

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**Ανάλυση Επικινδυνότητας Εργασίας
Ρυμούλκησης – Μεταφοράς Αεροσκάφους F-16 Blk 52+**

**Κατίκας Ανδρέας
(Α.Μ. 2014019042)**

Ακαδημαϊκό έτος 2014-2015

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	4
2. Περιγραφή συστήματος και είδους εργασίας	4
3. Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας (HTA)	5
3.1 Εφαρμογή μεθόδου HTA	7
3.2 Εντοπισμός Κρίσιμων Εργασιών	12
3.3 Ανάλυση Λαθών.....	12
3.4 Διαγραμματική Αναπαράσταση Λαθών - Χρήση Τεχνικής Δέντρων Αστοχιών (Fault Tree)	15
3.4.1 Διάδοχη των γεγονότων	16
3.4.2 Κορυφαίο γεγονός.....	16
3.4.3 Δομή του δέντρου	16
3.4.4 Ολοκλήρωση δέντρου	17
3.4.5 Περιορισμοί	17
4. Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	22

1. Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία αναπτύχθηκε στα πλαίσια των απαιτήσεων του μεταπτυχιακού μαθήματος της Διοίκησης και Διαχείρισης της Ασφάλειας Εργασίας της Σχολής Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης και εστιάζει στην Ανάλυση Επικινδυνότητας Εργασίας Ρυμούλκησης – Μεταφοράς Αεροσκάφους F-16 Block 52+ με μπάρα ρυμούλκησης (tow bar).

Το μάθημα της Διοίκησης και Διαχείρισης της Ασφάλειας Εργασίας επικεντρώνεται στην παρουσίαση μεθόδων ανάλυσης εργασιών και κατάλληλων βοηθητικών εργαλείων ανάλυσης εργασιών και επιπλέον στην πρόληψη και εκτίμηση πιθανών εργασιακών ατυχημάτων από ενδεχόμενα σφάλματα κατά την εφαρμογή της εργασίας. Πρακτικές εφαρμογές των μεθόδων ανάλυσης εργασίας συναντώνται στις μελέτες βελτίωσης εργασιακών συνθηκών, σε μελέτες μείωσης επικινδυνότητας εργασιών στις οποίες έχουν παρουσιαστεί ατυχήματα, όπως και στις διερευνήσεις ατυχημάτων και κατά κύριο λόγο σε μελέτες σχεδίασης συστημάτων παραγωγής για την αποφυγή λαθών που μπορούν να προκαλέσουν ατύχημα.

Στις μέρες μας, λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας, το κύριο ποσοστιαίο όγκο σφαλμάτων που δύναται να προκαλέσουν ατύχημα/δυστυχήματα καταλαμβάνουν τα ανθρώπινα σφάλματα. Κατά αυτό τον τρόπο ο ανθρώπινος παράγοντας πρωταγωνιστεί στις αιτίες ατυχημάτων και με πολλαπλά επαναλαμβανόμενο τρόπο καθώς στις θεωρίες και τα μοντέλα ατυχημάτων που έχουν αναπτυχτεί, παρατηρείται η απαίτηση συνδυασμού αλυσίδας λαθών για την εμφάνιση ενός σοβαρού ατυχήματος.

Από νομοθετικής πλευράς η παρουσία της εργονομικής ανάλυσης για κάθε σχεδόν εργασία είναι απαραίτητη, καθώς την ευθύνη για κάθε πιθανό ατύχημα την επωμίζεται βάση νόμου ο εργοδότης και για κάθε αιτία ατυχήματος, για την οποία δεν έχουν παρθεί τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας, θεωρείται παράλειψη του εργοδότη. Όλες οι άλλες υπηρεσίες είναι συμβουλευτικές για να τον διευκολύνουν στο έργο του. Ακόμη και αν υπάρχουν γραπτές υποδείξεις των συμβούλων του για θέματα υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων (τεχνικός ασφάλειας και γιατρός εργασίας), φέρει ακέραια την ευθύνη να εξασφαλίζει την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων ως προς όλες τις πτυχές της εργασίας και να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα που εξασφαλίζουν την ασφάλεια και την υγεία τρίτων.

Η παρούσα μελέτη έχει στόχο την ανάλυση πιθανών λαθών κατά την εκτέλεση μίας εργασίας και την κατάθεση προτάσεων για την λήψη προληπτικών μέτρων για την αποφυγή δυνητικών ατυχημάτων από τα παραπάνω σφάλματα. Ο παραπάνω στόχος θα επιτευχτεί με την εφαρμογή της μεθόδου της Ιεραρχικής Ανάλυσης Εργασίας (Hierarchical Task Analysis – HTA) και τον εντοπισμό κρίσιμων εργασιών στην διαδικασία Ρυμούλκησης Αεροσκάφους F-16 Block 52+.

2. Περιγραφή συστήματος και είδους εργασίας

Η εργασία της Ρυμούλκησης – Μεταφοράς Αεροσκάφους F-16 Block 52+ κατατάσσεται στις εργασίες ρουτίνας που εφαρμόζονται σε μια πολεμική μοίρα αεροσκαφών, καθώς η απαίτηση μεταφοράς αεροσκάφους εμφανίζεται κατά μέσο όρο 10 - 15 φορές την ημέρα. Για την εκτέλεση της εργασίας, με βάση τις τεχνικές οδηγίες και τις μόνιμες διαταγές, απαιτούνται έξι (6) άτομα εκ των οποίων ένας (1) επικεφαλής της ρυμούλκησης που εποπτεύει όλη τη διαδικασία, ένας (1) τεχνικός ειδικότητας μηχανικού αεροσκαφών ή κινητήρων που εισέρχεται στο cockpit, δυο (2)

τεχνικοί οποιαδήποτε ειδικότητας ως wingwalkers, ένας (1) τεχνικός οποιαδήποτε ειδικότητας ως tailwalker και ένας (1) οδηγός κατάλληλα εκπαιδευμένος στο ρυμουλκό όχημα. Σε περίπτωση που η ρυμούλκηση γίνεται σε περιοχή με διαγραμμίσεις, οι wingwalkers και ο tailwalker δεν είναι απαραίτητη οπότε η ρυμούλκηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με τρία (3) άτομα. Στην παρούσα μελέτη θα αναλυθούν όλα τα βήματα της εργασίας, ανεξαρτήτως ποιος από τους τεχνικούς το εκτελεί. Επιπλέον θα δοθεί ιδιαίτερο βάρος σε βήματα όπου είναι πιο πιθανόν να παραληφθούν λόγω ρουτίνας ή βιασύνης ή της φύσεως τους ή/και την μικρή προσοχή που μπορεί να δοθεί από ένα τεχνικό σε αυτά, διότι αφορούν κατά κύριο λόγο λεπτομέρειες της διαδικασίας.

Στην συνέχεια, ένα βασικό σημείο που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και βαρύτητα για την παρούσα ανάλυση είναι ότι αφορά ένα σύστημα μαχητικού αεροσκάφους. Αυτό έχει ως συνέπεια κάθε σφάλμα σε οποιαδήποτε εργασία πάνω σε ένα τέτοιου είδους σύστημα να επιφέρει σοβαρούς τραυματισμούς προσωπικού, ακόμα και θάνατο πέρα από την αναμενόμενη φθορά ή καταστροφή του υλικού. Οι λόγοι που προαναφέρθηκαν είναι η αιτία όπου σε κάθε εργασία εφαρμόζονται πολλαπλές ασφαλιστικές δικλείδες με σκοπό την πρόληψη και αποφυγή κάποιου πιθανού ανθρώπινου σφάλματος ή ενδεχόμενης αστοχίας υλικού. Μια από τις ασφαλιστικές δικλείδες είναι η πολύ αναλυτική περιγραφή κάθε εργασίας στις τεχνικές οδηγίες, που συμβάλλει καθοριστικά στα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης.

3. Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας (HTA)

Η Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας είναι μια συστηματική μέθοδος περιγραφής του τρόπου με τον οποίο η εργασία είναι οργανωμένη, για να αναδείξει τους επιμέρους στόχους ή σκοπούς της εργασίας. Αποτελεί μια πρακτική διαδικασία στην οποία ένας αναλυτής συλλέγει διαφορετικά είδη πληροφοριών σχετικά με μια εργασία και τα συναφή της προκειμένου να φτάσει σε μια ικανοποιητική έκβαση όπου δυναμικά προβλήματα έχουν αναγνωριστεί και όπου δυναμικές λύσεις έχουν προταθεί..

Η μέθοδος της Ιεραρχικής Ανάλυσης 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). 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 η 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.

Η ΗΤΑ εντοπίζει το βασικό στόχο (π.χ. αντικατάσταση ελαστικού) 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. Όσο πιο λεπτομερής είναι μία ανάλυση τόσο μεγαλύτερο το κόστος και η κατανάλωση πόρων. Η ελάττωση του κόστους όμως μειώνοντας το επίπεδο της ανάλυσης ενέχει κινδύνους. Ο αναλυτής θα μπορούσε να αγνοήσει ένα λάθος με σοβαρές συνέπειες που θα είχαν αποφευχθεί εάν η ανάλυση είχε πραγματοποιηθεί σε μεγαλύτερο βάθος. Επομένως, το επίπεδο ανάλυσης μίας εργασίας είναι απόφαση του αναλυτή και εξαρτάται από την επικινδυνότητα της εργασίας και τους πόρους που του διαθέτει η διοίκηση.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της ιεραρχικής τεχνικής ανάλυσης εργασίας είναι ότι επιτρέπει την εφαρμογή αυτής της διαδικασίας απόφασης σε κάθε επίπεδο της ανάλυσης. Κατά συνέπεια, η ανάλυση μπορεί να ολοκληρωθεί όταν φθάνει στο επίπεδο λεπτομέρειας, στο οποίο οποιοδήποτε τρόποι αποτυχίας με σοβαρές συνέπειες είναι απίθανο να αγνοηθούν. Αυτό το σημείο είναι σημαντικό επειδή πολλοί μηχανικοί μπορεί να φοβηθούν από τη λεπτομέρεια που απαιτείται σε μια περιεκτική ανάλυση και να αποφασίσουν ότι τέτοιες αναλύσεις απαιτούν πάρα πολλούς πόρους και πληροφορίες για να είναι εφαρμόσιμες. Εντούτοις το βάθος της ανάλυσης μπορεί να προσαρμοστεί σύμφωνα με τους διαθέσιμους πόρους και τις πληροφορίες. Στις εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν πολλές παρόμοιες εργασίες μπορούν να πραγματοποιηθούν γενικές αναλύσεις που προσαρμόζονται έπειτα για να καλύψουν οποιαδήποτε συγκεκριμένη λειτουργία που απαιτεί ανάλυση. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να μειώσει αρκετά τους πόρους που απαιτούνται για την ανάλυση.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου:

➤ Πλεονεκτήματα

- Η ΗΤΑ είναι μια οικονομική μέθοδος για την συλλογή και οργάνωση πληροφοριών.
- Η ιεραρχική δομή της ΗΤΑ 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 ΗΤΑ 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 ΗΤΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν η αρχή για την ενσωμάτωση διαφόρων μεθόδων ανάλυσης σφαλμάτων κατά την παραγωγική διαδικασία.

➤ Μειονεκτήματα

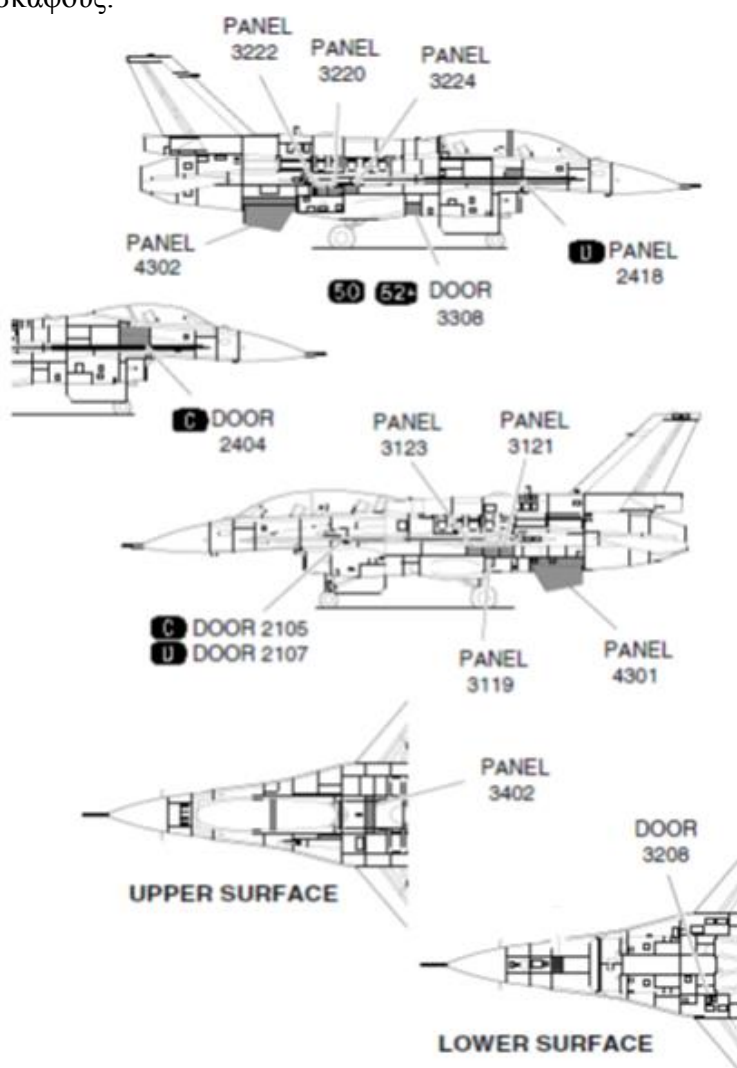
- Ο αναλυτής που θα αναλάβει τη διαδικασία ανάλυσης, θα πρέπει να έχει αναπτύξει κάποια εμπειρία σε παρόμοια θέματα.
- Για την ανάλυση πολύπλοκων διαδικασιών, η ΗΤΑ πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με διάφορα άλλα μοντέλα αξιολόγησης της επίδοσης. Επίσης η ΗΤΑ παρουσιάζει περιορισμένη εμβέλεια στην 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.

3.1 Εφαρμογή μεθόδου HTA

Αρχικά, για την εφαρμογή της μεθόδου πρέπει να εντοπιστεί ο πρωταρχικός στόχος της εργασίας, ο οποίος στην προκειμένη περίπτωση είναι η “ρυμούλκηση – μεταφορά αεροσκάφους F-16 Blk 52+ με μπάρα ρυμούλκησης” ενώ σε δεύτερη φάση πρέπει να εντοπιστούν οι δευτερεύουσες εργασίες που συνθέτουν την βασική εργασία, και όποιες από τις δευτερεύουσες εργασίες κριθεί απαραίτητο να αποσυντεθούν σε περαιτέρω επίπεδα.

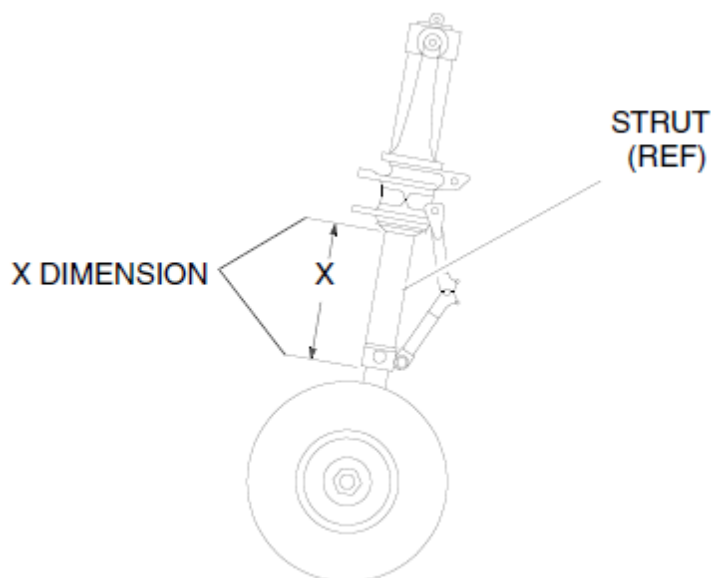
Συνοπτικά η ανάλυση της διαδικασίας ρυμούλκησης αεροσκάφους F-16 περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

1. Ενέργειες ώστε το αεροσκάφος να είναι ασφαλές για συντήρηση, δηλαδή για την προσέγγιση του (έλεγχος διαρροής υδραζίνης, γείωση, τροχοεμποδιστήρια - chocks, πύροι ασφαλείας)
2. Προετοιμασία αεροσκάφους για την επανατοποθέτηση (μεταφορά)
 - 2.1. Επιβεβαίωση ότι είναι τοποθετημένα τα πάνελ πρόσβασης (access panel) 3119, 3121, 3123, 3220, 3222, 3224 και 2418 (για διθέσιο α/φος) καθώς και η θυρίδα πρόσβασης (access door) 2404 (για μονοθέσιο α/φος).
 - 2.2. Έλεγχος ότι τα access doors 3303 και 3304 καθώς και τα access panels 4301, 4302 είναι τουλάχιστον στερεωμένα (tacking) στην άτρακτο του αεροσκάφους.



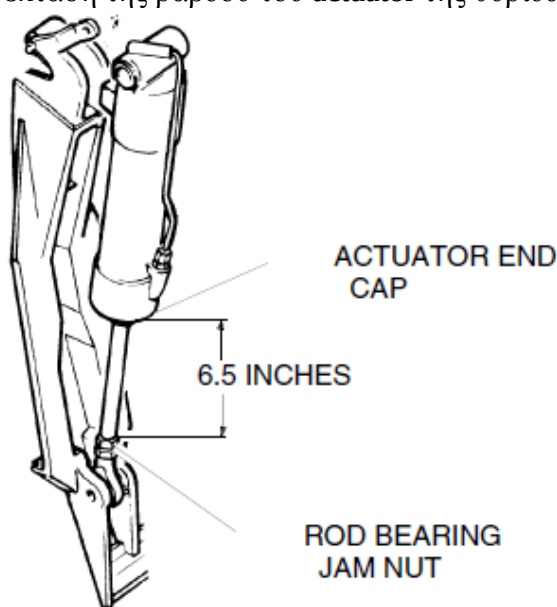
Εικόνα 1: Τοποθεσία των αναφερόμενων access panels και doors στο αεροσκάφος

- 2.3. Έλεγχος για σωστή πλήρωση των ελαστικών του συστήματος προσγείωσης.
- 2.4. Οπτικός έλεγχος για σωστή πλήρωση των shock strut των κυρίων σκελών προσγείωσης του αεροσκάφους.
- 2.5. Έλεγχος στην περιοχή των τροχών για προφανής φθορές, ξεφούσκωμα ελαστικών ή διαρροές υδραυλικού.
- 3. Προετοιμασία αεροσκάφους για την μπάρα ρυμούλκησης (tow bar)
 - 3.1. Έλεγχος ότι η διάσταση X του strut του ρηναίου συστήματος προσγείωσης είναι μεταξύ 5 έως 7 ίντσες σε διαφορετική περίπτωση πλήρωση με την κατάλληλη πίεση.



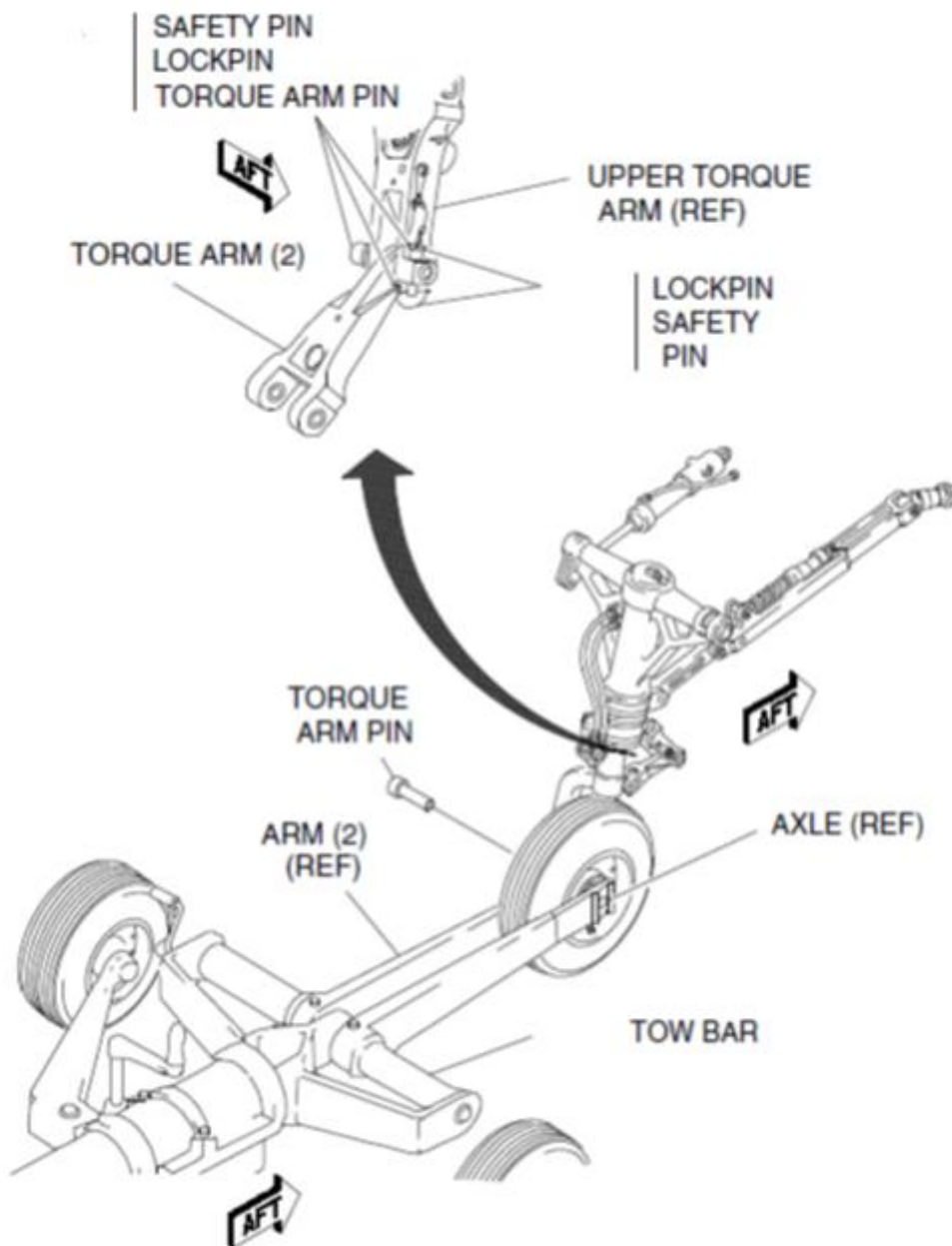
Εικόνα 2: Η διάσταση X του shock strut του ρηναίου σκέλους

- 3.2. Έλεγχος ύπαρξης απόστασης μεγαλύτερης από 6,5 ίντσες μεταξύ του nose landing gear door actuator end cap lower surface και του rod bearing jam nut upper surface (προέκταση της ράβδου του actuator της θυρίδας του ρηναίου).



Εικόνα 3: Απεικόνιση της προέκτασης της ράβδου του actuator της θυρίδας ρηναίου

- 3.3. Αφαίρεση των chocks του ρηναίου τροχού.
- 3.4. Αφαίρεση βελόνας ασφαλείας (safety pin), πείρου ασφαλείας (lockpin) και του πείρου του βραχίονα ροπής (torque arm pin) από τους βραχίονες ροπής.
- 3.5. Διαχωρισμός των βραχιόνων ροπής.
- 3.6. Εισαγωγή του πείρου του βραχίονα ροπής στον άξονα του ρηναίου τροχού από την δεξιά πλευρά (Θέση Χειριστή).
- 3.7. Αφαίρεση μπάρας ρυμούλκησης από το ρυμουλκό όχημα και σύνδεση της μπάρας με τον άξονα του ρηναίου τροχού.



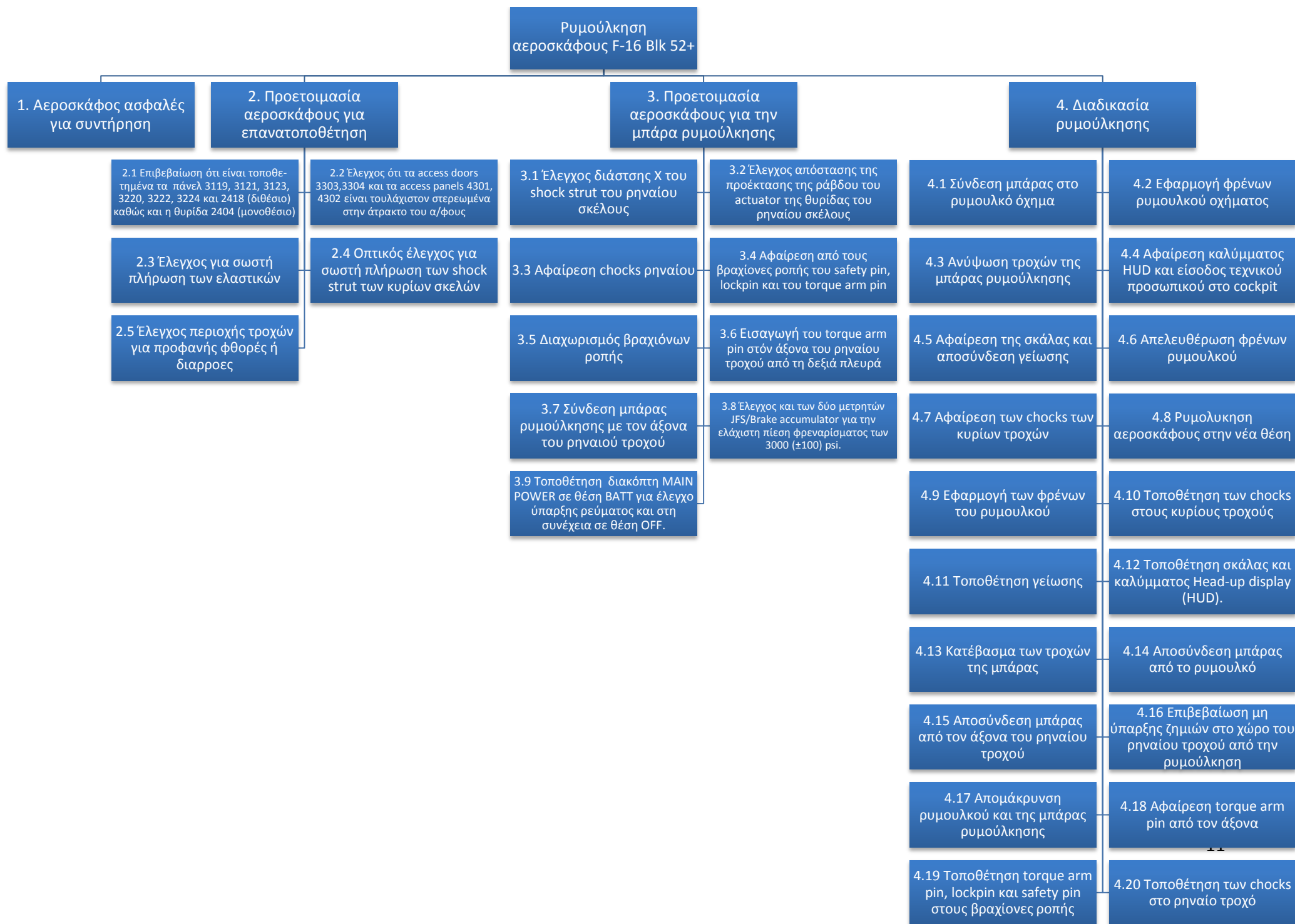
Εικόνα 4: Απεικόνιση των βημάτων 3.4, 3.5, 3.6 ,3.7

- 3.8. Έλεγχος και των δύο μετρητών JFS/Brake accumulator για την ελάχιστη προβλεπόμενη πίεση φρεναρίσματος των 3000 (± 100) psi.
- 3.9. Τοποθέτηση του διακόπτη MAIN POWER σε θέση BATT για τον έλεγχο ύπαρξης λειτουργικής μπαταρίας και στη συνέχεια ξανά σε θέση OFF.

4. Διαδικασία ρυμούλκησης (towing)

- 4.1. Σύνδεση της μπάρας ρυμούλκησης στο ρυμουλκό όχημα.
- 4.2. Εφαρμογή των φρένων του ρυμουλκού οχήματος.
- 4.3. Ανύψωση των τροχών της μπάρας ρυμούλκησης.
- 4.4. Αφαίρεση καλύμματος Head-up display (HUD) και είσοδος τεχνικού προσωπικού στο cockpit.
- 4.5. Αφαίρεση της σκάλας και αποσύνδεση της γείωσης.
- 4.6. Απελευθέρωση φρένων ρυμουλκού οχήματος.
- 4.7. Αφαίρεση των chocks των κυρίων τροχών.
- 4.8. Ρυμούλκηση αεροσκάφους στη νέα προκαθορισμένη θέση.
- 4.9. Εφαρμογή των φρένων του ρυμουλκού οχήματος.
- 4.10. Τοποθέτηση των chocks μπροστά και πίσω από κάθε κύριο τροχό του αεροσκάφους.
- 4.11. Τοποθέτηση γείωσης του αεροσκάφους.
- 4.12. Τοποθέτηση σκάλας και καλύμματος Head-up display (HUD).
- 4.13. Κατέβασμα των τροχών της μπάρας ρυμούλκησης.
- 4.14. Αποσύνδεση μπάρας ρυμούλκησης από το ρυμουλκό όχημα.
- 4.15. Αποσύνδεση της μπάρας από τον άξονα του ρηναίου τροχού του αεροσκάφους.
- 4.16. Επιβεβαίωση μη ύπαρξης ζημιών στο χώρο του ρηναίου τροχού από την ρυμούλκηση.
- 4.17. Απομάκρυνση ρυμουλκού οχήματος και της μπάρας ρυμούλκησης.
- 4.18. Αφαίρεση του πείρου του βραχίονα ροπής από τον άξονα.
- 4.19. Τοποθέτηση του πείρου του βραχίονα ροπής ώστε να περνάει και από τους δυο βραχίονες ροπής. Τοποθέτηση του πείρου ασφαλείας καθώς και της βελόνας ασφαλείας. Επιβεβαίωση ότι οι βραχίονες δεν διαχωρίζονται.
- 4.20. Τοποθέτηση των chocks στο ρηναίο τροχό.

Διάγραμμα 1: Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας Ρυμούλκησης – Μεταφοράς Αεροσκάφους F-16 Blk 52+



3.2 Εντοπισμός Κρίσιμων Εργασιών

Σε αυτό το σημείο της HTA και έχοντας ήδη αναλύσει στο Διάγραμμα 1 όλες τις σημαντικές εργασίες και υπο-εργασίες για την διαδικασία ρυμούλκησης – μεταφοράς αεροσκάφους F-16 Blk 52+ πρέπει να προχωρήσουμε στην απομόνωση των κρίσιμων εργασιών της παραπάνω διαδικασίας και την κατασκευή του πίνακα πιθανών λαθών που μπορούν να γίνουν σε κάθε μία από τις κρίσιμες αυτές εργασίες.

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω 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. 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 εργασιών από το κατασκευαστή στις τεχνικές οδηγίες δείχνει και την παρουσία ιστορικών δεδομένων για ατυχήματα ανάλογης βαρύτητας εξαιτίας αυτών των εργασιών. Όσο αφορά τις υπόλοιπες εργασίες τονίζεται ότι αποτελούν κατά κύριο λόγο «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 οι οποίες κρίθηκαν κρίσιμες από την παρούσα αναφορά είναι οι εργασίες 1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 3.5, 3.7, 3.8, 3.9, 4.1, 4.3, 4.4, 4.8, 4.10, 4.11, 4.19. Επισημαίνεται σε αυτό το σημείο ότι κάθε εργασία που διαθέτει έστω μια υπο-εργασία που έχει καθοριστεί ως κρίσιμη αποτελεί και αυτή κρίσιμη εργασία όπως είναι λογικό.

3.3 Ανάλυση Λαθών

Στο βήμα αυτό της μεθόδου HTA για την ανάλυση της επικινδυνότητας κατασκευάζουμε τον πίνακα όλων των πιθανών λαθών και παραλείψεων των κρίσιμων εργασιών που καθορίστηκαν στο προηγούμενο βήμα της μεθόδου. Ο παρακάτω πίνακας αποτελείται από την αναλυτική περιγραφή των κρίσιμων εργασιών, τα πιθανά λάθη που μπορούν να εμφανιστούν καθώς και οι αιτίες εμφάνισης τους οι οποίες συνήθως οφείλονται είτε σε παραλείψεις των οδηγιών των checklist ή γενική απροσεξία ή σε μικρή εμπειρία του εργαζομένου προσωπικού ή λόγω κόπωσης από αυξημένο φόρτο εργασίας. Στην συνέχεια, αναφέρεται αν και σε ποιο στάδιο του έργου μπορεί να γίνει αντιληπτό το εκάστοτε σφάλμα μέσω οργάνων μέτρησης καθώς επίσης και επιδιορθωτικές ενέργειες που μπορούν να παρθούν για την διόρθωση του λάθους όπου αυτό είναι εφικτό. Τέλος, αναφέρονται οι πιθανές επικίνδυνες συνέπειες που μπορούν να εμφανιστούν λόγω της παρουσίας του εκάστοτε σφάλματος.

Πίνακας 1: Ανάλυση ανθρώπινων λαθών και παραλείψεων διαδικασίας ρυμούλκησης – μεταφοράς αεροσκάφους F-16 Blk 52+

Εργασία	Πιθανό Λάθος	Εκπαίδευση	Διαδικασία	Ένδειξη λάθους από όργανο	Πιθανή αιτία λάθους	Επιδιόρθωση λάθους	Επικίνδυνες Συνέπειες
Αεροσκάφος ασφαλές για συντήρηση	Παράλειψη κάποιας ενέργειας του Check List	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
Επιβεβαίωση ότι είναι τοποθετημένα τα access panels 3119, 3121, 3123, 3220, 3222, 3224 και 2418 καθώς και η access door 2404	Μη εντοπισμός κάποιας μη τοποθετημένης θυρίδας από τις αναφερόμενες	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Φθορά εξοπλισμού / αφους
Έλεγχος ότι τα access doors 3303,3304 και τα access panels 4301, 4302 είναι τουλάχιστον στερεωμένα (tacking) στην άτρακτο του α/φους	Μη παρατήρηση αν είναι τουλάχιστον στερεωμένες οι αναφερόμενες θυρίδες	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Φθορά εξοπλισμού / αφους
Έλεγχος για σωστή πλήρωση των τροχών	Παράλειψη εργασίας	-	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία	Εφικτή από τον επκεφαλή	Φθορά εξοπλισμού / αφους Αεροπορικό Ατύχημα
	Λανθασμένη Ένδειξη Πιεσίμετρου				Μη διακριβωμένο όργανο	Αδύνατη	
Οπτικός έλεγχος για τη σωστή πλήρωση των shock strut των σκελών του α/φους	Λανθασμένη εκτίμηση	-	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βιασύνη	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Φθορά εξοπλισμού / αφους
Έλεγχος απόστασης της προέκτασης της ράβδου του actuator της θυρίδας του ρηναίου σκέλους	Λανθασμένη εκτίμηση απόστασης	-	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βιασύνη	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Φθορά εξοπλισμού / αφους
Διαχωρισμός των βραχιόνων ροπής	Μη διαχωρισμός των βραχιόνων ροπής	-	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Απροσεξία Βεβαιασμένες κινήσεις	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Φθορά εξοπλισμού / αφους
Σύνδεση μπάρας ρυμούλκησης με τον άξονα του ρηναίου τροχού	Μη ορθή τοποθέτηση των βραχιόνων της μπάρας στον άξονα	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Βεβαιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Αδύνατη	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
	Υπερβολική σύσφιξη των βραχιόνων στον άξονα						

Έλεγχος των μετρητών πίεσης των JFS/Brake accumulator για την προβλεπόμενη πίεση	Παράλειψη ενέργειας	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βιασύνη	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
Τοποθέτηση διακόπτη MAIN POWER σε θέση BATT για επιβεβαίωση ύπαρξης ρεύματος και στη συνέχεια σε θέση OFF	Παράλειψη ενέργειας	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βιασύνη	Αδύνατη	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
Σύνδεση μπάρας στο ρυμουλκό όχημα	Μη σωστή ασφάλιση μπάρας στο ρυμουλκό	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από τον οδηγό του ρυμουλκού	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
Ανύψωση τροχών μπάρας ρυμούλκησης	Μη ανύψωση των τροχών της μπάρας	-	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βιασύνη	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή οδηγό ή τον επικεφαλής	Φθορά εξοπλισμού
Είσοδος τεχνικού προσωπικού στο cockpit και αφαίρεση της σκάλας	Άνοιγμα καλύπτρας ενώ επικρατούν ισχυροί άνεμοι	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Απροσεξία Βιασύνη	Εφικτή από τον επικεφαλής	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
	Τοποθέτηση χεριών έξω από το cockpit						
Ρυμούλκηση α/φους στη νέα θέση	Απότομο ξεκίνημα, φρενάρισμα ή στροφή	Αυτοπεποίθηση έμπειρου οδηγού	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη συγκέντρωσης - απροσεξία Βιασύνη	Εφικτή από τον επικεφαλής	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
	Αυξημένη ταχύτητα ρυμούλκησης						
Τοποθέτηση των chocks στους κυρίους τροχούς	Μη τοποθέτηση τους πριν από την αποσύνδεση της μπάρας από το ρυμουλκό	-	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Βεβιασμένες κινήσεις	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Τραυματισμός προσωπικού Φθορά εξοπλισμού / αφους
Τοποθέτηση γείωσης	Μη τοποθέτηση της γείωσης	-	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Έλλειψη προσοχής - απροσεξία Βιασύνη	Εφικτή από άλλο τεχνικό ή τον επικεφαλής της ρυμούλκησης	Τραυματισμός προσωπικού
Τοποθέτηση torque arm pin, lockpin και safety pin στους βραχίονες ροπής	Παράλειψη ενέργειας	Μικρή εμπειρία	Αναφέρεται αναλυτικά στο Check List	-	Βεβιασμένες κινήσεις Κόπωση λόγω φόρτου εργασίας	Εφικτή από άλλο τεχνικό κατά την Προ Πτήση Επιθεώρηση	Φθορά εξοπλισμού / αφους Αεροπορικό Ατύχημα
	Μη ορθή τοποθέτηση του torque arm pin						

3.4 Διαγραμματική Αναπαράσταση Λαθών - Χρήση Τεχνικής Δέντρων Αστοχιών (Fault Tree)

Σε αυτό το σημείο της ανάλυσης επικινδυνότητας ακολουθεί μία διαγραμματική απεικόνιση των λαθών και παραλείψεων που εντοπίστηκαν σε προηγούμενα βήματα, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο τα λάθη αυτά μπορούν να οδηγήσουν σε ατυχήματα. Για την διαγραμματική αυτή αναπαράσταση χρησιμοποιήθηκε 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 του (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.

3.4.1 Διάδοχη των γεγονότων

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

- i. Κορυφαίο γεγονός: είναι το γεγονός που τοποθετείται στην κορυφή του δέντρου, η ανάλυση του οποίου οδηγεί στη δημιουργία του υπόλοιπου δέντρου.
- ii. Πρωτεύον γεγονός: είναι το πρωτεύων και το βασικό λάθος στο οποίο οφείλεται η δυσλειτουργία του στοιχείου. Προέρχεται από κάποιο χαρακτηριστικό του ίδιου στοιχείου.
- iii. Δευτερεύον γεγονός: είναι ένα ενδιαφέρον λάθος ή επίδραση που προέρχεται από ένα άλλο στοιχείο ή συσκευή ή κάποια εξωτερική κατάσταση.
- iv. 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.

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 και AND.

3.4.2 Κορυφαίο γεγονός

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

3.4.3 Δομή του δέντρου

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

- Υπάρχουν δυο εκφράσεις λειτουργικότητας: αποτυχία και επιτυχία.
- Τα βασικά λάθη είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.
- Αν επιχειρήσουμε την ποσοτικοποίηση του δένδρου, τότε κάθε ποσότητα ξεφράζει 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 και AND πυλών .

3.4.4 Ολοκλήρωση δέντρου

Η προς τα κάτω πορεία συνεχίζεται έως ότου χρησιμοποιηθεί όλη η διαθέσιμη πληροφορία. Το κατώτερο επίπεδο του δένδρου πρέπει να είναι ένα λάθος ή ένα οπουδήποτε 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.

3.4.5 Περιορισμοί

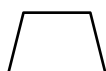
Η αποτελεσματική χρήση του δένδρου αστοχιών προϋποθέτει την άριστη γνώση της δομής και της χρησιμότητας της υπό εξέταση εργασίας. Στην περίπτωση όπου ο μηχανικός δεν διαθέτει τον χρόνο που απαιτείται για την απόκτηση της απαραίτητης εμπειρίας, τότε πρέπει να ανατρέξει στη συμβουλή ενός ειδικού, ο οποίος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

3.4.6 Κατασκευή Fault Tree Διαδικασίας Ρυμούλκησης – Μεταφοράς Αεροσκάφους F-16 Blk 52+

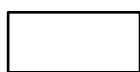
Έχοντας περιγράψει στις προηγούμενες ενότητες την τεχνική Δέντρων Αστοχιών (Fault Tree), θα την χρησιμοποιήσουμε για να κατασκευάσουμε τα αντίστοιχα Fault Tree για την περίπτωση της ρυμούλκησης αεροσκάφους F-16 Blk 52+. Η κατασκευή των Fault Tree θα γίνει με τη βοήθεια του Πίνακα 1, ο οποίος προέκυψε 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 3 ειδών επικίνδυνες καταστάσεις. Η πιο σοβαρή συνέπεια μπορεί να είναι ένα αεροπορικό ατύχημα, ενώ οι άλλες δυο εξίσου σοβαρές καταστάσεις μπορεί να είναι φθορά αεροσκάφους και εξοπλισμού και τραυματισμός προσωπικού. Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινίσουμε ότι κάποια λάθη μπορούν να οδηγήσουν σε μία από τις τρεις αυτές επικίνδυνες καταστάσεις ενώ κάποια άλλα μπορούν να οδηγήσουν σε περισσότερες. Το γεγονός ότι έχουμε 3 επικίνδυνες καταστάσεις, μας οδηγεί στο να κατασκευάσουμε 3 διαφορετικά fault tree, το καθένα από τα οποία θα έχει σαν κορυφαίο γεγονός μία από τις 3 αυτές επικίνδυνες καταστάσεις.

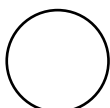
Για την κατασκευή των fault tree θα χρησιμοποιήσουμε τους ακόλουθους συμβολισμούς:



Κορυφαίο Γεγονός



Πρωτεύων ή Δευτερεύον Γεγονός



Βασικό Γεγονός



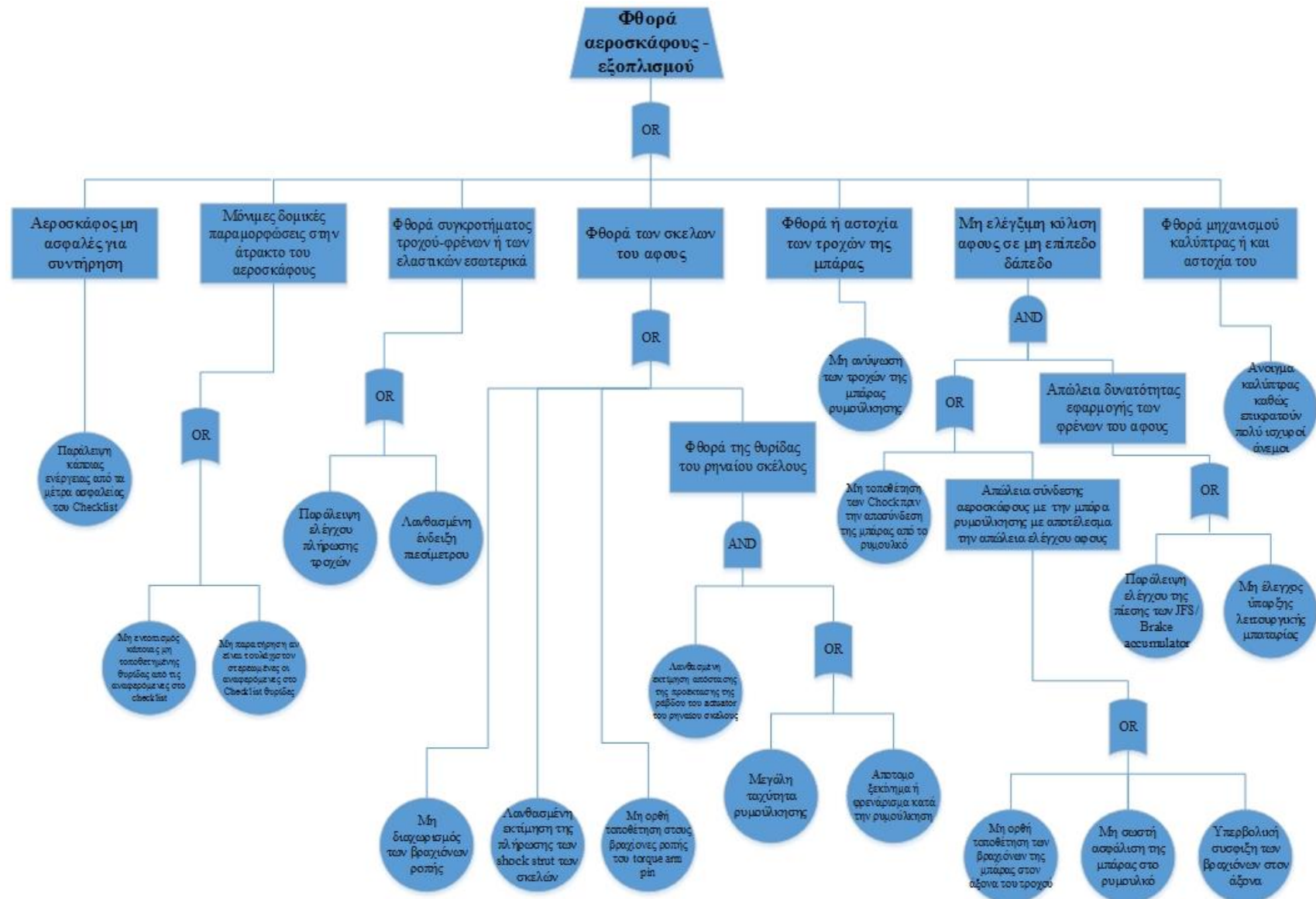
Λογική Πύλη OR



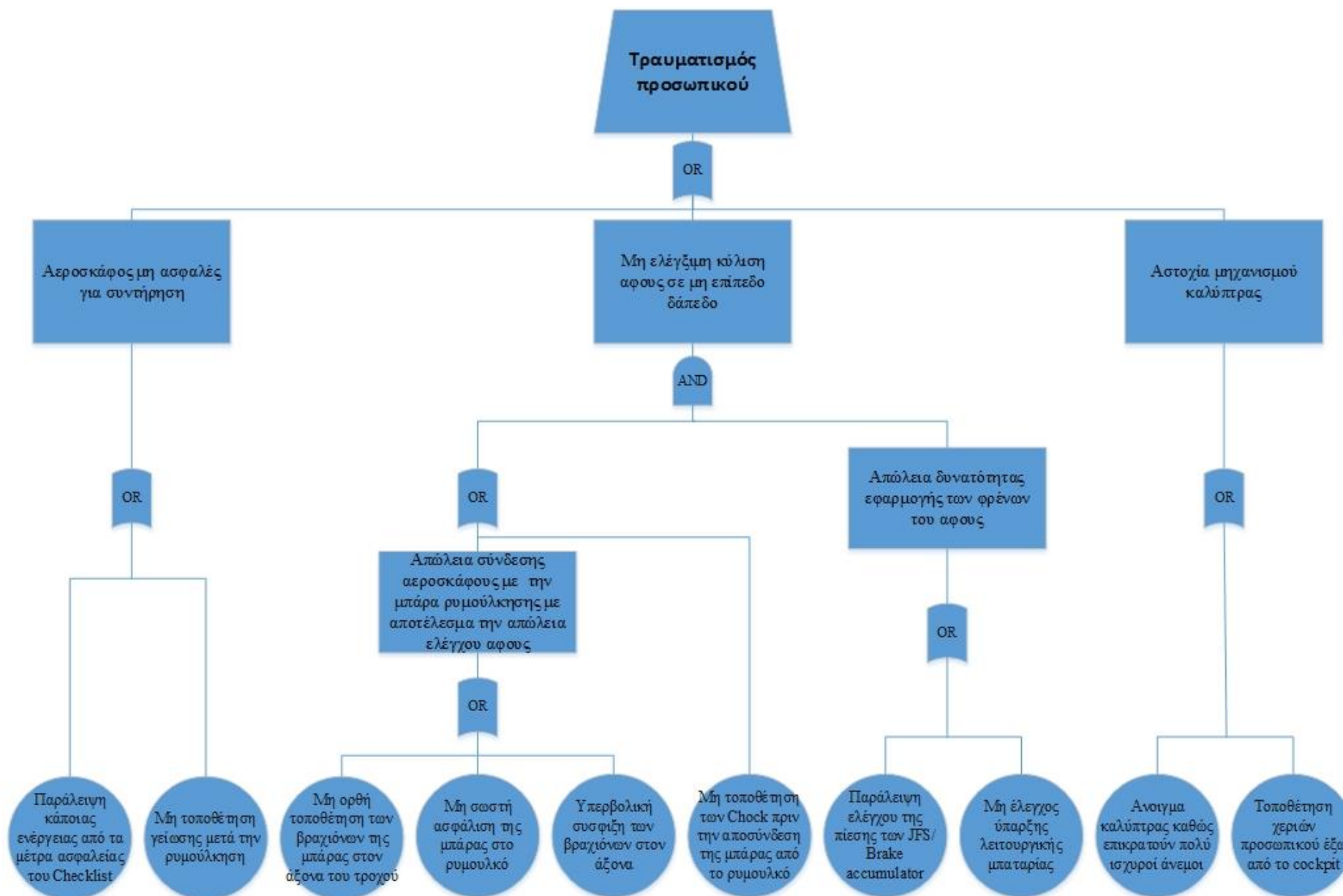
Λογική Πύλη AND

Με τη χρήση των ανωτέρω συμβολισμών και τη βοήθεια του λογισμικού Microsoft Visio Professional 2013 έγινε η κατασκευή των ακόλουθων 3 fault tree συνδέοντας κατάλληλα μεταξύ τους τα βασικά γεγονότα τα οποία θα μας οδηγήσουν τελικά στο κορυφαίο γεγονός. Τα 3 fault tree απεικονίζονται στις επόμενες σελίδες.

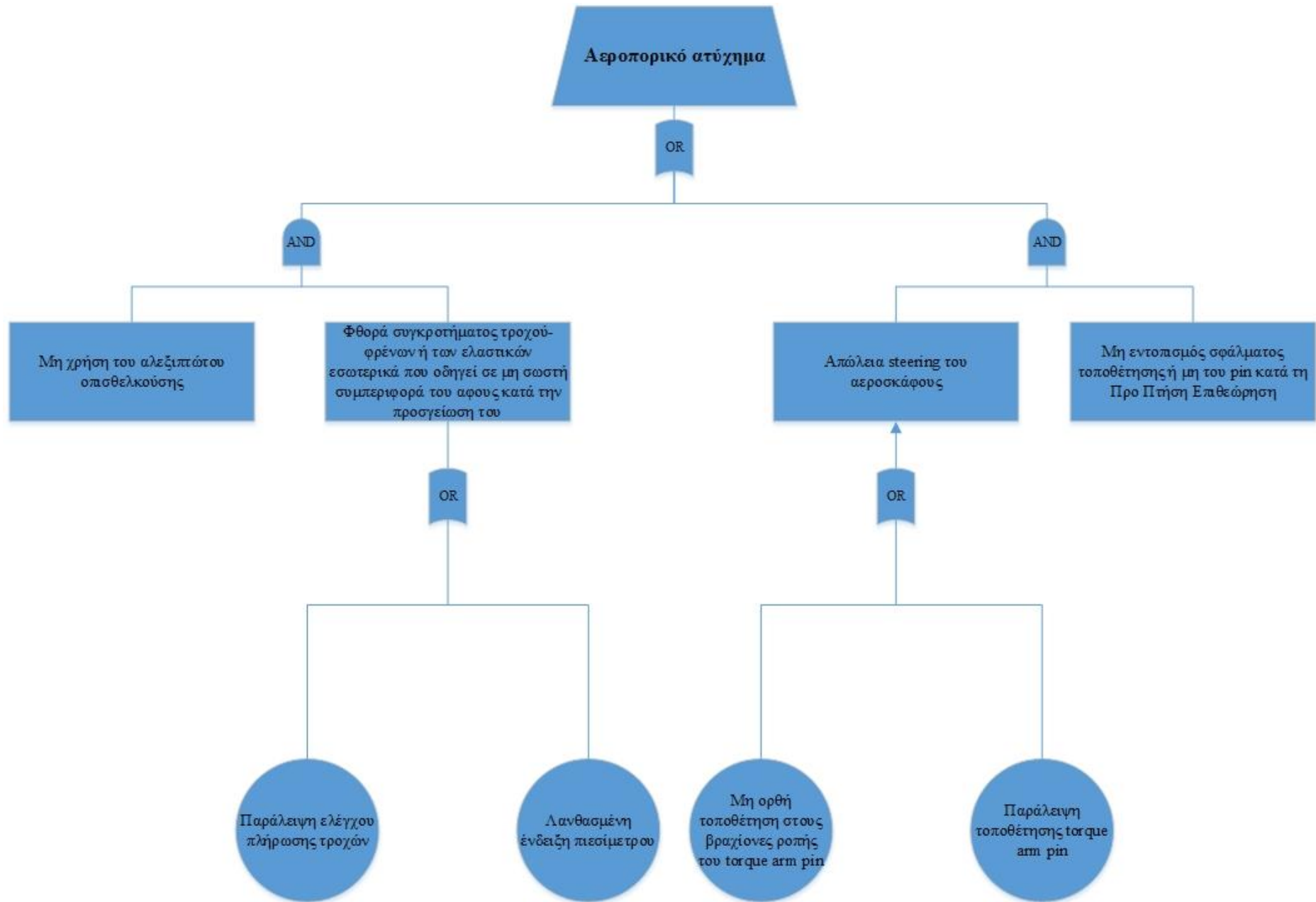
Διάγραμμα 2: Fault Tree διαδικασίας ρυμούλκησης - μεταφοράς αεροσκάφους F-16 Blk 52+ με κορυφαίο γεγονός την πιθανή φθορά αεροσκάφους/εξοπλισμού



Διάγραμμα 3: Fault Tree διαδικασίας ρυμούλκησης - μεταφοράς αεροσκάφους F-16 Blk 52+ με κορυφαίο γεγονός τον πιθανό τραυματισμό προσωπικού



Διάγραμμα 4: Fault Tree διαδικασίας ρυμούλκησης - μεταφοράς αεροσκάφους F-16 Blk 52+ με κορυφαίο γεγονός πιθανό αεροπορικό ατύχημα



4. Συμπεράσματα – Προτάσεις

Έχοντας ολοκληρώσει την ανάλυση επικινδυνότητας για την διαδικασία ρυμούλκησης – μεταφοράς αεροσκάφους F-16 Blk 52+ δίνεται η δυνατότητα συλλογής και παρουσίασης βασικών χρήσιμων συμπερασμάτων πάνω σε αυτήν την διαδικασία.

Αρχικά, όπως παρουσιάστηκε και στα διαγράμματα δέντρων αστοχιών τα βασικά σφάλματα που πιθανών να εμφανιστούν κατά την διάρκεια της εργασίας μπορούν να επιφέρουν 3 διαφορετικές δυσμενής καταστάσεις, οι οποίες είναι «Αεροπορικό ατύχημα», «Τραυματισμός προσωπικού», «Φθορά αεροσκάφους/εξοπλισμού», όπου αποτελούν τα βασικά γεγονότα των δέντρων αστοχιών.

Στην συνέχεια, βάση του Πίνακα 1 που παρουσιάζεται η ανάλυση ανθρωπίνων λαθών, διαπιστώνεται ότι η πηγή σφάλματος είναι ένας συνδυασμός φόρτου εργασίας, απροσεξίας, βιασύνης, έλλειψης συγκέντρωσης και παράλειψης εφαρμογής τεχνικών οδηγιών για την σωστή εφαρμογή της εργασίας. Η εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού είναι επαρκής με μοναδικό αδύναμο σημείο την μικρή εμπειρία πάνω στην εργασία αυτή, όπου αυτό με την σειρά του μπορεί να συμβάλει στην εμφάνιση σφάλματος. Από την πλευρά των τεχνικών οδηγιών, υπάρχει μια αναλυτική και πολύ επεξηγηματική παρουσίαση αυτών στα checklist εργασίας και στην γενική βιβλιογραφία συμπεριλαμβανομένων και βασικών λεπτομερειών. Ο συνδυασμός όλων των προαναφερθέντων επιφέρει τις πιθανές επικίνδυνες συνέπειες κατά την διάρκεια της διαδικασίας ρυμούλκησης του αεροσκάφους.

Τέλος είναι βασικό να τονίσουμε ότι δεν είναι εφικτή η επιδιόρθωση όλων των λαθών μετά το πέρας του συγκεκριμένου βήματος της εργασίας, αν και σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει κάποιο περιθώριο, με αποτέλεσμα η μη έγκυρη αναγνώριση του λάθους να επιφέρει αρνητικές συνέπειες. Επιπλέον παρατηρείται ότι στις τεχνικές οδηγίες υπάρχουν πολλά Warnings, Caution και Note τα οποία επιστούν την προσοχή του τεχνικού προσωπικού σε ορισμένα κρίσιμα σημεία τα οποία έχουν παρατηρηθεί να έχουν αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης σφάλματος.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω συμπεράσματα, διαπιστώνουμε ότι για την αποφυγή των ανθρωπίνων λαθών, που αναφέρονται στον Πίνακα 1 της παρούσας ανάλυσης, 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 όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω, στην παρούσα ανάλυση επικινδυνότητας. 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.

Βιβλιογραφία

1. Andy Brazier, (August 2013), Task Risk Management
2. Κοντογιάννης Θωμάς, (1997), Σημειώσεις προπτυχιακού μαθήματος «Συστήματα Διοίκησης και Διαχείρισης της Ασφάλειας Εργασίας», Πολυτεχνείο Κρήτης.
3. Tishori Silvana, Διπλωματική Εργασία «Ανάλυση Ατυχήματος σε Χημικούς Αντιδραστήρες με Χρήση των Τεχνικών STEP και Δέντρων Αστοχιών», Πολυτεχνείο Κρήτης.
4. Philip Lawrence and Simon Gill, (2007), Human Hazard Analysis « A prototype analysis developed for the large commercial aircraft industry».
5. Παπαδογιάννης Θωμάς, (2003), Μεταπτυχιακή εργασία «Ανάλυση Διαδικασιών – Σχεδιασμός Μεθόδων Εργασίας. Βελτιώνοντας τις Μεθόδους Εργασίας Μέσω Διαγραμμάτων Διαδικασίας».
6. Ιγγλεζάκης Δημήτριος, Εργασία στην «Ανάλυση Επικινδυνότητας Εργασίας Τοποθέτησης Συγκροτήματος Απορριπτόμενης Εξωτερικής Δεξαμενής 370gal Μαζί Με Πυλώνα Εφαρμογής, Σε Αεροσκάφος F-16 BLK 52+».