

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Μεθοδολογία Παρακολούθησης, Εκτίμησης και Ελέγχου του
Κόστους Κύκλου Ζωής των Κύριων Οπλικών Συστημάτων των
Ενόπλων Δυνάμεων της Κυπριακής Δημοκρατίας**

Ζαχαρίας Σολομωνίδης

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Παρασκευή Καπετανοπούλου**

Μάιος 2021

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Μεθοδολογία Παρακολούθησης, Εκτίμησης και Ελέγχου του
Κόστους Κύκλου Ζωής των κύριων Οπλικών Συστημάτων των
Ενόπλων Δυνάμεων της Κυπριακής Δημοκρατίας**

Ζαχαρίας Σολομωνίδης

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Παρασκευή Καπετανοπούλου

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2021

Στη μνήμη του πατέρα μου

Περίληψη

Οι Ένοπλες Δυνάμεις, (ΕΔ) για να εκπληρώσουν την αποστολή τους, προμηθεύονται, λειτουργούν και συντηρούν Οπλικά Συστήματα (ΟΣ), των οποίων το Κόστος Κύκλου Ζωής (ΚΚΖ) τους είναι υψηλό. Ιδιαίτερα, δε το κόστος λειτουργίας και συντήρησης (ΚΛ&Σ) των ΟΣ, καθ' όλη τη διάρκεια της ωφέλιμης ζωής τους, ξεπερνά σε πραγματικούς αριθμούς κατά πολύ το κόστος προμήθειας τους.

Οι περιορισμένοι πόροι για την Άμυνα στην Κύπρο, επιτάσσουν τον εξορθολογισμό των δαπανών, διατηρώντας όμως παράλληλα το αξιόμαχο των ΕΔ, για την επίτευξη του αντικειμενικού σκοπού τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μεθόδων βασισμένων στη συστηματική και αναλυτική καταγραφή στοιχείων κόστους, προκειμένου να δημιουργηθεί μία ισχυρή βάση δεδομένων που θα επιτρέπει την παρακολούθηση του κόστους αναλυμένο σε κατηγορίες, τη σύγκριση και την αξιολόγηση, ώστε να λαμβάνονται ορθές αποφάσεις για την υλοποίηση εξοπλιστικών προγραμμάτων εντός των ορίων του προϋπολογισμού και την εκμετάλλευση ευκαιριών για εξοικονομήσεις. Στη συνέχεια, με τη χρήση κατάλληλων στατιστικών εργαλείων και την επεξεργασία των δεδομένων, θα είναι δυνατή η ασφαλής πρόβλεψη της πορείας του ΚΚΖ, τόσο για υποψήφια προς προμήθεια, όσο και για ΟΣ που είναι σε χρήση, με παράλληλη διαχείριση του κινδύνου και της αβεβαιότητας.

Για το σκοπό αυτό η μεταπτυχιακή διατριβή, προβαίνει σε μία γενική επισκόπηση των βασικών εννοιών του ΚΚΖ, τις ευρύτερες κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται, καθώς και των κύριων μεθόδων για την εκτίμηση του, με αναφορές σε βασικές μαθηματικές εξισώσεις. Εξετάζει, επίσης, μεθοδολογίες υπολογισμού του ΚΚΖ που εφαρμόζουν διάφορα κράτη, με σκοπό να καταδειχθεί η έλλειψη ανάλογων θεσμοθετημένων διαδικασιών στην Κύπρο. Στη συνέχεια αναπτύχθηκε ένα μοντέλο υπολογισμού του ΚΚΖ με έμφαση στην προμήθεια και στο ΚΛ&Σ, με τη χρήση της αναλυτικής μεθόδου. Το μοντέλο είναι βασισμένο στην οργάνωση και τη δομή των ΕΔ της Κύπρου, ώστε να είναι εφικτό να υλοποιηθεί άμεσα, με την ανάπτυξη ενός κατάλληλου πληροφοριακού συστήματος.

Στη μεταπτυχιακή διατριβή δεν χρησιμοποιήθηκαν διαβαθμισμένες πληροφορίες για ευνόητους λόγους.

Summary

The Armed Forces (AF), in order to accomplish their mission have to acquaint, operate and maintain Weapon Systems (WS), with high rated Life Cycle Cost (LCC). Specifically, the cost of operation and support (CO&S) of a WS, during its operational life, proportionally exceeds the cost of acquisition.

The limited available resources for Cyprus Defense, necessitate the rationalization of the expenditures, but in the other hand their fight availability has to be maintained to the highest possible level. This can be succeed by using methods based on systematic and analytical registration of various cost factors. This should lead to the creation of a detailed Data Base which can be useful for:

- Cost and budgetary monitoring, analyzed in various related categories
- Cost comparison and assessment, which is necessary for decision making in the field of armament acquisition
- Utilization of opportunities that could lead to cost savings

Afterwards, all this gathered data can be processed with the use of proper statistical tools and methods. This process should give useful information and precise prediction of LLC built – up, either for applicant WS, or for fixed asset systems. It would also provide the necessary outcome for risk assessment and uncertainty evaluation.

For this purpose, the master dissertation overviews the fundamental terms, the general categories and the main methods of LLC estimation. It also observes various models or practices that other states or organizations use for estimating LLC, with the intention to reveal the absence of relevant procedures in Cyprus. Finally, it develops a model of LLC estimation, using the built up method (in the form of Cost Breakdown Structure) and emphasizing on the cost of acquisition and CO&S. The model is based on the structure and the procedures followed by National Guard and the Ministry of Defense of Cyprus, so that with the development of a relevant Information System, a direct applicability and uniformity can be ensured.

For apparent reasons, no classified information is being used in the thesis.

Ευχαριστίες

Θα επιθυμούσα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Παρασκευή Καπετανοπούλου, για τις πολύτιμες κατευθύνσεις και συμβουλές της, καθ' όλη τη διάρκεια του τελευταίου χρόνου, για την εκπόνηση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής.

Επίσης, εκφράζω τις ευχαριστίες μου στους συναδέλφους της Διοίκησης Αεροπορίας, του Γενικού Επιτελείου της Εθνικής Φρουράς και του Υπουργείου Άμυνας, που με την ουσιαστική τους βοήθεια και τη μετάδοση των γνώσεων και εμπειριών τους, συνέβαλαν ώστε να καταστεί εφικτή η υλοποίηση της παρούσας διατριβής.

Τέλος, εκφράζω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου και ιδιαίτερα στη σύζυγο μου Στέλλα, για την υπομονή, την κατανόηση και τη στήριξη που μου πρόσφερε, καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησης μου.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Εισαγωγικό Σημείωμα	1
1.2 Σκοπός Μεταπτυχιακής Διατριβής	4
1.3 Δομή Μεταπτυχιακής Διατριβής.....	6
2. Κόστος Κύκλου Ζωής Οπλικών Συστημάτων.....	7
2.1 Γενικά.....	7
2.2 Βασικές Έννοιες του Κόστους Κύκλου Ζωής	8
2.3 Κατηγορίες Κόστους Κύκλου Ζωής	9
2.4 Μέθοδοι Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής.....	12
2.5 Μαθηματικά Μοντέλα Ανάλυσης του Κόστους Κύκλου Ζωής	20
3. Πρακτικές Κρατών στην Εκτίμηση του Κόστους Κύκλου Ζωής.....	23
3.1 Ο ρόλος του Κόστους Κύκλου Ζωής στην Κοστολόγηση Ενός Οπλικού Συστήματος στην Κύπρο	23
3.2 Η Προσέγγιση του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ για το Κόστος Κύκλου Ζωής	26
3.3 Παραδείγματα Υπολογισμού του Κόστους Λειτουργίας και Συντήρησης Στρατιωτικού Εξοπλισμού.....	30
3.3.1 Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης Αεροσκάφους Arcturus CP-140 της Καναδικής Πολεμικής Αεροπορίας με Εφαρμογή του Παραμετρικού Μοντέλου	31
3.3.2 Η Εκτίμηση του Κόστους Λειτουργίας & Συντήρησης των προς Αξιολόγηση Νέων Επιθετικών Ελικοπτέρων για τις Τσέχικες Ένοπλες Δυνάμεις, με Χρήση Μοντέλου Προσομοίωσης	34
3.4 Η Τυποποίηση στη Διαδικασία Εκτίμησης του Κόστους Κύκλου Ζωής στο NATO.....	38
3.5 Η Παρακολούθηση του Κόστους Λειτουργίας & Συντήρησης των Κύριων Οπλικών Συστημάτων του Ελληνικού Στρατού	41

4.	Ανάπτυξη Μοντέλου Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής. Η Αναλυτική Μέθοδος	46
4.1	Μοντέλο Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής.....	46
4.2	Υπολογιστικό Μοντέλο Αξιολόγησης – Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής.....	47
4.3	Ανάλυση των Στοιχείων του Κόστους	49
4.3.1	Κόστος Έρευνας και Ανάπτυξης.....	49
4.3.2	Κόστος Προμήθειας	50
4.3.3	Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης	57
4.3.4	Κόστος Απόσυρσης.....	68
4.4	Εκτίμηση Κόστους Κύκλου Ζωής Υποψήφιου για Απόκτηση Οπλικού Συστήματος.....	69
5.	Επίλογος.....	Error! Bookmark not defined.
5.1	Κύρια Συμπεράσματα.....	77
5.2	Προτάσεις για Βελτιώσεις και Μελλοντική Έρευνα.....	79
	Βιβλιογραφία.....	82
	Γλωσσάριο.....	88

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1 Κόστος Ιδιοκτησίας Αμυντικού Υλικού.....	2
Σχήμα 2 Εκτίμηση Κατανομής Κόστους ανά Φάση.....	3
Σχήμα 3. Οι Κατηγορίες Κόστους.....	10
Σχήμα 4. Χαρακτηριστική Δενδρική Δομή Ανάλυσης Κόστους.....	12
Σχήμα 5. Μέθοδοι Υπολογισμού ΚΚΖ κατά στάδιο.....	13
Σχήμα 6. Παράδειγμα Δημιουργίας Παραμετρικού Θετικού Συσχετισμού Κόστους.....	16
Σχήμα 7. Βασικές Κατηγορίες Κόστους Λειτουργίας και Συντήρησης.....	17
Σχήμα 8. Τριγωνική Κατανομή για Μοντελοποίηση της Αβεβαιότητας.....	19
Σχήμα 9. Ομοιόμορφη Κατανομή Δύο Σημείων (min, max).....	19
Σχήμα 10. Τυπικό Διάγραμμα Μοντελοποίησης Αβεβαιότητας και Υπολογισμού Κινδύνου	22
Σχήμα 11. Διάγραμμα Ροής Ανάλυσης Κόστους DoD	27
Σχήμα 12. Σχήμα 12. Διάγραμμα Ροής Πλαισίου Υπολογισμού ΚΚΖ Αμυντικών Συστημάτων US NAVAIR	28
Σχήμα 13. Βέλτιστος Επιχειρησιακός Ορίζοντας Αεροσκάφους CP-140.....	34
Σχήμα 14. Μοντέλο Ροής Υπολογισμού Κόστους Λειτουργίας.....	36
Σχήμα 15. Ροή Υπολογισμού Κόστους Γενικής Επισκευής Σκάφους.....	36
Σχήμα 16. Σύγκριση του ΚΛ&Σ των Ελικοπτέρων Α έως D.....	38
Σχήμα 17. Διάγραμμα Ροής Εκτίμησης ΚΚΖ στο NATO.....	39
Σχήμα 18. Χαρακτηριστική Απεικόνιση κατ' Έτος Ανάλυσης ΚΚΖ.....	40
Σχήμα 19 Οριακό Διάγραμμα Βέλτιστης Διάρκειας Ζωής ΟΣ Βάσει ΚΛ&Σ.....	42
Σχήμα 20 Διαγράμματα Διαθεσιμότητας, Επισκευών και Κατανομής Δαπανών του Ελληνικού Στρατού.....	43
Σχήμα 21. Κύκλος Απεικόνισης των Τριών Επιπέδων Συντήρησης ΟΣ.....	62
Σχήμα 22. Διάγραμμα Τριγωνικής Κατανομής ΚΚΖ με Προσαρμογή.....	74
Σχήμα 23. Προτεινόμενη Τυπική Αρχιτεκτονική Πληροφοριακού Συστήματος Παρακολούθησης και Εκτίμησης ΚΚΖ	80

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1. Αθροιστική Απεικόνιση ΚΚΖ – ΣΚΙ – ΟΚΖ.....	11
Πίνακας 2. Ετήσιο ΚΛ&Σ Αεροσκάφους CP-140.....	31
Πίνακας 3. Συντελεστές Διαμόρφωσης Σχέσης Παλινδρόμησης ΚΛ&Σ.....	32
Πίνακας 4. Συντελεστές Διαμόρφωσης Σχέσης Παλινδρόμησης ΚΛ&Σ ανά Διαθεσιμότητα.....	33
Πίνακας 5. Σύνθεση Κόστους Ώρας Πτήσης των υπό Αξιολόγηση Ελικοπτέρων.....	35
Πίνακας 6. Ενδεικτικό Κόστος Υποστήριξης Ελικοπτέρου Γ.....	36
Πίνακας 7. Δενδρική Ανάλυση ΚΚΖ με Προσαρμογή Ρίσκου και Αβεβαιότητας.....	70
Πίνακας 8. Κατηγοριοποίηση Βαθμού Επικινδυνότητας.....	72
Πίνακας 9. Κατηγοριοποίηση Πιθανότητας Εκδήλωσης Κινδύνου.....	72
Πίνακας 10. Κατηγοριοποίηση Σοβαρότητας Επιπτώσεων	73

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Βασική Ανάλυση Στοιχείων ΚΚΖ.....	49
Διάγραμμα 2. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Έρευνας και Ανάπτυξης.....	49
Διάγραμμα 3. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Προμήθειας.....	50
Διάγραμμα 4. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Οπλικού Συστήματος.....	51
Διάγραμμα 5. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Αρχικής Υποστήριξης.....	53
Διάγραμμα 6. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Υποδομών.....	56
Διάγραμμα 7. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Λειτουργίας και Συντήρησης.....	57
Διάγραμμα 8. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Προσωπικού.....	58
Διάγραμμα 9. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Κατανάλωσης Εφοδίων.....	60
Διάγραμμα 10. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Συντήρησης.....	63
Διάγραμμα 11. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους εν Συνεχεία Υποστήριξης.....	65
Διάγραμμα 12. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Αναβαθμίσεων και Τροποποιήσεων.....	66
Διάγραμμα 13. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Έμμεσων Δαπανών.....	67
Διάγραμμα 14. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Απόσυρσης.....	68

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Οι οικονομικοί πόροι του Υπουργείου Άμυνας (ΥΠΑΜ) και της Εθνικής Φρουράς (ΕΦ), που αφορούν τόσο τις λειτουργικές δαπάνες, όσο και τις δαπάνες αμυντικής θωράκισης προέρχονται αποκλειστικά από τα ταμεία του κράτους, στο ύψος που οι πόροι συμπεριλαμβάνονται στον ετήσιο κρατικό προϋπολογισμό. Σε ότι αφορά την αμυντική θωράκιση, αυτή σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει τα νέα εξοπλιστικά προγράμματα, συντηρήσεις και αναβαθμίσεις υφιστάμενων Οπλικών Συστημάτων (ΟΣ) και την ανάπτυξη των αμυντικών υποδομών. Η οροφή των διατιθέμενων οικονομικών πόρων καθορίζεται από το Μεσοπρόθεσμο Δημοσιονομικό Πλαίσιο (ΜΔΠ) και είναι το άθροισμα των λειτουργικών δαπανών και των δαπανών αμυντικής θωράκισης. Ωστόσο, την τελευταία 15ετία, παρατηρείται ότι οι διατιθέμενοι οικονομικοί πόροι για την αμυντική θωράκιση είναι μειωμένοι, κυρίως λόγω της δημοσιονομικής κρίσης και της αύξησης των λειτουργικών δαπανών, περιλαμβανομένου και του κόστους συντήρησης.

1.1 Εισαγωγικό Σημείωμα

Το ΥΠΑΜ, σύμφωνα με το νόμο (Ν.173(Ι)/2011), είναι ο αρμόδιος κυβερνητικός φορέας, για την προμήθεια, αναβάθμιση, λειτουργία και τεχνοεφοδιαστική υποστήριξη των υλικών Άμυνας και Ασφάλειας της Κυπριακής Δημοκρατίας. Επιπλέον, πέραν της νομοθεσίας (Ν.73(Ι)/2016) που καθορίζει το γενικό πλαίσιο προμηθειών, δεν υφίσταται ένα εξειδικευμένο εσωτερικό θεσμικό κείμενο που να περιγράφει τη διαδικασία υπολογισμού και εκτίμησης του Κόστους Κύκλου Ζωής (ΚΚΖ), τόσο κατά την οικονομική αξιολόγηση των προσφορών για προμήθεια νέων συστημάτων, όσο και για τη λειτουργία και συντήρηση υφιστάμενων ΟΣ. Αυτό που κατά κόρον λαμβάνεται υπόψη ως μοναδικό κριτήριο οικονομικής αξιολόγησης είναι η χαμηλότερη τιμή προμήθειας.

Τουναντίον, στις προμήθειες αμυντικού υλικού του ΥΠΙΑΜ, βασικός σκοπός θα έπρεπε να ήταν η αγορά αμυντικού εξοπλισμού που επιτυγχάνει το βέλτιστο συνδυασμό αποτελεσματικότητας, ποιότητας και κόστους. Όσον αφορά το κόστος, το ΟΣ με το χαμηλότερο κόστος απόκτησης δεν αποτελεί τη βέλτιστη αγορά, αλλά σε κάθε διαδικασία επιλογής αμυντικού υλικού, απαιτείται η καθολική αξιολόγηση των προμηθειών βάσει του ΚΚΖ (RTO SAS-054, 2007). Ως ΚΚΖ ορίζεται το σύνολο των δαπανών που αφορούν ένα σύστημα, κατά τη διάρκεια του συνόλου των φάσεων του κύκλου ζωής του, δηλαδή την ανάπτυξη, την κατασκευή, τη λειτουργία, την αναβάθμιση και την απόσυρση του (Yoner, 2001). Επομένως, ο εξορθολογισμός των αμυντικών δαπανών μέσω της αναβάθμισης του τομέα διαχείρισης και καταγραφής - ελέγχου των δαπανών των υφιστάμενων ΟΣ αποτελεί τη βάση, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο βέλτιστος συνδυασμός επιχειρησιακού οφέλους και κόστους, για υφιστάμενα και μελλοντικά ΟΣ. Για το σκοπό αυτό, αναγκαίοι η ανάπτυξη τυποποιημένης διαδικασίας για την εκτίμηση και διαχείριση του ΚΚΖ.

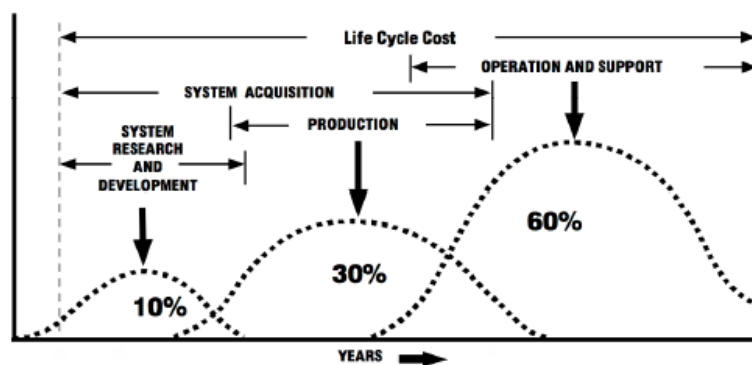
Πέραν των ανωτέρω, η εκτίμηση του ΚΚΖ δεν αποτελεί εργαλείο μόνο για τη φάση της προμήθειας και λειτουργίας ενός ΟΣ, αλλά αποτελεί και βασικό κριτήριο για το συνολικό σχεδιασμό της Αμυντικής Στρατηγικής και τον προσδιορισμό των επιχειρησιακών οροφών των ΟΣ, που μπορεί το κράτος να υποστηρίξει, εντός ενός καθορισμένου ορίου αμυντικών δαπανών. Χαρακτηριστικά, το Σχήμα 1, προσομοιάζει το ΚΚΖ με το παγόβουνο, με το κόστος αγοράς ενός συστήματος να είναι μόνο η κορυφή του παγόβουνου.



Σχήμα 1 Κόστος Ιδιοκτησίας Αμυντικού Υλικού (ΓΔΑΕΕ, 2017)

Η ανάγκη για ακριβή προϋπολογισμό του κόστους παραγωγής, αλλά και του κόστους προμήθειας αμυντικών υλικών, ήταν αυτή που ώθησε το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ, στο τέλος της δεκαετίας του 1960, στην εξεύρεση τεχνικών αναλύσεων, εκτιμήσεων και υπολογισμών ΚΚΖ. Η ανάγκη αυτή, που σταδιακά αναγνωρίστηκε διεθνώς, οδήγησε κρατικούς και διεθνείς οργανισμούς που δραστηριοποιούνται στον τομέα της άμυνας και της ασφάλειας, στην ανάλυση και υπολογισμό του ΚΚΖ βασιζόμενοι στην επιστημονική – τεχνική διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας, ανάλυσης δεδομένων και την εφαρμογή ποσοτικών και ποιοτικών εργαλείων για να προβλεφθούν οι πόροι (άνθρωποι, κεφάλαια, υλικά κλπ), που θα απαιτηθούν ή απαιτήθηκαν σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός αμυντικού συστήματος ή εξοπλιστικού προγράμματος.

Η συγκεκριμένη τεχνική εφαρμόστηκε αρχικά στον προσδιορισμό της πλέον συμφέρουσας προσφοράς σε διαγωνισμούς προμήθειας αμυντικών υλικών, καθόσον διαπιστώθηκε ότι το κόστος λειτουργίας και συντήρησης των ΟΣ, ανέρχονται περίπου στο 60% των συνολικών δαπανών, με το υπόλοιπο 40% να αφορά στην απόκτηση τους (κόστος έρευνας & ανάπτυξης, κόστος παραγωγής, κόστος παραγγελίας) και επομένως, ήταν εσφαλμένη η ισχύουσα, μέχρι τότε πρακτική κατακύρωσης των διαγωνισμών με βάση τη χαμηλότερη τιμή προμήθειας (Loudin & Greenberg, 2010).



Σχήμα 2 Εκτίμηση Κατανομής Κόστους ανά Φάση (Loudin & Greenberg, 2010)

Σήμερα, το ΚΚΖ τείνει να αποτελεί ένα από τα ουσιαστικότερα κριτήρια αξιολόγησης των αμυντικών συστημάτων των ΕΔ στις αναπτυγμένες χώρες του σύγχρονου κόσμου και θεωρείται ως ένα εκ των σημαντικότερων εργαλείων που διαθέτουν τα αρμόδια όργανα λήψης αποφάσεων, για την ορθολογιστική χρήση του αμυντικού τους υλικού και πηγάζει από την ανάγκη για τη(v) (US Federal Acquisition Regulation Volume 1 Part 1 to 51, 2005):

- Σχεδίαση του προϋπολογισμού και τον προγραμματισμό των μελλοντικών δαπανών.
- Εξέταση δυνατότητας υλοποίησης εξοπλιστικών προγραμμάτων.
- Αξιολόγηση προτάσεων και προσφορών.
- Αξιολόγηση ευκαιριών για μείωση του κόστους.
- Διαχείριση του κινδύνου.

1.2 Σκοπός Μεταπτυχιακής Διατριβής

Η παρουσίαση ενός γενικού μοντέλου και μίας ικανής μεθοδολογίας για τον υπολογισμό και την εκτίμηση του ΚΚΖ των κύριων ΟΣ που διαθέτει ή ενδιαφέρεται να αποκτήσει το ΥΠΑΜ της Κυπριακής Δημοκρατίας, κυρίως για τις φάσεις της υλοποίησης της προμήθειας και της λειτουργίας – συντήρησής τους. Η δυνατότητα ορθής εκτίμησης και υπολογισμού του ΚΚΖ, ευελπιστεί να καλύψει ένα κενό που υφίσταται αυτή τη στιγμή:

- Στις διαδικασίες τεχνοοικονομικής αξιολόγησης ενός αμυντικού υλικού, είτε αυτό τελεί υπό προμήθεια, είτε είναι ενταγμένο στο πάγιο ενεργητικό του ΥΠΑΜ.
- Στην παρακολούθηση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας των ΟΣ που διαθέτουν οι Κυπριακές ΕΔ, καθ' όλη τη διάρκεια της επιχειρησιακής ζωής τους

Παράλληλα, αποσκοπεί να καταστεί ένα χρήσιμο εργαλείο κατά τη διαδικασία λήψης απόφασης από τα αρμόδια όργανα του ΥΠΑΜ και της ΕΦ σχετικά με τη(ν):

- Σχεδίαση του προϋπολογισμού, σε ετήσια, μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη βάση.
- Εξέταση της δυνατότητας ένταξης νέων οπλικών συστημάτων.
- Εξέταση των βασικών κατηγοριών κόστους παρέχοντας τη δυνατότητα συγκριτικής αξιολόγησης εναλλακτικών επιλογών, σε ότι αφορά το συνολικό, αλλά και τα επιμέρους κόστη.
- Εκμετάλλευση ευκαιριών για τη μείωση του κόστους λειτουργίας.
- Λεπτομερή παρακολούθηση όλων των εξόδων και στη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των διατιθέμενων κονδυλίων, προκειμένου μακροπρόθεσμα να εξοικονομηθούν πόροι.

Τα συμπεράσματα της διατριβής είναι προς την κατεύθυνση ότι η εκτίμηση και η ορθή διαχείριση του ΚΚΖ αποτελεί ένα κύριο βοήθημα σε σχέση με τον τεκμηριωμένο οικονομικό έλεγχο των ΕΔ με όρους παραγωγικότητας και θα αναβαθμίσει σημαντικά τους μηχανισμούς της Διεύθυνσης Εξοπλισμών και της Διεύθυνσης Οικονομικού Προγραμματισμού του ΥΠΑΜ, καθώς και των συναρμόδιων φορέων της ΕΦ, που εμπλέκονται στους τομείς της προμήθειας, διαχείρισης και λειτουργία των ΟΣ, καθώς και των υποδομών που τα υποστηρίζουν. Επομένως, η εκτίμηση του ΚΚΖ, πριν την αγορά ενός εξοπλισμού και η διαχείριση - παρακολούθηση του μέχρι τον παροπλισμό του, δύναται να προσδώσει με μεγάλη ασφάλεια ακόμη ένα κριτήριο στην επιλογή του ΟΣ που θα προσδώσει την υψηλότερη αξία, ενώ με τη χρήση της κατάλληλης μεθόδου, να αποδώσει με μεγάλη ακρίβεια την αποδοτικότερη χρήση του μέχρι την απόσυρση.

Εξ' ορισμού το ΚΚΖ περιέχει το άθροισμα όλων των δαπανών (άμεσων και έμμεσων, έκτακτων και περιοδικών), καθώς επίσης και όλα τα κόστη που αφορούν στο σχεδιασμό μέχρι και την απόσυρση ενός ΟΣ. Για την περίπτωση της Κύπρου και δεδομένης της απουσίας εγχώριας αμυντικής βιομηχανίας, ως αφετηρία του μοντέλου εκτίμησης θα είναι το κόστος προμήθειας. Επομένως, για τη διαμόρφωση ενός μοντέλου εκτίμησης του ΚΚΖ ενός οποιουδήποτε ΟΣ και για την απόδοση μίας μεθόδου υπολογισμού, απαιτείται αρχικά η γνώση του κόστους προμήθειας και ακολούθως του κόστους υποστήριξης. Η περαιτέρω ανάλυση του κόστους υποστήριξης περιλαμβάνει τη:

- Συγκέντρωση και αξιοποίηση πληροφοριών που αφορούν τις λειτουργικές απαιτήσεις, τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά, τον τρόπο συντήρησης, την εν συνεχεία υποστήριξη κλπ.
- Συνολική και ολοκληρωμένη πρόβλεψη προκειμένου να υπολογιστούν οι απαιτήσεις σε υποστήριξη.
- Διοικητική μέριμνα που περιλαμβάνει τη συντήρηση, τον εφοδιασμό σε υλικά, τη στελέχωση, την εκπαίδευση του προσωπικού και η οποία ξεκινά από την απόκτηση του συστήματος και τερματίζεται με την απόσυρση του.

Επομένως, για την ανάπτυξη της προτεινόμενης μεθόδου θα πρέπει να:

- Ορισθούν και περιγραφούν αναλυτικά οι βασικές κατηγορίες κόστους προμήθειας και λειτουργίας – συντήρησης (συντήρηση, αναβάθμιση, προσωπικό, εκπαίδευση, προμήθειες υλικών και αναλωσίμων κλπ)

- Εφαρμοσθούν μαθηματικά μοντέλα υπολογισμού των διαφόρων συνιστωσών, ώστε αθροιστικά να εξάγεται το συνολικό ΚΚΖ ενός ΟΣ.

1.3 Δομή Μεταπτυχιακής Διατριβής

Στο Κεφάλαιο 1 ορίζεται το πρόβλημα και καθορίζεται ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Στο Κεφάλαιο 2 επιχειρείται μία σύντομη ανάλυση, σε θεωρητικό επίπεδο, των βασικών εννοιών και ορισμών που διέπουν τη διαδικασία υπολογισμού του ΚΚΖ.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται εν συντομία ο τρόπος που η Κύπρος προσεγγίζει την αξιολόγηση, απόκτηση και εκμετάλλευση ενός ΟΣ, ενώ για σκοπούς σύγκρισης παρουσιάζονται πρακτικές που εφαρμόζουν χώρες όπως οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Τσεχία, η Ελλάδα, αλλά και το ΝΑΤΟ, για την εκτίμηση του ΚΚΖ, στο πλαίσιο του συστήματος προμήθειας και αξιοποίησης του αμυντικού τους υλικού.

Στο Κεφάλαιο 4 αναπτύσσεται με την αναλυτική μέθοδο, το δενδρικό διάγραμμα ανάλυσης κόστους CBS (Cost Breakdown Structure), δομημένο βάσει της κυπριακής πραγματικότητας και με τη χρήση των κατάλληλων μαθηματικών τύπων, όπου απαιτείται. Συγκριτικά, η μέθοδος αυτή, αν και απαιτεί αρκετό χρόνο, προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα στον αντικειμενικό υπολογισμό του ΚΚΖ.

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα κύρια συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μεταπτυχιακή διατριβή, καθώς και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα ή ενέργειες, ώστε να καταστούν πλήρως αξιοποιήσιμα τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής.

Κεφάλαιο 2

Κόστος Κύκλου Ζωής Οπλικών Συστημάτων

Η επιχειρησιακή διαθεσιμότητα αφορά το ποσοστό επί του συνόλου του Οπλικού Συστήματος (ΟΣ), που σε κάθε στιγμή απαιτείται να είναι διαθέσιμο. Το επιχειρησιακό προφίλ αποτελεί το έναυσμα για τους υπολογισμούς του Κόστους Κύκλου Ζωής (ΚΚΖ), αφού αφορά την ποιοτική και ποσοτική χρήση ενός ΟΣ, σε συγκεκριμένα χρονικά όρια. Προσδιορίζεται βάσει των απαιτήσεων του φορέα, που κατέχει και χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο σύστημα, οι οποίες απορρέουν από την αποστολή του φορέα, για την υλοποίηση εθνικών σχεδίων και αποστολών.

2.1 Γενικά

Η επιχειρησιακή ζωή είναι ο συνολικός χρόνος κατά τον οποίο θα λάβουν χώρα οι υπολογισμοί του ΚΚΖ. Η ζωή αυτή σύμφωνα με τους κανονισμούς (ΠΔ6-7/2013, 2013) υπολογίζεται, για καινούργια ΟΣ τα 30 χρόνια και για τα μεταχειρισμένα τα 15 χρόνια. Επιπλέον, η πολιτική συντήρησης ενός ΟΣ καθορίζει και το βαθμό εξάρτησης από εξωτερικούς συνεργάτες. Οι παράγοντες αυτοί είναι το ύψος των αποθεμάτων, η εφοδιαστική αλυσίδα, ο βαθμός εκπαίδευσης και τεχνογνωσίας του προσωπικού, οι συμβάσεις τύπου Follow On Support (FOS, Εν συνεχεία υποστήριξη), η οργάνωση και η διασπορά των κλιμακίων συντήρησης κλπ.

Είναι επίσης παραδεκτό ότι για όλα τα υλικά το κόστος συντήρησης τους αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, επομένως σε κάποια χρονική στιγμή και μετά η διατήρησή τους θα κριθεί οικονομικά ως μη συμφέρουσα. Το σημείο αυτό υπολογίζεται από το Συνολικό Ισοδύναμο Κόστος, εφόσον είναι γνωστά το ετήσιο κόστος συντήρησης, ο αριθμός ετών που χρησιμοποιούνται τα υλικά και με την παραδοχή ότι η ετήσια απόσβεση είναι σταθερή. Το απαιτούμενο προσωπικό καταδεικνύει το συνολικό αριθμό προσωπικού που αναγκαίοι για τη λειτουργία και εξυπηρέτηση του ΟΣ. Η εργατοώρα είναι η μονάδα μέτρησης του συνολικού

χρόνου που απαιτείται για την εκτέλεση μίας συγκεκριμένης δράσης, προσδιορίζοντας με τον τρόπο αυτό τους απαιτούμενους πόρους (χρόνος, προσωπικό) που πρέπει να διατεθούν. Ο ποσοτικός αυτός προσδιορισμός είναι αναγκαίος για την κοστολόγηση κάθε μορφής εργασίας (ΓΕΣ/ΔΕΠ, 2017).

2.2 Βασικές Έννοιες του Κόστους Κύκλου Ζωής

Ο Κύκλος Ζωής ενός συστήματος ορίζεται ως η διαχρονική εξέλιξη αυτού και ξεκινά από την απόφαση για την αναγκαιότητα ύπαρξης του μέχρι την οριστική απόσυρση του (NATO STANDARD AAP-20, 2015). Γενικά, ο Κύκλος Ζωής αποτελείται από έξι στάδια, τα οποία αντιπροσωπεύουν τις κυριότερες φάσεις του Κύκλου Ζωής ενός συστήματος, ως εξής (Πολύζος, 2011):

1. Το στάδιο σύλληψης και έρευνας που ξεκινά με την απόφαση για κάλυψη ενός επιχειρησιακού κενού και ολοκληρώνεται με την έγκριση των προδιαγραφών που το σύστημα πρέπει να διαθέτει, έτσι ώστε το κενό αυτό να καλυφθεί αποτελεσματικά. Αναλυτικότερα, περιλαμβάνει τις διαδικασίες:

- Επεξεργασία των απαιτήσεων των ενδιαφερομένων μερών
- Ανάλυση των απαιτήσεων.
- Σχεδίαση της αρχιτεκτονικής του συστήματος.
- Εξέταση των μελλοντικών σταδίων του κύκλου ζωής του συστήματος.

2. Το στάδιο σχεδίασης, δοκιμών και αξιολόγησης που περιλαμβάνει:

- Τη σχεδίαση του έργου.
- Την αξιολόγηση του έργου.
- Τον έλεγχο του έργου.
- Την ανάλυση των απαιτήσεων.
- Την αξιολόγηση του ρίσκου.
- Τη λήψη διοικητικών αποφάσεων.
- Τη διαχείριση των πληροφοριών σχετικά με το έργο.
- Την αξιολόγηση και οριστική επιβεβαίωση των χαρακτηριστικών, βάσει

των απαιτούμενων προδιαγραφών, για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα που θα παραχθεί θα ανταποκριθεί στις μελλοντικές απαιτήσεις του κύκλου ζωής.

3. Το στάδιο επενδύσεων, παραγωγής και ανάπτυξης όπου το σύστημα, καθώς και λοιπό υποστηρικτικό υλικό, είναι σε φάση κατασκευής. Περιλαμβάνει αναλυτικότερα τα παρακάτω:

- Διαχείριση του επιχειρηματικού περιβάλλοντος.
- Διαχείριση των επενδύσεων.
- Διαχείριση πόρων.
- Διαχείριση προμηθειών και εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου.
- Διαδικασίες τελικών αποδοχών και μεταφοράς κυριότητας.

4. Το στάδιο λειτουργίας στο οποίο το σύστημα είναι σε πλήρη ανάπτυξη και λειτουργία, με σκοπό να καλύψει τα επιχειρησιακά κενά, βάσει των οποίων σχεδιάστηκε. Περιλαμβάνει, επίσης, διαδικασίες που αφορούν τη διαχείριση των επενδύσεων, των προμηθειών και του επιχειρησιακού περιβάλλοντος.

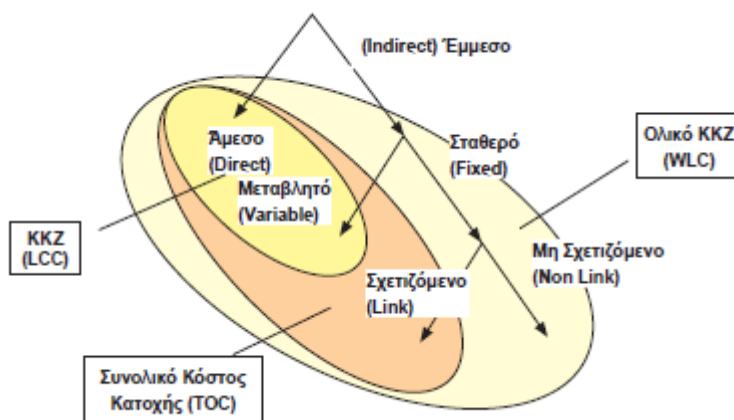
5. Το στάδιο υποστήριξης που περιλαμβάνει τις διαδικασίες διοικητικής μέριμνας, όπως είναι οι διαδικασίες συντήρησης (περιοδικές και απρογραμμάτιστες), τα logistics, οι εκπαιδεύσεις προσωπικού κλπ, έτσι ώστε το σύστημα να λειτουργεί αποδοτικά και παραγωγικά.

6. Το στάδιο απόσυρσης που ξεκινά με τη οριστική διακοπή της λειτουργίας του συστήματος και την παύση ύπαρξης του, τόσο αυτού όσο και του υποστηρικτικού του εξοπλισμού.

Επομένως, το ΚΚΖ ενός συστήματος ορίζεται ως το συνολικό κόστος όλων των παραπάνω σταδίων του κύκλου ζωής. Σε περίπτωση αγοράς του συστήματος από τρίτους, (όπως η περίπτωση της Κύπρου), το κόστος των τριών πρώτων σταδίων (έρευνα – σχεδίαση – κατασκευή) συνήθως ενσωματώνεται στο κόστος προμήθειας (ALCCP-1, 2007).

2.3 Κατηγορίες Κόστους Κύκλου Ζωής

Υπάρχουν τρεις γενικές κατηγορίες κόστους που συνδέονται με τον κύκλο ζωής για κάθε αμυντικό υλικό. Αναλόγως του σκοπού που εξυπηρετεί η εκτίμηση τους, τα κόστη αυτά ορίζονται ως εξής (NATO Task Group 054, 2007):



Σχήμα 3. Οι Γενικές Κατηγορίες Κόστους (NATO Task Group 028, 2003)

α. Κόστος Κύκλου Ζωής, το οποίο εκφράζει το άμεσο και έμμεσο κόστος που συνεπάγεται λόγω της ένταξης και χρήσης ενός συστήματος ή μίας επιχειρησιακής δυνατότητας. Αποτελεί σημαντικό στοιχείο στην οικονομική ανάλυση και στη σύγκριση εναλλακτικών επιλογών. Αποτελείται από το άμεσο κόστος και το έμμεσο μεταβλητό κόστος

$$\text{ΚΚΖ} = \text{Άμεσο κόστος} + \text{Έμμεσο Μεταβλητό Κόστος} \quad (2.1)$$

Ως άμεσο κόστος ορίζεται αυτό που σχετίζεται αποκλειστικά με την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου συστήματος και αποδίδεται εξ' ολοκλήρου σε αυτό. Το κόστος αυτό μπορεί να προϋπολογιστεί ξεχωριστά και να ελεγχθεί πιο αποτελεσματικά. Παραδείγματα άμεσου κόστους αποτελούν το κόστος προμήθειας, το κόστος καυσίμων – ελαιολιπαντικών, το κόστος συντήρησης κλπ. Το έμμεσο μεταβλητό κόστος είναι αυτό που δεν μπορεί να αποδοθεί αποκλειστικά σε ένα συγκεκριμένο σύστημα, διότι εξαρτάται και από την ύπαρξη άλλων συστημάτων. Ωστόσο σχετίζεται με συγκεκριμένες παραμέτρους που εμμέσως το επηρεάζουν (π.χ το κόστος μίας Μονάδος Υποστήριξης Βάσης που συντηρεί διαφορετικούς τύπους μηχανημάτων – οχημάτων κλπ).

β. **Συνολικό Κόστος Ιδιοκτησίας (ΣΚΙ).** Είναι το κόστος που σχετίζεται με την απόκτηση ενός συγκεκριμένου συστήματος και δεν περιλαμβάνει κατηγορίες κόστους που αφορούν την οργάνωση και λειτουργία του συστήματος. Αποτελεί χρήσιμο στοιχείο για τις χρηματοοικονομικές αναλύσεις, τον προγραμματισμό των πιστώσεων, τις περιπτώσεις βελτιώσεων και την αποδοτικότερη διαχείριση κοινών υπηρεσιών μεταξύ διαφορετικών συστημάτων. Υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{ΣΚΙ} = \text{ΚΚΖ} + \text{Έμμεσο Σταθερό Σχετιζόμενο Κόστος} \quad (2.2)$$

Το έμμεσο σταθερό σχετιζόμενο κόστος είναι αυτό που θεωρείται ζωτικό για τη λειτουργία και υποστήριξη ενός ή/και πολλών συστημάτων, αλλά δε σχετίζεται με συγκεκριμένες παραμέτρους των συστημάτων, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως μία βάση για επιμερισμό του κόστους. Συνήθως παρουσιάζει διαχρονική σταθερότητα, ανεξαρτήτως χρήσης, ποσότητας, τύπου συστημάτων. (π.χ κτιριακές εγκαταστάσεις, διοικητικό κόστος).

γ. **Ολικό Κόστος Ζωής (ΟΚΖ).** Είναι το σύνολο των κατηγοριών κόστους για ένα σύστημα. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη διεξαγωγή μελετών σε στρατηγικό επίπεδο, τη χάραξη πολιτικής, καθώς και στο σχεδιασμό του συνολικού προϋπολογισμού. Συνίσταται από το ΣΚΙ και το σταθερό μη σχετιζόμενο κόστος.

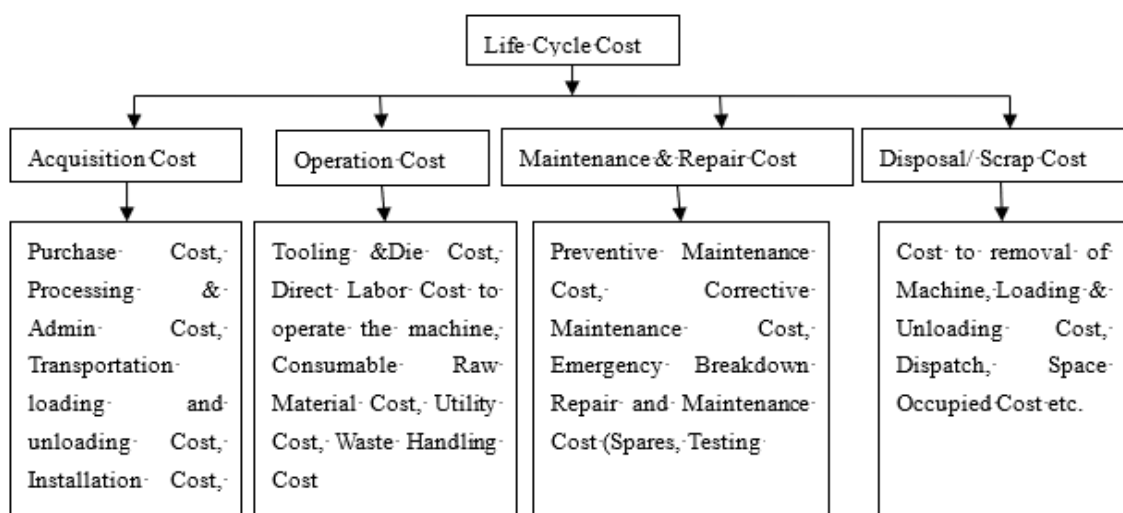
$$\text{ΟΚΖ} = \text{ΣΚΙ} + \text{Σταθερό Μη Σχετιζόμενο Κόστος} \quad (2.3)$$

Το σταθερό μη σχετιζόμενο κόστος είναι το κόστος που αφορά γενικά την οργάνωση και λειτουργία ενός οργανισμού. Το κόστος αυτό υφίσταται ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη του συγκεκριμένου ή και άλλων συστημάτων. Ο επιμερισμός του στα συστήματα είναι υποκειμενικός (π.χ το κόστος λειτουργίας ενός επιτελείου, ή ενός στρατιωτικού σχολείου κλπ).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΑΜΕΣΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΕΜΜΕΣΟ ΚΟΣΤΟΣ		
		ΜΕΤΑΒΛΗΤΟ	ΣΤΑΘΕΡΟ	
			ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟ	ΜΗ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟ
ΚΚΖ				
ΣΚΙ				
ΟΚΖ				

Πίνακας 1. Αθροιστική Απεικόνιση ΚΚΖ – ΣΚΙ – ΟΚΖ (ΓΕΣ/ΔΕΠ, 2017)

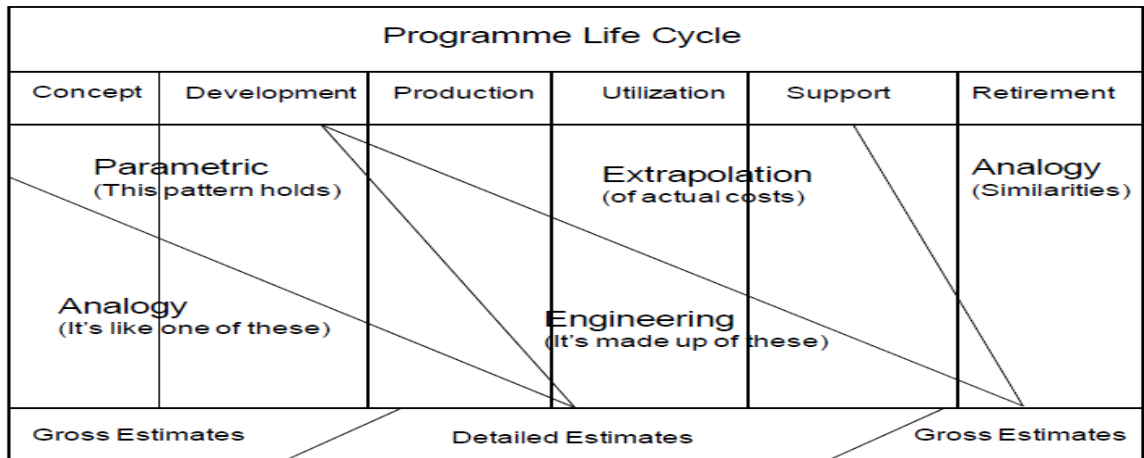
Για τον υπολογισμό του ΚΚΖ απαιτείται όπως διαμορφωθεί μία αναλυτική δομή κόστους, η οποία θα πρέπει να συνάδει με το χρηματοοικονομικό και οργανωτικό σύστημα του οργανισμού. Οι δαπάνες αυτές θα πρέπει να αναλυθούν σύμφωνα με τη δενδρική δομή ανάλυσης κόστους (Cost Breakdown Structure, CBS). Γενικά, η ανάλυση CBS αποτελεί την αναλυτική δομή των στοιχείων κόστους, παρέχοντας οπτική απεικόνιση στη σύνθεση του ΚΚΖ και στην ιεραρχία των επιμέρους στοιχείων κόστους. Επίσης, προσφέρει μία εκτίμηση από πάνω προς τα κάτω, η οποία μπορεί να διαχωριστεί περαιτέρω, ώστε να προσφέρει μία σαφή κοστολόγηση από κάτω προς τα πάνω στο επίπεδο των παραδοτέων προϊόντων και εργασιών. Όσο αυξάνεται το επίπεδο λεπτομέρειας των πακέτων εργασιών, τόσο αυξάνεται και η ακρίβεια της εκτίμησης του πραγματικού κόστους (Burke, 2014)



Σχήμα 4. Χαρακτηριστική Δενδρική Δομή Ανάλυσης Κόστους (Burke, 2014)

2.4 Μέθοδοι Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής

Η τυποποιημένη δομή για την ανάλυση των στοιχείων κόστους, επιτρέπει την άμεση δυνατότητα σύγκρισης κατηγοριών κόστους ανάμεσα σε διαφορετικά συστήματα. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται εφικτή η χρήση των κύριων τεχνικών εκτίμησης όπως η αναλογική, η παραμετρική και η αναλυτική.



Σχήμα 5. Μέθοδοι Υπολογισμού ΚΚΖ Κατά Στάδιο (SAS-069, 2009)

Η αναλογική μέθοδος υποθέτει ότι ένα νέο σύστημα δεν είναι εντελώς νέο, καθότι προέρχεται από την εξέλιξη ενός υφιστάμενου συστήματος ή συνδυασμού υπαρχόντων συστημάτων. Με τη μέθοδο αυτή συγκρίνονται τα δύο συστήματα, συνολικά ή επιμέρους και αξιολογούνται οι διαφορές τους. Ωστόσο, τα συγκρινόμενα στοιχεία, αναλογικά θα πρέπει να είναι παρομοίου μεγέθους, πολυπλοκότητας και αντικειμένου. Επίσης, απαραίτητη είναι η ύπαρξη πληροφοριών κόστους και τεχνικών στοιχείων για το υφιστάμενο σύστημα (Dixon, 2006)

Το πλεονέκτημα της αναλογικής μεθόδου είναι ότι εφόσον υπάρξει ικανοποιητική αναλογία μεταξύ καινούργιου και υφιστάμενου συστήματος, αυτό ενισχύει την αξιοπιστία της εκτίμησης. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η αυξημένη πιθανότητα υποκειμενικής αξιολόγησης της εκτίμησης, καθώς επίσης και η δυσκολία μαθηματικής αποτύπωσης της αναλογίας συσχέτισης στα υπό σύγκριση συστήματα, αφού θα πρέπει να εξευρεθεί η κοινή παράμετρος που καθορίζει την αναλογία του κόστους.

Ως απλό παράδειγμα, αν υποθεθεί ότι η κοινή παράμετρος που καθορίζει το Κόστος Ώρας Πτήσης (ΚΩΠ) ενός παλαιού τύπου επιθετικού ελικοπτέρου (Ε/Π), με ένα νέου τύπου είναι το Μέγιστο Βάρος Απογείωσης (Maximum Takeoff Weight, MTW), με γραμμική σχέση εξάρτησης. Αν για το παλιό Ε/Π ισχύει βάσει των ιστορικών στοιχείων ότι για MTW 12 τόνους, το ΚΩΠ είναι 2000€, τότε για ένα παρόμοιου τύπου νέο Ε/Π με MTW 7,5 προκύπτει ότι:

$$ΚΩΠ \text{ νέου ΕΠ} = 7,5 \times \frac{2000}{12} = 1250€$$

Η παραμετρική μέθοδος στηρίζεται στην παραδοχή ότι οι μαθηματικές σχέσεις που συνδέουν το κόστος με διάφορες παραμέτρους των υφιστάμενων ή παλαιότερων συστημάτων, θα ισχύουν και για το νέο σύστημα. Επομένως, με τη χρήση της τεχνικής της πολλαπλής παλινδρόμησης (Multiple Regression Analysis) και των καταγεγραμμένων ιστορικών στοιχείων του συστήματος, υπολογίζονται οι σχέσεις συσχετισμού τεχνικών δεδομένων και κόστους (Cost Estimation Relationships, CER), καθώς και τις δαπάνες βάσει των χαρακτηριστικών και των μετρήσιμων ιδιοτήτων του υπό εξέταση συστήματος. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η περιγραφή με μαθηματικούς όρους, του συσχετισμού ή της επίδρασης των τεχνικών χαρακτηριστικών - επιδόσεων ενός συστήματος (ως ανεξάρτητη μεταβλητή) με το κόστος (εξαρτημένη μεταβλητή). Η τεχνική αυτή αποδίδει ικανοποιητικά τη σχέση κόστος - απόδοση ενός συστήματος, ενώ παράλληλα παρέχει σε σύντομο χρόνο ρεαλιστικά στοιχεία εκτίμησης – πρόβλεψης ΚΚΖ. Απαραίτητη προϋπόθεση και στην περίπτωση αυτή είναι η ύπαρξη μίας ενημερωμένης βάση δεδομένων κόστους υφιστάμενων και παλαιότερων συστημάτων ΟΣ (Kiley, 2001)

Ως αρχικό δεδομένο θεωρείται το κόστος απόκτησης του συστήματος. Επιπλέον, από τα ιστορικά στοιχεία λαμβάνονται τα δεδομένα που αφορά το Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης (ΚΛ&Σ), τα οποία επαναλαμβάνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και ως επί το πλείστον αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος δαπανών στον κύκλο ζωής ενός συστήματος. Ο κύκλος συντήρησης σχετίζεται με εργασίες που καθορίζει ο κατασκευαστής για την καλή λειτουργία του συστήματος και περιλαμβάνει σε γενικές γραμμές τα POLs (Petroleum, Oil, Lubricants), τις εργασίες συντήρησης – επισκευής– γενικής επισκευής (overhaul) και τα ανταλλακτικά. Επομένως, το ΚΛ&Σ, και κατ' επέκταση το ΚΚΖ, είναι μια συνάρτηση που το αποτέλεσμά της έχει αυξητική τάση σε συνάρτηση με το χρόνο. Σύμφωνα με (Sokri, 2014) αν το m είναι το ΚΛ&Σ και α η ηλικία του συστήματος, τότε οι δαπάνες (m) εξαρτώνται από το χρόνο (α) με αυξητική τάση.

$$\frac{dm(\alpha)}{dt} > 0 \quad (2.4)$$

Η σχέση αυτή βασίζεται στην παραδοχή ότι όσο πιο πολύ χρόνο παραμένει σε λειτουργία ένα σύστημα, τόσο αυξάνεται το ΚΛ&Σ του. Αυτό μπορεί να αποδοθεί με την παρακάτω παραμετρική σχέση (Greenfield & Perssellin, 2003):

$$m(\alpha) = Ce^{g\alpha} \quad (2.5)$$

όπου $C > 0$ και αναπαριστά το αρχικό ΚΛ&Σ στο έτος της κατασκευής του, ενώ $g > 0$, απεικονίζει το ρυθμό αύξησης του κόστους των δαπανών αυτών. Το μοντέλο παλινδρόμησης της εξίσωσης (2.5) προκύπτει ως εξής:

$$\ln[m(\alpha)] = \ln C + g\alpha + \varepsilon \quad (2.6)$$

Αυτή η σχέση εκτίμησης του κόστους δείχνει πως το κόστος συντήρησης μεταβάλλεται με την αύξηση της ηλικίας του υλικού. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Dixon, 2006) σε αυτή τη λογαριθμική σχέση ο συντελεστής παλινδρόμησης, βάσει της μεταβλητής της ηλικίας του συστήματος, αποδίδεται ποσοστιαία. Επιπλέον, το σφάλμα ε είναι σχετικό και όχι απόλυτο.

Για την πρόβλεψη του ΚΛ&Σ ενός καινούργιου συστήματος, μπορεί να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από παρόμοιου τύπου παλαιότερου οπλικού συστήματος, έτσι ώστε να εκτιμηθεί η κλίση g . Το αρχικό ΚΛ&Σ στην ηλικία μηδέν θα πρέπει να συνυπολογιστεί σε συνεργασία με τον κατασκευαστή, με τη χρήση διάφορων στατιστικών εργαλείων [ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης, μοντέλα εξομοίωσης πιθανοτήτων, τεχνική PERT (Program Evaluation and Review Technique)]. Επιπλέον, όλες οι χρηματικές αξίες μετατρέπονται σε παρούσες, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση του πληθωρισμού, ώστε να είναι εφικτές οι συγκρίσεις μεταξύ των περιόδων.

Ο υπολογισμός του βέλτιστου επιχειρησιακού ορίζοντα ενός συστήματος, βασίζεται στη θεώρηση ότι ο αντικειμενικός σκοπός των ΕΔ δεν είναι μόνο να ελαττωθεί το ΚΚΖ, αλλά να ελεγχθεί και ο μέσος όρος κόστους κάθε διαθέσιμου έτους λειτουργίας του συστήματος. Επομένως, για κάθε διαθέσιμο έτος, το συνολικό ΚΛ&Σ και απόκτησης του συστήματος, διαμέσου του κύκλου ζωής του, δύναται να περιγραφεί σύμφωνα με (Keating & Dixon, 2006) από την παρακάτω εξίσωση:

$$c(s) = p + \int_0^s M(a)e^{-rm} da \quad (2.7)$$

Όπου p το κόστος απόκτησης, $M(a)$ οι δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης αναλόγως της διαθεσιμότητας, s ο χρόνος λειτουργίας του συστήματος και r το προεξοφλητικό επιτόκιο. Εφόσον ο συντελεστής έκπτωσης β (discount factor) για τον υπολογισμό της παρούσας αξίας ισούται με

$$\beta = e^{-r} \quad (2.8)$$

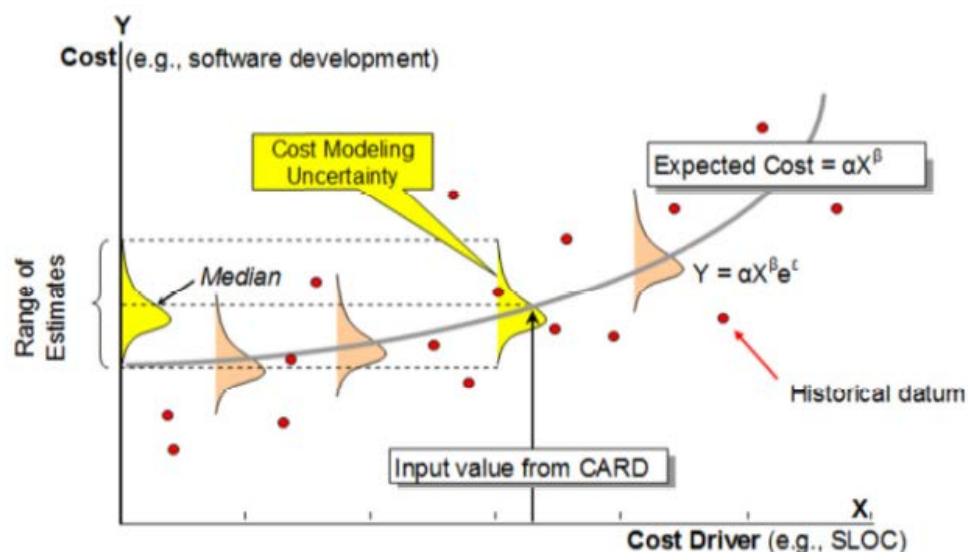
τότε η εξίσωση βελτιστοποίησης που καθορίζει τα χρονικά όρια του βέλτιστου επιχειρησιακού ορίζοντα διαμορφώνεται ως εξής (Sokri, 2014):

$$v = \min_s \{c(s) + \beta^s v\} \quad (2.9)$$

Όπου v οι σταθερές τιμές της συνάρτησης και οι οποίες είναι κοινές καθ' όλη τη χρονική περίοδο (Bertsekas, 2005). Εφ' όσον το συνολικό κόστος έκπτωσης είναι πεπερασμένο λόγω του ότι το $c(s)$ ορίζεται εντός του χρόνου s και $0 < \beta < 1$. Επιλύοντας την παραπάνω εξίσωση κατά v , προκύπτει η συνάρτηση υπολογισμού του βέλτιστου επιχειρησιακού ορίζοντα (Sokri, 2014):

$$v^* = \min_s \left\{ \frac{c(s)}{1 - \beta^s} \right\} \quad (2.10)$$

Αυτό το μοντέλο εκτίμησης του ΚΚΖ παρέχει αρκετά πλεονεκτήματα καθότι είναι γενικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τύπους συστημάτων, τόσο εν χρήσει όσο και καινούργια.

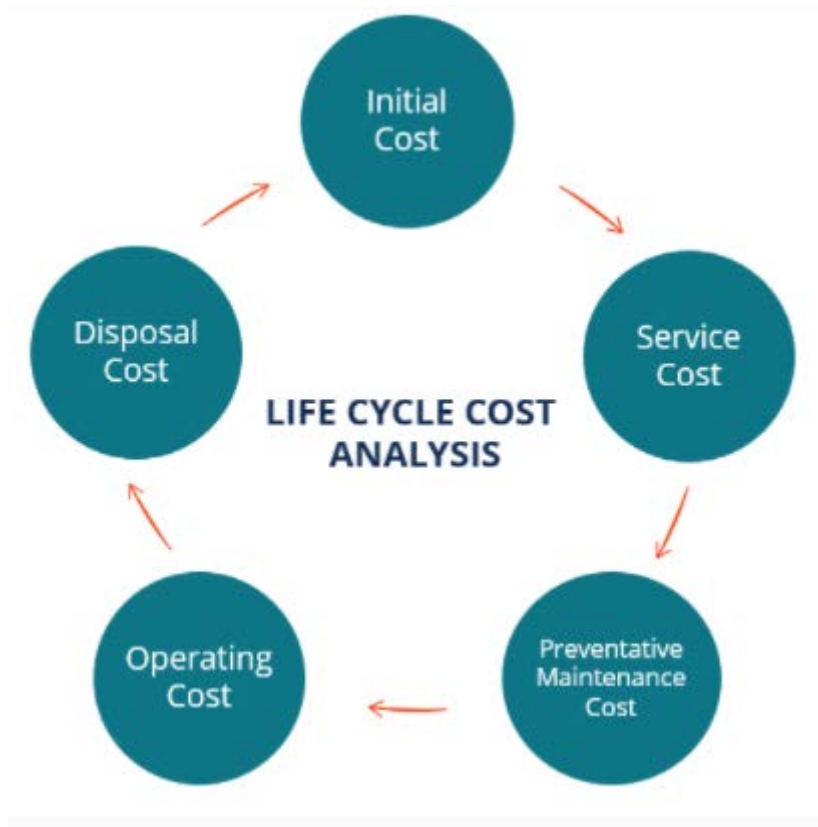


Σχήμα 6. Παράδειγμα Δημιουργίας Παραμετρικού Θετικού Συσχετισμού Κόστους (Smit, 2009)

Η αναλυτική τεχνική εκτίμησης του ΚΚΖ προσπαθεί να ανιχνεύσει τα επιμέρους στοιχεία που συνιστούν το συνολικό κόστος, βάσει της κατηγοριοποίησης του κυρίως συστήματος σε υποσυστήματα, συγκροτήματα και μονάδες (Product Breakdown Structure, PBS), ή αντιστοίχως, των δραστηριοτήτων σε επιμέρους δραστηριότητες. Το συνολικό κόστος είναι το άθροισμα του κάθε επιμέρους στοιχείου κόστους, σύμφωνα με την ταξινόμηση του στη δενδρική ανάλυση του κόστους. Η επιτυχία της μεθόδου αυτής εξαρτάται από την ορθή και δομημένη καταγραφή αξιόπιστων δεδομένων. Η ύπαρξη ηλεκτρονικών εφαρμογών για παρακολούθηση των δεδομένων σε πραγματική βάση, επιτρέπει τη διαχρονική παρακολούθηση του ΚΚΖ ενός συστήματος (Sandberg, Boart, & Larsson, 2005). Η γενική σχέση που περιγράφει το μοντέλο αυτό περιγράφεται από την αθροιστική σχέση

$$C_{total} = \sum_{k=1}^n C_k \quad (2.11)$$

Όπου C_k σε γενικές γραμμές είναι οι κατηγορίες κόστους του σχήματος 7.

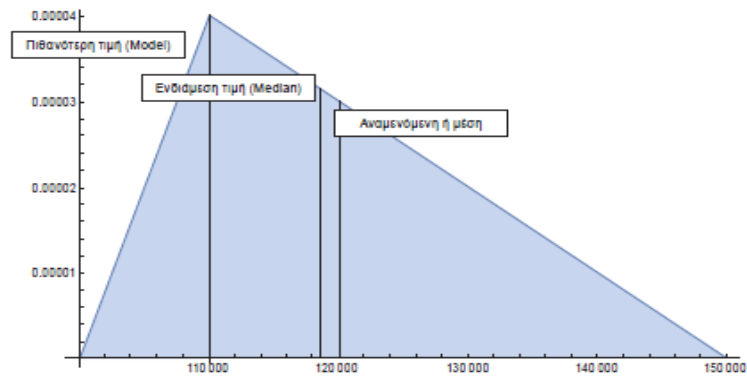


Σχήμα 7. Βασικές Κατηγορίες Κόστους Λειτουργίας και Συντήρησης (Corporate Finance Institute, 2015)

Βασικά πλεονεκτήματα της αναλυτικής μεθόδου είναι η αξιοπιστία της, καθότι βασίζεται σε αντικειμενικά κριτήρια, επικαιροποιείται με ευκολία και επιτρέπει τη διεξαγωγή ανάλυσης κινδύνου και ευαισθησίας. Τα μειονεκτήματα της είναι ότι απαιτεί αρκετό χρόνο για την υλοποίηση της, επιμέρους στοιχεία με μικρό περιθώριο σφάλματος αθροιστικά ενδέχεται να οδηγήσουν σε μη αποδεκτά περιθώρια σφάλματος, ενώ υπάρχει πιθανότητα για παράλειψη ενσωμάτωσης κάποιων παραμέτρων κόστους.

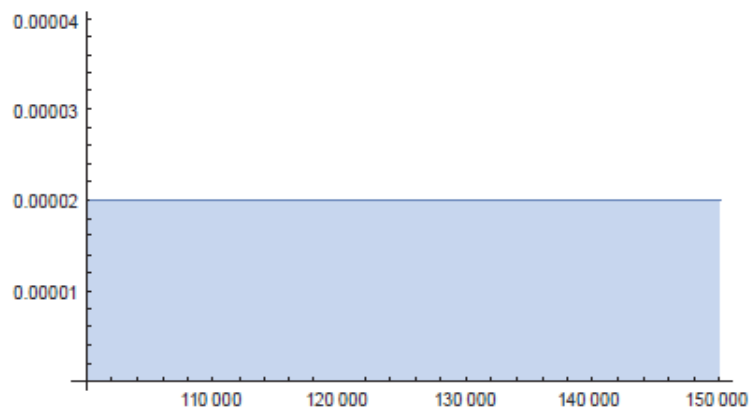
Πέραν των ανωτέρω, ειδικά σε ότι αφορά στην προμήθεια ενός νέου ΟΣ, αναγκαστικά όπως οριστούν ο κίνδυνος και η αβεβαιότητα. Ο κίνδυνος εκφράζει την έκθεση σε ζημιά, λόγω κάποιου ενδεχόμενου και της επικρατούσας αβεβαιότητας. Ως αβεβαιότητα ορίζεται η διακύμανση για την έκβαση μίας κατάστασης, που προκύπτει λόγω έλλειψης πληροφοριών σχετικά με τις μεταβλητές που λαμβάνονται υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων. Εν προκειμένω, ο κίνδυνος σε μία προμήθεια ενός ΟΣ, είναι το ενδεχόμενο αποτυχίας του να υλοποιηθεί εντός του καθορισμένου κόστους - χρόνου - τεχνικών προδιαγραφών. Επιπλέον, για κάθε εκτίμηση του ΚΛ&Σ ενός ΟΣ, που γίνεται στο στάδιο της προμήθειας, περιλαμβάνεται μεγάλη αβεβαιότητα, λόγω έλλειψης αξιόπιστων πληροφοριών για τα μελλοντικά μεγέθη. Επομένως, οι εκτιμητές βασίζονται τις προβλέψεις τους σε υποθετικά σενάρια. Ωστόσο, η αβεβαιότητα περιορίζεται με την πάροδο του χρόνου, αφού τα πραγματικά δεδομένα που προκύπτουν, οδηγούν σε πιο αξιόπιστες εκτιμήσεις. (Αρτίκης, Κίνδυνος, 2010).

Ειδικότερα, στην αναλυτική τεχνική όταν τα διαθέσιμα δεδομένα είναι αξιόπιστα και με ακρίβεια, τότε χρησιμοποιείται μόνο μία τιμή για την κάθε κατηγορία κόστους (ενός σημείου). Σε περιπτώσεις όμως που δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την ακριβή εκτίμηση του κόστους (π.χ μικρός αριθμός δείγματος) χρησιμοποιείται η τεχνική εκτίμησης τριών σημείων. Βάσει εμπειρογνωμοσύνης ή ιστορικών στοιχείων, γίνονται υποθέσεις τριών σημείων (ελάχιστο κόστος, πιθανότερο κόστος και μέγιστο κόστος,) με χρήση της τριγωνικής κατανομής, προκειμένου να μοντελοποιηθεί η αβεβαιότητα.



Σχήμα 8. Τριγωνική Κατανομή για Μοντελοποίηση της Αβεβαιότητας (ΓΔΑΕΕ, 2017)

Εάν, ωστόσο, η αβεβαιότητα είναι μεγάλη σε ότι αφορά την πιθανότερη τιμή, τότε γίνονται υποθέσεις δύο σημείων (ελάχιστη και μέγιστη τιμή) με χρήση της ομοιόμορφης κατανομής αυτή τη φορά, για μοντελοποίηση της αβεβαιότητας.



Σχήμα 9. Ομοιόμορφη Κατανομή Δύο Σημείων (min, max) (ΓΔΑΕΕ, 2017)

Στη συνέχεια, με την ολοκλήρωση της μοντελοποίησης της αβεβαιότητας, χρησιμοποιείται η τεχνική της προσομοίωσης (με χρήση εξειδικευμένων λογισμικών προγραμμάτων), για υπολογισμό του συνολικού κόστους.

Για την εξομάλυνση του εκτιμώμενου ΚΚΖ λαμβάνεται υπόψη ο ρυθμός μεταβολής της διαχρονικής αξίας και της αγοραστικής δύναμης του χρήματος, αφού το χρηματικό ποσό που δαπανάται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους διαφέρει ως προς την αξία του. Η διαχρονική αξία του χρήματος είναι η εγγενής δυνατότητα του χρήματος, αφού επενδυθεί σε κατάλληλα επενδυτικά σχέδια, να αποδώσει νέο χρήμα. Η παρούσα αξία είναι η εκφρασμένη με σημερινούς

όρους αξία μελλοντικών χρηματικών ροών. Ο υπολογισμός της παρούσας αξίας μελλοντικών χρηματοροών ονομάζεται προεξόφληση. (Αρτίκης, Διαχρονική Αξία Χρήματος, 2002).

Τέλος θα πρέπει να αναλυθεί η ευαισθησία των στοιχείων κόστους σε πιθανές διαφοροποιήσεις των δεδομένων, των παραδοχών ή και των υποθέσεων. Με τον τρόπο αυτό εντοπίζονται οι επιδράσεις στο συνολικό κόστος, λόγω των αλλαγών στις προδιαγραφές ή στα χρονικά περιθώρια, καθώς και τις υποθέσεις που επηρεάζουν περισσότερο τη διαμόρφωση του κόστους. Σύμφωνα με τον κανόνα του Pareto ένας περιορισμένος αριθμός μεταβλητών σε ποσοστό 20% (κύριες μεταβλητές κόστους), επηρεάζει κατά 80% το ΚΚΖ (NATO Task Group 054, 2007).

2.5 Μαθηματικά Μοντέλα Ανάλυσης του Κόστους Κύκλου Ζωής

Το κόστος χωρίζεται βάσει του χρόνου σε δύο κύριες ομάδες, η πρώτη αφορά τα κόστη τα οποία έχουν ήδη παρουσιαστεί και η δεύτερη τα κόστη τα οποία τρέχουν ή θα εμφανιστούν αργότερα, που το μέγεθος τους θα προκύψει από προβλέψεις βάσει υπολογιστικών μοντέλων, με μικρή ή μεγάλη απόκλιση από την πραγματικότητα. Σε γενικές γραμμές η ανάλυση του ΚΚΖ χρησιμοποιεί τα παρακάτω οκτώ μαθηματικά μοντέλα (Korecki, Cabicarova, & Balhar, 2014):

➤ Το μοντέλο άθροισης των συνόλων κόστους, όπου προστίθενται τα διάφορα στοιχεία κόστους των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί, δεν περιλαμβάνεται η χρονική αξία του χρήματος και δεν χρησιμοποιεί κανένα μοντέλο πρόβλεψης.

$$LCC_{total} = \sum_{k=1}^n C_k \quad (2.12)$$

➤ Το γενικό μοντέλο ΚΚΖ που περιλαμβάνει τη χρονική αξία του χρήματος, το προεξοφλητικό επιτόκιο και τον πληθωρισμό, υπολογίζεται από τη σχέση

$$LCC = \sum_{k=(m-1)}^n \frac{C_k}{(1+i)^k} \quad (2.13)$$

όπου το m αντιπροσωπεύει τη διάρκεια ανάπτυξης ή απόκτησης του συστήματος σε χρόνια, το n δείχνει τον κύκλο ζωής σε χρόνια, το i είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο και το C_k το κόστος κατά τη διάρκεια του χρόνου k .

➤ Το μοντέλο ΚΚΖ που το συνδέει με το ΣΚΙ, [εξίσωση (2.2)]

➤ Το μοντέλο σχετικών εξοικονομήσεων (Saving to Investment Ratio), που είναι ο λόγος εξοικονομήσεων ως προς τις επιπλέον επενδύσεις, συμπεριλαμβανομένου της χρονικής αξίας του χρήματος και του προεξοφλητικού επιτοκίου. Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$SIR = \frac{\sum_{t=0}^N \frac{S_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^N \frac{I_t}{(1+d)^t}} \quad (2.14)$$

➤ Το μοντέλο Ισοδύναμου Ετήσιου Λειτουργικού Κόστους (Equivalent Annual Operating Cost, EAOC), που υπολογίζεται βάσει της χρονικής αξίας του χρήματος και του προεξοφλητικού επιτοκίου, ως εξής:

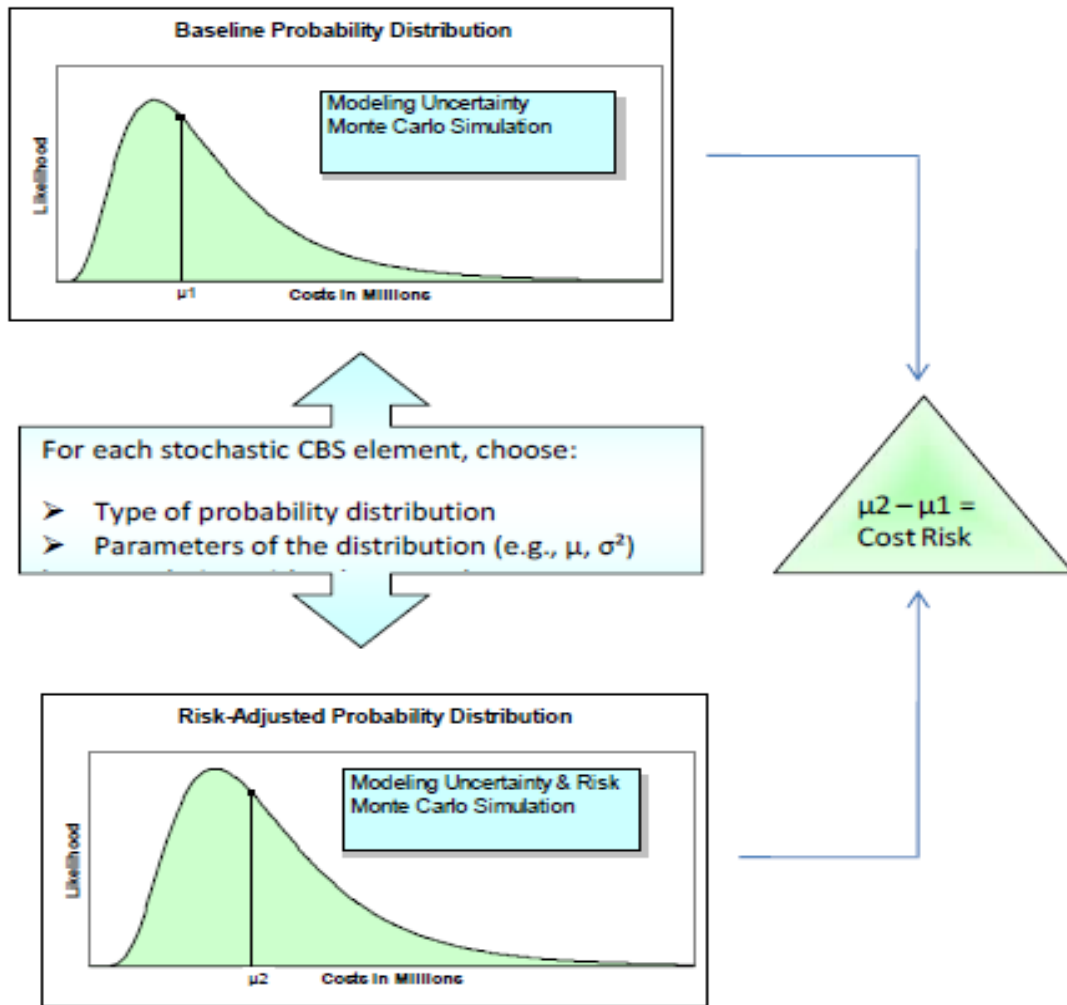
$$EAOC = A_k + \frac{\sum_{i=0}^n [PV_{cost}]}{\left(\frac{1}{(1+r)^n}\right)} \quad (2.15)$$

όπου A_k είναι το ετήσιο κόστος της προγραμματισμένης συντήρησης, r το προεξοφλητικό επιτόκιο, n ο κύκλος ζωής σε χρόνια και PV (Present Value) η παρούσα αξία του κόστους των επισκευών (απρογραμματιστής συντήρησης).

➤ Το μοντέλο εξοικονόμησης κόστους ενέργειας.

➤ Το μοντέλο πιθανότητας αποτυχίας που βασίζεται στον υπολογισμό της συχνότητας αποτυχίας, βάσει της κατανομής Weibull.

➤ Η εκτίμηση του ρίσκου, το οποίο είναι αναπόσπαστο στοιχείο της μεθοδολογίας πρόβλεψης του ΚΚΖ, π.χ με μοντελοποίηση της κατανομής πιθανοτήτων κόστους και με εξομοίωση τύπου Monte Carlo.



Σχήμα 10. Τυπικό Διάγραμμα Μοντελοποίησης Αβεβαιότητας και Υπολογισμού Κινδύνου (SAS-069, 2009)

Κεφάλαιο 3

Πρακτικές Κρατών στην Εκτίμηση του Κόστους Κύκλου Ζωής

Η διαδικασία που ακολουθείται για την εκτίμηση του Κόστους Κύκλου Ζωής, αποτελεί ένα σύνολο τεχνικών πρόβλεψης, μοντελοποίησης και ανάλυσης κόστους, σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής ενός συστήματος. Οι εκτιμήσεις που προκύπτουν θα είναι αξιόπιστες, ποιοτικές και θα οδηγούν σε ασφαλή συμπεράσματα, εφόσον η διαδικασία είναι τυποποιημένη, σωστά σχεδιασμένη και υποστηριζόμενη από κατάλληλα πληροφοριακά συστήματα.

3.1 Ο ρόλος του Κόστους Κύκλου Ζωής στην Κοστολόγηση Ενός Οπλικού Συστήματος στην Κύπρο

Η αξιολόγηση των αμυντικών προμηθειών στην Κύπρο βασίζεται στο πλαίσιο που καθορίζουν η νομοθεσία (Ν.173(Ι)/2011), (ΚΔΠ257/2012, 2012), η Κεντρική Αναθέτουσα Αρχή Δημοσίων Συμβάσεων ο (Γενικό Λογιστήριο, 2019), και το ΓΕΕΦ (ΠΔ6-7/2013, 2013). Εξαρτάται, επίσης, από τη διαδικασία προμήθειας που θα αποφασιστεί να ακολουθηθεί που συνοπτικά είναι ο κλειστός διαγωνισμός με συγκεκριμένους προμηθευτές, ο ανοιχτός διαγωνισμός, ο ανταγωνιστικός διάλογος και η διακρατική συμφωνία (G2G). Την τελική έγκριση για την προμήθεια κύριου αμυντικού εξοπλισμού την παρέχει η Βουλή των Αντιπροσώπων, μέσω της Επιτροπής Άμυνας η οποία μετά από ειδική συνεδρίαση αποδεσμεύει τις απαιτούμενες πιστώσεις, που προνοούνται στη συμφωνία – σύμβαση, από τα δεσμευμένα άρθρα του ετήσιου προϋπολογισμού (Κεφάλαιο Αμυντικής Θωράκισης).

Ωστόσο, μέχρι ένα πρόγραμμα προμήθειας οδηγηθεί για τελική έγκριση στο κυπριακό κοινοβούλιο, παρεμβάλλονται διάφορα στάδια. Κατ' αρχήν το Γενικό Επιτελείο της Εθνικής Φρουράς, εντάσσει την προμήθεια ενός κύριου αμυντικού υλικού στο Πολυετές Εξοπλιστικό

Πρόγραμμα, πρωτίστως για την κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών, αλλά και για τον έγκαιρο οικονομικό προγραμματισμό. Αυτό προϋποθέτει:

α. Την εκπόνηση της Μελέτης Αναγνώρισης Επιχειρησιακή Ανάγκης (ΜΑΕΑ), όπου καθορίζονται σε πρώτο στάδιο οι ποσοτικές ανάγκες, οι ανάγκες σε υποδομές και σε ανθρώπινο δυναμικό. Περιλαμβάνει, επίσης, την εκτίμηση του κόστους προμήθειας, που βασίζεται κυρίως σε πληροφορίες που αντλούνται από διάφορες πηγές (π.χ μέσω Request for Information RFI, από αντίστοιχα προγράμματα προμήθειας άλλων χωρών κλπ).

β. Τη σύνταξη των Ειδικών Στρατιωτικών Απαιτήσεων - Προδιαγραφών (ΕΣΑ-Π), όπου περιλαμβάνονται και οι όροι αξιολόγησης των υποψήφιων προς προμήθεια οπλικών συστημάτων. Σε γενικές γραμμές οι επιχειρησιακές προδιαγραφές καλύπτουν το 40% - 50%, τα τεχνοεφοδιαστικά χαρακτηριστικά το 30% - 40 % και οι οικονομικές επιδόσεις το 10% - 20%. Κάθε κατηγορία επιδόσεων αποτελείται από διάφορους παραμέτρους που η κάθε μία διαθέτει το δικό της συντελεστή βαρύτητας. Το ΚΚΖ, που πρόσφατα ξεκίνησε να περιλαμβάνεται στην κατηγορία των οικονομικών επιδόσεων, ως απότοκο Ευρωπαϊκής Οδηγίας (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2009), διαθέτει συντελεστή βαρύτητας που άτυπα περιορίζεται γύρω στο 20% των οικονομικών επιδόσεων, χωρίς ωστόσο να υποχρεώνει τον προμηθευτή να τεκμηριώνει την εκτίμηση του .

Στη συνέχεια η ΜΑΕΑ και οι ΕΣΑ-Π προωθούνται στο Υπουργείο Άμυνας / Διεύθυνση Εξοπλισμών όπου, εφόσον το πρόγραμμα περιλαμβάνεται στον εγκριμένο προϋπολογισμό του έτους, λαμβάνει την κατ' αρχήν έγκριση από το Συμβούλιο Προσφορών Άμυνας και Ασφάλειας (ΣΥΠΑΑ) για την έναρξη του Α' Σταδίου του διαγωνισμού (Αξιολόγηση Οικονομικών Φορέων) και της διαδικασίας που θα ακολουθηθεί. Εναλλακτικά και εφόσον συντρέχουν ειδικοί λόγοι εθνικής ασφάλειας, κατόπιν αποφάσεως του Υπουργικού Συμβουλίου, ένα πρόγραμμα προμήθειας δύναται να προωθηθεί μέσω διακρατικής συμφωνίας. Επίσης, αν συγκεκριμένοι τεχνικοί λόγοι το επιβάλλουν, το ΣΥΠΑΑ δύναται να εγκρίνει τη διαδικασία διαπραγμάτευσης με μόνο μία προμηθεύτρια εταιρεία

Στη συνέχεια οι επιτυγχόντες οικονομικοί φορείς, από το πρώτο στάδιο αξιολόγησης, καλούνται να υποβάλουν οικονομική προσφορά (Β' Στάδιο, Αξιολόγηση Οικονομικών Προσφορών), όπου

σε ειδικό παράρτημα περιλαμβάνονται προδιαγραφές και δυνατότητες. Ακολούθως, η διορισμένη επιτροπή αξιολόγησης από την αναθέτουσα αρχή (Γενικός Διευθυντής του ΥΠΑΜ), βαθμολογεί τις υποβαλλόμενες προσφορές, βάσει των κριτηρίων και των συντελεστών βαρύτητας που περιγράφονται στις ΕΣΑ-Π. Η τελική επιλογή των υποψήφιων προμηθευτών γίνεται εφόσον οι προσφορές τους:

➤ Καλύπτουν όλες τις επιχειρησιακές και τεχνικές απαιτήσεις – προδιαγραφές που έχουν καθοριστεί. Οι ιδιότητες του προς προμήθεια υλικού καθορίζονται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τη λειτουργικότητα και αποδοτικότητα, την καταλληλότητα, καθώς και την απαιτούμενη διαλειτουργικότητα και ομοιογένεια με άλλα οπλικά συστήματα που είναι ήδη σε χρήση.

➤ Είναι εντός των ορίων του οικονομικού προγραμματισμού, με επιπλέον ανοχή +20%, ή με 80% βεβαιότητα κόστους. Επίσης, βασικό κριτήριο στην κατηγορία οικονομικών επιδόσεων είναι είτε η χαμηλότερη τιμή, είτε η πλέον οικονομικά συμφέρουσα προσφορά. Ωστόσο, σε περίπτωση ισοβαθμίας επιλέγεται η προσφορά με τη χαμηλότερη τιμή.

Το ΣΥΠΑΑ, ακολούθως, αφού εξετάσει την εισήγηση της επιτροπής αξιολόγησης, εγκρίνει την έναρξη των τελικών διαπραγματεύσεων, μεταξύ της Διεύθυνσης Εξοπλισμών και του / των επιτυχόντων προμηθευτών, με σκοπό τη συνομολόγηση της σύμβασης προμήθειας και τη πιθανή εξασφάλιση έκπτωσης στο κόστος προμήθειας.

Όπως φαίνεται βασική αδυναμία της παραπάνω διαδικασίας αξιολόγησης των προμηθειών είναι η αποτίμηση του ΚΚΖ, καθότι αυτή αφ' ενός μεν δεν εδράζεται πάνω σε αναλυμένα οικονομικά στοιχεία πέραν της τιμής προμήθειας, αφ' ετέρου δεν εξετάζονται περαιτέρω οι επιμέρους κατηγορίες κόστους που εμπεριέχονται. Υπάρχει επίσης αδυναμία σύγκρισης αυτών των επιμέρους κατηγοριών κόστους με τα αντίστοιχα άλλων παρόμοιων οπλικών συστημάτων. Παρότι το ΚΛ&Σ διαχρονικά έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά στο κόστος που θα επιφέρει ένα ΟΣ στην ωφέλιμη ζωή του, ωστόσο η παρακολούθηση του δεν είναι υποχρεωτική, λόγω της ανυπαρξίας επίσημης μεθοδολογίας υπολογισμού του. Οργανωτικά, το λογιστήριο του ΥΠΑΜ παρακολουθεί τις πραγματικές καταναλώσεις κατά Άρθρο του εγκριμένου προϋπολογισμού, χωρίς ωστόσο περαιτέρω ανάλυση και ταξινόμηση ανά ΟΣ.

Η ανυπαρξία ενός μοντέλου εκτίμησης του κόστους κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ΟΣ, βάσει των τεχνικών υπολογισμού του ΚΚΖ, αποτυπώνεται χαρακτηριστικά στις περιοδικές μελέτες που εκπονούνται για την απόσυρση παλαιών τύπων οπλικών συστημάτων. Οι κύριοι λόγοι απόσυρσης εδράζονται κυρίως στη λήξη του ορίου ζωής κυρίων συγκροτημάτων ή ειδικών πυρομαχικών, το εξαιρετικά υψηλό κόστος συντήρησης - διατήρησης σε σχέση με το όφελος, καθώς και η αδυναμία εξεύρεσης ανταλλακτικών (OBSOLETE) ή παροχής υπηρεσιών γενικής επισκευαστικής συντήρησης, λόγω τερματισμού λειτουργίας των γραμμών παραγωγής – επισκευαστικών κέντρων και εκμηδενισμού του αποθέματος.

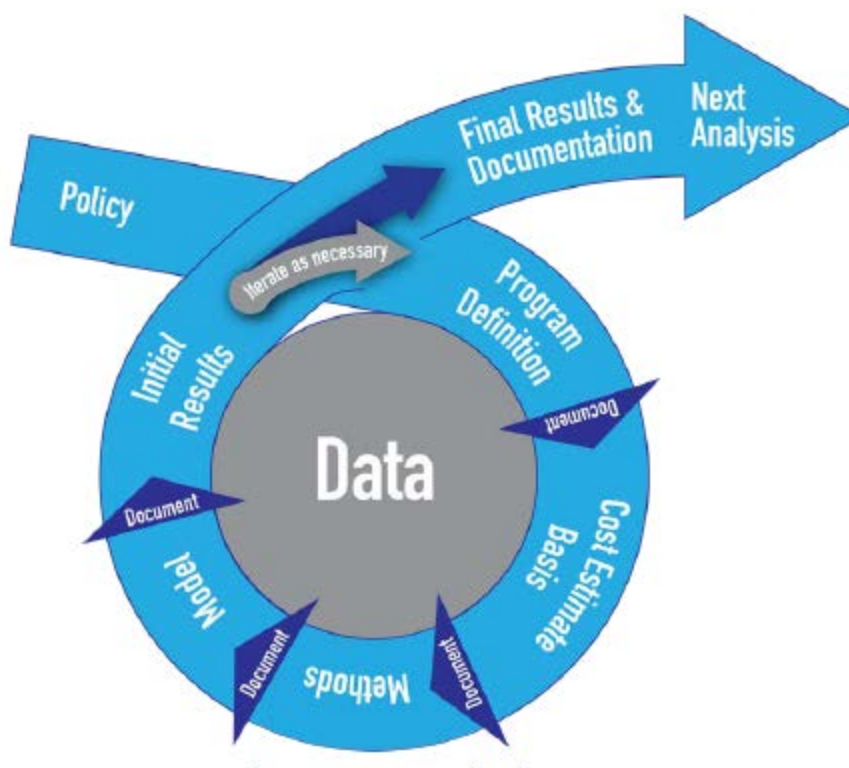
Αντιθέτως, η κοστολόγηση βάσει δεδομένων και η διασύνδεση τους με κατάλληλα πληροφοριακά συστήματα, όπως συμβαίνει σε άλλα σύγχρονα κράτη, από το λειτουργικό επίπεδο των Μονάδων - Σχηματισμών μέχρι το στρατηγικό επίπεδο του Υπουργείου Άμυνας, θα μείωνε τη γραφειοκρατία και θα έδινε εγκαίρως τις απαραίτητες πληροφορίες σε όλα τα επίπεδα λήψης αποφάσεων, προκειμένου να γίνουν οι ορθές προβλέψεις, για το βέλτιστο χρονικό σημείο έναρξης των διαδικασιών απόσυρσης και αντικατάστασης.

3.2 Η Προσέγγιση του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ για το Κόστος Κύκλου Ζωής

Βασικός στόχος και συνεχής επιδίωξη του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ (Department of Defense, DoD) είναι η δημιουργία μίας ισχυρής ομάδας αξιόπιστων προμηθευτών - συνεργατών, που να είναι ικανοί να ανταποκρίνονται σε ένα ευρύ φάσμα απαιτήσεων των Αμερικάνικων Ενόπλων Δυνάμεων. Βασικό κριτήριο αξιολόγησης των φορέων αυτών αποτελεί η αρχή της βέλτιστης αξίας, όπου λαμβάνονται υπόψη οι τεχνικές προδιαγραφές, η καινοτομία, η ποιότητα, η αξιόπιστη και η ολοκληρωμένη υποστήριξη που παρέχουν στο ΟΣ.

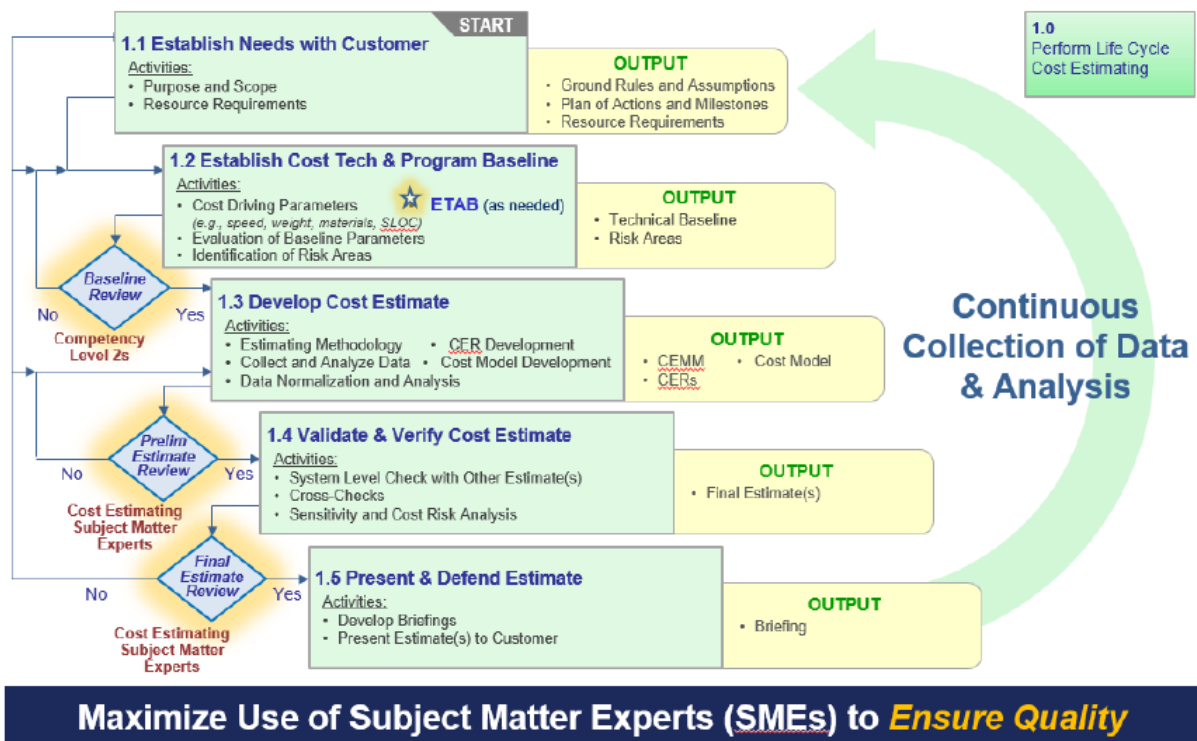
Στην αξιολόγηση των προμηθειών του, το DoD λαμβάνει επίσης υπόψη, την ικανότητα εκτέλεσης της αποστολής, τις προηγούμενες επιδόσεις του προμηθευτή, τον κίνδυνο που εμπεριέχεται στην προσφορά και τέλος το συντελεστή προσφερόμενου κόστους / τιμή. Ο παράγοντας αυτός δείχνει πόσο λογικές είναι οι τιμές των προσφορών σε σχέση με τις τιμές αντίστοιχων προϊόντων στην αγορά, καθώς και το πόσο ρεαλιστικές είναι οι τιμές των προσφορών, ώστε να είναι ικανές για την υλοποίηση του προγράμματος και για να συνάδουν με

τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Η αξιολόγηση του παράγοντα αυτού γίνεται με βάση την εκτίμηση του πιθανότερου ΚΚΖ, που περιλαμβάνει το κόστος ανάπτυξης, παραγωγής, λειτουργίας και συντήρησης, τον κίνδυνο υπέρβασης κόστους (εκτίμηση ρίσκου) και άλλα διοικητικά και κρατικά έξοδα.



Σχήμα 11. Διάγραμμα Ροής Ανάλυσης Κόστους DoD (Department of Defense, 2020)

Επίσης, δίδεται μεγάλη σημασία στην εξέλιξη του ΟΣ μετά την αγορά του. Για το λόγο αυτό το DoD, σε συνεργασία με τους προμηθευτές του, έχει εκδώσει την Οδηγία 5000.01 (Department of Defense, 2020) που αποτελεί ένα γενικό πλαίσιο απόκτησης αμυντικών συστημάτων. Το πλαίσιο αυτό καθορίζει το φάσμα της ζωής ενός ΟΣ, με αφετηρία την αρχική ιδέα και με κατάληξη την απόσυρση του. Η αξιολόγηση της προμήθειας βασίζεται στον αθροιστικό υπολογισμό του κόστους που προκύπτει σε κάθε φάση.



Σχήμα 12. Διάγραμμα Ροής Πλαισίου Υπολογισμού ΚΚΖ Αμυντικών Συστημάτων US NAVAIR (Office of the Secretary of Defense, 2020)

Οι τρεις πρώτες φάσεις περιλαμβάνουν τα κόστη που σχετίζονται με την έρευνα, την ανάπτυξη και των δοκιμών αξιολόγησης. Ουσιαστικά, εδώ περιέχονται έξοδα που αφορούν το κόστος ανάπτυξης λογισμικού και υλικών, την κατασκευή του πρωτοτύπου, των αρχικών δοκιμών κλπ. Η φάση της παραγωγής και ανάπτυξης αφορά τα κόστη που έχουν σχέση με την παραγωγή του ΟΣ όπως την προετοιμασία των μηχανών παραγωγής, την εκπαίδευση των χειριστών των μηχανών, την κατασκευή ειδικών συσκευών ελέγχου και μετρήσεων, την αρχική δημιουργία αποθέματος ανταλλακτικών κλπ. Το στάδιο της λειτουργίας και υποστήριξης περιέχει το κόστος προσωπικού και της εκπαίδευσης του, της συντήρησης και λειτουργίας του ΟΣ, της εφοδιαστικής υποστήριξης του κλπ. Ιδιαίτερη σημασία δίδεται επίσης και στο στάδιο της απόσυρσης του ΟΣ, με επιδίωξη τις ελάχιστες δυνατές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Επίσης, το DoD, επικεντρώνει συνεχώς τις προσπάθειες του στην ανάπτυξη και στη συνεχή βελτίωση μίας αξιόπιστης και περιεκτικής διαδικασίας εκτίμησης του ΚΚΖ, ώστε να μπορεί τεκμηριωμένα να υποστηρίξει κάθε ξεχωριστή συνιστώσα του. (Office of the Secretary of Defense, 2020). Για να το πετύχει αυτό υλοποιεί μία σειρά από μεθόδους που υποστηρίζουν την

εκτίμηση του συνολικού κόστους ενός εν δυνάμει ή υφιστάμενου ΟΣ καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.

Για το λόγο αυτό εκδίδει ανά τακτά χρονικά διαστήματα ειδικές οδηγίες (Directives) που αφορούν το ΚΚΖ των ΟΣ, ώστε να καλύπτονται όλες οι πιθανές παράμετροι και για να γίνεται σαφής εκτίμηση του ποσοστού που επηρεάζουν το ΚΚΖ. Αυτή η προσέγγιση οδηγεί συνεχώς τους τεχνοκράτες του DoD στην ανάπτυξη νέων τεχνικών – μεθόδων βελτιστοποίησης υπολογισμού του συνολικού κόστους και εργαλείων εκτίμησης για κάθε κατηγορία κόστους, όπως είναι οι αναλύσεις ευαισθησίας, οι καμπύλες εκμάθησης κλπ (Office of the Secretary of Defense, 2020)

Η προσέγγιση αυτή οδήγησε επίσης στη δημιουργία πληροφοριακών συστημάτων που ουσιαστικά αποτελούν γενικά αυτοματοποιημένα εργαλεία εκτίμησης κόστους, που καλύπτουν οποιαδήποτε ΟΣ όλων των Κλάδων των ΕΔ των ΗΠΑ. Οι απαιτήσεις αυτών των πληροφοριακών συστημάτων χαρακτηρίζονται από την περιεκτικότητα, την ευελιξία, την απλότητα την έγκαιρη εφαρμογή, την επεκτασιμότητα και τη δυναμικότητα (Department of Defense, 2020). Στο στρατηγικό επίπεδο (DoD) χρησιμοποιείται το ΠΣ Cost Assessment Program Evaluation (CAPE) που έχει ως σκοπό να υποστηρίζει τη διοίκηση στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων που αφορούν το ΚΚΖ, βασιζόμενο σε λειτουργίες που αφορούν (Office of the Secretary of Defense, 2020)

- Τη δημιουργία αρχείων όπου αποθηκεύονται τα αποτελέσματα του προγράμματος.
- Την εκτέλεση ανάλυσης του ΚΚΖ
- Την ανάλυση ευαισθησίας και της αξιολόγησης του κινδύνου σε σχέση με το ΚΚΖ
- Τη σύγκριση του ΚΚΖ διαφόρων οπλικών συστημάτων.

Το συγκεκριμένο ΠΣ, με συνεχείς αναβαθμίσεις, υιοθετεί μεγάλο αριθμό αλγορίθμων και μεταβλητών, ώστε να είναι σε θέση να εκτιμά τις προβλεπόμενες συνιστώσες κόστους και την πιθανότητα απόκλισης από τον προϋπολογισμένο ή το επιδιωκόμενο κόστος. Μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός συστήματος, δηλαδή από το ρυθμό και την

ποιότητα της παραγωγής του, στη λειτουργία και υποστήριξη του, μέχρι και την απόσυρση του (Office of the Secretary of Defense, 2020)

Στο λειτουργικό και επιχειρησιακό επίπεδο τα Γενικά Επιτελεία των Κλάδων των ΕΔ των ΗΠΑ, έχουν αναπτύξει και τηρούν ενήμερο βάσει της οδηγίας 5000.04 (Department of Defense, 2018) το ΠΣ VAMOSC (Visibility and Management of Operating and Support Cost), που αποτελεί μία κοινή διασυνδεδεμένη πλατφόρμα συλλογής οικονομικών δεδομένων που αφορούν τη λειτουργία και υποστήριξη των ΟΣ τους. Το υπόψη πρόγραμμα συλλέγει και παρέχει αυτόματα ιστορικά στοιχεία κόστους, υπολογίζει το άμεσο και έμμεσο κόστος των ΟΣ, παρέχει πληροφορίες μη οικονομικών στοιχείων που σχετίζονται όμως με το κόστος (π.χ ώρες πτήσης, ηλικία μέσων, ρυθμό κατανάλωσης καυσίμων, προσωπικό στελέχωσης κλπ). Σκοπός του προγράμματος είναι να παρέχει ετήσιες αναφορές για το κόστος λειτουργίας και υποστήριξης κάθε ΟΣ, να παρακολουθείται ο ρυθμός μεταβολής του κόστους και να συγκρίνονται τα μεγέθη κόστους του ΟΣ με όρους δεδουλευμένης αξίας. Διασυνδέεται επίσης με το πληροφοριακό σύστημα CAPE, προκειμένου τα δεδομένα να καταχωρούνται αυτόματα στο στρατηγικό επίπεδο, για να εξάγονται οι απαιτούμενες αναλύσεις (Office of the Secretary of Defense, 2014)

Βάσει των παραπάνω είναι σαφής η μεγάλη σημασία που δίνουν οι ΗΠΑ στο συνολικό υπολογισμό και προσδιορισμό του κόστους κάθε ΟΣ που διαθέτουν ή επιθυμούν να προμηθευτούν, σε όλο τα στάδια του κύκλου ζωής του, ανεξαρτήτως αν ο αμυντικός προϋπολογισμός τους είναι ο μεγαλύτερος παγκοσμίως. Επιπλέον, αποδίδουν μεγάλη βαρύτητα στο στάδιο του σχεδιασμού του ΟΣ, αφού η φάση αυτή αποτελεί τη βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος, καθώς και των προδιαγραφών – απαιτήσεων του.

3.3 Παραδείγματα Υπολογισμού του Κόστους Λειτουργίας και Συντήρησης Στρατιωτικού Εξοπλισμού

Το στάδιο της λειτουργίας και συντήρησης ενός οπλικού συστήματος συνεισφέρει στο ΚΚΖ βάσει εκτιμήσεων του NATO, περίπου το 50% έως το 60% του κόστους και οι υπόλοιπες φάσεις το υπόλοιπο ποσοστό (ALCCP-1, 2007). Η σημασία του σταδίου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αφού για την Κυπριακή πραγματικότητα, το ΚΚΖ ενός ΟΣ περιορίζεται σε τρία στάδια: το κόστος απόκτησης (στο οποίο εντάσσονται εμμέσως το κόστος σχεδιασμού,

ανάπτυξης και παραγωγής), το ΚΛ&Σ και το κόστος απόσυρσης. Για το λόγο αυτό παρακάτω μελετώνται δύο περιπτώσεις υπολογισμού του ΚΛ&Σ στρατιωτικού εξοπλισμού.

3.3.1 Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης Αεροσκάφους Arcturus CP-140 της Καναδικής Πολεμικής Αεροπορίας με Εφαρμογή του Παραμετρικού Μοντέλου

Το αεροσκάφος περιπολίας CP-140 Arcturus, κατασκευάστηκε για τις Ένοπλες Δυνάμεις του Καναδά, από την εταιρεία Lockheed Corporation. Τα υπόψη αεροσκάφη αποκτήθηκαν το 1993 με το κόστος μονάδας να ανέρχεται στα \$79,6M USD. Το ΚΛ&Σ τους είναι θετικά εξαρτώμενη μεταβλητή από το χρόνο, αφού η συντήρηση των αεροσκαφών προοδευτικά κοστίζει περισσότερο λόγω φθορών από τη χρήση, την αύξηση του κόστους των ανταλλακτικών και ανθρωποωρών κλπ. Τα στοιχεία κόστους ανά έτος χρήσης που φαίνονται στον πίνακα 2 παρακάτω, ανάγονται σε τιμές παρούσας αξίας κατά το χρόνο απόκτησης (1993), χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο πληθωρισμός, ενώ το προεξοφλητικό επιτόκιο καθορίστηκε στο 1% (Sokri, 2014).

Για την εκτίμηση του κόστους υπολογίζονται οι άγνωστοι παράμετροι της εξίσωσης (2.6), βάσει των δεδομένων του Πίνακα 3 και με τη χρήση του στατιστικού εργαλείου της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων (least square adjustment) για την εύρεση της σχέσης παλινδρόμησης και συσχέτισης των μεταβλητών (Yaffee & McGee, 2000).

Έτος	Ηλικία (σε χρόνια)	ΚΛ&Σ (εκατομμύρια \$, σε σταθερές τιμές 1993)	Ποσοστό Διαθεσιμότητας (%)	ΚΛ&Σ / Ποσοστό Διαθεσιμότητας
1994	1	2,73	62,75	4,35
1995	2	2,43	67,76	3,59
1996	3	1,93	55,76	3,46
1997	4	2,49	43,37	5,74
1998	5	2,85	30,72	9,27
1999	6	2,55	43,96	5,8
2000	7	2,74	46,78	5,86
2001	8	2,93	59,53	4,92
2002	9	2,93	55,22	5,3
2003	10	2,92	24,02	12,15
2004	11	3,82	16,41	23,28
2005	12	2,77	19,94	13,89
2006	13	4,08	32,15	12,69

Πίνακας 2. Ετήσιο ΚΛ&Σ Αεροσκάφους CP-140 (Sokri, 2014)

	Συντελεστές		95% Confidence Interval	
	Μέση τιμή	Τυπικό Σφάλμα	Lower Limit	Upper Limit
Φυσικός λογάριθμος Αρχικού Κόστους ΚΛ&Σ $\ln(C)$	14.598	0.078	14.427	14.770
Ετήσιο ποσοστό αύξησης ΚΛ&Σ g	0.036	0.010	0.014	0.057

Πίνακας 3. Συντελεστές Διαμόρφωσης Σχέσης Παλινδρόμησης ΚΛ&Σ (Sokri, 2014)

Σύμφωνα με (Sokri, 2014) ο Πίνακας 3 παρέχει τα αποτελέσματα της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων και επιβεβαιώνει ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή a (ηλικία του αεροσκάφους) είναι στατιστικά σημαντική και επομένως στοιχείο που χρήζει προσοχής στον υπολογισμό του κόστους. Επομένως, η σχέση παλινδρόμησης (2.6) διαμορφώνεται ως εξής:

$$\ln[m(a)] = \ln C + ga + \varepsilon = 14,598 + 0,036a \quad (3.1)$$

και αφού $C = e^{14,598}$, τότε το αρχικό ΚΛ&Σ είναι περίπου \$2,186,910.

Εφαρμόζοντας τα παραπάνω στη σχέση (2.5), η συνάρτηση του ΚΛ&Σ με ανεξάρτητη μεταβλητή την ηλικία είναι:

$$m(a) = Ce^{ga} = 2,186,910 e^{0,036a} \quad (3.2)$$

Έτσι με την εξίσωση αυτή δύναται να εκτιμηθεί άμεσα το ΚΛ&Σ του αεροσκάφους CP-140, σε σχέση με την ηλικία του, που αποτελεί έναν από τους βασικούς συντελεστές υπολογισμού του ΚΚΖ.

Ακολούθως, προέκυψε το ερώτημα αναφορικά με το πότε θα πρέπει να αντικατασταθεί ή να αναβαθμιστεί το αεροσκάφος, με δεδομένο ότι το ΚΛ&Σ εξαρτάται από την ηλικία του ΟΣ. Η εκτίμηση του βέλτιστου επιχειρησιακού ορίζοντα δίνει τη δυνατότητα αυτή, ενώ παράλληλα βοηθά στην εξοικονόμηση πόρων και την εκλογίκευση των δαπανών. Βάσει (Sokri, 2014) χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της στήλης του Πίνακα 2 που αφορούν το λόγο μεταξύ ετήσιου

ΚΛ&Σ με το ποσοστό διαθεσιμότητας και της μεθόδου των ελάχιστων τετραγώνων, οι συντελεστές διαμόρφωσης της σχέσης παλινδρόμησης διαμορφώνονται όπως τον Πίνακα 4.

	Συντελεστές		95% Confidence Interval	
	Μέση τιμή	Τυπικό Σφάλμα	Lower Limit	Upper Limit
Φυσικός λογάριθμος Κόστους Λ&Σ ανά διαθεσιμότητα $\ln(C')$	14.943	0.218	14.463	15.424
Ετήσιο ποσοστό αύξησης ΚΛ&Σ g	0.12	0.028	0.059	0.18

Πίνακας 4. Συντελεστές Διαμόρφωσης Σχέσης Παλινδρόμησης ΚΛ&Σ ανά Διαθεσιμότητα (Sokri, 2014)

Επομένως, η σχέση παλινδρόμησης διαμορφώνεται ως εξής:

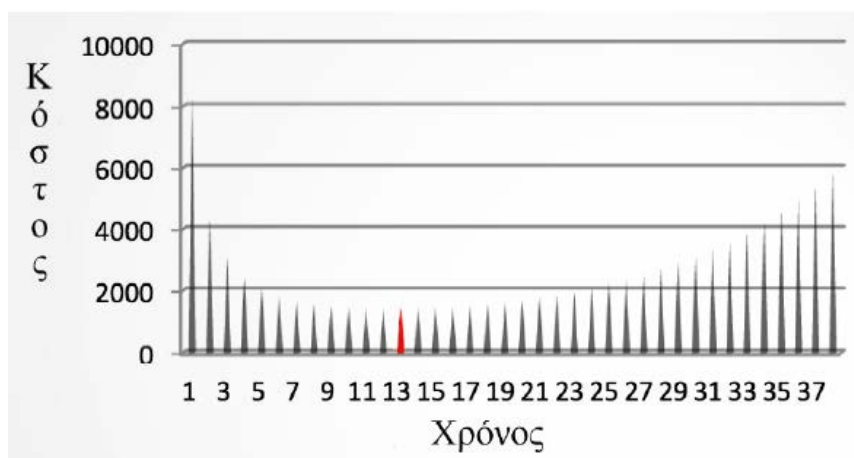
$$\ln[m(\alpha)] = \ln C + g\alpha + \varepsilon = 14,943 + 0,12 \quad (3.3)$$

και το αρχικό ΚΛ&Σ σε σχέση με τη διαθεσιμότητα ισούται με $C' = e^{14.943} = \$3.087.894$

Στη συνέχεια εφαρμόζοντας τα στοιχεία του κόστους απόκτησης και του προεξοφλητικού επιτοκίου στην εξίσωση (2.10) προκύπτει (Sokri, 2014) :

$$\begin{aligned} v^* &= \min_s \left\{ \frac{c(s)}{1 - \beta^s} \right\} = \min_s \left\{ \frac{p + \int_0^s M(a)e^{-rm} da}{1 - \beta^s} \right\} \\ &= \min_s \left\{ \frac{79,6 * 10^6 + \int_0^s 3.087894e^{(0,12-0,01)a} da}{1 - e^{-0,015s}} \right\} \quad (3.4) \end{aligned}$$

Απεικονίζοντας τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών προέκυψε το παρακάτω διάγραμμα Κόστους Vs Χρόνου:



Σχήμα 13. Βέλτιστος Επιχειρησιακός Ορίζοντας Αεροσκάφους CP-140 (Sokri, 2014)

Παρατηρήθηκε από τα παραπάνω ότι ο βέλτιστος χρόνος για αντικατάσταση του αεροσκάφους, χωρίς αναβαθμίσεις, είναι τα 13 χρόνια, όπου η τιμή του συνολικού ΚΛ&Σ ελαχιστοποιείται.

Γενικά, συμπεραίνεται ότι ο βέλτιστος επιχειρησιακός ορίζοντας είναι αρνητικά συσχετιζόμενος σε μεταβολές όπως την ετήσια αύξηση του ΚΛ&Σ ανά διαθεσιμότητα, ενώ παρουσιάζει ανελαστική συμπεριφορά σε σχέση με τις διαφοροποιήσεις της αρχικής αγοράς και προεξοφλητικού επιτοκίου. Επίσης, όπως είναι αναμενόμενο, το ετήσιο ΚΛ&Σ και ο ρυθμός αύξησης του μεταβάλλει αναλογικά το συνολικό ΚΛ&Σ, γεγονός που συμπαρασύρει και το ρυθμό αύξησης του ΚΚΖ ενός συστήματος.

3.3.2 Η Εκτίμηση του Κόστους Λειτουργίας & Συντήρησης των προς Αξιολόγηση Νέων Επιθετικών Ελικοπτέρων για τις Τσέχικες Ένοπλες Δυνάμεις, με Χρήση Μοντέλου Προσομοίωσης

Μετά από αρκετά χρόνια συζητήσεων οι ΕΔ της Τσεχίας αποφάσισαν να προβούν σε αγορά νέων ελικοπτέρων (Ε/Π), προς αντικατάσταση των πεπαλαιωμένων Ε/Π Mi-24. Μία από τις κύριες παραμέτρους που χρησιμοποίησαν για τη λήψη της απόφασης ήταν ο υπολογισμός του ΚΚΖ, καθότι η διαδικασία επιλογής τους στηρίχθηκε στο κριτήριο ότι ως βασικός οικονομικός παράγοντας, αποτελεί το συνολικό κόστος καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του Ε/Π και όχι η αρχική τιμή αγοράς (Novotny & Prochazka, 2017).

Για την εκτίμηση του κόστους χρησιμοποίησαν μοντέλα προσομοίωσης και ειδικά λογισμικά μοντελοποίησης που είναι ικανά να απεικονίζουν την εξέλιξη του κόστους, σε πολύπλοκα

συστήματα, όπου οι παράγοντες που επηρεάζουν το ΚΚΖ είναι πολλοί και διαθέτουν μεγάλο αριθμό συγκροτημάτων (βάσει ανάλυσης Product Breakdown Structure, PBS) με μεγάλο κύκλο ζωής (NATO Task Group 054, 2007).

Για σκοπούς εξέτασης του μοντέλου, η κατηγοριοποίηση περιορίζεται στα κύρια συγκροτήματα των Ε/Π Α έως Δ, ενώ τα αριθμητικά δεδομένα που παρουσιάζονται στους Πίνακες 5 και 6 λήφθηκαν κατά τη διαδικασία του RFI, από τις υποψήφιες κατασκευάστριες εταιρείες.

	Ε/Π Α	Ε/Π Β	Ε/Π Γ	Ε/Π Δ
Άμεσο Κόστος Ώρας Πτήσης (ΩΠ) (σε CZK)	154029	94729	105479	135223
Κόστος υποστήριξης ανά ΩΠ (σε CZK)	28667	37000	48700	66136
ΩΠ ανά έτος (hrs)	250	250	200	147

Πίνακας 5. Σύνθεση Κόστους Ώρας Πτήσης των υπό Αξιολόγηση Ελικοπτέρων (Novotny & Prochazka, 2017)

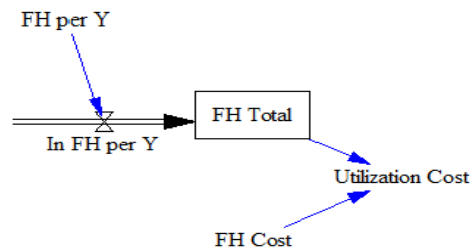
Το άμεσο κόστος περιλαμβάνει τα POLs και τα ανταλλακτικά που απαιτούνται για τη λειτουργία του Ε/Π. Το κόστος υποστήριξης περιλαμβάνει τις γενικές επισκευές (General Overhauls, GO) κυρίων συγκροτημάτων του Ε/Π, όπως αυτό καθορίζεται από τους κατασκευαστές. Η GO εκτελείται είτε με την πάροδο ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος ή με την εκτέλεση συγκεκριμένου αριθμού ΩΠ, όποιο συμπληρώσει πρώτο, Η περίοδος μεταξύ γενικών επισκευών ονομάζεται ως Operation Period Between General Overhaul (OPBGO). Ενδεικτικά, στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία κόστους υποστήριξης του Ε/Π Γ.

Σημειώνεται, επίσης, ότι το Ε/Π Δ χρησιμοποιεί διαφορετικό πρόγραμμα GO, σε σχέση με τα υπόλοιπα, αφού η εργασία για το Ε/Π αυτό απαιτείται να εκτελείται σταθερά κάθε 1500ΩΠ. Επίσης, οι τιμές δύναται να διαφέρουν, ανάλογα με τη χρήση των Ε/Π, ενώ το μοντέλο του υπολογισμού μπορεί να εμπλουτιστεί περαιτέρω, εφόσον οι κατασκευαστές παρέχουν τα απαιτούμενα δεδομένα

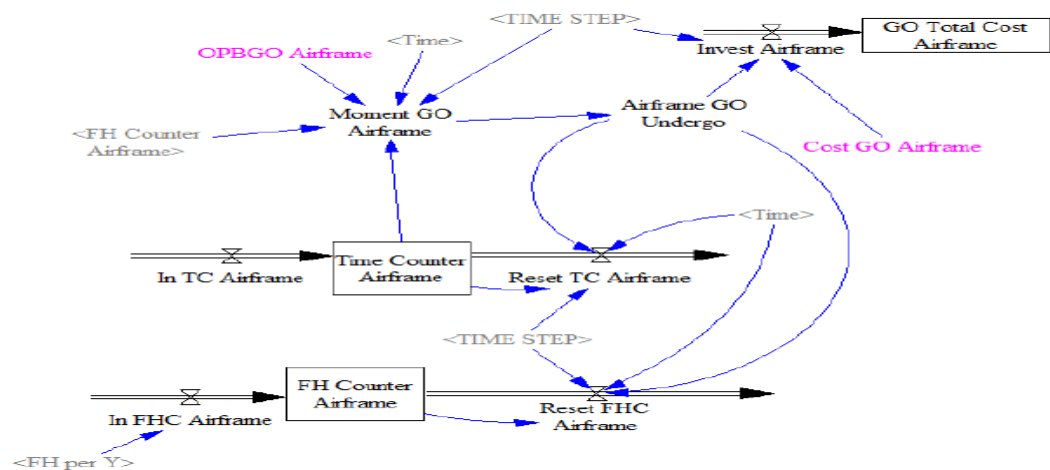
Συγκρότημα	Κόστος (σε CZK)	ΟΡΒΓΟ ΩΠ/χρόνος	Πραγματικές ΩΠ ανά ΟΡΒΓΟ	Κόστος ανά ΩΠ (σε CZK)
Σκάφος	30000000	4800/10	1000	30000
Κινητήρας	8500000	1000/8	1000	8500
Main Gear Box	3500000	3000/8	1000	3500
Κύρια πτερύγια	5200000	1200/8	1000	5200
Ουραία πτερύγια	1500000	1000/8	1000	1500
Σύνολο				48700

Πίνακας 6. Ενδεικτικό Κόστος Υποστήριξης Ελικοπτέρου Γ (Novotny & Prochazka, 2017)

Το Υπουργείο Άμυνας της Τσεχίας, με βάση τα παραπάνω στοιχεία κόστους και προϊόντος (CBS και PBS), ανέπτυξε σε συνεργασία με το Κολλέγιο Άμυνας του Μπρνο, ένα μοντέλο υπολογισμού - προσομοίωσης, με τη χρήση της εφαρμογής VENSIM DSS®. Συνοπτικά, το μοντέλο κατά τη φάση της λειτουργίας των Ε/Π, χρησιμοποιεί τις ΩΠ (Flight Hours, FH) ανά χρόνο (FH/year), ως δεδομένα εισόδου για τη μεταβλητή FH Total, όπως στο Σχήμα 14. Το κόστος λειτουργίας υπολογίζεται από το γινόμενο της μεταβλητής FH Total και του κόστους ΩΠ (FH Cost).



Σχήμα 14. Μοντέλο Ροής Υπολογισμού Κόστους Λειτουργίας (Novotny & Prochazka, 2017)



Σχήμα 15. Ροή Υπολογισμού Κόστους Γενικής Επισκευής Σκάφους (Novotny & Prochazka, 2017)

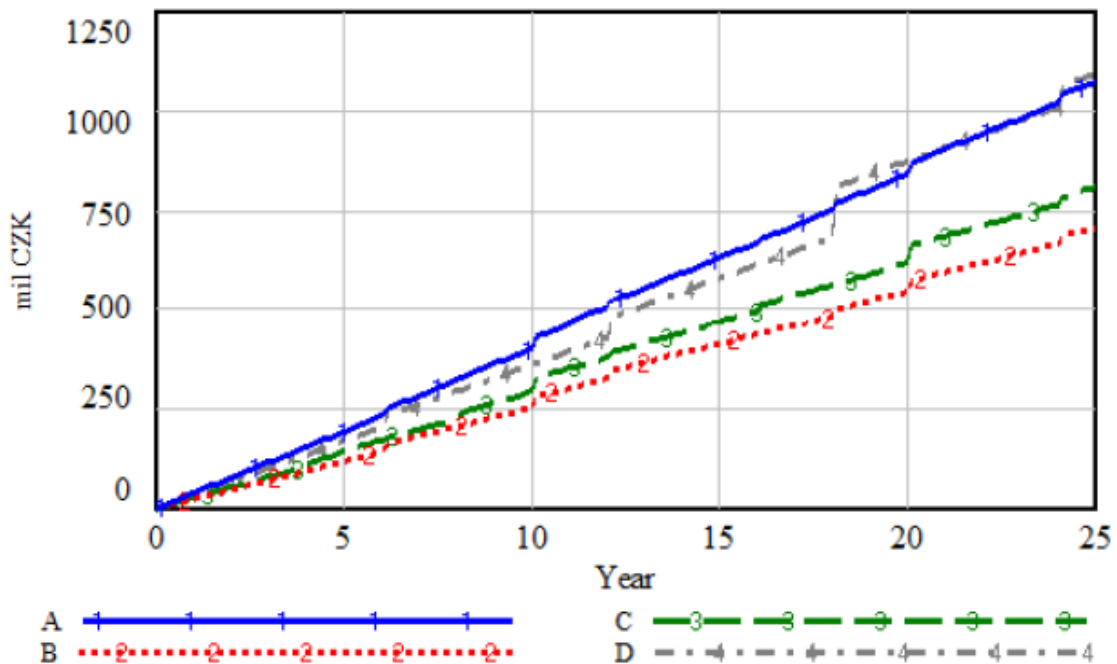
Για τον υπολογισμό του κόστους γενικής επισκευής του σκάφους (airframe), χρησιμοποιείται πιο σύνθετο μοντέλο υπολογισμού (Σχήμα 15), με περισσότερες μεταβλητές, όπως ώρες λειτουργίας σκάφους (Time Counter Airframe), ώρες λειτουργίας σκάφους με βάση τις ΩΠ (FH Counter Airframe), ΩΠ και ώρες λειτουργίας από την προηγούμενη GO. Αν ικανοποιούνται οι συνθήκες για εκτέλεση GO ενεργοποιείται η μεταβλητή Airframe GO Undergo η οποία με τη σειρά της επηρεάζει το κόστος για το σκάφος και κατ' επέκταση το συνολικό κόστος της GO (GO Total Cost Airframe). Το συνολικό ποσό που δαπανήθηκε για το σκάφος, συγκεντρώνονται στο πεδίο αυτής της μεταβλητής και αντιπροσωπεύει το ολικό κόστος κατόπιν των γενικών επισκευών του σκάφους.

Στη συνέχεια με την ολοκλήρωση των αντίστοιχων μοντέλων για τα υπόλοιπα συστήματα του Ε/Π είναι εφικτή η πρόβλεψη του ΚΛ&Σ, με την υπόθεση ότι το όριο ζωής αποτιμάται στα 25 χρόνια και υλοποιούνται 250ΩΠ ανά χρόνο. Με αυτά τα δεδομένα το πρόγραμμα υπολογίζει την εξέλιξη του ΚΛ&Σ από την ηλικία 0 μέχρι την ηλικία των 25 ετών.

Από το Σχήμα 16 φαίνεται χαρακτηριστικά ότι παρά του ότι το άμεσο κόστος ΩΠ του Ε/Π Α είναι το υψηλότερο, στο τέλος φαίνεται ότι οριακά το Ε/Π D ξεπερνά το συνολικό ΚΛ&Σ του Α, αφού το κόστος GO του D είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα Ε/Π.

Το κρίσιμο σημείο στην παραπάνω προσέγγιση υπολογισμού του ΚΚΖ, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε καινούργια ή και σε χρήση συστήματα, είναι η διαθεσιμότητα και η πληρότητα των δεδομένων κόστους όλων των φάσεων, περιλαμβανομένου και του κόστους απόκτησης. Το μοντέλο αυτό μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω και να περιλαμβάνει πχ τα πυρομαχικά, τον τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό, την εκπαίδευση, τις υποδομές υποστήριξης, το κόστος προσωπικού κλπ. Βασικό πλεονέκτημα της αυτού του είδους προσομοίωσης είναι η ακρίβεια στον υπολογισμό του ΚΛ&Σ σε σχέση με το χρόνο, η οποία εξαρτάται από την ανάλυση PBS και τη διαθεσιμότητα των πληροφοριών. Καταδεικνύει επίσης τη σημασία του για τον μεσοπρόθεσμο και βραχυπρόθεσμο οικονομικό προγραμματισμό, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις περιορισμένων οικονομικών πόρων (Novotny & Prochazka, 2017) .

Utilization and Support Costs



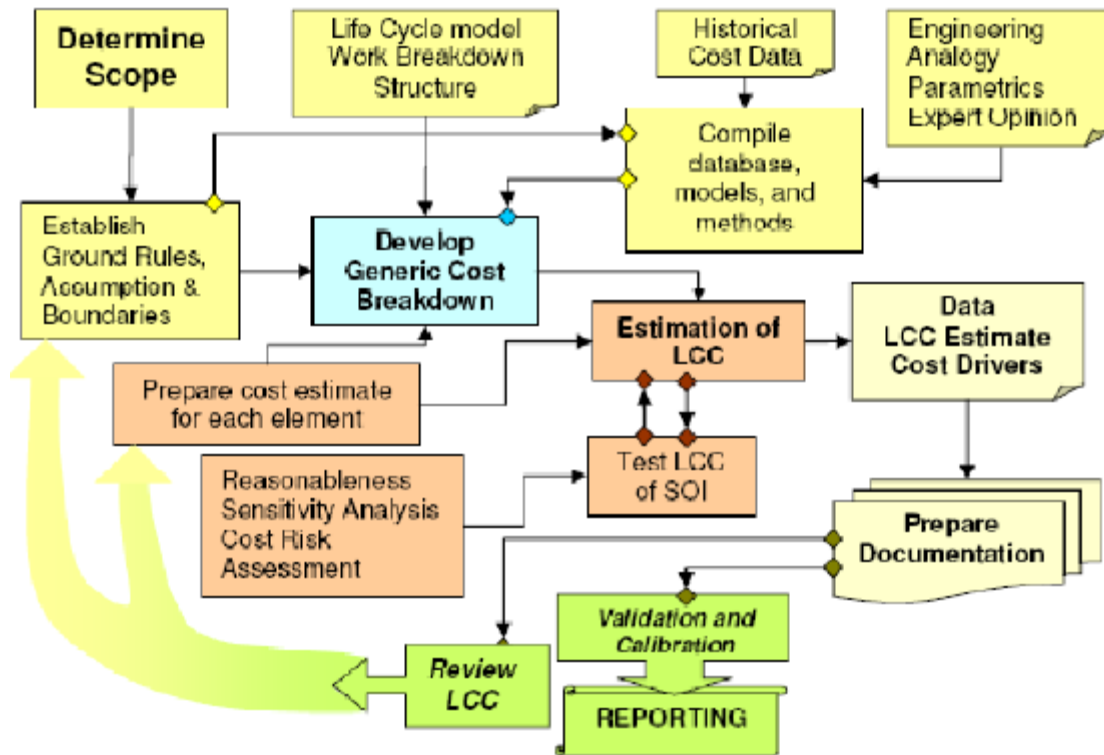
Σχήμα 16. Σύγκριση του ΚΛ&Σ των Ελικοπτέρων Α έως D (Novotny & Prochazka, 2017)

3.4 Η Τυποποίηση στη Διαδικασία Εκτίμησης του Κόστους Κύκλου Ζωής στο NATO

Το NATO μέσω της Ομάδας Εργασίας Διαχείρισης Κύκλου Ζωής (NATO Life Cycle Management Group) και σε συνεργασία με τον Κυβερνητικό Γραφείο Ευθύνης των ΗΠΑ (US Government Accountability Office, US GAO) τυποποίησε τη διαδικασία εκτίμησης του ΚΚΖ ΟΣ, με σκοπό αυτή να παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα.

Η διαδικασία αυτή σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα (US Government Accountability Office, 2009):

- Τον ορισμό του σκοπού και της εκτίμησης, το επίπεδο λεπτομέρειας των αναλύσεων και οι φορείς που θα χρησιμοποιήσουν τα αποτελέσματα των αναλύσεων και της εκτίμησης.
- Την ανάπτυξη σχεδίου εκτίμησης, όπου συστήνεται η ομάδα έργου με αποστολή την εκτίμηση του κόστους, καθορίζεται το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης, ο προγραμματισμός της εργασίας, ο τρόπος προσέγγισης του υπό εξέταση προβλήματος, καθώς και ο φορέας που θα εκτελέσει ανεξάρτητη εκτίμηση, για σκοπούς σύγκρισης.



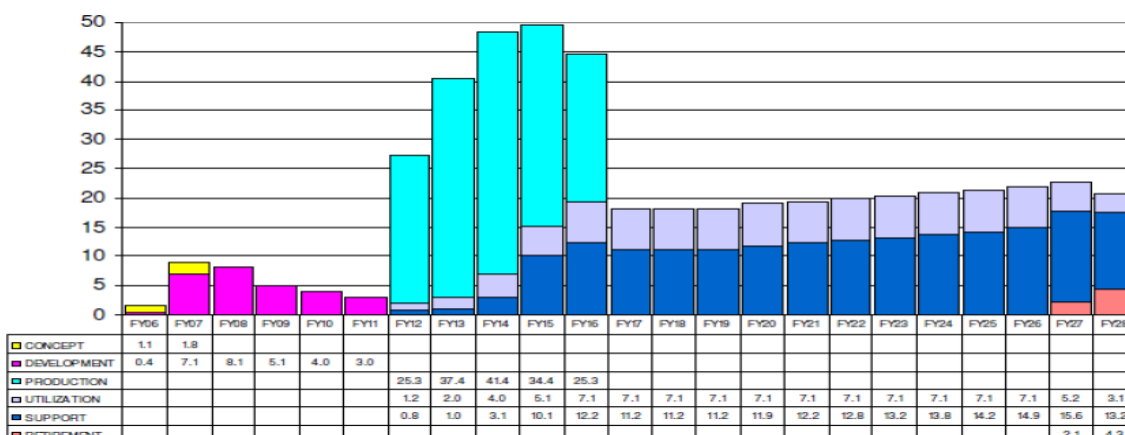
Σχήμα 17. Διάγραμμα Ροής Εκτίμησης ΚΚΖ στο NATO (ALCCP-1, 2007)

- Ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών του εξοπλιστικού προγράμματος, όπου καταγράφονται ο σκοπός του προγράμματος, οι επιχειρησιακές και τεχνικές επιδόσεις του συστήματος, το χρονοδιάγραμμα της προμήθειας, οι απαιτήσεις του σε στελέχωση, τα προγράμματα δοκιμών – επιδείξεων – αξιολογήσεων, η πολιτική συντήρησης κλπ.
- Ο καθορισμός του τρόπου εκτίμησης, όπου γίνεται η ανάλυση των στοιχείων του κόστους κατά CBS και επιλέγεται για κάθε επιμέρους στοιχείο η κατάλληλη τεχνική εκτίμησης. Καταρτίζονται λίστες ενεργειών της ομάδας για όλα τα στάδια της εκτίμησης και εντοπίζονται οι κύριοι παράγοντες διαμόρφωσης του κόστους.
- Επισημαίνονται οι παραδοχές και οι υποθέσεις πάνω στις οποίες θα βασιστεί η εκτίμηση. Οι παραδοχές, λόγω του καθοριστικού ρόλου που διαδραματίζουν στην εκτίμηση, θα πρέπει να είναι ρεαλιστικές και να προέρχονται από εμπειρογνωμοσύνη. Περιλαμβάνονται, επίσης, ο προσδιορισμός του έτους βάσης της εκτίμησης, τα αναλυτικά χρονοδιαγράμματα κάθε φάσης

του εξοπλιστικού προγράμματος και θέματα που αφορούν τη διαχρονική αξία του χρήματος και το ρυθμό πληθωρισμού.

- Την απόκτηση των απαραίτητων, επίκαιρων και συναφών δεδομένων σχετικά με την εκτίμηση. Θα πρέπει να περιέχουν πληροφορίες σχετικές με το πρόγραμμα, με τεχνικά ζητήματα και με πληροφορίες κόστους. Εντοπίζονται οι κύριες παράμετροι κόστους, οι τάσεις και οι συσχετισμοί και εκτελείται ανάλυση αξιοπιστίας.

- Την ανάπτυξη του υπολογιστικού μοντέλου εκτίμησης κάθε στοιχείου κόστους, μέσω της κατάλληλης τεχνικής εκτίμησης. Κριτήριο επιλογής τα υφιστάμενα δεδομένα που συλλέχθηκαν και η πολυπλοκότητα του συστήματος. Εκτελείται άθροιση όλων των στοιχείων κόστους σε όλη την υπό εξέταση χρονική περίοδο και έλεγχος – αξιολόγησης της ορθότητας του αποτελέσματος. Γίνεται σύγκριση με το αποτέλεσμα της ανεξάρτητης εκτίμησης και εφ’ όσον απαιτηθεί γίνονται διορθώσεις.



Σχήμα 18. Χαρακτηριστική Απεικόνιση κατ’ Έτος Ανάλυσης ΚΚΖ (ALCCP-1, 2007)

- Την ανάλυση ευαισθησίας των στοιχείων του κόστους, σε περίπτωση διαφοροποίησης των δεδομένων ή και των υποθέσεων. Εντοπίζονται εκείνες οι παράμετροι και οι μεταβλητές που κυρίως επηρεάζουν τη διαμόρφωση του κόστους.

- Την ανάλυση κινδύνου, ώστε να εντοπιστούν και να αξιολογηθούν, μέσω εμπειρογνωμοσύνης η κάθε περιοχή κινδύνου. Περιλαμβάνει, επίσης, τη μοντελοποίηση της αβεβαιότητας, όπου κατανέμονται οι πιθανότητες, εντοπίζονται πιθανές συσχετίσεις και εφαρμόζονται τεχνικές ανάλυσης κινδύνου, προκειμένου να προσδιοριστεί το επιθυμητό επίπεδο εμπιστοσύνης.

- Την αναλυτική και τυποποιημένη καταγραφή των αποτελεσμάτων της εκτίμησης. Για να είναι αυτή ποιοτική, πλήρης και ακριβής, περιλαμβάνει τα παρακάτω:
 - ✓ Σκοπός
 - ✓ Σύνθεση ομάδος εκτίμησης
 - ✓ Φορέας πιστοποίησης της εκτίμησης
 - ✓ Περιγραφή του εξοπλιστικού προγράμματος ή του Οπλικού Συστήματος
 - ✓ Ετήσια κατανομή του ΚΚΖ
 - ✓ Ανάλυση υποθέσεων και παραδοχών
 - ✓ Πηγές δεδομένων για κάθε στοιχείο κόστους
 - ✓ Η μεθοδολογία εξομάλυνσης των δεδομένων
 - ✓ Ενδεδλεχής περιγραφή εκτίμησης κάθε στοιχείου κόστους
 - ✓ Ανάλυση ευαισθησίας και κινδύνου
 - ✓ Σύγκριση εκτιμώμενου κόστους και εγκριμένων πιστώσεων
 - ✓ Σύγκριση με προηγούμενες εκτιμήσεις.
- Την παρουσίαση της εκτίμησης, βάσει της αναλυτικής καταγραφής, προκειμένου αυτή να μην αμφισβητηθεί, να γίνει αποδεκτή και να εγκριθούν τα αποτελέσματα της.
- Την επικαιροποίηση της εκτίμησης, βάσει αλλαγών που προκύπτουν και εξέταση κατά πόσον επηρεάζεται το κόστος και το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του προγράμματος. Στο τέλος γίνεται αποτίμηση (Estimate at Completion), όπου αναλύονται οι αποκλίσεις χρόνου και κόστους σε σχέση με τον αρχικό προγραμματισμό και εξάγονται διδάγματα.

3.5 Η Παρακολούθηση του Κόστους Λειτουργίας & Συντήρησης των Κύριων Οπλικών Συστημάτων του Ελληνικού Στρατού

Για τη διαχρονική παρακολούθηση του ΚΚΖ συγκεκριμένων ΟΣ του Ελληνικού Στρατού (ΕΣ), που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και των οποίων η Λ&Σ τους επιβαρύνει σημαντικά τον προϋπολογισμό, η Μηχανογραφική Υπηρεσία του Στρατού Ξηράς δημιούργησε μία ηλεκτρονική εφαρμογή στο Δίκτυο Δεδομένων Στρατού (ΔΙΔΕΣ). Σκοπός είναι η στατιστική παρακολούθηση του ΚΚΖ (με έμφαση στο στάδιο της Λ&Σ), με την καταχώρηση στοιχείων απευθείας από τους χρήστες των ΟΣ, έτσι ώστε με την ανατροφοδότηση πληροφοριών από τις Μονάδες και τα επισκευαστικά κέντρα, προς τα ανώτερα κλιμάκια διοίκησης, να επιτυγχάνεται:

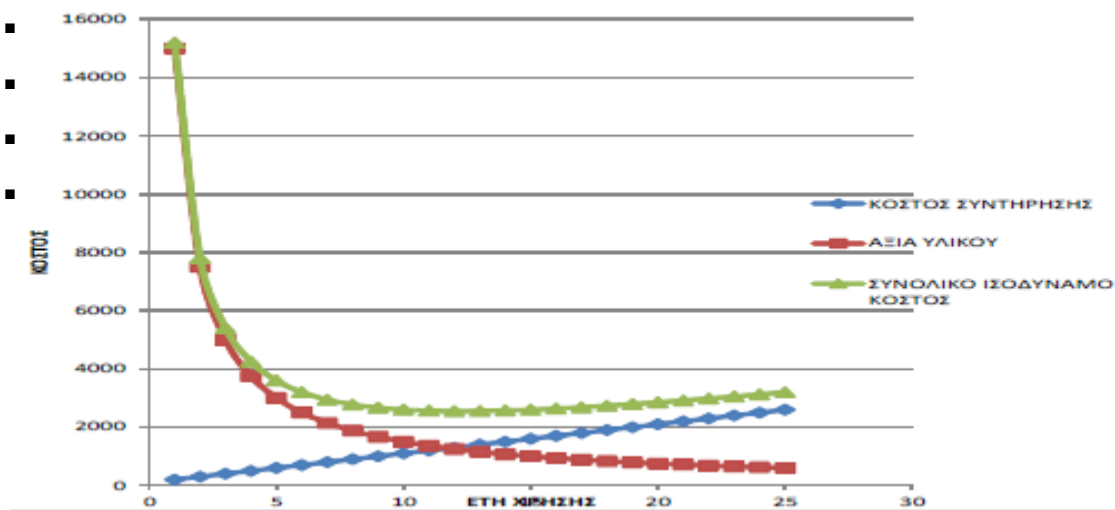
- Ρεαλιστική απεικόνιση των πραγματικών δαπανών Λ&Σ των κύριων ΟΣ, καθώς και της επιχειρησιακής τους διαθεσιμότητας.

- Πρόβλεψη του χρόνου απόσυρσης ενός ΟΣ, πέραν του οποίου, η διατήρησή του καθίσταται εξαιρετικά δαπανηρή και ασύμφορη, βάσει της αρχής ότι για όλα τα υλικά, το κόστος συντήρησης αυξάνεται με το χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι από ένα χρονικό σημείο και μετά, η διατήρησή τους σε χρήση κρίνεται ως οικονομικά ασύμφορη. Επομένως, για ένα ΟΣ, με σταθερή ετήσια απόσβεση, και γνωστό το κόστος συντήρησης ανά έτος χρήσης, το ΣΚΙ, υπολογίζεται από τη σχέση (ΓΕΣ/ΔΕΠ, 2017):

$$\Sigma KI = \frac{P}{n} + (n + 1) \times \frac{M}{2} \quad (3.5)$$

Όπου P το κόστος προμήθειας, M: το ετήσιο κόστος συντήρησης και n: τα έτη χρήσης

Η απεικόνιση της ανωτέρω εξίσωσης, φαίνεται στο σχήμα 19, όπου με βάση τη θεωρία κόστους παραγωγής, το σημείο που αντιστοιχεί στη βέλτιστη διάρκεια ζωής ενός υλικού, είναι το σημείο όπου η καμπύλη ΣΚΙ παρουσιάζει ελάχιστη τιμή (Average Total Cost) (Mankiw & Taylor, 2010). Επομένως, η εκτίμηση αυτή χρησιμεύει στην ποιοτική αξιολόγηση - σύγκριση δύο ή περισσότερων συστημάτων, ως εξής:



Σχήμα 19. Οριακό Διάγραμμα Βέλτιστης Διάρκειας Ζωής ΟΣ, Βάσει ΚΛ&Σ (ΓΕΣ/ΔΕΠ, 2017)

- Συλλογή και αποτύπωση δεδομένων, που θα χρησιμεύσουν για τη μελλοντική σύνταξη των Μελετών Ολοκληρωμένης Πρότασης Υποπρογράμματος (ΜΟΠΥΠ) για παρόμοια ΟΣ, που

αφορούν την εκτίμηση του ΚΚΖ (αναλογική μέθοδος) και γενικότερα την παραγωγή αντικειμενικών και αξιοποιήσιμων αποτελεσμάτων προς όφελος του εθνικού αμυντικού σχεδιασμού.

- Εντοπισμός των δαπανηρών παραμέτρων ή και λανθασμένων ενεργειών, κατά τη φάση της Λ&Σ, καθώς και σε όλο τον κύκλο ζωής του ΟΣ, με σκοπό τη λήψη διορθωτικών μέτρων.

- Διαγραμματική αποτύπωση:

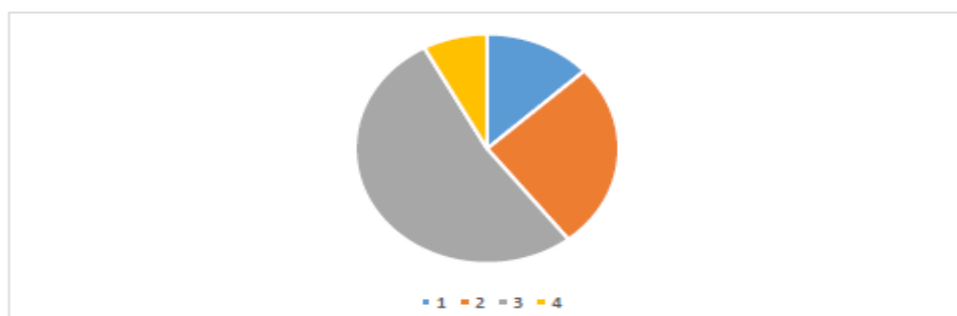
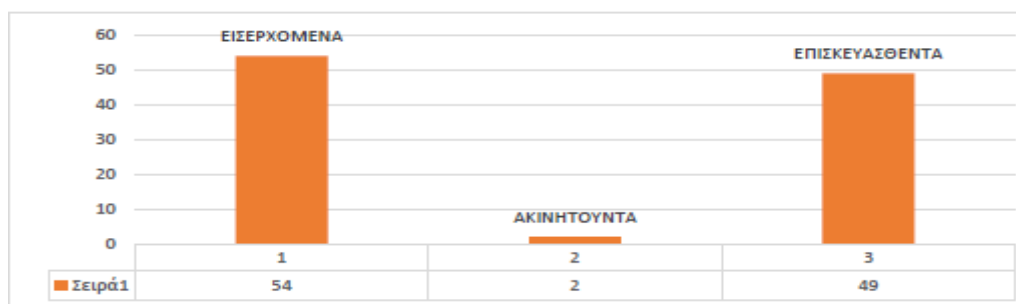
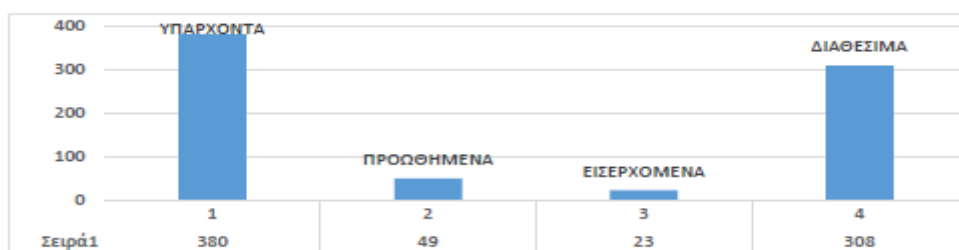
- της διαθεσιμότητας και της ακινησίας ενός ΟΣ (σε επίπεδο Μονάδας - Σχηματισμού – Στρατηγείου),

- της επισκευαστικής δραστηριότητας όλων των επισκευαστικών επιπέδων (από λόχους τεχνικού μέχρι στρατιωτικά εργοστάσια),

- του ΚΛ&Σ των ΟΣ, συσσωρευόμενο αθροιστικά με τον χρόνο, σε βάθος 25ετίας

και

- των ποσοστών κατανομής του ΚΛ&Σ.



Σχήμα 20 Διαγράμματα Διαθεσιμότητας, Επισκευών και Κατανομής Δαπανών του Ελληνικού Στρατού (ΓΕΣ/ΔΕΠ, 2017)

- Βελτίωση της κατανομής των δαπανών για τη συντήρηση των ΟΣ.
- Καταγραφή των δεικτών διαθεσιμότητας (Availability Index, AI), αξιοπιστίας (Mean Time Between Failure, MTBF) και ευκολίας συντήρησης και υποστήριξης (Mean Time To Repair, MTTR), ως οι κυριότεροι παράμετροι που επηρεάζουν το ΚΛ&Σ. Οι υπόψη δείκτες υπολογίζονται ως εξής (Reliability Analysis Center, 2012):

$$\text{➤ } MTBF = \frac{\text{ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΔΕΔΟΜΕΝΟ ΧΡΟΝΟ}}{\text{ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΟ ΔΕΔΟΜΕΝΟ ΧΡΟΝΟ}} \quad (3.6)$$

$$\text{➤ } MTTR = \frac{\text{ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΩΝ ΑΚΙΝΗΣΙΑΣ}}{\text{ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ}} \quad (3.7)$$

$$\text{➤ } AI = \frac{MTBF}{MTTR+MTBF} \Rightarrow MTBF = \frac{AI}{(1-AI)} * MTTR \quad (3.8)$$

Για τον υπολογισμό των πιο πάνω δεικτών, οι ημέρες ακινησίας και ο αριθμός των επισκευών υπολογίζονται από τις καταχωρήσεις των επισκευαστικών μονάδων (3^ο – 4^ο κλιμάκιο συντήρησης), ενώ ο δείκτης διαθεσιμότητας λαμβάνεται από τους χρήστες του συστήματος (1^ο – 2^ο κλιμάκιο). Επίσης, υπολογίζονται οι χρόνοι που σχετίζονται με θέματα όπως προμήθειες υλικών και αναμονής ανταλλακτικών και η μέση διάρκεια των προγραμματισμένων συντηρήσεων.

Για το συντονισμό της διαδικασίας, η κατάσταση των ΟΣ που παρακολουθούνται επικαιροποιείται ετησίως, εφόσον απαιτηθεί, ενώ έχει καθοριστεί συγκεκριμένος χρονικός προγραμματισμός καταχώρησης των δεδομένων στο σύστημα, καθώς και ο αριθμός των χειριστών του συστήματος. Γενικά, συγκεντρώνονται στοιχεία και καταχωρούνται μηνιαίως τα παρακάτω:

- Η διαθεσιμότητα και ακινησία των Μονάδων από τους χρήστες του ΟΣ (Υπάρχοντα, Εκτός Ενεργείας και υλικά προωθημένα σε επισκευαστικά κέντρα)
- Η επισκευαστική δραστηριότητα των Λόγων Τεχνικού και Συνεργείων Περιοχής Τεχνικού (εισερχόμενα, επισκευασμένα και προωθημένα σε εργοστάσια εσωτερικού ή εξωτερικού), καθώς και των Στρατιωτικών Εργοστασίων (5^ο κλιμάκιο συντήρησης, προγράμματα ανακατασκευής – τροποποίησης κλπ).

▪ Το κόστος συντήρησης. Με το πέρας κάθε επισκευής – αξιοποίησης που ολοκληρώθηκε τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, καταγράφονται τα παρακάτω:

(1) Κόστος ανταλλακτικών υπηρεσίας (Ανταλλακτικά από χορήγηση του εφοδιαστικού οργάνου καθώς και όσα προκύπτουν από αξιοποίηση ή προσπορισμό).

(2) Κόστος ανταλλακτικών εμπορίου.

(3) Κόστος αναλωσίμων.

(4) Κόστος εργασιών σε εξωτερικό συνεργείο.

(5) Ποσότητες ελαιολιπαντικών και ψυκτικών υγρών.

(6) Αριθμός εργατοωρών.

(7) Σύνολο Ημερών Ακινήσιας (ΣΗΑ). Ως ημέρες ακινήσιας θεωρούνται εκείνες κατά τις οποίες το υλικό ακινητεί λόγω βλάβης, ανεξάρτητα από το κλιμάκιο συντήρησης στο οποίο βρίσκεται. Το ΣΗΑ κάθε τύπου βεβλαμένου υλικού προκύπτει αθροιστικά από τα στοιχεία των φύλλων εργασίας (Ημερομηνία Εισόδου - Ημερομηνία Παράδοσης).

(8) Το κόστος επισκευής μικρών και μεγάλων υποσυγκροτημάτων, που χρεώνεται στα συγκροτήματα στα οποία ανήκουν.

(9) Το κόστος ανταλλακτικών από προσπορισμό, που υπολογίζεται βάσει της τιμής του καινούργιου.

▪ Το κόστος λειτουργίας που προέρχεται αποκλειστικά από τους χρήστες (1^ο – 2^ο κλιμάκιο, περιλαμβάνει κυρίως POLs και πυρομαχικά).

Κεφάλαιο 4

Ανάπτυξη Μοντέλου Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής. Η Αναλυτική Μέθοδος

Η δόμηση του μοντέλου εκτίμησης του Κόστους Κύκλου Ζωής, που η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή προτείνει, βασίστηκε κυρίως σε βιβλιογραφία, οδηγίες και κανονισμούς σχετικές με το θέμα, αλλά και σε βασικούς κανόνες στατιστικής. Το προτεινόμενο μοντέλο για να είναι ρεαλιστικό και εφαρμόσιμο, διαμορφώθηκε σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητες, τις δυνατότητες σε πόρους, τις βιομηχανικές υποδομές, την οργάνωση και τις διαδικασίες που τώρα υφίστανται στην Κύπρο.

4.1 Μοντέλο Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής

Για την εκτίμηση και αξιολόγηση του ΚΚΖ, κυρίως στα στάδια της προμήθειας και λειτουργίας – συντήρησης, γίνονται οι παρακάτω παραδοχές:

α. Ως έτος βάσης θα επιλέγεται το έτος κατά το οποίο ενεργοποιείται η σύμβαση προμήθειας του Οπλικού Συστήματος.

β. Θα τηρούνται χρονοδιαγράμματα σε κάθε φάση υλοποίησης της προμήθειας και της μετέπειτα εκμετάλλευσης του συστήματος, με περιορισμούς σε χρόνο και πιστώσεις.

γ. Υφιστάμενες υποδομές θα χρησιμοποιηθούν, με πιθανές τροποποιήσεις, ενώ καινούργιες θα κατασκευαστούν για κάλυψη των επιχειρησιακών αναγκών, αναθέτοντας τα απαιτούμενα έργα σε τρίτους φορείς μέσω των προβλεπόμενων διαδικασιών.

δ. Η επιχειρησιακή εκμετάλλευση του ΟΣ και οι διαδικασίες συντήρησης – υποστήριξης του, θα είναι σύμφωνα με τις υφιστάμενες οδηγίες, δόγματα και κανονισμούς. Ωστόσο, λόγω της διαφορετικότητας των ΟΣ και της χώρας προέλευσης τους είναι δυνατό να υπάρχουν αποκλίσεις από τις οδηγίες συντήρησης που καθορίζουν θεσμικά κείμενα του Γενικού Επιτελείου Εθνικής Φρουράς, οπότε και υπερτερούν οι τεχνικές οδηγίες του κατασκευαστή.

ε. Θα υπάρξει πλήρης συμμόρφωση με τα χρονικά όρια Λήξης Ορίου Λειτουργίας, που θέτουν οι κατασκευαστές, καθώς και με τεχνικές οδηγίες (υποχρεωτικές, χρονικής λήξης κλπ).

στ. Θα εκτελούνται εκεί και όπου απαιτείται τεχνολογικές αναβαθμίσεις του ΟΣ (upgrades, retrofits) προκειμένου να ανταποκρίνεται σε νέες επιχειρησιακές προκλήσεις.

ζ. Θα εφαρμόζεται η διαλειτουργικότητα όπου είναι εφικτό (πχ κοινά ανταλλακτικά, διαδικασίες), προς εξοικονόμηση κόστους.

η. Νέες διαδικασίες συντήρησης και λειτουργίας θα εφαρμόζονται, κατόπιν οδηγιών του κατασκευαστή ή του φορέα που το εκμεταλλεύεται.

θ. Οι αναλύσεις κάθε κύριας κατηγορίας κόστους βασίζονται σε ανάλυση Pareto, ώστε να εντοπίζονται οι βασικότερες υποκατηγορίες κόστους που αθροιστικά συμβάλουν το ελάχιστο στο 80%, κάθε κατηγορίας.

Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν αξιόπιστα τεχνικά και οικονομικά δεδομένα, που είτε δεν μπορούν να τεκμηριωθούν βάσει καταγραφών ή επειδή δεν τέθηκαν σχετικές παραδοχές, τότε θα πρέπει να γίνουν υποθέσεις, που προκύπτουν από την κρίση και την εμπειρία κατάλληλου και εξειδικευμένου προσωπικού. Οι υποθέσεις αφορούν κυρίως τους χρόνους Mean Time Between Failures και Mean Time To Repair, την επιχειρησιακή ζωή του ΟΣ, οικονομικές παραμέτρους (πχ ρυθμός μεταβολής τιμών, διαχρονική αξία χρήματος, συντελεστές παρούσας αξίας, ισοτιμίες νομισμάτων) και την ανάλυση του κινδύνου (περιγραφή απειλών που θα επιφέρουν υπερβάσεις σε κόστος και χρόνο, εντοπισμού των πηγών κινδύνου, την αξιολόγηση και την ιεράρχηση των απειλών).

4.2 Υπολογιστικό Μοντέλο Αξιολόγησης – Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής

Στην περίπτωση της Κύπρου, λαμβάνοντας υπόψη:

- Το κόστος έρευνας και ανάπτυξης ενός ΟΣ, που στο παρόν στάδιο δεν εφαρμόζεται, λόγω της μη ύπαρξης εγχώριας αμυντικής βιομηχανίας και συνεργασιών συμπαραγωγής ΟΣ με άλλες χώρες.

- Τη διεθνή πρακτική και τη σχετική βιβλιογραφία.

- Την οργάνωση της γραφειοκρατίας και της τήρησης – καταγραφής στοιχείων σε όλο το φάσμα της ιεραρχικής δομής του ΥΠΑΜ και του ΓΕΕΦ.

προκύπτει ότι η μέθοδος της αναλυτικής τεχνικής είναι η καταλληλότερη. Η τυποποιημένη ανάλυση στοιχείων κόστους επιτρέπει:

- Την εύκολη σύγκριση των κατηγοριών κόστους μεταξύ διαφορετικών ΟΣ, γεγονός που ευνοεί σε κατοπινό στάδιο την ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνικών πρόβλεψης της εκτίμησης (πχ αναλογική ή παραμετρική), λόγω της συστηματικής καταχώρησης δεδομένων κόστους.

- Την κατανόηση και τον εποπτικό έλεγχο του τρόπου σύνθεσης του συνολικού κόστους και την τεκμηριωμένη αξιολόγηση της αξιοπιστίας της αρχικής εκτίμησης του κόστους της Μελέτης Αναγνώρισης Επιχειρησιακής Ανάγκης.

Επομένως, τα κύρια στοιχεία του κόστους θα πρέπει να αναλυθούν με δενδρική ανάλυση (Cost Breakdown Structure) και στη συνέχεια να κωδικοποιηθούν και ιεραρχηθούν μέσα στη δομή (Bill of Materials, BOM). Η ανάλυση βασίστηκε σε στοιχεία που λήφθηκαν από το λογιστήριο του ΥΠΑΜ και διαχρονικά αποτελούν τα κυριότερα στοιχεία κόστους, που ποσοστιαία συνεισφέρουν σε μεγαλύτερο ποσοστό στο αθροιστικό συνολικό κόστος.

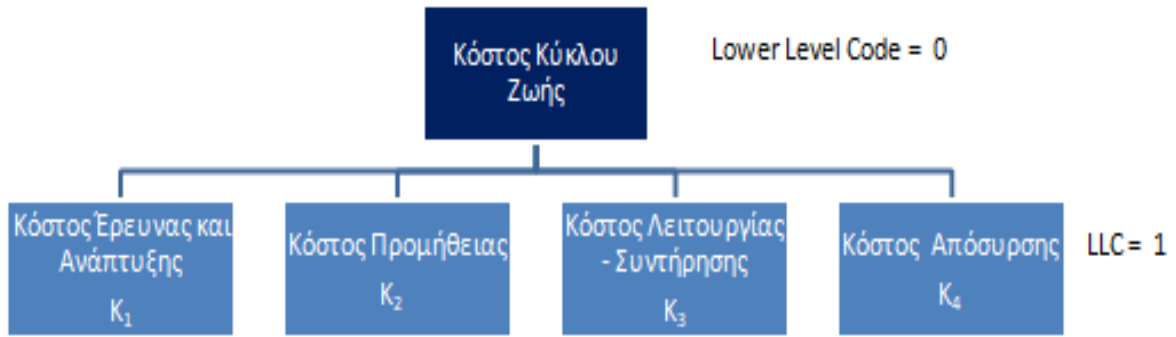
Όπως προκύπτει από τα μαθηματικά μοντέλα του Κεφαλαίου 2, το Κόστος Κύκλου Ζωής περιγράφεται από τον τύπο :

$$KKZ = \sum_{v=1}^4 K_v = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 \quad (4.1)$$

ή αναγόμενο σε τιμές παρούσας αξίας (PV):

$$KKZ = \sum_{t=1}^n \frac{\sum_{v=1}^4 K_v}{(1 + \rho)^t} \quad (4.2)$$

και περιλαμβάνει τις άμεσες και έμμεσες δαπάνες που προκύπτουν καθ' όλη τη διάρκεια των τεσσάρων σταδίων του κύκλου ζωής ενός ΟΣ, ξεκινώντας από το κόστος έρευνας και ανάπτυξης μέχρι και το κόστος απόσυρσης (Korecki, Cabicarova, & Balhar, 2014).



Διάγραμμα 1. Βασική Ανάλυση Στοιχείων ΚΚΖ

4.3 Ανάλυση των Στοιχείων του Κόστους

Για την ακριβέστερη απεικόνιση της κάθε κατηγορίας κόστους, οι τέσσερις βασικές κατηγορίες αναλύονται σε περαιτέρω επίπεδα. Για το κάθε επίπεδο καθορίζονται, εφόσον υφίστανται, μεταβλητές κόστους, όπως αναλυτικά φαίνονται στη συνέχεια.

4.3.1 Κόστος Έρευνας και Ανάπτυξης

Για το ΥΠΑΜ, το κόστος έρευνας, ανάπτυξης και παραγωγής ΟΣ δεν υφίσταται. Ωστόσο, βάσει NATO (AAP-48, 2013) περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία κόστους, που κυρίως θα χρησιμεύσουν για μελλοντικές κοστολογήσεις, στο πλαίσιο πιθανής συμμετοχής της Κύπρου σε κοινά προγράμματα ανάπτυξης ΟΣ του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Άμυνας (ΕΟΑ) [πχ European Defense Funds (EDF), Permanent Structure Cooperation (PESCO)], ή σε ενδεχόμενη μελλοντική ανάπτυξη εγχώριας αμυντικής βιομηχανίας, με την οποία το ΥΠΑΜ θα συνεργάζεται, διαθέτοντας πόρους και οικονομική - νομική υποστήριξη, από τη φάση της συλλογής και αξιολόγησης ιδεών (Concept of Operations CONOPS), μέχρι και την ανάπτυξη του τελικού προϊόντος.



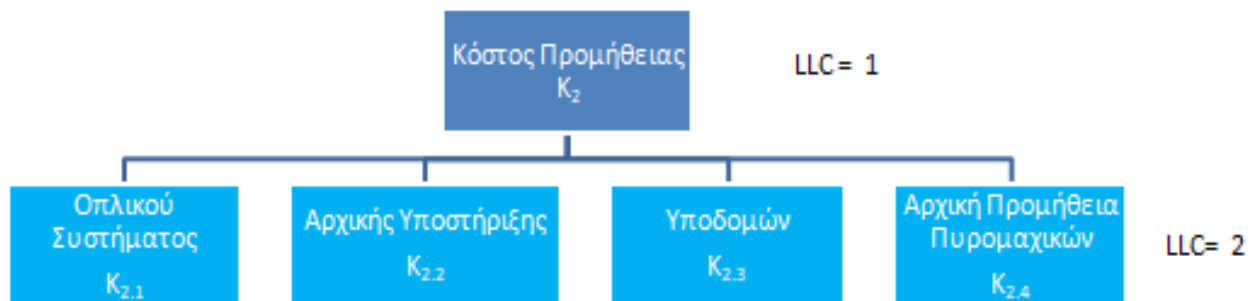
Διάγραμμα 2. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Έρευνας και Ανάπτυξης

Επομένως,

$$K_1 = K_{1.1} + K_{1.2} + K_{1.3} + K_{1.4} + K_{1.5} \quad (4.3)$$

4.3.2 Κόστος Προμήθειας

Το κόστος προμήθειας είναι άμεσο και περιλαμβάνει δραστηριότητες, πόρους και παραδοτέα (NATO Task Group 028, 2003). Το συγκεκριμένο κόστος αναλύεται τόσο στην τελική σύμβαση προμήθειας, όσο και στις προσφορές υποψήφιων αναδόχων. Επομένως, το κόστος προμήθειας προσδιορίζεται με μεγάλη ακρίβεια και με σχετική ευκολία.



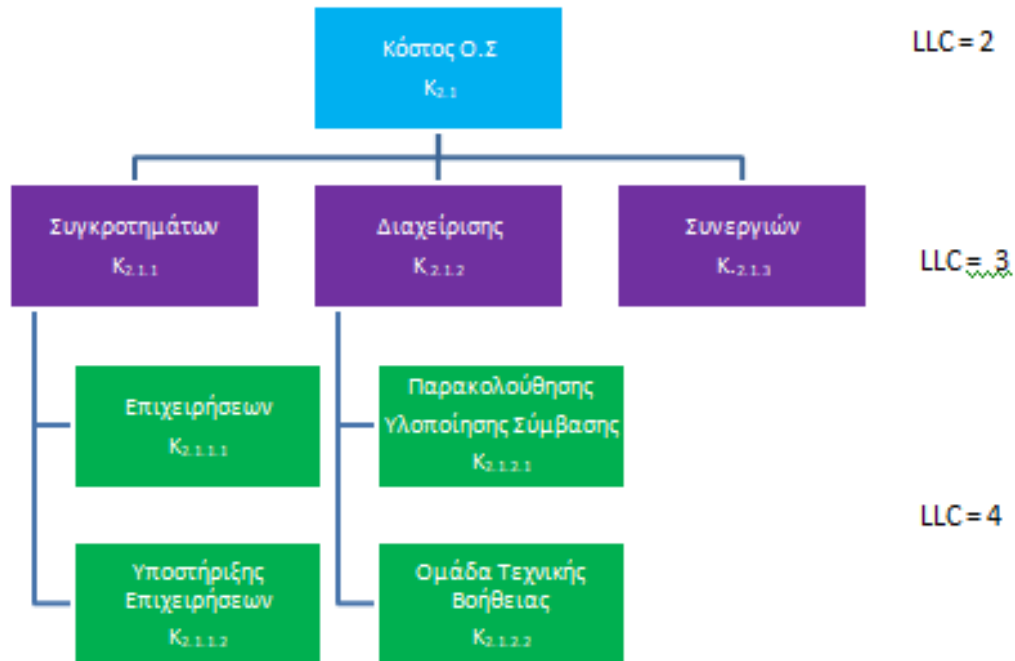
Διάγραμμα 3. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Προμήθειας

Επομένως,

$$K_2 = K_{2.1} + K_{2.2} + K_{2.3} + K_{2.4} \quad (4.4)$$

4.3.2.1 Κόστος Οπλικού Συστήματος

Αναλύοντας, περαιτέρω το κόστος $K_{2.1}$ σε χαμηλότερα επίπεδα, βάσει του μοντέλου σύμβασης που το ΥΠΑΜ χρησιμοποιεί περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:



Διάγραμμα 4. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Οπλικού Συστήματος

Επομένως,

$$K_{2.1} = K_{2.1.1} + K_{2.1.2} + K_{2.1.3} \quad (4.5)$$

Οι βασικές μεταβλητές που επηρεάζουν το Κόστος Συγκροτημάτων είναι :

- Η ποσότητα των παραδοτέων υλικών (επιχειρήσεων και υποστήριξης τους).
- Η δυναμικότητα της γραμμής παραγωγής του συστήματος, που επηρεάζει το ρυθμό παραδόσεων και συνεπώς την αξία του χρήματος
- Η πολυπλοκότητα των συγκροτημάτων, η τεχνολογία που εμπεριέχουν και οι δυνατότητες τους.
- Πιθανές διαμορφώσεις που καθιστούν το σύστημα ιδιαίτερο
- Η φάση κύκλου ζωής στην οποία βρίσκεται το σύστημα.

Το κόστος συγκροτημάτων περιλαμβάνει το κόστος του κυρίως επιχειρησιακού υλικού (πχ άρματα μάχης, ελικόπτερα, πλωτά μέσα κλπ), καθώς και του υλικού υποστήριξης που ο κατασκευαστής και η επιχειρησιακή απαίτηση καθορίζουν (πχ γερανοφόρα οχήματα, κηροζινοφόρα, γεννήτριες, κινητοί αναμεταδότες κλπ).

Ο υπολογισμός του συνολικού κόστους του υλικού επιχειρήσεων προκύπτει από το γινόμενο της ποσότητας επί την τιμή προμήθειας

$$K_{2.1.1.1} = \Pi \times T \quad (4.6)$$

όπου Π η ποσότητα των παραδοτέων κύριων υλικών και T η τιμή προμήθειας τους όπως αναλύεται στη σύμβαση.

Το κόστος του υλικού επιχειρησιακής υποστήριξης, λόγω της πολυτυπίας που πιθανό να απαιτείται, δύναται να υπολογιστεί ως εξής:

$$K_{2.1.1.2} = \sum_{E=1}^{\nu} (\Pi_E \times T_E) \quad (4.7)$$

όπου E τα είδη εξοπλισμού υποστήριξης που παραδίδονται βάσει σύμβασης.

Το κόστος διαχείρισης $K_{2.1.2}$ αφορά σε γενικές γραμμές:

➤ Έξοδα μεταφορικών και διαχείρισης φορτίων, τέλη αεροδρομίων ή λιμένων εφόσον βαρύνουν την πλευρά μας, κατά την εισαγωγή του συστήματος στη χώρα και Φόρου Προστιθέμενης Αξίας, εάν εφαρμόζεται.

➤ Το κόστος που προκύπτει από την παρακολούθηση και έλεγχο της σύμβασης προμήθειας, που εξαρτάται από το βαθμό εξοικείωσης με τις διαδικασίες και πρόνοιες της σύμβασης, από τα δύο μέρη.

➤ Τα έξοδα παροχής επί τόπου τεχνικής βοήθειας, αναλόγως του επιπέδου παρεχόμενης υποστήριξης από τον προμηθευτή.

Το κόστος συνεργιών $K_{2.1.3}$ αφορά σε πιθανό μελλοντικό άμεσο κόστος που θα προκύψει για την πλευρά μας, από τυχόν συμμετοχή σε κοινά προγράμματα ανάπτυξης ΟΣ μέσω του ΕΟΑ (πχ PESCO, EDF κλπ) και επιμερίζεται αναλόγως της ποσότητας της παραγγελίας.

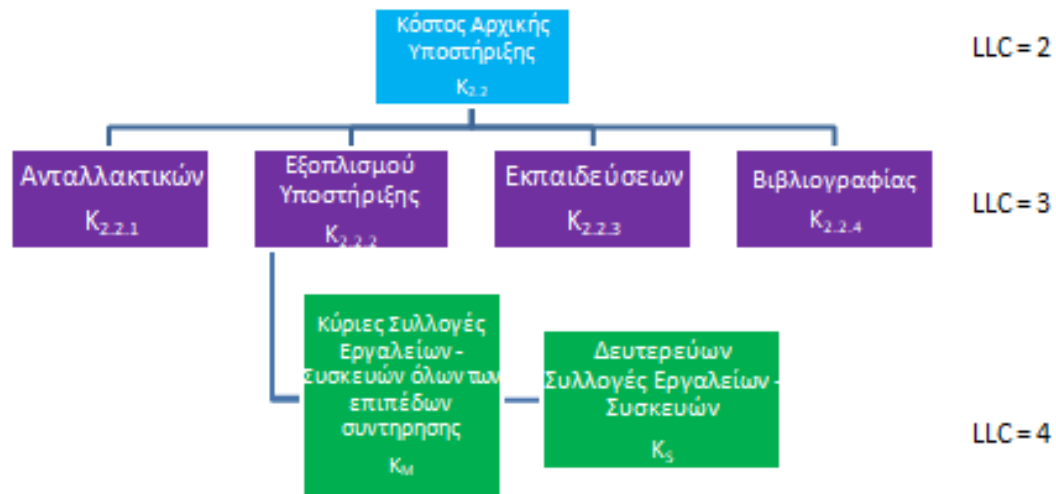
4.3.2.2 Κόστος Αρχικής Υποστήριξης

Το υπόψη κόστος αναλύεται στο κόστος ανταλλακτικών, του εξοπλισμού υποστήριξης, των εκπαιδεύσεων προσωπικού και της βιβλιογραφίας, που περιλαμβάνονται στην αρχική σύμβαση προμήθειας.

Επομένως,

$$K_{2.2} = K_{2.2.1} + K_{2.2.2} + K_{2.2.3} + K_{2.2.4} \quad (4.8)$$

Τα ανταλλακτικά αφορούν στο κόστος για τη δημιουργία του αρχικού αποθέματος, με σκοπό το ΟΣ να λειτουργεί ομαλά και να υποστηρίζεται στα αρχικά στάδια εκμετάλλευσής του. Η κατάσταση ανταλλακτικών μπορεί να διαμορφωθεί κατόπιν εισήγησης του κατασκευαστή, αφού λάβει υπόψη το επιθυμητό επίπεδο διαθεσιμότητας, την κλιμάκωση των ανταλλακτικών και την αποκομισθείσα εμπειρία από παρόμοια συστήματα. Οι βασικοί παράμετροι που το επηρεάζουν είναι:



Διάγραμμα 5. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Αρχικής Υποστήριξης

- Τα επίπεδα συντήρησης του αγοραστή
- Η αξιοπιστία του υλικού βάσει MTBF
- Ο χρόνος MTTR των επισκευάσιμων κύριων συγκροτημάτων - ανταλλακτικών.
- Η συχνότητα και η χρονική διάρκεια της συντήρησης (προληπτική, επισκευαστική και προβλεπτική)
- Το μέσο κόστος ανά τύπο ανταλλακτικού – υποσυγκροτήματος - συγκροτήματος.

Για τον υπολογισμό του κόστους ανταλλακτικών σύμφωνα με (Kishk, 2005) χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση:

$$K_{2.2.1} = \Delta \times \Pi \times \sum_{v=1}^n [(1 \pm d_i) \times q_v \times c_v] \quad (4.9)$$

Όπου Δ το επιθυμητό ποσοστό διαθεσιμότητας εκ μέρους του αγοραστή που καθορίζεται στη ΜΑΕΑ, d_i η πιθανή ποσοστιαία διαφορά μεταξύ επιθυμητής και παραδοθείσας ποσότητας για κάθε v τύπο ανταλλακτικού, q η ποσότητα και c το κόστος ανά τύπο v ανταλλακτικού.

Ο εξοπλισμός υποστήριξης περιλαμβάνει εργαλεία, συσκευές ελέγχου και δοκιμών που είναι απαραίτητα για τη συντήρηση. Το κόστος εξοπλισμού υποστήριξης επηρεάζεται από το μέσο κόστος και τη ποσότητα ανά τύπο υλικού, τη ποσότητα ανά είδος εξοπλισμού, το βαθμό αυτοδυναμίας του φορέα στην υποστήριξη του υλικού και την ποσότητα του κυρίως υλικού που υποστηρίζεται.

Το συνολικό κόστος που δαπανάται για την προμήθεια των αναγκαίων συλλογών, εργαλείων – συσκευών κλπ υπολογίζεται από το μαθηματικό τύπο:

$$K_{2.2.2} = K_M + K_S \quad (4.10)$$

Σύμφωνα με (Kishk, 2005), αναλύοντας περαιτέρω προκύπτει:

$$K_M = \sum_{m=1}^4 \sum_{v=1}^n (\Pi_{m,v} \times K_v) \quad (4.11)$$

$$K_S = \sum_{s=1}^n (\Pi_{\Delta s} \times K_{\Delta s}) \quad (4.12)$$

$\Pi_{m,v}$ η ποσότητα συλλογής v για το επίπεδο συντήρησης m και K_v το κόστος της συλλογής v .

$m = 1 \dots 4$ αναφέρεται στα 4 κλιμάκια συντήρησης που εφαρμόζει η ΕΦ

$\Pi_{\Delta s}$ η ποσότητα των δευτερευόντων συλλογών και $K_{\Delta s}$ το κόστος τους.

Το κόστος εκπαίδευσης στη φάση αυτή αναφέρεται αποκλειστικά στην αρχική εκπαίδευση, που περιλαμβάνεται στην σύμβαση. Περιέχει τις εκπαιδύσεις τεχνικού και επιχειρησιακού προσωπικού, την αγορά εκπαιδευτικού εξοπλισμού (πχ εξομοιωτές, βοηθήματα κλπ) και διακρίνεται σε βασική, προκεχωρημένη, εσωτερικού και εξωτερικού. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος αυτό είναι η διάρκεια της εκπαίδευσης, ο αριθμός των εκπαιδευομένων, το κόστος και η ποσότητα του εκπαιδευτικού εξοπλισμού (ΓΔΑΕΕ, 2017). Η μαθηματική εξίσωση που εκφράζει συνολικά το κόστος αρχικής εκπαίδευσης σύμφωνα με (Veretekhina, Kudryavtsev, Simonov, Makushkin, & Karyagina, 2019) είναι:

$$K_{2.2.3} = \Delta + \sum_{B=1}^N (P_B + K_B) + \sum_{t=1}^2 \sum_{r=0}^T (G_{tr} \times D_{tr} \times K_{tr}) \quad (4.13)$$

όπου:

Δ : τα διάφορα διοικητικά έξοδα εκπαίδευσης (πχ συνολική ημερήσια αποζημίωση προσωπικού, έξοδα διαμονής, έξοδα μεταφοράς κλπ)

P_B : Ποσότητα εκπαιδευτικού βοηθήματος

K_B : Κόστος εκπαιδευτικού βοηθήματος

$t = 1$ εκπαίδευση στην Κύπρο

$t = 2$ εκπαίδευση στο εξωτερικό

$r = 0$ εκπαίδευση χειριστών (operational)

$r = T$ εκπαίδευση τεχνικών (technical)

G_{tr} : αριθμός ομάδων εκπαιδύσεων (π.χ G_{10} = εκπαίδευση χειριστών στην Κύπρο, G_{2T} = εκπαίδευση τεχνικών στο εξωτερικό, λοιποί συνδυασμοί π.χ G_{20} και G_{1T})

D_{tr} : χρονική διάρκεια εκπαίδευσης κάθε εκπαιδευτικής ομάδας σε ημέρες

K_{tr} : ημερήσιο κόστος εκπαίδευσης ανά ομάδα εκπαίδευσης

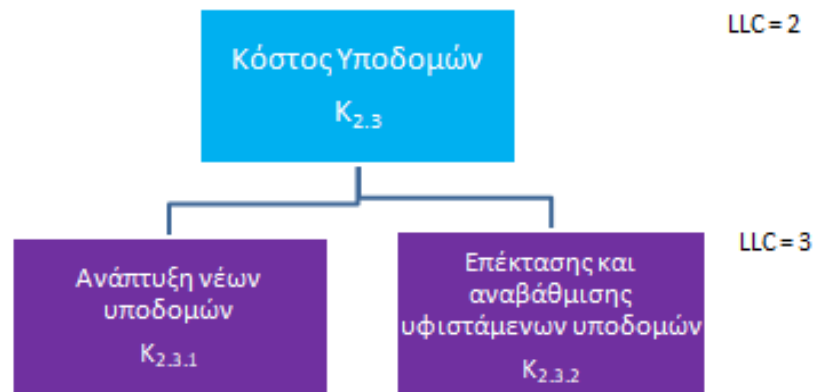
Το κόστος προμήθειας εγχειριδίων αποτελείται από το συνολικό κόστος των τεχνικών οδηγιών (K_{TO}) και λειτουργικών εγχειριδίων (K_{OM}), των εικονογραφημένων καταλόγων ανταλλακτικών (K_{IPC}), των μηχανολογικών και ηλεκτρολογικών σχεδίων (K_{DR}), των ετήσιων συνδρομών για ανανεώσεις (K_{AS}), των ψηφιακών προϊόντων (ηλεκτρονική βιβλιοθήκη) (K_{ED}) και ειδικών λογισμικών χρήσης εγχειριδίων (K_{SW}). Όλα τα παραπάνω απαιτούνται για την ορθή συντήρηση και λειτουργία του ΟΣ. Το ύψος του κόστους εξαρτάται από το επίπεδο συντήρησης

και των επισκευαστικών δυνατοτήτων που αγοράζονται με τη σύμβαση, καθώς και από την πολυπλοκότητα του ΟΣ, συνολικά. Συνοπτικά, μπορεί να υπολογιστεί από το παρακάτω άθροισμα:

$$K_{2.2.4} = K_{TO} + K_{OM} + K_{IPC} + K_{DR} + K_{ED} + K_{SW} + K_{AS} \quad (4.14)$$

4.3.2.3 Κόστος Υποδομών

Το κόστος αυτό αφορά την ανάπτυξη των αναγκαίων υποδομών για την ορθή λειτουργία και τεχνική υποστήριξη του ΟΣ. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη νέων υποδομών (πχ γραφειακοί χώροι, υπόστεγα συντήρησης – στάθμευσης, γενικές και ειδικές αποθήκες, χώροι εκπαίδευσης, εγκαταστάσεις εξομοιωτή, συνεργεία τεχνικής υποστήριξης κλπ), καθώς και την επέκταση ή/και αναβάθμιση υφισταμένων υποδομών.



Διάγραμμα 6. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Υποδομών

Επομένως,

$$K_{2.3} = K_{2.3.1} + K_{2.3.2} \quad (4.15)$$

Το κόστος νέων εγκαταστάσεων μπορεί να αποτυπωθεί από τη γενική μαθηματική σχέση:

$$K_{2.3.1} = \sum_{I=1}^v (\Pi_i \times K_I) \quad (4.16)$$

όπου:

i: τύπος της υποδομής

Π_i : η ποσότητα νέων υποδομών τύπου i

K_i : το κόστος κατασκευής της υποδομής i

4.3.2.4 Κόστος Αρχικής Προμήθειας Πυρομαχικών

Το υπόψη κόστος αφορά τη δαπάνη αγοράς των συνοδευτικών πυρομαχικών του ΟΣ, που προβλέπει η σύμβαση. Περιλαμβάνει όλες τις κατηγορίες πυρομαχικών, ανεξαρτήτως χρήσεως (επιχειρήσεων, ασκήσεων, επί του όπλου, πραγματικά, mockups κλπ). Το συνολικό κόστος υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

$$K_{2.4} = \sum_{t=1}^v (\Pi_t \times T_t) \quad (4.17)$$

όπου:

t : τύπος του πυρομαχικού

Π_t : ποσότητα πυρομαχικών ανά είδος t

T_t : τιμή μονάδος πυρομαχικού ανά τύπο t

4.3.3 Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης

Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του ΟΣ, το οποίο εντάσσεται στη δύναμη ενός Τάγματος ή μίας Μοίρας και κατ' επέκταση στο στρατιωτικό σχηματισμό ή διοίκηση, περιλαμβάνει τις παρακάτω βασικές συνιστώσες:



Διάγραμμα 7. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Λειτουργίας και Συντήρησης

Επομένως,

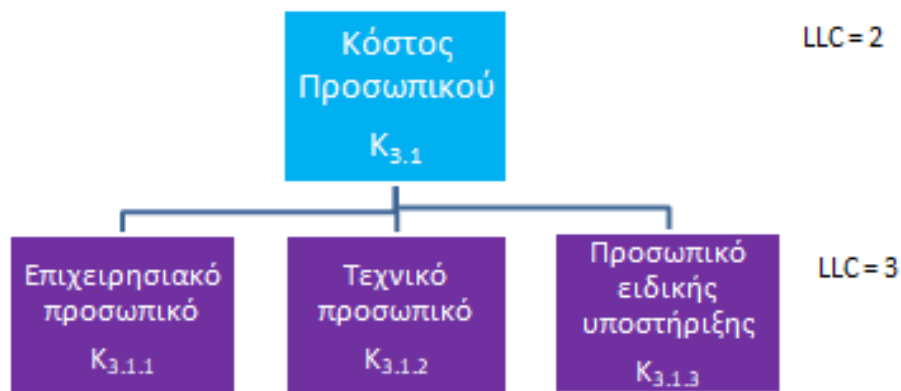
$$K_3 = K_{3.1} + K_{3.2} + K_{3.3} + K_{3.4} + K_{3.5} + K_{3.6} \quad (4.18)$$

4.3.3.1 Κόστος Προσωπικού

Είναι έμμεσο μεταβλητό κόστος και αφορά τις αποδοχές του προσωπικού, όπως αυτές καθορίζονται από το κυβερνητικό μισθολόγιο καθώς και τα επιδόματα, που τυχόν προβλέπονται, σε ειδικές κατηγορίες στελεχών (πχ πτητικό, καταδυτικό, πτωτικό, συμβασιούχων υπαξιωματικών κλπ). Περιορίζεται στο προσωπικό που κύρια αποστολή του είναι η λειτουργία και η συντήρηση του ΟΣ, καθώς και του ειδικού εξοπλισμού που το συνοδεύει. Δεν περιλαμβάνει το προσωπικό γενικής διοικητικής και επιχειρησιακής υποστήριξης, καθώς η κατηγορία αυτή εντάσσεται στις έμμεσες δαπάνες.

Στην περίπτωση της ΕΦ περιλαμβάνει το προσωπικό που υπηρετεί σε τακτικές μονάδες (χειριστές και τεχνικοί του ΟΣ και του ειδικού εξοπλισμού). Καλύπτει επίσης τις μονάδες τεχνικής υποστήριξης του ΟΣ (πχ Μονάδες Τεχνικού 3^{ου} και 4^{ου} κλιμακίου συντήρησης, Μοίρες Αεροπορίας 2^{ου} βαθμού συντήρησης), οι οποίες ωστόσο επιφορτίζονται με τη συντήρηση διαφόρων τύπων ΟΣ και επομένως το κόστος για κάθε σύστημα, θα πρέπει να επιμερίζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις.

Το κόστος προσωπικού, επομένως αναλύεται σε κατηγορίες ως εξής:



Διάγραμμα 8. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Προσωπικού

και περιγράφεται από τον τύπο:

$$K_{3.1} = K_{3.1.1} + K_{3.1.2} + K_{3.1.3} \quad (4.19)$$

Οι κύριες μεταβλητές που επηρεάζουν το υπόψη κόστος είναι:

- Ο ελάχιστος αριθμός θέσεων που το ΟΣ απαιτεί για να τεθεί σε πλήρη λειτουργία
- Οι ειδικότητες που απαιτεί για να λειτουργήσει το ΟΣ
- Το μέσο ετήσιο εισόδημα (περιλαμβανομένου και των επιδομάτων) και των τριών κατηγοριών προσωπικού.
- Οι ελάχιστες απαιτούμενες δεξιότητες και γνώσεις του προσωπικού, που αποκτώνται μέσω της εκπαίδευσης, προκειμένου το ΟΣ να λειτουργεί και να υποστηρίζεται σε ικανοποιητικό βαθμό.
- Η πολυπλοκότητα του ΟΣ και το πλήθος των διαμορφώσεων με τις οποίες μπορεί να επιχειρήσει.
 - Ο ρυθμός αλλαγής των διαμορφώσεων και η πολιτική συντήρησης (καθορισμός κλιμακίων συντήρησης με δέσμευση ανάλογων πόρων).
 - Οι δείκτες AI, MTBF και MTTR, που καθορίζουν την αξιοπιστία και την ευκολία συντήρησης του ΟΣ.
 - Το περιοδικό πρόγραμμα προληπτικής και προβλεπτικής συντήρησης και οι χρόνοι που απαιτούν για την υλοποίησή τους.

4.3.3.2 Καταναλώσεις

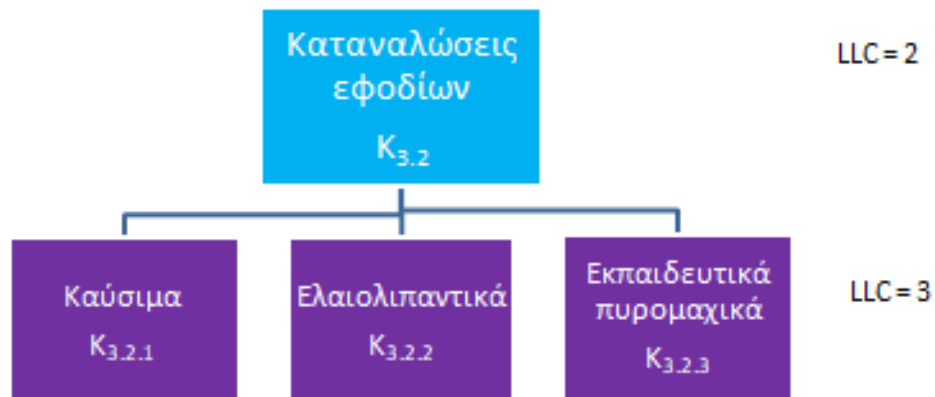
Περιέχει το άμεσο κόστος της ενέργειας και των υλικών που αναλώνονται για να λειτουργεί το ΟΣ και ο ειδικός εξοπλισμός που το συνοδεύει. Αφορά κυρίως POLs, βιομηχανικά αέρια (πχ άζωτο, οξυγόνο), ηλεκτρισμό, αναλώσιμα πυρομαχικά (πχ φυσίγγια πυροσβεστικού συστήματος και εκτινασόμενων καθισμάτων – πορτών, φωτοβολίδες, αερόφυλλα κλπ) . Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και τα πυρομαχικά που χαρακτηρίζονται ως εκπαιδευτικά, λόγω της σχετικά σταθερής ετήσιας περιοδικής κατανάλωσής τους. Δεν περιλαμβάνονται οι καταναλώσεις υλικών που σχετίζονται με την τεχνική υποστήριξη (πχ αναλώσιμα, επισκευές εξαρτημάτων), διότι εντάσσονται στην κατηγορία συντήρησης. Σε ότι αφορά τις καταναλώσεις ηλεκτρισμού και καυσίμων για τη λειτουργία γενικά των υποδομών, καθώς και του εξοπλισμού γενικής

υποστήριξης, αυτές χαρακτηρίζονται ως έμμεσο κόστος και εντάσσονται στην αντίστοιχη κατηγορία.

Το κόστος καταναλώσεων εφοδίων επηρεάζεται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Τα κόστος καυσίμου, αερίων, ελαιολιπαντικών κλπ ανά αντίστοιχη βασική μονάδα μέτρησης του τύπου.
- Τις καταναλώσεις POL και αερίων, ανά ώρα πτήσης / λειτουργίας, βάσει της αποστολής (που εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια και τη συχνότητα επανάληψη της κάθε μίας) .
- Τον αριθμός των μονάδων που επιχειρούν με το ίδιο ΟΣ.
- Τις εγκαταστάσεις ειδικής υποστήριξης του ΟΣ και την ενέργεια που καταναλώνουν (π.χ για τη λειτουργία των ειδικών μηχανημάτων).
- Την απόδοση του ειδικού εξοπλισμού, βάσει του αριθμού και των ωρών λειτουργίας τους.
- Το μέσο κόστος των πυρομαχικών εκπαίδευσης (ανά τύπο) που ετησίως απαιτείται για την κάλυψη των ελάχιστων αναγκών εκπαίδευσης, ώστε το προσωπικό να είναι ικανό να εκπληρώσει την αποστολή του.

Το κόστος καταναλώσεων εφοδίων αναλύεται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες, ως εξής:



Διάγραμμα 9. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Κατανάλωσης Εφοδίων

Επομένως, υπολογίζεται από το άθροισμα:

$$K_{3.2} = K_{3.2.1} + K_{3.2.2} + K_{3.2.3} \quad (4.20)$$

Ειδικότερα, αν υποτεθεί ότι το ΟΣ λειτουργεί για v χρόνια, τότε:

- Το κόστος καυσίμων σύμφωνα με (Kishk, 2005) δύναται να υπολογισθεί ως εξής :

$$K_{3.2.1} = \sum_{t=1}^v \Sigma ΠΑ \times \left[\sum_t (C_{ti} \times S_{ti} \times P_{καυσ/ti}) \right] \quad (4.21)$$

όπου:

- ΣΠΑ : Ο Συντελεστής Παρούσας Αξίας $\left[\frac{1}{(1+i)^v} \right]$ (i: ο συντελεστής προεξόφλησης)
- C_t : Η κατανάλωση το χρόνο t σε l/Km ή l/hrs, όπως εξάγεται από τα εγχειρίδια του κατασκευαστή και από τις πραγματικές μέσες τιμές (Διεύθυνση Εφοδίων Μεταφορών , 2016)
- S_t : σύνολο ωρών λειτουργίας (hrs) ή διανοομένων χιλιομέτρων (km) το έτος t, βάσει των μητρώων υλικού που τηρούνται από τις Μονάδες.
- $P_{καυσ/t}$: η μελλοντική τιμή $[ΠΑ \times (1 + i)^v]$ βάσει του μέσου όρου της ετήσιας μεταβολής (%) της μέσης τιμής καυσίμου τα τελευταία 7 έτη (Διεύθυνση Εφοδίων Μεταφορών , 2016).
- i : ο τύπος του καυσίμου

- Παρομοίως, για τα ελαιολιπαντικά, εφαρμόζεται αντίστοιχος τύπος:

$$K_{3.2.2} = \sum_{t=1}^v \Sigma ΠΑ \times \left[\sum_j (f_{tj} \times Q_{tj} \times P_{ελαιολtj}) \right] \quad (4.22)$$

όπου:

- f_{tj} : Η περιοδικότητα αλλαγής του ελαιολιπαντικού j, το έτος t, βάσει του εγχειριδίου του κατασκευαστή.
- Q_{tj} : Η απαιτούμενη ποσότητα ελαιολιπαντικού j για αλλαγή το έτος t, βάσει οδηγιών κατασκευαστή.
- $P_{ελαιολtj}$: το κόστος του ελαιολιπαντικού j βάσει του μέσου όρου της ετήσιας μεταβολής (%) της μέσης τιμής του τα τελευταία 7 έτη.
- j: ο τύπος του ελαιολιπαντικού

- Αντίστοιχα, για τα εκπαιδευτικά πυρομαχικά, εφαρμόζεται ο τύπος:

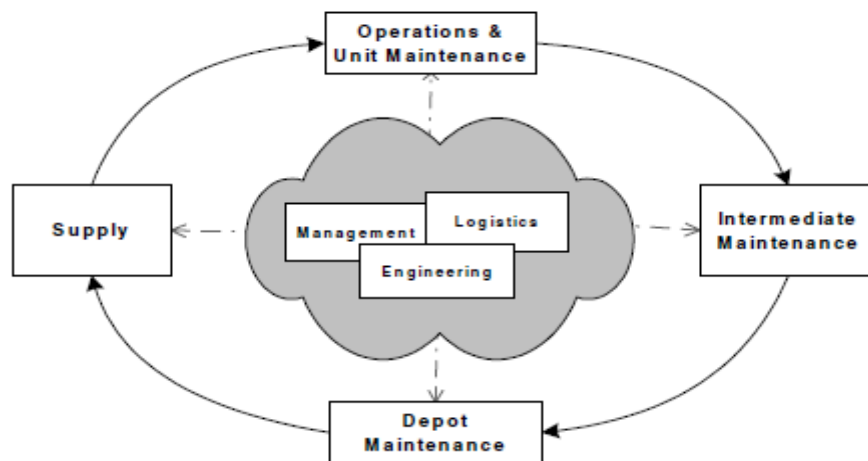
$$K_{3.2.3} = \sum_{t=1}^v \Sigma ΠΑ \times \left[\sum_m (P_{tm} \times \Pi_{tm}) \right] \quad (4.23)$$

όπου:

- P_{tm} : Η ποσότητα πυρομαχικού τύπου m που καταναλώνεται το έτος t . (βάσει των οδηγιών εκπαίδευσης και του προγραμματισμού ασκήσεων) (Διεύθυνση Επιχειρήσεων, 2020)
- R_{tm} : Το μελλοντικό κόστος μονάδος του πυρομαχικού m , το χρόνο t , βάσει τιμοκαταλόγου κατασκευαστή ή πρότερων αγορών και της ετήσιας ποσοστιαίας προσαύξησης (εφόσον υφίσταται ή μέσω Rough Order Magnitude ROM).
- m : ο τύπος του πυρομαχικού.

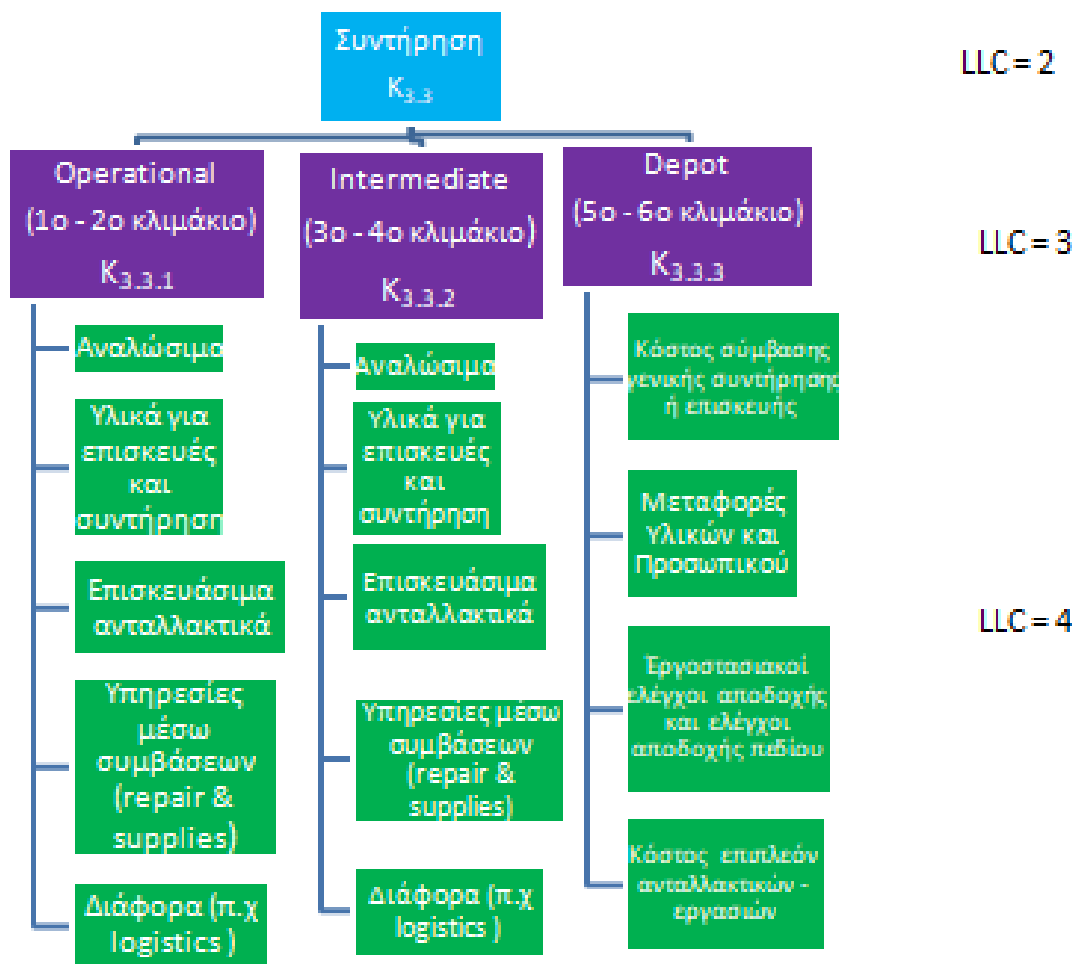
4.3.3.3 Συντήρηση

Αποτελείται από τρία επιμέρους συστατικά μέρη (ή κλιμάκια), την οργανική (Operational, O ή 1^ο – 2^ο κλιμάκιο), την ενδιάμεση (Intermediate, I, ή 3^ο – 4^ο κλιμάκιο) και την εργοστασιακή (Depot, D, 5^ο – 6^ο κλιμάκιο). Περιέχει το άμεσο κόστος υλικών – ανταλλακτικών (όλων των κλιμακίων) και εργατοωρών συντήρησης (εκτός οργανικής δηλ. 1^ο – 2^ο κλιμάκιο), τόσο του ΟΣ, όσο και του ειδικού εξοπλισμού.



Σχήμα 21. Κύκλος Απεικόνισης των Τριών Επιπέδων Συντήρησης ΟΣ (Connors, Gauldin, & Smith, 2002)

Αναλύεται ως εξής (μέχρι LLC4):



Διάγραμμα 10. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Συντήρησης

Επομένως, υπολογίζεται από την αθροιστική εξίσωση:

$$K_{3.3} = K_{3.3.1} + K_{3.3.2} + K_{3.3.3} \quad (4.24)$$

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος συντήρησης είναι:

- Το μέσο κόστος και ο ρυθμός χρήσης, ανά ώρα λειτουργίας, των αναλωσίμων.
- Το μέσο κόστος και ο ρυθμός χρήσης, ανά ώρα λειτουργίας, των επισκευάσιμων υλικών (από O έως D level), καθώς και των υλικών συντήρησης.
- Η παροχή υπηρεσιών συντήρησης από άλλους φορείς (εγχώριους ή του εξωτερικού), υπό τη μορφή σύμβασης.

- Οι απαιτήσεις του ΟΣ σε εκτέλεση γενικής συντήρησης, σε εξουσιοδοτημένα επισκευαστικά κέντρα του εξωτερικού, καθώς και η συχνότητα εκτέλεσης της υπόψη εργασίας, περιλαμβανομένου των εργατωρών.

- Η περιοδικότητα των εργασιών συντήρησης ανά κλιμάκιο.
- Η ποσότητα του ειδικού εξοπλισμού που συνοδεύει το ΟΣ και η επαρκής εκπαίδευση του προσωπικού που το χειρίζεται.
- Η οργάνωση συντήρησης σε επίπεδα, που καθορίζει ο χρήστης του ΟΣ.
- Η ύπαρξη και η πιθανή ανάπτυξη σχέσεων με βιομηχανίες εσωτερικού (outsourcing).

Το κόστος ανταλλακτικών για το 1^ο έως το 4^ο κλιμάκιο μπορεί να υπολογιστεί σύμφωνα με τον (Kishk, 2005) από την εξίσωση:

$$K_{SP} = \Delta \times \Pi \times \sum_{Y=1}^n \sum_{sp=1}^v [\Sigma \Pi A \times (Q_{Ysp} \times P_{Ysp})] + \sum_{\kappa\lambda=1}^4 \left[U_{\kappa\lambda} \times \sum_{sp=1}^v (Q_{sp} \times P_{sp}) \right] \quad (4.25)$$

Όπου:

Δ : η επιθυμητή διαθεσιμότητα του ΟΣ επί της %

Π : η ποσότητα του ΟΣ

Y : ο χρόνος από την παραλαβή του ΟΣ

sp : 1...v, οι τύποι ανταλλακτικών

Q_{Ysp} : Ποσότητα ανταλλακτικού τύπου sp κατά τον Y χρόνο

P_{Ysp} : Κόστος μονάδος ανταλλακτικού τύπου sp κατά τον Y χρόνο

$\kappa\lambda$: το κλιμάκιο συντήρησης

$U_{\kappa\lambda}$: Ο αριθμός μονάδων $\kappa\lambda$ κλιμακίου συντήρησης

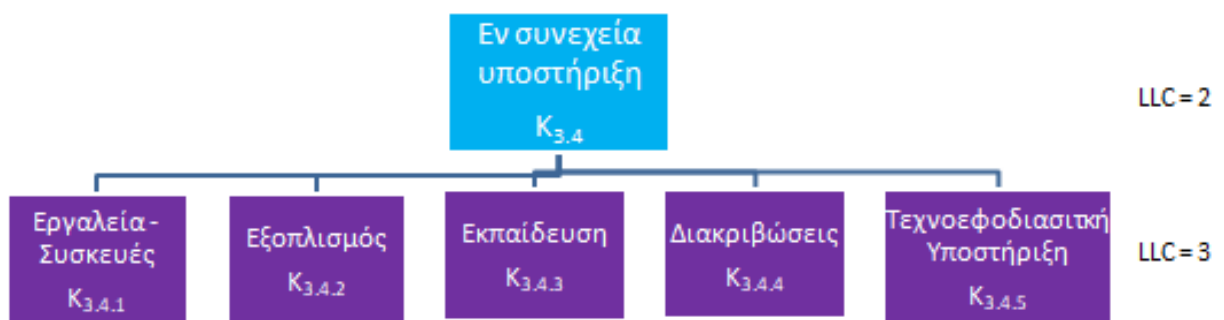
4.3.3.4 Εν Συνεχεία Υποστήριξη

Αποτελεί άμεσο κόστος και περιέχει την παροχή υπηρεσιών υποστήριξης στο ΟΣ, από φορείς που δεν ανήκουν στη Μονάδα. Συνήθως συνάπτεται συμπληρωματική σύμβαση, με τον κατασκευαστή του ΟΣ, με χρονική διάρκεια αναλόγως της συμφωνίας. Το κόστος της επηρεάζεται κυρίως από:

- Τις επιδόσεις και τη φήμη του φορέα που αναλαμβάνει την εν συνεχεία υποστήριξη του ΟΣ.
- Τις εξειδικεύσεις του προσωπικού που εμπλέκονται στην εν συνεχεία υποστήριξη.

- Τη δυνατότητα υποστήριξης του ΟΣ με ανταλλακτικά διπλής χρήσης ή υλικά COTS (Consumer Off The Shelf)
- Τις παρεχόμενες υπηρεσίες, που προβλέπει η συμφωνία, σε ποσότητα και τύπο εργασιών.
- Την αδυναμία εξεύρευσης ανταλλακτικών (OBSOLENCE), ή κατάλληλου επισκευαστικού κέντρου. Στην περίπτωση αυτή εμπεριέχεται και η πιθανότητα αντιμετώπισης μονοπωλίων ή ολιγοπωλίων.

Το κόστος της εν συνεχεία υποστήριξης, αναλύεται συνοπτικά ως εξής:



Διάγραμμα 11. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους εν Συνεχεία Υποστήριξης

και υπολογίζεται από την αθροιστική σχέση:

$$K_{3.4} = K_{3.4.1} + K_{3.4.2} + K_{3.4.3} + K_{3.4.4} + K_{3.4.5} \quad (4.26)$$

Τα επιμέρους κόστη που αφορούν σε εργαλεία – συσκευές και εξοπλισμό, αναφέρονται σε πιθανές αντικαταστάσεις τους λόγω φυσικής φθοράς ή μόνιμων βλαβών, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επάρκεια του ΟΣ, η ορθή λειτουργία – υποστήριξη του, η αποτελεσματική αντιμετώπιση βλαβών και ολοκλήρωσης με τον ενδεδειγμένο τρόπο των περιοδικών επιθεωρήσεων του ΟΣ.

Το κόστος εκπαίδευσεων αντιπροσωπεύει στο στάδιο αυτό, μόνο την παροχή εξειδικευμένων γνώσεων και δεξιοτήτων σε ομάδες χρηστών και τεχνικών του ΟΣ. Το κόστος τεχνοεφοδιαστικής υποστήριξης περιλαμβάνει τα διοικητικά έξοδα, σε θέματα τυποποίησης και συμμόρφωσης με πρότυπα, μελέτες, τεχνικές συμβουλές, τροποποιήσεις και βελτιώσεις, Περιέχει επίσης το κόστος εργατοωρών και υλικών άλλων φορέων που χρησιμοποιούνται για την

εξυπηρέτηση του ΟΣ. Τέλος, το κόστος διακριβώσεων, αφορά στον ετήσιο έλεγχο (διακρίβωση – βαθμονόμηση), ή σε οποιαδήποτε άλλη περιοδικότητα καθορίζει ο κατασκευαστής ή ο ποιοτικός έλεγχος των συσκευών μέτρησης και ειδικών εργαλείων,. Η διακρίβωση γίνεται είτε σε εργαστήριο του σώματος του Τεχνικού, ή σε διαπιστευμένα εργαστήρια εσωτερικού ή εξωτερικού (Διεύθυνση Τεχνικού , 2020).

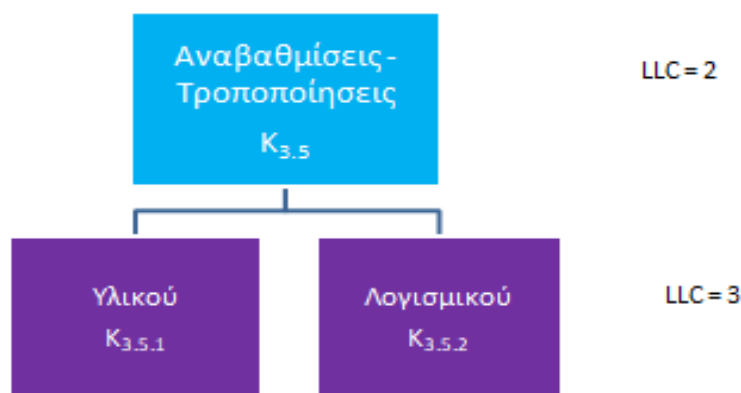
4.3.3.5 Αναβαθμίσεις – Τροποποιήσεις

Το άμεσο αυτό κόστος αφορά στην εφαρμογή βελτιώσεων, προκειμένου το ΟΣ να ανταποκρίνεται ή και να αναβαθμίζει τις επιχειρησιακές του δυνατότητες, την αξιοπιστία του, τη συντηρησιμότητα του και την ασφαλή χρήση του (σε φυσικό και λογισμικό επίπεδο). Οι συγκεκριμένες εργασίες εκτελούνται είτε κατά τα την περίοδο λειτουργίας – συντήρησης (με τη μορφή Service Bulletin, SB ή με συμπληρωματική συμφωνία στην κύρια σύμβαση), ή κατά τη διάρκεια εργοστασιακής συντήρησης,.

Επηρεάζεται κυρίως από τα παρακάτω:

- Τη φάση του κύκλου ζωής του ΟΣ, στην οποία βρίσκεται.
- Την πολυπλοκότητα υλικού – λογισμικού και τη φιλοσοφία σχεδίασης του.
- Την εξειδίκευση και την αποτελεσματικότητα του προσωπικού που θα εφαρμόσει τις τεχνικές οδηγίες.
- Τη διαλειτουργικότητα και τη διασύνδεση του με άλλα ΟΣ.
- Την ομοιοτυπία του με άλλο ΟΣ, με άλλες εκδόσεις ή/και διαμορφώσεις.

Το συνολικό κόστος αναλύεται ως εξής



Διάγραμμα 12. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Αναβαθμίσεων και Τροποποιήσεων

και υπολογίζεται από την αθροιστική σχέση:

$$K_{3.5} = K_{3.5.1} + K_{3.5.2} \quad (4.27)$$

Το κόστος τροποποίησης – αναβάθμισης υλικού περιέχει τις εργατοώρες και τα υλικά που χρησιμοποιούνται (αναλώσιμα και ανταλλακτικά), είτε από ίδιους πόρους ή από εξωτερικούς φορείς. Περιλαμβάνει επίσης το κόστος μελέτης, σχεδίασης, ανάπτυξης και πιστοποίησης της τροποποίησης – αναβάθμισης. Αντίστοιχα, το κόστος για το λογισμικό, πέραν των παραπάνω περιλαμβάνει το κόστος άδειας χρήσης, καθώς και των δοκιμών σε όλο τον υπολογιστικό εξοπλισμό του ΟΣ.

4.3.3.6 Έμμεσες Δαπάνες

Ουσιαστικά αποτελούν το σταθερό σχετιζόμενο κόστος, που δεν σχετίζεται άμεσα με το ΟΣ, τον εξειδικευμένο εξοπλισμό του και την υποστήριξη τους (NATO Task Group 028, 2003). Ωστόσο, περιέχει το λειτουργικό κόστος της μονάδας που διαθέτει το ΟΣ και αναλύεται συνοπτικά στις παρακάτω κατηγορίες:



Διάγραμμα 13. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Έμμεσων Δαπανών

Η υπόψη κατηγορία κόστους δεν χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ΚΚΖ, αλλά είναι συνιστώσα κόστους για το Συνολικό Κόστος Ιδιοκτησίας (ως εξίσωση 2.2). Οι κύριοι παράμετροι που επηρεάζουν το κόστος αυτό είναι η στελέχωση της Μονάδας, ο αριθμός των εγκαταστάσεων και τα έξοδα λειτουργίας τους, το επίπεδο διοικητικής μέριμνας του προσωπικού στη Μονάδα και το κόστος γενικής μόρφωσης του (NATO Task Group 028, 2003).

4.3.4 Κόστος Απόσυρσης

Με τη λήψη της απόφασης για την απόσυρση ενός ΟΣ, εφόσον αυτό δεν μεταπωληθεί, τότε μία σειρά ενεργειών ξεκινά μέχρι την οριστική παύση της ύπαρξης του. Παρότι, το κόστος απόσυρσης συγκριτικά με τα υπόλοιπα οικονομικά μεγέθη των άλλων παραμέτρων του κύκλου ζωής είναι σχετικά μικρό, ωστόσο η διαδικασία απόσυρσης του ΟΣ επηρεάζει το σύνολο του προσωπικού που το υπηρετεί (πχ μεταθέσεις και εκπαιδεύσεις σε άλλα ΟΣ), τη χρήση των εγκαταστάσεων φύλαξης ή συντήρησης του (διάθεση τους για άλλες χρήσεις ή απαξίωση), τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού εξυπηρέτησης του (απόσυρση ή διάθεση ή αποψίλωση).

Βάσει NATO, (SAS-069, 2009) το κόστος απόσυρσης, είναι άμεσο και αποτελείται από τα παρακάτω επιμέρους κόστη:



Διάγραμμα 14. Ανάλυση Στοιχείων Κόστους Απόσυρσης

Το κόστος αποστρατικοποίησης αφορά την απομάκρυνση του ΟΣ και την αφαίρεση από αυτό του οπλισμού και άλλων ελκυστικών ή αξιοποιήσιμων υλικών (πχ ασυρμάτων, κρυπτοσυσκευών, δίοπτρων κλπ). Αφού αφαιρεθούν τυχόν τοξικά ή άλλα επικίνδυνα υλικά, το ΟΣ αποσυναρμολογείται και τα υλικά ομαδοποιούνται σε διατηρήσιμα και σε υπό καταστροφή. Για τα υλικά που καταστρέφονται ακολουθούνται στο τέλος διαδικασίες αδρανοποίησης ή ανακύκλωσης για περιορισμό των περιβαλλοντικών επιδράσεων.

Γενικά, το κόστος απόσυρσης περιγράφεται από τον τύπο:

$$K_4 = K_{4.1} + K_{4.2} + K_{4.3} + K_{4.4} + K_{4.5} \quad (4.28)$$

4.4 Εκτίμηση Κόστους Κύκλου Ζωής Υποψήφιου για Απόκτηση Οπλικού Συστήματος

Στην περίπτωση που εξετάζεται η προμήθεια ενός νέου ΟΣ, το ΚΚΖ, σύμφωνα με τη νομοθεσία (Ν.173(Ι)/2011), αποτελεί κύρια παράμετρος, για την εξεύρεση της πλέον συμφέρουσας από οικονομικής άποψης προσφοράς. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να καθοριστούν διαδικασίες και μέθοδοι για υπολογισμό – πρόβλεψη του ΚΚΖ μίας υπό αξιολόγηση προσφοράς ενός υποψήφιου προς προμήθεια ΟΣ. Για να μοντελοποιηθεί η διαδικασία γίνονται οι παρακάτω παραδοχές:

- Το ΚΚΖ υπολογίζεται με τα αθροίσματα κόστους, που αναπτύχθηκαν στο παρόν κεφάλαιο, βάσει CBS.
- Υπάρχουν πηγές κινδύνου για κάθε στοιχείο κόστους, οι οποίες θα πρέπει να εξετάζονται.
- Για κάθε στοιχείο κόστους εφαρμόζεται ποιοτική και ποσοτική ανάλυση επικινδυνότητας. Ειδικότερα, για την ποσοτική ανάλυση με χαμηλό πληθυσμό δειγμάτων, όπως στην περίπτωση των διαθέσιμων ή των υποψήφιων ΟΣ για τις ΕΔ της Κύπρου, ενδείκνυται η χρήση της τριγωνικής κατανομής (Kotz & Dorr, 2004).
- Με βάση τις οδηγίες της Κεντρικής Αναθέτουσας Αρχής του κράτους (Γενικό Λογιστήριο, 2019), ο καθορισμός της πλέον συμφέρουσας από οικονομικής απόψεως προσφορά είναι αποδεκτός εφόσον το ποσοστό βεβαιότητας (επίπεδο εμπιστοσύνης) της εκτίμησης του ΚΚΖ είναι τουλάχιστον 80%, δηλαδή χαρακτηρίζεται ως μέτριου κινδύνου.
- Εφόσον δεν υφίσταται εγχώρια έρευνα και ανάπτυξη ή συμπαραγωγή με άλλα κράτη, το κόστος έρευνας και ανάπτυξης δε θα υπολογίζεται (εντάσσεται στο κόστος προμήθειας).
- Τα δεδομένα για την πρώτη εκτίμηση του κόστους είναι αξιόπιστα και λαμβάνονται από:
 - Τις ΜΑΕΑ που εκπονούν οι ενδιαφερόμενοι φορείς,
 - Τους επίσημους τιμοκαταλόγους κατασκευαστών αμυντικού υλικού ή υλικών διπλής χρήσης.
 - Τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν μέσω RFI.
 - Από παρόμοια προγράμματα προμήθειας άλλων ΟΣ (με χρήση της αναλογικής μεθόδου).

Το μοντέλο εκτίμησης βάσει NATO (NATO Task Group 054, 2007), σε γενικές γραμμές, αποτελείται από τα παρακάτω έξι στάδια:

- Πρώτη εκτίμηση (χωρίς ενσωμάτωση επικινδυνότητας και αβεβαιότητας)
- Προσδιορισμός επικινδυνότητας
- Προσδιορισμός αβεβαιότητας
- Προσαρμοσμένη εκτίμηση (ενσωμάτωση επικινδυνότητας και αβεβαιότητας)
- Διακύμανση προσαρμοσμένης εκτίμησης

Τα παραπάνω βήματα φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 7.

Δενδρική Ανάλυση ΚΚΖ(CBS)						
Κατηγορία κόστους K		Πρώτη Εκτίμηση C_{kprop} (1)	Κίνδυνος R (2)	Αβεβαιότητα U (3)	Προσαρμογή M (4)	Διακύμανση σ^2 (5)
LLC 1	LLC 2					
Έρευνα και Ανάπτυξη K_1	$K_{1,1}$					
	$K_{1,2}$					
	$K_{1,3}$					
	$K_{1,4}$					
	$K_{1,5}$					
Προμήθεια K_2	$K_{2,1}$					
	$K_{2,2}$					
	$K_{2,3}$					
	$K_{2,4}$					
Λειτουργία και Συντήρηση K_3	$K_{3,1}$					
	$K_{3,2}$					
	$K_{3,3}$					
	$K_{3,4}$					
	$K_{3,5}$					
Απόσυρση K_4	$K_{4,1}$					
	$K_{4,2}$					
	$K_{4,3}$					
	$K_{4,4}$					
	$K_{4,5}$					
ΣΥΝΟΛΙΚΟ		$C_{kprop\ tot}$			M_{tot}	σ^2_{tot}

Πίνακας 7. Δενδρική Ανάλυση ΚΚΖ με Προσαρμογή Ρίσκου και Αβεβαιότητας

Αρχικά συμπληρώνεται η στήλη (1) της πρώτης εκτίμησης, για κάθε κατηγορία κόστους, (πλην των σκιασμένων). Για την εκτίμηση μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα που προκύπτουν είτε από την αναλυτική μέθοδο, είτε από άλλες μεθόδους πρόβλεψης (πχ αναλογική, παραμετρική, προσομοίωση κλπ).

Στη συνέχεια εντοπίζονται οι πηγές κινδύνου, χρησιμοποιώντας τυποποιημένους καταλόγους ή αναπτύσσοντας ένα εθνικό κατάλογο που περιλαμβάνει κινδύνους που μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικές αποκλίσεις από το αρχικό εκτιμώμενο κόστος. Σε γενικές γραμμές, οι βασικότερες κατηγορίες πηγών κινδύνου σύμφωνα με (ΓΔΑΕΕ, 2017) είναι:

- Η χρήση λανθασμένης μεθοδολογίας εκτίμησης ΚΚΖ.
- Οι τεχνικές δυσκολίες.
- Η υπέρβαση χρονοδιαγραμμάτων.
- Οι μεταβολές χρηματοοικονομικών παραμέτρων.
- Το μακροοικονομικό περιβάλλον
- Η μεταβολή των απειλών σε επιχειρησιακό επίπεδο.
- Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας.
- Οι μη αποδοτικές διαδικασίες.
- Οι λανθασμένες αποφάσεις.

Πληροφορίες για την εκτίμηση του κινδύνου μπορούν να εξαχθούν από εκθέσεις εμπειρογνομόνων, τις τεχνικές προδιαγραφές σε συνδυασμό με τις επιχειρησιακές ανάγκες, το ιστορικό των προσφοροδοτών, ενώ ο κίνδυνος μπορεί να αναλυθεί είτε μέσω εξομοίωσης (με χρήση ειδικού λογισμικού) ή με την ανάλυση βάσει σεναρίων (πχ αισιόδοξο , μετριοπαθές και απαισιόδοξο σενάριο με εκτίμηση επιπέδων εμπιστοσύνης) (Department of Defense, 2014).

Σύμφωνα με (Garvey, Flynn, Braxton, & Lee, 2015) ο συντελεστής κινδύνου R_Y ορίζεται ως το γινόμενο της πιθανότητας εκδήλωσης ενός γεγονότος P_Y επί το συντελεστή σοβαρότητας της επίπτωσης του γεγονότος I_Y :

$$R_Y = I_Y \times P_Y \quad (4.29)$$

Το αποτέλεσμα της παραπάνω εξίσωσης τοποθετείται και ιεραρχείται στον Πίνακα 8 παρακάτω. Με τον τρόπο αυτό ο κίνδυνος αναλύεται ποιοτικά και κατηγοριοποιείται βάσει της σοβαρότητας της επίπτωσης και της πιθανότητας εκδήλωσης ενός ενδεχομένου.

		Σοβαρότητα Επιπτώσεων				
		Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέτρια (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)
Πιθανότητα Εκδήλωσης	Πολύ υψηλή (5)	Χαμηλή Επικινδυνότητα	Υψηλή Επικινδυνότητα	Μέτρια Επικινδυνότητα	Υψηλή Επικινδυνότητα	Υψηλή Επικινδυνότητα
	Υψηλή (4)					
	Μέτρια (3)					
	Χαμηλή (2)					
	Πολύ χαμηλή (1)					

Πίνακας 8. Κατηγοριοποίηση Βαθμού Επικινδυνότητας (ΓΔΑΕΕ, 2017)

Ειδικότερα, η ποσοτική ανάλυση κινδύνου πετυχαίνεται με την μοντελοποίηση του κινδύνου, τον εντοπισμό των συσχετίσεων μεταξύ των κυριότερων στοιχείων κόστους, αν υπάρχουν, την εφαρμογή τεχνικής προσομοίωσης (π.χ Monte Carlo) για τον προσδιορισμό του πιθανότερου ΚΚΖ και τον προσδιορισμό του επιθυμητού επιπέδου εμπιστοσύνης, καθώς και της τυπικής απόκλισης. Το αποτέλεσμα της ποσοτικής ανάλυσης μίας εκτίμησης παρουσιάζεται και βαθμολογείται, σύμφωνα με (Department of Defense, 2014), ως εξής:

		Ratings		
		Probability Descriptions	Probability Value	Probability Level
Values	Not Likely	Very Low	<20%	1
	Low Likelihood	Low	21% - 40%	2
	Likely	Moderate/Medium	41% - 60%	3
	Highly Likely	High	61% - 80%	4
	Near Certainty	Very High	>80%	5

Πίνακας 9. Κατηγοριοποίηση Πιθανότητας Εκδήλωσης Κινδύνου (Department of Defense, 2014)

Η κατηγοριοποίηση της σοβαρότητας των επιπτώσεων ενός ενδεχομένου στην ποιότητα - λειτουργικότητα - απόδοση, στο κόστος και στα χρονικά ορόσημα μίας πιθανής προμήθειας ενός νέου ΟΣ ιεραρχείται ως εξής (AAP-48, 2013):

Πιθανότητα (P)	Συνέπειες στη λειτουργικότητα, απόδοση και ποιότητα (F)	Συνέπειες στο κόστος (O)	Συνέπειες στα Χρονοδιαγράμματα (T)	Αξία
Ελάχιστη	Καμία επίπτωση	Υπέρβαση προϋπολογισμού κατά X%	Καθυστέρηση στην παράδοση μέχρι N εβδομάδες	1
Μικρή	Μικρή επίπτωση	Υπέρβαση προϋπολογισμού κατά X – 2X%	Καθυστέρηση στην παράδοση μέχρι N – 2N εβδομάδες	2
Μεσαία	Μεσαία επίπτωση	Υπέρβαση προϋπολογισμού κατά 2X – 3X%	Καθυστέρηση στην παράδοση μέχρι 2N – 5N εβδομάδες	3
Σημαντική	Σημαντικές επιπτώσεις	Υπέρβαση προϋπολογισμού κατά 3X – 5X%	Καθυστέρηση στην παράδοση μέχρι 5N – 10N εβδομάδες	4
Μεγάλη	Μη αποδεκτές επιπτώσεις	Υπέρβαση προϋπολογισμού πέραν του 5X%	Καθυστέρηση στην παράδοση πέραν των 10N εβδομάδων	5

Πίνακας 10. Κατηγοριοποίηση Σοβαρότητας Επιπτώσεων (Department of Defense, 2014)

Η συνολική σοβαρότητα των επιπτώσεων I από την εκδήλωση ενός ανεπιθύμητου ενδεχομένου Y υπολογίζεται και ιεραρχείται αναλόγως από την αθροιστική σχέση των τριών επιπτώσεων (Department of Defense, 2014):

$$I_y = F + O + T \quad (4.30)$$

Επόμενο βήμα είναι ο προσδιορισμός της αβεβαιότητας, αφού για κάθε τεχνική εκτίμηση κόστους (πχ αναλογική, παραμετρική ή αναλυτική), η αβεβαιότητα υφίσταται λόγω κυρίως των χαρακτηριστικών των δεδομένων που χρησιμοποιούνται (αν είναι επίκαιρα, αξιόπιστα, με ακρίβεια). Υπάρχουν διάφορες μορφές κατανομής (πχ κανονική, λογαριθμική, τριγωνική) για απεικόνιση της αβεβαιότητας, ωστόσο επιλέχθηκε η τριγωνική που αποδίδει, με χαμηλό πληθυσμό στοιχείων και χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις στατιστικής, ένα σχετικά καλό αποτέλεσμα. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να εξακριβωθούν και υπολογιστούν τα παρακάτω (Kotz & Dorp, 2004):

➤ Η τιμή με τις περισσότερες εμφανίσεις c_{kprop} (πιθανότερη, όπως προκύπτει από την ανάλυση ΚΚΖ στο παρόν κεφάλαιο, πρώτη εκτίμηση)

➤ Ο αριθμητικός μέσος όρος των εμφανίσεων μίας τιμής

$$Mean = \frac{1}{v} \sum_{k=1}^v c_k \quad (4.31)$$

➤ Η τιμή που καλύπτει το 50% όλων των εμφανίσεων της σε αύξουσα σειρά (ενδιάμεση τιμή 50% percentile, median)

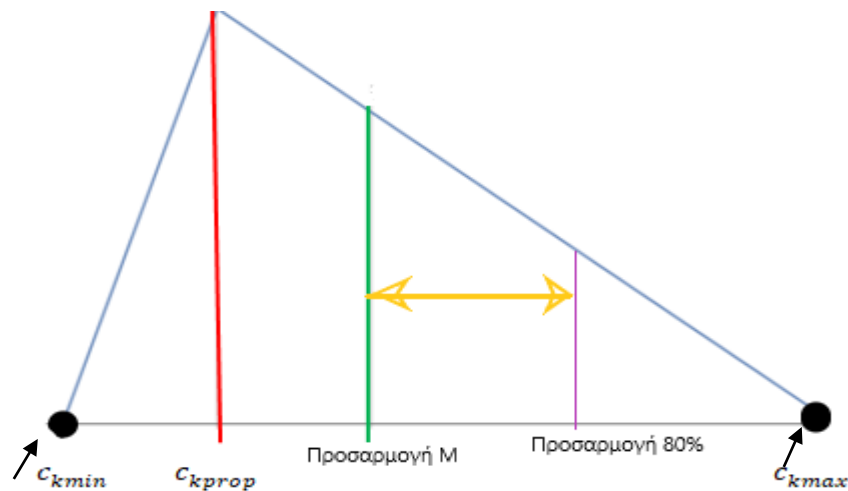
➤ Η διαφορά μεταξύ μέγιστης c_{kmax} και ελάχιστης c_{kmin} τιμής (εύρος)

➤ Η διασπορά σ^2 που ορίζεται από τον τύπο

$$\sigma^2 = \frac{1}{v} \sum_{k=1}^v (c_k - M)^2 \quad (4.32)$$

➤ Η τυπική απόκλιση σ , που είναι η τετραγωνική ρίζα της διασποράς.

➤ Η ασυμμετρία της κατανομής



Σχήμα 22. Διάγραμμα Τριγωνικής Κατανομής ΚΚΖ με Προσαρμογή

Βάσει των στοιχείων που συλλέγονται είτε μέσω RFI, ή από ιστορικά στοιχεία ανάλογου ΟΣ ή από άλλη αξιόπιστη πηγή πληροφόρησης ή εμπειρογνωμοσύνη, τοποθετούνται η ελάχιστη, η μέγιστη και η πιο πιθανή τιμή. Επομένως, το εύρος τιμών είναι περίπου γνωστή και εκτιμάται ότι θα κυμαίνεται μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης τιμής. Σύμφωνα με (Smart, 2011) η ενδιάμεση τιμή $M_{50\%}$ (median percentile) υπολογίζεται ως εξής

$$median = c_{kmin} + \sqrt{0,5} \times (c_{kmax} - c_{kmin}) \times (c_{kprop} - c_{kmin}) \quad (4.33)$$

Επομένως, για το σημείο προσαρμογής 80% το κόστος επικινδυνότητας, θα ισούται με τη διαφορά μεταξύ του σημείου προσαρμογής 80% και του κόστους ενδιάμεσης προσαρμογής Μ (50%). Αντίστοιχα, με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται και τα υπόλοιπα σημεία προσαρμογής, αναλόγως της απαίτησης (πχ 70%, 60% κλπ).

Κεφάλαιο 5

Επίλογος

Η πρόσφατη οικονομική κρίση του 2013 στην οποία εισήλθε η Κύπρος ανέδειξε τις αδυναμίες του συστήματος προμήθειας και λειτουργίας αμυντικού υλικού, λόγω των σημαντικών περικοπών στον προϋπολογισμό του Υπουργείου Άμυνας. Επιβεβαίωσε, επίσης, ότι για τη διατήρηση της επιχειρησιακής ικανότητας των Ενόπλων Δυνάμεων στο μέγιστο δυνατό βαθμό είναι απαραίτητο οι περιορισμένοι πόροι να αξιοποιούνται όσο το δυνατό πιο αποδοτικά. Στο πλαίσιο αυτό η παρούσα διατριβή προσέγγισε το θέμα, εξετάζοντας αρχικά τον τρόπο με τον οποίο ξένοι στρατοί και το ΝΑΤΟ προσεγγίζουν το θέμα εξοικονόμησης πόρων, διαπιστώνοντας ότι ο υπολογισμός του Κόστους Κύκλου Ζωής, με διάφορους μεθόδους ανάλογα με την περίπτωση, αποτελεί βασικό εργαλείο.

5.1 Κύρια Συμπεράσματα

Ειδικότερα, στην περίπτωση της Κύπρου, ενός μικρού κράτους, με περιορισμένα οικονομικά μεγέθη στον τομέα της Άμυνας, η βέλτιστη αξιοποίηση των διατιθέμενων πόρων και ο εξορθολογισμός των δαπανών συντελεί στη διατήρηση της μαχητικής ισχύς, αποφεύγοντας έτσι τη μερική εκμετάλλευση Οπλικών Συστημάτων, λόγω ελλιπής χρηματοδότησης. Τα ΟΣ, εκ της φύσεως τους, εμπεριέχουν υψηλό συνολικό ΚΚΖ (προμήθεια, λειτουργία και συντήρηση, άμεσες και έμμεσες δαπάνες κλπ) το οποίο μεταφράζεται ετησίως σε αρκετές εκατοντάδες εκατομμύρια ευρώ. Με την εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, αυτό σημαίνει ότι αρκετά εκατομμύρια ευρώ θα μπορούν να διατεθούν σε πραγματικές ανάγκες, συμβάλλοντας στη θετική παραγωγικότητα, που για τις Ένοπλες Δυνάμεις σημαίνει παραγωγή ασφάλειας, με τη μέγιστη επιχειρησιακή εκμετάλλευση των ΟΣ και την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση των διατιθέμενων πόρων.

Συμπεραίνεται, επομένως, ότι η εφαρμογή του μοντέλου εκτίμησης ΚΚΖ στον τομέα της άμυνας, προσαρμοσμένο στις ανάγκες και δυνατότητες της χώρας συνεισφέρει στην:

- Τεκμηριωμένη και ρεαλιστική σχεδίαση του προϋπολογισμού, ειδικότερα του Κεφαλαίου που αφορά την Αμυντική Θωράκιση.
- Αμυντική σχεδίαση και την υλοποίηση προμηθειών ΟΣ, εντός των καθορισμένων ορίων του προϋπολογισμού.
- Παρακολούθηση των δαπανών και στην έγκαιρη λήψη διορθωτικών μέτρων ή αποφάσεων για περαιτέρω χειρισμό (πχ αναβαθμίσεις, βελτιώσεις, απόσυρση).
- Πρόβλεψη και εκτίμηση κόστους προμήθειας ΟΣ βάσει στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη την αβεβαιότητα και τον κίνδυνο που εμπεριέχεται.

Στη συνέχεια αναπτύχθηκε το μοντέλο υπολογισμού του ΚΚΖ ΟΣ, με τη χρήση της αναλυτικής μεθόδου, που ουσιαστικά στηρίζεται στο Cost Breakdown Structure και την ανάλυση σε επίπεδα (Bill of Materials), προσαρμοσμένο στο σύστημα διοίκησης και οργάνωσης των ενόπλων δυνάμεων της Κύπρου. Το μοντέλο υπολογισμού βασίστηκε στη μεθοδολογία που ανέπτυξε το NATO και αποτελείται από τέσσερις κύριες μεταβλητές (Ερευνα & Ανάπτυξη, Προμήθεια, Λειτουργία & Συντήρηση, Απόσυρση). Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στο στάδιο της λειτουργίας και της συντήρησης ενός ΟΣ, καθότι στις πλείστες περιπτώσεις αποτελεί τη μεγαλύτερη παράμετρο κόστους στον κύκλο ζωής ενός ΟΣ.

Επιπρόσθετα, ο υπολογισμός του ΚΚΖ ευθυγραμμίζει τις διαδικασίες αξιολόγησης προμήθειας νέων ΟΣ, με το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο, αφού έχοντας την εκτίμηση του συνολικού κόστους που θα προκύψει από την απόκτηση ενός ΟΣ, καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του, θα είναι δυνατή η κατάταξη των υποψήφιων προς προμήθεια ΟΣ, αναλόγως της οικονομικά πιο συμφέρουσας προσφοράς, αρχίζοντας από τη χαμηλότερη και καταλήγοντας στην ακριβότερη.

Επιπλέον, το μοντέλο που αναπτύχθηκε, επιχειρεί να καλύψει το διαδικαστικό κενό που υπάρχει τόσο στο ΥΠΑΜ, όσο και στην ΕΦ, σε σχέση με την καθιέρωση μίας τυποποιημένης διαδικασίας παρακολούθησης και εκτίμησης του ΚΚΖ, βάσει συγκεκριμένων μεταβλητών. Οι μεταβλητές αυτές που ενσωματώνονται κυρίως από το στάδιο της προμήθειας μέχρι το στάδιο της λειτουργίας και συντήρησης, εφόσον ληφθούν υπόψη, κατ' αρχήν θα δημιουργήσουν μία αναλυτική βάση δεδομένων, η οποία θα είναι χρήσιμη για την παρακολούθηση τόσο του κόστους υφιστάμενων ΟΣ, όσο και για την εκτίμηση του χρονικού ορίζοντα βέλτιστης εκμετάλλευσής τους, με χρήση των κατάλληλων μαθηματικών εργαλείων. Για την επιτυχία του προτεινόμενου

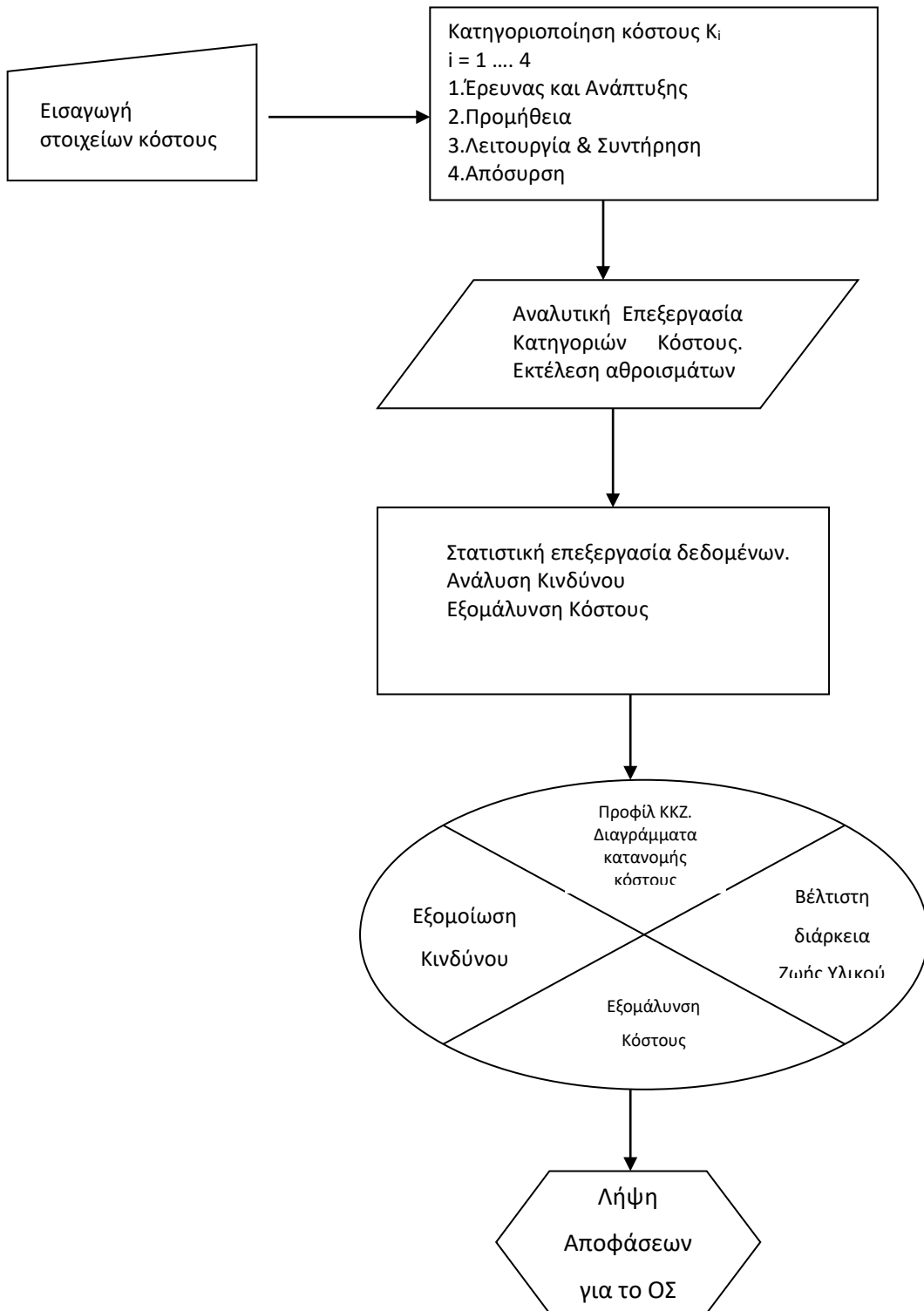
μοντέλου είναι απαραίτητη η δέσμευση όλων των εμπλεκομένων στον κύκλο προμήθειας – εκμετάλλευσης ενός ΟΣ, από τις Ομάδες Συντήρησης - χρήστες, μέχρι τη Διεύθυνση Εξοπλισμών και τη Διεύθυνση Οικονομικού Προγραμματισμού του ΥΠΑΜ, για την έγκαιρη και ορθή καταχώρηση των τιμών σε κατάλληλα πεδία

5.2 Προτάσεις για Βελτιώσεις και Μελλοντική Έρευνα

Για την καλύτερη εκμετάλλευση των αποτελεσμάτων που παράγει το μοντέλο υπολογισμού του ΚΚΖ προτείνονται τα παρακάτω:

➤ Η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος (ΠΣ), ως αντικείμενο μελλοντικής έρευνας από το ΥΠΑΜ ή το ΓΕΕΦ, για την καταγραφή των στοιχείων κόστους όπως αυτά αναλύονται στην παρούσα διατριβή και την αυτόματη εκτίμηση του ΚΚΖ των ΟΣ. Το ΠΣ, ως σχεσιακή βάση δεδομένων, θα πρέπει να περιλαμβάνει τις κατάλληλες οντότητες (entities), πεδία (fields) και σχέσεις (relations). Η εισαγωγή των στοιχείων κόστους είναι εφικτό να υλοποιηθεί αναλόγως του επιπέδου του χρήστη (επίπεδα εξουσιοδότησης χρήσης και πρόσβασης), ξεκινώντας από τις ομάδες συντηρήσεως και τα επιτελικά γραφεία των Μονάδων, συνεχίζοντας στα επιτελεία των Σχηματισμών και αρμόδιων διευθύνσεων - διοικήσεων του ΓΕΕΦ και καταλήγοντας στις αρμόδιες διευθύνσεις του ΥΠΑΜ. Το πληροφοριακό σύστημα, είναι δυνατό να ολοκληρωθεί μέσω του εσωτερικού δικτύου (Intranet) του ΥΠΑΜ – ΕΦ, ώστε να δημιουργηθεί ένα οργανωμένο σύστημα εκτίμησης, να ελαχιστοποιηθεί ο πλεονασμός της πληροφορίας, να μεγιστοποιηθεί η ακρίβεια και για να είναι εύκολη η πρόσβαση στα στοιχεία κόστους για αναφορές και στατιστική επεξεργασία. Η προτεινόμενη τυπική αρχιτεκτονική του ΠΣ απεικονίζεται στο Σχήμα 5.1.

➤ Η επέκταση της συνεργασίας του ΥΠΑΜ με τα πανεπιστήμια της χώρας, προκειμένου να δημιουργηθούν ειδικά τμήματα, όπου ακαδημαϊκό προσωπικό θα διδάξει σε προσωπικό των ΕΔ τις κύριες μεθοδολογίες που σχετίζονται με τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων, την ανάλυση κινδύνου και τα μοντέλα προσομοίωσης του και την εξομάλυνση του κόστους (αναγωγή χρηματικών ροών, ρυθμοί μεταβολής διαχρονικής αξίας και αγοραστικής δύναμης χρήματος), το οποίο επίσης αποτελεί ξεχωριστό πεδίο περαιτέρω έρευνας. Σκοπός θα πρέπει να είναι η δημιουργία ενός πυρήνα στελεχών των ενόπλων δυνάμεων που θα ενασχοληθεί εντατικά με το αντικείμενο της εκτίμησης του ΚΚΖ, αλλά και για τη μεταλαμπάδευση της γνώσης και την εξοικείωση του προσωπικού με το ΚΚΖ.



Σχήμα 23. Προτεινόμενη Τυπική Αρχιτεκτονική Πληροφοριακού Συστήματος Παρακολούθησης και Εκτίμησης ΚΚΖ

➤ Η συνεργασία με χώρες της ΕΕ και του ΕΟΑ, που υλοποιούν διαδικασίες υπολογισμού και εκτίμησης του ΚΚΖ, υποψήφιων ή σε χρήση ΟΣ που διαθέτουν, είτε μέσω των προγραμμάτων διμερούς στρατιωτικής συνεργασίας ή μέσω των κοινών προγραμμάτων του PESCO και του EDF, για αποκόμιση εμπειριών και για υιοθέτηση τυχόν βέλτιστων πρακτικών που εφαρμόζονται στον τομέα αυτό.

Βιβλιογραφία

ALCCP-1. (2007). *NATO Guidance on Life Cycle Costing*. NATO.

Bertsekas, D. (2005). *Dynamic Programming and Optimal Control*. Belmont: Athena Scientific.

Burke, R. (2014). *Διαχείριση Έργου. Αρχές και Τεχνικές*. Αθήνα: Κριτική.

Connors, S., Gauldin, J., & Smith, M. (2002). Closed - Loop, Simulation-based, System Engineering Approach to Life Cycle Management of Defense System. *Winter Simulation Conference* (σσ. 893 - 900). Austin Texas: Clockwork Solutions.

Corporate Finance Institute. (2015). *What is Life Cycle Cost Analysis?* Ανάκτηση από Life Cycle Cost Analysis. An approach used to assess the total cost of owning a facility or running a project: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/finance/life-cycle-cost-analysis/>

Department of Defense. (2018, November 4). Cost and Software Data Reporting Manual. *Department of Defense Manual No 5000.04* . USA: Department of Defense.

Department of Defense. (2020, September 9). DoD Directive 5000.01. *The Defense Acquisition System* . Department of Defense.

Department of Defense. (2014). Risk Management Guide for Defense Acquisition Programs 7th Edition. Washington D.c, USA: Office of the Deputy Assistant Secretary of Defense for Systems Engineering.

Dixon, M. (2006). *The Maintenance Cost of Aging Aircraft. Insights from Commercial Aviation*. Santa Monica CA: RAND Publications.

Garvey, P., Flynn, B., Braxton, P., & Lee, R. (2015). Enhanced Scenario - Based Method for Cost Risk Analysis: Theory, Application and Implementation. *Journal of Cost Analysis and Parametrics* , 98 - 141.

Greenfield, V., & Perssellin, D. (2003). *How old is too old?Q an economic approach to replacing military aircraft*. Defence and Peace Economics.

Keating, E., & Dixon, M. (2006). *Investigating optimal Replacement of Aging Air Force Systems*. Defence and Peace Economics.

Kiley, G. (2001). *The effects of Aging on the Cost of Operating and Maintaining Military Equipment*. Washington D.C: Congressional Budget Office.

Kishk, M. (2005). On the Mathematical Modelling of Whole Life Costs. *21st Annual ARCOM Conference* (σσ. 239 - 248). London: Association of Researchers in Construction Management.

Korecki, Z., Cabicarova, M., & Balhar, F. (2014, Φεβρουάριος). Modelling Life Cycle Cost Iveco Vehicles. *Science & Military* , σσ. 33 - 40.

Kotz, S., & Dorp, J. R. (2004). The Triangular Distribution. Στο S. Kotz, & J. R. Dorp, *Beyond Beta. Other Continuous Families of Distributions with Bounded Support and Applications* (σσ. 1 - 27). Singapore: World Scientific Publising Co Ltd.

Loudin, K., & Greenberg, M. (2010). *Defining Requirements Uncertainty and Estimating Risk*. Wahington D.C: Department of Defense.

Mankiw, G., & Taylor, M. (2010). Το Κόστος Παραγωγής . Στο G. Mankiw, & M. Taylor, *Αρχές Οικονομικής Θεωρίας. Τόμος Α Μικροοικονομική* (σσ. 421 - 446). Gutenberg.

NATO STANDARD AAP-20. (2015). *Life Cycle Model. Programme Management Framework. Edition C Version 1*. NATO STANDARDIZATION OFFICE.

NATO Task Group 028. (2003). *Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems*. Reseach and Technolgy Organisation.

NATO Task Group 054. (2007). *Methods and Models for Life Cycle Costing*. Research and Technology Organization.

Novotny, A., & Prochazka, D. (2017). Czech Armed Forces and Some Aspects of Helicopters Acquisition. *International Conference Knowledge Based Organization* (σσ. 107 - 112). Brno: University of Defense.

Office of the Secretary of Defense. (2014, March). Cost Assessment and Program Evaluation. *Operating and Support Cost Estimating Guide* . USA: Department of Defense.

Office of the Secretary of Defense. (2020, December). DoD Cost Estimating Guide Version 1.0. *Cost Assessment and Program Evaluation* . USA: Department of Defense.

Reliability Analysis Center. (2012). Introduction to Operational Availability. Στο R. A. Center, *Operational Availability Handbook* (σσ. 1 - 10). New York: RAC.

RTO SAS-054. (2007). *RTO Technical Report TR-SAS-054. Methods And Models For Life Cycle Costing*. Brussels: NATO.

Sandberg, M., Boart, P., & Larsson, T. (2005). Functional Product Life-cycle Simulation Model for Cost Estimation in Conceptual Design of Jet Engine. Στο M. Sandberg, P. Boart, & T. Larsson, *Concurrent Engineering: Research and Applications* (σσ. 331 - 342). SAGE Publications.

SAS-069. (2009). *Code of Practice for Life Cycle Costing*. RTO Publications.

Smart, C. (2011). Cost Risk Allocation Theory and Practice. *Joint Annual Conference and Training Workshop* (σσ. 4 - 14). Annandale Virginia: ICEAA.

Smit, M. (2009). *NATO Initiatives to Improve Life Cycle Costing*. Ανάκτηση από TNO Innovation for Life: <https://repository.tno.nl//islandora/object/uuid:c394bc91-18e0-4dc0-af70-008e93836e29>

Sokri, A. (2014). Life Cycle Costing of Military Equipment. *International Conference of Control, Dynamic Systems and Robotics*, (σ. Paper 45). Ottawa.

US Federal Acquisition Regulation Volume 1 Part 1 to 51. (2005). *US Federal Acquisition Regulation Volume 1 Part 1 to 51*. Washington D.C: General Services Administration.. National Aeronautics and Space Communication.

US Government Accountability Office. (2009). The Characteristics of Credible Cost Estimates and a Reliable Process for Creating Them. Στο U. G. Office, *GAO Cost Estimating and Assessment Guide. Best Practices for Developing and Managing Capital Program Costs* (σσ. 5 - 13). US GAO.

Veretkhina, S., Kudryavtsev, M., Simonov, V., Makushkin, S., & Karyagina, T. (2019, August 20). Mathematical and Instrumental Methods for Assessing the Economic Efficiency of Science Product . *Journal of Environmental Treatment Techniques* , σσ. 370 - 376.

Yaffee, R., & McGee, M. (2000). *An Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New York, USA: Academic Press Inc.

Yoner, N. (2001). Major Weapon Systems Acquisition and Life Cycle Cost Estimation. A case study. Στο N. Yoner, *Major Weapon Systems Acquisition and Life Cycle Cost Estimation. A case study* (σσ. 5 - 21). Monterey: Naval Postgraduate School.

AAP-48. (2013, March). NATO System Life Cycle Processes. Edition B Version 1. *NATO Standard* . NATO Standardization Agency.

Αρτίκης, Π. (2002). Διαχρονική Αξία Χρήματος. Στο Γ. Αρτίκης, *Χρηματοοικονομική Διοίκηση. Αποφάσεις Επενδύσεων* (σσ. 110 - 115). Αθήνα: Interbooks.

Αρτίκης, Π. (2010). Κίνδυνος. Στο Π. Αρτίκης, *Διαχείριση Αξίας και Κινδύνου* (σσ. 286 - 301). Αθήνα: INTERBOOKS.

ΓΔΑΕΕ. (2017, Μάϊος). Κανονισμός 0-1/2017. Αθήνα, Αττική, Ελλάδα: ΥΕΘΑ.

Γενικό Λογιστήριο. (2019). *Οδηγός Βέλτιστων Πρακτικών*. Ανάκτηση από <https://www.publicprocurementuserguides.treasury.gov.cy/>

ΓΕΣ/ΔΕΠ. (2017). *Διαχείριση Κόστους Κύκλου Ζωής*. Φεβρουάριος: Γενικό Επιτελείο Στρατού.

Διεύθυνση Επιχειρήσεων. (2020). *Περί Κλιμάκων Κατανάλωσης Πυρομαχικών Επιχειρήσεων. Πάγια Διαταγή*. Λευκωσία, Κύπρος: ΓΕΕΦ/ΔΕΠΠΧ.

Διεύθυνση Εφοδίων Μεταφορών. (2016). *Περί Κλιμάκων Κατανάλωσης Καυσίμων - Ελαιολιπαντικών. Πάγια Διαταγή*. Λευκωσία, Κύπρος: ΓΕΕΦ/ΔΕΜ.

Διεύθυνση Τεχνικού. (2020). *Περί Συντήρησης Τεχνικού Υλικού. Πάγια Διαταγή*. Λευκωσία, Κύπρος: ΓΕΕΦ/ΔΤΧ.

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2009). Συντονισμός των διαδικασιών σύναψης ορισμένων συμβάσεων έργων, προμηθειών και παροχής υπηρεσιών που συνάπτονται από αναθέτουσες αρχές ή αναθέτοντες φορείς στους τομείς της άμυνας και της ασφάλειας καθώς και την τροποποίηση των οδηγιών 2004/18 και 2004/17. *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, L216/76 - L216/136.

ΚΔΠ257/2012. (2012). Ο Περί του Συντονισμού των Διαδικασιών Σύναψης Ορισμένων Συμβάσεων Έργου, Προμηθειών και Παροχής Υπηρεσιών που Συνάπτονται από Αναθέτουσες Αρχές ή Αναθέτοντες Φορείς στους Τομείς της Άμυνας και της Ασφάλειας και για Συναφή Θέματα Νόμος. Λευκωσία, Κύπρος: Κυβερνητικό Τυπογραφείο.

Κιόχος, Π. (1993). *Στατιστική*. Αθήνα: Interbooks.

N.173(I)/2011. (n.d.). *Ο Περί του Συντονισμού των Διαδικασιών Σύναψης Ορισμένων Συμβάσεων Έργων, Προμηθειών και Παροχής Υπηρεσιών που Συνάπτονται από Αναθέτουσες Αρχές ή*

Αναθέτοντες Φορείς στους Τομείς της Άμυνας και της Ασφάλειας και για Συναφή Θέματα Νόμος του 2011 . Λευκωσία, Κύπρος: Βουλή των Αντιπροσώπων.

N.73(I)/2016. (n.d.). Ο περί της Ρύθμισης των Διαδικασιών Σύναψης Δημοσίων Συμβάσεων και για Συναφή Θέματα Νόμος . Λευκωσία, Κύπρος: Βουλή των Αντιπροσώπων.

ΠΔ6-7/2013. (2013). Πάγια Διαταγή . Περί Αμυντικού Σχεδιασμού . Λευκωσία, Κύπρος: ΓΕΕΦ.

Πολύζος, Σ. (2011). Διοίκηση και Διαχείριση Έργων. Μέθοδοι και Τεχνικές. Αθήνα: Κριτική.

Γλωσσάριο

Ελληνικές Συντομογραφίες

ΓΔΑΕΕ: Γενική Διεύθυνση Αμυντικών Εξοπλισμών και Επενδύσεων

ΓΕΕΦ: Γενικό Επιτελείο Εθνικής Φρουράς

ΓΕΣ: Γενικό Επιτελείο Στρατού

ΔΕΣ: Διεύθυνση Έρευνας και Πληροφορικής

ΔΙΔΕΣ: Δίκτυο Δεδομένων Στρατού

ΕΔ: Ένοπλες Δυνάμεις

ΕΟΑ: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Άμυνας

Ε/Π: Ελικόπτερο

ΕΣ: Ελληνικός Στρατός

ΕΣΑ-Π: Ειδικές Στρατιωτικές Απαιτήσεις – Προδιαγραφές

ΕΦ: Εθνική Φρουρά

ΗΠΑ: Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

ΚΔΠ: Κανονιστική Διοικητική Πράξη

ΚΚΖ: Κόστος Κύκλου Ζωής

ΚΛ&Σ: Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης

ΚΩΠ: Κόστος Ώρας Πτήσης

Λ&Σ: Λειτουργία & Συντήρηση

ΜΑΕΑ: Μελέτη Αναγνώρισης Επιχειρησιακής Ανάγκης

ΜΔΠ: Μεσοπρόθεσμο Δημοσιονομικό Πλαίσιο

ΜΟΠΥΠ: Μελέτη Ολοκληρωμένης Πρότασης Υποπρογράμματος

ΟΚΖ: Ολικό Κόστος Ζωής

ΟΣ: Οπλικό Σύστημα

ΠΔ: Πάγια Διαταγή

ΠΣ: Πληροφοριακό Σύστημα

ΣΗΑ: Σύνολο Ημερών Ακινησίας

ΣΚΙ: Συνολικό Κόστος Ιδιοκτησίας

ΣΠΑ: Συντελεστής Παρούσας Αξίας

ΣΥΠΑΑ: Συμβούλιο Προσφορών Άμυνας και Ασφάλειας

ΥΠΑΜ: Υπουργείο Άμυνας

ΩΠ: Ώρα Πτήσης

Αγγλικές Συντομογραφίες

AAP: Allied Administrative Publication

AI: Availability Index

ALCCP: Allied Life Cycle Cost Publication

ARCOM: Association of Researchers in Construction Management

BOM: Bill Of Materials

CAPE: Cost Assessment Program Evaluation

CBS: Cost Breakdown Structure

CER: Cost Estimation Relationship

CONOPS: Concept of Operations

COTS: Consumer Off The Shelf

CSDR: Cost and Software Data Reporting

DoD: Department Of Defense

EAOC: Equivalent Annual Operating Cost

EDF: European Defense Fund

FH: Flight Hours

FOS: Follow On Support

FVIF: Future Value Interest Factor

G2G: Government to Government

GO: General Overhaul

ICEAA: International Cost Estimating and Analysis Association

LCC: Life Cycle Cost

LLC: Lower Level Code

MTBF: Mean Time Between Failure

MTTR: Mean Time To Repair

MTW: Maximum Takeoff Weight

NATO: North Atlantic Treaty Organization

NSO: NATO Standardization Office

OPBGO: Operation Period Between General Overhaul

PBS: Product Breakdown Structure

PERT: Program Evaluation and Review Technique

PESCO: Permanent Structure Cooperation POLs: Petroleum, Oil, Lubricants

PV: Present Value

PVIF: Present Value Interest Factor

RAC: Reliability Analysis Center

RAND: Research And Development

RFI: Request For Information

ROM: Rough Order Magnitude

RTO: Research and Technology Organization

SAS: Studies, Analysis and Simulation

SB: Service Bulletin

SIR: Saving to Investment Ratio

TOC: Total Owner Cost

TR: Technical Report

US GAO: United States Government Accountability Office

VAMOSOC: Visibility and Management of Operating and Support Cost

WLC: Whole Life Cost