



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Εφαρμογή τεχνικών Διοίκησης Έργων κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση Έργου Κατασκευής Υποθαλάσσιας Καλωδιακής Γ.Μ. 150kV»

Αγγελική Παρασκευή Μιγκάρδου

Επιβλέπων: Ιωάννης Μαναριώτης, Καθηγητής

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2024

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

**«Εφαρμογή τεχνικών Διοίκησης Έργων κατά τον σχεδιασμό και την
υλοποίηση Έργου Κατασκευής Υποθαλάσσιας Καλωδιακής Γραμμής
Μεταφοράς 150kV»**

Αγγελική Παρασκευή Μιγκάρδου

Επιβλέπων καθηγητής

Ιωάννης Μαναριώτης,

Καθηγητής,

Πανεπιστήμιο Πατρών

Συν-επιβλέπων καθηγητής

Δημήτριος Μπάκος

Μέλος ΣΕΠ

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2024

Πρόλογος και ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ολοκληρώνεται παράλληλα και ο κύκλος των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Στο πλαίσιο αυτό, θα ήθελα να ήθελα να ευχαριστήσω τους διδάσκοντες του μεταπτυχιακού προγράμματος για τις χρήσιμες γνώσεις και συμβουλές που μας μετέδωσαν, δίνοντας μας την ευκαιρία να διευρύνουμε τις γνώσεις μας σε ένα ενδιαφέρον και ευρύ πεδίο γνώσης, αυτό της Διοίκησης Έργων. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον επιβλέποντα της Διπλωματικής Εργασίας, Καθηγητή κ. Ιωάννη Μαναριώτη, για το σύνολο της βοήθειας και της καθοδήγησης καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης καθώς και για τις εύστοχες συμβουλές και παρεμβάσεις του. Καθώς επίσης και στο δεύτερο μέλος της επιτροπής Δρ. Μπάκο για τη συμβολή του στην επιτυχή ολοκλήρωση και παρουσίαση της εργασίας.

Ολοκληρώνοντας, θα ήθελα εκ βάθους καρδιάς να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, για όλη την συμπαράσταση καθ' όλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Αγγελική – Παρασκευή Μιγκάρδου,

Πάτρα 2024

Περίληψη

Η υλοποίηση έργων ήταν ανέκαθεν συνδεδεμένη με την δημιουργία και βελτίωση των υποδομών προς διευκόλυνση της ζωής του ανθρώπου. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, έχει συμβάλλει καθοριστικά στην ανάπτυξη έργων, τα οποία μέχρι πρότινος ήταν πολύ δύσκολο να υλοποιηθούν. Χαρακτηριστική περίπτωση τέτοιων έργων είναι τα υποθαλάσσια έργα, τα οποία στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναλύονται αναφορικά με την χρήση τους για την ανάπτυξη υποθαλάσσιων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος.

Ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός των έργων αυτών είναι σε αρκετές περιπτώσεις εξαιρετικά σύνθετος, λόγω της τεχνικής πολυπλοκότητας των έργων αλλά και των αβέβαιων συνθηκών κατά την υλοποίησή τους. Στόχος στην παρούσα εργασία, είναι η λεπτομερής παρουσίαση του χρονικού προγραμματισμού ενός τέτοιου έργου καθώς επίσης και η εκτίμηση του κόστους υλοποίησης. Σε ένα δεύτερο στάδιο, η αξιοπιστία του προγραμματισμού επιθεωρείται, μέσω περιοδικών ελέγχων και υπολογισμού των αντίστοιχων δεικτών προόδου, όπως αυτοί προτείνονται στην μέθοδο EVM. Τα στοιχεία από την ανάλυση της προόδου σε δύο διαφορετικά χρονικά σημεία, αναδεικνύουν σημαντικές αποκλίσεις τόσο αναφορικά με τον προγραμματισμένο χρόνο υλοποίησης των πακέτων εργασίας όσο και ως προς το αναμενόμενο κόστος.

Με γνώμονα την αιτιολόγηση των αποκλίσεων αυτών, στο τελευταίο μέρος της εργασίας οργανώνεται μια εμπειρική μελέτη. Συγκεκριμένα, αναπτύσσεται ένα δομημένο ερωτηματολόγιο, με στόχο την αποτύπωση των απόψεων και των εμπειριών των εργαζομένων αναφορικά με τους βασικούς προσδιοριστικούς παράγοντες για την δημιουργία αποκλίσεων. Η εφαρμογή μεθόδων οπτικοποίησης και περιγραφικής στατιστικής αναδεικνύει την αποτελεσματικότητα των ανθρώπων ως τον κυριότερο παράγοντα επιρροής ως προς την πρόοδο των έργων. Τέλος, συνδυάζοντας τα αποτελέσματα από την πολυδιάστατη ανάλυση που υλοποιήθηκε, η παρούσα εργασία δίνει ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές για την συγγραφή των εγγράφων διδαγμάτων, επιχειρώντας στην ανάδειξη ενός δομημένου τρόπου για την διαχείριση της εμπειρικά κεκτημένης γνώσης στον οργανισμό.

Λέξεις – κλειδιά: Προγραμματισμός έργων, προϋπολογισμός έργων, περιοδικοί έλεγχοι, EVM, ερωτηματολόγια

Abstract

The implementation of projects has always been linked to the creation and improvement of infrastructure to facilitate human life. The rapid development of technology has contributed decisively to the development of projects, that were previously very difficult to implement. A typical example of such projects are underwater projects, which, in the context of this thesis, are analyzed with regard to their use for the development of underwater power transmission lines.

The planning and implementation of these projects is, in several cases extremely complex, due to the technical complexity of the projects and also to the uncertain conditions during their implementation. The objective of this work is to provide a detailed presentation of the timing of such a project as well as an estimation of the cost of implementation. In a second stage, the reliability of the programming is inspected through periodic audits and the calculation of the corresponding indicators of progress, as they are proposed in the EVM method. Data from the analysis of progress at two different time points highlights significant discrepancies both in terms of the planned implementation time of the work packages and the expected cost.

Based on the justification of these deviations, an empirical study is organized in the final part of the work. In particular, a structured questionnaire is being developed, with the aim of reflecting the views and experiences of employees regarding the key determinants for creating deviations. The application of visualization methods and descriptive statistics highlights the effectiveness of people as the main factor influencing the progress of projects. Finally, combining the results of the multidimensional analysis implemented, this thesis gives some guidelines for the writing of the textbooks, trying to highlight a structured way to manage the empirically acquired knowledge in the organization.

Keywords: Project planning, project budget, periodic checks, EVM, questionnaires

Ακρωνύμια και συντομογραφίες

PM Project Management

PMI Project Management Institute

PMBok Project Management Body of Knowledge

CPM Critical Path Method

PERT Program Evaluation and Review Technique

WBS Work Breakdown Structure

RMP Risk Management Plan

EMV Earned Monetary Value

EVM Earned Value Management

BIM Building Information Modelling

ΕΣΜΗΕ Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

Υ/Σ Υποσταθμός

ΥΤ Υψηλή Τάση

ΥΥΤ Υπέρ Υψηλή Τάση

ΜΤ Μέση Τάση

ΧΤ Χαμηλή Τάση

ΓΜ Γραμμή Μεταφοράς

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Γραφική αναπαράσταση της απαιτούμενης προσπάθειας και χρόνου ανά φάση του έργου	10
Εικόνα 2 Το τρίγωνο των έργων.....	12
Εικόνα 3 Εισροές και εκροές από την έκθεση φυσικού αντικείμενου έργων	15
Εικόνα 4 Σχηματική αναπαράσταση ιεραρχικής δομής έργου	16
Εικόνα 5 Δικτυωτό διάγραμμα έργου	19
Εικόνα 6 Αναμενόμενο κόστος υλοποίησης έργου ανά φάση, συναρτησιακά με τον απαιτούμενο χρόνο και την προσπάθεια.....	25
Εικόνα 7 Μεθοδολογία υλοποίησης EVM.....	30
Εικόνα 8 Αντιστοίχιση των διαδικασιών διοίκησης έργων με τις διαστάσεις BIM.....	37
Εικόνα 9 Μεταβολή του μίγματος ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα κατά τα έτη 2014-2023, σύμφωνα με τον ΑΔΜΗΕ	40
Εικόνα 10 Η διατομή ενός τυπικού καλωδίου υποθαλάσσιας μεταφοράς ισχύος	46
Εικόνα 11 Υποθαλάσσια τμήματα διασύνδεσης νήσων με το ηπειρωτικό σύστημα	52

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1 Τυπική μορφή διαγράμματος Gantt, με χρήση MS Project.....	23
Σχήμα 2 Γραφική αναπαράσταση δεικτών ποσοτικοποίησης προόδου.....	32
Σχήμα 3 Συνοπτική ιεραρχική δομή εργασιών για το έργο διασύνδεσης Υποθαλάσσιας Καλωδιακής Γ.Μ. 150kV	54
Σχήμα 4 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας των μελετών	57
Σχήμα 5 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας των κατασκευή υπόγειων δικτύων και Υ/Σ.....	57
Σχήμα 6 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας της κατασκευής υποβρυχίων δικτύων	58
Σχήμα 7 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας της ενοποίησης υποβρυχίων και υπογείων δικτύων.....	59
Σχήμα 8 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας του ελέγχου λειτουργικότητας των κατασκευών.....	59
Σχήμα 9 Προσέγγιση κόστους υλοποίησης έργου συναρτήσει των προγραμματισμένων εργασιών	63
Σχήμα 10 Ηλικιακή κατανομή δείγματος	74
Σχήμα 11 Κατανομή δείγματος ανά θέση εργασίας.....	75
Σχήμα 12 Κατανομή ετών προϋπηρεσίας συμμετεχόντων σε υποβρύχια έργα	76
Σχήμα 13 Συχνότητα υλοποίησης περιοδικών ελέγχων κατά την υλοποίηση υποβρυχίων έργων	78
Σχήμα 14 Συχνότητα μεθόδων εντοπισμού αιτιών αποκλίσεων σε υποβρύχια έργα μεγάλης κλίμακας.....	79
Σχήμα 15 Αξιολόγηση παραμέτρων επιρροής στην αποδοτικότητα των ανθρώπινων πόρων.....	83
Σχήμα 16 Αξιολόγηση πιθανότητας εμφάνισης ρίσκων σε μεγάλα υποθαλάσσια έργα.....	86
Σχήμα 17 Αξιολόγηση αντικτύπου ρίσκων σε μεγάλα υποθαλάσσια έργα	87

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1	Πλήθος προτεινόμενων διεργασιών ανά φάση έργου σύμφωνα με το PMI.....	8
Πίνακας 2	Τα στάδια διαχείρισης ρίσκων έργου	26
Πίνακας 3	Δείκτες EVM, περιγραφή και τύποι υπολογισμού	31
Πίνακας 4	Τύποι γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας	42
Πίνακας 5	Τάξεις μεγέθους κόστους και χρόνου υλοποίησης υποθαλάσσιων έργων	49
Πίνακας 6	Βασικά ορόσημα του έργου σύμφωνα με τον αρχικό προγραμματισμό	55
Πίνακας 7	Υπολογισμός ενδεικτικού κόστους υλοποίησης (για 3,5 χιλιόμετρα υποθαλάσσιας γραμμής) ανά πακέτο εργασίας	61
Πίνακας 8	Υπολογισμός δεικτών EVM για τον αρχικό έλεγχο προόδου του έργου	65
Πίνακας 9	Υπολογισμός δεικτών EVM για τον ενδιάμεσο έλεγχο προόδου του έργου.....	65

Περιεχόμενα

Πρόλογος και ευχαριστίες	i
Περίληψη.....	ii
Abstract	iii
Ακρωνύμια και συντομογραφίες.....	iv
Κατάλογος Εικόνων	v
Κατάλογος Σχημάτων	vi
Κατάλογος Πινάκων.....	vii
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	1
1.1 Αντικείμενο και σκοπός εργασίας.....	1
1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης εργασίας.....	3
1.3 Δομή εργασίας	4
Κεφάλαιο 2: Έργα και Διοίκηση Έργων	6
2.1 Θεμελιώδεις έννοιες και ορισμοί	6
2.1.1 Έργα.....	6
2.1.2 Διαδικασίες Διοίκησης Έργων	8
2.1.3 Ο κύκλος ζωής των έργων	9
2.1.4 Το «τρίγωνο» των έργων.....	11
2.2 Διαχείριση φυσικού αντικειμένου έργων.....	13
2.2.1 Έκθεση φυσικού αντικειμένου	13
2.2.2 Ανάπτυξη ιεραρχικής δομής έργου (Work Breakdown Structure – WBS).....	15
2.3 Χρονικός προγραμματισμός έργων.....	17
2.3.1 Η μέθοδος CPM	18
2.3.2 Η μέθοδος PERT	21
2.3.3 Η χρήση των διαγραμμάτων Gantt	22
2.4 Προγραμματισμός πόρων και μέθοδοι εκτίμησης κόστους.....	23

2.5	Διαχείριση ρίσκων στα έργα	25
Κεφάλαιο 3: Μέθοδοι και τεχνικές παρακολούθησης έργων		29
3.1	Τεχνικές παρακολούθησης EVM	30
3.2	Η μέθοδος fast-track: Μια στρατηγική επιλογή μείωσης αποκλίσεων από το αρχικό χρονοδιάγραμμα	33
3.3	Η χρήση της μεθόδου BIM ως στρατηγική μείωσης αποκλίσεων από τον προϋπολογισμό.....	35
3.3.1	Συνοπτική περιγραφή μεθόδου BIM	35
3.3.2	Εφαρμογή BIM με στόχο την μείωση αποκλίσεων από τον προϋπολογισμό .	37
Κεφάλαιο 4: Συνοπτική περιγραφή υποθαλάσσιων έργων καλωδιακών γραμμών μεταφοράς		39
4.1	Τύποι Γραμμών Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.....	40
4.2	Υποθαλάσσιες Γραμμές Μεταφοράς Υψηλής Τάσης: Τεχνικές απαιτήσεις και προκλήσεις	43
4.3	Η σημαντικότητα των Υποθαλάσσιων Γραμμών Μεταφοράς.....	46
4.4	Χρονοδιαγράμματα και κόστη υλοποίησης έργων Υποθαλάσσιων Γραμμών Μεταφοράς: Κλίμακες και τάξεις μεγέθους.....	48
Κεφάλαιο 5: Χρονικός προγραμματισμός και έλεγχος κατά την υλοποίηση έργου κατασκευής Υποθαλάσσιας Γραμμής Μεταφοράς Υψηλής Τάσης		51
5.1	Πακέτα εργασίας, παραδοτέα και ορόσημα έργου	53
5.2	Χρονικός προγραμματισμός και εκτιμώμενο κόστος έργου.....	55
5.3	Έλεγχοι προόδου και υπολογισμός δεικτών EVM για το έργο	63
5.3.1	Αρχικός έλεγχος προόδου	64
5.3.2	Ενδιάμεσος έλεγχος προόδου	65
5.4	Σχολιασμός αποτελεσμάτων ελέγχων και εξαγωγή ευρύτερων συμπερασμάτων	66
Κεφάλαιο 6: Ερευνητική μεθοδολογία επικύρωσης εμπειρικών παραμέτρων επιρροής επί της προόδου των έργων		69
6.1	Ερευνητικά ερωτήματα.....	69

6.2	Εργαλείο υλοποίησης εμπειρικής μελέτης	70
6.3	Μέθοδος συλλογής και πλήθος δείγματος	71
6.4	Ζητήματα ερευνητικής δεοντολογίας και προστασίας δεδομένων	72
Κεφάλαιο 7: Αποτελέσματα έρευνας		73
7.1	Δημογραφικά χαρακτηριστικά δείγματος	73
7.2	Αξιολόγηση της σημασίας των περιοδικών ελέγχων στα έργα	77
7.3	Βασικοί παράγοντες αναφορικά με την υπέρβαση του χρονοδιαγράμματος	81
7.4	Βασικοί παράγοντες αναφορικά με την υπέρβαση του προϋπολογισμού	84
Κεφάλαιο 8: Συζήτηση		89
8.1	Σχόλια, συμπεράσματα και σύνοψη απαντήσεων στα ερευνητικά ερωτήματα ...	89
8.2	Προτάσεις επέκτασης της εργασίας	91
Βιβλιογραφία		93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ		98

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Διαχείριση Τεχνικών Έργων» και αποτελεί μέρος των υποχρεώσεων για την απονομή του Μεταπτυχιακού Διπλώματος. Το αντικείμενο της εργασίας αφορά την διαχείριση τεχνικών έργων και συγκεκριμένα την εφαρμογή των πρακτικών διοίκησης έργων για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο μεγάλων τεχνικών έργων, όπως είναι τα υποθαλάσσια έργα για την ηλεκτροδότηση των ελληνικών νησιών.

1.1 Αντικείμενο και σκοπός εργασίας

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η μελέτη των τεχνικών προδιαγραφών στα υποθαλάσσια έργα, με έμφαση στις διαδικασίες προγραμματισμού και ελέγχου των εν λόγω έργων. Τα υποθαλάσσια έργα, συχνά συνδέονται με αυξημένη τεχνική πολυπλοκότητα και με ειδικές κατασκευαστικές απαιτήσεις. Για το λόγο αυτό, η διαδικασία σχεδιασμού τους αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία, η οποία απαιτεί μεγάλη εμπειρία με στόχο τον αποτελεσματικό σχεδιασμό τόσο ως προς τον αναμενόμενο χρόνο υλοποίησης και την ανάπτυξη του αντίστοιχου χρονοδιαγράμματος, των παραδοτέων και των οροσήμων, όσο και για την λεπτομερή εκτίμηση του κόστους, το οποίο προκύπτει ως προϊόν των αναθέσεων των πακέτων εργασίας σε υλικούς και άυλους πόρους.

Επιπλέον, λόγω της πολυπλοκότητας των έργων αυτών, σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις τόσο αναφορικά με το χρονοδιάγραμμα όσο και αναφορικά με το προϋπολογισμένο κόστος υλοποίησης. Σε αρκετές περιπτώσεις, οι αποκλίσεις αυτές είναι απόρροια αναπάντεχων και μη προγραμματισμένων συνθηκών, οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια της υλοποίησης και επηρεάζουν σημαντικά τον προγραμματισμό. Όπως είναι προφανές, η λεπτομερής πρόβλεψη όλων των εξωτερικών συνθηκών επιρροής ως προς την πρόοδο των έργων είναι μια εξαιρετικά σύνθετη διαδικασία, η οποία μπορεί δυνητικά να δομηθεί και να ποσοτικοποιηθεί με τη χρήση ορισμένων ποιοτικών και ποσοτικών εργαλείων ανάλυσης.

Με στόχο την ενδελεχή ανάλυση των παραμέτρων επιρροής και δημιουργίας χρονικών και κοστολογικών αποκλίσεων σε έργα τέτοιου τύπου, στην παρούσα εργασία επιλέγουμε την μελέτη ενός πραγματικού έργου, το οποίο αφορά την διασύνδεση ενός νησιού με το κεντρικό σύστημα ηλεκτροδότησης του ΕΣΜΗΕ. Για το έργο, παρουσιάζουμε συνοπτικά το σύνολο των απαραίτητων διαδικασιών και πακέτων εργασίας που πρέπει να υλοποιηθούν, ξεκινώντας από

τον βασικό σχεδιασμό και καταλήγοντας έως και την φάση ελέγχου των παραδοτέων του έργου. Στο πλαίσιο αυτό, η ανάλυση του έργου περνά από όλα τα λογικά στάδια υλοποίησης, παρουσιάζοντας συνοπτικά όλη την βασική και κρίσιμη πληροφορία, όπως για παράδειγμα τα κόστη, οι χρόνοι υλοποίησης και οι αναθέσεις πακέτων εργασίας σε συγκεκριμένους πόρους. Ωστόσο, για λόγους διαφύλαξης προσωπικών δεδομένων, τα στοιχεία που παρουσιάζονται έχουν προκύψει κατόπιν τυπικών τροποποιήσεων, βάσει των οποίων επιλέγεται η παρουσίαση τάξης μεγέθους και όχι των πραγματικών ονομαστικών τιμών, για κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες.

Έχοντας ολοκληρώσει όλη την παραπάνω διαδικασία, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην διαδικασία περιοδικών ελέγχων στο έργο, μέσω των οποίων εντοπίζονται και παρουσιάζονται αποκλίσεις αναφορικά με τον προγραμματισμό. Η ποσοτικοποίηση των αποκλίσεων, γίνεται με χρήση κλασικών μεθόδων στην διοίκηση έργων, και συγκεκριμένα με τις μεθόδους Earned Value Management – EVM. Με δεδομένη την πολυπλοκότητα του προγραμματισμού λόγω ειδικών απαιτήσεων αλλά και τις αποκλίσεις που υπολογίστηκαν, στο επόμενο στάδιο της εργασίας αναπτύσσεται μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία εντοπισμού των παραγόντων επιρροής σε τέτοιου είδους έργα. Ειδικότερα αναπτύσσεται ένα ερωτηματολόγιο, βάσει του οποίου συλλέγονται οι απόψεις και οι εμπειρίες ορισμένων εργαζομένων σχετικά με τους παράγοντες επιρροής ως προς τις αποκλίσεις, λόγω εισαγωγής αβεβαιότητας κατά τον σχεδιασμό. Τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση, χρησιμοποιούνται για την τεκμηρίωση των παραγόντων επιρροής και την απάντηση σε ορισμένα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται στο πλαίσιο της εργασίας. Το σύνολο των ευρημάτων, παρουσιάζεται στο τελευταίο μέρος της εργασίας.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία, είναι εξαιρετικής σημασίας για την διατήρηση και την συνέχεια της εμπειρικά κεκτημένης γνώσης, σε μεγάλους οργανισμούς. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μεγάλων και πολύπλοκων τεχνικών έργων, συχνά συνδέεται με την αποκόμιση γνώσεων και εμπειριών κατά την υλοποίηση, οι οποίες έχουν κρίσιμο χαρακτήρα για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου. Ο εντοπισμός και η τεκμηρίωση των κρισιμότερων παραγόντων εισαγωγής αβεβαιότητας μέσω της μεθοδολογικά ορθής ανάλυσης των απόψεων των εργαζομένων, δύναται να συνδράμει στην αποτελεσματική ανάπτυξη των μητρώων / αρχείων διδαγμάτων (lessons learned), βάσει των οποίων δύναται να υποστηριχτεί σημαντικά η διαδικασία σχεδιασμού νέων και με παρεμφερή χαρακτηριστικά έργων.

1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης εργασίας

Για την εκπόνηση της εργασίας, ακολουθείται ένα ολοκληρωμένο μεθοδολογικό πλαίσιο. Ειδικότερα, η εργασία δομείται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο, σχετικά με τα έργα και την διοίκηση έργων. Στο πλαίσιο αυτό, δίνεται συγκεκριμένη θεωρητικού τύπου πληροφορία και ορισμοί, όπως ο ορισμός των έργων καθώς και των θεμελιωδών εννοιών που συνδέονται με τα έργα και την επιτυχή ολοκλήρωσή τους. Συγκεκριμένα αναφέρονται έννοιες όπως «το τρίγωνο των έργων», ο κύκλος ζωής των έργων και άλλες. Επιπρόσθετα, η βασική πληροφορία σχετικά με τις αρχές και τις πρακτικές της διοίκησης έργων, δίνεται στο πρώτο μέρος, εστιάζοντας κυρίως σε τρεις βασικές πτυχές της διοίκησης έργων, οι οποίες είναι η διαχείριση του φυσικού αντικείμενου, η ανάπτυξη των χρονικών διαγραμμάτων υλοποίησης καθώς και ο τρόπος προσδιορισμού του προϋπολογισμού των έργων.

Τέλος, βασικό τμήμα του θεωρητικού μέρους αποτελεί η παρουσίαση των μεθόδων ελέγχου και προσδιορισμού αποκλίσεων στα έργα. Στην διεθνή βιβλιογραφία, οι μέθοδοι προσδιορισμού των αποκλίσεων θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικές. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στο σύνολο των πρακτικών EVM, οι οποίες αποτελούν κλασσικές και αξιόπιστες μεθοδολογίες ποσοτικοποίησης αποκλίσεων και προσδιορισμού της πραγματικής προόδου των έργων επί του αρχικά προσδιορισμένου χρόνου και κόστους υλοποίησης. Παράλληλα, για την πληρότητα της εργασίας, παρουσιάζεται η μέθοδος fast-track, η οποία χρησιμοποιείται κατά βάση για την επιτάχυνση του χρόνου υλοποίησης των εργασιών και κατ' επέκταση την μείωση των αποκλίσεων από τα εγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα. Επιπρόσθετα, σύγχρονες μέθοδοι προσδιορισμού και ελέγχου του κόστους, όπως η BIM, δίνονται στο θεωρητικό μέρος της εργασίας.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας, αφορά την μελέτη ενός συγκεκριμένου και υλοποιημένου κατασκευαστικού έργου. Στο πλαίσιο ανάλυσης του έργου, παρουσιάζονται όλα τα στάδια διοίκησης, ξεκινώντας από τον προγραμματισμό έως και την φάση των περιοδικών ελέγχων, όπως σημειώθηκε και παραπάνω. Από την ανάλυση και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από τους ελέγχους, προκύπτουν ορισμένα ενδιαφέροντα πορίσματα.

Με στόχο την γενίκευση των παραπάνω πορισμάτων, χρησιμοποιώντας την εμπειρία των εργαζομένων σε τέτοιου είδους έργα, στο δεύτερο τμήμα της μελέτης περίπτωσης, σχεδιάζεται και υλοποιείται μια δομημένου τύπου ποσοτική μελέτη. Στο πλαίσιο αυτό, τίθενται ορισμένα ερευνητικά ερωτήματα, αναφορικά με την αξιολόγηση των παραμέτρων επιρροής ως προς την

δημιουργία αποκλίσεων στον χρόνο και το κόστος υλοποίησης. Για την τεκμηρίωση των εν λόγω ερευνητικών ερωτημάτων, αναπτύσσεται ένα δομημένο ερωτηματολόγιο, το οποίο περιέχει ερωτήσεις κλειστού τύπου. Στην συνέχεια, το ερωτηματολόγιο δίνεται προς συμπλήρωση σε εργαζομένους, υπό την προϋπόθεση αυτοί να έχουν εργαστεί τουλάχιστον σε ένα υποθαλάσσιο έργο. Η επιλογή των εργαζομένων, γίνεται με χρήση της τεχνικής τυχαίας δειγματοληψίας.

Στο τελευταίο μέρος της εργασίας, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων, κάνοντας χρήση μεθόδων περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης. Συγκεκριμένα, επιλέγεται κυρίως η παράθεση διαγραμμάτων και η αιτιολόγηση των ευρημάτων με βάση αυτά, καθώς η οπτική αναπαράσταση, συχνά βοηθά στην αποτελεσματικότερη ερμηνεία των δεδομένων και κατ' επέκταση στην εξαγωγή πορισμάτων.

1.3 Δομή εργασίας

Η εργασία δομείται σε οκτώ (8) επιμέρους κεφάλαια. Στο παρόν κεφάλαιο, γίνεται μια συνοπτική εισαγωγή στο θέμα ενδιαφέροντος, παρουσιάζεται η μεθοδολογία εκπόνησης της εργασίας και δίνεται η δομή που ακολουθείται στην συνέχεια. Το δεύτερο και το τρίτο κεφάλαιο, αποτελούν το βασικό θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας. Στα κεφάλαια αυτά δίνονται βασικές έννοιες και ορισμοί σχετικά με τα έργα και την διοίκηση έργων, ενώ παράλληλα δίνονται χρήσιμες μεθοδολογίες για τον έλεγχο των έργων, την βελτιστοποίηση του αναμενόμενου χρόνου υλοποίησης καθώς και πιο σύγχρονες μέθοδοι, οι οποίες χρησιμεύουν στην βελτιστοποίηση, κυρίως, του κόστους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην περιγραφή των υποθαλάσσιων έργων, δίνοντας έμφαση στην σημαντικότητα αλλά και τις τεχνικές δυσκολίες κατά την υλοποίησή τους. Τα μεγάλα υποθαλάσσια έργα, βρίσκονται στον πυρήνα της εργασίας, κατά συνέπεια η παρουσίαση των βασικών μερών τους κρίνεται σημαντική. Στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας, το ενδιαφέρον εστιάζεται στις μεθόδους σχεδιασμού των έργων αυτών, και ειδικότερα στην ανάπτυξη των χρονοδιαγραμμάτων και των προϋπολογισμών, βάσει τμηματικής ανάλυσης και υλοποίησης του φυσικού αντικείμενου. Το πέμπτο κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση στοιχείων, τα οποία προκύψαν από δύο διαδοχικούς ελέγχους προόδου.

Το έκτο και το έβδομο κεφάλαιο αφορούν το πειραματικό μέρος της εργασίας. Ειδικότερα, στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία δόμησης και ανάπτυξης των ερωτηματολογίων, καθώς και ο τρόπος επιλογής του δείγματος αλλά και ζητήματα σχετικά με την ανωνυμία και την ερευνητική δεοντολογία. Η ανάλυση και η παρουσίαση των ευρημάτων βάσει των

δεδομένων λαμβάνει χώρα στο έβδομο κεφάλαιο. Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο, γίνεται σύνοψη των βασικών ευρημάτων, τεκμηριώνονται τα ερευνητικά ερωτήματα, δίνονται τα συμπεράσματα και οι περιορισμοί της έρευνας, και παράλληλα προτείνονται ορισμένες προεκτάσεις της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Κεφάλαιο 2: Έργα και Διοίκηση Έργων

Καθώς οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας και διοίκησης των σύγχρονων οργανισμών, οι πρακτικές και οι μέθοδοι Διοίκησης Έργων, θεωρούνται εξαιρετικά σημαντικές για την δημιουργία βιώσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος για τους οργανισμούς. Παραδοσιακά, οι οργανισμοί υλοποιούσαν έργα, μέσω των οποίων αποσκοπούσαν στην απόκτηση μοναδικών προϊόντων ή υπηρεσιών, τα οποία θα τους ξεχώριζαν από τον ανταγωνισμό. Στο πλαίσιο αυτό, πολλοί φορείς και ερευνητές έχουν ασχοληθεί με την συστημική διάσταση της διοίκησης των έργων και συγκεκριμένα με την ανάπτυξη μεθόδων και τεχνικών προγραμματισμού και ελέγχου, οι οποίες αποσκοπούν στην βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας των έργων και στην μεγιστοποίηση του αντικτύπου και των αποτελεσμάτων τους για τους οργανισμούς (Abbasi & Jaafari, 2018).

Οι πρακτικές διοίκησης σε κάθε φάση υλοποίησης των έργων, αποτελούν τον πυρήνα του πρώτου κεφαλαίου. Στο πλαίσιο αυτό, δίνονται ορισμένες βασικές έννοιες και ορισμοί και στη συνέχεια γίνεται εστίαση ως προς τις διαστάσεις διαχείρισης του φυσικού αντικειμένου, ανάπτυξης τους χρονικού πλάνου υλοποίησης έργων και του αντίστοιχου αναμενόμενου κόστους, ενώ παρουσιάζονται συνοπτικά ορισμένες ιδιαίτερα σημαντικές διαστάσεις της διοίκησης, όπως η διαχείριση ρίσκων, τα οποία πιθανά επηρεάζουν το έργο και εισάγουν αβεβαιότητας καθώς και της διοίκησης ποιότητας, μέσω της οποίας εξασφαλίζεται ότι τα παραδοτέα του έργου θα έχουν πληρότητα και θα πετυχαίνουν τους αρχικούς στόχους που τίθενται κατά την λήψη απόφασης υλοποίησης.

2.1 Θεμελιώδεις έννοιες και ορισμοί

Στην πρώτη ενότητα του παρόντος κεφαλαίου, δίνονται οι βασικές έννοιες σχετικά με το αντικείμενο της εργασίας. Συγκεκριμένα, ορίζονται οι έννοιες: έργο, διοίκηση έργου, τρίγωνο έργου και κύκλος ζωής έργου. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται μια ολιστική προσέγγιση για τον τρόπο με τον οποίον πρέπει να αντιμετωπίζονται τα έργα, προκειμένου να επιφέρουν σημαντικά αποτελέσματα σε εύλογα χρονικά διαστήματα και με συγκεκριμένο κόστος.

2.1.1 Έργα

Αναφορικά με τον ορισμό των **έργων**, θα μπορούσαμε να σημειώσουμε ότι στην βιβλιογραφία έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί, με μικρές τροποποιήσεις μεταξύ τους, ανάλογα με την θεματική στην οποία απευθύνονται. Ωστόσο, ο γενικότερος ορισμός που έχει δοθεί από το Project Management Institute – PMI, θεωρείται ότι μπορεί να γενικεύσει όλους τους παραπάνω.

Σύμφωνα με το PMI, έργο είναι μια προσωρινή και συστηματική προσπάθεια που καταβάλλεται από ένα σύνολο ανθρώπων, με στόχο την επίτευξη κάποιου μοναδικού προϊόντος ή υπηρεσίας ή την ανάπτυξη ορισμένων χαρακτηριστικών αυτών. Υπό την έννοια αυτή το έργο έχει απτά και άμεσα μετρήσιμα αποτελέσματα, καθώς διαφοροποιεί σημαντικά ένα υφιστάμενο προϊόν ή υπηρεσία από προηγούμενες εκδόσεις του ή οδηγεί στην ανάπτυξη εντελώς νέων αγαθών (Irfan et al., 2021). Σύμφωνα με τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι ένα έργο έχει διακριτά χαρακτηριστικά και διαφοροποιείται σε μεγάλο βαθμό από τις καθημερινές λειτουργίες που επιτελούνται σε έναν οργανισμό (business-as-usual operations), οι οποίες έχουν σαν στόχο την εξυπηρέτηση πελατών μέσω της υλοποίησης προκαθορισμένων διαδικασιών, οι οποίες διενεργούνται με συνεχή ρυθμό.

Ο παραπάνω ορισμός θεωρείται ότι περιγράφει εύστοχα τα έργα, για τον λόγο αυτό αρκετοί συγγραφείς στηρίζονται σε αυτόν και αποδίδουν ορισμένες προεκτάσεις του. Συγκεκριμένα, ο (Kerzner, 2022) σημειώνει ότι κατά την υλοποίηση ενός έργου, θα πρέπει να υπάρχει μια ξεκάθαρα ποσοτικοποιημένη και λίστα προτεραιοτήτων των αποτελεσμάτων του. Δηλαδή, η στόχευση σχετικά με τα νέα χαρακτηριστικά ή προϊόντα που επιδιώκεται να αναπτυχθούν μέσω του έργου, θα πρέπει να είναι γνωστή εξ' αρχής. Με τον τρόπο αυτό, η εργασία μπορεί να διαμοιράζεται σε επιμέρους τμήματα και έτσι να προκύπτουν λεπτομερή χρονοδιαγράμματα υλοποίησης των έργων. Επιπλέον, η γνώση των επιθυμητών χαρακτηριστικών είναι εξαιρετικά σημαντική κατά την επιλογή των κατάλληλων ανθρώπινων πόρων, βάσει των χαρακτηριστικών τους. Η γνώση σχετικά με τα άτομα και τη διάρκεια απασχόλησής τους σε ένα έργο, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ανθρώπινης προσπάθειας καθώς και του αντίστοιχου κόστους υπηρεσιών. Το συνολικό κόστος του έργου, προκύπτει ως άθροισμα του κόστους υπηρεσιών και χρήσης ή προμήθειας υλικών πόρων, οι οποίοι επίσης προϋπολογίζονται κατά την διαδικασία σχεδιασμού ενός έργου.

Όπως γίνεται αντιληπτό, η διαδικασία σχεδιασμού αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της επιτυχούς και αποδοτικής υλοποίησης έργων. Ωστόσο, ο βαθμός λεπτομέρειας κατά τον σχεδιασμό, εξαρτάται από το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του έργου. Αναφορικά με το μέγεθος των έργων, αυτό προκύπτει σύμφωνα με την απαιτούμενη προσπάθεια, χρόνο υλοποίησης και το αναμενόμενο κόστος αλλά και το δυνητικό αντίκτυπο. Σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση αυτή, μπορεί να παρατηρηθεί ένα πολύ ευρύ φάσμα έργων, τα οποία κυμαίνονται από πολύ μικρής κλίμακας έργα, τα οποία αποσκοπούν στην ανάπτυξη ή επιδιόρθωση ενός χαρακτηριστικού σε ένα προϊόν, όπως για παράδειγμα ένα μικρό έργο πληροφορικής, έως υπερμεγέθη έργα, τα οποία απαιτούν χιλιάδες ώρες ανθρώπινης

προσπάθειας και αρκετά εκατομμύρια ευρώ προϋπολογισμό υλοποίησης. Τέτοια έργα συναντώνται συχνά στην βιβλιογραφία, με τον όρο mega-projects, και αφορούν κυρίως στατικές εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας (π.χ. γέφυρες, ουρανοξύστες), ενεργειακές εγκαταστάσεις βιομηχανικής κλίμακας (π.χ. μεγάλες καλωδιακές διασυνδέσεις) και άλλα (Πηλιχού, 2022).

2.1.2 Διαδικασίες Διοίκησης Έργων

Πέραν των διαδικασιών σχεδιασμού που αναφέρθηκαν παραπάνω, ένα σύνολο από επιμέρους διαδικασίες διοίκησης υλοποιείται καθ' όλη τον κύκλο ζωής των έργων, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητά του. Συγκεκριμένα, το PMI διαχωρίζει το σύνολο των διεργασιών **διοίκησης έργων** σε πέντε (5) ευρύτερες κατηγορίες όσες και οι φάσεις υλοποίησης ενός έργου, οι οποίες είναι: διαδικασίες εκκίνησης, διαδικασίες σχεδιασμού ή προγραμματισμού, διαδικασίες εκτέλεσης ή υλοποίησης, διαδικασίες ελέγχου και διαδικασίες κλεισίματος έργων. Σε κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες, προτείνεται ένα συγκεκριμένο εύρος διαδικασιών προς εκτέλεση. Το σύνολο των διαδικασιών ανά κατηγορία, παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1 Πλήθος προτεινόμενων διεργασιών ανά φάση έργου σύμφωνα με το PMI

Φάση έργου	Αριθμός διεργασιών
Εκκίνηση	2
Σχεδιασμός και προγραμματισμός	24
Εκτέλεση - Υλοποίηση	8
Παρακολούθηση και έλεγχος	11
Κλείσιμο	2

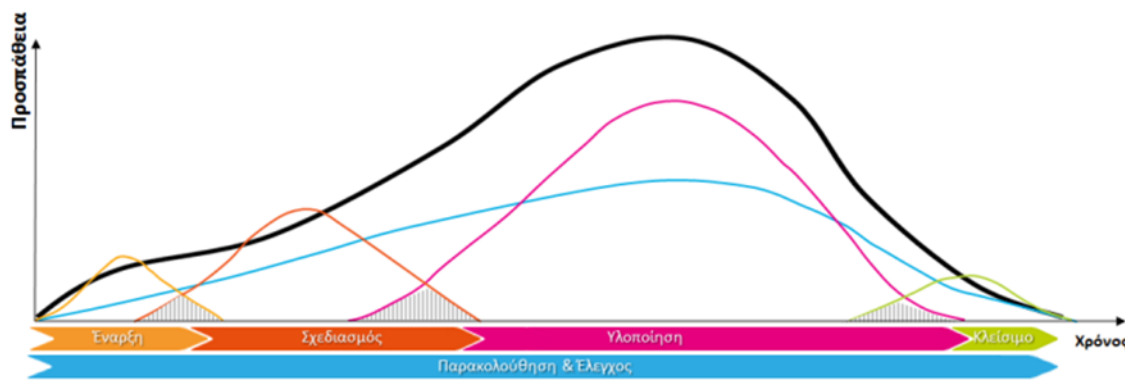
Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, η κατηγορία που συγκεντρώνει τις περισσότερες διαδικασίες είναι αυτή του σχεδιασμού, υποδηλώνοντας έτσι ότι όσο μεγαλύτερης έκτασης και λεπτομέρειας είναι η ανάλυση στο στάδιο του σχεδιασμού, τόσο μεγαλύτερη αναμένεται να είναι η επιτυχία του έργου, αναφορικά με την επίτευξη των στόχων του. Η δεύτερη μεγαλύτερη κατηγορία διαδικασιών, προκύπτει να είναι ο έλεγχος των έργων. Σαφώς, κάτι τέτοιο είναι λογικό, καθώς κατά το στάδιο του ελέγχου γίνεται ποσοτικοποίηση των πραγματικών αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται από το έργο καθώς και έλεγχος σύγκλισης με τις αρχικές

προδιαγραφές που έχουν τεθεί. Οι δύο παραπάνω κατηγορίες διαδικασιών, αποτελούν την βασική εστίαση της εργασίας. Συγκεκριμένα, αναφορικά με τον σχεδιασμό δίνεται έμφαση στην διαχείριση φυσικού αντικειμένου (project scope management), τον χρονικό προγραμματισμό (project time management) και την διαχείριση κόστους (project cost management). Ενώ, όσον αφορά τις διαδικασίες ελέγχου, γίνεται εστίαση στις μεθόδους Earned Value Management – EVM, οι οποίες οδηγούν στον υπολογισμό συγκεκριμένων δεικτών σχετικά με την ποσοτικοποίηση της προόδου των έργων ως προς τις διαστάσεις κόστους και χρόνου, συγκριτικά με την καταβληθείσα προσπάθεια και τον αρχικό σχεδιασμό. Οι πληροφορίες αυτές δίνονται στην συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου καθώς και στο δεύτερο κεφάλαιο αντίστοιχα.

2.1.3 Ο κύκλος ζωής των έργων

Όπως αναφέρθηκε κατά τον ορισμό των έργων, κάθε έργο έχει προκαθορισμένη διάρκεια, η οποία ορίζεται ως κύκλος ζωής ενός έργου. Στην πραγματικότητα, ο κύκλος ζωής αφορά την συνολική διάρκεια όλων των φάσεων του έργου, εκκινώντας από τις διαδικασίες έναρξης μετά την αποδοχή της πρότασης έργου και καταλήγοντας μετά την ολοκλήρωση όλων των παραδοτέων αλλά και των διαδικασιών περάτωσης, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται συνήθως τα καταστατικά παραλαβής – παράδοσης καθώς και η συγγραφή των μητρώων αποτελεσμάτων και εμπειρικής γνώσης που αποκτήθηκε κατά την διάρκεια του έργου (lessons learned documents) (Doskočil & Lacko, 2018).

Με στόχο, την βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας υλοποίησης και ελέγχου των έργων, στην βιβλιογραφία προτείνεται η κατάτμηση τους, σε πέντε (5) επιμέρους φάσεις, οι οποίες έχουν διακριτά όρια μεταξύ τους και η υλοποίησή τους αποσκοπεί στην ανάπτυξη ή στην επικύρωση ενός παραδοτέου, έτσι ώστε η διαδικασία υλοποίησης να συνεχιστεί στις επόμενες φάσεις. Σύμφωνα με το πιο πρόσφατο εγχειρίδιο διοίκησης έργων (Project Management Body of Knowledge – PMBoK), οι φάσεις από τις οποίες υποχρεωτικά πρέπει να περνά ένα έργο, προκειμένου να θεωρείται πλήρες και αποτελεσματικό, είναι οι εξής: **εκκίνηση, σχεδιασμός – προγραμματισμός, υλοποίηση, έλεγχος και κλείσιμο**. Η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση αναφέρθηκε και παραπάνω, κατά την παράθεση των διαδικασιών διοίκησης σε κάθε φάση υλοποίησης. Στην Εικόνα 1, παρουσιάζεται η χρονική διάρκεια κάθε μίας από τις παραπάνω φάσεις, η οποία σαφώς συναρτάται και με το πλήθος των προτεινόμενων διαδικασιών ανά φάση.



Εικόνα 1 Γραφική αναπαράσταση της απαιτούμενης προσπάθειας και χρόνου ανά φάση του έργου

Πηγή: <https://elearning.ekdd.gr/>

Όπως προκύπτει από την παραπάνω εικόνα, η μεγαλύτερη σε χρονική έκταση φάση ενός έργου είναι η παρακολούθηση ή ο έλεγχος. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι επιμέρους φάσεις υλοποίησης επιθεωρούνται συστηματικά και αναθεωρούνται, εφόσον κριθεί απαραίτητο, έτσι ώστε να πληρούν τα απαραίτητα χαρακτηριστικά που θα συμβάλλουν στην επιτυχή ολοκλήρωση των επόμενων φάσεων. Για παράδειγμα, προκειμένου να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα κατά την φάση υλοποίησης ενός έργου, θεωρείται προϋπόθεση η φάση του σχεδιασμού να είναι λεπτομερής, ακριβής και πλήρης, γιατί σε διαφορετική περίπτωση θα δημιουργηθούν ανακρίβειες και απροσδιοριστίες, οι οποίες αναμφίβολα θα καθυστερήσουν σημαντικά την υλοποίηση και την παράδοση των αντίστοιχων παραδοτέων, γεγονός που επιφέρει, πέραν της υπέρβασης του χρονικού πλαισίου υλοποίησης, σημαντικές ανακατατάξεις ως προς το αρχικό υπολογισμένο κόστος.

Σύμφωνα με την ανωτέρω ανάλυση, μπορούμε να καταλήξουμε στο γεγονός ότι κάθε ένα έργο έχει συνεχή χαρακτηριστικά, δηλαδή ότι η αποτελεσματικότητα του συνολικά εξαρτάται άμεσα από την αποτελεσματικότητα της κάθε φάσης υλοποίησης, στις οποίες υποδιαιρείται, και οι οποίες επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα κάθε επόμενης φάσης. Συνεπώς, η συνέχεια σε κάθε επόμενη φάση, προϋποθέτει τον έλεγχο και την έγκριση των παραδοτέων της προηγούμενης ως προς την συνάφεια τους με τον συνολικό στόχο του έργου και την ποιότητα τους. Προφανώς, η ολοκλήρωση και η αποδοχή όλων των παραδοτέων, σημαίνει την ολοκλήρωση όλων των φάσεων και κατ' επέκταση του έργου συνολικά. Αν σε οποιαδήποτε φάση διαπιστωθεί ότι το παραδοτέο δεν πληροί τις προδιαγραφές αποδοχής, τότε θα πρέπει υποχρεωτικά η φάση να επιθεωρηθεί και έτσι να γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές ή η

ολοκληρωτική επιδιόρθωση, προκειμένου να γίνουν αποδεκτά τα παραδοτέα και να ολοκληρωθεί η φάση.

Τέλος, σε πολλές βιβλιογραφικές αναφορές σημειώνεται ότι σε περίπτωση που δεν γίνεται με συνέπεια ο έλεγχος ανά φάση, τότε υπάρχει ο κίνδυνος αν ένα παραδοτέο δεν είναι πλήρες ή σύμφωνο με τα πρότυπα ποιότητας, να επηρεάσει σημαντικά την τελική έκβαση του έργου (Mitropoulos & Sanchez, 2016; Ribah & Singh, 2023). Αυτό σημαίνει ότι τυχόν αποκλείσεις θα παρατηρηθούν στην τελική επιθεώρηση, γεγονός που σημαίνει ότι θα πρέπει να ακολουθήσει ενδελεχής διερεύνηση των αιτίων, τα οποία δεν είναι τόσο ξεκάθαρα ως προς την συσχέτιση με την φάση από την οποία προέρχονται. Στην συνέχεια, θα πρέπει να ακολουθήσουν και οι απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες, οι οποίες όμως πρόκειται να στοιχίσουν αρκετά περισσότερο στην συγκεκριμένη φάση, για τον οργανισμό υλοποίησης (κανόνας 1-10-100) (Acebes et al., 2014).

Ολοκληρώνοντας με τον σχολιασμό της Εικόνας 1, μπορούμε να σημειώσουμε ότι η μικρότερης διάρκειας φάσεις υλοποίησης του έργου είναι η έναρξη καθώς και κλείσιμο. Αυτές οι φάσεις έχουν κυρίως τυπικό χαρακτήρα, αποσκοπώντας στην συμπλήρωση των απαραίτητων εγγράφων για την έναρξη ή την παράδοση του έργου. Ένα από τα σημαντικά παραδοτέα κατά την φάση κλεισίματος είναι η σύνταξη των εγγράφων lessons learned, τα οποία χρησιμεύουν ως προς την αποτύπωση γνώσεων και εμπειριών που αποκομίστηκαν από την ομάδα έργου κατά την υλοποίηση. Τα έντυπα αυτά έχουν επανειλημμένα χαρακτηριστεί ως πολύ σημαντικά, διότι εξασφαλίζουν την διάχυση της γνώσης και την «συνέχεια» εντός των οργανισμών. Επίσης, παρατηρείται ότι οι εν λόγω φάσεις απαιτούν σημαντικά χαμηλότερη ένταση εργασίας έναντι των υπολοίπων, αυτό αιτιολογείται καθώς τα απαιτούμενα έγγραφα των φάσεων αυτών συμπληρώνονται κυρίως από εξωτερικούς συμβούλους ή από τα γραφεία διαχείρισης έργων των οργανισμών, χωρίς την άμεση και έντονη ενασχόληση της ομάδας έργου και του Project Manager – PM. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι η υψηλότερης έντασης εργασίας φάσεις είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση. Στις φάσεις αυτές, απασχολείται συνήθως το σύνολο των μελών της ομάδας έργου ή ένα σημαντικό μέρος της. Υπό την έννοια αυτή οι δύο συγκεκριμένες φάσεις αποτελούν τον πυρήνα των έργων και είναι συνυφασμένες με την επιτυχή ολοκλήρωση όλων των παραδοτέων αλλά και με το συνολικό κόστος υλοποίησης.

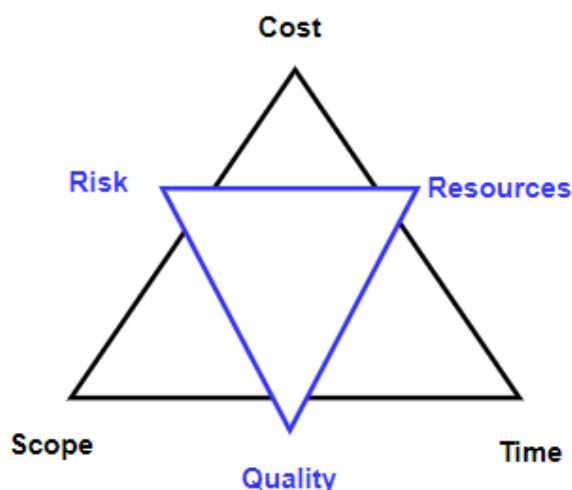
2.1.4 Το «τρίγωνο» των έργων

Η υλοποίηση κάθε έργου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τρεις βασικές διαστάσεις, οι οποίες είναι το κόστος, ο χρόνος και η ποιότητα. Οι διαστάσεις αυτές, στην πραγματικότητα

δημιουργούν όλους τους περιορισμούς ως προς τον σχεδιασμό και την υλοποίηση των έργων και υποχρεώνουν τους υπεύθυνους διαχειριστές των έργων να κάνουν τους βέλτιστους δυνατούς συμβιβασμούς (trade-offs) για να πετύχουν την ολοκλήρωση του έργου.

Το τρίγωνο των έργων, περιέχει σε κάθε μία πλευρά του κάθε μία από τις προαναφερθείσες διαστάσεις, και χρησιμοποιείται για να δηλώσει συμβολιστικά, ότι είναι αδύνατον να συμβεί οποιαδήποτε αλλαγή σε κάποια από τις τρεις διαστάσεις του έργου και να μην επηρεαστεί κάποια από τις υπόλοιπες δύο (Pollack et al., 2018). Για τον λόγο αυτό, η εστίαση των στελεχών διοίκησης επικεντρώνεται στον βέλτιστο τρόπο ταυτόχρονης διαχείρισης και των τριών περιορισμών, κατά την ανάπτυξη παραδοτέων του έργου και την ολοκλήρωση πακέτων εργασίας συνολικά. Οι ενέργειες διοίκησης στο συγκεκριμένο πλαίσιο, είναι γνωστές στην διεθνή βιβλιογραφία ως «management by objectives practices».

Προς περαιτέρω διασαφήνιση των ανωτέρω, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι τυχόν αλλαγές και συντομεύσεις στο χρονοδιάγραμμα, θα απαιτήσουν την υπερωριακή εργασία και απασχόληση πόρων, η οποία κατ' επέκταση δημιουργεί αφενός επιπρόσθετο κόστος από το προϋπολογισμένο αλλά και μειωμένη αποδοτικότητα πόρων, η οποία συνεπάγεται χαμηλότερη ποιότητα στα παραδοτέα. Με βάση το συγκεκριμένο παράδειγμα, γίνεται κατανοητή η αλληλεξάρτηση μεταξύ των συγκεκριμένων διαστάσεων. Στην Εικόνα 2, αναπαρίσταται το τρίγωνο έργου.



Εικόνα 2 Το τρίγωνο των έργων
Πηγή: (Rashid, 2019)

Στο σημείο αυτό, αναφέρεται ότι η έννοια του «τριγώνου έργων» υπό τους παραπάνω περιορισμούς, υφίσταται διαχρονικά στην βιβλιογραφία από τα πρώτα δημοσιεύματα σχετικά με την διοίκηση των έργων. Ωστόσο, με την πάροδο των ετών και την αύξηση της

πολυπλοκότητας των υλοποιούμενων έργων, οι περιορισμοί στο κλασσικό τρίγωνο έχουν εμπλουτιστεί, λαμβάνοντας υπόψιν διαστάσεις όπως η αύξηση του ρίσκου, η διαθεσιμότητα των πόρων καθώς και η αναμενόμενη ποιότητα των παραδοτέων. Έτσι, οι διαστάσεις των περιορισμών στα έργα, προκύπτουν σύμφωνα με την παραπάνω απεικόνιση (βλ. Εικόνα 2).

2.2 Διαχείριση φυσικού αντικειμένου έργων

2.2.1 Έκθεση φυσικού αντικειμένου

Κάθε έργο εκτελείται προκειμένου να καταστεί εφικτή για έναν οργανισμό ή μια επιχείρηση η δημιουργία ενός νέου μοναδικού προϊόντος ή μιας υπηρεσίας (Venczel et al., 2021). Υπό την έννοια αυτή και σύμφωνα με το PMBoK, η διαχείριση του φυσικού αντικειμένου ενός έργου αποτελεί έναν από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες για την τελική επιτυχημένη έκβαση του έργου. Η διαχείριση του φυσικού αντικειμένου, διέπει όλες τις φάσεις διεκπεραίωσης του έργου και θα πρέπει να παρακολουθείται και να ελέγχεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και με υψηλό βαθμό ακρίβειας. Για να καταστεί εφικτή η διαχείριση του φυσικού αντικειμένου, θα πρέπει κατά την διάρκεια του σχεδιασμού της διοίκησης του έργου, να έχει δημιουργηθεί μια πλήρης και επαρκώς τεκμηριωμένη έκθεση φυσικού αντικειμένου του έργου.

Η δημιουργία της έκθεσης φυσικού αντικειμένου του έργου γίνεται κατά τα αρχικά στάδια του σχεδιασμού διοίκησης του έργου. Στην πραγματικότητα τα βασικά προ απαιτούμενα για την δημιουργία της είναι η ολοκλήρωση και υπογραφή του καταστατικού του έργου, σε όποια έργα αυτή υφίσταται, καθώς επίσης και η γνώση του διαχειριστή του έργου σε σχέση με το συμφωνηθέν φυσικό αντικείμενο των εργασιών (Marnada et al., 2022). Το καταστατικό αποτελεί μια πολύ βασική παράμετρο του έργου, η οποία αν και συχνά αμελείται ιδίως σε έργα μικρής κλίμακας, θέτει τις βάσεις για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της διοίκησης αλλά και μια ορθολογική και προκαθορισμένη βάση, σύμφωνα με την οποία ορίζονται τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του έργου, τα κρίσιμα σημεία του χρονοδιαγράμματος καθώς επίσης και ο υπεύθυνος διαχείρισης του έργου (project manager) μαζί με την ομάδα που πρόκειται να το υλοποιεί, να το διοικεί και να το ελέγχει (project team). Ο υπεύθυνος διαχείρισης του έργου, μόλις ορισθεί είναι σε θέση να συλλέξει όλες τις τεχνικές απαιτήσεις σχετικά με το έργο καθώς επίσης και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του πελάτη για τον οποίον πρόκειται να υλοποιηθεί το έργο. Οι συγκεκριμένες απαιτήσεις, θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια, έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια συνεπής έκθεση φυσικού αντικειμένου.

Στην έκθεση φυσικού αντικειμένου βρίσκονται καταγεγραμμένες αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο και τους στόχους του έργου καθώς επίσης και εργαλεία, τεχνικές,

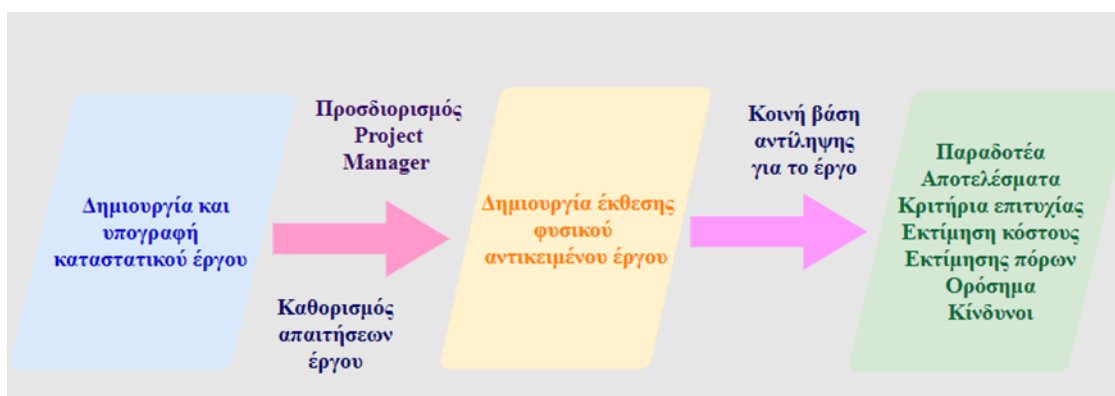
προδιαγραφές και μέθοδοι υλοποίησης του έργου σε κάθε μία από τις επιμέρους φάσεις του. Επίσης, σε μια έκθεση φυσικού αντικειμένου συχνά συναντώνται στοιχεία σχετικά με τον τρόπο διαχείρισης των ενδιαφερόμενων τρίτων μερών που εμπλέκονται στο έργο (stakeholders). Πιο συγκεκριμένα σε μια ολοκληρωμένη έκθεση φυσικού αντικειμένου, μπορούν κατά περίπτωση να συναντώνται τα κάτωθι (Marnada et al., 2022):

- Μετρήσιμα κριτήρια επιτυχίας έργου ως προς τις τρεις βασικές διαστάσεις του (κόστος, χρόνος και ποιότητα)
- Συνοπτική αλλά τεκμηριωμένη περιγραφή των τελικών παραδοτέων ή αποτελεσμάτων του έργου
- Αναλυτική περιγραφή απαιτήσεων πελάτη και λοιπών σημαντικών συμμετεχόντων, όπως για παράδειγμα οι προσδοκίες του κοινωνικού συνόλου από ένα έργο
- Αριθμητικές προσεγγίσεις ως προς τις δαπάνες που απαιτούνται (κόστη) και τους πόρους που πρέπει να δεσμευτούν
- Παραδοτέα έργου συνοδευόμενα από τα κριτήρια αποδοχής των παραδοτέων καθώς επίσης και τα επιθυμητά επίπεδα ποιότητας τους
- Ορόσημα και λοιπές ημερομηνίες που επιδρούν καθοριστικά στην δημιουργία του χρονοδιαγράμματος
- Κινδύνους οι οποίοι σχετίζονται με το ίδιο το έργο ή με το εξωτερικό περιβάλλον στο οποίο αυτό πρόκειται να υλοποιηθεί
- Μέλη ομάδας έργου που πρόκειται να υλοποιήσουν κάθε επιμέρους δραστηριότητα του έργου

Τα αναμενόμενα οφέλη από την δημιουργία της έκθεσης φυσικού αντικειμένου, είναι πολλαπλά τόσο για τον οργανισμό που πρόκειται να υλοποιήσει το έργο όσο και για τον πελάτη - φορέα που είναι και ο τελικός αποδέκτης του έργου. Αυτό αιτιολογείται πρωτίστως από το γεγονός ότι δημιουργείται μια κοινή βάση συνεννόησης μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών σχετικά με το ποιο ακριβώς θα είναι το έργο που θα υλοποιηθεί καθώς επίσης και για τις συγκεκριμένες διαδικασίες με βάση τις οποίες θα υλοποιηθεί. Επιπρόσθετα επιτρέπει στην ομάδα έργου να προβεί σε περαιτέρω ανάλυση και να κάνει λεπτομερή σχεδιασμό όλων των διαδικασιών που θα ακολουθηθούν.

Τέλος, ο προσδιορισμός των παραδοτέων και κυρίως των μεθόδων υλοποίησής τους, επιτρέπει στην ομάδα έργου να δημιουργήσει την ιεραρχική δομή του έργου (Work Breakdown Structure – WBS), η οποία σε επόμενο στάδιο πρόκειται να αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα για τον χρονικό προγραμματισμό του έργου και για την κοστολόγηση των επιμέρους διαδικασιών (Lester, 2021). Η ιεραρχική δομή του έργου είναι ένα πάρα πολύ βασικό συστατικό για τον επιτυχή σχεδιασμό, προγραμματισμό και έλεγχο και αναλύεται λεπτομερώς στην παρακάτω ενότητα.

Στην Εικόνα 3, παρουσιάζονται σχηματικά οι απαιτούμενες εισροές (inputs) για την δημιουργία της έκθεσης φυσικού αντικείμενου καθώς επίσης και τα χρήσιμα πορίσματα (outputs) που προκύπτουν από αυτή. Η σχηματική αναπαράσταση της Εικόνας 3, δημιουργήθηκε για τους σκοπούς εκπόνησης της εργασίας.



Εικόνα 3 Εισροές και εκροές από την έκθεση φυσικού αντικείμενου έργων

2.2.2 Ανάπτυξη ιεραρχικής δομής έργου (Work Breakdown Structure – WBS)

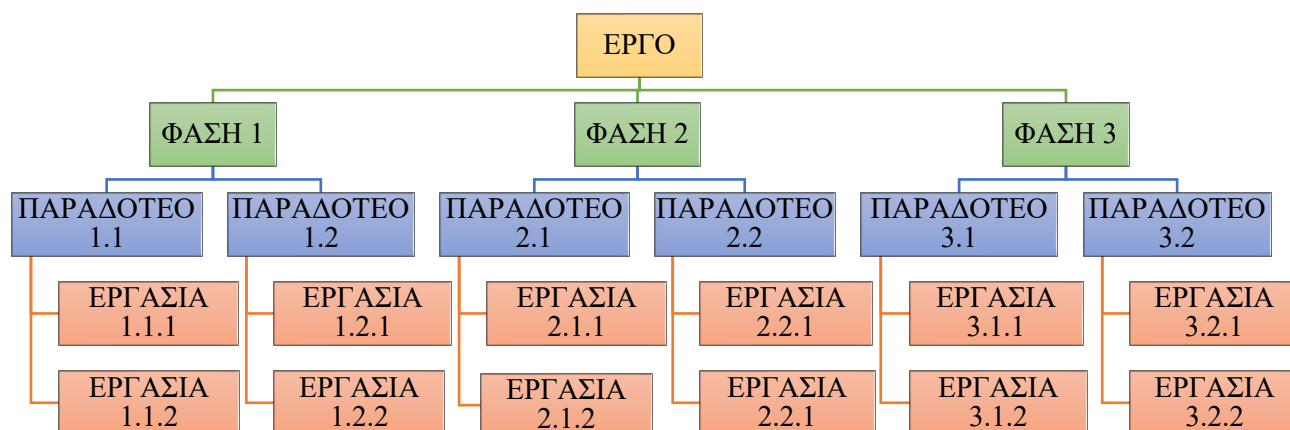
Η αποτελεσματική οργάνωση και διοίκηση του έργου, απαιτεί την αποσύνθεση των περίπλοκων και μεγάλων σε όγκο δραστηριοτήτων, σε πιο μικρά και εύκολα ως προς την διαχείριση τους τμήματα δραστηριοτήτων (Lester, 2021). Έτσι ακολουθώντας την λογική της αποσύνθεσης για όλες τις δραστηριότητες, γίνεται τελικά εφικτή η συνολική κατάτμηση του έργου, σε απλά τμήματα, για τα οποία προφανώς μπορούν εύκολα να ληφθούν αποφάσεις σχεδιασμού αλλά και να γίνουν προβλέψεις σχετικά με το κόστος τους και την αναμενόμενη διάρκεια ολοκλήρωσής τους.

Η αποσύνθεση του έργου σε επιμέρους δραστηριότητες και των δραστηριοτήτων σε απλά και μικρά πακέτα εργασίας, γίνεται στις περισσότερες των περιπτώσεων με την χρήση ενός πολύ διαδεδομένου εργαλείου, της Work Breakdown Structure -WBS. Η ιεραρχική δομή του έργου που προκύπτει μετά την συγκεκριμένη ανάλυση είναι μια προσανατολισμένη στα παραδοτέα δομή, η οποία περιγράφει με σαφήνεια τα παραδοτέα που πρέπει να δημιουργηθούν

προκειμένου να ολοκληρωθεί κάθε επιμέρους στάδιο των διεργασιών και ως εκ τούτου να επιτευχθούν οι στόχοι του έργου.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σχολιαστεί ότι το κάθε στάδιο της αποσύνθεσης επιτελείται με βάση τον λογικό διαχωρισμό των δραστηριοτήτων και των παραδοτέων αντίστοιχα, και όχι με βάση τον χρονολογικό διαχωρισμό. Δηλαδή, κάθε μια διεργασία της ιεραρχικής δομής αποτελεί ένα μέρος του συνολικού έργου και αποτελείται από συγκεκριμένα επιμέρους τμήματα, τα οποία όμως έχουν συνάφεια ως προς το αντικείμενο της υλοποίησης και όχι ως προς τον χρόνο υλοποίησης. Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός ως προς την φιλοσοφία που επιτελείται η αποσύνθεση θα διασαφηνιστεί περαιτέρω στο παράδειγμα που χρησιμοποιείται παρακάτω.

Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται σχηματικά η ιεραρχική δομή ενός έργου, το οποίο έχει διασπαστεί αρχικά σε φάσεις, στην συνέχεια σε παραδοτέα και τέλος σε επιμέρους εργασίες. Η Εικόνα 4, δημιουργήθηκε για λόγους εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.



Εικόνα 4 Σχηματική αναπαράσταση ιεραρχικής δομής έργου

Η ιεραρχική δομή που παρουσιάζεται στην Εικόνα 2, αποτελεί μια τυπική δομή έργου, η οποία αποτελείται από τέσσερα επιμέρους επίπεδα ανάλυσης. Όπως γίνεται αντιληπτό, στα ανώτερα επίπεδα τοποθετούνται περιληπτικές εργασίες, οι οποίες απαιτούν την ολοκλήρωση κάποιων απλούστερων εργασιών για να ολοκληρωθούν. Ενώ στο ανώτατο επίπεδο τοποθετείται το ίδιο το έργο, υπό την έννοια ότι η ολοκλήρωση όλων των φάσεων του έργου (αμέσως πιο κάτω επίπεδο) θα οδηγήσει στην ολοκλήρωση του ίδιου του έργου.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι μια ιεραρχική δομή μπορεί δυνητικά να αποτελείται από περισσότερα επίπεδα ανάλυσης. Αυτό σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με το φυσικό αντικείμενο του έργου, την μορφή και την συχνότητα των παραδοτέων καθώς επίσης και την πολυπλοκότητα των διεργασιών που πρέπει να ολοκληρωθούν. Γενικά, η βασική λογική για την δημιουργία της ιεραρχικής δομής στηρίζεται στο γεγονός ότι θα πρέπει να περιέχεται όση ακριβώς λεπτομέρεια χρειάζεται για να γίνει ένας αποτελεσματικός προγραμματισμός της υλοποίησης των παραδοτέων του έργου. Με άλλα λόγια θα πρέπει να όλες οι βασικές εργασίες που πρέπει να ολοκληρωθούν, χωρίς όμως να περιγράφονται περιττές ενέργειες που δεν βρίσκονται στον πυρήνα των εργασιών του έργου (π.χ. σύνταξη ενημερωτικού email κ.λπ.)

Η δημιουργία μιας ιεραρχικής δομής έργου, μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας είτε την προσέγγιση από το κατώτατο προς το ανώτατο επίπεδο (bottom up) ή και την αντίστροφη λογική, δηλαδή από το ανώτατο προς το κατώτατο επίπεδο (top down). Οποιαδήποτε από τις δύο προσεγγίσεις οδηγεί στο ίδιο τελικό αποτέλεσμα, ενώ η απόφαση για το ποια μέθοδος θα επιλεγεί επαφίεται στην εμπειρία και στην αναλυτική ικανότητα των ομάδων που δημιουργούν την WBS. Σε κάθε περίπτωση, θεωρείται ότι η δεύτερη προσέγγιση (top down) είναι πιο ολοκληρωμένη και μειώνει σε μεγάλο βαθμό την πιθανότητα παράλειψης κάποιας επιμέρους δραστηριότητας ή απλής εργασίας (Bourne et al., 2023).

Ολοκληρώνοντας, σημειώνεται ότι για να είναι σωστή μια WBS που έχει σχεδιαστεί για ένα έργο, θα πρέπει υποχρεωτικά να περιέχει όλα τα παραδοτέα που απαρτίζουν το έργο, έτσι όπως αυτά έχουν συμφωνηθεί στο καταστατικό του έργου και έχουν περιγραφεί στην έκθεση φυσικού αντικειμένου, η οποία έχει την σύμφωνη γνώμη του πελάτη. Το σημαντικότερο τμήμα της WBS, σχετικά με την συνέχεια του προγραμματισμού ως προς το κόστος και το χρονοδιάγραμμα, είναι το κατώτατο τμήμα (εργασίες ή πακέτα εργασίας). Με βάση το κατώτατο επίπεδο δημιουργούνται οι συσχετίσεις μεταξύ των εργασιών, οι οποίες κατόπιν της απαραίτητης ανάλυσης οδηγούν στην δημιουργία του χρονοδιαγράμματος του έργου.

2.3 Χρονικός προγραμματισμός έργων

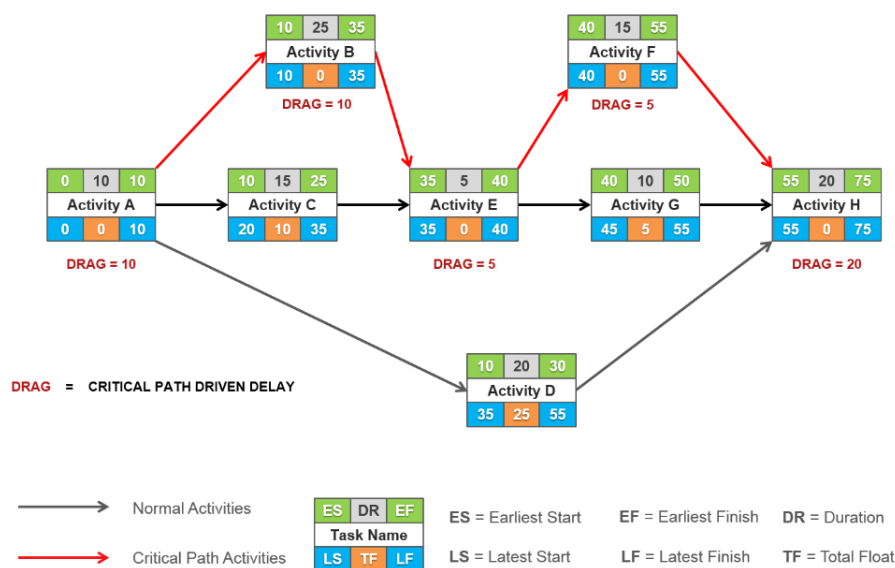
Όπως έχει ήδη σημειωθεί, η βασική επιδίωξη μέσω των πρακτικών διοίκησης έργων αφορά την ολοκλήρωση των παραδοτέων στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα, με το μικρότερο δυνατό κόστος και ταυτόχρονα με την διατήρηση υψηλών επιπέδων και προδιαγραφών ποιότητας. Στο πλαίσιο αυτό γίνεται αντιληπτό ότι όσο πιο εύστοχη και ακριβής είναι η διαδικασία ανάπτυξης του χρονοδιαγράμματος ενός έργου, τόσο πιο αποδοτικά και

ομαλά υλοποιείται το σύνολο των εργασιών. Για τον λόγο αυτό, αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τις μεθόδους ανάπτυξης χρονοδιαγραμμάτων, αναγνωρίζοντας την πολυπλοκότητα του εγχειρήματος, ιδίως στην περίπτωση που δεν υπάρχει ιδιαίτερη εμπειρία για ένα επικείμενο έργο.

Στην παρούσα ενότητα, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην παρουσίαση δύο κλασσικών μεθόδων ανάπτυξης χρονοδιαγράμματος, οι οποίες είναι: η μέθοδος κρίσιμη διαδρομής (Critical Path Method – CPM) και η μέθοδος PERT - Program Evaluation and Review Technique. Αμφότερες οι μέθοδοι παρουσιάζουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, μέσω των οποίων καταδεικνύεται η δυνατότητα χρήσης τους ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες που προκύπτουν κατά τον σχεδιασμό ενός έργου. Επιπλέον, σε αρκετές περιπτώσεις, οι δύο μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά για την βελτιστοποίηση των προβλέψεων αναφορικά με τον εκτιμώμενο χρόνο ολοκλήρωσης.

2.3.1 Η μέθοδος CPM

Η CPM είναι μια γραφική μέθοδος, στην οποία το έργο αναπαρίσταται μέσω ενός δικτυωτού διαγράμματος, το οποίο αποτελείται από κόμβους. Κάθε κόμβος αναπαριστά μια ποσότητα εργασίας, δηλαδή μια δραστηριότητα, η οποία μπορεί να έχει διακριτά όρια από άλλες δραστηριότητες και η ολοκλήρωσή της οδηγεί στην ανάπτυξη ενός παραδοτέου ή τμήματος ενός παραδοτέου, ανάλογα με το εύρος και την πολυπλοκότητα. Επιπλέον, στο δικτυωτό διάγραμμα υπάρχουν βέλη τα οποία συνδέουν τους κόμβους μεταξύ τους και υποδηλώνουν την αλληλουχία των δραστηριοτήτων κατά την εξέλιξη του έργου. Κάθε κόμβος μπορεί να συνδέεται με έναν ή περισσότερους με φορά προς τα εμπρός, ενώ βασική προϋπόθεση είναι να αποφεύγεται η δημιουργία «τριγωνικών» διασυνδέσεων μεταξύ των κόμβων. Στην Εικόνα 5, παρουσιάζεται ένα απλουστευμένο δικτυωτό διάγραμμα.



Εικόνα 5 Δικτυωτό διάγραμμα έργου

Πηγή: <https://consultleopard.com/cpm-scheduling-in-construction/>

Σύμφωνα με την παραπάνω απεικόνιση, παρατηρούμε ότι για κάθε δραστηριότητα σημειώνονται έξι (6) διαφορετικές τιμές σχετικά με τον χρόνο. Η πρώτη τιμή είναι η αναμενόμενη διάρκεια κάθε δραστηριότητας (duration – DR), η οποία υπολογίζεται για κάθε δραστηριότητα ξεχωριστά. Για τον υπολογισμό της τιμής αυτής, είναι πολύ σημαντική η εμπειρία της ομάδας υλοποίησης σε παρεμφερή έργα και συνήθως γίνεται μια πρόβλεψη η οποία βασίζεται σε παρελθοντικά δεδομένα. Για τον υπολογισμό της τιμής ES – earliest start, ελέγχονται οι εξαρτήσεις κάθε δραστηριότητας με τις προκατόχες της, έτσι από το σύνολο των προκατόχων στην θέση του ES τοποθετείται η ίδια τιμή με το μεγαλύτερο EF – Earliest Finish των προηγούμενων. Η τιμή του EF προκύπτει ως άθροισμα του ES και του DR. Για την συμπλήρωση των δύο παραπάνω τιμών, ακολουθείται διαδικασία εμπρόσθιας προσπέλασης (forward pass) του δικτυωτού διαγράμματος, ξεκινώντας από τον κόμβο έναρξης με φορά προς τον κόμβο λήξης. Η ίδια διαδικασία αλλά με ανάποδη φορά, δηλαδή από τον κόμβο λήξης προς τον κόμβο έναρξης, ονομάζεται οπίσθια προσπέλαση (backward pass) και χρησιμοποιείται για την συμπλήρωση των τιμών LF – latest finish και LS – latest start, χρησιμοποιώντας τις μικρότερες τιμές των LS των επόμενων δραστηριοτήτων για την συμπλήρωση της τιμής LF μιας δραστηριότητας. Τέλος για κάθε δραστηριότητα υπολογίζεται το περιθώριο της προς καθυστέρηση ολοκλήρωσης (drag). Με τον τρόπο αυτό προκύπτει η κρίσιμη διαδρομή για το έργο, η οποία απαρτίζεται από διαδικασίες που δεν έχουν καθόλου περιθώριο για να καθυστερήσουν, καθώς αν κάτι τέτοιο συμβεί θα σημαίνει υπέρβαση του χρονοδιαγράμματος ή/και του κόστους υλοποίησης.

Σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο, το χρονοδιάγραμμα αναπτύσσεται με βάση την συνολική διάρκεια των δραστηριοτήτων στην κρίσιμη διαδρομή. Η μέθοδος CPM θεωρείται από τις πιο δημοφιλείς για την ανάπτυξη χρονοδιαγραμμάτων έργων, καθώς παρέχει το σημαντικό πλεονέκτημα της γραφικής απεικόνισης, η οποία βοηθά σημαντικά κατά τον έλεγχο και παρακολούθηση, εστιάζοντας κυρίως στις κρίσιμες δραστηριότητες. Ωστόσο θεωρείται πως έχει συγκεκριμένα μειονεκτήματα, τα οποία δεν επιτρέπουν την αποτελεσματική χρήση της σε όλα τα πιθανά έργα (Γερογιάννη, 2022). Σύμφωνα με την σχετική βιβλιογραφία, ορισμένες βασικές αδυναμίες της μεθόδου είναι:

- **Ευαισθησία στις αλλαγές της εξάρτησης εργασιών:** Η CPM βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις ακριβείς εξαρτήσεις εργασιών και στις εκτιμήσεις διάρκειας. Εάν υπάρξει οποιαδήποτε αλλαγή στη διάρκεια μιας κρίσιμης εργασίας ή στην αλληλουχία των εργασιών, μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στο συνολικό χρονοδιάγραμμα του έργου. Αυτή η ευαισθησία καθιστά τη CPM λιγότερο ευέλικτη στο χειρισμό αβεβαιοτήτων ή αλλαγών στις απαιτήσεις του έργου. Επιπλέον, εάν υπάρχουν πολλαπλές κρίσιμες διαδρομές, ο αντίκτυπος των αλλαγών γίνεται ακόμη πιο πολύπλοκος στην ανάλυση και διαχείριση.
- **Υπόθεση σταθερής διάρκειας δραστηριότητας (fixed duration):** Η CPM υποθέτει ότι η διάρκεια κάθε δραστηριότητας είναι σταθερή και γνωστή με βεβαιότητα. Στην πραγματικότητα, οι διάρκειες των εργασιών μπορεί να ποικίλλουν λόγω απροσδόκητων γεγονότων, περιορισμών πόρων ή άλλων αβεβαιοτήτων. Εάν οι πραγματικές διάρκειες διαφέρουν από τις εκτιμώμενες τιμές, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ανακριβή χρονοδιαγράμματα έργου. Αυτός ο περιορισμός μπορεί να είναι ιδιαίτερα προβληματικός σε δυναμικά και αβέβαια περιβάλλοντα, όπου οι ακριβείς εκτιμήσεις της διάρκειας των εργασιών αποτελούν πρόκληση.
- **Παραβλέπει τους περιορισμούς πόρων:** Η CPM εστιάζει στις λογικές εξαρτήσεις μεταξύ των εργασιών και προσδιορίζει την κρίσιμη διαδρομή με βάση την αλληλουχία των δραστηριοτήτων. Ωστόσο, δεν λαμβάνει ρητά υπόψη τους περιορισμούς πόρων ή τη διαθεσιμότητα πόρων. Σε περιπτώσεις όπου οι πόροι είναι περιορισμένοι ή μοιράζονται μεταξύ πολλαπλών έργων, η κρίσιμη διαδρομή που προσδιορίζεται από τη CPM ενδέχεται να μην είναι εφικτή λόγω συμφόρησης πόρων. Αυτή η παράλειψη μπορεί να οδηγήσει σε μη ρεαλιστικά χρονοδιαγράμματα που δεν λαμβάνουν υπόψη τους πρακτικούς περιορισμούς που επιβάλλονται από τους περιορισμούς των πόρων.

2.3.2 Η μέθοδος PERT

Η ανάπτυξη της μεθόδου PERT χρονολογείται την δεκαετία του 1950 (Irfan et al., 2021). Αναπτύχθηκε με στόχο την κάλυψη μιας βασικής αδυναμίας της κύριας, έως τότε, μεθόδου CPM, για τον χρονικό προγραμματισμό έργων, η οποία προκύπτει σε περιπτώσεις έργων για τα οποία δεν μπορεί με ξεκάθαρο και ρητό τρόπο να προσδιοριστεί η αναμενόμενη χρονική διάρκεια κάθε δραστηριότητας. Από την ανάπτυξη της και έπειτα, η μέθοδος έχει βρει εφαρμογή σε πολλές κατηγορίες έργων, με αντίστοιχα χαρακτηριστικά αβεβαιότητας ως προς την αναμενόμενη διάρκεια, όπως σε ερευνητικά έργα, έργα που σχετίζονται με την άμυνα σε συνθήκες πολέμου και άλλα.

Ειδικότερα, η μέθοδος PERT παρέχει μια πιθανολογική προσέγγιση στον προγραμματισμό έργων, λαμβάνοντας υπόψη τις εγγενείς πηγές αβεβαιότητας κατά την εκτίμηση της διάρκειας των δραστηριοτήτων του έργου. Συγκεκριμένα, κατά την ανάλυση των δραστηριοτήτων εισάγονται τρεις διαφορετικές χρονικές διάρκειες:

- Η πιο αισιόδοξη χρονική διάρκεια – Optimistic Time (OT)
- Η πιο πιθανή χρονική διάρκεια, βάσει παρελθοντικών δεδομένων με συνδυαστική ανάλυση της τεχνογνωσίας των ανθρώπινων πόρων και της διαθεσιμότητας των υλικών πόρων – Most Likely Time (MLT)
- Η πιο απαισιόδοξη χρονική διάρκεια, ενσωματώνοντας και ποσοτικοποιώντας τυχόν ρίσκα που μπορούν να εμφανιστούν, βάσει μεταβολών του εξωτερικού περιβάλλοντος – Pessimistic Time (PT)

Έχοντας προσδιορίσει τις παραπάνω τιμές, η αναμενόμενη χρονική διάρκεια κάθε δραστηριότητας υπολογίζεται με χρήση της στατιστικής κατανομής Beta, βάση της οποίας η σημαντική πλειοψηφία των τιμών, συγκεντρώνεται γύρω από το δειγματικό μέσο, παρουσιάζοντας μια ελαφρώς θετική συμμετρία. Συγκεκριμένα, ο τύπος υπολογισμού της αναμενόμενης διάρκειας είναι:

$$Duration = \frac{OT + 4 MLT + PT}{6}$$

Επίσης, λόγω της εισαγωγής στατιστικών τεχνικών, παρέχεται η δυνατότητα υπολογισμού των αναμενόμενων αποκλίσεων σε κάθε δραστηριότητα, μέσω του τύπου:

$$Time Variance = \frac{(PT - OT)^2}{36}$$

όπου: OT η πιο αισιόδοξη χρονική διάρκεια υλοποίησης των εργασιών

MLT η πιο πιθανή χρονική διάρκεια υλοποίησης των εργασιών

PT η πιο απαισιόδοξη χρονική διάρκεια υλοποίησης των εργασιών

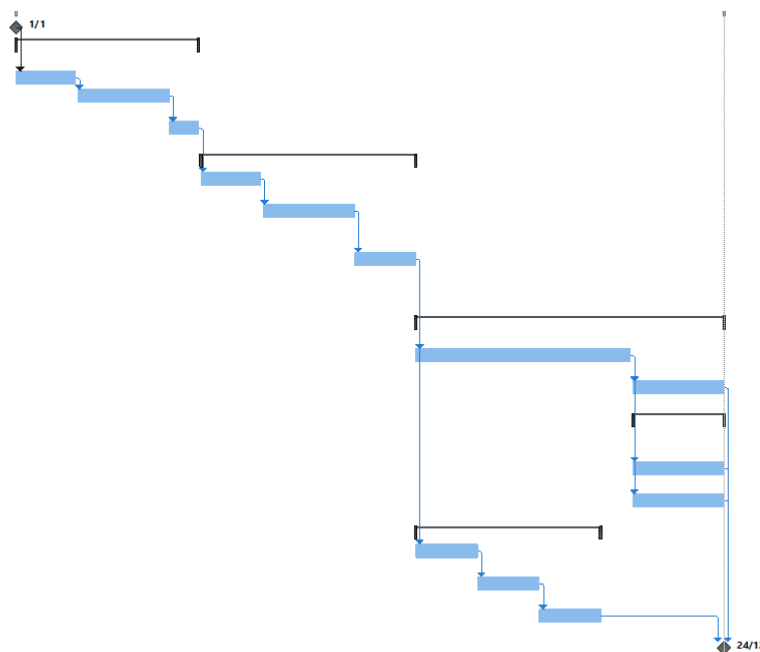
Επίσης, η μέθοδος PERT είναι αρκετά ευέλικτη και ως προς την εφαρμογή διαφορετικών κατανομών πιθανότητας σχετικά με τον υπολογισμό του αναμενόμενου χρόνου, τροποποιώντας κατάλληλα τους παραπάνω τύπους. Όπως γίνεται αντιληπτό, η συγκεκριμένη μέθοδος παρέχει σημαντικά μεγαλύτερη πληροφόρηση σχετικά με το χρονικό διάγραμμα του έργου και δίνει μεγάλη ευελιξία στον PM, κυρίως γιατί μπορεί να προσομοιώσει επαρκώς έναν συνδυασμό χρονικά προκαθορισμένων δραστηριοτήτων και δραστηριοτήτων με αβεβαιότητες. Τέλος, η μέθοδος χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις συνδυαστικά με την CPM, έτσι ώστε να προκύψει μια κρίσιμη διαδρομή για το έργο, η οποία αναμένεται να ολοκληρωθεί σε χρόνο που λαμβάνει τιμές σε ένα κλειστό διάστημα τιμών, βοηθώντας έτσι σημαντικά στον γενικότερο σχεδιασμό της αλληλουχίας δραστηριοτήτων.

2.3.3 Η χρήση των διαγραμμάτων Gantt

Τα διαγράμματα Gantt, αποτελούν το πιο κλασσικό και ευρέως διαδεδομένο εργαλείο για την ανάπτυξη και την παρουσίαση των χρονοδιαγραμμάτων των έργων. Στην πιο εξελιγμένη τους μορφή, παρέχουν την δυνατότητα απεικόνισης συσχετίσεων μεταξύ των αναλυτικών δραστηριοτήτων, έτσι ώστε να δημιουργηθεί το σχεσιακό διάγραμμα του έργου. Επίσης, παρέχουν αρκετές δυνατότητες αναφορικά με τον προσδιορισμό του τύπου των δραστηριοτήτων, αναλόγως με το αν αυτές θα πρέπει να θεωρηθούν ως σταθερής διάρκειας ή μεταβαλλόμενης διάρκειας ανάλογα με την προσπάθεια και την κατανομή πόρων. Επιπρόσθετα, παρέχουν την δυνατότητα ανάθεσης εργασιών σε συγκεκριμένους πόρους με γνωστό κοστολόγιο ή την ανάθεση σε εξωτερικούς συνεργάτες – εργολάβους με κόστος ανεξάρτητο από την προσπάθεια, το οποίο προσδιορίζεται μέσω συμβάσεων. Συνολικά, τα διαγράμματα Gantt αποτελούν κοινό τόπο, τόσο κατά τον σχεδιασμό όσο και κατά την παρακολούθηση των έργων, καθώς παρέχουν πλούσια πληροφόρηση κατά την παρακολούθηση του χρόνου και του κόστους υλοποίησης, συγκριτικά με την πρόοδο, ενσωματώνοντας στα λογισμικά πακέτα, τις κύριες μετρικές ελέγχου EVM (Earned Value Management).

Αναφορικά με τα λογισμικά ανάπτυξης των διαγραμμάτων, υπάρχει μια πληθώρα από διαθέσιμα λογισμικά, των οποίων οι δυνατότητες πληροφόρησης κυμαίνονται από πολύ λεπτομερείς έως και επαρκώς λεπτομερείς. Η συνεχώς αυξανόμενη τάση για υλοποίηση έργων, έχει συμβάλλει σημαντικά στην ανάπτυξη αρκετά αξιόπιστων λογισμικών ελεύθερου κώδικα

(open source). Ωστόσο, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, το ενδιαφέρον εστιάζεται στο λογισμικό MS Project, το οποίο αποτελεί ένα από τα πλέον έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία, με εξαιρετικά υψηλές δυνατότητες πληροφόρησης. Στο Σχήμα 1, δίνεται η τυπική μορφή ενός διαγράμματος Gantt, το οποίο έχει αναπτυχθεί με βάση το συγκεκριμένο λογισμικό.



Σχήμα 1 Τυπική μορφή διαγράμματος Gantt, με χρήση MS Project

2.4 Προγραμματισμός πόρων και μέθοδοι εκτίμησης κόστους

Σύμφωνα με την ανάλυση που έχει προηγηθεί, ο ορθολογικός τρόπος για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πλάνου για την υλοποίηση έργου, θα πρέπει να ξεκινά με την ανάλυση του φυσικού αντικειμένου και τον διαμοιρασμό του σε επιμέρους παραδοτέα. Στην συνέχεια, ακολουθεί μελέτη σχετικά με τις εξαρτήσεις μεταξύ των αναλυτικών δραστηριοτήτων για την υλοποίηση των επιμέρους παραδοτέων, έτσι ώστε να αναπτυχθεί το χρονοδιάγραμμα του έργου, λαμβάνοντας υπόψη και όλους τους πιθανούς περιορισμούς που πιθανά υφίστανται, όπως η περιορισμένη διαθεσιμότητα των πόρων, τυχόν μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος και άλλες.

Μόλις ολοκληρωθεί ο προσδιορισμός του χρονοδιαγράμματος, σε επόμενο στάδιο αναπτύσσεται το πλάνο κόστους του έργου. Για τον προσδιορισμό του κόστους, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η μελέτη σχετικά με την αναγκαιότητα χρήσης υλικών και άυλων πόρων σε κάθε δραστηριότητα. Το σύνολο των πόρων που θα χρησιμοποιηθούν, χρησιμοποιείται ως βάση αναφοράς για το κόστος της κάθε δραστηριότητας, ενώ το συνολικό κόστος προκύπτει ως άθροισμα των επιμέρους.

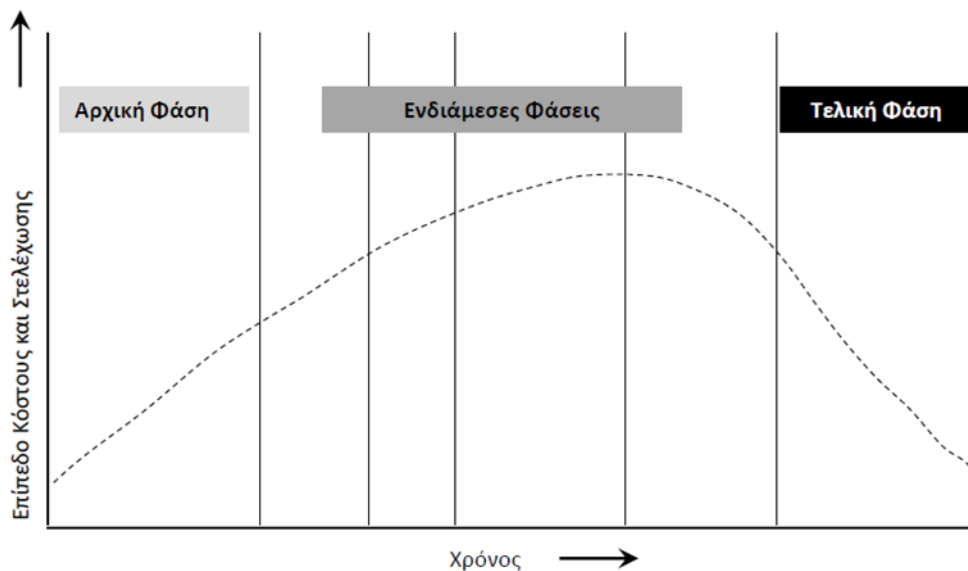
Στο σημείο αυτό, η πρώτη ουσιαστική επιθεώρηση του πλάνου λαμβάνει χώρα. Ειδικότερα, εξετάζεται αν το κόστος που προκύπτει είναι ικανοποιητικό συγκριτικά με τα αναμενόμενα οφέλη του οργανισμού, τα οποία θα αποκομιστούν από τα παραδοτέα του έργου. Σε αυτή την περίπτωση, υλοποιείται ουσιαστικά μια μελέτη σκοπιμότητας, στην οποία τεκμηριώνεται αν θα πρέπει ο οργανισμός να προβεί στην υλοποίηση του έργου ή αν δεν αναμένονται τόσο ικανοποιητικά αποτελέσματα συγκριτικά με το απαιτούμενο κόστος. Σε περίπτωση που από το πόρισμα της μελέτης σκοπιμότητας προκύψει ότι το έργο θα πρέπει να υλοποιηθεί, τότε ξεκινά μια επαναληπτική διαδικασία βελτιστοποιήσεων αναφορικά με τις δομές κόστους.

Η διαδικασία βελτιστοποιήσεων, αφορά κυρίως την βέλτιστη ανάθεση δραστηριοτήτων σε πόρους, έτσι ώστε τα παραδοτέα να πληρούν τα πρότυπα ποιότητας που έχουν τεθεί και παράλληλα να υλοποιούνται εντός των ορισμένων χρονικών πλαισίων. Ειδικότερα, είναι αρμοδιότητα του PM να λάβει απόφαση σχετικά με το ποιες δραστηριότητες είναι συμφέρουσες προς υλοποίηση από μέλη του οργανισμού και ποιες θα πρέπει να ανατεθούν σε εξωτερικούς συνεργάτες (outsourcing strategy). Σαφώς, η απόφαση αυτή είναι αρκετά σύνθετη και απαιτεί ενδελεχή μελέτη και τεκμηρίωση, καθώς η υλοποίηση έργων έχει έντονο στρατηγικό χαρακτήρα για τους οργανισμούς και επηρεάζει το ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα. Συνδυάζοντας την σχετική βιβλιογραφία αναφορικά με τις αποφάσεις τέτοιου τύπου, μπορούμε να συνοψίσουμε τους βασικούς ελέγχους ως εξής:

- Ποιο το κόστος υλοποίησης ανά πακέτο εργασιών από έναν πιθανό εξωτερικό φορέα; Ποια η ποσοστιαία διαφορά κόστους συγκριτικά με την περίπτωση υλοποίησης από το ανθρώπινο δυναμικό του φορέα; (in-house implementation)
- Ποιο το επίπεδο τεχνογνωσίας των πιθανών συνεργαζόμενων φορέων; Πόσο πιο αποδοτικά μπορούν οι δυνητικοί συνεργάτες να εκτελέσουν τις δραστηριότητες, έτσι ώστε να επιτευχθεί κέρδος μέσω εξοικονόμησης χρόνου; (quality assurance and time management)
- Μπορούν να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν ενέργειες διάχυσης γνώσης, προς όφελος των εργαζομένων, διαμέσου των συνεργειών στο πλαίσιο του έργου; (intra-knowledge transfer planning)
- Πόσο «ευαίσθητα» είναι τα παραδοτέα του κάθε πακέτου εργασίας, από πλευράς στρατηγικού χαρακτήρα και διαφύλαξης γνώσης; (strategic-oriented work packages)

Οι παραπάνω διαστάσεις αξιολόγησης και οι αντίστοιχοι έλεγχοι, αποτελούν μόνο ορισμένους από αυτούς που θα πρέπει να αξιολογηθούν κατά την λήψη απόφασης σχετικά με την συνεργασία με εξωτερικούς φορείς. Ολοκληρώνοντας την παρούσα ενότητα, στην Εικόνα 6

παρουσιάζεται η κατανομή του κόστους κατά την διάρκεια υλοποίησης ενός έργου, σαν συνάρτηση της προσπάθειας και του χρόνου. Το διάγραμμα αποτυπώνει την απαιτούμενη διαθεσιμότητα χρηματικών ροών και είναι πολύ χρήσιμο, ιδίως σε μεγάλου εύρους και κόστους έργα.



Εικόνα 6 Αναμενόμενο κόστος υλοποίησης έργου ανά φάση, συναρτησιακά με τον απαιτούμενο χρόνο και την προσπάθεια

Πηγή: PMBoK

2.5 Διαχείριση ρίσκων στα έργα

Η διαχείριση των ρίσκων στα έργα, αποτελεί μια εξαιρετικά σημαντική διάσταση της διοίκησης. Αυτό αιτιολογείται καθώς μπορούν να εκτρέψουν σημαντικά την πορεία του κόστους τους έργου ή το χρονοδιάγραμμα και έτσι να οδηγήσουν σε αποτυχία έναντι των αρχικών του στόχων. Λόγω της σημαντικότητας της, η συγκεκριμένη διάσταση θα μπορούσε δυνητικά να αποτελεί το κεντρικό θέμα μιας εργασίας, ωστόσο στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας αναφέρονται μόνο ορισμένα σημεία, χάριν πληρότητας.

Ειδικότερα, τα ρίσκα πηγάζουν κυρίως από την διαδικασία προγραμματισμού κάθε έργου, στην οποία τίθενται οι στόχοι υλοποίησης και γίνεται προσπάθεια ερμηνείας μελλοντικών συνθηκών σχετικά με την υλοποίηση. Ωστόσο, οι μελλοντικές συνθήκες χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό μεταβλητότητας και με τον τρόπο αυτό εισάγουν σημαντική αβεβαιότητα κατά το στάδιο του σχεδιασμού. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι είναι κρίσιμης σημασίας η συστηματική παρακολούθηση και ο έλεγχος των ρίσκων καθ' όλο τον κύκλο ζωής του έργου. Στο σημείο αυτό, σημειώνεται επίσης ότι με την έννοια ρίσκο, νοείται οποιαδήποτε αβέβαια

μελλοντική συνθήκη, η οποία μπορεί να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά του στόχους του έργου. Τα ρίσκα με θετικό αντίκτυπο καλούνται ευκαιρίες και τα αρνητικού αντικτύπου ρίσκα καλούνται απειλές.

Για την διαχείριση των ρίσκων, ακολουθείται συστημική προσέγγιση, η οποία αποτελείται στην πιο διευρυμένη δομή της, από επτά (7) επιμέρους στάδια. Οι τεχνικές υλοποίησης κάθε σταδίου καθώς και τα αποτελέσματα και πορίσματα που προκύπτουν, καταγράφονται ρητά στο Risk Management Plan – RMP, το οποίο αποτελεί κύριο μέρος του PMP. Επίσης, στο RMP συμπεριλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με το ποιο μέλος της ομάδας είναι υπεύθυνος για την παρακολούθηση και την αναθεώρηση ρίσκων, ενώ συνηθίζεται ως υπεύθυνος για την διαχείριση ρίσκων συνολικά για το έργο, ορίζεται ο PM. Βέβαια, σε πολύ μεγάλα ή υψηλού ρίσκου / υψηλού οφέλους (high risk / high gain) έργα, προτείνεται η ανάθεση σε εξειδικευμένα μέλη ή εξωτερικούς συμβούλους (Marle, 2020; Petrović et al., 2014) Τα επιμέρους στάδια και οι τεχνικές υλοποίησής τους, δίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 Τα στάδια διαχείρισης ρίσκων έργου

Περιγραφή σταδίου	Τεχνικές υλοποίησης
<p>1. Εντοπισμός ρίσκων: Πρόκειται για μια συνεχή διαδικασία που υλοποιείται παράλληλα με το έργο και έχει ίση διάρκεια με αυτό. Είναι μια από τις πιο σύνθετες διαδικασίες και επηρεάζει σημαντικά την πορεία του έργου. Ο έγκαιρος και έγκυρος εντοπισμός ευκαιριών και απειλών, επαφίεται σε μεγάλο βαθμό στην εμπειρία της ομάδας έργου ή των μελών παρακολούθησης ρίσκων. Σε πολύ μεγάλα έργα, ο εντοπισμός των ρίσκων ξεκινά κατά την διαδικασία σύνταξης της πρότασης έργου, έτσι ώστε να αποτυπωθεί η πιθανότητα αποτυχίας, λόγω μεταβολών στο εξωτερικό περιβάλλον. Τα πορίσματα αυτά συμπεριλαμβάνονται στην μελέτη σκοπιμότητας και επηρεάζουν την συνέχεια του έργου (go / no go decision making).</p> <p>2. Αξιολόγηση ρίσκου: Για κάθε εντοπισμένο ρίσκο, γίνεται αξιολόγηση προσεγγίζοντας την πιθανότητα εμφάνισής του καθώς και το αναμενόμενο αντίκτυπο είτε στην ποιότητα, είτε στον χρόνο και το κόστος. Κάθε ρίσκο χαρακτηρίζεται με βάση το γινόμενο $P \times I$ (Probability x Impact). Στο συγκεκριμένο στάδιο, δεν επιδιώκεται ενδελεχής ανάλυση για όλα τα καταγεγραμμένα ρίσκα, τα οποία εν γένει είναι πάρα πολλά, αλλά επιδιώκεται μια «πρώτη πρόβλεψη» των αναμενόμενων συνθηκών.</p> <p>3. Ποσοτικοποίηση ρίσκων: Για τα υψηλότερα σε κατάταξη ρίσκα, βάσει της προηγούμενης ανάλυσης, γίνεται μελέτη σε βάθος. Συγκεκριμένα, γίνεται</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Διεξαγωγή συνεδριάσεων κατιδεασμού (brainstorming) με ομάδες έργου και ενδιαφερόμενους φορείς. • Επανεξέταση ιστορικών δεδομένων από παρεμφερή έργα, εστιάζοντας κυρίως στα μητρώα «διδασμάτων» (lessons learned). • Χρήση καταλόγων ελέγχου κινδύνων για τον συστηματικό εντοπισμό πιθανών κινδύνων. • Ανάλυση του πλάνου έργων και της έκθεσης φυσικού αντικειμένου, εστιάζοντας σε τεχνικές δυσκολίες • Ποιοτική αξιολόγηση: Χρήση ποιοτικών κλιμάκων για την αξιολόγηση της πιθανότητας και της σοβαρότητας των απειλών και ευκαιριών, βάσει συγκεκριμένων προτύπων. • Ιεράρχηση των ρίσκων με βάση τη σημασία τους για το έργο. • Υπολογισμός Earned Monetary Value – EMV ως προς τον χρόνο ή το κόστος

προσπάθεια αποτύπωσης του πραγματικού αντικτύπου κάθε κορυφαίου ρίσκου, χρησιμοποιώντας χρονικές ή κοστολογικές κλίμακες, αντίστοιχα. Επίσης, εφαρμόζονται στοχαστικά μοντέλα για την προσέγγιση των τιμών πιθανοτήτων εμφάνισης κάθε ρίσκου.

4. Ανάπτυξη πλάνου αντιμετώπισης: Μετά την αξιολόγηση των κινδύνων, το επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη στρατηγικών για την αντιμετώπισή τους. Αυτό περιλαμβάνει τη λήψη απόφασης σχετικά με τον τρόπο αποφυγής, μετριασμού, μεταφοράς ή αποδοχής κάθε εντοπισμένου κινδύνου. Αν πρόκειται για ευκαιρία, τότε σχεδιάζονται αντίστοιχες στρατηγικές εκμετάλλευσης και διαμοιρασμού ωφελειών με του συμμετόχους.

5. Παρακολούθηση και έλεγχος: Η ομάδα έργου πρέπει να παρακολουθεί και να ελέγχει συνεχώς τους κινδύνους καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται ο έγκαιρος εντοπισμός και ιεράρχηση των κρισιμότερων κινδύνων και των ευνοϊκότερων ευκαιριών.

6. Τεκμηρίωση και υποβολή εκθέσεων: Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνων, είναι ζωτικής σημασίας η τεκμηρίωση όλων των πτυχών της διαχείρισης κινδύνων και η κοινοποίηση των πληροφοριών στους ενδιαφερόμενους φορείς.

7. Μητρώα διδαγμάτων: Μετά την ολοκλήρωση του έργου, είναι σημαντικό να διεξαχθεί μια συνεδρία για τα διδάγματα που αποκομίστηκαν για να καταγραφούν οι γνώσεις και οι εμπειρίες που σχετίζονται με τη διαχείριση των κινδύνων. Με τον τρόπο αυτό, αποτυπώνεται η άρρητη γνώση και δημιουργούνται σημαντικά εγχειρίδια για μελλοντικά έργα. Το στάδιο αυτό είναι πολύ

- Αντιστοίχιση κορυφαίων ρίσκων στις αναλυτικές δραστηριότητες της WBS
- Ανάπτυξη μοντέλων Monte Carlo για τον προσδιορισμό της μεταβολής του κόστους και χρόνου υλοποίησης συναρτησιακή με την πιθανότητα εμφάνισης των ρίσκων.
- Αποφυγή κινδύνων: Λήψη ενεργειών για την εξάλειψη του κινδύνου ή την αλλαγή του σχεδίου του έργου ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος εντελώς.
- Μετριασμός του κινδύνου: Εφαρμογή ενεργειών για τη μείωση της πιθανότητας ή του αντίκτυπου ενός κινδύνου.
- Μεταφορά κινδύνου: Μεταφορά του κινδύνου σε τρίτους, συνήθως μέσω ασφάλισης ή εξωτερικής ανάθεσης.
- Αποδοχή κινδύνου: Αναγνώριση του κινδύνου και προετοιμασία σχεδίων έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση των πιθανών συνεπειών του.
- Τακτική επανεξέταση της κατάστασης των εντοπισμένων κινδύνων.
- Επικαιροποίηση των εκτιμήσεων κινδύνου καθώς καθίστανται διαθέσιμες νέες πληροφορίες.
- Εφαρμογή σχεδίων αντιμετώπισης κινδύνων ανάλογα με τις ανάγκες.
- Κοινοποίηση των αλλαγών στην κατάσταση των κινδύνων στα ενδιαφερόμενα μέρη.
- Δημιουργία μητρώου κινδύνων για την τεκμηρίωση των εντοπισμένων κινδύνων, των αξιολογήσεων και των σχεδίων αντιμετώπισης.
- Δημιουργία αναφορών σχετικά με την κατάσταση των κινδύνων για τα ενδιαφερόμενα μέρη του έργου.
- Διασφάλιση ότι η τεκμηρίωση του έργου ενημερώνεται τακτικά ώστε να αντικατοπτρίζει την τρέχουσα κατάσταση των κινδύνων.
- Τεκμηρίωση του τι λειτούργησε καλά και τι όχι στη διαδικασία διαχείρισης κινδύνων.
- Προσδιορισμός τομέων για βελτίωση σε μελλοντικά έργα.
- Επικαιροποίηση των οργανωτικών πολιτικών και διαδικασιών διαχείρισης κινδύνων με βάση τα διδάγματα που αντλήθηκαν.

σημαντικό, ιδίως για πολύ μεγάλα έργα, τα οποία δεν υλοποιούνται τακτικά.

Ολοκληρώνοντας, υπογραμμίζεται ότι η διαδικασία διαχείρισης ρίσκων είναι επαναληπτική και μπορεί να γίνουν προσαρμογές καθώς το έργο εξελίσσεται και καθίστανται διαθέσιμες νέες πληροφορίες. Η επιτυχής διαχείριση των κινδύνων συμβάλλει στη συνολική επιτυχία ενός έργου, ενισχύοντας την ικανότητα επίτευξης των στόχων και ελαχιστοποιώντας παράλληλα τον αντίκτυπο των πιθανών απειλών.

Κεφάλαιο 3: Μέθοδοι και τεχνικές παρακολούθησης έργων

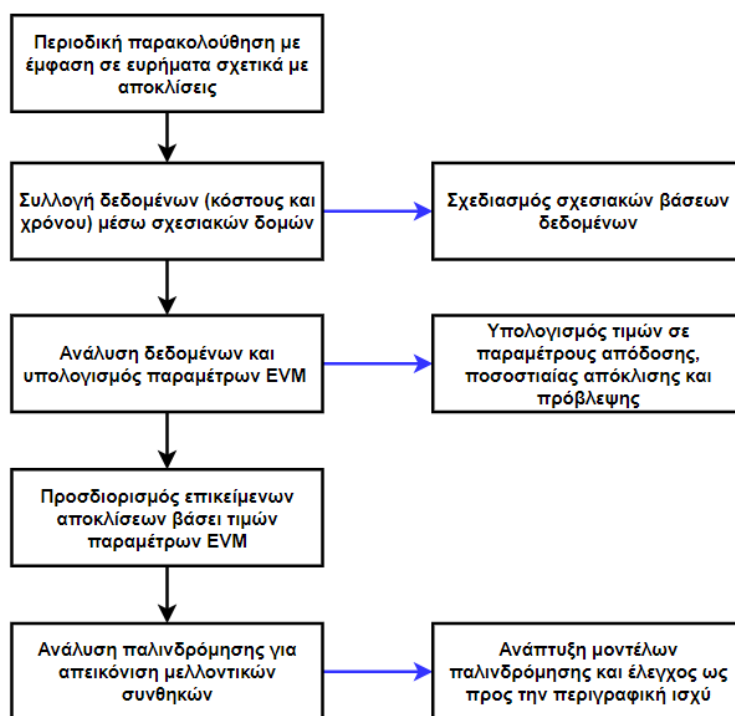
Η παρακολούθηση των έργων αποτελεί μια ακόμη διάσταση της διοίκησης, η οποία περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες διαδικασίες προκειμένου να ελεγχθεί αν η ροή των εργασιών υλοποιείται με ομαλότητα και πληρότητα, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι του έργου αναφορικά με την ποιότητα των τελικών παραδοτέων αλλά και την ανάπτυξή τους εντός προκαθορισμένων χρονικών ορίων και χωρίς ιδιαίτερες υπερβάσεις από το αρχικά προϋπολογισμένο κόστος (Sruthi & Aravindan, 2020). Επίσης, στο γενικότερο πλαίσιο των επιδιώξεων μέσω της παρακολούθησης, υπάγεται και ο εντοπισμός νέων ρίσκων ή ο επαναπροσδιορισμός του αντικτύπου και της πιθανότητας εμφάνισης των ήδη καταγεγραμμένων ρίσκων.

Η παρακολούθηση, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ξεκινά ταυτόχρονα με την έναρξη των έργων, υπό την έννοια ότι όλες οι επιμέρους φάσεις επιθεωρούνται, ξεκινώντας από τον σχεδιασμό μέχρι και τις διαδικασίες κλεισίματος. Για την αποτελεσματική παρακολούθηση κάθε φάσης είναι σημαντικό να έχουν οριστεί συγκεκριμένοι ποσοτικοί δείκτες μέτρησης προόδου (Key Performance Indicators – KPIs) για κάθε διάσταση του έργου. Το σύνολο των δεικτών αυτών καθώς και τα αντίστοιχα εύρη για τις τιμές τους, εντός των οποίων θα υποδηλώνεται ομαλή εκτέλεση του έργου σύμφωνα με το πρόγραμμα, συμπεριλαμβάνονται στο βασικό εγχειρίδιο της διαχείρισης PMP. Με στόχο την υποβοήθηση των διευθυντών έργων κατά την ανάπτυξη των δεικτών αλλά και κατά την αποτύπωση των αποτελεσμάτων παρακολούθησης, στην βιβλιογραφία έχουν αναπτυχθεί κάποιες ολοκληρωμένες μέθοδοι ελέγχου, οι οποίες εξετάζουν την πρόοδο σε κάθε διάσταση.

Μια από τις πιο διαδεδομένες μεθοδολογίες ελέγχου των έργων είναι η μέθοδος Earned Value Management – EVM, η οποία μάλιστα προτείνεται και από το εγχειρίδιο PMBoK. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η συγκεκριμένη μέθοδος, αναφορικά με την παρακολούθηση του χρόνου και του κόστους υλοποίησης, δίνονται προεκτάσεις της μεθόδου για την πρόβλεψη της συνολικής απόκλισης σαν συνάρτηση των πορισμάτων σε συγκεκριμένα στάδια ελέγχου και παρουσιάζονται ορισμένες στρατηγικές για την βελτίωση των αναμενόμενων αποκλίσεων στο τέλος του έργου (Aramali et al., 2021). Με τον τρόπο αυτό, δίνεται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση έγκαιρου εντοπισμού και μετριασμού της επίδρασης των αποκλίσεων ως προς την σκοπιμότητα και τους στόχους των έργων.

3.1 Τεχνικές παρακολούθησης EVM

Για την υλοποίηση της μεθόδου EVM, ακολουθείται ένα ολοκληρωμένο μεθοδολογικό πλαίσιο, το οποίο αποτελείται από πέντε (5) επιμέρους στάδια, στην πλήρως αναπτυγμένη μορφή του σύμφωνα με την μελέτη των (Sruthi & Aravindan, 2020). Στην Εικόνα 7, παρουσιάζονται τα στάδια της μεθοδολογίας και εν συνεχεία γίνεται συνοπτικά η περιγραφή τους. Η παρούσα εικόνα δημιουργήθηκε για τους σκοπούς της διπλωματικής εργασίας, κατόπιν ανάλυσης και σύνθεσης της σχετικής βιβλιογραφίας (Sruthi & Aravindan, 2020).



Εικόνα 7 Μεθοδολογία υλοποίησης EVM

Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα, στο πρώτο στάδιο της μεθόδου θα πρέπει να καταγράφονται συστηματικά τα ευρήματα. Ο χρόνος παρακολούθησης της προόδου επιλέγεται ανάλογα με την ευαισθησία της εκάστοτε δραστηριότητας ως προς τις μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος, η οποία εξαρτάται εν γένει από αρκετούς παράγοντες, όπως η εμπειρία της ομάδας έργου, η πληρότητα των προδιαγραφών, ο βαθμός εξάρτησης από εξωτερικούς συνεργάτες και άλλους. Επιπλέον, στο πρώτο στάδιο επιλέγονται οι δείκτες που θα παρακολουθούνται. Οι πλέον βασικοί δείκτες, στο πλαίσιο του EVM, είναι οι: Planned Value – PV, Earned Value – EV και Actual Cost – AC, οι οποίοι θεωρούνται ως είσοδοι στην εν λόγω μεθοδολογία. Ο προσδιορισμός των δεικτών αυτών, οδηγεί στο επόμενο στάδιο στην ανάπτυξη των βάσεων δεδομένων για την καταγραφή των απαραίτητων δεδομένων, για τον υπολογισμό τους. Έχοντας καταγεγραμμένα όλα τα απαραίτητα δεδομένα, στο τρίτο στάδιο,

γίνεται ο υπολογισμός των τιμών σε κάθε μία από τις παραμέτρους. Η διαδικασία καταγραφής των δεδομένων και του υπολογισμού των δεικτών, παρέχεται αυτόματα στα πιο δημοφιλή λογισμικά διοίκησης έργων (π.χ. MS Project, Primavera κ.α.), μέσω της λειτουργίας tracking.

Τα δύο τελευταία στάδια, αποδίδουν την πιο κρίσιμη πληροφορία σχετικά με την αξιολόγηση της προόδου. Συγκεκριμένα, στο τέταρτο στάδιο γίνεται προσδιορισμός των αποκλίσεων κατά το χρονικό σημείο ελέγχου και στο τελευταίο στάδιο γίνεται πρόβλεψη (forecasting) σχετικά με την αναμενόμενη ποσοστιαία απόκλιση κατά την ολοκλήρωση του έργου ως προς τις διαστάσεις κόστους και χρόνου. Για την υλοποίηση του τέταρτου σταδίου χρησιμοποιούνται κυρίως γραφικές μέθοδοι, οι οποίες δίνουν μια ξεκάθαρη αίσθηση για την πρόοδο. Στην πραγματικότητα πρόκειται για τυποποιημένα διαγράμματα, τα οποία παρουσιάζονται στο Σχήμα 2. Τέλος, για την πρόβλεψη της μελλοντικής προόδου χρησιμοποιούνται μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων (κυρίως παλινδρόμησης), μέσω των οποίων γίνεται προσπάθεια αποτύπωσης των μελλοντικών τιμών στις παραμέτρους προόδου. Οι μέθοδοι αυτές, κυμαίνονται από αρκετά απλοϊκές μαθηματικές προσεγγίσεις, με αντικατάσταση σε συγκεκριμένου τύπου (EAC, ETC, VAC κ.α.), έως αρκετά σύνθετες προσεγγίσεις (sophisticated algorithmic procedures) με βάση πρότυπα μηχανικής μάθησης και τεχνητών νευρωνικών δικτύων, στις οποίες το ενδιαφέρον εστιάζεται στην πρόβλεψη των τιμών AC, CV, SV, κατά το τέλος του έργου. Στον Πίνακα 3, δίνεται η σχετική περιγραφή για κάθε μία από τις παραπάνω παραμέτρους καθώς και οι τύποι υπολογισμού τους. Ο συγκεκριμένος πίνακας, αποτελεί σύνοψη αναφορικά με των οδηγών σχετικά με την διαχείριση τεχνικών έργων, όπως το PMBoK.

Πίνακας 3 Δείκτες EVM, περιγραφή και τύποι υπολογισμού

Παράμετρος	Περιγραφή παραμέτρων	Τύπος υπολογισμού
Παράμετροι εισόδου: <ol style="list-style-type: none"> 1. Planed Value 2. Earned Value 3. Actual Cost 4. BAC 	<p>PV: Δείχνει την ποσότητα εργασιών που είχαν προγραμματιστεί να υλοποιηθούν μέχρι την στιγμή του ελέγχου.</p> <p>EV: Δείχνει ποια ποσότητα εργασιών έχει όντως πραγματοποιηθεί.</p> <p>AC: Πόσο κόστισε το σύνολο των εργασιών που έχουν υλοποιηθεί συναρτησιακά με το κόστος που είχε εκτιμηθεί.</p> <p>BAC: Αναμενόμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση.</p>	<p>Οι τιμές των παραμέτρων προκύπτουν μέσω της γραφικής απεικόνισης την χρονική στιγμή ελέγχου (βλ. Σχήμα 2)</p>
Παράμετροι ποσοτικοποίησης προόδου:	<p>Δύο κατηγορίες παραμέτρων αναφορικά με το κόστος και τον χρόνο υλοποίησης. Στην πρώτη κατηγορία υπολογίζονται απόλυτες τιμές αποκλίσεων (SPI, CPI) και στην δεύτερη κατηγορία γίνεται ποσοστιαία αποτύπωση (SV, CV).</p>	<p>$SPI = EV - PV$ $CPI = EV - AC$ $SV = EV / PV$ $CV = EV / AC$</p>

1. Schedule Performance Index
 - Αν $SV, CV > 0$ αυτό σημαίνει ότι η πρόοδος των εργασιών είναι μπροστά από το χρονοδιάγραμμα ή έχει υλοποιηθεί με χαμηλότερο κόστος από το προϋπολογισμένο.
2. Cost Performance Index
 - Αντίθετα, αν $SV, CV < 0$, μεταφράζονται ως αργοπορία ή υπέρβαση κόστους.
3. Schedule Variance
 - Όταν $SV, CV = 0$, υπάρχει ταύτιση προγραμματισμού και υλοποίησης (ιδανική περίπτωση)
4. Cost Variance

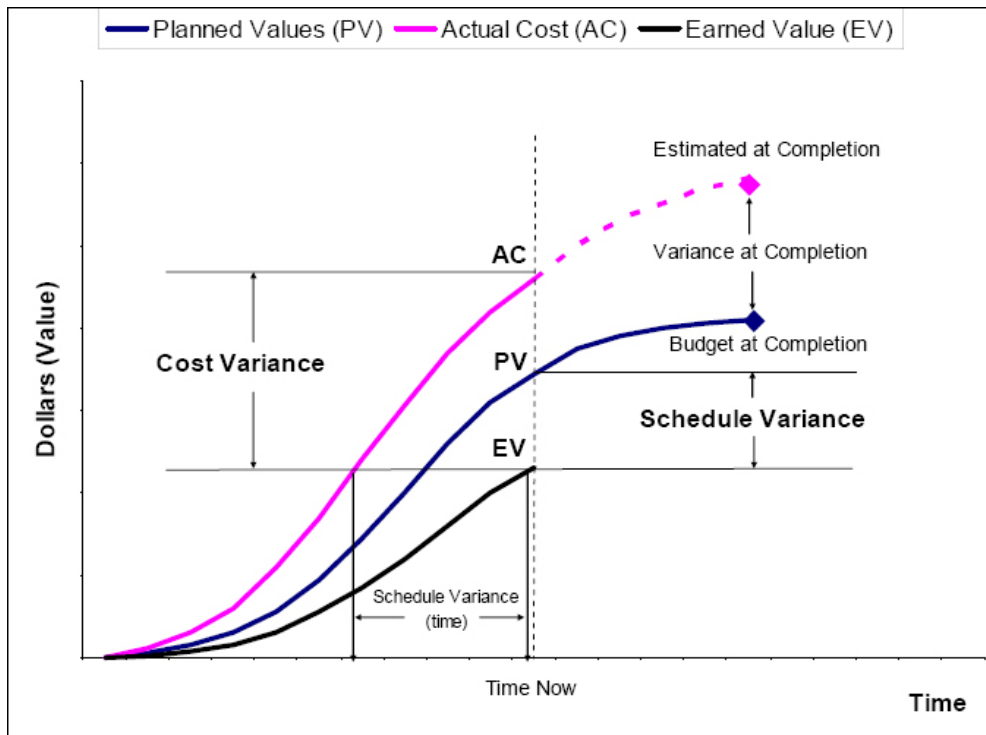
Παράμετροι πρόβλεψης μελλοντικών συνθηκών:

1. Estimate at Completion
 - Αν $VAC > 0$, υλοποίηση με χαμηλότερο κόστος από το προϋπολογισμένο
2. Estimate to Complete
 - Αν $TCPI > 0$, σημαίνει αυστηρότερο έλεγχο του προϋπολογισμού, παραμονή εντός των ορίων
3. Variance at Completion
4. To Complete Performance Index

$EAC = BAC / CPI$
Υποθέτοντας κοινό CPI για το υπόλοιπο του έργου

$ETC = EAC - AC$
 $VAC = BAC - EAC$
 $TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)$

Ολοκληρώνοντας, δίνεται το Σχήμα 2, το οποίο αποτελεί το πρότυπο παρουσίασης της προόδου των έργων, σύμφωνα με το PMBoK.



Σχήμα 2 Γραφική αναπαράσταση δεικτών ποσοτικοποίησης προόδου

Πηγή: <https://www.pmi.org/learning/library/benefits-evm-strategic-commercial-imperatives-7608>

Όπως γίνεται προφανές, στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται οι τιμές όλων των βασικών παραμέτρων προόδου που δόθηκαν στον Πίνακα 3. Ενώ, όσον αφορά τις προβλέψεις για τις μελλοντικές αποκλίσεις, αυτές βασίζονται στις ήδη αναπτυγμένες γραφικές παραστάσεις. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση δεν είναι η μοναδική αλλά μπορούν να αναπτυχθούν και πιο σύνθετες προσεγγίσεις, οι οποίες δεν βασίζονται στις ίδιες υποθέσεις εργασίας και έτσι είναι πιο αξιόπιστες, υπό ορισμένες συνθήκες υλοποίησης, αλλά και πιο σύνθετες. Για τον προσδιορισμό της κατάλληλης μεθοδολογίας πρόβλεψης, θα πρέπει να ελέγχονται οι ειδικές απαιτήσεις κάθε έργου συνδυαστικά με την ικανότητα της ομάδας έργου να υλοποιεί σύνθετες προσεγγίσεις πρόβλεψης με επάρκεια (Santos et al., 2023).

3.2 Η μέθοδος fast-track: Μια στρατηγική επιλογή μείωσης αποκλίσεων από το αρχικό χρονοδιάγραμμα

Με την υλοποίηση της μεθοδολογίας EVM, παρέχεται μια συνολική εικόνα για την απόκλιση από το χρονοδιάγραμμα, έτσι ώστε να μπορούν να γίνουν άμεσα όλες οι απαραίτητες διορθωτικές κινήσεις, προκειμένου να επιταχυνθεί ή να επιβραδυνθεί η υλοποίηση, καθώς το έργο θα πρέπει να τελειώσει ακριβώς κατά τον χρόνο που είχε υπολογιστεί κατά τον προγραμματισμό του και όχι νωρίτερα ή αργότερα. Σύμφωνα με τις αρχές της διοίκησης έργων, ορίζεται ότι η ολοκλήρωση εργασιών σε μικρότερο διάστημα από το υπολογισμένο, δεν είναι επιθυμητή, καθώς εγκυμονεί κινδύνους σχετικά με την ποιότητα των παραδοτέων καθώς και με την αποδοτικότητα των ανθρώπινων πόρων, η οποία πιθανότατα θα μειωθεί σε επόμενες φάσεις, αν έχει μεσολαβήσει υπερβολική κόπωση και εργασία στο προηγούμενο διάστημα.

Στην συγκεκριμένη ενότητα, παρουσιάζεται μία από τις πιο κλασσικές στρατηγικές βελτίωσης αποκλίσεων, η οποία είναι η fast – track στρατηγική. Για την εν λόγω στρατηγική παρουσιάζεται η λογική υλοποίησής της, καθώς και τα πιθανά ρίσκα που αναμένεται να εισάγει στο έργο, λόγω παραβίασης του σημείου ισορροπίας μεταξύ των περιορισμών κόστους – χρόνου – ποιότητας, όπως αυτό είχε υπολογιστεί κατά τον αρχικό σχεδιασμό του έργου.

Ειδικότερα, η ταχεία παρακολούθηση (fast-track) είναι μια στρατηγική χρονοπρογραμματισμού έργων που περιλαμβάνει την επικάλυψη ή τον παραλληλισμό εργασιών για τη συμπίεση του χρονοδιαγράμματος του έργου. Πρόκειται για μια προηγμένη και απαιτητική, από πλευράς ανάλυσης και σχεδιασμού, στρατηγική διαχείρισης έργων που

αποσκοπεί στην ταχύτερη ολοκλήρωση ενός έργου χωρίς να διακυβεύεται η ποιότητα. Όπως γίνεται αντιληπτό, προκειμένου να θεωρείται επιτυχής η υλοποίηση τέτοιων στρατηγικών, θα πρέπει να επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του χρόνου υλοποίησης, η οποία ποσοτικοποιείται μέσω συγκεκριμένων δεικτών. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσεται μια μελέτη σκοπιμότητας, στην οποία κάθε προτεινόμενη επικάλυψη συγκρίνεται με τις πιθανές εναλλακτικές προσεγγίσεις, έτσι ώστε να βρεθεί η βέλτιστη δυνατή επιλογή. Για την ταυτόχρονη βελτίωση της χρονικής διάρκειας και την διατήρηση της ποιότητας στα επιθυμητά επίπεδα, είναι προφανές ότι επιλέγεται η αύξηση του κόστους.

Κατά την πρακτική υλοποίηση τέτοιων στρατηγικών, ο PM πρέπει ουσιαστικά να αποφασίσει αν η παράλληλη υλοποίηση θα γίνει με χρήση πόρων του οργανισμού ή μέσω συνεργασίας με εξωτερικούς φορείς. Και οι δύο αυτές επιλογές έχουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, αναφορικά με την αύξηση κόστους. Ειδικότερα, στην πρώτη περίπτωση το επιπλέον κόστος προκύπτει μέσω των επιπρόσθετων ανθρωποωρών προσπάθειας και είναι σημαντικά χαμηλότερο έναντι του κόστους ανάθεσης εργασιών σε εξωτερικό συνεργάτη, ιδίως στην περίπτωση που αυτή γίνεται «βιαστικά», χωρίς την ανάλυση όλων των εναλλακτικών σεναρίων συνεργασίας. Ωστόσο, σε αρκετές περιπτώσεις επιλέγεται η συγκεκριμένη εναλλακτική, καθώς οι εξωτερικοί φορείς έχουν συνήθως την απαραίτητη τεχνογνωσία και εξοπλισμό για άμεση υλοποίηση των εργασιών. Η επιλογή αυτή είναι γνωστή στην βιβλιογραφία ως *project demanded overheads*. Οι πιο έμπειροι PMs, επιλέγουν σε κάθε έργο να δημιουργούν ένα οικονομικό απόθεμα ασφαλείας, το οποίο αφορά την υλοποίηση τέτοιων αναθέσεων που μπορούν να επιταχύνουν την διάρκεια υλοποίησης χωρίς να αυξάνουν τον εγκεκριμένο προϋπολογισμό (Kerzner, 2021).

Τα κυριότερα ρίσκα που αναλαμβάνει ένας οργανισμός κατά την υιοθέτηση στρατηγικών *fast – track* είναι τα κάτωθι:

- **Υπερφόρτωση πόρων:** Η επικάλυψη καθηκόντων και κρίσιμων δραστηριοτήτων μπορεί να οδηγήσει σε υπερφόρτωση πόρων, εξουθένωση και μειωμένη παραγωγικότητα. Ακόμα και όταν ορισμένες δραστηριότητες ανατίθενται σε εξωτερικούς φορείς, η συμμετοχή των μελών της ομάδας έργου είναι απαραίτητη για την διατήρηση της συνέχειας και την αποτελεσματική υλοποίηση των εργασιών.
- **Επικοινωνιακά προβλήματα:** Τα πολύ αυστηρά χρονοδιαγράμματα μπορεί να οδηγήσουν σε διακοπές επικοινωνίας, παρεξηγήσεις και κακή ευθυγράμμιση μεταξύ των μελών της ομάδας και των ενδιαφερομένων μερών, δηλαδή σε ζητήματα που επηρεάζουν την ικανοποίηση του πελάτη και την αποδοχή των παραδοτέων.

- **Απρόβλεπτες εξαρτήσεις:** Η παράβλεψη ή η υποτίμηση των εξαρτήσεων των εργασιών και των σχέσεων κρίσιμης διαδρομής μπορεί να οδηγήσει σε απροσδόκητες καθυστερήσεις. Με πιο απλά λόγια, η διαδικασία fast – track οδηγεί συχνά στην δημιουργία πολλαπλών κρίσιμων διαδρομών που τρέχουν παράλληλα.
- **Μη βέλτιστη λήψη αποφάσεων:** Η εφαρμογή της στρατηγικής συχνά συνεπάγεται συντομότερους κύκλους σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων. Οι γρήγορες αποφάσεις μπορεί να μην είναι τόσο καλά τεκμηριωμένες, οδηγώντας σε μη βέλτιστες επιλογές και πιθανές δυσκολίες υλοποίησης του έργου. Με τον τρόπο αυτό, τα ρίσκα του έργου καθώς και ο αντίκτυπος τους, αυξάνεται σημαντικά.

3.3 Η χρήση της μεθόδου BIM ως στρατηγική μείωσης αποκλίσεων από τον προϋπολογισμό

Η μεθοδολογία EVM, δίνει κρίσιμη πληροφορία σχετικά με την προοδευτική εξέλιξη των έργων, συναρτησιακά με το ποσοστό της πραγματικής δουλειάς που έχει υλοποιηθεί. Ωστόσο, στην περίπτωση που παρατηρηθούν σημαντικές αποκλίσεις από το προϋπολογισμένο κόστος, το πλήθος των δυνητικών στρατηγικών βελτίωσης είναι σημαντικά μικρότερο σε σχέση με την περίπτωση του χρόνου. Ειδικότερα, θα σημειώναμε ότι η βασική στρατηγική αφορά την ανάθεση εργασιών σε υπεργολάβους, οι οποίοι μέσω αξιολόγησης, έχουν προκύψει ως πιο οικονομικοί. Σε κάθε περίπτωση, τέτοιες προϋποθέσεις συνεργασίας είναι συχνά δύσκολο να βρεθούν, ιδίως αν πρόκειται για έργα υψηλής καινοτομίας ή για εργασίες πολύ μεγάλου εύρους και κόστους.

Στην παρούσα ενότητα, προτείνουμε την υλοποίηση της μεθόδου BIM, ως στρατηγική μείωσης κόστους, η οποία εφαρμόζεται σε όλα τα στάδια του έργου και δεν αποτελεί μια στρατηγική υλοποίησης κατόπιν διαπίστωσης αποκλίσεων. Η BIM έχει αποδειχτεί πολύ σημαντική ως προς την συνεισφορά μείωσης κόστους έναντι των κλασσικών μεθόδων υλοποίησης εργασιών (Biancardo et al., 2023; Han et al., 2023). Στην συνέχεια της ενότητας, παρουσιάζουμε την μέθοδο και αντιστοιχίζουμε τις βασικές ενότητες της με τις διαδικασίες διοίκησης έργων.

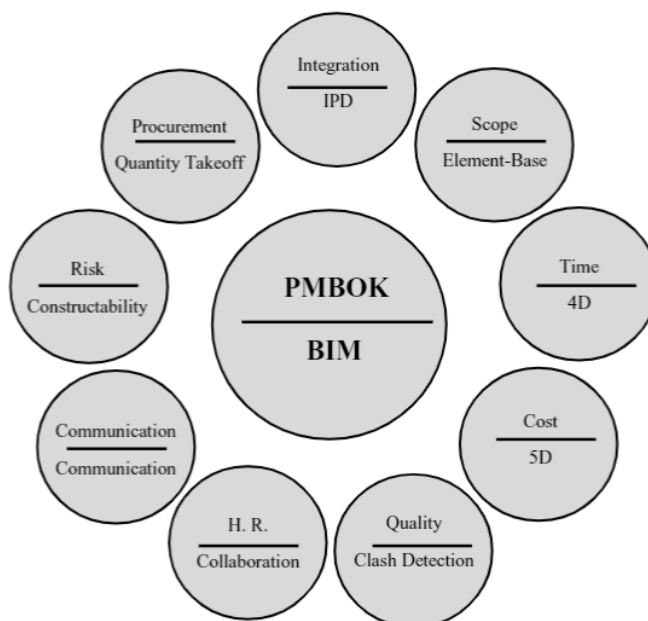
3.3.1 Συνοπτική περιγραφή μεθόδου BIM

Η μοντελοποίηση κτιριακών πληροφοριών (BIM) είναι μια μέθοδος που περιλαμβάνει τη δημιουργία μιας ψηφιακής αναπαράστασης των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου ή μιας υποδομής και αποσκοπεί στην προώθηση των εκτεταμένων συνεργειών διαφόρων ενδιαφερομένων μερών (π.χ. αρχιτέκτονες, μηχανικοί, τεχνίτες κ.α.) καθ' όλη τη

διάρκεια του κύκλου ζωής ενός έργου. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της μεθόδου αναπτύσσονται ψηφιακά μοντέλα, τα οποία αποθηκεύουν και επεξεργάζονται πληροφορίες από πολλαπλές πηγές, χρησιμοποιώντας κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Η ανάπτυξη ψηφιακών μοντέλων για τα έργα, περιλαμβάνει τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τη δομική μηχανική και τα συστήματα MEP – Mechanical, Electrical, Plumbing.

Ένα BIM μοντέλο υποστηρίζει ολόκληρο τον κύκλο ζωής μιας εγκατάστασης, βοηθώντας στη λήψη αποφάσεων από τη σύλληψη και το σχεδιασμό έως την κατασκευή, τη λειτουργία και την ενδεχόμενη κατεδάφιση. Για την βελτιστοποίηση των συνεργειών, τα εν λόγω μοντέλα είναι παραμετρικά, επιτρέποντας στους χρήστες να ορίζουν και να μεταβάλλουν παραμέτρους για να διερευνήσουν διαφορετικές επιλογές σχεδιασμού. Οι αλλαγές που πραγματοποιούνται σε ένα μέρος του μοντέλου ενημερώνονται αυτόματα σε όλο το μοντέλο, εξασφαλίζοντας τη συνοχή. Έτσι, όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη έχουν άμεση πληροφόρηση σχετικά με την πορεία των εργασιών και μπορούν έγκαιρα να εντοπίσουν και να προλάβουν τυχόν καθυστερήσεις, μέσω ανακατανομής πόρων ή άλλων ενεργειών.

Σύμφωνα τα παραπάνω, η διαλειτουργικότητα αποτελεί θεμελιώδη πτυχή της BIM. Από τεχνικής σκοπιάς, κάθε BIM μοντέλο θα πρέπει να μπορεί να αποθηκεύσει και να επεξεργαστεί δεδομένα που προέρχονται από διαφορετικές πηγές και λογισμικά, γεγονός που αυξάνει την πολυπλοκότητα της αρχιτεκτονικής τους. Ωστόσο, το βασικό πλεονέκτημα σύγχρονης (on-time) παρακολούθησης χρόνους (4D) και κόστους (5D), θεωρείται τόσο σημαντικό για τα έργα και τις βιομηχανίες, που οι υπεύθυνοι αναλαμβάνουν την ανάπτυξη τέτοιων μοντέλων, αναγνωρίζοντας την μελλοντικά προστιθέμενη αξία.



Εικόνα 8 Αντιστοίχιση των διαδικασιών διοίκησης έργων με τις διαστάσεις BIM
Πηγή: (Rokooei, 2015)

Τέλος, σημειώνεται ότι η μέθοδος ξεκίνησε από έργα σε κλάδους μηχανικής, ενώ τα τελευταία χρόνια η χρήση της έχει επεκταθεί σε διάφορες βιομηχανίες, για την παρακολούθηση ολόκληρου του κύκλου ζωής έργων και προϊόντων, χάρη στις υψηλές δυνατότητες συνεργατικής λήψης αποφάσεων που προσφέρει. Στο πλαίσιο αυτό, στον πιο πρόσφατο οδηγό διοίκησης έργων (PMBOK), γίνεται μια αντιστοίχιση των διαστάσεων κτηριακής πληροφορίας με τις διαστάσεις διοίκησης, έτσι ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν τα αντίστοιχα BIM μοντέλα για την παρακολούθηση των έργων. Η αντιστοίχιση αυτή, δίνεται στην Εικόνα 8.

3.3.2 Εφαρμογή BIM με στόχο την μείωση αποκλίσεων από τον προϋπολογισμό

Στην πραγματικότητα η μέθοδος BIM συνεισφέρει ως προς την αποτελεσματική παρακολούθηση των κρίσιμων παραμέτρων κόστους, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις από τον προϋπολογισμό. Υπό την έννοια αυτή, θεωρείται ως μια προληπτική στρατηγική αντιμετώπισης των αποκλίσεων (proactive cost reduction strategy) και όχι ως μια στρατηγική υλοποίησης κατόπιν της διαπίστωσης αποκλίσεων. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η συνεισφορά της ως προς την διαχείριση του κόστους και την μείωση των αποκλίσεων, θεωρείται αποδεδειγμένη. Στην παρούσα παράγραφο δίνουμε ορισμένες διαστάσεις έμμεσης μείωσης του κόστους, στις οποίες επιδρά καθοριστικά, μέσω της βελτιστοποίησης διαχείρισης πληροφοριών. Οι διαστάσεις αυτές είναι:

- Δυνατότητα δυναμικού και σύγχρονου σχεδιασμού έργων, η οποία βοηθά στην αύξηση της ευελιξίας και την βελτιστοποίηση της αξιοποίησης πόρων.
- Εύκολη και αποτελεσματική προσομοίωση εναλλακτικών σεναρίων υλοποίησης (use-case scenarios) με στόχο την εύρεση της βέλτιστης εναλλακτικής, ανάλογα με την υφιστάμενη πρόοδο.
- Άμεση και γρήγορη πληροφόρηση όλων των ενδιαφερόμενων μελών, μειώνοντας τα έμμεσα κόστη που σχετίζονται με τα έργα (overheads).
- Συνεχής ανάλυση κινδύνων και έλεγχος των πιθανών αποτελεσμάτων, σύμφωνα με τις επιλεγμένες στρατηγικές μετριασμού, αντιμετωπίζοντας πιθανά ζητήματα έγκαιρα για την ελαχιστοποίηση του κόστους που σχετίζεται με απρόβλεπτες μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος.
- Τεκμηρίωση εμπειρικών διδαγμάτων από την υλοποίηση παρελθοντικών έργων και ενσωμάτωση πληροφορίας για βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων και την συνέργεια μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών.

Κεφάλαιο 4: Συνοπτική περιγραφή υποθαλάσσιων έργων καλωδιακών γραμμών μεταφοράς

Στο επίκεντρο του εμπειρικού μέρους της παρούσας διπλωματικής εργασίας, βρίσκεται η λεπτομερής ανάλυση μιας μελέτης περίπτωσης καθώς και η αξιολόγηση της αναφορικά με την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού που ακολουθήθηκε. Ειδικότερα, η αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού – προγραμματισμού του έργου, ελέγχεται με βάση το αν ήταν εύστοχες ή όχι οι αρχικές προβλέψεις που είχαν γίνει. Το έργο επιλογής στην συγκεκριμένη εργασία, αφορά την κατασκευή μιας υποθαλάσσιας γραμμής μεταφοράς υψηλής τάσης (150 kV), με στόχο την ηλεκτροδότηση ενός σημαντικού τμήματος της νησιωτικής Ελλάδας. Η ανάλυση των τεχνικών λεπτομερειών καθώς και των οικονομικών και κοστολογικών στόχων και προδιαγραφών, βασίζεται σε πραγματικά δεδομένα, τα οποία αντλούνται από οργανισμούς με μεγάλη τεχνογνωσία στην κατασκευή και συντήρηση εναερίων, υπογείων και υποθαλάσσιων δικτύων σε όλη την Ευρώπη.

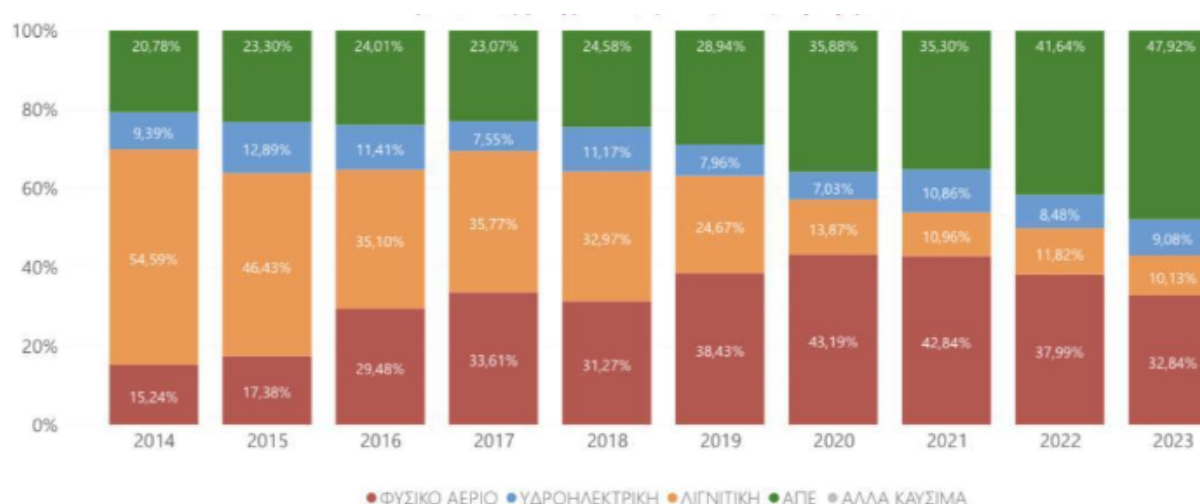
Με στόχο την λεπτομερή ανάλυση όλων των βασικών πτυχών για τα υποθαλάσσια έργα, καθώς και της σημαντικότητας τους τόσο για τον οργανισμό υλοποίησης όσο και για τους πολίτες εν συνόλω, η παρουσίαση του έργου αναπτύσσεται σε δύο επιμέρους κεφάλαια. Στο παρόν κεφάλαιο, όπου αναλύεται η ευρύτερη κατηγορία των υποθαλάσσιων έργων, εστιάζοντας τόσο στην καινοτομία τους όσο και στις τεχνικές δυσκολίες αλλά και την προστιθέμενη αξία τους. Παράλληλα, στο επόμενο κεφάλαιο, η ανάλυση εστιάζεται σε λεπτομέρειες άμεσα συσχετισμένες με τις πρακτικές διοίκησης τέτοιων έργων, παρουσιάζοντας στοιχεία και δεδομένα προγραμματισμού ενός συγκεκριμένου έργου, όπως είναι οι φάσεις του έργου, οι ανθρώπινοι και υλικοί πόροι που χρειάζονται για την ολοκλήρωση όλων των πακέτων εργασίας, ο χρονικός προγραμματισμός και οι εξαρτήσεις δέσμευσης μεταξύ των πακέτων εργασίας και άλλα τέτοιου τύπου χαρακτηριστικά. Επίσης, μέρος του δεύτερου κεφαλαίου, αποτελεί η παρουσίαση των δεικτών ελέγχου ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Όπως έχει ήδη σημειωθεί οι δείκτες ελέγχου είναι εξαιρετικά σημαντικοί καθώς προσδιορίζουν την προοδευτική εξέλιξη του έργου συγκριτικά με τους στόχους που είχαν τεθεί εξ' αρχής. Με πιο απλά λόγια, αποδίδουν την κερτημένη αξία συγκριτικά με την πορεία του φυσικού αντικειμένου.

Η ολοκλήρωση του παρόντος και του επόμενου κεφαλαίου, οδηγεί στην ανάπτυξη ορισμένων βασικών πορισμάτων αναφορικά με την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού και της υλοποίησης του εξεταζόμενου έργου. Για την επικύρωση των πορισμάτων που εξάγονται

ερμηνεύοντας τους δείκτες αξιολόγησης, υλοποιείται επιπλέον μια ποιοτική ανάλυση, η οποία βασίζεται σε δεδομένα απαντήσεων στελεχών του συγκεκριμένου φορέα, όπως αυτά συγκεντρώθηκαν με χρήση ενός δομημένου ερωτηματολογίου. Η μεθοδολογία ανάπτυξης του ερευνητικού εργαλείου, δηλαδή του ερωτηματολογίου, δίνεται στο έκτο κεφάλαιο, ενώ το έβδομο κεφάλαιο επικεντρώνεται στην στατιστική ανάλυση των απαντήσεων από τα στελέχη, με στόχο την γενίκευση των ήδη εστιασμένων ευρημάτων.

4.1 Τύποι Γραμμών Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Εκκινώντας με μια αρκετά συνοπτική ιστορική αναδρομή σχετικά με τα δίκτυα μεταφοράς αλλά και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι η βασική πηγή για την δημιουργία ηλεκτρικής ισχύος, η οποία μετέπειτα αποδίδει το ηλεκτρικό ρεύμα, αποτελούσε διαχρονικά η καύση λιγνίτη, δηλαδή η προσανατολισμένη παραγωγή ως προς την εκμετάλλευση ορυκτών πόρων. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, γίνεται μια συστηματική προσπάθεια από τις αρχές σε συνεργασία με μεγάλους οργανισμούς, έτσι ώστε ένα σημαντικό ποσό των ενεργειακών απαιτήσεων να παράγεται από την χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, όπως για παράδειγμα οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς επίσης και από την χρήση φυσικού αερίου ή υδροηλεκτρικών συνδυαστικών κύκλων παραγωγής και άλλων παρεμφερών, ηπιότερων προς την ρύπανση του περιβάλλοντος προσεγγίσεων. Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρουσιάζει ο ΑΔΜΗΕ ΑΕ, η δεκαετία που διανύουμε θεωρείται ως «η δεκαετία της απολιγνιτοποίησης». Στην Εικόνα 9 παρουσιάζεται το χαρακτηριστικό διάγραμμα.



Εικόνα 9 Μεταβολή του μίγματος ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα κατά τα έτη 2014-2023, σύμφωνα με τον ΑΔΜΗΕ

Πηγή: <https://energypress.gr/>

Παρόλου που τα τελευταία χρόνια, αποδεικνύεται πράγματι μια σημαντική μεταστροφή αναφορικά με τους τρόπους παραγωγής, έχει ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι μέχρι και το 2014, σύμφωνα με την Εικόνα 9, η σημαντική πλειοψηφία (54,59 %) της παραγόμενης ενέργειας προερχόταν από λιγνίτη. Ενώ, τα ποσοστά για τα προηγούμενα χρόνια είναι σαφώς σημαντικά υψηλότερα. Όλη η παραπάνω ανάλυση παρατίθεται με γνώμονα την τεκμηρίωση ότι τα βασικά δίκτυα που αποτελούν το ΕΣΜΗΕ, είναι προσανατολισμένα ως προς την εκμετάλλευση ενέργειας που παράγεται από την καύση λιγνίτη (Γερογιάννη, 2022). Αυτό κυρίως οφείλεται στο γεγονός, ότι τα περισσότερα από τα δίκτυα αυτά, κατασκευάζονται με βάση μακροχρόνιες κλίμακες, και κατ' επέκταση η συνεπής συντήρηση τους εγγυάται λειτουργικότητα για αρκετά έτη. Με πιο απλά λόγια, τα δίκτυα στην Ελλάδα είναι κατά βάση προσανατολισμένα ως προς την εκμετάλλευση των πηγών λιγνίτη, καθώς είναι κατασκευασμένα προ αρκετών ετών, όπου οι τεχνολογίες παραγωγής με χρήση εναλλακτικών μέσω και ΑΠΕ ήταν σημαντικά περιορισμένες ή και σε ερευνητικό στάδιο ακόμα.

Κατ' επέκταση η μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προς τον αστικό ιστό, με στόχο την εκμετάλλευση της, αποτελεί ένα βασικό ζητούμενο. Για την εξυπηρέτηση σκοπών μεταφοράς, αναπτύσσονται γραμμές μεταφοράς υψηλής ή/και υπερυψηλής τάσης. Σχετικά με τις γραμμές μεταφοράς, αναπτύσσονται πολλαπλοί τύποι έργων, οι οποίοι σχετίζονται τόσο με την ανάπτυξη τους όσο και με την συντήρησή τους. Ένας από τους μεγαλύτερους οργανισμούς υλοποίησης τέτοιων έργων, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, θεωρείται ο ΑΔΜΗΕ. που αποτελεί μέχρι και σήμερα τον μοναδικό οργανισμό αναφορικά με την ανάπτυξη και συντήρηση δικτύων και γραμμών μεταφοράς ενέργειας του Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ),.

Όπως σημειώθηκε και ανωτέρω, οι γραμμές μεταφοράς διαχωρίζονται σε υψηλής τάσης (ΥΤ) γραμμές και υπερυψηλής τάσης (ΥΥΤ) γραμμές, ανάλογα με την μεταφερόμενη τάση. Συγκεκριμένα, τάσεις έως τα 150 kV, μεταφέρονται με χρήση γραμμών ΥΤ, ενώ τάσεις οι οποίες ξεπερνούν το παραπάνω όριο και φτάνουν έως τα 400 kV, μεταφέρονται με χρήση ΥΥΤ γραμμών. Κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες εξυπηρετεί συγκεκριμένο σκοπό στο Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΣΜΗΕ). Από κατασκευαστικής σκοπιάς μπορούμε να διακρίνουμε τρεις (3) βασικές επιμέρους κατηγορίες γραμμών μεταφοράς ΥΥΤ και ΥΤ, οι οποίες είναι οι εναέριες, οι υπόγειες και οι υποθαλάσσιες γραμμές μεταφοράς. Στον Πίνακα 4 παρατίθεται η σκοπιμότητα και το εύρος χρήσης κάθε κατηγορίας στο δίκτυο ΕΣΜΗΕ καθώς επίσης και οι τεχνικές δυσκολίες για την ανάπτυξη κάθε κατηγορίας (Fang et al., 2023; Huang et al., 2020).

Πίνακας 4 Τύποι γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Περιπτώσεις χρήσης και σκοπιμότητα	Τεχνικές προκλήσεις και περιορισμοί
Εναέριες γραμμές μεταφοράς ΥΥΤ και ΥΤ	<p>Η κυριότερη τεχνική δυσκολία προκύπτει λόγω της συνεχούς έκθεσης των εναέριων γραμμών σε καιρικά φαινόμενα. Οι διαφορετικές καιρικές συνθήκες καθώς και τα φορτία αέρα που επικρατούν ανά περιοχή, επιβάλλουν την λεπτομερή μελέτη των φορτίσεων επί των γραμμών, δυσχεραίνοντας σημαντικά την ανάπτυξη ενιαίων μοντέλων για όλες τις περιοχές. Επίσης, τα ακραία καιρικά φαινόμενα, επιδρούν αναπόφευκτα στην λειτουργικότητά τους. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι τυχόν κεραυνοί ή άλλα τέτοιου είδους τασικά φορτία, δύναται να οδηγούν σε ασυνέχειες της ηλεκτροδότησης σε ολόκληρες γεωγραφικές περιοχές (π.χ. διακοπές ρεύματος κλπ). Για τους παραπάνω λόγους απαιτούνται τακτική συντήρηση και επιθεώρηση λειτουργίας.</p>
Υπόγειες γραμμές μεταφοράς ΥΥΤ και ΥΤ	<p>Είναι η δεύτερη πιο συνηθισμένη τεχνική προσέγγιση ανάπτυξης των γραμμών μεταφοράς. Στην περίπτωση ανάπτυξης των γραμμών ιδιαίτερα εντός του οικιστικού ιστού. Από πλευράς συντήρησης, τα καλώδια που τοποθετούνται σε υπόγειες γραμμές κινδυνεύουν πιο άμεσα από φαινόμενα διάβρωσης, λόγω υψηλότερης υγρασίας σε χαμηλότερα εδαφικά στρώματα, γεγονός που δημιουργεί δυσλειτουργίες. Επιπλέον, η συντήρηση των δικτύων αυτών και ο εντοπισμός βλαβών είναι σημαντικά πιο σύνθετος και κοστοβόρος συγκριτικά με τα εναέρια δίκτυα.</p> <p>Είναι η δεύτερη πιο συνηθισμένη τεχνική προσέγγιση ανάπτυξης των γραμμών μεταφοράς. Στην περίπτωση ανάπτυξης των γραμμών ιδιαίτερα εντός του οικιστικού ιστού. Από πλευράς συντήρησης, τα καλώδια που τοποθετούνται σε υπόγειες γραμμές κινδυνεύουν πιο άμεσα από φαινόμενα διάβρωσης, λόγω υψηλότερης υγρασίας σε χαμηλότερα εδαφικά στρώματα, γεγονός που δημιουργεί δυσλειτουργίες. Επιπλέον, η συντήρηση των δικτύων αυτών και ο εντοπισμός βλαβών είναι σημαντικά πιο σύνθετος και κοστοβόρος συγκριτικά με τα εναέρια δίκτυα.</p> <p>Είναι η δεύτερη πιο συνηθισμένη τεχνική προσέγγιση ανάπτυξης των γραμμών μεταφοράς. Στην περίπτωση ανάπτυξης των γραμμών ιδιαίτερα εντός του οικιστικού ιστού. Από πλευράς συντήρησης, τα καλώδια που τοποθετούνται σε υπόγειες γραμμές κινδυνεύουν πιο άμεσα από φαινόμενα διάβρωσης, λόγω υψηλότερης υγρασίας σε χαμηλότερα εδαφικά στρώματα, γεγονός που δημιουργεί δυσλειτουργίες. Επιπλέον, η συντήρηση των δικτύων αυτών και ο εντοπισμός βλαβών είναι σημαντικά πιο σύνθετος και κοστοβόρος συγκριτικά με τα εναέρια δίκτυα.</p>

Είναι η λιγότερο συνηθισμένη τεχνική Απαιτεί λεπτομερή ανάλυση του θαλάσσιου κατασκευής γραμμών, καθώς απαιτεί βυθού σε όλο το μήκος όδευσης για την ιδιαίτερα σύνθετο και λεπτομερή εξεύρεση της πλέον ασφαλούς όδευσης και σχεδιασμό, ενώ παράλληλα είναι μεθόδου προστασίας προς αποφυγή πρόκλησης αρκετά δαπανηρή. Ωστόσο, η ανάγκη βλάβης στο υποβρύχιο καλώδιο ένεκα σύνδεσης νησιωτικών τμημάτων στο δυσμενών συνθηκών και παραγόντων που βασικό μέρος του ΕΣΜΗΕ, αποτελεί την επικρατούν υποθαλάσσια σε συγκεκριμένες κινητήριο δύναμη για την υλοποίηση περιοχές. Επίσης, συνδέεται με έργα διάνοιξης υποθαλάσσιων γραμμών. Λόγω των θαλάσσιων οδεύσεων του Υποβρυχίου παραπάνω καταλαμβάνει την μικρότερη καλωδίου στα άκρα του - σημεία ποσόστωση δικτύων.

προσγειάλωσης - για την τοποθέτηση των συνδέσμων μετάβασης υποβρυχίου – υπογείου καλωδίου.

Η επιλογή της απαιτούμενης μόνωσης και θωράκισης του καλωδίου σε συνάρτηση με τα βάθη πόντισης αποτελεί βασική παράμετρο προς αποφυγή διαρροών και διαβρώσεων στο δίκτυο. Εκτός από την δαπανηρή κατασκευή τους, αυτά τα δίκτυα συνεπάγονται υψηλό κόστος συντήρησης, συγκριτικά με τις υπόλοιπες δύο κατηγορίες.

Σύμφωνα με την ανάλυση του παραπάνω πίνακα, καθίσταται σαφές ότι υπάρχουν συγκεκριμένες τεχνικές δυσκολίες κατά την ανάπτυξη υποθαλάσσιων γραμμών μεταφοράς. Ωστόσο, η προστιθέμενη αξία των έργων αυτών καθώς επίσης και το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που αποκτούν οι οργανισμοί, δημιουργώντας εμπειρία και τεχνικές γνώσεις πάνω σε τέτοιου είδους έργα, αποτελούν εξαιρετικά σημαντικά κίνητρα για την ανάληψη σχεδιασμού και υλοποίησης έργων. Τα παραπάνω αποτελούν τους βασικούς λόγους εκπόνησης της παρούσας εργασίας, τα αποτελέσματα της οποίας αναμένεται να παρουσιάζουν τις βασικές διαστάσεις επιρροής ως προς την απόκλιση στο χρονοδιάγραμμα ή στο κοστολόγιο των υποθαλάσσιων έργων, βοηθώντας σημαντικά στην βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων και την απόκτησης τεχνογνωσίας διαχείρισης, προγραμματισμού και ελέγχου των έργων αυτών. Στα επόμενα μέρη του παρόντος κεφαλαίου γίνεται ενδελεχής ανάλυση στις τεχνικές δυσκολίες και προκλήσεις καθώς και στην σημαντικότητα των έργων αυτών, εξετάζοντας την στρατηγική σκοπιά του εγχειρήματος για τους οργανισμούς.

4.2 Υποθαλάσσιες Γραμμές Μεταφοράς Υψηλής Τάσης: Τεχνικές απαιτήσεις και προκλήσεις

Όπως σημειώθηκε και στην προηγούμενη ενότητα του κεφαλαίου, η κατασκευή των υποθαλάσσιων γραμμών μεταφοράς είναι σημαντικά πιο σύνθετη και δαπανηρή συγκριτικά με τις εναλλακτικές προσεγγίσεις ανάπτυξης γραμμών μεταφοράς. Ωστόσο, παρέχει σημαντικά

πλεονεκτήματα, λόγω των οποίων επιλέγεται σαν τεχνική προσέγγιση διασύνδεσης τμημάτων, με το βασικότερο από αυτά να θεωρείται η ηλεκτρική τροφοδοσία των νησιωτικών περιοχών μέσω του κεντρικού συστήματος τροφοδοσίας. Στην παρούσα ενότητα, παρατίθενται ορισμένες από τις τεχνικές δυσκολίες και προκλήσεις που αντιμετωπίζονται κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση υποθαλάσσιων έργων. Σύμφωνα με αυτό, συμπεραίνεται ότι η παρούσα ενότητα έχει ιδιαίτερη σημασία για την αξιολόγηση της προόδου των έργων αλλά και των τεχνικών ελέγχου και ποσοτικοποίησης της προόδου. Σημειώνεται επίσης, ότι χάριν της στόχευσης της εργασίας, ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στις τεχνικές προκλήσεις καθώς αυτές θα πρέπει να αντιμετωπιστούν τόσο κατά τον προγραμματισμό όσο και κατά την υλοποίηση, ενώ διαδικαστικές και ρυθμιστικού τύπου προκλήσεις δεν αναφέρονται, καθώς αποτελούν προκάτοχα στάδια του σχεδιασμού και δεν είναι εύκολα μετρήσιμες ως προς την πρόοδο τους.

Εστιάζοντας στις τεχνικές προκλήσεις των υποθαλάσσιων έργων, θα μπορούσαμε να διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες: προκλήσεις σχετικά με τις έρευνες στον βυθό πριν την έναρξη χάραξης των γραμμών, προκλήσεις σχετικά με την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού υλοποίησης του έργου αλλά και των κατάλληλων τύπων καλωδίων και τέλος τεχνικές δυσκολίες εγκατάστασης του εξοπλισμού καθώς και συντήρησης των υποθαλάσσιων γραμμών.

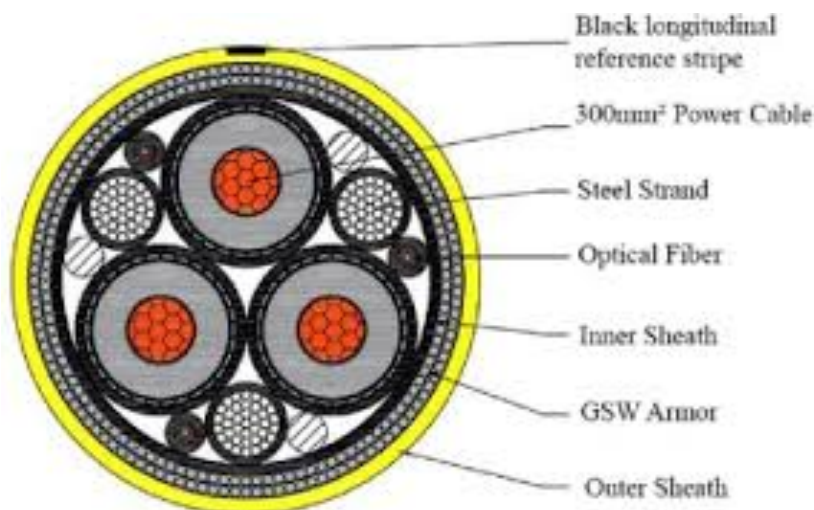
Αρχικά, οι ακριβείς έρευνες του θαλάσσιου βυθού σε συνδυασμό με τις επιτόπου δειγματοληπτικές έρευνες, αναφορικά με τον σχεδιασμό των γραμμών μεταφοράς, είναι ζωτικής σημασίας για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τη δρομολόγηση καλωδίων, τις μεθόδους εγκατάστασης αλλά και τους μηχανισμούς προστασίας, τόσο λόγω της υπερπίεσης που ασκείται στα τοιχώματα από τον βυθό όσο και λόγω των άμεσων κινδύνων διάβρωσης. Για την αποτελεσματική υλοποίηση των ερευνών αυτών, γίνεται χρήση προηγμένων γεωφυσικών και γεωτεχνικών μεθόδων έρευνας, μέσω των οποίων επιδιώκεται ο προσδιορισμός του χάρτη της μορφολογίας και των ιδιοτήτων του εδάφους καθώς και ο προσδιορισμός των κινδύνων (όπως τα UXOs), προκειμένου να συμπεριληφθούν στην μετέπειτα μελέτη σχετικά με τον εξοπλισμό και τις διαδικασίες τοποθέτησης. Η προσαρμογή των μεθοδολογιών της έρευνας στις τοπικές συνθήκες και η ερμηνεία των δεδομένων για την ορθή καθοδήγηση και τοποθέτηση των μηχανισμών απαιτεί εξειδικευμένη εμπειρογνωμοσύνη και είναι άμεσα συσχετισμένη με την εμπειρία των μηχανικών υλοποίησης της έρευνας, σε αντίστοιχου τύπου έργα. Πέραν των στατικών ιδιοτήτων του εδάφους και των δυναμικών ιδιοτήτων των ροών που καταπονούν τις κατασκευές, οι έρευνες πρέπει επίσης να αξιολογούν τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθοδηγώντας την επιλογή μεθόδων εγκατάστασης

που ελαχιστοποιούν τις διαταραχές στο θαλάσσιο οικοσύστημα. Αυτή η διάσταση είναι ιδιαίτερα σημαντική προκειμένου τα έργα να είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά βιώσιμα.

Η δεύτερη κατηγορία προκλήσεων σχετίζεται με την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού για την υλοποίηση του έργου. Τεχνικά, η επιλογή του εξοπλισμού σχετίζεται άμεσα με τις μελέτες υποθαλάσσιου εδάφους που αναλύθηκαν προηγουμένως, καθώς αντλεί σημαντικά στοιχεία και ιδιότητες από αυτή. Ειδικότερα, τα εργαλεία υλοποίησης των τομών θα πρέπει να επιλέγονται σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τις τεχνικές προδιαγραφές υλοποίησης των έργων, το οποίο σε αρκετές περιπτώσεις δεν είναι εύκολα διαχειρίσιμο, ιδίως σε περιπτώσεις που η ομάδα έργου έχει περιορισμένη εμπειρία κατά την υλοποίηση. Ορισμένα βασικά σημεία που εξετάζονται κατά την επιλογή του εξοπλισμού υλοποίηση του έργου περιλαμβάνουν την ικανότητα του σκάφους να πλοηγηθεί στην προτεινόμενη διαδρομή, την αναμενόμενη μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών στο χρονικό διάστημα υλοποίησης του έργου και την καταλληλότητα των εργαλείων κοπής ως προς την επίτευξη τομών με κατάλληλες γεωτεχνικές ιδιότητες του θαλάσσιου βυθού, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί κατά την μελέτη, έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα του έργου. Η διασφάλιση της λειτουργικής αποδοτικότητας, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας προσαρμογής σε απρόβλεπτες προκλήσεις κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης, απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και τη διαθεσιμότητα μέτρων έκτακτης ανάγκης.

Εκτός από τον εξοπλισμό υλοποίησης, απαιτητικό εγχείρημα αποτελεί και η επιλογή των καλωδίων για την μεταφορά της απαιτούμενης ισχύος. Στο εμπόριο υπάρχουν αρκετοί τυποποιημένοι τύπου καλωδίων για την υλοποίηση υποθαλάσσιων γραμμών μεταφοράς ΥΤ, οι οποίοι διαφοροποιούνται ανάλογα με την αντοχή, την διάρκεια ζωής και το επιτρεπόμενο βάθος. Στην Εικόνα 10, παρουσιάζεται η διατομή ενός τυπικού υποθαλάσσιου καλωδίου μεταφοράς ισχύος. Καθώς η εικόνα χρησιμοποιεί όρους στην αγγλική γλώσσα, για την περιγραφή των καλωδίων, σημειώνουμε για χάριν διευκόλυνσης τις μεταφράσεις

- **Black longitudinal reference strip:** «Μαύρη διαμήκης λωρίδα αναφοράς»
- **Power cable 300 mm² :** «Καλώδιο ισχύος»
- **Stell strand:** «Χαλύβδινο σύρμα»
- **Optical fiber:** «Οπτική ίνα»
- **Inner sheath** «Εσωτερικό περίβλημα»
- **GSW Armor** «Θωράκιση από γαλβανισμένο χαλύβδινο σύρμα (GSW)»
- **Outer sheath** «Εξωτερικό περίβλημα»



Εικόνα 10 Η διατομή ενός τυπικού καλωδίου υποθαλάσσιας μεταφοράς ισχύος

Πηγή: (Fang et al., 2023)

Τέλος, οι επικρατούσες συνθήκες κατά την φάση της υλοποίησης των προγραμματισμένων εργασιών, πολλές φορές δυσχεραίνουν την υλοποίηση, προκαλώντας μη προβλεπόμενες τεχνικές δυσκολίες. Ειδικότερα, κατά την τοποθέτηση και σύνδεση του καλωδίου μπορεί να αντιμετωπιστούν απρόβλεπτα εμπόδια, διαφορετικές συνθήκες θαλάσσιου βυθού και καθυστερήσεις που σχετίζονται με τις καιρικές συνθήκες. Η διασφάλιση ότι το καλώδιο τοποθετείται με ακρίβεια εντός της καθορισμένης διαδρομής και στο σωστό βάθος ταφής για προστασία είναι τεχνικά δύσκολη και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εμπειρία της ομάδας έργου ως προς την λήψη των βέλτιστων τεχνικά μέτρων (ad-hoc solutions).

4.3 Η σημαντικότητα των Υποθαλάσσιων Γραμμών Μεταφοράς

Παρά τις τεχνικές δυσκολίες και την λεπτομερή ανάλυση που απαιτείται για τον σχεδιασμό των υποθαλάσσιων έργων, αλλά και τις δυσκολίες υλοποίησης τους, τα εν λόγω έργα θεωρούνται πολύ σημαντικά καθώς εξασφαλίζουν την συνδεσιμότητα όλων των περιοχών μιας χώρας σε ένα ενιαίο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει συμβάλλει καθοριστικά, στην ικανότητα σχεδιασμού και υλοποίηση τέτοιων έργων, προσφέροντας πληθώρα από σύγχρονα και υψηλών προδιαγραφών αντοχής υλικά, αλλά και μεγάλη υπολογιστική ισχύ για την ενδελεχή εξέταση εναλλακτικών σεναρίων υλοποίησης, η οποία βοηθά σημαντικά την υλοποίηση μελετών κόστους-ωφέλειας αλλά και των δυνητικών επιπτώσεων λόγω της υλοποίησης των έργων. Στην συγκεκριμένη ενότητα αναφέρουμε ορισμένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των υποθαλάσσιων έργων, μέσω των οποίων διασαφηνίζεται τόσο η στρατηγική σημασία τους για τους οργανισμούς μεταφοράς

ηλεκτρικής ενέργειας όσο και η λειτουργική αξία των δικτύων και η συμβολή τους στην ενεργειακή αυτονομία μεγάλων γεωγραφικών περιοχών. Τα κύρια πλεονεκτήματα των έργων αυτών μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- **Διασυνδέσεις μεταξύ νησιωτικών και χερσαίων περιοχών:** Οι υποθαλάσσιες γραμμές είναι ζωτικής σημασίας για την ενεργειακή διασύνδεση μεταξύ νησιωτικών περιοχών και χωρών, επιτρέποντας την ανταλλαγή ηλεκτρικής ενέργειας και την ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας. Στην πραγματικότητα, η ενεργειακή αυτονομία μέσω τροφοδοσίας από μη διακοπτόμενα δίκτυα, αποτελεί την κύρια ανάγκη για την υλοποίηση των έργων αυτών.
- **Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών:** Επιτρέπουν την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια από αιολικά πάρκα στη θάλασσα, στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, βοηθώντας στη μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα και στην προώθηση της βιωσιμότητας. Με τον τρόπο αυτό συνεισφέρουν ουσιαστικά σε μια μακροπρόθεσμη αυτονομία της ενέργειας από ορυκτές και καύσιμες πρώτες ύλες, βαδίζοντας προς μια «πιο πράσινη» ενέργεια στο άμεσο μέλλον.
- **Βελτίωση της αξιοπιστίας του δικτύου:** Βοηθούν στη βελτίωση της αξιοπιστίας και της σταθερότητας του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας παρέχοντας εναλλακτικές διαδρομές για τη μεταφορά ενέργειας, ειδικά σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή συντήρησης των χερσαίων γραμμών μεταφοράς.
- **Εξοικονόμηση χώρου και μείωση της οπτικής όχλησης:** Σε αντίθεση με τις χερσαίες γραμμές μεταφοράς, οι υποθαλάσσιες γραμμές δεν απαιτούν μεγάλης έκτασης κατασκευές, όπως οι πύργοι, για την δημιουργία κόμβων κατά μήκος των γραμμών μεταφοράς. Επί της ουσίας οι επικείμενοι κόμβοι στις υποθαλάσσιες κατασκευές, είναι μικρότερης έκτασης και μη εμφανείς. Με τον τρόπο αυτό, συνεισφέρουν ουσιαστικά στην επίλυση ζητημάτων αισθητικής, τα οποία συχνά αποτελούν εμπόδια αποδοχής των έργων μεταφοράς, για τους άμεσα ενδιαφερόμενους συμμετέχοντες (stakeholders) και τους κατοίκους στις ευρύτερες περιοχές.
- **Δυνατότητες διασύνδεσης με εξωτερικά δίκτυα:** Τα υποθαλάσσια δίκτυα αναφέρονται συχνά στην βιβλιογραφία, ως μια βασική τεχνική για την ενοποίηση δικτύων μεταφοράς, μεταξύ γειτονικών χωρών. Αυτό το σενάριο αν και εθεωρείτο μακροπρόθεσμο, λόγω των σημαντικών τεχνικών δυσκολιών, σήμερα αποτελεί πρώτη προτεραιότητα όλων των χωρών ιδιαίτερα για την μεταφορά και αξιοποίηση της αυξανόμενης πράσινης ενέργειας.

4.4 Χρονοδιαγράμματα και κόστη υλοποίησης έργων Υποθαλάσσιων Γραμμών Μεταφοράς: Κλίμακες και τάξεις μεγέθους

Στην παραπάνω ενότητα, αναφέρθηκαν μόνο ορισμένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των υποθαλάσσιων γραμμών μεταφοράς. Ωστόσο, όπως μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό, τα εν λόγω έργα είναι ιδιαίτερα δαπανηρά και απαιτούν αρκετό χρόνο μέχρι την υλοποίησή τους. Σε πολλές μελέτες αναφέρονται και ως έργα μεγάλης κλίμακας λόγω αυτών των χαρακτηριστικών τους. Στόχος στην παρούσα ενότητα είναι απόδοση των ευρύτερων πλαισίων σχετικά με το κόστος υλοποίησης αλλά και το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης τέτοιων έργων, έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια λογική συνέχεια αναφορικά με τα στοιχεία που παρουσιάζονται στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας, όπου το ενδιαφέρον εστιάζεται στον προγραμματισμό και τον έλεγχο ενός μεγάλου υποθαλάσσιου έργου.

Ο προσδιορισμός των ευρύτερων πλαισίων κόστους και απαιτούμενου χρόνου υλοποίησης των έργων αυτών, βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα οργανισμών, οι οποίοι επιλέγουν την συστηματική υλοποίηση τέτοιων έργων τα τελευταία χρόνια, χτίζοντας έτσι σημαντική εμπειρία και αξιόπιστα δεδομένα για τον προσδιορισμό των παραπάνω παραμέτρων. Επιπλέον, για την καλύτερη δυνατή αποτύπωση των δομών κόστους, επιλέγεται η αποσύνθεση του έργου σε επιμέρους πακέτα εργασίας, όπως αυτά σχεδιάζονται και συμπεριλαμβάνονται στον προγραμματισμό. Όπως σημειώθηκε και στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, η μεθοδολογία «διάσπασης» μεγάλων έργων σε επιμέρους τμήματα, πακέτα εργασίας και παραδοτέα θεωρείται αποτελεσματική τόσο για την εκτίμηση του κόστους όσο και του χρόνου.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα κυριότερα πακέτα εργασίας είναι η ανάπτυξη των υποθαλάσσιων μελετών και ο σχεδιασμός της διαδρομής των γραμμών μεταφοράς (WP1), η μοντελοποίηση, επιλογή και προμήθεια των απαραίτητων καλωδίων καθώς και του συνοδού εξοπλισμού εγκατάστασης (WP2), οι εργασίες που αφορούν το τεχνικό μέρος υλοποίησης της θαλάσσιας εγκατάστασης (WP3), ο σχεδιασμός και η υλοποίηση συναρμογών μεταξύ των χερσαίων και θαλάσσιων τμημάτων των γραμμών (WP4) και τέλος οι διεργασίες ελέγχου και πιστοποίησης της λειτουργικότητας των γραμμών καθώς και οι εργασίες ολοκλήρωσης – τερματισμού των έργων. Σαφώς, στα παραπάνω πακέτα εργασίας, δεν έχουν συμπεριληφθεί οι διαδικασίες εκκίνησης των έργων, οι οποίες κατά βάση είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και έχουν σημαντική μεταβλητότητα ως προς την περάτωση από έργο σε έργο. Στον Πίνακα 5, συνοψίζονται τα αναμενόμενα εύρη κόστους και χρόνου υλοποίησης ανά πακέτο εργασίας, όπως αυτά προκύπτουν από την ανάλυση εμπειρικών δεδομένων, για 5

μεγάλα έργα που έχουν υλοποιηθεί και υλοποιούνται κατά το χρονικό διάστημα 2018 έως και σήμερα. Τα στοιχεία κόστους στον κάτωθι πίνακα είναι υπολογισμένα ανά χιλιόμετρο κατασκευής υποθαλάσσιας γραμμής, και βασίζονται σε εμπειρικά κεκτημένες εκτιμήσεις, οι οποίες παρατίθενται για λόγους εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Πίνακας 5 Τάξεις μεγέθους κόστους και χρόνου υλοποίησης υποθαλάσσιων έργων

Πακέτο εργασίας	Εύρος μέσου αναμενόμενου κόστους	Εύρος μέσης αναμενόμενης χρονικής διάρκειας υλοποίησης
WP1	120.000 – 200.000 ευρώ	<3 μήνες
WP2	>250.000 ευρώ	~6 μήνες
WP3	>200.000 ευρώ	>3 μήνες
WP4	>250.000 ευρώ	~5 μήνες
WP5	100.000 – 180.000 ευρώ	<5 μήνες

Όπως προκύπτει από τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα, το σύνολο των πακέτων εργασίας χαρακτηρίζεται από μέσο κόστος της τάξης των εκατοντάδων χιλιάδων ενώ παράλληλα δεν υπάρχει κανένα πακέτο εργασίας με μέση εκτιμώμενη διάρκεια μικρότερη του τριμήνου. Συνδυαστικά τα παραπάνω στοιχεία, παρουσιάζουν μια ξεκάθαρη αποτύπωση σχετικά με το εύρος των υποθαλάσσιων έργων, τεκμηριώνοντας έτσι τον χαρακτηρισμό τους ως «μεγάλης κλίμακας έργα».

Ολοκληρώνοντας, θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι τα έργα αυτά δεν υλοποιούνται αποκλειστικά και μόνο με χρήση πόρων του οργανισμού, καθώς έχουν υψηλές απαιτήσεις σε ανθρώπινο δυναμικό και υλικούς πόρους κατά την κατασκευή. Για την υποβοήθηση υλοποίησης, σημαντικό μέρος των εργασιών αναλαμβάνεται από εξωτερικούς συνεργάτες, εξειδικευμένους στις ειδικές απαιτήσεις κάθε πακέτου εργασίας, έτσι ώστε αφενός να επιταχυνθεί η διαδικασία υλοποίησης των εργασιών και ταυτόχρονα να βελτιωθεί η ποιότητα των συνοδών παραδοτέων κάθε πακέτου εργασίας.

Η σύναψη συνεργασιών με εξωτερικούς εξειδικευμένους φορείς (outsourcing) αποτελεί μια κλασσική στρατηγική προσέγγιση για επιτάχυνση των χρονοδιαγραμμάτων, η οποία συνδέεται με συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ένα από τα κυριότερα μειονεκτήματα, αποτελεί η συνδυαστική διαχείριση των αποτελεσμάτων και παρακολούθηση της προόδου των εργασιών στους συνεργάτες. Η διαδικασία αυτή είναι, κατά γενική ομολογία, εξαιρετικά σύνθετη όταν πρόκειται να συντονιστεί μεγάλος αριθμός συνεργατών. Τις διαδικασίες συντονισμού, αναλαμβάνει ο φορέας υλοποίησης, ο οποίος σε τακτά χρονικά διαστήματα

«τρέχει» περιοδικούς ελέγχους σχετικά με την πρόοδο των έργων. Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα από τον κάθε έλεγχο επιθεωρούνται και έτσι γίνονται τυχόν ανανεώσεις και αναθεωρήσεις στα επικείμενα χρονοδιαγράμματα.

Κεφάλαιο 5: Χρονικός προγραμματισμός και έλεγχος κατά την υλοποίηση έργου κατασκευής Υποθαλάσσιας Γραμμής Μεταφοράς Υψηλής Τάσης

Όπως σημειώθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση σχετικά με τον χρονικό προγραμματισμό, την ανάπτυξη εκτιμήσεων κόστους αλλά και τις διαδικασίες ελέγχου, για ένα μεγάλο κατασκευαστικό έργο, το οποίο ανήκει στην κατηγορία έργων υποδομής για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας και ειδικότερα εντάσσεται στην κατηγορία των υποθαλάσσιων έργων υποδομής. Στα προηγούμενα μέρη της εργασίας έχουν αποδοθεί τόσο στοιχεία θεωρητικού υποβάθρου σχετικά με τον προγραμματισμό και τον έλεγχο των έργων όσο και στοιχεία σχετικά με την σημασία, την χρησιμότητα αλλά και τις τεχνικές δυσκολίες και απαιτήσεις των υποθαλάσσιων έργων υποδομής για την κατασκευή γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος.

Στο παρόν κεφάλαιο το ενδιαφέρον εστιάζεται στην λεπτομερή παρουσίαση τόσο του χρονικού προγραμματισμού και του εκτιμώμενου κόστους του έργου βάσει του προγραμματισμού αυτού όσο και στα πορίσματα που προέκυψαν κατόπιν ανάλυσης των δεδομένων από τους περιοδικούς ελέγχους προόδου του έργου. Το έργο που επιλέγεται για τους σκοπούς αυτούς, αποτελεί σηματορό για τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος σε ευρωπαϊκό επίπεδο, και αφορά την ηλεκτροδότηση της Νήσου Α, μέσω διασύνδεσης των εκεί τοπικών γραμμών μεταφοράς, με το υπόλοιπες γραμμές μεταφοράς του ΕΣΜΗΕ για την ηπειρωτική Ελλάδα. Η πλήρης υλοποίηση του δικτύου βασίζεται στην ανάπτυξη μίας υποθαλάσσιας όδευσης συνδέοντας το Σημείο Προσγείαλωσης Α με τα δίκτυα του Ηπειρωτικού Τμήματος. Όπως είναι προφανές, τα ακριβή σημεία διασύνδεσης μέσω της γραμμής μεταφοράς, δεν αναφέρονται στην παρούσα εργασία, για λόγους προστασίας των εταιρικών δεδομένων. Ωστόσο, στην Εικόνα 11, δίνεται ο χάρτης με το σύνολο των υποθαλάσσιων γραμμών μεταφοράς που έχουν κατασκευαστεί. Με τον τρόπο αυτό γίνεται αντιληπτός ο τρόπος υποθαλάσσιας διασύνδεσης μεταξύ δύο σημείων προσγείαλωσης Α και Β.

Όπως είναι λογικό το έργο αυτό, αποτελεί επέκταση των υφιστάμενων δικτύων και συνδέεται με επιμέρους έργα ενοποίησης και επέκτασης των δικτύων. Ωστόσο, στην παρούσα εργασία για λόγους έκτασης, η ανάλυση του χρονοδιαγράμματος και του κόστους περιορίζεται για την κατασκευή μόνο του βασικού μέρους του υποθαλάσσιου δικτύου και συγκεκριμένα εκείνου που συνδέει το σημείο προσγείαλωσης Α με το σημείο προσγείαλωσης Β. Η επιλογή αυτή δεν επηρεάζει καθόλου την γενίκευση των πορισμάτων που εξάγονται από τις αναλύσεις των δεδομένων ελέγχου της προόδου.



Εικόνα 11 Υποθαλάσσια τμήματα διασύνδεσης νήσων με το ηπειρωτικό σύστημα

Πηγή: Αρχεία ΑΔΜΗΕ

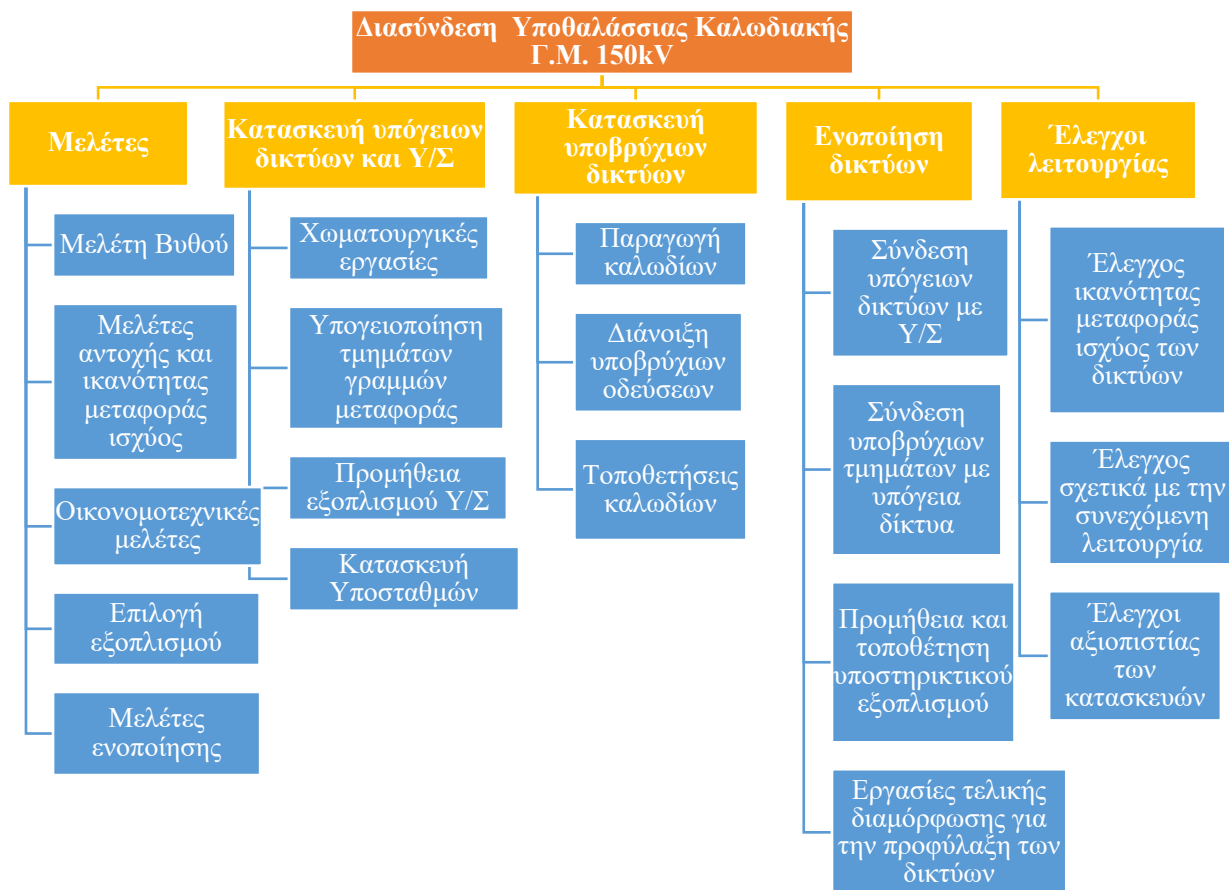
Για την πλήρωση των στόχων του κεφαλαίου, αναπτύσσονται τρεις επιμέρους υπό ενότητες. Στην πρώτη υπό ενότητα παρουσιάζονται με συνοπτικό τρόπο οι αναλυτικές εργασίες που πρέπει να υλοποιηθούν για την ολοκλήρωση του έργου και κατηγοριοποιούνται σε πακέτα εργασίας, αναπτύσσοντας την ιεραρχική δομή (WBS) εκτέλεσης του έργου. Επίσης, δίνονται πίνακες με τα ορόσημα και τα κύρια παραδοτέα του έργου. Στο σημείο αυτό σημειώνεται εκ νέου ότι η ανάπτυξη της WBS στα έργα βασίζεται στην λογική και όχι χρονική κατηγοριοποίηση των εργασιών, ενώ οι αναλυτικές εργασίες ανά πακέτο εργασίας θα πρέπει να συμπεριληφθούν στο αναπτυσσόμενο χρονοδιάγραμμα και να συνδεθούν με τους απαιτούμενους πόρους υλοποίησης προκειμένου να προκύψει εκτίμηση κόστους, στοιχεία τα

οποία δίνονται στην δεύτερη υπό ενότητα του κεφαλαίου. Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παράθεση των δεδομένων που προέκυψαν από τους περιοδικούς ελέγχου προόδου του έργου, υπολογίζοντας τις αντίστοιχες τιμές για τους δείκτες EVM, βάσει των οποίων αναλύονται τα βασικά πορίσματα σχετικά με την πρόοδο και τεκμηριώνονται εμπειρικά τα πιθανότερα αίτια για τις υποκείμενες καθυστερήσεις στα χρονοδιαγράμματα και για τις υπερβάσεις κόστους.

5.1 Πακέτα εργασίας, παραδοτέα και ορόσημα έργου

Όπως έχει ήδη σημειωθεί στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, η ανάπτυξη ενός ορθολογικού χρονοδιαγράμματος για την υλοποίηση έργων, απαιτεί σε πρώτη φάση τον προσδιορισμό του φυσικού αντικείμενου καθώς και την διάσπαση αυτού σε επιμέρους τμήματα, τα οποία είναι μικρότερου εύρους και ως εκ τούτου ευκολότερα διαχειρίσιμα. Τα τμήματα αυτά ονομάζονται πακέτα εργασίας. Τα πακέτα εργασίας διασπώνται σε αναλυτικές εργασίες, με βάση τις οποίες αναπτύσσονται τα χρονοδιαγράμματα υλοποίησης και υπολογίζονται τα αναμενόμενα κόστη για την επίτευξη των στόχων τους, ανάλογα με την απαιτούμενη χρήση υλικών και άυλων πόρων.

Το έργο που έχει επιλεγεί προς μελέτη στην παρούσα εργασία, είναι μεγάλης κλίμακας, και ως εκ τούτου αποτελείται από πληθώρα πακέτων εργασίας, αναλυτικών εργασιών και αντίστοιχων επιμέρους παραδοτέων, τα οποία συνθέτουν το τελικό παραδοτέο που είναι η πλήρης κατασκευή του εν θέματι έργου διασύνδεσης. Στο πλαίσιο της εργασίας, παρουσιάζονται ευσύννοπα τα βασικά πακέτα εργασίας και οι αντίστοιχες αναλυτικές εργασίες. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην εργασία είναι μόνο ένα μέρος του συνολικού πλάνου έργου, το οποίο δεν επιλέγεται να αναλυθεί με βάση την εκτενή μορφή του, για λόγους εμπιστευτικότητας των δεδομένων του οργανισμού καθώς και για λόγους έκτασης της συγκεκριμένης εργασίας. Στο Σχήμα 3, παρουσιάζεται η ιεραρχική δομή αποσύνθεσης του παρόντος έργου, με βάση την οποία προκύπτει πως το συνολικό φυσικό αντικείμενο του έργου αναλύεται σε πέντε (5) επιμέρους μεγάλα πακέτα εργασίας. Στο σημείο αυτό σημειώνεται ότι το πλήθος αναλυτικών εργασιών που παρουσιάζεται ανά πακέτο είναι ενδεικτικό και δεν ταυτίζεται με το πραγματικά συνολικό εύρος εργασιών, το οποίο είναι σαφώς πολύ πιο λεπτομερές, χάριν υποστήριξης ανάπτυξης λεπτομερών χρονοδιαγραμμάτων. Η επιλογή αυτή έγινε με γνώμονα την διασφάλιση της προστασίας δεδομένων του οργανισμού.



Σχήμα 3 Συνοπτική ιεραρχική δομή εργασιών για το έργο διασύνδεσης Υποθαλάσσιας Καλωδιακής Γ.Μ. 150kV

Τα παραπάνω πακέτα εργασίας καθώς και οι αντίστοιχες αναλυτικές εργασίες, συνδέονται με συγκεκριμένα παραδοτέα, τα οποία μπορεί να είναι ή και περισσότερα ανά πακέτο εργασίας. Η ανάπτυξη, η παράδοση και ο έλεγχος του συνόλου των παραδοτέων είναι υποχρεωτικές διαδικασίες προκειμένου το έργο να ολοκληρωθεί επιτυχώς.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα ενότητα, παρατίθενται ο Πίνακας 6, στον οποίον παρουσιάζονται τα βασικά ορόσημα για το έργο διασύνδεσης Υποθαλάσσιας Καλωδιακής Γ.Μ. 150kV. Ο ρόλος των οροσήμων είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την ποσοτικοποίηση της προόδου των εργασιών στα έργα. Συγκεκριμένα, τα ορόσημα αποτελούν συγκεκριμένα χρονικά σημεία, κατά τα οποία θα πρέπει να έχουν επιτευχθεί συγκεκριμένοι στόχοι ή να έχουν ολοκληρωθεί συγκεκριμένα μέρη εργασιών. Όπως και στην παρουσίαση των παραπάνω στοιχείων σχετικά με το έργο, έτσι και για την λίστα οροσήμων, επιλέγεται η παράθεση μιας συνοπτικής λίστας σε σχέση με την πραγματική λίστα οροσήμων, για λόγους έκτασης της εργασίας.

Πίνακας 6 Βασικά ορόσημα του έργου σύμφωνα με τον αρχικό προγραμματισμό

Ορόσημο	Εκτιμώμενη διάρκεια επίτευξης
Ολοκλήρωση μελετών	Έως 2 μήνες από την επίσημη έναρξη του έργου
Ολοκλήρωση υποθαλάσσιων οδεύσεων	Έως 3 μήνες από την επίσημη αποδοχή των υποθαλάσσιων μελετών
Τοποθέτηση καλωδίων στις υποθαλάσσιες οδεύσεις	Έως 2 μήνες από την επίσημη ολοκλήρωση των υποθαλάσσιων οδεύσεων
Ολοκλήρωση διασύνδεσης των υποθαλάσσιων δικτύων με τους Υ/Σ στα τοπικά δίκτυα της Ηπειρωτικής χώρας	Έως 7 μήνες από την επίσημη ολοκλήρωση τοποθέτησης των καλωδίων στις υποθαλάσσιες οδεύσεις
Ολοκλήρωση ελέγχων λειτουργικότητας του συνολικά διασυνδεδεμένου δικτύου	Έως 12 μήνες από την επίσημη έναρξη του έργου

5.2 Χρονικός προγραμματισμός και εκτιμώμενο κόστος έργου

Η παρούσα ενότητα αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέρος της εργασίας, καθώς παρακάτω παρατίθενται βασικά στοιχεία του έργου αναφορικά με τον χρονικό προγραμματισμό, τους απαιτούμενους πόρους υλοποίησης των αναλυτικών εργασιών που έχουν οριστεί και κατ' επέκταση την εκτίμηση του κόστους του έργου. Ο προσδιορισμός των παραπάνω γίνεται με χρήση του λογισμικού MS Project, το οποίο αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο εργαλείο στην διοίκηση έργων.

Ως πρώτο βήμα, τα πακέτα εργασίας καθώς και οι αναλυτικές εργασίες που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3, τοποθετούνται στο λογισμικό MS Project. Έχοντας καταχωρήσει το σύνολο των εργασιών στο λογισμικό, παρέχεται η δυνατότητα ανάπτυξης του χρονοδιαγράμματος του έργου. Για την ανάπτυξη του χρονοδιαγράμματος χρειάζονται δύο επιμέρους στάδια, αρχικά η τοποθέτηση περιορισμών και εξαρτήσεων μεταξύ των επιμέρους αναλυτικών εργασιών σε κάθε πακέτο εργασίας και αφετέρου η τοποθέτηση εκτιμήσεων αναφορικά με τον αναμενόμενο χρόνο που θα διαρκέσει κάθε αναλυτική εργασία έως ότου ολοκληρωθεί πλήρως. Κατά γενική ομολογία η διαδικασία ανάπτυξης προβλέψεων σχετικά με τον αναμενόμενο χρόνο των αναλυτικών αποτελεί μια εξαιρετικά σύνθετη διαδικασία, η οποία επαφίεται εν πολλοίς στην εμπειρία των υπευθύνων σχεδιασμού, σε παρόμοιας δυσκολίας και κλίμακας έργα. Τα παραπάνω στοιχεία, έχουν αναφερθεί και στο θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας. Με στόχο την ανάπτυξη των βέλτιστων δυνατών προβλέψεων σε σχέση με την αναμενόμενη διάρκεια, ο φορέας υλοποίησης του έργου υλοποιεί πολλαπλά σενάρια, εξετάζοντας

διαφορετικές παραμέτρους επιρροής. Στην συνέχεια, χρησιμοποιεί την μέθοδο PERT, βάσει της οποίας λαμβάνεται μια σταθμισμένη εκτίμηση αναφορικά με τον χρόνο, λαμβάνοντας υπόψιν τρία βασικά σενάρια: το πιο αισιόδοξο, το πιο απαισιόδοξο και το πιο πιθανό σενάριο. Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν οι εκτιμήσεις για κάθε αναλυτική εργασία, οι οποίες σε περιπτώσεις που κρίνεται αναγκαίο διορθώνονται με βάση εμπειρικά δεδομένα του οργανισμού.

Έχοντας προσδιορίσει τους αναμενόμενους χρόνους για κάθε εργασία, στο επόμενο στάδιο δημιουργούνται οι χρονικοί περιορισμοί μεταξύ των αναλυτικών εργασιών. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για μια λογική ανάπτυξης αλληλουχιών και σειράς προτεραιότητας μεταξύ των εργασιών, η οποία υποδεικνύει την ρεαλιστική αδυναμία εκκίνησης ή ολοκλήρωσης μιας συγκεκριμένης εργασίας πριν ή μετά την εκκίνηση ή ολοκλήρωση μίας άλλης. Το σύνολο των δυνητικών περιορισμών που μπορεί να προκύψει έχει συζητηθεί στο θεωρητικό υπόβαθρο, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι το MS Project παρέχει την δυνατότητα απεικόνισης όλων των εν λόγω περιορισμών.

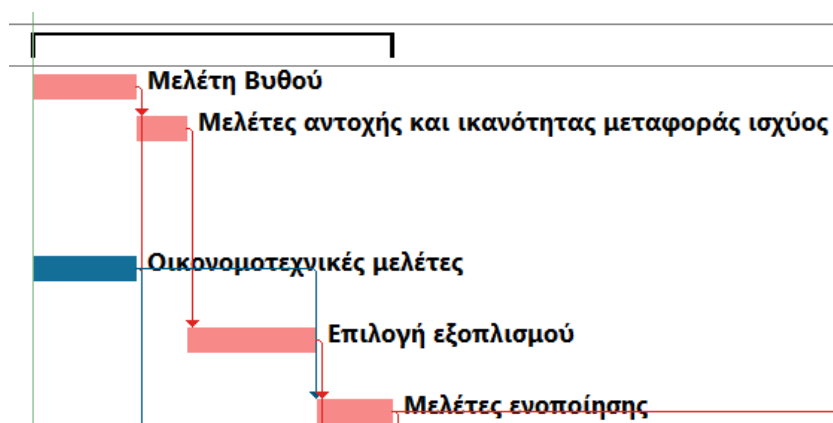
Ολοκληρώνοντας την τοποθέτηση των εκτιμήσεων χρονικής διάρκειας και εξαρτήσεων μεταξύ των αναλυτικών εργασιών, το λογισμικό πακέτο αναπτύσσει αυτόματα ένα διάγραμμα Gantt, το οποίο στην πραγματικότητα αποτελεί τον χρονικό ορίζοντα υλοποίησης του έργου. Κάνοντας χρήση πραγματικών δεδομένων του οργανισμού για την συμπλήρωση των αναμενόμενων χρόνων υλοποίησης καθώς και για τον προσδιορισμό των εξαρτήσεων, προκύπτει το διάγραμμα Gantt που παρουσιάζεται στα κάτωθι σχήματα. Στο σημεία αυτό, θα πρέπει εκ νέου να υπογραμμιστεί ότι για λόγους προστασίας δεδομένων του οργανισμού, τα στοιχεία που παρουσιάζονται είναι ελαφρώς παραποιημένα, χωρίς όμως να επηρεάζεται καθόλου η σκοπιμότητα και οι στόχοι της εργασίας.

Στην πραγματικότητα, τα Σχήματα 4, 5, 6 και 7 αποτυπώνουν τον χρονικό προγραμματισμό των αναλυτικών εργασιών σε κάθε πακέτο εργασίας, σύμφωνα με την WBS που δόθηκε παραπάνω. Ο συνδυασμός των εν λόγω σχημάτων οδηγεί στην ανάπτυξη του τελικού χρονοδιαγράμματος υλοποίησης του έργου. Στο πλαίσιο της εργασίας επιλέγεται η παρουσίαση των διαγραμμάτων Gantt, σε διαφορετικά σχήματα για κάθε πακέτο εργασίας, για λόγους καλύτερης παρουσίασης αλλά και υποστήριξης των ελέγχων προόδου, οι οποίοι παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα του κεφαλαίου.

Στα κάτωθι σχήματα, με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι κρίσιμες αναλυτικές εργασίες κάθε πακέτου και με μπλε χρώμα οι μη κρίσιμες. Με τον όρο «κρίσιμη εργασία» νοείται η εργασία

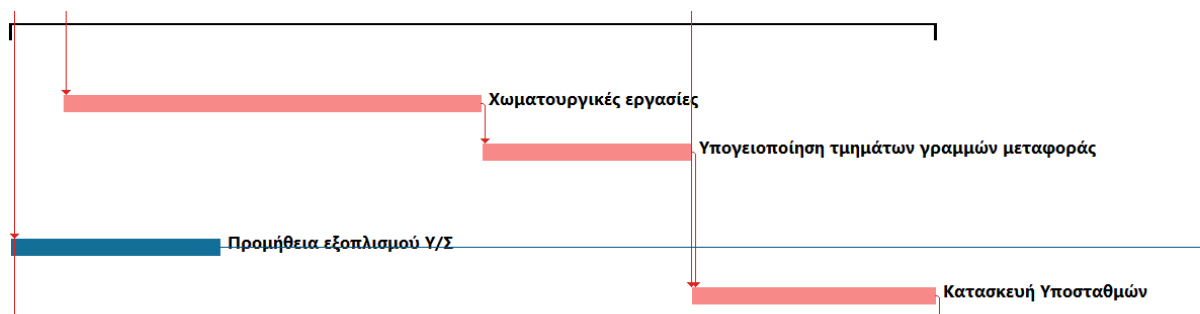
που ανήκει στην κρίσιμη διαδρομή και ως εκ τούτου δεν έχει καθόλου χρονικό περιθώριο να καθυστερήσει την έναρξη και την ολοκλήρωση της. Τυχόν καθυστερήσεις στις κρίσιμες εργασίες σημαίνουν αυτόματα την συνολικότερη καθυστέρηση του έργου και συνδέονται πιθανότατα με υπερβάσεις κόστους, λόγω αυξημένης χρήσης των υλικών και άυλων πόρων.

Στο Σχήμα 4, δίνονται οι αναλυτικές εργασίες για την υλοποίηση του πρώτου πακέτου εργασίας, ήτοι της εκπόνησης των μελετών. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, οι μελέτες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην μετέπειτα εξέλιξη και αποτελεσματική υλοποίηση του έργου. Επίσης, από χρονικής σκοπιάς, αποδεικνύονται επίσης εξαιρετικά σημαντικές, καθώς τέσσερις από τις πέντε αναλυτικές εργασίες στο πακέτο των μελετών ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή του έργου (συμβολισμός με κόκκινο χρώμα), γεγονός που σημαίνει ότι τυχόν καθυστέρηση σε αυτές αναμένεται να επιφέρει καθυστέρηση στο έργο συνολικά.



Σχήμα 4 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας των μελετών

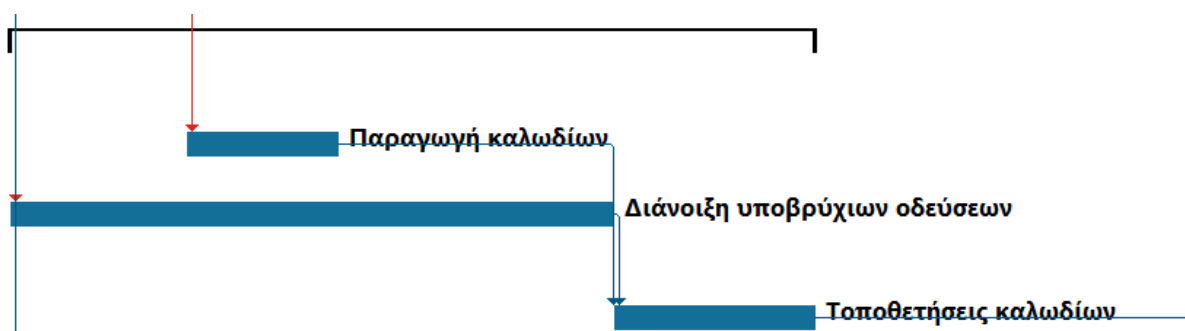
Κατά αντιστοιχία με το πρώτο πακέτο εργασίας, οι αναλυτικές εργασίες του δεύτερου πακέτου φαίνεται να είναι επίσης καθοριστικές για την συνολική πορεία του έργου, καθώς και σε αυτή την περίπτωση ο προγραμματισμός καταδεικνύει ότι οι τρεις εργασίες από τις τέσσερις βρίσκονται επίσης στην συνολική κρίσιμη διαδρομή του έργου.



Σχήμα 5 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας των κατασκευών υπόγειων δικτύων και Υ/Σ

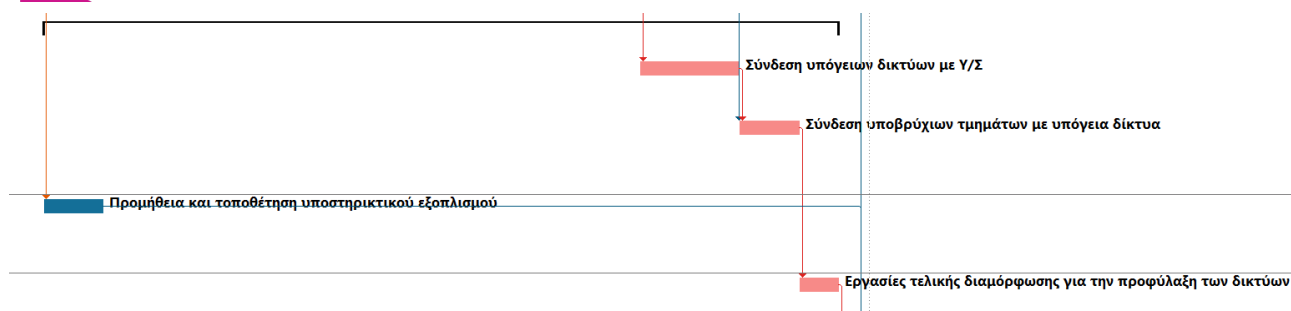
Στο Σχήμα 6 δίνεται ο χρονικός προγραμματισμός των εργασιών για το πακέτο εργασίας που αφορά την κατασκευή των υποβρύχιων – υποθαλάσσιων τμημάτων του συνολικού δικτύου. Το ενδιαφέρον σε αυτή την περίπτωση είναι ότι βάση του χρονικού προγραμματισμού το σύνολο των εργασιών αυτών δεν ανήκει στην κρίσιμη διαδρομή του έργου. Αυτό σημαίνει ότι για τις εργασίες αυτές μικρού εύρους χρονικές καθυστερήσεις, δεν έχουν άμεση επίδραση στην συνολική διάρκεια κατασκευής του έργου.

Όπως είναι προφανές η επίτευξη μιας τέτοιας ευέλικτης δομής προγραμματισμού των εργασιών σχετικά με την κατασκευή του υποβρυχίου μέρους, αποτελεί μέρος του στρατηγικού σχεδιασμού του έργου. Με πιο απλά λόγια, ο υπεύθυνος φορέας αναγνωρίζοντας τις τεχνικές δυσκολίες και την πιθανότητα εμφάνισης απρόοπτων συνθηκών κατά την εκτέλεση των εν λόγω εργασιών επιλέγει τεχνηέντως μια πιο ελαστική προσέγγιση προγραμματισμού, εξασφαλίζοντας την μη απόκλιση του έργου από τους στόχους του, λόγω τυχόν καθυστερήσεων υλοποίησης του υποβρυχίου μέρους.



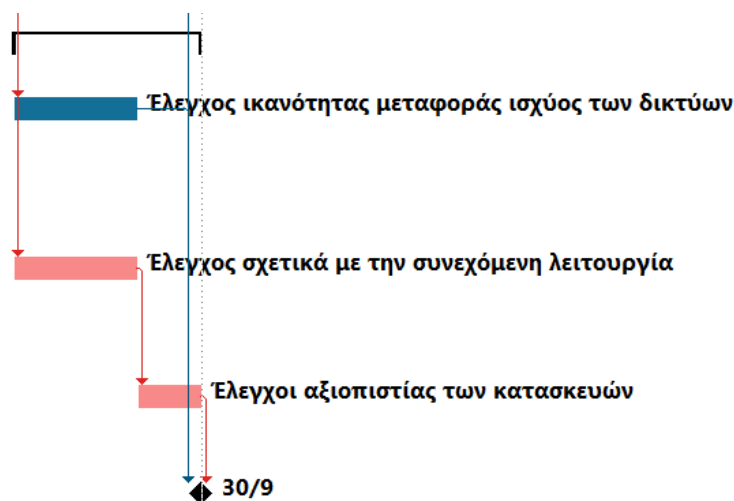
Σχήμα 6 Χρονικός προγραμματισμός των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας της κατασκευής υποβρυχίων δικτύων

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται ο χρονικός προγραμματισμός των εργασιών σχετικά με την ενοποίηση των υποβρύχιων και των υπογείων τμημάτων του δικτύου, βάσει των οποίων επιτυγχάνεται τελικά και η διασύνδεση του εγκατεστημένου δικτύου της Νήσου Α με το υπόλοιπο δίκτυο του ΕΣΜΗΕ. Στις εργασίες διασύνδεσης τόσο ο φορέας υλοποίησης όσο και οι εξωτερικοί συνεργάτες που εμπλέκονται κατά την υλοποίηση έχουν μακροχρόνια εμπειρία, γεγονός που οδηγεί σε πιο αυστηρό προγραμματισμό, βάσει του οποίου η πλειοψηφία των εργασιών προκύπτει να είναι μέρος της κρίσιμης διαδρομής υλοποίησης του έργου.



Σχήμα 7 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας της ενοποίησης υποβρυχίων και υπογείων δικτύων

Τέλος, στο Σχήμα 8 δίνονται οι εργασίες για το τελευταίο τμήμα υλοποίησης του έργου, κατά το οποίο λαμβάνουν χώρα έλεγχοι σχετικά με την αποτελεσματικότητα του δικτύου σχετικά με την μεταφορά ενέργειας από το βασικό τμήμα του ΕΣΜΗΕ στο νέο διασυνδεδεμένο τμήμα. Το εν λόγω πακέτο είναι υψίστης σημασίας, καθώς βάσει των αποτελεσμάτων από τους ελέγχους αξιολογείται συνολικά η αποτελεσματικότητα του έργου.



Σχήμα 8 Χρονικός προγραμματισμών των αναλυτικών εργασιών στο πακέτο εργασίας του ελέγχου λειτουργικότητας των κατασκευών

Έχοντας ολοκληρώσει με την ανάπτυξη και την παρουσίαση των χρονοδιαγραμμάτων ανά πακέτο εργασίας, η ανάλυση συνεχίζεται στο επόμενο βασικό μέρος του προγραμματισμού το οποίο αφορά την τεκμηριωμένη εκτίμηση σχετικά με το κόστος. Αναφορικά με το κόστος, υπολογίζεται αφενός το συνολικό εκτιμώμενο κόστος και αφετέρου ο ρυθμός άντλησης των κεφαλαίων συγκριτικά με την προοδευτική εξέλιξη των εργασιών. Τα δύο αυτά στοιχεία αποτελούν μέρος της διαδικασίας προγραμματισμού και εκτίμησης κόστους. Μόλις έχει αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο πλάνο για το κόστος όλων πακέτων εργασίας, οι οργανισμοί καλούνται να αξιολογήσουν αν είναι προτιμότερο να υλοποιήσουν το κάθε πακέτο με ιδίους πόρους ή αν θα πρέπει να απευθυνθούν σε εξωτερικούς συνεργάτες. Η επιλογή των εξωτερικών

συνεργατών, θεωρείται κατά κύριο λόγο πιο συμφέρουσα οικονομικά, όταν πρόκειται για την υλοποίηση ιδιαίτερα εξειδικευμένων πακέτων εργασίας, για τα οποία ο φορέας υλοποίησης έχει περιορισμένη εμπειρία έναντι του συνεργάτη, η οποία οδηγεί πιθανότατα στην ανάπτυξη επιπρόσθετου κόστους υλοποίησης (overheads).

Η διαδικασία εκτίμησης του κόστους, βασίζεται στις προγραμματισμένες αναλυτικές εργασίες, αναθέτοντας σε κάθε μία από αυτές όλους τους απαιτούμενους υλικούς και άυλους πόρους. Κάθε μία κατηγορία πόρων συνοδεύεται από το αντίστοιχο κόστος χρήσης, το οποίο εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά χρόνο χρήσης. Ο χρόνος χρήσης στην περίπτωση των ανθρώπινων πόρων ονομάζεται ανθρωποώρα ή ανθρωπομήνας, ανάλογα με το πως χρεώνεται η προσπάθεια κάθε ανθρώπου. Ενώ, όσον αφορά τους υλικούς πόρους, αυτοί συνήθως συνοδεύονται με ορισμένα πάγια κόστη, σε μηνιαία συνήθως βάση, τα οποία επιβαρύνουν τα πακέτα εργασιών που κάνουν χρήση των αντίστοιχων πόρων.

Ακολουθώντας αναλυτικές μεθόδους για τον προσδιορισμό της απαιτούμενης χρήσης κάθε κατηγορίας πόρων και αναθέτοντας πόρους σε κάθε εργασία, προκύπτει το κόστος των αναλυτικών εργασιών, το άθροισμα των οποίων οδηγεί στον συνολικό προϋπολογισμό του έργου. Στο σημείο αυτό καταγράφεται ότι σε μεγάλα έργα, αποτελεί εμπειρικό κανόνα η προσαύξηση του αναλυτικού προϋπολογισμού κατά ένα μικρό ποσοστό, το οποίο θα είναι ικανό να καλύψει τυχόν αποκλίσεις λόγω μη προγραμματισμένων γεγονότων και ρίσκων, τα οποία έχουν σημαντική πιθανότητα εμφάνισης σε μεγάλης κλίμακας έργα. Η ανάλυση όλων των παραπάνω στοιχείων, σε συνδυασμό με την αξιολόγηση της τεχνικής εμπειρίας του φορέα ως προς την πλήρωση των απαιτήσεων κάθε πακέτου εργασίας, δύναται να οδηγήσει σε αποφάσεις ανάθεσης μέρους ή του συνόλου των εργασιών ενός πακέτου σε εξωτερικούς συνεργάτες.

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζεται το συνολικό κόστος ανά εργασία, όπως αυτό προέκυψε κατόπιν της ανάθεσης εργασιών σε συγκεκριμένους ανθρώπινους πόρους καθώς και την σύνδεση με τα επιπρόσθετα κόστη χρήσης εξοπλισμού και τα πάγια κόστη. Τα κόστη που παρουσιάζονται στον πίνακα αφορούν την κατασκευή μέρους του συνολικού έργου, με συνολική έκταση ίση με 3,5 χιλιόμετρα. Βάσει του συνολικού κόστους για την συγκεκριμένη χιλιομετρική απόσταση μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ανά χιλιόμετρο κατασκευής υποθαλάσσιου τμήματος, το κόστος ανέρχεται περίπου στο ένα εκατομμύριο ευρώ. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι για την κατασκευή της συνολικής έκτασης της γραμμής που μελετάται στην παρούσα εργασία, η οποία έχει μήκος ίσο με 21 χιλιόμετρα, περίπου, το συνολικό κόστος αναμένεται να φτάσει τα 21 εκατομμύρια ευρώ.

Στο σημείο αυτό αναφέρεται ότι ένα σημαντικό μέρος από τις παρακάτω εργασίες υλοποιούνται μέσω σύναψης συμβάσεων με εξειδικευμένους εξωτερικούς συνεργάτες, καθώς το σενάριο αυτό προκύπτει ως βέλτιστο τόσο από πλευράς μείωσης του απαιτούμενου κόστους υλοποίησης με ίδιους πόρους όσο και του αναμενόμενου χρόνου ή της ποιότητας των παραδοτέων. Κατά συνέπεια το κόστος που αναφέρεται στις εν λόγω εργασίες, αποτελεί συμβατική δέσμευση μεταξύ των εταίρων, των οποίων η ονομασία δεν αναγράφεται για λόγους προστασίας εταιρικών δεδομένων.

Επιπρόσθετα, στην πλειοψηφία των εργασιών έχει συμμετοχή και ο ίδιος ο φορέας υλοποίησης, για λόγους εξασφάλισης της ομαλής υλοποίηση των προβλεπόμενων και της ορθολογικής απορρόφησης των δαπανών. Ενώ, οι εργασίες με έντονο στρατηγικό ενδιαφέρον (όπως για παράδειγμα οι μελέτες και οι οικονομοτεχνικές αναλύσεις) επιλέγεται να υλοποιούνται εσωτερικά στον οργανισμό για λόγους αποφυγής διάχυσης εξειδικευμένης τεχνικής γνώσης. Επίσης, οι έλεγχοι επί της προόδου του έργου υλοποιούνται με ίδιους πόρους του φορέα.

Επεκτείνοντας την παραπάνω ανάλυση σημειώνουμε ότι τα κόστη που δίνονται στον Πίνακα 7, αποτελούν άθροισμα της κοστολόγησης των ιδίων πόρων και των συμβατικών μερών με τους εξωτερικούς συνεργάτες, σε περίπτωση που υπάρχει ταυτόχρονη συμμετοχή του φορέα και των εξωτερικών συνεργατών σε ορισμένα πακέτα εργασίας. Ενώ, στα πακέτα που υλοποιούνται είτε από τον φορέα είτε από εξωτερικούς συνεργάτες εξ' ολοκλήρου, το κόστος των εργασιών προκύπτει από κοστολογήσεις χρήσης των ιδίων πόρων ή από τα συμβατικά μέρη των αναθέσεων, αντιστοίχως.

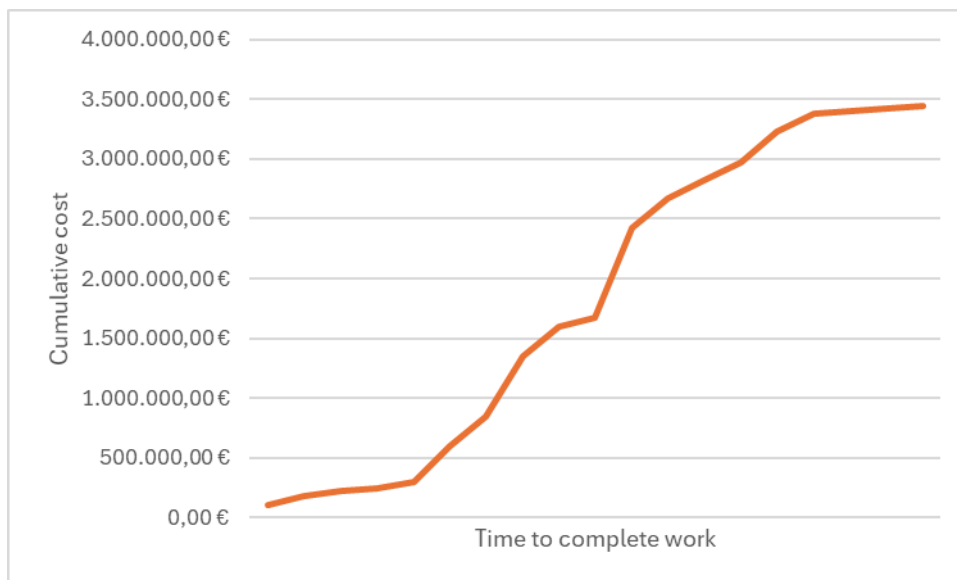
Πίνακας 7 Υπολογισμός ενδεικτικού κόστους υλοποίησης (για 3,5 χιλιόμετρα υποθαλάσσιας γραμμής) ανά πακέτο εργασίας

Αναλυτικές εργασίες	Budget Cost
a. Μελέτες	300.000,00 €
Μελέτη Βυθού	100.000,00 €
Μελέτες αντοχής και ικανότητας μεταφοράς ισχύος	75.000,00 €
Οικονομοτεχνικές μελέτες	50.000,00 €
Επιλογή εξοπλισμού	25.000,00 €
Μελέτες ενοποίησης	50.000,00 €

b. Κατασκευή υπόγειων δικτύων και Υ/Σ	1.300.000,00 €
Χωματουργικές εργασίες	300.000,00 €
Υπογειοποίηση τμημάτων γραμμών μεταφοράς	250.000,00 €
Προμήθεια εξοπλισμού Υ/Σ	500.000,00 €
Κατασκευή Υποσταθμών	250.000,00 €
c. Κατασκευή υποβρύχιων δικτύων	1.075.000,00 €
Παραγωγή καλωδίων	75.000,00 €
Διάνοιξη υποβρύχιων οδεύσεων	750.000,00 €
Τοποθετήσεις καλωδίων	250.000,00 €
d. Ενοποίηση δικτύων	700.000,00 €
Σύνδεση υπόγειων δικτύων με Υ/Σ	150.000,00 €
Σύνδεση υποβρύχιων τμημάτων με υπόγεια δίκτυα	150.000,00 €
Προμήθεια και τοποθέτηση υποστηρικτικού εξοπλισμού	250.000,00 €
Εργασίες τελικής διαμόρφωσης για την προφύλαξη των δικτύων	150.000,00 €
e. Έλεγχοι λειτουργίας	70.000,00 €
Έλεγχος ικανότητας μεταφοράς ισχύος των δικτύων	30.000,00 €
Έλεγχος σχετικά με την συνεχόμενη λειτουργία	20.000,00 €
Έλεγχοι αξιοπιστίας των κατασκευών	20.000,00 €
Συνολικό εκτιμώμενο κόστος υλοποίησης	3.445.000,00 €

Ολοκληρώνοντας την παρούσα ενότητα, παραθέτουμε το Σχήμα 9, το οποίο προκύπτει συνδυάζοντας τα στοιχεία σχετικά με το κόστος και τον αναμενόμενο χρόνο υλοποίησης. Παράλληλα, σημειώνεται ότι η επιλογή παρουσίασης των στοιχείων κόστους, τόσο στον Πίνακα 7 όσο και στο Σχήμα 9, για 3,5 περίπου χιλιόμετρα έργου και όχι για την συνολική έκταση, έγινε λόγω του ότι τα πακέτα εργασίας και τα κόστη είναι εντελώς παρεμφερή και για τα υπόλοιπα τμήματα κατασκευής, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το κόστος προκύπτει ως συνάρτηση της χιλιομετρικής απόστασης. Με πιο απλά λόγια, η συνολική

έκταση του έργου (περίπου 21 χιλιόμετρα) διαμοιράζεται σε 6 επιμέρους ισομήκη τμήματα (της τάξης των 3.5 χιλιομέτρων περίπου), των οποίων τα πακέτα εργασίας είναι εντελώς παρόμοια και εκτελούνται παράλληλα, χωρίς παρεμβάσεις μεταξύ τους. Για λόγους συντομίας, παρουσιάζονται τα κοστολογικά στοιχεία μόνο για το ένα από τα έξι όμοια τμήματα του έργου.



Σχήμα 9 Προσέγγιση κόστους υλοποίησης έργου συναρτήσει των προγραμματισμένων εργασιών

5.3 Έλεγχοι προόδου και υπολογισμός δεικτών EVM για το έργο

Έχοντας παρουσιάσει τα κυριότερα σημεία αναφορικά με τον χρονικό προγραμματισμό και το εκτιμώμενο κόστος υλοποίησης του έργου ενδιαφέροντος, στην παρούσα ενότητα εστιάζουμε στην εξέταση της προόδου του έργου, η οποία προσδιορίζεται σε ορισμένα χρονικά σημεία, στα οποία γίνονται έλεγχοι αναφορικά με την πρόοδο των προγραμματισμένων εργασιών και ποσοτικοποιείται το ποσοστό ολοκλήρωσης τους. Με βάση τα ποσοστά ολοκλήρωσης των εργασιών που προκύπτουν από την διαδικασία ελέγχων, δύναται να υπολογιστούν οι δείκτες EVM για το έργο, οι οποίοι όπως έχει ήδη σημειωθεί κατά το θεωρητικό υπόβαθρο, αποτελούν αξιόπιστο εργαλείο τεκμηρίωσης της προόδου των εργασιών τόσο από χρονικής πλευράς όσο και από την πλευρά του κόστους.

Με δεδομένο ότι βάσει του χρονικού προγραμματισμού το έργο αναμένεται να διαρκέσει περίπου 10 με 12 μήνες έως την πλήρη υλοποίηση του, ο φορέας υλοποίησης επιλέγει την διεξαγωγή μαζικών ελέγχων και την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων σε μηνιαία βάση. Με τον τρόπο αυτό, οι δείκτες EVM δύναται να υπολογιστούν 12 φορές κατά την διάρκεια του έργου. Ωστόσο, για λόγους έκτασης της παρούσας εργασίας, επιλέγεται η συγκέντρωση

των αποτελεσμάτων ελέγχου σε δύο βασικές φάσεις: τον αρχικό έλεγχο προόδου, ο οποίος αφορά τον έλεγχο των εργασιών για το πρώτο τετράμηνο υλοποίησης και τον ενδιάμεσο έλεγχο προόδου, ο οποίος αφορά την πρόοδο των εργασιών από την ολοκλήρωση του πρώτου διαστήματος έως και ένα τετράμηνο μετά, ήτοι συνολικά 8 μήνες από την επίσημη έναρξη του έργου.

Τα αποτελέσματα των προόδων παρουσιάζονται στις δύο επόμενες υπό-ενότητες, ενώ στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου συνοψίζονται τα κύρια πορίσματα που προκύπτουν από τους ελέγχους αυτούς. Το σύνολο των αποτελεσμάτων βασίζεται στον υπολογισμό συγκεκριμένων δεικτών EVM, ο υπολογισμός των οποίων υποστηρίζεται από το λογισμικά MS Project και MS Excel.

Ειδικότερα, οι δείκτες που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής: SPI, SV, CPI, CV, EAC και VAC. Οι δύο πρώτοι δείκτες αφορούν την ποσοτικοποίηση απόκλισης του χρόνου υλοποίησης των προγραμματισμένων εργασιών από το αρχικό χρονοδιάγραμμα, οι επόμενοι δύο δείκτες αφορούν την ποσοτικοποίηση αποκλίσεων κόστους για τις συγκεκριμένες εργασίες και οι δύο τελευταίοι δείκτες αφορούν πρόβλεψη σχετικά με την εξέλιξη της πορείας του έργου από το χρονικό σημείο στο οποίο λαμβάνει χώρα ο έλεγχος και μέχρι την προγραμματισμένη παράδοση του συνόλου των εργασιών. Χρησιμοποιώντας τους παραπάνω δείκτες, δίνεται μια ολιστική προσέγγιση τόσο ως προς την πραγματική πρόοδο όσο και ως προς την αναμενόμενη εξέλιξη του έργου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η δείκτες που αφορούν την πρόβλεψη εξέλιξης, βασίζονται στην παραδοχή ότι οι δείκτες απόκλισης χρόνου (SPI) και κόστους (CPI) έχουν σταθερή τιμή για όλο το έργο και ίση με αυτή που υπολογίσθηκε κατά το χρονικό διάστημα του ελέγχου. Αυτή η προσέγγιση, επικυρώνεται σε αρκετές περιπτώσεις εμπειρικά, ωστόσο υπάρχει πιθανότητα μεταβολή των SPI και CPI, η οποία θα πρέπει να ελέγχεται με στόχο την αξιοπιστία των προβλέψεων ολοκλήρωσης μέσω των τιμών EAC και VAC.

5.3.1 Αρχικός έλεγχος προόδου

Στον Πίνακα 8 δίνονται τα αποτελέσματα προόδου, αναφορικά με την πρώτη περίοδο ελέγχου. Η πρώτη περίοδος αφορά το χρονικό διάστημα από την επίσημη έναρξη των εργασιών έως και 4 μήνες μετά. Σύμφωνα με το επικυρωμένο πλάνο εργασιών (χρονοδιάγραμμα), το οποίο παρουσιάζεται στην παραπάνω ενότητα, κατά τον πρώτο χρόνο είχε προγραμματιστεί η υλοποίηση ολόκληρου του πρώτου πακέτου εργασίας (μελέτες) καθώς και η έναρξη μέρους των εργασιών (περίπου 15% των συνολικά απαιτούμενων εργασιών) του δεύτερου πακέτου

εργασίας (κατασκευή υποβρύχιων – υποθαλάσσιων δικτύων). Σύμφωνα με τα παραπάνω, διαπιστώνουμε ότι ο έλεγχος στο εν λόγω χρονικό σημείο, αφορά το ποσοστό ολοκλήρωσης των προγραμματισμένων εργασιών και μόνο, χωρίς να επεκτείνεται σε εργασίες που δεν είχαν προγραμματιστεί για έναρξη εντός του πρώτου έτους.

Πίνακας 8 Υπολογισμός δεικτών EVM για τον αρχικό έλεγχο προόδου του έργου

Δείκτης EVM	Τιμή δείκτη	Συνοπτικός σχολιασμός
SPI	-80.000	Οι παραπάνω τιμές καταδεικνύουν χρονική υπέρβαση των προγραμματισμένων εργασιών .
SV	0,838	
CPI	-20.000	Οι δείκτες του κόστους καταδεικνύουν ελαφρά απόκλιση του κόστους, σχετικά με το αρχικά προγραμματισμένο για τις συγκεκριμένες εργασίες. Οι υπερβάσεις κόστους είναι μικρότερες συγκριτικά με τις υπερβάσεις χρόνου.
CV	0,954	
EAC	3.611.111,11	Υπό την παραδοχή ότι οι τιμές των δεικτών SV και CV, θα είναι παρόμοιες με τις παραπάνω, το έργο αναμένεται να έχει μια συνολική υπέρβαση κόστους της τάξης των 165 χιλιάδων ευρώ
VAC	166.111,11	

5.3.2 Ενδιάμεσος έλεγχος προόδου

Στον Πίνακα 9 δίνονται τα αποτελέσματα προόδου, αναφορικά με την ενδιάμεση περίοδο ελέγχου. Η περίοδος αυτή αφορά το χρονικό διάστημα από την επίσημη ολοκλήρωση της πρώτης περιόδου ελέγχου έως και 4 μήνες μετά. Σύμφωνα με το επικυρωμένο πλάνο εργασιών (χρονοδιάγραμμα), κατά τους πρώτους 8 μήνες είχε προγραμματιστεί η υλοποίηση ολόκληρων των τριών πρώτων πακέτων εργασίας καθώς επίσης και εκκίνηση του τέταρτου πακέτου εργασίας και ολοκλήρωσή του σε ποσοστό εργασιών περίπου 25%. Σύμφωνα με τα παραπάνω, διαπιστώνουμε ότι ο έλεγχος στο εν λόγω χρονικό σημείο, αφορά το ποσοστό ολοκλήρωσης των προγραμματισμένων εργασιών και μόνο, χωρίς να επεκτείνεται σε εργασίες που δεν είχαν προγραμματιστεί για έναρξη εντός του πρώτου έτους.

Πίνακας 9 Υπολογισμός δεικτών EVM για τον ενδιάμεσο έλεγχο προόδου του έργου

Δείκτης EVM	Τιμή δείκτη	Συνοπτικός σχολιασμός
SPI	-196.000	Οι παραπάνω τιμές καταδεικνύουν χρονική υπέρβαση των προγραμματισμένων εργασιών, η οποία μάλιστα

SV	0,728	είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με την υπέρβαση που είχα παρατηρηθεί κατά την πρώτη περίοδο ελέγχου.
CPI	-213.000	Οι δείκτες κόστους καταδεικνύουν υπέρβαση του προγραμματισμένου προϋπολογισμού, η οποία είναι σαφώς μικρότερη από την απόκλιση στο χρονοδιάγραμμα για την συγκεκριμένη περίοδο. Ωστόσο, η απόκλιση κόστους φαίνεται να είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη απόκλιση που παρατηρήθηκε στην αρχική περίοδο ελέγχου. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι δύο αποκλίσεις κόστους κυμαίνονται σε αρκετά καλά επίπεδα (προσεγγίζουν σημαντικά την μονάδα) συγκριτικά με τις τεχνικές απαιτήσεις του έργου.
CV	0,917	
EAC	3.756.815,71	Όπως ήδη σημειώθηκε, οι δείκτες SV και CV έχουν μεταβολές από την πρώτη στην ενδιάμεση περίοδο ελέγχου. Αυτό σημαίνει ότι οι εκτιμήσεις σχετικά με το συνολικό κόστος υλοποίησης είναι εσφαλμένες, καθώς βασίζονται στην υπόθεση ότι οι τιμές των δεικτών παραμένουν σταθερές. Για τον λόγο αυτό, το αναμενόμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση του έργου (VAC) υπολογίζεται εκ νέου, βάσει του οποίου προκύπτει αναμενόμενη αύξηση κατά 10% βάσει του αρχικού προϋπολογισμού.
VAC	311.815,71	

5.4 Σχολιασμός αποτελεσμάτων ελέγχων και εξαγωγή ευρύτερων συμπερασμάτων

Στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου, συνοψίζονται τα βασικά πορίσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεικτών EVM, τόσο για την αρχική όσο και για την ενδιάμεση περίοδο ελέγχου. Ενώ για την γενίκευση των πορισμάτων, υλοποιείται εμπειρική μελέτη, η οποία εξυπηρετεί σκοπούς τριγωνικής επικύρωσης (triangulation), της οποίας το περιεχόμενο, η στοχοθεσία και ο τρόπος υλοποίησης περιγράφεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας.

Σύμφωνα με τις εμπειρικές ενδείξεις και τα στοιχεία που παρουσιάζονται στους Πίνακες 8 και 9, μπορούμε να εξάγουμε τα κάτωθι πορίσματα αναφορικά με την πρόοδο των εργασιών και την αποτελεσματικότητα του επικυρωμένου χρονοδιαγράμματος:

- Οι υπερβάσεις του χρόνου υλοποίησης εργασιών είναι σημαντικά υψηλότερες συγκριτικά με τις υπερβάσεις κόστους και για τις δύο περιόδους ελέγχου του έργου. Μάλιστα, οι αποκλίσεις του αναμενόμενου χρόνου ολοκλήρωσης εργασιών συγκριτικά με τους αρχικά προγραμματισμένους χρόνους αγγίζουν το 20% για την αρχική περίοδο ενώ ξεπερνούν το 25% για την ενδιάμεση περίοδο ελέγχου. Στην πραγματικότητα, αυτό

καταδεικνύει ένα μοτίβο συνολικότερης χρονικής υστέρησης κατά την υλοποίηση του φυσικού αντικειμένου για τα προγραμματισμένα πακέτα εργασίας. Σύμφωνα με την παραδοχή αυτή και ανατρέχοντας στην διαθέσιμη βιβλιογραφία, μπορούμε να διαπιστώσουμε δύο βασικά αίτια προς αιτιολόγηση των ευρημάτων από τους ελέγχους (Abdullah & Al-Nuamman, 2023; Kuinkel et al., 2024). Το πρώτο πιθανό αίτιο αφορά την επάρκεια και την ακρίβεια των μεθόδων εκτίμησης του απαιτούμενου χρόνου υλοποίησης και σχετίζεται σαφώς με τα τμήματα εκπόνησης των χρονοδιαγραμμάτων του φορέα υλοποίησης. Όπως έχει ήδη σημειωθεί η επάρκεια των εκτιμήσεων είναι ένα σύνθετο και συχνά πολυπαραμετρικό πρόβλημα, αφού εξαρτάται από συνθήκες και παραμέτρους οι οποίες δεν ελέγχονται άμεσα από τον φορέα υλοποίησης, αλλά επηρεάζουν άμεσα την πορεία εκτέλεσης των εργασιών. Η εμπειρία των ανθρώπων ως προς την διηθή ερμηνεία και πρόβλεψη τυχόν μεταβολών του εξωτερικού περιβάλλοντος, οι οποίες επιδρούν στην πρόοδο του έργου, αποτελούν σημαντικές διαστάσεις για την βελτιστοποίηση του πλάνου εργασίας, έτσι ώστε να εκφράζει αποτελεσματικότερα τις πραγματικές συνθήκες. Το δεύτερο πιθανότερο αίτιο, για την αιτιολόγηση των χρονικών υπερβάσεων βασίζεται στην προσπάθεια των ανθρώπινων πόρων και την αποτελεσματικότητα της εργασίας τους, η οποία επηρεάζεται άμεσα από την εμπειρία τους, το επίπεδο εξειδίκευσης και κατάρτισης καθώς και από την επίβλεψη και καθοδήγηση των ανωτέρων τους.

- Οι υπερβάσεις που προκύπτουν αναφορικά με το κόστος είναι σημαντικά μικρότερες σε σχέση με τις χρονικές υπερβάσεις. Αυτό υποδηλώνει ότι ο προγραμματισμός αναφορικά με τις ροές κόστους είναι σημαντικά πιο αποτελεσματικός. Η συνολική αναμενόμενη υπέρβαση κόστους για το έργο αγγίζει το 10%, ποσοστό το οποίο βρίσκεται στα αναμενόμενα πλαίσια για μεγάλης κλίμακας έργα (Fashina et al., 2021). Στο πλαίσιο αυτό, κατά τον σχεδιασμό ροών κόστους, αποτελεί συχνό φαινόμενο η δέσμευση ποσών με την μορφή “overheads” για την εξασφάλιση τέτοιας κλίμακας αποκλίσεων. Τα ποσά αυτά, λειτουργούν στην πραγματικότητα ως «ποσά ασφαλείας», βάσει των οποίων καλύπτονται απρόσμενα έξοδα που προκύπτουν λόγω της εμφάνισης κάποιων ρίσκων που δεν είχαν προβλεφθεί προς αντιμετώπιση στο αρχικό πλάνο διαχείρισης ρίσκων (risk management plan).
- Οι δεδομένες αποκλίσεις τόσο αναφορικά με τον χρόνο όσο και με το κόστος υλοποίησης, καταδεικνύουν την σημαντικότητα της αναθεώρησης των αρχικών πλάνων υλοποίησης έργων. Στην πραγματικότητα, η αναθεώρηση των πλάνων απαιτεί

μια συστηματική διαδικασία επικαιροποίησης της απομένουσας εργασίας μέχρι την ολοκλήρωση ενός έργου. Η ανάπτυξη αναθεωρημένων πλάνων, βασίζεται στην εμπειρική αξιολόγηση της προόδου βάσει των παραπάνω δεικτών και αποφασίζεται σε στρατηγικό επίπεδο για τους οργανισμούς (Moreira et al., 2020). Κατόπιν της ολοκλήρωσης των έργων, το σύνολο των αναθεωρημένων εκδόσεων καθώς και η συλλογή των τεκμηριώσεων σχετικά με τους λόγους που οδήγησαν στην ανάπτυξη των εκδόσεων αυτών, αποτελούν στοιχεία που συμπεριλαμβάνονται στα αρχεία – μητρώα διδαγμάτων (lessons learned) από το έργο, βάσει των οποίων υποστηρίζεται ο αποτελεσματικότερος σχεδιασμός μελλοντικών έργων με παρεμφερή χαρακτηριστικά.

Κεφάλαιο 6: Ερευνητική μεθοδολογία επικύρωσης εμπειρικών παραμέτρων επιρροής επί της προόδου των έργων

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν ως ευρήματα σε συγκεκριμένες περιοδικές επιθεώρησης και ενσωματώνοντας τα ευρήματα από την διεθνή βιβλιογραφία, στο προηγούμενο κεφάλαιο εντοπίστηκαν ορισμένοι πιθανοί παράγοντες επιρροής τόσο αναφορικά με τις παρατηρούμενες αποκλίσεις στον προγραμματισμένο χρόνο και το προϋπολογισμένο κόστος υλοποίησης. Στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι η επικύρωση των παραμέτρων επιρροής που σημειώθηκαν παραπάνω καθώς και η ανάδειξη της σημασίας εκπόνησης περιοδικών ελέγχων κατά την διάρκεια υλοποίησης των έργων, έτσι ώστε τυχόν αποκλίσεις να εντοπίζονται έγκαιρα. Ο έγκαιρος εντοπισμός αποκλίσεων, μπορεί άμεσα να συνδεθεί με τα αίτια πρόκλησής τους, μέσω χρήσης κατάλληλων εργαλείων για την ανάπτυξη συσχετίσεων αιτίου – αποτελέσματος, μέσω των οποίων αναδύονται και δυνητικές στρατηγικές αντιμετώπισης των αποκλίσεων.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, σχεδιάζεται και υλοποιείται μια εμπειρική μελέτη, για την ανάλυση των απόψεων και των στάσεων των ανθρώπων αναφορικά με τα παραπάνω ζητήματα. Μέσω εκπόνησης της μελέτης αυτής επιδιώκεται επί της ουσίας μια επικύρωση των εμπειρικών ενδείξεων, μέσω μεθόδου τριγωνικής διαπίστευσης (triangular validation method) (Chalmeta & Ferrer Estevez, 2023; Smiddy et al., 2024). Η χρήση μεθόδων τριγωνικής διαπίστευσης, αποτελεί σύνηθες φαινόμενο στην βιβλιογραφία σχετικά με την ευρύτερη θεματική της διοίκησης οργανισμών, βάσει της οποίας επιδιώκεται η γενίκευση ορισμένων ενδείξεων μέσω της ενσωμάτωσης της γνώμης και των εμπειριών εξειδικευμένων ατόμων.

6.1 Ερευνητικά ερωτήματα

Όπως σημειώθηκε και παραπάνω, στόχος της έρευνας είναι η ανάδειξη της σημασίας των περιοδικών ελέγχων ως προς τον έγκαιρο προσδιορισμό τυχόν αποκλίσεων από τα αρχικά πλάνα κόστους και χρόνου καθώς επίσης και η αποτύπωση των απόψεων των εργαζομένων σχετικά με τους παράγοντες άμεσης επίδρασης αναφορικά με την υπέρβαση κόστους και χρόνου. Συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα φιλοδοξεί να απαντήσει τα εξής ερωτήματα:

1. Πόσο σημαντικοί θεωρούνται από τους εργαζομένους οι περιοδικοί έλεγχοι κατά την υλοποίηση των έργων; Ποια τα κύρια εργαλεία ανάλυσης των ευρημάτων και προσδιορισμού των αιτιών που οδηγούν στις αποκλίσεις;

2. Σύμφωνα με την εμπειρία των εργαζομένων, ποιο το ποσοστό των έργων για το οποίο παρατηρείται χρονική υπέρβαση; Ποιοι οι βασικοί παράγοντες επιρροής ως προς την υπέρβαση;
3. Σύμφωνα με την εμπειρία των εργαζομένων, ποιοι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την υπέρβαση κόστους; Ποιες παράμετροι δεν λαμβάνονται σωστά υπόψιν κατά την ανάπτυξη των πλάνων άντλησης πόρων και των προϋπολογισμών;

Απαντώντας στα παραπάνω ερωτήματα η εργασία φιλοδοξεί να επικυρώσει μέρος ή το σύνολο των πιθανών αιτιών αποκλίσεων που αποτυπώθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Με τον τρόπο αυτό δύναται να επικυρωθούν ή να απορριφθούν τα βιβλιογραφικά ευρήματα και έτσι να αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο εγχειρίδιο με εμπειρικούς κανόνες προσδιορισμού των αποκλίσεων, προς υποστήριξη της βελτιστοποίησης ανάπτυξης πλάνων για τα μελλοντικά έργα τόσο του ίδιου του οργανισμού όσο και αντίστοιχου τύπου φορέων υλοποίησης.

6.2 Εργαλείο υλοποίησης εμπειρικής μελέτης

Η ποσοτική μελέτη με στόχο την συγκέντρωση και την ανάλυση δεδομένων για την ποσοτικοποίηση των γνώμων και των απόψεων των εμπλεκόμενων ανθρώπων του φορέα στο υπό μελέτη έργο, γίνεται με χρήση δομημένου ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο αναπτύσσεται από την συγγραφέα για τους σκοπούς συγγραφής της παρούσας εργασίας, κατόπιν αξιολόγησης αντίστοιχων ερευνητικών εργασιών στην διεθνή βιβλιογραφία για και δομείται από είκοσι (20) ερωτήσεις συνολικά και από τέσσερις (4) επιμέρους ενότητες (μέρη ερωτηματολογίου). Στην πρώτη κατηγορία ζητείται η συμπλήρωση των δημογραφικών στοιχείων των ερωτηθέντων, ενώ οι υπόλοιπες τρεις (3) κατηγορίες είναι ξεκάθαρα προσανατολισμένες ως προς την απάντηση και την τεκμηρίωση των ερευνητικών ερωτημάτων που τέθηκαν στην προηγούμενη υπό-ενότητα.

Αναφορικά με τις προδιαγραφές ανάπτυξης του ερωτηματολογίου, σημειώνεται ότι το σύνολο των ερωτήσεων είναι κλειστού τύπου, δηλαδή δεν υπάρχουν ερωτήσεις οι οποίες να επιδέχονται ευρύτερου σχολιασμού από τους ερωτηθέντες. Η επιλογή αυτή έγινε με γνώμονα την υποστήριξη ανάλυσης των δεδομένων, η οποία γίνεται σε επόμενο στάδιο από την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων. Ειδικότερα, οι ποσοτικές μέθοδοι ανάλυσης, απαιτούν την χρήση κατηγορικών δεδομένων και όχι αλφαριθμητικών, όπως αυτά του ελεύθερου κειμένου, τα οποία για να ενταχτούν σε μια ποσοτική ανάλυση θα πρέπει πρώτα να αξιολογηθούν μέσω ποιοτικών εργαλείων ανάλυσης φυσικού ή γραπτού λόγου.

Τέλος το σύνολο των ερωτήσεων που συμπεριλαμβάνονται στο ερωτηματολόγιο, προέκυψε συνθέτοντας στοιχεία από παρεμφερείς μελέτες στην βιβλιογραφία καθώς και στοιχεία εμπειρικής γνώσης βάσει των ευρημάτων από την ανάλυση των δεικτών EVM (βλ. Κεφάλαιο 5). Ενώ, για λόγους προστασίας εταιρικών δεδομένων και αποφυγής έκθεσης εμπειρικά κερκτημένης γνώσης στο ευρύ κοινό, η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων γίνεται με την επίβλεψη της συγγραφέως σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας τα ερωτηματολόγια προς συμπλήρωση σε έντυπη μορφή. Το ερωτηματολόγιο δίνεται αυτούσιο, στο Παράρτημα Ι της εργασίας.

6.3 Μέθοδος συλλογής και πλήθος δείγματος

Το δείγμα ενδιαφέροντος για την εκπόνηση της ποσοτικής έρευνας αφορά εργαζομένους στον τεχνικό και κατασκευαστικό κλάδο, με έμφαση σε ανθρώπους άμεσα ή έμμεσα εμπλεκόμενους σε υποβρύχια – υποθαλάσσια έργα. Το δείγμα της παρούσας εργασίας αποτελείται από 30 εργαζόμενους, άνδρες και γυναίκες, που εργάζονται ή έχουν εργασθεί κατά το παρελθόν σε τέτοιου είδους έργα και ταυτόχρονα ανήκουν στο ανθρώπινο δυναμικό του φορέα υλοποίησης (ΑΔΜΗΕ). Ο συνολικός πληθυσμός των ανθρώπων με τα παραπάνω χαρακτηριστικά δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος και για τον λόγο αυτό η επιλογή δείγματος με πλήθος μόνο 30 ατόμων, θεωρείται ικανοποιητική και ικανή προς γενίκευση των πορισμάτων για το σύνολο του πληθυσμού. Για την επιλογή των συμμετεχόντων γίνεται χρήση της μεθόδου απλής τυχαίας δειγματοληψίας (Simple Random Sampling). Κατόπιν της επιλογής των ανθρώπων του δείγματος, η συγγραφέας επικοινωνεί, διανέμει και επιβλέπει την διαδικασία συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου.

Η διαδικασία συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων λαμβάνει χώρα κατά το χρονικό διάστημα Απριλίου – Μαΐου 2024. Λόγω της έντυπης μορφής διακίνησης των ερωτηματολογίων, μετά την συμπλήρωσή τους, ακολουθεί διαδικασία αποδελτίωσης των απαντήσεων έτσι ώστε να προκύψουν σε ηλεκτρονική μορφή τα συγκεντρωμένα δεδομένα. Η διαδικασία της αποδελτίωσης γίνεται από την ίδια την συγγραφέα με χρήση του λογισμικού πακέτου MS Excel.

Ως τελευταίο βήμα της μεθόδου, εφαρμόζονται τεχνικές περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής εξαγωγής συμπερασμάτων, βάσει των οποίων τεκμηριώνεται η απάντηση στα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί. Για την υλοποίηση των τεχνικών στατιστικής, χρησιμοποιείται επίσης το λογισμικό MS Excel. Σύμφωνα με τα ευρήματα της στατιστικής επιχειρείται σε τελευταίο στάδιο η αξιολόγηση της σύγκλισής τους με τα πορίσματα που

εξήχθησαν κατά το στάδιο ανάλυσης των ελέγχων προόδου. Με τον τρόπο αυτό υλοποιείται στην πραγματικότητα μια τριγωνική διαπίστευση των αποτελεσμάτων και εξάγονται γενικευμένα συμπεράσματα, τα οποία αποτυπώνονται στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας.

6.4 Ζητήματα ερευνητικής δεοντολογίας και προστασίας δεδομένων

Η προστασία των προσωπικών δεδομένων καθώς και η εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας και μη γνωστοποίησης των γνώμων και απόψεων εξειδικευμένα ανά συμμετέχοντα, αποτελούν κρίσιμα σημεία κατά την υλοποίηση ποσοτικών ερευνών. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η μελέτη γίνεται με χρήση ανώνυμου ερωτηματολογίου, στο οποίο δεν ζητείται σε καμία ενότητα του, η συμπλήρωση δεδομένων που να παραπέμπουν σε μοναδικά στοιχεία ταυτοποίησης. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ότι τα δεδομένα πληρούν τα κριτήρια τυπικής ανωνυμίας και κατ' επέκταση οι συμμετέχοντες είναι προφυλαγμένοι από τυχόν διαρροές σχετικά με τις στάσεις και τις γνώμες τους. Επιπλέον, όλοι οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν σχετικά με το ερωτηματολόγιο και τον τρόπο συμπλήρωσης του, συναινώντας αυτοβούλως στην παροχή δεδομένων για την διεκπεραίωση της έρευνας.

Κεφάλαιο 7: Αποτελέσματα έρευνας

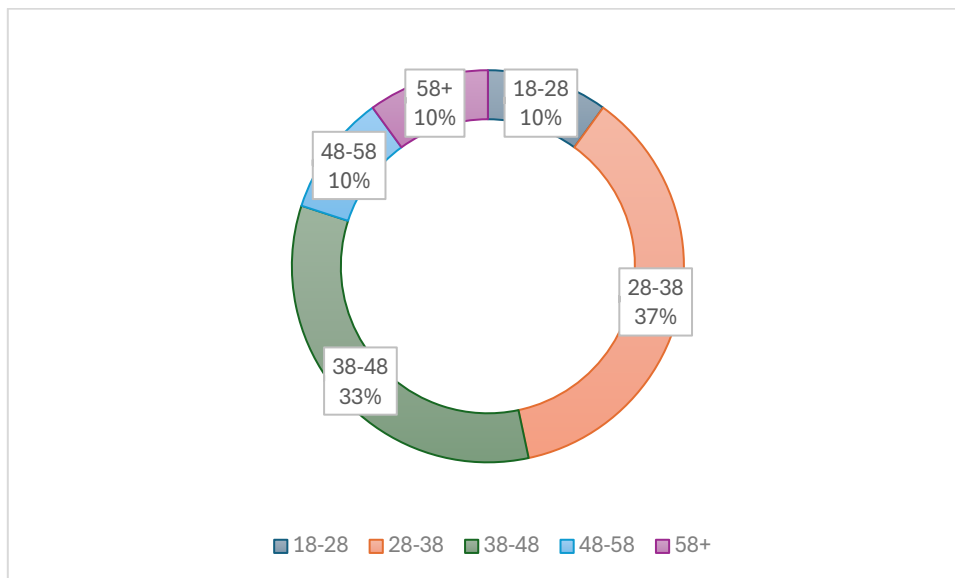
Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση δεδομένων, τα οποία συλλέχτηκαν με χρήση των ερωτηματολογίων. Κατόπιν της συλλογής του δείγματος, εφαρμόστηκαν μέθοδοι περιγραφικής στατιστικής για την ανάλυση των δεδομένων, βάσει των οποίων προκύπτουν σημαντικές ενδείξεις για την απάντηση και την τεκμηρίωση των ερευνητικών ερωτημάτων που τέθηκαν κατά την υλοποίηση της έρευνας. Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε σε τέσσερις (4) επιμέρους ενότητες, τρεις (3) εκ των οποίων είναι προσανατολισμένες ως προς την τεκμηρίωση των βασικών ερευνητικών ερωτημάτων, ενώ μία κατηγορία ερωτήσεων αφορά δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος. Η συλλογή δημογραφικών δεδομένων δύναται να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά με τις απαντήσεις στις ερωτήσεις κάθε ενότητας, έτσι ώστε να διαπιστωθούν τυχόν αποκλίσεις στις απόψεις των εργαζομένων, ανάλογα με τις διαφοροποιήσεις στα δημογραφικά στοιχεία τους. Στην συνέχεια του κεφαλαίου, αναπτύσσονται τέσσερις (4) επιμέρους ενότητες, στις οποίες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για κάθε μία ενότητα ερωτήσεων και τέλος αναπτύσσεται μια ενότητα σύνοψης των ευρημάτων και τεκμηρίωσης των ερευνητικών ερωτημάτων που έχουν τεθεί.

7.1 Δημογραφικά χαρακτηριστικά δείγματος

Όπως σημειώθηκε στο κεφάλαιο 6, το δείγμα της έρευνας επιλέχθηκε με χρήση τεχνικών απλής τυχαίας δειγματοληψίας, και λόγω του περιορισμένου αριθμού των εργαζομένων με εμπειρία από την υλοποίηση αντίστοιχων έργων, το συνολικό πλήθος δείγματος επιλέχθηκε ίσο με τριάντα (30) εργαζομένους. Επιπλέον, οι ερωτήσεις αναφορικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου, είναι συνολικά πέντε (5). Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζουμε και σχολιάζουμε τα αποτελέσματα για τις αντίστοιχες ερωτήσεις, εξάγοντας ορισμένα πορίσματα σχετικά με την ηλικιακή διακύμανση, την εμπειρία αλλά και την τεχνική και επιστημονική κατάρτιση του δείγματος.

Ξεκινώντας με το φύλλο των εργαζομένων, η ανάλυση των αποτελεσμάτων αναδεικνύει ότι η σημαντική πλειοψηφία των ατόμων ενασχόλησης με υποβρύχια έργα είναι άνδρες. Συγκεκριμένα το 63,33% (19 απαντήσεις) του δείγματος είναι άνδρες και το υπόλοιπο 36,67% (11 απαντήσεις) είναι γυναίκες. Αυτό, δίνει εξ' αρχής μια καθαρή εικόνα αναφορικά με τον τρόπο κατανομής των θέσεων εργασίας σε τέτοιου είδους έργα. Στην συνέχεια, σημαντικός παράγοντας αναφορικά με την κεκτημένη εμπειρία κατά την υλοποίηση έργων είναι η ηλικία

του δείγματος. Στο Σχήμα 10 δίνεται η ηλικιακή κατανομή του δείγματος, βάσει της οποίας σε επόμενο στάδιο μπορούμε να αντλήσουμε σημαντικές ενδείξεις αναφορικά με την κεκτημένη εμπειρία σε μεγάλης κλίμακας υποβρύχια έργα.



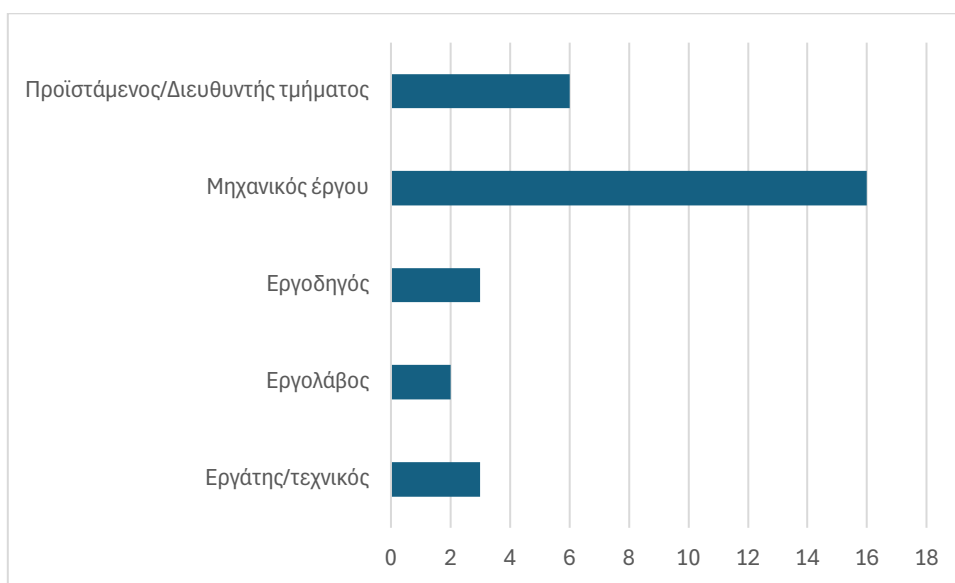
Σχήμα 10 Ηλικιακή κατανομή δείγματος

Όπως προκύπτει με βάση το παραπάνω σχήμα, η σημαντική πλειοψηφία του δείγματος (>70%) βρίσκεται ηλικιακά μεταξύ των 28 και 48 ετών. Συνεπώς το δείγμα σχετίζεται κυρίως με νέους ηλικιακά ανθρώπους, οι οποίοι όμως έχουν αποκτήσει σημαντική εμπειρία κατά την υλοποίηση έργων. Το πόρισμα αυτό, αποτελεί πιθανότατα μια ένδειξη ότι ο τρόπος παρακολούθησης έργων και η ενσωμάτωση τεχνικών αξιολόγησης των αποκλίσεων, γίνεται με χρήση σύγχρονων τεχνικών και τεχνολογιών.

Το παραπάνω πόρισμα ενισχύεται περαιτέρω μέσω της ανάλυσης των δεδομένων σχετικά με την επιστημονική κατάρτιση του δείγματος. Τα στοιχεία από την αντίστοιχη ερώτηση, αναδεικνύουν ότι 90% (27 απαντήσεις) του δείγματος έχουν ολοκληρώσει σπουδές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, αποκτώντας κατ' ελάχιστο Δίπλωμα από ΑΕΙ ή πτυχία από ΤΕΙ. Ειδικότερα, σημειώνεται ότι το 40% (12 απαντήσεις) των συμμετεχόντων έχει ολοκληρώσει μόνο τον πρώτο κύκλο σπουδών τριτοβάθμιας (ΑΕΙ ή ΤΕΙ) αποκτώντας αντίστοιχο τίτλο εξειδίκευσης. Παράλληλα, το 43,33 % (13 απαντήσεις) έχει ολοκληρώσει και δεύτερο κύκλο σπουδών σε μεταπτυχιακό επίπεδο, ενώ το 6,67 % (2 απαντήσεις) έχει ολοκληρώσει και διδακτορικού επιπέδου σπουδές. Όπως είναι προφανές, πρόκειται για ένα άρτια εκπαιδευμένο ανθρώπινο δυναμικό, με υψηλό επίπεδο κατάρτισης, γεγονός που συνεισφέρει στην άμεση κατανόηση και αποτελεσματική ενσωμάτωση εργαλείων παρακολούθησης προόδου στα έργα.

Στις δύο τελευταίες ερωτήσεις του πρώτου μέρους του ερωτηματολογίου, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σχετικά με την θέση ενασχόλησής τους στον φορέα υλοποίησης καθώς επίσης και με τα έτη προϋπηρεσίας τους σε αντίστοιχου τύπου έργα, είτε στον ίδιο φορέα είτε σε διαφορετικό. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι δύο αυτές ερωτήσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς μας επιτρέπουν την αξιολόγηση των απόψεων ανθρώπων με διαφορετικό επίπεδο επιρροής και ικανότητας πρωτοβουλιών, ανάλογα με την θέση στον φορέα, ενώ παράλληλα μας παρέχουν την δυνατότητα ανάλυσης διαφορετικών οπτικών ανάλογα με τα χρόνια προϋπηρεσίας και την κερκτημένη γνώση επί του πεδίου εργασίας.

Στο Σχήμα 11 παρουσιάζεται η ποσόστωση των εργαζομένων σε πέντε (5) διαφορετικές θέσεις εργασίας, οι οποίες καλύπτουν τα περισσότερα ιεραρχικά κλιμάκια, από εργάτες και τεχνικούς έως και τα ανώτατα διευθυντικά κλιμάκια. Όπως γίνεται αντιληπτό, ανάλογα με την ιεραρχία στην οποία βρίσκεται κάθε εργαζόμενος απαιτεί την αξιολόγηση διαφορετικών στοιχείων για τον έλεγχο της προόδου των έργων. Συγκεκριμένα, πιο λεπτομερείς και τεχνικές αναφορές, αξιολογούνται συνήθως στα κατώτερα ιεραρχικά κλιμάκια, ενώ πιο γενικά στοιχεία με εστίαση στο κόστος και την συνολική πρόοδο των έργων αναφορικά με τους στρατηγικούς στόχους, εξετάζονται στα ανώτερα κλιμάκια. Σε κάθε περίπτωση, μια εξαιρετικά σημαντική κατηγορία εργαζομένων είναι οι μηχανικοί έργου, καθώς οι εργαζόμενοι αυτοί αποτελούν τον βασικό δίαυλο επικοινωνίας μεταξύ όλων των τμημάτων, ενώ παράλληλα φέρουν το σημαντικότερο μέρος τόσο της ευθύνης σχεδιασμού όσο και της ευθύνης υλοποίησης των έργων και επίτευξης των αρχικών στόχων σχετικά με τα παραδοτέα.

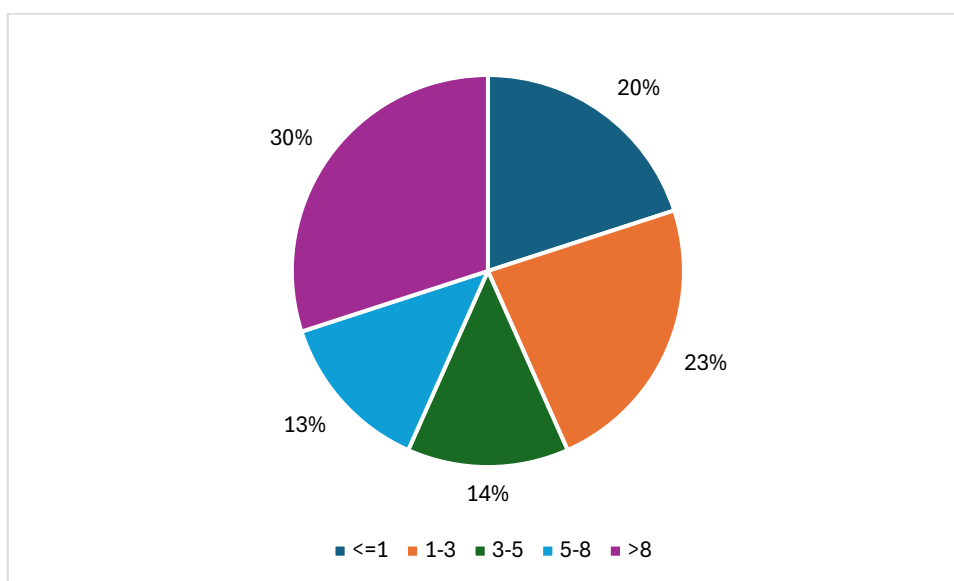


Σχήμα 11 Κατανομή δείγματος ανά θέση εργασίας

Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα, η σημαντική πλειοψηφία του δείγματος αποτελείται από μηχανικούς έργων, οι οποίοι έχουν ευρεία γνώση σχετικά με πολλαπλές διαφορετικές διαστάσεις προόδου και γνωρίζουν τους κυριότερους παράγοντες επιρροής τόσο στο κόστος όσο και στην χρονική διάρκεια υλοποίησης των έργων. Η διαπίστωση αυτή, έχει ιδιαίτερη βαρύτητα για την συνέχεια της ανάλυσης, καθώς η μεγαλύτερη μερίδα των απαντήσεων προέρχεται από ανθρώπους με σημαντική εμπειρία σε όλη την γκάμα των διαδικασιών σχεδιασμού, υλοποίησης αλλά και ελέγχου της προόδου των έργων.

Με πιο απλά λόγια, η συγκεκριμένη ποσόστωση στις θέσεις εργασίας, βοηθά σημαντικά τόσο στην συλλογή και ανάλυση απόψεων ανθρώπων με διαφορετικό επίπεδο εξειδίκευσης και βαθμό ιεραρχίας, δίνοντας παράλληλα ιδιαίτερη έμφαση στις απόψεις της βασικότερης κατηγορίας εργαζομένων, δηλαδή στους μηχανικούς των έργων.

Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση των δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος, παρατίθεται το Σχήμα 12, στο οποίο παρουσιάζονται τα έτη εμπειρίας των συμμετεχόντων σε έργα υποβρύχιων κατασκευών ή αντίστοιχου τύπου. Όπως σημειώθηκε και παραπάνω, η εμπειρία αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα σχετικά με την διαμόρφωση ολοκληρωμένων απόψεων σχετικά με τις τεχνικές απαιτήσεις και τις δυσκολίες των έργων.



Σχήμα 12 Κατανομή ετών προϋπηρεσίας συμμετεχόντων σε υποβρύχια έργα

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι παρότι η σημαντική πλειοψηφία του δείγματος ανήκει σε μικρές ηλικιακά ομάδες (< 48 έτη), παράλληλα σημαντική μερίδα των συμμετεχόντων έχει αποκτήσει σημαντική εμπειρία σε υποβρύχια έργα. Συγκεκριμένα το 30% των συμμετεχόντων φαίνεται να έχει τουλάχιστον οκταετή εμπειρία, ενώ το 27% φαίνεται να έχει ασχοληθεί για

τρία έως οκτώ έτη σε αντίστοιχου τύπου έργα. Αυτό αποτελεί ακόμη μια σημαντική ένδειξη για την αξιοπιστία των πορισμάτων με βάση το παρόν δείγμα, εξασφαλίζοντας ότι τα πορίσματα σχετικά με τα τιθέμενα ερευνητικά ερωτήματα, μπορούν να γενικευτούν με αξιοπιστία και χωρίς σημαντικές αποκλίσεις από την γενικότητα.

7.2 Αξιολόγηση της σημασίας των περιοδικών ελέγχων στα έργα

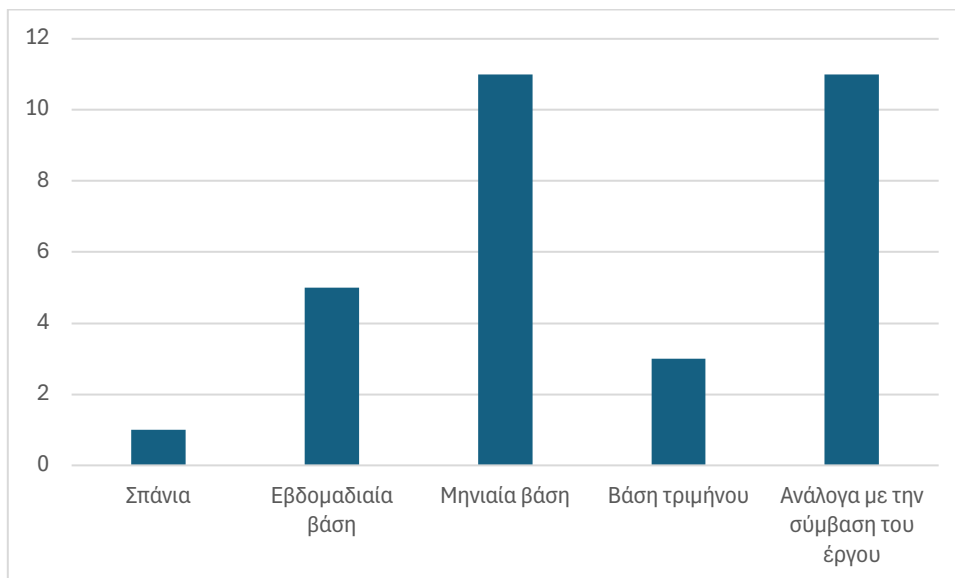
Έχοντας ολοκληρώσει με την παρουσίαση των δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος, στην παρούσα ενότητα το ενδιαφέρον εστιάζεται στην ανάλυση των δεδομένων από το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου. Οι ερωτήσεις που έχουν συμπεριληφθεί στο δεύτερο μέρος είναι άμεσα συσχετισμένες με την απάντηση και τεκμηρίωση του πρώτου ερευνητικού ερωτήματος, το οποίο αποσκοπεί στην αποτύπωση των απόψεων σχετικά με την σημασία των περιοδικών ελέγχων και των αξιολογήσεων στα έργα. Ειδικότερα, στο δεύτερο μέρος έχουν συμπεριληφθεί πέντε (5) ερωτήσεις, οι οποίες αφορούν την συχνότητα των περιοδικών ελέγχων στα έργα βάσει της εμπειρίας των εργαζομένων, την σημασία τους, τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την αιτιολόγηση τυχόν αποκλίσεων μέσω της δημιουργίας σχέσεων αιτίου-αποτελέσματος και άλλες διαστάσεις.

Ξεκινώντας από την σημαντικότητα των περιοδικών ελέγχων ως προς την τελική έκβαση των έργων και την επιτυχή ολοκλήρωσή των στόχων τους, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν χρησιμοποιώντας 5-βάθμια κλίμακα. Σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν, διαπιστώνουμε ότι η διαδικασίες των επιθεωρήσεων και των ελέγχων επί της προόδου, θεωρούνται πολύ ή πάρα πολύ σημαντικές για την επιτυχή ολοκλήρωση. Συγκεκριμένα, το 53,33% (απάντηση της τάξης 5 στην 5-βάθμια κλίμακα) των εργαζομένων θεωρεί τους ελέγχους πάρα πολύ σημαντικούς, ενώ το 36,67% των εργαζομένων τους θεωρεί σημαντικούς (απάντηση της τάξης 4 στην 5-βάθμια κλίμακα). Τέλος, το 10% των εργαζομένων θεωρεί ότι οι περιοδικοί έλεγχοι έχουν μέτρια σημασία ως προς την τελική έκβαση του έργου (απάντηση της τάξης 3 στην 5-βάθμια κλίμακα).

Το πόρισμα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι ότι οι συμμετέχοντες αναμφίβολα θεωρούν σημαντικούς τους ελέγχους κατά την προοδευτική εξέλιξη των έργων, γεγονός που είναι πλήρως ευθυγραμμισμένο με την επιστημονική βιβλιογραφία στην Διοίκηση Έργων, σύμφωνα με την οποία οι έλεγχοι γίνονται περισσότερο αποτελεσματικοί όταν εφαρμόζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, δηλαδή όταν έχουν περιοδικό χαρακτήρα.

Συνεχίζοντας με την αξιολόγηση της περιοδικότητας των ελέγχων, με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν συμπεραίνουμε την ύπαρξη διαφοροποίησης, ανάλογα με τις ειδικές απαιτήσεις

του εκάστοτε έργου. Στο Σχήμα 13 παραθέτουμε το πλήθος των απαντήσεων σχετικά με το διάστημα υλοποίησης των ελέγχων, χρησιμοποιώντας πέντε εναλλακτικές απαντήσεις.



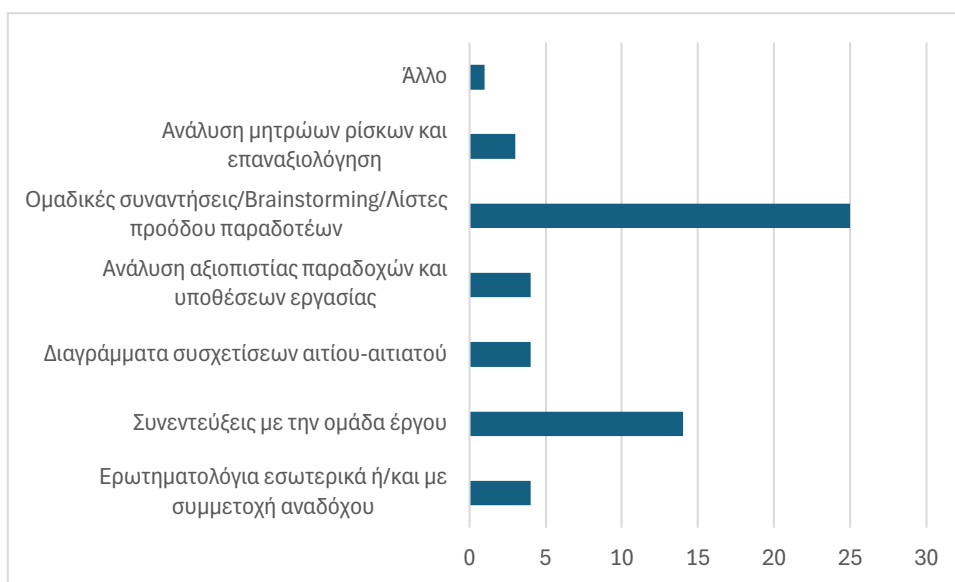
Σχήμα 13 Συχνότητα υλοποίησης περιοδικών ελέγχων κατά την υλοποίηση υποβρύχιων έργων

Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα, η πλειοψηφία των έργων ελέγχεται είτε σε μηνιαία βάση είτε σύμφωνα με το χρονικό διάστημα που έχει προβλεφθεί και συμφωνηθεί κατά την σύμβαση του έργου. Αντίθετα, η εβδομαδιαία βάση ελέγχου καθώς και η τριμηνιαία αποφεύγονται, το οποίο σαφώς μπορεί να αιτιολογηθεί με βάση την ποσότητα των παραδοτέων που έχει υλοποιηθεί στα αντίστοιχα διαστήματα. Συγκεκριμένα, η εβδομαδιαία βάση είναι συχνά ένας πολύ σύντομος ορίζοντας για την επίτευξη σημαντικής προόδου και εξελίξεων σε ένα έργο ενώ η βάση τριμήνου είναι ένας πολύ μακροπρόθεσμος ορίζοντας, στον οποίον έχουν τρέξει μεγάλα μέρη εργασιών, των οποίων ο έλεγχος είναι συχνά δύσκολος και ενέχει τον κίνδυνο μια ήδη δημιουργημένη απόκλιση να υφίσταται και έτσι να επηρεάζει το σύνολο των υπόλοιπων εργασιών και του έργου κατ' επέκταση. Σύμφωνα με τις βιβλιογραφικές αναφορές, δεν υπάρχει βέλτιστος χρονικός ορίζοντας για τον έλεγχο όλων των έργων, αλλά αυτός προσδιορίζεται με εμπειρικές τεχνικές, ανάλογα με τις ειδικές απαιτήσεις κάθε έργου. Για την περίπτωση των υποβρύχιων έργων, φαίνεται ότι ο βέλτιστος χρονικός ορίζοντας είναι ο μήνας ή ένα διάστημα λίγο μικρότερο από αυτό, δηλαδή από 20 έως 30 ημέρες εργασίας.

Όλα τα παραπάνω αναδεικνύουν την σημαντικότητα των ελέγχων και πιστοποιούν την άποψη των συμμετεχόντων ότι οι περιοδικοί έλεγχοι ανά τακτά χρονικά διαστήματα είναι σημαντικοί προκειμένου τα έργα να επιτυγχάνουν τους στρατηγικούς στόχους τους. Μέσω των ελέγχων αποτυπώνονται οι αποκλίσεις, όμως είναι εξαιρετικά σημαντικό να διαπιστωθούν και οι λόγοι

πρόκλησης των αποκλίσεων αυτών, έτσι ώστε να επιλυθούν τα αντίστοιχα ζητήματα και να προχωρήσει η υλοποίηση του έργου απρόσκοπτα. Το συγκεκριμένο ζήτημα έχει πολλάκις αναδειχθεί και στην βιβλιογραφία, όπου και έχουν προταθεί πολλαπλές διαφορετικές προσεγγίσεις για την αιτιολόγηση των αποκλίσεων. Ορισμένες από τις πλέον διαδεδομένες προσεγγίσεις, είναι η ανάπτυξη διαγραμμάτων και συσχετίσεων αιτίου-αιτιατού, μέσω χρήσης fishbones και άλλων μεθόδων, όπως επίσης και οι συνεντεύξεις / συζητήσεις με την ομάδα έργου και άλλες τεχνικές.

Στο πλαίσιο αναζήτησης της πιο συχνά χρησιμοποιούμενης τεχνικής, στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου έχει συμπεριληφθεί σχετική ερώτηση. Τα ευρήματα από την ανάλυση των δεδομένων, παρουσιάζονται στο Σχήμα 14.



Σχήμα 14 Συχνότητα μεθόδων εντοπισμού αιτιών αποκλίσεων σε υποβρύχια έργα μεγάλης κλίμακας

Σύμφωνα με την παραπάνω αποτύπωση, η πιο συνηθισμένη τεχνική σε μεγάλης κλίμακας έργα σχετίζεται με το brainstorming και την συζήτηση σχετικά με τα αίτια που οδήγησαν σε αποκλίσεις, στο εσωτερικό της ομάδας έργου ή/και ολόκληρου του υπεύθυνου τμήματος. Με τον τρόπο αυτό η ομάδα διαμοιράζεται εμπειρίες κατά την υλοποίηση, εντοπίζεται «καλές και κακές πρακτικές» και αναθεωρεί τον τρόπο επίβλεψης και υλοποίησης των πακέτων εργασίας. Η επικοινωνία στο εσωτερικό της ομάδας, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σημαντική σε αυτή την περίπτωση, βοηθώντας στον έγκαιρο εντοπισμό των αιτιών απόκλισης.

Παρόλο που οι ομαδικές συναντήσεις, το brainstorming και οι συνεντεύξεις φαίνεται να είναι αποτελεσματικά εργαλεία κατά το εντοπισμό αιτιών απόκλισης, ενέχουν σε σημαντικό βαθμό ποιοτικά χαρακτηριστικά ανάλυσης. Με πιο απλά λόγια, οι συγκεκριμένες μέθοδοι επιδέχονται

ανάλυση ποιοτικού τύπου και όχι δομημένη ποσοτική ανάλυση, έτσι η καταγραφή των μητρώων διδαγμάτων με χρήση ποσοτικών δεδομένων και τεκμηρίων γίνεται εξαιρετικά σύνθετη, γεγονός που οδηγεί στην δυσκολία καταγραφής των καλών πρακτικών, έτσι ώστε να υπάρχει μια ενιαία λίστα στο εσωτερικό του οργανισμού, η οποία να μπορεί άμεσα να χρησιμοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μεταγενέστερων έργων με παρεμφερή χαρακτηριστικά.

Όπως είναι προφανές, η άρρητη γνώση και εμπειρία που παράγεται κατά την διάρκεια υλοποίησης ενός έργου, θα μπορούσε δυνητικά να βελτιστοποιήσει το σύνολο των διαδικασιών σε αντίστοιχα έργα και να μειώσει τις αποκλίσεις. Σύμφωνα με την εμπειρία των συμμετεχόντων, αντίστοιχου τύπου έργα θεωρείται σχεδόν σίγουρο ότι θα υπερβούν το αρχικό χρονοδιάγραμμα. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες δίνουν τις κάτωθι πιθανότητες χρονικής υπέρβασης:

- Πιθανότητα μίας το πολύ αναθεώρησης λόγω χρονικής υπέρβασης του έργου: 3,33%
- Πιθανότητα μίας έως τριών αναθεωρήσεων λόγω χρονικής υπέρβασης του έργου: 33,33%
- Πιθανότητα τριών έως πέντε αναθεωρήσεων λόγω χρονικής υπέρβασης του έργου: 20,00%
- Πιθανότητα πέντε έως επτά αναθεωρήσεων λόγω χρονικής υπέρβασης του έργου: 23,33%
- Πιθανότητα τουλάχιστον επτά αναθεωρήσεων λόγω χρονικής υπέρβασης του έργου: 20,00%

Όπως γίνεται αντιληπτό, η εμπειρία των συμμετεχόντων δείχνει αρκετά συχνές τροποποιήσεις στα αρχικά εγκεκριμένα πλάνα, λόγω ύπαρξης σημαντικών υπερβάσεων και αποκλίσεων κατά την υλοποίηση.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να σημειώσουμε ότι το σύνολο των εργαζομένων θεωρεί εξαιρετικά σημαντική την διαδικασία ελέγχων στα έργα, προκειμένου αυτά να διατηρούνται αρκετά κοντά στο αρχικό πλάνο και στους στόχους τους. Ενώ, ιδιαίτερη σημασία έχουν και οι τεχνικές συσχέτισης των αποκλίσεων με τα αίτια πρόκλησης. Αναφορικά με τις τεχνικές, η παράθεση απόψεων και εμπειριών υλοποίησης φαίνεται να είναι οι επικρατέστερες ποιοτικές μέθοδοι, σε αντίθεση με την περιορισμένη χρήση ποσοτικών μεθόδων συλλογής και ανάλυσης δεδομένων (π.χ. ερωτηματολόγια).

7.3 Βασικοί παράγοντες αναφορικά με την υπέρβαση του χρονοδιαγράμματος

Στην παρούσα ενότητα, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην αποτύπωση των εμπειριών των συμμετεχόντων σχετικά με τις παρατηρούμενες υπερβάσεις στα αρχικά εγκεκριμένα πλάνα εργασίας. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίζεται η αποτελεσματικότητα κατά τον σχεδιασμό των έργων, ενώ παράλληλα δίνεται μια ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με τους συνηθέστερους παράγοντες επιρροής ως προς την εκτροπή των πακέτων εργασίας από τον αρχικά προσδιορισμένο χρόνο υλοποίησης και παράδοσης.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σύμφωνα με την εμπειρία των συμμετεχόντων, στο μεγαλύτερο ποσοστό των έργων αναμένεται να δημιουργηθεί μια απόκλιση από το αρχικά εγκεκριμένο πλάνο, όπως έχει ήδη αναφερθεί στην προηγούμενη ενότητα. Ωστόσο, έχει σημαντικό ενδιαφέρον ο προσδιορισμός της αναμενόμενης διάρκειας καθυστέρησης. Στο πλαίσιο αυτό, οι συμμετέχοντες κρίθηκαν βάσει εμπειρίας να προσδιορίσουν την μέση αναμενόμενη υπέρβαση χρονοδιαγράμματος, όπως έχει παρατηρηθεί σε προηγούμενα έργα που έχουν συμμετάσχει. Η ανάλυση δεδομένων, καταδεικνύει ότι το 60% των συμμετεχόντων θεωρεί ότι σε ένα έργο θα παρουσιαστεί υπέρβαση της τάξης του 10-20% συγκριτικά με το αρχικά εγκεκριμένο πλάνο. Ενώ, το 17% περίπου θεωρεί ότι η υπέρβαση θα είναι ακόμα μεγαλύτερη, λαμβάνοντας ποσοστιαία τιμή 20-30%. Τέλος, 13% περίπου, θεωρεί ότι η αναμενόμενη υπέρβαση δεν θα ξεπερνά το 10% του αρχικά εγκεκριμένου πλάνου εργασίας, ενώ υπάρχει και μια μικρή μερίδα εργαζομένων, η οποία απάντησε «Δεν γνωρίζω» στην συγκεκριμένη ερώτηση.

Σύμφωνα με τα όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω, προκύπτει ξεκάθαρα ότι λόγω πολυπλοκότητας αλλά και μη προβλέψιμων συνθηκών κατά την υλοποίηση των έργων, υπάρχει σημαντική πιθανότητα τα έργα να εκτραπούν από το αρχικό χρονοδιάγραμμα υπερβαίνοντας το μεσοσταθμικά από 10 έως 30%. Παράλληλα, οι τακτικές αναθεωρήσεις των χρονοδιαγραμμάτων συνεισφέρουν σημαντικά στον έγκαιρο εντοπισμό των αποκλίσεων, λόγω εμφάνισης μη προβλεπόμενων συνθηκών, κατά τον σχεδιασμό και λαμβάνουν χώρα σε τακτική βάση σε μεγάλης κλίμακας έργα.

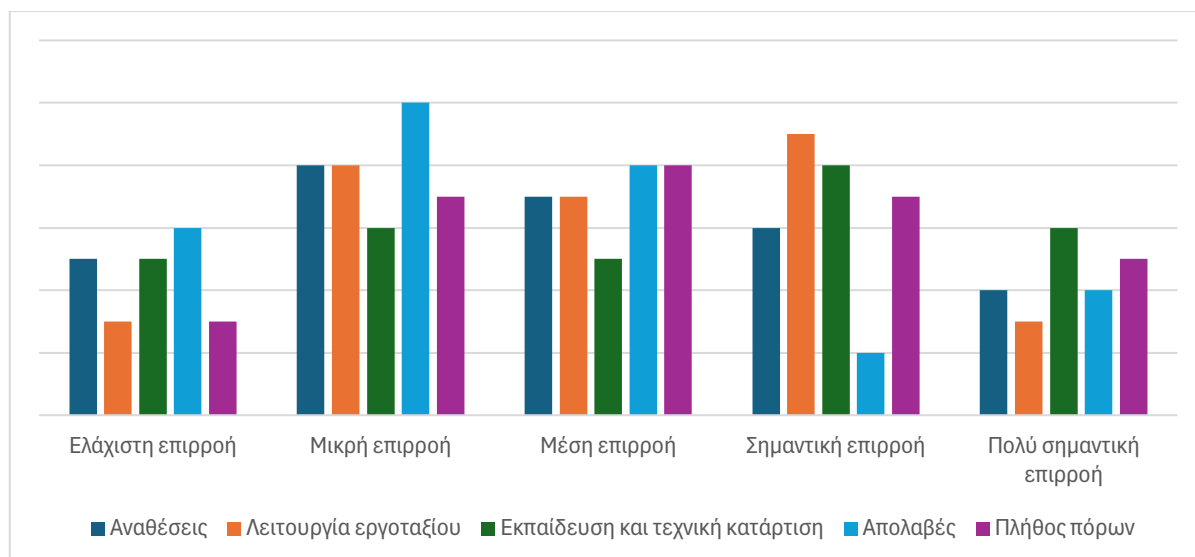
Πέραν των παραπάνω, ιδιαίτερη σημασία έχει η ανάλυση και ο προσδιορισμός των αιτιών για την δημιουργία των παρατηρούμενων αποκλίσεων. Ανατρέχοντας στην βιβλιογραφία, διαπιστώνουμε ότι συχνά οι παράγοντες της «γραφειοκρατείας» καθώς και ο βαθμός εξειδίκευσης και εμπειρίας του ανθρώπινου δυναμικού είναι εξαιρετικά σημαντικοί ως προς την επιρροή του χρόνου υλοποίησης των σχεδιασμένων πακέτων εργασίας. Για την

αξιολόγηση της σημασίας των δύο αυτών παραγόντων, οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν ξεχωριστά στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου. Σύμφωνα με τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις αυτές, μπορούμε να διαπιστώσουμε τα εξής:

- Το 83,33% των συμμετεχόντων θεωρεί ότι η «γραφειοκρατία» έχει σημαντική επίδραση ως προς την χρονική καθυστέρηση των έργων. Συγκεκριμένα, το 33,33% αξιολόγησε την επίδραση της ως μέσης σημασίας, ενώ το υπόλοιπο 50% αξιολόγησε την επίδραση της, ως πολύ σημαντική ή εξαιρετικά σημαντική. Αυτή η διαπίστωση, σαφώς έχει λογικές προεκτάσεις, καθώς πρόκειται για μεγάλης κλίμακας έργα, για τα οποία συχνά απαιτείται ένας μεγάλος όγκος εγγράφων προετοιμασίας για την εκτέλεση των εργασιών, όπως για παράδειγμα αδειοδοτήσεις, εγκρίσεις από δημόσιους οργανισμούς καθώς και πρακτικά και αναφορές στο εσωτερικό του φορέα υλοποίησης. Όλα τα παραπάνω, σαφώς επιβραδύνουν τις διαδικασίες υλοποίησης των έργων και προκύπτουν ως σημαντικού αντικτύπου παράγοντες επιρροής.
- Στην αντίπερα όχθη, ο ανθρώπινος παράγοντας θεωρείται ότι έχει την σημαντικότερη επιρροή ως προς την προοδευτική εξέλιξη των έργων. Στην αντίστοιχη ερώτηση, οι συμμετέχοντες θεωρούν την επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα από μέσης ισχύος έως εξαιρετικά υψηλής ισχύος με ποσοστό 97%. Ειδικότερα, μέση επιρροή του ανθρώπινου παράγοντα εκτιμά το 23,33% των συμμετεχόντων, ενώ το 75% περίπου θεωρεί την επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα πολύ ή εξαιρετικά σημαντική ως προς την πρόοδο των έργων. Όπως είναι λογικό, τα πακέτα εργασίας και τα παραδοτέα των έργων παράγονται από τους ανθρώπινους, κατά συνέπεια η ποιότητα και η επάρκειά τους, επηρεάζονται άμεσα από τις δεξιότητες και την εμπειρία των ανθρώπινων πόρων.

Λόγω της κρισιμότητας της απόδοσης των ανθρώπινων πόρων για την συνολική έκβαση του έργου, στο πλαίσιο της έρευνας εξετάζεται ένα σύνολο από πιθανές παραμέτρους επιρροής της απόδοσης, όπως αυτές προκύπτουν από την αντίστοιχη βιβλιογραφία αλλά και από τα πορίσματα που εξήχθησαν κατά την ανάλυση αποκλίσεων επί του έργου (βλ. Κεφάλαιο 5).

Στο Σχήμα 15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των συμμετεχόντων ως προς πέντε διαφορετικές παραμέτρους επιρροής της αποδοτικότητας των εργαζομένων. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να δώσουν μια αντιπροσωπευτική τιμή για πέντε (5) διαφορετικές παραμέτρους, χρησιμοποιώντας 5-βάθμια κλίμακα Likert, σύμφωνα με την οποία η τιμή 1 αντιπροσωπεύει ελάχιστης σημασίας παράγοντα επιρροής και η τιμή πέντε (5) αντιπροσωπεύει εξαιρετικής σημασίας παράγοντα.



Σχήμα 15 Αξιολόγηση παραμέτρων επιρροής στην αποδοτικότητα των ανθρώπινων πόρων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του παραπάνω σχήματος, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι πιο σημαντικοί παράγοντες μέσης επιρροής ως προς την απόδοση των ανθρώπινων πόρων είναι οι απολαβές, συμπεριλαμβανομένων τυχόν καθυστερήσεων σε αυτές, καθώς επίσης και η επάρκεια του πλήθους πόρων. Αντίστοιχα, σημαντική επιρροή φαίνεται να έχει η λειτουργία του εργοταξίου για την συνολική απόδοση των εργαζομένων. Με πιο απλά λόγια, υπόρρητα προκύπτει το συμπέρασμα ότι όσο περισσότερο οργανωμένα είναι τα εργοτάξια τόσο πιο αποδοτική γίνεται η εργασία των εργαζομένων. Τέλος, οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν κατά πλειοψηφία το επίπεδο εκπαίδευσης και κατάρτισης ως μέγιστης σημασίας παράγοντα για την αποτελεσματική λειτουργία του εργοταξίου και κατ' επέκταση την αποδοτικότητα των εργαζομένων.

Συνοψίζοντας τα όσα αναφέρθηκαν στην παρούσα ενότητα, μπορούμε να σημειώσουμε ότι σύμφωνα με την εμπειρία και την γνώση των εργαζομένων, η σημαντική πλειοψηφία των υποβρύχιων έργων μεγάλης κλίμακας επιδέχεται τροποποιήσεις αναφορικά με τα αρχικά εγκεκριμένα πλάνα εργασίας, λόγω καθυστερήσεων και υπερβάσεων. Η ανάλυση των απόψεων καταδεικνύει τον ανθρώπινο παράγοντα ως θεμέλιο λίθο στα έργα και κατ' επέκταση την αποδοτικότητά του ως πολύ σημαντικό παράγοντα αναφορικά με την πρόοδο των έργων. Από πέντε διαφορετικούς παράγοντες επιρροής της αποδοτικότητας, η τεχνική εκπαίδευση και κατάρτιση των εργαζομένων αναδείχθηκε ως ο κρίσιμότερος παράγοντας, ενώ σημαντικοί παράγοντες είναι ο τρόπος οργάνωσης των εργοταξίων καθώς και οι απολαβές των εργαζομένων, βάσει των οποίων εξασφαλίζεται το «αίσθημα δικαίου», δημιουργώντας επιπρόσθετα κίνητρα για αυξημένη αποδοτικότητα στην εργασία.

7.4 Βασικοί παράγοντες αναφορικά με την υπέρβαση του προϋπολογισμού

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο της στατιστικής ανάλυσης και ερμηνείας των αποτελεσμάτων, στην παρούσα ενότητα παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις του τελευταίου μέρους του ερωτηματολογίου. Το συγκεκριμένο μέρος των ερωτήσεων εστιάζει στην ανάλυση των απόψεων και των εμπειριών των συμμετεχόντων σχετικά με τις αποκλίσεις στο κόστος των έργων, επιδιώκοντας τον εντοπισμό και την ανάδειξη των βασικών παραμέτρων για την υπέρβαση στο προϋπολογισμένο κόστος.

Ξεκινώντας με την αξιολόγηση των εμπειριών των συμμετεχόντων αναφορικά με την υπέρβαση κόστους στα έργα, μπορούμε να σημειώσουμε ότι σύμφωνα με τα ευρήματα η πιθανότερη μέση αναμενόμενη υπέρβαση είναι της τάξης του 10-15%, με πιθανότητα εμφάνισης 43,33%, σύμφωνα με τους συμμετέχοντες. Αντίθετα, το 23,33% των συμμετεχόντων, θεωρεί ότι ένα μεγάλο υποβρύχιο έργο δεν θα υπερβεί περισσότερο από 10% το αρχικά προϋπολογισμένο κόστος, ενώ μια σημαντική μερίδα (19% περίπου) θεωρεί ότι η μέση υπέρβαση κόστους θα ξεπεράσει το 15% του εγκεκριμένου προϋπολογισμού. Σύμφωνα με τα εν λόγω ευρήματα, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η αναμενόμενη ποσοστιαία απόκλιση του κόστους είναι σημαντικά μικρότερη σε σχέση με την αναμενόμενη απόκλιση του χρόνου. Το συγκεκριμένο πόρισμα είναι πλήρως ευθυγραμμισμένο με τις τιμές στους EVM δείκτες που υπολογίστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια της εργασίας και κατ' επέκταση μπορούμε να θεωρήσουμε ότι επικυρώνεται.

Συμπληρωματικά με τα παραπάνω αναφέρεται ότι οι έννοιες του κόστους και του χρόνου, σε αρκετές περιπτώσεις επηρεάζονται μεταξύ τους. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι τυχόν αποκλίσεις από το χρονικό διάγραμμα υλοποίησης, οδηγούν σε αρκετές περιπτώσεις στην δημιουργία υπερ-αναθέσεων σε ορισμένα πακέτα εργασίας, προκειμένου να επιταχυνθεί η υλοποίησή τους, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό επιπρόσθετα κόστη (overheads). Σε κάθε περίπτωση, τόσο οι ενδείξεις από την στατιστική ανάλυση όσο και τα ευρήματα από τους ελέγχους προόδου των έργων, αναδεικνύουν ότι ο σχεδιασμός κατά τον προσδιορισμό του κόστους υλοποίησης είναι αρκετά λεπτομερής, αποφεύγοντας έτσι σημαντικές αποκλίσεις κατά την υλοποίηση.

Ανατρέχοντας στην διεθνή βιβλιογραφία, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι σε πολλές μελέτες σχετικές με έργα μεγάλης κλίμακας, οι συγγραφείς αναφέρουν δύο βασικές κατηγορίες παραμέτρων ως κύριους άξονες επιρροής στην τελική διαμόρφωση του κόστους των έργων.

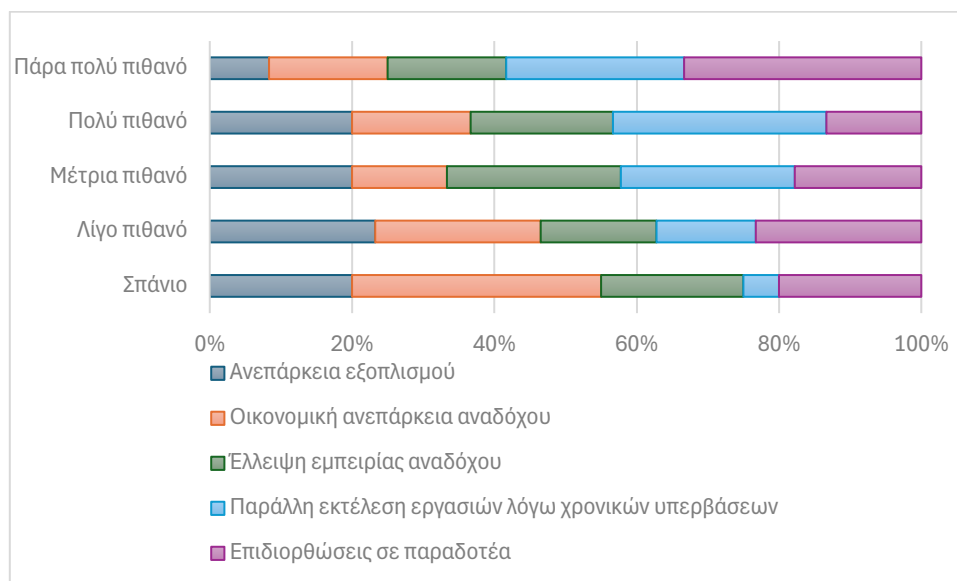
Οι κατηγορίες αυτές αφορούν τους περιβαλλοντικούς παράγοντες καθώς και παράγοντες σχετικά με την επικοινωνία. Εστιάζοντας στην εξέταση του κατά πόσο σημαντικοί είναι οι παράγοντες αυτοί για το έργο ενδιαφέροντος, στο τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν την σημαντικότητα των παραμέτρων αυτών. Σύμφωνα με τις απαντήσεις τους, μπορούμε να εξάγουμε τα εξής πορίσματα:

- Η «καλή» επικοινωνία στο εσωτερικό του οργανισμού αλλά και μεταξύ των αναδόχων σε ένα έργο, προκύπτει ως πολύ σημαντικός παράγοντας επίδρασης στην διαμόρφωση του κόστους και την συνολική επιτυχία του έργου αναφορικά με τους στόχους του. Συγκεκριμένα, το 80% των συμμετεχόντων θεωρεί ως πολύ ή εξαιρετικά σημαντική την διάσταση της επικοινωνίας. Ενώ το 13% περίπου αποδίδει μέσης σημαντικότητας ισχύ στην επικοινωνία αναφορικά με την τελική έκβαση και την επιτυχία των έργων.
- Αντίστοιχου τύπου αποτελέσματα προκύπτουν από την ανάλυση των εμπειριών, αναφορικά με την επίδραση των συνθηκών του εξωτερικού περιβάλλοντος (π.χ. καιρικές συνθήκες, δυσκολίες πρόσβασης κ.λπ.). Ειδικότερα, σύμφωνα με το 90% των συμμετεχόντων, οι συνθήκες του περιβάλλοντος έχουν τουλάχιστον μέση ισχύ επίδρασης ως προς την τελική διαμόρφωση του κόστους, ενώ το 65% περίπου θεωρεί την επίδραση των εν λόγω παραγόντων πολύ ή εξαιρετικά σημαντική.

Όπως είναι προφανές, η αδυναμία πρόβλεψης των μελλοντικών συνθηκών που θα εμφανιστούν κατά την διάρκεια υλοποίησης των έργων, αποτελεί βασική πηγή αμφιβολίας κατά τον σχεδιασμό και επηρεάζει αναμφίβολα τα κόστη υλοποίησης του έργου, είτε με άμεσο είτε με έμμεσο τρόπο. Με στόχο, τον εντοπισμό των κυριότερων και πιθανότερων παραμέτρων επιρροής και κατ' επέκταση την μείωση των ρίσκων κατά τον σχεδιασμό, στο τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου οι συμμετέχοντες καλούνται να αποτυπώσουν με δομημένο τρόπο την εμπειρία τους. Συγκεκριμένα, ζητείται η ποσοτικοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης καθώς και του αναμενόμενου αντικτύπου από την εμφάνιση, πέντε (5) πιθανών ρίσκων.

Όπως γίνεται κατανοητό, πρόκειται για μια διαδικασία έμμεσης ανάλυσης ρίσκων (risk management process), για την υποστήριξη του σχεδιασμού. Όπως έχει αναφερθεί και στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, τα ρίσκα κατά την υλοποίηση των έργων θα πρέπει να ελέγχονται συστηματικά, καθώς έχουν την δυναμική να εκτρέψουν το έργο από τους στόχους και τον προϋπολογισμό του.

Στα Σχήματα 16 και 17, παρουσιάζουμε την εκτίμηση των συμμετεχόντων σχετικά με την πιθανότητα εμφάνισης ενός ρίσκου καθώς και τον αναμενόμενο αντίκτυπο του ρίσκου ως προς την τελική διαμόρφωση του κόστους έργου.



Σχήμα 16 Αξιολόγηση πιθανότητας εμφάνισης ρίσκων σε μεγάλα υποθαλάσσια έργα

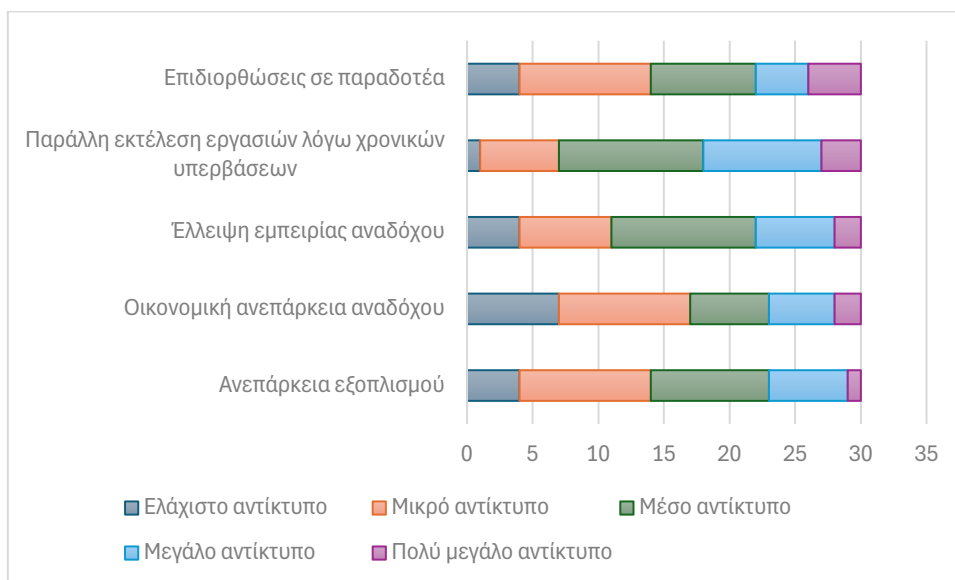
Αναλύοντας το παραπάνω σχήμα, μπορούμε να διαπιστώσουμε τα εξής:

- Στην κατηγορία των πάρα πολύ πιθανών ρίσκων προς εμφάνιση κατά την διάρκεια υλοποίησης του έργου εντάσσονται κατά κύριο λόγο οι επιδιορθώσεις σε παραδοτέα, για λόγους βελτίωσης της ποιότητας, καθώς επίσης και το ρίσκο αύξησης του κόστους λόγω παράλληλης εκτέλεσης εργασιών για την μείωση της συνολικής διάρκειας ολοκλήρωσης του έργου (fast track processes). Όπως έχει ήδη προκύψει από την ανάλυση που έχει προηγηθεί, στα μεγάλα έργα οι αποκλίσεις από τα αρχικά χρονοδιαγράμματα αποτελούν ένα αρκετά πιθανό σενάριο, το οποίο πολλές φορές οδηγεί στην λήψη αποφάσεων για παράλληλες εργασίες, αυξάνοντας το ρίσκο εκτροπής από τον εγκεκριμένο προϋπολογισμό λόγω ταυτόχρονης χρήσης υλικών και άυλων πόρων.
- Στην κατηγορία των πολύ πιθανών ρίσκων, ο παράγοντας της παράλληλης εκτέλεσης εργασιών φαίνεται να είναι επίσης ο σημαντικότερος, ενώ ως δεύτερος παράγοντας, με σημαντικά μειωμένο ποσοστό εμφάνισης, είναι η λανθασμένη εκτίμηση και η ανεπάρκεια σχετικά με τον απαιτούμενο εξοπλισμό. Όπως είναι λογικό, ο σχεδιασμός και προγραμματισμός των έργων γίνεται κατά βάση από ιδιαίτερα εξειδικευμένα και έμπειρα στελέχη, τα οποία έχουν την ικανότητα πρόβλεψης του συνόλου του

εξοπλισμού και για αυτό η πιθανότητα ελλιπούς εξοπλισμού είναι σημαντικά περιορισμένη.

- Αντίστοιχη εικόνα με τις προηγούμενες κατηγορίες, παρατηρείται και στην περίπτωση των μέτρια πιθανών ρίσκων. Συγκεκριμένα, οι δύο βασικοί παράγοντες οικονομικού ρίσκου είναι ίδιοι με τα ανωτέρω, ενώ σημαντική πιθανότητα δίνεται στην εμφάνιση ρίσκου λόγω περιορισμένης εμπειρίας του αναδόχου. Το συγκεκριμένο ρίσκο, θα λέγαμε ότι ανήκει στα μέτρια πιθανά, καθώς σε μεγάλο βαθμό ο φορέα υλοποίησης ελέγχει και επιτηρεί προσεκτικά τους αναδόχους με τους οποίους συνάπτει συνεργασίες, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το προσωπικό του αναδόχου έχει την απαιτούμενη εμπειρία για την ανταπόκριση στις ειδικές απαιτήσεις του έργου.

Έχοντας παρουσιάσει την κατηγορίες των παραμέτρων επιρροής στην οικονομική κατάσταση του έργου, αναδεικνύεται ότι τρεις παράμετροι είναι οι πιο κρίσιμες: η εμπειρία του αναδόχου, η παράλληλη εκτέλεση εργασιών προς επιτάχυνση των παραδοτέων και η έλλειψη εξοπλισμού κατά την υλοποίηση του έργου. Για τις τρεις αυτές κατηγορίες αλλά και για τις υπόλοιπες δύο, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν τον αντίκτυπο τους, χρησιμοποιώντας 5-βάθμια κλίμακα Likert, όπου με την τιμή 1 συμβολίζεται ελάχιστο αντίκτυπο και με την τιμή 5 το μέγιστο αντίκτυπο. Ο συνδυασμός των πορισμάτων από την συγκεκριμένη και την προηγούμενη ανάλυση, δύναται να αναδείξει τα κρίσιμότερα ρίσκα κατά την εκτέλεση μεγάλων υποθαλάσσιων έργων.



Σχήμα 17 Αξιολόγηση αντικτύπου ρίσκων σε μεγάλα υποθαλάσσια έργα

Σύμφωνα με τα όσα παρουσιάζονται στο Σχήμα 17, μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

- Κατά γενική ομολογία, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων θεωρεί ότι κανένα από τα αναφερόμενα ρίσκα δεν αναμένεται να έχει πολύ μεγάλο αντίκτυπο. Ωστόσο, μια μικρή μερίδα συμμετεχόντων, θεωρεί οι επιδιορθώσεις στα παραδοτέα καθώς και η παράλληλη εκτέλεση εργασιών έχει σημαντικά μεγαλύτερο αντίκτυπο από τα υπόλοιπα ρίσκα.
- Μεγάλο αντίκτυπο αναμένεται να έχει σε ένα έργο η παράλληλη εκτέλεση εργασιών, η έλλειψη εξοπλισμού καθώς και ο μικρός βαθμός εμπειρίας του αναδόχου, σύμφωνα με σημαντική μερίδα των συμμετεχόντων.
- Οι ίδιοι ακριβώς παράγοντες (εμπειρία αναδόχου, παράλληλη εκτέλεση εργασιών, έλλειψη εξοπλισμού) φαίνεται να καταλαμβάνουν την σημαντικότερη μερίδα των συμμετεχόντων, αναφορικά με την εκτίμησή τους σχετικά με τα ρίσκα μέσου οικονομικού αντικτύπου.

Συνοψίζοντας τα όσα αναφέρθηκαν στην παρούσα ενότητα, μπορούμε καταρχήν να σημειώσουμε ότι σύμφωνα με την εμπειρία των εργαζομένων, υπάρχει σημαντική πιθανότητα στα μεγάλα τεχνικά έργα, το πραγματικό κόστος να υπερβεί το προϋπολογισμένο. Ωστόσο, οι ποσοστιαίες αποκλίσεις αναφορικά με το κόστος θεωρείται ότι είναι μικρότερες συγκριτικά με τις αποκλίσεις ως προς το αρχικό χρονοδιάγραμμα. Ανατρέχοντας στους βασικούς παράγοντες επιρροής, προκύπτει ότι τόσο ο ανθρώπινος παράγοντας όσο και το εξωτερικό περιβάλλον, δημιουργούν συχνά αμφίβολες συνθήκες, οι οποίες δημιουργούν αμφιβολία και ρίσκα, αυξάνοντας έτσι σημαντικά την πιθανότητα απόκλισης κόστους σε κάποια παραδοτέο και στο σύνολο του έργου. Σταθμίζοντας ορισμένους βασικούς παράγοντες που σχετίζονται τόσο με την εμπειρία και την ικανότητα των ανθρώπινων πόρων όσο και με την επάρκεια του εξοπλισμού, η γνώμη των συμμετεχόντων μας δείχνει ότι οι πιο πιθανοί παράγοντες υπέρβασης κόστους είναι η παράλληλη εκτέλεση εργασιών, τυχόν επιδιορθώσεις στα παραδοτέα καθώς και η εμπειρία του αναδόχου ως προς την υλοποίηση των παραδοτέων. Ταυτόχρονα, οι τρεις αυτοί παράγοντες αξιολογήθηκαν και ως μέγιστου αντικτύπου, γεγονός που σημαίνει ότι η εμφάνισή τους αναμένεται να έχει σημαντικές οικονομικές συνέπειες. Συνδυάζοντας τα δύο παραπάνω πορίσματα, καταλήγουμε ότι οι τρεις αυτές παράμετροι αποτελούν κρίσιμα ρίσκα για τα έργα μεγάλης κλίμακας και κατ' επέκταση απαιτούν συστηματική επιθεώρηση και έλεγχο.

Κεφάλαιο 8: Συζήτηση

Ολοκληρώνοντας την παρούσα εργασία, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα βασικά πορίσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων από τους περιοδικούς ελέγχους του έργου διασύνδεσης Υποθαλάσσιας Καλωδιακής Γ.Μ. 150k, καθώς επίσης και από τα εργαλεία περιγραφικής στατιστικής που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων του ερωτηματολογίου αξιολόγησης των εμπειριών και των απόψεων εμπειρων εργαζομένων σε υποθαλάσσια έργα. Τέλος, δίνονται ορισμένες δυνητικές προεκτάσεις της παρούσας εργασίας.

8.1 Σχόλια, συμπεράσματα και σύνοψη απαντήσεων στα ερευνητικά ερωτήματα

Ο κλάδος των κατασκευών αποτελούσε ανέκαθεν σημαντικό μοχλό για την ανάπτυξη των κοινωνιών και την βελτίωση της ζωής του ανθρώπου. Μέσω του σχεδιασμού και της υλοποίησης έργων, επιδιώκεται η ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνολογιών για την βελτίωση των τεχνικών προδιαγραφών στις υποδομές, τις οποίες χρησιμοποιούν οι άνθρωποι. Η ιδέα για την ανάπτυξη ενοποιημένων δικτύων ηλεκτροδότησης βρίσκεται στο προσκήνιο της βιομηχανίας παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος, αποκτώντας τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο πρόσφορο έδαφος, λόγω της ωρίμανσης των τεχνολογιών, οι οποίες καθιστούν εφικτή την υλοποίηση τέτοιων έργων.

Κεντρικό μέρος της εργασίας, αποτελεί η μελέτη και η διερεύνηση των παραγόντων που εισαγάγουν αβεβαιότητα στα έργα και κατ' επέκταση αποτελούν κρίσιμα στοιχεία πρόβλεψης κατά τον σχεδιασμό, προκειμένου τα έργα να ακολουθούν τα ορισμένα χρονοδιαγράμματα και τους προϋπολογισμούς. Από την διερεύνηση των υποθαλάσσιων έργων υποδομής που έλαβε χώρα στην παρούσα εργασία, μπορούμε να εξάγουμε τα κάτωθι συμπεράσματα:

- Τα υποθαλάσσια έργα συνδέονται με πολλαπλές πηγές εισαγωγής αβεβαιότητας κατά τον σχεδιασμό και προγραμματισμό τους. Αυτό πρακτικά δυσκολεύει σημαντικά την ανάπτυξη ακριβών πλάνων εργασίας, χρονοδιαγραμμάτων και προϋπολογισμών. Η εμπειρία των ανθρώπων που ασχολούνται με τις φάσεις του προγραμματισμού, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αποτελεσματική εκτίμηση του χρόνου και του κόστους υλοποίησης των πακέτων εργασίας, για την ανάπτυξη των παραδοτέων.
- Η υλοποίηση συστηματικών / περιοδικών ελέγχων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον έγκαιρο εντοπισμό αποκλίσεων και την ανάληψη διορθωτικών ενεργειών και παρεμβάσεων αντιμετώπισης των αποκλίσεων.

- Σύμφωνα με τις πρακτικές της διοίκησης έργων, ο ορθολογικός προσδιορισμός των χρονοδιαγραμμάτων, θα πρέπει να σχετίζεται πρωτίστως με το προς υλοποίηση φυσικό αντικείμενο των έργων. Συγκεκριμένα, προτείνεται η ανάλυση του φυσικού αντικειμένου σε επιμέρους πακέτα εργασίας και η δημιουργία των αντίστοιχων παραδοτέων για τα εν λόγω πακέτα. Στην συνέχεια, ο προγραμματισμός απαιτεί μια λεπτομερή μελέτη των τεχνικών απαιτήσεων, έτσι ώστε να γίνεται με εύστοχο τρόπο η ανάθεση εργασιών και πακέτων σε υλικούς και άυλους πόρους.
- Ο προϋπολογισμός των έργων, προκύπτει ως συνάρτηση του χρόνου απασχόλησης των πόρων στο εκάστοτε πακέτο εργασίας. Ωστόσο, για χάρη υποστήριξης των ενεργειών αντιμετώπισης αποκλίσεων, συνηθίζεται η δέσμευση ενός επιπρόσθετου κόστους κατά την διάρκεια υλοποίησης των έργων.
- Στο υπό μελέτη έργο, το οποίο αφορά την ανάπτυξη υποθαλάσσιας γραμμής μεταφοράς Υποθαλάσσιας Καλωδιακής Γ.Μ. 150k, παρατηρήθηκαν αποκλίσεις αναφορικά με τον χρόνο και το κόστος υλοποίησης των πακέτων εργασίας, σε δύο διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Αυτό πιθανότατα, αποδεικνύει την αδυναμία του προγραμματισμού να προβλέψει με ακρίβεια ορισμένες αβέβαιες συνθήκες που λαμβάνουν χώρα κατά την υλοποίηση του έργου.
- Η εμπειρία των εργαζομένων σε υποθαλάσσια έργα, πιστοποιεί την σημαντικότητα των περιοδικών ελέγχων κατά την διάρκεια υλοποίησης των έργων. Μάλιστα, η ανάλυση των απαντήσεων στα ερωτηματολόγια, έδειξε ότι κατά πλειοψηφία οι ομάδες έργου επιδιώκουν την συσχέτισης γεγονότων με τις αποκλίσεις που διαπιστώνονται στα έργα.
- Οι συμμετέχοντες στην έρευνα, θεωρούν ότι ένα υποθαλάσσιο έργο έχει σημαντική πιθανότητα υπέρβαση της χρονικής διάρκειας υλοποίησης συγκριτικά με το αρχικά υπολογισμένο χρονοδιάγραμμα. Ο ανθρώπινος παράγοντας, θεωρείται ο σημαντικότερος αναφορικά με την διαπίστωση χρονικών αποκλίσεων. Από πέντε διαφορετικούς παράγοντες επιρροής της αποδοτικότητας, η τεχνική εκπαίδευση και κατάρτιση των εργαζομένων αναδείχθηκε ως ο κρισιμότερος παράγοντας, ενώ σημαντικοί παράγοντες είναι ο τρόπος οργάνωσης των εργοταξίων καθώς και οι απολαβές των εργαζομένων.
- Τέλος, οι συμμετέχοντες θεωρούν σχεδόν δεδομένη και την ύπαρξη αποκλίσεων σχετικά με το προϋπολογισμένο κόστος. Η ειδοποιός διαφορά μεταξύ των αποκλίσεων κόστους και χρόνου, είναι οι κοστολογικές αποκλίσεις αναμένεται να είναι μικρότερες σε ποσοστιαία κλίμακα. Ειδικότερα, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων αναμένει

αποκλίσεις κόστους της τάξης του 10-15% ενώ αποκλίσεις χρόνου κατά 20% τουλάχιστον, αναφορικά με την βασική έκδοση του χρονοδιαγράμματος.

- Συνδυάζοντας τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η ακρίβεια κατά τον προγραμματισμό κόστους στα υποθαλάσσια έργα, είναι κατά βάση μεγαλύτερη συγκριτικά με την ακρίβεια κατά την εκτίμηση της χρονικής διάρκειας υλοποίησης.

8.2 Προτάσεις επέκτασης της εργασίας

Αντί επιλόγου, στην παρούσα εργασία επιλέγουμε την παράθεση ορισμένων ενδεικτικών κατευθυντήριων γραμμών για την επέκταση της έρευνας και την γενίκευση – επικύρωση των πορισμάτων που εξήχθησαν στην εργασία. Σημαντικές κατευθύνσεις επέκτασης είναι:

- Η διενέργεια των ελέγχων και η ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων επί της προόδου, κάνοντας χρήση διαφορετικών τεχνικών από το EVM.
- Η εξέταση και αξιοποίηση σύγχρονων μεθόδων προγραμματισμού έργων, όπως η BIM μέθοδος, οι οποίες είναι προσανατολισμένες ως προς την γραφική αναπαράσταση και οπτικοποίηση των πακέτων εργασίας, ενώ παράλληλα επιτρέπουν την αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών συμμετεχόντων σε ένα έργο, όπως οι σχεδιαστές, προγραμματιστές, εργολάβοι, τεχνίτες κ.ο.κ. Οι μέθοδοι αυτές, βοηθούν στην βελτιστοποίηση της επικοινωνίας μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών και κατ' επέκταση μπορούν να συμβάλλουν στον έγκαιρο εντοπισμό αποκλίσεων αλλά και στην ανάπτυξη προτάσεων για διορθωτικές ενέργειες.
- Η συγκριτική θεώρηση της τάξης μεγέθους των αποκλίσεων που παρατηρήθηκαν, με αντίστοιχα έργα μεγαλύτερης κλίμακας σε παγκόσμιο επίπεδο, έτσι ώστε να επικυρωθούν τα μοτίβα επίδρασης ως προς την καθυστέρηση και την υπέρβαση κόστους στα υποθαλάσσια έργα.
- Η ενσωμάτωση μεγαλύτερου πλήθους δείγματος κατά την διενέργεια της εμπειρικής στατιστικής μελέτης, μέσω του οποίου θα μπορούσε να αναπτυχθεί μια πιο γενικευμένη εικόνα σχετικά με τις εμπειρίες και τις απόψεις των εργαζομένων.

Η υλοποίηση των παραπάνω ενεργειών επέκτασης, θεωρείται ότι μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην βελτίωση της αξιοπιστίας της έρευνας, και κατ' επέκταση να οδηγήσει στην ανάπτυξη μεθόδων για την συγγραφή των αρχείων διδαγμάτων (lessons learned), τα οποία αποτελούν την βάση εκκίνησης κατά τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό μελλοντικών έργων με παρεμφερή χαρακτηριστικά. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η συνέχεια της

εμπειρικά κεκτημένης γνώσης στο εσωτερικό του οργανισμού, βάσει της οποίας βελτιστοποιείται η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών διοίκησης των έργων.

Βιβλιογραφία

- Abbasi, A., & Jaafari, A. (2018). Evolution of Project Management as a Scientific Discipline. *Data and Information Management*, 2(2), 91–102. <https://doi.org/10.2478/dim-2018-0010>
- Abdullah, D. S., & Al-Nuamman, R. S. A. (2023). Impact of Construction Systems on Project Timelines: A Case Study of Multi-Floor Affordable Residential Buildings. In *International Journal of Sustainable Development and Planning* (Vol. 18, Issue 10, pp. 3025–3036). International Information and Engineering Technology Association. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.181005>
- Acebes, F., Pajares, J., Galán, J. M., & López-Paredes, A. (2014). A new approach for project control under uncertainty. Going back to the basics. *International Journal of Project Management*, 32(3), 423–434. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.08.003>
- Aramali, V., Gibson, G. E., Asmar, M. E., & Cho, N. (2021). Earned Value Management System State of Practice: Identifying Critical Subprocesses, Challenges, and Environment Factors of a High-Performing EVMS. *Journal of Management in Engineering*, 37(4), 04021031. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000925](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000925)
- Biancardo, S. A., Gesualdi, M., Savastano, D., Intignano, M., Henke, I., & Pagliara, F. (2023). An innovative framework for integrating Cost-Benefit Analysis (CBA) within Building Information Modeling (BIM). *Socio-Economic Planning Sciences*, 85, 101495. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101495>
- Bourne, M., Bosch-Rekvelde, M., & Pesämaa, O. (2023). Moving goals and governance in megaprojects. *International Journal of Project Management*, 41(5), 102486. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2023.102486>

- Chalmeta, R., & Ferrer Estevez, M. (2023). Developing a business intelligence tool for sustainability management. In *Business Process Management Journal* (Vol. 29, Issue 8, pp. 188–209). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2023-0232>
- Doskočil, R., & Lacko, B. (2018). Risk management and knowledge management as critical success factors of sustainability projects. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su10051438>
- Fang, P., Li, X., Jiang, X., Hopman, H., & Bai, Y. (2023). Bending study of submarine power cables based on a repeated unit cell model. *Engineering Structures*, 293, 116606. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116606>
- Fashina, A. A., Omar, M. A., Sheikh, A. A., & Fakunle, F. F. (2021). Exploring the significant factors that influence delays in construction projects in Hargeisa. In *Heliyon* (Vol. 7, Issue 4). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06826>
- Han, C., Han, T., Ma, T., Tong, Z., Wang, S., & Hei, T. (2023). End-to-end BIM-based optimization for dual-objective road alignment design with driving safety and construction cost efficiency. *Automation in Construction*, 151, 104884. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104884>
- Huang, X., Ding, R., Pan, W., Yang, C., Xu, Y., Miao, Y., Zhuang, Q., Zhu, J., Wu, M., Lei, Z., & Li, Y. (2020). Overview of quality control issues related to submarine cables in project cycle of offshore wind power projects in Jiangsu. In *Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, APPEEC* (Vols 2020-September). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/APPEEC48164.2020.9220513>
- Irfan, M., Khan, S. Z., Hassan, N., Hassan, M., Habib, M., Khan, S., & Khan, H. H. (2021). Role of Project Planning and Project Manager Competencies on Public Sector Project Success. *Sustainability*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/su13031421>

- Kuinkel, M. S., Zhang, C., Felton, G., Demirkesen, S., & Li, H. (2024). Compromise or Problem Solve: Conflicts in Construction Schedule Updates. In *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction* (Vol. 16, Issue 1). American Society of Civil Engineers (ASCE). <https://doi.org/10.1061/JLADAH.LADR-1048>
- Lester, A. (2021). 12—Work breakdown structures. In A. Lester (Ed.), *Project Management, Planning and Control (Eighth Edition)* (Eighth Edition, pp. 53–59). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824339-8.00012-2>
- Marle, F. (2020). An Assistance to Project Risk Management Based on Complex Systems Theory and Agile Project Management. *Complexity*, 2020, 3739129. <https://doi.org/10.1155/2020/3739129>
- Marnada, P., Raharjo, T., Hardian, B., & Prasetyo, A. (2022). Agile project management challenge in handling scope and change: A systematic literature review. *Procedia Computer Science*, 197, 290–300. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.143>
- Mitropoulos, P., & Sanchez, R. (2016). Criteria and considerations for project work structuring. In *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Management, Procurement and Law* (Vol. 169, Issue 3, pp. 124–130). Thomas Telford Services Ltd. <https://doi.org/10.1680/jmapl.15.00020>
- Morera, S., Santana, M. V. E., Comas, J., Rigola, M., & Corominas, L. (2020). Evaluation of different practices to estimate construction inventories for life cycle assessment of small to medium wastewater treatment plants. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 245). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118768>
- Petrović, D., Mihić, M., & Obradović, V. (2014). Strategic Project Management—Project Strategy and Measurement of Success. In M. L. Jakšić, S. B. Rakočević, & M. Martić (Eds.), *Innovative Management and Firm Performance: An Interdisciplinary Approach* (pp. 276–289). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9781137402226_14

- Pollack, J., Helm, J., & Adler, D. (2018). What is the Iron Triangle, and how has it changed? *International Journal of Managing Projects in Business*, 11. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-09-2017-0107>
- Ribah, M. M., & Singh, H. (2023). Analysis of the Impacts of Quality Assurance and Quality Control on Construction Projects using RII method. In V. V & S. K. T.S (Eds.), *E3S Web of Conferences* (Vol. 399). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339903021>
- Rokooei, S. (2015). Building Information Modeling in Project Management: Necessities, Challenges and Outcomes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 210, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.332>
- Santos, J. I., Pereda, M., Ahedo, V., & Galán, J. M. (2023). Explainable machine learning for project management control. *Computers & Industrial Engineering*, 180, 109261. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109261>
- Smiddy, M. P., Burton, E., Kingston, L., Poovelikunnel, T. T., Moyo, M., & Flores, A. (2024). Identifying research priorities for infection prevention and control. A mixed methods study with a convergent design. In *Journal of Infection Prevention*. SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/17571774241230676>
- Sruthi, M. D., & Aravindan, A. (2020). Performance measurement of schedule and cost analysis by using earned value management for a residential building. *Materials Today: Proceedings*, 33, 524–532. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.210>
- Venczel, T. B., Berényi, L., & Hriczó, K. (2021). Project Management Success Factors. *Journal of Physics: Conference Series*, 1935(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1935/1/012005>

- Γερογιάννη, Α. (2022). *Χρονικός Προγραμματισμός έργου υποδομής—Εφαρμογή στο Κέντρο Υπερυψηλής Τάσης (KYT) Πτολεμαΐδα V* [Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο]. <https://apothesis.eap.gr/archive/item/165835>
- Πηλιχού, Γ. (2022). *Μέθοδοι διαχείρισης και χρονικού προγραμματισμού μεγάλων ενεργειακών έργων* [Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο]. <https://apothesis.eap.gr/archive/item/170526>
- Rashid, R. (2019). Managing Triple Constraints in Software Project Management. Managing Triple Constraints in Software Project Management.
- Kerzner, H (2021). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, 13th Edition*.
- Project Management Institute. (2017). *A Guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.)*.

Ιστοτοπογραφία

- <https://elearning.ekdd.gr/> [πρόσβαση 29/11/2023]
- <https://consultleopard.com/cpm-scheduling-in-construction/> [πρόσβαση 20/11/2023]
- <https://www.pmi.org/learning/library/benefits-evm-strategic-commercial-imperatives-7608> [πρόσβαση 01/12/2023]
- <https://www.pmi.org/> [πρόσβαση 03/12/2023]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ερωτηματολόγιο: Αξιολόγηση των παραμέτρων επιρροής στην χρονική καθυστέρηση και την υπέρβαση κόστους σε μεγάλα υποβρύχια έργα

Δήλωση: Το παρόν ερωτηματολόγιο αφορά την Διπλωματική Εργασία της Αγγελικής – Παρασκευής Μιγκάρδου, στα πλαίσια απόκτησης του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Διαχείρισης Τεχνικών Έργων, το οποίο διοργανώνεται από τη σχολή Θετικών Επιστημών του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου. Τα προσωπικά δεδομένα και οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά και μόνο για τους ερευνητικούς σκοπούς της εργασίας και για καμία άλλη χρήση.

Οδηγίες συμπλήρωσης:

1. Το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο, παρακαλώ μην σημειώσετε σε κάποιο σημείο το ονοματεπώνυμό σας
2. Απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις, εκτός και αν κάποια ερώτηση δεν σας αφορά ή δεν έχετε αντίστοιχη εμπειρία
3. Στην περίπτωση που δεν απαντήσετε κάποια ερώτηση, παρακαλώ σημειώστε το στην τελευταία σελίδα στο πλαίσιο για τα σχόλια

Μέρος Α: Δημογραφικά στοιχεία

1. Παρακαλώ συμπληρώστε το **φύλο** σας:

A. Άνδρας ...

B. Γυναίκα ...

Γ. Άλλο ...

2. Παρακαλώ επιλέξτε σε ποια από τις παρακάτω **ηλικιακές ομάδες** ανήκετε:

A. 18 – 28 ...

B. 28 – 38 ...

Γ. 38 – 48 ...

Δ. 48 – 58 ...

E. 58 + ...

3. Παρακαλώ επιλέξτε το **επίπεδο** των **σπουδών** σας:

A. Απόφοιτος βασικής εκπαίδευσης (γυμνασίου) ...

B. Απόφοιτος Λυκείου ...

Γ. Απόφοιτος τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (ΑΕΙ / ΤΕΙ) ...

Δ. Κάτοχος Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης ...

E. Κάτοχος Διδακτορικού Διπλώματος ...

4. Παρακαλώ επιλέξτε την **θέση ενασχόλησης** που περιγράφει καλύτερα τα εργασιακά σας καθήκοντα:

A. Εργάτης ή τεχνικός ...

B. Εργολάβος ...

Γ. Εργοδηγός / υπεύθυνος επιτήρησης τεχνικών συνεργείων ...

Δ. Μηχανικός έργου ...

Ε. Προϊστάμενος ή Διευθυντής τμήματος στο οποίο εντάσσεται το έργο ...

5. Παρακαλώ επιλέξτε σε ποια από τις παρακάτω κατηγορίες εντάσσετε βάσει της **εμπειρίας** σας σε **υποβρύχια έργα**:

Α. Έως 1 έτος ...

Β. 1 – 3 έτη ...

Γ. 3 – 5 έτη ...

Δ. 5 – 8 έτη ...

Ε. Περισσότερα από 8 έτη...

Μέρος Β: Αξιολόγηση της σημασίας των περιοδικών ελέγχων και αναθεωρήσεων κατά την υλοποίηση έργων

6. Στον φορέα εργασίας σας, εφαρμόζονται περιοδικοί έλεγχοι της προόδου των έργων συγκριτικά με τα αρχικά προγραμματισμένα πλάνα εργασίας και των προϋπολογισμό; **Αν ναι**, με ποια συχνότητα εφαρμόζονται οι έλεγχοι;

Α. Οι περιοδικοί έλεγχοι εφαρμόζονται σπάνια ...

Β. Οι περιοδικοί έλεγχοι εφαρμόζονται σε εβδομαδιαία βάση ...

Γ. Οι περιοδικοί έλεγχοι εφαρμόζονται σε μηνιαία βάση ...

Δ. Οι περιοδικοί έλεγχοι εφαρμόζονται σε βάση τριμήνου ...

Ε. Οι περιοδικοί έλεγχοι εφαρμόζονται τακτικά ανάλογα με την σύμβαση του έργου...

7. Σύμφωνα με την εμπειρία σας, πόσο σημαντικοί είναι οι περιοδικοί έλεγχοι αναφορικά με τον έγκαιρο εντοπισμό δυνητικών αποκλίσεων και την άμεση αναθεώρηση των πλάνων εργασίας;

A. Καθόλου ...

B. Ελάχιστα ...

Γ. Μέσης σημασίας ...

Δ. Πολύ σημαντικοί ...

Ε. Πάρα πολύ σημαντικοί ...

8. Στον οργανισμό που εργάζεστε, χρησιμοποιείτε κάποια συγκεκριμένη μέθοδο για την σύνδεση των ευρημάτων των περιοδικών ελέγχων με τα αίτια πρόκλησης τους;

A. Σχεδόν ποτέ ...

B. Σπάνια ...

Γ. Μερικές φορές ...

Δ. Πολλές φορές ...

Ε. Σχεδόν πάντα ...

9. Αν χρησιμοποιείτε κάποια μέθοδο για την ανάλυση των αιτιών πρόκλησης αποκλίσεων, ποια από τις κάτωθι μεθόδους χρησιμοποιείται πιο συχνά;

A. Ερωτηματολόγια εσωτερικά στον οργανισμό ή/και με συμμετοχή αναδόχων ...

B. Συνεντεύξεις με την ομάδα έργου ...

Γ. Διαγράμματα συσχετίσεων αιτίου – αιτιατού (π.χ. fishbones, κ.λπ.) ...

Δ. Ανάλυση αξιοπιστίας παραδοχών και υποθέσεων εργασίας ...

Ε. Ομαδικές συναντήσεις, brainstorming, αυτοαξιολόγηση παραμέτρων και συμπλήρωση λιστών προόδου και παραδοτέων...

ΣΤ. Ανάλυση μητρώων καταγεγραμμένων ρίσκων, αναθεώρηση και επαναξιολόγηση του αντικτύπου τους οικονομικό και χρονικό πλαίσιο ...

Ζ. Άλλο ...

10. Σύμφωνα με την εμπειρία σας, πόσες αναθεωρήσεις των αρχικών χρονικών και οικονομικών πλάνων λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια ενός έργου μεγάλης κλίμακας;

A. Έως 1 ...

B. 1 -3 ...

Γ. 3 - 5 ...

Δ. 5 - 7 ...

E. Περισσότερες από 7 ...

Μέρος Γ: Αποτύπωση εμπειριών και απόψεων σχετικά με την υπέρβαση των χρονοδιαγραμμάτων

11. Σύμφωνα με την εμπειρία σας, ποια αναμένεται να είναι μεσοσταθμικά η χρονική υπέρβαση του χρονικού ορίζοντα υλοποίησης ενός μεγάλου υποβρύχιου έργου, συγκριτικά με το αρχικά προβλεπόμενο χρονοδιάγραμμα;

A. < 10% ...

B. 10 – 20% ...

Γ. 20 – 30% ...

Δ. > 30% ...

E. Δεν γνωρίζω ...

12. Πόσο σημαντική θεωρείται την επίδραση της «γραφειοκρατίας» αναφορικά με τις χρονικές υπερβάσεις στα χρονοδιαγράμματα υλοποίησης των έργων;

- A. Καθόλου ... B. Ελάχιστα ... Γ. Μέσης σημασίας ...
Δ. Πολύ σημαντικοί ... Ε. Πάρα πολύ σημαντικοί ...

13. Πόσο σημαντική θεωρείτε την αποτελεσματικότητα της εργασίας των ανθρώπινων πόρων αναφορικά με τις χρονικές υπερβάσεις στα χρονοδιαγράμματα;

- A. Καθόλου ... B. Ελάχιστα ... Γ. Μέσης σημασίας ...
Δ. Πολύ σημαντικοί ... Ε. Πάρα πολύ σημαντικοί ...

14. Ποιοι οι κύριοι παράγοντες μειωμένης αποτελεσματικότητας των ανθρώπινων πόρων, σύμφωνα με την εμπειρία σας; (Τοποθετήστε δίπλα από κάθε έναν παράγοντα μια τιμή από το 1 έως το 5, θεωρώντας ότι η τιμή 1 αντιπροσωπεύει παράγοντα ελάχιστης επιρροής και η τιμή 5, παράγοντα μέγιστης επιρροής)

A. Μη αποτελεσματική ανάθεση εργασιών (resource allocation) βάσει των πλάνων εργασίας ...

B. Μη αποτελεσματική λειτουργία εργοταξίου ...

Γ. Μη επαρκής εκπαίδευση και τεχνική κατάρτιση ...

Δ. Μειωμένες και καθυστερημένες απολαβές ...

Ε. Μη επαρκές πλήθος ανθρώπινων πόρων ...

ΣΤ. Άλλο ...

15. Πόσο αποτελεσματικά μελετώνται, ερμηνεύονται και ποσοτικοποιούνται πιθανοί παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος (π.χ. εμπειρία εργολάβων και αναδόχων, οικονομική δυναμική εξωτερικών φορέων, πληρότητα και λειτουργικότητα εξοπλισμού κ.α.) ως προς την επίδρασή τους στον αναμενόμενο χρόνο υλοποίησης των εργασιών;

A. Καθόλου ...

B. Ελάχιστα ...

Γ. Μέσης σημασίας ...

Δ. Πολύ σημαντικοί ...

Ε. Πάρα πολύ σημαντικοί ...

Μέρος Δ: Αποτύπωση εμπειριών και απόψεων σχετικά με την υπέρβαση των προϋπολογισμών

16. Σύμφωνα με την εμπειρία σας, ποια αναμένεται να είναι μεσοσταθμικά η υπέρβαση του προϋπολογισμού κατά την υλοποίηση ενός μεγάλου υποβρύχιου έργου;

A. < 5% ...

B. 5 – 10% ...

Γ. 10 – 15% ...

Δ. > 15% ...

Ε. Δεν γνωρίζω ...

17. Σύμφωνα με τη εμπειρία σας, ποια από τις παρακάτω συνθήκες επιρροής του κόστους είναι πιο πιθανό να συμβεί κατά την υλοποίηση ενός έργου; (Τοποθετήστε δίπλα

από κάθε μία συνθήκη μια τιμή από το 1 έως το 5, θεωρώντας ότι η τιμή 1 αντιπροσωπεύει σπάνια συνθήκη και η τιμή 5, πολύ πιθανή συνθήκη)

A. Μη επαρκής πρόβλεψη του απαραίτητου εξοπλισμού ...

B. Οικονομική αδυναμία των εργολάβων ή αναδόχων ...

Γ. Έλλειψη εμπειρίας στους επιλεγμένους εργολάβους και χρήση επιπρόσθετων εργολάβων για την ολοκλήρωση ...

Δ. Καθυστερήσεις χρονοδιαγραμμάτων και λήψη αποφάσεων για παράλληλη εκτέλεση εργασιών (fast track μέθοδος) με αποτέλεσμα την αύξηση κόστους ...

Ε. Ελλιπή ή προβληματικά παραδοτέα, με αποτέλεσμα την εκτέλεση εργασιών αποκατάστασης ή επιδιόρθωσης ...

ΣΤ. Άλλο ...

18. Σύμφωνα με τη εμπειρία σας, ποια από τις παρακάτω συνθήκες, αν συμβεί, αναμένεται να έχει την πιο σημαντική επίδραση στην τελική διαμόρφωση του κόστους; (Τοποθετήστε δίπλα από κάθε μία συνθήκη μια τιμή από το 1 έως το 5, θεωρώντας ότι η τιμή 1 αντιπροσωπεύει συνθήκη ελάχιστης επίδρασης στο τελικό κόστος και η τιμή 5, πολύ επιδραστική συνθήκη ως προς την διαμόρφωση του κόστους)

A. Μη επαρκής πρόβλεψη του απαραίτητου εξοπλισμού ...

B. Οικονομική αδυναμία των εργολάβων ή αναδόχων ...

Γ. Έλλειψη εμπειρίας στους επιλεγμένους εργολάβους και χρήση επιπρόσθετων εργολάβων για την ολοκλήρωση ...

Δ. Καθυστερήσεις χρονοδιαγραμμάτων και λήψη αποφάσεων για παράλληλη εκτέλεση εργασιών (fast track μέθοδος) με αποτέλεσμα την αύξηση κόστους ...

Ε. Ελλιπή ή προβληματικά παραδοτέα, με αποτέλεσμα την εκτέλεση εργασιών αποκατάστασης ή επιδιόρθωσης ...

ΣΤ. Άλλο ...

19. Πόσο σημαντική θεωρείτε την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων (π.χ. δύσκολες καιρικές συνθήκες κ.λπ.), ως προς την διαμόρφωση του τελικού κόστους;

A. Καθόλου ...

B. Ελάχιστα ...

Γ. Μέσης σημασίας ...

Δ. Πολύ σημαντικοί ...

Ε. Πάρα πολύ σημαντικοί ...

20. Πόσο σημαντική θεωρείται την διάσταση της «καλής» επικοινωνίας μεταξύ φορέα υλοποίησης, αναδόχων και εργολάβων και κατά πόσο επιδρά η σχέση αυτή ως προς την τελική διαμόρφωση του κόστους;

A. Καθόλου ...

B. Ελάχιστα ...

Γ. Μέσης σημασίας ...

Δ. Πολύ ...

Ε. Πάρα πολύ ...

Παρακαλώ σημειώστε στο παρακάτω πλαίσιο όποια παρατήρηση / σχόλιο θέλετε σχετικά με τις παραπάνω ερωτήσεις και αναφέρετε τους λόγους μη συμπλήρωσης ερωτήσεων, αν δεν συμπληρώσατε κάποια / ες.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.