



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάλυση και Διαχείριση Επικινδυνότητας στα Τεχνικά Έργα:
Μεθοδολογική Προσέγγιση και Εφαρμογή στο Έργο:
«ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΠΙΛΗΜΜΑΤΟΣ, Μ. ΕΥΜΟΙΡΟΥ
ΚΑΙ ΓΕΡΑΚΑ ΔΗΜΟΥ ΞΑΝΘΗΣ»

ΜΑΡΙΑ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΓΛΟΥ

Διπλωματούχος Μηχανικός Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης ΠΘ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΕΡΑΦΕΙΜ ΠΟΛΥΖΟΣ

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF ENGINEERING

Department of Spatial Planning, Urban Planning and Regional Development
Interdepartmental Master program with the Department of Civil Engineering
Project Management, Transport and Spatial Planning

MASTER THESIS

**Risk Management in Construction Projects:
Methodological Approach and Application to the Project:
“CONSTRUCTION OF AN EXTERNAL WATER SUPPLY NETWORK IN THE SETTLEMENTS OF
PILIMMA, M. EVMIRO AND GERAKAS IN THE MUNICIPALITY OF XANTHI”**

MARIA CHARALAMPOGLOU

VOLOS, JUNE 2024

© 2024 Μαρία Χαραλαμπόγλου

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός» δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων):

Δρ. Σεραφείμ Πολύζος

*Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης,
Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

Δεύτερος Εξεταστής:

Δρ. Δημήτριος Τσιώτας

*Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Περιφερειακής και Οικονομικής Ανάπτυξης, Γεωπονικό
Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Τρίτος Εξεταστής:

Δρ. Νικόλαος Γαβανάς

*Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής
Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Σεραφείμ Πολύζο, για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια του στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Μαρία Χαραλαμπόγλου

Περίληψη

Οι βασικές παράμετροι επιτυχίας ενός έργου είναι η επίτευξη του καθορισμένου χρόνου, του καθορισμένου προϋπολογισμού και της απαιτούμενης ποιότητας των υπηρεσιών του. Τόσο η πολυπλοκότητα όσο και ο αυξημένος αριθμός εμπλεκόμενων μερών προσδίδουν έναν υψηλό βαθμό επικινδυνότητας στα έργα για το λόγο αυτό γίνεται η εξειδίκευση στον συγκεκριμένο τομέα. Επιπλέον, η περάτωσή τους εντός των οριζόμενων ορίων χρόνου και κόστους καθίσταται ακόμα δυσκολότερη καθώς τα εμπλεκόμενα μέρη πολλές φορές εμφανίζουν αντικρουόμενα συμφέροντα ενώ παράλληλα οι κίνδυνοι τους οποίους αντιμετωπίζουν τα τεχνικά έργα προέρχονται τόσο από το εσωτερικό τους περιβάλλον αλλά και από το εξωτερικό, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Ο μεγάλος αριθμός προκλήσεων εν γένει που εμφανίζονται στον τομέα των τεχνικών έργων καθιστούν αναγκαία την αποτελεσματική διαχείριση των κινδύνων οι οποίοι ενδεχομένως να παρουσιαστούν. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εστιάζει στα τεχνικά έργα και στους κινδύνους που αντιμετωπίζουν κατά την διάρκεια της ζωής τους. Σκοπός της είναι η ανάπτυξη μίας μεθοδολογίας για την ανάλυση και τη διαχείριση του κατασκευαστικού κινδύνου των τεχνικών έργων αλλά και η εφαρμογή της σε ένα υδραυλικό έργο στη Δημοτική Ενότητα Ξάνθης. Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των βασικών εννοιών και μεθόδων στη διαχείριση των κινδύνων των έργων και την αξιοποίηση των ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων ανάλυσης εξάγονται ορισμένα βασικά συμπεράσματα αλλά και προτάσεις διαχείρισης των κινδύνων. Βασικός στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι να αναδειχθούν στρατηγικές η υιοθέτηση των οποίων οδηγεί στην αντιμετώπιση των κινδύνων από τον ανάδοχο του έργου οι οποίοι σχετίζονται με το κόστος τον χρόνο και την ποιότητα του έργου.

Λέξεις Κλειδιά: Διαχείριση Κινδύνων στα Τεχνικά Έργα, προσομοίωση κινδύνων, ποιοτική ανάλυση, ποσοτική ανάλυση, μοντέλο κινδύνων, βαθμός επίπτωσης κινδύνων, πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων

Abstract

The key success parameters of a project are the achievement of the specified time, the specified budget and the required quality of its services. Both the complexity and the increased number of parties involved give a high degree of risk to the projects which is why the specialization in the specific field is done. In addition, their completion within the defined time and cost limits becomes even more difficult as the parties involved often have conflicting interests while at the same time the risks faced by the technical projects come both from their internal environment and from abroad, nationally and international level. The large number of challenges in general that appear in the field of technical works make it necessary to effectively manage the risks that may arise. This thesis focuses on technical projects and the risks they face during their lifetime. Its purpose is the development of a methodology for the analysis and management of the construction risk of technical works and its application to a hydraulic project in the Municipal Unit of Xanthi. After the bibliographic review of the basic concepts and methods in project risk management and the utilization of qualitative and quantitative analysis methods, some basic conclusions and risk management proposals are drawn. The main objective of the thesis is to highlight strategies the adoption of which leads to the management of risks by the contractor of the project which are related to the cost, time and quality of the project.

Key Words: Risk Management in Construction Projects, risk simulation, quality analysis, quantitative analysis, risk model, degree of impact of risks, occurrence possibility of risks

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1. Γενικό Πλαίσιο	12
1.2. Σκοπός της Εργασίας.....	12
1.3. Δομή της Εργασίας.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.	15
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	15
2.1. Η Έννοια του Έργου.....	15
2.2. Η Διαχείριση του Έργου	21
2.3. Η Έννοια του Κινδύνου	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.	36
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ	36
3.1. Διαχείριση Κινδύνου	36
3.2. Διαχείριση Κινδύνου στα Τεχνικά Έργα.....	37
3.3. Πλεονεκτήματα Διαχείρισης Κινδύνου.....	39
3.4. Διαδικασίες Διαχείρισης Κινδύνου	41
3.4.1. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνου	44
3.4.2. Αναγνώριση Κινδύνων	45
3.4.3. Ανάλυση Κινδύνων.....	50
3.4.4. Αντιμετώπιση Κινδύνων.....	58
3.4.5. Παρακολούθηση και Έλεγχος Κινδύνων.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.	66
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	66
4.1. Γενική Επισκόπηση της Μεθοδολογικής Προσέγγισης	66
4.2. Στάδια Μεθοδολογίας	68
4.2.1. Εντοπισμός Κινδύνων	68
4.2.2. Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων	68
4.2.3. Ποσοτική Ανάλυση Κινδύνων	70
4.2.4. Αντιμετώπιση Κινδύνων.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.2.5. Προσομοίωση Υπολειμματικού Κινδύνου	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.	76
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	76
5.1. Γενική Περιγραφή του Έργου.....	76

5.2. Αναγνώριση Κινδύνων	82
5.2.1. Ανάλυση SWOT	82
5.2.2. Προκαταρκτική Λίστα Παραγόντων	83
5.2.3. Μητρώο Κινδύνων	90
5.3. Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων	91
5.3.1. Εκτίμηση πιθανοτήτων Κινδύνων	91
5.3.2. Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων	95
5.3. Ποσοτική Ανάλυση Κινδύνων	110
5.3.1. Υπολογισμός Πιθανότητας Εμφάνισης	111
5.3.2. Προσδιορισμός Επιπτώσεων Κινδύνων ανά ομάδα εργασίας.....	112
5.3.3. Προσομοίωση Κινδύνων Έργου	124
5.4. Αντιμετώπιση Κινδύνων.....	130
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.	137
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	140
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	143

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 5. 1: Διάρθρωση Εργασιών Έργου	81
Διάγραμμα 5.2.: Διασπορά Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων Κινδύνων στο κόστος	98
Διάγραμμα 5.3.: Διασπορά Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων Κινδύνων στον χρόνο	101
Διάγραμμα 5.4.: Διασπορά Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων Κινδύνων στην ποιότητα.....	106
Διάγραμμα 5.5.: Πυκνότητα Πιθανότητας Συνολικής Αξίας Έργου	124
Διάγραμμα 5.6.: Αθροιστική Κατανομή Πιθανότητας Συνολικής Αξίας Έργου	125
Διάγραμμα 5.7.: Πυκνότητα Πιθανότητας Υπολειμματικού Κινδύνου	137
Διάγραμμα 5.8.: Συγκριτική Αθροιστική κατανομή πιθανότητας	137
Διάγραμμα 5.9.: Ανάλυση ευαισθησίας υπολειμματικού κινδύνου.....	138

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1.: Προϋπολογισμός Μελέτης	79
Πίνακας 5.2.: Προϋπολογισμός με την έκπτωση του αναδόχου	80
Πίνακας 5.3.: Ανάλυση SWOT	82
Πίνακας 5.4.: Προκαταρκτική Λίστα Παραγόντων Κινδύνων	83
Πίνακας 5.5.: Μητρώο Κινδύνων	91
Πίνακας 5.6.: Κλίμακα Αξιολόγησης Πιθανότητας Εμφάνισης Κινδύνων	92
Πίνακας 5.7: Επίπεδα Επιπτώσεων στο Κόστος του Έργου	96
Πίνακας 5.8.: Μήτρα Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων για υπολογισμό της έκθεσης στον κίνδυνο.....	96
Πίνακας 5.9: Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων σε σχέση με το Κόστος	97
Πίνακας 5.10.: Ιεράρχηση Κινδύνων ανάλογα με τον Βαθμό Επίπτωσής τους στο Κόστος	97

Πίνακας 5.11.: Έκθεση του Έργου στους Κινδύνους σε σχέση με το Κόστος	98
Πίνακας 5.12.: Επίπεδα Επιπτώσεων στον Χρόνο Υλοποίησης του Έργου	100
Πίνακας 5.13.: Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων στον Χρόνο Υλοποίησης του Έργου	100
Πίνακας 5.14.: Ιεράρχηση Κινδύνων ανάλογα με τον Βαθμό Επίπτωσής τους στον Χρόνο	101
Πίνακας 5.15.: Έκθεση του Έργου στους Κινδύνους σε σχέση με τον Χρόνο.....	101
Πίνακας 5.16.: Επίπεδα Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Έργου	103
Πίνακας 5.17.: Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων στην Ποιότητα του Έργου	104
Πίνακας 5.18.: Ιεράρχηση Κινδύνων ανάλογα με τον Βαθμό Επίπτωσής τους στην Ποιότητα	105
Πίνακας 5.19.: Έκθεση του Έργου στους Κινδύνους σε σχέση με την Ποιότητα	106
Πίνακας 5.20.: Συνολική Έκθεση στον Κίνδυνο	108
Πίνακας 5.21.: Ιεράρχηση Κινδύνων βάσει Συνολικής Έκθεσης στον Κίνδυνο	109
Πίνακας 5.22.: Πιθανότητα Εμφάνισης Κινδύνων ανά Ομάδα Εργασίας	112
Πίνακας 5.23.: Επιπτώσεις Κινδύνων ανά ΟΕ σε σχέση με το Κόστος	113
Πίνακας 5. 24.: Επιπτώσεις Κινδύνων ανά ΟΕ σε σχέση με τον Χρόνο	114
Πίνακας 5.25.: Συγκεντρωτικός Πίνακας Επιπτώσεων Κινδύνων	116
Πίνακας 5.26.: Μητρώο Κινδύνων	117
Πίνακας 5. 27.: Μήτρα συσχετίσεων κινδύνων	123
Πίνακας 5.28.: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ποιοτικής και Ποσοτικής Ανάλυσης (κόστος)	126
Πίνακας 5.29.: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ποιοτικής και Ποσοτικής Ανάλυσης (χρόνος)	129
Πίνακας 5.30.: Υπολειμματικός Κίνδυνος ως προς την Πιθανότητα Εμφάνισης	134
Πίνακας 5.31.: Επιπτώσεις Υπολειμματικού Κινδύνου ανά ΟΕ σε σχέση με το Κόστος	135
Πίνακας 5.32.: Επιπτώσεις Υπολειμματικού Κινδύνου ανά ΟΕ σε σχέση με τον Χρόνο	136

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικό Πλαίσιο

Σε όλες τις δραστηριότητες του ανθρώπου είναι υπαρκτή η έννοια της αβεβαιότητας, είτε αυτές σχετίζονται με την επιβίωση, είτε με την ιδιότητά του ως κοινωνικό ον, είτε αποτελούν μορφές εκδήλωσης της οικονομικής και τεχνολογικής του εξέλιξης. Η ύπαρξη του στοιχείου της αβεβαιότητας στην ανθρώπινη δραστηριότητα προέρχεται από την αδυναμία του ανθρώπου να έχει πλήρη γνώση όλων των συντελεστών που επηρεάζουν μια δεδομένη κατάσταση την οποία καλείται ο ίδιος να επηρεάσει μέσω των αποφάσεών του. Άρρηκτα συνδεδεμένη με την έννοια της αβεβαιότητας είναι η έννοια του κινδύνου, η οποία στην καθομιλουμένη συνήθως χρησιμοποιείται την αναφορά σε γεγονότα ή καταστάσεις αρνητικής φύσεως με πιθανότητα να συμβούν στο μέλλον.

Τα έργα και κυρίως τα τεχνικά έργα γίνονται όλο και πιο σύνθετα δεδομένης της εξέλιξης της τεχνολογίας και των αυξημένων απαιτήσεων που προκύπτουν με το πέρασ των ετών ανά τον κόσμο. Συνηθίζεται λοιπόν, τα έργα αυτά να ανατίθεται σε αρκετούς αναδόχους και υπεργολάβους και η ιστορία έχει δείξει ότι τα περισσότερα από αυτά βγαίνουν εκτός προϋπολογισμού και χρονοδιαγράμματος. Σε όλα τα έργα, για το σχεδιασμό και την εκτέλεση τους, είναι αναπόφευκτη η θεώρηση παραδοχών, που σαφώς δημιουργεί αβεβαιότητες. Πέραν των παραδοχών και λοιπών θεωρήσεων, προκύπτουν αβεβαιότητες που σχετίζονται τόσο με τις νέες τεχνολογίες όσο και με τον ανθρώπινο παράγοντα, είτε σε επίπεδο σχεδιασμού και οργάνωσης είτε αυτής καθ' αυτής της εκτέλεσης του έργου.

1.2. Σκοπός της Εργασίας

Η εργασία έχει ως στόχο την παρουσίαση των αρχών της διαχείρισης κινδύνων καθώς και την ένταξη τους σε μια δομημένη έκφραση για την κατανόηση τους από τις τεχνικές εταιρείες, καθορίζοντας μία συγκεκριμένη μεθοδολογία για την αποφυγή σημαντικών απειλών που πιθανά να επηρεάσουν τους στόχους του έργου.

Παράλληλα, θέτει την ανάπτυξη μιας μεθόδου σχεδιασμού και προγραμματισμού της διεργασίας της διαχείρισης κινδύνων ώστε οι εταιρείες παράλληλα με τον προγραμματισμό των έργων να προγραμματίζουν τις ενέργειες για την πιο έγκαιρη και αποτελεσματική διαχείριση των κινδύνων τους, διατηρώντας την εμπειρία της διαδικασίας αυτής για μελλοντικά έργα.

Τέλος, η εργασία θέτει την ανάπτυξη λεπτομερών διαδικασιών εκτέλεσης των βημάτων της διεργασίας της διαχείρισης των κινδύνων, ορίζοντας σαφώς, ενέργειες και μεθόδους για την αποτελεσματικότερη εκτέλεση της απαντώντας στο θεμελιώδες ερώτημα της εργασίας το οποίο αναζητά της στρατηγικές εκείνες με τις οποίες οι

ανάδοχοι τεχνικών εν γένει έργων μπορούν να αντιμετωπίσουν τους κινδύνους στο έργο που σχετίζονται με τον προϋπολογισμό, τον χρόνο και την ποιότητα.

1.3. Δομή της Εργασίας

Η εργασία ουσιαστικά αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο περιλαμβάνει την εξέταση της βιβλιογραφίας που έχει ως σκοπό την παρουσίαση και κατανόηση των βασικών αρχών του έργου, και βασικότερα του τεχνικού έργου, και της διαχείρισής του ενώ το δεύτερο μέρος συνίσταται από την ανάλυση και εφαρμογή της μεθοδολογίας σε ένα κατασκευαστικό έργο.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πλαίσιο της εργασίας, ο σκοπός της εκπόνησής της, οι στόχοι και τα ερωτήματα που διερευνώνται.

Στο δεύτερο κεφάλαιο ακολουθεί η βιβλιογραφική ανασκόπηση των εννοιών το έργου και του κινδύνου αλλά και της διαχείρισης των έργων και της αναγκαιότητάς της.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η διαχείριση κινδύνων, και ειδικότερα η διαχείριση κινδύνων στα τεχνικά έργα ενώ αναδεικνύεται η χρησιμότητα της διαχείρισης κινδύνων όσο και των τεχνικών και των καλών πρακτικών των διαδικασιών της από τη βιβλιογραφία. Ειδικότερα, αναπτύσσονται οι μέθοδοι από τη βιβλιογραφία και οι καλύτερες πρακτικές για τις διαδικασίες της διαχείρισης κινδύνου δηλαδή της εκπόνησης σχεδίου διαχείρισης κινδύνων, του εντοπισμού των κινδύνων, της ανάλυσης των κινδύνων, της αντιμετώπισης των κινδύνων και της παρακολούθησής τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η παρουσίαση της μεθοδολογίας για την εκπόνηση της ανάλυσης και διαχείρισης κατασκευαστικού κινδύνου στα τεχνικά έργα, εφαρμογή της οποίας πραγματοποιείται για την εκπόνηση της μελέτης περίπτωσης. Επιπλέον, αναφέρονται οι λόγοι που οδήγησαν στις επιλογές που συνέθεσαν την προτεινόμενη μεθοδολογία, οι παραδοχές που λήφθηκαν καθώς επίσης και οι περιορισμοί που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της σύνθεσής της. Τέλος, γίνεται αναφορά του λογισμικού και άλλων εργαλείων των οποίων η χρήση είναι απαραίτητη για την εφαρμογή της εν λόγω μεθοδολογίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας για την ανάλυση και διαχείριση κατασκευαστικού κινδύνου σε τεχνικό έργο της ΔΕΥΑ Ξάνθης. Αναγνωρίζονται οι κίνδυνοι της μελέτης περίπτωσης μέσω της ανάλυσης SWOT και της προκαταρκτικής λίστας παραγόντων και συντάσσεται το μητρώο κινδύνων. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η ποιοτική ανάλυση των κινδύνων του έργου με την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισής τους και την εκτίμηση των επιπτώσεών τους. Ακολουθεί η ποσοτική ανάλυση των κινδύνων όπου γίνεται ο υπολογισμός της πιθανότητας εμφάνισης των κινδύνων και ο προσδιορισμός των επιπτώσεών τους. Ακολούθως πραγματοποιείται η προσομοίωση των κινδύνων με τη χρήση λογισμικού. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των αναλύσεων, δημιουργούνται οι

στρατηγικές αντιμετώπισης του κινδύνου και η διαδικασία της ποσοτικής ανάλυσης επαναλαμβάνεται για τον υπολογισμό του υπολειμματικού κινδύνου.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται η παρουσίαση ορισμένων βασικών συμπερασμάτων από την εκπόνηση της εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. Η Έννοια του Έργου

Με σκοπό την κατανόηση της έννοιας της Διαχείρισης της Επικινδυνότητας στα Τεχνικά Έργα κρίνεται αναγκαίο να αποδοθεί αρχικά ένας ορισμός για την έννοια του έργου. Ανατρέχοντας στη διεθνή και στην ελληνική βιβλιογραφία διαπιστώνεται ότι έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες απόδοσης ενός ορισμού στην έννοια του έργου. Ερευνητές αλλά και διεθνείς οργανισμοί με αντικείμενο τη διαχείριση των έργων ορίζουν το έργο με διαφορετικούς τρόπους.

Ο Πολύζος (2017) χρησιμοποιεί τον ακόλουθο ορισμό με σκοπό να αποδώσει το νόημα της έννοιας του έργου:

«έργο (project) είναι ένα σύνολο αλληλένδετων εργασιών ή δραστηριοτήτων οι οποίες εκτελούνται με συγκεκριμένη σειρά και αποβλέπουν στην επίτευξη ενός συγκεκριμένου σκοπού».

Κατά τους Charman and Ward (2009) το έργο αποτελεί «μία προσπάθεια κατά την οποία οι ανθρώπινοι, οικονομικοί και υλικοί πόροι οργανώνονται με έναν νέο τρόπο, για να εκτελεστεί ένα μοναδικό αντικείμενο εργασίας συγκεκριμένων προδιαγραφών, εντός περιορισμών κόστους και χρόνου, προκειμένου να επιτευχθεί μια ενιαία, επωφελής αλλαγή, μέσω της παράδοσης ποσοτικοποιημένων και ποιοτικών στόχων». Άλλοι ορισμοί οι οποίοι έχουν διατυπωθεί από διάφορους διεθνείς οργανισμούς με σκοπό την περιγραφή της έννοιας του έργου αναφέρονται στη συνέχεια:

- Έργο είναι ένα μοναδικό σύνολο συντονισμένων δραστηριοτήτων με ορισμένο σημείο έναρξης και σημεία λήξης, οι οποίες λαμβάνονται από ένα άτομο ή οργανισμό προκειμένου να επιτευχθούν συγκεκριμένοι στόχοι απόδοσης μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο, κόστος και παραμέτρους απόδοσης (British Standard Institute, 1996)
- Έργο ορίζεται ως ένα μοναδικό, μεταβατικό εγχείρημα το οποίο υλοποιείται με σκοπό την επίτευξη ενός επιθυμητού αποτελέσματος (Association for Project Management, 2006)
- Έργο είναι ένα προσωρινό εγχείρημα το οποίο υλοποιείται με σκοπό τη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος, υπηρεσίας ή αποτελέσματος (Project Management Institute, 2013).

Στην ελληνική νομοθεσία, στον Νόμο 1418/1984, άρθρο 1 παράγραφος 3 ως έργο «νοείται κάθε νέα κατασκευή ή επέκταση ή ανακαίνιση ή επισκευή ή συντήρηση και η οικονομικά ή τεχνικά αυτοτελής λειτουργία, καθώς και κάθε σχετική ερευνητική εργασία, που απαιτεί τεχνική γνώση και επέμβαση».

Συνοψίζοντας τους ορισμούς οι οποίοι προαναφέρθηκαν, διατυπώνεται στη συνέχεια ένας πιο συνοπτικός ορισμός. Έργο νοείται μία προσπάθεια σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο για την απόδοση ενός μοναδικού αποτελέσματος (προϊόντος ή υπηρεσίας). Όπως προκύπτει από τους ορισμούς, το βασικότερο γνώρισμα ενός έργου είναι η μοναδικότητά του. Ακόμη και σε περιπτώσεις που κάποια έργα εμφανίζονται πανομοιότυπα μεταξύ τους υπάρχουν πάντα κάποια χαρακτηριστικά τους τα οποία διαφοροποιούνται. Ωστόσο, πέρα από τη μοναδικότητα των έργων, παρατηρούνται κάποια κοινά βασικά χαρακτηριστικά σε όλα τα έργα. Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτά είναι (Πολύζος, 2018):

1. για την ολοκλήρωση ενός έργου απαιτείται η κατανάλωση πόρων. Στους διαθέσιμους πόρους συγκαταλέγονται το κεφάλαιο, το ανθρώπινο δυναμικό, ο χρόνος, οι πρώτες ύλες κλπ
2. κάθε έργο πραγματοποιείται βάσει κάποιων συγκεκριμένων προδιαγραφών οι οποίες τέθηκαν κατά την έναρξή του ώστε να γίνεται διασφάλιση της ποιότητας
3. κάθε έργο πραγματοποιείται εντός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου, έχει δηλαδή αρχή και τέλος, και προορίζεται για την ικανοποίηση ενός συγκεκριμένου σκοπού
4. για κάθε έργο πραγματοποιείται οικονομικός προϋπολογισμός ή προϋπολογισμός κόστους
5. η ολοκλήρωση ενός έργου εμπεριέχει στοιχεία επιχειρηματικού κινδύνου καθώς το τελικό αποτέλεσμα μπορεί να διαφέρει από εκείνο του αρχικού προγραμματισμού

Ως επιπλέον βασικό χαρακτηριστικό των έργων αναφέρεται και η συγκρότησή τους από επιμέρους δραστηριότητες ή εργασίες, το πλήθος των οποίων εξαρτάται από το μέγεθος κάθε έργου (Πολύζος, 2018). Οι δραστηριότητες αυτές είναι αλληλοεπηρεαζόμενες και διακρίνονται από σχέσεις προτεραιότητας μεταξύ τους (Κόπελου, 2017).

Επιπρόσθετα, τα έργα χαρακτηρίζονται από μία συλλογική προσπάθεια διαφόρων εμπλεκόμενων φορέων και ατόμων σε αυτά, από την αρχική σύλληψη της ιδέας έως τη λειτουργία τους. Στους φορείς αυτούς διακρίνεται μία σύνδεση και αλληλεξάρτηση στις μεταξύ τους σχέσεις και διακρίνονται (Πολύζος, 2018):

- στον ιδιοκτήτη ή κύριο του έργου, στον οποίο στηρίζεται η σύλληψη της αρχικής ιδέας ή αναγνωρίζει την ανάγκη για τις υπηρεσίες που θα προσφέρει το έργο
- ο μελετητής στον οποίο ανατίθεται ο σχεδιασμός του έργου και αναλόγως από την πολυπλοκότητα του έργου μπορεί να αποτελείται από μία ομάδα επιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων

- ο κατασκευαστής (ανάδοχος ή εργολήπτης) του έργου στον οποίο ανατίθεται η κατασκευή του έργου εντός συγκεκριμένων προδιαγραφών και προτύπων που προέκυψαν από την μελέτη
- ο ειδικός σύμβουλος ο οποίος συνεργάζεται με τον μελετητή ή τον κατασκευαστή συνήθως σε έργα μεγαλύτερης κλίμακας και πολυπλοκότητας.

Κατά την εκτέλεση ενός έργου αλληλεπιδρούν και άλλοι φορείς όπως οι χρηματοδότες του έργου, μία δημόσια υπηρεσία για την χορήγηση των απαιτούμενων αδειών, οι ωφελούμενοι κλπ.

Όλα τα έργα εμφανίζουν, εκτός των άλλων, ένα συγκεκριμένο κύκλο ζωής, ο οποίος διαφοροποιείται από έργο σε έργο και εξαρτάται από το μέγεθος, την πολυπλοκότητα και την οργανωτική του δομή στην οποία στηρίζεται κατά τη φάση υλοποίησής του. Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα έργα χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο μέσα στο οποίο εκτελούνται, το οποίο περιλαμβάνει την αρχή, τη διάρκεια και το τέλος τους, χρονικό διάστημα το οποίο αναφέρεται ως κύκλος ζωής του έργου (Πολύζος, 2018). Στην ελληνική νομοθεσία γίνεται αναφορά στον κύκλο ζωής στον Νόμο 4412/2016, στο άρθρο 2 παράγραφος 1 ως εξής: «ως «κύκλος ζωής» νοούνται όλα τα διαδοχικά και/ή διασυνδεδεμένα στάδια, συμπεριλαμβανομένων της έρευνας και της ανάπτυξης που θα πραγματοποιηθούν, της παραγωγής, της εμπορίας και των όρων της, της μεταφοράς, της χρήσης και της συντήρησης, καθόλη τη διάρκεια ύπαρξης ενός προϊόντος ή ενός έργου ή της παροχής μιας υπηρεσίας, από την απόκτηση των πρώτων υλών ή την παραγωγή των πόρων μέχρι την απόρριψη, την εκκαθάριση και το τέλος της υπηρεσίας ή χρήσης». Συνοψίζοντας, ως κύκλος ζωής ενός έργου νοείται μία λογική ακολουθία δραστηριοτήτων για την πραγματοποίηση των στόχων ή του σκοπού του έργου.

Ο κύκλος ζωής ενός έργου, ανεξάρτητα από το αντικείμενό του ή την πολυπλοκότητά του, περιλαμβάνει κάποια στάδια, ο διαχωρισμός των οποίων σύμφωνα με τον Πολύζο (2018) δεν είναι ούτε αυστηρός ούτε και ευρέως αποδεκτός καθώς υπάρχει αλληλοκάλυψη μεταξύ των σταδίων. Ακολουθώντας παρουσιάζονται τα στάδια του κύκλου ζωής ενός έργου τα οποία κατατάζουν το έργο σε φάσεις με σκοπό τη δυνατότητα καλύτερου ελέγχου και διαχείρισής του.

Το πρώτο στάδιο του κύκλου ζωής αποτελεί την έναρξη του έργου και αναφέρεται στη σύλληψη της ιδέας η οποία προέρχεται από την επιθυμία για την ικανοποίηση μίας ανάγκης ή από ένα κενό στη ζήτηση που δεν μπορεί να καλυφθεί από την υπάρχουσα προσφορά (Πολύζος, 2018).

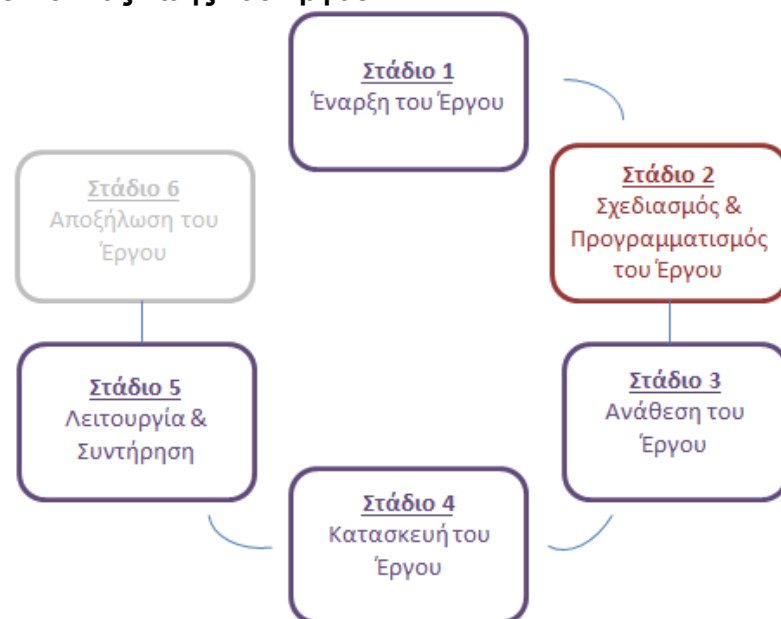
Το δεύτερο στάδιο του κύκλου ζωής περιλαμβάνει τον σχεδιασμό ενός έργου. Στο στάδιο αυτό αναφέρονται όλες οι πληροφορίες σχετικά με τις βασικές προδιαγραφές του έργου βάσει των οποίων σχεδιάζονται τα χαρακτηριστικά του. Πιο συγκεκριμένα, προγραμματίζονται και σχεδιάζονται όλα τα στοιχεία και οι παράμετροι του έργου, έτσι ώστε να είναι έτοιμο να υλοποιηθεί. Το έργο περιγράφεται αναλυτικά (project

description), καθορίζονται οι αντικειμενικοί του στόχοι και οργανώνονται οι χρονικοί περιορισμοί, οι οικονομικοί πόροι και η τεχνική υποδομή. Στο συγκεκριμένο στάδιο περιλαμβάνεται και η μελέτη εφικτότητας με την οποία αποφασίζεται η υλοποίηση ή μη έργων μεγαλύτερης κλίμακας και πολυπλοκότητας. Γενικά το στάδιο αυτό εμφανίζεται ως το σημαντικότερο και αποτελεί τη βάση της διαχείρισης του έργου καθώς αποτελεί τη φάση κατά την οποία ορίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα εκτελεστεί το έργο (Πολύζος, 2018).

Μετά τη μελέτη και τον σχεδιασμό του έργου της προηγούμενης φάσης, ακολουθεί το στάδιο της ανάθεσης του έργου. Το τρίτο στάδιο του κύκλου ζωής του έργου περιλαμβάνει δηλαδή τη δημοπράτηση του έργου, τη διερεύνηση της αγοράς για το προσωπικό και τα υλικά και εν γένει όλες τις απαραίτητες ενέργειες πριν από την έναρξη της κατασκευής του έργου (Πολύζος, 2018).

Το τέταρτο στάδιο αντιστοιχεί στη φάση της εκτέλεσης του προγραμματισμού και της μελέτης που προηγήθηκαν σε προηγούμενο στάδιο, της ολοκλήρωσης της κατασκευής και της παράδοσης του έργου στον τελικό χρήστη του. Οι παραγωγικοί συντελεστές οργανώνονται και συντονίζονται με σκοπό την ολοκλήρωση του έργου εντός των χρονικών περιορισμών που έχουν τεθεί και εντός του προϋπολογισμού του. Το πέμπτο στάδιο αποτελεί και το τελικό στάδιο στον κύκλο ζωής του έργου και σχετίζεται τη λειτουργία και τη συντήρηση του έργου. Σε κάθε έργο δύναται να δημιουργηθούν ανάγκες οι οποίες δεν καταγράφηκαν κατά τη μελέτη του έργου ή προέκυψαν αργότερα (αλλαγή στη νομοθεσία κλπ) οι οποίες οδηγούν σε αλλαγές με σκοπό τη διόρθωση και τη βελτίωσή του. Μετά τα στάδια που αναφέρθηκαν παραπάνω δύναται να δημιουργηθεί ένα επιπλέον στάδιο, αυτό της αποξήλωση του έργου όταν αυτό παύει πια να εξυπηρετεί (Πολύζος, 2018).

Σχήμα 2.1.: Ο Κύκλος Ζωής του Έργου



Πηγή: Ίδια Επεξεργασία, 2024

Εκτός από τα βασικά στάδια του κύκλου ζωής, ο κύκλος ζωής του έργου εμφανίζει κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Στα αρχικά στάδια του κύκλου ζωής, όταν τα έργα είναι ακόμη υπό μελέτη, οι παραγωγικοί συντελεστές που υπεισέρχονται σε αυτά είναι σε μικρότερα ποσοστά ενώ στη συνέχεια όταν αυτά περνούν στη φάση κατασκευής τους η συμμετοχή των παραγωγικών συντελεστών αυξάνεται συνεχώς ώσπου να ανέλθει σε ένα πολύ υψηλό σημείο χρησιμοποίησης των παραγωγικών συντελεστών. Από το σημείο αυτό και μετά, καθώς τα έργα οδεύουν προς την ολοκλήρωσή τους ο ρυθμός εισαγωγής των παραγωγικών συντελεστών σταδιακά μειώνεται μέχρι αυτός σταδιακά να μηδενιστεί. Το επίπεδο χρήσης των παραγωγικών συντελεστών επομένως στη διάρκεια ζωής των έργων δεν παραμένει σταθερό αλλά αλλάζει ανάλογα τη χρονική στιγμή (Πολύζος, 2018).

Αντίστοιχη σχέση με αυτή της έντασης των παραγωγικών συντελεστών παρατηρείται και στην επίδραση των εμπλεκόμενων φορέων και ατόμων στην υλοποίηση των έργων με τον κύκλο ζωής. Στη σχέση αυτή η επιρροή των εμπλεκόμενων τείνει να μειώνεται κατά την πορεία ολοκλήρωσης των έργων (Πολύζος, 2018).

Συσχέτιση εμφανίζεται επίσης και στην έννοια του κόστους των έργων με το χρόνο γεγονός το οποίο είναι εύκολα αντιληπτό καθώς στα πρώιμα στάδια του κύκλου ζωής οι απαιτήσεις σε χρήμα είναι σχετικά χαμηλές ενώ σταδιακά αυξάνονται ώσπου να φτάσει στον τελικό του προϋπολογισμό (Πολύζος, 2018).

Εκτός της σχέσης της αύξησης του κόστους στην πορεία του χρόνου, εμφανίζεται και μία σχέση στην επίδραση στις μελλοντικές δαπάνες του έργου με το χρόνο. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι στην περίπτωση κατά την οποία διαπιστωθεί κάποιο λάθος στη μελέτη ή προκύψει η ανάγκη διαφοροποίησης των εργασιών και είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν μεταβολές στο έργο, οι αλλαγές αυτές είναι πιο κοστοβόρες όσο το έργο τείνει προς την ολοκλήρωσή του. Στη φάση του σχεδιασμού του έργου το ποσοστό της επιρροής στις μελλοντικές δαπάνες είναι υψηλό ενώ μετά το πέρας της κατασκευής η επιρροή αυτή εκμηδενίζεται (Πολύζος, 2018).

Τις περισσότερες φορές, η έννοια του έργου συνδέεται με το τεχνικό έργο και εν γένει με τον τομέα των κατασκευών και διαχωρίζονται αυτά σε πολλές κατηγορίες όπως τα οικοδομικά έργα, τα συγκοινωνιακά έργα, τα υδραυλικά, τα λιμενικά, τα εγγειοβελτιωτικά, τα υπόγεια, τα ενεργειακά και τα έργα τηλεπικοινωνιών, τα μηχανολογικά καθώς και τα έργα πληροφορικής (Πολύζος, 2018). Τα τεχνικά έργα αναφέρονται ως μια ειδική κατηγορία έργων, καθώς χαρακτηρίζονται από πολυπλοκότητα και μεγάλη κλίμακα. Ο κατασκευαστικός τομέας είναι εκείνος ο κλάδος της βιομηχανίας ο οποίος ενέχει τον περισσότερο κίνδυνο και την μεγαλύτερη αβεβαιότητα από οποιονδήποτε άλλο τομέα. Η διαδικασία υλοποίησης ενός τεχνικού έργου, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι πολύπλοκη και σύνθετη, καθώς περιλαμβάνει εκτός από την εκτέλεση και παράδοση του, τη μελέτη, τον προγραμματισμό, την

εύρεση πόρων, τη χρηματοδότηση καθώς και τον διαρκή έλεγχο του. Πιο συγκεκριμένα, αποτελούν έργα τα οποία χαρακτηρίζονται από μεγάλη διάρκεια σε χρόνο και απαιτούν συνδυασμό πολλών ομάδων ανθρώπων και πόρων, με σκοπό την ολοκλήρωσή τους. Η επιτυχία επομένως ενός τεχνικού έργου στηρίζεται στην αποτελεσματική διοίκηση και διαχείρισή του. Σύμφωνα με τον Πολύζο (2018) υπάρχουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά των τεχνικών έργων τα οποία τα διακρίνουν από τα λοιπά έργα της στατικής βιομηχανίας ή τα βιομηχανικά έργα και παρουσιάζονται ακολούθως:

- τα τεχνικά έργα χαρακτηρίζονται από τη μοναδικότητά τους σε αντίθεση με τα έργα της στατικής βιομηχανίας τα οποία προέρχονται από μία σταθερή γραμμή παραγωγής
- ο ιδιοκτήτης ή ο κύριος του έργου δεν διαθέτει την απαιτούμενη εξειδίκευση και κατάρτιση, ώστε να κατανοήσει την όλη διαδικασία της κατασκευής και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των έργων
- στην κατασκευή των έργων εμπλέκονται διάφορα συνεργεία χωρίς να υπάρχει απαραίτητα μεταξύ τους συνεργασία και χωρίς να έχει τη δυνατότητα ο κύριος του έργου να ελέγχει και να κατανοεί πλήρως τα προβλήματα της κατασκευής.
- η κατασκευή τους χρειάζεται κινητές μονάδες παραγωγής οι οποίες σχηματίζονται για κάθε έργο ξεχωριστά
- τα τεχνικά έργα στην πλειοψηφία τους εκτελούνται στο φυσικό περιβάλλον και για το λόγο αυτό η επίδραση των καιρικών συνθηκών είναι σημαντική
- Οι επί τόπου συνθήκες επηρεάζουν σημαντικά το τελικό αποτέλεσμα του έργου, καθώς ο τόπος κατασκευής του έργου καθορίζει τη διαδικασία και τον προγραμματισμό του έργου
- στα τεχνικά έργα παρατηρείται μετακίνηση του προσωπικού από εταιρείες καθώς αναλαμβάνουν έργα σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές από την έδρα τους ή η αξιοποίηση του τοπικού εργατικού δυναμικού
- τα τεχνικά έργα δεν δύνανται να κατασκευαστούν εκ των προτέρων με στόχο να καλύψουν τη μελλοντική ζήτηση με αποτέλεσμα να μην υφίσταται εδώ η έννοια της αποθεματοποίησης της παραγωγής
- τα τεχνικά έργα αποτελούν δραστηριότητες ετοιμότητας και οι κατασκευαστικές επιχειρήσεις είναι επιχειρήσεις ετοιμότητας δηλαδή η ανάληψη της εκτέλεσης μίας κατασκευής να υφίσταται όποτε υπάρξει η ανάγκη του ιδιωτικού ή του δημόσιου φορέα
- οι τεχνικές εταιρείες δεν μπορούν να επηρεάσουν τη ζήτηση των προϊόντων τους είτε με διαφήμιση είτε με άλλα μέσα καθώς οι δαπάνες για έργα και υποδομές σχετίζονται με τη δημοσιονομική πολιτική
- η τυποποίηση της κατασκευής με σκοπό τη μείωση του συνολικού κόστους ενός έργου δεν είναι πάντοτε δυνατή καθώς υπάρχουν εργασίες οι οποίες

υλοποιούνται πάντοτε στον τόπο κατασκευής του έργου. Για τη μείωση του κόστους επιζητείται η εισαγωγή νέου αποδοτικότερου μηχανολογικού εξοπλισμού και εν γένει η μηχανοποίηση της παραγωγής

- τα τεχνικά έργα αποτελούν παραγωγή κατά παραγγελία και η ανάθεση της κατασκευής του στην εταιρεία σηματοδοτεί και την έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας.

Τις τελευταίες δεκαετίες ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις χαρακτηρίζουν τις δραστηριότητές τους ως έργα χρησιμοποιώντας μεθοδολογίες της διαχείρισης έργων με σκοπό την διασφάλιση της επιτυχούς περαίωσής τους (Πολύζος, 2018). Αυτό συντέλεσε στην εξέλιξη της διαχείρισης των έργων ως επιστημονικού κλάδου στη διάδοση των τεχνικών διαχείρισης των έργων και την αξιοποίηση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων της όλης διαδικασίας στην επιτυχή ολοκλήρωση των έργων.

2.2. Η Διαχείριση του Έργου

Από την έναρξη έως και την ολοκλήρωση του έργου, ένα έργο διακρίνεται από αβεβαιότητα, επικινδυνότητα και διαρκείς ενέργειες αντιμετώπισης απρόβλεπτων καταστάσεων που προκύπτουν στην πορεία περάτωσής του. Με στόχο την εξυπηρέτηση του αντικειμενικού σκοπού του και την επιτυχή ολοκλήρωσή του εμφανίζεται ο κλάδος της Διαχείρισης των έργων και το αντικείμενο της.

Οι τρεις βασικές παράμετροι που απαρτίζουν τους στόχους του έργου, είναι ο χρόνος (time), η απόδοση (performance) και το κόστος (cost) (Χασιάκος, Θεωδορακόπουλος, 2003). Σε αυτές τις παραμέτρους μπορεί να προστεθεί και η ασφάλεια του έργου (Πολύζος, 2018). Στην έννοια της απόδοσης, εμπεριέχονται ποσοτικοί και ποιοτικοί στόχοι, που τίθενται στις αρχικές φάσεις σύλληψης της ιδέας και του σχεδιασμού. Σύμφωνα με τη Γεωργαντοπούλου (2013) αν και οι στόχοι που θέτει κάθε έργο είναι πολλοί και διαφέρουν σε αριθμό και βαρύτητα ανάλογα με τη φύση του έργου, οι πιο σημαντικοί στόχοι σε ένα έργο με προκαθορισμένα παραδοτέα συνοψίζονται στη μείωση στο ελάχιστο του χρόνου υλοποίησης του έργου, στη μεγιστοποίηση της καθαρής παρούσας αξίας του έργου και στην επίτευξη της βέλτιστης ποιότητας του έργου. Οι παράμετροι αυτοί είναι άκρως αλληλοεπηρεαζόμενοι οποιαδήποτε αλλαγή ενός από αυτούς, μπορεί να επιφέρει ένα διαφορετικό αποτέλεσμα. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος, που είναι απαραίτητο κάθε έργο να χωρίζεται σε περισσότερες φάσεις και επιμέρους εργασίες, ώστε να επιτυγχάνεται ορθότερος διοικητικός έλεγχος από τον υπεύθυνο του έργου. Τα εργαλεία και οι τεχνικές διαχείρισης, αποτελούν αποδεκτές πρακτικές, στις οποίες οι έννοιες του χρόνου, του κόστους και της ποιότητας έχουν ενοποιηθεί και παρουσιάζονται ως ένα ισορροπημένο τρίγωνο απαιτήσεων στο οποίο οποιαδήποτε αλλαγή εμφανιστεί σε καθεμία από τις παραμέτρους θα μπορούσε να επηρεάσει τις υπόλοιπες.

Σχήμα 2.3.: Τρίγωνο Στόχων Έργου

Πηγή: Πολύζος, 2018 (Ιδια Επεξεργασία, 2024)

Με βάση το εγχειρίδιο PMBOK (2017), η διαχείριση των έργων ορίζεται ως η διαδικασία κατά την οποία «εφαρμόζονται γνώσεις, δεξιότητες, εργαλεία και τεχνικές κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων του έργου, με στόχο την ικανοποίηση των απαιτήσεων και των προσδοκιών των συμμετόχων». Σύμφωνα με άλλο ορισμό η διαχείριση των έργων αναφέρεται ως «η οργανωμένη διαδικασία, που έχει ως σκοπό τον καλύτερο συνδυασμό κεφαλαίου, πόρων και χρόνου, έτσι ώστε το έργο να υλοποιηθεί με το βέλτιστο ποσοτικά και ποιοτικά τρόπο και να προβεί προσοδοφόρο για τους άμεσα ενδιαφερόμενους» (Πολύζο, 2018). Η περιγραφή του παραπάνω ορισμού που περιγράφεται στο εγχειρίδιο συνεπάγεται ότι ο διευθυντής του έργου (manager) οφείλει να βρει την οποιαδήποτε λύση με στόχο την ολοκλήρωση του έργου. Η διαδικασία της διαχείρισης ενός έργου περιλαμβάνει μια πληθώρα ενεργειών και αυτός που πραγματοποιεί τη διαδικασία της διαχείρισης (manager) καλείται να χρησιμοποιήσει τις γνώσεις, την εμπειρία, τα εργαλεία και τις δεξιότητες που διαθέτει για να αναγνωρίσει τις ανάγκες του έργου, να κρατήσει την πορεία του έργου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη και των ενδιαφερόμενων (stakeholders), να δημιουργήσει κλίμα συνεργασίας ανάμεσα στην ομάδα εργασίας και τους ενδιαφερόμενους και να χειριστεί τους περιορισμούς του έργου με ορθό τρόπο. Επιπρόσθετα, ένα έργο κατασκευάζεται με σκοπό να ικανοποιήσει τις ανάγκες και τις προσδοκίες όσων συμμετέχουν σε αυτό. Επομένως, αποτελεί βασική απαίτηση ο καθορισμός των εμπλεκόμενων (εκτός από τον πελάτη), και η ανάλυση των αναγκών και των επιδιώξεών τους.

Κατά τον Πολύζο (2018), η διαχείριση των έργων καλείται να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά σημαντικά προβλήματα τα οποία δύναται να εμφανιστούν κατά την πορεία ολοκλήρωσης των έργων όπως είναι η υπέρβαση του κόστους, είτε λόγω κακού σχεδιασμού είτε λόγω παραγόντων αβεβαιότητας, η υπέρβαση του χρόνου, η οποία πολύ συχνά έχει ως αιτία την κακή οργάνωση της ομάδας εργασίας καθώς και τα εργασιακά προβλήματα που αφορούν κυρίως σε θέματα προσωπικού και μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγικότητα.

Η διαχείριση των έργων διακρίνεται από κάποιες βασικές λειτουργίες οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια (Πολύζος, 2018):

- ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός: Πρόκειται για το σχεδιασμό και προγραμματισμό της πορείας του έργου, η οποία θα ακολουθηθεί για την επίτευξη του τελικού σκοπού και περιλαμβάνει, δηλαδή τη διατύπωση προβλέψεων ως προς τη μελλοντική συμπεριφορά όλων των μεταβλητών που επιδρούν στη δραστηριότητα της επιχείρησης, την καθιέρωση των στόχων και των προτεραιοτήτων του έργου καθώς και των εργασιών και δραστηριοτήτων με τις οποίες θα επιτευχθούν και τον καθορισμό της αλληλουχίας των δραστηριοτήτων, τη χρονική διάρκειά τους, την κατανομή των πόρων και την κατάρτιση του προϋπολογισμού.
- η οργάνωση και ο συντονισμός: Πρόκειται για τη δημιουργία οργανωτικής υποδομής και περιλαμβάνει τον καταμερισμό του έργου σε επί μέρους δραστηριότητες, την ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων σε τμήματα ή τομείς, τη στελέχωση των τμημάτων με κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό καθώς και την εκχώρηση της αναγκαίας εξουσίας στους υπευθύνους των τμημάτων ώστε να είναι σε θέση να εκτελέσουν αποδοτικά την αποστολή τους.
- ο έλεγχος: Πρόκειται για τον υπολογισμό των αποκλίσεων μεταξύ των αρχικών προβλέψεων στην ποιοτική και ποσοτική εξέλιξη των επί μέρους δραστηριοτήτων. Ο έλεγχος πραγματοποιείται σε τρία επίπεδα, αυτό της αποτροπής των αποκλίσεων στο χρονικό προγραμματισμό και της κατανομής των πόρων, της παρακολούθησης των πραγματικών δεδομένων και της εξέλιξης των ενεργειών στην κατεύθυνση ικανοποίησης των προβλεπόμενων βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στόχων και της βελτίωσης του υπάρχοντος σχεδιασμού με τον προγραμματισμό στη βάση των πραγματικών συνθηκών του έργου. Είναι πιθανόν να απαιτηθεί εκ νέου προγραμματισμός, ανακατανομή πόρων και μεταβολή των αρχικά προσδιορισμένων στόχων.
- η διεύθυνση και η καθοδήγηση: Πρόκειται για τη δυσκολότερη διεργασία που έχει να αντιμετωπίσει ο διευθυντής του έργου καθώς το αντικείμενο της είναι ο άνθρωπος ως εργαζόμενος, η συμπεριφορά του οποίου δεν είναι ένα μέγεθος προβλέψιμο και μετρήσιμο.

Η Διαχείριση των Έργων εμφανίζει κάποια πλεονεκτήματα στα οποία περιλαμβάνονται όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την αρμονική σχέση μεταξύ διοίκησης, πελάτη και εργαζομένου. Πιο συγκεκριμένα, είναι η εφαρμογή της γνώσης, των δεξιοτήτων, των εργαλείων και των τεχνικών που τελικώς θα ικανοποιήσουν ή θα υπερβούν τις ανάγκες και τις προσδοκίες των ενδιαφερομένων μερών οποιουδήποτε έργου. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα της Διαχείρισης των Έργων αναφέρονται στη συνέχεια (Gary, 2008):

- Βελτιωμένη αποδοτικότητα για τις παρεχόμενες υπηρεσίες: Η Διαχείριση Έργων παρέχει ένα οδηγό που εύκολα μπορεί να ακολουθηθεί και να οδηγήσει στην ολοκλήρωση του έργου. Γνωρίζοντας τα προβλήματα που πρέπει να

αποφευχθούν, οι εργασίες γίνονται καλύτερα και ευκολότερα και δε διαρκούν πολύ.

- Βελτιωμένη/αυξημένη/ενισχυμένη ικανοποίηση πελατών: Όταν η ολοκλήρωση του έργου βρίσκεται εντός χρονικών ορίων και εντός του κόστους που έχει προκαθοριστεί ο πελάτης μένει ικανοποιημένος και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την επανεμφάνισή του ως πελάτη. Η σωστή Διαχείριση των Έργων παρέχει εργαλεία που επιφέρουν συνέχεια στη σχέση πελάτη/επιχείρησης.
- Βελτιωμένη αποτελεσματικότητα για τις παρεχόμενες υπηρεσίες: Υπάρχει επαναληπτικότητα των στρατηγικών της Διαχείρισης των Έργων, δηλαδή, η στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε και οδήγησε στο αποτέλεσμα της επιτυχούς ολοκλήρωσης ενός έργου, είναι βέβαιο πως θα χρησιμοποιηθεί περισσότερες φορές.
- Βελτιωμένη επέκταση και ανάπτυξη της ομάδας: Τα θετικά αποτελέσματα δεν αποπνέουν μόνο σεβασμό προς τη διοίκηση, αλλά εμπνέουν την ομάδα να συνεχίσει να αναζητά τρόπους ώστε να αποδίδει.
- Μεγαλύτερη παγίωση και ανταγωνιστική θέση: Πρόκειται για ένα πλεονέκτημα εντός του χώρου εργασίας αλλά και έξω από αυτόν. Οι θετικές φήμες διαδίδονται και δεν υπάρχει τίποτα καλύτερο που να εξασφαλίζει ένα ικανοποιητικό μερίδιο αγοράς.
- Ευκαιρίες επέκτασης υπηρεσιών: Ένας μεγάλος βαθμός επιτυχίας οδηγεί σε περισσότερες πιθανότητες επιτυχίας στην ενασχόληση με επιπλέον αντικείμενα.
- Καλύτερη ευελιξία: Η Διαχείριση των Έργων επιτρέπει ευελιξία. Προσδιορίζεται η επιθυμητή στρατηγική για την πραγματοποίηση του έργου αλλά στη συνέχεια δίνεται η δυνατότητα να γίνουν αλλαγές αν ανακαλυφθεί κάποιος βελτιωμένος τρόπος.
- Αυξημένη εκτίμηση κινδύνου: Όταν ξεκινά η εφαρμογή μίας στρατηγικής εμφανίζονται οι δυνητικοί κίνδυνοι. Η Διαχείριση των Έργων παρέχει προειδοποίηση τη σωστή στιγμή, πριν ξεκινήσουν οι εργασίες για την υλοποίηση του έργου.
- Αυξημένη ποιότητα: Προκύπτει ως αποτέλεσμα της αποτελεσματικότητας.

Καθώς τα έργα αποτελούν τμήμα της ανθρώπινης δραστηριότητας από την απαρχή του πολιτισμού, η ανάγκη για οργάνωση και διαχείριση των έργων δεν είναι μία νέα έννοια. Σε όλους τους πολιτισμούς, από τους Σουμέριους, τους Αιγύπτιους, τους Αρχαίους Έλληνες μέχρι τους Ρωμαίους, τα ανθρώπινα επιτεύγματα χαρακτηρίζονται από κάποια μορφή οργάνωσης, διοίκησης και σχεδιασμού (Πολύζος, 2018).

Παραδοσιακά, η διαχείριση των έργων αποτελούσε για τους περισσότερους μια τέχνη και όχι μια επιστήμη. Με τα χρόνια ωστόσο, ο αριθμός των οργανισμών, των ενώσεων και την ακαδημαϊκής αναγνώρισης άρχισε να αυξάνεται σταδιακά και έτσι η

διαχείριση των έργων εξελίχθηκε περισσότερο σε μία επιστήμη και έναν ακαδημαϊκό κλάδο. Στη σημερινή εποχή, με την ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία και τις ανταγωνιστικές αγορές, οι εταιρείες πιέζονται προς την κατεύθυνση αλλαγής του τρόπου διαχείρισής τους.

Κατά τους Carayannis, Kwak και Anbari (2003) η εξέλιξη της διαχείρισης των έργων δύναται να διακριθεί σε τέσσερις βασικές περιόδους όπως αυτές αναφέρονται ακολούθως:

1. η περίοδος μέχρι το 1958: Στην περίοδο αυτή εμφανίζεται μία ταχύτατα εξελισσόμενη ανάπτυξη της τεχνολογίας και ιδιαίτερα των υποδομών και των μεταφορών με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης των έργων. Η περίοδος αυτή αποτελεί και το θεμέλιο της του επιστημονικού κλάδου της διαχείρισης των έργων, με ορόσημο τη θεωρία του Fayol (1916) σε σχέση με τις πέντε λειτουργίες της διαχείρισης (management functions), τις οποίες πολλοί ερευνητές θεωρούν τον προπομπό της σύγχρονης επιστήμης της διαχείρισης έργων. Οι λειτουργίες αυτές είναι ο σχεδιασμός, η οργάνωση, ο συντονισμός, ο έλεγχος και η εντολή. Το διάγραμμα Gantt εμφανίζεται επίσης αυτή την περίοδο (1917) από τον αμερικανό μηχανικό Henry Gantt με σκοπό να καταστήσει περισσότερο εποπτικό τον προγραμματισμό και τον έλεγχο των ναυπηγικών έργων. Με τη χρήση του μείωσε σημαντικά τον χρόνο ναυπήγησης εμπορικών πλοίων κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου και θεωρείται μέχρι σήμερα ο πατέρας των τεχνικών σχεδιασμού και ελέγχου.
2. Η περίοδος 1958-1979: Κατά την περίοδο αυτή παρουσιάζονται στην ανθρωπότητα μεγάλα τεχνολογικά επιτεύγματα, όπως η εισαγωγή του αυτόματου φωτοτυπικού από τη Xerox το 1959, η επιτυχία του προγράμματος Apollo από τη NASA και η ίδρυση της Microsoft το 1975. Στον τομέα της διαχείρισης των έργων, εισάγονται εργαλεία όπως η Τεχνική Αποτίμησης και Αναθεώρησης Προγράμματος (Program Evaluation Review Technique, PERT) και η Μέθοδος Κρίσιμης Διαδρομής (Critical Path Method, CPM), μέθοδοι οι οποίες χαρακτηρίζονται ως κρίσιμες στην ανάπτυξη της επιστήμης τόσο σε ακαδημαϊκό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος PERT αναπτύχθηκε από το Ναυτικό των ΗΠΑ για έργο που αφορούσε στην ανάπτυξη πυραυλικών συστημάτων Polaris ενώ αντίστοιχα η CPM αναπτύχθηκε για έργα συντήρησης του κατασκευαστικού τομέα (Κηρυττόπουλος, Ρόκου, 2014)
3. Η περίοδος 1980-1994: Η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από ραγδαία ανάπτυξη στην τεχνολογία των πληροφοριών (Information Technology, IT) και τα πληροφοριακά συστήματα (Information Systems, IS). Η εφεύρεση του διαδικτύου και η διασπορά της χρήσης του ως ακαδημαϊκό εργαλείο σε συνδυασμό με τη δημιουργία του λογισμικού των προσωπικών υπολογιστών για τη διαχείριση έργων συνετέλεσε στην αύξηση της χρήσης των διαθέσιμων

τεχνικών διαχείρισης αλλά και στην ανάπτυξη καινούργιων. Με αφορμή την καταστροφή του διαστημικού σκάφους Challenger το 1986, προσφέρθηκε την περίοδο αυτή ιδιαίτερη σημασία στον τομέα της διαχείρισης κινδύνου (risk management) και της διαχείρισης ποιότητας (quality management).

Κατά τον Stretton (2007) η ανάπτυξη της διαχείρισης κινδύνου τη δεκαετία αυτή επήλθε σε μεγάλο βαθμό από την αλλαγή της έμφασης των τεχνικών διαχείρισης έργων. Πριν από αυτήν τη δεκαετία οι τεχνικές διαχείρισης των έργων εστίαζαν περισσότερο στις φάσεις της υλοποίησης του έργου, ενώ την περίοδο αυτή δίνεται περισσότερη έμφαση στην αναγνώριση των αναγκών του έργου ως σύνολο.

4. Η περίοδος από το 1995 μέχρι σήμερα: Η καταϊγιστική χρήση του διαδικτύου έδωσε τη δυνατότητα σε φορείς και επιχειρήσεις να πραγματοποιούν έλεγχο και διαχείριση των έργων τους με μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα. Το χαρακτηριστικό πρόβλημα της περιόδου αυτής ήταν το πρόβλημα του έτους 2000 κατά το οποίο τα συστήματα υπολογιστών θα εμφάνιζαν πρόβλημα με την εμφάνιση ημερομηνιών από το 2000 και έπειτα. Το πρόβλημα αναφερόταν σε έναν επικίνδυνο ιό γνωστός ως "Y2K" ο οποίος θα προκαλούσε παράλυση όλων των συστημάτων υπολογιστών και καταστροφή όλων των λογισμικών τους λόγω της αδυναμίας αλλαγής του έτους από το 99 στο 00 και οδήγησε στην ευρεία χρήση συστημάτων τεχνικών διαχείρισης κινδύνου και έργων. Πολυάριθμοι φορείς και επιχειρήσεις κατέφυγαν στις τεχνικές διαχείρισης έργων και κινδύνου για την αντιμετώπιση του προβλήματος "Y2K", ενώ το γεγονός ότι αυτό αποτελούσε μία παγκόσμια απειλή κατέστησε την προσπάθεια αντιμετώπισής του ως ένα από τα μεγαλύτερα προγράμματα διαχείρισης κινδύνου στην ιστορία της επιστήμης.

Οι λειτουργίες της διαχείρισης έργων κατηγοριοποιούνται βάσει του εγχειριδίου PMBOK (2017) του Project Management Institute σε δέκα κατηγορίες σχετικές με το γνωστικό πεδίο στο οποίο αναφέρονται. Οι κατηγορίες αυτές περιγράφονται ακολούθως:

1. Η Διαχείριση Ολοκλήρωσης του Έργου (Project Integration Management) η οποία περιλαμβάνει διεργασίες και δραστηριότητες που απαιτούνται για τον εντοπισμό, τον καθορισμό, τον συνδυασμό, την ενοποίηση και τον συντονισμό των διαφόρων διαδικασιών και δραστηριοτήτων διαχείρισης έργου εντός των ομάδων των διαφόρων διαδικασιών της διαχείρισης του έργου.
2. Η Διαχείριση Πεδίου Εφαρμογής του Έργου (Project Scope Management) η οποία αναφέρεται στις διαδικασίες που απαιτούνται για να διασφαλιστεί ότι το έργο περιλαμβάνει όλη την απαιτούμενη εργασία και μόνο την εργασία που απαιτείται για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου.

3. Η Διαχείριση του Προγράμματος του Έργου (Project Schedule Management) η οποία περιλαμβάνει τις διαδικασίες που απαιτούνται για τη διαχείριση της έγκαιρης ολοκλήρωσης του έργου. Βάσει παλαιότερων εγχειριδίων PMBOK ονομαζόταν «Διαχείριση Χρόνου του Έργου».
4. Η Διαχείριση του Κόστους του Έργου (Project Cost Management) η οποία εμπεριέχει τις διαδικασίες σχεδιασμού, εκτίμησης, κατάρτισης προϋπολογισμού, χρηματοδότησης, διαχείρισης και ελέγχου των δαπανών ώστε το έργο να μπορεί να ολοκληρωθεί εντός του εγκεκριμένου προϋπολογισμού του. Η Διαχείριση του Κόστους εμφανίζεται ως η πιο σημαντική κατηγορία των γνωστικών περιοχών καθώς το οικονομικό μέγεθος είναι βασικό σε όλα τα έργα.
5. Η Διαχείριση της Ποιότητας του Έργου (Project Quality Management) στην οποία περιλαμβάνονται οι διαδικασίες και οι δραστηριότητες του εκτελεστικού οργανισμού που καθορίζουν τις πολιτικές ποιότητας, τους στόχους και τις ευθύνες έτσι ώστε το έργο να ικανοποιεί τις ανάγκες για τις οποίες αναλήφθηκε.
6. Η Διαχείριση Πόρων του Έργου (Project Resources Management) η οποία περιλαμβάνει τις διαδικασίες οργάνωσης, διαχείρισης και καθοδήγησης της ομάδας του έργου. Βάσει παλαιότερων εγχειριδίων PMBOK ονομαζόταν «Διαχείριση Ανθρωπίνων Πόρων του Έργου».
7. Διαχείριση Επικοινωνίας του Έργου (Project Communications Management) στην οποία περιλαμβάνονται διαδικασίες που απαιτούνται για τη διασφάλιση του έγκαιρου και κατάλληλου σχεδιασμού, συλλογής, δημιουργίας, διανομής, αποθήκευσης, ανάκτησης, διαχείρισης, ελέγχου, παρακολούθησης και της τελικής διάθεσης των πληροφοριών του έργου.
8. Η Διαχείριση Κινδύνου του Έργου (Project Risk Management) στην οποία αναφέρονται οι διαδικασίες διεξαγωγής του σχεδιασμού διαχείρισης κινδύνου, του προσδιορισμού, της ανάλυσης, του σχεδιασμού απόκρισης και του ελέγχου του κινδύνου σε ένα έργο. Αποτελεί επίσης πολύ σημαντική κατηγορία καθώς υπεισέρχεται και εδώ η οικονομική συνιστώσα, κατά μία έννοια, γιατί η έννοια του κινδύνου του έργου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το κέρδος που μπορεί να αποφέρει ένα έργο. Όσο μεγαλύτερο είναι το ρίσκο, τόσο μεγαλύτερο το πιθανό κέρδος. Σύμφωνα με το PMBOK, η διαχείριση κινδύνου γίνεται με έξι διαδικασίες οι οποίες έχουν ως εξής: σχεδιασμός διαχείρισης κινδύνου (Risk Management Planning), προσδιορισμός κινδύνων (Risk Identification), ποιοτική ανάλυση κινδύνου (Qualitative Risk Analysis), ποσοτική ανάλυση κινδύνου (Quantitative Risk Analysis), σχεδιασμός απόκρισης στους κινδύνους (Risk Response Planning) και παρακολούθηση-έλεγχος κινδύνων

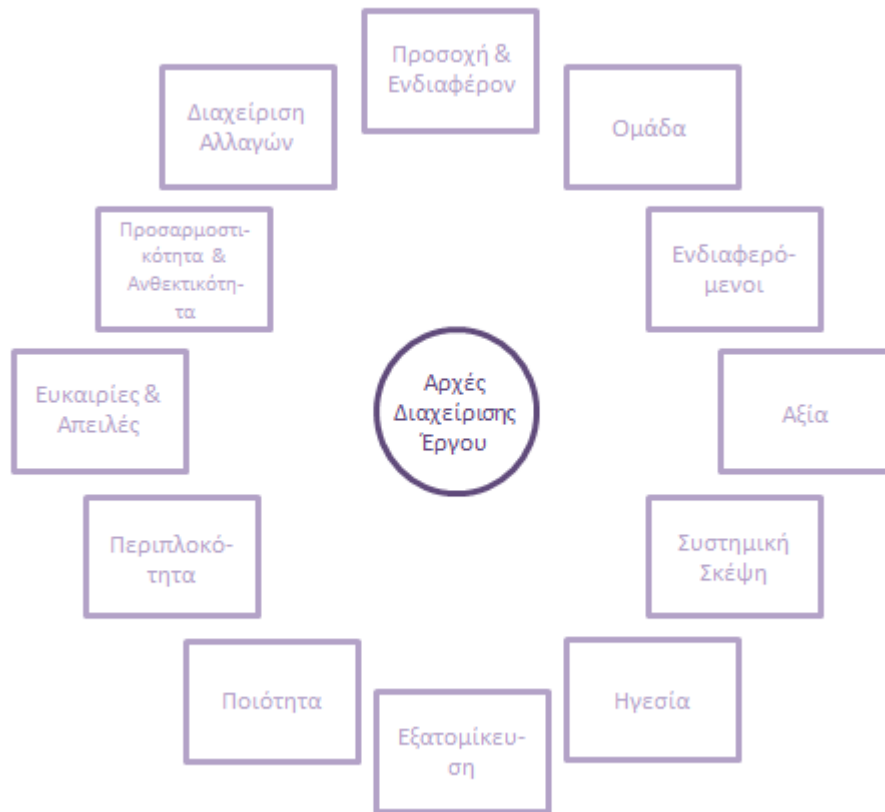
9. Η Διαχείριση των Προμηθειών του Έργου (Project Procurement Management) η οποία έχει ως γνωστικό αντικείμενο τις διαδικασίες που είναι απαραίτητες για την αγορά ή την απόκτηση προϊόντων, υπηρεσιών ή αποτελεσμάτων που απαιτούνται εκτός της ομάδας του έργου. Οι διαδικασίες σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνουν την οργάνωση των προμηθειών, την αναζήτηση και την επιλογή των προμηθευτών, τη διαχείριση των συμβάσεων κλπ.
 10. Η Διαχείριση Ενδιαφερομένων του Έργου (Project Stakeholder Management) η οποία αναφέρεται στις διαδικασίες που απαιτούνται για τον εντοπισμό όλων των ατόμων ή των οργανισμών που επηρεάζονται από το έργο, αναλύοντας τις προσδοκίες και τον αντίκτυπο των ενδιαφερομένων στο έργο και αναπτύσσοντας κατάλληλες στρατηγικές διαχείρισης για την αποτελεσματική συμμετοχή των ενδιαφερομένων στις αποφάσεις και την εκτέλεση του έργου.
- Στα παραπάνω γνωστικά πεδία αντιστοιχίζονται σύμφωνα με το εγχειρίδιο PMBOK (2017) κάποιες σχετικές διαδικασίες οι οποίες παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί.

Σχήμα 2.3.: Γνωστικές Περιοχές Διαχείρισης Έργων & Αντίστοιχες Διεργασίες

Διαδικασίες διαχείρισης έργων (Project Management Process Groups)					
Knowledge Areas	Initiating Process Group	Planning Process Group	Executing Process Group	Monitoring and Controlling Process Group	Closing Process Group
Project Integration Management	Develop Project Charter	Develop Project Management Plan	Direct & Manage Project Work	Monitor & Control project Work	Close Project or Phase
Project Scope Management		Plan Scope Management, Collect Requirements, Define Scope, Create WBS		Validate Scope, Control Scope	
Project Time Management		Plan Schedule Management, Define Activities, Sequence Activities, Estimate Activity Resources, Estimate Activity Durations, Develop Schedule		Control Schedule	
Project Cost Management		Plan Cost Management, Estimate Costs, Determine Budget		Control Costs	
Project Quality Management		Plan Quality Management	Perform Quality Assurance	Control Quality	
Project Human Resource Management		Plan Human Resource Management	Acquire Project Team, Develop Project Team, Manage Project Team		
Project Communications Management		Plan Communications Management	Manage Communications	Control Communications	
Project Risk Management		Plan Risk Management, Identify Risks, Perform Qualitative & Quantitative Risk Analysis, Plan Risk Response		Control Risks	
Project Procurement Management		Plan Procurement Management	Conduct Procurements	Control Procurements	Close Procurement
Project Stakeholder Management		Plan Stakeholder Management	Manage Stakeholder Engagement	Control Stakeholder Engagement	

Πηγή: The PMBOK Guide (2017) (Ιδια Επεξεργασία, 2024)

Τα τελευταία χρόνια το Project Management Institute με το τελευταίο εγχειρίδιο PMBOK (2020) πρόσθεσε δώδεκα ευρέως αποδεκτές αρχές που χρησιμοποιούνται στη Διαχείριση του Έργου χωρίς ωστόσο η υιοθέτηση αυτών των αρχών να σημαίνει ότι καταργούνται τα προηγούμενα γνωστικά πεδία ή ότι δεν είναι πλέον σχετικά αλλά εξακολουθούν να αντιπροσωπεύουν έναν τρόπο εφαρμογής των προηγούμενων αρχών στην πράξη. Οι αρχές της Διαχείρισης του Έργου παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί.

Σχήμα 2.4.: Οι Αρχές της Διαχείρισης του Έργου

Πηγή: *The PMBOK Guide - Seventh Edition Summary (2021)* (Ίδια Επεξεργασία, 2024)

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εστιάζει στο γνωστικό πεδίο της Διαχείρισης του Κινδύνου στα Έργα.

2.3. Η Έννοια του Κινδύνου

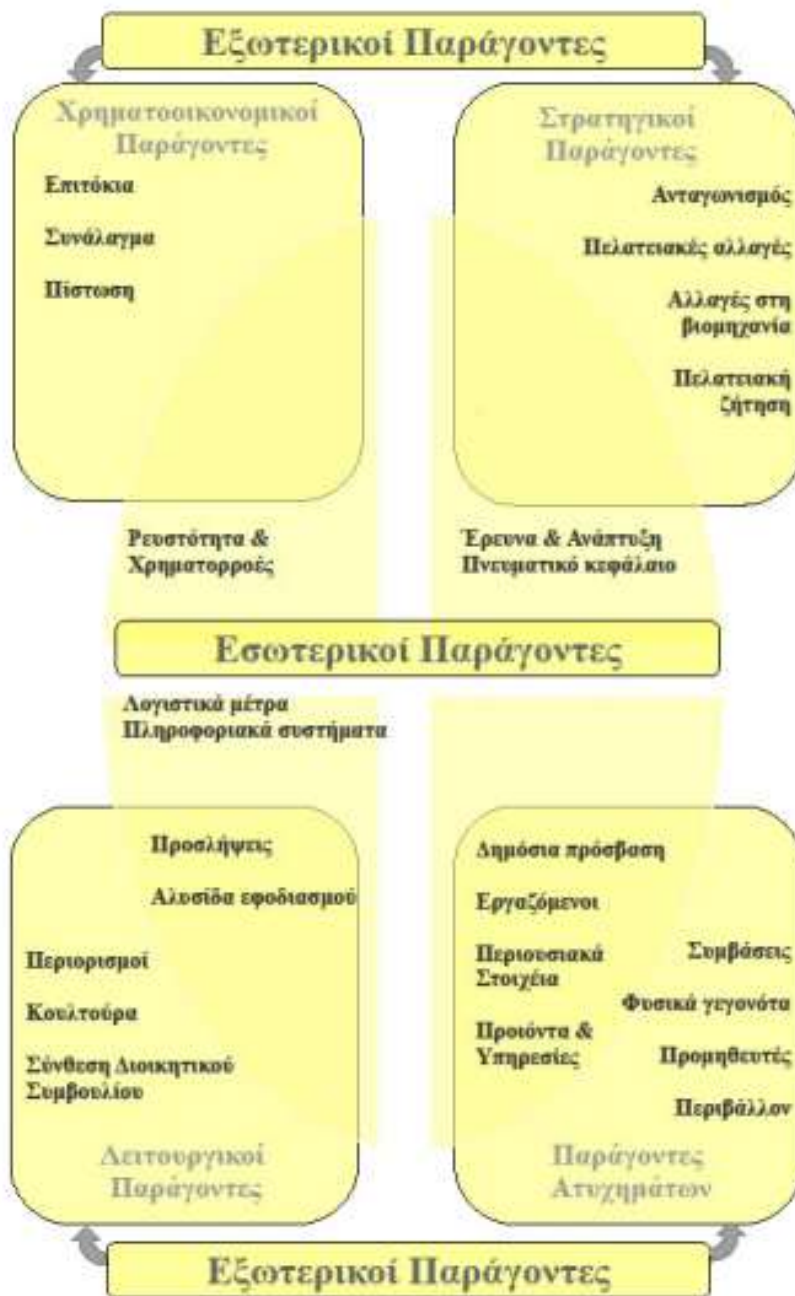
Σε όλες τις επαγγελματικές ή προσωπικές δραστηριότητες των ανθρώπων εμπεριέχεται πάντα η έννοια του κινδύνου (risk) και αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι της επιχειρηματικής αλλά και της δημόσιας ζωής. Με την πάροδο του χρόνου, ολοένα και περισσότεροι φορείς και επιχειρήσεις του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα αναπτύσσουν τις δραστηριότητες τους καθημερινά σε ένα διαρκώς εξελισσόμενο περιβάλλον και μία δυναμική αγορά η οποία εντείνει όλο και περισσότερο την αβεβαιότητα (Tchankona, 2002). Οι ορισμοί της έννοιας του κινδύνου αλλά και του αντίκτυπου του στις επιχειρησιακές δραστηριότητες που απαντώνται στη βιβλιογραφία είναι πάρα πολλοί καθώς ο κίνδυνος αποτελεί ένα ζήτημα που έχει απασχολήσει και συνεχίζει να απασχολεί τον ακαδημαϊκό και την επιχειρηματικό κλάδο. Κατά τους ερευνητές και τους επιχειρηματίες, πολλές φορές, η έννοια του κινδύνου είναι σχετική με την έννοια της αβεβαιότητας (uncertainty). Στον αντίποδα, ορισμένοι πιστεύουν πως η αβεβαιότητα είναι ένα είδος κινδύνου που πηγάζει από την έλλειψη επαρκούς γνώσης σε σχέση με τις πιθανότητες εμφάνισης ή τις συνέπειες ενός συμβάντος. Ο Knight (1921) μελέτησε τη διαφορά μεταξύ της

αβεβαιότητας και του κινδύνου, ο οποίος ανέπτυξε μία θεωρία, βασιζόμενη σε μαθηματικά δεδομένα, η οποία υποστηρίζει ότι η σημαντική διαφορά του κινδύνου και της αβεβαιότητας βρίσκεται στο γεγονός ότι κίνδυνος αν και χαρακτηρίζεται από το στοιχείο της τυχαίας εμφάνισης προέρχεται από γνωστές πιθανότητες σε αντίθεση με την αβεβαιότητα που προέρχεται από άγνωστες πιθανότητες. Επιπλέον, όπως και η έννοια του κινδύνου στην καθομιλουμένη εμφανίζει μία αρνητική σημασία έτσι και πολλοί ακαδημαϊκοί εστιάζουν στις αρνητικές επιπτώσεις της έννοιας παραβλέποντας τις ευκαιρίες. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο PMBOK (2017) του Project Management Institute ως κίνδυνος ορίζεται *«το αβέβαιο γεγονός ή η κατάσταση που εάν πραγματοποιηθεί, έχει θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις σε έναν ή περισσότερους στόχους του έργου»* όπου διαπιστώνεται ότι το αβέβαιο αυτό γεγονός δύναται αν πραγματοποιηθεί να επιφέρει είτε αρνητικές είτε θετικές συνέπειες στο έργο.

Συνοψίζοντας τα προαναφερθέντα, αναλόγως το αν οι κίνδυνοι εμφανίζουν θετική ή αρνητική επίδραση στα αναμενόμενα αποτελέσματα αυτοί διαχωρίζονται σε απειλές και ευκαιρίες. Η φύση των κινδύνων εκφράζεται μέσα από αυτόν τον διαχωρισμό αυτό. Με άλλα λόγια, οι έννοιες του κινδύνου ή διαχείριση των έργων περιλαμβάνει τόσο τον κίνδυνο με αρνητικό περιεχόμενο (*“downside risk”* ή ανεπιθύμητος κίνδυνος) ο οποίος εκφράζει την εμφάνιση σημαντικών απειλών ή αρνητικών επιπτώσεων όσο και τον κίνδυνο με τη μορφή ευκαιρίας (*“upside risk”* ή επιθυμητός κίνδυνος) ο οποίος εκφράζει την εμφάνιση σημαντικών ευκαιριών ή επιθυμητών συνεπειών (Πολύζος, 2017).

Οι κίνδυνοι, πέρα από τη φύση τους, διαχωρίζονται περεταίρω βάσει και της προέλευσής τους. Ο διαχωρισμός αυτός είναι εξίσου σημαντικός και κατηγοριοποιεί τους κινδύνους διαχωρίζοντάς τους σε εσωτερικούς (*internal risks*) και εξωτερικούς (*external risks*). Η κατηγοριοποίηση αυτή σχετίζεται με το αν ο φορέας είναι σε θέση να επηρεάσει ή όχι την πιθανότητα εμφάνισης τους και τις συνέπειές τους (Κηρυττόπουλος, 2006). Πιο συγκεκριμένα, εσωτερικοί κίνδυνοι αναφέρονται ως οι κίνδυνοι που προκαλούνται από γεγονότα που συμβαίνουν εντός του πλαισίου εκτέλεσης του έργου ενώ οι εξωτερικοί κίνδυνοι είναι αυτοί που συμβαίνουν εκτός του πλαισίου εκτέλεσης του έργου (Πολύζος, 2017). Σύμφωνα με το Βρετανικό Ινστιτούτο Διαχείρισης Κινδύνου (2002), ένας κίνδυνος είναι δυνατό να χαρακτηρίζεται παράλληλα εσωτερικός αλλά και εξωτερικός καθώς η προέλευσή του γίνεται ταυτόχρονα και εσωτερικά αλλά και εξωτερικά του έργου. Παραδείγματα εσωτερικών και εξωτερικών κινδύνων παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί:

Σχήμα 2.4.: Εσωτερικοί & Εξωτερικοί Κίνδυνοι

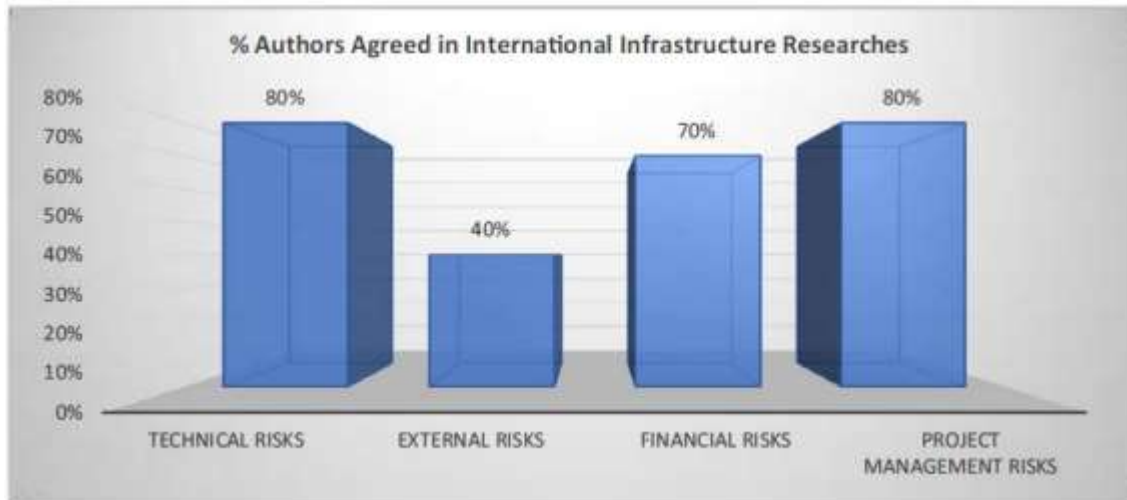


Πηγή: Institute of Risk Management (2002) (Ιδια Επεξεργασία, 2024)

Το Ινστιτούτο Διαχείρισης Έργων (2017), κατηγοριοποιεί τους κινδύνους σύμφωνα με την προέλευσή τους στους εξής:

- Εξωτερικοί
- Τεχνικοί
- Διοίκησης
- Οικονομικοί

Το μεγαλύτερο μέρος των μελετητών και συγγραφέων, μετά από σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τον κατασκευαστικό τομέα, καταλήγει στη θεώρηση του διαγράμματος (Khodeir and Nabawy, 2019) που παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Διάγραμμα 2.3.: Ποσοστό συμφωνίας συγγραφέων για το διαχωρισμό των κινδύνων κατά Khodeir and Nabawy

Πηγή: Khodeir and Nabawy (2019)

Στη βιβλιογραφία απαντάται μία πληθώρα μεθόδων που αναφέρονται στην κατηγοριοποίηση των κινδύνων ενώ η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από την κρίση του μελετητή. Εκτός από τα κριτήρια στη διάκριση των κινδύνων που προαναφέρθηκαν, οι κίνδυνοι κατηγοριοποιούνται βάσει της ικανότητας τους να παραβλεφθούν και κατατάσσονται σε γνωστούς (*known risks*), για τους οποίους είναι δυνατή η πρόβλεψη, ανάλυση και η δημιουργία σχεδίου αντιμετώπισης, και σε άγνωστους (*unknown risks*), οι οποίοι σχετίζονται είτε με τη μοναδικότητα του έργου είτε με απρόβλεπτους εξωτερικούς παράγοντες και δεν τυγχάνουν προληπτικής διαχείρισης (Πολύζος, 2017).

Μία άλλη κατηγοριοποίηση των κινδύνων σχετίζεται με τις συνέπειες τους οι οποίες μπορεί να είναι (Πολύζος, 2017):

- τεχνικές οι οποίες σχετίζονται με τις κατασκευαστικές διεργασίες, τη βελτίωση της τεχνολογίας στην κατασκευή, την επικοινωνία, την επεξεργασία δεδομένων, τις μεθόδους αποθήκευσης, ελέγχου αποθεμάτων και διανομής και μπορούν να επηρεάσουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου.
- οικονομικές η οποίες σχετίζονται με μη έγκυρες προβλέψεις του πληθωρισμού και στις τιμές των υλικών και της εργασίας ή εσφαλμένες οικονομικές αποφάσεις οι οποίες μπορούν να επιβαρύνουν το κόστος κατασκευής του έργου.
- υλικές και φυσικές οι οποίες σχετίζονται με καταστροφές των εγκαταστάσεων λόγω πυρκαγιάς, σεισμού, πλημμύρας κλπ.
- κοινωνικές οι οποίες περιλαμβάνουν αλλαγές στην κοινή γνώμη η οποίες θα μπορούσαν να έχουν επίδραση στην κατασκευή ενός έργου, όπως για παράδειγμα η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση.
- πολιτικές οι οποίες αναφέρονται σε κυβερνητικές παρεμβάσεις που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά συνήθως την ολοκλήρωση ενός έργου όπως για

παράδειγμα μεταβολές στη νομοθεσία των έργων, περιορισμοί εισαγωγών/εξαγωγών κλπ.

- νομικές οι οποίες αναφέρονται σε ασάφειες νομικών στοιχείων και διατάξεων, θεσμικά θέματα, συμβατικά θέματα κλπ.

Μία άλλη διάκριση των κινδύνων τους κατηγοριοποιεί σε κινδύνους εγγενούς αβεβαιότητας και αμιγείς κινδύνους. Η εγγενής αβεβαιότητα απεικονίζεται ως μία διακύμανση ενός μεγέθους που εκφράζει τον κίνδυνο ως προς μία μέση τιμή. Σε αντίθεση οι αμιγείς κίνδυνοι δεν χαρακτηρίζονται από εγγενή αβεβαιότητα και δεν μπορούν επομένως υπό προϋποθέσεις να ελεγχθούν (Πολύζος, 2017).

Συμπληρωματικά με όσα προαναφέρθηκαν για τα χαρακτηριστικά, την προέλευση και την επίδραση των κινδύνων, ένας κίνδυνος φέρει μία συγκεκριμένη δομή η οποία χαρακτηρίζεται από δύο βασικούς παράγοντες, την αιτία κινδύνου (risk cause) και την έκθεση στον κίνδυνο (risk exposure). Η αιτία του κινδύνου αναφέρεται στους συντελεστές αβεβαιότητας του ή εν γένει από κάθε γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο. Η έκθεση στον κίνδυνο αναφέρεται στην πιθανότητα εμφάνισης (probability) του επιθυμητού ή όχι γεγονότος και την επίπτωση ή το αποτέλεσμα (impact) που επιφέρει η πραγματοποίηση του γεγονότος. Με άλλα λόγια, η έκθεση στον κίνδυνο είναι συνάρτηση των παραπάνω συνιστωσών (Πολύζος, 2017):

$$\text{Έκθεση στον κίνδυνο} = f(\text{πιθανότητα, επίπτωση})$$

Η σημαντικότητα ή μη ενός κινδύνου επηρεάζεται από τις δύο προαναφερθείσες συνιστώσες και ο συνδυασμός τους μας κατευθύνει στην τελική απόφαση. Για παράδειγμα, ένας κίνδυνος με μέση πιθανότητα εμφάνισης και μέτριες συνέπειες μπορεί να αξιολογηθεί ως σημαντικότερος από έναν κίνδυνο με καταστροφικές συνέπειες άλλα αμελητέα πιθανότητα εμφάνισης (Πολύζος, 2017). Ωστόσο, δεν μπορεί να αποκλειστεί ως ενδεχόμενο η παρουσίαση ενός κινδύνου με χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης. Η υποκειμενικότητα του μελετητή στην αντίληψη των κινδύνων του έργου αλλά και η αισιοδοξία ή η απαισιοδοξία του μπορεί να επηρεάσει αρκετές φορές την κατηγοριοποίηση των κινδύνων σχετικά με τη σημασία τους. Επιπλέον, η απουσία αποδείξεων για την ύπαρξη ή τη συχνότητα εμφάνισης ενός κινδύνου συχνά μπορεί να ερμηνευτεί εσφαλμένα ως απόδειξη της απουσίας του κινδύνου (Taleb, 2012).

Καταλήγοντας αναφέρεται ότι, σύμφωνα με το Project Management Institute (2017), το σύνολο των μεμονωμένων κινδύνων δεν αντιστοιχεί απόλυτα στον συνολικό κίνδυνο του έργου, καθώς περιλαμβάνει όλες τις πηγές αβεβαιότητας και αποτελεί όλα τα πιθανά αποτελέσματα τα οποία οι διάφοροι συνδυασμοί κινδύνων επιφέρουν στο έργο.

Τα στοιχεία του κινδύνου είναι στοιχεία που μπορούν να εκτιμηθούν ποιοτικά ή ποσοτικά και ο τρόπος αναλύεται περεταίρω κατά την ανάλυση των διαδικασιών της διαχείρισης κινδύνων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

3.1. Διαχείριση Κινδύνου

Η διαχείριση κινδύνου, σύμφωνα με το Βρετανικό Ινστιτούτο Διαχείρισης Κινδύνου (2002), αναφέρεται στη διαδικασία με την οποία οι φορείς χρησιμοποιούν μεθόδους και τεχνικές για να αντιμετωπίζουν τους κινδύνους που συνδέονται με τις δραστηριότητές τους, με στόχο το όφελος της συνολικής δραστηριότητάς τους.

Κατά το Software Engineering Institute η διαχείριση κινδύνου ορίζεται «ως μια επιχειρησιακή πρακτική η οποία θεωρείται επιτυχημένη όταν υπάρχει ένας συνεχής εντοπισμός και ανάλυση όλων των πιθανών κινδύνων». Στη διαχείριση κινδύνου περιλαμβάνονται οι διαδικασίες του εντοπισμού, της συλλογής και της λήψης μέτρων για την μείωση της επιρροής ενός κινδύνου στο συνολικό έργο μέσα σε επιτρεπόμενα όρια (Yakar, 2002)

Η διαχείριση κινδύνων δεν αποτελεί έναν νέο επιστημονικό κλάδο καθώς η πρώτη προσέγγιση της επίσημης εισαγωγής των τεχνικών διαχείρισης κινδύνων στην επιστημονική κοινότητα, καταγράφηκε από τον Hammer ο οποίος προσπάθησε να τις εφαρμόσει σε τεχνικές λύσεις (Leopoulos, Kirytopoulos and Voulgaridou, 2006). Μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο αρχίζει η διερεύνηση της διαχείρισης κινδύνου, περίπου τη δεκαετία του 1950, ενώ τα πρώτα βιβλία εκδόθηκαν το 1963 και το 1964. Αρχικώς, ο τομέας της ασφάλισης στην εργασία και η προστασία των φορέων από τις απώλειες που πιθανά να προκληθούν από ατυχήματα ήταν στενά συνδεδεμένοι με τη διαχείριση κινδύνου με αποτέλεσμα την ταχεία ανάπτυξή της στον κλάδο αυτό κατά τις δεκαετίες 1970 και 1980. Μετέπειτα, κατά τη δεκαετία του 1980, παρουσιάζονται οι πρώτες μελέτες για τους χρηματοοικονομικούς κινδύνους ενώ κατά την επόμενη δεκαετία εισάγονται τα πρώτα διεθνή πρότυπα (Dionne, 2013).

Η Διαχείριση του έργου δεν μπορεί να θεωρηθεί ολοκληρωμένη εάν δεν περιλαμβάνεται σε αυτή η διαχείριση του κινδύνου του και ταυτόχρονα αποτελεί ίσως και τον δυσκολότερο τομέα της διαχείρισης των έργων και η ομάδα του έργου οφείλει να απαρτίζεται από άτομα ικανά με δυνατότητες διαχείρισης απρόβλεπτων καταστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, ο διαχειριστής του έργου, ο οποίος έχει την μεγαλύτερη ευθύνη για την πορεία του έργου, πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει και να εντοπίζει τις πηγές κινδύνων έτσι ώστε να μπορεί η ομάδα να τους αντιμετωπίσει με επιτυχία (Banaitiene and Banaitis, 2012). Σύμφωνα με τον Barkley (2004), η διαχείριση κινδύνου αποτελεί «περισσότερο τέχνη και λιγότερο επιστήμη» επομένως ο διαχειριστής του έργου πρέπει να διαθέτει ικανότητες και χρόνια εμπειρίας ώστε να συγκροτήσει μία ομάδα έργου με άτομα ικανά να ανταπεξέλθουν σε γνωστούς ή και άγνωστους κινδύνους που μπορεί να εμφανιστούν στην πορεία ενός έργου. Επιπρόσθετα, η διαχείριση κινδύνου ακολουθεί την πορεία του κύκλου

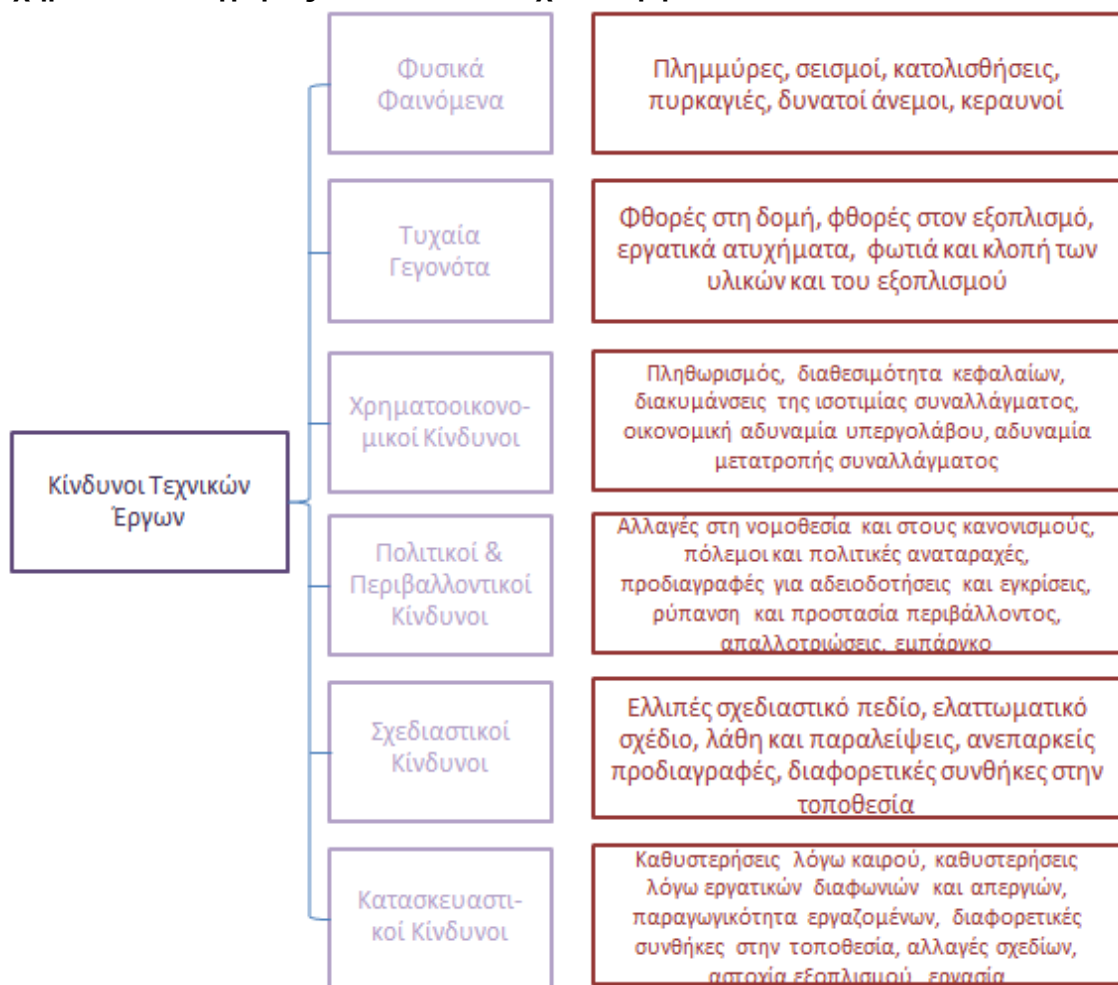
ζωής ενός έργου, δηλαδή αρχίζει από τη σύλληψη της ιδέας του έργου ενώ ταυτόχρονα είναι συνδεδεμένη με τις υπόλοιπες λειτουργίες της διαχείρισης έργου και δεν πρέπει να λειτουργεί ως μία ανεξάρτητη λειτουργία (Cooper et al, 2005).

3.2. Διαχείριση Κινδύνου στα Τεχνικά Έργα

Από την έναρξη μέχρι το πέρας του τα τεχνικά έργα εκτίθενται σε κινδύνους. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, στα τεχνικά έργα εμπεριέχονται περισσότεροι κίνδυνοι από άλλα έργα καθώς σε όλο τον κύκλο ζωής τους αντιμετωπίζουν συνεχώς καταστάσεις οι οποίες περιλαμβάνουν γνωστούς αλλά και άγνωστους ή απρόβλεπτους κινδύνους (Akintoye et al, 1997). Επιπλέον, η εμπλοκή πολλών διαφορετικών προσώπων στα τεχνικά έργα, όπως ο κύριος του έργου, οι μελετητές, οι προμηθευτές, οι τεχνικοί σύμβουλοι κλπ, αυξάνουν την πολυπλοκότητα τους και έτσι αυξάνουν αντίστοιχα την πιθανότητα εμφάνισης κινδύνων (Project Management Institute, 2004). Η πολυπλοκότητα των τεχνικών έργων καθιστά απαραίτητη την καταγραφή του βαθμού σοβαρότητας των κινδύνων. Η μέτρηση τους διαφέρει ανάλογα με το είδος του κινδύνου. Είναι πλήρως αντιληπτό και κατανοητό πως δεν είναι δυνατό να μετρηθεί, και συνεπώς να διαχειριστεί σωστά κάποιος κίνδυνος εάν δεν είναι γνωστή η πηγή και το είδος του. Στην πράξη υπάρχει ένας αρκετά μεγάλος αριθμός κινδύνων που προέρχονται από ανάλογες πολυάριθμες πηγές. Στην βιβλιογραφία γίνονται πού συχνά αναφορές στην ανάγκη κατηγοριοποίησης των κινδύνων, δημιουργώντας «ομάδες» κινδύνων οι οποίοι προέρχονται από την ίδια πηγή. Οι Perry and Heyes (1985), παρουσίασαν μια λίστα κινδύνων οι οποίοι προέρχονται από διάφορες πηγές όπως είναι οι εργολάβοι, οι σύμβουλοι και οι πελάτες του έργου. Ο Charman (2001) ομαδοποίησε τους κινδύνους στα τεχνικά έργα σε τέσσερις κύριες κατηγορίες οι οποίες είναι το περιβάλλον, το ίδιο το έργο, οι πελάτες και ο κλάδος των κατασκευών. Από την άλλη, ο Shen (2001), τους ομαδοποίησε σε έξι κατηγορίες ανάλογα με την φύση του. Πιο αναλυτικά, στην κατηγορία των φυσικών φαινομένων ανήκουν κίνδυνοι οι οποίοι σχετίζονται με καιρικά φαινόμενα που δεν μπορούν να προβλεφθούν κατά τον σχεδιασμό ενός έργου. Τέτοια γεγονότα είναι οι πλημμύρες, οι σεισμοί, οι κατολισθήσεις, η φωτιά κλπ. Η επόμενη κατηγορία εμπεριέχει κινδύνους οι οποίοι προέρχονται από τυχαία ζημιογόνα γεγονότα όπως καταστροφές στον εξοπλισμό, φωτιά ή κλοπή των υλικών ή του εξοπλισμού, εργατικά ατυχήματα κλπ. Στους οικονομικούς κινδύνους περιλαμβάνονται κίνδυνοι σχετικοί με τις διακυμάνσεις του πληθωρισμού, της διαθεσιμότητας χορηγήσεων, διακυμάνσεις στην ισοτιμία κλπ. Στην κατηγορία των πολιτικών και των περιβαλλοντικών κινδύνων ανήκουν οι αλλαγές στην νομοθεσία, οι απεργίες, οι πόλεμοι και οι πολιτικές αναταραχές, οι αλλαγές στους κανονισμούς σχετικά με την μόλυνση και την ασφάλεια του περιβάλλοντος, οι απαλλοτριώσεις, η ύπαρξη εμπόρων κλπ. Στους κινδύνους κατά τον σχεδιασμό εντοπίζονται κίνδυνοι

όπως ο ανεπαρκής σχεδιασμός του αρχικού πλάνου, λάθη και παραλήψεις κατά τον σχεδιασμό, ανεπαρκής καταγραφή των προδιαγραφών κλπ. Αυτή η κατηγορία κινδύνων εμφανίζεται πολύ συχνά στα τεχνικά έργα και απαιτεί συντονισμό και συνεργασία μεταξύ της ομάδας έργου, προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμφάνισής τους. Τέλος, υπάρχουν και κίνδυνοι που σχετίζονται με την κατασκευαστική διαδικασία. Μερικοί από αυτούς τους κινδύνους είναι χρονικές καθυστερήσεις λόγω των καιρικών συνθηκών, καθυστερήσεις λόγω εργατικών απεργιών, λόγω της μειωμένης παραγωγικότητας των εργαζομένων, λόγω αλλαγών στον αρχικό σχεδιασμό και τέλος κατασκευαστικές και τεχνικές αστοχίες όπως προμήθεια ελαττωματικών οι οποίες παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί:

Σχήμα 3.1.: Κατηγορίες Κινδύνων σε Τεχνικά Έργα



Πηγή: Shen, 2001(Ίδια Επεξεργασία, 2024)

Η παγκόσμια οικονομία επηρεάζεται σε υψηλό βαθμό από τον τομέα των κατασκευών, γεγονός που καταδεικνύεται από τον αριθμό του εργατικού δυναμικού που απασχολείται στον τομέα αυτό σε σχέση με το συνολικό εργατικό δυναμικό αλλά και από το πλήθος των κατασκευαστικών εταιρειών σε σύγκριση με τον συνολικό αριθμό των εταιρειών οι οποίες δραστηριοποιούνται στους υπόλοιπους τομείς της

παγκόσμιας αγοράς (Bennett, 2003). Για την περάτωση με επιτυχία μεγάλων και πολύπλοκων εγχειρημάτων όπως είναι τα έργα που πραγματοποιούνται από την κατασκευαστική βιομηχανία, η διαχείριση των πιθανών κινδύνων αποτελεί μία βασική παράμετρο καθώς τα τεχνικά έργα εμφανίζουν αυξημένη πιθανότητα παρουσίας κινδύνων εξαιτίας του μεγάλου αριθμού εμπλεκόμενων μερών καθώς και στην συρρίκνωση του κόστους και του χρόνου υλοποίησής τους (Oztas and Okmen, 2005). Αν και απαιτείται η διάθεση μεγάλου κεφαλαίου στην αρχική φάση του τεχνικού έργου για τη διαχείριση του κινδύνου του τα οφέλη είναι σημαντικά για το λόγω αυτό αποτελεί μία διαδικασία που εμφανίζεται ολοένα και περισσότερο ανάμεσα στις διεθνώς αναγνωρισμένες βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης (Koller, 1999). Η Διαχείριση Κινδύνου στα τεχνικά έργα είναι αντίστοιχης φιλοσοφίας με τη Διαχείριση Κινδύνου, εμφανίζοντας τα ίδια πλεονεκτήματα και τα ίδια στάδια τα οποία αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια.

3.3. Πλεονεκτήματα Διαχείρισης Κινδύνου

Η διαχείριση του κινδύνου στα έργα έχει ως πρωταρχικό σκοπό τη μεγιστοποίηση των πιθανοτήτων παρουσίασης των θετικών συνεπειών ενός γεγονότος στην πορεία του έργου και την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων. Ωστόσο, η αποφυγή ενός κινδύνου στα έργα θεωρείται σχεδόν αδύνατη, επομένως στόχος είναι η μείωση των αρνητικών επιπτώσεων σε ένα αποδεκτό πλαίσιο. Ο ρόλος της διαχείρισης κινδύνου στη λήψη αποφάσεων και τον προγραμματισμό των έργων είναι πολύ σημαντικός και ο διευθυντής του έργου οφείλει να αναγνωρίζει και να αξιολογεί τη σημασία κάθε κινδύνου και έπειτα να προτείνει μέτρα με σκοπό την ελαχιστοποίηση του μέχρι το ανεκτό σημείο, στο οποίο δεν απαιτούνται επιπλέον μέτρα για τη μείωση του κινδύνου. Η αποτελεσματική διαχείριση του κινδύνου εμφανίζει ποικίλα πλεονεκτήματα τα οποία αναφέρονται στη συνέχεια (Πολύζος, 2017):

- επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος της αβεβαιότητας στην εκτέλεση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων του έργου.
- Βελτιώνεται το επίπεδο αυτοπεποίθησης: ο περιορισμός των αρνητικών επιπτώσεων στο έργο εμπνέει σιγουριά για το μέλλον.
- Βοηθάει στην καλύτερη πραγματοποίηση των στόχων του έργου: αναγνωρίζοντας τους κινδύνους εμφανίζονται περιορισμοί που είναι αδύνατον να προβλεφθούν διαφορετικά λόγω της μοναδικότητας κάθε έργου.
- Ικανότητα λήψης κατάλληλων αποφάσεων: αναγνωρίζοντας τους κινδύνους δύναται να προβλεφθούν πιθανές επιπτώσεις διαφορετικών γεγονότων και με τον τρόπο αυτό να ληφθούν οι βέλτιστες αποφάσεις για την επίτευξη του στόχου.
- Καλύτερη επικοινωνία ομάδας: με την αναγνώριση και αντιμετώπιση του κινδύνου παρουσιάζεται η δυνατότητα ολικής θεώρησης του έργου από

διάφορες οπτικές. Η ανάλυση των απόψεων της ομάδας εργασίας για τις ευκαιρίες και τις αδυναμίες του έργου επιτρέπει την επικοινωνία και τη συνεργασία ανάμεσα στα μέλη της ομάδας, χρησιμοποιώντας την εμπειρία τους και από προηγούμενα έργα.

- Μεγιστοποίηση του συνολικού οφέλους καθώς η αξιολόγηση των κινδύνων με βάση τη σοβαρότητα των επιπτώσεών τους στο έργο έχει ως αποτέλεσμα την ορθολογικότερη διάθεση των διαθέσιμων πόρων.
- Ελαχιστοποίηση του κόστους αντιμετώπισης του κινδύνου: οι παράγοντες αβεβαιότητας δεν είναι πλέον ασαφείς και μειώνεται η πιθανότητα αστοχιών του σχεδιασμού κατά την υλοποίηση του έργου και ο καταμερισμός των οικονομικών πόρων είναι καλύτερος.
- Πραγματοποιείται μία ρεαλιστική εκτίμηση του κόστους και του χρόνου ολοκλήρωσης του έργου. Η διάρκεια υλοποίησης και το κόστος κατασκευής είναι κατανομές που προκύπτουν ανάλογα με την πιθανότητα εμφάνισης του κάθε κινδύνου.
- Διατήρηση της αξιοπιστίας της ομάδας εργασίας προς τα ενδιαφερόμενα μέρη όταν ο κίνδυνος που πραγματοποιείται έχει ήδη προβλεφθεί ενώ σε αντίθετη περίπτωση δημιουργείται έλλειψη εμπιστοσύνης προς την ομάδα και μπορεί να εμφανιστούν επιπλέον κόστη για τη μελέτη των συνεπειών.
- Επιτυγχάνεται η διαφύλαξη του ισολογισμού: σε περιπτώσεις που η ομάδα εργασίας έχει αναλάβει πολλά έργα: εξασφαλίζεται πως δίνεται βάση στους κινδύνους όλων των έργων και δεν παραβλέπονται οι κίνδυνοι κάποιων έργων σε όφελος άλλων, γεγονός που θα οδηγούσε άνιση κατανομή κινδύνου ανάμεσα στα έργα.

Ωστόσο, πέραν των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει, η διαχείριση κινδύνου αποτελεί μία δύσκολη διεργασία η οποία εμφανίζει αδυναμίες. Βασικότερη αδυναμία αποτελεί το γεγονός ότι πρόκειται για μία χρονοβόρα αλλά και κοστοβόρα διαδικασία η οποία δεν ενδείκνυται για απλές αποφάσεις, αλλά είναι απαραίτητη σε πιο δύσκολα προβλήματα. Η διαχείριση κινδύνων προαπαιτεί πολύ χρόνο για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τα στρατηγικά σχέδια ενώ η έρευνα και η ανάπτυξη της στρατηγικής μεταφράζονται και σε κόστος. Σε περίπτωση όπου η διαχείριση κινδύνου δεν αποδώσει, με αποτέλεσμα να επέλθει ζημιά στο έργο, τότε το κόστος θα το επωμιστεί η εταιρεία διαχείρισης. Επίσης, ενδέχεται να παρακρατηθούν χρήματα και εγγυητικές σε περίπτωση χρονικών καθυστερήσεων. Επιπλέον, παρά την εφαρμογή των επιστημονικών μεθόδων σε αρκετές περιπτώσεις έργων, η διαχείριση κινδύνου ενέχει με μεγάλο βαθμό το στοιχείο της υποκειμενικότητας με αποτέλεσμα την εμφάνιση διαφωνιών σχετικά με την ύπαρξη ή/και τη σοβαρότητα των κινδύνων (Πολύζος, 2017). Επιπρόσθετα, η διαχείριση κινδύνου περιλαμβάνει αρκετούς, σύνθετους και πολύπλοκους υπολογισμούς. οι οποίοι γίνονται δύσκολοι χωρίς τη

βοήθεια αυτοματοποιημένων συστημάτων και μοντέλων. Πολλές φορές κατά το σχεδιασμό, η διαχείριση των κινδύνων εξαρτάται από εξωτερικούς, απρόβλεπτους παράγοντες οι οποίοι διαμορφώνονται εντός και εκτός του οργανισμού οι οποίοι ακόμη και να έχουν μελετηθεί και οργανωθεί σωστά οι κίνδυνοι κατά την εφαρμογή υπάρχουν πολλοί παράγοντες και παράμετροι οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά το αποτέλεσμα, όπως για παράδειγμα το άγχος και ο φόβος των εργαζομένων σε περίπτωση συμβάντος κινδύνου (Cabrerera & Turrent, 2018). Συχνό φαινόμενο το οποίο οδηγεί σε λανθασμένες επιλογές σχετικά με την αντιμετώπιση του κινδύνου αποτελεί και η έλλειψη προηγούμενης εμπειρίας της μελετητικής ομάδας (Πολύζος, 2017). Τέλος,

Η διαφορετική αντίληψη του κινδύνου διαχωρίζει τη στάση των ενδιαφερόμενων απέναντι στον κίνδυνο και η οποία μπορεί να διακριθεί σε τρεις συνιστώσες (Πολύζος, 2017):

1. τη διάθεση ανάληψης κινδύνου (risk appetite) η οποία αποτελεί το μέγεθος του κινδύνου που οι ενδιαφερόμενοι είναι πρόθυμοι να αναλάβουν με αντάλλαγμα πιθανά μελλοντικά οφέλη.
2. Ανοχή κινδύνου (risk tolerance) η οποία αναφέρεται στο μέγεθος του κινδύνου τις επιπτώσεις του οποίου οι ενδιαφερόμενοι και η ομάδα εργασίας μπορούν να αντιμετωπίσουν.
3. Όριο κινδύνου (risk threshold) το οποίο αναφέρεται στον μέγιστος βαθμός αβεβαιότητας που αν το επίπεδο αβεβαιότητας υπερβεί αυτόν τον βαθμό τότε οι ενδιαφερόμενοι θα επιλέξουν να μην αναλάβουν τον κίνδυνο.

3.4. Διαδικασίες Διαχείρισης Κινδύνου

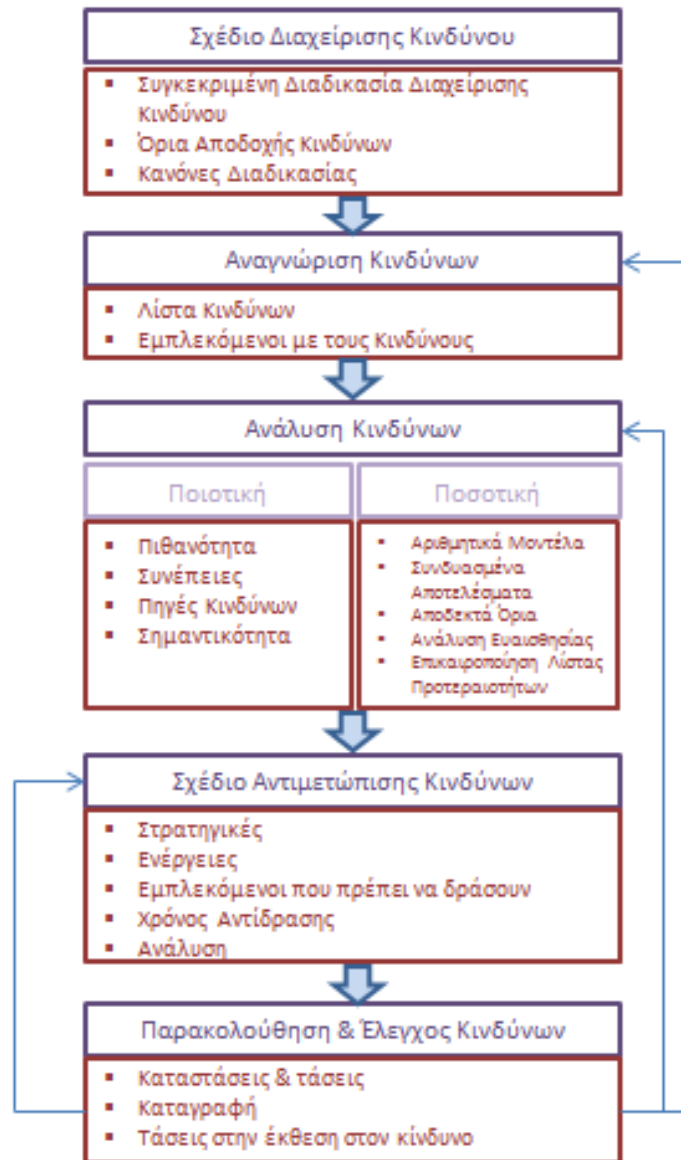
Όπως ήδη αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η μοναδικότητα καθώς και πολυπλοκότητα των τεχνικών έργων σε συνδυασμό με την υποκειμενικότητα σχετικά με διάφορα θέματα από την πλευρά του εκάστοτε μελετητή αποτελούν σημαντικούς παράγοντες οι οποίοι έχουν αποτρέψει τη διαμόρφωση ενός γενικού προτύπου κατάλληλο για την εφαρμογή του σε κάθε τύπου έργα. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλές προσεγγίσεις λόγω της μεγάλης ανάγκης για αποτελεσματική διαχείριση του κινδύνου στα έργα (Πολύζος, 2017). Οι διαδικασίες της διαχείρισης κινδύνων ενσωματώνονται συνήθως στις διαδικασίες διασφάλισης ποιότητας της επιχείρησης και τις διαδικασίες διαχείρισης των έργων (Κηρυττόπουλος, 2006). Όλη η διεργασία είναι μία επαναληπτική διαδικασία που έχει αρχή την αρχή του έργου και τέλος το πέρας αυτού (Heldman, 2005). Παρά την έλλειψη ενός γενικού προτύπου, οι διεργασίες διαχείρισης κινδύνου εμφανίζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά βάσει των οποίων μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Πολύζος, 2017):

1. Διαμόρφωση Σχεδίου Διαχείρισης του κινδύνου: πρόκειται για την αρχική φάση της διαχείρισης κινδύνου όπου αναλύονται τα τεχνικά δεδομένα, καθορίζεται η πολιτική «ανοχής» σε κινδύνους και τέλος παρουσιάζονται οι στόχοι των εμπλεκόμενων προσώπων και οι αρμοδιότητες του διοικητικού προσωπικού.
2. Αναγνώριση Κινδύνων (risk identification): καθώς η αναγνώριση όλων των πιθανών κινδύνων είναι αδύνατη πραγματοποιείται η αναγνώριση της πλειονότητάς τους με τη χρήση διαφόρων τεχνικών όπως οι λίστες ελέγχου (checklists).
3. Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων: περιλαμβάνει ως βασικό την ανάλυση των κινδύνων και την ιεράρχησή τους με κριτήριο την σοβαρότητα τους και διασφαλίζεται η χρήση της μεθόδου σε πραγματικό περιβάλλον.
4. Ποσοτική Ανάλυση Κινδύνων: εφαρμόζεται σε μεγάλα και πολύπλοκα έργα γίνεται συνήθως με την χρήση υπολογισμών κόστους, χρόνου, αποδοτικότητας και πιθανοτήτων. Η ποσοτική ανάλυση προσφέρει μια καλύτερη ενημέρωση στην ομάδα έργου όσον αφορά την εμφάνιση και το είδος των κινδύνων με σχέση με την ποιοτική ανάλυση προκειμένου να εντοπισθεί η πιθανότητα εμφάνισης αλλά και το αντίκτυπό τους στο έργο ώστε να δαπανηθεί ο απαραίτητος χρόνος αλλά και προσπάθεια από την ομάδα για να μειωθεί ο κίνδυνος.
5. Σχέδιο Αντιμετώπισης Κινδύνων: στοχεύει στην μείωση των απειλών και την ανάδειξη των ευκαιριών που παρουσιάζονται κατά την διάρκεια ενός έργου και ορίζει και αναθέτει ευθύνες σε άτομα και ομάδες ατόμων τα οποία θεωρούνται τα πιο κατάλληλα για την αντιμετώπιση τους καθώς έχουν γνωστοποιηθεί οι βασικοί αλλά και οι δευτερεύοντες κίνδυνοι.
6. Έλεγχος και Παρακολούθηση της Εφαρμογής του Σχεδίου: περιλαμβάνει τον έλεγχο (controlling) της ορθότητας των σχεδιαζόμενων ενεργειών και της κατανομής των πόρων του σχεδίου και την παρακολούθηση (monitoring) της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής του σχεδίου.

Η διαχείριση του κινδύνου αποτελεί σημαντική δραστηριότητα των αρχικών φάσεων του κύκλου ζωής ενός έργου, εντούτοις με την ολοκλήρωση του έργου εξαντλείται η διάρκειά της, ωστόσο το περιεχόμενο των διαδικασιών της προσαρμόζεται και ενισχύεται μετά εκάστοτε δεδομένα τα οποία προκύπτουν στην πορεία κατασκευής του έργου. Η αποτελεσματικότητα των μέτρων τα οποία λαμβάνονται αξιολογείται και στη συνέχεια αυτά διαμορφώνονται σύμφωνα με τους προϋπάρχοντες κινδύνους ή τους νέους που έχουν προκύψει ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται και μία γενική ανασκόπηση της διαδικασίας (Πολύζος, 2017). Οι απαιτούμενοι πόροι για την εκτέλεση της διεργασίας διαχείρισης κινδύνων δε θα υποστηριχθούν αν οι εμπλεκόμενοι στο έργο και κυρίως η διοίκηση τόσο του έργου όσο και του

οργανισμού δεν αντιληφθεί σαφώς τα οφέλη της διαχείρισης κινδύνων και την προστιθέμενη αξία για τον οργανισμό. Ένας οργανισμός άπειρος στη διαχείριση κινδύνων πιθανά να χρειαστεί να διαθέσει περισσότερους πόρους για το σωστό σχεδιασμό της (PMI, 2017). Όλα τα παραπάνω δεν έχουν αξία αν δεν γίνουν σε πλήρη σύνδεση με τη συνολική διαχείριση του έργου, τις δραστηριότητες και τους στόχους του. Οι δραστηριότητες, οι κανόνες και οι προβλέψεις της διαχείρισης κινδύνων θα πρέπει να είναι σε συμφωνία με την κουλτούρα και τους στόχους του οργανισμού. Ακολούθως ορίζεται σχηματικά η ροή των διεργασιών διαχείρισης κινδύνου.

Σχήμα 3.2.: Στάδια Διαδικασίας Διαχείρισης Κινδύνου



Πηγή: Project Management Institute, 2017(Ίδια Επεξεργασία, 2024)

3.4.1. Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνου

Ο σχεδιασμός διαχείρισης κινδύνων αποτελεί το βασικό και αρχικό στάδιο της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνων και αποτελεί τον οδηγό (γραπτό κείμενο) όπου περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο θα εκτελούνται τα βήματα της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνων (εντοπισμός, ανάλυση, αντιμετώπιση, παρακολούθηση) (Κηρυττόπουλος, 2006). Στο στάδιο αυτό γίνεται ο εντοπισμός της προέλευσης και της φύσης των κινδύνων ενώ έχει ως στόχο την ανάπτυξη των στρατηγικών της διαχείρισης κινδύνων και την ενσωμάτωσή τους στη γενικότερη διαχείριση του έργου. Το σχέδιο ουσιαστικά καταγράφει οδηγίες τόσο για την ομάδα του έργου όσο και για τα υπόλοιπα εμπλεκόμενα μέρη με αυτό (Project Management Institute, 2017). Τα δεδομένα του σχεδιασμού αντλούνται από διάφορες παραμέτρους του έργου οι οποίες αναφέρονται ακολούθως:

- Διαχειριστικό Σχέδιο του Έργου: Πρέπει να ληφθεί υπόψη το συνολικό διαχειριστικό σχέδιο προκειμένου το σχέδιο διαχείρισης κινδύνων να είναι συμβατό με την όλη διαδικασία.
- Καταστατικό σχέδιο του Έργου: Αποτελεί το σχέδιο του έργου που έχει συνταχθεί από τον ΚτΕ και αποτελεί την έγκριση υλοποίησης του. Περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τις ανάγκες του οργανισμού που στοχεύει να καλύψει η υλοποίηση του έργου, τυχόν περιορισμούς και απαιτήσεις του ΚτΕ κλπ.
- Μητρώο Φορέα: Περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία των εμπλεκόμενων φορέων από την πλευρά του ΚτΕ όπως θέση και αρμοδιότητες στον οργανισμό, απαιτήσεις και προσδοκίες από την υλοποίηση του έργου κλπ.
- Εσωτερικοί Παράγοντες του οργανισμού: Περιλαμβάνονται πληροφορίες για τον οργανισμό που αφορούν την ανεκτικότητα του απέναντι στους κινδύνους και στο βαθμό αποδοχής κινδύνων.
- Εσωτερική Δομή του οργανισμού: Περιλαμβάνει την καταγραφή της εσωτερικής δομής του οργανισμού του ΚτΕ και αφορά τον τρόπο σύνταξης των εγγράφων, ρόλους, ευθύνες, αρμοδιότητες και υπεύθυνους λήψης αποφάσεων.

Οι πληροφορίες οι οποίες εμπεριέχονται στο σχέδιο διαχείρισης κινδύνου εξαρτώνται από την πολυπλοκότητα του έργου και αναφέρονται (Πολύζος, 2017):

- Στη μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί σχετικά με τα εργαλεία διαχείρισης κινδύνου, τις πηγές για την άντληση της πληροφορίας που θα αξιοποιήσει η μελετητική ομάδα κλπ.
- Στο χρονοδιάγραμμα διαχείρισης κινδύνου στο οποία θα περιλαμβάνεται η συχνότητα αναθεώρησης της μελέτης.
- Στον διαχωρισμός των κινδύνων βάσει εξωτερικών και εσωτερικών παραγόντων.

- Στην κατανομή των πόρων που απαιτούνται για τη διαχείριση των κινδύνων.
- Στον καθορισμό της έννοιας του κινδύνου και της πιθανότητας όπως επίσης και των μεθόδων μέτρησής τους.
- Στον προσδιορισμό των ορίων ανοχής και της διάθεσης ανάληψης κινδύνου που χαρακτηρίζει τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Η δημιουργία κοινής αντίληψης σχετικά με την προσέγγιση των κινδύνων του έργου ανάμεσα στους εμπλεκόμενους και η από κοινού συμφωνία και οριστικοποίηση των χρησιμοποιούμενων τεχνικών και μεθόδων αποτελεί και τον βασικό στόχο του σχεδίου. Η κοινή αντίληψη αφορά επιλογή αρμοδιοτήτων, πρότυπα έγγραφα (templates), όρους, προσδιορισμούς, χρονοδιαγράμματα και προϋπολογισμούς για τις διαδικασίες της διαχείρισης κινδύνων τα οποία είναι απαραίτητα για την εκπόνηση του σχεδίου.

3.4.2. Αναγνώριση Κινδύνων

Στη διαδικασία αναγνώρισης κινδύνων καταγράφονται οι πιθανοί κίνδυνοι οι οποίοι θα επηρεάσουν το έργο κατά τη διάρκειά του και διαπιστώνονται τα χαρακτηριστικά τους. Η σωστή και ταχεία ταυτοποίηση των κινδύνων του έργου και των βασικών χαρακτηριστικών τους είναι πολύ σημαντική για την ορθολογικότερη διαχείρισή τους ενώ η διαδικασία αυτή, της αναγνώρισης των κινδύνων, επαναλαμβάνεται σε όλη τον κύκλο ζωής του έργου καθώς στην πορεία ενός έργου είναι πιθανό να προκύπτουν συνεχώς νέοι κίνδυνοι. Η ανάγκη επανέναρξης της διεργασίας αναγνώρισης των κινδύνων στηρίζεται στους παράγοντες που παρουσιάζονται στη συνέχεια (Πολύζος, 2017):

- Στις αλλαγές του εξωτερικού περιβάλλοντος του έργου οι οποίες είναι πιθανό να οφείλονται σε μεταβολές στην ισχύουσα νομοθεσία, στην πολιτική κατάσταση που επικρατεί και τις εφαρμοζόμενες πολιτικές, στην ύπαρξη ανταγωνισμού μεταξύ εταιρειών κλπ.
- Στις αλλαγές του εσωτερικού περιβάλλοντος του έργου, οι οποίες είναι πιθανό να περιλαμβάνουν ατυχήματα, αλλαγή του προμηθευτή, αλλαγές στο προσωπικό κλπ.
- Στην αναθεώρηση του αρχικού προϋπολογισμού καθώς η συγκέντρωση καινούργιων πληροφοριών κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου είναι δυνατό να επιφέρει μεταβολές σχετικά με την εκτίμηση της σημαντικότητας συγκεκριμένων κινδύνων ενώ αξιοποιείται η εμπειρία που έχει δημιουργηθεί από την παρακολούθηση της πορείας του έργου.

Η διαδικασία της αναγνώρισης των κινδύνων, αν και όπως προαναφέρθηκε πρόκειται για μία επαναλαμβανόμενη διαδικασία, τα χρονικά διαστήματα επανάληψής της δεν είναι ίδια μεταξύ τους. Τα χαρακτηριστικά των κινδύνων (πηγές, πιθανότητα εμφάνισης, συνέπεια) ποικίλουν από έργο σε έργο αλλά και από τη μία στην άλλη

φάση κατά τον κύκλο ζωής ενός έργου ως αποτέλεσμα των αποφάσεων και των ενεργειών που γίνονται σχετικά με αυτούς και λόγω αλλαγών στο γύρω περιβάλλον. Ο εντοπισμός πρέπει να γίνεται όσο το δυνατό νωρίτερα στον κύκλο ζωής του έργου, καθώς υπάρχει μεγαλύτερη αβεβαιότητα στις παραμέτρους του. Η διαδικασία θα πρέπει να επαναλαμβάνεται σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου, με εξ αρχής ορισμένη περιοδικότητα. Πέραν της προγραμματισμένης διεξαγωγής της διαδικασίας, η ίδια θα πρέπει να επαναλαμβάνεται σε κάθε καθοριστική αλλαγή ή ενδεχόμενη λήψη απόφασης. Με τον άμεσο εντοπισμό κινδύνων διασφαλίζεται περισσότερος χρόνος για τις ενέργειες αντιμετώπισης. Κατά τον Kezner (2003), ο κίνδυνος είναι πιθανό να εμφανιστεί καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης ενός έργου και εν συνεχεία καταγράφονται οι επικρατέστεροι κίνδυνοι ανά στάδιο του κύκλου ζωής του έργου:

Πίνακας 3.1.: Κίνδυνοι στα στάδια του κύκλου ζωής ενός έργου

Έναρξη	Σχεδιασμός	Κατασκευή	Ολοκλήρωση
Μη διαθεσιμότητα επιστημονικού προσωπικού	Έλλειψη σχεδίου διαχείρισης κινδύνων	Ανειδίκευτο εργατικό δυναμικό	Κακή ποιότητα
Κακός ορισμός του προβλήματος	Βιαστική σύνταξη σχεδίου	Διαθεσιμότητα υλικών	Μη αποδοχή από τον πελάτη
Έλλειψη ανάλυσης σκοπιμότητας	Ελλιπείς προδιαγραφές	Απεργίες	Αλλαγές στα τελικά σχέδια as built
Ασαφείς στόχοι	Ασαφείς στόχοι	Καιρικά φαινόμενα	Προβλήματα οικονομικής ρευστότητας
Εξαγορά από ανταγωνιστές	Έλλειψη στήριξης από την διοίκηση	Αλλαγές στα παραδοτέα	
	Κακός ορισμός ρόλων	Αλλαγές στο πρόγραμμα	
	Απειρία ομάδας	Νομικές απαιτήσεις	
		Έλλειψη συστημάτων ελέγχου	

Πηγή: Kezner, 2003

Με βάση τη βιβλιογραφία η πιο γενική τεχνική διαχείρισης κινδύνου για τον εντοπισμό των πηγών και των παραγόντων αβεβαιότητας είναι η ιστορική αναδρομή, δηλαδή η εύρεση γεγονότων τα οποία διαδραματίστηκαν στο παρελθόν σε αντίστοιχα ή παρεμφερή έργα του ίδιου ή άλλων φορέων. Η τεχνική αυτή χαρακτηρίζεται από τη χρήση προκαταρκτικής λίστας ελέγχου (preliminary checklist) και αποτελεί το σημείο εκκίνησης για την ταυτοποίηση των ενδεχόμενων κινδύνων σε έναν έργο. Παρατηρείται επίσης η χρήση από διάφορους μελετητές έτοιμων λιστών οι οποίες κυκλοφορούν στο εμπόριο ή η σύνταξη δημοσκοπήσεων και ερωτηματολογίων για τον εμπλουτισμό της λίστας που θα υλοποιήσουν. Οι πιθανοί παράγοντες αβεβαιότητας είναι αδύνατο να συμπεριλαμβάνονται στο σύνολό τους στη χρήση της προκαταρκτικής λίστας ελέγχου και η χρήση μακροσκελών λιστών δεν μπορεί να εγγυηθεί την αποτελεσματικότερη αναγνώριση των κινδύνων για το λόγο αυτό η

κριτική ικανότητα του μελετητή θεωρείται αρκετά σημαντική. Εν γένει, η διαδικασία αυτή δεν μπορεί να θεωρηθεί μία απόλυτα αυτοματοποιημένη διεργασία και οφείλει να γίνεται επανεξέτασή της μετά το πέρας του έργου με στόχο την προσθήκη των γνώσεων του μελετητή για πιθανή εκμετάλλευσή τους σε μελλοντικά έργα (Al-Bahar & Crandall, 1990).

Άλλες τεχνικές διαχείρισης κινδύνου με σκοπό των πηγών και των παραγόντων αβεβαιότητας αναφέρονται στη συνέχεια (Πολύζος, 2017):

- η αξιοποίηση της γνώσης των ειδικών επιστημόνων και της βιβλιογραφίας. Παρ' όλο που οι απόψεις τους χαρακτηρίζονται από υποκειμενικότητα η εμπειρία τους σε παρόμοια έργα είναι χρήσιμη για την αναγνώριση των κινδύνων.
- η εστίαση στο ίδιο το έργο μέσω της εκτενούς και λεπτομερούς εξέτασης των προδιαγραφών και των χαρακτηριστικών του έργου, όπως είναι τα τεχνικά σχέδια, οι μελέτες, ο προϋπολογισμός κλπ, η μελέτη των οποίων μπορεί να προσδώσει στον μελετητή χρήσιμες πληροφορίες για τους κινδύνους που πιθανώς να επηρεάσουν το έργο (Πολύζος, 2017).
- Η ανάλυση των παραδοχών αλλά και των υποθέσεων του έργου, οι οποίες κρίθηκαν απαραίτητες για τον σχεδιασμό του και σχετίζονται τόσο με το εξωτερικό όσο και με το εσωτερικό περιβάλλον του έργου, το υπόβαθρο των επιστημόνων, τις οικονομικές απαιτήσεις κλπ. Η ανάλυση αυτή δύναται να αναγνωρίσει τον βαθμό απόκρισής τους στην πραγματικότητα και να βοηθήσει στην ανάδειξη πιθανών αστοχιών ή σφαλμάτων που πιθανώς να αποτελέσουν πηγές κινδύνου.
- Η ανάλυση SWOT η οποία αφορά σε ένα πρότυπο καταγραφής των βασικότερων συμπερασμάτων τα οποία ανακύπτουν από την διερεύνηση του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος του υπό μελέτη έργου. Η ανάλυση SWOT εμπεριέχει τέσσερα βασικά στοιχεία:

1. Τα δυνατά σημεία – Strengths
2. Τα αδύνατα σημεία – Weaknesses
3. Τις ευκαιρίες – Opportunities και
4. Τις απειλές – threads

Οι ευκαιρίες και οι απειλές προέρχονται από την αξιολόγηση των εξωτερικών παραγόντων.

Στη διαχείριση κινδύνων η χρήση της ανάλυσης SWOT είναι ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς αναγνωρίζει τόσο τις αρνητικές όσο και τις θετικές συνέπειες των κινδύνων, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη διαχείρισή τους.

- Η συλλογή πληροφοριών, η οποία αποτελεί μία απαραίτητη διεργασία για τον εντοπισμό των ενδεχόμενων κινδύνων ενός έργου. Για τη συλλογή πληροφοριών από τον μελετητή εφαρμόζονται συχνότερα οι ακόλουθες τεχνικές:
 1. Οι συνεντεύξεις κατά τις οποίες οι ενδιαφερόμενοι του έργου, μέλη της ομάδας εργασίας και γνώστες των σχετικών με το έργο αντικειμένων παραθέτουν τις απόψεις τους σχετικά με πιθανούς κινδύνους.
 2. Ο καταιγισμός ιδεών (brainstorming), ο οποίο αναφέρεται στην διεργασία εκείνη κατά την οποία τόσο τα μέλη της ομάδας όσο και άτομα εκτός ομάδας καταγράφουν τις σκέψεις τους και τις ιδέες τους αναφορικά με τους ενδεχόμενους κινδύνους που πιθανώς να παρουσιαστούν στο έργο, χωρίς την ταυτόχρονη διατύπωση κριτικής των ιδεών σε πραγματικό χρόνο. Σκοπός της διαδικασίας είναι η συλλογή των κατά το δυνατόν περισσότερων ιδεών και οπτικών σχετικά με το ζήτημα. Το brainstorming παρά την άναρχη δομή του αποτελεί μια από τις προτιμότερες τεχνικές για την αναγνώριση κινδύνων, καθώς ενθαρρύνει την αντισυμβατική σκέψη και βοηθάει στην αναγνώριση κινδύνων που διαφορετικά θα παραβλέπονταν. Αν και το brainstorming βασίζεται στην ελεύθερη σκέψη, δεν είναι σπάνιο να παρέχεται κάποιου είδους σκελετός, όπως κατηγοριοποίηση των κινδύνων, ώστε να κατευθύνει τη διαδικασία ανάλογα με τις ανάγκες των μελετητών.
- Η τεχνική Delphi η οποία αναπτύχθηκε από την RAND κατά τη δεκαετία του 1950 για να βοηθήσει στην πρόβλεψη των επιπτώσεων της τεχνολογίας στις πολεμικές δραστηριότητες και σκοπός της χρήσης της μεθόδου Delphi είναι «η δημιουργική διερεύνηση ιδεών και η προαγωγή κατάλληλων πληροφοριών για τη λήψη μιας συλλογικής απόφασης» (Ευαγγέλου, Λαμπρινού & Κούτα, 2013). Η τεχνική Delphi χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της πιθανότητας γεγονότων που ενδέχεται να συμβούν στο μέλλον και λειτουργεί ως εξής:
 1. Ένας αριθμός ειδικών απαντάει στο ερωτηματολόγιο που παρέχει ο διαμεσολαβητής (facilitator), ο οποίος μπορεί να ανήκει στην ομάδα εργασίας, ή να είναι εκτός αυτής. Το ερωτηματολόγιο έχει ως σκοπό την καταγραφή ιδεών σχετικά με τους κινδύνους του έργου.
 2. Γίνεται επεξεργασία των απαντήσεων και αναγνωρίζονται τα κοινά σημεία μεταξύ των απόψεων των ειδικών. Έπειτα δημιουργείται νέο ερωτηματολόγιο που ερευνά εις βάθος τις κοινές απόψεις των ερωτωμένων. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές για να βρεθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τα σημεία ομοφωνίας των ειδικών.

3. Έχοντας αναγνωρίσει τα σημεία ομοφωνίας των ειδικών , γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων και λαμβάνονται οι απαραίτητες αποφάσεις.

Η τεχνική Delphi, εντοπίζοντας τα κοινά σημεία μεταξύ των απόψεων των ειδικών, ελαχιστοποιεί τον παράγοντα των προσωπικών προκαταλήψεων και προσδίδει σφαιρικότητα στην αναγνώριση των κινδύνων.

- Η ανάλυση αρχικών αιτιών (Root cause analysis) η οποία αποτελεί μια τεχνική που χρησιμοποιείται με σκοπό την αναγνώριση των βαθύτερων αιτών ενός προβλήματος, με σκοπό την ανάπτυξη δράσεων για την πρόληψή του. Η ανάλυση αρχικών αιτιών είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει στον μελετητή να κατανοήσει όχι μόνο το «τι και το πώς» αλλά και το «γιατί» ενός γεγονότος. Η βασική αρχή της Ανάλυσης αρχικών αιτιών βασίζεται σε μια διαδικασία τεσσάρων βημάτων (Rooney & Heuvel, 2004):

1. τη συλλογή πληροφοριών
2. την απεικόνιση παραγόντων αιτιότητας σε διάγραμμα
3. την αναγνώριση αρχικών αιτιών και
4. την διατύπωση των προτάσεων και την εφαρμογή

- οι τεχνικές απεικόνισης οι οποίες χρησιμοποιούνται για την καταγραφή και την ανάλυση των κινδύνων με σκοπό την καλύτερη κατανόησή τους. Στις τεχνικές απεικόνισης περιλαμβάνονται τα διαγράμματα αιτίας και αποτελέσματος, τα διαγράμματα ροής και τα διαγράμματα επιρροής

Έπειτα από την καταγραφή των κινδύνων και την ανάλυση των χαρακτηριστικών τους γίνεται η απεικόνισή τους με τη σύνταξη του μητρώου κινδύνων. Αποτελεί το τελικό στάδιο της αναγνώρισης κινδύνων το οποίο περιγράφει τον κάθε κίνδυνο με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια καθώς και των γεγονότων και των αιτιών που δύνανται να προκαλέσουν την εμφάνισή του, τις παραμέτρους που αυξάνουν την πιθανότητα ή τις συνέπειες του κινδύνου αλλά και τις πιθανές ενέργειες αντιμετώπισής του (Πολύζος, 2017).

Η σύνταξη του μητρώου κινδύνων έχει ως στόχο την εκπλήρωση των στοιχείων που αναφέρονται στη συνέχεια (Williams, 1994):

- να αποτελέσει αποθήκη γνώσεων σχετικά με τους κινδύνους του έργου, κάτι το οποίο αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμο σε έργα μεγάλης κλίμακας, τμήματα των οποίων κατασκευάζουν διαφορετικές ομάδες εργασίας. Σε τέτοιες ειδικά περιπτώσεις ο μελετητής του κινδύνου είναι από τους λίγους εμπλεκόμενους στο έργο σφαιρική εικόνα του έργου ως σύνολο.
- να αποτελέσει εναρκτήριο σημείο για περεταίρω αναλύσεις και έρευνες σχετικά με το έργο. Αναγνωρίζοντας τις αδυναμίες αλλά και τις ευκαιρίες του έργου, το μητρώο κινδύνων παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την διεξαγωγή αναλύσεων όπως η ανάλυση κόστους, οι τεχνικές αναλύσεις του έργου κλπ. σε

συνδυασμό όμως και με άλλες πληροφορίες σχετικά με το έργο (για την ανάλυση κόστους για παράδειγμα χρειάζονται και δεδομένα σχετικά με το κόστος των υλικών, το κόστος εργασίας κλπ. Το μητρώο κινδύνου έχει συμπληρωματικό χαρακτήρα σε τέτοιες χρήσεις.

Για τον καλύτερο εντοπισμό κινδύνων πρέπει να ληφθούν υπόψη όσο το δυνατόν περισσότερες πηγές κινδύνων. Το πιο σημαντικό κατά την εκπόνηση της διαδικασίας είναι η πλήρης κατανόηση των πηγών και των συνεπειών των αβεβαιοτήτων με σκοπό τον εντοπισμό τόσο απειλών όσο και ευκαιριών. Κάθε κίνδυνος θα πρέπει να συνδέεται τουλάχιστον με ένα στόχο του έργου (κόστος, χρόνος, ποιότητα). Οι κίνδυνοι πρέπει να χαρακτηρίζονται και να περιγράφεται σαφώς η φύση και τα χαρακτηριστικά τους, ώστε να γίνονται αντιληπτοί από τους υπεύθυνους για την ανάλυση και αντιμετώπιση τους χωρίς παρερμηνείες.

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Διαχείρισης Κινδύνων, το επίπεδο έκθεσης των κινδύνων μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έργου, ως αποτέλεσμα των αποφάσεων και των ενεργειών που γίνονται σχετικά με αυτούς και λόγω αλλαγών στο γύρω περιβάλλον. Η διαδικασία θα πρέπει να επαναλαμβάνεται σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου, με εξ αρχής ορισμένη περιοδικότητα. Πέραν της προγραμματισμένης διεξαγωγής της διαδικασίας, η ίδια θα πρέπει να επαναλαμβάνεται σε κάθε

3.4.3. Ανάλυση Κινδύνων

Η διαδικασία της ανάλυσης κινδύνων έχει ως στόχο την κατανόηση των κινδύνων και την εκτίμηση της σοβαρότητας τους με σκοπό τη λήψη αποφάσεων. Η διαδικασία αυτή, σύμφωνα με το Institute of Risk Management (2002), αποτελεί ένα εργαλείο για τη δημιουργία ενός προφίλ για κάθε κίνδυνο δίνοντας τους ένα βαθμό σημαντικότητας καθώς και κατατάσσοντας τους με τρόπο τέτοιο ώστε να δοθούν σαφείς προτεραιότητες στις ενέργειες αντιμετώπισης τους. Η έκφραση της σημαντικότητας των κινδύνων γίνεται βάσει του πόσο πιθανό είναι να εμφανιστεί ένας κίνδυνος και πόσο σοβαρές συνέπειες μπορεί να έχει για τους στόχους του έργου. Όπως έχει αναφερθεί, το μέγεθος που εκφράζει τη σημαντικότητα αυτή είναι η έκθεση των κινδύνων.

Η διαδικασία της ανάλυσης, χρησιμοποιεί όλες τις πληροφορίες των ήδη αναγνωρισμένων κινδύνων από το στάδιο του εντοπισμού με σκοπό να εκφράσει την πιθανότητα και τη συνέπεια των κινδύνων για τη διεξαγωγή αποτελεσμάτων σχετικά με το ποιοι κίνδυνοι χρήζουν αντιμετώπισης, ποιοι θεωρούνται σημαντικοί και ποιες ενέργειες αντιμετώπισης πρέπει να γίνουν άμεσα.

Υπάρχουν δύο είδη ανάλυσης, η ποιοτική και η ποσοτική. Στον κατασκευαστικό κλάδο η ποιοτική ανάλυση είναι η βασικότερη επιλογή για την εκτίμηση των κινδύνων. Αυτό συμβαίνει διότι συγκριτικά με την ποσοτική, απαιτούνται λιγότερα δεδομένα,

πληροφορίες, χρόνος και υπερτερεί στην απλότητα της εφαρμογής της (Lyons and Skitmore, 2004). Οι μέθοδοι αναλύονται παρακάτω:

Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων:

Η ποιοτική ανάλυση στοχεύει στην έκφραση των χαρακτηριστικών των κινδύνων, δηλαδή της πιθανότητας εμφάνισης του και της σοβαρότητας της συνέπειας του με σκοπό την εκτίμηση της έκθεσης των κινδύνων και την κατάταξη τους σε ποιοτικό επίπεδο. Το βασικό εξαγόμενο της διαδικασίας είναι η έκθεση κάθε κινδύνου, μέσω της οποίας δημιουργείται ένας κατάλογος προτεραιότητας με βάση ότι σημαντικότεροι κίνδυνοι πρέπει να τεθούν σε προτεραιότητα για την αντιμετώπιση τους. Ο κατάλογος αυτός, είναι το βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των κινδύνων και την επιλογή ενεργειών, με σκοπό την καλύτερη διαχείριση των απειλών και των ευκαιριών του έργου (Schieg, 2006).

Καθώς η ποιοτική ανάλυση κινδύνων δε βασίζεται σε ποσοτικά στοιχεία αλλά κυρίως στην κριτική ικανότητα των μελετητών, η διαδικασία χαρακτηρίζεται σε μεγάλο βαθμό από υποκειμενικότητα. Για το λόγο αυτό, είναι μείζονος σημασίας η τήρηση συγκεκριμένων προϋποθέσεων για την επίτευξη αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Για την επιτυχή ποιοτική ανάλυση αναγνωρίζονται ως κρίσιμες προϋποθέσεις οι ακόλουθες (Πολύζος, 2017):

1. Χρήση των προσεγγίσεων που έχουν συμφωνηθεί. Κατά την ποιοτική ανάλυση είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τηρούνται οι προσεγγίσεις που έχουν υιοθετηθεί σε κάθε μέρος του έργου, με σκοπό την αποφυγή ενεργειών που αντιτίθενται μεταξύ τους ή με το συνολικό όραμα του έργου, δυσχεραίνοντας την υλοποίησή του.
2. Χρήση των συμφωνηθέντων ορισμών. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ποιοτική ανάλυση κινδύνων βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις εμπειρίες και γνώσεις των μελετητών, καθώς και στην προσωπική οπτική με την οποία αντιμετωπίζουν το έργο. Είναι λοιπόν αναγκαίο να ακολουθούνται οι ορισμοί που έχουν συμφωνηθεί σχετικά με τις διάφορες παραμέτρους του έργου, ώστε να υπάρχει κοινή βάση επικοινωνίας ανάμεσα στις διαφορετικές απόψεις.
3. Εξασφάλιση ικανοποιητικής ποιότητας πληροφοριών. Λόγω της υποκειμενικότητας που χαρακτηρίζει την ποιοτική ανάλυση κινδύνων, είναι σημαντική η διατήρηση υψηλής ποιότητας πληροφοριών, ώστε να ελαχιστοποιείται ο παράγοντας των προσωπικών προκαταλήψεων. Η χρήση ιστορικών δεδομένων σχετικά με παρόμοια έργα, πέρα από τη χρησιμότητα που παρέχει για την άντληση πληροφοριών σχετικά με τον κίνδυνο, λειτουργεί και ως φίλτρο κατά των προσωπικών προκαταλήψεων (biases) των μελετητών αλλά και των ειδικών των οποίων η γνώση επιστρατεύεται.

4. Επανάληψη. Όπως τα προηγούμενα βήματα της διαχείρισης κινδύνου, έτσι και η ποιοτική ανάλυση χαρακτηρίζεται από επαναληψιμότητα. Για το λόγο ότι είναι αδύνατο να υπάρχει απόλυτη γνώση των κινδύνων που επηρεάζουν το έργο, είναι απαραίτητο να επαναλαμβάνεται η διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες και τις γνώσεις που προκύπτουν κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου.

Η ποιοτική ανάλυση κινδύνων χρησιμοποιεί κάποιες βασικές τεχνικές οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια (Πολύζος, 2017):

- Η κατηγοριοποίηση των κινδύνων: Κατά την ποιοτική ανάλυση των κινδύνων γίνεται κατηγοριοποίησή τους ανάλογα με την πηγή προέλευσης, τις αρχικές τους αιτίες (root causes), τις επιπτώσεις τους ή άλλους παράγοντες ανάλογα με την κρίση των μελετητών. Ο λόγος της κατηγοριοποίησης των κινδύνων είναι η ανεύρεση κοινών αιτιών ανάμεσα σε κινδύνους καθώς και η δημιουργία στρατηγικών αντιμετώπισης που στοχεύουν στην αντιμετώπιση πολλαπλών κινδύνων, καθιστώντας τη συνολική προσπάθεια διαχείρισης των κινδύνων του έργου αποτελεσματικότερη.
- Η Ιεραρχική Δομή Κατανομής Κινδύνων (Hierarchical Risk Breakdown Structure, HRBS): Κατά την ΙΔΚΚ οι κίνδυνοι κατηγοριοποιούνται σε εσωτερικούς (internal) και εξωτερικούς (external) κινδύνους, ενώ με τη σειρά τους, οι εσωτερικοί κίνδυνοι διαχωρίζονται σε τοπικούς (local) και ολικούς (global), με τους πρώτους να αφορούν σε παράγοντες αβεβαιότητας σχετικά με το εργατικό δυναμικό, τις πρώτες ύλες κλπ και τους δεύτερους να επηρεάζουν το έργο στο σύνολό του.
- Η ανάλυση πιθανοτήτων και επιδράσεων: Κατά την ανάλυση πιθανοτήτων κινδύνου προσδιορίζεται η πιθανότητα εμφάνισης κάθε αναγνωρισμένου κινδύνου σύμφωνα με τα υπάρχοντα δεδομένα και την κρίση των μελετητών, με σκοπό την ιεράρχηση και την αξιολόγηση αυτών. Κατά την ανάλυση επιπτώσεων γίνεται σκιαγράφηση της επιρροής κάθε κινδύνου στο έργο σε σχέση με τους στόχους που έχουν τεθεί (οικονομικούς, ποιοτικούς, χρονικούς). Αξίζει να υπενθυμιστεί πως η επιρροή των κινδύνων στο έργο δεν είναι μόνο αρνητική, καθώς ο κίνδυνος στα έργα παρουσιάζεται και με τη μορφή ευκαιριών, αφορά δηλαδή, όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, σε κάθε μορφή αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει το έργο.
- Η χρήση της εμπειρίας ειδικών και εμπειρογνομόνων: στην ποιοτική ανάλυση των κινδύνων ενέχει ιδιαίτερη χρησιμότητα η πείρα των ειδικών επιστημόνων και των εμπειρογνομόνων, ο οποίοι με τη χρήση στοιχείων από παρεμφερή έργα έχουν τη δυνατότητα να προσδιορίσουν το ενδεχόμενο εμφάνισης αυτών όπως επίσης και των επιδράσεών τους στο έργο. Η χρησιμότητα της τεχνικής

περιορίζεται αν η κρίση των ειδικών είναι μεροληπτική, λόγω των εμπειριών τους σε προηγούμενα έργα.

- Η χρήση της μήτρας πιθανοτήτων – επιπτώσεων (Probability and Impact Matrix): αποτελεί μία βασική τεχνική η οποία βοηθά στη μετάβαση από την περιγραφική στην ποσοτική ανάλυση των κινδύνων. Η μήτρα πιθανοτήτων – επιπτώσεων χρησιμεύει στην ποσοτική έκφραση της έκθεσης ενός έργου σε κάποιον κίνδυνο και εμπεριέχει την πιθανότητα εμφάνισης και την ένταση των επιδράσεων και η δομή της παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί:

Σχήμα 3.2.: Μήτρα Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων

Πιθανότητα	Απειλές					Ευκαιρίες				
0,90 πολύ υψηλή	0,045	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,045
0,70 υψηλή	0,035	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,035
0,50 μέτρια	0,025	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,025
0,30 χαμηλή	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,015
0,10 πολύ χαμηλή	0,005	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,005
	0,05 πολύ χαμηλή	0,10 χαμηλή	0,20 μέση	0,40 υψηλή	0,80 πολύ υψηλή	0,80 πολύ υψηλή	0,40 υψηλή	0,20 μέση	0,10 χαμηλή	0,05 πολύ χαμηλή
	Επίπτωση									
	• Η περιοχή με κόκκινο αντιπροσωπεύει υψηλό κίνδυνο • Η περιοχή με κίτρινο αντιπροσωπεύει μέτριο κίνδυνο • Η περιοχή με πράσινο αντιπροσωπεύει χαμηλό κίνδυνο									

Πηγή: Project Management Institute, 2017

Στον κάθετο άξονα περιλαμβάνεται η πιθανότητα εμφάνισης του γεγονότος ενώ στο οριζόντιο άξονα περιλαμβάνεται η επίπτωση του γεγονότος στο έργο. Στην κάθε βαθμίδα πιθανότητας αντιστοιχεί μία γλωσσική περιγραφή και δίνεται ένας συντελεστής βαρύτητας στην κάθε επίπτωση. Ανεξαρτήτως της μορφής του πίνακα, ο οποίος σαφώς εξαρτάται από τις διαστάσεις των κλιμάκων πιθανότητας και συνέπειας, έχει πάντα καθορισμένες την κόκκινη, την κίτρινη και την πράσινη περιοχή, που έχει δώσει στους κινδύνους τους χαρακτηρισμούς «πράσινος» για το χαμηλό, «κίτρινο» για το μεσαίο και «κόκκινο» για τον υψηλό κίνδυνο. Η μετάβαση από τη μία χρωματική περιοχή στην άλλη σηματοδοτεί τα όρια της κάθε κατηγορίας. Επίσης η επίπτωση μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη σκοπιά από την οποία μελετάται ο κίνδυνος, δηλαδή διαφορετική τιμή θα έχει η επίπτωση υπολογισθεί όσο

αφορά στο πως επηρεάζει ο κίνδυνος το έργο χρονικά, ποιοτικά, οικονομικά ή συνολικά. Δεν είναι σπάνιο άρα για τον ίδιο κίνδυνο να εμφανίζονται περισσότερες από μία Μήτρες Πιθανοτήτων - Επιπτώσεων. Με το υπολογισμό της έκθεσης του έργου στους πιθανούς κινδύνους μπορούν να ληφθούν οι αποφάσεις που αφορούν στην κρισιμότητά του και στην πιθανή εύρεση μέτρων και στρατηγικών για την αντιμετώπισή του. Όταν η απειλή του κινδύνου εκτιμηθεί ως σημαντική δαπανούνται πόροι με σκοπό την αντιμετώπισή του ενώ στην αντίθετη περίπτωση ο κίνδυνος θα αναληφθεί στο σύνολό του. Στις περιπτώσεις κινδύνων με θετικές επιδράσεις στο έργο ή ευκαιρίες μελετάται το κέρδος από την πραγματοποίησή του (Πολύζος, 2017). Αν και η Μήτρα πιθανοτήτων – επιπτώσεων χαρακτηρίζεται από μία απλή δομή, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως εμπεριέχει τον κίνδυνο παραπλάνησης του μελετητή καθώς απεικονίζει τη σχέση πιθανότητας και επίπτωσης υπό τη σκοπιά του δημιουργού της και των πιθανών ερωτηθέντων, ενώ συχνά είναι απαραίτητη η προσθήκη επεξηγηματικών σημειώσεων για να καταστεί χρηστική στην λήψη αποφάσεων (Louis, 2008). Για την ορθή χρήση της λοιπόν, είναι σημαντική η μελέτη και η ερμηνεία της με γνώμονα την φιλοσοφία και τη στάση απέναντι στον κίνδυνο (risk perception) που χαρακτηρίζει το έργο, τους μελετητές και την ομάδα εργασίας.

Συνοψίζοντας, η Μήτρα πιθανοτήτων – επιπτώσεων είναι ένα σχετικά απλό πλαίσιο που χρησιμοποιείται για την γραφική απεικόνιση του βαθμού σοβαρότητας κάθε κινδύνου και μία παρουσίαση της σπουδαιότητάς του μέσω περιγραφικών και αριθμητικών πινάκων βαθμονόμησης. Ο σαφής προσδιορισμός των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται είναι πολύ σημαντικός και συχνά συνίσταται η παράθεση επεξηγηματικού πίνακα με αναλυτικές οδηγίες σχετικά με τον καθορισμό του επιπέδου πιθανότητας ή επίδρασης ενός κινδύνου προς αποφυγή παρερμηνεύσεων (Πολύζος, 2017).

- Αξιολόγηση των διαθέσιμων δεδομένων: Για την αποτελεσματική διαχείριση κινδύνου είναι ιδιαίτερα σημαντικό να υπάρχει υψηλή ποιότητα πληροφοριών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στις βασικές αρχές ποιοτικής ανάλυσης. Για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται αξιολόγηση των πληροφοριών και των δεδομένων τα οποία βασίζεται η διαχείριση κινδύνου. Σε περίπτωση που τα διαθέσιμα δεδομένα είναι ανεπαρκή, είναι πολύ πιθανόν να οδηγήσουν τον μελετητή σε λανθασμένα συμπεράσματα σχετικά με τους κινδύνους που επηρεάζουν το έργο, με αποτέλεσμα να ληφθούν αποφάσεις που θα αποδειχθούν επιζήμιες για το έργο (Πολύζος, 2017).
- Αποτίμηση επειγόντων κινδύνων: Η κρισιμότητα ενός κινδύνου δεν αφορά μόνο στην έκθεση του έργου σε αυτόν. Κίνδυνοι υψηλής έκθεσης μπορούν να τύχουν χαμηλότερης προτεραιότητας αντιμετώπισης από άλλους με χαμηλότερη έκθεση. Ο λόγος είναι η χρονική εγγύτητα της αναμενόμενης

εμφάνισης των δευτέρων, η πιθανότητα τους δηλαδή να εμφανιστούν νωρίτερα, κάτι το οποίο θα καταστήσει αναγκαία την έγκαιρη ύπαρξη στρατηγικής αντιμετώπισης. Για την αποτελεσματική αποτίμηση επειγόντων κινδύνων οι μελετητές ερευνούν τα χαρακτηριστικά του κινδύνου, ενώ επίσης αναζητούν σημάδια και συμπτώματα που μπορεί να υποδεικνύουν πως ο κίνδυνος ενδεχομένως να εμφανιστεί στο μέλλον.

Μετά την ολοκλήρωση της ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων νέα δεδομένα προστίθενται στο μητρώο κινδύνων. Σε αυτά περιλαμβάνονται η πιθανότητα εμφάνισης, ο βαθμός έκθεσης και οι κατηγορίες των κινδύνων που προσδιορίστηκαν στην προηγούμενη φάση της διαδικασίας διαχείρισης. Οι υποθέσεις των μελετητών αναφορικά με τα χαρακτηριστικά του έργου εμπλουτίζονται κατά τη διάρκεια της ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων μέσω της πρόσθεσης νέων πληροφοριών και δεδομένων (Πολύζος, 2017).

Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων:

Η ποσοτική ανάλυση υπολογίζει την πιθανότητα και τη συνέπεια των κινδύνων σε αριθμητική βάση με σκοπό την πιο ουσιαστική πληροφόρηση στην ομάδα διαχείρισης κινδύνων (Κηρυττόπουλος, 2006). Η ποσοτική ανάλυση δίνει μία αριθμητική εκτίμηση, πιο ρεαλιστική, για το συνολικό κίνδυνο του έργου και στοχεύει στην πιο αποτελεσματική λήψη αποφάσεων μέσω της εκτίμησης ενεργειών αντιμετώπισης προσανατολισμένων στους στόχους του έργου κυρίως όσον αφορά το κόστος και το χρόνο. Η εκπόνηση της δεν είναι πιο αποτελεσματική για όλα τα έργα καθώς σε αρκετά από αυτά η ποιοτική ανάλυση αρκεί για την εύρεση και αξιολόγηση αποτελεσματικών ενεργειών αντιμετώπισης (PMI, 2017). Στις περιπτώσεις που η αυστηρή διασφάλιση της επίτευξης του κόστους και του χρόνου του έργου απαιτεί τον υπολογισμό του συνολικού κινδύνου του έργου η ποσοτική ανάλυση ενδείκνυται. Κατά την ποσοτική ανάλυση δηλαδή, παρέχεται στους κινδύνους όχι μόνο μια απλή εικόνα μέσω ενός χαρακτηρισμού αλλά ένα ελάχιστον και μέγιστο συγκεκριμένο ποσό εκφρασμένο σύμφωνα με το στόχο του έργου που επηρεάζει. Οι εκτιμώμενες πιθανότητες των κινδύνων δεν βασίζονται μόνο στην κρίση των ανθρώπων που τις εκτιμούν αλλά σε στατιστική ανάλυση των δεδομένων της πρότερης εμπειρίας. (Eskesen et al., 2004). Η περιγραφή του περιεχομένου της ποσοτικής ανάλυσης πραγματοποιείται συνοπτικά από τα ακόλουθα σημεία (Πολύζος, 2017):

- την ποσοτικοποίηση των πιθανών αποτελεσμάτων του έργου και των ενδεχομένων τους όπως επίσης και την αξιολόγηση των πιθανοτήτων επίτευξης συγκεκριμένων στόχων του έργου.
- Τον καθορισμό των κινδύνων με ιδιαίτερη σημασία με αριθμητική έκφραση της σχετικής τους συμμετοχής στον συνολικό κίνδυνο του έργου.
- Τον προσδιορισμό του κόστους, του χρονοδιαγράμματος και του στόχου του έργου.

- Τον προσδιορισμό της βέλτιστης απόφασης διαχείρισης του έργου όταν υπάρχει βεβαιότητα για ορισμένες συνθήκες και αποτελέσματα.

Αν και η ποσοτική ανάλυση εμφανίζεται ιδιαίτερα χρήσιμη, πολλές φορές οι υπολογισμοί που περιλαμβάνονται σε αυτή δεν είναι πάντοτε εφικτοί ενώ μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες εκτιμήσεις και εν τέλει σε αποτυχία λόγω έλλειψης βέβαιων στοιχείων και δεδομένων. Οι συνηθέστεροι παράγοντες αποτυχίας της ποσοτικής ανάλυσης κινδύνου είναι, σύμφωνα με τον Πολύζο (2018) είναι οι παρακάτω:

1. Η αδυναμία να δοθεί απάντηση σε όλα τα ερωτήματα που τίθενται.
2. Ο υπερβολικός αριθμός παραδοχών, οι οποίες σε περίπτωση λανθασμένων υποθέσεων, δημιουργούν μη ρεαλιστικό υπόβαθρο για τον υπολογισμό των σχετικών αποτελεσμάτων.
3. Η ύπαρξη μίας ή περισσότερων παραδοχών ή υποθέσεων που μονοπωλούν την προσοχή των μελετητών, οδηγώντας τη μελέτη σε τέλμα.
4. Η έλλειψη επαρκών δεδομένων ή ειδικών επί του θέματος.

Για την αποφυγή της αποτυχίας για τους παραπάνω λόγους η κριτική ικανότητα του μελετητή σχετικά με την εφικτότητα της διεξαγωγής της κρίνεται μείζονος σημασίας. Σημαντική για το τελικό αποτέλεσμα είναι επίσης η σωστή επιλογή των εργαλείων και των τεχνικών που θα χρησιμοποιηθούν για την ποσοτική ανάλυση. Για την επιλογή τους ο μελετητής συνυπολογίζει το διαθέσιμο χρονικό πλαίσιο, το διαθέσιμο κεφάλαιο και τις ανάγκες του έργου αναφορικά με την ύπαρξη ποσοτικοποιημένης απεικόνισης του κινδύνου (Πολύζος, 2017).

Με σκοπό τη διασφάλιση της αξιοπιστίας της ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων, υπάρχουν κάποιες βασικές αρχές, οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια και είναι σημαντικό να πληρούνται (Πολύζος, 2017):

- Ολοκλήρωση των διαδικασιών αναγνώρισης και ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων πριν την εκκίνηση της ποσοτικής ανάλυσης. Οι παραπάνω διαδικασίες εξασφαλίζουν πως όλοι οι σημαντικοί κίνδυνοι θα περιληφθούν στην ποσοτική ανάλυση, συμβάλλοντας στην ορθή θεώρηση του συνολικού κινδύνου στο έργο.
- Επιλογή κατάλληλου μοντέλου έργου. Για την εύστοχη ποσοτική ανάλυση είναι πολύ σημαντικό να μην υπάρχουν ελλείψεις και αστοχίες στον προγραμματισμό του έργου (χρονικό, οικονομικό κλπ) ώστε τα δεδομένα που χρησιμοποιεί η ποσοτική ανάλυση να είναι ακριβή.
- Υψηλή ποιότητα πληροφοριών. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ένας από τους συνηθέστερους λόγους αστοχίας της ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων είναι η έλλειψη επαρκών πληροφοριών και δεδομένων. Είναι σημαντική λοιπόν τόσο η εξασφάλιση επαρκών πληροφοριών, όσο και η αξιολόγηση της ποιότητας και της αμεροληψίας των δεδομένων πριν τη χρήση τους στην ανάλυση.

- Μελέτη των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ κινδύνων και υπολογισμός του συνολικού κινδύνου του έργου. Ο κίνδυνος που παρουσιάζει το έργο στο σύνολο του είναι αποτέλεσμα των μεμονωμένων κινδύνων που επηρεάζουν τα διαφορά τμήματα του έργου. Επιπλέον οι μεμονωμένοι κίνδυνοι μπορούν να επηρεάσουν τις πιθανότητες ή τις επιπτώσεις άλλων, φαινομενικά ανεξάρτητων κινδύνων. Η μελέτη των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των κινδύνων αλλά και του τρόπου με τον οποίο οι επιμέρους κίνδυνοι συμβάλλουν στον συνολικό κίνδυνο του έργου βοηθούν στην επίτευξη μιας σφαιρικής οπτικής σχετικά με την αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει το έργο.

Οι τεχνικές που συνήθως χρησιμοποιούνται στη διαδικασία της ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων για τη συλλογή πληροφοριών, την ανάλυση δεδομένων και τη προσομοίωση των κινδύνων είναι οι παρακάτω (Πολύζος, 2017):

- Οι συνεντεύξεις: Μια ιδιαίτερα διαδεδομένη τεχνική, με την οποία δίνεται η δυνατότητα καταγραφής της εμπειρίας ατόμων που είχαν την προηγούμενη συμμετοχή σε παρόμοια έργα, ενώ παρέχεται η δυνατότητα υπολογισμού της πιθανότητας και των επιδράσεων του κινδύνου με ποσοτικοποιημένο τρόπο.
- Η δημιουργία σεναρίων: περιλαμβάνει τη συγκέντρωση στοιχείων και τη χρήση τους για τη δόμηση εναλλακτικών σεναρίων σχετικά με κάποιον παράγοντα αβεβαιότητας.
- Οι κατανομές πιθανοτήτων: δίνει τη δυνατότητα αποτύπωσης της αβεβαιότητας συγκεκριμένων πτυχών του έργου. Για την άντληση των απαραίτητων για τη διαδικασία δεδομένων επιστρατεύεται ένα πλήθος τεχνικών όπως η κατά Bayes ερμηνεία (Bayesian inference) με χρήση υπαρχόντων και ιστορικών δεδομένων και η χρήση της εμπειρίας ειδικών μέσω συνεντεύξεων. Δυνατή είναι επίσης η συνδυαστική χρήση κατανομών πιθανοτήτων από προηγούμενες αναλύσεις και η δημιουργία συνδυασμένων κατανομών πιθανότητας για την αποτύπωση της γενικότερης οπτικής των ειδικών σε σχέση με κάποιον παράγοντα αβεβαιότητας. Η χρήση κατανομών πιθανοτήτων περιλαμβάνει τόσο τη χρήση συνεχών, όσο και τη χρήση διακριτών κατανομών. Η χρήση συνεχών κατανομών χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη μεταβλητότητα τιμών όπως το κόστος υλικών ή ο χρόνος ολοκλήρωσης των εργασιών, ενώ οι διακριτές κατανομές χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση αβέβαιων γεγονότων.
- Η ανάλυση ευαισθησίας: με την οποία υπολογίζεται η πιθανή επίδραση των μεμονωμένων κινδύνων στο σύνολο του έργου και της αναγνώρισης της κρισιμότητας κάθε κινδύνου. Είναι γνωστή επίσης και ως ανάλυση what-if και με αυτή αναγνωρίζονται συγκεκριμένα κρίσιμα σημεία στα οποία μπορούν να δώσουν ιδιαίτερη έμφαση οι μελετητές στον σχεδιασμό της στρατηγικής αντιμετώπισης του κινδύνου. (Frey & Patil, 2002). Για την απεικόνιση των

αποτελεσμάτων της ανάλυσης ευαισθησίας συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται διαγράμματα όπως το διάγραμμα tornado, το οποίο απεικονίζει την επίπτωση ενός αριθμού κινδύνων σε έναν παράγοντα του έργου (χρόνος, κόστος, κέρδος κλπ).

- Τα δέντρα αποφάσεων: χρησιμοποιούνται για να αποτυπώσει τις πεπερασμένες διαφορετικές επιλογές που εμφανίζονται κατά τη διαχείριση έργου και τα αποτελέσματα που αποφέρουν αυτές, λαμβάνοντας υπ' όψη του παράγοντες αβεβαιότητας που επηρεάζουν το έργο. Τα βασικά στοιχεία του δένδρου αποφάσεων είναι ο κόμβος απόφασης (Decision Node), ο κόμβος τύχης (Chance Node) και ο κόμβος επακόλουθου.
- Οι μέθοδοι προσομοίωσης: χρησιμοποιούνται, ανάλογα με την ένταση παρουσίας του κινδύνου, για τον υπολογισμό της επίδρασης των κινδύνων στο έργο. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος προσομοίωσης είναι η τεχνική Monte Carlo.

Μετά την ολοκλήρωση της ανάλυσης κινδύνων, ο διαχειριστής κατέχει μία λίστα προτεραιοτήτων η οποία περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία εκείνα που μπορούν να τον καθοδηγήσουν προς μία απόφαση για κάθε κίνδυνο. Συνοπτικά, η ανάλυση των κινδύνων είναι η διαδικασία που εμπεριέχει την αξιολόγηση των κινδύνων η οποία εν τέλει θα οδηγήσει στην λήψη των αποφάσεων σχετικά με τις παρακάτω επιλογές:

- Να μην πραγματοποιηθεί καμία ενέργεια
- Να διερευνηθούν μέτρα αντιμετώπισης
- Να πραγματοποιηθεί πιο διεξοδική ανάλυση σε περίπτωση που το αποτέλεσμα οδηγεί σε ελλιπή αποτελέσματα
- Να αναθεωρηθεί ο σχεδιασμός του έργου.

3.4.4. Αντιμετώπιση Κινδύνων

Η διαδικασία του σχεδιασμού αντιμετώπισης κινδύνων ακολουθεί τις διαδικασίες ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων. Κατά το στάδιο αυτό καθορίζονται οι απαραίτητες δράσεις για την αντιμετώπιση των κινδύνων με τη μεγαλύτερη κρισιμότητα, ενώ λαμβάνονται υπ' όψη οι διαθέσιμοι πόροι για την αντιμετώπισή τους. Κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού αντιμετώπισης κινδύνων, προσδιορίζονται τα αναμενόμενα αποτελέσματα των δράσεων αντιμετώπισης, μελετώντας τον τρόπο που οι δράσεις αυτές επηρεάζουν τον εκάστοτε κίνδυνο. Ανάλογα με την κρισιμότητα κάθε κινδύνου προσδιορίζονται οι πόροι που διατίθενται για την αντιμετώπισή του, έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα δαπανών δυσανάλογων του κινδύνου και εκτός των γενικότερων πλαισίων του έργου. Ένα άλλο σημαντικό τμήμα του σχεδιασμού αντιμετώπισης κινδύνων είναι η κατανομή του κάθε κινδύνου στον κάτοχο (risk owner), ο οποίος είναι ο υπεύθυνος για τις δράσεις αντιμετώπισης που έχουν προσδιοριστεί.

Για την αντιμετώπιση των κινδύνων υπάρχουν ορισμένες στρατηγικές οι οποίες μπορούν να υιοθετηθούν. Για την επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής αντιμετώπισης κάθε κινδύνου λαμβάνονται υπ' όψη τα χαρακτηριστικά του κινδύνου καθώς και η κρισιμότητά του. Η ιεράρχηση των κινδύνων που έχει προηγηθεί στα στάδια ποσοτικής ανάλυσης χρησιμεύει στην επιλογή στρατηγικών που συνάδουν με το γενικότερο όραμα του έργου.

Η επιλογή της στρατηγικής αντιμετώπισης ενός κινδύνου θεωρείται επιτυχής όταν οι ενέργειες που προτείνει φέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στην μεταβολή της έκθεσης του έργου στον κίνδυνο, ενώ παράλληλα λαμβάνεται υπ' όψη η στάση των ενδιαφερομένων στον κίνδυνο (διάθεση ανάληψης, ανοχή και όριο κινδύνου). Για την περίπτωση που η επιλεγείσα στρατηγική δεν αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα, είναι σύνηθες να υπάρχει εναλλακτική στρατηγική (fallback plan) (PMI, 2013). Η εφαρμογή στρατηγικών αντιμετώπισης κινδύνων πολλές φορές έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία δευτερευόντων κινδύνων, οι οποίοι χρίζουν αντιμετώπισης. Για το λόγο αυτό συνηθίζεται η διατήρηση χρονικού και χρηματικού αποθεματικού (contingency reserve) (PMI, 2017), το οποίο χρησιμοποιείται όταν πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις που το καθιστούν αναγκαίο.

Αν και οι διαθέσιμες στρατηγικές για την αντιμετώπιση κινδύνων ποικίλουν και η χρησιμότητα κάθε μιας είναι σημαντική, η επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής πρέπει να γίνεται με γνώμονα κάποιες βασικές αρχές, για την αποφυγή σφαλμάτων που μπορούν να καταστήσουν την αντιμετώπιση κινδύνων αναποτελεσματική και να ζημιώσουν το έργο. Όπως αναφέρει ο Hilson (2003) κατά την επιλογή στρατηγικών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως:

- η φύση του κινδύνου
- η ένταση των συνεπειών
- οι διαθέσιμοι πόροι
- η δυνατότητα μεταβολής της έκθεσης του έργου στον κίνδυνο

Η εφαρμογή στρατηγικών αντιμετώπισης κινδύνων συνήθως ενέχει οικονομικό κόστος. Είναι λοιπόν αναγκαία η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της στρατηγικής για αποφυγή σπατάλης οικονομικών πόρων. Για την επιλογή των κατάλληλων στρατηγικών αντιμετώπισης κινδύνων χρησιμοποιούνται συχνά τεχνικές και εργαλεία που λαμβάνουν υπ' όψη τους τις προαναφερθείσες αρχές. Εργαλείο που χρησιμοποιείται συχνά για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των διαθέσιμων στρατηγικών αντιμετώπισης είναι ο Συντελεστής μείωσης κινδύνου (risk reduction leverage – RRL). Ο συγκεκριμένος συντελεστής συγκρίνει την έκθεση του έργου στον κίνδυνο πριν την εφαρμογή, λαμβάνοντας υπόψη και το κόστος εφαρμογής της στρατηγικής. Ο Συντελεστής μείωσης κινδύνου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$\text{Risk Reduction Leverage} = \frac{(\text{Risk Exposure Before} - \text{Risk Exposure After})}{\text{Cost of Risk Reduction}}$$

Όπου ως έκθεση στον κίνδυνο θεωρούμε την πιθανότητα πραγματοποίησης του κινδύνου επί την επίπτωση σε οικονομικές μονάδες. Όσο μεγαλύτερος αριθμός είναι ο RRL τόσο αποτελεσματικότερη κρίνεται η προτεινόμενη στρατηγική αντιμετώπισης. Εμφανές μειονέκτημα της μεθόδου είναι η αδυναμία αξιολόγησης κινδύνων που επηρεάζουν με τρόπους που δεν μπορούν να μετρηθούν σε οικονομικές μονάδες όπως ο χρόνος ή η ποιότητα.

Οι κίνδυνοι με αρνητικές επιπτώσεις (απειλές) αντιμετωπίζονται με στρατηγικές οι οποίες αποσκοπούν στη μείωση της έκθεσης του έργου σε αυτούς. Η μείωση της έκθεσης του έργου σε έναν κίνδυνο γίνεται εστιάζοντας στη μείωση της πιθανότητας του κινδύνου, της επίπτωσης ή συνδυασμού των δύο. Οι κατηγορίες στρατηγικών αντιμετώπισης απειλών είναι οι παρακάτω:

- Αποφυγή κινδύνου (Risk avoidance). Η αποφυγή κινδύνου στοχεύει απόλυτη εκμηδένιση της έκθεσης του έργου στον κίνδυνο. Αυτό επιτυγχάνεται συνήθως με αλλαγή στο γενικό πλάνο του έργου έτσι ώστε ο κίνδυνος να μην επηρεάζει το έργο. Για παράδειγμα, εάν η δυνατότητα προμήθειας πρώτων υλών μέσω θαλάσσης επηρεάζεται λόγω πιθανής κακοκαιρίας, η προμήθεια μέσω του σιδηροδρομικού δικτύου εξαλείφει τελείως τον κίνδυνο. Η ύστατη λύση στην αποφυγή κινδύνου, σε περιπτώσεις που ο κίνδυνος είναι ιδιαίτερα μεγάλος και δεν υπάρχει άλλος τρόπος αντιμετώπισης, είναι η ματαίωση του έργου στο σύνολό του
- Μεταφορά κινδύνου (Risk Transfer). Κατά τη μεταφορά κινδύνου, η ευθύνη του κινδύνου μεταφέρεται από τον κύριο του έργου προς τρίτους. Οι Thompson & Perry (1992) αναφέρουν πως οι δυο βασικοί τρόποι μεταφοράς κινδύνου είναι οι εξής:
 1. μεταφορά τμήματος της υλοποίησης του έργου σε τρίτους, όπως πχ πρόσληψη υπεργολάβου για μια εργασία που ενέχει κίνδυνο.
 2. διατήρηση της εργασίας αλλά μεταφορά του οικονομικού κινδύνου, συνήθως με τακτικές οικονομικής ασφάλισης.
- Ελαχιστοποίηση κινδύνου (Risk mitigation – Risk reduction). Η ελαχιστοποίηση κινδύνου έχει ως στόχο να μειώσει στο ελάχιστο την έκθεση του έργου στον κίνδυνο, είτε μειώνοντας την πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου, είτε τη ένταση των επιπτώσεων είτε συνδυάζοντας τα παραπάνω. Συχνοί τρόποι με τους οποίους επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση κινδύνου είναι η απλούστευση των διεργασιών, η χρήση καλύτερης ποιότητας πρώτων υλών, σχολαστική συντήρηση κλπ. (Baker, Ponniah & Smith, 1999). Σημαντικό ρόλο στην ελαχιστοποίηση του κινδύνου έχει και η βελτίωση των γνώσεων και η ενημέρωση της ομάδας εργασίας, καθώς προλαμβάνει κινδύνους των οποίων

η αντιμετώπιση με άλλους τρόπους θα είχε βαρύ οικονομικό κόστος για το έργο

- Αποδοχή Κινδύνου (Risk acceptance). Η αποδοχή κινδύνου είναι η επιλογή κατά την οποία ο κίνδυνος του έργου παραμένει ως έχει και δε γίνεται κάποια προσπάθεια μείωσης της έκθεσης του έργου σε αυτόν. Η αποδοχή συνήθως επιλέγεται όταν είναι αδύνατο να βρεθεί κάποιος τρόπος αντιμετώπισης του κινδύνου, χωρίς παράλληλα ο κίνδυνος να είναι τόσο σημαντικός που να επιβάλει τη ματαίωση του έργου στο σύνολό του. Κατά το PMI (2017) υπάρχουν δύο τύποι αποδοχής κινδύνου:

1. Ενεργή αποδοχή: Η ενεργή αποδοχή κινδύνου αφορά στην ύπαρξη αποθεματικού, σε μορφή χρήματος, χρόνου αντίδρασης ή άλλου είδους πόρων, ύστερα από μελέτη των πιθανών επιπτώσεων του κινδύνου.
2. Παθητική αποδοχή: Η παθητική αποδοχή αφορά στην αποδοχή του κινδύνου στο σύνολό του, χωρίς οποιαδήποτε ενέργεια αντιμετώπισής του. Οι Baker, Ronniiah & Smith (1999) αναφέρουν πως η παθητική αποδοχή είναι συχνά αποτέλεσμα άγνοιας ή αμέλειας, για παράδειγμα εάν ο κίνδυνος δεν έχει αναγνωριστεί ή έχουν υποεκτιμηθεί οι επιπτώσεις του.

Οι κίνδυνοι με θετικές επιπτώσεις αντιμετωπίζονται με στρατηγικές που αποσκοπούν στην αύξηση της έκθεσης του έργου στην ευκαιρία, αυξάνοντας τις πιθανότητες αλλά και την ένταση των επιπτώσεων. Οι κατηγορίες στρατηγικών αντιμετώπισης ευκαιριών είναι οι παρακάτω:

- Εκμετάλλευση ευκαιρίας (Exploit Opportunity). Ο σκοπός της συγκεκριμένης στρατηγικής είναι να καταστεί βέβαιη η πιθανότητα της ευκαιρίας, να εξαλειφθεί δηλαδή η αβεβαιότητα ως προς την πραγματοποίησή της. Η στρατηγική της εκμετάλλευσης είναι για την ευκαιρία ότι η στρατηγική αποφυγής για την απειλή. Η συγκεκριμένη στρατηγική επιλέγεται σε περιπτώσεις που η ευκαιρία που παρουσιάζεται παρέχει ιδιαίτερα θετικές επιπτώσεις, σε βαθμό που θα θεωρηθεί μεγάλη απώλεια η μη αξιοποίησή της. Σύμφωνα με τον Hilson (2003) η στρατηγική της εκμετάλλευσης μπορεί να έχει τη μορφή είτε έμμεσης είτε άμεσης ανταπόκρισης στην ευκαιρία.
- 1. Άμεση ανταπόκριση στην ευκαιρία πραγματοποιείται όταν λαμβάνουν χώρα αποφάσεις ώστε η εκμετάλλευση της ευκαιρίας να αποτελεί πλέον έναν από τους κύριους στόχους του έργου, ενώ τελούνται ενέργειες για την εξασφάλιση της πραγματοποίησής της.
- 2. Έμμεση ανταπόκριση πραγματοποιείται όταν αλλαγές στην υλοποίηση του έργου επιτρέπουν την εκμετάλλευση της ευκαιρίας, ενώ παράλληλα επιτυγχάνονται οι στόχοι που έχουν τεθεί. Για παράδειγμα, εάν η πτώση των ναύλων στα εμπορικά πλοία προσδίδει μεγάλο όφελος στο έργο λόγω της εξοικονόμησης οικονομικών πόρων κατά την προμήθεια πρώτων υλών,

η μετάβαση στη χρήση πλοίων έναντι του σιδηροδρομικού δικτύου ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται έγκαιρη

- **Μοίρασμα ευκαιρίας (Share Opportunity).** Η εν λόγω στρατηγική είναι για την αντιμετώπιση ευκαιριών ό,τι η μεταφορά κινδύνου για την αντιμετώπιση απειλών. Το μοίρασμα ευκαιρίας εξασφαλίζει τη διαχείριση της ευκαιρίας από τους ανθρώπους ή τους φορείς που έχουν την ικανότητα να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη και τις πιθανότητες πραγματοποίησης που παρουσιάζει. Ως αντάλλαγμα, το άτομο ή ο φορέας που αναλαμβάνει τη διαχείριση της ευκαιρίας λαμβάνει επίσης μέρος από το όφελος που δημιουργείται. Είναι αρκετά σύνηθες τη διαχείριση της ευκαιρίας να αναλαμβάνει κάποιος από τους ενδιαφερόμενους του έργου, δεδομένου του συμφέροντος που έχει από την επιτυχία της υλοποίησης του έργου. Παραδείγματα της στρατηγικής αυτής είναι η δημιουργία κοινοπραξιών ή θυγατρικών εταιριών με σκοπό τη διαχείριση της ευκαιρίας
- **Ενίσχυση ευκαιρίας (Enhance Opportunity).** Η στρατηγική της Ενίσχυσης ευκαιρίας αποσκοπεί στην αύξηση της έκθεσης του έργου στην ευκαιρία μεταβάλλοντας την πιθανότητα ή τις επιπτώσεις της ευκαιρίας. Όπως και η στρατηγική της ελαχιστοποίησης κίνδυνου, έτσι και ενίσχυση ευκαιρίας στοχεύει στην μεταβολή συγκεκριμένων παραγόντων που επηρεάζουν την απειλή ή ευκαιρία. Βασική διαφορά της ενίσχυσης ευκαιρίας με την εκμετάλλευση ευκαιρίας (opportunity exploitation) είναι πως στη περίπτωση της ενίσχυσης δεν επιτυγχάνεται 100% πιθανότητα πραγματοποίησης. Αν και συνήθως η ενίσχυση ευκαιρίας έχει ως αντικείμενο έναν συγκεκριμένο κίνδυνο, σε περίπτωση που αναγνωριστούν παράγοντες που επηρεάζουν το έργο με περισσότερους από έναν τρόπους, είναι δυνατόν η στρατηγική της
- **Αποδοχή ευκαιρίας (Accept Opportunity).** Η τελευταία στρατηγική στην αντιμετώπιση ευκαιριών είναι αυτή της αποδοχής, η οποία αναφέρθηκε παραπάνω και ως αποδοχή κινδύνου. Η συγκεκριμένη στρατηγική αφορά στη μη επιδίωξη της ευκαιρίας. Οι λόγοι που μπορεί να επιλεγεί κάτι τέτοιο συνήθως είναι η ιδιαίτερα μικρή πιθανότητα που παρουσιάζει η ευκαιρία ή η σχετικά ασήμαντη επίπτωση που έχει στο έργο, οι οποίες καθιστούν την κατανάλωση πόρων για την επιδίωξη της ασύμφορη. Στην περίπτωση αυτή, η ευκαιρία αφήνεται εξ' ολοκλήρου στην τύχη με την ελπίδα να πραγματοποιηθεί. Παρά όμως τη μη επιδίωξη της ευκαιρίας, παρουσιάζεται και εδώ η επιλογή της διατήρησης αποθεματικού, όπως στην αποδοχή απειλής, με σκοπό τη μέγιστη αξιοποίηση της ευκαιρίας σε περίπτωση

Εφεδρικά Σχέδια (Fallback Plans)

Ακόμη και μετά την εφαρμογή στρατηγικών αντιμετώπισης κινδύνων, η πιθανότητα πραγματοποίησης παραμένει υπαρκτή, και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το έργο. Για την περίπτωση αυτή είναι σημαντική η ύπαρξη εφεδρικών σχεδίων, τα οποία αφορούν σε στρατηγικές και ενέργειες που τίθενται σε ισχύ όταν η έκβαση του κινδύνου δεν είναι η επιθυμητή, με σκοπό να περιοριστούν οι αρνητικές συνέπειες που αυτός αποφέρει. Για την επιτυχία ενός εφεδρικού σχεδίου, πρέπει το σχέδιο να έχει προβλέψει ορθά τα αποτελέσματα του κινδύνου και να είναι ξεκάθαρο ως προς τις ενέργειες και τους πόρους που απαιτεί η εφαρμογή του.

Εφεδρικά σχέδια μπορούν να υπάρξουν και για κινδύνους- ευκαιρίες, είτε όπως αναφέρθηκε παραπάνω με την ύπαρξη αποθεματικού, είτε με ενέργειες που αποσκοπούν στη μέγιστη εκμετάλλευση του οφέλους που προσφέρει η πραγματοποίηση μιας ευκαιρίας.

Αποτελέσματα Σχεδιασμού Αντιμετώπισης Κινδύνων

Με την ολοκλήρωση του σχεδίου αντιμετώπισης κινδύνων ενημερώνεται το γενικότερο πρόγραμμα διαχείρισης έργου καθώς οι στρατηγικές που επιλέγονται επηρεάζουν το έργο σε κάθε πτυχή της διαχείρισης όπως ο χρόνος, το κόστος, το απαιτούμενο ανθρώπινο δυναμικό, οι στόχοι που τίθενται κλπ. Είναι δυνατόν να ειπωθεί πως μόνο με την ολοκλήρωση του σχεδίου αντιμετώπισης κινδύνων υπάρχει πραγματικά σφαιρική οπτική του έργου και των παραγόντων που το επηρεάζουν.

Εκτός της ενημέρωσης στην οποία υπόκειται το πρόγραμμα διαχείρισης έργου, ο σχεδιασμός αντιμετώπισης κινδύνων ενημερώνει και άλλα έγγραφα σχετικά με το έργο, όπως έγγραφα σχετικά με τις τεχνικές προδιαγραφές, τις παραδοχές και τις ανάγκες που υπάρχουν για την υλοποίηση του.

Τέλος, μεγάλες αλλαγές δέχεται το Μητρώο κινδύνων, στο οποίο προστίθενται πληροφορίες όπως:

- Η κυριότητα κάθε κινδύνου (risk ownership)
- Οι στρατηγικές αντιμετώπισης που έχουν επιλεγεί και οι ενέργειες που απαιτούνται για την εφαρμογή τους.
- Δευτερεύοντες κίνδυνοι που έχουν αναγνωριστεί κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.
- Εφεδρικά σχέδια και αποθεματικά.
- Υπολειμματικοί κίνδυνοι, κίνδυνοι δηλαδή που παραμένουν μετά την αντιμετώπισή τους.

Εφαρμογή Σχεδίου Αντιμετώπισης Κινδύνων

Ακόμη και αν το σχέδιο αντιμετώπισης κινδύνων είναι πλήρες εύστοχο, είναι αναγκαία η εξασφάλιση της εφαρμογής του, δημιουργώντας σωστή στάση απέναντι στην πρόληψη του κινδύνου, ώστε να μην αντιμετωπίζεται ως κάτι που πρέπει να γίνει στο μέλλον, αλλά ως μια απαραίτητη διαδικασία. Για το λόγο αυτό, οι δράσεις αντιμετώπισης κινδύνου πρέπει να ενσωματώνονται στο γενικότερο σχέδιο υλοποίησης του έργου.

3.4.5. Παρακολούθηση και Έλεγχος Κινδύνων

Σκοπός της διαδικασίας είναι η συνεχής παρακολούθηση των κινδύνων, ο εντοπισμός νέων και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας τόσο των ενεργειών αντιμετώπισης όσο και του συνόλου της διεργασίας διαχείρισης κινδύνων. Η διαδικασία αναλύει τα αποτελέσματα των διαδικασιών και των αποφάσεων, εξετάζει ποιοι κίνδυνοι εμφανίστηκαν τελικά και αν εκτιμήθηκαν σωστά οι πιθανότητες και οι συνέπειες τους και ποια μέτρα αντιμετώπισης λειτούργησαν αποτελεσματικά. Βασικός σκοπός της διαδικασίας δεν είναι να μηδενίσει τον κίνδυνο ενός έργου, αλλά να διασφαλίζει ότι αυτός διαχειρίζεται με τον τρόπο που έχει μελετηθεί και σχεδιαστεί (Schieg, 2006).

Σύμφωνα με το Project Management Institute (2017), η αξιολόγηση αυτή δίνει στοιχεία στη διαχείριση του έργου με σκοπό τη βελτίωση των διαδικασιών διαχείρισης κινδύνων αλλά και της γενικότερης διαχείρισης του έργου. Η διαδικασία εκτελείται σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου και περιέχει τα απαραίτητα στοιχεία για την αναθεώρηση του σχεδίου διαχείρισης κινδύνων του συγκεκριμένου έργου και αλλά και των πολιτικών της διαχείρισης κινδύνων της εταιρείας.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η διαδικασία της παρακολούθησης, ενώ αποτελεί το τελευταίο βήμα της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνων, αποτελεί παράλληλα εναρκτήριο βήμα για την επανεκκίνηση της. Κατά την εκτέλεση του έργου προκύπτουν νέα δεδομένα και πιθανά νέες συνθήκες που καθιστούν την κατάσταση των κινδύνων μεταβαλλόμενη είτε αυτό προσδιορίζεται στην έκθεση των εντοπισμένων κινδύνων είτε στην εμφάνιση νέων. Η διαδικασία είναι πιθανό να επαναληφθεί λόγω της εμφάνισης κινδύνων που δεν είχαν προβλεφθεί, της ανάγκης ανάλυσης αλλαγής παραμέτρων του έργου, της μεταβολής των συνθηκών στο περιβάλλον του έργου και ο επανασχεδιασμός του έργου (Heldman, 2005).

Η επικοινωνία των στοιχείων της παρακολούθησης και του συνόλου των αποτελεσμάτων της διεργασίας στους ενδιαφερόμενους αποτελεί τη σημαντικότερη λειτουργία της διαδικασίας. Η επικοινωνία μπορεί να εφαρμοστεί αρχικά μέσω της συμπλήρωσης και αναθεώρησης των ειδικών εντύπων, που αναφέρθηκαν από τη διαδικασία του εντοπισμού κινδύνων, των φύλλων κινδύνων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα φύλλα κινδύνων συντάσσονται για κάθε εντοπισμένο κίνδυνο ξεχωριστά, αποτελούν την ταυτότητα των κινδύνων και ταυτόχρονα ένα πολύ

σημαντικό εργαλείο για την παρακολούθηση των κινδύνων και την εξέλιξη των οργανισμών στην εμπειρία και την ικανότητα των στελεχών σε ζητήματα διαχείρισης κινδύνων. Επιπρόσθετα, αποτελούν τα πιο σημαντικά δεδομένα για τη διατήρηση της γνώσης τόσο για τους κινδύνους που απασχόλησαν το έργο, για μελλοντική χρήση τους από την εταιρεία, όσο και για την αποτελεσματικότητα των μεθόδων και των τεχνικών της διαχείρισης κινδύνων που χρησιμοποιήθηκαν. Η επικοινωνία της συνολικής πορείας της διεργασίας και των αποτελεσμάτων που αφορούν το σύνολο των κινδύνων όμως γίνεται μέσω της συμπλήρωσης αναφορών και του συντονισμού συναντήσεων. Η ομάδα διαχείρισης κινδύνων, με σκοπό την ενημέρωση των ενδιαφερόμενων συντάσσει έντυπες αναφορές που κοινοποιούνται στην ανώτερη διοίκηση και τους ενδιαφερόμενους του έργου. Παράλληλα, συντονίζει συναντήσεις ανά προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα στις οποίες γίνεται διάλογος της ομάδας διαχείρισης κινδύνων με τους ενδιαφερόμενους για τα αποτελέσματα και τους στόχους της διαχείρισης κινδύνων (Schieg, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

4.1. Γενική Επισκόπηση της Μεθοδολογικής Προσέγγισης

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί περιγράφεται η προτεινόμενη μεθοδολογία για την εκπόνηση της ανάλυσης και διαχείρισης κατασκευαστικού κινδύνου στα τεχνικά έργα, εφαρμογή της οποίας πραγματοποιείται για την εκπόνηση της μελέτης περίπτωσης στο επόμενο κεφάλαιο. Παράλληλα αναφέρονται οι λόγοι που οδήγησαν στις επιλογές που συνέθεσαν την παρακάτω μεθοδολογία, οι παραδοχές που λήφθηκαν καθώς επίσης και οι περιορισμοί που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της σύνθεσής της. Τέλος, γίνεται αναφορά του λογισμικού και άλλων εργαλείων των οποίων η χρήση είναι απαραίτητη για την εφαρμογή της εν λόγω μεθοδολογίας.

Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση έχει ως στόχο την κάλυψη του ρόλου του «Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου» το οποίο περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι απαραίτητες πληροφορίες του «Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου» όπως είναι η περιγραφή του έργου, το χρονοδιάγραμμα, η κατηγοριοποίηση των παραγόντων που επηρεάζουν το έργο και οι παραδοχές περιγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο για λόγους συνοχής.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία της μελέτης περίπτωσης αφορά στην εκπόνηση ανάλυσης και την δημιουργία στρατηγικής διαχείρισης του κατασκευαστικού κινδύνου τεχνικού έργου υπό τη σκοπιά του αναδόχου του έργου. Σκοπός της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι η αναγνώριση και ανάλυση των κινδύνων που μπορούν να επηρεάσουν το έργο κατά τη διάρκεια της κατασκευής όσον αφορά στο κόστος κατασκευής, το χρόνο ολοκλήρωσης και την ποιότητα των εργασιών, και η εισαγωγή προτάσεων άμβλυνσης του συνολικού κινδύνου του έργου.

Η διαδικασία της ανάλυσης και διαχείρισης κινδύνων ενός έργου θεωρείται ιδανικό να γίνεται πριν την υποβολή της προσφοράς για την επιλογή του αναδόχου του έργου. Ο λόγος είναι πως γνωρίζοντας το βαθμό επικινδυνότητας που παρουσιάζει το έργο ο εν δυνάμει ανάδοχος κάνει εκτίμηση των πιθανοτήτων υπέρβασης του κόστους αλλά και του χρόνου υλοποίησης του έργου και να αποφασίσει εάν θέλει να αναλάβει το έργο, καθώς επίσης και να ρυθμίσει το ύψος της προσφοράς που θα καταθέσει, λαμβάνοντας υπ' όψη τα περιθώρια κέρδους σε σχέση με τον κίνδυνο αλλά και τον ανταγωνισμό. Ακόμη όμως και αν δεν καταστεί δυνατή η εκπόνηση ανάλυσης και σχεδίου διαχείρισης κινδύνου πριν την καταβολή της προσφοράς του αναδόχου, η εκπόνηση της ακόμη και μετά την ανάληψη του έργου προσφέρει σημαντικά οφέλη στον ανάδοχο.

Για την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας απαιτείται η λήψη των παρακάτω παραδοχών:

1. Οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται σχετικά με το έργο είναι αυτές που παρέχονται από τα τεύχη δημοπράτησης.
2. Ως βάση για την εκτίμηση κόστους απαιτείται εκτίμηση ελάχιστης προσφοράς εκφρασμένη σε ποσοστό έκπτωσης επί του προϋπολογισμού. Η προσφορά αυτή ορίζεται βάσει εκτίμησης του ελάχιστου δυνατού κόστους που δύναται να έχει το έργο. Για το λόγο αυτό οι επιπτώσεις των κινδύνων έχουν μόνο αρνητική έννοια, αυξάνουν δηλαδή το κόστος του έργου.
3. Αντίστοιχα, απαιτείται εκπόνηση ενδεικτικού χρονοδιαγράμματος του έργου. Το χρονοδιάγραμμα παρουσιάζει επίσης την ελάχιστη δυνατή διάρκεια που εκτιμάται ότι θα έχουν οι εργασίες. Για το λόγο αυτό, οι επιπτώσεις των κινδύνων όσον αφορά στο χρόνο υλοποίησης έχουν μόνο αρνητική έννοια.
4. Η ανάλυση και διαχείριση του κινδύνου στη συγκεκριμένη μεθοδολογία αφορά μόνο στη φάση της κατασκευής του έργου. Δεν αφορά στην περίοδο ανάμεσα στη δημοπράτηση και την υπογραφή της σύμβασης, ούτε στην περίοδο συντήρησης του έργου. Αυτό σημαίνει πως λαμβάνονται υπόψη μόνο κίνδυνοι που μπορούν να επηρεάσουν τη φάση της κατασκευής και οι επιπτώσεις αυτών. Παρ' όλα αυτά η στρατηγική αντιμετώπισής τους μπορεί να περιλαμβάνει ενέργειες που λαμβάνουν χώρα νωρίτερα.

Οι απαραίτητες πληροφορίες για την εκπόνηση της ανάλυσης και διαχείρισης κινδύνου αντλήθηκαν από διάφορες πηγές:

- Τα τεύχη δημοπράτησης του έργου, τα οποία περιλαμβάνουν τον προϋπολογισμό, την περιγραφή του έργου και τις υποχρεώσεις του αναδόχου. Για παράδειγμα, τα έγγραφα που χρησιμοποιήθηκαν στην εκπόνηση της μελέτης περίπτωσης ήταν η «Διακήρυξη ανοιχτής διαδικασίας», η «Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων» (Ε.Σ.Υ.), το «Περιγραφικό τιμολόγιο», η «Περίληψη διακήρυξης», ο «Προϋπολογισμός της μελέτης», το «Σχέδιο Ασφάλειας και Υγείας – Φάκελος Ασφάλειας και Υγείας» (ΣΑΥ – ΦΑΥ) και η «Τεχνική Περιγραφή» του έργου.
- Συνεντεύξεις η μορφή των οποίων ακολουθεί αυτή της «μη δομημένης συνέντευξης» και της «ημι-δομημένης συνέντευξης» (semi-structured interview) (Qu & Dumay, 2011). Η δομημένη συνέντευξη ή η χρήση ερωτηματολογίων σε μεγάλο αριθμό ερωτηθέντων δεν επιλέχθηκαν καθώς προέκυψε η ανάγκη χρήσης συμπληρωματικών ερωτήσεων για την καλύτερη κατανόηση της αντίληψης κινδύνου του ερωτηθέντα, η ανάγκη εκτενούς επεξήγησης των χαρακτηριστικών του έργου (briefing) για την εκτίμηση των κινδύνων του έργου και η ανάγκη δυνατότητας επαναληπτικών συνεντεύξεων. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν με εταίρους κατασκευαστικών εταιρειών εργοληπτών δημοσίων έργων και χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση του ενδεικτικού χρονοδιαγράμματος του έργου καθώς και για τη συγκέντρωση

πληροφοριών σχετικές με την ποιοτική ανάλυση των κινδύνων που αναγνωρίστηκαν και την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών που προτείνονται.

4.2. Στάδια Μεθοδολογίας

4.2.1. Εντοπισμός Κινδύνων

Για την προετοιμασία της αναγνώρισης και εντοπισμού των κινδύνων του έργου γίνεται ανάλυση των αναγκαίων παραδοχών, οι οποίες προκύπτουν από τα δεδομένα του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος της εργοληπτικής επιχείρησης και στις πληροφορίες που υπάρχουν για το έργο και αφορούν στη σύσταση και τις δυνατότητες της επιχείρησης, την ημερομηνία έναρξης των εργασιών, την εκτίμηση ελάχιστης προσφοράς και οποιαδήποτε άλλη παραδοχή είναι αναγκαία για την αναγνώριση των κινδύνων. Έπειτα δημιουργείται ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου, ενώ πραγματοποιείται ανάλυση SWOT, για την απεικόνιση των Δυνατών σημείων, των αδυναμιών, των ευκαιριών και των απειλών που παρουσιάζονται στο έργο.

Για την αναγνώριση των κινδύνων που επηρεάζουν το έργο γίνεται η χρήση προκαταρκτικής λίστας παραγόντων κινδύνων η οποία αφορά στους συνηθέστερους κινδύνους υπέρβασης κόστους, καθυστέρησης εργασιών και αποτυχία επίτευξης ποιοτικών στόχων σε τεχνικά έργα. Προτεινόμενη είναι η λίστα του Larsen (2015), η οποία βασίζεται σε βιβλιογραφική έρευνα επί του αντικειμένου σε παγκόσμιο επίπεδο. Έπειτα γίνεται ανάλυση των παραγόντων της λίστας ως προς τα χαρακτηριστικά τους, τις παραμέτρους επιρροής και το είδος των επιπτώσεων που μπορούν να έχουν στο έργο, ώστε να προσδιοριστούν οι παράγοντες που αφορούν στο υπό μελέτη έργο και μπορούν να αποτελέσουν κινδύνους υπό τη σκοπιά του αναδόχου.

Για τον προσδιορισμό των κύριων κινδύνων του έργου δημιουργείται διάγραμμα που παρουσιάζει τις επιρροές ανάμεσα στους παράγοντες κινδύνου που θεωρήθηκε ότι επηρεάζουν το έργο. Ως αποτέλεσμα προκύπτει η λίστα των αναγνωρισμένων κινδύνων που επηρεάζουν άμεσα το έργο σε σχέση με τους παράγοντες του κόστους, του χρόνου και της ποιότητας.

4.2.2. Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων

Για την ποιοτική ανάλυση των κινδύνων γίνεται εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης κάθε κινδύνου και του βαθμού επίπτωσης που παρουσιάζει στο έργο όσον αφορά στο κόστος, το χρόνο υλοποίησης και την επίτευξη των στόχων ποιότητας. Βάσει των εν λόγω εκτιμήσεων υπολογίζεται ο βαθμός έκθεσης του έργου σε κάθε κίνδυνο για κάθε παράμετρο (κόστος, χρόνος, ποιότητα) , αλλά και συνολικά. Βάσει των βαθμών

έκθεσης γίνεται ιεράρχηση των κινδύνων και κατηγοριοποίησή τους σε κινδύνους υψηλής, μέσης και χαμηλής έκθεσης.

Εκτίμηση Πιθανότητας Κινδύνων

Η εκτίμηση των πιθανοτήτων κινδύνων πραγματοποιείται με τη χρήση περιγραφικής κλίμακας επιπέδων πιθανότητας, κάθε επίπεδο της οποίας αντιστοιχεί σε μια ενδεικτική πιθανότητα. Ο προσδιορισμός των βαθμίδων πιθανότητας καθώς και των επιπέδων της περιγραφικής κλίμακας γίνεται από το μελετητή λαμβάνοντας υπ' όψη τη στάση που παρουσιάζει ο ανάδοχος στον κίνδυνο. Καθώς η εκτίμηση των πιθανοτήτων βασίζεται στη χρήση κριτικής ικανότητας και εμπειρικής γνώσης και δεν υπολογίζεται βάσει αριθμητικών δεδομένων, θεωρείται άσκοπη η χρήση αποκλειστικά αριθμητικής κλίμακας πιθανοτήτων καθώς η μεγαλύτερη ακρίβεια στην εκτίμηση θα μπορούσε να είναι παραπλανητική (η εκτίμηση ,για παράδειγμα, της πιθανότητας ενός κινδύνου ως 46% και ενός άλλου 49% δεν θα είχε κάποια ουσιαστική βάση και θα έδινε ψευδώς την εντύπωση της ακρίβειας). Στην εκτίμηση των κινδύνων λαμβάνονται υπόψη οι παράγοντες επιρροής των κινδύνων, εσωτερικοί και εξωτερικοί.

Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων

Η εκτίμηση επιπτώσεων κινδύνων βασίζεται επίσης στη χρήση περιγραφικής κλίμακας. Επιπλέον, σε κάθε βαθμό επίπτωσης γίνεται αντιστοίχιση με συντελεστή βάρους επίπτωσης, ο οποίος καθορίζεται βάσει της στάσης που παρουσιάζει ο ανάδοχος απέναντι στον κίνδυνο , για να καταστεί δυνατός ο υπολογισμός της έκθεσης του έργου στους κινδύνους. Τέλος, στους βαθμούς επίπτωσης χρόνου και κόστους γίνεται αντιστοίχιση με διαστήματα που απεικονίζουν την επίπτωση στο σύνολο του έργου. Για τις επίπτωσης κόστους τα διαστήματα απεικονίζουν το ποσοστό αύξησης του συνόλου του έργου, ενώ για τις επιπτώσεις χρόνου, τα διαστήματα αφορούν σε ημέρες καθυστέρησης στην ολοκλήρωση του έργου

Υπολογισμός Βαθμού Έκθεσης Κινδύνων

Ο υπολογισμός του βαθμού έκθεσης που παρουσιάζει ο κάθε κίνδυνος στο κόστος, το χρόνο και την ποιότητα, γίνεται με πολλαπλασιασμό της πιθανότητας εμφάνισης με το συντελεστή βαρύτητας της επίπτωσης του κινδύνου σε κάθε παράμετρο. Για κάθε παράμετρο γίνεται ιεράρχηση των κινδύνων βάσει έκθεσης και αναγνωρίζονται οι κίνδυνοι με τη μεγαλύτερη κρισιμότητα όσον αφορά στο κόστος, το χρόνο και την ποιότητα. Τέλος, γίνεται πρόσθεση των επί μέρους βαθμών έκθεσης των κινδύνων και προκύπτει ο συνολικός βαθμός έκθεσης κάθε κινδύνου, γίνεται ιεράρχηση των κινδύνων βάσει της συνολικής έκθεσης, ενώ αναγνωρίζονται οι σημαντικότεροι κίνδυνοι του έργου.

4.2.3. Ποσοτική Ανάλυση Κινδύνων

Η ποσοτική ανάλυση των κινδύνων έγινε βάσει των επιπτώσεων στο έργο όσον αφορά στο κόστος και το χρόνο υλοποίησης και για την εκπόνησή της επιλέγεται μέθοδος προσομοίωσης της πραγματοποίησης των κινδύνων και των επιπτώσεων τους στο κόστος και το χρόνο υλοποίησης του έργου.

Η προσομοίωση των κινδύνων γίνεται ανά ομάδα εργασιών. Θεωρείται δηλαδή ρεαλιστικό πως ένας κίνδυνος μπορεί να εμφανιστεί σε μια ομάδα εργασιών και να μην εμφανιστεί στις υπόλοιπες. Για να αποφευχθεί περιττή πολυπλοκότητα στο μοντέλο της προσομοίωσης η πιθανότητα εμφάνισης ενός κινδύνου θεωρείται ίση σε κάθε ομάδα εργασίας, αλλά γίνεται επανεκτίμηση της επίπτωσης κάθε κινδύνου ώστε να αντιπροσωπεύει το βαθμό στον οποίο επηρεάζει κάθε ομάδα εργασιών.

Προσδιορισμός Πιθανοτήτων Κινδύνων

Για τον υπολογισμό της πιθανότητας εμφάνισης κάθε κινδύνου σε μία ομάδα εργασιών γίνεται χρήση της θεωρίας των πιθανοτήτων. Συγκεκριμένα, η πιθανότητα η οποία αποδόθηκε σε κάθε κίνδυνο κατά τη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης αφορά στην εμφάνιση του κινδύνου τουλάχιστον σε μια ομάδα εργασίας, αποτελεί άρα αποτέλεσμα της ένωσης των πιθανοτήτων του συνόλου των ομάδων εργασιών. Πιο αναλυτικά εάν για παράδειγμα η ο κίνδυνος R9 παρουσιάζει συνολική πιθανότητα εμφάνισης $P(R9)=0,1$ και $P(A)$, $P(B)$, $P(\Gamma)$, $P(\Delta)$, $P(E)$, $P(\Sigma T)$ και $P(Z)$ οι πιθανότητες εμφάνισης του κινδύνου στις ομάδες εργασιών A, B, Γ, Δ, E, ΣΤ και Ζ αντίστοιχα, τότε $P(R9)= 0,1 = P(A \cup B \cup \Gamma \cup \Delta \cup E \cup \Sigma T \cup Z)$. Λόγω της παραδοχής ότι οι πιθανότητες για κάθε ομάδα εργασίας είναι ίσες, χρησιμοποιώντας τον τύπο της ένωσης πιθανοτήτων για ανεξάρτητα γεγονότα $P(A \cup B)=P(A)+P(B)-P(A \cap B)$ προκύπτει για τον υπολογισμό της πιθανότητας του κινδύνου για μια ομάδα εργασιών αρκεί η επίλυση της παρακάτω σχέσης:

$$x^7 - 2x^6 + 3x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - \alpha = 0$$

όπου x η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου σε μια ομάδα εργασίας και α η πιθανότητα της ένωσης για το σύνολο των εργασιών. Για παράδειγμα, για τον κίνδυνο R(9) ισχύει:

$$x^7 - 2x^6 + 3x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - 0,1 = 0 \text{ άρα,}$$

$$x = 0,02085$$

Προσδιορισμός Επιπτώσεων Κινδύνων ανά Ομάδα Εργασιών

Για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων κινδύνων ανά ομάδα εργασίας είναι αναγκαία επανεκτίμηση των επιπτώσεων κάθε κινδύνου για κάθε μία από τις ομάδες εργασίας,

χρησιμοποιώντας την ίδια κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε κατά την ποιοτική ανάλυση, με τις εξής διαφορές:

- Όσον αφορά στις επιπτώσεις κόστους εκτιμάται το ποσοστό αύξησης βάσει του κόστους της ομάδας εργασίας, σε αντίθεση με το συνολικό κόστος του έργου που χρησιμοποιήθηκε στην ποιοτική ανάλυση.
- Όσον αφορά στις επιπτώσεις χρόνου εκτιμώνται οι επιπτώσεις κάθε κινδύνου σε κάθε ομάδα εργασίας ξεχωριστά.

Προσδιορισμός Επιπτώσεων Κινδύνων ανά Ομάδα Εργασιών

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε περιγραφή μιας από τις συνηθέστερες μεθόδους προσομοίωσης, της μεθόδου Monte Carlo. Η τεχνική Monte Carlo στην «παραδοσιακή» της μορφή χρησιμοποιεί δειγματοληψία απόλυτα τυχαίων τιμών βάσει των καθορισμένων κατανομών πιθανοτήτων, για την προσομοίωση των κινδύνων σε ένα έργο. Η απόλυτη Τυχαιότητα επιλογής δημιουργεί την ανάγκη χρήσης ιδιαίτερα υψηλού πλήθους επαναλήψεων για την αποφυγή φαινομένων ομαδοποίησης των δειγμάτων.

Με σκοπό την αύξηση της αξιοπιστίας στη δειγματοληψία των προσομοιώσεων έχει αναπτυχθεί ένας αριθμός μεθόδων δειγματοληψίας. Στην εκπόνηση της ποσοτικής ανάλυσης στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε η δειγματοληπτική μέθοδος του Λατινικού Υπερκύβου, (Latin HyperCube Smpling, LHS), μία από τις συχνότερα τροπινώμενες μεθόδους σχετικά με την προσομοίωση κινδύνων με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστικών συστημάτων. Η μέθοδος αυτή προτάθηκε από τους McKay, Beckman και Conover το 2000, και αποτελεί εξέλιξη της δειγματοληπτικής μεθόδου Monte Carlo. Αναπτύχθηκε για τη μείωση των αναγκαίων επαναλήψεων για την παραγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων και η βασική αρχή της είναι η διαίρεση της καμπύλης αθροιστικής συχνότητας σε ίσα τμήματα κι η τυχαία λήψη δειγμάτων από το κάθε τμήμα. Αν και τα οφέλη της μεθόδου LHS είναι μεγαλύτερα σε σχέση με την απόλυτα τυχαία δειγματοληψία όταν ο αριθμός των επαναλήψεων είναι χαμηλός, σε περίπτωση υψηλού αριθμού επαναλήψεων η μέθοδος συνεχίζει να αποδίδει αποτελέσματα με μεγαλύτερη αξιοπιστία από την Monte Carlo δειγματοληψία.

Δημιουργία Μοντέλου Κινδύνων

Με σκοπό τη δημιουργία του μοντέλου κινδύνου για το έργο προτείνεται η χρήση των προγραμμάτων Microsoft Excel, Microsoft Project (λογισμικό διαχείρισης έργου) και Lumivero @RISK (λογισμικό προσομοίωσης κινδύνου). Η δημιουργία του μοντέλου πραγματοποιείται σε τρεις διακριτές διαδικασίες:

1. Δημιουργία χρονοδιαγράμματος έργου στο Microsoft Project και εισαγωγή του στο Microsoft Excel με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Lumivero @RISK.

Για τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος στο Microsoft Project είναι αναγκαία η χρήση των εκτιμήσεων που αναλύονται στις παραδοχές της αναγνώρισης κινδύνων. Κατά τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος εισάγονται στο πρόγραμμα οι ομάδες εργασιών, η χρονική τοποθέτησή τους, η ελάχιστη εκτιμώμενη διάρκεια σε εργάσιμες ημέρες, η ημερομηνία παράδοσης του έργου (Deadline) καθώς και οι περιορισμοί που παρουσιάζονται για τον προγραμματισμό των ομάδων εργασιών σε περίπτωση καθυστέρησης των εργασιών. Επιπλέον γίνεται εισαγωγή του κόστους ανά ομάδα εργασίας σύμφωνα με την ελάχιστη εκτίμηση.

Την εισαγωγή των χαρακτηριστικών του έργου στο Microsoft Project ακολουθεί η εισαγωγή του χρονοδιαγράμματος στο Microsoft Excel. Με τη χρήση του Lumivero @Risk η εισαγωγή πραγματοποιείται συνδέοντας το λογιστικό βιβλίο της ποσοτικής ανάλυσης με το αρχείο του χρονοδιαγράμματος στο Microsoft Project. Η διαδικασία αυτή έχει ως σκοπό να καταστήσει δυνατή τη δυναμική αλληλεπίδραση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης για τον επανυπολογισμό της συνολικής διάρκειας του έργου. Τέλος, στα στοιχεία κόστους προστίθενται τα επιπλέον κόστη του έργου, όπως αυτά φαίνονται στον προϋπολογισμό (ΦΠΑ, Απρόβλεπτα κλπ).

2. Δημιουργία μητρώου κινδύνων στο Microsoft Excel με χρήση του πρόσθετου προγράμματος Lumivero @RISK.

Κατά τη δημιουργία του μητρώου κινδύνου εισάγονται οι κίνδυνοι που καταγράφηκαν κατά τη διαδικασία της αναγνώρισης κινδύνων. Έπειτα υπολογίζεται η πιθανότητα εμφάνισης κάθε κινδύνου σε μια ομάδα εργασίας, χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$x^7 - 2x^6 + 3x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - \alpha = 0$$

Μετά τον υπολογισμό της πιθανότητας δημιουργούνται οι πίνακες επιπτώσεων κόστους και χρόνου. Για τη δημιουργία των πινάκων γίνεται εκτίμηση των επιπτώσεων των κινδύνων ανά ομάδα εργασίας και βάσει των διαστημάτων της κλίμακας επιπέδων επίπτωσης εισάγονται οι τιμές για την ελάχιστη, την πιθανότερη και τη μέγιστη επίπτωση κάθε κινδύνου σε κάθε ομάδα εργασιών.

Για να καταστεί δυνατή η προσομοίωση των κινδύνων βάσει του μητρώου, εισάγονται μέσω του λογισμικού @Risk οι συναρτήσεις αβεβαιότητας για την πιθανότητα εμφάνισης και τις συνέπειες κάθε κινδύνου. Για τους αμιγείς κινδύνους η συνάρτηση πιθανότητας βασίζεται στην κατανομή Bernoulli και οι συναρτήσεις επιπτώσεων στην κατανομή Pert με χρήση των τιμών ελάχιστης, πιθανότερης και μέγιστης επίπτωσης ενώ για την εισαγωγή των αποτελεσμάτων στις συνολικές επιπτώσεις των κινδύνων χρησιμοποιείται το γινόμενο της προσομοίωσης πιθανότητας με αυτό της επίπτωσης. Έτσι εάν ο κίνδυνος πραγματοποιούταν σε μια επανάληψη της προσομοίωσης το αποτέλεσμα της Bernoulli θα ήταν 1 και της Pert ο βαθμός της επίπτωσης άρα το γινόμενο ισούται με την επίπτωση και προστίθεται στο σύνολο των επιπτώσεων για τη

συγκεκριμένη ομάδα εργασίας. Αντίθετα, εάν ο κίνδυνος δεν πραγματοποιούταν σε μια επανάληψη τότε το αποτέλεσμα της Bernoulli ήταν 0 και άρα το γινόμενο των δυο συναρτήσεων ήταν 0 και δεν υπήρχε αύξηση στο σύνολο των επιπτώσεων της ομάδας εργασίας.

Για τους κινδύνους εγγενούς αβεβαιότητας δε χρησιμοποιείται συνάρτηση πιθανότητας για να καθορίσει την εμφάνιση ή όχι του κινδύνου. Αντίθετα η πιθανότητα εμφάνισης ενσωματώνεται στις συναρτήσεις επιπτώσεων. Για να καταστεί δυνατό αυτό, είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός των καμπυλών αθροιστικής συχνότητας των επιπτώσεων με την πιθανότητα εμφάνισης να αντιπροσωπεύει την πιθανότητα η επίπτωση να ξεπεράσει την τιμή που έχει τεθεί ως ελάχιστη στον πίνακα επιπτώσεων. Μετά το σχεδιασμό της καμπύλης αθροιστικής συχνότητας γίνεται χρήση της επιλογής αναγνώρισης κατανομής (distribution fitting- ελεύθερη μετάφραση) ώστε να αναγνωριστούν οι κατάλληλες κατανομές οι οποίες καλύπτουν τις παραμέτρους που τέθηκαν κατά το σχεδιασμό των καμπυλών.

Μετά τον καθορισμό των κατανομών και των συναρτήσεων του μητρώου κινδύνων δημιουργείται ο πίνακας συνολικών επιπτώσεων ανά ομάδα εργασίας όσον αφορά στο κόστος και το χρόνο υλοποίησης, όπου συγκεντρώνονται οι επιπτώσεις από όλους τους κινδύνους σε μια μεμονωμένη επανάληψη της προσομοίωσης. Τέλος γίνεται σύνδεση των παραπάνω αποτελεσμάτων με το χρονοδιάγραμμα και τον πίνακα συνολικού κόστους του έργου για να καταστεί δυνατή η χρήση των αποτελεσμάτων στον υπολογισμό του συνολικού κόστους του έργου βάσει των επιπτώσεων των κινδύνων σε κάθε επανάληψη της προσομοίωσης καθώς και ο επανυπολογισμό του χρόνου υλοποίησης για κάθε επανάληψη από το Microsoft Project.

3. Δημιουργία Μήτρας Συσχετίσεων στο Microsoft Excel με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Lumivero @RISK.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αναγνώρισης κινδύνων δημιουργείται διάγραμμα που απεικονίζει τις επιρροές μεταξύ των κινδύνων. Για την επίτευξη ρεαλιστικών προσομοιώσεων των κινδύνων δημιουργείται με χρήση του αντίστοιχου εργαλείου στο λογισμικό @Risk μήτρα συσχετίσεων κινδύνων που απεικονίζει τις επιρροές μεταξύ της εμφάνισης ενός κινδύνου και την επιρροή που ασκεί αυτή στην εμφάνιση άλλων κινδύνων στο έργο. Για την αποτύπωση του βαθμού επιρροής με σκοπό τη χρήση του στην προσομοίωση των κινδύνων δίνονται τιμές συσχέτισης από το 0 έως το 1, με 0=μηδενική συσχέτιση και 1= απόλυτη συσχέτιση.

Προσομοίωση Κινδύνων

Μετά τη δημιουργία του μοντέλου κινδύνων πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας το @Risk η προσομοίωση των κινδύνων. Για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων επαναλήψεων χρησιμοποιείται η αυτόματη επιλογή του προγράμματος, όπου υπολογίζονται οι απαιτούμενες επαναλήψεις για το συγκεκριμένο μοντέλο, έτσι ώστε

να πραγματοποιηθεί η προσομοίωση για επίπεδο εμπιστοσύνης 99% και ανοχή σύγκλισης 1% με κριτήριο τη μέση τιμή. Για παράδειγμα, βάσει των κριτηρίων που τέθηκαν στην μελέτη περίπτωσης του κεφαλαίου 5, πραγματοποιήθηκε μία προσομοίωση με 100.000 επαναλήψεις.

Ανάλυση Αποτελεσμάτων Προσομοίωσης Κινδύνων

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων προσομοίωσης προκύπτουν με χρήση του @Risk διαγράμματα πυκνότητας πιθανότητας, αθροιστικής κατανομής πιθανότητας, ενώ επίσης πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας και δημιουργείται διάγραμμα Tornado. Έπειτα βάσει των διαγραμμάτων αλλά και των στατιστικών στοιχείων που παρουσιάζουν, ο μελετητής εξάγει συμπεράσματα σχετικά με τον συνολικό κίνδυνο του έργου, αλλά και το βαθμό επιρροής κάθε κινδύνου στο συνολικό αποτέλεσμα του έργου. Βάσει των συμπερασμάτων που εξήχθησαν γίνεται ιεράρχηση των κινδύνων, βάσει βαθμού επιρροής. Τέλος συγκρίνονται τα αποτελέσματα της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης για να εξακριβωθούν τυχόν αστοχίες.

Προσομοίωση Κινδύνων

Κατά το σχεδιασμό αντιμετώπισης κινδύνων εκπονούνται προτάσεις για την αντιμετώπιση κινδύνων. Για την εκπόνηση στρατηγικών αντιμετώπισης λαμβάνονται υπ' όψη τα παρακάτω:

- Τα αποτελέσματα της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης.
- Η φύση του κινδύνου.
- Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση και την ένταση των επιπτώσεων του κινδύνου.
- Η δυνατότητα του αναδόχου να επηρεάσει τους παραπάνω παράγοντες.
- Οι συσχετίσεις μεταξύ κινδύνων.
- Οι διαθέσιμες στρατηγικές.

Στην ανάλυση κάθε προτεινόμενης στρατηγικής κινδύνου περιλαμβάνονται τα παρακάτω:

- Κατηγορία στρατηγικής: σε ποια κατηγορία ανήκει η στρατηγική (αποφυγή, μεταφορά ελαχιστοποίηση αποδοχή).
- Περιγραφή στρατηγικής: αναλυτική περιγραφή της στρατηγικής και των προτεινόμενων ενεργειών.

Μετά την παράθεση των στρατηγικών αντιμετώπισης γίνεται εκτίμηση του υπολειμματικού κινδύνου, του κινδύνου δηλαδή που παραμένει μετά την εφαρμογή των στρατηγικών. Ο υπολειμματικός κίνδυνος αντικατοπτρίζει την αναμενόμενη αποτελεσματικότητα των στρατηγικών αντιμετώπισης κινδύνων.

4.2.5. Προσομοίωση Υπολειμματικού Κινδύνου

Η προσομοίωση υπολειμματικού κινδύνου σχετίζεται με την επανάληψη της προσομοίωσης της ποσοτικής ανάλυσης χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που προέκυψαν στην εκτίμηση υπολειμματικού κινδύνου. Η προσομοίωση απαιτείται να γίνει υπό πανομοιότυπες συνθήκες με την προσομοίωση της ποσοτικής ανάλυσης (μέθοδος δειγματοληψίας, μοντέλο κινδύνων , αριθμός επαναλήψεων) ενώ μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης καθιστά δυνατή την αξιολόγηση της επίπτωσης των στρατηγικών αντιμετώπισης στο συνολικό κίνδυνο του έργου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

5.1. Γενική Περιγραφή του Έργου

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί πραγματοποιείται η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας του τέταρτου κεφαλαίου. Για τη μελέτη περίπτωσης επιλέγεται ένα τεχνικό έργο βελτίωσης υποδομών με τίτλο «ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΞΑΝΘΗΣ» και πιο συγκεκριμένα το υποέργο 4 με τίτλο «ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΠΙΛΗΜΜΑΤΟΣ, Μ. ΕΥΜΟΙΡΟΥ ΚΑΙ ΓΕΡΑΚΑ ΔΗΜΟΥ ΞΑΝΘΗΣ» και το υποέργο 5 με τίτλο «ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΚΣΚΑΦΩΝ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΔΑΦΙΣΕΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΕΡΓΟΥ 4». Σκοπός του έργου είναι η βελτίωση των συνθηκών υδροδότησης της οικισμών του Δήμου Ξάνθης. Συγκεκριμένα, πρόκειται να κατασκευασθεί ένας αγωγός μεταφοράς ύδατος, ο οποίος συνδέεται με έναν παλιό αγωγό μεταφοράς ύδατος, βόρεια του οικισμού του Λυκοδρομίου και θα μεταφέρει και θα διανέμει το ύδωρ στους οικισμούς Λυκοδρομίου, Μ. Ευμοίρου, Γέρακα και Πιλήματος. Επιπλέον θα κατασκευασθούν και δύο δεξαμενές, μια στην αρχή του έργου που θα λειτουργεί ως ρυθμιστική και μια πάνω από τον οικισμό του Γέρακα η οποία θα εξυπηρετεί τον οικισμό. Στους υπόλοιπους οικισμούς υπάρχουν υφιστάμενες δεξαμενές, οι οποίες θα τροφοδοτούνται από τον κεντρικό αγωγό. Η προέλευση του ύδατος είναι από πηγές, οι οποίες βρίσκονται στους υπερκείμενους ορεινούς όγκους. Συγκεκριμένα η τροφοδοσία πραγματοποιείται από τρεις πηγές. Με ένα δίκτυο σωληνώσεων η ποσότητα του ύδατος συγκεντρώνεται σε φρεάτιο και στην συνέχεια με ένα μεταλλικό αγωγό βαρύτητας καταλήγει στη σημερινή δεξαμενή του Λυκοδρομίου. Το σημείο εκκίνησης του προς μελέτη έργου, βρίσκεται σε ένα κατάλληλο σημείο, από την άποψη της δυνατότητας χωροθέτησης της ρυθμιστής δεξαμενής και από άποψη υψομέτρου, βόρεια από τον οικισμό του Λυκοδρομίου, όπου και θα γίνει η σύνδεση της δεξαμενής με τον υφιστάμενο αγωγό ύδατος. Ο κύριος σκοπός του έργου είναι η ενίσχυση της υδροδότησης των οικισμών του Μ. Ευμοίρου, του Γέρακα και του Πιλήματος και βεβαίως η συνέχιση παροχής ύδατος στον οικισμό του Λυκοδρομίου. Η υπάρχουσα κατάσταση της υδροδότησης των τριών πρώτων οικισμών είναι εξαιρετικά δυσμενής ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες, όπου η έλλειψη ύδατος είναι εξαιρετικά έντονη με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η ικανοποίηση στοιχειωδών αναγκών. Οι οικισμοί αποτελούνται από χαμηλές διώροφες οικίες με κήπο. Ο πληθυσμός των οικισμών ασχολούνται κατά κύριο γεωργοκτηνοτροφικές ασχολίες, ενώ στους οικισμούς Γέρακα και Λυκοδρομίο εμφανίζουν τάσεις για αύξηση του κτιριακού όγκου των, λόγω κατασκευής παραθεριστικών κατοικιών, ενώ ήδη υπάρχουν ξενώνες, με πιθανή μελλοντική αύξηση τυχόν παρόμοιων τουριστικής φύσεως επενδύσεων. Επιπλέον οι περισσότερες κατοικίες λόγω ύπαρξης κήπου και σε

μερικές περιπτώσεις πισίνας, χρησιμοποιούν αρκετά μεγάλες ποσότητες ύδατος. Ακόμη υπάρχουν κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις σε Μ. Εύμοιρο και Πίλημα, στις οποίες παρατηρήθηκε όχι μόνο να μην έχουν επάρκεια ύδατος αλλά και μερικές έχουν έλλειψη σύνδεσης με παροχή ύδατος.

Ο αγωγός θα είναι πολυαιθυλαινίου 3ης γενιάς 20 atm και διατομής Φ140. Το συνολικό μήκος του φθάνει το 12,5 περίπου km με ίδιο αγωγό θα είναι και διακλαδώσεις του προς τις δεξαμενές (Λυκοδρομίου, Μ. Ευμοίρου, Γέρακα και Πιλήμματος), καθώς και προς το δίκτυο του οικισμού του Γέρακα. Οι δύο νέες δεξαμενές, ρυθμιστική και Γέρακα, θα έχουν δυναμικότητα υποδοχής ύδατος 200 και 100 m³ αντίστοιχα. Οι δεξαμενές θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα εξ' ολοκλήρου με θύρες μεταλλικές. Οι δεξαμενές επιχώνονται μετά την κατασκευή στις τρεις πλευρές τους ώστε να αφεθεί χώρος διέλευσης υλικών και επικοινωνίας προς το βανοστάσιο. Το επίχωμα κατασκευάζεται με κλίση 1:1.5, σύμφωνα με τα σχέδια γενικής διάταξης που συνοδεύουν την παρούσα. Τα κατακόρυφα πλευρικά τοιχώματα μονώνονται εξωτερικά με διπλή επάλειψη ασφαλτικού, ενώ το άνω τμήμα των δεξαμενών μονώνεται με διπλή στρώση στεγανωτικού φύλλου πολυαιθυλαινίου που καλύπτεται με πλάκες πολυουρεθάνης πάχους 6cm και στην συνέχεια τοποθετείται επικάλυψη με γαρμπιλοσκυρόδεμα πάχους 5cm. Η στεγάνωση οροφής εγκιβωτίζεται με περιμετρικό στηθαίο σκυροδέματος. Στην οροφή των δεξαμενών προβλέπεται η κατασκευή ανθρωποθυρίδων διαστάσεων 0,50μ, οι οποίες με την βοήθεια μόνιμης κλίμακας επιτρέπουν την εσωτερική επίσκεψη των δεξαμενών για λόγους συντήρησής τους. Οι ανθρωποθυρίδες εξασφαλίζονται επίσης με την κατασκευή στηθαίων ενώ η επικάλυψή τους γίνεται με στεγανή μεταλλική κατασκευή που δεν επιτρέπει την εισροή ομβρίων. Στην άνω πλάκα των δεξαμενών προβλέπονται σωλήνες εξαερισμού με την τοποθέτηση κεκαμένων σωλήνων.

Οι χώροι εγκατάστασης των δεξαμενών είναι δημόσιοι, εκτός του οικισμού και η χωροθέτηση των δεξαμενών σε αυτούς δεν αναμένεται να προκαλέσει αρνητικές οικονομικές ή κοινωνικές επιπτώσεις. Καθώς οι δεξαμενές θα είναι σχεδόν υπόγειες, δεν θα επηρεάσουν αρνητικά την αισθητική του τοπίου.

Οι σωληνώσεις του βανοστασίου θα είναι κατασκευασμένες από χάλυβα ευθείας ή ελικοειδούς ραφής, σύμφωνα με τις ισχύουσες επιταγές. Θα τοποθετηθεί ικανός αριθμός βανών ώστε να εξασφαλίζεται η απομόνωση και η εκκένωση των θαλάμων και η άμεση αποκοπή της τροφοδοσίας του οικισμού σε έκτακτη περίπτωση. Τέλος, η διαστασιολόγηση του βανοστασίου εξυπηρετεί την εγκατάσταση οποιουδήποτε συστήματος ελέγχου και αυτοματισμού.

Τα δίκτυα ύδρευσης θα αποτελούνται από σωλήνες πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς στην προαναφερόμενη διατομή. Ως συσκευές δικτύου θα χρησιμοποιηθούν δικλείδες, εκκενωτές και αεροβαλβίδες, ενώ στο δίκτυο ύδρευσης της Ρύμης θα τοποθετηθούν

και πυροσβεστικοί κρουνοί. Τα ορύγματα που θα δημιουργηθούν θα αποκατασταθούν πλήρων ενώ δεν υπάρχει άνω αυτών ασφαλική στρώση.

Οι εργασίες που προβλέπονται συνοπτικά είναι:

Α. ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

1. Τοπογραφικές εργασίες για την αποτύπωση του φυσικού εδάφους και ακολούθως η χάραξη για την τοποθέτηση των δικτύων
2. Προμήθεια και μεταφορά στις θέσεις κατασκευής των απαιτούμενων υλικών
3. Εκσκαφές τάφρων, καθαιρέσεις οδοστρωμάτων κλπ για την τοποθέτηση των αγωγών
4. Τοποθέτηση και σύνδεση των σωλήνων ύδρευσης
5. Δοκιμές στεγανότητας
6. Επαναπλήρωση τάφρων και αποκατάσταση οδοστρωμάτων και άλλων έργων που είχαν καθαιρεθεί
7. Κατασκευή των φρεατίων για την τοποθέτηση των βανών

Β. ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ

1. Τοπογραφικές εργασίες για την αποτύπωση της περιοχής στις θέσεις κατασκευής των δεξαμενών και ακολούθως η χάραξη για την τοποθέτηση των δεξαμενών
1. Προμήθεια και μεταφορά στις θέσεις κατασκευής των απαιτούμενων υλικών
2. Εκσκαφές θεμελίων τεχνικών έργων, επιχώσεις
3. Εργασίες σκυροδέτησεων τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού
4. Επιχρίσματα, χρωματισμοί, μεταλλικές κατασκευές, περίφραξη
8. Δίκτυα σύνδεσης δεξαμενών, βάνες, σύστημα χλωρίωσης, αυτοματισμός βάνας ρύθμισης παροχής ύδατος

Γ. ΟΔΟΠΟΙΑ

1. Τοπογραφικές εργασίες για την αποτύπωση του φυσικού εδάφους και ακολούθως η χάραξη για την κατασκευή της δασικής οδού
2. Χωματοουργικά έργα, εκσκαφές, κατασκευή επιχωμάτων
3. Εκσκαφές θεμελίων τεχνικών έργων, επιχώσεις
4. Εργασίες σκυροδετήσεων τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού τεχνικών έργων
5. Έργα πρασίνου

Η δημοπράτηση του έργου πραγματοποιήθηκε στις 10 Μαρτίου του 2022 ενώ η υπογραφή της σύμβασης από τον ανάδοχο πραγματοποιήθηκε στις 26 Ιουλίου του 2022. Η συνολική προθεσμία εκτέλεσης του έργου, σύμφωνα με την Διακήρυξη της δημοπρασίας, ορίζεται σε εικοσιτέσσερις μήνες από την ημέρα υπογραφής της σύμβασης.

Σύμφωνα με τον προϋπολογισμό της μελέτης η δαπάνη είναι ποσού 1.249.851,40 ευρώ για εργασίες (υποέργο 4) και πλέων αυτών συμπεριλαμβάνει ποσό 224.973,25

ευρώ για ΓΕ & ΟΕ, ποσό 221.223,90 ευρώ για απρόβλεπτα, ποσό 53.951,65 ευρώ για αναθεώρηση και ποσό 35.167,00 ευρώ για απολογιστικά (υποέργο 5), συνολική δαπάνη υποέργου 4 και 5 1.785.167,00 ευρώ με 428.440,08 ευρώ για ΦΠΑ ήτοι συνολικής δαπάνης 2.213.607,08 ευρώ. Ο προϋπολογισμός της μελέτης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.1.: Προϋπολογισμός Μελέτης

Άθροισμα Δαπανών Εργασιών κατά τη Μελέτη	1.249.851,40
Γεν. Όφελος 18,00 %	224.973,25
Συνολική Δαπάνη Έργου κατά τη Μελέτη	1.474.824,65
Απρόβλεπτα 15,00 %	221.223,70
Δαπάνη Υποέργου 4 με Απρόβλεπτα	1.696.048,35
Αναθεώρηση	53.951,65
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 4 κατά τη Μελέτη	1.750.000,00
Δαπάνη ΦΠΑ 24,00 %	420.000,00
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 4 κατά τη Μελέτη με ΦΠΑ	2.170.000,00
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 5 (Απρόβλεπτα)	35.167,00
Δαπάνη ΦΠΑ 24,00 %	8.440,08
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 5 κατά τη Μελέτη με ΦΠΑ	43.607,08
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 4 & 5 κατά τη Μελέτη	1.785.167,00
Δαπάνη ΦΠΑ 24,00 %	428.440,08
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 4 & 5 κατά τη Μελέτη με ΦΠΑ	2.213.607,08

Πηγή: Προϋπολογισμός Μελέτης, 2022

Η σύμβαση χρηματοδοτείται από πιστώσεις του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων και περιλαμβάνει, όπως προαναφέρθηκε, το υποέργο 4 και 5 της πράξης «ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΞΑΝΘΗΣ» η οποία έχει ενταχθεί στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης», άξονας προτεραιότητας «Περιβάλλον». Ο κύριος του έργου, η ΔΕΥΑ Ξάνθης, χρηματοδοτεί τη σύμβαση μέσω επενδυτικού δανείου που χορηγείται από το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων και αποπληρώνεται από πόρους του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων του Υπουργείου Εσωτερικών.

Το έργο κατακυρώθηκε στον ανάδοχο αφού αναδείχθηκε ως μειοδότης με ποσοστό μέσης έκπτωσης 35,74% και η υπογραφείσα με τον ανάδοχο σύμβαση είναι ποσού 803.140,64 ευρώ για εργασίες (υποέργο 4) και πλέον αυτών συμπεριλαμβάνει ποσό 144.669,32 ευρώ για ΓΕ & ΟΕ, ποσό 142.155,89 ευρώ για απρόβλεπτα, ποσό 34.669,33 ευρώ για αναθεώρηση και ποσό 35.167,00 ευρώ για απολογιστικά (υποέργο 5), συνολική δαπάνη υποέργου 4 και 5 1.159.689,18 ευρώ με 278.327,56 ευρώ για ΦΠΑ ήτοι συνολικής δαπάνης 1.438.025,74 ευρώ. Ο προϋπολογισμός του έργου παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 5.2.: Προϋπολογισμός με την έκπτωση του αναδόχου

Άθροισμα Δαπανών Εργασιών	803.140,64
Γεν. Όφελος 18,00 %	144.565,32
Συνολική Δαπάνη Έργου	947.705,96
Απρόβλεπτα 15,00 %	142.155,89
Δαπάνη Υποέργου 4 με Απρόβλεπτα	1.089.861,85
Αναθεώρηση	34.669,33
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 4	1.124.531,18
Δαπάνη ΦΠΑ 24,00 %	269.887,48
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 4 με ΦΠΑ	1.394.418,66
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 5 (Απρόβλεπτα)	35.167,00
Δαπάνη ΦΠΑ 24,00 %	8.440,08
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 5 με ΦΠΑ	43.607,08
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 4 & 5	1.159.698,18
Δαπάνη ΦΠΑ 24,00 %	278.327,56
Σύνολο Δαπάνης Υποέργου 4 & 5 με ΦΠΑ	1.438.025,74

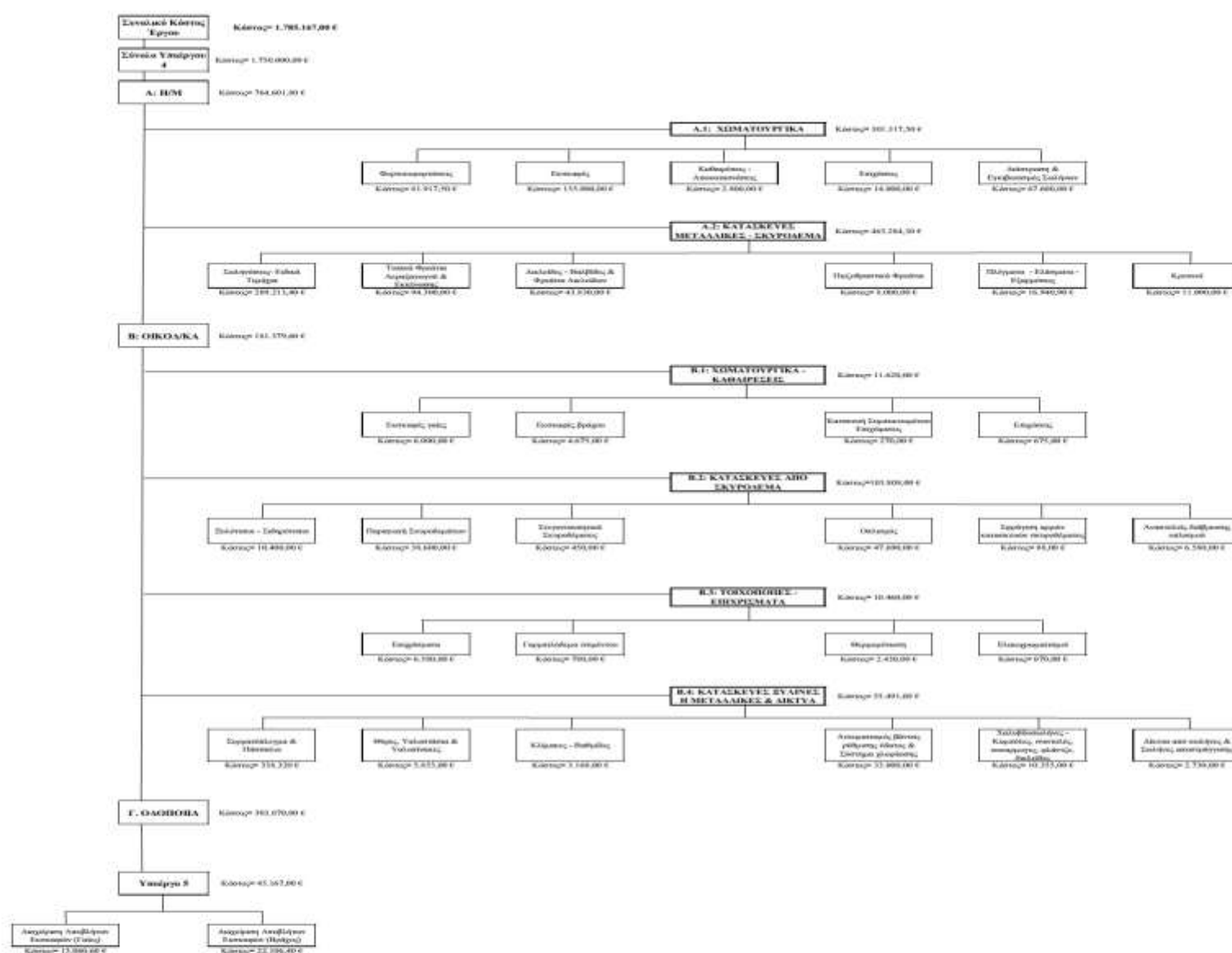
Πηγή: Αιτιολογική Έκθεση για την έγκριση του 1^{ου} ΑΠΕ, Ιδία Επεξεργασία, 2024

Με σκοπό την ορθότερη αναγνώριση και διαχείριση των κινδύνων του έργου λαμβάνονται υπόψη ορισμένες παραδοχές που αφορούν στον ανάδοχο, τη διάρθρωση των εργασιών, το κόστος των εργασιών και το χρονοδιάγραμμα. Αρχικά θεωρείται ότι ο ανάδοχος είναι μία εργοληπτική εταιρεία με 4η τάξη πτυχίου, δεν αποτελεί αποτέλεσμα κοινοπραξίας. Επιπλέον, όλος ο απαιτούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός για την περάτωση του έργου βρίσκεται στην ιδιοκτησία της αναδόχου εταιρείας ενώ η ανάδοχος εταιρεία έχει στο εργατικό δυναμικό της τεχνίτες και χειριστές μηχανημάτων χωρίς να αποκλείεται η πρόσληψη εποχιακού εργατικού δυναμικού όταν το απαιτούν οι συνθήκες ή η φύση των εργασιών. Ο ανάδοχος συμμορφώνεται πλήρως με τις απαιτήσεις των τευχών δημοπράτησης, της Ειδικής Συγγραφής των Υποχρεώσεων και της Τεχνικής Μελέτης, ενώ καλύπτονται όλοι οι κανόνες ασφαλείας του Σχεδίου και του Φακέλου Ασφάλειας και Υγείας του έργου (ΦΑΥ – ΣΑΥ).

Για τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος χρησιμοποιούνται οι πραγματικές ημερομηνίες υπογραφής της σύμβασης στις 26 Ιουλίου 2022 όπως προαναφέρθηκε ενώ το πέρας του έργου τοποθετείται στις 25 Ιουλίου 2024, βάσει της προθεσμίας των εικοσιτεσσάρων μηνών από την υπογραφή της σύμβασης. Το χρονοδιάγραμμα του έργου παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.2. το οποίο παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Η διάρθρωση των εργασιών καθώς και το κόστος έργου παρουσιάζονται σχηματικά στο Διάγραμμα 5.1. που ακολουθεί. Οι τιμές του κόστους αντλήθηκαν από τον προϋπολογισμό της μελέτης και δεν περιλαμβάνουν την έκπτωση της αναδόχου εταιρείας.

Διάγραμμα 5. 1: Διάρθρωση Εργασιών Έργου



Πηγή: Προϋπολογισμός Μελέτης, Ιδία Επεξεργασία, 2024

5.2. Αναγνώριση Κινδύνων

Όπως αναφέρθηκε στην ανάλυση της βιβλιογραφίας, στο στάδιο αυτό επιχειρείται η αναγνώριση των κινδύνων και των χαρακτηριστικών τους μέσω διαφόρων τεχνικών και εργαλείων αναγνώρισης κινδύνων. Για το συγκεκριμένο έργο πραγματοποιείται αναγνώριση των κινδύνων με τη χρήση της ανάλυσης SWOT και της προκαταρκτικής λίστας παραγόντων. Στη συνέχεια της διαδικασίας αυτής συντάσσεται το μητρώο κινδύνων για το έργο.

5.2.1. Ανάλυση SWOT

Μετά από τη μελέτη των εγγράφων του εξεταζόμενου έργου καθώς και την ανάλυση του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντός του πραγματοποιήθηκε η καταγραφή των βασικότερων συμπερασμάτων τα οποία παρουσιάζονται στην ανάλυση SWOT η οποία ακολουθεί στη συνέχεια:

Πίνακας 5.3.: Ανάλυση SWOT

Δυνατά Σημεία (Strenghts)	Αδύνατα Σημεία (Weaknesses)
<u>Υψηλή τεχνογνωσία και εμπειρία της</u> αναδόχου εταιρείας <u>Εξοπλισμός & εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό</u> αναδόχου εταιρείας <u>Κεφαλαιακή επάρκεια</u> αναδόχου που εξασφαλίζει την προμήθεια των υλικών <u>Επιπρόσθετα κόστη</u> από τη μεταβολή στις ποσότητες εργασιών καλύπτονται από την υπηρεσία	<u>Γεωγραφική θέση του έργου:</u> ορεινό σημείο με έντονα καιρικά φαινόμενα κατά τους χειμερινούς μήνες (βροχοπτώσεις, παγετός κλπ) <u>Εμπλοκή λοιπών φορέων</u> (Δασαρχείο, ΔΕΗ κλπ) <u>Σύνθετο και πολύπλοκο έργο</u> με πολλά αντικείμενα και εργασίες <u>Μη εξασφαλισμένη ρευστότητα</u> από τον Κύριο του έργου <u>Περιβαλλοντικές δεσμεύσεις</u>
Ευκαιρίες (Opportunities)	Απειλές (Threats)
<u>Πριμοδότηση</u> 60.000 ευρώ σε περίπτωση ολοκλήρωσης του έργου έως τον Οκτώβριο του 2023	<u>Τιμή πετρελαίου:</u> συνεχώς αυξανόμενες τιμές <u>Αυξητική τάση μισθών και ημερομίσθιων</u> <u>Ασάφειες & εσφαλμένες εκτιμήσεις της μελέτης</u> <u>Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού</u> <u>Αύξηση πληθωρισμού</u> και αναπροσαρμογές των τιμών των υλικών

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

5.2.2. Προκαταρκτική Λίστα Παραγόντων

Στο υποκεφάλαιο αυτό γίνεται χρήση της προκαταρκτικής λίστας παραγόντων η οποία και αποτελεί, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, την πιο διαδεδομένη τεχνική διαχείρισης κινδύνου. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης η προκαταρκτική λίστα παραγόντων η οποία ακολουθήθηκε προκύπτει από τη μεθοδολογία του Larsen, ο οποίος χρησιμοποιεί την υφιστάμενη βιβλιογραφία και την εμπειρία των επαγγελματιών και εμπλεκόμενων του κλάδου, προκειμένου να επικεντρωθεί στους κινδύνους που συνδέονται με τα τεχνικά έργα.

Ακολουθώς παρουσιάζεται η προκαταρκτική λίστα παραγόντων κατά Larsen, οι οποίοι δύνανται να προκαλέσουν μεταβολές στο κόστος (αύξηση κόστους) και στον χρόνο κατασκευής του έργου (αύξηση χρόνου) καθώς επίσης να επηρεάσουν τους ποιοτικούς στόχους του έργου.

Πίνακας 5.4.: Προκαταρκτική Λίστα Παραγόντων Κινδύνων

Εξωτερικοί Παράγοντες	1. Εμπλοκή άλλων υπηρεσιών 2. Διαφοροποίηση στην κατάσταση του εδάφους 3. Συνθήκες αγοράς 4. Κατάσταση έργου 5. Καιρικές συνθήκες
Θέματα Συμβολαίου	6. Διαδικασία επιλογής αναδόχου και ανάθεση 7. Σφάλματα στα τεύχη και έγγραφα του έργου 8. Ελλείψεις ή ασάφειες προδιαγραφών και απαιτήσεων του έργου 9. Έλλειψη δομής του έργου 10. Μη προγραμματισμένες απαιτήσεις ή περιορισμοί
Διαχείριση Έργου	11. Ασυνεννοησία μεταξύ των εταίρων 12. Διαφωνίες και συγκρούσεις των εταίρων 13. Καθυστερήσεις στη λήψη αποφάσεων 14. Αλλαγές στους εταίρους 15. Απουσία έμπειρου εργοταξίαρχη 16. Έλλειψη εμπειρίας των συμβούλων του έργου
Αλλαγές στο Έργο	17. Λάθη ή παραλείψεις στις εργασίες 18. Λάθη ή παραλείψεις στο συμβουλευτικό υλικό 19. Εσφαλμένη αναγνώριση αναγκών 20. Έλλειψη προκαταρκτικής εξέτασης πριν την ανάληψη του έργου 21. Ετεροχρονισμένες αλλαγές στο έργο
Χρηματοδότηση & Προγραμματισμός	22. Υπεραισιοδοξία εκτιμήσεων 23. Έμφαση στη μείωση χρόνου - κόστους 24. Απροσδιόριστη χρηματοδότηση έργου 25. Έλλειψη σχεδιασμού του έργου 26. Μέγεθος και πολυπλοκότητα του έργου

Πηγή: Larsen 2015 (Ιδία Επεξεργασία, 2024)

Στη συνέχεια της μελέτης περίπτωσης πραγματοποιείται ανάλυση των προαναφερθέντων παραγόντων κινδύνων ανά θεματική ενότητα με σκοπό να διαπιστωθεί κατά πόσο επηρεάζουν το εξεταζόμενο τεχνικό έργο.

Εξωτερικοί Παράγοντες

- 1. Εμπλοκή άλλων υπηρεσιών.** Η εμπλοκή στην κατασκευή του έργου διαφόρων υπηρεσιών προκαλεί καθυστερήσεις κυρίως σε ό,τι αφορά απαιτούμενες για την πορεία των κατασκευών αδειοδοτήσεις. Στο συγκεκριμένο έργο ο κίνδυνος αυτός αφορά στην απαραίτητη αδειοδότηση από το Δασαρχείο λόγω της γεωγραφικής του θέσης καθώς και σε άλλες εργασίες του Δασαρχείου στο σημείο, οι οποίες παρεμποδίζουν την εκτέλεση του έργου. Επιπλέον, αλληλεπιδράσεις δύνανται να υπάρξουν και με τη ΔΕΗ για την εκτέλεση όλων των απαραίτητων εργασιών σε περίπτωση ύπαρξης καλωδίων και ανάγκη για μετατόπισή τους.

Κίνδυνοι: Καθυστερήση έκδοσης απαιτούμενων αδειών, καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων.

Επίπτωση: Οι καθυστερήσεις που προαναφέρθηκαν μεταβάλλουν το συνολικό χρόνο εκτέλεσης του έργου και μπορούν να εμφανιστούν σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή της πορείας των εργασιών, δημιουργώντας σταλίες οι οποίες αυξάνουν το κόστος του έργου.

Παράμετροι επιρροής: γραφειοκρατία, έλλειψη συνεργασίας μεταξύ των φορέων

- 2. Διαφοροποίηση στην κατάσταση του εδάφους.** Η διαφοροποίηση στην κατάσταση του εδάφους στον τόπο εκτέλεσης του έργου δύναται να διαφοροποιήσει τις εργασίες και τις ποσότητες του. Ωστόσο στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης δεν θεωρείται ότι αποτελεί κίνδυνο καθώς, όπως διαπιστώθηκε και με την ανάλυση SWOT, τα επιπρόσθετα κόστη από την αύξηση των εργασιών εγκρίνονται από την αρμόδια υπηρεσία και αυξάνουν τον προϋπολογισμό του έργου.

- 3. Συνθήκες αγοράς.** Στο εξεταζόμενο έργο οι συνθήκες της αγοράς επηρεάζουν κυρίως τις τιμές των πρώτων υλών και των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή του έργου καθώς επίσης και την προσφορά εργασίας από το εργατικό δυναμικό.

Κίνδυνοι: έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού, υψηλές τιμές υλικών

Επίπτωση: Καθώς η ανάδοχος εταιρεία θα χρειαστεί επιπλέον εργατικό δυναμικό για την εκτέλεση ορισμένων εργασιών στις κατηγορίες «ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΞΥΛΙΝΕΣ Η ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ», «ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ – ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ» και «ΕΡΓΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ» δύναται η έλλειψη προσφοράς να επεκτείνει τον χρόνο υλοποίησης του έργου. Επιπλέον, οι αυξητικές τάσεις στις τιμές των πρώτων υλών και των υλικών επηρεάζουν το συνολικό κόστος του έργου. Η

γεωγραφική θέση του έργου δύναται να αυξήσει τα μεταφορικά κόστη των υλικών προς το έργο.

Παράμετροι επιρροής: διακυμάνσεις στην προσφορά εργασίας (προσφορά – έλλειψη προσφοράς), συνεχείς ανατιμήσεις στην αγορά των πρώτων υλών (πετρέλαιο) αλλά και των υλικών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της κατασκευής, αύξηση μεταφορικού κόστους υλικών

4. **Κατάσταση του Έργου.** Καθώς στο συγκεκριμένο έργο απαιτείται η σύνδεση των νέων δεξαμενών με προϋφιστάμενους αγωγούς και δεξαμενές δύναται να δημιουργηθεί η ανάγκη για τροποποίηση των προκαθορισμένων από τη μελέτη υλικών που θα χρησιμοποιηθούν ή η ανάγκη για προσθήκη επιπλέον υλικών με σκοπό την ομαλή σύνδεση των αγωγών. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, τα επιπρόσθετα κόστη που μπορεί να προκύψουν εγκρίνονται από την αρμόδια υπηρεσία και αυξάνουν τον προϋπολογισμό του έργου.

5. **Καιρικές συνθήκες.** Όπως καταγράφηκε και στην ανάλυση SWOT, η καιρικές συνθήκες δύναται να επηρεάσουν την υλοποίηση του έργου στο σύνολό του καθώς τα υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων παρεμποδίζουν την μετακίνηση των μηχανημάτων και των εργαζομένων στους χωμάτινους δρόμους. Επιπρόσθετα, στην περιοχή καταγράφονται φαινόμενα παγετού.

Κίνδυνος: Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων, παγετός

Επίπτωση: Οι έντονες καιρικές συνθήκες στην περιοχή επηρεάζουν την πορεία ολοκλήρωσης του έργου καθώς αυξάνουν τον χρόνο αλλά και το κόστος υλοποίησης.

Παράμετροι Επιρροής: εποχή κατά την οποία εκτελούνται η εργασίες σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα του έργου, ποσοστό βροχοπτώσεων τη χρονική περίοδο κατά την οποία εκτελούνται οι εργασίες για τις οποίες απαιτείται η χρήση βαρέων μηχανημάτων σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα του έργου

Θέματα Συμβολαίου

6. **Διαδικασία επιλογής αναδόχου και ανάθεση.** Ο παράγοντας αυτός θεωρείται ότι επηρεάζει περισσότερο τον Κύριο του έργου (ΔΕΥΑΞ) και δεν αποτελεί παράγοντα κινδύνου από το μέρος του αναδόχου, ο οποίος πραγματοποιεί τη διαχείριση κινδύνου. Εξάλλου ο ανάδοχος είναι μία μεγάλη εργοληπτική εταιρεία με υψηλή τεχνογνωσία και εμπειρία στον τομέα των δημοσίων έργων.
7. **Σφάλματα στα τεύχη και έγγραφα του έργου:** Ο συγκεκριμένος παράγοντας θεωρείται ότι δεν διαδραματίζει σημαντικό ρόλο καθώς έχει πραγματοποιηθεί έλεγχος όλων των εγγράφων και των τευχών δημοπράτησης από τον ανάδοχο

του έργου πριν από τη δημοπράτηση του έργου και την υποβολή της προσφοράς του.

- 8. Ελλείψεις ή ασάφειες προδιαγραφών και απαιτήσεων του έργου.** Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται σε πιθανές εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες, οι οποίες περιλαμβάνονται στη μελέτη του έργου, απειλή η οποία εντοπίζεται και από την ανάλυση SWOT που προηγήθηκε.

Κίνδυνος: Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης

Επίπτωση: οι ελλείψεις και οι ασάφειες των προδιαγραφών και των απαιτήσεων του έργου δύνανται να προκαλέσουν καθυστερήσεις στον χρόνο υλοποίησης του έργου.

Παράμετροι Επιρροής: έλλειψη εμπειρίας από τον μελετητή ή την ομάδα των μελετητών κατά τη φάση σχεδιασμού του έργου, ελλιπής εξέταση της μελέτης από τους επιβλέποντες πριν από την παραλαβή της, ελλιπής προκαταρκτική εξέταση από τον ανάδοχο πριν από την υποβολή της προσφοράς

- 9. Έλλειψη δομής του έργου:** Η έλλειψη δομής του έργου είναι ένας παράγοντας κινδύνου που αφορά στην απρόσκοπτη παροχή όλων των απαραίτητων εγγράφων και πληροφοριών του έργου σχετικά με τη θέση του, τον σχεδιασμό του κλπ. Για το συγκεκριμένο έργο ο παράγοντας αυτός θεωρείται ότι περιλαμβάνεται στους παράγοντες 7 και 8 που περιγράφηκαν προηγουμένως.

- 10. Μη προγραμματισμένες απαιτήσεις ή περιορισμοί.** Αυτός ο παράγοντας αφορά σε απαιτήσεις ή περιορισμούς που ανακύπτουν με διάφορους φορείς οι οποίοι δε θα ήταν εφικτό να προβλεφθούν νωρίτερα κατά τη φάση της μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για την εμφάνιση γεγονότων αντιπαράθεσης της αναδόχου εταιρείας και της πολιτείας και καθυστέρηση/αναμονή αποτελεσμάτων (δικαστικών, επιδιαιτησίας) για την επίλυσή τους. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης ο παράγοντας αυτός αφορά κυρίως την ανεύρεση αρχαιοτήτων στην θέση του έργου κατά τις εργασίες των εκσκαφών.

Κίνδυνος: Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου

Επιπτώσεις: Στην περίπτωση που βρεθούν αρχαιότητες στο σημείο ο χρόνος υλοποίησης του έργου μεταβάλλεται σημαντικά καθώς διακόπτονται όλες οι εργασίες με σκοπό την έρευνα της περιοχής.

Παράμετροι Επιρροής: τυχαίο γεγονός

Παράγοντες Κινδύνου στη Διαχείριση του Έργου

- 11. Ασυνεννοησία μεταξύ των εταίρων.** Ο παράγοντας αυτός αφορά στην αδυναμία επίτευξης αποτελεσματικής επικοινωνίας και κοινής οπτικής μεταξύ των εταίρων σε σχέση με το έργο. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης δεν υπάρχουν εταίροι από την πλευρά του αναδόχου και ο παράγοντας αυτός να εμφανιστεί στη συνεργασία του αναδόχου με την επιβλέπουσα αρχή, συνθήκη που αναλύεται σε επόμενο παράγοντα κινδύνου.

- 12. Διαφωνίες και συγκρούσεις μεταξύ των εταίρων.** Ο παράγοντας αυτός αφορά σε πιθανές διαφωνίες ως προς την υλοποίηση του έργου και σε διάφορα άλλα θέματα όπως η κατανομή του εργατικού δυναμικού, ο προγραμματισμός των εργασιών κλπ. Στο εξεταζόμενο έργο δεν υπάρχουν εταίροι από την πλευρά του αναδόχου επομένως ο παράγοντας αυτός αφορά στην τριβή μεταξύ του αναδόχου, της επιβλέπουσας αρχής καθώς και των λοιπών φορέων που μπορεί να εμπλακούν στον κατασκευή του έργου. Λόγω της εμπειρίας του αναδόχου με αντίστοιχα τεχνικά έργα της επιβλέπουσα αρχής αλλά και της προηγούμενης συνεργασίας του με διάφορους φορείς του δήμου θεωρείται ότι ο παράγοντας αυτός δεν επηρεάζει την υλοποίηση του έργου.
- 13. Καθυστερήσεις στη λήψη αποφάσεων.** Η καθυστέρηση στη λήψη αποφάσεων αποτελεί έναν παράγοντα κινδύνου ο οποίος σχετίζεται κυρίως με θέματα προγραμματισμού, κατανομής του εργατικού δυναμικού και εν γένει της τεχνοτροπίας του έργου τα οποία δύνανται να καθυστερήσουν το έργο κατά τα πρώτα στάδια των αρχικών εργασιών. Στη μελέτη περίπτωσης που εξετάζεται και όπως προέκυψε και από την ανάλυση SWOT, η ανάδοχος εταιρεία κατέχει εμπειρία στον κατασκευαστικό κλάδο και κατ' επέκταση στη λήψη αποφάσεων στα τεχνικά έργα και δεν θεωρείται ότι ο παράγοντας αυτός επηρεάζει την υλοποίηση του έργου.
- 14. Αλλαγές στους εταίρους στην οργάνωση του έργου.** Η μεταβολή των εταίρων στην οργάνωση του έργου σχετίζεται με την αποχώρηση ενός εταίρου από το έργο και την είσοδο ενός νέου. Το γεγονός αυτό στην ανάθεση και εκτέλεση συμβάσεων έργων συμβαίνει σε περιπτώσεις όπου μετά τη δημοπράτηση του έργου ο προσωρινός ανάδοχος κηρυχθεί έκπτωτος βάσει του άρθρου 160 του Ν. 4412/2016 - «Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών» (ΦΕΚ Α 147/08.08.2016) ή στην περίπτωση υποκατάστασης του αναδόχου από τρίτο στην κατασκευή μέρους ή όλου του έργου (εκχώρηση του έργου) βάσει του άρθρου 164 του ίδιου νόμου. Η διαχείριση κινδύνων πραγματοποιείται από τη σκοπιά του αναδόχου οπότε δε θεωρείται ότι ο παράγοντας αυτός θα επηρεάσει την ολοκλήρωση του έργου.
- 15. Απουσία έμπειρου εργοταξίαρχη.** Η επιλογή του κατάλληλου ατόμου για τη θέση του εργοταξίαρχη είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ομαλή πορεία εκτέλεσης των εργασιών και ολοκλήρωσης του έργου. Όπως προκύπτει από την ανάλυση SWOT, η ανάδοχος εταιρεία στελεχώνεται από έμπειρους μηχανικούς και εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό οπότε θεωρείται ότι ο παράγοντας αυτός δεν αποτελεί κίνδυνο.
- 16. Έλλειψη εμπειρίας των συμβούλων του έργου.** Ομοίως με τον παράγοντα 15 ο παράγοντας αυτός θεωρείται ότι δεν αποτελεί κίνδυνο από τη σκοπιά του αναδόχου για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Ωστόσο, ο Κύριος του έργου

μπορεί να αναθέσει την επίβλεψη του έργου σε μη έμπειρο προσωπικό της υπηρεσίας.

Κίνδυνος: Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα

Επιπτώσεις: Σε περίπτωση που η υπηρεσία αναθέσει την επίβλεψη του έργου σε έναν άπειρο μηχανικό δύναται να επηρεαστεί ο χρόνος υλοποίησης του έργου καθώς θα υπάρξουν καθυστερήσεις από την πλευρά του.

Παράμετροι Επιρροής: λανθασμένη κρίση προϊσταμένων υπηρεσίας

Παράγοντες Κινδύνου λόγω Μεταβολών στο Έργο

17. Λάθη ή παραλείψεις στις εργασίες: Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται σε σφάλματα ή παραλείψεις κατά τις κατασκευαστικές εργασίες του έργου. Λόγω της πολυπλοκότητας που εμφανίζουν ορισμένες ομάδες εργασιών του έργου και ανεξάρτητα από την εμπειρία του αναδόχου υπάρχει πάντα η πιθανότητα να εμφανιστεί ο κίνδυνος παραλείψεων ή ακόμα και σφαλμάτων κατά τη διαδικασία κατασκευής του έργου. Η πρόσληψη εξωτερικών συνεργείων ως υπεργολάβους ενδέχεται να επηρεάσει τον κίνδυνο αυτόν.

Κίνδυνος: Λάθη ή παραλείψεις κατασκευαστικών εργασιών

Επιπτώσεις: Ο παράγοντας αυτός δύναται να επηρεάσει την ποιότητα των εργασιών και τους ποιοτικούς στόχους του έργου. Επίσης, δύναται να προκύψει η ανάγκη για επανάληψη ορισμένων εργασιών επηρεάζοντας έτσι το κόστος και τον χρόνο υλοποίησης του έργου.

Παράμετροι Επιρροής: πολυπλοκότητα και μέγεθος έργου, κακή συνεργασία μεταξύ των συνεργείων, έλλειψη γνώσεων του προσωπικού, έλλειψη εμπειρίας εργοταξίαρχη και μηχανικών, έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα μηχανικού, επαγγελματική ανεπάρκεια υπεργολάβων

18. Λάθη ή παραλείψεις στο συμβουλευτικό υλικό: Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται σε σφάλματα ή παραλείψεις στο συμβουλευτικό υλικό του έργου και σχετίζεται με την έλλειψη εμπειρίας των συμβούλων του έργου και πιο συγκεκριμένα του επιβλέποντα του έργου, κίνδυνος ο οποίος εξετάζεται στον παράγοντα 16.

19. Εσφαλμένη αναγνώριση αναγκών: Η εσφαλμένη αναγνώριση ή ακόμη και η έλλειψη αναγνώρισης των αναγκών του έργου σχετίζεται με αστοχίες στον προγραμματισμό των αναγκών του έργου σε χρόνο, οικονομικούς πόρους, εργατικό δυναμικό, μηχανήματα, εξοπλισμό κλπ. Ωστόσο, λόγω της εμπειρίας του αναδόχου σε παρόμοια κατασκευαστικά έργα, δεν θεωρείται ότι θα επηρεάσει την πορεία υλοποίησης του έργου.

20. Έλλειψη προκαταρκτικής εξέτασης πριν την ανάληψη του έργου: Ο παράγοντας αυτός αφορά στην έλλειψη προκαταρκτικής εξέτασης του έργου κατά τον σχεδιασμό του και πριν την υποβολή της προσφοράς και την ανάληψη του από τον ανάδοχο. Η διαχείριση της επικινδυνότητας

πραγματοποιείται από τη σκοπιά του αναδόχου και ο παράγοντας αυτός αναφέρεται σε προγενέστερα στάδια επομένως δεν εξετάζεται.

- 21. Ετεροχρονισμένες αλλαγές στο έργο.** Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται σε καθυστερημένες μεταβολές στο έργο οι οποίες προέρχονται από διαφοροποιήσεις στις απαιτήσεις του έργου και επομένως και στις προδιαγραφές του έργου. Οι μεταβολές αυτές μπορούν να οδηγήσουν στη δημιουργία νέων ομάδων κατασκευαστικών εργασιών.

Κίνδυνος: Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών

Επιπτώσεις: Οι ετεροχρονισμένες μεταβολές δύνανται να δημιουργήσουν νέες ανάγκες και απαιτήσεις στο έργο, η συμμόρφωση στις οποίες απαιτεί αλλαγή στο πρόγραμμα υλοποίησης του έργου, δημιουργώντας καθυστερήσεις που διαφοροποιούν τον χρόνο εκτέλεσης του έργου.

Παράμετροι Επιρροής: έλλειψη εμπειρίας μελετητή ή μελετητικής ομάδας, ελλείψεις στον σχεδιασμό του έργου, απρόβλεπτα γεγονότα

Παράγοντες Κινδύνου στη Χρηματοδότηση και τον Προγραμματισμό

- 22. Υπεραιοδοξία εκτιμήσεων:** ο παράγοντας αυτός αναφέρεται στην υπεριοδοξία των εκτιμήσεων του αναδόχου σε κόστος, χρόνο αλλά και στην ποιότητα των απαιτούμενων εργασιών για την ολοκλήρωση του έργου. Ομοίως και σε αυτόν τον παράγοντα η εμπειρία του αναδόχου θεωρείται ότι περιορίζει τους κινδύνους που προκύπτουν από αυτόν.

- 23. Έμφαση στη μείωση χρόνου – κόστους:** Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται σε κινδύνους που ανακύπτουν από πολιτικές πιέσεις της τοπικής διοίκησης με σκοπό τη δημιουργία αισθήματος ικανοποίησης στους πολίτες. Ο κύριος του συγκεκριμένου έργου είναι η ΔΕΥΑ Ξάνθης οπότε δεν θεωρείται ότι ο παράγοντας αυτός θα επηρεάσει την εμφάνιση κινδύνων.

- 24. Απροσδιόριστη χρηματοδότηση έργου.** Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται στην έλλειψη χρηματοδοτήσεων ή στις μη εξασφαλισμένες χρηματοδοτήσεις από την πλευρά του κυρίου του έργου η οποία οδηγεί σε καθυστερημένες πληρωμές του αναδόχου.

Κίνδυνος: Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου

Επιπτώσεις: Η έλλειψη ή καθυστέρηση της χρηματοδότησης του έργου έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία ολοκλήρωσης των προγραμματισμένων εργασιών στον προκαθορισμένο χρόνο.

Παράμετροι Επιρροής: Οικονομική κατάσταση της χώρας την συγκεκριμένη χρονική περίοδο, κακή διαχείριση των οικονομικών πόρων από τον κύριο του έργου

- 25. Έλλειψη σχεδιασμού του έργου:** Ο ελλιπής σχεδιασμός του έργου αναφέρεται στην έλλειψη πληροφοριών σχετικές με το υπό κατασκευή έργο, όπως για παράδειγμα στο συγκεκριμένο έργο την έλλειψη καθορισμού των ακριβών

θέσεων όπου θα κατασκευαστούν οι δεξαμενές. Ο παράγοντας αυτός σχετίζεται σε αυτήν την περίπτωση με τον παράγοντα των ελλείψεων ή ασαφειών των προδιαγραφών και των απαιτήσεων του έργου και επομένως θεωρείται ότι περιλαμβάνεται στον κίνδυνο που αυτός ο παράγοντας επιφέρει.

26. Μέγεθος και πολυπλοκότητα του έργου: Ο παράγοντας της πολυπλοκότητας σχετίζεται με την δυσκολία των εργασιών και κατ' επέκταση τις απαιτήσεις που δημιουργούνται για ικανότητες τόσο σε τεχνικό όσο και σε διοικητικό επίπεδο. Από την άλλη το μέγεθος του έργου σχετίζεται με τον όγκο των εργασιών που απαιτείται να πραγματοποιηθούν, με τον όγκο των πόρων, οικονομικών και υλικών, αλλά και με το πλήθος του εργατικού δυναμικού που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του έργου. Ο παράγοντας αυτός θεωρείται ότι σχετίζεται με την εμπειρία του αναδόχου και επομένως δεν επηρεάζει την εμφάνιση κάποιου κινδύνου.

5.2.3. Μητρώο Κινδύνων

Το μητρώο κινδύνων, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, αποτελεί και το τελευταίο στάδιο της αναγνώρισης κινδύνων στο οποίο απεικονίζονται οι αναγνωρισθέντες κίνδυνοι και τα χαρακτηριστικά τους.

Μετά την ανάλυση της προκαταρκτικής λίστας παραγόντων κατά Larsen που προηγήθηκε καταγράφηκαν οι παράγοντες που δύνανται να επηρεάσουν την πορεία υλοποίησης του έργου και αναγνωρίστηκαν οι κίνδυνοι που αυτοί μπορεί να επιφέρουν. Οι κίνδυνοι αυτοί επηρεάζουν είτε άμεσα είτε έμμεσα την υλοποίηση του τεχνικού έργου και οδηγούν σε μεταβολές κόστους και χρόνου, όπως επίσης είναι πιθανό να επηρεάσουν και την επίτευξη των ποιοτικών στόχων του έργου.

Ως αποτέλεσμα της αναγνώρισης των κινδύνων και της ανάλυσης που προηγήθηκε (ανάλυση SWOT και προκαταρκτική λίστα παραγόντων) ο μελετητής καταλήγει στη σύνταξη του μητρώου κινδύνων όπου καταγράφονται επιγραμματικά οι κίνδυνοι που θεωρείται ότι επηρεάζουν το έργο ανά κατηγορία. Για το συγκεκριμένο έργο το μητρώο κινδύνων παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 5.5.: Μητρώο Κινδύνων

Εξωτερικοί Κίνδυνοι	
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού
R4	Υψηλές τιμές υλικών
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού
Θέματα Συμβολαίου	
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου
Διαχείριση Έργου	
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα
Μεταβολές στο έργο	
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών
Χρηματοδότηση & Προγραμματισμός	
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

5.3. Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων

Η ποιοτική ανάλυση των κινδύνων είναι η διαδικασία κατά την οποία αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά των κινδύνων με σκοπό την ιεράρχησή τους. Κατά τη διαχείριση κινδύνων σε ένα τεχνικό έργο είναι παράλογο όλοι οι κίνδυνοι να λάβουν την ίδια προσοχή και επομένως ιεραρχούνται ανάλογα την κρισιμότητα που παρουσιάζουν.

5.3.1. Εκτίμηση πιθανοτήτων Κινδύνων

Κατά την ποιοτική ανάλυση κινδύνων αναλύονται οι κίνδυνοι που αναγνωρίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο της διαχείρισης (αναγνώριση κινδύνων) και ιεραρχούνται σύμφωνα με την κριτική ικανότητα του μελετητή. Στη συνέχεια για κάθε έναν από τους αναγνωρισμένους κινδύνους αναλύεται η πιθανότητα εμφάνισής του με τη χρήση περιγραφικών ορισμών στους οποίους αποδίδονται ενδεικτικές τιμές. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η κλίμακα αξιολόγησης:

Πίνακας 5.6.: Κλίμακα Αξιολόγησης Πιθανότητας Εμφάνισης Κινδύνων

Πιθανότητα Εμφάνισης Κινδύνου	Ενδεικτική Πιθανότητα
Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0
Πολύ χαμηλή	0,05
Χαμηλή	0,1
Μέση	0,2
Υψηλή	0,4
Πολύ Υψηλή	0,8

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Σύμφωνα με την παραπάνω κλίμακα, όσο χαμηλότερη είναι η πιθανότητα τόσο παρουσιάζεται μεγαλύτερη ακρίβεια, καθώς το ενδεχόμενο ένας κίνδυνος σε τεχνικό έργο να παρουσιάσει πιθανότητα εμφάνισης μεγαλύτερη από 0,5 ο οποίος δεν έχει προβλεφθεί στον σχεδιασμό του έργου. Για το λόγο αυτό η ανάγκη ακρίβειας στην περιγραφή κινδύνων με πιθανότητες εμφάνισης κάτω από 50% είναι σημαντικότερη.

R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών

Παράμετροι επιρροής: γραφειοκρατία, έλλειψη συνεργασίας μεταξύ των φορέων

Εκτίμηση Πιθανότητας: Λόγω της γεωγραφικής θέσης του τεχνικού έργου σε ορεινή περιοχή και του ιδιαίτερου φυσικού τοπίου το οποίο το περιβάλλει είναι αρκετά πιθανό να απαιτηθούν αδειοδοτήσεις από τη Δασική Υπηρεσία και το Δασαρχείο γεγονός που η εμπειρία του μελετητή δείχνει ότι είναι μία εξαιρετικά χρονοβόρα διαδικασία. Για τους παραπάνω λόγους η πιθανότητα του κινδύνου κρίνεται ως πολύ υψηλή.

Πιθανότητα: Πολύ υψηλή

R2. Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων

Παράμετροι επιρροής: γραφειοκρατία, έλλειψη συνεργασίας μεταξύ των φορέων

Εκτίμηση Πιθανότητας: Ομοίως όπως αναφέρθηκε στον προηγούμενο κίνδυνο λόγω της γεωγραφικής θέσης του έργου εντός δασικής έκτασης υπάρχει πιθανότητα οι εργασίες κατασκευής του έργου να συμπέσουν με εργασίες τις Δασικής Υπηρεσίας και του Δασαρχείου όπως η κοπή δένδρων δημιουργώντας την ανάγκη για μετατόπιση χρονικά ορισμένων εργασιών ή ακόμη και παύση τους. Επιπλέον, καθώς από την περιοχή εκτέλεσης του έργου διέρχονται καλώδια της ΔΕΗ είναι πιθανό να απαιτηθούν εργασίες από τα συνεργεία της ΔΕΗ για εκτροπή των καλωδίων γεγονός που δύναται να προκαλέσει καθυστερήσεις στο έργο. Για τους παραπάνω λόγους η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου αυτού κρίνεται πολύ υψηλή.

Πιθανότητα: Πολύ υψηλή

R3. Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού

Παράμετροι επιρροής: διακυμάνσεις στην προσφορά εργασίας (προσφορά – έλλειψη προσφοράς)

Εκτίμηση Πιθανότητας: Λόγω της δυσμενούς οικονομικής κατάστασης της Περιφερειακής Ενότητας της Ξάνθης στην οποία ανήκει το έργο και της χαμηλής κινητικότητας του κατασκευαστικού κλάδου στην περιοχή οι περισσότεροι έμπειροι τεχνίτες και εργάτες έχουν μετακινηθεί είτε στο εξωτερικό ή σε άλλες περιοχές επομένως η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου αυτού κρίνεται υψηλή.

Πιθανότητα: Υψηλή

R4. Υψηλές τιμές υλικών

Παράμετροι επιρροής: συνεχείς ανατιμήσεις στην αγορά των πρώτων υλών (πετρέλαιο) αλλά και των υλικών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της κατασκευής, αύξηση μεταφορικού κόστους υλικών

Εκτίμηση Πιθανότητας: Οι συνεχώς αυξητικές ανατιμήσεις στο πετρέλαιο αλλά και η αύξηση του πληθωρισμού με αποτέλεσμα τις αυξήσεις των τιμών των υλικών καθιστούν την πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου αυτού υψηλή.

Πιθανότητα: Υψηλή

R5. Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού

Παράμετροι Επιρροής: εποχή κατά την οποία εκτελούνται η εργασίες σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα του έργου, ποσοστό βροχοπτώσεων τη χρονική περίοδο κατά την οποία εκτελούνται οι εργασίες για τις οποίες απαιτείται η χρήση βαρέων μηχανημάτων σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα του έργου

Εκτίμηση Πιθανότητας: Η πιθανότητα εμφάνιση βροχοπτώσεων και παγετού στην περιοχή είναι υψηλή ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες ωστόσο οι βροχοπτώσεις δεν επηρεάζουν την εκτέλεση όλων των εργασιών παρά μόνο εκείνων που απαιτούν τη χρήση βαρέων μηχανημάτων και την κίνηση τους στους χωμάτινους δρόμους της περιοχής.

Πιθανότητα: Μέση

R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης

Παράμετροι Επιρροής: έλλειψη εμπειρίας από τον μελετητή ή την ομάδα των μελετητών κατά τη φάση σχεδιασμού του έργου, ελλιπής εξέταση της μελέτης από τους επιβλέποντες πριν από την παραλαβή της, ελλιπής προκαταρκτική εξέταση από τον ανάδοχο πριν από την υποβολή της προσφοράς

Εκτίμηση Πιθανότητας: Μετά από συνεντεύξεις με κατασκευαστικές εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνται στην ευρύτερη περιοχή προσδίδουν στον κίνδυνο αυτό

πιθανότητα εμφάνισης περίπου 25% βάσει της εμπειρίας τους επομένως η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως μέση.

Πιθανότητα: Μέση

R7. Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου

Παράμετροι Επιρροής: τυχαίο γεγονός

Εκτίμηση Πιθανότητας: Μετά από ανάγνωση των αρχαιολογικών χαρτών της περιοχής εκτέλεσης του έργου, το σημείο εκτέλεσης των εργασιών δεν εμφανίζει κάποια ιδιαίτερη εκτίμηση εμφάνισης αρχαιολογικών ευρημάτων επομένως η πιθανότητα εμφάνισης του συγκεκριμένου κινδύνου κρίνεται ως χαμηλή.

Πιθανότητα: Χαμηλή

R8. Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα

Παράμετροι Επιρροής: λανθασμένη κρίση προϊσταμένων υπηρεσίας

Εκτίμηση Πιθανότητας: Έπειτα από μελέτη του οργανογράμματος της επιβλέπουσας υπηρεσίας σε συνδυασμό με προηγούμενη εμπειρία από της συνεργασία του αναδόχου με τη συγκεκριμένη υπηρεσία η πιθανότητα εμφάνισης αυτού του κινδύνου κρίνεται ως πολύ χαμηλή.

Πιθανότητα: Πολύ χαμηλή

R9. Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες

Παράμετροι Επιρροής: πολυπλοκότητα και μέγεθος έργου, κακή συνεργασία μεταξύ των συνεργείων, έλλειψη γνώσεων του προσωπικού, έλλειψη εμπειρίας εργοταξίαρχη και μηχανικών, έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα μηχανικού, επαγγελματική ανεπάρκεια υπεργολάβων

Εκτίμηση Πιθανότητας: Εφόσον πρόκειται για ένα σύνθετο και πολύπλοκο έργο με πολλές ομάδες εργασιών το οποίο απαιτεί τη συνεργασία πολλών συνεργείων και ειδικοτήτων θεωρείται πιθανό να εμφανιστεί ο κίνδυνος αυτός. Επομένως η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως μέση.

Πιθανότητα: Μέση

R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών

Παράμετροι Επιρροής: έλλειψη εμπειρίας μελετητή ή μελετητικής ομάδας, ελλείψεις στον σχεδιασμό του έργου, απρόβλεπτα γεγονότα

Εκτίμηση Πιθανότητας: Η εμφάνιση του κινδύνου αυτού σχετίζεται με τον κίνδυνο εμφάνισης λαθών και ασαφειών της μελέτης αλλά και με την εμφάνιση μη προγραμματισμένων γεγονότων τα οποία δε θα μπορούσαν να είχαν προβλεφθεί και

γεγονότων που προκύπτουν ετεροχρονισμένα και τα οποία θα πρέπει να ενσωματωθούν στον προγραμματισμό του έργου. Η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου αυτού κρίνεται ως μέση.

Πιθανότητα: Μέση

R11. Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου

Παράμετροι Επιρροής: Οικονομική κατάσταση της χώρας την συγκεκριμένη χρονική περίοδο, κακή διαχείριση των οικονομικών πόρων από τον κύριο του έργου

Εκτίμηση Πιθανότητας: Όπως προαναφέρθηκε, ο κύριος του έργου, η ΔΕΥΑ Ξάνθης, χρηματοδοτεί τη σύμβαση μέσω επενδυτικού δανείου που χορηγείται από το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων και αποπληρώνεται από πόρους του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων του Υπουργείου Εσωτερικών επομένως η χρηματοδότηση του έργου δεν θεωρείται εξασφαλισμένη, ενώ παράλληλα υπάρχει η πιθανότητα κακής διαχείρισης των οικονομικών πόρων από τον κύριο του έργου. Επιπλέον, η πιθανή ανάγκη για αυξημένη ρευστότητα λόγω αύξησης των τιμών των πόρων του έργου ή αύξησης του όγκου των εργασιών εντείνουν τη συνολική πιθανότητα του κινδύνου επομένως η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως υψηλή.

Πιθανότητα: Υψηλή

5.3.2. Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων

Στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί επιχειρείται η εκτίμηση των επιπτώσεων των κινδύνων που περιγράφονται στο μητρώο κινδύνων στο συνολικό κόστος του έργου, τον χρόνο υλοποίησης του και των ποιοτικών του στόχων.

Άξονας Κόστος

Με σκοπό την ποιοτική ανάλυση των επιπτώσεων στο κόστος πραγματοποιείται εκτίμηση των κινδύνων στο συνολικό κόστος του έργου.

Για τη δημιουργία κλίμακας χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικοί ορισμοί που χαρακτηρίζουν κάθε επίπεδο επίπτωσης, οι οποίοι αντιστοιχήθηκαν με διαστήματα ποσοστιαίας μεταβολής κόστους, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.7: Επίπεδα Επιπτώσεων στο Κόστος του Έργου

Επίπτωση	Συντελεστής Βάρους Επίπτωσης	Ποσοστό Μεταβολής Κόστους
Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0	<1%
Πολύ χαμηλή	0,05	≥1% έως και 2%
Χαμηλή	0,1	>2% έως και 3%
Μέση	0,2	>3% έως και 5%
Υψηλή	0,4	>5% έως και 7%
Πολύ Υψηλή	0,8	>7%

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Για να είναι εφικτή η σύγκριση των επιπτώσεων στο κόστος του έργου, στον χρόνο υλοποίησης και στην ποιότητά του, δημιουργούνται επίπεδα επίπτωσης με κοινούς συντελεστές βάρους ώστε ο υπολογισμός της έκθεσης του έργου στον κίνδυνο να πραγματοποιηθεί με κοινή βάση

Η ποσοτική έκφραση της έκθεσης του έργου σε κάθε κίνδυνο πραγματοποιείται με τη χρήση της μήτρας πιθανοτήτων η οποία περιλαμβάνει την πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου και την ένταση των επιπτώσεων του χρησιμοποιώντας τα βάρη των επιπτώσεων του πίνακα 5.7. και περιγράφεται με τον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 5.8.: Μήτρα Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων για υπολογισμό της έκθεσης στον κίνδυνο

Πιθανότητα	Έκθεση = Πιθανότητα x Επίπτωση				
Απειλές/Κίνδυνοι					
0,80 Πολύ υψηλή	0,04	0,08	0,16	0,32	0,64
0,40 Υψηλή	0,02	0,04	0,08	0,16	0,32
0,20 Μέση	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16
0,10 Χαμηλή	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
0,05 Πολύ χαμηλή	0,00	0,01	0,01	0,02	0,04
	0,05 Πολύ χαμηλή	0,10 Χαμηλή	0,20 Μέση	0,40 Υψηλή	0,80 Πολύ υψηλή
Επίπτωση					
Χαμηλή έκθεση		Μέση έκθεση		Υψηλή έκθεση	

Πηγή: Project Management Institute, 2017 (Ιδία Επεξεργασία, 2024)

Στη συνέχεια πραγματοποιείται από τον μελετητή η εκτίμηση του βαθμού των επιπτώσεων κάθε κινδύνου στο κόστος υλοποίησης του έργου με τη χρήση του Πίνακα 5.7.

Πίνακας 5.9: Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων σε σχέση με το Κόστος

Κίνδυνος		Εκτίμηση επίπτωσης κόστους	Συντελεστής βάρους επίπτωσης
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Υψηλή	0,40
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Υψηλή	0,40
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μέση	0,20
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Πολύ υψηλή	0,80
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Υψηλή	0,40
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Μέση	0,20
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Χαμηλή	0,10
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Πολύ χαμηλή	0,05
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Πολύ υψηλή	0,80
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Πολύ Υψηλή	0,80
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	Πολύ υψηλή	0,80

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Ιεραρχώντας τους κινδύνους βάσει της εκτίμησης των επιπτώσεων τους ο Πίνακας 5.9. τροποποιείται όπως παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 5.10.: Ιεράρχηση Κινδύνων ανάλογα με τον Βαθμό Επίπτωσης τους στο Κόστος

Κίνδυνος		Εκτίμηση επίπτωσης στο κόστος	Συντελεστής βάρους επίπτωσης
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Πολύ υψηλή	0,80
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Πολύ υψηλή	0,80
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Πολύ υψηλή	0,80
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	Πολύ υψηλή	0,80
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Υψηλή	0,40
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Υψηλή	0,40
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Υψηλή	0,40
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μέση	0,20
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Μέση	0,20
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Χαμηλή	0,10
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Πολύ χαμηλή	0,05

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

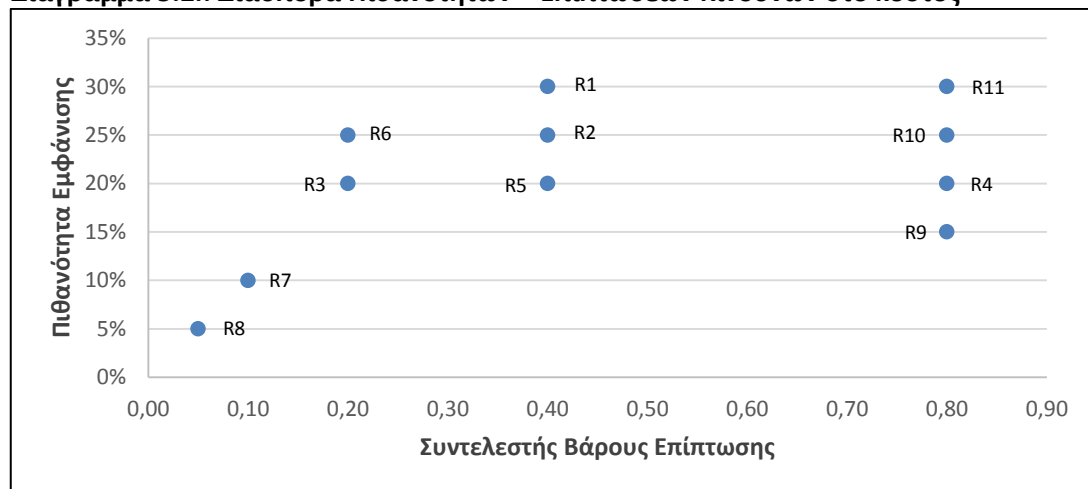
Στον πίνακα που ακολουθεί υπολογίζεται η έκθεση του έργου σε κάθε κίνδυνο του μητρώου κινδύνων με τη χρήση του συντελεστή βάρους επίπτωσης καθώς και της εκτίμησης της πιθανότητας εμφάνισής τους στο έργο.

Πίνακας 5.11.: Έκθεση του Έργου στους Κινδύνους σε σχέση με το Κόστος

Κίνδυνος	Συντελεστής βάρους επίπτωσης	Πιθανότητα Εμφάνισης	Έκθεση στον κίνδυνο	Κατάταξη Κινδύνου
R1	0,40	30%	0,12	4
R2	0,40	25%	0,10	6
R3	0,20	20%	0,04	9
R4	0,80	20%	0,16	3
R5	0,40	20%	0,08	7
R6	0,20	25%	0,05	8
R7	0,10	10%	0,01	10
R8	0,05	5%	0,00	11
R9	0,80	15%	0,12	5
R10	0,80	25%	0,20	2
R11	0,80	30%	0,24	1

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Στην κατάταξη των κινδύνων με βάση την έκθεσή τους στον κίνδυνο σε κινδύνους με ίδια έκθεση λαμβάνεται υπόψη για την κατάταξή τους η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου.

Διάγραμμα 5.2.: Διασπορά Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων Κινδύνων στο κόστος

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Με βάση την ανάλυση η οποία προηγήθηκε εξάγονται ορισμένα βασικά συμπεράσματα.

Οι κίνδυνοι με υψηλό βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου είναι πέντε και είναι οι εξής:

- R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών
- R4. Υψηλές τιμές υλικών
- R9. Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες
- R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών

- R11. Καθυστερήση πληρωμών αναδόχου

Οι κίνδυνοι R1 και R11 εμφανίζουν τη μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης στο έργο ωστόσο ο κίνδυνος R11 εμφανίζει και υψηλό συντελεστή βάρους της επίπτωσής του. Οι κίνδυνοι R4, R9 και R10 εμφανίζουν επίσης πολύ υψηλό συντελεστή βάρους των επιπτώσεών τους αλλά διαφοροποιούνται ως προς την πιθανότητα εμφάνισης τους με 20%, 15% και 25% αντιστοίχως.

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτουν τέσσερις κίνδυνοι με μέσο βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου οι οποίοι οι εξής:

- R2. Καθυστερήση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων
- R3. Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού
- R5. Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού
- R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης

Από τη μελέτη το διαγράμματος διασποράς πιθανοτήτων – επιπτώσεων κινδύνων στο κόστος παρατηρείται ότι οι κίνδυνοι R3 και R6 εμφανίζουν χαμηλό συντελεστή βάρους επίπτωσης ωστόσο η πιθανότητα εμφάνισης τους είναι υψηλή. Για το λόγο αυτό με σκοπό την αντιμετώπισή τους είναι αναγκαία η χρήση στρατηγικών για τη μείωση της πιθανότητας εμφάνισής τους. Από την άλλη πλευρά, οι κίνδυνοι R2 και R5 εμφανίζουν σημαντική πιθανότητα εμφάνισης και ταυτόχρονα παρουσιάζουν υψηλότερους συντελεστές βάρους των επιπτώσεων τους. Για το λόγο αυτό, οι κίνδυνοι αυτοί χρήζουν την υιοθέτηση στρατηγικών αντιμετώπισης που στοχεύουν στη συνδυαστική μείωση τόσο της πιθανότητας εμφάνισής τους όσο και της έντασης των επιπτώσεών τους.

Επιπλέον, προκύπτουν δύο κίνδυνοι με χαμηλό βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου οι οποίοι οι εξής:

- R7. Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου
- R8. Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα

Από το διάγραμμα διασποράς πιθανοτήτων – επιπτώσεων των κινδύνων στο κόστος παρατηρείται ότι οι κίνδυνοι αυτοί εμφανίζουν χαμηλές πιθανότητες εμφάνισης, 10% ο R7 και 5% ο R8 ενώ και οι συντελεστές βάρους των επιπτώσεών τους είναι χαμηλοί, με 0,10 και 0,05 αντιστοίχως. Εν γένει το έργο παρουσιάζει χαμηλό βαθμό έκθεσης σε αυτούς τους δύο κινδύνους που η χρήση στρατηγικών αντιμετώπισης τους δεν καταστεί αναγκαία και ενδεχομένως να γίνει αποδοχή των κινδύνων.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε δεν υπάρχουν κίνδυνοι με μηδενικό/μη υπολογίσιμο βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου.

Άξονας Χρόνος

Με σκοπό την κατηγοριοποίηση της έντασης των επιπτώσεων στον χρόνο υλοποίησης του έργου ακολουθήθηκε παρόμοια στρατηγική όπως στην εκτίμηση των επιπτώσεων κόστους, με τη δημιουργία κλίμακας στην οποία χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικοί ορισμοί που χαρακτηρίζουν κάθε επίπεδο επίπτωσης, οι οποίοι αντιστοιχήθηκαν με διαστήματα μεταβολής χρόνου υλοποίησης σε ημέρες τα οποία ερμηνεύονται ως καθυστέρηση ολοκλήρωσης του έργου σε ημέρες, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.12.: Επίπεδα Επιπτώσεων στον Χρόνο Υλοποίησης του Έργου

Επίπτωση	Συντελεστής Βάρους Επίπτωσης	Καθυστέρηση Ολοκλήρωσης
Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0	<1 ημέρα
Πολύ χαμηλή	0,05	από 1-5 ημέρες
Χαμηλή	0,1	από 5-10 ημέρες
Μέση	0,2	από 10-15 ημέρες
Υψηλή	0,4	Από 15-20 ημέρες
Πολύ Υψηλή	0,8	>20 ημέρες

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Στη συνέχεια, μετά από τη μελέτη του χρονοδιαγράμματος του έργου καθώς και των χαρακτηριστικών του αλλά και των χαρακτηριστικών των κινδύνων, πραγματοποιείται από τον μελετητή η εκτίμηση του βαθμού των επιπτώσεων κάθε κινδύνου στον χρόνο υλοποίησης του έργου με τη χρήση του Πίνακα 5.12.

Πίνακας 5.13.: Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων στον Χρόνο Υλοποίησης του Έργου

Κίνδυνος		Εκτίμηση επίπτωσης χρόνου	Συντελεστής βάρους επίπτωσης
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Πολύ Υψηλή	0,80
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Πολύ Υψηλή	0,80
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μέση	0,20
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Πολύ χαμηλή	0,05
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Υψηλή	0,40
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Μέση	0,20
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Υψηλή	0,40
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Υψηλή	0,40
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Πολύ Υψηλή	0,80
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Πολύ Υψηλή	0,80
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	Χαμηλή	0,10

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Ιεραρχώντας τους κινδύνους βάσει της εκτίμησης των επιπτώσεων τους ο Πίνακας 5.13. τροποποιείται όπως παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 5.14.: Ιεράρχηση Κινδύνων ανάλογα με τον Βαθμό Επίπτωσής τους στον Χρόνο

Κίνδυνος		Εκτίμηση επίπτωσης στο χρόνο	Συντελεστής βάρους επίπτωσης
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Πολύ Υψηλή	0,80
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Πολύ Υψηλή	0,80
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Πολύ Υψηλή	0,80
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Πολύ Υψηλή	0,80
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Υψηλή	0,40
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Υψηλή	0,40
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Υψηλή	0,40
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μέση	0,20
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Μέση	0,20
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	Χαμηλή	0,10
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Πολύ χαμηλή	0,05

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Στον πίνακα που ακολουθεί υπολογίζεται η έκθεση του έργου σε κάθε κίνδυνο του μητρώου κινδύνων ως προς τον χρόνο ολοκλήρωσής του, με τη χρήση του συντελεστή βάρους επίπτωσης καθώς και της εκτίμησης της πιθανότητας εμφάνισής τους στο έργο.

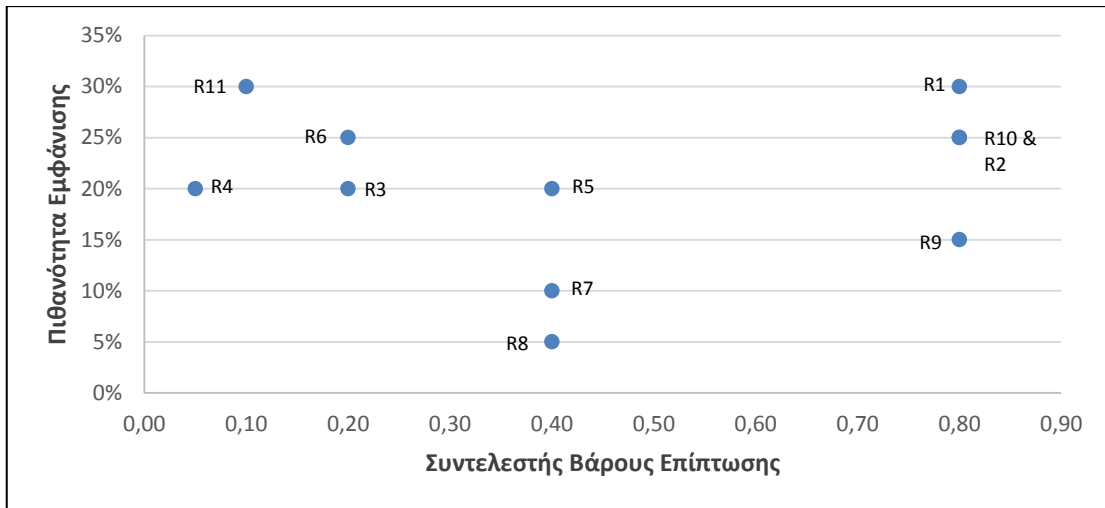
Πίνακας 5.15.: Έκθεση του Έργου στους Κινδύνους σε σχέση με τον Χρόνο

Κίνδυνος	Συντελεστής βάρους επίπτωσης	Πιθανότητα εμφάνισης	Έκθεση στον κίνδυνο	Κατάταξη κινδύνου
R1	0,80	30%	0,24	1
R2	0,80	25%	0,20	2
R3	0,20	20%	0,04	6
R4	0,05	20%	0,01	10
R5	0,40	20%	0,08	4
R6	0,20	25%	0,05	5
R7	0,40	10%	0,04	7
R8	0,40	5%	0,02	9
R9	0,80	15%	0,12	3
R10	0,80	25%	0,20	2
R11	0,10	30%	0,03	8

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Στην κατάταξη των κινδύνων με βάση την έκθεσή τους στον κίνδυνο σε κινδύνους με ίδια έκθεση λαμβάνεται υπόψη για την κατάταξή τους η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου. Σε περίπτωση κατά την οποία η πιθανότητα εμφάνισης είναι επίσης η ίδια, οι κίνδυνοι λαμβάνουν την ίδια κατάταξη.

Διάγραμμα 5.3.: Διασπορά Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων Κινδύνων στον χρόνο



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Με βάση την ανάλυση η οποία προηγήθηκε εξάγονται ορισμένα βασικά συμπεράσματα.

Οι κίνδυνοι με υψηλό βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου είναι τέσσερις και είναι οι εξής:

- R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών
- R2. Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων
- R9. Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες
- R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών

Οι κίνδυνοι R1, R9 και R10 κατατάσσονται ως κίνδυνοι με υψηλό βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου και ως προς το κόστος όπως αναφέρθηκε στον προηγούμενο άξονα. Οι R9 και R10 εμφανίζουν και την ίδια έκθεση στον κίνδυνο ενώ η έκθεση του R1 μειώνεται καθώς μειώνεται και ο συντελεστής βάρους της επίπτωσής του ως προς τον χρόνο. Όλοι οι κίνδυνοι της κατηγορίας αυτής είναι ιδιαίτερα σημαντικοί καθώς εμφανίζουν αρκετά υψηλό βαθμό έκθεσης του έργου σχετικά με το κόστος.

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτουν πέντε κίνδυνοι με μέσο βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου οι οποίοι οι εξής:

- R3. Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού
- R5. Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού
- R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης
- R7. Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου
- R11. Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου

Από τη μελέτη το διαγράμματος διασποράς πιθανοτήτων – επιπτώσεων κινδύνων στον χρόνο παρατηρείται ότι ο κίνδυνος R11 ενώ εμφανίζει αρκετά χαμηλό συντελεστή βάρους επιπτώσεων εμφανίζει υψηλή πιθανότητα εμφάνισης, επομένως

για την αντιμετώπισή του είναι προτιμότερη η χρήση στρατηγικών αποφυγής των κινδύνων ή μείωσης της έντασης των επιπτώσεων του. Οι υπόλοιποι κίνδυνοι εμφανίζουν μέσους ή υψηλούς συντελεστές βάρους επιπτώσεων και μέσες πιθανότητες εμφάνισης και επομένως χρήσουν στρατηγικών αντιμετώπισης που αφορούν σε συνδυαστική μείωση της πιθανότητας εμφάνισής τους και της έντασης των επιπτώσεών τους.

Επιπλέον, προκύπτουν δύο κίνδυνοι με χαμηλό βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου οι οποίοι οι εξής:

- R4. Υψηλές τιμές υλικών
- R8. Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα

Ο κίνδυνος R4 παρουσιάζει αρκετά χαμηλό συντελεστή βάρους επίπτωσης με μέση πιθανότητα εμφάνισης γεγονός που οδηγεί στη χρήση στρατηγικών αντιμετώπισης που στοχεύουν στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισής του. Από την άλλη, ο κίνδυνος R8 εμφανίζει υψηλό συντελεστή βάρους επίπτωσης με αρκετά χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης γεγονός που οδηγεί στη χρήση στρατηγικών αντιμετώπισης με στόχο την άμβλυνση της έντασης των επιπτώσεών του.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε δεν υπάρχουν κίνδυνοι με μηδενικό/μη υπολογίσιμο βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου.

Άξονας Ποιότητα

Με σκοπό την κατηγοριοποίηση της έντασης των επιπτώσεων στους ποιοτικούς στόχους του έργου ακολουθήθηκε παρόμοια στρατηγική όπως στην εκτίμηση των επιπτώσεων κόστους και χρόνου, με τη δημιουργία κλίμακας στην οποία χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικοί ορισμοί που χαρακτηρίζουν κάθε επίπεδο επίπτωσης, οι οποίοι αντιστοιχήθηκαν με τους συντελεστές βάρους επίπτωσης, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.16.: Επίπεδα Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Έργου

Επίπτωση	Συντελεστής Βάρους Επίπτωσης
Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0
Πολύ χαμηλή	0,05
Χαμηλή	0,1
Μέση	0,2
Υψηλή	0,4
Πολύ Υψηλή	0,8

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Στη συνέχεια, μετά από τη μελέτη των χαρακτηριστικών του έργου αλλά και των χαρακτηριστικών των κινδύνων που καταγράφηκαν, καθώς επίσης και των υποχρεώσεων της αναδόχου εταιρείας πραγματοποιείται από τον μελετητή η εκτίμηση του βαθμού των επιπτώσεων κάθε κινδύνου στους ποιοτικούς στόχους του έργου με τη χρήση του Πίνακα 5.16.

Πίνακας 5.17.: Εκτίμηση Επιπτώσεων Κινδύνων στην Ποιότητα του Έργου

Κίνδυνος		Εκτίμηση επίπτωσης ποιότητας	Συντελεστής βάρους επίπτωσης
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μέση	0,20
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Μέση	0,20
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Μέση	0,20
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Πολύ χαμηλή	0,05
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Πολύ Υψηλή	0,80
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Υψηλή	0,40
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Ιεραρχώντας τους κινδύνους βάσει της εκτίμησης των επιπτώσεων τους ο Πίνακας 5.17. τροποποιείται όπως παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 5.18.: Ιεράρχηση Κινδύνων ανάλογα με τον Βαθμό Επίπτωσής τους στην Ποιότητα

Κίνδυνος		Εκτίμηση επίπτωσης ποιότητας	Συντελεστής βάρους επίπτωσης
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Πολύ Υψηλή	0,80
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Υψηλή	0,40
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μέση	0,20
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Μέση	0,20
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Χαμηλή	0,10
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Πολύ χαμηλή	0,05
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0,00

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Κατά την ποιοτική ανάλυση των επιπτώσεων των κινδύνων ως προς την ποιότητα του έργου παρατηρείται ότι οι κίνδυνοι R1, R2, R4, R7 και R11 εμφανίζουν μηδενική/μη υπολογίσιμη εκτίμηση επίπτωσης και θεωρείται ότι δεν επηρεάζουν καθόλου το έργο σχετικά με τους ποιοτικούς στόχους που έχουν τεθεί από τη μελέτη. Οι κίνδυνοι R8 και R5 παρουσιάζουν πολύ χαμηλή και χαμηλή εκτίμηση επίπτωσης αντιστοίχως ενώ οι κίνδυνοι R3 και R6 παρατηρείται να εμφανίζουν μία μέση εκτίμηση επίπτωσης και επομένως επηρεάζουν έμμεσα την ποιότητα του έργου και κατ' επέκταση χρήζουν την λήψη στρατηγικών μέτρων για την άμβλυνση των επιπτώσεών τους στην ποιότητά του. Οι κίνδυνοι που επηρεάζουν άμεσα τους ποιοτικούς στόχους του έργου είναι οι κίνδυνοι R10 και R9, με υψηλή και πολύ υψηλή εκτίμηση επίπτωσης αντίστοιχα. Εν γένει, οι κίνδυνοι που επηρεάζουν περισσότερο την ποιότητα του έργου παρατηρείται ότι αυτοί σχετίζονται σε παράγοντες αμέλειας από την πλευρά του αναδόχου, όπως είναι τα λάθη ή οι παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες (R9), η δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών (R10), οι εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης και η έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού (R3).

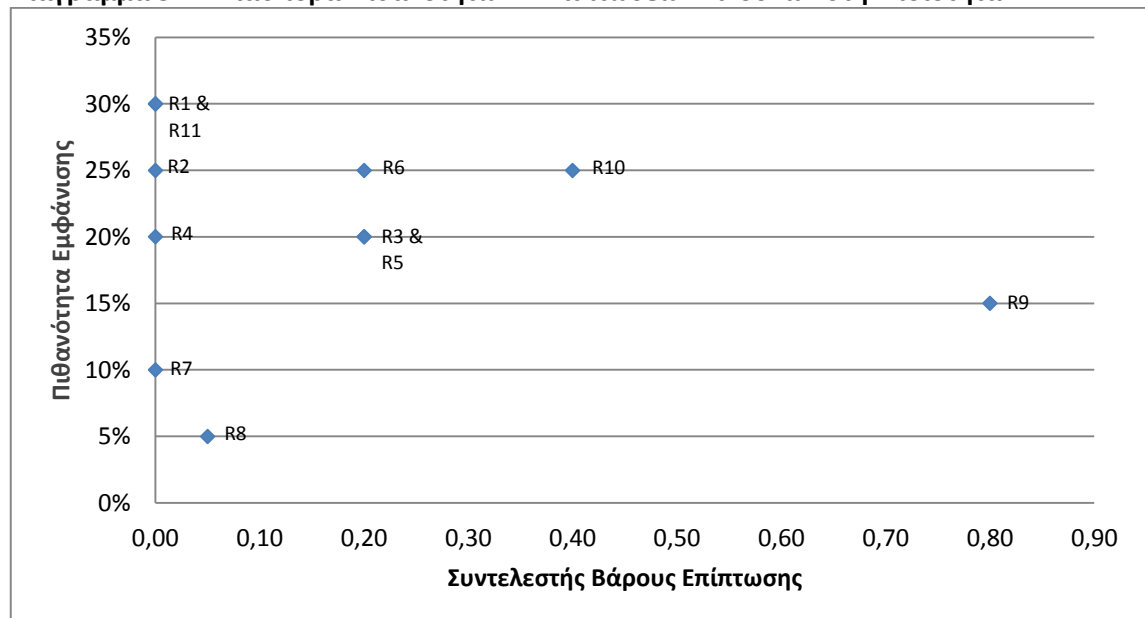
Στον πίνακα που ακολουθεί υπολογίζεται η έκθεση του έργου σε κάθε κίνδυνο του μητρώου κινδύνων ως προς τον χρόνο ολοκλήρωσής του, με τη χρήση του συντελεστή βάρους επίπτωσης καθώς και της εκτίμησης της πιθανότητας εμφάνισής τους στο έργο.

Πίνακας 5.19.: Έκθεση του Έργου στους Κινδύνους σε σχέση με την Ποιότητα

Κίνδυνος	Συντελεστής βάρους επίπτωσης	Πιθανότητα εμφάνισης	Έκθεση στον κίνδυνο	Κατάταξη κινδύνου
R1	0,00	30%	0,00	5
R2	0,00	25%	0,00	6
R3	0,20	20%	0,04	4
R4	0,00	20%	0,00	7
R5	0,20	20%	0,04	4
R6	0,20	25%	0,05	3
R7	0,00	10%	0,00	8
R8	0,05	5%	0,00	9
R9	0,80	15%	0,12	1
R10	0,40	25%	0,10	2
R11	0,00	30%	0,00	5

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Στην κατάταξη των κινδύνων με βάση την έκθεσή τους στον κίνδυνο σε κινδύνους με ίδια έκθεση λαμβάνεται υπόψη για την κατάταξή τους η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου. Σε περίπτωση κατά την οποία η πιθανότητα εμφάνισης είναι επίσης η ίδια, οι κίνδυνοι λαμβάνουν την ίδια κατάταξη.

Διάγραμμα 5.4.: Διασπορά Πιθανοτήτων – Επιπτώσεων Κινδύνων στην ποιότητα

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Με βάση την ανάλυση η οποία προηγήθηκε εξάγονται ορισμένα βασικά συμπεράσματα.

Ο κίνδυνος με υψηλό βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου είναι ένας και είναι ο εξής:

- R9. Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες

Ο κίνδυνος αυτός αποτελεί και τον μοναδικό που εμφανίζεται με υψηλό βαθμό έκθεσης και στους τρεις άξονες, κόστους, χρόνου υλοποίησης και ποιότητας του έργου.

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτουν τέσσερις κίνδυνοι με μέσο βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου οι οποίοι οι εξής:

- R3. Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού
- R5. Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού
- R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης
- R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών

Οι κίνδυνοι αυτοί εμφανίζουν μέσους ή υψηλούς συντελεστές βάρους επιπτώσεων και μέσες πιθανότητες εμφάνισης και επομένως χρήσουν στρατηγικών αντιμετώπισης που αφορούν σε συνδυαστική μείωση της πιθανότητας εμφάνισής τους και της έντασης των επιπτώσεών τους.

Όπως προκύπτει και από τον Πίνακα 5.19. τον μεγαλύτερο βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο (υψηλό και μέσο) σχετικά με τους ποιοτικούς στόχους του έργου εμφανίζουν οι κίνδυνοι που σχετίζονται άμεσα με τη διαδικασία κατασκευής του έργου όπως είναι αναμενόμενο.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε δεν υπάρχουν κίνδυνοι με χαμηλό βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου.

Επιπλέον, προκύπτουν έξι κίνδυνοι με μηδικό/μη υπολογίσιμο βαθμό έκθεσης στον κίνδυνο του έργου οι οποίοι οι εξής:

- R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών
- R2. Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων
- R4. Υψηλές τιμές υλικών
- R7. Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου
- R8. Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα
- R11. Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου

Οι παραπάνω κίνδυνοι θεωρείται ότι δεν επηρεάζουν με τον οποιονδήποτε τρόπο τους ποιοτικούς στόχους του έργου καθώς οι προδιαγραφές τις ποιότητας του έργου δε σχετίζονται με αυτούς, δεδομένου ότι ο ανάδοχος συμμορφώνεται πλήρως με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών της μελέτης.

Συνολική Έκθεση στον Κίνδυνο

Από τα στοιχεία των ποιοτικών αναλύσεων που προηγήθηκαν σε κόστος, χρόνο και ποιότητα του έργου, στο στάδιο αυτό υπολογίζεται η συνολική έκθεση στον κίνδυνο για το έργο και πραγματοποιείται η συνολική ιεράρχηση των κινδύνων. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η συνολική έκθεση στον κίνδυνο:

Πίνακας 5.20.: Συνολική Έκθεση στον Κίνδυνο

Κίνδυνος	Έκθεση στον κίνδυνο (κόστος)	Έκθεση στον κίνδυνο (χρόνος)	Έκθεση στον κίνδυνο (ποιότητα)	Συνολική Έκθεση στον κίνδυνο	Κατάταξη κινδύνου
R1	0,12	0,24	0,00	0,36	2
R2	0,10	0,20	0,00	0,30	3
R3	0,04	0,04	0,04	0,12	8
R4	0,16	0,01	0,00	0,17	6
R5	0,08	0,08	0,04	0,20	5
R6	0,05	0,05	0,05	0,15	7
R7	0,01	0,04	0,00	0,05	9
R8	0,00	0,02	0,00	0,03	10
R9	0,12	0,12	0,12	0,36	2
R10	0,20	0,20	0,10	0,50	1
R11	0,24	0,03	0,00	0,27	4

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Ιεραρχώντας τους κινδύνους βάσει της συνολικής έκθεσης στον κίνδυνο ο Πίνακας 5.20. τροποποιείται όπως παρουσιάζεται ακολούθως:

Πίνακας 5.21.: Ιεράρχηση Κινδύνων βάσει Συνολικής Έκθεσης στον Κίνδυνο

Κίνδυνος	Έκθεση στον κίνδυνο (κόστος)	Έκθεση στον κίνδυνο (χρόνος)	Έκθεση στον κίνδυνο (ποιότητα)	Συνολική Έκθεση στον κίνδυνο	Κατάταξη κινδύνου
R10	0,20	0,20	0,10	0,50	1
R1	0,12	0,24	0,00	0,36	2
R9	0,12	0,12	0,12	0,36	2
R2	0,10	0,20	0,00	0,30	3
R11	0,24	0,03	0,00	0,27	4
R5	0,08	0,08	0,04	0,20	5
R4	0,16	0,01	0,00	0,17	6
R6	0,05	0,05	0,05	0,15	7
R3	0,04	0,04	0,04	0,12	8
R7	0,01	0,04	0,00	0,05	9
R8	0,00	0,02	0,00	0,02	10

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Από την ιεράρχηση σύμφωνα με τη συνολική έκθεση στον κίνδυνο εξαγονται ορισμένα βασικά συμπεράσματα. Αρχικά γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η πλειοψηφία των κινδύνων εμφανίζουν υψηλή συνολική έκθεση στον κίνδυνο. Οι κίνδυνοι οι οποίοι εμφανίζουν υψηλή συνολική έκθεση στον κίνδυνο είναι οι εξής:

- R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών
- R2. Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων
- R3. Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού
- R4. Υψηλές τιμές υλικών
- R5. Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού
- R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης
- R9. Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες
- R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών
- R11. Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου

Ειδικότερα, ο κίνδυνος R10 εμφανίζει την υψηλότερη έκθεση καθώς παρουσιάζει υψηλή έκθεση στον τομέα του χρόνου και του κόστους και μέση έκθεση στον τομέα της ποιότητας. Οι κίνδυνοι R1 και R9 είναι δεύτεροι στην κατάταξη με τον πρώτο να παρουσιάζει υψηλή έκθεση στο κόστος και τον χρόνο υλοποίησης του έργου ενώ ο R9 εμφανίζει υψηλή έκθεση στο κόστος, τον χρόνο αλλά και την ποιότητά του έργου. Οι κίνδυνοι R2, R11 και R4 εμφανίζουν υψηλή έκθεση σε έναν από τους τρεις τομείς, ο R2 στον χρόνο ενώ οι R11 και R4 στο κόστος. Οι κίνδυνοι R5, R6 και R3 εμφανίζουν μέση έκθεση μεμονωμένα στο κόστος, τον χρόνο και την ποιότητα ενώ η συνολική έκθεση των κινδύνων αυτών αθροιστικά είναι υψηλή. Για την ομαλή διαδικασία

κατασκευής του έργου και την ολοκλήρωσή του η αντιμετώπιση των κινδύνων με υψηλή συνολική έκθεση θεωρείται προτεραιότητα.

Οι περισσότεροι από τους κινδύνους με υψηλή έκθεση οφείλονται σε εξωγενείς παράγοντες επομένως οι στρατηγικές αντιμετώπισης οι οποίες θα υιοθετηθούν οφείλουν να αμβλύνουν το βαθμό των επιπτώσεων τους. Ωστόσο, για τον κίνδυνο R5, η πιθανότητα εμφάνισης του οποίου οφείλεται σε εξωγενείς παράγοντες (καιρικές συνθήκες), είναι δυνατή η διαχείρισή του μέσω του ορθού προγραμματισμού του χρόνου σε περιόδους με χαμηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και παγετού ενώ σε περίπτωση εμφάνισής του οι δυνατότητες μείωσης των επιπτώσεων του είναι περιορισμένες. Για τους κινδύνους οι οποίοι επηρεάζονται από εσωτερικούς παράγοντες είναι εφικτή η υιοθέτηση στρατηγικών αντιμετώπισης για την αποτελεσματική ελαχιστοποίηση της εμφάνισής τους.

Ο κίνδυνος ο οποίος εμφανίζει μέση συνολική έκθεση στον κίνδυνο είναι ένας και είναι ο εξής:

- R7. Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου

Ο κίνδυνος αυτός θεωρείται δευτερεύουσας σημασίας για το έργο αλλά χρίζει αντιμετώπισης για την μείωση του συνολικού κινδύνου του έργου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον κίνδυνο αυτό είναι εξωτερικοί επομένως οι στρατηγικές αντιμετώπισης οι οποίες θα υιοθετηθούν οφείλουν να αμβλύνουν το βαθμό των επιπτώσεων τους.

Ο κίνδυνος ο οποίος εμφανίζει χαμηλή συνολική έκθεση στον κίνδυνο είναι ένας και είναι ο εξής:

- R8. Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα

Στρατηγικές για την αντιμετώπιση του παραπάνω κινδύνου δεν κρίνονται απαραίτητες παρά μόνο εάν θεωρηθεί ότι η αντιμετώπισή του επηρεάζει τη συνολική έκθεση άλλων κινδύνων και τείνει να την ελαχιστοποιήσει.

5.3. Ποσοτική Ανάλυση Κινδύνων

Με σκοπό τη δημιουργία μοντέλου κινδύνων για την ποσοτική ανάλυση τους κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία χρονοδιαγράμματος για το έργο μέσω του προγράμματος MS Project. Για τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος χρησιμοποιούνται οι ομάδες εργασιών ενώ η συνολική διάρκεια ολοκλήρωσης του έργου υπολογίζεται σε εργάσιμες ημέρες. Για το λόγο αυτό στο πρόγραμμα MS Project κατηγοριοποιούνται ως μη εργάσιμες ημέρες για τα έτη 2022, 2023 και 2024 τα Σάββατα και η Κυριακή, οι επίσημες αργίες του κράτους και οι θρησκευτικές εορτές των μουσουλμάνων καθώς η πλειοψηφία του εργατικού δυναμικού του αναδόχου ανήκει στη μουσουλμανική μειονότητα. Ο λόγος που επιλέχθηκαν οι εργάσιμες ημέρες είναι πως σε περίπτωση

καθυστερήσεων λόγω εμφάνισης κινδύνων οι καθυστερήσεις θα αφορούν σε εργάσιμες ημέρες, άρα ο υπολογισμός της νέας διάρκειας των ομάδων εργασιών θα πρέπει να γίνει βάσει εργάσιμων ημερών. Η ημερομηνία έναρξης του χρονοδιαγράμματος ορίζεται ως η ημέρα που πραγματοποιείται η έναρξη των κατασκευαστικών εργασιών, δηλαδή η 11^η Αυγούστου 2022. Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι κίνδυνοι που επηρεάζουν την περίοδο πριν από την έναρξη των κατασκευαστικών εργασιών δεν υπολογίζεται και επομένως καθυστέρηση στην ημέρα έναρξης των κατασκευαστικών εργασιών δεν υπολογίζεται.

Επιπλέον, οι εργασίες του συγκεκριμένου έργου εκτελούνται παράλληλα επομένως η καθυστέρηση σε μία ομάδα εργασιών λόγω της εμφάνισης ενός ή περισσότερων κινδύνων δεν σημαίνει απαραίτητα καθυστέρηση και στις υπόλοιπες ομάδες εργασιών. Αντιθέτως, υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά την καθυστέρηση των ομάδων εργασιών και τον τρόπο που η καθυστέρηση μιας επηρεάζει τις υπόλοιπες. Στη συνέχεια εισάγονται ορισμένοι περιορισμοί στο χρονοδιάγραμμα με σκοπό την ρεαλιστική προσομοίωση των καθυστερήσεων:

- Οι εργασίες κάθε ομάδας δεν μπορούν να ξεκινήσουν πριν την προγραμματισμένη ημερομηνία. Ο λόγος που τέθηκε αυτός ο περιορισμός είναι για να αποφευχθούν μη ρεαλιστικά αποτελέσματα σε προσομοιώσεις που ο επαναπροσδιορισμός της διάρκειας μιας ομάδας εργασίας είχε ως αποτέλεσμα τον αυτόματο προγραμματισμό άλλων εργασιών με ημερομηνία έναρξης πριν την εμφάνιση του κινδύνου που προκάλεσε την καθυστέρηση, κάτι το παράδοξο.
- Οι περισσότερες εργασίες μπορούν να κατασκευαστούν παράλληλα καθώς το έργο υλοποιείται σε πολλά σημεία.
- Για την ολοκλήρωση της ομάδας εργασιών 3.3. ΕΡΓΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ πρέπει να προηγηθεί η ολοκλήρωση των ομάδων 3.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ και 3.2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ της ευρύτερης κατηγορίας Γ. ΟΔΟΠΟΙΑ καθώς το απαιτούν οι επιμέρους κατασκευαστικές εργασίες της ομάδας εργασιών.

Μετά τον εισαγωγή των περιορισμών ανάμεσα στις ομάδες εργασιών προστέθηκαν τα επιμέρους κόστη των ομάδων εργασιών σύμφωνα με την έκπτωση του αναδόχου, ήτοι 35,74%.

5.3.1. Υπολογισμός Πιθανότητας Εμφάνισης

Για χρήση στο μοντέλο κινδύνων υπολογίστηκε η πιθανότητα εμφάνισης κάθε κινδύνου σε μια ομάδα εργασιών (Πίνακας 5.22.) με χρήση της σχέσης:

$$x^7 - 2x^6 + 3x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - \alpha = 0$$

Πίνακας 5.22.: Πιθανότητα Εμφάνισης Κινδύνων ανά Ομάδα Εργασίας

Κίνδυνος		Ολική Πιθανότητα εμφάνισης	Πιθανότητα εμφάνισης ανά Ομάδα Εργασίας
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	30%	6,88%
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	25%	5,59%
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	20%	4,36%
R4	Υψηλές τιμές υλικών	20%	4,36%
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	20%	4,36%
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	25%	5,59%
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	10%	2,09%
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	5%	1,02%
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	15%	3,20%
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	25%	5,59%
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	30%	6,88%

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία, 2024*

5.3.2. Προσδιορισμός Επιπτώσεων Κινδύνων ανά ομάδα εργασίας

Για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων κινδύνων ανά ομάδα εργασίας, κρίνεται αναγκαία η επανεκτίμηση των επιπτώσεων του κινδύνου για κάθε μία από τις ομάδες εργασίας, ενώ χρησιμοποιείται η ίδια κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης με τις διαφορές που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 4. Στους Πίνακες 5.23. και 5.24 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του προσδιορισμού των επιπτώσεων των κινδύνων:

Πίνακας 5.23.: Επιπτώσεις Κινδύνων ανά ΟΕ σε σχέση με το Κόστος

Κίνδυνος		A.1: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙ ΚΑ Η/Μ	A.2: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕΤΑΛΛΟ - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	B.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΟΙΚ	B.2: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΟΙΚ	B.3: ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣΕΙΣ - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ	B.4: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΞΥΛΙΝΕΣ - ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ & ΔΙΚΤΥΑ	Γ. ΟΔΟΠΟΙΙΑ
R1	Καθυστερήση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Υψηλή	Μέση	Υψηλή	Υψηλή	Μέση	Μέση	Πολύ υψηλή
R2	Καθυστερήση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Πολύ υψηλή
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μηδενική	Υψηλή	Μηδενική	Υψηλή	Υψηλή	Μέση	Μηδενική
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Μέση	Πολύ υψηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Πολύ υψηλή	Μέση
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Υψηλή	Μέση	Υψηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Υψηλή
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Υψηλή	Μέση
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μέση
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέση
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Μέση	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Μέση
R11	Καθυστερήση πληρωμών αναδόχου	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Μέση	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Υψηλή
Μηδενική επίπτωση ≤1%		Πολύ χαμηλή επίπτωση = 1% -2%	Χαμηλή επίπτωση = 2%-3%	Μέση επίπτωση = 3%-5%	Υψηλή επίπτωση = 5%-7%	Πολύ υψηλή επίπτωση = 7%-9%		

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

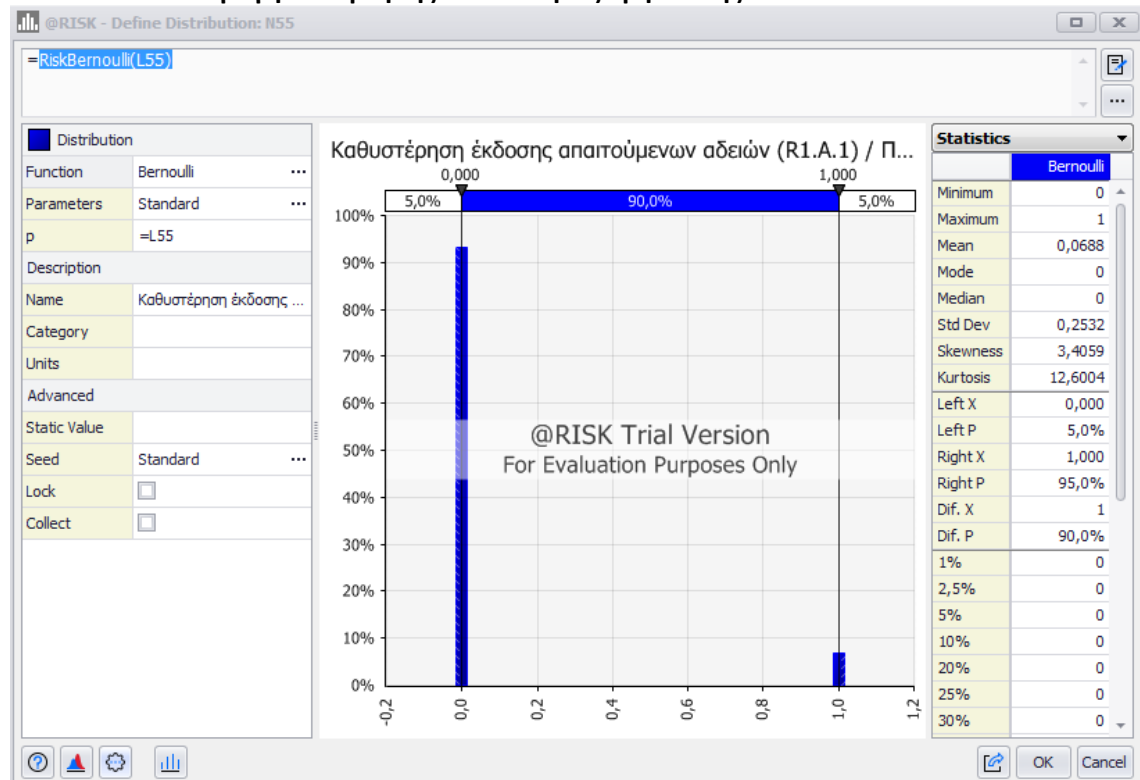
Πίνακας 5. 24.: Επιπτώσεις Κινδύνων ανά ΟΕ σε σχέση με τον Χρόνο

Κίνδυνος		A.1: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙ ΚΑ Η/Μ	A.2: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕΤΑΛΛΟ - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	B.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΟΙΚ	B.2: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΟΙΚ	B.3: ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ	B.4: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΞΥΛΙΝΕΣ - ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ & ΔΙΚΤΥΑ	Γ. ΟΔΟΠΟΙΙΑ
R1	Καθυστερήση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Πολύ υψηλή	Μέση	Πολύ υψηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Πολύ υψηλή
R2	Καθυστερήση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Υψηλή	Μέση	Μέση	Πολύ υψηλή
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μηδενική	Υψηλή	Μηδενική	Υψηλή	Υψηλή	Μέση	Μηδενική
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Χαμηλή	Χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Χαμηλή
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Υψηλή
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Υψηλή	Μέση
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Υψηλή	Μέση	Υψηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Υψηλή
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Μέση	Υψηλή	Μέση	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέση
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Μέση	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Μέση
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή
R11	Καθυστερήση πληρωμών αναδόχου	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Πολύ χαμηλή
Μηδενική επίπτωση ≤1 ημέρα		Πολύ χαμηλή επίπτωση = 1 – 5 ημέρες	Χαμηλή επίπτωση = 5 - 10 ημέρες	Μέση επίπτωση = 10 - 15 ημέρες	Υψηλή επίπτωση = 15 - 20 ημέρες	Πολύ υψηλή επίπτωση = 20 – 25 ημέρες		

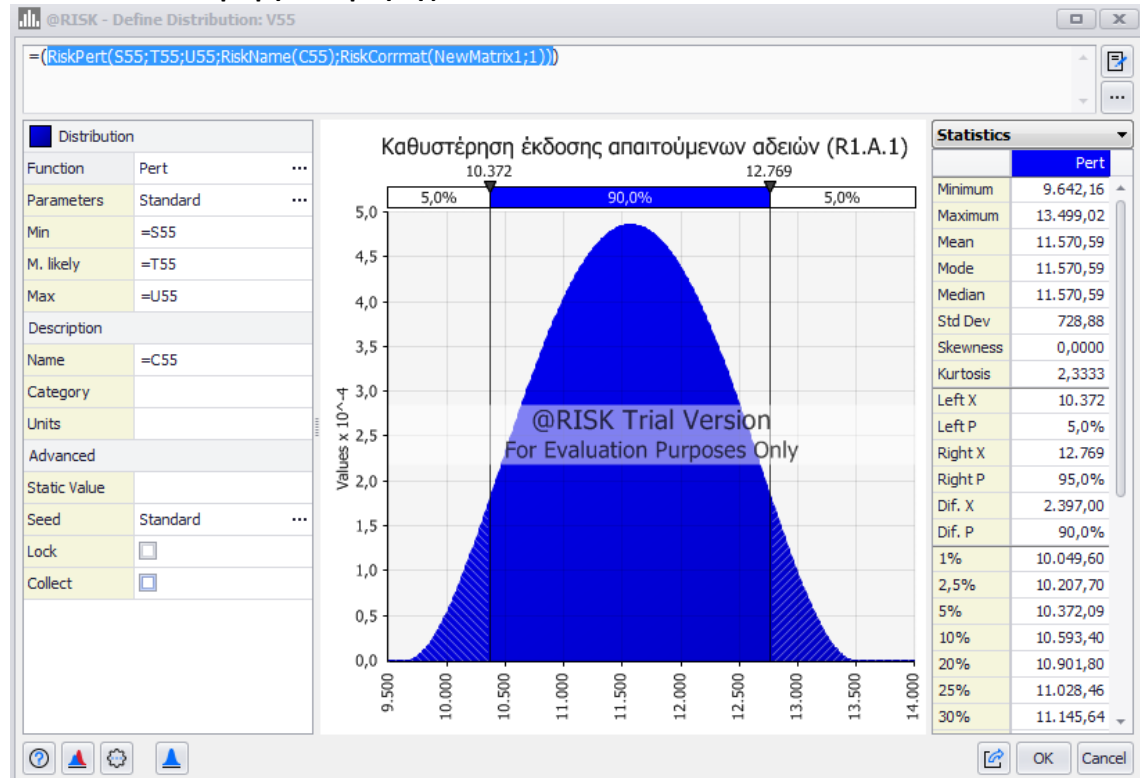
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Αφού πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός των επιπτώσεων των κινδύνων για καθεμία από της ομάδες εργασιών δημιουργήθηκε το μητρώο κινδύνων όπου καταχωρίζονται οι πιθανότητες εμφάνισης των κινδύνων και συμπληρώνονται οι πίνακες των επιπτώσεων βάσει των ελάχιστων, πιθανότερων και μέγιστων τιμών επιπτώσεων που εκτιμήθηκαν ανάλογα με τον βαθμό επίπτωσης που εμφανίζει ο κάθε κίνδυνος για την κάθε ομάδα εργασιών. Στη συνέχεια, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, εισάγονται οι συναρτήσεις πιθανοτήτων για την πιθανότητα εμφάνισης και τις επιπτώσεις κάθε κινδύνου. Η εισαγωγή των συναρτήσεων παρουσιάζεται στις εικόνες που ακολουθούν:

Εικόνα 5.1.: Εισαγωγή Συνάρτησης Πιθανότητας Εμφάνισης Κινδύνου



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Εικόνα 5.2.: Εισαγωγή Συνάρτησης Επιπτώσεων Κινδύνου

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Έπειτα από την εισαγωγή των συναρτήσεων για την παραγματοποίηση της προσομοίωση κατανομών δημιουργήθηκε ένας συγκεντρωτικός πίνακας όπου παρουσιάζονται οι επιπτώσεις των κινδύνων για κάθε ομάδα εργασιών για μία επανάληψη.

Πίνακας 5.25.: Συγκεντρωτικός Πίνακας Επιπτώσεων Κινδύνων

Αποτέλεσμα Προσομοίωσης (1 επανάληψη)		
Ομάδα Εργασιών	Αύξηση Κόστους (σε ευρώ)	Αύξηση Χρόνου (σε ημέρες)
A.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ Η/Μ	0	3,98
A.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ – ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	17.025,11	18,63
B.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΟΙΚ	0	0
B.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΟΙΚ	2.350,41	13,62
B.3. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ	278,93	11,54
B.4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΞΥΛΙΝΕΣ – ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ & ΔΙΚΤΥΑ	0	0
Γ. ΟΔΟΠΟΙΙΑ	0	0

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Πίνακας 5.26.: Μητρώο Κινδύνων

Α.1: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ Η/Μ						Επίπτωση στο Κόστος (€)						Επίπτωση στο Χρόνο (Ημέρες)						
Κίνδυνοι		Πιθανότητα εμφάνισης	Πιθανότητα μη εμφάνισης	Περιστατικό	Εμφάνιση	Συντελεστής επίπτωσης		Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση κόστους προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση κόστους	Συντελεστής επίπτωσης	Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση χρόνου προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση χρόνους
R1	Καθυστερήση έκδοσης απαιτούμενων αδειών (R1.A.1)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	5%	7%	9.642,16	11.570,59	13.499,02	11.098,95	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,53	0,00
R2	Καθυστερήση εκτέλεσης εργασιών λυιτών φορέων (R2.A.1)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	5%	7%	9.642,16	11.570,59	13.499,02	13.254,18	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	23,71	0,00
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού (R3.A.1)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	0%	1%	0,00	964,22	1.928,43	1.294,94	0,00	Μηδενική	0,00	0,50	1,00	0,76	0,00
R4	Υψηλές τιμές υλικών (R4.A.1)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	5.785,30	7.713,73	9.642,16	6.898,58	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	8,19	0,00
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού (R5.A.1)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	5%	7%	9.642,16	11.570,59	13.499,02	13.007,47	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	17,75	0,00
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης (R6.A.1)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	3%	5%	5.785,30	7.713,73	9.642,16	7.627,50	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,10	0,00
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου (R7.A.1)	2,09%	98%	0	ΌΧΙ	2%	3%	3.856,86	4.821,08	5.785,30	4.170,27	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	17,29	0,00
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα (R8.A.1)	1,02%	99%	0	ΌΧΙ	2%	3%	3.856,86	4.821,08	5.785,30	4.710,33	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,10	0,00
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες (R9.A.1)	3,20%	97%	0	ΌΧΙ	7%	9%	13.499,02	15.427,46	17.355,89	16.548,84	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	18,71	0,00
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών (R10.A.1)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	3%	5%	5.785,30	7.713,73	9.642,16	7.520,19	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	21,55	0,00
R11	Καθυστερήση πληρωμών αναδόχου (R11.A.1)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	5%	7%	9.642,16	11.570,59	13.499,02	11.450,73	0,00	Πολύ χαμηλή	1,00	3,00	5,00	3,25	0,00
Α.2: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ						Επίπτωση στο Κόστος (€)						Επίπτωση στο Χρόνο (Ημέρες)						
Κίνδυνοι		Πιθανότητα εμφάνισης	Πιθανότητα μη εμφάνισης	Περιστατικό	Εμφάνιση	Συντελεστής επίπτωσης		Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση κόστος προσομοίωσης	Πραγματική ή επίπτωση κόστους	Συντελεστής επίπτωσης	Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση χρόνου προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση χρόνους
R1	Καθυστερήση έκδοσης απαιτούμενων αδειών (R1.A.2)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	3%	5%	8.895,06	11.860,08	14.825,10	12.090,74	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,91	0,00
R2	Καθυστερήση εκτέλεσης εργασιών λυιτών φορέων (R2.A.2)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	5%	7%	14.825,10	17.790,12	20.755,14	19.482,64	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,94	0,00
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού (R3.A.2)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	5%	7%	14.825,10	17.790,12	20.755,14	18.472,61	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	18,95	0,00
R4	Υψηλές τιμές υλικών (R4.A.2)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	7%	9%	20.755,14	23.720,16	26.685,18	25.287,42	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	6,76	0,00
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού (R5.A.2)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	8.895,06	11.860,08	14.825,10	10.550,72	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	17,91	0,00
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης (R6.A.2)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	3%	5%	8.895,06	11.860,08	14.825,10	10.850,62	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,77	0,00

R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου (R7.A.2)	2,09%	98%	0	ΌΧΙ	2%	3%	5.930,04	7.412,55	8.895,06	8.270,37	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,65	0,00
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα (R8.A.2)	1,02%	99%	0	ΌΧΙ	1%	2%	2.965,02	4.447,53	5.930,04	4.598,01	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	17,40	0,00
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες (R9.A.2)	3,20%	97%	0	ΌΧΙ	7%	9%	20.755,14	23.720,16	26.685,18	22.716,72	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,02	0,00
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών (R10.A.2)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	7%	9%	20.755,14	23.720,16	26.685,18	25.157,24	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	21,69	0,00
R11	Καθυστερήρηση πληρωμών αναδόχου (R11.A.2)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	7%	9%	20.755,14	23.720,16	26.685,18	21.272,16	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	7,39	0,00
B.1: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΟΙΚ																		
Επίπτωση στο Κόστος (€)																		
Επίπτωση στο Χρόνο (Ημέρες)																		
Κωδ.	Κίνδυνοι	Πιθανότητα εμφάνισης	Πιθανότητα μη εμφάνισης	Περιστατικό	Εμφάνιση	Συντελεστής επίπτωσης		Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση κόστος προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση κόστους	Συντελεστής επίπτωσης	Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση χρόνου προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση χρόνους
R1	Καθυστερήρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών (R1.B.1)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	5%	7%	371,84	446,21	520,58	487,05	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,68	0,00
R2	Καθυστερήρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων (R2.B.1)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	5%	7%	371,84	446,21	520,58	498,64	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,58	0,00
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού (R3.B.1)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	0%	1%	0,00	37,18	74,37	32,29	0,00	Μηδενική	0,00	0,50	1,00	0,68	0,00
R4	Υψηλές τιμές υλικών (R4.B.1)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	223,10	297,47	371,84	339,31	0,00	Πολύ χαμηλή	1,00	3,00	5,00	1,63	0,00
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού (R5.B.1)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	5%	7%	371,84	446,21	520,58	456,55	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	16,28	0,00
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης (R6.B.1)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	3%	5%	223,10	297,47	371,84	302,28	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	7,70	0,00
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου (R7.B.1)	2,09%	98%	0	ΌΧΙ	2%	3%	148,74	185,92	223,10	185,95	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	19,12	0,00
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα (R8.B.1)	1,02%	99%	0	ΌΧΙ	2%	3%	148,74	185,92	223,10	197,55	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,58	0,00
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες (R9.B.1)	3,20%	97%	0	ΌΧΙ	7%	9%	520,58	594,94	669,31	584,29	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,57	0,00
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών (R10.B.1)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	7%	9%	520,58	594,94	669,31	615,48	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	16,45	0,00
R11	Καθυστερήρηση πληρωμών αναδόχου (R11.B.1)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	3%	5%	223,10	297,47	371,84	327,50	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	7,82	0,00
B.2: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΟΙΚ																		
Επίπτωση στο Κόστος (€)																		
Επίπτωση στο Χρόνο (Ημέρες)																		
Κίνδυνοι		Πιθανότητα εμφάνισης	Πιθανότητα μη εμφάνισης	Περιστατικό	Εμφάνιση	Συντελεστής επίπτωσης		Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση κόστος προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση κόστους	Συντελεστής επίπτωσης	Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση χρόνου προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση χρόνους
R1	Καθυστερήρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών (R1.B.2)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	5%	7%	3.321,86	3.986,23	4.650,60	3.572,46	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,80	0,00
R2	Καθυστερήρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων (R2.B.2)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	3%	5%	1.993,11	2.657,48	3.321,86	2.579,48	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	17,23	0,00

R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού (R3.B.2)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	5%	7%	3.321,86	3.986,23	4.650,60	4.110,02	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	17,73	0,00
R4	Υψηλές τιμές υλικών (R4.B.2)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	1.993,11	2.657,48	3.321,86	2.661,22	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	8,17	0,00
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού (R5.B.2)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	1.993,11	2.657,48	3.321,86	2.536,90	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,57	0,00
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης (R6.B.2)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	3%	5%	1.993,11	2.657,48	3.321,86	2.731,77	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	8,18	0,00
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου (R7.B.2)	2,09%	98%	0	ΌΧΙ	0%	1%	0,00	332,19	664,37	256,63	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,18	0,00
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα (R8.B.2)	1,02%	99%	0	ΌΧΙ	1%	2%	664,37	996,56	1.328,74	986,21	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	17,73	0,00
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες (R9.B.2)	3,20%	97%	0	ΌΧΙ	7%	9%	4.650,60	5.314,97	5.979,34	5.692,16	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,95	0,00
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών (R10.B.2)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	7%	9%	4.650,60	5.314,97	5.979,34	4.968,46	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	18,04	0,00
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου (R11.B.2)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	7%	9%	4.650,60	5.314,97	5.979,34	4.783,34	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	6,42	0,00
B.3: ΤΟΙΧΟΠΟΙΕΣ - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ																		
Επίπτωση στο Κόστος (€)																		
Επίπτωση στο Χρόνο (Ημέρες)																		
Κίνδυνοι		Πιθανότητα εμφάνισης	Πιθανότητα μη εμφάνισης	Περιστατικό	Εμφάνιση	Συντελεστής επίπτωσης		Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση κόστος προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση κόστους	Συντελεστής επίπτωσης	Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση χρόνου προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση χρόνου
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών (R1.B.3)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	3%	5%	200,83	267,78	334,72	238,81	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,61	0,00
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων (R2.B.3)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	2%	3%	133,89	167,36	200,83	175,87	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	13,31	0,00
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού (R3.B.3)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	5%	7%	334,72	401,66	468,61	383,25	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	17,97	0,00
R4	Υψηλές τιμές υλικών (R4.B.3)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	200,83	267,78	334,72	301,99	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	6,82	0,00
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού (R5.B.3)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	200,83	267,78	334,72	266,42	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	13,36	0,00
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης (R6.B.3)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	2%	3%	133,89	167,36	200,83	187,00	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	7,60	0,00
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου (R7.B.3)	2,09%	98%	0	ΌΧΙ	0%	1%	0,00	33,47	66,94	38,78	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,11	0,00
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα (R8.B.3)	1,02%	99%	0	ΌΧΙ	1%	2%	66,94	100,42	133,89	105,63	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	16,49	0,00
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες (R9.B.3)	3,20%	97%	0	ΌΧΙ	5%	7%	334,72	401,66	468,61	416,02	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	23,25	0,00
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών (R10.B.3)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	7%	9%	468,61	535,55	602,50	558,87	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	24,18	0,00
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου (R11.B.3)	6,88%	93%	1	ΝΑΙ	7%	9%	468,61	535,55	602,50	557,04	557,04	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	5,32	5,32

B.4: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΞΥΛΙΝΕΣ - ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ & ΔΙΚΤΥΑ						Επίπτωση στο Κόστος (€)						Επίπτωση στο Χρόνο (Ημέρες)						
Κίνδυνοι		Πιθανότητα εμφάνισης	Πιθανότητα μη εμφάνισης	Περιστατικό	Εμφάνιση	Συντελεστής επίπτωσης		Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση κόστος προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση κόστους	Συντελεστής επίπτωσης	Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση χρόνου προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση χρόνους
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών (R1.B.4)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	3%	5%	1.065,44	1.420,58	1.775,73	1.261,35	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	10,98	0,00
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων (R2.B.4)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	2%	3%	710,29	887,87	1.065,44	943,69	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,22	0,00
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού (R3.B.4)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	1.065,44	1.420,58	1.775,73	1.431,69	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,24	0,00
R4	Υψηλές τιμές υλικών (R4.B.4)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	7%	9%	2.486,02	2.841,17	3.196,32	2.838,02	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	12,35	0,00
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού (R5.B.4)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	1.065,44	1.420,58	1.775,73	1.186,12	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	14,24	0,00
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης (R6.B.4)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	5%	7%	1.775,73	2.130,88	2.486,02	2.080,64	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	15,67	0,00
R7	Ανέυρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου (R7.B.4)	2,09%	98%	0	ΌΧΙ	0%	1%	0,00	177,57	355,15	299,11	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,46	0,00
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα (R8.B.4)	1,02%	99%	0	ΌΧΙ	1%	2%	355,15	532,72	710,29	437,73	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	16,66	0,00
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες (R9.B.4)	3,20%	97%	0	ΌΧΙ	5%	7%	1.775,73	2.130,88	2.486,02	2.352,66	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,93	0,00
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών (R10.B.4)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	7%	9%	2.486,02	2.841,17	3.196,32	2.921,68	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,41	0,00
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου (R11.B.4)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	7%	9%	2.486,02	2.841,17	3.196,32	2.845,97	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,17	0,00
Γ. ΟΔΟΠΟΙΑ																		
						Επίπτωση στο Κόστος (€)						Επίπτωση στο Χρόνο (Ημέρες)						
Κωδ.	Κίνδυνοι	Πιθανότητα εμφάνισης	Πιθανότητα μη εμφάνισης	Περιστατικό	Εμφάνιση	Συντελεστής επίπτωσης		Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση κόστος προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση κόστους	Συντελεστής επίπτωσης	Ελάχιστο	Κοινό	Μέγιστο	Επίπτωση χρόνου προσομοίωσης	Πραγματική επίπτωση χρόνους
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών (R1.Γ)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	7%	9%	13.613,38	15.558,14	17.502,91	16.757,33	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,85	0,00
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων (R2.Γ)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	7%	9%	13.613,38	15.558,14	17.502,91	16.267,97	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	22,31	0,00
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού (R3.Γ)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	0%	1%	0,00	972,38	1.944,77	1.454,17	0,00	Μηδενική	0,00	0,50	1,00	0,50	0,00
R4	Υψηλές τιμές υλικών (R4.Γ)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	3%	5%	5.834,30	7.779,07	9.723,84	8.951,40	0,00	Χαμηλή	5,00	7,50	10,00	8,50	0,00
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού (R5.Γ)	4,36%	96%	0	ΌΧΙ	5%	7%	9.723,84	11.668,61	13.613,38	12.066,24	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	16,71	0,00
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης (R6.Γ)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	3%	5%	5.834,30	7.779,07	9.723,84	8.030,39	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,43	0,00

R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου (R7.Γ)	2,09%	98%	0	ΌΧΙ	3%	5%	5.834,30	7.779,07	9.723,84	8.407,51	0,00	Υψηλή	15,00	17,50	20,00	19,11	0,00
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα (R8.Γ)	1,02%	99%	0	ΌΧΙ	1%	2%	1.944,77	2.917,15	3.889,54	2.720,26	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	13,72	0,00
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες (R9.Γ)	3,20%	97%	0	ΌΧΙ	3%	5%	5.834,30	7.779,07	9.723,84	7.426,41	0,00	Μέση	10,00	12,50	15,00	11,33	0,00
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών (R10.Γ)	5,59%	94%	0	ΌΧΙ	3%	5%	5.834,30	7.779,07	9.723,84	9.034,46	0,00	Πολύ υψηλή	20,00	22,50	25,00	20,90	0,00
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου (R11.Γ)	6,88%	93%	0	ΌΧΙ	5%	7%	9.723,84	11.668,61	13.613,38	10.677,26	0,00	Πολύ χαμηλή	1,00	3,00	5,00	3,42	0,00

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

Δημιουργία Μήτρας Συσχετίσεων

Η πιθανότητα εμφάνισης ενός κινδύνου δεν είναι πάντα ανεξάρτητη της εμφάνισης των υπολοίπων. Με άλλα λόγια, η εμφάνιση ενός κινδύνου πολλές φορές επηρεάζει την εμφάνιση ενός ή περισσότερων κινδύνων. Στο συγκεκριμένο έργο αναγνωρίζονται επιρροές που δημιουργεί η εμφάνιση κάποιων κινδύνων στην πιθανότητα εμφάνισης άλλων κινδύνων δημιουργείται μήτρα συσχετίσεων η οποία ομαδοποιεί τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων με βάση ενός συντελεστή συσχέτισης. Ο βαθμός του συντελεστή συσχέτισης κυμαίνεται από 0, που σημαίνει πως δεν υπάρχει συσχέτιση, έως 1, που σημαίνει πως υπάρχει απόλυτη συσχέτιση και οι δυο παράμετροι κινούνται πάντα προς την ίδια κατεύθυνση. Όπως αναφέρθηκε και στην εκτίμηση πιθανοτήτων λαμβάνεται υπόψη η αμεσότητα της επιρροής καθώς και ο αριθμός των υπόλοιπων παραγόντων που επηρεάζουν την εμφάνιση του κινδύνου με σκοπό την εκτίμηση των συντελεστών.

Η πιθανότητα να εμφανιστούν δύο ή περισσότεροι κίνδυνοι ταυτόχρονα αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με τον συντελεστή συσχέτισης σε περίπτωση που υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους, ωστόσο η μήτρα συσχετίσεων δεν επηρεάζει την πιθανότητα εμφάνισης ενός κινδύνου.

Οι επιρροές που αναγνωρίζονται είναι η εξής:

- R3. Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού με R4. Υψηλές τιμές υλικών με συντελεστή συσχέτισης 0,2
- R4. Υψηλές τιμές υλικών με R11. Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου με συντελεστή συσχέτισης 0,1
- R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης με R8. Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα και συντελεστή συσχέτισης 0,4
- R7. Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου με R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών με συντελεστή συσχέτισης 0,3
- R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών με R11. Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου με συντελεστή συσχέτισης 0,1

Η δημιουργία της μήτρας συσχετίσεων πραγματοποιείται με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Lumivero @RISK και παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 5. 27.: Μήτρα συσχετίσεων κινδύνων

@RISK Correlations	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	1										
R2. Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	0	1									
R3. Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	0	0	1								
R4. Υψηλές τιμές υλικών	0	0	0	1							
R5. Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	0	0	0	0	1						
R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις & ασάφειες της μελέτης	0	0	0	0	0	1					
R7. Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	0	0	0	0	0	0	1				
R8. Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	0	0	0	0	0	0,4	0	1			
R9. Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	0	0	0,2	0	0	0	0	0	1		
R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	1	
R11. Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	1

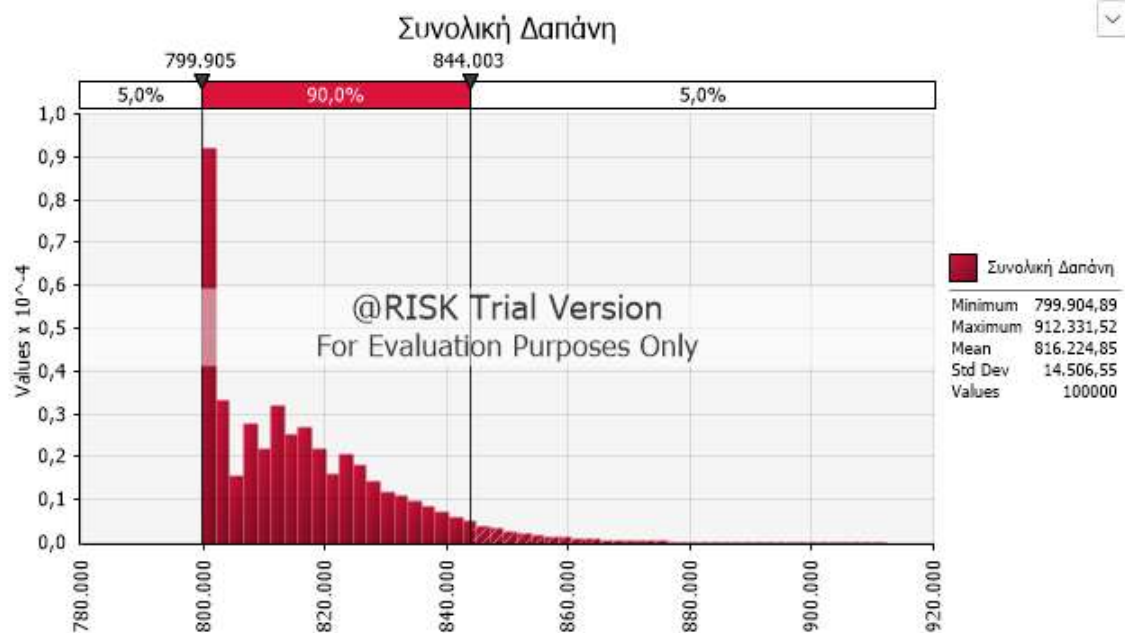
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία, 2024

5.3.3. Προσομοίωση Κινδύνων Έργου

Η προσομοίωση των κινδύνων εκτελέστηκε με την πραγματοποίηση 100.000 επαναλήψεων, αριθμού απαραίτητου για αποτελέσματα με επίπεδο εμπιστοσύνης 99% και ανοχή σύγκλισης 1%. Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε είναι αυτή του Λατινικού Υπερκύβου (Latin Hypercube Sampling), σύμφωνα με τη μεθοδολογία του προηγούμενου κεφαλαίου.

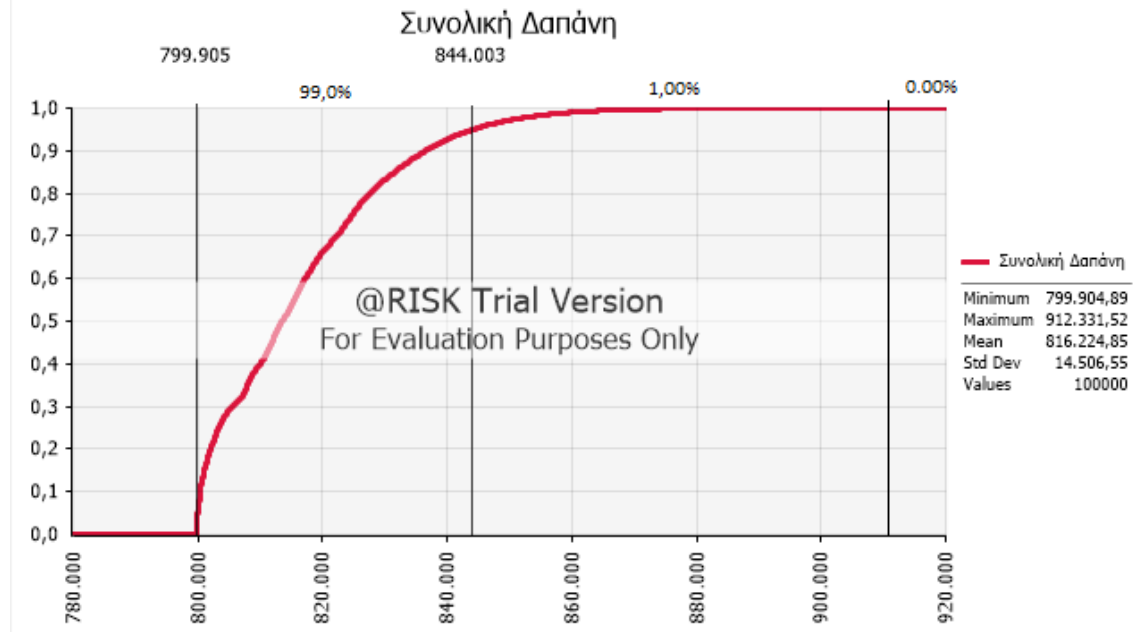
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης πρώτα ως προς το κόστος του έργου και έπειτα ως προς τον χρόνο υλοποίησης του έργου.

Διάγραμμα 5.5.: Πυκνότητα Πιθανότητας Συνολικής Αξίας Έργου



Lumivero @RISK, Ιδία Επεξεργασία 2024

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται όλες οι πιθανές τιμές τις οποίες μπορεί να λάβει η συνολική αξία του έργου, δηλαδή το σύνολο του κόστους όλων των επιμέρους ομάδων εργασιών. Με άλλα λόγια αποτελεί μία παρουσίαση της διακύμανσης του κόστους του έργου βάσει πιθανοτήτων. Από το διάγραμμα προκύπτει ότι όσο αυξάνεται το κόστος μειώνονται οι πιθανότητες των τιμών αυτών σχεδόν εκθετικά. Επομένως, οι πιθανότητες το έργο να στοιχίσει περισσότερο από 844.003 ευρώ αντιστοιχούν στο 5% των πιθανοτήτων ενώ οι πιθανότητες αυτές τείνουν στο μηδέν για κόστος μεγαλύτερο από 875.000 ευρώ. Στο 90% των πιθανοτήτων η δαπάνη του έργου ανέρχεται από 799.905 ευρώ έως 844.003 ευρώ.

Διάγραμμα 5.6.: Αθροιστική Κατανομή Πιθανότητας Συνολικής Αξίας Έργου

Lumivero @RISK, Ιδία Επεξεργασία 2024

Τα αποτελέσματα του διαγράμματος 5.6. διαπιστώνονται και από την ανάλυση της αθροιστικής κατανομής πιθανότητας της συνολικής δαπάνης του έργου, όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.7. Από το διάγραμμα προκύπτει ότι η μέγιστη πιθανή τιμή του συνολικού κόστους είναι περίπου 912.000 ευρώ. Η πιθανότητα το έργο να κοστίσει περισσότερο από 844.000 ευρώ είναι πολύ μικρή, μόλις 1,00% ενώ από την άλλη πλευρά και κάτω από την τιμή των 844.000 ευρώ η καμπύλη αθροιστικής πιθανότητας πτωτική πορεία (πιθανότητα 99,0%). Συμπερασματικά αναφέρεται ότι ο κίνδυνος για ύπαρξη υπέρβασης του κόστους των 844.000 ευρώ είναι ιδιαίτερα χαμηλός. Σε περίπτωση κατά την οποία η ανάλυση διαχείρισης κινδύνων για το συγκεκριμένο έργο πραγματοποιούταν πριν από την υποβολή της προσφοράς θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη για τον καθορισμό της έκπτωσης για την ανάληψη του έργου σύμφωνα πάντα με τον ανταγωνισμό της αγοράς.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το διάγραμμα τύπου Tornado, το οποίο παρουσιάζεται η επιρροή των σημαντικότερων κινδύνων στο συνολικό κόστος του έργου, συσχετίζοντας τις τιμές κάθε παραμέτρου αβεβαιότητας με την τιμή του συνολικής δαπάνης του έργου.

Από την προσομοίωση προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στο κόστος ενέχουν οι κίνδυνοι:

- R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών
- R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών
- R9. Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες
- R2. Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων

- R11. Καθυστερήση πληρωμών αναδόχου
- R5. Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού
- R4. Υψηλές τιμές υλικών
- R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης

Επιπρόσθετα, παρατηρείται ότι η ομάδα εργασιών Α.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ – ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ πλήττεται περισσότερο μαζί με τις ομάδες Γ. ΟΔΟΠΟΙΑ και Α.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ Η/Μ και είναι αυτές οι οποίες πλήττονται περισσότερο καθώς οι ομάδες αυτές καταλαμβάνουν και το μεγαλύτερο τμήμα του προϋπολογισμού του έργου (σχεδόν το 85% του συνολικού προϋπολογισμού του έργου).

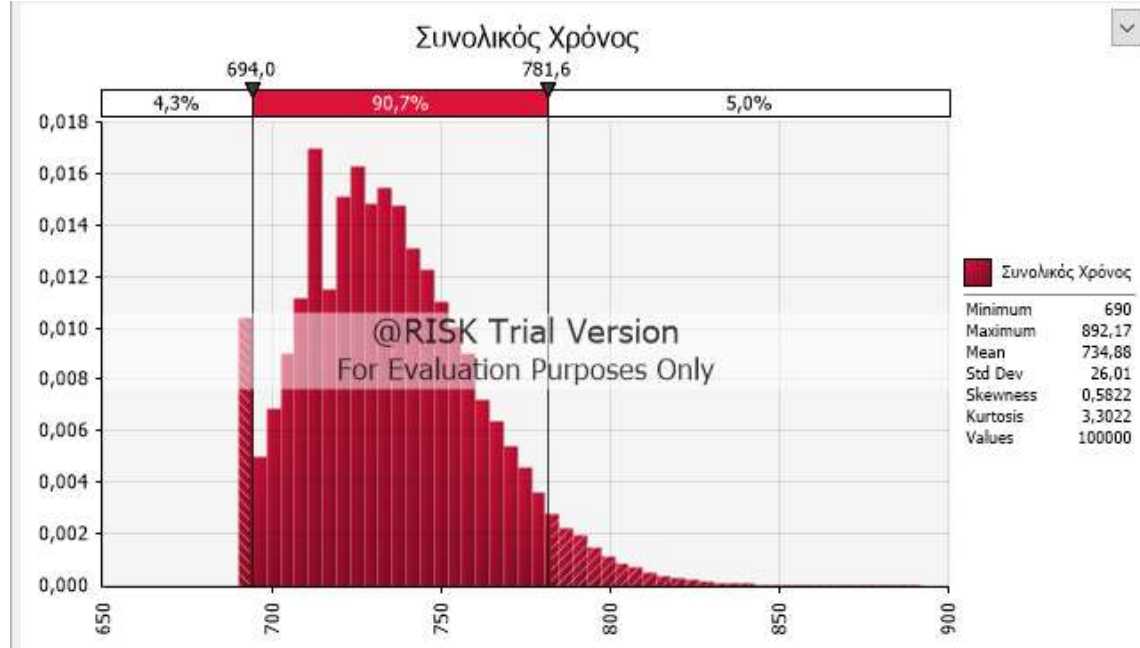
Πίνακας 5.28.: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ποιοτικής και Ποσοτικής Ανάλυσης (κόστος)

Κατάταξη Κινδύνου	Ποιοτική Ανάλυση	Ποσοτική Ανάλυση
1	R11	R1
2	R10	R10
3	R4	R9
4	R1	R2
5	R9	R11
6	R2	R5
7	R5	R4
8	R6	R6

Ιδία Επεξεργασία 2024

Όπως προκύπτει και από τον παραπάνω πίνακα, οι εκτιμήσεις της ποιοτικής ανάλυσης είναι πολύ κοντά με τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας. Με κάποιες μικρές διαφορές στην κατάταξη του κινδύνου, οι κίνδυνοι οι οποίοι είχαν αναγνωριστεί ως οι σημαντικότεροι κατά τη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης είναι αυτοί που προέκυψαν και από την ποσοτική ανάλυση.

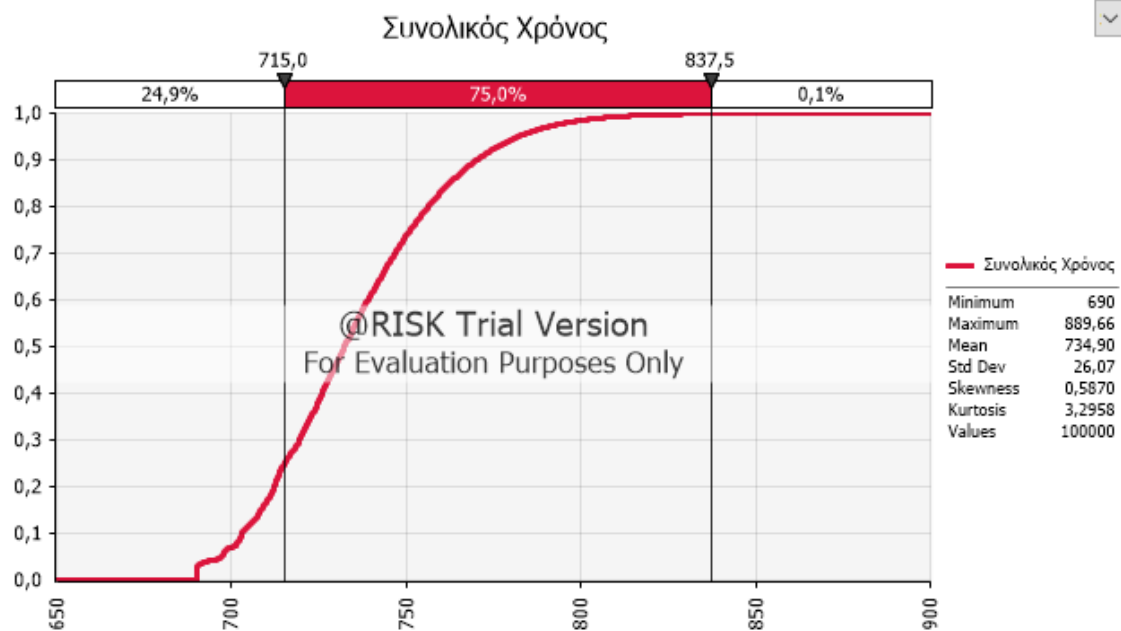
Πίνακας 5.29.: Πυκνότητα Πιθανότητας Διάρκειας Δυνόλου Εργασιών



Lumivero @RISK, Ιδία Επεξεργασία 2024

Παρατηρώντας το διάγραμμα πυκνότητας πιθανότητας της διάρκειας του συνόλου των εργασιών γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχει εμφανής ασυμμετρία, ωστόσο αυτή είναι χαμηλότερη από αυτήν στο διάγραμμα πυκνότητας πιθανότητας της συνολικής αξίας του έργου. Η παραπάνω παρατήρηση αποτυπώνεται και στα στις χαμηλότερες τιμές ασυμμετρίας και κύρτωσης του στατιστικού πίνακα. Τα παραπάνω σημαίνουν πως οι χρονικές επιπτώσεις των κινδύνων είναι περισσότερο εμφανείς από τις επιπτώσεις κόστους, ενώ η συνδυαστική επίπτωσή τους δημιουργεί αλυσιδωτές καθυστερήσεις στην ολοκλήρωση των εργασιών. Παρά τη μεγαλύτερη διακύμανση των πιθανοτήτων όσον αφορά στη διάρκεια του συνόλου των εργασιών είναι εμφανές πως ο κίνδυνος κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα, καθώς το 75% των επαναλήψεων της προσομοίωσης έδειξε τιμές υψηλότερες των 714 εργάσιμων ημερών.

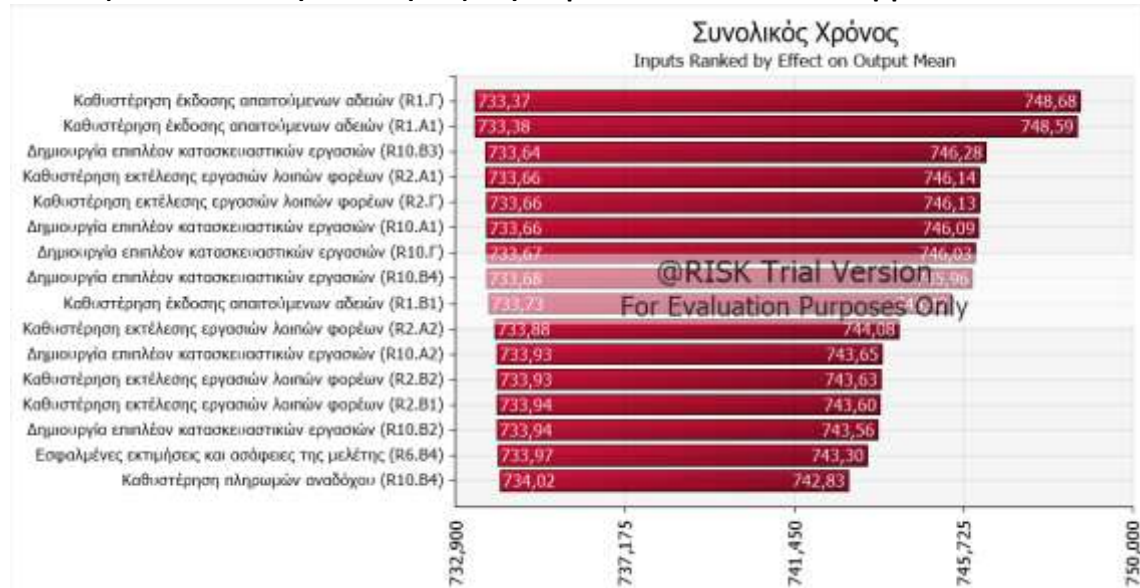
Πίνακας 5.30.: Αθροιστική Κατανομή Πιθανότητας Διάρκειας Έργου



Lumivero @RISK, Ιδία Επεξεργασία 2024

Στις εκτιμήσεις σχετικά με το χρόνο υλοποίησης του έργου μπορεί να δοθεί μεγαλύτερη ακρίβεια μετά από μελέτη της αθροιστικής κατανομής πιθανότητας που αποτυπώνει την ημέρα ολοκλήρωσης των εργασιών, όπως αυτή παρουσιάζεται στο παραπάνω διάγραμμα. Η πιθανότητα να ολοκληρωθούν οι εργασίες στις 715 εργάσιμες ημέρες είναι 24,9%, δηλαδή μέχρι την προκαθορισμένη ημερομηνία. Η πιθανότητα ο χρόνος υλοποίησης να ξεπεράσει την προκαθορισμένη ημέρα παράδοσης είναι αρκετά αυξημένη, στο 75,01%. Είναι επίσης σημαντικό να τονιστεί πως όπως με το κόστος υλοποίησης, το οποίο παρέχει μετρήσιμο όφελος όσο η τιμή του μειώνεται, η ολοκλήρωση του έργου νωρίτερα από την ημερομηνία παράδοσης παρέχει κάποιο επιπλέον όφελος (μπόνους) στον ανάδοχο. Η ανάγκη ελαχιστοποίησης του χρόνου υλοποίησης του έργου λοιπόν, έχει ως στόχο τη μείωση του κινδύνου υπέρβασης της προκαθορισμένης ημερομηνίας παράδοσης του έργου αλλά και την επίτευξη του στόχου αυτού.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το διάγραμμα Tornado για την αναγνώριση των κινδύνων με τη μεγαλύτερη συμμετοχή στην αύξηση του χρόνου υλοποίησης του έργου.

Πίνακας 5.31.: Ανάλυση ευαισθησίας στη διάρκεια του συνόλου των εργασιών

Lumivero @RISK, Ιδία Επεξεργασία 2024

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5.31, οι κίνδυνοι με τη μεγαλύτερη επίπτωση στη διάρκεια του συνόλου των εργασιών είναι οι εξής:

- R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών
- R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών
- R2. Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων
- R11. Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου
- R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης

Επιπλέον, οι κίνδυνοι R1, R10 και R2 εμφανίζονται στο διάγραμμα περισσότερες φορές. Είναι επίσης εμφανές στο διάγραμμα πως σε σχέση με το χρόνο υλοποίησης, η ομάδα εργασιών που επηρεάζεται περισσότερο από τους κινδύνους είναι η ομάδα Α.1. Α.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ Η/Μ. Η συγκεκριμένη ομάδα επηρεάζεται περισσότερο και σε σχέση με το κόστος καθώς συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό των αναγκαίων οικονομικών πόρων, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από κινδύνους που σχετίζονται άμεσα με την ύπαρξη ρευστότητας ή την προμήθεια υλικών.

Πίνακας 5.32.: Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ποιοτικής και Ποσοτικής Ανάλυσης (χρόνος)

Κατάταξη Κινδύνου	Ποιοτική Ανάλυση	Ποσοτική Ανάλυση
1	R1	R1
2	R2	R10
3	R10	R2
4	R9	R11
5	R6	R6

Ιδία Επεξεργασία 2024

Οι εκτιμήσεις της ποιοτικής ανάλυσης είναι πολύ κοντά με τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας με εξαίρεση τον κίνδυνο R9. Λάθη ή παραλείψεις στις

κατασκευαστικές εργασίες ο οποίο δεν θεωρείται ότι έχει τις σοβαρότερες επιπτώσεις κατά την ποσοτική ανάλυση.

5.4. Αντιμετώπιση Κινδύνων

Μελετώντας τα αποτελέσματα της ποιοτικής αλλά και της ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων και λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τους κινδύνους και τις συσχετίσεις μεταξύ αυτών, προκύπτουν ορισμένες προτάσεις οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια.

R1. Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Για την αντιμετώπιση του κινδύνου R1 υπάρχουν ενέργειες οι οποίες μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να επιτευχθεί η ελαχιστοποίηση του κινδύνου. Μετά από εκτενή έλεγχο της μελέτης αλλά και μετά από επιτόπια έρευνα στο σημείο υλοποίησης του έργου είναι πιθανό να διαπιστωθεί εκ των προτέρων η ανάγκη για έκδοση αδειών ώστε να γίνει η έναρξη των κατασκευαστικών εργασιών. Η έκδοση όλων των απαιτούμενων αδειών είναι εφικτό να προγραμματιστεί πριν από την έναρξη των εργασιών ώστε να μην επηρεάσει την έναρξη ή να ελαχιστοποιηθεί η επιρροή της.

R2. Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Η εμφάνιση του κινδύνου αυτού εξαρτάται κυρίως από εξωτερικούς παράγοντες και επομένως δεν υπάρχουν πολλές στρατηγικές αντιμετώπισης από την πλευρά του αναδόχου. Ωστόσο σε περίπτωση εμφάνισης του κινδύνου αυτού η μείωση των επιπτώσεων του μπορεί να επέλθει με την ύπαρξη ενός σαφούς πλάνου απομάκρυνσης του εξοπλισμού και διακοπή των εργασιών στο σημείο και μεταφορά τους για την αξιοποίηση τους σε άλλα σημεία εκτέλεσης εργασιών με σκοπό της ελαχιστοποίηση του κόστους και του χρόνου υλοποίησης του έργου.

R3. Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Για την αντιμετώπιση του κινδύνου αυτού κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη ενός σαφούς σχεδίου και χρονοδιαγράμματος για την έγκαιρη πρόσληψη του επιπλέον εργατικού δυναμικού που θα απαιτηθεί για την υλοποίηση του έργου. Από την άλλη, η ύπαρξη προϋπολογισμού για το έργο και τις απαιτήσεις του βοηθούν την ανάδοχο εταιρεία στην παροχή ενός ανταγωνιστικού πακέτου αποδοχών προς τους εργαζομένους της με σκοπό την διευκόλυνση ανεύρεσης

εργατικού δυναμικού. Επιπλέον, η υιοθέτηση μίας στεγαστικής πολιτικής εργαζομένων από τη σκοπιά της αναδόχου εταιρείας μπορεί να βοηθήσει τη μετακίνηση εργατικού δυναμικού από άλλες περιοχές για εργασία τους στην περιοχή υλοποίησης του έργου.

R4. Υψηλές τιμές υλικών

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Για τη μείωση του κινδύνου R4 προτείνονται οι ακόλουθες ενέργειες:

1. Εκτενής αναζήτηση εναλλακτικών πηγών υλικών. Η εκτενής αναζήτηση εναλλακτικών πηγών υλικών συμβάλλει στη δυνατότητα ανεύρεσης συμφέρουσας προσφοράς, λόγω καλύτερης γνώσης της αγοράς. Επιπλέον, λόγω της ανάγκης μεταφοράς στον τόπο του έργου, η ανεύρεση πηγών υλικών δανείων πλησίον του έργου μειώνει το κόστος μεταφοράς και άρα εξοικονομεί οικονομικούς πόρους.
2. Χρήση μεθόδων αντιστάθμισης κινδύνου (Hedging) για μεταφορά του κινδύνου αύξησης των τιμών υλικών. Οι μέθοδοι αντιστάθμισης κινδύνου προέρχονται από τον κλάδο των χρηματοοικονομικών και εκτελούνται μέσω των λεγόμενων «παραγώγων». Οι μέθοδοι αντιστάθμισης λειτουργούν με τη χρήση προθεσμιακών συμβολαίων που δίνουν τη δυνατότητα στον επενδυτή να εμπορευτεί ένα αγαθό μετά από ένα χρονικό διάστημα στην τιμή που ισχύει την ημέρα που υπογράφεται το συμβόλαιο. Με τον τρόπο αυτό μεταφέρεται ο κίνδυνος της αύξησης τιμής από τον αγοραστή στον πωλητή. Υπάρχουν παράγωγα δεσμευτικά και μη δεσμευτικά προς τον αγοραστή. Οι μέθοδοι του Hedging χρησιμοποιούνται ευρέως και στη βιομηχανία των αερομεταφορών, για την αντιστάθμιση του κινδύνου που προέρχεται από τις διακυμάνσεις στην αγορά των καυσίμων, καθώς η οικονομική βιωσιμότητα της βιομηχανίας των αερομεταφορών παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία στις τιμές των παραγώγων του πετρελαίου. Όσον αφορά στη βιομηχανία των κατασκευών, η χρήση μεθόδων αντιστάθμισης είναι υπαρκτή αλλά όχι ιδιαίτερα διαδεδομένη. Οι Al-Zarrad, Moynihan & Vereen (2015) προτείνουν μια μέθοδο αντιστάθμισης που βασίζεται στη χρήση συμβάσεων ανταλλαγής (swaps) ανάμεσα στον ανάδοχο και τον προμηθευτή. Στην Ελλάδα η χρήση μεθόδων αντιστάθμισης γίνεται με την έκδοση εγγυητικής επιστολής από τράπεζα.

R5. Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Για την αντιμετώπιση του κινδύνου R5 προτείνεται η προσαρμογή του χρονοδιαγράμματος και η μεταφορά των ομάδων εργασιών εκείνων που πλήττονται περισσότερο από τις καιρικές συνθήκες, κυρίως τα χωματουργικά των Η/Μ και τα χωματουργικά των οικοδομικών αλλά και η οδοποιία, από την προγραμματισμένη τους ημερομηνία έναρξης σε άλλη ημερομηνία μετά το πέρας της χειμερινής περιόδου. Επιπλέον, δύναται να υπολογιστεί στο σχεδιασμό του χρονοδιαγράμματος η καθυστέρηση και να υπάρχει πρόβλεψη για παύση των εργασιών.

R6. Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Η προτεινόμενη στρατηγική για την αντιμετώπισή τους είναι η εκτενής προκαταρκτική εξέταση της μελέτης και των χαρακτηριστικών του έργου αλλά και του περιβάλλοντος στο οποίο θα πραγματοποιηθούν οι κατασκευές για τον τυχόν εντοπισμό ελλείψεων ή ασαφειών.

R7. Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου

Κατηγορία Στρατηγικής: αποφυγή

Περιγραφή Στρατηγικής: Η ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου είναι ένας σημαντικός κίνδυνος όπου σε μία πιθανή εμφάνισή του, θα είχε ως αποτέλεσμα την διακοπή των εργασιών του υπό υλοποίηση έργου. Η εν λόγω περιοχή δεν ενδείκνυται ως αρχαιολογική και η εφαρμογή κάποιας στρατηγικής για την αντιμετώπισή του κινδύνου αυτού.

R8. Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα

Κατηγορία Στρατηγικής: αποδοχή

Περιγραφή Στρατηγικής: Η έκθεση του έργου στον παραπάνω κίνδυνο κρίθηκε πολύ χαμηλή και δεν κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή στρατηγικής αντιμετώπισης του κινδύνου.

R9. Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου R9 προτείνονται οι ακόλουθες ενέργειες:

1. **Χρήση ημερήσιου προγράμματος στόχων**, καθώς με την υιοθέτηση της χρήσης του ημερήσιου προγράμματος στόχων καθίσταται ευκολότερη η παρακολούθηση της εξέλιξης του έργου, η αξιολόγηση της παραγωγικότητας ενώ παράλληλα βοηθά στην αποφυγή των παραλείψεων στις εργασίες. Ο

εργοταξιάρχης, με τη δημιουργία και χρήση του προγράμματος στόχων, ελαχιστοποιεί την πιθανότητα εμφάνισης λαθών ή παραλείψεων στις κατασκευαστικές εργασίες ενώ αυτό δύναται να αποτελέσει πηγή πληροφοριών για τα τμήματα του έργου στα οποία εμφανίζονται προβλήματα.

2. **Χρήση τακτικού χρονοδιαγράμματος επιθεώρησης**, η χρήση του οποίου θα γίνεται συμπληρωματικά με τη χρήση του ημερήσιου προγράμματος στόχων. Σκοπός του χρονοδιαγράμματος επιθεώρησης είναι ο έλεγχος των συνολικών εργασιών που έχουν εκτελεστεί μία χρονική στιγμή ώστε να επιτευχθεί η ελαχιστοποίηση των λαθών ή σφαλμάτων στις κατασκευαστικές εργασίες καθώς ο έγκαιρος εντοπισμός τους μειώνει τον όγκο των εργασιών οι οποίες θα πρέπει να επαναληφθούν και επομένως μειώνει το επιπλέον κόστος και τον επιπλέον χρόνο που επιφέρουν τα λάθη ή οι παραλήψεις.
3. **Πρόσληψη έμπειρου εργοταξιάρχη** από την ανάδοχο εταιρεία για τον συντονισμό και έλεγχο των κατασκευαστικών εργασιών οι οποίες εκτελούνται από εξωτερικά συνεργεία και οι οποίες είναι δύσκολο να ελεγχθούν με σκοπό την ομαλή υλοποίηση του έργου.

R10. Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Η εμφάνιση του κινδύνου αυτού σχετίζεται με τον κίνδυνο εμφάνισης λαθών και ασαφειών της μελέτης αλλά και με την εμφάνιση μη προγραμματισμένων γεγονότων τα οποία δε θα μπορούσαν να είχαν προβλεφθεί και γεγονότων που προκύπτουν ετεροχρονισμένα και τα οποία θα πρέπει να ενσωματωθούν στον προγραμματισμό του έργου. Επομένως

R11. Καθυστερήση πληρωμών αναδόχου

Κατηγορία Στρατηγικής: ελαχιστοποίηση

Περιγραφή Στρατηγικής: Για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου R11 προτείνονται οι ακόλουθες ενέργειες:

1. Ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης οικονομικών έργου. Μέσω της ανάπτυξης σχεδίου διαχείρισης των οικονομικών του έργου μειώνονται οι επιπτώσεις καθυστερημένων πληρωμών καθώς μειώνεται η πιθανότητα κακής διαχείρισης των οικονομικών πόρων του έργου.
2. Αναζήτηση εναλλακτικών πηγών χρηματοδότησης (fallback plan). Είναι σημαντική η αναζήτηση εναλλακτικών πηγών χρηματοδότησης, όπως το ενδεχόμενο πίστωσης από τράπεζα για όσο υπάρχει καθυστέρηση πληρωμών από τον κύριο του έργου. Επιπλέον η διατήρηση αποθεματικού, όπως ορίζεται στον προϋπολογισμό του έργου (Απρόβλεπτα 15%) είναι μείζονος σημασίας

για την άμβλυνση των αρνητικών επιπτώσεων σε περίπτωση ύπαρξης καθυστερήσεων στις πληρωμές.

5.5. Υπολειμματικός Κίνδυνος

Μετά τις προτάσεις για αντιμετώπιση των κινδύνων του έργου ακολουθεί η διαχείριση του υπολειμματικού κινδύνου όπως αναφέρθηκε στη μεθοδολογία του προηγούμενου κεφαλαίου. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις σχετικά με τον κίνδυνο ο οποίος μετά την εφαρμογή των προτάσεων αντιμετώπισης παραμένει ως υπολειμματικός.

Κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού αντιμετώπισης κινδύνων επιχειρήθηκε η άμβλυνση του συνολικού κινδύνου του έργου, στοχεύοντας στην αντιμετώπιση των μεμονωμένων αναγνωρισμένων κινδύνων των οποίων η επίπτωση στο έργο εκτιμήθηκε κατά τις διαδικασίες της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης. Μετά την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των στρατηγικών στην πιθανότητα και την επίπτωση που ενέχει κάθε μεμονωμένος κίνδυνος στους παράγοντες του κόστους και το χρόνου στο έργο, πραγματοποιήθηκε επαναληπτική προσομοίωση του συνολικού κινδύνου του έργου

Πίνακας 5.33.: Υπολειμματικός Κίνδυνος ως προς την Πιθανότητα Εμφάνισης

Κίνδυνος	Πιθανότητα Εμφάνισης (αρχική)	Πιθανότητα Εμφάνισης (υπολειμματική)	Πιθανότητα ανά ΟΕ (αρχική)	Πιθανότητα ανά ΟΕ (υπολειμματική)
R1	30%	30%	6,88%	6,88%
R2	25%	25%	5,59%	5,59%
R3	20%	20%	4,36%	4,36%
R4	20%	20%	4,36%	4,36%
R5	20%	15%	4,36%	3,20%
R6	25%	20%	5,59%	4,36%
R7	10%	0%	2,09%	0,00%
R8	5%	5%	1,02%	1,02%
R9	15%	15%	3,20%	3,20%
R10	25%	20%	5,59%	4,36%
R11	30%	30%	6,88%	6,88%

Ιδία Επεξεργασία 2024

Για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων του υπολειμματικού κινδύνου ανά ομάδα εργασίας, κρίνεται αναγκαία η επανεκτίμηση των επιπτώσεων του κινδύνου για κάθε μία από τις ομάδες εργασίας, ενώ χρησιμοποιείται η ίδια κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης με τις διαφορές που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 4. Στους Πίνακες 5.31. και 5.32 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του προσδιορισμού των επιπτώσεων των κινδύνων:

Πίνακας 5.34.: Επιπτώσεις Υπολειμματικού Κινδύνου ανά ΟΕ σε σχέση με το Κόστος

Κίνδυνος		Α.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙ ΚΑ Η/Μ	Α.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥ ΕΣ ΜΕΤΑΛΛΟ - ΣΚΥΡΟΔΕΜ Α	Β.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙ ΚΑ ΟΙΚ	Β.2: ΚΑΤΑΣΚΕΥ ΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜ Α ΟΙΚ	Β.3: ΤΟΙΧΟΠΟΙΗ Σ - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤ Α	Β.4: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΞΥΛΙΝΕΣ - ΜΕΤΑΛΛΙΚΕ Σ & ΔΙΚΤΥΑ	Γ. ΟΔΟΠΟΙ Α
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Μέση	Χαμηλή	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Μέση	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Μέση
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μηδενική	Μέση	Μηδενική	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Μηδενική ή
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Χαμηλή	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Χαμηλή
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Μέση	Χαμηλή	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Μέση	Χαμηλή
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική ή
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Πολύ χαμηλή	Μηδενική	Πολύ χαμηλή	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική ή
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Χαμηλή
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Χαμηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση
Μηδενική επίπτωση =<1%		Πολύ χαμηλή επίπτωση = 1% -2%	Χαμηλή επίπτωση = 2%-3%	Μέση επίπτωση = 3%-5%	Υψηλή επίπτωση = 5%-7%	Πολύ υψηλή επίπτωση = 7%-9%		

Ιδία Επεξεργασία 2024

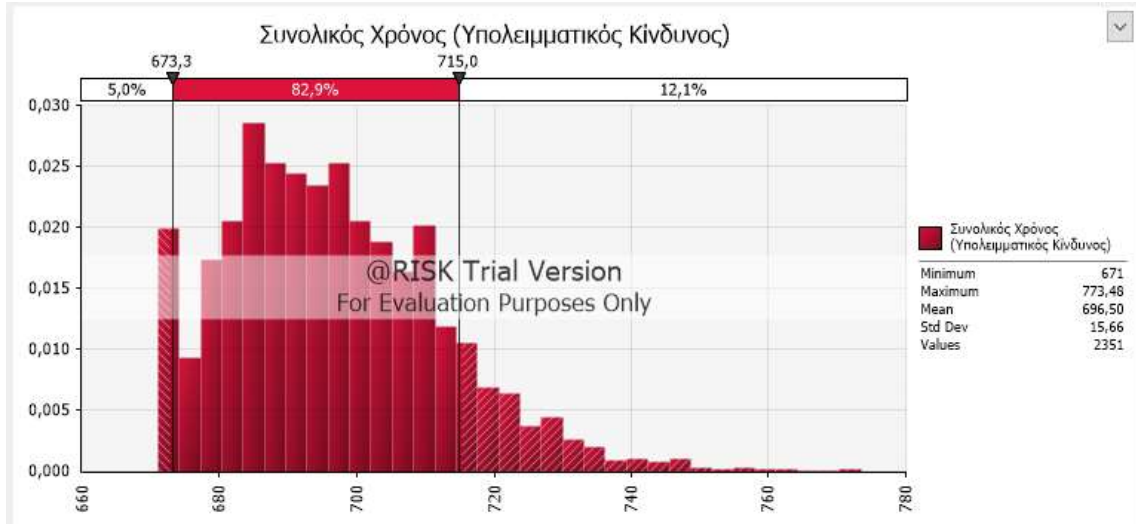
Πίνακας 5.35.: Επιπτώσεις Υπολειμματικού Κινδύνου ανά ΟΕ σε σχέση με τον Χρόνο

Κίνδυνος		Α.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓ ΙΚΑ Η/Μ	Α.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕ Σ ΜΕΤΑΛΛΟ - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	Β.1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙ ΚΑ ΟΙΚ	Β.2: ΚΑΤΑΣΚΕΥ ΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕ ΜΑ ΟΙΚ	Β.3: ΤΟΙΧΟΠΟΙΗ ΕΣ - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ ΤΑ	Β.4: ΚΑΤΑΣΚΕΥΕ Σ ΞΥΛΙΝΕΣ - ΜΕΤΑΛΛΙΚΕ Σ & ΔΙΚΤΥΑ	Γ. ΟΔΟΠΟΙΙΑ
R1	Καθυστέρηση έκδοσης απαιτούμενων αδειών	Μέση	Χαμηλή	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση
R2	Καθυστέρηση εκτέλεσης εργασιών λοιπών φορέων	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση
R3	Έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού	Μηδενική	Μέση	Μηδενική	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Μηδενική
R4	Υψηλές τιμές υλικών	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Μηδενική	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Πολύ χαμηλή
R5	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων & παγετού	Μέση	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση
R6	Εσφαλμένες εκτιμήσεις και ασάφειες της μελέτης	Χαμηλή	Χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Μέση	Πολύ χαμηλή
R7	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στη θέση εκτέλεσης του έργου	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική	Μηδενική
R8	Έλλειψη εμπειρίας επιβλέποντα	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Χαμηλή
R9	Λάθη ή παραλείψεις στις κατασκευαστικές εργασίες	Μέση	Μέση	Χαμηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση
R10	Δημιουργία επιπλέον κατασκευαστικών εργασιών	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση	Μέση
R11	Καθυστέρηση πληρωμών αναδόχου	Μηδενική	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Πολύ χαμηλή
Μηδενική επίπτωση =<1 ημέρας		Πολύ χαμηλή επίπτωση = 1 - 5 ημέρες	Χαμηλή επίπτωση = 5 - 10 ημέρες	Μέση επίπτωση = 10 - 15 ημέρες	Υψηλή επίπτωση = 15 - 20 ημέρες	Πολύ υψηλή επίπτωση = 20 – 25 ημέρες		

Ιδία Επεξεργασία 2024

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης με τα νέα δεδομένα των κινδύνων που εισήχθησαν στο μοντέλο της προσομοίωσης, μετά από την εφαρμογή των στρατηγικών, τόσο στο κόστος όσο και στον χρόνο υλοποίησης του έργου.

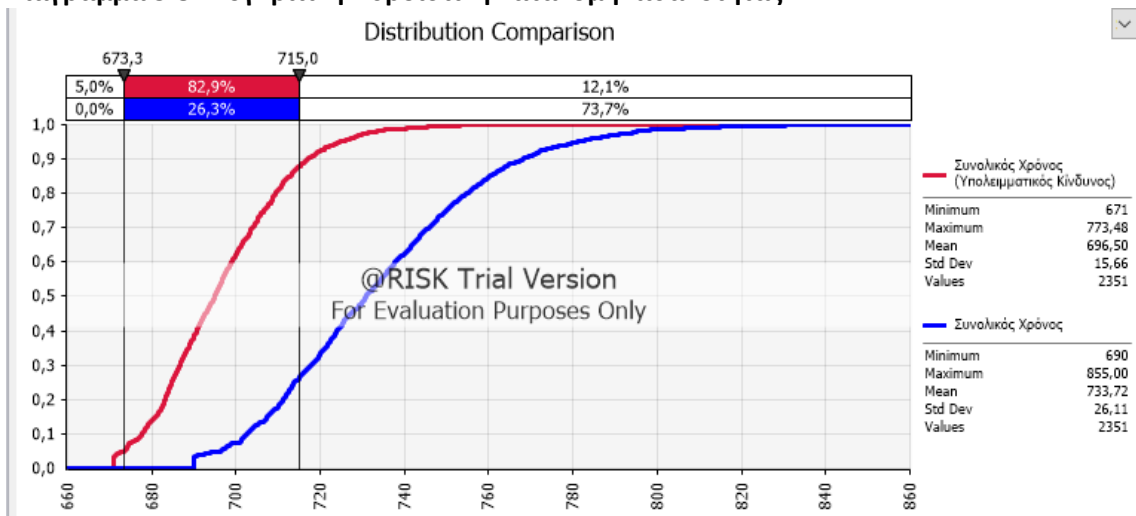
Διάγραμμα 5.7.: Πυκνότητα Πιθανότητας Υπολειμματικού Κινδύνου



Ιδία Επεξεργασία 2024

Παρατηρώντας την πυκνότητα πιθανότητας του υπολειμματικού κινδύνου ότι η πιθανότητα το έργο να ολοκληρωθεί εντός του προκαθορισμένου χρονικού ορίου, τις 715 εργάσιμες ημέρες έχει αυξηθεί σημαντικά. Στο γεγονός αυτό συμβάλλουν οι στρατηγικές αντιμετώπισης κινδύνων αμβλύνουν σημαντικά τις πιθανότητες υπέρβασης του χρονοδιαγράμματος, μειώνοντας έτσι τον συνολικό κίνδυνο του έργου όσον αφορά στο χρόνο υλοποίησης.

Διάγραμμα 5.8.: Συγκριτική Αθροιστική κατανομή πιθανότητας



Ιδία Επεξεργασία 2024

Τα αποτελέσματα της αντιμετώπισης των κινδύνων γίνονται περισσότερο εμφανή παρατηρώντας ταυτόχρονα τις αθροιστικές κατανομές πιθανότητας του αρχικού και

υπολειμματικού κινδύνου. Η εικόνα αυτή είναι θετική καθώς η ολοκλήρωση του συνόλου του έργου νωρίτερα από την ημερομηνία παράδοσης παρέχει οικονομική ενίσχυση στην ανάδοχο εταιρεία, ενώ η καθυστέρηση του έργου μετά την ημερομηνία παράδοσης ενέχει κυρώσεις. Το τμήμα της κατανομής που απασχολεί τον ανάδοχο είναι αυτό που αφορά στις ημερομηνίες κοντά στην ημερομηνία παράδοσης και στις ημερομηνίες που υπερβαίνουν αυτή.

Διάγραμμα 5.9.: Ανάλυση ευαισθησίας υπολειμματικού κινδύνου



Ιδία Επεξεργασία 2024

Μελετώντας τους υπόλοιπους κινδύνους παρατηρείται επίσης μείωση των επιπέδων ευαισθησίας που παρουσιάζουν. Το σύνολο του διαγράμματος tornado παρουσιάζει μικρότερο πλάτος, κάτι που υποδεικνύει χαμηλότερα επίπεδα μεταβλητότητας όσον αφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο υλοποίησης του έργου.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης του υπολειμματικού κινδύνου, του κινδύνου δηλαδή που παραμένει μετά την εφαρμογή στρατηγικών αντιμετώπισης, δείχνουν σαφή μείωση του συνολικού κινδύνου του έργου, τόσο όσον αφορά στον παράγοντα του κόστους όσο και στον παράγοντα του χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, η μείωση του κινδύνου είναι εμφανής όχι τόσο από τη μείωση των μέσων τιμών κόστους και χρόνου υλοποίησης αλλά από τη μείωση των τιμών που απεικονίζουν τον παράγοντα της μεταβλητότητας, όπως οι ακραίες τιμές, που μετά την αντιμετώπιση των κινδύνων βρίσκονται κατά πολύ εγγύτερα στη μέση τιμή, και η τυπική απόκλιση, η οποία έχει μειωθεί αισθητά και στον χρόνο υλοποίησης του έργου.

Ωστόσο, αν και αποτελέσματα της προσομοίωσης υπολειμματικού κινδύνου είναι ευνοϊκά, δεν πρέπει να αγνοείται το ενδεχόμενο αστοχίας των εκτιμήσεων, καθώς και ο προσωπικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την κρίση του μελετητή. Είναι επίσης πιθανό κατά τη διάρκεια του έργου να προκύψουν κίνδυνοι που δεν έχουν προβλεφθεί. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια της εργασίας, σκοπός της ανάλυσης και διαχείρισης κινδύνων δεν είναι η πρόβλεψη όλων των πιθανών κινδύνων ενός έργου ούτε είναι δυνατή η μείωση του συνολικού κινδύνου στο μηδέν.

Λαμβάνοντας υπ' όψη τα παραπάνω, στην προσομοίωση του κόστους του έργου συμπεριλήφθηκε αποθεματικό απροβλέπτων, όπως ορίζεται και από τον προϋπολογισμό, ενώ το χρονοδιάγραμμα του έργου σχεδιάστηκε με γνώμονα την άμβλυνση των επιπτώσεων χρόνου που μπορούν να επιφέρουν οι κίνδυνοι στην έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τεχνικά έργα γίνονται όλο και πιο σύνθετα με το πέρασ του χρόνου. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι τα έργα αυτά, λόγω της φύσης τους, υφίστανται συνεχώς αλλαγές, οι οποίες δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν στο σύνολο τους σε ένα έργο. Κατά συνέπεια, απαιτούνται πολλές εκτιμήσεις και παραδοχές, γεννώντας αβεβαιότητες, οι οποίες καθιστούν αδύνατο να εκτιμηθεί σε απόλυτο βαθμό το κόστος υλοποίησης και ο χρόνος ολοκλήρωσης ενός έργου. Είναι λοιπόν σαφές, ότι υπάρχει σημαντική ανάγκη σε ένα έργο να αντιμετωπίζονται οι κίνδυνοι που επηρεάζουν τους στόχους του, όπως το κόστος, ο χρόνος υλοποίησης και η παρεχόμενη ποιότητα. Η βελτίωση της πορείας υλοποίησης ολόκληρου του έργου μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αναγνώρισης και του εντοπισμού των κινδύνων που μπορεί να επηρεάσουν το έργο, αλλά και της έγκαιρη διαχείρισής τους.

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επιχειρείται η καταγραφή της έννοιας του κινδύνου που επηρεάζει ένα τεχνικό έργο και η ανάπτυξη μίας μεθοδολογίας για τη διαχείριση των κινδύνων. Η διαχείριση των κινδύνων πραγματοποιείται σε μελέτη περίπτωση ενός υδραυλικού έργου με στοιχεία οδοποιίας και γίνεται υπό την σκοπιά της αναδόχου εταιρείας του έργου. Η διαχείριση κινδύνων αφορά στους κινδύνους οι οποίοι σχετίζονται με την αύξηση του κόστους αλλά και του χρόνου υλοποίησης του έργου καθώς επίσης και με την επίτευξη των ποιοτικών του στόχων κατά την κατασκευαστική φάση του έργου. Στόχος της διαχείρισης της επικινδυνότητας είναι η διατύπωση βασικών στρατηγικών και προτάσεων μείωσης του συνολικού κινδύνου του έργου προς όφελος της αναδόχου εταιρείας. Σήμερα, οι κίνδυνοι στα έργα κατασκευών συνήθως αντιμετωπίζονται έμμεσα, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου, το οποίο φυσικά οδηγεί στην απώλεια πόρων για το έργο είτε αυτό εκφράζεται σε χρόνο, κόστος ή σε απαιτούμενη ποιότητα. Παράλληλα, οι κίνδυνοι αντιμετωπίζονται από μηχανικούς – τεχνικούς, οι οποίοι ενώ διαθέτουν εμπειρία σε έργα, δεν είναι εξοικειωμένοι με τις αρχές και τις μεθόδους της διαχείρισης των κινδύνων, παραλείποντας τη χρήση συστηματοποιημένων τεχνικών, πράγμα που οδηγεί στο να μην γίνεται πλήρης εκμετάλλευση των οφελών της διαχείρισης κινδύνων. Για το λόγο αυτό, η εργασία αυτή έχει ως στόχο την ανάδειξη καλών πρακτικών της επιστήμης της διαχείρισης των κινδύνων σε τεχνικά έργα μέσα από την παρουσίαση και εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στη μελέτη περίπτωσης. Μετά από εκτενή μελέτη της ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας πάνω στη διαχείριση έργων και στη διαχείριση κινδύνων στον κατασκευαστικό κλάδο στοιχειοθετήθηκε το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας αλλά και το θεωρητικό υπόβαθρο της μεθοδολογίας που υιοθετήθηκε και η οποία εφαρμόστηκε στην μελέτη περίπτωσης.

Για τη μελέτη περίπτωσης, για την εφαρμογή των μεθόδων ανάλυσης και διαχείρισής της επικινδυνότητας που παρουσιάστηκαν στην προτεινόμενη μεθοδολογία της εργασίας επιλέγεται ένα έργο αναβάθμισης και επέκτασης των υποδομών ύδρευσης ορισμένων ορεινών οικισμών της Δημοτικής Ενότητας Ξάνθης. Το συγκεκριμένο έργο κρίθηκε κατάλληλο για την εφαρμογή της μεθοδολογίας καθώς ενώ πρόκειται ουσιαστικά για ένα έργο οδοποιίας περιλαμβάνει ομάδες εργασιών που απαντώνται σε πολλές κατηγορίες έργων, όπως οδοποιίας, οικοδομικά κλπ καλύπτοντας έτσι ένα σημαντικό τμήμα του κλάδου των κατασκευών. Από την άλλη ο προϋπολογισμός του έργου κυμαίνεται σε πλαίσιο που μεγάλο μέρος των εργοληπτών δημοσίων έργων μπορεί να αναλάβει. Συνδυαστικά, η χρήση μεθόδων διαχείρισης επικινδυνότητας της μελέτης περίπτωσης απευθύνεται σε μεγαλύτερο τμήμα του κατασκευαστικού κλάδου με στόχο την προβολή του οφέλους που παρέχει η υιοθέτηση συστηματικών μεθόδων ανάλυσης και διαχείρισης επικινδυνότητας σε αναδόχους τεχνικών έργων, για την εξασφάλιση της επιτυχίας των στόχων του έργου σε σχέση με το κόστος, το χρόνο και την ποιότητα. Ταυτόχρονα, μπορεί να επιτευχθεί αύξηση της ανταγωνιστικότητας του αναδόχου για την ανάληψη του έργου μέσω της διαχείρισης επικινδυνότητας καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί από αναδόχους πριν την ανάληψη έργων κατά την προετοιμασία της προσφοράς για την ανάληψή τους.

Η ποιοτική και η ποσοτική ανάλυση συνθέτουν τη μεθοδολογία της μελέτης περίπτωσης όπου για τον εντοπισμό των κινδύνων έγινε χρήση της προκαταρκτικής λίστας παραγόντων η οποία βασίζεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τους βασικότερους κινδύνους που επηρεάζουν την κατασκευή των τεχνικών έργων σε παγκόσμιο επίπεδο. Ακολούθως, μετά από έρευνα του συγκεκριμένου έργου και την ανάλυση SWOT αναγνωρίζονται οι κίνδυνοι που αφορούν σε αυτό. Στην ανάλυση των κινδύνων του έργου γίνεται χρήση της κριτικής ικανότητας και της εμπειρικής γνώσης του μελετητή γεγονός που αποτελεί περιορισμό στην ρεαλιστική αποτύπωση των κινδύνων του έργου. Στο σημείο αυτό διαπιστώνεται ένας περαιτέρω τομέας έρευνας που είναι η ψυχολογία στη διαχείριση της επικινδυνότητας, δηλαδή από ποιον πραγματοποιείται η διαχείριση αυτή, ποιος ορίζει τις παραμέτρους και ποιος θέτει τα όρια και τις ανοχές στη διαχείριση της επικινδυνότητας.

Μετά την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση της επικινδυνότητας του έργου επιλέγεται να πραγματοποιηθεί προσομοίωση 100.000 επαναλήψεων, μέσω της δημιουργίας μοντέλου κινδύνων το οποίο στηρίζεται σε κατανομές πιθανοτήτων (Bernoulli, Pert κλπ) για την πιθανότητα εμφάνισης και τις επιπτώσεις των κινδύνων. Το μοντέλο δημιουργήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Lumivero @RISK το οποίο αποτελεί πρόσθετο του Microsoft Excel και χρησιμοποιείται ευρέως για τη διαχείριση και μοντελοποίηση κινδύνων. Λαμβάνοντας υπόψη και τις επιρροές οι οποίες εμφανίζονται μεταξύ των κινδύνων η δειγματοληπτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε απέδωσε την επιρροή των κινδύνων στο έργο και τα αποτελέσματα αυτά

χρησιμοποιήθηκαν για τη διατύπωση προτάσεων και στρατηγικών που μπορούν να υιοθετηθούν από τον ανάδοχο με στόχο την αντιμετώπιση του συνολικού κινδύνου του έργου. Οι σημαντικότεροι περιορισμοί που παρουσιάστηκαν στην ανάλυση και διαχείριση κινδύνων αφορούν στην συλλογή αξιόπιστων πληροφοριών για την εκτίμηση των κινδύνων που αφορούν στο συγκεκριμένο έργο, καθώς η εκτίμηση βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στην επιστράτευση κριτικής ικανότητας και εμπειρικής γνώσης. Αν και η μέθοδος της προσομοίωσης των κινδύνων δεν είναι δυνατόν να απεικονίζει απόλυτα την πραγματικότητα, παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την επιρροή των κινδύνων στο σύνολο του έργου, οι οποίες είναι μείζονος σημασίας στην λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση του έργου, γεγονός το οποίο σαφώς απεικονίζεται στην παρούσα μελέτη περίπτωσης.

Η διατύπωση των προτάσεων για τη μείωση των κινδύνων οδηγεί σε επαναληπτική προσομοίωση καθώς επανεκτιμήθηκαν οι επιπτώσεις των υπολειμματικών κινδύνων. Όπως είναι αναμενόμενο, η πραγματοποίηση της προσομοίωσης του υπολειμματικού σεναρίου εμφανίζουν σημαντική μείωση της επικινδυνότητας του έργου. Το γεγονός αυτό προκύπτει από τις χαμηλότερες τιμές που εμφανίζει το κόστος και ο χρόνος υλοποίησης όπως επίσης και από τη μεγαλύτερη συγκέντρωση τιμών κοντά στην αναμενόμενη τιμή κόστους και χρόνου.

Καθώς η διαχείριση της επικινδυνότητας είναι μια διαρκής διαδικασία, τα οφέλη της οποίας βελτιώνονται από την άντληση πληροφοριών σχετικά με τα προβλήματα που αντιμετωπίζει το έργο και την παρατήρηση των εξωτερικών και εσωτερικών του παραγόντων που συμβάλλουν στην ύπαρξη αβεβαιότητας στην υλοποίηση του έργου, η διαδικασία του ελέγχου της επικινδυνότητας αποτελεί το βασικότερο μειονέκτημα που εμφανίστηκε στην εφαρμογή της μεθοδολογίας στη μελέτη περίπτωσης. Με άλλα λόγια η φύση του έργου δεν επιτρέπει την αναπροσαρμογή του μοντέλου σύμφωνα με τα δεδομένα τα οποία αντλούνται σε πραγματικό χρόνο κατά τη φάση κατασκευής. Η διαχείριση της επικινδυνότητας είναι μία συνεχώς εξελισσόμενη επιστήμη και το γνωστικό της αντικείμενο διευρύνεται διαρκώς με στόχο τη μεγαλύτερη αξιοπιστία των παραγόμενων αποτελεσμάτων. Οι κίνδυνοι στα έργα δε μπορούν να εξαλειφθούν σίγουρα, αλλά μπορούν να περιοριστούν. Αρκετές από τις διαδικασίες των έργων, από το σχεδιασμό, τις προμήθειες, την κατασκευή μέχρι τη λήξη του έργου περιλαμβάνουν κινδύνους, γεγονός που ενισχύει ακόμη παραπάνω τα οφέλη της συμπερίληψης της διαχείρισης κινδύνων στη γενικότερη διαχείριση τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση:

Γεωργαντοπούλου, Α (2013). Ανάπτυξη συστήματος στήριξης αποφάσεων για τη διαχείριση κινδύνων στα τεχνικά έργα. Διατριβή Διπλώματος Ειδίκευσης. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών

Κηρυττόπουλος, Κ (2006), Εγχειρίδιο Διαχείρισης Κινδύνων Έργων, Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Κηρυττόπουλος, Κ., Ρόκου, Ε., (2014), Διαχείριση έργου – Αρχές και Τεχνικές, Αθήνα: Εκδόσεις Κρητική

Πολύζος, Σ (2017). Προγραμματισμός και οργάνωση των Έργων – Μέθοδοι και τεχνικές – 2^η Έκδοση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα

Πολύζος, Σ (2018). Διοίκηση και Διαχείριση Έργων – Μέθοδοι και τεχνικές – 3^η Έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική ΑΕ

Χασιακός, Α. & Θεοδωρακόπουλος, Δ. (2003). Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός Έργων. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Πάτρα.

Ξενόγλωσση:

Akintoye A. S., Mcleod M. J., (1997), "Risk analysis and Management in Construction, *International Journal of Project Management*, Vol.15, pp.31-38

Al-Bahar J.F. & Crandall K.C. (1990) *Systematic Risk Management Approach for Construction Projects*, *Journal of Construction Engineering and Management* Vol.116, No.3, 533-546

Banaitiene N. & Banaitis A. (2012). *Risk Management in Construction Projects*. Risk Management – Current Issues and Challenges (pp. 429- 448), InTech

Bennett F. L., (2003), *The Management of Construction: A Project Lifecycle Approach*, 1st edition, Spon Press, UK

Cabrera, O., & Turrent, G. (2018). The importance of Risk Management Assessment: A proposal of an Index for Listed Companies. *Journal of Accounting Research, Organization and Economics*, 1, 122-137. Doi: 10.24815/jaroe.v1i2.11747.

Carayannis E.G., Kwak Y.H., Anbari F.T. (2003) *The Story of Managing Projects*, Westport: Quorum books.

- Chapman R.J., (2001), "The Controlling Influences on Effective Risk Identification and Assessment for Construction Design Management", *International Journal of Project Management*, Vol. 19, pp. 147-160
- Chapman R. and Ward S.,(1997),*Project risk management: Processes, Techniques and Insights*, John Wiley & Sons Ltd, UK, Sussex.
- Cooper D., Grey S., Raymond G., Walker P., (2005), *Project Risk Management Guidelines-Managing Risk in Large Projects and Complex Procurements*, Broadleaf Capital International, John Wiley and sons, New Jersey
- Dionne G., (2013) 'Risk Management: History, Definition and Critique', *Interuniversity Research Center*, Canada.
- Eskenen, S. D. et al. (2004) 'Guidelines for tunnelling risk management: International Tunnelling Association, Working Group No. 2', *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 19, pp. 217–237. doi: 10.1016/j.tust.2004.01.001.
- Heldman, K. (2005) *Project Manager's Spotlight on Risk Management*, Sybex Inc., San Francisco
- Institute of Risk Management (2002), A Risk Management Standard. London, The Institute of Risk Management.
- Kerzner, H.,(2001), *Project management –A system's approach to planning, scheduling and controlling*, John Wiley and Sons, New Jersey
- Khodeir, L. M. and Nabawy, M. (2019) 'Identifying key risks in infrastructure projects – Case study of Cairo Festival City project in Egypt', *Ain Shams Engineering Journal*. Ain Shams University, pp. 613–621. doi: 10.1016/j.asej.2018.11.003.
- Knight H., Frank (1921), *Risk uncertainty and profit*, Augustus M. Kelley, Bookseller, USA, New York
- Koller G., (1999), *Risk assessment and decision making in business and industry: a practical guide*, CRC Press, Boca Raton, USA.
- Larsen, J. K., Shen, G. Q., Lindhard, S. M., & Brunoe, T. D. (2015). *Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects*. *Journal of Management in Engineering*, 32 (1), 04015032
- Lyons, T. and Skitmore, M. (2004) 'Project risk management in the Queensland engineering construction industry: A survey', *International Journal of Project Management*, vol. 22, pp. 51 –61. Doi, 10.1016/S0263-7863(03)00005-X.

Oztas, A. and Okmen, O, (2005), "Judgemental risk analysis process development in construction projects", *Building and Environment*, vol. 40, pp. 1244-1254.

Perry J.G. and Hayers R.W., (1985), "Risk and its management in construction projects", *Proc.Instit.Civ.Eng.,Part1*, No.78, pp.499-521

PMI (2017), A guide to the project management body of knowledge, PMBOK GUIDE, Project Management Institute, Pennsylvania

PMI (2020), A guide to the project management body of knowledge, PMBOK GUIDE, Project Management Institute, Pennsylvania

PMI (2021), A guide to the project management body of knowledge, PMBOK GUIDE - Seventh Edition Summary, Project Management Institute, Pennsylvania

Qu, S. Q., & Dumay, J., (2011). *The qualitative research interview*. Qualitative Research in Accounting & Management, 8 (3), 238-264.

Rooney J.J. & Heuvel L.N.V. (2004) *Root Cause Analysis For Beginners*, Quality Progress, July 2004, 45-53

Schieg M., (2006), "Risk Management in Construction Project Management", *Journal of Business, Economics and Management*, Vol. VIII, No.2, pp.77-83

Shen L.Y., Wu G.W.C., Ng C.S.K.,(2001), "Risk Assessment for Construction Joint Ventures in China", *Journal of Construction Eng. And Management.*, Vol. 127, No.1, pp.76-81, 2001.

Stretton A. (2007), *A Short History of Modern Project Management*, PM World Today, Vol. IX, Issue X

Taleb, N.N. (2008). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Penguin, London.

Tchankova L., (2002), "Risk Identification-basic stage in risk management", *Environmental Management and Health*, Vol.13, No3, pp.290-297

Williams R. D., (1994). A guide to the project management body of knowledge. Project Management Institute.

Yazar Z., (2002), *A qualitative risk analysis and management tool –CRAMM*, As part of the Information Security Reading Room.

Νόμοι - Διατάγματα

Νόμος 1418/1984 «Δημόσια έργα και ρυθμίσεις συναφών θεμάτων» - ΦΕΚ Α'23/29.2.1984

Νόμος 4412/2016 - «Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών» - ΦΕΚ
Α' 147/08.08.2016