



UNIVERSITY OF  
THESSALY

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΔΠΜΣ «ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ & ΧΩΡΙΚΟΣ  
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ»

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΟΥ:  
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ  
ΕΡΓΟ “ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΜΕΤΕΩΡΩΝ  
ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΚΑΣΤΡΑΚΙ – Ι.Μ. ΜΕΤΑΦΟΡΦΩΣΕΩΣ ΤΟΥ  
ΣΩΤΗΡΟΣ”

Δημήτριος Μητρούσιας

Επιβλέπων Καθηγητής: Σεραφείμ Πολύζος

Βόλος, Ιανουάριος 2017

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σεραφείμ Πολύζο για τη συνεχή υποστήριξη και βοήθεια σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επιπροσθέτως, ευχαριστώ την Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Τρικάλων, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών για την παραχώρηση των στοιχείων του έργου, καθώς επίσης και την άδεια επεξεργασίας τους για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας. **«Ιδιαίτερες και πολλές ευχαριστίες στην οικογένειά μου για την ουσιαστική της συμβολή στην ολοκλήρωση της εργασίας.»**

## Περίληψη

Η διαχείριση των κινδύνων αποτελεί ένα επιστημονικό πεδίο το οποίο εμφανίζει σημαντική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως. Επίσης, αποσκοπεί στην ανάπτυξη μιας συγκεκριμένης μεθοδολογίας έτσι ώστε να επιτευχθεί η σωστή διαχείριση κινδύνων. Βέβαια, είναι αρκετά δύσκολο έως ακατόρθωτο να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, μιας και το κάθε έργο ξεχωριστά έχει την μοναδικότητα και τις δικές του ιδιαιτερότητες. Επιπροσθέτως, το ζητούμενο αποτέλεσμα είναι η προτεινόμενη μέθοδος να αποτελέσει ένα απλό στη χρήση, αλλά ταυτόχρονα αποτελεσματικό εργαλείο για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών συνεπειών, καθώς επίσης και τη μεγιστοποίηση των θετικών αποτελεσμάτων των κινδύνων στα έργα, από την οπτική γωνία όμως της διοίκησης έργου. Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τη σημασία της διαχείρισης των κινδύνων σε έργα, όπως, οδοποιίας, φραγμάτων, γεφυρών κλπ. Αφενός, εμβαθύνει και συνδυάζει το πρώτο σκέλος με την διοίκηση έργου και αφετέρου γίνεται αναφορά και εφαρμογή όλων των παραπάνω στο έργο οδοποιίας με τίτλο “Βελτίωση οδικού κυκλώματος Μετεώρων στο τμήμα Καστράκι Ι.Μ. Μεταμορφώσεως του Σωτήρος”. Στη συνέχεια, γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των βασικών εννοιών και μεθόδων της διαχείρισης κινδύνων έργων, ενώ για την ανάλυση των κινδύνων της μελέτης περίπτωσης χρησιμοποιούνται ποιοτικές και ποσοτικές μέθοδοι ανάλυσης.

**Λέξεις – Κλειδιά:** Διαχείριση κινδύνων, Διοίκηση έργου, Κίνδυνος, Διοίκηση

## **Abstract**

Risk management is a scientific field that has evolved significantly in recent years in Greece and globally. It also aims at developing a specific method to achieve proper risk management. Of course, it is quite difficult or unachievable to achieve this, since each project has its own uniqueness and peculiarities. In addition, the desired result is that the proposed method is a simple to use but also an effective tool for minimizing adverse effects, as well as maximizing the positive effects of risks in projects, from the point of view of project management. This diploma thesis explores the importance of risk management in projects such as roads, dams, bridges, etc. On the one hand, it deepens and combines the first part with the project management and on the other hand, reference is made to the road construction project titled "Improvement of the Meteora road circuit in the Kastraki section of IM. Transformation of the Savior ". Then, a literature review of the basic concepts and methods of project risk management is made, while qualitative and quantitative methods of analysis are used to analyze the risks of the case study.

**Keywords:** Risk Management, Project Management, Dangers, Management

# Περιεχόμενα

	Σελ.
Περίληψη.....	1
Abstract.....	2
Κατάλογος Σχημάτων.....	6
Κατάλογος Πινάκων.....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Γενικά.....	8
1.2 Περιγραφή προβλήματος.....	8
1.3 Η έννοια της διαχείρισης κινδύνου.....	8
1.4 Σκοπός εργασίας.....	8
1.5 Δομή εργασίας.....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ.....</b>	<b>11</b>
2.1 Η έννοια του έργου.....	11
2.1.1 Βασικοί παράγοντες σηματοδότησης ενός έργου.....	12
2.1.2 Εμπλεκόμενοι στο έργο.....	12
2.2 Βασικά χαρακτηριστικά.....	13
2.2.1 Κύκλος ζωής έργου.....	14
2.2.2 Κατηγοριοποίηση των έργων-περιοχές εφαρμογής.....	17
2.2.3 Χαρακτηριστικά τεχνικών έργων.....	17
2.3 Διοίκηση – Διαχείριση έργου.....	17
2.3.1 Ιστορία της Διοίκησης – Διαχείρισης έργου.....	18
2.3.2 Ο ρόλος του project manager.....	20
2.3.3 Παράγοντες Επιτυχίας στη Διοίκηση Έργου.....	21
2.3.4 Γνωστικές περιοχές διαχείρισης έργου κατά PMBOK.....	23
2.3.5 Διεθνείς οργανισμοί και πρότυπα διαχείρισης έργων.....	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ.....</b>	<b>28</b>
3.1 Βασικές έννοιες και χαρακτηριστικά του κινδύνου.....	28
3.1.1 Γενικά.....	28
3.1.2 Δομή κινδύνων.....	28
3.1.3 Κατηγοριοποίηση κινδύνων.....	29
3.2 Διαχείριση κινδύνου στα έργα.....	30
3.2.1 Γενικά.....	30
3.2.2 Πλεονεκτήματα και αδυναμίες σε μία αποτελεσματική διαδικασία διαχείρισης κινδύνου.....	31
3.3 Διαδικασίες διαχείρισης κινδύνου.....	32
3.3.1 Σχέδιο διαχείρισης κινδύνου (Plan risk management).....	32
3.3.2 Αναγνώριση κινδύνων.....	33
3.3.2.1 Τεχνικές και εργαλεία αναγνώρισης κινδύνων.....	33
3.3.2.2 Μητρώο κινδύνων.....	35
3.3.3 Ποιοτική ανάλυση κινδύνων.....	36
3.3.3.1 Βασικές προϋποθέσεις ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων.....	36
3.3.3.2 Βασικές τεχνικές ποιοτικής ανάλυσης κινδύνου.....	37
3.3.3.3 Αποτελέσματα Ποιοτικής Ανάλυσης κινδύνων.....	38
3.3.4 Ποσοτική ανάλυση κινδύνων.....	38

3.3.4.1 Βασικές αρχές ποσοτικής ανάλυσης κινδύνου.....	40
3.3.4.2 Τεχνικές και εργαλεία ποσοτικής ανάλυσης κινδύνου.....	40
3.3.4.3 Βήματα εφαρμογής της μεθόδου προσομοίωσης.....	44
3.3.5 Αντιμετώπιση των κινδύνων.....	44
3.3.5.1 Στρατηγικές αντιμετώπισης κινδύνων.....	45
3.3.5.1.1 Βασικές αρχές επιλογής στρατηγικών αντιμετώπισης.....	45
3.3.5.1.2 Στρατηγικές αντιμετώπισης απειλών.....	46
3.3.5.1.3 Στρατηγικές αξιοποίησης ευκαιριών.....	47
3.3.5.1.4 Κατηγορίες στρατηγικών αντιμετώπισης του κινδύνου.....	47
3.3.6 Έλεγχος των κινδύνων (Control Risks).....	48
3.3.6.1 Εργαλεία και Τεχνικές Ελέγχου Κινδύνων.....	49
3.3.6.2 Αποτελεσματικότητα και γενική ανασκόπηση.....	51
3.7 Κυριότητα Κινδύνου στα τεχνικά έργα.....	52
3.7.1 Στόχοι και κριτήρια.....	52
3.7.2 Ταξινόμηση κινδύνων στον τομέα των τεχνικών έργων.....	53
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....</b>	<b>56</b>
4.1 Γενικά.....	56
4.2 Σκοπός της μεθοδολογίας.....	56
4.3 Ανάλυση παραδοχών μεθοδολογίας.....	57
4.4 Πηγές άντλησης πληροφοριών.....	57
4.5 Μεθοδολογία αναγνώρισης κινδύνων.....	58
4.6 Μεθοδολογία ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων.....	59
4.6.1 Εκτίμηση πιθανοτήτων κινδύνων.....	59
4.6.2 Εκτίμηση επιπτώσεων κινδύνων.....	60
4.6.3 Υπολογισμός βαθμού έκθεσης κινδύνων.....	60
4.7 Μεθοδολογία ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων.....	61
4.7.1 Προσδιορισμός πιθανοτήτων κινδύνων.....	61
4.7.2 Προσδιορισμός Επιπτώσεων κινδύνων.....	62
4.7.3 Επιλογή μεθόδου δειγματοληψίας.....	62
4.7.4 Δημιουργία Μοντέλου κινδύνων.....	63
4.7.4.1 Δημιουργία χρονοδιαγράμματος στο Project και εισαγωγή στο Microsoft Excel με τη χρήση του @Risk.....	63
4.7.4.2 Δημιουργία μητρώου κινδύνων στο Excel με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος @Risk.....	64
4.7.4.3 Δημιουργία μήτρας συσχετίσεων στο Excel με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος @Risk.....	65
4.7.5 Πραγματοποίηση προσομοίωσης κινδύνων έργου.....	65
4.7.6 Ανάλυση αποτελεσμάτων της προσομοίωσης.....	65
4.8 Μεθοδολογία σχεδιασμού αντιμετώπισης των κινδύνων.....	65
4.8.1 Εκπόνηση προτάσεων αντιμετώπισης.....	66
4.8.2 Εκτίμηση υπολειμματικού κινδύνου.....	66
4.9 Προσομοίωση υπολειμματικού κινδύνου.....	66
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΣΕ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ.....</b>	<b>67</b>
5.1 Περιγραφή έργου.....	67
5.2 Αναγνώριση Κινδύνων.....	70

5.2.1 Ανάλυση των παραδοχών.....	70
5.2.1.1 Δημιουργία διαγραμμάτων διάρκειας εργασιών μέσω του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk.....	71
5.2.2 Ανάλυση SWOT.....	72
5.2.3 Λίστα παραγόντων κινδύνων.....	73
5.2.4 Εξέταση των παραγόντων κινδύνου ως προς το παρόν έργο.....	74
5.3 Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων.....	79
5.3.1 Εκτίμηση πιθανοτήτων των κινδύνων.....	79
5.3.1.1 Ανάλυση των αναγνωρισμένων κινδύνων του έργου στην πιθανότητα εμφάνισης.....	79
5.3.2 Ποιοτική ανάλυση επιπτώσεων.....	81
5.3.2.1 Ποιοτική ανάλυση επιπτώσεων κόστους.....	81
5.3.2.2 Ποιοτική ανάλυση των επιπτώσεων κινδύνων στο χρόνο υλοποίησης του έργου.....	83
5.3.2.3 Ποιοτική ανάλυση των επιπτώσεων κινδύνων στην ποιότητα έργου.....	85
5.3.3 Συνολική έκθεση και ιεράρχηση των κινδύνων.....	87
5.4 Ποσοτική Ανάλυση των κινδύνων.....	88
5.4.1 Δημιουργία χρονοδιαγράμματος στο Microsoft Project και εισαγωγή αυτού στο Microsoft Excel με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk.....	88
5.4.2 Δημιουργία μητρώου κινδύνων στο Microsoft Excel με χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk.....	89
5.4.2.1 Υπολογισμός της πιθανότητας εμφάνισης.....	89
5.4.2.2 Προσδιορισμός των επιπτώσεων των κινδύνων ανά ομάδα εργασίας.....	90
5.4.3 Πραγματοποίηση της προσομοίωσης των κινδύνων του έργου.....	92
5.4.3.1 Αποτελέσματα της προσομοίωσης σε συνάρτηση με το κόστος του έργου... ..	93
5.4.3.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης σε συνάρτηση με το χρόνο υλοποίησης.....	94
5.5 Σχεδιασμός αντιμετώπισης των κινδύνων.....	99
5.5.1 Προτάσεις για την αντιμετώπιση των κινδύνων.....	99
5.5.2 Υπολειμματικός κίνδυνος.....	101
5.6 Προσομοίωση Υπολειμματικού Κινδύνου.....	102
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>104</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>106</b>

## Κατάλογος Σχημάτων

Σελ.

Σχήμα 1: Βασικό τρίγωνο.....	12
Σχήμα 2: Οι σχέσεις των βασικών παραγόντων ενός δημοσίου έργου.....	13
Σχήμα 3: Κύκλος ζωής έργου.....	16
Σχήμα 4: Η ιστορία του Project Management .....	20
Σχήμα 5: Επισκόπηση των Γνωστικών Περιοχών και των Διεργασιών της Διοίκησης Έργων.....	26
Σχήμα 6: Η δομή του κινδύνου.....	29
Σχήμα 7: Η κατανομή Beta.....	41
Σχήμα 8: Η τριγωνική κατανομή.....	41
Σχήμα 9: Το διάγραμμα Tornado.....	42
Σχήμα 10: Δένδρο αποφάσεων.....	43
Σχήμα 11: Προσομοίωση Monte-Carlo .....	44
Σχήμα 12: Διαδικασία Διαχείρισης Κινδύνων.....	51
Σχήμα 13: Μεθοδολογία αναγνώρισης κινδύνων.....	58
Σχήμα 14: Μεθοδολογία ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων.....	59
Σχήμα 15: Μεθοδολογία ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων.....	61
Σχήμα 16: Διάγραμμα Latin Hypercube Sampling.....	63
Σχήμα 17: Μεθοδολογία σχεδιασμού αντιμετώπισης των κινδύνων.....	65
Σχήμα 18: Διάρθρωση των εργασιών του έργου .....	68
Σχήμα 19: Χρονοδιάγραμμα έργου.....	71
Σχήμα 20: Χωματουργικά.....	71
Σχήμα 21: Τεχνικά έργα.....	71
Σχήμα 22: Οδοστρωσία.....	71
Σχήμα 23: Ασφαλτικά.....	71
Σχήμα 24: Σήμανση-Ασφάλεια.....	72
Σχήμα 25: Φυτεύσεις.....	72
Σχήμα 26: Συνολική αξία έργου.....	93
Σχήμα 27: Συνολική αξία του έργου και αθροιστική κατανομή της πιθανότητας .....	93
Σχήμα 28: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Χωματουργικά.....	95
Σχήμα 29: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Τεχνικά Έργα».....	95
Σχήμα 30: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Οδοστρωσία».....	95
Σχήμα 31: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Ασφαλτικά».....	96
Σχήμα 32: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Σήμανση-Ασφάλεια».....	96
Σχήμα 33: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Φυτεύσεις».....	96
Σχήμα 34: Διάρκεια Συνόλου Εργασιών.....	97
Σχήμα 35: Ημερομηνία Ολοκλήρωσης Εργασιών Έργου.....	98
Σχήμα 36: Συνολική Αξία Έργου (Υπολειμματικός Κίνδυνος).....	102



## Κατάλογος Πινάκων

Σελ.

Πίνακας 1: Πεδία Εφαρμογής Διαχείρισης Έργων.....	17
Πίνακας 2: Μήτρα πιθανοτήτων – επιπτώσεων.....	38
Πίνακας 3: Εναλλακτικά σενάρια χρονικού ορίζοντα ολοκλήρωσης έργου.....	41
Πίνακας 4: Χωματοργικές εργασίες.....	69
Πίνακας 5: Τεχνικά έργα-εργασίες οδοποιίας.....	69
Πίνακας 6: Οδοστρωσία.....	69
Πίνακας 7: Ασφαλτικά.....	69
Πίνακας 8: Σήμανση-ασφάλεια.....	69
Πίνακας 9: Τοιχοποιίες-επενδύσεις-επιστρώσεις-τελειώματα.....	70
Πίνακας 10: Φυτεύσεις.....	70
Πίνακας 11: Αθροιστικός πίνακας δαπάνης εργασιών.....	70
Πίνακας 12: Συγκεντρωτικός πίνακας δεδομένων ομάδων εργασιών.....	71
Πίνακας 13: Ανάλυση SWOT έργου.....	72
Πίνακας 14: Λίστα παραγόντων κινδύνων.....	73
Πίνακας 15: Μητρώο Κινδύνων.....	79
Πίνακας 16: Επίπεδα πιθανότητας εμφάνισης των κινδύνων.....	79
Πίνακας 17: Επίπεδα επίπτωσης του κόστους.....	81
Πίνακας 18: Υπολογισμός έκθεσης στον κίνδυνο.....	82
Πίνακας 19: Επιπτώσεις κινδύνων σε σχέση με το κόστος.....	82
Πίνακας 20: Έκθεση του έργου στους κινδύνους σε σχέση με το κόστος.....	82
Πίνακας 21: Επίπεδα επίπτωσης χρόνου.....	84
Πίνακας 22: Επιπτώσεις των κινδύνων σε σχέση με το χρόνο υλοποίησης τους.....	84
Πίνακας 23: Έκθεση του έργου στους κινδύνους σε συνάρτηση με το χρόνο.....	84
Πίνακας 24: Επίπεδα επίπτωσης της ποιότητας.....	85
Πίνακας 25: Επιπτώσεις των κινδύνων σε σχέση με την ποιότητα.....	86
Πίνακας 26: Έκθεση του έργου στους κινδύνους σε συνάρτηση με την ποιότητα....	86
Πίνακας 27: Ιεράρχηση των κινδύνων.....	87
Πίνακας 28: Υπολογισμός πιθανοτήτων εμφάνισης κινδύνων ανά ο.ε.....	90
Πίνακας 29: Επιπτώσεις κινδύνων ανά ο.ε σε σχέση με το κόστος.....	90
Πίνακας 30: Επιπτώσεις κινδύνων ανά ομάδα εργασίας σε συνάρτηση με το χρόνο υλοποίησης.....	91
Πίνακας 31: Μητρώο Κινδύνων.....	92
Πίνακας 32: Συγκεντρωτικός πίνακας με αποτελέσματα ποιοτικής ανάλυσης και ανάλυση ευαισθησίας.....	94
Πίνακας 33: Συγκεντρωτικός πίνακας με αποτελέσματα ποιοτικής ανάλυσης και διαδικασία προσομοίωσης (ανάλυση ευαισθησίας).....	99
Πίνακας 34: Υπολειμματικός κίνδυνος του έργου σε συνάρτηση με την πιθανότητα εμφάνισης.....	102

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Καθώς ο χρόνος κυλάει, η ανθρωπότητα αυξάνεται κυριολεκτικά και μεταφορικά. Όλα γύρω μας ωριμάζουν και εξελίσσονται. Άρρηκτα συνδεδεμένος μεταξύ αυτών, ο άνθρωπος. Η ανθρωπότητα δεν έχει πάψει ποτέ να βελτιώνεται γενικότερα, σε όλους τους τομείς με ότι αυτό συνεπάγεται. Η κινητή τηλεφωνία, η θετική και εφαρμοσμένη επιστήμη (επιστήμη υπολογιστών) και όλα τα μηχανήματα που έχουν εφευρεθεί και εν συνεχεία κατασκευασθεί, έχουν ως σκοπό την ασφάλεια, ταχύτητα, τη μείωση της χειρωνακτικής εργασίας και όλα αυτά αποσκοπούν σε ένα κοινό στόχο. Να γίνει ευκολότερη η ζωή των ανθρώπων. Μέσα σε αυτή την απίστευτα μεγάλη πληθώρα ερμηνειών και κλάδων, συμπεριλαμβάνονται η διαχείριση κινδύνων καθώς επίσης και η διοίκηση του έργου.

### 1.2 Περιγραφή Προβλήματος

Η παρούσα εργασία διερευνά την σημασία της διαχείρισης κινδύνων στην διοίκηση του έργου. Η διαχείριση κινδύνων αποτελεί άλλωστε ένα επιστημονικό πεδίο το οποίο εμφανίζει σημαντική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως. Έχει χαρακτηριστεί μάλιστα από τους ειδικούς ως ένα από τα πιο δύσκολα αντικείμενα της διαχείρισης των έργων (Banaitiene & Banaitis, 2012). Με βάση τα δεδομένα που προκύπτουν από την ιστορία των έργων, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως λόγω της πολυπλοκότητας και της μοναδικότητάς τους, εμπεριέχουν αρκετά στοιχεία μη προβλέψιμα σε όλο τον κύκλο της ζωής τους. Όπερ σημαίνει πως χρήζουν περαιτέρω ανάλυσης.

### 1.3 Η έννοια της διαχείρισης κινδύνου

Η διαχείριση κινδύνου είναι ένας γρήγορα αναπτυσσόμενος κλάδος και υπάρχουν πολλές και ποικίλες απόψεις και περιγραφές για το τι εμπεριέχει η διαχείριση κινδύνου, πώς πρέπει να διεξαχθεί αλλά και για ποιο σκοπό. Σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί, κρίνεται απαραίτητο ο μελετητής να χρησιμοποιήσει την κρίση και την εμπειρία του, διότι το κάθε έργο είναι ξεχωριστό και εμπεριέχει τις δικές του ιδιαιτερότητες. Το risk management (διαχείριση κινδύνου) είναι η διαδικασία στην οποία γίνεται αναγνώριση και ανάλυση των παραγόντων αβεβαιότητας ενός έργου, με σκοπό να μεγιστοποιηθεί η πιθανότητα εμφάνισης και η επίδραση επιθυμητών γεγονότων και να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα εμφάνισης και η επίδραση ανεπιθύμητων γεγονότων (PMI,2013).

### 1.4 Σκοπός Εργασίας

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την διαχείριση κινδύνων στην διοίκηση του έργου. Στα πλαίσια της εργασίας, γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση των αντίστοιχων ορισμών, των μεθόδων της διαχείρισης κινδύνων, καθώς επίσης, η παρουσίαση της προτεινόμενης μεθοδολογίας στον τομέα της διοίκησης του έργου. Στη συνέχεια, γίνεται εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο έργο "Βελτίωση οδικού

κυκλώματος Μετεώρων στο τμήμα Καστράκι – Ι.Μ. Μεταμορφώσεως του Σωτήρος”.

### 1.5 Δομή εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια.

Στο *Κεφάλαιο 1 «Εισαγωγή»*, αναλύονται ο σκοπός, το αντικείμενο, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, καθώς επίσης και περιγραφή της δομής της.

Στο *Κεφάλαιο 2 «Βασικά Χαρακτηριστικά Τεχνικών Έργων»*, γίνεται περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών των τεχνικών έργων, όπως, ο ορισμός του έργου, ο κύκλος ζωής του, Παράλληλα, γίνεται και η εισαγωγή της έννοιας της διαχείρισης έργου, πραγματοποιώντας μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της ως επιστήμη, τον σκοπό που εξυπηρετεί, καθώς επίσης και τις γνωστικές περιοχές λειτουργίας της.

Στο *Κεφάλαιο 3 «Κίνδυνος και Διαχείριση Κινδύνου»*, γίνεται η παρουσίαση του θεωρητικού υπόβαθρου της διαχείρισης κινδύνου. Αρχικά, αναφέρονται οι ορισμοί των εννοιών που σχετίζονται με τον κίνδυνο στα έργα, αλλά και στην διαχείριση κινδύνου γενικότερα. Επιπροσθέτως, γίνεται αναφορά στην εξέλιξη της διαχείρισης κινδύνου ως επιστήμη, καθώς επίσης και στην εφαρμογή της. Εν συνεχεία, γίνεται εκτενής ανάλυση των μεθόδων και των πρακτικών διαχείρισης κινδύνου έργων των σταδίων ανάλυσης και διαχείρισης κινδύνου, καθώς επίσης και των εργαλείων που χρησιμοποιούνται, όπως η μήτρα πιθανοτήτων-επιπτώσεων, το διάγραμμα tornado, η ανάλυση SWOT, κλπ. Τελειώνοντας, γίνεται αναφορά στις διαθέσιμες στρατηγικές αντιμετώπισης κινδύνων, όπως η αποφυγή, η ελαχιστοποίηση κλπ., αλλά και στις στρατηγικές εκμετάλλευσης των ευκαιριών που παρουσιάζονται στα έργα.

Στο *Κεφάλαιο 4 «Προτεινόμενη Μεθοδολογική Προσέγγιση»*, περιγράφεται αναλυτικά η προτεινόμενη μεθοδολογία για την ανάλυση του κινδύνου των τεχνικών έργων κατά τη φάση της κατασκευής, καθώς επίσης και την διαμόρφωση στρατηγικών αντιμετώπισης τους. Παράλληλα, σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται οι απαραίτητες παραδοχές για την εφαρμογή της μεθοδολογίας, οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται, οι πηγές πληροφοριών, αλλά και όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την εφαρμογή της (πρόσθετο πρόγραμμα Palisade@Risk). Η προτεινόμενη μεθοδολογία συνδυάζει τις τεχνικές ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης με σκοπό την αντιμετώπιση του κινδύνου του έργου.

Στο *Κεφάλαιο 5 «Μελέτη Περίπτωσης»*, εφαρμόζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία όπου, αποσκοπεί στην ανάλυση και στη διαχείριση του κινδύνου των τεχνικών έργων. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στο έργο «ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΜΕΤΕΩΡΩΝ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΚΑΣΤΡΑΚΙ- ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ ΤΟΥ ΣΩΤΗΡΟΣ», όπου αποβλέπει στη βελτίωση του οδικού κυκλώματος. Παράλληλα, γίνεται μια προσπάθεια αναγνώρισης των κινδύνων, όπου αποτελούν αιτία επηρεασμού του έργου κατά τη διάρκεια των εργασιών, καθώς επίσης και μια διαδικασία ποιοτικής ανάλυσης, σε συνάρτηση βέβαια με το κόστος κατασκευής τους, το χρόνο υλοποίησής τους, αλλά και την πιθανότητα εμφάνισής αυτών. Επιπλέον, πραγματοποιείται διαδικασία ποσοτικής ανάλυσης με τη χρήση του προγράμματος προσομοίωσης Palisade@Risk. Εν τέλει, μέσω των αποτελεσμάτων που προκύπτουν

από τη διαδικασία της προσομοίωσης, συνεπάγονται οι στρατηγικές αντιμετώπισης των αναγνωρισμένων κινδύνων του έργου ενώ, ταυτόχρονα, με την επανάληψη της διαδικασίας, υπολογίζεται και ο υπολειμματικός κίνδυνος του έργου.

Στο Κεφάλαιο 6 «Συμπεράσματα», γίνεται μια ανασκόπηση του συνόλου της διπλωματικής εργασίας, αναφέρονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, καθώς επίσης και οι παραδοχές από την προτεινόμενη μεθοδολογία στη μελέτη περίπτωσης, όπου περιγράφηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 5. Επιπλέον, παρουσιάζονται μερικές προτάσεις για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας στα τεχνικά έργα. Τελειώνοντας, δίνεται βαρύτητα στα περιθώρια βελτίωσης αυτής, καθώς επίσης και στην ενδεχόμενη αύξηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

#### 2.1 Η έννοια του έργου

Η έννοια του έργου έχει ορισθεί κατά καιρούς με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους ανάμεσα σε μια μεγάλη πληθώρα επιστημόνων και μελετητών του συγκεκριμένου κλάδου (διοίκηση και διαχείριση έργου). Παρακάτω, θα παραθέσουμε μερικούς από τους ορισμούς που έχουν επικρατήσει γενικότερα στον κλάδο της διοίκησης και διαχείρισης έργων.

Σύμφωνα με τον Πολύζο (2011), ορίζει το έργο (project) ως «ένα σύνολο αλληλένδετων ενεργειών ή δραστηριοτήτων οι οποίες εκτελούνται με συγκεκριμένη σειρά και αποβλέπουν στην επίτευξη ενός συγκεκριμένου σκοπού».

Το εγχειρίδιο που εξέδωσε το Ινστιτούτο διαχείρισης έργου (Project Management Institute, PMI), ορίζει ως έργο το «...προσωρινό εγχείρημα που στοχεύει στη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος ή υπηρεσίας. **Προσωρινό** σημαίνει ότι κάθε έργο έχει καθορισμένο τέλος. **Μοναδικό** σημαίνει ότι το προϊόν ή υπηρεσία διαφέρει κατά διακριτό τρόπο από όλα τα υπόλοιπα παρόμοια προϊόντα ή υπηρεσίες».

Ο Turner ορίζει ως έργο το «εγχείρημα κατά το οποίο άνθρωποι πόροι (ή μηχανές), οικονομικοί πόροι και πρώτες ύλες οργανώνονται κατά καινοφανή τρόπο, με στόχο την ανάληψη συγκεκριμένου αντικειμένου εργασιών που έχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές και υπόκεινται σε δεδομένους κοστολογικούς και χρονικούς περιορισμούς, ώστε να παραχθεί μία επωφελής μεταβολή, η οποία ορίζεται μέσω ποσοτικών και ποιοτικών στόχων».

Οι εργασίες που εκτελούνται στον κατασκευαστικό κλάδο και οι αμυντικές προμήθειες θεωρούνται, εκ παραδόσεως, έργα. Τα έργα ποικίλλουν ως προς το μέγεθος, το αντικείμενο εργασιών, το κόστος και τον απαιτούμενο χρόνο, και μπορεί να είναι από υπερμεγέθη διεθνή έργα που κοστίζουν εκατομμύρια δολάρια και διαρκούν πολλά χρόνια, έως μικρά, τοπικά έργα χαμηλού προϋπολογισμού που απαιτούν λίγες ώρες δουλειάς.

Κάθε έργο έχει συγκεκριμένη διάρκεια περάτωσης. Ένα έργο τελειώνει εάν εκπληρωθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί υπόψη στην πρώτη φάση του έργου. Στην συγκεκριμένη φάση, έχει επιτευχθεί η σύλληψη της ιδέας καθώς επίσης και ο καθορισμός των στόχων. Εν συνεχεία, το έργο μπορεί να τελειώσει ακόμη και αν θεωρηθεί αδύνατο να εκπληρωθούν οι στόχοι ή εάν δεν υφίσταται πλέον ανάγκη για την εκπλήρωσή τους. Λήξη του έργου μπορεί επίσης να σημαίνει ιδιόκτητης του έργου ή ο πελάτης για πολλούς και διάφορους λόγους (π.χ. οικονομικούς).

Παραδείγματα έργων αποτελούν τα παρακάτω:

- Ανάπτυξη ενός προϊόντος ή υπηρεσίας
- Η αναβάθμιση στον εξοπλισμό εργοστασίου
- Αλλαγή στη δομή ή τη λειτουργία ενός οργανισμού

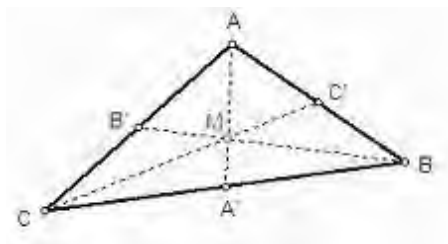
- Σχεδιασμός ενός αυτοκινήτου
- Η κατασκευή ενός τεχνητού φράγματος
- Ανάπτυξη ή εγκατάσταση ενός νέου πληροφοριακού συστήματος
- Κατασκευή ενός κτιρίου ή μιας εγκατάστασης (π.χ. Λιμάνι)
- Η αναστήλωση ενός αρχαιολογικού χώρου

Αν και το έργο μπορεί να περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες διαδικασίες μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία η οποία βασίζεται σε προκαθορισμένες αρχές δεν μπορεί να θεωρηθεί έργο.

### 2.1.1 Βασικοί παράγοντες σηματοδότησης ενός έργου

- **Οικονομικός παράγοντας:** όπου μεταφράζεται η τήρηση του προϋπολογισμού του έργου
- **Χρονικός παράγοντας:** όπου μεταφράζεται η τήρηση των χρονικών δεσμεύσεων
- **Ποιοτικός παράγοντας:** όπου μεταφράζεται η τήρηση των ποιοτικών προδιαγραφών του έργου

#### Σχήμα 1: Βασικό τρίγωνο



Πηγή: Ρομπογιαννάκης(2016)

#### Έργο

**AB:** κόστος

**AC:** χρόνος

**BC:** ποιότητα

**M:** σημείο ισορροπίας

Πάντα επιδιώκεται η εύρεση της «χρυσής τομής» - σημείο ισορροπίας της αλληλοεπίδρασης των τριών δεικτών.

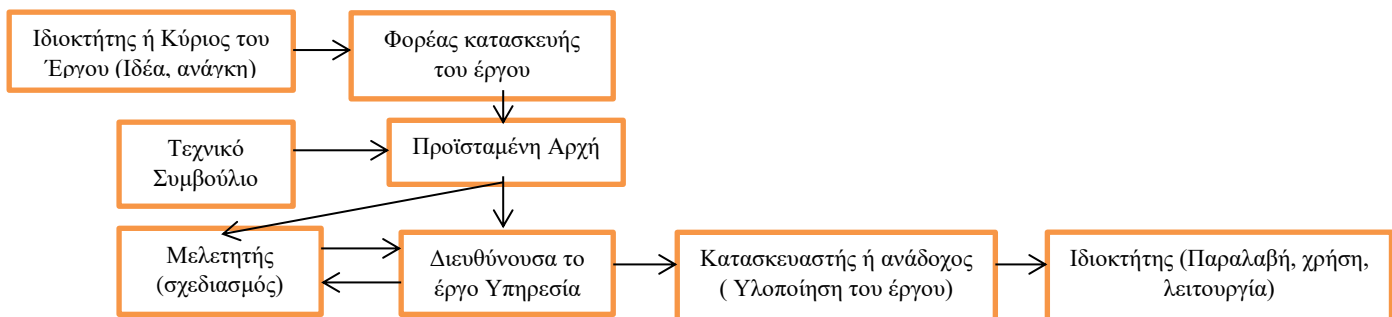
### 2.1.2 Εμπλεκόμενοι στο έργο

Σύμφωνα με τον Πολύζο(2017) οι εμπλεκόμενοι έχουν ως εξής:

- **Συμβάσεις έργων:** νοούνται οι συμβάσεις που έχουν ως αντικείμενο τη μελέτη ή την εκτέλεση ή συγχρόνως τη μελέτη και την εκτέλεση ενός έργου
- **Συμφωνητικό:** νοείται η γραπτή συμφωνία μεταξύ της αναθέτουσας αρχής και του αναδόχου
- **Ανάδοχος ή εργολήπτης ή μελετητής:** νοείται ο οικονομικός τομέας, στον οποίο έχει ανατεθεί με δημόσια σύμβαση ή σύμβαση για κατασκευή έργου ή μελέτη έργου ή παροχή υπηρεσιών

- **Κύριος του Έργου ΚτΕ ή Εργοδότης:** ο οργανισμός για τον οποίο γίνεται το έργο, για τον οποίο καταρτίζεται η σύμβαση και ο οποίος θέτει τους βασικούς όρους του έργου.
- **Φορέας κατασκευής του έργου:** νοείται η αρμόδια αναθέτουσα αρχή ή υπηρεσία αυτής που έχει την ευθύνη υλοποίησης του έργου
- **Προϊσταμένη Αρχή:** νοείται η αρχή ή η υπηρεσία που εποπτεύει την κατασκευή του ασκώντας για λογαριασμό του αποφασιστικές αρμοδιότητες, ιδίως σε θέματα τροποποίησης των ορών της σύμβασης.
- **Διευθύνουσα Υπηρεσία ή Επιβλέπουσα Υπηρεσία:** νοείται η τεχνική υπηρεσία του φορέα κατασκευής του έργου που είναι αρμόδια για την παρακολούθηση, έλεγχο και διοίκηση της κατασκευής του έργου.
- **Τεχνικό Συμβούλιο:** νοείται το συλλογικό όργανο που έχει την αρμοδιότητα να γνωμοδοτεί για την έκδοση αποφάσεων, όταν προβλέπεται από την κείμενη νομοθεσία ή ζητείται από την Προϊσταμένη Αρχή
- **Επιτελεστικότητα:** νοείται το σύνολο των μετρήσιμων ιδιοτήτων ενός έργου, οι οποίες αναφέρονται στην ταυτόχρονη ύπαρξη ασφαλείας, λειτουργικότητας και αισθητικής εμφάνισης για την τεχνική διάρκεια ζωής του.
- **Αναθέτουσα Αρχή:** νοούνται το κράτος, οι αρχές τοπικής αυτοδιοίκησης, οι οργανισμοί δημοσίου δικαίου ή οι ενώσεις μιας ή περισσότερων από αυτές τις αρχές ή ενός ή περισσότερων από αυτούς οργανισμούς δημοσίου δικαίου

**Σχήμα 2: Οι σχέσεις των βασικών παραγόντων ενός δημοσίου έργου**



Πηγή: Πολύζος(2017), Ιδία επεξεργασία

## 2.2 Βασικά Χαρακτηριστικά

Σε αυτή την κατηγορία θα αναλύσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά που δρουν ως κριτήρια για το κατά πόσο μια δραστηριότητα μπορεί να χαρακτηριστεί ‘‘έργο’’. Σύμφωνα με τον Πολύζο(2011) τα βασικά χαρακτηριστικά που διαθέτει ένα έργο είναι τα εξής:

### 1) «Έχει αρχή και τέλος, και αποβλέπει στην επίτευξη ενός σκοπού

Καταρχήν είναι απόλυτα σαφές, πως, κάθε έργο έχει αρχή, τέλος και έναν καθορισμένο αντικειμενικό σκοπό. Η ημερομηνία έναρξης μπορεί να είναι κάπως αιωρούμενη, καθώς μια ιδέα μετεξελίσσεται στην πορεία σε έργο. Ωστόσο, το τέλος πρέπει οπωσδήποτε να είναι καθορισμένο, έτσι ώστε όλοι

όσοι συμμετέχουν να έχουν συμφωνήσει τι σημαίνει η ολοκλήρωση του έργου. Τώρα, όσον αφορά το τελικό παραδοτέο (περάτωση του έργου), με το οποίο επιτυγχάνεται ο αντικειμενικός σκοπός, πρέπει να ικανοποιεί τις προδιαγραφές που τέθηκαν στην εκκίνηση του εγχειρήματος.

2) **Η ολοκλήρωση ενός έργου απαιτεί ανάλωση χρόνου, χρήματος και πόρων**  
Σίγουρα μερικές από τις βασικές προϋποθέσεις που απαιτούνται στο εγχείρημα αποτελούν: ο χρόνος, το χρήμα αλλά και οι πόροι γενικότερα όπως το ανθρώπινο δυναμικό, τα κεφάλαια, η υλικοτεχνική υποδομή, οι μέθοδοι, οι πρώτες ύλες κ.ά.

3) **Περιέχει στοιχεία επιχειρηματικού κινδύνου**

Είναι ευνόητο πως οποιαδήποτε κίνηση πραγματοποιούμε αποτελεί επιχειρηματικό κίνδυνο, διότι μπορεί να μην έχει το αποτέλεσμα που αναμέναμε στην αρχή, με αποτέλεσμα να σημαίνει μείωση εσόδων ή χρημάτων (κεφάλαιο), γενικότερα.

4) **Κάθε έργο είναι μοναδικό, υπό την έννοια ότι δεν επαναλαμβάνεται ποτέ ακριβώς το ίδιο**

Κάθε έργο παράγει ένα μοναδικό προϊόν. Το αποτέλεσμα του έργου μπορεί αφενός να είναι υλικό (πχ ένα κτίριο ή ένα προϊόν λογισμικού) αφετέρου μπορεί να είναι και άυλο (π.χ. νέες κατευθυντήριες οδηγίες για την πρόσληψη προσωπικού στον οργανισμό).

5) **Διαθέτει οικονομικό προϋπολογισμό ή προϋπολογισμό κόστους**

Αν όχι ο σημαντικότερος, τότε ίσως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες επίτευξης ενός εγχειρήματος, είναι η οικονομική επιφάνεια.

6) **Ικανοποιεί κάποιες συγκεκριμένες προδιαγραφές»**

Όπως και διάφορα προϊόντα, έτσι και στην συγκεκριμένη κατηγορία συναντούμε την ποιότητα ή πιο σωστά, προσπαθούμε να διασφαλίσουμε την ποιότητα του εγχειρήματος έτσι ώστε να υπάρχει ικανοποίηση από την οπτική γωνία του ιδιοκτήτη αλλά και των αρμόδιων γενικότερα.

### 2.2.1 Κύκλος ζωής έργου

Τα χαρακτηριστικά όλων των έργων είναι ότι έχουν αρχή και τέλος με μια διάρκεια στο διάστημα ανάμεσά τους. Το διάστημα ανάμεσα από την αρχή έως και το τέλος του έργου, ονομάζεται κύκλος ζωής του έργου. Ο κύκλος ζωής έργου αναφέρεται σε μία λογική ακολουθία δραστηριοτήτων για την επίτευξη των σκοπών ή στόχων του έργου. Επειδή το κάθε έργο έχει την μοναδικότητά του, είναι αρκετά σημαντικό να γνωρίζει κανείς τον κύκλο ζωής του έργου, μιας και υπάρχουν πολλές ομοιότητες με άλλα έργα σε τέτοιο επίπεδο. Ανεξάρτητα από το αντικείμενο ή την πολυπλοκότητά του, κάθε έργο διέρχεται από μία σειρά φάσεων κατά τη διάρκεια της ζωής του. Τυπικά, ο κύκλος ζωής έργου αποτελείται από τέσσερις βασικές φάσεις. Οι φάσεις αυτές διαφέρουν από έργο σε έργο, ανάλογα με τη φύση του έργου αλλά και την επιλογή που έχει γίνει από την πλευρά των μελετητών. Οι φάσεις του έργου μπορούν να προσδιοριστούν ως εξής:

**Πρώτη Φάση:** Σύλληψη της ιδέας του έργου

Στην πρώτη φάση του έργου περιλαμβάνεται η σύλληψη της ιδέας του έργου, καθώς επίσης και η έναρξη ζωής του έργου. Είναι αυτό το σημείο, όπου το έργο ξεκινά,



διαπιστώνοντας έτσι την ανάγκη στην οποία θα κληθεί να ικανοποιήσει. Τελειώνοντας, στη συγκεκριμένη φάση μελετάται η σκοπιμότητα του έργου και εφόσον αυτή γίνει αποδεκτή, το έργο προχωρά στην επόμενη φάση.

### **Δεύτερη Φάση:** Σχεδιασμός και ανάπτυξη του έργου

Στην δεύτερη φάση περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του έργου. Εύκολα θα μπορούσε να θεωρηθεί το σημαντικότερο στάδιο, καθώς, εδώ προσδιορίζονται και διαμορφώνονται τα χαρακτηριστικά ενός έργου. Επιπροσθέτως, περιλαμβάνονται οι πληροφορίες που αφορούν τις βασικές προδιαγραφές του, η προκαταρκτική και η τελική σχεδίαση καθώς επίσης και οι αντικειμενικοί στόχοι, οι περιορισμοί σχετικά με το χρόνο, την οργάνωση, τους οικονομικούς πόρους αλλά και τα υλικά. Εν κατακλείδι, παραδοτέα αυτής της φάσης αποτελούν:

1. Ο καθορισμός του έργου (project definition)
2. Η εκτίμηση εφικτότητας (feasibility assessment)

Όσον αφορά τώρα τον καθορισμό του έργου (project definition), περιγράφεται με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το έργο (Project description). Επίσης, ορίζονται οι όροι αναφοράς του έργου (terms of reference), που περιλαμβάνουν προδιαγραφές τις οποίες θα ακολουθεί το έργο. Η εκτίμηση εφικτότητας μελετάει τον απαιτούμενο όγκο εργασίας υπό τεχνική, λειτουργική και οικονομική σκοπιά καθώς και τις ανάγκες προσωπικού.

Ως συνέχεια των παραπάνω, συνεπάγεται η γενική μελέτη του έργου για την σύνταξη του Σχεδίου Δράσης (Project Plan). Μέσα σε αυτή, περιλαμβάνονται τα εξής:

- Δημιουργία χρονοδιαγραμμάτων
- Καταμερισμό των πόρων
- Σύνταξη ημερολογίων
- Ορισμό γενικού και επί μέρους προϋπολογισμών
- Καθορισμό των επιμέρους εργασιών του έργου

### **Τρίτη Φάση:** Ανάθεση του έργου

Σε μια κανονική πορεία ενός έργου, ο ιδιοκτήτης του (ιδιώτης ή δημόσιο) θα προσπαθήσει να βρει τον κατασκευαστή του. Επομένως, ακολουθεί το τρίτο στάδιο που αφορά την ανάθεση (δημοπρασία ή απευθείας ανάθεση) και έναρξη κατασκευής του έργου. Περιλαμβάνει τις διαδικασίες δημοπράτησης, την ανίχνευση αγοράς για το απαραίτητο δυναμικό, τις παραγγελίες υλικών και την εγκατάσταση των εργολάβων.

### **Τέταρτη Φάση:** Υλοποίηση ή κατασκευή του έργου

Στο συγκεκριμένο στάδιο, συναντούμε την υλοποίηση, την κατασκευή, την ολοκλήρωση, την παράδοση και την αποδοχή του έργου από τον χρήστη. Είναι το στάδιο, όπου από την θεωρία και τις αρχικές εκτιμήσεις περνάμε στον τομέα της πράξης και συγκεκριμένα στην κατασκευή. Η κατασκευή του έργου εκτελείται σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί, υπό την επίβλεψη του εργολάβου. Η όλη διαδικασία απαιτεί το συντονισμό και την οργάνωση όλων των παραγωγικών συντελεστών για την ικανοποιητική ολοκλήρωση του έργου εντός των προθεσμιών και του προϋπολογισμού κόστους. Στο διάστημα μεσολάβησης της διαδικασίας

γίνονται εμφανείς οι προβλέψεις των μελετητών, τα σφάλματα με την επιλογή υλικών, αλλά και το κατά πόσο ικανή είναι η ομάδα εργασίας να φέρει εις πέρας την αποστολή της. Τελειώνοντας, η πρόοδος της εκτέλεσης του έργου ελέγχεται από τον ιδιοκτήτη ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

**Πέμπτη Φάση :** Λειτουργία και συντήρηση του έργου

Η τελευταία φάση του κύκλου ζωής του έργου αφορά στην ολοκλήρωση (περάτωση) και τη λειτουργία του έργου. Όσο και εάν η μελέτη και η κατασκευή του είναι ενδεχομένως τέλεια και ολοκληρωμένη, πάντοτε προκύπτει η ανάγκη για διορθωτικές ή βελτιωτικές μεταβολές, τόσο στη φάση της κατασκευής του, όσο και στη φάση της λειτουργίας του.

**Σχήμα 3: Κύκλος ζωής έργου**



Πηγή: Ρομπογιαννάκης(2016)

### **Χαρακτηριστικά του κύκλου ζωής του έργου**

- Οι ονομασίες που έχουν δοθεί στις πέντε φάσεις του έργου, αντιστοιχούν στα παραδοτέα αγαθά κάθε φάσης, δηλαδή σύλληψη, ανάθεση, σχεδιασμός, κατασκευή και παράδοση.
- Η διαδοχή των φάσεων του έργου, συνήθως σημαίνει μεταβίβαση ή παράδοση κάποιας μορφής τεχνολογίας από τη μία φάση στην επόμενη, πχ η εντολή-επιθυμία του πελάτη μεταβιβάζεται στην ομάδα σχεδιασμού και ανάπτυξης.
- Η κάθε φάση μπορεί να σχεδιαστεί και να ελεγχθεί σαν να ήταν από μόνη της ένα αυτόνομο έργο.
- Οι διάφορες φάσεις μπορούν να εκτελεστούν από διαφορετικά τμήματα της εταιρίας ή και από διαφορετικές εταιρίες.
- Μετά το πέρας της κάθε φάσης γίνεται απολογισμός τόσο των παραδοτέων αγαθών όσο και των επιδόσεων, ώστε να εκτιμηθεί αν το έργο μπορεί να προχωρήσει στην επόμενη φάση.

- Αν κατά τη μετάβαση του έργου από τη μία φάση στην άλλη, αλλάξουν οι αντικειμενικοί στόχοι, τότε πρέπει να υπάρξουν αλλαγές και στην διαδικασία διαχείρισης του έργου.

### 2.2.2 Κατηγοριοποίηση των έργων - Περιοχές εφαρμογής

#### Πίνακας 1: Πεδία Εφαρμογής Διαχείρισης Έργων

Αεροναυπηγική/Άμυνα/Οπλικά Συστήματα
Αυτοκινητοβιομηχανίες
Αυτοματισμοί
Σχεδιασμός/Προμήθειες/Κατασκευές (σε όλους τους οικονομικούς τομείς)
Περιβαλλοντική Διαχείριση (Πρόληψη μόλυνσης και αποκατάσταση συνεπειών)
Οικονομικές Υπηρεσίες (Τράπεζες, Επενδύσεις)
Κρατικά Έργα
Τεχνολογία Επικοινωνιών σε παγκόσμια κλίμακα
Ολυμπιακοί Αγώνες
Πληροφοριακά Συστήματα
Βιομηχανία
Πωλήσεις και Διαφήμιση
Ανάπτυξη νέων προϊόντων
Πετρέλαιο/Φυσικό αέριο/Πετροχημικά Προϊόντα
Φαρμακευτική
Μεταποιητικές Επιχειρήσεις
Ηλεκτρική/Αιολική/Υδροηλεκτρική ενέργεια
Συμβουλευτικές Υπηρεσίες

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

### 2.2.3 Χαρακτηριστικά τεχνικών έργων

Σύμφωνα με τον Πολύζο(2011) οι βασικές κατηγορίες τεχνικών έργων είναι οι εξής:

- Τα οικοδομικά έργα, τα οποία αφορούν κτιριακές εγκαταστάσεις.
- Τα υδραυλικά, λιμενικά και εγγειοβελτιωτικά έργα, στα οποία περιλαμβάνονται συστήματα ύδρευσης, λιμένες, αποχετεύσεις κλπ.
- Τα συγκοινωνιακά έργα, τα οποία αφορούν στην κατασκευή δρόμων, αεροδρομίων, σιδηροδρόμων κλπ.
- Τα υπόγεια έργα, που περιλαμβάνουν την κατασκευή σηράγγων, υπόγειων σιδηροδρόμων, κλπ.
- Τα ενεργειακά και τηλεπικοινωνιακά έργα, που αφορούν σε υποδομές παροχής ηλεκτρισμού, δίκτυα τηλεπικοινωνιών, αγωγούς πετρελαίου ή αερίου κλπ.
- Τα μηχανολογικά έργα, που περιλαμβάνουν την κατασκευή μηχανολογικών εγκαταστάσεων όπως πτυσσόμενες γέφυρες κλπ.

### 2.3 Διοίκηση - Διαχείριση έργου

Διοίκηση - Διαχείριση έργου ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία γίνεται εφαρμογή τεχνικών εργαλείων, δεξιοτήτων και γνώσης στις εργασίες του έργου, με σκοπό να ικανοποιηθούν οι ανάγκες του έργου (PMI, 2013). Η διοίκηση έργων

επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης και της ολοκλήρωσης των διεργασιών διοίκησης έργου για την έναρξη, προγραμματισμό, εκτέλεση, παρακολούθηση και έλεγχο, και ολοκλήρωση.

Επιπροσθέτως, η διοίκηση ενός έργου περιλαμβάνει:

- Προσδιορισμό των απαιτήσεων
- Καθορισμό σαφών και επιτεύξιμων στόχων
- Εξισορρόπηση των ανταγωνιστικών αιτημάτων για ποιότητα, φυσικό αντικείμενο, χρόνο και κόστος
- Προσαρμογή των προδιαγραφών, σχεδίων και προσεγγίσεων στις διαφορετικές ανάγκες και προσδοκίες των διαφόρων συμμετεχόντων.

### 2.3.1 Ιστορία της Διοίκησης – Διαχείρισης έργου

Η Διοίκηση – Διαχείριση έργου δεν αποτελεί ένα νέο φαινόμενο, είναι ένα απίστευτα μεγάλο γνωστικό πεδίο με πολλές πληροφορίες επί τούτου, καθώς επίσης και συνεχώς εξελισσόμενο. Τώρα, όσον αφορά το πότε ανακαλύφθηκε, υπάρχουν αρκετά στοιχεία που αποδεικνύουν προσπάθειες διαχείρισης έργων κατά την αρχαιότητα.

Οι Σουμέριοι ανέπτυξαν οργανωμένο σύστημα συλλογής και διαχείρισης τεράστιων ποσοτήτων αγροτικών προϊόντων και ένα σύστημα απογραφής περιουσιών. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι με τις τεράστιες αρχιτεκτονικές τους κατασκευές (πυραμίδες) αποκαλύπτουν οργανωμένη προσπάθεια στον τομέα του σχεδιασμού, της διοίκησης αλλά και του ελέγχου της κατασκευής. Επίσης, οι Βαβυλώνιοι επινόησαν μεθόδους για τον έλεγχο της παραγωγής και τα συστήματα πριμοδότησης, ενώ, οι Κινέζοι κατέβαλλαν συνεχή προσπάθεια για την μελέτη και την ανάπτυξη βασικών αρχών διοίκησης (Σινικό τείχος). Αφενός, είχαμε τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους όπου γνώριζαν τη σημασία του ρυθμού στην εργασία για τη βελτίωση της παραγωγής, αλλά και με τις ιδέες τους όπου βοήθησαν με τον καταμερισμό των εργασιών. Αφετέρου, συναντούμε τους Ρωμαίους όπου απέκτησαν αποτελεσματική διοικητική εμπειρία λόγω της οργάνωσης των περιοχών της αυτοκρατορίας τους.

Εκτενέστερα, συναντούμε τους (Carayannis, Kwak and Anbari, 2003) όπου θεωρούν πως η ιστορία της σύγχρονης διαχείρισης έργου μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις διακριτές περιόδους:

- 1) **Η περίοδος πριν το 1958:** Η περίοδος , χαρακτηρίζεται από ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και ιδιαίτερα των μεταφορών, η οποία είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου επίτευξης των έργων. Κατά την περίοδο αυτή τέθηκαν τα θεμέλια της επιστήμης της διαχείρισης έργων , με αξιοσημείωτο ορόσημο τη θεωρία του Fayol (1916) σε σχέση με τις πέντε (5) λειτουργίες της διαχείρισης(**management functions**)<sup>1</sup>.
- 2) **Η περίοδος 1958-1979:** Στην συγκεκριμένη περίοδο συναντούμε μεγάλα τεχνολογικά γεγονότα μερικά εξ' αυτών να είναι, η εισαγωγή του αυτόματου φωτοτυπικού από τη Xerox το 1959, η επιτυχία του προγράμματος Apollo από τη NASA, η ίδρυση της Microsoft το 1975, η εφεύρεση του πρώτου RAM (Random Access Memory) το 1968, ενώ οι πρώτοι μικροεπεξεργαστές ήρθαν

<sup>1</sup> Οι πέντε λειτουργίες της διαχείρισης (management functions) σύμφωνα με τον Fayol είναι: (1) Ο σχεδιασμός,(2)η οργάνωση, (3) ο συντονισμός, (4) ο έλεγχος και (5) η εντολή.

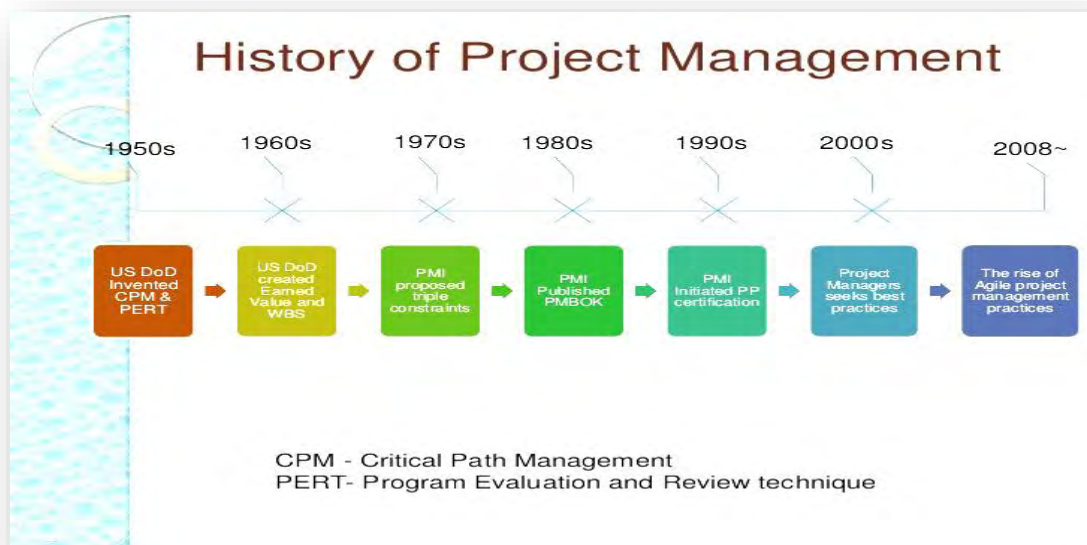
το 1971, σημειώνοντας άλματα στην τεχνολογία των υπολογιστών. Όσον αφορά στην διαχείριση έργων, η εισαγωγή εργαλείων όπως η Τεχνική Αποτίμησης και Αναθεώρησης Προγράμματος (Program Evaluation Review Technique, PERT) και η Μέθοδος Κρίσιμης Διαδρομής (Critical Path Method, CMP) ήταν σημαντικής σημασίας για την ανάπτυξη της επιστήμης.

- 3) **Η περίοδος 1980-1994:** Η δεκαετία του '80 έφερε σημαντική ανάπτυξη στην τεχνολογία των πληροφοριών (Information Technology, IT) και τα πληροφοριακά συστήματα (Information Systems, IS), με ορόσημο την εφεύρεση του Internet και την εξάπλωσή του. Κατά την περίοδο αυτή δόθηκε περισσότερο βάρος και στην επιστήμη της διαχείρισης κινδύνου (Risk Management) συγκεκριμένα μετά το ατυχές συμβάν της καταστροφής του διαστημικού σκάφους Challenger το 1986.
- 4) **Η περίοδος από το 1995 και έπειτα:** Η ευρεία χρήση του διαδικτύου (Internet) κατέστησε εφικτό σε οργανισμούς και επιχειρήσεις να ελέγχουν και να διαχειρίζονται αποτελεσματικότερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια τα έργα τους. Εκείνη την εποχή, επειδή η χρήση του διαδικτύου είχε αυξηθεί κατακόρυφα, το ίδιο συνέβη και με την χρήση των υπολογιστικών συστημάτων από την οπτική πλευρά των επιχειρήσεων. Κορυφαίο ζήτημα τότε, αποτέλεσε ο κίνδυνος που διέτρεχαν τα υπολογιστικά συστήματα με αποτέλεσμα να δοθεί μεγάλη προσοχή στην καταπολέμηση (διαχείριση κινδύνου).

### **Εισαγωγή γνωστικού πεδίου**

Πατέρας του γνωστικού πεδίου της διαχείρισης έργων θεωρείται ο Henry Gantt, που εισήγαγε τις αρχές του προγραμματισμού και ελέγχου στη διαχείριση έργων. Το γνωστό διάγραμμα Gantt, είναι ένα ραβδόγραμμα που παρουσιάζει τις δραστηριότητες του έργου (ονομάσθηκε έτσι λόγω του ονόματός του). Ο Gantt μαζί με τον Taylor, ο οποίος έθεσε τις αρχές της επιστημονικής διαχείρισης (scientific management), έθεσαν τις θεμέλιες αρχές της διαχείρισης έργων. Οι σύγχρονες αρχές της διαχείρισης έργων που έκαναν τη διαχείριση έργων ένα διακριτό γνωστικό αντικείμενο και επάγγελμα αναπτύχθηκαν στη δεκαετία του '50. Τη δεκαετία αυτή, αναπτύχθηκαν δύο βασικά μαθηματικά μοντέλα χρονοπρογραμματισμού δραστηριοτήτων. Οι μέθοδοι PERT (Program Evaluation and Review Technique) και CPM (Critical Path Method) οι οποίες αποτέλεσαν σταθμό στη διαχείριση έργων. Η διάδοση και αποδοχή των μεθόδων αυτών, έγινε με ταχύτατο τρόπο έτσι ώστε σήμερα να αποτελούν τις βασικές μεθόδους για τη διαχείριση έργων. Εδώ και χρόνια, ο χώρος της διαχείρισης έργων θεωρείται ιδιαίτερα ανεπτυγμένος και προσελκύει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε όλους τομείς (ιδιωτικός, δημόσιος τομέας, ακαδημαϊκή κοινότητα). Απόδειξη του γεγονότος αυτού, αποτελεί η ύπαρξη πολλών διεθνών οργανισμών που έχουν ως στόχο την ανάπτυξη του συγκεκριμένου γνωστικού πεδίου.

**Σχήμα 4: Η ιστορία του Project Management**



Πηγή: PMI (2013)

### **2.3.2 Ο ρόλος του project manager**

Ο ορισμός του project manager έχει να κάνει με τον άνθρωπο τον οποίο ασχολείται με τον κλάδο της διαχείρισης έργων και συγκεκριμένα σε επαγγελματικό επίπεδο. Οι συγκεκριμένοι άνθρωποι έχουν την ευθύνη του σχεδιασμού, απόκτησης, οργάνωσης, και εκτέλεσης ενός έργου είτε αυτό είναι τεχνικό ή μηχανολογικό είτε αφορά άλλο αντικείμενο, πχ (υπεύθυνος σε εταιρεία παροχής υπηρεσιών λογισμικού). Ο ρόλος του project manager είναι να ηγείται της ομάδας εργασίας, με σκοπό την υλοποίηση του έργου στο προγραμματισμένο κόστος ,στην αναμενόμενη ποιότητα και εντός του χρονικού περιθωρίου που έχει δοθεί.

Σύμφωνα με τον Fayol,(1916) ο project manager επιστρατεύει τις πέντε βασικές λειτουργίες της διαχείρισης έργων τον σχεδιασμό, την οργάνωση, τον συντονισμό, τον έλεγχο και την εντολή.

- Η λειτουργία του σχεδιασμού είναι απαραίτητο θεμέλιο στην επιτυχία των στόχων του έργου. Είναι μια λειτουργία που προηγείται των υπολοίπων που όμως επαναλαμβάνεται σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου καθώς νέες πληροφορίες αντλούνται από τα αποτελέσματα των εργασιών.
- Η λειτουργία της οργάνωσης αφορά στο να καταστούν σαφείς οι ιεραρχικές σχέσεις ανάμεσα στα μέλη της ομάδας εργασίας και να δημιουργηθούν τα κατάλληλα κανάλια επικοινωνίας για την αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με την υλοποίηση του έργου.
- Η λειτουργία του συντονισμού αφορά στην αρμονική εκτέλεση των ενεργειών του έργου, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας. Έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή καθυστερήσεων και σπατάλης πόρων, την επίτευξη θετικών σχέσεων μεταξύ της ομάδας εργασίας και τη διασφάλιση ομαλού εργασιακού κλίματος και συνεχούς προόδου.



- Η λειτουργία της εντολής αφορά στην ύπαρξη ξεκάθαρων οδηγιών προς την ομάδα εργασίας σχετικά με το πώς θα εκτελέσουν τις ενέργειες.
- Η λειτουργία του ελέγχου αφορά στις ενέργειες του διαχειριστή (manager) αλλά και στις μεθόδους που επικαλείται έτσι ώστε να ενημερώνεται σχετικά με την ομαλή πρόοδο του έργου καθώς επίσης και την ανάγκη για διορθωτικές επεμβάσεις γενικότερα στο έργο.
- Εκτός από τις 5 βασικές λειτουργίες του Fayol, σημαντική λειτουργία την οποία αναλαμβάνει συνήθως ο διαχειριστής (manager) είναι αυτή της στελέχωσης του έργου. Η λειτουργία αυτή, αφορά την αναγνώριση των αναγκών του έργου στους τομείς των γνώσεων του προσωπικού δυναμικού, καθώς επίσης στην ικανότητα για την πρόσληψη των κατάλληλων ατόμων και ομάδων για την εκτέλεσή του.

### **2.3.3 Παράγοντες Επιτυχίας στη Διοίκηση Έργου**

Ο διαχειριστής έργου (project manager) πρέπει να πραγματοποιεί ταυτόχρονα πολλές εργασίες. Οφείλει, με βάση την θέση την οποία διακατέχει, να λαμβάνει συνεχώς αποφάσεις σε όλα τα επίπεδα του έργου και συγκεκριμένα: στην χρήση πόρων, στις προσαρμογές του χρονοδιαγράμματος, σε θέματα προϋπολογισμού, στην διαχείριση ανθρώπινων σχέσεων, στην επικοινωνία καθώς επίσης και στα τεχνικά προβλήματα που ενδεχομένως θα προκύψουν στην πορεία.

Ο Ramaiya Balachandra (1997) έχει ορίσει τους παρακάτω 10 παράγοντες επιτυχίας:

**1. Στόχος έργου:** Ο ορισμός ξεκάθαρων στόχων αποτελεί καταλυτικό παράγοντα για τον προγραμματισμό και την εκτέλεση ενός έργου. Η κατανόηση των μέτρων απόδοσης και αξιολόγησης είναι σημαντική ώστε να γίνεται καλός συντονισμός.

**2. Υποστήριξη από την πλευρά της διοίκησης:** Ο ανταγωνισμός για πόρους σε συνδυασμό με το μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας που διέπουν ένα έργο, συχνά οδηγούν σε σύγκρουση και κρίση. Η συνεχής παρουσία της διοίκησης σε ολόκληρο το κύκλο ζωής του έργου βοηθά στην κατανόηση του στόχου του έργου.

**3. Προγραμματισμός έργου:** Η μετατροπή του στόχου και των μέτρων απόδοσης σε ένα εφικτό πλάνο είναι ο σύνδεσμος μεταξύ της φάσης θεωρητικού σχεδιασμού (conceptual design) και της φάσης παραγωγής. Ένα λεπτομερειακό πλάνο που να καλύπτει θέματα τεχνικά, οικονομικά, οργανωτικά, επικοινωνίας, ελέγχου και χρονοδιαγράμματος είναι η βάση για την υλοποίηση. Ο προγραμματισμός δεν τελειώνει όταν ξεκινά η εκτέλεση καθώς οι ανάγκες για αλλαγές ή μετατροπές είναι συνεχής. Ο προγραμματισμός είναι συνεπώς δυναμικός και διαρκής και συνδέει τους εναλλασσόμενους στόχους και την απόδοση με τα τελικά αποτελέσματα.

**4. Συνεργασία με τον Πελάτη:** Ο τελικός χρήστης του έργου είναι και ο τελικός κριτής της επιτυχίας του. Ένα έργο το οποίο τελείωσε εγκαίρως, σύμφωνα με τα επιθυμητά τεχνικά χαρακτηριστικά και εντός του προϋπολογισμού, αλλά δε χρησιμοποιήθηκε ποτέ ή σπανίως μπορεί με βεβαιότητα να θεωρηθεί αποτυχία. Στη φάση θεωρητικού σχεδιασμού είναι πολύ σημαντικό να έχουμε καλή επικοινωνία με τον πελάτη (εσωτερικό ή εξωτερικό), ώστε οι στόχοι που θα τεθούν να είναι πλήρως ευθυγραμμισμένοι με τις ανάγκες του πελάτη. Στις επόμενες φάσεις, είναι απαραίτητη η συνεχής συνεργασία με τον πελάτη ώστε να διορθώνονται πιθανά λάθη κατά τη

μετατροπή των στόχων σε μέτρα απόδοσης. Ωστόσο, λόγω εναλλασσόμενων αναγκών και συνθηκών, παρόλο που στις πρώτες φάσεις είναι χρήσιμο να υπάρχει μη δήλωση των ακριβών αναγκών του πελάτη, αυτό πιθανά παύει να ισχύει στη φάση προγραμματισμού ή υλοποίησης. Το σύστημα configuration management αποτελεί σύνδεσμο μεταξύ υπαρχόντων πλάνων και change requests του πελάτη και της ομάδας του έργου.

**5. Θέματα προσωπικού:** Η ικανοποιητική επίτευξη των τεχνικών στόχων χωρίς να παραβιαστεί το χρονοδιάγραμμα ή ο προϋπολογισμός δε σημαίνει ότι το έργο είναι απολύτως επιτυχημένο, ακόμη και αν ο πελάτης είναι ευχαριστημένος. Εάν οι διάφοροι εμπλεκόμενοι στο έργο δε διατηρούν καλές σχέσεις, η επιτυχία του έργου είναι αμφισβητούμενη, καθώς η καλή συνεργασία και η αφοσίωση στο έργο είναι απαραίτητες για την επιτυχία.

**6. Τεχνικά θέματα:** Η τεχνική κατάρτιση του προσωπικού και η εκπλήρωση των τεχνικών προδιαγραφών πρέπει να είναι από τις πρώτες έννοιες ενός project manager καθώς χωρίς αυτές ένα έργο δεν μπορεί να ολοκληρωθεί.

**7. Αποδοχή από τον πελάτη:** Η συνεχής συνεργασία (consultation) με τον πελάτη καθ' όλο τον κύκλο ζωής ενός έργου αυξάνει την πιθανότητα επιτυχίας, όσον αφορά την αποδοχή χρήστη. Στα τελικά στάδια της υλοποίησης, ο πελάτης πρέπει να κρίνει το έργο που προκύπτει και να αποφασίσει εάν είναι αποδεκτό ή όχι. Σε περίπτωση που το έργο δε γίνει αποδεκτό σε αυτό το στάδιο, τότε είναι αποτυχημένο.

**8. Έλεγχος έργου:** Η συνεχής ροή πληροφοριών σχετικά με την πραγματική πρόοδο και ο μηχανισμός ανατροφοδότησης επιτρέπουν στον project manager να αντιμετωπίζει την αβεβαιότητα. Συγκρίνοντας την πραγματική πρόοδο με τα τρέχοντα πλάνα, ο project manager μπορεί να διακρίνει παρεκκλίσεις, να αναμένει προβλήματα και να ξεκινά διορθωτικές κινήσεις. Οι όποιες παρεκκλίσεις από τα αρχικά πλάνα μπορούν να διορθωθούν όταν γίνουν αντιληπτές εγκαίρως.

**9. Επικοινωνία:** Η επιτυχής μετάβαση ανάμεσα στις φάσεις του κύκλου ζωής ενός έργου και ο καλός συντονισμός ανάμεσα στους συμμετέχοντες σε κάθε φάση απαιτεί μία συνεχή ανταλλαγή πληροφοριών. Γενικά, η επικοινωνία διευκολύνεται εάν η γραμμή της εξουσίας είναι ξεκάθαρη. Η οργανωτική δομή του έργου πρέπει να περιγράφει τα κανάλια επικοινωνίας και το είδος της πληροφορίας που πρέπει να διέρχεται από αυτά. Επιπλέον, πρέπει να υπάρχει ξεκάθαρη οδηγία σχετικά με το πόσο συχνά πρέπει αυτές οι πληροφορίες να παράγονται και να μεταδίδονται. Οι επίσημες γραμμές επικοινωνίας, καθώς και η ανεπίσημη ροή ανάμεσα στα μέλη της ομάδας συνηγορούν στην επιτυχία του έργου.

**10. Επίλυση προβλημάτων:** Το σύστημα ελέγχου είναι σχεδιασμένο να μπορεί να βρίσκει τις προβληματικές περιοχές και, εάν είναι εφικτό, να βρίσκει την πηγή τους. Επειδή η αβεβαιότητα είναι συχνή πληγή για την ολοκλήρωση των έργων, η ανάπτυξη ενός εναλλακτικού σχεδίου (contingency plan), είναι καλό προληπτικό μέτρο. Η διαθεσιμότητα προετοιμασμένων πλάνων και διαδικασιών για τη διαχείριση προβλημάτων μπορεί να μειώσει τον κόπο που μπορεί να χρειαστεί ώστε να επιλυθούν και το έργο να ολοκληρωθεί μέχρι το σημείο, όπου δεν υπήρχαν αυτά.

Οι παραπάνω παράγοντες αποτελούν γενικές γραμμές, καθώς κάθε έργο είναι μοναδικό και οι ιδιαιτερότητες του απαιτούν διαφορετικό χειρισμό κατά περίπτωση.



### **2.3.4 Γνωστικές περιοχές διαχείρισης έργου κατά PMBOK**

Το Ινστιτούτο Διοίκησης Έργων (Project Management Institute – PMI®) είναι ενδεχομένως ο δημοφιλέστερος επιστημονικός οργανισμός παγκοσμίως σε θέματα Project Management. Το PMI® χρησιμοποιεί το πρότυπο που περιγράφεται στο Project Management Body of Knowledge (PMBOK®) και το οποίο παρέχει ένα κοινό λεξιλόγιο για συζήτηση, συγγραφή αλλά και γενικότερα εφαρμογή στο συγκεκριμένο αντικείμενο. Σίγουρα, ένα τέτοιο εγχειρίδιο αποτελεί ένα απαραίτητο στοιχείο ενός επαγγέλματος. Το PMBOK είναι δομημένο σε δέκα γνωστικές περιοχές καθεμιά από τις οποίες προσδιορίζει τις διαδικασίες τις οποίες πρέπει να εκτελέσουμε ώστε να ολοκληρωθεί με επιτυχία το έργο.

**Οι δέκα γνωστικές περιοχές που ορίζονται στο PMBOK είναι οι ακόλουθες (PMI, 2013):**

#### **1) Ενοποίηση έργου (project integration management)**

Στην συγκεκριμένη κατηγορία, ενοποιούνται οι βασικές διαδικασίες που εφαρμόζονται για τη διαχείριση του έργου με σκοπό τον συντονισμό των διαδικασιών του έργου. Βασικός στόχος της ενοποίησης έργου, είναι η ανάπτυξη του σχεδίου διοίκησης έργου (project management plan), όπου αποτελεί το σημαντικότερο παραδοτέο της διαχείρισης του έργου. Το σχέδιο διοίκησης έργου χρησιμοποιείται για να καθοδηγήσει την εκτέλεση του έργου, να τεκμηριώσει τις παραδοχές που έχουν γίνει για το έργο, να τεκμηριώσει τις αποφάσεις που έχουν ληφθεί, να τεκμηριώσει τις δραστηριότητες που θα εκτελεστούν, να καθορίσει τα πρότυπα που θα χρησιμοποιηθούν καθώς επίσης και τον τρόπο εφαρμογής, ελέγχου, αποδοχής των παραδοτέων. Επιπροσθέτως, μια επιπλέον βασική διαδικασία που εκτελείται στην συγκεκριμένη γνωστική περιοχή είναι ο ολοκληρωμένος έλεγχος αλλαγών (integrated change control). Ως ολοκληρωμένο έλεγχο αλλαγών ορίζουμε τη διαδικασία που περιλαμβάνει την ανασκόπηση όλων των αιτημάτων αλλαγών (change requests), την έγκριση/απόρριψη των αλλαγών καθώς και του ελέγχου των αλλαγών σε παραδοτέα (deliverables).

#### **2) Διαχείριση αντικειμένου εργασιών έργου (project scope management)**

Η διαχείριση αντικειμένου εργασιών έχει ως στόχο να προσδιορίσει επακριβώς όλες τις εργασίες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του έργου. Για τον σκοπό αυτό αναπτύσσεται μία λεπτομερής έκθεση που αφορά το αντικείμενο του έργου (project scope statement), η οποία αποτελεί τη βάση για μελλοντικές αποφάσεις του έργου όπου περιέχεται και η δομή ανάλυσης εργασιών (Work Breakdown Structure) του έργου, γνωστή ως WBS δομή. Η δομή WBS είναι ιεραρχική και αναλύει το έργο σε φάσεις (phases) και πακέτα εργασίας (work packages), μέχρι να καταλήξει στις συγκεκριμένες δραστηριότητες (activities) του έργου.

#### **3) Διαχείριση χρόνου έργου (project time management).**

Στόχος των διεργασιών διαχείρισης χρόνου είναι να εξασφαλίσουμε την έγκαιρη παράδοση του έργου. Για τον σκοπό αυτό χρειάζεται να προσδι-

ορίσουμε τις δραστηριότητες που απαιτούνται για την εκτέλεση του έργου, την αλληλουχία των δραστηριοτήτων, τη διάρκεια τους, κ.α. Το τελικό αποτέλεσμα είναι το χρονοδιάγραμμα (workplan) του έργου. Το χρονοδιάγραμμα (workplan) αποτελεί βασικό εργαλείο διαχείρισης και ελέγχου του έργου και χρησιμοποιείται για τον συντονισμό του προσωπικού του έργου, των πόρων, των εργασιών κλπ. Σε περίπτωση που υπάρξουν τυχόν καθυστερήσεις στην εκτέλεση των δραστηριοτήτων του έργου, αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους αλλά και την συνολική καθυστέρηση του έργου.

#### **4) Διαχείριση κόστους έργου (project cost management)**

Η διαχείριση κόστους του έργου αποτελεί ίσως την σημαντικότερη γνωστική περιοχή της διαχείρισης έργου, και αυτό, διότι, η οικονομική συνιστώσα είναι παρούσα και βασική σε όλα τα έργα. Βασικός στόχος της διαχείρισης κόστους αποτελεί η σύνταξη και η παρακολούθηση του προϋπολογισμού (budget) του έργου. Για τη σύνταξη του προϋπολογισμού απαιτείται η λεπτομερής κοστολόγηση όλων των δραστηριοτήτων αλλά και των πόρων που απαιτούνται για την εκτέλεση του έργου.

#### **5) Διαχείριση ποιότητας έργου (project quality management)**

Η διαχείριση ποιότητας σε ένα έργο περιλαμβάνει τον σχεδιασμό ποιότητας (quality planning), τη διασφάλιση ποιότητας (quality assurance) καθώς επίσης και τον ποιοτικό έλεγχο (quality control). Στόχος των τριών αυτών διαδικασιών, αποτελεί η εξασφάλιση της ικανοποίησης των αναγκών του έργου. Όσον αφορά τώρα για την προσέγγιση-μέτρηση της ποιότητας, μπορούμε να μετρήσουμε την απόδοση του συστήματος (performance), τα λειτουργικά του χαρακτηριστικά (features), την αξιοπιστία (reliability), την προσκόλληση στις προδιαγραφές και πρότυπα (conformance) κλπ. Όλα αυτά, προσδιορίζονται στη διαδικασία της ανάπτυξης του σχεδίου ποιότητας του έργου (project quality plan).

#### **6) Διαχείριση ανθρωπίνων πόρων έργου (project human resource management)**

Η διαχείριση ανθρωπίνων πόρων έργου, αποσκοπεί στην εύρεση της βέλτιστης οργανωτικής δομής που μπορεί να φέρει εις πέρας το έργο. Για το γεγονός όμως πως τα έργα γενικότερα, είναι προσωρινά και δεν αντιστοιχούν σε μια σταθερή οργανωτική δομή λόγω του διαφορετικού εγχειρήματος και αναγκών, θα πρέπει να συμμετέχουν σ' αυτό, άτομα από διαφορετικές οργανωτικές δομές, τμήματα κλπ. Επομένως, βασική προϋπόθεση αποτελεί η ανάγκη για την ανάπτυξη της ομάδας του έργου (team building). Τελειώνοντας, η συγκεκριμένη ενότητα εκτός από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, περιλαμβάνει επίσης, τη στελέχωση της ομάδας του έργου, τη διοίκηση του προσωπικού, τις ενέργειες για την ανάπτυξη του ομαδικού πνεύματος της ομάδας κ.λπ.

### **7) Διαχείριση επικοινωνίας έργου (project communication management)**

Στη συγκεκριμένη θεματική ενότητα, συναντούμε την διαχείριση επικοινωνίας έργου, όπου, επικεντρώνεται στις ενέργειες τις σχετικές με την αποτελεσματική συλλογή, διακίνηση αποθήκευση και χρήση των πληροφοριών απαραίτητων για την υλοποίηση του έργου, ανάμεσα στα μέλη της ομάδας εργασίας και τους λοιπούς ενδιαφερόμενους.

### **8) Διαχείριση κινδύνου έργου (project risk management)**

Η διαχείριση κινδύνου έργου αφορά στην αναγνώριση των κινδύνων και των παραγόντων αβεβαιότητας , τόσο κατά την κατασκευή του έργου όσο και κατά τη λειτουργία του και την αντιμετώπισή τους. Επίσης, η έννοια του ρίσκου 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 (Risk Monitoring and Control).

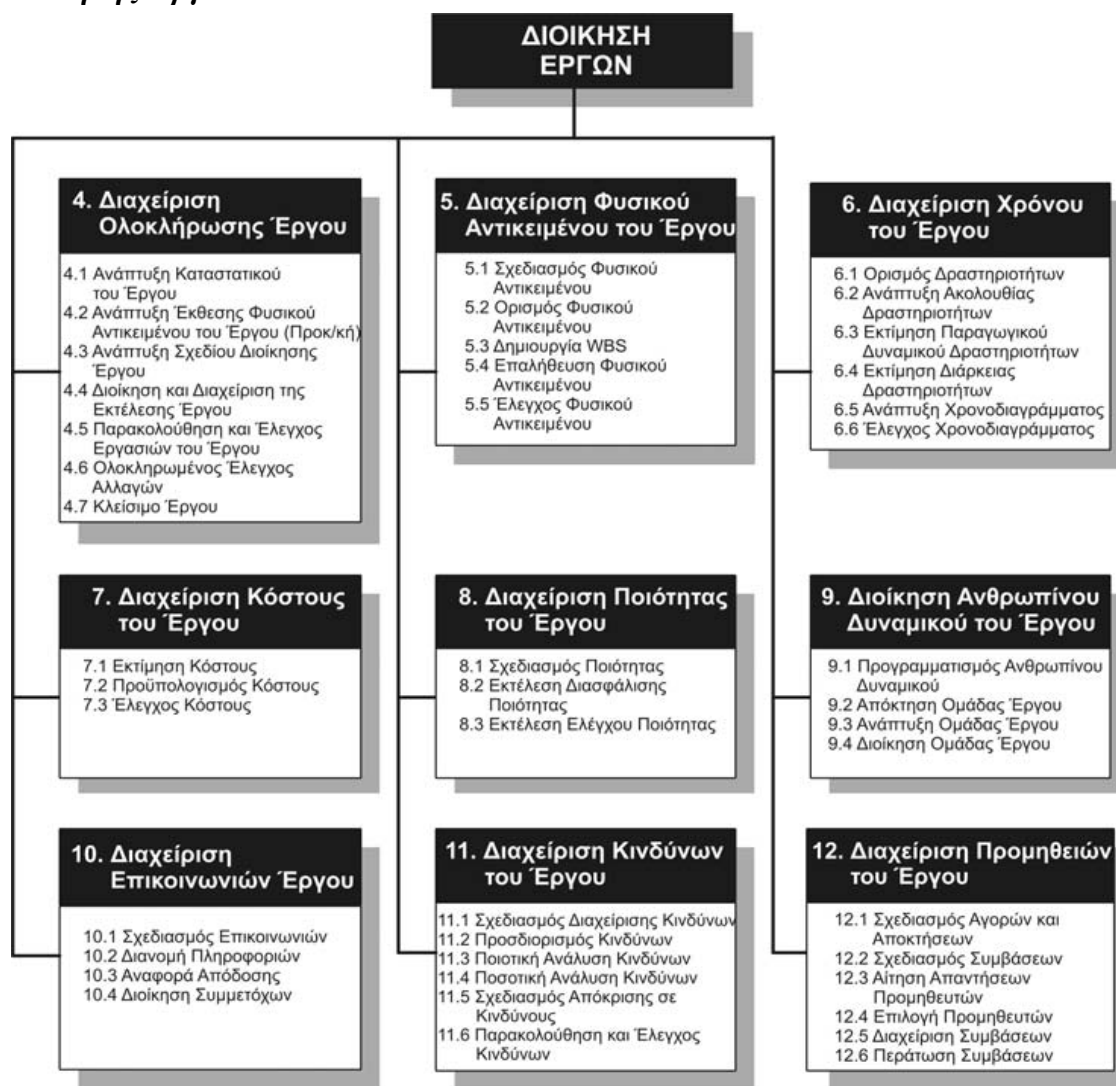
### **9) Διαχείριση Προμηθειών έργου (project procurement management)**

Η γνωστική περιοχή της διαχείρισης προμηθειών περιλαμβάνει τις ενέργειες σχετικά με την προμήθεια αγαθών και υπηρεσιών απαραίτητων για την υλοποίηση του έργου. Τέτοιου είδους ενέργειες, είναι η αναζήτηση και εύρεση προμηθευτών, ο έλεγχος των προμηθειών και όλες οι αποφάσεις που επηρεάζουν τη ροή των απαιτούμενων, για το έργο προμηθειών.

### **10) Διαχείριση συμμετεχόντων (stakeholder management)**

Η διαχείριση συμμετεχόντων, αφορά στην αναγνώριση των ατόμων ή των ομάδων που επηρεάζονται από το έργο, την σκιαγράφηση των απαιτήσεων και αναγκών τους, καθώς επίσης και την συχνή επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων για την αποφυγή εντάσεων. Η αποτελεσματική διαχείριση των συμμετεχόντων μερών δημιουργεί θετικές προσδοκίες από το έργο, μέσω της κατάλληλης διαχείρισης των προσδοκιών τους και συμφωνημένους στόχους.

**Σχήμα 5: Επισκόπηση των Γνωστικών Περιοχών και των Διεργασιών της Διοίκησης Έργων**



Πηγή: PMI 2013, PMBOK

### 2.3.5 Διεθνείς οργανισμοί και πρότυπα διαχείρισης έργων

Τα τελευταία έτη, πολλοί εθνικοί αλλά και διεθνείς οργανισμοί έχουν συσταθεί και πολλά διεθνή πρότυπα έχουν συνταχθεί, με στόχο την ανάπτυξη του project management (διαχείριση έργων). Μερικοί από τους πιο σημαντικούς οργανισμούς είναι οι εξής:

- Project Management Institute (PMI)
- International Project Management Association (IPMA)
- The Association for Project Management (APM),

Όσον αφορά τώρα, τα πρότυπα διαχείρισης έργων που έχουν αναπτυχθεί και θεωρούνται τα σημαντικότερα είναι τα εξής:

- Το εγχειρίδιο του οργανισμού PMI “Project Management Body Of Knowledge” (PMBOK)
- Το διεθνές πρότυπο ISO10006:2003 “Quality management systems, Guidelines for quality management in projects”

- Το βρετανικό πρότυπο BS6079-1:2002 “Project Management”
- Το πρότυπο “Project in a Controlled Environment” (PRINCE2), το οποίο είχε αρχικά αναπτυχθεί για τη Βρετανική Κυβέρνηση, αλλά πλέον χρησιμοποιείται παγκοσμίως από διάφορους οργανισμούς και φορείς.

Στην Ελλάδα, έχει αναπτυχθεί από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) το εθνικό πρότυπο ΕΛΟΤ 1429:2008 (1431-1,2,3), το οποίο είναι ένα σύστημα διαχειριστικής επάρκειας οργανισμών, όπου αποσκοπεί στην υλοποίηση έργων δημοσίου χαρακτήρα, καθώς, επίσης και οι αντίστοιχοι οδηγοί εφαρμογής του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

#### 3.1 Βασικές έννοιες και χαρακτηριστικά του κινδύνου

##### 3.1.1 Γενικά

Η ζωή, γενικότερα, είναι συνυφασμένη με την αβεβαιότητα και τον κίνδυνο. Το ίδιο συμβαίνει λοιπόν και με το έργο. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, κάθε έργο είναι μοναδικό και στην ουσία έχει τις δικές του ιδιαιτερότητες. Ο κύκλος ζωής του καθενός όμως, περιέχει τα ίδια στάδια εξέλιξης πχ (σύλληψη ιδέας, σχεδιασμός και εκτέλεση έργου, κλπ). Μέσα σε όλο αυτό το διάστημα που μεσολαβεί ελλοχεύει και ο κίνδυνος. Όπως είναι ευρέως γνωστό, ο κίνδυνος έχει συνήθως αρνητική σημασία καθώς, αναφέρεται σε κάποια κατάσταση ανεπιθύμητη, όπου συνεπάγονται αρνητικές συνέπειες και προκαλούνται βλάβες.

Η έννοια του κινδύνου στη διαχείριση έργων δεν έχει αποκλειστικά αρνητικό χαρακτήρα. Το PMBOK (2013) ορίζει τον κίνδυνο ως « **το αβέβαιο γεγονός ή κατάσταση που εάν πραγματοποιηθεί, έχει θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις σε έναν ή περισσότερους στόχους του έργου**». Ένας κίνδυνος μπορεί δηλαδή να έχει θετικό χαρακτήρα, ανάλογα με το εάν οι συνέπειές που επιφέρει στο έργο η πραγματοποίησή του είναι θετικές ή αρνητικές. Μπορεί να ειπωθεί λοιπόν πως η έννοια του κινδύνου στη διαχείριση έργων περιλαμβάνει τόσο τον «κίνδυνο» με την συνήθη αρνητική του έννοια (“downside risk” ή «ανεπιθύμητος κίνδυνος») όσο και τον «κίνδυνο» με τη μορφή της ευκαιρίας (“upside risk” ή επιθυμητός κίνδυνος).

##### 3.1.2 Δομή κινδύνων

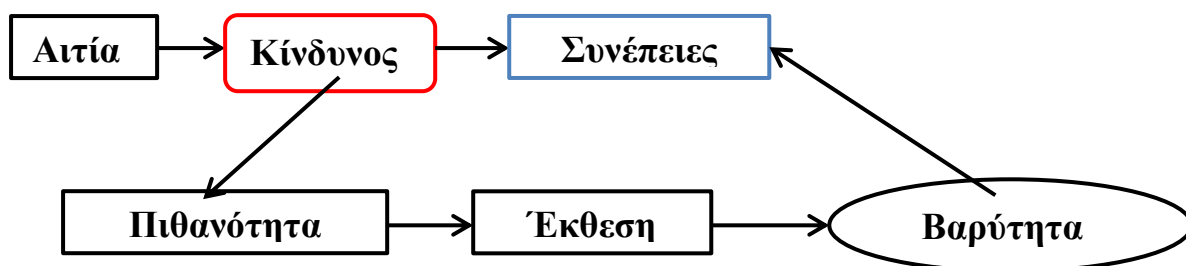
Οι βασικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν κάθε κίνδυνο είναι δυο:

- 1) **Αιτία κινδύνου (risk cause)** : η οποία αποτελείται από τους συντελεστές αβεβαιότητας του έργου ή απλούστερα από οποιοδήποτε γεγονός μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο
- 2) **Έκθεση στον κίνδυνο (risk exposure)**: η οποία αποτελείται από δύο συνιστώσες
  - Την πιθανότητα εμφάνισης ( probability) του επιθυμητού ή μη γεγονότος
  - Την επίπτωση ή το αποτέλεσμα (impact) που επιφέρει η πραγματοποίηση του γεγονότος

Διαφορετικά, η έκθεση στον κίνδυνο μπορεί να γραφεί ως συνάρτηση των δύο προαναφερθέντων παραγόντων:

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

Σχήμα 6: Η δομή του κινδύνου



Πηγή: Πολύζος (2017), Ιδία επεξεργασία

### 3.1.3 Κατηγοριοποίηση κινδύνων

Σύμφωνα με τον Πολύζο(2017), η επιλογή της μεθόδου που θα εφαρμοστεί για την κατηγοριοποίηση των κινδύνων και τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν, εξαρτώνται από την κρίση του μελετητή. Τα συνηθέστερα κριτήρια κατηγοριοποίησης των κινδύνων είναι τα εξής:

#### 1) Η ικανότητα πρόβλεψης του κινδύνου

- **Γνωστοί κίνδυνοι** (known risks), θεωρούνται εκείνοι για τους οποίους υπάρχει η δυνατότητα πρόβλεψης, ανάλυσης και δημιουργίας σχεδίου αντιμετώπισής τους.
- **Άγνωστοι κίνδυνοι** (unknown risks), θεωρούνται εκείνοι για τους οποίους δεν μπορεί να υπάρξει πρόβλεψη και περιγραφή, άρα είναι αδύνατο να τύχουν προληπτικής διαχείρισης. Συνήθως, οι κίνδυνοι αυτοί είναι είτε αποτέλεσμα της μοναδικότητας του έργου, είτε αποτέλεσμα μη προβλέψιμων εξωτερικών παραγόντων.

#### 2) Η προέλευση του κινδύνου

- **Εσωτερικοί κίνδυνοι** (internal risks), είναι όσοι δημιουργούνται από γεγονότα που πραγματοποιούνται εντός του πλαισίου εκτέλεσης του έργου. Το βασικό κριτήριο χαρακτηρισμού ενός κινδύνου ως εσωτερικού, είναι η επιρροή του φορέα του έργου στην πιθανότητα εμφάνισης και τις συνέπειές του.
- **Εξωτερικοί κίνδυνοι** (external risks), είναι όσοι προκαλούνται από γεγονότα που πραγματοποιούνται εκτός του πλαισίου εκτέλεσης του έργου. Το βασικό κριτήριο χαρακτηρισμού ενός κινδύνου ως εξωτερικού είναι η αδυναμία του φορέα του έργου να επηρεάσει την πιθανότητα εμφάνισής του.

#### 3) Οι συνέπειες του κινδύνου

- **Τεχνικές**, οι οποίες επηρεάζουν τις τεχνικές παραμέτρους του έργου και είναι δυνατόν να σχετίζονται με την αλληλεξάρτηση των κατασκευαστικών διαδικασιών, τη βελτίωση της τεχνολογίας στην κατασκευή, την επικοινωνία, την επεξεργασία δεδομένων, τις μεθόδους αποθήκευσης, ελέγχου αποθεμάτων και διανομής.
- **Οικονομικές**, οι οποίες είναι δυνατόν, να σχετίζονται με μη ικανοποιητικές προβλέψεις του πληθωρισμού και των εξελίξεων στις τιμές υλικών και

εργασίας ή με λανθασμένες οικονομικές αποφάσεις και μπορεί να έχουν οικονομική επιβάρυνση στο κόστος του έργου.

- **Υλικές και φυσικές**, οι οποίες είναι δυνατόν να σχετίζονται με ζημιές στις εγκαταστάσεις λόγω σεισμού, πυρκαγιάς, έκρηξης, πλημμυρών και θεομηνιών.
- **Κοινωνικές**, οι οποίες μπορεί να σχετίζονται με μεταβολές στην κοινή γνώμη που έχουν επίδραση στο έργο, όπως είναι η αντίθεση της κοινής γνώμης στο έργο λόγω περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, η έγερση ηθικών ζητημάτων κλπ.
- **Πολιτικές**, οι οποίες συνήθως σχετίζονται με αρνητικές για το έργο κυβερνητικές παρεμβάσεις, αλλαγές στη νομοθεσία για τα έργα, πράξεις ξένων κυβερνήσεων, πληθωριστικές/αντιπληθωριστικές πολιτικές, περιορισμοί εξαγωγής/εισαγωγών, συμμαχίες εμπορικών συναλλαγών, κλπ.
- **Νομικές**, οι οποίες σχετίζονται συνήθως με ασαφή νομικά στοιχεία και διατάξεις, θεσμικά θέματα, συμβατικά θέματα κλπ.

#### 4) Η φύση του κινδύνου

- **Ευκαιρίες**, οι οποίες συνδέονται με τη θετική εξέλιξη που επιφέρει ένα απρόβλεπτο γεγονός ή διαφορετικά με τις θετικές επιδράσεις της πραγματοποίησης ενός γεγονότος στην εξέλιξη ενός έργου.
- **Απειλές**, οι οποίες αποτελούν τον <<αντίποδα>> των ευκαιριών και αφορούν στα αρνητικά αποτελέσματα που επιφέρει η πραγματοποίηση ενός γεγονότος.

#### 5) Η εγγενής αβεβαιότητα και οι αμυγείς κίνδυνοι

- **Η εγγενής αβεβαιότητα** απεικονίζεται με τη διακύμανση ενός μεγέθους που εκφράζει τον κίνδυνο ως προς μία μέση τιμή.
- **Ως αμυγείς** χαρακτηρίζονται οι κίνδυνοι που δεν διακρίνονται από εγγενή αβεβαιότητα ή διαφορετικά, δεν ανήκουν στην κατηγορία των κινδύνων που θα μπορούσαν υπό ορισμένες προϋποθέσεις να ελεγχθούν.

### 3.2 Διαχείριση Κινδύνου στα Έργα

#### 3.2.1 Γενικά

Η έννοια του κινδύνου στη διαχείριση του έργου, αποσκοπεί στη μεγιστοποίηση των πιθανοτήτων εμφάνισης των θετικών επιδράσεων ενός γεγονότος, κατά την εξέλιξη-κατασκευή ενός έργου, και συνεπώς την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιδράσεων. Γενικότερα, έχει παρατηρηθεί πως η απουσία του κινδύνου ή ενδεχομένως η εξάλειψή του, είναι σχεδόν αδύνατη.

Η ανάπτυξη της ξεκίνησε κυρίως στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, ενώ την τελευταία τριακονταετία έχει γνωρίσει μεγάλη πρόοδο. Η διαχείριση κινδύνου έχει τεράστια σημασία και βαρύτητα στη λήψη αποφάσεων, αλλά και στο σχεδιασμό των έργων. Ο επικεφαλής μηχανικός ή διευθυντής του έργου, επιδιώκει την αναγνώριση και την αξιολόγηση της σημασίας κάθε κινδύνου. Στη συνέχεια, προτείνει μέτρα για την ελαχιστοποίησή του, έως ότου αυτός, φτάσει σε ανεκτό επίπεδο, στο οποίο δεν απαιτούνται πρόσθετα μέτρα για την περαιτέρω μείωσή του.



### **3.2.2 Πλεονεκτήματα και αδυναμίες σε μια αποτελεσματική διαδικασία της διαχείρισης κινδύνου**

Σύμφωνα με τον Πολύζο(2017) τα βασικά πλεονεκτήματα που επιφέρει μια αποτελεσματική διαχείριση κινδύνου, έχουν ως εξής:

- Καλύτερος έλεγχος της αβεβαιότητας στην εκτέλεση ορισμένων δραστηριοτήτων ενός έργου, αφού η αναγνώριση των κινδύνων και η λήψη μέτρων για την εξάλειψή τους, μειώνει αρκετά τις πιθανές αρνητικές επιδράσεις τους. Ο έλεγχος της αβεβαιότητας βελτιώνει το επίπεδο της αυτοπεποίθησης, αφού περιορίζονται οι πιθανότητες αρνητικών εξελίξεων στο έργο και εμπνέεται σιγουριά για το μέλλον.
- Η συστηματική διαχείριση κινδύνου εξυπηρετεί στην καλύτερη επίτευξη των στόχων του έργου δια μέσου της επιβολής περιορισμών για τη μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισης απρόβλεπτων και επιζήμιων.
- Η μεγιστοποίηση του συνολικού οφέλους δια μέσου της αποτελεσματικής διαχείρισης, αφού η ιεράρχηση των κινδύνων με κριτήριο τη σοβαρότητα των συνεπειών τους στο έργο, εξυπηρετεί την ορθολογική διάθεση των διαθέσιμων πόρων για την αντιμετώπιση των κινδύνων και την ελαχιστοποίηση του κόστους στο έργο ή την επίτευξη του μεγαλύτερου οφέλους.
- Καλύτερη επικοινωνία ομάδας εργασίας, αφού κατά την αναγνώριση και αντιμετώπιση του κινδύνου, δίνεται η δυνατότητα ολικής θεώρησης του έργου, από πολλές οπτικές γωνίες. Η διατύπωση και η ανάλυση των απόψεων από την ομάδα εργασίας σχετικών με τις ευκαιρίες και τα αδύνατα σημεία του έργου, επιτρέπουν την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας και αναδεικνύουν την εμπειρία των μελών της ομάδας από προηγούμενα έργα.

Σίγουρα, η διαχείριση κινδύνου παρά τα πλεονεκτήματα που προσφέρει, δεν παύει να είναι μία δύσκολη διαδικασία όπου χαρακτηρίζεται από ορισμένες αδυναμίες. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως πρόκειται για μία χρονοβόρα διαδικασία και σε καμία περίπτωση δεν ενδείκνυται για απλές αποφάσεις, σε αντίθεση με περίπλοκα προβλήματα στα οποία θεωρείται απαραίτητη.

Ένα άλλο θέμα με ιδιαίτερη σημασία αποτελεί ο διαφορετικός τρόπος εκτίμησης και αντίληψης του κινδύνου από τους ενδιαφερόμενους. Η διαφορετική αντίληψη του κινδύνου διαφοροποιεί τη στάση κάθε ενδιαφερόμενου. Όμως, η στάση αυτή χαρακτηρίζεται από τρεις συνιστώσες, όπου έχουν ως εξής:

- 1) Διάθεση ανάληψης κινδύνου (risk appetite), η οποία αφορά στο μέγεθος του κινδύνου, όπου οι ενδιαφερόμενοι είναι πρόθυμοι να αναλάβουν με αντάλλαγμα, πιθανά μελλοντικά οφέλη.
- 2) Ανοχή κινδύνου (risk tolerance), η οποία αφορά στο μέγεθος του κινδύνου, τις επιπτώσεις του οποίου οι ενδιαφερόμενοι και η ομάδα εργασίας μπορούν να αντιμετωπίσουν
- 3) Όριο κινδύνου (risk threshold), το οποίο χαρακτηρίζεται από ένα ανώτερο επίπεδο αβεβαιότητας. Αν το επίπεδο αβεβαιότητας υπερβαίνει αυτό το όριο,

τότε η ομάδα εργασίας και οι ενδιαφερόμενοι θα επιλέξουν να μην αναλάβουν τον κίνδυνο.

### 3.3 Διαδικασίες διαχείρισης κινδύνου

Η ανάγκη για αποτελεσματική διαχείριση του κινδύνου στα έργα, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πολλών προσεγγίσεων επί του θέματος. Τα τελευταία χρόνια, έχει παρατηρηθεί μεγάλη εξέλιξη στο αντικείμενο της διαχείρισης κινδύνου. Η περίπλοκη όμως φύση των έργων, καθώς επίσης και οι διάφοροι παράγοντες που την χαρακτηρίζουν, όπως η περιπλοκότητα και η μοναδικότητα σε συνδυασμό πάντα, με την υποκειμενική προσέγγιση του εκάστοτε μελετητή, δεν έχουν επιτρέψει τη διαμόρφωση ενός γενικού προτύπου κατάλληλου για την εφαρμογή σε κάθε τύπου έργο. Βέβαια, παρά το γεγονός αυτό, υπάρχει η δυνατότητα ταξινόμησης των διαδικασιών διαχείρισης του κινδύνου, όπου περιλαμβάνονται τα εξής στάδια (PMI, 2013):

- 1) Σχέδιο διαχείρισης κινδύνου
- 2) Αναγνώριση κινδύνων
- 3) Ποιοτική ανάλυση κινδύνων
- 4) Ποσοτική ανάλυση των κινδύνων
- 5) Σχεδιασμός αντιμετώπισης των κινδύνων
- 6) Έλεγχος και παρακολούθηση των κινδύνων

Χρήζει αναφοράς το γεγονός πως, η διαχείριση κινδύνου αποτελεί βασική δραστηριότητα των πρώτων σταδίων του κύκλου ζωής του έργου, η διάρκεια της οποίας εξαντλείται με το πέρας του έργου, ενώ το περιεχόμενο των διαδικασιών της, προσαρμόζεται και εμπλουτίζεται σύμφωνα με τα εκάστοτε δεδομένα που προκύπτουν κατά την υλοποίηση του έργου.

#### 3.3.1 Σχέδιο διαχείρισης κινδύνου (*Plan risk management*)

Το πρώτο στάδιο στη διαδικασία της διαχείρισης κινδύνου, περιλαμβάνει τη διαμόρφωση του σχεδίου διαχείρισης του κινδύνου, όπου καθορίζεται η κατάλληλη στρατηγική που θα ακολουθήσει η ομάδα εργασίας, όσον αφορά την υλοποίηση του της κατασκευής του έργου. Στο συγκεκριμένο στάδιο, γίνεται η αναγνώριση της προέλευσης αλλά και φύσης των κινδύνων, ενώ, παράλληλα χρησιμοποιούνται εργαλεία, όπως, πχ τεχνικές ανάλυσης, συμβουλευτική καθοδήγηση από ειδικούς, επιστήμονες, καθώς επίσης και project managers με ανάλογη εμπειρία σε παρόμοια έργα. Επιπροσθέτως, περιέχονται και οι συνεδριάσεις μεταξύ των ενδιαφερομένων και της ομάδας εργασίας. Σημαντικός παράγοντας στο συγκεκριμένο στάδιο αποτελεί, η σωστή αποτύπωση των πραγματικών αναγκών του έργου, έτσι ώστε να αποφευχθούν τα μεγαλύτερα προβλήματα, μετέπειτα.

Τώρα, όσον αφορά το σχέδιο διαχείρισης του κινδύνου πρέπει να περιέχει πληροφορίες όπως:

- Η μεθοδολογία αναφορικά με τα εργαλεία διαχείρισης κινδύνου, τις πηγές πληροφοριών που θα χρησιμοποιηθεί από την πλευρά των μελετητών κλπ
- Τα χρονοδιαγράμματα διαχείρισης κινδύνου, όπου θα αναφέρεται η συχνότητα αναθεώρησης της μελέτης

- Η κατηγοριοποίηση κινδύνων σύμφωνα με τους εξωτερικούς και εσωτερικούς παράγοντες
- Η κατανομή των πόρων για τη διαχείριση των κινδύνων
- Ορισμός των εννοιών ‘κίνδυνος’ και ‘πιθανότητα’, καθώς και των μεθόδων μέτρησής τους
- Καθορισμός της ανοχής, των ορίων και της διάθεσης ανάληψης κινδύνου που παρουσιάζουν οι ενδιαφερόμενοι ως άτομα και ως σύνολο

### 3.3.2 Αναγνώριση κινδύνων

Κατά το στάδιο της αναγνώρισης κινδύνου σκιαγραφούνται οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι που θα επηρεάσουν το έργο στον κύκλο ζωής του και αναγνωρίζονται τα χαρακτηριστικά τους, όπου έχουν αντίκτυπο τις πιθανές επιδράσεις στο έργο, την προέλευσή τους κλπ. Η ορθή και έγκαιρη αναγνώριση των κινδύνων του έργου και των χαρακτηριστικών αποτελούν ιδιαίτερης σημασίας διότι αποσκοπούν για την αποτελεσματική διαχείρισή τους. Στην αντίπερα όχθη, η διαδικασία της αναγνώρισης των κινδύνων, επαναλαμβάνεται συνεχώς κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου.

Η διαδικασία διαχείρισης κινδύνου λόγω του ύφους της, αποτελεί μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου. Μερικοί από τους λόγους στους οποίους οφείλεται κάτι τέτοιο, είναι οι παρακάτω:

1. Μεταβολές στο εξωτερικό περιβάλλον του έργου, όπως πχ αλλαγές στην νομοθεσία, αλλαγές στα πολιτικά δρώμενα, η είσοδος ενός ανταγωνιστικού έργου κλπ.
2. Μεταβολές στο εσωτερικό περιβάλλον του έργου, όπου μπορεί να σημαίνει ατυχήματα, αλλαγές στο εργατικό δυναμικό, αλλαγές προμηθευτών κλπ.
3. Αναθεώρηση αρχικών υπολογισμών, αφού η συλλογή νέων πληροφοριών στη διάρκεια της υλοποίησης του έργου, οδηγεί τους μελετητές να αναθεωρήσουν τις εκτιμήσεις τους σχετικά με τους κινδύνους που αφορούν στο έργο. Επίσης, νέοι κίνδυνοι αρχίζουν και γίνονται αντιληπτοί, καθώς η ομάδα εργασίας και οι μελετητές γενικότερα, αποκτούν μεγαλύτερη εμπειρία.

#### 3.3.2.1 Τεχνικές και εργαλεία αναγνώρισης κινδύνων

Οι μελετητές και η ομάδα εργασίας χρησιμοποιούν κάποια εργαλεία, όπου έχουν ως σκοπό τον εντοπισμό των πηγών και των παραγόντων αβεβαιότητας. Τα εργαλεία και οι τεχνικές όπου χρησιμοποιούνται έχουν ως εξής:

- **Η αξιοποίηση των γνώσεων ειδικών (έμπειρων) επιστημόνων**, οι οποίοι λόγω της εμπειρίας τους σε παρόμοια έργα, μπορούν να αναγνωρίσουν τους πιθανούς κινδύνους στα έργα, ενώ , από την πλευρά της ομάδας εργασίας δεν παραβλέπεται η ενδεχόμενη υποκειμενικότητα των απόψεών τους.
- **Η χρήση προκαταρκτικού καταλόγου ελέγχου (preliminary checklist)**, η χρήση καταλόγου ελέγχου είναι χρήσιμη ως ‘σημείο εκκίνησης’ (Al-Bahar & Crandall, 1990) για την αναγνώριση των πιθανών κινδύνων του έργου. Ο κατάλογος ελέγχου συντάσσεται από τον μελετητή με την προηγούμενη εμπειρία σε παρόμοια έργα και περιλαμβάνει πιθανούς κινδύνους που μπορεί

να επηρεάσουν την υλοποίηση του έργου. Βέβαια, παρά τη χρησιμότητα που παρέχει ο προκαταρκτικός κατάλογος ελέγχου, είναι σχεδόν ακατόρθωτο να συμπεριληφθούν όλοι οι πιθανοί παράγοντες αβεβαιότητας, ενώ, όσον αφορά τώρα στη δημιουργία μακροσκελούς καταλόγου, σε καμία περίπτωση δεν συνεπάγονται και καλύτερα αποτελέσματα στην αναγνώριση του κινδύνου.

- **Μελέτη των εγγράφων και των χαρακτηριστικών του έργου**, στη συγκεκριμένη κατηγορία συναντούμε τα τεχνικά σχέδια, τις μελέτες, τον προϋπολογισμό, κλπ. Όλα αυτά, υποκρύπτουν χρήσιμες πληροφορίες για το μελετητή και συγκεκριμένα, για τους κινδύνους, τους παράγοντες αβεβαιότητας που κατά πάσα πιθανότητα θα επηρεάσουν το έργο.
- **Μελέτη των παραδοχών και των υποθέσεων**, σε αυτό το στάδιο συναντούμε τις αποφάσεις σχετικά με την υλοποίησή του έργου, όπου, βασίζονται σε μια πληθώρα παραδοχών και υποθέσεων και αφορούν το εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον του έργου, το επιστημονικό υπόβαθρο, το κεφάλαιο που απαιτείται για τις ανάγκες του έργου κλπ. Η μελέτη των παραδοχών ενδεχομένως, να αναδείξει το βαθμό ανταπόκρισης τους στην πραγματικότητα, αποκαλύπτοντας έτσι, πιθανές αστοχίες ή σφάλματα που ίσως, αποτελούν πηγές κινδύνων.
- **SWOT ανάλυση**, η οποία αποτελεί ένα πρότυπο καταγραφής των βασικότερων συμπερασμάτων, που προκύπτουν από την ανάλυση του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος του εξεταζόμενου έργου. Στη συγκεκριμένη ανάλυση περιλαμβάνονται τέσσερα στοιχεία:
  - 1) **Τα δυνατά σημεία (Strengths)**, τα οποία αφορούν στο εσωτερικό περιβάλλον του έργου, όπως για παράδειγμα η διεπιστημονική ομάδα εργασίας.
  - 2) **Τα αδύνατα σημεία (Weaknesses)**, επίσης εσωτερικού περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα το μικρό μέγεθος της επιχείρησής.
  - 3) **Τις ευκαιρίες (Opportunities)**, οι οποίες αφορούν στο εξωτερικό περιβάλλον του έργου, όπως η πτώση της τιμής του πετρελαίου.
  - 4) **Τις απειλές**, όπου επίσης συγκαταλέγονται στο εξωτερικό περιβάλλον. Ένα παράδειγμα αποτελεί η πολιτική αστάθεια της χώρας μια συγκεκριμένη περίοδο.

Η χρήση της ανάλυσης SWOT στη διαχείριση κινδύνου, αναδεικνύει τόσο κινδύνους με αρνητικές, όσο και θετικές συνέπειες.

- **Συλλογή πληροφοριών**, μια διαδικασία απαραίτητη για την αναγνώριση των κινδύνων του έργου, για την οποία συνήθως χρησιμοποιούνται οι εξής τεχνικές:
  - i. **Συνεντεύξεις**, κατά τις οποίες, οι ενδιαφερόμενοι του έργου, μέλη της ομάδας εργασίας αλλά και γνώστες των αντικειμένων, σχετικών με το έργο, παραθέτουν τις απόψεις τους, όσον αφορά τους πιθανούς κινδύνους.
  - ii. **Καταιγισμός ιδεών (Brainstorming)**, είναι μια διαδικασία κατά την οποία, τα μέλη της ομάδας εργασίας, αλλά και άτομα εκτός αυτής,

καταγράφουν ιδέες και σκέψεις σχετικές με ενδεχόμενους κινδύνους για το έργο. Η διαδικασία αποσκοπεί στη συλλογή των όσο δυνατόν περισσότερων ιδεών και οπτικών, σχετικά με το ζήτημα. Το brainstorming παρά την άναρχη δομή του, αποτελεί μια από τις συχνότερες τεχνικές για την αναγνώριση κινδύνων (Smith, Merna & Jobling , 2006), διότι, ενθαρρύνει την αντισυμβατική σκέψη και βοηθάει στην αναγνώριση κινδύνων.

- **Τεχνική Delphi**, η συγκεκριμένη τεχνική, αναπτύχθηκε από την RAND κατά τη δεκαετία του 1950 με σκοπό να βοηθήσει στην πρόβλεψη των επιπτώσεων της τεχνολογίας στις πολεμικές δραστηριότητες. Γενικότερα, όμως έχει επικρατήσει για την «αναγνώριση και ιεράρχηση [...] σε θέματα λήψης αποφάσεων σχετικών με το management» (Okoli C. & Pawlowski S.D., 2003). Η τεχνική Delphi χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης μελλοντικών γεγονότων και λειτουργεί ως εξής:
  - i. Αρχικά, γίνεται η καταγραφή ιδεών, τις οποίες διατυπώνουν ειδικοί (experts), σχετικά με τους κινδύνους του έργου.
  - ii. Εν συνεχεία, γίνεται η επεξεργασία των απόψεων και ανιχνεύονται τα κοινά τους σημεία. Η συγκεκριμένη διαδικασία, επαναλαμβάνεται εκ νέου, με σκοπό να επικρατήσει όσο το δυνατόν περισσότερες κοινές απόψεις για το θέμα, από την πλευρά των ειδικών.
  - iii. Με βάση τα σημεία ομοφωνίας των ειδικών, γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων και λαμβάνονται οι απαραίτητες αποφάσεις.

Όσον αφορά τώρα, τον εντοπισμό των κοινών σημείων των απόψεων των ειδικών, έχει ως αποτέλεσμα, την ελαχιστοποίηση του παράγοντα των προσωπικών προκαταλήψεων και έτσι, προσδίδει την απαιτούμενη σφαιρικότητα στην αναγνώριση των κινδύνων.

- **Ανάλυση αρχικών αιτιών (Root cause analysis)**. Αποτελεί μια τεχνική που έχει ως αποτέλεσμα την αναγνώριση των βαθύτερων αιτιών ενός προβλήματος, με σκοπό τον προγραμματισμό δράσεων για την πρόληψή του. Η εν λόγω τεχνική, αποτελεί ένα είδος “εργαλείου”, όπου επιτρέπει την κατανόηση της προέλευσης αλλά και της αιτίας ενός γεγονότος. Εν τέλει, περιλαμβάνει και τα εξής τέσσερα στάδια:
  - i. Συλλογή πληροφοριών
  - ii. Διαγραμματική απεικόνιση παραγόντων αιτιότητας
  - iii. Αναγνώριση αρχικών αιτιών
  - iv. Διατύπωση προτάσεων και εφαρμογή
- **Τεχνικές απεικόνισης**. Για την καταγραφή και την κατανόηση των κινδύνων του έργου χρησιμοποιείται μια πληθώρα τεχνικών απεικόνισης. Το PMI (2013) αναφέρει ως παραδείγματα τα διαγράμματα αιτίας και αποτελέσματος, τα διαγράμματα ροής και τα διαγράμματα επιρροής.

### 3.3.2.2 Μητρώο κινδύνων

Το τελευταίο στάδιο της αναγνώρισης των κινδύνων, αποτελεί η δημιουργία ενός μητρώου κινδύνου, το οποίο, απεικονίζει τους αναγνωρισθέντες κινδύνους και τα

χαρακτηριστικά τους. Στο μητρώο κινδύνων, γίνεται μια προσπάθεια επίτευξης από την πλευρά του μελετητή, έτσι ώστε να περιγράψει τον κάθε κίνδυνο, με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, καταγράφοντας ταυτόχρονα, τις αιτίες, τα γεγονότα που μπορεί να οδηγήσουν στο ενδεχόμενο του κινδύνου, τις παραμέτρους που μπορεί να αυξήσουν την πιθανότητα ή τις επιπτώσεις του κινδύνου, αλλά και πιθανές ενέργειες αντιμετώπισης του.

Ο σκοπός του μητρώου κινδύνου εξυπηρετεί δύο ρόλους που έχουν ως εξής:

- i. Δεξαμενή γνώσεων σχετικά με τους κινδύνους του έργου, ιδιαίτερα χρήσιμη για έργα μεγάλης κλίμακας
- ii. Αφετηρία για επιπλέον αναλύσεις και έρευνες σχετικά με το έργο, όπως είναι η ανάλυση κόστους, οι τεχνικές αναλύσεις του έργου κλπ.

### **3.3.3 Ποιοτική ανάλυση κινδύνων**

Η ποιοτική ανάλυση των κινδύνων περιλαμβάνει τη διαδικασία μελέτης των βασικών χαρακτηριστικών των κινδύνων, όπου έχουν αναγνωρισθεί στο προηγούμενο στάδιο και την ιεράρχησή τους. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι αδύνατο να αντιμετωπιστούν όλοι οι κίνδυνοι σε ένα έργο, όπως επίσης είναι, φύσης αδύνατο όλοι οι κίνδυνοι να έχουν την ίδια απήχηση και αντίκτυπο, ανεξάρτητα πάντα από τη σημασία τους. Επιπροσθέτως, κρίνεται απαραίτητη η ιεράρχηση των αναγνωρισμένων κινδύνων με την κρισιμότητα που παρουσιάζουν, έτσι ώστε να επιλεγθούν οι πιο σημαντικοί κίνδυνοι, για τους οποίους, βεβαίως, θα ληφθούν και τα αντίστοιχα μέτρα αντιμετώπισης.

#### **3.3.3.1 Βασικές προϋποθέσεις ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων**

Με βασική προϋπόθεση να αποτελεί η ποιοτική ανάλυση κινδύνων και το γεγονός, πως δεν βασίζεται σε ποσοτικά στοιχεία αλλά κυρίως στην κριτική ικανότητα των μελετητών, η διαδικασία χαρακτηρίζεται σε μεγάλο βαθμό από υποκειμενικότητα. Για το λόγο αυτό, είναι πολύ σημαντικό να τηρείται μια συγκεκριμένη σειρά προϋποθέσεων, έτσι ώστε να επιτευχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα. Οι βασικές προϋποθέσεις, σύμφωνα με τον Πολύζο(2017) έχουν ως εξής:

- i. **Χρήση των προσεγγίσεων.** Έχουν υιοθετηθεί σε κάθε μέρος του έργου, με σκοπό να αποφευχθούν οι αντίθετες ενέργειες, που δυσκολεύουν την υλοποίηση της κατασκευής του έργου.
- ii. **Χρήση των ορισμών και των παραμέτρων.** Έχουν συμφωνηθεί για να εξασφαλιστεί η ίδια βάση του τρόπου επικοινωνίας ανάμεσα στις διαφορετικές απόψεις, δεδομένου ότι, η ποιοτική ανάλυση κινδύνων, χρησιμοποιεί σε μεγάλο βαθμό τις εμπειρίες, τις γνώσεις, αλλά και την προσωπική θεώρηση του έργου των μελετητών.
- iii. **Εξασφάλιση ικανοποιητικής ποιότητας.** Χρησιμοποιείται στις πληροφορίες, με σκοπό να ελαχιστοποιήσει τον παράγοντα των προσωπικών προκαταλήψεων ή μεροληπτικών κρίσεων. Η χρήση στατιστικών στοιχείων από παρόμοια έργα, εξασφαλίζει την μείωση του κινδύνου της μεροληψίας και επιτυγχάνει την αύξηση επιτυχίας της πρόβλεψης των κινδύνων.

- iv. **Επανάληψη.** Η επανάληψη της διαδικασίας της ποιοτικής ανάλυσης, έχει ως σκοπό να διορθώνονται λάθη ή παραλείψεις που προηγήθηκαν στις προηγούμενες εκτιμήσεις.

### 3.3.3.2 Βασικές τεχνικές ποιοτικής ανάλυσης κινδύνου

- **Κατηγοριοποίηση κινδύνων**

Η κατηγοριοποίηση έχει ως σκοπό να εξυπηρετήσει την εύρεση των κοινών αιτιών προέλευσης των κινδύνων, τη συγκρότηση στρατηγικών αντιμετώπισής τους, καθιστώντας έτσι πιο αποτελεσματική την προσπάθεια διαχείρισης των κινδύνων του έργου. Βέβαια, βασική προϋπόθεση για να λειτουργήσουν τα παραπάνω, αποτελούν συγκεκριμένα κριτήρια όπως: η πηγή προέλευσης, οι αρχικές αιτίες (root causes), οι επιδράσεις τους ή άλλοι παράγοντες.

- **Ιεραρχική δομή κατανομής κινδύνων (Hierarchical risk breakdown structure, HRBS)**

Η συγκεκριμένη τεχνική, έχει ως σκοπό την ταξινόμηση των κινδύνων σε εσωτερικούς (internal) και εξωτερικούς (external). Επίσης, οι εσωτερικοί κίνδυνοι διαχωρίζονται σε τοπικούς (local), όπου αφορούν παράγοντες αβεβαιότητας σχετικά με το εργατικό δυναμικό, τις πρώτες ύλες κλπ, αλλά και σε ολικούς (global), που αφορούν το έργο, στο σύνολό του.

- **Ανάλυση πιθανοτήτων και επιδράσεων**

Η τεχνική αυτή, έχει ως σκοπό τον προσδιορισμό της πιθανότητας εμφάνισης κάθε αναγνωρισμένου κινδύνου με την αξιοποίηση των διαθέσιμων δεδομένων, την ιεράρχηση αλλά και την αξιολόγηση των κινδύνων. Κατά την ανάλυση επιδράσεων, γίνεται επίσης, σκιαγράφηση κάθε θετικής ή αρνητικής επιρροής των κινδύνων στο έργο, σε σχέση με τους στόχους που έχουν τεθεί υπόψη.

- **Χρήση της εμπειρίας ειδικών και εμπειρογνομόνων**

Στο συγκεκριμένο στάδιο της διαδικασίας, συναντούμε, τη χρήση της εμπειρίας ειδικών και εμπειρογνομόνων, όπου αποτελεί ένα αρκετά χρήσιμο εργαλείο στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης των κινδύνων. Με τη χρήση της εμπειρίας των ειδικών, οι οποίοι έχουν βιώσει παρόμοιες καταστάσεις σε άλλα έργα, μπορούν σχετικά εύκολα, να προσδιορίσουν την πιθανότητα εμφάνισης των κινδύνων αλλά και τις επιδράσεις τους, στο έργο. Η χρησιμότητα της τεχνικής περιορίζεται, μόνο αν η κρίση των ειδικών είναι μεροληπτική, λόγω των εμπειριών τους σε προηγούμενα έργα.

- **Χρήση μήτρας πιθανοτήτων – επιδράσεων (Probability and Impact Matrix)**

Η χρήση μήτρας πιθανοτήτων-επιδράσεων θεωρείται μια από τις βασικότερες τεχνικές στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης των κινδύνων. Η συγκεκριμένη τεχνική, έχει ως σκοπό να εξυπηρετήσει στη μετάβαση, από την περιγραφική, στην ποσοτική ανάλυση των κινδύνων. Η χρήση της, βοηθά στην ποσοτική έκφραση της έκθεσης ενός έργου, σε κάποιον κίνδυνο και περιλαμβάνει την πιθανότητα εμφάνισης

αλλά και την ένταση των επιδράσεων. Η δομή της μήτρας πιθανοτήτων-επιδράσεων έχει ως εξής: Ο κάθετος άξονας αφορά στην πιθανότητα εμφάνισης του γεγονότος, ενώ ο οριζόντιος, αφορά στην επίπτωση του γεγονότος στο έργο. Επίσης, για κάθε βαθμίδα πιθανότητας και επίπτωσης, δίνεται η αντίστοιχη γλωσσική περιγραφή (πιθανό/βέβαιο, χαμηλή /μέση/ υψηλή έκθεση κλπ.), ενώ όσον αφορά την επίπτωση, δίνεται και κάποιος συντελεστής βάρους. Σε αυτή την τεχνική, υπολογίζεται η έκθεση του έργου στον εκάστοτε κίνδυνο και με βάση το βαθμό έκθεσης που κατέχει, αναζητούνται αντίστοιχα, τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπισή του. Στην περίπτωση που η απειλή του κινδύνου, θεωρηθεί σημαντική, θα δαπανηθούν πόροι για την αντιμετώπισή του, ενώ σε αντίθετη περίπτωση ο κίνδυνος θα αναληφθεί στο σύνολό του. Εν τέλει, η μήτρα πιθανοτήτων-επιπτώσεων αποτελεί ένα σχετικά απλό πλαίσιο γραφικής απεικόνισης της σοβαρότητας του κάθε κινδύνου, αλλά και την καταγραφή της αντίστοιχης σπουδαιότητάς του.

**Πίνακας 2: Μήτρα πιθανοτήτων – επιπτώσεων**

Πιθανότητα	Έκθεση = Πιθανότητα * Επίδραση									
	Απειλές					Ευκαιρίες				
0.9 Σχεδόν Βέβαιο	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.045
0.7 Πολύ Πιθανό	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.035
0.5 Πιθανό	0.025	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.025
0.3 Λίγο Πιθανό	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.015
0.1 Σχεδόν Απίθανο	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 Μεσαία	0.40 Υψηλή	0.80 Πολύ Υψηλή	0.80 Πολύ Υψηλή	0.4 Υψηλή	0.2 Μεσαία	0.1 Χαμηλή	0.05 Πολύ Χαμηλή
<b>Επίδραση</b>										
Χαμηλή Έκθεση			Μέση Έκθεση				Υψηλή Έκθεση			

Πηγή: PMI (2013), Ίδια επεξεργασία

- **Αξιολόγηση των υπαρχόντων δεδομένων**

Για την αποτελεσματική διαχείριση κινδύνου, θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό να υπάρχει υψηλή ποιότητα πληροφοριών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στις βασικές αρχές ποιοτικής ανάλυσης. Αυτό, κρίνεται σχεδόν απαραίτητο να γίνεται, διότι μέσω αυτού, εκτελείται αξιολόγηση των πληροφοριών και των δεδομένων, στα οποία βασίζεται η διαχείριση κινδύνου. Σε περίπτωση, που τα διαθέσιμα δεδομένα είναι ανεπαρκή, είναι αρκετά 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.

- **Αποτίμηση επειγόντων κινδύνων**

Η κρισιμότητα ενός κινδύνου δεν αποβλέπει μονάχα στην έκθεση του έργου σε αυτόν. Κίνδυνος υψηλής έκθεσης, μπορεί κάλλιστα να τύχει να αντιμετωπιστεί πιο χαμηλά σε προτεραιότητα, σε σχέση με κάποιους άλλους με χαμηλότερη έκθεση.



Κάτι τέτοιο, οφείλεται στο γεγονός πως η χρονική εγγύτητα της αναμενόμενης εμφάνισης των δεύτερων, η πιθανότητα τους δηλαδή να εμφανιστούν νωρίτερα, θα καταστήσει αναγκαία την έγκαιρη ύπαρξη στρατηγικής αντιμετώπισης. Συμπερασματικά, για να χαρακτηριστεί ως αποτελεσματική η αποτίμηση επειγόντων κινδύνων, οι μελετητές μελετούν τα χαρακτηριστικά του κινδύνου, ενώ ταυτόχρονα, αναζητούν σημάδια και συμπτώματα που μπορεί να υποδεικνύουν πως ο κίνδυνος ενδέχεται να εμφανιστεί στο εγγύς μέλλον.

### **3.3.3.3 Αποτελέσματα Ποιοτικής Ανάλυσης κινδύνων**

Με τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων φτάνουμε στο τέλος της όλης διαδικασίας όπου απαιτούνται κάποιες τελευταίες ενέργειες. Αρχικά, με το πέρας της ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων προστίθενται πληροφορίες στο μητρώο κινδύνων όπως πιθανότητα εμφάνισης, έκθεση και κατηγοριοποίηση των κινδύνων που αναγνωρίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο της διαδικασίας διαχείρισης. Τελειώνοντας, καθώς προκύπτουν νέες πληροφορίες κατά τη διάρκεια της ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων, είναι αρκετά φυσιολογικό να μεταβληθούν, ενδεχομένως και να εμπλουτιστούν, οι διάφορες υποθέσεις των μελετητών, σχετικά, με κάποια χαρακτηριστικά των κινδύνων του έργου.

### **3.3.4 Ποσοτική ανάλυση των κινδύνων**

Μετά την ιεράρχηση των κινδύνων του έργου από το στάδιο της ποιοτικής ανάλυσης, περνάμε στο στάδιο της ποσοτικής ανάλυσης. Η ποσοτική ανάλυση αποσκοπεί στον υπολογισμό των επιπτώσεων των κινδύνων του έργου, στους στόχους που έχουν τεθεί, με σκοπό να τα εκφράσει με ποσοτικό τρόπο (δίνοντας αριθμητικές τιμές σε αυτές). Η αξιοποίηση των αριθμητικών στοιχείων που προκύπτουν μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως πχ. Ο υπολογισμός της ενδεχόμενης αύξησης του κόστους του έργου, σε ενδεχόμενη αστοχία υλικού, το κόστος της χρονικής καθυστέρησης στην παράδοση του έργου λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών, κλπ.

Συνοπτικά, το περιεχόμενο μιας κοινής διαδικασίας ποσοτικής ανάλυσης των κινδύνων, έχει ως εξής:

- Η ποσοτικοποίηση των ενδεχόμενων αποτελεσμάτων του έργου και των πιθανοτήτων τους, καθώς και η αξιολόγηση των πιθανοτήτων επίτευξης συγκεκριμένων στόχων του έργου.
- Ο προσδιορισμός των κινδύνων με ιδιαίτερη έμφαση στην αριθμητική έκφραση της σχετικής τους συμμετοχής στο συνολικό κίνδυνο του έργου.
- Ο προσδιορισμός του κόστους, των χρονοδιαγραμμάτων και των στόχων του έργου δεδομένων των κινδύνων.
- Ο προσδιορισμός της καλύτερης απόφασης διαχείρισης του έργου όταν κάποιες συνθήκες ή αποτελέσματα είναι αβέβαια.

Παρά τη χρησιμότητά τους, οι υπολογισμοί που περιλαμβάνει μια ποσοτική ανάλυση δεν είναι πάντοτε εφικτοί, ενώ η έλλειψη βέβαιων στοιχείων και δεδομένων είναι δυνατόν να οδηγήσει σε εσφαλμένες εκτιμήσεις και τελικά σε αποτυχία. Οι βασικοί παράγοντες αποτυχίας μιας ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων είναι οι παρακάτω:

- Αδυναμία να δοθεί απάντηση σε όλα τα ερωτήματα που τίθενται.

- Υπερβολικός αριθμός παραδοχών, οι οποίες σε περίπτωση λανθασμένων υποθέσεων, δημιουργούν μη ρεαλιστικό υπόβαθρο για τον υπολογισμό των σχετικών αποτελεσμάτων.
- Η ύπαρξη μίας ή περισσότερων παραδοχών ή υποθέσεων που μονοπωλούν την προσοχή των μελετητών, οδηγώντας τη μελέτη, σε τέλμα.
- Έλλειψη επαρκών δεδομένων ή ειδικών επί του θέματος.

Για παραπάνω λόγους, είναι ιδιαίτερης σημασίας η κριτική ικανότητα του μελετητή, σχετικά με την εφικτότητα της διεξαγωγής ποσοτικής ανάλυσης. Ιδιαίτερη βαρύτητα για το τελικό αποτέλεσμα, αποτελεί η επιτυχής επιλογή των εργαλείων και των τεχνικών που θα χρησιμοποιηθούν. Για την επιλογή αυτών, ο μελετητής πρέπει να λάβει υπ' όψη του, το υπάρχον χρονικό περιθώριο, το διαθέσιμο κεφάλαιο, καθώς και τις ανάγκες του έργου σχετικά με την ύπαρξη ποσοτικοποιημένης απεικόνισης του κινδύνου.

#### **3.3.4.1 Βασικές αρχές ποσοτικής ανάλυσης κινδύνου**

Για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας στην ποσοτική ανάλυση, είναι αναγκαίο να ακολουθούνται κάποιες βασικές αρχές (Πολύζος,2017):

- Η ολοκλήρωση των διαδικασιών αναγνώρισης και ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων πριν την εκκίνηση της ποσοτικής ανάλυσης, ώστε να επιτευχθεί η ορθή θεώρηση του συνολικού κινδύνου στο έργο.
- Ο σωστός προγραμματισμός του έργου, χωρίς ελλείψεις και αστοχίες στον προγραμματισμό του έργου, με χρήση ορθών στοιχείων και δεδομένων.
- Η εξασφάλιση επαρκών πληροφοριών και αμερόληπτων δεδομένων προ της χρήσης τους στην ανάλυση.
- Μελέτη των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ κινδύνων και υπολογισμός του συνολικού κινδύνου του έργου. Ο συνυπολογισμός τυχόν αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των κινδύνων, αλλά και του τρόπου με τον οποίο οι επιμέρους κίνδυνοι συμβάλλουν στον συνολικό κίνδυνο του έργου, βοηθούν στην επίτευξη σφαιρικής θεώρησης της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει το έργο.

#### **3.3.4.2 Τεχνικές και εργαλεία ποσοτικής ανάλυσης κινδύνου**

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:

- **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.
- **Δημιουργία σεναρίων.** Μια τεχνική που περιλαμβάνει τη συγκέντρωση στοιχείων και τη χρήση τους για τη δόμηση εναλλακτικών σεναρίων σχετικά με κάποιον παράγοντα αβεβαιότητας. Ένα παράδειγμα κατασκευής τριών εναλλακτικών σεναρίων για την ολοκλήρωση ενός έργου κατασκευής μιας γέφυρας εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 3: Εναλλακτικά σενάρια χρονικού ορίζοντα ολοκλήρωσης ενός έργου**

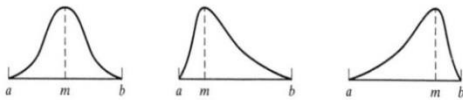
Στάδιο Υλοποίησης	Ευνοϊκό	Πιθανότερο	Δυσμενές
Προπαρασκευαστικά Έργα	2 Μήνες	3 Μήνες	4 Μήνες
Κατασκευή Γέφυρας	12 Μήνες	15 Μήνες	17 Μήνες
Ολοκλήρωση Έργου	17 Μήνες	21 Μήνες	24 Μήνες

Πηγή: Πολύζος(2017), Ιδία επεξεργασία

- **Κατανομές πιθανοτήτων.** Οι κατανομές πιθανοτήτων είναι μια ιδιαίτερα διαδομένη τεχνική στη διαδικασία της ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων, διότι παρέχει τη δυνατότητα της αβεβαιότητας κάποιων συγκεκριμένων παραμέτρων του έργου. Η άντληση απαραίτητων δεδομένων για την εφαρμογή της διαδικασίας, επιτυγχάνεται μέσα από ένα πλήθος τεχνικών και συγκεκριμένα: α) η κατά Bayes ερμηνεία (Bayesian inference) με τη χρήση υπαρχόντων και ιστορικών δεδομένων καθώς επίσης και η χρήση της εμπειρίας ειδικών μέσω συνεντεύξεων (Paté-Cornell,1996). Επιπροσθέτως, δυνατή είναι και 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 (Clemen & Winler, 1999). Η χρήση κατανομών πιθανοτήτων, περιλαμβάνει τόσο τη χρήση συνεχών, όσο και τη χρήση διακριτών κατανομών. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες κατανομές πιθανοτήτων, είναι η Beta και η τριγωνική κατανομή.

**Σχήμα 7: Η κατανομή Beta**

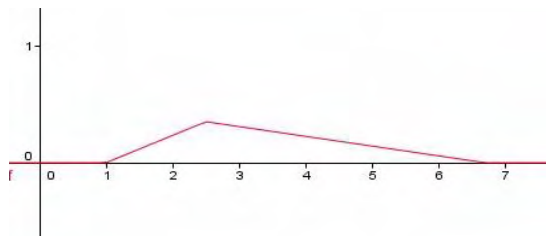
•Κατανομή βήτα (beta distribution)



- ✓Πιθανότερος χρόνος - m
- ✓Αισιόδοξος χρόνος - a
- ✓Απαισιόδοξος χρόνος - b

Πηγή: <http://slideplayer.gr>,2014, Ιδία επεξεργασία

**Σχήμα 8: Η τριγωνική κατανομή**

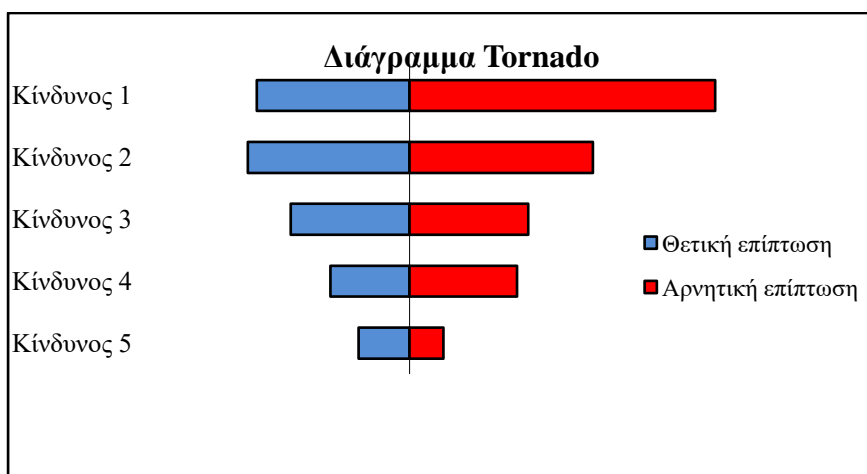


Πηγή: <http://users.sch.gr>,2014, Ιδία επεξεργασία

- **Ανάλυση ευαισθησίας.** Η ανάλυση ευαισθησίας είναι μια τεχνική, η οποία χρησιμοποιείται, έτσι ώστε, να υπολογίσει την πιθανή επίδραση των

μεμονωμένων κινδύνων στο σύνολο του έργου καθώς επίσης και την αναγνώριση της κρισιμότητας κάθε κινδύνου. Η συγκεκριμένη τεχνική έχει ως αποτέλεσμα, τον εντοπισμό των κρίσιμων σημείων, στα οποία μπορούν να δώσουν περισσότερη έμφαση οι μελετητές στο σχεδιασμό της στρατηγικής αντιμετώπισης του κινδύνου. Όσον αφορά το κομμάτι της απεικόνισης των αποτελεσμάτων στην διαδικασία της ανάλυσης ευαισθησίας, έχει επικρατήσει να χρησιμοποιούνται διαγράμματα, όπως το διάγραμμα tornado, το οποίο απεικονίζει την επίπτωση ενός αριθμού κινδύνων σε έναν παράγοντα του έργου.

**Σχήμα 9: Το διάγραμμα Tornado**

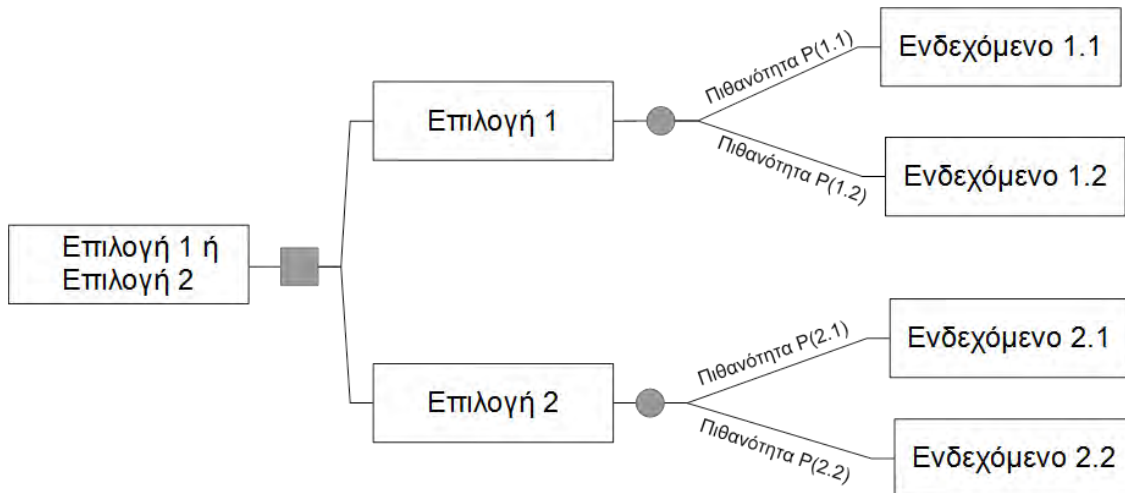


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

- **Δένδρα αποφάσεων.** Τα δένδρα αποφάσεων αποτελούν ένα εργαλείο όπου χρησιμοποιείται με σκοπό να αποτυπώσει τις πεπερασμένες διαφορετικές επιλογές που εμφανίζονται κατά τη διαχείριση έργου, καθώς επίσης και τα αποτελέσματα που αποφέρουν αυτές, λαμβάνοντας βέβαια υπ' όψη του, παράγοντες αβεβαιότητας που επηρεάζουν το έργο. Τα δένδρα αποφάσεων αποτελούνται από τρία βασικά στοιχεία, όπου είναι: ο **κόμβος απόφασης (Decision Node)**, ο **κόμβος τύχης (Chance Node)** και ο **κόμβος επακόλουθου** (Πολύζος,2011).
  - Κόμβος απόφασης (Decision node).** Ο κόμβος απόφασης συμβολίζει την απόφαση που λαμβάνεται σχετικά με κάποιο χαρακτηριστικό του έργου, η οποία οδηγεί σε δύο ή περισσότερες εναλλακτικές αποφάσεις. Συνήθως, ο συμβολισμός του προβλέπει ένα τετράγωνο.
  - Κόμβος τύχης (Chance node).** Ο κόμβος τύχης αφορά σε κάποιο προσδοκώμενο τυχαίο γεγονός, ανάλογα με την έκβαση του οποίου, αναμένονται διαφορετικά αποτελέσματα. Συνήθως, συμβολίζεται με κύκλο.
  - Κόμβος επακόλουθου (outcome).** Ο κόμβος επακόλουθου απεικονίζει το τελικό αποτέλεσμα μιας σειράς αποφάσεων και τυχαίων γεγονότων, καθώς και την αναμενόμενη αξία του συγκεκριμένου αποτελέσματος. Εν τέλει, χρήζει αναφοράς, το γεγονός πως στο τέλος του

συγκεκριμένου κόμβου, αναγράφεται η αξία του επακόλουθου, καθώς επίσης και πως, στον κόμβο επακόλουθου υπάρχει η πιθανότητα να καταλήγει ένας κλάδος απόφασης ή ένας κλάδος ενδεχόμενου.

**Σχήμα 10: Δένδρο αποφάσεων**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

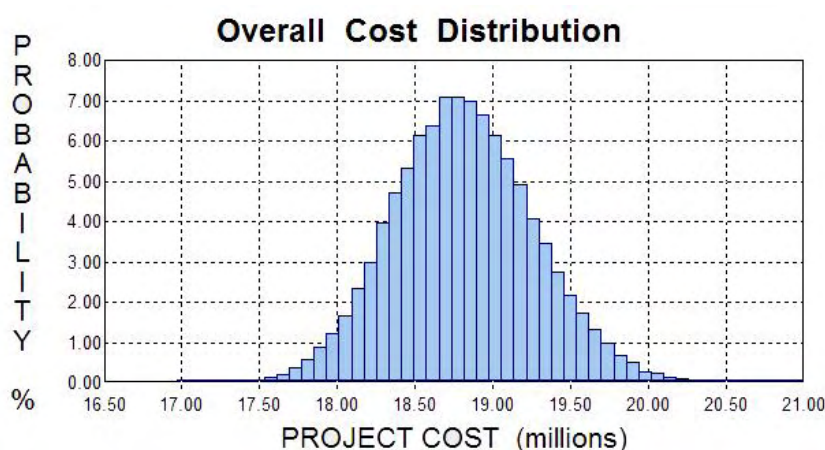
**Προσδοκώμενη χρηματική αξία (Expected Monetary Value).** Είναι μια στατιστική έννοια που αντιπροσωπεύει τη μέση αξία του συνόλου των τυχαίων γεγονότων. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την αξία κάθε πιθανής κατάληξης επί την πιθανότητά της και προσθέτοντας τα γινόμενα. Υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστεί στον κόμβο τύχης. Συγκεκριμένα, για έναν κόμβο τύχης με ενδεχόμενα  $s_1$ ,  $s_2$  και  $s_3$  και πιθανότητες  $p_1$ ,  $p_2$  και  $p_3$ , η EMV υπολογίζεται από τη σχέση:

$$EMV = s_1 * p_1 + s_2 * p_2 + s_3 * p_3$$

- **Μέθοδοι προσομοίωσης και η τεχνική Monte Carlo**

Οι μέθοδοι προσομοίωσης χρησιμοποιούνται έτσι ώστε, να υπολογίσουν την επίδραση των κινδύνων σε ένα έργο, ανάλογα βέβαια με την ένταση κατά την οποία εμφανίζεται ο κίνδυνος. Μια από τις πιο συνηθισμένες μεθόδους, είναι η τεχνική Monte Carlo. Κατά την προσομοίωση του κίνδυνου, δίνονται σε μια μεταβλητή που παρουσιάζει αβεβαιότητα, τυχαίες τιμές ανάλογα με την κατανομή των πιθανοτήτων που σύμφωνα με τον μελετητή ακολουθεί η μεταβλητή. Στη συνέχεια, δημιουργείται ένα ιστόγραμμα όπου απεικονίζεται η μεταβολής της πιθανότητας της μεταβλητής ανάλογα βέβαια με την τιμή της πιθανότητας επίτευξης του στόχου του έργου. Για παράδειγμα, εάν η προσομοίωση έχει ως σκοπό στο να υπολογιστεί η πιθανότητα το έργο να υλοποιηθεί με κόστος χαμηλότερο από το προβλεπόμενο, τότε, οι μεταβλητές οι οποίες θα μελετηθούν, είναι αυτές των επιμέρους κοστών του έργου. Αναγνωρίζοντας και τις κατανομές πιθανοτήτων που ακολουθεί το κάθε επιμέρους κόστος, θα δοθούν τυχαίες τιμές σε κάθε ένα από αυτά, υπολογίζοντας έτσι το συνολικό κόστος του έργου. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται πολλές φορές, με σκοπό τη δημιουργία του ιστογράμματος που απεικονίζει την πιθανότητα για κάθε τιμή του συνολικού κόστους.

**Σχήμα 11: Προσομοίωση Monte Carlo**



Πηγή: <http://www.katmarsoftware.com>,2016

### 3.3.4.3 Βήματα εφαρμογής της μεθόδου προσομοίωσης

1. Καθορισμός της αντικειμενικής συνάρτησης
2. Καθορισμός των επιτρεπτών ορίων των μεταβλητών από την πιο απαισιόδοξη στην πιο αισιόδοξη
3. Δίνεται μία τυχαία πιθανή τιμή σε κάθε μεταβλητή εντός των ορίων που ορίστηκαν στο προηγούμενο βήμα
4. Εκτέλεση των πράξεων στην αντικειμενική συνάρτηση και υπολογισμός του αποτελέσματος
5. Επανάληψη των βημάτων 3 και 4 όσες περισσότερες φορές είναι εφικτό να επιτευχθεί
6. Υπολογισμός της πιθανότητας εμφάνισης καθενός από τα αποτελέσματα που προέκυψαν στο βήμα 4
7. Δίνεται η κατανομή της πιθανότητας που περιγράφει το πιθανό αποτέλεσμα της αντικειμενικής συνάρτησης και προσδιορίζεται το κατάλληλο διάγραμμα κατανομής πιθανότητας

### 3.3.5 Αντιμετώπιση των κινδύνων

Το στάδιο της αντιμετώπισης των κινδύνων θα μπορούσε να χαρακτηριστεί κάλλιστα, σαν το επακόλουθο των διαδικασιών της ποιοτικής αλλά και ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων. Κατά το στάδιο αυτό, αφενός καθορίζονται οι απαραίτητες ενέργειες για την βέλτιστη αντιμετώπιση των κινδύνων με τη μεγαλύτερη κρισιμότητα, αφετέρου, λαμβάνονται υπ' όψη οι διαθέσιμοι πόροι για την αντιμετώπισή τους. Επίσης, κατά τη διαδικασία αντιμετώπισης κινδύνων, προσδιορίζονται τα αναμενόμενα αποτελέσματα των δράσεων αντιμετώπισης, μελετώντας τον τρόπο που αυτές επηρεάζουν τον εκάστοτε κίνδυνο. Βασικός παράγοντας στην αντιμετώπιση των κινδύνων, θεωρείται η κρισιμότητα κάθε κινδύνου, διότι μέσω αυτής, προσδιορίζονται οι πόροι που διατίθενται για την αντιμετώπισή του κινδύνου, ενώ με τέτοιο τρόπο, αποφεύγονται φαινόμενα δαπανών δυσανάλογων του κινδύνου και εκτός των γενικότερων πλαισίων του έργου.

### 3.3.5.1 Στρατηγικές αντιμετώπισης κινδύνων

Για την επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής αντιμετώπισης κάθε κινδύνου λαμβάνονται υπ' όψη τα χαρακτηριστικά του κινδύνου καθώς και η κρισιμότητά του. Χρήσιμο κριτήριο για την εύστοχη επιλογή της στρατηγικής αντιμετώπισης των κινδύνων, αποτελεί η ιεράρχηση αυτών. Η συγκεκριμένη διαδικασία έχει προηγηθεί στα στάδια ποσοτικής ανάλυσης και έτσι, σε συνδυασμό με τα παραπάνω, αποτελούν το γενικότερο όραμα του έργου.

Η διαδικασία για την 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). Σε περίπτωση που η στρατηγική όπου έχει επιλεγεί, δεν αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα, σύνηθες φαινόμενο αποτελεί να υπάρχει εναλλακτική στρατηγική (fallback plan) (PMI,2013).

#### 3.3.5.1.1 Βασικές αρχές επιλογής στρατηγικών αντιμετώπισης

Αν και οι διαθέσιμες στρατηγικές για την αντιμετώπιση των κινδύνων ποικίλουν και η χρησιμότητα κάθε στρατηγικής είναι σημαντική, η επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής πρέπει να επιτυγχάνεται με γνώμονα κάποιες βασικές αρχές και κριτήρια, με αποτέλεσμα την αποφυγή σφαλμάτων που μπορούν να καταστήσουν την αντιμετώπιση κινδύνων αναποτελεσματική και να ζημιώσουν το έργο.

Οι βασικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής αντιμετώπισης κινδύνων έχουν ως εξής:

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

Η εφαρμογή κάθε στρατηγικής αντιμετώπισης κινδύνων, συνήθως κατέχει και οικονομικό κόστος. Η αποφυγή σπατάλης οικονομικών πόρων προϋποθέτει την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας κάθε στρατηγικής με χρήση των κατάλληλων τεχνικών ή δεικτών.

Ένας δείκτης όπου χρησιμοποιείται αρκετά συχνά για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των διαθέσιμων στρατηγικών αντιμετώπισης του κινδύνου, 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 ως εξής:

Σχέση Risk Reduction Leverage

$$RRL = \frac{(REB - REA)}{CRR}$$

Όπου:

**RRL**=συντελεστής μείωσης κινδύνου (*Risk Reduction Leverage*)

**REB**=έκθεση στον κίνδυνο πριν (*Risk Exposure Before*)

**REA**= έκθεση στον κίνδυνο μετά (*Risk Exposure After*)

**CRR**=κόστος μείωσης του κινδύνου (*Cost of Risk Reduction*)

Στην παραπάνω σχέση, θεωρούμε ως έκθεση στον κίνδυνο το γινόμενο της πιθανότητας πραγματοποίησης του κινδύνου, επί την επίδρασή του σε οικονομικές μονάδες.

Για παράδειγμα, εάν η πραγματοποίηση ενός κινδύνου πριν την εφαρμογή στρατηγικής έχει πιθανότητα P1=10% και P2=1% μετά την εφαρμογή στρατηγικής, με την επίπτωση να έχει κόστος C1=10.000\$ και κόστος εφαρμογής της στρατηγικής C2=100\$ τότε ο RRL υπολογίζεται ως εξής:

$$RRL = \frac{(10.000 * 0,1) - (10.000 * 0,01)}{100} = \frac{900}{100} = 9$$

Συμπερασματικά, όσο μεγαλύτερος αριθμός είναι ο RRL= συντελεστής μείωσης κινδύνου(*Risk Reduction Leverage*), τόσο πιο αποτελεσματική θεωρείται η προτεινόμενη στρατηγική αντιμετώπισης.

### 3.3.5.1.2 Στρατηγικές αντιμετώπισης απειλών

Κάθε διαδικασία στρατηγικής διαχείρισης του κινδύνου αποσκοπεί, στη μείωση της έκθεσης στους κινδύνους της συγκεκριμένης κατηγορίας, γεγονός που επιτυγχάνεται μέσω της μείωσης της πιθανότητας του κινδύνου, της αρνητικής επίδρασης ή σε συνδυασμό αυτών. Οι κατηγορίες στρατηγικών αντιμετώπισης απειλών που εφαρμόζονται είναι οι παρακάτω:

- **Αποφυγή του κινδύνου (Risk avoidance).** Η αποφυγή του κινδύνου στοχεύει στην ολοκληρωτική εξάλειψη της έκθεσης του έργου στον κίνδυνο. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται μέσω της κατάργησης ορισμένων εργασιών του έργου όπου περιέχουν το στοιχείο του κινδύνου ή την αντικατάστασή τους με άλλες εργασίες που δεν περιέχουν το στοιχείο του κινδύνου. Σε περιπτώσεις όπου ο κίνδυνος είναι πολύ μεγάλος, μια ενδεχόμενη ενέργεια είναι η ματαίωση του έργου στο σύνολό του.
- **Μεταφορά του κινδύνου (Risk transfer).** Κατά τη μεταφορά κινδύνου, η ευθύνη του κινδύνου μεταφέρεται από τον κύριο του έργου προς τρίτους (πχ προς τον ανάδοχο).
- **Ελαχιστοποίηση του κινδύνου (Risk mitigation-Risk reduction).** Η ελαχιστοποίηση του κινδύνου αποσκοπεί στη μείωση (όσο δυνατόν χαμηλότερη) πιθανότητας εμφάνισης του κινδύνου, είτε της έντασης των αρνητικών επιδράσεων, είτε με τον συνδυασμό των παραπάνω. Ο συνηθέστερος τρόπος επίτευξης αυτού του στόχου, είναι η απλούστευση των διεργασιών που ακολουθούνται, η χρήση καλύτερης ποιότητας πρώτων υλών, η τακτική συντήρηση του εξοπλισμού, κλπ.



- **Αποδοχή του κινδύνου (Risk acceptance).** Η αποδοχή κινδύνου είναι η επιλογή κατά την οποία, δεν καταβάλλεται κάποια προσπάθεια μείωσης του βαθμού της έκθεσης του έργου σε αυτόν. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα ο κίνδυνος του έργου να παραμένει ως έχει. Η στρατηγική αυτή, συνήθως επιλέγεται όταν είναι αδύνατο να βρεθεί κάποιος τρόπος αντιμετώπισης του κινδύνου, χωρίς βέβαια να σημαίνει πως ο κίνδυνος είναι τόσο σημαντικός έτσι ώστε να επιβάλει τη ματαίωση του έργου στο σύνολό του.

#### **3.3.5.1.3 Στρατηγικές αξιοποίησης ευκαιριών**

Οι κατηγορίες στρατηγικών αξιοποίησης των ευκαιριών που εφαρμόζονται στις περιπτώσεις κινδύνων με θετικές επιδράσεις είναι οι εξής:

- **Εκμετάλλευση ευκαιρίας (Exploit opportunity).** Ο σκοπός της συγκεκριμένης στρατηγικής έχει ως σκοπό την εξάλειψη της αβεβαιότητας ως προς την πραγματοποίησή της. Η στρατηγική αυτή, επιλέγεται σε περιπτώσεις όπου, όταν η ευκαιρία που παρουσιάζεται, παρέχει όχι ιδιαίτερα θετικές επιδράσεις, σε τέτοιο βαθμό που εκτιμάται ως μεγάλη απώλεια η μη αξιοποίησή της.
- **Μοίρασμα ευκαιρίας (Share opportunity).** Η στρατηγική αυτή αποσκοπεί στη διασφάλιση της διαχείρισης της ευκαιρίας από την πλευρά των ανθρώπων ή τους φορείς που έχουν την ικανότητα να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη και τις πιθανότητες πραγματοποίησής που παρουσιάζει. Το άτομο ή ο φορέας που αναλαμβάνει τη διαχείριση της ευκαιρίας, λαμβάνει ένα μέρος από παραγόμενο όφελος.
- **Ενίσχυση ευκαιρίας (Enhance opportunity).** Η εν λόγω στρατηγική έχει ως σκοπό την αύξηση της έκθεσης του έργου στην ευκαιρία, διαφοροποιώντας έτσι την πιθανότητα ή τις θετικές επιδράσεις με τη μεταβολή όσων παραγόντων ευνοούν την εμφάνιση της ευκαιρίας.
- **Αποδοχή ευκαιρίας (Accept opportunity).** Η συγκεκριμένη στρατηγική αποσκοπεί στην επιδίωξη της ευκαιρίας, δεδομένου, πως έχει εκτιμηθεί η σχετικά μικρή πιθανότητα εμφάνισής της καθώς επίσης, και η σχετικά ασήμαντη επίδραση της στο έργο. Οι προαναφερόμενοι λόγοι, είναι δύο σημαντικοί παράμετροι που καθιστούν την κατανάλωση πόρων για την επιδίωξη της ασύμφορη.

#### **3.3.5.1.4 Κατηγορίες στρατηγικών αντιμετώπισης του κινδύνου**

Το στάδιο της αντιμετώπισης κινδύνων είναι πολύ πιθανό, να επιφέρει μεταβολές στο γενικότερο πρόγραμμα διαχείρισης έργου, αφού ίσως διαφοροποιηθούν στοιχεία του έργου, όπως είναι ο χρόνος, το κόστος, οι απαιτούμενοι ανθρώπινοι πόροι, κλπ. Αφού ολοκληρωθεί το σχέδιο αντιμετώπισης κινδύνων, διαμορφώνεται η τελική εικόνα του έργου, διότι, οριστικοποιούνται οι παράγοντες που το επηρεάζουν.

Οι στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου, εφαρμόζονται σε όλες τις φάσεις του έργου, ενώ, αν ενταχθούν νωρίτερα στη διαδικασία διαχείρισης του έργου, κάτι τέτοιο, έχει ως αποτέλεσμα την διασφάλιση περισσότερων οφελών, για λογαριασμό της

υπεύθυνης εταιρείας. Επιπροσθέτως, επισημαίνεται ότι, η στρατηγική της "αποφυγής του κινδύνου" είναι σχεδόν ανέφικτη στα προχωρημένα στάδια του έργου, στα οποία βέβαια, δεν είναι και εύκολες οι αλλαγές στον γενικότερο σχεδιασμό του.

Συμπερασματικά, οι στρατηγικές αντιμετώπισης του κινδύνου διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- **“Μηδενικός κίνδυνος” (Zero risk).** Η στρατηγική “μηδενικού κινδύνου” αποτελεί από μόνη της, μια ακραία στρατηγική, διότι εκφράζει την αποστροφή της υπεύθυνης εταιρείας, στον κίνδυνο. Επίσης, η στρατηγική επιβάλλει λεπτομερείς αναλύσεις και υψηλές δαπάνες έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η απουσία του κινδύνου.
- **(As Low As Reasonably Achievable, ALARA).** Η στρατηγική “τόσο χαμηλού όσο είναι λογικά εφικτό” χαρακτηρίζεται ως “λογική” διότι λαμβάνει υπόψη το κόστος της αντιμετώπισης του κινδύνου.
- **(Risk Cost Benefit Analysis).** Η συγκεκριμένη στρατηγική βασίζεται στην ανάλυση κινδύνου, ανάλυση κόστους και ανάλυση οφέλους. Προϋποθέτει την ποσοτικοποίηση των κινδύνων, του κόστους που απαιτείται για την αντιμετώπισή τους, καθώς επίσης και του οφέλους που προκύπτει από αυτή.

### 3.3.6 Έλεγχος των κινδύνων (Control Risks)

Σε αυτό το στάδιο, γίνεται έλεγχος στην εφαρμογή των στρατηγικών και των ενεργειών που προτάθηκαν στα προηγούμενα στάδια, με σκοπό την αντιμετώπιση των κινδύνων, αλλά και την παρακολούθηση των αναγνωρισμένων κινδύνων. Η διαδικασία του συγκεκριμένου σταδίου, στοχεύει στην αξιολόγηση των στρατηγικών αντιμετώπισης, στην αναγνώριση νέων κινδύνων, καθώς επίσης και στην αναζήτηση υπολειμματικών ή δευτερευόντων κινδύνων.

Η διαδικασία ελέγχου περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες:

- Την επιβεβαίωση της εγκυρότητας των παραδοχών που είχαν υιοθετηθεί στα προηγούμενα στάδια, σχετικά με το έργο.
- Τον έλεγχο της σωστής εφαρμογής των στρατηγικών αντιμετώπισης κινδύνων.
- Την επιβεβαίωση των αναγνωρισμένων κινδύνων, την αναγνώριση νέων, δευτερευόντων και υπολειμματικών κινδύνων, αλλά και την αναγνώριση τυχόν αναγκαίων αλλαγών στην ύπαρξη αποθεματικών χρόνου και κόστους.
- Την αξιολόγηση των υπαρχόντων στρατηγικών αντιμετώπισης και πρόληψης κινδύνων και την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών αξιοποίησης ευκαιριών.

Στη διαδικασία ελέγχου των κινδύνων, συλλέγονται χρήσιμες πληροφορίες, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενημέρωση του προγράμματος διαχείρισης κινδύνου του παρόντος έργου, αλλά και για να αποτελέσουν πηγή γνώσης στην αντιμετώπιση κινδύνων μελλοντικών έργων. Για την σωστή εφαρμογή του Ελέγχου Κινδύνων, αντλούνται πληροφορίες από τις παρακάτω πηγές :

- **Πρόγραμμα διαχείρισης έργου.** Από το πρόγραμμα διαχείρισης του έργου, αντλούμε πληροφορίες, με αποτέλεσμα να γίνονται αισθητές οι πιθανές αποκλίσεις της διαδικασίας υλοποίησης του έργου, οι οποίες κάλλιστα μπορούν να αποδοθούν σε αναγνωρισμένους κινδύνους, καθιστώντας έτσι, δυνατή τη χρήση διορθωτικών ενεργειών.
- **Δεδομένα και αναφορές που σχετίζονται με την πορεία της κατασκευής.** Κατά τη διάρκεια των εργασιών, συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με την πορεία της υλοποίησης, την επίτευξη ή όχι των επιμέρους στόχων του έργου (πχ. κόστος, χρονικά περιθώρια). Αυτά τα δεδομένα συνηθίζεται να καταχωρούνται και συγκεκριμένα, σε μορφή αναφορών για την ενημέρωση των ενδιαφερομένων (Hilson,2003). Αυτό το στάδιο συνδυάζεται με το πρόγραμμα διαχείρισης έργου, όπου διαπιστώνονται οι διακυμάνσεις που παρουσιάζονται, καθώς και αστοχίες στην αναγνώριση και εκτίμηση των κινδύνων.
- **Μητρώο κινδύνων.** Το μητρώο κινδύνων, αποτελεί κατά τη διάρκεια της κατασκευής του έργου την σημαντικότερη πηγή συσσωρευμένης γνώσης σχετικά με τους κινδύνους που επηρεάζουν το έργο. Εμπεριέχει το σύνολο των αναγνωρισμένων κινδύνων, την ιεράρχηση ως προς την κρισιμότητά τους, τις επιπτώσεις, την πιθανότητα εμφάνισης, αλλά και τις στρατηγικές και δράσεις αντιμετώπισής τους. Το μητρώο κινδύνων είναι αυτό, το οποίο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ελέγχου κινδύνων, καθορίζει την πλειοψηφία των δράσεων που πραγματοποιούνται, ενώ ταυτόχρονα, ενημερώνεται όπως ορίζουν οι εξελίξεις και οι νέες πληροφορίες που λαμβάνονται σχετικά με την υλοποίηση του έργου.

### **3.3.6.1 Εργαλεία και Τεχνικές Ελέγχου Κινδύνων**

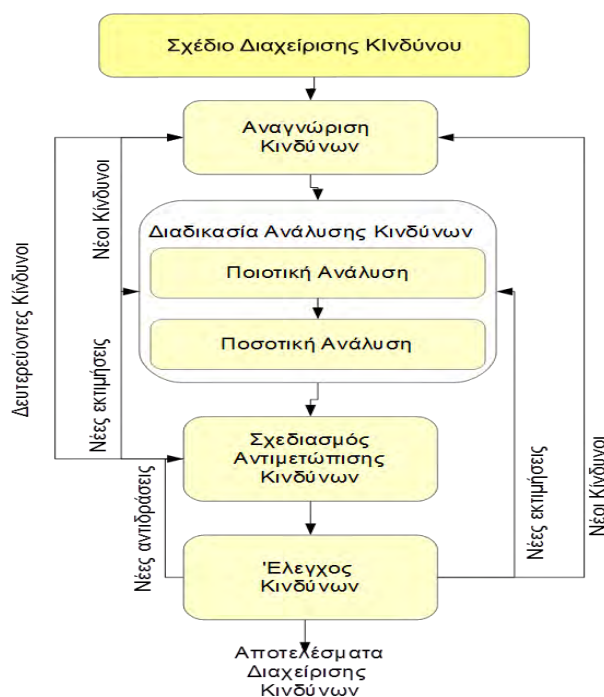
- **Συνεχής επαναπροσδιορισμός των κινδύνων.** Κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου, παρουσιάζονται νέοι κίνδυνοι, ενώ οι αρχικές εκτιμήσεις όπου σχετίζονταν με τις πιθανότητες και τις επιπτώσεις των αναγνωρισμένων κινδύνων, υπάρχει πιθανότητα να αλλάξουν. Αυτές οι μεταβολές επιβάλλουν τη συνεχή παρακολούθηση και αξιολόγηση των κινδύνων του έργου.
- **Διαχείριση αποθεματικών.** Η κατανομή των αποθεματικών κόστους και χρόνου για διάφορες διεργασίες του έργου, επιτυγχάνεται με βάση τις αρχικές εκτιμήσεις, όπου σχετίζονται με του κινδύνους που επηρεάζουν το έργο. Με την πάροδο του χρόνου και τη συνεχή συλλογή πληροφοριών όσον αφορά την πρόοδο του έργου, οι ανάγκες για αποθεματικά και η αντίληψη για τη βέλτιστη κατανομή τους, διαφοροποιούνται. Έτσι, συνεπάγεται πως η συνεχής διαχείριση των αποθεματικών, κρίνεται απαραίτητη.
- **Μέτρηση τεχνικών αποδόσεων.** Σε αυτή τη διαδικασία επιτυγχάνεται η αξιολόγηση για την επίτευξη των τεχνικών στόχων του έργου ανά τακτά χρονικά διαστήματα, σε συνδυασμό βέβαια με τον προγραμματισμό που έχει αρχικά οριστεί.

- **Μετρήσεις Ποιότητας.** Οι μετρήσεις ποιότητας έχουν σκοπό την αξιολόγηση των εκτελεσθέντων εργασιών και σχεδίων, σε σχέση με τους ποιοτικούς στόχους του έργου.
- **Ανάλυση διακύμανσης.** Η ανάλυση διακύμανσης χαρακτηρίζεται από το ύψος της στατιστικής που διακατέχει, όπου συνεπάγεται, σύγκριση των αποτελεσμάτων των εργασιών του έργου, σε σχέση με τα προγραμματισμένα αποτελέσματα. Αν σε περίπτωση που τα δεδομένα που προκύπτουν, παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση, τότε κατά πάσα πιθανότητα η απόκλιση να οφείλεται σε επιπτώσεις κινδύνων που έχουν υλοποιηθεί. Σε μια τέτοια ενδεχόμενη περίπτωση, επιβάλλεται επιπλέον μελέτη και επαναπροσδιορισμός των κινδύνων του έργου.
- **Έλεγχος της αποτελεσματικότητας αντιμετώπισης.** Ο έλεγχος αποτελεσματικότητας αντιμετώπισης, εξετάζει σε ποιο βαθμό οι προγραμματισμένες αντιδράσεις και ενέργειες αντιμετώπισης κινδύνων είχαν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας αφορά, αφενός σε κινδύνους που πραγματοποιήθηκαν και ενεργοποίησαν έτσι τις προγραμματισμένες ενέργειες, αφετέρου σε κινδύνους για τους οποίους έχουν ληφθεί μέτρα για την αποφυγή.
- **Ανακοίνωση αποτελεσμάτων.** Η σωστή διακίνηση των πληροφοριών ανάμεσα στον project manager και τους ενδιαφερόμενους του έργου αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των αναγνωρισμένων κινδύνων. Για να επιτευχθεί σωστή επικοινωνία, βασική προϋπόθεση αποτελεί ο κάθε ενδιαφερόμενος να δέχεται το σύνολο των πληροφοριών που τον αφορούν, ανάλογα με τις υποχρεώσεις που έχει αναλάβει σχετικά με το έργο. Επειδή, ο κάθε ενδιαφερόμενος έχει διαφορετικές ανάγκες σε πληροφορία, ο Hilson (2003) αναφέρει πως τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την πληροφορία που δέχεται είναι τα εξής:
  - i. **Περιεχόμενο.** Ο ενδιαφερόμενος έχει πρόσβαση στις αναφορές που εκπονούνται σχετικά με την πρόοδο του έργου, ενώ το επίπεδο λεπτομέρειας ή η συχνότητα της ενημέρωσης, οφείλεται στις ευθύνες και το ρόλο του ενδιαφερόμενου στο έργο.
  - ii. **Μέθοδος Παράδοσης.** Εξαρτάται εξ' ολοκλήρου από τις ανάγκες του ενδιαφερόμενου, οι πληροφορίες που τον αφορούν μπορεί να παραδίδονται προφορικά, μέσω γραπτών αναφορών, μέσω πρόσβασης σε διάφορες βάσεις δεδομένων κλπ.
  - iii. **Ευθύνες.** Ο ενδιαφερόμενος έχει ευθύνη σχετικά με τις πληροφορίες που διακινούνται. Εξαρτάται βέβαια σε σημαντικό βαθμό, από το ρόλο που κατέχει στο έργο. Ο Hilson (2003) αναφέρει τη συνήθη μέθοδο "RACI"(responsible, accountable, consulted, informed-υπεύθυνος, υπόλογος, σύμβουλος, ενήμερος) για τον καθορισμό της σχέσης του ενδιαφερόμενου με την πληροφορία.

### 3.3.6.2 Αποτελεσματικότητα και γενική ανασκόπηση

Στο στάδιο αυτό, συναντάται η αποτελεσματικότητα των στρατηγικών αντιμετώπισης κινδύνων αλλά και των προγραμματισμένων ενεργειών, όπου εφαρμόζονται. Ο έλεγχος αποτελεσματικότητας έχει την ιδιότητα να εξετάζει την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος, ύστερα από την εφαρμογή των προγραμματισμένων δράσεων και ενεργειών αντιμετώπισης κινδύνων που πραγματοποιήθηκαν, ή σε κινδύνους για τους οποίους έχουν ληφθεί μέτρα για την αποφυγή τους. Επιπροσθέτως, καθιστά εφικτή τη συνεχή αναθεώρηση των αναγνωρισμένων κινδύνων και των παραγόντων αβεβαιότητας που επηρεάζουν το έργο. Ο κίνδυνος που επηρεάζει το έργο δεν είναι στατικός, αλλά μεταβάλλεται λόγω των εσωτερικών και των εξωτερικών παραγόντων. Εν συνεχεία, η πραγματοποίηση ενός κινδύνου μπορεί να προκαλέσει δευτερεύοντες κινδύνους. Οι κίνδυνοι με αρνητικές επιδράσεις δεν είναι οι μοναδικοί οι οποίοι καθιστούν τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας απαραίτητη διαδικασία. Οι ευκαιρίες που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου, απαιτούν επίσης τακτική παρακολούθηση. Νέες ευκαιρίες μπορούν να παρουσιαστούν μετά από ένα διάστημα, ενώ ευκαιρίες που θεωρούνται πιθανές, αργότερα κάλλιστα μπορεί να χαρακτηριστούν αδύνατες. Σε πολλές και διάφορες περιπτώσεις, κρίνεται απαραίτητη η σύνταξη εφεδρικών σχεδίων, τα οποία ενεργοποιούνται μόνο αν οι συνθήκες το επιβάλλουν. Τα συγκεκριμένα σχέδια, συνοδεύονται από μια σειρά ενεργειών με επιδιορθωτικό ή προληπτικό χαρακτήρα, αλλά και κάποιων προσδοκώμενων αποτελεσμάτων. Οι διαφοροποιήσεις που γίνονται στον χαρακτήρα των κινδύνων που αναγνωρίζονται στο στάδιο του ελέγχου κινδύνων, συνήθως, επιβάλλουν ενημέρωση του συνολικού σχεδίου διαχείρισης του έργου καθώς επίσης, και την καταγραφή της αποτελεσματικότητας των ληφθέντων μέτρων που έχουν πραγματοποιηθεί.

**Σχήμα 12: Διαδικασία Διαχείρισης Κινδύνων**



Πηγή: Hilson (2003), PMI (2013) , Ιδία επεξεργασία

## 3.7 Κυριότητα Κινδύνου στα τεχνικά έργα

### 3.7.1 Στόχοι και κριτήρια

Η διαχείριση του κινδύνου αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των κινδύνων του έργου ως σύνολο, προς όφελος πάντα, όλων των εμπλεκόμενων μερών (Κύριος του έργου, ανάδοχος, ασφαλιστής κλπ.), (Motiar Rahman & Kumaraswamy 2002). Οι κίνδυνοι κατανέμονται μέσω της διαδικασίας διαχείρισης, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται διαφορετικές οπτικές γωνίες που σχετίζονται με τον κίνδυνο. Η σωστή κατανομή των κινδύνων, κρίνεται απαραίτητη προϋπόθεση, διότι αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στο τελικό κόστος του έργου (Zaghoul & Hartman, 2003). Η κατανομή των κινδύνων επιτυγχάνεται κατά κύριο λόγο, μέσω του συμβολαίου με το οποίο ανατίθεται η υλοποίηση του έργου στον ανάδοχο, όπου αυτόματα ανατίθεται και η ευθύνη του κάθε κινδύνου στο αντίστοιχο μέρος του έργου (κύριος, ανάδοχος, ασφαλιστής κλπ.). Η δημιουργία αντικρουόμενων συμφερόντων αποτελεί αποτέλεσμα της κατανομής, διότι κάθε μέρος επιθυμεί να αντιμετωπίζει όσο το δυνατόν λιγότερους κινδύνους, με τα μέγιστα βέβαια οικονομικά οφέλη. Τελειώνοντας, συχνό φαινόμενο αποτελεί το γεγονός όπου ο κύριος του έργου, προσπαθεί να μεταβιβάσει όλους τους κινδύνους στον ανάδοχο, ο οποίος ανάδοχος αρνείται να αναλάβει το σύνολο των ευθυνών του έργου.

Οι Chapman & Ward (2003), αναφέρουν πως για την επιτυχή διαχείριση των κινδύνων του έργου είναι απαραίτητη η ύπαρξη τεσσάρων προϋποθέσεων, στις οποίες πρέπει να στηρίζονται οι αποφάσεις για την ορθή κατανομή των κινδύνων. Οι προϋποθέσεις είναι οι εξής:

1. Λεπτομερής διασαφήνιση των αναγκαίων δραστηριοτήτων του έργου.
2. Σαφής αντίληψη των θεμάτων που επηρεάζουν κάθε μέρος του έργου.
3. Ικανότητα διαχείρισης των αντικειμένων ευθύνης.
4. Επαρκές κίνητρο για την ανάληψη των ευθυνών κάθε μέρους.

Σύμφωνα με τις παραπάνω προϋποθέσεις, δημιουργούνται στρατηγικές και μέθοδοι κατανομής κινδύνων, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τους τα χαρακτηριστικά του έργου όπου συνεπάγεται εξασφάλιση της καταλληλότητας της κατανομής των διαφόρων κινδύνων στα μέρη του έργου. Οι Lam, Wang, Lee & Tsang (2007) ανέπτυξαν μέθοδο για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την κατανομή της ευθύνης των κινδύνων βασισμένη σε επτά κριτήρια. Συγκεκριμένα, τα κριτήρια βασίζονται στην δυνατότητα του υπεύθυνου να:

1. Προβλέψει τον κίνδυνο.
2. Εκτιμήσει τις επιπτώσεις του κινδύνου.
3. Ελέγξει την πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου.
4. Αντιμετωπίσει τον κίνδυνο σε περίπτωση εμφάνισης.
5. Αντέξει τις επιπτώσεις του κινδύνου.
6. Επωφεληθεί από την ανάληψη της ευθύνης του κινδύνου.

Το τελευταίο κριτήριο, αφορά στο αν η αποζημίωση που απαιτεί αυτός που αναλαμβάνει τελικά τον κίνδυνο, θεωρείται λογικό και συμφέρον από τον κύριο του έργου.

Σύμφωνα με τους Loosemore και McCarthy (2008), μερικές κατηγορίες κινδύνων των οποίων την ευθύνη αναλαμβάνει ο κύριος του έργου, είναι οι παρακάτω:

- Σφάλμα σχεδιασμού
- Αλλαγές στην εργασία
- Θεομηνίες
- Αλλαγές στη νομοθεσία
- Καθυστέρηση πληρωμών
- Αποζημιώσεις
- Προστασία υπαρχόντων εγκαταστάσεων
- Προβλήματα στην απόκτηση αδειών

Αντίστοιχα, κάποιες κατηγορίες κινδύνων που πολλές φορές επιβαρύνουν τον ανάδοχο, είναι οι παρακάτω:

- Διαθεσιμότητα υλικών , εργατικού δυναμικού και εξοπλισμού.
- Παραγωγικότητα
- Ελαττωματικό υλικό
- Ασφάλεια εργατών
- Αύξηση των τιμών πρώτων υλών και εργασία
- Ποιότητα εργασιών
- Οικονομική αποτυχία
- Αποζημιώσεις
- Διαφωνίες ανάμεσα στο εργατικό δυναμικό
- Απεργίες
- Καθυστέρηση του έργου-σύνολο εργασίας

### **3.7.2 Ταξινόμηση κινδύνων στον τομέα των τεχνικών έργων**

Για τη διευκόλυνση του εντοπισμού των κινδύνων στα τεχνικά έργα, γίνεται στη συνέχεια μια ταξινόμηση σε βασικές κατηγορίες και αναφέρονται οι κυριότεροι κίνδυνοι που μπορούν να συμπεριληφθούν σε κάθε κατηγορία. Επισημαίνεται ότι η ταξινόμηση των κινδύνων σε κατηγορίες εξαρτάται στην κρίση του μελετητή, αφού τα όρια των κατηγοριών δεν είναι “διακριτικά” και ένας κίνδυνος θα μπορούσε να τοποθετηθεί σε μία ή σε περισσότερες κατηγορίες ή να χαρακτηριστεί με διαφορετικό τρόπο από κάθε μελετητή.

Σύμφωνα με τον Πολύζο (2017), οι βασικές κατηγορίες των κινδύνων στα τεχνικά έργα και οι κίνδυνοι που περιλαμβάνει κάθε κατηγορία, έχουν ως εξής:

#### **A. Τεχνικοί και Κατασκευαστικοί Κίνδυνοι**

- Ελλιπής σχεδιασμός του έργου, μη ολοκληρωμένα σχέδια και ελλειπείς ή ακατάλληλες προδιαγραφές.
- Ακατάλληλες κατασκευαστικές διαδικασίες και μέθοδοι, ελαττωματικές κατασκευαστικές εργασίες.
- Μεταβολές στον αρχικό σχεδιασμό και αλλαγές στη σκοπιμότητα του έργου.
- Μεταβολές στο χρονικό προγραμματισμό και την αλληλουχία των εργασιών.
- Υψηλές τεχνικές απαιτήσεις από τον ΚτΕ (κύριος του έργου).

## **B. Εξωτερικοί κίνδυνοι που σχετίζονται με φυσικά φαινόμενα και τη γεωγραφική θέση του έργου**

- Φυσικές καταστροφές και ακραία φυσικά φαινόμενα (σεισμοί, θεομηνίες, δυσμενείς καιρικές συνθήκες, κλπ).
- Δυσμενείς και απρόβλεπτες γεωμορφολογικές συνθήκες στην τοποθεσία του έργου και την ευρύτερη περιοχή επιρροής του (δυσμενές υπέδαφος, δυσμενές ανάγλυφο εδάφους, δύσκολη πρόσβαση στη θέση έργου, εσφαλμένη επιλογή θέσης εγκατάστασης εργοταξίου, ακαταλληλότητα πετρωμάτων για εργασία και λήψη υλικών, κλπ).

## **Γ. Διαχειριστικοί Κίνδυνοι**

- Ανεπαρκής διαχείριση των ανθρώπινων πόρων, των μηχανημάτων και του λοιπού εξοπλισμού, χαμηλή παραγωγικότητα εργατικού δυναμικού, αστοχίες στην επιλογή προσωπικού και μηχανημάτων.
- Προβλήματα χρονικού προγραμματισμού: καθυστέρηση στη λήψη έγκρισης για τα σχέδια και προβλήματα συνεργασίας με τον ΚτΕ, καθυστέρηση στην έναρξη του έργου, καθυστερήσεις στη λήψη αποφάσεων, στην εκτέλεση των εργασιών και την προμήθεια υλικών, καθυστερήσεις από τρίτους, καθυστέρηση στην παράδοση του χώρου και μη ρεαλιστικές εκτιμήσεις στη διάρκεια εκτέλεσης των δραστηριοτήτων και του έργου.
- Προβλήματα οικονομικού προγραμματισμού: η διαθεσιμότητα των μηχανημάτων και του λοιπού εξοπλισμού, μη ρεαλιστική εκτίμηση του κόστους ορισμένων δραστηριοτήτων και του έργου συνολικά.
- Προβλήματα στην ποιότητα των υλικών και των εκτελούμενων εργασιών, κακή ποιότητα υλικών.
- Προβλήματα υγείας και ασφαλείας εντός του εργοταξίου αλλά και στον ευρύτερο χώρο.
- Προβλήματα διοίκησης και διαχείρισης: ικανότητα εργολάβου, διαχείριση των ανθρώπινων πόρων, κακή επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων, έλλειψη εμπειρίας στη διαχείριση έργων, εσωτερικά διοικητικά προβλήματα, κακή επικοινωνία εργατικού προσωπικού και διοίκησης του έργου, ελλιπής εμπειρία σε παρόμοια έργα.
- Γενικότερα διαχειριστικά προβλήματα: ανεπαρκής επιθεώρηση, αλλαγές στο σχεδιασμό του έργου, προβλήματα στη μεταφορά και την ενσωμάτωση τεχνολογίας, συχνές μεταβολές στον τρόπο διαχείρισης, καθυστερημένος σχεδιασμός του έργου, σχέσεις με το κοινωνικό περιβάλλον του έργου, κακή συνεργασία με τους φορείς κοινής ωφέλειας.
- Αναβολή ή διακοπή εκτέλεσης του έργου.

## **Δ. Κίνδυνοι που αφορούν τους ανθρώπινους πόρους και τα μηχανικά μέσα παραγωγής**

- Έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού στην περιοχή του έργου.
- Κακή συνεργασία εργαζομένων και διοίκησης, εργασιακές συγκρούσεις, διαμάχες και απεργίες.
- Επαγγελματική ανεπάρκεια των υπεργολάβων, προμηθευτών και συμβούλων.



- Συχνές βλάβες του μηχανικού εξοπλισμού.
- Συχνοί τραυματισμοί των εργαζομένων και ατυχήματα.

### **Ε. Οικονομικοί Κίνδυνοι**

- Υψηλός ανταγωνισμός στο στάδιο υποβολής των προσφορών και χαμηλή η προσφορά του αναδόχου ως προς το πραγματικό κόστος του έργου.
- Πληθωρισμός και απρόβλεπτες μεταβολές των τιμών.
- Καθυστέρηση πληρωμών από τον κύριο του έργου.
- Χρηματοοικονομική αποτυχία του αναδόχου.
- Φορολογικές επιβαρύνσεις και περιορισμοί στις μετακινήσεις του κεφαλαίου.
- Προβλήματα ρευστότητας και εξάρτηση από ξένα κεφάλαια.
- Ακατάλληλες μακροοικονομικές συνθήκες.
- Μεταβολές των συναλλαγματικών ισοτιμιών.
- Μη διαθεσιμότητα ικανοποιητικού για την κάλυψη των χρηματοδοτικών αναγκών του έργου κεφαλαίου, από την πλευρά του αναδόχου.
- Μονοπώλιο στην αγορά προμήθειας υλικών και εργασίας.
- Αλλαγή της πολιτικής των τραπεζών στους όρους χορήγησης δανείων.

### **ΣΤ. Νομικοί Κίνδυνοι**

- Μεταβολές νομοθετικού πλαισίου για την εκτέλεση των έργων.
- Ενδεχόμενες διαφωνίες επί του συμβολαίου και των απαιτήσεων και μεταβολές ύστερα από διαπραγματεύσεις.
- Καθυστέρηση εν αναμονή δικαστικών αποτελεσμάτων για την επίλυση διαφορών.
- Μη εκπλήρωση συμβατικών υποχρεώσεων από την πλευρά του ΚτΕ.
- Εκδίκαση υποθέσεων σχετικών, με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του έργου μετά από καταγγελίες πολιτών ή φορέων.
- Αναστολή έργου λόγω προσφυγών.

### **Ζ. Πολιτικοί Κίνδυνοι**

- Αστάθεια της πολιτικής κατάστασης της χώρας.
- Δυσκολία και καθυστερήσεις στη λήψη αδειών.
- Πόλεμος και πολιτική αναταραχή.
- Κακόβουλες ενέργειες, δολιοφθορά.

### **Η. Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι**

- Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι του έργου και όχληση από την κατασκευή του έργου.
- Μη ορθολογική διαχείριση αποβλήτων.

Χρήζει αναφοράς το γεγονός πως, πολλοί από τους προαναφερόμενους κινδύνους μπορούν να χαρακτηριστούν ως κύριοι κίνδυνοι, ενώ, κάποιοι άλλοι ως δευτερεύοντες προερχόμενοι από τους κύριους κινδύνους ή παράμετροι επιρροής του κυρίου κινδύνου.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ**

#### **4.1 Γενικά**

Στο παρόν κεφάλαιο, περιγράφεται και εν συνεχεία, αναλύεται η προτεινόμενη μεθοδολογία για την εκπόνηση της ανάλυσης αλλά και της μελέτης διακινδύνευσης έργου οδοποιίας. Παράλληλα, αναφέρονται οι λόγοι που οδήγησαν στις επιλογές σύνθεσης της παρακάτω μεθοδολογίας, 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.

Το παρόν κεφάλαιο, αποσκοπεί στο να καλύψει το ρόλο του «Σχεδίου Διαχείρισης Κινδύνου» σε έργο οδοποιίας, του οποίου περιγράφεται εκτενέστερα στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ορισμένες πληροφορίες που συνήθως περιλαμβάνονται στο σχέδιο διαχείρισης κινδύνου και θεωρούνται βασικοί παράγοντες, όπως η περιγραφή του έργου, το χρονοδιάγραμμα, η κατηγοριοποίηση των παραγόντων που επηρεάζουν το έργο καθώς επίσης και οι παραδοχές που αφορούν στο έργο, τοποθετήθηκαν στο Κεφάλαιο 5 στην παρούσα εργασία.

#### **4.2 Σκοπός της μεθοδολογίας**

Η προτεινόμενη μεθοδολογία της παρούσας εργασίας, αφορά στην εκπόνηση της ανάλυσης αλλά και της μελέτης διακινδύνευσης έργου οδοποιίας από την οπτική πλευρά του αναδόχου του έργου.

Σκοπός της προτεινόμενης μεθοδολογίας αποτελεί, η αναγνώριση και ανάλυση των κινδύνων που αφορούν το έργο και που μπορούν να το επηρεάσουν κατά τη διάρκεια της κατασκευής, όσον αφορά στο κόστος κατασκευής, την ποιότητα των εργασιών, το χρόνο ολοκλήρωσης, καθώς επίσης και την εισαγωγή προτάσεων μείωσης ή ενδεχομένως και εξάλειψης του συνολικού κινδύνου του έργου.

Όσον αφορά τώρα τη διαδικασία της ανάλυσης και διαχείρισης κινδύνων ενός έργου, συνηθίζεται να συντάσσεται πριν την υποβολή της προσφοράς για την επιλογή του αναδόχου του έργου και παράλληλα, μία τέτοια κίνηση θεωρείται το ιδανικότερο σενάριο που μπορεί να επιτευχθεί. Ο βασικότερος λόγος όπου ισχύει κάτι τέτοιο είναι, πως γνωρίζοντας το βαθμό επικινδυνότητας που παρουσιάζει το εκάστοτε έργο, ο εν δυνάμει ανάδοχος κάνει εκτίμηση των πιθανοτήτων υπέρβασης του οικονομικού κόστους, του χρόνου υλοποίησης του έργου, καθώς επίσης και της ρύθμισης του ύψους της προσφοράς που θα καταθέσει, αφού αρχικά λάβει βέβαια υπ' όψη τα περιθώρια κέρδους, σε συνδυασμό με τον κίνδυνο αλλά και τον ανταγωνισμό γενικότερα.

Τελειώνοντας, χρήσιμο να αναφερθεί, αποτελεί το γεγονός πως για τον οποιοδήποτε λόγο δεν καταστεί δυνατή η εκπόνηση της ανάλυσης και του σχεδίου της διαχείρισης κινδύνου πριν την προσφορά του αναδόχου, θα είναι σε θέση να προσφέρει σημαντικά οφέλη στον ανάδοχο, ακόμη και μετά την ανάληψη του έργου.

### 4.3 Ανάλυση παραδοχών μεθοδολογίας

Για την ανάλυση και εν συνεχεία για την εφαρμογή των παραδοχών μεθοδολογίας, απαιτείται η λήψη των παρακάτω παραδοχών:

1. Οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται σχετικά με το έργο, είναι αυτές που αντλούνται από τα τεύχη δημοπράτησης.
2. Απαιτείται σύνταξη έστω και ενδεικτικού χρονοδιαγράμματος του έργου. Το χρονοδιάγραμμα είναι ένα χρήσιμο εργαλείο, διότι σου παρουσιάζει την ελάχιστη διάρκεια εκτίμησης των εργασιών. Αυτός άλλωστε είναι ο λόγος που οι επιπτώσεις των κινδύνων όσον αφορά στο χρόνο υλοποίησης, έχουν μόνο αρνητική έννοια.
3. Η ανάλυση και διαχείριση του κινδύνου στη συγκεκριμένη μεθοδολογία, αφορά αποκλειστικά τη φάση της κατασκευής του έργου. Οι περίοδοι μεταξύ της δημοπράτησης, της υπογραφής της σύμβασης, αλλά και στην περίοδο συντήρησης του έργου δεν έχουν καμία σχέση με τη μεθοδολογία της ανάλυσης και της διαχείρισης του κινδύνου. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα πως λαμβάνονται υπόψη μόνο κίνδυνοι που μπορούν να επηρεάσουν τη φάση της κατασκευής και οι επιπτώσεις αυτών.

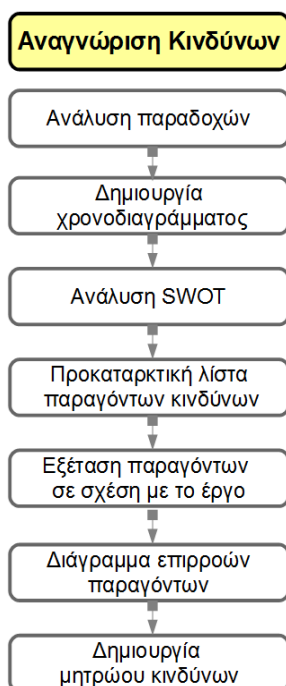
### 4.4 Πηγές άντλησης πληροφοριών

Για τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών για την εκτέλεση της ανάλυσης και διαχείρισης κινδύνου, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω πηγές:

- Τα τεύχη δημοπράτησης του έργου, τα οποία περιλαμβάνουν την περιγραφή του έργου, τον προϋπολογισμό, τις υποχρεώσεις του αναδόχου. Συγκεκριμένα, τα έγγραφα που χρησιμοποιήθηκαν στην εκπόνηση της μελέτης περίπτωσης του κεφαλαίου 5 ήταν, η «Διακήρυξη ανοιχτής διαδικασίας», η «Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων» (Ε.Σ.Υ.), το «Περιγραφικό τιμολόγιο έργων οδοποιίας», η «Περίληψη διακήρυξης», ο «Προϋπολογισμός μελέτης», το «Σχέδιο Ασφάλειας και Υγείας-Φάκελος Ασφάλειας και Υγείας» (Σ.Α.Υ.-Φ.Α.Υ.), καθώς επίσης και η «Τεχνική Περιγραφή» του έργου.

#### 4.5 Μεθοδολογία αναγνώρισης κινδύνων

Σχήμα 13: Μεθοδολογία αναγνώρισης κινδύνων



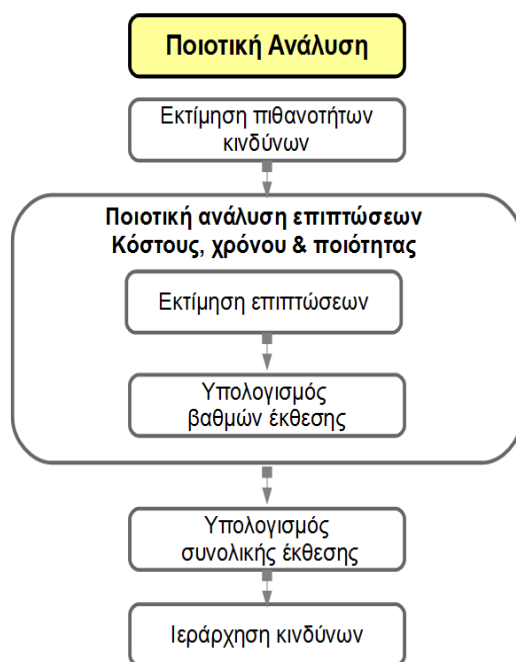
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η μεθοδολογία της αναγνώρισης κινδύνων προϋποθέτει μια συγκεκριμένη διαδικασία, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια τέτοια ενέργεια. Αρχικά, γίνεται η ανάλυση των αναγκαίων παραδοχών, οι οποίες προκύπτουν από τα δεδομένα του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος της εργοληπτικής επιχείρησης. Σημαντικό ρόλο στον τομέα των παραδοχών αποτελούν και οι πληροφορίες που υπάρχουν για το έργο και αφορούν την σύσταση και τις δυνατότητες της επιχείρησης, την εκτίμηση της ελάχιστης προσφοράς, την ημερομηνία έναρξης των εργασιών για την υλοποίηση του έργου, καθώς επίσης και οποιαδήποτε διαφορετική παραδοχή θεωρείται απαραίτητη στην όλη διαδικασία της αναγνώρισης των κινδύνων. Εν συνεχεία, συντάσσεται ένα ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα της υλοποίησης του έργου, ενώ, παράλληλα, πραγματοποιείται ανάλυση SWOT, όπου μέσω αυτής, επιτυγχάνεται η απεικόνιση των δυνατών σημείων, των αδυναμιών, των ευκαιριών αλλά και των απειλών που παρουσιάζονται στο έργο γενικότερα. Όσον αφορά τώρα τους κινδύνους που επηρεάζουν το έργο, γίνεται η χρήση προκαταρκτικής λίστας παραγόντων κινδύνων, η οποία εστιάζει στους πιο συνηθισμένους κινδύνους, όπως, υπέρβασης κόστους, καθυστέρησης εργασιών καθώς και αποτυχία επίτευξης ποιοτικών στόχων, κυρίως σε τεχνικά έργα. Εν κατακλείδι, για την αναγνώριση των κινδύνων που επηρεάζουν το έργο θεωρείται πιο ουσιαστική η λίστα του Larsen (2015), η οποία βασίζεται σε βιβλιογραφική έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα και συγκεκριμένα, σε παγκόσμιο επίπεδο. Ακολουθεί ανάλυση των παραγόντων της λίστας ως προς τα χαρακτηριστικά τους, τις παραμέτρους επιρροής, καθώς επίσης και το είδος των επιπτώσεων που μπορούν να έχουν στο έργο. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα, οι παράγοντες να έχουν την δυνατότητα προσδιορισμού στο έργο που τέθηκε υπό μελέτη, αλλά και μπορούν να

αποτελέσουν κινδύνους από την οπτική πλευρά του αναδόχου. Η τελευταία ενέργεια, ανήκει στη δημιουργία διαγράμματος, όπου παρουσιάζει τις επιρροές ανάμεσα στους παράγοντες κινδύνου που θεωρήθηκε ότι επηρεάζουν το έργο και έχει ως αποτέλεσμα τη λίστα των αναγνωρισμένων κινδύνων που επηρεάζουν άμεσα το έργο, σε σχέση με τους παράγοντες του κόστους, του χρόνου και της ποιότητας.

#### 4.6 Μεθοδολογία ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων

Σχήμα 14: Μεθοδολογία ποιοτικής ανάλυσης κινδύνων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σκοπός αυτής της μεθοδολογίας, είναι να γίνει μία ιεράρχηση των κινδύνων, έτσι ώστε να αντιμετωπιστούν αρχικά αυτοί που απαιτούν άμεσα ενέργειες, και ταυτόχρονα να εντοπιστούν οι κίνδυνοι χαμηλής προτεραιότητας, για τους οποίους μπορεί να μην απαιτείται και καμία ενέργεια. Επίσης, γίνεται εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης κάθε κινδύνου αλλά και του βαθμού επίπτωσης που παρουσιάζει στο έργο, σε συνάρτηση βέβαια με το κόστος, το χρόνο υλοποίησης και την επίτευξη των στόχων ποιότητας. Όλα τα παραπάνω, έχουν ως αποτέλεσμα τον υπολογισμό του βαθμού έκθεσης του έργου σε κάθε κίνδυνο για κάθε παράμετρο όπως, κόστος, χρόνος, ποιότητα, καθώς επίσης και την κατηγοριοποίησή αυτών, σε κινδύνους υψηλής, μέσης και χαμηλής έκθεσης αντίστοιχα.

##### 4.6.1 Εκτίμηση πιθανοτήτων κινδύνων

Η εκτίμηση των πιθανοτήτων κινδύνων επιτυγχάνεται με τη χρήση περιγραφικής κλίμακας επιπέδων πιθανότητας, όπου κάθε επίπεδο αντιστοιχεί σε μια ενδεικτική πιθανότητα. Από την οπτική πλευρά του μελετητή γίνεται ο προσδιορισμός των βαθμίδων πιθανότητας, καθώς επίσης και των επιπέδων της περιγραφικής κλίμακας, σε συνδυασμό βέβαια με τη στάση που παρουσιάζει ο ανάδοχος στον κίνδυνο. Δεδομένου ότι, η εκτίμηση των πιθανοτήτων βασίζεται κυρίως στη χρήση κριτικής ικανότητας και εμπειρικής γνώσης, θεωρείται ανούσια, η χρήση αποκλειστικά αριθμητικής κλίμακας πιθανοτήτων, καθώς η μεγαλύτερη ακρίβεια στην εκτίμηση

θα μπορούσε να είναι παραπλανητική (παραδείγματος χάρη, η εκτίμηση της πιθανότητας ενός κινδύνου ως 50% και ενός άλλου 53%, δεν θα είχε κάποια ουσία και θα έδινε λανθασμένα την εντύπωση της ακρίβειας). Τελειώνοντας, χρήζει αναφοράς το γεγονός πως, στην εκτίμηση των κινδύνων λαμβάνονται υπ' όψη οι παράγοντες επιρροής των κινδύνων, εσωτερικοί και εξωτερικοί.

#### **4.6.2 Εκτίμηση επιπτώσεων κινδύνων**

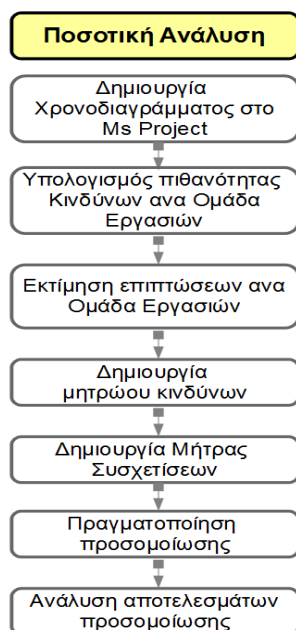
Σε αυτό το στάδιο συναντάται η εκτίμηση επιπτώσεων κινδύνων, όπου και αυτή βασίζεται στη χρήση περιγραφικής κλίμακας. Παρατηρείται μια αντιστοίχιση ανάμεσα σε κάθε βαθμό επίπτωσης και σε συντελεστή βάρους επίπτωσης. Επίσης, ο συντελεστής βάρους επίπτωσης, καθορίζεται με βάση τη στάση που παρουσιάζει ο ανάδοχος απέναντι στον κίνδυνο. Επιπροσθέτως, άλλη μια αντιστοίχιση παρατηρείται στους βαθμούς επίπτωσης χρόνου και κόστους, με διαστήματα που απεικονίζουν την επίπτωση στο σύνολο του έργου. Τελειώνοντας, τα διαστήματα για τις επιπτώσεις κόστους, απεικονίζουν το ποσοστό αύξησης του συνόλου του έργου, ενώ, για τις επιπτώσεις χρόνου, τα διαστήματα μεταφράζονται σε ημέρες καθυστέρησης στην ολοκλήρωση του έργου.

#### **4.6.3 Υπολογισμός βαθμού έκθεσης κινδύνων**

Ο κάθε κίνδυνος διακατέχεται από κάποιες παραμέτρους που τον συνοδεύουν ως το πέρας της υλοποίησης του έργου. Μια από αυτές τις παραμέτρους, αντιστοιχεί με τον υπολογισμό του βαθμού έκθεσης στο κόστος, το χρόνο αλλά και την ποιότητα, όπου επιτυγχάνεται με πολλαπλασιασμό της πιθανότητας εμφάνισης, με το συντελεστή βαρύτητας της επίπτωσης του κινδύνου, σε κάθε παράμετρο. Γίνεται ιεράρχηση των κινδύνων για κάθε παράμετρο βάσει έκθεσης και αναγνωρίζονται οι κίνδυνοι με τη μεγαλύτερη κρισιμότητα, όσον αφορά στο κόστος, το χρόνο και την ποιότητα όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Εν τέλει, αφενός γίνεται πρόσθεση των επί μέρους βαθμών έκθεσης των κινδύνων και προκύπτει ο συνολικός βαθμός έκθεσης κάθε κινδύνου, αφετέρου, γίνεται ιεράρχηση των κινδύνων βάσει της συνολικής έκθεσης, ενώ αναγνωρίζονται οι σημαντικότεροι κίνδυνοι για το σύνολο του έργου.

## 4.7 Μεθοδολογία ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων

Σχήμα 15: Μεθοδολογία ποσοτικής ανάλυσης κινδύνων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η ποσοτική ανάλυση των κινδύνων έγινε βάσει των επιπτώσεων στο έργο σε συνάρτηση με το κόστος και το χρόνο υλοποίησης του. Παράλληλα, όσον αφορά την εκπόνησή της, επιλέγεται η μέθοδος προσομοίωσης της πραγματοποίησης των κινδύνων και των επιπτώσεων τους στο κόστος, καθώς επίσης και στο χρόνο υλοποίησης του έργου. Η προσομοίωση των κινδύνων επιτυγχάνεται μέσω ομάδας εργασιών. Θεωρείται αρκετά πιθανό και συνάμα ρεαλιστικό, πως ένας κίνδυνος (για παράδειγμα, ο κίνδυνος R3, όπου μεταφράζεται σε Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου) πιθανώς να εμφανιστεί σε μια ομάδα εργασιών και να μην εμφανιστεί στις υπόλοιπες. Τελειώνοντας, για την περίπτωση αποφυγής της περιττής πολυπλοκότητας στο μοντέλο της προσομοίωσης, η πιθανότητα εμφάνισης ενός κινδύνου θεωρείται ίση σε κάθε ομάδα εργασίας, αλλά όμως γίνεται επανεκτίμηση της επίπτωσης κάθε κινδύνου, έτσι ώστε να αντιπροσωπεύει το βαθμό στον οποίο επηρεάζει κάθε ομάδα εργασιών.

### 4.7.1 Προσδιορισμός πιθανοτήτων κινδύνων

Σύμφωνα με τον Αντρέι Κολμογκρόφ 1933 (Andrey Nikolayevich Kolmogorov), 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. Κάτι τέτοιο, έχει ως αποτέλεσμα την ένωση των πιθανοτήτων του συνόλου των ομάδων εργασιών. Εκτενέστερα, εάν για παράδειγμα ο κίνδυνος R3 παρουσιάζει συνολική πιθανότητα εμφάνισης  $P(R3)=0,1$  και  $P(A)$ ,  $P(B)$ ,  $P(\Gamma)$ ,  $P(\Delta)$  και  $P(E)$  οι πιθανότητες εμφάνισης του κινδύνου στις ομάδες εργασιών A,B,Γ,Δ και E αντίστοιχα, τότε  $P(R3)=0,1=P(A\cup B\cup \Gamma\cup \Delta\cup E)$ . Εξαιτίας της παραδοχής πως οι πιθανότητες για κάθε ομάδα

εργασίας είναι ίσες, και δεδομένου ότι χρησιμοποιείται ο τύπος της ένωσης πιθανοτήτων για ανεξάρτητα γεγονότα  $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$ , έχει ως αποτέλεσμα τον υπολογισμό της πιθανότητας του κινδύνου για μια ομάδα εργασίας. Βασική προϋπόθεση αποτελεί βέβαια η επίλυση της παρακάτω σχέσης:

*Υπολογισμός πιθανοτήτων εμφάνισης κινδύνου ανά ομάδα εργασίας*

$$x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - a = 0$$

Πηγή: Αντρέι Κολμογκρόφ 1933, ίδια επεξεργασία

Όπου:

$x$ : είναι η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου σε μια ομάδα εργασίας

$a$ : είναι η πιθανότητα της ένωσης για το σύνολο των εργασιών

Για παράδειγμα, για τον κίνδυνο R(3) ισχύει:

$$x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - 0,1 = 0$$

$$x=0,02085$$

#### **4.7.2 Προσδιορισμός Επιπτώσεων κινδύνων**

Για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων κινδύνων ανά ομάδα εργασίας, θεωρείται αναγκαία η επανεκτίμηση των επιπτώσεων του κινδύνου για κάθε μία από τις ομάδες εργασίας, δεδομένου πως χρησιμοποιείται η ίδια κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης, όμως με τις εξής διαφορές:

- Στις επιπτώσεις κόστους, το ποσοστό αύξησης εκτιμάται με βάση το κόστος της ομάδας εργασίας, σε αντίθεση βέβαια, με το συνολικό κόστος του έργου όπου χρησιμοποιήθηκε στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης.
- Στις επιπτώσεις χρόνου, εκτιμώνται οι επιπτώσεις κάθε κινδύνου σε κάθε ομάδα εργασίας ξεχωριστά.

#### **4.7.3 Επιλογή Μεθόδου δειγματοληψίας**

Η επιλογή μεθόδου της δειγματοληψίας επιλέχθηκε με βάση κάποια συγκεκριμένα κριτήρια όπως: συνήθης χρήσης μεθόδου καθώς επίσης και αποτελεσματικής διαδικασίας της συγκεκριμένης μεθόδου.

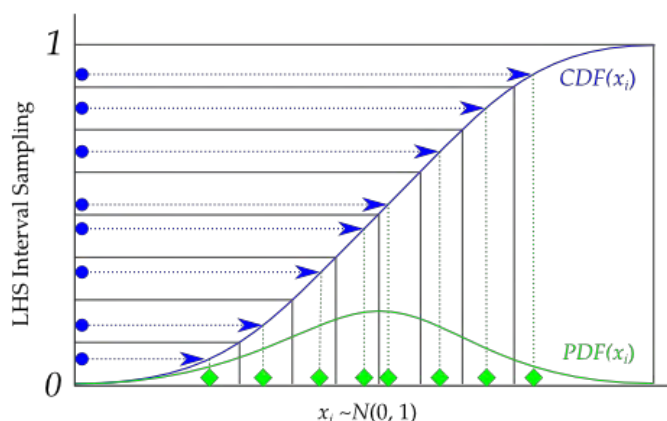
Μία από τις συνηθισμένες μεθόδους προσομοίωσης, αποτελεί η μέθοδος Monte Carlo η οποία εκτενώς περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 3 της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η τεχνική Monte Carlo στην «παραδοσιακή» της μορφή χρησιμοποιεί δειγματοληψία απόλυτα τυχαίων τιμών βάσει των καθορισμένων κατανομών πιθανοτήτων, για την προσομοίωση των κινδύνων σε ένα έργο. Η απόλυτα τυχαία επιλογή έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία της ανάγκης χρήσης, ιδιαίτερα υψηλού πλήθους επαναλήψεων για την αποφυγή φαινομένων ομαδοποίησης των δειγμάτων. Για την αύξηση της αξιοπιστίας στη δειγματοληψία των προσομοιώσεων, αναπτύχθηκε ένας αριθμός μεθόδων δειγματοληψίας. Στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκε η δειγματοληπτική μέθοδος του Λατινικού Υπερκύβου (Latin Hypercube Sampling, LHS), μία από τις συχνότερα προτιμώμενες



μεθόδους, στην προσομοίωση κινδύνων με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστικών συστημάτων. Η μέθοδος LHS αποτελεί την εξέλιξη της μεθόδου δειγματοληψίας Monte Carlo και δημιουργήθηκε με σκοπό τη μείωση των αναγκαίων επαναλήψεων για την παραγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Η βασική της αρχή, θεωρείται η διαίρεση της καμπύλης αθροιστικής συχνότητας σε ίσα τμήματα καθώς επίσης και η τυχαία λήψη δειγμάτων από κάθε τμήμα. Αν και τα οφέλη της μεθόδου LHS είναι μεγαλύτερα σε σχέση με την απόλυτα τυχαία δειγματοληψία, όταν φυσικά ο αριθμός των επαναλήψεων είναι χαμηλός. Τώρα, σε περίπτωση υψηλού αριθμού επαναλήψεων, η μέθοδος συνεχίζει και πάλι να αποδίδει αποτελέσματα, με μεγαλύτερη αξιοπιστία από την μέθοδο Monte Carlo.

#### Σχήμα 16: Διάγραμμα Latin Hypercube Sampling



Πηγή: <https://pythonhosted.org>, 2016

#### 4.7.4 Δημιουργία Μοντέλου κινδύνων

Για δημιουργία του μοντέλου κινδύνου για το έργο, προτείνεται η χρήση των προγραμμάτων Microsoft Excel, Microsoft Project (λογισμικό διαχείρισης έργου) και Palisade@Risk (λογισμικό προσομοίωσης κινδύνου). Η δημιουργία του μοντέλου του έργου πραγματοποιείται σε τρεις διαδικασίες:

1. Δημιουργία χρονοδιαγράμματος έργου στο Microsoft Project και εισαγωγή στο Microsoft Excel, με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk.
2. Δημιουργία μητρώου κινδύνων στο Microsoft Excel, με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk.
3. Δημιουργία μήτρας συσχετίσεων στο Microsoft Excel, με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk.

##### 4.7.4.1 Δημιουργία χρονοδιαγράμματος έργου στο Microsoft Project και εισαγωγή αυτού στο Microsoft Excel με τη χρήση του προγράμματος Palisade@Risk

Για τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος του έργου, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Microsoft Project. Για τη σύνταξή του θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση η χρήση των εκτιμήσεων που αναλύονται στις παραδοχές της αναγνώρισης κινδύνων. Κατά τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος εισάγονται στο πρόγραμμα οι ομάδες εργασιών, η χρονική διάρκεια τους, το διάστημα έναρξης και λήξης της εργασίας,

καθώς επίσης και η ημερομηνία παράδοσης του έργου (Deadline). 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. Η εισαγωγή στο πρόγραμμα Palisade@Risk, επιτυγχάνεται συνδέοντας το λογιστικό βιβλίο της ποσοτικής ανάλυσης, με το αρχείο του χρονοδιαγράμματος στο πρόγραμμα Microsoft Project. Η διαδικασία αυτή αποσκοπεί στο να καταστήσει εφικτή, τη δυναμική αλληλεπίδραση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης, για τον επανυπολογισμό της συνολικής διάρκειας του έργου. Τελειώνοντας, στα στοιχεία κόστους προστίθενται τα επιπλέον κόστη του έργου, όπως αυτά φαίνονται στον προϋπολογισμό (ΦΠΑ, κλπ.).

#### **4.7.4.2 Δημιουργία μητρώου κινδύνων στο Microsoft Excel με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk**

Στη διαδικασία της δημιουργίας του μητρώου κινδύνου, γίνεται εισαγωγή των κινδύνων που καταγράφηκαν κατά τη διαδικασία της αναγνώρισης τους. Στη συνέχεια, υπολογίζεται η πιθανότητα εμφάνισης κάθε κινδύνου σε μια ομάδα εργασίας, χρησιμοποιώντας τη σχέση που προαναφέραμε (Σχέση Υπολογισμός πιθανοτήτων εμφάνισης κινδύνου ανά ομάδα εργασίας).

Το επόμενο βήμα μετά τον υπολογισμό της πιθανότητας εμφάνισης κάθε κινδύνου, συναντάται η δημιουργία των πινάκων επιπτώσεων κόστους και χρόνου. Όσον αφορά τη δημιουργία των πινάκων, γίνεται εκτίμηση των επιπτώσεων των κινδύνων ανά ομάδα εργασίας και βάσει των διαστημάτων της κλίμακας επιπέδων επίπτωσης γίνεται η εισαγωγή των τιμών για την ελάχιστη, την πιθανότερη και τη μέγιστη επίπτωση κάθε κινδύνου σε κάθε ομάδα εργασιών.

Για να καταστεί εφικτή η προσομοίωση των κινδύνων βάσει του μητρώου, γίνεται εισαγωγή των συναρτήσεων αβεβαιότητας για την πιθανότητα εμφάνισης αλλά και τις συνέπειες κάθε κινδύνου μέσω του λογισμικού Palisade@Risk. Για τους προφανείς 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. Παράλληλα, εάν ο κίνδυνος πραγματοποιούταν σε μια επανάληψη της προσομοίωσης, το αποτέλεσμα της Bernoulli θα ήταν 1 και της Pert ο βαθμός της επίπτωσης. Συνεπώς, το γινόμενο είναι ίσο με την επίπτωση και προστίθεται στο σύνολο των επιπτώσεων για τη συγκεκριμένη ομάδα εργασίας. Σε αντίθετη περίπτωση, εάν ο κίνδυνος δεν πραγματοποιούταν σε μια επανάληψη, τότε το αποτέλεσμα της Bernoulli θα ήταν 0, το γινόμενο των δυο συναρτήσεων θα ήταν 0 και δεν θα υπήρχε αύξηση στο σύνολο των επιπτώσεων της ομάδας εργασίας.

Μετά τον καθορισμό των κατανομών και των συναρτήσεων του μητρώου κινδύνων, δημιουργείται ο πίνακας συνολικών επιπτώσεων ανά ομάδα εργασίας, σε συνάρτηση με το κόστος και το χρόνο υλοποίησης. Παράλληλα, γίνεται σύνδεση των παραπάνω αποτελεσμάτων με το χρονοδιάγραμμα και τον πίνακα συνολικού κόστους του έργου, έτσι ώστε να καταστεί εφικτή η χρήση των αποτελεσμάτων στον υπολογισμό του συνολικού κόστους του έργου με βάση τις επιπτώσεις των κινδύνων σε κάθε

επανάληψη της προσομοίωσης. Τελειώνοντας, εκτελείται και ο επανυπολογισμός του χρόνου υλοποίησης για κάθε επανάληψη από το Microsoft Project.

#### **4.7.4.3 Δημιουργία μήτρας συσχετίσεων στο Microsoft Excel με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk**

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αναγνώρισης κινδύνων, δημιουργείται διάγραμμα όπου απεικονίζει τις επιρροές μεταξύ των κινδύνων. Για την επίτευξη προσομοιώσεων των κινδύνων δημιουργείται μέσω του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk μήτρα συσχετίσεων κινδύνων όπου έχει ως αποτέλεσμα την απεικόνιση των επιρροών μεταξύ της εμφάνισης ενός κινδύνου και την επιρροή που ασκεί αυτή στην εμφάνιση άλλων κινδύνων, στο έργο. Για την αποτύπωση του βαθμού επιρροής δίνονται τιμές συσχέτισης από το 0 έως το 1 με 0=μηδενική συσχέτιση και 1= απόλυτη συσχέτιση.

#### **4.7.5 Πραγματοποίηση προσομοίωσης κινδύνων έργου**

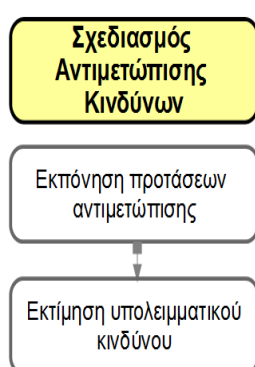
Αφού πραγματοποιήθηκε η δημιουργία του μοντέλου κινδύνων μέσω του εργαλείου Palisade@Risk, δημιουργήθηκε επίσης και η προσομοίωση των κινδύνων. Για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων επαναλήψεων κρίνεται από την αυτόματη επιλογή που διαθέτει το πρόγραμμα, με αποτέλεσμα να υπολογίζονται οι απαιτούμενες επαναλήψεις για το συγκεκριμένο μοντέλο. Παράλληλα, με δεδομένο ότι, το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι 99% και η ανοχή σύγκλισης να περιορίζεται στο 1%, με βασικό κριτήριο τη μέση τιμή.

#### **4.7.6 Ανάλυση αποτελεσμάτων της προσομοίωσης**

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων προσομοίωσης προκύπτουν (μέσω του προγράμματος Palisade@Risk) διαγράμματα πυκνότητας πιθανότητας, αθροιστικής κατανομής πιθανότητας, καθώς επίσης και πραγματοποίηση της ανάλυσης ευαισθησίας αλλά και την δημιουργία διαγράμματος tornado. Όλα τα παραπάνω αποτελούν βασική προϋπόθεση εξαγωγής συμπερασμάτων από την οπτική πλευρά του μελετητή, σχετικά με τον συνολικό κίνδυνο του έργου καθώς επίσης και το βαθμό επιρροής κάθε κινδύνου, στο συνολικό αποτέλεσμα του έργου. Τελειώνοντας, πραγματοποιείται η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης με σκοπό την εξακρίβωση τυχόν αστοχιών.

### **4.8 Μεθοδολογία σχεδιασμού αντιμετώπισης των κινδύνων**

**Σχήμα 17: Μεθοδολογία σχεδιασμού αντιμετώπισης κινδύνων**



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

#### **4.8.1 Εκπόνηση προτάσεων αντιμετώπισης**

Κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού αντιμετώπισης κινδύνων, επεξεργάζονται με ιδιαίτερη προσήλωση προτάσεις για την αντιμετώπιση των κινδύνων. Τώρα, όσον αφορά την εκπόνηση των στρατηγικών αντιμετώπισης τους, λαμβάνονται υπ' όψη τα παρακάτω:

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

Επιπροσθέτως, στη διαδικασία της ανάλυσης 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.

#### **4.8.2 Εκτίμηση υπολειμματικού κινδύνου**

Μετά την αναφορά των στρατηγικών αντιμετώπισης γίνεται η εκτίμηση του υπολειμματικού κινδύνου, το οποίο σημαίνει, ο κίνδυνος που παραμένει ύστερα από την εφαρμογή των στρατηγικών. Ο υπολειμματικός κίνδυνος στην ουσία αποτελεί το κριτήριο εκτίμησης για το πόσο αποτελεσματική ήταν η διαδικασία των στρατηγικών αντιμετώπισης των κινδύνων.

#### **4.9 Προσομοίωση Υπολειμματικού Κινδύνου**

Σε αυτό το στάδιο συναντάται η προσομοίωση υπολειμματικού κινδύνου, όπου αφορά την επανάληψη της προσομοίωσης της ποσοτικής ανάλυσης, χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά τα δεδομένα που προέκυψαν από την διαδικασία εκτίμησης του υπολειμματικού κινδύνου. Η διαδικασία της προσομοίωσης απαιτείται να γίνει υπό τις ίδιες συνθήκες με την προσομοίωση της ποσοτικής ανάλυσης (μέθοδος δειγματοληψίας, μοντέλο κινδύνων, αριθμός επαναλήψεων). Τελειώνοντας, ύστερα από την ολοκλήρωση της προσομοίωσης, η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης αποτελεί βασικό παράγοντα για την αξιολόγηση της επίπτωσης των στρατηγικών αντιμετώπισης στο συνολικό κίνδυνο του έργου.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΣΕ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΟ**

#### **5.1 Περιγραφή Έργου**

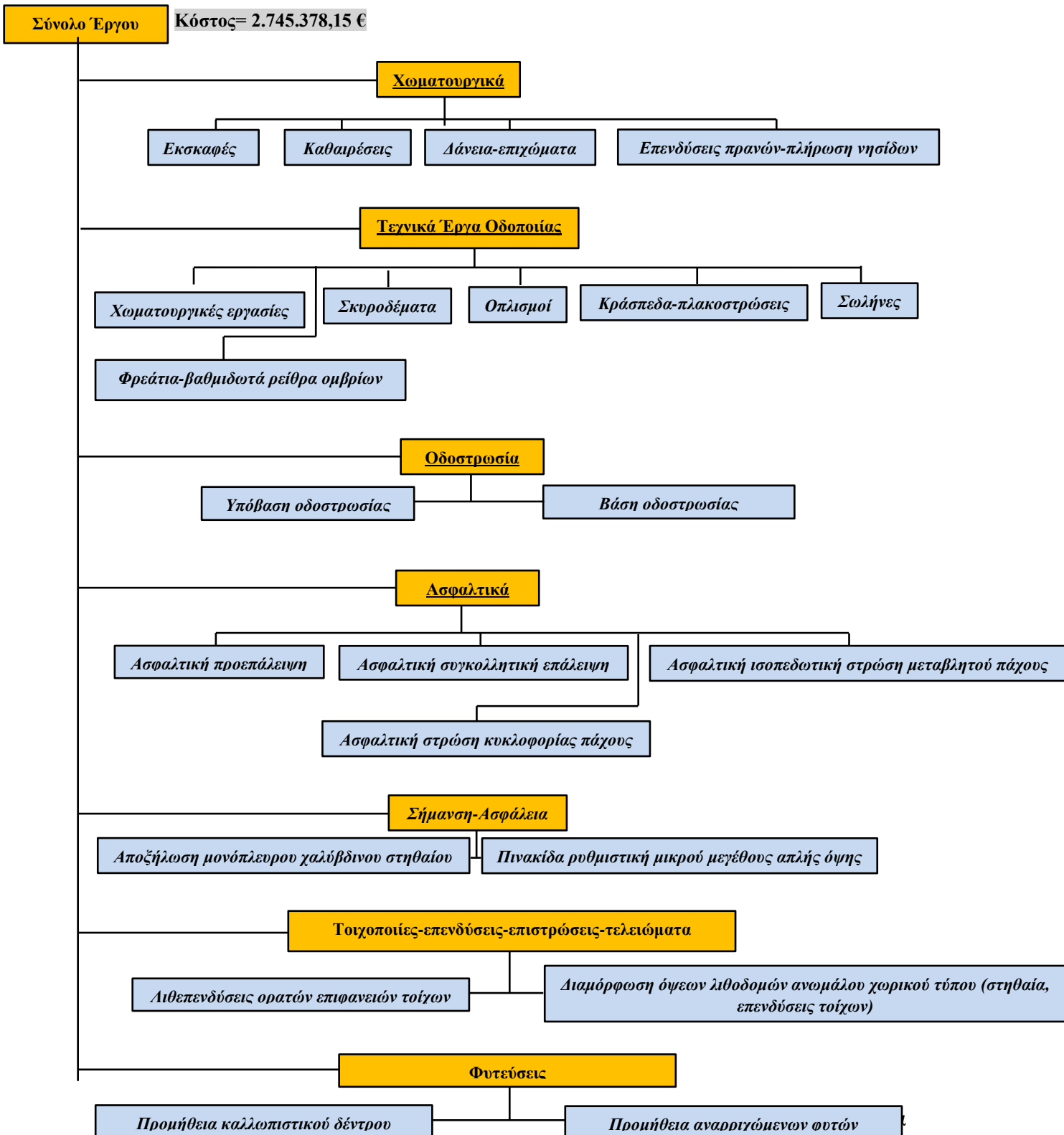
Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, γίνεται η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε τεχνικό έργο, με βάση τα στοιχεία που αναλύονται στο κεφάλαιο 4. Το έργο που επιλέχθηκε για τη μελέτη περίπτωσης «ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΜΕΤΕΩΡΩΝ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΚΑΣΤΡΑΚΙ-Ι.Μ. ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ ΤΟΥ ΣΩΤΗΡΟΣ», αφορά στη βελτίωση του οδικού κυκλώματος στο τμήμα «Καλαμπάκα-Καστράκι-Ι.Μ. Μετεώρων με διακλάδωση προς Ι.Μ. Αγίου Στεφάνου-διασταύρωση Εθν. Οδού Τρικάλων-Καλαμπάκας». Ειδικότερα, για την υλοποίηση του έργου προβλέπονται:

- Εκσκαφές
- Καθαρισμός και μόρφωση τάφρου
- Σκυροδέτηση, λιθοδομές, επενδύσεις
- Κατασκευή υπόβασης-βάσης
- Κατασκευή ερεισμάτων
- Ασφαλτική προεπάλειψη-στρώση
- Τοποθέτηση κιγκλιδωμάτων
- Τοποθέτηση οριοδεικτών

Ο προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται 2.745.378,15 ευρώ και περιλαμβάνει εργασίες χωματουργικών, τεχνικών έργων, οδοστρωσίας, ασφαλτικών, σήμανσης καθώς επίσης και φυτεύσεων. Οι εργασίες αυτές, έχουν ως σκοπό την αποκατάσταση των βλαβών και των φθορών που έχουν αναγνωριστεί για το συγκεκριμένο οδικό τμήμα. Το έργο χρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ-ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ-ΗΠΕΙΡΟΥ 2007-2013».

Η αποπεράτωση του έργου πρέπει να πραγματοποιηθεί εντός 24 μηνών, ενώ η υπογραφή της σύμβασης πραγματοποιήθηκε στις 23/12/2010 και η περαίωση του έργου, πραγματοποιήθηκε στις 23/12/2012.

Σχήμα 18: Διάρθρωση εργασιών έργου



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### Πίνακας 4: Χωματουργικές εργασίες

Είδος εργασίας	Δαπάνη
Εκσκαφές	50.500 €
Καθαιρέσεις	1.532 €
Δάνεια-επιχώματα	52.560 €
Επενδύσεις πρανών-πλήρωση νησίδων	610 €
<b>Σύνολο</b>	<b>105.202 €</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### Πίνακας 5: Τεχνικά έργα-εργασίες οδοποιίας

Είδος εργασίας	Δαπάνη
Χωματουργικά	55.001 €
Σκυροδέματα	626.599 €
Οπλισμοί	219.496 €
Κράσπεδα-πλακοστρώσεις	6250 €
Σωλήνες	2742 €
Φρεάτια-βαθμιδωτά ρείθρα ομβρίων	3662 €
<b>Σύνολο</b>	<b>913.750 €</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### Πίνακας 6: Οδοστρωσία

Είδος εργασίας	Δαπάνη
Υπόβαση οδοστρωσίας	35.537 €
Βάση οδοστρωσίας	7288 €
<b>Σύνολο</b>	<b>42.825 €</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### Πίνακας 7: Ασφαλτικά

Είδος εργασίας	Δαπάνη
Ασφαλτική προεπάλειψη	6.480€
Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	4.680 €
Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση μεταβλητού πάχους	108.090 €
Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους	61.880 €
<b>Σύνολο</b>	<b>181.130 €</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### Πίνακας 8: Σήμανση-ασφάλεια

Είδος εργασίας	Δαπάνη
Αποξήλωση μονόπλευρου χαλύβδινου στηθαίου ασφαλείας	1.708 €
Πινακίδα ρυθμιστική μικρού μεγέθους απλής όψης	246 €
<b>Σύνολο</b>	<b>1954.80 €</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Πίνακας 9: Τοιχοποιίες-επενδύσεις-επιστρώσεις-τελειώματα**

Είδος εργασίας	Δαπάνη
Λιθεπενδύσεις ορατών επιφανειών των τοίχων	210.700 €
Διαμόρφωση όψεων λιθοδομών ανωμάλου χωρικού τύπου (στηθαία, επενδύσεις τοίχων)	77.610 €
<b>Σύνολο</b>	<b>328.365 €</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Πίνακας 10: Φυτεύσεις**

Είδος εργασίας	Δαπάνη
Προμήθεια καλλωπιστικού δέντρου	620 €
Προμήθεια αναρριχώμενων φυτών	400 €
<b>Σύνολο</b>	<b>1.973 €</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Πίνακας 11: Αθροιστικός πίνακας δαπάνης εργασιών**

Άθροισμα Δαπάνης εργασιών	1.575.199,80 €
Γ.Ε και Ο.Ε. 18%	283.535,96 €
Απρόβλεπτα 15%	278.810,36 €
<b>Άθροισμα</b>	<b>2.137.545,32 €</b>
Απολογιστικά	80.000 €
Αναθεώρηση	51.361,44 €
<b>Άθροισμα</b>	<b>2.268.906,76 €</b>
ΦΠΑ 21%	476.470,56 €
<b>Συνολική Αξία έργου</b>	<b>2.745.378,15 €</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

## 5.2 Αναγνώριση Κινδύνων

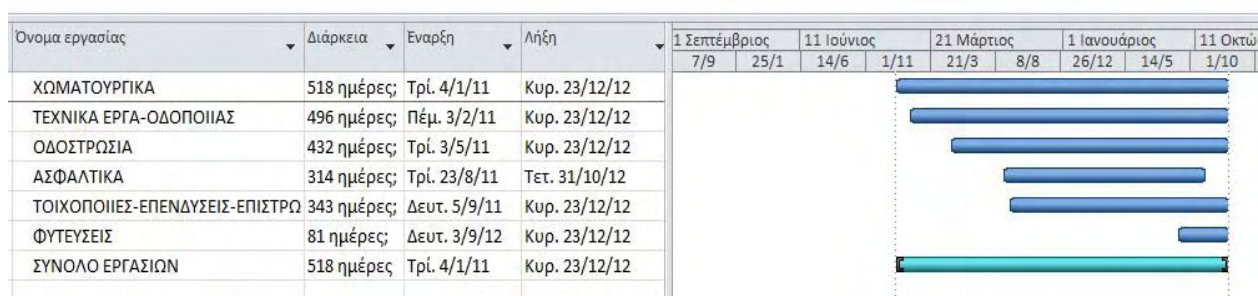
### 5.2.1 Ανάλυση των παραδοχών

Για την αναγνώριση και ανάλυση κινδύνου του έργου τέθηκαν οι εξής παραδοχές:

- 1) Ο ανάδοχος είναι αποτέλεσμα κοινοπραξίας.
- 2) Η εταιρία (ανάδοχος) διαθέτει στο έργο μηχανολογικό εξοπλισμό.
- 3) Ως ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης, ορίζεται η Πέμπτη 23 Δεκεμβρίου 2010, καθώς επίσης η περαίωση του έργου ορίζεται η Κυριακή 23 Δεκεμβρίου 2012.
- 4) Ο ανάδοχος ακολουθεί πλήρως τις οδηγίες των τευχών δημοπράτησης, ενώ ταυτόχρονα καλύπτονται πλήρως οι κανόνες ασφαλείας που αναφέρονται στο Σχέδιο και Φάκελο Ασφαλείας Υγείας (Σ.Α.Υ. – Φ.Α.Υ.)
- 5) Για τις ανάγκες της διαχείρισης κινδύνων, δημιουργήθηκε ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου (Σχήμα 19).
- 6) Η ελάχιστη προσφορά ορίζεται στο 1.620.943,80 € (43,21% έκπτωση)



**Σχήμα 19: Χρονοδιάγραμμα έργου**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 5.2.1.1 Δημιουργία διαγραμμάτων διάρκειας εργασιών μέσω του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk

Σε αυτό το στάδιο παρουσιάζεται η δημιουργία των διαγραμμάτων διάρκειας εργασιών των ομάδων εργασίας του έργου. Η δημιουργία βασίστηκε στο πρόσθετο πρόγραμμα Palisade@Risk, το οποίο χαρακτηρίζεται ως πρόσθετο πρόγραμμα του Microsoft Excel. Αρχικά, αναλύεται ο πίνακας των δεδομένων των ομάδων και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα της κάθε ομάδας εργασιών ξεχωριστά.

**Πίνακας 12: Συγκεντρωτικός πίνακας δεδομένων ομάδων εργασιών**

ID	Όνομα εργασίας	Διάρκεια	Έναρξη	Λήξη	Διάρκεια Min	Διάρκεια M. likely	Διάρκεια Max
1	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ	518 ημέρες;	Τρι 4/1/11	Κυρ 23/12/12	492,1	518	595,7
2	ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ	496 ημέρες;	Πεμ 3/2/11	Κυρ 23/12/12	471,2	496	570,4
3	ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ	432 ημέρες;	Τρι 3/5/11	Κυρ 23/12/12	410,4	432	496,8
4	ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ	314 ημέρες;	Τρι 23/8/11	Τετ 31/10/12	298,3	314	361,1
5	ΣΗΜΑΝΣΗ-ΑΣΦΑΛΕΙΑ	343 ημέρες;	Δευ 5/9/11	Κυρ 23/12/12	325,85	343	394,45
6	ΦΥΤΕΥΣΕΙΣ	81 ημέρες;	Δευ 3/9/12	Κυρ 23/12/12	76,95	81	93,15

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Σχήμα 20: Χωματουργικά,**



**Σχήμα 21: Τεχνικά έργα,**



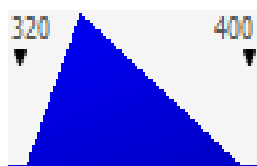
**Σχήμα 22: Οδοστρωσία,**



**Σχήμα 23: Ασφαλτικά,**



Σχήμα 24: Σήμανση-Ασφάλεια,



Σχήμα 25: Φυτεύσεις



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 5.2.2 Ανάλυση SWOT

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 12: Ανάλυση SWOT έργου), παρατίθεται η ανάλυση SWOT, ύστερα από την μελέτη των εγγράφων, στοιχείων καθώς επίσης και των χαρακτηριστικών του έργου, γενικότερα.

Πίνακας 13: Ανάλυση SWOT έργου

Δυνατά σημεία (Strengths)	Αδύνατα σημεία (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Η περίοδος εργασιών της οδοστρωσίας και των ασφαλτικών είναι ευνοϊκή (Οι εργασίες των ασφαλτικών τοποθετούνται κυρίως σε εαρινή περίοδο λόγω έλλειψης νερού και υγρασίας γενικότερα).</li> <li>• Χαμηλός βαθμός κινδύνου λόγω της πολυπλοκότητας του έργου καθώς επίσης και των αντίστοιχων εγγράφων και στοιχείων του έργου.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υψηλή πολυπλοκότητα του έργου διότι, υπήρχαν πολλά αντικείμενα μαζί, λόγω της φύσης του έργου (χωματουργικά, τεχνικά έργα, οδοστρωσία, ασφαλτικά, κλπ).</li> <li>• Το μεγαλύτερο ποσοστό της δαπάνης εντοπίζεται στην ομάδα τεχνικών έργων-οδοποιίας (33%).</li> <li>• Τα έξοδα που προκύπτουν από τη μεταβολή στις ποσότητες εργασιών καλύπτονται από τον ανάδοχο.</li> <li>• Υποχρέωση αναδόχου σε δωρεάν συντήρηση του έργου (χωματουργικά, τεχνικά &amp; οδοστρωσίας έργα για 15 μήνες, οδοποιία &amp; υδραυλικά για 9 μήνες, ασφαλτικά έργα για 2 έτη) από τη βεβαιωμένη περαίωση του έργου, σύμφωνα πάντα με τον ορισμό του άρθρου 54.</li> </ul>
Ευκαιρίες (Opportunities)	Απειλές (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υψηλή προσφορά εργασίας στην αγορά</li> <li>• Χαμηλές τιμές ημερομισθίων σε σχέση με τα προηγούμενα έτη</li> <li>• Χαμηλές τιμές πετρελαίου</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πιθανή αύξηση της φορολογίας του πετρελαίου (θα αποτελέσει μεγάλο αντίκτυπο στο κόστος του έργου).</li> <li>• Η ασταθής οικονομική κατάσταση που επικρατεί στη χώρα, έχει ως αποτέλεσμα την πιθανότητα καθυστέρησης πληρωμών.</li> <li>• Η δυσμενής κατάσταση του κλάδου των κατασκευών, έχει ως αποτέλεσμα την πιθανότητα έλλειψης προσφοράς υλικών.</li> </ul>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 5.2.3 Λίστα παραγόντων κινδύνων

Η λίστα παραγόντων κινδύνων (Larsen 2015) χρησιμοποιείται ως ένα εργαλείο, όπου έχει ως σκοπό την μεταβολή κόστους, χρόνου υλοποίησης, καθώς επίσης και διάφορων παραγόντων που επηρεάζουν ή μεταβάλλουν την επίτευξη της διαδικασίας των ποιοτικών στόχων του έργου.

**Πίνακας 14: Λίστα παραγόντων κινδύνων**

<b>ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ</b>
1) Καθυστέρηση διαδικασιών από διάφορες υπηρεσίες
2) Μη αναμενόμενη κατάσταση εδάφους
3) Κατάσταση αγοράς
4) Κατάσταση έργου
5) Καιρικές συνθήκες
<b>ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΥ</b>
6) Κριτήρια ανάθεσης και επιλογών
7) Λάθη στα έγγραφα του έργου
8) Έλλειψη προδιαγραφών-απαιτήσεων στα έγγραφα του έργου
9) Έλλειψη δομής ή υλικού του έργου
10) Απρόβλεπτοι περιορισμοί ή απαιτήσεις που σχετίζονται με την εξουσία
<b>ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ</b>
11) Κακή συνεννόηση μεταξύ των εταίρων
12) Διαφωνίες και συγκρούσεις μεταξύ εταίρων
13) Καθυστέρηση στη λήψη αποφάσεων
14) Μεταβολή των εταίρων στην οργάνωση του έργου
15) Έλλειψη εργοταξίαρχη
16) Έλλειψη εμπειρίας από τους συμβούλους του έργου
<b>ΑΛΛΑΓΕΣ ΕΡΓΟΥ</b>
17) Σφάλματα ή παραλείψεις των κατασκευαστικών εργασιών
18) Σφάλματα ή παραλείψεις του συμβουλευτικού υλικού
19) Έλλειψη αναγνώρισης αναγκών
20) Έλλειψη προκαταρκτικής εξέτασης πριν το σχεδιασμό ή υποβολής των προσφορών
21) Καθυστερημένες αλλαγές που επηρεάζουν το έργο
<b>ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ</b>
22) Υπεραιοδοξία στις εκτιμήσεις κόστους, χρόνου και ποιότητας
23) Πολιτική έμφαση στην μείωση του κόστους ή του χρόνου του έργου
24) Έλλειψη χρηματοδότησης του έργου
25) Έλλειψη ύπαρξης σχεδιασμού του έργου
26) Πολυπλοκότητα ή μέγεθος έργου

Πηγή: Larsen (2015), Ιδία επεξεργασία

### 5.2.4 Εξέταση των παραγόντων κινδύνου ως προς το παρόν έργο

Σε αυτό το στάδιο αναλύονται οι παράγοντες κινδύνου της λίστας του Larsen (2015) προς το συγκεκριμένο έργο, αλλά και σε ποιο βαθμό επηρεάζουν αυτό. Εν τέλει, με βάση την κάθε κατηγορία και τον κάθε παράγοντα ξεχωριστά, αναφέρονται οι κίνδυνοι, οι παράμετροι επιρροής, καθώς επίσης και η επίπτωση αυτών.

#### **ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ**

- 1) *Καθυστέρηση διαδικασιών από διάφορες υπηρεσίες*

Η καθυστέρηση διαδικασιών από διάφορες υπηρεσίες, αφορά κατά κύριο λόγο στην καθυστέρηση λήψης αδειών.

Στο συγκεκριμένο έργο, ο κίνδυνος εντοπίζεται κυρίως στην καθυστέρηση έγκρισης υλικών κυβόλιθου.

**Κίνδυνοι:** Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου).

**Επίπτωση:** Η έλλειψη υλικών κυβόλιθου, δεν επηρέασε σε καμία περίπτωση τον χρονικό προγραμματισμό υλοποίησης του έργου, διότι όλες οι εργασίες πραγματοποιούνταν παράλληλα.

**Παράμετροι επιρροής:** Έλλειψη πηγών διάθεσης υλικών.

### 2) Μη αναμενόμενη κατάσταση εδάφους

Η μη αναμενόμενη κατάσταση εδάφους, είναι φυσιολογικό να αυξάνει τις ποσότητες εργασιών. Η αύξηση ποσοτήτων εργασιών δεν αποτελεί κίνδυνο για τον ανάδοχο του έργου, διότι εκτελείται μετά από την έγκριση της αρμόδιας υπηρεσίας και έχει ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση του συνολικού προϋπολογισμού του εκάστοτε έργου.

### 3) Κατάσταση αγοράς

Η επιρροή της αγοράς γενικότερα στα έργα, αφορά κυρίως στα επίπεδα προσφοράς εργασίας και υλικών, καθώς και την επάρκεια αυτών.

Στο παρόν έργο, δεν υπήρχε κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα, εκτός από την έλλειψη των κυβόλιθων που προαναφέραμε.

### 4) Κατάσταση έργου

Η κατάσταση του έργου στο παρόν έργο τυγχάνει να ταυτίζεται με τη μη αναμενόμενη κατάσταση εδάφους, συνεπώς δεν αποτελεί κίνδυνο για τον ανάδοχο.

### 5) Καιρικές συνθήκες

Στην κατηγορία των καιρικών συνθηκών, μεγαλύτερη επιρροή στην υλοποίηση του έργου ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες (μιας και το έργο ξεκίνησε κατά κύριο λόγο τότε), έχει η παρουσία βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων, όπου έχει ως αποτέλεσμα (κυρίως στις χιονοπτώσεις) την παύση των εργασιών, σε αντίθεση πάντα με τις βροχοπτώσεις, όπου εμποδίζουν την συνέχιση των ασφαλικών εργασιών.

**Κίνδυνος:** Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων.

**Επίπτωση:** Η παρουσία βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων επηρεάζει αρνητικά το χρόνο και το κόστος υλοποίησης του έργου.

**Παράμετροι επιρροής:** Στις βροχοπτώσεις εμποδίζονται οι ασφαλικές εργασίες, ενώ στις χιονοπτώσεις υφίσταται παύση των εργασιών του έργου.

## ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΥ

### 6) Κριτήρια ανάθεσης και επιλογών

Τα κριτήρια ανάθεσης και επιλογών, είναι ένας παράγοντας ο οποίος κυρίως αναφέρεται στην σκοπιά του ιδιοκτήτη του έργου και έτσι, σε καμία περίπτωση δεν θεωρείται κίνδυνος από την πλευρά του αναδόχου.

Στο συγκεκριμένο έργο, ιδιοκτήτης θεωρείται η επιβλέπουσα αρχή.

#### **7) Λάθη στα έγγραφα του έργου**

Στο συγκεκριμένο έργο, δεν παρατηρούνται λάθη στα έγγραφα του έργου. Όλες οι τυπικές διαδικασίες εκτελούνται ομαλά.

#### **8) Έλλειψη προδιαγραφών-απαιτήσεων στα έγγραφα του έργου**

Η έλλειψη προδιαγραφών-απαιτήσεων στα έγγραφα του έργου αφορά σε ανακρίβειες και έλλειψη στοιχείων σχετικά με τα ζητούμενα του έργου.

Στο συγκεκριμένο έργο, δεν υπήρχε τίποτα από τα παραπάνω.

#### **9) Έλλειψη δομής ή υλικού του έργου**

Η έλλειψη δομής ή υλικού του έργου παραπέμπει στην παροχή των απαραίτητων πληροφοριών για το έργο, πχ η θέση, η μελέτη διαμόρφωσης χώρων θέας, κλπ.

Στο παρόν έργο, δεν υφίσταται ο συγκεκριμένος παράγοντας.

#### **10) Απρόβλεπτοι περιορισμοί ή απαιτήσεις που σχετίζονται με την εξουσία**

Όσον αφορά τους απρόβλεπτους περιορισμούς ή απαιτήσεις που σχετίζονται με την εξουσία, ο συγκεκριμένος παράγοντας αφορά σε περιορισμούς που μπορεί να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου, από δημόσιους φορείς που εξαρχής δεν είχαν προβλεφθεί.

Στο παρόν έργο, παρατηρείται μια συνεργασία ανάμεσα στην επιβλέπουσα αρχή και στην αρχαιολογική υπηρεσία. Αυτό, συμβαίνει σε τυχόν περίπτωση εύρεσης αρχαιοτήτων στην περιοχή εκτέλεσης του έργου.

**Κίνδυνος:** Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου.

**Επιπτώσεις:** Σε περίπτωση ανεύρεσης αρχαιοτήτων, επηρεάζεται ο χρόνος υλοποίησης του έργου, καθώς, διακόπτονται οι εργασίες μέχρι να εκτελεστούν έρευνες και να απομακρυνθούν τα αρχαιολογικά ευρήματα.

### **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ**

#### **11) Κακή συνεννόηση μεταξύ των εταίρων**

Η κακή συνεννόηση μεταξύ των εταίρων αφορά σε μη αποτελεσματική επικοινωνία, καθώς επίσης και μη κοινή γνώμη και οπτική, για το υπό υλοποίηση έργο.

Στο παρόν έργο δεν υπήρχαν εταίροι, με αποτέλεσμα η συνεννόηση-συνεργασία να επιτυγχανόταν μέσω της επιβλέπουσας αρχής και του αναδόχου.

#### **12) Διαφωνίες και συγκρούσεις μεταξύ εταίρων**

Ο συγκεκριμένος παράγοντας αφορά σε διαφωνίες σχετικά με την υλοποίηση του έργου, τον προγραμματισμό των εργασιών κλπ.

Στο παρόν έργο δεν υφίστανται εταίροι, διότι υπάρχει η επιβλέπουσα αρχή, η αρχαιολογική υπηρεσία, καθώς επίσης και ο ανάδοχος. Η συνεννόηση γινόταν μεταξύ της επιβλέπουσας αρχής και του αναδόχου. Όλα κύλησαν ομαλά και η συνεργασία ήταν άψογη.

### ***13) Καθυστέρηση στη λήψη αποφάσεων***

Η καθυστέρηση στη λήψη αποφάσεων αφορά κυρίως σε θέματα προγραμματισμού, κατανομής εργατικού προσωπικού αλλά και τεχνοτροπίας γενικότερα.

Στο παρόν έργο η μόνη καθυστέρηση που προέκυψε ήταν η περίοδος έλλειψης πηγών διάθεσης υλικών και συγκεκριμένα του κυβόλιθου για 14 ημέρες περίπου, όμως, αυτός ο παράγοντας δεν στάθηκε εμπόδιο (καθυστέρηση) στην υλοποίηση του έργου, διότι γινόταν πολλές εργασίες παράλληλα.

### ***14) Μεταβολή των εταίρων στην οργάνωση του έργου***

Η μεταβολή των εταίρων στην οργάνωση του έργου, αφορά στην είσοδο ή στην αποχώρηση ενός εταίρου, στο έργο.

Στο παρόν έργο υπήρξε μια μεταβολή σε αυτόν τον τομέα, όπου έγινε αλλαγή στον ανάδοχο του έργου.

**Κίνδυνος:** Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου.

**Επιπτώσεις:** Οι επιπτώσεις της μεταβολής των αναδόχων στο χρόνο υλοποίησης του έργου μπορεί να είναι θετικές είτε αρνητικές.

### ***15) Έλλειψη εργοταξιάρχη***

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες στην υλοποίηση του έργου, αποτελεί η κατάλληλη επιλογή εργοταξιάρχη. Σε αρκετά μεγάλο βαθμό εξαρτάται η υλοποίηση του έργου από εκείνον και σε συνδυασμό βέβαια με τις αρμοδιότητες και τις ευθύνες που αναλαμβάνει.

Στο παρόν έργο, ο συγκεκριμένος εργοταξιάρχης είναι αρκετά έμπειρος, διότι έχει συμμετάσχει σε πολλά έργα και θεωρείται ενδεδειγμένη η εμπειρία του.

### ***16) Έλλειψη εμπειρίας από τους συμβούλους του έργου***

Όσον αφορά τους σύμβουλους του έργου, υπάρχει πιθανότητα είτε να προέρχονται από την επιβλέπουσα υπηρεσία είτε να έχουν προσληφθεί από τον εκάστοτε ανάδοχο.

Στο παρόν έργο, οι σύμβουλοι του έργου (επιβλέποντες της αρμόδιας υπηρεσίας) κατέχουν εμπειρία, διότι δεν είναι το πρώτο έργο με το οποίο έρχονται αντιμέτωποι.

## **ΑΛΛΑΓΕΣ ΕΡΓΟΥ**

### ***17) Σφάλματα ή παραλείψεις των κατασκευαστικών εργασιών***

Στο παρόν έργο δεν υπήρξαν σφάλματα ή παραλείψεις, διότι εξ αρχής είχαν προγραμματιστεί σχεδόν όλα με υψηλό ποσοστό επιτυχίας. Στην διαδικασία υλοποίησης του έργου, ήταν παρών ο ΕΣΠΕΛ (Ειδικός Σύμβουλος Ποιοτικού Ελέγχου). Το πόρισμά του ήταν θετικό και χωρίς ευρήματα. Συμμετοχή σε αυτό το

εγχείρημα κατείχε και η Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Περιφέρειας Θεσσαλίας όπου υπήρχε συνεργασία με όλους τους φορείς στο υπό κατασκευή έργο.

#### **18) Σφάλματα ή παραλείψεις του συμβουλευτικού υλικού**

Ο συγκεκριμένος παράγοντας ταυτίζεται με τον προηγούμενο, συμπερασματικά, δεν χρήζει κάποιας αναφοράς.

#### **19) Έλλειψη αναγνώρισης αναγκών**

Η έλλειψη αναγνώρισης αναγκών του έργου, αφορά σε κακό προσδιορισμό αναγκών σε χρηματικούς πόρους, εργατικό δυναμικό εξοπλισμό κλπ.

Στο παρόν έργο, δεν υφίσταται τέτοια έλλειψη, διότι το έργο ήταν επιδοτούμενο από το πρόγραμμα ΕΣΠΑ, με αποτέλεσμα οι οικονομικοί πόροι να υπήρχαν εξ αρχής.

#### **20) Έλλειψη προκαταρκτικής εξέτασης πριν το σχεδιασμό ή υποβολής των προσφορών**

Ο παράγοντας αυτός, αφορά στην έλλειψη εξέτασης των αναγκών του έργου, βέβαια, προσανατολίζεται κυρίως στο αρχικό στάδιο και συγκεκριμένα, πριν την υποβολή της προσφοράς.

#### **21) Καθυστερημένες αλλαγές που επηρεάζουν το έργο**

Οι καθυστερημένες αλλαγές που επηρεάζουν το έργο, αφορούν κυρίως σε αλλαγές προδιαγραφών και απαιτήσεων του υπό κατασκευής έργου. Στο παρόν έργο δεν υπήρξαν τέτοιου είδους αλλαγές, καθότι πριν την έναρξη υλοποίησης του έργου ήταν συγκεκριμένες οι ενέργειες και οι εργασίες που απαιτούνταν.

### **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ**

#### **22) Υπεραιοδοξία στις εκτιμήσεις κόστους, χρόνου και ποιότητας**

Η υπεριοδοξία στις εκτιμήσεις κόστους, χρόνου και ποιότητας αφορά στην υποεκτίμηση του χρόνου και του κόστους του έργου, Παράλληλα, η υπεριοδοξία στις εκτιμήσεις ποιότητας, αφορά σε μη εκτίμηση της δυσκολίας εργασιών του έργου, καθώς επίσης και την γενικότερη πολυπλοκότητα του έργου.

#### **23) Πολιτική έμφαση στην μείωση του κόστους ή του χρόνου του έργου**

Ο παράγοντας αυτός παραπέμπει στις πιέσεις της τοπικής αυτοδιοίκησης για την συντομότερη ολοκλήρωση του έργου.

**Κίνδυνος:** Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου.

**Επιπτώσεις:** Η πολιτική πίεση για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου απαιτεί και κάποιες βασικές προϋποθέσεις, όπως περισσότερο εργατικό προσωπικό, κάτι το οποίο μεταφράζεται σε μεγαλύτερο κόστος.

**Παράμετροι επιρροής:** Πολιτική κατάσταση της συγκεκριμένης περιοχής

#### **24) Έλλειψη χρηματοδότησης του έργου**

Η έλλειψη χρηματοδότησης του έργου αφορά σε καθυστέρηση πληρωμών από τον Κ.τ.Ε. (Κύριος του Έργου).

**Κίνδυνος:** Καθυστέρηση πληρωμών.

**Επιπτώσεις:** Η καθυστέρηση ή έλλειψη της χρηματοδότησης του έργου, έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία ολοκλήρωσης του έργου στο προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

**Παράμετροι επιρροής:** Οικονομική κατάσταση της χώρας εκείνη την περίοδο.

### **25) Έλλειψη ύπαρξης σχεδιασμού του έργου**

Η έλλειψη ύπαρξης σχεδιασμού του έργου αφορά σε έλλειψη πληροφοριών που σχετίζονται με το υπό κατασκευή έργο. Στο παρόν έργο, δεν υπήρχε κανένα είδος έλλειψης πληροφοριών, δεδομένου ότι το συγκεκριμένο τμήμα αποτέλεσε συνέχεια των προηγούμενων, με αποτέλεσμα να υπάρχει πλήρης γνώση του αντικειμένου των εργασιών, καθώς επίσης και των γενικότερων αναγκών του έργου.

### **26) Πολυπλοκότητα ή μέγεθος έργου**

Η πολυπλοκότητα ή μέγεθος του έργου αφορά στη δυσκολία των εργασιών λόγω αντικειμένου όπου σε μια τέτοια περίπτωση απαιτούνται ικανότητες σε διοικητικό και τεχνικό τομέα. Το παρόν έργο, ανήκει στην κατηγορία της πολυπλοκότητας, διότι περιείχε πολλά αντικείμενα μαζί (χωματουργικά, τεχνικά έργα, οδοστρωσία, ασφατικά, κλπ).

**Επιπτώσεις:** Όταν η πολυπλοκότητα στο εκάστοτε έργο είναι αυξημένη, τότε ταυτόχρονα αυξάνει και τις απαιτούμενες ικανότητες του εργατικού προσωπικού καθώς επίσης και του αναδόχου. Τελειώνοντας, όλα τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους του έργου, διότι ένα τέτοιο εγχείρημα, προϋποθέτει την πρόσληψη ειδικευμένου προσωπικού.

**Παράμετροι επιρροής:** Απαιτήση πολλών γνώσεων και ικανοτήτων, αναγκαία χρήση καινοτόμων τεχνολογιών, καθώς επίσης και επιρροή καιρικών συνθηκών

Δεδομένου ότι γίνεται η ανάλυση που απαιτείται στη λίστα του Larsen (2015), παρατηρείται έντονα η επιρροή που ασκούν κάποιοι παράγοντες στην ύπαρξη άλλων παραγόντων. Επιπλέον, ο συνδυασμός μεταξύ επιρροής παραγόντων στην ύπαρξη άλλων παραγόντων, συνεπάγονται οι κίνδυνοι του έργου όπου μερικοί από αυτούς, χαρακτηρίζονται ως κύριοι κίνδυνοι του έργου και άλλοι όχι. Κάποιοι από αυτούς, επηρεάζουν άμεσα το έργο, ενώ άλλοι, αποτελούν παραμέτρους επιρροής κινδύνων, επηρεάζοντας έτσι, έμμεσα το έργο. Τελειώνοντας, παρατίθενται παρακάτω οι κύριοι κίνδυνοι που επηρεάζουν το έργο, σε συνδυασμό βέβαια με την κατηγορία όπου ανήκει ο καθένας.



### Πίνακας 15: Μητρώο Κινδύνων

<b>ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ</b>
<b>R1</b> Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)
<b>R2</b> Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων
<b>ΘΕΜΑΤΑ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΥ</b>
<b>R3</b> Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου
<b>ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ</b>
<b>R4</b> Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου
<b>ΑΛΛΑΓΕΣ ΕΡΓΟΥ</b>
-
<b>ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ</b>
<b>R5</b> Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου
<b>R6</b> Καθυστέρηση πληρωμών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

## 5.3 Ποιοτική Ανάλυση Κινδύνων

### 5.3.1 Εκτίμηση πιθανοτήτων των κινδύνων

Σε αυτό το στάδιο, αναλύεται η πιθανότητα εμφάνισης των κινδύνων που έχουν ανιχνευθεί στο έργο. Επιπλέον, όσον αφορά την εκτίμηση των πιθανοτήτων χρησιμοποιήθηκαν περιγραφικοί ορισμοί στους οποίους, αποδόθηκαν κάποιες ενδεικτικές τιμές. Λόγω της γενικότερης κατάστασης που έχει επικρατήσει στον τομέα των κινδύνων και συγκεκριμένα στα τεχνικά έργα, κρίθηκε σκόπιμο, η κλίμακα που θα παρουσιάζει μεγαλύτερη ακρίβεια να εστιάζεται σε ποσοστό χαμηλότερο του 50% μιας και θεωρείται εξαιρετικά σπάνιο να παρουσιαστεί μεγαλύτερο ποσοστό από το 50%. Τελειώνοντας, παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας που παρουσιάζει τα επίπεδα πιθανότητας εμφάνισης των κινδύνων.

### Πίνακας 16: Επίπεδα πιθανότητας εμφάνισης των κινδύνων

Ορισμός Πιθανότητας	Ενδεικτική Πιθανότητα
Πολύ χαμηλή	5%
Χαμηλή	10%
Μέση	20%
Υψηλή	40%
Πολύ Υψηλή	80%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### 5.3.1.1 Ανάλυση αναγνωρισμένων κινδύνων έργου στην πιθανότητα εμφάνισης

##### **R1** Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)

*Παράμετροι επιρροής:* Η παράμετρος που συντέλεσε σε αυτή την καθυστέρηση αποτέλεσε η έλλειψη πηγών διάθεσης υλικών.

*Εκτίμηση πιθανότητας:* Η ανεύρεση πηγών υλικών, καθώς επίσης και η εκτέλεση των απαραίτητων διαδικασιών, αφορά αποκλειστικά τον ανάδοχο. Με δεδομένη τη χαμηλή κινητικότητα του κλάδου των κατασκευών στη χώρα μας, συνεπάγεται την

έλλειψη πηγών διάθεσης υλικού. Η συγκεκριμένη πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως μέση.

*Πιθανότητα:* Μέση.

## **R2 Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων**

*Παράμετροι επιρροής:* Ποσοστό βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων κατά την χειμερινή περίοδο υλοποίησης των εργασιών της ομάδας. Αυτή η παράμετρος είχε ως αποτέλεσμα την διακοπή των εργασιών για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

*Εκτίμηση πιθανότητας:* Το κλίμα της συγκεκριμένης περιοχής χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων κατά τη χειμερινή περίοδο και ανομβρία κατά τη θερινή. Το γεγονός πως οι εργασίες ξεκινούν τους χειμερινούς μήνες και σε συνδυασμό με τις καιρικές συνθήκες εκείνη την περίοδο, αποτελεί αυτόματα έναν σημαντικό παράγοντα για την υλοποίηση του έργου. Η συγκεκριμένη πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως υψηλή δεδομένου ότι για ένα χρονικό περιθώριο διακόπηκαν οι εργασίες.

*Πιθανότητα:* Υψηλή.

## **R3 Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου**

*Εκτίμηση πιθανότητας:* Το τμήμα στο οποίο εκτελούνται οι εργασίες δεν ενδείκνυται για σημείο με αρχαιολογικά ευρήματα, συνεπώς η συγκεκριμένη πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως πολύ χαμηλή, δεδομένου πως στα προηγούμενα έργα που πραγματοποιήθηκαν δεν βρέθηκε κάτι αντίστοιχο.

*Πιθανότητα:* Πολύ χαμηλή.

## **R4 Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου**

*Παράμετροι επιρροής:* Διαφωνίες και συγκρούσεις μεταξύ των αναδόχων και της επιβλέπουσας αρχής.

*Εκτίμηση πιθανότητας:* Η πιθανότητα ύπαρξης διαφωνιών και συγκρούσεων μεταξύ των αναδόχων και της επιβλέπουσας αρχής θεωρείται πολύ χαμηλή. Η πιθανότητα υπεραισιοδοξίας των εκτιμήσεων κόστους χρόνου είναι αρκετά σημαντική. Συνεπώς, το ενδεχόμενο πιθανής αλλαγής αναδόχου, συγκεντρώνει πολλές πιθανότητες σε συνδυασμό, με κάποιους απρόβλεπτους παράγοντες που πιθανόν να οδηγήσουν σε ένα τέτοιο εγχείρημα. Η συγκεκριμένη πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως χαμηλή.

*Πιθανότητα:* Χαμηλή.

## **R5 Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου**

*Παράμετροι επιρροής:* Πιέσεις της τοπικής αυτοδιοίκησης για την συντομότερη ολοκλήρωση του έργου.

*Εκτίμηση πιθανότητας:* Δεδομένου της πολιτικής κατάστασης που επικρατεί στη χώρα, είναι αρκετά πιθανό (εφόσον το έργο τυγχάνει να είναι και επιδοτούμενο) να ασκούνται πιέσεις προς τους υπεύθυνους του έργου (ανάδοχοι, αρμόδια επιβλέπουσα

αρχή) για την όσο δυνατόν συντομότερη ολοκλήρωση του έργου. Η συγκεκριμένη πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως μέση.

*Πιθανότητα:* Μέση.

## **R6 Καθυστέρηση πληρωμών**

*Παράμετροι επιρροής:* Οικονομική κατάσταση που επικρατεί στη χώρα, κακή διαχείριση των οικονομικών πόρων από τους διαχειριστές του έργου.

*Εκτίμηση πιθανότητας:* Η χρηματοδότηση του έργου γίνεται αποκλειστικά από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ-ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ-ΗΠΕΙΡΟΥ 2007-2013». Η ασταθής οικονομική κατάσταση της χώρας δημιουργεί πιθανότητα καθυστέρησης πληρωμών, ενώ η κακή διαχείριση από τους διαχειριστές του έργου θα αποτελούσε αδιαμφισβήτητα, ένα υψηλό κίνδυνο. Παρόλα αυτά, στο συγκεκριμένο έργο δεν ισχύει κάτι τέτοιο, διότι οι οικονομικοί πόροι προϋπήρχαν εξαρχής και συγκεκριμένα μετά την υπογραφή της σύμβασης. Η συγκεκριμένη πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου κρίνεται ως χαμηλή.

*Πιθανότητα:* Χαμηλή.

### **5.3.2 Ποιοτική ανάλυση επιπτώσεων**

#### **5.3.2.1 Ποιοτική ανάλυση επιπτώσεων κόστους**

Η ποιοτική ανάλυση επιπτώσεων κόστους αφορά την εκτίμηση των επιπτώσεων των κινδύνων στο συνολικό κόστος του έργου κατά τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 4. Τώρα, όσον αφορά τα επίπεδα επίπτωσης, δόθηκαν περιγραφικοί ορισμοί όπου έγινε αντιστοίχιση με τα διαστήματα μεταβολής κόστους σε ποσοστά. Επιπροσθέτως, για να χαρακτηριστεί εφικτή η σύγκριση των επιπτώσεων στο κόστος του έργου, έγινε αντιστοίχιση των επιπέδων επίπτωσης με συντελεστές βάρους. Τελειώνοντας, αυτό το εγχείρημα έχει σκοπό την κοινή βάση στον υπολογισμό της έκθεσης του έργου στον κίνδυνο.

#### **Πίνακας 17: Επίπεδα επίπτωσης κόστους**

<b>Ορισμός επίπτωσης</b>	<b>Συντελεστής βάρους επίπτωσης</b>	<b>Ποσοστό αύξησης κόστους</b>
Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0	Μικρότερο από 1%
Πολύ χαμηλή	0,05	Από 1% έως και 2%
Χαμηλή	0,10	Μεγαλύτερο από 2% έως και 3%
Μέση	0,20	Μεγαλύτερο από 3% έως και 5%
Υψηλή	0,40	Μεγαλύτερο από 5% έως και 7%
Πολύ υψηλή	0,80	Μεγαλύτερο από 7%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Ο πίνακας του υπολογισμού της έκθεσης στον κίνδυνο, δημιουργήθηκε με βάση τις ενδεικτικές τιμές των πιθανοτήτων σε συνδυασμό με τα επίπεδα επίπτωσης.

**Πίνακας 18: Υπολογισμός έκθεσης στον κίνδυνο**

Πιθανότητα	Έκθεση = Πιθανότητα * Επίπτωση				
	Απειλές				
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
	Χαμηλή Έκθεση		Μέση Έκθεση	Υψηλή Έκθεση	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Πίνακας 19: Επιπτώσεις κινδύνων σε σχέση με το κόστος**

Κωδικός	Κίνδυνος	Εκτίμηση Επίπτωσης Κόστους
<b>R1</b>	Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)	Μέση Έκθεση
<b>R2</b>	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων	Υψηλή Έκθεση
<b>R3</b>	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου	Χαμηλή Έκθεση
<b>R4</b>	Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου	Χαμηλή Έκθεση
<b>R5</b>	Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου	Υψηλή Έκθεση
<b>R6</b>	Καθυστέρηση πληρωμών	Μέση Έκθεση

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Πίνακας 20: Έκθεση του έργου στους κινδύνους σε σχέση με το κόστος**

Κωδικός	Συντελεστής βάρους επίπτωσης	Πιθανότητα Εμφάνισης	Έκθεση στον κίνδυνο	Κατάταξη Κινδύνων
<b>R1</b>	0,2	20%	0,04	3
<b>R2</b>	0,8	40%	0,32	1
<b>R3</b>	0,1	10%	0,01	6
<b>R4</b>	0,1	5%	0,005	5
<b>R5</b>	0,4	30%	0,12	2
<b>R6</b>	0,2	20%	0,04	4

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα προκύπτουν κάποια ασφαλή συμπεράσματα για την έκθεση του έργου στους κινδύνους.

- 1) Προκύπτουν 2 κίνδυνοι με υψηλό βαθμό έκθεσης στο έργο. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι οι εξής:
  - **R2** Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων
  - **R5** Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου

Οι παραπάνω κίνδυνοι λόγω του υψηλού βαθμού έκθεσης, παρουσιάζουν μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης, καθώς επίσης και βαρύτητα επίπτωσης. Μπορούν κάλλιστα να χαρακτηρισθούν πολύ σημαντικοί παράγοντες για την υλοποίηση της κατασκευής του έργου.

- 2) Προκύπτουν 2 κίνδυνοι με μέσο βαθμό έκθεσης στο έργο. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι οι εξής:
- **R1** Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)
  - **R6** Καθυστέρηση πληρωμών

Οι παραπάνω κίνδυνοι παρόλο που κατατάσσονται στον μέσο βαθμό έκθεσης, σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υποτιμηθούν και επιβάλλεται να δοθεί η ανάλογη βαρύτητα, διότι κρίνονται ως ζωτικής σημασίας για την υλοποίηση της κατασκευής του έργου.

- 3) Προκύπτουν 2 κίνδυνοι με χαμηλό βαθμό έκθεσης. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι οι εξής:
- **R3** Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου
  - **R4** Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου

Οι παραπάνω κίνδυνοι δεδομένου της ανάλυσης που επιτεύχθηκε (μέσω της μήτρας πιθανοτήτων-επιπτώσεων), κατατάσσονται στην κατηγορία του χαμηλού βαθμού έκθεσης, όπου συγκεντρώνουν λίγες πιθανότητες εμφάνισης.

### ***5.3.2.2 Ποιοτική ανάλυση των επιπτώσεων κινδύνων στο χρόνο υλοποίησης του έργου***

Για την ποιοτική ανάλυση των επιπτώσεων των κινδύνων στο χρόνο υλοποίησης του έργου, έγινε μια εκτίμηση για την καθυστέρηση που πιθανόν να επιφέρει ο κάθε κίνδυνος ξεχωριστά, στην ολοκλήρωση μιας ομάδας εργασίας. Ένας λόγος που οδήγησε στη μη εκτίμηση της καθυστέρησης για το σύνολο του έργου, αποτέλεσε το γεγονός πως οι περισσότερες εργασίες εκτελούνται παράλληλα, με αποτέλεσμα η καθυστέρηση μερικών εξ' αυτών, να μην επηρεάζει το συνολικό χρόνο υλοποίησης του έργου. Επιπροσθέτως, όσον αφορά τώρα στην κατηγοριοποίηση της έντασης των επιπτώσεων, ακολουθήθηκε μια παρόμοια στρατηγική με την εκτίμηση των επιπτώσεων του κόστους. Βέβαια, η συγκεκριμένη στρατηγική βασίστηκε στη χρήση περιγραφικών ορισμών, καθώς επίσης και σε διαστήματα μεταβολής χρόνου υλοποίησης και συγκεκριμένα σε ημέρες. Τελειώνοντας, έγινε και αντιστοίχιση των επιπέδων με τους συντελεστές βάρους επίπτωσης.

**Πίνακας 21: Επίπεδα επίπτωσης χρόνου**

Ορισμός επίπτωσης	Συντελεστής βάρους επίπτωσης	Καθυστέρηση ολοκλήρωσης
Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0	Λιγότερο από 1 ημέρα
Πολύ χαμηλή	0,05	1-5 ημέρες
Χαμηλή	0,10	5-10 ημέρες
Μέση	0,20	10-15 ημέρες
Υψηλή	0,40	15-20 ημέρες
Πολύ υψηλή	0,80	20 + ημέρες

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Αφού, μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά του έργου, το χρονοδιάγραμμά του, καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά των αναγνωρισμένων κινδύνων, έγινε η εκτίμηση των επιπτώσεων τους στο χρόνο υλοποίησης των ομάδων εργασιών.

**Πίνακας 22: Επιπτώσεις κινδύνων σε σχέση με το χρόνο υλοποίησης τους**

Κωδικός	Κίνδυνος	Εκτίμηση Επίπτωσης Χρόνου
R1	Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)	Μέση
R2	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων	Πολύ Υψηλή
R3	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου	Πολύ Χαμηλή
R4	Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου	Χαμηλή
R5	Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου	Πολύ Υψηλή
R6	Καθυστέρηση πληρωμών	Χαμηλή

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Χρησιμοποιώντας τις εκτιμήσεις των επιπτώσεων και των πιθανοτήτων, έγινε ο υπολογισμός του βαθμού έκθεσης του έργου σε κάθε κίνδυνο, σε συνάρτηση με τον παράγοντα του χρόνου.

**Πίνακας 23: Έκθεση του έργου στους κινδύνους σε συνάρτηση με το χρόνο**

Κωδικός	Συντελεστής Βάρους Επίπτωσης	Πιθανότητα Εμφάνισης	Έκθεση στον Κίνδυνο	Κατάταξη
R1	0,2	20%	0,04	3
R2	0,8	30%	0,24	1
R3	0,05	5%	0,0025	6
R4	0,1	10%	0,01	5
R5	0,8	20%	0,16	2
R6	0,1	10%	0,01	4

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Προκύπτουν 2 κίνδυνοι με υψηλό βαθμό έκθεσης. Οι εν λόγω κίνδυνοι είναι οι εξής:

- R2 Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων
- R5 Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου

Και οι 2 από τους παραπάνω κινδύνους R2, R5 παρουσίασαν μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης, καθώς επίσης και υψηλό βαθμό επίπτωσης. Αυτά τα δεδομένα, οδηγούν στο συμπέρασμα πως οι συγκεκριμένοι κίνδυνοι είναι καταλυτικοί παράγοντες για την υλοποίηση του έργου, συνεπώς απαιτούν μεγάλη προσοχή και σχέδια στρατηγικής για την αντιμετώπιση-εξάλειψή τους.

2. Προκύπτει 1 κίνδυνος με μέσο βαθμό έκθεσης. Ο κίνδυνος αυτός είναι ο εξής:
- R1 Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)

Παρατηρείται πως ο κίνδυνος R1 παρουσιάζει μια μέση πιθανότητα εμφάνισης, καθώς επίσης και μέσο βαθμό επίπτωσης. Κάτι τέτοιο έχει ως αποτέλεσμα, πως ο συγκεκριμένος παράγοντας αποτελεί έναν διόλου ασήμαντο παράγοντα για την υλοποίηση του έργου.

3. Προκύπτουν 3 κίνδυνοι με χαμηλό και πολύ χαμηλό βαθμό έκθεσης. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι οι εξής:
- R3 Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου
  - R4 Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου
  - R6 Καθυστέρηση πληρωμών

Οι κίνδυνοι R4 και R6 παρουσιάζουν χαμηλό βαθμό έκθεσης, τόσο στην πιθανότητα εμφάνισης τους, όσο και στο βαθμό επίπτωσής τους. Επιπλέον, ο κίνδυνος R3 παρουσιάζει πολύ χαμηλό βαθμό έκθεσης, με εξίσου χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης αλλά και χαμηλό βαθμό επίπτωσης. Συνεπώς, από τα παραπάνω δεδομένα συμπεραίνουμε πως εξαιτίας του χαμηλού και πολύ χαμηλού βαθμού έκθεσης, δεν θα καταστεί αναγκαία η χρήση στρατηγικών αντιμετώπισης και ενδεχομένως, να γίνει αποδοχή των κινδύνων.

### 5.3.2.3 Ποιοτική ανάλυση των επιπτώσεων κινδύνων στην ποιότητα του έργου

Όσον αφορά την ανάλυση των επιπτώσεων των κινδύνων στην ποιότητα του έργου, χρησιμοποιήθηκε μια διαδικασία σχετικά απλή, όπου περιείχε την κλίμακα με τη χρήση των περιγραφικών ορισμών, καθώς επίσης και την αντιστοίχιση αυτών, με τους συντελεστές του βάρους επίπτωσης.

#### Πίνακας 24: Επίπεδα επίπτωσης της ποιότητας

Ορισμός επίπτωσης	Συντελεστής βάρους επίπτωσης
Μηδενική/Μη υπολογίσιμη	0
Πολύ χαμηλή	0,05
Χαμηλή	0,10
Μέση	0,20
Υψηλή	0,40
Πολύ υψηλή	0,80

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δεδομένου πως μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά του έργου και των αναγνωρισμένων κινδύνων, στη συνέχεια, έγινε η εκτίμηση της επίπτωσης των κινδύνων σε συνάρτηση με τον παράγοντα της ποιότητας.

**Πίνακας 25: Επιπτώσεις κινδύνων σε σχέση με την ποιότητα**

Κωδικός	Κίνδυνος	Εκτίμηση Επίπτωσης Ποιότητας
R1	Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)	Μηδενική/Μη Υπολογίσιμη
R2	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων	Μέση
R3	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου	Μηδενική/Μη Υπολογίσιμη
R4	Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου	Χαμηλή
R5	Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου	Μέση
R6	Καθυστέρηση πληρωμών	Μηδενική/Μη Υπολογίσιμη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 24), παρατηρείται πως οι κίνδυνοι R1, R3, R6, R4 δεν επηρεάζουν καθόλου το έργο, όσον αφορά στην ποιότητα, δεδομένου ότι η εκτίμηση της επίπτωσής τους είναι μηδενική/μη υπολογίσιμη και χαμηλή αντίστοιχα. Παράλληλα, οι κίνδυνοι R2, R5 επηρεάζουν έμμεσα το έργο, διότι παρουσιάζουν μια μέση εκτίμηση επίπτωσης, συνεπώς οφείλεται να ληφθούν υπόψη για το αντίκτυπο στην ποιότητα της υλοποίησης του έργου. Εν τέλει, οι κίνδυνοι που επηρεάζουν την ποιότητα, οφείλονται κυρίως σε παράγοντες αμέλειας και συγκεκριμένα, σε σφάλματα ή παραλείψεις κατασκευαστικών εργασιών, σε έλλειψη προδιαγραφών απαιτήσεων ή σε εξωγενείς παράγοντες, όπως υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων, καθώς επίσης και έλλειψη προσφοράς εργατικού δυναμικού όπου έχουν ως αποτέλεσμα τον επηρεασμό της ποιότητας.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν οι εκτιμήσεις των επιπτώσεων και των πιθανοτήτων για τον υπολογισμό της έκθεσης του έργου στους κινδύνους σε συνάρτηση με την ποιότητα.

**Πίνακας 26: Έκθεση του έργου στους κινδύνους σε συνάρτηση με την ποιότητα**

Κωδικός	Συντελεστής Βάρους Επίπτωσης	Πιθανότητα Εμφάνισης	Έκθεση στον Κίνδυνο	Κατάταξη
R1	0,0	20%	0	5
R2	0,2	30%	0,06	1
R3	0,0	5%	0	6
R4	0,1	10%	0,01	3
R5	0,2	20%	0,04	2
R6	0,0	10%	0	4

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Δεν προκύπτει κανένας κίνδυνος με υψηλό βαθμό έκθεσης.
2. Προκύπτουν 2 κίνδυνοι με μέσο βαθμό έκθεσης. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι οι R2(Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων), R5(Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου). Το γεγονός πως οι συγκεκριμένοι κίνδυνοι παρουσιάζουν το μεγαλύτερο βαθμό έκθεσης στη συγκεκριμένη κατηγορία, είναι αναμενόμενο, διότι επηρεάζουν άμεσα τη διαδικασία της κατασκευής του έργου.
3. Προκύπτει 1 κίνδυνος με χαμηλό βαθμό έκθεσης. Ο κίνδυνος αυτός είναι ο R4(Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου). Ο συγκεκριμένος κίνδυνος παρουσιάζει χαμηλή έκθεση, κυρίως λόγω χαμηλού βαθμού επίπτωσης που κατέχει.
4. Προκύπτουν 3 κίνδυνοι με μηδενική/μη υπολογίσιμη έκθεση στον κίνδυνο. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι οι R1(Έλλειψη υλικών κυβόλιθου),R3(Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου), R6(Καθυστέρηση πληρωμών). Οι συγκεκριμένοι κίνδυνοι δε θεωρείται πως επηρεάζουν με οποιοδήποτε τρόπο την ποιότητα του έργου.

### 5.3.3 Συνολική έκθεση και ιεράρχηση των κινδύνων

Σε αυτό το στάδιο, συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία και τα συμπεράσματα των αναλύσεων, με σκοπό τον υπολογισμό της συνολικής έκθεσης στον κίνδυνο καθώς επίσης και την ιεράρχηση των κινδύνων.

**Πίνακας 27: Ιεράρχηση των κινδύνων**

Κωδικός	Έκθεση (Κόστος)	Έκθεση (Χρόνος)	Έκθεση (Ποιότητα)	Σύνολο Έκθεσης	Κατάταξη
R2	0,32	0,24	0,06	0,62	1
R5	0,12	0,16	0,04	0,32	2
R1	0,04	0,04	0	0,08	3
R6	0,04	0,01	0	0,05	4
R4	0,005	0,01	0,01	0,025	5
R3	0,01	0,0025	0	0,0125	6

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα και τα δεδομένα που αντλήθηκαν, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Προκύπτουν 2 κίνδυνοι με υψηλό βαθμό έκθεσης. Οι κίνδυνοι είναι οι εξής:
  - R2 (Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων)
  - R5 (Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου)

Η αντιμετώπιση των παραπάνω κινδύνων, θεωρείται προτεραιότητα για την ομαλή κατασκευή του έργου, διότι κατέχουν υψηλό βαθμό έκθεσης και στον αντίστοιχο πίνακα της ιεράρχησης των κινδύνων βρίσκονται στις πρώτες θέσεις. Δεδομένου ότι, απαιτείται χρήση στρατηγικών αντιμετώπισης τους, κάτι τέτοιο πηγάζει άμεσα από τα

χαρακτηριστικά του έργου, τα χαρακτηριστικά των αναγνωρισμένων κινδύνων, καθώς επίσης και τα συμπεράσματα που προέκυψαν.

2. Προκύπτουν 2 κίνδυνοι με μέσο βαθμό έκθεσης. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι οι εξής:

- R1 (Έλλειψη υλικών κυβόλιθου)
- R6 (Καθυστέρηση πληρωμών)

Οι παραπάνω κίνδυνοι θεωρούνται δευτερευούσης σημασίας για το έργο, αλλά χρήζουν αντιμετώπισης για την ελαχιστοποίηση του συνολικού κινδύνου του έργου. Όσον αφορά τώρα, στις ενδεχόμενες στρατηγικές αντιμετώπισης τους, οι κίνδυνοι R1, R6 οφείλουν την ενδεχόμενη εμφάνισή τους, σε εσωτερικούς παράγοντες του έργου, συνεπώς, η αντιμετώπισή τους πρέπει να επικεντρωθεί σε μια στρατηγική ελαχιστοποίησης ή ακόμη και εκμηδένισης της πιθανότητας εμφάνισής τους.

3. Προκύπτουν 2 κίνδυνοι με χαμηλό βαθμό έκθεσης. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι οι εξής:

- R3 (Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου)
- R4 (Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου)

Η αντιμετώπιση των παραπάνω κινδύνων δεν κρίνεται επί τούτου αναγκαία. Σε αυτή την κατηγορία των κινδύνων, η χρήση των στρατηγικών αντιμετώπισης, θα μπορούσε να δικαιολογηθεί μόνο σε περίπτωση που οι δράσεις περιλάμβαναν και τη μείωση άλλων κινδύνων με μεγαλύτερη έκθεση.

## 5.4 Ποσοτική Ανάλυση των Κινδύνων

### 5.4.1 Δημιουργία χρονοδιαγράμματος στο Microsoft Project και εισαγωγή αυτού στο Microsoft Excel με τη χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk

Στη διαδικασία της ποσοτικής ανάλυσης και συγκεκριμένα στο μοντέλο κινδύνων, πρώτη ενέργεια αποτέλεσε η δημιουργία του χρονοδιαγράμματος του έργου, στο πρόγραμμα Microsoft Project. Τα δεδομένα και γενικότερα τα στοιχεία που εισήχθησαν στο πρόγραμμα, προήλθαν από τις παραδοχές του συγκεκριμένου κεφαλαίου, καθώς επίσης και από τα στοιχεία του έργου σε όλη την έκτασή του. Το χρονοδιάγραμμα του έργου, δημιουργήθηκε με βάση τις ομάδες εργασιών, ενώ, όσον αφορά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου υπολογίστηκε σε εργάσιμες και μη ημέρες. Επιπροσθέτως, η ημερομηνία εκκίνησης που έχει τεθεί στο χρονοδιάγραμμα είναι η 4<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2011, την ημέρα δηλαδή που γίνεται η έναρξη των εργασιών.

Παράλληλα, η καθυστέρηση μιας ομάδας εργασιών λόγω της εμφάνισης ενός ή περισσοτέρων κινδύνων δεν συνεπάγεται άμεσα και καθυστέρηση των υπόλοιπων ομάδων εργασιών. Ο λόγος είναι πως οι εργασίες του συγκεκριμένου έργου εκτελούνται παράλληλα.

Εκτός των παραδοχών που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν περιορισμοί που αφορούν στην καθυστέρηση των ομάδων εργασιών, καθώς επίσης και τον τρόπο που η καθυστέρηση της μιας επηρεάζει τις υπόλοιπες. Τελειώνοντας, για τη ρεαλιστική

(κατά κάποιον τρόπο) προσομοίωση των καθυστερήσεων του έργου, συντάχθηκαν οι παρακάτω περιορισμοί.

- Εκ πρώτης, οι εργασίες κάθε ομάδας εργασίας δεν μπορούν να ξεκινήσουν πριν την προγραμματισμένη ημερομηνία. Ο σημαντικότερος λόγος όπου αυτός ο περιορισμός τέθηκε, είναι η αποφυγή μη ρεαλιστικών αποτελεσμάτων σε προσομοιώσεις, όπου ο επανυπολογισμός της διάρκειας μιας ομάδας εργασίας, θα είχε ως αποτέλεσμα τον αυτόματο προγραμματισμό άλλων εργασιών με ημερομηνία έναρξης βέβαια πριν την εμφάνιση του κινδύνου που προκάλεσε την καθυστέρηση.
- Για την ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Β (Τεχνικά Έργα), πρέπει να προηγηθεί η ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Α (Χωματουργικά). Κάτι τέτοιο είναι απόλυτα λογικό, διότι, παρόλο που είναι εφικτό οι εργασίες των ομάδων Α,Β να εκτελούνται παράλληλα, σε περίπτωση που δεν ολοκληρωθούν οι εργασίες της ομάδας Α, δεν μπορεί να υπάρξει ολοκλήρωση όλων των εργασιών της ομάδας Β.
- Για την ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Γ (Οδοστρωσία) κρίνεται απαραίτητο να προηγηθεί η ολοκλήρωση της ομάδας Β (Τεχνικά Έργα). Επιπροσθέτως, η ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Γ απαιτεί ένα χρονικό διάστημα για να παρέλθει (λόγω της σταθεροποίησης της στρώσης της υπόβασης), αφότου βεβαίως ολοκληρωθούν οι εργασίες της ομάδας Β.
- Για την ολοκλήρωση της Ομάδας Δ (Ασφαλτικά) πρέπει να προηγηθεί ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Γ (Οδοστρωσία). Επιπλέον, απαιτείται να παρέλθει ένα χρονικό διάστημα μεταξύ της ολοκλήρωσης των ασφαλτικών και της οδοστρωσίας αντίστοιχα. Ο λόγος ενός τέτοιου εγχειρήματος, αποτελεί το γεγονός πως οι ασφαλτικές στρώσεις γίνονται πάνω στη βάση της οδοστρωσίας, όπου πρέπει να είναι στεγνή κατά τη διάρκεια των ασφαλτικών εργασιών.
- Για την ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Ε (Σήμανση-Ασφάλεια) πρέπει να έχει προηγηθεί η ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Δ (Ασφαλτικά). Τελειώνοντας, αφενός, η ολοκλήρωση της σήμανσης πρέπει να γίνει μετά την ολοκλήρωση της οδοστρωσίας, αφετέρου οι εργασίες που αφορούν τον τομέα της ασφάλειας πρέπει να γίνουν με το πέρας των εργασιών της σήμανσης. Ο λόγος αυτού του εγχειρήματος είναι η σταθεροποίηση της διαγράμμισης του οδοστρώματος.
- Η τελευταία κατηγορία εργασιών ανήκει σε αυτή των φυτεύσεων, όπου προβλέπεται φύτευση δέντρων και φυτών στους χώρους στάθμευσης. Βασική προϋπόθεση αποτελεί το πέρας όλων των εργασιών των ομάδων του έργου για την ολοκλήρωσή της.

#### **5.4.2 Δημιουργία μητρώου κινδύνων στο Microsoft Excel με χρήση του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk**

##### **5.4.2.1 Υπολογισμός της πιθανότητας εμφάνισης**

Για τη χρήση στο μοντέλο κινδύνων, έγινε ο υπολογισμός της πιθανότητας της εμφάνισης του κάθε κινδύνου σε μια ομάδα εργασιών με βάση την παρακάτω σχέση:

$$x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - a = 0$$

**Πίνακας 28: Υπολογισμός πιθανοτήτων εμφάνισης των κινδύνων ανά ομάδα εργασίας**

Κωδικός	Κίνδυνος	Πιθανότητα Ολική	Πιθανότητα ανά Ο.Ε.
R1	Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)	20%	3,49%
R2	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων	30%	5,74%
R3	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου	5%	0,91%
R4	Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου	10%	1,74%
R5	Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου	20%	3,49%
R6	Καθυστέρηση πληρωμών	10%	1,74%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### 5.4.2.2 Προσδιορισμός των επιπτώσεων των κινδύνων ανά ομάδα εργασίας

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 28,29) παρατίθενται τα αποτελέσματα του προσδιορισμού των επιπτώσεων των κινδύνων, όπου προέκυψαν μέσω της διαδικασίας εκτίμησης που περιγράφεται εκτενέστερα στο κεφάλαιο 4.

**Πίνακας 29: Επιπτώσεις των κινδύνων ανά ομάδα εργασίας σε σχέση με το κόστος**

	Κίνδυνος	Α:Χωματουργικά	Β:Τεχνικά Έργα	Γ:Οδοστρωσία	Δ:Ασφαλτικά	Ε:Σήμανση-Ασφάλεια	Φυτεύσεις
R1	Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)	Μηδενική	Μέση	Χαμηλή	Πολύ Χαμηλή	Μηδενική	Μηδενική
R2	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων	Πολύ Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
R3	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου	Πολύ Υψηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Πολύ Χαμηλή	Μηδενική
R4	Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου	Πολύ Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
R5	Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή	Πολύ Χαμηλή
R6	Καθυστέρηση πληρωμών	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	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%+	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Πίνακας 30: Επιπτώσεις των κινδύνων ανά ομάδα εργασίας σε συνάρτηση με το χρόνο υλοποίησης**

	Κίνδυνος	A:Χωματουργικά	B:Τεχνικά Έργα	Γ:Οδοστρωσία	Δ:Ασφαλτικά	Ε:Σήμανση-Ασφάλεια	Φυτεύσεις
<b>R1</b>	Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)	Μηδενική	Μέση	Πολύ Χαμηλή	Πολύ Χαμηλή	Πολύ Χαμηλή	Πολύ Χαμηλή
<b>R2</b>	Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων	Πολύ Χαμηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή
<b>R3</b>	Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου	Πολύ Υψηλή	Μέση	Μέση	Μέση	Πολύ Χαμηλή	Μηδενική
<b>R4</b>	Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου	Πολύ Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή
<b>R5</b>	Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου	Μέση	Υψηλή	Υψηλή	Μέση	Μέση	Μέση
<b>R6</b>	Καθυστερήση πληρωμών	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
	<b>Μηδενική επίπτωση = 0 ημέρες</b>	<b>Πολύ Χαμηλή επίπτωση = 1-5 ημέρες</b>	<b>Χαμηλή επίπτωση = 5-10 ημέρες</b>	<b>Μέση επίπτωση= 10-15 ημέρες</b>	<b>Υψηλή επίπτωση= 15-20 ημέρες</b>	<b>Πολύ Υψηλή επίπτωση= 20+ ημέρες</b>	

Πηγή: Ϊδια επεξεργασία

Το επόμενο βήμα μετά τον προσδιορισμό των επιπτώσεων των κινδύνων ανά ομάδα εργασίας, αποτελεί η δημιουργία του μητρώου των κινδύνων. Στο μητρώο των κινδύνων έγινε η καταχώρηση των πιθανοτήτων της εμφάνισης των κινδύνων, καθώς επίσης και το συμπλήρωμα των πινάκων επιπτώσεων, κάνοντας χρήση βέβαια τις τιμές των επιπτώσεων (ελάχιστες, πιθανότερες και μέγιστες) που εκτιμήθηκαν με βάση το βαθμό επίπτωσης που παρουσιάζει ο κάθε κίνδυνος στην εκάστοτε ομάδα εργασίας. Τελειώνοντας, πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή των συναρτήσεων των πιθανοτήτων για την πιθανότητα εμφάνισης τους, σε συνδυασμό βέβαια με τις επιπτώσεις του κάθε κινδύνου. Δεδομένου ότι, πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή των απαραίτητων στοιχείων και χαρακτηριστικών του έργου, με σκοπό την πραγματοποίηση της προσομοίωσης των κατανομών, παρατίθεται ο πίνακας του μητρώου των κινδύνων, ο οποίος απεικονίζει μια επανάληψη της προσομοίωσης.

**Πίνακας 31: Μητρώο Κινδύνων**

Κωδ.	Κίνδυνος	Είδος	Πιθανότητα Πραγματοποίησης	Ομάδα
<b>R1</b>	<b>Έλλειψη υλικών (κυβόλιθου)</b>	Αμιγής	<b>20%</b>	
R1A			3,49%	A:Χωματουργικά
R1B			3,49%	B:Τεχνικά Έργα
R1Γ			3,49%	Γ:Οδοστρωσία
R1Δ			3,49%	Δ:Ασφαλτικά
R1E			3,49%	E:Σήμανση-Ασφάλεια
R1Z			3,49%	Z:Φυτεύσεις
<b>R2</b>	<b>Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων</b>	Εγγενής	<b>30%</b>	
R2A			5,74%	A:Χωματουργικά
R2B			5,74%	B:Τεχνικά Έργα
R2Γ			5,74%	Γ:Οδοστρωσία
R2Δ			5,74%	Δ:Ασφαλτικά
R2E			5,74%	E:Σήμανση-Ασφάλεια
R2Z			5,74%	Z:Φυτεύσεις
<b>R3</b>	<b>Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου</b>	Εγγενής	<b>5%</b>	
R3A			0,91%	A:Χωματουργικά
R3B			0,91%	B:Τεχνικά Έργα
R3Γ			0,91%	Γ:Οδοστρωσία
R3Δ			0,91%	Δ:Ασφαλτικά
R3E			0,91%	E:Σήμανση-Ασφάλεια
R3Z			0,91%	Z:Φυτεύσεις
<b>R4</b>	<b>Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου</b>	Αμιγής	<b>10%</b>	
R4A			1,74%	A:Χωματουργικά
R4B			1,74%	B:Τεχνικά Έργα
R4Γ			1,74%	Γ:Οδοστρωσία
R4Δ			1,74%	Δ:Ασφαλτικά
R4E			1,74%	E:Σήμανση-Ασφάλεια
R4Z			1,74%	Z:Φυτεύσεις
<b>R5</b>	<b>Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου</b>	Αμιγής	<b>20%</b>	
R5A			3,49%	A:Χωματουργικά
R5B			3,49%	B:Τεχνικά Έργα
R5Γ			3,49%	Γ:Οδοστρωσία
R5Δ			3,49%	Δ:Ασφαλτικά
R5E			3,49%	E:Σήμανση-Ασφάλεια
R5Z			3,49%	Z:Φυτεύσεις
<b>R6</b>	<b>Καθυστέρηση πληρωμών</b>	Αμιγής	<b>10%</b>	
R6A			1,74%	A:Χωματουργικά
R6B			1,74%	B:Τεχνικά Έργα
R6Γ			1,74%	Γ:Οδοστρωσία
R6Δ			1,74%	Δ:Ασφαλτικά
R6E			1,74%	E:Σήμανση-Ασφάλεια
R6Z			1,74%	Z:Φυτεύσεις

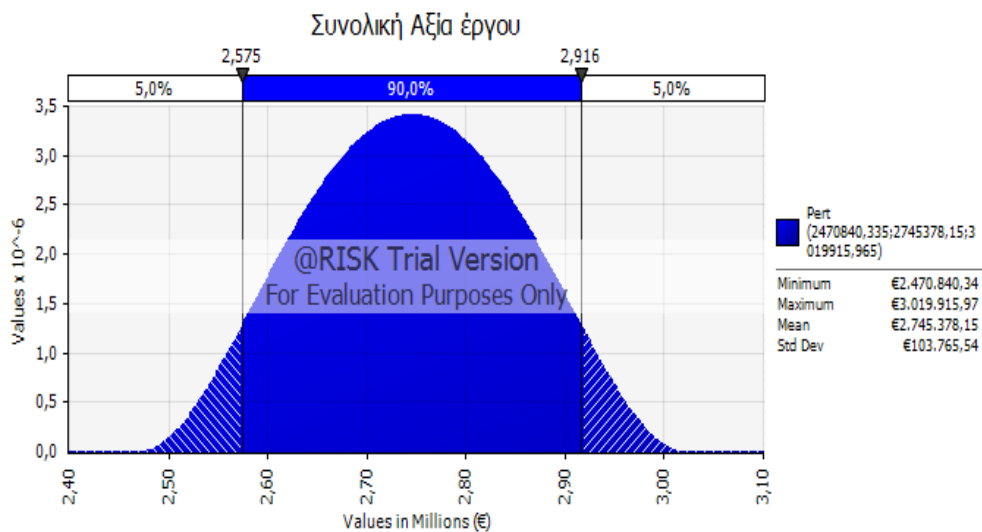
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

### 5.4.3 Πραγματοποίηση της προσομοίωσης των κινδύνων του έργου

Η προσομοίωση των κινδύνων του έργου, εκτελέστηκε με την πραγματοποίηση 50.000 επαναλήψεων, αριθμού όχι τυχαίου, αλλά απαραίτητου, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να χαρακτηρίζονται εφικτά, με επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, καθώς επίσης και ανοχή σύγκλισης 1%. Η μέθοδος δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε είναι αυτή του Pert.

### 5.4.3.1 Αποτελέσματα της προσομοίωσης σε συνάρτηση με το κόστος του έργου

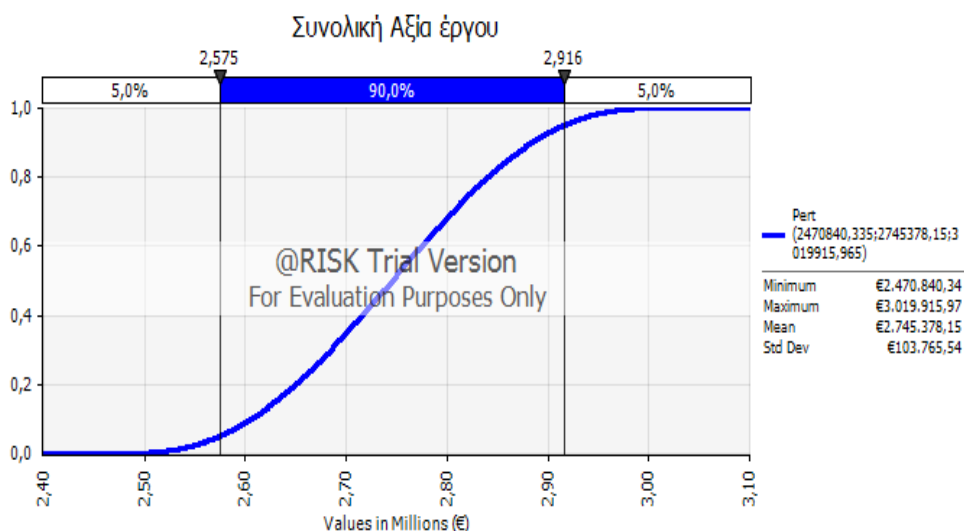
Σχήμα 26: Συνολική αξία έργου (PERT)



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 26), παρουσιάζει τις πιθανές τιμές που μπορεί να πάρει η συνολική αξία του έργου, και πιο συγκεκριμένα, το άθροισμα του κόστους όλων των ομάδων εργασιών, όπου προστίθεται σε όλους τους παράγοντες που εμπεριέχει ο προϋπολογισμός του έργου (ΦΠΑ, Γενικά έξοδα, Απρόβλεπτα, Όφελος εργολάβου κλπ). Στην ουσία, μας παρέχει μια εικόνα της διακύμανσης του συνολικού κόστους του έργου, βάσει κάποιων πιθανοτήτων. Σύμφωνα με το διάγραμμα, γίνεται αντιληπτό πως υπάρχουν 5% πιθανότητες η συνολική αξία του έργου να μειωθεί κάτω από 2,575 εκατομμύρια ευρώ, ενώ το ίδιο ισχύει και για την αξία του έργου, να αυξηθεί πάνω από 2,916 εκατομμύρια ευρώ. Συνεπώς, κατά 90% η συνολική αξία του έργου θα κυμαίνεται μεταξύ 2,575 και 2,916 εκατομμυρίων ευρώ.

Σχήμα 27: Συνολική αξία του έργου και αθροιστική κατανομή της πιθανότητας



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με το παραπάνω σχήμα (Σχήμα 27), τα συμπεράσματα που προκύπτουν οφείλονται κυρίως στη μελέτη της αθροιστικής κατανομής πιθανότητας της συνολικής αξίας του έργου. Αρχικά, γίνεται εύκολα αντιληπτό το γεγονός πως στο διάστημα 2,575 και 2,916 εκατομμυρίων ευρώ, παρουσιάζει την μεγαλύτερη πιθανότητα το έργο να κινείται στα συγκεκριμένα επίπεδα συνολικού κόστους. Παράλληλα, παρατηρείται πως από το ποσό των 2,80 εκατομμυρίων ευρώ η καμπύλη της αθροιστικής πιθανότητας ακολουθεί μια αυξημένη πτωτική πορεία.

Το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί από το συγκεκριμένο διάγραμμα έχει ως εξής. Αρχικά, είναι ιδιαίτερα εμφανές πως το συνολικό κόστος του έργου θα κυμανθεί μεταξύ 2,575 και 2,916 εκατομμυρίων ευρώ, καθώς επίσης και το γεγονός πως η καμπύλη της αθροιστικής πιθανότητας ακολουθεί μία αυξημένη πτωτική πορεία από το ποσό των 2,80 εκατομμυρίων ευρώ.

Εν συνεχεία, παρατίθενται η επιρροή των σημαντικότερων κινδύνων του έργου, στο συνολικό κόστος. Παράλληλα, είναι εμφανές πως βάσει στοιχείων η ομάδα των εργασιών που βλάπτεται κατά κάποιον τρόπο είναι αυτή των τεχνικών έργων, κάτι αναμενόμενο βέβαια, καθώς, η συγκεκριμένη ομάδα αποτελεί το 58% του συνολικού κόστους, στον τομέα της δαπάνης εργασιών.

**Πίνακας 32: Συγκεντρωτικός πίνακας με αποτελέσματα ποιοτικής ανάλυσης και ανάλυση ευαισθησίας**

Κατάταξη Κινδύνου	Ποιοτική Ανάλυση	Ανάλυση Ευαισθησίας
1	R2	R2
2	R5	R5
3	R1	R4
4	R6	R1
5	R4	R6

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

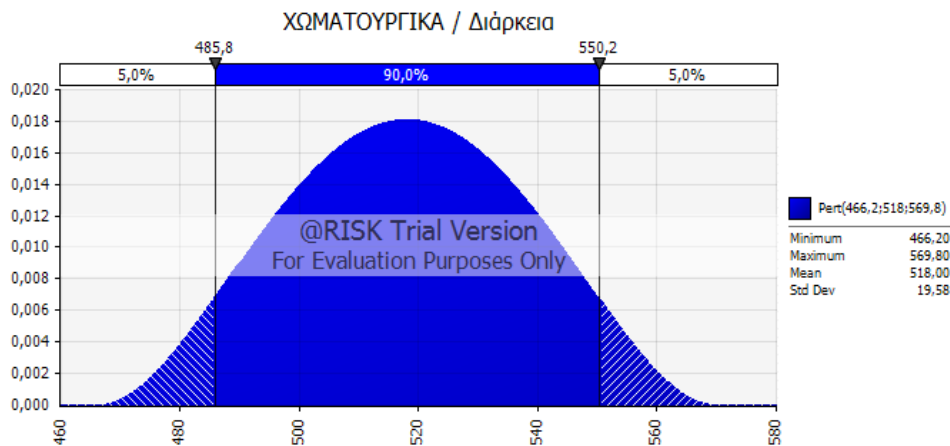
Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, οι εκτιμήσεις της ποιοτικής ανάλυσης συμπίπτουν με τις εκτιμήσεις της ανάλυσης ευαισθησίας. Οι σημαντικότεροι αναγνωρισμένοι κίνδυνοι στη διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης, είναι οι ίδιοι με αυτούς που παρουσιάζει και η διαδικασία της ανάλυσης της ευαισθησίας, με τη μοναδική διαφορά να εστιάζεται στην κατάταξη αυτών.

**5.4.3.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης σε συνάρτηση με το χρόνο υλοποίησης του έργου**

Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα των ομάδων των εργασιών σε συνάρτηση με το χρόνο υλοποίησης του έργου, τα οποία αποτέλεσαν αποτελέσματα της διαδικασίας προσομοίωσης μέσω του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk.

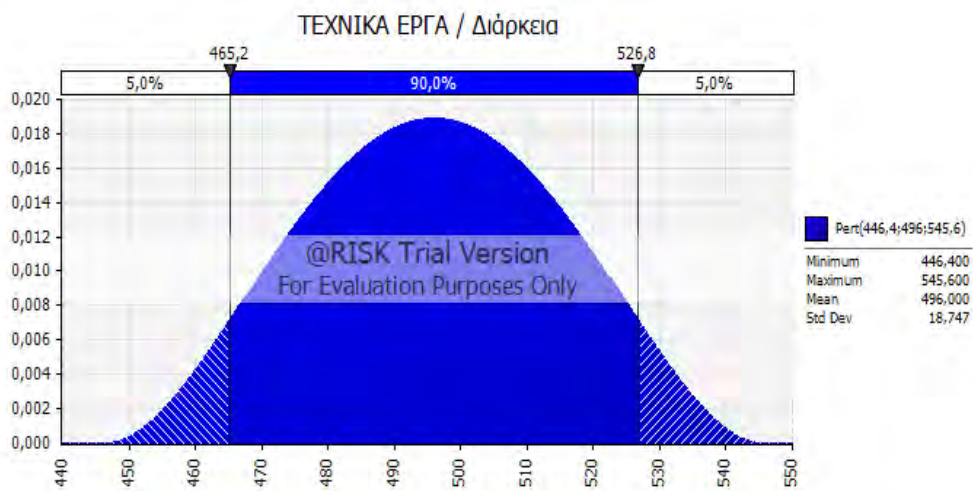


**Σχήμα 28: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Χωματοργικά»**



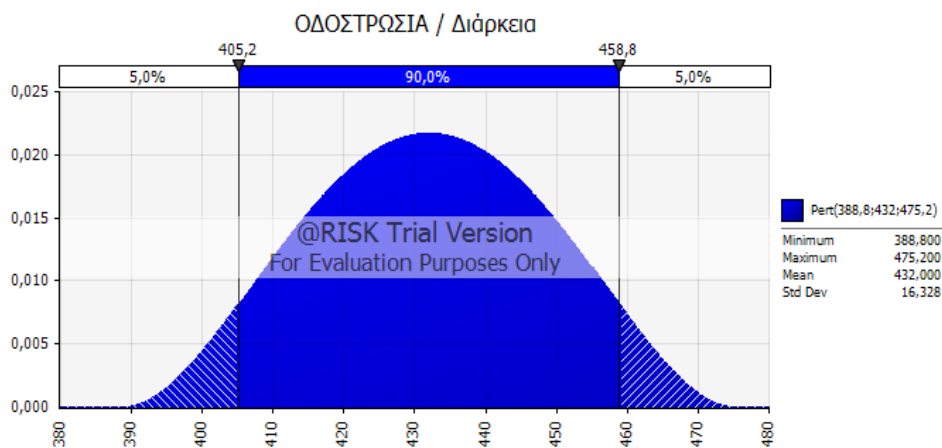
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Σχήμα 29: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Τεχνικά Έργα»**



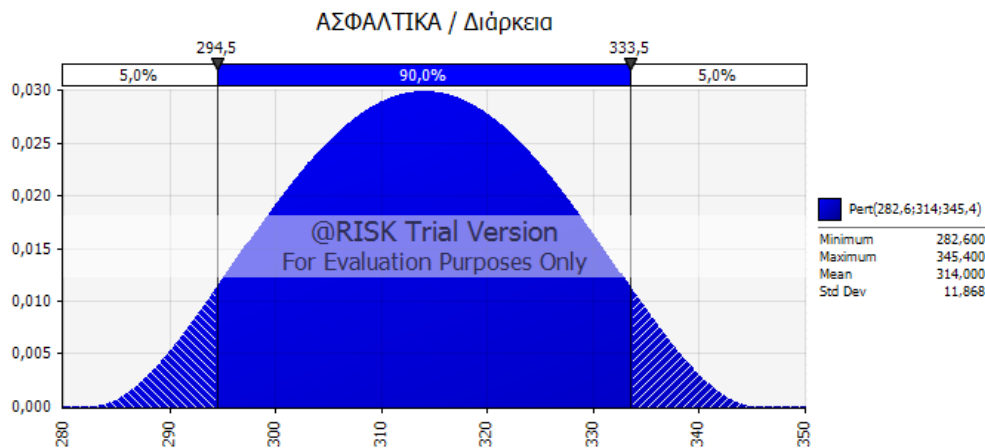
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Σχήμα 30: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Οδοστρωσία»**



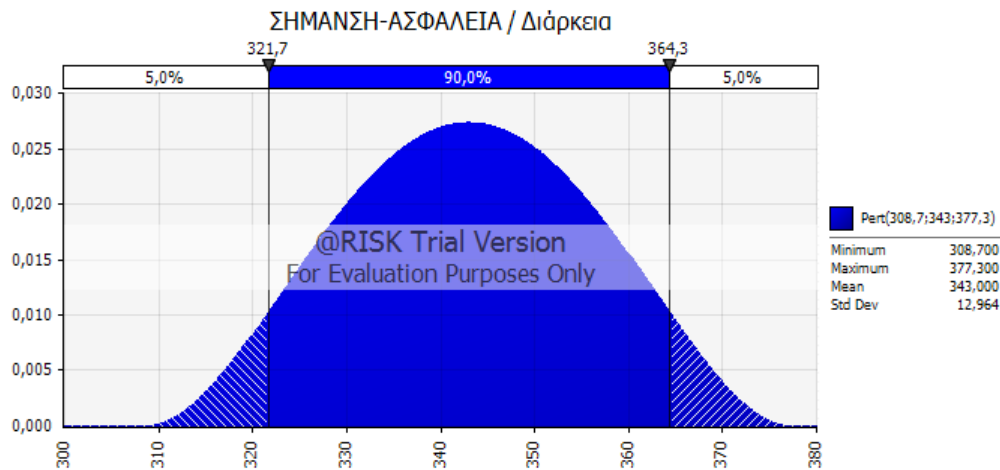
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Σχήμα 31: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Ασφαλτικά»**



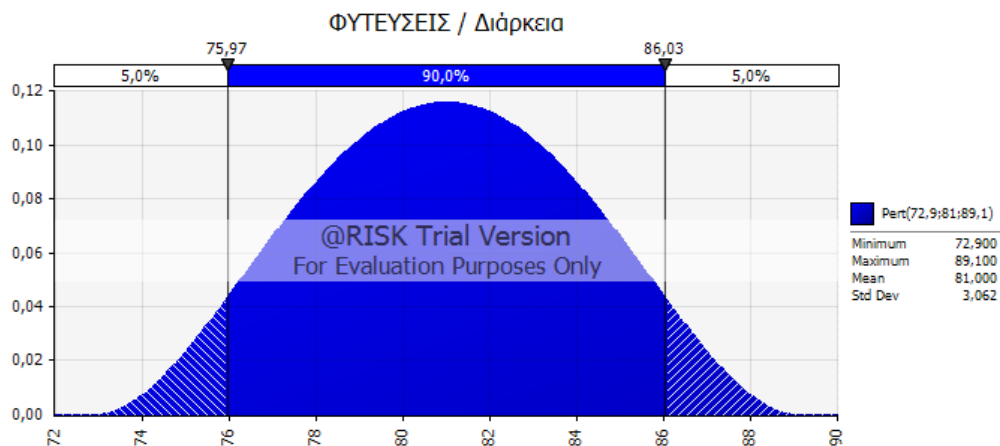
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Σχήμα 32: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Σήμανση-Ασφάλεια»**



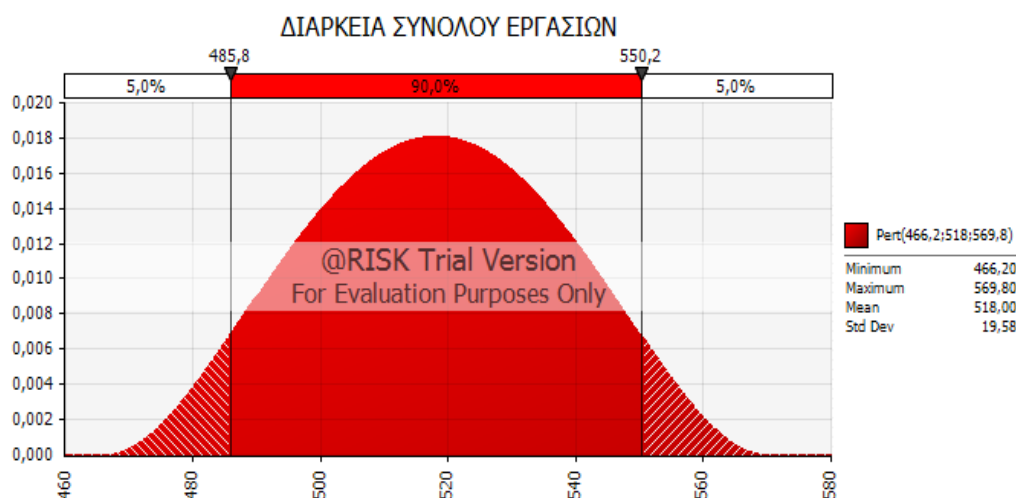
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Σχήμα 33: Διάρκεια ομάδας εργασιών «Φυτεύσεις»**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 34: Διάρκεια Συνόλου Εργασιών



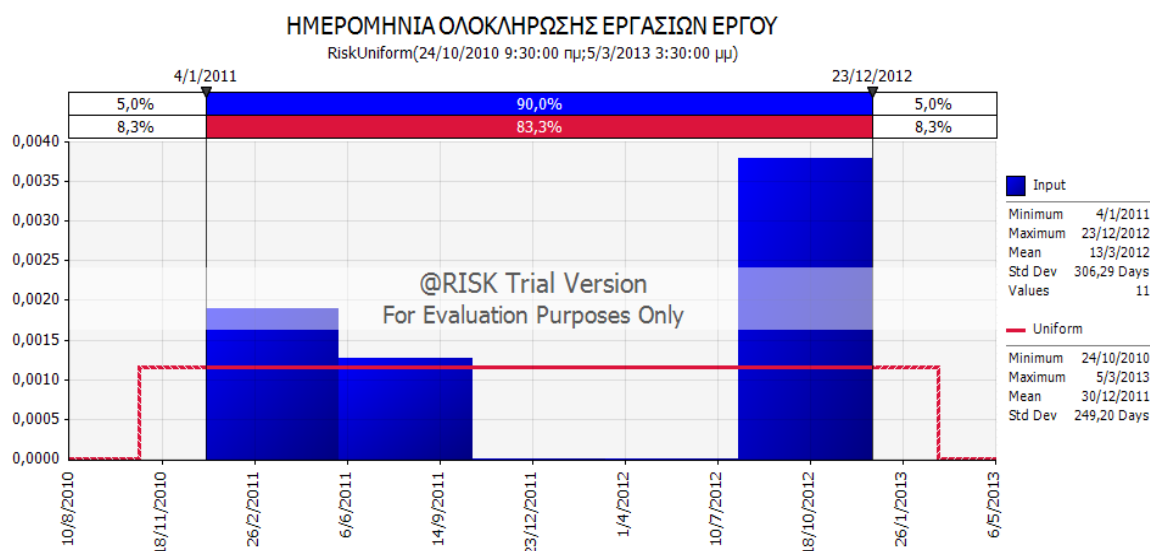
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τα παραπάνω διαγράμματα διάρκειας των εργασιών, αποτελούν αποτελέσματα της διαδικασίας της προσομοίωσης, σε συνάρτηση με το χρόνο υλοποίησης του έργου. Υπάρχει ένα διάγραμμα για κάθε ομάδα εργασίας από το σύνολο των ομάδων των εργασιών, καθώς επίσης και το συνολικό αυτών.

Σύμφωνα με το διάγραμμα της Διάρκειας Συνόλου Εργασιών, παρατηρείται πως το ελάχιστο σύνολο ημερών για την αποπεράτωση του έργου είναι 466 ημέρες, ενώ το μέγιστο ανέρχεται σε 569 ημέρες. Το πιο πιθανό σενάριο είναι αυτό το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 485,8 και 550,2 ημερών και κατέχει ποσοστό πιθανότητας 90% όπως διακρίνεται άλλωστε και στο παραπάνω διάγραμμα.

Όλες οι παραπάνω επισημάνσεις έχουν ως αποτέλεσμα, τις χρονικές επιπτώσεις των κινδύνων, όπου είναι πιο εμφανείς μέσω των επιπτώσεων του κόστους, όπου σημαίνει πως σε κάποιες περιπτώσεις ενδεχομένως να υπάρξουν μικρές καθυστερήσεις στην ολοκλήρωση των εργασιών. Παράλληλα, παρατηρείται πως παρά τη διακύμανση μεταξύ των πιθανοτήτων στη διάρκεια του συνόλου των εργασιών, ο κίνδυνος γενικότερα, παραμένει σε χαμηλά επίπεδα και κάτι τέτοιο επιβεβαιώνεται μέσα από τις επαναλήψεις της προσομοίωσης, όπου χαρακτηριστικά παρέμειναν σε χαμηλές τιμές σε επίπεδο εργάσιμων ημερών.

**Σχήμα 35: Ημερομηνία Ολοκλήρωσης Εργασιών Έργου**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το παραπάνω σχήμα αποτυπώνει την ημερομηνία ολοκλήρωσης των εργασιών του έργου. Οι ημερομηνίες που έχουν δοθεί εξ αρχής στην υπογραφή της σύμβασης του έργου (μεταφράζονται με τις μπλε ράβδους), με την ημερομηνία έναρξης να αποτελείται από την Τρίτη 4<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2011 και την μέρα αποπεράτωσής του η Κυριακή 23<sup>η</sup> 2012. Παράλληλα, με το χρώμα κόκκινο μεταφράζονται οι ημερομηνίες της προσομοίωσης του προγράμματος, μέσω της διαδικασίας της προσομοίωσης και συγκεκριμένα του πρόσθετου προγράμματος Palisade@Risk.

Παρατηρείται πως η πιθανότητα το έργο να ολοκληρωθεί μεταξύ 4/1/2011 και 23/12/2012 συγκεντρώνει το 90%, ενώ παράλληλα η πιθανότητα να ξεπεραστούν οι συγκεκριμένες ημερομηνίες είτε πριν είτε μετά την καθορισμένη ημερομηνία μόλις το 10%. Επιπροσθέτως, το αποτέλεσμα μέσω της διαδικασίας προσομοίωσης μαρτυρά πως αφενός η πιθανότητα το έργο να ολοκληρωθεί στις αρχικές ημερομηνίες συγκεντρώνει ποσοστό 83,3%, αφετέρου η πιθανότητα να ξεπεραστούν οι καθορισμένες ημερομηνίες μόλις το 8,35%.

Τελειώνοντας, είναι σημαντικό να τονιστεί πως αν η ολοκλήρωση του έργου είναι νωρίτερα από την προκαθορισμένη ημερομηνία παράδοσης, κάτι τέτοιο δεν θα παρείχε κάποιο επιπλέον όφελος στον ανάδοχο, σε αντίθεση βέβαια με το κόστος υλοποίησης, όπου είναι αρκετά σημαντικός παράγοντας και κρίνεται ως μετρήσιμο όφελος. Συνεπώς, η προσπάθεια ελαχιστοποίησης του χρόνου υλοποίησης του έργου, αποσκοπεί στη μείωση του κινδύνου, καθώς επίσης και στην προκαθορισμένη ημερομηνία παράδοσής του ή ενδεχομένως και μείωσης αυτής.

**Πίνακας 33: Συγκεντρωτικός πίνακας με αποτελέσματα ποιοτικής ανάλυσης και διαδικασία προσομοίωσης (ανάλυση ευαισθησίας)**

Κατάταξη Κινδύνου	Ποιοτική Ανάλυση	Ανάλυση Ευαισθησίας
1	R2	R2
2	R5	R1
3	R1	R5
4	R6	R6
5	R4	-

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, οι εκτιμήσεις της διαδικασίας της ποιοτικής ανάλυσης, συμπίπτουν μέχρι ενός σημείου με αυτές της ανάλυσης ευαισθησίας. Η μετάφραση του πίνακα επικαλείται την ανάγκη της ποσοτικής ανάλυσης, η οποία εξειδικεύει στην ουσία τα αποτελέσματα της διαδικασίας της ποιοτικής ανάλυσης και διορθώνει τυχόν αστοχίες ή εκτιμήσεις. Το επόμενο βήμα έχει να κάνει με την συγκέντρωση των αποτελεσμάτων της διαδικασίας της ποσοτικής ανάλυσης όπου προκύπτουν οι εξής κίνδυνοι:

- Σε συνάρτηση με το κόστος έργου:
  - 1) R2 (Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων)
  - 2) R5 (Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου)
  - 3) R1 (Έλλειψη υλικών)
  - 4) R6 (Καθυστέρηση πληρωμών)
  - 5) R4 (Αποχώρηση αναδόχου, είσοδος αναδόχου)
  - 6) R3 (Ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου)
- Σε συνάρτηση με το χρόνο υλοποίησης
  - 1) R2 (Υψηλά ποσοστά βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων)
  - 2) R1 (Έλλειψη υλικών)
  - 3) R5 (Πολιτικές πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου)
  - 4) R6 (Καθυστέρηση πληρωμών)

## 5.5 Σχεδιασμός αντιμετώπισης των κινδύνων

Όσον αφορά τώρα το σχεδιασμό αντιμετώπισης των κινδύνων, παρακάτω γίνεται μια περιγραφή των προτάσεων που προέκυψαν από την μελέτη των αποτελεσμάτων της διαδικασίας της ποιοτικής, ποσοτικής ανάλυσης των κινδύνων, λαμβάνοντας βέβαια υπόψη όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν τους κινδύνους, καθώς επίσης και τις συσχετίσεις μεταξύ αυτών.

### 5.5.1 Προτάσεις για την αντιμετώπιση των κινδύνων

#### R1 Έλλειψη Υλικών (κυβόλιθου)

*Κατηγορία στρατηγικής:* Ελαχιστοποίηση

*Περιγραφή στρατηγικής:* Για την αντιμετώπιση του κινδύνου R1 προτείνονται οι εξής ενέργειες:

1. Άμεση έναρξη των διαδικασιών ανεύρεσης πηγών του συγκεκριμένου υλικού. Αυτή η ενέργεια αποσκοπεί σε απόθεμα του συγκεκριμένου υλικού, με αποτέλεσμα, αφενός να μην υπάρξει έλλειψη αυτού και αφετέρου να μην υπάρξει καθυστέρηση στην υλοποίηση του έργου.
2. Εκτενής αναζήτηση εναλλακτικών πηγών του συγκεκριμένου υλικού. Αυτό το εγχείρημα έχει ως σκοπό την ανεύρεση της πιο συμφέρουσας προσφοράς. Επιπροσθέτως, δεδομένου της ανάγκης μεταφοράς στον τόπο του υπό κατασκευή έργου, η ανεύρεση πηγών υλικών κοντά στο χώρο που κατασκευάζεται το έργο θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους μεταφοράς, καθώς επίσης και την εξοικονόμηση οικονομικών πόρων.
3. Έλεγχος της αξιοπιστίας των προμηθευτών. Το συγκεκριμένο εγχείρημα έχει ως αποτέλεσμα την ενδεχόμενη αξιοπιστία των προμηθευτών, καθώς επίσης και την έγκαιρη παράδοση των υλικών. Συνεπώς, αυτός είναι ο λόγος που απαιτείται έλεγχος για τον εκάστοτε προμηθευτή και συγκεκριμένα στα έργα που έχει τροφοδοτήσει κατά το παρελθόν.

## **R2 Υψηλά Ποσοστά Βροχοπτώσεων και Χιονοπτώσεων**

*Κατηγορία στρατηγικής:* Ελαχιστοποίηση

*Περιγραφή στρατηγικής:* Για την αντιμετώπιση του κινδύνου R2 προτείνεται η εξής ενέργεια:

1. Περιγραφή στρατηγικής: Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την διαδικασία της ανάλυσης ευαισθησίας, ο συγκεκριμένος κίνδυνος κρίνεται ως ο σημαντικότερος τόσο στην αύξηση του κόστους, όσο και στην αύξηση του χρόνου υλοποίησης του υπό κατασκευή έργου. Δεδομένου ότι, η επιρροή του συγκεκριμένου κινδύνου αντικατοπτρίζεται κυρίως στην ομάδα εργασιών Δ: Ασφαλτικά, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτό να εκτελεστούν εργασίες με τις καιρικές συνθήκες να μην είναι ευνοϊκές (Βροχόπτωση, χιονόπτωση). Η στρατηγική που προτείνεται στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η μεταφορά της προγραμματισμένης ημερομηνίας έναρξης εργασιών, για το πέρας της χειμερινής περιόδου.

## **R3 Ανεύρεση Αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου**

*Κατηγορία στρατηγικής:* Αποφυγή

*Περιγραφή στρατηγικής:* Για την αντιμετώπιση του κινδύνου R3 προτείνεται η εξής ενέργεια:

1. Η ανεύρεση αρχαιοτήτων στην περιοχή του έργου, ασφαλώς και θεωρείται ένα σημαντικός κίνδυνος όπου σε πιθανόν εμφάνισή του, θα είχε ως αποτέλεσμα την ενδεχόμενη διακοπή των εργασιών του υπό κατασκευή έργου. Βέβαια, στην συγκεκριμένη περιοχή για το λόγο ότι το παρόν έργο αποτελεί συνέχεια των προηγούμενων (θεωρείται σαν επέκταση), η περιοχή δεν ενδείκνυται ως αρχαιολογική. Εν τέλει, ο κίνδυνος R3 στην διαδικασία της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης θεωρήθηκε ως χαμηλής έκθεσης, με

αποτέλεσμα να μην κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή κάποιας στρατηγικής για την αντιμετώπισή του.

#### **R4 Αποχώρηση Αναδόχου, Είσοδος Αναδόχου**

*Κατηγορία στρατηγικής:* Αποδοχή

*Περιγραφή στρατηγικής:* Ο κίνδυνος R4 βάσει των αποτελεσμάτων στη διαδικασία της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης, θεωρήθηκε χαμηλής έκθεσης, με αποτέλεσμα να μην κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή στρατηγικής για την αντιμετώπισή του.

#### **R5 Πολιτικές Πιέσεις για συντομότερη ολοκλήρωση του έργου**

*Κατηγορία στρατηγικής:* Αποδοχή

*Περιγραφή στρατηγικής:* Ο κίνδυνος R5 βάσει των αποτελεσμάτων στη διαδικασία της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης, ιεραρχείται υψηλότερα στην αντίστοιχη βαθμίδα σε σχέση με τον προηγούμενο. Δεδομένου πως αποτέλεσε τον δεύτερο σε σειρά προτεραιότητας αναγνωρισμένο κίνδυνο του έργου, δεν υπάρχει κάποια ενδεδειγμένη ενέργεια για την αντιμετώπιση ή ενδεχομένως την εξάλειψή του. Συνεπώς, λόγω του χαρακτήρα του συγκεκριμένου αναγνωρισμένου κινδύνου, κρίνεται μη αναγκαία η εφαρμογή κάποιας στρατηγικής για την αντιμετώπισή του.

#### **R6 Καθυστέρηση Πληρωμών**

*Κατηγορία στρατηγικής:* Αποδοχή

*Περιγραφή στρατηγικής:* Η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου R6 εξαρτάται αυτού καθαυτού από εξωτερικούς παράγοντες. Βέβαια, στο παρόν έργο δεν τίθεται θέμα καθυστέρησης πληρωμών και ο λόγος είναι πως το υπό κατασκευή έργο αποτελεί προϊόν ενός επιδοτούμενου προγράμματος, με αποτέλεσμα οι οικονομικοί πόροι να υπήρχαν κατά την υπογραφή της σύμβασης. Εν τέλει, βάσει των αποτελεσμάτων του συγκεκριμένου κινδύνου στη διαδικασία της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης, θεωρήθηκε χαμηλής έκθεσης, με αποτέλεσμα να μην κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή στρατηγικής για την αντιμετώπισή του.

#### **5.5.2 Υπολειμματικός Κίνδυνος**

Ύστερα από το σχεδιασμό και τις προτάσεις αντιμετώπισης των κινδύνων του έργου, οδηγούμαστε στον υπολειμματικό κίνδυνο, όπου έγινε εκτενής αναφορά αυτού στο κεφάλαιο 4. Σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται οι εκτιμήσεις σχετικά με τον κίνδυνο, που παρόλο την εφαρμογή των προτάσεων αντιμετώπισης, παραμένει ως υπολειμματικός.

**Πίνακας 34: Υπολειμματικός κίνδυνος του έργου σε συνάρτηση με την πιθανότητα εμφάνισης του**

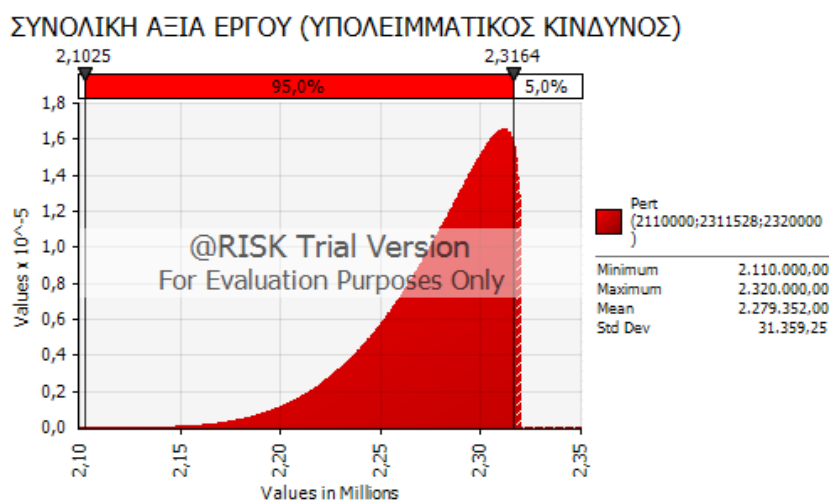
Κωδικός	Πιθανότητα Ολική (Αρχική)	Πιθανότητα Ολική (Υπολειμματική)	Πιθανότητα ανά Ο.Ε (Αρχική)	Πιθανότητα ανά Ο.Ε (Υπολειμματική)
R1	20%	10%	3,49%	3,49%
R2	30%	28%	5,74%	5,74%
R3	5%	0%	0,91%	0%
R4	10%	10%	1,74%	1,74%
R5	20%	20%	3,49%	3,49%
R6	10%	10%	1,74%	1,74%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

## 5.6 Προσομοίωση Υπολειμματικού Κινδύνου

Στη διαδικασία της προσομοίωσης του υπολειμματικού κινδύνου, προσαρμόζουμε τα νέα δεδομένα στο μοντέλο προσομοίωσης, έτσι, μετά το πέρας της διαδικασίας, μας παρέχει τα εξής αποτελέσματα.

**Σχήμα 36: Συνολική Αξία Έργου (Υπολειμματικός Κίνδυνος)**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα όπου αντικατοπτρίζει την συνολική αξία του έργου του υπολειμματικού κινδύνου, είναι εμφανής η μείωση του συνολικού κόστους του έργου και αυτή η μείωση οφείλεται στις στρατηγικές αντιμετώπισης που εφαρμόστηκαν στους αναγνωρισμένους κινδύνους του υπό κατασκευή έργου. Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, η αρχική συνολική αξία του έργου πριν την εφαρμογή στρατηγικών για τους αναγνωρισμένους κινδύνους, κυμαινόταν στα 2.745.378,15 εκατομμύρια ευρώ, ενώ πλέον, κυμαίνεται στα 2.320.000 εκατομμύρια ευρώ. Παράλληλα, παρατηρούνται και οι διακυμάνσεις στη συνολική αξία του έργου που παρουσιάζουν τα διαγράμματα (Βλ. Σχήμα 27, Σχήμα 36) στις πιθανότητες του 90%. Στο διάγραμμα όπου παρουσιάζεται η συνολική αξία του έργου πριν την εφαρμογή των στρατηγικών αντιμετώπισης, η τιμή κυμαίνεται μεταξύ 2,575 και 2,916 εκατομμυρίων ευρώ. Αντίθετα, στο διάγραμμα του υπολειμματικού κινδύνου, η τιμή κυμαίνεται σε χαμηλότερα επίπεδα και συγκεκριμένα μεταξύ 2,102 και 2,316 εκατομμυρίων ευρώ. Συνεπώς, δημιουργείται μια αρκετά σημαντική διακύμανση,



όπου στην ουσία, επιβεβαιώνει την ορθή εφαρμογή των στρατηγικών αντιμετώπισης των αναγνωρισμένων κινδύνων του συγκεκριμένου έργου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, γίνεται μία βιβλιογραφική ανασκόπηση των βασικών εννοιών και μεθόδων της διαχείρισης των κινδύνων έργων, ενώ, για την ανάλυση των κινδύνων της μελέτης περίπτωσης, χρησιμοποιούνται στην ουσία, ποιοτικές και ποσοτικές μέθοδοι ανάλυσης.

Επιπλέον, έγινε μια προσπάθεια ανάλυσης της έννοιας του κινδύνου όπου επηρεάζει τα τεχνικά έργα (Οδοποιίας, Φραγμάτων, Γεφυρών, κλπ), καθώς επίσης και ανάπτυξη μεθοδολογίας της διαχείρισης του κινδύνου, της οποίας έγινε εφαρμογή σε μελέτη περίπτωσης έργου οδοποιίας και συγκεκριμένα σε βελτίωση οδικού κυκλώματος. Η συγκεκριμένη εφαρμογή στη μελέτη περίπτωσης, αποσκοπούσε στην ανάλυση του κατασκευαστικού κινδύνου, αλλά ταυτόχρονα και στην αντιμετώπιση ή ενδεχομένως και στην εξάλειψη αυτού.

Η μελέτη περίπτωσης του εξεταζόμενου έργου, εκπονήθηκε από την σκοπιά του αναδόχου του έργου, ενώ, ένα μέρος αυτής, αφορούσε στον κίνδυνο που διέτρεχε το κόστος και ο χρόνος υλοποίησής του να ξεπεράσει τις αρχικές εκτιμήσεις των υπευθύνων (Επιβλέπουσα Αρχή, Ανάδοχος, κλπ).

Όσον αφορά τώρα στο θεωρητικό υπόβαθρο της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στο σύνολο της διπλωματικής εργασίας, καθώς επίσης και στη μελέτη περίπτωσης, πραγματοποιήθηκε αναλυτική χρήση ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας, όπου ο προσανατολισμός αυτών, αποτέλεσε η διαχείριση των έργων, οι πρακτικές και οι μέθοδοι διαχείρισης των κινδύνων, καθώς και η μέχρι πρότινος ιστορία-εξέλιξη τους.

Το κύριο αντικείμενο για τη μελέτη περίπτωσης της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, αποτέλεσε το έργο στο τμήμα Καλαμπάκα - Καστράκι - Ι.Μ. Μετεώρων, όπου αφορούσε τη βελτίωση του οδικού κυκλώματος. Οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή του συγκεκριμένου έργου ήταν οι εξής: ο προσανατολισμός του έργου (έργο οδοποιίας), η σχετικά μέτρια πολυπλοκότητά του, το μέγεθος του προϋπολογισμού του έργου, καθώς επίσης και το γεγονός πως αποτέλεσε ευκαιρία να πραγματοποιηθεί χρήση μεθόδων διαχείρισης κινδύνου στο παρόν έργο. Με τη χρήση των μεθόδων διαχείρισης κινδύνου, συνεπάγεται άμεσα και προσπάθεια ανάδειξης των οφελών της. Συγκεκριμένα, η εξασφάλιση της επιτυχίας των στόχων του έργου, σε συνάρτηση με το κόστος, το χρόνο υλοποίησης, καθώς επίσης και την ποιότητα.

Στη διαδικασία της μελέτης περίπτωσης, για την αναγνώριση των κινδύνων του έργου, έγινε χρήση της προκαταρκτικής λίστας, όπου βασίστηκε κυρίως, σε βιβλιογραφική έρευνα σχετικά με τους σημαντικότερους κινδύνους όπου έχουν την δυνατότητα επηρεασμού στην φάση κατασκευής των έργων οδοποιίας, σε παγκόσμιο επίπεδο. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η μελέτη της προκαταρκτικής λίστας με σκοπό να προσδιοριστούν μέσω αυτού οι κίνδυνοι του έργου, καθώς και οι κίνδυνοι που το επηρεάζουν. Όσον αφορά τώρα, την διαδικασία της ανάλυσης των κινδύνων, χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές και ποσοτικές μέθοδοι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Όσον αφορά στη διαδικασία της ποσοτικής ανάλυσης των κινδύνων του έργου, κρίθηκε καταλληλότερη η μέθοδος της προσομοίωσης. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο κινδύνων, το οποίο βασίστηκε κυρίως σε κατανομές πιθανοτήτων, όπου είχε ως σκοπό την εμφάνιση και επίπτωση των κινδύνων. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στο παραπάνω εγχείρημα, θεωρείται ως πρότυπο για τέτοιου είδους προσομοιώσεις και αρκετά αξιόπιστο.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν μέσω της διαδικασίας ποσοτικής ανάλυσης, παρουσίασαν μια άκρως ικανοποιητική εικόνα της επιρροής των κινδύνων στο παρόν έργο, με αποτέλεσμα να αποτελέσουν οδηγό στις προτάσεις αντιμετώπισης του συνολικού κινδύνου στο υπό εξέταση έργο.

Μετά την εκπόνηση των προτάσεων αντιμετώπισης, πραγματοποιήθηκε μια εκτίμηση του υπολειμματικού κινδύνου του έργου, με μία επαναληπτική προσομοίωση, ειδικά προσαρμοσμένη με τα νέα δεδομένα στο μοντέλο προσομοίωσης. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, μεταφράστηκαν κυρίως σε μείωση του κινδύνου (που θεωρείται και το σημαντικότερο), μείωση του συνολικού κόστους υλοποίησης, καθώς επίσης και μείωση του χρόνου υλοποίησης του έργου.

Η μελέτη περίπτωσης παρουσιάζει ένα αρκετά σημαντικό περιορισμό, όπου είναι η αδυναμία εκτέλεσης της διαδικασίας του ελέγχου κινδύνου, δηλαδή η συνεχής παρατήρηση της έκβασης του συνόλου των εργασιών του έργου, καθώς επίσης και η αναπροσαρμογή του μοντέλου των κινδύνων.

Εν κατακλείδι, στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ο σκοπός που αποτέλεσε ήταν η ανασκόπηση της υπάρχουσας ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας, όπου σχετιζόταν με τη διαχείριση του κινδύνου στα τεχνικά έργα, καθώς επίσης και την παροχή μιας εμπειριστατωμένης χρηστικής και κατανοητής μεθοδολογίας που αποσκοπούσε στην ανάλυση του κατασκευαστικού κινδύνου στα έργα οδοποιίας, και συγκεκριμένα, σε ένα πρόσφατο και σύγχρονο τεχνικό έργο. Τελειώνοντας, χρήζει τεράστιας αναφοράς το γεγονός πως η διαχείριση κινδύνου αλλά και γενικότερα όλες οι επιστήμες, εξελίσσονται συνεχώς, με αποτέλεσμα την συνεχή ανάπτυξη και βελτίωση του γνωστικού εκάστοτε αντικειμένου.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ξενόγλωσση**

Al-Zarrad, M.A. Moynihan, G.P., & Vereen, S.C. (2015). Guideline to apply hedging to mitigate the risk of construction materials price escalation.

Anthony Tony Cox, L. (2008). What's wrong with risk matrices? Risk analysis, 28(2), 497-512.

Baartz, J., Longley, N., Counsel, S., & Robinson, A. A. (2003). Construction and infrastructure projects-risk management through insurance. Allens Arthur Robinson.

Balachandra R., J.H. Friar (1997). IEEE Transactions on Engineering Management (Volume: 44, Issue: 3, pp. 276 – 287).

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

British Standards Institution. (2002). Project Management: Part 1: Guide to project management. BS6079- 1:2002.

Chapman, R. J. (2014). The Rules of Project Risk Management: Implementation Guidelines for Major Projects. Gower Publishing Limited.

Chrissis, M. B., Konrad, M. & Shrum, S. (2003). CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. Addison-Wesley Professional.

Cleland L. David, Ireland R. Lewis (2006). Project management. Mc-Graw-Hill Professional Publications.

Clemen, R. T., & Winkler, R. L. (1999). Combining probability distributions from experts in risk analysis. Risk analysis, 19(2), 187-203.

Covello V.T., Mumpower J. (1985) Risk Analysis and Risk Management: An Historical Perspective, Risk Analysis, Vol.5, No. 2, 103-120.

Duncan R. William (1996). A guide to the project management body of knowledge. Project Management Institute.

Hillson, D. (2003). Effective opportunity management for projects: Exploiting positive risk. CRC Press.

IEEE (2004). IEEE Guide Adoption of PMI Standard. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 1490-2003.

IEEE (2011), IEEE Guide--Adoption of the Project Management Institute (PMI(R)) Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK(R) Guide)--Fourth Edition.

International Project Management Association. (2006). IPMA Competence Baseline Version 3.0. Van Haren Publishing.

Kangari R. (1989) Construction Risk Assessment by Linguistics, IEEE Transactions on Engineering Management, Vol.36, No. 2, 126-131.

Kerzner, H. (2003). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 8th Edition. John Wiley & Sons.

Koskela, L. & Howell, G. (2002) 'The underlying theory of project management is obsolete', Proceedings of the PMI Research Conference 2002, 293-302.

Kruchten, P. (2004). The rational unified process: an introduction. Addison-Wesley Professional.

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.

Larson, E, Honig, B, Gray, C, Dantin, U & Baccarini, D 2014, Project management: the managerial process, McGraw-Hill, Australia. Chapter: 7.

Loosemore, M., & McCarthy, C. S. (2008). Perceptions of contractual risk allocation in construction supply chains. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 134(1), 95-105.

Maurer, I. (2010). How to build trust in inter-organizational projects: The impact of project staffing and project rewards on the formation of trust, knowledge acquisition and product innovation. International Journal of Project Management, 28(7), 629-637.

Maylor, H. (2006), Project management, Κλειδάριθμος Publications.

Meredith, J. R. & Mantel, Jr., S. J. (2011). Project management: a managerial approach. John Wiley & Sons.

Oberlender, G. D. (1993). Project management for engineering and construction (Vol. 2). New York: McGraw-Hill.

Okoli C. & Pawlowski S.D. (2004). The Delphi method as a research Tool: an example, design considerations and applications, Information & Management 42 (2004), 15-29.

Paté-Cornell, M. E. (1996). Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment. Reliability Engineering & System Safety, 54(2), 95-111.

PMI Institute. (2013). A guide to the Project Management Body of Knowledge, 5th edition. PMI Standard Committee.

PMI 2013, A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 5th edition, Project Management Institute, Newtown Square, Pa. Chapter: 11.

Rosen, A. (2004). Effective IT project management: using teams to get projects completed on time and under budget. AMACOM Div American Mgmt Assn.

Shtub A, Bard JF & Globerson S 2005, Project management: processes, methodologies, and economics, 2nd edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J. Chapter:5.6.

Smith N.J. , Merna T. , Jobling P. (2006) Managing Risk in Construction Projects, Second Edition, Oxford: Blackwell Publishing.

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

Vivero, J. L. & Inmaculada, M. A. (2007). An exercise in Stakeholder Analysis for a hypothetical offshore wind farm in the Gulf of Cadix. In Science and Policy Integration for Coastal System Assessment. Department of Human Geography - University of Seville.

Williams T.M. (1994), Using a risk register to integrate risk management in project definition, International Journal of Project Management 1994, 12(1), 17-22.

Yuan, Hongping. "A SWOT analysis of successful construction waste management". Journal of Cleaner Production 39 (2013): 1-8.

Zaghloul, R., & Hartman, F. (2003). Construction contracts: the cost of mistrust. International Journal of Project Management, 21(6), 419-424.

### **Ελληνόγλωσση**

Ινστιτούτο Διοίκησης Έργων, Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2006.

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

Πολύζος Σεραφείμ, Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων Μέθοδοι και Τεχνικές Τόμος 1, Εκδόσεις Κριτική 2004, ISBN: 960-218-379-9.

Πολύζος, Σ (2011). Διοίκηση και Διαχείριση Έργων – Μέθοδοι και τεχνικές – Νέα αναθεωρημένη έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική ΑΕ.

Πολύζος, Σ (2017). Προγραμματισμός και Οργάνωση των Έργων – Μέθοδοι και τεχνικές-2<sup>η</sup> Έκδοση. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Τζιόλα.

Μπούτσικας Μ.Β. (2003). Σημειώσεις Στατιστικής ΙΙ, Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.