



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
MASTER IN BUSINESS ADMINISTRATION

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (MBA)

Διπλωματική Εργασία

“Ανάλυση και Διαχείριση Κινδύνου Κατασκευαστικών Έργων, μελέτη περίπτωσης φαρμακαποθήκης στην Θεσσαλονίκη”
“Analysis and Risk Management of Construction Projects, Case Study of pharmaceutical warehouse in Thessaloniki”

ΤΟΥ

ΣΑΠΑΝΙΔΗ ΙΩΑΝΝΗ ΤΟΥ ΣΑΒΒΑ

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Ελευθεριάδης Ιορδάνης

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2023

Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία, ολοκληρώνεται ο κύκλος σπουδών μου στο Δ.Π.Μ.Σ. στην Διοίκηση Επιχειρήσεων (MBA) του Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της εργασίας μου κ. Ελευθεριάδη Ιορδάνη, καθηγητή του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκηση Επιχειρήσεων, για τις πολύτιμες συμβουλές και την συνεχή καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ όλο το διδακτικό και διοικητικό προσωπικό του Δ.Π.Μ.Σ. στη Διοίκηση Επιχειρήσεων για τις αστείρευτες γνώσεις που μας παρείχαν.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Μεντεσίδη Παναγιώτη που μου παραχώρησε τα σχέδια, τις μελέτες και κάθε απαραίτητη πληροφορία για την συγγραφή του Case Study.

Ακόμη, ευχαριστώ από καρδιάς την οικογένειά μου, για την πνευματική και οικονομική στήριξη που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια ώστε να ανταπεξέλθω στις υποχρεώσεις των σπουδών μου. Τέλος, εκφράζω τις ευχαριστίες μου στη γυναίκα μου για την υποστήριξή της.

Περίληψη

Τα τεχνικά ή αλλιώς κατασκευαστικά έργα αποτελούν μία από τις σημαντικότερες κατηγορίες έργων, αφού συμβάλλουν στην κάλυψη βασικών αναγκών του κοινωνικού συνόλου, στην ανάπτυξη παραγωγικών δυνατοτήτων και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Η διαχείριση των κατασκευαστικών έργων είναι κρίσιμη διότι συμβάλει καθοριστικά όχι μόνο στην επιτυχή εκτέλεσή τους αλλά και στην ολοκλήρωση των επιμέρους εργασιών χωρίς προβλήματα και ζημίες. Η διαχείριση των κινδύνων αποτελεί μία κατηγορία της διαχείρισης τεχνικών έργων κατά την οποία προσεγγίζονται μεθοδικά όλοι οι κίνδυνοι που είναι πιθανό να εντοπιστούν σε κάθε επιμέρους εργασία και δραστηριότητα κάποιου έργου. Παράλληλα, ο πολυδιάστατος χαρακτήρας των τεχνικών έργων, οι ποικίλες αρμοδιότητες που ανατίθενται στα πλαίσια συνεργασίας πολλών ειδικοτήτων και η εισαγωγή χρονικών και χρηματικών περιορισμών προκαλεί την ανάγκη μελέτης του τρόπου που εφαρμόζεται η διαχείριση κινδύνων κατασκευαστικών έργων από τις ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες. Για τον λόγο αυτό, επιλέχθηκε η μελέτη περίπτωσης ανέγερσης μεγάλης φαρμακαποθήκης στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Συγκεκριμένα, αφού πραγματοποιήθηκε εκτενής αναφορά σε ορισμούς και κρίσιμα στοιχεία που αφορούν στα κατασκευαστικά έργα, τις μεθόδους διαχείρισής τους, την διαχείριση κινδύνων και τον έλεγχο κόστους, αναλύεται η μελέτη περίπτωσης μέσα από την περιγραφή των προδιαγραφών, των απαιτήσεων και των στρατηγικών του έργου. Το αποτέλεσμα είναι ο εντοπισμός όλων των πιθανών κινδύνων και η ανάδειξη των παραλείψεων αναφορικά με τις στρατηγικές του έργου. Επιπλέον, στην παρούσα μελέτη πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας στο Excel και απεικόνιση της δομής ανάλυσης εργασιών στο πρόγραμμα MS Project. Τελικά, τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση του τρόπου διαχείρισης των κινδύνων στο συγκεκριμένο κατασκευαστικό έργο αποτελούν τεκμήριο για το πως η εμπειρία και η διαρκής παρακολούθηση του έργου μπορούν να οδηγήσουν σε επιτυχή ολοκλήρωση, ενώ τονίζουν ότι η συνεχής επικοινωνία όλων των συμμετεχόντων είναι απαραίτητη ώστε να μην προκύψουν νέοι κίνδυνοι.

Λέξεις – Κλειδιά: Διαχείριση έργου, Διαχείριση Κινδύνου, Ανάλυση Κινδύνου, Διαχείριση κόστους, Διαχείριση Τεχνικών Έργων, Χρόνος, Κόστος, Ποιότητα, MS Project.

Abstract

Technical or otherwise construction projects are one of the most important categories of projects, since they contribute to coverage of the basic needs of society, the development of production capabilities and the improvement of quality of life. Construction management is critical because it contributes decisively not only to the successful execution of projects but also to the completion of individual tasks without problems and damages. Risk management is a category of technical project management in which all risks that are likely to be identified in each individual task and activity are approached methodically. At the same time, the multi-dimensional nature of technical projects, the various responsibilities assigned in the framework of cooperation of many specialties and the introduction of time and financial restrictions cause the need to study the way in which risk management of construction projects is implemented by Greek construction companies. For this reason, the case study about a large pharmaceutical warehouse in Thessaloniki was chosen. Specifically, after an extensive reference about definitions and critical elements related to construction projects, risk management and cost control, the case study is analyzed through the description of project standards, requirements and strategies. The result of this analysis is the identification of all possible risks and the highlighting of omissions regarding the project strategies. In addition, in this study sensitivity analysis is carried out in Excel as also the work break-down structure in MS project. Finally, the conclusions drawn from the analysis of risk management in this project are a presumption of how experience and continuous monitoring can lead to successful completion, while they emphasize that the continuous communication of all participants is necessary so that new risks do not arise.

Keywords: Project Management, Risk Management, Risk Analysis, Cost Management, Construction Management, Time, Cost, Quality, MS Project.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Abstract	5
Κατάλογος Εικόνων	8
Κατάλογος πινάκων.....	9
Εισαγωγή	10
Μέρος Α: Περιγραφή των κατασκευαστικών έργων και της διοίκησής τους.....	11
1. Κατασκευαστικά έργα	11
1.1. Ορισμός έργου	11
1.2. Περιγραφή κατασκευαστικών έργων.....	11
2. Project Management.....	16
2.1. Ορισμός και περιγραφή	16
2.2. Επιτυχία του έργου μέσω αποτελεσματικού Project Management	17
3. Risk Management.....	19
3.1. Ορισμός Κινδύνου	19
3.2. Αιτίες πρόκλησης κινδύνων	19
3.3. Κατηγορίες Κινδύνων	19
3.4. Αντίκτυπο κινδύνων	21
3.5. Ορισμός διαχείρισης κινδύνου	23
3.6. Διαδικασία αποτελεσματικού Risk Management.....	24
3.7. Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας Κατασκευαστικών Εταιρειών	34
4. Cost Control-Management.....	36
4.1. Ορισμός Διαχείρισης Κόστους	36
4.2. Λόγοι διαχείρισης κόστους	36
4.3. Παράγοντες υπέρβασης κόστους.....	36
4.4. Αποτελεσματικές τεχνικές Διαχείρισης Κόστους.....	39
Μέρος Β: Μελέτη περίπτωσης κατασκευής κτιρίου γραφείων και φαρμακαποθήκης	41
Επιλογή μεθόδου	41
1. Περιγραφή του έργου	41
2. Στρατηγικές του έργου	43
2.1. Αναφορικά με το Project Management	43
2.2. Αναφορικά με το Risk Management	60
2.3. Αναφορικά με το Cost Management.....	65
2.4. Αναφορικά με την διασφάλιση ποιότητας	68
3. Ελλείψεις των στρατηγικών	71
4. Κίνδυνοι του έργου	71

5. Ανάλυση ευαισθησίας.....	72
6. Συμπεράσματα	74
6.1. Ανακεφαλαίωση.....	74
6.2. Περιορισμοί έρευνας	74
6.3. Μελλοντική Έρευνα.....	75
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Στάδια κύκλου ζωής του έργου (Τσιρίκας, 2017).....	12
Εικόνα 2: Βασικοί δείκτες - στόχοι του έργου (Jenkins, Not recorded).	13
Εικόνα 3: Όφελος κόστους από το Project Management (KENDRICK, 2015).	18
Εικόνα 4: Πιθανά αποτελέσματα για δύο έργα (KENDRICK, 2015).	24
Εικόνα 5: Μεθοδολογία HVC για την αναπαράσταση του κινδύνου (Damjanovic & Reinschmidt, 2020).....	26
Εικόνα 6: Οδηγός συνδέσμων μεταξύ των ομάδων διεργασιών. (KENDRICK, 2015).	27
Εικόνα 7: ποιοτική ανάλυση κινδύνου πιθανότητα κινδύνου και αντίκτυπο (Damjanovic and Reinschmidt, 2020).....	30
Εικόνα 8: Ταξινόμηση των πηγών κινδύνου (Smith et al., 2014).....	31
Εικόνα 9: Κάτοψη ισογείου χώρου αποθήκης και γραφείων.	42
Εικόνα 10: Φωτογραφία των εγκαταστάσεων του έργου.	42
Εικόνα 11: Εκσκαφές θεμελιώσεων (αριστερά) και πλάκα μεταλλικού κτιρίου (δεξιά).	42
Εικόνα 12: Φέρων οργανισμός κτιρίου αποθήκης (αριστερά) και κτιρίου γραφείων (δεξιά).	43
Εικόνα 13: Επικαλύψεις με πάνελ (αριστερά) και συστήματα κλιματισμού και ρομπότ (δεξιά).....	43
Εικόνα 14: Κόστος μελετών και επίβλεψης αυτών.	44
Εικόνα 15: Προγραμματισμός έργου σύμφωνα με τις μελέτες του μηχανικού.	46
Εικόνα 16: Χρονικός Προγραμματισμός κύριων εργασιών του έργου στο MS Project, σύμφωνα με τα πραγματικά δεδομένα.	48
Εικόνα 17: Διάγραμμα GANTT.....	49
Εικόνα 18: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 1, 2 εργασίες.	50
Εικόνα 19: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για την υπ' αριθμόν 3 εργασία.	51
Εικόνα 20: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 4, 5 εργασίες.	52
Εικόνα 21: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 6, 7 εργασίες.	53
Εικόνα 22: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 8, 9 εργασίες.	54
Εικόνα 23: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 10, 11 εργασίες.	55
Εικόνα 24: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 12, 13 εργασίες.	56
Εικόνα 25: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 14, 15, 16, 17 εργασίες.	57
Εικόνα 26: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για την υπ' αριθμόν 18 εργασία.	58
Εικόνα 27: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 19, 20 εργασίες.	59
Εικόνα 28: Συνοπτικός Προϋπολογισμός έργου.	66
Εικόνα 29: Τμήμα αναλυτικού προϋπολογισμού του έργου.	66
Εικόνα 30: Επισκόπηση κόστους του έργου.	67
Εικόνα 31: Καταχώρηση ομάδων έργου - πόρων.	68
Εικόνα 32: Κριτήρια επιλογής αναδόχου.	69
Εικόνα 33: Πιστοποιητικό ISO 9001 της εταιρείας ασφαλικών.....	70
Εικόνα 34: Πίνακας ανάλυσης ευαισθησίας στο Excel.	72
Εικόνα 35: Διάγραμμα ανάλυσης ευαισθησίας.	72

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Τεχνικές μελέτες (Αθανασόπουλος, 2007).	11
Πίνακας 2: Στάδια κατασκευής (Αθανασόπουλος, 2007).	12
Πίνακας 3: Αντικείμενο του έργου.	14
Πίνακας 4: Ομαδοποίηση κινδύνων και συνέπειες αυτών.	21
Πίνακας 5: Αντιστοίχιση επιχειρήσεων και προτύπων ISO.	35
Πίνακας 6: Παράγοντες Τιμών και Κόστους.	36
Πίνακας 7: Παράγοντες Καθυστερήσεων.	37
Πίνακας 8: Παράγοντες Διαχείρισης Έργου.	37
Πίνακας 9: Παράγοντες Σχεδιασμού.	37
Πίνακας 10: Παράγοντες Κατασκευής.	38
Πίνακας 11: Παράγοντες Πληρωμών.	38
Πίνακας 12: Παράγοντες Ειδικών Συνθηκών Εργολάβου.	38
Πίνακας 13: Παράγοντες Ανωτέρας Βίας.	39
Πίνακας 14: Αντικείμενο του έργου.	44
Πίνακας 15: Ελάχιστος αριθμός ημερομισθίων σύμφωνα με το ΙΚΑ.	45

Εισαγωγή

Αντικείμενο αυτής της εργασίας αποτελεί η μελέτη της Διαχείρισης Τεχνικών Έργων (“Construction Management”), δίνοντας έμφαση στο κομμάτι της Διαχείρισης των Κινδύνων (“Risk Management”). Η εκτέλεση διαδικασιών σε ένα έργο με απουσία κινδύνων και εκτέλεσης περιπτώσεων δραστηριοτήτων, μειωμένη πιθανότητα λαθών και αρνητικών συνεπειών τόσο σε εταιρικό όσο και σε κοινωνικό – οικονομικό επίπεδο θεωρείται κρίσιμη για την πορεία του, ενισχύοντας την παραγωγικότητα, την εξέλιξη και τη συνέπεια.

Αναφορικά με τη διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας, διακρίνονται δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση αναφορικά με την κατασκευή έργων, την διαχείριση, το κόστος, τους κινδύνους και τους τρόπους αντιμετώπισής τους μέσω αποτελεσματικού risk management.

Έπειτα, στο δεύτερο κομμάτι αναλύεται με την μέθοδο της μελέτης περίπτωσης η κατασκευή μιας φαρμακαποθήκης στην περιοχή του Ωραιοκάστρου Θεσσαλονίκης και εξετάζεται ο βαθμός εφαρμογής των στοιχείων διαχείρισης. Εν συνεχεία, μελετώνται πιθανές ελλείψεις και προβλήματα κατά την διαδικασία εφαρμογής των στρατηγικών σχεδίων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εξερεύνηση και κατανόηση των παραπάνω όρων μέσα από την πρακτική εφαρμογή τους, βλέποντας την μελέτη περίπτωσης ως ένα εργαλείο διδασκαλίας για την μετέπειτα πορεία της καριέρας μου ως Πολιτικός Μηχανικός. Ένα πολύ σημαντικό γεγονός, είναι πως η εντριβή με μελέτες περίπτωσης διευρύνει τους γνωστικούς ορίζοντες και ενισχύει τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Η επιλογή της ενασχόλησης με την διαχείριση έργων και των κινδύνων τους, πραγματοποιήθηκε γνωρίζοντας πως ένας πετυχημένος μηχανικός δεν αρκεί μόνον να γνωρίζει από μελέτες αλλά χρειάζεται να χαρακτηρίζεται και από γνώσεις διαχείρισης.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν τόσο από την βιβλιογραφική επισκόπηση όσο και από την ανάλυση της μελέτης περίπτωσης καταλήγουν στο γεγονός ότι οι μελέτες Project, Risk & Cost Management δεν είθισται να αποτελούν εφαρμόσιμες τεχνικές για τα δεδομένα των μικρό-μεσαίων έργων στον Ελλαδικό χώρο, παρότι η αξία τους θεωρείται γνωστή και αντιληπτή από τις διοικήσεις των έργων. Αντίθετα, στις περιπτώσεις εφαρμογής των παραπάνω προβλεπόμενων μελετών, όπως συνέβη και στο συγκεκριμένο έργο, οι εργασίες ολοκληρώνονται χωρίς κανένα πρόβλημα, εντός του προβλεπόμενου χρόνου και κόστους.

Μέρος Α: Περιγραφή των κατασκευαστικών έργων και της διοίκησής τους

1. Κατασκευαστικά έργα

1.1. Ορισμός έργου

Έργο νοείται μια προσωρινή προσπάθεια για τη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος, υπηρεσίας, ή αποτελέσματος (LARSON and GRAY, 2018). Κύριος στόχος του έργου είναι η ικανοποίηση των αναγκών του πελάτη. Σύμφωνα με το άρθρο 34 του ν. 2238/1994 «ως τεχνικό έργο νοείται κάθε έργο το οποίο συνδέεται με οποιονδήποτε τρόπο με το έδαφος, το υπέδαφος ή τον υποθαλάσσιο χώρο, όπως το οικοδομικό, λιμενικό, υδραυλικό σιδηροδρομικό έργο, το έργο γεφυροποιίας και το έργο υπαίθρου γενικά» (TAXHEAVEN, 10 Δεκ. 2008).

Η κατασκευή ενός έργου είναι το αποτέλεσμα της συνεργασίας πολλών και διαφόρων ομάδων, ένας συνδυασμός δεκάδων δεξιοτήτων από προσωπικότητες με διαφορετικές εμπειρίες και γνώσεις (Yar and Skitmore, 2018). Ο συντονισμός και η ενδοεπικοινωνία του έργου είναι αυτά που θα καθορίσουν την επιτυχία του.

Τα τεχνικά – κατασκευαστικά έργα αποτελούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της κάθε χώρας και θα έλεγε κανείς ότι απαρτίζουν την ταυτότητα της, καθώς αντικατοπτρίζουν το οικονομικό και κοινωνικό της υπόβαθρο. Μια χώρα με πλήθος κατασκευαστικών έργων, είτε υπό εκτέλεση είτε περαιωμένων, χαρακτηρίζεται συνήθως ως οικονομικά αναπτυσσόμενη, παρέχοντας νέες θέσεις εργασίας και αυξημένο βιοτικού επιπέδου. Κάθε ανθρώπινη ανάγκη κρύβει πίσω της ένα κατασκευαστικό έργο. Συνεπώς, αντιλαμβανόμαστε πως η αδυναμία ολοκλήρωσης ή η μη έγκαιρη ολοκλήρωση έργων μπορεί να οδηγήσει σε τεράστιες οικονομικές συνέπειες – ζημιές.

1.2. Περιγραφή κατασκευαστικών έργων

Στην σημερινή εποχή τα κατασκευαστικά έργα χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη πολυπλοκότητα λόγω των αυξημένων απαιτήσεων των πελατών, του πλήθους των προδιαγραφών που πρέπει να ικανοποιούν και της προηγμένης τεχνολογίας που εισάγεται ολοένα και περισσότερο σε όλες τις πτυχές της καθημερινότητας. Τα κατασκευαστικά έργα στον Ελλαδικό χώρο είναι επιρρεπή σε κινδύνους και ανακριβείς καταστάσεις και το πραγματικό αποτέλεσμα μπορεί να παρουσιάζει απόκλιση από το επιθυμητό, αναφορικά με το κόστος, τον χρόνο και την ποιότητα (Garry *et al.*, 2010). Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτή η πολυπλοκότητα των έργων και η εκτέλεσή τους με επιτυχία, συνίσταται η χρήση προγραμμάτων όπως είναι το MS Project, τα οποία χωρίζουν το έργο σε διακριτά στάδια εργασίας για την καλύτερη ανάλυση και παρακολούθησή του. Απώτερος σκοπός των κατασκευαστικών έργων είναι η δημιουργία πλήρως λειτουργικών και βιώσιμων εγκαταστάσεων, με γνώμονα το κοινό συμφέρον.

Πίνακας 1: Τεχνικές μελέτες (Αθανασόπουλος, 2007).

1	Αρχιτεκτονική μελέτη	5	Προκαταρκτική μελέτη
2	Στατική μελέτη	6	Προμελέτη
3	Μελέτες εγκαταστάσεων	7	Οριστική μελέτη
4	Μελέτες διαμόρφωσης περιβάλλοντα χώρου	8	Μελέτη εφαρμογής

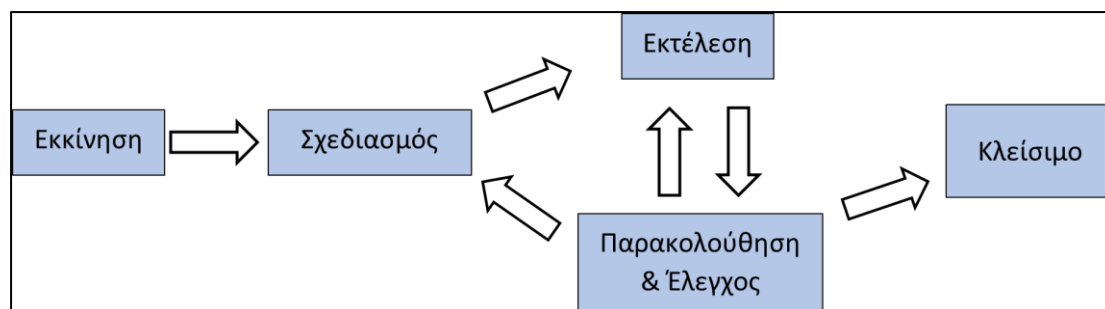
Επίσης, σημειώνεται ότι υπ' αριθμόν 1-4 μελέτες, αναλύουν όλα τα θέματα σχετικά με το τεχνικό κομμάτι της κατασκευής, ενώ οι υπ' αριθμόν 5-6 μελέτες αφορούν τον προγραμματισμό και τον προϋπολογισμό του έργου.

Για την καλύτερη οργάνωση και διαχείριση του έργου, αυτό χωρίζεται σε επιμέρους φάσεις, κατά τις οποίες οι εργασίες αναλύονται σε υποεργασίες με στόχο την καλύτερη κατανόηση των σταδίων του έργου. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται επιγραμματικά τα στάδια-φάσεις της κατασκευής.

Πίνακας 2: Στάδια κατασκευής (Αθανασόπουλος, 2007).

1	Προγραμματισμός – Μελέτη	6	Κατακόρυφα στοιχεία πλήρωσης
2	Προεργασίες – Χωματοουργικά	7	Μονώσεις – Προστασία των κατασκευών
3	Θεμελιώσεις	8	Ανοίγματα και κουφώματα
4	Φέρων οργανισμός	9	Καλύψεις – εργασίες τελειωμάτων
5	Μέσα κατακόρυφης επικοινωνίας	10	Κατασκευές περιβάλλοντος χώρου

Όλες οι παραπάνω μελέτες και τα στάδια κατασκευής, αποτελούν τον κύκλο ζωής του έργου. Ο **κύκλος ζωής του έργου**, ορίζεται με την σύλληψη της ιδέας και ολοκληρώνεται με την παράδοση του έργου. Περιλαμβάνει διάφορα στάδια που ποικίλουν ανάλογα με το είδος του έργου. Συνοπτικά, στην εικόνα 1 απεικονίζεται ο συνηθέστερος κύκλος ζωής ενός πιθανού έργου (Τσιρίκας, 2017).



Εικόνα 1: Στάδια κύκλου ζωής του έργου (Τσιρίκας, 2017).

Σχετικά με την ταξινόμηση των έργων σε κατηγορίες, αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με ως προς τέσσερις διαφορετικές παραμέτρους:

- Το μέγεθος: μικρά, μεσαία, μεγάλα έργα
- Τον κύριο του έργου: σε δημόσια και ιδιωτικά έργα
- Την σπουδαιότητα: εκκλησίες, μουσεία, νοσοκομεία, κατοικίες
- Ειδικές περιπτώσεις: έργα σε περιοχές μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας, παραθαλάσσιες περιοχές

Οι Chan and Kumaraswamy (1995), ξεχωρίζουν τα κατασκευαστικά έργα σε 3 βασικές κατηγορίες.

- Δημόσια έργα: Δημόσια κτίρια και υπηρεσίες
- Ιδιωτικά έργα: Σπίτια, εμπορικοί χώροι κ.α.
- Έργα μηχανικών: Δρόμοι και λοιπά έργα πολιτικού μηχανικού

Σε αναφορές του HOLM (2019) τα κατασκευαστικά έργα χωρίζονται σε 5 κατηγορίες σύμφωνα με την χρήση τους μετά την ολοκλήρωσή τους:

- Εμπορικά: όπως λιανικό εμπόριο, σχολεία, γραφεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, εκκλησίες και άλλα. Συγκαταλέγονται και χώροι ψυχαγωγίας και φιλοξενίας.
- Κατοικία: μεμονωμένες κατοικίες, διαμερίσματα, συγκροτήματα κατοικιών
- Γέφυρες, δρόμοι και έργα κοινής ωφέλειας
- Βιομηχανικά έργα: εργοστάσια ηλεκτρικής ενέργειας, διυλιστήρια κ.α.
- Υβριδικά μεικτής χρήσης, που περιλαμβάνουν δύο ή περισσότερες διαφορετικές χρήσεις. Για παράδειγμα ένα μεγάλο ξενοδοχείο στο κέντρο της πόλης που περιλαμβάνει και υπόγειο πάρκινγκ μαζί με χώρο λιανικού εμπορίου στο ισόγειο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός έργου που το καθιστούν μοναδικό είναι:

- Καθορισμένη διάρκεια
- Προκαθορισμένα αποτελέσματα
- Μοναδικό αποτέλεσμα

Βασικοί δείκτες - στόχοι του έργου, που παίζουν καταλυτικό ρόλο στον χαρακτηρισμό του έργου και αποτελούν το **τρίπτυχο της επιτυχίας** του είναι:

- Κόστος
- Χρόνος
- Απόδοση - Ποιότητα



Εικόνα 2: Βασικοί δείκτες - στόχοι του έργου (Jenkins, Not recorded).

Η επίτευξη των στόχων του έργου απαιτεί μεγάλη οργάνωση, βαθιά κατανόηση των απαιτήσεών του και ουσιαστική συνεργασία πολλών ειδικοτήτων. Για αυτό τον λόγο, το κάθε έργο αποτελείται από επιμέρους ομάδες ανθρώπων που είναι υπεύθυνες για συγκεκριμένες λειτουργίες. Ειδικότερα, οι LARSON and GRAY (2018) διαχωρίζουν το έργο στις παρακάτω ομάδες:

- Διεύθυνση προσωπικού: Ασχολείται με το ανθρώπινο δυναμικό
- Διεύθυνση εξοπλισμού: Διαχειρίζεται τον εξοπλισμό
- Διεύθυνση προμηθειών: Κατάλογος των προμηθευτών
- Νομική υπηρεσία: Νομική – Ασφαλιστή κάλυψη

Για την εκτέλεση κάθε κατασκευαστικού έργου, απαιτείται η χρήση των παρακάτω πόρων (LARSON and GRAY, 2018):

- Άνθρωποι: το εργατικό δυναμικό που κατανέμεται στις επιμέρους δραστηριότητες αναλόγως της επαγγελματικής κατάρτισης που κατέχει
- Υλικά: οτιδήποτε χρησιμοποιείται προς κατασκευή του έργου, όπως σκυρόδεμα, χάλυβας, τούβλα
- Εξοπλισμός: κάθε μηχάνημα και εργαλείο που δεσμεύεται για το έργο

Ο θεμέλιος λίθος για την έναρξη ενός έργου είναι ο ορισμός του **αντικείμενου του έργου** (Project Scope). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η λίστα ελέγχου για το αντικείμενο του έργου. Είναι γενική και μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον κλάδο ή την επιχείρηση. (LARSON and GRAY, 2018)

Πίνακας 3: Αντικείμενο του έργου.

<u>Στάδια ελέγχου</u>	<u>Περιγραφή</u>
1) Στόχος του έργου	Ποιος είναι ο στόχος που να ικανοποιεί τις ανάγκες του πελάτη. Πρέπει να απαντά στα ερωτήματα “τι, πότε, πόσο, που”.
2) Παραδοτέα	Τα αναμενόμενα και μετρήσιμα αποτελέσματα του έργου.
3) Ορόσημα	Είναι σημαντικά σημεία ελέγχου στο έργο, όπου προβάλλονται μόνο τα κύρια στάδια αυτού, και παρέχει μια πρώτη εκτίμηση για το κόστος, τον χρόνο και τους πόρους που απαιτούνται. Πρέπει να γίνονται κατανοητά από όλους τους μετόχους του έργου. Είναι μια εργασία χωρίς διάρκεια.
4) Τεχνικές απαιτήσεις	Υπάρχουν για να καθορίσουν την ποιότητα και την αποδοτικότητα. Τις θεσπίζει είτε ο πελάτης είτε η νομοθεσία.
5) Όρια και εξαιρέσεις	Το έργο υλοποιείται εντός κάποιων ορίων στα πλαίσια επιθυμητού αποτελέσματος, του χρονικού προγραμματισμού και του οικονομικού προϋπολογισμού. Επίσης, συμβάλει στον περιορισμό των κινδύνων και στην ταχύτερη αντιμετώπισή τους, καθώς και στην ορθότερη επικοινωνία με τον πελάτη και τους εργαζόμενους. Οι εξαιρέσεις αφορούν σε ειδικές περιπτώσεις κατά τις οποίες είτε δύναται η υπέρβαση των αρχικά ορισμένων ορίων, είτε τα τελευταία δεν καλύπτουν πλήρως τις προδιαγραφές και τα επιθυμητά αποτελέσματα του έργου.
6) Ανασκόπηση με τον πελάτη	Πραγματοποιείται έλεγχος εάν ικανοποιούνται όλες οι απαιτήσεις του πελάτη σχετικά με τα παραδοτέα, το κόστος, τον χρόνο και την ποιότητα. Είναι σημαντικό να υπάρχει πλήρης επικοινωνία μαζί του για την αποφυγή πιθανών παρανοήσεων.

Από την άλλη πλευρά, ο KENDRICK (2015) αναφέρει στο βιβλίο του, σχετικά με τον **σκοπό του έργου** πως πρέπει να απαντώνται τα εξής ερωτήματα:

- Περιγραφή του έργου: τι προβλέπεται να εκτελεστεί
- Σκοπός του έργου : γιατί θα εκτελεστεί
- Μετρήσιμα κριτήρια αποδοχής και ολοκλήρωσης: “what does “done” look like”
- Προγραμματισμένη έναρξη και λήξη
- Προθεσμία έργου και άλλοι περιορισμοί
- Προσδοκίες κόστους
- Τι πρέπει και τι δεν πρέπει να περιλαμβάνει το έργο
- Εξαρτήσεις εσωτερικές και εξωτερικές
- Απαιτήσεις προσωπικού (εμπειρία και δεξιότητες)
- Κίνδυνοι υψηλού επιπέδου
- Απαιτούμενη τεχνολογία
- Υλικό, λογισμικό και υποδομές
- Λεπτομερείς απαιτήσεις, περιγραφή λειτουργικότητας (εντάσσεται στο “Risk Management”)

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφέρουμε πως, οι Gobeli and Larson (όπως παραπέμπεται από τους LARSON and GRAY (2018), σελ. 122), από μια έρευνα που συμμετείχαν περισσότεροι από 1400 διευθυντές έργων από τις Η.Π.Α. και τον Καναδά, διαπίστωσαν ότι σχεδόν το 50% των προβλημάτων σχεδιασμού, προέρχονται από την έλλειψη κατανόησης του αντικειμένου και του σκοπού του έργου.

Στις μέρες, λόγω των σοβαρών επιπτώσεων των φαινομένων της κλιματικής αλλαγής που ολοένα και εντείνεται, πέραν των ανωτέρω παραγόντων της λίστας ελέγχου προστίθεται και ο παράγοντας **πλανήτης-περιβάλλον** για την επιτυχία του έργου. Οι επιχειρήσεις δεν θα πρέπει να επικεντρώνονται αποκλειστικά στο παράγοντα κέρδους, αλλά να προσπαθούν να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα με την χρήση νέων μεθόδων φιλικών προς το περιβάλλον, μέσω της αποτελεσματικής διοίκησης έργων αλλά και μέσω εφαρμογής συστήματος διαχείρισης του περιβάλλοντος κατά ISO 14001.

Για την **αποτελεσματικότητα** ενός έργου, η οποία κρίνεται από τους παράγοντες χρόνο, κόστος, ποιότητα αλλά και από το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα, καταλυτικός είναι ο ρόλος των μελετών του “Project Management” και του “Risk Management”, όπως άλλωστε τονίζουν πλέον οι περισσότερες έρευνες. Με άλλα λόγια, για να είναι αποτελεσματικό ένα έργο, δίχως αποκλείσεις και προβλήματα θα πρέπει ο διευθυντής έργου να βοηθήσει όλους τους εμπλεκόμενους να κατανοήσουν την αναγκαιότητα του έργου, τον στόχο και την δομή του. Θα πρέπει να παρουσιάσει αναλυτικό χρονοδιάγραμμα και προϋπολογισμό των επιμέρους διεργασιών, συνοδευόμενο από αναλυτικές οδηγίες για την εκτέλεση κάθε εργασίας, ώστε να συνειδητοποιήσει το προσωπικό τις αρμοδιότητες και τις υποχρεώσεις του. Ακόμη, ο ορισμός της βαθμίδας ιεραρχίας είναι πολύ σημαντικός ώστε να θεσπιστεί ένα ορθό και αποτελεσματικό επικοινωνιακό πλαίσιο.

Τέλος, για να χαρακτηριστεί ένα έργο ως πετυχημένο απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συλλογή πληροφοριών και δεδομένων όπως χρόνος, κόστος, απαιτούμενο εργατικό δυναμικό και πιθανά προβλήματα για κάθε μια από τις εργασίες του, ώστε να μελετηθούν σε βάθος και να παρθούν οι σωστές αποφάσεις.

2. Project Management

2.1. Ορισμός και περιγραφή

Ο όρος “Project Management” είναι γνωστός από τις αρχές της δεκαετίας του 70’. Έως τότε, οι διευθυντές έργων έδιναν έμφαση αποκλειστικά και μόνο στην αποκλειστική διαχείριση του κόστους του έργου, καθώς δεν είχαν την επίγνωση των υπόλοιπων κινδύνων (Amoah and Pretorius, 2020). Η έννοια του “Project Management” αναφέρεται στη σωστή διαχείριση και κατανομή των πόρων ώστε να ολοκληρωθεί το έργο εντός των απαιτούμενων προδιαγραφών κόστους, χρόνου και ποιότητας χωρίς επιζήμια προβλήματα. Εν ολίγης, η διοίκηση έργων είναι μια σειρά διαδικασιών που συμβάλουν στην αποτελεσματικότητα του έργου. «Ένα ξεχωριστό χαρακτηριστικό της διοίκησης έργων είναι ότι έχει αρχή και τέλος, και συνήθως αποτελείται από τέσσερις φάσεις: τον ορισμό, τον σχεδιασμό, την υλοποίηση, και το κλείσιμο του έργου» (LARSON and GRAY, 2018, p. 37). Επίσης, με τον όρο διοίκηση έργων δεν εννοείται απλά μια σειρά εργαλείων για την σχεδίαση, υλοποίηση και επίβλεψη των διεργασιών, αλλά και για τη δημιουργία σχέσεων συνεργασίας μεταξύ της ομάδας. Η επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας είναι ζωτικής σημασίας, αφού συμβάλει στην μετάδοση γνώσεων και εμπειρίας, δημιουργώντας προβληματισμούς και ερεθίσματα για την καλύτερη οργάνωση του έργου (Yar *et al.*, 2017a). Η δομή της γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εκπληρώνονται τα στρατηγικά οράματα του φορέα.

Η διοίκηση έργων αφορά τις εξής θεματικές ενότητες (Τσιρίκας, 2017):

- Διαχείριση πεδίου εφαρμογής έργου
- Διαχείριση του χρόνου
- Διαχείριση κόστους
- Διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού
- Διαχείριση προμηθειών
- Διαχείριση κινδύνων
- Διαχείριση ποιότητας
- Διαχείριση συντονισμού-ενοποίησης
- Διαχείριση επικοινωνίας

Καθώς πλέον η κατασκευή γίνεται ολοένα και περισσότερο πολύπλοκη, λόγω των αυξημένων απαιτήσεων των πελατών και των κανονισμών, η διαχείριση των θεματικών ενοτήτων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι για κάθε έργο ώστε να χαρακτηριστεί ως επιτυχημένο. Η μελέτη διοίκησης και διαχείρισης του έργου πρέπει να εφαρμόζεται και να ενημερώνεται καθ’ όλη την διάρκεια του έργου. Ωστόσο, στην Ελλάδα δεν συνηθίζεται η υλοποίηση τέτοιου είδους μελετών στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις, για τον λόγο ότι θεωρούνται ως χάσιμο χρόνου, καθώς οι κατασκευαστικές εταιρείες εστιάζουν συνήθως στα βραχυπρόθεσμα παρά στα μακροπρόθεσμα κέρδη για βιοποριστικούς λόγους.

Υπάρχουν αρκετά προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή που συμβάλουν στην αποτελεσματική διαχείριση, με το Microsoft Project και το Primavera να είναι από τα πιο γνωστά για τα ελληνικά δεδομένα. Το περιβάλλον του MS Project βοηθά τον διαχειριστή του έργου να σχεδιάσει το βέλτιστο χρονοδιάγραμμα, τον βέλτιστο προϋπολογισμό, την κατανομή πόρων και κόστους ανά εργασία, λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους περιορισμούς.

Τέλος, όπως θα αναλύσουμε και στην συνέχεια της εργασίας, το Project Management είναι μια προ απαιτούμενη και αναγκαία διαδικασία για την αποτελεσματική διαχείριση κάθε κινδύνου. Η ορθή και πλήρης οργάνωση όλων των διεργασιών βοηθά στον εντοπισμό σχεδόν

όλων των πιθανών κινδύνων. Συμβάλει στην καλύτερη επικοινωνία των εργαζομένων, με λιγότερη επανεπεξεργασία και σπατάλη πόρων καθώς και στην εύρεση της χρυσής τομής μεταξύ διάρκειας - κόστους.

2.2. Επιτυχία του έργου μέσω αποτελεσματικού Project Management

Η επιτυχία του έργου προσδιορίζεται μέσα από μια σειρά διαδικασιών που βοηθούν στην περιγραφή, ανάλυση, κατανόηση και διαχείριση όλων των φάσεων του έργου. Ένα από τα βασικότερα βήματα είναι να εκτελούνται σωστές εκτιμήσεις. Σύμφωνα με τον KENDRICK (2015), τρεις είναι οι τύποι εκτιμήσεων, όπως αυτοί παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Εκτιμήσεις διάρκειας:** πόσες εργάσιμες ημέρες απαιτούνται για την υλοποίηση κάθε επιμέρους διεργασίας, ώστε να προκύψει το τελικό χρονοδιάγραμμα
- **Εκτιμήσεις προσπάθειας:** πόσα άτομα απαιτούνται ανά ημέρα ανά εργασία, ώστε να προκύψει το συνολικό κόστος
- **Ημερολογιακές εκτιμήσεις:** (μετρημένες σε χρόνο που έχει παρέλθει) βασίζονται σε προθεσμίες του έργου και υποστηρίζουν την συνεχή παρακολούθηση

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα των εκτιμήσεων χρόνου και προσπάθειας, λαμβάνονται υπόψιν αρκετοί παράμετροι του έργου όπως το είδος πλαισίου του φέροντα οργανισμού, η συνολική επιφάνεια ορόφου, ο αριθμός επιπέδων πάνω από το έδαφος και η συνολική εξωτερική επιφάνεια τοίχων (Stoy *et al.*, 2007).

Ακόμη, κατά την φάση διαμόρφωσης των εκτιμήσεων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν και εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν τον χρονικό προγραμματισμό του έργου. Μέσα σε αυτούς συγκαταλέγονται τα σαββατοκύριακα, οι διακοπές, επίσημες αργίες της χώρας, λόγοι υγείας, στάση εργασίας κ.α..

Επίσης, απαραίτητη προϋπόθεση προτού εκκινήσουν οι μελέτες των εκτιμήσεων, αποτελεί η **δομή ανάλυσης εργασιών (WBS)** (Πολύζος, 2018). Η WBS αναλύει το έργο χωρίζοντάς το σε επιμέρους εργασίες, διευκολύνοντας έτσι τον προγραμματισμό τους. Με λίγα λόγια αποτελεί την ιεράρχηση των διεργασιών του έργου σε κύρια παραδοτέα και υποπαραδοτέα, στα οποία αναγράφεται ο χρόνος, το κόστος και ο αρμόδιος έλεγχου. Ακόμη, συνδράμει στην καλύτερη επικοινωνία των μελών του έργου, αφού κάθε διεργασία συνδέεται με κάποιον επικεφαλής και κάποια ομάδα (LARSON and GRAY, 2018). Είναι μια διαδικασία ζωτικής σημασίας, διότι βελτιστοποιεί την ροή των εργασιών, εξαλείφοντας τις εναλλαγές εργασιών που μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της αποδοτικότητας κατά 20-40 (%) (Rubinstein, Meyer and Evans, 2001). Κάθε δραστηριότητα στην δομή ανάλυσης εργασιών περιλαμβάνει:

- Περιγραφή της εργασίας
- Απαιτούμενο χρόνο εκτέλεσης
- Απαιτούμενο κόστος
- Απαιτούμενοι πόροι
- Υπεύθυνος εργασίας
- Ομάδα εκτέλεσης εργασίας
- Ημερομηνίες ορόσημα για τον έλεγχο του έργου

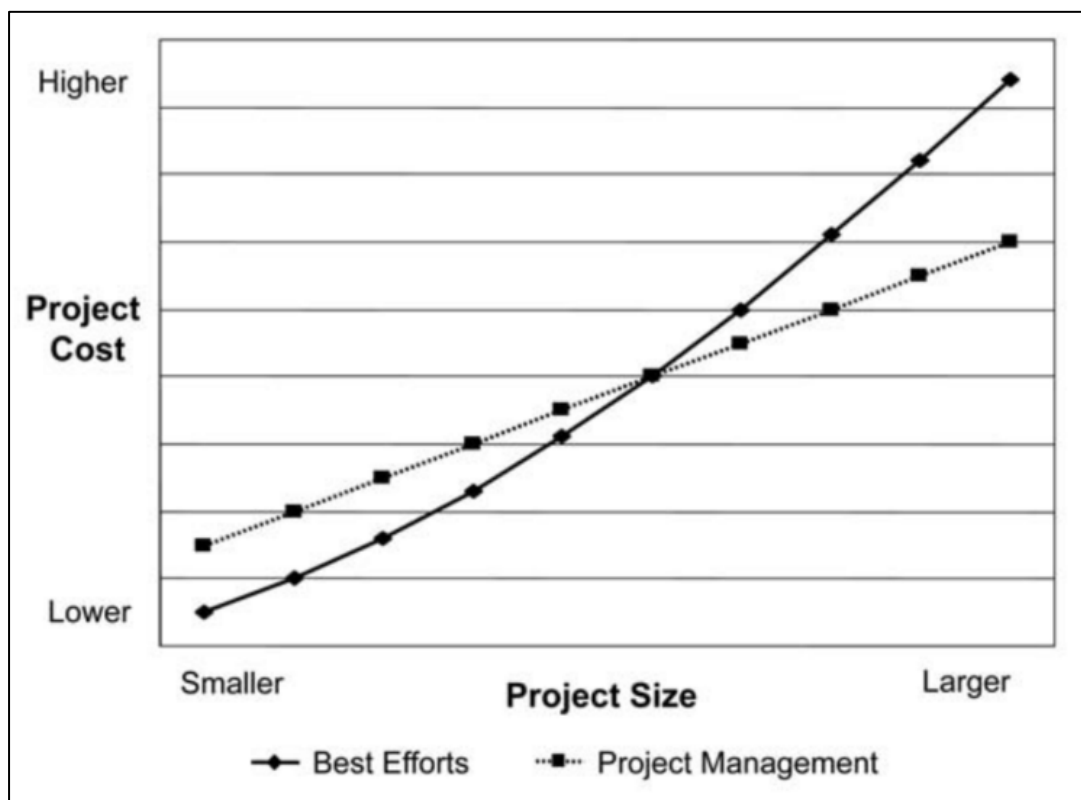
Η δομή ανάλυσης εργασιών όπως αναλύεται από τον Πολύζο (2018), εφαρμόζεται με δύο τρόπους:

- Με την μέθοδο **“Top Down”**, όπου ο διαχειριστής του έργου θα αποφασίσει την υποδιαίρεση του έργου σε εργασίας βάσει των παραδοτέων του. Με τον τρόπο αυτό,

από κάθε εργασία επρόκειτο να προκύψει μια σειρά δραστηριοτήτων με αυξανόμενο επίπεδο λεπτομερειών όσο αυτή διαιρείται προς τα κάτω (“top down”).

- Με την μέθοδο “**Bottom Up**”, όπου η ομάδα του έργου που θα αναλάβει την εκτέλεση των εργασιών, είναι αρμόδια για την οργάνωση όλων των υποεργασιών που απαιτούνται για κάθε παραδοτέο κι έτσι συμπληρώνεται η δομή ανάλυσης εργασιών του έργου.

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, ο ρόλος της διοίκησης ενός έργου δεν επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα σε όλα τα έργα. Στο διάγραμμα προβάλλονται δύο γραμμές, μια για όταν εφαρμόζονται τα σχέδια διοίκησης σε ένα έργο και μία όταν καταβάλλονται ο μέγιστες δυνατές προσπάθειες των συνεργείων χωρίς μελέτη διαχείρισης, πάντα σε συνάρτηση με το μέγεθος και το κόστος του έργου. Το σημείο τομής των δύο γραμμών κυμαίνεται από 1-4 μήνες αναλόγως των χαρακτηριστικών του έργου, διότι η διαχείριση απαιτεί πόρους και χρόνο, που κοστίζουν αρκετά (KENDRICK, 2015). Συνεπώς, σε έργα διάρκειας μεγαλύτερης των 4 μηνών, οι μελέτες διαχείρισης είναι καρποφόρες. Στην εικόνα 3, λοιπόν, απαντάται το ερώτημα της μη εφαρμογής τέτοιου είδους μελετών στα περισσότερα έργα μικρής διάρκειας, όπως η ανακαίνιση ενός τυπικού διαμερίσματος.



Εικόνα 3: Όφελος κόστους από το Project Management (KENDRICK, 2015).

3. Risk Management

3.1. Ορισμός Κινδύνου

Σύμφωνα με τον Okema (2001) (όπως παραπέμπεται στο Amoah and Pretorius 2020, σ. 614) κίνδυνος είναι η απειλή της ρευστότητας-αβεβαιότητας, η έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού και απαιτούμενων γνώσεων. Αντίστοιχα, σύμφωνα με το PMI (2004), «κίνδυνος είναι ένα αβέβαιο γεγονός ή κατάσταση που, σε περίπτωση που προκύψει, έχει θετική ή αρνητική συνέπεια σε κάποιο στόχο του έργου». Οτιδήποτε μπορεί να επηρεάσει τον χρόνο, το κόστος και την ποιότητα του έργου, λογίζεται ως κίνδυνος. Σχεδόν όλοι οι κίνδυνοι είναι συνάρτηση του μεγέθους του έργου, πλην ειδικών εξαιρέσεων έργων που απαιτούν ειδική τεχνολογία.

Γενικά, ο προσδιορισμός του κινδύνου είναι υποκειμενικός και μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουν τα ενδιαφερόμενα μέλη από το έργο, τα βιώματα και την ψυχολογία αυτών που διοικούν. Ο πιο σημαντικός κίνδυνος είναι αυτός που αμελείται και θεωρείται ασήμαντος. Αυτή η περίπτωση παράλειψης θεώρησης ορισμένων κινδύνων μπορεί να προκαλέσει ένα ντόμινο από αρκετούς άλλους κινδύνους. Για παράδειγμα, η υπέρβαση κόστους μιας εργασίας δεν επηρεάζει σημαντικά το συνολικό κόστος του έργου, όμως η κατά συρροή υπέρβαση κόστους οδηγεί σε χρηματοοικονομικό κίνδυνο. Η σπουδαιότητα του κινδύνου υπολογίζεται ως το γινόμενο της πιθανότητας εμφάνισής του επί το μέγεθος των συνεπειών του στο έργο. Το μέγεθος των συνεπειών λαμβάνεται υπόψιν είτε σε μονάδες χρόνου είτε σε μονάδες κόστους. Ωστόσο, δεν είναι απόλυτο πως κάθε κίνδυνος επιφέρει μόνον αρνητικές συνέπειες στο έργο.

3.2. Αιτίες πρόκλησης κινδύνων

Οι αιτίες αποτυχίας των έργων είναι ποικίλες και σχεδόν γνωστές στον κατασκευαστικό κλάδο. Η απουσία ή οι ελλιπείς πρακτικές διαχείρισης έργων είναι ο κύριος και βασικότερος λόγος εμφάνισης των περισσότερων κατασκευαστικών κινδύνων σύμφωνα με την Pinnell (1999). Η **έλλειψη εμπειρίας** και η **αβεβαιότητα πρόγνωσης** εξωτερικών παραγόντων όπως ο καιρός, αποτελούν τις κυριότερες αιτίες πρόκλησής τους, που μπορεί να προκαλέσουν καταστροφικές συνέπειες στο έργο (Damjanovic & Reinschmidt, 2020). Επιπλέον, αιτίες καθυστερήσεων μπορεί να προκύψουν από υπερβολική αισιοδοξία που επικρατεί στις προκαταλήψεις των ανθρώπων για την δέσμευση υλοποίησης εντός μικρού χρονικού διαστήματος. Ένας ακόμη παράγοντας είναι η εκδήλωση μιας πανδημίας. Η πανδημία είναι μια πρωτόγνωρη κατάσταση με χαμηλές πιθανότητες εμφάνισης και σημαντικές επιπτώσεις στο έργο, αφού είναι σχεδόν αδύνατο να προβλεφθεί και να καθοριστεί κάποιο σχέδιο αντιμετώπισής της. Σε αναφορές των συγγραφέων Doli *et al.* (2012), η έλλειψη συντονισμού, σαφήνειας του σκοπού του έργου και η έλλειψη δέσμευσης, απαρτίζουν τους σημαντικότερους παράγοντες αποτυχίας.

Γενικότερα, οι αιτίες – παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία ενός έργου, έχουν φτάσει πλέον σε κορεσμό, σε κάθε έρευνα της βιβλιογραφικής επισκόπησης, ενώ παρατηρείται ότι επαναλαμβάνονται συνεχώς οι ίδιες αιτίες. Για παράδειγμα, η ανικανότητα των διευθυντών να χειριστούν καταστάσεις λόγω έλλειψης εργασιακής εμπειρίας (Sinesilassie *et al.*, 2017) και η έλλειψη δέσμευσης είναι μερικές εξ αυτών που θα αναφερθούν εκτενώς παρακάτω.

3.3. Κατηγορίες Κινδύνων

Προτού ξεκινήσει η ανάλυση των κινδύνων σε κατηγορίες, είναι σημαντικό να γίνει κατανοητή η διαφορά μεταξύ των εννοιών “κίνδυνος” και “αβεβαιότητα”. Ως **αμιγείς κίνδυνοι** ορίζονται οι κίνδυνοι που μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές καθυστερήσεις, όπως ένα ατύχημα. Αυτοί μπορούν να προβλεφθούν, να μελετηθούν και να

αντιμετωπιστούν. Από την άλλη πλευρά, υπάρχει και η **εγγενής αβεβαιότητα**, όπως είναι η απόσταση που διανύει ο εργαζόμενος από το σπίτι στη δουλειά του κι ενδεχομένως να παρουσιάζει μια τυπική απόκλιση από τον καθορισμένο μετρούμενο χρόνο, επιφέροντας κάποιο αμελητέο αντίκτυπο στο έργο. Πρόκειται για αβεβαιότητες που οφείλονται στο σύστημα, μπορούν να προβλεφθούν όχι όμως να μοντελοποιηθούν και να ελεγχθούν. Επίσης, οι κίνδυνοι διακρίνονται σε **απειλές** και **ευκαιρίες**, ανάλογα με το πως επηρεάζουν την πορεία εξέλιξης των στόχων του έργου (Κηρυττόπουλος, 2006). Διαφορετική προσέγγιση είναι η διάκριση των κινδύνων σε **ευκαιρίες** και **καταστροφές**, όπου τόσο οι ευκαιρίες όσο και οι καταστροφές, εξαρτώνται από τον τρόπο αντιμετώπισης του κινδύνου (Damjanovic & Reinschmidt, 2020). Την μελετώμενη περίπτωση έργου θα απασχολήσουν μόνο με οι απειλές, αφού αυτές προκαλούν διαταραχές στην πορεία του.

Οι κίνδυνοι που υπάρχουν σε ένα έργο είναι πολλοί και μπορεί να εμφανιστούν σε οποιοδήποτε στάδιο της κατασκευής του. Οι μη προβλέψιμοι και όχι τόσο διαχειρίσιμοι, είναι αυτοί των οποίων η εμφάνιση δεν εξαρτάται από τον ανθρώπινο παράγοντα και τον τρόπο διαχείρισης του έργου, όπως:

- Καιρικά φαινόμενα, θεομηνίες (βροχές, χιόνια, κρύο, άνεμοι)
- Τυχηματικά φαινόμενα (σεισμός, πυρκαγιά, κίνηση)

Στην συνέχεια θα εξεταστούν τέσσερις πολύ βασικές κατηγορίες κινδύνων που σε κάθε έργο πρέπει να μελετώνται και να λαμβάνονται τα αντίστοιχα μέτρα αντιμετώπισης.

Κίνδυνοι Προγραμματισμού: όταν οι εργασίες ξεπερνούν την προσδόκιμη διάρκεια, το έργο βγαίνει εκτός χρονοδιαγράμματος και συνεπώς οδηγείται σε υπέρβαση κόστους. Εδώ εντάσσονται οι κίνδυνοι καθυστέρησης εμπορευμάτων, αστοχίες εξοπλισμού καθώς και συναφή κατηγορίες κινδύνων. (Damjanovic & Reinschmidt, 2020).

Κίνδυνοι Κόστους: όταν το τελικό κόστος του έργου ξεπερνά το προϋπολογιζόμενο. Είναι σε θέση να επηρεάσει ακόμα και το χρονοδιάγραμμα εφόσον δεν υπάρχουν κονδύλια λόγω αυξημένου κόστους. (Damjanovic & Reinschmidt, 2020).

Κίνδυνοι Ποιότητας: με την περαίωση του έργου τα πραγματικά αποτελέσματα αποκλίνουν από τα επιθυμητά, πιθανόν λόγω έλλειψης εμπειρίας εργατικού δυναμικού. (Damjanovic & Reinschmidt, 2020).

Κίνδυνοι καθυστέρησης: αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό των κινδύνων παγκοσμίως. Όπως αναφέρει και ο KENDRICK (2015), αγγίζουν το 50% των κινδύνων του χρονοδιαγράμματος και περίπου το 1/7 των συνολικών κινδύνων του έργου. Παρ' όλα αυτά το αντίκτυπό τους είναι το χαμηλότερο όλων.

Εκτός από τους κινδύνους που περιεγράφηκαν παραπάνω και τους οποίους συναντά κανείς συχνότερα σε ένα έργο, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν και πιο σύνθετοι κίνδυνοι κατά την διαδικασία σύνταξης του καταστατικού. Τα τελωνεία, η διεθνή ναυτιλία, η γραφειοκρατία όλων των χωρών είναι κάποιες επιπλέον αιτίες καθυστέρησης που είναι σε θέση να επηρεάσουν την έναρξη και την πορεία του έργου. Επιπροσθέτως, ο πελάτης του έργου είναι κι αυτός σε θέση να προκαλέσει προβλήματα στο έργο, έχοντας την απαίτηση της περαίωσης του έργου εντός μια προθεσμίας που κατασκευαστικά κρίνεται ανέφικτη. Το αποτέλεσμα είναι ο σχεδιασμός με γνώμονα τον χρόνο και όχι την ποιότητα (KENDRICK, 2015).

3.4. Αντίκτυπο κινδύνων

Οι κίνδυνοι επηρεάζουν την κάθε πτυχή του έργου, από ένα μικρό μέρος μιας υπό-εργασίας, έως και ολόκληρο το αποτέλεσμα του έργου. Το μελετητικό ενδιαφέρον επικεντρώνεται κυρίως στην επιρροή του κόστους, του χρόνου και της ποιότητας καθώς είναι οι λέξεις κλειδιά για τον χαρακτηρισμό κάθε έργου. Συμπερασματικά, από την σύνοψη των συχνότερων κινδύνων και τις επιπτώσεις αυτών στο έργο, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας.

Πίνακας 4:Ομαδοποίηση κινδύνων και συνέπειες αυτών.

Κίνδυνοι	Συνέπειες
Οργάνωσης	
Εσφαλμένες εκτιμήσεις απαιτούμενου χρόνου	1, 2
Εσφαλμένες εκτιμήσεις πόρων	1, 2
Ελλιπής πληροφόρηση του έργου	1, 2, 3
Κακώς συντονισμός των συνεργείων	1, 2, 3
Κακή συνεννόησή με προμηθευτές	1, 2
Παραλαβή λανθασμένων προϊόντων	2
Προϊόντα, εξοπλισμός και υπηρεσίες χωρίς πιστοποίηση ISO 9001	3
Έλλειψη πνεύματος συνεργασίας	1, 2, 3
Τεχνικοί	
Δυσκολία πρόσβασης στο έργο	1, 2
Κατασκευαστικά σφάλματα	3
Ελλιπής συντήρηση εξοπλισμού	1, 2
Μη υλοποιήσιμα σχέδια	3
Μη άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό	2, 3
Μερική κατανόηση των απαιτήσεων του πελάτη	3
Οικονομικοί	
Εσφαλμένες εκτιμήσεις κόστους	1
Ανατιμήσεις κόστους πόρων	1
Αδυναμία πληρωμών	1, 3
Καιρικά φαινόμενα	
Βροχές-πλημμύρες	1, 2, 3
Ακραίες θερμοκρασίες	1, 2, 3
Πυρκαγιά	1, 2, 3
Άνεμοι	1, 2, 3
Νομικοί	
Καθυστερήσεις εγκρίσεων Ο.Α.	2
Περιβαλλοντικοί	
Μόλυνση του περιβάλλοντος	3
Καταστροφή οικοσυστήματος	3
Αποκατάσταση του περιβάλλοντος	3

Υπόμνημα πίνακα

- 1) Αύξηση κόστους
- 2) Αύξηση χρόνου
- 3) Μειωμένη ποιότητα

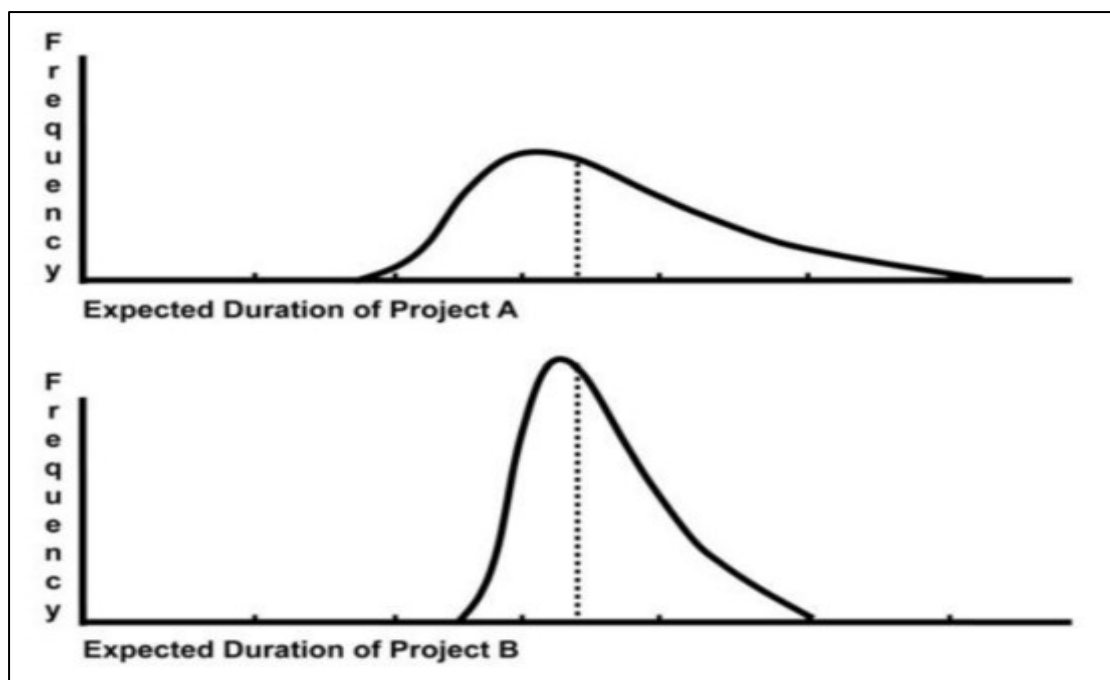
Εύκολα γίνεται κατανοητό πως σχεδόν όλοι οι κίνδυνοι επηρεάζουν το κόστος και τον χρόνο. Εκείνοι που επηρεάζουν την ποιότητα είναι εύκολο να εξαλειφθούν, εφόσον υπάρχει διαθέσιμο κεφάλαιο και ο κύριος του έργου συμφωνεί στην διάθεσή του προς βελτίωση της ποιότητας.

3.5. Ορισμός διαχείρισης κινδύνου

Το “Risk Management” είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει την αναγνώριση, αξιολόγηση και αντιμετώπιση των κινδύνων, τους οποίους καλείται να διαχειριστεί η εταιρεία. Χαρακτηρίζεται ως μια στρατηγική που συνδέει την στρατηγική της εταιρείας με τους κινδύνους της καθημερινότητάς της (Drogalas *et al.*, 2017). Η διαχείριση κινδύνου καλείται να **διακρίνει όσο το δυνατόν περισσότερους κινδύνους** προβλέψιμους και μη, που μπορεί να εμποδίσουν το έργο, εφαρμόζει στρατηγικές για την μείωση των επιπτώσεών τους και εξασφαλίζει εναλλακτικά σχέδια σε περιπτώσεις εμφάνισής τους, φροντίζοντας πάντα για την χρηματική επάρκεια-αποθέματα του έργου. Η στρατηγική όλης της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνου, είναι η εκτέλεση ενός πετυχημένου έργου που προσφέρει αξία. Επιπλέον, είναι μια προληπτική προσέγγιση του έργου, που όταν εφαρμόζεται με επιτυχία βοηθά τον διευθυντή να έχει καλύτερο έλεγχο του έργου και να γνωρίζει την κατάλληλη στιγμή για την εκτέλεση της κάθε κίνησης. Έτσι, το έργο τοποθετείται ένα βήμα πιο κοντά στην επιτυχία. (LARSON and GRAY, 2018).

Ο Pritchard (2001) χαρακτηρίζει το risk management ως **τη συνολική επίδραση που θα επιφέρει η πιθανότητα να συμβεί ένας κίνδυνος**, άλλοτε με θετικό αντίκτυπο στο έργο και άλλοτε με αρνητικό. Είναι η τέχνη και η επιστήμη του να καθορίζεις, να αναλύεις και να απαντάς στους παράγοντες των προβλημάτων που προκύπτουν κατά την μελέτη και την φάση υλοποίησης του έργου. Στο ίδιο άρθρο, έρευνες έχουν δείξει την κατακόρυφη αύξηση της αποδοτικότητας ενός έργου στο οποίο εφαρμόζονται οι κατάλληλες στρατηγικές risk management, πριν την έναρξη των εργασιών. Αυτό συμβαίνει καθώς οι περισσότεροι κίνδυνοι μπορούν να προβλεφθούν υλοποιώντας την κατάλληλη μελέτη. Παρά την συνεισφορά του “project risk management” στο “project performance”, η οποία έχει αποδειχθεί με έρευνες, δεν έχει διαπιστωθεί εάν οι μικρές επιχειρήσεις του κατασκευαστικού κλάδου, αντιλαμβάνονται το πλεονέκτημα αυτής της απόδειξης εφαρμόζοντάς την.

Ο KENDRICK (2015) εξηγεί την σημασία του “Risk Management” μέσα από την σύγκριση δύο διαγραμμάτων όπως αυτή φαίνεται παρακάτω. Παρ’ όλο που και τα δύο συγκρινόμενα έργα παρουσιάζουν την ίδια μέση διάρκεια, διαφέρουν σημαντικά ως προς το εύρος διακύμανσης. Πιο συγκεκριμένα, στο έργο Α το εύρος διακύμανσης είναι αρκετά εκτεταμένο γεγονός που κρύβει μέσα του κινδύνους και αβεβαιότητες στις προβλέψεις. Αντιθέτως, στο έργο Β το εύρος διακύμανσης είναι αρκετά πιο συγκροτημένο και οι αναμενόμενες προβλέψεις θα είναι πιο κοντά στις πραγματικές. Συνεπώς, η διαχείριση κινδύνου συνεπάγεται την σιγουριά στις εκτιμήσεις του έργου.



Εικόνα 4: Πιθανά αποτελέσματα για δύο έργα (KENDRICK, 2015).

Σε αναφορές του PMI (2008), το risk management παρουσιάζεται σαν μια σειρά διαδικασιών που σχετίζονται με συγκεκριμένες τεχνικές και εργαλεία. Σε παρόμοιες αναφορές του IPMA (2001) αναγράφεται «Η τέχνη της διαχείρισης κινδύνου είναι ο εντοπισμός όλων των κινδύνων και η μείωσή τους σε ένα αποδεκτό επίπεδο».

Η μελέτη διαχείρισης κινδύνου πραγματοποιείται κατά την φάση των μελετών, ενώ προγραμματίζονται και περιοδικές αναθεωρήσεις καθώς εξελίσσεται το έργο, για να ενημερώνονται διαρκώς οι αρμόδιοι και να προβλέπουν τυχόν νέους κινδύνους. (KENDRICK, 2015).

Η αναγκαιότητα της διαχείρισης των κινδύνων ενισχύεται μέσα από μια έρευνα που πραγματοποίησαν οι Amoah and Pretorius (2020), σε μια κατασκευαστική στη Νότιο Αφρική. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ανταποκρίθηκαν αρνητικά σε ποσοστό 69% στην ερώτηση εάν η εταιρεία εφαρμόζει “risk management”. Η εταιρεία μέσα σε διάστημα 6 ετών ολοκλήρωσε 105 έργα, με τα 63 να καταλήγουν σε αποτυχία, με το εργατικό δυναμικό να ισχυρίζεται πως οι αιτίες των αποτυχιών θα μπορούσαν να είχαν προβλεφθεί.

Εν κατακλείδι, η διαχείριση κινδύνων καθίσταται ως η βασικότερη μελέτη και αποτελείται από τρεις επιμέρους διαδικασίες:

- Την αναγνώριση-καταγραφή των κινδύνων
- Την αξιολόγηση της επικινδυνότητάς τους
- Τις στρατηγικές μετριασμού-μεταφοράς των κινδύνων

3.6. Διαδικασία αποτελεσματικού Risk Management

Η αποτελεσματική διαχείριση κινδύνου κρίνεται από την ικανότητα του διευθυντή, να αντιληφθεί την σπουδαιότητα της άντλησης δεδομένων από παρόμοια υφιστάμενα έργα, προς εντοπισμό και αποφυγή κρίσιμων λαθών, καταλυτικών για το τελικό αποτέλεσμα. Επιπλέον, είναι πολύ βασική και η επιλογή της σωστής μεθόδου εντοπισμού κινδύνων, όπως αυτές αναλύονται παρακάτω.

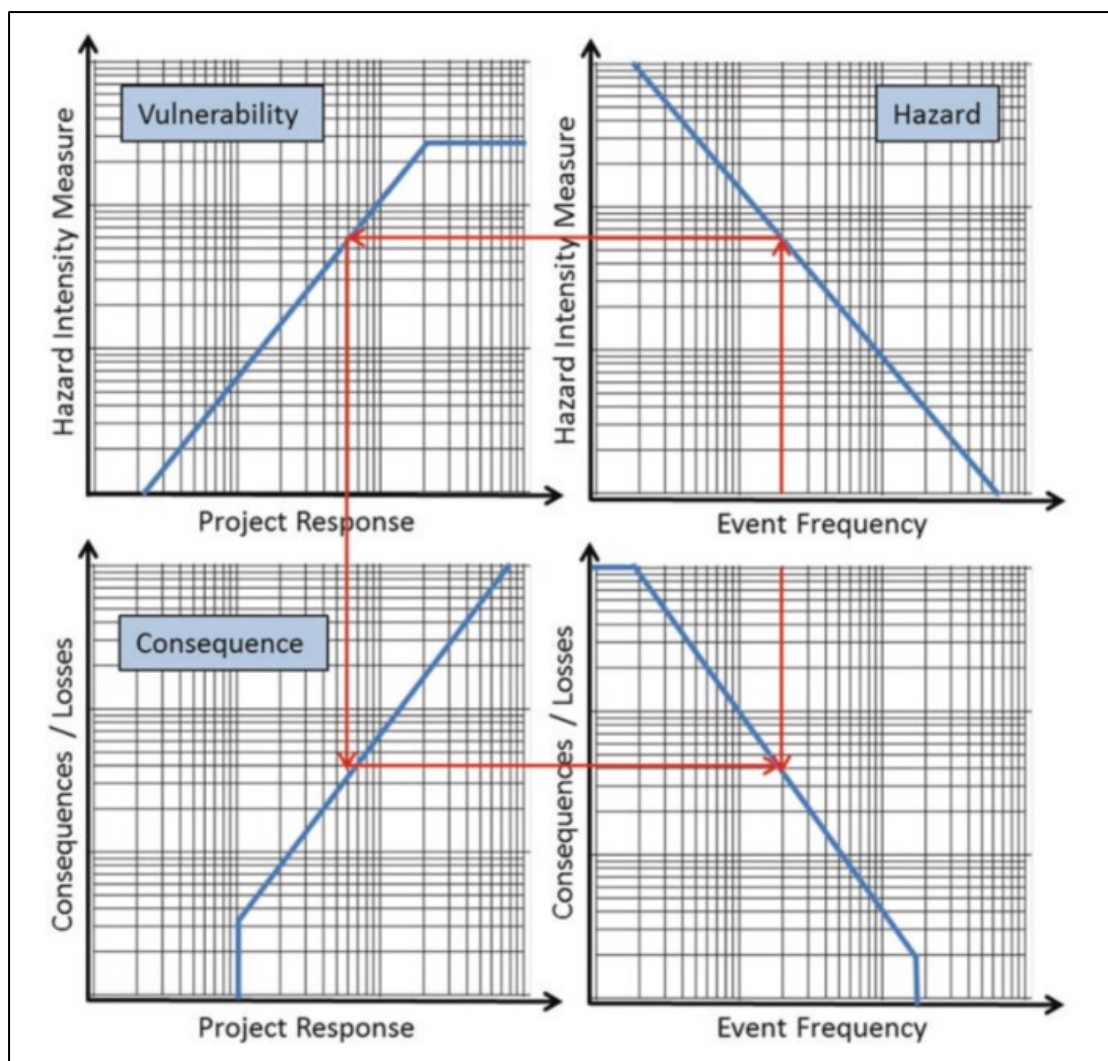
Πρωταρχικό μέλημα του διευθυντή ενός έργου, ο οποίος θέλει να υλοποιήσει τους στόχους του, είναι ο προσδιορισμός όσο το δυνατόν περισσότερων κινδύνων. Αρχικά, σύμφωνα με τον KENDRICK (2015), πρέπει να έχει αντιληφθεί πλήρως τις απαιτήσεις και τις ανοχές του πελάτη και τον ενδιαφερομένων. Συγκεκριμένα, καλείται να γνωρίζει τις απαντήσεις των παρακάτω ερωτήσεων:

1. Ποιο το είναι το μέγιστο ποσό που είναι διατεθειμένοι να επενδύσουν για διορθωτικές ενέργειες
2. Ποιο είναι το ελάχιστο όριο αποτελέσματος που θα θεωρούσαν αποδεκτό
3. Ποιες είναι οι σημαντικότερες ανησυχίες που έχουν για το έργο

Ο σχεδιασμός της διαχείρισης των κινδύνων χωρίζεται σε 4 στάδια: Εντοπισμός, Ανάλυση, Αντιμετώπιση και Παρακολούθηση (Κηρυττόπουλος, 2006). Το βασικότερο στάδιο είναι ο εντοπισμός όσο το δυνατόν περισσότερων, ώστε να επιτευχθεί η άμεση διαχείριση και αντιμετώπισή τους.

Άλλες έρευνες (Drogalas *et al.*, 2017) έδειξαν πως ο εσωτερικός έλεγχος συμβάλει αποτελεσματικά στην διαχείριση των κινδύνων, παρέχοντας στους επικεφαλής την δυνατότητα να κρίνουν αν οι κίνδυνοι είναι διαχειρίσιμοι και εντός των επιχειρηματικών στρατηγικών.

Σύμφωνα με τους Damjanovic and Reinschmidt (2020), για την καλύτερη αντιμετώπιση των κινδύνων, αυτοί διασπώνται σε τρία κομμάτια όπως ορίζει η μέθοδος HVC, από τα αρχικά Hazard, Vulnerability, Consequence. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η αβεβαιότητα μέτρησης της έντασης-συχνότητας του κινδύνου. Στο πάνω δεξιά διάγραμμα της παρακάτω εικόνας, απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης ενός κινδύνου σε σχέση με την ένταση του κινδύνου. Όσο αυξάνεται η ένταση τόσο μειώνεται η συχνότητα εμφάνισής του. Για παράδειγμα, ένα ψιλόβροχο μπορεί να συμβεί αρκετές φορές προκαλώντας ασήμαντα έως και καθόλου προβλήματα. Η πλημμύρα όμως θα συμβεί σπάνια και θα έχει καταστροφικές συνέπειες. Εν συνεχεία, στο επάνω αριστερό τεταρτημόριο σχετίζεται η απόκριση του έργου με την ένταση του κινδύνου. Τέλος, ορίζονται οι συνέπειες του κινδύνου κάτω αριστερά, όπου ουσιαστικά αναπαριστάτε το πως ανταποκρίνεται το έργο στον κίνδυνο κι έτσι συμπεραίνονται στο τελευταίο τεταρτημόριο οι συνέπειες της δεδομένης συχνότητας.



Εικόνα 5: Μεθοδολογία HVC για την αναπαράσταση του κινδύνου (Damjanovic & Reinschmidt, 2020).

Από την άλλη μεριά οι Smith & Merritt (όπως παραπέμπεται στο Amoah & Pretorius 2020, σ. 615) προτείνουν 5 βήματα για την διαδικασία διαχείρισης κινδύνου:

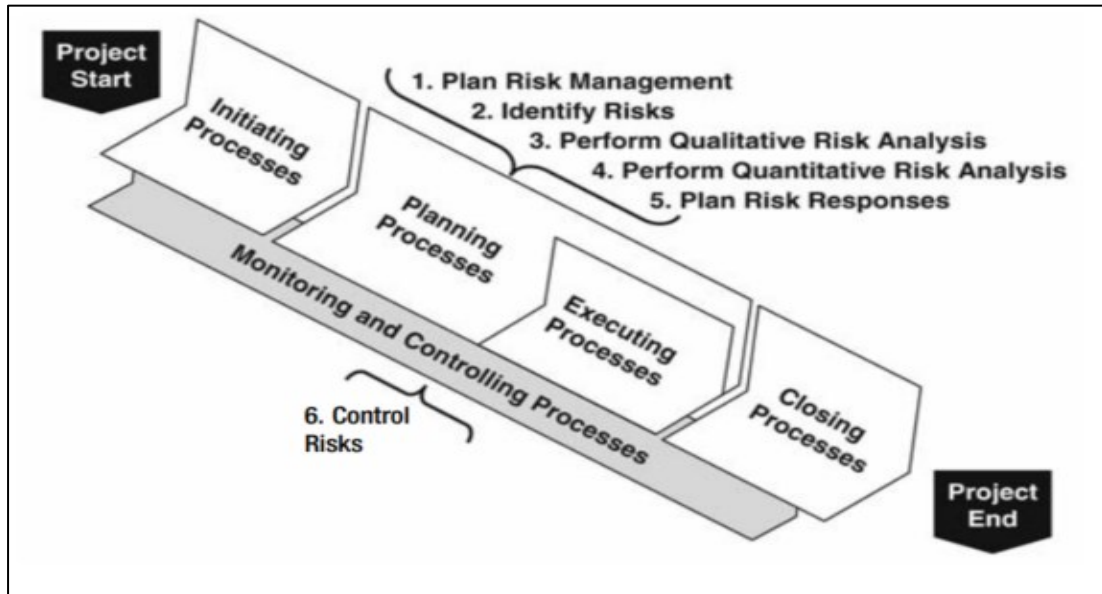
- ❖ Προσδιορισμός κινδύνων
- ❖ Ανάλυση κινδύνων
- ❖ Προτεραιότητες και χάρτης κινδύνων
- ❖ Επίλυση κινδύνων
- ❖ Παρακολούθηση κινδύνων

Ο KENDRICK (2015) εκτιμά ότι η αποτελεσματική αντιμετώπιση των κινδύνων, κρύβεται στις εκτιμήσεις του διευθυντή έργου, οι οποίες πρέπει να βασίζονται σε:

- Ιστορικά δεδομένα
- Εμπειρογνώμονες
- Αξιολόγηση σχετικού μεγέθους
- Περαιτέρω αποσύνθεση της δομής εργασιών

Ο οδηγός PMBOK προτείνει μια σειρά διαδικασιών για την διαχείριση αβεβαιοτήτων, οι οποίες πρέπει να υλοποιούνται κατά την διάρκεια του σχεδιασμού του έργου. (KENDRICK, 2015).

- Σχέδιο διαχείρισης κινδύνου
- Προσδιορισμός των κινδύνων
- Ποιοτική ανάλυση κινδύνου
- Ποσοτική ανάλυση κινδύνου
- Στρατηγικές αντιμετώπισης
- Έλεγχος κινδύνων



Εικόνα 6: Οδηγός συνδέσμων μεταξύ των ομάδων διεργασιών. (KENDRICK, 2015).

3.6.1. Σχέδιο Διαχείρισης κινδύνων

Το σχέδιο διαχείρισης κινδύνων, είναι ένας οδηγός που παρουσιάζει την σειρά εκτέλεσης των διαδικασιών διαχείρισης τους. Η σειρά των διαδικασιών αποτελείται από τον εντοπισμό, την ανάλυση, την αντιμετώπιση και την παρακολούθηση. Για την ολοκληρωμένη δομή του σχεδίου πρέπει να είναι γνωστά βασικά στοιχεία του έργου, όπως η δομή ανάλυσης εργασιών, σε συνδυασμό με την επιθυμητή εμπειρία του αναδόχου του έργου σε σχετικά έργα (Kerzner, 2003; Mulcahy, 2003). Σε αυτό περιλαμβάνεται αναλυτική περιγραφή των παρακάτω:

- **Μέθοδος:** ποια μέθοδος εφαρμόζεται για τον εντοπισμό, την ανάλυση, την αντιμετώπιση και παρακολούθηση των κινδύνων. Για παράδειγμα, ο εντοπισμός των κινδύνων υλοποιήθηκε μέσω συνεντεύξεων των εργαζομένων και για την ανάλυση έγινε χρήση της ποσοτικής μεθόδου
- **Ρόλοι και αρμοδιότητες:** στελέχωση της ομάδας διαχείρισης και ανάθεση αρμοδιοτήτων, ποιος είναι υπεύθυνος για ποιες ομάδες διεργασιών. Πραγματοποιείται έλεγχος για το αν θα γίνει ανάθεση σε εσωτερική ή εξωτερική ομάδα
- **Εκπαίδευση:** συνεχής εκπαίδευση του προσωπικού προς άμεση και επιτυχή αντιμετώπιση κάθε κινδύνου

- **Προϋπολογισμός** της διαχείρισης κινδύνων συνήθως ορίζεται ως ένα ποσοστό του συνολικού προϋπολογισμού του έργου. Αυτό το ποσό αποτελεί ένα απόθεμα που προορίζεται για τις ενέργειες αντιμετώπισης των κινδύνων
- **Χρονισμός**: ορίζονται σημεία αναφοράς όπου θα γίνονται συσκέψεις για την παρακολούθηση των κινδύνων. Εντοπίζονται νέοι κίνδυνοι και ελέγχεται η αποτελεσματικότητα αντιμετώπισης των υφιστάμενων κινδύνων
- **Μέθοδοι μέτρησης και κλίμακες**: αναγράφεται η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί. Στην Ελλάδα κυρίως εφαρμόζεται η ποιοτική μέθοδος, και οι κλίμακες που θα χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των πιθανοτήτων και των συνεπειών των κινδύνων είναι βαθμονομημένες από το 1 μέχρι το 10
- **Όρια**: ο διαχωρισμός των κινδύνων σε αμελητέους, μέσους και σημαντικούς. Ο διαχωρισμός για κάθε έργο είναι διαφορετικός ανάλογα με το έργο και τον κύριο του έργου
- **Επικοινωνία**: ο τρόπος ενημέρωσης και επικοινωνίας μεταξύ των ενδιαφερόμενων για την εξέλιξη και τα αποτελέσματα των υλοποιήσιμων τεχνικών. Δεν ενημερώνονται πάντα όλοι και με τον ίδιο τρόπο
- **Καταγραφή - ιχνηλασία**: η διαδικασία μέσω της οποίας καταγράφονται όλες οι ενέργειες για την πρόληψη και αντιμετώπιση των κινδύνων. Αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για μελλοντική χρήση από το προσωπικό της εταιρείας

3.6.2. Προσδιορισμός κινδύνου

Η διαδικασία προσδιορισμού κινδύνου, υλοποιείται κυρίως από τους μηχανικούς, τους συμβούλους έργων και τους εργολάβους. Βασίζεται στην δομή ανάλυσης εργασιών WBS, στον προϋπολογισμό και στο χρονοδιάγραμμα του έργου. Παράλληλα, σημειώνεται ότι πρέπει να πραγματοποιείται από την ομάδα έργου πριν την έναρξη των εργασιών. Η πιο γνωστή μέθοδος προσδιορισμού κινδύνων είναι ο καταϊγισμός πληροφοριών από τα μέλη της ομάδας. Μια ακόμη μέθοδος εκτίμησης είναι αυτή των δελφών, η οποία συλλέγει πληροφορίες από μια ομάδα του έργου σχετικά με τις εκτιμήσεις των εργαζομένων (KENDRICK, 2015). Τέλος, αναφέρεται ότι ένα γεγονός που αυξάνει τον συνολικό κίνδυνο ενός έργου είναι ο εντοπισμός πολλών και μικρότερης σημασίας κινδύνων, που παρατηρείται όταν διατίθεται υπερβολική ποσότητα χρονικών πόρων (Κηρυττόπουλος, 2006).

Για τον **εντοπισμό των κινδύνων** υπάρχουν αρκετές **μέθοδοι**, που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του έργου και της εταιρείας που το αναλαμβάνει. (Κηρυττόπουλος, 2006). Να σημειωθεί πως για την βέλτιστη αναγνώριση των κινδύνων πρέπει να έχει ολοκληρωθεί η πρώτη φάση των μελετών χρονοδιαγράμματος και κοστολόγησης, ούτως ώστε να έχει μια πλήρη εικόνα ο μελετητής.

- **Συνεντεύξεις**: αποτελεί μία από τις ευκολότερες μεθόδους, όπου συλλέγονται απαντήσεις από άτομα με εμπειρία και γνώση επί του θέματος. Η ανάλυση των απαντήσεων απαιτεί την επέμβαση ειδικών, για την επεξεργασία των δεδομένων, ώστε να αντληφθούν ποιοι κίνδυνοι χρίζουν αντιμετώπισης για την ποιότητα του έργου. Δυστυχώς, αποτελούν μια χρονοβόρα διαδικασία με όχι τόσο αξιόπιστα αποτελέσματα, αφού οι ερωτώμενοι μπορεί να αποκρύψουν πιθανές αστοχίες των εργασιών τους.
- **Brainstorming - καταϊγισμός ιδεών**: είναι μια ανοιχτή συζήτηση μεταξύ διαφόρων μελών των ομάδων του έργου, που διαθέτουν την απαιτούμενη εμπειρία και γνώση,

ώστε να θέσουν διάφορους πιθανούς κινδύνους που θεωρούν σημαντικούς βάσει του θεωρητικού και εμπειρικού υποβάθρου τους.

- **Κατάλογοι κινδύνων - Checklist από αρχειοθέτηση παλαιότερων έργων:** είναι μια λίστα όπου καταγράφονται οι κίνδυνοι που προέκυψαν σε παλαιότερα έργα καθώς και η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την αντιμετώπισή τους. Οι πληροφορίες αυτές αποτελούν βάση αναφοράς για τα επόμενα έργα, αφού η ομάδα του έργου μπορεί να μελετήσει τις καρτέλες και να τις προσαρμόσει στα δεδομένα του εξεταζόμενου κάθε φορά έργου.
- **Δομή ανάλυσης κινδύνων Risk Breakdown Structure (RBS):** είναι ένας δομημένος κατάλογος κατηγοριοποίησης των κινδύνων. Ένα παράδειγμα είναι η κατηγοριοποίηση των κινδύνων σε τεχνικούς, οικονομικούς, περιβαλλοντικούς, κίνδυνοι διαχείρισης κλπ.
- **Ανάλυση υποθέσεων:** οι υποθέσεις που γίνονται σε αρχικά στάδια, όπως ο προϋπολογισμός που συντάσσεται στην προσφορά του αναδόχου, ενδέχεται να είναι εσφαλμένες. Με την διαδικασία της ανάλυσης υποθέσεων, αναλύουμε τυχόν κινδύνους που μπορεί να προκύψουν, σε περίπτωση εσφαλμένων υποθέσεων.
- **SWOT ανάλυση:** μελετώνται οι δυνάμεις, οι αδυναμίες, οι ευκαιρίες και οι απειλές που είναι δυνατόν να προκύψουν από κάθε έργο. Τα παραπάνω οδηγούν στον εντοπισμό πιθανών κινδύνων και των αιτιών αυτών. Η διαδικασία πρέπει να επαναλαμβάνεται καθ' όλη την διάρκεια του έργου, διότι μπορεί να προκύψουν νέοι κίνδυνοι, να εξαλειφθούν κάποιοι άλλοι ή κάποιες ευκαιρίες να μετατραπούν σε κινδύνους.
- **Μέθοδος των δελφών:** συλλέγονται πληροφορίες από μια ομάδα ανθρώπων για την αντιμετώπιση ενός συγκεκριμένου θέματος.

Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που αγνοήθηκαν προτάσεις πιθανών κινδύνων αποκλειστικά και μόνο για τα συμφέροντα κάποιων. Γι' αυτό λοιπόν κρίνεται σκόπιμο, στις συνελεύσεις της ομάδας ελέγχου κινδύνου, να παρευρίσκεται και ο ιδιοκτήτης ή κάποιος εκπρόσωπός του. Παράλληλα, ο προσδιορισμός των κινδύνων πρέπει να γίνεται συνεχώς κατά την διάρκεια του έργου, καθώς η πιθανότητα εμφάνισής τους δε μπορεί ποτέ να εξαλειφθεί πλήρως. Είναι δυνατόν να εμπλακούν νέοι εργολάβοι και νέοι μέτοχοι με διαφορετικές εμπειρίες και απόψεις, που μπορεί να εντοπίσουν νέους κινδύνους.

Αφού προσδιοριστούν, έπεται η ανάλυση-εκτίμηση αυτών προκειμένου να αναγνωριστούν οι σημαντικότεροι και να διατεθούν πόροι προς την αντιμετώπισή τους. Γενικότερα για την ανάλυσή τους χρησιμοποιούνται αρκετές μέθοδοι. Στην παρούσα εργασία, θα πραγματοποιηθεί αναφορά σε ορισμένες ποιοτικές και ποσοτικές μεθόδους.

3.6.3. Ποιοτική εκτίμηση κινδύνου

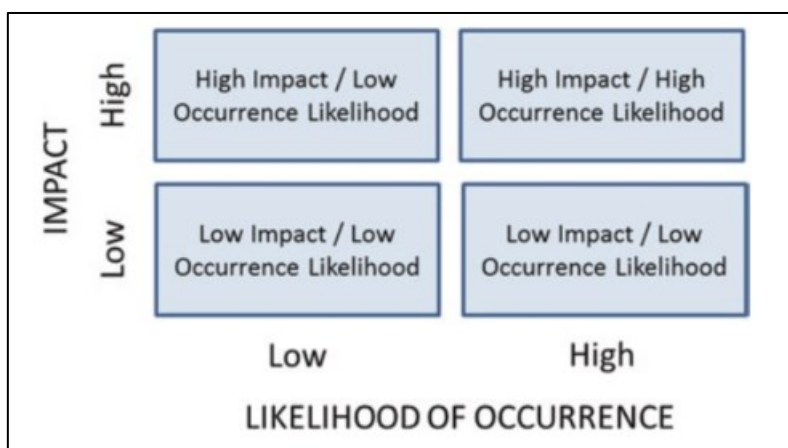
Ποιοτικές κλίμακες

Με το πέρας της πρώτης φάσης και την καταγραφή όλων των πιθανών κινδύνων, πραγματοποιείται ταξινόμηση αυτών ανάλογα με τη σημαντικότητά τους. Αυτή η διαδικασία επιμερισμού γίνεται με την ποιοτική αξιολόγηση του μεγέθους, της πιθανότητας εμφάνισης, της σοβαρότητας κάθε κινδύνου και των επιπτώσεων του.

Στην ποιοτική ανάλυση χρησιμοποιούνται διαβαθμισμένα διαγράμματα-κλίμακες, που αποτυπώνουν την πιθανότητα εμφάνισης ενός κινδύνου και τις συνέπειες που αυτός προκαλεί στο κόστος, στον χρόνο και στην ποιότητα του έργου. Οι κλίμακες μπορεί να είναι του τύπου “χαμηλό, υψηλό”, “πολύ λίγο, λίγο, μέτρια, υψηλή, πολύ υψηλή” ανάλογα με το

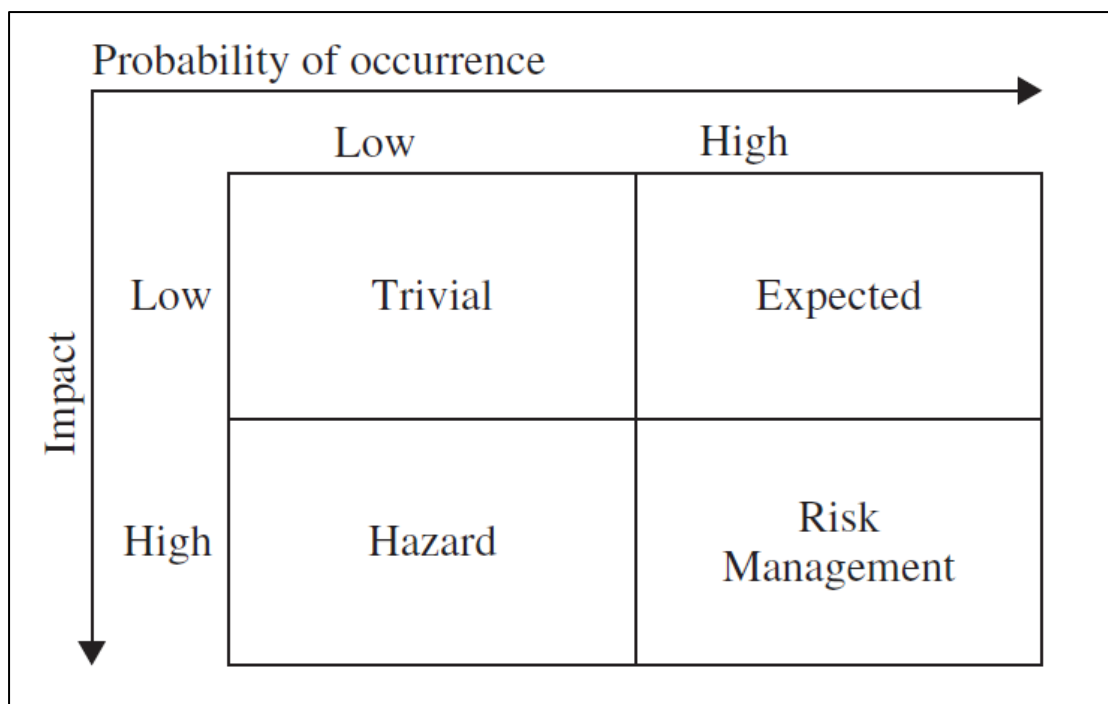
βάθος της ανάλυσης που επιθυμεί ο διαχειριστής. Γενικότερα, προτιμάται η ποσοστιαία περιγραφή της επικινδυνότητας ενός δεδομένου/γεγονότος, έναντι της απλής αναφοράς στον βαθμό που αυτός απειλεί το έργο. Εννοείται πως για κάθε έργο δομούνται νέες διαφορετικές κλίμακες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του. Οι κίνδυνοι που κρίνονται ως αρκετά σοβαροί είναι αυτοί που θα αναλυθούν περαιτέρω με την ποσοτική μέθοδο (Κηρυττόπουλος, 2006).

Η ποιοτική μέθοδος αφορά, κυρίως, στον εντοπισμό κινδύνων που έχουν αρκετές πιθανότητες εμφάνισης και υψηλό αντίκτυπο στο έργο, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι ένα χαμηλό ποσοστό εμφάνισης ενός κινδύνου σε σημερινό χρόνο θα παραμείνει εξίσου χαμηλό την επόμενη χρονική περίοδο, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την διαρκή επανεξέτασή τους.



Εικόνα 7: ποιοτική ανάλυση κινδύνου πιθανότητα κινδύνου και αντίκτυπο (Damjanovic and Reinschmidt, 2020)

Αναφορικά με την εικόνα 6, σημειώνεται ότι καταστροφικές συνέπειες για ένα έργο έχουν οι κίνδυνοι που χαρακτηρίζονται από υψηλό ποσοστό εμφάνισης και υψηλό αντίκτυπο στο έργο. Την ίδια θεώρηση επιβεβαιώνει και η εικόνα 7.



Εικόνα 8: Ταξινόμηση των πηγών κινδύνου (Smith et al., 2014).

Χαμηλή επίδραση, υψηλή πιθανότητα εμφάνισης (expected): είναι κίνδυνοι που οφείλονται στην αβεβαιότητα του συστήματος όπως, για παράδειγμα, στις αποκλίσεις από το πραγματικό κόστος υλικών και εργασίας, στις καθυστερήσεις παραδόσεων υλικών, τις μικρο-αλλαγές στις προτιμήσεις του ιδιοκτήτη και γενικότερα στις τροποποιήσεις που κυμαίνονται σε χαμηλό και φυσιολογικό βαθμό. Κάθε μια από τις προαναφερόμενες αλλαγές εάν επιφέρονται μεμονωμένα στο έργο θα μπορούσε να επιφέρει αμελητέο αντίκτυπο. Ωστόσο, συνδυαστικά προκαλούν σοβαρά και εκτεταμένα προβλήματα.

Υψηλή επίδραση, χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης (Hazard): αν και συμβαίνουν σπανίως, η παρουσία τους προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις. Καθοριστικής σημασίας κρίνεται η λήψη μέτρων, προς περιορισμό του αντικτύπου των συνεπειών ακόμα κι αν αυτό σημαίνει επιπλέον κόστος. Αν έχει πιθανότητα εμφάνισης πάνω από 1 % τότε πρέπει να αντιμετωπιστεί. Σε αυτή την περίπτωση συγκαταλέγεται και η περίπτωση της περιόδου της πανδημίας - Covid-19. Για τα περισσότερα κατασκευαστικά έργα που εκτελούνται υπό φυσιολογικές συνθήκες, ο κίνδυνος μιας πανδημίας παρουσιάζει απειροελάχιστες πιθανότητες εμφάνισης χωρίς να συγκαταλέγεται στους κινδύνους του έργου. Όμως, οι συνέπειες που μπορεί να επιφέρει στο έργο είναι καταστροφικές.

Πίνακας κινδύνων:

Αναπαριστά τον βαθμό έκθεσης του έργου σε μια κατάσταση κινδύνου και αποτελεί μια διαδικασία πολλαπλασιασμού του ποσοστού εμφάνισης ενός κινδύνου επί τις συνέπειες που αυτός επιφέρει. Τα προϊόντα αυτού του πίνακα χαρακτηρίζουν τον κίνδυνο ως χαμηλό, μέσο ή υψηλό (Κηρυττόπουλος, 2006).

3.6.4. Ποσοτική εκτίμηση κινδύνου

Η ποσοτική εκτίμηση κινδύνου εφαρμόζεται κυρίως σε μεγάλα έργα, διότι συγκεντρώνει πλήθος πληροφοριών που είναι ανούσιες για έργα μικρότερης έκτασης.

Μέθοδος Pert

Για τον ποσοτικό διαχωρισμό των κινδύνων, υλοποιείται η μέθοδος **PERT**, η οποία σχεδιάστηκε από τον Αμερικανικό στρατό το 1950 και πλέον χρησιμοποιείται για την ποσοτική ανάλυση κινδύνων κόστους και χρόνου. Υπολογίζει την πιθανή διάρκεια μιας δραστηριότητας λαμβάνοντας εκτιμήσεις εύρους τριών σημείων: για απαισιόδοξο και αισιόδοξο χρόνο και την πιθανότερη εκτίμηση.

Εκτίμηση πιθανής διάρκειας PERT:
$$Te = \frac{To+4Tm+Tp}{6}$$

Te: η υπολογιζόμενη-αναμενόμενη διάρκεια

To: αισιόδοξη διάρκεια

Tm: η πιο πιθανή διάρκεια

Tr: απαισιόδοξη διάρκεια

Εκτίμηση τυπικής απόκλισης:
$$\sigma = \frac{Tp-To}{4}$$
 (Κηρυττόπουλος, 2006)

Υπάρχουν κάποια μειονεκτήματα της μεθόδου που δεν την καθιστούν και τόσο εφαρμόσιμη. Αρχικά, απαιτείται τεράστιος χρόνος για την συλλογή και ανάλυση όλων των δεδομένων. Επίσης, το κόστος της διαδικασίας είναι αρκετά υψηλό και η αξιοπιστία της εκτίμησης των δεδομένων είναι συχνά αμφισβητήσιμη μιας και εξαρτάται από την υποκειμενικότητα των απαντήσεων του εργατικού δυναμικού.

Προσομοίωση Monte Carlo

Η μέθοδος κάνει χρήση τυχαίων αριθμών. Ο χρόνος που απαιτεί κάθε διαδικασία περιγράφεται από τριγωνική κατανομή αισιόδοξων, πιο πιθανών και απαισιόδοξων χρόνων. Μέσα από αυτό το εύρος αριθμών, παίρνω τυχαία τιμές και δημιουργείται το διάγραμμα πυκνότητας πιθανότητας. Χρησιμοποιείται κυρίως για σύνθετες συναρτήσεις. (Κηρυττόπουλος, 2006)

Ανάλυση ευαισθησίας

Προσδιορίζει την επιρροή που θα προκαλέσει στο έργο, μια αλλαγή στην τιμή μιας προβλεπόμενης μεταβλητής. Έτσι, εντοπίζονται οι μεταβλητές εκείνες των οποίων οι εσφαλμένες εκτιμήσεις επηρεάζουν σημαντικά τις παραμέτρους του έργου και δίνεται έμφαση η αντιμετώπισή τους. Συνήθως εφαρμόζεται σε περίπτωση που η εκτίμηση μιας μεταβλητής θεωρείται υπερεκτιμημένη ή υποεκτιμημένη. Ελέγχεται πως μια πιθανή μεταβολή μιας παραμέτρου, θα επηρεάσει την συνολική συνάρτηση του έργου. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για διάφορες μεταβολές όλων των μεταβλητών και επιλέγονται οι πιο κρίσιμες.

3.6.5. Στρατηγικές αντιμετώπισης

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ομαλή και ανεμπόδιση ροή του έργου ο διαχειριστής αναζητά τεχνικές μετριασμού του κινδύνου, καθώς η εξάλειψή του καθίσταται ανέφικτη. Ένα σύνηθες φαινόμενο είναι η ασφάλιση του έργου σε ασφαλιστική εταιρεία, γεγονός σύνηθες για τις περιπτώσεις κατασκευαστικών έργων. Ειδικότερα, ενσωματώνονται στις υπηρεσίες τους παροχές ασφάλισης χάριν στην καλύτερη γνώση των αναμενόμενων κινδύνων και

απαιτήσεων των έργων. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές ακόμα στρατηγικές (Damjanovic and Reinschmidt, 2020):

- **Μεταφορά κινδύνου:** μεταβίβαση του κινδύνου σε κάποιον αρμόδιο έναντι αμοιβής, όπως για παράδειγμα η ασφάλιση, ή οι ρήτρες που συμφωνούνται στα συμβόλαια.
- **Δέσμευση κινδύνου Buffering:** κατοχύρωση ενός χρηματικού αποθέματος, που μπορεί να απορροφήσει τις επιπτώσεις αρνητικών αντικτύπων.
- **Buffering applies - αποθέματα προμηθειών:** εξασφάλιση αποθεμάτων πρώτων υλών, εξοπλισμού και εργατικού δυναμικού.
- **Αποφυγή του κινδύνου:** εύρεση τεχνικών αποφυγής κινδύνου και τροποποιήσεις των υφιστάμενων σχεδίων με νέα λιγότερο επικίνδυνα.
- **Έλεγχος κινδύνου:** λήψη προληπτικών μέτρων για την μείωσή των πιθανοτήτων εμφάνισής του και διορθωτικών μέτρων για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων. Ο έλεγχος λαμβάνει την μορφή συλλογής δεδομένων και την έγκαιρη πληροφόρηση. Σε περίπτωση αναποτελεσματικότητας του τρόπου αντιμετώπισης, εφαρμόζονται εναλλακτικά σχέδια που έχουν ήδη μελετηθεί, όπως η εισήγηση δεύτερης βάρδιας προς αποπεράτωση του έργου εντός της προθεσμίας.
- **Ανάληψη κινδύνου:** η εσχάτη των επιλογών. Αποδοχή του κινδύνου πραγματοποιείται μόνο όταν έχουν εξεταστεί όλα τα προηγούμενα σενάρια και το επίπεδο της επικινδυνότητας παραμένει σε πολύ υψηλά επίπεδα.

Η επιλογή οποιασδήποτε στρατηγικής για κάθε κίνδυνο, βασίζεται στην κρίση της ομάδας του έργου, ανάλογα με την εμπειρία της, την εκτίμηση των επιπτώσεων και την διαθεσιμότητα των πόρων.

3.6.6. Παρακολούθηση και έλεγχος των κινδύνων

Η παρακολούθηση των κινδύνων είναι το τελευταίο και ταυτόχρονα το πρώτο στάδιο διαχείρισης των κινδύνων. Το στάδιο της παρακολούθησης υλοποιείται μέσα από τα πρότυπα φύλλα κινδύνων στα οποία περιλαμβάνονται οι εξής διαδικασίες: (Κηρυττόπουλος, 2006)

- Παρακολούθηση εφαρμογής σχεδίου αντιμετώπισης
- Παρακολούθηση αποτελεσματικότητας της διαδικασίας αντιμετώπισης κινδύνων
- Αναπροσαρμογή του σχεδίου αντιμετώπισης βάσει των συνθηκών
- Εντοπισμός πιθανών νέων κινδύνων
- Γνωστοποίηση στοιχείων σχετικά με την διαχείριση κινδύνων στους ενδιαφερόμενους

Κλείνοντας με το κεφάλαιο του αποτελεσματικού Risk Management, το εργαλείο με την σημαντικότερη συνεισφορά στην διαχείριση των κινδύνων είναι η καταγραφή όλων των εμπειριών και διδαγμάτων σε μια βάση δεδομένων, με το πέρας των εργασιών. Με αυτόν τον τρόπο, μαθαίνουν γρηγορότερα τα νέα στελέχη της εταιρείας, δεν επαναλαμβάνονται τα ίδια λάθη, δεν σπαταλούν πόρους χρόνο και κόστους για την επίλυση λαθών που έχουν επιλυθεί στο παρελθόν και δεν υπάρχει ο φόβος της απώλειας στελεχών με εμπειρία και τεχνογνωσία (Κηρυττόπουλος, 2006). Το συμπέρασμα αυτό έρχονται να επιβεβαιώσουν και

οι A and Ajmal (2018a) που το αναφέρουν ως το κυριότερο εμπόδιο για την επιτυχία του έργου την παράληψη συλλογής και καταγραφής παλαιών διδαγμάτων.

3.7. Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας Κατασκευαστικών Εταιρειών

Το σύστημα διασφάλισης ποιότητας είναι ένα ακόμη στοιχείο που πρέπει να εντάσσεται στα πλαίσια της διαχείρισης κινδύνου, διότι συμβάλει στον έγκαιρο εντοπισμό σχεδόν όλων των πιθανών πηγών αβεβαιοτήτων που υποβαθμίζουν την ποιότητα του έργου (Πολύζος, 2018). Εφόσον η ανάδοχος εταιρεία κατασκευής του έργου και οι προμηθευτές, φέρουν τις σχετικές πιστοποιήσεις για τα κατασκευαστικά έργα μέσα από τη σειρά προτύπων ISO 9000, περιορίζονται οι πιθανότητες εμφάνισης ενός κινδύνου και οι συνέπειές του. Επιπλέον, ακολουθώντας μια διαδικασία προσέγγισης ποιότητας, επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του συνολικού κόστους του έργου, καθώς μειώνεται το κόστος επισκευών καθ' όλη την διάρκεια ζωής του, ενώ ταυτόχρονα μειώνονται τα λάθη της εταιρείας και τα παράπονα των πελατών.

Ο διεθνής οργανισμός τυποποίησης ISO (“International Organization of Standardization”) δίνει την δυνατότητα διασφάλισης της ποιότητας στην παραγωγική διαδικασία ή στις υπηρεσίες που παρέχουν οι επιχειρήσεις, μέσω ειδικών σειρών προτύπων (Τσιότρας, 2002).

Η ύπαρξη συστήματος διασφάλισης ποιότητας αποτελεί μια πιστοποίηση ασφαλείας, σχετικά με την ποιότητα των διαδικασιών του έργου. Με τον όρο “Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας” εννοούμε μια σειρά συγκεκριμένων διαδικασιών και λειτουργιών που πρέπει να εκτελεστούν με τον αναγραφόμενο τρόπο, ώστε να εξασφαλίσουμε την καλή λειτουργία και ποιότητα του έργου.

Σύμφωνα με τον Πολύζο (2018) εφόσον η επιχείρηση φέρει πιστοποίηση της σειράς ISO 9000, αυτό συνεπάγεται ότι η δομή της οργάνωσής της είναι καταγεγραμμένη στα πρακτικά της. Επιπλέον, στα εκάστοτε τμήματα εργασίας καταγράφονται και γνωστοποιούνται οι αρμοδιότητές τους, ο τρόπος εκτέλεσης και οι προδιαγραφές των αναληφθέντων εργασιών. Οι πόροι δυναμικού, εξοπλισμού και προμηθευτών που συγκαταλέγονται στο χαρτοφυλάκιο της εταιρείας είναι καταγεγραμμένοι και φέρουν τις απαραίτητες πιστοποιήσεις. Τέλος, εάν το τελικό αποτέλεσμα αποκλίνει από το επιθυμητό, λαμβάνονται κατάλληλα διορθωτικά μέτρα.

Πιο συγκεκριμένα, τα πρότυπα της σειράς ISO 9000 είναι πέντε σε αριθμό και έχουν τις παρακάτω γενικές οδηγίες. Γενικά τα πρότυπα της σειράς ISO 9000, ασχολούνται με την **Διοίκηση της Ποιότητας**, τα **Συστήματα Ποιότητας** και την **Διασφάλιση της Ποιότητας** (Πολύζος, 2018).

- **ISO 9000:** Προδιαγραφές διοίκησης ποιότητας και διασφάλισης ποιότητας (βασικές κατευθυντήριες γραμμές)
- **ISO 9001:** Συστήματα ποιότητας – Υπόδειγμα για την διασφάλιση της ποιότητας στο σχεδιασμό / ανάπτυξη, παραγωγή, εγκατάσταση και εξυπηρέτηση
- **ISO 9002:** Συστήματα ποιότητας – Υπόδειγμα για τη διασφάλιση ποιότητας στην παραγωγή και εγκατάσταση
- **ISO 9003:** Συστήματα ποιότητας – Υπόδειγμα για την διασφάλιση ποιότητας στην τελική επιθεώρηση και δοκιμή
- **ISO 9004:** Διοίκηση ποιότητας και στοιχεία συστήματος ποιότητας (όχι πιστοποίηση)

Πίνακας 5: Αντιστοίχιση επιχειρήσεων και προτύπων ISO.

<i>Τύπος Επιχείρησης</i>	<i>Επιλογή Προτύπου</i>
<i>Μελετητικές</i>	ISO 9001
<i>Εργοληπτικές</i>	ISO 9002
<i>Μελετητικές / επίβλεψη έργου</i>	ISO 9001
<i>Μελετητικές / εργοληπτικές</i>	ISO 9001
<i>Διάφοροι υπεργολάβοι</i>	ISO 9002 / ISO 9003
<i>Προμηθευτές εξοπλισμού</i>	ISO 9001 / ISO 9003

4. Cost Control-Management

4.1. Ορισμός Διαχείρισης Κόστους

Τα τελευταία χρόνια δίνεται μεγάλη βαρύτητα στο κόστος και στην διαχείρισή του λόγω της υψηλής ανταγωνιστικότητας του κλάδου, της αύξησης του πληθωρισμού και των επιτοκίων που συντέλεσαν στην αύξηση των τιμών. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα όπου το τελικό κόστος του έργου, ήταν πολλαπλάσιο της αρχικής εκτίμησης εξαιτίας του ελλιπούς προγραμματισμού του κατά την φάση μελέτης σχεδιασμού (Oyegoke *et al.*, 2022).

Με τον όρο “Cost Control-Management” ορίζεται το σύνολο των διαδικασιών που αφορούν στις μελέτες κόστους κατά την φάση των μελετών του έργου και στον έλεγχο του κόστους κατά την διάρκεια υλοποίησης του έργου, προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιτυχία του (Oyegoke *et al.*, 2022). Οι CHAROENNGAM και SRIPRASET (2001) αναφέρουν πως ο έλεγχος κόστους του έργου διευκολύνει στην μεγιστοποίηση του κέρδους του οργανισμού.

Σύμφωνα με τον Seeley (1984), οι βασικοί **στόχοι του ελέγχου κόστους** είναι τρεις. Αρχικά, επιδιώκεται να δοθεί αξία στα χρήματα του εργοδότη περιορίζοντας της σπατάλες. Έπειτα, διανέμονται ορθά και αποτελεσματικά τα διαθέσιμα κεφάλαια σε κάθε φάση του έργου και τέλος διατηρείται το πραγματικό κόστος εντός του αρχικού προϋπολογισμού.

Οι Ashworth και Perera (2015) αναφέρουν πως ο **σκοπός** του ελέγχου κόστους είναι να προσαρμοστεί το κόστος στις απαιτήσεις του πελάτη. Αν και πολλοί πιστεύουν πως είναι δύσκολο να εκτιμηθεί επακριβώς ο προϋπολογισμός, ο Potts (2013) πιστεύει πως η σχεδίαση και υλοποίηση του ελέγχου κόστους είναι μια πρόκληση, λόγω της μοναδικότητας κάθε έργου.

4.2. Λόγοι διαχείρισης κόστους

Το γεγονός ότι μια κατασκευαστική εταιρεία δεν είναι σε θέση να γνωρίζει το πραγματικό κόστος της κατασκευής, εάν δεν ολοκληρωθεί σε ποσοστό 100%, αποτελεί τον βασικότερο παράγοντα για έλεγχο του κόστους (HOLM, 2019).

Επιπλέον λόγοι που καθιστούν αναγκαία την διαχείριση κόστους (HOLM, 2019):

- Απαίτηση του ιδιοκτήτη
- Ο κατασκευαστής εκτιμά το κόστος έχοντας αμφιβολίες
- Προσωπική ικανοποίηση
- Παρακολούθηση απόδοσης εργαζομένων
- Εντοπισμός δυνατών σημείων του εργολάβου
- Βέλτιστη κερδοφορία της εταιρείας

4.3. Παράγοντες υπέρβασης κόστους

Οι Oyegoke *et al.* (2022), διαχωρίζουν τους παράγοντες υπέρβασης κόστους σε 9 κατηγορίες όπως αυτές αναλύονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 6: Παράγοντες Τιμών και Κόστους.

Παράγοντες “Τιμών και κόστους”	
Λανθασμένες εκτιμήσεις χρονικών και χρηματικών πόρων	Memon <i>et al.</i> (2011) Jackson (2002a; 2002b) Jergeas (2008) Flyvbjerg (2005) Membah and Asa (2015)

Ανατιμήσεις στις τιμές των υλικών	Memon <i>et al.</i> (2011) Wanjari and Dobariya (2016)
Ελλιπής πληροφορίες έργου	Doloi (2012) Akanni <i>et al.</i> (2015)

Πίνακας 7: Παράγοντες Καθυστερήσεων.

Παράγοντες “Καθυστερήσεων”	
Καθυστερήσεις στις παραδόσεις των προμηθευτών	Memon <i>et al.</i> (2011) Chan and Kumaraswamy (1997) Timothy <i>et al.</i> (2013)
Καθυστερήσεις στην λήψη αποφάσεων	Memon <i>et al.</i> (2011) Chan and Kumaraswamy (1997) Semple <i>et al.</i> (1994)
Καθυστερήσεις προγραμματισμένων δραστηριοτήτων	Wanjari and Dobariya (2016) Chan and Kumaraswamy (1997) Timothy <i>et al.</i> (2013)

Πίνακας 8: Παράγοντες Διαχείρισης Έργου.

Παράγοντες “Διαχείρισης Έργου”	
Έλλειψη εμπειρίας	Memon <i>et al.</i> (2011) Larsen <i>et al.</i> (2016)
Έλλειψη συντονισμού/ επικοινωνίας μεταξύ των ομάδων	Memon <i>et al.</i> (2011) Wanjari and Dobariya (2016) Forcada <i>et al.</i> (2014) Kim <i>et al.</i> (2017)
Ασαφής σχεδιασμός και προγραμματισμός	Memon <i>et al.</i> (2011) Rostami and Oduoza (2017) Rosenfeld (2013)
Ασαφής έλεγχος και παρακολούθηση	Memon <i>et al.</i> (2011) Wanjari and Dobariya (2016) Jackson (2002a; 2002b) Forcada <i>et al.</i> (2014) Rosenfeld (2013)

Πίνακας 9: Παράγοντες Σχεδιασμού.

Παράγοντες “Σχεδιασμού”	
Ελλιπείς σχεδιασμός	Memon <i>et al.</i> (2011) Wanjari and Dobariya (2016) Jackson (2002a; 2002b) Wu <i>et al.</i> (2005) Olawale and Sun (2010)
Συνεχείς αλλαγές	Memon <i>et al.</i> (2011) Wanjari and Dobariya (2016) Jackson (2002a; 2002b) Wu <i>et al.</i> (2005) Olawale and Sun (2010) Hadipriono and Tahir (1990)

Απόδοση ομάδας σχεδιασμού	Jackson (2002a; 2002b) Doloi (2012) Jarkas and Haupt (2015)
---------------------------	---

Πίνακας 10: Παράγοντες Κατασκευής.

Παράγοντες “Κατασκευής”	
Κατασκευαστικά λάθη	Memon <i>et al.</i> (2011) Wanjari and Dobariya (2016) Forcada <i>et al.</i> (2014) Kim <i>et al.</i> (2018)
Προσθήκη επιπλέον εργασιών	Memon <i>et al.</i> (2011) Wanjari and Dobariya (2016) Kim <i>et al.</i> (2018) Greiman and Warburton (2009)
Έλλειψη εργαζομένων	Memon <i>et al.</i> (2011) Jergeas (2008) Patel <i>et al.</i> (2013)
Κακή διαχείριση και επίβλεψη	Memon <i>et al.</i> (2011) Forcada <i>et al.</i> (2014) Park and Papadopoulou (2012)
Σπατάλες εργοταξίου	Wanjari and Dobariya (2016) Kim <i>et al.</i> (2018)

Πίνακας 11: Παράγοντες Πληρωμών.

Παράγοντες “Πληρωμών”	
Οικονομικές δυσκολίες του ιδιοκτήτη	Memon <i>et al.</i> (2011) Rosenfeld (2013) Müller (2014)
Τρόπος χρηματοδότησης	Memon <i>et al.</i> (2011) Winch (2013)
Διαφωνία στους διακανονισμούς λογαριασμών	Wanjari and Dobariya (2016) Semple <i>et al.</i> (1994) Rosenfeld (2013)

Πίνακας 12: Παράγοντες Ειδικών Συνθηκών Εργολάβου.

Παράγοντες “Ειδικών συνθηκών εργολάβου”	
Δυσκολία ταμειακών ροών	Memon <i>et al.</i> (2011) Rostami and Oduoza (2017) Lu <i>et al.</i> (2017)
Ανικανότητα – έλλειψη εμπειρίας	Memon <i>et al.</i> (2011) Jackson (2002a; 2002b) Kim <i>et al.</i> (2018) Park and Papadopoulou (2012)
Αφερεγγυότητα	Memon <i>et al.</i> (2011) Sudirman and Hardjomuljadi (2011)
Επανεργασία	Memon <i>et al.</i> (2011) Love and Li (2000)

	Love <i>et al.</i> (2004)
Ανακριβείς έρευνες πεδίου	Jackson (2002a; 2002b) Rostami and Oduoza (2017) Lu <i>et al.</i> (2017)

Πίνακας 13: Παράγοντες Ανωτέρας Βίας.

Παράγοντες “Ανωτέρας βίας”	
Ακραίες καιρικές συνθήκες	Memon <i>et al.</i> (2011)
Απρόβλεπτες καταστάσεις	Memon <i>et al.</i> (2011) Wanjari and Dobariya (2016) Jackson (2002a; 2002b)

4.4. Αποτελεσματικές τεχνικές Διαχείρισης Κόστους

Γενικότερα, οι τεχνικές της διαχείρισης του κόστους είναι αρκετές. Δεδομένης της μοναδικότητας και πολυπλοκότητας του κάθε έργου ανά περίπτωση, επιλέγεται κάθε φορά η πιο αποτελεσματική μέθοδος (Ogegoke *et al.*, 2022). Δεδομένης της τεχνολογικής προόδου και των ικανοτήτων των υπολογιστικών προγραμμάτων που παρέχουν ακρίβεια και καταφέρουν να συγκεντρώσουν τους διάφορους περιορισμούς, η κοστολόγηση καθίσταται αρκετά ευκολότερη. Αυτή η πρόοδος, δεν συνεπάγεται πως τα συστήματα κοστολόγησης των εταιρειών είναι άξια εμπιστοσύνης καθώς συγκεκριμένοι περιορισμοί δεν υφίστανται μοντελοποίηση όπως αναφέρει ο Sears (2015). Οι περισσότερες εταιρείες σύμφωνα με έρευνα των Olawale and Sun (2010), υιοθετούν ως **αποτελεσματικές τεχνικές διαχείρισης κόστους**, τεχνικές στις οποίες το προσωπικό τους διαθέτει εμπειρία και αποδεδειγμένα επέφεραν τα επιθυμητά αποτελέσματα της εταιρείας.

Όπως αναφέρουν ο Kerzner (2017), Yar and Skitmore (2018), οι μελέτες διαχείρισης χρόνου και κόστους είναι δύο αλληλένδετες διαδικασίες για κάθε κατασκευή. Πριν την έναρξη κάθε έργου γίνονται εκτιμήσεις για το κόστος και την διάρκεια, διότι οι μέτοχοι επιθυμούν να γνωρίζουν με ακρίβεια αυτές τις δύο πολύ βασικές παραμέτρους. Αν και δε συνοδεύονται ποτέ από σιγουριά και ακρίβεια, αποτελούν ένα μέτρο σύγκρισης της προόδου των προγραμματισμένων εργασιών. Η ποιότητα των εκτιμήσεων παρουσιάζει διάφορες διακυμάνσεις, ανάλογα με τα ποσοστά εμφάνισης των παρακάτω παραμέτρων (LARSON and GRAY, 2018).

- **Ανθρώπινος παράγοντας:** το ανθρώπινο λάθος, η απειρία, το φούσκωμα των εκτιμήσεων και η υπερβολική αισιοδοξία
- **Ορίζοντας προγραμματισμού του έργου:** όσο μεγαλύτερη η διάρκεια του έργου, τόσο ελαττώνεται η ποιότητα της εκτίμησης για το απώτερο μέλλον
- **Άλλοι παράγοντες:** παράγοντες που μπορεί να θέσουν το έργο εκτός προγράμματος όπως δυσλειτουργία εξοπλισμού, παραιτήσεις προσωπικού, γραφειοκρατία

Για τις εκτιμήσεις των παραπάνω παραγόντων χρησιμοποιούνται αρκετές μέθοδοι, στα πλαίσια όμως της παρούσας εργασίας μελετώνται μόνο δύο από αυτές, η αναλυτική και η συνθετική μέθοδο.

Με την **αναλυτική μέθοδο** ή “top-down estimates”, όπως την χαρακτηρίζουν οι LARSON and GRAY (2018), οι εκτιμήσεις προκύπτουν από την εμπειρία και τις πληροφορίες που έχει κάποιος διαχειριστής. Οι εκτιμήσεις αυτές περιλαμβάνουν το κόστος υλικών, την εργασία,

τον εξοπλισμό, την ασφάλιση, τα γενικά έξοδα και το επιθυμητό κέρδος από ολόκληρη την WBS (Dagostino and Peterson, 2010). Σπάνια, όμως οι διοικητικοί έχουν την απαιτούμενη εμπειρία όπως θα είχε ένας μηχανικός Α΄ τάξης, με αποτέλεσμα να οδηγείται το έργο σε αστοχία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί μια ανακοίνωση δημάρχου σε ομιλία του περί κατασκευής ενός έργου αξίας 100.000€ και διάρκειας 2 ετών. Πιθανόν, τα στοιχεία αυτά να ειπώθηκαν σε μια σύντομη κουβέντα με τον εργολάβο, χωρίς ιδιαίτερη ανάλυση και ακρίβεια στις μετρήσεις. Σε αυτού του είδους τις εκτιμήσεις κατατάσσονται οι **αναλογίες**, δηλαδή ο υπολογισμός κάποιων εκτιμήσεων για τον χρόνο και το κόστος, ανάλογα με την έκταση του έργου σε τετραγωνικά μέτρα. Μέθοδοι **επιμερισμού**, επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν υπάρχει συσχέτιση του υφιστάμενου έργου με κάποιο παλαιότερο, στο οποίο δύναται να βασιστούν τα δεδομένα του. Η διαδικασία του επιμερισμού συναντάται κυρίως, όταν απαιτείται δανειοδότηση του έργου. Τέλος, υπάρχουν και οι **καμπύλες μάθησης** που αφορούν επαναλαμβανόμενες εργασίες κατά τον χρόνο εκτέλεσης του έργου, όπου ο χρόνος επανεκτέλεσής τους μειώνεται σταδιακά με την βελτίωση του εργατικού δυναμικού.

Σχετικά με την **συνθετική μέθοδο** ή “bottom-up estimates” οι LARSON and GRAY (2018), σημειώνουν πως οι εκτιμήσεις του έργου προέρχονται από την συμβολή πολλών και εμπειρών ατόμων. Είναι μια αποτελεσματική μέθοδος, που παρέχει πιο αξιόπιστες εκτιμήσεις για την επίτευξη χαμηλότερου κόστους και ελέγχου των απαιτούμενων πόρων. Εδώ κατατάσσονται οι **μέθοδοι προσχεδίου** που αποτελούν πηγή άντλησης δεδομένων χρόνου και κόστους και εκτελούνται όταν το έργο έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με προηγούμενα έργα. Όταν υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα για το κόστος και τον χρόνο παράδοσης, πραγματοποιείται χρήση **μεθόδων εκτίμησης εύρους**, όπου η ομάδα έργου θεωρείται υπεύθυνη για τον προσδιορισμό χαμηλής, μέσης και υψηλής εκτίμησης κόστους και χρόνου. Αυτό συμβαίνει για να μετριάσουν οι κίνδυνοι μέσω της εμπειρίας του εργατικού δυναμικού.

Ο Sears (2015) δηλώνει πως η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής διαχείρισης του κόστους σε ένα έργο βασίζεται κυρίως στο μέγεθος και στον χαρακτήρα της επιχείρησης. Επομένως, υπάρχει μία αποτελεσματική τεχνική διαχείρισης κόστους. Αντίθετα, επιλέγεται κάθε φορά εκείνη η τεχνική που μπορεί να προσαρμοστεί καλύτερα στις απαιτήσεις και τη φύση του έργου. Γενικότερα ελέγχονται πληροφορίες που αφορούν κυρίως τις παρακάτω παραμέτρους:

- Μέγεθος έργου
- Μέγεθος επιχείρησης
- Διάρκεια έργου
- Τρόποι πληρωμών
- Διαθεσιμότητα πόρων

Μέρος Β: Μελέτη περίπτωσης κατασκευής κτιρίου γραφείων και φαρμακαποθήκης

Επιλογή μεθόδου

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας έγινε χρήση της μεθοδολογίας “μελέτης περίπτωσης”. Με αυτή την μεθοδολογία, πραγματοποιείται εκτενής και αναλυτική περιγραφή “της περίπτωσης”, δίνοντας έμφαση στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της. Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθόδου, έγινε δεδομένης της πολυετούς εμπειρίας του μελετητή-μηχανικού και λόγω της έκτασης και σπουδαιότητας της παρούσας κατασκευής.

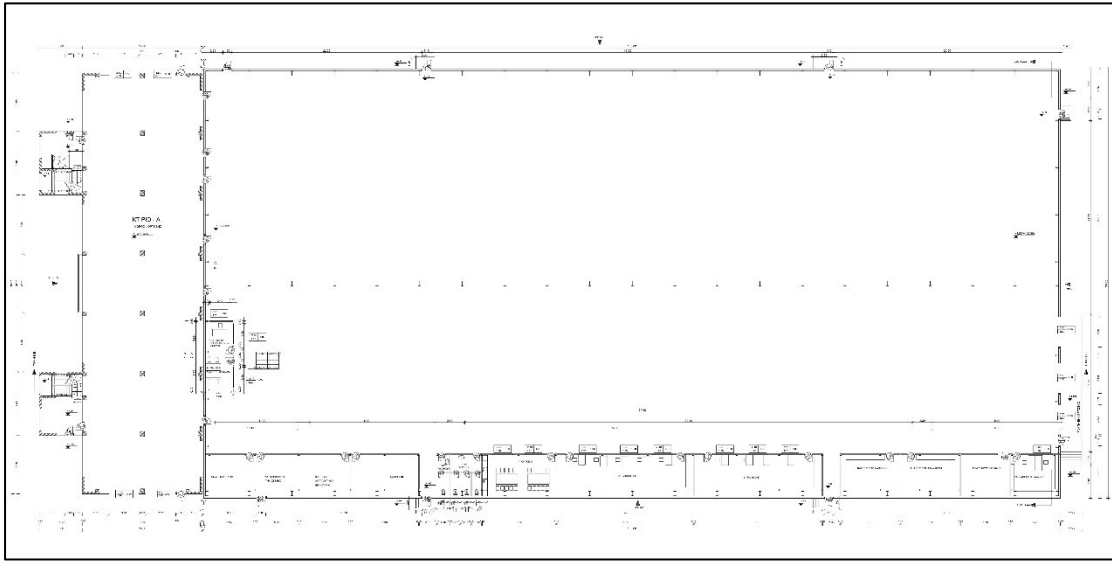
1. Περιγραφή του έργου

Το υπό μελέτη έργο φέρει τον τίτλο «Ανέγερση κέντρου αποθήκευσης και διανομής φαρμάκων και παραφαρμακευτικών προϊόντων». Πρόκειται για την ανέγερση εγκαταστάσεων κέντρου αποθήκευσης και κτιρίου γραφείων, που βρίσκονται εντός αγροτεμαχίου 25,4 στρεμμάτων εντός του νομού Θεσσαλονίκης. Οι εγκαταστάσεις της αποθήκης, συνολικής έκτασης 5.000 τ.μ., αποτελούνται από μεταλλικό φέροντα οργανισμό, εντός του οποίου στεγάζεται ρομποτικό σύστημα τελευταίας τεχνολογίας. Οι εγκαταστάσεις του κτιρίου γραφείων, συνολικής έκτασης 750 τ.μ., αποτελούνται από φέροντα οργανισμό οπλισμένου σκυροδέματος και φέρουν χωρητικότητα 119 εργαζομένων. Οι εργοδότες του έργου οραματίζοντουσαν την υλοποίηση της πιο σύγχρονης φαρμακαποθήκης στην Ελλάδα που θα εξασφάλιζε την βέλτιστη και ταχύτερη εξυπηρέτηση όλων των φαρμακείων της δυτικής Θεσσαλονίκης. Το όραμα τους εκπληρώθηκε με την κατασκευή αυτού του έργου που διαθέτει το πιο σύγχρονο ρομποτικό σύστημα της Ευρώπης. Με τις αυτοματοποιημένες εγκαταστάσεις παρέχετε η δυνατότητα αυτόματης εκτέλεσης έως και 3.500 παραγγελιών ανά ημέρα για online B2B παραγγελίες φαρμακείων. Επίσης, η αποθήκη είναι σε θέση να εξυπηρετήσει 80.000 γραμμές σε οκτώ ώρες εργασίας και μπορεί να φιλοξενήσει έως 120.000 κωδικούς φαρμακευτικών προϊόντων. Το σημαντικότερο είναι πως μηδενίζονται τα λάθη στις παραγγελίες, μειώνονται στο ελάχιστο οι απαιτούμενοι πόροι για παραλαβή, αποθήκευση και διανομή των προϊόντων, ενώ ταυτόχρονα ο χρόνος εκτέλεσης των παραγγελιών μειώνεται στο ελάχιστο. Ένα χαρακτηριστικό του έργου που αξίζει να αναφερθεί και να μελετηθεί είναι ότι υλοποιήθηκε σε χρόνους ρεκόρ, παρά το γεγονός της πανδημίας και όλης της αβεβαιότητας που προκάλεσε.

Όπως αναφέρεται στο μέρος Α της εργασίας, το συγκεκριμένο έργο κατατάσσεται στην κατηγορία των εμπορικών έργων (HOLM, 2019). Τα βασικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν μοναδικό είναι, αρχικά, η καθορισμένη διάρκειά του με έναρξη στις 8/7/2019 και λήξη στις 27/8/2020, έπειτα, τα προκαθορισμένα αποτελέσματα για εξοικονόμηση πόρων εργασίας και κόστους σε συνδυασμό με μεγαλύτερο ποσοστό εξυπηρέτησης και, τέλος, το μοναδικό αποτέλεσμα της πιο σύγχρονης φαρμακαποθήκης στην Ελλάδα με ρομποτικό σύστημα τελευταίας τεχνολογίας.

Το κομμάτι της μελέτης και επίβλεψης του έργου ανέλαβε ο Πολιτικός Μηχανικός, από τον οποίο και χορηγήθηκαν τα απαραίτητα έγγραφα προς την μελέτη του έργου. Η κατασκευή του έργου υλοποιήθηκε από την ανάδοχο κατασκευαστική εταιρεία Χ.

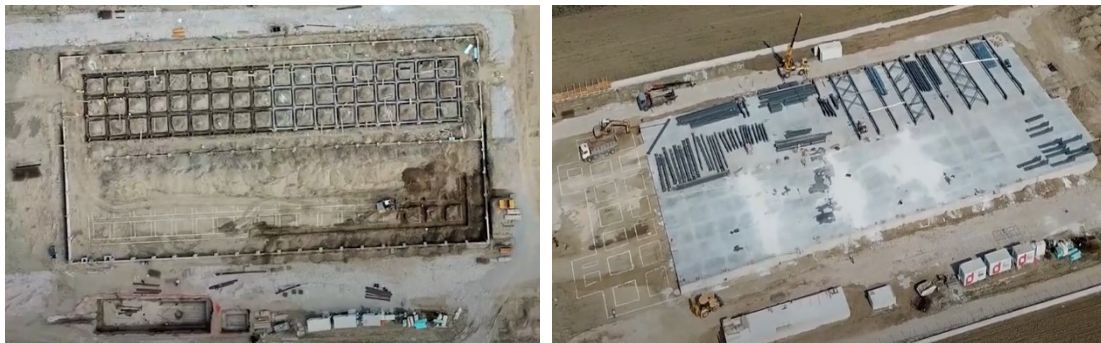
Σύμφωνα με τον μηχανικό, ολόκληρη η επιτυχία του έργου βασίζεται στην λεπτομερή και ορθή σύνταξη των μελετών προϋπολογισμού κόστους, χρόνου αλλά και στην ουσιαστική επίβλεψη των εργασιών.



Εικόνα 9: Κάτοψη ισογείου χώρου αποθήκης και γραφείων.



Εικόνα 10: Φωτογραφία των εγκαταστάσεων του έργου.



Εικόνα 11: Εκσκαφές θεμελιώσεων (αριστερά) και πλάκα μεταλλικού κτιρίου (δεξιά).



Εικόνα 12: Φέρων οργανισμός κτιρίου αποθήκης (αριστερά) και κτιρίου γραφείων (δεξιά).



Εικόνα 13: Επικαλύψεις με πάνελ (αριστερά) και συστήματα κλιματισμού και ρομπότ (δεξιά).

2. Στρατηγικές του έργου

2.1. Αναφορικά με το Project Management

Λόγω της μεγάλης έκτασης του έργου και της αναγκαιότητας παράδοσής του εντός του προβλεπόμενου διαστήματος, όλες οι μελέτες πραγματοποιήθηκαν με ακρίβεια και λήφθηκαν υπόψιν όλες οι πιθανές παράμετροι. Η **δομή ανάλυσης εργασιών (WBS)** του έργου σχηματίστηκε με έναν υβριδικό τρόπο συνδυάζοντας τις δύο μεθόδους “Top – Down και Bottom – Up” όπως αυτές παρουσιάζονται στο πρώτο μέρος της εργασίας σύμφωνα με τον Πολύζο (2018). Αυτός ο συνδυασμός των μεθόδων έγινε καθώς από την μία πλευρά ο σχεδιασμός, η διαχείριση και επίβλεψη του έργου πραγματοποιήθηκε από τον μηχανικό, οπότε η μέθοδος Top – Down ήταν αναπόφευκτη. Από την άλλη πλευρά λόγω της έκτασης του έργου ο μηχανικός συμβουλευτήκε και τις ομάδες εκτέλεσής του για την εξάλειψη πιθανών αβεβαιοτήτων αναφορικά με τις εκτιμήσεις του απαιτούμενου χρόνου.

Σύμφωνα με τις αναφορές των LARSON and GRAY (2018) που περιγράφονται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η διοίκηση έργων είναι το αποτέλεσμα των φάσεων ορισμού, σχεδιασμού, υλοποίησης και κλείσιμο του έργου. Στην παρούσα μελέτη περίπτωσης οι τέσσερις παραπάνω φάσεις συμπύχθηκαν σε δύο: στις φάσεις σχεδιασμού και εφαρμογής. Στην **φάση του σχεδιασμού** περιλαμβάνονται οι φάσεις της σύλληψης-ορισμού και της ανάπτυξης των σχεδίων και όλων των μελετών. Για την υλοποίηση των παρακάτω μελετών, αρμόδιος ήταν ο Πολιτικός Μηχανικός του έργου. Η σύνταξη των σχεδίων και των μελετών διήρκεσε συνολικά 3 μήνες, με το συνολικό τους κόστος να ανέρχεται στις 78.000,00€. Το κόστος αυτό προέκυψε από το σύστημα αμοιβών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ε.Ε.) βάσει των κατηγοριών και της έκτασης των εργασιών. Αναλυτικά, οι μελέτες και τα επιμέρους κόστη, παρουσιάζονται στην εικόνα 14. Όπως είναι φανερό, οι σημαντικότερες μελέτες στις οποίες πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και να μελετηθεί λεπτομερώς κάθε τους πτυχή είναι οι μελέτες των **στατικών** και **αρχιτεκτονικών**, καθώς αποτελούν το “Α” και

το “Ω” της κατασκευής. Τυχόν λάθος σε αυτές τις μελέτες συνεπάγεται την καταστροφή του έργου.

ΕΡΓΟ:	ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ				
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ:	ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟ-ΕΚΤΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ -Δ.ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ				
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΜΟΙΒΩΝ				
Εργασία	Κατηγ.	α/α Μηχ.	Μελέτη	Επίβλεψη	Σύνολο
Αρχιτεκτονικά	3	1	26000,00	16500,00	42500,00
Χρονικός προγραμματισμός		1	3000,00	2500,00	5500,00
Τεύχη προϋπολογισμού		1	500,00		500,00
Στατικά	4	1	20000,00	5000,00	25500,00
Θερμομόνωση	2	1	1000,00	1500,00	2000,00
Παθητική Πυροπροστασία	2	1	1000,00	1000,00	2000,00
Υδρευση	2	1	1000,00	1000,00	2000,00
Αποχέτευση	2	1	1000,00	1000,00	2000,00
Ενεργητική Πυροπροστασία	3	1	1500,00	1000,00	2500,00
Καύσιμο Αέριο	3	1	1500,00	1000,00	2500,00
Ηλεκτρικών Ισχ. Ρευμάτων	3	1	2000,00	1000,00	3000,00
Θέρμανση	3	1	2000,00	1500,00	3500,00
Ανυψωτικά Συστήματα	3	1	2000,00	500,00	2500,00
Εγκατάσταση κλιματισμού	4	1	3000,00	3000,00	6000,00
Εγκατάσταση ιδιωτ. Υποσταθμού	3	1	500,00	500,00	1000,00
Περιβάλλον χώρος	5	1	2000,00	1500,00	3500,00
Κλιματισμός Μόνο ψυκτ. Φορτία	4	1	2500,00	1500,00	4000,00
ΚΕΝΑΚ-Κτίριο Κέλυφος (< = 5000 τ.μ.)	3	1	4000,00		4000,00
ΚΕΝΑΚ-Ηλεκτρ. Εγκατ. (< = 5000 τ.μ.)	3	1	500,00		500,00
ΚΕΝΑΚ-Υδρευση (< = 5000 τ.μ.)	2	1	250,00		250,00
ΚΕΝΑΚ- Αποχέτευση (< = 5000 τ.μ.)	2	1	250,00		250,00
ΚΕΝΑΚ- Καύσιμο Αέριο (< = 5000 τ.μ.)	2	1	250,00		250,00
ΚΕΝΑΚ- Υποσταθμός (< = 5000 τ.μ.)	3	1	250,00		250,00
ΚΕΝΑΚ- Ενερ. Πυροπρ. (< = 5000 τ.μ.)	3	1	250,00		250,00
ΚΕΝΑΚ- Θέρμανση (< = 5000 τ.μ.)	3	1	750,00		750,00
ΚΕΝΑΚ- Κλιματισμός (< = 5000 τ.μ.)	4	1	1000,00		1000,00
Σύνολο			78000,00	40000,00	118000,00

Εικόνα 14: Κόστος μελετών και επίβλεψης αυτών.

Στην **φάση εφαρμογής**, που αποτελεί την δεύτερη φάση του έργου, συμπεριλαμβάνονται οι φάσεις υλοποίησης και ολοκλήρωσης του έργου. Με το πέρας των μελετών σχεδιασμού, σειρά έχει η κατασκευή από την ανάδοχο κατασκευαστική εταιρεία Χ, πάντα υπό την επίβλεψη του Πολιτικού Μηχανικού.

Για την καλύτερη οργάνωση, συμπληρώθηκε ο παρακάτω πίνακας, προκειμένου να γίνει κατανοητό από όλους τους συμμετόχους-Stakeholders το **αντικείμενο το έργου** και να υπάρχει μια πιο ουσιαστική αναμεταξύ τους επικοινωνία. Η δομή του πίνακα είναι σύμφωνη με τις παραπομπές των LARSON and GRAY (2018).

Πίνακας 14: Αντικείμενο του έργου.

Αντικείμενο του έργου	
Στάδια ελέγχου	Περιγραφή
1) Στόχος του έργου	Κατασκευή της πιο σύγχρονης φαρμακαποθήκης για την βέλτιστη εξυπηρέτηση του πελατολογίου
2) Παραδοτέα	Μεταλλικό κτίριο Κτίριο γραφείων

3) Ορόσημα	Μεταλλικό κτίριο Κτίριο γραφείων Παράδοση του έργου προς λειτουργία
4) Τεχνικές απαιτήσεις	Πιστοποιήσεις ISO 9001 & ISO 14001
5) Όρια και εξαιρέσεις	Περάτωση του έργου σε 16 μήνες. Στην πορεία προέκυψαν πιέσεις για ολοκλήρωση του έργου στους 14 μήνες
6) Ανασκόπηση με τον πελάτη	Παρουσίαση όλων των μελετών στον πελάτη προς αποδοχή και έγκριση αυτών. Εβδομαδιαία ενημέρωση του πελάτη κατά την εκτέλεση των εργασιών

Σε αυτό το σημείο να αξίζει να σημειωθεί πως επαληθεύονται οι έρευνες των Gobeli & Larson (1990) σχετικά με την συμβολή της κατανόησης του αντικειμένου του έργου στον σωστό σχεδιασμό του. Πιο συγκεκριμένα, υπήρξε πλήρης κατανόηση του αντικειμένου τόσο από τον μηχανικό και την ανάδοχο εταιρεία όσο και από τον κύριο του έργου, καθώς ο σχεδιασμός του δεν παρουσίασε ελλείψεις και δεν υπήρξαν παράπονα.

Για το αποτελεσματικό project management ο μελετητής του έργου εφάρμοσε κάποιες στρατηγικές εκτιμήσεων σχετικά με την διάρκεια και την προσπάθεια που απαιτεί κάθε δραστηριότητα όπως προτείνει και ο KENDRICK (2015).

Εκτιμήσεις διάρκειας: Για τις εκτιμήσεις διάρκειας των δραστηριοτήτων συνέβαλλαν πολλοί παράγοντες συνδυαστικά. Καταρχήν, μελετήθηκαν οι κατάλληλοι κανονισμοί οι οποίοι προτείνουν τις ελάχιστες χρονικές απαιτήσεις (πίνακας 15) βάσει της έκτασης και της κατηγορίας του έργου. Έπειτα, πραγματοποιήθηκαν αναδρομές σε βάσεις δεδομένων παρόμοιων έργων. Τέλος, διερωτήθηκαν οι εργαζόμενοι των εκάστοτε ομάδων του έργου περί των δικών τους χρονικών αξιολογήσεων.

Πίνακας 15: Ελάχιστος αριθμός ημερομισθίων σύμφωνα με το ΙΚΑ.

Είδος Επαγγέλματος	Συνολικός Αριθμός Ημερομισθίων	Μέσο Ημερομίσθιο €	Συνολικό Κόστος Εργατικών €
Μη Στεγασμένα (Γραφεία-Αποθήκες)	1236	28,16 €	34.805,76 €
Στεγασμένα (Αποθήκες)	800	28,16 €	22.528,00 €
Μη Στεγασμένα (Κατασκευή-Περίφραξης)	189	28,16 €	5.322,24 €
Μη Στεγασμένα (Βάση Υποσταθμού ΔΕΗ, Δεξαμενή πυρόσβεσης, Βόθρος)	130	28,16 €	3.660,80 €
Σύνολο	2.355		66.316,80 €

Εκτιμήσεις προσπάθειας: Αυτού του είδους οι εκτιμήσεις ήταν επακόλουθο του διαμοιρασμού των συνολικών εργασιμων ημερών στο εργατικό δυναμικό. Για να ορισθεί ο αριθμός των απαιτούμενων ατόμων ανά ημέρα και εργασία, η ανάδοχος εταιρεία γνωρίζοντας την εκτιμώμενη διάρκεια του έργου, την τελική ημερομηνία περάτωσης του

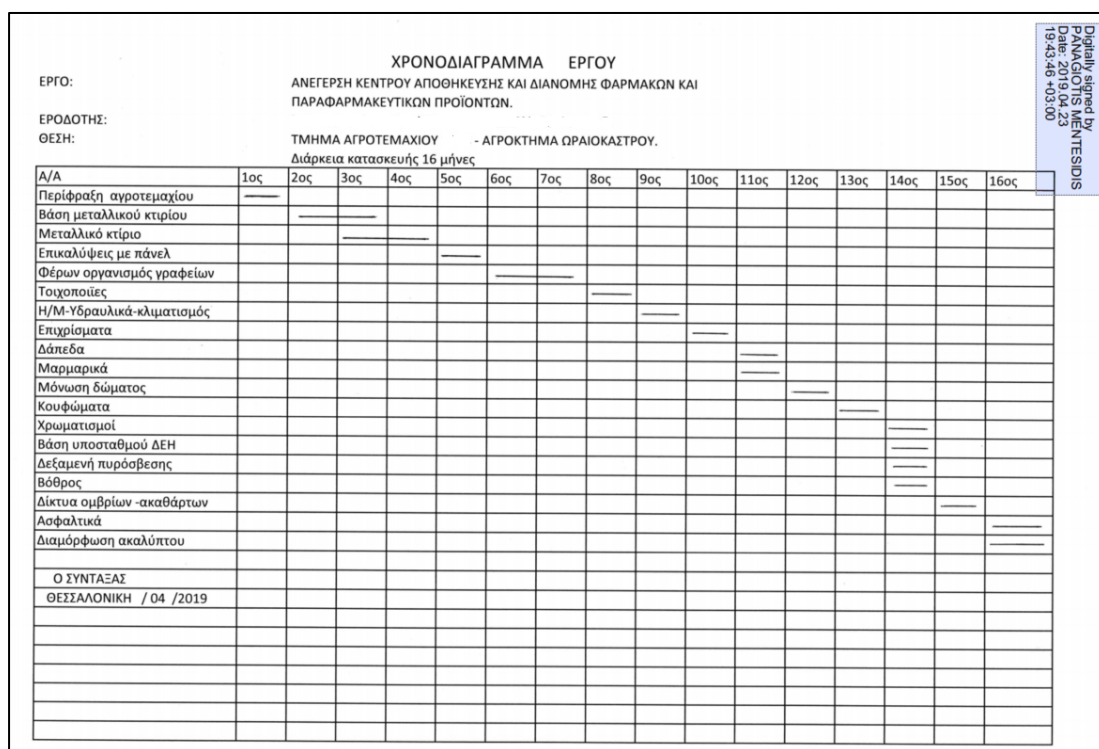
καθώς και το διαθέσιμο εργατικό της δυναμικό, φρόντισε για την βέλτιστη κατανομή των πόρων.

Συγκεντρώνοντας τις εκτιμήσεις διάρκειας και προσπάθειας, προέκυψε ο χρονικός προγραμματισμός του έργου όπως αναλύεται παρακάτω.

2.1.1. Χρονικός προγραμματισμός – περιβάλλον MS Project

Σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα του έργου, η αρχική του διάρκεια ήταν προγραμματισμένη στους 16 μήνες, με ημερομηνία έναρξης τον Ιούλιο του 2019 και ημερομηνία λήξης τον Οκτώβριο του 2020 όπως φαίνεται και από την εικόνα 15. Στην πραγματικότητα η διάρκεια του βρέθηκε απομειωμένη κατά 2 μήνες, με την ολοκλήρωσή του να επιτυγχάνεται τον Αύγουστο του 2020. Η σύμπτυξη του χρονοδιαγράμματος προήλθε λόγω της πίεσης της εταιρείας-προμηθευτή των ρομποτικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, υπήρξε απαίτηση άμεσης τοποθέτησής τους στο εργοτάξιο εξαιτίας της νωρίτερης κατασκευής τους από την αρμόδιο εταιρεία κατά 2 μήνες.

Για την διάρκεια των εργασιών, το ημερολόγιο του έργου περιλαμβάνει πενήνθημερη, οκτάωρη εργασία και βεβαίως όλες τις προβλεπόμενες διατάξεις για πιθανές υπερωρίες και έκτακτες εργασίες τα σαββατοκύριακα.

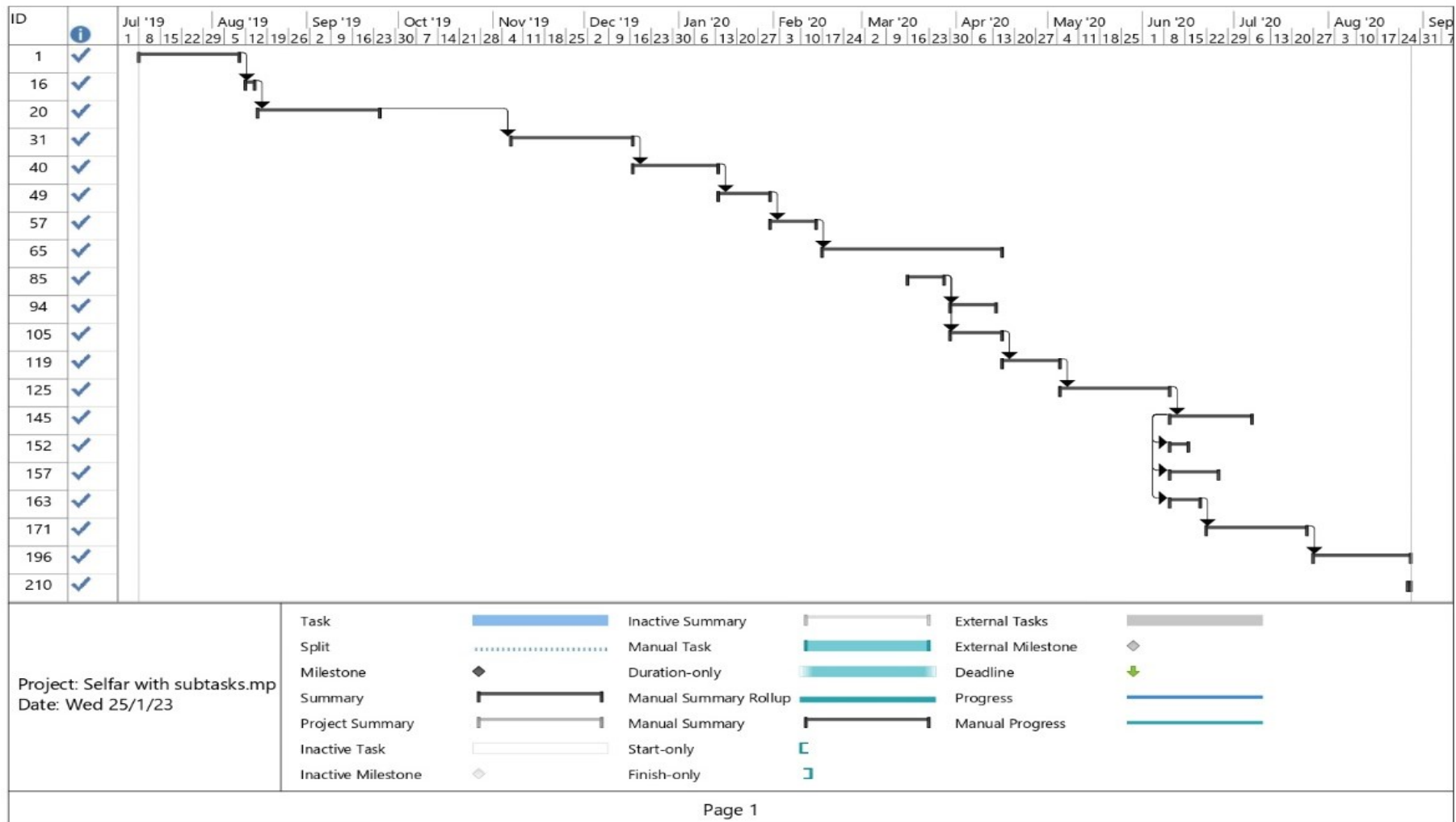


Εικόνα 15: Προγραμματισμός έργου σύμφωνα με τις μελέτες του μηχανικού.

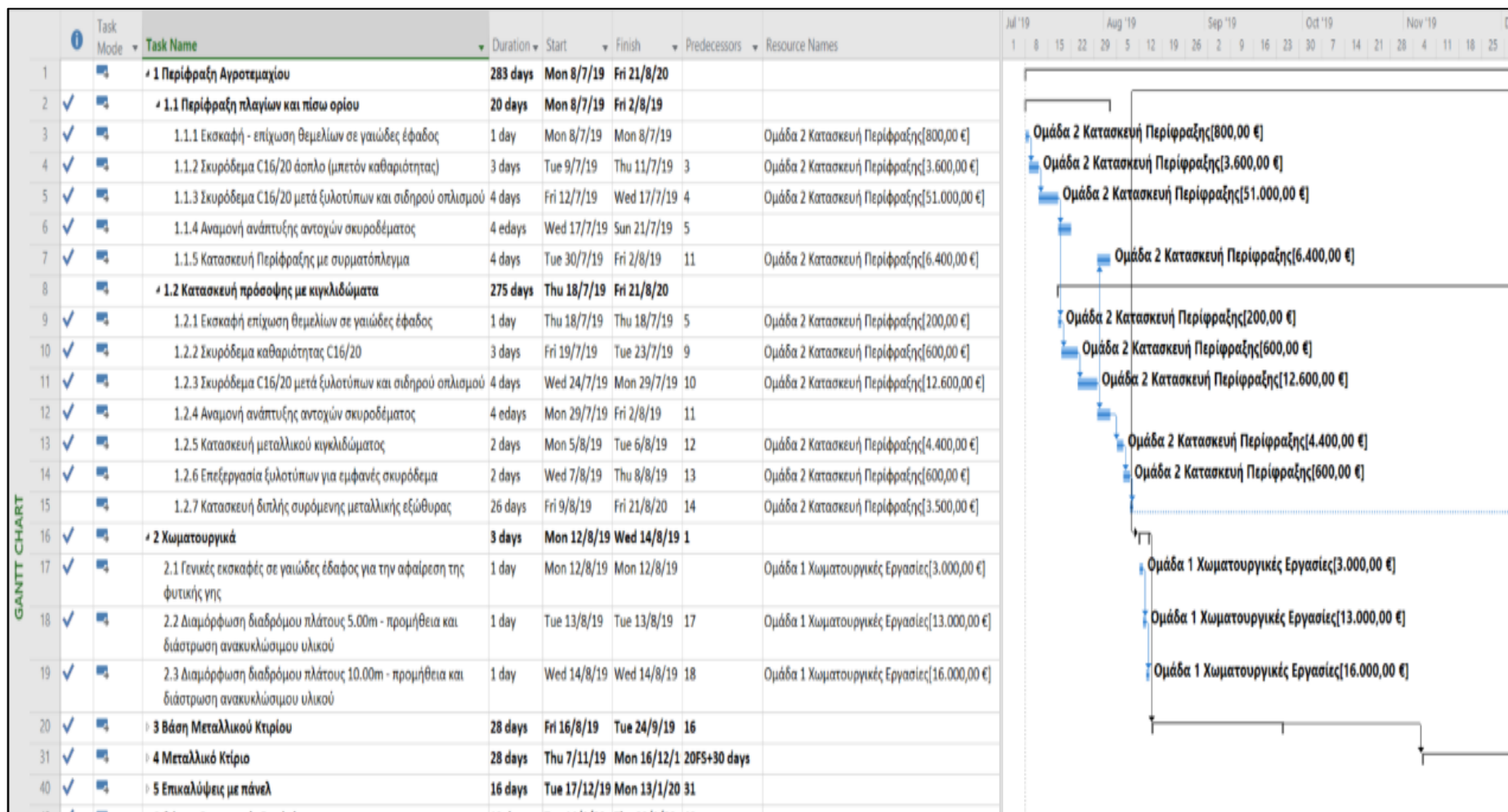
Το παραπάνω χρονοδιάγραμμα αποτελεί το αρχικό διάγραμμα που συντάχθηκε κατά την φάση των μελετών. Ωστόσο, αυτό τροποποιήθηκε κατά την έναρξη του έργου για τον λόγο που αναφέρθηκε παραπάνω. Ωστόσο, δε βρέθηκαν στοιχεία του νέου-τροποποιημένου διαγράμματος στα αρχεία του έργου. Στα πλαίσια της εργασίας σχεδιάστηκε ένα

αναδιαμορφωμένο προσομοίωμα του χρονοδιαγράμματος στο πρόγραμμα MS Project βάσει των πραγματικών εργασιών και παρουσιάζεται στην εικόνα 16.

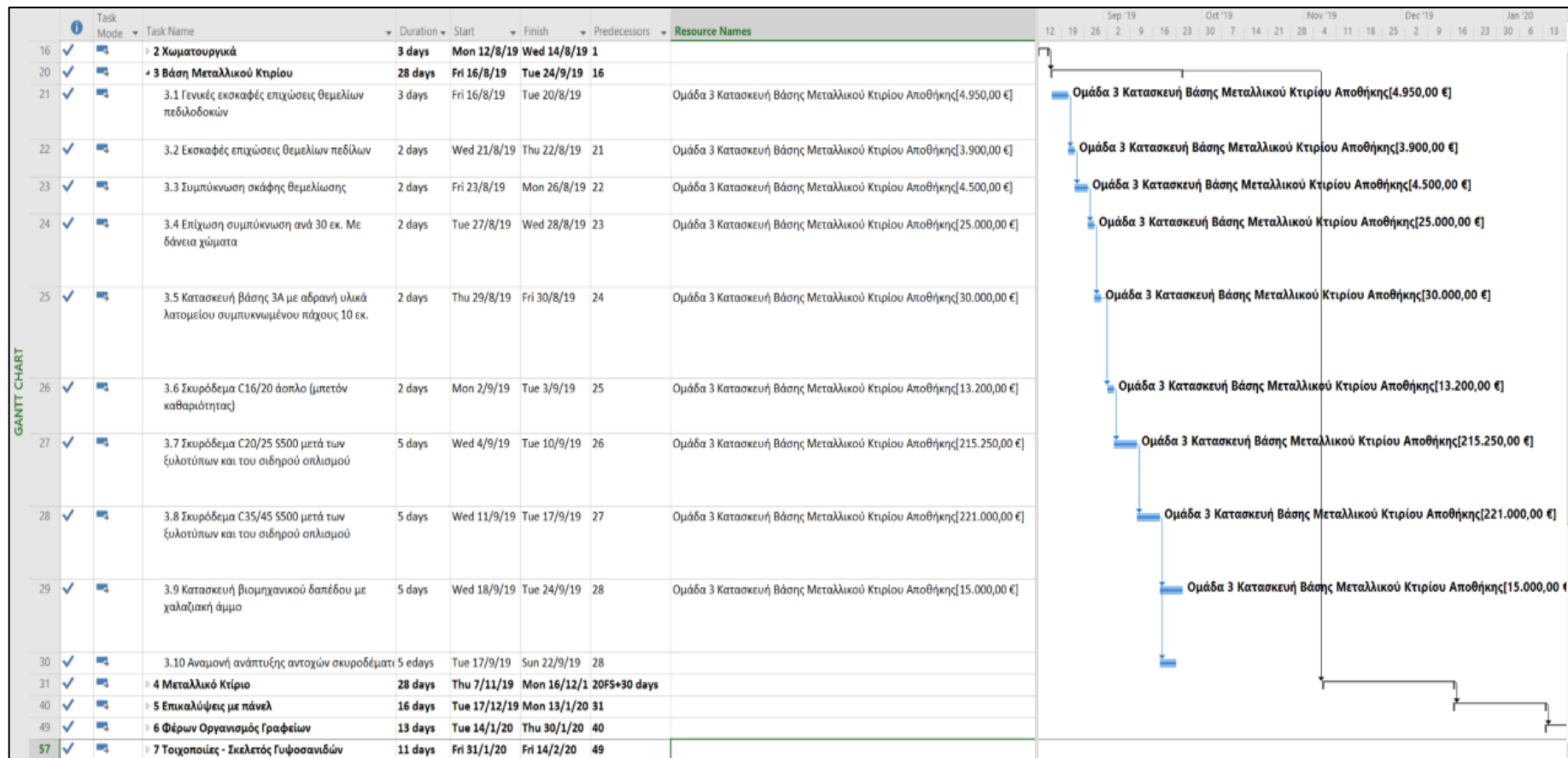
Selfar with subtasks.mpp								
ID		Task Mode	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1			1	Περίφραξη Αγροτεμαχίου	25 days	Mon 8/7/19	Fri 9/8/19	
16			2	Χωματουργικά	3 days	Mon 12/8/19	Wed 14/8/19	1
20			3	Βάση Μεταλλικού Κτιρίου	28 days	Fri 16/8/19	Tue 24/9/19	16
31			4	Μεταλλικό Κτίριο	28 days	Thu 7/11/19	Mon 16/12/19	20FS+30 days
40			5	Επικαλύψεις με πάνελ	16 days	Tue 17/12/19	Mon 13/1/20	31
49			6	Φέρων Οργανισμός Γραφείων	13 days	Tue 14/1/20	Thu 30/1/20	40
57			7	Τοιχοποιίες - Σκελετός Γυψοσανιδών	11 days	Fri 31/1/20	Fri 14/2/20	49
65			8	Η/Μ - Υδραυλικά - Κλιματισμός - Πυρόσβεση	41 days	Mon 17/2/20	Wed 15/4/20	57
85			9	Επιχρίσματα - Γυψοσανίδες	9 days	Mon 16/3/20	Fri 27/3/20	79
94			10	Δάπεδα	11 days	Mon 30/3/20	Mon 13/4/20	85
105			11	Μαρμαρικά	13 days	Mon 30/3/20	Wed 15/4/20	85
119			12	Μόνωση Δώματος	10 days	Thu 16/4/20	Mon 4/5/20	105
125			13	Κουφώματα	25 days	Tue 5/5/20	Tue 9/6/20	119
145			14	Χρωματισμοί	19 days	Wed 10/6/20	Mon 6/7/20	125
152			15	Υποσταθμός ΔΕΗ	4 days	Wed 10/6/20	Mon 15/6/20	145SS
157			16	Δεξαμενή Πυρόσβεσης	12 days	Wed 10/6/20	Thu 25/6/20	145SS
163			17	Βόθρος	8 days	Wed 10/6/20	Fri 19/6/20	145SS
171			18	Δίκτυα Ομβρίων Υδάτων - Ακαθάρτων	25 days	Mon 22/6/20	Fri 24/7/20	163
196			19	Ασφαλτικά	24 days	Mon 27/7/20	Thu 27/8/20	171
210			20	Διαμόρφωση Ακαλύπτου	1 day	Thu 27/8/20	Thu 27/8/20	



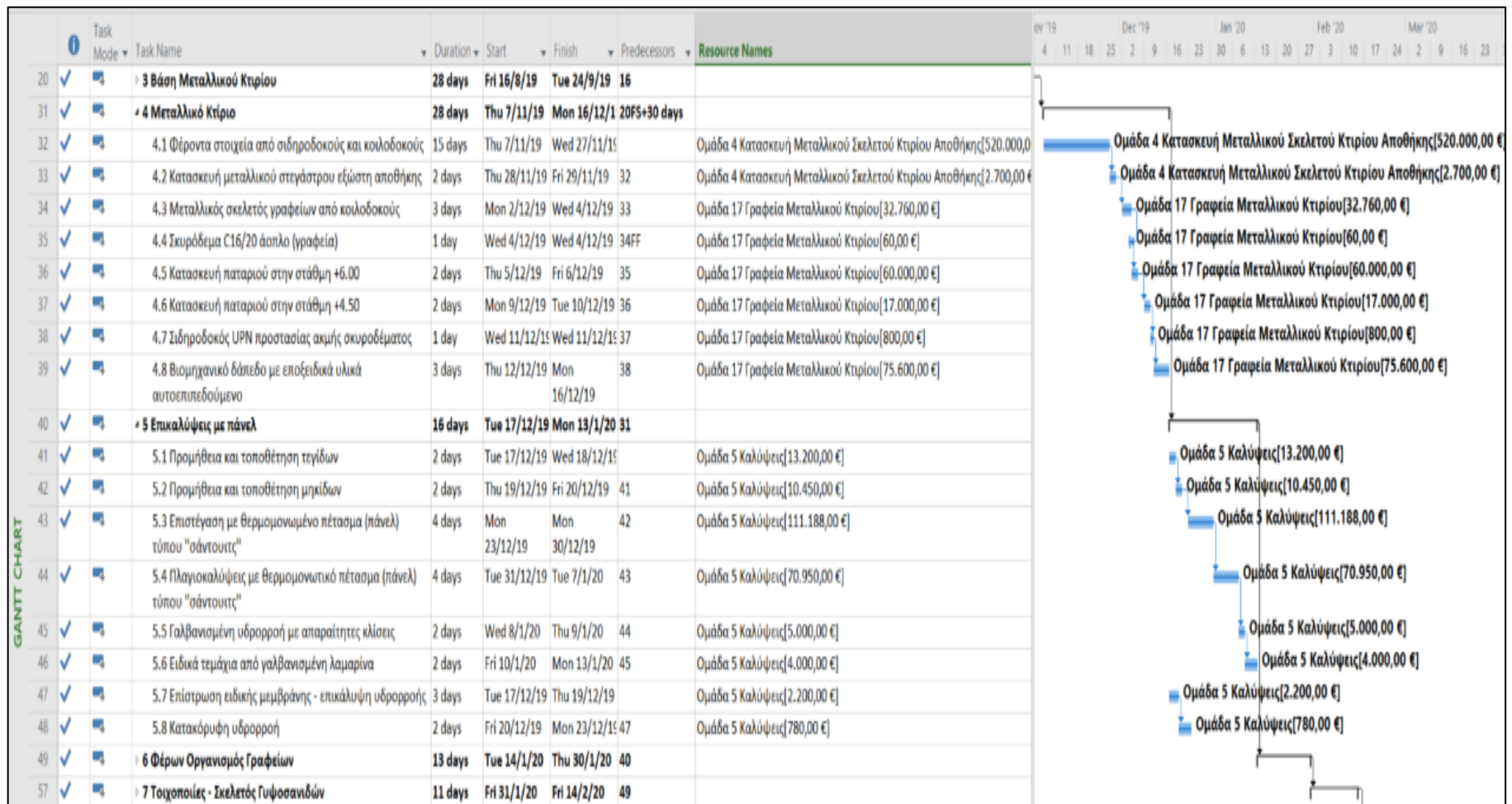
Εικόνα 17: Διάγραμμα GANTT.



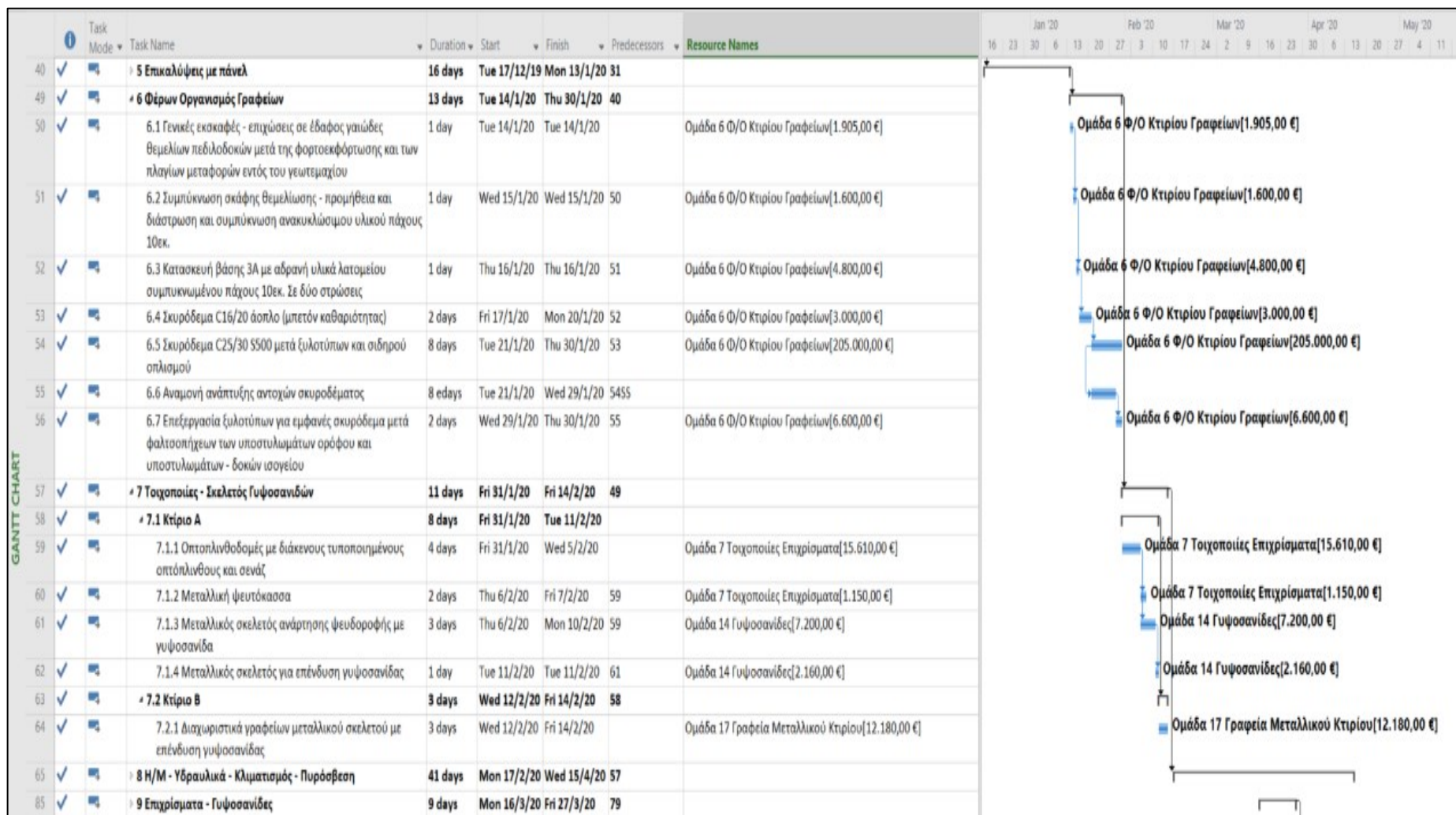
Εικόνα 18: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 1, 2 εργασίες.



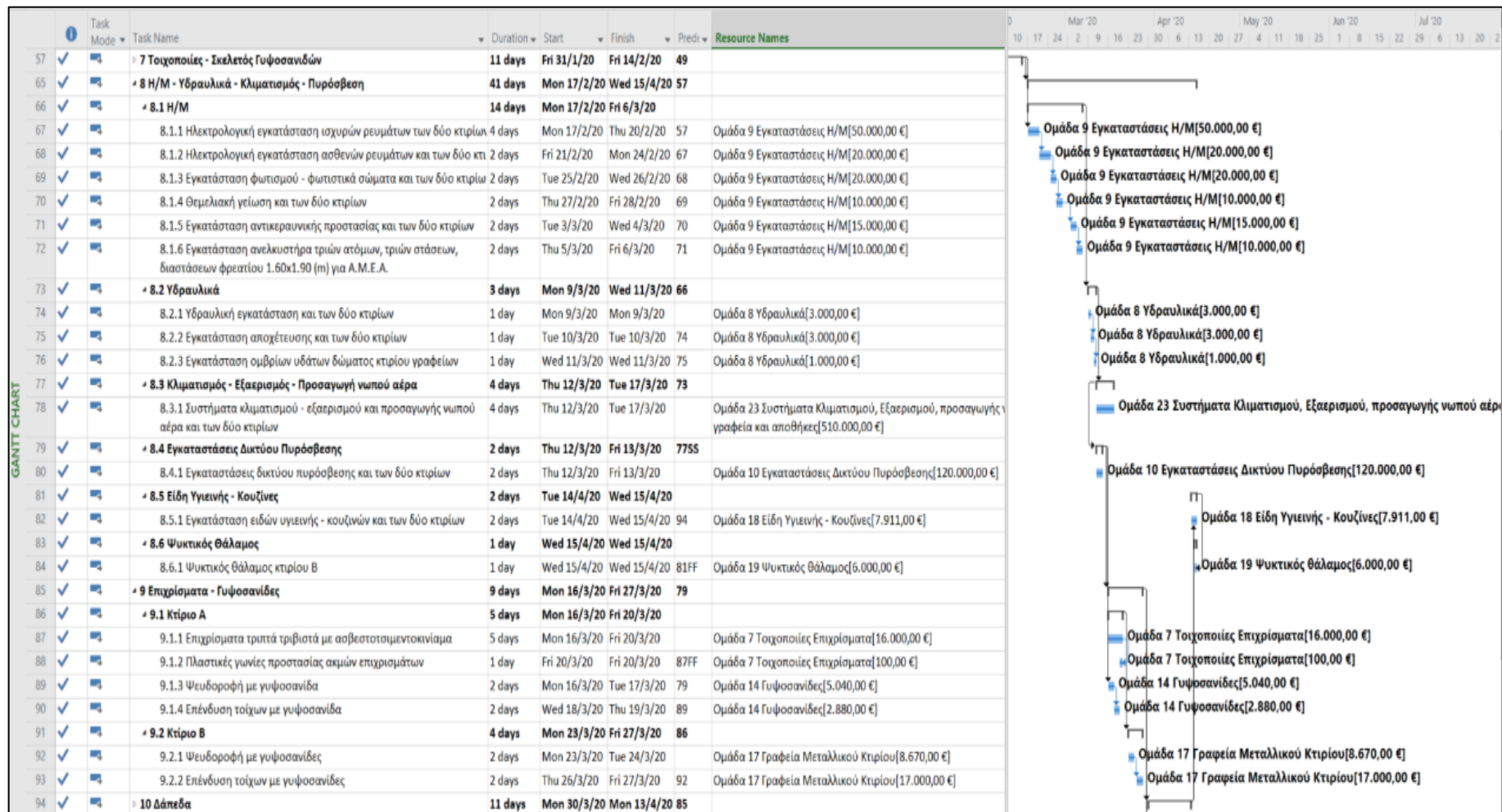
Εικόνα 19: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για την υπ' αριθμόν 3 εργασία.



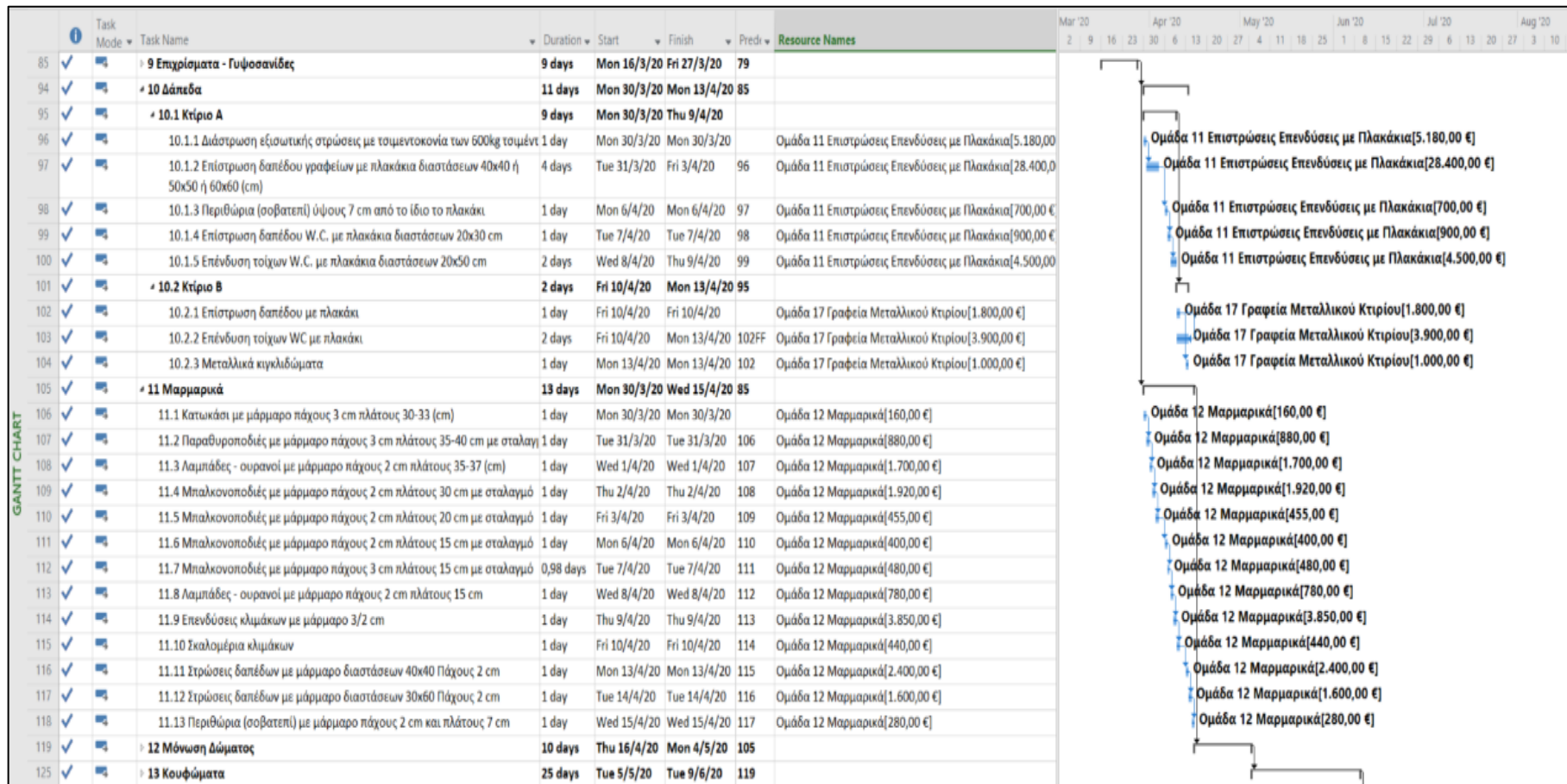
Εικόνα 20: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 4, 5 εργασίες.



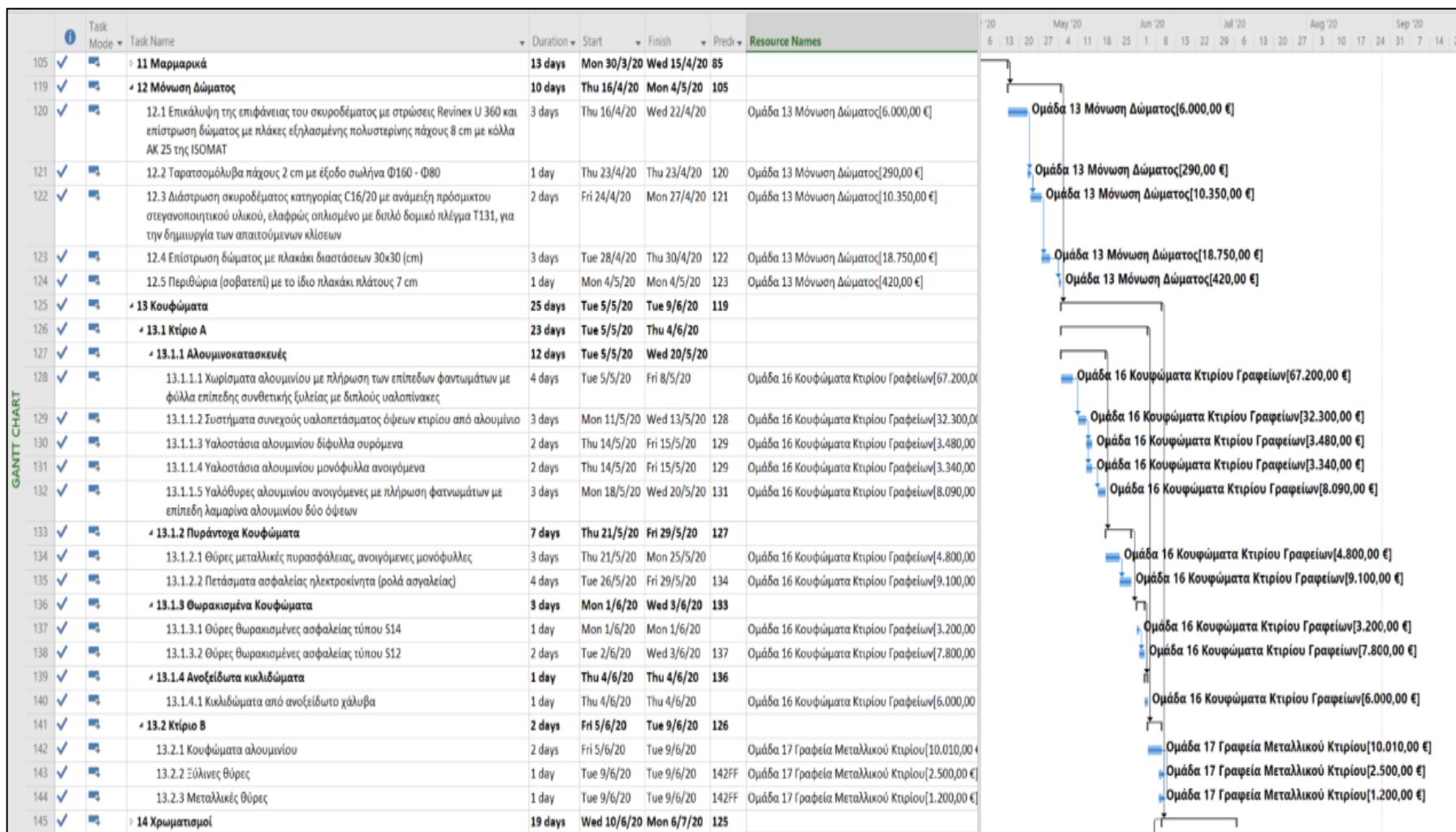
Εικόνα 21: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 6, 7 εργασίες.



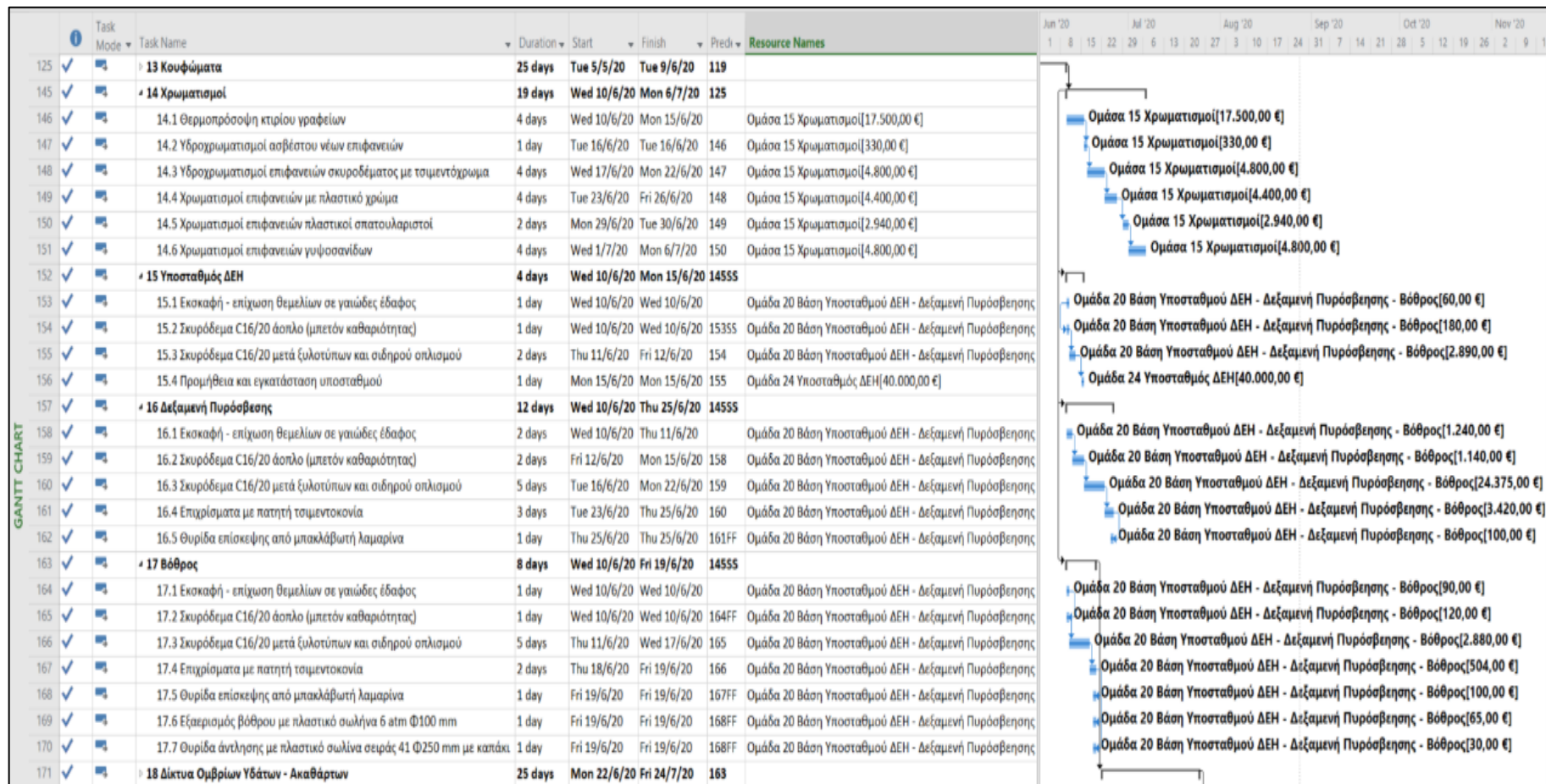
Εικόνα 22: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 8, 9 εργασίες.



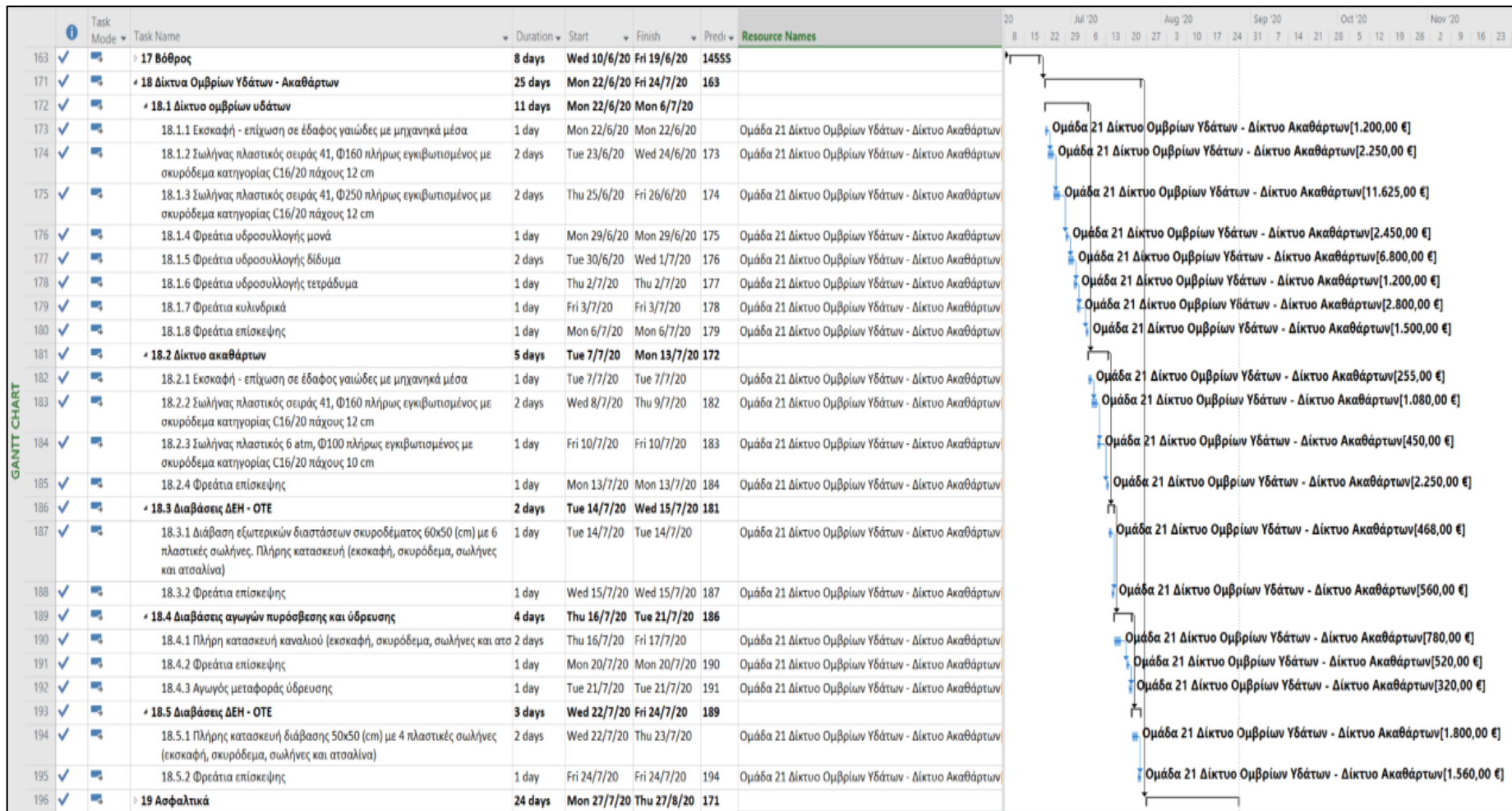
Εικόνα 23: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 10, 11 εργασίες.



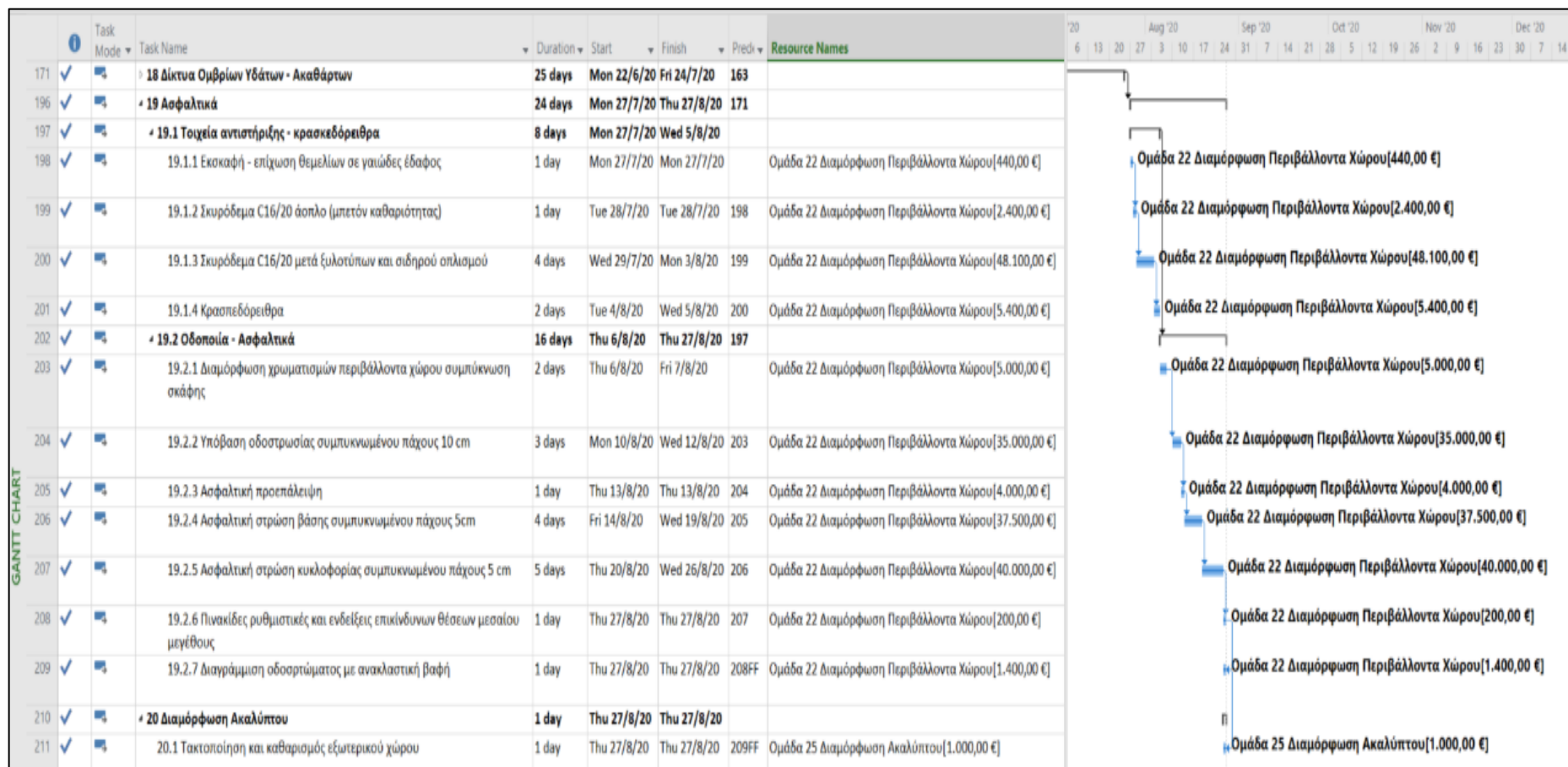
Εικόνα 24: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 12, 13 εργασίες.



Εικόνα 25: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 14, 15, 16, 17 εργασίες.



Εικόνα 26: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για την υπ' αριθμόν 18 εργασία.



Εικόνα 27: Αναλυτικό διάγραμμα GANTT, για τις υπ' αριθμόν 19, 20 εργασίες.

2.2. Αναφορικά με το Risk Management

Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των κινδύνων ακολουθήθηκαν κάποια από τα προτεινόμενα βήματα του οδηγού PMBOK όπως τα παρουσιάζει ο KENDRICK (2015). Ξεκινώντας με τον προσδιορισμό της δομής ανάλυσης πιθανών κινδύνων ανά κατηγορία εργασιών (RBS), αυτοί εντοπίστηκαν μέσα από καταλόγους κινδύνων όπως αναφέρονται στους Ελληνικούς, Ευρωπαϊκούς, Γερμανικούς και Αμερικάνικους κανονισμούς, σε πρότυπα και τεχνικές οδηγίες όπως Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος, ΕΛΟΤ, Ευρωκώδικας (EC), αλλά και βάσει της εμπειρίας του μηχανικού από έργα παρόμοιας φύσεως. Στην πορεία, μελετήθηκαν οι στρατηγικές αντιμετώπισής των προσδιορισθέντων κινδύνων με την εφαρμογή μεθόδων αποφυγής και ελέγχου όπως παρουσιάζονται στις συγγραφές υποχρεώσεων. Τέλος, για την αποτελεσματικότητα των προαναφερόμενων βημάτων, προβλέπονταν καθημερινοί έλεγχοι και παρακολούθηση από τον μηχανικό.

Πιο συγκεκριμένα, για να επιτύχει τα παραπάνω, ο πολιτικός μηχανικός του έργου φρόντισε τη συγγραφή γενικών και ειδικών υποχρεώσεων της αναδόχου εταιρείας, με αναλυτική περιγραφή της πλήρους διαδικασίας εκτέλεσης των εργασιών. Επίσης, προτού εφαρμόσει μεθόδους αποτελεσματικής διαχείρισης κινδύνων, μελέτησε και κατανόησε πλήρως τις απαιτήσεις του έργου και του πελάτη.

Η δομή ανάλυσης κινδύνων (RBS) πραγματοποιήθηκε για τις εξής εργασίες όπως αυτές παρουσιάζονται στην τεχνική έκθεση:

- 1) Χωματοουργικά
- 2) Κατασκευές από σκυρόδεμα
- 3) Ξυλότυποι – οπλισμοί
- 4) Οπτοπλινθοδομές – διαζώματα – μονώσεις
- 5) Αρμολογήματα – επιχρίσματα
- 6) Χρωματισμοί
- 7) Επιστρώσεις – επενδύσεις
- 8) Μάρμαρα
- 9) Κατασκευές από αλουμίνιο
- 10) Κουφώματα – Γκαραζόπορτες
- 11) Θύρες ασφαλείας
- 12) Οδοποιία
- 13) Δίκτυο ομβρίων υδάτων και ακαθάρτων
- 14) Κιγκλιδώματα - περιφράγματα
- 15) Μεταλλική κατασκευή
- 16) Ερμάρια πάγκοι κουζίνας
- 17) Είδη υγιεινής IDEAL STANDRARD
- 18) Μόνωση δώματος
- 19) Θερμοπρόσοψη κτιρίου γραφείων

Από τις παραπάνω εργασίες θα πραγματοποιηθεί μελέτη της συγγραφής υποχρεώσεων και των αναλυτικών περιγραφών των εργασιών για τις “Κατασκευές από Σκυρόδεμα” και την “Μεταλλική Κατασκευή”, καθώς αποτελούν τις πιο κρίσιμες φάσεις του έργου που απαιτούν περισσότερους πόρους. Καθώς η τεχνική έκθεση των εργασιών είναι αρκετά μεγάλης έκτασης, θα γίνουν επιγραμματικές αναφορές σε συγκεκριμένα γεγονότα.

2.2.1. Κατασκευές από σκυρόδεμα

Αναφορικά με τις κατασκευές από σκυρόδεμα έχουν συνταχθεί αναλυτικές μελέτες για το πως πρέπει να υλοποιηθούν όλες οι εργασίες σκυροδέτησης για κάθε πιθανό σενάριο.

Προετοιμασία εργοταξίου για την σκυροδέτηση: η σωστή προετοιμασία του εργοταξίου προτού εκκινήσει η σκυροδέτηση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την συνολική επιτυχία και εξέλιξη του έργου. Αρχικά, πρέπει να εξασφαλίζεται η ευκολία διέλευσης της αντλίας και των αυτοκινήτων μεταφοράς του σκυροδέματος και σε περίπτωση σκυροδέτησης κατά τις νυκτερινές ώρες είναι αναγκαίο να υπάρχει επαρκής φωτισμός και οι απαραίτητες άδειες από την αστυνομία. Για την αποφυγή καθυστερήσεων προβλέπεται η προσκόμιση τυχών απαραίτητων αδειών από δήμο, αστυνομία, ή άλλο φορέα και η ύπαρξη δύο πλήρως λειτουργικών δονητών για συμπύκνωση του σκυροδέματος. Επίσης, γίνεται έλεγχος ευστάθειας, καθαρότητας και διαβροχής των ξυλοτύπων αλλά και έλεγχος ορθής τοποθέτησης των ράβδων σιδηρού οπλισμού βάσει σχεδίων, για την ανεμπόδιση ροή σκυροδέτησης. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στην έδραση της αντλίας, καθώς απαιτεί επίπεδο έδαφος και αποστάσεις από εγκαταστάσεις και καλώδια της Δ.Ε.Η.. Τελευταία αλλά όχι μικρότερης σημασίας κρίνεται η πρόβλεψη χώρων για “ξέπλυμα” σκυροδέματος σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 14001 περί προστασίας του περιβάλλοντος.

Σωστή παραλαβή έτοιμου σκυροδέματος στο έργο: ορίζεται αρμόδιο άτομο από την ανάδοχο εταιρεία που θα παραλάβει και θα ελέγξει τα παρακάτω:

- Όλα τα δελτία αποστολής, προτού προβεί σε παραλαβή της παρτίδας για έλεγχο αντιστοίχισης με την δοθείσα παραγγελία σχετικά με την κατηγορία αντοχής, κατηγορία κάθισης, έλεγχο ποιότητας με αντίστοιχη σφραγίδα στην βαρέλα και δελτίο ζύγισης, χρόνο φόρτωσης του σκυροδέματος και χρόνο άφιξης στο έργο, θερμοκρασία σκυροδέματος, ποσότητα του τσιμέντου, λόγος νερού/τσιμέντου και μέγιστο κόκκο αδρανών
- Έλεγχος καθαρότητας στην σκάφη της αντλίας
- Έλεγχος απαιτούμενης εργασιμότητας
- Σε περίπτωση απαίτησης μεταβολής της εργασιμότητας, αυτή επιτυγχάνεται μόνο με χρήση υπερρευστοποιητή στην απαιτούμενη δοσολογία, πάντα υπό την έγκριση του μηχανικού. Απαγορεύεται ρητά η προσθήκη νερού.
- Καταγραφή χρόνου έναρξης και ολοκλήρωσης της εκφόρτωσης από την βαρέλα
- Όπως αναφέρεται στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ.), ο μέγιστος αποδεκτός χρόνος που παρεμβάλλεται μεταξύ της παραγωγής του σκυροδέματος στο εργοστάσιο και της εκφόρτωσής του, είναι μία (1) ώρα και πενήντα (50) λεπτά εφόσον υπάρχει επιβραδυντής, ειδάλως είναι μία (1) ώρα και τριάντα (30) λεπτά.

Αναλυτικό καταγραφικό δελτίο σε κάθε φορτίο σκυροδέματος: αυτό το δελτίο συνοδεύει κάθε βαρέλα που εισέρχεται στο έργο μας. Σε αυτό καταγράφεται η ακριβής ποσότητα του προϊόντος και αναλυτικά οι ποσότητες όλων των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του. Συγκεκριμένα, αναγράφονται:

- Κατηγορία αντοχής του σκυροδέματος
- Τυπική σύνθεση για κάθε παραγόμενο κυβικό (m³)
- Τυπική σύνθεση/μίξη
- Χρόνος έναρξης και λήξης κάθε ανάμιξης
- Ποσότητα σκυροδέματος/ανάμιξη

- Συνολικός όγκος (m^3) και συνολικό βάρος παραχθέντος σκυροδέματος
- Μέτρηση % υγρασίας στα αδρανή υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάμιξη
- Αναλογία ποσοτήτων, σύμφωνα με την μελέτη σύνθεσης και τις πραγματικές ζυγισθείσες ποσότητες ανά υλικό (άμμος, χαλίκι, τσιμέντο, νερό)

Τηρώντας αυτή την διαδικασία γίνεται γνωστή η σύνθεση της διαδικασίας παραγωγής σκυροδέματος και τυχόν μεταβολές σε αυτήν, ώστε να διαμορφωθεί μια πλήρης εικόνα με τεχνικά και ιστορικά στοιχεία για οποιαδήποτε άμεση ή μελλοντική χρήση. Εξασφαλίζεται, επίσης, πως το φορτίο σκυροδέματος έρχεται κατευθείαν από το εργοστάσιο και όχι από περίσσειμα κάποιου προηγούμενου έργου.

Λήψη δοκιμών: η λήψη δοκιμών σκυροδέματος γίνεται πριν την διάστρωσή του, από άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό. Οι μήτρες όπου θα τοποθετηθούν τα δοκίμια πρέπει να είναι από χυτοσίδηρο, με ελεγμένη επιπεδότητα και κυβικού σχήματος ακμής 15cm. Σύμφωνα με τον Κ.Τ.Σ., για σκυροδέτηση μέχρι $150m^3$ λαμβάνονται 6 δοκίμια ανά ημέρα. Δεν επιτρέπεται η λήψη περισσότερων του ενός δοκιμίου ανά βαρέλα, εκτός εάν η σκυροδέτηση απαιτεί λιγότερα αυτοκίνητα. Τότε μεταξύ της λήψης 2 διαδοχικών δοκιμών πρέπει να μεσολαβεί εκφόρτωση τουλάχιστον ενός m^3 σκυροδέματος. Τα δοκίμια αντλούνται μόνον από την έξοδο της βαρέλας και σε περίπτωση χρήσης πρόσθετων, το δοκίμιο λαμβάνεται μετά την προσθήκη αυτών. Κάθε δοκίμιο γεμίζει με δύο στρώσεις. Έπειτα από την κάθε στρώση ακολουθεί συμπύκνωση και στο τέλος γίνεται η λείανση της επιφάνειας. Ολόκληρη η διάρκεια λήψης δοκιμών μπορεί να υλοποιείται υπό την εποπτεία εξουσιοδοτημένου εκπροσώπου του προμηθευτή. Στην συνέχεια, σε όλα τα δοκίμια επικολλώνται ετικέτες, με τον αναγραφόμενο αριθμό της ετικέτας να σημειώνεται στο δελτίο αποστολής συνοδευόμενο από την ώρα λήψης του δοκιμίου και την υπογραφή του οδηγού της βαρέλας. Κατά τη διάρκεια των διαδικασιών, δεν παραλείπεται η σύνταξη και η διαρκής ενημέρωση του προσωπικού ημερολογίου του έργου από τον μηχανικό, όπου αναγράφεται ο αριθμός δοκιμίου, το δελτίο αποστολής, ο αριθμός αυτοκινήτου, η θέση διάστρωσης στο έργο, η ημερομηνία και ώρα λήψης δοκιμών και ορισμένες παρατηρήσεις. Τέλος, τα δοκίμια τοποθετούνται σε προστατευμένο χώρο μακριά με απουσία έκθεσης σε ήλιο, βροχή, δονήσεις και υγρασία και εντός της ίδιας ημέρας μεταφέρονται στο εργαστήριο ελέγχου όπου θα συντηρηθούν στις προβλεπόμενες συνθήκες υγρασίας για 28 ημέρες ώστε να θραυτούν.

Σωστή διάστρωση: είναι μια εξαιρετικά κρίσιμη δραστηριότητα. Από την ποιότητα εκτέλεσής της θα κριθεί η αρτιότητα της κατασκευής. Αρχικά, γίνεται η σωστή επιλογή αντλίας σκυροδέματος, ώστε να έχει το κατάλληλο μήκος ιστού και επιλέγονται τα σημεία τοποθέτησής εντός του έργου. Η εργασιμότητα του σκυροδέματος πρέπει να είναι σύμφωνη με την μελέτη σύνθεσης και οποιαδήποτε αλλαγή θα πραγματοποιείται πάντα υπό την παρουσία του επιβλέποντος. Η εκφόρτωση του σκυροδέματος θα πραγματοποιηθεί πολύ κοντά στην επιφάνεια διάστρωσης. Σε περίπτωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων το ύψος ελεύθερης πτώσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2,5m ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα απόμιξης. Για κατακόρυφα δομικά στοιχεία ύψους άνω των 2,5m γίνεται χρήση κατάλληλων σωληνώσεων που μεταφέρουν το σκυρόδεμα κοντά στην επιφάνεια επίστρωσης είτε ανοίγονται παράθυρα στον ξυλοκόπο στα κατάλληλα ύψη. Για δομικά στοιχεία πάχους (ύψους) μέχρι 60cm η διάστρωση γίνεται μονοκόμματα και χωρίς την χρήση φτυαριών και τσουγκράνων. Έπειτα από την εκφόρτωση του σκυροδέματος σειρά έχει η συμπύκνωση με κατάλληλους δονητές μάζας, από άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό που φέρει τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις. Με την συμπύκνωση μειώνεται το ποσοστό αέρα που έχει εγκλωβιστεί στην

μάζα του σκυροδέματος κι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη συνάφεια οπλισμού-σκυροδέματος και αντοχή. Επιλέγονται οι κατάλληλοι τύποι δονητών συμπύκνωσης ανάλογα με τον τύπο σκυροδέματος, την εργασιμότητά του, την πυκνότητα του οπλισμού και τον μέγιστο κόκκο αδρανών. Επίσης, προβλέπεται και ύπαρξη εφεδρικού δονητή σε περίπτωση βλάβης. Απαγορεύεται ρητά η παρατεταμένη χρήση του δονητή στο ίδιο σημείο, καθώς και η δόνηση οπλισμού όταν στο σκυροδέμα ξεκινά η διαδικασία πήξης, διότι θα δημιουργηθούν φωλιές. Με το πέρας την συμπύκνωσης σειρά έχει η οριζοντίωση και λείανση της τελικής επιφάνειας με ειδικά εργαλεία. Σε κάθε περίπτωση, εάν προβλέπεται διακοπή της σκυροδέτησης και συνέχισή της σε μέλλοντα χρόνο, δημιουργούνται οι κατάλληλοι αρμοί εργασίας, που καθαρίζονται και πλένονται πριν την επανέναρξη της σκυροδέτησης.

Προφυλάξεις και συντήρηση του σκυροδέματος: είναι το ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ διάστρωσης και ξεκαλουπώματος και ένα από τα σημαντικότερα στάδια της σκυροδέτησης. Η ενυδάτωση του σκυροδέματος στο μεσοδιάστημα αυτό, είναι η λέξη κλειδί για την επίτευξη της επιθυμητής αντοχής και ανθεκτικότητας. Πρέπει, τουλάχιστον για 7 ημέρες να πραγματοποιείται ενυδάτωση του σκυροδέματος με διαβροχή, λινάτσες, ψεκασμό ειδικού υγρού, ανάλογα βέβαια και με τις συνθήκες περιβάλλοντος. Στο συγκεκριμένο έργο, πραγματοποιήθηκε διαβροχή για 7 ημέρες λόγω των καλών καιρικών συνθηκών. Επίσης κρίνεται απαραίτητη η προστασία του σκυροδέματος από καιρικά φαινόμενα όπως ισχυροί άνεμοι, υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες. Για την προστασία από ισχυρούς ανέμους, η ενυδάτωση ξεκινά ακριβώς μόλις ολοκληρωθεί η διάστρωση, για να μην σχηματιστούν ρωγμές πλαστικής ξήρανσης. Σχετικά με τις **υψηλές θερμοκρασίες**, προβλέπεται η διαβροχή των ξυλοτύπων, η επιλογή των πιο ψυχρών ωρών της ημέρας για την σκυροδέτηση και τοποθέτηση βρεγμένων λινατσών επί τουλάχιστον 7 ημέρες, για μείωση της ταχύτητας εξάτμισης του νερού. Η Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΟ 01-01-03-00 «Συντήρηση του Σκυροδέματος» αναφέρει πως, πρέπει όλη η διαδικασία της σκυροδέτησης από το εργοστάσιο παραγωγής μέχρι και την εναπόθεση στο έργο, να γίνει στο ελάχιστο δυνατό χρονικό διάστημα για αποφυγή ανόδου της θερμοκρασίας του μίγματος. Συνεπώς πρέπει ο προμηθευτής να βρίσκεται κοντά στο έργο, να παρέχει αυτοκίνητα σε ανοιχτόχρωμες αποχρώσεις και να μελετηθεί η βέλτιστη διαχείριση των δρομολογίων για ελαχιστοποίηση της αναμονής κάτι που ισχύει και για χαμηλές θερμοκρασίες. Αντιθέτως, για **χαμηλές θερμοκρασίες** υφίσταται η θέρμανση του περιβάλλοντα χώρου ή η θερμομόνωση των στοιχείων σκυροδέτησης και η χρήση αερακτικών στο μίγμα. Οι ξυλότυποι πρέπει να είναι καθαροί από χιόνι και πάγο. Σύμφωνα με τον ΚΤΣ του '97, η διάστρωση του σκυροδέματος υφίσταται μόνον σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος από 0-32 (°C). Σε κάθε άλλη περίπτωση διακόπτεται αμέσως η σκυροδέτηση για λόγους μείωσης αντοχής και ανθεκτικότητας. Με βάσει την ΕΤΕΠ ΕΛΟΤ ΤΟ 01-01-01-00, από το πρότυπο του ΕΛΟΤ – 515 «Σκυροδέτηση όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλή» και τον ΚΤΣ, σε αυτές τις περιπτώσεις επιβραδύνεται η διαδικασία πήξης του σκυροδέματος με κίνδυνο καθυστέρησης του έργου και υπάρχει το ενδεχόμενο παγοπληξίας του σκυροδέματος αν δεν ληφθούν όλα τα παραπάνω μέτρα.

Ξεκαλούπωμα: οι ξυλότυποι αφαιρούνται μόνον όταν έχει σκληρυνθεί το σκυροδέμα και έχει αναπτύξει αντοχή ικανή να παραλάβει τα φορτία σχεδιασμού. Συνήθως ο χρόνος ανάπτυξης αντοχής κυμαίνεται στις 7-10 ημέρες. Το εύρος των ημερών, εξαρτάται από τον τύπο σκυροδέματος και τα υλικά στοιχεία καλουπώματος. Σε περίπτωση όπου σε υπερκείμενους ορόφους εδράζονται ξυλότυποι, κι εμείς αφαιρούμε ξυλότυπους του υποκείμενου, τότε οι εργασίες γίνονται με ιδιαίτερη προσοχή. Η διαδικασία της εργασίας εκκινεί με την αφαίρεση

πρώτα των ξυλοτύπων καθέτων στοιχείων κι έπειτα των οριζοντίων, χωρίς την χρήση δονητών και κρούσεων.

2.2.2. Μεταλλική κατασκευή

Αναφορικά με την κατασκευή του μεταλλικού σκελετού κτιρίου αποθήκης, που αποτελεί το δεύτερο πιο κοστοβόρο στάδιο εργασιών, το κόστος του ανέρχεται στα 522.700,00 €. Πραγματοποιείται αναλυτική και εκτενή περιγραφή των εργασιών με απώτερο σκοπό την εξασφάλιση ποιότητας και την ελαχιστοποίηση των κινδύνων. Γενικότερα, όλα τα μεταλλικά στοιχεία κατασκευάζονται στο εργοστάσιο και μεταφέρονται στο εργοτάξιο, όπου και γίνεται η συναρμολόγησή τους. Αυτή η διαδικασία υλοποιείται για λόγους ταχύτητας και ποιοτικού ελέγχου.

Αφού παραγγελθούν τα απαιτούμενα υλικά στις αναγραφόμενες ποσότητες και ελεγχθούν κατά την άφιξή τους στο εργοστάσιο ως προς την ορθότητα των διατομών, την ποσότητα, την ποιότητα και τα πιστοποιητικά ISO 9001, σειρά έχει η **κοπή** και επεξεργασία των μετάλλων. Όλα τα στοιχεία πρέπει να είναι κομμένα ακριβώς στις διαστάσεις των σχεδίων κι έπειτα με τα κατάλληλα μηχανικά μέσα γίνεται λείανση στο σημείο κοπής για καλύτερη εφαρμογή του συγκολλητικού υλικού. Οι μεταλλικές επιφάνειες πρέπει να είναι απαλλαγμένες από σκουριά και άλλα φερτά υλικά, σε ένα πλάτος τουλάχιστον 75mm εκατέρωθεν του σημείου συγκόλλησης.

Για τις εργασίες των **συγκολλήσεων** τηρούνται όλοι οι εθνικοί κανονισμοί και Ευρωκώδικες, [ΕΛΟΤ EN 287-288], [ΕΛΟΤ EN 25817], [EN 24063], [EN 26520] αλλά και Γερμανικοί κανονισμοί (DIN) και Αμερικάνικοι (AWS, ASWE, ASME), ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε σημείου συγκόλλησης. Η συγκόλληση εκτελείται με την μέθοδο συγκόλλησης τόξου με επενδυμένα ηλεκτρόδια (“Manual Metal Arc”) που συνοδεύεται από αναλυτική περιγραφή της τεχνικής της συγκόλλησης, χωρίς να γίνεται περεταίρω αναφορά για λόγους συντομίας. Απαραιτήτως, όλοι οι συγκολλητές είναι πιστοποιημένοι από τους αρμόδιους φορείς.

Σχετικά με τις **κοχλιώσεις**, όλα τα υλικά φέρουν πιστοποιήσεις [ISO 7411] και βασικό μέλημα είναι το σπείρωμά τους να μην εισέρχεται εντός της οπής των ελασμάτων. Επίσης οι οπές των στοιχείων διανοίγονται με ειδικά μηχανήματα, αποκλείοντας ρητά κάθε χρήση τήξης. Ακολουθεί προσεκτικός καθαρισμός ώστε να απομακρυνθούν τα γρέζια. Η προένταση των κοχλιών εκτελείται από πιστοποιημένα συνεργεία που φέρουν πιστοποιημένα και βαθμονομημένα μηχανήματα, ώστε να επιτευχθεί μέγιστη ακρίβεια.

Τα **αγκύρια**, τοποθετούνται κατά την διάστρωση της πλάκας του σκυροδέματος και είναι απαραίτητο το κάτω άκρο τους να φέρει την μορφή αγκίστρου για να παραλαμβάνει τις αναπτυσσόμενες εφελκυστικές δυνάμεις. Η ακρίβεια τοποθέτησής τους πραγματοποιείται με τοπογραφικά όργανα είναι εξέχουσας σημασίας αφού πάνω σε αυτά θα στηριχθεί ολόκληρη η κατασκευή.

Σε όλα τα φέροντα στοιχεία από σιδηροδοκούς και κοιλοδοκούς συμπεριλαμβανομένων και των ειδικών μεταλλικών εξαρτημάτων, εφαρμόζεται η εξής διαδικασία **προστασίας από διάβρωση**. Αρχικά, γίνεται απόξεση και καθαρισμός των επιφανειών με ψήκτρα και σμυριδόπανα, και στην συνέχεια ακολουθούν αμμοβολή, μια στρώση αντιδιαβρωτικού υποστρώματος ενός συστατικού και δύο στρώσεις ελαιοχρώματος, αποκλειστικά με σύστημα ψεκασμού airless . Η αντιδιαβρωτική προστασία πρέπει να ανταποκρίνεται στο βαθμό 7 της Ευρωπαϊκής κλίμακας. Για την εφαρμογή κάθε βαφής εφαρμόζονται επακριβώς

οι οδηγίες του προμηθευτή. Η βαφή θα διακόπτεται για θερμοκρασίες περιβάλλοντος κάτω των 10 °C και για σχετική υγρασία άνω του 70%.

Σε περιπτώσεις **πυράντοχης βαφής** ακολουθείται η ίδια διαδικασία, με την διαφορά ότι στο αντιδιαβρωτικό και στην κυρίως βαφή γίνεται χρήση ειδικών πυράντοχων προϊόντων (Pyro-Tech) κι έπειτα μετριέται ο δείκτης πυραντίστασης των στοιχείων με ειδικά όργανα .

Για κάθε στάδιο της κατασκευής χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα ανυψωτικά μέσα και ικριώματα, για την εξασφάλιση της βέλτιστης ασφάλειας του προσωπικού.

2.3. Αναφορικά με το Cost Management

Όπως παραπέμπεται στα λεγόμενα του Seeley (1984), το “Cost Control” αποσκοπεί στο βέλτιστο κέρδος του οργανισμού. Με τον ίδιο τρόπο, στην παρούσα μελέτη περίπτωσης προκειμένου να επιτευχθεί το βέλτιστο κόστος για τον κύριο του έργου και το βέλτιστο κέρδος για την ανάδοχο εταιρεία, ο Πολιτικός Μηχανικός συνδύασε την **αναλυτική** και την **συνθετική μέθοδο** για τη σύνταξη του **προϋπολογισμού**. Αφού πρώτα ολοκλήρωσε την αναλυτική επιμέτρηση των απαιτούμενων ποσοτήτων βάσει των εγκεκριμένων σχεδίων των μελετών, έπειτα σύνταξε τις ειδικές συγγραφές με αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας εκτέλεσης των εκάστοτε εργασιών, οι οποίες εστάλησαν στον ανάδοχο. Σύμφωνα με αυτές ο τελευταίος όρισε την προσφερόμενη τιμή μονάδας για τις υπηρεσίες του. Στον προϋπολογισμό του αναδόχου περιλαμβάνεται το κόστος προμήθειας υλικών, παραγωγικής διαδικασίας, μεταφοράς και τοποθέτησης προϊόντων μαζί με τους απαιτούμενους πόρους εξοπλισμού και ανθρώπων, πλην του Φ.Π.Α.. Επειδή το αναλυτικό κόστος του έργου είναι πολύ μεγάλο σε έκταση παρουσιάζεται αρχικά το συνολικό κόστος κάθε ομάδας στην εικόνα 28 και στην συνέχεια ενδεικτικά το αναλυτικό κόστος κάποιων ομάδων στην εικόνα 29. Ο συνολικός προϋπολογισμός που ανέρχεται στα 3.250.821,00€ προσαυξάνεται με ποσοστό 12 (%) για τα Γενικά Έξοδα (Γ.Ε.) και με ποσοστό 8 (%) για το Όφελος του Εργολάβου (Ο.Ε). Σε αυτά περιλαμβάνονται δαπάνες οι οποίες δεν είναι εφικτό να κατανεμηθούν σε συγκεκριμένες εργασίες, όπως διάφορα ασφάλιστρα, έξοδα λειτουργίας γραφείων κλπ. Έτσι ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου προκύπτει 3.900.985,20€.

Ο μελετητής μηχανικός στην αναλυτική περιγραφή των εργασιών παρέχει πλήρη και σαφή εικόνα για το ποιες ενέργειες πρέπει να αναλάβει ο ανάδοχος, τον βαθμό δυσκολίας τους, τον εξοπλισμό που θα χρειαστεί και τον όγκο εργασίας στις αντίστοιχες μονάδες μέτρησης. Έτσι, στην προσφορά που θα συντάξει ο ανάδοχος θα ταυτίζεται σχεδόν με το πραγματικό κόστος του έργου, αποφεύγοντας πιθανές εκπλήξεις.

Διπλωματική εργασία του Σαπανίδη Ιωάννη του Σάββα

ΕΡΓΟ: <<ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ. >> ΘΕΣΗ: ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ - ΑΓΡΟΚΤΗΜΑΤΟΣ ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ - Δ.Ε. ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ		
ΟΜΙΛΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ		
ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ		
ΜΕΤΑΙΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ		
A/A	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ
1	ΟΜΑΔΑ-1 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ - Ως σχέδιο διαγράμματος εκσκαφών μελέτης εφαρμογής	32.000,00 €
2	ΟΜΑΔΑ-2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ - Ως σχέδιο περιφράξης μελέτης εφαρμογής	83.700,00 €
3	ΟΜΑΔΑ-3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΑΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΠΟΘΗΚΗΣ - Ως σχέδια ξυλοτύπων μελέτης εφαρμογής	532.800,00 €
4	ΟΜΑΔΑ-4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΠΟΘΗΚΗΣ - Ως σχέδια ξυλοτύπων μελέτης εφαρμογής	522.700,00 €
5	ΟΜΑΔΑ-5 ΚΑΛΥΨΕΙΣ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικών μελέτης εφαρμογής	217.768,00 €
6	ΟΜΑΔΑ-6 ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΟΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ - Ως σχέδια ξυλοτύπων μελέτης εφαρμογής	222.905,00 €
7	ΟΜΑΔΑ-7 ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΕΣ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικά μελέτης εφαρμογής και τεχνικής έκθεσης	32.860,00 €
8	ΟΜΑΔΑ-8 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ - Ως σχέδια και μελέτη εφαρμογής υδραυλικών εγκαταστάσεων	7.000,00 €
9	ΟΜΑΔΑ-9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Η/Μ - Ως σχέδια και μελέτη εφαρμογής Η / Μ εγκαταστάσεων	125.000,00 €
10	ΟΜΑΔΑ-10 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ - Ως σχέδια και μελέτη εφαρμογής εγκατάστασης πυρόσβεσης και τεχνικής έκθεσης	120.000,00 €
11	ΟΜΑΔΑ-11 ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΜΕ ΠΛΑΚΑΚΙΑ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικά μελέτης εφαρμογής και τεχνικής έκθεσης	39.680,00 €
12	ΟΜΑΔΑ-12 ΜΑΡΜΑΡΙΚΑ-ΜΑΡΜΑΡΟ ΜΑΡΜΑΡΑ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικά μελέτης εφαρμογής και τεχνικής έκθεσης	15.345,00 €
13	ΟΜΑΔΑ-13 ΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικά μελέτης εφαρμογής και τεχνική περιγραφή	35.810,00 €
14	ΟΜΑΔΑ-14 ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΕΣ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικά μελέτης εφαρμογής και τεχνική περιγραφή	17.280,00 €
15	ΟΜΑΔΑ-15 ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικά μελέτης εφαρμογής και τεχνική περιγραφή	34.770,00 €
16	ΟΜΑΔΑ-16 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικά μελέτης εφαρμογής και τεχνική περιγραφή	145.310,00 €
17	ΟΜΑΔΑ-17 ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ - Ως σχέδια μελέτης εφαρμογής και τεχνική περιγραφή	244.480,00 €
18	ΟΜΑΔΑ-18 ΕΙΔΗ ΥΓΙΕΙΝΗΣ - ΚΟΥΖΙΝΕΣ - Ως τιμολόγιο μελέτης	7.911,00 €
19	ΟΜΑΔΑ-19 ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ - Ως τιμολόγιο προσφοράς και τεχνική περιγραφή	6.000,00 €
20	ΟΜΑΔΑ-20 ΒΑΣΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΔΕΗ - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ- ΒΟΘΡΟΣ - Ως σχέδια μελέτης εφαρμογής και τεχνική	37.194,00 €
21	ΟΜΑΔΑ-21 ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ - ΔΙΚΤΥΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ -	39.868,00 €
22	ΟΜΑΔΑ-22 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ - Ως σχέδια αρχιτεκτονικά μελέτης εφαρμογής και τεχνική περιγραφή	179.440,00 €
23	ΟΜΑΔΑ-23 Προϋπολογισμός Συστήματος Κλιματισμού, Εξαερισμού και Προσαγωγής Νωπού Αέρα στον Χώρο των Γραφείων και Αποθηκών	510.000,00 €
24	ΟΜΑΔΑ-24 ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΗ	40.000,00 €
25	ΟΜΑΔΑ-25 ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΕΡΙΟ	1.000,00 €
Συνολική προσφερόμενη τιμή:		3.250.821,00 €
Συνολική προσφερόμενη τιμή + Γ.Ε.(12%) + Ο.Ε.(8%)		3.900.985,20 €

Εικόνα 28: Συνοπτικός Προϋπολογισμός έργου.

ΕΡΓΟ: <<ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ. >> ΘΕΣΗ: ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ - ΑΓΡΟΚΤΗΜΑΤΟΣ ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ - Δ.Ε. ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ							
ΟΜΙΛΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ							
ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ							
A/A	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΟΛΟ	ΜΕΡΙΚΟ	ΓΕΝΙΚΟ
		ΜΟΝΑΔΑΣ				ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
1	ΟΜΑΔΑ-1 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ - Ως σχέδιο διαγράμματος εκσκαφών μελέτης εφαρμογής						
1,1	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες για την αφαίρεση της φυτικής γής μετά της φορτοεκφόρτωσης και των πλαγίων μεταφορών εντός του γεωτεμαχίου. Αφορά επιφάνεια 50.00x140.00=7000.00 τ.μ.	M3	2,00	1500,00	3000,00		
1,2	Διαμόρφωση διαδρόμου πλάτους 5,00 μ. -προμήθεια και διάστρωση ανακυκλώσιμου υλικού πάχους 20 εκ.	M3	20,00	650,00	13000,00		
1,3	Διαμόρφωση διαδρόμου πλάτους 10,00 μ. -προμήθεια και διάστρωση ανακυκλώσιμου υλικού πάχους 20 εκ. (Συμπύκνωση σκάφης πριν την διάστρωση και συμπύκνωση του ανακυκλώσιμου υλικού)	M3	20,00	800,00	16000,00	32000,00	32000,00
2	ΟΜΑΔΑ-2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ - Ως σχέδιο περιφράξης μελέτης εφαρμογής						
2.A.	Περιφράξη με συρματοπλέγμα πλαγίων και πίσω ορίου γεωτεμαχίου.						
2.A.1.	Εκσκαφή - επίχωση θεμελίων σε έδαφος γαιώδες	M3	2,00	400,00	800,00		
2.A.2.	Σκυρόδεμα C16/20 άοπλο (Μπετόν καθαριότητας)	M3	60,00	60,00	3600,00		
2.A.3.	Σκυρόδεμα C16/20 μετά των ξυλοτύπων και του σιδηρού οπλισμού.	M3	170,00	300,00	51000,00		
2.A.4.	Κατασκευή περιφράξης με συρματοπλέγμα (Πλήρης κατασκευή -Πάσσαλοι γαλβανισμένοι 2 ins- συρματοπλέγμα - ακανθωτό και ούγγια)	μ.μ.	10,00	640,00	6400,00		
2.B.	Περιφράξη με κικλιδίωμα γαλβανισμένο πρόσφυσης γεωτεμαχίου.						
2.B.1.	Εκσκαφή - επίχωση θεμελίων σε έδαφος γαιώδες	M3	2,00	100,00	200,00		
2.B.2.	Σκυρόδεμα C16/20 άοπλο (Μπετόν καθαριότητας)	M3	60,00	10,00	600,00		
2.B.3.	Σκυρόδεμα C16/20 μετά των ξυλοτύπων και του σιδηρού οπλισμού.	M3	180,00	70,00	12600,00		
2.B.4.	Κατασκευή μεταλλικού κικλιδίωματος με γαλβανισμένους κοιλοδοκούς με ύψος κικλιδίωματος 1,00μ.	M2	40,00	110,00	4400,00		
2.B.5.	Επεξεργασία ξυλοτύπων για εμφανές σκυρόδεμα	M2	6,00	100,00	600,00		
	Σε μεταφορά					80200,00	32000,00
	Από μεταφορά					80200,00	32000,00
2.Γ.	Κατασκευή διπλής συρόμενης μεταλλικής εξώθυρας διαστάσεων 12.00x2.20 μ.	τεμ.	3500,00	1	3500,00	83700,00	83700,00

Εικόνα 29: Τμήμα αναλυτικού προϋπολογισμού του έργου.

Με το πέρας των μελετών του κόστους, ακολουθεί ο έλεγχος εφαρμογής αυτών ώστε να μην παρατηρηθεί υπέρβαση του αρχικού προϋπολογισμού. Κατά την άφιξη των προϊόντων στο

εργοτάξιο πραγματοποιούνται ζυγίσεις υπό την παρουσία του επιβλέποντος και έλεγχος των παραστατικών, με σκοπό την επιβεβαίωση της ακρίβειας, για να μην υπάρχει κάποια υπόνοια λάθους ή κλοπής. Το πραγματικό από το θεωρητικό βάρος μπορεί να είναι προσαυξημένο κατά 2-4 (%) λόγω του συστήματος επιμέτρησης και για οποιαδήποτε διαφορετική απόκλιση πραγματοποιείται επανάληψη των μετρήσεων.

Κλείνοντας, παρουσιάζεται μια γενική εικόνα της επισκόπησης του κόστους και της καταχώρισης των ομάδων έργου στο MS Project.



Εικόνα 30: Επισκόπηση κόστους του έργου.

Διπλωματική εργασία του Σαπανίδη Ιωάννη του Σάββα

ID	Resource Name	Type	Initials	Group	Accrue At
1	Ομάδα 1 Χωματουργικές Εργασίες	Cost	O	Sub	Prorated
2	Ομάδα 2 Κατασκευή Περιφραξης	Cost	O	Sub	Prorated
3	Ομάδα 3 Κατασκευή Βάσης Μεταλλικού Κτιρίου Αποθήκης	Cost	O	Sub	Prorated
4	Ομάδα 4 Κατασκευή Μεταλλικού Σκελετού Κτιρίου Αποθήκης	Cost	O	Sub	Prorated
5	Ομάδα 5 Καλύψεις	Cost	O	Sub	Prorated
6	Ομάδα 6 Φ/Ο Κτιρίου Γραφείων	Cost	O	Sub	Prorated
7	Ομάδα 7 Τοιχοποιίες Επιχρίσματα	Cost	O	Sub	Prorated
8	Ομάδα 8 Υδραυλικά	Cost	O	Sub	Prorated
9	Ομάδα 9 Εγκαταστάσεις Η/Μ	Cost	O	Sub	Prorated
10	Ομάδα 10 Εγκαταστάσεις Δικτύου Πυρόσβεσης	Cost	O	Sub	Prorated
11	Ομάδα 11 Επιστρώσεις Επενδύσεις με Πλακάκια	Cost	O	Sub	Prorated
12	Ομάδα 12 Μαρμαρικά	Cost	O	Sub	Prorated
13	Ομάδα 13 Μόνωση Δώματος	Cost	O	Sub	Prorated
14	Ομάδα 14 Γυψοσανίδες	Cost	O	Sub	Prorated
15	Ομάδα 15 Χρωματισμοί	Cost	O	Sub	Prorated
16	Ομάδα 16 Κουφώματα Κτιρίου Γραφείων	Cost	O	Sub	Prorated
17	Ομάδα 17 Γραφεία Μεταλλικού Κτιρίου	Cost	O	Sub	Prorated
18	Ομάδα 18 Είδη Υγιεινής - Κουζίνες	Cost	O	Sub	Prorated
19	Ομάδα 19 Ψυκτικός θάλαμος	Cost	O	Sub	Prorated
20	Ομάδα 20 Βάση Υποσταθμού ΔΕΗ - Δεξαμενή Πυρόσβεσης - Βόθρος	Cost	O	Sub	Prorated
21	Ομάδα 21 Δίκτυο Ομβρίων Υδάτων - Δίκτυο Ακαθάρτων	Cost	O	Sub	Prorated
22	Ομάδα 22 Διαμόρφωση Περιβάλλοντα Χώρου	Cost	O	Sub	Prorated
23	Ομάδα 23 Συστήματα Κλιματισμού, Εξαερισμού, προσαγωγής νωπού αέρα σε γραφεία και αποθήκες	Cost	O	Sub	Prorated
24	Ομάδα 24 Υποσταθμός ΔΕΗ	Cost	O	Sub	Prorated
25	Ομάδα 25 Διαμόρφωση Ακαλύπτου	Cost	O	Sub	Prorated

Page 1 Selfar with subtasks.mpp

Εικόνα 31: Καταχώρηση ομάδων έργου - πόρων.

2.4. Αναφορικά με την διασφάλιση ποιότητας

Για τα δεδομένα του συγκεκριμένου έργου, εφόσον η κατασκευή αναλαμβάνεται εξ ολοκλήρου από την ανάδοχο εταιρεία κρίνεται σκόπιμη η εκλογή κατάλληλου αναδόχου με ποιοτικά κριτήρια. Έτσι λοιπόν η ανάδοχος εταιρεία Χ ανέλαβε την κατασκευή του έργου μέσω της συμμετοχής της στην διενέργεια διαγωνισμού με κριτήριο ανάδειξης αναδόχου βάσει της συμφερότερης προσφοράς. Η συμφερότερη προσφορά εκλέχθηκε από την αρμόδια επιτροπή της Σ.ΕΛ.ΦΑΡ. σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα κριτηρίων, όπως παρουσιάζεται στους όρους δημοπράτησης του έργου.

Δηλαδή η βαθμολογία κάθε προσφοράς = [(Άθροισμα βαθμολογίας στοιχείων Α' Ομάδας) Χ 50% + (Άθροισμα βαθμολογίας στοιχείων Β' Ομάδας) Χ 30% + (Άθροισμα βαθμολογίας στοιχείων Γ' Ομάδας) Χ 20%]/ τιμή προσφοράς.

Πίνακας Κριτηρίων

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (%)	ΒΑΘΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
1.	Α' ΟΜΑΔΑ	50%	
1.1	Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προσφερόμενου εξοπλισμού και των προσφερόμενων υλικών, με βάση τις τεχνικές προδιαγραφές της διακήρυξης		30
1.2	Η τεχνική αξία και η αποδοτικότητα τους με βάση τις τεχνικές προδιαγραφές της διακήρυξης		10
1.3	Τα λειτουργικά και αισθητικά χαρακτηριστικά του προσφερόμενου εξοπλισμού και των προσφερόμενων υλικών		10
	Σύνολο βαθμών ομάδας		50
2.	Β' ΟΜΑΔΑ	30%	
2.1	Ο χρόνος παράδοσης και εγκατάστασης		10
2.2	Στοιχεία τεχνικής υποστήριξης		10
2.3	Υπηρεσίες εξυπηρέτησης (SERVICE) και επάρκεια ανταλλακτικών, όπου περιλαμβάνονται		10
2.4	Παρεχόμενη εγγύηση καλής λειτουργίας ή διατήρησης		10
2.5	Εξυπηρέτηση μετά την πώληση και τεχνική βοήθεια		10
	Σύνολο βαθμών ομάδας		50
3.	Γ' ΟΜΑΔΑ	20%	
3.1	Τεχνολογία σύμφωνη με τις τελευταίες ευρωπαϊκές οδηγίες και νόρμες		50
	Σύνολο βαθμών ομάδας		50

Εικόνα 32: Κριτήρια επιλογής αναδόχου.

Συμπληρωματικά, για τον περιορισμό των αβεβαιοτήτων σχετικά με την έγκαιρη παράδοση υλικών ή τμημάτων του έργου και την τελική του ποιότητα, ελέγχεται το χαρτοφυλάκιο του αναδόχου μέσω μιας σύντομης περιγραφής της εταιρείας με αναφορές σε παλαιότερα έργα.

Πέραν των ανωτέρων κριτηρίων το βασικότερο κριτήριο για την εκλογή του αναδόχου που χωρίς αυτό δε γίνεται αποδεκτό το αίτημα προσφοράς, ήταν οι πιστοποιήσεις της παραγωγικής διαδικασίας και του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 9001 : 2015 και ISO 14001 : 2015 αντίστοιχα. Αυτό το κριτήριο είχε ισχύ και για όλους τους συνεργαζόμενους προμηθευτές.



Εικόνα 33: Πιστοποιητικό ISO 9001 της εταιρείας ασφαλτικών.

Πιο συγκεκριμένα, στις Γενικές Συγγραφές Υποχρεώσεων (Γ.Σ.Υ.) στα τεύχη μελετών του έργου γίνεται αναφορά στις διαδικασίες που θα ακολουθηθούν για την διασφάλιση της ποιότητας του. Ο ανάδοχος οφείλει να χρησιμοποιεί υποχρεωτικά όλα τα υλικά που προδιαγράφονται στις μελέτες κατασκευής του έργου συνοδευόμενα, όπου αυτό απαιτείται, από τα συμβατικά τεύχη με τα αντίστοιχα πιστοποιητικά ποιοτικής συμμόρφωσης. Απαγορεύεται η χρήση οποιονδήποτε άλλων υλικών, εκτός αν υπάρξει έγκριση από την επίβλεψη. Για κάθε υλικό διενεργούνται έλεγχοι, ώστε να εξασφαλιστεί ότι τα υλικά είναι καινούργια και χωρίς κάποιο ελάττωμα. Για την βέλτιστη αξιοπιστία της ποιότητας του ελέγχου, ο ανάδοχος ορίζει χώρους αποθήκευσης των υλικών και των μηχανημάτων με επιτυχή ποιοτικό έλεγχο.

2.4.1. Έλεγχοι Στοιχείων Σκυροδέματος

Σχετικά με τους ελέγχους ποιότητας του σκυροδέματος, που είναι και το σημαντικότερο στάδιο στην ποιότητα της κατασκευής, τα δοκίμια που λήφθηκαν από το εργοτάξιο, κι αφού ανέπτυξαν αντοχή 28 ημερών όπως προαναφέραμε, υποβλήθηκαν σε φορτίσεις θλίψης, έμμεσου εφελκυσμού – διάρρηξης και κάμψης. Τα όρια θραύσης των δοκιμίων, ήταν τα επιθυμητά σύμφωνα με τις απαιτήσεις των μελετών, οπότε και κρίθηκαν επιτυχείς οι έλεγχοι.

2.4.2. Έλεγχοι Μεταλλικών Στοιχείων

Ένα δείγμα του συνόλου των μεταλλικών στοιχείων, από τουλάχιστον τρία δοκίμια από ανεξάρτητες παρτίδες, υπόκειται σε εργαστηριακούς ελέγχους από πιστοποιημένα εργαστήρια όπου πραγματοποιούνται έλεγχοι εφελκυσμού, κάμψης, κρούσης, σκληρότητας και χημικοί έλεγχοι. Εάν τα αποτελέσματα ενός ελέγχου είναι πέραν των επιθυμητών, τότε ορίζεται επανέλεγχος με νέα δοκίμια κι αν προκύψουν ίδια αποτελέσματα απορρίπτουμε ολόκληρη την παρτίδα. Στο εξεταζόμενο έργο, όλοι οι έλεγχοι των μεταλλικών στοιχείων κρίθηκαν επιτυχείς, δίνοντας το πράσινο φως για τις εργοταξιακές εργασίες.

2.4.3. Έλεγχοι συγκολλήσεων

Καθ' όλη την διάρκεια της μεταλλικής κατασκευής, ο μηχανικός επιβλέπει την πορεία του έργου και υποδεικνύει τυχόν διορθώσεις σε περιπτώσεις μη-συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές. Εν συνεχεία, περνά στην διενέργεια μη-καταστρεπτικών ελέγχων με την ακόλουθη σειρά:

- Οπτικός έλεγχος
- Ραδιογραφικός έλεγχος
- Έλεγχος με υπερήχους
- Έλεγχος με διεισδυτικά υγρά
- Έλεγχος με μαγνητικά σωματίδια

Αν οι μετρήσεις των ελέγχων δεν συμβαδίζουν με τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ EN 25817, τότε ανάλογα με την απόκλιση, ο μηχανικός αποφασίζει από την τοπική αποκατάσταση της αστοχίας μέχρι και την ολική κατεδάφιση του κτιρίου. Κι εδώ όλοι οι έλεγχοι κρίθηκαν επιτυχείς, εξασφαλίζοντας έτσι το ένα από τα τρία χαρακτηριστικά του έργου που είναι η ποιότητα.

3. Ελλείψεις των στρατηγικών

Παρότι εφαρμόστηκαν αρκετές μελέτες διαχείρισης σε αυτή την μελέτη περίπτωσης, σημειώθηκαν κάποιες ελλείψεις που προκάλεσαν ορισμένα προβλήματα στην ανάδοχο εταιρεία. Χαρακτηριστικά οι ελλείψεις παρουσιάστηκαν στο κομμάτι του “Risk Management” με την απουσία **εκτιμήσεων** των κινδύνων τόσο με **ποιοτικές** όσο και με **ποσοτικές μεθόδους**, όπως προτείνει ο οδηγός PMBOK. Η παράλειψη της συγκεκριμένης διαδικασίας έγινε διότι όλοι οι κίνδυνοι θεωρήθηκαν ίδιας βαρύτητας για την απόδοση του έργου. Σε περίπτωση αναγνώρισης της αξίας της συγκεκριμένης τακτικής προβλέπεται πως θα είχε εξοικονομηθεί πολύτιμος χρόνος που δαπανήθηκε μέσα από την ανάλυση κινδύνων μικρότερης σημαντικότητας.

4. Κίνδυνοι του έργου

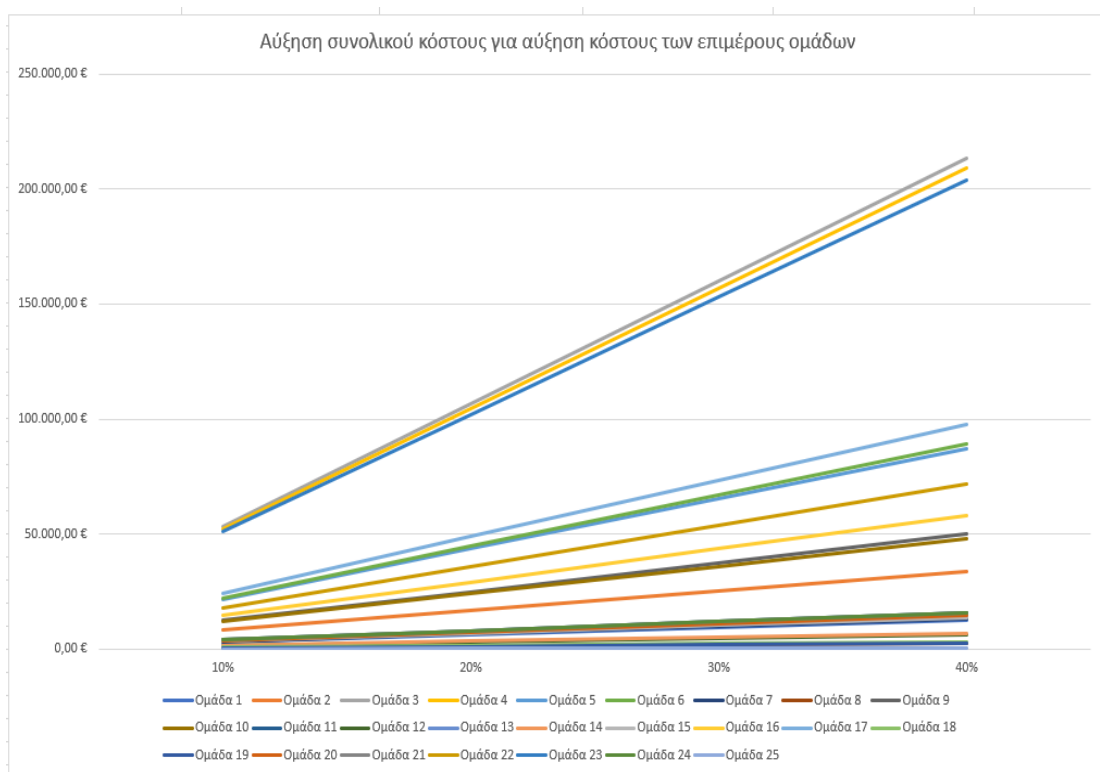
Στο παρόν μέρος της εργασίας αναφέρεται ότι τέθηκε ερώτηση προς τον μηχανικό σχετικά με τους πιθανότερους κινδύνους του έργου, για τους οποίους ήταν σε ετοιμότητα. Η απάντησή του ήταν καθυστερητική τονίζοντας πως δεν υπήρχε φόβος για κάποιον κίνδυνο εφόσον εφαρμόζονταν όλες οι προδιαγραφές των εργασιών οι οποίες και παρουσιάστηκαν παραπάνω. Εν τέλει, οι εργασίες διεκπεραιώθηκαν βάσει σχεδίου χωρίς καμία παράλειψη των προδιαγραφών και συνεπώς η πορεία του έργου δεν απειλήθηκε από κανέναν κίνδυνο.

5. Ανάλυση ευαισθησίας

Πραγματοποιώντας ανάλυση ευαισθησίας στο excel για αύξηση της κοστολόγησης των επιμέρους ομάδων με ποσοστά αύξησης 10%, 20%, 30% και 40%. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στην εικόνα 34.

α/α	Ποσό αύξησης κόστους έργου συναρτήσει του ποσοστού αύξησης κάθε ομάδας			
	10%	20%	30%	40%
Ομάδα 1	3.200,00 €	6.400,00 €	9.600,00 €	12.800,00 €
Ομάδα 2	8.370,00 €	16.740,00 €	25.110,00 €	33.480,00 €
Ομάδα 3	53.280,00 €	106.560,00 €	159.840,00 €	213.120,00 €
Ομάδα 4	52.270,00 €	104.540,00 €	156.810,00 €	209.080,00 €
Ομάδα 5	21.776,80 €	43.553,60 €	65.330,40 €	87.107,20 €
Ομάδα 6	22.290,50 €	44.581,00 €	66.871,50 €	89.162,00 €
Ομάδα 7	3.286,00 €	6.572,00 €	9.858,00 €	13.144,00 €
Ομάδα 8	700,00 €	1.400,00 €	2.100,00 €	2.800,00 €
Ομάδα 9	12.500,00 €	25.000,00 €	37.500,00 €	50.000,00 €
Ομάδα 10	12.000,00 €	24.000,00 €	36.000,00 €	48.000,00 €
Ομάδα 11	3.968,00 €	7.936,00 €	11.904,00 €	15.872,00 €
Ομάδα 12	1.534,50 €	3.069,00 €	4.603,50 €	6.138,00 €
Ομάδα 13	3.581,00 €	7.162,00 €	10.743,00 €	14.324,00 €
Ομάδα 14	1.728,00 €	3.456,00 €	5.184,00 €	6.912,00 €
Ομάδα 15	3.477,00 €	6.954,00 €	10.431,00 €	13.908,00 €
Ομάδα 16	14.531,00 €	29.062,00 €	43.593,00 €	58.124,00 €
Ομάδα 17	24.448,00 €	48.896,00 €	73.344,00 €	97.792,00 €
Ομάδα 18	791,10 €	1.582,20 €	2.373,30 €	3.164,40 €
Ομάδα 19	600,00 €	1.200,00 €	1.800,00 €	2.400,00 €
Ομάδα 20	3.719,40 €	7.438,80 €	11.158,20 €	14.877,60 €
Ομάδα 21	3.986,80 €	7.973,60 €	11.960,40 €	15.947,20 €
Ομάδα 22	17.944,00 €	35.888,00 €	53.832,00 €	71.776,00 €
Ομάδα 23	51.000,00 €	102.000,00 €	153.000,00 €	204.000,00 €
Ομάδα 24	4.000,00 €	8.000,00 €	12.000,00 €	16.000,00 €
Ομάδα 25	100,00 €	200,00 €	300,00 €	400,00 €

Εικόνα 34: Πίνακας ανάλυσης ευαισθησίας στο Excel.



Εικόνα 35: Διάγραμμα ανάλυσης ευαισθησίας.

Αυτό που παρατηρείται είναι πως οι ομάδες εργασιών που η παραμικρή μεταβολή τους επηρεάζει σημαντικά τον προϋπολογισμό του έργου είναι σε σειρά επικινδυνότητας οι 3, 4 και 23. Αυτές αφορούν στην κατασκευή βάσης του μεταλλικού κτιρίου αποθήκης (ομάδα 3), την κατασκευή του μεταλλικού σκελετού της αποθήκης (ομάδα 4) και στα συστήματα κλιματισμού, εξαερισμού και προσαγωγής νωπού αέρα (ομάδα 23). Αναφορικά με τις δύο πρώτες ομάδες, η ευαισθησία ήταν κάτι γνωστό και αναμενόμενο, καθώς το μεγαλύτερο κομμάτι του έργου απαρτίζεται από την μεταλλική αποθήκη των 5.000 τ.μ.. Έτσι, δόθηκε τεράστια προσοχή στις μελέτες, στις εκτιμήσεις κόστους αλλά και στην επίβλεψη για την βάση οπλισμένου σκυροδέματος και τον σκελετό της αποθήκης, προκειμένου να μην υπάρχουν αποκλίσεις από τον προγραμματισμό.

6. Συμπεράσματα

6.1. Ανακεφαλαίωση

Η εμπειρία του μηχανικού στις μελέτες και κυρίως στην επίβλεψη του έργου παίζει καταλυτικό ρόλο στην επιτυχία του έργου. Όπως εφαρμόστηκε και στο παρόν έργο, παρ' όλη την πληρότητα των μελετών, ο μηχανικός βρισκόταν πάντοτε στο πεδίο εκτέλεσης των εργασιών ώστε να επιβλέπει και να αναζητά ενδελεχώς νέους κινδύνους και να φροντίζει για την άμεση επίλυσή τους. Μέσω της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης, επιβεβαιώνεται πως με την εφαρμογή όλων των απαιτούμενων μελετών οι εργασίες κύλισαν ομαλά, χωρίς κανένα ιδιαίτερο πρόβλημα, τόσο από άποψη κόστους και ποιότητας όσο και από άποψη χρόνου, με το έργο να παραδίδεται στον πελάτη αρκετά νωρίτερα της προβλεπόμενης ημερομηνίας. Ένα ακόμη συμπέρασμα που προέκυψε είναι πως δεν αποτελούν πρόβλημα μόνον οι καθυστερήσεις στις παραδόσεις των προμηθευτών, αλλά και οι αφίξεις των προϊόντων σε προγενέστερο από τον προβλεπόμενο χρόνο. Η έκτακτη παράδοση των ρομποτικών συστημάτων δημιούργησε την ανάγκη συμπίεσης του χρονοδιαγράμματος κατά δύο μήνες.

Συμπεράσματα σχετικά με το τρίπτυχο της επιτυχίας των έργων.

Χρόνος : η διαχείριση του χρόνου ήταν αξιόπαινη καθώς όχι μόνο δεν παρέκκλινε των αρχικών εκτιμήσεων, αλλά ανταπεξήλθε επάξια των ισχυρών πιέσεων περί συμπτώσεων.

Κόστος : το συνολικό κόστος του έργου δεν ξεπέρασε τον αρχικό προϋπολογισμό και αυτό διότι ο σχεδιασμός του έργου πραγματοποιήθηκε με επιμέλεια και τηρήθηκε κατά γράμμα

Ποιότητα : το τελικό αποτέλεσμα του έργου προσέφερε ικανοποίηση τόσο στην προσδοκώμενη ποιότητα του κυρίου του έργου "Σ.ΕΛ.ΦΑΡ. Α.Ε.", όσο και στο ίδιο το σύστημα διασφάλισης ποιότητας της αναδόχου εταιρείας Χ. Μετά το πέρας σχεδόν 2,5 ετών έντονης λειτουργίας της αποθήκης και των γραφείων, δεν παρουσιάστηκε κανένα απολύτως πρόβλημα στις κατασκευές και σε ολόκληρο τον μηχανισμό, γεγονός που επιβεβαιώνει την ποιότητα του έργου και την σπουδαιότητα πιστοποίησης των διαδικασιών παραγωγής με την σειρά ISO 9001.

Γενικά συμπεράσματα-γνώσεις από την ολοκλήρωση της εργασίας

- Κατανόηση απαιτήσεων του πελάτη και ιδιαιτεροτήτων του έργου
- Αναζήτηση παρόμοιων έργων σε βάσεις δεδομένων
- Επικοινωνιακές συζητήσεις με έμπειρους μηχανικούς και εργάτες
- Σύνταξη μελετών για Project, Risk & Cost Management
- Περισσότερος χρόνος στις μελέτες, λιγότερος χρόνος στις επιδιορθώσεις
- Συνεχής έλεγχος εκτέλεσης εργασιών
- Πλήρης εφαρμογή των μελετών
- Διαρκείς επικοινωνία με πελάτη και ομάδες έργου
- Δημιουργία βάσης δεδομένων για κάθε ολοκληρωμένο έργο

Εν κατακλείδι, θα πρέπει οι μελέτες διαχείρισης έργου, κινδύνων και κόστους να κατατάσσονται όχι μόνο στην ίδια κατηγορία σπουδαιότητας με αυτές των στατικών μελετών αλλά και να αποτελούν απαραίτητα τεύχη για την αδειοδότηση κάθε έργου.

6.2. Περιορισμοί έρευνας

Θα αποτελούσε παράληψη η μη αναφορά στους περιορισμούς της έρευνας. Αρχικά, τονίζεται ότι η επικοινωνία με την κατασκευαστική εταιρεία δεν ήταν εφικτή. Αυτό σημαίνει

ότι ήταν αδύνατη η άμεση επαφή με το εργατικό δυναμικό που κατείχε κάποια αρμοδιότητα στην διαδικασία εκτέλεσης του έργου και δεν υπήρχε πρόσβαση στο ημερολόγιο αυτού. Ακόμη, σημαντικός περιορισμός θεωρείται η ύπαρξη μόνο μιας συνοπτικής δομής ανάλυσης εργασιών, ενώ δεν εντοπίστηκε καμία αναθεώρησής της, μετά από απαίτηση αλλαγών στο χρονοδιάγραμμα κατά την διάρκεια του έργου. Αντί αυτού πραγματοποιήθηκε διεξοδική μελέτη για να διαπιστωθούν οι μη αναγραφόμενες αλλαγές στην WBS στα πλαίσια της μελέτης περίπτωσης. Τελικά οι διάφοροι περιορισμοί οδήγησαν στην μη εφαρμογή του αρχικού σχεδίου της εργασίας για πραγματοποίηση συνεντεύξεων σε ορισμένους συμμετόχους του έργου.

6.3. Μελλοντική Έρευνα

Για περαιτέρω ανάλυση του θέματος, προτείνεται η μελέτη και ανάλυση των αντίστοιχων υλοποιήσιμων στρατηγικών σε παρόμοια τεχνικά έργα σε συνδυασμό με την διενέργεια ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο μπορεί να απευθύνεται στους συμμετόχους και να έχει τέτοια δομή ώστε μέσα από τις ερωτήσεις του να γίνει κατανοητή η σπουδαιότητα της ανάλυσης και διαχείρισης κινδύνων σε όλους τους πιθανούς εμπλεκόμενους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Akanni, P.O., Oke, A.E. and Akpomiemie, O.A. (2015), "Impact of environmental factors on building project performance in Delta State, Nigeria. Saad Iftikhar", *HBRC Journal*, Vol. 11 No. 1, pp. 91-97.
- AlShamsi, O. and Ajmal, M. (2018a), "Critical factors for knowledge sharing in technology-intensive organizations: evidence from UAE service sector", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 22 No. 2, pp. 384-412.
- Amoah, C. and Pretorius, L. (2020), "Evaluation of the impact of risk management on project performance in small construction firms in South Africa: The case study of construction systems", *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol. 18 No. 3, pp. 611-634.
- Ashworth, A. and Perera, S. (2015), *Cost Studies of Buildings*, 6th edition, Routledge
- Chan, D.W.M. and Kumaraswamy, M.M. (1995), "A study of the factors affecting construction durations in Hong Kong", *Construction Management and Economics*, Vol. 13 No. 4, pp. 319-33.
- Chan, D.W. and Kumaraswamy, M.M. (1997), "A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 15 No. 1, pp. 55-63.
- CHAROENNGAM, C. and SRIPRASERT, E. (2001), "Assessment of cost control systems: a case study of Thai construction organizations", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 8 No. 5/6, pp. 368-380.
- Dagostino F. and Peterson S. (2010), *Estimating in Building Construction*, Prentice Hall.
- Damjanovic, I. & Reinschmidt, K. (2020), *Data Analytics for Engineering and Construction Project Risk Management*, Springer Nature Switzerland AG.
- Doli, H., Sawhney, A., Iyer, K.C. and Rentala, S. (2012), "Analysing factors affecting delays in Indian construction projects", *International Journal of Project Management*, Vol. 30, pp. 479-489.
- Doloi, H. (2012), "Understanding impacts of time and cost related construction risks on operational performance of PPP projects", *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 16 No. 3, pp. 316-337.
- Drogalas, G., Eleftheriadis, I., Pazarskis, M. and Anagnostopoulou, E. (2017), "Perceptions about effective risk management. The crucial role of internal audit and management. Evidence from Greece", *Investment Management and Financial Innovations (open-access)*, 14(4), 1-11.
- Flyvbjerg, B. (2005), "Design by deception: the politics of megaproject approval", *Harvard Design Magazine*, pp. 50-59.
- Forcada, N., Rusiñol, G., MacArulla, M. and Love, P.E.D. (2014), "Rework in highway projects", *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 20 No. 4, pp. 445-465.
- Garry, D.C., Skitmore, M. and Wong, J.K.W. (2010), "Evaluation of risk factors leading to cost overrun in delivery of highway construction projects", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 537.
- Greiman, V. and Warburton, R. (2009), "Deconstructing the big dig: best practices for mega-project cost estimating", *PMI Global Congress. Project Management Institute, Orlando, USA. 10-13 October 2009*, pp. 1-7.

- Hadipriono, B.F.C. and Tahir, M. (1990), "Construction errors: bridge pier case studies", *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Vol. 4 No. 2, pp. 134-139.
- HOLM, L. 2019, *Cost Accounting and Financial Management for Construction Project Management*, New York, Routledge.
- IPMA in Hillson, (2001), *Effective Project Risk Management*, PMI 2001 Seminars World, Project Management Institute: USA.
- Jackson, S. (2002a), "Project cost overruns and risk management", in Greenwood, D. (Ed.), 18th Annual ARCOM Conference. Northumbria University, Newcastle, United Kingdom, 02-04 September 2002, *Association of Researchers in Construction Management (ARCOM)*, pp. 99-108.
- Jackson, S. (2002b), *Project Cost Overruns and Risk Management*, School of Construction Management.
- Jarkas, A.M. and Haupt, T.C. (2015), "Major construction risk factors considered by general contractors in Qatar", *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol. 13 No. 1, pp. 165-194.
- Jergeas, G. (2008), "Analysis of the front-end loading of Alberta mega oil sands projects", *Project Management Journal*, Vol. 39 No. 4, pp. 95-104.
- KENDRICK, T. (2015), *Identifying and Managing Project Risk*, New York, American Management Association.
- Kerzner, H. 2003, *Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, John Wiley & Sons.
- Kerzner, H.R. (2017), *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, 12th ed., John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey
- Kim, M., Lee, I. and Jung, Y. (2017), "International project risk management for nuclear power plant (NPP) construction: featuring comparative analysis with fossil and gas power plants", *Sustainability*, Vol. 9 No. 3, pp. 469-491.
- Kim, S.Y., Tuan, K.N., Lee, J., Do Pham, H. and Luu, V.T. (2018), "Cost overrun factor analysis for hospital projects in Vietnam", *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol. 22 No. 1, pp. 1-11.
- Larsen, J.K., Shen, G.Q., Lindhard, S.M. and Brunoe, T.D. (2016), "Factors affecting schedule delay, cost overrun, and quality level in public construction projects", *Journal of Management in Engineering*, Vol. 32 No. 1, pp. 1-10.
- LARSON, E. W. & GRAY, C. F. (2018), ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΩΝ, Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ, Επιστημονική επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Κηρυττόπουλος Κ., Ε.Μ.Π., 7^η αμερικανική έκδοση, μετάφραση Καναβός Π., εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.
- Love, P.E.D. and Li, H. (2000), "Quantifying the causes and costs of rework in construction", *Construction Management and Economics*, Vol. 18 No. 4, pp. 479-490.
- Love, P.E.D., Irani, Z. and Edwards, D.J. (2004), "A rework reduction model for construction projects", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 51 No. 4, pp. 426-440.
- Lu, W., Hua, Y. and Zhang, S. (2017), "Logistic regression analysis for factors influencing cost performance of design-bid-build and design-build projects", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 24 No. 1, pp. 118-132.
- Membah, J. and Asa, E. (2015), "Estimating cost for transportation tunnel projects: a systematic literature review", *International Journal of Construction Management*, Vol. 15 No. 3, pp. 196-218.

- Memon, A., Rahman, I. and Azis, A. (2011), "Preliminary study on causation factors leading to construction cost overruns", *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, Vol. 2 No. 1, pp. 57-68.
- Mulcahy, R. 2003, *Risk Management Tricks of the Trade for Project Managers*, RMC Publications, USA.
- Müller, M. (2014), "After Sochi 2014: costs and impacts of Russia's olympic games", *Eurasian Geography and Economics*, Vol. 55 No. 6, pp. 628-655.
- Okema, J.E. (2001), *Risk and Uncertainty Management of Project: Challenges of Construction Industry.*, Department of Architecture, Makerere University, Uganda.
- Olawale, Y.A. and Sun, M. (2010), "Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice", *Construction Management and Economics*, Vol. 28 No. 5, pp. 509-526.
- Oyegoke, A.S., Powell, R., Ajayi, S., Godawatte, G.A.G.R. and Akenroye, T. (2022), "Factors affecting the selection of effective cost control techniques in the UK construction industry", *Journal of Financial Management of Property and Construction*, Vol. 27 No. 2, pp. 141-160.
- Park, Y.I. and Papadopoulou, T.C. (2012), "Causes of cost overruns in transport infrastructure projects in Asia their significance and relationship with project size", *Built Environment Project and Asset Management*, Vol. 2 No. 2, pp. 195-216.
- Patel, A., Bosela, P.A. and Delatte, N. (2013), "1976 Montreal olympics: case study of project management failure", *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Vol. 27 No. 3, pp. 362-369.
- Pinnell, S. (1999), "Partnering and the Management of Construction Disputes", *Dispute Resolution Journal*.
- Potts, K.F. (2013), *Construction Cost Management: learning from Case Studies*, 2nd ed., Routledge.
- PMI, (2004), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Project Management Institute, USA.
- Pritchard, C.L. (2001), "Risk Management: Concepts and Guidance, Virginia", *Risk Concepts*, Chapter 2, pp. 9-23.
- Project Management Institute (PMI), (2008), *Project Management Body of Knowledge PMBoK*, Project Management Institute, PA.
- Rosenfeld, Y. (2013), "Root-cause analysis of construction-cost overruns", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 140 No. 1, pp. 51-60
- Rostami, A. and Oduoza, C.F. (2017), "Key risks in construction projects in Italy: contractors' perspective", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 24 No. 3, pp. 451-462.
- Rubinstein, J., Meyer, D. and Evans J. (2001), "Executive Control of Cognitive Processes in Task Switching", *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, τομ. 27, αρ. 4, σελ. 763-97.
- Sears, S.F. (2015), *Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management*, 6th ed., Wiley.
- Semple, C., Hartman, F.T. and Jergeas, G. (1994), "Construction claims and disputes: causes and cost/time overruns", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 120 No. 4, pp. 785-795.
- Seeley, I. (1984), *Quantity Surveying Practice*, Macmillan Education

- Sinesilassie, E.G., Tabish, S.Z.S. and Jha, K.N. (2017), "Critical factors affecting schedule performance: a case of Ethiopian public construction projects – engineers' perspective", *Engineering Construction and Architectural Management*, Vol. 24 No. 5, pp. 757-773.
- Smith, N., & Merna, T. and Jobling, P. (2014), *Managing Risk in Construction Projects*, United Kingdom, Wiley Blackwell
- Stoy, C., Dreier, F. and Schalcher, H., (2007), "Construction duration of residential building projects in Germany", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 14 No. 1, pp. 52-64.
- Sudirman, W.B. and Hardjomuljadi, S. (2011), "Project risk management in hydropower plant projects: a case study from the state-owned electricity company of Indonesia", *Journal of Infrastructure Development*, Vol. 3 No. 2, pp. 171-186.
- Timothy, I.O., Oladinrin, T.O., Adeniyi, O. and Eboreime, I.V. (2013), "Analysis of non-excusable delay factors influencing contractors' performance in Lagos State, Nigeria", *Journal of Construction in Developing Countries*, Vol. 18 No. 1, pp. 53-72.
- Wanjari, S. and Dohariya, G. (2016), "Identifying factors causing cost overrun of the construction projects in India", *Sādhanā*, Vol. 41 No. 6, pp. 679-693.
- Winch, G.M. (2013), "Escalation in major projects: lessons from the channel fixed link", *International Journal of Project Management*, Vol. 31 No. 5, pp. 724-734.
- Wu, C., Hsieh, T. and Cheng, W. (2005), "Statistical analysis of causes for design change in highway construction on Taiwan", *International Journal of Project Management*, Vol. 23 No. 7, pp. 554-563.
- Yap, J.B.H., Abdul-Rahman, H. and Chen, W. (2017a), "Collaborative model: managing design changes with reusable project experiences through project learning and effective communication", *International Journal of Project Management*, Vol. 35 No. 7, pp. 1253-1271.
- Yap, J.B.H. and Skitmore, M. (2018), "Investigating design changes in Malaysian building projects", *Architectural Engineering and Design Management*, Vol. 14 No. 3, pp. 218-238.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αθανασόπουλος, Χ. (2007), *Κατασκευή Κτιρίων Σύνοψη και Τεχνολογία*, Αθήνα, Δίαυλος.
- Κηρυττόπουλος, Κ. 2006, *ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΕΡΓΩΝ Η οπτική του μάνατζμεντ*, Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Πολύζος, Σ. 2018, *Προγραμματισμός και Οργάνωση των Έργων Μέθοδοι και Τεχνικές*, 2^η Έκδοση, ΤΖΙΟΛΑ.
- Τσιότρας, Γ. 2002, *Βελτίωση Ποιότητας*, Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα.
- Τσιρίκας, Α. 2017, *Οργάνωση & Διοίκηση Έργων*, Εκδόσεις Rosili, Αθήνα.

Πηγή από διαδίκτυο

- TAXHEAVEN, 10 Δεκ. (2008), <https://www.taxheaven.gr/circulars/10324/1118888-2193-a0012-10-12-2008>

- Jenkins, N. (Not recorded), “A Project Management Primer: Basic Principles – Scope Triangle”, <https://www.projectsmart.co.uk/best-practice/project-management-scope-triangle.php>, [accessed 1/11/2022].