ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ»

«ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΠΕΥΣΗΣ ΕΡΓΟΥ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Φοιτήτρια: Μαρία Παπαδάκη, ΜΔΕ44

Επιβλέπουσα: Μαρία Μαρκάκη, Επίκουρη Καθηγήτρια

©
2025

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS SCIENCE
DEPARTMENT OF MANAGMENENT SCIENCE AND TECHNOLOGY

MSc in
MANAGEMENT AND DIGITAL TRANSFORMATION

OPTIMIZING PROJECT SCHEDULING AND CRASHING

MASTER THESIS

Student: Maria Papadaki, MDE44

Supervisor: Maria Markaki, Assistant Professor

©
2025

Στον Κωστή, το Μάνο και τη Γαλάτεια

<u>Υπεύθυνη Δήλωση</u> *: Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Διοίκηση και Ψηφιακός Μετασχηματισμός του Τμήματος Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του ΕΛΜΕΠΑ.*

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τις σπουδές μου στο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ» θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Μαρκάκη Μαρία για την ευκαιρία, που μου πρόσφερε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο, όπως αυτό της διοίκησης έργων. Με τίμησε με τη συνεργασία, την υποστήριξη και την εμπιστοσύνη της, ανοίγοντάς μου νέους ορίζοντες γνώσης.

Θα ήθελα όμως επίσης να ευχαριστήσω από καρδιάς, τους καθηγητές μου στο Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, που ο καθένας ξεχωριστά συνέβαλλε με το δικό του μοναδικό τρόπο στην προσωπική μου εξέλιξη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τη συμπίεση έργου. Το συγκεκριμένο αντικείμενο εντάσσεται στη διοίκηση έργων, που αποτελεί ένα συναρπαστικό επιστημονικό τομέα, αλλά και ένα σημαντικό παράγοντα για την αποτελεσματική οργάνωση και υλοποίηση με επιτυχία, των στρατηγικών και επιχειρησιακών στόχων ενός οργανισμού.

Αρχικά, στη μελέτη αυτή παρουσιάζονται οι βασικές περιοχές γνώσης του αντικειμένου της διοίκησης έργου. Επισημαίνεται η ανάγκη εφαρμογής μιας μεθοδολογίας καθοδήγησης, καθώς η πολυπλοκότητα των σύγχρονων έργων απαιτεί μια δομημένη προσέγγιση και χρήση επιστημονικών εργαλείων, με στόχο την επιτυχή υλοποίησή τους. Στη συνέχεια εξετάζεται ο χρονικός προγραμματισμός έργου, η εξέλιξη των μεθόδων χρονικού προγραμματισμού και υπογραμμίζεται η σημασία της βελτιστοποίησης του χρονοπρογραμματισμού στη διοίκηση έργων. Μέσω βιβλιογραφικής επισκόπησης που υλοποιείται, η μελέτη εστιάζει στο επιστημονικό πεδίο της συμπίεσης της χρονικής διάρκειας των δραστηριοτήτων ξεχωριστά, αλλά και του έργου συνολικά. Ακολουθεί πρακτική εφαρμογή σε συγκεκριμένο έργο, που περιλαμβάνει οπτικά βοηθήματα, όπως διάγραμμα δομής ανάλυσης εργασιών για να απεικονίσει τα διάφορα επίπεδα και δίκτυα αποτύπωσης του έργου για την εξεύρεση της κρίσιμης διαδρομής. Χρησιμοποιώντας το εργαλείο Solver του Microsoft Excel, εξετάζεται στο έργο μας, η δυνατότητα επίτευξης συμπίεσης με μείωση της διάρκειας των δραστηριοτήτων, μέσω αύξησης πόρων, προκειμένου να γίνει εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Τέλος, μετά την επίλυση του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, παρουσιάζονται και αναλύονται τα ευρήματα της έρευνας, στο χρόνο - κόστος του έργου, καθώς και γενικότερα συμπεράσματα και προοπτικές που αφορούν τον κλάδο της διοίκησης έργων.

Λέξεις Κλειδιά : Διοίκηση έργου, συμπίεση, ανάλυση χρόνου-κόστους έργου, συμπίεση χρονοδιαγράμματος, μέθοδος κρίσιμης διαδρομής.

ABSTRACT

The present thesis deals with project crashing. This specific subject falls within the field of project management, which constitutes both a fascinating scientific discipline and a significant factor for the effective organization and successful implementation of an organization's strategic and operational goals.

Initially, this study presents the fundamental knowledge areas of the field of project management. The need for the application of a guiding methodology is emphasized, as the complexity of modern projects requires a structured approach and the use of scientific tools, with the aim of their successful implementation. Subsequently, project scheduling is examined, the evolution of scheduling methods is analyzed, and the importance of schedule optimization in project management is highlighted. Through a literature review, the study focuses on the scientific field of crashing the duration of individual activities as well as the overall project. A practical application follows on a specific project, which includes visual aids such as a Work Breakdown Structure (WBS) diagram to depict the various levels and network diagrams to capture the project in order to identify the critical path. Using the Solver tool in Microsoft Excel, this study examines the possibility of achieving crashing by reducing the duration of activities through resource augmentation, in order to derive reliable conclusions. Finally, after solving the linear programming problem, the research findings regarding the project's time-cost analysis are presented and analyzed, along with general conclusions and prospects concerning the field of project management.

Keywords: Project management, crashing, project time-cost analysis, schedule crashing, critical path method.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 6
Ευρετήριο Σχημάτων 9
Ευρετήριο Πινάκων 9
1. ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΟΥ 10
1.1 ΕΝΝΟΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ 10
1.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ 10
1.3 ΟΔΗΓΟΣ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ 11
1.4 ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ 13
1.5 ΤΟΜΕΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ 18
2. ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ 22
2.1 ΕΝΝΟΙΑ ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΑ ΕΡΓΑ 22
2.2 ΣΗΜΑΣΙΑ ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ 23
2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ 25
2.3.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΡΓΟΥ 26
2.3.2 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ 27
2.3.3 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ 27
3. ΣΥΜΠΙΕΣΗ 33
3.1 ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΕΡΓΟΥ 33
3.2 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΕΡΓΟΥ 34
4. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΕΡΓΟ 40
4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ 40
4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ ΕΡΓΟΥ – (WBS) 41
4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΡΓΟΥ 43
4.4 ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΡΓΟΥ 45
4.5 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΓΟΥ 47
4.6 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΕΡΓΟΥ 51
4.6.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ solver 54
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 65

Ευρετήριο Σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 1 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ 12

ΣΧΗΜΑ 2 ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΟΜΑΔΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ 13

ΣΧΗΜΑ 3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΓΝΩΣΗΣ PMBOK 14

ΣΧΗΜΑ 4 ΤΟΜΕΙΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΕΡΓΟΥ 17

ΣΧΗΜΑ 5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΡΓΟΥ 23

ΣΧΗΜΑ 6 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟ ΕΡΓΟΥ 28

ΣΧΗΜΑ 7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ WBS ΕΡΓΟΥ Ε4 43

ΣΧΗΜΑ 8 ΚΟΜΒΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΟΝ 47

ΣΧΗΜΑ 9 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΟΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟ Ε4 48

ΣΧΗΜΑ 10 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΟΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟ Ε4 51

ΣΧΗΜΑ 11 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΕΡΓΟΥ Ε4 58

ΣΧΗΜΑ 12 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΕΡΓΟΥ Ε4 59

Ευρετήριο Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΝ ΣΤΟΥΣ 10 ΤΟΜΕΙΣ ΓΝΩΣΗΣ ΤΑ ΕΠΟΜΕΝΑ 10 ΧΡΟΝΙΑ 20

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΘΟΔΩΝ, ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΡΓΩΝ 31

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΑΝΑΛΥΣΗ WBS ΕΡΓΟΥ Ε4 42

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΡΓΟΥ Ε4, ΔΙΑΡΚΕΙΑ, ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ, ΚΟΣΤΟΣ 46

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΡΓΟΥ Ε4 50

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ Ε4 ΣΤΟ EXCEL 55

1. ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΟΥ

1.1 ΕΝΝΟΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ

Βασικό συστατικό της ανθρώπινης ύπαρξης είναι η διαρκής εξέλιξη. Ανέκαθεν ο άνθρωπος επιδίωκε να βελτιώσει τις συνθήκες της ζωής του μέσω της υλοποίησης έργων, που εξυπηρετούσαν διάφορες ανάγκες του. Αρχικά, η διαχείριση αυτών των έργων βασίζονταν κυρίως στην εμπειρία, αντί για την επιστημονική προσέγγιση. Ωστόσο μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, η ανάγκη για αποτελεσματική διαχείριση ολοένα και πιο σύνθετων και μεγάλων έργων, οδήγησε στην ανάπτυξη ενός νέου επιστημονικού κλάδου, γνωστού ως Project Management.

Η Διοίκηση Έργου (Project Management) είναι ένα σύνολο από εργασίες με σχέση αλληλεξάρτησης, που σκοπό έχουν την επίτευξη στόχων μέσα σε προκαθορισμένα πλαίσια χρόνου, προϋπολογισμού και ποιότητας, με την καθοδήγηση ενός ανθρώπου (ή ενός συλλογικού οργάνου), συνδυάζοντας μέσα από συστήματα, περιορισμένους πόρους (εξοπλισμό, ανθρώπους, χρήμα) τεχνικές και γνώσεις, με σκοπό την καλύτερη αξιοποίησή τους, για την επίτευξη της ολοκλήρωσης ενός έργου.

1.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

Η πολυπλοκότητα των σύγχρονων έργων και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ομάδες διαχείρισης ενός έργου, οδηγούν στην ανάγκη εφαρμογής μίας μεθόδου, που ουσιαστικά λειτουργεί ως καθοδήγηση για την ομάδα, ενθαρρύνοντας τη συνεργασία μεταξύ των μελών της.

Τα μέλη μίας ομάδας έχουν διαφορετικές ιδέες σχετικά με το πως πρέπει να γίνει η διαχείριση ενός έργου. Η έλλειψη μιας κοινής μεθοδολογίας, καθιστά δύσκολο να κατανοήσουν τους ρόλους και τις ευθύνες τους, προκαλώντας σύγχυση και ανασφάλεια, με συνέπεια να υπάρχουν μεγαλύτεροι κίνδυνοι για υψηλότερο κόστος και αύξηση του χρόνου, που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός έργου. Ενδεικτικά παρατίθενται παρακάτω ορισμένοι λόγοι, για τους οποίους υπάρχει η ανάγκη εφαρμογής μεθόδου στη διαχείριση έργων.

- Η εφαρμογή μιας μεθοδολογίας διαχείρισης μειώνει τον κίνδυνο αποτυχίας, καθώς προσφέρει **δομή και οργάνωση** στο έργο, καθιστώντας πιο εύκολο για τα μέλη της ομάδας να κατανοήσουν τους στόχους, τα καθήκοντα και τους κινδύνους, που πρέπει να αντιμετωπίσουν.

- Βοηθά στην **επικοινωνία** εντός της ομάδας διευκολύνοντας, την ανταλλαγή πληροφοριών, την ανίχνευση προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων.

- Παρέχει σαφείς οδηγίες για τον **προγραμματισμό** των δραστηριοτήτων και την ανάθεση καθηκόντων, βοηθώντας έτσι στην αποφυγή καθυστερήσεων και την τήρηση των προθεσμιών.

- Επιπλέον παρέχει μηχανισμούς **παρακολούθησης και αξιολόγησης** της προόδου του έργου, επιτρέποντας στην ομάδα να προσαρμόσει τη στρατηγική της ανάλογα με τις ανάγκες και τις αλλαγές που προκύπτουν.

Μια μεθοδολογία διοίκησης έργου, προσφέρει κατευθύνσεις και πλαίσια εργασίας, με στόχο την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των μελών της, προκειμένου να επιτευχθεί η ολοκλήρωση του έργου με επιτυχία. Πρακτικά λειτουργεί ως ένας οδηγός για την ομάδα διοίκησης.

1.3 ΟΔΗΓΟΣ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ

Ένα σύνολο βασικών αρχών, διαδικασιών και βέλτιστων πρακτικών στον τομέα της διαχείρισης έργων, συγκεντρώνονται στο βιβλίο "A Guide to the Project Management Body of Knowledge" (PMBOK), δηλαδή στο Σώμα Γνώσης Διαχείρισης Έργων. Εκδίδεται από το Project Management Institute (PMI), μια παγκόσμια οργάνωση, που ασχολείται με τις εξελίξεις στο Project Management, την έρευνα, την εκπαίδευση, καθώς και την δικτύωση των μελών του στα πλαίσια της προώθησης της επιστήμης διαχείρισης έργων. Το PMBOK Guide ανανεώνεται περιοδικά και αντανακλά τις τελευταίες τάσεις και πρακτικές στον συγκεκριμένο τομέα. Η γνώση και η κατανόηση του είναι σημαντική για επαγγελματίες, που επιθυμούν να αποκτήσουν πιστοποίηση PMI ή να εφαρμόσουν βέλτιστες πρακτικές στον τομέα της διαχείρισης έργων. Περιγράφει ένα σύνολο διαδικασιών με εργαλεία και τεχνικές, που μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε είδος έργου, ανεξάρτητα από τον τομέα ή

την επιχείρηση. Το PMBOK Guide (6η έκδοση) περιλαμβάνει βασικές διεργασίες, που απαιτούνται και χωρίζονται στις εξής πέντε ομάδες:

- Διεργασίες έναρξης

  Αναγνώριση ότι ένα έργο πρέπει να ξεκινήσει και δέσμευση να το πράξει.

- Διεργασίες σχεδιασμού

  Σχεδιασμός, διατήρηση ενός λειτουργικού σχήματος και προσαρμογή του στην ικανοποίηση της επιχειρησιακής ανάγκης, που ανέλαβε να υλοποιήσει.

- Διεργασίες εκτέλεσης

  Συντονισμός των ανθρώπων και άλλων πόρων για την εκτέλεση του σχεδίου.

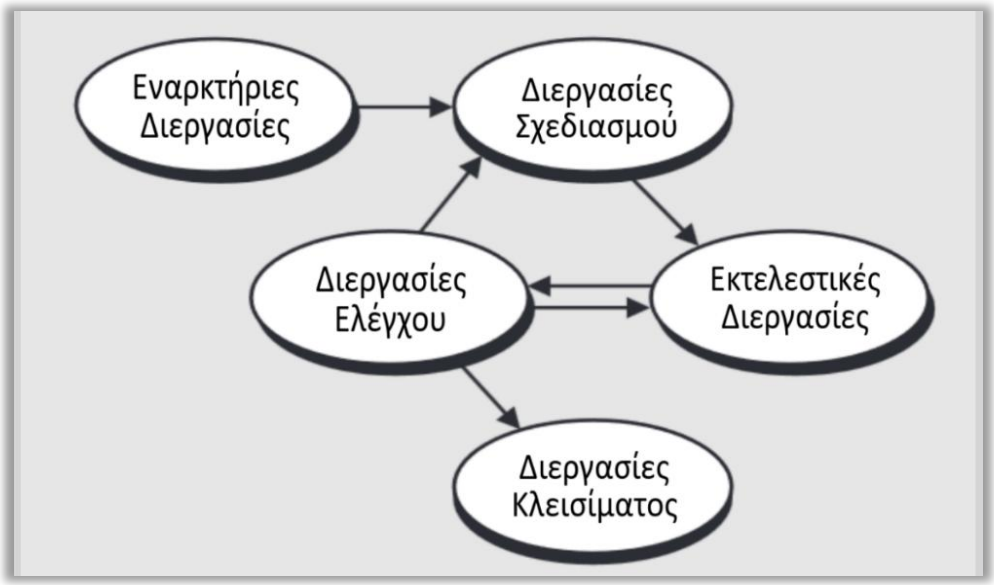
- Διεργασίες ελέγχου

  Διασφάλιση της επίτευξης των στόχων του έργου με την παρακολούθηση και μέτρηση της προόδου, καθώς και τη λήψη διορθωτικών μέτρων, όταν είναι απαραίτητο.

- Διεργασίες κλεισίματος

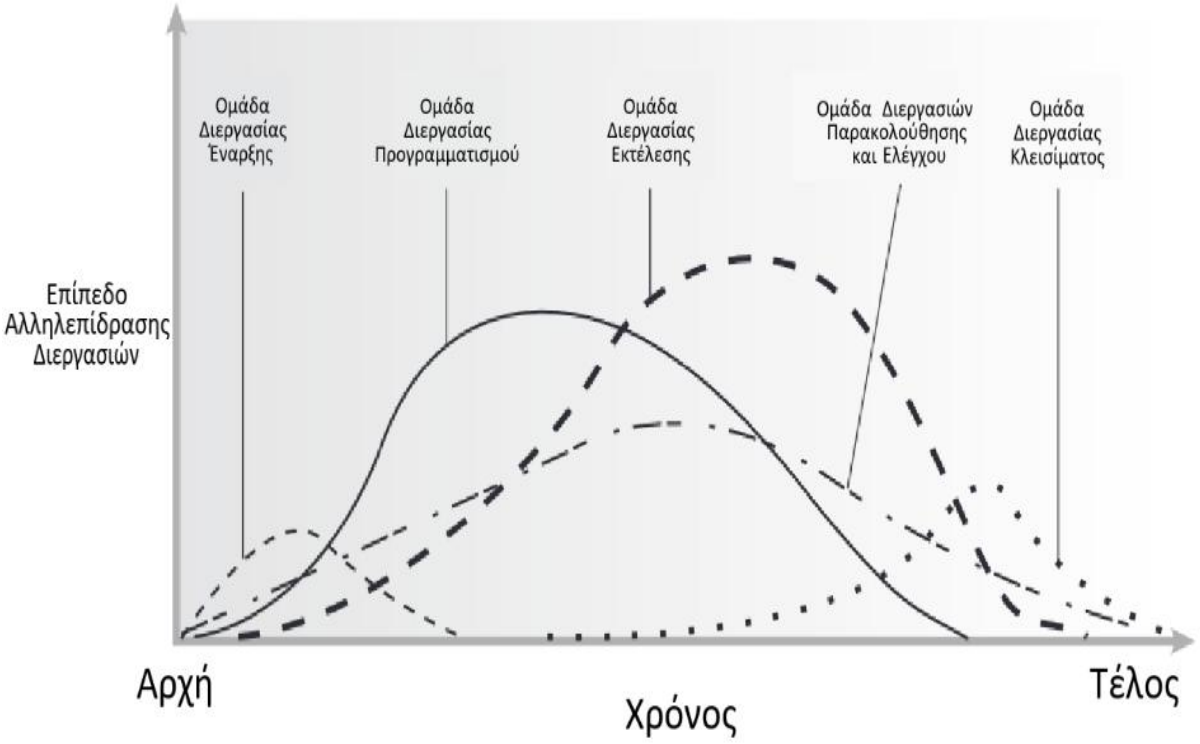
  Επισημοποίηση της αποδοχής και παραλαβής του προϊόντος ή υπηρεσίας και τερματισμός του έργου.

Η εκτέλεση ενός έργου βασίζεται σε σχέδιο, το οποίο δέχεται τεκμηριωμένες ενημερώσεις και ο σχεδιασμός του είναι επαναλαμβανόμενος. Η έκβαση μίας διεργασίας γίνεται εισροή σε μια άλλη, καθώς το έργο εξελίσσεται και αυτό απεικονίζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1 Συνδέσεις μεταξύ των ομάδων διεργασιών

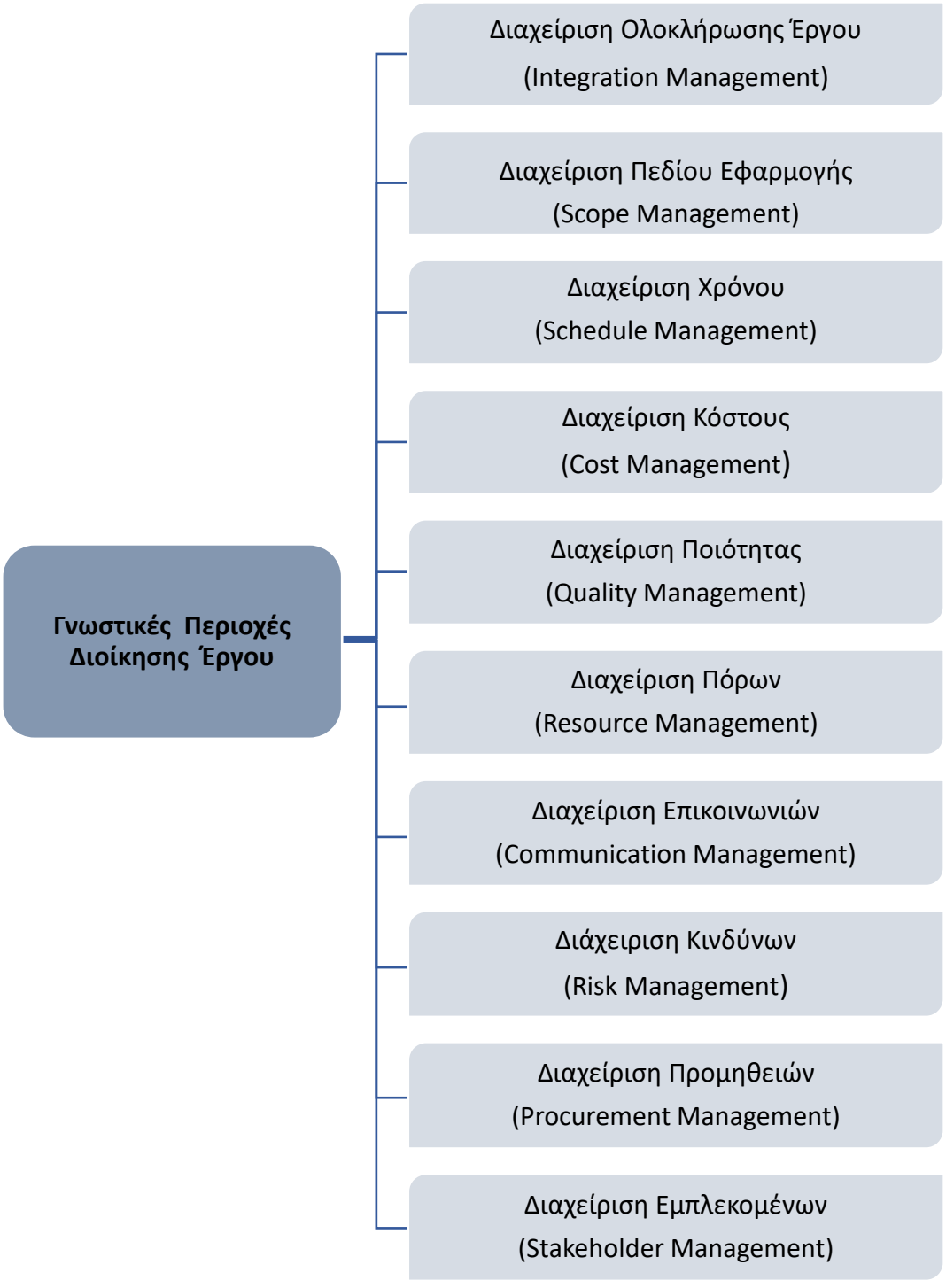
Οι ομάδες διεργασιών συνδέονται μεταξύ τους μέσω των αποτελεσμάτων, τα οποία παράγουν και είναι προσανατολισμένες στο προϊόν ή την υπηρεσία. Στα πλαίσια υλοποίησης ενός έργου, επικαλύπτονται και αλληλοεπιδρούν. Μία άποψη της αλληλοεπικάλυψης των ομάδων διεργασιών αποτυπώνεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2 Επικάλυψη ομάδων διεργασιών

1.4 ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Το μεγαλύτερο μέρος του οδηγού Project Management Knowledge Area (PMBOK 6η έκδοση), είναι αφιερωμένο στις γνωστικές περιοχές διαχείρισης έργων. Ο όρος γνωστική περιοχή αναφέρεται σε βασικούς τομείς γνώσης, που απαιτούνται για την επιτυχή διαχείριση ενός έργου. Ο οδηγός PMBOK προσφέρει κατευθυντήριες γραμμές, καθορίζει σημαντικές πτυχές κάθε γνωστικής περιοχής, καθώς και το πως ενσωματώνονται στις πέντε ομάδες διεργασιών. Στον οδηγό PMBOK (6η έκδοση) περιγράφονται 49 επιμέρους διαδικασίες διαχείρισης έργων, που κατηγοριοποιούνται περαιτέρω σε δέκα ξεχωριστούς τομείς γνώσης. Οι περιοχές γνώσης σύμφωνα με την 6η έκδοση του PMBOK, παρουσιάζονται στο Σχήμα 3, που ακολουθεί.



Σχήμα 3 Περιοχές γνώσης PMBOK

- Διαχείριση Ολοκλήρωσης έργου (Project Integration Management)

Περιλαμβάνει την ενοποίηση διαφόρων στοιχείων, όλων των διαδικασιών και των δραστηριοτήτων του έργου σε μία συνολική διαχείριση.

- Διαχείριση Πεδίου εφαρμογής (Project Scope Management)

Επικεντρώνεται στις διαδικασίες που απαιτούνται για τη διασφάλιση ότι το έργο εμπεριέχει όλες τις απαραίτητες εργασίες και μόνο αυτές, για την ολοκλήρωσή του με επιτυχία.

- Διαχείριση Χρόνου (Project Schedule Management)

Ασχολείται με τον προσδιορισμό και τη διαχείριση των δραστηριοτήτων, που απαιτούνται για την ορθή εκτέλεση και ολοκλήρωση του έργου εντός του χρονοδιαγράμματος.

- Διαχείριση Κόστους (Project Cost Management)

Περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, την εκτίμηση, τον προϋπολογισμό και τον έλεγχο κόστους για τη διασφάλιση ότι το έργο θα ολοκληρωθεί εντός του εγκεκριμένου προϋπολογισμού.

- Διαχείριση Ποιότητας (Project Quality Management)

Αναφέρεται στις διαδικασίες και τις δραστηριότητες, που απαιτούνται για την επίτευξη των ποιοτικών προδιαγραφών και απαιτήσεων του έργου.

- Διαχείριση Πόρων (Project Resource Management)

Ασχολείται με την αναγνώριση, την απόκτηση και τη διαχείριση των ανθρώπινων και άλλων πόρων, που απαιτούνται για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου.

- Διαχείριση Επικοινωνιών (Project Communications Management)

Περιλαμβάνει τις διαδικασίες, που απαιτούνται για τη διασφάλιση ότι οι πληροφορίες του έργου θα κοινοποιούνται εγκαίρως και αποτελεσματικά σε όλους τους εμπλεκόμενους.

- Διαχείριση Κινδύνων (Project Risk Management)

Ασχολείται με τον προσδιορισμό, την ανάλυση και την αντιμετώπιση κινδύνων, που μπορεί να επηρεάσουν την επιτυχία του έργου.

- Διαχείριση Προμηθειών (Project Procurement Management)

Περιλαμβάνει τις διαδικασίες για την απόκτηση προϊόντων, υπηρεσιών ή αποτελεσμάτων εκτός του οργανισμού, που απαιτούνται για το έργο.

- Διαχείριση Εμπλεκομένων Μερών (Project Stakeholder Management)

Περιλαμβάνει τις διαδικασίες που απαιτούνται για τον προσδιορισμό των ατόμων, ομάδων ή οργανισμών, που μπορούν να επηρεάσουν ή να επηρεαστούν από το έργο και τη διαχείριση των προσδοκιών τους.

Μια περιοχή γνώσης αντιπροσωπεύει ένα πλήρες σύνολο εννοιών, όρων και δραστηριοτήτων, που αποτελούν επαγγελματικό πεδίο ή τομέα εξειδίκευσης και τις περισσότερες φορές εφαρμόζονται σε όλους τους τύπους έργων. Η ομάδα έργου θα πρέπει να χρησιμοποιεί αυτές τις δέκα περιοχές γνώσης, ανάλογα με την περίπτωση και για συγκεκριμένο έργο και θα πρέπει να είναι σε θέση να τις αξιοποιεί αποτελεσματικά. Ωστόσο κάθε τομέας γνώσης ορίζεται από ιδιαίτερες απαιτήσεις.

Ο οδηγός γνώσης Project Management Knowledge Area (PMBOK 6η έκδοση), παρέχει λεπτομερή περιγραφή της κάθε διαδικασίας μαζί με μια αναλυτική εξήγηση, με επιλογή εργαλείων και τεχνικών, που χρησιμοποιούνται συχνότερα στις διεργασίες διαχείρισης έργου και στις γνωστικές περιοχές για την παραγωγή κάθε αποτελέσματος. Υποστηρικτικά επίσης σε κάθε περιοχή γνώσης παρέχεται ένα διάγραμμα ροής δεδομένων, που είναι μια συνοπτική απεικόνιση σε επίπεδο εισροών και διαδικασίας εξόδου, μέσω όλων των διεργασιών.

Οι νεότερες εξελίξεις μετατοπίζουν την έμφαση από τις συγκεκριμένες διαδικασίες σε αρχές και πρακτικές. Η 7η Έκδοση του PMBOK, εισάγει το πρότυπο βάσει αρχών και το μοντέλο

απόδοσης, το οποίο περιλαμβάνει οκτώ τομείς απόδοσης, που αντικατοπτρίζουν τις βασικές πτυχές της διαχείρισης έργων, όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4 Τομείς απόδοσης έργου

Πηγή: https://iehouse.org/wp-content/uploads/2021/07/PMBOK7.pdf

- Ενδιαφερόμενοι (Stakeholders)
- Ομάδα (Team)
- Προσέγγιση Ζωής (Development Approach and Life Cycle)
- Σχεδιασμός (Planning)
- Εργασία (Project Work)
- Παράδοση (Delivery)
- Μετρήσεις (Measurement)
- Αβεβαιότητα (Uncertainty)

Αυτές οι περιοχές παρέχουν μια πιο ευέλικτη και προσαρμόσιμη προσέγγιση στη διαχείριση έργων. Αντικατοπτρίζουν τις τρέχουσες τάσεις και τις καλύτερες πρακτικές. Επίσης δίνεται έμφαση σε ομάδες έργου, που αποτελούνται από άτομα που κατέχουν διαφορετικές

δεξιότητες, γνώση και εμπειρία καθώς, η εργασία που υλοποιείται σε ένα πλαίσιο με συλλογικό χαρακτήρα μπορεί να ολοκληρώσει ένα κοινό σκοπό πιο αποτελεσματικά από άτομα που εργάζονται μόνα τους.

Η αξία του Project Management Body of Knowledge (PMBOK), έγκειται στο ότι αποτελεί έναν κατάλληλο και σωστά διατυπωμένο οδηγό για τη διοίκηση έργων, σχεδιασμένο με τρόπο που επιτρέπει στον χρήστη να εφαρμόσει τουλάχιστον κάποιες διαδικασίες στο δικό του εργασιακό περιβάλλον. Η σύνταξη αυτού του βιβλίου ξεκίνησε, οργανώθηκε και συντονίστηκε από το Ινστιτούτο Διοίκησης Έργων, Project Management Institute (PMI), του μεγαλύτερου οργανισμού παγκοσμίως στον τομέα της διοίκησης έργων, γεγονός που προσδίδει ακόμη μεγαλύτερη αξία στον οδηγό PMBOK. Η αποτελεσματική εφαρμογή του ωστόσο, απαιτεί βαθύτερη γνώση και κατανόηση της διοίκησης έργων και των τεχνικών της, πέρα από την απλή εξοικείωση με κάποιες διαδικασίες.

1.5 ΤΟΜΕΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης βασίζεται στην οικοδόμηση μιας βάσης γνώσεων, που διαμορφώνεται και συσσωρεύεται καθώς η μηχανή "μαθαίνει" σε ένα σχεδιασμένο περιβάλλον. Η ικανότητα ενός συστήματος να ερμηνεύει με ακρίβεια εξωτερικά δεδομένα, να μαθαίνει από αυτά και να τα χρησιμοποιεί για να ολοκληρώσει συγκεκριμένους στόχους και εργασίες, ορίζεται ως τεχνητή νοημοσύνη. Οι διαδικασίες, που χρησιμοποιούν δεδομένα μπορούν με τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης να μετατραπούν σε αυτοματοποιημένες διαδικασίες.

Το 1950 ο μαθηματικός Άλαν Τούρινγκ, που θεωρείται ο θεμελιωτής της θεωρίας των υπολογιστών και πρωτοπόρος της τεχνητής νοημοσύνης, πρότεινε μια δοκιμασία γνωστή ως το τεστ Τούρινγκ. Αυτή η δοκιμασία είχε ως στόχο να καθορίσει αν μια μηχανή μπορεί να επιδείξει νοημοσύνη ισάξια με αυτήν ενός ανθρώπου.

Επίσημα η τεχνητή νοημοσύνη αναγνωρίστηκε ως επιστημονικό πεδίο το 1956, όταν συναντήθηκαν στην Διάσκεψη του Ντάρτμουθ, μερικοί κορυφαίοι Αμερικανοί επιστήμονες, όπως ο John McCarthy, Minsky, Rochester και Shannon. Σε αυτούς αποδίδεται ο πρώτος ορισμός που μπορούμε να βρούμε για την τεχνητή νοημοσύνη, οι οποίοι την περιέγραψαν

ως μια ενέργεια που εκτελείται από μια μηχανή, που θα θεωρούνταν ευφυής αν γινόταν από έναν άνθρωπο.

Στη διαχείριση έργων η τεχνητή νοημοσύνη δεν είναι ένα εντελώς νέο θέμα. Υπάρχει μια ποικιλία ερευνών σχετικά με τη χρήση μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης για εργασίες διαχείρισης έργων, όπως η πρόβλεψη έργων, το κόστος έργων και η επιτυχία του χρονοδιαγράμματος. Υπάρχουν επίσης έρευνες για υβριδικά συστήματα, που βασίζονται σε μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης και έχουν καλή απόδοση στην εκτίμηση του κόστους και στον υπολογισμό του κινδύνου έργων.

Μια έγκυρη μελέτη για την επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στο εγγύς μέλλον στις περιοχές γνώσης της διαχείρισης έργου, "An Authoritative Study on the Near Future Effect of Artificial Intelligence on Project Management Knowledge Areas" (Fridgeirsson, et al., 2021), διερευνά τον αναμενόμενο αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης, στις πρακτικές διαχείρισης έργων κατά την επόμενη δεκαετία. Οι συγγραφείς και οι συνεργάτες τους, εμβαθύνουν στο πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να υποστηρίξει τους διαχειριστές έργων στους ρόλους τους, καθιστώντας τη διαχείριση έργων πιο αποτελεσματική.

Η συγκεκριμένη μελέτη εξετάζει την επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στη διαχείριση έργων, αναλύοντας τις 10 γνωστικές περιοχές του PMBOK 6^{η} έκδοση. Σκοπός της ήταν να προσδιορίσει πόσο θα επηρεάσει αυτές τις περιοχές γνώσης τα επόμενα 10 χρόνια μέσω μιας εκτενούς έρευνας σε 81 συμμετέχοντες, που είχαν αποφοιτήσει με μεταπτυχιακό δίπλωμα στη διαχείριση έργων, το 97,6% των οποίων, κατείχε επίσης πιστοποίηση στη διαχείριση έργων, κυρίως από το International Project Management Association (IPMA), την διεθνή ένωση εθνικών ενώσεων διαχείρισης έργων. Αυτή η ομάδα επιλέχθηκε λόγω της σχετικής γνώσης και εργασιακής της εμπειρίας στη διαχείριση έργων.

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα κλήθηκαν να αξιολογήσουν την πιθανή επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης σε κάθε διαδικασία των τομέων αυτών, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 1. Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι, η τεχνητή νοημοσύνη θα έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στους τομείς διαχείρισης κόστους, χρονοδιαγράμματος και κινδύνων του έργου.

The PMBOK Knowledge Areas		The Effect on Managing the Knowledge Areas					
		Don't know	Very low	Low	Medium	High	Very high
1	Integration	14%	4%	19%	26%	30%	7%
2	Scope	15%	3%	23%	26%	27%	6%
3	Schedule	16%	0%	10%	23%	37%	14%
4	Cost	13%	1%	5%	23%	40%	18%
5	Quality	14%	3%	14%	31%	30%	8%
6	Resource	14%	5%	21%	29%	24%	7%
7	Communication	14%	4%	22%	29%	25%	6%
8	Risk	15%	1%	13%	24%	35%	12%
9	Procurement	18%	1%	13%	31%	28%	9%
10	Stakeholder	16%	9%	27%	27%	18%	3%

Πίνακας 1 Επίδραση ΤΝ στους 10 τομείς γνώσης τα επόμενα 10 χρόνια

Πηγή: (Fridgeirsson, et al., 2021)

Η μελέτη επίσης δείχνει, ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα έχει πολύ χαμηλή επίδραση σε διαδικασίες, που απαιτούν ανθρώπινη αλληλεπίδραση και ηγετικές δεξιότητες, όπως η ανάπτυξη και διαχείριση ομάδων καθώς και η διαχείριση των ενδιαφερομένων. Αυτοί οι τομείς απαιτούν συναισθηματική νοημοσύνη, ηγετικές δεξιότητες και προσωπικές αλληλεπιδράσεις, τις οποίες η τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορεί να αντιγράψει.

Οι συμμετέχοντες εξέφρασαν επίσης την πεποίθηση ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα ενισχύσει την αποδοτικότητα και την καινοτομία στη διαχείριση έργων, ενώ παράλληλα αναδείχθηκε η ανάγκη να προσαρμοστούν αποτελεσματικά και να αξιοποιήσουν τις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης οι διαχειριστές έργων. Επισημαίνει την σημασία της συνεργασίας ανθρώπου-μηχανής και την ανάγκη για προσαρμογή των επαγγελματιών στη νέα πραγματικότητα, που διαμορφώνεται από την τεχνητή νοημοσύνη, προκειμένου να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα και η επιτυχία της διαχείρισης έργων στο μέλλον. Συνολικά ενώ η τεχνητή νοημοσύνη είναι

έτοιμη να βελτιώσει τις τεχνικές πτυχές της διαχείρισης έργων, το ανθρώπινο στοιχείο παραμένει ουσιαστικό στη διαχείριση των διαπροσωπικών σχέσεων και στη δυναμική της ομάδας.

Το αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στη διαχείριση έργων θα είναι προφανώς μεγάλο, παρόλα αυτά όμως δεν είναι άνθρωπος και θα εξακολουθεί να υπάρχει η ανάγκη για διαχειριστές έργων με σάρκα και οστά. Ανθρώπινες δεξιότητες όπως η ενσυναίσθηση, η συναισθηματική νοημοσύνη, η διαπραγμάτευση, η λήψη αποφάσεων και η διαχείριση ανθρώπινων πόρων θα είναι πολύτιμες στο εγγύς μέλλον, ίσως περισσότερο από ποτέ.

Εάν οι οργανισμοί και οι διαχειριστές έργων επαγρυπνούν σχετικά με τα διαθέσιμα και κατάλληλα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αυτό σίγουρα θα έχει μεγάλη παρεχόμενη αξία. Οι διαχειριστές έργων μπορούν να επωφεληθούν από τη χρήση τους, για την εκτίμηση του κόστους και τον χειρισμό των χρονοδιαγραμμάτων στην παρακολούθηση έργων.

2. ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

2.1 ΕΝΝΟΙΑ ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΑ ΕΡΓΑ

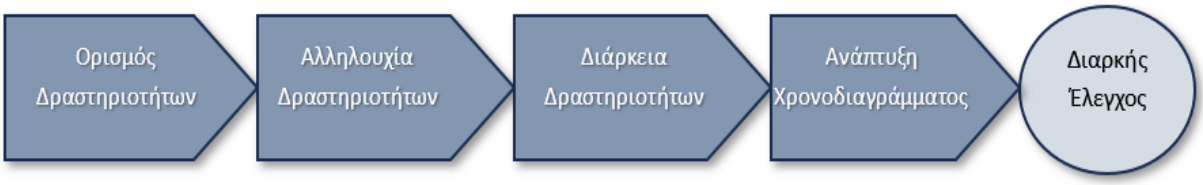
Η μελέτη προγραμματισμού έργων ξεκίνησε από τα μέσα του 20ου αιώνα, κυρίως λόγω της ανάγκης για βελτιστοποίηση και διευκόλυνση στην παράδοση νέων έργων, ιδιαίτερα στρατιωτικής φύσης. Στη σημερινή ανταγωνιστική αγορά, η ικανότητα μιας επιχείρησης να προγραμματίζει αποτελεσματικά τα έργα της, αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιβίωση και την αξιοπιστία της. Ο προγραμματισμός έργων εφαρμόζεται πλέον σε πολλούς τομείς και αποτελεί ένα πεδίο έντονου ερευνητικού ενδιαφέροντος, καθώς τα προβλήματα που σχετίζονται με αυτόν είναι συχνά πολύπλοκα και απαιτητικά.

Η έννοια του χρονικού προγραμματισμού, αναφέρεται στην οργάνωση και διαχείριση χρόνου για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Πρόκειται για μια οργανωτική διαδικασία που στοχεύει στη βέλτιστη διαχείριση του χρόνου, διασφαλίζοντας ότι οι διαθέσιμοι πόροι κατανέμονται αποδοτικά σε δραστηριότητες και καθήκοντα. Με το σωστό χρονικό προγραμματισμό στην υλοποίηση ενός έργου, μπορούν να επιτευχθούν οι στόχοι του με υψηλότερη παραγωγικότητα και ποιότητα αποτελεσμάτων.

Ο χρονοπρογραμματισμός επικεντρώνεται στη δημιουργία ενός βασικού σχεδίου, που καθορίζει τις χρονικές περιόδους έναρξης και ολοκλήρωσης κάθε δραστηριότητας, λαμβάνοντας υπόψη τις προτεραιότητες, τη χρήση πόρων, τις απαιτούμενες ποσότητες πόρων ανά χρονική περίοδο και το σχετικό προϋπολογισμό. Η ανάπτυξη ενός ρεαλιστικού χρονοδιαγράμματος είναι καθοριστική για την επιτυχή ολοκλήρωση έργου. Το πρόγραμμα πρέπει να είναι εφικτό, καλύπτοντας περιορισμούς και απαιτήσεις, αλλά και ανθεκτικό, ώστε να περιορίζονται οι επιπτώσεις από απρόβλεπτες αλλαγές στη διάρκεια των δραστηριοτήτων ή στη διαθεσιμότητα πόρων. Ο σχεδιασμός χρονοπρογραμματισμού Σχήμα 5, περιλαμβάνει βασικούς στόχους, όπως:

1. Καθορισμός των δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου, με χρήση εργαλείων όπως, το Work Breakdown Structure (WBS) για τη δομή των δραστηριοτήτων.

2. Προσδιορισμός της σωστής σειράς εκτέλεσης δραστηριοτήτων, ώστε να αποτυπωθούν προτεραιότητες και σχέσεις αλληλουχίας με χρήση διαγραμμάτων δικτύου, όπως το Program Evaluation Review Technique (PERT) ή Critical Path Method (CPM).
3. Υπολογισμός του χρόνου που απαιτείται για την ολοκλήρωση κάθε δραστηριότητας με εφαρμογή τεχνικών εκτίμησης, όπως η μέθοδος Monte Carlo.
4. Ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου χρονοδιαγράμματος λαμβάνοντας υπόψη όλα τα δεδομένα και τους περιορισμούς (π.χ. είδος, ποσότητα, κόστος διαθέσιμων πόρων, προθεσμίες κλπ.), όπως η δημιουργία διαγράμματος Gantt.
5. Συνεχής έλεγχος-αξιολόγηση της εξέλιξης και προόδου του έργου σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα και λήψη διορθωτικών μέτρων όταν αυτό απαιτείται. Δείκτες απόδοσης όπως Schedule Performance Index (SPI), επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση, εντοπίζοντας πιθανές αποκλίσεις, που μπορεί να επηρεάσουν την επιτυχία του.



Σχήμα 5 Διαδικασίες χρονοπρογραμματισμού έργου

2.2 ΣΗΜΑΣΙΑ ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ο χρονοπρογραμματισμός αποτελεί μέρος μίας συνολικότερης προσπάθειας προγραμματισμού στα έργα. Η διαχείριση χρόνου είναι μια από τις περιοχές γνώσης στη διαχείριση έργων και η σημασία του είναι καθοριστική. Ένα καλά σχεδιασμένο χρονοδιάγραμμα εξασφαλίζει ότι, οι δραστηριότητες του έργου εκτελούνται συντονισμένα και εντός καθορισμένου χρονικού πλαισίου, μειώνοντας τα περιθώρια αποτυχίας. Πολλοί είναι οι λόγοι για τους οποίους πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στον χρονοπρογραμματισμό έργων.

- Πρωτίστως παρέχει σαφήνεια ως προς το **πότε και πώς** πρέπει να εκτελούνται οι δραστηριότητες και αυτό βοηθά τα μέλη της ομάδας να οργανώσουν καλύτερα το χρόνο τους, αποφεύγοντας καθυστερήσεις και επικαλύψεις εργασιών.

- Επιτρέπει την αποφυγή **άσκοπης χρήσης πόρων** (ανθρώπινοι, υλικοί, οικονομικοί) και η κατανομή τους γίνεται πιο αποδοτική.

- Ο χρονοπρογραμματισμός διευκολύνει την **πρόβλεψη και πρόληψη** προβλημάτων, όπως καθυστερήσεις σε κρίσιμες δραστηριότητες. Η έγκαιρη αναγνώριση των κινδύνων βοηθάει στη λήψη διορθωτικών μέτρων πριν εξελιχθούν σε κρίσεις.

- Το χρονοδιάγραμμα παρέχει ένα **ξεκάθαρο πλαίσιο** για όλα τα μέλη της ομάδας, καθορίζοντας το ρόλο και τις ευθύνες τους σε κάθε φάση του έργου. Αυτό μειώνει την πιθανότητα παρανοήσεων, βελτιώνει την επικοινωνία και διασφαλίζει τη συνεργασία.

- Ένας σαφής χρονοπρογραμματισμός διευκολύνει τη **μέτρηση της προόδου** του έργου σε σχέση με το αρχικό σχέδιο.

- Η τήρηση του χρονοδιαγράμματος **ενισχύει την εμπιστοσύνη** των ενδιαφερομένων μερών, καθώς επιβεβαιώνει ότι το έργο προχωρά σύμφωνα με το σχέδιο. Αυτό είναι κρίσιμο για τη διατήρηση καλών σχέσεων με πελάτες, συνεργάτες και χορηγούς.

- Η καθυστέρηση στις δραστηριότητες ενός έργου συχνά οδηγεί σε υπερβάσεις κόστους, όπως αυξημένες δαπάνες για εργατικό δυναμικό, υλικά ή ποινές από μη έγκαιρη ολοκλήρωση. Ο σωστός χρονοπρογραμματισμός περιορίζει τέτοιου είδους προβλήματα, συμβάλλοντας στη **διατήρηση του έργου εντός προϋπολογισμού**.

Η διαχείριση χρόνου καθίσταται ένα κρίσιμο εργαλείο τόσο για τη λειτουργία σχεδιασμού, η οποία περιλαμβάνει τον προγραμματισμό του έργου, όσο και για τη λειτουργία ελέγχου του έργου, η οποία επικεντρώνεται στην παρακολούθησή του (Willems & Vanhoucke, 2015) και τη διαρκή αξιολόγηση της πορείας του.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι, ο χρονοπρογραμματισμός στα έργα δεν είναι μόνο εργαλείο οργάνωσης αλλά και μηχανισμός στρατηγικής διαχείρισης. Συμβάλλει στην έγκαιρη

και οικονομική ολοκλήρωση των έργων με τρόπο συντονισμένο, ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους και μεγιστοποιώντας την αξία που αποκομίζουν τα ενδιαφερόμενα μέρη.

2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι μέθοδοι και τεχνικές που χρησιμοποιούνται στον προγραμματισμό και τον έλεγχο έργων έχουν εξελιχθεί σημαντικά στο πέρασμα του χρόνου. Οι αρχικές μέθοδοι επικεντρώνονται κυρίως στην οπτικοποίηση και τη βελτιστοποίηση της διάρκειας έργων, δίνοντας έμφαση στη διαχείριση χρονοδιαγραμμάτων, που εστιάζουν στην παρακολούθηση της προόδου του έργου μέσω σχέσεων προτεραιότητας των δραστηριοτήτων και των στατιστικών διακυμάνσεων του χρόνου παράδοσης. Η απόδοση αυτών των μεθόδων αξιολογείται συνήθως με βάση τη συμμόρφωση των χρονοδιαγραμμάτων όπως κατασκευάστηκαν, έναντι των χρονοδιαγραμμάτων όπως σχεδιάστηκαν. Παραδείγματα παραδοσιακών προσεγγίσεων περιλαμβάνουν το διάγραμμα Gantt, τη μέθοδο κρίσιμης διαδρομής Critical Path Method (CPM) και την τεχνική αξιολόγησης και αναθεώρησης προγραμμάτων, Program Evaluation Review Technique (PERT).

Χαρακτηριστική είναι η μετάβαση από παραδοσιακές προσεγγίσεις που βασίζονται στην βεβαιότητα με ντετερμινιστικά δίκτυα, σε πιο εξελιγμένες μεθόδους, που υποστηρίζονται από προηγμένα εργαλεία. Οι σύγχρονες προσεγγίσεις δίνουν έμφαση σε πιο σύνθετες έννοιες, στον εντοπισμό κινδύνων, καθώς και στην ενσωμάτωση της ποιότητας στη διαδικασία σχεδιασμού του χρονοδιαγράμματος. Αξιοποιούν την προσομοίωση και τη στοχαστική βελτιστοποίηση για τον προσδιορισμό του κατάλληλου χρόνου και της βέλτιστης έκτασης των δράσεων ελέγχου στα έργα (Hazir, 2015).

Οι μέθοδοι επανασχεδιασμού και δυναμικού χρονοπρογραμματισμού είναι κρίσιμες, καθώς επιτρέπουν στον διαχειριστή να παρατηρεί άμεσα τις επιπτώσεις των αλλαγών, και να υπολογίζει εκ νέου το χρονοδιάγραμμα. Οι διορθωτικές ενέργειες συνεισφέρουν στη δημιουργία χρονοδιαγραμμάτων που λαμβάνουν υπόψη την αβεβαιότητα για την αντιμετώπιση της οποίας, εκτός από κλασικές πιθανολογικές τεχνικές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι όπως η διαχείριση κρίσιμων αλυσίδων. Αυτές οι προσεγγίσεις

λαμβάνουν υπόψη τη μεταβλητότητα στη διάρκεια των δραστηριοτήτων και στο χρονοδιάγραμμα, παρέχοντας έγκαιρες προειδοποιήσεις με βάση την αναμενόμενη συμπεριφορά του έργου. Επιπλέον, οι συναρτήσεις τυχαίας κατανομής διευκολύνουν την κατανόηση των σύνθετων, στοχαστικών και δυναμικών πτυχών των έργων, παρέχοντας πιο ρεαλιστικές προβλέψεις και βοηθώντας στη διαχείρισή τους με μεγαλύτερη ακρίβεια.

2.3.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΡΓΟΥ

Συνήθως, πριν από την έναρξη του έργου, ορίζονται μέτρα απόδοσης που διευκολύνουν τον έλεγχο. Αυτά τα μέτρα αντικατοπτρίζουν κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας και στόχους του έργου, όπως το κόστος, το χρόνο, την ποιότητα, την ασφάλεια, την παραγωγικότητα και το εύρος των εργασιών.

Το στάδιο του σχεδιασμού έργου, αλλά και το πλαίσιο ενός τακτικού επανασχεδιασμού του, περιλαμβάνει αποφάσεις που σχετίζονται με μεθόδους όπως, Resource Constraint Project Scheduling (RCCP). Η μέθοδος RCCP δημιουργεί ένα πλάνο, που περιλαμβάνει δίκτυα πακέτων εργασίας, τα οποία συνοδεύονται από αρχικές εκτιμήσεις για απαιτήσεις σε πόρους, ελάχιστες δυνατές διάρκειες χρόνου και κόστος. Αυτά βασίζονται σε περιορισμούς, που προκύπτουν από τη συνολική διαθεσιμότητα πόρων για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Οι αποφάσεις αυτές αφορούν βασικές ημερομηνίες παράδοσης, που συνήθως αναθεωρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ανάλογα με τη συνολική διάρκεια του έργου.

Οι σύγχρονες προσεγγίσεις για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο έργων δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στον εντοπισμό και τη διαχείριση κινδύνων, που αφορούν το χρονοδιάγραμμα. Ταυτόχρονα ενσωματώνουν παραμέτρους, που σχετίζονται με την ποιότητα, ώστε να εξασφαλιστεί ότι το τελικό αποτέλεσμα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις και τα πρότυπα του έργου. Αυτές οι εξελιγμένες μέθοδοι επιτρέπουν μια πιο ολοκληρωμένη διαχείριση, καθώς λαμβάνουν υπόψη όχι μόνο το χρονοδιάγραμμα αλλά και άλλες κρίσιμες πτυχές, όπως η ποιότητα και οι δυνητικοί κίνδυνοι, προσφέροντας μια πιο αξιόπιστη προσέγγιση για την επιτυχή ολοκλήρωση έργων.

Ο σχεδιασμός έργων διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση στοχαστικών δεδομένων πριν από την υλοποίηση τους. Ωστόσο, κατά τη φάση εκτέλεσης του έργου, είναι αναπόφευκτη η ανάγκη επικαιροποίησης του αρχικού σχεδίου, λόγω απρόβλεπτων διαταραχών. Ο έλεγχος έργου αποτελεί βασικό στάδιο για την επιτυχία, καθώς περιλαμβάνει την ταυτοποίηση αποκλίσεων από το αρχικό σχέδιο, την αξιολόγηση της πραγματικής απόδοσης και τη λήψη διορθωτικών μέτρων σε συνθήκες δυναμικές. Με τον εντοπισμό αποκλίσεων από την προγραμματισμένη απόδοση, οι αιτίες τους αναλύονται, ώστε να λαμβάνονται έγκαιρα οι κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, έχουν εισαχθεί σταδιακά πιο εξελιγμένα εργαλεία και τεχνικές βασισμένα σε υπολογιστές. Οι σύγχρονες αυτές προσεγγίσεις παρέχουν σαφή εικόνα της πορείας του έργου και αναπτύχθηκαν για να καλύψουν όλες τις πτυχές σχεδιασμού και παρακολούθησης έργων, με σαφή απόκλιση από παραδοσιακές μεθόδους.

2.3.2 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

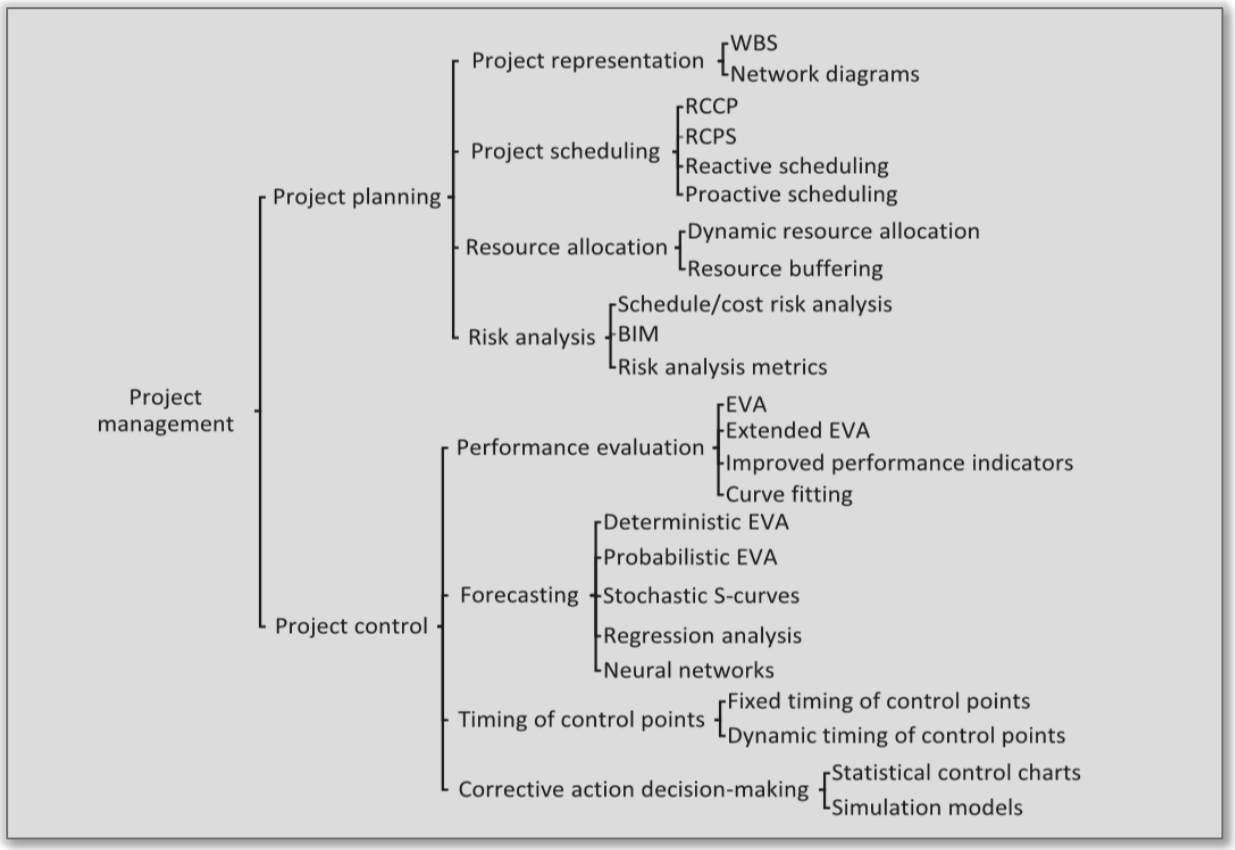
Κατά τη διάρκεια των ετών, έχει δημιουργηθεί πλήθος λογισμικών διαχείρισης έργων, που διευκολύνουν την εφαρμογή αυτών των εξελιγμένων μεθόδων, συμβάλλοντας στην αποτελεσματικότερη διαχείριση τους και διευκολύνουν το έργο του διαχειριστή. Παρόλο που το Excel έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για διάφορες δραστηριότητες προγραμματισμού και ελέγχου, τα πιο δημοφιλή λογισμικά που εμφανίζονται συχνά σε ερευνητικές και συγκριτικές αναλύσεις είναι το Microsoft Project και το Primavera. Παρά τη συχνή αναφορά αυτών των εργαλείων ως λογισμικά διαχείρισης έργων, στην πραγματικότητα λειτουργούν ως πληροφοριακά συστήματα για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο έργων.

2.3.3 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ

Η έρευνα ανασκόπησης των μεθόδων, τεχνικών και εργαλείων για το σχεδιασμό και έλεγχο έργων “A review of methods, techniques and tools for project planning and control” (Pellerin & Perrier, 2019), υπογραμμίζει τη σημασία της επεξεργασίας στοχαστικών πληροφοριών και της χρήσης μοντέλων προσομοίωσης, τα οποία παρέχουν προειδοποιητικά σήματα στους διαχειριστές έργων, επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο να λάβουν κατάλληλα διορθωτικά

μέτρα. Η διαδικασία εφαρμογής σύγχρονων εργαλείων διαχείρισης έργων περιλαμβάνει περιοδική επαναξιολόγηση των σχεδίων, προκειμένου να αντικατοπτρίζεται ο αντίκτυπος τυχόν διορθωτικών ενεργειών και νέων πληροφοριών, που γίνονται διαθέσιμες κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου. Αυτή η δυναμική προσέγγιση είναι κρίσιμη για την επιτυχία των έργων, ιδίως σε περιβάλλον όπου η αβεβαιότητα και η μεταβλητότητα είναι υψηλή. Ο προγραμματισμός έργων περιλαμβάνει ποικίλα προβλήματα που απαιτούν λήψη αποφάσεων, τα οποία μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σύμφωνα με την συγκεκριμένη μελέτη σε τέσσερις βασικούς τομείς α) αναπαράσταση έργου, β) προγραμματισμός έργου, γ) κατανομή πόρων και δ) ανάλυση κινδύνων

Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων, έχει αναπτυχθεί πλήθος μεθόδων και τεχνικών που παρουσιάζονται λεπτομερώς στο Σχήμα 6.



Σχήμα 6 Επισκόπηση μεθόδων και τεχνικών για το σχεδιασμό και έλεγχο έργου

Πηγή: (Pellerin & Perrier, 2019)

Από τα αναφερόμενα στο Σχήμα 6, συστήματα διαχείρισης έργων, τα περισσότερα όπως υποστηρίζει η έρευνα, σύμφωνα με τους (Wang, et al., 2014) επικεντρώνονται κυρίως στον χρονοπρογραμματισμό, ενώ ο έλεγχος κόστους λαμβάνει λιγότερη προσοχή. Δεδομένου ότι ο χρονοπρογραμματισμός αποτελεί κρίσιμο πυλώνα στη διαχείριση έργων, τα περισσότερα από τα πακέτα λογισμικού ενσωματώνουν λειτουργίες όπως:

- χρονοπρογραμματισμός πόρων RCPS (Resource-Constraint Project Scheduling)
- αντιστάθμιση χρόνου-κόστους
- κατανομή πόρων
- χρονοπρογραμματισμός υπό συνθήκες αβεβαιότητας

Στα σύγχρονα λογισμικά διαχείρισης έργων, ενσωματώνονται διάφορες μέθοδοι βελτιστοποίησης (όσον αφορά τη διάρκεια του έργου) για τη δημιουργία υψηλής ποιότητας χρονοδιαγράμματος, που αξιοποιούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τους διαθέσιμους πόρους.

Σύμφωνα με την ανασκόπηση της έρευνας σε έργα μικρής κλίμακας, η χρήση ακριβών διαδικασιών διακλάδωσης και οριοθέτησης (Deblaere, et al., 2011) επιτρέπει την παραγωγή χρονοδιαγραμμάτων υψηλής ποιότητας, όσον αφορά τη συνολική διάρκεια.

Σε μεγαλύτερης κλίμακας έργα, εφαρμόζονται πιο σύνθετες μέθοδοι, όπως οι ευρετικές που βασίζονται σε κανόνες προτεραιότητας (Baumann & Trautmann, 2015), καθώς και μέθοδοι βελτίωσης που κινούνται προς τα εμπρός και προς τα πίσω (Trautmann & Baumann, 2010). Επίσης η αναζήτηση tabu (Deblaere, et al., 2011), οι γενετικοί αλγόριθμοι (Pakgohar, et al., 2013) και οι εξελικτικοί αλγόριθμοι (Tackenberg, et al. 2017) παρέχουν λύσεις για την αποτελεσματική διαχείριση, διασφαλίζοντας βέλτιστη κατανομή πόρων ελαχιστοποιώντας τις καθυστερήσεις.

Σε πακέτα λογισμικού διαχείρισης έργων ενσωματώνονται επιπλέον και οι συνήθεις μέθοδοι και τεχνικές, όπως διαγράμματα WBS, διαγράμματα δικτύου, διαγράμματα Gantt, διαγράμματα PERT, καμπύλες S, διαγράμματα πόρων και κερδισμένης αξίας, καθώς και εργαλεία παρακολούθησης και συστήματα επικοινωνίας έργων (Bidanda & Hackworth,

2004). Έχουν επίσης αναπτυχθεί εργαλεία διαχείρισης κινδύνων, όπως ο δείκτης αξιολόγησης του ορισμού του έργου, για τον εντοπισμό και την εκτίμηση των κινδύνων που συνδέονται με τον ορισμό του έργου στα πρώιμα στάδια ανάπτυξής του (Batson, 2009). Παρόλα αυτά, τα υπάρχοντα συστήματα ελέγχου έργων με τη βοήθεια υπολογιστή παρουσιάζουν περιορισμούς στη λειτουργικότητά τους, ειδικά στον τομέα του ελέγχου κόστους, λόγω δυσκολιών στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, οι (Wang, et al., 2014) ανέπτυξαν ένα πρωτότυπο ολοκληρωμένο σύστημα CAD 5D, το οποίο συνδυάζει το τρισδιάστατο μοντέλο BIM (Building Information Modeling) με τις διαστάσεις 4D (χρόνος) και 5D (κόστος), προσφέροντας βελτιωμένη υποστήριξη στον έλεγχο κόστους και χρονοδιαγράμματος του έργου. Επίσης οι (Zhang & Gao, 2013) παρουσίασαν το πώς η εφαρμογή τεχνικών BIM, μπορεί να συμβάλει στη μείωση του κόστους και στην αποτελεσματικότερη διαχείριση του χρονοδιαγράμματος ενός έργου.

Η μελέτη (Pellerin & Perrier, 2019), αναδεικνύει βασικές συνεισφορές της τελευταίας δεκαετίας στον τομέα του προγραμματισμού έργων, όπως:

- **Αντιμετώπιση Αβεβαιότητας και Κινδύνου,** ζητήματα σημαντικά στα μεγάλα και πολύπλοκα έργα. Τα υπάρχοντα εργαλεία προσαρμόζονται για να αντιμετωπίσουν αυτές τις προκλήσεις, μέσω στατιστικών μοντέλων και τεχνικών προσομοίωσης.
- **Προληπτικές Στρατηγικές Χρονοπρογραμματισμού**. Η εφαρμογή στρατηγικών, που προλαμβάνουν καθυστερήσεις έχουν μελετηθεί για τη βελτίωση της απόδοσης έργων.
- **Τεχνικές Στοχαστικής Προσαρμογής**. Αυτές οι τεχνικές επιτρέπουν ακριβέστερες εκτιμήσεις της απόδοσης έργου, παρέχοντας αξιοπιστία στις προβλέψεις διακυμάνσεων κόστους και χρόνου.
- **Στατιστικά Διαγράμματα Ελέγχου.** Τα εργαλεία αυτά επιτρέπουν την παρακολούθηση της απόδοσης σε πραγματικό χρόνο, βοηθώντας στην έγκαιρη ανίχνευση και αντιμετώπιση προβλημάτων.

Ο παρακάτω Πίνακας 2, συνοψίζει τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών των συνεισφορών.

Συγγραφείς	Τύπος προβλήματος	Μέθοδοι, τεχνικές και εργαλεία	Κύρια συμβολή
Feng and Chen (2008)	Εκτίμηση κόστους, προγραμματισμός και απόδοση	Σύστημα πληροφοριών διαχείρισης έργων	Προσέγγιση μοντελοποίησης βάσει δραστηριοτήτων για την επεξεργασία πληροφοριών έργου
Wang and Gibson (2010)	Πρόβλεψη απόδοσης έργου	Ανάλυση παλινδρόμησης και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα	Σύνδεση μεταξύ του προγραμματισμού πριν από το έργο και της απόδοσης του έργου
Ben-Zvi and Lechler (2011)	Κατανομή πόρων	Μέθοδος αποθήκευσης πόρων και μοντέλο προσομοίωσης	Συμπερίληψη της αβεβαιότητας σε περιβάλλον πολλαπλών έργων
Coudert et al. (2011)	Συγχρονισμός του σχεδιασμού του συστήματος και του προγραμματισμού του έργου	Ολοκληρωμένα μοντέλα για το σχεδιασμό του συστήματος και του έργου	Ενσωμάτωση σχεδιασμού του συστήματος και του έργου
Keshvari et al. (2011)	Αναπαράσταση έργου	WBS	Εφαρμογή του λογισμικού Excel στο WBS
Hegazy and Menesi (2012)	Συνδυασμένος προγραμματισμός και λήψη αποφάσεων για διορθωτικές ενέργειες	Βελτιωμένη μέθοδος κρίσιμης διαδρομής	Ενσωμάτωση των σταδίων προγραμματισμού και ελέγχου
Sharon and Dori (2012)	Αναπαράσταση έργου	Νέο WBS	Ενσωμάτωση μιας νέας προβολής διαχείρισης του κύκλου ζωής του προϊόντος του έργου
Tavakolan and Ashuri (2012)	Πιθανοτικός προγραμματισμός έργων	Γενετικός αλγόριθμος	Συμπερίληψη αβεβαιότητας διάρκειας δραστηριότητας και προϋπολογισμού
Hazir, Schmidt, and Erylimaz (2014)	Συνδυασμένο πρόβλημα προγραμματισμού και ελέγχου έργων	Μοντέλο βελτιστοποίησης	Ενσωμάτωση των αλληλεξαρτήσεων χρονοπρογραμματισμού και ελέγχου
Kosztyán (2015)	Αναπαράσταση έργου	Μέθοδος με βάση τον πίνακα	Νέα μέθοδος αναδιάρθρωσης σε έργα σε σχέση με τις αλλαγές
Li and Lu (2017)	Αναπαράσταση έργου	Βελτιστοποίηση με βάση τη ροή δικτύου	Αυτοματοποιημένη δημιουργία WBS και δικτύου έργων
Cherkaoui et al. (2017)	Κατανομή πόρων	Μέθοδος Αποθήκευσης πόρων & μοντέλο προσομοίωσης	Συμπερίληψη της αβεβαιότητας
Rasmussen, Hansen, and Lazarova- Molnar (2017)	Προγραμματισμός	Μοντέλο προσομοίωσης	Εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων για τον προγραμματισμό έργων

Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά μεθόδων, τεχνικών και εργαλείων σχεδιασμού έργων

Πηγή: (Pellerin & Perrier, 2019)

Η αυξανόμενη ανάπτυξη και εφαρμογή νέων εργαλείων καταγραφής και επεξεργασίας δεδομένων, θα οδηγήσουν σε μια εκρηκτική αύξηση του όγκου των δεδομένων που συλλέγονται. Με το κύμα Industry 4.0 που συμβαίνει στα σύγχρονα περιβάλλοντα παραγωγής, οι εταιρείες διαχείρισης έργων υιοθετούν αισθητήρες, IoT (Internet of Things), drones, VR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality), GPS (Global Positioning System), AI (Artificial intelligence) και άλλα εργαλεία και τεχνικές για την καλύτερη παρακολούθηση των δραστηριοτήτων και τη βελτιστοποίηση λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο σε διάφορες φάσεις των έργων. Η έρευνα προτείνει την ενσωμάτωση στόχων όπως ποιότητα, βιωσιμότητα και ασφάλεια, που μπορεί να είναι το επόμενο βήμα για την ανάπτυξη πιο ολοκληρωμένων μοντέλων διαχείρισης έργων. Επομένως, μπορούμε να προβλέψουμε ότι θα υπάρξει μια σημαντική μετατόπιση στον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται και ελέγχονται τα έργα, γεγονός που θα φέρει νέες προκλήσεις και ευκαιρίες για τους οργανισμούς έργων και τους ερευνητές.

Συνολικά, η μελέτη αναδεικνύει την ανάγκη για μια ολοκληρωμένη και ευέλικτη στρατηγική διαχείρισης έργων, που να συνδυάζει παραδοσιακές και σύγχρονες μεθόδους για την επίτευξη των στόχων ενός έργου.

3. ΣΥΜΠΙΕΣΗ

3.1 ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΕΡΓΟΥ

Η συμπίεση έργου αναφέρεται στην τεχνική βελτιστοποίησης χρόνου, που στοχεύει στη μείωση της συνολικής διάρκειας ενός έργου. Συγκεκριμένα προσπαθούμε να μειώσουμε τον χρόνο σε κάποιες κρίσιμες δραστηριότητες με τη διάθεση περισσότερων πόρων, έτσι ώστε ο χρόνος μίας ή περισσότερων δραστηριοτήτων ζωτικής σημασίας να καταστεί μικρότερος από τον κανονικό χρόνο υλοποίησης και να επισπεύσουμε το έργο συνολικά. Μια τεχνική συμπίεσης είναι το crashing και χρησιμοποιείται για τη μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης ενός έργου. Πρόκειται για μια στοχευμένη διαδικασία, που επιδιώκει τη συμπίεση του χρονοδιαγράμματος.

Η επίσπευση ολοκλήρωσης ενός έργου μειώνοντας τη διάρκειά του, χρησιμοποιείται συνήθως όταν αντιμετωπίζονται καθυστερήσεις ή ανταγωνιστικές πιέσεις. Ο υπεύθυνος διαχείρισης έργου συχνά καλείται να μειώσει τον προγραμματισμένο χρόνο ολοκλήρωσης, ώστε να τηρηθούν συγκεκριμένες προθεσμίες. Με άλλα λόγια, μπορεί να χρειαστεί να ολοκληρώσει το έργο σε συντομότερο χρονικό διάστημα και αυτό μπορεί να μειωθεί με διάφορους τρόπους, όπως:

- Αύξηση της εργασίας στις δραστηριότητες του έργου, μέσω υπερωριών ή εντατικοποίησης της προσπάθειας.
- Περιορισμός εύρους του έργου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η μείωση του απαιτούμενου χρόνου μπορεί να επιτευχθεί με τον ανασχεδιασμό ή την απλοποίηση του αντικειμένου του έργου. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει αναθεώρηση προτεραιοτήτων, αφαίρεση μη κρίσιμων λειτουργιών, ελαχιστοποίηση απαιτούμενων διαδικασιών, που δεν επηρεάζουν την ποιότητα του έργου, ώστε να επικεντρωθεί το έργο στα πιο σημαντικά παραδοτέα.
- Διάθεση πρόσθετων πόρων. Αυτό περιλαμβάνει την προσθήκη επιπλέον εργατικού δυναμικού, εξοπλισμού ή άλλων απαραίτητων πόρων στις δραστηριότητες, που βρίσκονται στη κρίσιμη διαδρομή του έργου. Με αυτόν τον τρόπο, επιταχύνεται η ολοκλήρωση των πιο σημαντικών εργασιών, συμβάλλοντας στη συνολική μείωση της διάρκειας έργου. Η συγκεκριμένη προσέγγιση συνοδεύεται από προκλήσεις, όπως:

-Αύξηση κόστους, καθώς απαιτείται μεγαλύτερος προϋπολογισμός για την πρόσληψη επιπλέον προσωπικού ή την προμήθεια εξοπλισμού.

-Διαθεσιμότητα πόρων, αφού μπορεί να μην είναι εύκολο να βρεθούν κατάλληλοι εργαζόμενοι ή υλικά τη χρονική στιγμή που χρειάζονται.

-Οι διάφορες στρατηγικές στοχεύουν στην ενίσχυση της αποτελεσματικότητας του έργου και στην μείωση του συνολικού χρονοδιαγράμματος, γεγονός το οποίο μπορεί να επηρεάσει ακούσια την ποιότητα του έργου και να δημιουργήσει κινδύνους εάν δεν αντιμετωπιστεί προσεκτικά. Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου εξαρτάται από:

-τη φύση του έργου

-τους διαθέσιμους πόρους

-τις προτεραιότητες της ομάδας διαχείρισης

-τις συγκεκριμένες ανάγκες του έργου

-τις εκτιμήσεις κόστους

-την ανοχή κινδύνου

Η απόφαση για τη μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης ενός έργου πρέπει να λαμβάνεται έχοντας υπόψη τη σχέση κόστους και χρόνου, ώστε να βρεθεί η πιο αποδοτική και ισορροπημένη λύση.

3.2 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΕΡΓΟΥ

Με στόχο τη μείωση της διάρκειας και του κόστους του έργου, μέσω τεχνικών στρατηγικού προγραμματισμού η εργασία (Garg, 2016) παρουσιάζει ένα **αλγόριθμο συμπίεσης** έργου. Περιγράφει μια συστηματική προσέγγιση, που περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των κρίσιμων δραστηριοτήτων, τον υπολογισμό του οριακού κόστους συμπίεσης και την επιλογή δραστηριοτήτων για συμπίεση με βάση την αποδοτικότητα κόστους. Ο αλγόριθμος δίνει έμφαση στη σημασία της αντιστάθμισης χρόνου-κόστους και παρέχει βήμα προς βήμα μία μεθοδολογία για τους διαχειριστές έργων για τη βελτιστοποίηση του χρονοδιαγράμματος.

Τα αποτελέσματα της εργασίας δείχνουν ότι η βέλτιστη διάρκεια του έργου καθορίζεται μέσω ενός διαγράμματος αντιστάθμισης χρόνου-κόστους, το οποίο απεικονίζει τη σχέση μεταξύ της διάρκειας του έργου και του σχετικού κόστους. Ο προτεινόμενος αλγόριθμος μειώνει αποτελεσματικά το κόστος του έργου, ενώ ταυτόχρονα μειώνει τη διάρκεια του έργου. Συγκεκριμένα, όταν οι δραστηριότητες μειώνονται κατά μία ημέρα, αυξάνεται μόνο το κόστος μείωσης για τη συγκεκριμένη ημέρα, οδηγώντας σε συνολική μείωση τόσο της διάρκειας όσο και του κόστους του έργου. Αυτό αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου στην επίτευξη μέγιστης συμπίεσης του χρονοδιαγράμματος με ελάχιστο κόστος. Τελικά, ο προτεινόμενος αλγόριθμος αποδεικνύει ότι η αποτελεσματική συμπίεση μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του κόστους, ενώ παράλληλα επιτυγχάνονται οι στόχοι του έργου εντός του επιθυμητού χρονικού πλαισίου.

Μια **υβριδική προσέγγιση για τη βελτιστοποίηση συμπίεσης έργου** παρουσιάζει η έρευνα (Ou-Yang & Chen, 2019), που ενσωματώνει εκτιμήσεις κινδύνου ειδικά για έργα μηχανικής-προμήθειας-κατασκευής EPC (Engineering – Procurement – Construction). Αναπτύσσει ένα μαθηματικό μοντέλο ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού και χρησιμοποιεί προσομοίωση Monte Carlo για τη διαχείριση αβεβαιότητας στο χρονοδιάγραμμα, την ανάπτυξη σχεδίων έκτακτης ανάγκης και την αξιολόγηση σκοπιμότητας του έργου. Η μελέτη υπογραμμίζει τη σημασία της ενσωμάτωσης κινδύνου στο χρονοδιάγραμμα και το κόστος, ως δείκτες αξιολόγησης για την ενίσχυση λήψης αποφάσεων από τους διαχειριστές έργων. Με την εφαρμογή των προτεινόμενων μοντέλων σε μία πρακτική μελέτη περίπτωσης, αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα στην επίτευξη της ολοκλήρωσης του έργου εντός των προθεσμιών-στόχων και στην ελαχιστοποίηση του κόστους. Η προτεινόμενη μέθοδος βοηθά τους διαχειριστές έργων στην κατανόηση των συμβιβασμών μεταξύ χρόνου και κόστους, ενισχύοντας τη λήψη αποφάσεων κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου.

Στο πλαίσιο μείωσης του συνολικού χρόνου του έργου με το μικρότερο συνολικό κόστος, εστιάζει η εργασία (Islam, et al., 2004) χρησιμοποιώντας τον **Γραμμικό Προγραμματισμό (LP)** για τη συμπίεση των δραστηριοτήτων του έργου. Η μελέτη υπογραμμίζει την

αναγκαιότητα της κατανόησης των δικτύων έργων και των αλληλεξαρτήσεων των δραστηριοτήτων για επιτυχή υλοποίηση. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των κρίσιμων δραστηριοτήτων, τον προσδιορισμό του κόστους συμπίεσης και την εφαρμογή της μεθόδου κρίσιμης διαδρομής (CPM) για τη βελτιστοποίηση του χρονοδιαγράμματος του έργου. Χρησιμοποιούνται υποθετικά δεδομένα για να αποδειχθεί η αποτελεσματικότητα του μοντέλου, ενώ για την ανάλυση χρησιμοποιείται Solver του Microsoft Excel. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι με τον προσδιορισμό των κρίσιμων δραστηριοτήτων και του σχετικού κόστους συμπίεσης, οι διαχειριστές μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για την ελαχιστοποίηση του χρόνου ολοκλήρωσης του έργου με ταυτόχρονο έλεγχο του κόστους.

Επίσης, ένα **μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού** για τη βελτιστοποίηση του προβλήματος αντιστάθμισης χρόνου-κόστους στη διαχείριση έργων, αναπτύσσει η μελέτη (Chitra & Halder, 2017), που βελτιστοποιεί την αντιστάθμιση μεταξύ χρόνου και κόστους, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα τον γραμμικό προγραμματισμό και τη μέθοδο κρίσιμης διαδρομής (CPM) για τον προσδιορισμό των κρίσιμων δραστηριοτήτων και της διάρκειάς τους. Το λογισμικό **LINDO** χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση του μοντέλου, που εφαρμόστηκε σε ένα κατασκευαστικό έργο, αποδεικνύοντας ότι το έργο θα μπορούσε να ολοκληρωθεί σε 120 ημέρες, δηλαδή 20 ημέρες λιγότερες από την αρχική εκτίμηση των 140 ημερών. Αυτή η μείωση της διάρκειας του έργου επιτεύχθηκε με πρόσθετο κόστος. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο σωστός προγραμματισμός μπορεί να επιταχύνει σημαντικά την ολοκλήρωση του έργου, ενώ παράλληλα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αλλά διαχειρίσιμη αύξηση του κόστους.

Το άρθρο των (Georges, et al., 2014) παρουσιάζει ένα αυτοματοποιημένο εργαλείο το **"CRASH",** που έχει σχεδιαστεί για τη συμπίεση του χρονοδιαγράμματος στη διαχείριση έργων, αντιμετωπίζοντας τις ανεπάρκειες των παραδοσιακών μεθόδων, που είναι χρονοβόρες και επιρρεπείς σε ανθρώπινα λάθη. Το "CRASH" χρησιμοποιεί μια λειτουργία "Driver" για την επεξεργασία των δεδομένων του χρήστη και την αυτοματοποίηση της συμπίεσης των χρονοδιαγραμμάτων. Απλοποιεί την πολυπλοκότητα που συνεπάγεται ο

προσδιορισμός των δραστηριοτήτων που θα συντριβούν. Εφαρμόζοντας περιορισμούς και χρησιμοποιώντας μαθηματικές μεθόδους για την αξιολόγηση συνδυασμών δραστηριοτήτων, το εργαλείο μειώνει το γνωστικό φορτίο στους διαχειριστές έργων, μειώνοντας έτσι την πιθανότητα επίβλεψης ή λανθασμένης εκτίμησης με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του χρόνου, που απαιτείται για τις εργασίες, με αναφερόμενες μειώσεις από 90% έως 95% επιτρέποντας έτσι στους διαχειριστές έργων να επικεντρωθούν σε στρατηγικές αποφάσεις αντί να μπλοκάρουν στους υπολογισμούς. Το εργαλείο έχει δοκιμαστεί σε πολλαπλές μελέτες περιπτώσεων, αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητά του. Είναι ταχύτερο και λιγότερο επιρρεπές σε ανθρώπινα λάθη, αντιμετωπίζοντας το ανέφικτο των χειροκίνητων διαδικασιών, ιδίως σε πολύπλοκα έργα όπου η χειροκίνητη συμπίεση μπορεί να διαρκέσει αρκετές ώρες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το CRASH μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά τη διάρκεια του έργου και ταυτόχρονα να διαχειριστεί το αυξημένο κόστος του έργου, που συνδέεται με τη διακοπή συγκεκριμένων δραστηριοτήτων.

Το πρόβλημα της συμπίεσης έργων αντιμετωπίζει η εργασία (Diaby, et al., 2011) με τη διατύπωση ενός **μη γραμμικού μοντέλου βελτιστοποίησης**. Η μελέτη παρουσιάζει το πρόβλημα της συμπίεσης έργου, χρησιμοποιώντας μια αρνητική εκθετική μορφή για το κόστος συμπίεσης, η οποία είναι πιο ρεαλιστική από τις παραδοσιακές γραμμικές παραδοχές. Αναπτύσσει μια προσέγγιση κυρτού γεωμετρικού προγραμματισμού, που επιτρέπει αποτελεσματικές λύσεις σε προβλήματα ρεαλιστικού μεγέθους. Αριθμητικά παραδείγματα δείχνουν την αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου μοντέλου και των υπολογιστικών διαδικασιών, αποδεικνύοντας τη δυνατότητα εφαρμογής του στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση έργων. Το μοντέλο μπορεί να επεκταθεί για τον προσδιορισμό του ελάχιστου κεφαλαίου, που απαιτείται για την επίτευξη μιας στοχευμένης διάρκειας έργου, ενισχύοντας την πρακτική του χρησιμότητα.

Με την έρευνα των (Kuhl & Tolentino-Peña, 2008), αναδεικνύεται επίσης μια μέθοδος συμπίεσης με βάση τη **δυναμική προσομοίωση.** Αξιολογεί αποτελεσματικά τα δίκτυα έργων και εστιάζει στη βελτιστοποίηση της στρατηγικής κατανομής πόρων για την ελαχιστοποίηση

του μέσου κόστους έργου, το οποίο συνδέεται με ποινές καθυστέρησης και το κόστος συμπίεσης. Αποτελείται από δύο φάσεις: Η φάση Ι επικεντρώνεται στην κατανομή πόρων πριν από το έργο, ενώ η φάση ΙΙ περιλαμβάνει δυναμικές προσαρμογές κατά τη διάρκεια του έργου για να εξασφαλιστεί η αποδοτικότητα κόστους. Η μεθοδολογία χρησιμοποιεί στοχαστικές τεχνικές βελτιστοποίησης για να αποφέρει βελτιωμένα αποτελέσματα, αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητά της στη μείωση του μέσου κόστους και στην ενίσχυση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων. Χρησιμοποιεί τη μηχανή βελτιστοποίησης Industrial Strength COMPASS (ISC) για τον εντοπισμό της περιοχής εφικτών δραστηριοτήτων και διαμόρφωση της συμπίεσης. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν κατανομές, των χρόνων ολοκλήρωσης των έργων και του κόστους. Παρέχει ένα αξιόπιστο πλαίσιο για τους διαχειριστές έργων, ώστε να λαμβάνουν βέλτιστες αποφάσεις για τη συμπίεση βασισμένες σε δεδομένα, σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου.

Αξίζει τέλος να αναφέρουμε το άρθρο των (Lu, et al., 2024), το οποίο εστιάζει στην ταχεία κατασκευή έργου, που αντιμετωπίζει μία επείγουσα ανάγκη για ιατρικές εγκαταστάσεις κατά τη διάρκεια της επιδημίας COVID-19. Συγκεκριμένα μελετά την εξαιρετικά σύντομη κατασκευή των νοσοκομείων Huoshengshan και Leishenshan στην περιοχή Wuhan, τα οποία ολοκληρώθηκαν σε ένα πρωτοφανές χρονικό πλαίσιο 9 έως 12 ημερών. Η **μέθοδος αντίστροφου σχεδιασμού,** συνέβαλε στην επίτευξη αυτού του επιπέδου συμπίεσης χρονοδιαγράμματος, η οποία προσδιορίστηκε ως σημαντική καινοτομία. Απλοποίησε τις διαδικασίες του έργου και επιτάχυνε τα χρονοδιαγράμματα. Αυτό περιλάμβανε στρατηγική επιτάχυνση ορισμένων δραστηριοτήτων του έργου για τη μείωση της συνολικής διάρκειας του. Η εστίαση ήταν στον εντοπισμό κρίσιμων εργασιών, που θα μπορούσαν να επιταχυνθούν χωρίς να διακυβεύεται η συνολική ακεραιότητα του έργου. Αυτή η καινοτόμος προσέγγιση επισημάνθηκε ως μία από τις σημαντικότερες τακτικές για την απλούστευση του έργου. Επέτρεψε μια πιο αποτελεσματική διαδικασία σχεδιασμού που διευκόλυνε την ταχύτερη λήψη αποφάσεων και εφαρμογή, συμβάλλοντας τελικά στο γρήγορο χρονοδιάγραμμα κατασκευής. Καθοριστικό ρόλο επίσης στη διευκόλυνση της ταχείας κατασκευής είχε η χρήση εναλλακτικών μεθόδων ή υλικών που επέτρεπαν ταχύτερες

διαδικασίες κατασκευής, διεξάγοντας πολλαπλές εργασίες ταυτόχρονα και όχι διαδοχικά και έτσι οι ομάδες μπόρεσαν να εξοικονομήσουν σημαντικό χρόνο. Η διαίρεση του εργοταξίου σε μικρότερα τμήματα επέτρεψε στις ομάδες να εργάζονται ταυτόχρονα σε διαφορετικές περιοχές, γεγονός που ενίσχυσε περαιτέρω την ταχύτητα κατασκευής. Η δημιουργία μακετών κρίσιμων εξαρτημάτων, πριν από την κατασκευή πλήρους κλίμακας βοήθησε στον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων νωρίς, επιτρέποντας ταχύτερες προσαρμογές. Συνολικά, η έρευνα παρέχει πολύτιμες γνώσεις και πρακτικές επιπτώσεις για μελλοντικά κατασκευαστικά έργα έκτακτης ανάγκης, υποδηλώνοντας ότι η υιοθέτηση καινοτόμων πρακτικών και η επιλογή ικανών εργολάβων μπορεί να οδηγήσει σε επιτυχημένα αποτελέσματα ακόμη και κάτω από ακραίους χρονικούς περιορισμούς.

4. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΕΡΓΟ

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Το νησί της Κρήτης είναι ένας τόπος πληθωρικός, με ιδιαίτερα έντονη ταυτότητα, ένας τόπος με αφθονία και φυσικό πλούτο. Το σύνολο του φυσικού περιβάλλοντος που καλύπτει το νησί, τα βουνά, τα δάση και τα φαράγγια μέχρι τις θάλασσες και τις ακτές, συνθέτει ένα πακέτο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ιδιαίτερα ελκυστικό. Είναι ένας τόπος ιδιαίτερα δημοφιλής, τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του οποίου, τον καθιστούν αυτάρκη. Προσελκύει και προσκαλεί τον καθένα να περάσουν λίγο χρόνο μαζί δεσμευόμενος για την πληρέστερη ικανοποίησή του. Πληθώρα φυσικών θησαυρών, περίσσεια αρχαιολογικών ευρημάτων, σπουδαία πολιτιστική και ιστορική κληρονομιά, φυσικός πλούτος με φαράγγια, βουνά, θάλασσες, χλωρίδα, πανίδα συνθέτουν ένα αξιοπρόσεχτο σκηνικό και περιβάλλον.

Ένας «εύκολος» τρόπος να έρθει κάποιος σε επαφή με όλα όσα περιγράφονται παραπάνω, είναι το κομμάτι του Ευρωπαϊκού μονοπατιού Ε4, που διασχίζει την Κρήτη από τη μια άκρη έως την άλλη. Το Ε4 είναι ένα Ευρωπαϊκό μονοπάτι μεγάλων διαδρομών υπό την εποπτεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης Ορεινής Πεζοπορίας (E.W.V.). Έχει σχεδιαστεί και σηματοδοτηθεί από την Ελληνική Ομοσπονδία Ορειβασίας–Αναρρίχησης. Ξεκινά από τα Πυρηναία, διασχίζει ολόκληρη την οροσειρά των Άλπεων και μέσω της Βουλγαρίας φτάνει στη Φλώρινα, από όπου ξεκινά το Ελληνικό τμήμα του. Διασχίζει ολόκληρη την Ελλάδα έως το Γύθειο και από εκεί συνεχίζει νοητά στο Καστέλι Κισσάμου.

Από το σημείο αυτό αρχίζει το Κρητικό τμήμα του Ε4, κατεβαίνει προς την Παλαιόχωρα και διασχίζει όλη την Κρήτη. Σε δύο τμήματα της διαδρομής χωρίζεται σε δύο κλάδους, σε βόρειο και νότιο τμήμα, που ξαναενώνονται για να καταλήξει στην Κάτω Ζάκρο. Στην περιοχή της Κρήτης το μήκος του Ευρωπαϊκού μονοπατιού Ε4 είναι περίπου 800 χιλιόμετρα και χρειάζονται συνολικά περίπου πέντε εβδομάδες για τη διάσχισή του. Δίνει την δυνατότητα στους περιπατητές να γνωρίσουν την άγνωστη Κρητική φύση, καθώς περνά από παλιά μονοπάτια και βέβαια από τα όλα τα βουνά της Κρήτης. Το Ε4 διασχίζει τοπία επιβλητικής ομορφιάς, όπως δάση, φαράγγια, οροπέδια, βουνά, παραλίες, αλλά και σημεία εξαιρετικού

πολιτιστικού ενδιαφέροντος, όπως αρχαιολογικούς χώρους, μνημεία, παραδοσιακούς οικισμούς και μοναστήρια.

Με το συγκεκριμένο έργο, προβαίνουμε σε συγκέντρωση και καταγραφή σχετικού υλικού για τη συγγραφή κειμένων που θα εμπλουτίσουν το ήδη υπάρχον πληροφοριακό υλικό, ώστε να γίνει η αξιολόγηση και τελική επιλογή του. Η συγκέντρωση και καταγραφή μιας λίστας εμπλεκόμενων φορέων είναι προαπαιτούμενο και ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής: Διευθύνσεις Περιφερειών, Περιφερειακές Ενότητες, Δήμοι, Περιβαλλοντικοί Φορείς, Μουσεία, Υπουργείο Πολιτισμού, ΕΟΤ, Ορειβατικοί σύλλογοι κ.ά. Κοινός στόχος όλων των εμπλεκόμενων με το έργο, είναι η καλύτερη δυνατή καταγραφή, αξιοποίηση και ανάδειξη όλων όσων αναφέρθηκαν παραπάνω για την ανάπτυξη και προβολή της Κρήτης, που αποτελεί και σκοπό του έργου.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται η δυνατότητα επίσπευσης έργου, με βελτιστοποίηση χρονοδιαγράμματος, που αφορά την «Ανάδειξη και Προβολή Ευρωπαϊκού μονοπατιού Ε4» και συγκεκριμένα αναφερόμαστε στο τμήμα, που διασχίζει την περιοχή της Κρήτης.

4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ ΕΡΓΟΥ – (WBS)

Η δομική ανάλυση είναι σημαντικό εργαλείο ελέγχου και διαχείρισης ενός έργου. Μέσω μίας διαγραμματικής ανάλυσης με ιεραρχική δομή γίνεται σχεδιασμός και διαχείριση, επιτρέποντας αντίστοιχα στους σχεδιαστές και διαχειριστές να κατανοήσουν πλήρως τις απαιτήσεις του.

Για να οργανωθεί ένα έργο, ένας τρόπος είναι να αναλυθεί σε βήματα και δομικά στοιχεία, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος του με τρόπο αποτελεσματικό και αποδοτικό. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την ανάλυση των απαιτήσεων του έργου, τον καθορισμό των αρμοδιοτήτων και των υποχρεώσεων, τον προσδιορισμό των διαδικασιών και των φάσεων εργασίας. Επιπλέον οργανώνει την αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων (άνθρωποι, χρήματα, υλικά κλπ.) στην διαδικασία εκτέλεσης των δραστηριοτήτων.

Στο συγκεκριμένο έργο έγινε αναγνώριση των αναγκών και καταγραφή των λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων του. Στην συνέχεια επιλέχθηκαν κατάλληλα πακέτα εργασίας

και κατασκευάστηκε η δομή ανάλυσης εργασιών WBS (Work Breakdown Structure). Ο σχεδιασμός της δομής του έργου, δείχνει τον τρόπο με τον οποίο θα εκτελεστεί. Συγκεκριμένα, η υλοποίηση του έργου «Ανάδειξη και Προβολή Ευρωπαϊκού μονοπατιού Ε4», διαχωρίζεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα ή στάδια ανάπτυξης. Το Επίπεδο 1 είναι η εκκίνηση του έργου, ενώ στο Επίπεδο 2 μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις φάσεις. Συγκεκριμένα:

1. Αποτύπωση διαδρομών

2. Επεξεργασία υλικού

3. Πινακίδες

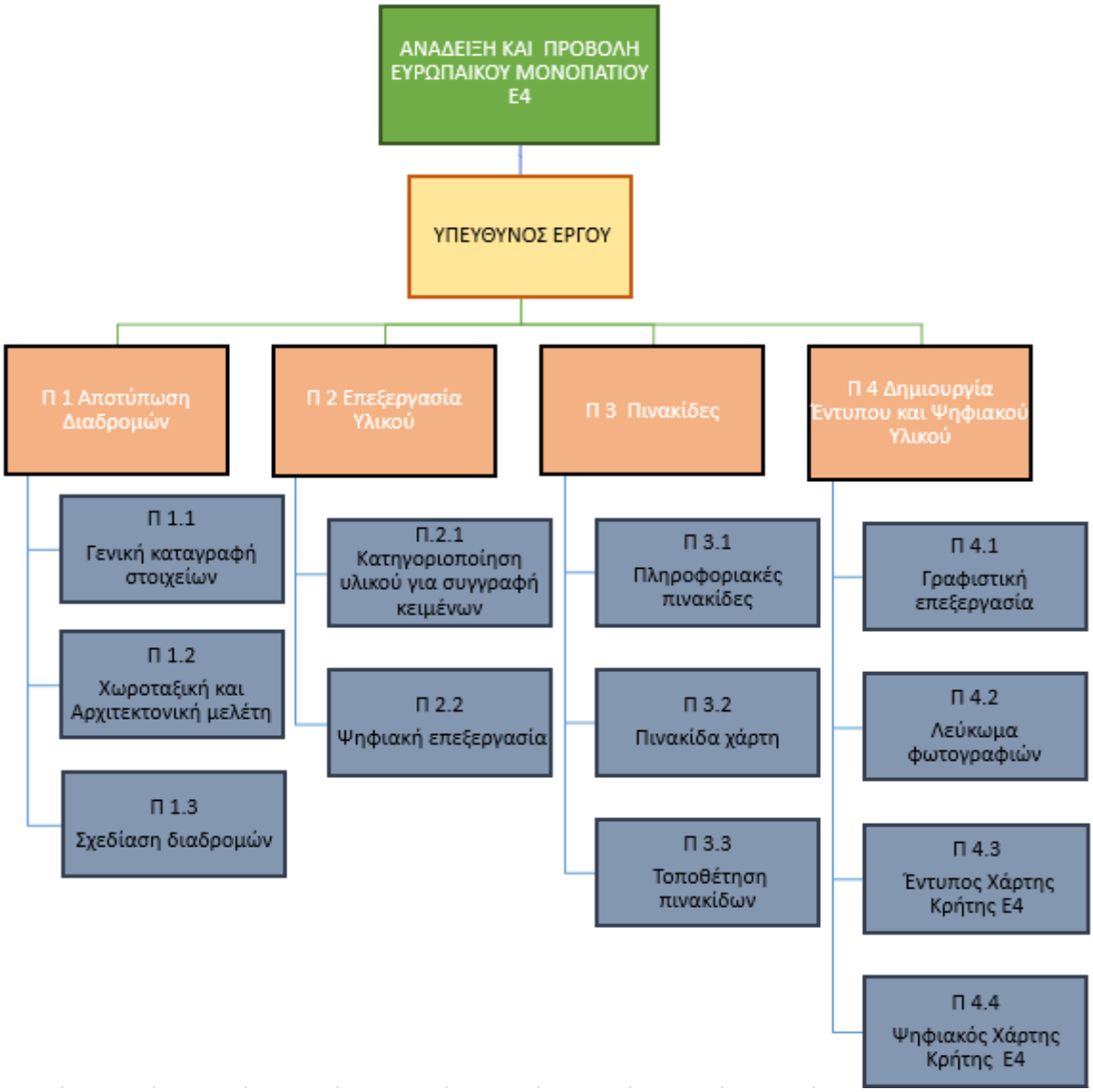
4. Δημιουργία έντυπου και ψηφιακού υλικού

Οι φάσεις αναφέρονται σε διαφορετικές περιόδους ή καταστάσεις ή σε μία σειρά γεγονότων. Μπορούμε να επεκτείνουμε περισσότερο την ανάλυση αυτών των φάσεων και έτσι τα πακέτα εργασίας (Επίπεδο 2) του έργου μας, αναλύονται σε 12 συνολικά δραστηριότητες (Επίπεδο 3). Η δομή ανάλυσης του έργου μπορεί να αποτυπωθεί σε μορφή πίνακα, ως εξής:

Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3
Ανάδειξη & Προβολή Ευρωπαϊκού Μονοπατιού Ε4	Π 1 Αποτύπωση Διαδρομών	Π 1.1 Γενική καταγραφή στοιχείων
		Π 1.2 Χωροταξική & αρχιτεκτονική μελέτη
		Π 1.3 Σχεδίαση διαδρομών
	Π 2 Επεξεργασία Υλικού	Π 2.1 Κατηγοριοποίηση υλικού & συγγραφή κειμένων
		Π 2.2 Ψηφιακή επεξεργασία
	Π 3 Πινακίδες	Π 3.1 Πληροφοριακές πινακίδες
		Π 3.2 Πινακίδα χάρτη
		Π 3.3 Τοποθέτηση πινακίδων
	Π 4 Δημιουργία Έντυπου & Ψηφιακού Υλικού	Π 4.1 Γραφιστική επεξεργασία
		Π 4.2 Λεύκωμα φωτογραφιών
		Π 4.3 Έντυπος χάρτης Κρήτης Ε4
		Π 4.4 Ψηφιακός χάρτης Κρήτης Ε4

Πίνακας 3 Ανάλυση WBS έργου Ε4

Αλλά επίσης, μπορεί να αποτυπωθεί και σε μορφή διαγράμματος όπως στο Σχήμα 7 που ακολουθεί, όπου η δομή ανάλυσης εργασιών καθώς και τα διαφορετικά επίπεδα είναι περισσότερο διακριτά.



Σχήμα 7 Διάγραμμα WBS έργου Ε4

4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΡΓΟΥ

Δραστηριότητα Π 1.1 «Γενική καταγραφή στοιχείων»

Αφορά την περιγραφή της κάθε διαδρομής, την συλλογή στοιχείων φυσικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος και την καταγραφή των αναγκών σήμανσης.

Δραστηριότητα Π 1.2 «Χωροταξική και αρχιτεκτονική μελέτη»

Περιλαμβάνει μια έκθεση εξέτασης και αξιολόγησης του υλικού που θα συλλεχθεί, καθώς και την διασύνδεση και εναρμόνισή του με το ισχύον χωροταξικό και αρχιτεκτονικό πλαίσιο.

Δραστηριότητα Π 1.3 «Σχεδίαση διαδρομών»

Αφορά την καταγραφή ξεχωριστά της κάθε διαδρομής, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πληροφορίες από την επεξεργασία του νέων δεδομένων.

Δραστηριότητα Π 2.1 «Κατηγοριοποίηση υλικού και συγγραφή κειμένων»

Έχει ως περιεχόμενο την αναλυτική επεξεργασία και ταξινόμηση του υλικού, ώστε να εξυπηρετηθούν καλύτερα οι ανάγκες γραφής νέων κειμένων.

Δραστηριότητα Π 2.2 «Ψηφιακή επεξεργασία»

Περιλαμβάνει ψηφιοποίηση και επεξεργασία του υλικού που έχει συγκεντρωθεί και κωδικοποιηθεί και το οποίο θα χρησιμοποιηθεί στην υλοποίηση επόμενων δραστηριοτήτων του έργου.

Δραστηριότητα Π 3.1 «Πληροφοριακές πινακίδες»

Έχει ως περιεχόμενο την κατασκευή πινακίδας με χάρτη της περιοχής, με αναφορά στα αξιοθέατα και τις υποδομές. Περιλαμβάνει σύντομο κείμενο με γενικό περιεχόμενο και φωτογραφίες. Επίσης, δίνει πληροφορίες σε διάφορες γλώσσες για την ιστορία, τον πολιτισμό και την φύση της συγκεκριμένης περιοχής του Ευρωπαϊκού μονοπατιού Ε4.

Δραστηριότητα Π 3.2 «Πινακίδα χάρτη»

Αναφέρεται σε πινακίδες που αποτυπώνουν την τυπική ένδειξη με το λογότυπο Ε4 και τοποθετούνται σε πυκνή διάταξη σε καίρια σημεία της διαδρομής του μονοπατιού.

Δραστηριότητα Π 3.3 «Τοποθέτηση πινακίδων»

Εμπεριέχει την μελέτη των τεχνικών απαιτήσεων κατασκευής και τοποθέτησης πινακίδων, λαμβάνοντας υπόψιν τυχόν δυσκολίες και γεωλογικές ιδιαιτερότητες της περιοχής, ώστε να εξυπηρετούν τον σκοπό της ενημέρωσης και ασφαλής καθοδήγησης.

Δραστηριότητα Π 4.1 «Γραφιστική επεξεργασία»

Περιλαμβάνει τη διαδικασία του σχεδιασμού και της γενικότερης εμφάνισης των εντύπων, συνδυάζοντας εικόνες και κείμενο, αναδεικνύοντας κάθε περιοχή με τον καλύτερο τρόπο.

Δραστηριότητα Π 4.2 «Λεύκωμα φωτογραφιών»

Αποτελείται από την συλλογή υλικού φωτογραφιών, την επεξεργασία τους για τον σχεδιασμό εντύπου, στο οποίο θα αναγράφονται σύντομα κείμενα με πληροφορίες για την τοποθεσία, στην οποία αναφέρονται.

Δραστηριότητα Π 4.3 «Έντυπος χάρτης Κρήτης Ε4»

Αφορά το σχεδιασμό και την αναγκαία επεξεργασία του περιεχομένου ενός χάρτη για την καλύτερη δυνατή αποτύπωση των διαδρομών του Ε4 και την βέλτιστη παροχή πληροφόρησης στους χρήστες του, καθώς είναι από τα βασικότερα εργαλεία, που χρησιμοποιεί ο επισκέπτης για την γνωριμία μιας περιοχής.

Δραστηριότητα Π 4.4 «Ψηφιακός χάρτης Κρήτη Ε4»

Περιλαμβάνει την ψηφιακή αποτύπωση των δεδομένων του προηγούμενου παραδοτέου, ώστε ο χρήστης γρήγορα και εύκολα έχει τη δυνατότητα της πληροφόρησης και του χωρικού εντοπισμού, μέσω της αξιοποίησης συγχρόνων τεχνολογιών.

4.4 ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΡΓΟΥ

Για την υλοποίηση του έργου «Ανάδειξη και Προβολή Ευρωπαϊκού μονοπατιού Ε4», έγινε καθορισμός των απαιτούμενων πόρων συμπεριλαμβανομένων ανθρώπινων, οικονομικών και υλικών. Οι συγκεκριμένες εργασίες, που πρέπει να εκτελεστούν και η ανάθεσή τους, στους ανθρώπους ή τις ομάδες, που είναι υπεύθυνοι για κάθε φάση ή δραστηριότητα του συγκεκριμένου έργου, καθόρισαν και την σειρά εκτέλεσης των δραστηριοτήτων.

Έγινε εκτίμηση με μια προσέγγιση απλούστευσης του χρόνου ολοκλήρωσης της κάθε δραστηριότητας ξεχωριστά, αλλά και του κόστους υλοποίησής της σε χρηματικές μονάδες. Αναγνωρίστηκαν οι τεχνολογικοί περιορισμοί, που χαρακτηρίζουν το συγκεκριμένο έργο, καθώς και οι λογικές συνδέσεις, που τίθενται στην σχέση αλληλεξάρτησης και στην

αλληλουχία εκτέλεσης των επιμέρους δραστηριοτήτων. Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί, δίνονται τα δεδομένα του έργου μας, που αφορούν διάρκεια, συνδέσεις και κόστος δραστηριοτήτων, τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια.

Ανάδειξη και Προβολή Ευρωπαϊκού Μονοπατιού Ε4					
α/α	**ΚΩΔΙΚΟΣ**	**ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**	**ΔΙΑΡΚΕΙΑ (μήνες)**	**ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ**	**ΚΟΣΤΟΣ**
A	Π 1.1	Γενική καταγραφή στοιχείων	6	–	240,00
B	Π 1.2	Χωροταξική και αρχιτεκτονική μελέτη	4	A	200,00
C	Π 1.3	Σχεδίαση διαδρομών	5	B	280,00
D	Π 2.1	Κατηγοριοποίηση υλικού και συγγραφή κειμένων	4	C	110,00
E	Π 2.2	Ψηφιακή επεξεργασία	2	D	130,00
F	Π 3.1	Πληροφοριακές πινακίδες	3	C	300,00
G	Π 3.2	Πινακίδα χάρτη	2	C	60,00
H	Π 3.3	Τοποθέτηση πινακίδων	2	F,G	280,00
I	Π 4.1	Γραφιστική επεξεργασία	5	D	130,00
J	Π 4.2	Λεύκωμα φωτογραφιών	6	I	60,00
K	Π 4.3	Έντυπος χάρτης Κρήτης Ε4	5	J,E	160,00
L	Π 4.4	Ψηφιακός χάρτης Κρήτης Ε4	6	H,K	300,00
ΣΥΝΟΛΟ					**2.250,00 €**

Πίνακας 4 Δραστηριότητες έργου Ε4, διάρκεια, συνδέσεις, κόστος

Στην στήλη **«α/α»,** καταγράφεται η κάθε δραστηριότητα με τον συμβολισμό ενός κεφαλαίου γράμματος της αγγλικής αλφαβήτου (A, B, C, D,…L).

Η στήλη με την επικεφαλίδα **«Κωδικός»,** περιλαμβάνει τις δραστηριότητες με την μορφή κωδικοποίησης.

Ακολουθεί η στήλη με την ονομασία **«Δραστηριότητες»,** όπου δίνονται οι αναλυτικές περιγραφές των δραστηριοτήτων.

Στην στήλη **«Συνδέσεις»,** περιγράφονται οι δραστηριότητες που έχουν οριστεί ότι απαιτούνται να έχουν ολοκληρωθεί, προκειμένου να ξεκινήσει η τρέχουσα δραστηριότητα.

Στην στήλη **«Διάρκεια (μήνες)»,** δίνεται η εκτιμώμενη διάρκεια χρόνου για την υλοποίηση της κάθε δραστηριότητας.

Στην στήλη **«Κόστος»,** δίνεται εκτίμηση κόστους.

4.5 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το δίκτυο έργου γνωστό ως "Project Network Diagram" είναι μία μέθοδος, που χρησιμοποιείται στη διαχείριση έργων προκειμένου, να απεικονίσει τις εργασίες, που πρέπει να εκτελεστούν κατά τη διάρκειά του. Βοηθάει στον προγραμματισμό και την οργάνωση των δραστηριοτήτων που πρέπει να εκτελεστούν και δίνει μια καθαρή οπτική εικόνα, πως συνδέονται τα διάφορα μέρη του έργου μεταξύ τους.

Στο δίκτυο AON (Activity On Node), κάθε δραστηριότητα αναπαρίσταται ως ένας κόμβος. Είναι απλό στην αποτύπωση και κατανόηση των σχέσεων αλληλεξάρτησης των επιμέρους δραστηριοτήτων, ενώ οι συνδέσεις μεταξύ τους δείχνουν τη σειρά εκτέλεσης. Με άλλα λόγια, κάθε δραστηριότητα αναγνωρίζεται από τον κόμβο της, όπως στο Σχήμα 8. Οι ακμές του γράφου δείχνουν τη σχέση προηγούμενης και επόμενης δραστηριότητας.

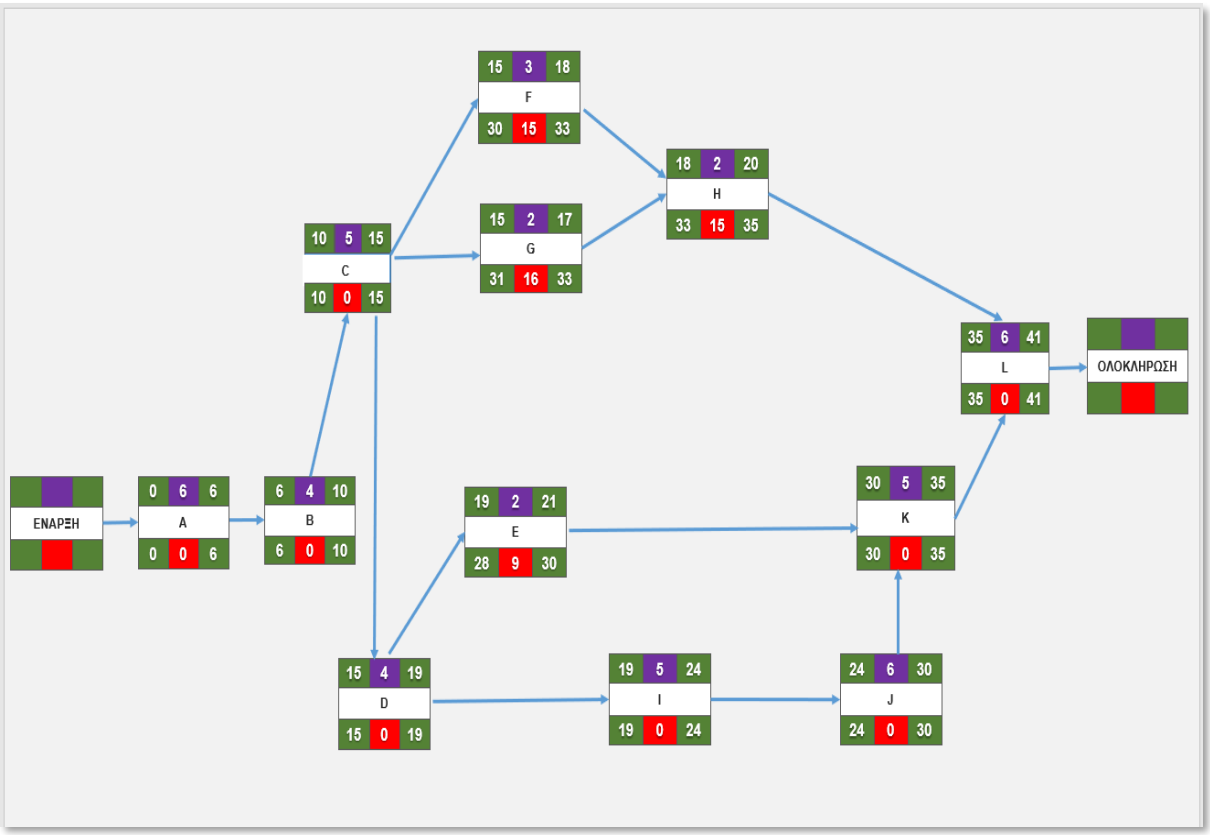


Σχήμα 8 Κόμβος δικτύου AON

Ορίζουμε ως:

ES νωρίτερο χρόνο έναρξης, EF νωρίτερο χρόνο λήξης, LS βραδύτερο χρόνο έναρξης, LF βραδύτερο χρόνο λήξης και ST το χρονικό περιθώριο.

Λαμβάνοντας υπόψη στην σειρά εκτέλεσης των δραστηριοτήτων όλους τους περιορισμούς, έγινε διαμόρφωση κατάλληλου δικτύου, το οποίο απεικονίζει γραφικά το έργο μας και βοηθάει στην χρονική και οικονομική υλοποίησή του. Οι συνδέσεις μεταξύ των εργασιών δείχνουν την ακολουθία και τις μεταξύ τους αλληλεξαρτήσεις. Το δίκτυο του έργου «Ανάδειξη και Προβολή Ευρωπαϊκού μονοπατιού Ε4», αποτυπώθηκε σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 4 με την μέθοδο AON όπως φαίνεται στο Σχήμα 9, που ακολουθεί.



Σχήμα 9 Διαμόρφωση και επίλυση δικτύου AON για το έργο Ε4

Προκειμένου να βρούμε την κρίσιμη διαδρομή στο δίκτυο AON, ακολουθούμε τα εξής δύο βασικά στάδια:

Σάρωση προς τα εμπρός (Forward Pass), για τον υπολογισμό των νωρίτερων χρόνων και σάρωση προς τα πίσω (Backward Pass), για τον υπολογισμό των βραδύτερων χρόνων και του χρονικού περιθωρίου. Υπολογίζουμε την κρίσιμη διαδρομή με την μέθοδο CPM, σύμφωνα με τον παρακάτω αλγόριθμο.

Βήμα 1:

Προσδιορίζουμε τις δραστηριότητες.

Καταγράφουμε όλες τις δραστηριότητες του έργου.

Ορίζουμε ποιες δραστηριότητες εξαρτώνται από άλλες.

Σχηματίζουμε ένα διάγραμμα δικτύου.

Βήμα 2:

Σάρωση δικτύου προς τα εμπρός (Forward Pass)

Ορίζουμε ES(0) = 0 και EF(0) = 0 για την αρχική δραστηριότητα.

Για κάθε δραστηριότητα j, υπολογίζουμε:

Νωρίτερος χρόνος έναρξης (Early start, ES): ES(j) = max{EF(i)} για όλες τις δραστηριότητες i που είναι προαπαιτούμενες.

Νωρίτερος χρόνος λήξης (Early Finish, EF): EF(j) = ES(j) + Dj όπου Dj είναι η διάρκεια της δραστηριότητας.

Βήμα 3:

Σάρωση προς τα πίσω (Backward Pass)

Ορίζουμε την απαιτούμενη χρονική διάρκεια του έργου L(n) και θέτουμε:

LF(n) = L(n) και LS(n) = L(n).

Για κάθε δραστηριότητα i, υπολογίζουμε:

Βραδύτερος χρόνος λήξης (Late Finish, LF): LF(i) = min{LS(j)} για όλες τις δραστηριότητες j που εξαρτώνται από την i.

Βραδύτερος χρόνος έναρξης (Late Start, LS): LS(i) = LF(i) – Di.

Βήμα 4:

Υπολογισμός Χρονικού Περιθωρίου (Slack Time, SL)

Το χρονικό περιθώριο (SL) κάθε δραστηριότητας υπολογίζεται ως: SL = LS – ES = LF – EF.

Αν SL = 0, η δραστηριότητα είναι κρίσιμη. Αν SL>0, υπάρχει περιθώριο καθυστέρησης.

Βήμα 5:

Προσδιορισμός Κρίσιμης Διαδρομής

Η κρίσιμη διαδρομή είναι η αλληλουχία δραστηριοτήτων με SL = 0.

Πραγματοποιήσαμε στο δικτύου του έργου Ε4 σάρωση προς τα εμπρός, αλλά και προς τα πίσω.

Τα δεδομένα που προέκυψαν από την επίλυση δικτύου, καταγράφονται στον Πίνακα 5.

Δραστηριότητα	Διάρκεια	Νωρίτερη Έναρξη	Νωρίτερη Λήξη	Αργότερη Έναρξη	Αργότερη Λήξη	Περιθώριο	Κρίσιμη
A	6	0	6	0	6	0	ΝΑΙ
B	4	6	10	6	10	0	ΝΑΙ
C	5	10	15	10	15	0	ΝΑΙ
D	4	15	19	15	19	0	ΝΑΙ
E	2	19	21	28	30	9	ΟΧΙ
F	3	15	18	30	33	15	ΟΧΙ
G	2	15	17	31	33	16	ΟΧΙ
H	2	18	20	33	35	15	ΟΧΙ
I	5	19	24	19	24	0	ΝΑΙ
J	6	24	30	24	30	0	ΝΑΙ
K	5	30	35	30	35	0	ΝΑΙ
L	6	35	41	35	41	0	ΝΑΙ

Πίνακας 5 Προγραμματισμός δραστηριοτήτων έργου Ε4

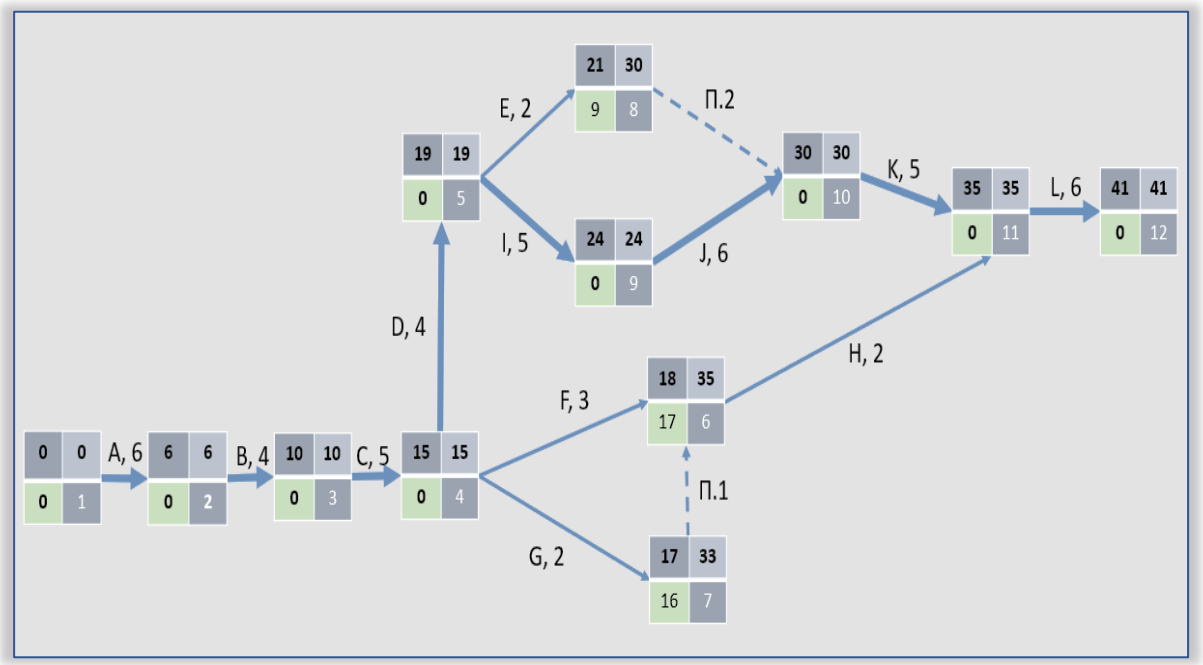
Παρατηρούμε ότι οι δραστηριότητες A-B-C-D-I-J-K-L, έχουν μηδενικό συνολικό χρονικό περιθώριο. Οι δραστηριότητες αυτές είναι κρίσιμες και διαμορφώνουν την κρίσιμη διαδρομή του έργου μας, δηλαδή τη μεγαλύτερη σε χρονική διάρκεια διαδρομή από την έναρξη του έργου μέχρι την λήξη του. Η συνολική διάρκεια του έργου μας, με τη χρήση της τεχνικής Critical Path Method -CPM είναι 41 χρονικές μονάδες, δηλαδή το άθροισμα της διάρκειας των κρίσιμων δραστηριοτήτων.

ΚΡΙΣΙΜΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΕΡΓΟΥ = A→ B→ C→ D→ I→ J→ K→ L

Σύμφωνα με τα δεδομένα και τις σχέσεις των δραστηριοτήτων του Πίνακα 4, διαμορφώσαμε επίσης για το έργο που εξετάζουμε, δίκτυο σε διάγραμμα AOA (Activity On Arrow), το οποίο αποτυπώνεται στο Σχήμα 10.

Το τοξωτό δίκτυο AOA, αναπαριστά τις δραστηριότητες στα βέλη και το γεγονός στον κόμβο, που συνήθως έχει σχήμα τετράγωνο. Στο δίκτυο AOA κάθε δραστηριότητα αναπαρίσταται με μία ακμή και οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένα γεγονότα, όπως για παράδειγμα το τέλος ή την αρχή μιας δραστηριότητας. Το δίκτυο ξεκινά με ένα αρχικό γεγονός και ολοκληρώνεται με ένα τελικό. Οι δραστηριότητες αναπαρίστανται με βέλη, που συνδέουν δύο γεγονότα μεταξύ τους. Όταν δύο ή και περισσότερες δραστηριότητες είναι παράλληλες

δεν μπορούν να έχουν τα ίδια γεγονότα σαν αρχή και τέλος. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται πλασματικές δραστηριότητες με μηδενικές χρονικές διάρκειες και απεικονίζονται συνήθως με ένα διακεκομμένο βέλος. Συχνά, για λειτουργικούς λόγους, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 10, δύο γεγονότα χρειάζεται να συνδεθούν στο δίκτυο, χωρίς να αντιστοιχούν σε πραγματικές δραστηριότητες. Αυτή η σύνδεση είναι γνωστή επίσης ως Ψευδο-Δραστηριότητα.



Σχήμα 10 Διαμόρφωση και επίλυση δικτύου ΑΟΑ για το έργο Ε4

Με τη βοήθεια της ανάλυσης κρίσιμου μονοπατιού (Critical Path Method - CPM), το δίκτυο ΑΟΑ, μπορεί να εντοπίσει τις δραστηριότητες, που έχουν τη μεγαλύτερη επιρροή στην ολοκλήρωση του έργου και τη συνολική του διάρκεια και επομένως δεν πρέπει να υποστούν καθυστερήσεις.

4.6 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΕΡΓΟΥ

Βασικός στόχος στον προγραμματισμό ενός έργου είναι η επίτευξη του χαμηλότερου δυνατού κόστους, διατηρώντας παράλληλα τις χρονικές δεσμεύσεις. Αυτό σημαίνει ότι η

βελτιστοποίηση του κόστους απαιτεί την εύρεση της ιδανικής ισορροπίας μεταξύ χρονικής διάρκειας και οικονομικών δαπανών.

Το συνολικό κόστος ενός έργου προκύπτει από το άθροισμα του κόστους των επιμέρους δραστηριοτήτων και του έμμεσου κόστους. Ωστόσο, το ελάχιστο κόστος του έργου δεν προκύπτει απλώς από την άθροιση του ελάχιστου κόστους των δραστηριοτήτων. Ο λόγος είναι ότι οι δραστηριότητες έχουν αλληλεξάρτηση, γεγονός που επηρεάζει και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαδικασία βελτιστοποίησης.

Σε πολλές περιπτώσεις, ένα έργο μπορεί να παρουσιάσει υπέρβαση του αρχικού προϋπολογισμού ή καθυστέρηση σε σχέση με τις προγραμματισμένες ημερομηνίες παράδοσης. Όταν συμβεί κάτι τέτοιο, πρέπει να επισπευσθούν ορισμένες δραστηριότητες, ώστε το έργο να ολοκληρωθεί εγκαίρως. Υπάρχουν δραστηριότητες που μπορούν να εκτελεστούν σε μικρότερο χρόνο από τον αρχικά προγραμματισμένο και δραστηριότητες που δεν επιδέχονται επιτάχυνση, καθώς ο απαιτούμενος χρόνος υλοποίησής τους δεν μπορεί να μειωθεί. Κάθε δραστηριότητα ωστόσο που μπορεί να συμπιεστεί έχει ένα μέγιστο όριο συμπίεσης, δηλαδή δεν μπορεί να μειωθεί επ’ άπειρον ο χρόνος εκτέλεσής της.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπίεση του έργου:

1. **Κόστος συμπίεσης:** Το επιπλέον κόστος που απαιτείται για τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης μίας δραστηριότητας.
2. **Χρόνος συμπίεσης:** Η ελάχιστη επιτρεπτή χρονική διάρκεια ολοκλήρωσης της δραστηριότητας.
3. **Φύση της δραστηριότητας:** Ο βαθμός στον οποίο μια δραστηριότητα μπορεί να συμπιεστεί εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της.
4. **Κρισιμότητα δραστηριότητας:** Οι δραστηριότητες που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή είναι πιο σημαντικές για τη συνολική διάρκεια του έργου.
5. **Συνολικό κόστος συμπίεσης:** Το επιπλέον κόστος που απαιτείται για τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης του συνόλου των δραστηριοτήτων, που το έργο απαιτεί και μπορούν να επιταχυνθούν.

Με κατάλληλη διαχείριση των παραπάνω παραγόντων, μπορεί να επιτευχθεί η παράδοση του έργου στην προγραμματισμένη ημερομηνία με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Το κόστος διακρίνεται σε:

Άμεσο κόστος, το οποίο περιλαμβάνει δαπάνες που συνδέονται άμεσα με τις δραστηριότητες του έργου, όπως μισθοί εργατικού δυναμικού, κόστος πρώτων υλών, κόστος εξοπλισμού.

Έμμεσο Κόστος, που αφορά γενικά λειτουργικά έξοδα, ενοίκια εγκαταστάσεων, δαπάνες διοικητικές, όπως γραμματειακή υποστήριξη, ασφάλιστρα κ.α.

Συνολικό Κόστος Έργου το οποίο προκύπτει από το άθροισμα άμεσου και έμμεσου κόστους. Συνήθως, υπάρχει ένα βελτιστοποιημένο σημείο μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης χρονικής διάρκειας, όπου το συνολικό κόστος είναι το χαμηλότερο δυνατό.

Η συνάρτηση κόστους συμπίεσης εκφράζει την επιπλέον δαπάνη, που απαιτείται για τη μείωση της διάρκειας μιας δραστηριότητας. Η σχέση αυτή είναι συνήθως γραμμική και ορίζεται ως εξής:

$$\text{Κόστος συμπίεσης ανά περίοδο} = \frac{K_{max} - K_{min}}{t_{max} - t_{min}}$$

Όπου:

K_{max} είναι το κόστος της δραστηριότητας στην ελάχιστη δυνατή διάρκεια

K_{min} είναι το κόστος της δραστηριότητας στην κανονική της διάρκεια

t_{max} είναι η κανονική διάρκεια της δραστηριότητας

t_{min} είναι η ελάχιστη δυνατή διάρκεια της δραστηριότητας

Η σχέση δείχνει ότι, όσο μειώνουμε τη διάρκεια μιας δραστηριότητας, τόσο αυξάνεται το συνολικό κόστος της, αφού απαιτούνται περισσότεροι πόροι για την εκτέλεση της επιτάχυνσης. Η κατανομή του κόστους στις επιμέρους δραστηριότητες ενός έργου δεν είναι πάντα σταθερή. Σε περίπτωση που παραβιαστούν οι χρονικοί περιορισμοί, το κόστος μπορεί να αυξηθεί απότομα.

4.6.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ solver

Ο γραμμικός προγραμματισμός είναι μία τεχνική για την μαθηματική βελτιστοποίηση μιας γραμμικής συνάρτησης, δεδομένων κάποιων περιορισμών, γραμμικών ισοτήτων ή γραμμικών ανισοτήτων, για την επίτευξη του καλύτερου αποτελέσματος, όπως για παράδειγμα μέγιστο κέρδος ή ελάχιστο κόστος.

Για την επίλυση του έργου, που μας απασχολεί και συγκεκριμένα για την συντόμευση της διάρκειάς του, θα χρησιμοποιήσουμε το υπολογιστικό περιβάλλον του Microsoft Excel για την παράσταση του τοξωτού δικτύου, για τον υπολογισμό του συντομότερου χρόνου των γεγονότων, της κάθε επιμέρους δραστηριότητας αλλά και του έργου συνολικά. Μεταφέρουμε λοιπόν το πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού στο excel και ακολουθούμε κάποιες απαραίτητες ενέργειες, που περιγράφονται στη συνέχεια προκειμένου να το λύσουμε.

Για την εξυπηρέτηση του σκοπού του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού είναι αναγκαία προϋπόθεση η παράσταση σε περιβάλλον Excel, του τοξωτού δικτύου του έργου όπως αποτυπώνεται στο Σχήμα 10. Αυτό επιτυγχάνεται με τον πίνακα τιμών, που αναγράφονται στην περιοχή των κελιών D25:O36. Η κάθε γραμμή της συγκεκριμένης περιοχής απεικονίζει μία δραστηριότητα του δικτύου και η κάθε στήλη αποτυπώνει ένα γεγονός του συγκεκριμένου έργου. Σε κάθε δραστηριότητα του έργου ξεχωριστά γράφουμε την τιμή (-1) στη στήλη του γεγονότος έναρξης, την τιμή (+1) στην στήλη του γεγονότος λήξης και την τιμή (0) στις υπόλοιπες στήλες του πίνακα. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι, η δραστηριότητα Α αποτυπώνεται στην πρώτη γραμμή του πίνακα και έχει ως γεγονός έναρξης το γεγονός 1 και ως γεγονός λήξης το γεγονός 2. Συμπληρώνουμε στην πρώτη στήλη της πρώτης γραμμής του πίνακα, την τιμή (-1) και στη δεύτερη στήλη την τιμή (+1). Οι υπόλοιπες

θέσεις της γραμμής αυτής συμπληρώνονται με τιμές μηδενικές. Με ανάλογο τρόπο συμπληρώνουμε τις τιμές και για τις υπόλοιπες δραστηριότητες του συγκεκριμένου έργου.

Δραστηριότητα	TN	TC	CN	CC	AC	MC	ΤΥΧΑΙΕΣ		R	ΑΜΜΕΣΟ ΚΟΣΤΟΣ
A	6	4	240	280	40	20	2	<=	2	280
B	4	2	200	220	20	10	2	<=	2	220
C	5	3	280	300	20	10	2	<=	2	300
D	4	3	110	140	30	30	1	<=	1	140
E	2	1	130	150	20	20	0	<=	1	130
F	3	2	300	320	20	20	0	<=	1	300
G	2	1	60	90	30	30	0	<=	1	60
H	2	1	280	300	20	20	0	<=	1	280
I	5	3	130	160	30	15	2	<=	2	160
J	6	3	60	90	30	10	3	<=	3	90
K	5	3	160	200	40	20	2	<=	2	200
L	6	4	300	350	50	25	2	<=	2	350
			2.250	2.600				Αμεσο κόστος		2.510
								Έμμεσο κόστος		1.000
	Έμμεσο κόστος		40					Σύνολο		3.510

Γεγονός	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Χρόνος Γεγονότος	0	4	6	9	12	19	11	14	15	18	21	25

	Γεγονός	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Δt		Διάρκεια
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	A	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	>=	4
	B	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	>=	2
	C	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	>=	3
	D	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	>=	3
	E	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	2	>=	2
	F	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	10	>=	3
	G	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	>=	2
	H	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	2	>=	2
	I	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	3	>=	3
	J	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	3	>=	3
	K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	3	>=	3
	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	4	>=	4

Πίνακας 6 Συντόμευση διάρκειας του έργου Ε4 στο Excel

Η στήλη Δραστηριότητα περιέχει τις εργασίες που εκτελούνται (π.χ., A, B).

Στην περιοχή D4:D15 αποτυπώνεται η κανονική διάρκεια **TN (Normal Time)** και αντίστοιχα στην περιοχή και E4:E15 ο μειωμένος χρόνος **TC (Crash Time)** εκτέλεσης κάθε δραστηριότητας.

Το κόστος της κανονικής διάρκειας **CN (Normal Cost)** εμφανίζεται στην περιοχή F4:F15 και επίσης το αυξημένο κόστος **CC (Crash Cost)** εκτέλεσης των δραστηριοτήτων το σημειώνουμε στην περιοχή G4:G15.

Το πρόσθετο κόστος **AC (Activity Cost)** δίνεται από την συνάρτηση: $\mathrm{AC} = \mathrm{CC} - \mathrm{CN}$

Στο κελί H4 του Excel εφαρμόζεται η παραπάνω συνάρτηση, την οποία αντιγράφουμε στην περιοχή H5:H15.

MC (Marginal Cost) είναι το μοναδιαίο κόστος συντόμευσης, που προκύπτει από την συνάρτηση: $\mathrm{MC} = \frac{\mathrm{AC}}{\mathrm{R}}$

Στο κελί I4 εφαρμόζεται η συνάρτηση = $\frac{\mathrm{H4}}{\mathrm{L4}}$, την οποία αντιγράφουμε όμοια στα κελιά της περιοχής I5:I15 προκειμένου να βρούμε το μοναδιαίο κόστος συντόμευσης κάθε δραστηριότητας.

Αντίστοιχα στην περιοχή J4:J15 βάζουμε **τυχαίες τιμές** για τους συντομότερους χρόνους εκτέλεσης των δραστηριοτήτων.

R (Reduction) είναι η δυνατότητα μείωσης του χρόνου κάθε δραστηριότητας και δίνεται από την συνάρτηση: $\mathrm{R} = \mathrm{TN} - \mathrm{TC}$

Στο κελί L4 εφαρμόζουμε την συνάρτηση =D4-E4, την οποία αντιγράφουμε στην περιοχή L5:L15 και υπολογίζουμε το μέγιστο διαθέσιμο περιθώριο για να συντομεύσουμε την διάρκεια κάθε δραστηριότητας κάτω από τον κανονικό της χρόνο υλοποίησης.

Για την εξεύρεση του **άμεσου κόστους** εφαρμόζουμε στο κελί M4 τη συνάρτηση = F4 + I4*J4 την οποία αντιγράφουμε στην περιοχή M5:M15.

Στο κελί F18 σημειώνουμε το **έμμεσο κόστος** του έργου ανά μονάδα χρόνου υλοποίησής του, το οποίο εκτιμάται σε 40,00€ και ορίζουμε ως σταθερό. Το έμμεσο κόστος καθορίζεται είτε στην έναρξη του έργου, είτε μεταβάλλεται κατά την υλοποίησή του. Γενικά το έμμεσο κόστος ακολουθεί γραμμική εξέλιξη, γεγονός που σημαίνει ότι το συνολικό έμμεσο κόστος είναι ανάλογο του χρόνου. Συνεπώς, αυξάνεται ή μειώνεται κατά ένα σταθερό ποσό κάθε φορά, που η συνολική διάρκεια του έργου παρατείνεται ή μειώνεται κατά μία χρονική μονάδα.

Στην περιοχή D20:O20 αναγράφουμε τα γεγονότα του δικτύου και στην περιοχή D21:O21 γράφουμε αρχικά στους συντομότερους χρόνους των γεγονότων μια οποιαδήποτε **δοκιμαστική τιμή**.

Στην συνέχεια εισάγουμε κατάλληλες συναρτήσεις, σε συγκεκριμένα κελιά του Excel, όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

Κελί M16 = SUM(M4:M15), δηλαδή το άθροισμα του άμεσου κόστους όλων των δραστηριοτήτων του έργου.

Κελί M17 = F18*O21, δηλαδή το συνολικό έμμεσο κόστος είναι το γινόμενο του σταθερού ποσού έμμεσου κόστους του έργου ανά μονάδα χρόνου υλοποίησής του, με το σύνολο των ημερών ολοκλήρωσης του έργου.

Κελί M18 = SUM(M16:M17) μας δίνει το συνολικό κόστος του έργου που προκύπτει από το άθροισμα του άμεσου και έμμεσου κόστους.

Κελί P25 = SUMPRODUCT($D$21:$O$21;D25:O25), την οποία αντιγράφουμε στην περιοχή των κελιών P26:P36 και είναι η διαφορά μεταξύ του χρόνου λήξης μιας δραστηριότητας και του χρόνου του γεγονότος έναρξής της, η οποία πρέπει για καθεμία δραστηριότητα να είναι μεγαλύτερη ή ίση από τη διάρκειά της.

Κελί R25 = D4–J4, την οποία επίσης εφαρμόζουμε στην περιοχή R26:R36 και είναι η συντομευμένη διάρκεια της κάθε δραστηριότητας του έργου.

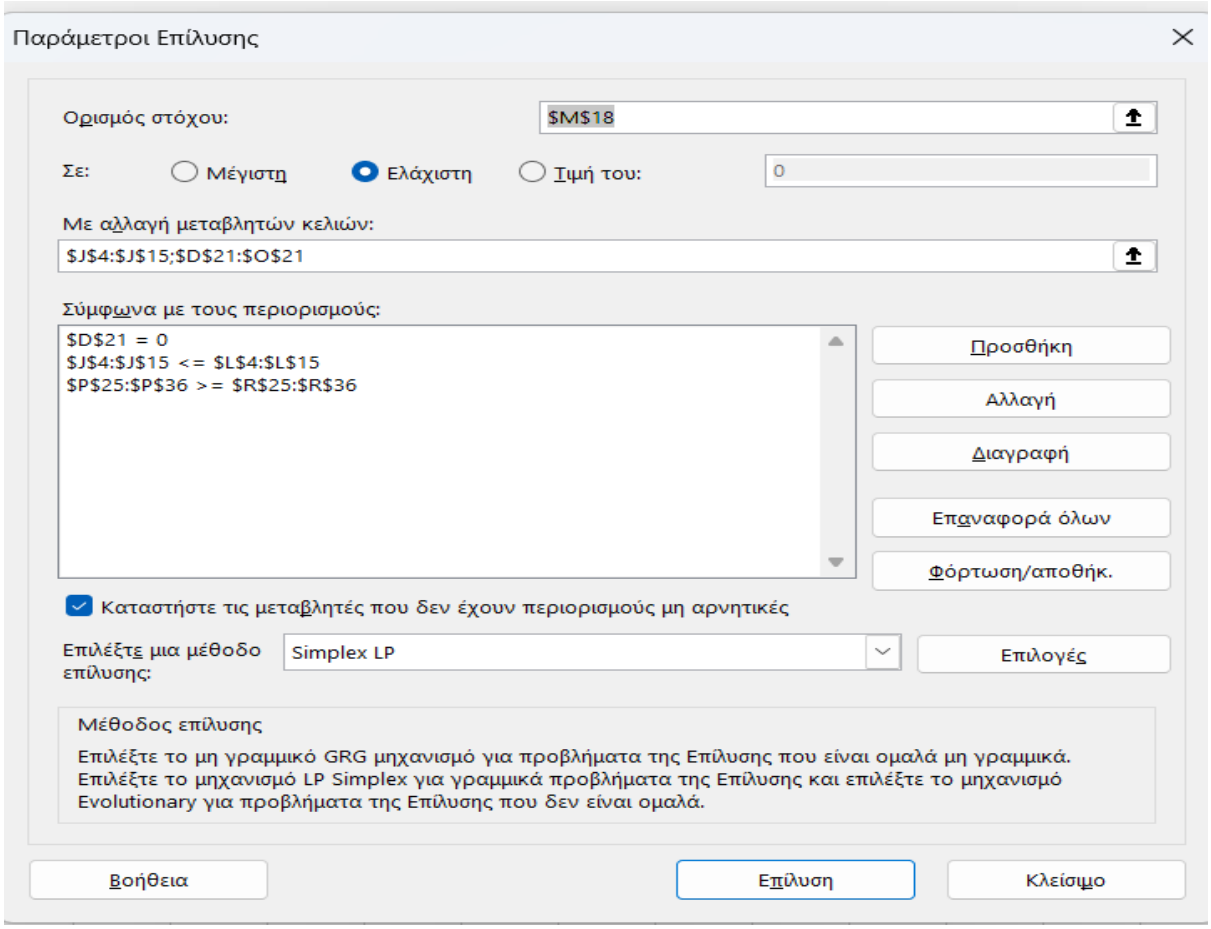
Αφού οργανώσουμε τα δεδομένα, τις μεταβλητές και τους τύπους που υπολογίζονται με τη βοήθειά των παραπάνω, μπορούμε να προχωρήσουμε στην αναζήτηση βέλτιστων λύσεων. Σε συνέχεια της διαδικασίας θα χρησιμοποιήσουμε στο Excel, ένα ισχυρό εργαλείο βελτιστοποίησης το Solver, που επιτρέπει στους χρήστες να βρίσκουν βέλτιστες λύσεις για διάφορα προβλήματα προσαρμόζοντας τις μεταβλητές εντός καθορισμένων περιορισμών. Από το μενού επιλογών του Excel επιλέγουμε, «Δεδομένα» και στην συνέχεια το εργαλείο «Επίλυση»(solver).

Ας δούμε τώρα τον τρόπο καθώς και τις παραμέτρους επίλυσης, όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 11 που ακολουθεί.

Μας ζητείται αρχικά ο ορισμός στόχου. Για το πρόβλημα που έχουμε να επιλύσουμε στόχος μας είναι το ελάχιστο κόστος .

Στο πεδίο «ορισμός στόχου» επιλέγουμε και εισάγουμε το κελί M18, στο οποίο υπολογίζουμε το συνολικό κόστος του έργου, δηλαδή το άθροισμα του άμεσου και έμμεσου κόστους.

Στην περιοχή «Με αλλαγή μεταβλητών κελιών» σημειώνουμε τα κελιά J4:J15 και την περιοχή των κελιών D21:O21. Αρχικά περιέχουν κάποιες τιμές, οι οποίες είναι δοκιμαστικές για τη συντόμευση της διάρκειας της κάθε δραστηριότητας και για τους συντομότερους χρόνους των γεγονότων, τις βέλτιστες τιμές των οποίων αναζητούμε.



Σχήμα 11 Παράμετροι επίλυσης έργου Ε4

Θέτουμε τους εξής περιορισμούς:

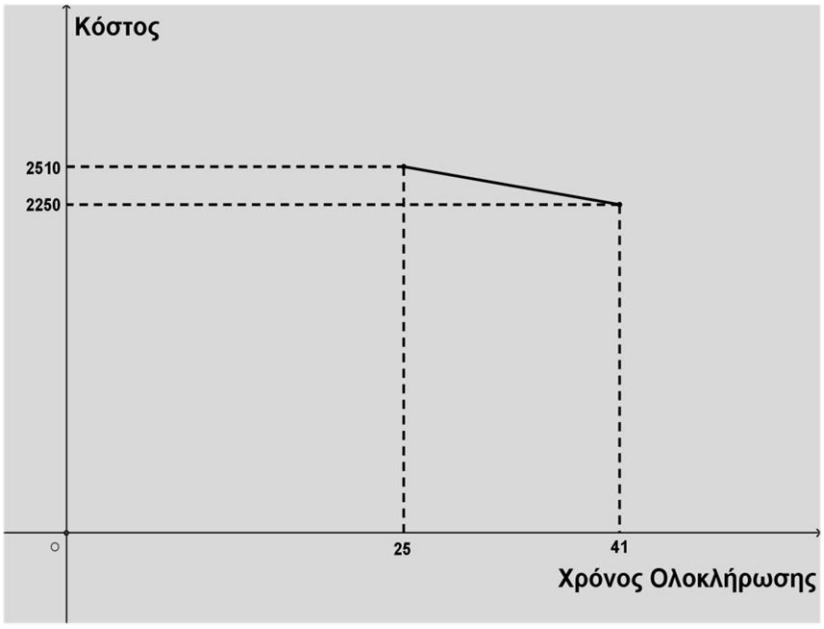
I. D21 = 0 Δηλαδή, ο συντομότερος χρόνος του γεγονότος έναρξης του έργου θα είναι ίσος με μηδέν.

II. J4:J25 ≤ L4:L15 Δηλαδή, η συντόμευση της διάρκειας κάθε δραστηριότητας πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση από το μέγιστο διαθέσιμο περιθώριο R συντόμευσης της διάρκειάς της.

III. P25:P36 ≥ R25:R36 Δηλαδή η διαφορά μεταξύ του χρόνου του γεγονότος λήξης μιας δραστηριότητας και του χρόνου του γεγονότος έναρξής της, πρέπει για καθεμία δραστηριότητα να είναι μεγαλύτερη ή ίση από τη διάρκειά της.

Σημειώνουμε επίσης την επιλογή «καταστήστε τις μεταβλητές που δεν έχουν περιορισμούς μη αρνητικούς», για να αποκλειστεί η περίπτωση αρνητικών τιμών στους συντομότερους χρόνους των γεγονότων που αναζητούμε. Στο πεδίο «επιλέξτε μία μέθοδο επίλυσης» επιλέγουμε Simplex LP. Στην συνέχεια πατώντας επίλυση, το εργαλείο solver, υπολογίζει τις βέλτιστες τιμές συντόμευσης της διάρκειας κάθε δραστηριότητας του έργου και τους συντομότερους χρόνους των γεγονότων.

Με την επίλυση του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού με το εργαλείο Solver, το τελευταίο γεγονός του έργου μας και συγκεκριμένα το γεγονός 12, μας δίνει το συντομότερο και βέλτιστο χρόνο υλοποίησης του έργου, που είναι 25 χρονικές μονάδες. Παρατηρείται λοιπόν ότι το έργο μας μπορεί να ολοκληρωθεί 16 χρονικές μονάδες νωρίτερα σε σχέση με τον κανονικό χρόνο υλοποίησής του, που είναι 41 χρονικές μονάδες. Διαπιστώνουμε επίσης μια αύξηση 260,00€ στο άμεσο κόστος σε σχέση με το αντίστοιχο του κανονικού χρόνου υλοποίησης του έργου. Με τα νέα δεδομένα οι δραστηριότητες A , B, C, I, K, L συμπιέστηκαν κατά 2 ημέρες, η δραστηριότητα D κατά 1 ημέρα και τέλος κατά 3 ημέρες η δραστηριότητα J. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα που χρησιμοποιήσαμε, οι διαφορές κόστους είναι μικρές και η συμπίεση χρόνου συντελέστηκε χωρίς μεγάλο επιπρόσθετο κόστος.



Σχήμα 12 Μεταβολή κόστους και διάρκειας ολοκλήρωσης έργου Ε4

Το Σχήμα 12 αποτυπώνει πως μεταβάλλεται το κόστος συμπίεσης, καθώς μειώνεται η διάρκεια του έργου μας. Συγκεκριμένα το γράφημα δείχνει πως αυξάνεται το άμεσο κόστος συμπίεσης, καθώς μειώνεται η διάρκεια της δραστηριότητας. Στον κανονικό χρόνο t_{max} = 41, το κόστος είναι K_{min} = 2.250, ενώ όταν η διάρκεια του έργου συμπιέζεται στο ελάχιστο t_{min} =25, το κόστος ανεβαίνει στο K_{max} =2.510. Η αύξηση είναι γραμμική, όπως προβλέπει η σχέση κόστους συμπίεσης. Αυτό σημαίνει ότι, για να μειωθεί η διάρκεια μιας δραστηριότητας, απαιτείται αύξηση του κόστους των πόρων ανά χρονική μονάδα.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο σωστός προγραμματισμός μπορεί να επιταχύνει σημαντικά την ολοκλήρωση του έργου, ενώ παράλληλα μπορεί να οδηγήσει σε διαχειρίσιμη αύξηση του άμεσου κόστους. Εάν λάβουμε υπόψη και επιπρόσθετα οφέλη, που προκύπτουν από την επίσπευση ολοκλήρωσης του έργου μας, προκύπτει ότι η συγκεκριμένη μέθοδος έχει μεγάλη αποτελεσματικότητα κόστους.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι συνεχείς εξελίξεις στη λειτουργία και την οργανωτική δομή των επιχειρήσεων και των οργανισμών έχουν καταστήσει τη διοίκηση έργων αναπόσπαστο και καθοριστικό παράγοντα για την αποτελεσματική υλοποίηση των στρατηγικών τους στόχων. Η σωστή διαχείριση έργων συμβάλλει στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών και στην αύξηση της αποτελεσματικότητας.

Η παρούσα μελέτη επισημαίνει ότι, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία στους τομείς γνώσης της διοίκησης έργων, ώστε η διαχείριση κόστους να αναλύεται με ευκολία, να παρακολουθεί αποτελεσματικά τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται ένα έργο μέσα στα χρονικά του πλαίσια, να βοηθάει στη διαχείριση κινδύνων με αλλαγές εάν αυτό απαιτείται και να βοηθάει στη λήψη σχετικών αποφάσεων. Υπογραμμίζει τη σημασία της συνεργασίας ανθρώπου και μηχανής, που είναι αναγκαία προσαρμογή. Η ανθρώπινη αλληλεπίδραση ωστόσο, εξακολουθεί να παραμένει ουσιαστική στη διαχείριση των διαπροσωπικών σχέσεων και στη δυναμική της ομάδας.

Στην παρακολούθηση έργων όπως δείχνει η μελέτη, οι διαχειριστές έργου έχουν καλύτερο έλεγχο καθώς και πληρέστερη εικόνα των δεδομένων αλλά και των προκλήσεων, που καλούνται να αντιμετωπίσουν μέσα από ένα καλά σχεδιασμένο χρονοδιάγραμμα. Μία σωστή και καλά οργανωμένη διαδικασία, που στοχεύει στη βέλτιστη διαχείριση χρόνου, διασφαλίζει ότι οι διαθέσιμοι πόροι κατανέμονται αποδοτικά σε δραστηριότητες και καθήκοντα. Συμβάλλει στην έγκαιρη και οικονομική ολοκλήρωση του έργου με τρόπο συντονισμένο, ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους και μεγιστοποιώντας την αξία που αποκομίζουν τα ενδιαφερόμενα μέρη. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του χρονοδιαγράμματος γίνεται αποτελεσματικά μέσα από τη χρήση εξειδικευμένων τεχνικών και μεθόδων για την κάλυψη διαφορετικών αναγκών. Η ανασκόπησή τους, δείχνει ότι υπάρχει μια εμφανής μετάβαση από παραδοσιακές ντετερμινιστικές μεθόδους διαχείρισης έργων σε σύγχρονες στοχαστικές προσεγγίσεις. Η μελέτη επίσης, αναδεικνύει την ανάγκη για μια ολοκληρωμένη και ευέλικτη στρατηγική διαχείρισης έργων, που να συνδυάζει παραδοσιακές αλλά και σύγχρονες μεθόδους.

Η εργασία αυτή είχε ως βασικό της στόχο, τον καθορισμό του ελάχιστου κόστους και την βέλτιστη χρονική διάρκεια ολοκλήρωσης του έργου. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα σε μία πρακτική εφαρμογή σε έργο, ώστε να διαμορφωθεί ένα σαφές χρονοδιάγραμμα και να εξαχθούν τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα αρχικά σχεδιάστηκε η δομή ανάλυσης εργασιών. Προσδιορίστηκαν οι περιορισμοί, οι συνδέσεις, η διάρκεια των δραστηριοτήτων του έργου, που ακολούθησαν συγκεκριμένη σειρά, η οποία δίνεται από τις μεταξύ τους σχέσεις προτεραιότητας. Έγινε σχεδιασμός του έργου σε δίκτυο και προσδιορίστηκε με την επίλυσή του, η κρίσιμη διαδρομή. Η συνολική διάρκεια του έργου με τη χρήση της τεχνικής Critical Path Method - CPM υπολογίστηκε σε 41 χρονικές μονάδες.

Το δεδομένα του συγκεκριμένου παραδείγματος εφαρμόστηκαν στη συνέχεια και στην προτεινόμενη από την μελέτη μας επίλυση προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, μέσω της χρήσης εργαλείου Solver του Excel.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε η παράσταση του τοξωτού δικτύου του έργου σε περιβάλλον Excel. Στη συνέχεια έγινε εκτίμηση μείωσης του χρόνου, καθώς και του αυξημένου άμεσου κόστους κάθε δραστηριότητας ξεχωριστά. Η μείωση της κανονικής διάρκειας, υλοποιήθηκε μέσω διαχειρίσιμης αύξησης στο άμεσο κόστος, καθώς απαιτούνται περισσότεροι άνθρωποι, περισσότερες ώρες εργασίας, περισσότερος εξοπλισμός. Το έμμεσο κόστος του έργου προσδιορίστηκε σε 40,00€ ανά μονάδα χρόνου υλοποίησής του και ορίστηκε ως σταθερό. Αφού οργανώθηκαν τα δεδομένα, οι μεταβλητές, οι τύποι καθώς και οι περιορισμοί, που απαιτεί η συγκεκριμένη διαδικασία, προχωρήσαμε στην αναζήτηση βέλτιστων λύσεων. Από την επίλυση προέκυψε ότι το έργο μας μπορεί να συμπιεστεί και να ολοκληρωθεί σε 25 χρονικές μονάδες. Δηλαδή, 16 χρονικές μονάδες νωρίτερα σε σχέση με τον κανονικό χρόνο υλοποίησής του, που είναι 41 χρονικές μονάδες. Συγκεκριμένα, μέσα στα πλαίσια του διαθέσιμου περιθωρίου, μειώθηκε η διάρκεια στις δραστηριότητες A , B, C, I, K, L κατά 2 ημέρες, η δραστηριότητα D κατά 1 ημέρα και τέλος κατά 3 ημέρες η δραστηριότητα J.

Εξετάστηκε η σχέση μεταξύ κόστους και χρονικής διάρκειας, καταγράφοντας τις επιπτώσεις της χρονικής συμπίεσης στο συνολικό κόστος του έργου. Στον κανονικό χρόνο υλοποίησης του έργου, το άμεσο κόστος είναι 2.250,00€ και το αντίστοιχο μετά τη χρονική συμπίεση

διαμορφώνεται στις 2.510,00€. Διαπιστώνεται έτσι μια αύξηση στο άμεσο κόστος, αξίας 260,00€ μετά την συμπίεση. Όσον αφορά το έμμεσο κόστος στον κανονικό χρόνο υλοποίησης του έργου, ανέρχεται στο ποσό 1.640,00€ = 41 × 40 και αντίστοιχα στον μειωμένο χρόνο, το έμμεσο κόστος διαμορφώνεται στα 1.000,00€ = 25 × 40.

Συνολικό κόστος = Άμεσο + Έμμεσο κόστος

Στην κανονική διάρκεια του έργου, 41 χρονικές μονάδες το συνολικό κόστος = 2.250,00€+1.640,00€ = 3.890,00€

Στον συμπιεσμένο χρόνο του έργου, 25 χρονικές μονάδες το συνολικό κόστος = 2.510,00€+1.000,00€ = 3.510,00€

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι το έμμεσο κόστος, στις 25 χρονικές μονάδες είναι μειωμένο κατά 640,00€ σε σχέση με το αντίστοιχο στις 41 χρονικές μονάδες, γεγονός που επηρεάζει και το συνολικό προϋπολογισμό του έργου. Στον κανονικό χρόνο υλοποίησης του έργου, το συνολικό κόστος είναι 3.890,00€ ενώ στο μειωμένο χρόνο, το συνολικό κόστος διαμορφώνεται στις 3.510,00€.

Διαπιστώθηκε ότι, το έργο μας μπορεί να ολοκληρωθεί με συντόμευση της συνολικής του διάρκειας. Ιδιαίτερα σημαντικό όμως είναι ότι, από την συμπίεση που πραγματοποιήθηκε προκύπτει βελτιστοποίηση όχι μόνο στο χρόνο υλοποίησής του, αλλά και στο συνολικό του κόστος. Η βέλτιστη διάρκεια έργου είναι 25 χρονικές μονάδες και το βέλτιστο κόστος 3.510,00€. Ανάλογα με την μελέτη μας αποτελέσματα, έχει καταγράψει επίσης η έρευνα (Garg, 2016).

Η παρούσα μελέτη αναδεικνύει ότι, ο σωστός προγραμματισμός μπορεί να επιταχύνει σημαντικά την ολοκλήρωση ενός έργου. Η συμπίεση χρονοδιαγράμματος σε έργα συγχρόνων απαιτήσεων με έντονο ανταγωνιστικό χαρακτήρα, καθώς και σε έργα που ανακύπτουν μέσα από έκτακτες ανάγκες και φαινόμενα κρίσεων, λόγω φυσικών καταστροφών, δεν είναι μόνο δυνατή αλλά μπορεί να επιτευχθεί μέσω συγκεκριμένων στρατηγικών. Η αποτελεσματικότητα είναι μεγάλη και τα επιπρόσθετα οφέλη πολλαπλά από την γρηγορότερη υλοποίηση ενός έργου. Σε μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης ή φυσικής καταστροφής, η επίσπευση υλοποίησης ενός έργου είναι επιτακτική για τη διαχείριση της κρίσης και την αποκατάσταση της κανονικότητας. Η άμεση εκτέλεση έργων, όπως η

κατασκευή προσωρινών νοσοκομείων, προκειμένου να σωθούν ανθρώπινες ζωές σε μία κατάσταση υγειονομικής κρίσης, η ταχεία αποκατάσταση δρόμων, γεφυρών, ενεργειακών κ.λπ. δικτύων σε καταστάσεις φυσικών καταστροφών (πλημμύρες, πυρκαγιές, σεισμοί), εξασφαλίζουν την αποφυγή δευτερογενών κινδύνων. Οι καθυστερήσεις μπορεί να οδηγήσουν σε επιδείνωση της κρίσιμης κατάστασης. Η ταχεία αποκατάσταση υποδομών διασφαλίζει την ομαλή λειτουργία της κοινωνίας και την επανεκκίνηση της οικονομικής δραστηριότητας μειώνοντας τις οικονομικές απώλειες.

Η προσέγγιση στη διαχείριση έργων έχει εξελιχθεί σταδιακά τα τελευταία χρόνια. Λαμβάνει υπόψη παράγοντες, όπως η δυναμική της ομάδας, οι προσδοκίες από το έργο και οι συνθήκες εργασίας. Η ποιότητα, η βιωσιμότητα και η ασφάλεια, μπορεί να είναι το επόμενο βήμα για την ανάπτυξη πιο ολοκληρωμένων μοντέλων διαχείρισης έργων. Επομένως, μπορούμε να προβλέψουμε ότι θα υπάρξει μια σημαντική μετατόπιση στον τρόπο με τον οποίο, σχεδιάζονται και ελέγχονται τα έργα, γεγονός που θα φέρει νέες ευκαιρίες και προοπτικές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δημητριάδης, Σ. και Μιχιώτης, Α. (2007), Διοίκηση παραγωγικών συστημάτων, 1η έκδοση. Εκδόσεις ΚΡΙΤΙΚΗ

Chitra, K., & Halder, P. (2017). Scheduling project crashing time using linear programming approach: Case study. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, *6*(4), 283-292.

https://www.researchgate.net/publication/320922607_Scheduling_Project_Crashing_Time_Using_Linear_Programming_Approach_Case_Study

Diaby, M., Cruz, J. M., & Nsakanda, A. L. (2011). Project crashing in the presence of general non-linear activity time reduction costs. International Journal of Operational Research, 12(3), 318-332.

https://doi.org/10.1504/IJOR.2011.042919

Fridgeirsson, T. V., Ingason, H. T., Jonasson, H. I., & Jonsdottir, H. (2021). An authoritative study on the near future effect of artificial intelligence on project management knowledge areas. Sustainability, 13(4), 2345.
https://doi.org/10.3390/su13042345

Garg, A. (2016). Project crashing algorithm. In International Conference on Emerging Trends in Civil Engineering. Project Crashing Algorithm.

https://www.researchgate.net/publication/310493482_Project_Crashing_Algorithm

Georges, N., Semaan, N., & Rizk, J. (2014). Crash: an automated tool for schedule crashing. *International Journal of Science, Environment and Technology*, *3*(2), 374-394.

https://www.researchgate.net/publication/313722417_CRASH_AN_AUTOMATED_TOOL_FORSCHEDULE_CRASHING

Hazır, Ö. (2015). A review of analytical models, approaches and decision support tools in project monitoring and control. International Journal of Project Management, 33(4), 808-815.
https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.09.005

Islam, M. N. (2004). Crashing project time with least cost: A linear programming approach. Available at SSRN 1012525.

https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1012525

Kuhl, M. E., & Tolentino-Peña, R. A. (2008, December). A dynamic crashing method for project management using simulation-based optimization. In 2008 Winter, Simulation Conference (pp. 2370-2376). IEEE.

https://doi.org/10.1109/WSC.2008.4736344

Lu, H., Wang, H., Yu, D., & Ye, J. (2023). Sharp schedule compression in urgent emergency construction projects via activity crashing, substitution and overlapping: a case study of Huoshengshan and Leishenshan Hospital projects in Wuhan. Engineering, Construction and Architectural Management, 30(8), 3696-3712.

https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2021-0654

Ou-Yang, C., & Chen, W. L. (2019). A hybrid approach for project crashing optimization strategy with risk consideration: A case study for an EPC project. Mathematical Problems in Engineering, 2019(1), 9649632.

https://doi.org/10.1155/2019/9649632

Pellerin, R., & Perrier, N. (2019). A review of methods, techniques and tools for project planning and control. International Journal of Production Research, 57(7), 2160-2178. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1524168

Willems, L. L., & Vanhoucke, M. (2015). Classification of articles and journals on project control and earned value management. International Journal of Project Management, 33(7), 1610-1634. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.06.003

ΑΝΟΙΧΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

Μαρκάκη Μ., Γραμμικός προγραμματισμός στο Excel

Τσικνάκης Μ., Συμπίεση Έργου – Project Crashing Μ.

Φιτσιλής Π., Χρονοπρογραμματισμός έργων

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

https://www.pmi.org/

https://pmi-greece.org/

https://web.archive.org/web/20120113131138/http://ipma.ch/

https://prothoughts.co.in/wp-content/uploads/2022/06/a-guide-to-the-project-management-body-of-knowledge-6e.pdf

https://trainupinstitute.com/wp-content/uploads/2022/03/Project-Management-Institute-A-Guide-to-the-Project-Management-Body-of-Knowledge-PMBOK%C2%AE-Guide%E2%80%93Sixth-Edition-Project-Management-Institute-2017.pdf

https://iehouse.org/wp-content/uploads/2021/07/PMBOK7.pdf

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%BF%CE%AF%CE%BA%CE%B7%CF%83%CE%B7_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7_%CE%88%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%85

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE_%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7