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΤ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΗΝ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΑΠΟ ΤΟ ΤΡΟΧΗΛΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ	60
ΣΧΗΜΑ 8 - ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ	75
ΣΧΗΜΑ 9 – FAULT TREE ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ ΜΕ ΚΟΡΥΦΑΙΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΗ ΦΘΟΡΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	82
ΣΧΗΜΑ 10 - FAULT TREE ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ ΜΕ ΚΟΡΥΦΑΙΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ.....	83
ΣΧΗΜΑ 11 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΤ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΗΝ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΑΥΤΩΝ.....	87
ΣΧΗΜΑ 12 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΤ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΓΕΓΟΝΟΣ ΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΥΤΩΝ	88

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 - ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΛΑΘΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΕΙΨΕΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 - ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΠΑΡΑΛΕΙΨΕΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	80
ΕΙΚΟΝΑ 1 - ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΣΩΛΗΝΑ ΑΠΟΤΟΝΩΣΗΣ ΕΝΑΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ.....	31
ΕΙΚΟΝΑ 2 - ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ.....	32
ΕΙΚΟΝΑ 3 - Ο ΑΞΟΝΑΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ	32
ΕΙΚΟΝΑ 4 - ΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ	33
ΕΙΚΟΝΑ 5 - Η ΣΩΛΗΝΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	33
ΕΙΚΟΝΑ 6 - ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΛΗΡΗΣ ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΗΣ ΣΩΛΗΝΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	34
ΕΙΚΟΝΑ 7 - ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΣ ΔΕΞΙΑΣ ΣΩΛΗΝΑΣ ΑΠΟΤΟΝΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΑΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΤΗΣ ΤΟΥΡΜΠΙΝΑΣ	35
ΕΙΚΟΝΑ 8 - ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΣΩΛΗΝΑΣ.....	35
ΕΙΚΟΝΑ 9 - Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ (ΓΕΦΥΡΑ) ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	36
ΕΙΚΟΝΑ 10 - Ο ΑΞΟΝΑΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	36
ΕΙΚΟΝΑ 11 - ΤΡΟΧΗΛΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ	37
ΕΙΚΟΝΑ 12 - ΤΑ ΠΡΙΤΣΙΝΙΑ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΧΗΛΑΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	37
ΕΙΚΟΝΑ 13 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΧΗΛΑΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	38
ΕΙΚΟΝΑ 14 - ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΤΡΟΧΗΛΑΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	38
ΕΙΚΟΝΑ 15 - ΟΙ ΚΛΕΙΔΑΡΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΤΟΥ ΤΡΟΧΗΛΑΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	39
ΕΙΚΟΝΑ 16 - Ο ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΠΙ ΤΟΥ ΤΡΟΧΗΛΑΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	39
ΕΙΚΟΝΑ 17 - ΚΟΠΙΛΙΕΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	40
ΕΙΚΟΝΑ 18 - ΤΡΟΧΗΛΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	40
ΕΙΚΟΝΑ 19 - Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ	41
ΕΙΚΟΝΑ 20 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΕΜΠΡΟΣΘΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	41
ΕΙΚΟΝΑ 21 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ	42
ΕΙΚΟΝΑ 22 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΡΟΥΛΕΜΑΝ ΣΤΗ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	42
ΕΙΚΟΝΑ 23 - ΟΙ ΟΔΗΓΟΙ ΤΟΥ ΤΡΟΧΗΛΑΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΠΛΗΡΗ ΚΑΤΩ ΘΕΣΗ	43
ΕΙΚΟΝΑ 24 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΚΟΠΙΛΙΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΗΣ ΟΠΙΣΘΙΑΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΤΟ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΣ	43
ΕΙΚΟΝΑ 25 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΡΜΑΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	44
ΕΙΚΟΝΑ 26 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	44
ΕΙΚΟΝΑ 27 - Η ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΠΟΤΟΝΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	45
ΕΙΚΟΝΑ 28 - Ο ΚΟΜΒΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ , Η ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΩΝ ΚΑΙ Ο ΔΕΚΤΗΣ	45
ΕΙΚΟΝΑ 29 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	46
ΕΙΚΟΝΑ 30 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΣΦΙΚΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΑΞΙΜΑΔΙΩΝ.....	46
ΕΙΚΟΝΑ 31 - ΤΡΟΠΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΟΣ.....	62
ΕΙΚΟΝΑ 32 - ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΜΑΤΙΑ ΣΤΗ ΣΤΕΓΝΗ ΚΟΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΘΕΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΣΩΛΗΝΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	62
ΕΙΚΟΝΑ 33 - Η ΚΑΘΕΤΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΣΩΛΗΝΑΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ	63
ΕΙΚΟΝΑ 34 - ΜΠΑΡΑ ΑΝΥΨΩΣΗΣ.....	63
ΕΙΚΟΝΑ 35 - ΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΠΟΥ ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΝ ΤΟ ΤΜΗΜΑ.....	64
ΕΙΚΟΝΑ 36 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΣΤΗ ΚΛΙΝΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ.....	64
ΕΙΚΟΝΑ 37 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΚΛΙΝΗΣ ΚΑΙ Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ	65
ΕΙΚΟΝΑ 38 - ΤΟ ΟΠΙΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ ΣΤΗ ΜΠΑΡΑ ΑΝΥΨΩΣΗΣ.....	65
ΕΙΚΟΝΑ 39 - ΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΠΟΥ ΑΦΑΙΡΟΥΝΤΑΙ.....	66
ΕΙΚΟΝΑ 40 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΣΤΗ ΚΛΙΝΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ.....	66
ΕΙΚΟΝΑ 41 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΚΛΙΝΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ	67

ΕΙΚΟΝΑ 42 - ΑΝΥΨΩΣΗ ΕΜΠΡΟΣΘΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΚΛΙΝΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	67
ΕΙΚΟΝΑ 43 - ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ	68
ΕΙΚΟΝΑ 44 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	68
ΕΙΚΟΝΑ 45 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ	69
ΕΙΚΟΝΑ 46 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΟΣ	69
ΕΙΚΟΝΑ 47 - ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗ	70
ΕΙΚΟΝΑ 48 - ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	70
ΕΙΚΟΝΑ 49 - ΑΝΥΨΩΣΗ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΚΛΙΝΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	71
ΕΙΚΟΝΑ 50 - ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ	71
ΕΙΚΟΝΑ 51 - ΑΝΥΨΩΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	72
ΕΙΚΟΝΑ 52 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ	72
ΕΙΚΟΝΑ 53 - ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	73
ΕΙΚΟΝΑ 54 - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	73

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιηθεί ανάλυση επικινδυνότητας δύο εργασιών επί του αεροσκάφους F-16 Blk 52+. Οι εργασίες αυτές είναι η αφαιροτοποθέτηση σύμμορφων δεξαμενών και αεροκινητήρα . Πρόκειται για εργασίες μείζονων εξαρτημάτων, οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα εκτέλεσης σε μια Πολεμική Μοίρα. Εξαιτίας της φύσης των εργασιών κάθε σφάλμα επί του αεροσκάφους είναι δυνατόν να επιφέρει σοβαρούς τραυματισμούς προσωπικού, ακόμα και θάνατο πέρα από την αναμενόμενη φθορά ή καταστροφή του υλικού. Αυτός είναι και ο λόγος που οδήγησε στην επιλογή των συγκεκριμένων εργασιών, ώστε να αναλυθούν οι πιθανοί κίνδυνοι κατά την εκτέλεση τους και να αποτραπούν τυχόν επικίνδυνες καταστάσεις.

Τρεις είναι οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εργασία για την ανάλυση επικινδυνότητας των επισφαλών αυτών καταστάσεων, α) η ιεραρχική ανάλυση εργασιών, β) η τεχνική των δέντρων αστοχιών και γ) τα διαγράμματα τύπου bow tie. Θα παρουσιαστούν μέσω διαγραμματικής απεικόνισης και θα αναλυθούν οι κίνδυνοι που εγκυμονούν κατά την εκτέλεση των εργασιών επί του αεροσκάφους, επίσης οι αιτίες – απειλές, οι οποίες εάν συμβούν ενεργοποιούν τους κινδύνους, καθώς και οι επιπτώσεις που επιφέρει ο κάθε κίνδυνος. Επιπλέον, θα γίνει μια αναλυτική παρουσίαση όλων των ενδιάμεσων φραγμών, οι οποίοι αφενός μπορούν να εμποδίσουν την εμφάνιση των απειλών και αφετέρου εάν προκύψει κάποιος κίνδυνος είναι δυνατόν να μετριάσουν τις ανεπιθύμητες καταστάσεις των επιπτώσεων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπλήρωση της αποστολής της Πολεμικής Αεροπορίας (Π.Α.) από την φύση της ενέχει σημαντικούς κινδύνους για το προσωπικό, τα μέσα και το περιβάλλον της. Για την διατήρηση της επιχειρησιακής ικανότητας της Π.Α. επιβάλλεται η αποτελεσματική αντιμετώπιση του συνόλου των προβλέψιμων κινδύνων, με συστηματικό και οργανωμένο τρόπο, καθώς επίσης και η κατά περίπτωση αποδοχή της αντίστοιχης επικινδυνότητας, ανάλογα με τα οφέλη που προκύπτουν από την επιτυχή εκτέλεση της αποστολής.

Το υλικό κόστος των πάσης φύσεως ατυχημάτων, το δυσαναπλήρωτο ανθρώπινο δυναμικό της Π.Α., καθώς και το υψηλό κόστος απόκτησης νέων μέσων, επιβάλλουν την καταβολή κάθε δυνατής προσπάθειας για την μείωση στο ελάχιστο των απωλειών ή ζημιών προκειμένου να διατηρηθεί η επιχειρησιακή ικανότητα της Π.Α.

Η υλοποίηση της ανωτέρω προσπάθειας επιτυγχάνεται μέσω του θεσμού της ασφάλειας πτήσεων και εδάφους, ο οποίος εφαρμόζεται σε όλα τα επίπεδα διοίκησης της Π.Α.. Στόχος του θεσμού ασφάλειας πτήσεων και εδάφους είναι η ασφάλεια του προσωπικού, η ακεραιότητα των μέσων και η μη επιβάρυνση του περιβάλλοντος, μέσω ενός συστηματικού τρόπου αντιμετώπισης των κινδύνων που ελλοχεύουν σε όλες τις δραστηριότητες και εν δυνάμει μπορεί να προκαλέσουν ατύχημα.

Στα πλαίσια της συνεχούς ευαισθητοποίησης και παρακίνησης του προσωπικού στα θέματα ασφάλειας πτήσεων και εδάφους αναπτύχθηκε η εν λόγω διπλωματική εργασία, η οποία σκοπεύει να εμβαθύνει ακόμη περισσότερο σε καθημερινές εργασίες ρουτίνας οι οποίες ενέχουν ορισμένο βαθμό επικινδυνότητας από την φύση τους αλλά και εξαιτίας των ολοένα και αυξανόμενων απαιτήσεων της Π.Α.. Η οικονομική κατάσταση που επικρατεί τα τελευταία έτη στη χώρα μας έχει επηρεάσει όλους τους παραγωγικούς τομείς και φυσικά και τους χώρους των ενόπλων δυνάμεων λόγω της συνεχούς μείωσης του προσωπικού αλλά και της δυσκολίας εξοπλισμού των απαραίτητων ανταλλακτικών και μέσων. Αυτό έχει ως επακόλουθο το προσωπικό να είναι επιφορτισμένο με πολύ μεγαλύτερο όγκο εργασιών σε σχέση με τα προηγούμενα έτη, προτού γίνει εμφανής η κρίση. Η φύση της Π.Α. και η ιδιαιτερότητα της, καθώς και οι ανωτέρω παράγοντες, είναι εκείνοι οι οποίοι με οδήγησαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας προκειμένου να μελετηθούν εργασίες οι οποίες εκτελούνται σε καθημερινή βάση σε μία πολεμική μοίρα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη επικινδυνότητας εργασιών Α΄ Βαθμού Συντήρησης μείζονων εξαρτημάτων επί μαχητικών αεροσκαφών μιας Πολεμικής Μοίρας με την χρήση διαγραμμάτων bow tie (BT), ώστε να αναδειχθούν οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν σε αυτές τις εργασίες αλλά και να αναδειχθούν οι τρόποι πρόληψης και αντιμετώπισης τους. Σαφώς, εξαιτίας της πληθώρας των εργασιών που απαιτούνται για την διατήρηση της πτητικής ικανότητας των μαχητικών αεροσκαφών αλλά και του επιπέδου μαχητικής ικανότητας, επιλέχθηκαν μόνο δύο εξ αυτών.

1. ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υγιεινή και ασφάλεια εργασίας αποτελεί βασική συνιστώσα διαχείρισης της ποιότητας για κάθε επιχείρησης. Ο όρος υγεία και ασφάλεια εργασίας αναφέρεται στις συνθήκες και τους παράγοντες που επηρεάζουν την ευεξία των εργαζομένων, των προσωρινά απασχολούμενων, του προσωπικού, των εργολάβων, των επισκεπτών και γενικά οποιουδήποτε άλλου προσώπου στο χώρο εργασίας.

Η υγεία των εργαζομένων μπορεί να τίθεται σε κίνδυνο από πλήθος παραγόντων. Οι καταστάσεις του εργασιακού περιβάλλοντος που μπορούν να προκαλέσουν ατυχήματα ή δυστυχήματα θεωρούνται ως επικίνδυνες καταστάσεις οι οποίες σχετίζονται με την ασφάλεια της εργασίας. Ενώ οι καταστάσεις που απειλούν την φυσική και συναισθηματική κατάσταση του απασχολούμενου, αποτελούν επικίνδυνες καταστάσεις οι οποίες επηρεάζουν την υγεία του.

Ένα συμβάν το οποίο προκαλεί βλάβη στην υγεία ή απώλεια της ζωής του εργαζόμενου, θεωρείται ως εργατικό ατύχημα. Ως εργατικά ατυχήματα θεωρούνται και εκείνα τα οποία συμβαίνουν κατά την διάρκεια μετάβασης ή απομάκρυνσης από το χώρο εργασίας κατά την ανάληψη ή λήξη εργασίας αντίστοιχα και εκείνα κατά την διάρκεια εκπαίδευσης. Αντιθέτως, κάθε προκληθείσα νόσος εξαιτίας των εργασιακών συνθηκών, θεωρείται επαγγελματική ασθένεια (oke-energogiransi.gr).

Προκειμένου να επιτευχθεί η διασφάλιση της υγείας και της ασφάλειας στην εργασία απαιτείται εκ μέρους των επιχειρήσεων η εφαρμογή διαδικασιών πρόληψης των επαγγελματικών κινδύνων. Ένα από τα σημαντικότερα μέτρα προς αυτή την κατεύθυνση είναι η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου. Η διαδικασία αυτή εκπονείται από τον Ιατρό Ασφαλείας και τον Τεχνικό Ασφαλείας σε συνεργασία με το εργαζόμενο προσωπικό. Η ενέργειες δε αυτής της διαδικασίας είναι ο εντοπισμός, η καταγραφή, η μέτρηση και η εκτίμηση των πιθανών κινδύνων στον χώρο εργασίας και η λήψη μέτρων προστασίας και πρόληψης (Κουκουλάκη 1999).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η υγιεινή της εργασίας στοχεύει στη διατήρηση της εργασιακής ικανότητας των εργαζομένων, στη βελτίωση των συνθηκών εργασίας και του εργασιακού περιβάλλοντος και στην ανάπτυξη της οργάνωσης και της κουλτούρας της εργασίας στην κατεύθυνση της υγιεινής και ασφάλειας. Επομένως, η εφαρμογή του θεσμού της Υγείας και Ασφάλειας στην Εργασία αναπτύσσει θετικό κοινωνικό κλίμα, συμβάλει στην ομαλή λειτουργία της επιχείρησης και κατ' επέκταση δύναται να αυξήσει την παραγωγικότητά της.

Σήμερα, η μέριμνα για την υγιεινή και την ασφάλεια της εργασίας αποτελεί πρωταγωνιστικό ρόλο σε κάθε μορφής επιχείρηση ώστε να διατηρείται η ευεξία των εργαζομένων αλλά και το εργατικό δυναμικό να παραμένει στην διάθεση της επιχείρησης. Είναι γεγονός ότι όλες οι ανεπτυγμένες χώρες εφαρμόζουν κανονισμούς εργασιακής υγιεινής και ασφάλειας, καθώς η οποιαδήποτε επαγγελματική ενασχόληση ανάλογα με τη φύση της και το περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιείται μπορεί να ασκήσει βλαβερή επίδραση στην υγεία των εργαζομένων (vima-asklipiou.gr).

1.2. ΦΟΡΕΙΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υγιεινή και ασφάλεια στην εργασία απαρτίζεται από νομοθετήματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης αλλά και από διατάξεις αρμοδιότητας άλλων υπουργείων που άμεσα ή έμμεσα σχετίζονται με την υγιεινή και την ασφάλεια των εργαζόμενων και την πρόληψη κινδύνων στην εργασία.

Ο κυριότερος φορέας που ασχολείται με την προστασία της υγιεινής και ασφάλειας εργασίας είναι το Υπουργείο Απασχόλησης και Κοινωνικής Προστασίας. Η Γενική Διεύθυνση Συνθηκών και Υγιεινής της Εργασίας του Υπουργείου Απασχόλησης και Κοινωνικής Προστασίας είναι η αρμόδια για τα θέματα ασφάλειας και υγείας των εργαζόμενων. Η τελευταία αποτελείται από τις διευθύνσεις: α) Διεύθυνση Συνθηκών Εργασίας, β) Διεύθυνση Διαχείρισης της Πληροφόρησης, Επιμόρφωσης και Παρακολούθησης Πολιτικής Συνθηκών Εργασίας για θέματα Ασφάλειας και Υγείας και γ) το Κέντρο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΚΥΑΕ). Η Διεύθυνση Συνθηκών Εργασίας προετοιμάζει τις νομοθετικές πράξεις, εισηγείται μέτρα προς την πολιτική ηγεσία, είναι υπεύθυνη για την ενημέρωση και τη διάδοση της πληροφόρησης, μεριμνά για την εναρμόνιση του εθνικού δικαίου προς το κοινοτικό και διεθνές δίκαιο. Ενώ το ΚΥΑΕ είναι κέντρο εφαρμοσμένης έρευνας με δυνατότητα μετρήσεων χημικών και φυσικών παραγόντων στους χώρους εργασίας καθώς και βιολογικών μετρήσεων των εργαζομένων. Παρέχει τεχνική υποστήριξη στους τεχνικούς και υγειονομικούς επιθεωρητές των περιφερειακών Υπηρεσιών. Έχει οριστεί ως ο Εθνικός Εστιακός Πόλος του δικτύου του Ευρωπαϊκού Οργανισμού για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία, καθώς και του Ευρωπαϊκού δικτύου για την Προαγωγή της Υγείας στους Χώρους Εργασίας (sev.org.gr).

Δια μέσω του Υπουργείου Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Κοινωνικής Αλληλεγγύης λειτουργεί το Σώμα Επιθεωρητών Εργασίας (Σ.ΕΠ.Ε). Είναι η αρμόδια αρχή για τον έλεγχο εφαρμογής της εργατικής νομοθεσίας. Με επί τόπου επιθεωρήσεις και άλλες σχετικές διαδικασίες ελέγχει εάν οι επιχειρήσεις συμμορφώνονται προς τις υποχρεώσεις τους για τα δικαιώματα και την προστασία των εργαζομένων. Παρακολουθεί κυρίως τα θέματα που αφορούν στους όρους εργασίας (χρονικά όρια, αμοιβή), στη νομιμότητα της απασχόλησης, στην έρευνα της ασφαλιστικής κάλυψης των εργαζομένων, καθώς και στις συνθήκες υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης έχει την αρμοδιότητα να επιβάλει κυρώσεις. Επιπλέον, στο Υπουργείο Εργασίας, Κοινωνικής Ασφάλισης και Κοινωνικής Αλληλεγγύης λειτουργεί η Γενική Διεύθυνση Συνθηκών και Υγιεινής της Εργασίας (sev.org.gr).

Στο έργο αυτών των υπηρεσιών συνεπικουρεί το Ελληνικό Ινστιτούτο για την Υγεία και την Ασφάλεια στην Εργασία (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.). Ενώ άλλες περιφερειακές διευθύνσεις ανά την επικράτεια είναι τα Κέντρα Πρόληψης Επαγγελματικού Κινδύνου (ΚΕ.Π.Ε.Κ)(dide.koz.sch.gr)

Άλλοι σημαντικοί ευρωπαϊκοί οργανισμοί που ασχολούνται με θέματα υγιεινής και ασφάλειας στην εργασία είναι α) ο Ευρωπαϊκός οργανισμός για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία (Bilbao, Spain) και β) το Ευρωπαϊκό ίδρυμα για την βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας. Ενώ σημαντικότεροι διεθνείς οργανισμοί που ασχολούνται με θέματα υγιεινής και ασφάλεια στην εργασία είναι: α) το διεθνές γραφείο εργασίας, το οποίο είναι κέντρο πληροφόρησης για την ασφάλεια και την υγιεινή της εργασίας (CIS-ILO), β) ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας, ο οποίος αποτελεί ένα διεθνές δίκτυο για την επαγγελματική υγεία (COHNET-WHO).

1.3. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τον περασμένο αιώνα η μεγάλη βιομηχανική ανάπτυξη οδήγησε στην σταδιακή δημιουργία νομοθετικών διαταγμάτων για την λήψη μέτρων προστασίας των εργαζόμενων κατά των κακών εργασιακών συνθηκών που επικρατούσαν εκείνη την εποχή. Στην Ελλάδα οι πρώτες αναφορές σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας έγιναν με το Ν. ΓΠΑΔ του 1911 «περί υγιεινής και ασφάλειας των εργατών και περί ωρών εργασίας» και το Π.Δ. στις 14/3/1934 «περί υγιεινής και ασφάλειας των εργατών και υπαλλήλων πάσης φύσεως βιομηχανικών και βιοτεχνικών εργοστασίων, εργαστηρίων κλπ» (ΕΛΙΝΥΑΕ 2008). Ακολούθησαν κάποια ειδικότερα διατάγματα με αυστηρότερους κανονισμούς για εργασίες με ειδικούς κινδύνους. Ωστόσο, για πρώτη φορά εισήχθησαν συστηματικά σχετικές ρυθμίσεις με την ψήφιση του Ν.1568/1985 «Υγιεινή και Ασφάλεια των εργαζόμενων», οι οποίες αφορούν:

- Το δικαίωμα σύστασης επιτροπών Υγιεινής και Ασφάλειας Εργασίας των εργαζόμενων
- Τη δημιουργία Συμβουλίων και Νομαρχιακών Επιτροπών Υγιεινής και Ασφάλειας Εργασίας
- Τη θέσπιση του θεσμού Τεχνικού Ασφαλείας και Ιατρού Εργασίας
- Τον εργονομικό σχεδιασμό των χώρων εργασίας
- Την εκπόνηση μελέτης ασφαλείας σε κάθε χρησιμοποιούμενο μηχάνημα από την εκάστοτε κατασκευάστρια εταιρία
- Τα μέτρα προστασίας από μηχανολογικές και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
- Τα μέτρα προστασίας των εργαζόμενων από φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες
- Τον καθορισμό των υποχρεώσεων εργοδοτών και εργαζόμενων
- Την θέσπιση οργάνων ελέγχου και την επιβολή κυρώσεων.

Μετά την εφαρμογή του Ν.1568/1985 ακολούθησε μια σειρά προεδρικών διαταγμάτων σχετικά με την Υγιεινή και Ασφάλεια Εργασίας, ορισμένα από αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Το Π.Δ. 294/88 σύμφωνα με το οποίο καθορίζονται οι κατηγορίες των επιχειρήσεων ανά κλάδο οικονομικών δραστηριοτήτων, ο χρόνος απασχόλησης του Τεχνικού Ασφαλείας και του Ιατρού Ασφαλείας, καθώς επίσης και τα προσόντα του Τεχνικού Ασφαλείας ανά κατηγορία επιχειρήσεων.
- Το Π.Δ. 395/94 ορίζει τον εξοπλισμό εργασίας και τα μέτρα ασφαλείας κατά την χρήση του.
- Το Π.Δ. 396/94 καθορίζει τα Μέτρα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.) που απαιτείται να φέρουν οι εργαζόμενοι κατά την εκτέλεση των εργασιών.
- Το Π.Δ. 105/95 αναλύει τα σήματα ασφαλείας και υγείας τα οποία επιβάλλονται στους χώρους εργασίας.
- Το Π.Δ. 16/96 καθορίζει τις υποχρεώσεις των εργοδοτών για ενημέρωση των εργαζόμενων και τις ελάχιστες απαιτούμενες προδιαγραφές των χώρων εργασίας.
- Το Π.Δ. 17/96 (εναρμόνιση με την οδηγία 89/391/ΕΟΚ και 91/383/ΕΟΚ) επεκτείνει την εφαρμογή του θεσμού του Τεχνικού Ασφαλείας σε όλες τις επιχειρήσεις ανεξαρτήτως κλάδου οικονομικής δραστηριότητας και αριθμού εργαζομένων και καθορίζονται οι ειδικές υποχρεώσεις των εργοδοτών (arcmeletitiki.gr).

Με το Π.Δ. 17/96 αναπτύσσονται διαδικασίες ελέγχου της επικινδυνότητας με τις οποίες εντοπίζονται εκείνοι οι εργασιακοί παράγοντες που δημιουργούν κινδύνους στους εργαζόμενους. Το πιο σημαντικό κομμάτι αυτών των διαδικασιών είναι η

απαίτηση προς τους εργοδότες για «γραπτή εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου», η οποία συντάσσεται από τον Τεχνικό Ασφαλείας και τον Ιατρό Ασφαλείας ώστε να προσδιοριστούν οι πιθανοί κίνδυνοι κατά την εργασία και να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Πλέον, η διερεύνηση των εργατικών ατυχημάτων στρέφεται σε οργανωτικές πτυχές της επιχείρησης και γενικότερα στον σχεδιασμό των εργασιακών καθηκόντων (Κοντογιάννης 2016).

Η προηγούμενη νομοθεσία αφορά όλους τους εργαζόμενους πλην των ένστολων. Με το Π.Δ. 289/86, πραγματοποιήθηκε επέκταση των διατάξεων στο πολιτικό προσωπικό των ενόπλων δυνάμεων. Ενώ η επέκταση των ισχυουσών διατάξεων και στο ένστολο προσωπικό πραγματοποιήθηκε το 2003 με τον Ν.3144/2003.

Με τον Ν. 3850/2010 συγκεντρώνονται όλες οι διατάξεις πλαισιακού χαρακτήρα για την υγιεινή και ασφάλεια της εργασίας, με ταυτόχρονη επικαιροποίηση όσων έχουν τροποποιηθεί. Επιπλέον, προστίθενται αρκετές νέες υποχρεώσεις και γίνεται ακριβέστερος και ευρύτερος προσδιορισμός των ήδη ισχυουσών υποχρεώσεων των εργοδοτών. Η θέσπιση αυτού του νόμου στοχεύει στην διατήρηση ενός επιτυχημένου συστήματος πρόληψης και όχι απλά στην αποφυγή λαθών (Κοντογιάννης 2016).

Εκτός των εθνικών νόμων και συμφωνιών υπάρχουν επίσης και διεθνείς συμφωνίες, διακηρύξεις και προγράμματα συνθηκών εργασίας. Αυτά έχουν συνταχθεί από οργανισμούς των Ηνωμένων Εθνών, όπως ο Διεθνής Οργανισμός Εργασίας και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας και έχουν υιοθετηθεί από πολλές χώρες. Ιδιαίτερης σπουδαιότητας και σημασίας είναι οι διεθνείς συμβάσεις και συστάσεις του Διεθνούς Οργανισμού Εργασίας που αναφέρονται στις συνθήκες ασφάλειας, υγιεινής, ευεξίας και κοινωνικής πρόνοιας στο χώρο εργασίας όπως το πρόγραμμα PIACT του Διεθνούς Οργανισμού Εργασίας το οποίο άρχισε το 1976. Το Πρόγραμμα αυτό αναγνωρίζει τις ακόλουθες αρχές, ως ουσιαστικές:

1. Η εργασία πρέπει να λαμβάνει χώρα κάτω από ασφαλείς και υγιεινές συνθήκες.
2. Οι συνθήκες εργασίας πρέπει να στοχεύουν στο «ευ ζειν» των εργαζομένων και την ανθρώπινη αξιοπρέπεια.
3. Η εργασία πρέπει να προσφέρει πραγματικές ευκαιρίες για προσωπική επιτυχία, ικανοποίηση και κοινωνική υπηρεσία (vima-asklipiou.gr).

Πέραν της μεγάλης σημασίας θέσπισης και εφαρμογής των σχετικών νόμων και κανονισμών περί υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να δίνουν μεγάλη βαρύτητα στη συνεργασία μεταξύ εργαζόμενων και εργοδότη προκειμένου να επιτευχθεί μείωση των ατυχημάτων. Συνεπώς θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια εκ μέρους της διοίκησης για καλλιέργεια αισθήματος ευθύνης για συμμετοχή του προσωπικού σε θέματα ασφάλειας της εργασίας τους.

Όσον αφορά τα βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης δεν θα γίνει ανασκόπηση του θεσμικού πλαισίου στην παρούσα εργασία διότι οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις εξαιρούνται της σχετικής νομοθεσίας.

1.4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τα συστήματα διαχείρισης ασφάλειας εντοπίζουν τις καταστάσεις που εγκυμονούν κινδύνους και στοχεύουν στην ανάπτυξη μέτρων προστασίας και πρόληψης αυτών. Πρόκειται για ένα σύστημα διοίκησης, τεχνικών ανάλυσης κινδύνων και εργονομικών παρεμβάσεων για την μείωση της επικινδυνότητας.

Η εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης της ασφάλειας από μία επιχείρηση συμβάλλει: (α) στην αναγνώριση, αξιολόγηση και διαχείριση όλων των δυνητικών κινδύνων, (β) στην θέσπιση διαδικασιών μείωσης της επικινδυνότητας και εφαρμογή μέτρων πρόληψης και προστασίας από τους κινδύνους, (γ) στην επίτευξη συνεχών βελτιώσεων της επίδοσης σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας, (δ) στην αύξηση της ανθρώπινης αξιοπιστίας μέσω του κατάλληλου σχεδιασμού των εργασιών, (ε) στην προώθηση της ασφάλειας μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης και ενημέρωσης των εργαζόμενων, (στ) στη συστηματική παρακολούθηση και εφαρμογή της νομοθεσίας και (ζ) στην βελτίωση της αποδοτικότητας της επιχείρησης (Κοντογιάννης 2016).

Το πρότυπο OHSAS 18001 αποτελεί το πλέον αναγνωρισμένο διεθνώς πρότυπο για την πιστοποίηση του Συστήματος Διαχείρισης Υγείας και Ασφάλειας ενός οργανισμού. Δημιουργήθηκε από έναν μεγάλο αριθμό φορέων πιστοποίησης και ειδικών συμβούλων με σκοπό την θέσπιση και εφαρμογή ενός συνόλου διαδικασιών και κανόνων υγιεινής και ασφάλειας. Το OHSAS 18001 προσαρμόστηκε στα Ελληνικά υπό την ονομασία ΕΛΟΤ 18001:2008 από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Στόχος αυτού του προτύπου είναι η δημιουργία διαδικασιών, εντύπων και οδηγιών εργασίας, τα οποία θα φροντίζουν για τη διασφάλιση της υγείας των εργαζόμενων. Αποσκοπεί στην κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου εργασίας, τον έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών και τα μέσα ατομικής προστασίας κάθε εργαζόμενου.

Στην Π.Α. εφαρμόζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης υγιεινής και ασφάλειας του υπουργείου εθνικής άμυνας, το οποίο βασίζεται σε διαδικασίες του προαναφερθέντος προτύπου διαχείρισης OHSAS 18001-ΕΛΟΤ 1801. Επιπλέον οι διαδικασίες της Π.Α. είναι εναρμονισμένες με την ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία στο σύνολο των Μονάδων της (haf.gr).

Γενικότερα, τα συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας βασίζονται στις ίδιες αρχές, ενώ ο στόχος τους είναι η διασφάλιση και η βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας στην εργασία. Τα περισσότερα από αυτά επικεντρώνονται στις οργανωτικές δομές, στις αρμοδιότητες, στους κανονισμούς και στα προγράμματα ασφάλειας των οργανισμών (Κοντογιάννης 2016).

2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

2.1. ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Η έννοια του κινδύνου εκφράζει το κακό που πρόκειται να συμβεί ή την πιθανή δυσάρεστη εξέλιξη ενός γεγονότος. Η αναφορά όμως στην έννοια του επαγγελματικού κινδύνου μεταφράζεται ως ο κίνδυνος για την υγεία και την ασφάλεια του εργαζόμενου η οποία προέρχεται από την έκθεση σε βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος. Ο επαγγελματικός κίνδυνος μπορεί να έχει ως επακόλουθο άμεση βλάβη όπως τραυματισμό ή έμμεση βλάβη η οποία προέρχεται από την μακροχρόνια έκθεση σε κάποιο βλαπτικό παράγοντα.

Η επικινδυνότητα προσδιορίζεται από δύο συστατικά: την συχνότητα έκθεσης του εργαζόμενου στον κίνδυνο και την σοβαρότητα των συνεπειών λόγω της έκθεσης στον κίνδυνο. Διαφορετικά μπορούμε να πούμε ότι επικινδυνότητα είναι η πιθανότητα να συμβεί ένα γεγονός σε προκαθορισμένη χρονική περίοδο ή υπό συγκεκριμένες συνθήκες (Αρβανιτογεώργος 2003). Κατά συνέπεια, στόχος της εκτίμησης της επικινδυνότητας είναι η προάσπιση της υγείας και της ασφάλειας και η πρόληψη των συνεπειών οι οποίες προέρχονται από τον χώρο εργασίας.

2.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας εντοπίζει και προβλέπει τα διάφορα επικίνδυνα γεγονότα, τις πιθανές αστοχίες του εξοπλισμού και τα ανθρώπινα λάθη τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την υγεία και την ασφάλεια του προσωπικού. Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, ήτοι είναι το ΠΔ 17/1996, υποχρέωση του εργοδότη είναι να συντάσσει γραπτή εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου. Πρόκειται για ένα μέσο αυτοελέγχου κάθε οργανισμού όπου με την συμμετοχή των εργαζόμενων συμβάλλει στην πρόληψη και προαγωγή της υγιεινής και ασφάλειας του εργατικού προσωπικού.

Η επικινδυνότητα μπορεί να εκτιμηθεί είτε ποιοτικά ή ποσοτικά, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση νέων τεχνολογιών και αλλαγών εντός της επιχείρησης. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η εκτίμηση της επικινδυνότητας αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την διοίκηση καθώς κάνει γνωστές τυχόν αδυναμίες του συστήματος.

Σύμφωνα με τους Embrey et al (1994), το γενικό πλαίσιο εκτίμησης της επικινδυνότητας έχει ως ακολούθως (Κοντογιάννης 2016):

Αρχικά προσδιορίζονται οι κρίσιμες εργασίες και καταστάσεις λειτουργίας οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν κινδύνους. Εξετάζεται δηλαδή η ροή της παραγωγικής διαδικασίας, ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός, τα υλικά, τα μέσα, οι εγκαταστάσεις, η διαχείριση των αποβλήτων, η διακίνηση των διαφόρων φορτίων, ο προορισμός χρήσης των χώρων εργασίας, τα κτηριακά χαρακτηριστικά, τα χαρακτηριστικά των εργαζόμενων ανά τομέα παραγωγής και οι πληροφορίες σχετικά με εργατικά ατυχήματα και επαγγελματικές ασθένειες (ΕΛΙΝΥΑΕ 2007). Αυτές οι πληροφορίες προέρχονται συνήθως από γνώμες ειδικών και εργαζόμενων, από προηγούμενα συμβάντα και από βάσης δεδομένων σχετικά με την συντήρηση του εξοπλισμού.

Έπειτα πραγματοποιείται ποιοτική ανάλυση των ανθρώπινων λαθών μέσω διαφόρων μεθόδων όπως εργονομική ανάλυση εργασίας, αξιολόγηση των συνθηκών εργασίας και πρόβλεψη των ανθρώπινων λαθών.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται αναπαράσταση των αλληλεπιδράσεων των αστοχιών και των λαθών. Σε αυτό το στάδιο εντοπίζονται και αναπαριστώνται γραφικά οι αστοχίες και τα λάθη ώστε να βρεθεί η χρονική τους εξάρτηση και ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρούν, καθώς και οι τρόποι αποκατάστασης των δυσλειτουργιών προτού συμβεί το επικίνδυνο γεγονός.

Περνώντας στο επόμενο στάδιο συντελείται μια ποσοτική εκτίμηση των ανθρώπινων λαθών. Η ποσοτική εκτίμηση πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη διάφορες παραμέτρους όπως εμπειρία του χειριστή, χρονικό περιθώριο αντίδρασης, συνθήκες εργασίας κ.α.

Επόμενο βήμα είναι η ενσωμάτωση των πιθανοτήτων των ανθρώπινων λαθών και των μηχανικών βλαβών ώστε να εκτιμηθεί η συνολική πιθανότητα ενός ατυχήματος. Αυτός ο υπολογισμός μας δίνει τη δυνατότητα να ορίσουμε τις προτεραιότητες των διαφόρων βελτιωτικών παρεμβάσεων.

Το επόμενο στάδιο είναι η εύρεση και εφαρμογή των κατάλληλων για την περίπτωση εργονομικών παρεμβάσεων ώστε να αντιμετωπιστούν οι επικίνδυνες καταστάσεις. Τέτοιες παρεμβάσεις αποτελούν συνήθως η βελτίωση των συνθηκών εργασίας, η ανάπτυξη οδηγίων εργασίας, η εκπαίδευση των εργαζόμενων, η βελτίωση των πινάκων ελέγχου κ.λπ.

Πέραν των εργονομικών παρεμβάσεων είναι δυνατόν να εφαρμοστούν τεχνολογικές παρεμβάσεις μείωσης των πηγών κινδύνου. Αν και η λήψη μέτρων τεχνολογικής φύσης φαινομενικά αποτελεί μία εύκολη λύση ενέχει κινδύνους διότι η διοίκηση θα πρέπει να μεριμνήσει ώστε να πραγματοποιήσει περεταίρω μελέτη ώστε να αναπτύξει νέες οδηγίες ή να εφαρμόσει νέα προγράμματα εκπαίδευσης για το προσωπικό που θα χρησιμοποιήσει την νέα τεχνολογία. Αν η διοίκηση παραλείψει να αναλάβει τυχόν νέα μέτρα που θα απαιτηθούν από τις εν λόγω αλλαγές τότε είναι πολύ πιθανό να προκύψουν νέες επικίνδυνες καταστάσεις από τις τεχνολογικές παρεμβάσεις, οι οποίες να μην θα λύσουν τα αρχικά προβλήματα της επιχείρησης αλλά θα δημιουργήσουν νέα.

Τέλος, μετά την ολοκλήρωση των ανωτέρω ενεργειών συντάσσεται η μελέτη επικινδυνότητας. Τα αποτελέσματα της μελέτης καταγράφονται αναλυτικά ώστε να καταστεί εύκολη μια μελλοντική αναθεώρηση από στελέχη της επιχείρησης αλλά και ο έλεγχος από τις αρμόδιες αρχές. Η εκτίμηση της επικινδυνότητας είναι απαραίτητο να επανεξετάζεται και να αναθεωρείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα διότι το περιβάλλον εργασίας μεταβάλλεται και εξελίσσεται ανάλογα με την τεχνολογική εξέλιξη και την ανάπτυξη της εμπειρογνωμοσύνης. Κατά συνέπεια είναι δυνατόν αρχικές εκτιμήσεις να αποδειχτούν ανακριβείς ή ανεπαρκείς.

Οι πηγές κινδύνων στο εργασιακό περιβάλλον αναφέρονται στους χώρους και θέσεις εργασίας, στον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό, στους διάφορους φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες, στις παραγωγικές διαδικασίες, σε λανθασμένες ενέργειες του προσωπικού ή σε οργανωτικές ελλείψεις. Πιο ειδικά, οι επαγγελματικοί κίνδυνοι μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες (ΕΛΙΝΥΑΕ 2007):

Η 1η κατηγορία αποτελείται από τους κινδύνους που είναι σχετικοί με την ασφάλεια των εργαζόμενων και μπορεί να οφείλονται:

- Στις κτηριακές δομές όπως ολισθηρά δάπεδα, ανεπάρκεια φωτισμού, απουσία εξόδων κινδύνου κ.α.
- Στον εξοπλισμό εργασίας όπως απουσία προστατευτικών μερών μηχανημάτων, χρήση από μη εξουσιοδοτημένο προσωπικό, ελλιπής συντήρηση κ.α.
- Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις όπως ελλιπής σήμανση προστατευτικών μέτρων, ανεπαρκής συντήρηση κ.α.
- Στη χρήση εύφλεκτων ή εκρηκτικών ουσιών όπως έλλειψη μέτρων ασφαλείας αποθήκευσης, μη σωστός χειρισμός κ.α.
- Στη χρήση τοξικών, διαβρωτικών ουσιών όπως μη τήρηση κανόνων ασφαλούς αποθήκευσης, απουσία δελτίων δεδομένων ασφαλείας προϊόντων κ.α.
- Σε φυσικούς παράγοντες όπως η απόσπαση της προσοχής του εργαζόμενου λόγω ακατάλληλων συνθηκών εργασίας κ.α.

Η 2η κατηγορία κινδύνων αποτελείται από τους κινδύνους που είναι σχετικοί με την υγεία των εργαζόμενων και μπορεί να οφείλονται:

- Σε χημικούς παράγοντες όπως επαφή με χημικές ουσίες, ίνες ανθρακονήματος κ.α.
- Σε φυσικούς παράγοντες όπως είναι η υπέρβαση των οριακών τιμών έκθεσης σε ακτινοβολία, θερμοκρασία κ.λπ.
- Σε βιολογικούς παράγοντες

Τέλος η 3η κατηγορία κινδύνων αποτελείται από τους εργονομικούς κινδύνους, δηλαδή τους κινδύνους οι οποίοι είναι σχετικοί και με την υγεία και την ασφάλεια των εργαζόμενων, και μπορεί να οφείλονται:

- Στην οργάνωση της εργασίας όπως εναλλαγή βαρδιών, ωράριο απασχόλησης κ.α.
- Σε εργονομικούς παράγοντες όπως χειροκίνητη μεταφορά φορτίων και απουσία εργονομικού σχεδιασμού
- Σε αντίξοες συνθήκες εργασίας όπως ακραίες κλιματολογικές συνθήκες.

Οι ανωτέρω πηγές κινδύνων δύναται να προκαλέσουν επικίνδυνες επιπτώσεις στους ανθρώπους, στο περιβάλλον ή/και στον τεχνολογικό εξοπλισμό. Συνεπώς η εκτίμηση της επικινδυνότητας εστιάζεται σε ενέργειες όπως (Κοντογιάννης 2016):

- Παρατήρηση των χαρακτηριστικών του εργασιακού περιβάλλοντος
- Προσδιορισμό των εργασιών που εκτελούνται σε κάθε χώρο
- Εξέταση του τρόπου εκτέλεσης των εργασιών και εύρεση των πιθανών κινδύνων καθώς και το μέγεθος σοβαρότητας αυτών
- Εξέταση των εξωτερικών παραγόντων οι οποίοι επιδρούν στο σύστημα
- Εξέταση των ψυχολογικών, κοινωνικών και οργανωτικών παραγόντων οι οποίοι συμβάλλουν στην πρόκληση ανεπιθύμητων καταστάσεων
- Εξέταση της πολιτικής που εφαρμόζει η επιχείρηση για την ασφάλεια.

Έπειτα από την ανάλυση του εργασιακού χώρου, την εύρεση και εξέταση των πηγών κινδύνων, είναι πολύ σημαντικό να ληφθούν τα πλέον κατάλληλα μέτρα για την πρόληψη των κινδύνων και την προστασία της υγείας και της ασφάλειας των εργαζόμενων από τις επιπτώσεις αυτών. Αναλόγως των ευρημάτων τα μέτρα δύναται να είναι τεχνικής φύσης, όπως είναι για παράδειγμα η χρήση μηχανισμών ασφαλείας. Ενδεχομένως, ο οργανισμός να στραφεί στη λήψη εργασιακών μέτρων όπως η θέσπιση ή αναθεώρηση των κανόνων ασφαλείας ή αύξηση της επιτήρησης στους εργασιακούς χώρους. Άλλες σημαντικές κατευθύνσεις προς τις οποίες μπορεί να στραφεί η επιχείρηση είναι η βελτίωση του προγράμματος εκπαίδευσης ή η βελτίωση οργανωτικών δομών όπως είναι η πολιτική ασφαλείας της επιχείρησης, η διαχείριση των αλλαγών και η πιστοποίηση του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού (Κοντογιάννης 2016).

Πέραν των ανωτέρω, η εκτίμηση της επικινδυνότητας μίας επιχείρησης όχι μόνο συμβάλλει στην ακεραιότητα του ανθρώπινου παράγοντα μέσω της προσπάθειας μείωσης ή πρόληψης των πηγών κινδύνων οι οποίοι είναι δυνατόν να την επηρεάσουν, αλλά έχει θετικό αντίκτυπο και στον οικονομικό τομέα της επιχείρησης. Συνεπώς η προσπάθεια μείωσης των πηγών κινδύνου εκτός από τον ανθρώπινο παράγοντα, ο οποίος αποτελεί πρωταρχικό μέλημα σε μία επιχείρηση, στοχεύει και στην διατήρηση του επιπέδου της παραγωγικότητας. Οι συνέπειες των κινδύνων έχουν ως επίπτωση απώλεια του εργαζόμενου από την επιχείρηση για ορισμένο διάστημα και κατ' επέκταση απώλεια εργατοωρών. Επιπλέον, ενδεχομένως να συνδράμει στην μείωση της απόδοσης των υπολοίπων εργαζόμενων του συγκεκριμένου τομέα λόγω του αισθήματος ανασφαλών εργασιακών συνθηκών. Άλλος ένας λόγος που η ύπαρξη

επικίνδυνων καταστάσεων επηρεάζει την επιχείρηση είναι η αλλοίωση της φήμης της. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η διαχείριση της επικινδυνότητας συμβάλει, εκτός από την μείωση των δυσάρεστων καταστάσεων εντός της επιχείρησης, στη δημιουργία ευκαιριών για απελευθέρωση πόρων σε άλλες κατευθύνσεις.

Στην πραγματικότητα, παρά τις όποιες προσπάθειες βελτίωσης του βαθμού επικινδυνότητας, η πλήρη εξάλειψη του είναι αδύνατη. Για αυτό το λόγο στόχος κάθε οργανισμού είναι η διατήρηση του αριθμού των ατυχημάτων στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο.

3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η Π.Α. αντιμετωπίζει καθημερινά ποικίλους κινδύνους, πολλοί από τους οποίους είναι δυνατόν να επηρεάσουν την επιτυχή έκβαση της αποστολής και την ασφάλεια του προσωπικού. Συνεπώς απαιτείται η ύπαρξη ενός συστήματος διαχείρισης της επικινδυνότητας ώστε να εξαλειφθούν οι υφιστάμενοι κίνδυνοι και να διατηρηθεί η ασφάλεια στην εργασία εξετάζοντας τις δυσμενέστερες συνθήκες.

Στην Π.Α. οι αποφάσεις λαμβάνονται εκτιμώντας την πιθανότητα και τη δριμύτητα οποιονδήποτε δυσμενών συνεπειών που απορρέουν από τον κίνδυνο σε σχέση με το αναμενόμενο όφελος της αποστολής – δραστηριότητας. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως διαχείριση επικινδυνότητας και νοείται ως ο προσδιορισμός, η ανάλυση και η εξάλειψη ή μετριασμός σε ένα ανεκτό επίπεδο των κινδύνων, καθώς επίσης και των συνεπακόλουθων δυσμενών συνεπειών τους, οι οποίοι απειλούν την επιτυχή εκτέλεση της αποστολής και την ασφάλεια του προσωπικού.

Οι βασικές αρχές που διέπουν την διαχείριση της επικινδυνότητας είναι οι κάτωθι:

1. Αποδοχή της επικινδυνότητας μόνο όταν το όφελος υπερτερεί έναντι του κόστους που μπορεί να προκύψει από τις ζημιές ή τις απώλειες.
2. Μη αποδοχή της επικινδυνότητας η οποία δεν είναι απαραίτητο να αναληφθεί.
3. Η τελική απόφαση ανάληψης επικινδυνότητας απαιτείται να λαμβάνεται από το κατάλληλο επίπεδο διοίκησης.
4. Η διαχείριση της επικινδυνότητας απαιτείται να ενσωματώνεται σε όλα τα επίπεδα και τα στάδια των αποστολών και των δραστηριοτήτων.

Οι ενέργειες εφαρμογής της διαχείρισης της επικινδυνότητας ξεκινούν από τον εντοπισμό, τον έλεγχο και την τεκμηρίωση των κινδύνων. Συνεχίζουν με την εκτίμηση και μείωση της επικινδυνότητας και κατ' επέκταση εκτίμηση και μεγιστοποίηση του οφέλους. Στη συνέχεια εφαρμόζονται ενέργειες πρόληψης ή μείωσης των συνεπειών των απειλών ώστε να βελτιστοποιηθεί το όφελος. Αποτέλεσμα της εφαρμογής των προαναφερθέντων ενεργειών είναι η διατήρηση της μαχητικής ικανότητας σε όλα τα επίπεδα δραστηριοτήτων.

Επισημαίνεται ότι για την αποτελεσματικότερη πρόληψη των πάσης φύσεως ατυχημάτων, επιβάλλεται η συμμετοχή του συνόλου του προσωπικού το οποίο από κάθε θέση και βαθμό δύναται να συμβάλει στον εντοπισμό των κινδύνων, την εκτίμηση της πιθανότητας και της δριμύτητας των συνεπειών τους, καθώς και στην εισήγηση μέτρων ελέγχου.

3.2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ

Κατόπιν του προσδιορισμού της ταυτότητας ενός κινδύνου, απαιτείται ανάλυση για να αξιολογηθεί η πιθανότητα και η έκταση τραυματισμού ή ζημίας και να αποτυπωθούν τα μέτρα μείωσης ή τήρησης της επικινδυνότητας σε αποδεκτό επίπεδο. Η αξιολόγηση της επικινδυνότητας πραγματοποιείται μέσω α) της εκτίμησης της πιθανότητας του κινδύνου, β) της δριμύτητας των πιθανών συνεπειών και γ) του βαθμού έκθεσης στους κινδύνους. Η έκθεση στους κινδύνους λογίζεται ως μια άλλη διάσταση της πιθανότητας καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η έκθεση στους κινδύνους τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα των συνεπειών. Ως επικινδυνότητα ορίζεται το γινόμενο της πιθανότητας και της δριμύτητας εκδήλωσης ενός κινδύνου.

Η χρήση του όρου πιθανότητα κατά την εκτίμηση της επικινδυνότητας στον τομέα της ασφάλειας δεν αφορά στο βαθμό μελλοντικής έκθεσης σε κάποιο κίνδυνο, αλλά τη συχνότητα που αυτός εκδηλώθηκε στο παρελθόν. Συνεπώς η πιθανότητα εκδήλωσης του κινδύνου κατά την εκτίμηση της επικινδυνότητας αφορά όλη τη χρονική περίοδο που υπάρχουν καταγεγραμμένα στατιστικά στοιχεία ή αναφορές προσωπικού.

Η πιθανότητα πρόκλησης τραυματισμού ή ζημίας αξιολογείται αρχικά από το ιστορικό παρόμοιων περιστατικών ή στην περίπτωση που δεν υπάρχουν ιστορικά στοιχεία τότε η πιθανότητα θεωρείται ως μικρή. Ωστόσο, αν τα υπάρχοντα στοιχεία δεν είναι επαρκή τότε η εκτίμηση της πιθανότητας μπορεί να υπολογιστεί με βάση:

- Συνεντεύξεις του εμπλεκόμενου προσωπικού για την εκτίμηση της πιθανότητας του κινδύνου με βάση την εμπειρία του.
- Ο αριθμός του προσωπικού που εκτίθεται στον κίνδυνο (όσο περισσότερα άτομα εκτίθενται στον κίνδυνο, τόσο πιθανότερο είναι να εκδηλωθεί).
- Το ποσοστό του χρόνου εργασίας στον οποίο το προσωπικό εκτίθεται στον κίνδυνο.
- Το βαθμό που υπάρχουν οργανωτικές ή διαχειριστικές επιπτώσεις οι οποίες υποδεικνύουν την ύπαρξη μεγαλύτερων απειλών.

Με βάση την ανωτέρω παράγραφο η πιθανότητα ενός γεγονότος ασφάλειας υπολογίζεται και κατηγοριοποιείται ως μικρή, μέτρια, μεγάλη και υψηλή. Στην περίπτωση που υπάρχουν ιστορικά στοιχεία η κατηγοριοποίηση εκτελείται όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ			
ΜΙΚΡΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΓΑΛΗ	ΥΨΗΛΗ
Βλάβη ή συνέπεια η οποία εκτιμάται ότι μπορεί να μην συμβεί ποτέ	Βλάβη ή συνέπεια η οποία εμφανίζεται με περιοδικότητα μικρότερη από μία φορά ανά 5 έτη	Βλάβη ή συνέπεια η οποία εμφανίζεται με περιοδικότητα από μία έως και τέσσερις φορές ανά 5 έτη	Βλάβη ή συνέπεια η οποία εμφανίζεται με περιοδικότητα τουλάχιστον μία φορά ανά 1 έτος

Μετά τον καθορισμό της πιθανότητας εκδήλωσης του κινδύνου, αξιολογείται η φύση των δυσμενών συνεπειών σε περίπτωση εμφάνισης ή πρόκλησης του γεγονότος, βάσει των διαθέσιμων ιστορικών στοιχείων ή της εμπειρικής εκτίμησης. Οι συνέπειες ενός κινδύνου καθορίζουν την δριμύτητα και, μαζί με την πιθανότητα καθορίζουν το επίπεδο επικινδυνότητας, οπότε προσδιορίζεται ο βαθμός προτεραιότητας για την λήψη μέτρων δράσης. Στις περιπτώσεις μη καταγεγραμμένων στοιχείων εκδήλωσης κινδύνων, στον υπολογισμό της επικινδυνότητας η δριμύτητα τίθεται ως μέτρια ή μεγάλη αναλόγως εμπειρικής εκτίμησης, διαφορετικά ακολουθείται η κατηγοριοποίηση του ακόλουθου πίνακα.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΡΙΜΥΤΗΤΑΣ				
	ΜΙΚΡΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΓΑΛΗ	ΥΨΗΛΗ
ΥΓΙΕΙΝΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	Επιπόλαια τραύματα. Μικρή ανάγκη ιατρικής βοήθειας.	Μικρός τραυματισμός. Προσωρινή ανικανότητα	Εκτεταμένα τραύματα. Μόνιμη μερική ανικανότητα.	Καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης. Θάνατος. Μόνιμη ολική ανικανότητα. Θανάσιμη ασθένεια.
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ	Αμελητέα ζημιά υποδομών-υλικών. Χαμηλό κόστος αποκατάστασης.	Μικρής έκτασης ζημιά υποδομών-υλικών. Μέτριο κόστος αποκατάστασης.	Σημαντικής έκτασης ζημιά υποδομών-υλικών. Υψηλό κόστος.	Ολοκληρωτική καταστροφή υποδομών-υλικών. Καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης.
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	Περιορισμένη ρύπανση. Χαμηλό κόστος.	Μέτρια ρύπανση. Μέτριο κόστος.	Εκτεταμένη ρύπανση η οποία είτε δεν είναι εφικτό να αποκατασταθεί πλήρως ή το κόστος είναι υψηλό.	Εκτεταμένη ρύπανση η οποία οδηγεί σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης.

Η επικινδυνότητα προκύπτει από τον συνδυασμό των συντελεστών πιθανότητας και δριμύτητας και ταξινομείται ως μικρή (Δ), μέτρια (Γ), μεγάλη (Β) και υψηλή (Α) όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ					
		ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑ			
		ΜΙΚΡΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΓΑΛΗ	ΥΨΗΛΗ
ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	ΜΙΚΡΗ	Δ	Δ	Γ	Β
	ΜΕΤΡΙΑ	Δ	Γ	Β	Β
	ΜΕΓΑΛΗ	Δ	Γ	Β	Α
	ΥΨΗΛΗ	Γ	Β	Α	Α

Με βάση την ανωτέρω ταξινόμηση της επικινδυνότητας, ο χρησιμοποιούμενος οδηγός μείωσης της επικινδυνότητας σε αποδεκτά επίπεδα παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ		ΑΠΟΦΑΣΗ ΑΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ
Δ	Μικρή Επικινδυνότητα	Η επικινδυνότητα είναι αποδεκτή και πρέπει να διατηρηθεί στο υφιστάμενο επίπεδο	Δεν απαιτούνται περαιτέρω ενέργειες, παρά μόνο η διατήρηση των υφιστάμενων μέτρων ελέγχου
Γ	Μέτρια Επικινδυνότητα	Η επικινδυνότητα μπορεί να θεωρηθεί ανεκτή μόνο στις περιπτώσεις που η μείωση της επικινδυνότητας είναι πρακτικά μη εφικτή είτε έχει δυσανάλογο κόστος σε σχέση με την επιτευχθείσα βελτίωση.	Πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα για τη μείωση της επικινδυνότητας, όπου είναι δυνατό σε αποδεκτό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος των επιπρόσθετων μέτρων μείωσης της επικινδυνότητας. Σε αντίθετη περίπτωση παρακολουθείται συνεχώς η δραστηριότητα. Στα μέτρα (έργα) μείωσης της επικινδυνότητας πρέπει να αποδίδεται μέτρια προτεραιότητα και πρέπει να υλοποιούνται σε καθορισμένο μέσο-μακροπρόθεσμο χρονικό διάστημα. Πρέπει να εξασφαλίζεται ότι τα μέτρα ελέγχου διατηρούνται, ιδιαίτερα όταν τα επίπεδα επικινδυνότητας συνδέονται με βλαβερές συνέπειες.
Β	Μεγάλη Επικινδυνότητα	Η επικινδυνότητα είναι μη αποδεκτή και πρέπει να μειωθεί με την εφαρμογή άμεσων μέτρων ελέγχου, ώστε να γίνει αποδεκτή ή ανεκτή.	Εφαρμογή άμεσων μέτρων ελέγχου για τη μείωση της επικινδυνότητας. Στα μέτρα (έργα) μείωσης της επικινδυνότητας πρέπει να αποδίδεται υψηλή προτεραιότητα και πρέπει να υλοποιούνται σε καθορισμένο βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα. Επίσης, είναι πιθανό να απαιτηθεί ο περιορισμός της δραστηριότητας, είτε να απαιτηθεί αξιόλογη ποσότητα πόρων για την κατανομή τους στα επιπρόσθετα μέτρα ελέγχου.

A	Υψηλή Επικινδυνότητα	Η επικινδυνότητα είναι μη αποδεκτή και απαιτείται άμεση διακοπή δραστηριοτήτων καθόσον δεν δύναται να εφαρμοσθούν άμεσα μέτρα ελέγχου	Η δραστηριότητα πρέπει να διακοπεί, μέχρι να εφαρμοστούν κατάλληλα μέτρα ελέγχου για τη μείωση της επικινδυνότητας, σε επίπεδο χαμηλότερο του μη αποδεκτού. Στα μέτρα (έργα) μείωσης της επικινδυνότητας πρέπει να αποδίδεται υψηλή προτεραιότητα.
---	-------------------------	---	--

Για την λήψη μέτρων μείωσης της επικινδυνότητας, είναι απαραίτητη η εφαρμογή της αρχής «As Low As Reasonably Practicable» (ALARP). Η αρχή αυτή επιβάλλει τα μέτρα ελέγχου της επικινδυνότητας να ακολουθούν την λογική της ελάττωσής της σε επίπεδο τόσο χαμηλό, όσο είναι εύλογα πρακτικό. Αυτό συνεπάγεται ότι η μείωση της επικινδυνότητας πρέπει να πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε το κόστος να μην είναι δυσανάλογο του οφέλους από την μείωσή της.

Όταν η επικινδυνότητα χαρακτηριστεί ως μη αποδεκτή, πρέπει να θεσπιστούν μέτρα ελέγχου. Ωστόσο είναι σημαντικό να αναλύεται η αποτελεσματικότητά των μέτρων μείωσης της επικινδυνότητας ώστε να βρεθεί η βέλτιστη λύση. Κάθε δυνατή επιλογή χρειάζεται να εξετάζεται με κριτήρια όπως:

- Αποτελεσματικότητα σχετικά με την μείωση ή εξάλειψη του κινδύνου
- Όφελος σε σχέση με το κόστος
- Εφικτότητα
- Πρακτικότητα
- Αξιοπιστία με την έννοια να θεωρούνται σημαντικά τα μέτρα από όλο το εμπλεκόμενο προσωπικό
 - Αποδοχή των μέτρων από το προσωπικό
 - Λήψη μέτρων επιβολής ώστε να διασφαλιστεί η εφαρμογή των διαδικασιών από το προσωπικό
 - Διαχρονικότητα ή προσωρινή εφαρμογή
 - Απομείναντες κίνδυνοι μετά την εφαρμογή των μέτρων
 - Πρόκληση νέων κινδύνων από την εφαρμογή των μέτρων

Το όφελος εκτέλεσης οποιασδήποτε δραστηριότητας κατηγοριοποιείται ως ακολούθως:

1. Μικρό όφελος νοείται όταν η εκτέλεση κάποιου έργου μπορεί να αποφευχθεί ή δεν αναμένεται να αποφέρει μετρήσιμα αποτελέσματα όπως η αποκατάσταση βλάβης εκτός ωραρίου εργασίας για αεροσκάφος – εξοπλισμό που δεν θα χρησιμοποιηθεί άμεσα.
2. Μεσαίο όφελος υπάρχει στις περιπτώσεις που το εκτελούμενο έργο επιφέρει μετρήσιμα αποτελέσματα και αποσκοπεί στην περάτωση καθημερινών καθηκόντων εκπαίδευσης και υποστήριξης όπως η εκτέλεση προγραμματισμένης συντήρησης ή η εκτέλεση των καθημερινών καθηκόντων που απορρέουν από τη θέση εργασίας.
3. Υψηλό επιχειρησιακό όφελος νοείται όταν η εκτέλεση εργασίας αποσκοπεί στη διατήρηση της Εθνικής ασφάλειας, την διάσωση προσωπικού, την προστασία

απειλούμενου προσωπικού, υλικού και περιβάλλοντος όπως για παράδειγμα συντήρηση και λοιπές δραστηριότητες σχετικές με καταστάσεις άμεσης απογείωσης αεροσκαφών λόγω ετοιμότητας, διάσωση προσωπικού μετά από ατύχημα κ.α..

Εξαιτίας της φύσης και της αποστολής της Π.Α. κρίνεται αναγκαίο ο τρόπος εκτίμησης της επικινδυνότητας με βάση τα ανωτέρω να επανακαθορίζεται και να υπάρχει μία συνεχής ανατροφοδότηση των διαδικασιών σε τακτά χρονικά διαστήματα από τους φορείς αυτής προκειμένου να εντοπίζονται έγκαιρα νέοι κίνδυνοι και να αξιολογούνται τα υφιστάμενα μέτρα ελέγχου αυτών.

4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΝΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

4.1. ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας (HTA-Hierarchical Task Analysis) είναι μια συστηματική μέθοδος περιγραφής του τρόπου με τον οποίο η εργασία είναι οργανωμένη, για να αναδείξει τους επιμέρους στόχους ή σκοπούς της εργασίας. Είναι μία «από-πάνω-προς-τα-κάτω» προσέγγιση κατά την οποία αναδεικνύονται τόσο οι στόχοι της εργασίας, όσο και οι συνθήκες κάτω από τις οποίες πρέπει να πραγματοποιηθούν για να φέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Με αυτόν τον τρόπο, πολύπλοκες εργασίες μπορούν να αναπαρασταθούν σαν μια ιεραρχική ανάλυση είτε διαδικασιών (διαφορετικών πραγμάτων που πρέπει να γίνουν σε ένα σύστημα) είτε πλάνων (συνθηκών που είναι απαραίτητες για την υλοποίηση των ανωτέρω διαδικασιών). Αν και η συγκεκριμένη τεχνική αναπτύχθηκε στο πλαίσιο εκπαίδευσης διαδικασιών ελέγχου, χρησιμοποιείται σε πλήθος άλλων εφαρμογών, όπως σχεδίαση οθονών ελέγχου, οργάνωση εργασιών και ανάλυση λαθών.

Η HTA εντοπίζει το βασικό στόχο της εργασίας που το άτομο πρέπει να επιτύχει και το περιγράφει σαν μια «ομάδα» επιμέρους διαδικασιών και πλάνων που συγκεκριμενοποιούν τη χρονική σειρά και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες πρέπει να διεκπεραιώνονται οι εργασίες. Ωστόσο, δεν υπάρχει γενικός κανόνας για το πιο επίπεδο λεπτομέρειας σταματά η ανάλυση μίας εργασίας. Αυτό εξαρτάται από την κρίση του αναλυτή, από τους σκοπούς της ανάλυσης και επικινδυνότητας της εργασίας και τους πόρους που του διαθέτει η διοίκηση.

Υπάρχουν δυο κυρίως τρόποι για την αναπαράσταση μιας HTA: (1) η «διαγραμματική» και (2) η «πινακοποιημένη» παρουσίαση. Τα διαγράμματα αφομοιώνονται πιο εύκολα, αλλά οι πίνακες είναι πιο επεξηγηματικοί, καθώς μπορούν να προστεθούν σε αυτούς περισσότερες πληροφορίες. Είναι δυνατό να ξεκινήσουμε με μια διαγραμματική παρουσίαση και να καταλήξουμε σε μια παρουσίαση «βήμα-προς-βήμα». Αυτό επιτρέπει να προβληθούν και άλλες πτυχές της εργασίας που αναλύεται, όπως πληροφόρηση σχετικά με την διασύνδεση ανθρώπου - συστήματος, απαιτούμενες γνώσεις, επικοινωνίες με άλλα μέλη της ομάδας, χρονικά χαρακτηριστικά, και παρενέργειες που δημιουργούνται από την λανθασμένη εκτέλεση του πλάνου εργασίας. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της HTA είναι (Κοντογιάννης 1997):

Πλεονεκτήματα :

- Η HTA είναι μια οικονομική μέθοδος για την συλλογή και οργάνωση πληροφοριών.

- Η ιεραρχική δομή της HTA βοηθά τον αναλυτή να επικεντρωθεί μόνο στα κρίσιμα σημεία της εργασίας που μπορούν να έχουν κάποια αντανάκλαση πάνω στην ασφάλεια του συστήματος.
- Όταν χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση ενός συστήματος, η HTA μας επιτρέπει να θεωρήσουμε τις λειτουργίες σε ένα υψηλότερο επίπεδο ανάλυσης, πριν ληφθούν οι τελικές αποφάσεις για την αγορά υλικού. Αυτό είναι σημαντικό όταν γίνεται κατανομή μεταξύ προσωπικού και συστημάτων αυτοματισμού που θα χρησιμοποιηθούν.
- Η HTA μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν η απαρχή για την ενσωμάτωση διαφόρων μεθόδων ανάλυσης σφαλμάτων κατά την παραγωγική διαδικασία.
- Η HTA εφαρμόζεται κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο όταν υπάρχει συνεργασία μεταξύ του αναλυτή και του προσωπικού. Έτσι ο αναλυτής δομεί την περιγραφή των εργασιών σε συμφωνία με την οπτική γωνία των χειριστών που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή.

Μειονεκτήματα :

- Ο αναλυτής που θα αναλάβει τη διαδικασία ανάλυσης, θα πρέπει να έχει αναπτύξει κάποια εμπειρία σε παρόμοια θέματα, καθώς δεν πρόκειται για μια απλή διαδικαστική λειτουργία που μπορεί να εφαρμοστεί αμέσως.
- Για την ανάλυση πολύπλοκων διαδικασιών, η HTA πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με διάφορα άλλα μοντέλα αξιολόγησης της επίδοσης. Επίσης η HTA παρουσιάζει περιορισμένη εμβέλεια στην περιγραφή εργασιών που απαιτούν μεγάλο βαθμό ικανοτήτων διάγνωσης και λήψης αποφάσεων σε έκτακτες ανάγκες.
- Απαιτεί την προσήλωση και σπατάλη χρόνου από άτομα πολυάσχολα, όπως οι μηχανικοί, οι εργάτες και οι επιβλέποντες.

4.2. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΛΑΘΩΝ – ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΔΕΝΤΡΩΝ ΑΣΤΟΧΙΩΝ (FAULT TREES)

Σε αυτό το σημείο της ανάλυσης επικινδυνότητας παρουσιάζεται μία διαγραμματική απεικόνιση των λαθών και παραλείψεων τα οποία εντοπίζονται κατά την εκτέλεση των εργασιών, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο τα λάθη αυτά μπορούν να οδηγήσουν σε ατυχήματα. Για την διαγραμματική αυτή αναπαράσταση χρησιμοποιείται η τεχνική των Δέντρων Αστοχιών (Fault Tree). Το δέντρο αστοχιών είναι ένα λογικό διάγραμμα, το οποίο δείχνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των υπευθύνων αιτιών για την εμφάνιση ενός ανεπιθύμητου γεγονότος (ατυχήματος). Σε αυτή τη μέθοδο επιλέγεται ένα ανεπιθύμητο γεγονός (λάθος) και όλοι οι υπεύθυνοι παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία του, παρουσιάζονται με τη μορφή ενός δέντρου. Η διαγραμματική ανάλυση του δέντρου μας βοηθά στην επισήμανση της ρίζας των προβλημάτων και στην έγγραφη ανάλυση και περιγραφή της λογικής διαδοχής των αιτιολογικών γεγονότων. Ξεκινώντας από ένα ανεπιθύμητο γεγονός (λάθος ή παράλειψη), η ανάλυση του δέντρου αστοχιών εκτελεί μια «προς - τα πίσω» πορεία, ανιχνεύοντας όλα τα πιθανά γεγονότα που μπορεί να μας έχουν οδηγήσει στο ανεπιθύμητο γεγονός. Δημιουργείται έτσι, ένα μοντέλο του συστήματος στο οποίο τα διάφορα γεγονότα παρουσιάζονται με τη μορφή λογικών συμβόλων ενός δεντρικού δικτύου. Ο τελικός στόχος είναι να οδηγηθούμε στο τέλος του δέντρου σε ανεξάρτητα γεγονότα, τα οποία δεν επιδέχονται επιπλέον ανάλυση.

Τα ατυχήματα είναι γεγονότα στη δημιουργία των οποίων συμβάλλει συνήθως ο συνδυασμός πολλών προηγμένων γεγονότων ή καταστάσεων. Τα γεγονότα και οι καταστάσεις αυτές μπορεί να αφορούν είτε στο σύστημα εργασίας είτε στον εργαζόμενο, και να είναι είτε μόνιμα είτε έκτακτα. Επομένως, η εκδήλωση ενός

ατυχήματος μπορεί να περιγραφεί ως μια αλυσίδα γεγονότων και καταστάσεων (οι αιτίες του ατυχήματος), στο τέλος της οποίας βρίσκεται το ατύχημα. Η ανάλυση των ατυχημάτων σκοπό έχει τον εντοπισμό όλων των προηγούμενων του ατυχήματος γεγονότων και καταστάσεων. Έχοντας εντοπίσει αυτά τα γεγονότα και καταστάσεις, είναι δυνατός ο προσδιορισμός μέτρων τα οποία, στο μέλλον, θα συμβάλλουν στη δημιουργία ασυνέχειας της αλυσίδας των αιτιών του ατυχήματος, και επομένως θα αποτρέπουν την εκ νέου εμφάνισή τους (μέτρα πρόληψης). Τα μέτρα αυτά μπορεί να είναι:

- μέτρα που αποτρέπουν την εμφάνιση κάποιων από τα γεγονότα και καταστάσεις που συνέβαλαν στην εμφάνιση του ατυχήματος,
- μέτρα που αποτελούν εμπόδια στη δημιουργία των επόμενων γεγονότων της αλυσίδας των αιτιών του ατυχήματος.

Η μέθοδος του δένδρου αιτιών (fault-tree analysis) είναι ένας εποπτικός τρόπος αναπαράστασης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των ατυχημάτων. Βοηθά στη συστηματοποίηση τόσο της ανάλυσης των ατυχημάτων, όσο και της διαδικασίας ανάπτυξης και επιλογής των μέτρων πρόληψης. Το δένδρο αιτιών απεικονίζει όλα τα προγενέστερα γεγονότα/καταστάσεις που έχουν εντοπισθεί και οδήγησαν στο ατύχημα, αναπαριστώντας τις λογικές και χρονολογικές διασυνδέσεις ανάμεσά τους (Κοντογιάννης 1997).

4.2.1. ΔΙΑΔΟΧΗ ΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ

Τα γεγονότα του δέντρου διέπονται από μια συγκεκριμένη ιεραρχία όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια:

1. Κορυφαίο γεγονός: είναι το γεγονός που τοποθετείται στην κορυφή του δέντρου, η ανάλυση του οποίου οδηγεί στη δημιουργία του υπόλοιπου δέντρου.
2. Πρωτεύον γεγονός: είναι το πρωτεύων και το βασικό λάθος στο οποίο οφείλεται η δυσλειτουργία του στοιχείου. Προέρχεται από κάποιο χαρακτηριστικό του ίδιου στοιχείου.
3. Δευτερεύον γεγονός: είναι ένα ενδιαφέρον λάθος ή επίδραση που προέρχεται από ένα άλλο στοιχείο ή συσκευή ή κάποια εξωτερική κατάσταση.
4. Βασικό γεγονός: είναι ένα γεγονός (λάθος ή όχι) στο επίπεδο της μικρότερης μονάδας από την οποία αποτελείται το υπό εξέταση σύστημα και τοποθετείται στη βάση του δέντρου. Διαφορετικά πρόκειται για ένα γεγονός το οποίο δεν επιδέχεται περαιτέρω ανάλυση ή επαρκούν τα δεδομένα που υπάρχουν σχετικά με αυτό και επομένως είναι περιττή η επιπρόσθετη ανάλυση.

Αρα τα βασικά βήματα της ανάλυσης είναι :

1. Επιλογή του κορυφαίου γεγονότος
2. Καθορισμός των πρωτευόντων και δευτερευόντων γεγονότων
3. Καθορισμός των συσχετίσεων μεταξύ των αιτιών του κορυφαίου γεγονότος με τη βοήθεια των πυλών or , and.

4.2.2. ΚΟΡΥΦΑΙΟ ΓΕΓΟΝΟΣ

Κατά τη διάρκεια της διερεύνησης ενός ατυχήματος μας ενδιαφέρει να επικεντρωθούμε σε ένα ανεπιθύμητο γεγονός και να αναλύσουμε τα περίπλοκα αίτια

του, τότε η ανάλυση του δένδρου αστοχιών είναι μια καλή τεχνική για το σκοπό αυτό. Το κορυφαίο γεγονός είναι το υπό ανάλυση ατύχημα, που μπορεί να είναι ένα καταστροφικό αποτέλεσμα ή ο τραυματισμός του προσωπικού και τοποθετείται πάντα σε ένα ορθογώνιο πλαίσιο στην κορυφή του δένδρου. Στη συνέχεια συνυπολογίζονται όλοι οι συμμετέχοντες παράγοντες και με αυτό το τρόπο χτίζεται το δέντρο.

4.2.3. ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ

Πριν γίνει η διαδικασία δημιουργίας του δένδρου είναι απαραίτητο να γίνουν οι ακόλουθες παραδοχές:

- Υπάρχουν δυο πιθανά αποτελέσματα: αποτυχία και επιτυχία.
- Τα βασικά λάθη είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.
- Αν επιχειρήσουμε την ποσοτικοποίηση του δένδρου, τότε κάθε ποσότητα εκφράζει μια σταθερά που αντιπροσωπεύει το ρυθμό του λάθους και ακολουθεί μια συγκεκριμένη κατανομή. Αφού καθοριστεί το κορυφαίο γεγονός, καταγράφονται όλοι οι εμπλεκόμενοι παράγοντες και συνδέονται με αυτό με τη βοήθεια των OR, AND πυλών.

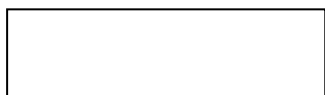
4.2.4. ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ

Η προς τα κάτω πορεία συνεχίζεται έως ότου χρησιμοποιηθεί όλη η διαθέσιμη πληροφορία. Η ανάλυση ξεκινάει από το κορυφαίο γεγονός και στη συνέχεια καθορίζονται οι άμεσες αιτίες που οδήγησαν σε αυτό. Οι αιτίες είναι ενδιάμεσα γεγονότα που απαιτούν περαιτέρω ανάλυση. Αν οι άμεσες αιτίες οδηγούν όλες στο κορυφαίο γεγονός τότε συνδέονται με την λογική πύλη OR. Αν όμως όλες οι αιτίες είναι απαραίτητες ώστε να συμβεί το κορυφαίο γεγονός τότε συνδέονται με την λογική πύλη AND. Το κατώτερο επίπεδο του δένδρου πρέπει να είναι ένα λάθος ή ένα οποιοδήποτε βασικό γεγονός. Τα γεγονότα αυτά παριστάνονται με κύκλους ή με ρόμβους. Οι περισσότεροι αναλυτές χρησιμοποιούν τον κύκλο για να δηλώσουν την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του δένδρου ή τον τερματισμό της προσπάθειας λόγω εξωτερικών παραγόντων.

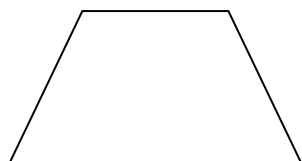
4.2.5. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Η αποτελεσματική χρήση του δένδρου αστοχιών προϋποθέτει την άριστη γνώση της δομής και της χρησιμότητας της υπό εξέταση εργασίας. Στην περίπτωση όπου ο μηχανικός δεν διαθέτει τον χρόνο που απαιτείται για την απόκτηση της απαραίτητης εμπειρίας, τότε πρέπει να ανατρέξει στη συμβουλή ενός ειδικού, ο οποίος με τη σειρά του πρέπει να διαθέτει ικανοποιητική γνώση του υπό ανάλυση συστήματος.

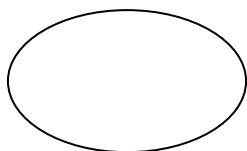
4.2.6. ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ ΔΕΝΤΡΟΥ ΑΣΤΟΧΙΩΝ



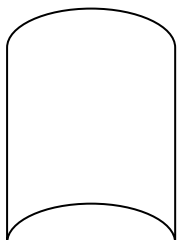
Πρωτεύον ή Δευτερεύον Γεγονός



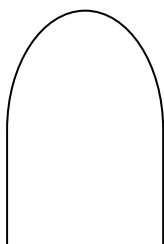
Κορυφαίο Γεγονός



Βασικό Γεγονός



Λογική Πύλη OR



Λογική Πύλη END

4.3. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΥΠΟΥ BOW TIES

Κατά την διαδικασία ανάλυσης της επικινδυνότητας είναι πολύ σημαντική η αναπαράσταση των λαθών και των βλαβών που οδήγησαν στο ατύχημα. Μετά τον εντοπισμό των λαθών και των βλαβών είναι αναγκαία η διερεύνηση της αποδοτικότητας των μέτρων ασφαλείας και των διοικητικών φραγμών ώστε να προληφθούν τα ανεπιθύμητα γεγονότα και να προστατευθεί το σύστημα από τυχόν ατυχήματα. Τα διαγράμματα τύπου bow tie (BT) αποτελούν μία πολύ καλή μέθοδο για την ποιοτική αναπαράσταση των αστοχιών καθώς προσφέρει μία εξαιρετικά ισχυρή αναπαράσταση για τον έλεγχο και την διαχείριση των κινδύνων. Ουσιαστικά αυτή η μέθοδος πραγματοποιεί αξιολόγηση κατά πόσο αποτελεσματικά ελέγχονται όλες οι αρχικές αιτίες εκδήλωσης ενός κινδύνου και πόσο καλά είναι προετοιμασμένη η οργάνωση να ανακάμψει αν κάτι πάει στραβά.

Η πρώτη εταιρία που εφάρμοσε την μέθοδο BT είναι η Royal Dutch/Shell Group (Primrose, Bentley et al. 1996). Πρωταρχικός στόχος ήταν η επιδίωξη διασφάλισης της ύπαρξης σταθερών ελέγχων σχετικά με τους κινδύνους σε όλες τις επιχειρήσεις παγκοσμίως (Alizadeh et al. 2015). Πρόκειται για μια ποιοτική μέθοδο ανάλυσης η οποία ενσωματώνει τεχνικές του συστήματος διαχείρισης. Τα διαγράμματα BT είναι γνωστά ως μια μέθοδος αξιολόγησης των κινδύνων όπου η ποσοτική προσέγγιση δεν είναι επιθυμητή ή εφικτή.

Τα διαγράμματα BT αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για να διευκολύνουν τους εργαζόμενους στην κατανόηση του τρόπου διαχείρισης των κινδύνων και τον ρόλο τους σε αυτό. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση ο κίνδυνος αντιπροσωπεύεται από ένα κορυφαίο συμβάν, το οποίο μπορεί να προκληθεί από μία ή περισσότερες απειλές. Σε αυτή την ανάλυση παρέχονται τα εμπόδια για την προστασία του συστήματος από τις απειλές.

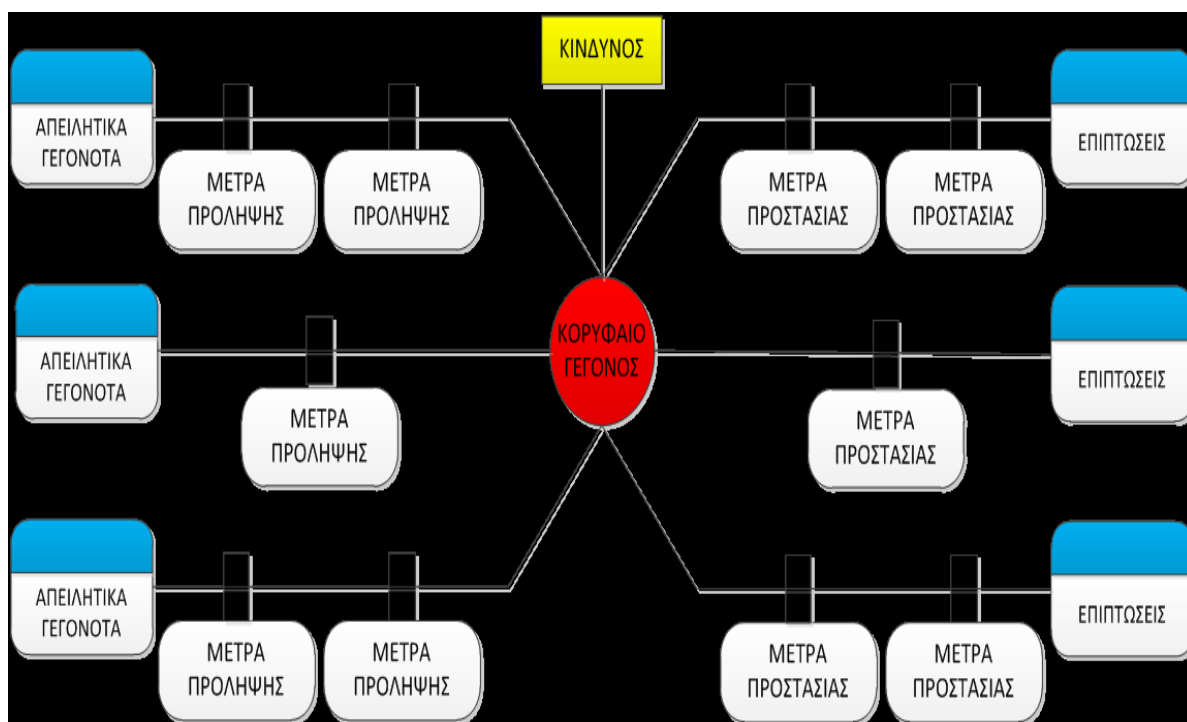
Πρόκειται για μία μέθοδο η οποία στοχεύει στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών διαχείρισης της ασφάλειας μέσα από την επίτευξη βέλτιστης ισορροπίας μεταξύ των ικανοτήτων και εποπτείας του εργατικού δυναμικού. Υποβάθμιση ενός συστήματος διαχείρισης των κινδύνων μπορεί να επέλθει από διάφορους παράγοντες όπως πλημμελή σχεδιασμό διαδικασιών, ανεπάρμοστες διαδικασίες, αντιφατικοί στόχοι, ανεπαρκής κατάρτιση, προβλήματα επικοινωνίας κ.α.. Ενώ οι διαδικασίες εποπτείας θα

πρέπει να στοχεύουν στην συνεχή βελτίωση του συστήματος και να αποφεύγεται ο χαρακτήρας ελέγχου συμμόρφωσης.

Με την απεικόνιση του κινδύνου, των αιτιών και των συνεπειών αυτού, καθώς και τους ελέγχους οι οποίοι ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο, τα BT διαγράμματα είναι πολύ εύκολα κατανοητά σε όλα τα επίπεδα ενός οργανισμού, από τα ανώτερα διευθυντικά στελέχη έως το τεχνικό προσωπικό. Αυτού του είδους τα διαγράμματα επιτρέπουν την ανάλυση των πιθανών κινδύνων με ακολουθίες γεγονότων όπου παρουσιάζονται τα μέτρα πρόληψης και προστασίας προκειμένου να αποφευχθούν τα ατυχήματα ή να μετριαστούν οι επιπτώσεις αυτών (Zuijderduijn 2001). Αυτή η μέθοδος στηρίζεται στην θεωρία της «ασφάλειας σε βάθος» και στο μοντέλο ατυχημάτων του Ελβετικού τυριού (όπως αναφέρεται στο Κοντογιάννης, 2016).

Στην αριστερή πλευρά του διαγράμματος πρακτικά σχεδιάζεται το δέντρο αστοχιών, ενώ στην δεξιά πλευρά σχεδιάζεται το δέντρο γεγονότων και στην μέση του διαγράμματος παρουσιάζεται ο κίνδυνος σαν ένας κόμβος, εξ ου και η προέλευση του ονόματος της συγκεκριμένης τεχνικής όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί. Στην αριστερή πλευρά του διαγράμματος αναπαρίστανται οι αιτίες/απειλές που οδήγησαν στο κορυφαίο γεγονός – κίνδυνο και στην δεξιά πλευρά αναπαρίστανται οι πιθανές επιπτώσεις. Οι φραγμοί στην αριστερή πλευρά του διαγράμματος αναφέρονται στα μέτρα ασφαλείας για την πρόληψη του κινδύνου, ενώ οι φραγμοί στην δεξιά πλευρά αφορούν τα μέτρα ασφαλείας για την προστασία του συστήματος από την ενεργοποίηση των κινδύνων. Τα μέτρα ασφαλείας του διαγράμματος BT μπορούν να είναι (Κοντογιάννης 2016):

- Τεχνικά μέτρα όπως συναγερμοί και ασφαλιστικές δικλίδες.
- Εργονομικά μέτρα όπως γραπτές οδηγίες και πίνακες ελέγχου.
- Διαχειριστικά – οργανωτικά μέτρα όπως πολιτική διοίκησης για την ασφάλεια.



Σχήμα 1 - Επεξήγηση διαγράμματος Bow Tie

Το σημείο για την εκκίνηση εφαρμογής αυτής της μεθόδου είναι η εύρεση του κινδύνου. Η αναγνώριση των κινδύνων θα πρέπει να συντελείται σε συνεργασία με τους εργαζόμενους ώστε να εξασφαλιστεί ότι οι απειλές οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν κάποιο κίνδυνο είναι πλήρως κατανοητές. Η εύρεση των κινδύνων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της χρήσης γραπτών διαδικασιών (Check Lists), με την αναπαράσταση κρίσιμων έργων είτε μέσω συμμετοχής των εργαζόμενων στην διαδικασία εύρεσης των απειλών και συγκέντρωση των απόψεων τους. Η συμμετοχή των εργαζόμενων είναι πολύ ωφέλιμη καθώς έτσι παρέχεται πολύπλευρη ομαδική εμπειρία.

Το επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη του μοντέλου με βάση τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν. Η ανάπτυξη του αριστερού τμήματος ξεκινάει με την αρίθμηση των απειλών που μπορούν να οδηγήσουν στην εκδήλωση του κινδύνου. Στη συνέχεια διερευνώνται τα εμπόδια/φραγμοί που ήδη υπάρχουν και εκείνα τα οποία θα μπορούσαν να τεθούν σε εφαρμογή για την πρόληψη εκδήλωσης του ανεπιθύμητου γεγονότος. Έχοντας αναπτύξει το αριστερό τμήμα, ξεκινάει η αναζήτηση των πιθανών συνεπειών από την εκδήλωση του γεγονότος. Για κάθε περίπτωση υπάρχει ή θα μπορούσε να καθιερωθεί ένα σύνολο εμποδίων/φραγμών το οποίο δύναται να ανιχνεύσει το ατύχημα, να προστατεύσει ή να μετριάσει τις συνέπειες από την εκδήλωση του ατυχήματος. Το εναρκτήριο γεγονός απεικονίζεται από έναν κόκκινο κύκλο στο κέντρο του διαγράμματος BT, στο αριστερό τμήμα τα κουτιά με την μπλε γραμμή υποδηλώνουν τα απειλητικά γεγονότα, τα κουτιά στο δεξιό τμήμα με την μπλε γραμμή υποδηλώνουν τις επιπτώσεις, ενώ τα κουτιά με την παχιά κάθετη μπάρα παρουσιάζουν τους φραγμούς όπως φαίνεται στο ανωτέρω σχήμα.

Ένα εμπόδιο/φραγμός μπορεί να φθαρεί λόγω εργασιακών μεταβολών, να εκτελεστεί μερικώς ή να αποτύχει. Η ύπαρξη φθοράς ή αποτυχίας εκτέλεσης του εμποδίου/φραγμού εκφράζει την αλλοίωση της λειτουργίας των φραγμών. Ένα τεχνικό σφάλμα μπορεί να είναι η υπέρβαση των ορίων του κατασκευαστή. Ένας φραγμός (χειριστής) μπορεί επίσης να αποτύχει εάν ο χειριστής απουσιάζει από την θέση του, παραβιάσει κάποια διαδικασία, κοιμηθεί κλπ. Ένας διαδικαστικός φραγμός ενδεχομένως να υποστεί φθορά λόγω υπερβολικής γραφειοκρατίας, λόγω έλλειψης κουλτούρας ασφάλειας ή λόγω ελλιπής επίβλεψης.

Μετά την αναγνώριση όλων των κινδύνων μιας εργασίας και την ενσωμάτωση όλων των φραγμών θα πρέπει να διεξαχθεί από τον οργανισμό έλεγχος εάν τα εμπόδια λειτουργούν ανά πάσα στιγμή. Πρόκειται για μία επαναληπτική διαδικασία η οποία εκτελείται παράλληλα με την αναγνώριση και την παροχή των φραγμών. Συνεπώς μπορούν να αποφευχθούν περιπτώσεις όπου υπάρχει ένας μόνο υπεύθυνος κατά μήκος μιας αλυσίδας φραγμών μιας απειλής. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει ξεκάθαρα στους εργαζόμενους να έχουν μια σαφή εικόνα κατανομής ευθυνών και των πιθανών συνεπειών λόγω φθοράς ή αποτυχίας εκτέλεσης των φραγμών (HSE 2008).

Πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι συμβάλει στην πληρέστερη κατανόηση των κινδύνων μέσω της απεικόνισης των απειλών, των φραγμών, των συνεπειών και των εναρκτήριων γεγονότων. Επιπλέον, επιτρέπει μια πιο στενή συμμετοχή του εργατικού δυναμικού στην αναγνώριση των κινδύνων. Η ενεργή συμμετοχή του εργατικού δυναμικού στην βελτιστοποίηση των συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας αυξάνει το επίπεδο εμπειρογνωμοσύνης τους. Επιπλέον αυξάνεται το αίσθημα χρησιμότητας τους για την επιχείρηση και κατά συνέπια αυξάνεται η αποδοτικότητα τους. Όχι μόνο οι εργαζόμενοι οι οποίοι συνέβαλαν στο σχεδιασμό της μεθόδου, αλλά και οι υπόλοιποι κατανοούν πιο εύκολα για πιο λόγο υπάρχουν οι φραγμοί και πως λειτουργούν και με αυτό τον τρόπο διευκολύνεται η

εκτίμηση λειτουργίας ή αποτυχίας αυτών. Άλλο σημαντικό πλεονέκτημα εφαρμογής της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι συμβάλει σημαντικά στην αύξηση της ευαισθητοποίησης του προσωπικού στα θέματα ασφάλειας. Επίσης, βελτιώνεται το σύστημα διαχείρισης της ασφάλειας καθώς με την εφαρμογή της μεθόδου παρέχονται αυξημένες και συγκεντρωμένες πληροφορίες σχετικά με τα ατυχήματα, τους φραγμούς, τις διαδικασίες και τα καθήκοντα του προσωπικού. Ως εκ τούτου, προωθείται η ανάπτυξη ενός βελτιωμένου συστήματος ελέγχου και πρόληψης ατυχημάτων.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕΙΣ ΜΕΙΖΟΝΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙ Α/Φ F-16 BLK 52+

5.1. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ F100-P&W-229J

Η αφαίρεση – τοποθέτηση ενός αεροκινητήρα επί του αεροσκάφους εκτελείται αρκετά συχνά στους χώρους συντήρησης των μονάδων F-16 Blk 52+ της Π.Α.. Η απαίτηση αυτή προκύπτει είτε λόγω προγραμματισμένων επιθεωρήσεων ή λόγω απρογραμμάτιστων – έκτακτων περιπτώσεων αποκατάστασης βλάβης επί των μαχητικών αεροσκαφών. Η φύση της συγκεκριμένης διαδικασίας ενέχει κινδύνους για τους τεχνικούς που την εκτελούν και απαιτεί πλήρη γνώση των διαδικασιών, συγκέντρωση και καλό συντονισμό της ομάδας εργασίας. Για το πέρας της εργασίας απαιτούνται, με βάση την βιβλιογραφία και τις τεχνικές οδηγίες, τέσσερις (4) τεχνικοί, εκ των οποίων είναι ένας (1) επιθεωρητής και τρεις (3) εκτελεστές εργασιών. Η περιγραφή της εργασίας είναι αναλυτική σε εγχειρίδια του κατασκευαστή, ωστόσο η μη σωστή εφαρμογή των εγχειριδίων και μια σειρά άλλων τυχαίων παραγόντων, μπορεί να οδηγήσει σε ένα ατύχημα.

5.1.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΗΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ F100-P&W-229J

Για την εφαρμογή της μεθόδου, έχοντας αρχικά εντοπίσει το «συνολικό αντικείμενο» της εργασίας, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η αφαίρεση – τοποθέτηση αεροκινητήρα επί του αεροσκάφους, σε επόμενο βήμα πρέπει να εντοπιστούν οι δευτερεύουσες εργασίες που συνθέτουν την βασική εργασία, και όποιες από τις δευτερεύουσες εργασίες κριθεί απαραίτητο να αποσυντεθούν σε περαιτέρω επίπεδα.

Συνοπτικά η ανάλυση της αφαίρεσης – τοποθέτησης αεροκινητήρα επί του αεροσκάφους περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια :

1. Μεταφορά εργαλείων και αναλώσιμων για τη διεκπεραίωση της εργασίας ή μεταφορά του αεροσκάφους σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο , ο οποίος φέρει και τον απαραίτητο εξοπλισμό (διαδικασία που για λόγους ασφάλειας και χρόνου προτιμάται)
2. Ενέργειες ώστε το Αεροσκάφος να είναι ασφαλές για συντήρηση (έλεγχος διαρροής υδραζίνης, πείροι ασφαλείας, τροχοεμποδιστήρες, έλεγχος σωστής τοποθέτησης διακοπών στο χειριστήριο)
3. Ενέργειες με τη χρήση λαπτόπ, ειδικά κατασκευάσμενου από την εταιρεία για την αντοχή αντίξοων συνθηκών καθώς και ειδικού λογισμικού, ώστε ο τεχνικός να αποθηκεύσει στο λογισμικό απαραίτητα διαγνωστικά στοιχεία από τον αεροκινητήρα
4. Προετοιμασία αφαίρεσης αεροκινητήρα
 - 4.1. Έλεγχος ώστε οι σωλήνες καυσίμου και τα λοιπά παρελκόμενα να έχουν αποστραγγιστεί και αποσυμπιεστεί πριν αφαιρεθούν οι σωλήνες
 - 4.2. Άμεσα καθαρισμός τυχόν καυσίμου ή υδραυλικού που μπορεί να έχει διαρρεύσει κατά την αφαίρεση των σωλήνων ή των παρελκομένων
 - 4.3. Οι συνδέσεις των σταθεροποιητών θα πρέπει να έχουν κάθετη φορά καθόλη τη διάρκεια αφαίρεσης του αεροκινητήρα

4.4. Το αεροσκάφος κατά τη διάρκεια της αφαίρεσης του αεροκινητήρα εάν πρέπει να μεταφερθεί, τότε το στατικό βάρος στο εμπρόσθιο τμήμα του αεροσκάφους πρέπει να ξεπερνά της 6300 λίβρες

4.5. Κατά την αφαίρεση τμημάτων του αεροκινητήρα, τα τμήματα πρέπει να αφαιρούνται ολικά και όχι μερικώς και να τοποθετούνται σε τέτοια θέση ώστε το εσωτερικό της κοιλότητας πρόσβασης του αεροσκάφους να είναι ορατό

4.6. Πριν την έναρξη της εργασίας το αεροσκάφος πρέπει να βρίσκεται σε ισορροπία με το έδαφος. Αυτό μπορεί να γίνει με τη πλήρωση υδραυλικού στα σημεία στήριξης των κυρίως τροχών

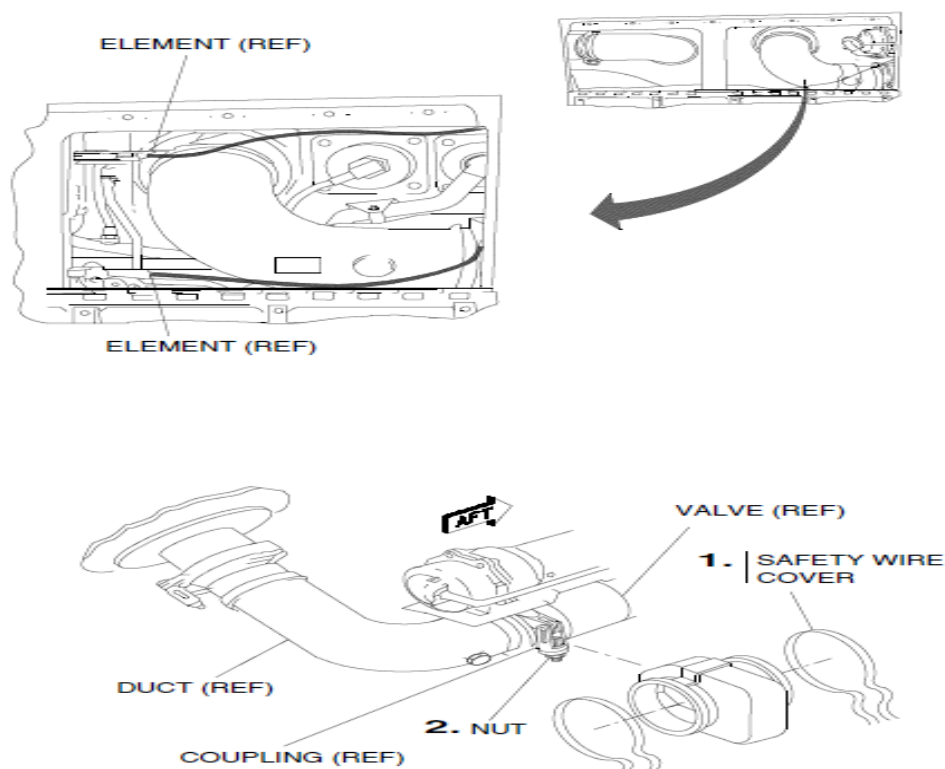
4.7. Το λαδί κινητήρα μπορεί να επηρεάσει τη ποιότητα του χρώματος επί του αεροσκάφους. Άμεσος καθαρισμός αυτού σε περίπτωση έκχυσης σε επιφάνεια

4.8. Λόγω της θέσης του αεροκινητήρα ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα δομικά σημεία του αεροσκάφους όταν εργασίες απαιτούνται επί αυτών

5. Έναρξη εργασίας αφαίρεσης αεροκινητήρα

5.1. Αφαίρεση της αριστερής σωλήνας αποτόνωσης αέρα της ένατης βαθμίδας της τουρμπίνας

5.1.1. Τα σύρματα ανίχνευσης πυρκαγιάς ή υπερθέρμανσης, πλησίον της ένατης βαθμίδας, δε πρέπει να ακολουθήσουν λανθασμένη ή αόριστη εγκατάσταση πριν την αποσύνδεση της σωλήνας αποτόνωσης από τον κινητήρα



Εικόνα 1 - Αριστερή σωλήνα αποτόνωσης ένατης βαθμίδας

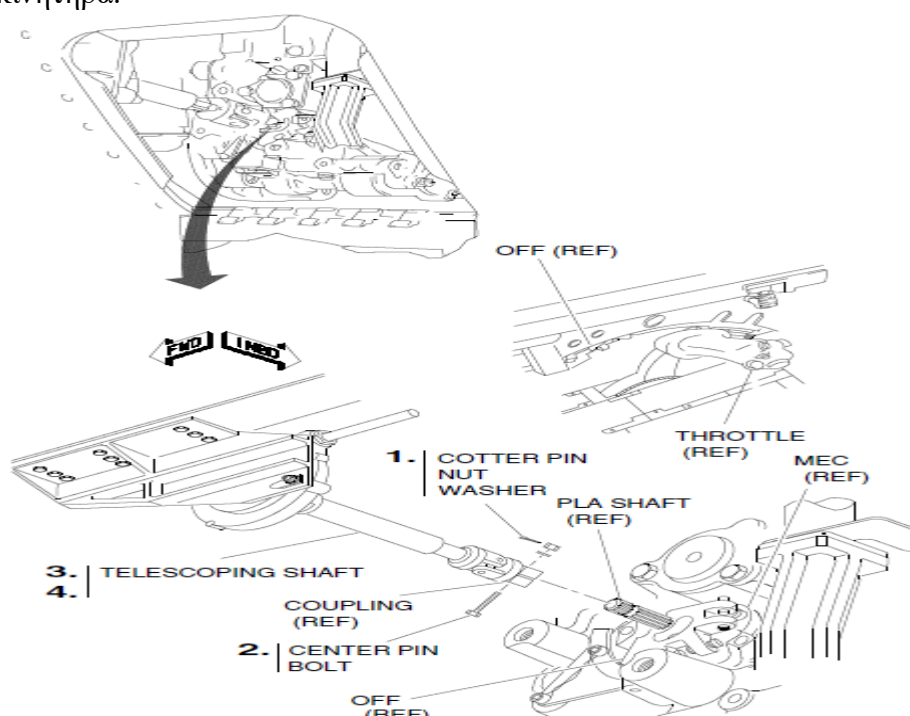
5.2. Αφαίρεση της πέμπτης σωλήνας αποτόνωσης της τουρμπίνας

5.2.1. Τα σύρματα ανίχνευσης πυρκαγιάς ή υπερθέρμανσης, πλησίον της πέμπτης βαθμίδας, δε πρέπει να ακολουθήσουν λανθασμένη ή αόριστη εγκατάσταση πριν την αποσύνδεση της σωλήνας αποτόνωσης από τον κινητήρα

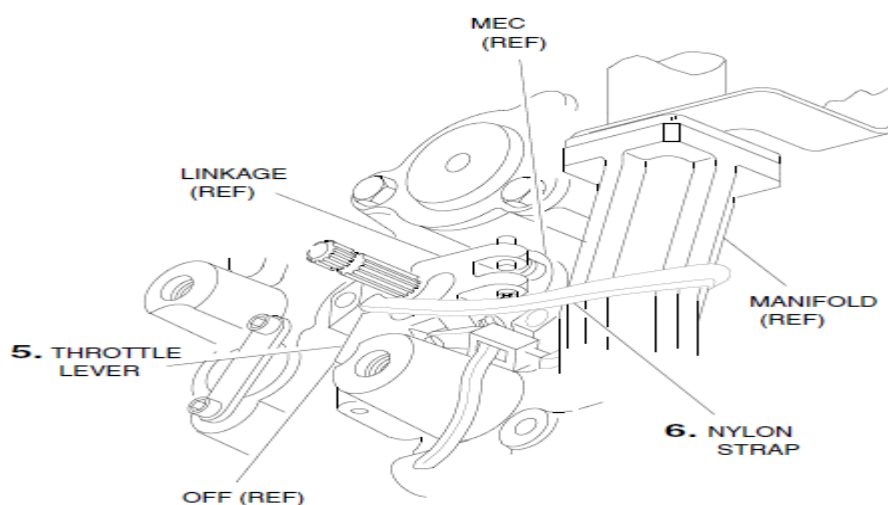
5.3. Αποσύνδεση του συστήματος διαχείρισης της μανέτας από τον αεροκινητήρα

5.3.1. Η μανέτα στη θέση χειριστή δε πρέπει να κινηθεί κατά την αποσύνδεση του συστήματος διαχείρισης αυτής από τον άξονα ισορροπίας του κινητήρα

5.3.2. Δε πρέπει να υφισταθεί μεγάλη δύναμη κατά τη αποσύνδεση του τηλεσκοπικού άξονα από τον άξονα ισορροπίας. Οιαδήποτε παραπάνω δύναμη μπορεί να τραυματίσει το κύριο σύστημα διαχείρισης του κινητήρα.

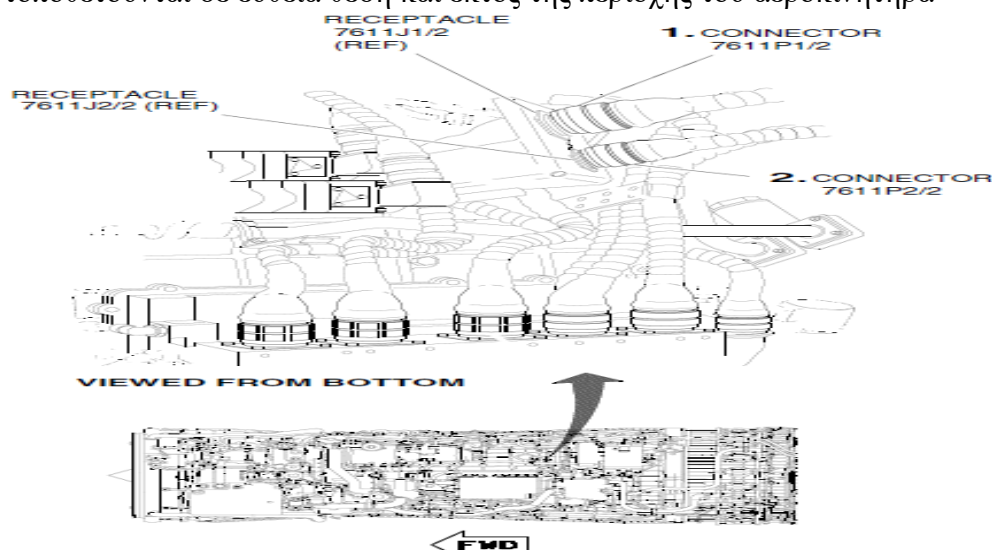


Εικόνα 2 - Αποσύνδεση τηλεσκοπικού άξονα



Εικόνα 3 - Ο άξονας ισορροπίας μετά την αποσύνδεση του τηλεσκοπικού άξονα

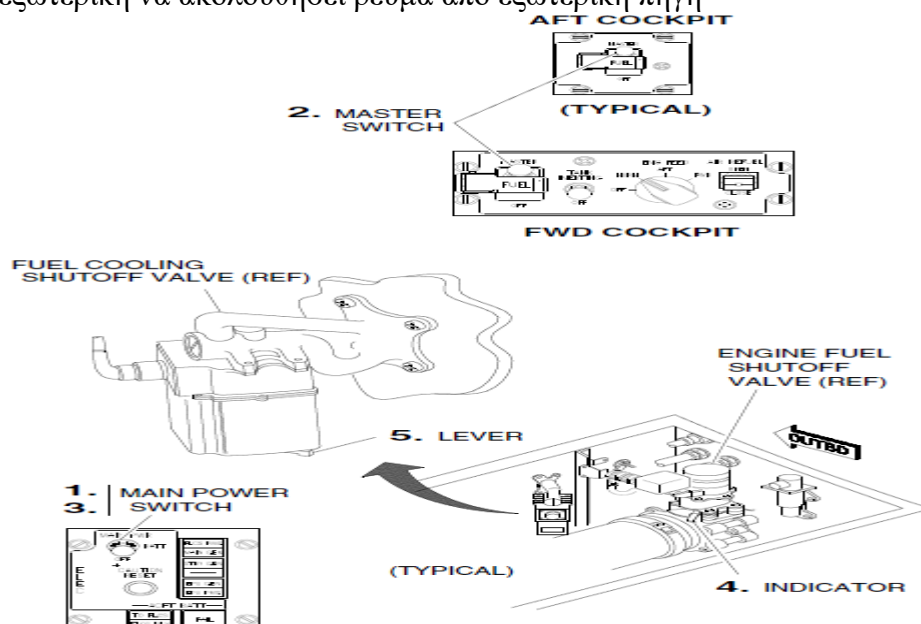
- 5.4. Αποσύνδεση των ηλεκτρολογικών συνδέσεων από τον αεροκινητήρα
- 5.4.1. Οι ηλεκτρολογικές συνδέσεις καθώς και οι καλωδιώσεις πρέπει να τοποθετούνται σε ευθεία θέση και εκτός της περιοχής του αεροκινητήρα



Εικόνα 4 - Οι ηλεκτρολογικές συνδέσεις επί του αεροκινητήρα

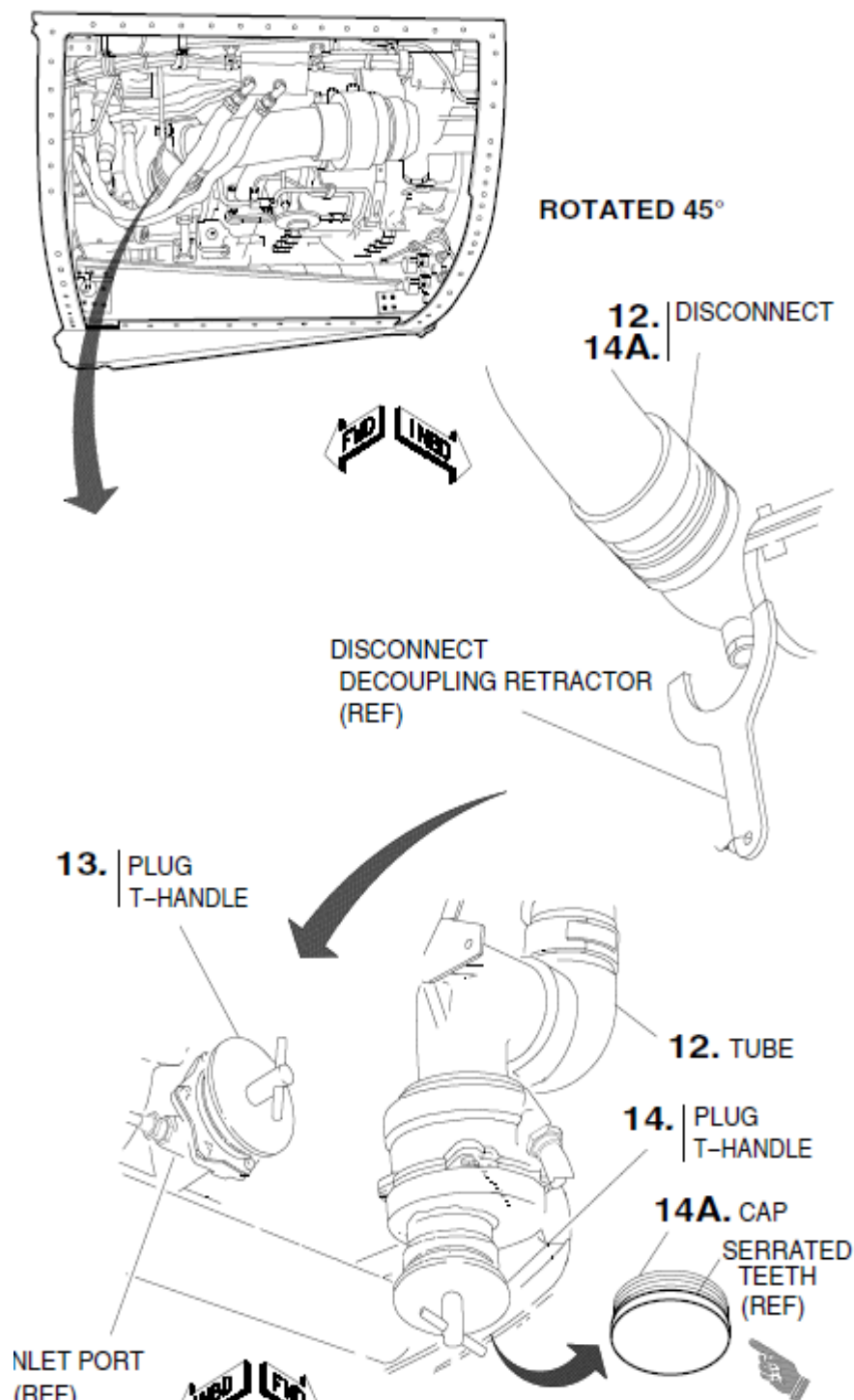
- 5.5. Αποσύνδεση της σωλήνας τροφοδοσίας καυσίμου του αεροκινητήρα και των σωλήνων ψύξης από τον αεροκινητήρα

- 5.5.1. Η Βαλβίδα αποτόνωσης καυσίμου του αεροκινητήρα θα πρέπει να λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια ώστε να βεβαιωθεί πως είναι σε πλήρως κλειστή θέση. Διαφορετικά μπορεί να υπάρξουν διαρροές καυσίμου
- 5.5.2. Ο κύριος διακόπτης ρεύματος δε πρέπει να παραμείνει στην αδρανή θέση ή σε λειτουργία ρεύματος για πάνω από πέντε (5) λεπτά χωρίς εξωτερική να ακολουθήσει ρεύμα από εξωτερική πηγή



Εικόνα 5 - Η σωλήνα τροφοδοσίας καυσίμου του αεροκινητήρα

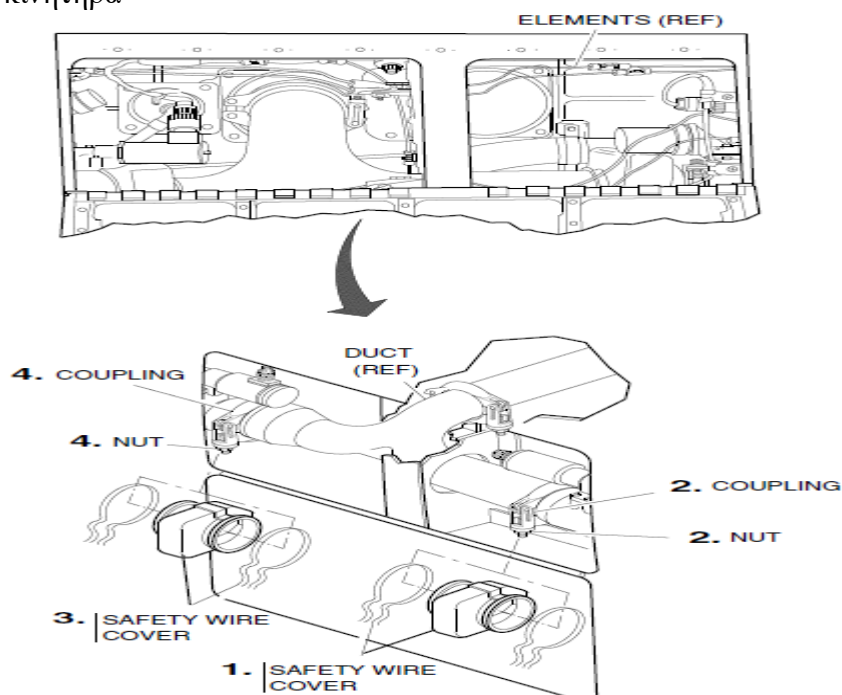
5.5.3. Η σωλήνα τροφοδοσίας καυσίμου πρέπει να αποσυνδεθεί πλήρως από τον αεροκινητήρα



Εικόνα 6 - Οδηγίες πλήρης αποσύνδεσης της σωλήνας καυσίμου

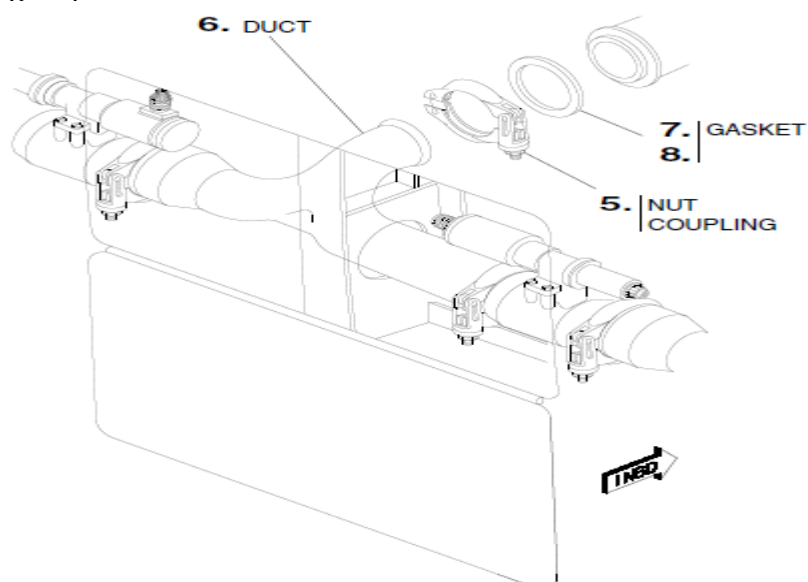
5.6. Αποσύνδεση της δεξιάς σωλήνας αποτόνωσης αέρα της ένατης βαθμίδας της τουρμπίνας του αεροκινητήρα

- 5.6.1. Τα σύρματα ανίχνευσης πυρκαγιάς ή υπερθέρμανσης, πλησίον της πέμπτης βαθμίδας, δε πρέπει να ακολουθήσουν λανθασμένη ή αόριστη εγκατάσταση πριν την αποσύνδεση της σωλήνας αποτόνωσης από τον κινητήρα



Εικόνα 7 - Αποσύνδεση της δεξιάς σωλήνας αποτόνωσης της ένατης βαθμίδας της τουρμπίνας

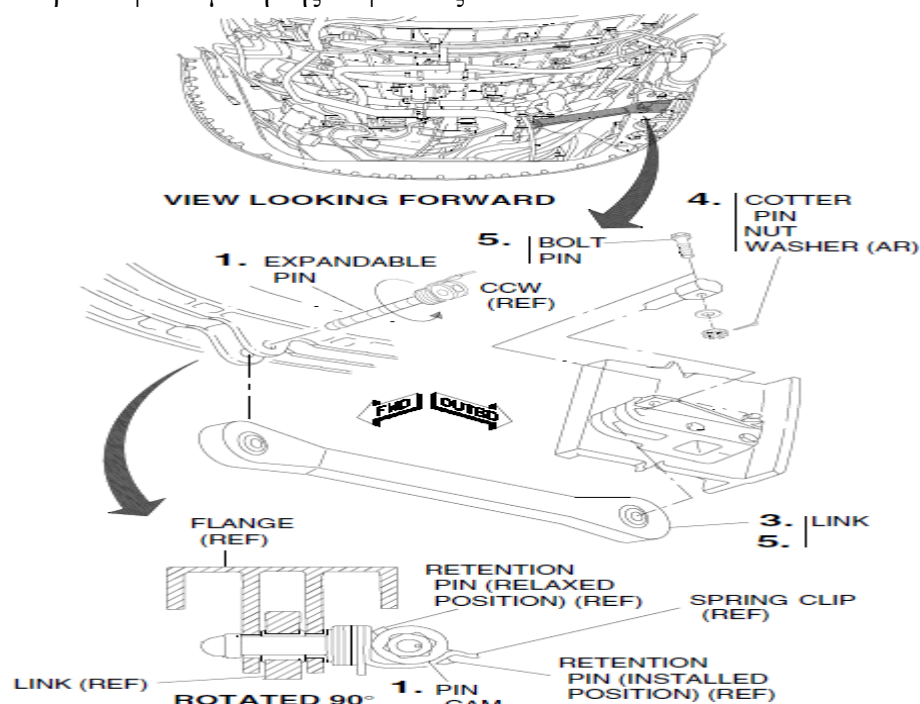
- 5.6.2. Εάν η προστατευτική μόνωση μεταξύ της μονάδας παροχής εκτάκτου ενέργειας και των βαλβίδων αποτόνωσης αέρα από το αεροσκάφος δε σπάσουν κατά τη περιστροφή της σωλήνας, τότε οι φλάτζες των βαλβίδων θα χαλαρώσουν.



Εικόνα 8 - Μόνωση και ασφάλειες επί της σωλήνας

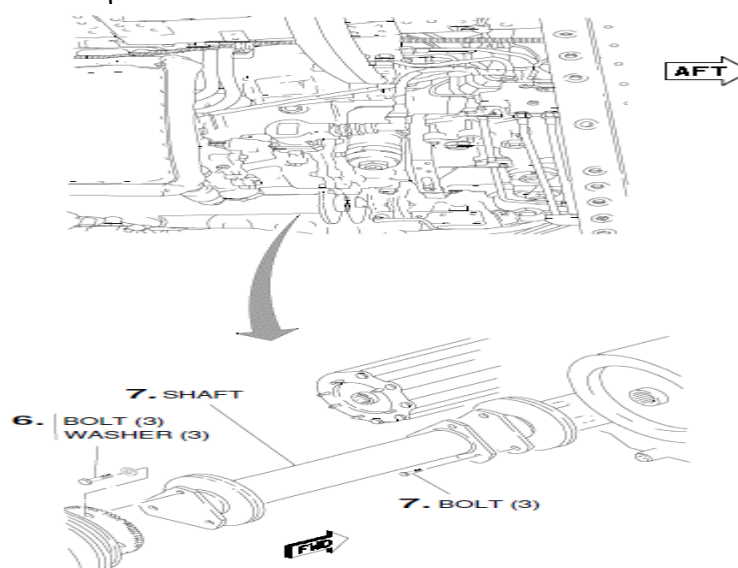
5.7. Αποσύνδεση της βάσης του αεροκινητήρα και του άξονα μετάδοσης ενέργειας

5.7.1. Εάν η ασφάλεια που συνδέει τα μέρη στη βάση δεν έχει ανοίξει πλήρως μετά τη πλήρη περιστροφή του άξονα , η βάση του αεροκινητήρα πρέπει να έρθει εφραπτόμενη της ασφάλειας



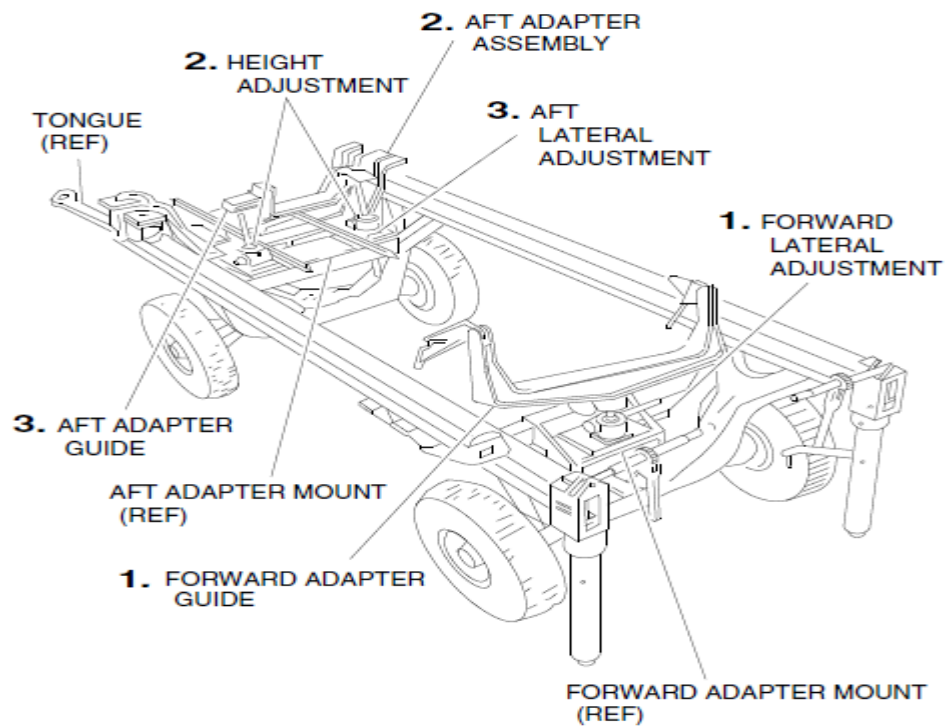
Εικόνα 9 - Η ασφάλεια (γέφυρα) στη βάση του αεροκινητήρα

5.7.2. Ο άξονας μετάδοσης ενέργειας πρέπει να μετακινηθεί και να αποθηκευτεί με ιδιαίτερη προσοχή. Ο άξονας είναι ένα αντικείμενο με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ευστάθειας και λειτουργίας. Οιαδήποτε κακομεταχείριση του υλικού υπάρχει πιθανότητα να το καταστήσει μη κατάλληλό.



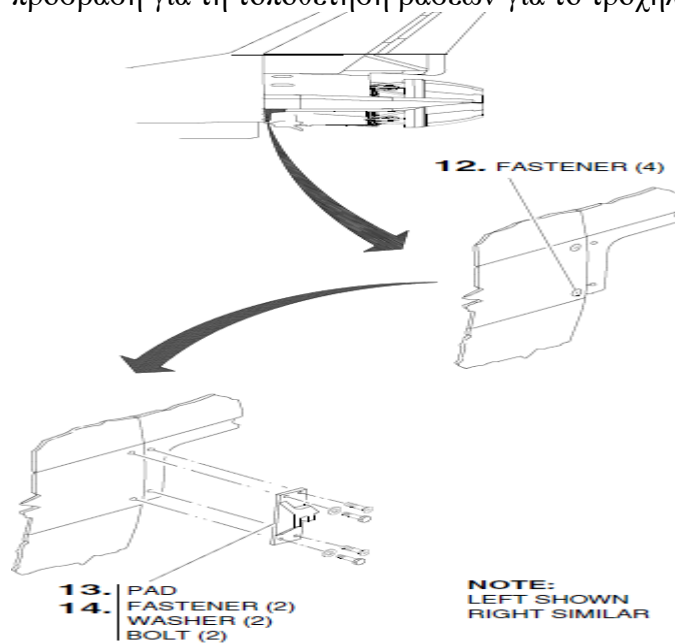
Εικόνα 10 - Ο άξονας μετάδοσης ενέργειας

5.8. Προετοιμασία τροχήλατου συστήματος μεταφοράς αεροκινητήρα



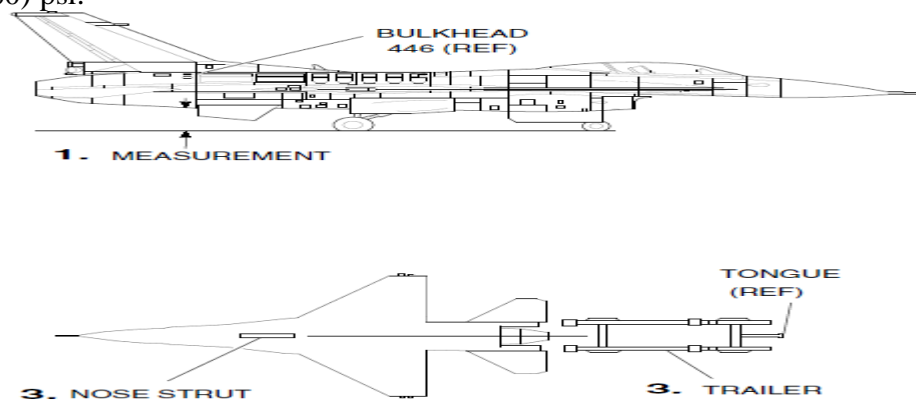
Εικόνα 11 - Τροχήλατο σύστημα μεταφοράς αεροκινητήρα

5.8.1. Η αφαίρεση τεσσάρων (4) πριτσινίων απαιτείται ώστε να υπάρχει πρόσβαση για τη τοποθέτηση βάσεων για το τροχήλατο σύστημα



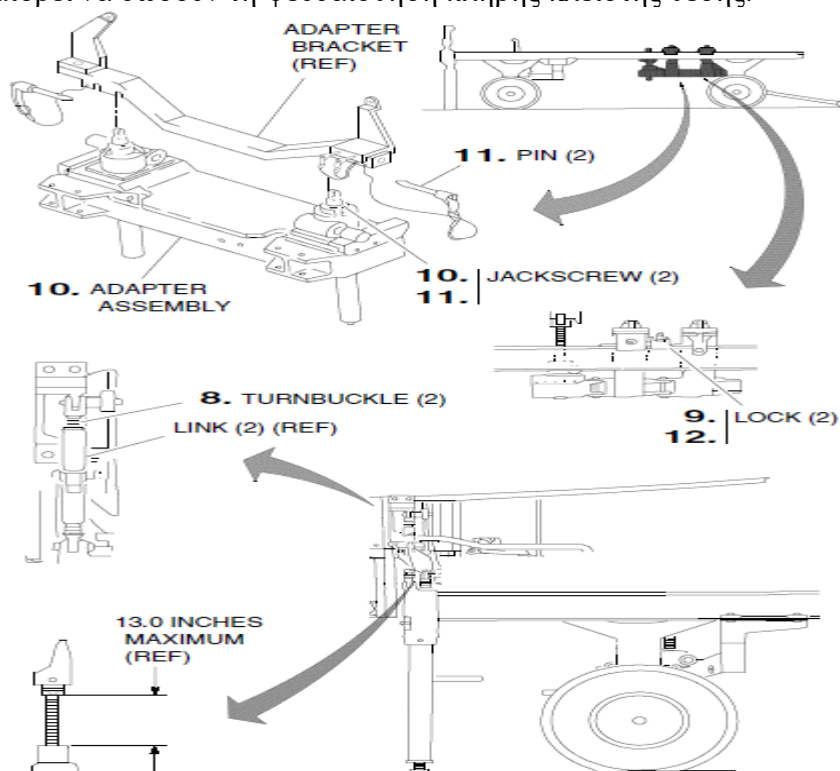
Εικόνα 12 - Τα πριτσίνια που βρίσκονται επί του αεροσκάφους για τη πρόσβαση του τροχήλατου συστήματος

- 5.9. Σύνδεση αεροκινητήρα σε τροχήλατο σύστημα μεταφοράς
- 5.9.1. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται κατά τη μεταφορά του τροχήλατου συστήματος εκατέρωθεν του αεροσκάφους
- 5.9.2. Η πίεση ελαστικών του τροχήλατου συστήματος πρέπει να είναι εξήντα (60) psi.



Εικόνα 13 - Τοποθέτηση του τροχήλατου συστήματος μεταφοράς

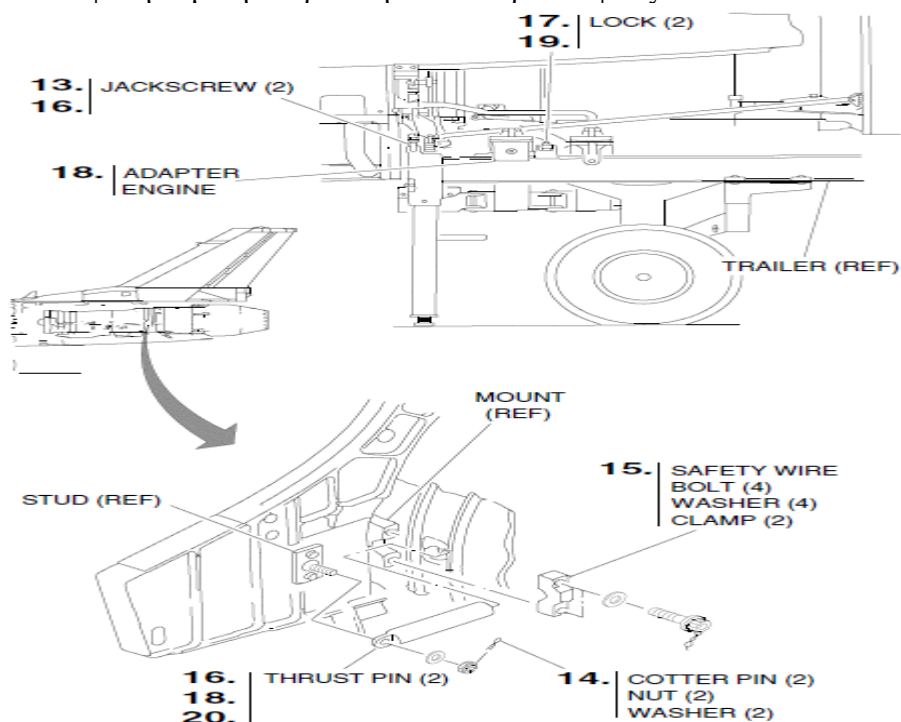
- 5.9.3. Οι μοχλοί ευθυγράμμισης του αεροκινητήρα επί του τροχήλατου συστήματος όταν είναι σε έκταση δε πρέπει να ξεπερνούν σε πλήρη έκταση τα τριάντα τρία (33) εκατοστά
- 5.9.4. Οι δύο ασφάλειες που υποστηρίζουν το πίσω μέρος του τροχήλατου συστήματος πρέπει να είναι σε πλήρη κλειστή θέση. Κατά τον έλεγχο μπορεί να δώσουν τη ψευδαίσθηση πλήρους κλειστής θέσης.



Εικόνα 14 - Μηχανισμοί του τροχήλατου συστήματος μεταφοράς

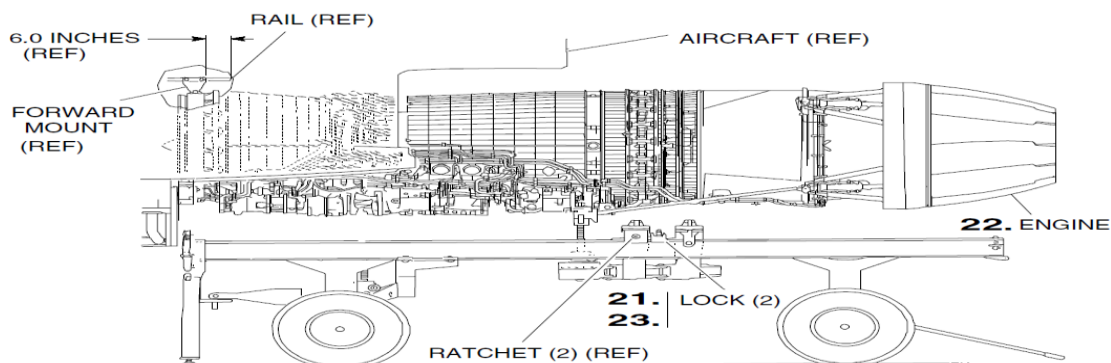
5.9.5. Οι κλειδαριές των οδηγών δε πρέπει να αποσυνδεθούν έως ότου οι ασφάλειες της βάσης να αποσυνδεθούν

5.9.6. Εάν ασκηθεί ιδιαίτερη δύναμη κατά τη προσαρμογή των οδηγών του τροχήλατου συστήματος στον αεροκινητήρα τότε υπάρχει πιθανότητα να αναπτυχθούν δυνάμεις στα συνδέσεις ευστάθειας με αποτέλεσμα να κινδυνέψει η δομική ακεραιότητα του αεροσκάφους



Εικόνα 15 - Οι κλειδαριές ασφάλειας των οδηγών του τροχήλατου συστήματος

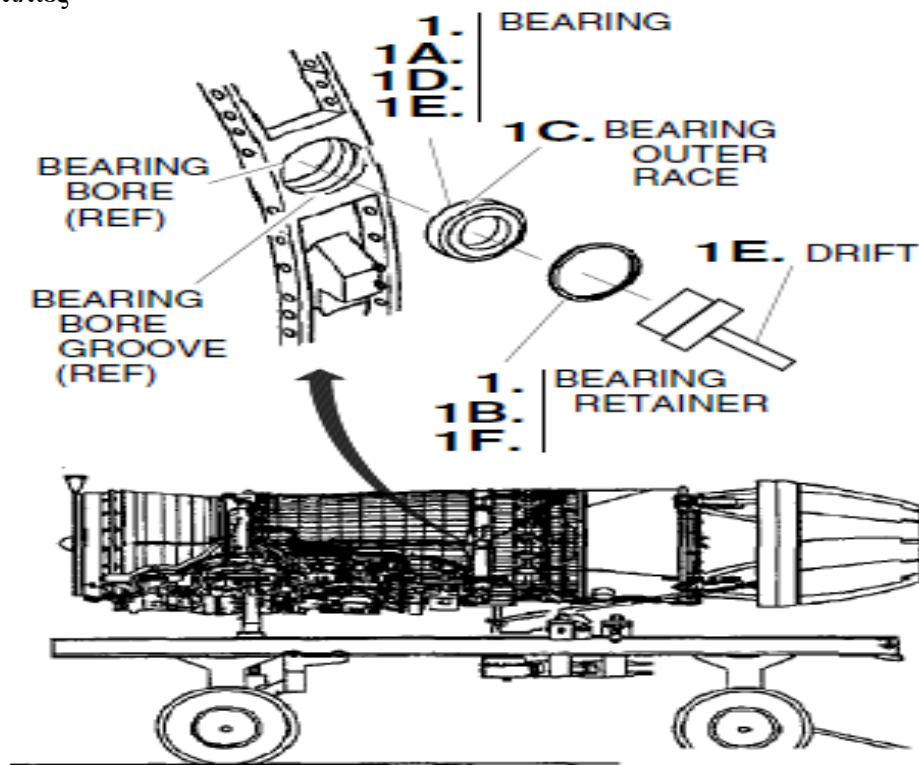
5.9.7. Να χρησιμοποιηθούν οι οδηγοί με τέτοιο τρόπο ώστε κατά την τοποθέτηση του αεροκινητήρα εντός του τροχήλατου συστήματος να υπάρχει πάντα κενό διάστημα μεταξύ του αεροκινητήρα και του χώρου τοποθέτησης του εντός του αεροσκάφους



Εικόνα 16 - Ο κινητήρας με τη τοποθέτηση επί του τροχήλατου συστήματος

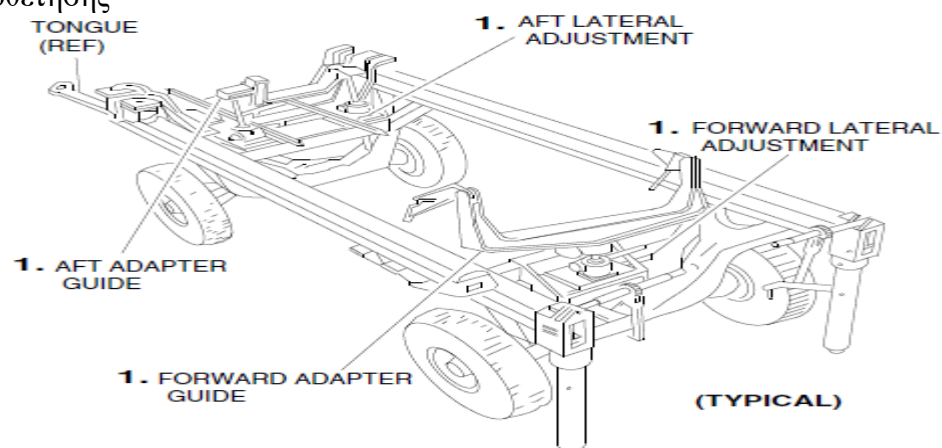
6. Έναρξη εργασίας τοποθέτησης αεροκινητήρα

6.1. Σε κάθε πλευρά του αεροκινητήρα είναι τοποθετημένες οι απαραίτητες κοπίλιες



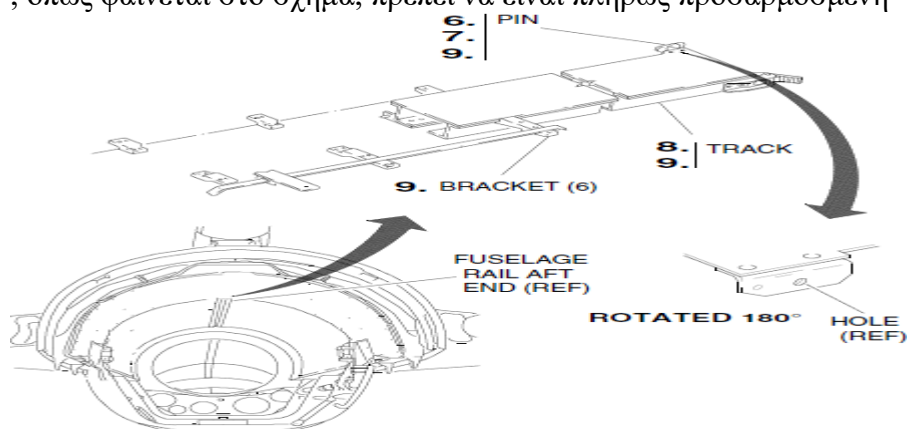
Εικόνα 17 - Κοπίλιες επί του αεροκινητήρα

6.2. Προετοιμασία τροχήλατου συστήματος μεταφοράς αεροκινητήρα και τοποθέτησης



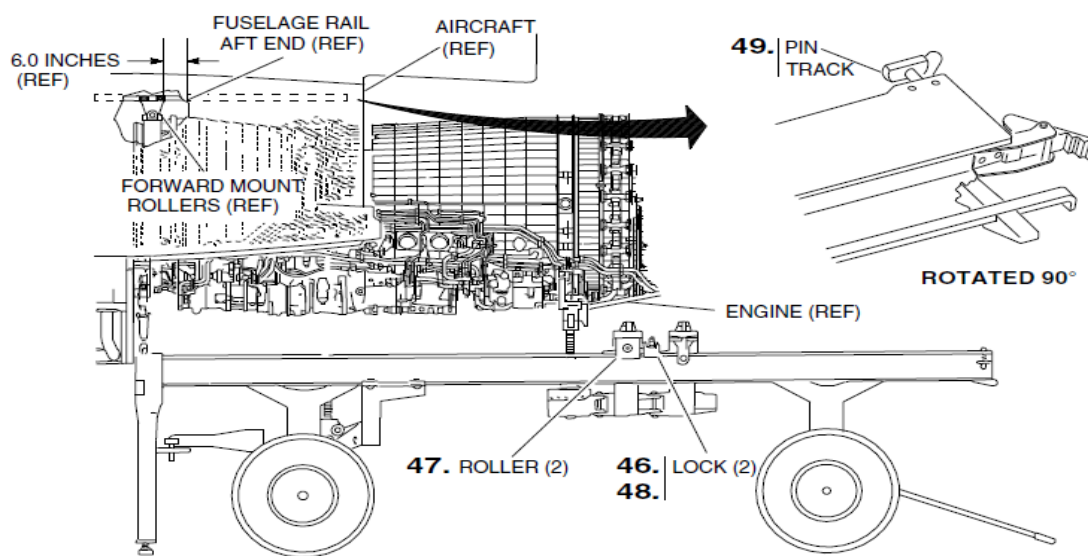
Εικόνα 18 - Τροχήλατο σύστημα μεταφοράς

- 6.2.1. Η ασφάλεια που είναι τοποθετημένη εντός του χώρου του αεροσκάφους , όπως φαίνεται στο σχήμα, πρέπει να είναι πλήρως προσαρμοσμένη



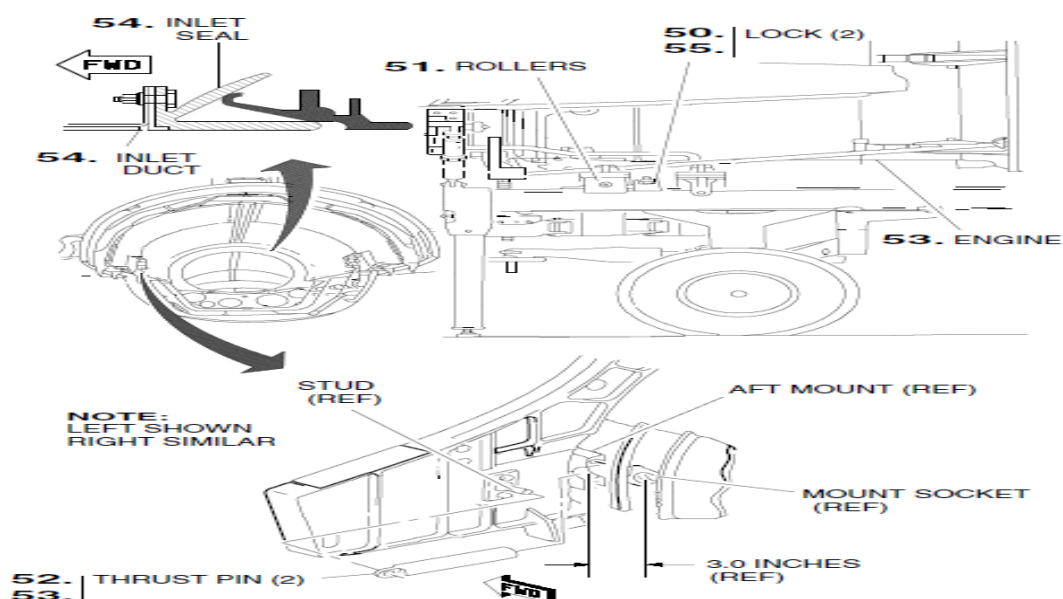
Εικόνα 19 - Η ασφάλεια εντός της περιοχής τοποθέτησης του αεροκινητήρα

- 6.2.2. Η σωλήνα τροφοδοσίας καυσίμου του αεροκινητήρα πρέπει να προσαρμοστεί επί αυτού πριν την τοποθέτηση στο αεροσκάφος
- 6.2.3. Ύπαρξη χώρου μεταξύ των οδηγών και της πίσω τοποθέτησης του αεροκινητήρα στο τροχήλατο σύστημα
- 6.2.4. Η μπροστά βάση του κινητήρα πρέπει να είναι σε τέτοια θέση που να αποτρέπει την αποσύνδεση των οδηγών από το τροχήλατο σύστημα
- 6.2.5. Κατά τη τοποθέτηση του αεροκινητήρα εντός του αεροσκάφους απαιτείται έλεγχος του χώρου για καλή κατάσταση αυτού



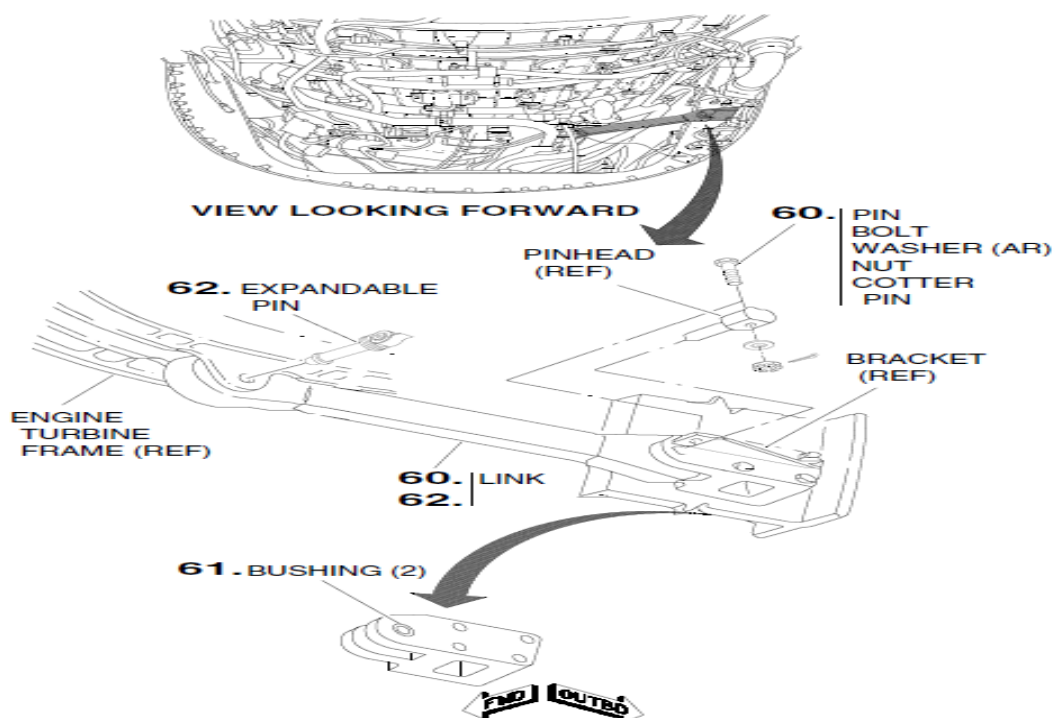
Εικόνα 20 - Τοποθέτηση του εμπρόσθιου τμήματος του αεροκινητήρα επί του αεροσκάφους

6.2.6. Οι εξωτερικές ασφάλειες της βάσης του αεροκινητήρα πρέπει να τοποθετηθούν πάνω στη βάση καθώς ο κινητήρας εισέρχεται στη περιοχή τοποθέτησής του εντός του χώρου του αεροσκάφους



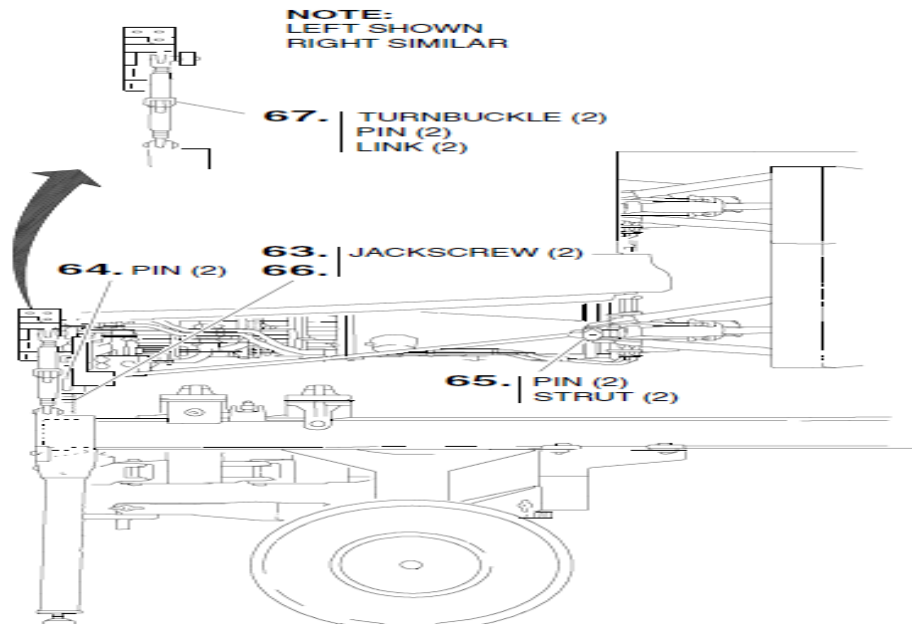
Εικόνα 21 - τοποθέτηση των εξωτερικών βάσεων

6.2.7. Ιδιαίτερη προσοχή κατά τη τοποθέτηση του ρουλεμαν στη πλευρά της βάσης του αεροκινητήρα εντός του αεροσκάφους



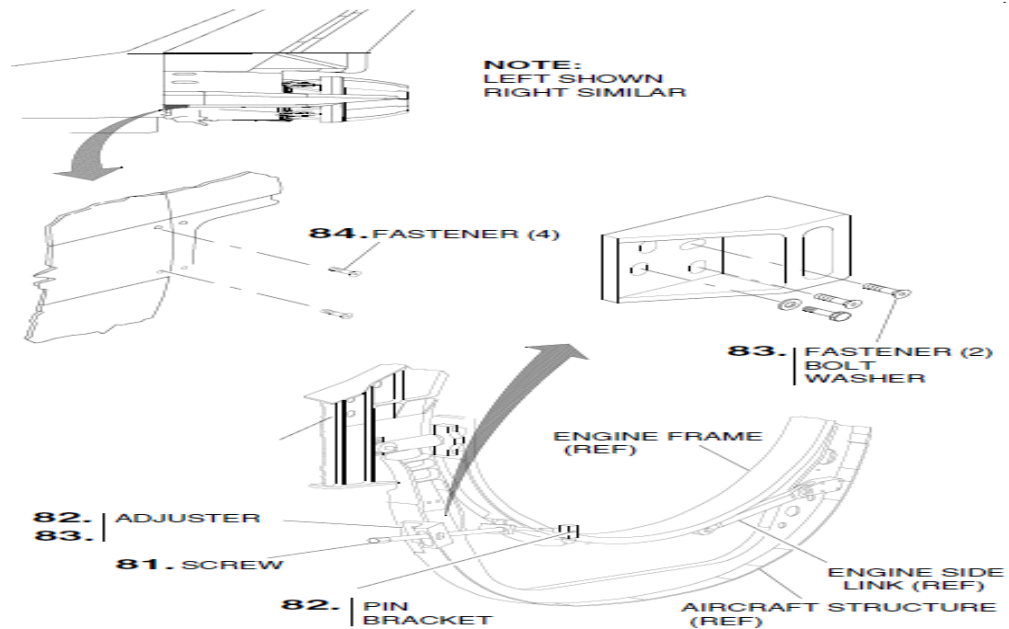
Εικόνα 22 - Τοποθέτηση ρουλεμάν στη πλευρά του αεροκινητήρα

6.2.8. Οι οδηγοί του τροχήλατου έχουν κατέβει στο κατώτερο σημείο πριν μπει το πίσω τμήμα εντός του χώρου του αεροσκάφους



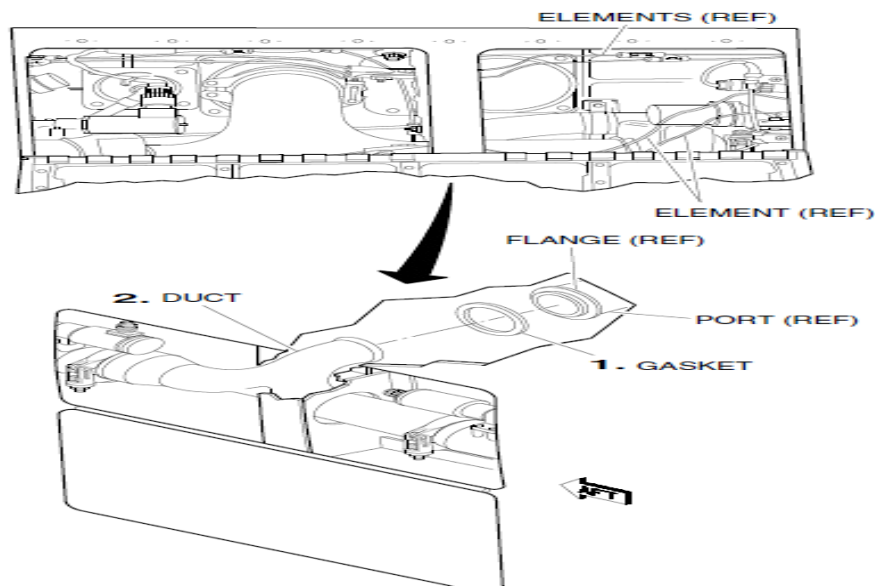
Εικόνα 23 - Οι οδηγοί του τροχήλατου συστήματος στη πλήρη κάτω θέση

6.2.9. Να μη γίνει σφικτή συναρμογή του πίσω μέρους του αεροκινητήρα επί του αεροσκάφους



Εικόνα 24 - Τοποθέτηση των τεσσάρων κοπίλων σύνδεσης της οπίσθιας θέσης του αεροκινητήρα με το αεροσκάφος

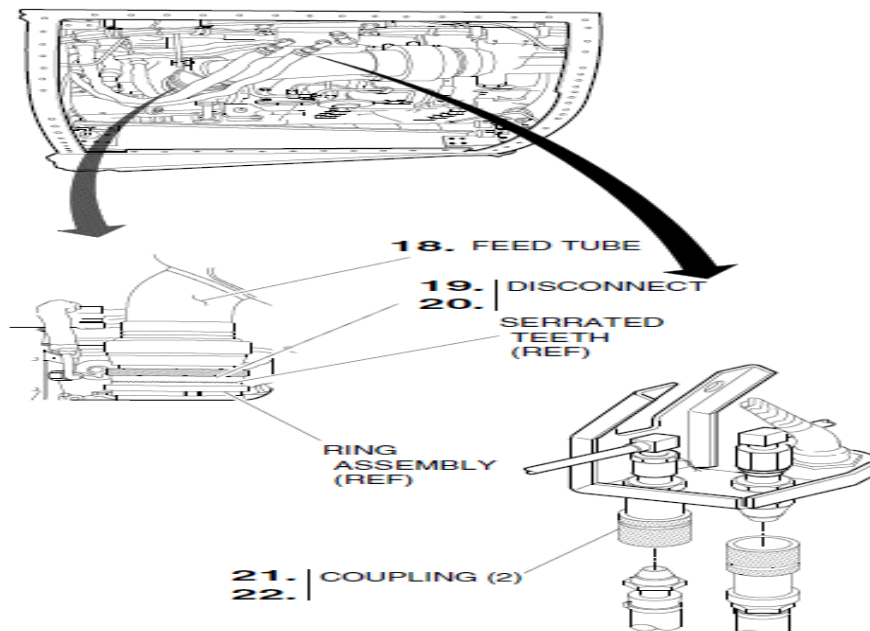
- 6.2.10. Πριν τη τοποθέτηση των θυρίδων , τα σύρματα ανίχνευσης πυρκαγιάς και υπερθέρμανσης πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένα με τα εσωτερικά στηρίγματα του αεροκινητήρα



Εικόνα 25 - Τοποθέτηση των συρμάτων ανίχνευσης πυρκαγιάς και υπερθέρμανσης

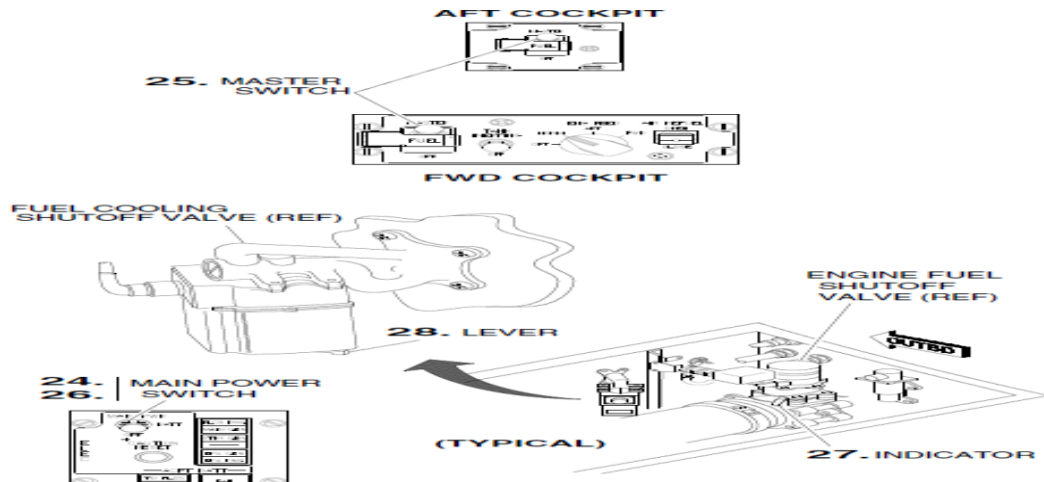
- 6.3. Τοποθέτηση της δεξιάς σωλήνας αποτόνωσης αέρα της ένατης βαθμίδας της τουρμπίνας

- 6.3.1. Πριν τη τοποθέτηση της σωλήνας τροφοδοσίας καυσίμου του αεροκινητήρα να γίνει έλεγχος για σωστή τοποθέτηση όλων των παρελκομένων



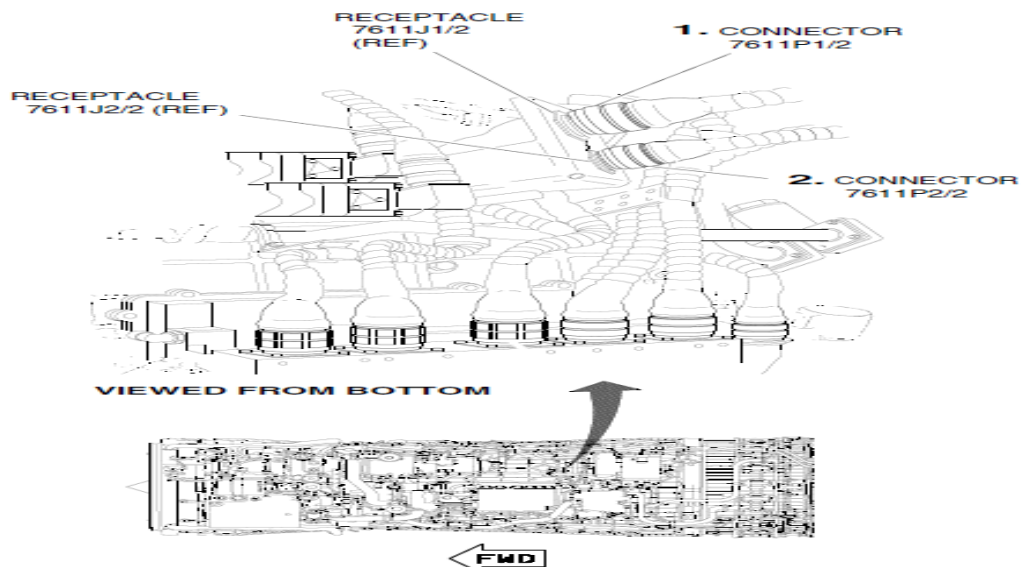
Εικόνα 26 - Τοποθέτηση παρελκομένων και σωλήνα τροφοδοσίας καυσίμου

- 6.4. Σύνδεση της σωλήνας τροφοδοσίας καυσίμου του αεροκινητήρα
- 6.4.1. Η τροφοδοσία ρεύματος δε πρέπει να λειτουργήσει πάνω από πέντε (5) λεπτά χωρίς εξωτερική τροφοδοσία
- 6.4.2. Η βαλβίδα αποτόνωσης του καυσίμου πρέπει να λειτουργήσει με ηλεκτρική ισχύ ώστε να είναι εντελώς ανοιχτή



Εικόνα 27 - Η βαλβίδα αποτόνωσης καυσίμου

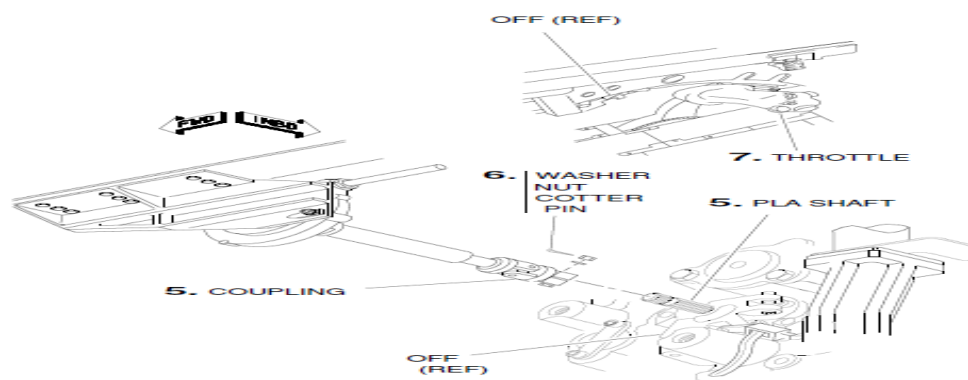
- 6.5. Σύνδεση του άξονα μετάδοσης ενέργειας
- 6.5.1. Ο άξονας μετάδοσης ενέργειας θέλει ιδιαίτερη προσοχή λόγω ιδιαιτερότητας του υλικού.
- 6.6. Κατά την δρομολόγηση των καλωδίων και του λοιπού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού ο κόμβος των καλωδίων δε πρέπει να έρθει σε επαφή με το δέκτη



Εικόνα 28 - Ο κόμβος καλωδίων , η συνδεσμολογία αυτών και ο δέκτης

6.7. Σύνδεση του συστήματος διαχείρισης της μανέτας από τον αεροκινητήρα

6.7.1. Ο άξονας ισορροπίας πρέπει να τοποθετηθεί πλήρως και όχι μερικώς

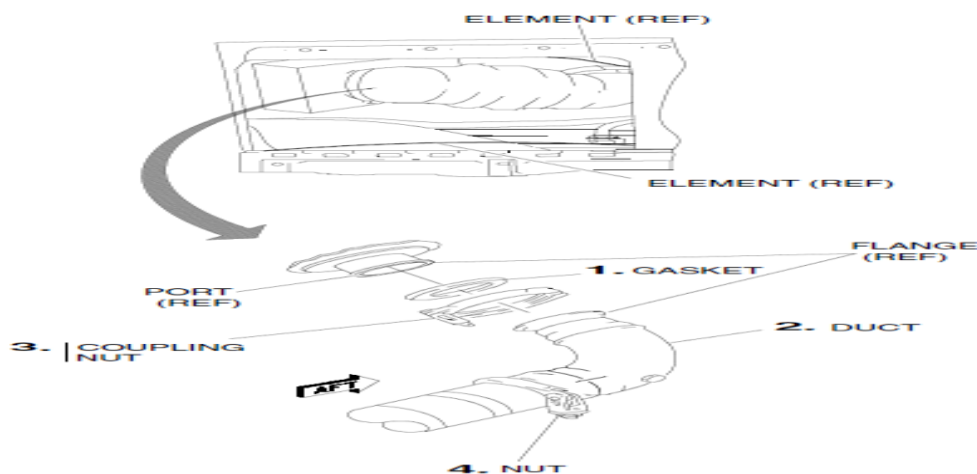


Εικόνα 29 - Τοποθέτηση του άξονα ισορροπίας

6.8. Σύνδεση της σωλήνας αέρα που βρίσκεται στη πέμπτη βαθμίδα της τουρμπίνας

6.8.1. Πριν τη τοποθέτηση των θυρίδων , τα σύρματα ανίχνευσης πυρκαγιάς και υπερθέρμανσης πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένα με τα εσωτερικά στηρίγματα του αεροκινητήρα

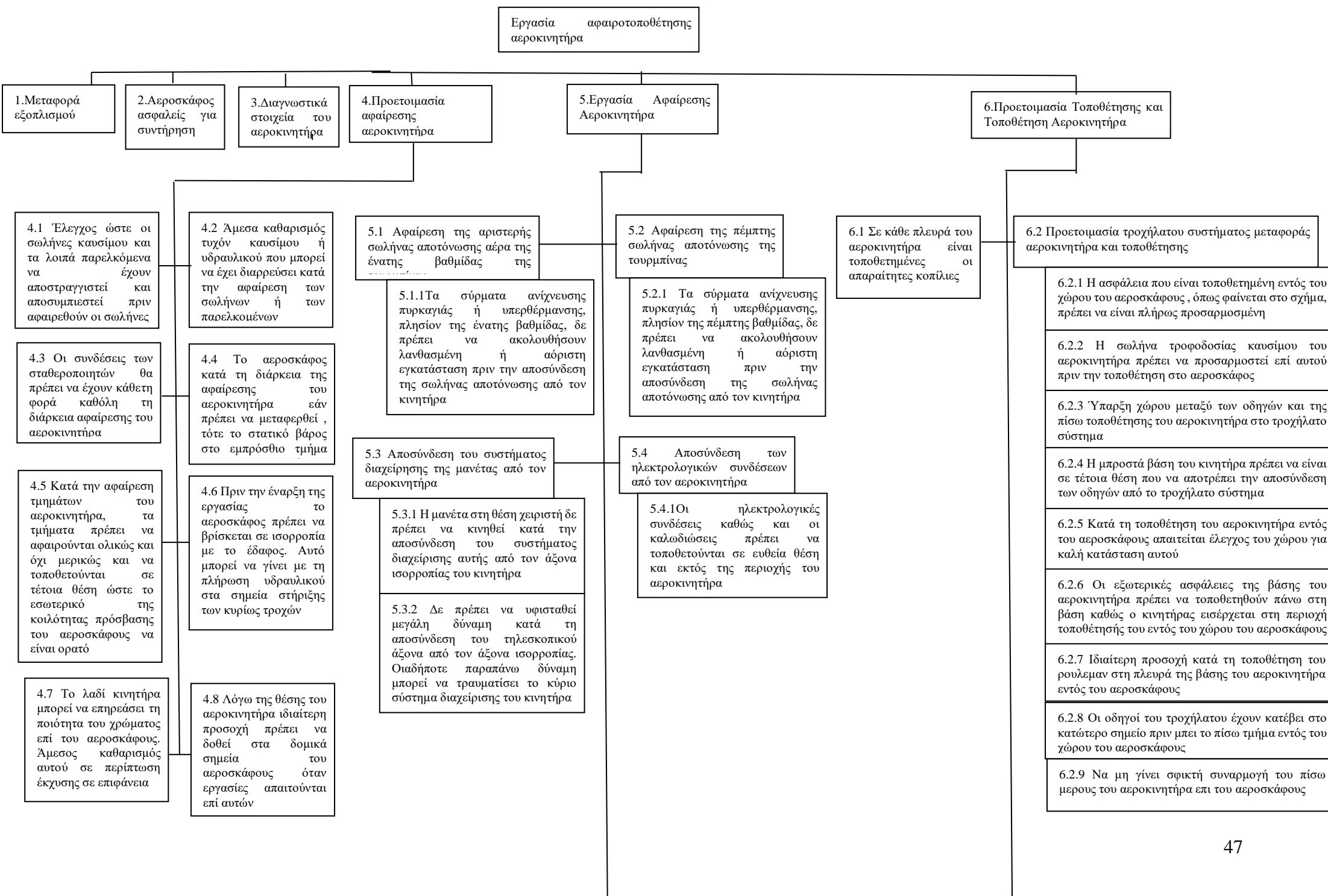
6.8.2. Οι σφικτήρες να τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να μην εμποδίζουν τη λιβρομέτρηση των παξιμαδιών

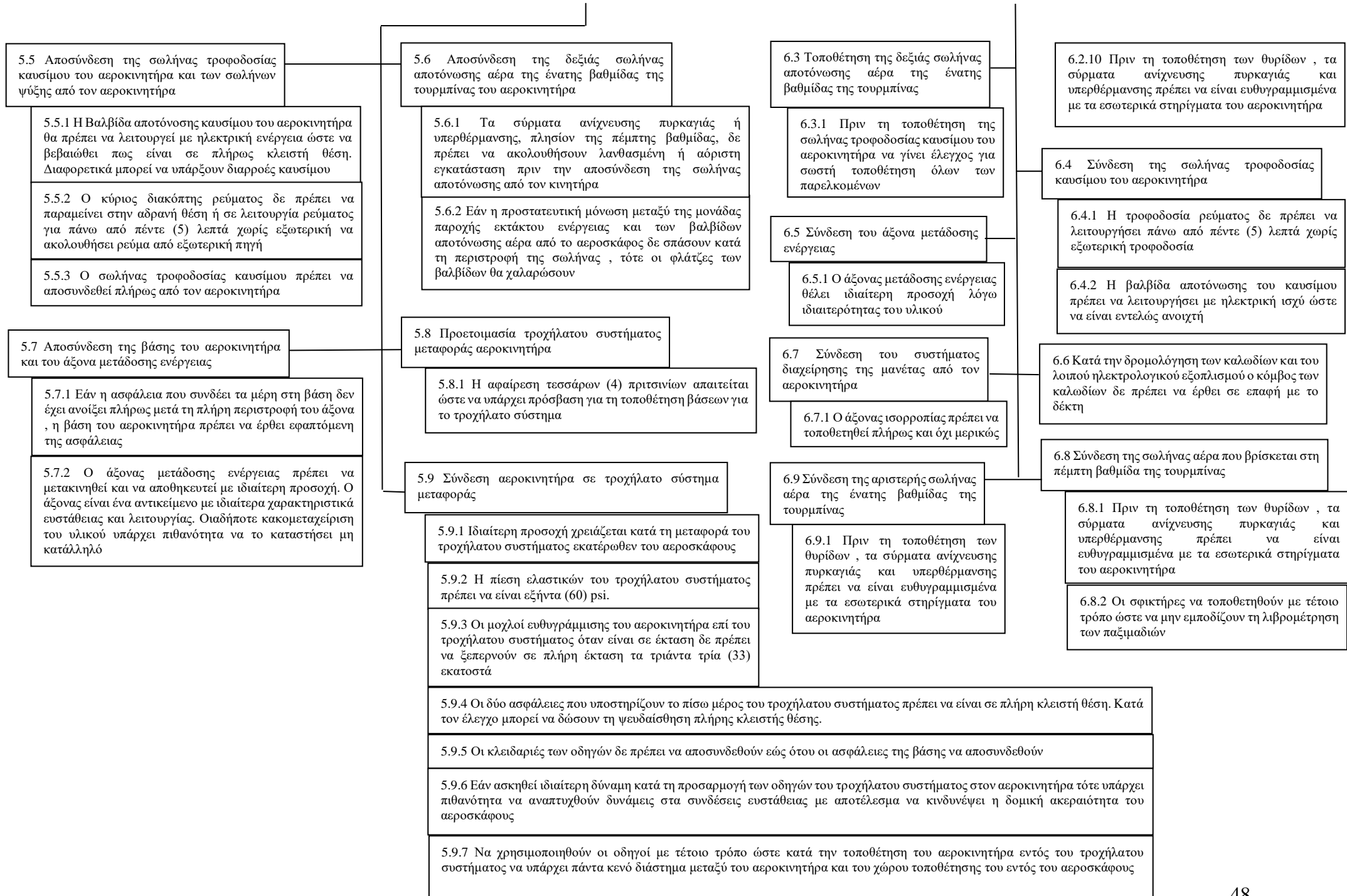


Εικόνα 30 - Τοποθέτηση των σφικτήρων και των παξιμαδιών

6.9. Σύνδεση της αριστερής σωλήνας αέρα της ένατης βαθμίδας της τουρμπίνας

6.9.1. Πριν τη τοποθέτηση των θυρίδων , τα σύρματα ανίχνευσης πυρκαγιάς και υπερθέρμανσης πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένα με τα εσωτερικά στηρίγματα του αεροκινητήρα





Σχήμα 2 - Ιεραρχική ανάλυση εργασίας αφαιροτοποθέτησης αεροκινητήρα

5.1.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Στο επόμενο βήμα της μεθόδου HTA και έχοντας ήδη κατασκευάσει το διάγραμμα που περιλαμβάνει όλες τις εργασίες οι οποίες αναλύονται στις σημαντικότερες υπο-εργασίες ώστε όλες μαζί να συνθέσουν την εργασία αφαίρεσης – τοποθέτησης αεροκινητήρα επί του αεροσκάφους, πρέπει να εντοπιστούν οι κρίσιμες εργασίες της ανωτέρω διαδικασίας και να δημιουργηθεί ο πίνακας πιθανών λαθών που μπορούν να γίνουν σε κάθε μία από αυτές τις κρίσιμες εργασίες.

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω στο έργο αυτό θα γίνει εστίαση σε εργασίες όπου έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παραλειφθούν ή να μην δοθεί η απαραίτητη προσοχή από τον εκάστοτε τεχνικό λόγο της φύσεως αυτών. Οι εργασίες αυτές ως επί το πλείστον είναι εργασίες που αναφέρονται σε βασικές λεπτομέρειες της διαδικασίας. Η επιλογή αυτή γίνεται με βάση την εμπειρία του αναλυτή (εκτελεστής εργασιών) πάνω σε αυτήν την εργασία και συλλέγοντας πληροφορίες από τις τεχνικές οδηγίες του Αεροσκάφους, όπου είναι κυρίως τονισμένα βήματα της διαδικασίας σε επίπεδο Warning, Caution και Note. Η επισήμανση αυτών των βημάτων από τον κατασκευαστή στις τεχνικές οδηγίες δείχνει ότι υπάρχει αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος ανάλογης βαρύτητας με την επισήμανση κατά την εκτέλεση αυτών. Όσο αφορά τις υπόλοιπες εργασίες τονίζεται ότι αποτελούνται κατά κύριο λόγο από «άμεσες» εργασίες ως προς το έργο και αυτό τους προσδίδει την απαραίτητη βαρύτητα ώστε να θεωρηθεί ότι η πιθανότητα παράλειψης ή σφάλματος να είναι πολύ μικρότερη. Με βάση τα παραπάνω οι εργασίες που μπορούν να κριθούν ως κρίσιμες εργασίες με βάση την παρούσα αναφορά είναι η εργασίες 4.1, 4.2, 4.3, 5.9.3, 5.9.4, 5.9.5, 6.2.1, 6.2.4, 6.2.7, 6.3.1, 6.7.1. Στον πίνακα 1 που παρουσιάζεται στο επόμενο βήμα της μεθόδου HTA αναγράφονται συνολικά αλλά και αναλυτικά οι κρίσιμες εργασίες και υπό-εργασίες της διαδικασίας. Επισημαίνεται σε αυτό το σημείο ότι κάθε εργασία που διαθέτει έστω μια υπό-εργασία που έχει καθοριστεί ως κρίσιμη αποτελεί και αυτή κρίσιμη εργασία όπως είναι λογικό.

5.1.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΑΘΩΝ

Στο επόμενο βήμα της μεθόδου για την ανάλυση επικινδυνότητας, κατασκευάζουμε τον πίνακα όλων των πιθανών λαθών ή παραλείψεων που μπορεί να γίνουν κατά την εκτέλεση των κρίσιμων εργασιών, που εντοπίστηκαν σε προηγούμενο βήμα της μεθόδου. Ο παρακάτω πίνακας αποτελείται από την αναλυτική περιγραφή των κρίσιμων εργασιών, τα πιθανά λάθη που μπορούν να εμφανιστούν, όπου στην πλειονοψηφία τους είναι παραλείψεις των οδηγιών των Check List ή γενική απροσεξία. Επιπλέον αναφέρεται στο αν έχει βασικό ρόλο η εκπαίδευση του τεχνικού αλλά και η εμπειρία του στην εμφάνιση του εκάστοτε σφάλματος αλλά και αν η διαδικασία προβλέπεται και αναφέρεται στα Check List. Στην συνέχεια, αναφέρεται αν και σε ποιο στάδιο του έργου μπορεί να γίνει αντιληπτό το εκάστοτε σφάλμα μέσω οργάνων μέτρησης. Επιπρόσθετα παρουσιάζεται η βαρύτητα συμμετοχής του φόρτου εργασίας στην εμφάνιση του σφάλματος καθώς επίσης και επιδιορθωτικές ενέργειες που μπορούν να παρθούν για την αποφυγή του ατυχήματος όπου αυτό είναι εφικτό. Τέλος, αναφέρονται οι πιθανές επικίνδυνες συνέπειες που μπορούν να εμφανιστούν λόγω της παρουσίας του εκάστοτε σφάλματος.

ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΙΘΑΝΟ ΛΑΘΟΣ	ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΑΘΟΥΣ ΑΠΟ ΟΡΓΑΝΟ	ΠΙΘΑΝΗ ΑΙΤΙΑ ΛΑΘΟΥΣ	ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗ ΛΑΘΟΥΣ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ
4.1 Έλεγχος ώστε οι σωλήνες καυσίμου και τα λοιπά παρελκόμενα να έχουν αποστραγγιστεί και αποσυμπιεστεί πριν αφαιρεθούν οι σωλήνες	Μη σωστή αποστράγγιση και αποσυμπίεση	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.2 Άμεσος καθαρισμός τυχόν καυσίμου ή υδραυλικού που μπορεί να έχει διαρρεύσει κατά την αφαίρεση των σωλήνων ή των παρελκομένων	Μη άμεσος καθαρισμός	-	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού
4.3 Οι συνδέσεις των σταθεροποιητών θα πρέπει να έχουν κάθετη φορά καθόλη τη διάρκεια αφαίρεσης του αεροκινητήρα	Μη συνεχής παρακολούθηση της θέσης των σταθεροποιητών	-	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
5.9.3 Οι μοχλοί ευθυγράμμισης του αεροκινητήρα επί του τροχήλατου συστήματος όταν είναι σε έκταση δε πρέπει να ξεπερνούν σε πλήρη έκταση τα τριάντα τρία (33) εκατοστά	Να εκταθούν οι μοχλοί ευθυγράμμισης πάνω από τριάντα τρία (33) εκατοστά	Μεγάλη εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους

5.9.4Οι δύο ασφάλειες που υποστηρίζουν το πίσω μέρος του τροχήλατου συστήματος πρέπει να είναι σε πλήρη κλειστή θέση. Κατά τον έλεγχο μπορεί να δώσουν τη ψευδαίσθηση πλήρους κλειστής θέσης.	Οι ασφάλειες να μην είναι σε πλήρως κλειστή θέση	Μεγάλη Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
5.9.5Οι κλειδαριές των οδηγών δε πρέπει να αποσυνδεθούν έως ότου οι ασφάλειες της βάσης να αποσυνδεθούν	Πρόωρη αποσύνδεση των κλειδαριών	Μέτρια Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
6.2.1Η ασφάλεια που είναι τοποθετημένη εντός του χώρου του αεροσκάφους , όπως φαίνεται στο σχήμα, πρέπει να είναι πλήρως προσαρμοσμένη	Η ασφάλεια να μην είναι πλήρως προσαρμοσμένη	Μεγάλη Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
6.2.4Η μπροστά βάση του κινητήρα πρέπει να είναι σε τέτοια θέση που να αποτρέπει την αποσύνδεση των οδηγών από το τροχήλατο σύστημα	Λανθασμένη θέση της εμπρόσθιας βάσης	Μεγάλη Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
6.2.7Ιδιαίτερη προσοχή κατά τη τοποθέτηση του ρουλεμαν στη πλευρά της βάσης του αεροκινητήρα εντός του αεροσκάφους	Μη σωστή τοποθέτηση του ρουλεμαν	Μεγάλη Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
6.3.1Πριν τη τοποθέτηση της σωλήνας τροφοδοσίας καυσίμου του αεροκινητήρα να γίνει έλεγχος για σωστή τοποθέτηση όλων των παρελκομένων	Μη σωστή τοποθέτηση παρελκομένων	Μέτρια εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
6.7.1Ο άξονας ισορροπίας πρέπει να τοποθετηθεί πλήρως και όχι μερικώς	Μη σωστή τοποθέτηση του άξονα ισορροπίας	Μέτρια εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους

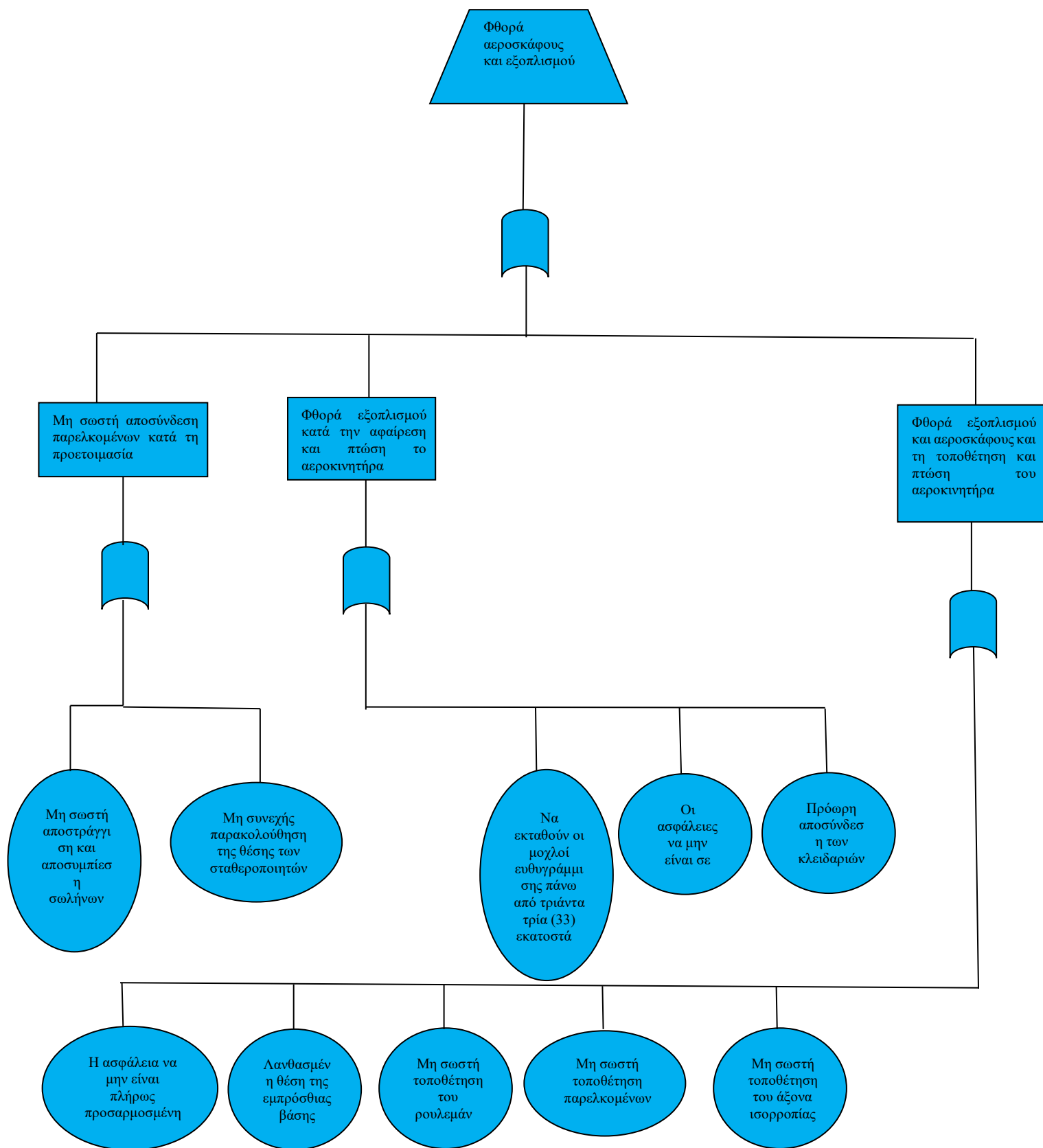
Πίνακας 1 - Ανάλυση ανθρώπινων λαθών και παραλείψεων διαδικασίας αφαιροτοποθέτησης αεροκινητήρα

5.1.4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ FAULT TREE ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

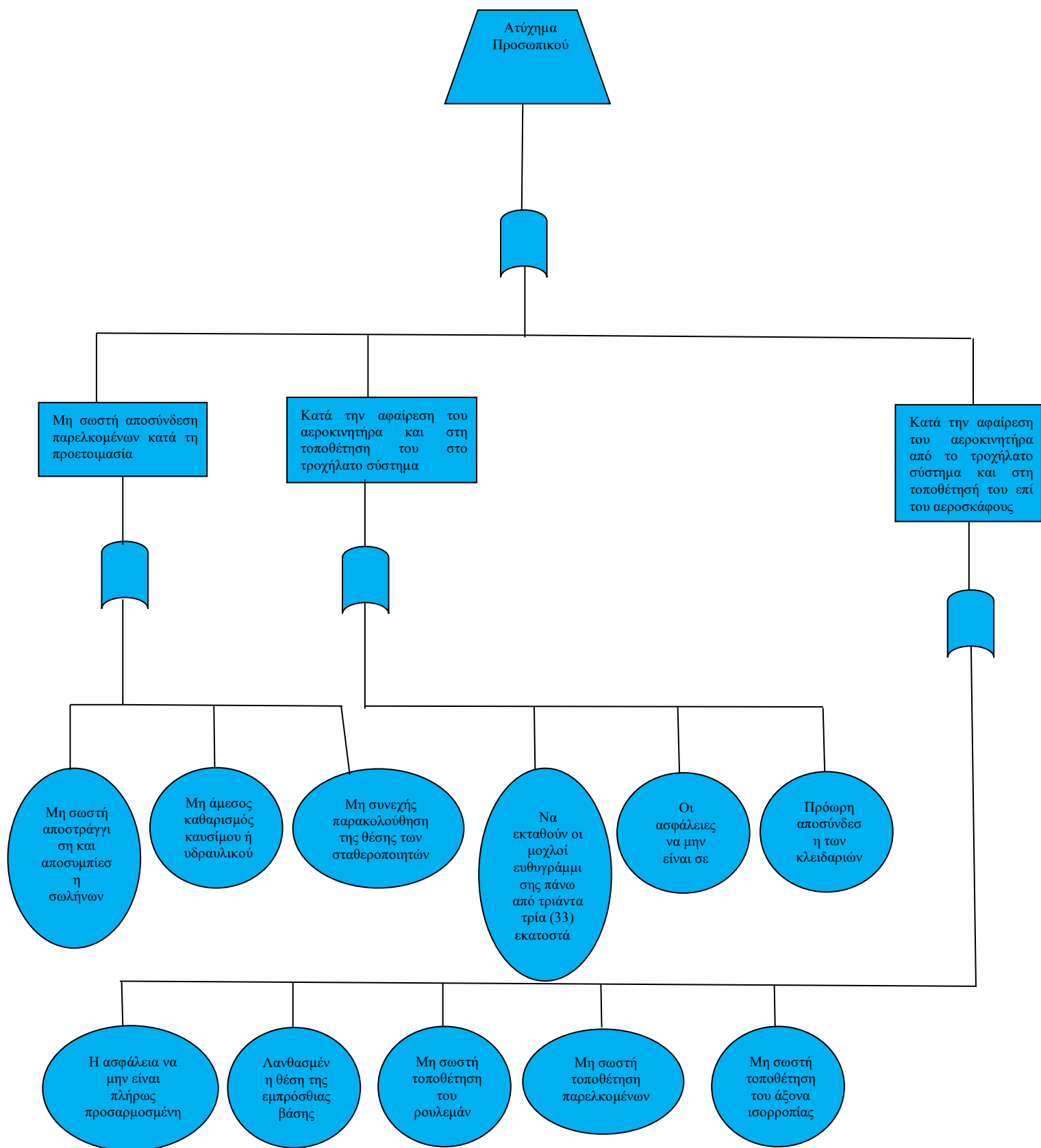
Έχοντας περιγράψει σε προηγούμενη ενότητα την τεχνική Δέντρων Αστοχιών – Fault Tree, θα την χρησιμοποιήσουμε για να κατασκευάσουμε τα αντίστοιχα Fault Tree για την περίπτωση αφαιροτοποθέτησης αεροκινητήρα επι μαχητικού αεροσκάφους. Η κατασκευή των Fault Tree θα γίνει με τη βοήθεια του Πίνακα 1, ο οποίος προέκυψε από την ανάλυση ανθρώπινων λαθών και παραλείψεων για την διαδικασία που μελετάμε και στον οποίο περιλαμβάνονται συνοπτικά τα σημαντικότερα λάθη και παραλείψεις καθώς και τα πιθανά ατυχήματα στα οποία μπορεί να οδηγήσουν.

Μελετώντας τον Πίνακα 1, διαπιστώνουμε ότι τα ανθρώπινα λάθη που εντοπιστήκαν μπορεί να οδηγήσουν σε δύο (2) ειδών επικίνδυνες καταστάσεις. Αυτές μπορεί να είναι φθορά αεροσκάφους και εξοπλισμού και τραυματισμός προσωπικού (τεχνικού). Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινίσουμε ότι κάποια λάθη μπορούν να οδηγήσουν σε μία από τις δύο αυτές επικίνδυνες καταστάσεις ενώ κάποια άλλα μπορούν να οδηγήσουν και στις δύο. Το γεγονός ότι έχουμε δύο (2) επικίνδυνες καταστάσεις, μας οδηγεί στο να κατασκευάσουμε δύο (2) διαφορετικά fault tree, το καθένα από τα οποία θα έχει σαν κορυφαίο γεγονός μία από τις δύο (2) αυτές επικίνδυνες καταστάσεις.

Με τη χρήση των συμβολισμών της θεωρίας γίνεται η κατασκευή των ακόλουθων δύο (2) fault tree συνδέοντας κατάλληλα μεταξύ τους τα βασικά γεγονότα τα οποία θα μας οδηγήσουν τελικά στο κορυφαίο γεγονός. Τα δύο (2) fault tree απεικονίζονται στις επόμενες σελίδες.



Σχήμα 3 - Fault Tree εργασίας αφαιροτοποθέτησης αεροκινητήρα με κορυφαίο γεγονός τη πιθανή φθορά αεροσκάφους και εξοπλισμού



Σχήμα 4 - Fault Tree εργασίας αφαίρετοποθέτησης αεροκινητήρα με κορυφαίο γεγονός το πιθανό τραυματισμό προσωπικού

5.1.5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ BOW TIE ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

Έχοντας αναλύσει σε προηγούμενη ενότητα την μέθοδο BT, στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα κινδύνων της διαδικασίας αφαιροτοποθέτησης αεροκινητήρα επί μαχητικού αεροσκάφους. Όπως έχει διαπιστωθεί και από την εφαρμογή της μεθόδου HTA, για την συγκεκριμένη περίπτωση είναι υπαρκτοί τρεις κίνδυνοι, αυτοί είναι η μη σωστή αποσύνδεση παρελκομένων κατά τη προετοιμασία, κατά την αφαίρεση του αεροκινητήρα και στη τοποθέτηση του στο τροχήλατο σύστημα και κατά την αφαίρεση του αεροκινητήρα από το τροχήλατο σύστημα και στη τοποθέτησή του επί του αεροσκάφους. Για κάθε μία από αυτές τις περιπτώσεις παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα οι αιτίες που μπορούν να οδηγήσουν στις ανεπιθύμητες καταστάσεις, οι πιθανές συνέπειες και οι φραγμοί που μπορούν να τεθούν ώστε να εμποδίσουν την εμφάνιση των ανεπιθύμητων γεγονότων ή να περιορίσουν τις ανεπιθύμητες επιπτώσεις. Για κάθε ένα από αυτά τα διαγράμματα τα γεγονότα που βρίσκονται αριστερά από το κεντρικό γεγονός απεικονίζουν τις αιτίες και τα μέτρα πρόληψης του κινδύνου ενώ αυτά που βρίσκονται δεξιά αποτελούν τις συνέπειες.

Όταν απαιτείται αφαιροτοποθέτηση αεροκινητήρα επί μαχητικού αεροσκάφους λόγω απαιτήσεων συντήρησης, στην περίπτωση όπου επικίνδυνο γεγονός είναι η μη σωστή αποσύνδεση παρελκομένων κατά τη προετοιμασία, μπορεί να συμβεί εργατικό ατύχημα ως ακολούθως:

1. Επειδή δεν έχει προηγηθεί ο απαραίτητος ενδεδειγμένος έλεγχος των σωληνώσεων για πλήρης αποστράγγιση και αποσυμπίεση, το προσωπικό μπορεί να εισπνεύσει αλλα και να έρθει σε άμεση επαφή με άκρως τοξικά υλικά.
2. Εάν δε γίνει άμεσος καθαρισμός περιοχών που έχουν εμποτιστεί με καύσιμο, υδραυλικό ή λάδι ελλοχεύει ο κίνδυνος ατυχήματος είτε επαφής με το υλικού είτε γλιστερού δαπέδου
3. Σε περίπτωση που οι συνδέσεις των σταθεροποιητών δεν έχουν κάθετη φορά καθόλη τη διάρκεια αφαίρεσης του αεροκινητήρα, υπάρχει περίπτωση πτώσεις κάποιου παρελκομένου ακόμη και του ίδιου του αεροκινητήρα στη μετέπειτα διαδικασία

Στην περίπτωση που επικίνδυνο γεγονός είναι κατά την αφαίρεση του αεροκινητήρα και στη τοποθέτηση του στο τροχήλατο σύστημα, εργατικά ατυχήματα μπορούν να προκύψουν ως εξής:

1. Οι μοχλοί ευθυγράμμισης του αεροκινητήρα επί του τροχήλατου συστήματος όταν είναι σε έκταση δε πρέπει να ξεπερνούν σε πλήρη έκταση τα τριάντα τρία (33) εκατοστά. Εάν δε γίνει αυτό υπάρχει περίπτωση αστοχίας των μοχλών και πτώση αυτού με αποτέλεσμα να τραυματιστεί το προσωπικό
2. Οι δύο ασφάλειες που υποστηρίζουν το πίσω μέρος του τροχήλατου συστήματος πρέπει να είναι σε πλήρη κλειστή θέση. Κατά τον έλεγχο μπορεί να δώσουν τη ψευδαίσθηση πλήρους κλειστής θέσης. Σε περίπτωση ενός μικρού κραδασμού η μη σωστή τοποθέτηση μπορεί να τραυματίσει το προσωπικό καθώς μπορεί να επέλθει αστοχία υλικού και πτώση του αεροκινητήρα
3. Εάν οι κλειδαριές των οδηγών αποσυνδεθούν πριν συνδεθούν οι ασφάλειες της βάσης, εκείνη τη στιγμή δεν υπάρχει ασφάλεια στο αεροκινητήρα

Στην περίπτωση που επικίνδυνος γινεται κατά την αφαίρεση του αεροκινητήρα από το τροχήλατο σύστημα και στη τοποθέτησή του επί του αεροσκάφους, εργατικά ατυχήματα μπορούν να προκύψουν ως εξής:

1. Η ασφάλεια που είναι τοποθετημένη εντός του χώρου του αεροσκάφους πρέπει να είναι πλήρως προσαρμοσμένη αλλιώς όταν ο κινητήρας θα στερεωθεί σε αυτή υπάρχει κίνδυνος αποσύνδεσης
2. Η μπροστά βάση του κινητήρα πρέπει να είναι σε τέτοια θέση που να αποτρέπει την αποσύνδεση των οδηγών από το τροχήλατο σύστημα, διότι χωρίς οδηγούς ο κινητήρας δε θα έχει έλεγχο κατά τη τοποθέτηση
3. Ιδιαίτερη προσοχή κατά τη τοποθέτηση του ρουλεμαν στη πλευρά της βάσης του αεροκινητήρα εντός του αεροσκάφους. Δίνει τη δυνατότητα ανοχής στη τοποθέτηση του κινητήρα. Χωρίς ανοχή υπάρχει περίπτωση αστοχίας της βάσης
4. Πριν τη τοποθέτηση της σωλήνας τροφοδοσίας καυσίμου του αεροκινητήρα να γίνει έλεγχος για σωστή τοποθέτηση όλων των παρελκομένων. Σε αντίθετη περίπτωση ελλοχεύει ο κίνδυνος έκχυσης τοξικών ρευστών από αυτά
5. Σε περίπτωση που ο άξονας ισορροπίας έχει τοποθετηθεί μερικώς ο αεροκινητήρας υπάρχει μεγάλη πιθανότητα κατά τη τοποθέτηση να είναι ασταθής

Τα προληπτικά μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν ώστε να μην εμφανιστούν οι απειλές που οδηγούν στους κινδύνους το αεροσκάφος και ο αεροκινητήρας να μην είναι ασφαλές για συντήρηση είναι τα ακόλουθα:

1. Τήρηση και εφαρμογή των γραπτών οδηγιών των εκάστοτε διαδικασιών χωρίς παρεκκλίσεις όπως αυτές περιγράφονται στα εγχειρίδια του κατασκευαστή.
2. Το γραφείο ελέγχου συντήρησης θα πρέπει να ενημερώνει πάντα τον επιθεωρητή του έργου για την γενική κατάσταση του αεροσκάφους και τα υλικά που έχουν αφαιρεθεί από το αεροσκάφος.
3. Σε κάθε περίπτωση που υπάρχουν ελλείποντα υλικά και εξαρτήματα το γραφείο επιθεώρησης θα πρέπει να ενημερώνει τον επιθεωρητή της εργασίας και το γραφείο ελέγχου συντήρησης αν η μετατόπιση του κέντρου βάρους επηρεάζει την περάτωση της εργασίας. Θα πρέπει να αναφέρεται αν το κέντρο βάρους του αεροσκάφους την δεδομένη χρονική στιγμή είναι εντός ή εκτός των επιτρεπόμενων ορίων για εκτέλεση της εργασίας.
4. Εφαρμογή κατάλληλου προγράμματος εκπαίδευσης ώστε οι τεχνικοί να είναι πλήρως εξοικειωμένοι με το συγκεκριμένο έργο – εξάσκηση με έμπειρη ομάδα τεχνικών πριν την ανάληψη αντίστοιχων καθηκόντων.
5. Εφαρμογή κατάλληλου προγράμματος συντήρησης γνώσεων τεχνικών ώστε να υπάρχει συνεχής επαγρύπνηση του προσωπικού. Πιο συγκεκριμένα, το προσωπικό επαναξιολογείται σε ετήσια βάση επί των καθηκόντων του, πραγματοποιούνται εβδομαδιαίες και μηνιαίες διαλέξεις για θέματα συντήρησης και συζήτηση με έμπειρο επιθεωρητή για κρίσιμα θέματα όποτε κρίνεται αναγκαίο.
6. Σε περιόδους αυξημένου φόρτου εργασίας τεταμένη προσοχή διοίκησης προς αποφυγήν παραλήψεων και εκδήλωσης ανεπιθύμητων καταστάσεων. Τα αρμόδια όργανα και οι προϊστάμενοι των επιστρεφόμενων έχουν καθήκον να ελέγχουν την ψυχοσωματική κατάσταση των υφισταμένων τους και να εφαρμόζουν το πρόγραμμα επιχειρησιακής διαχείρισης του κινδύνου σε όλες τις εργασίες. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα το οποίο στηρίζεται στις αρχές του RISK MANAGEMENT και στοχεύει στη μείωση των ατυχημάτων βοηθώντας τους Διοικητές να λάβουν αποφάσεις έχοντας στη διάθεση τους τις κατάλληλες πληροφορίες. Λαμβάνει υπόψη τον ανθρώπινο

παράγοντα, τα μέσα και το περιβάλλον λειτουργίας τους σε όλες τα στάδια μιας δραστηριότητας και αντισταθμίζει το αναμενόμενο κόστος σε σχέση με το αναμενόμενο όφελος.

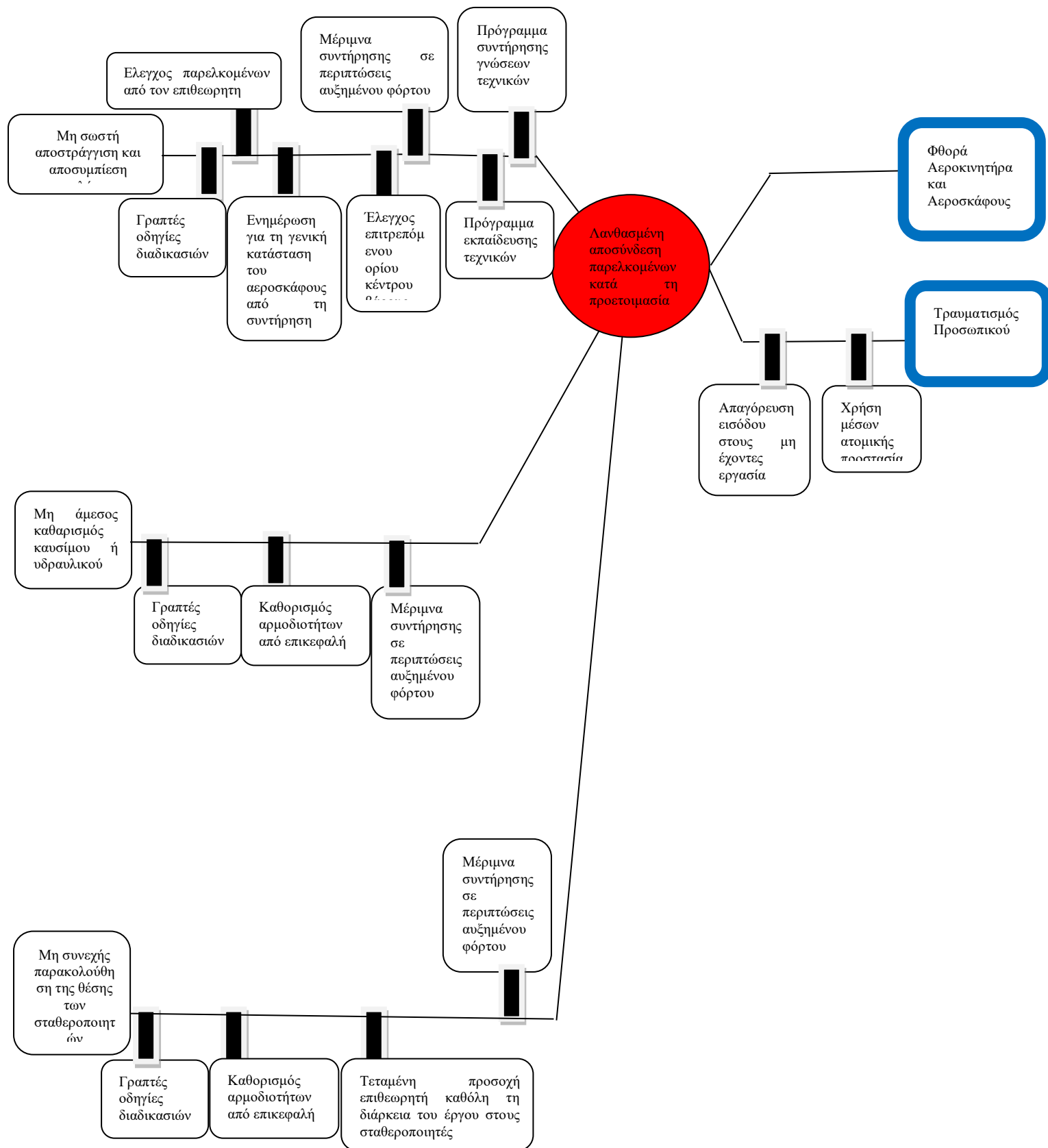
7. Ο εκάστοτε επιθεωρητής της εργασίας, ο οποίος ορίζεται και ως επικεφαλής, πρέπει να εκτελεί έλεγχο πριν την έναρξη της εργασίας όλων των παρελκομένων

8. Ενημέρωση ομάδας από τον επιθεωρητή αυτής για τις αρμοδιότητες των τεχνικών και την σημασία εκτέλεσης συντονισμένων κινήσεων ώστε και οι τέσσερις τεχνικοί να λειτουργούν ταυτόχρονα ,χωρίς άγχος και με έλεγχο κινήσεων

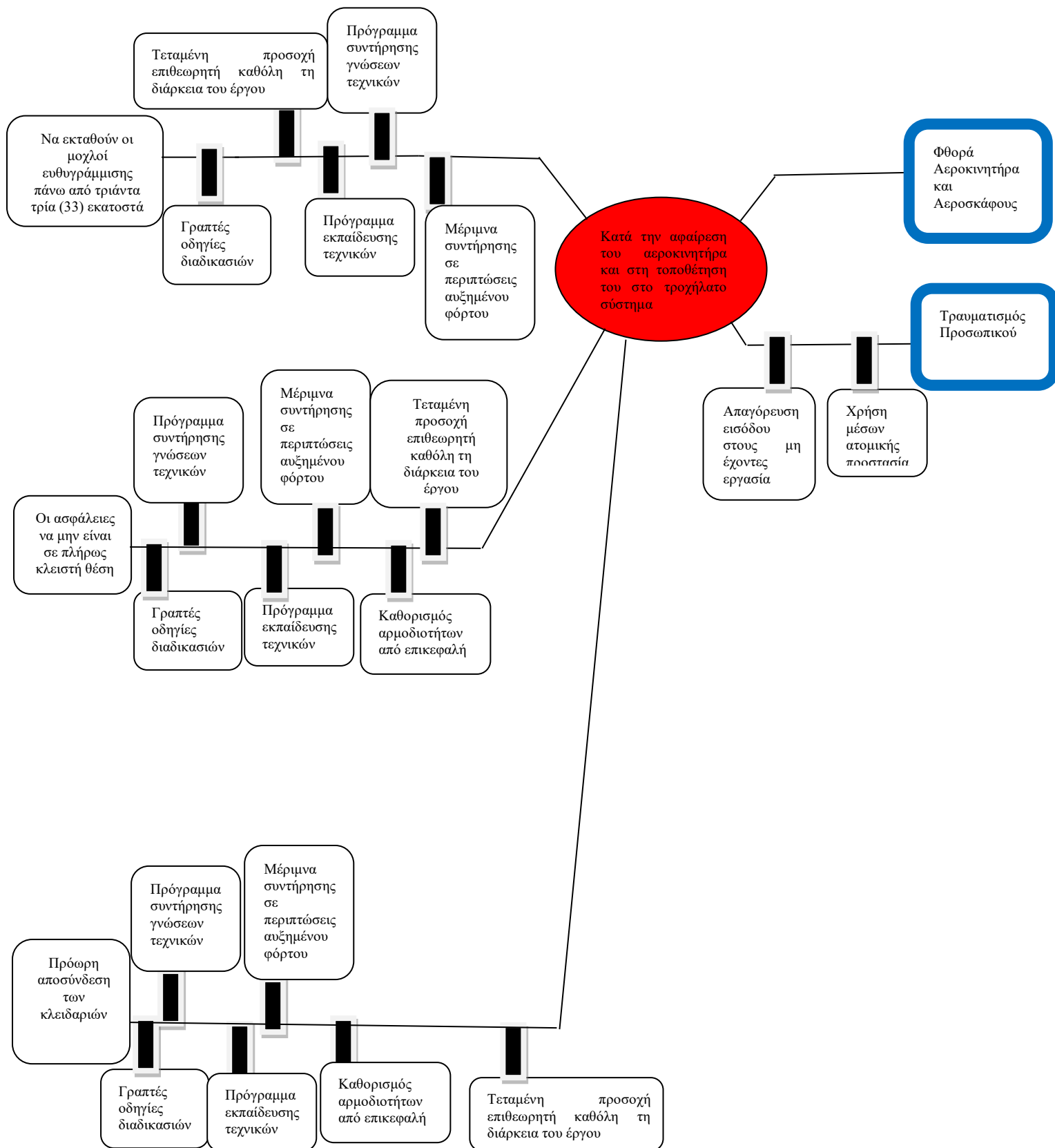
9. Τεταμένη προσοχή επιθεωρητή στις εργασίες των κατώτερων τεχνικών

10. Επισήμανση από τον επιθεωρητή της εργασίας για την σημασία παρακολούθησης των παρελκομένων και την έγκαιρη ενημέρωση τυχόν τοξικών υγρών

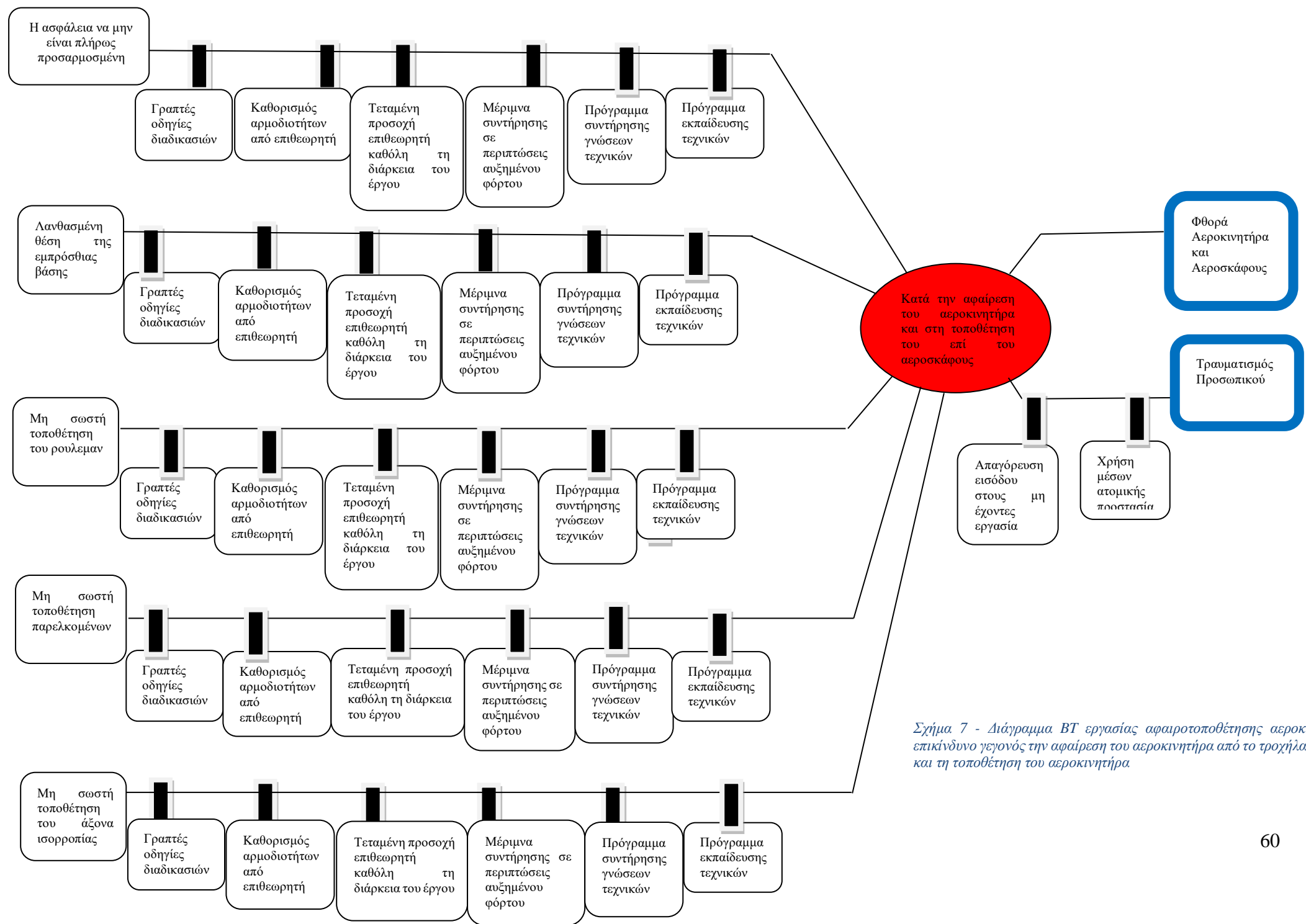
Οι ανεπιθύμητες επιπτώσεις των επικίνδυνων γεγονότων για το συγκεκριμένο έργο είναι δύο: (α) φθορά αεροσκάφους και εξοπλισμού και (β) τραυματισμός προσωπικού. Προστατευτικά μέτρα υπάρχουν μόνο για την περίπτωση τραυματισμού προσωπικού. Σε αυτή την περίπτωση τα μέτρα προστασίας είναι πρώτον η απαγόρευση της εισόδου στους μη έχοντες εργασία κατά την εκτέλεση του συγκεκριμένου έργου και δεύτερον η χρήση των μέσων ατομικής προστασίας. Για την περίπτωση που επέλθει φθορά του αεροσκάφους δεν υπάρχουν μέτρα περιορισμού των επιπτώσεων διότι πρόκειται για ακαριαία εκδήλωση γεγονότων.



Σχήμα 5 - Διάγραμμα ΒΤ εργασίας αφαιροτοποθέτησης αεροκινητήρα με επικίνδυνο γεγονός τη λανθασμένη αποσύνδεση παρελκομένων κατά τη προετοιμασία



Σχήμα 6 - Διάγραμμα ΒΤ εργασίας αφαιροτοποθέτησης αεροκινητήρα με επικίνδυνο γεγονός την αφαίρεση του αεροκινητήρα και τη τοποθέτησή του στο τροχήλατο σύστημα



Σχήμα 7 - Διάγραμμα ΒΤ εργασίας αφαιροτοποθέτησης αεροκινητήρα με επικίνδυνο γεγονός την αφαίρεση του αεροκινητήρα από το τροχήλατο σύστημα και τη τοποθέτηση του αεροκινητήρα

5.2. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΕΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

Η αφαίρεση – τοποθέτηση σύμμορφων δεξαμενών επί του αεροσκάφους εκτελείται αρκετά συχνά στους χώρους συντήρησης των μονάδων F-16 Blk 52+ της Π.Α.. Η απαίτηση αυτή προκύπτει είτε λόγω προγραμματισμένων επιθεωρήσεων ή λόγω απρογραμμάτιστων – έκτακτων περιπτώσεων αποκατάστασης βλάβης επί των μαχητικών αεροσκαφών. Η φύση της συγκεκριμένης διαδικασίας ενέχει κινδύνους για τους τεχνικούς που την εκτελούν και απαιτεί πλήρη γνώση των διαδικασιών, συγκέντρωση και καλό συντονισμό της ομάδας εργασίας. Για το πέρας της εργασίας απαιτούνται, με βάση την βιβλιογραφία και τις τεχνικές οδηγίες, τέσσερις (4) τεχνικοί, εκ των οποίων είναι ένας (1) επιθεωρητής και τρεις (3) εκτελεστές εργασιών. Η περιγραφή της εργασίας είναι αναλυτική σε εγχειρίδια του κατασκευαστή, ωστόσο η μη σωστή εφαρμογή των εγχειριδίων και μια σειρά άλλων τυχαίων παραγόντων, μπορεί να οδηγήσει σε ένα ατύχημα.

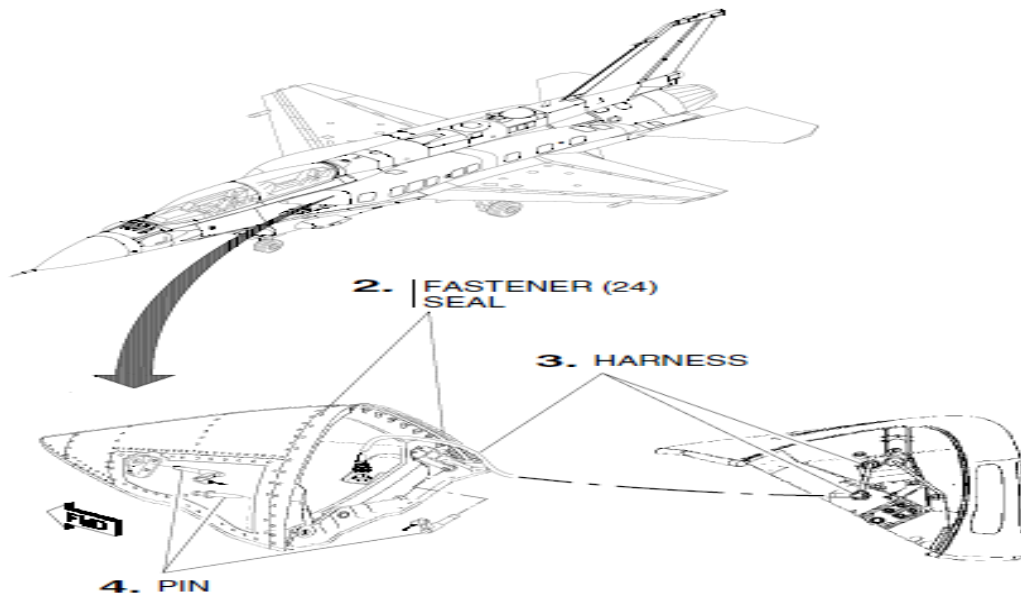
5.2.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΗΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΕΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ F-16 BLK 52+

Για την εφαρμογή της μεθόδου, έχοντας αρχικά εντοπίσει το «συνολικό αντικείμενο» της εργασίας, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η αφαίρεση – τοποθέτηση σύμμορφων δεξαμενών επί του μαχητικού αεροσκάφους, σε επόμενο βήμα πρέπει να εντοπιστούν οι δευτερεύουσες εργασίες που συνθέτουν την βασική εργασία, και όποιες από τις δευτερεύουσες εργασίες κριθεί απαραίτητο να αποσυντεθούν σε περαιτέρω επίπεδα.

Συνοπτικά η ανάλυση της αφαίρεσης – τοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών επί του αεροσκάφους περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

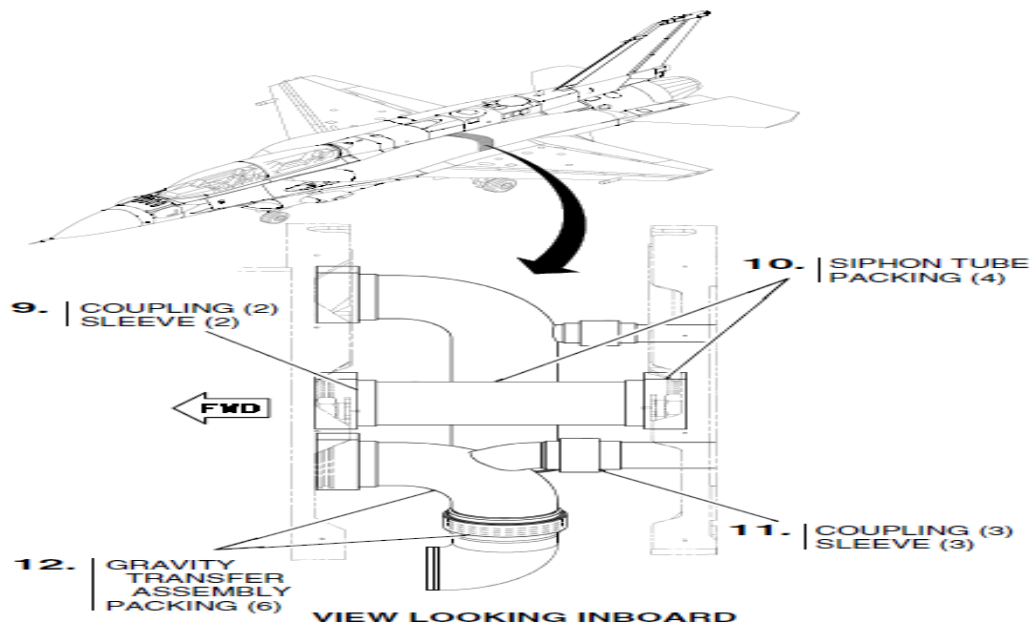
1. Μεταφορά εργαλείων και αναλώσιμων για τη διεκπεραίωση της εργασίας ή μεταφορά του αεροσκάφους σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο , ο οποίος φέρει και τον απαραίτητο εξοπλισμό (διαδικασία που για λόγους ασφάλειας και χρόνου προτιμάται)
2. Ενέργειες ώστε το Αεροσκάφος να είναι ασφαλές για συντήρηση (έλεγχος διαρροής υδραζίνης, πείροι ασφαλείας, τροχοεμποδιστήρες, έλεγχος σωστής τοποθέτησης διακοπών στο χειριστήριο)
3. Αφαίρεση εμπρόσθιου και οπίσθιου τμήματος σύμμορφων δεξαμενών
 - 3.1. Αφαίρεση εμπρόσθιου τμήματος σύμμορφων δεξαμενών
 - 3.1.1. Το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους πρέπει να είναι στη θέση OPEN
 - 3.1.2. Η πίεση στην εμπρόσθια σύμμορφη δεξαμενή πρέπει να είναι μεταξύ 4,7 – 6,4 psig. Καύσιμο μπορεί να εκχυθεί από την έξοδο εξαερισμού καυσίμου.

3.1.3. Το παρέμβυσμα της εμπρόσθιας επιφάνειας δε πρέπει να λυγίσει προς την αντίθετη πλευρά ή σε οιαδήποτε πλευρά άνω των δεκαπέντε (15) εκατοστών.

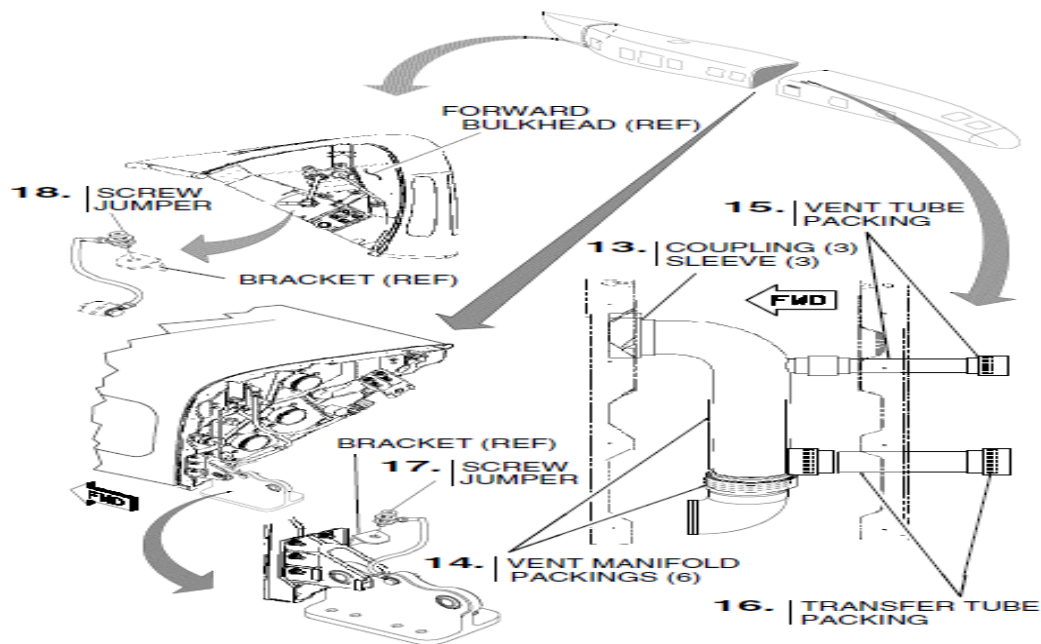


Εικόνα 31 - Τρόπος τοποθέτησης παρεμβύσματος

3.1.4. Η κάθετη θέση των αποσυνδεδεμένων σωλήνων μεταφοράς και εξαερισμού στη στεγνή κοιλότητα, ελλοχεύει το κίνδυνο έκθεσης του συστήματος σε ξένα αντικείμενα.

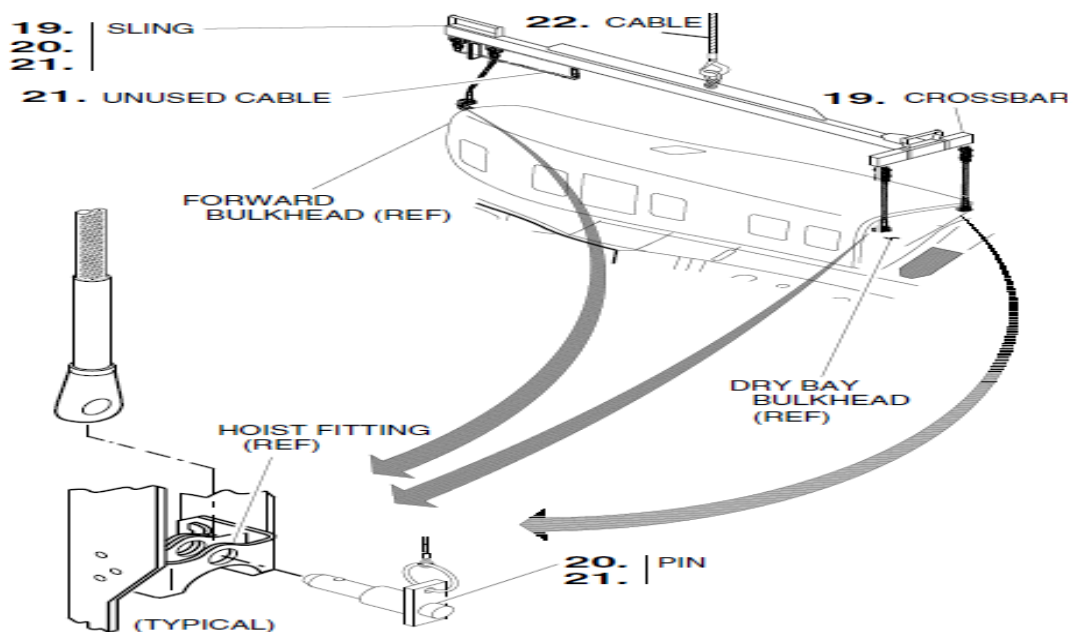


Εικόνα 32 - Εσωτερική ματιά στη στεγνή κοιλότητα και της κάθετης θέσης της σωλήνας μεταφοράς



Εικόνα 33 - Η κάθετη θέση της σωλήνας εξαερισμού

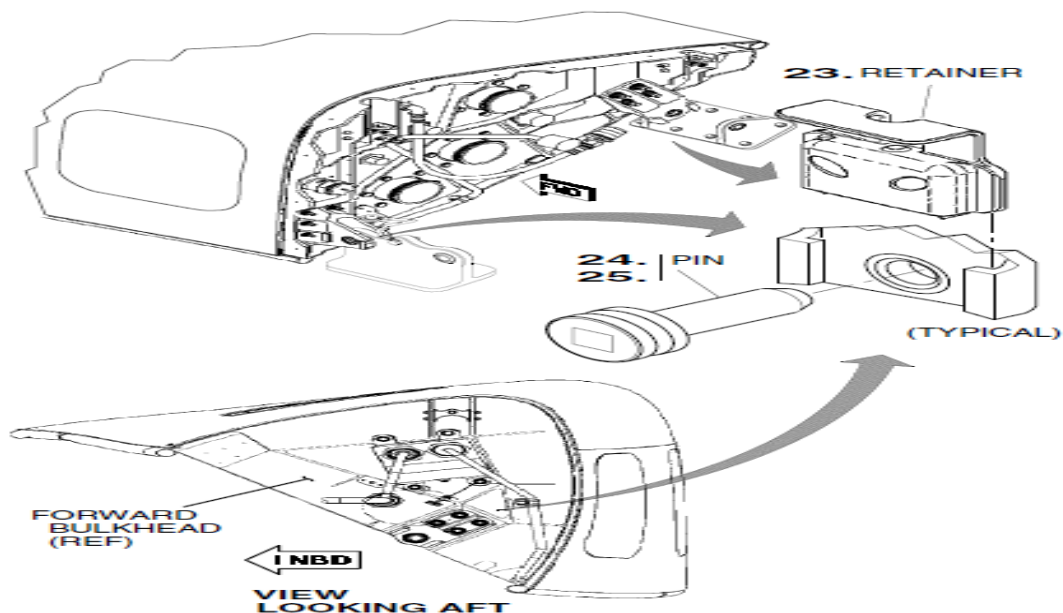
- 3.1.5. Τμήματα των δεξαμενών να μην ανυψώνονται όταν οι ριπές αέρα ξεπερνούν τους τριάντα (30) κόμβους ή η εργασία βρίσκεται εντός της ζώνης καυσασερίων άλλου αεροσκάφους
- 3.1.6. Η μπάρα ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται σε σωστή θέση και να χρησιμοποιείται το σωστό καλώδιο ανύψωσης



Εικόνα 34 - Μπάρα ανύψωσης

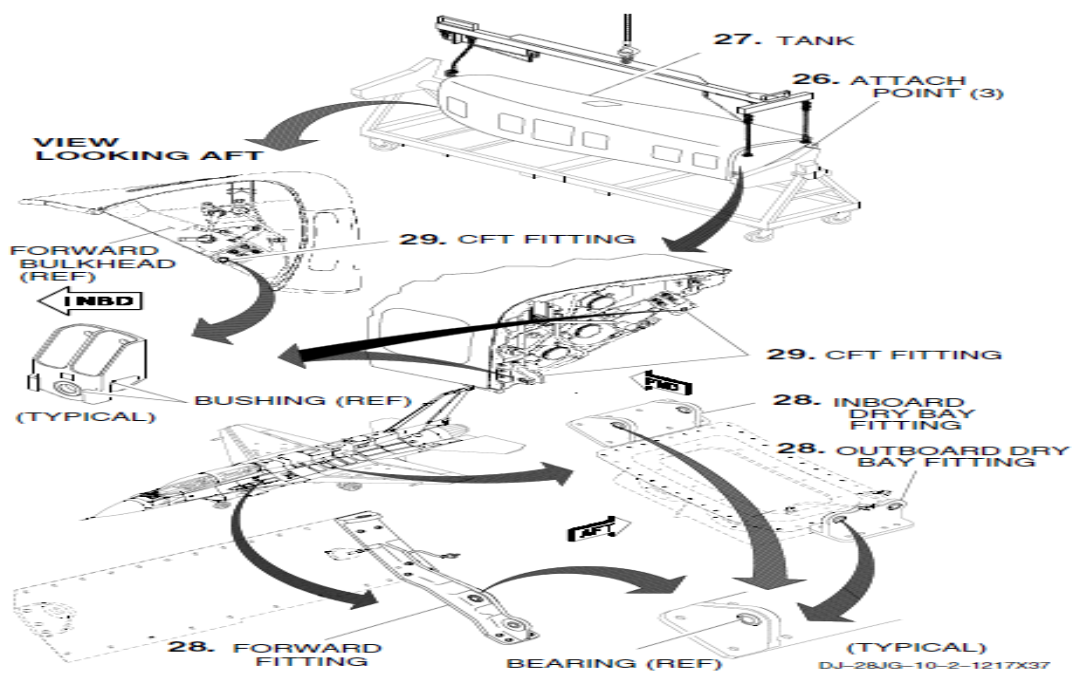
- 3.1.7. Όταν οι ασφάλειες αφαιρεθούν από το τμήμα, η δεξαμενή μπορεί να ταλαντευτεί.

- 3.1.8. Τα παρελκόμενα που έχουν αφαιρεθεί πρέπει να αποθηκεύονται μακριά από το κομμάτι της σύμμορφής δεξαμενής



Εικόνα 35 - Οι ασφάλειες που συγκρατούν το τμήμα

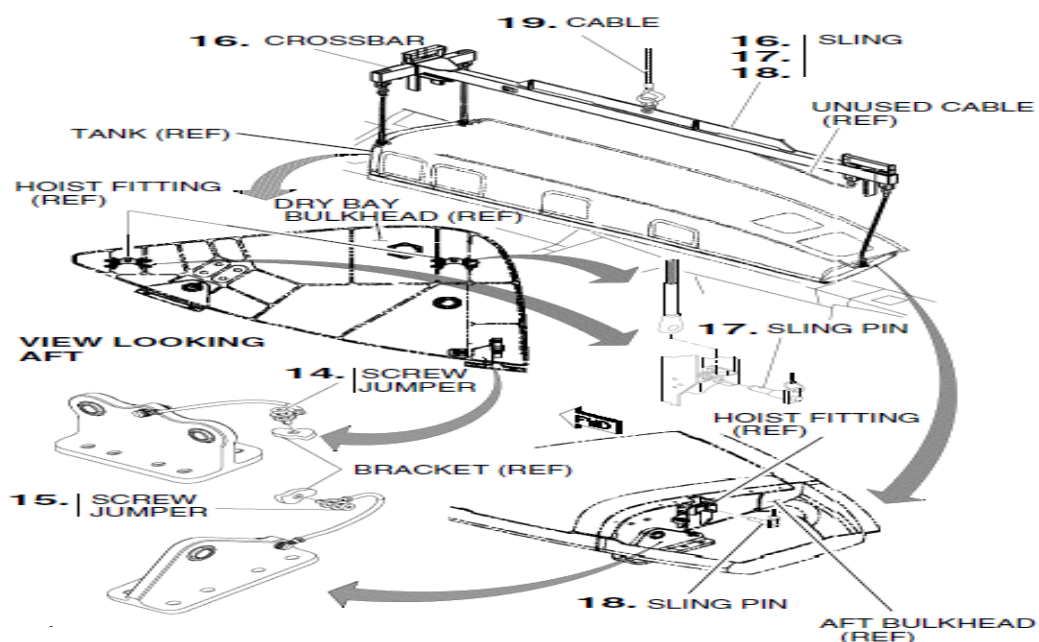
- 3.1.9. Η κλίνη μεταφοράς των δεξαμενών πρέπει να έχει διαμορφωθεί για το τοποθέτηση του εμπρόσθιου τμήματος
- 3.1.10. Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση



Εικόνα 36 - Τοποθέτηση της δεξαμενής στη κλίνη μεταφοράς και έλεγχος διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης

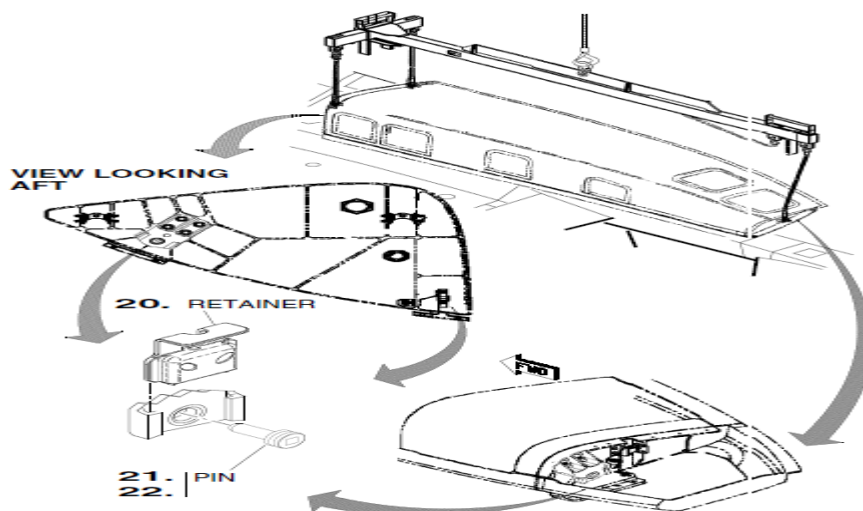
-
30. | PIN (3)
LOCK PIN (3)
30. TANK
- TMS (REF)
- HOIST FITTING (3)
(REF)
31. PIN (3)

- 3.2. Αφαίρεση οπίσθιου τμήματος σύμμορφης δεξαμενής
 - 3.2.1. Το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους πρέπει να είναι στη θέση OPEN
 - 3.2.2. Η πίεση στην εμπρόσθια σύμμορφη δεξαμενή πρέπει να είναι μεταξύ 4,7 – 6,4 psig.
 - 3.2.3. Τμήματα των δεξαμενών να μην ανυψώνονται όταν οι ριπές αέρα ξεπερνούν τους τριάντα (30) κόμβους ή η εργασία βρίσκεται εντός της ζώνης καυσαερίων άλλου αεροσκάφους
 - 3.2.4. Η μπάρα ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται σε σωστή θέση και να χρησιμοποιείται το σωστό καλώδιο ανύψωσης



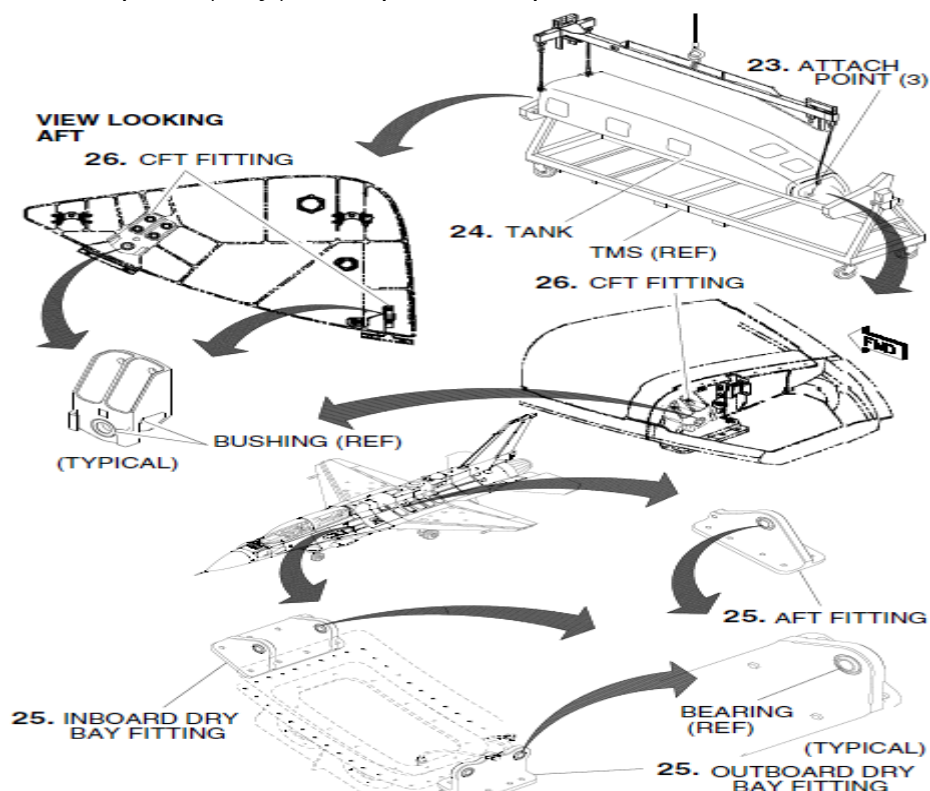
65

- 3.2.5. Όταν οι ασφάλειες αφαιρεθούν από το τμήμα , η δεξαμενή μπορεί να ταλαντευτεί
- 3.2.6. Τα παρελκόμενα που έχουν αφαιρεθεί πρέπει να αποθηκεύονται μακριά από το κομμάτι της σύμμορφής δεξαμενής



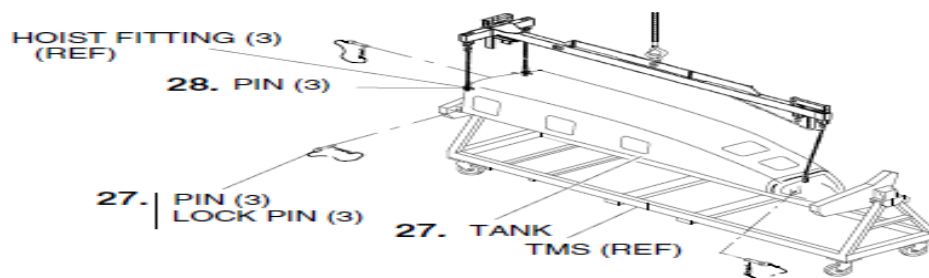
Εικόνα 39 - Οι ασφάλειες συγκράτησης που αφαιρούνται

- 3.2.7. Η κλίνη μεταφοράς των δεξαμενών πρέπει να έχει διαμορφωθεί για το τοποθέτηση του οπίσθιου τμήματος
- 3.2.8. Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση



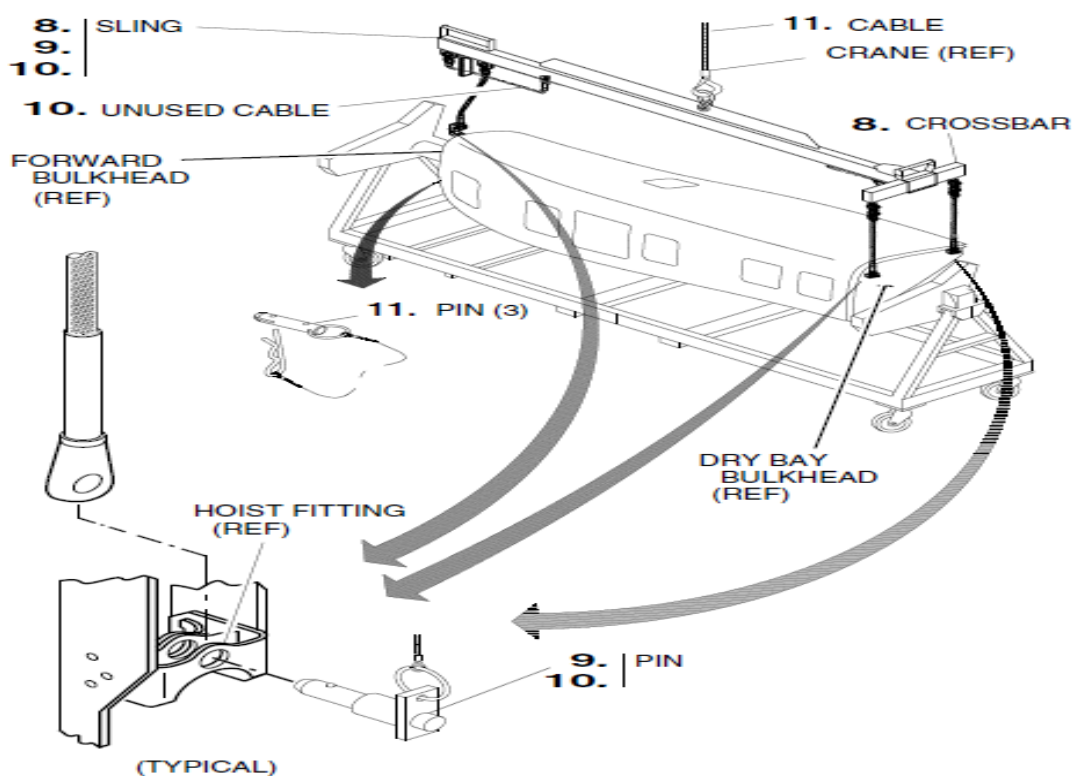
Εικόνα 40 - Τοποθέτηση της δεξαμενής στη κλίνη μεταφοράς και έλεγχος διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης

- 3.2.9. Η δεξαμενή δε πρέπει να τοποθετείται στο έδαφος ή σε κλίνη πέραν της προκαθορισμένης
- 3.2.10. Μετά τη τοποθέτηση της δεξαμενής στη κλίνη μεταφοράς μία ασφάλεια συγκράτησης πρέπει να τοποθετηθεί



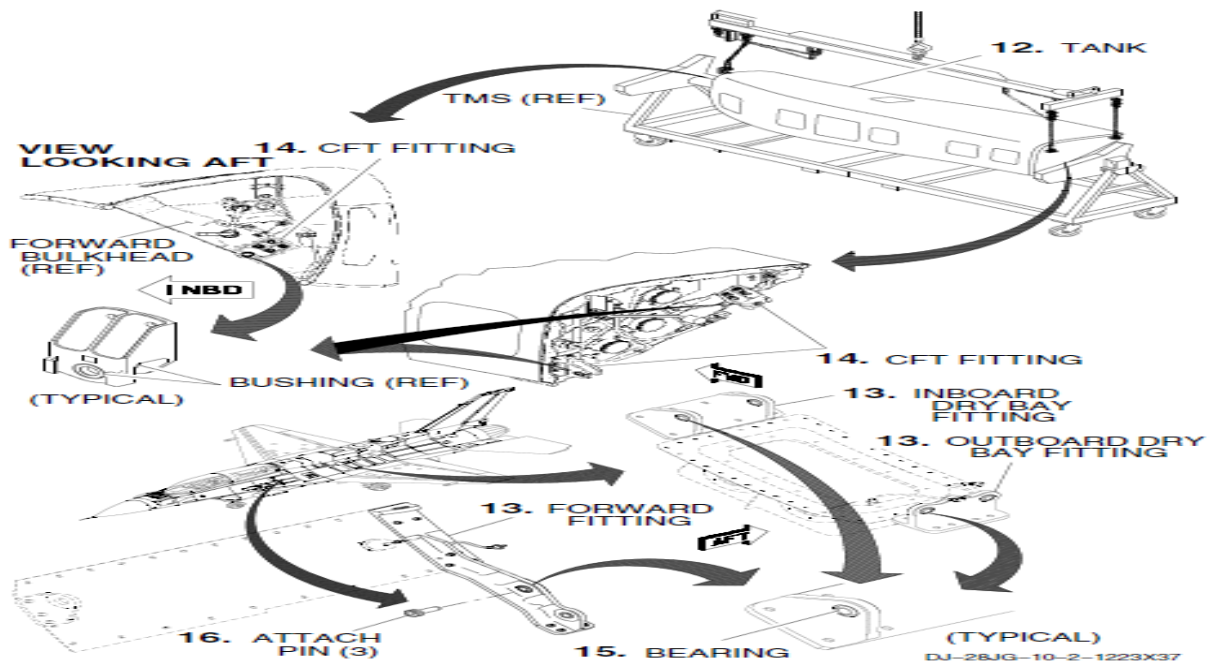
Εικόνα 41 - Τοποθέτηση δεξαμενής επί της κλίνης μεταφοράς και η ασφάλεια συγκράτησης

4. Τοποθέτηση εμπρόσθιου και οπίσθιου τμήματος δεξαμενής
- 4.1. Τοποθέτηση εμπρόσθιου τμήματος δεξαμενής
- 4.1.1. Το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους πρέπει να είναι στη θέση OPEN
- 4.1.2. Τμήματα των δεξαμενών να μην ανυψώνονται όταν οι ριπές αέρα ξεπερνούν τους τριάντα (30) κόμβους ή η εργασία βρίσκεται εντός της ζώνης καυσαερίων άλλου αεροσκάφους
- 4.1.3. Η μπάρα ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται σε σωστή θέση και να χρησιμοποιείται το σωστό καλώδιο ανύψωσης
- 4.1.4. Υπάρχει κίνδυνος ταλάντωσης της δεξαμενής. Ιδιαίτερη προσοχή κατά την ανύψωση



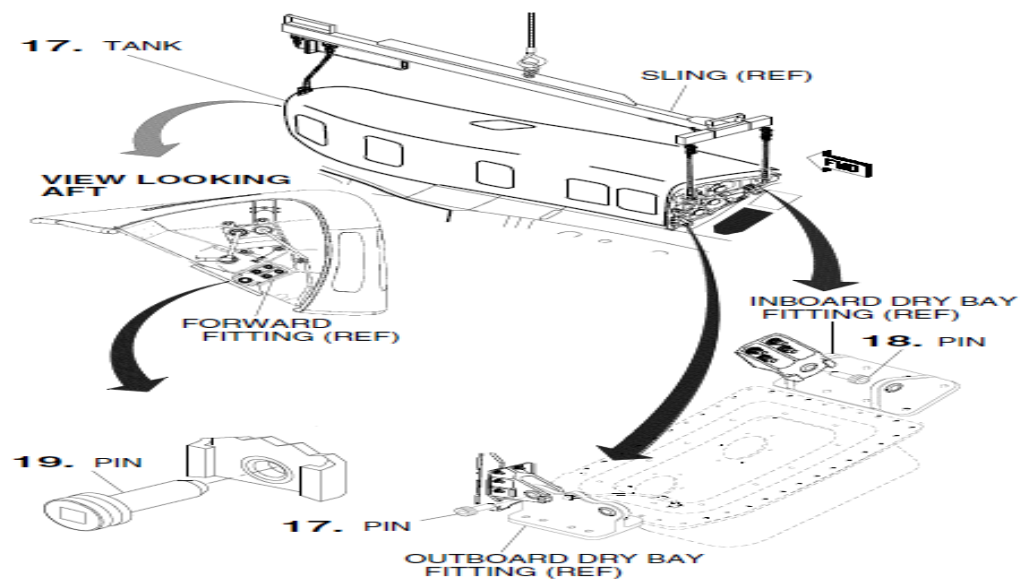
Εικόνα 42 - Ανύψωση εμπρόσθιου τμήματος δεξαμενής από κλίνη μεταφοράς

4.1.5. Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση



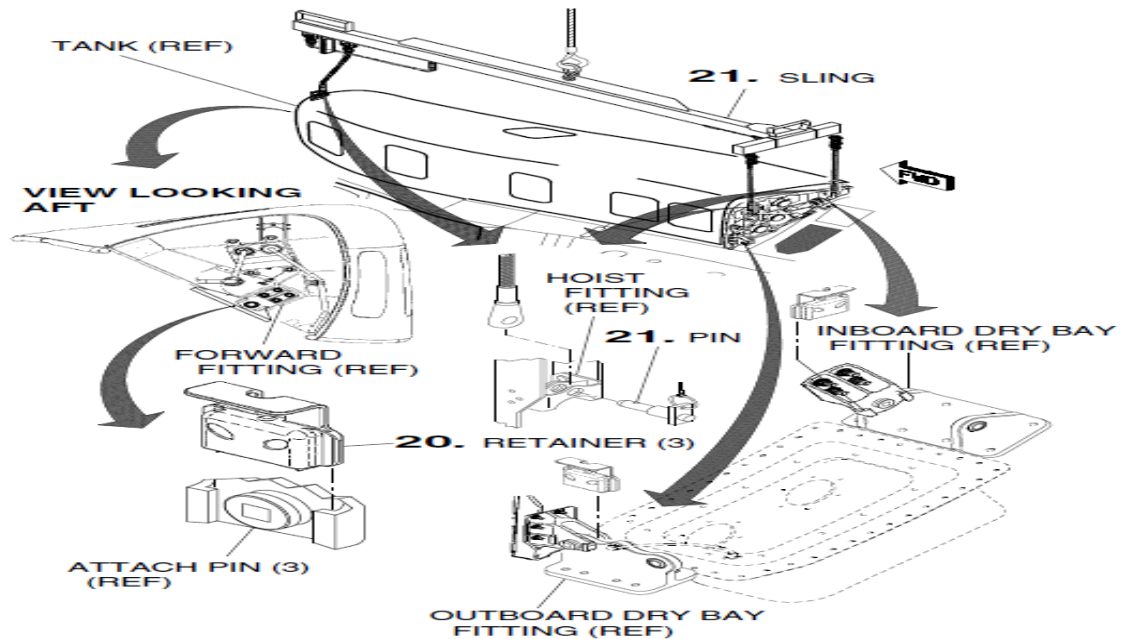
Εικόνα 43 - Επεξήγηση των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους

- 4.1.6. Η δεξαμενή πρέπει καθόλη τη διάρκεια της ανύψωσης και μέχρι τη σύνδεση της τοποθέτησης να βρίσκεται πλήρως συνδεδεμένη με το καλώδιο ανύψωσης επί της μπάρας ανύψωσης
- 4.1.7. Η δεξαμενή μπορεί να αφεθεί επί του μαχητικού για ένα μικρό χρονικό διάστημα χωρίς περαιτέρω σύνδεση , όμως θα πρέπει να είναι τοποθετημένα παρεμβύσματα επί αυτής.



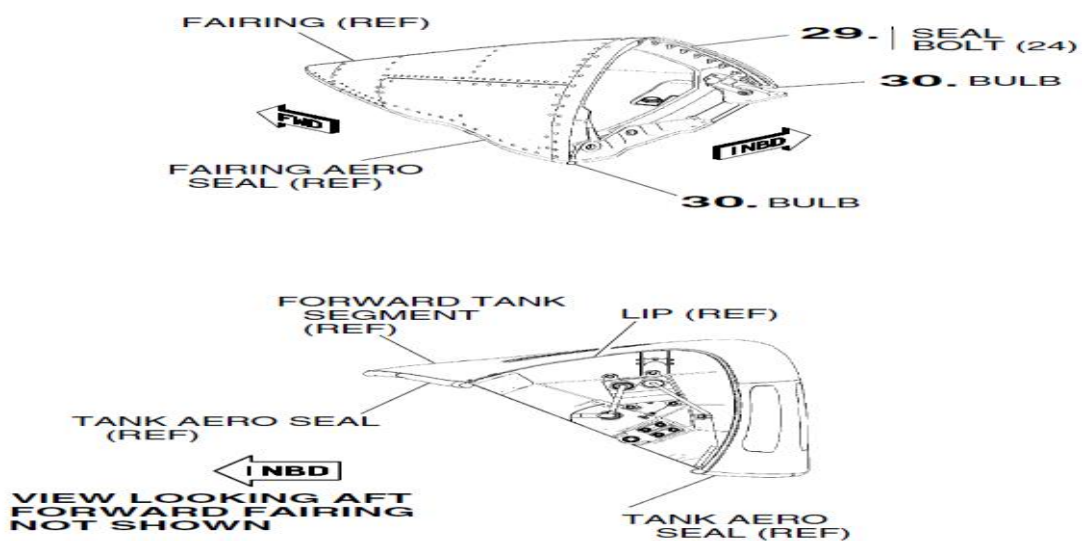
Εικόνα 44 - Τοποθέτηση της δεξαμενής επί του αεροσκάφους

- 4.1.8. Ο μηχανισμός συγκράτησης της ασφάλειας, εντός της στεγνής κοιλότητας, με τη κεφαλή της ασφάλειας πρέπει να συγκρατούνται με ένα σφαιροειδές κολιέ



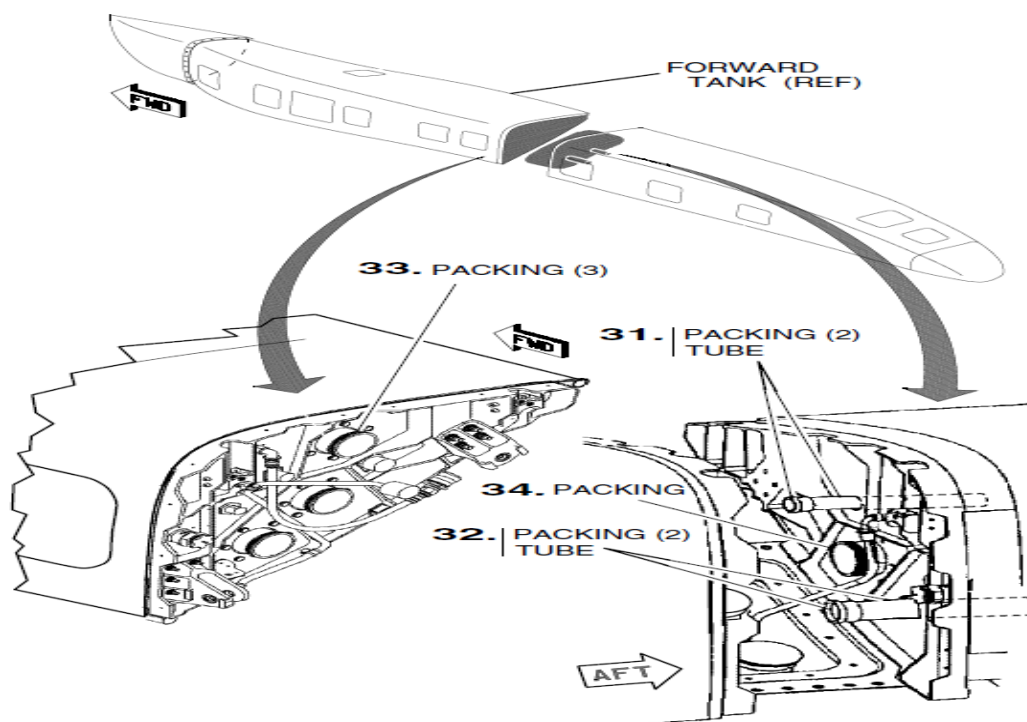
Εικόνα 45 - Τοποθέτηση των μηχανισμών συγκράτησης επί των ασφαλειών

- 4.1.9. Μη σωστή τοποθέτηση τμημάτων της δεξαμενής μπορεί να προκαλέσει περίσσιες φορτίσεις επί της συναρμογής και των τμημάτων τοποθέτησης αυτών
- 4.1.10. Το παρεμβύσμα επί τμήματος της δεξαμενής που συνδέει δύο τμήματα πρέπει θέλει ιδιαίτερη προσοχή κατά τη τοποθέτηση
- 4.1.11. Κατά τη τοποθέτηση του παρεμβύσματος να μη γίνει αφαίρεση των πριτσινίων επί αυτού
- 4.1.12. Να μην ασκηθεί καμία ροπή επί των πριτσινίων του παρεμβύσματος

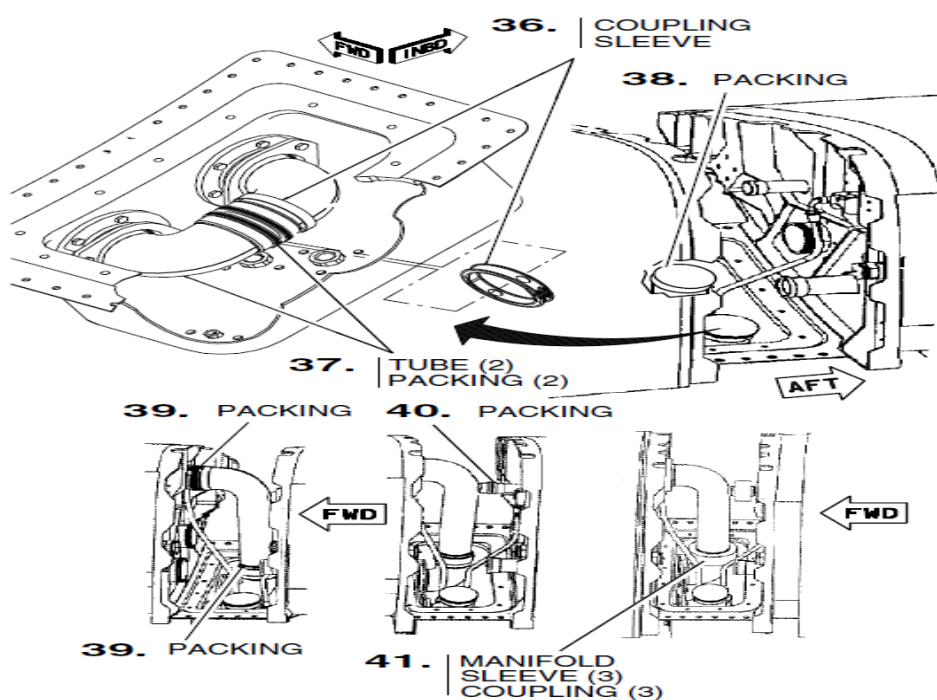


Εικόνα 46 - Τοποθέτηση του παρεμβύσματος

4.1.13. Λίπανση και προετοιμασία σωλήνων για σύνδεση με οπίσθιο τμήμα



Εικόνα 47 - Προετοιμασία σωληνώσεων για σύνδεση

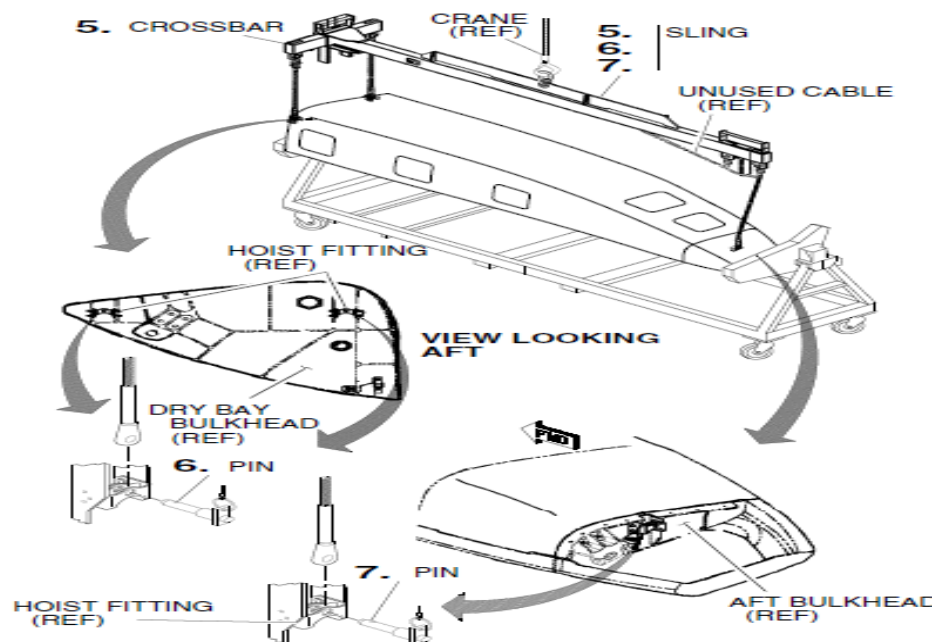


Εικόνα 48 - Λίπανση και συνδεσμολογία σωληνώσεων

4.2. Τοποθέτηση οπίσθιου τμήματος σύμμορφης δεξαμενής

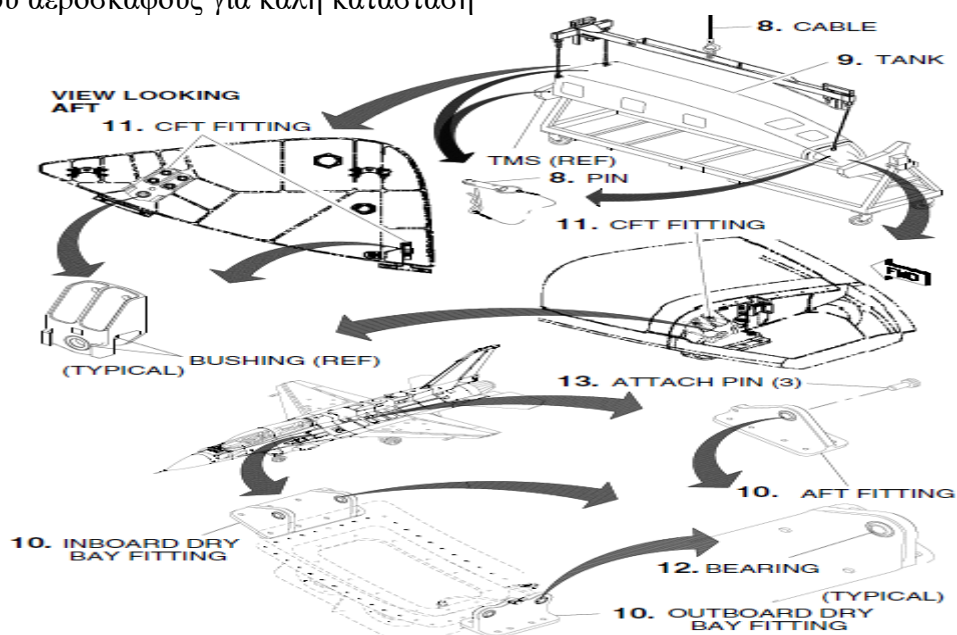
4.2.1. Το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους πρέπει να είναι στη θέση OPEN

- 4.2.2. Τμήματα των δεξαμενών να μην ανυψώνονται όταν οι ριπές αέρα ξεπερνούν τους τριάντα (30) κόμβους ή η εργασία βρίσκεται εντός της ζώνης καυσαερίων άλλου αεροσκάφους
- 4.2.3. Η μπάρα ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται σε σωστή θέση και να χρησιμοποιείται το σωστό καλώδιο ανύψωσης



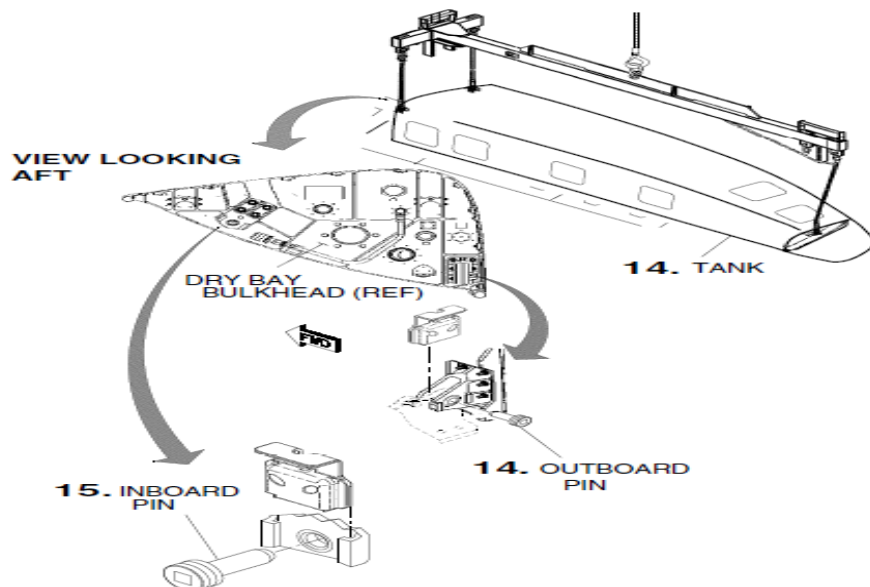
Εικόνα 49 - Ανύψωση οπίσθιου τμήματος από κλίνη μεταφοράς

- 4.2.4. Υπάρχει κίνδυνος ταλάντωσης της δεξαμενής. Ιδιαίτερη προσοχή κατά την ανύψωση
- 4.2.5. Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση



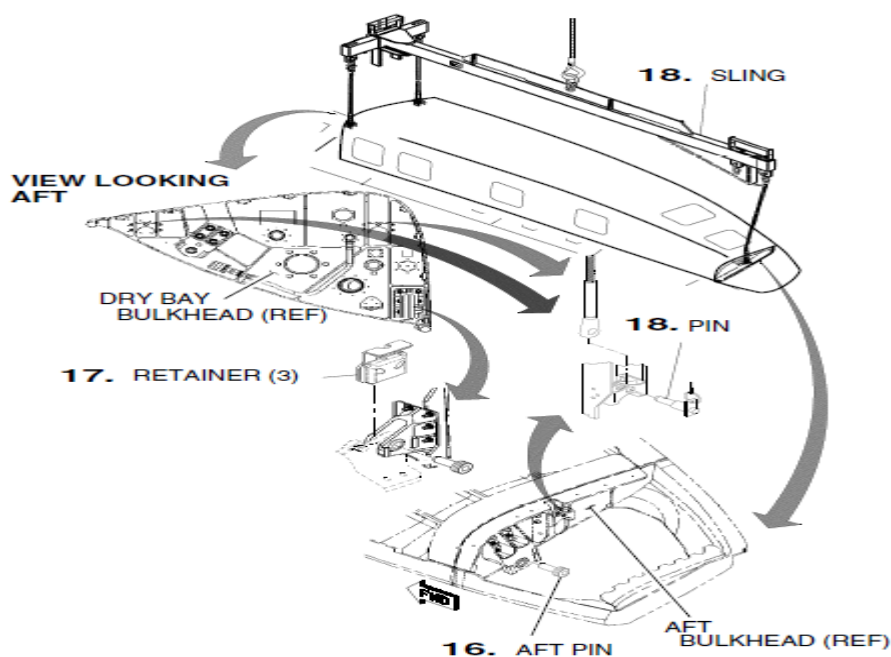
Εικόνα 50 - Επεξήγηση των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους

- 4.2.6. Η δεξαμενή πρέπει καθόλη τη διάρκεια της ανύψωσης και μέχρι τη σύνδεση της τοποθέτησης να βρίσκεται πλήρως συνδεδεμένη με το καλώδιο ανύψωσης επί της μπάρας ανύψωσης
- 4.2.7. Η δεξαμενή μπορεί να αφηθεί επί του μαχητικού για ένα μικρό χρονικό διάστημα χωρίς περαιτέρω σύνδεση , όμως θα πρέπει να είναι τοποθετημένα παρεμβύσματα επί αυτής



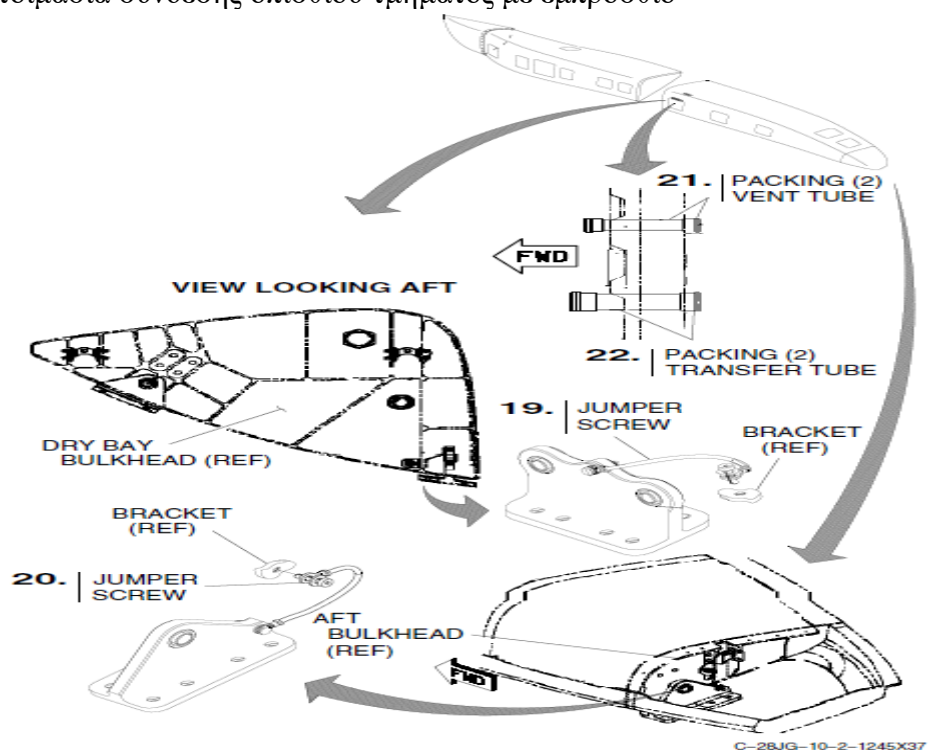
Εικόνα 51 - Ανύψωση δεξαμενής και τοποθέτηση επί του αεροσκάφους

- 4.2.8. Ο μηχανισμός συγκράτησης της ασφάλειας, εντός της στεγνής κοιλότητας, με τη κεφαλή της ασφάλειας πρέπει να συγκρατούνται με ένα σφαιροειδές κολιέ



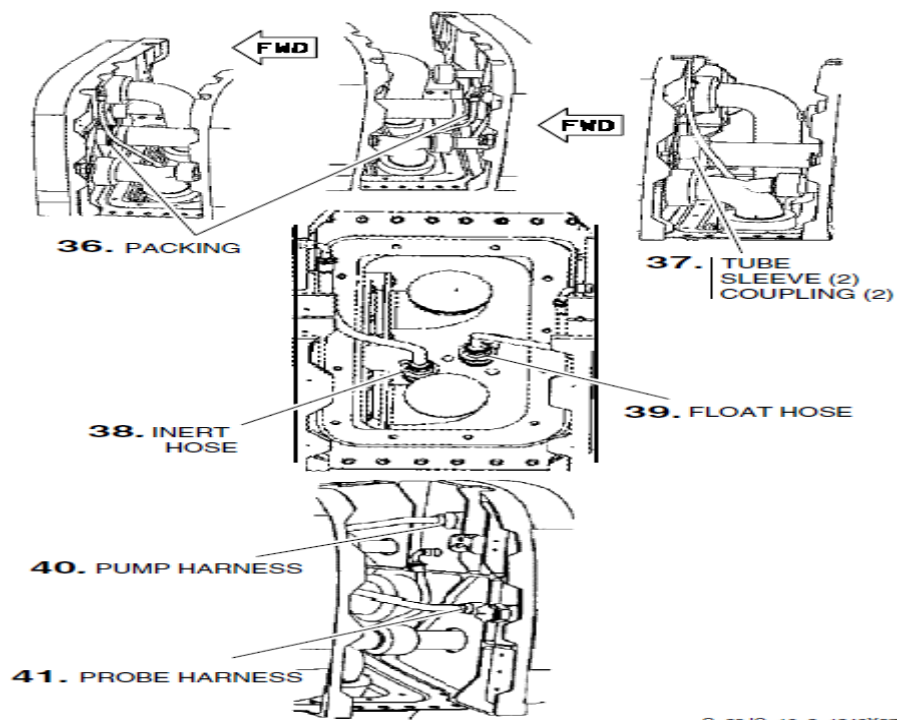
Εικόνα 52 - τοποθέτηση των μηχανισμών συγκράτησης επί των ασφαλειών

4.2.9. Προετοιμασία σύνδεσης οπίσθιου τμήματος με εμπρόσθιο

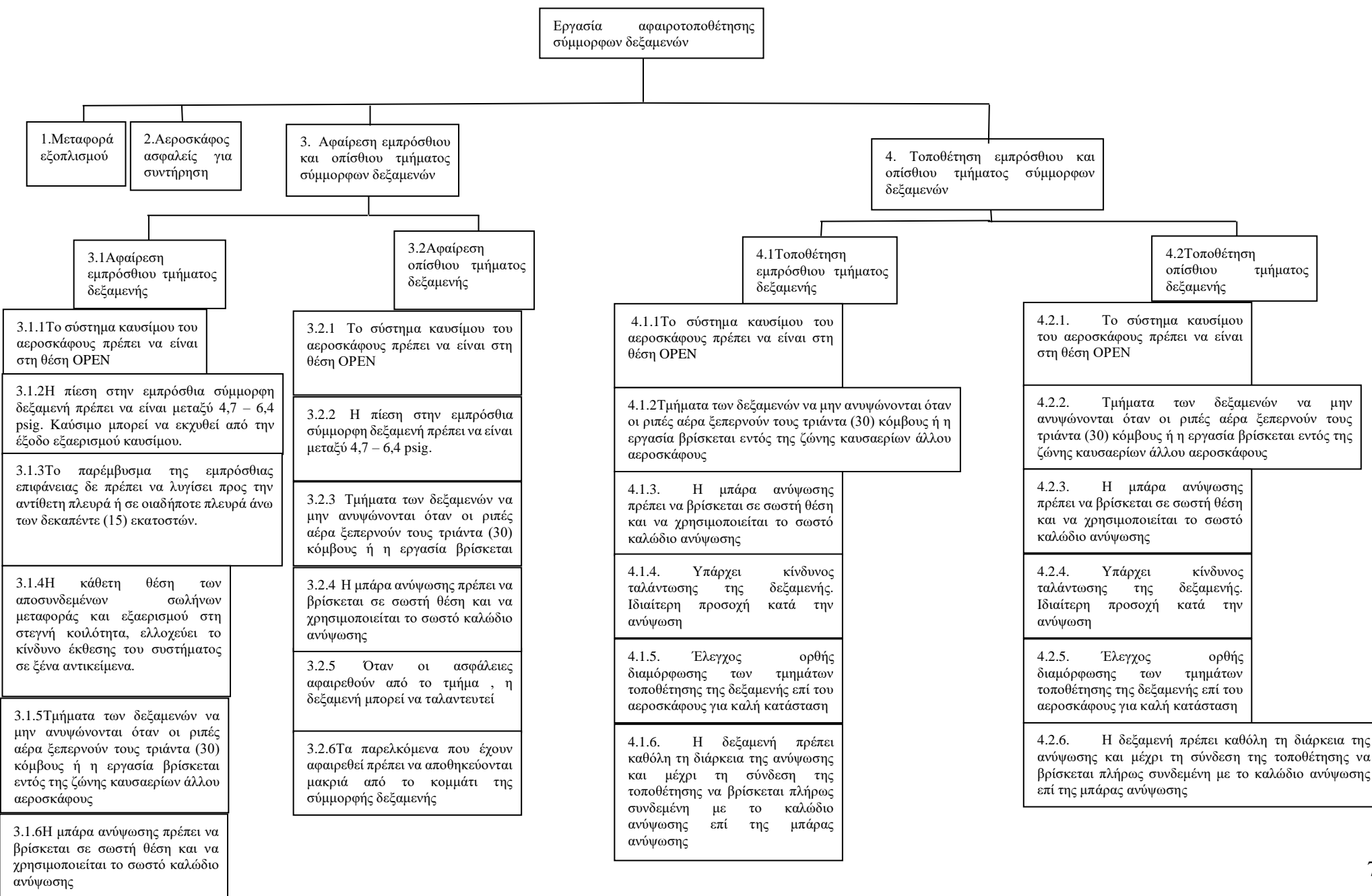


Εικόνα 53 - Συνδεσμολογία οπίσθιου τμήματος

4.2.10. Λίπανση και προετοιμασία σωληνώσεων για σύνδεση με εμπρόσθιο τμήμα



Εικόνα 54 - Τοποθέτηση και σύνδεση σωληνώσεων



3.1.7 Όταν οι ασφάλειες αφαιρεθούν από το τμήμα , η δεξαμενή μπορεί να ταλαντευτεί.	3.2.7Η κλίνη μεταφοράς των δεξαμενών πρέπει να έχει διαμορφωθεί για το τοποθέτηση του οπίσθιου τμήματος	4.1.7. Η δεξαμενή μπορεί να αφεθεί επί του μαχητικού για ένα μικρό χρονικό διάστημα χωρίς περαιτέρω σύνδεση , όμως θα πρέπει να είναι τοποθετημένα παρεμβύσματα επί αυτής.	4.2.7. Η δεξαμενή μπορεί να αφεθεί επί του μαχητικού για ένα μικρό χρονικό διάστημα χωρίς περαιτέρω σύνδεση , όμως θα πρέπει να είναι τοποθετημένα παρεμβύσματα επί αυτής
3.1.8 Τα παρελκόμενα που έχουν αφαιρεθεί πρέπει να αποθηκεύονται μακριά από το κομμάτι της σύμμορφης δεξαμενής	3.2.8Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση	4.1.8. Ο μηχανισμός συγκράτησης της ασφάλειας, εντός της στεγνής κοιλότητας, με τη κεφαλή της ασφάλειας πρέπει να συγκρατούνται με ένα σφαιροειδής κολιέ	4.2.8. Ο μηχανισμός συγκράτησης της ασφάλειας, εντός της στεγνής κοιλότητας, με τη κεφαλή της ασφάλειας πρέπει να συγκρατούνται με ένα σφαιροειδής κολιέ
3.1.9 Η κλίνη μεταφοράς των δεξαμενών πρέπει να έχει διαμορφωθεί για το τοποθέτηση του εμπρόσθιου τμήματος	3.2.9Η δεξαμενή δε πρέπει να τοποθετείται στο έδαφος ή σε κλίνη πέραν της προκαθορισμένης	4.1.9 Μη σωστή τοποθέτηση τμημάτων της δεξαμενής μπορεί να προκαλέσει περίσσιες φορτίσεις επί της συναρμογής και των τμημάτων τοποθέτησης αυτών	4.2.9. Προετοιμασία σύνδεσης οπίσθιου τμήματος με εμπρόσθιο
3.1.10 Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση	3.2.10Μετά τη τοποθέτηση της δεξαμενής στη κλίνη μεταφοράς μία ασφάλεια συγκράτησης πρέπει να τοποθετηθεί	4.1.10. Το περέμβυσμα επί τμήματος της δεξαμενής που συνδέει δύο τμήματα πρέπει θέλει ιδιαίτερη προσοχή κατά τη τοποθέτηση	4.2.10. Λίπανση και προετοιμασία σωληνώσεων για σύνδεση με εμπρόσθιο τμήμα
3.1.11 Η δεξαμενή δε πρέπει να τοποθετείται στο έδαφος ή σε κλίνη πέραν της προκαθορισμένης		4.1.11. Κατά τη τοποθέτηση του παρεμβύσματος να μη γίνει αφαίρεση των πριτσινίων επί αυτού	
3.1.12 Μετά τη τοποθέτηση της δεξαμενής στη κλίνη μεταφοράς μία ασφάλεια συγκράτησης πρέπει να τοποθετηθεί		4.1.12. Να μην ασκηθεί καμία ροπή επί των πριτσινίων του παρεμβύσματος	
		4.1.13. Λίπανση και προετοιμασία σωλήνων για σύνδεση με οπίσθιο τμήμα	

Σχήμα 8 - Ιεραρχική ανάλυση εργασίας αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών επί μαχητικού αεροσκάφους

5.2.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Στο επόμενο βήμα της μεθόδου HTA και έχοντας ήδη κατασκευάσει το διάγραμμα που περιλαμβάνει συνοπτικά τις εργασίες οι οποίες αναλύονται στις σημαντικότερες υποεργασίες ώστε όλες μαζί να συνθέσουν την εργασία αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών επί του αεροσκάφους, πρέπει να εντοπιστούν οι κρίσιμες εργασίες της ανωτέρω διαδικασίας και να δημιουργηθεί ο πίνακας πιθανών λαθών που μπορούν να γίνουν σε κάθε μία από αυτές τις κρίσιμες εργασίες.

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω στο έργο αυτό θα γίνει εστίαση σε εργασίες όπου έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παραλειφθούν ή να μην δοθεί η απαραίτητη προσοχή από τον εκάστοτε τεχνικό λόγο της φύσεως αυτών. Οι εργασίες αυτές ως επί το πλείστον είναι εργασίες που αναφέρονται σε βασικές λεπτομέρειες της διαδικασίας. Η επιλογή αυτή γίνεται με βάση την εμπειρία του αναλυτή (εκτελεστής εργασιών) πάνω σε αυτήν την εργασία και συλλέγοντας πληροφορίες από τις τεχνικές οδηγίες του Αεροσκάφους, όπου είναι κυρίως τονισμένα βήματα της διαδικασίας σε επίπεδο Warning, Caution και Note. Η επισήμανση αυτών των βημάτων από τον κατασκευαστή στις τεχνικές οδηγίες δείχνει ότι υπάρχει αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος ανάλογης βαρύτητας με την επισήμανση κατά την εκτέλεση αυτών. Όσο αφορά τις υπόλοιπες εργασίες τονίζεται ότι αποτελούνται κατά κύριο λόγο από «άμεσες» εργασίες ως προς το έργο και αυτό τους προσδίδει την απαραίτητη βαρύτητα ώστε να θεωρηθεί ότι η πιθανότητα παράλειψης ή σφάλματος να είναι πολύ μικρότερη. Με βάση τα παραπάνω οι εργασίες που μπορούν να κριθούν ως κρίσιμες εργασίες με βάση την παρούσα αναφορά είναι η εργασίες 3.1.1, 3.1.2, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.10, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.8, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.5, 4.1.6, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.5, 4.2.6. Στον Πίνακα 2 που παρουσιάζεται στο επόμενο βήμα της μεθόδου HTA αναγράφονται συνολικά αλλά και αναλυτικά οι κρίσιμες εργασίες και υπό-εργασίες της διαδικασίας. Επισημαίνεται σε αυτό το σημείο ότι κάθε εργασία που διαθέτει έστω μια υπό-εργασία που έχει καθοριστεί ως κρίσιμη αποτελεί και αυτή κρίσιμη εργασία όπως είναι λογικό.

5.2.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΑΘΩΝ

Στο επόμενο βήμα της μεθόδου για την ανάλυση επικινδυνότητας, κατασκευάζουμε τον πίνακα όλων των πιθανών λαθών ή παραλείψεων που μπορεί να γίνουν κατά την εκτέλεση των κρίσιμων εργασιών, που εντοπίστηκαν σε προηγούμενο βήμα της μεθόδου. Ο παρακάτω πίνακας αποτελείται από την αναλυτική περιγραφή των κρίσιμων εργασιών, τα πιθανά λάθη που μπορούν να εμφανιστούν, όπου στην πλειονοψηφία τους είναι παραλείψεις των οδηγιών των Check List ή γενική απροσεξία. Επιπλέον αναφέρεται στο αν έχει βασικό ρόλο η εκπαίδευση του τεχνικού αλλά και η εμπειρία του στην εμφάνιση του εκάστοτε σφάλματος αλλά και αν η διαδικασία προβλέπεται και αναφέρεται στα Check List. Στην συνέχεια, αναφέρεται αν και σε ποιο στάδιο του έργου μπορεί να γίνει αντιληπτό το εκάστοτε σφάλμα μέσω οργάνων μέτρησης. Επιπρόσθετα παρουσιάζεται η βαρύτητα συμμετοχής του φόρτου εργασίας στην εμφάνιση του σφάλματος καθώς επίσης και επιδιορθωτικές ενέργειες που μπορούν να παρθούν για την αποφυγή του ατυχήματος όπου αυτό είναι εφικτό. Τέλος, αναφέρονται οι πιθανές επικίνδυνες συνέπειες που μπορούν να εμφανιστούν λόγω της παρουσίας του εκάστοτε σφάλματος.

ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΙΘΑΝΟ ΛΑΘΟΣ	ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΑΘΟΥΣ ΑΠΟ ΟΡΓΑΝΟ	ΠΙΘΑΝΗ ΑΙΤΙΑ ΛΑΘΟΥΣ	ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗ ΛΑΘΟΥΣ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ
3.1.1 Το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους πρέπει να είναι στη θέση OPEN	Να μην είναι στη θέση OPEN	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
3.1.2 Η πίεση στην εμπρόσθια σύμμορφη δεξαμενή πρέπει να είναι μεταξύ 4,7 – 6,4 psig. Καύσιμο μπορεί να εκχυθεί από την έξοδο εξαερισμού καυσίμου	Η πίεση που θα μετρηθεί να είναι εκτός ορίων	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	Λάθος διακρίβωση οργάνου	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού
3.1.5 Τμήματα των δεξαμενών να μην ανυψώνονται όταν οι ριπές αέρα ξεπερνούν τους τριάντα (30) κόμβους ή η εργασία βρίσκεται εντός της ζώνης καυσασερίων άλλου αεροσκάφους	Ανύψωση με ριπές ανέμου άνω των τριάντα (30) κόμβων	-	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Εσφαλμένη πληροφόρηση από τη Διοίκηση Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
3.1.6 Η μπάρα ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται σε σωστή θέση και να χρησιμοποιείται το σωστό καλώδιο ανύψωσης	Λανθασμένη θέση και χρήση. Λάθος παρτίδα υλικού	Μεγάλη εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους

3.1.10 Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση	Βεβαιασμένος έλεγχος	Μέτρια Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
3.2.1 Το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους πρέπει να είναι στη θέση OPEN	Να μην είναι στη θέση OPEN	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
3.2.2 Η πίεση στην εμπρόσθια σύμμορφη δεξαμενή πρέπει να είναι μεταξύ 4,7 – 6,4 psig.	Η πίεση που θα μετρηθεί να είναι εκτός ορίων	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	Λάθος διακρίβωση οργάνου	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού
3.2.3 Τμήματα των δεξαμενών να μην ανυψώνονται όταν οι ριπές αέρα ξεπερνούν τους τριάντα (30) κόμβους ή η εργασία βρίσκεται εντός της ζώνης καυσαερίων άλλου αεροσκάφους	Ανύψωση με ριπές ανέμου άνω των τριάντα (30) κόμβων	-	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Εσφαλμένη πληροφόρηση από τη Διοίκηση Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
3.2.4 Η μπάρα ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται σε σωστή θέση και να χρησιμοποιείται το σωστό καλώδιο ανύψωσης	Λανθασμένη θέση και χρήση. Λάθος παρτίδα υλικού	Μεγάλη εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
3.2.8 Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση	Βεβαιασμένος έλεγχος	Μέτρια Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.1.1 Το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους πρέπει να είναι στη θέση OPEN	Να μην είναι στη θέση OPEN	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους

4.1.2 Τμήματα των δεξαμενών να μην ανυψώνονται όταν οι ριπές αέρα ξεπερνούν τους τριάντα (30) κόμβους ή η εργασία βρίσκεται εντός της ζώνης καυσαερίων άλλου αεροσκάφους	Ανύψωση με ριπές ανέμου άνω των τριάντα (30) κόμβων	-	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Εσφαλμένη πληροφόρηση από τη Διοίκηση Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.1.3. Η μπάρα ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται σε σωστή θέση και να χρησιμοποιείται το σωστό καλώδιο ανύψωσης	Λανθασμένη θέση και χρήση. Λάθος παρτίδα υλικού	Μεγάλη εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.1.5. Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση	Βεβιασμένος έλεγχος	Μέτρια Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.1.6. Η δεξαμενή πρέπει καθόλη τη διάρκεια της ανύψωσης και μέχρι τη σύνδεση της τοποθέτησης να βρίσκεται πλήρως συνδεδεμένη με το καλώδιο ανύψωσης επί της μπάρας ανύψωσης	Αποσύνδεση της δεξαμενής από τη μπάρα ανύψωσης	-	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.2.1. Το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους πρέπει να είναι στη θέση OPEN	Να μην είναι στη θέση OPEN	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους

4.2.2. Τμήματα των δεξαμενών να μην ανυψώνονται όταν οι ριπές αέρα ξεπερνούν τους τριάντα (30) κόμβους ή η εργασία βρίσκεται εντός της ζώνης καυσαερίων άλλου αεροσκάφους	Ανύψωση με ριπές ανέμου άνω των τριάντα (30) κόμβων	-	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Εσφαλμένη πληροφόριση από τη Διοίκηση Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.2.3. Η μπάρα ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται σε σωστή θέση και να χρησιμοποιείται το σωστό καλώδιο ανύψωσης	Λανθασμένη θέση και χρήση. Λάθος παρτίδα υλικού	Μεγάλη εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.2.5. Έλεγχος ορθής διαμόρφωσης των τμημάτων τοποθέτησης της δεξαμενής επί του αεροσκάφους για καλή κατάσταση	Βεβιασμένος έλεγχος	Μέτρια Εμπειρία	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
4.2.6. Η δεξαμενή πρέπει καθόλη τη διάρκεια της ανύψωσης και μέχρι τη σύνδεση της τοποθέτησης να βρίσκεται πλήρως συνδεμένη με το καλώδιο ανύψωσης επί της μπάρας ανύψωσης	Αποσύνδεση της δεξαμενής από τη μπάρα ανύψωσης	-	Αναφέρεται Αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον επιθεωρητή εργασιών ή άλλο τεχνικό	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους

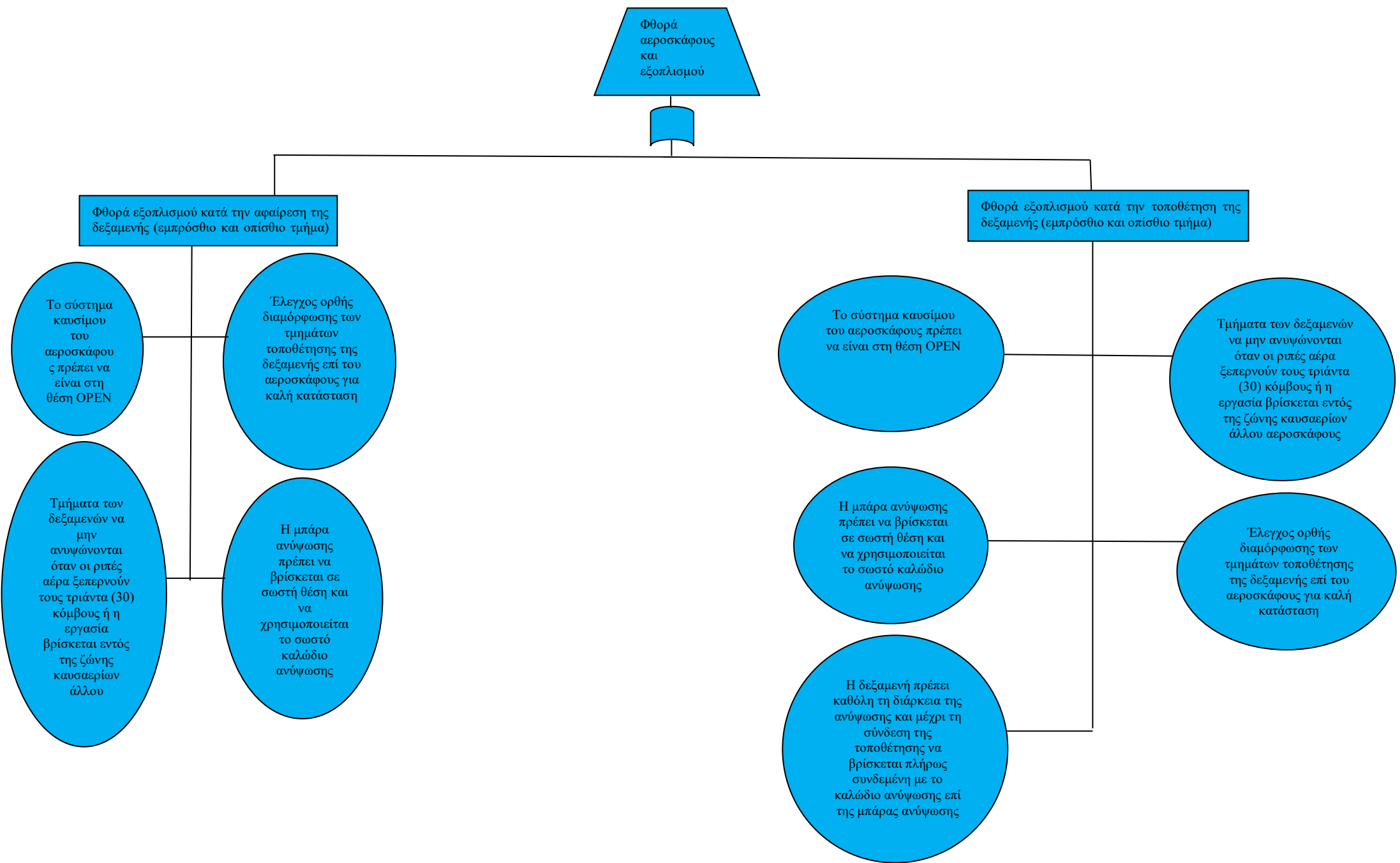
Πίνακας 2 - Ανάλυση ανθρώπινων παραλείψεων διαδικασίας αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών επί μαχητικού αεροσκάφους

5.2.4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ FAULT TREE ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

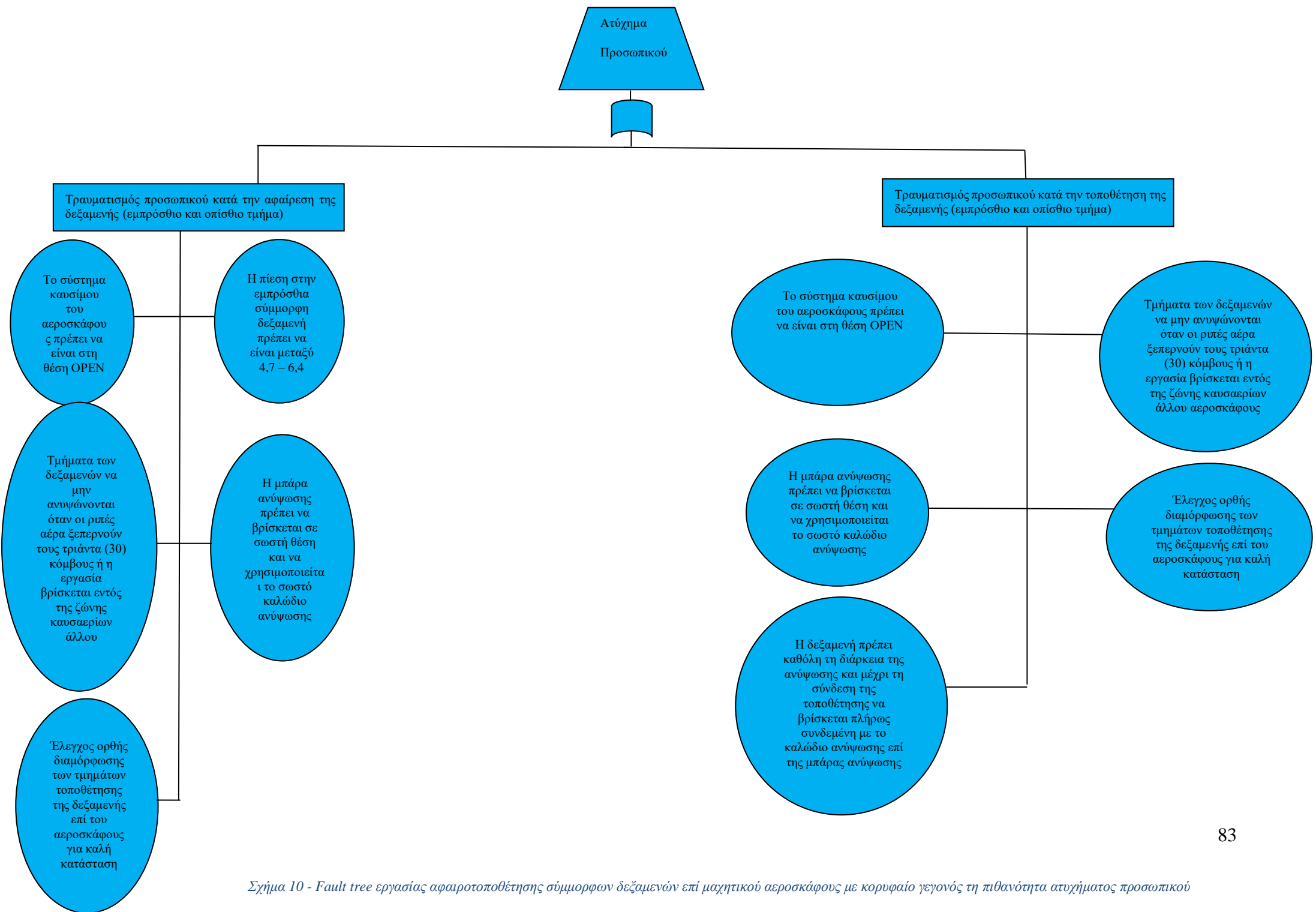
Έχοντας περιγράψει σε προηγούμενη ενότητα την τεχνική Δέντρων Αστοχιών – Fault Tree, θα την χρησιμοποιήσουμε για να κατασκευάσουμε τα αντίστοιχα Fault Tree για την περίπτωση αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών επί μαχητικού αεροσκάφους. Η κατασκευή των Fault Tree θα γίνει με τη βοήθεια του Πίνακα 2, ο οποίος προέκυψε από την ανάλυση ανθρώπινων λαθών και παραλείψεων για την διαδικασία που μελετάμε και στον οποίο περιλαμβάνονται συνοπτικά τα σημαντικότερα λάθη και παραλείψεις καθώς και τα πιθανά ατυχήματα στα οποία μπορεί να οδηγήσουν.

Μελετώντας τον Πίνακα 2, διαπιστώνουμε ότι τα ανθρώπινα λάθη που εντοπιστήκαν μπορεί να οδηγήσουν σε δύο (2) ειδών επικίνδυνες καταστάσεις. Αυτές μπορεί να είναι φθορά αεροσκάφους και εξοπλισμού και τραυματισμός προσωπικού τεχνικού. Το γεγονός ότι έχουμε δύο (2) επικίνδυνες καταστάσεις, μας οδηγεί στο να κατασκευάσουμε δύο (2) διαφορετικά fault tree, το καθένα από τα οποία θα έχει σαν κορυφαίο γεγονός μία από τις δύο (2) αυτές επικίνδυνες καταστάσεις. Ακόμη παρατηρούμε πως οι κρίσιμες εργασίες επαναλαμβάνονται σε κάθε αφαίρεση και τοποθέτηση. Αυτό είναι λογικό καθώς η διαδικασία επαναλαμβάνεται τέσσερις φορές με αποτέλεσμα να συμπίπτουν όμοιες κρίσιμες εργασίες. Για τις κοινές ενέργειες αυτές θα γίνει προσθήκη μόνο μία φορά σε κάθε Fault Tree.

Με τη χρήση των συμβολισμών της θεωρίας γίνεται η κατασκευή των ακόλουθων δύο (2) fault tree συνδέοντας κατάλληλα μεταξύ τους τα βασικά γεγονότα τα οποία θα μας οδηγήσουν τελικά στο κορυφαίο γεγονός. Τα δύο (2) fault tree απεικονίζονται στις επόμενες σελίδες



Σχήμα 9 – Fault tree εργασίας αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών επί μαχητικού αεροσκάφους με κορυφαίο γεγονός τη φθορά αεροσκάφους και εξοπλισμού



Σχήμα 10 - Fault tree εργασίας αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών επί μαχητικού αεροσκάφους με κορυφαίο γεγονός τη πιθανότητα ατυχήματος προσωπικού

5.2.5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ BOW TIE ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΑΙΡΟΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΠΙ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

Έχοντας αναλύσει σε προηγούμενη ενότητα την μέθοδο BT, στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα κινδύνων της διαδικασίας αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών επί μαχητικού αεροσκάφους. Όπως έχει διαπιστωθεί και από την εφαρμογή της μεθόδου HTA, για την συγκεκριμένη περίπτωση είναι υπαρκτοί δύο κίνδυνοι, αυτοί είναι λάθη κατά την αφαίρεση του εμπρόσθιου και οπίσθιου τμήματος της δεξαμενής και αντίστοιχα κατά την τοποθέτηση αυτών. Για κάθε μία από αυτές τις περιπτώσεις παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα οι αιτίες που μπορούν να οδηγήσουν στις ανεπιθύμητες καταστάσεις, οι πιθανές συνέπειες και οι φραγμοί που μπορούν να τεθούν ώστε να εμποδίσουν την εμφάνιση των ανεπιθύμητων γεγονότων ή να περιορίσουν τις ανεπιθύμητες επιπτώσεις. Για κάθε ένα από αυτά τα διαγράμματα τα γεγονότα που βρίσκονται αριστερά από το κεντρικό γεγονός απεικονίζουν τις αιτίες και τα μέτρα πρόληψης του κινδύνου ενώ αυτά που βρίσκονται δεξιά αποτελούν τις συνέπειες.

Όταν απαιτείται αφαιροτοποθέτηση σύμμορφων δεξαμενών επί μαχητικού αεροσκάφους λόγω απαιτήσεων συντήρησης, στην περίπτωση όπου επικίνδυνο γεγονός είναι λάθη κατά την αφαίρεση της δεξαμενής, μπορεί να συμβεί εργατικό ατύχημα ως ακολούθως:

1. Εάν το σύστημα καυσίμου δεν είναι σε θέση OPEN τότε όλες οι λειτουργίες από ελέγχους συμπίεσης μέχρι και αποστραγγίσεις από το σύστημα εξαερισμού δεν θα μπορέσουν να γίνουν, με αποτέλεσμα σε κάποια αφαίρεση παρελκομένου να επέλθει εώς και θάνατος προσωπικού.
2. Η σωστή πίεση εξασφαλίζει πως το σύστημα δεν έχει υπερπληρωθεί. Κατά την αποσυμπίεση μπορεί να εκχυθεί με ένταση καύσιμο, ρευστό άκρως τοξικό.
3. Κατά την εργασία γίνεται η χρήση του γερανού και η δεξαμενή βρίσκεται στη μπάρα ανύψωσης. Ριπές ανέμου άνω των τριάντα (30) μπορούν να προκαλέσουν ανεξέλεγκτη μετακίνηση του καλωδίου ανύψωσης ή αποσύνδεση της δεξαμενής εν μέσω ανύψωσης
4. Η διαδικασία ανύψωσης ελέγχεται από την επικεφαλή/επιθεωρητή εργασίας. Η δεξαμενή κατά την ανύψωση βρίσκεται πολύ κοντά στο αεροσκάφος με αποτέλεσμα να χρειάζεται λεπτός χειρισμός. Εάν χρησιμοποιηθεί λάθος παρτίδα καλωδίου τότε μπορεί να έχει και διαφορετική συμπεριφορά η μπάρα σε σχέση με το γεράνο ακόμη και αποσύνδεση αυτής.
5. Τα τμήματα τοποθέτησης της δεξαμενής τα οποία βρίσκονται επί του αεροσκάφους πρέπει να έχουν άριστη κατάσταση. Είτε πρόκειται για κολιέ ασφαλείας είτε για ελαστικά προστατευτικά επί αυτών. Μία συμπίεση του αεροσκάφους μπορεί από ελλαττωματικά τμήματα να προκαλέσει βίαιη έκχυση καυσίμου με μεγάλη πιθανότητα τραυματισμού προσωπικού και υλικών.

Στην περίπτωση που επικίνδυνο γεγονός είναι λάθη κατά την αφαίρεση της δεξαμενής, εργατικά ατυχήματα μπορούν να προκύψουν ως εξής:

1. Εάν το σύστημα καυσίμου δεν είναι σε θέση OPEN τότε όλες οι λειτουργίες από ελέγχους συμπίεσης μέχρι και αποστραγγίσεις από το σύστημα εξαερισμού δεν θα μπορέσουν να γίνουν, με αποτέλεσμα σε κάποια τοποθέτηση παρελκομένου να επέλθει έως και θάνατος προσωπικού.

2. Κατά την εργασία γίνεται η χρήση του γερανού και η δεξαμενή βρίσκεται στη μπάρα ανύψωσης. Ριπές ανέμου άνω των τριάντα (30) μπορούν να προκαλέσουν ανεξέλεγκτη μετακίνηση του καλωδίου ανύψωσης ή αποσύνδεση της δεξαμενής εν μέσω ανύψωσης

3. Η διαδικασία ανύψωσης ελέγχεται από την επικεφαλής/επιθεωρητή εργασίας. Η δεξαμενή κατά την ανύψωση βρίσκεται πολύ κοντά στο αεροσκάφος με αποτέλεσμα να χρειάζεται λεπτός χειρισμός. Εάν χρησιμοποιηθεί λάθος παρτίδα καλωδίου τότε μπορεί να έχει και διαφορετική συμπεριφορά η μπάρα σε σχέση με το γεράνο ακόμη και αποσύνδεση αυτής.

4. Τα τμήματα τοποθέτησης της δεξαμενής τα οποία βρίσκονται επί του αεροσκάφους πρέπει να έχουν άριστη κατάσταση. Είτε πρόκειται για κολιέ ασφαλείας είτε για ελαστικά προστατευτικά επί αυτών. Μία συμπίεση του αεροσκάφους μπορεί από ελλαττωματικά τμήματα να προκαλέσει βίαιη έκχυση καυσίμου με μεγάλη πιθανότητα τραυματισμού προσωπικού και υλικών

5. Κατά τη τοποθέτηση απαιτείται λεπτότερος χειρισμός του γερανού αλλά και ιδιαίτερη προσοχή κατά την άφεση της δεξαμενής επί του αεροσκάφους. Μία απότομη κίνηση μπορεί να τραυματίσει το αεροσκάφος, όπως ένα τμήμα τοποθέτησης ή να τραυματίσει ιδιαίτερα σοβαρά το προσωπικό.

Τα προληπτικά μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν ώστε να μην εμφανιστούν οι απειλές που οδηγούν στους κινδύνους το αεροσκάφος και η δεξαμενή να μην είναι ασφαλές για συντήρηση είναι τα ακόλουθα:

1. Τήρηση και εφαρμογή των γραπτών οδηγιών των εκάστοτε διαδικασιών χωρίς παρεκκλίσεις όπως αυτές περιγράφονται στα εγχειρίδια του κατασκευαστή.

2. Το γραφείο ελέγχου συντήρησης θα πρέπει να ενημερώνει πάντα τον επιθεωρητή του έργου για την γενική κατάσταση του αεροσκάφους και τα υλικά που έχουν αφαιρεθεί από το αεροσκάφος.

3. Σε κάθε περίπτωση που υπάρχουν ελλείποντα υλικά και εξαρτήματα το γραφείο επιθεώρησης θα πρέπει να ενημερώνει τον επιθεωρητή της εργασίας και το γραφείο ελέγχου συντήρησης αν η μετατόπιση του κέντρου βάρους επηρεάζει την περάτωση της εργασίας. Θα πρέπει να αναφέρεται αν το κέντρο βάρους του αεροσκάφους την δεδομένη χρονική στιγμή είναι εντός ή εκτός των επιτρεπόμενων ορίων για εκτέλεση της εργασίας.

4. Εφαρμογή κατάλληλου προγράμματος εκπαίδευσης ώστε οι τεχνικοί να είναι πλήρως εξοικειωμένοι με το συγκεκριμένο έργο – εξάσκηση με έμπειρη ομάδα τεχνικών πριν την ανάληψη αντίστοιχων καθηκόντων.

5. Εφαρμογή κατάλληλου προγράμματος συντήρησης γνώσεων τεχνικών ώστε να υπάρχει συνεχής επαγρύπνηση του προσωπικού. Πιο συγκεκριμένα, το προσωπικό επαναξιολογείται σε ετήσια βάση επί των καθηκόντων του, πραγματοποιούνται εβδομαδιαίες και μηνιαίες διαλέξεις για θέματα συντήρησης και συζήτηση με έμπειρο επιθεωρητή για κρίσιμα θέματα όποτε κρίνεται αναγκαίο.

6. Σε περιόδους αυξημένου φόρτου εργασίας τεταμένη προσοχή διοίκησης προς αποφυγήν παραλήψεων και εκδήλωσης ανεπιθύμητων καταστάσεων. Τα αρμόδια όργανα και οι προϊστάμενοι των επιστασιών έχουν καθήκον να ελέγχουν την ψυχοσωματική κατάσταση των υφισταμένων τους και να εφαρμόζουν το πρόγραμμα επιχειρησιακής διαχείρισης του κινδύνου σε όλες τις εργασίες. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα το οποίο στηρίζεται στις αρχές του RISK MANAGEMENT και στοχεύει στη μείωση των ατυχημάτων βοηθώντας τους Διοικητές να λάβουν αποφάσεις έχοντας στη διάθεσή τους τις κατάλληλες πληροφορίες. Λαμβάνει υπόψη τον ανθρώπινο παράγοντα, τα μέσα και το περιβάλλον λειτουργίας τους σε όλες τα στάδια μιας δραστηριότητας και αντισταθμίζει το αναμενόμενο κόστος σε σχέση με το αναμενόμενο όφελος.

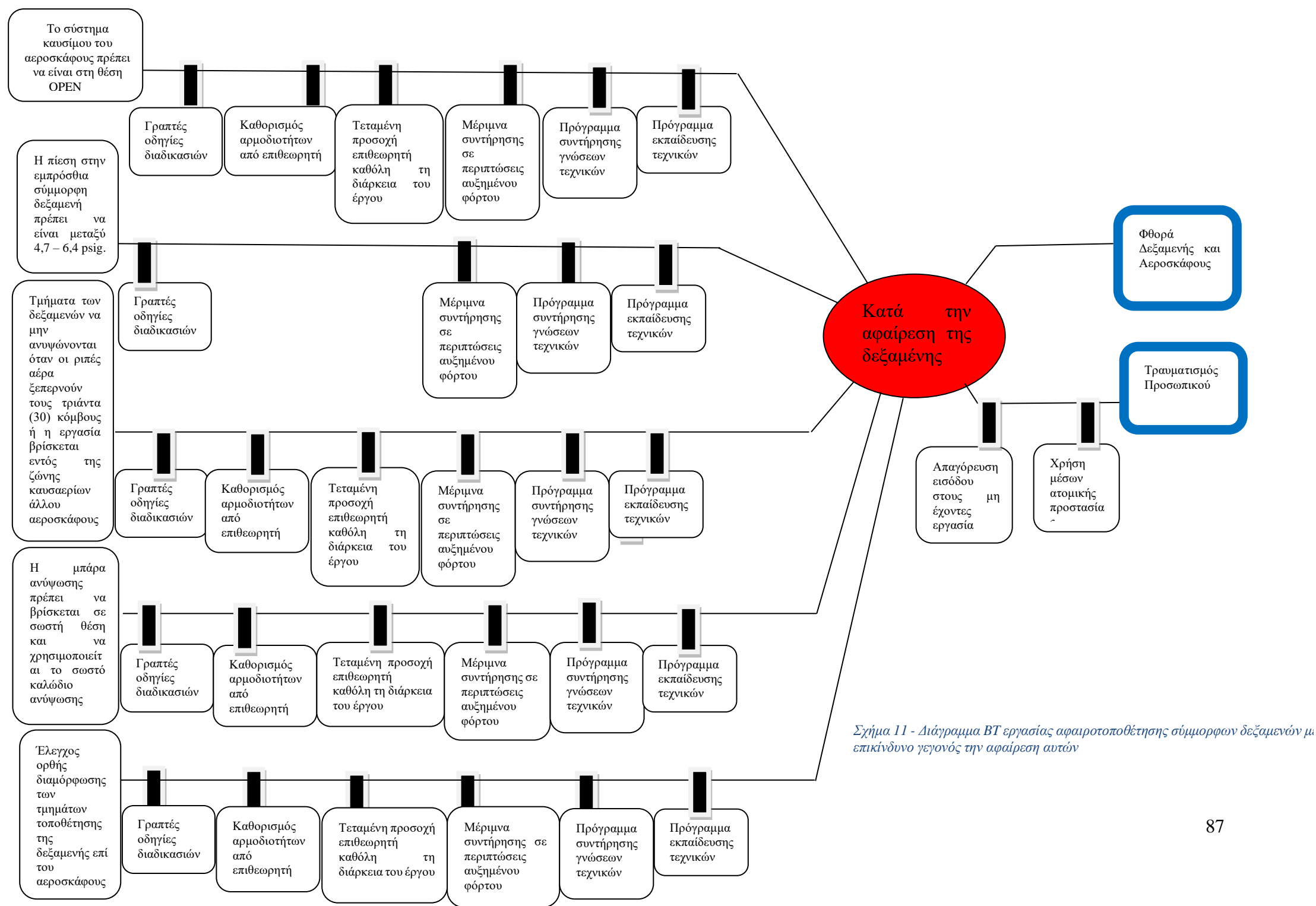
7. Ο εκάστοτε επιθεωρητής της εργασίας, ο οποίος ορίζεται και ως επικεφαλής, πρέπει να εκτελεί έλεγχο πριν την έναρξη της εργασίας όλων των παρελκομένων και των επίγειων μέσων, όπως ο γερανός και η κλίνη μεταφοράς

8. Ενημέρωση ομάδας από τον επιθεωρητή αυτής για τις αρμοδιότητες των τεχνικών και την σημασία εκτέλεσης συντονισμένων κινήσεων ώστε και οι τέσσερις τεχνικοί να λειτουργούν ταυτόχρονα ,χωρίς άγχος και με έλεγχο κινήσεων

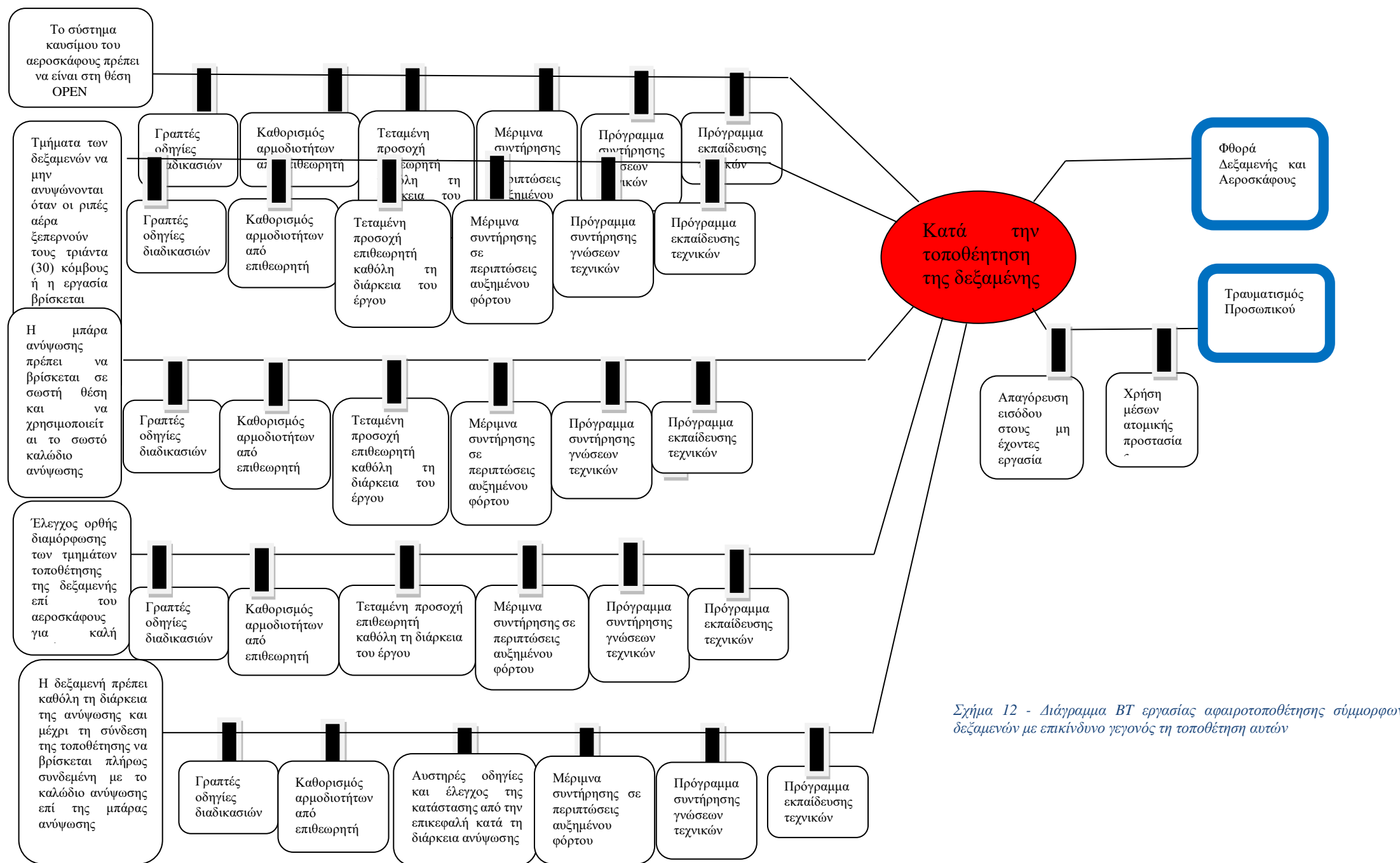
9. Τεταμένη προσοχή επιθεωρητή στις εργασίες των κατώτερων τεχνικών

10. Αυστηρές οδηγίες και έλεγχος της κατάστασης από την επικεφαλής κατά τη διάρκεια ανύψωσης και καταβίβασης της δεξαμενής

Οι ανεπιθύμητες επιπτώσεις των επικίνδυνων γεγονότων για το συγκεκριμένο έργο είναι δύο: (α) φθορά αεροσκάφους και εξοπλισμού και (β) τραυματισμός προσωπικού. Προστατευτικά μέτρα υπάρχουν μόνο για την περίπτωση τραυματισμού προσωπικού. Σε αυτή την περίπτωση τα μέτρα προστασίας είναι πρώτον η απαγόρευση της εισόδου στους μη έχοντες εργασία κατά την εκτέλεση του συγκεκριμένου έργου και δεύτερον η χρήση των μέσων ατομικής προστασίας. Για την περίπτωση που επέλθει φθορά του αεροσκάφους δεν υπάρχουν μέτρα περιορισμού των επιπτώσεων διότι πρόκειται για ακαριαία εκδήλωση γεγονότων.



Σχήμα 11 - Διάγραμμα ΒΤ εργασίας αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών με επικίνδυνο γεγονός την αφαίρεση αυτών



Σχήμα 12 - Διάγραμμα ΒΤ εργασίας αφαιροτοποθέτησης σύμμορφων δεξαμενών με επικίνδυνο γεγονός τη τοποθέτησή τους

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μελέτη επικινδυνότητας δύο (2) εργασιών Α΄ Βαθμού Πολεμικής Μοίρας επί του μαχητικού αεροσκάφους F-16 Blk 52+. Αρχικά και για τις δύο περιπτώσεις παρουσιάστηκαν συνοπτικά τα βήματα για κάθε εργασία. Έπειτα, με τη χρήση της μεθόδου Ιεραρχικής ανάλυσης εντοπίστηκαν οι κρίσιμες εργασίες, στις οποίες εγκυμονούν κίνδυνοι σχετικοί με την ασφάλεια του προσωπικού και των μέσων. Μέσω μιας πινακοποιημένης μορφής συγκεντρώθηκαν και παρουσιάστηκαν οι κρίσιμες εργασίες σε συνδυασμό με τις παραλήψεις και τα λάθη τα οποία είναι δυνατόν να συμβούν κατά την εκτέλεση αυτών των εργασιών. Επιπλέον στον πίνακα παρουσιάζονται οι πιθανές αιτίες εμφάνισης αυτών των λαθών ή των παραλήψεων καθώς και οι επιπτώσεις που είναι δυνατόν να επιφέρει το κάθε σφάλμα. Στη συνέχεια, μέσω της χρήσης της τεχνικής των δέντρων αστοχιών πραγματοποιήθηκε διαγραμματική απεικόνιση των λαθών που εντοπίστηκαν στο προηγούμενο βήμα, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο τα λάθη αυτά μπορούν να οδηγήσουν σε ατυχήματα. Τέλος, με την χρήση της μεθόδου BT εντοπίστηκε το σύνολο των κινδύνων οι οποίοι είναι δυνατόν να συμβούν σε κάθε μία από τις δύο αυτές εργασίες. Μέσω της χρήσης της τεχνικής BT εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν τόσο οι τρόποι πρόληψης των απειλών, οι οποίες οδηγούν σε αυτούς τους κινδύνους, όπως και τα μέτρα αντιμετώπισης της ανεπιθύμητης κατάστασης μετά την εκδήλωση του κινδύνου ώστε να μετριαστούν τα αποτελέσματα των επιπτώσεων.

Η εξέταση των τριών εργασιών κατέδειξε ότι τα βασικά σφάλματα που πιθανόν να εμφανιστούν κατά την διάρκεια εκτέλεσης αυτών μπορούν να επιφέρουν δύο διαφορετικές δυσμενής καταστάσεις, οι οποίες είναι «Φθορά αεροσκάφους/εξοπλισμού», «Τραυματισμός Προσωπικού». Από την ανάλυση των λαθών τα οποία είναι δυνατόν να συμβούν κατά την εκτέλεση των εργασιών, διαπιστώνεται ότι αυτά οφείλονται σε έναν συνδυασμό παραμέτρων. Η πιο σημαντική παράμετρος πρόληψης των απειλών όλων των κινδύνων είναι η τήρηση των γραπτών οδηγιών. Ωστόσο, όσον αφορά τις τεχνικές οδηγίες σημειώνεται ότι και οι δύο εργασίες περιγράφονται αναλυτικά στην τεχνική βιβλιογραφία του αεροσκάφους με λεπτομερή παρουσίαση των διαδικασιών.

Άλλη σημαντική παράμετρος είναι η εκπαίδευση του προσωπικού ώστε να αποφεύγονται καταστάσεις μη ορθής εκτέλεσης των τεχνικών οδηγιών. Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση και ανάπτυξη κατάλληλου προγράμματος εκπαίδευσης στην ΠΑ με στόχο το υψηλό επίπεδο κατάρτισης και την πρόληψη των ατυχημάτων και αξίζει να αναφερθεί ότι το πρόγραμμα που εφαρμόζεται είναι επαρκές. Παρόλα αυτά η έλλειψη εμπειρίας μπορεί να συμβάλει στην εμφάνιση σφάλματος. Είναι γεγονός ότι στην εποχή της κρίσης έχουν υπάρξει πολλές περικοπές σε έμψυχο και άψυχο υλικό, με αποτέλεσμα τη μείωση του επιπέδου της εμπειρίας καθώς όλο και νεότεροι τεχνικοί καλούνται να αναλάβουν περισσότερα καθήκοντα. Συνεπώς, η επάρκεια εκπαίδευσης κρίνεται επιτακτική όσο ποτέ άλλοτε.

Άλλο ένα μέτρο πρόληψης των απειλών, το οποίο συμβάλει καθοριστικά στην μείωση των σφαλμάτων είναι η εφαρμογή προγράμματος συντήρησης των γνώσεων των τεχνικών. Οι γνώσεις των τεχνικών συντηρούνται μέσω ετήσιας επαναξιολόγησης, αλλά και μέσω διαλέξεων που πραγματοποιούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα για διάφορα τεχνικά ζητήματα κάθε φορά. Συνεπώς, η διοίκηση της τεχνικής υποστήριξης οφείλει να διεξάγει εκείνα τα θέματα διαλέξεων ανάλογα με τις υφιστάμενες απαιτήσεις και προκλήσεις, αλλά και την επισήμανση ζητημάτων ασφάλειας ανά ειδικότητα τεχνικών. Επιπλέον, είναι δυνατόν σε εβδομαδιαία βάση να διεξάγονται διαλέξεις ανά

ειδικότητα από έμπειρο επιθεωρητή εργασιών για τα θέματα που απασχόλησαν τους τεχνικούς το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε. Αν και αυτό είναι ένα μέτρο που εφαρμόζεται στους κόλπους της ΠΑ, θα πρέπει οι τεχνικοί να ενθαρρύνονται να αναφέρουν τα ζητήματα που τους απασχολούν.

Μη πιστή εφαρμογή των ανωτέρω μέτρων σε συνδυασμό με τον φόρτο εργασίας είναι δυνατόν να έχει δυσμενής συνέπεια για την ασφάλεια εργασίας. Αυτό σημαίνει ότι πέραν των προληπτικών μέτρων που σχετίζονται με την τήρηση των τεχνικών οδηγιών, την εκπαίδευση και την συντήρηση των γνώσεων των τεχνικών, απαιτείται η λήψη επιπρόσθετων μέτρων για προστασία από περιφερειακούς παράγοντες. Είναι σημαντικό λοιπόν να μην παραλείπεται η εφαρμογή του προγράμματος «Risk Management» ώστε να αποτρέπονται τυχόν ανεπιθύμητες καταστάσεις.

Πέραν των ανωτέρω, είναι σημαντική η τήρηση του μέτρου δείκτη δυσφορίας εξαιτίας των περιβαλλοντικών συνθηκών. Όταν οι συνθήκες δεν είναι κατάλληλες για εργασία ή αυξάνουν τον κίνδυνο εκτέλεσης σφάλματος από το προσωπικό (όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις ύπαρξης πολύ υψηλής θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την ύπαρξη υγρασίας) πρέπει να λαμβάνονται τα ανάλογα μέτρα από την διοίκηση.

Ανάλογα με την εκάστοτε απειλή είναι δυνατόν να αναφέρονται επιπλέον μέτρα πρόληψης, ωστόσο βρέθηκε ότι τα προληπτικά μέτρα που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι αυτά που επικρατούν στην εκτέλεση σχεδόν όλων των κρίσιμων εργασιών. Αν και πραγματοποιήθηκε εξέταση συγκεκριμένων εργασιών στην παρούσα μελέτη, οι ανωτέρω παράγοντες ισχύουν για το σύνολο των εκτελούμενων εργασιών σε μία Πολεμική Μοίρα άλλα και γενικότερα σε οποιαδήποτε εργασία συντήρησης.

Είναι βασικό να τονιστεί το γεγονός ότι μετά την εκδήλωση του κινδύνου δεν είναι εφικτή η λήψη προστατευτικών μέτρων για όλες τις περιπτώσεις, διότι σε ορισμένες εξ αυτών τα αποτελέσματα είναι μη αναστρέψιμα. Υπάρχουν όμως και αρκετές περιπτώσεις που η παράλειψη ή το σφάλμα που συνέβη κατά την εκτέλεση της εργασίας είναι δυνατόν να γίνει αντιληπτό μετά το πέρας της εργασίας από το προσωπικό που θα εκτελέσει τους ελέγχους πριν την πτήση του αεροσκάφους ή κατά τις διαδικασίες εκκίνησης και «Final Check» του αεροσκάφους, το οποίο εκτελείται στην άκρη του διαδρόμου. Πέραν των τεχνικών που έχουν αναλάβει την επιθεώρηση του αεροσκάφους πριν την πτήση, ο χειριστής του αεροσκάφους πιθανόν να αντιληφθεί την ύπαρξη κάποιας προβληματικής κατάστασης μέσω μιας σειράς ενεργειών, ελέγχων και ρυθμίσεων που απαιτείται να εκτελέσει πριν την πτήση. Είτε θα αντιληφθεί την ύπαρξη προβλήματος μέσω της μη αναμενόμενης/ασυνήθιστης συμπεριφοράς του αεροσκάφους ή μέσω φωτεινών ενδείξεων και οργάνων ένδειξης.

Ωστόσο υπάρχουν λάθη τα οποία δεν είναι άμεσα ορατά από τους τεχνικούς ή αντιληπτά από τον χειριστή του αεροσκάφους. Σε αυτή την περίπτωση μετά από την εκδήλωση του κινδύνου είναι πολύ σημαντικό να γίνει άμεση ενεργοποίηση του συστήματος ώστε να αντιμετωπιστεί έγκαιρα το συμβάν. Σε αυτές τις περιπτώσεις όποτε κρίνεται απαραίτητο, μετά από ειδοποίηση από τον χειριστή του αεροσκάφους ενεργοποιείται το σύστημα ανάλυσης και ειδοποιούνται για άμεση προσέλευση στον τόπο του συμβάντος όλες οι σχετικές ομάδες άμεσης επέμβασης.

Επιπλέον παρατηρείται ότι στις τεχνικές οδηγίες υπάρχουν πολλά Warnings, Caution και Note τα οποία εφιστούν την προσοχή του τεχνικού προσωπικού σε ορισμένα κρίσιμα σημεία τα οποία έχουν παρατηρηθεί να έχουν αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης σφάλματος, ώστε να προληφθεί το πιθανό ατύχημα. Πέραν των προειδοποιήσεων που υπάρχουν στην τεχνική βιβλιογραφία για ορισμένες σοβαρές καταστάσεις έχουν δημιουργηθεί από την υπηρεσία μνημόνια ενεργειών αντιμετώπισης έκτακτων καταστάσεων όπως στην περίπτωση διαρροής υδραζίνης και στην περίπτωση

υπερθέρμανσης ελαστικού όπου δίνονται σαφείς οδηγίες αντιμετώπισης αυτών των συμβάντων.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω συμπεράσματα, διαπιστώνουμε ότι για την αποφυγή των ανθρωπίνων λαθών πρέπει να παρθούν μέτρα στοχεύοντας στην μείωση του φόρτου εργασίας και την επαγρύπνηση του προσωπικού κατά την διάρκεια της εργασίας αυτής. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με σωστό προγραμματισμό εργασιών, επάρκεια τεχνικού προσωπικού για την κάλυψη των αναγκών των εργασιών της Μοίρας, ώστε να έχουμε συνδυασμένη μείωση φόρτου εργασίας και μεγαλύτερη συγκέντρωση κατά την διάρκεια της εργασίας λόγω μείωσης της κόπωσης και της πίεσης χρόνου προς το προσωπικό για την ολοκλήρωση όλων των εργασιακών αναγκών. Επιπλέον η ενημέρωση του προσωπικού για σφάλματα και ατυχήματα του παρελθόντος αυξάνουν την προσοχή κατά την διάρκεια του έργου και μειώνουν τις αρνητικές συνέπειες της ρουτίνας στην εργασία. Τέλος, το προσωπικό πρέπει να ενημερώνεται και να εκπαιδεύεται στις διαδικασίες ασφαλούς εκτέλεσης εργασιών με ταυτόχρονη ενημέρωση πιθανών λαθών και συνεπειών που μπορούν να εμφανιστούν και πως αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν, όπως παρουσιάστηκε κατά την ανάλυση της παρούσας εργασίας. Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω είναι ένας βασικός τρόπος διατήρησης του προσωπικού σε άριστο βαθμό κατάρτισης και ταυτόχρονης μείωσης του δείκτη ατυχημάτων και ανθρωπίνων λαθών.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. http://www.arcmeletitiki.gr/images/uploads/pdf/arc_texn1.pdf
2. http://www.oke-energogiransi.gr/portal/index.php?option=com_k2&view=item&task=download&id=105_be9e9bfc6ff089708ee9fdd8554c4c9d&Itemid=798.
3. <http://www.haf.gr>
4. <http://dide.koz.sch.gr/tmsdr/wp-content/uploads/asfaleia-stin-ergasia.pdf>
5. http://www.sev.org.gr/Uploads/pdf/foreis_ypiresies.pdf
6. Αρβανιτογεώργος, Α. (2003). Πιθανοθεωρητική εκτίμηση επικινδυνότητας στη χημική βιομηχανία. Σώμα Επιθεωρητών Εργασίας – Κεντρική Υπηρεσία, Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων.
7. Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας (2003). Εγχειρίδιο Πολεμικής Αεροπορίας «ΕΠΑ Ε-2», Εγχειρίδιο Ασφάλειας Πτήσεων – Εδάφους.
8. Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας (2007). Πάγια Διαταγή «ΠαΔ 6-1», Τεχνική Υποστήριξη Α/Φ – ΕΠ – Επίγειου Εξοπλισμού.
9. Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας (2014). Κανονισμός Πολεμικής Αεροπορίας «ΚΠΑ Ε-1», Κανονισμός Ασφάλειας Πτήσεων – Εδάφους.
10. ΕΛΙΝΥΑΕ (2007). Θέματα υγείας και ασφάλειας της εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (αρθ. 2 Π.Δ.294/1988). Εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα
11. ΕΛΙΝΥΑΕ (2008). Θέματα υγείας και ασφάλειας της εργασίας για επιχειρήσεις γ' κατηγορίας (αρθ. 2 Π.Δ.294/1988). Εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα
12. Κοντογιάννης, Θ. (1997). Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος «Συστήματα Διοίκησης και Διαχείρισης της Ασφάλειας Εργασίας», Πολυτεχνείο Κρήτης.
13. Κοντογιάννης, Θ. (2016). Εργονομικές προσεγγίσεις στη διοίκηση και διαχείριση της ασφάλειας. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
14. Κουκουλάκη, Θ. (1999). Η τυποποίηση σε θέματα υγείας και ασφάλειας της εργασίας. Εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα
15. Alizadeh SS., Moshashaei P. (2015). The Bowtie method in safety management system: A literature review. Science Journal of Review 4(9) 133-138.
16. HSE (2008). Optimizing hazard management by workforce engagement and supervisor. Research report RR63, Health and Safety Executive, London.
17. Primrose, M.J., Bentley, P.D., van der Graaf, G.C. (1996). Thesis – Keeping the management system live and reaching the workforce. Shell international exploration and production B.V.
18. Technical orders F-16 Blk 52+. TO GR1F-16C-2-28JG-10-2, Fuel System Storage.
19. Technical orders F-16 Blk 52+. TO GR1F-16CJ-2-70JG-10-21, Engine Removal And Installation
20. Παληγιάννη Τριανταφυλλιά (2017). Ανάλυση Επικινδυνότητας με την Χρήση της Μεθόδου Bow Tie σε Εργασίες Α' Βαθμού Αεροσκάφους F-16 BLK 52+ . Πολυτεχνείο Κρήτης
21. Zuijderduijn, C. (2001). Risk management by Shell refinery / chemicals at Pernis, the Netherlands – implementation of SEVESO-II based on built up experiences, using a hazards and affects management process.