ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ (ΣΤΕΦ)

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (Σ.Δ.Ο.)

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ «ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ»

ΛΥΤΙΝΑΚΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑ ΑΜ: ΜΟ66

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΜΑΡΚΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2020

Copyright © [Χρυσούλα Λυτινάκη, 2019]

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το πρόγραμμα δεν υποδηλώνει απαραιτήτως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Ευχαριστίες

Στην οικογένεια μου και την καθηγήτρια μου.

Περίληψη

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας γίνετε αναφορά σε τεχνικές μεθοδολογίας και διαχείρισης έργων, μελετήθηκε η εφαρμογή της Μεθόδου Παραγόμενης ή Δεδουλευμένης Αξίας (Earned Value Method - EVM), η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον στην περίπτωση των τεχνικών έργων για τον υπολογισμό αν και σε ποιο βαθμό ένα έργο ολοκληρώνεται με βάση τις αρχικές προβλέψεις χρόνου και κόστους αξιοποιώντας και αντιπαραθέτοντας στοιχεία που απορρέουν από την ισχύουσα ελληνική νομοθεσία με τα βασικά σημεία και τον τρόπο λειτουργίας της μεθόδου παραγόμενης αξίας. Η Μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method – EVM) αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των έργων, ενώ περιλαμβάνει παραμέτρους που αφορούν τα τεχνικά στοιχεία και δεδομένα, το κόστος και τον χρονικό προγραμματισμό του έργου. Πρόκειται για μία μέθοδο που στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχει κερδίσει σημαντικό έδαφος στη μελέτη και τον έλεγχο των τεχνικών έργων, εξαιτίας των πλεονεκτημάτων της σε ό,τι αφορά τον υπολογισμό των αποκλίσεων από το χρονικό προγραμματισμό και από τον προϋπολογισμό.

Ως μελέτη περίπτωσης εξετάστηκε ένα λιμενικό έργο, στο οποίο υπήρξε καθυστέρηση σε ό,τι αφορά την περάτωση των εργασιών, καθώς και μικρή απόκλιση στο τελικό κόστος σε σχέση με τον προϋπολογισμό. Παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της εφαρμογής της Μεθόδου Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method - EVM) για τη διάρκεια του έργου. Στα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου αποτυπώθηκε η συνολική καθυστέρηση της ολοκλήρωσης του έργου και οι επιπτώσεις των απρόβλεπτων γεγονότων που προέκυψαν τόσο σε χρόνο όσο και σε κόστος. Από την έρευνα προέκυψε ότι η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου μπορεί να οδηγήσει στη διατύπωση σημαντικών συμπερασμάτων αναφορικά με τις αιτίες που οδηγούν στην εμφάνιση αποκλίσεων στην εκτέλεση των έργων σε σχέση με τον αρχικό προγραμματισμό. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η μέθοδος αυτή είναι σημαντικό να αξιοποιείται στην περίπτωση των δημόσιων έργων, έτσι ώστε να ελέγχεται η πορεία τους και η τελική τους έκβαση.

Λέξεις κλειδιά: Μέθοδος Παραγόμενης ή Δεδουλευμένης Αξίας, EVM, Διαχείριση Έργου, Τεχνικό Έργο, Λιμενικό Έργο.

Abstract

This thesis examined the application of the Earned Value Method, which is commonly used in the case of technical projects to calculate whether and to what extent a certain project is completed according to the initial projections of time and cost. The Earned Value Method includes parameters related to technical information and data regarding cost-scheduling and time-scheduling, thus it emerges as a useful tool for controlling and monitoring all types of projects. It is a method that has gained considerable ground over the last decades for the study and control of technical projects due to its advantages in calculating deviations from time planning and budgeting.

As a case-study, a port project with delays regarding the completion of works and a slight deviation in the final cost from the budget is examined. The results of the implementation of the Earned Value Method for the duration of the project are presented. The results of applying the method illustrated the overall delay in completing the project and the impact of unforeseen events that occurred both in time and cost. This research has shown that the implementation of this method can lead to important conclusions regarding the causes of divergences in project execution compared to the original programming. Moreover, it has been found that this method is useful to use in the case of the public sector in order to monitor the progress and outcome of the projects.

Keywords: Earned Value Method, Project Management, Technical Project, Port Project.

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες....iii

Περίληψη iv

Abstract v

Κατάλογος πινάκων 3

Κατάλογος διαγραμμάτων 4

1. Εισαγωγή 5

1.1. Παρουσίαση ορισμών 5

1.2. Η διαχείριση έργου 8

1.3. Σκοπός και δομή της έρευνας 9

2. Η διαχείριση τεχνικών έργων 11

2.1 Διαχείριση έργων: ορισμός και χαρακτηριστικά 12

2.1.1. Περιορισμοί στη διαχείριση έργων 14

2.1.2. Ο κύκλος ζωής του έργου και οι φάσεις διαχείρισης 15

2.1.3. Κίνδυνοι στη διαχείριση έργων 19

2.2 Μεθοδολογίες και τεχνικές διαχείρισης έργων 19

2.2.1. Δομή ανάλυσης εργασιών (Work Breakdown Structure, WBS) 20

2.2.2. Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής (Critical Path Method, CPM)……20

2.2.3. Τεχνική αξιολόγησης και παρακολούθησης έργου (Program Evaluation and Review Technique, PERT) 21

2.2.4. Μέθοδος διαγράμματος διαδοχής (Precedence Diagram Method, PDM) 21

2.2.5. Μέθοδος παραγόμενης αξίας (Earned Value Method, EVM) 21

2.2.6. Διαχείρισης αλλαγών, διαμόρφωσης και συμμόρφωσης (Configuration Management, CM) 22

2.2.7. Σχεδιασμός αξιών (Value Engineering, VA) 22

2.2.8. Διαχείριση κινδύνων 22

2.3 Διαχείριση πόρων 24

2.4 Διαχείριση κόστους..... 24

3. Διαχείριση έργου με την μέθοδο της παραγόμενης (ή δεδουλευμένης) αξίας (Earned Value Method – EVM)..... 27

3.1. Παρουσίαση της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)..... 27

3.2. Βασικά χαρακτηριστικά της EVM..... 28

3.3. Τρόπος λειτουργίας της EVM..... 30

3.4. Βήματα εφαρμογής και χρήσης της μεθόδου της παραγόμενης αξιας (Earned Value Method – EVM)..... 32

3.4.1. Παραγόμενα μεγέθη..... 33

3.4.2. Μεγέθη και τύποι της EVM..... 34

3.4.3. Παρακολούθηση της προόδου του τεχνικού έργου..... 35

3.4.4.Εκτιμήσεις και προβλέψεις……..…37

3.4.5. Δείκτης του εναπομείναντος έργου (To-Complete Performance Index, TCPI)..... 37

3.4.6. Διαχείριση κινδύνων με τους δείκτες της EVM..... 38

3.5. Πλεονεκτήματα και δυσκολίες..... 40

3.6. Ανασκόπηση σχετικών ερευνών..... 42

4. Νομοθεσία τεχνικών έργων..... 44

4.1. Διεθνή πρότυπα για τη διαχείριση των έργων..... 44

4.2. Η ελληνική νομοθεσία για τα τεχνικά έργα..... 45

4.3. Παρακολούθηση και έλεγχος τεχνικών έργων..... 46

5. Μελέτη περίπτωσης..... 52

5.1. Περιγραφή του έργου..... 52

5.2. Εφαρμογή της μεθόδου..... 56

5.2.1. Νέες εργασίες..... 61

5.3. Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων..... 62

5.4. Αποτελέσματα – συμπεράσματα..... 67

6. Συμπεράσματα..... 70

Βιβλιογραφία..... 71

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Είσοδοι και έξοδοι του προϋπολογισμού 26
Πίνακας 2. Μεγέθη και τύποι της EVM 34
Πίνακας 3. Αρχικό χρονοδιάγραμμα τεχνικού έργου 53
Πίνακας 4. Προϋπολογισμός του έργου 54
Πίνακας 5. Προϋπολογισμός ανά ομάδα εργασιών 55
Πίνακας 6. Υπολογισμός τιμών PV, EV, AC στα σημεία ελέγχου 57
Πίνακας 7. Χρονοδιάγραμμα με παρατάσεις 60
Πίνακας 8. Υπολογισμός τιμής SPI 62
Πίνακας 9. Υπολογισμός τιμής DPI 64
Πίνακας 10. Κόστος έργου 64
Πίνακας 11. Υπολογισμός δείκτη CPI 65
Πίνακας 12. Εκτίμηση συνολικής διάρκειας έργου 66

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Τρίγωνο διαχείρισης του έργου (Προσαρμογή από Yatskevich, 2017) .. 13

Διάγραμμα 2. Τα στάδια εκτέλεσης ενός έργου (Δρυμούσης, 2005) 15

Διάγραμμα 3. Κύκλος ζωής του έργου (Maylor, 2006) 18

Διάγραμμα 4. Δομή RMP-BS (Hilson, 2002) 23

Διάγραμμα 5. Προγραμματισμένη αξία, παραγόμενη αξία και πραγματικό κόστος (PMI, 2005) 30

Διάγραμμα 6. Σχέση ανάμεσα στη Δομή Ανάλυσης Εργασιών και τη Δομή Ανάλυσης Οργάνωσης (PMI, 2005) 31

Διάγραμμα 7. Τυπική καμπύλη PV, EV, και AC (Lukas, 2008) 35

Διάγραμμα 8. Τυπική καμπύλη PV, EV και AC με τα βασικά μεγέθη της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Wilkens, 1999) 36

Διάγραμμα 9: Τυπική καμπύλη PV, EV, AC 56

Διάγραμμα 10. SPI για τα σημεία ελέγχου 63

Διάγραμμα 11: CPI για τα σημεία ελέγχου 66

1. Εισαγωγή

Η υλοποίηση έργων αποτελεί βασικό στοιχείο του ανθρώπινου πολιτισμού, αφού ήδη από την αρχαιότητα οι άνθρωποι και συνολικά οι κοινωνίες προχωρούσαν στο σχεδιασμό και την υλοποίηση μικρής ή μεγάλης κλίμακας έργων σε διάφορους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Για την παραγωγή των έργων αυτών ήταν απαραίτητο να υπάρχει πρόβλεψη για τον συντονισμό των πόρων, υλικών και ανθρώπινων, οργάνωση και σχεδιασμός με στόχο την ολοκλήρωσή τους. Η διαχείριση αυτών των έργων ως διαδικασία, ασφαλώς, έχει περάσει από πολλά στάδια από την αρχαιότητα έως και σήμερα, έχει εξελιχθεί και εξακολουθεί να εξελίσσεται στο πέρασμα του χρόνου. Στη σύγχρονη εποχή, οι μέθοδοι και οι τεχνικές διαχείρισης των έργων αξιοποιούν όλο και περισσότερο τα επιτεύγματα της ψηφιακής ή μη τεχνολογίας, ενώ διαρκώς εξελίσσονται και αναπτύσσονται (Tonnquist, 2006).

Την ίδια στιγμή, οι συνθήκες που επικρατούν στο σύγχρονο περιβάλλον, ο ανταγωνισμός της διεθνούς αγοράς, η οικονομική ύφεση και η επακόλουθη στενότητα των διαθέσιμων πόρων, η οικονομική και κοινωνική αστάθεια, αλλά και η πίεση που ασκείται από ισχυρές ομάδες, έχουν οδηγήσει στην ανάδειξη της ανάγκης για αλλαγή των συστημάτων διοίκησης. Ιδιαίτερα μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, οι συνθήκες και τα διαθέσιμα μέσα σε αυτό το πεδίο έχουν διαφοροποιηθεί σημαντικά, έχουν γνωρίσει μεγάλη εξέλιξη και ανάπτυξη. Ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και ο έλεγχος ενός έργου συνιστούν διαδικασίες που οδηγούν στην επιτυχή του ολοκλήρωση, στη βάση των όσων έχουν προγραμματιστεί και των παραμέτρων που έχουν ληφθεί υπόψη για τη διαμόρφωσή τους. Αποτελούν διαδικασίες σύνθετες και απαιτητικές, που απαιτούνται για την ολοκλήρωση των έργων και συμβάλλουν στην ορθή και αποτελεσματική χρήση των ανθρώπινων, οικονομικών και υλικών πόρων που είναι διαθέσιμοι. Η διοίκηση έργων είναι ο κλάδος που αναλαμβάνει το σύνολο αυτών των διεργασιών από την αρχή έως το τέλος (Tonquist, 2006).

1.1. Παρουσίαση ορισμών

Όσον αφορά τους όρους που χρησιμοποιούνται στα κεφάλαια της παρούσας εργασίας, αυτοί περιγράφονται συνοπτικά ως εξής:

Με την έννοια του *έργου* ορίζονται οι εργασίες ή οι δραστηριότητες που σχετίζονται μεταξύ τους και λαμβάνουν χώρα σε μία συγκεκριμένη αλληλουχία και συνολικά αποσκοπούν στην επίτευξη ενός εξ αρχής καθορισμένου σκοπού. Για την εκτέλεση του έργου χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα μέσα, ενώ υπάρχουν καθορισμένα όρια, προϋπολογισμός και υπολογισμένος χρόνος υλοποίησης. Το έργο συνιστά μία συλλογική προσπάθεια και εκτελείται από προσωπικό που ανήκει σε διαφορετικές ειδικότητες, διαθέτει την κατάλληλη και απαιτούμενη κατάρτιση και εμπειρία. Μπορεί να είναι είτε μικρού είτε μεγάλου μεγέθους, να ποικίλει όσον αφορά το αντικείμενο των εργασιών που περιλαμβάνει, το κόστος του και τον αναμενόμενο χρόνο ολοκλήρωσης, ενώ διαφορές παρατηρούνται και στα σημεία στα οποία δίνεται σε κάθε περίπτωση έμφαση, στο αν δηλαδή, θεωρείται πιο σημαντικό να δοθεί σημασία στον ανθρώπινο

παράγοντα ή σε άλλη περίπτωση, στον εξοπλισμό και τα υλικά που απαιτούνται (Πολύζος, 2011).

Ως έργα, για παράδειγμα, θεωρούνται, μεταξύ άλλων, τα ακόλουθα: ο σχεδιασμός και ο έλεγχος νέων μηχανημάτων ή ηλεκτρονικών συσκευών, η μελέτη και η κατασκευή κτιρίων, η εισαγωγή νέων προϊόντων σε μία αγορά, η δημιουργία συστημάτων πληροφορικής, οι διαδικασίες που έχουν ως στόχο τη διαχείριση ποιότητας και τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, η ανάκαμψη έπειτα από σημαντικές καταστροφές, περιβαλλοντικές ή μη, η διοργάνωση σημαντικών γεγονότων, για παράδειγμα αθλητικών διοργανώσεων, ο σχεδιασμός μεταφορών και συστημάτων διακίνησης προϊόντων κοκ. Είναι σημαντικό, να γίνει αναφορά και στα έργα οικιακής κλίμακας, για παράδειγμα στον προγραμματισμό και την υλοποίηση μίας μετακόμισης (Πολύζος, 2011).

Το *δημόσιο έργο* μπορεί να γίνει αντιληπτό ως ένα έργο που σχετίζεται με τη βελτίωση των υποδομών της χώρας στην οποία εκτελείται. Ο σκοπός του είναι να καλύψει συγκεκριμένες, βασικές ανάγκες των πολιτών της εκάστοτε κοινωνίας, καθώς και να οδηγήσει στη βελτίωση των δυνατοτήτων παραγωγής, την αύξηση του εθνικού προϊόντος, την ενίσχυση της εθνικής ασφάλειας, και γενικότερα, στην αναβάθμιση της ποιότητας της ζωής των πολιτών. Για τους παραπάνω λόγους, τα δημόσια έργα είναι άμεσα συνδεδεμένα με την ανάπτυξη της χώρας σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο (Ν. 1418/84).

Ένα *τεχνικό έργο* συνιστά ένα σύνολο από οικοδομικές εργασίες ή εργασίες μηχανικού. Το έργο αυτό είναι επαρκεί για την κάλυψη μίας συγκεκριμένης οικονομικής ή τεχνικής λειτουργίας, η οποία βασίζεται στην εφαρμογή προσχεδιασμένης μελέτης και στην πράξη, αξιοποίηση των τεχνικών γνώσεων και μεθόδων που σχετίζονται με τον συγκεκριμένο τομέα. Το τεχνικό έργο είναι δυνατό να αφορά νέες κατασκευές, επεκτάσεις ή ανακαινίσεις ήδη υπαρχόντων έργων, επισκευές και συντηρήσεις που κρίνονται απαραίτητες στη διάρκεια της λειτουργίας τους ή και κατεδαφίσεις υποδομών, ιδιαίτερα στις κατηγορίες της οδοποιίας, ή έργων πάσης φύσεως όπως οικοδομικά, λιμενικά, ηλεκτρομηχανολογικά, υδραυλικά δικτύων, πρασίνου, πλωτών έργων και εγκαταστάσεων, ναυπηγείων κ.ο.κ. (Ν. 4412/16).

Πρόκειται για το αποτέλεσμα ενός συνόλου από οικοδομικές εργασίες ή εργασίες που άπτονται του αντικειμένου των πολιτικών μηχανικών, το οποίο πληροί μία συγκεκριμένη λειτουργία, οικονομικής ή τεχνικής φύσεως. Ειδικότερα, πρόκειται για κατασκευές δομικές, ηλεκτρομηχανολογικές ή άλλης φύσεως, οι οποίες βρίσκονται σε σύνδεση με το έδαφος. Κατά συνέπεια, στην κατηγορία των τεχνικών έργων μπορούν να συμπεριληφθούν έργα που περιλαμβάνουν επεκτάσεις, ανακαινίσεις, επισκευές, διαρρυθμίσεις, συντηρήσεις, καθώς και οποιαδήποτε άλλη εργασία και δραστηριότητα που βασίζεται στην προϋπάρχουσα γνώση, μελέτη ή επέμβαση (Ν. 4412/16).

Ο σχεδιασμός και η εκτέλεση ενός τεχνικού έργου αποτελούν διαδικασίες που διέπονται από τη χρήση μίας σειράς από έννοιες και ορισμούς που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα διάφορα στάδια και επιμέρους στοιχεία της διαδικασίας και να ενισχύσουν την επικοινωνία ανάμεσα στους εμπλεκόμενους σε αυτή. Η χρήση της κατάλληλης ορολογίας συμβάλλει θετικά στην πλέον αποτελεσματική υλοποίησή του, καθώς και στην ομαλή παρακολούθηση της εξέλιξης αυτού. Οι πλέον συχνά χρησιμοποιούμενες έννοιες, που θα αξιοποιηθούν και στη συνέχεια της εργασίας, είναι οι εξής (Μητάκος, 2015):

- *Εργασίες* ή *δραστηριότητες*. Πρόκειται για όρο που αναφέρεται στα διαφορετικά τμήματα της συνολικής εργασίας. Καθένα από αυτά τα τμήματα

ανατίθεται σε κάποια από τις ομάδες εργαζομένων στη διάρκεια του σχεδιασμού και της υλοποίησης του έργου, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να ολοκληρωθεί σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Για παράδειγμα, στα πλαίσια ενός τεχνικού έργου ανακαίνισης, το βάψιμο των επιμέρους κομματιών αποτελεί ένα τμήμα των συνολικών εργασιών που απαιτούνται για την ολοκλήρωσή του και ανατίθεται σε ειδικό συνεργείο.

- *Αναλυτική δομή εργασιών (Work Breakdown Structure – WBS)*. Με τον όρο αυτό γίνεται αναφορά στη διαδικασία της ανάλυσης του συνόλου των βασικών εργασιών που περιλαμβάνει το τεχνικό έργο και η διάκριση των επιμέρους εργασιών, ή διαφορετικά, των *υποεργασιών* του έργου. Οι τελευταίες είναι δυνατό να διαχωριστούν εκ νέου σε ακόμη μικρότερα τμήματα εργασιών. Η ανάλυση μιας εργασίας σε υποεργασίες και, ακολούθως, σε ακόμη μικρότερης έκτασης εργασίες είναι σημαντική, καθώς οδηγεί στην αύξηση των επιπέδων της αναλυτικής δομής των εργασιών που συνολικά αποτελούν το τεχνικό έργο και συμβάλλει στην επιτυχή και εντός χρονικών ορίων πραγματοποίηση της κάθε εργασίας ξεχωριστά, αλλά και του τεχνικού έργου συνολικά, ενώ, παράλληλα, διασφαλίζει και την χωρίς προβλήματα συνεργασία των εμπλεκομένων σε αυτό το έργο.
- *Πόροι.* Με αυτή την έννοια γίνεται αναφορά σε κάθε τι που χρησιμοποιείται στη διάρκεια της εκτέλεσης ενός έργου και έχει ένα ρόλο, μικρότερο ή μεγαλύτερο στην τελική του ολοκλήρωση. Μπορεί να πρόκειται για υλικούς ή για ανθρώπινους πόρους. Για παράδειγμα, στους υλικούς πόρους συμπεριλαμβάνεται κάθε υλικό που χρησιμοποιείται ώστε να ολοκληρωθεί το έργο, ο απαιτούμενος εξοπλισμός κοκ, ενώ στους ανθρώπινους πόρους περιλαμβάνεται το ανθρώπινο δυναμικό που συμβάλλει στην πραγματοποίησή του.
- *Φάσεις.* Πρόκειται για τμήματα του έργου που σχετίζονται άμεσα με την ομαδοποίηση των εργασιών. Κάθε φάση περιλαμβάνει εργασίες που έχουν μεταξύ τους κοινά στοιχεία και που μπορούν να γίνουν, έτσι ώστε να υποβοηθήσουν την ομαλή εξέλιξη του έργου. Για παράδειγμα, σε κάθε τεχνικό έργο ιδιαίτερα σημαντικές φάσεις είναι αυτές του σχεδιασμού και της κατασκευής.
- *Καθυστερήσεις.* Πρόκειται για παράγοντα που συχνά επιδρά στην ολοκλήρωση ενός έργου συνολικά ή την υλοποίηση κάποιας από τις φάσεις ή τις εργασίες που αυτό περιλαμβάνει. Οι καθυστερήσεις είναι δυνατό να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά, ωστόσο, αν δε συμβεί αυτό, τότε μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε παράταση της ολοκλήρωσης του τεχνικού έργου, κάτι που δεν είναι επιθυμητό.
- *Ορόσημα.* Ένα ορόσημο αποτελεί σημείο που σηματοδοτεί την ολοκλήρωση κάποιου σημαντικού γεγονότος, μίας εργασίας ή μίας φάσης, που αποτελεί σημαντική πρόοδο στην πορεία του τεχνικού έργου προς την ολοκλήρωση, γι' αυτό και είναι σημαντική η οριοθέτησή του, αλλά και η αναγνώρισή του στην πορεία της εκτέλεσης του έργου.
- *Παραδοτέα*. Πρόκειται για τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες που παράγονται έπειτα από την ολοκλήρωση κάποιας επιμέρους εργασίας, η οποία έχει βρεθεί στο τελικό επίπεδο της αναλυτικής δομής εργασιών των τεχνικών έργων. Συνήθως ένα παραδοτέο γίνεται προσπάθεια ώστε να δημιουργείται σε χρονικό διάστημα μικρότερο των 20 ημερών.

1.2. Η διαχείριση έργου

Με την έννοια της *διαχείρισης έργου* (Project Management) ορίζεται η διαδικασία που αποσκοπεί στην παροχή απαντήσεων σε συγκεκριμένα ερωτήματα. Ειδικότερα, η διαδικασία αυτή σχετίζεται με το «γιατί», το «τι», το «πώς», το «ποιος», το «πότε» και το «πόσο κοστίζει» σε οποιοδήποτε έργο, ανεξαρτήτως τομέα, ξεκινώντας από τη σύλληψη της ιδέας και φτάνοντας έως την καταστροφή, εγκατάλειψη ή αντικατάστασή του από ένα νέο (Παντουβάκης, 2003). Πρόκειται για έναν τομέα που βρίσκεται έως και σήμερα υπό εξέλιξη, αφού γνωρίζει την εντατική ανάπτυξη σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο (Tonnquist, 2006).

Εκτός του προαναφερθέντος ορισμού, υπάρχουν και άλλοι, διαφορετικοί, που αναφέρονται στη διοίκηση ή τη διαχείριση έργων. Αν και η διατύπωση του καθενός είναι διαφορετική, η βάση τους είναι κοινή και ενιαία, αφού στο σύνολό τους αναφέρονται στον τρόπο διαχείρισης των διαδικασιών που πρόκειται να οδηγήσουν στην επιτυχή ανάληψη ενός συγκεκριμένου έργου και τον καθορισμό των παραμέτρων που σχετίζονται με το συγκεκριμένο αντικείμενο, το χρόνο και τους απαιτούμενος για την ολοκλήρωσή του πόρους, ανθρώπινους, χρηματικούς και υλικούς (Μητάκος, 2015). Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των έργων απαιτεί την ύπαρξη συγκεκριμένου πλάνου, καθώς, σε διαφορετική περίπτωση είναι δυνατό να αυξηθεί η συνολική διάρκεια του έργου, ενώ, παράλληλα, θα καταστεί πιο δύσκολη η αντίδραση σε απρόβλεπτους παράγοντες και συμβάντα. Οι στόχοι των διαχειριστών είναι:

> α) η διασφάλιση της απόδοσης με βάση τις προκαθορισμένες προδιαγραφές του τεχνικού έργου,
>
> β) η διασφάλιση της ολοκλήρωσής του εντός του προκαθορισμένου χρονικού πλαισίου και
>
> γ) η διασφάλιση της ολοκλήρωσης του έργου εντός των ορίων του προβλεπόμενου κόστους (Laudon & Laudon, 2009).

Για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί και των αρχικών προσδοκιών που απορρέουν από το έργο, είναι απαραίτητο τα στελέχη που ασχολούνται με τη διαχείριση έργου να διαθέτουν και να εφαρμόζουν στην πράξη γνώσεις, μεθόδους και τεχνικές, καθώς και να έχουν συγκεκριμένες δεξιότητες. Συνολικά, μέσω της διαδικασίας είναι απαραίτητος ο καθορισμός του είδους του έργου που πρόκειται να παραχθεί, των αναγκών και των επιθυμιών των ενδιαφερομένων, το χρονικό διάστημα που είναι απαραίτητο και επαρκές για την ολοκλήρωση της κάθε εργασίας μεμονωμένα, καθώς και ολόκληρου του έργου συνολικά, το κόστος του έργου, οι δυσκολίες και οι προκλήσεις που ενδέχεται να παρουσιαστούν, καθώς και οι τρόποι αποφυγής των δυσκολιών (PMBOK, 2004).

Όσον αφορά την εξέλιξη των έργων, στη διάρκεια της ανάπτυξής τους, είναι δυνατό να παρουσιαστούν συγκεκριμένα εμπόδια και δυσκολίες υπό την επίδραση απρόβλεπτων ή μη παραγόντων. Ειδικότερα, είναι δυνατό να παρουσιαστούν δυσκολίες που οφείλονται σε κακό σχεδιασμό, σε ελλιπή παρακολούθηση και έλεγχο του έργου, σε φυσικές καταστροφές, κατασπατάληση οικονομικών ή υλικών πόρων κ.ο.κ. Επιπλέον, η καθυστέρηση που οδηγεί σε υπέρβαση του προβλεπόμενου χρόνου μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα των καιρικών συνθηκών, των φυσικών καταστροφών, αλλά και ανθρωπογενών αιτίων που περιλαμβάνουν την πιθανή απεργία των εργαζομένων, την ανεπαρκή μελέτη των απαιτήσεων, την ανεπαρκή χρηματοδότηση, αλλά και τα εργασιακά προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν (PMBOK, 2004).

Ο έλεγχος των έργων πραγματοποιείται με αξιοποίηση συγκεκριμένων μεθόδων παρακολούθησης από την αρχή έως και την ολοκλήρωση του έργου. Πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα και ακολουθεί μία συγκεκριμένη, προκαθορισμένη διαδικασία (Μαρκάκη, 2017). Χρήσιμα εργαλεία σε αυτή την προσπάθεια αποτελούν το χρονοδιάγραμμα του έργου, ο καθορισμός του κόστους, η επιδιωκόμενη ποιότητα και ο υπάρχων κίνδυνος. Σημαντικό είναι να αξιοποιείται κάθε διαθέσιμη πληροφορία που αφορά στην πραγματική απόδοση του έργου. Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες για τον έλεγχο και την αξιολόγηση του έργου.

Η Μέθοδος Ανάλυσης της Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method, EVM) μπορεί να αξιοποιηθεί ώστε να ελεγχθεί η πρόοδος του έργου σε επίπεδο κόστους και χρόνου εκτέλεσης. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι δυνατή η ανάλυση και άλλων μεταβλητών, όπως είναι τα κυβικά μέτρα μπετόν που χρησιμοποιούνται, ο αριθμός σελίδων στην περίπτωση εκδόσεων κοκ. Ο στόχος είναι η σύγκριση της πραγματικής εργασίας που δαπανήθηκε σε σχέση με την έκταση της εργασίας που εκτελέστηκε και η κατάληξη σε ένα μέτρο απόδοσης (Μαρκάκη, 2017).

1.3. Σκοπός και δομή της έρευνας

Ο σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι να γίνει αναφορά σε τεχνικές μεθοδολογίας και διαχείρισης έργων και να ελέγξει την εφαρμογή της Μεθόδου Ανάλυσης της Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method – EVM) για την παρακολούθηση και τον έλεγχο κατασκευής των ελληνικών δημοσίων τεχνικών έργων και να οδηγήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν την αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης μεθόδου στα πλαίσια της ορθής διαχείρισης και τον εντοπισμό των αιτίων αποκλίσεων στο επίπεδο του οικονομικού και του χρονικού προγραμματισμού, αξιοποιώντας και αντιπαραθέτοντας στοιχεία που απορρέουν από την ισχύουσα ελληνική νομοθεσία, αποσκοπώντας στη λήψη διορθωτικών μέτρων στο μέλλον. Η συγκεκριμένη μέθοδος θα εφαρμοστεί στην περίπτωση των λιμενικών έργων.

Όσον αφορά τη μεθοδολογία της έρευνας, αυτή διεξήχθη με τη διενέργεια δευτερογενούς έρευνας, μέσω της αναζήτησης, της επιλογής και της αξιοποίησης στοιχείων που προέρχονται από τις σχετικές βιβλιογραφικές πηγές και από τη σχετική ελληνική νομοθεσία. Με βάση τα παραπάνω, συγκεντρώθηκαν και καταγράφηκαν τα στοιχεία που αφορούν τη συγκεκριμένη έρευνα.

Το κείμενο της εργασίας είναι δομημένο στα ακόλουθα κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο είναι το παρόν, αποτελεί την εισαγωγή της εργασίας και περιλαμβάνει την παρουσίαση των βασικών της σημείων και των κυριότερων ορισμών που σχετίζονται με το θέμα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η έννοια της διαχείρισης τεχνικών έργων και οι επιμέρους παράγοντες που τη συνθέτουν. Ειδικότερα, παρουσιάζεται ο ορισμός και το περιεχόμενο της έννοιας, οι μεθοδολογίες χρονοπρογραμματισμού που αξιοποιούνται στη διαδικασία της υλοποίησης των τεχνικών έργων, όπως είναι οι μεθοδολογίες CPM και PERT, καθώς και οι διαδικασίες διαχείρισης πόρων και διαχείρισης κόστους.

Στη συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η διαδικασία Παρακολούθησης και ελέγχου των τεχνικών έργων με τη μέθοδο EVM. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στην

παρουσίαση της EVM, τα βασικά της χαρακτηριστικά, τον τρόπο λειτουργίας, τα βήματα της εφαρμογής της, καθώς και τα πλεονεκτήματα και τις δυσκολίες αυτής.

Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει την ισχύουσα νομοθεσία τεχνικών έργων που αφορά την περίπτωση της Ελλάδας όπου και γίνετε αντιστοίχιση με τα βασικά σημεία και τον τρόπο λειτουργίας της μεθόδου παραγόμενης αξίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη μελέτη περίπτωσης λιμενικού έργου που επιλέχθηκε προς παρουσίαση. Ειδικότερα, περιγράφεται το έργο, καθώς και η εφαρμογή της μεθόδου, παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα και καταγράφονται τα τελικά συμπεράσματα.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα τελικά συμπεράσματα της εν λόγω έρευνας.

2. Η διαχείριση τεχνικών έργων

Σε παλαιότερες εποχές, ως τις αρχές του 20ου αιώνα, η διαχείριση των τεχνικών έργων γινόταν από τους αρχιτέκτονες και τους μηχανικούς ή και από τους ίδιους τους κατασκευαστές, οι οποίοι είχαν τη γνώση και την τεχνική εμπειρία ώστε να φέρουν εις πέρας αυτά τα έργα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα ήταν ο Βιτρούβιος, ο οποίος έζησε τον 1ο αιώνα π.Χ., ο Christopher Wren (1632 – 1723), ο Thomas Telford (1757 – 1834) και ο Isambard Kingdom Brunel (1806 – 1859). Από τα μέσα του 20ου αιώνα κι έπειτα, ωστόσο, ξεκίνησε η συστηματική εφαρμογή των εργαλείων διαχείρισης έργων, τα οποία, ασφαλώς, έως εκείνη τη στιγμή είχαν αναπτυχθεί σε πολύ πρωταρχικό στάδιο και προορίζονταν για τη διευκόλυνση της δημιουργίας σύνθετων έργων μηχανικής (Vanhoucke, 2014).

Η Διαχείριση τεχνικών έργων αποτελεί ένα πεδίο, ιδιαίτερα μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, που άρχισε να αναπτύσσεται ραγδαία και να οδηγείται προς την ανάληψη της σημερινής του μορφής. Με αφετηρία τη δεκαετία του 1960, σταδιακά έγιναν αντιληπτά τα οφέλη που απορρέουν από την οργάνωση των εργασιών που αφορούν στην εκτέλεση των έργων, τη συνεργασία διαφορετικών ομάδων και τη μεταξύ τους επικοινωνία (Δρυμούσης, 2005). Στη διάρκεια εκείνης της περιόδου στις Η.Π.Α. αναπτύχθηκαν δύο μαθηματικά μοντέλα για τον προγραμματισμό των έργων. Πρόκειται για την Μέθοδο Κρίσιμης Διαδρομής (Critical Path Method - CPM[1]) και για την Τεχνική Αξιολόγησης και Παρακολούθησης Έργου (Program Evaluation and Review Technique - PERT[2]). Οι δύο μέθοδοι πρόκειται να αναλυθούν περισσότερο στις επόμενες ενότητες. Πρόκειται για μεθόδους που σύντομα άρχισαν να υιοθετούνται από πολλές επιχειρήσεις, την ίδια στιγμή που αναπτύσσονταν και νέες τεχνολογίες και τεχνικές για τη διαχείριση των έργων.

Πρόγονοι της επιστήμης της διαχείρισης έργων, όπως είναι γνωστή στη σημερινή της μορφή, είναι ο Henry Gantt, γνωστός και από το ομώνυμο διάγραμμα Gantt, ο οποίος θεωρείται ότι είναι ο πατέρας του σχεδιασμού και των τεχνικών ελέγχου. Επίσης, σημαντική θέση στην ιστορία της διαχείρισης έργων κατέχει ο Henri Fayol, από τον οποίο έχουν διαμορφωθεί οι πέντε λειτουργίες διαχείρισης και το έργο του θέτει τις βάσεις για την ανάπτυξη των πλέον σύγχρονων εργαλείων της διαχείρισης έργου, συμπεριλαμβανομένης και της αναλυτικής δομής εργασιών (WBS), που αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Και οι δύο ήταν εκφραστές και ακόλουθοι των θεωριών Frederick Winslow Taylor, που σχετίζονται με την επιστημονική διαχείριση (Vanhoucke, 2014).

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ο ορισμός και το περιεχόμενο της διαχείρισης έργων, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις μεθοδολογίες χρονοπρογραμματισμού CPM και

[1] Η μέθοδος CPM αναπτύχθηκε ως μία κοινοπραξία ανάμεσα στην DuPont Corporation και την Reimington Rand Corporation και είχε ως στόχο τη διαχείριση των έργων που σχετίζονταν με τη συντήρηση των φυτών.

[2] Η μέθοδος PERT αναπτύχθηκε μέσα από τη συνεργασία της Booz Allen Hamilton και της Lockheed Corporation στις Η.Π.Α. με στόχο τη διαχείριση των πυραύλων Polaris του Ναυτικού.

PERT, στη διαδικασία και τη σπουδαιότητα της διαχείρισης πόρων και τέλος, στη διαχείριση κόστους.

2.1 Διαχείριση έργων: ορισμός και χαρακτηριστικά

Ένα έργο αποτελεί μία συνολική προσπάθεια, η οποία αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός συγκεκριμένου προϊόντος, υπηρεσίας ή αποτελέσματος που χαρακτηρίζονται από μοναδικότητα. Ένα έργο είναι πάντοτε προσωρινού χαρακτήρα, αφού ολοκληρώνεται έπειτα από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ή αφού επιτευχθεί το προσδοκώμενο αποτέλεσμα. Υπό αυτή την έννοια, το πέρας του ορίζεται στη στιγμή που έχουν επιτευχθεί οι στόχοι που έχουν εξ αρχής τεθεί. Επίσης, είναι μοναδικό, καθώς διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα έργα σε ό,τι αφορά το αντικείμενο ή το αποτέλεσμα που παράγεται, τα οποία μπορεί να είναι ακόμη και παρόμοια (PMI, 2005). Ένα έργο έχει συγκεκριμένα επιπλέον χαρακτηριστικά, τα οποία περιλαμβάνουν τον κύκλο ζωής του, τον προϋπολογισμό και τις χρηματοοικονομικές ροές, τις εργασίες που απαιτούνται έτσι ώστε να ολοκληρωθεί, τη χρήση των πόρων, καθώς και τα άτομα ή τους φορείς που εμπλέκονται με οποιοδήποτε τρόπο σε αυτό.

Η διαδικασία της διαχείρισης έργων έχει δύο ευρείς αντικειμενικούς σκοπούς:

1. Να διασφαλίσει ότι κάθε έργο, έχει τη δυνατότητα να στηρίξει τους υψηλούς στρατηγικούς στόχους που τίθενται από τον οργανισμό που το αναλαμβάνει και ότι ο βαθμός ρίσκου που περιλαμβάνει είναι αποδεκτός σε επίπεδο ανταγωνιστικού, οικονομικού, πολιτικού, τεχνικού κόστους, αλλά και χρονοδιαγράμματος.

2. Να συμβάλλει στον προγραμματισμό, τον έλεγχο και της κατεύθυνσης κάθε έργου παράλληλα με τα υπόλοιπα έργα που έχουν αναληφθεί, έτσι ώστε η συνολική διαδικασία να είναι αποδοτική και αποτελεσματική και ώστε καθένα από τα έργα να είναι σε θέση να επιτύχει το σχετικό στρατηγικό του στόχο και να παράγει τα αποτελέσματα που αναμένεται να επιτευχθούν στα πλαίσια του χρονοδιαγράμματος και του προγραμματισμού (Δρυμούσης, 2005).

Πιο συνοπτικά, οι βασικοί και κρίσιμοι στόχοι της διαχείρισης ενός έργου, σύμφωνα με τους Laudon και Laudon (2009) είναι:

α) η διασφάλιση της απόδοσης στη βάση των προδιαγραφών και των στόχων που διέπουν την ύπαρξή του,

β) η τήρηση των χρονικών περιορισμών και του πλαισίου που εξ αρχής έχει καθοριστεί και

γ) η διασφάλιση της μη υπέρβασης του κόστους που έχει προϋπολογιστεί για την υλοποίησή του.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, ενδεχόμενη μεταβολή σε μία από τις συγκεκριμένες παραμέτρους μπορεί να επηρεάσει και μία τουλάχιστον από τις υπόλοιπες. Για παράδειγμα, η πιο σύντομη ολοκλήρωση ενός έργου είναι δυνατό να οδηγήσει σε αύξηση του απαιτούμενου κόστους ή να μειωθεί η απόδοσή του. Συνεπώς, μέσω της διαχείρισης έργων είναι ιδιαίτερα σημαντικό να διασφαλίζεται η ομαλή εξέλιξη του έργου στη βάση αυτών των παραμέτρων. Τα παραπάνω απεικονίζονται παραστατικά στην εικόνα που ακολουθεί:



Διάγραμμα 1. Τρίγωνο διαχείρισης του έργου (Προσαρμογή από Yatskevich, 2017)

Με βάση τα παραπάνω, ένα έργο θεωρείται ότι έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία όταν:

Α) παραδίδεται στο προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, όπως έχει καταγραφεί στο χρονοδιάγραμμα που καταρτίζεται στην έναρξή του. Για το λόγο αυτό, εκτός από τη φροντίδα ώστε όλες οι εργασίες να γίνουν στον προβλεπόμενο χρόνο, είναι σημαντικός και ο αρχικός ορθός σχεδιασμός του χρονοδιαγράμματος, αλλά και του διαγράμματος προσδιορισμού των πόρων που απαιτούνται, ώστε το έργο να ολοκληρωθεί συνολικά, αλλά και ως επιμέρους διαδικασίες.

Β) το τελικό κόστος του έργου δεν ξεπερνά τον κόστος που αναφέρεται στον προϋπολογισμό που έχει καταρτιστεί κατά το σχεδιασμό του. Μάλιστα, θεωρείται σκόπιμο η υλοποίηση του έργου να γίνεται με επιδίωξη του μικρότερου κόστους για το δεδομένο χρονικό πλαίσιο, χωρίς ωστόσο, να γίνει κάποια υποχώρηση σε ό,τι αφορά την τελική του ποιότητα. Ο προϋπολογισμός αφορά καθεμία από τις φάσεις υλοποίησης του έργου.

Γ) τα παραδοτέα χαρακτηρίζονται από την ποιότητα που έχει προβλεφθεί και συνάδει με τις προδιαγραφές του συγκεκριμένου έργου. Αν και ο καθορισμός της ποιότητας αποτελεί μία πρόκληση, είναι σημαντικό να διασφαλίζεται ότι καλύπτει κατά το ελάχιστο τις λειτουργικές απαιτήσεις του έργου, καθώς και τις απαιτήσεις σε ό,τι αφορά τις επιδόσεις.

Η διαχείριση έργων απαιτεί συγκεκριμένες ικανότητες που περιλαμβάνουν την ύπαρξη τεχνικών ικανοτήτων, ικανοτήτων συμπεριφοράς και ικανοτήτων γνώσης του περιβάλλοντος (IPMA, 2006). Η διαχείριση έργων μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα σύνολο από διαφορετικές περιοχές εφαρμογής, οι οποίες περιλαμβάνουν τα ακόλουθα (Δρυμούσης, 2005):

- Την αεροναυπηγική, την άμυνα και τα οπλικά συστήματα.
- Τις αυτοκινητοβιομηχανίες.
- Τους αυτοματισμούς.
- Το σχεδιασμό, τις προμήθειες και τις κατασκευές σε κάθε κλάδο οικονομικής δραστηριότητας.

- Την περιβαλλοντική διαχείριση, την πρόληψη της μόλυνσης και την αποκατάσταση των συνεπειών της.
- Τις οικονομικές υπηρεσίες.
- Τα κρατικά έργα.
- Την τεχνολογία επικοινωνιών σε παγκόσμια κλίμακα.
- Τους Ολυμπιακούς Αγώνες.
- Τα πληροφοριακά συστήματα.
- Τη διεθνή ανάπτυξη των αναπτυσσόμενων χωρών.
- Τη βιομηχανία.
- Τις πωλήσεις και τη διαφήμιση.
- Την ανάπτυξη νέων προϊόντων.
- Το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τα πετροχημικά προϊόντα.
- Τη φαρμακευτική.
- Τις μεταποιητικές επιχειρήσεις.
- Το πεδίο της ηλεκτρικής, αιολικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας.
- Το πεδίο των συμβουλευτικών υπηρεσιών.

2.1.1. Περιορισμοί στη διαχείριση έργων

Ασφαλώς, κάθε έργο έχει συγκεκριμένους περιορισμούς σε ό,τι αφορά την εκτέλεσή του, οι οποίοι είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη από τη διαχείριση έργων, με στόχο να διασφαλιστεί η ορθή προσέγγισή του και η επίτευξη των στόχων που τίθενται. Στους περιορισμούς αυτούς συγκαταλέγεται το χρονικό πλαίσιο, ο διαθέσιμος προϋπολογισμός, οι υπάρχοντες πόροι, η ποιότητα, καθώς και άλλοι, οι οποίοι ενδέχεται να επηρεάσουν την ομαλή πορεία της διαδικασίας και να οδηγήσουν στην ανάγκη για ανάληψη περισσότερων ενεργειών. Σε γενικές γραμμές, ο χρόνος, το κόστος και το αντικείμενο αποτελούν τους γενικούς περιορισμούς του έργου, συνεπώς αλλαγές σε αυτά τα πεδία κατά πάσα πιθανότητα θα οδηγήσουν σε αλλαγές των δεδομένων. Μέσω της διαχείρισης του έργου προσδιορίζονται οι απαιτήσεις του, καθορίζονται στόχοι σαφείς και επιτεύξιμοι, καθίσταται εφικτή η ισορροπία ανάμεσα στην ποιότητα, το αντικείμενο, το χρόνο και το κόστος και τέλος, γίνεται η προσαρμογή των επιμέρους στοιχείων στις επιθυμίες και τις απαιτήσεις των ατόμων και των φορέων που εμπλέκονται (PMI, 2004).

Ο προγραμματισμός των έργων είναι απαραίτητος, αφού η αποτυχία σε αυτό το επίπεδο μπορεί να οδηγήσει σε γενικότερη αποτυχία της επίτευξης των στόχων που έχουν τεθεί. Ειδικότερα, μία έλλειψη σε αυτό το πεδίο είναι δυνατό να οδηγήσει σε:

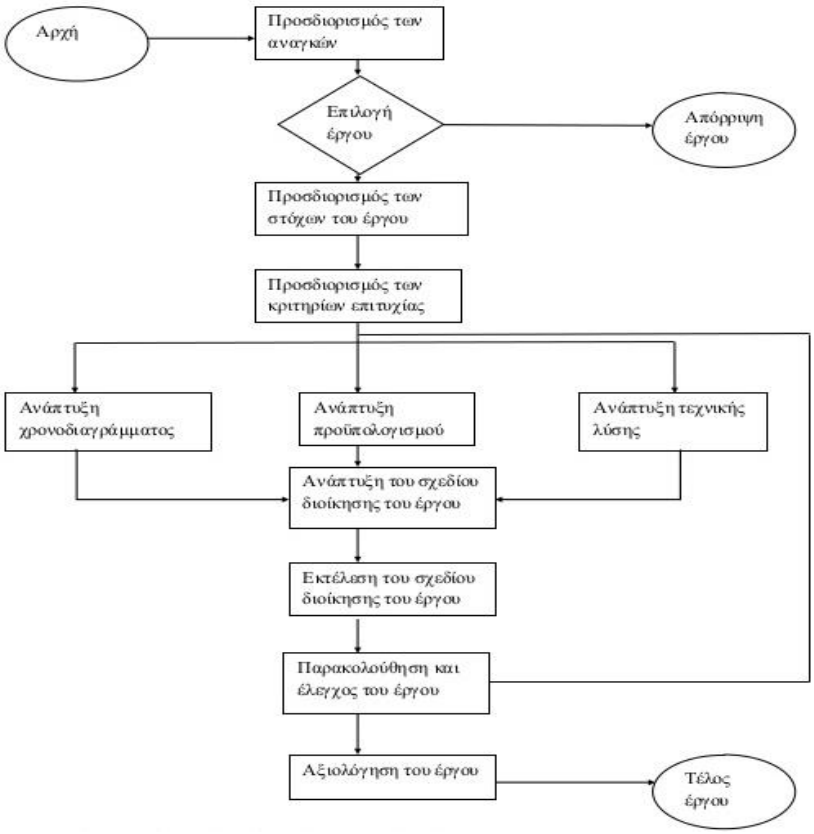
- Απώλειες σε ό,τι αφορά τα αναμενόμενα κέρδη των εμπορικών συμβολαίων, οι οποίες οφείλονται στο υπερβολικό κόστος, τις καθυστερήσεις και τις ποινικές ρήτρες.
- Καθυστερημένη εισαγωγή των νέων προϊόντων στην αγορά, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα που σχετίζονται με την απώλεια των ευκαιριών διείσδυσης στις αγορές.

- Καθυστερημένη ολοκλήρωση της ανάπτυξης νέων προϊόντων που οδηγεί σε αδυναμία τους να αποδώσουν τα οφέλη που αρχικά αναμένονταν.
- Υπέρβαση του προϋπολογισμού και του χρονοδιαγράμματος που είχαν εξ αρχής προβλεφθεί για τα έργα σε πληροφοριακά συστήματα, με αποτέλεσμα την ανάδειξη δυσάρεστων συνεπειών στα γενικά κόστη και την αποδοτικότητα, αλλά και συνολικά στη διοίκηση (Δρυμούσης, 2005).

2.1.2. Ο κύκλος ζωής του έργου και οι φάσεις διαχείρισης

Ένα έργο αποτελείται από δραστηριότητες που δεν επαναλαμβάνονται, απαιτεί σχεδιασμό που οδηγεί στην επίτευξη του τελικού αποτελέσματος, το οποίο είναι μοναδικό, απαιτεί την ύπαρξη ομάδας για την υλοποίησή του, έχει συγκεκριμένη αρχή και τέλος, υπόκειται σε συγκεκριμένους προγραμματισμούς, ενώ διαμορφώνεται με την αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων.

Τα στάδια της εκτέλεσης ενός έργου είναι τα ακόλουθα:



Διάγραμμα 2. Τα στάδια εκτέλεσης ενός έργου (Δρυμούσης, 2005)

Η διαχείριση των έργων, σύμφωνα με το PMBOK, ένα από τα κυριότερα διεθνή πρότυπα που χρησιμοποιούνται στον τομέα της διαχείρισης των έργων και

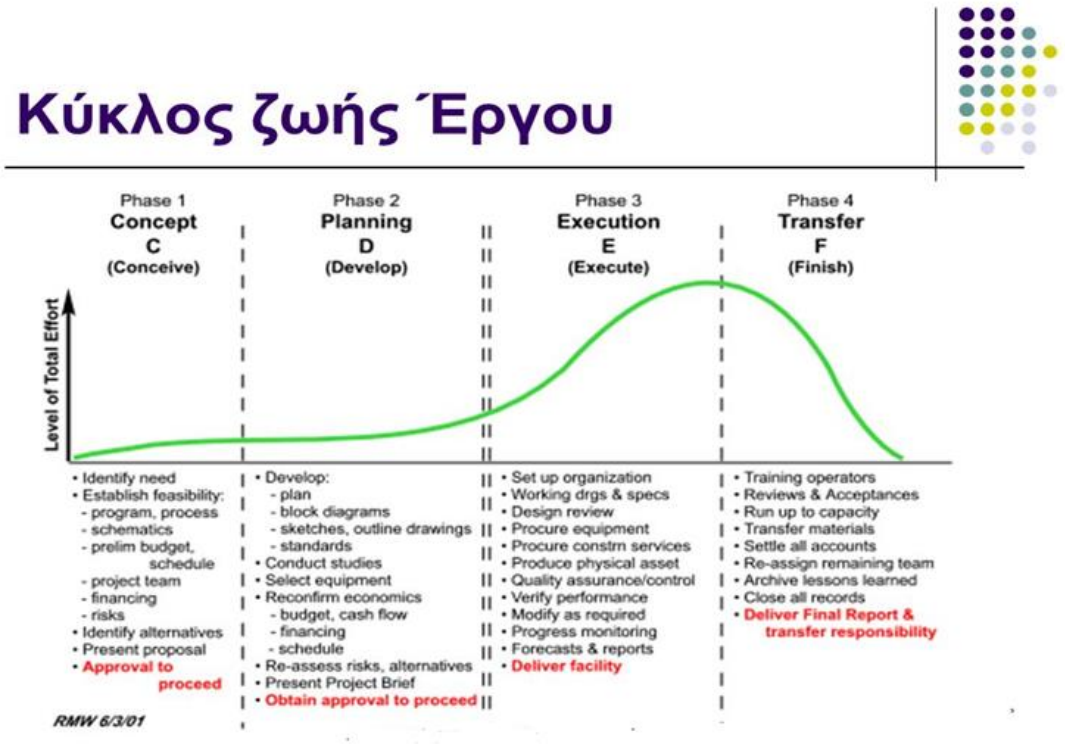
χρησιμοποιείται από σημαντικούς διεθνείς ή μη οργανισμούς του χώρου (PMI, 2013) περιλαμβάνει μία σειρά από διαδικασίες, οι οποίες πρέπει να ακολουθούνται για τη διασφάλιση της ομαλής πορείας και της επιτυχούς ολοκλήρωσης ενός τεχνικού έργου και είναι οι εξής:

1. Η ενοποίηση του έργου (project integration management), στη βάση του οποίου ενοποιούνται οι επιμέρους βασικές διαδικασίες, έτσι ώστε να διευκολυνθεί ο συντονισμός του έργου, να αναπτυχθεί το σχέδιο διαχείρισής του, να τεκμηριωθούν οι αποφάσεις που λαμβάνονται, να επιλεχθούν τα πρότυπα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν και οι μέθοδοι ελέγχου και αποδοχής των παραδοτέων, καθώς και οι μέθοδοι ελέγχου.
2. Η διαχείριση του αντικειμένου εργασιών έργου (project scope management), η οποία στοχεύει στον ακριβή προσδιορισμό των εργασιών που χρειάζεται να γίνουν ώστε το έργο να ολοκληρωθεί. Η διαδικασία γίνεται μέσω της σύνταξης της σχετικής αναφοράς, η οποία καθοδηγεί τους αρμόδιους στις μελλοντικές αποφάσεις που θα κληθούν να λάβουν. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο κατέχει στη διαδικασία αυτή η Δομή Ανάλυσης Εργασιών (WBS) του έργου.
3. Η διαχείριση χρόνου έργου (project time management), η οποία αποσκοπεί στη διασφάλιση της έγκαιρης παράδοσης του έργου και συμπεριλαμβάνει ένα σύνολο από παραμέτρους, όπως είναι η καταγραφή των δραστηριοτήτων που χρειάζεται να γίνουν ώστε το έργο να ολοκληρωθεί, τη μεταξύ τους σύνδεση και σειρά, τους υπάρχοντες περιορισμούς κ.ο.κ. και καταλήγει στην κατάρτιση του χρονοδιαγράμματος του έργου.
4. Η διαχείριση κόστους έργου (project cost management), η οποία είναι εξαιρετικά σημαντική με δεδομένο ότι πρόκειται για μία συνιστώσα που δεν λείπει από κανένα έργο. Έχει ως στόχο τη σύνταξη του προϋπολογισμού, καθώς και την τακτική παρακολούθησή του. Περιλαμβάνει, εκτός των άλλων, την κοστολόγηση των πόρων και των δραστηριοτήτων. Σε περίπτωση που ο έλεγχος οδηγήσει στην καταγραφή αποκλίσεων από τον αρχικό προϋπολογισμό, είναι απαραίτητη η άμεση λήψη των κατάλληλων διορθωτικών μέτρων, έτσι ώστε να μην παρατηρηθούν περαιτέρω προβλήματα.
5. Η διαχείριση ποιότητας έργου (project quality management), περιλαμβάνει διαφορετικές παραμέτρους, δηλαδή τον σχεδιασμό ποιότητας (quality planning), τη διασφάλιση ποιότητας (quality assurance) και τον έλεγχο ποιότητας (quality control). Το σύνολο αυτών των διαδικασιών συμβάλλει στη διασφάλιση της ύπαρξης ικανοποιητικού τελικού αποτελέσματος. Η ποιότητα μπορεί να μετρηθεί μέσω διαφορετικών παραμέτρων, όπως είναι η απόδοση (performance), τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του συστήματος (features), η αξιοπιστία (reliability) ή η τήρηση των προδιαγραφών και των προτύπων που σχετίζονται με το έργο (conformance) κ.ά, όπως καθορίζονται κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του σχεδίου ποιότητας (project quality plan).
6. Η διαχείριση ανθρώπινων πόρων έργου (project human resource management), που αποσκοπεί στη διαμόρφωση της οργανωτικής δομής που μπορεί να οδηγήσει στην πλέον αποτελεσματική εκτέλεση του έργου. Στη διαδικασία αυτή είναι καίριας σημασίας η διαμόρφωση της κατάλληλης ομάδας έργου (team building).
7. Η διαχείριση επικοινωνίας έργου (project communication management), που περιλαμβάνει την επιλογή των καναλιών και των μηνυμάτων που

μεταδίδονται μέσω αυτών, καθώς και των μεθόδων που χρησιμοποιούνται γι' αυτή, τα σχετικά έγγραφα που μπορούν να αξιοποιηθούν κ.ο.κ.

8. Η διαχείριση κινδύνων έργου (project risk management), η οποία είναι σημαντική, αφού όπως προαναφέρθηκε, ο κίνδυνος αποτελεί βασική παράμετρο που δεν θα πρέπει να αγνοείται από τη διαχείριση έργων και συνδέεται με την ολοκλήρωσή των διάφορων έργων, καθώς και με το πιθανό κέρδος που απορρέει από αυτά. Η διαχείριση κινδύνων δεν αποσκοπεί στην αποτροπή του κινδύνου, αφού αυτός μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο κέρδος, αλλά στον έλεγχό του και γίνεται μέσω του σχεδιασμού διαχείρισης κινδύνου (Risk Management Planning), τον προσδιορισμό κινδύνων (Risk Identification), την ποιοτική ανάλυση του κινδύνου (Qualitative Risk Analysis), την ποσοτική ανάλυση κινδύνου (Quantitative Risk Analysis), τον σχεδιασμό ανταπόκρισης στον κίνδυνο (Risk Response Planning) και τέλος, την παρακολούθηση και τον έλεγχο του κινδύνου (Risk Monitoring and Control).
9. Η διαχείριση προμηθειών έργου (project procurement management), δηλαδή η διαδικασία που οδηγεί στη διασφάλιση των προϊόντων που απαιτούνται και δεν μπορούν να αποκτηθούν μέσω της ομάδας ή του οργανισμού που αναλαμβάνει την εκτέλεση του έργου. Η διαδικασία αυτή σχετίζεται, επίσης, με τη λήψη αποφάσεων σχετικών με την προμήθεια ή την κατασκευή των επιμέρους παραδοτέων, τη διασφάλιση καλύτερων όρων και τη διαχείριση των προμηθειών.
10. Η διαχείριση συμμετεχόντων (stakeholder management), που αποτελεί κρίσιμο στοιχείο της επιτυχούς υλοποίησης του έργου και των επιμέρους δραστηριοτήτων που αυτό περιλαμβάνει. Στους συμμετέχοντες ανήκει οποιοδήποτε άτομο, ομάδα ή οργανισμός επηρεάζει ή επηρεάζεται από τη διαμόρφωση του έργου. Όταν η διαχείριση των συμμετεχόντων είναι αποτελεσματική, τότε μπορεί να οδηγήσει στη διαμόρφωση θετικών προσδοκιών από το υπό κατασκευή έργο.

Ο κύκλος ζωής του έργου απεικονίζεται στην εικόνα που ακολουθεί:



Διάγραμμα 3. Κύκλος ζωής του έργου (Maylor, 2006)

Οι φάσεις της διαχείρισης ενός έργου περιλαμβάνουν τον ορισμό του έργου, τον σχεδιασμό της διαδικασίας του έργου, την παράδοση του έργου και την ανάπτυξη της διαδικασίας (Maylor, 2006). Αναλυτικότερα:

Α. Στην πρώτη φάση, που ονομάζεται φάση του ορισμού, καθορίζεται το γιατί η υλοποίηση του έργου θεωρείται απαραίτητη, οι στόχοι του και οι εναλλακτικές λύσεις, η στρατηγική και οι στόχοι του οργανισμού.

Β. Στη δεύτερη φάση, αυτή του σχεδιασμού, ακολουθεί η διαμόρφωση του μοντέλου που καθορίζει τη βέλτιστη πορεία της εκτέλεσης του συγκεκριμένου έργου, πάντοτε στη βάση των διαθέσιμων πόρων. Η φάση αυτή προηγείται της έγκρισης για την υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου που βρίσκεται στη φάση του σχεδιασμού, η οποία δίνεται έπειτα από την ολοκλήρωση της αξιολόγησης του χρηματοοικονομικού κόστους και του οφέλους που αναμένεται να έχει η ολοκλήρωσή του.

Γ. Η τρίτη φάση περιλαμβάνει την παράδοση του έργου. Αρχικά, είναι σημαντικό να συγκροτηθούν οι ομάδες που θα εργαστούν γι' αυτό και να συγκεντρωθούν οι απαιτούμενοι πόροι. Στη συνέχεια, ξεκινά η διαδικασία της εκτέλεσης των δραστηριοτήτων που είναι προγραμματισμένες και απαραίτητες έτσι ώστε το συγκεκριμένο έργο να ολοκληρωθεί.

Δ. Η τέταρτη και τελευταία φάση της διαδικασίας διαχείρισης του έργου περιλαμβάνει την ανάπτυξη της συνολικής διαδικασίας και την παρουσίαση των αναμενόμενων αποτελεσμάτων, την αξιολόγηση και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με το έργο και με τη διαδικασία διαχείριση. Ως αποτέλεσμα, είναι δυνατή η εφαρμογή βελτιωτικών κινήσεων, εάν και όπου αυτό κριθεί απαραίτητο (Maylor, 2006).

2.1.3. Κίνδυνοι στη διαχείριση έργων

Αν και ήδη έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες και τεχνικές για τη διαχείριση έργων, οι οποίες θα αναλυθούν περισσότερο στην επόμενη ενότητα, συχνά οι εμπλεκόμενοι στη διαδικασία καλούνται να αντιμετωπίσουν συγκεκριμένους κινδύνους. Ο κίνδυνος στο πεδίο της διαχείρισης έργων νοείται ως ένα γεγονός ή μία κατάσταση που χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα και που εάν συμβεί, είναι δυνατό να οδηγήσει σε θετικές ή αρνητικές συνέπειες που θα επηρεάσουν έναν ή περισσότερους από τους προκαθορισμένους στόχους του έργου (PMI, 2004). Κατά συνέπεια, είναι προφανές ότι ο κίνδυνος σχετίζεται με οποιαδήποτε αλλαγή ή απρόβλεπτο γεγονός που επηρεάζει με διαφορετικούς τρόπους το έργο. Αν και γενικότερα η έννοια του κινδύνου έχει συνδεθεί με αρνητικές συνέπειες, στην πραγματικότητα μπορεί να έχει ακόμη και θετικές επιπτώσεις, υπό την έννοια ότι είναι δυνατό ακόμη και μία δυσάρεστη κατάσταση να οδηγήσει στην επιλογή και την ανάδειξη νέων μεθόδων για αντιμετώπισης των απρόοπτων καταστάσεων και των προκλήσεων που ενδέχεται να παρουσιαστούν ή στην επανεξέταση του σχεδιασμού, έτσι ώστε αυτός να βελτιωθεί σε ευρύτερο πλαίσιο (Μητάκος, 2015).

Σε κάθε περίπτωση, δεν είναι δυνατό να προβλεφθεί το αν και πότε υπάρχει το ενδεχόμενο να προκύψει κάποιος κίνδυνος, ούτε και τα αποτελέσματά του, το αν θα αποτελέσει απειλή ή ευκαιρία για το συγκεκριμένο έργο. Γι' αυτό το λόγο, είναι σημαντικό οι αρμόδιοι να βρίσκονται σε επιφυλακή και να έχουν πάντοτε την προσοχή τους στραμμένη σε κάθε παράμετρο, ώστε να αντιληφθούν άμεσα τον όποιο κίνδυνο και να καταρτίσουν το κατάλληλο σχέδιο που θα οδηγήσει στη βέλτιστη αντιμετώπισή του, την εξάλειψη των δυσάρεστων συνεπειών και την αξιοποίηση των ευκαιριών που αυτός δημιουργεί.

Εξαιτίας της αποτυχίας στην επιλογή των έργων, την ανάλυση του ρίσκου, καθώς και τον προγραμματισμό είναι δυνατό να υπάρξουν δυσάρεστες συνέπειες, που ενδέχεται ακόμη και να υπονομεύσουν την ομαλή πορεία της υλοποίησης του έργου. Μεταξύ των συνεπειών είναι και οι ακόλουθες (Δρυμούσης, 2005):

- Η κατανάλωση των απαιτούμενων πόρων, οι οποίοι δεν είναι εύκολο να συγκεντρωθούν σε επίπεδο οικονομικών, ικανοτήτων, ευκαιριών και χρόνου, η οποία ενδέχεται να οδηγήσει στην αποτυχία του εγχειρήματος.
- Η έκθεση του οργανισμού σε αυξημένο ρίσκο σε επίπεδο οικονομικό, τεχνολογικό και ανταγωνιστικό.

2.2 Μεθοδολογίες και τεχνικές διαχείρισης έργων

Ορισμένες από τις τεχνικές διαχείρισης έργων, οι οποίες έχουν αποτελέσει σημαντική εξέλιξη στον τομέα και έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κόρον ή ακόμη χρησιμοποιούνται, παρουσιάζονται στην ακόλουθη λίστα (Μητάκος, 2015):

2.2.1. Δομή ανάλυσης εργασιών (Work Breakdown Structure, WBS)

Η συγκεκριμένη μέθοδος σχετίζεται με την ιεραρχική αποσύνθεση ενός έργου στη βάση των παραδοτέων του. Ενώ οι υπόλοιπες μέθοδοι εστίαζαν κατά κύριο λόγο στο κόστος και το χρόνο που απαιτεί η ολοκλήρωση ενός έργου, στη συγκεκριμένη περίπτωση η έμφαση δίνεται στα παραδοτέα του. Έτσι, απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο διαχωρισμός του έργου σε φάσεις και σε πακέτα εργασίας. Τα παραδοτέα ενυπάρχουν σε καθένα από τα επιμέρους πακέτα εργασίας και αντιστοιχούν στις διαφορετικές χρονικές φάσεις που έχουν καθοριστεί από το σχεδιασμό.

Η Δομή Ανάλυσης Εργασιών (Work Breakdown Structure, WBS) περιλαμβάνει διαφορετικά επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο περιλαμβάνει τον τίτλο του έργου, το δεύτερο τις βασικές δραστηριότητες που πρέπει να έλθουν εις πέρας και ακολούθως, στο τρίτο επίπεδο περιλαμβάνει την ανάλυση των επιμέρους δραστηριοτήτων σε υποδραστηριότητες.

Η Δομή Ανάλυσης Εργασιών είναι απαραίτητο να μην είναι πολύ σύντομη, ούτε, όμως και υπερβολικά αναλυτική. Προτείνεται η δημιουργία 3 ή 4 επιπέδων, τα οποία βοηθούν στην κατανόηση του τι πρέπει να γίνει, αλλά δεν εξειδικεύουν παρέχοντας αναλυτικές λεπτομέρειες για την κάθε εργασία ξεχωριστά. Πρόκειται για το πλέον σημαντικό στοιχείο του σχεδιασμού ενός έργου. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, δημιουργείται το διάγραμμα WBS, το οποίο διέπεται από τις ακόλουθες αρχές:

1. Κάθε εργασία εμφανίζεται μόνο σε ένα σημείο του WBS.
2. Κάθε στοιχείο του WBS αποτελείται από το άθροισμα των στοιχείων που περιλαμβάνονται στο επίπεδο που ακολουθεί.
3. Κάθε ένα από τα στοιχεία του WBS γίνεται υπό την ευθύνη ενός και μόνο ατόμου, ακόμη και αν γι' αυτό εργάζονται περισσότεροι.
4. Το WBS για να έχει πρακτική χρησιμότητα, είναι απαραίτητο να είναι σύμφωνο με τον πραγματικό τρόπο υλοποίησης του έργου.
5. Η ανάπτυξη του WBS είναι απαραίτητο να γίνεται με τη συμμετοχή όλων των μελών της ομάδας, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η συνέπεια.
6. Το κάθε στοιχείο του WBS είναι σημαντικό να είναι τεκμηριωμένο με πλήρη σαφήνεια και επάρκεια, πρακτική που συμβάλλει στη διασφάλιση της κατανόησης του αντικειμένου του και των όσων σχετίζονται με αυτό.

2.2.2. Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής (Critical Path Method, CPM)

Πρόκειται για μία μέθοδο που χρησιμοποιείται πολύ συχνά και βασίζεται στην υπόθεση ότι για καθεμία από τις δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στο έργο υπάρχει ένας προκαθορισμένος και σταθερός χρόνος ολοκλήρωσης. Η μέθοδος είναι απλή και σε γενικές γραμμές εύκολα αντιληπτή και κατανοητή, αφού προβλέπει τη χρήση δικτυακού διαγράμματος για την παρουσίαση των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στο έργο. Επιπλέον, μέσω της μεθόδου εντοπίζονται οι κρίσιμες δραστηριότητες, οι οποίες απαιτούνται ώστε να υλοποιηθεί το έργο. Με την έννοια των κρίσιμων δραστηριοτήτων εννοούνται οι δραστηριότητες εκείνες που εάν καθυστερήσουν να ολοκληρωθούν, θα υπάρξει συνολική καθυστέρηση της ολοκλήρωσης του έργου συνολικά.

2.2.3. Τεχνική αξιολόγησης και παρακολούθησης έργου (Program Evaluation and Review Technique, PERT)

Πρόκειται για μία μέθοδο που αφορά την εξέταση του συνόλου των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη διαδικασία υλοποίησης ενός έργου. Η μέθοδος αυτή συμβάλλει στην εκτίμηση του χρόνου που απαιτείται ώστε καθεμία από αυτές να ολοκληρωθεί και να φτάσει στην τελική της υλοποίηση. Ανάλογα με τις εκτιμήσεις που γίνονται υπολογίζεται ο χρόνος ολοκλήρωσης της υλοποίησης του έργου, συμπεριλαμβανομένων όλων των επιμέρους δραστηριοτήτων που απαιτούνται γι' αυτή. Η συγκεκριμένη μέθοδος περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός δικτυακού διαγράμματος που περιλαμβάνει κόμβους και ακμές. Ένας κόμβος σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο γεγονός, ενώ μία ακμή με κάποια δραστηριότητα. Παρουσιάζεται μέσω αυτού η αλληλεξάρτηση μεταξύ των δραστηριοτήτων και υπολογίζεται ο χρόνος υλοποίησης του έργου στη βάση των πιθανοτήτων και χωρίς να υπολογίζεται ο αριθμός των ατόμων που είναι απαραίτητο να εργαστούν σε κάθε δραστηριότητα, ούτε και το κόστος του έργου.

Επιπλέον, η συγκεκριμένη μέθοδος δεν λαμβάνει υπόψη την πιθανή επίδραση παραγόντων που δεν μπορούν να προβλεφθούν ή είναι ακραίοι, όπως για παράδειγμα, είναι οι φυσικές καταστροφές, ούτε τις ημέρες κατά τις οποίες δεν γίνονται εργασίες, όπως είναι οι εορτές και οι αργίες. Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση κατά την οποία πρόκειται για κάποιας μορφής αυτοματοποιημένες δραστηριότητες, οι οποίες γίνονται χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση σε οποιοδήποτε χρόνο. Λαμβάνονται, ωστόσο, υπόψη, εξωγενείς παράγοντες, για παράδειγμα η πιθανότητα βλάβης, καθώς με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται ο ρεαλιστικός χαρακτήρας του έργου (Μητάκος, 2015).

2.2.4. Μέθοδος διαγράμματος διαδοχής (Precedence Diagram Method, PDM)

Μέσω της συγκεκριμένης μεθόδου η έμφαση δίνεται στις σχέσεις αλληλεξάρτησης που είναι δυνατό να διέπουν τις διαφορετικές δραστηριότητες ενός συγκεκριμένου έργου. Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να παρουσιαστούν με τη μορφή διαγράμματος ενώ σε κάθε περίπτωση λαμβάνονται υπόψη ιδιαίτερα εκείνες οι δραστηριότητες που επικαλύπτονται χρονικά.

2.2.5. Μέθοδος παραγόμενης αξίας (Earned Value Method, EVM)

Η συγκεκριμένη μέθοδος αφορά την παρακολούθηση ενός έργου και της συνολικής του εξέλιξης στην πορεία του χρόνου. Η αξιοποίηση αυτής της μεθόδου συμβάλλει στην παρακολούθηση της προόδου των εργασιών συγκριτικά με τον προηγηθέντα σχεδιασμό. Με τη βοήθεια της EVM μπορεί να εκτιμηθεί ο χρόνος και οι πόροι που ήδη αξιοποιήθηκαν συγκριτικά με την πραγματική πρόοδο που είναι ορατή στο φυσικό αντικείμενο του συγκεκριμένου έργου, έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν όλα βαίνουν καλώς ή εάν είναι απαραίτητη η λήψη πρόσθετων μέτρων ή ο επαναπροσδιορισμός τους.

2.2.6. Διαχείρισης αλλαγών, διαμόρφωσης και συμμόρφωσης (Configuration Management, CM)

Η συγκεκριμένη μέθοδος συμβάλλει στον ορισμό των διοικητικών διαδικασιών που οδηγούν στον προσδιορισμό και την τεκμηρίωση των λειτουργικών και των φυσικών χαρακτηριστικών του. Παράλληλα, εξετάζει και τις παραμέτρους που αποτελούν το περιβάλλον εντός του οποίου υλοποιείται το συγκεκριμένο έργο. Με βάση τα δεδομένα που προκύπτουν, εκτιμάται και ελέγχεται το τελικό αποτέλεσμα που προκύπτει από την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου έργου σε συνάρτηση και με τις αλλαγές που είναι πιθανό να συντελεστούν στο ίδιο το έργο ή στο περιβάλλον του.

2.2.7. Σχεδιασμός αξιών (Value Engineering, VA)

Η μέθοδος αυτή σχετίζεται με την υλοποίηση του έργου και έχει ως στόχο να οδηγήσει στην αύξηση της αξίας του προϊόντος ή της υπηρεσίας που παράγεται από αυτό. Η αξία μπορεί να αυξηθεί μέσω της μείωσης του κόστους ή της αύξησης των προσφερόμενων εφαρμογών. Από την άλλη πλευρά, είναι δυνατό σε μία υπηρεσία ή σε ένα προϊόν να ενσωματώνονται λειτουργίες και εφαρμογές που στην πράξη δεν έχουν κάποια αξία για τον τελικό χρήστη, συνεπώς αυξάνουν το κόστος χωρίς να υπάρχει συγκεκριμένος λόγος. Η υλοποίηση τέτοιου είδους εφαρμογών δεν είναι επιθυμητή. Η βασική αρχή που διέπει τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι η προσπάθεια για διατήρηση της ποιότητας των υπηρεσιών και των προϊόντων με το μικρότερο δυνατό κόστος.

2.2.8. Διαχείριση κινδύνων

Η διαχείριση των κινδύνων είναι σημαντικό να διέπεται από συγκεκριμένο σχεδιασμό, ο οποίος θα λαμβάνει υπόψη όλες τις πιθανές παραμέτρους και τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε έργου και του περιβάλλοντός του. Η δομή διαχείρισης κινδύνου (Risk Management Planning Breakdown Structure – RMP-BS) συμβάλλει στη δημιουργία του πλαισίου αναφοράς που σχετίζεται με τη διαχείριση κινδύνου, καθώς και με τη δημιουργία του Σχεδίου Απόκρισης στους Κινδύνους (Hilson, 2002).

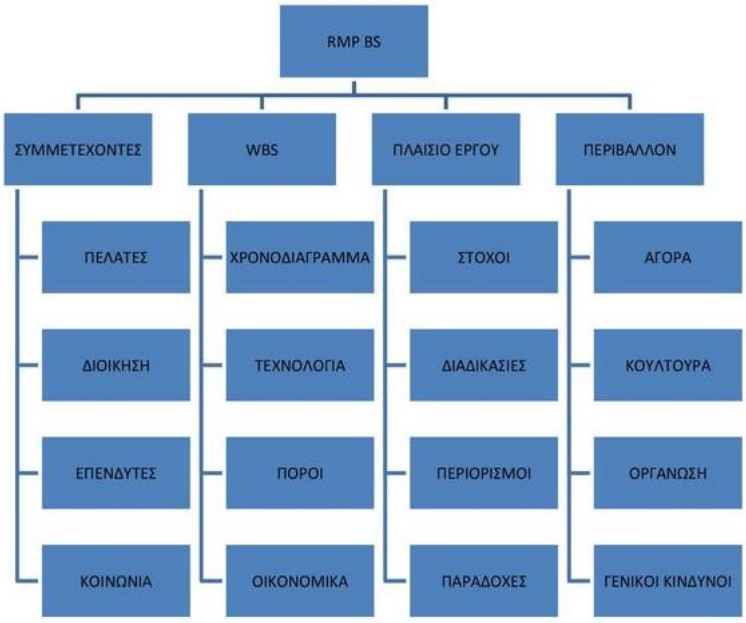
Οι επιμέρους παράμετροι που συναποτελούν τη δομή διαχείρισης κινδύνου (Risk Management Planning Breakdown Structure – RMP-BS) είναι οι ακόλουθες:

- Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη διαδικασία της διαχείρισης κινδύνου στα πλαίσια ενός τεχνικού έργου, αλλά και να καθορίσουν τις παραμέτρους που σχετίζονται με αυτό. Οι κυριότερες κατηγορίες συμμετεχόντων είναι οι πελάτες/ καταναλωτές, η διοίκηση του οργανισμού, οι επενδυτές και τέλος, η κοινωνία ως σύνολο.
- Το περιβάλλον εντός του οποίου διαμορφώνεται το έργο. Το περιβάλλον αποτελείται από ένα σύνολο μεταβλητών που σχετίζονται με τη συγκεκριμένη αγορά και τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτή, καθώς και στο σύνολο των κινδύνων που επηρεάζουν γενικότερα την ανθρώπινη δραστηριότητα, την κουλτούρα, το κλίμα και την οργάνωση του εκάστοτε οργανισμού κοκ.
- Η οργάνωση του συγκεκριμένου έργου. Στην περίπτωση που η οργάνωση αυτή χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοκότητας, τότε

καθίσταται ακόμη πιο αναγκαία η έμφαση στη διαχείριση του κινδύνου. Η πολυπλοκότητα εξαρτάται από μία σειρά παραγόντων που περιλαμβάνουν την τεχνολογία, τις συνθήκες που επικρατούν στην κοινωνία, την υφιστάμενη νομοθεσία, καθώς και συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του έργου, όπως είναι η διάρκεια, το μέγεθος και τις τεχνικές δυσκολίες.

- Το πλαίσιο του συγκεκριμένου έργου και ειδικότερα οι παράμετροι που σχετίζονται με το σύνολο των στόχων και των διαδικασιών του έργου, τις παραδοχές και τους περιορισμούς του.

Παραστατικά, η δομή διαχείρισης κινδύνου (Risk Management Planning Breakdown Structure – RMP-BS) παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί:



Διάγραμμα 4. Δομή RMP-BS (Hilson, 2002)

Για τη διαχείριση των κινδύνων είναι σημαντική η κατάρτιση του σχεδίου διαχείρισης κινδύνου, όπου περιγράφονται λεπτομερώς οι διαφορετικοί κίνδυνοι, προσδιορίζονται και αναλύονται το σύνολο αυτών των κινδύνων. Ειδικότερα, το σχέδιο διαχείρισης κινδύνων περιλαμβάνει μια σειρά από δεδομένα, όπως είναι η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται από τους αρμόδιους στην προσπάθειά τους να διαχειριστούν το σύνολο των κινδύνων που αφορούν το εν λόγω έργο, τους ρόλους και τις ευθύνες τους, τον προϋπολογισμό που προβλέπει τις απαιτήσεις της ολοκλήρωσής του, το χρόνο εκτέλεσης της κάθε δραστηριότητας που απαιτείται, τη βαθμολόγηση των κινδύνων, την ερμηνεία των αποτελεσμάτων τους, τα όρια των κινδύνων, καθώς και τις αναφορές για τους κινδύνους (Μητάκος, 2015).

Η απόκριση στον κίνδυνο είναι σημαντικό να είναι κατάλληλη, προσιτή σε ό,τι αφορά το κόστος της, να οδηγεί σε ενέργεια, να είναι ρεαλιστική, αξιολογήσιμη και να επιλέγεται κατόπιν συμφωνίας των συμμετεχόντων. Η επιλογή της στρατηγικής που θεωρείται ότι είναι η πλέον κατάλληλη για την απόκριση στον κίνδυνο διαμορφώνεται στη βάση

διαφορετικών παραμέτρων και κανόνων, ενώ σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από τις συνθήκες υπό τις οποίες υλοποιείται το έργο και το περιβάλλον. Ενδεικτικά, η αποδοχή ενός πιθανού κινδύνου που είναι γνωστό ότι θα οδηγήσει σε καταστροφικές συνέπειες για το έργο δεν είναι ορθή κίνηση. Ειδικότερα ορισμένοι από τους κανόνες που διέπουν την αποδοχή του κινδύνου είναι οι εξής:

- Εάν ένας κίνδυνος είναι πιθανό να συμβεί, τότε είναι καλύτερα να θεωρηθεί ότι αποτελεί βέβαιο γεγονός και να γίνει η ανάλογη διαχείριση.
- Είναι σημαντική η αποφυγή των κινδύνων που έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο συγκεκριμένο έργο, αφού σε διαφορετική περίπτωση αυτό πρόκειται να οδηγηθεί στην αποτυχία.
- Κάθε κίνδυνος που έχει πολύ μικρές συνέπειες στο έργο είναι δυνατό να γίνει αποδεκτός με παθητικό τρόπο.
- Ανάμεσα στην παθητική αποδοχή και την αποφυγή του κινδύνου, είναι προτιμότερη η επιλογή της στρατηγικής της μεταφοράς, εάν ο κίνδυνος είναι λίγο πιθανό να συμβεί ή εάν είναι δυνατό να μεταφερθεί.
- Στην περίπτωση κινδύνων που είναι πολύ πιθανό να συμβούν ή χαρακτηρίζονται από περιοδικότητα, είναι προτιμότερη η ενεργητική αποδοχή του κινδύνου.
- Η αντιμετώπιση του κινδύνου αποτελεί μία στρατηγική που μπορεί να αξιοποιηθεί επιλεκτικά σε συνδυασμό και με άλλες στρατηγικές (Μητάκος, 2015).

2.3 Διαχείριση πόρων

Οι πόροι του έργου, υλικοί ή ανθρώπινοι, καθορίζονται από τη διαδικασία της σχεδίασης και της διαχείρισης των πόρων. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στον καθορισμό του είδους των πόρων που απαιτούνται, καθώς και στην ποσότητα που είναι απαραίτητη έτσι ώστε να είναι δυνατή η ολοκλήρωση του συγκεκριμένου έργου. Ειδικότερα, στους πόρους που απαιτούνται περιλαμβάνονται (Μητάκος, 2015):

- Οι είσοδοι, δηλαδή η δομική ανάλυση του συγκεκριμένου έργου, το ιστορικό του, η προηγηθείσα μελέτη σκοπιμότητας, η περιγραφή της δεξαμενής πόρων, καθώς και οι πολιτικές του συγκεκριμένου οργανισμού.
- Τα εργαλεία και οι τεχνικές που απαιτούνται για την πραγματοποίηση του έργου, σύμφωνα με την κρίση των ειδικών, καθώς και η καταγραφή των εναλλακτικών προτάσεων.
- Οι έξοδοι, δηλαδή οι απαιτήσεις σε πόρους.

2.4 Διαχείριση κόστους

Η διαχείριση του κόστους αποτελεί μία διαδικασία εξαιρετικά σημαντική για την επιτυχή πορεία του έργου και συνδέεται άμεσα με τον κύκλο ζωής του, αλλά και με στοιχεία του εξωτερικού του περιβάλλοντος, που αφορούν στις συνθήκες υπό τις οποίες αυτό πραγματοποιείται. Ο έλεγχος και η διαχείριση του κόστους γίνεται με βάση το χρονοδιάγραμμα κόστους που έχει εξ αρχής διαμορφωθεί κατά το σχεδιασμό του

έργου και των επιμέρους παραμέτρων του. Στο συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα παρουσιάζεται το κόστος του έργου σε συνάρτηση με τον χρόνο, έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση ανάμεσα στο πραγματικό κόστος και σε αυτό που είχε εξ αρχής προβλεφθεί από τον προϋπολογισμό του έργου. Εκτός αυτού, διευκολύνεται η άμεση και έγκαιρη αποκάλυψη των ενδεχόμενων αποκλίσεων που σχετίζονται με το κόστος του έργου. Με αυτόν τον τρόπο, οι υπεύθυνοι της υλοποίησής του έχουν την ευκαιρία να προχωρήσουν στην ανάληψη διορθωτικών ενεργειών και κινήσεων, έτσι ώστε να αντιμετωπίσουν τις αναντιστοιχίες και τα προβλήματα που προκύπτουν (Μητάκος, 2015).

Η διαχείριση του κόστους ενός έργου περιλαμβάνει συγκεκριμένες διεργασίες, οι οποίες από κοινού διασφαλίζουν την ομαλή εξέλιξη του έργου και την περάτωσή του εντός του προκαθορισμένου και εγκεκριμένου προϋπολογισμού. Οι διεργασίες αυτές είναι οι ακόλουθες (Shtub et al., 2005):

- Ο σχεδιασμός για την αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων, υλικών ή ανθρώπινων. Στο πεδίο αυτό περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός που αφορά τα υλικά, το ανθρώπινο δυναμικό και τον εξοπλισμό που απαιτείται, ο καθορισμός της ποσότητας του καθενός που απαιτείται για την ομαλή πορεία του έργου και την τελική υλοποίηση των απαραίτητων δραστηριοτήτων.
- Η εκτίμηση του κόστους, όπου περιλαμβάνεται ο κατά προσέγγιση υπολογισμός του συνολικού κόστους των απαιτούμενων πόρων, οι οποίοι θα αξιοποιηθούν για την περάτωση του συνόλου των εργασιών που περιλαμβάνονται στο συγκεκριμένο έργο.
- Η κατάρτιση του προϋπολογισμού, όπου παρουσιάζεται, εκτός των άλλων, και η κατανομή του κόστους σε επιμέρους δραστηριότητες.
- Ο έλεγχος του κόστους, όπου συμπεριλαμβάνεται ο έλεγχος των ενδεχόμενων αποκλίσεων των πραγματικών δαπανών σε σχέση με αυτές που περιγράφονται στον προϋπολογισμό.
- Ο υπολογισμός του κόστους μπορεί να γίνει πριν από την έναρξη του έργου, καθώς αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την έγκρισή του και για τη διαδικασία του καθορισμού των απαιτούμενων δραστηριοτήτων. Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να γίνει με την αξιοποίηση συγκεκριμένων τεχνικών που περιλαμβάνουν, την ανάλογη εκτίμηση, δηλαδή από πάνω προς τα κάτω, την παραμετρική μοντελοποίηση, όπου αξιοποιούνται μαθηματικά μοντέλα για την πρόβλεψη του κόστους, και την εκτίμηση από κάτω προς τα πάνω, όπου πρώτα υπολογίζονται τα μικρά κόστη των επιμέρους δραστηριοτήτων και έπειτα γίνεται το άθροισμα ώστε να προκύψει το τελικό κόστος. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να εφαρμοστούν με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού, το οποίο απλοποιεί τις διαδικασίες και αξιοποιεί τις προαναφερθείσες τεχνικές (Μητάκος, 2015).

Κλείνοντας, ο προϋπολογισμός του κόστους περιλαμβάνει εισόδους και εξόδους, όπως παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 1. Είσοδοι και έξοδοι του προϋπολογισμού

Είσοδοι	***Έξοδοι***
Εκτιμήσεις του κόστους του έργου και των επιμέρους ενεργειών Δομή WBS, όπου παρουσιάζονται τα επιμέρους στοιχεία του έργου που έχουν συγκεκριμένο κόστος Χρονοπρογραμματισμός του έργου, όπου περιλαμβάνεται η ημερομηνία έναρξης και περάτωσης, όπως έχουν προβλεφθεί από τον αρχικό σχεδιασμό, έτσι ώστε να γίνει η κατανομή του κόστους	Εκτιμήσεις και προβλέψεις του κόστους σε σχέση με την εξέλιξη του έργου Αναθεώρηση του προϋπολογισμού με βάση τις ενδεχόμενες αλλαγές στον αρχικό σχεδιασμό Σχεδιασμός για ενδεχόμενες διορθωτικές ενέργειες

Συνοψίζοντας, η διαχείριση τεχνικών έργων έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας. Με τη συνεχή έρευνα και εξέλιξη, οι υφιστάμενες μέθοδοι διαρκώς βελτιώνονται, με τη βοήθεια και της σύγχρονης τεχνολογίας που παρέχει όλο και πιο σύγχρονα και αποδοτικά εργαλεία.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί, η παρουσίαση των μεθόδων διαχείρισης έργου εξειδικεύεται και εστιάζει στην περίπτωση της Μεθόδου Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method - EVM).

3. Διαχείριση έργου με την μέθοδο της παραγόμενης (ή δεδουλευμένης) αξίας (Earned Value Method – EVM)

Μεταξύ των μεθόδων και των τεχνικών που αξιοποιούνται στη διαχείριση έργων, ιδιαίτερη μνεία αξίζει να γίνει στη μέθοδο Διαχείρισης Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method – EVM), η οποία είναι μία από τις πλέον γνωστές μεθόδους που αξιοποιούνται στον προγραμματισμό και την παρακολούθηση των έργων. Παράλληλα, αποτελεί και τη μέθοδο που θα αξιοποιηθεί για το σχολιασμό της μελέτης περίπτωσης που ακολουθεί στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας.

3.1. Παρουσίαση της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)

Η EVM αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των έργων, ενώ περιλαμβάνει παραμέτρους που αφορούν τα τεχνικά στοιχεία και δεδομένα, το κόστος και τον χρονικό προγραμματισμό του έργου (PMI, 2005). Αναδύθηκε στη διάρκεια της δεκαετίας του 1960 και έκανε την πρώτη εμφάνισή της από το Υπουργείο Άμυνας των Η.Π.Α. (Kwak & Anbari, 2011). Η ανάπτυξή της βασίστηκε στην μέθοδο PERT – COST, η οποία χρησιμοποιείτο έως εκείνη τη στιγμή, αλλά δέχτηκε κριτική καθώς δεν ήταν εύκολο να προσαρμοστεί στις εξειδικευμένες ανάγκες των έργων. Γι' αυτό το λόγο, θεωρήθηκε σημαντικό να αναπτυχθεί μία νέα μέθοδος, η οποία θα ευνοούσε την προσαρμογή σε διαφορετικές συνθήκες.

Αναπτύχθηκε, λοιπόν, η μέθοδος των 35 κριτηρίων (Cost/ Schedule Control Systems Criteria (C/SCSC). Η μέθοδος αυτή, που θεωρείται ότι σηματοδότησε την απαρχή της EVM, στην εποχή της θεωρείτο ότι αποτελούσε ένα οικονομικό εργαλείο ελέγχου και όχι μια μέθοδος που μπορεί να καλύψει πλήρως τις ανάγκες της διοίκησης έργου. Εντούτοις, κατά τη δεκαετία του 1990 η μέθοδος εξελίχθηκε και επαναπροσδιορίστηκε, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της διοίκησης έργου. Ως απόρροια αυτής της διαδικασίας, δημιουργήθηκε το πρότυπο EVM, ANSI/EIA 748-98 Earned Value Management Systems.

Έκτοτε, η Μέθοδος Της Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method – EVM) χρησιμοποιείται κατά κόρον από τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο των κατασκευών, καθώς έχει επισημανθεί η συμβολή της στη συνολική βελτίωση της προόδου των τεχνικών έργων, αλλά και τη διευκόλυνση της διαχείρισής ενός έργου, την πρόληψη των αποκλίσεων από τον προγραμματισμό και γενικώς τον έλεγχο κάθε παραμέτρου που είναι απαραίτητο να γνωρίζουν οι υπεύθυνοι για τη διαχείρισή του. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για την προσέγγιση συγκεκριμένων ερωτημάτων, που περιλαμβάνουν τα εξής:

- Σε ποιο σημείο βρίσκεται το έργο σε σχέση με ό,τι ορίστηκε στον αρχικό χρονικό προγραμματισμό;

- Σε ποιο βαθμό ο χρόνος αξιοποιείται με αποδοτικό τρόπο σε σχέση με τις διάφορες επιμέρους εργασίες του έργου;
- Πότε θεωρείται ότι είναι πιθανό να ολοκληρωθεί το συγκεκριμένο έργο;
- Σε ποιο σημείο βρίσκεται το έργο σε σχέση με τα όσα ορίζονται στον προϋπολογισμό του;
- Σε ποιο βαθμό οι διαθέσιμοι πόροι χρησιμοποιούνται αποδοτικά;
- Ποιο είναι το πιθανό κόστος των εργασιών που έχουν απομείνει για την περάτωση του έργου;
- Πόσο είναι το πιθανό κόστος ολόκληρου του έργου;
- Σε ποιο σημείο πάνω ή κάτω από τον προϋπολογισμό του έργου υπολογίζεται ότι θα βρεθεί το κόστος της ολοκλήρωσής του; (PMI, 2005)

Επιπλέον, με τη χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου είναι δυνατό να διαπιστωθεί:

- Ποια είναι η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στο προγραμματισμένο και το πραγματικό κόστος.
- Ποια είναι η τρέχουσα κατάσταση του τεχνικού έργου.
- Η υλοποίηση του έργου βρίσκεται σε καλύτερο ή χειρότερο σημείο σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα.
- Με βάση την έως τη δεδομένη στιγμή απόδοση του έργου, πόσος χρόνος εκτιμάται ότι χρειάζεται ακόμη για την ολοκλήρωσή του.
- Με βάση την έως τη δεδομένη στιγμή απόδοση του έργου, ποιο είναι το κόστος που απαιτείται για την ολοκλήρωσή του (Vanhoucke, 2014).

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία στη διάρκεια των τελευταίων ετών έχει κερδίσει σημαντικό έδαφος, εξαιτίας της απλότητάς της στην εφαρμογή, αλλά και της αποτελεσματικότητας που τη διακρίνει (Czarnigowska et al., 2011). Με τη μέθοδο αυτή είναι δυνατό ο υπεύθυνος έχοντας στη διάθεσή του λίγα μόνο στοιχεία, που συμπεριλαμβάνουν την προγραμματισμένη αξία, την παραγόμενη αξία και το πραγματικό κόστος, να αποκτήσει μία ολοκληρωμένη εικόνα για το έργο πριν ακόμη πραγματοποιήσει τον έλεγχο σε αυτό και με τον τρόπο αυτό να είναι σε θέση να προλάβει απρόσμενα συμβάντα και καταστάσεις που ενδέχεται να επηρεάσουν την ομαλή πορεία του.

3.2. Βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)

Η μέθοδος της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM) βασίζεται σε έναν αρχικό προγραμματισμό, όπου καθορίζονται επακριβώς οι πόροι που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, τα καθήκοντα του ανθρώπινου δυναμικού, καθώς και τα άτομα που θα καλύψουν τις υπάρχουσες θέσεις εργασίας. Η μέθοδος μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη σε επίπεδο προγραμματισμού, αλλά και ελέγχου της πορείας ενός τεχνικού έργου, ενώ συμβάλλει στην κατανόηση του ρόλου της προόδου διαφορετικών καθηκόντων για τη συνολική πρόοδο του εκάστοτε έργου. Για να είναι αυτό εφικτό, η μέθοδος χρησιμοποιεί μία συγκεκριμένη και ενιαία μονάδα μέτρησης που υπολογίζεται, ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες, είτε σε χρηματικές μονάδες είτε σε εργατοώρες. Η

επιλογή της μεθόδου κατά κύριο λόγο γίνεται καθώς δίνει στους υπευθύνους τη δυνατότητα να προχωρούν στον τακτικό έλεγχο της πορείας του έργου και να προχωρούν στις απαραίτητες διορθωτικές κινήσεις, εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο, έτσι ώστε να μην οδηγηθεί η πορεία του έργου εκτός προγραμματισμού (PMI, 2005).

Η μέθοδος της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM) χρησιμοποιείται για τις ακόλουθες δραστηριότητες (Kim et al, 2003):

- Την εκτίμηση του χρόνου που απαιτείται για την περάτωση του έργου και του συνολικού κόστους του.
- Την καταγραφή των επιπτώσεων των προβλημάτων που ενδέχεται να προκύψουν σε χρόνο και σε κόστος.
- Την απεικόνιση της οικονομικής κατάστασης στην οποία βρίσκεται ανά πάσα στιγμή το έργο.
- Τον εντοπισμό των προβλημάτων που ενδέχεται να παρουσιαστούν.
- Την απεικόνιση της κατάστασης του έργου σε ό,τι αφορά τον χρονικό παράγοντα.
- Την έγκαιρη ενημέρωση των έργων.
- Τον προσδιορισμό των προβλημάτων που δεν έχουν εντοπιστεί σε προηγούμενη φάση του έργου.

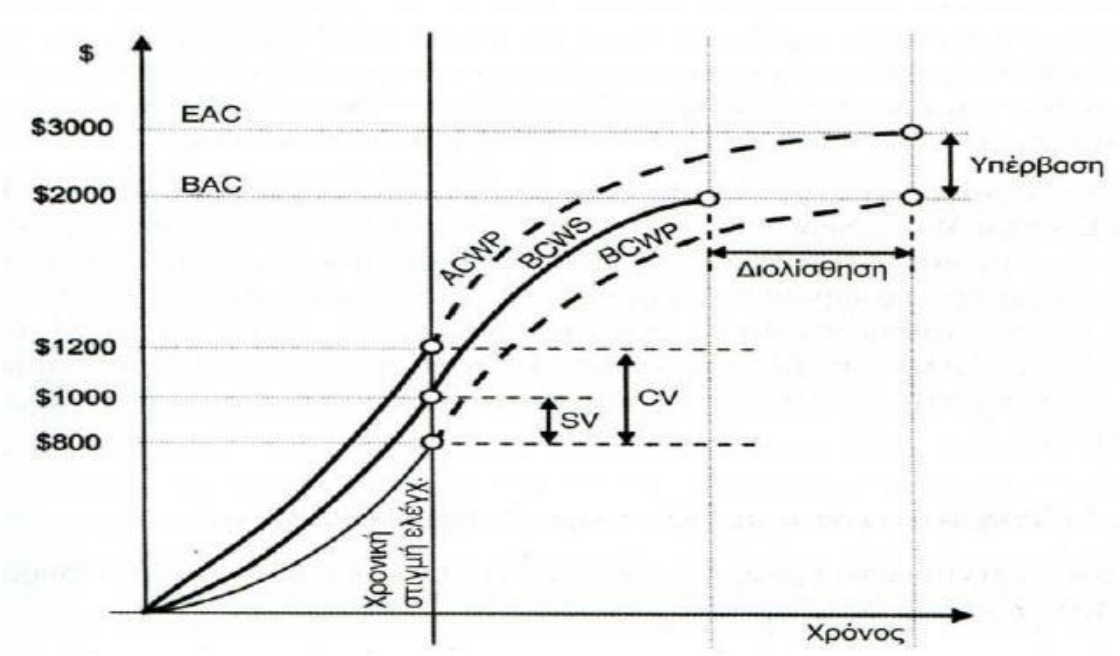
Η συγκεκριμένη μεθοδολογία είναι βασισμένη σε τρεις παραμέτρους που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τη διαχείριση των έργων. Πρόκειται για την προγραμματισμένη αξία (PV), την παραγόμενη αξία (EV) και το πραγματικό κόστος(AC) (PMI, 2005).

Αναλυτικά, οι τρεις παράμετροι έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (PMI, 2005):

1. Η Προγραμματισμένη Αξία (Budgeted Cost of Work Scheduled – BCWS) ως όρος αναφέρεται στην αξία του έργου, όπως αντικατοπτρίζεται στον προγραμματισμό. Διαφορετικά, η τιμή αυτή συναντάται και ως Planned Value (PV) και πρόκειται για μία αριθμητική τιμή που αναφέρεται στην εργασία που προϋπολογίζεται και προγραμματίζεται. Με βάση την Προγραμματισμένη Αξία γίνεται η μέτρηση της πραγματικής προόδου του έργου. Η Προγραμματισμένη Αξία στη διάρκεια του έργου δεν μεταβάλλεται, αλλά παραμένει σταθερή. Σε αυτόν τον κανόνα υπάρχουν και εξαιρέσεις, μόνο για ακραίες περιπτώσεις κατά τις οποίες πραγματοποιείται ριζική αλλαγή στο αντικείμενο ή στην έκταση του έργου. Στο τέλος του έργου, η Προγραμματισμένη Αξία συνίσταται στον προϋπολογισμό του έργου κατά το σημείο της περάτωσης (Budget At Completion – BAC).
2. Η Παραγόμενη Αξία (Budgeted Cost of Work Performed – BCWP) συνιστά τιμή που αφορά στην βάσει του προγραμματισμού αξία της πραγματοποιηθείσα εργασίας μέχρι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή κατά την οποία γίνεται ο έλεγχος. Είναι γνωστή και με τον όρο Earned Value (EV). Στην πραγματικότητα αποτελεί μία στιγμιαία αποτύπωση, ένα στιγμιότυπο της προόδου των εργασιών σε μία δεδομένη χρονική στιγμή, το οποίο αντικατοπτρίζει το μέγεθος της εργασίας που έχει ολοκληρωθεί έως το δεδομένο χρονικό σημείο.
3. Το Πραγματικό Κόστος (Actual Cost of Work Performed – ACWP), δηλαδή η πραγματική αξία του συνόλου των εργασιών που έχουν ολοκληρωθεί έως το

δεδομένο χρονικό σημείο που γίνεται ο έλεγχος. Μπορεί να απαντηθεί και με τον όρο Actual Cost (AC). Η τιμή της αντικατοπτρίζει το σύνολο των πόρων που έχουν χρησιμοποιεί έως τη δεδομένη στιγμή για την ολοκλήρωση των εργασιών.

Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζονται οι καμπύλες της Προγραμματισμένης Αξίας, της Παραγόμενης Αξίας και του Πραγματικού Κόστους.



Διάγραμμα 5. Προγραμματισμένη αξία, παραγόμενη αξία και πραγματικό κόστος (PMI, 2005)

Τα συγκεκριμένα στοιχεία είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τους υπευθύνους της παρακολούθησης των έργων, καθώς συμβάλλουν στη διαμόρφωση της εικόνας του έργου και την αξιολόγηση της εξέλιξής του.

3.3. Τρόπος λειτουργίας της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)

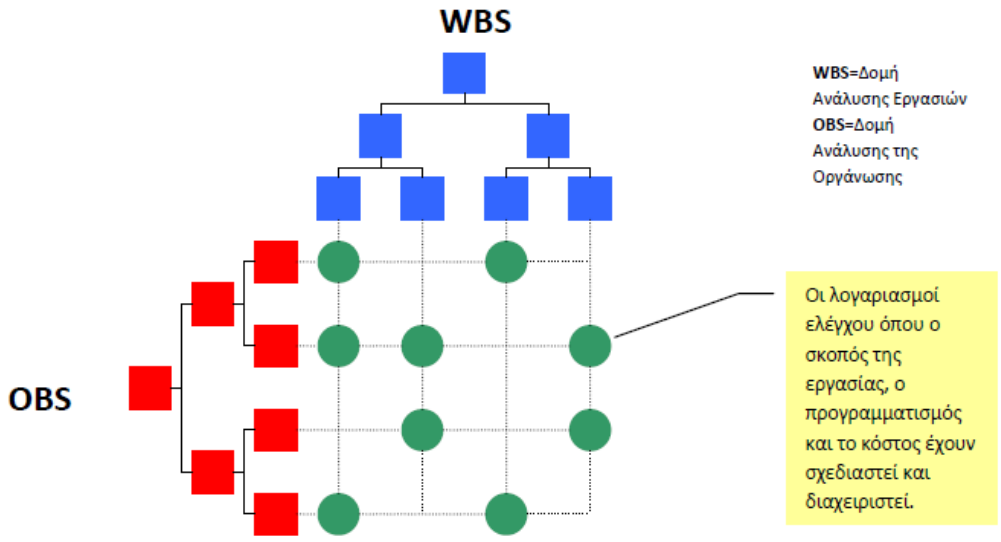
Όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM), αρχικά είναι απαραίτητο να διαμορφωθεί η Βάση Αναφοράς

Μέτρησης της Απόδοσης (PMB – Performance Measurement Baseline). Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει το αρχικό χρονοδιάγραμμα που έχει δημιουργηθεί για το έργο, το κόστος που έχει προϋπολογιστεί για το σύνολο των επιμέρους δραστηριοτήτων, αλλά και τη Δομή Ανάλυσης Εργασιών (WBS). Η Βάση Αναφοράς Μέτρησης της Απόδοσης (PMB – Performance Measurement Baseline) είναι απαραίτητο να διατηρείται ακέραιη στην εξέλιξη του έργου, καθώς επίσης και να γίνονται σε αυτή οι απαραίτητες προσαρμογές, ανάλογα με τα νέα δεδομένα που κατά καιρούς παρουσιάζονται (Παντουβάκης, 2003).

Όσον αφορά τη Δομή Ανάλυσης Εργασιών (Work Breakdown Structure, WBS), είναι απαραίτητο πριν την έναρξη του έργου να έχει καθοριστεί επακριβώς το ποιες είναι οι δραστηριότητες που πρέπει να πραγματοποιηθούν, καθώς και τη σύνθεση του ανθρώπινου δυναμικού που μπορεί να τις φέρει εις πέρας (Παντουβάκης, 2003).

Η Δομή Ανάλυσης Οργάνωσης (OBS) είναι συνδεδεμένη με τις σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στους ανθρώπους που εργάζονται για το εκάστοτε έργο καθώς και την μεταξύ τους ιεραρχία. Διαβάζοντας το OBS είναι δυνατό να διαπιστωθεί ποιος εργάζεται για την καθεμία δραστηριότητα, αλλά και οι σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στους εμπλεκομένους (Παντουβάκης, 2003).

Στο σχήμα που ακολουθεί γίνεται η παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο με το συγκεκριμένο σύστημα διαμορφώνεται η σχέση ανάμεσα στη Δομή Ανάλυσης Εργασιών (WBS) και τη Δομή Ανάλυσης Οργάνωσης (OBS) (PMI, 2005).



Διάγραμμα 6. Σχέση ανάμεσα στη Δομή Ανάλυσης Εργασιών και τη Δομή Ανάλυσης Οργάνωσης (PMI, 2005)

3.4. Βήματα εφαρμογής και χρήσης της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)

Σύμφωνα με τον Wilkens (1999), υπάρχουν πέντε βήματα για την εφαρμογή της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM) και τέσσερα για τη χρήση της, όπως παρουσιάζονται στη συνέχεια:

1. Εγκατάσταση της Δομής Ανάλυσης Εργασιών (Work Breakdown Structure, WBS).
2. Προσδιορισμός των δραστηριοτήτων που πρέπει να γίνουν και που αντιστοιχούν στα στοιχεία της Δομής Ανάλυσης Εργασιών (Work Breakdown Structure, WBS) και τέλος, καταγραφή του προγραμματισμού των δραστηριοτήτων σε ένα διάγραμμα CPM (Critical Path Method) Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής.
3. Κατανομή του συνόλου των δαπανών είτε σε εργατοώρες είτε σε χρηματικές μονάδες, έτσι ώστε να παρουσιαστεί το σύνολο των δαπανών αυτών για το πρόγραμμα.
4. Προγραμματισμός των δραστηριοτήτων και κατάρτιση του χρονοδιαγράμματος με εξάπλωση σε όλη τη διάρκεια του έργου. Στη μέθοδο αυτή είναι σημαντικό να μετράται η πρόοδος όλων των εργασιών, ενώ η πιο ακριβής από τις μετρήσεις είναι αυτή που αφορά τη φυσική πρόοδο στα καθήκοντα στη βάση απτών αποτελεσμάτων, καθώς είναι πιο αντικειμενική.
5. Σύνοψη, σχεδιασμός και ανάλυση των διαθέσιμων πληροφοριών, έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι έχει γίνει ορθός σχεδιασμός στη διαχείριση των πόρων, αλλά και να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα εάν παραστεί ανάγκη.

Με την ολοκλήρωση των πέντε βημάτων, η ομάδα έργου μπορεί να ελέγχει περιοδικά την πρόοδο και την απόδοση των εργασιών. Η συγκεκριμένη διαδικασία περιλαμβάνει τέσσερα βήματα που είναι τα εξής:

1. Η ενημέρωση του χρονοδιαγράμματος, έτσι ώστε να αντικατοπτρίζει την πρόοδο των επιμέρους δραστηριοτήτων. Για τις ημιτελείς δραστηριότητες είναι σημαντικό να φαίνεται το ποσοστό ολοκλήρωσης στη βάση των ορόσημων που έχουν προκαθοριστεί.
2. Η εισαγωγή του Πραγματικού Κόστους στο χρονοδιάγραμμα, με τον προσδιορισμό της κατανομής των δαπανών.
3. Η διαδικασία υπολογισμού της Παραγόμενης Αξίας, η εκτύπωση των αναφορών και ο σχεδιασμός των διαγραμμάτων που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζεται η διακύμανση του κόστους και του χρόνου, καθορίζονται οι δείκτες απόδοσης, οι εκτιμήσεις για την ολοκλήρωση, καθώς και τα ποσοστά της ολοκλήρωσης των ανώτερων στοιχείων που παρουσιάζονται στη Δομή Ανάλυσης Εργασιών (WBS).
4. Η ανάλυση των πληροφοριών που λαμβάνονται και ακολούθως, η αναφορά των αποτελεσμάτων της. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται ο εντοπισμός των πιθανών προβλημάτων και ο καθορισμός των ενεργειών που απαιτούνται ώστε αυτά να επιλυθούν ή να διορθωθούν οι συνέπειές τους.

Μία καλή πρακτική που προτείνεται για την περίπτωση των κατασκευαστικών έργων, είναι η διάσπαση του έργου σε πακέτα εργασίας (work packages), σε καθένα από τα οποία εφαρμόζεται η EVM (Work Packages Method). Τα αποτελέσματα υποβάλλονται

σε λογική χρονική ανάλυση και στη συνέχεια, συνεκτιμώνται με βάση τις μεταξύ τους σχέσεις (Howes, 2000).

3.4.1. Παραγόμενα μεγέθη

Τα μεγέθη που προκύπτουν από την εφαρμογή της μεθόδου μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες (PMI, 2005).

α) Τις αποκλίσεις που παρατηρούνται στο έργο σε σχέση με το χρόνο και το κόστος του.

β) Τους δείκτες αποτελεσματικότητας.

γ) Τις εκτιμήσεις για τη μελλοντική του πορεία.

Οι τιμές του κάθε μεγέθους είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στα στελέχη της διοίκησης, αφού τους επιτρέπουν να προχωρήσουν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων αναφορικά με την παρούσα, αλλά και τη μελλοντική κατάσταση του έργου σε σχέση με το κόστος και το χρόνο.

Ειδικότερα, στις τρεις κατηγορίες συμπεριλαμβάνονται τα εξής:

- Αποκλίσεις ανάμεσα στον προγραμματισμό και την υλοποίηση του έργου.
- Απόκλιση του χρονοδιαγράμματος έργου (Schedule Variance, SV), που αποτυπώνει τη χρονική απόκλιση ανάμεσα στην προγραμματισμένη πρόοδο και την πραγματική πρόοδο του έργου. Η μέτρηση γίνεται σε μονάδες κόστους και όχι σε μονάδες χρόνου. Ορίζεται ως η διαφορά ανάμεσα στην παραγόμενη αξία (EV) και την προγραμματισμένη αξία (PV). Για τον υπολογισμό της χρησιμοποιείται ο τύπος SV = EV – PV. Με αυτόν τον τρόπο, υπολογίζεται η χρονική απόδοση του έργου στη βάση μονάδων κόστους και όχι χρόνου για να διαπιστωθεί εάν το έργο βρίσκεται μπροστά ή πίσω σε σχέση με το ήδη διαμορφωμένο χρονοδιάγραμμα στη συγκεκριμένη στιγμή που μελετάται. Κατά τη στιγμή της ολοκλήρωσης του έργου, η SV έχει την τιμή 0.
- Απόκλιση κόστους έργου (Cost Variance, CV), που παρουσιάζει το βαθμό στον οποίο το κόστος του είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο σε σχέση με το ό,τι έχει προβλεφθεί. Η απόκλιση του κόστους αποτελεί τη διαφορά ανάμεσα στην Παραγόμενη Αξία (EV) και το Πραγματικό Κόστος του έργου (AC). Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της είναι CV = EV – AC. Η απόδοση του κόστους του έργου αναφέρεται στο αν η υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου έχει μικρότερο ή μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με αυτό που έχει προϋπολογιστεί για τη δεδομένη χρονική στιγμή. Κατά την ολοκλήρωση του έργου, η CV ισούται με τη διαφορά ανάμεσα στο προϋπολογισθέν κόστος στην ολοκλήρωση του έργου (Budget and Completion – BAC) και το πραγματικό κόστος της υλοποίησης (Anbari, 2003).
- Δείκτες αποτελεσματικότητας του έργου
- Δείκτης απόδοσης χρονοδιαγράμματος έργου (Schedule Performance Index, SPI), που καταδεικνύει το βαθμό στον οποίο ο διαθέσιμος χρόνος του έργου χρησιμοποιείται αποτελεσματικά έως τη στιγμή του ελέγχου. Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συγκεκριμένου δείκτη υπολογίζει το πηλίκο της Παραγόμενης Αξίας (EV) προς την Προγραμματισμένη Αξία (PV). Η τιμή υπολογίζεται στη βάση του ακόλουθου

τύπου: SPI = EV / PV. Όταν η τιμή του δείκτη SPI είναι μικρότερη του 1.0, τότε εννοείται ότι κατά τη δεδομένη στιγμή έχει ολοκληρωθεί μικρότερος όγκος εργασιών σε σχέση με τον αρχικό προγραμματισμό. Αντίθετα, όταν η τιμή του δείκτη SPI είναι μεγαλύτερη από 1.0, τότε εννοείται ότι έχει ολοκληρωθεί μεγαλύτερος όγκος εργασιών σε σχέση με τον προγραμματισμό (Anbari, 2003).

- Δείκτης απόδοσης κόστους έργου (Cost Performance Index, CPI), που αποτυπώνει τη σχέση ανάμεσα στην παραγόμενη αξία και την πραγματική αξία των εργασιών έως το χρονικό σημείο του ελέγχου. Μέσω αυτού του δείκτη εκφράζεται η αποτελεσματικότητα που παρουσιάζουν οι απασχολούμενοι πόροι. Ο δείκτης CPI υπολογίζει το πηλίκο της Παραγόμενης Αξίας (EV) προς το Πραγματικό Κόστος (AC). Ο υπολογισμός του δείκτη γίνεται με τη χρήση του τύπου CPI = EV / AC. Όταν η τιμή του CPI είναι μικρότερη του 1.0, τότε θεωρείται ότι σημειώνεται υπέρβαση του προϋπολογισθέντος κόστους για το σύνολο των εργασιών που έχουν ολοκληρωθεί. Αντίθετα, όταν η τιμή του CPI είναι μεγαλύτερη του 1.0, τότε η υλοποίηση του έργου θεωρείται ότι κινείται στα πλαίσια των αποδεκτών πλαισίων σε σχέση με τον αρχικό προϋπολογισμό. Ο δείκτης CPI αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό δείκτη για την EVM (Anbari, 2003).
- Δείκτης απόδοσης του εναπομείναντος έργου (Το Complete Performance Index, TCPI), που παρουσιάζει το βαθμό της αποτελεσματικότητας που θα πρέπει να επιτευχθεί από τους πόρους του έργου ξεκινώντας από το σημείο του ελέγχου και φτάνοντας έως και την ολοκλήρωσή του με στόχο την ολοκλήρωση ενός του αρχικού προϋπολογισμού.
- Εκτιμήσεις κόστους έργου
- Εκτίμηση πραγματικού κόστους ολοκλήρωσης έργου (Estimation At Completion, EAC), που προβλέπει το κόστος που πρόκειται να έχει ένα έργο τη στιγμή της ολοκλήρωσής του.
- Εκτίμηση κόστους εναπομείναντος έργου μέχρι την ολοκλήρωση (Estimate To Complete, ETC), που αποτυπώνει το κόστος που προβλέπεται να έχουν όλες συνολικά οι εναπομείνασες εργασίες.

3.4.2. Μεγέθη και τύποι της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)

Όσον αφορά τα μεγέθη της συγκεκριμένης μεθόδου και τον τρόπο υπολογισμού τους, αυτά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

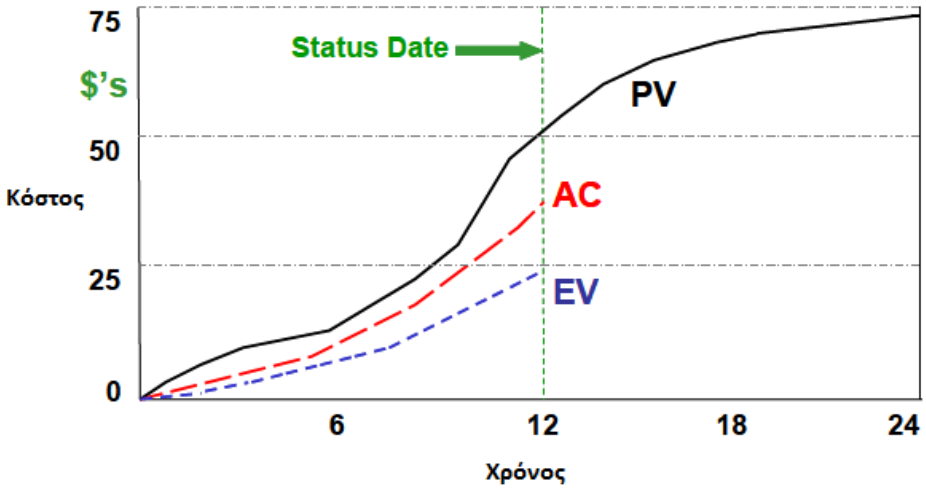
Πίνακας 2. Μεγέθη και τύποι της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)

Προϋπολογισμός κατά την ολοκλήρωση	BAC

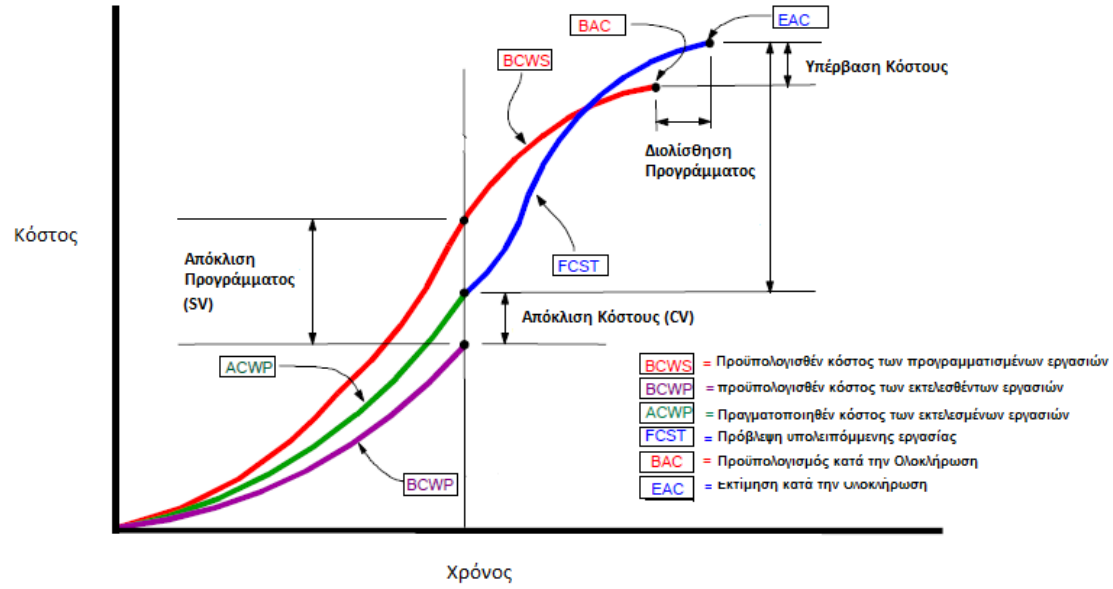
Προϋπολογισθείσα Αξία	PV
Ποσοστό ολοκλήρωσης	PV%
Δεδουλευμένη αξία	EV = PC * BAC
Πραγματική αξία	AC
Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση	EAC = (AC / EV) * BAC
Απόκλιση χρονοδιαγράμματος	SV = EV – PV
Απόκλιση κόστους	CV = EV - AC

3.4.3. Παρακολούθηση της προόδου του τεχνικού έργου

Για την παρακολούθηση της προόδου του τεχνικού έργου, στη διάρκεια της υλοποίησής του, χρησιμοποιούνται γραφήματα και πίνακες. Ένα από τα γραφήματα που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στη συγκεκριμένη περίπτωση αποτυπώνει τις καμπύλες PV, EV και AC. Πρόκειται για ένα διάγραμμα χρόνου – κόστους (PMBOOK Guide, 2013). Τέτοιου είδους γραφήματα είναι και τα ακόλουθα:



Διάγραμμα 7. Τυπική καμπύλη PV, EV, και AC (Lukas, 2008)



Διάγραμμα 8. Τυπική καμπύλη PV, EV και AC με τα βασικά μεγέθη της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Wilkens, 1999)

3.4.4. Εκτιμήσεις και προβλέψεις

Μία ιδιαίτερα σημαντική παράμετρο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο έργων που βρίσκονται σε εξέλιξη αποτελεί η εκτίμηση και η πρόβλεψη του πραγματικού κόστους ολοκλήρωσης του έργου (Estimate at Completion – EAC). Η συγκεκριμένη παράμετρος καταδεικνύει την κατεύθυνση που ακολουθεί το κόστος του έργου και μπορεί να λειτουργήσει ως μια προειδοποίηση για την περίπτωση που υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις και προβλήματα, έτσι ώστε να αναληφθούν, εάν χρειάζεται, τα κατάλληλα μέτρα για τη διόρθωση των προβλημάτων και την πρόβλεψη των επιπλέον αποκλίσεων. Επιπλέον, μπορεί να συμβάλλει στη διαδικασία αξιοποίησης των ευκαιριών που παρουσιάζονται.

Η εκτίμηση του EAC γίνεται στη βάση του πραγματικού κόστους που αναφέρεται στην περίοδο έως και την περίοδο αναφοράς του ελέγχου, καθώς και στην εκτίμηση του κόστους του έργου που απομένει να ολοκληρωθεί (Estimate to Complete – ETC).

Οι μέθοδοι που κατά κανόνα χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του EAC είναι οι εξής:

- EAC = AC + BAC - EV

  EAC = Πραγματικό Κόστος (AC) + Προϋπολογισμός κατά την Ολοκλήρωση (BAC) – Παραγόμενη Αξία (EV). Η συγκεκριμένη μέθοδος λαμβάνει ως δεδομένη την πραγματική απόδοση του έργου έως και την περίοδο που εξετάζεται και συμβάλλει στον υπολογισμό του κόστους με το οποίο θα ολοκληρωθούν οι υπόλοιπες εργασίες (ETC).

- EAC = BAC / CIP

  EAC = Προϋπολογισμός κατά την Ολοκλήρωση (BAC) / Δείκτης Απόδοσης Κόστους (CPI). Με τη μέθοδο αυτή λαμβάνεται ως δεδομένο ότι η απόδοση κατά τη δεδομένη στιγμή είναι και αυτή που αναμένεται στο τέλος του έργου.

- EAC = AC + [(BAC – EV) / (CPI x SPI)].

  Με τη συγκεκριμένη μέθοδο, υπολογίζεται ότι οι εργασίες που υπολείπονται για την ολοκλήρωση του έργου πρόκειται να υλοποιηθούν με βάση τον δείκτη απόδοσης που περιλαμβάνει τον Δείκτη Απόδοσης Κόστους και τον Δείκτη Απόδοσης Προγράμματος.

Οι παραπάνω μέθοδοι επιλέγονται από την ομάδα που έχει αναλάβει τη διαχείριση του έργου και προειδοποιούν για την πρόβλεψη του εκτιμώμενου κόστους κατά την ολοκλήρωση (EAC), στην περίπτωση που αυτό δεν βρίσκεται στα πλαίσια των αποδεκτών ορίων ανοχής (PMBOOK Guide, 2013).

Η μέθοδος EVM έχει χρησιμοποιηθεί κατά κόρον για διάφορες παραμέτρους, όχι όμως και για την πρόβλεψη του πόσο πρόκειται να διαρκέσει το υπό παρακολούθηση έργο ή η κάθε δραστηριότητα αυτού. Οι τύποι που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη του EAC(t) είναι οι εξής (Vanhoucke, 2014, Anbari, 2003):

- EAC = PD / (EV – PV) x PD / BAC

  EAC = Προγραμματισμένη Διάρκεια (PD) – ((Παραγόμενη Αξία (EV) – Προγραμματισμένη Αξία (PV)) x Προγραμματισμένη Διάρκεια (PD)) / [Προϋπολογισμός κατά την Ολοκλήρωση (BAC)].

- EAC – PD / SPI

  EAC = Προγραμματισμένη Διάρκεια (PD) / Δείκτης Απόδοσης Χρονοδιαγράμματος (SPI).

- EAC = PD / (CPI x SPI)

3.4.5. Δείκτης του εναπομείναντος έργου (To-Complete Performance Index, TCPI)

Πρόκειται για την προβολή της απόδοσης του κόστους που υπολογίζεται ότι πρέπει να επιτευχθεί για το σύνολο των εργασιών που υπολείπονται, έτσι ώστε να είναι δυνατή η επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου, όπως είναι το κόστος που έχει υπολογιστεί κατά την ολοκλήρωση (BAC) ή την εκτίμηση του συνολικού κόστους κατά την ολοκλήρωση (EAC).

Για τον υπολογισμό χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τύποι:

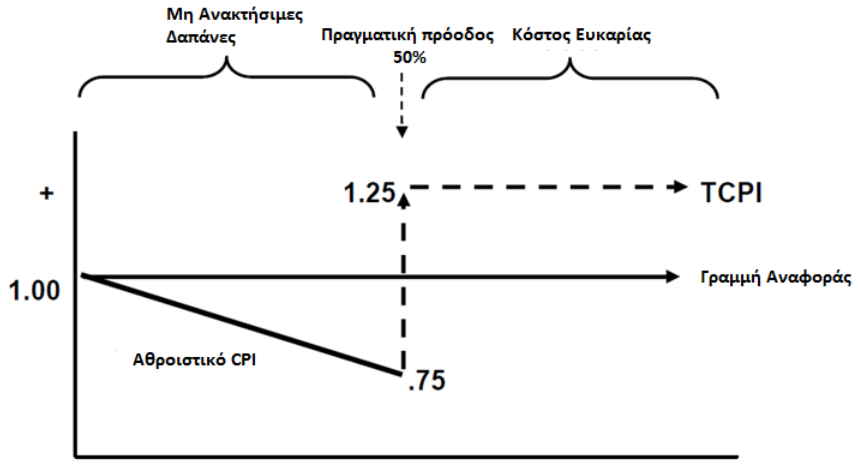
TCPI (BAC): [BAC – Earned Value (EV)] / [BAC – Actual Cost (AC)]

TCPI (EAC): [BAC – Earned Value (EV)] / [EAC – Actual Cost (AC)]

Κατ' αυτόν τον τρόπο, ο δείκτης TCPI αποτελεί το πηλίκο της εργασίας που υπολείπεται προς τα κεφάλαια που υπολείπονται. Στην περίπτωση που δεν είναι πια εφικτή η επίτευξη του BAC, τότε είναι απαραίτητος ο καθορισμός του EAC. Με την έγκριση του EAC, το EAC αναδεικνύεται σε στόχο του έργου.

Με βάση το CPI είναι δυνατό να παρουσιαστεί το σύνολο των επιτευγμάτων έως τη δεδομένη στιγμή σε σχέση με το αντίστοιχο κόστος. Το TCPI, από την άλλη πλευρά, παρουσιάζει την υπολειπόμενη εργασία (Flemming & Koppelman, 2009).

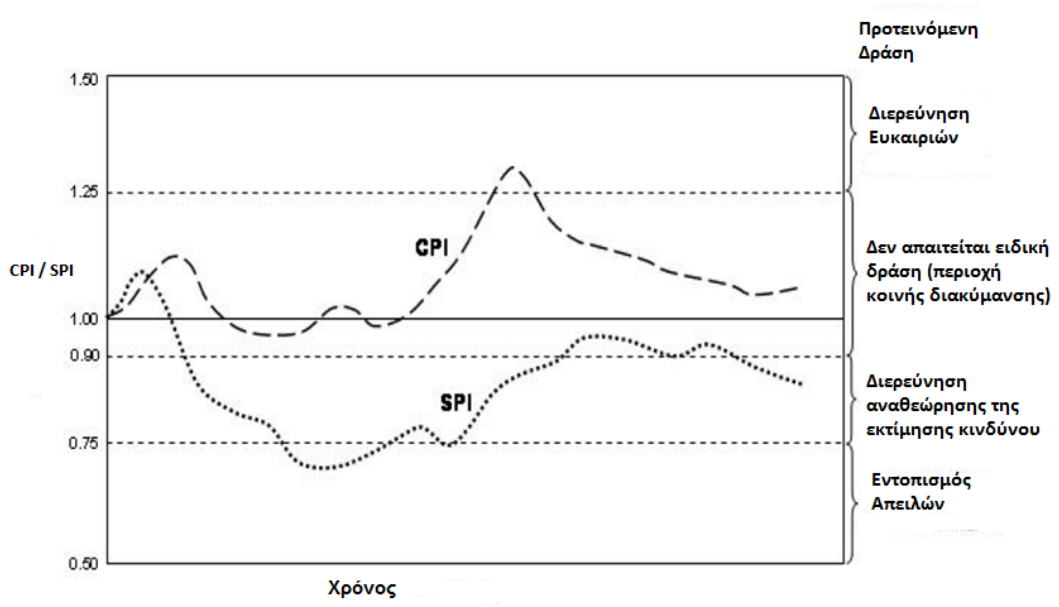
Το ακόλουθο σχήμα παρουσιάζει τον συσχετισμό ανάμεσα στους δύο δείκτες, τον CPI και τον TCPI.



Σχήμα 1. Συσχετισμός δεικτών CPI και TCPI (Flemming & Koppelman, 2009)

3.4.6. Διαχείριση κινδύνων με τους δείκτες της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)

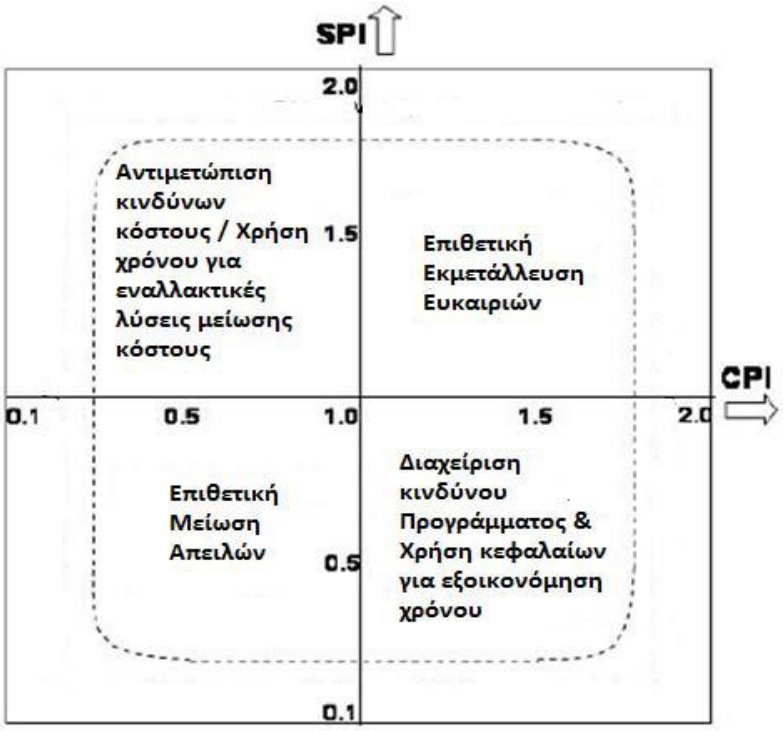
Ο τύπος του κινδύνου που μπορεί να προκύψει σε ένα τεχνικό έργο σε μια δεδομένη στιγμή αποτυπώνεται στο γράφημα που παρουσιάζει τους δείκτες CPI και SPI σε συνάρτηση με τον χρόνο.



Σχήμα 2. CPI και SPI σε συνάρτηση με τον χρόνο (Hilson, 2004)

Ανάλογα με την τιμή των δύο δεικτών, του CPI και του SPI, μπορεί να αναληφθούν οι ακόλουθες δράσεις ανά κατηγορία, όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα:

- CPI & SPI υψηλό (άνω δεξιό τεταρτημόριο), έτσι ώστε να δημιουργηθούν ευκαιρίες σε σχέση με το κόστος και το χρόνο του έργου.
- CPI & SPI χαμηλό (κάτω αριστερό τεταρτημόριο) με απαίτηση για επιθετικές ενέργειες για την αντιμετώπιση των απειλών.
- SPI υψηλό & CPI χαμηλό (πάνω αριστερό τεταρτημόριο), όπου υπάρχει εστίαση στον κίνδυνο του κόστους και η δυνατότητα για πρόσθετο χρόνο.
- CPI υψηλό & SPI χαμηλό (κάτω δεξιό τεταρτημόριο), με εστίαση στον κίνδυνο χρονικού προγραμματισμού και δυνατότητα για αύξηση του κόστους (Hilson, 2004).



Σχήμα 3. Προτεινόμενη δράση με βάση την τιμή του CPI, SPI (Hilson, 2004)

3.5. Πλεονεκτήματα και δυσκολίες

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία, όπως αναπτύχθηκε στο παρόν κεφάλαιο, μπορεί να έχει σημαντικά πλεονεκτήματα για τους υπευθύνους της διαχείρισης έργων. Ειδικότερα, όπως επισημαίνεται από τον Chen (2008), τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τα παρακάτω:

- Προσφέρει τη δυνατότητα αντικειμενικής μέτρησης της προόδου που σημειώνεται στο έργο.
- Διευκολύνει την κατανόηση των δεικτών και των υπόλοιπων δεδομένων της μεθόδου από το σύνολο των εμπλεκομένων στο έργο.
- Προειδοποιεί για ενδεχόμενες αποκλίσεις σε χρόνο και κόστος και δίνει στους υπευθύνους τη δυνατότητα να προχωρήσουν στις απαιτούμενες διορθωτικές κινήσεις.
- Δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης του τελικού κόστους του έργου.

Για να είναι δυνατό σε ένα έργο να αξιοποιηθούν τα πλεονεκτήματα της μεθόδου, θα πρέπει αν υπάρχει άρτιος σχεδιασμός και οργάνωση και να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε συγκεκριμένα ζητήματα που περιλαμβάνουν:

- Η αποτίμηση της προόδου του έργου δεν θα πρέπει να γίνεται μόνο έπειτα από τη μελέτη των αποτελεσμάτων της μεθόδου, αφού είναι δυνατό ένα έργο να φαίνεται με βάση τους δείκτες του ότι δεν έχει καθυστέρηση στο

πρόγραμμα, ωστόσο στην πραγματικότητα να υπάρχουν καθυστερήσεις σε επιμέρους τομείς, οι οποίες επηρεάζουν τη συνολική του πορεία.

- Ένα συχνό πρόβλημα που παρατηρείται αφορά στον λανθασμένο τρόπο αποτίμησης της πραγματικής προόδου των εργασιών, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αποτύπωση αποτελεσμάτων που αποκλίνουν από την πραγματικότητα.
- Η ύπαρξη λανθασμένων προσδοκιών από τη μέθοδο αποτελεί ένα πρόβλημα, καθώς συχνά θεωρείται ότι η εφαρμογή της θα αποτρέψει την αποτυχία, κάτι που δεν μπορεί πάντα να συμβεί στην πράξη.
- Η διοίκηση είναι σημαντικό να χαρακτηρίζεται από ευελιξία και να εξετάζει το ενδεχόμενο αναθεώρησης της βάσης αναφοράς του έργου, έτσι ώστε να οδηγηθούν στα βέλτιστα αποτελέσματα.
- Η μέθοδος μετρά την απόδοση του κόστους και του χρονοδιαγράμματος, αλλά δε μπορεί να επεκταθεί και στον έλεγχο της επίτευξης επιπέδων ποιότητας για το έργο (Jarnagan, 2009).

Σε κάθε περίπτωση, η EVM δίνει τη δυνατότητα στους υπευθύνους να πετύχουν την έγκαιρη και εντός προϋπολογισμού ολοκλήρωση των έργων που έχουν στην ευθύνη τους και να αποφύγουν την ύπαρξη ζημιών και ανεπιθύμητων καταστάσεων. Πρόκειται για μία μέθοδο που απαιτεί μεθοδικότητα και οργάνωση σε κάθε επιμέρους φάση της υλοποίησης του έργου έτσι ώστε να είναι εφικτή η άνευ προβλημάτων διαχείρισή τους (Kwak & Anbari, 2012).

Επιπλέον, ως μέθοδος χαρακτηρίζεται από απλότητα και ευκολία στη διαχείριση των δεδομένων, γεγονός που ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την αυξημένη προτίμηση των στελεχών της διαχείρισης έργων προς αυτή (Czarnigowska et al., 2011). Παρ' όλα αυτά, η εφαρμογή της μεθόδου προϋποθέτει τη συλλογή των δεδομένων που χρειάζονται, γεγονός που συχνά απαιτεί χρόνο και κόπο από μέρους των στελεχών. Επιπλέον, είναι απαραίτητο η συνολική διαδικασία να γίνεται υπό ορισμένες προϋποθέσεις που περιλαμβάνουν τα εξής (Jarnagan, 2009):

- Την ύπαρξη προσωπικού με εμπειρία που θα είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της θέσης που αναλαμβάνει. Μεταξύ των ατόμων που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθόδου, σημαντική θέση κατέχει ο μηχανικός, ο οποίος θα γνωρίζει την Μέθοδο της Δεδουλευμένης Αξίας (EVM) και θα αναλάβει τη θέση του project manager, ο μηχανικός κόστους (cost engineer), και ο ειδικός που θα καταρτίσει το χρονοδιάγραμμα (planner ή scheduler).
- Την κατάρτιση των διευθυντικών στελεχών ανώτερης τάξης σχετικά με την εφαρμογή της Μεθόδου της Δεδουλευμένης Αξίας (EVM), με σκοπό να αντιλαμβάνονται τη σπουδαιότητά της και να κατανοούν τα δεδομένα που λαμβάνουν.
- Είναι απαραίτητο να γίνονται τακτικά αναφορές προόδου σχετικά με το κόστος και την τήρηση του χρονοδιαγράμματος, που θα περιλαμβάνουν και προβλέψεις για τις επικείμενες περιόδους.
- Χρειάζεται να υπάρχει το κατάλληλο λογισμικό το οποίο να έχει τη δυνατότητα προσαρμογής όταν αλλάζουν τα δεδομένα και οι καταστάσεις και θα διευκολύνει τον χρήστη να παράγει αναλύσεις με βάση διαφορετικά σενάρια.

- Απαιτείται ένα χρηματοοικονομικό σύστημα πληροφόρησης, που θα είναι αξιόπιστο και ολοκληρωμένο, έτσι ώστε να παρέχει άμεσα και αξιόπιστα δεδομένα.
- Χρειάζεται η κατάρτιση ενός χρονοδιαγράμματος στη βάση της μεθόδου Κρίσιμης Διαδρομής (CPM), όπου θα αποτυπώνεται το σύνολο του έργου, αλλά και των επιμέρους δραστηριοτήτων του, την πραγματική τους διάρκεια και τις σχέσεις.
- Τέλος, απαραίτητη είναι η ύπαρξη καλά καθορισμένης δομής διαχείρισης, όπου θα δίνονται σαφώς καθορισμένες ευθύνες και αρμοδιότητες. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει αυτή η δομή, η EVM δεν μπορεί να αποφέρει τα μέγιστα αποτελέσματα και υποβαθμίζεται σε απλή μέθοδο συλλογής στατιστικών δεδομένων.

Συνοψίζοντας, η EVM αποτελεί μία μέθοδο που μπορεί να εφαρμοστεί στην περίπτωση διάφορων τεχνικών έργων με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα διευκολύνοντας το έργο των στελεχών που αναλαμβάνουν τη διαχείρισή τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα δεδομένα που απορρέουν από τη νομοθεσία των τεχνικών έργων αναφορικά με τις διαδικασίες που ακολουθούνται κατά την παρακολούθηση και τον έλεγχο με έμφαση στην περίπτωση της Ελλάδας.

3.6. Ανασκόπηση σχετικών ερευνών

Οι Suresh και Ramasamy (2015) εφάρμοσαν την EVM για την παρακολούθηση έργου που αφορούσε στην κατασκευή ενός κτιρίου νοσοκομείου στην βόρεια Ινδία. Συνέλεξαν τα διαθέσιμα στοιχεία για το κόστος και το χρονοδιάγραμμα των εργασιών και μελέτησαν το έργο που κατά τη στιγμή διεξαγωγής της έρευνας βρισκόταν σε εξέλιξη. Με το τέλος της έρευνάς τους διαπίστωσαν ότι το κόστος του έργου ήταν μικρότερο σε σχέση με τον προϋπολογισμό. Την εξέλιξη αυτή απέδωσαν σε διάφορες πιθανές αιτίες, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης παραγωγικότητας όσων εργάζονταν για την υλοποίηση του έργου. Κατά την εκτέλεση των εργασιών διαπιστώθηκαν καθυστερήσεις και πρότειναν την πρόσληψη περισσότερων και πιο καταρτισμένων εργατών, έτσι ώστε να ξεπεραστούν οι δυσκολίες. Συνολικά, θεωρήθηκε ότι η EVM μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη διαχείριση του κόστους ενός κατασκευαστικού έργου, να διευκολύνει τον προγραμματισμό των έργων, να είναι ευέλικτη στην αλλαγή, να λειτουργήσει ως προειδοποιητικό σύστημα για τους διαχειριστές του έργου και με αυτόν τον τρόπο να συμβάλλει στην αποτελεσματική διαχείριση του έργου, ενώ, τέλος, οι εκθέσεις που απορρέουν από αυτή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικά έργα ως προς τη διαχείριση ενδεχόμενων εμποδίων που μπορεί να προκύψουν κατά την εκτέλεσή τους.

Οι Verma, Pathak και Dixit (2014) εφάρμοσαν την EVM στην περίπτωση κατασκευής ενός hostel που επρόκειτο να διαρκέσει για χρονική διάρκεια τριών μηνών. Χρησιμοποίησαν τη συγκεκριμένη μέθοδο για να παρακολουθήσουν την πορεία του έργου και να καταγράψουν τα στοιχεία που αφορούν τους βασικούς δείκτες της. Οι ερευνητές κατέληξαν στη σημασία της χρήσης ειδικού λογισμικού για την εφαρμογή της μεθόδου, καθώς, όπως φάνηκε από την ανάλυσή τους, συμβάλλει στην πληρέστερη καταγραφή και ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων. Συνολικά, από τη συγκεκριμένη μελέτη οι ερευνητές τονίζουν τη σημασία, την εφαρμογή και τα μοναδικά οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της EVM, που μπορούν να οδηγήσουν στην τελική

επιτυχία του έργου. Μάλιστα, επισημαίνεται ότι οι εταιρείες που δεν χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τα διαθέσιμα εργαλεία λογισμικού για τη διαχείριση έργων είναι απαραίτητο να δώσουν έμφαση στην κατάρτιση και την εκπαίδευση των ομάδων και των εργαζομένων που απασχολούν στο έργο τους, καθώς και στη δημιουργία συστημάτων τεχνολογίας πληροφοριών που θα υποστηρίξουν και αυτή τη διαδικασία.

Οι Araszkiewicz και Bochenek (2019) προχώρησαν σε πρακτική εφαρμογή του μοντέλου της EVM σε διάφορα κατασκευαστικά έργα με τη χρήση λογισμικού. Οι ερευνητές κατέληξαν στην καταγραφή των παραγόντων που επηρεάζουν την πορεία των τεχνικών έργων συνέκριναν τους δείκτες CPI και SPI με τον έλεγχο κόστους και χρόνου, αλλά και την εκτίμηση των κινδύνων. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν σημαντικά οφέλη από την εφαρμογή της EVM και ειδικότερα από τη μελέτη των συγκεκριμένων δεικτών σε ό,τι αφορά την παρακολούθηση της υλοποίησης των έργων, αν και, όπως επισημαίνουν, υπάρχουν και ορισμένοι περιορισμοί που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι με βάση διάφορες παραμέτρους (PV, EV, AC), μπορεί κανείς να αξιολογήσει γρήγορα την πραγματική κατάσταση του έργου, να ανιχνεύσει έγκαιρα τυχόν σφάλματα και να δράσει για την αποφυγή δυσάρεστων αποτελεσμάτων και να εκτιμήσει το μελλοντικό κόστος του έργου διευκολύνοντας συνολικά τη διαχείρισή του από άποψη χρόνου και κόστους.

Οι Kim, Wells και Duffey (2003) προχώρησαν στην ανάπτυξη ενός μοντέλου για την εφαρμογή της EVM, το οποίο διαμορφώθηκε σε μια χρονική περίοδο διάρκειας δύο ετών. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι η EVM αποτελεί μία μέθοδο που κερδίζει διαρκώς έδαφος, καθώς οι δυνατότητές της διαρκώς βελτιώνονται και οι δυσκολίες στην εφαρμογή της μειώνονται και ότι είναι σημαντικό να αναπτυχθεί μία πιο ευρεία οπτική για την περαιτέρω βελτίωση των διαδικασιών της. Πιο συγκεκριμένα, από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι η αποδοχή και η χρησιμότητα της EVM βελτιώνονται σημαντικά. Επιπλέον, οι χρήστες της μεθόδου δεν θεωρούν ότι το κόστος και οι διαδικασίες που περιλαμβάνει η εφαρμογή της είναι απαγορευτικές, αντίθετα πιστεύουν ότι κινούνται σε λογικά επίπεδα σε σχέση με τα οφέλη που προσφέρουν για τις επιχειρήσεις.

4. Νομοθεσία τεχνικών έργων

4.1. Διεθνή πρότυπα για τη διαχείριση των έργων

Τα διεθνή πρότυπα που αξιοποιούνται στο πεδίο της διαχείρισης τεχνικών έργων περιλαμβάνουν τα ακόλουθα (Μητάκος, 2015):

- PMBOK[3] (Project Management Body of Knowledge): Πρόκειται για το σώμα της γνώσης που έχει διαμορφωθεί από το Ινστιτούτο Διαχείρισης Έργων.
- ICB (IPMA Competence Baseline[4]). Πρόκειται για τον οδηγό ικανοτήτων που έχει εκδοθεί από τη Διεθνή Ομοσπονδία Διαχείρισης Έργων (IPMA). Ο οδηγός περιγράφει αναλυτικά τις ικανότητες που απαιτούνται για την ορθή και αποτελεσματική διαχείριση ενός έργου.
- PRINCE 2 (Projects IN a Controlled Environment[5]). Πρόκειται για το βρετανικό πρότυπο της διαχείρισης έργων. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία διαμορφώθηκε αρχικά στα τέλη της δεκαετίας του 1980 από το CCTA (Central Computer and Telecommunications Agency) και εστίαζε αρχικά στη διαχείριση έργων πληροφορικής. Στη συνέχεια, ωστόσο, εξαιτίας του ότι το συγκεκριμένο πρότυπο γνώρισε ευρεία αποδοχή, άρχισε να χρησιμοποιείται και σε άλλους τομείς δραστηριότητας και πλέον έχει αναδειχθεί σε πρότυπο γενικού σκοπού.
- V-Modell[6]. Πρόκειται για μεθοδολογία που βασίζεται στο γερμανικό πρότυπο για τη διαχείριση των έργων. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία έχει στη βάση της τη διαχείριση έργων πληροφορικής και είναι σε μεγάλο βαθμό αναλυτική, καθώς δίνει έμφαση σε διαφορετικές παραμέτρους που περιλαμβάνουν το τί θα πρέπει να γίνει, τις μεθόδους που είναι σημαντικό να υιοθετηθούν, το πότε και ποιος είναι ορθό να τις εκτελέσει.
- OPM3[7]. Πρόκειται για το πρότυπο μοντέλο που αφορά την οργανωσιακή ωριμότητα για τη διαχείριση των έργων. Αναπτύχθηκε από το PMI και αναφέρεται στο σύνολο των απαιτήσεων που αξιολογούν την ικανότητα του οργανισμού να διαχειρίζεται τα έργα, τα προγράμματα και τα χαρτοφυλάκια που αναλαμβάνει. Μέσω του συγκεκριμένου μοντέλου ορίζεται ένα σύνολο από 586 καλές πρακτικές, καθώς και 2109 ικανότητες.

---

[3] PMBOK Guide and Standards. https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

[4] IPMA Standards. https://www.ipma.world/individuals/standard/. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

[5] PRINCE 2. https://www.prince2.com/uk. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

[6] V-Modell XT. https://www.cio.bund.de/Web/DE/Architekturen-und-Standards/V-Modell-XT/vmodell_xt_node.html. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

[7] The pathway to OPM3. https://www.pmi.org/learning/library/pathway-organizational-project-management-maturity-8221. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

- ISO 10006:2003[8] – Quality management systems – Guidelines for quality management in projects. Πρόκειται για ένα πρότυπο που αναφέρεται στη διαχείριση των έργων και σε πολλά σημεία μοιάζει με το PMBOK.
- BS6079-1:2002[9] – Project Management (British Standards Institution, 2002). Πρόκειται για ένα πρότυπο που έχει διαμορφωθεί στη Μεγάλη Βρετανία και ορίζει έξι φάσεις για τη διαχείριση των έργων. Η πρώτη φάση είναι η φάση της σύλληψης (conception), η φάση της μελέτης σκοπιμότητας (feasibility), η φάση της υλοποίησης (implementation), η φάση της λειτουργίας (operation), η φάση του τερματισμού (termination) και η φάση της αξιολόγησης (evaluation).

4.2. Η ελληνική νομοθεσία για τα τεχνικά έργα

Πολλά από τα τεχνικά έργα στην Ελλάδα θεωρούνται ότι είναι δημόσια έργα, καθώς την εκτέλεσή τους αναλαμβάνουν δημόσιοι φορείς. Τα έργα αυτά μπορεί να συνδέονται με το έδαφος, το υπέδαφος ή και τον υποθαλάσσιο χώρο της Ελλάδας. Σύμφωνα με τον Νόμο 2229/1994, *«Ως έργο νοείται κάθε νέα κατασκευή ή επέκταση ή ανακαίνιση ή επισκευή ή συντήρηση και η οικονομικά ή τεχνικά αυτοτελής λειτουργία, καθώς και κάθε σχετική ερευνητική εργασία, που απαιτεί τεχνική γνώση και επέμβαση»* (Άρθρο 1).

Ο βασικός νόμος για τα δημόσια έργα ήταν ο 1418/84 και το ΠΔ 609/85 που τον συνόδευε με τροποποιήσεις και συμπληρώσεις. Ο νόμος 2229/1994 τροποποίησε και συμπλήρωσε τον Ν.1418/1984. Στη συνέχεια ψηφίστηκε ο νόμος 3669/2008 «*Κύρωση της Κωδικοποίησης της Νομοθεσίας Κατασκευής Δημοσίων Έργων*». Για την περίπτωση των μελετών ίσχυε από το 2005 ο νόμος 3316/2005.

Ο τελευταίος νόμος που βρίσκεται σε ισχύ είναι ο 4412/2016 και αφορά δημόσια έργα και μελέτες. Αποτελεί προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας σε διατάξεις οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Για τις μελέτες στο άρθρο 3 αναφέρεται ότι *ανεξαρτήτως της αξίας,* θεσπίζονται κανόνες για τη διαδικασία του προγραμματισμού, της σύναψης σύμβασης και τη διαγωνιστική διαδικασία της μελέτης που πραγματοποιείται από τον εκάστοτε αναθέτοντα φορέα. Για τον τρόπο κατασκευής των έργων στο άρθρο 134 αναφέρεται ότι τα δημόσια έργα εκτελούνται με βάση την εγκεκριμένη μελέτη εφαρμογής είτε με αυτεπιστασία από το φορέα κατασκευής του έργου εφόσον υπάρχει τεχνική επάρκεια προσωπικού είτε από ειδικευμένους οικονομικούς φορείς.

[8] ISO 10006:2003. https://www.iso.org/standard/36643.html. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

[9] BS 6079-1:2002. Project management. Guide to project management. https://www.thenbs.com/PublicationIndex/documents/details?Pub=BSI&DocID=257099. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

4.3. Παρακολούθηση και έλεγχος τεχνικών έργων

Η μέθοδος παραγόμενης αξίας εφαρμόζεται σε κάθε είδους δημόσιο τεχνικό έργο, όταν υπάρχει γι' αυτό διαθέσιμο χρονοδιάγραμμα, έχει γίνει ο αρχικός σχεδιασμός και έχει συνταχθεί ο σχετικός προϋπολογισμός.

Πιο συγκεκριμένα παρακάτω γίνετε αναφορά στην ισχύουσα νομοθεσία των τεχνικών έργων. Παράλληλα γίνετε αντιστοίχιση με τα βασικά σημεία και τον τρόπο λειτουργίας της μεθόδου παραγόμενης αξίας, όπως τη δομή ανάλυσης εργασιών, το χρονοδιάγραμμα, το οργανόγραμμα, τον προϋπολογισμό καθώς και των παραμέτρων της.

- Ο προϋπολογισμός του έργου αποτελεί το άθροισμα των δαπανών που αναμένεται να γίνουν, οι οποίες υπολογίζονται κατά τη διαδικασία της προσμέτρησης και μπορεί να είναι αναλυτικός ή να περιλαμβάνει κατ' αποκοπή τίμημα για το έργο ή τμήματά του. Στις τιμές του προϋπολογισμού και του τιμολογίου, τόσο της υπηρεσίας όσο και της προσφοράς, περιλαμβάνεται κάθε σχετική δαπάνη. Ο αναλυτικός προϋπολογισμός, ομαδοποιεί τις ομοειδείς εργασίες με ένδειξη του αθροίσματος της δαπάνης κάθε ομάδας. Αν δεν υπάρχει τέτοια ομαδοποίηση, νοείται ότι το σύνολο των εργασιών είναι μία ομάδα (Ν. 4412/16, άρθ. 53).

Όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας της EVM, αρχικά είναι απαραίτητο να διαμορφωθεί η Performance Measurement Baseline (PMB – Βάση αναφοράς Μέτρησης της Απόδοσης). Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει το αρχικό χρονοδιάγραμμα που έχει δημιουργηθεί για το έργο, το κόστος που έχει προϋπολογιστεί για το σύνολο των επιμέρους δραστηριοτήτων αλλά και τη Δομή Ανάλυσης Εργασιών (WBS) (Παντουβάκης, 2003).

- Οι φορείς που αναθέτουν έργα ζητούν εγγυήσεις από τους αναδόχους, οι οποίες εξασφαλίζουν τον εργοδότη σε περίπτωση ζημιάς, Η εγγύηση έχει είτε τη μορφή προκαταβολής είτε αυτή της εγγυητικής επιστολής από κάποια τράπεζα και αναφέρει τη σχετική νομοθεσία, τις προθεσμίες που έχουν καθοριστεί, τις ποινές που ισχύουν σε περίπτωση μη τήρησής τους, τη δέσμευση για καλής ποιότητας υλικά και μηχανήματα, την υποχρέωση καταβολής της ασφάλειας των υπαλλήλων και τον τρόπο που θα γίνονται οι πληρωμές. καλύπτει συνολικά και χωρίς διακρίσεις την εφαρμογή όλων των όρων της σύμβασης και κάθε απαίτηση της αναθέτουσας αρχής ή του κυρίου του έργου έναντι του αναδόχου. οι εγγυήσεις επιστρέφονται μετά την οριστική παραλαβή του έργου (Ν. 4412/16, άρθ. 72).

- Στο άρθρο 281 του Ν. 4412/16 'Περιεχόμενο εγγράφων της σύμβασης' αναφέρεται ότι τα έγγραφα της σύμβασης έργων περιέχουν τον προϋπολογισμό δημοπράτησης, το τιμολόγιο δημοπράτησης, την τεχνική περιγραφή, την τεχνική μελέτη, σύμφωνα με την προσφορά του αναδόχου.

Το τιμολόγιο δημοπράτησης περιγράφει αναλυτικά τις εργασίες που θα εκτελεστούν καθώς και τον τρόπο σύμφωνα με τις Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ).

Στη μέθοδο παραγόμενης αξίας η Δομή Ανάλυσης Εργασιών (WBS), είναι απαραίτητο πριν την έναρξη του έργου να έχει καθοριστεί επακριβώς το ποιες είναι οι

δραστηριότητες που πρέπει να πραγματοποιηθούν, καθώς και τη σύνθεση του ανθρώπινου δυναμικού που μπορεί να τις φέρει εις πέρας (Παντουβάκης, 2003).

Η Δομή Ανάλυσης Εργασιών περιλαμβάνει διαφορετικά επίπεδα που παρουσιάζονται οι βασικές δραστηριότητες που πρέπει να έλθουν εις πέρας και ακολούθως, στα επόμενα επίπεδα περιλαμβάνετε η ανάλυση των επιμέρους δραστηριοτήτων σε υποδραστηριότητες. Στα δημόσια έργα καθορίζονται ποιες είναι οι εργασίες αλλά τα υψηλά επίπεδα ανάλυσης στο WBS σε (υποδραστηριότητες) δεν θα ήταν χρήσιμο στον έλεγχο και παρακολούθηση των έργων λόγω των περιγραφικών τιμολογίων έργων που διατίθενται από το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών και ανάλογα με την κατηγορία έργου (οδοποιία, υδραυλικά λιμενικά οικοδομικά κ.α.) περιγράφεται αναλυτικά η εργασία και τιμολογείται. Η περαιτέρω ανάλυση σε υποδραστηριότητες δεν θα ωφελούσε διότι δεν θα μπορούσε η εργασία να αντιστοιχηθεί σε εργασία του περιγραφικού τιμολογίου και να τιμολογηθεί.

ΔΙΟΙΚΗΣΗ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

- Στο τμήμα ΙΙ Συμβατικό Στάδιο, του Ν. 4412/16 Η Διοίκηση – Διαχείριση Του Έργου ξεκινά με το άρθρο 136 ’Διοίκηση Του Έργου – Επίβλεψη’ όπου αναφέρετε ότι η παρακολούθηση και ο έλεγχος, καθώς και η διοίκηση των έργων αποτελούν αντικείμενο της αρμόδιας τεχνικής υπηρεσίας του φορέα κατασκευής του εκάστοτε έργου. Από τον φορέα ορίζονται τεχνικοί υπάλληλοι ως επιβλέποντες και βοηθοί αυτών, που έχουν την κατάλληλη ειδικότητα ανάλογα με την αξιολόγηση του έργου. Οι επιβλέποντες είναι άμεσοι βοηθοί του προϊσταμένου της διευθύνουσας υπηρεσίας. Όταν ορίζεται ομάδα επίβλεψης ορίζεται και ο συντονιστής οι επιβλέποντες και οι βοηθοί τους με καθορισμένα καθήκοντα. Η επίβλεψη αποσκοπεί στην εκπλήρωση των συμβατικών όρων από το ανάδοχο του έργου, με βάση τους κανόνες της τέχνης ώστε να καλύπτει τον σκοπό τον οποίο κατασκευάστηκε. Η Διευθύνουσα Υπηρεσία κατά την εκτέλεση του έργου ενημερώνει εγγράφως την προϊσταμένη αρχή, κάθε τρεις μήνες, με εκθέσεις για την πορεία και τα προβλήματα της κατασκευής.

Η μέθοδος της παραγόμενης αξίας χρησιμοποιείται από τους διευθυντές για να ελέγχουν την κατασκευή ενός έργου, την πρόοδο των εργασιών σε συγκεκριμένα χρονικά σημεία κι αν χρειαστεί επεμβαίνουν ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες αποκλείσεις από το αρχικό χρονοδιάγραμμα και το αρχικό κόστος. (PMI 2005)

Οι διευθυντές πρέπει να είναι καλή γνώστες του έργου να χουν άμεση επαφή να ενημερώνονται για τις εργασίες που εκτελούνται τις ποσότητες που έχουν χρησιμοποιηθεί ποιος έχει ευθύνη για κάθε εργασία και να επεμβαίνουν άμεσα αν χρειασθεί λαμβάνοντας αποφάσεις.

Όπως προκύπτει υπάρχει άμεση αντιστοίχιση νομοθεσίας και εφαρμογής της EVA στην επίβλεψη.

- Στο άρθρο 145 του Ν. 4412/16 Χρονοδιάγραμμα κατασκευής αναφέρεται ότι η σύμβαση της κατασκευής του έργου περιλαμβάνει, εκτός των άλλων, την προθεσμία για την ολοκλήρωσή των δραστηριοτήτων, αλλά και του έργου συνολικά. Ο ανάδοχος αναλαμβάνει να διαμορφώσει το χρονοδιάγραμμα της υλοποίησης του έργου που μέσα σε χρονικό διάστημα που δεν μπορεί να είναι μικρότερο από δεκαπέντε (15) ημέρες και να υπερβαίνει τις τριάντα (30) ημέρες από την υπογραφή της σύμβασης. Το χρονοδιάγραμμα αυτό υποβάλλεται στη διευθύνουσα υπηρεσία. Η τελευταία προχωρά στην

έγκριση του χρονοδιαγράμματος, το οποίο αποτελεί ένα συμβατικό στοιχείο που λαμβάνει υπόψη τις παραμέτρους που σχετίζονται με την κατανομή των πιστώσεων την κατασκευαστική αλληλουχία, την κατασκευασιμότητα της μεθοδολογίας και την επίτευξη των χρονικών οροσήμων της σύμβασης. Σε κάθε περίπτωση, είναι δυνατό να υπάρξει τροποποίηση σε ό,τι αφορά τη σειρά και τη διάρκεια των εργασιών, αρκεί αυτό να γίνει εντός των ορίων των συμβατικών προθεσμιών. Ανάλογα, γίνεται η αναπροσαρμογή του χρονοδιαγράμματος κάθε φορά που υπάρχει μεταβολή στις προθεσμίες, το αντικείμενο ή τις ποσότητες των εργασιών που γίνονται. Το εγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα αποτελεί το αναλυτικό πρόγραμμα κατασκευής του έργου στο οποίο αναλύονται ανά μονάδα χρόνου οι εργασίες που προβλέπεται να εκτελεσθούν. Το χρονοδιάγραμμα συντάσσεται με τη μορφή τετραγωνικού πίνακα που περιλαμβάνει την πιο πάνω χρονική ανάλυση των ποσοτήτων ανά εργασία ή ομάδα εργασιών και συνοδεύεται από γραμμικό διάγραμμα και σχετική έκθεση. Σε έργα προϋπολογισμού άνω του ενός εκατομμυρίου (1.000.000) ευρώ είναι υποχρεωτική η σύνταξη τευχών ή διαγραμμάτων με τη μέθοδο της δικτυωτής ανάλυσης. Σε έργα μικρότερου προϋπολογισμού μπορεί να προβλέπεται η σύνταξη τευχών ή διαγραμμάτων με τη μέθοδο της δικτυωτής ανάλυσης στα έγγραφα της σύμβασης.

Το χρονοδιάγραμμα αποτελεί βασικό στοιχείο της EVM σύμφωνα με τον Παντουβάκη, (2003), κι αφού εγκριθεί, αναδεικνύεται σε αναλυτικό πρόγραμμα κατασκευή του έργου. Σε αυτό αναλύεται ανά μονάδα χρόνου (το μέγιστο σε διάρκεια τριμήνου) το σύνολο των εργασιών που πρέπει να υλοποιηθούν. Το χρονοδιάγραμμα έχει τη μορφή τετραγωνικού πίνακα, ενώ είναι χρήσιμο να συνοδεύεται από γραμμικό διάγραμμα Gantt και σχετική έκθεση. Μάλιστα, στα μεγάλης κλίμακας ή πιο σημαντικά έργα είναι σημαντικό να συντάσσονται τεύχη ή διαγράμματα που ακολουθούν τη μέθοδο της δικτυωτής ανάλυσης. Το χρονοδιάγραμμα αποτελεί βασικό στοιχείο της EVM (Παντουβάκης, 2003),

Σύμφωνα με τον Wilkens (1999), η καταγραφή του προγραμματισμού των δραστηριοτήτων σε ένα διάγραμμα CPM, όπου προβλέπει τη χρήση δικτυακού διαγράμματος για την παρουσίαση των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στο έργο είναι ένα από τα πέντε βήματα της εφαρμογής της EVM.

- Το Άρθρο 145 του Ν. 4412/16 αναφέρει ότι ο ανάδοχος κατασκευής του έργου υποχρεούται επίσης μέσα σε ένα (1) μήνα από την υπογραφή της σύμβασης να συντάξει και να υποβάλει οργανόγραμμα του εργοταξίου, στο οποίο θα περιγράφονται λεπτομερώς τα πλήρη στοιχεία στελεχών, εξοπλισμού και μηχανημάτων που θα περιλαμβάνει η εργοταξιακή ανάπτυξη για την εκτέλεση του έργου

Στη μέθοδο παραγόμενης αξίας η Δομή Ανάλυσης Οργάνωσης (OBS) είναι συνδεδεμένη με τις σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στους ανθρώπους που εργάζονται για το εκάστοτε έργο καθώς και την μεταξύ τους ιεραρχία. Διαβάζοντας το OBS είναι δυνατό να διαπιστωθεί ποιος εργάζεται για την καθεμία δραστηριότητα, αλλά και οι σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στους εμπλεκομένους (Παντουβάκης, 2003).

- Κάθε σύμβαση εκτός από τη συνολική προθεσμία περιλαμβάνει και τμηματικές προθεσμίες. Σε μικρά έργα μπορεί να μην προβλέπονται τμηματικές προθεσμίες. Συνολικές και τμηματικές προθεσμίες αρχίζουν από την υπογραφή της σύμβασης εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά στη σύμβαση, εντός των οποίων είναι απαραίτητο να έχουν ολοκληρωθεί όλες οι

επιμέρους εργασίες του συγκεκριμένου έργου, καθώς και οι δοκιμές του.Η προϊσταμένη αρχή είναι υπεύθυνη και για την παράταση της συνολικής ή και των τμηματικών προθεσμιών κατόπιν σχετικής αίτησης του αναδόχου και γνωμοδότηση της διευθύνουσας υπηρεσίας. Αυτό γίνεται είτε «με αναθεώρηση», όταν για την καθυστέρηση δεν ευθύνεται αποκλειστικά ο ανάδοχος ή όταν αυτή έχει προκύψει από την αύξηση του αρχικού συμβατικού αντικειμένου, είτε «χωρίς αναθεώρηση» όταν η παράταση θεωρείται ότι είναι σκόπιμη για το έργο, ακόμη και η υπαιτιότητα είναι αποκλειστικά και μόνο του αναδόχου (Ν. 4412/16, άρθ. 147).

ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΛΗΡΩΜΕΣ – ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Η έναρξη του έργου σηματοδοτεί και την έναρξη της κοστολόγησής του, μίας διαδικασίας εξαιρετικά πολύπλοκης, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μεγάλης κλίμακας έργα.

Οι εργασίες τιμολογούνται κατά τη διάρκεια της κατασκευής ανάλογα με την έκτασή τους,. Στη διαδικασία της τιμολόγησης, η κάθε εργασία έχει το δικό της κωδικό, ενώ οι τιμές έχουν διαμορφωθεί από την προσφορά του αναδόχου. Ο ανάδοχος είναι υπεύθυνος για τη συγγραφή των επιμετρήσεων σε διακριτά μέρη, αντίστοιχα με αυτά που περιγράφονται στον προϋπολογισμό του έργου, καθώς και για τη συνοπτική περιγραφή τους που περιλαμβάνει ένδειξη του άρθρου του τιμολογίου ή άλλων εγγράφων.

- Οι επιμετρήσεις συντάσσονται από τον ανάδοχο και η διευθύνουσα υπηρεσία τις ελέγχει μέσα σε σαράντα πέντε (45) ημέρες από την υποβολή τους. Ο έλεγχος ολοκληρώνεται με εγκριτική απόφαση, ενώ στην περίπτωση που υπάρχουν σημαντικές ελλείψεις, ο ανάδοχος της παραλαμβάνει για να συμπληρώσει ή να διορθώσει ό,τι χρειάζεται και να τις υποβάλλει εκ νέου εντός μηνός. Όταν οι εργασίες δεν μπορούν να επαληθευτούν ποσοτικά μετά την τελική μορφή του έργου , ο ανάδοχο καλεί την επιτροπή αφανών εργασιών και τον επιβλέποντα για να προβούν από κοινού στην καταμέτρηση και να συντάξουν πρωτόκολλο παραλαβής αφανών εργασιών. Δυο μήνες μετά την περάτωση του έργου ο ανάδοχος πρέπει να υποβάλει τελική επιμέτρηση, σε περιπτωση που δεν υποβληθεί από τον ανάδοχο του επιβάλλεται ποινική ρήτρα για κάθε συμπληρωμένο μήνα καθυστέρησης (Ν. 4412/16, άρθ. 151).
- Ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ο ανάδοχος καλείται να συντάξει λογαριασμό για τις εργασίες που έχουν εκτελεστεί με βάση των εγκεκριμένων επιμετρήσεων εργασιών και των πρωτοκόλλων παραλαβής αφανών εργασιών. Οι μη επιμετρημένες εργασίες δεν μπορεί να περιλαμβάνονται στον λογαριασμό. Κατ' εξαίρεση, προβλέπεται η συμπερίληψη εργασιών στη βάση προσωρινών επιμετρήσεων, εφόσον το ποσό τους δεν ξεπερνά το 20% της αξίας του συνόλου των εργασιών που περιλαμβάνονται στον λογαριασμό. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο για την περίπτωση τμημάτων του έργου για τα οποία δεν ήταν δυνατό να συνταχθούν επιμετρήσεις σε διακριτά και αυτοτελώς επιμετρήσιμα τμήματα. Οι ημιτελείς εργασίες επίσης είναι δυνατό να συμπεριλαμβάνονται στον λογαριασμό εφόσον η τιμή τους είναι προσωρινή και μειωμένη και εφόσον βρίσκονται σε ολοκληρωμένο ενδιάμεσο στάδιο. Ακόμη, συμπεριλαμβάνονται τα υλικά επί τόπου, για την περίπτωση εργοταξίων και αποθηκών, εάν είναι σε ποσότητες που δεν υπερβαίνουν αυτές που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του έργου. Τα υλικά επί τόπου

τιμολογούνται με μειωμένη τιμή, χωρίς να υπολογίζονται τα εργατικά κόστη τοποθέτησης ή ποσοστά γενικών εξόδων και οφέλους. Οι λογαριασμοί, ακόμη, συμπεριλαμβάνουν αναθεώρηση τιμών, εγκεκριμένες αποζημιώσεις διαφόρων ειδών, αντίτιμο για τις απολογιστικές εργασίες που έχουν εκτελεστεί μέσω εργολαβίας, μειώσεις που οφείλονται σε απόσβεση ή σε τόκους από ληφθείσα προκαταβολή, καθώς και κάθε άλλη εγκεκριμένη δαπάνη ή ποινή και το ποσοστό γενικών εξόδων και οφέλους του εργολάβου, το οποίο συνήθως ανέρχεται σε 18%. Το σύνολο είναι μειωμένο κατά το ποσοστό έκπτωσης της δημοπρασίας, ενώ σε κάθε νέο λογαριασμό γίνεται αφαίρεση των ποσών που έχουν πληρωθεί σε προηγούμενους, ποσά που σχετίζονται με λάθη εγκεκριμένων λογαριασμών, καθώς και αυτά που δεν αντιστοιχούν σε εγκεκριμένες επιμετρήσεις (Ν. 4412/16, άρθ. 152).

Κάθε λογαριασμός πληρωμής που εκδίδεται περιλαμβάνει τον ανακεφαλαιωτικό συνοπτικό πίνακα για τις εκτελεσθείσες εργασίες από την αρχή του έργου, τα παραστατικά στοιχεία για τις τυχόν απολογιστικές εργασίες, το συνοπτικό πίνακα υπολογισμού της αναθεώρησης, το σύνολο των αποφάσεων που σχετίζονται με αποζημιώσεις ή την επιβολή ποινικής ρήτρας ή με περικοπές και άλλες απαιτήσεις του εργοδότη.

- Η προϊσταμένη αρχή εγκρίνει τις επείγουσες και απρόβλεπτες εργασίες μετά από αιτιολογημένη τεχνική έκθεση εργασιών της Διευθύνουσας Υπηρεσίας όπου αναφέρονται οι λόγοι του επείγοντος το εκτιμώμενο κόστος. Οι απρόβλεπτες εργασίες ενσωματώνονται στον επόμενο Ανακεφαλαιωτικό Πίνακα Εργασιών (Ν. 4412/16, άρθ. 155).
- Η σύμβαση τα τεύχη και τα σχέδια αποτελούν οδηγό για την εκτέλεση του έργου. Στην περίπτωση που προκύψει κατά την πορεία του έργου ανάγκη για εκτέλεση συμπληρωματικών εργασιών, τότε είναι δυνατή η σύναψη σύμβασης, εφόσον πρόκειται για εργασίες που είναι απολύτως απαραίτητες για την ολοκλήρωση του έργου. Το συνολικό ποσό των συμπληρωματικών συμβάσεων δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το 50% του ποσού που προβλέπεται στην αρχική σύμβαση. Κάθε νέα σύμβαση είναι απαραίτητο να συνοδεύεται από Ανακεφαλαιωτικό Πίνακα Εργασιών (ΑΠΕ), που παρουσιάζει την περιγραφή και τις τιμές των εργασιών, τις δαπάνες του προϋπολογισμού της αρχικής σύμβασης, αλλά και τις δαπάνες που αντιστοιχούν σε απρόβλεπτες ανάγκες, αλλά και τις δαπάνες που αφορούν στην αναθεώρηση και το Φ.Π.Α (Ν. 4412/16, άρθ. 156).
- Το Πρόγραμμα Ποιότητας Έργου κωδικοποιεί τα απαιτούμενα της σύμβασης και αναφέρει τα στάδια εξέλιξης του έργου με τις αντίστοιχες εργασίες και περιέχει το χρονοδιάγραμμα του έργου καθώς και την οργάνωση, διοίκηση και την αρχειοθέτηση των στοιχείων και των εργασιών κατά την κατασκευή. Η εφαρμογή του Π.Π.Ε είναι υποχρεωτική σε κάθε δημόσιο έργο άνω των 1.500.000,00 ευρώ χωρίς ΦΠΑ. Σε διαπιστευμένους φορείς Επιθεώρησης μπορεί να ανατεθεί η επίβλεψη (Ν. 4412/16, άρθ. 158).

ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

- Όταν ολοκληρωθεί το έργο και το σύνολο των προβλεπόμενων δοκιμών η διευθύνουσα υπηρεσία ενημερώνεται σχετικά με την πορεία και εκδίδεται

από τον προϊστάμενο η βεβαίωση περάτωσης εργασιών (Ν. 4412/16, άρθ. 168).

- Εντός έξι μηνών από την περάτωση του έργου, η επιτροπή παραλαβής παραλαμβάνει προσωρινά το έργο ποσοτικά και ποιοτικά έπειτα από έλεγχο των τελικών επιμετρήσεων και συντάσσεται το πρωτόκολλο προσωρινής παραλαβής. απαραίτητο στοιχείο για την προσωρινής παραλαβής δημοσιου έργου είναι ο Φάκελος Ασφάλειας και Υγείας (Φ.Α.Υ.) (Ν. 4412/16, άρθ. 170).
- Η εγγύηση των έργων ορίζεται σε χρόνο 15 μηνών. Ακολουθεί η οριστική παραλαβή και η έγκριση του πρωτοκόλλου και, στη συνέχεια, συντάσσεται και υποβάλλεται από τον ανάδοχο ο τελικός λογαριασμός. η επιτροπή παραλαβής παραλαμβάνει το έργο ποιοτικά Αν η προσωρινή παραλαβή δεν έχει διενεργηθεί μέχρι την οριστική παραλαβή, διενεργείται ταυτόχρονα προσωρινή και οριστική παραλαβή απαραίτητο στοιχείο για την προσωρινής παραλαβής δημοσίου έργου είναι ο Φάκελος Ασφάλειας και Υγείας (Φ.Α.Υ.) (Ν. 4412/16, άρθ. 172).

Με βάση την ελληνική νομοθεσία οι παράμετροι της μεθόδου της παραγόμενης αξίας αντιστοιχούνται ως εξής:

Προγραμματισμένη Αξία: είναι ο προϋπολογισμός του έργου μετά από τις τιμές που διαμορφώθηκαν από την έκπτωση του αναδόχου. Η προγραμματισμένη αξία μεταβάλλεται σε κάθε τροποποίηση της σύμβασης.

Πραγματικό Κόστος: κάθε λογαριασμός που κατατίθεται εγκρίνεται και πληρώνεται είναι το πραγματικό κόστος του έργου μιας και οι λογαριασμοί είναι ανακεφαλαιωτικοί.

Παραγόμενη Αξία: είναι οι ποσότητες των εργασιών που έχουν εκτελεστεί και δεν έχουν επιμετρηθεί, ή οι ποσότητες που έχουν επιμετρηθεί αλλά προπορεύονται του χρονοδιαγράμματος και δεν μπορούν να πληρωθούν ή οι επείγουσες και απρόβλεπτες εργασίες που εκτελέστηκαν λόγω του κατεπείγοντος και ενσωματώνονται στον επόμενο Ανακεφαλαιωτικό Πίνακα Εργασιών. Οι λογαριασμοί συντάσσονται με βάση τις αναλυτικές επιμετρήσεις και τα πρωτόκολλα παραλαβής αφανών εργασιών.

Επομένως η παραγόμενη αξία στα δημόσια έργα είναι οι εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί επιμετρημένες ή μη και δεν έχουν τιμολογηθεί

Συνοψίζοντας, η ελληνική νομοθεσία καθώς και η EVA έχουν προβλέψει για τον καθορισμό των λεπτομερειών που αφορούν τον έλεγχο και τη διαχείριση των τεχνικών έργων και των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται ώστε να ολοκληρωθούν σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη και τον αρχικό στόχο για τον οποίο σχεδιάστηκαν. Η εφαρμογή των συγκεκριμένων νομοθετικών ρυθμίσεων και της μεθόδου παραγόμενης αξίας είναι σε κάθε περίπτωση απαραίτητη, καθώς συμβάλλει στην αρτιότερη διαμόρφωση, παρακολούθηση και έλεγχο του εκάστοτε τεχνικού έργου.

5. Μελέτη περίπτωσης

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται δεδομένα που προέρχονται από ένα συγκεκριμένο λιμενικό έργο. Έπειτα από μία σύντομη παρουσίαση του έργου, ακολουθεί η εφαρμογή της μεθόδου EVM, παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυτής και, τέλος, γίνεται αναφορά στα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη διαδικασία.

5.1. Περιγραφή του έργου

Η μελέτη περίπτωσης εστιάζει σε ένα λιμενικό έργο που είχε ως στόχο την ολοκλήρωση των έργων αποκατάστασης σε προβλήτα.

Το έργο εγκρίθηκε μελετήθηκε και προϋπολογίστηκε εξαιτίας ρηγματώσεων που παρατηρήθηκαν στον ασφαλτοτάπητα του προβλήτα, καθώς και τοπικών καθιζήσεων του δαπέδου λειτουργίας του, τμηματική κατάρρευση των λιθοδομών της όψης των κρηπιδωμάτων εξαιτίας υποσκαφών στο ύφαλο τμήμα των κρηπιδωμάτων. Η επιθεώρηση έγινε την 06/03/2013 από επαγγελματία δύτη και ακολούθως συντάχθηκε η μελέτη αποκατάστασης των υποσκαφών και επισκευής.

Ως χρόνος έναρξης των εργασιών ορίστηκε η 22/12/2016, ενώ μελετήθηκε ως συνολικός χρόνος κατασκευής του διάρκεια περίπου τριών (3) μηνών, έως την 31/03/2017. Ο χρόνος αυτός προβλέφθηκε με βάση την Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων της Επιβλέπουσας Υπηρεσίας.

Το αρχικό χρονοδιάγραμμα συντάχθηκε με βάση αναλυτικών προμετρήσεων των εργασιών του έργου. Ελήφθησαν επίσης υπόψη τα διαθέσιμα συνεργεία, ο εξοπλισμός, η δυνατότητα της επιχείρησης και οι λογικές επιδόσεις των συνεργείων. Σύμφωνα με αυτό το χρονοδιάγραμμα, ορίζονται οι εξής εργασίες:

- Εργασίες που αφορούν βυθοκορήσεις – καθαιρέσεις – λιθορριπές που εκτελούνται από τις 22/12/2016 έως τις 20/01/2017.
- Προμήθεια και έμπηξη χαλύβδινων πασσάλων από τις 11/01/2017 έως τις 15/02/2017.
- Εργασίες σκυροδετήσεων από την 01/02/2017 έως την 06/03/2017.
- Εργασίες επισκευής της ανωδομής από την 01/03/2017 έως τις 31/03/2017.

Το αρχικό χρονοδιάγραμμα του έργου παρουσιάζεται στην πίνακα 3 που ακολουθεί:

Πίνακας 3. Αρχικό χρονοδιάγραμμα τεχνικού έργου

ΕΡΓΟ: ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΣΤΟΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ																				
α/α	Ένδειξη εργασιών	μ.μ.	Ημερομηνία έναρξης: 22/12/2016, Ημερομηνία περαίωσης: 22/03/2017, Συμβατική προθεσμία: 3 μήνες																	
			Α.Τ.	Δεκ-16				Ιαν-17				Φεβ-17				Μαρ-17				
				1		15	31	1		15	31	1		15	28	1		15		31
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ - ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ																			
	Α. ΒΥΘΟΚΟΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ - ΛΙΘΟΡΡΙΠΕΣ																			
1	Εκσκαφές πυθμένα θαλάσσης σε εδάφη κατηγορίας Α ή σε λιθορριπές λιμενικών έργων		1																	
2	Καθαίρεση έργων από φ.σ. 200 - 1500Kg		2																	
3	Διάστρωση λιθοσυντρίματος 5-10Kg		3																	
	Β. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ																			
4	Κατασκευές από ύφαλο έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 με χρήση σιδηροτύπων		4																	
5	Σιδηρούς οπλισμός λιμενικών έργων		5																	
6	Αποστατήρες οπλισμού ύφαλων έργων		6																	
	Γ. ΠΑΣΣΑΛΟΙ																			
7	Προμήθεια χαλύβδινων πασάλων		7																	
8	Έμπηξη χαλύβδινων πασάλων με ανοικτό κάτω άκρο		8																	
	Δ. ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΑΝΩΔΟΜΗΣ																			
9	Ξυστές ογκολιθοδομές		9																	
10	Διαμόρφωση όψεων ξεστών, έμπλεκτων, ισοδομών λιθοδομών		10																	
11	Ανωδομές λιμενικών έργων από άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο, έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα, κατηγορίας C20/25		11																	
12	Επιστρώσεις δαπέδων με άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25		12																	
13	Αγκυρώσεις νέων ράβδων οπλισμού εντός υφισταμένων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Βλήτρα από ράβδους Φ10mm		13																	

Τέλος, όσον αφορά τον προϋπολογισμό του τεχνικού έργου, μελετήθηκε και αποτυπώνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 4. Προϋπολογισμός του έργου

ΕΡΓΟ:	ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΣΤΟΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ								
ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ									
Α/Α/	Περιγραφή	Α.Τ.	Κωδικοί αναθεώρ.	Μονάδα Μέτρησης	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Αξία	Ολική	
	Α. ΒΥΘΟΚΟΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ - ΛΙΘΟΡΡΙΠΕΣ								
1	Εκσκαφές πυθμένα θαλάσσης σε εδάφη κατηγορίας Α ή σε λιθορριπές λιμενικών έργων	1	ΛΙΜ1210	Μ3	100	1,74	174,00		
2	Καθαίρεση έργων από φ.σ. 200 - 1500Kg	2	ΛΙΜ2310	Μ3	40	6,06	242,40		
3	Διάστρωση λιθοσυντρίματος 5-10Kg	3	ΛΙΜ2310	Μ3	50	15,10	755,00		**1.171,40**
	Β. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ								
4	Κατασκευές από ύφαλο έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 με χρήση σιδηροτύπων	4	ΛΙΜ4110.4	Μ3	140	125,00	17.500,00		
5	Σιδηρούς οπλισμός λιμενικών έργων	5	ΛΙΜ4400	Χγρ.	3500	0,95	3.325,00		
6	Αποστατήρες οπλισμού ύφαλων έργων	6	ΟΙΚ3873	Μ2	90	4,40	396,00		**21.221,00**
	Γ. ΠΑΣΣΑΛΟΙ								
7	Προμήθεια χαλύβδινων πασάλων	7	ΛΙΜ4700	Kg	31000	1,30	40.300,00		
8	Έμπηξη χαλύβδινων πασάλων με ανοικτό κάτω άκρο	8	ΛΙΜ1230	Μ	300	60,00	18.000,00		**58.300,00**
	Δ. ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΑΝΩΔΟΜΗΣ								
9	Ξυστές ογκολιθοδομές	9	ΟΙΚ4307	Μ3	8	168,00	1.344,00		
10	Διαμόρφωση όψεων ξεστών, έμπλεκτων, ισοδομών λιθοδομών	10	ΟΙΚ4525	Μ2	20	28,00	560,00		
11	Ανωδομές λιμενικών έργων από άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο, έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα, κατηγορίας C20/25	11	ΛΙΜ4240.4	Μ3	16	90,00	1.440,00		
12	Επιστρώσεις δαπέδων με άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25	12	ΛΙΜ4300.4	Μ3	5	95,00	475,00		
13	Αγκυρώσεις νέων ράβδων οπλισμού εντός υφισταμένων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Βλήτρα από ράβδους Φ10mm	13	ΥΔΡ7025	τεμ	80	5,80	464,00		**4.283,00**
		ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ1							**84.975,40**
		Γ.Ε. & Ο.Ε.				28,00%			23.793,11
		ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ2							**108.768,51**
		ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ				15,00%			16.315,28
		ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ3							**125.083,79**
		ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ				2,70%			3.371,50
		ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ4							**128.455,29**
		Φ.Π.Α.				23,00%			29.455,71
		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ							**158.000,00**

Όπως προκύπτει από τον προϋπολογισμό του τεχνικού έργου, το συνολικό κόστος που υπολογίστηκε πριν την έναρξή του ανερχόταν στις 84.975,40 €. Στο σύνολο αυτό συμπεριλαμβάνονταν οι τέσσερις ομάδες εργασιών που αναφέρονται και στον

προγραμματισμό με το επιμέρους κόστος για την καθεμία. Οι ομάδες με το κόστος για την καθεμία, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

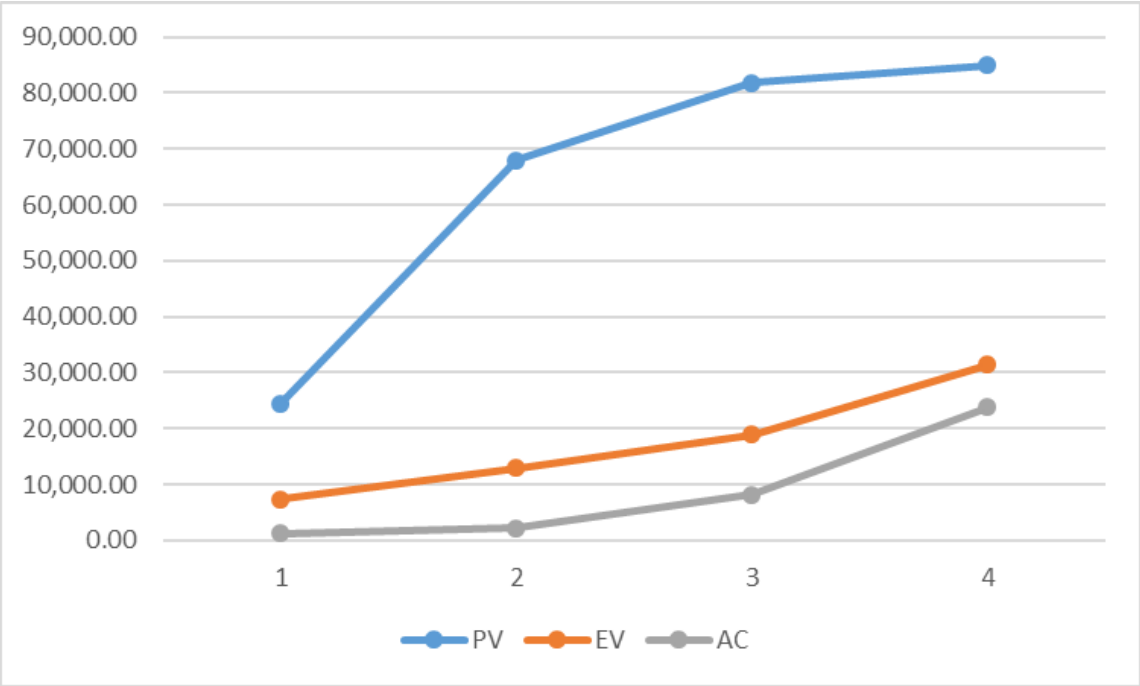
Πίνακας 5. Προϋπολογισμός ανά ομάδα εργασιών

Α. Βυθοκορήσεις – καθαιρέσεις – λιθορριπές	1.171,40 €
Β. Σκυροδέματα	21.221,00 €
Γ. Πάσσαλοι	58.300,00 €
Δ. Επισκευή ανωδομής	4.283,00 €

5.2. Εφαρμογή της μεθόδου της παραγόμενης αξίας (Earned Value Method – EVM)

Όπως προαναφέρθηκε, αρχικά το έργο υπολογιζόταν να διαρκέσει συνολικά περίπου τρεις μήνες, από τις 22/12/2016 έως τις 31/03/2017. Εντούτοις, στην πορεία της υλοποίησής του δόθηκαν συνολικά τρεις παρατάσεις εξαιτίας διαφορετικών κάθε φορά αιτιών.

Η τυπική καμπύλη προγραμματισμένη αξία PV, παραγόμενη αξία EV και πραγματικό κόστος AC για το υπό εξέταση έργο παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Διάγραμμα 9: Τυπική καμπύλη PV, EV, AC

Η τιμή AC (πραγματικό κόστος) αναφέρεται στην πραγματική αξία των εργασιών που υπολογίζεται να έχουν ολοκληρωθεί με βάση το αρχικό χρονοδιάγραμμα, ενώ η EV (παραγόμενη αξία) στην δεδουλευμένη αξία. Τέλος, η PV (προγραμματισμένη αξία) είναι η προϋπολογισθείσα αξία. Ο υπολογισμός των τιμών για τα σημεία ελέγχου παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6. Υπολογισμός τιμών PV, EV, AC στα σημεία ελέγχου

	PV	EV	AC
22/1	24,491.40	7,389.17	1,282.74
15/2	67,959.80	12,931.04	2,244.80
8/3	81,763.15	18,863.80	8,104.06
31/3	84,975.40	31,403.95	23,757.74

Με βάση τις παραπάνω τιμές, η προγραμματισμένη αξία (Planned Value - PV), για το πρώτο σημείο ελέγχου προκύπτει από το κόστος των εργασιών κάθε ομάδας εργασίας που αναμενόταν, με βάση το αρχικό χρονοδιάγραμμα να έχει ολοκληρωθεί κατά τη συγκεκριμένη ημερομηνία. Ειδικότερα, αναμενόταν να έχει ολοκληρωθεί το σύνολο των εργασιών της πρώτης ομάδας (1.171,40 €) και το 40% των εργασιών της τρίτης ομάδας (23.320,00 €).

Ακολούθως, η τιμή παραγόμενη αξία (Earned Value - EV), υπολογίστηκε με βάση το γινόμενο της τιμής PC επί το BAC, που αντιστοιχεί σε 84,975.40 € με βάση το αρχικό χρονοδιάγραμμα. Έτσι, η EV για το πρώτο σημείο ελέγχου αντιστοιχεί σε 7.389,17 €, καθώς στις 22/1 είχε ολοκληρωθεί ποσοστό 8,7% του έργου (8,7% * 84,975.40 €).

Η μεγάλη απόκλιση του πραγματικού κόστους (Actual Cost - AC) οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τα σημεία ορόσημα, βάσει του χρονοδιαγράμματος είχε υπολογιστεί να ολοκληρωθεί μεγαλύτερο ποσοστό του έργου, κάτι που δεν συνέβη εξαιτίας των πολύ μεγάλων παρατάσεων που δόθηκαν, οι οποίες οδήγησαν σε εξίσου σημαντική καθυστέρηση.

Πιο συγκεκριμένα, οι παρατάσεις που δόθηκαν ήταν κατά σειρά και αιτιολόγηση οι ακόλουθες:

- Η πρώτη παράταση που εγκρίθηκε ήταν διάρκειας ενός (1) μήνα, έως τις 30/04/2017. Η παράταση δόθηκε εξαιτίας των καιρικών συνθηκών που επικράτησαν στη διάρκεια των χειμερινών μηνών, οι οποίες δεν επέτρεψαν την ομαλή πορεία του τεχνικού έργου.
- Η δεύτερη παράταση εγκρίθηκε έως τις 30/05/2017, δηλαδή για έναν (1) ακόμη μήνα. Η αιτιολογία αυτή τη φορά περιελάμβανε την καθυστέρηση στην έκδοση άδειας από τις αρμόδιες αρχαιολογικές αρχές για την ανέλκυση και τη μεταφορά φυσικών ογκόλιθων από τον βυθό.
- Τέλος, η τρίτη παράταση είχε διάρκεια δύο (2) μηνών, έως τις 31/07/2017 και δόθηκε εξαιτίας αλλαγής των στοιχείων της μελέτης και μερικής τροποποίησής της.

Αναλυτικά το νέο χρονοδιάγραμμα, συμπεριλαμβανομένων και των παρατάσεων που δόθηκαν, παρουσιάζεται στον Πίνακα 9 που ακολουθεί. Σε αυτόν τον πίνακα είναι εμφανές ότι οι εργασίες της πρώτης ομάδας του έργου έχουν καθυστερήσει σημαντικά. Η διάρκειά τους αυξήθηκε από 4 εβδομάδες που προβλεπόταν στον αρχικό σχεδιασμό σε 21, ενώ αντίστοιχες αυξήσεις παρατηρήθηκαν και στις υπόλοιπες ομάδες. Η δεύτερη ομάδα από 5 εβδομάδες που αρχικά υπολογίστηκε να διαρκέσει, τελικά φάνηκε ότι χρειάστηκε τον διπλάσιο χρόνο, δηλαδή 10 εβδομάδες. Αντίστοιχα, η τρίτη ομάδα από 5 εβδομάδες, τελικά ανέβηκε στις 12, ενώ μικρή μείωση παρατηρήθηκε

στην τέταρτη ομάδα εργασιών που αντί για τέσσερις εβδομάδες διήρκεσε τρεις. Σε γενικές γραμμές, πάντως, οι αλλαγές αυτές οδήγησαν σε σημαντική παράταση της χρονικής διάρκειας του έργου.

Πίνακας 7. Χρονοδιάγραμμα με παρατάσεις

ΕΡΓΟ: ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΣΤΟΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ											
α/α	Ένδειξη εργασιών	μ.μ.	Ημερομηνία έναρξης: 22/12/2016, Ημερομηνία περαίωσης: 22/03/2017, Συμβατική προθεσμία: 3 μήνες								
			Α.Τ.	Δεκ-16	Ιαν-17	Φεβ-17	Μαρ-17	Απρ-17	Μάι-17	Ιουν-17	Ιουλ-17
				1 15 31	1 15 31	1 15 28	1 15 31	1 15 31	1 15 31	1 15 28	1 15 31
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ - ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ										
	Α. ΒΥΘΟΚΟΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ - ΛΙΘΟΡΡΙΠΕΣ										
1	Εκσκαφές πυθμένα θαλάσσης σε εδάφη κατηγορίας Α ή σε λιθορριπές λιμενικών έργων		1								
2	Καθαίρεση έργων από φ.σ. 200 - 1500Kg		2								
3	Διάστρωση λιθοσυντρίματος 5-10Kg		3								
	Β. ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ										
4	Κατασκευές από ύφαλο έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 με χρήση σιδηροτύπων		4								
5	Σιδηρούς οπλισμός λιμενικών έργων		5								
6	Αποστατήρες οπλισμού ύφαλων έργων		6								
	Γ. ΠΑΣΣΑΛΟΙ										
7	Προμήθεια χαλύβδινων πασάλων		7								
8	Έμπηξη χαλύβδινων πασάλων με ανοικτό κάτω άκρο		8								
	Δ. ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΑΝΩΔΟΜΗΣ										
9	Ξυστές ογκολιθοδομές		9								
10	Διαμόρφωση όψεων ξεστών, έμπλεκτων, ισοδομών λιθοδομών		10								
11	Ανωδομές λιμενικών έργων από άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο, έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα, κατηγορίας C20/25		11								
12	Επιστρώσεις δαπέδων με άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25		12								
13	Αγκυρώσεις νέων ράβδων οπλισμού εντός υφισταμένων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Βλήτρα από ράβδους Φ10mm		13								

Σημεία ορόσημα για την ολοκλήρωση του τεχνικού έργου, τα οποία αναφέρονται και στα χρονοδιαγράμματα που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες σελίδες, ήταν τα εξής:

- Εργασίες που σχετίζονται με τις βυθοκορήσεις – καθαιρέσεις – λιθορριπές, που υπολογίστηκε να λάβουν χώρα από τις 22/12/2016 έως τις 31/05/2017.
- Προμήθεια και έμπηξη χαλύβδινων πασσάλων από την 01/03/2017 έως την 31/05/2017.
- Εργασίες σκυροδετήσεων από την 01/05/2017 έως τις 15/07/2017.
- Εργασίες επισκευής της ανωδομής από τις 07/07/2017 έως τις 31/07/2017.

5.2.1. Νέες εργασίες

Στην πορεία του έργου προέκυψαν και ορισμένες νέες, έκτακτες ανάγκες, οι οποίες δεν περιλαμβάνονταν στην αρχική μελέτη.

Στις 28/04/2017 χρειάστηκε να ρυθμιστεί η οδική κυκλοφορία σε περιοχή εκτός του χώρου συμβατικών εργασιών, να καθαιρεθούν έξι (6) μεγάλα ελαστικά από τον προβλήτα, να καθαιρεθεί ιστός σημαίας βόρεια του προβλήτα και να απομακρυνθούν παλαιά υλικά με φορτηγό. Για τις εργασίες αυτές υπολογίστηκε το ακόλουθο κόστος:

3 εργάτες x 1 ημέρα x 108,53 € / ημέρα	=	325,59 €
Κατάλληλη σήμανση (1 ημέρα)	=	50 €
1 γερανός 25m x 1 ημέρα x 337,58 € / ημέρα	=	337,58 €
1 φορτηγό 35tn x 1 ημέρα x 348,52 / ημέρα	=	348,52 €

Στις 03/05/2017 χρειάστηκε να γίνει ρύθμιση της κυκλοφορίας σε περιοχή εκτός του χώρου των συμβατικών εργασιών κατά την εναπόθεση φυσικών όγκων στην προβλήτα για την οποία εργάστηκαν δύο εργάτες για τρεις ημέρες. Το κόστος υπολογίστηκε ως ακολούθως:

2 εργάτες x 3 ημέρες x (60,47 + (79,471)%) εργοδ. Εισφορά €/ ημέρα		
	=	651,18 €
Κατάλληλη σήμανση (3 ημέρες)	=	150 €

Στις 23/05/2017 και 30/05/2017 έγιναν εργασίες για την υποστύλωση προβλήτα σύμφωνα με την εντολή 11/05/2017 του τεχνικού συμβούλου. Επιπλέον, έγινε χειρωνακτικός καθαρισμός της βραχώδους επιφάνειας από χαλαρά ιζήματα. Η αιτία των επιπλέον εργασιών ήταν το πόρισμα της αυτοψίας του τεχνικού συμβούλου που διαπίστωσε ότι είχαν απομακρυνθεί όλοι οι φυσικοί ογκόλιθοι που υπήρχαν προ του μετώπου, καθώς και ότι είχε συμβεί καθίζηση της λιθοδομής.

Τοποθετήθηκαν μεταλλικοί σωλήνες οικοδομής (σωλήνες, ξύλα, πύργοι), που σκυροδετήθηκαν και παρέμειναν στο έργο. Το κόστος της νέας εργασίας είναι το ακόλουθο:

Υλικά	=	1.400 €
2 εργάτες x 2 ημέρες x 108,53 € / ημέρα	=	434,12 €
2 δύτες x 2 ημέρες x ((158,18 + (47,46)%.εργοδ.Εισφορά) x 2) € / ημέρα (8ώρες)		
	=	1866 €

Επιπλέον, σύμφωνα με έγγραφου της αναδόχου εταιρείας με ημερομηνία 03/05/2017, κατά τη διαδικασία ανέλκυσης των φυσικών όγκων και μετά την απομάκρυνση των χαλαρών ιζημάτων, διαπιστώθηκε βραχώδες πέτρωμα στο βυθό το γεγονός αυτό κατέστησε δύσκολη έως αδύνατη την έμπηξη των χαλύβδινων πασσάλων, όπως προβλεπόταν από την αρχική μελέτη. Επιπλέον, παρατηρήθηκε διαμήκης καθίζηση περιμετρικά του μετώπου και θεωρήθηκε ότι υπήρχε κίνδυνος κατάρρευσής του, εξαιτίας των κρουστικών δυνάμεων, εφόσον ακολουθεί η ανωτέρω διαδικασία.

Ως απόρροια της εξέλιξης αυτής, χρειάστηκε να προβλεφθεί νέα εργασία που δεν βρισκόταν στον αρχικό προγραμματισμό, για την οποία χρησιμοποιήθηκαν δύο δύτες. Το κόστος της νέας εργασίας ορίστηκε στα 466,50 € για τους δύο δύτες

Τιμή ανά ημερομίσθιο για 4 ώρες εργασίας = 158.18 € προσαυξημένο κατά (10+37,46)%, λόγω εργοδοτικών εισφορών, δηλαδή κατά 75,07 € σύνολο + 75,07 + 158,18 = 233,25 €.

Για οκτώ ώρες ημερησίως: 2 x 233,25 = 466,50 €.

Το συνολικό κόστος των πρόσθετων εργασιών έφτασε στο ποσό των 6.029,49 € πλέον ΦΠΑ.

5.3. Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Τα χρονικά σημεία του ελέγχου του συγκεκριμένου έργου συμπίπτουν με συγκεκριμένα ορόσημα που είναι τα εξής, σύμφωνα με το αρχικό χρονοδιάγραμμα:

1. 22/1 – Ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Α
2. 15/2 – Ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Γ
3. 8/3 – Ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Β
4. 31/3 – Ολοκλήρωση των εργασιών της ομάδας Δ και περάτωση του έργου

- Δείκτης απόκλισης χρονοδιαγράμματος SPI (Schedule Performance Index)

Πίνακας 8. Υπολογισμός τιμής SPI

Σημείο ελέγχου	Προγραμματισμένη πρόοδος (%)	Πραγματική πρόοδος (%)	SPI (Earned Value)
22/1	33.33%	8.70%	0.26
15/2	61.11%	15.22%	0.25
8/3	83.33%	23.91%	0.29
31/3	100.00%	36.96%	0.37

Στον συγκεκριμένο πίνακα φαίνεται ότι η προγραμματισμένη πρόοδος του έργου είναι σαφώς μεγαλύτερη σε σχέση με την πραγματική. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο έργο δόθηκαν σημαντικές παρατάσεις που επέκτειναν σε μεγάλο βαθμό χρονικά το σύνολο των εργασιών που είχαν προγραμματιστεί. Ως εκ τούτου, η πραγματική πρόοδος, η οποία υπολογίζεται με βάση το δεύτερο χρονοδιάγραμμα, που περιλαμβάνει τις παρατάσεις, είναι πολύ μικρότερη στα σημεία ελέγχου.

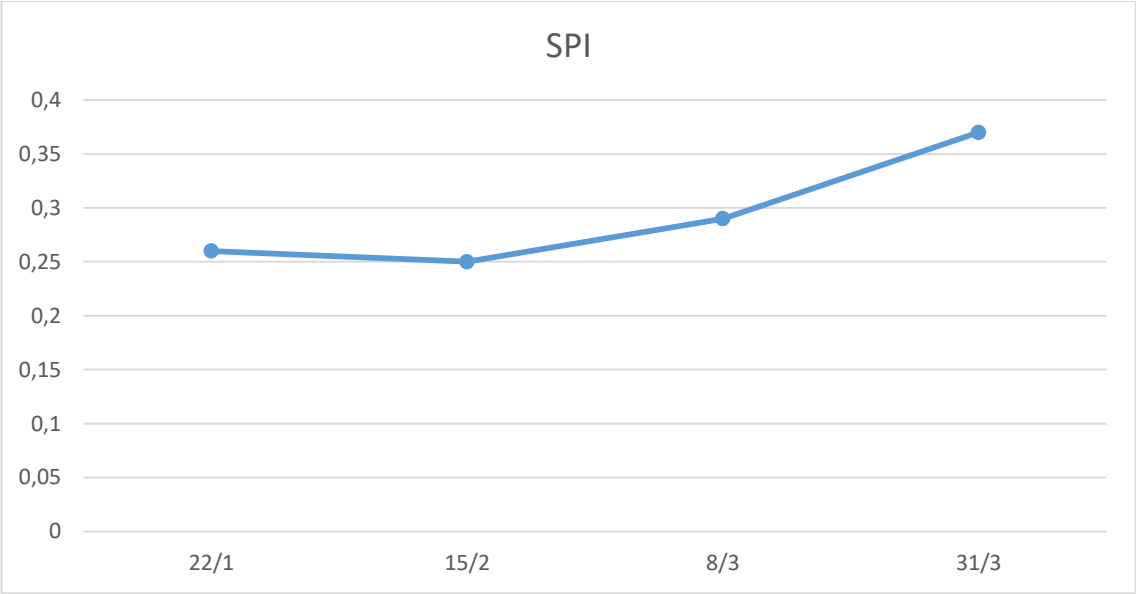
Στο ακόλουθο γράφημα απεικονίζεται η πορεία του δείκτη απόκλισης χρονοδιαγράμματος SPI (Schedule Performance Index)

Για κάθε σημείο ελέγχου έχει παρουσιαστεί το ποσοστό των εργασιών που υπολογιζόταν να ολοκληρωθεί για τη συγκεκριμένη ημερομηνία (Προγραμματισμένη πρόοδος %) και το ποσοστό που πράγματι ολοκληρώθηκε (Πραγματική πρόοδος %). Η προγραμματισμένη πρόοδος υπολογίζεται με βάση το ποσοστό των συνολικών εργασιών που, με βάση το αρχικό χρονοδιάγραμμα υπολογιζόταν να έχει ολοκληρωθεί τη δεδομένη στιγμή. ειδικότερα, αναμενόταν να έχει ολοκληρωθεί το 100% των εργασιών της ομάδας Α και το 40% των εργασιών της ομάδας Γ, δηλαδή το 33,33% των συνολικών εργασιών.

Όσον αφορά την πραγματική πρόοδο, αυτή υπολογίζεται επί του τροποποιημένου χρονοδιαγράμματος που παρουσιάζει το σύνολο των παρατάσεων. Με βάση αυτό το χρονοδιάγραμμα, κατά το συγκεκριμένο σημείο ελέγχου αναμενόταν να έχει ολοκληρωθεί μόλις το 19,04% των εργασιών της ομάδας Α, δηλαδή ποσοστό 8,70% των συνολικών εργασιών.

Η τιμή SPI είναι το αποτέλεσμα της διαίρεσης της πραγματικής προόδου και της προγραμματισμένης προόδου. Δηλαδή, για την περίπτωση του πρώτου σημείου ελέγχου προκύπτει από τη διαίρεση: 8,70/33,33 κοκ.

Στον συγκεκριμένο πίνακα φαίνεται ότι η προγραμματισμένη πρόοδος του έργου είναι σαφώς μεγαλύτερη σε σχέση με την πραγματική. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο έργο δόθηκαν σημαντικές παρατάσεις που επέκτειναν σε μεγάλο βαθμό χρονικά το σύνολο των εργασιών που είχαν προγραμματιστεί. Ως εκ τούτου, η πραγματική πρόοδος, η οποία υπολογίζεται με βάση το δεύτερο χρονοδιάγραμμα, που περιλαμβάνει τις παρατάσεις, είναι πολύ μικρότερη στα σημεία ελέγχου.



Διάγραμμα 10. SPI για τα σημεία ελέγχου

Συνοψίζοντας τα όσα προηγήθηκαν, αρχικά είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στην καθυστέρηση της ολοκλήρωσης του έργου που επρόκειτο να ολοκληρωθεί με την πάροδο τριών μηνών, ενώ στην πραγματικότητα χρειάστηκε επτά μήνες, δηλαδή περισσότερο από το διπλάσιο χρόνο για να ολοκληρωθεί. Για τον υπολογισμό των τιμών, ως μονάδα μέτρησης ελήφθη η εβδομάδα. Έτσι, το έργο αρχικά υπολογίστηκε ότι θα διαρκέσει συνολικά 13 εβδομάδες, ενώ στην πραγματικότητα ολοκληρώθηκε με το πέρας 29 εβδομάδων.

Από την τιμή SPI για τα τέσσερα ορόσημα του έργου, η οποία είναι πολύ μικρότερη του 1 προκύπτει ότι υπήρξε σημαντική καθυστέρηση στην ολοκλήρωσή του.

- Δείκτης απόδοσης διάρκειας DPI (Duration Performance Index)

Υπολογίστηκε, επίσης, η τιμή DPI για το συγκεκριμένο έργο, η οποία αντιστοιχεί σε 0,33 για τη συνολική εξέλιξη της εκτέλεσης του έργου σε σχέση με το χρονοδιαγραμμα. Δεν κατέστη δυνατό η συγκεκριμένη τιμή να υπολογιστεί ανά περίοδο, αφού η καθυστέρηση του έργου ήταν τόσο μεγάλη που κατά το σημείο της υλοποίησής του, όταν θεωρείτο ότι θα είχε φτάσει στο 100%, το πραγματικό ποσοστό υλοποίησης ήταν μόλις στο 36,96%, δηλαδή λίγο μεγαλύτερο από το 1/3.

Αναλυτικά, ο υπολογισμός της τιμής DPI παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 9. Υπολογισμός τιμής DPI

Εβδομάδα	EV%	PV%	DPI
4	8.70	33.33	**0.33**
7	15.22	61.11	
10	23.91	83.33	
13	36.96	100.00	

Η τιμή DPI υποδηλώνει την απόδοση του έργου κατά το σημείο του ελέγχου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, κατά το τέταρτο και τελευταίο σημείο ελέγχου, στην 13η εβδομάδα, όπου και τοποθετείτο η πρόβλεψη της ολοκλήρωσης, το ποσοστό των εργασιών που πράγματι είχαν ολοκληρωθεί έφτανε μόλις στο 36,96%, δηλαδή στο σημείο όπου θα έπρεπε να βρίσκεται περίπου στις 4,4 εβδομάδες. Σύμφωνα με αυτό, το DPI υπολογίστηκε ως 4,4 / 13 = 0,33 <1 άρα το έργο δεν εκτελείτε σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα.

- Απόκλιση κόστους κατά την ολοκλήρωση του έργου CV (Cost Variance)

Όσον αφορά το κόστος του έργου κατά την ολοκλήρωση, σε σχέση και με τον αρχικό προϋπολογισμό, η τιμή του προϋπολογισθέντος κόστους στην ολοκλήρωση του έργου (BAC) είναι 84.975,40 €, ενώ η πραγματική αξία του έργου (AC) έφτασε στα 91.004,89 €. Με βάση αυτό, η απόκλιση κόστους (CV) υπολογίζεται στα 6.029,49 €.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι αντίστοιχες τιμές ανά ομάδα εργασιών.

Πίνακας 10. Κόστος έργου

Ομάδα εργασιών	PV	AC	Απόκλιση
Α. Βυθοκορήσεις – καθαιρέσεις – λιθορριπές	1.171,40 €	6.734.39 €	5.562,99 €
Β. Σκυροδέματα	21.221,00 €	21.221.00 €	0 €
Γ. Πάσσαλοι	58.300,00 €	58.766.50 €	466,50 €
Δ. Επισκευή ανωδομής	4.283,00 €	4283,00 €	0 €
Σύνολο	84.975,40 €	91.004,89 €	6.029,49 €

- Δείκτης απόκλισης κόστους CPI (Cost Performance Index)

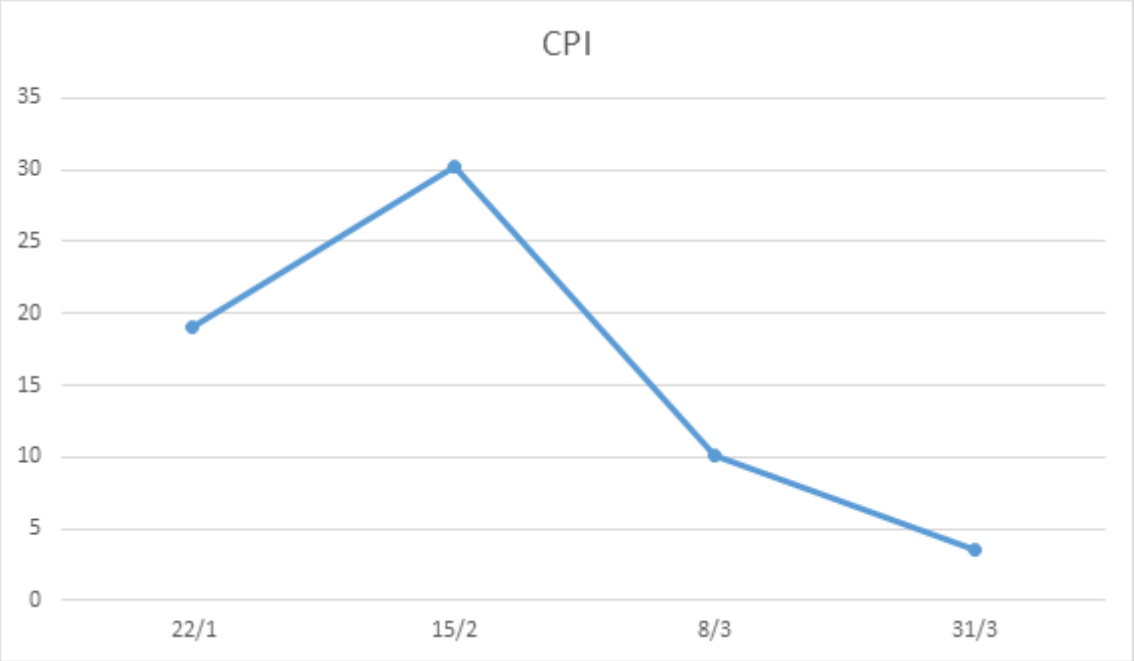
Όσον αφορά τον υπολογισμό της τιμής του δείκτη CPI για τα καθορισμένα σημεία ελέγχου, αυτός έχει ως εξής:

Πίνακας 11. Υπολογισμός δείκτη απόκλισης κόστους CPI

Σημείο ελέγχου	EV	AC	CPI
22/1	24.491, 40 €	1,282,74 €	19,09
15/2	67.959,80 €	2.244,80 €	30,27
8/3	81.763,15 €	8.104,06 €	10,08
31/3	84.975,40 €	23.757,74 €	3,57

Στον συγκεκριμένο πίνακα, η τιμή EV προκύπτει με βάση τον υπολογισμό του κόστους των εργασιών που, με βάση τον αρχικό προγραμματισμό του έργου, αναμενόταν να ολοκληρωθούν σε κάθε σημείο ελέγχου. Αντίστοιχα, η τιμή AC αναφέρεται στο κόστος που αντιστοιχεί στο ποσοστό του έργου που πράγματι ολοκληρώθηκε έως τα συγκεκριμένα χρονικά στοιχεία. Ακολούθως, η τιμή του CPI, για το πρώτο σημείο ελέγχου προκύπτει από τη διαίρεση του EV διά του AC (1.282,74 / 24.491,40 = 19.09). Αντιστοίχως προκύπτουν και οι υπόλοιπες τιμές.

Η πορεία του δείκτη CPI απεικονίζεται στο ακόλουθο γράφημα:



Διάγραμμα 11: Δείκτης απόκλισης κόστους CPI για τα σημεία ελέγχου

Από την τιμή CPI για τα τέσσερα ορόσημα του έργου, η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη του 1 προκύπτει ότι το κόστος του έργου είναι μικρότερο απ αυτό που αρχικά είχε προϋπολογιστεί στα συγκεκριμένα σημεία έλεγχου.

- Εκτίμηση (forecast) της συνολικής διάρκειας του έργου EAC(t) (Estimate at Completion)

Τέλος, για καθένα από τα σημεία ελέγχου υπολογίστηκε η εκτίμηση (forecast) της συνολικής διάρκειας του έργου. Η τιμή υπολογίστηκε σε εβδομάδες και υπολογίστηκε με δύο μεθόδους.

Η πρώτη μέθοδος χρησιμοποίησε τον τύπο: EAC(t) = Προγραμματισμένη διάρκεια (PD) – ((Παραγόμενη Αξία (EV) – Προγραμματισμένη Αξία (PV)) x Προγραμματισμένη διάρκεια (PD)) / Προϋπολογισμός κατά την Ολοκλήρωση (BAC)).

Με βάση αυτόν τον τύπο, υπολογίστηκαν τα σημεία.

Η δεύτερη μέθοδος ακολούθησε τον τύπο: EAC(t) = Προγραμματισμένη διάρκεια (PD) / Δείκτης απόδοσης χρονοδιαγράμματος (SPI).

Με βάση αυτόν τον τύπο, υπολογίζονται οι τιμές των σημείων ελέγχου.

Πίνακας 12. Εκτίμηση συνολικής διάρκειας έργου

Σημείο ελέγχου	Μέθοδος 1	Μέθοδος 2

22/1	5,07	15,38
15/2	12,20	28,00
8/3	18,39	34,48
31/3	22,26	35,14

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, η δεύτερη μέθοδος φαίνεται να είναι πιο ακριβής σε σχέση με την πρώτη σε ό,τι αφορά την εκτίμηση του χρόνου ολοκλήρωσης των εργασιών, αφού ήταν πιο κοντά στην πραγματική τους διάρκεια.

5.4. Αποτελέσματα – συμπεράσματα

Με βάση το παραπάνω παράδειγμα καθίσταται εμφανές ότι η συγκεκριμένη μεθοδολογία παρακολούθησης τεχνικών έργων έχει πολλά πλεονεκτήματα σε ό,τι αφορά τη μελέτη και τον έλεγχο των έργων αυτών. Ειδικότερα, μπορεί να αποδειχθεί πολύτιμη στη διαπίστωση του αν και σε ποιο βαθμό το συγκεκριμένο έργο βρίσκεται σε ορθή πορεία σε σχέση με τον προϋπολογισμό του, αλλά και το αρχικό του χρονοδιάγραμμα. Επιπλέον, συμβάλλει στην κατανόηση του βαθμού στον οποίο τα απρόβλεπτα γεγονότα και οι ανάγκες που δεν έχουν εξ αρχής υπολογιστεί μπορούν να επηρεάσουν την πορεία του έργου και να οδηγήσουν σε αποκλίσεις από το χρόνο και το κόστος υλοποίησης που αρχικά είχε καθοριστεί.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, μελετήθηκε ένα τεχνικό έργο που είχε σημαντική απόκλιση σε σχέση με το αρχικό χρονοδιάγραμμα κόστους. Ειδικότερα, ενώ το έργο υπολογιζόταν να ολοκληρωθεί σε 13 εβδομάδες, τελικά ολοκληρώθηκε σε 29. Η καθυστέρηση αυτή, εξαιτίας της οποίας το έργο ολοκληρώθηκε σε περισσότερο από τον διπλάσιο χρόνο που είχε υπολογιστεί εξ αρχής, οφείλεται σε απρόβλεπτα γεγονότα που περιγράφονται στις αντίστοιχες τεχνικές εκθέσεις. Εξαιτίας των γεγονότων αυτών, οι υπεύθυνοι του έργου χρειάστηκε να προχωρήσουν σε επιπλέον εργασίες που δεν είχαν εξ αρχής προγραμματιστεί και προϋπολογιστεί. Ο συντονισμός και η εκτέλεση των εργασιών οδήγησε στην ανάγκη υπολογισμού τριών παρατάσεων που κόστισαν χρονικά στην ολοκλήρωση του έργου.

Όσον αφορά την πρόβλεψη της ολοκλήρωσης του έργου, υπολογίστηκε με βάση δύο μεθόδους. Από τις δύο μεθόδους, η δεύτερη ήταν λίγο πιο ακριβής σε σχέση με την πρώτη.

Από την άλλη πλευρά, απόκλιση υπήρξε και σε ό,τι αφορά το κόστος του έργου, ωστόσο σε αυτή την περίπτωση η διαφορά δεν ήταν αναλόγως σημαντική, αφού έφτασε στο 3,7% του συνολικού κόστους του έργου. Η απόκλιση του κόστους κυρίως εντοπίζεται στην πρώτη ομάδα εργασιών, όπου οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και η καθυστέρηση.

Σε γενικές γραμμές, πρόκειται για ένα έργο που δεν ολοκληρώθηκε με βάση τις αρχικές προβλέψεις σε σχέση με τον χρόνο ή το κόστος. Η εφαρμογή της EVM μπορεί να συμβάλλει στον υπολογισμό του αν και σε ποιο βαθμό το έργο ολοκληρώθηκε σύμφωνα με τις προβλέψεις, καθώς και στον βαθμό της απόκλισης από αυτές.

Ένα τελικό και σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει από αυτή την έρευνα είναι ότι η επιτυχής εφαρμογή της EVM, η οποία συντελεί στην επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων για τα έργα, δεν είναι απλώς θέμα εισαγωγής της μεθοδολογίας στη διαχείριση των τεχνικών έργων. Αντ' αυτού, είναι απαραίτητο να συνδέεται με γενικές οργανωτικές προσεγγίσεις όπως η οργανωτική κουλτούρα που βασίζεται στη συνεργασία και την επιδίωξη της ποιότητας και της βελτίωσης. Απαιτεί, επίσης, την ύπαρξη καταρτισμένου προσωπικού με διάθεση για διαρκή εκπαίδευση και ενημέρωση σε σημαντικά ζητήματα που αφορούν τη διαχείριση έργου. Σε κάθε περίπτωση, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη συνολική διαδικασία και την εφαρμογή της EVM στα δημόσια έργα. Πρόκειται για ένα ζήτημα με πολλές και διαφορετικές διαστάσεις. Η εφαρμογή της μεθόδου, σίγουρα, είναι απαραίτητο να βασίζεται σε προσεκτικό σχεδιασμό και συστηματική έρευνα και ανάλυση των δεδομένων, έτσι ώστε να επιτευχθούν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Συνοψίζοντας, ο προγραμματισμός, ο έλεγχος και η παρακολούθηση της προόδου αποτελούν βασικές λειτουργίες διαχείρισης για την αποτελεσματική υλοποίηση των κατασκευαστικών έργων. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται συνήθως και επιτρέπουν την εκτέλεση αυτών των λειτουργιών περιλαμβάνουν χρονοδιαγράμματα και προϋπολογισμούς, συχνά με τη μορφή εκτίμησης κόστους. Δημιουργούνται στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των αποκλίσεων κόστους και χρόνου. Επιπλέον, οι δημοφιλείς τεχνικές παρακολούθησης περιλαμβάνουν τον έλεγχο σε σημεία που αποτελούν ορόσημα για το έργο, καθώς και συγκριτική ανάλυση του πραγματικού έναντι του προγραμματισμένου κόστους. Πρόκειται για τεχνικές που μπορούν να δώσουν μία συνολική εικόνα του έργου και να συμβάλλουν στην επιτυχή ολοκλήρωσή του.

6. Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μελετήθηκε η εφαρμογή της μεθόδου παραγόμενης αξίας (EVM), η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον στην περίπτωση των τεχνικών έργων για τον υπολογισμό του αν και σε ποιο βαθμό το συγκεκριμένο έργο ολοκληρώνεται με βάση τις αρχικές προβλέψεις χρόνου και κόστους. Η EVM αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των έργων, ενώ περιλαμβάνει παραμέτρους που αφορούν τα τεχνικά στοιχεία και δεδομένα, το κόστος και τον χρονικό προγραμματισμό του έργου. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία στη διάρκεια των τελευταίων ετών έχει κερδίσει σημαντικό έδαφος, εξαιτίας της απλότητάς της στην εφαρμογή, αλλά και της αποτελεσματικότητας που τη διακρίνει.

Ο στόχος της εργασίας ήταν η παρουσίαση της μεθόδου και η εφαρμογή της σε ένα πραγματικό παράδειγμα τεχνικού έργου.

Το έργο που επιλέχθηκε για τη μελέτη περίπτωσης ήταν ένα λιμενικό έργο που είχε ως στόχο την ολοκλήρωση των έργων αποκατάστασης σε προβλήτα. Για το συγκεκριμένο έργο συγκεντρώθηκαν στοιχεία που αφορούσαν το χρονοδιάγραμμα, τον προϋπολογισμό και τις έκτακτες ανάγκες που παρουσιάστηκαν στην πορεία των εργασιών.

Από τη μελέτη του έργου προέκυψε ότι υπήρξε σημαντική καθυστέρηση, η οποία οφείλεται στην ύπαρξη απρόβλεπτων γεγονότων που προέκυψαν στη διάρκεια του έργου. Οι καθυστερήσεις, καθώς και οι αυξήσεις του κόστους, κυρίως επηρέασαν την πρώτη ομάδα εργασιών. Εξαιτίας αυτών επηρεάστηκαν, ασφαλώς και οι υπόλοιπες φάσεις, καθώς το έργο οδηγήθηκε σε σημαντική καθυστέρηση.

Συνολικά, τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθόδου στο συγκεκριμένο έργο είναι τα ακόλουθα:

- Η ύπαρξη απρόβλεπτων γεγονότων μπορεί να επηρεάσει σημαντικά και καθοριστικά τη χρονική διάρκεια του έργου.
- Οι καθυστερήσεις, όταν οφείλονται στην ανάγκη για πρόσθετες εργασίες, οδηγούν σε αύξηση του κόστους του έργου.
- Το έργο περαιώθηκε αργότερα από ότι αρχικά υπολογίστηκε εξαιτίας απρόβλεπτων γεγονότων (καιρικά φαινόμενα) και ανάγκης για περαιτέρω εργασίες.
- Το έργο παρουσίασε αύξηση κόστους σε σχέση με τον επίσημο προϋπολογισμό του.
- Στα τέσσερα ορόσημα, σημεία έλεγχου του έργου όπου SPI < 1 και CPI > 1 για τα τέσσερα ορόσημα, όπου προκύπτει ότι υπήρξε πίσω στο πρόγραμμα και κάτω από τον προϋπολογισμό.

Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μία μελλοντική έρευνα, η οποία θα εξετάζει και άλλες περιπτώσεις λιμενικών έργων, έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν και σε ποιο βαθμό και σε αυτά αντιμετωπίζουν παρόμοιες καθυστερήσεις. Επιπλέον, θα είχε ενδιαφέρον και η

αντιπαραβολή τους με άλλα έργα διαφορετικών τομέων. Από την έρευνα αυτή θα μπορούσε να διαπιστωθεί το αν και σε ποιο βαθμό η επίδραση απρόβλεπτων παραγόντων διαπιστώνεται και σε άλλους τομείς και οδηγεί σε αντίστοιχες καθυστερήσεις.

Κλείνοντας, είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι μέσα από αυτή διαπιστώθηκε η αξία της εφαρμογής μεθοδολογιών διαχείρισης έργου στην περίπτωση των δημόσιων έργων κι αυτό γιατί με τη βοήθεια των συγκεκριμένων εργαλείων είναι δυνατή η πρόβλεψη και η αντιμετώπιση των ενδεχόμενων απρόβλεπτων καταστάσεων που μπορεί να προκύψουν στη διάρκεια της υλοποίησης ενός έργου. Όπως είναι φυσικό, ο αρχικός προγραμματισμός, όπως και ο προϋπολογισμός ενός έργου, είναι δυνατό να διαφοροποιηθούν στη διάρκεια της υλοποίησής του. Αυτό παρατηρήθηκε τόσο από άποψης χρόνου όσο και από άποψης κόστους στην περίπτωση που μελετήθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης έρευνας. Η εφαρμογή της κατάλληλης μεθοδολογίας είναι δυνατό να αποτυπώσει την ακριβή εικόνα της κατάστασης του έργου σε σχέση με τον προγραμματισμό του, να συμβάλλει στη διαπίστωση των προβλημάτων που ενδεχομένως έχουν προκύψει και, στη συνέχεια, στη λήψη των αποφάσεων που αφορούν τις μελλοντικές κινήσεις, έτσι ώστε να καλυφθούν τα όποια κενά επισημανθούν και οι διαφορές σε σχέση με τον σχεδιασμό.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Δρυμούσης, Χ. Γ., 2005. Διαχείριση έργων: Βασική προϋπόθεση στρατηγικής ανάπτυξης. *Τεχνικά Χρονικά.*

Laudon, K. C., & Laudon, J. P., 2009. *Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης.* Μτφρ. Γ. Κατσαντώνης & Δ. Κωστάκης. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Λεπιδάκη, Α., 2007. Νομοθεσία Δημοσίων Έργων. Στο *Επιμορφωτικό πρόγραμμα: Δημόσια έργα.* Αθήνα: Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης και Αυτοδιοίκησης.

Μητάκος, Θ. (2015). *Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης.* Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Παντουβάκης, Π., 2003. Θεωρία και πράξη στη διαχείριση έργων. *Τεχνικά Χρονικά.* Ηλεκτρονική διμηνιαία έκδοση. Τεύχος Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου, σ. 1-13.

Πολύζος, Σ., 2011. *Διοίκηση και διαχείριση έργων: Μέθοδοι και τεχνικές.* Αθήνα: Κριτική.

Ξενόγλωσση

Anbari, F., 2003. Earned Value Method and extensions. *Project Management Journal, 34*(4), 12-23.

Araszkiewicz, K. & Bochenek, M., 2019. Control of construction projects using the Earned Value Method – case study. *Open Engineering, 9*(1).

BS 6079-1:2002. Project management. Guide to project management. https://www.thenbs.com/PublicationIndex/documents/details?Pub=BSI&DocID=257099 . Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

Czarnigowska, A., Jaskowski, P., Biruk, S., 2011. Project performance reporting and prediction: Extensions of Earned Value Management. *International Journal of Business and Management Studies, 3*(1), 11 - 20.

Flemming, W.Q. & Koppelman, M.J., 2009. The two most useful earned value metrics. The CPI and the TCPI. *PM World Today, XI*(VI).

Hilson, D., 2002. Extending the risk process to manage opportunities. *International Journal of Project Management, 20*, 235 – 240.

Hilson, D., 2004. Earned Value Management and Risk Management. A practical synergy. *PMI Global Congress Proceedings,* USA.

Howes, R., 2000. Improving the performance of Earned Value Analysis as a construction project management tool', *Engineering, Construction and Architectural Management, 7*(4), 399 – 411.

IPMA (International Project Management Association), 2006. ICB-IPMA Competence Baseline Version 3.0. International Project Management Association, Nijkerk.

IPMA Standards. https://www.ipma.world/individuals/standard/. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

ISO 10006:2003. https://www.iso.org/standard/36643.html. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

Kim, E., Wells,Jr., W. G., Duffey, M. R., 2003, A model for effective implementation of Earned Value Management methodology, *International Journal of Project Management*, *21*, (5), 375 – 382.

Jarnagan, H. P., 2009, Lessons Learned in Using Earned Value Systems, *AACE International Transactions*.

Kwak, Y. H., Anbari F. T., 2012, History, practices, and future of earned value management in government: Perspectives from NASA. *Project Management Journal*, *43*(1), 77 – 90.

Laudon, K. C., & Laudon, J. P., *2009*. Essen*tials of Management Information Systems*, Eighth Edition. Upper Saddle River, NJ: Pear son Education.

Lukas, J.A., 2008. Earned Value Analysis – Why it doesn't work. *AACE International Transactions.*

Maylor, H., Brady, T., Cooke- DACies, T. & Hodgson, D., 2006. From projectification to programmification. *International Journal of Project Management, 24*, 663 – 674.

PMBOK, 2004. *A guide to the project management body of knowledge.* Third Edition. Project Management Institute.

PMBOOK Guide. 2013. *A guide to the Project Management of Knowledge.* Fifth edition. Project Management Institute.

PMBOK Guide and Standards. https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

PMI, 2004. *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide).* 3rd Edition. Pennsylvania: Project Management Institute.

PMI, 2005. *Practice Standard for Earned Value Management*. Pennsylvania: Project Management Institute.

Project Management Institute, 2005, *Practice Standard for Earned Value Management*, 2005.

PRINCE 2. https://www.prince2.com/uk. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

Shtub, A., Bard, J. & Globerson., S. 2005. *Project Management – Processes, methodologies and economics.* Upper Saddle River, NJ: Pearson-Prentice Hall.

Suresh, S. & Ramasamy, G.N., 2015. Analysis of project performance using Earned Value Analysis. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), 4*(4), 1080-1085.

The pathway to OPM3. https://www.pmi.org/learning/library/pathway-organizational-project-management-maturity-8221. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

Tonnquist, B., 2006. *Projectledning.* Stockholm: Bonnier uitbildning.

V-Modell XT. https://www.cio.bund.de/Web/DE/Architekturen-und-Standards/V-Modell-XT/vmodell_xt_node.html. Ανακτήθηκε στις 20/8/2019.

Vanhoucke, M., 2014. Introduction to Earned Duration. *The Measurable News.*

Verma, A.., Pathak, K.K. & Dixit, 2014.. Earned Value Analysis of Construction Project at Rashtriya Sanskrit Sansthan, Bhopal. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 3*(4), 11350-11355.

Wilkens Tammo, T., 1999. *Earned Value – Clear and Simple.* L.A. Country Metropolitan Transportation Authority.

Yatskevich, O., 2017. Earned Value Management (EVM) for Agile Software Projects.

Νομοθεσία

Νόμος 1418/1984. *«Δημόσια έργα και ρυθμίσεις συναφών θεμάτων.* ΦΕΚ Α' 23/28-29.2.84.

Νόμος 2229/1994. *«Τροποποίηση και συμπλήρωση του Ν. 1418/1984 και άλλες διατάξεις».* ΦΕΚ Α' 138/31.8.1994.

Νόμος 3316/2005. *«Ανάθεση και εκτέλεση δημοσίων συμβάσεων εκπόνησης μελετών και παροχής συναφών υπηρεσιών και άλλες διατάξεις».* ΦΕΚ Α' 42/22.2.2005.

Νόμος 3669/2008. *«Κύρωση της κωδικοποίησης της νομοθεσίας κατασκευής δημόσιων έργων».* ΦΕΚ Α' 116/18.6.2008.

Νόμος 4412/2016. *«Δημόσιες συμβάσεις έργων, προμηθειών και υπηρεσιών (προσαρμογή στις οδηγίες 2014/24/ΕΕ και 2014/25/ΕΕ)*. ΦΕΚ Α' 147/8.8.2016.

Προεδρικό Διάταγμα 609/1985 «Κατασκευή δημοσίων έργων». ΦΕΚ Α' 223/24-31.12.85.