



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

**Ευρωπαϊκό μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στη Διοίκηση**

**Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα**

**M.B.A. - TQM International**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Οικονομοτεχνική ανάλυση και αξιολόγηση ίδρυσης μονάδας ανακύκλωσης  
αεροσκαφών: Η περίπτωση των F-16 της Π. Α.**

**ΠΟΛΥΖΟΥ ΙΩΑΝΝΑ**

**Πειραιάς, Μάιος 2016**

## ***Ευχαριστίες***

*Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή κ. Δημήτρη Γεωργακέλλο, επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεσή της, την καθοριστική συνδρομή του με τις πολύτιμες γνώσεις που μου πρόσφερε σε εκπαιδευτικό επίπεδο, αλλά και την ευχάριστη συνεργασία σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.*

*Επίσης, ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου για τη στήριξή τους όλο αυτό το χρονικό διάστημα, καθώς και τους συναδέλφους Μιχάλη, Γιάννη και Σταμάτη για το πολύτιμο υλικό που μου παρείχαν ώστε να ολοκληρώσω την διπλωματική μου εργασία.*

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς στο πλαίσιο απόκτησης μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών. Για το λόγο αυτό, κάποια από τα στοιχεία που περιλαμβάνονται ενδέχεται να μην είναι ακριβή.

Επιπλέον επισημαίνεται ότι στην διπλωματική εργασία δεν περιλαμβάνονται διαβαθμισμένες πληροφορίες.

# **Οικονομοτεχνική ανάλυση και αξιολόγηση ίδρυσης μονάδας ανακύκλωσης αεροσκαφών: Η περίπτωση των F-16 της Π. Α.**

**ΠΟΛΥΖΟΥ ΙΩΑΝΝΑ**

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Καθώς ο αριθμός των αεροσκαφών που αποσύρονται συνεχώς αυξάνει, η αποτελεσματική και ασφαλής διαχείρισή τους στο τέλος του κύκλου ζωής τους, είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα καθώς έχει επιπτώσεις τόσο για το περιβάλλον όσο και για τη δημόσια υγεία. Επιπλέον, το θέμα της ανακύκλωσης αεροσκαφών έχει αρχίσει να αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τις βιομηχανίες ανακύκλωσης σε παγκόσμια κλίμακα, καθώς έχει και οικονομικά οφέλη.

Σύμφωνα με τον AFRA (Aircraft Fleet Recycling Association), που είναι ένας μη κερδοσκοπικός παγκόσμιος οργανισμός για την ανακύκλωση αεροσκαφών, στις επόμενες δύο δεκαετίες εκτιμάται ότι θα αποσυρθούν περίπου 12.000 αεροσκάφη, εμπορικού και στρατιωτικού τύπου.

Μέχρι πριν λίγα χρόνια η κοινή πρακτική για την τελική διάθεση των αεροσκαφών ήταν η αποθήκευσή τους σε αεροδρόμια ή σε ερήμους. Για πολλές δεκαετίες, χιλιάδες αεροσκάφη που αποσύρθηκαν, έχουν αποθηκευτεί στα λεγόμενα «νεκροταφεία αεροσκαφών», σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Οι βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους, όπως η αποσυναρμολόγηση και επαναχρησιμοποίηση, η διάλυση και η ανακύκλωση, είναι λύσεις περιβαλλοντικά φιλικές αλλά και οικονομικά συμφέρουσες.

Η διπλωματική εργασία επιχειρεί να αναδείξει το πρόβλημα της συσσώρευσης του μεγάλου αριθμού αεροσκαφών σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και των λύσεων που προτείνονται για την διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Επίσης, ως μελέτη περίπτωσης, εξετάζεται κατά πόσο θα μπορούσε να είναι βιώσιμη μία μονάδα ανακύκλωσης συγκεκριμένου τύπου αεροσκαφών, των F-16, τα οποία διαθέτει και η Πολεμική Αεροπορία.

Στο πλαίσιο αυτό η εργασία είναι δομημένη σε δύο μέρη ως εξής:

Στο πρώτο μέρος πραγματοποιήθηκε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και γίνεται μια αναφορά στον κύκλο ζωής των αεροσκαφών καθώς και στο ζήτημα της συσσώρευσης που πραγματοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο λόγω της απόσυρσης μεγάλου αριθμού αεροσκαφών. Επιπλέον παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή, από το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και μετά, σχετικά με την τύχη των πεπαλαιωμένων αεροσκαφών. Παράλληλα, προσεγγίζεται το ζήτημα της νομοθεσίας σχετικά με την ανακύκλωση αεροσκαφών και αναδεικνύεται η πρόοδος που έχει σημειωθεί στον τομέα μέσα από πρωτοβουλίες μεγάλων αεροπορικών εταιριών όπως η Airbus και η Boeing. Επίσης, περιγράφονται τα οφέλη καθώς και οι επιπτώσεις από το ζήτημα της διαχείρισης του τέλους του κύκλου ζωής των αεροσκαφών. Τέλος, γίνεται αναφορά στον στόλο της Πολεμικής Αεροπορίας από την ίδρυσή της έως σήμερα και περιγράφεται το αεροσκάφος F-16 Fighting Falcon.

Στο δεύτερο μέρος, γίνεται χρηματοοικονομική ανάλυση και αξιολόγηση μιας μονάδας η οποία θα ανακυκλώνει τον συγκεκριμένο τύπο αεροσκαφών, F-16 Fighting Falcon, προκειμένου να εξεταστεί η βιωσιμότητά της και εξάγονται ορισμένα συμπεράσματα.

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Τίτλος	Σελίδα
4-1:	Εξοικονόμηση ενέργειας από ανακυκλωμένα υλικά, σε σύγκριση με την παραγωγή από παρθένες πρώτες ύλες και το ποσοστό των νέων μετάλλων που παράγονται από τη χρήση ανακτημένων μετάλλων	45
4-2:	Εκτίμηση παραγωγής ινών άνθρακα	47
4-3:	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την παραγωγή ενός Kg ινών άνθρακα	47
5-1:	Το οπλοστάσιο της ΠΑ από το 1950 έως σήμερα	48
5-2:	Ο στόλος αεροσκαφών της ΠΑ σήμερα	51
5-3:	Τεχνικά χαρακτηριστικά / επιδόσεις αεροσκαφών F-16	53
5-4:	Τεχνικά χαρακτηριστικά / Επιδόσεις κινητήρα F100-PW 229 αεροσκαφών F-16	57
6-1:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Βέλγιο	61
6-2:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από τη Δανία	62
6-3:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Ελλάδα	63
6-4:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Νορβηγία	64
6-5:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Πολωνία	65
6-6:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Πορτογαλία	65
6-7:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Ολλανδία	66
6-8:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	67
6-9:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Μπαχρέιν	67
6-10:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Ιράκ	68
6-11:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Ιορδανία	68
6-12:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Ισραήλ	69
6-13:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Ομάν	70
6-14:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Τουρκία	70
6-15:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Αίγυπτο	71
6-16:	Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Μαρόκο	71
6-17:	Εκτίμηση αριθμού αεροσκαφών διαθέσιμων προς ανακύκλωση ανά έτος σε κάθε χώρα/χρήστη (κύκλος ζωής 30 έτη)	76
6-18:	Αεροσκάφη που θα ανακυκλώσει η μονάδα τα έτη 2017-2025	77
6-19:	Κόστος Μάρκετινγκ	83
6-20:	Υπολογισμός ποσότητας υλικών διαθέσιμων προς ανακύκλωση ανά αεροσκάφος	83
6-21:	Υπολογισμός εσόδων ανά αεροσκάφος	84
6-22:	Υπολογισμός συνολικών εσόδων ανά έτος	84
7-1:	Έξοδα πρώτων υλών και άλλων εφοδίων έτους 2017	88
7-2:	Έξοδα πρώτων υλών και άλλων εφοδίων (2017-2021)	88

7-3:	Κόστος εξοπλισμού και δυνητικοί προμηθευτές	92
7-4:	Κόστος βοηθητικού εξοπλισμού και δυνητικοί προμηθευτές	93
7-5:	Κόστος εξοπλισμού εξυπηρέτησης και δυνητικοί προμηθευτές	93
7-6:	Κόστος έργων πολιτικού μηχανικού	96
7-7:	Κόστος Γενικών Εξόδων για το έτος 2017	99
7-8:	Κόστος Γενικών Εξόδων για τα έτη 2017-2021	99
7-9:	Απαιτούμενο ανθρώπινο δυναμικό	100
7-10:	Κόστος ανθρώπινου δυναμικού για το 2017	102
7-11:	Κόστος ανθρώπινου δυναμικού για τα έτη 2017-2021	102
7-12:	Κόστος εκτέλεσης του προγράμματος	106
8-1:	Προπαραγωγικά έξοδα και πάγιες επενδύσεις	107
8-2:	Υπολογισμός κεφαλαίου κίνησης πρώτου έτους λειτουργίας (Α)	108
8-3:	Απαιτήσεις κεφαλαίου κίνησης πρώτου έτους λειτουργίας 2017(Β)	109
8-4:	Απαιτήσεις κεφαλαίου κίνησης για τα έτη 2017-2021	109
8-5:	Συνολικό κόστος επένδυσης	110
8-6:	Υπολογισμός κόστους επεξεργασίας	110
8-7:	Εξυπηρέτηση δανείου	111
8-8:	Καταστάσεις αποτελεσμάτων χρήσης (2017 – 2021)	112
8-9:	Καταστάσεις ταμειακών ροών (2017 – 2021)	113
8-10:	Ισολογισμοί (2017 – 2021)	114
8-11:	Κατάσταση ταμειακών ροών	115
8-12:	Υπολογισμός παρούσας αξίας	116
8-13:	Υπολογισμός νεκρού σημείου	116

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Τίτλος	Σελίδα
1-1:	Στοιβες αεροσκαφών Republic F-84F και F-84G Thunderstreaks, εν αναμονή διάλυσης στην Αεροπορική βάση Davis-Monthan, το Νοέμβριο του 1958	17
1-2:	Αεροφωτογραφία της Αεροπορικής βάσης Davis-Monthan και του «νεκροταφείου» αεροσκαφών AMARG στο Tucson, με στοιβες αποθηκευμένων αεροσκαφών C-141 Starlifters, B-1B Lancers και F-111 Aardvarks	18
4-1:	Σκραπ ινών άνθρακα έτοιμα για τεμαχισμό και επεξεργασία ανάκτησης ινών	37
4-2:	Πλακίδια αλουμινίου κατασκευασμένα από 100% ανακυκλωμένο αλουμίνιο αεροσκαφών	39
4-3:	Εξάρτημα (φτερό) αυτοκινήτου μάρκας Corvette C6 (α), που παράγεται από ανακυκλωμένα ανθρακονήματα αεροσκάφους F-18 (β). Αφαίρεση κινητήρα αεροσκάφους (γ) στις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης	40
4-4:	Ο εκσκαφέας διαλύει αρχικά το ουραίο τμήμα και συνεχίζει προς τις πτέρυγες, την άτρακτο και το υπόλοιπο σώμα	41
5-1:	Το αεροσκάφος F-16C/D Block 30, 50 Fighting Falcon	52
5-2:	Το αεροσκάφος F-16	54
5-3:	Το αεροσκάφος F-16C/D Block 52+ Fighting Falcon	55
5-4:	Το αεροσκάφος F-16C/D Block 52+ adv Fighting Falcon	55
5-5:	Κατανομή της σύνθεσης υλικών του σώματος του αεροσκάφους F-16	56
6-1:	Τμήματα της ατράκτου και της πτέρυγας του αεροσκάφους F-16	79
6-2:	Τύποι καλωδιώσεων του αεροσκάφους F-16	80
7-1:	Γωνιακός τροχός GWS 18 V-LI Professional της BOSCH	89
7-2:	Σπαθόσεγα GSA 1100E Professional της BOSCH	90
7-3:	Κόφτης καλωδίων της εταιρίας KNIPEX	90
7-4:	Αναλυτής XRF, Thermo Scientific Niton XL5	91



## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα	Τίτλος	Σελίδα
1-1:	Ο κύκλος ζωής του αεροσκάφους	13
4-1:	Βιομηχανίες - χρήστες των σύνθετων υλικών	36
4-2:	Μερίδιο αγοράς σύνθετων υλικών στην Ευρώπη το έτος 2000	38
6-1:	Παραγωγή αεροσκαφών F-16 ανά έτος	74
7-1:	Τοπογραφικό Οικοπέδου	94
7-2:	Κάτοψη ισογείου	95
7-3:	Οργανόγραμμα επιχείρησης	96
7-4:	Διάγραμμα Gant	105
8-1:	Ανάλυση νεκρού σημείου	117

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας .....</b>	<b>13</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στην ανακύκλωση αεροσκαφών.....</b>	<b>13</b>
1.1. Ο κύκλος ζωής του αεροσκάφους.....	13
1.2. Προβλέψεις αναφορικά με την απόσυρση αεροσκαφών .....	13
1.3. Συνέπειες της ανάπτυξης των αεροπορικών μεταφορών .....	14
1.4. Ιστορική αναδρομή .....	15
1.4.1. Στρατιωτικά αεροσκάφη .....	16
1.4.2. Εμπορικά αεροσκάφη .....	18
<b>Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία για τη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους.....</b>	<b>21</b>
2.1. Γενικά.....	21
2.2. Η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού για τα απόβλητα.....	22
2.3. Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων.....	22
2.4. Προτεινόμενο νομοθετικό πλαίσιο για την ανακύκλωση αεροσκαφών .....	24
<b>Κεφάλαιο 3: Πρόοδος στον τομέα της ανακύκλωσης αεροσκαφών.....</b>	<b>26</b>
3.1. Έργο PAMELA (Διεργασίες για την προηγμένη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους) .....	26
3.1.1. Στόχοι του έργου.....	26
3.1.2. Οι τρεις φάσεις της διεργασίας .....	27
3.1.3. Αποτελέσματα του έργου PAMELA .....	30
3.2. Οργανισμός για την ανακύκλωση του στόλου των αεροσκαφών (AFRA).....	31
3.2.1. Μέλη του AFRA .....	31
3.2.2. Βέλτιστες Πρακτικές Διαχείρισης του AFRA .....	32
3.2.3. Πιστοποίηση εταιριών από τον AFRA .....	33
3.2.4. Συνεισφορά του AFRA στην ανακύκλωση αεροσκαφών.....	34
<b>Κεφάλαιο 4: Οφέλη και επιπτώσεις από την ανακύκλωση αεροσκαφών.....</b>	<b>35</b>
4.1 Κίνητρα για την ανακύκλωση αεροσκαφών .....	35
4.2 Σύνθετα υλικά αεροσκαφών.....	35
4.3 Εμπορευσιμότητα των ανακυκλωμένων υλικών των αεροσκαφών.....	39
4.4 Εναλλακτικές προτάσεις για τη διαχείριση του τέλους του κύκλου ζωής των αεροσκαφών .....	42

4.5	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ανακύκλωση αεροσκαφών.....	44
<b>Κεφάλαιο 5: Η Ελληνική Πολεμική Αεροπορία .....</b>		<b>48</b>
5.1.	Ιστορική αναδρομή .....	48
5.2.	Το οπλοστάσιο της ΠΑ σήμερα .....	50
5.3.	Περιγραφή του αεροσκάφους F-16 Fighting Falcon .....	51
5.4.	Δομή και σύνθεση υλικών του σώματος (airframe) του αεροσκάφους F-16.....	56
5.5.	Κινητήρας του αεροσκάφους F-16.....	57
<b>ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: Οικονομοτεχνική ανάλυση ίδρυσης μονάδας ανακύκλωσης αεροσκαφών.....</b>		<b>58</b>
<b>Κεφάλαιο 6: Ανάλυση αγοράς και Μάρκετινγκ.....</b>		<b>58</b>
6.1.	Ορισμός της αγοράς και ανάλυση της δομής της.....	58
6.1.1	Προϊόντα .....	58
6.1.2	Πελάτες .....	60
6.1.3	Ανταγωνιστές.....	72
6.2.	Ανάλυση της αγοράς .....	73
6.2.1.	Συνολική παραγωγή αεροσκαφών F-16 .....	73
6.2.2.	Προσδιοριστικοί παράγοντες της ζήτησης .....	74
6.2.3.	Διαθέσιμα αεροσκάφη F-16 για ανακύκλωση (έτη 2017-2025).....	75
6.3.	Η Στρατηγική του Μάρκετινγκ .....	77
6.3.1.	Εταιρική Στρατηγική και στόχοι της επιχείρησης .....	77
6.4.	Η τακτική του μάρκετινγκ.....	78
6.4.1.	Προϊόν.....	78
6.4.2.	Τιμή.....	81
6.4.3.	Προώθηση.....	81
6.5.	Κόστος Μάρκετινγκ .....	82
6.6.	Υπολογισμός Εσόδων .....	83
<b>Κεφάλαιο 7: Έξοδα και κόστος επένδυσης.....</b>		<b>85</b>
7.1.	Πρώτες ύλες και άλλα εφόδια .....	85
7.1.1.	Επικίνδυνα υλικά αεροσκάφους F-16.....	86
7.1.2.	Κόστος πρώτων υλών και άλλων εφοδίων .....	87
7.2.	Τεχνολογία και μηχανολογία .....	88
7.2.1.	Απαιτούμενος εξοπλισμός .....	89

7.2.2.	Κόστος εξοπλισμού.....	92
7.3.	Έργα πολιτικού μηχανικού .....	94
7.4.	Οργάνωση μονάδας και γενικά έξοδα.....	96
7.4.1.	Τα γενικά έξοδα .....	97
7.4.2.	Διαδικασία παράδοσης υλικών .....	97
7.4.3.	Πρόβλεψη Γενικών Εξόδων .....	98
7.5.	Ανθρώπινοι Πόροι.....	99
7.5.1.	Ανάγκες του επενδυτικού σχεδίου σε προσωπικό .....	99
7.5.2.	Εκτίμηση του κόστους εργασίας.....	101
7.6.	Τοποθεσία, χώρος εγκατάστασης, περιβάλλον .....	103
7.6.1.	Επιλογή της τοποθεσίας.....	103
7.6.2.	Επιλογή χώρου εγκατάστασης.....	103
7.7.	Προγραμματισμός Εκτέλεσης του Έργου.....	103
7.7.1.	Στάδια εκτέλεσης του έργου .....	104
7.7.2.	Εκτίμηση του κόστους εκτέλεσης του προγράμματος .....	105
<b>Κεφάλαιο 8: Χρηματοοικονομική ανάλυση και αξιολόγηση της επένδυσης.....</b>		<b>106</b>
8.1.	Υπολογισμός συνολικού κόστους επένδυσης .....	106
8.1.1.	Κεφάλαιο κίνησης.....	107
8.2.	Κόστος επεξεργασίας.....	110
8.3.	Χρηματοδότηση του προγράμματος .....	110
8.4.	Απαραίτητες λογιστικές καταστάσεις .....	111
8.4.1.	Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης.....	112
8.4.2.	Προϋπολογιστικές ταμειακές ροές .....	113
8.4.3.	Προβλεπόμενοι Ισολογισμοί (2017-2021).....	114
8.5.	Χρηματοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης.....	114
8.5.1	Καθαρή παρούσα αξία .....	114
8.5.2	Ανάλυση νεκρού σημείου .....	116
8.6.	Συμπεράσματα .....	117
	Βιβλιογραφία.....	118

## ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

### Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στην ανακύκλωση αεροσκαφών

#### 1.1. Ο κύκλος ζωής του αεροσκάφους

Το θέμα της ανακύκλωσης των αεροσκαφών έχει αρχίσει να αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω του συνεχώς αυξανόμενου αριθμού των αεροσκαφών (εμπορικού και στρατιωτικού τύπου) που πλησιάζουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Ο κύκλος ζωής ενός αεροσκάφους αποτελείται από 7 φάσεις που είναι: πρώτες ύλες, σχεδίαση, εφοδιαστική αλυσίδα, κατασκευή, μεταφορά, επιχειρησιακή λειτουργία και τέλος κύκλου ζωής (end-of-life).



**Διάγραμμα 1-1:** Ο κύκλος ζωής του αεροσκάφους (Πηγή: Franz K. et al., 2011)

Συνήθως ένα αεροσκάφος σχεδιάζεται, και κατασκευάζεται με την προοπτική να παραμείνει σε επιχειρησιακή λειτουργία για περίπου 30-40 χρόνια. Μετά το πέρας αυτής της περιόδου, και αφού έχει συγκεντρώσει εκατομμύρια πτητικών μιλίων, το αεροσκάφος οδηγείται σε απόσυρση καθώς η εκμετάλλευσή του δεν είναι πλέον οικονομικά συμφέρουσα, λόγω π.χ. του υψηλού κόστους συντήρησης και γενικής επισκευής (overhaul), ή της υψηλής κατανάλωσης καυσίμου.

#### 1.2. Προβλέψεις αναφορικά με την απόσυρση αεροσκαφών

Οι παγκόσμιες αεροπορικές μεταφορές συνεχώς θα αυξάνονται. Σύμφωνα με τις τρέχουσες προβλέψεις, η παγκόσμια επιβατική κίνηση και η διακίνηση φορτίων και εμπορευμάτων, θα

αυξάνεται κατά μέσο όρο 4,9% και 4,7% ετησίως αντίστοιχα, έως το 2034. Προκειμένου να ανταποκριθεί σε αυτή την αυξανόμενη ζήτηση για τις αερομεταφορές, η Boeing εκτιμά ότι θα υπάρξουν συνολικά περίπου 38.050 παραδόσεις αεροσκαφών σε παγκόσμιο επίπεδο, τα επόμενα 20 χρόνια (Boeing, 2015). Μολονότι δεν υπάρχουν αντίστοιχα διαθέσιμα στοιχεία για τα αεροσκάφη στρατιωτικού τύπου, εκτιμάται ότι παρά τους δημοσιονομικούς περιορισμούς σε πολλές χώρες του δυτικού κόσμου, η αγορά στρατιωτικών μαχητικών αεροσκαφών, επίσης θα έχει μεγάλη δραστηριότητα τα επόμενα χρόνια. Ο λόγος είναι ότι υπάρχει συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για τα μαχητικά 5ης γενιάς, από έθνη που κατέχουν ηγετικές θέσεις όσον αφορά την αγορά στρατιωτικού εξοπλισμού (ASDReports, 2012).

Σύμφωνα με τον AFRA (Aircraft Fleet Recycling Association), που είναι ένας μη κερδοσκοπικός παγκόσμιος οργανισμός για την ανακύκλωση αεροσκαφών, στις επόμενες δύο δεκαετίες εκτιμάται ότι θα αποσυρθούν περίπου 12.000 αεροσκάφη, εμπορικού και στρατιωτικού τύπου (AFRA, 2015).

Λόγω της προβλεπόμενης ανάπτυξης για τα επόμενα 20 χρόνια, αλλά και του περιορισμένου κύκλου ζωής των αεροσκαφών, περίπου 13,000 επιβατικά αεροσκάφη σε όλο τον κόσμο θα πρέπει να αντικατασταθούν και να αποσυρθούν από την ενεργό υπηρεσία (Embraer, 2015, Airbus, 2015).

### **1.3. Συνέπειες της ανάπτυξης των αεροπορικών μεταφορών**

Η μεγάλη ανάπτυξη του τομέα των αεροπορικών μεταφορών θα φέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη. Θα οδηγήσει όμως και σε μεγάλες ανεπιθύμητες κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επομένως, λογικό είναι να αυξάνει συνεχώς το ενδιαφέρον της κοινής γνώμης, σχετικά με τις επιπτώσεις της αύξησης των αεροπορικών μεταφορών, τόσο στις τοπικές κοινωνίες αλλά και στο περιβάλλον (Walker, et al., 2009).

Ιδιαίτερα αυξανόμενη ανησυχία υπάρχει, τόσο στην αεροπορική βιομηχανία αλλά και στην κοινωνία, σχετικά με το στάδιο του τέλους του κύκλου ζωής των αεροσκαφών (Goggin, et al., 2000). Το συγκεκριμένο στάδιο είχε παραμεληθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η κοινή πρακτική για την τελική διάθεση των αεροσκαφών, μέχρι πριν από λίγα χρόνια ήταν η αποθήκευσή τους στα λεγόμενα «νεκροταφεία» αεροσκαφών ή σε ερήμους σε όλο τον κόσμο.

Ο αριθμός των αεροσκαφών που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής επιδεινώθηκε ακόμη περισσότερο λόγω του ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Ινδονησία, η Κίνα και η Ρωσία έχουν θεσπίσει τα τελευταία χρόνια περιορισμούς εισαγωγών για μεταχειρισμένα αεροσκάφη ηλικίας πάνω από 10 έως 20 χρόνων (James B., 2010). Την ίδια στιγμή, η παγκόσμια ζήτηση για τις πρώτες και βοηθητικές ύλες συνεχίζει να αυξάνεται. Αυτό βέβαια είναι αντιφατικό, γιατί τα αεροσκάφη που απορρίπτονται αποτελούν μια μεγάλη πηγή πολύτιμων υλικών, επομένως η υγειονομική ταφή δεν φαίνεται να αποτελεί μια κατάλληλη μακροπρόθεσμη λύση, για την διαχείριση τους στο στάδιο του τέλους του κύκλου ζωής τους.

Καθώς ο αριθμός των αεροσκαφών που αποσύρονται αυξάνεται, μεγαλώνει αντίστοιχα η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και το ενδιαφέρον των κοινωνιών και των αρχών, για το χειρισμό των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Οι δύο ηγέτες της αγοράς, η Airbus και η Boeing, πραγματοποίησαν την πρώτη σχετική έρευνα τα τελευταία χρόνια, με αφετηρία το 2005. Αντιμετωπίζοντας το ενδεχόμενο μελλοντικών νομοθετικών ρυθμίσεων, όσον αφορά το χειρισμό των αεροσκαφών στο στάδιο του τέλους του κύκλου ζωής τους, οι δύο εταιρίες παρουσίασαν τις γενικές δυνατότητες και περιορισμούς των διεργασιών της διαχείρισης του τέλους του κύκλου ζωής των αεροσκαφών, λαμβάνοντας υπόψη εναλλακτικές λύσεις για την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την υγειονομική ταφή.

Πέρα από τις προσπάθειες της Airbus και της Boeing, τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε μια αυξανόμενη συνειδητοποίηση ότι η εφαρμογή τεχνικών ανακύκλωσης για τη διάθεση των αεροσκαφών, μπορεί να επιφέρει τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά οφέλη (Perry J., 2012).

#### **1.4. Ιστορική αναδρομή**

Μέχρι πριν λίγα χρόνια, οι συνήθεις πρακτικές τόσο για τα εμπορικά όσο και για τα στρατιωτικά αεροσκάφη, ήταν είτε η προσωρινή απομάκρυνσή τους από την υπηρεσία και αποθήκευση σε περιβάλλον που να ευνοεί την διατήρησή τους, είτε φύλαξη και χρήση ως ανταλλακτικά για τα εν ενεργεία αεροσκάφη. Αναπόφευκτα, καθώς οι άτρακτοι φθείρονται και δεν είναι πια οικονομικά αποδοτική η εκμετάλλευσή τους, όλα τα αεροσκάφη για τα οποία έχει ληφθεί απόφαση για οριστική απομάκρυνση από την υπηρεσία, θα πρέπει να διαλυθούν, δηλαδή να μετατραπούν σε σκραπ, σε ένα «νεκροταφείο» αεροσκαφών. Στη

συνέχεια, θα επιχειρήσουμε μια ιστορική αναδρομή αναφορικά με την κατάληξη των αεροσκαφών που αποσύρθηκαν από την ενεργό υπηρεσία, ξεκινώντας από το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Επίσης, θα γίνει περιγραφή μερικών από τα πιο γνωστά «νεκροταφεία» αεροσκαφών στον κόσμο, τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ευρώπη.

#### 1.4.1. Στρατιωτικά αεροσκάφη

Κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πόλεμου κατασκευάστηκαν πάρα πολλά αεροσκάφη. Μόνο οι Ηνωμένες Πολιτείες κατασκεύασαν περίπου 294.000. Μετά το τέλος του πολέμου, οι ένοπλες δυνάμεις των ΗΠΑ βρέθηκαν με ένα τεράστιο πλεόνασμα στρατιωτικών αεροσκαφών. Πολλά από τα αεροσκάφη τα οποία είχαν συμμετάσχει αποτελεσματικά στις αεροπορικές επιχειρήσεις, είχαν ήδη περιέλθει σε αχρησία από το 1945, όπως για παράδειγμα το B-17 Flying Fortress της Boeing και το B-24 Liberator της Consolidated Aircraft Corporation. Μέχρι το καλοκαίρι του 1945, υπήρχαν σε λειτουργία στις ΗΠΑ τουλάχιστον 30 εγκαταστάσεις αποθήκευσης και 23 κέντρα πωλήσεων ή «νεκροταφεία αεροσκαφών», ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις συνολικά 117.210 αεροσκάφη είχαν δηλωθεί ως πλεονάζων στρατιωτικό υλικό (*Airplane boneyards, 2015*).

Για τα στρατιωτικά αεροσκάφη στο τέλος του κύκλου ζωής τους, τρεις είναι οι πιθανές λύσεις:

- πώληση σε ιδιωτικό φορέα,
- διάλυση
- μακροχρόνια αποθήκευση.

Τα αεροπλάνα που δεν πωλήθηκαν σε «νεκροταφεία» αεροσκαφών, παροπλίστηκαν, δηλαδή τους αφαιρέθηκαν τυχόν διαβαθμισμένα υλικά, και κατέληξαν σε μεταλλουργικές βιομηχανίες προς διάλυση. Χιλιάδες στρατιωτικών αεροσκαφών είχαν διαλυθεί μέχρι το 1947.

Νεότερα αεροσκάφη, όπως το B-29 Superfortress, διατηρήθηκαν σε μακροχρόνια αποθήκευση για τυχόν μελλοντική ανάκληση στην ενεργό υπηρεσία, κατά τη διάρκεια του πολέμου της Κορέας και του Ψυχρού Πολέμου.



### Αεροπορική βάση Davis-Monthan

Σήμερα, τα αεροσκάφη της Πολεμικής Αεροπορίας, ή του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ που είναι παρωχημένης τεχνολογίας και πρέπει να απορριφθούν, είτε να διατηρηθούν για μελλοντική επιστροφή στην υπηρεσία, είναι αποθηκευμένα στο μεγαλύτερο «νεκροταφείο» αεροσκαφών στον κόσμο, στην έρημο της Αριζόνας. Τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης διαχειρίζεται η 309<sup>η</sup> Aerospace Maintenance and Regeneration Group (AMARG), στην αεροπορική βάση Davis-Monthan στο Tucson. Πρόκειται για μια έκταση 2.600 στρεμμάτων, στην οποία βρίσκονται σχεδόν 5.000 αεροσκάφη (*Airman Magazine, 2013*).



**Εικόνα 1-1:** Στοιβες αεροσκαφών Republic F-84F και F-84G Thunderstreaks, εν αναμονή διάλυσης στην Αεροπορική βάση Davis-Monthan, το Νοέμβριο του 1958 (Πηγή: *Airplane boneyards*).

Εκεί βρίσκονται αεροσκάφη παλαιού τύπου, όπως τα F-86 και τα B-52 Stratofortress, μέχρι νεώτερα, όπως το C-5 Galaxy. Πολλά από αυτά εξακολουθούν να έχουν μια πολύ σημαντική αποστολή: να τροφοδοτούν με ανταλλακτικά παρόμοια, εν ενεργεία, αεροσκάφη σε όλο τον κόσμο. Επίσης, σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να παρέχονται ως leasing αεροσκάφη μετά από τον εκσυγχρονισμό τους, σε κάποιες χώρες του NATO, για όσο διάστημα αυτές τα έχουν ανάγκη. Για παράδειγμα η Ιταλική Πολεμική Αεροπορία το 2003 μίσθωσε 34 F-16, ως λύση ανάγκης για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών της μέχρι την παράδοση του Eurofighter Typhoon. Τα τελευταία αεροσκάφη F-16, επέστρεψαν στην αεροπορική βάση Davis-Monthan το 2012 (*f-16.net, The aviationist, 2012*).

Το προσωπικό στην 309<sup>η</sup> AMARG, είναι υπεύθυνο για τη διατήρηση των αεροσκαφών σε καλή κατάσταση ώστε να είναι έτοιμα για ενδεχόμενη μελλοντική χρήση, για την ανάκτηση εξαρτημάτων προκειμένου να προμηθεύσουν την αγορά, και για την εκτέλεση συντήρησης εργοστασιακού επιπέδου για την υποστήριξη των επιχειρήσεων της Πολεμικής Αεροπορίας.



**Εικόνα 1-2:** Αεροφωτογραφία της Αεροπορικής βάσης Davis-Monthan και του «νεκροταφείου» αεροσκαφών AMARG στο Tucson, με στοίβες αποθηκευμένων αεροσκαφών C-141 Starlifters, B-1B Lancers και F-111 Aardvarks. (Πηγή: Airplane boneyards).

#### **1.4.2. Εμπορικά αεροσκάφη**

Τα «νεκροταφεία» εμπορικών αεροσκαφών στις δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες εξυπηρετούν διάφορες λειτουργίες όπως: προσωρινή αποθήκευση, συντήρηση, ανάκτηση ανταλλακτικών και διάλυση. Για την προστασία των αεροσκαφών από τον άνεμο και τον ήλιο, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής τους, οι κινητήρες και τα παράθυρα καλύπτονται ερμητικά με λευκά, ανακλαστικά υλικά. Ένα αεροσκάφος μπορεί έτσι να αποθηκευτεί με ασφάλεια, για πολλά χρόνια, μέχρι να έρθει η ώρα να επιστρέψει στην ενεργό υπηρεσία, ή να οδηγηθεί σε ανάκτηση υλικών και εξαρτημάτων. Μακροπρόθεσμα, όλα τα αεροσκάφη απομακρύνονται

οριστικά από την υπηρεσία και οδηγούνται στην αποσυναρμολόγηση και διάλυση (*Airplane boneyards, 2015*).

### *Αεροδρόμιο Mojave, Καλιφόρνια*

Ένα τμήμα του αεροδρομίου Mojave στην Καλιφόρνια, χρησιμοποιείται ως αποθηκευτικός χώρος, «νεκροταφείο», για επιβατικά αεροσκάφη, λόγω της τεράστιας έκτασης και τις ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες (ξηρό κλίμα) στην περιοχή. Μεγάλα αεροσκάφη διαφόρων κατασκευαστών όπως Boeing, McDonnell Douglas, Lockheed, και Airbus, που ανήκουν σε μεγάλες αεροπορικές εταιρείες, αποθηκεύονται κατά καιρούς στο Mojave. Κάποια αεροσκάφη, τα οποία έχουν φτάσει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους, διαλύονται στο «νεκροταφείο» αεροσκαφών στο Mojave, ενώ άλλα ανακαινίζονται και επιστρέφουν στην ενεργό υπηρεσία (*Airplane boneyards, 2015*).

### *Αεροδρόμιο και βιομηχανικό πάρκο Kingman, Αριζόνα*

Το αεροδρόμιο και βιομηχανικό πάρκο Kingman βρίσκεται στην Αριζόνα και καταλαμβάνει μια έκταση περίπου 4.000 στρεμμάτων. Το βιομηχανικό πάρκο είναι μια εμπορική κοινότητα, που φιλοξενεί πάνω από 70 επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της προσωρινής αποθήκευσης των επιβατικών αεροσκαφών. Σύμφωνα με διαθέσιμα στοιχεία από το 2013 βρίσκονταν σταθμευμένα σε αυτό δεκάδες αεροσκάφη, διαφόρων αεροπορικών εταιρειών όπως American Eagle, Continental Express, DHL, SAS και άλλες. Οι κινητήρες, τα παράθυρα και τα ελαστικά των αεροσκαφών καλύπτονται για προστασία.

Τα αεροπλάνα αποθηκεύονται και συντηρούνται από την πιστοποιημένη από τον FAA (Federal Aviation Administration) εταιρία, Kingman Airline Services, Inc. Η εταιρεία δραστηριοποιείται ενεργά στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης για εμπορικά αεριωθούμενα, αεροσκάφη με ελικοφόρους στροβιλοαντιδραστήρες (turbo-prop) και επιχειρηματικά αεροσκάφη. Στους πελάτες της περιλαμβάνονται αεροπορικές εταιρείες όπως οι United, American, Delta, Continental και Allegiant, εταιρείες χρηματοδοτικής μίσθωσης (leasing), όπως η Bank of America, κατασκευαστές αεροσκαφών όπως η Embraer και εταιρείες ναυλωμένων πτήσεων (charter). Η εταιρεία εκτελεί επίσης συντήρηση και επισκευή αεροσκαφών σε υπόστεγα που βρίσκονται στο αεροδρόμιο (*Airplane boneyards, 2015*).

### Αεροδρόμιο Châteauroux-Déols, Γαλλία

Στο αεροδρόμιο Châteauroux-Déols, 250 χιλιόμετρα νότια του Παρισιού, η Bartin Aero Recycling σε συνεργασία με την Europe Aviation, ειδικεύονται στην ανακύκλωση του σκραπ αλουμινίου παλαιών αεροσκαφών. Πρόκειται για μια από τις δύο εγκαταστάσεις του είδους στον κόσμο. Η άλλη είναι η Evergreen Air Center στην Αριζόνα.

Σύμφωνα με την Bartin Aero, χρειάζονται πάνω από έξι εβδομάδες για την αποσυναρμολόγηση και διάλυση ενός αεροσκάφους. Αφού γίνει η αφαίρεση των κινητήρων και ανακτηθούν τα εξαρτήματα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν από τους μηχανικούς αεροσκαφών, ξεκινάει η διάλυση του αεροσκάφους. Πρώτα αφαιρούνται τα εκρηκτικά από το εκτινασσόμενο κάθισμα και την πόρτα διαφυγής. Στη συνέχεια ξηλώνονται τα καθίσματα, οι πλάκες δαπέδου, τα καλώδια, μονωτικά υλικά, οι τουαλέτες, οι διάφορες οθόνες και τα μαύρα κουτιά. Οι οθόνες, οι μπαταρίες και τα ελαστικά προωθούνται στα προβλεπόμενα κανάλια ανακύκλωσης. Τα φτερά και το υπόλοιπο τμήμα της ατράκτου τεμαχίζονται, και οδηγούνται για τη διάλυσή τους (σύνθλιψη) στο εργοστάσιο επιδιόρθωσης μετάλλων της Bartin Aero.

Σύμφωνα με την Bartin Aero, ένα Boeing 747 ζυγίζει 450 τόνους, όταν είναι γεμάτο με επιβάτες, αποσκευές και καύσιμα και 147 τόνους χωρίς αυτά. Μόλις αφαιρεθούν οι κινητήρες και τα διάφορα μέρη αυτών, αποδίδει 127 τόνους ανακυκλώσιμων υλικών, εκ των οποίων οι 70 τόνοι είναι αλουμίνιο.

Ανακτώνται επίσης και μικρότερες ποσότητες χάλυβα, χαλκού, τιτανίου και βολφραμίου. Ότι δεν μπορεί να ανακτηθεί καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής. Μερικά από τα νεότερα αεροπλάνα μπορεί να αποθηκεύονται αλλά να διατηρούνται σε κατάσταση ετοιμότητας πτήσης. Οι μηχανικοί της Europe Aviation μπορούν να τα επαναφέρουν σε επιχειρησιακή λειτουργία μέσα σε 48 ώρες, σύμφωνα με στελέχη της Bartin. Άλλα θα παραμένουν στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα έως ότου οι ιδιοκτήτες τους να αποφασίσουν για το μέλλον τους.

Αναφορικά με το κόστος των πεπαλαιωμένων αεροσκαφών που προορίζονται για διάλυση, ενδεικτικά αναφέρουμε ότι κάποιες φορές έχουν αγοραστεί από την Bartin aero, αεροσκάφη με φθорές μετάλλων στην άτρακτο και 70 εκατομμύρια πτητικά μίλια, για \$3.000 έως \$5.000 το καθένα. Η Bartin aero κερδίζει έσοδα από την πώληση του αλουμινίου το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την τήξη και την ανακύκλωση σε μαλακά κουτιά αναψυκτικών.

Οι ιδιοκτήτες πληρώνουν περίπου € 3.000 το μήνα για να παρκάρουν ένα αεροσκάφος στο Châteauroux-Déols, μέχρι να αποφασίσουν αν θα κάνουν ανάκτηση του αεροσκάφους ή θα προχωρήσουν στη διάλυση ή την πώλησή του (*New York Times*, 2009).

## **Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία για τη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους**

### **2.1. Γενικά**

Προκειμένου να αποφευχθεί η υγειονομική ταφή στο τέλος του κύκλου ζωής διαφόρων προϊόντων, υπάρχουν παγκοσμίως σε ισχύ πολλές νομοθεσίες. Στην Ευρώπη για παράδειγμα, υπάρχει οδηγία για το τέλος του κύκλου ζωής των οχημάτων (End-of-Life Vehicle Directive – “ELV Directive”) (*European Parliament and Council Directive, 2000/53/EC*), καθώς και για τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα (WEEE - Waste Electrical and Electronic Equipment) (*European Parliament and Council Directive, 2002/96/EC*). Και οι δύο παραπάνω οδηγίες, στοχεύουν στο να βελτιώσουν τον τρόπο που οι συγκεκριμένοι κλάδοι αντιμετωπίζουν τα απόβλητα που παράγουν. Η πρώτη αφορά αυτοκίνητα, και η δεύτερη τις οικιακές συσκευές.

Η βιομηχανία, προκειμένου να επιτύχει τους στόχους που θέτει η νομοθεσία για τα ποσοστά ανακύκλωσης στο τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων, αναγκάζεται να βελτιώσει τον τρόπο με τον οποίο διαχειρίζεται τα απόβλητα, αλλά και τις επιλογές σχεδίασης των προϊόντων, καθώς αυτά επηρεάζουν το στάδιο της ανακύκλωσης. Στον κλάδο της αεροπορικής βιομηχανίας όμως, δεν υπάρχει τέτοια νομοθεσία και δεν έχουν θεσπιστεί κανονισμοί που να κατευθύνουν τους ιδιοκτήτες ή κατασκευαστές αεροσκαφών και αεροκινητήρων, για το πώς θα διαχειριστούν τα εν λόγω περιουσιακά στοιχεία στο τέλος του κύκλου ζωής τους.

## **2.2. Η διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού για τα απόβλητα**

Η έλλειψη νομοθεσίας έχει ως αποτέλεσμα να καταλήγουν στους χώρους ταφής και καύσης, εκτός των πολύτιμων πρώτων υλών και πολλά επικίνδυνα απόβλητα. Η νομοθεσία για τη διαχείριση αποβλήτων βασίζεται στην αρχή της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού, η οποία ορίζει ότι, ο κατασκευαστής οφείλει να μεριμνά για τον παράγοντα απόβλητα, με ανάληψη ευθυνών εκ μέρους του, σχετικά με τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των προϊόντων του, έτσι ώστε να μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα των πόρων ολόκληρης της αλυσίδας αξίας, μειώνοντας τη ζήτηση για πρώτες ύλες και διασφαλίζοντας την ανακύκλωση του προϊόντος στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του.

Με άλλα λόγια, οι κατασκευαστές καλούνται να σχεδιάσουν πιο φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα, ενώ καθίστανται υπεύθυνοι για το κόστος της διαχείρισης των προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους (όταν δηλαδή τα προϊόντα γίνουν απόβλητα). Στις περιπτώσεις που οι παραγωγοί φέρουν όντως διευρυμένη ευθύνη, θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο του κόστους διαχείρισης των προϊόντων τους, όταν αυτά καταστούν απόβλητα, συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση της συλλογής, της διαλογής και της ανακύκλωσης.

## **2.3. Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων**

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ήδη φέρει την αρχή της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού στη νομοθεσία. Για παράδειγμα, η ευρωπαϊκή οδηγία 2000/53 / ΕΚ σχετικά με το τέλος του κύκλου ζωής των οχημάτων όσον αφορά την αυτοκινητοβιομηχανία, ήταν εμπνευσμένη από την εν λόγω αρχή (*European Parliament and Council Directive 2000/53/EC, 2000*). Η οδηγία ορίζει, ότι οι κατασκευαστές πρέπει να αποδέχονται πίσω τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους χωρίς χρέωση, αρχής γενομένης από το 2002. Επιπλέον, από το 2006 το 85% του βάρους των οχημάτων πρέπει να ανακυκλώνεται, με ένα ποσοστό τουλάχιστον 80% πραγματικής επαναχρησιμοποίησης. Σύμφωνα με την ίδια οδηγία, από το 2015, τα ποσοστά αυτά διαμορφώνονται σε 95% και 85% αντίστοιχα. Επίσης, από το 2003 και μετά, η αυτοκινητοβιομηχανία υποχρεούται να αποφύγει τη χρήση συγκεκριμένων υλικών όπως ο μόλυβδος, το κάδμιο, το χρώμιο και ο υδράργυρος (*European Parliament and Council Directive 2000/53/EC, 2000*).

Εκτός από την αυτοκινητοβιομηχανία, έχουν επίσης εισαχθεί από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (International Maritime Organisation - IMO), κανονισμοί για το τέλος του κύκλου ζωής στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Το 2009, ο IMO υιοθέτησε τη διεθνή σύμβαση για την ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθή ανακύκλωση των πλοίων. Σύμφωνα με αυτή, τα πλοία που θα αποστέλλονται για ανακύκλωση υποχρεούνται να προβαίνουν σε απογραφή των επικίνδυνων υλικών, ενώ μια σειρά από κατευθυντήριες γραμμές θα αναπτύσσονται ώστε να εξασφαλίζεται η ανακύκλωσή τους με τρόπο ασφαλή και περιβαλλοντικά ορθό (IMO, 2009). Δυστυχώς, η σύμβαση δεν έχει ακόμη κυρωθεί λόγω κυρίως της άρνησης των περισσότερων χωρών της Νοτιοανατολικής Ασίας που διαθέτουν διαλυτήρια πλοίων, να ακολουθήσουν τις επιταγές που ορίζει η σύμβαση, το μέλλον της οποίας εξαρτάται κυρίως από τις χώρες αυτές που έχουν και τη μεγαλύτερη δυναμικότητα διάλυσης πλοίων (Πανελλήνιο Κέντρο Οικολογικών Ερευνών, 2015).

Άλλα παραδείγματα για την εφαρμογή της αρχής της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού στη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, είναι οι ευρωπαϊκές οδηγίες για τα «Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού» ( WEEE) 2002/96 / EC (European Parliament and Council Directive 2002/96/EC, 2002), για την «Καταγραφή, αξιολόγηση, εξουσιοδότηση και περιορισμό των χημικών ουσιών» (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals – REACH) 1907/2006/EC (European Parliament and Council Directive 1907/2006/EC, 2006), και για τις «Συσκευασίες και απόβλητα συσκευασιών» (Packaging and Packaging Waste) 1994/62/EC (European Parliament and Council Directive 1994/62/EC, 1994).

Η Οδηγία WEEE, για παράδειγμα, εφαρμόζεται ουσιαστικά σε όλο τον εξοπλισμό που μπορεί να συνδεθεί σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα ή σε οτιδήποτε λειτουργεί με μπαταρίες. Αφορά οικιακές συσκευές μεγάλου ή μικρού μεγέθους, καθώς και συσκευές της τεχνολογίας της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών και ρυθμίζει τις ενέργειες που σχετίζονται άμεσα με την διάθεσή τους (European Parliament and Council Directive 2002/96/EC, 2002). Η Κίνα, η Νότια Κορέα, οι ΗΠΑ, η Ιαπωνία και η Ταϊβάν ακολουθούν σε πολλές περιπτώσεις τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και έχουν επίσης εισαγάγει νομοθεσία με βάση την αρχή της διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού (Toffel M., 2004). Ο κύριος λόγος για αυτό ήταν να εξασφαλίσουν ότι οι εξαγωγές των προϊόντων τους, π.χ. ηλεκτρονικές εξαγωγές, μπορούν να ανταγωνιστούν σε παγκόσμιο επίπεδο (Kumar S., 2008).

## 2.4. Προτεινόμενο νομοθετικό πλαίσιο για την ανακύκλωση αεροσκαφών

Η ανακύκλωση ορίζεται ως «κάθε εργασία ανάκτησης με την οποία τα απόβλητα μετατρέπονται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες είτε για τον ίδιο με τον αρχικό, είτε για άλλους σκοπούς». Δεν περιλαμβάνει την ανάκτηση ενέργειας ούτε την μετατροπή σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή σε εργασίες επίχωσης (*European Parliament and Council Directive 2008/98/EC, 2008*). Η ανακύκλωση μπορεί να διαιρεθεί σε δύο επίπεδα: ανακύκλωση προϊόντων και ανακύκλωση υλικών. Η ανακύκλωση προϊόντων επικεντρώνεται στην άμεση επαναχρησιμοποίηση ή ανακατασκευή ενός εξαρτήματος ή συστήματος που βρίσκεται στο τέλος του κύκλου ζωής του.

Κατά την ανάλυση της έννοιας «ανακύκλωση» καλό είναι να γίνει άλλη μία διάκριση, μεταξύ της ανακύκλωσης κλειστού βρόγχου (closed loop) και της ανακύκλωση ανοικτού βρόγχου (open loop). Ανακύκλωση κλειστού βρόγχου συμβαίνει όταν ένα υλικό χρησιμοποιείται ξανά στο ίδιο προϊόν και στο ίδιο επίπεδο ποιότητας υλικού. Ο στόχος είναι να βελτιστοποιηθεί η χρησιμότητα του υλικού μέσα από πολλαπλές χρήσεις του προϊόντος. Για παράδειγμα, ένα συγκεκριμένο κράμα αλουμινίου από αεροσκάφος θα μπορούσε να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή νέων δομών αεροσκαφών που κατασκευάζονται από το συγκεκριμένο κράμα αλουμινίου.

Επίσης, ανακύκλωση κλειστού βρόγχου πραγματοποιείται όταν ένα υλικό επαναχρησιμοποιείται σε άλλο προϊόν ή υλικό, ενώ οι εγγενείς του ιδιότητες διατηρούνται, επειδή αποφεύγεται η χρήση των πρωτογενών υλικών στο άλλο προϊόν. Για παράδειγμα, το νικέλιο χρησιμοποιείται για την παραγωγή κινητήρων αεροσκαφών. Μετά το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους, τα σκραπ των αεροκινητήρων μπορούν να ανακυκλωθούν μαζί με σκραπ άνθρακα για την παραγωγή ανοξειδωτου χάλυβα. Σε αυτή την περίπτωση, η ανακύκλωση κλειστού βρόγχου πραγματοποιείται από την άποψη του νικελίου, επειδή η ανακύκλωση των πτερυγίων του αεροκινητήρα εξαλείφει την ανάγκη για παραγωγή πρωτογενούς νικελίου (*Dubreuil, et al., 2008*).

Σε αντίθεση με την ανακύκλωση οχημάτων, για την οποία έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό λύσεις την τελευταία δεκαετία, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ότι έχει γίνει πολύ μικρή εμπειρική έρευνα για τα κύρια ζητήματα που αφορούν την ανακύκλωση αεροσκαφών. Η απουσία των σχετικών οδηγιών, το μεγάλο μέγεθος των υλικών των αεροσκαφών που βρίσκονται στο τέλος του κύκλου ζωής τους, η πολυπλοκότητα στη διαδικασία ανακύκλωσης του στόλου των αεροσκαφών και η πολυεπίπεδη σχέση μεταξύ των



ενδιαφερόμενων μερών, είναι μερικές μόνο από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η αεροπορική βιομηχανία σε σχέση με το ζήτημα της διαχείρισης του τέλους του κύκλου ζωής των αεροσκαφών.

Η αεροπορία ανέκαθεν αντιμετωπιζόταν ως ένα διεθνές ζήτημα. Προκειμένου να διασφαλίζεται η ομαλότητα και η ασφάλεια στις επιχειρήσεις αεροσκαφών, έχουν θεσπιστεί μεταξύ των διαφόρων χωρών και των κοινωνιών κανονισμοί, κυρίως από τον International Civil Aviation Organization (ICAO). Η περιβαλλοντική αντίληψη ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών ζωνών. Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες έχουν ως εκ τούτου οδηγήσει, για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, σε διαφορετικές εθνικές προσπάθειες για την ρύθμισή τους. Για παράδειγμα, οι εκπομπές των αεροσκαφών κατά τη διάρκεια επιχειρήσεων έχουν οδηγήσει σε τοπικά τέλη προσγείωσης με βάση τις εκπομπές ρύπων, όπως για παράδειγμα στο αεροδρόμιο Heathrow στο Λονδίνο, στη Ζυρίχη κλπ.

Το 2001, η Γενική Συνέλευση του ICAO ενέκρινε την ανάπτυξη ενός ανοικτού συστήματος εμπορίας εκπομπών για τις διεθνείς αερομεταφορές. Αυτοί ακριβώς οι κανονισμοί των εκπομπών αποτέλεσαν ένα αποφασιστικό κριτήριο για την αγορά των αεροσκαφών αλλά και για το σχεδιασμό τους (Egelhofer et al., 2007). Αντίστοιχα, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο τέλος της ωφέλιμης ζωής των αεροσκαφών δεν αποτελούν μόνο τοπικό, αλλά και παγκόσμιο ζήτημα. Επομένως, η νομοθεσία σχετικά με τη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους, θα μπορούσε να έχει παρόμοιες συνέπειες για τους παράγοντες της αεροπορικής βιομηχανίας κατά τη σχεδίαση των αεροσκαφών. Η αεροπορική βιομηχανία μόνο έμμεσα επηρεάζεται από τις υφιστάμενες κανονιστικές ρυθμίσεις για το τέλος του κύκλου ζωής των αεροσκαφών.

Πρόσφατα, η αεροπορική βιομηχανία άρχισε να δείχνει ενδιαφέρον σχετικά με την τελική διάθεση των αεροσκαφών. Η ωφέλιμη ζωή ενός αεροσκάφους είναι περίπου 30 έτη. Παλαιότερα, λόγω της μειωμένης ευαισθησίας για το περιβάλλον, όταν κάποια αεροσκάφη αποσύρονταν από την υπηρεσία, οι κατασκευαστές δεν φρόντιζαν για την διάθεσή τους με αποτέλεσμα, χιλιάδες αεροσκαφών να καταλήγουν σε χώρους στάθμευσης στην έρημο, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Σήμερα, οι κατασκευαστές σε όλους τους τομείς λαμβάνουν υπόψη τον κύκλο ζωής του προϊόντος, και αυτό είναι μια εξέλιξη στον κλάδο (Kaplan M., 2011).

Λόγω της απουσίας νομοθετικών ρυθμίσεων, η ανακύκλωση των αεροσκαφών μέχρι στιγμής είναι προαιρετική (Kaplan M., 2011). Αυτό θα μπορούσε εν μέρει να δικαιολογηθεί και από τον συγκριτικά μικρό αριθμό αεροσκαφών που έχουν φτάσει στο τέλος του κύκλου ζωής

τους, έως σήμερα. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, η τάση είναι η νομοθεσία στον τομέα των μεταφορών να συντάσσεται με όρους διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού. Αντίστοιχα, η αεροπορική βιομηχανία θα μπορούσε επίσης να διέπεται από νομοθετικό πλαίσιο παρόμοιο με εκείνο στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Παρά το γεγονός ότι η αεροπορική βιομηχανία έχει αρχίσει να αναπτύσσει κάποιες πρώτες προσεγγίσεις, όπως για παράδειγμα οι βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης του AFRA (Aircraft Fleet Recycling Association), θα πρέπει παράλληλα να δρα προνοητικά στην ανάπτυξη τεχνολογιών για τη βελτίωση της διαχείρισης του τέλους του κύκλου ζωής των αεροσκαφών. Αυτό θα μπορούσε για παράδειγμα να το πετύχει μέσω της επιδίωξης για αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Miglorância, F., 2011).

### **Κεφάλαιο 3: Πρόσδος στον τομέα της ανακύκλωσης αεροσκαφών**

#### **3.1. Έργο PAMELA (Διεργασίες για την προηγμένη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους)**

Το έργο PAMELA (Process for Advanced Management of End-of-Life Aircraft ) ξεκίνησε το 2005 από την Airbus, σε συνεργασία με την EADS, την γαλλική εταιρία ανακύκλωσης Suez-Sita, και την Hautes Pyrénées Prefecture (εκπρόσωπο των υπηρεσιών της γαλλικής κυβέρνησης), με την υποστήριξη και της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέσω του προγράμματος LIFE (γαλλικά: l'Instrument Financier pour l'Environnement), που είναι το χρηματοδοτικό μέσο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον. Για την εξυπηρέτηση του έργου δημιουργήθηκε ένα αεροπορικό κέντρο στο αεροδρόμιο Tarbes της νοτιοδυτικής Γαλλίας.

##### **3.1.1. Στόχοι του έργου**

Το έργο, το οποίο ολοκληρώθηκε μετά από 32 μήνες, το 2007, είχε τρεις στόχους:

- Να αποδείξει πειραματικά, χρησιμοποιώντας ένα αεροσκάφος Airbus A300, ότι το 85% - 95% του βάρους ενός αεροσκάφους μπορεί να ανακυκλωθεί, να επαναχρησιμοποιηθεί, ή να ανακτηθεί με οποιονδήποτε άλλο τρόπο (π.χ. ανάκτηση ενέργειας). Την εποχή εκείνη, οι περισσότερες επιχειρηματικές πρακτικές, επέτρεπαν ποσοστό ανάκτησης περίπου 60%, που

προερχόταν κυρίως από το αλουμίνιο, ενώ τα υπόλοιπα υλικά οδηγούνταν στην διάθεση (απόρριψη).

- Να δημιουργήσει ένα νέο πρότυπο για την ασφαλή και περιβαλλοντικά υπεύθυνη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Ο στόχος ήταν να καλύψει ολόκληρη τη διαδικασία, από την αποθήκευση των υλικών κατά τον παροπλισμό (αποξήλωση), την αποσυναρμολόγηση και διάλυση του αεροσκάφους, μέχρι την ανακύκλωση και τελική διάθεση των υλικών.
- Να δρομολογήσει την έναρξη ενός ευρωπαϊκού δικτύου το οποίο θα διαδώσει περαιτέρω την διαδικασία της διάλυσης των αεροσκαφών (*European Commission, 2007*).

### **3.1.2. Οι τρεις φάσεις της διεργασίας**

Κατά τη διάρκεια του έργου PAMELA, η κοινοπραξία ανέπτυξε μια διεργασία η οποία εφαρμόστηκε σε ένα Airbus A300, με 24 χρόνια ενεργής υπηρεσίας και συνολικό αρχικό βάρος 106 τόνων. Η διεργασία προσεγγίζει το τέλος του κύκλου ζωής των αεροσκαφών σε τρεις φάσεις D1, D2, D3 (*European Commission, 2008, Ribeiro, et al., 2015*):

#### Φάση παροπλισμού – D1

Στη φάση αυτή το αεροσκάφος τίθεται εκτός λειτουργίας (παροπλισμός ή αποξήλωση) και πραγματοποιείται σε τέσσερα στάδια:

- επιθεώρηση
- καθαρισμός και απολύμανση
- απομάκρυνση των λειτουργικών υγρών
- διάθεση των λειτουργικών υγρών και επικινδύνων υλικών.

Αρχικά, το αεροσκάφος επιθεωρείται και ετοιμάζεται ένας κατάλογος με τα εξαρτήματα που μπορούν να αποσυναρμολογηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν, διασφαλίζοντας έτσι ότι αυτά θα μπορούν να εντοπίζονται και να παρακολουθούνται σε ολόκληρη τη φάση του τέλους του κύκλου ζωής. Ακολουθεί καθαρισμός και απολύμανση του αεροσκάφους, όπου γίνεται αποστράγγιση των δεξαμενών, συστημάτων και σωληνώσεων και απομακρύνονται επικίνδυνες ουσίες και εύφλεκτα ή εκρηκτικά υγρά όπως καύσιμα, λιπαντικά και υδραυλικά.

Κάποια από αυτά μπορούν να πωληθούν άμεσα και να δημιουργήσουν έσοδα όπως π.χ. τα καύσιμα. Εάν δεν είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίησή τους, αυτά πρέπει να διατεθούν σε συγκεκριμένα κανάλια ανάκτησης, σύμφωνα με την υφιστάμενη νομοθεσία. Εκτός από τα λειτουργικά υγρά, πρέπει επίσης να απομακρυνθούν και να απορριφθούν τα επικίνδυνα υλικά, εφόσον υπάρχουν, όπως π.χ. το απεμπλουτισμένο ουράνιο (*ENDS Europe, 2013*).

Στο τέλος του σταδίου αυτού, το βάρος του αεροπλάνου είχε μειωθεί κατά περίπου 18 τόνους, κυρίως λόγω της αφαίρεσης των υγρών, τα οποία δεν συμπεριελήφθησαν στον υπολογισμό του ποσοστού ανακύκλωσης (*European Commission, 2011*).

### Φάση αποσυναρμολόγησης - D2

Η αποσυναρμολόγηση ορίζεται ως ο συστηματικός, φυσικός διαχωρισμός ενός προϊόντος στα συστατικά του μέρη ή εξαρτήματα. Για να είναι αποτελεσματική η αποσυναρμολόγηση είναι απαραίτητο να υπάρχει ένας αρχικός σχεδιασμός. Στη συνέχεια, τα επαναχρησιμοποιήσιμα μέρη αφαιρούνται και μπορούν να πωληθούν ή να αποθηκευτούν. Σε πολλές περιπτώσεις, η μερική αποσυναρμολόγηση μπορεί να είναι πολύ πιο οικονομικά συμφέρουσα σε σχέση με την πλήρη αποσυναρμολόγηση (*Masclé C., et al., 2015*).

Για το σχεδιασμό, απαιτείται απόκτηση γνώσης σχετικά με το συγκεκριμένο τύπο αεροσκάφους, δηλαδή γνώση της δομής, των υλικών και της σύνθεσης των διαφόρων μερών. Ακολούθως, γίνεται επιλογή των εξαρτημάτων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να πωληθούν σύμφωνα με τη ζήτηση της αγοράς ανταλλακτικών. Τέτοια εξαρτήματα είναι συνήθως οι κινητήρες, τα συστήματα προσγείωσης, ηλεκτρονικά συστήματα, η βοηθητική γεννήτρια ισχύος (Auxiliary Power Unit - APU), καθώς και τμήματα του εξοπλισμού της καμπίνας.

Για τα επιλεγμένα εξαρτήματα, συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία, την ακριβή τους θέση στο αεροσκάφος, τη σύνθεσή τους καθώς και τον τρόπο σύνδεσής τους με άλλα μέρη. Έχοντας συλλέξει όλες αυτές τις πληροφορίες, δημιουργείται ένα λεπτομερές σχέδιο αλληλουχίας βημάτων για την αποσυναρμολόγηση, ανάλογα με τον τύπο του εξαρτήματος, τη θέση του στο αεροσκάφος, την προσβασιμότητα, την εφαρμοζόμενη τεχνική, τη γνώση των τύπων σύνδεσης, και την προσπάθεια και το χρόνο που απαιτείται.

Τέλος, τα αφαιρούμενα εξαρτήματα ελέγχονται και πιστοποιούνται, έτσι ώστε να είναι δυνατή η χρήση τους ως ανταλλακτικά για τα εν ενεργεία αεροσκάφη. Σε αυτή τη φάση, το

βάρους του αεροσκάφους Airbus A300, μειώθηκε περαιτέρω κατά 13,5 τόνους (*European Commission, 2011*).

### Έξυπνη και ασφαλής διάλυση - D3

Μετά την αφαίρεση όλων των εξαρτημάτων που επιλέχθηκαν στη φάση της αποσυναρμολόγησης, ξεκινάει η φάση της «έξυπνης διάλυσης» του αεροσκάφους. Αρχικά εντοπίζονται τα διαφορετικά κανάλια ανάκτησης και οι σχετικές απαιτήσεις. Επίσης, καθορίζεται μια σειρά βημάτων όσον αφορά τη διάλυση του αεροσκάφους, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η ανάκτηση υλικών. Για την υλοποίηση της διάλυσης χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία, όπως πυρσός πλάσματος, γωνιακοί τροχοί κοπής – λείανσης, πλυστικό μηχάνημα υψηλής πίεσης, αλυσοπρίονο και υδραυλικό ψαλίδι.

Στη συνέχεια τα υλικά ομαδοποιούνται ως εξής: διαφορετικοί τύποι κραμάτων αλουμινίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις των καναλιών ανάκτησης, τιτάνιο, ωστενιτικά υπερκράματα νικελίου, ανοξειδωτος χάλυβας, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα (WEEE), καλωδιώσεις, ελαστικά, πλαστικά κλπ. Τέλος, τα υλικά ετοιμάζονται για τεμαχισμό, ταξινομούνται και αποστέλλονται στα κανάλια ανάκτησης.

Από τα 2/3 της ατράκτου, τα τμήματα αλουμινίου ταξινομήθηκαν αρχικά ανά τύπο κράματος (7075, 2024, 2618, κλπ) ή ανά οικογένεια αλουμινίου (2XXX, 7XXX, κλπ). Τα υπόλοιπα τμήματα ετοιμάστηκαν για τεμαχισμό, με περαιτέρω διαλογή των μεταλλικών τμημάτων. Τέλος, τα κατάλοιπα μετά τον τεμαχισμό προωθήθηκαν σε πιστοποιημένα κέντρα τελικής διαχείρισης. Μετά την εκ νέου σύντηξη ή τήξη, τα ανακυκλωμένα μέταλλα τεμαχίζονται σε ράβδους και επιστρέφουν στις κατάλληλες αγορές (αεροναυπηγική, μηχανική ή αυτοκινητοβιομηχανία), ανάλογα με τη χημική τους σύνθεση.

Από τους 74,5 τόνους που ζύγιζε συνολικά το Airbus A300 στη φάση D3, μια ποσότητα 61 τόνων υλικού θα μπορούσε να προωθηθεί άμεσα για ανακύκλωση. Οι υπόλοιποι 13,5 τόνοι, κυρίως μονωτικό υλικό και περιβλήματα, δεν ήταν δυνατό να ανακυκλωθούν και έπρεπε να απορριφτούν μέσω των συμβατικών καναλιών (*Flightglobal, 2008*). Όλα τα βήματα πραγματοποιήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς και τη σχεδίαση του κύκλου ζωής, προκειμένου να συμβάλλουν στην προώθηση και βελτίωση της απόδοσης της σχεδίασης.

### 3.1.3. Αποτελέσματα του έργου PAMELA

Με το έργο PAMELA ουσιαστικά αποδείχτηκε ότι υπάρχει δυνατότητα ανακύκλωσης ποσοστού έως 85% του βάρους του αεροσκάφους, το οποίο ήταν ένα σημαντικό βήμα προόδου, καθώς μέχρι τότε το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 60%. Η μέθοδος "έξυπνη και ασφαλής διάλυση" που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του έργου ήταν απλή, όφειλε όμως να σεβαστεί τόσο το ίδιο το αεροσκάφος, όσο και το περιβάλλον, και τους κανονισμούς υγείας και ασφάλειας. Όλα τα εξαρτήματα που αφαιρέθηκαν από το αεροσκάφος ζυγίστηκαν, προκειμένου να καθοριστεί το ποσοστό ανακύκλωσης. Εκτός από το μεγάλο ποσοστό αξιοποίησης, μέχρι και 85% του βάρους, το έργο έδειξε επίσης επαναχρησιμοποίηση και ποσοστό ανακύκλωσης μέχρι 70%, αλλά και μείωση των αποβλήτων (λιγότερο από 15% αντί 40-50% που ίσχυε έως τότε.

Ενθαρρυντικά αποτελέσματα επιτεύχθηκαν και στην ανακύκλωση υλικών, κυρίως από αλουμίνιο. Εκτός από οικονομικά έσοδα, η ανακύκλωση έχει επίσης και περιβαλλοντικά οφέλη. Για παράδειγμα, η παραγωγή αλουμινίου είναι μια διεργασία εντάσεως ενέργειας λόγω του βήματος της ηλεκτρόλυσης (ή της μεθόδου Bayer). Ωστόσο, όταν το αλουμίνιο ανακτάται και επαναχρησιμοποιείται, μειώνει την αρχική ενέργεια κατά 90%, το οποίο με τη σειρά του μειώνει επίσης την κατανάλωση πρώτων υλών.

Συνοψίζοντας, τα καλής ποιότητας υλικά και συσκευές που μπορούν άμεσα να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν είναι τα εξής:

- (i) Ορισμένα συστατικά, όπως υγρά (καύσιμα, λιπαντικά, και υδραυλικά υγρά), εξοπλισμός προστασίας και ασφάλειας, μπαταρίες, ηλεκτρονικά συστήματα, και τα ελαστικά (τα οποία υπόκεινται σε ειδικές νομοθετικές ρυθμίσεις όσον αφορά την ανακύκλωση).
- (ii) Τα κράματα αλουμινίου, τιτανίου, και νικελίου, κράματα χάλυβα θερμής έλασης και ανθεκτικά στη διάβρωση, καλωδιώσεις, μάντες, θερμοπλαστικά, αφρώδη υλικά, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, με ειδικές τεχνικές ανακύκλωσης.
- (iii) Όλα τα τμήματα του αεροσκάφους που αποτελούνται από σύνθετα υλικά, συμπεριλαμβανομένης της ατράκτου αλλά και εσωτερικά μέρη, θα μπορούσαν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν σε άλλες βιομηχανίες.
- (iv) Ολόκληρο το αεροσκάφος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιδείξεις ή εκθέσεις σε μουσεία με στόχο την ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης όσον αφορά την αεροπορία.

Τέλος, υλικά τα οποία δεν ανακτώνται και συνήθως καταλήγουν σε υγειονομική ταφή ή στα νεκροταφεία αεροσκαφών, είναι η επένδυση των θαλάμων επιβατών και φορτίων, τα απόβλητα, και διάφορα άλλα μέρη.

### **3.2. Οργανισμός για την ανακύκλωση του στόλου των αεροσκαφών (AFRA)**

Ο οργανισμός για την ανακύκλωση του στόλου των αεροσκαφών, Aircraft Fleet Recycling Association (AFRA), είναι ένας μη κερδοσκοπικός, διεθνής οργανισμός με έδρα την Ουάσιγκτον των Η.Π.Α., ο οποίος είναι αφιερωμένος στην περιβαλλοντικά υπεύθυνη διαχείριση των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους αλλά και στις πρακτικές συνεχούς βελτίωσης του κύκλου ζωής.

#### **3.2.1. Μέλη του AFRA**

Μέλη του AFRA είναι εταιρίες και ερευνητικές ομάδες, που έχουν κοινό συμφέρον αναφορικά με τη διαχείριση του παγκόσμιου στόλου των αεροσκαφών. Ιδρύθηκε τον Ιούνιο του 2006, με πρωτοβουλία της Boeing και των εξής αεροπορικών εταιριών και άλλων εταιριών που δραστηριοποιούνταν στον τομέα της διάσωσης απορριπτόμενου ή κατεστραμμένου υλικού:

- Adherent Technologies
- Air Salvage International
- Bartin Recycling Group
- Châteauroux Air Center
- Europe Aviation
- Evergreen Air Center
- Huron Valley Fritz West
- Milled Carbon, Ltd
- Rolls Royce
- WINGNet / Oxford University

Σήμερα ο AFRA απαρτίζεται από 69 μέλη σε όλο τον κόσμο (Αφρική, Ευρώπη, Μέση Ανατολή, Καναδάς, Βραζιλία, και ΗΠΑ) και εκπροσωπεί όλους τους τομείς της βιομηχανίας των αερομεταφορών, από κατασκευαστές αεροσκαφών όπως η BOEING και η BOMBARDIER, κατασκευαστές αεροκινητήρων (Original Equipment Manufacturer - OEM) όπως η Rolls Royce και η Pratt & Whitney, μέχρι εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην αποσυναρμολόγηση / αναδιανομή εξαρτημάτων, καθώς και εταιρίες ανακύκλωσης υλικών, όπως η ELG Metals και η ELG Carbon Fibre. Μέλη από την ακαδημαϊκή κοινότητα είναι το πανεπιστήμιο της Οξφόρδης και του Νότινχαμ στο Ηνωμένο Βασίλειο (AFRA, 2015). Τα εν λόγω μέλη παρέχουν μια διεθνή προοπτική για την προώθηση μεγαλύτερης συνεργασίας μεταξύ κυβερνήσεων και βιομηχανιών. Ηγέτες από κάθε τμήμα της αλυσίδας αξίας, ενώθηκαν στον AFRA για την ανάπτυξη λύσεων αναφορικά με τη διαχείριση του παλαιωμένου στόλου των αεροσκαφών.

### **3.2.2. Βέλτιστες Πρακτικές Διαχείρισης του AFRA**

Αποστολή του AFRA είναι η επιδίωξη και η προώθηση των βέλτιστων περιβαλλοντικών πρακτικών, ενός άριστου ρυθμιστικού πλαισίου και της αειφόρου ανάπτυξης κατά την αποσυναρμολόγηση, συλλογή και ανακύκλωση εξαρτημάτων και υλικών των αεροσκαφών. Στο πλαίσιο αυτό αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε μια βιομηχανική πρόταση για τη βιωσιμότητα των αεροσκαφών και τη διαχείριση του παγκόσμιου στόλου, μέσω της δημιουργίας οδηγιών όσον αφορά τις βέλτιστες πρακτικές (Best Management Practices – BMP):

- (α) Της διαχείρισης των μεταχειρισμένων εξαρτημάτων και συγκροτημάτων αεροσκαφών και
- (β) Της ανακύκλωσης των μεταχειρισμένων υλικών, εξαρτημάτων και συγκροτημάτων αεροσκαφών.

Οι παραπάνω οδηγίες εκδόθηκαν το 2008 και 2012 αντίστοιχα. Το 2013 εκδόθηκε οδηγία η οποία αποτελεί συγχώνευση των δύο παραπάνω και πρόκειται για μια συλλογή από συστάσεις για την διαχείριση των εξαρτημάτων που αφαιρούνται από το αεροσκάφος ή από τον κινητήρα ή άλλο περιουσιακό στοιχείο κατά τη διάρκεια της αποσυναρμολόγησής τους, στο τέλος του κύκλου ζωής αυτών, καθώς και για την ανακύκλωση εξαρτημάτων και υλικών



που ανακτώνται από το αεροσκάφος ή τον κινητήρα ή άλλο περιουσιακό στοιχείο στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους (AFRA, 2013).

Επισημαίνεται, ότι στην πρώτη περίπτωση τα τμήματα που θα αφαιρεθούν από το αεροσκάφος ενδέχεται να επαναχρησιμοποιηθούν ως ανταλλακτικά σε αεροσκάφη που είναι σε ενεργό υπηρεσία, οι δε οδηγίες αποσυναρμολόγησης δεν σχετίζονται με τη συντήρηση (π.χ. αφαίρεση εξαρτήματος που αποτελεί βήμα κατά τη διαδικασία γενικής επιθεώρησης αεροσκάφους). Στη δεύτερη περίπτωση, οι βέλτιστες πρακτικές σκοπό έχουν να καθοδηγήσουν σε ζητήματα που έχουν να κάνουν με την ανακύκλωση υλικών και εξαρτημάτων που αφαιρέθηκαν από τα αεροσκάφη, όταν τα εν λόγω υλικά και εξαρτήματα προορίζονται για ανακύκλωση και όχι επαναχρησιμοποίηση σε άλλα εν ενεργεία αεροσκάφη.

Οι οδηγίες βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης του AFRA περιγράφουν τα πρότυπα, τις διαδικασίες και διεργασίες που επιτρέπουν στις επιχειρήσεις που συμμετέχουν στην αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση των αεροσκαφών, να εφαρμόζουν βέλτιστες πρακτικές στις καθημερινές τους δραστηριότητες. Οι τομείς που καλύπτουν είναι: διαχείριση εγκαταστάσεων, εκπαίδευση, διαχείριση εγγράφων και αρχείων, βιβλιογραφία, εργαλεία και εξοπλισμός, αποθήκευση και διαχωρισμός εξαρτημάτων και υλικών, ανακύκλωση και περιβάλλον.

Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι οι παραπάνω εκδόσεις των βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης του AFRA, έχουν γίνει πρότυπα για τη βιομηχανία διάλυσης και ανακύκλωσης αεροσκαφών (*Aerospace Manufacturing and Design, 2011*).

### **3.2.3. Πιστοποίηση εταιριών από τον AFRA**

Ο AFRA είναι ο σημαντικότερος φορέας πιστοποίησης και παρέχει στις αεροπορικές εταιρίες αλλά και στις βιομηχανίες ανακύκλωσης παγκοσμίως, όλες τις απαραίτητες διεργασίες και τα μέσα με στόχο τη μεγιστοποίηση της περιβαλλοντικής αλλά και της οικονομικής απόδοσης κατά την αποσυναρμολόγηση και διάλυση των αεροσκαφών. Από το 2008 έως σήμερα, 31 εταιρίες σε όλο τον κόσμο έχουν πιστοποιηθεί από τον AFRA, 18 εκ των οποίων βρίσκονται στις ΗΠΑ, μία στη Νότια Αφρική και οι υπόλοιπες στην Ευρώπη, εκ των οποίων 8 στο Ηνωμένο Βασίλειο και από μία σε Γαλλία, Ολλανδία, Ισπανία και Ελβετία (*AFRA Accredited Companies, 2015*).

Η πιστοποίηση μπορεί να αφορά μόνο σε εργασίες αποσυναρμολόγησης, ή μόνο σε εργασίες ανακύκλωσης, ή και στα δύο αφού ο AFRA παρέχει τη δυνατότητα επιλογής. Αποτέλεσμα της πιστοποίησης είναι ότι οι εταιρίες αυτές διαθέτουν εμπειρία στην αποδοτική αποσυναρμολόγηση και διάλυση των αεροσκαφών, προσφέροντας υψηλής ποιότητας αγορά ανταλλακτικών αεροσκαφών σε πελάτες σε όλο τον κόσμο, που περιλαμβάνει κυρίως ηλεκτρονικά αεροσκαφών, κινητήρες, συστήματα προσγείωσης, εξοπλισμό εσωτερικής διακόσμησης κλπ.

#### **3.2.4. Συνεισφορά του AFRA στην ανακύκλωση αεροσκαφών**

Επιπλέον, ο AFRA δρα και ως ένα βασικό μέσο ανταλλαγής ενημέρωσης, κρατώντας τα μέλη του ενήμερα ως προς τις διεθνείς εξελίξεις στον τομέα της αποσυναρμολόγησης και ανακύκλωσης αεροσκαφών, ενώ παράλληλα τους επιτρέπει να συμμετέχουν στην βελτίωση των τεχνικών ανακύκλωσης και των βιομηχανικών προτύπων. Με τον τρόπο αυτό πετυχαίνει αύξηση της αξίας των ανακυκλώσιμων μερών των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους, μέσω της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών και μεθόδων που χρησιμοποιούν υψηλότερης αξίας υλικά και συσκευές από τα αεροσκάφη που έχουν αποσυρθεί.

Από την πλευρά της αεροδιαστημικής, αρκετά από τα μέλη του AFRA είναι μεταξύ ενός περιορισμένου αριθμού μονάδων που έχουν εγκριθεί για προμήθεια ανακυκλωμένων υπερκραμάτων για ανάτηξη, ώστε να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή περιστρεφόμενων μερών για κινητήρες αεροσκαφών (Perry J., 2012).

Τέλος, πρόθεση του AFRA αλλά και της Boeing είναι, η μείωση της ποσότητας των αποβλήτων των αεροσκαφών που καταλήγουν σε υγειονομική ταφή. Σύμφωνα με τον AFRA, πρέπει να βελτιωθεί η ποιότητα των ανακυκλωμένων σύνθετων υλικών, και να οριστούν νέες εφαρμογές και αγορές εντός και εκτός του κλάδου των αερομεταφορών. Άλλωστε η ανακύκλωση αποτελεί μια άριστη επιχειρηματική λογική, καθώς οι επιθυμίες της αγοράς ικανοποιούνται σε χαμηλότερο κόστος (AMD, 2011).

## Κεφάλαιο 4: Οφέλη και επιπτώσεις από την ανακύκλωση αεροσκαφών

### 4.1 Κίνητρα για την ανακύκλωση αεροσκαφών

Στο τέλος του κύκλου ζωής τους τα αεροσκάφη περιέχουν πολλά υλικά και εξαρτήματα τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν. Επομένως, ένα αεροσκάφος έχει κάποια αξία η οποία θα πρέπει να ανακτηθεί. Αυτό είναι το πρώτο κίνητρο για ανακύκλωση. Η παραγωγή νέων εξαρτημάτων αεροσκαφών απαιτεί πρώτες ύλες, κεφάλαιο, ενέργεια και εργασία. Μέσα από την ανακύκλωση ή την επαναχρησιμοποίηση, μια μεγάλη ποσότητα υλικών και εξαρτημάτων μπορούν να ανακτηθούν και κατά συνέπεια, μπορούν να εξοικονομηθούν πρώτες ύλες και φυσικοί πόροι. Αυτό οδηγεί στο δεύτερο κίνητρο για ανακύκλωση. Επίσης, η παραγωγή δευτερογενών πρώτων υλών απαιτεί σημαντικά λιγότερη ενέργεια από την παραγωγή πρωτογενών πρώτων υλών. Εξαιτίας αυτού, η ανακύκλωση οδηγεί σε μείωση των εκπομπών στον αέρα, το νερό και το έδαφος, το οποίο είναι το τρίτο κίνητρο. Το τέταρτο και πέμπτο κίνητρο είναι ότι η ανακύκλωση οδηγεί σε μείωση του αποβλήτων, και επομένως στη μείωση της χρήσης γης σε χώρους υγειονομικής ταφής (*Ribeiro J., et al., 2015*).

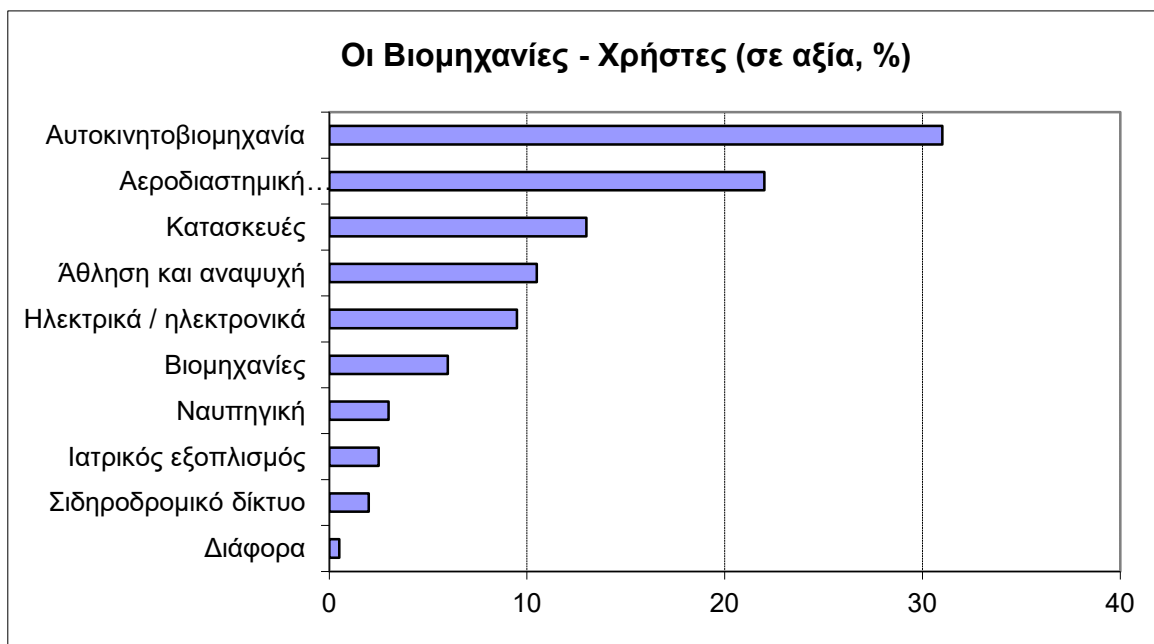
### 4.2 Σύνθετα υλικά αεροσκαφών

Τα σύνθετα υλικά (composite materials), παρουσιάζουν ευρύτατη εφαρμογή σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας καθώς πρόκειται για υλικά υψηλής ποιότητας και με μεγάλη διάρκεια ζωής. Η ανάπτυξη νέων τεχνικών, η χρησιμοποίηση νέων πρώτων υλών και η ποικιλία των διάφορων υλικών οδήγησε στην παραγωγή όλο και πιο βελτιωμένων υλικών. Η βασική ιδέα της ανάπτυξης ενός σύνθετου υλικού είναι η φυσική ανάμειξη δύο ή περισσότερων υλικών με σκοπό την δημιουργία ενός νέου υλικού το οποίο θα έχει τελικές ιδιότητες διαφορετικές από τις αντίστοιχες των αρχικών. Έτσι, κάνοντας μια κατάλληλη επιλογή των αρχικών υλικών, μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα σύνθετο υλικό με τις επιθυμητές ιδιότητες.

Η μεγαλύτερη αντοχή, το μικρότερο βάρος και η απλοποίηση των διαδικασιών συντήρησης οδήγησε σε πολλές εφαρμογές των σύνθετων υλικών, κυρίως στον τομέα των μεταφορών, καθώς συνέβαλλαν σημαντικά στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των επιπτώσεων στο περιβάλλον (μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>). Σε γενικές γραμμές, οι τρεις τύποι των σύνθετων υλικών που αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές εφαρμογές της μηχανικής είναι: σύνθετα υλικά πολυμερούς μήτρας (PMC), σύνθετα υλικά μεταλλικής

μήτρας (MMC), και σύνθετα υλικά κεραμικής μήτρας (CMC). Αν και είναι δύσκολο να βρεθούν στατιστικά στοιχεία της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής σύνθετων υλικών, η εκτίμηση για το 2000 ήταν 7 εκατομμύρια τόνοι, και θα μπορούσε να φτάσει τα 10 εκατομμύρια το 2006 (Chalaye, 2002).

Οι δύο κυριότεροι τομείς εφαρμογής των σύνθετων υλικών, σύμφωνα με εκτιμήσεις για το έτος 2000, είναι η αυτοκινητοβιομηχανία (πάνω από 30%) και η αεροδιαστημική βιομηχανία (πάνω από 20%).



**Διάγραμμα 4-1:** Βιομηχανίες - χρήστες των σύνθετων υλικών (Πηγή: Chalaye H., 2002)

Η αμυντική και αεροδιαστημική βιομηχανία πρωτοστάτησε στη χρήση των σύνθετων υλικών: τα περισσότερα αμυντικά αεροσκάφη σήμερα, έχουν σύνθετα υλικά σε ποσοστό πάνω από 50% του βάρους τους. Επίσης, τα σύνθετα υλικά αποτελούν πλέον ένα βασικό υλικό για τη νέα γενιά των εμπορικών αεροσκαφών, όπως το Boeing 787 "Dreamliner» (50%), το Airbus A380 (25%) και το Airbus A350 (53%). Με το βλέμμα στραμμένο στο μέλλον, η Boeing συνεργάζεται με εταιρείες σε όλο τον κόσμο με στόχο τη μεγιστοποίηση της χρήσης των ανακυκλώσιμων υλικών στο Boeing 787. Αν και οι πρώτες αποσύρσεις του 787 αναμένονται πιθανότατα μετά από 20-30 χρόνια, είναι σημαντικό ότι η ίδρυση της εν λόγω δραστηριότητας ανακύκλωσης έχει ξεκινήσει ήδη, για να υποστηρίξει την απόσυρση

των 777 (20% κατά βάρος σύνθετα υλικά), καθώς και άλλων προϊόντων της αεροδιαστημικής (Boeing, 2007).

Η ανακύκλωση των σύνθετων υλικών υλοποιείται σε δύο στάδια που περιλαμβάνουν: Πρώτα, μια μηχανική διεργασία η οποία ξεχωρίζει τα σύνθετα υλικά από τα υπόλοιπα υλικά του αεροσκάφους κατά τη διάρκεια της απόσυρσής του (Εικόνα 4-1), και στη συνέχεια τη διεργασία της ανακύκλωσης, κατά την οποία ανακτώνται ίνες επαρκούς ποιότητας, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκ νέου ως πηγή υλικών (ανακτημένες ίνες) στη βιομηχανία της αεροδιαστημικής (Boeing, 2007).

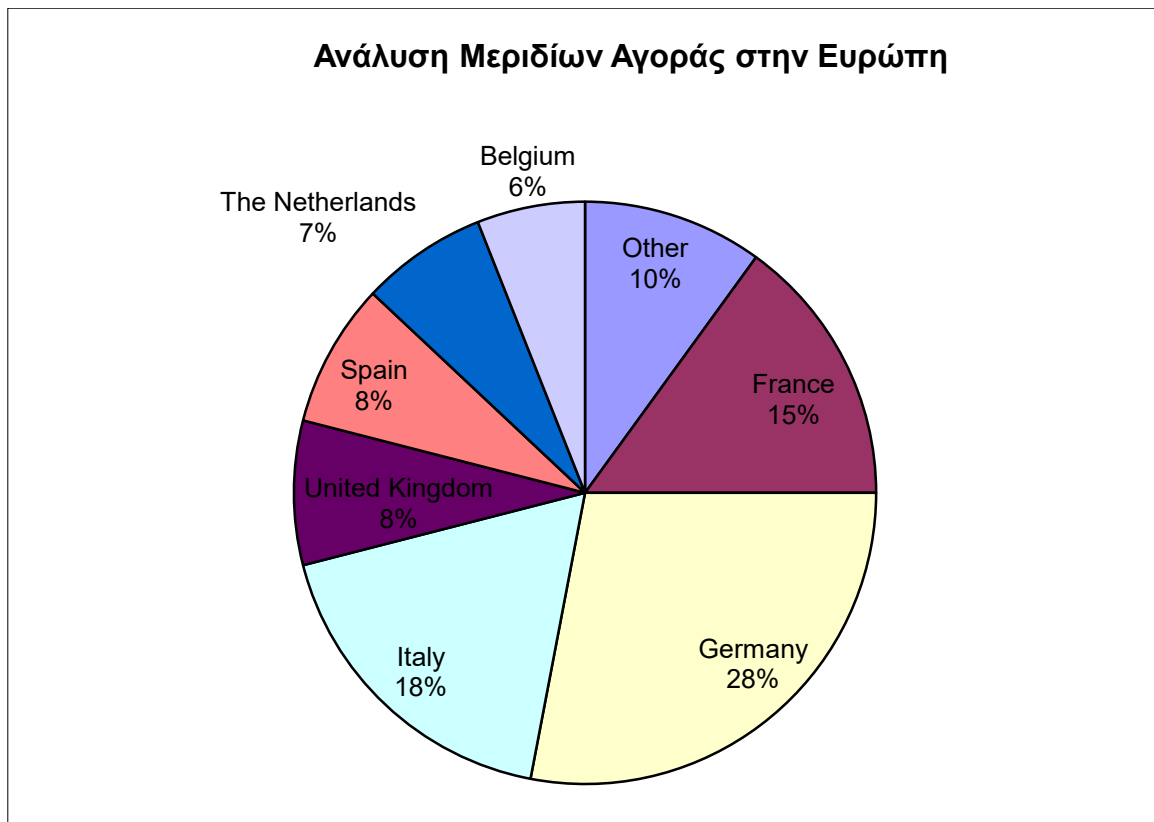


**Εικόνα 4-1:** Σκραπ ινών άνθρακα έτοιμα για τεμαχισμό και επεξεργασία ανάκτησης ινών (Πηγή: *Recycled Carbon Fibre*)

Η Milled Carbon Ltd χρησιμοποιεί μια πυρολυτική (χημική διάσπαση υλικών σε περιβάλλον χωρίς οξυγόνο) συνεχούς ροής διεργασία, για την καύση της ρητίνης και άλλων πρόσθετων, ώστε να αποδεσμεύσει την ενίσχυση των ινών. Δεν απαιτείται κατεργασία του υλικού πριν την πυρόλυση, ενώ παρέχει τη δυνατότητα για περαιτέρω τεμαχισμό ή άλεση του ανακυκλωμένου υλικού, για χρήση σε διάφορες εφαρμογές. Η Adherent Technologies, χρησιμοποιεί μια χαμηλής θερμοκρασίας καταλυτική διεργασία μετατροπής παρτίδας, για την ανακύκλωση πολύπλοκων μιγμάτων θερμοπλαστικών και θερμοσκληρυνόμενων πολυμερών με σταυροειδείς δεσμούς. Αξιοποιεί όχι μόνο τις ίνες, αλλά και τα

θερμοπλαστικά και θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή απόβλητα υπό τη μορφή επαναχρησιμοποιήσιμων κλασμάτων υδρογονανθράκων.

Η κατανομή και το μερίδιο αγοράς των σύνθετων υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην Ευρώπη το 2000 φαίνεται στο Διάγραμμα 4-2.



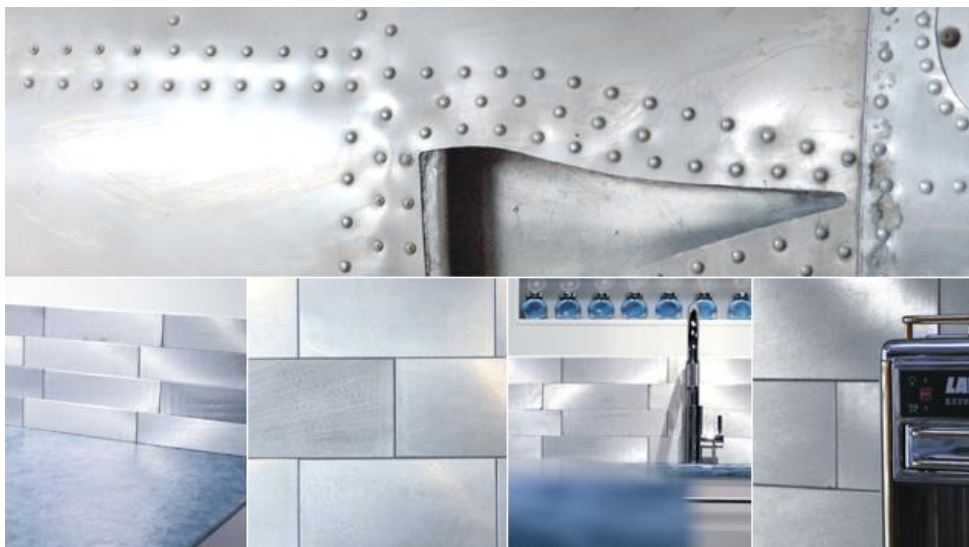
**Διάγραμμα 4-2:** *Μερίδιο αγοράς σύνθετων υλικών στην Ευρώπη το έτος 2000 (Chalaye, 2002)*

Όπως φαίνεται, η Γερμανία λαμβάνει το μεγαλύτερο μερίδιο, ακολουθούμενη από την Ιταλία και τη Γαλλία. Αυτά τα τρία έθνη αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 60% του συνόλου, γεγονός το οποίο μπορεί να συνδεθεί με τις μεγάλες βιομηχανίες αυτοκινήτων και αεροδιαστημικής που υπάρχουν σε αυτές.

### 4.3 Εμπορευσιμότητα των ανακυκλωμένων υλικών των αεροσκαφών

Τα βασικά συστατικά που μπορούν να ανακυκλωθούν από ένα αεροσκάφος περιλαμβάνουν καλώδια, ηλεκτρονικά εξαρτήματα, αλουμίνιο και άλλα κράματα, ανοξείδωτο χάλυβα, άλλες οργανικές και ανόργανες ενώσεις, ανθρακονήματα και υαλονήματα (Carberry W., 2008). Η ανακύκλωση προσφέρει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη καθώς απαιτεί λιγότερη κατανάλωση ενέργειας και εργασίας, και επιπλέον έχει μειωμένες εκπομπές (στερεά, υγρά, και αέρια).

Στην εικόνα 4-2 φαίνονται φύλλα αλουμινίου που ανακυκλώθηκαν από αεροσκάφος και χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή πλακιδίων αλουμινίου.



**Εικόνα 4-2:** Πλακίδια αλουμινίου κατασκευασμένα από 100% ανακυκλωμένο αλουμίνιο αεροσκαφών. (Πηγή: <http://www.coveringsetc.com>)

Τα συγκεκριμένα φύλλα αποτελούνται από 100% ανακυκλωμένο αεροπορικό αλουμίνιο, και προσφέρουν μια πολύ καλή λύση σε εφαρμογές διακόσμησης λόγω του μικρού τους βάρους (Coveringsetc, 2015). Η κατανάλωση ενέργειας κατά τη διαδικασία ανακύκλωσης είναι 5% αυτής που απαιτείται για πρώτη γενιά παραγωγή αλουμινίου. Απόβλητα (σκραπ) από τη βιομηχανική παραγωγή μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης των φυσικών πόρων και των δραστηριοτήτων εξόρυξης σε όλο τον κόσμο.

Ανθρακονήματα που ανακυκλώθηκαν από ένα στρατιωτικό αεροσκάφος (F18), χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή νέων σύνθετων υλικών, μετά από ευθυγράμμιση και χύτευση με συμπίεση. Η Materials Innovation Technologies (MIT), χρησιμοποιώντας διεργασίες κοπής, ανάμειξης, και χύτευσης κατασκεύασε ανταλλακτικά αυτοκινήτων. Επίσης τμήματα τεμαχισμένου σκραπ σύνθετων υλικών προερχόμενα από κατεστραμμένα οριζόντια σταθερά αεροσκάφους F-18 (από αχρήστευση τμημάτων του αεροσκάφους στο τέλος του κύκλου ζωής του), εστάλησαν στις εταιρίες Milled Carbon Ltd and Adherent Technologies Inc. Στα τμήματα αυτά εφαρμόστηκε χύτευση με έγχυση, και τα παραγόμενα υλικά υπεβλήθησαν σε δοκιμές, τα αποτελέσματα των οποίων επιβεβαίωσαν ότι η μηχανική αντοχή των χυτευμένων με έγχυση τμημάτων, αντιστοιχούσε σε μεγάλο βαθμό με εκείνη των αρχικών ενώσεων των ανθρακονημάτων (Asmatulu et al., 2013).

Στην εικόνα 4-3 φαίνεται το φτερό από ένα αυτοκίνητο μάρκας Corvette C6 το οποίο προέκυψε από τη χύτευση ανακυκλωμένων ανθρακονημάτων από αεροσκάφος F-18. Το συγκεκριμένο εξάρτημα (φτερό) του Corvette (Εικόνα 4-3(α)), που παράγεται από ανακυκλωμένα ανθρακονήματα (Εικόνα 4-3(β)), είναι περίπου 20% ελαφρύτερο από τα αντίστοιχα υαλονήματα, ακόμη και χωρίς καμία μηχανική διεργασία. Η ακαμψία των νέων σύνθετων υλικών ήταν επίσης σημαντικά ενισχυμένη λόγω της προσθήκης των ανακυκλωμένων ινών (Carberry et al., 2007).



(α)

(β)

(γ)

**Εικόνα 4-3:** Εξάρτημα (φτερό) αυτοκινήτου μάρκας Corvette C6 (α), που παράγεται από ανακυκλωμένα ανθρακονήματα αεροσκάφους F-18 (β). Αφαίρεση κινητήρα αεροσκάφους (γ) στις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης. (Πηγή: Carberry et al., 2007)



Το σώμα (carcass) ενός jumbo, μετά την μετατροπή του σε σκραπ έχει αξία μέχρι £ 35.000 (Εικόνα 4-4). Το scrap αυτό δεν είναι πλέον αρκετά καθαρό για να χρησιμοποιηθεί σε νέα αεροπλάνα, αλλά μπορεί να έχει διάφορες εφαρμογές ως ανακυκλωμένο αλουμίνιο (Daily mail, 2012). Θα μπορούσε για παράδειγμα να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή κουτιών αναψυκτικών και μπισκότων, σκελετούς ποδηλάτων ή ζάντες αλουμινίου για αυτοκίνητα.



**Εικόνα 4-4:** Ο εκσκαφέας διαλύει αρχικά το ουραίο τμήμα και συνεχίζει προς τις πτέρυγες, την άτρακτο και το υπόλοιπο σώμα. (Πηγή: Daily mail, 2012)

Τέλος, ο κινητήρας ενός αεροσκάφους μπορεί να αποτελεί μέχρι και το 80% της συνολικής αξίας του, ανάλογα με τις εφαρμογές για τις οποίες θα χρησιμοποιηθεί. Σύμφωνα με την Air Salvage International (ASI), το υπόλοιπο μέρος του αεροσκάφους μπορεί να πωληθεί ως ανταλλακτικά για περίπου \$350.000 (Cacciottolo M., 2011). Ο κινητήρας (Εικόνα 4-3(γ)) είναι από τα πρώτα εξαρτήματα που πρέπει να αφαιρεθούν από ένα αεροσκάφος στις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης. Αρχικά ελέγχεται για την καλή λειτουργία και στη συνέχεια γίνεται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε άλλο αεροπλάνο. Αρκετά υψηλής τεχνολογίας υλικά (π.χ. νικέλιο, κοβάλτιο, και κράματα χρωμίου), που παρουσιάζουν υψηλή μηχανική αντοχή και αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και στη διάβρωση, τοποθετούνται σε κινητήρες αεροσκαφών, με αποτέλεσμα η αξία ανακύκλωσης αυτών των

υλικών να είναι σημαντικά υψηλότερη από ό, τι σε άλλα μέρη του αεροσκάφους (*Cacciottolo M., 2011*).

#### **4.4 Εναλλακτικές προτάσεις για τη διαχείριση του τέλους του κύκλου ζωής των αεροσκαφών**

Η αυξανόμενη ανησυχία σχετικά με το τέλος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος σε πολλές βιομηχανίες, έχει προκαλέσει γενικά σημαντικές δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης, καθώς αυξάνει όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον όλων των συμμετεχόντων στον κλάδο των αερομεταφορών, αλλά και στην κοινωνία. Μεγάλη προσοχή έχει δοθεί στο σχεδιασμό για το περιβάλλον (*Design for Environment*) και στο σχεδιασμό για αποσυναρμολόγηση (*Design for Disassembly*) (*Goggin et al., 2000*).

Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας, σχετικά με τις εναλλακτικές λύσεις στο τέλος του κύκλου ζωής διαφόρων προϊόντων, δείχνει ότι έχει γίνει πολύ μικρή έρευνα για το συγκεκριμένο θέμα. Το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας αφορά κυρίως τον τομέα των ηλεκτρονικών και της αυτοκινητοβιομηχανίας, όπου η νομοθεσία ανάγκασε τους κατασκευαστές να βελτιώσουν τη διαχείριση των προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, τα τελευταία χρόνια.

Κάθε εναλλακτική λύση για το τέλος του κύκλου ζωής έχει τις δικές της επιπτώσεις όσον αφορά την οικονομία, το περιβάλλον και την κοινωνία. Αυτά τα τρία γενικά κριτήρια είναι οι βασικοί πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης. Μια εναλλακτική λύση θα μπορούσε να είναι καλύτερη από κάποια άλλη ως προς ένα κριτήριο, αλλά χειρότερη σε ότι αφορά ένα άλλο κριτήριο. Επιπλέον, η επιλογή ενός σεναρίου για το τέλος του κύκλου ζωής, αφορά έναν μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων στη διαχείριση του τέλους του κύκλου ζωής του προϊόντος, ιδιαίτερα στον κλάδο των αερομεταφορών. Ο κάθε συμμετέχων έχει τους δικούς του στόχους και τις δικές του προτεραιότητες και είναι πιθανό ότι ένα καλό σενάριο του ενός, δεν είναι απαραίτητα καλό για κάποιον άλλο συμμετέχων. Ακόμη κι αν δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιούν την ίδια οικογένεια κριτηρίων, η σχετική σημασία των κριτηρίων τους μπορεί να διαφέρει (*Bufardi et al., 2004*).

Εξαιτίας των πολλών συμμετεχόντων και των διαφορετικών τους συμφερόντων και αντικρουόμενων κριτηρίων, ιδιαίτερα όσον αφορά το τέλος του κύκλου ζωής πολύπλοκων προϊόντων όπως τα αεροσκάφη, η απόφαση για μια εναλλακτική λύση απαιτεί συμβιβασμούς και υπήρξε ανέκαθεν ένα ζήτημα πολλαπλών στόχων (*Bellmann et al., 2000*). Ο λήπτης της

απόφασης θα πρέπει να αναζητήσει την καλύτερη συμβιβαστική, εναλλακτική λύση στο τέλος του κύκλου ζωής, καθώς μια βέλτιστη λύση σπάνια υπάρχει σε μια απόφαση με πολλαπλά αντικρουόμενα κριτήρια (*Bufardi et al., 2003*).

Η πιο διαδεδομένη σύσταση για την επιλογή μιας εναλλακτικής πρότασης στο τέλος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, είναι η ανάκτηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της οικονομικής και οικολογικής αξίας (*Toffel M., 2004*). Κατά τη διαδικασία λήψης της απόφασης θα πρέπει να επιδιώκεται μια win-win κατάσταση, η οποία θα δημιουργήσει ταυτόχρονα, περιβαλλοντικό αλλά και οικονομικό όφελος.

Μια άλλη προσέγγιση είναι η λεγόμενη πυραμίδα του τέλους του κύκλου ζωής, την οποία το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, συνιστούν ως μια ιεράρχηση προτιμητέων εναλλακτικών λύσεων στο τέλος του κύκλου ζωής. Στην κορυφή της ιεράρχησης βρίσκεται η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων, στη συνέχεια η επαναχρησιμοποίηση, που ακολουθείται από την ανακύκλωση, άλλες μορφές ανάκτησης, όπως η ανάκτηση ενέργειας, και τέλος η υγειονομική ταφή. Ωστόσο, η πυραμίδα του τέλους του κύκλου ζωής και οι γενικότερες συστάσεις στερούνται μιας ποσοτικής βάσης.

Αναφορικά με την ιεράρχηση των αποβλήτων, δημιουργούνται πολλά ερωτήματα: σε ποια κριτήρια βασίζεται η ιεράρχηση; είναι μια συμβιβαστική λύση μεταξύ των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων της διαχείρισης των αποβλήτων, ή μήπως εστιάζουν μόνο σε ένα από αυτά τα κριτήρια; Αν ο στόχος της ιεράρχησης είναι να προτείνει την πιο ευνοϊκή εναλλακτική πρόταση διαχείρισης του τέλους του κύκλου ζωής, από περιβαλλοντική άποψη, σε πολλές περιπτώσεις, δεν το πετυχαίνει (*Goggin et al., 2000*). Επομένως, δεν είναι σαφές σε ποια από τα πολλά πιθανά κριτήρια ιεράρχησης βασίζεται.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η οποία εφάρμοσε την ιεράρχηση των αποβλήτων στην περιβαλλοντική πολιτική της, δεν προσθέτει τίποτα για να αποσαφηνίσει την κατάσταση (*Goggin et al., 2000*). Όσον αφορά τον κλάδο των αερομεταφορών, δεν υπάρχει σχεδόν καμία μέθοδος που να υποστηρίζει την απόφαση για το τέλος του κύκλου ζωής των αεροσκαφών. Επομένως, είναι απαραίτητη μια απλή, συστηματική, λογική και ποσοτική μέθοδος για να καθοδηγήσει τους υπεύθυνους στη λήψη μιας σωστής απόφασης για τη διαχείριση του τέλους του κύκλου ζωής των αεροσκαφών.

#### 4.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ανακύκλωση αεροσκαφών

Η ανακύκλωση έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση μικρότερης ποσότητας ενέργειας από την αεροπορική βιομηχανία, επομένως μειώνονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG) και ελαχιστοποιείται η παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Άλλα οφέλη της ανακύκλωσης είναι η μείωση των εκπομπών από εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων, και λιγότερα απορρίμματα για τους χώρους υγειονομικής ταφής.

Ο Πίνακας 4-1 δείχνει την εξοικονόμηση ενέργειας από διάφορα ανακυκλωμένα υλικών αεροσκαφών στις ΗΠΑ. Για παράδειγμα, η ανακύκλωση χαλκού και αλουμινίου από σκραπ έχει 85% και 95% λιγότερες απαιτήσεις ενέργειας, αντίστοιχα (Lund H., 2000).

Η αξιοποίηση δευτερογενών πρώτων υλών μειώνει τη χρήση των φυσικών πόρων. Η τρίτη στήλη του Πίνακα 4-1 δείχνει την εξοικονόμηση ενέργειας από την ανακύκλωση μετάλλων και συναφών υλικών. Σε σύγκριση με τη συγκέντρωση, που συμβαίνει σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας ορυκτών και την τήξη που ακολουθεί, στις μονάδες μεταλλουργικής κατεργασίας, η ανακύκλωση απαιτεί μόνο το 10% περίπου της συνολικής επένδυσης, αυξάνει την απασχόληση, βοηθάει στη διατήρηση μιας βιώσιμης βιομηχανικής μονάδας, και μειώνει σε μεγάλο βαθμό την ποσότητα των αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής (BMRA, 2015, Das 2011).

Σε μια έρευνα αξιολογήθηκαν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την ανακύκλωση των μετάλλων μετά τη χρήση τους από τον καταναλωτή, στο πλαίσιο της διαχείρισης των αποβλήτων. Χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση των ανακτημένων μετάλλων. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, οι εκπομπές GHG (Greenhouse Gas Emissions), προέρχονται από τρεις πηγές: έμμεσες εκπομπές, άμεσες δραστηριότητες στις εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών, και έμμεσες διαδικασίες που απαιτούνται για την εκ νέου επεξεργασία του σκραπ μετάλλων. Η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από την αποφυγή παραγωγής πρωτογενούς μετάλλου. Οι εκπομπές GHG από τις έμμεσες εκπομπές και τις εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών ήταν 12,8 - 52,6 kg CO<sub>2</sub> / τόνο για το ανακτηθέν αλουμίνιο και 400-1020 kg CO<sub>2</sub> / τόνο για το χάλυβα που ανακτήθηκε (Damgaard et al., 2009).

**Πίνακας 4-1:** Εξοικονόμηση ενέργειας από ανακυκλωμένα υλικά, σε σύγκριση με την παραγωγή από πρωτογενείς πρώτες ύλες και το ποσοστό των νέων μετάλλων που παράγονται από τη χρήση ανακτημένων μετάλλων. (Πηγή: Lund 2000, BMRA 2011)

Ανακυκλωμένα Υλικά	Μέθοδοι διαχωρισμού	Εξοικονόμηση ενέργειας (%)	Νέα μέταλλα που παράγονται από τη χρήση ανακτημένων μετάλλων (%)
Ατσάλι	Χειροδιαλογή, μαγνητικός	62-74	42
Αλουμίνιο	Ηλεκτροστατικός, χειροδιαλογή, επαγωγικός (Eddy current)	95	39
Χαλκός	Ηλεκτροστατικός, επαγωγικός (Eddy current), χειροδιαλογή	85	32
Μόλυβδος	Με βαρύτητα (διακεκριμένη καθίζηση), χειροδιαλογή	60-65	74
Ψευδάργυρος	Με βαρύτητα (διακεκριμένη καθίζηση), χειροδιαλογή, επίπλευση (flotation)	60	20
Χαρτί	Επίπλευση (flotation), χειροδιαλογή,	64	N/A
Πλαστικό	Ηλεκτροστατικός, Επαγωγικός (Eddy current), χειροδιαλογή,	80	N/A

Η επανεπεξεργασία συνδέεται με μεγάλη εξοικονόμηση σαν αποτέλεσμα της αποφυγής της πρωτογενούς παραγωγής αλουμινίου και χάλυβα. Οι συγγραφείς προσδιόρισαν μια καθαρή εξοικονόμηση από 5.040-19.340 kg CO<sub>2</sub> / τόνο κατεργασμένου αλουμινίου και 560-2.360 kg

CO<sub>2</sub> / τόνο επεξεργασμένου χάλυβα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ανάκτηση από σκραπ βασίζεται κυρίως στην τεχνολογία και τη μέθοδο που επιλέχθηκε κατά τη διάρκεια των διαδικασιών ανακύκλωσης, τα οποία καθιστούν τη σύγκριση λίγο πιο δύσκολη. Η χρήση ενέργειας κατά τη διάρκεια ανάκτησης και η αποφυγή της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην πρωτογενή παραγωγή είναι επίσης σημαντικά θέματα (*Damgaard et al., 2009*).

Άλλες μελέτες έχουν επιβεβαιώσει ότι ανακτημένες ίνες από ανακύκλωση είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν νέες ίνες μέσα από βιομηχανικές παραγωγικές διεργασίες και επίσης, προσφέρουν μια αξιοσημείωτη εξοικονόμηση χρημάτων και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι ανακυκλωμένες ίνες άνθρακα μπορούν να παραχθούν περίπου στο 70% του κόστους με 98% λιγότερη ενέργεια σε σύγκριση με την παραγωγή πρωτογενών τεμαχισμένων ινών.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις για το 2014, η κατασκευή εμπορικών αεριοθούμενων θα δημιουργούσε έως και 2 εκατομμύρια λίρες σκραπ ινών άνθρακα. Η υποκατάσταση των πρωτογενών ινών άνθρακα από ανακυκλωμένες ίνες στον τομέα της παραγωγής και διαφόρων εφαρμογών θα μπορούσε να δώσει αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για να τροφοδοτήσει 175.000 τυπικά σπίτια σε ένα χρόνο (*Carberry W., 2008 and Coveringsetc, 2015*).

Με τη χρήση ανακυκλωμένων ινών άνθρακα όχι μόνο αποφεύγεται η αποστολή των αποβλήτων των πρωτογενών ινών άνθρακα σε χώρους υγειονομικής ταφής μετά την πρώτη χρήση, αλλά επίσης μπορούν να παραχθούν και νέα εξαρτήματα επειδή ο άνθρακας μπορεί να διατηρήσει ένα σημαντικό τμήμα των αρχικών ιδιοτήτων του ακόμα και μετά από μια δεύτερη ανάκτηση. Επίσης, η διαδικασία ανακύκλωσης των ινών μειώνει το κόστος της ενέργειας. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Boeing, οι ίνες άνθρακα μπορούν να ανακυκλωθούν περίπου στο 70% (\$8/lb–\$12/lb έναντι \$15/lb–\$30/lb) του κόστους που θα χρειαζόταν για την παραγωγή παρθένων ινών (Πίνακας 4-2), χρησιμοποιώντας περίπου το 5% (1.3–4.5 kWh/lb έναντι 25–75 kWh/lb) της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας (*Carberry W., 2008*).

**Πίνακας 4-2:** Εκτίμηση παραγωγής ινών άνθρακα (Πηγή: Carberry W., 2008)

	Κόστος παραγωγής	
	Υλικά (\$/lb)	Ενέργεια (KWh/lb)
Πρωτογενής ίνες άνθρακα	15-30	25-75
Ανακυκλωμένες ίνες άνθρακα	8-12	1.3-4.5

Επιπλέον, το MIT είναι πρόθυμο να αξιοποιήσει τη δυνητικά υψηλή ποιότητα των ανακυκλωμένων τεμαχισμένων ινών άνθρακα για να δημιουργήσει αποτελεσματικά υλικά ενδιάμεσου συντελεστή που μπορεί να χρησιμοποιηθούν αντί των πρωτογενών προϊόντων στην αεροδιαστημική (Wood K., 2010). Ο Πίνακας 4-3 δείχνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (ELU – Environmental Load Unit) των παρθένων ινών άνθρακα όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία (Åström A., 2005).

**Πίνακας 4-3:** Περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την παραγωγή ενός Kg ινών άνθρακα (Πηγή: Åström, 2005)

Πηγή ενέργειας	MJ/Kg	CO <sub>2</sub> (Kg)	NO <sub>x</sub> (Kg)	SO <sub>x</sub> (Kg)	Περιβαλλοντική επίπτωση (ELU)
Ηλεκτρισμός	200	26.8	0.06	0.1398	7.8
Πετρέλαιο	200	39.8	0.0363	0.0302	12
Σύνολο	400	66.6	0.0936	0.17	19.8

Για να παραχθεί 1 Kgr πρωτογενών ινών άνθρακα, απαιτούνται 400 MJ συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας (ισοδύναμο με το πετρέλαιο). Η αποφυγή υψηλότερων τιμών ενέργειας κατά τις συμβατικές πρωτογενείς διαδικασίες θα μειώσει τις εκπομπές αερίων, διότι η ενέργεια προέρχεται κυρίως από ορυκτά καύσιμα, επομένως η ανακύκλωση αποτελεί μια ουσιαστική βελτίωση για το περιβάλλον (Åström A., 2005).

Οι δραστηριότητες της ανακύκλωσης αεροσκαφών παγκοσμίως προωθούν την ανάπτυξη των κοινοτήτων και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αυτών. Άλλες κοινωνικές επιπτώσεις αφορούν κυρίως την αύξηση του προσδόκιμου ζωής που μπορεί να καταστεί δυνατή με ένα καθαρότερο περιβάλλον, ασφαλέστερες συνθήκες για τους εργαζόμενους και τους εργοδότες καθώς επίσης και το αυξημένο ενδιαφέρον των πολιτών για αναζήτηση εργασίας ή προσφορά εθελοντικής εργασίας στην ανακύκλωση, τη βελτίωση των επιστημονικών,

πολιτιστικών και άλλων δραστηριοτήτων σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Τελευταία, οι κοινωνικές και οι εκπαιδευτικές επιπτώσεις της ανακύκλωσης κερδίζουν το ενδιαφέρον σε παγκόσμιο επίπεδο.

## Κεφάλαιο 5: Η Ελληνική Πολεμική Αεροπορία

### 5.1. Ιστορική αναδρομή

Η Πολεμική Αεροπορία (ΠΑ) έχει μια ιστορία 100 περίπου χρόνων, με την πρώτη στρατιωτική πτήση να πραγματοποιείται από τον Υπολοχαγό Δημήτριο Καμπέρο στις 13 Μαΐου 1912, με αεροσκάφη τύπου Henry Farman III. Έκτοτε ο στόλος της ΠΑ ενισχύθηκε με διάφορους τύπους αεριωθουμένων αεροσκαφών: 1ης γενιάς (1950-1971), 2ης γενιάς (1974-1987), ενώ το σημερινό πρόσωπο της ΠΑ άρχισε να διαμορφώνεται στα τέλη της δεκαετίας του 1980, με την είσοδο σε υπηρεσία μαχητικών αεροσκαφών πολλαπλών ρόλων 3ης γενιάς (1988 – σήμερα). Τα αεροσκάφη που είχε στην κατοχή της η ΠΑ, από το 1950 μέχρι σήμερα φαίνονται στον Πίνακα 5-1.

Στη διάρκεια των χρόνων η Π.Α. προχώρησε στην απόσυρση διάφορων τύπων αεροσκαφών με τελευταία αυτή των A-7 CORSAIR, το 2012. Πολλά από αυτά τα αεροσκάφη, αφού παροπλίστηκαν τοποθετήθηκαν ως εκθέματα στο Μουσείο της ΠΑ στο Τατόι, στο Πολεμικό Μουσείο Αθηνών ή σε διάφορες πλατείες σε όλη την Ελλάδα προς τιμήν των πεσόντων αεροπόρων.

**Πίνακας 5-1:** Το οπλοστάσιο της ΠΑ από το 1950 έως σήμερα. (Πηγή: Πολεμική Αεροπορία [www.haf.gr/](http://www.haf.gr/))

Αεροσκάφη της περιόδου 1950 - 1973	Αεροσκάφη της περιόδου 1950 - 1973	Αεροσκάφη της περιόδου 1988 - Σήμερα
Agusta Bell 205A	Agusta Bell 205A	A-109 Hirundo
Agusta Bell 206 Jetranger	Agusta Bell 206 Jetranger	Aerospatiale AS-332C1 Super Puma
Agusta Bell 47G	Agusta Bell 47G	Beechcraft T-6A Texan II



Agusta Bell 47J Ranger	Agusta Bell 47J Ranger	Bombardier CL-415
Canadair CL-215	Canadair CL-215	C-27J Spartan
Cessna T-37 Tweety Bird	Cessna T-37 Tweety Bird	Dassault Breguet Mirage 2000-5
Cessna T-41D Mescalero	Cessna T-41D Mescalero	Dassault Breguet Mirage 2000 EGM/BGM
Convair F-102A Delta Dagger	Convair F-102A Delta Dagger	Embraer EMB-135
De Havilland Canada L-20A Beaver	De Havilland Canada L-20A Beaver	General Dynamics F-16C/D Blk 30 Fighting Falcon
Grumman G.159 Gulfstream I	Grumman G.159 Gulfstream I	General Dynamics F-16C/D Blk 50 Fighting Falcon
Grumman HU-16 Albatros	Grumman HU-16 Albatros	General Dynamics F-16C/D Blk 52+ Fighting Falcon
Lockheed F-104G Starfighter	Lockheed F-104G Starfighter	General Dynamics F-16C/D Blk 52+Adv Fighting Falcon
Lockheed RT-33A	Lockheed RT-33A	EMB-145H Erieye
Lockheed T-33A Silver Star	Lockheed T-33A Silver Star	Gulfstream V
NORD 2501 Noratlas	NORD 2501 Noratlas	Lockheed P-3B Orion
North American F-86D Dog Sabre	North American F-86D Dog Sabre	Vought A-7E Corsair II
North American F-86e(m) Sabre	North American F-86e(m) Sabre	
Northrop RF-5A Freedom Fighter	Northrop RF-5A Freedom Fighter	
Northrop F-5A/B Freedom Fighter	Northrop F-5A/B Freedom Fighter	
Republic F-84F Thunderstreak	Republic F-84F Thunderstreak	
Republic F-84G Thunderjet	Republic F-84G Thunderjet	
Republic RF-84F Thunderflash	Republic RF-84F Thunderflash	
Sikorsky UH-19 Chickasaw	Sikorsky UH-19 Chickasaw	

Τα υπόλοιπα, επίσης παροπλισμένα, παραμένουν σταθμευμένα σε χώρους των αεροδρομίων ή σε άλλους χώρους στάθμευσης, όπου φθείρονται ως αποτέλεσμα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως η υπεριώδης ακτινοβολία (UV), η υγρασία, και το οξυγόνο (όζον).

Για την τελική διάθεση των αεροσκαφών της η ΠΑ ακολουθεί τις οδηγίες του κατασκευαστή του εκάστοτε αεροσκάφους και αντίστοιχες γενικές οδηγίες του NATO για την απόσυρση των οπλικών συστημάτων (*NATO/PFP, 2006*). Παρόλα αυτά, λόγω έλλειψης μονάδας ανακύκλωσης αεροπορικού υλικού, οι ενέργειες αυτές περιορίζονται στον παροπλισμό και την αποξήλωση διαφόρων συστημάτων και εξαρτημάτων του αεροσκάφους, προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν εφόσον αυτό είναι δυνατό, και όχι στην ανακύκλωση υλικών με σκοπό την κατά το δυνατό μεγαλύτερη ανάκτηση του αεροσκάφους στο τέλος του κύκλου ζωής του. Είναι επομένως αυτονόητο ότι πολύ σύντομα η Π.Α. θα έρθει αντιμέτωπη με το πρόβλημα της ανακύκλωσης αεροσκαφών.

## **5.2. Το οπλοστάσιο της ΠΑ σήμερα**

Το σημερινό οπλοστάσιο της Π.Α., όσον αφορά τον στόλο των αεροσκαφών/ελικοπτέρων της, φαίνεται στον Πίνακα 5-2:

Κάποια από αυτά τα αεροσκάφη είναι δεύτερης γενιάς. Για παράδειγμα, τα πρώτα Ελληνικά Phantom αποκτήθηκαν το 1974 με το αμυντικό πρόγραμμα Peace Icarus. Παρά το γεγονός ότι 36 Ελληνικά Phantom έχουν εκσυγχρονιστεί με σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα (πρόγραμμα Peace Icarus 2000) με αποτέλεσμα να έχει παραταθεί το όριο της επιχειρησιακής τους ζωής, εκτιμάται ότι στα επόμενα χρόνια η ΠΑ θα έρθει αντιμέτωπη με το πρόβλημα της απόσυρσης αυτών.

Επίσης, αναφορικά με τα F-16, η χώρα μας παρέλαβε 40 F-16 Block 30 το 1989, στο πλαίσιο του εξοπλιστικού προγράμματος Peace Xenia I, ενώ το 1997, 40 βελτιωμένα F-16 C/D Block 50 παρελήφθησαν με το Peace Xenia II. Τέλος, ένας σημαντικός αριθμός αεροσκαφών F-16 C/D Block 52+ και F-16 C/D Block 52+ adv παρελήφθησαν στα επόμενα χρόνια. Κύριος κατασκευαστής των F-16 Block 30 ήταν η General Dynamics που αργότερα ενσωματώθηκε στη Lockheed Martin (*Πολεμική Αεροπορία, 2015*). Και για τα αεροσκάφη F-16 το πρόβλημα της απόσυρσης θα έρθει σύντομα στο προσκήνιο καθώς ο κύκλος ζωής τους είναι 30 χρόνια και για τα πρώτα από αυτά θα συμπληρωθεί το 2019.

**Πίνακας 5-2:** Ο στόλος αεροσκαφών της ΠΑ σήμερα (Πηγή: Πολεμική Αεροπορία [www.haf.gr](http://www.haf.gr) )

<p><b><u>Μαχητικά</u></b></p> <p>F-16C/D Blk30, 50 Fighting Falcon</p> <p>F-16C/D Blk52+ Fighting Falcon</p> <p>F-16C/D Blk52+adv Fighting Falcon</p> <p>Mirage 2000E/BGM</p> <p>Mirage 2000-5</p> <p>F-4E Phantom II</p> <p>RF-4E Phantom</p> <p><b><u>Πυροβεστικά</u></b></p> <p>CL-215</p> <p>CL-415</p> <p>PZL</p> <p><b><u>Ελικόπτερα</u></b></p> <p>AS-332C1 Super Puma</p> <p>A-109E Power</p> <p>B-212</p> <p>AB-205</p>	<p><b><u>Υποστήριξης</u></b></p> <p>C-130H/B Hercules</p> <p>C-27J Spartan</p> <p>EMB-145H AEW&amp;C</p> <p>EMB-135</p> <p>Gulfstream V</p> <p>P-3B Orion</p> <p><b><u>Εκπαιδευτικά</u></b></p> <p>T-41D</p> <p>T-6A Texan II</p> <p>T-2E Buckeye</p>
--	---

### 5.3. Περιγραφή του αεροσκάφους F-16 Fighting Falcon

Το αεροσκάφος F-16 Fighting Falcon έχει αποδειχθεί ως το πιο ικανό 4ης γενιάς μαχητικό αεροσκάφος πολλαπλού ρόλου, και χρησιμοποιείται ως η κινητήριος δύναμη του στόλου μαχητικών για 28 πελάτες σε όλο τον κόσμο. Το F-16V, η πιο πρόσφατη έκδοση για το F-16,

περιλαμβάνει πολλές βελτιώσεις οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για να κρατήσουν το F-16 στην πρώτη γραμμή της διεθνούς ασφάλειας.

Τα διαφορετικά μοντέλα (εκδόσεις) του F-16 δηλώνονται με τον αύξοντα αριθμό block, ο οποίος αναφέρεται στις αναβαθμίσεις. Κάθε block αεροσκαφών περιλαμβάνει μια ποικιλία εφαρμογών λογισμικού, hardware, συστημάτων, συμβατότητας όπλων και δομικών βελτιώσεων ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες συγκεκριμένων πελατών.

Παρακάτω θα επιχειρήσουμε μια περιγραφή του αεροσκάφους αντλώντας στοιχεία από τις εκδόσεις C/D, τα οποία διαθέτει η Πολεμική Αεροπορία.

### *To αεροσκάφος F-16C/D Block 30, 50 Fighting Falcon*

Το αεροσκάφος F-16C/D Fighting Falcon, είναι μονοθέσιο, μονοκινητήριο, μαχητικό αεροσκάφος πολλαπλού ρόλου, παντός καιρού με ικανότητα να φέρει μεγάλη ποικιλία οπλικών συστημάτων τόσο αέρος-αέρος, όσο και αέρος-εδάφους. Το αεροσκάφος σχεδιάστηκε αρχικά από την General Dynamics ως ελαφρύ μαχητικό εναέριος υπεροχής. Ωστόσο μετεξελίχθηκε σε ένα αεροσκάφος με δυνατότητες που ξεπερνούν κατά πολύ τις αρχικές του προδιαγραφές.



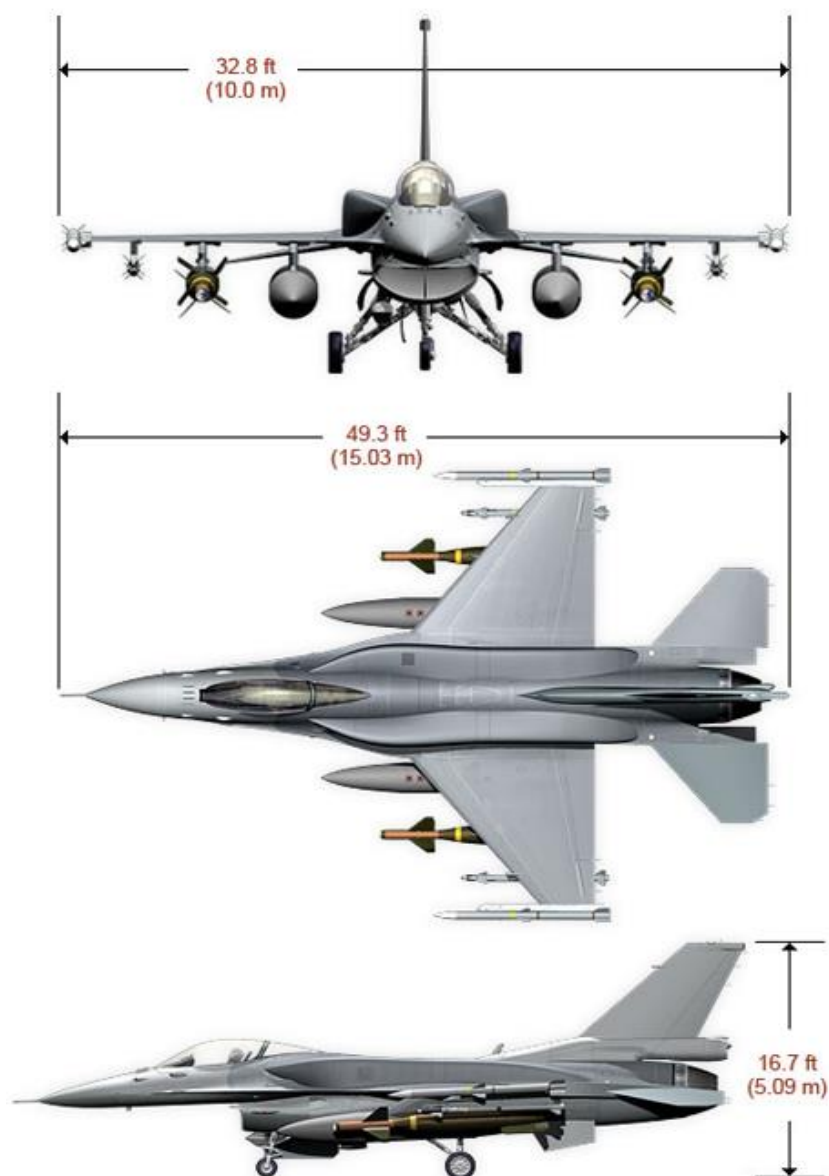
**Εικόνα 5-1:** *To αεροσκάφος F-16C/D Block 30, 50 Fighting Falcon*

Κύριος κατασκευαστής των F-16 Block 30, που παρέλαβε αρχικά η χώρα μας ήταν η General Dynamics που αργότερα ενσωματώθηκε στη Lockheed Martin. Το F-16D είναι η διαθέσιμη παραλλαγή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο επιχειρησιακά όσο και για εκπαίδευση.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ελληνικών αεροσκαφών της παρτίδας παραγωγής Block 30 είναι το ενισχυμένο σύστημα προσγείωσης, η τοποθέτηση αλεξίπτωτου οπισθέλκουσας και προβολέα νυχτερινής αναχίτισης. Τα Block 50 έχουν δεχθεί δομικές ενισχύσεις και διαθέτουν ισχυρότερο κινητήρα και βελτιωμένα ηλεκτρονικά σε σχέση με τα Block 30. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φαίνονται στην Εικόνα 5-4 και στον Πίνακα 5-3.

**Πίνακας 5-3:** Τεχνικά χαρακτηριστικά / επιδόσεις αεροσκαφών F-16. Πηγή: Lockheed Martin, ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ

<b>Τεχνικά χαρακτηριστικά / επιδόσεις</b>	
Πλήρωμα:	1 (C model), 2 (D model)
Κινητήρας:	General Electric F110-GE 100 afterburning turbofan (Block 30/Ωση: 29.000 λίβρες), General Electric F110-GE 129 (Block 50/Ωση: 29.500 λίβρες)
Εκπέτασμα Πτερυγών:	9.96 μ
Επιφάνεια πτερυγών:	27.87 μ <sup>2</sup>
Μήκος:	15.03μ
Ύψος:	5.09 μ
Μέγιστη ταχύτητα:	2.120χλμ. την ώρα ή 2.00 Mach
Μέγιστο ύψος:	15.240μ. ή 50.000 πόδια
Βάρος:	9,207.9 Kg



**Εικόνα 5-2:** Το αεροσκάφος F-16. (Πηγή: Lockheed Martin)

### **Το αεροσκάφος F-16C/D Block 52+ Fighting Falcon**

Η Ελληνική ΠΑ είναι η πρώτη αεροπορία στον κόσμο που εξοπλίστηκε με τη συγκεκριμένη έκδοση F-16. Το εν λόγω αεροσκάφος είναι μία βελτιωμένη έκδοση του BLOCK 50 με προηγμένα ηλεκτρονικά συστήματα και εξελιγμένο κινητήρα. Τα Ελληνικά BLOCK 52+ ανήκουν στις 340, 343 και 337 μοίρες με χαρακτηριστικά κλήσης "Αλεπού", "Αστέρι" και "Ghost" αντίστοιχα. Επιχειρούν από τις αεροπορικές βάσεις της Σούδας (115 ΠΜ) και Λάρισας (110 ΠΜ).



**Εικόνα 5-3:** Το αεροσκάφος F-16C/D Block 52+ Fighting Falcon

**Το αεροσκάφος F-16C/D Block 52+ adv Fighting Falcon**

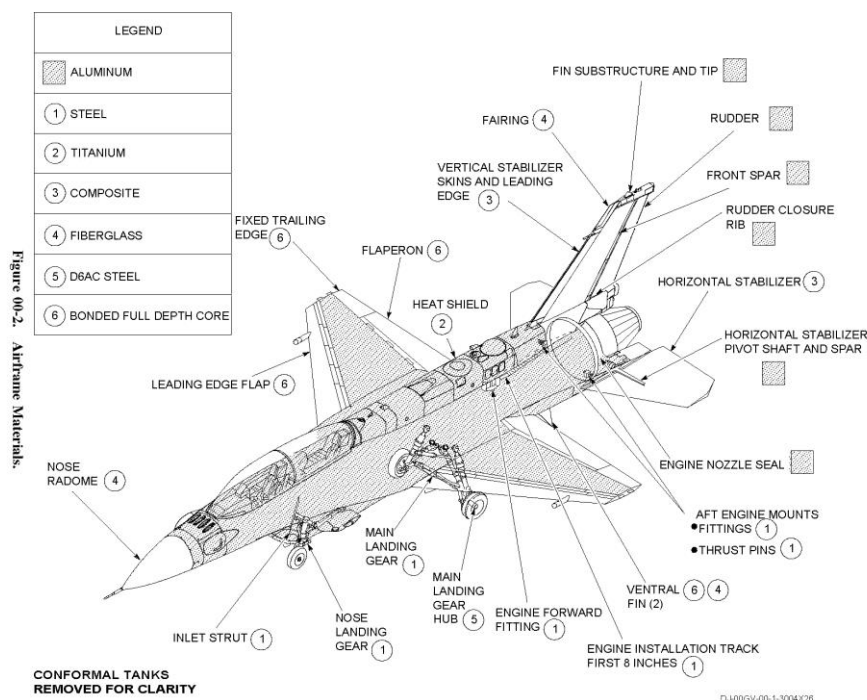
Η Ελληνική Πολεμική Αεροπορία είναι μια από τις πρώτες που εξοπλίστηκε με τη συγκεκριμένη έκδοση F-16. Το εν λόγω αεροσκάφος είναι μία βελτιωμένη έκδοση του Block 52 με προηγμένα ηλεκτρονικά συστήματα. Τα Ελληνικά Block 52 Adv επιχειρούν με τις 335 και 336 Μοίρες της 116 ΠΜ από την Αεροπορική Βάση Αράξου.



**Εικόνα 5-4:** Το αεροσκάφος F-16C/D Block 52+ adv Fighting Falcon

## 5.4. Δομή και σύνθεση υλικών του σώματος (airframe) του αεροσκάφους F-16

Το σώμα του αεροσκάφους έχει σπονδυλωτή δομή και αποτελείται από την άτρακτο (μπροστινό, κεντρικό και πίσω μέρος), τον αεραγωγό εισόδου του κινητήρα, το ουραίο πτέρωμα και τις πτέρυγες. Η σύνθεση υλικών του σώματος του αεροσκάφους ως ποσοστό του βάρους του είναι 83% αλουμίνιο, 5% χάλυβας, 2% τιτάνιο, 2% εποξικός γραφίτης (σύνθετο υλικό), και το υπόλοιπο 8% αποτελούν συνδετήρες, στεγανωτικά, υλικά κυψελωτής δομής, και κολλητικές ουσίες. Η κύρια χρήση του χάλυβα είναι σε μέρη του συστήματος προσγείωσης. Το τιτάνιο χρησιμοποιείται για τον οριζόντιο ουραίο άξονα περιστροφής και διάφορα εξαρτήματα. Περιβλήματα εποξικού γραφίτη χρησιμοποιούνται στα οριζόντια και κάθετα σταθερά και στα πηδάλια κλίσης και ανόδου-καθόδου. Τα περισσότερα από αυτά τα υλικά εκτός από τον εποξικό γραφίτη, χρησιμοποιούνται ευρέως στην αεροπορική βιομηχανία (USAF T.O. GRIF-16C-3-1). Στην εικόνα 5-5 παρουσιάζεται η κατανομή των υλικών στο σώμα του αεροσκάφους.



Εικόνα 5-5: Κατανομή της σύνθεσης υλικών του σώματος του αεροσκάφους F-16. (Πηγή: USAF T.O. GRIF-16C-2-00GV-00-1)



## 5.5. Κινητήρας του αεροσκάφους F-16

Το αεροσκάφος F-16 C/D Block 52+ και το F-16 C/D Block 52+ adv της Πολεμικής Αεροπορίας, φέρει τον κινητήρα F100-PW 229 της Pratt & Whitney. Ο συγκεκριμένος κινητήρας είναι σε χρήση από το 1989, έχει την υψηλότερη αναλογία ώσης-βάρους από κάθε κινητήρα μαχητικού αεροσκάφους, και παράγει 29.100 λίβρες ώσης (*Pratt & Whitney, 2016*).

**Πίνακας 5-4:** Τεχνικά χαρακτηριστικά / Επιδόσεις κινητήρα F100-PW 229 αεροσκαφών F-16. (Πηγή: ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ)

Τεχνικά χαρακτηριστικά / επιδόσεις κινητήρα F100-PW 229	
Ώση	29,100 λίβρες
Βάρος (Dry)	3,740 λίβρες (1,700 kg)
Μήκος	191 inches (485 cm)
Διάμετρος εισαγωγής	34.8 inches (88 cm)
Μέγιστη διάμετρος	46.5 inches (118 cm)
Bypass ratio: 0.36:1	0.36:1
Overall Pressure Ratio	32:1

Παρά την εκτεταμένη έρευνα στη βιβλιογραφία του κινητήρα του αεροσκάφους, δεν στάθηκε δυνατό να εντοπιστεί η αναλογία της σύνθεσης των υλικών του κινητήρα. Αυτό θα μπορούσε να γίνει μόνο πάνω σε διαθέσιμο προς εκποίηση κινητήρα με τον απαραίτητο διαχωρισμό των υλικών που εξάγονται από αυτό και τη ζύγιση των επιμέρους υλικών. Για το λόγο αυτό στην παρούσα εργασία δε θα ληφθεί υπόψη ο κινητήρας του αεροσκάφους, δηλαδή θα θεωρείται ότι το αεροσκάφος θα παραλαμβάνεται χωρίς κινητήρα.

## **ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: Οικονομοτεχνική ανάλυση ίδρυσης μονάδας ανακύκλωσης αεροσκαφών**

### **Κεφάλαιο 6: Ανάλυση αγοράς και Μάρκετινγκ**

#### **6.1. Ορισμός της αγοράς και ανάλυση της δομής της**

##### **6.1.1 Προϊόντα**

Για να προστεθεί αξία σε ένα παλαιωμένο αεροσκάφος απαιτούνται διάφορα στάδια και διεργασίες. Στο τέλος του κύκλου ζωής του, το αεροσκάφος αποτελείται από εξαρτήματα και υλικά τα οποία μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, δηλαδή να εισέλθουν στην αγορά ανταλλακτικών και εξαρτημάτων, και σε άχρηστα ή μη επισκευάσιμα υλικά τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν ή να καταλήξουν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η αξία ενός αεροσκάφους δεν περιορίζεται μόνο στα δομικά στοιχεία και στον κινητήρα του, αλλά και στα αρχεία συντήρησης του, χωρίς τα οποία η μόνη αξία που απομένει θα είναι τα υλικά για ανακύκλωση ή διάθεση.

Γενικότερα, η τάση που επικρατεί είναι η επιδίωξη για μεγαλύτερη προστασία του περιβάλλοντος κατά τη διαδικασία της διάλυσης. Αυτό σημαίνει ότι ένα μικρό ποσοστό πρέπει να καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ο AFRA είναι η κινητήρια δύναμη πίσω από αυτή την κίνηση και με την ανάπτυξη των βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης (BMP) περιέχει κατευθυντήριες γραμμές για να βοηθήσει τις επιχειρήσεις προς την κατεύθυνση της αύξησης των εσόδων τους, αλλά και την παροχή φιλικών προς το περιβάλλον μεθόδων για τη διάθεση των αεροσκαφών.

Οι κύριες δραστηριότητες (προϊόντα) των εταιριών που δραστηριοποιούνται στον τομέα διαχείρισης των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους (εταιρίες αποσυναρμολόγησης ή ανακύκλωσης) είναι:

- Αποθήκευση – Μεταβατική συντήρηση

Για αεροσκάφη που δεν είναι σε λειτουργία αλλά ενδέχεται να επιστρέψουν στην ενεργό υπηρεσία, απαιτείται στάθμευση και συντήρηση έως ότου αποφασιστεί ποιο θα είναι το μέλλον τους. Η μεταβατική αυτή περίοδος συντήρησης, θα διατηρήσει το αεροσκάφος στην κατάσταση «επισκευάσιμο», προκειμένου να γίνει εύκολα η μετεγκατάστασή στο χώρο

συντήρησης ή επιχειρησιακής δραστηριότητας, εφόσον χρειαστεί, και επιπλέον θα διασφαλίσει την καλύτερη κατάσταση των εξαρτημάτων στην περίπτωση που αυτά αφαιρεθούν για μεταπώληση.

- Αποσυναρμολόγηση - Εξαγωγή εξαρτημάτων

Παρά το γεγονός ότι ο τύπος του αεροσκάφους, η κατάσταση και η ηλικία του διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη συνολική αξιολόγηση του αεροσκάφους, η αξία των εξαρτημάτων που μπορούν να αφαιρεθούν από ένα αεροσκάφος (π.χ. διάφορα ανταλλακτικά όπως AVIONICS ή δομικά στοιχεία), επηρεάζεται άμεσα από τη διαθεσιμότητα και την κατάσταση των αρχείων συντήρησής του. Τα τεχνικά αρχεία συντήρησης περιέχουν το ιστορικό όλων των προγραμματισμένων και έκτακτων εργασιών συντήρησης. Η έγκυρη ενημέρωσή τους είναι κρίσιμης σημασίας για την μέγιστη δυνατή εξαγωγή αξίας από περιουσιακά στοιχεία κατά τη διαδικασία της αποσυναρμολόγησης. Για ορισμένα από τα εξαρτήματα, τα αρχεία αυτά πρέπει να ξεκινήσουν από το σημείο της κατασκευής τους.

Όσον αφορά στην μεταπώληση των εξαρτημάτων, για παράδειγμα για εξαρτήματα του σώματος (airframe) του αεροσκάφους, η αξία τους είναι γενικά πάντα μεγαλύτερη εάν έχουν πιστοποίηση καταλληλότητας, από τον κατασκευαστή του πρωτότυπου εξοπλισμού (OEM-Original Equipment Manufacturer). Η AELS (Aircraft End of Life Solutions) με έδρα την Ολλανδία, πουλάει εξαρτήματα με κατάσταση «όπως αφαιρέθηκε» είτε ως «επισκευάσιμο». Ένα εξάρτημα που έχει χαρακτηριστεί «όπως αφαιρέθηκε», σημαίνει ότι ο αγοραστής ή κάποιος από τους επόμενους ιδιοκτήτες πρέπει να το πιστοποιήσει εκ νέου πριν εγκατασταθεί σε άλλο αεροσκάφος. Επίσης, και οι ίδιοι στέλνουν σε διάφορους OEM εξαρτήματα για επαναπιστοποίηση, στα οποία μπορεί να γίνει εργοστασιακή συντήρηση, επισκευή ή ακόμη και αναβάθμιση σε ορισμένες περιπτώσεις.

- Ανακύκλωση

Όταν όλα τα εξαρτήματα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν έχουν αφαιρεθεί από ένα αεροσκάφος, παραμένουν τα απόβλητα τα οποία είτε μπορούν να ανακυκλωθούν και να επιστρέψουν στην αλυσίδα εφοδιασμού ως πρώτη ύλη, ή να διατεθούν σε χώρο υγειονομικής ταφής. Τυπικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην άτρακτο και τις πτέρυγες των αεροσκαφών, τα οποία στη συνέχεια αποτελούν το κύριο περιεχόμενο των αποβλήτων προϊόντων, είναι κράματα αλουμινίου της σειράς 2000, και της σειράς 7000, κράματα τιτανίου, σύνθετα υλικά (ανθρακονήματα ή υαλονήματα), μαγνήσιο και ανοξείδωτος χάλυβας.

Ο όρος «ρεύματα αποβλήτων» χρησιμοποιείται συχνά για να καθορίσει τις διάφορες ομάδες αποβλήτων για ανακύκλωση. Αυτά τα ρεύματα αποβλήτων θα περιέχουν ένα μείγμα υλικών από την άτρακτο και τις πτέρυγες του αεροσκάφους που θα πρέπει να αναλυθούν περαιτέρω, πριν από το τελικό στάδιο της ανακύκλωσης. Το μικτό αλουμίνιο, για παράδειγμα, έχει χαμηλότερη τιμή ανά Kg από ότι το διαχωρισμένο αλουμίνιο. Έτσι, αν μπορεί να γίνει διαχωρισμός στις σειρές αλουμινίου 2000 και 7000, και οι δύο τύποι μπορούν να πωληθούν σε υψηλότερη τιμή.

Για το αλουμίνιο, υπάρχουν γενικά δύο διαφορετικοί τύποι κραμάτων προς διαλογή σε μεγάλες ποσότητες. Αυτοί διακρίνονται από τη συνεισφορά των στοιχείων του κράματος. Για τη σειρά αλουμινίου 2000, το κύριο στοιχείο κράματος είναι ο χαλκός (2-6%). Τα βασικά στοιχεία κράματος για τη σειρά αλουμινίου 7000 είναι ο ψευδάργυρος (4-7%), το μαγνήσιο (1-3%), και ο χαλκός (1-2%).

Όλα τα κράματα μετάλλων και τα πολύτιμα μέταλλα μπορούν να διαχωρίζονται, για πιο ακριβείς διαδρομές ανακύκλωσης, χρησιμοποιώντας αναλυτές XRF (φθορισμός ακτίνων X). Αποτέλεσμα της χρήσης εργαλείων, όπως οι αναλυτές XRF, είναι η βελτιωμένη αποδοτικότητα και η μείωση του χρόνου που απαιτείται για τη διαχείριση του υλικού, καθώς και η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων διασταυρούμενης μόλυνσης, ώστε να αποφέρουν περισσότερα έσοδα.

### **6.1.2 Πελάτες**

Πελάτες της υπό ίδρυση μονάδας θα είναι οι χρήστες των αεροσκαφών F-16. Συνολικά 25 έθνη επιχειρούν σήμερα με το αεροσκάφος F-16. Η 25<sup>η</sup> και τελευταία χώρα που εντάχθηκε στην κοινότητα χρηστών F-16 ήταν το Μαρόκο. Η Πολεμική Αεροπορία των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (USAF) είναι προφανώς ο μεγαλύτερος πελάτης των F-16. Συνολικά 2.256 αεροσκάφη F-16 έχουν παραδοθεί στη USAF, τα οποία αποτελούν περισσότερο από το 50% της συνολικής παραγωγής. Στην πρώτη πεντάδα των μεγαλύτερων στόλων αεροσκαφών F-16 Fighting Falcon, ανήκουν επίσης το Ισραήλ (362 αεροσκάφη), η Τουρκία (270 αεροσκάφη), η Αίγυπτος (240), και η Ολλανδία (213).

### Χρήστες αεροσκαφών F-16 (Ευρώπη, Μέση Ανατολή, Αφρική)

Οι δυνητικοί πελάτες της μονάδας θα είναι οι σημερινοί χρήστες των αεροσκαφών F-16, στις χώρες της Ευρώπης, της Μέσης Ανατολής και της Αφρικής:

#### Ευρώπη

**Βέλγιο:** Η Βελγική Πολεμική Αεροπορία ήταν ένας από τους πρώτους τέσσερις πελάτες στον κόσμο για το F-16 Fighting Falcon. Το Βέλγιο έχει παραγγείλει συνολικά 160 F-16 σε δύο παρτίδες. Τα πρώτα 116 αεροσκάφη παραδόθηκαν μεταξύ 1979 και 1985, ενώ τα υπόλοιπα 44 μεταξύ 1987 και 1991. Λόγω της πολιτικής μείωσης προσωπικού και της αναδιάρθρωσης των ενόπλων δυνάμεων το επιχειρησιακό απόθεμα μειώθηκε στα 54 αεροσκάφη. Τα υπόλοιπα αεροσκάφη έχουν αποθηκευτεί ή πωληθεί (14 στην Ιορδανία, για παράδειγμα).

**Πίνακας 6-1 :** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Βέλγιο

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
<b>Initial Order</b>	F-16A	Block 1	17	1979-1980
	F-16B	Block 1	6	1979-1980
	F-16A	Block 5	8	1980-1981
	F-16B	Block 5	4	1980-1981
	F-16A	Block 10	30	1981-1982
	F-16B	Block 10	2	1981-1982
	F-16A	Block 15	41	1983-1985
	F-16B	Block 15	8	1982-1983
<b>Follow-On Order</b>	F-16A	Block 15OCU	40	1988-1991
	F-16B	Block 15OCU	4	1989-1990

Παρά το γεγονός ότι το σύνολο του αποθέματος αποτελείται από μοντέλα F-16A και F-16B, όλα τα εναπομείναντα 54 επιχειρησιακά αεροσκάφη έχουν αναβαθμιστεί στο πρότυπο MLU (Mid-Life Update), τα οποία αναμένεται να επιχειρούν μέχρι το 2023 οπότε προγραμματίζεται η αντικατάστασή τους.

**Δανία:** Η Βασιλική Πολεμική Αεροπορία της Δανίας αγόρασε συνολικά 77 αεροσκάφη F-16A/B σε δύο μεγάλες παρτίδες και δύο παραγγελίες αναπλήρωσης απωλειών.

**Πίνακας 6-2:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από τη Δανία

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
<b>Initial Order</b>	F-16A	Block 1	3	1980-1983
	F-16B		2	
	F-16A	Block 5	12	
	F-16B		3	
	F-16A	Block 10	15	
	F-16B		3	
	F-16A	Block 15	16	
	F-16B		4	
<b>Follow-On</b>	F-16A	Block 15	5	1987-1991
			3	
	F-16B		3	
	1			
<b>Attrition I</b>	F-16A	Block 15	3	1994
<b>Attrition II</b>	F-16A	Block 15	3	1997
	F-16B	Block 10	1	

Τα 58 πρώτα παραδόθηκαν μεταξύ 1980 – 1983. Από αυτά, 48 αεροσκάφη και επιπλέον 14 που χρησιμεύουν ως πηγή ανταλλακτικών για τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας, έχουν αναβαθμιστεί στο πρότυπο MLU, και θα παραμείνουν σε λειτουργία μέχρι το 2020-2025, οπότε και θα αντικατασταθούν από το F-35 Joint Strike Fighter.

**Ελλάδα:** Η Ελληνική Πολεμική Αεροπορία έχει παραγγείλει συνολικά 170 αεροσκάφη F-16, που περιλαμβάνουν τις εκδόσεις F-16C/D BLOCK 30, 50, και 52 και είναι εξοπλισμένα με υπεσύγχρονα οπλικά συστήματα. Τα εν λόγω F-16 παραδόθηκαν ως εξής:

**Πίνακας 6-3:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Ελλάδα

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
<b>Peace Xenia I</b>	F-16C	Block 30	34	1989-1990
	F-16D	Block 30	6	1989
<b>Peace Xenia II</b>	F-16C	Block 50	32	1997-1998
	F-16D	Block 50	8	1997-1998
<b>Peace Xenia III</b>	F-16C	Block 52	34	2002-2004
	F-16D	Block 52	16	2002-2004
<b>Option</b>	F-16C	Block 52	6	2004
	F-16D	Block 52	4	2004
	F-16C	Block 52	20	2009-2010
	F-16D	Block 52	10	2009-2010

Το 1996 ξεκίνησε η αναβάθμιση του στόλου των BLOCK 30, με το πρόγραμμα mid-life 'Falcon-Up' upgrade, στην ΕΑΒ (Ελληνική Αεροπορική Βιομηχανία), επιμηκύνοντας το χρόνο ζωής του αεροσκάφους από τις 4000 ώρες στις 8000 ώρες.

**Νορβηγία:** Η Βασιλική Πολεμική Αεροπορία της Νορβηγίας ήταν από τις τέσσερις πρώτες πολεμικές αεροπορίες της Ευρώπης, χρήστες F-16, και έχει παραγγείλει συνολικά 74 αεροσκάφη F-16A / B. Από αυτά, 56 έχουν εκσυγχρονιστεί στο πλαίσιο του προγράμματος MLU, και αποτελούν το επιχειρησιακό απόθεμα της Νορβηγίας σήμερα.

**Πίνακας 6-4:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από τη Νορβηγία

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
<b>Initial Order</b>	F-16A	Block 1	3	1980
	F-16B	Block 1	2	1980
	F-16A	Block 5	10	1980-1981
	F-16B	Block 5	2	1980-1981
	F-16A	Block 10	15	1981-1982
	F-16B	Block 10	3	1981-1982
	F-16A	Block 15	32	1982-1984
	F-16B	Block 15	5	1982-1983
<b>Attrition</b>	F-16B	Block 15 OCU	2	1989

Η πρόβλεψη ήταν για αντικατάσταση των Νορβηγικών F-16 το 2015, με τους πιο πιθανούς υποψήφιους το F-35 Lightning II και το Eurofighter Typhoon. Πράγματι, η Lockheed Martin έχει ήδη ξεκινήσει την παραγωγή των 52 νορβηγικών F-35 Lightning II, τα πρώτα εκ των οποίων αναμένονται το 2017 (*Lockheed Martin 2016, The Aviationist, 2016*).

**Πολωνία:** Η Πολωνία έχει παραγγείλει συνολικά 48 αεροσκάφη F-16C/D block 52, τα οποία παραδόθηκαν μεταξύ 2006-2009.



**Πίνακας 6-5:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Πολωνία

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Peace Sky	F-16C	Block 52	36	2006-2009
	F-16D	Block 52	12	2006-2009

**Πορτογαλία:** Η Πορτογαλική Πολεμική Αεροπορία διαθέτει συνολικά 45 αεροσκάφη F-16A / B block 15, τα οποία παραδόθηκαν σε δύο παρτίδες. Τα πρώτα 20 ήταν νεοκατασκευασμένα, ενώ τα υπόλοιπα 25 μεταχειρισμένα, που ανήκαν στην πολεμική αεροπορία των ΗΠΑ. Τα αεροσκάφη αυτά φέρουν όμως καινούργιους κινητήρες, ενώ τα πέντε χρησιμοποιούνται σαν πηγή ανταλλακτικών, και τα υπόλοιπα είκοσι έχουν αναβαθμιστεί στο πλαίσιο του προγράμματος MLU μεταξύ 2001-2003.

**Πίνακας 6-6:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Πορτογαλία

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Peace Atlantis I	F-16A	Block 15OCU	17	1994
	F-16B	Block 15OCU	3	1994
Peace Atlantis II	F-16A	Block 15	21	1999
	F-16B	Block 15	4	1999

**Ολλανδία:** Η Βασιλική Πολεμική Αεροπορία της Ολλανδίας, αγόρασε συνολικά 213 αεροσκάφη F-16A / B. Η Ολλανδία ήταν μία από τις πέντε χώρες που συμμετείχε στην παραγωγή των F-16 κατασκευάζοντας τμήματα της ατράκτου, ενώ παράλληλα διέθετε και γραμμή τελικής συναρμολόγησης, σε τοπικό επίπεδο. Περικοπές εξοπλισμού των ενόπλων δυνάμεων οδήγησαν σε μείωση του στόλου σε 68 αεροσκάφη, τα οποία στο σύνολό τους έχουν εκσυγχρονιστεί στο πλαίσιο του προγράμματος MLU. Κάποια από τα αεροσκάφη που αποσύρθηκαν έχουν πωληθεί, για παράδειγμα στην Ιορδανία (6) και τη Χιλή (36), και κάποια άλλα διατέθηκαν για κάλυψη αναγκών του NATO.

**Πίνακας 6-7:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Ολλανδία

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
<b>Initial Order</b>	F-16A	Block 1	12	1979-1980
	F-16B	Block 1	6	1979-1980
	F-16A	Block 5	14	1980-1981
	F-16B	Block 5	2	1980-1981
	F-16A	Block 10	20	1981-1982
	F-16B	Block 10	5	1981-1982
	F-16A	Block 15	34	1982-1984
	F-16B	Block 15	9	1982-1984
<b>Follow-On Order</b>	F-16A	Block 15	50	1984-1987
	F-16B	Block 15	9	1984-1987
	F-16A	<u>Block 15OCU</u>	47	1987-1992
	F-16B	Block 15OCU	5	1988-1989

Η Βασιλική Πολεμική Αεροπορία της Ολλανδίας αναμένεται να εγκαταλείψει τον συγκεκριμένο τύπο αεροσκάφους το 2020 οπότε και θα τα αντικαταστήσει με 37 F-35 Lightning II (*Flightglobal*, 2013).

### Μέση Ανατολή

**Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα:** Η Πολεμική Αεροπορία των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων (UAEAF) έχει παραγγείλει συνολικά 80 αεροσκάφη F-16 E / F Block 60, και είναι ο πρώτος πελάτης για αυτή την προηγμένη έκδοση του F-16 Fighting Falcon. Η UAEAF απέκτησε επίσης AIM-120 AMRAAM, AGM-84 Harpoon, AGM-88 HARM, λέιζερ κατευθυνόμενες βόμβες, και άλλα εξελιγμένα πυρομαχικά για τον εξοπλισμό των F-16.

**Πίνακας 6-8:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Initial Order	F-16E	Block 60	55	2004-2006
	F-16F	Block 60	25	2003-2006

**Μπαχρέιν:** Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, η τότε Πολεμική Αεροπορία του Μπαχρέιν (BAAF), άρχισε να αναζητά μαχητικά αεροσκάφη για να συμπληρώσει το στόλο της, που αποτελούνταν μόνο από ελικόπτερα. Μετά την απόκτηση 12 αεροσκαφών F-5 E / F Tiger II, η κυβέρνηση των ΗΠΑ ενέκρινε την αγορά των πιο προηγμένων F-16. Έτσι, το Μπαχρέιν έγινε ο 15ος πελάτης για το F-16, και ο πρώτος στην περιοχή του Περσικού Κόλπου. Το Μπαχρέιν έχει παραγγείλει συνολικά 22 F-16 μέσω δύο προγραμμάτων FMS (Foreign Military Sales).

**Πίνακας 6-9:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Μπαχρέιν

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Peace Crown I	F-16C	Block 40	8	1990
	F-16D	Block 40	4	1990
Peace Crown II	F-16C	Block 40	10	2000

**Ιράκ:** Η ιρακινή Πολεμική Αεροπορία είναι ο τελευταίος πελάτης για το αεροσκάφος F-16. Το 2011 παραγγέλθηκαν 18 αεροσκάφη και τον Οκτώβριο του 2012 ακολούθησε δεύτερη αγορά επιπλέον 18 αεροσκαφών, ανεβάζοντας τη συνολική ποσότητα σε 36 αεροσκάφη μέχρι στιγμής.

**Πίνακας 6-10:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Ιράκ

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
<b>Initial Order</b>	F-16C	Block 52	12	2013-2014
	F-16D	Block 52	6	2013-2014
<b>Follow-On Order</b>	F-16C	Block 52	12	2017-2018
	F-16D	Block 52	6	2017-2018

**Ιορδανία:** Η βασιλική Πολεμική Αεροπορία της Ιορδανίας επιχειρεί με 64 αεροσκάφη F-16A / B, 39 εκ των οποίων έχουν εκσυγχρονιστεί στο πλαίσιο του προγράμματος MLU. Τέλος, το 2013 συμφωνήθηκε να αγοραστούν 15 ακόμη αεροσκάφη από την Ολλανδία, τα οποία αναμένεται να παραδοθούν το 2016 (*AIRheadsFLY.com, 2013*).

**Πίνακας 6-11:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Ιορδανία

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
<b>Peace Falcon I</b>	F-16A	Block 15 ADF	12	1997-1998
	F-16B	Block 15 ADF	4	1997-1998
<b>Peace Falcon II</b>	F-16A	Block 15 ADF	16	2003
	F-16B	Block 15 ADF	1	2003
<b>Peace Falcon III</b>	F-16A	Block 20MLU	12	2008-2009
	F-16B	Block 20MLU	4	2008-2009
<b>Peace Falcon IV</b>	F-16B	Block 20MLU	6	2009
<b>Peace Falcon V</b>	F-16A	Block 20MLU	6	2011
	F-16B	Block 20MLU	3	2011
<b>Peace Falcon VI</b>	F-16A	Block 20MLU	13	2016
	F-16B	Block 20MLU	2	2016

**Ισραήλ:** Οι Αμυντικές Δυνάμεις / Πολεμική Αεροπορία του Ισραήλ έχουν παραγγείλει συνολικά 362 F-16, από τα πρώτα F-16A / B ως τα τελευταία F-16I. Πενήντα από αυτά τα αεροσκάφη ήταν πλεονάζοντα αεροσκάφη της πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ (USAF), τα οποία εδόθησαν στο Ισραήλ από τις ΗΠΑ, ως αποζημίωση για την αυτοσυγκράτηση που επέδειξαν κατά τη διάρκεια του Πολέμου του Κόλπου το 1991, παρά τις επιθέσεις που δέχτηκαν με πυραύλους Scud.

**Πίνακας 6-12:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Ισραήλ

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Peace Marble I	F-16A	Block 5	18	1980-1981
	F-16B	Block 5	8	1980-1981
	F-16A	Block 10	49	1980-1981
Peace Marble II	F-16C	Block 30	51	1986-1987
	F-16D	Block 30	24	1987-1988
Peace Marble III	F-16C	Block 40	30	1991-1993
	F-16D	Block 40	30	1991-1993
Peace Marble IV	F-16A	block 1	3	1994
	F-16B	Block 1	2	1994
	F-16A	Block 5	1	1994
	F-16B	Block 5	7	1994
	F-16A	Block 10	32	1994
	F-16B	Block 10	5	1994
Peace Marble V	F-16D	Block 52	102	2003-2009

**Ομάν:** Η Βασιλική Πολεμική Αεροπορία του Ομάν έχει παραγγείλει 12 F-16C / D BLOCK 50, αποτελώντας έτσι τον 23<sup>ο</sup> πελάτη των F-16 σε όλο τον κόσμο και τον 5<sup>ο</sup> στις Αραβικές χώρες.

**Πίνακας 6-13:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Ομάν

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Peace A'sama A'safiya I	F-16C	Block 50	8	2005-2006
	F-16D	Block 50	4	2005-2006
Peace A'sama A'safiya II	F-16C	Block 50	10	2014
	F-16D	Block 50	2	2014

**Τουρκία:** Η Τουρκική Πολεμική Αεροπορία διαθέτει συνολικό απόθεμα 270 αεροσκαφών F-16C / D Block 30/40/50. Η Τουρκία είναι μία από τις πέντε χώρες που κατασκευάζει F-16.

**Πίνακας 6-14:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Τουρκία

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Peace Onyx I	F-16C	Block 30	34	1987-1990
	F-16D	Block 30	9	1987-1989
	F-16C	Block 40	102	1990-1995
	F-16D	Block 40	15	1990-1994
Peace Onyx II	F-16C	Block 50	34	1996-1997
	F-16D	Block 50	6	1996-1997
Peace Onyx III	F-16C	Block 50	26	1998-1999
	F-16D	Block 50	14	1998-1999
Peace Onyx IV	F-16C	Block 50	14	2011-2012
	F-16D	Block 50	16	2011-2012

### Αφρική

**Αίγυπτος:** Η Αιγυπτιακή Πολεμική Αεροπορία επιχειρεί με 240 F-16, γεγονός που την καθιστά ως τον 4<sup>ο</sup> μεγαλύτερο φορέα εκμετάλλευσης F-16 στον κόσμο.

**Πίνακας 6-15:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από την Αίγυπτο

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Peace Vector I	F-16A	Block 15	34	1982-1983
	F-16B	Block 15	8	1982-1985
Peace Vector II	F-16C	Block 32	34	1986-1988
	F-16D	Block 32	6	1986-1987
Peace Vector III	F-16C	Block 40	35	1991-1995
	F-16D	Block 40	12	1991-1993
Peace Vector IV	F-16C	Block 40	34	1994-1995
	F-16D	Block 40	12	1994-1995
Peace Vector V	F-16C	Block 40	21	1999-2000
Peace Vector VI	F-16C	Block 40	12	2001-2002
	F-16D	Block 40	12	2001-2002
Peace Vector VII	F-16C	Block 52	16	2012-2013
	F-16D	Block 52	4	2012-2013

**Μαρόκο:** Το 2008 η Βασιλική Πολεμική Αεροπορία του Μαρόκου παράγγειλε συνολικά 24 F-16 με στόχο την ενίσχυση των υπάρχοντων F-5 και Mirage F-1. Η παράδοση των αεροσκαφών έγινε το 2010-2011.

**Πίνακας 6-16:** Παραγγελίες αεροσκαφών F-16 από το Μαρόκο

Πρόγραμμα	Μοντέλο	Block	Ποσότητα	Παράδοση
Initial Order	F-16C	Block 52	16	2010-2011
	F-16D	Block 52	8	2010-2011

### 6.1.3 Ανταγωνιστές

Στην ελληνική αγορά δραστηριοποιούνται λίγες επιχειρήσεις ανακύκλωσης μεγάλου μεγέθους, οι οποίες θεωρητικά μπορούν να αναλάβουν και την διάλυση αεροσκαφών. Παρόλα αυτά, εξαιτίας του γεγονότος ότι ο αριθμός των αεροσκαφών που αποσύρονται είναι μικρός, οι εταιρίες αυτές δεν έχουν εμπειρία στο συγκεκριμένο τομέα. Η δραστηριότητά τους περιορίζεται εντός των ελληνικών συνόρων και σε λίγες μόνο περιπτώσεις και στα Βαλκάνια.

#### Ελλάδα

Στο νομό Αττικής υπάρχουν τέσσερις μεγάλες εταιρίες ανακύκλωσης οι οποίες αναλαμβάνουν και την διάλυση αεροσκαφών:

- AGR (AUTOGREEN RECYCLING) με έδρα την Παιανία.
- EVROBALKAN SCRAP RECYCLING, με έδρα τις Αχαρνές.
- EURO RECYCLE, με έδρα το Αιγάλεω.
- Στουρνάρας Στυλιανός MON. ΕΠΕ, με έδρα τον Ασπρόπυργο.

Οι εταιρίες αυτές δραστηριοποιούνται κυρίως στην απόσυρση αυτοκινήτων, και στην ανακύκλωση χάλυβα και μετάλλων γενικότερα. Επιπλέον, αναλαμβάνουν τη διάλυση πλοίων, αεροσκαφών και αμαξοστοιχιών, την ανακύκλωση συσκευών και μπαταριών, επεξεργασία καλωδίων και αποξήλωση επαγγελματικών χώρων και εργοστασίων. Οι δύο πρώτες έχουν κυρίως εξαγωγικό προσανατολισμό.

Εκτός από τις παραπάνω, υπάρχουν πολλές μικρού μεγέθους εταιρίες που δραστηριοποιούνται είτε στο χώρο της απόσυρσης αυτοκινήτων είτε στο χώρο της ανακύκλωσης και εμπορίας μετάλλων σκραπ. Οι εταιρίες αυτές, θα μπορούσαν εν δυνάμει να αναλάβουν την διάλυση αεροσκαφών εφόσον διαθέτουν εξειδικευμένο προσωπικό και τεχνογνωσία.

Στην Ευρώπη, Μέση Ανατολή και Αφρική δραστηριοποιούνται αντίστοιχα οι παρακάτω εταιρίες οι οποίες είναι και μέλη του AFRA:

#### Ευρώπη

- Γαλλία: Chateauroux Air Center, Valliere Aviation Group.
- Λουξεμβούργο: VALLAIR



- Ολλανδία: AELS (Aircraft End of Life Solutions), Stolwerk METAAL B.V
- Ισπανία: AIR (Aviation International Recycling).
- Ηνωμένο Βασίλειο: 360 DMG Aircraft Scrap Trading LLC, ASI (Air Salvage International), Apple Aviation, eCube Solutions, GJD Services.

### **Μέση Ανατολή**

- Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα: Falcon Aircraft Recycling

### **Αφρική**

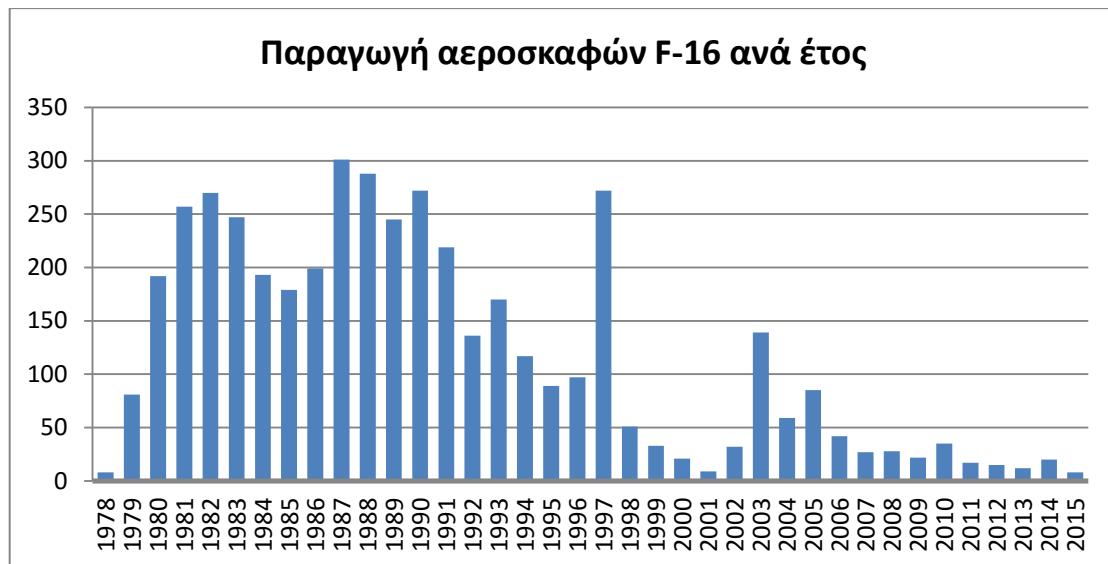
- Νότια Αφρική: Universal Recycling Company

Όλες οι παραπάνω εταιρίες είναι μέλη του AFRA, και αρκετές από αυτές έχουν πιστοποιηθεί από τον συγκεκριμένο οργανισμό, είτε για αποσυναρμολόγηση, είτε για ανακύκλωση αεροσκαφών. Οι εταιρίες που εδρεύουν στην Ευρώπη είναι άρτια οργανωμένες για την αποσυναρμολόγηση και ανακύκλωση μικρών στρατιωτικών αεροσκαφών αλλά και μεγάλων εμπορικού τύπου. Εκτός από όσες αναφέρονται εδώ, υπάρχει πλήθος άλλων εταιριών μικρομεσαίου μεγέθους που εμπορεύονται στην ανακύκλωση και εμπορία μετάλλων. Για τις ανάγκες όμως της παρούσας εργασίας θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνει αναφορά μόνο σε εκείνες που είναι μέλη του AFRA.

## **6.2. Ανάλυση της αγοράς**

### **6.2.1. Συνολική παραγωγή αεροσκαφών F-16**

Η παραγωγή των αεροσκαφών F-16 ξεκίνησε το 1978. Ο αριθμός των αεροσκαφών που κατασκευάστηκαν ανά έτος φαίνεται στο παρακάτω γράφημα. Από τις παραγγελίες αεροσκαφών ανά έτος και με βάση τις ημερομηνίες παράδοσής τους στους πελάτες ανά τον κόσμο, καθορίζεται το έτος κατασκευής των F-16.



**Διάγραμμα 6-1:** Παραγωγή αεροσκαφών F-16 ανά έτος. (Πηγή: F-16.net)

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε, η μεγαλύτερη παραγωγή ήταν από το 1979 έως το 1997. Παίρνοντας σαν κύκλο ζωής του αεροσκάφους τα 30 έτη, εκτιμάται ότι από το 2010 έχει ξεκινήσει η απόσυρση μεγάλου αριθμού αεροσκαφών F-16.

### 6.2.2. Προσδιοριστικοί παράγοντες της ζήτησης

Στην ελληνική αγορά, τόσο η Πολιτική όσο και η Πολεμική Αεροπορία έχουν κατά καιρούς προχωρήσει σε πλειοδοτικούς διαγωνισμούς για την εκποίηση ακρήστων αεροσκαφών ή αεροκινητήρων. Για παράδειγμα, τον Οκτώβριο του 2015 η Πολεμική Αεροπορία προέβη στη διακήρυξη πρόχειρου πλειοδοτικού διαγωνισμού για εκποίηση άχρηστων υλικών, στα οποία περιλαμβάνονταν οχτώ άχρηστα αεροσκάφη (δεν διευκρινίζεται ο τύπος) βάρους 3.750 Kg το καθένα, με τιμή εκκίνησης περί τα 3.000 € («ΔΙΑΥΓΕΙΑ», 2015).

Ιδιαίτερα καθοριστικός παράγοντας για τη ζήτηση στον κλάδο της ανακύκλωσης αεροσκαφών, είναι η ολοένα αυξανόμενη αντικατάσταση του στόλου από αεροσκάφη πιο προηγμένης τεχνολογίας. Για παράδειγμα πολλοί χρήστες του F-16 πρόκειται να αντικαταστήσουν το συγκεκριμένο τύπο αεροσκάφους με το F-35 Joint Strike Fighter, που είναι ο διάδοχός του και του οποίου η παραγωγή έχει ήδη ξεκινήσει.

Επιπλέον, οι πιο ελκυστικές οικονομικές συνθήκες για τα νέα αεροσκάφη (π.χ. έξοδα συντήρησης), καθώς και η μεγαλύτερη ζήτηση για πιο αποδοτικά από πλευράς κατανάλωσης καυσίμου και πιο φιλικά προς το περιβάλλον αεροσκάφη, έχουν μειώσει αποτελεσματικά την ωφέλιμη ζωή των παλαιότερων αεροσκαφών από δύο έως τρία έτη (AFM Magazine, 2013).

Βέβαια, η μείωση των τιμών του πετρελαίου το τελευταίο χρονικό διάστημα, καθώς και οι δημοσιονομικοί περιορισμοί σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, όπως και στην Ελλάδα, τείνει να αναστρέψει αυτή την κατάσταση.

Κάθε αεροσκάφος είναι διαφορετικό και η διαφορετικότητα έγκειται κυρίως στο είδος του εξοπλισμού που έχει εγκατασταθεί σε αυτό. Για παράδειγμα μπορεί να έχει γίνει αναβάθμιση στα ηλεκτρονικά (AVIONICS), το οποίο προσθέτει αξία αλλά και επεκτείνει το χρόνο του κύκλου ζωής του. Επίσης, στο παρελθόν μπορεί να θεωρούνταν επικερδές να γίνει αποσυναρμολόγηση όλων των εξαρτημάτων και μερών από ένα παλιό αεροσκάφος, καθώς αυτό θα μπορούσε να προσθέσει αξία λόγω της επαναχρησιμοποίησης. Με τα χρόνια όμως και με την πείρα που αποκτά κανείς πάνω στην ανακύκλωση αεροσκαφών ίδιου τύπου, γίνεται αντιληπτό ότι περίπου τα μισά από τα εξαρτήματα παλαιών αεροσκαφών αξίζει τον κόπο να ανακτηθούν, καθώς δεν υπάρχει ζήτηση στην αγορά (*AFM Magazine, 2013*).

Επομένως, δεν είναι τόσο ο αριθμός των αεροσκαφών που είναι διαθέσιμα για ανακύκλωση, που κάνουν τη διαφορά στον κλάδο, αλλά πρωτίστως το είδος και η «ποιότητα» του αεροσκάφους. Σήμερα, οι παίκτες στην αγορά ακολουθούν διαφορετική στρατηγική, στοχεύοντας σε νεότερα αεροσκάφη που προσφέρουν περισσότερες οικονομικές ευκαιρίες. Ο ανταγωνισμός στον κλάδο έχει αυξηθεί, που σημαίνει επίσης ότι οι παίκτες έχουν περισσότερο προκλητικές ευκαιρίες σε πιο εξειδικευμένα τμήματα της αγοράς. Ωστόσο, η χρηματοδότηση είναι ένα ζήτημα, όταν στοχεύει κανείς σε νεώτερα αεροσκάφη, και για αυτό το λόγο έχουν κάνει την εμφάνισή τους ειδικά χρηματοδοτικά εργαλεία για τη στήριξη του τομέα των αεροσκαφών στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Η αγορά ενός νεότερου αεροσκάφους, που είναι πιο περιζήτητο λόγω του κινητήρα και των μερών που μπορούν να ανακτηθούν με οποιονδήποτε τρόπο, ακόμη και για επαναχρησιμοποίηση σε εν ενεργεία αεροσκάφη ίδιου τύπου, μπορεί να κοστίσει πάνω από 10 εκατομμύρια δολάρια (*AFM Magazine, 2013*).

### **6.2.3. Διαθέσιμα αεροσκάφη F-16 για ανακύκλωση (έτη 2017-2025)**

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία που έχουμε για τους χρήστες των αεροσκαφών, χρησιμοποιώντας την ημερομηνία απόκτησής τους, τυχόν αναβαθμίσεις που έγιναν οι οποίες παρατείνουν το όριο ζωής, δημοσιευμένα στοιχεία για την αναμενόμενη απόσυρσή τους λόγω αντικατάστασης από αεροσκάφη 5<sup>ης</sup> γενιάς (π.χ. F-35), και ένα μέσο κύκλο ζωής περί τα 30 έτη, μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό των αεροσκαφών που θα αποσυρθούν και

θα είναι διαθέσιμα για ανακύκλωση από το 2017 έως το 2025, στις περιοχές που μελετάμε (Ευρώπη – Μέση Ανατολή - Αφρική). Οι πρώτες χώρες εκτιμάται ότι θα είναι το Βέλγιο, η Νορβηγία, η Αίγυπτος και η Τουρκία και θα ακολουθήσουν η Δανία, η Ολλανδία, το Ισραήλ, το Μπαχρέιν, η Ελλάδα και τέλος η Πορτογαλία το 2025.

**Πίνακας 6-17:** Εκτίμηση αριθμού αεροσκαφών διαθέσιμων προς ανακύκλωση ανά έτος σε κάθε χώρα/χρήστη (κύκλος ζωής 30 έτη).

ΠΕΛΑΤΕΣ (ΧΩΡΕΣ)	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΣΕ ΚΑΘΕ ΧΩΡΑ/ΧΡΗΣΤΗ								
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ΑΙΓΥΠΤΟΣ	20	20	20	20					
ΒΕΛΓΙΟ	20	20	20	20	10		10	20	20
ΔΑΝΙΑ			15	10	10	10	10	10	10
ΕΛΛΑΔΑ					10	10	10	20	20
ΜΠΑΧΡΕΙΝ				6	6				
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ								10	10
ΙΣΡΑΗΛ				20	20	20	15	20	20
ΝΟΡΒΗΓΙΑ	20	20	10	10	14				
ΟΛΛΑΝΔΙΑ			20	20	20	20	10		
ΤΟΥΡΚΙΑ	20	20	20	20	10	10	10	10	10
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>105</b>	<b>126</b>	<b>100</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>90</b>	<b>90</b>

Είναι πολύ δύσκολο να εκτιμήσουμε ένα μερίδιο αγοράς που μπορεί να αποσπάσει η μονάδα από τα διαθέσιμα αεροσκάφη, καθώς δεν υπάρχουν στοιχεία για τα μερίδια αγοράς των ανταγωνιστών. Η μονάδα θα προσπαθήσει να διεισδύσει στην αγορά προσβλέποντας σε ένα ικανό αριθμό αεροσκαφών προς ανακύκλωση. Από τους δυνητικούς πελάτες για κάθε έτος, μπορούμε να εκτιμήσουμε τα αεροσκάφη που θα ανακυκλώνει η υπό ίδρυση μονάδα:

**Πίνακας 6-18:** Αεροσκάφη που θα ανακυκλώσει η μονάδα τα έτη 2017-2025

<i>ΕΤΟΣ</i>	<i>ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ</i>
2017	20
2018	25
2019	35
2020	40
2021	50

### **6.3. Η Στρατηγική του Μάρκετινγκ**

#### **6.3.1. Εταιρική Στρατηγική και στόχοι της επιχείρησης**

Η εταιρία πρόκειται να δραστηριοποιηθεί σε έναν κλάδο ο οποίος επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από παράγοντες του μακρο-περιβάλλοντος (οικονομικό, τεχνολογικό, νομικό-πολιτικό, κοινωνικό περιβάλλον). Προκειμένου λοιπόν να επιβιώσει και να ανταπεξέλθει έναντι των ισχυρών ανταγωνιστών στην ευρωπαϊκή κυρίως αγορά, η εταιρεία θα εφαρμόσει στρατηγική διείσδυσης αγοράς. Στρατηγική κατεύθυνση και κύριος στόχος της υπό ίδρυση μονάδας είναι να διεισδύσει στην αγορά της Ευρώπης, Μέσης Ανατολής και Αφρικής, όπου υπάρχουν χρήστες αεροσκαφών F-16.

Η υπό ίδρυση μονάδα θα δραστηριοποιείται στο χώρο της ανακύκλωσης (διάλυσης) και τα τελικά προϊόντα της θα είναι σκραπ μετάλλων (αλουμίνιο, χάλυβας, χαλκός, τιτάνιο, σύνθετα υλικά, ελαστικά, γυαλί) τα οποία θα εμπορεύεται. Τα συγκεκριμένα αεροσκάφη όταν αποσύρονται είναι παροπλισμένα, στις περισσότερες δε περιπτώσεις δε φέρουν κινητήρα. Επίσης ο χρήστης έχει ήδη αφαιρέσει τα περισσότερα ηλεκτρονικά συστήματα (AVIONICS), και το εκτινασσόμενο κάθισμα. Επομένως η μονάδα θα παραλαμβάνει το «σώμα» του αεροσκάφους, δηλαδή άτρακτο, πτέρυγες. Αυτό μειώνει κατά πολύ την αξία του αεροσκάφους, σαν πρώτη ύλη, καθώς το μεγαλύτερο οικονομικό όφελος βρίσκεται στον κινητήρα και στα εξαρτήματα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν.

Η εταιρία θα αναφέρεται απευθείας στους χρήστες των αεροσκαφών F-16, δηλαδή στις πολεμικές αεροπορίες σε διάφορες χώρες. Οι αγορές – στόχος της εταιρίας θα είναι τα κράτη

της Ευρώπης, Μέσης Ανατολής και Αφρικής λόγω εγγύτητας. Προκειμένου να επιτύχει οικονομίες κλίμακας, θα αναλαμβάνει το μέγιστο δυνατό αριθμό που μπορεί να ανακυκλώσει σε κάθε χώρα, χρησιμοποιώντας μια κινητή ομάδα, η οποία θα εκπληρώνει το έργο της διάλυσης με βάση το συμβόλαιο που θα έχει συμφωνηθεί με τον εκάστοτε πελάτη – χρήστη αεροσκαφών. Σε πολλές περιπτώσεις, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο θα συνάπτονται συμβόλαια με τοπικούς συνεργάτες προκειμένου να υποβοηθηθεί το έργο της ομάδας.

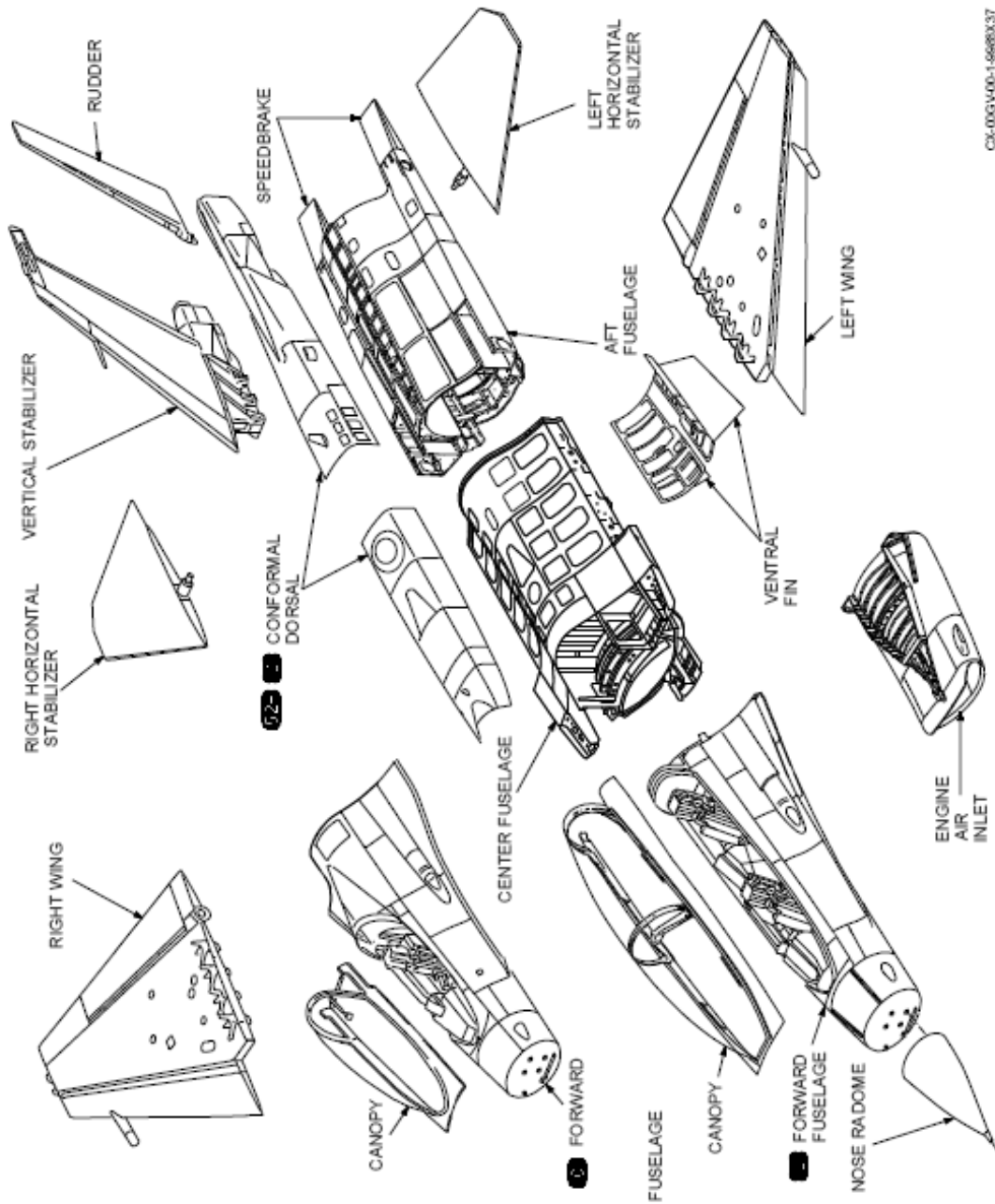
## **6.4. Η τακτική του μάρκετινγκ**

### **6.4.1. Προϊόν**

Η επιχείρηση στα πρώτα χρόνια λειτουργίας της και μέχρι να αποκτήσει μια σαφή εικόνα της πορείας της θα δραστηριοποιηθεί στην ανακύκλωση ενός μόνο τύπου αεροσκάφους, του F-16. Αυτό θα της δώσει τη δυνατότητα να αποκτήσει εμπειρία και τεχνογνωσία στο συγκεκριμένο τύπο, δίνοντάς της πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών, καθώς θα μειώσει κατά πολύ τον απαιτούμενο χρόνο διάλυσης για κάθε αεροσκάφος.

Τα τελικά προϊόντα θα είναι σκραπ μετάλλων (αλουμίνιο, χάλυβας, τιτάνιο, σύνθετα υλικά) και καλωδιώσεις με μόνωση. Μεγάλο βάρος θα δίνεται στον διαχωρισμό / προετοιμασία του σκραπ καθώς αυτό παίζει πολύ μεγάλο ρόλο για την αποδοχή του από τις εταιρίες επεξεργασίας και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την τιμή πώλησης. Ο διαχωρισμός θα γίνεται με τη βοήθεια ενός αναλυτή XRF (φθορισμός ακτίνων X). Πρόκειται για φορητή συσκευή που επιτρέπει στους τεχνικούς να προσδιορίσουν το είδος του υλικού που έχουν στη διάθεσή τους για ανακύκλωση.

Τα μέρη του σώματος (airframe) του αεροσκάφους, καθώς και οι τύποι καλωδίων φαίνονται στις εικόνες 6-1 και 6-2, αντίστοιχα. Όσον αφορά τα καλώδια θα γίνεται ο απαραίτητος διαχωρισμός σε αυτά που περιέχουν χαλκό και θα τεμαχίζονται σε μήκη 80 cm περίπου προκειμένου να είναι πιο εύκολη η αποθήκευσή τους.



CX-00G1400-1-668X37

Figure 00-3. Aircraft Airframe.

Εικόνα 6-1: Τμήματα της ατράκτου και της πτέρυγας του αεροσκάφους F-16

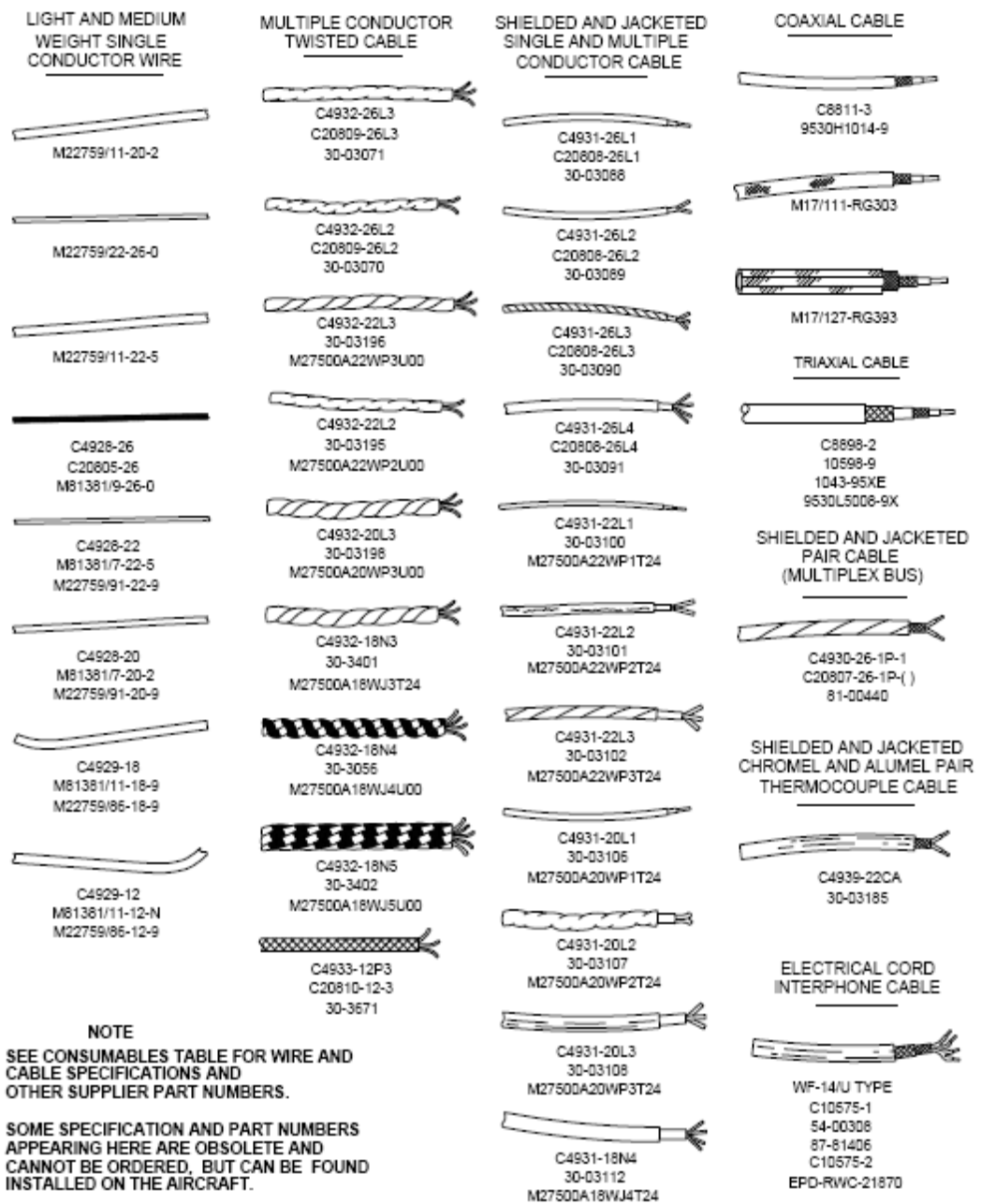


Figure 14-2. Wire and Cable Types Common to F-16 Aircraft.

Εικόνα 6-2: Τύποι καλωδιώσεων του αεροσκάφους F-16



### 6.4.2. Τιμή

Οι τιμές των μετάλλων, όπως οι τιμές για όλα τα εμπορεύματα (commodities), καθορίζονται ουσιαστικά από την προσφορά και τη ζήτηση. Ωστόσο, η υπόθεση ότι οι πληροφορίες σχετικά με την προσφορά (παραγωγή και αποθέματα), και την ζήτηση (κατανάλωση) είναι άμεσα διαθέσιμες, ακριβείς και διαφανείς, θα ήταν ένα μεγάλο λάθος, ανεξάρτητα από τον τύπο του μετάλλου. Οι τρέχουσες τιμές δεν εξαρτώνται μόνο από την άμεση προσφορά και τη ζήτηση, αλλά και από τις προσδοκίες της μελλοντικής προσφοράς και της ζήτησης. Σε γενικές γραμμές, όσο λιγότερο διαθέσιμες πληροφορίες υπάρχουν τόσο μεγαλύτερη θα είναι η αστάθεια των τιμών. Επομένως η τιμολόγηση των μετάλλων σκραπ κυμαίνεται ανάλογα με τις καθημερινές δραστηριότητες της αγοράς και είναι σημαντικό να υπάρχει ενημέρωση για τις τρέχουσες τάσεις των τιμών, με εγγραφή σε διάφορες εκδόσεις όπως η BMRA (British Metals Recycling Association).

Τα μη σιδηρούχα μέταλλα είναι πιο σπάνια και πιο πολύτιμα από τα σιδηρούχα μέταλλα. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των μετάλλων αλλά και το ποσοστό κάθε μετάλλου στη σύνθεση διαφόρων κραμάτων γιατί η τιμολόγηση στα κράματα γίνεται με βάση αυτή την ποσόστωση. Οι τιμές που θα χρησιμοποιήσουμε εδώ είναι οι τιμές που ισχύουν στην ελληνική αγορά, σύμφωνα με παράγοντες της αγοράς, για το τρέχον χρονικό διάστημα. Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με το Ν. 2859/2000, η αγοραπωλησία μετάλλων σκραπ απαλλάσσεται από το ΦΠΑ.

### 6.4.3. Προώθηση

Προκειμένου να εισέλθει η εταιρία δυναμικά στην αγορά της ανακύκλωσης αεροσκαφών αλλά και για να επιτύχει τους βραχυπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους στρατηγικούς της στόχους απαιτείται οργανωμένη προσπάθεια προώθησης της επωνυμίας της εταιρείας και των προϊόντων της. Εφόσον η εταιρία δεν δραστηριοποιείται αποκλειστικά στην ελληνική αγορά, δεν έχει νόημα η προώθηση σε τοπικά μέσα, εφημερίδες κλπ. Οι ενέργειες προώθησης θα έχουν ως εξειδικευμένους στόχους την ενεργοποίηση της γνώσης για το προϊόν και την εταιρεία. Τα μέσα που θα χρησιμοποιήσει η εταιρία προκειμένου η δραστηριότητά της να γίνει γρήγορα αναγνωρίσιμη από τους εν δυνάμει πελάτες της είναι:

- Κατασκευή εταιρικής ιστοσελίδας

Η εταιρία θα αναθέσει σε κατάλληλη εταιρία, την κατασκευή ιστοσελίδας στο διαδίκτυο στην οποία οι ενδιαφερόμενοι θα μπορούν να αντλήσουν πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα της εταιρίας και τον τρόπο λειτουργίας της. Επίσης θα υπάρχουν πληροφορίες για τις γενικότερες εξελίξεις στον κλάδο της ανακύκλωσης αεροσκαφών και θα δημοσιεύονται οικονομικά στοιχεία της εταιρίας, καθώς και στοιχεία από τη δραστηριότητά της όσον αφορά την ανακύκλωση αεροσκαφών F-16 σε διάφορες χώρες.

Σε γενικές γραμμές, η ιστοσελίδα θα έχει ενημερωτικό χαρακτήρα, στοχεύοντας στη δημιουργία εμπιστοσύνης και αισθήματος ασφάλειας στους εν δυνάμει πελάτες, καθώς αυτοί θα αισθάνονται ότι έχουν κατά κάποιο τρόπο πρόσβαση στην ίδια την εταιρία, μέσω μιας ενημερωμένης και χρήσιμης ιστοσελίδας. Ιδιαίτερα οι πελάτες χρήστες των F-16, μέσω των μηχανών αναζήτησης, θα επισκέπτονται την ιστοσελίδα λόγω της εξειδίκευσης της εταιρίας στην ανακύκλωση του συγκεκριμένου τύπου αεροσκάφους.

- Διαφήμιση σε ιστότοπους με θέμα το αεροσκάφος F-16

Εφόσον το διαδίκτυο αποτελεί τον σημαντικότερο τρόπο αναζήτησης πληροφοριών, εκτιμάται ότι η διαφήμιση της εταιρίας σε ιστότοπους με πληροφορίες για τον συγκεκριμένο τύπο αεροσκάφους, θα έχει θετικά αποτελέσματα. Στην ουσία, καθώς οι εν δυνάμει πελάτες αναζητούν πληροφορίες για το αεροσκάφος θα εμφανίζεται σαν αναδυόμενη διαφήμιση η ιστοσελίδα της εταιρίας, προτρέποντας τον χρήστη στην ανακατεύθυνση της αναζήτησής του. Το κόστος για τη συγκεκριμένη ενέργεια προώθησης είναι ανάλογο με το ενδιαφέρον που θα δείχνουν οι διάφοροι επισκέπτες, δηλαδή τον αριθμό των ανακατευθύνσεων που θα γίνουν στη ιστοσελίδα της εταιρίας.

## **6.5. Κόστος Μάρκετινγκ**

Το κόστος των δαπανών προώθησης πρέπει να είναι ανάλογο των συνολικών εσόδων που υπολογίζει να έχει η επιχείρηση. Η εταιρία θα προσπαθήσει να κρατήσει το συγκεκριμένο κόστος σε όσο το δυνατόν χαμηλά επίπεδα. Παρακάτω παρατίθενται οι εκτιμώμενες δαπάνες για κατασκευή ιστοσελίδας και τη συντήρησή της, καθώς και για διαφήμιση σε άλλους ιστότοπους ανά έτος.

**Πίνακας 6-19:** Κόστος Μάρκετινγκ

ΕΤΟΣ	2017	2018	2019	2020	2021	ΣΥΝΟΛΟ
ΕΞΟΔΑ ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ	1.500	2.000	2.000	2.500	3.000	11.000

## 6.6. Υπολογισμός Εσόδων

Για να υπολογίσουμε το ποσοστό των μετάλλων σκραπ που θα εξάγεται από το κύριο σώμα (airframe) του αεροσκάφους, θα χρειαστεί να αφαιρέσουμε το βάρος του κινητήρα, το βάρος των LRU'S (Line Replaceable Unit) των ηλεκτρονικών μερών (AVIONICS), του εκτινασσόμενου καθίσματος (ejection seat), και των καλωδιώσεων που φέρει το αεροσκάφος, τα οποία εκτιμώνται περίπου στα 1,000 Kg (*USAF T.O. GR1F-16CJ-5-1*).

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει το βάρος των μετάλλων σκραπ που μπορούν να διατεθούν για ανακύκλωση, στα 6,500 Kg περίπου. Επίσης, το αεροσκάφος διαθέτει περίπου 4 μίλια καλωδιώσεων διαφορετικών διαμέτρων, το βάρος των οποίων εκτιμάται στα 200 Kg περίπου. Με βάση τα παραπάνω και την ποσόστωση των υλικών που έχουμε ήδη αναφέρει, οι ποσότητες των διαφόρων υλικών που θα μπορούσαν να διατεθούν προς ανακύκλωση φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 6-20:** Υπολογισμός ποσότητας υλικών διαθέσιμων προς ανακύκλωση ανά αεροσκάφος

Υλικά	Αλουμίνιο	Χάλυβας	Τιτάνιο	Σύνθετα Υλικά	Καλωδιώσεις (με μόνωση)
Βάρος που αναλογεί (Kg)	5.395	325	130	130	200

Το αλουμίνιο του αεροσκάφους αποτελείται από μαλακό και σκληρό αλουμίνιο καθώς και προφίλ αλουμινίου. Οι τιμές χονδρικής στην ελληνική αγορά σήμερα, για τα παραπάνω κυμαίνονται περίπου:

- Προφίλ αλουμινίου: 0,70 € / Kg

- Μαλακό αλουμίνιο: 1,10 € / Kg
- Σκληρό αλουμίνιο: 1,20 € / Kg

Λόγω της αδυναμίας υπολογισμού βάρους ανά κατηγορία αλουμινίου στο αεροσκάφος, για τον υπολογισμό των εσόδων από πωλήσεις ανά αεροσκάφος θα χρησιμοποιήσουμε μια μέση τιμή πώλησης, δηλαδή περίπου 1 € / Kg. Για τον χάλυβα ο οποίος εντοπίζεται κυρίως στο σύστημα προσγείωσης του αεροσκάφους, η τιμή πώλησης στις βιομηχανίες ανακύκλωσης, είναι περίπου 0,13 € /Kg. Η τιμή πώλησης του τιτανίου είναι 2 € /Kg. Για τον εποξικό γραφίτη, η τιμή πώλησης των ανακυκλωμένων ανθρακονημάτων είναι περίπου 5 € /Kg (Boeing, 2003). Οπότε η τιμή του σκραπ εκτιμάται στα 2,5 € /Kg. Όσον αφορά τις καλωδιώσεις, λόγω του ότι η απογύμνωση των καλωδίων είναι διαδικασία που απαιτεί πολλές εργατοώρες, η μονάδα επέλεξε, τουλάχιστον για τα πρώτα χρόνια λειτουργίας της, να εμπορεύεται τα καλώδια με τη μόνωση, η τιμή πώλησης των οποίων κυμαίνεται στα 1,40 € /Kg. Με βάση τα παραπάνω, υπολογίζονται τα συνολικά έσοδα από κάθε αεροσκάφος.

**Πίνακας 6-21:** Υπολογισμός εσόδων ανά αεροσκάφος

ΥΛΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (Kg)	ΤΙΜΗ/Kg	ΣΥΝΟΛΟ (€)
Αλουμίνιο	5.395	1,00	5.395
Χάλυβας	325	0,13	42
Τιτάνιο	130	2,00	260
Σύνθετα	130	2,50	325
Καλωδιώσεις	200	1,40	280

Με βάση τα στοιχεία που έχουμε για τον αριθμό των διαθέσιμων προς ανακύκλωση αεροσκαφών, υπολογίζουμε τα συνολικά έσοδα ανά έτος στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 6-22:** Υπολογισμός συνολικών εσόδων ανά έτος

ΕΤΟΣ	2017	2018	2019	2020	2021
ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ	20	25	35	40	50
ΕΣΟΔΑ ΑΝΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΣ	6.302	6.302	6.302	6.302	6.302
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΣΟΔΑ</b>	126.045	157.556	220.579	252.090	315.113

## Κεφάλαιο 7: Έξοδα και κόστος επένδυσης

### 7.1. Πρώτες ύλες και άλλα εφόδια

Η κύρια πρώτη ύλη της υπό ίδρυση μονάδας είναι το παλαιωμένο αεροσκάφος. Αυτό θα περιλαμβάνει, όπως έχει ήδη αναφερθεί, το σώμα (airframe), δηλαδή την άτρακτο και τις πτέρυγες, την καλύπτρα, το σύστημα προσγείωσης και τα ελαστικά, τυχόν ηλεκτρονικά εξαρτήματα (AVIONICS), καλωδιώσεις, κλπ.

Η αξία του σώματος του αεροσκάφους (airframe), όταν απογυμνωθεί από εξαρτήματα και έπιπλα εσωτερικού χώρου (για τα πολιτικά αεροσκάφη), είναι πολύ χαμηλή, ειδικά σε σύγκριση με την αξία των εξαρτημάτων, η οποία θα μπορούσε να φτάνει στα 1 έως 3 εκατομμύρια δολάρια ανά αεροσκάφος εμπορικού τύπου. Επίσης, υπάρχει μια μείωση της ποσότητας του διαθέσιμου μετάλλου, σαν αποτέλεσμα των αυξανόμενων ποσοτήτων των σύνθετων υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή αεροσκαφών. Σύνθετα υλικά δεν πωλούνται εύκολα για ανακύκλωση, μερικές φορές ίσως και καθόλου. Η μόνη αξία ενός αεροσκάφους μετά την απομάκρυνση των εξαρτημάτων, είναι στο μέταλλο.

Οι τιμές των υλικών ενός αεροσκάφους, μετά την αφαίρεση εξαρτημάτων, είναι περίπου 500-600 € ανά τόνο, σύμφωνα με τον Γενικό Διευθυντή της AELS. Αυτή είναι η αξία της σύνθεσης των υλικών που φτάνει στις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης. Το κόστος της μεταφοράς του στην εγκατάσταση ανακύκλωσης ή της μεταφοράς του εξοπλισμού για την κοπή του αεροσκάφους σε μέγεθος ώστε να μπορεί να μεταφερθεί, πρέπει επίσης να υπολογιστεί. Για ένα αεροσκάφος μεγέθους A320 ή 737, η μεταφορά θα μπορούσε να κοστίζει 5,000-10,000 €. Αν ανακτηθούν μόνο 20-25 τόνοι υλικού από τη διαδικασία διάλυσης, μετά από την αφαίρεση των εξόδων μένουν ελάχιστα έσοδα (*Aircraft Commerce, 2015*).

Φυσικά, η ποιότητα του τελικού προϊόντος που απαιτείται για το ανακυκλωμένο υλικό θα επηρεάσει την έκταση των διεργασιών που θα χρησιμοποιηθούν και την έκταση του διαχωρισμού που απαιτείται. Αυτό είναι δύσκολο να επιτευχθεί, γιατί το ανακυκλωμένο αλουμίνιο για παράδειγμα είναι μόνο 95% καθαρό, λόγω των υπολειμμάτων από χρώματα, στεγανοποιητικά, και επικαλύψεις που εφαρμόζονται στο μέταλλο κατά την αρχική κατασκευή του αεροσκάφους. Η αυξανόμενη χρήση των ανακυκλωμένων υλικών όμως, όταν είναι δυνατόν, αντί τη δύσκολης και πιο δαπανηρής εξόρυξης των φυσικών πρώτων υλών, βοηθά στη βιωσιμότητα του προϊόντος (*Aircraft Commerce, 2015*).

Με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη ότι κατά το τελευταίο χρονικό διάστημα, σύμφωνα με παράγοντες της αγοράς, οι τιμές των μετάλλων σκραπ ακολουθούν μια πτωτική τάση, η τιμή κυμαίνεται στα 400 € ανά τόνο (*Aircraft Commerce, 2015*).

Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι στο κόστος της πρώτης ύλης δηλαδή του αεροσκάφους θα πρέπει να συνυπολογιστεί και το κόστος της διάθεσης των επικίνδυνων υλικών που αυτό περιέχει.

### **7.1.1. Επικίνδυνα υλικά αεροσκάφους F-16**

Το αεροσκάφος F-16 περιέχει ένα σημαντικό αριθμό επικίνδυνων υλικών τα οποία μπορεί να ανήκουν σε μία από τις εξής κατηγορίες: ραδιενεργά, τοξικά, διαβρωτικά, συστήματα υψηλής πίεσης, εύφλεκτα, εκρηκτικά κλπ. Παρά το γεγονός ότι η εταιρία θα επιδιώκει ως όρο του συμβολαίου, την αφαίρεση αυτών των υλικών πριν την παραλαβή του αεροσκάφους, εντούτοις είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γνωρίζει που είναι αυτά τοποθετημένα στο αεροσκάφος, ώστε αν τυχόν έχει παραμείνει κάποιος να εντοπίζεται από το αρμόδιο προσωπικό και να τυγχάνει κατάλληλου χειρισμού.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι την υδραζίνη, ένα ιδιαίτερα τοξικό καύσιμο, που χρησιμοποιείται στα F-16, επιτρέπεται να τη χειριστεί μόνο εξουσιοδοτημένο προσωπικό, δηλαδή οι χρήστες του αεροσκάφους. Επομένως το αεροσκάφος θα παραλαμβάνεται χωρίς ίχνη υδραζίνης, ενώ παράλληλα θα ζητείται από το χρήστη να γίνεται αποστράγγιση από τυχόν υπολείμματα υδραυλικών υγρών ή καυσίμου που έχει απομείνει στην άτρακτο και τις πτέρυγες. Τα περισσότερα επικίνδυνα υλικά αφαιρούνται από το αεροσκάφος κατά τη διαδικασία της αποστρατιωτικοποίησής του (*demilitarization*). Για παράδειγμα το μεγαλύτερο μέρος των εκρηκτικών βρίσκονται στο εκτινασόμενο κάθισμα (*EJECTION SEAT*). Άλλα επικίνδυνα υλικά εντοπίζονται στα ηλεκτρονικά του αεροσκάφους (*AVIONICS*), στο οπλικό σύστημα (*WEAPON SYSTEM*), στον κινητήρα (*ENGINE*), στο υδραυλικό σύστημα (*HYDRALLIC SYSTEM*) κλπ.

#### *Hazardous Material Database*

Όλα τα επικίνδυνα υλικά του F-16, είναι καταγεγραμμένα στη βάση F-16 HazMat Database. Η συγκεκριμένη βάση είναι διαθέσιμη και οι τεχνικοί της εταιρίας μπορούν να έχουν πρόσβαση προκειμένου να εξακριβώσουν αν κάποιος υλικός που εντοπίζουν κατά τη

διαδικασία της διάλυσης είναι επικίνδυνο και απαιτεί ειδικό χειρισμό σαν ρεύμα αποβλήτων. Η βάση δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να εντοπίζει αν ένα εξάρτημα περιέχει κάποιο επικίνδυνο υλικό, κάνοντας έρευνα με το Part Number του εξαρτήματος ή όταν εργάζεται σε ένα συγκεκριμένο σύστημα, π.χ. στο σύστημα καυσίμου, ελέγχεται εάν αυτό περιέχει τυχόν εξαρτήματα με επικίνδυνα υλικά.

### Νομοθεσία για τα επικίνδυνα απόβλητα

Το αεροσκάφος F-16, μετά την διαδικασία παροπλισμού του, την αφαίρεση από το χρήστη όλων εκείνων των υλικών που θεωρούνται εύχρηστα και επαναχρησιμοποιήσιμα και την αποστράγγιση διαφόρων υγρών, εκτιμάται ότι απομένει με κατά μέσο όρο 30 Kg επικίνδυνων υλικών τα οποία εντοπίζονται σε διάφορα LRU's (Line Replaceable Unit). Σύμφωνα με την οδηγία 2008/98/EK, «Πλαίσιο Παραγωγής και Διαχείρισης Αποβλήτων», τα επικίνδυνα απόβλητα συσκευάζονται και επισημαίνονται σύμφωνα με τα ισχύοντα διεθνή και κοινοτικά πρότυπα. Πρέπει δηλαδή να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα για να διασφαλιστεί ότι η παραγωγή, η συλλογή και η μεταφορά επικίνδυνων αποβλήτων, καθώς επίσης η αποθήκευση και η επεξεργασία τους, διεξάγονται σε συνθήκες που παρέχουν προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας. Επιπλέον πρέπει να διασφαλίζεται η ιχνηλασιμότητα από την παραγωγή έως τον τελικό προορισμό και τον έλεγχο των επικίνδυνων αποβλήτων. Για το λόγο αυτό η επιχείρηση θα διαθέτει τα απόβλητα σε κατάλληλες εταιρίες οι οποίες έχουν αδειοδότηση για την μεταφορά, αποθήκευση και τελική διάθεση αυτών των υλικών. Σύμφωνα με παράγοντες της ελληνικής αγοράς η χρέωση ανέρχεται περίπου στα 2 € / Kg, για σχετικά μέτρια επικίνδυνα απόβλητα.

#### **7.1.2. Κόστος πρώτων υλών και άλλων εφοδίων**

Εκτός από τις πρώτες ύλες και την διάθεση των επικίνδυνων υλικών, η επιχείρηση θα χρειαστεί, βοηθητικά υλικά όπως στολές και προστατευτικό εξοπλισμό (PPE – Personal Protective Equipment) δηλαδή γάντια, κράνη κλπ. Οι ανάγκες της σε μια πρώτη προσέγγιση για το πρώτο έτος λειτουργίας της (2017), συνοψίζονται στα εξής:

**Πίνακας 7-1:** Έξοδα πρώτων υλών και άλλων εφοδίων έτους 2017

ΕΙΔΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ/ ΜΟΝΑΔΑ (€)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
<b>ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ</b>			
ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ	20	2.600,00	52.000,00
<b>ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ</b>			
ΣΤΟΛΕΣ	4	50,00	200,00
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	4	50,00	200,00
ΕΠΙΚΥΝΔΙΝΑ ΥΛΙΚΑ	20	60,00	1.200
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>53.600,00</b>

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα συνολικά έξοδα για τα 5 έτη που εξετάζουμε, θεωρώντας ότι τα κόστη παραμένουν σταθερά και αλλάζει μόνο ο αριθμός των αεροσκαφών προς ανακύκλωση.

**Πίνακας 7-2:** Έξοδα πρώτων υλών και άλλων εφοδίων (2017-2021)

ΕΤΟΣ	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ</b>	53.600,00	66.900,00	93.500,00	106.800,00	133.400,00	<b>454.200,00</b>

## 7.2. Τεχνολογία και μηχανολογία

Ο εξοπλισμός και η ανάλογη τεχνολογία, είναι απαραίτητα ώστε να αρχίσει χωρίς προβλήματα και καθυστερήσεις η λειτουργία της επιχείρησης. Η επιχείρηση κάνοντας μια εκτίμηση του αριθμού των αεροσκαφών που πρόκειται να ανακυκλώνει κάθε έτος, ορίζει τις προδιαγραφές του εξοπλισμού και εντοπίζει τους κατάλληλους προμηθευτές. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να βρεθούν κατάλληλοι και αξιόπιστοι προμηθευτές οι οποίοι θα προμηθεύσουν την επιχείρηση με τα απαραίτητα εφόδια – ανταλλακτικά - εξοπλισμό, σε τιμές, ποσότητες και στον χρόνο που έχει συμφωνηθεί. Επομένως, καθίσταται αναγκαίο να καλλιεργηθούν σχέσεις, εξίσου συμφέρουσες με μακροχρόνιο χαρακτήρα για όλους τους εμπλεκόμενους. Η επιχείρηση θα έχει έναν κατάλογο εγκεκριμένων προμηθευτών καθώς και έναν κατάλογο δυνητικών προμηθευτών προκειμένου να διασφαλίσει την απρόσκοπτη λειτουργία της.



### 7.2.1. Απαιτούμενος εξοπλισμός

Ο κύριος μηχανολογικός εξοπλισμός που θα χρειαστεί η επιχείρηση είναι αυτός που απαιτείται για τον τεμαχισμό των αεροσκαφών. Εφόσον πρόκειται για μαχητικό αεροσκάφος, δηλαδή μικρού μεγέθους σε σχέση με τα αντίστοιχα εμπορικού τύπου αεροσκάφη, ο εξοπλισμός αυτός θα περιοριστεί σε εργαλεία κοπής δηλαδή γωνιακούς τροχούς κοπής, σπαθόσεγες (ηλεκτρικά πριόνια) και κόπτες καλωδίων. Επίσης θα χρειαστεί έναν αναλυτή XRF για τον διαχωρισμό των μετάλλων.

#### Γωνιακοί τροχοί

Η εταιρία επέλεξε τον γωνιακό τροχό GWS 18 V-LI Professional της BOSCH που είναι σχεδιασμένος για επαγγελματική χρήση. Διαθέτει συμπαγή κατασκευή και μικρό βάρος (μόνο 2,3 Kg) για άνετη εργασία κυρίως σε στενά σημεία και πάνω από το κεφάλι. Επιπλέον έχει έναν εξαιρετικά στιβαρό και ανθεκτικό 4-πολικό κινητήρα υψηλής ισχύος για μεγάλη διάρκεια ζωής, που μπορεί να ανταπεξέλθει σε πληθώρα υλικών και χειρολαβή, με δυνατότητα τοποθέτησης αριστερά και δεξιά (Εικόνα 7-1).



**Εικόνα 7-1:** Γωνιακός τροχός GWS 18 V-LI Professional της BOSCH

#### Σπαθόσεγα

Επίσης, η εταιρία επέλεξε τη σπαθόσεγα GSA 1100E Professional της BOSCH με ισχυρό κινητήρα 1.100 W για γρήγορη προώθηση του πριονιού ώστε να φτάνει σε μεγάλα βάθη κοπής. Είναι κατάλληλη για πολλά υλικά και απαιτητικές κοπές. Έχει ενσωματωμένα LED για καλύτερη ορατότητα στο επεξεργαζόμενο κομμάτι και μεταλλικό γάντζο για την ανάρτηση του εργαλείου κατά τη διάρκεια μιας διακοπής εργασίας (Εικόνα 7-2).



**Εικόνα 7-2:** Σπαθόσεγα GSA 1100E Professional της BOSCH

Λόγω του βάθους κοπής στα αεροσκάφη, θα απαιτηθεί ένας αριθμός ανταλλακτικών, για τον παραπάνω εξοπλισμό, δηλαδή πριονόλαμες μήκους 30 cm και τροχοί, που υπολογίζονται στα 10 τεμάχια ανά αεροσκάφος. Το κόστος τους έχει συνυπολογιστεί στα αναλώσιμα εξοπλισμού στον Πίνακα 7-7.

### Κόφτες καλωδίων

Η επιχείρηση θα χρησιμοποιεί κόφτες καλωδίων της εταιρίας KNIPEX, με λειτουργία καστανίας, λαβή λακαρισμένη και αντοχή 1000V, για την κοπή μονόκλωνων ή πολύκλωνων χάλκινων καλωδίων. Λειτουργούν με ελάχιστη απαίτηση δύναμης χάρη στην πολύ υψηλή σχέση μετάδοσης. Διαθέτουν καστανία δύο ταχυτήτων για ευκολότερη κοπή και είναι απλά στον χειρισμό χάρη στον σχεδιασμό μικρού όγκου και βάρους, ενώ είναι εύχρηστα ακόμη και σε στενά, περιορισμένα σημεία.



**Εικόνα 7-3:** Κόφτης καλωδίων της εταιρίας KNIPEX

### Αναλυτής XRF

Όλα τα κράματα και τα πολύτιμα μέταλλα μπορούν να διαχωρίζονται χρησιμοποιώντας έναν αναλυτή XRF (φθορισμός ακτίνων X). Αυτή η φορητή συσκευή λειτουργεί ως ένα φορητό εργαστήριο που επιτρέπει στους τεχνικούς να προσδιορίσουν με βεβαιότητα το είδος του υλικού που έχουν στη διάθεσή τους για ανακύκλωση.

Οι αναλυτές XRF μπορούν να προσδιορίσουν τη χημεία ενός κράματος, και να εμφανίσουν την κατηγορία του, συχνά ακόμη και μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Η συσκευή χρησιμοποιεί ένα σωλήνα ακτίνων X για να διεγείρει το δείγμα. Με τη σειρά του αυτό δημιουργεί δευτερογενής ακτινογραφίες, οι οποίες αναλύονται από έναν ενσωματωμένο ανιχνευτή. Επειδή κάθε στοιχείο κράματος στο μέταλλο που ελέγχεται έχει μια μοναδική ενέργεια, ο αναλυτής XRF διαφοροποιεί και μετρά τον αριθμό των σημάτων που συμβαίνουν σε αυτή τη συγκεκριμένη ενέργεια. Μόλις ο αναλυτής έχει τη στοιχειακή σύνθεση, τότε γίνεται αναφορά στη βιβλιοθήκη για να δώσει συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με το δείγμα, όπως η κατηγορία του κράματος (alloy grade).

Η επιχείρηση επέλεξε τον αναλυτή XRF, Thermo Scientific Niton XL5 Analyzer, ο οποίος προσφέρει ένα υψηλό επίπεδο ταχύτητας και ακρίβειας για όλους τους φορείς ανακύκλωσης μετάλλων, που πρέπει γρήγορα και με ακρίβεια να καθορίσουν τη σύνθεση του κράματος και την κατηγορία. Ο αναλυτής XL5 διαθέτει μικρού μεγέθους σχεδίαση και προηγμένα ηλεκτρονικά που επιτρέπουν στην πηγή ακτίνων X και στον ανιχνευτή φθορισμού να είναι πιο κοντά στο δείγμα, βελτιώνοντας τα όρια ανίχνευσης και τη συντόμευση του χρόνου μέτρησης, ειδικά για τα ελαφρά στοιχεία. Λόγω του μικρού βάρους του και του εργονομικού σχεδιασμού, ο αναλυτής XL5 μπορεί να χρησιμοποιείται συνεχώς όλη την ημέρα με λιγότερη κούραση.



**Εικόνα 7-4:** Αναλυτής XRF, *Thermo Scientific Niton XL5*

Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι και οι βιομηχανίες ανακύκλωσης μετάλλων χρησιμοποιούν αντίστοιχους αναλυτές XRF, κατά την διαδικασία παραλαβής μετάλλων σκραπ. Όταν η ακριβής χημική σύνθεση του σκραπ, συμπεριλαμβανομένης της ύπαρξης μολυσματικών παραγόντων ή επικίνδυνων στοιχείων, είναι αβέβαιη, η ποιότητα, η ασφάλεια και η κανονιστική συμμόρφωση τίθενται εν αμφιβόλω. Για να διασφαλιστεί η αρτιότητα του προϊόντος, οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την ανακύκλωση σκραπ βασίζονται στους αναλυτές XRF, για την ακριβή, αξιόπιστη ταυτοποίηση του υλικού. Οι αναλυτές της σειράς Νίτον μπορούν να επαληθεύσουν τα στοιχεία ενδιαφέροντος σε όλους σχεδόν τους τύπους κραμάτων μετάλλων και να διακρίνουν μεταξύ κατηγοριών κραμάτων που έχουν σχεδόν ταυτόσημη σύνθεση μεταξύ τους, καθορίζοντας έτσι τη σύνθεση του μετάλλου για την ακριβή διαλογή.

### 7.2.2. Κόστος εξοπλισμού

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο εξοπλισμός ο οποίος τελικά επελέγη καθώς και προμηθευτές:

**Πίνακας 7-3:** Κόστος εξοπλισμού και δυνητικοί προμηθευτές

ΕΙΔΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ/ ΜΟΝΑΔΑ €	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ €	ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ
GWS 18 V-LI BOSCH Professional ΓΩΝΙΑΚΟΣ ΛΕΙΑΝΤΗΡΑΣ	2	369,00	738,00	BOSCH
GSA 1100E Professional BOSCH ΣΠΑΘΟΣΕΓΑ 1100W	2	281,00	562,00	BOSCH
Thermo Scientific Niton™ XL5 Analyzer	1	20.704,00	20.704,00	Thermo Scientific
ΚΟΦΤΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΜΕ ΚΑΣΤΑΝΙΑ 1000V KNIPEX	2	255,00	510,00	KNIPEX
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>22.514,00</b>	

### Βοηθητικός εξοπλισμός

Εκτός από τον κύριο εξοπλισμό για τις ανάγκες της ανακύκλωσης αεροσκαφών η εταιρία θα χρειαστεί επίσης έναν περιορισμένο σχετικά αριθμό από μηχανήματα γραφείου, τα οποία θα συμβάλλουν στην διασφάλιση καλύτερης και αξιόπιστης διεξαγωγής της παρεχόμενης υπηρεσίας. Επίσης θα χρειαστεί ένα λογισμικό για την εμπορική και λογιστική διαχείριση.

**Πίνακας 7-4:** Κόστος βοηθητικού εξοπλισμού και δυνητικοί προμηθευτές

ΕΙΔΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ/ ΜΟΝΑΔΑ €	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ €	ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ
Ηλεκτρονικοί υπολογιστές (Desktop & Laptop)	5	800,00	4.000,00	ΠΛΑΙΣΙΟ
Εκτυπωτής	2	50,00	100,00	Mediamarkt
Τηλεφωνικές συσκευές	4	16,00	64,00	PUBLIC
Φωτοτυπικό	1	300,00	300,00	COPYSYSTEM A.E.
Λογισμικό	1	500,00	500,00	SingularLogic
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>4.964,00</b>	

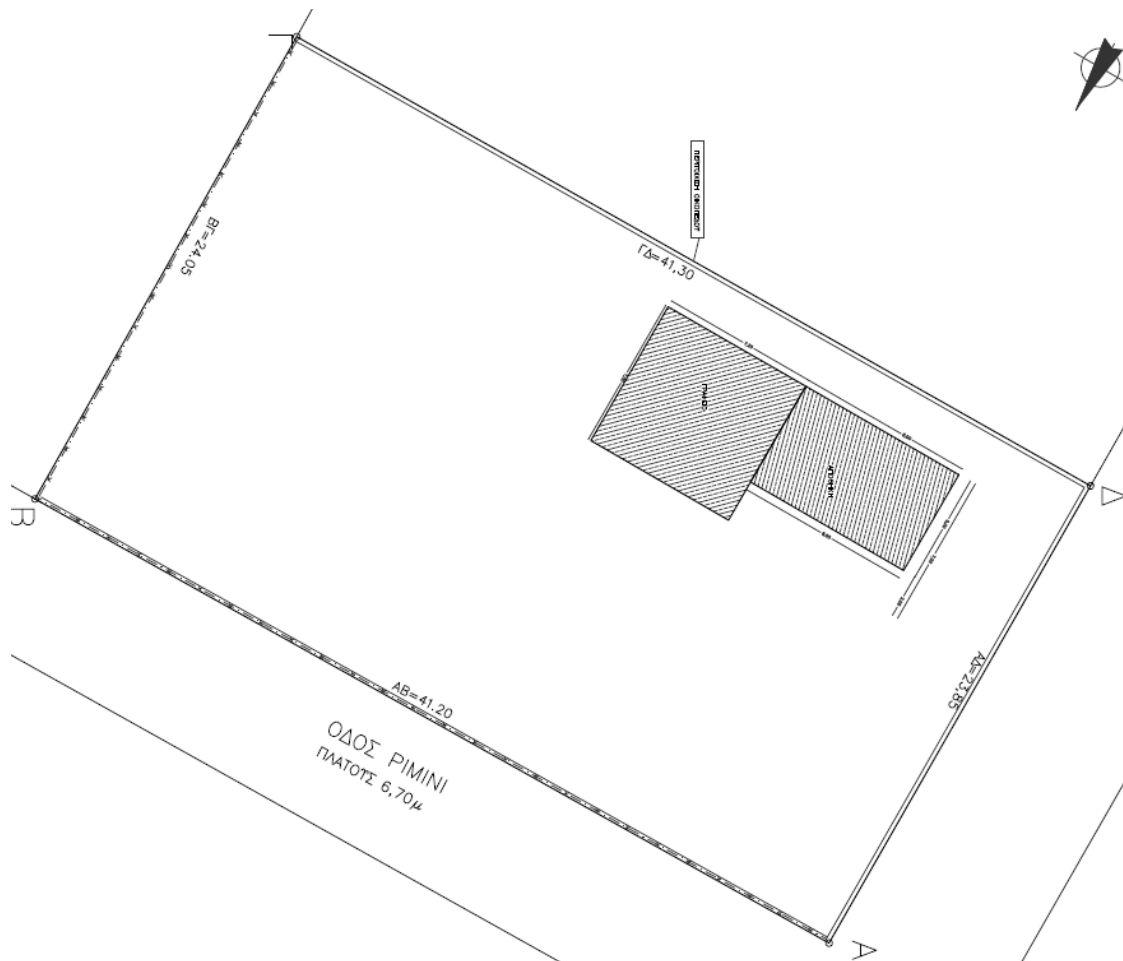
Τέλος, χωρίς να γίνει λεπτομερής αναφορά υπολογίζουμε το κόστος για τον εξοπλισμό εξυπηρέτησης:

**Πίνακας 7-5:** Κόστος εξοπλισμού εξυπηρέτησης και δυνητικοί προμηθευτές

	ΚΟΣΤΟΣ (€)	ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ
ΕΠΙΠΛΩΣΗ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	2000	IKEA
ΛΟΙΠΟΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	500	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2500</b>	

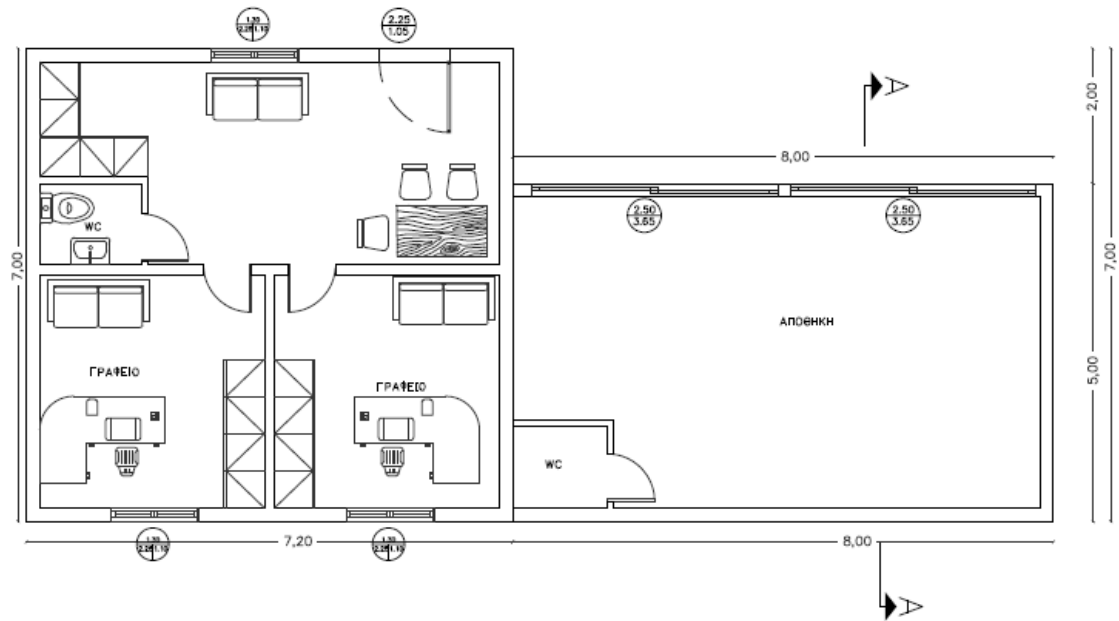
### 7.3. Έργα πολιτικού μηχανικού

Τα έργα πολιτικού μηχανικού που είναι απαραίτητα για το επενδυτικό σχέδιο που μελετάμε περιλαμβάνουν μόνο την προετοιμασία του χώρου εγκατάστασης, αφού η μονάδα πρόκειται να στεγαστεί σε ήδη κατασκευασμένο κτίριο. Το κτίριο αυτό διαθέτει έναν ισόγειο χώρο γραφείων  $50 \text{ m}^2$  και έναν ισόγειο αποθηκευτικό χώρο  $40 \text{ m}^2$ , το οποίο βρίσκεται σε οικοπέδο με περίφραξη. Σε αυτό θα περιλαμβάνονται τα γραφεία της επιχείρησης, οι αποθηκευτικοί χώροι και οι τουαλέτες. Το τοπογραφικό και η κάτοψη ισογείου φαίνονται αντίστοιχα στα διαγράμματα 7-1 και 7-2.



**Διάγραμμα 7-1:** Τοπογραφικό οικοπέδου

## ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



**Διάγραμμα 7-2:** Κάτοψη ισογείου

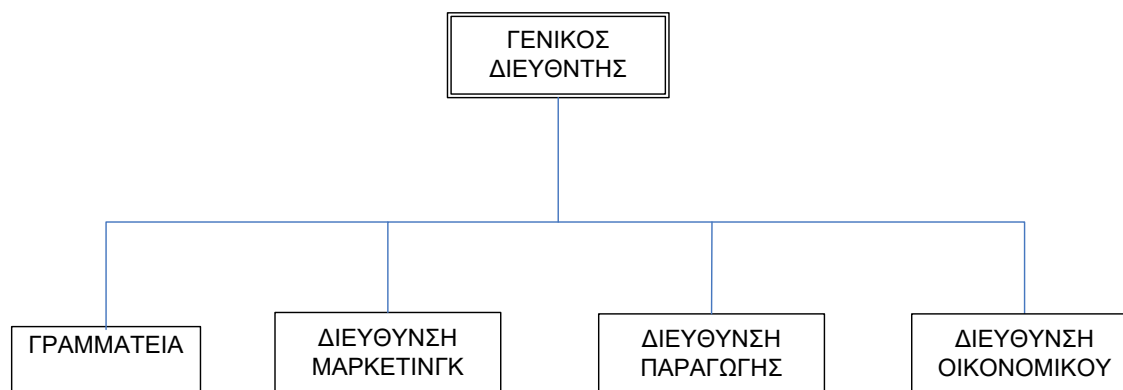
Επειδή στον χώρο όπου θα εγκατασταθεί η επιχείρηση, στεγαζόταν στο παρελθόν άλλη επιχείρηση με διαφορετική δραστηριότητα, θα απαιτηθούν αλλαγές, επισκευές, και εκ νέου διαμορφώσεις του χώρου, προκειμένου να καταστεί λειτουργικός και εργονομικός. Τα έργα πολιτικού μηχανικού αφορούν κυρίως σε αναδιαμόρφωση χώρων, π.χ. βάψιμο εσωτερικών χώρων, όδευση καλωδιώσεων και φωτισμός εξωτερικών χώρων και το κόστος τους, χωρίς να γίνει λεπτομερής ανάλυση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

### Πίνακας 7-6: Κόστος έργων πολιτικού μηχανικού

ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ (Αναδιαμόρφωση χώρων)	2.000,00
--	----------

#### 7.4. Οργάνωση μονάδας και γενικά έξοδα

Η υπό σύσταση επιχείρηση θα είναι μια μικρή μονάδα της οποίας ο κύκλος εργασιών για το 2017 δεν θα ξεπεράσει τις 126.045 €. Επομένως, οι απαιτήσεις της σε ανθρώπινο δυναμικό θα είναι μικρές για την πρώτη πενταετία λειτουργίας της. Η επιχείρηση θα είναι δομημένη σε τέσσερις Διευθύνσεις η επίβλεψη των οποίων θα γίνεται από την Γενική Διεύθυνση, καθιστώντας με τον τρόπο αυτό τη λειτουργία της μονάδας αποτελεσματική χωρίς να αυξάνει το κόστος λειτουργίας της. Παρακάτω παρουσιάζεται το οργανόγραμμα της επιχείρησης.



**Διάγραμμα 7-3:** Οργανόγραμμα επιχείρησης

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η οργανωτική δομή που επιλέχθηκε είναι τα εξής:

- Καλύτερος συντονισμός και μείωση της γραφειοκρατίας.
- Δυνατότητα ελέγχου όλων των τμημάτων άμεσα από το γενικό διευθυντή.
- Άμεση και αποτελεσματική λήψη αποφάσεων.



Ο Γενικός Διευθυντής θα ασχολείται με το στρατηγικό προγραμματισμό της μονάδας, ενώ παράλληλα θα έχει τον πλήρη έλεγχο και συντονισμό όλων των τμημάτων και θα είναι υπεύθυνος για την αποτελεσματική λειτουργία της επιχείρησης. Όλες οι διευθύνσεις θα αναφέρονται στο Διευθυντή για οποιοδήποτε πρόβλημα αντιμετωπίζουν. Η Γραμματεία της επιχείρησης θα ασχολείται καθημερινά με την αλληλογραφία, το τηλεφωνικό κέντρο και τη γραμματειακή υποστήριξη του Διευθυντή και των άλλων τμημάτων της επιχείρησης. Η Διεύθυνση μάρκετινγκ θα ασχολείται με την έρευνα αγοράς, την πρόβλεψη και την προώθηση των πωλήσεων, τη διαφήμιση και την προώθηση των προϊόντων της επιχείρησης.

Οι δραστηριότητες της Διεύθυνσης Παραγωγής στην οποία ανήκει και το τμήμα ποιοτικού ελέγχου, περιλαμβάνουν την προμήθεια των πρώτων υλών και των αναλωσίμων, τον τεμαχισμό των αεροσκαφών και την προετοιμασία των εμπορευμάτων για προώθηση στις βιομηχανίες ανακύκλωσης, τη συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού της μονάδας και τον ποιοτικό έλεγχο. Η Διεύθυνση Οικονομικού θα ασχολείται με τον έλεγχο όλων των οικονομικών στοιχείων και καταστάσεων της επιχείρησης, την κοστολόγηση των προϊόντων, τη μισθοδοσία, την συγγραφή του ετήσιου ισολογισμού και προϋπολογισμού της μονάδας, την τήρηση των λογιστικών βιβλίων, κλπ.

#### **7.4.1. Τα γενικά έξοδα**

Τα γενικά έξοδα της μονάδας περιλαμβάνουν τα έξοδα Διοίκησης (ασφάλιστρα και διάφορα άλλα έξοδα), και τα γενικά βιομηχανικά έξοδα τα οποία έχουν να κάνουν με την παραγωγή και αφορούν ενοίκια επαγγελματικού χώρου, κόστη μεταφοράς ή ενοικίασης εξοπλισμού όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο, τα οδοιπορικά έξοδα του προσωπικού στον τόπο που βρίσκονται τα αεροσκάφη προς ανακύκλωση και λοιπά έξοδα όπως κοινόχρηστες δαπάνες κλπ.

#### **7.4.2. Διαδικασία παράδοσης υλικών**

Εφόσον η επιχείρηση δραστηριοποιείται σε διάφορες χώρες και προκειμένου να περιορίσει τα έξοδά, της θα επιδιώκει να πουλάει τα προϊόντα της σε εταιρίες ανακύκλωσης που εδρεύουν στη χώρα όπου θα βρίσκονται και τα αεροπλάνα που θα ανακυκλώνει. Η διαδικασία παραλαβής από τις περισσότερες εταιρίες είναι περίπου η ίδια και γίνεται είτε στις εγκαταστάσεις της εταιρίας, είτε στο χώρο όπου βρίσκονται τα υλικά προς ανακύκλωση.

Η υπό μελέτη επιχείρηση, έχει το πλεονέκτημα ότι ανακυκλώνει τον ίδιο τύπο αεροσκάφους οπότε μπορεί να γνωρίζει με ακρίβεια το βάρος του φορτίου προς παράδοση, ανάλογα με τον αριθμό των αεροσκαφών. Επίσης, θα επιλέξει η παράδοση να γίνεται στο χώρο όπου γίνεται ο τεμαχισμός και διαχωρισμός των υλικών προκειμένου να αποφύγει τα κόστη αποθήκευσης και μεταφοράς. Παρακάτω γίνεται περιγραφή μιας τυπικής διαδικασίας παραλαβής μετάλλων σκραπ στο χώρο όπου βρίσκονται τα υλικά.

Το φορτηγό όχημα της εταιρίας ανακύκλωσης, κατόπιν ειδικής άδειας που έχει εκδοθεί από τον χρήστη της μονάδας που βρίσκονται τα αεροσκάφη, εισέρχεται στο χώρο όπου έχουν αποθηκευτεί προσωρινά τα υλικά προς ανακύκλωση. Λαμβάνει οδηγίες για τον ακριβή χώρο στον οποίο θα σταθμεύσει και αναμένει στον χώρο αυτό. Τα υλικά παραλαμβάνονται χύδην, ζυγίζονται και καταγράφεται σε ειδικό δελτίο το είδος και το ακριβές βάρος προκειμένου να οριστικοποιηθεί η ποσότητα προς πώληση. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας παραδίδεται αντίγραφο του ζυγολογίου και εκδίδεται το αντίστοιχο τιμολόγιο πώλησης προκειμένου να γίνει η πληρωμή.

### **7.4.3. Πρόβλεψη Γενικών Εξόδων**

Στους πίνακες που ακολουθούν παρατίθενται όλα τα στοιχεία των γενικών εξόδων που πρόκειται να βαρύνουν την υπό εξέταση εταιρία τα έτη 2017 – 2021. Έχει υπολογιστεί μια μεταβολή (αύξηση) των γενικών εξόδων ανά έτος η οποία εντοπίζεται κυρίως στα έξοδα της κινητής ομάδας λόγω ταξιδιών. Για τον υπολογισμό του κόστους ταξιδίων ελήφθησαν υπόψη τα εξής:

- Σε κάθε συμβόλαιο ανακύκλωσης αεροσκαφών θα απασχολούνται τρία άτομα, ένας μηχανικός ως μόνιμο προσωπικό και δύο τεχνικοί αεροσκαφών ως έκτακτο προσωπικό.
- Με δεδομένο ότι απαιτείται περίπου μια ημέρα για την ανακύκλωση δύο αεροσκαφών, η διάρκεια των ημερών εκτός έδρας θα είναι περίπου οι μισές του αριθμού των αεροσκαφών προς ανακύκλωση, συν δύο ημέρες για το ταξίδι. Π.χ. το πρώτο έτος που η επιχείρηση πρόκειται να ανακυκλώσει 20 αεροσκάφη, η διάρκεια του ταξιδιού θα είναι 12 ημέρες.
- Για τον υπολογισμό των εξόδων ταξιδιών, τα οποία θα γίνονται σε διαφορετικές χώρες, χρησιμοποιήθηκε ένας μέσος όρος δαπανών για εισιτήρια που ανέρχεται στα 250€/ταξίδι, για διαμονή 50 €/ημέρα και για σίτιση 50 €/ημέρα.

- Εκτός από τις δαπάνες ταξιδίων για τις εργασίες ανακύκλωσης, θα απαιτηθούν και κάποιες δαπάνες για ταξίδια που πρέπει να γίνουν προκειμένου να υπογραφούν τα συμβόλαια. Εκτιμάται ότι για κάθε συμβόλαιο απαιτούνται δύο ταξίδια των τριών ημερών, στα οποία θα συμμετέχουν δύο άτομα, ο μηχανικός και ο Γενικός Διευθυντής.

**Πίνακας 7-7: Κόστος Γενικών Εξόδων για το έτος 2017**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
<b>Έξοδα Διοίκησης</b>	
Ασφάλιστρα	350
Διάφορα έξοδα	300
<b>Γενικά Βιομηχανικά Έξοδα</b>	
Ενοίκια	6.000
Μεταφορά/ενοικίαση εξοπλισμού	200
Ταξίδια	15.400
Γραφική ύλη	500
Σταθερή τηλεφωνία & ίντερνετ	300
Αναλώσιμα Εξοπλισμού	500
Κοινόχρηστες δαπάνες	1.000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>24.550</b>

**Πίνακας 7-8: Κόστος Γενικών Εξόδων για τα έτη 2017-2021**

ΕΤΟΣ	2017	2018	2019	2020	2021
<b>ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ</b>	24.550	27.175	32.425	35.050	41.700

## 7.5. Ανθρώπινοι Πόροι

### 7.5.1. Ανάγκες του επενδυτικού σχεδίου σε προσωπικό

Οι ανάγκες μιας επιχείρησης σε ανθρώπινο δυναμικό, ως προς τον αριθμό, τις ειδικότητες και την απαιτούμενη πείρα, καθορίζονται από την τεχνολογία που απαιτείται, το μέγεθός της

και γενικότερα την οργάνωσή της. Δεδομένου ότι η υπό μελέτη επιχείρηση είναι μικρή, οι ανάγκες της σε ανθρώπινο δυναμικό δεν είναι αυξημένες. Λόγω του μικρού μεγέθους των μαχητικών αεροσκαφών, σε μία βάρδια μπορεί να ολοκληρωθεί η διάλυση δύο αεροσκαφών και ο διαχωρισμός των υλικών προς ανακύκλωση, με τη συμμετοχή δύο τεχνικών και την παρουσία ενός μηχανικού. Οι τεχνικοί αεροσκαφών θα απασχολούνται σε περίπτωση οριστικού συμβολαίου για ανακύκλωση αεροσκαφών, και η αμοιβή τους θα καθορίζεται ανάλογα με τις συνθήκες της αγοράς εργασίας.

Με βάση και όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, κατά την παρουσίαση του οργανογράμματος της εταιρίας, προκύπτει ο συνολικός αριθμός του επιτελικού, του εποπτικού και του εργατικού δυναμικού της επιχείρησης που θα ανέρχεται στα πέντε άτομα, συν δύο τεχνικοί αεροσκαφών που θα απασχολούνται μερικώς με βάση τα συμφωνηθέντα για την παροχή υπηρεσιών τους.

**Πίνακας 7-9: Απαιτούμενο ανθρώπινο δυναμικό**

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΣΗΣ</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ</b>
<b>Γενική Διεύθυνση :</b>	
Διευθυντής	1
<b>Γραμματεία :</b>	
Γραμματέας	1
<b>Διεύθυνση Μάρκετινγκ</b>	
Υπεύθυνος Μάρκετινγκ	1
<b>Διεύθυνση Οικονομικού</b>	
Λογιστής	1
<b>Διεύθυνση Παραγωγής</b>	
Τεχνικοί αεροσκαφών (με παροχή υπηρεσιών)	2
Μηχανολόγος/Ηλεκτρολόγος Μηχανικός	1
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>7</b>

Οι ανθρώπινοι πόροι που απαιτούνται για την στελέχωση των παραπάνω θέσεων εκτιμάται ότι θα εντοπιστούν χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία αφού η προσφορά στις εν λόγω ειδικότητες υπερκαλύπτει τη ζήτηση. Ειδικά στην περιοχή του Ν. Αττικής όπου θα είναι η έδρα της εταιρίας υπάρχει μεγάλο ποσοστό ανθρώπινου δυναμικού με τα απαιτούμενα προσόντα.

## 7.5.2. Εκτίμηση του κόστους εργασίας

Παρά το μεγάλο ποσοστό ανεργίας, που υπάρχει στη χώρα μας, η αμοιβή εργασίας, αποτελεί ένα σημαντικό κίνητρο για την προσέλκυση των εργαζομένων καθώς ενδέχεται να επηρεάσει την απόδοσή τους στην εργασία. Για το λόγο αυτό, η πολιτική αμοιβών που πρόκειται να ακολουθήσει η εταιρεία πρέπει να εκτιμηθεί προσεκτικά, λαμβάνοντας υπόψη τις προσδοκίες των υποψηφίων, χωρίς ωστόσο να αγνοείται η συμμετοχή που το κόστος εργασίας έχει στο συνολικό κόστος λειτουργίας της.

Αναφορικά με την πολιτική αμοιβών που σκοπεύει να εφαρμόσει η υπό εξέταση εταιρεία, το σύστημα απόδοσης μισθών στους εργαζομένους θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Βασική αμοιβή: Πρόκειται για τον μηνιαίο μισθό σε συνδυασμό με τις πρόσθετες παροχές, δηλαδή ασφάλεια υγείας (ιατρική και νοσοκομειακή περίθαλψη), τα επιδόματα εργασίας και όλες οι λοιπές παροχές που προβλέπονται από το νόμο.
- Αμοιβή υπερωριακής εργασίας: Εφόσον υπάρχουν υπερωρίες θα καταβάλλεται σύμφωνα με τις αντίστοιχες νομοθετικές διατάξεις.
- Συχνότητα πληρωμής: Η πληρωμή θα πραγματοποιείται σε μηνιαία βάση, την πρώτη εργάσιμη κάθε μήνα.
- Μέθοδος πληρωμής: Με κατάθεση στην τράπεζα Πειραιώς σε λογαριασμούς που θα ανοιχτούν στα ονόματα των εργαζομένων.

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζεται μια πρώτη προσέγγιση του κόστους ανθρώπινου δυναμικού για το έτος 2017. Επισημαίνεται ότι, επειδή η παρούσα μελέτη έχει ερευνητικό χαρακτήρα και πραγματοποιείται χωρίς η επιχείρηση να βρίσκεται σε λειτουργία, είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθούν επακριβώς οι ανάγκες σε προσωπικό, εξωτερικούς συνεργάτες και υπερωριακή απασχόληση. Στο συνολικό ετήσιο κόστος (14 μισθοί) έχει προστεθεί και αυτό των εργοδοτικών εισφορών 25%.

Λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες για την ανακύκλωση 2 αεροσκαφών/ ημέρα, υπολογίστηκε ότι απαιτούνται τρία άτομα, ένας μηχανικός και δύο τεχνικοί αεροσκαφών. Η ημερήσια αποζημίωση των τεχνικών αεροσκαφών θα ανέρχεται στα 120 € για κάθε ημέρα απασχόλησης πλέον των ημερών για τη μεταφορά τους. Στο κόστος αυτό δεν υπολογίστηκαν ασφαλιστικές εισφορές, αφού καταβάλλονται από τους ίδιους.

**Πίνακας 7-10: Κόστος ανθρώπινου δυναμικού για το 2017**

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΘΕΣΗΣ</b>	<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)</b>	<b>ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)</b>
Διευθυντής (1)	1.200,00	21.000,00
Γραμματέας (1)	600,00	10.500,00
Μάρκετινγκ (1)	700,00	12.250,00
Λογιστής (1)	700,00	12.250,00
Μηχανολόγος/Ηλεκτρολόγος Μηχανικός (1)	1.200,00	21.000,00
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΙΣΘΟΔΟΣΙΑΣ</b>	<b>4.400,00</b>	<b>77.000,00</b>
ΑΜΟΙΒΕΣ ΤΡΙΤΩΝ(Τεχνικοί αεροσκαφών)		2.880,00
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ</b>		<b>79.880,00</b>

Τέλος, στον Πίνακα 7.11 γίνεται μία εκτίμηση του κόστους του ανθρώπινου δυναμικού για την πενταετία 2017 - 2021. Έχει υπολογιστεί μία αύξηση του μισθολογικού κόστους 1,5 % το χρόνο, για τον ίδιο αριθμό εργαζομένων, ενώ το κόστος αμοιβών τρίτων θεωρήθηκε ότι παραμένει σταθερό στα 120€ και μεταβάλλεται μόνο ο αριθμός των ημερών απασχόλησης.

**Πίνακας 7-11: Κόστος ανθρώπινου δυναμικού για τα έτη 2017-2021**

<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ (€)</b>
<b>2017</b>	79.880,00
<b>2018</b>	81.635,00
<b>2019</b>	84.007,00
<b>2020</b>	85.797,00
<b>2021</b>	88.205,00

## **7.6. Τοποθεσία, χώρος εγκατάστασης, περιβάλλον**

### **7.6.1. Επιλογή της τοποθεσίας**

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η υπό ίδρυση μονάδα θα αγοράζει τη βασική της πρώτη ύλη, δηλαδή τα αεροσκάφη προς ανακύκλωση, από διάφορες χώρες στην Ευρώπη, την Αφρική και τη Μέση Ανατολή, δεν απαιτείται να βρίσκεται κοντά στις πρώτες ύλες. Επίσης το απαιτούμενο ανθρώπινο δυναμικό δεν είναι ιδιαίτερα εξειδικευμένο οπότε δεν υπάρχει λόγος να είναι κοντά σε αυτό. Η μονάδα θα επιλέξει ως χώρο εγκατάστασης το Ν. Αττικής που είναι και ο τόπος κατοικίας του ιδρυτή της, ο οποίος θα χρηματοδοτήσει τη μονάδα με ίδια κεφάλαια. Επίσης, ο ιδρυτής της μονάδας έχει μεγάλη εμπειρία στη συντήρηση του συγκεκριμένου τύπου αεροσκάφους, καθώς ο ίδιος έχει εργαστεί στο παρελθόν στην Πολεμική Αεροπορία.

### **7.6.2. Επιλογή χώρου εγκατάστασης**

Ο χώρος που επελέγη βρίσκεται εντός της εμπορικής και βιομηχανικής περιοχής Δυτικής Αττικής (Ασπροπύργου), καθώς το κόστος ενοικίασης είναι αρκετά χαμηλό και υπάρχει δυνατότητα επέκτασης των αποθηκευτικών χώρων, σε συνεργασία με τον ιδιοκτήτη, για ικανοποίηση μελλοντικών αναγκών.

## **7.7. Προγραμματισμός Εκτέλεσης του Έργου**

Ο προγραμματισμός εκτέλεσης του έργου αφορά στο χρονικό διάστημα από τη λήψη της απόφασης για την πραγματοποίηση της επένδυσης, μέχρι να ξεκινήσει η λειτουργία της νέας επιχείρησης. Στη φάση αυτή περιλαμβάνονται, όλες οι εντός και εκτός επιχείρησης εργασίες που πρέπει να γίνουν, για τη μετάβαση του επενδυτικού σχεδίου από το στάδιο της μελέτης σκοπιμότητας στο στάδιο της λειτουργίας.

### 7.7.1. Στάδια εκτέλεσης του έργου

Τα βασικά στάδια προγραμματισμού εκτέλεσης του έργου δεν θα ακολουθήσουν αυστηρή αλληλουχία. Σε πολλές περιπτώσεις, θα υπάρξει αλληλοκάλυψη και ταυτόχρονος προγραμματισμός των διαφόρων δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες που θα λάβουν χώρα κατά τη φάση εκτέλεσης του έργου ίδρυσης της υπό μελέτη επιχείρησης είναι:

- Σύσταση της εταιρίας και διάφορες νομικές απαιτήσεις
- Επιλογή προμηθευτών
- Λεπτομερής σχεδιασμός αναδιαμόρφωσης του χώρου
- Απόκτηση ηλεκτρονικού και μηχανολογικού εξοπλισμού
- Στρατολόγηση και εκπαίδευση προσωπικού
- Προμήθεια πρώτων υλών και άλλων εφοδίων
- Εκπαίδευση προσωπικού
- Μάρκετινγκ πριν την παραγωγή
- Έλεγχος, επιθεώρηση, συντονισμός

Εκτιμάται, ότι η εταιρία θα είναι σε θέση να ξεκινήσει την δραστηριότητά της στις αρχές του έτους 2017. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρατεθεί μια απεικόνιση των διαδικασιών που προαναφέρθηκαν, με τη χρήση ενός διαγράμματος Gantt, στο οποίο αναφέρονται οι κυριότερες ενέργειες καθώς και ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωσή τους.



Α/Α	Κυριότερες εργασίες	Εβδομάδες											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Σύσταση ατομικής επιχείρησης												
2.	Αναδιαμόρφωση χώρων												
3.	Επιλογή προμηθευτών												
4.	Προμήθεια εξοπλισμού												
5.	Επιλογή και πρόσληψη προσωπικού												
6.	Προμήθεια εφοδίων												
7.	Εκπαίδευση προσωπικού												
8.	Προπαρασκευαστικό Μάρκετινγκ												
9.	Επιθεώρηση, συντονισμός, έλεγχος												

**Διάγραμμα 7-4:** Διάγραμμα Gant

### 7.7.2. Εκτίμηση του κόστους εκτέλεσης του προγράμματος

Το κόστος για την εκτέλεση του προγράμματος θα είναι αρκετά χαμηλό. Το κόστος σύστασης ατομικής επιχείρησης περιορίζεται στα έξοδα προεγγραφής και εγγραφής στο επιμελητήριο. Τα κυριότερα έξοδα εντοπίζονται στην εκπαίδευση προσωπικού και στις ενέργειες προπαραγωγικού μάρκετινγκ. Στον πίνακα που ακολουθεί υπολογίζονται τα έξοδα εκτέλεσης του προγράμματος, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη όσα έχουν ήδη υπολογιστεί σε προηγούμενες ενότητες.

**Πίνακας 7-12: Κόστος εκτέλεσης του προγράμματος**

A/A	Κυριότερες εργασίες	Κόστος
1.	Σύσταση ατομικής επιχείρησης	300
2.	Αναδιαμόρφωση χώρων	0
3.	Επιλογή προμηθευτών	0
4.	Προμήθεια εξοπλισμού	0
5.	Επιλογή και πρόσληψη προσωπικού	0
6.	Προμήθεια εφοδίων	0
7.	Εκπαίδευση προσωπικού	600
8.	Προπρασκευαστικό Μάρκετινγκ	1.500
9.	Επιθεώρηση, συντονισμός, έλεγχος	0
<b>Συνολικό κόστος</b>		<b>2.400</b>

## **Κεφάλαιο 8: Χρηματοοικονομική ανάλυση και αξιολόγηση της επένδυσης**

### **8.1. Υπολογισμός συνολικού κόστους επένδυσης**

Στο κεφάλαιο αυτό θα κριθεί η βιωσιμότητα της επένδυσης προκειμένου να ληφθούν αποφάσεις για την υλοποίηση ή μη του επενδυτικού σχεδίου. Είναι πολύ σημαντικό να υπολογιστεί το συνολικό κόστος επένδυσης της μονάδας. Για να γίνει αυτό πρέπει να ληφθούν υπόψη όλες οι επιμέρους κεφαλαιακές δαπάνες που γίνονται για τη δημιουργία της. Αναλυτικότερα, το συνολικό κόστος επένδυσης περιλαμβάνει τις προπαραγωγικές δαπάνες (εδώ μόνο τα έξοδα εκτέλεσης του έργου αφού την μελέτη εκπόνησε ο ιδρυτής της υπό μελέτη επιχείρησης), τις πάγιες επενδύσεις, δηλαδή τους πόρους που απαιτούνται για την αναδιαμόρφωση χώρων και τον μηχανολογικό εξοπλισμό, και τέλος το κεφάλαιο κίνησης, που ουσιαστικά είναι η διαφορά μεταξύ του κυκλοφορούντος ενεργητικού της επιχείρησης και των βραχυπρόθεσμων υποχρεώσεών της.

Στον Πίνακα 8-1 εικονίζονται τα προπαραγωγικά κεφαλαιακά έξοδα όπως υπολογίστηκαν σε προηγούμενες ενότητες, καθώς και οι πάγιες επενδύσεις της υπό ίδρυση μονάδας.

**Πίνακας 8-1: Προπαραγωγικά έξοδα και πάγιες επενδύσεις**

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</b>	<b>ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑ</b>	<b>ΚΟΣΤΟΣ (€)</b>
<b>Προπαραγωγικές δαπάνες</b>		
Έξοδα εκτέλεσης έργου	7-12	2.400
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>2.400</b>
<b>Πάγιες επενδύσεις</b>		
1. Μηχανολογικός εξοπλισμός	7-3 έως 7-5	29.978
2. Έργα πολιτικού μηχανικού (Αναδιαμόρφωση χώρων)	7-6	2.000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>31.978</b>
<b>ΠΡΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΚΑΙ ΠΑΓΙΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ</b>		<b>34.378</b>

### **8.1.1. Κεφάλαιο κίνησης**

Το κεφάλαιο κίνησης αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο των αρχικών δαπανών εξαιτίας του ότι απαιτείται για την χρηματοδότηση της επιχείρησης. Στον πίνακα 8-2 που ακολουθεί, και προκειμένου να υπολογιστεί το απαιτούμενο κεφάλαιο κίνησης της υπό μελέτη επιχείρησης για το έτος 2017, καθορίζεται η ελάχιστη κάλυψη ημερών για το κυκλοφορούν ενεργητικό και το παθητικό. Στον ίδιο πίνακα, παρατίθενται τα δεδομένα του κόστους για κάθε στοιχείο του κυκλοφορούντος ενεργητικού και παθητικού. Στη συνέχεια, στον πίνακα 8-3, υπολογίζεται ο συντελεστής του κύκλου εργασιών για τα παραπάνω στοιχεία με διαίρεση των 365 ημερών του έτους με τον αριθμό των ημερών ελάχιστης κάλυψης. Τέλος, τα στοιχεία του κόστους διαιρούνται με τους αντίστοιχους συντελεστές του κύκλου εργασιών ώστε να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες του καθαρού κεφαλαίου κίνησης, αφαιρώντας το κυκλοφορούν παθητικό από το άθροισμα του κυκλοφορούντος ενεργητικού.

Σημειώνεται, ότι οι αποσβέσεις υπολογίζονται σύμφωνα με τη γραμμική μέθοδο (σταθερή απόσβεση) και η ωφέλιμη ζωή των πάγιων στοιχείων θεωρείται ότι είναι 5 χρόνια για το λογισμικό και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα περιφερειακά τους, και 10 χρόνια για

τον υπόλοιπο εξοπλισμό και τα έπιπλα. Έτσι, η ετήσια απόσβεση λαμβάνεται ίση με 3.668 € και η υπολειμματική αξία μετά το πέρας των παραπάνω ετών θεωρείται μηδενική.

Επίσης, όπως θα αναφερθεί παρακάτω για τα τρία πρώτα χρόνια θα υπάρχει περίοδος χάριτος οπότε οι τόκοι για τα χρόνια αυτά θα είναι μηδενικοί.

**Πίνακας 8-2:** Υπολογισμός κεφαλαίου κίνησης πρώτου έτους λειτουργίας (Α)

<b>ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΡΕΧΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ</b>	
<b>1. Λογαριασμοί εισπρακτέοι</b>	20 ημέρες
<b>2. Αποθέματα</b>	
Πρώτες ύλες (αεροσκάφη)	20 ημέρες
Έτοιμα προϊόντα (σκραπ μετάλλων)	10 ημέρες
<b>3. Μετρητά στο ταμείο</b>	15 ημέρες
<b>4. Λογαριασμοί πληρωτέοι</b>	30 ημέρες
<b>ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟ 2017 (ΠΟΣΑ ΣΕ €)</b>	
Πρώτες ύλες και άλλα εφόδια	53.600
Ανθρώπινοι πόροι	79.880
Γενικά έξοδα	24.550
Έξοδα μάρκετινγκ	1.500
Έξοδα χρηματοδότησης	0
Αποσβέσεις	3.668
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b>	<b>163.198</b>

**Πίνακας 8-3:** Απαιτήσεις κεφαλαίου κίνησης πρώτου έτους λειτουργίας 2017(B)

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΚΑΛΥΨΗ ΗΜΕΡΩΝ	ΣΥΝΤΕΛ. ΚΥΚΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ (€)	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΥ ΕΤΟΥΣ (€)
<b>I. ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ</b>				
<b>1. Λογαριασμοί εισπρακτέοι</b>	20	18,25	126.045	6.907
<b>2.Αποθέματα</b>				
Πρώτες ύλες	20	18,25	53.600	2.937
Έτοιμα προϊόντα	10	36,5	53.600	1.468
<b>3. Μετρητά στο ταμείο</b>	15	24,33	105.930	4.353
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΥΚΛΟΦ. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΥ</b>				<b>15.666</b>
<b>II. ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ</b>				
<b>1. Λογαριασμοί πληρωτέοι</b>	30	12,17	53.600	4.405
<b>III. ΑΝΑΓΚΑΙΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ (2017)</b>				<b>11.261</b>

Με τον ίδιο τρόπο, στον πίνακα 8-4 υπολογίζεται το αναγκαίο κεφάλαιο κίνησης για όλα τα έτη λειτουργίας 2017-2021.

**Πίνακας 8-4:** Απαιτήσεις κεφαλαίου κίνησης για τα έτη 2017-2021

	ΕΤΟΣ				
	2017	2018	2019	2020	2021
Πρώτες ύλες	2.937	3.666	5.123	5.852	7.310
Έτοιμα προϊόντα	1.468	1.833	2.562	2.926	3.655
Μετρητά στο ταμείο	4.353	4.554	4.867	5.069	5.462
Λογαριασμοί Εισπρακτέοι	6.907	8.633	12.087	13.813	17.266
<b>Σύνολο</b>	<b>15.666</b>	<b>18.688</b>	<b>24.642</b>	<b>27.664</b>	<b>33.698</b>
Μείον Λογαριασμοί πληρωτέοι	4.405	5.499	7.685	8.778	10.964
<b>Αναγκαίο Κεφάλαιο Κίνησης</b>	<b>11.261</b>	<b>13.189</b>	<b>16.957</b>	<b>18.886</b>	<b>22.733</b>

Επομένως το συνολικό κόστος επένδυσης υπολογίζεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 8-5:** Συνολικό κόστος επένδυσης

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
Προπαραγωγικές δαπάνες και πάγιες επενδύσεις	8-1	34.478
Καθαρό κεφάλαιο κίνησης	8-3	11.261
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>45.639</b>

## 8.2. Κόστος επεξεργασίας

Στον πίνακα 8-6 υπολογίζεται το κόστος επεξεργασίας, δηλαδή το κόστος για την μετατροπή των πρώτων υλών (αεροσκάφη) σε μέταλλα σκραπ. Στο κόστος αυτό συνυπολογίζονται οι πρώτες ύλες, τα ταξίδια και οι αμοιβές των τεχνικών αεροσκαφών.

**Πίνακας 8-6:** Υπολογισμός κόστους επεξεργασίας

	ΕΤΟΣ				
	2017	2018	2019	2020	2021
ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ	53.600	66.900	93.500	106.800	133.400
ΤΑΞΙΔΙΑ	15.400	18.025	23.275	25.900	32.550
ΑΜΟΙΒΕΣ ΤΡΙΤΩΝ	2.880	3.480	4.680	5.280	6.480
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	<b>71.880</b>	<b>88.405</b>	<b>121.455</b>	<b>137.980</b>	<b>172.430</b>

## 8.3. Χρηματοδότηση του προγράμματος

Οι πηγές χρηματοδότησης του προγράμματος θα προέρχονται από ίδια κεφάλαια και μεσοπρόθεσμο δανεισμό. Συγκεκριμένα ο ιδρυτής της μονάδας θα συνεισφέρει με το ποσό

των 34.378 € προκειμένου να εκκινήσει την επιχείρηση, θα χρειαστεί όμως και δανεισμό για το κεφάλαιο κίνησης, ώστε η επιχείρηση να είναι σε θέση να καλύπτει τις βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις της. Το ποσό αυτό υπολογίζεται στις 70.000€, με επιτόκιο 7,6%, τρία χρόνια χάριτος και τρία αποπληρωμή, και θα χορηγηθεί από την τράπεζα Πειραιώς.

Η περίοδος αποπληρωμής του δανείου θα αρχίσει τον Ιανουάριο του 2020 και θα διαρκέσει συνολικά 3 χρόνια. Η ετήσια δόση του δανείου, που θα καταβάλλεται σε δύο ισόποσες εξαμηνιαίες δόσεις, παρουσιάζεται στον πίνακα

**Πίνακας 8-7: Εξυπηρέτηση δανείου**

ΕΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΔΟΣΗ(€)	ΤΟΚΟΣ(€)	ΧΡΕΟΛΥΣΙΟ(€)	ΑΝΕΞΟΦΛΗΤΟ ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ (€)
2017	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΑΡΙΤΟΣ			70000
2018	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΑΡΙΤΟΣ			70000
2019	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΑΡΙΤΟΣ			70000
2020	26.967	5.320	21.647	48.353
2021	26.967	3.675	23.292	25.062
2022	26.967	1.905	25.062	0

#### 8.4. Απαραίτητες λογιστικές καταστάσεις

Στη συνέχεια παρατίθεται μια πρόβλεψη των λογιστικών καταστάσεων της επιχείρησης, τις οποίες υποχρεούται να δημοσιεύει σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο. Ο συντελεστής φορολόγησης κερδών που χρησιμοποιήθηκε είναι ίσος με 29%.

#### 8.4.1. Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης

**Πίνακας 8-8:** Καταστάσεις αποτελεσμάτων χρήσης (2017 – 2021)

	2017	2018	2019	2010	2021
<b>Σύνολο κύκλου εργασιών</b>	126.045	157.556	220.579	252.088	315.111
Μείον : Κόστος πωληθέντων	69.000	84.925	116.775	132.700	165.950
<b>Μικτό κέρδος εκμετάλλευσης</b>	<b>57.045</b>	<b>72.631</b>	<b>103.804</b>	<b>119.388</b>	<b>149.161</b>
Μείον : Έξοδα προσωπικού	79.880	81.635	84.007	85.797	88.205
Μείον : Έξοδα λειτουργίας	9.150	9.150	9.150	9.150	9.150
Μείον : Έξοδα Μάρκετινγκ	1.500	2.000	2.000	2.500	3.000
<b>Αποτέλεσμα προ τόκων, αποσβέσεων και φόρων</b>	<b>-33.485</b>	<b>-20.154</b>	<b>8.646</b>	<b>21.941</b>	<b>48.806</b>
Μείον : τόκοι δανείων				5.320	3.675
Μείον : αποσβέσεις	3.668	3.668	3.668	3.668	3.668
<b>Αποτέλεσμα προ φόρων</b>	<b>-37.153</b>	<b>-23.822</b>	<b>4.979</b>	<b>12.953</b>	<b>41.463</b>
Μείον: Φόρος εισοδήματος (29%)	0	0	1.444	3.756	12.024
<b>Καθαρό αποτέλεσμα (κέρδη ή ζημίες)</b>	<b>-37.153</b>	<b>-23.822</b>	<b>3.535</b>	<b>9.197</b>	<b>29.439</b>



#### 8.4.2. Προϋπολογιστικές ταμειακές ροές

Πίνακας 8-9: Καταστάσεις ταμειακών ροών (2017 – 2021)

	Προπαραγωγική Περίοδος	2017	2018	2019	2010	2021
<b>A. Εισροές</b>						
Υπόλοιπο ταμείου		70.000	29.608	7.728	11.477	969
Αποτελέσματα προ αποσβέσεων και φόρων		-33.485	-20.154	8.646	16.621	45.131
Μείον Λογαριασμοί εισπρακτέοι		6.907	8.633	12.087	13.813	17.266
Πλέον Λογαριασμοί Πληρωτέοι		4.405	5.499	7.685	8.778	10.964
Ίδια συμμετοχή	34.378					
Δάνεια	70.000	0	0	0	0	0
Εισπράξεις χρεών προηγούμενης χρήσης	0	0	6.907	8.633	12.087	13.813
<b>Σύνολο A</b>	<b>104.378</b>	<b>34.014</b>	<b>13.227</b>	<b>20.606</b>	<b>35.150</b>	<b>53.611</b>
<b>B. Εκροές</b>						
Κόστος επένδυσης	34.378					
Δαπάνες για αποθέματα		4.405	5.499	7.685	8.778	10.964
Μείον αποθέματα προηγούμενης χρήσης		0	4.405	5.499	7.685	8.778
Χρεολύσια δανείων					21.647	23.292
Φόροι εισοδήματος		0	0	1.444	3.756	12.024
Πληρωμές χρεών προηγούμενης χρήσης		0	4.405	5.499	7.685	8.778
<b>Σύνολο B</b>	<b>34.378</b>	<b>4.405</b>	<b>5.499</b>	<b>9.129</b>	<b>34.181</b>	<b>46.280</b>
<b>Σωρευμένο ταμειακό υπόλοιπο*</b>	<b>70.000</b>	<b>29.608</b>	<b>7.728</b>	<b>11.477</b>	<b>969</b>	<b>7.331</b>

### 8.4.3. Προβλεπόμενοι Ισολογισμοί (2017-2021)

Πίνακας 8-10: Ισολογισμοί (2017 – 2021)

	2017		2018		2019		2020		2021	
<b>Ενεργητικό</b>										
Πάγια		30.710		27.042		23.375		19.707		16.039
Τιμές κτήσης	34.378		34.378		34.378		34.378		34.378	
Αποσβέσεις	3.668		7.336		11.003		14.671		18.339	
<b>Αποθέματα</b>										
Πρώτες ύλες		2.937		3.666		5.123		5.852		7.310
Έτοιμα προϊόντα		1.468		1.833		2.562		2.926		3.655
Απαιτήσεις		6.907		8.633		12.087		13.813		17.266
Ταμείο		29.608		7.728		11.477		969		7.331
<b>Σύνολο</b>		<b>71.631</b>		<b>48.902</b>		<b>54.623</b>		<b>43.267</b>		<b>51.600</b>
<b>Παθητικό</b>										
Ίδια Κεφάλαια		-2.775		-26.596		-		-13.865		15.574
Μετοχικό	34.378		-2.775		-26.596		-23.062		-13.865	
Αποθεματικά	0		0		3.535		9.197		29.439	
Ζημιές	-37.153		-23.822		0		0		0	
Δάνεια		70.000		70.000		70.000		48.353		25.062
Προμηθευτές		4.405		5.499		7.685		8.778		10.964
<b>Σύνολο</b>		<b>71.631</b>		<b>48.902</b>		<b>54.623</b>		<b>43.267</b>		<b>51.600</b>

## 8.5. Χρηματοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης

### 8.5.1 Καθαρή παρούσα αξία

Η έννοια της παρούσας αξίας είναι σημαντική καθώς εκφράζει όλες τις ροές του επενδυτικού σχεδίου στην παρούσα αξία τους. Προκύπτει αν προεξοφληθούν στον παρόν, για κάθε έτος χωριστά, όλες οι καθαρές ταμειακές ροές, με συντελεστή προεξόφλησης την ελάχιστη αποδεκτή αποδοτικότητα. Αν η καθαρή παρούσα αξία είναι μεγαλύτερη ή ίση του μηδενός,

τότε η πρόταση επένδυσης της μονάδας ανακύκλωσης αεροσκαφών θα είναι αποδεκτή. Το βασικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής, είναι ότι λαμβάνει υπόψη τη διαχρονική αξία του χρήματος.

Αρχικά θα υπολογιστούν οι καθαρές ταμειακές ροές της επιχείρησης. Στην περίπτωση μας, η καθαρή ταμειακή ροή από τις εργασίες της μονάδας είναι ίση με τα καθαρά κέρδη χρήσης προσαυξημένα με τις αποσβέσεις. Στον πίνακα 8-11 που ακολουθεί, υπολογίζονται οι καθαρές ταμειακές ροές ανά έτος λειτουργίας.

**Πίνακας 8-11: Κατάσταση ταμειακών ροών**

ΕΤΟΣ	ΚΑΘΑΡΟ ΚΕΡΛΟΣ	ΑΠΟΣΒΕΣΗ	ΚΤΡ
2017	-37.153	3.668	-33.485
2018	-23.822	3.668	-20.154
2019	3.535	3.668	7.203
2020	9.197	3.668	12.865
2021	29.439	3.668	33.107

Η εξίσωση της καθαρής παρούσας αξίας έχει τη μορφή :

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^v [ΚΤΡ_t^T (\Sigma ΠΑ_{κ,v})] - ΚΕ$$

όπου,

$ΚΤΡ_t$  = Καθαρή ταμειακή ροή στην περίοδο

$ΚΕ$  = Κόστος επένδυσης

$v$  = Αριθμός περιόδων

$\Sigma ΠΑ_{κ,v}$  = Συντελεστής παρούσας αξίας

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε, στον πίνακα 8-12 υπολογίζεται η παρούσα αξία της επιχείρησης από το 2017 έως και το 2021 και η συνολική παρούσα αξία. Το επιτόκιο

προεξόφλησης θεωρείται ίσο με το πραγματικό επιτόκιο του μακροπρόθεσμου δανείου που χορηγήθηκε από την τράπεζα και είναι ίσο με 8%.

**Πίνακας 8-12:** Υπολογισμός παρούσας αξίας

ΕΤΟΣ	ΚΤΡ	ΣΠΑ <sub>8,v</sub>	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ (€)
2017	-33.485	0,9294	-31.120
2018	-20.154	0,8637	-17.407
2019	7.203	0,8027	5.782
2020	12.865	0,7460	9.597
2021	33.107	0,6933	22.954
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΡ</b>			<b>-10.194</b>
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>			<b>-45.639</b>
<b>ΚΠΑ</b>			<b>-55.853</b>

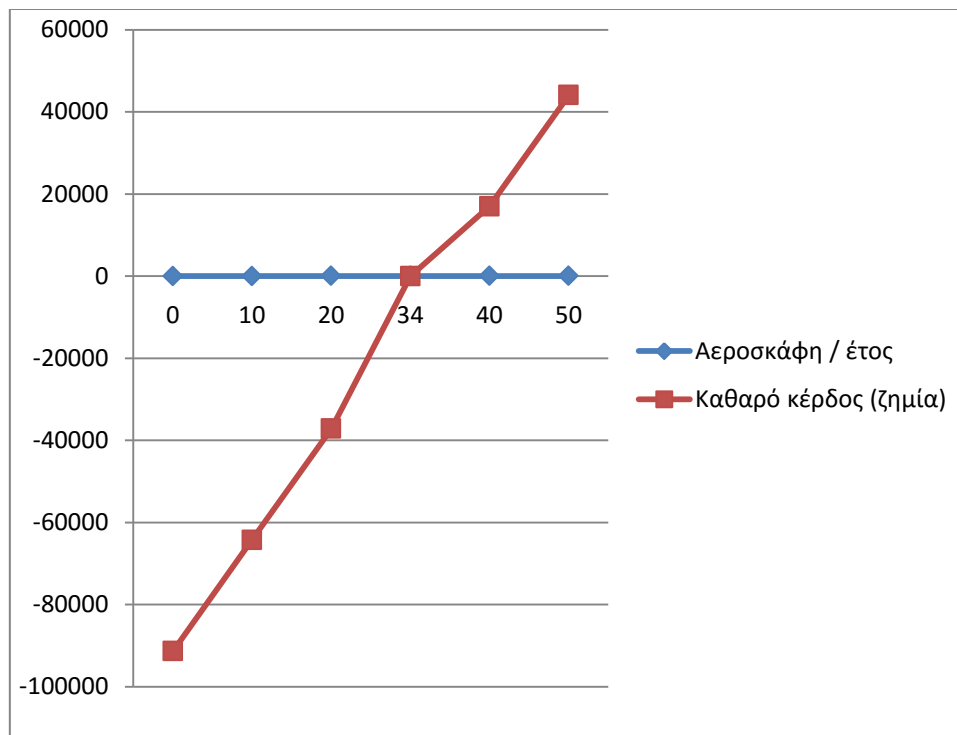
### 8.5.2 Ανάλυση νεκρού σημείου

Το νεκρό σημείο (Break – Even Point ή BEP) είναι το σημείο όπου τα συνολικά έσοδα από πωλήσεις ισούνται με το προβλεπόμενο συνολικό κόστος παραγωγής (επεξεργασίας), το οποίο περιλαμβάνει τόσο τα σταθερά όσο και τα μεταβλητά έξοδα.

**Πίνακας 8-13:** Υπολογισμός νεκρού σημείου

Αεροσκάφη / έτος	0	10	20	34	40	50
Τιμή πώλησης / μονάδα	6.302	6.302	6.302	6.302	6.302	6.302
Σταθερά έξοδα	91.318	91.318	91.318	91.318	91.318	91.318
Μεταβλητά έξοδα	0	35.940	71.880	121.184	143.760	179.700
Συνολικά έξοδα	91.318	127.258	163.198	212.502	235.078	271.018
Συνολικά έσοδα	0	63.023	126.045	212.502	252.090	315.113
Καθαρό κέρδος (ζημιά)	-91.318	-64.236	-37.153	0	17.012	44.095

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς η επιχείρηση θα πρέπει να ανακυκλώνει τουλάχιστον 34 αεροσκάφη κάθε χρόνο ώστε να προσεγγίζει το νεκρό σημείο (Διάγραμμα 8-1).



Διάγραμμα 8-1: Ανάλυση νεκρού σημείου

## 8.6. Συμπεράσματα

Από την οικονομοτεχνική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε είναι φανερό πως η μονάδα ανακύκλωσης αεροσκαφών F-16, δεν μπορεί να είναι βιώσιμη αφού η ΚΠΑ είναι αρνητική. Από την ανάλυση νεκρού σημείου συμπεραίνουμε ότι προκειμένου να διασφαλιστεί η βιωσιμότητά της, η επιχείρηση θα πρέπει να ανακυκλώνει περισσότερα από 34 αεροσκάφη κάθε χρόνο. Αυτό όμως δεν είναι πάντα δυνατό, αφενός λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού, αφετέρου γιατί λόγω έλλειψης περιοριστικού νομοθετικού πλαισίου οι ιδιοκτήτες προτιμούν μάλλον την αποθήκευση, παρά την ανακύκλωση των αεροσκαφών που αποσύρουν.

Ένας σημαντικός παράγοντας που συνέβαλε στην μη βιωσιμότητα είναι ότι στην ανάλυση δεν συμπεριελήφθη ο κινητήρας του αεροσκάφους, λόγω μη δυνατότητας εντοπισμού στοιχείων για αυτόν, όπως η ποσόστωση των υλικών. Ακόμη, το γεγονός ότι τα αεροσκάφη βρίσκονται διασκορπισμένα σε διάφορες χώρες αυξάνει πολύ τα έξοδα ταξιδιών του

προσωπικού, ενώ η εναλλακτική λύση της μεταφοράς των αεροσκαφών στην έδρα της μονάδας είναι ακόμη πιο δαπανηρή.

Ένας επιπλέον λόγος είναι ότι η συγκεκριμένη μονάδα ανακυκλώνει ένα μόνο τύπο αεροσκάφους, το οποίο να μεν συμβάλλει στην απόκτηση τεχνογνωσίας και τυποποίησης των διεργασιών για την ανακύκλωσή τους, δίνοντάς της έτσι πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών, περιορίζει όμως κατά πολύ τα έσοδά της λόγω του περιορισμένου αριθμού αεροσκαφών προς ανακύκλωση.

Τέλος, αυτό που συνεισφέρει περισσότερο στην κερδοφορία δεν είναι η ανακύκλωση των μεταλλικών μερών του σώματος ή του κινητήρα ενός αεροκάφους, αλλά η επαναχρησιμοποίηση των εξαρτημάτων (δομικά μέρη, ηλεκτρονικά εξαρτήματα κλπ) σε άλλα εν ενεργεία αεροσκάφη ίδιου τύπου. Επομένως, έχει πολύ μεγάλη σημασία η παλαιότητα αλλά και η ποιότητα του αεροσκάφους. Για το λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια οι μεγάλοι παίχτες στοχεύουν κυρίως σε νεότερα αεροσκάφη, η τιμή αγοράς των οποίων είναι μεν υψηλή, αλλά η αποσυναρμολόγησή τους αποφέρει περισσότερα κέρδη.

## Βιβλιογραφία

### Ξενογλώσση

Aerospace Manufacturing and Design (AMD), “AFRA Targets 90% Recyclability of Global Fleet by 2016”, 2011. Available: <http://www.onlineamd.com/aerospace-manufacturing-design-AFRA-recyclability-amd-070210.aspx>. [Accessed 22/09/2015].

AFRA Aircraft Fleet Recycling Association, 2015. Available: <http://www.afraassociation.org/AboutUs.cfm#founders> [Accessed 23/10/2015].

AFRA Best Management Practices, 2013. Available: [http://www.afraassociation.org/AFRABMP\\_CURRENT.pdf](http://www.afraassociation.org/AFRABMP_CURRENT.pdf) [Accessed 24/10/2015].

AFRA Accredited Companies, 2015. Available: <http://www.afraassociation.org/AFRAAccreditedCompanies.cfm> [Accessed 22/09/2015].

- AFRA Aircraft Recycling Directory, 2015. Available: <http://www.afraassociation.org/AircraftRecyclingDirectory.cfm> [Accessed 23/10/2015].
- Airbus, 2015: Global Market Forecast 2015-2034. Available: <http://www.airbus.com/company/market/forecast/> Company publication. [Accessed 10/11/2015].
- Aircraft Commerce, 2015. End of life aircraft value extraction: dismantling and recycling. Available: [http://www.afraassociation.org/news\\_article2.cfm](http://www.afraassociation.org/news_article2.cfm) [Accessed: 12/3/16].
- AIRheadsFLY.com. *Dutch sells 15 F-16 to Jordan.* Available: <http://airheadsfly.com/2013/09/25/dutch-sell-15-f-16s-to-jordan/> [Accessed: 1/2/16].
- Airline Fleet Magazine, Issue 82, 2013. Available: [http://www.afraassociation.org/NewsDocs/13\\_Jan\\_afm.pdf](http://www.afraassociation.org/NewsDocs/13_Jan_afm.pdf) [Accessed: 10/3/16].
- Airman Magazine. Available: <http://airman.dodlive.mil/2013/01/holding-pattern/> [Accessed: 08/12/15].
- Airplane boneyards. Available: <http://www.airplaneboneyards.com/index.htm> [Accessed: 25/11/15].
- Asmatulu et al., 2013. Recycling of Aircraft: State of the Art in 2011. Journal of industrial Engineering, 2013.
- ASDReports, 2012. The Military Fighter Aircraft Market 2012-2022, Available: <https://www.asdreports.com/market-research-report-32484/military-fighter-aircraft-market> , [Accessed 9/11/2015].
- Åström A., *Model for end of life treatment of polymer composite materials [Doctoral Thesis]*, Department of Machine Design, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2005, Available: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:12611/FULLTEXT01.pdf> [Accessed 28/11/2015].
- Bellmann, K.; Khare, A.: Economic issues in recycling end-of-life vehicles. Technovation. Vol. 20, 2000, pp. 677–690.
- Bufardi, A.; Sakara, D.; Gheorghe, R.; Kiritsis, D.; Xirouchakis, P.: Multiple criteria decision aid for selecting the best product end of life scenario. In: International Journal of Computer Integrated Manufacturing. Vol. 16, 2003, No. 7-8, pp. 526–534.

- Bufardi, A.; Gheorghe, R.; Kiritsis, D.; Xirouchakis, P.: Multicriteria decision-aid approach for product end-of-life alternative selection. In: *International Journal of Production Research*. Vol. 42, 2004, No. 16, pp. 3139–3157.
- Boeing, 2007. Environmental Technotes. Aircraft & Composite Recycling, Volume 12, Number 1, December, 2007. Available: <http://www.boeing.com/environmental/TechNotes/TNdec07.pdf> [Accessed 11/1/2016].
- Boeing, 2015. The Boeing Company: Current Market Outlook 2015-2034. Company publication.
- British Metals Recycling Association (BMRA), “About Metal Recycling,” 2015. Available: [http://www.recyclemetals.org/about\\_metal\\_recycling](http://www.recyclemetals.org/about_metal_recycling) [Accessed 26/11/2015].
- Cacciottolo M., 2011. How do you recycle a jumbo jet, *BBC News*. Available: [http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/magazine/8542482.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/magazine/8542482.stm) [Accessed:8/11/2015].
- Carberry et al., 2007. Recycled carbon fiber performance in epoxy and polycarbonate matrices. *Proceedings of the Composites Innovation Conference*. Barcelona, Spain, October 2007.
- Carberry W., 2008, “Airplane Recycling Efforts Benefit Boeing Operators,” 2008, [http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr\\_4\\_08/pdfs/AERO\\_Q408\\_article02.pdf](http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_4_08/pdfs/AERO_Q408_article02.pdf)
- Chalaye H., 2002. Composite materials: drive and innovation. Le 4 Pages, des statistiques industrielles. No. 158 – February 2002. Available: <http://www.insee.fr/sessi/4pages/pdf/4p158anglais.pdf> [Accessed 18/11/2015].
- Coveringsetc, 2015. Available: <http://www.coveringsetc.com/BioLuminumHome?pfid=a1050000002aAnq> [Accessed:7/11/2015].
- Dailymail, 2012. Available: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2176079/Boeing-going-gone-How-747-jumbo-jet-reduced-scrap-metal-days-trip--aircraft-graveyard.html> [Accessed:9/2/2016]
- Damgaard A., Larsen A. W., and Christensen T. H., “Recycling of metals: accounting of greenhouse gases and global warming contributions,” *Waste Management and Research*, vol. 27, no. 8, pp. 773–780, 2009.



- Das S. K., Green J. A. S. , and Kaufman J. G., “Aluminum Recycling: Economic and Environmental Benefits,” 2011. Available: [http://www.phinix.net/services/Recycling/Aluminum\\_Recycling\\_Economic.pdf](http://www.phinix.net/services/Recycling/Aluminum_Recycling_Economic.pdf) [Accessed 26/11/2015].
- Dubreuil, A.; Young, S. B.; Atherton, J.; Gloria, T. P.: Metals recycling maps and allocation procedures in life cycle assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment. Vol. 15, 2010, No. 6, pp. 621–634.
- ENDS Europe, 2013. Aircraft recyclers clean up their acts. Available: [http://www.afraassociation.org/NewsDocs/13\\_Jan\\_ENDSEurope.pdf](http://www.afraassociation.org/NewsDocs/13_Jan_ENDSEurope.pdf), [Accessed:4/11/2015]
- Egelhofer, R.; Marizy, C.; Cros, C.: Climate impact of aircraft technology and design changes. Journal of Air Transportation. Vol. 12, 2007, No. 2, pp. 72–97.
- Embraer, 2015: Market Outlook 2015-2034. Available: [http://www.embraercommercialaviation.com/MarketInfo/Embraer\\_Market\\_Outlook\\_2015\\_2034.pdf](http://www.embraercommercialaviation.com/MarketInfo/Embraer_Market_Outlook_2015_2034.pdf) . Company publication. [Accessed 10/11/2015].
- European Commission, 2007. LIFE projects, Available: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n\\_proj\\_id=2859&docType=pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=2859&docType=pdf) , [Accessed 4/11/2015].
- European Commission, 2008. Available: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ACADEMY\\_PAMELA.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=ACADEMY_PAMELA.pdf) [Accessed 4/11/2015].
- European Commission, 2011. End-of-life aircraft recycling offers high grade materials. Available: [http://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/good-practices/eu/719\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/good-practices/eu/719_en.htm) [Accessed 4/11/2015].
- European Parliament and Council Directive 1994/62/EC (December 1994). European Parliament and Council Directive on Packaging and Packaging Waste.
- European Parliament and Council Directive 2000/53/EC (September 2000). European Parliament and Council Directive on End-of-life Vehicles.
- European Parliament and Council Directive 2002/96/EC (January 2003). European Parliament and Council Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE).

European Parliament and Council Directive 2008/98/EC (November 2008). European Parliament and Council Directive on Waste and Repealing Certain Directives.

European Parliament and Council Regulation 1907/2006 (December 2006). European Parliament and Council Regulation concerning the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH).

F-16.net. Available: [http://www.f-16.net/f-16\\_users\\_article10.html](http://www.f-16.net/f-16_users_article10.html) [Accessed: 21/1/16].

F-16.net. Fleet Reports. Available: [http://www.f-16.net/fleet-reports\\_article12.html](http://www.f-16.net/fleet-reports_article12.html) [Accessed 8/3/2016].

Flightglobal, 2008. News. Airbus's recycling master plan – Pamela. Available: <https://www.flightglobal.com/news/articles/airbus39s-recycling-master-plan-pamela-224015/> [Accessed 5/11/2015].

Flightglobal, 2013. *Netherlands cuts F-35 fleet plan to 37 fighters*. Available: <https://www.flightglobal.com/news/articles/netherlands-cuts-f-35-fleet-plan-to-37-fighters-390647/> [Accessed: 25/1/16].

Franz K. et al., 2011: A Methodical Approach to Assess the Aircraft Life Cycle. In: 2<sup>nd</sup> International Air Transport and Operations Symposium, 28-29 March 2011. Delft University of Technology (org.), pp. 1-19.

Goggin, K.; Browne, J., 2000: The resource recovery level decision for end-of-life products. In: *Production Planning & Control*. Vol. 11, 2000, No. 7, pp. 628–640.

International Maritime Organization (IMO): The Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships, 2009. Available: <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/The-Hong-Kong-International-Convention-for-the-Safe-and-Environmentally-Sound-Recycling-of-Ships.aspx> [Accessed: 17/11/15].

James, B., 2010: How to Make Money with Older Equipment. In: *Airfinance Journal*. 2010, No. 335, p. 48.

Kaplan, M.: In an industry that parks old jets, Bombardier aims for fully recyclable aircraft, 2011. Available: <http://www.zdnet.com/article/in-an-industry-that-parks-old-jets-bombardier-aims-for-fully-recyclable-aircraft/> [Accessed: 15/11/15].

- Kumar, S.; Putnam, V.: Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. In: International Journal of Production Economics. Vol. 115, 2008, No. 2, pp. 305–315.
- Lockheed Martin, Global Participation, Norway. Available: <https://www.f35.com/global/participation/norway>, [Accessed: 25/1/16].
- Lund H. *Recycling Handbook*, McGraw-Hill Professional, 2nd Edition edition, 2000.
- Masclé C. et al., 2015. Process for Advanced Management and Technologies of Aircraft EOL, Volume 26, Pages 299-304.
- Miglorância, F.: Life Monitoring Program: A Proposal for Product End-of-Life Management. Diss. Instituto Tecnológico de Aeronáutica São José dos Campos, 2011.
- NATO/PFP, 2006. LIFE CYCLE MANAGEMENT GROUP (LCMG), pp.33
- New York Times. Available: [http://www.nytimes.com/2009/03/28/business/28iht-wb Scrap.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2009/03/28/business/28iht-wb Scrap.html?_r=0) [Accessed: 25/11/15]
- Perry J., 2012: Sky-high potential for aircraft recycling. In: Aircraft Maintenance. March 2012, pp. 2–5.
- Pratt & Whitney, 2016. Available: [http://www.pw.utc.com/F100\\_Engine](http://www.pw.utc.com/F100_Engine), [Accessed 22/2/2016].
- Pratt & Whitney, A United Technologies Company, Military Engines. Available: [http://www.pratt-whitney.com/Content/Press\\_Kits/pdf/pw\\_overview\\_broch.pdf](http://www.pratt-whitney.com/Content/Press_Kits/pdf/pw_overview_broch.pdf) [Accessed 22/2/2016].
- Ribeiro J., Gomes J.: Proposed Framework for End-of-life Aircraft Recycling. Volume 26, 2015, Pages 311–316. 12th Global Conference on Sustainable Manufacturing – Emerging Potentials.
- The Aviationist. Available: <http://theaviationist.com/2012/05/18/leased-f16/> [Accessed: 21/1/16].
- The Aviationist. Available: <http://theaviationist.com/2015/09/24/first-rnoaf-f-35-rolled-out/> [Accessed: 25/1/16].
- Toffel, M. W.: Strategic Management of Product Recovery. In: California Management Review. Vol. 42, 2004, No. 2, pp. 120–141.
- USAF T.O. GR1F-16C-2-00GV-00-1.

USAF T.O. GR1F-16C-3-1

USAF T.O. GR1F-16CJ-5-1, Weight and Balance.

Walker S. et al., 2009: The contested concept of sustainable aviation. In: Sustainable Development. Vol. 17, 2009, No. 6, pp. 378–390.

Wood K., “Carbon Fiber Reclamation: Going Commercial,” High-Performance Composites, 2010, Available: <http://www.compositesworld.com/articles/carbon-fiber-reclamation-going-commercial> [Accessed 28/11/2015].

### Ελληνική

Διαύγεια, 2015. Διαθέσιμο: <https://diavgeia.gov.gr/decision/view/67616-9%CE%9C%CE%96> [Προσπελάστηκε: 9/3/16].

Καρβούνης Σ., *Οικονομοτεχνικές Μελέτες : Μεθοδολογία, Τεχνικές και Θεωρία*, Εκδόσεις: Αθ. Σταμούλη, Αθήνα 2000

Μουσείο Πολεμικής Αεροπορίας. Available: <https://www.haf.gr/history/museum/> [Accessed: 8/12/15].

Πανελλήνιο Κέντρο Οικολογικών Ερευνών (ΠΑΚΟΕ), 2015. Διαθέσιμο: <http://www.pakoe.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%85%CE%BA%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7-%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%B9%CF%89%CE%BD-5112/> [Προσπελάστηκε: 17/11/15].

Πολεμική Αεροπορία, Διαθέσιμο: [www.haf.gr](http://www.haf.gr), (Προσπελάστηκε: 22-09-15)