



**ΕΘΝΙΚΟ  
ΜΕΤΣΟΒΙΟ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – “ATHENS MBA”**

**«Αξιοποίηση Λογισμικού MS Project για τον Προγραμματισμό, Έλεγχο και  
Αξιολόγηση Έργων»**

**Φοιτητής: ΨΑΦΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**Επιβλέπων καθηγητής: ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**2015 - 2016**

## **ΔΗΛΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

*(περιλαμβάνεται, μαζί με τα υπόλοιπα στοιχεία που απαιτούνται, στην πρώτη σελίδα της εργασίας)*

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία για τη λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων, έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό.

Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο».

**Ονοματεπώνυμο**

**Υπογραφή**

Στην Γυναίκα μου Παναγιώτα και την κόρη μου Άννα-Μαρία

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

Κεφάλαιο	Σελίδα
ΣΥΝΟΨΗ .....	8
ABSTRACT .....	9
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Η Επιστήμη της διαχείρισης Έργων (Project Management)	
1.1. Εισαγωγή .....	10
1.2. Διαχείριση Έργων: Ορισμοί και Ανάλυση Έργου .....	12
1.3. Διάγραμμα GANTT .....	14
1.4. Οργανωτικές Δομές .....	15
1.4.1 Οργανωτική Δομή «Pure Project» .....	16
1.4.2 Οργανωτική Δομή «Functional Project» .....	16
1.4.3 Οργανωτική Δομή «Matrix Project» .....	17
1.5. Προγραμματισμός Έργου με τις Μεθόδους CPM και PERT .....	18
1.5.1 Μέθοδος CPM – Critical Path Method .....	20
1.5.1.1 Καθορισμός των Επιμέρους Δράσεων, Προσδιορισμός της Αλληλουχίας Εκτέλεσής τους και Εκτίμηση των Χρόνων Ολοκλήρωσής τους .....	21
1.5.1.2 Σχεδίαση του Δικτύου Δράσεων .....	22
1.5.1.3 Προσδιορισμός «Κρίσιμων Χρόνων» Δράσεων. Νωρίτερος Χρόνος Έναρξης (Early Start Time, ES) – Νωρίτερος Χρόνος Περάτωσης (Early Finish Time, EF) .....	23
1.5.1.4 Προσδιορισμός «Κρίσιμων Χρόνων» Δράσεων. Βραδύτερος Χρόνος Έναρξης (Late Start Time, LS) – Βραδύτερος Χρόνος Περάτωσης (Late Finish Time, LF) .....	24
1.5.1.5 Χρονικό Περιθώριο Δράσης (Slack time) και Κρίσιμη Διαδρομή (Critical path) .....	26
1.5.1.6 Συμπεράσματα και Σχόλια Πάνω στην Μέθοδο CPM .....	28
1.5.2 Μέθοδος PERT – Programme Evaluation and Review Technique .....	30
1.5.2.1 Εκτίμηση Χρόνου Περάτωσης Εργασιών .....	31
1.5.2.2 Αναμενόμενος Χρόνος Εκτέλεσης – Υπολογισμός της Κρίσιμης Διαδρομής .....	33
1.5.2.3 Στατιστική Προσέγγιση της Μεθόδου PERT .....	35
1.5.2.4 Υπολογισμός της Πιθανότητας Ολοκλήρωσης του Συνολικού Έργου σε Χρόνο Μικρότερο από τον Αναμενόμενο $T_E$ .....	36
1.5.2.5 Υπολογισμός της Πιθανότητας Ολοκλήρωσης του Συνολικού Έργου σε Χρόνο Μεγαλύτερο από τον Αναμενόμενο $T_E$ .....	38
1.6. Παραδοχές και Σχολιασμός για τις Μεθόδους CPM και PERT .....	39
1.7 Η Μέθοδος των Κατά Κόμβο Προσανατολισμένων Δικτύων (Μέθοδος MPM) .....	42

1.7.1. Σχέσεις Αλληλουχίας στη Μέθοδο MPM .....	42
1.7.2 Κανόνες Σχεδιασμού Δικτύου MPM .....	44
1.7.3 Συμβολισμοί.....	45
1.7.4 Επίλυση Δικτυωτού Γραφήματος MPM.....	45
1.7.4.1. 1η Φάση (Ομόρροπος Υπολογισμός) .....	45
1.7.4.2. 2η Φάση (Αντίρροπος Υπολογισμός) .....	47
1.7.4.3. Υπολογισμός των Ολικών Χρονικών Περιθωρίων .....	49
1.8 Συμπεράσματα για τις Μεθόδους CPM, PERT και MPM .....	51

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Εφαρμογές Διαχείρισης Έργων

2.1. Εισαγωγή.....	53
2.2 Primavera P6 Professional Project Management.....	53
2.3 Microsoft Project 2013.....	55
2.4 Τα ERP Συστήματα και οι Λειτουργίες τους .....	56
2.5 SAP PS (Project System) .....	58

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Παράδειγμα Έργου με MS Project 2013

3.1. Εισαγωγή.....	59
3.2 Περιγραφή του Έργου .....	59
3.3 Υλοποίηση του Έργου στο MS Project .....	62
3.3.1 Εισάγοντας τα Δεδομένα του Έργου Mr James's Bungalow .....	65
3.3.2 Οργάνωση των Δράσεων σε Φάσεις και Εισαγωγή Οροσήμων .....	69
3.3.3 Συνδέσεις Δράσεων.....	72
3.3.4 Σύνδεση των Πόρων με τις Δράσεις.....	73
3.3.5 Κρίσιμη Διαδρομή (Critical Path).....	79
3.3.6 Προϋπολογισμός του Έργου .....	82
3.3.7 Παρακολούθηση Έργου (Tracking).....	83
3.3.7.1 Έλεγχος Οικονομικής και Χρονικής Προόδου Έργου .....	95
3.3.8 Αναφορές (Reports) .....	96
3.3.8.1 Παρουσίαση Οικονομικών Αποτελεσμάτων και Χρονικής Προόδου του Έργου.....	98

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....

### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 Δομή ενός Έργου .....	13
Σχήμα 1.2 Ένα τυπικό Διάγραμμα GANTT .....	14
Σχήμα 1.3 Υπεύθυνος του Έργου και των Επιμέρους Δράσεων .....	15

Σχήμα 1.4 Οργανωτική Δομή «Functional Project» .....	17
Σχήμα 1.5 Οργανωτική δομή «Matrix Project» .....	18
Εικόνα 1.6 Δίκτυο Δράσεων .....	23
Σχήμα 1.7 Σειρά Διεργασιών του Έργου της Εταιρείας Συμβούλων .....	24
Σχήμα 1.8.α Σειρά Διεργασιών του Έργου της Εταιρείας Συμβούλων .....	25
Σχήμα 1.8 Κρίσιμη διαδρομή του Έργου .....	27
Σχήμα 1.9 Προγραμματισμός Έργου με Νωρίτερο Χρόνο Έναρξης .....	29
Σχήμα 1.10 Προγραμματισμός Έργου με Βραδύτερο Χρόνο Έναρξης .....	30
Σχήμα 1.11 Δίκτυο Δράσεων και Κρίσιμη Διαδρομή του Έργου .....	34
Σχήμα 1.12 Κανονική Κατανομή Διάρκειας του Έργου .....	37
Σχήμα 1.13 Κανονική Κατανομή Διάρκειας του Έργου .....	37
Εικόνα 1.14 Πίνακας Πιθανοτήτων για Κανονική Κατανομή .....	38
Σχήμα 1.15 Κανονική Κατανομή Διάρκειας του Έργου .....	39
Σχήμα 3.1. Διάγραμμα Ροής Βασικών Βημάτων Προγραμματισμού και Ελέγχου Έργου .....	59
Εικόνα 3.2 Αρχικό Περιβάλλον MS Project .....	63
Εικόνα 3.3 Ρύθμισης Παραμέτρων .....	64
Εικόνα 3.4 Παράθυρο Διαλόγου Ημερολόγιο (Calendar) .....	64
Εικόνα 3.5 Φύλλο Εργασίας .....	65
Εικόνα 3.5.α Πληροφορίες Έργου .....	65
Εικόνα 3.6 Εισαγωγή Παραμέτρων στο Φύλλο Εργασίας .....	66
Εικόνα 3.7 Φύλλο Πόρων (Resource Sheet) .....	67
Εικόνα 3.8 Τύποι Πόρων .....	68
Εικόνα 3.9 Φύλλο Πόρων, Υλικών και Εργασίας (Resource Sheet) .....	69
Εικόνα 3.10 Εισαγωγή Φάσεων .....	70
Εικόνα 3.11 Εισαγωγή Οροσήμου .....	71
Εικόνα 3.12 Ορόσημο στο Gantt Chart .....	71
Εικόνα 3.13 Εισαγωγή Φάσεων .....	72
Εικόνα 3.14 Εισαγωγή Σχέσεων Αλληλουχίας με των Δράσεων .....	73
Εικόνα 3.15 Σύνδεση των Πόρων με τις Δράσεις .....	74
Εικόνα 3.16 Επιβάρυνση Πόρων .....	75
Εικόνα 3.17 Ρύθμιση Τύπου Δράση (Εξομάλυνση Έργου) .....	76
Εικόνα 3.17α Ισοστάθμιση Πόρων (Resource Leveling) .....	77
Εικόνα 3.18 Συμπληρωμένο Φύλλο Εργασίας και Διάγραμμα GANTT .....	78
Εικόνα 3.18.α Προβολή Χρήσης Εργασιών .....	78
Εικόνα 3.18.β Προβολή Οργάνωσης Ομάδας (Team Planner) .....	79
Εικόνα 3.19α Κρίσιμη Διαδρομή στο Διάγραμμα Gantt .....	80
Εικόνα 3.19.β Επιλογή Χρώματος για Κρίσιμη Διαδρομή .....	80
Εικόνα 3.19 Κρίσιμη Διαδρομή με Κόκκινο Χρώμα .....	81
Εικόνα 3.20 Διάγραμμα Δικτύου. Με κόκκινο φαίνεται η κρίσιμη διαδρομή .....	81

Εικόνα 3.20.α Επιλογή για Προβολή Διαγράμματος Δικτύου .....	82
Εικόνα 3.21 Εισαγωγή Στήλης Κόστους.....	83
Εικόνα 3.22 Ορίζοντας το Βασικό Πλάνο .....	84
Εικόνα 3.23 Σύγκριση Έργου με το Αρχικό Βασικό Πλάνο (Baseline) .....	85
Εικόνα 3.24 Αφαίρεση Πόρου από τη Δράση 16.....	86
Εικόνα 3.25 Φύλλο Εργασίας μετά την Αλλαγή.....	87
Εικόνα 3.26 Ορίζοντας Νέο Βασικό Πλάνο (Baseline 1) .....	88
Εικόνα 3.27 Ορισμός Ημερομηνίας Ελέγχου (Status Date) .....	89
Εικόνα 3.28 Ορισμός Γραμμών Πλέγματος .....	89
Εικόνα 3.29 Γραμμές Πλέγματος στο Gantt Chart.....	90
Εικόνα 3.30 Γραμμές Προόδου .....	91
Εικόνα 3.31 Γραμμές Προόδου στο Gantt Chart .....	92
Εικόνα 3.32 Παράδειγμα 3.....	93
Εικόνα 3.33 Παράδειγμα 3.....	94
Εικόνα 3.34 Σύγκριση Έργων.....	94
Εικόνα 3.35 Σύγκριση Έργων.....	95
Εικόνα 3.36 Δείκτες Ελέγχου Έργων στο Φύλλο Εργασίας .....	96
Εικόνα 3.37 Εισαγωγή % ολοκλήρωσης στο Φύλλο Εργασίας.....	97
Εικόνα 3.38 Αναφορά «Επισκόπηση Κόστους».....	97
Εικόνα 3.39 Χρηματικές Ροές ανά Μήνα .....	98
Εικόνα 3.40 Χρηματικές Ροές ανά Μήνα – 2η Περίπτωση.....	99
Εικόνα 3.41 Φύλλο Εργασίας μετά τις Αλλαγές – 2η Περίπτωση .....	100

#### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Καταγραφή Δράσεων Έργου.....	22
Πίνακας 1.2 Δράσεις Έργου με Εκτιμήσεις Χρόνων Διάρκειας .....	33
Πίνακας 1.3 Πίνακας Δράσεων – Αναμενόμενος Χρόνος Περάτωσης. ....	34
Πίνακας 1.4 Τυπικές Αποκλίσεις διάρκειας Δράσεων .....	36
Πίνακας 3.1 Δράσεις του Έργου Mr James's Bungalow .....	60
Πίνακας 3.2 Υλικοί Πόροι με τα Αντίστοιχα Κόστη τους και στις Αντίστοιχες Δράσεις .....	62

## ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως θέμα την Αξιοποίηση του Λογισμικού MS Project 2013 για τον Προγραμματισμό, Έλεγχο και Αξιολόγηση Έργων. Σκοπός της είναι να παρουσιάσει τους τρόπους και τις τεχνικές ενός προγράμματος *Διαχείρισης Έργων (Project Management)*, με τη βοήθεια του οποίου θα εκτελούνται όλα τα στάδια ανάλυσης, υλοποίησης και ελέγχου ενός Έργου καθ' όλη τη διάρκεια εργασιών του. Τα στάδια αυτά αφορούν τη χρονική διάρκεια του Έργου, την ορθή διαχείριση των πόρων, την παρακολούθηση των μεγεθών κόστους και πόσο αυτά επηρεάζονται μεταξύ τους.

Στο Κεφάλαιο 1, θα αναλυθεί γενικά η Διοίκηση Έργων θεωρητικά και των εργαλείων που χρησιμοποιούνται τα τελευταία πενήντα χρόνια για την αποτελεσματικότερη παρακολούθηση της εξέλιξης των εργασιών, των πόρων και του κόστους που απαιτούνται για την περάτωση των εκάστοτε Έργων. Τα κυριότερα από τα εργαλεία αυτά είναι οι Μέθοδοι Δικτυωτής Ανάλυσης: Μέθοδος των Κατά Βέλος Προσανατολισμένων Δικτυωτών Γραφημάτων (CPM, Critical Path Method), Μέθοδος Δικτυωτών Γραφημάτων με Πιθανοτική Θεώρηση των Χρόνων (PERT, Programme Evaluation and Review Technique), Μέθοδος των Κατά Κόμβο Προσανατολισμένων Δικτυωτών Γραφημάτων (MPM, Metra Potential Method ή PDM, Precedence Diagram Method) καθώς και Διαγράμματα GANTT που θα αποτελέσουν και την κύρια μέθοδο μελέτης και ελέγχου της παρούσας μελέτης.

Συνεχίζοντας, στο Κεφάλαιο 2 θα αναφερθούν τα σύγχρονα ηλεκτρονικά εργαλεία, οι ηλεκτρονικές πλατφόρμες δηλαδή που είναι ευρέως γνωστές παγκοσμίως για την αυτοματοποιημένη Διοίκηση Έργων και την οικονομική διαχείριση των πόρων τους. Ορισμένες από αυτές είναι τα εμπορικά και πιο επαγγελματικά πακέτα MS Project, Microsoft Project Server και το Primavera. Άλλα προγράμματα ανοιχτού κώδικα και ελεύθερα για δωρεάν χρήση είναι τα OpenProj, OpenProject, ProjectLibre, PROJECTopen και άλλα.

Στο κεφάλαιο 3, θα γίνει η περιγραφή και η ανάλυση του Έργου (Case Study) που επιλέχθηκε για το παράδειγμα της εργασίας. Θα παρουσιαστούν οι επιμέρους Δράσεις που περιλαμβάνει, οι πόροι του και ο τρόπος που συνδέονται μεταξύ τους. Θα εξηγείται λεπτομερώς το κάθε στάδιο υλοποίησης προγραμματισμού και ελέγχου, τα οποία θα τα διαχειρίζεται ο χρήστης μέσω του MS Project 2013. Θα γίνει η ανάλυση των βημάτων για την παρακολούθηση των εργασιών και αν εξελίσσονται με βάση το σχεδιασμό τους. Σε περίπτωση όπου κατά την εκτέλεση του Έργου υπάρξουν καθυστερήσεις εργασιών ή παράτασή της διάρκειας τους ή έλλειψη πόρων και γενικά σε περίπτωση που κάτι δεν γίνει σύμφωνα με το πρόγραμμα, υπάρχει η δυνατότητα να μετρηθεί το πόσο επηρεάζεται ο προϋπολογισμός και η χρονική διάρκεια του Έργου.

Στο τελευταίο κεφάλαιο θα γίνει η επισκόπηση των θεμάτων που αναλύθηκαν στη παρούσα διπλωματική εργασία καθώς και η εξαγωγή συμπερασμάτων μαζί με προτάσεις για το πόσο μπορεί να αλλάξει η αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων και των οργανισμών από το νέο επιστημονικό κλάδο που λέγεται *Διαχείριση Έργων*.



## ABSTRACT

The subject of this thesis is the Exploitation of Software MS Project 2013 for the Planning, Control and Project Appraisal. Its purpose is to present ways and techniques of Project Management program, that they will run all stages of analysis, implementation and control of a project throughout the course of the Project. These steps relate to the duration of the project, the proper management of resources, monitoring of costs sizes and how they affect each other.

In Chapter 1, it will generally be analyzed the Project Management theory and tools used in the last fifty years to more effective monitoring of operations, resources and costs required for completion of each Project. The most important of these tools are the Network Analysis Methods: Critical Path Method (CPM), Programme Evaluation and Review Technique (PERT), Metra Potential Method or PDM, Precedence Diagram Method (MPM), and GANTT charts that will be the main study and control method of the present study.

In Chapter 2, it will be referred modern electronic tools, electronic platforms that are widely known worldwide for automated Project Management and the financial management of their resources. Some are commercial and more professional packages MS Project, Microsoft Project Server and Primavera. Other open source projects and free for free use are OpenProj, OpenProject, ProjectLibre, PROJECTopen other.

In Chapter 3, the chosen Project will be described and analyzed as the thesis case study. It will be presented the various actions listed, the resources and the way they are linked. It will be explained in detail each step of implementation planning and control, which will be managed by the user via the MS Project 2013. Steps of the Project will be analyzed for monitoring the work and whether they evolve based on the plan. In case during the execution of the project there are work delays or extension of the duration or lack of resources and generally if something is not done according to schedule, it is possible to measure how affected the budget and the duration of the Project.

In last Chapter will be an overview of the issues analyzed in this thesis and the conclusions along with recommendations on how the efficiency of enterprises and organizations can change from the new scientific field called *Project Management*.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Η Επιστήμη της Διαχείρισης Έργων (Project Management)

### 1.1. Εισαγωγή

Ο άνθρωπος, μέσα από το πέρασμα των χρόνων, πάντα προσπαθούσε να βελτιώσει τη ζωή του και να κάνει τη δουλειά του αποτελεσματικότερα. Οι δυσκολίες που πάντα αντιμετώπιζε ήταν οι περιορισμένοι πόροι που διέθετε για την περάτωση της εργασίας του, χρησιμοποιώντας τη τεχνολογία που διέθετε κάθε φορά. Ιστορικά λοιπόν, γίνονται προσπάθειες βελτίωσης μέσα από τη μελέτη και εκτέλεση μικρών και μεγάλων Έργων. Τα αποτελέσματα των Έργων αυτών δεν ήταν πάντα τα αναμενόμενα, καθώς δεν είχαν την απαιτούμενη απόδοση ή αποτύγχαναν τελείως. Συνήθως, η προσέγγιση των Έργων αυτών από τους διαχειριστές τους βασίζονταν στην εμπειρία και χρησιμοποιούσαν το ένστικτό τους για να δώσουν λύσεις σε σημαντικά προβλήματα. Σε ελάχιστα από αυτά υπήρχε ορθολογική διαχείριση καθώς οι αποφάσεις εξετάζονταν επιστημονικά.

Με το πέρασμα όμως του χρόνου οι ανάγκες και οι απαιτήσεις μεγάλωναν κάθε φορά με αποτέλεσμα οι άνθρωποι να οδηγηθούν σιγά-σιγά και κυρίως μετά τον 2ο παγκόσμιο πόλεμο στην ανάγκη για διαχείριση πολύ μεγάλων και πολύπλοκων Έργων. Αυτή η τάση ανέδειξε ένα νέο πολύ σημαντικό επιστημονικό κλάδο την **Διαχείριση Έργου (Project Management)**. Γενικά τα μεγάλα έργα αποτελούν σήμερα ένα πεδίο γεμάτο προκλήσεις για τους ανθρώπους που τα διοικούν, προκλήσεις όπως τα απαραίτητα κεφάλαια που διακινούνται, οι αυξημένες απαιτήσεις σε ασφάλεια, η απαιτούμενη προστασία του περιβάλλοντος, η έλλειψη πόρων, ο περιορισμένος διαθέσιμος χρόνος, η ενοποίηση των αγορών, οι νομοθετικές διατάξεις, ο ανταγωνισμός και άλλα. Η σπουδαιότητα των παραπάνω αλλά και οι διαστάσεις που έχουν πάρει είναι τέτοια, ώστε μόνο ο τεκμηριωμένος επιστημονικός χειρισμός μπορεί να τα αντιμετωπίσει αλλά και να οδηγήσει στην απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και στην επιχειρηματική ευημερία. Καταλήγουμε λοιπόν ότι η συστηματική και ορθολογική επιστημονική χρήση της διαχείρισης έργου αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχία.

Είναι εύκολο να καταλάβει κανείς ότι όλα τα ανωτέρω αφορούν παραγωγικά συστήματα κατασκευής έργων, όπως τεχνικές εταιρείες που κατασκευάζουν δομικά έργα (κτίρια, λιμάνια, γέφυρες, φράγματα, δρόμους) ή κατασκευαστικές εταιρείες που παράγουν μεγάλες κατασκευές (αεροπλάνα, πλοία, διαστημόπλοια κλπ.). Ωστόσο στην κατηγορία των έργων (projects) μπορούν να ενταχθούν προϊόντα συστημάτων που δεν έχουν όλα τα απτά χαρακτηριστικά των τεχνικών έργων, όπως αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, παρουσιάζουν όμως σημαντικές ομοιότητες ως προς την διαδικασία προγραμματισμού και εκτέλεσης της παραγωγής τους. Τέτοια μπορεί να

είναι υπηρεσίες, όπως ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η εισαγωγή στην αγορά ενός νέου προϊόντος ή η γενική συντήρηση μιας πολύπλοκης κατασκευής όπως μία αερογέφυρα για παράδειγμα. Εδώ αυτό που παράγεται δεν είναι ένα μεγάλο προϊόν, όπως στα παραγωγικά συστήματα παραγωγής έργων, ούτε παίζει πάντοτε ρόλο η χωροταξική διάταξη του εξοπλισμού γύρω από το έργο. Ωστόσο οι υπηρεσίες αυτές μπορούν να θεωρηθούν σαν έργα και το θέμα της διοίκησής τους να προσεγγισθεί με τις μεθόδους και τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για την διοίκηση έργων.

Τα προβλήματα που συναντάει κανείς συνήθως στην εκτέλεση ενός σύνθετου έργου (όπως αναφέρθηκε παραπάνω) έχουν να κάνουν με το μεγάλο πλήθος των επιμέρους δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την ολοκλήρωσή του, καθώς και από την διαπλοκή μεταξύ αυτών των επιμέρους δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες αυτές διασυνδέονται πάντοτε μεταξύ τους με τεχνολογικές, φυσικές, οικονομικές ή άλλες σχέσεις προτεραιότητας, ενώ υπόκεινται σε διάφορους περιορισμούς. Έχουν λοιπόν αναπτυχθεί μέθοδοι και εργαλεία για την επίλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν από τις διασυνδέσεις των επιμέρους δραστηριοτήτων σε ένα σύνθετο έργο, όπως η **Μέθοδος της Κρίσιμης Διαδρομής (Critical Path method – CPM)**, η **Τεχνική Αξιολόγησης και Αναθεώρησης Προγράμματος (Programme Evaluation and Review Technique – PERT)** και η **Μέθοδος των Κατά Κόμβο Προσανατολισμένων Δικτύων (MPM)**. Μέσα από αυτές τις μεθόδους ωστόσο το ζητούμενο πάντοτε ήταν οι απαντήσεις σε προβλήματα κατά την εκτέλεση σύνθετων έργων (projects), όπως:

- Ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου εκτέλεσης του έργου.
- Ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους.
- Ελαχιστοποίηση του κόστους για ένα δεδομένο ολικό χρόνο.
- Ελαχιστοποίηση του χρόνου εκτέλεσης για ένα δεδομένο κόστος.
- Ελαχιστοποίηση των πόρων που αδρανούν.

## 1.2. Διαχείριση Έργων: Ορισμοί και Ανάλυση Έργου

**Έργο (Project)** είναι μια σειρά από συσχετιζόμενες εργασίες, προς επίτευξη συγκεκριμένων στόχων, που εκτελούνται εντός προκαθορισμένης χρονικής περιόδου, κάτω από περιορισμούς σε κόστος και σε πόρους.

Οπότε με βάση αυτόν τον ορισμό μπορεί κανείς να προχωρήσει στον ορισμό για την Διαχείριση Έργου:

**Διαχείριση Έργου (Project Management)** είναι η σχεδίαση, ο συντονισμός και ο έλεγχος των πόρων του έργου (άνθρωποι, εξοπλισμός, υλικά) με στόχο την τήρηση των τεχνικών προδιαγραφών καθώς και των περιορισμών κόστους, χρόνου και ποιότητας.

Πολλές φορές χρήσιμο είναι να δοθεί στον όρο “έργο” η διάσταση του προγράμματος, με την έννοια ότι είναι κάτι που πρέπει να σχεδιαστεί, να προγραμματιστεί και να εκτελεστεί με τους περιορισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Συνήθως, υπάρχει η πεποίθηση ότι τέτοια έργα – προγράμματα εκτελούνται μια και μόνο φορά. Αυτό μπορεί να συμβαίνει σε κάποια. Κάποια άλλα όμως επαναλαμβάνονται, ή και ως ολοκληρωμένα προϊόντα μεταφέρονται σαν εισοδοί σε άλλα έργα. Εταιρείες που παράγουν μικρό αριθμό προϊόντων αλλά συνήθως μεγάλης αξίας, όπως υπερυπολογιστές, αμαξοστοιχίες, ή γραμμικούς επιταχυντές σωματιδίων, μπορούν να θεωρήσουν τα προϊόντα τους σαν projects.

Ένα Έργο, μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει ήδη αρχίσει, όταν έχει ήδη υπάρξει μια γραπτή περιγραφή των στόχων που πρέπει να επιτευχθούν, μαζί με μια σύντομη έκθεση για τις εργασίες που πρέπει να γίνουν και ένα προτεινόμενο σχέδιο που θα καθορίζει τις ημερομηνίες έναρξης και ολοκλήρωσης των εργασιών. Μπορεί ακόμα να καθορίζονται οι προδιαγραφές, οι περιορισμοί που αφορούν τον προϋπολογισμό, αλλά και τα σημαντικά διακριτά βήματα που πρέπει να γίνουν μέχρι την ολοκλήρωση του έργου. Τα παραπάνω βέβαια δεν αποτελούν έναν αυστηρό κανόνα, ωστόσο είναι αυτά που συναντάμε στην αγγλική βιβλιογραφία με τον όρο *statement of work* (SOW).

Ένα έργο μπορεί να διαιρεθεί σε επιμέρους **δράσεις (tasks)**. Συνήθως μια τέτοια δράση δεν διαρκεί περισσότερο από μερικούς μήνες και εκτελείται από μια ομάδα ή και από έναν ολόκληρο οργανισμό, μέσα ωστόσο στο ευρύτερο παραγωγικό σύστημα. Αν το έργο είναι τόσο πολυσύνθετο, πολλές φορές υπάρχει η ανάγκη για ακόμα μεγαλύτερη υποδιαίρεση, ώστε να υπάρξει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και έτσι οι δράσεις διαιρούνται σε **επιμέρους δραστηριότητες (subtasks)**. Τώρα κάθε μία από αυτές τις δραστηριότητες συνδέονται με ένα ή περισσότερα **πακέτα**

**εργασίας (work packages)** που είναι ένα σύνολο από συσχετιζόμενες εργασίες που μπορεί να ανατεθούν σε μια λειτουργική μονάδα του ευρύτερου συστήματος. Ένα πακέτο εργασίας περιγράφει τι πρέπει να γίνει σε συγκεκριμένο τμήμα του ευρύτερου έργου, πότε να αρχίσει και πότε να τελειώσει, τον προϋπολογισμό, τις προδιαγραφές, αλλά και τα συγκεκριμένα βήματα στην διάρκεια του χρόνου. Τέτοια βήματα (milestones στην αγγλική βιβλιογραφία) μπορεί να είναι η ολοκλήρωση του σχεδιασμού, η παραγωγή ενός πρωτοτύπου, η ολοκλήρωση των ελέγχων του πρωτοτύπου κλπ. Στο σχήμα 1.1 φαίνεται αυτή ακριβώς η δομή που περιγράφηκε παραπάνω για τα σύνθετα projects.

#### Επίπεδο



Σχήμα 1.1 Δομή ενός Έργου.

Η **Ανάλυση του Έργου σε Επιμέρους Εργασίες** που παρουσιάζεται στο σχεδιάγραμμα, γνωστή και σαν **Work Breakdown Structure (WBDS)**, καθορίζει την ιεραρχία των δράσεων, των δραστηριοτήτων και των πακέτων εργασίας του συνολικού έργου. Η ολοκλήρωση ενός ή περισσότερων πακέτων εργασίας οδηγεί στην ολοκλήρωση μιας δραστηριότητας. Η ολοκλήρωση μιας ή περισσότερων δραστηριοτήτων οδηγεί στην ολοκλήρωση μιας δράσης και τέλος η ολοκλήρωση όλων των δράσεων οδηγεί στην ολοκλήρωση του συνολικού έργου. Επιγραμματικά, η ανάλυση του έργου σε επιμέρους εργασίες, όπως περιγράφηκε παραπάνω:

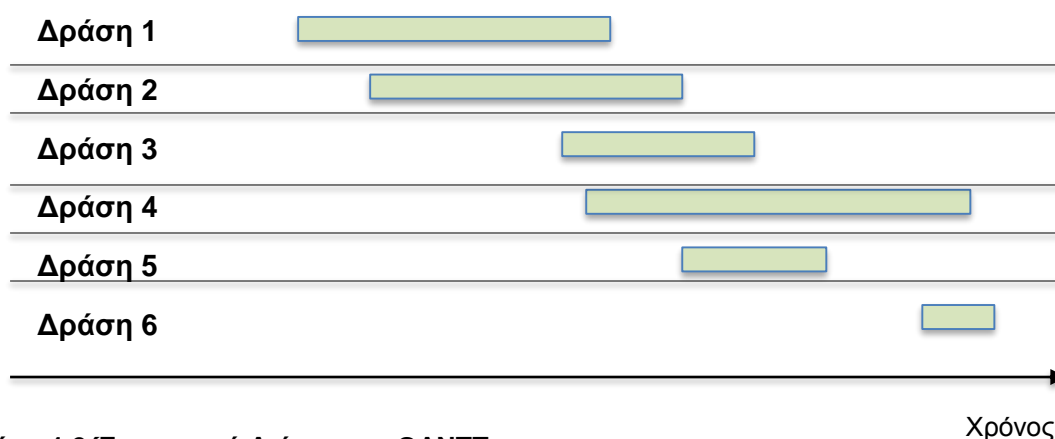
- Επιτρέπει την ανεξάρτητη εκτέλεση των εργασιών.
- Διευκολύνει τη διαχείριση των επιμέρους πακέτων εργασίας.
- Αποδίδει την απαραίτητη εξουσία για διαχείριση.
- Διευκολύνει την παρακολούθηση και αποτίμηση του έργου.
- Παρέχει τους απαραίτητους πόρους.

### 1.3. Διάγραμμα GANTT

Για την υποστήριξη του προγραμματισμού των Έργων, η επιστήμη της διαχείρισης έργου, έχει αναπτύξει μερικές πολύ χρήσιμες τεχνικές και εργαλεία όπως τις μεθόδους CPM και PERT που έχουν ήδη αναφερθεί στην εισαγωγή. Ωστόσο, μία από τις δημοφιλέστερες τεχνικές προγραμματισμού έργου, δημοφιλής λόγω της απλότητάς της, είναι το διάγραμμα Gantt. Ονομάστηκε έτσι από τον Αμερικανό μηχανολόγο μηχανικό Henry Gantt (1869 – 1919), ο οποίος είναι ο πρώτος που το επινόησε και το χρησιμοποίησε.

Το διάγραμμα Gantt είναι ένα σύνολο από οριζόντια γραφήματα (ραβδογράμματα) το οποίο απεικονίζει στην ουσία την σχέση των διαφορετικών δράσεων του έργου, μέσα στον χρόνο. Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος τοποθετείται ο χρόνος σε κατάλληλες υποδιαιρέσεις που ταιριάζουν με τις ανάγκες και την χρονική διάρκεια του έργου (π.χ. μέρες, εβδομάδες, μήνες κλπ) ενώ στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται οι τίτλοι των δράσεων του έργου. Η σειρά τοποθέτησής τους συνήθως είναι προς τα πάνω αυτές που αρχίζουν νωρίτερα και προς τα κάτω αυτές που αρχίζουν αργότερα, χωρίς αυτό να αποτελεί και απαραίτητο κανόνα. Η τοποθέτηση μπορεί να είναι και τυχαία ή να ακολουθεί άλλα κριτήρια χωρίς αυτό να επηρεάζει την ορθότητα του διαγράμματος. Οι δράσεις περιγράφονται είτε με τους τίτλους τους είτε με χρήση κωδικών αριθμών που παραπέμπουν σε συγκεκριμένες εργασίες. Στο κύριο τώρα τμήμα του διαγράμματος τοποθετούνται για κάθε δράση και σε οριζόντια διάταξη οι ράβδοι αποτύπωσης του χρόνου, με μήκος ανάλογο με την χρονική διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωσή της. Κάθε ράβδος αρχίζει από το σημείο που στον οριζόντιο άξονα αντιστοιχεί με το χρονικό σημείο έναρξης της συγκεκριμένης δράσης.

Στο σχήμα 10.2 παρουσιάζεται ένα τυπικό διάγραμμα Gantt.

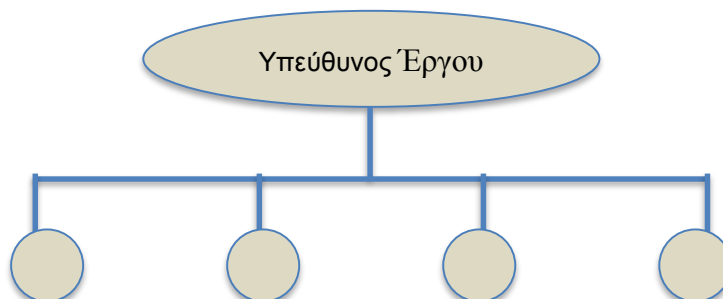


Σχήμα 1.2 Ένα τυπικό Διάγραμμα GANTT.

Εύκολα μπορεί να αντιληφθεί κανείς την απλότητα του σχηματικού μοντέλου όσον αφορά τα διαγράμματα Gantt. Τα πλεονεκτήματα από την χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής είναι η σαφής απεικόνιση της χρονικής διάρκειας και της αλληλουχίας των δράσεων, η εύκολη και γρήγορη κατασκευή του, αλλά και η ευκολία με την οποία μπορεί να κατανοήσει ακόμα και κάποιο μη εξειδικευμένο άτομο τις πληροφορίες που το διάγραμμα Gantt παρέχει στον χρήστη του. Βέβαια τα διαγράμματα Gantt δεν έχουν μεγάλες δυνατότητες πληροφόρησης και έτσι συνήθως χρησιμοποιούνται σε λιγότερο πολυσύνθετα έργα. Κάποια από τα μειονεκτήματά τους είναι η δυσκολία στην αναπροσαρμογή τους όταν παρουσιάζονται μεταβολές στην χρονική διάρκεια εκτέλεσης κάποιων δράσεων ή δραστηριοτήτων, καθώς επίσης και η δυσκολία της εφαρμογής τους σε έργα με μεγάλο αριθμό δράσεων, λόγω του σημαντικού χώρου που απαιτεί η απεικόνισή τους. Ακόμα υπάρχει αδυναμία στην απεικόνιση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των δράσεων του έργου και τέλος αδυναμία για την παρουσίαση των κρίσιμων δράσεων ή δραστηριοτήτων για την επιτυχή ολοκλήρωση του συνολικού έργου.

#### 1.4. Οργανωτικές Δομές

Κατά την εκτέλεση των έργων (projects), συναντώνται συνήθως τρεις κύριες οργανωτικές δομές σύμφωνα με τις οποίες οι εταιρείες διεκπεραιώνουν το έργο. Βασική απόφαση της διοίκησης πριν αρχίσει το project είναι να αποφασίσει για την δομή που θα διαμορφωθεί για την εκτέλεσή του. Αυτές οι οργανωτικές δομές είναι οι “Pure project”, “Functional project” και “Matrix project”. Πάντως όποια δομή και αν επιλεγεί, η σημασία του project manager (υπεύθυνος έργου αλλά με την σημασία και του υπεύθυνου για τις επιμέρους δράσεις) είναι μεγάλη για την επαφή με τον «πελάτη». Η επικοινωνία και η ευελιξία είναι σε υψηλό επίπεδο από την στιγμή που ένα άτομο είναι υπεύθυνο για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου.



Σχήμα 1.3 Υπεύθυνος του Έργου και των Επιμέρους Δράσεων.

### 1.4.1 Οργανωτική Δομή «Pure Project»

Είναι μια κλασσική ιεραρχική δομή με έναν κύριο υπεύθυνο όλου του έργου στον οποίο αναφέρονται άμεσα όλοι όσοι εμπλέκονται στο έργο και συνήθως αποτελούν μια αυτοτελή ομάδα πλήρως απασχολούμενη σ' αυτό. Στο Σχήμα 1.3 φαίνεται σχηματικά μια τέτοια δομή.

Αναλυτικότερα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της συγκεκριμένης οργανωτικής δομής δίνονται στην συνέχεια:

#### Πλεονεκτήματα

- Υπάρχει **ένας** υπεύθυνος με πλήρη έλεγχο όλου του έργου.
- Τα μέλη της ομάδας έργου αναφέρονται σε έναν υπεύθυνο.
- Σύντομες «γραμμές» επικοινωνίας.
- Η δέσμευση και η κινητοποίηση των μελών είναι μεγάλη.

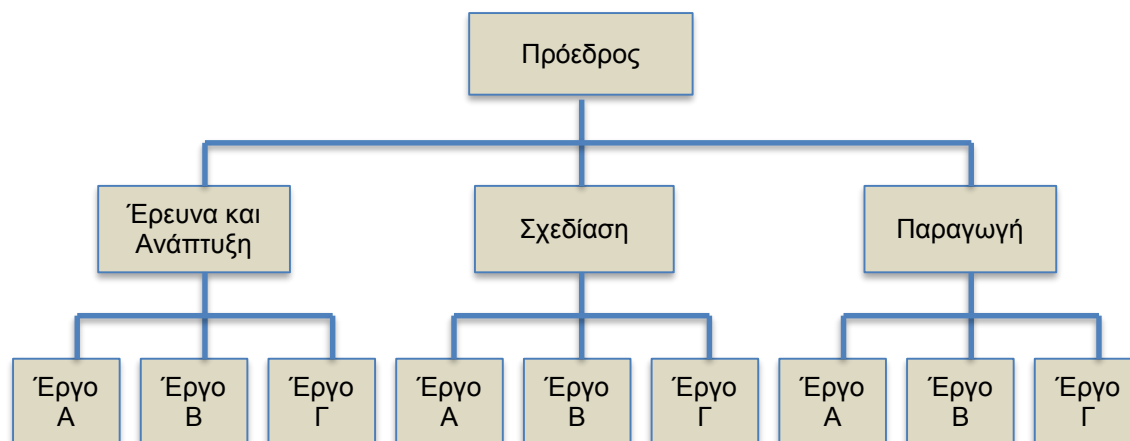
#### Μειονεκτήματα

- Πολλαπλή χρήση πόρων.
- Οι ευρύτεροι οργανωτικοί στόχοι και πολιτικές αγνοούνται.
- Περιορισμένη «μεταφορά εμπειρίας».
- Τα μέλη της ομάδας ανησυχούν για την αντιμετώπισή τους μετά το πέρας του έργου.

### 1.4.2 Οργανωτική Δομή «Functional Project»

Στην περίπτωση της δομής αυτής (που θα μπορούσε να ονομαστεί και λειτουργική οργάνωση) υπάρχει η προσαρμογή του έργου σε μια περισσότερο λειτουργική διαίρεση. Δηλαδή οι κύριες λειτουργίες του έργου διαχωρίζονται και κάθε μία από αυτές συνδέονται με συγκεκριμένα τμήματα του έργου. Στο σχήμα 1.4 δίνεται σχηματικά μια τέτοια δομή.





**Σχήμα 1.4 Οργανωτική Δομή «Functional Project».**

### **Πλεονεκτήματα**

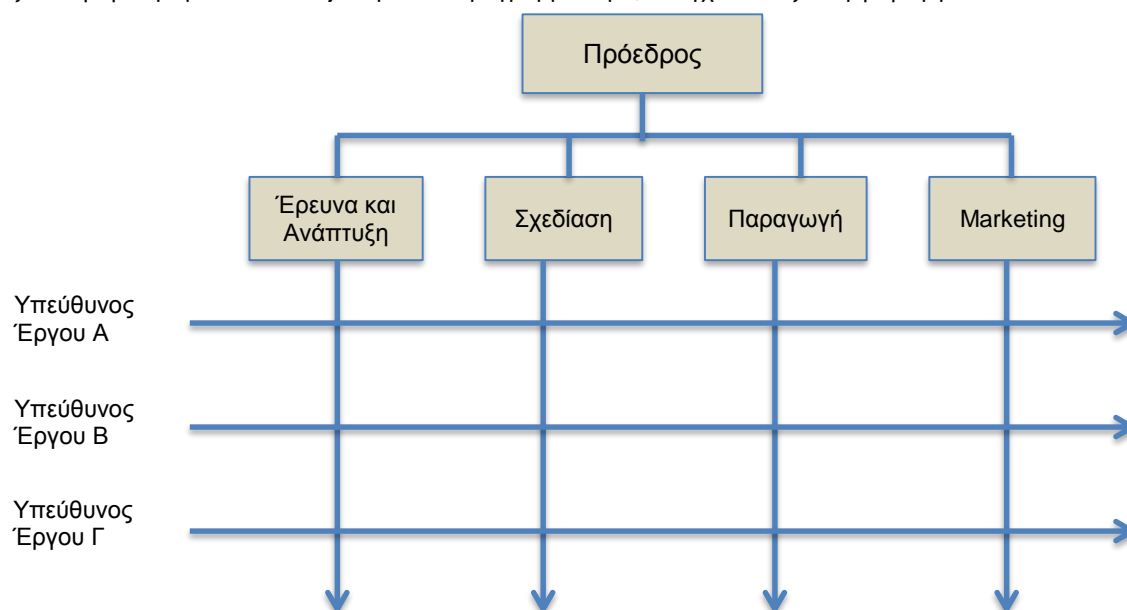
- Ένα μέλος μπορεί να απασχοληθεί σε πολλά έργα.
- Η τεχνική γνώση και εμπειρία «μένει» στην ομάδα ακόμη και μετά την αποχώρηση κάποιων μελών.
- Οι συμμετέχοντες παραμένουν στη «φυσική» τους θέση μετά την περάτωση του έργου.
- Δημιουργείται «κρίσιμη μάζα» ειδικών για διάφορα πεδία εφαρμογών.
- Υπάρχει κάθετη επικοινωνία.

### **Μειονεκτήματα**

- Περιορισμένος ενθουσιασμός και δέσμευση των μελών.
- Πτυχές του έργου, μη σχετικές με τη λειτουργία του τμήματος, δεν αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη προσοχή.
- Οι ανάγκες του πελάτη θεωρούνται δευτερεύουσες ή ικανοποιούνται με σημαντική καθυστέρηση.

#### **1.4.3 Οργανωτική Δομή «Matrix Project»**

Στην δομή αυτή διαφορετικά έργα ή δράσεις του ίδιου έργου (οι οριζόντιοι είσοδοι στον πίνακα), χρησιμοποιούν πόρους του συστήματος από ξεχωριστές λειτουργικές περιοχές μεταξύ τους (οι κάθετοι είσοδοι στον πίνακα). Έτσι εδώ υπάρχει μια ώσμωση από ιδιότητες των δομών «Pure project» και «Functional project».



**Σχήμα 1.5 Οργανωτική δομή «Matrix Project».**

Σε κάθε έργο λοιπόν είναι φανερό ότι χρησιμοποιούνται άνθρωποι από διαφορετικές λειτουργικές περιοχές του συστήματος. Ο εκάστοτε υπεύθυνος έργου (Project manager) αποφασίζει ποιες δράσεις ή επιμέρους δραστηριότητες πρέπει να γίνουν στα πλαίσια του έργου και τότε, ενώ ο υπεύθυνος για κάθε μια από τις λειτουργικές περιοχές (Functional manager) παρέχει το προσωπικό και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθούν στο έργο.

#### **Πλεονεκτήματα**

- Αυξημένη επικοινωνία μεταξύ τμημάτων.
- Ένας υπεύθυνος αποφασίζει για την πορεία του έργου.
- Η πολλαπλή χρήση πόρων ελαχιστοποιείται.
- Οι συμμετέχοντες παραμένουν στη «φυσική» τους θέση μετά την περάτωση του έργου.
- Οι πολιτικές του οργανισμού τηρούνται εντός του έργου.

#### **Μειονεκτήματα**

- Ύπαρξη δύο αφεντικών (Υπεύθυνος Έργου / Υπεύθυνος Τμήματος).
- Η επιτυχία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα επικοινωνιακά χαρίσματα του υπεύθυνου έργου.
- Υπάρχει κίνδυνος μειωμένης απόδοσης της ομάδας καθώς κάθε υπεύθυνος έργου επιδιώκει για λογαριασμό του μεγαλύτερη απασχόληση πόρων.

### **1.5. Προγραμματισμός Έργου με τις Μεθόδους CPM και PERT**

Την δεκαετία του 1950 αναπτύχθηκαν οι μέθοδοι CPM και PERT που πολύ γρήγορα αποτέλεσαν δημοφιλέστατα εργαλεία στον σχεδιασμό και στον έλεγχο των

projects. Οι μέθοδοι αυτές είναι γραφικές τεχνικές που τις συναντώνται και με τον γενικότερο όρο *Προγραμματισμός έργου με την μέθοδο των δικτύων (network modeling)* ή ακόμα στη διεθνή βιβλιογραφία κάτω από τον όρο “*Critical path scheduling*”. Σε κάθε έργο, τρεις είναι οι παράγοντες οι οποίοι απασχολούν τούς διοικούντες ιδιαίτερα: **ο χρόνος, το κόστος και η διαθεσιμότητα των πόρων**. Οι παραπάνω τεχνικές αναπτύχθηκαν για να ασχοληθούν ακριβώς με τους τρεις αυτούς παράγοντες, ανεξάρτητα αλλά και σε συνδυασμό μεταξύ τους.

Οι δύο μέθοδοι CPM και PERT, αν και αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα και για διαφορετικά έργα στο τέλος της δεκαετίας του 1950, παρουσιάζουν μεταξύ τους εξαιρετικές ομοιότητες.

Η **Μέθοδος της Κρίσιμης Διαδρομής (Μέθοδος CPM – Critical Path Method)** αναπτύχθηκε το 1958 από τους J. E. Kelly της Remington Rand και M. R. Walker της Du Pont για την υποστήριξη του προγραμματισμού των εργασιών κατασκευής και συντήρησης βιομηχανικών συγκροτημάτων παραγωγής χημικών προϊόντων.

Η **Μέθοδος PERT (Programme Evaluation and Review Technique)**, που θα μπορούσε να αποδοθεί στα ελληνικά με την έκφραση *Τεχνική θεωρημένης αξιολόγησης έργου*, αναπτύχθηκε το 1958 από το Γραφείο ειδικών έργων του πολεμικού ναυτικού των ΗΠΑ, για την ανάπτυξη και διαχείριση του προγράμματος «Πύραυλοι Polaris».

Οι δύο αυτές μέθοδοι παρουσιάζουν το έργο με μια γραφική φόρμα και διασυνδέουν τις συνιστώμενες δράσεις του με τρόπο που εστιάζει σ’ αυτές που είναι κρίσιμες για την ολοκλήρωσή του. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού έργων με πολλές διαφορετικές δράσεις που εκτελούνται από διαφορετικά τμήματα και άτομα, προσφέροντας την δυνατότητα άντλησης πληροφοριών τόσο για τον χρόνο εκτέλεσης των δράσεων, όσο και για τη διαδοχή με βάση την οποία πρέπει να εκτελεσθούν. Με τη χρήση των μεθόδων CPM και PERT μπορούν να απαντηθούν μια σειρά από κρίσιμα ερωτήματα, τα οποία σχετίζονται με την αποτελεσματική παρακολούθηση της πορείας εκτέλεσης των έργων, όπως:

1. Πότε θα ολοκληρωθεί το έργο στο σύνολό του;
2. Πότε έχει προγραμματιστεί να αρχίσουν και να τελειώσουν τα κύρια τμήματα και οι σχετικές δράσεις του έργου;
3. Ποιές είναι οι κρίσιμες δράσεις, δηλαδή οι δράσεις εκείνες που δεν πρέπει να καθυστερήσουν για να ολοκληρωθεί το έργο στη καθορισμένη χρονική διάρκεια;
4. Ποιες είναι οι μη κρίσιμες δράσεις που μπορούν να καθυστερήσουν χωρίς να

καθυστερήσει το συνολικό έργο και πόσο μπορούν να καθυστερήσουν;

5. Ποια είναι η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή;
6. Σε ποιές δραστηριότητες πρέπει ο υπεύθυνος του έργου να δώσει ιδιαίτερη προσοχή σε κάθε χρονική στιγμή του έργου;
7. Πώς μπορεί να επιταχυνθεί η διαδικασία εκτέλεσης του έργου και ποιες δράσεις θα επηρεαστούν;
8. Είναι δυνατή η μεταφορά πόρων από μη κρίσιμες σε κρίσιμες δράσεις;

Αυτό λοιπόν που επιτυγχάνεται εκτός των άλλων με την χρήση των μεθόδων CPM και PERT, είναι ότι οι απαντήσεις στα παραπάνω κρίσιμα ερωτήματα αλλά και σε άλλα δευτερεύοντα δίδονται εύκολα και συστηματικά.

### 1.5.1 Μέθοδος CPM – Critical Path Method

Από τις πρώτες κιόλας εφαρμογές της μεθόδου, απέκτησε τέτοια απήχηση, που από τότε εφαρμόζεται σε σημαντικό αριθμό έργων διαφόρων τύπων σε παγκόσμια κλίμακα. Για μια απόλυτα επιτυχημένη εφαρμογή της μεθόδου θα πρέπει οι επιμέρους εργασίες (δράσεις ή δραστηριότητες) που σχετίζονται με το έργο, να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Πολύζος 2011):

- ❑ Να είναι καλώς ορισμένες στη διάσταση του χρόνου και η περάτωσή τους να συμπίπτει με το πέρας του συνόλου του έργου,
- ❑ Να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους,
- ❑ Να ακολουθούν συγκεκριμένη σειρά εκτέλεσης.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις που πληρούν τα παραπάνω χαρακτηριστικά είναι η κατασκευή δομικών έργων, η κατασκευή αεροπλάνων και οι ναυπηγικές βιομηχανίες και έτσι η μέθοδος CPM βρίσκει ευρεία εφαρμογή σ' αυτές. Για την πρακτική εφαρμογή της μεθόδου έχει αναπτυχθεί μια συγκεκριμένη μεθοδολογία που συνίσταται σε γενικές γραμμές από τα παρακάτω βήματα:

1. Καθορισμός των εργασιών ή δράσεων που συνιστούν το σύνολο του έργου.
2. Προσδιορισμός της σειράς (αλληλουχίας) με την οποία πρέπει να εκτελεστούν αυτές.
3. Εκτίμηση του χρόνου ολοκλήρωσης της κάθε επιμέρους εργασίας ή δράσεως.
4. Σχεδιασμός του δικτύου των δράσεων τηρώντας την απαιτούμενη για το έργο αλληλουχία εκτέλεσης.
5. Προσδιορισμός πάνω στο δίκτυο, με διαδρομή από την αρχή προς το τέλος του έργου, της ταχύτερης δυνατής έναρξης και ολοκλήρωσης κάθε δράσης με βάση

το δίκτυο και τους χρόνους ολοκλήρωσης.

6. Προσδιορισμός πάνω στο δίκτυο, με διαδρομή από το τέλος προς την αρχή του έργου, του αργότερου χρόνου έναρξης και ολοκλήρωσης κάθε δράσης, με βάση τον ταχύτερο χρόνο ολοκλήρωσης του έργου που προσδιορίστηκε στο προηγούμενο βήμα.
7. Προσδιορισμός του χρόνου που μπορεί να καθυστερήσει κάθε δράση (χρονικό περιθώριο χρόνου) με βάση την διαφορά των χρόνων που βρέθηκαν στα δύο προηγούμενα βήματα.
8. Αναγνώριση και καταγραφή των κρίσιμων δράσεων που είναι εκείνες των οποίων η διαφορά των χρόνων είναι μηδενική και δεν μπορούν κατά συνέπεια να καθυστερήσουν. Αυτές αποτελούν την κρίσιμη διαδρομή.
9. Χρήση των πληροφοριών από τα βήματα 5 και 6 για τον βασικό προγραμματισμό του έργου.

Είναι εύκολα κατανοητό ότι τα σημαντικότερα βήματα θεωρούνται αυτά της εκτίμησης των χρόνων ολοκλήρωσης των επιμέρους δράσεων και του προσδιορισμού της κρίσιμης διαδρομής, του συνόλου δηλαδή των δράσεων που δεν γίνεται να καθυστερήσουν. Έτσι αντιλαμβάνεται κανείς ότι η μέθοδος CPM μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στις περιπτώσεις που ο χρόνος ολοκλήρωσης κάθε επιμέρους δράσεως του έργου, μπορεί να εκτιμηθεί με σχετική ακρίβεια, είναι δηλαδή μια ντετερμινιστική μεταβλητή. Αυτό συμβαίνει όταν υπάρχουν ικανοποιητικά στοιχεία για την προσέγγιση των προαναφερόμενων χρόνων, δηλαδή είτε στατιστικά στοιχεία από παρόμοια έργα, είτε σε έργα όπου τα υπεύθυνα για την εκτέλεση στελέχη μπορούν με βάση τις τεχνικές γνώσεις τους και την εμπειρία τους να προβλέψουν σωστά τους χρόνους ολοκλήρωσης των δράσεων. Με δεδομένους τους χρόνους ολοκλήρωσης των επιμέρους δράσεων, τα αμέσως σημαντικότερα βήματα είναι η σχεδίαση του δικτύου και ο εντοπισμός της κρίσιμης διαδρομής.

Στην συνέχεια θα αναδειχτεί η μέθοδος με ένα **παράδειγμα** στο οποίο θα ακολουθηθούν διαδοχικά τα απαραίτητα βήματα. Έστω λοιπόν ότι υπάρχει **ένα project που αναλαμβάνει μια εταιρεία συμβούλων**. Σημειώνεται επίσης ότι το παράδειγμά είναι με σταθερό χρόνο εκτέλεσης των επιμέρους εργασιών.

#### **1.5.1.1 Καθορισμός των Επιμέρους Δράσεων, Προσδιορισμός της Αλληλουχίας Εκτέλεσής τους και Εκτίμηση των Χρόνων Ολοκλήρωσής τους**

Η ομάδα έργου αποφασίζει ποιες είναι οι επιμέρους Δράσεις που αποτελούν τις κύριες συνιστώσες του συνολικού έργου. Αυτές μπορεί να είναι η διερεύνηση των

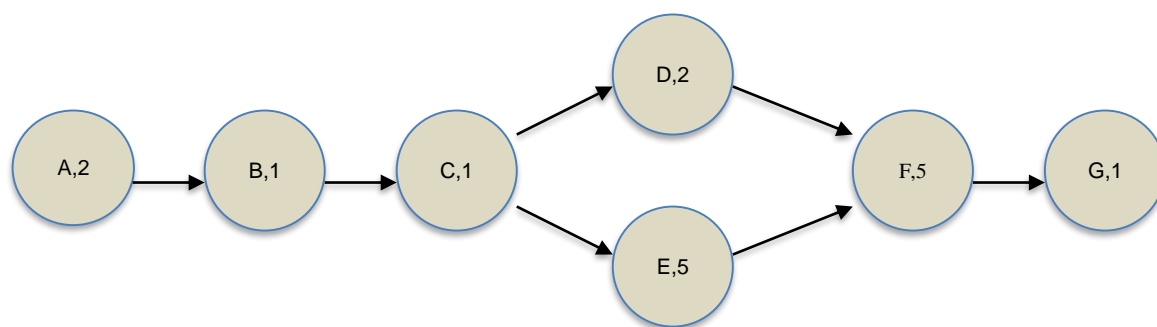
απαιτήσεων του πελάτη, η προετοιμασία της προσφοράς κλπ. Οι Δράσεις αυτές φαίνονται στην πρώτη στήλη του παρακάτω πίνακα 1.1. Αφού καθοριστούν επακριβώς οι Δράσεις κωδικοποιείται με κάποιο γράμμα καθεμία απ' αυτές, για την διευκόλυνση στην σχεδίαση του δικτύου (2η στήλη του πίνακα). Κατόπιν προσδιορίζεται η αλληλουχία, η σειρά δηλαδή εκτέλεσής τους που φαίνεται στην 3η στήλη του πίνακα, όπου δίπλα σε κάθε Δράση αναγράφεται ποια ή ποιες δράσεις πρέπει να προηγηθούν από αυτή. Τέλος, στην 4η στήλη του πίνακα υπάρχει ο εκτιμώμενος από την ομάδα έργου χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση κάθε Δράσης. Έτσι λοιπόν φαίνεται ότι το πρώτο πράγμα που θα πρέπει να παράξει η ομάδα έργου ή ο υπεύθυνος για τον προγραμματισμό του έργου είναι ένας πίνακας της μορφής που ακολουθεί:

**Πίνακας 1.1 Καταγραφή Δράσεων Έργου**

<b>Δράση</b>	<b>Κωδικός</b>	<b>Συνδεόμενη Δράση</b>	<b>Χρόνος</b>
Διερεύνηση Απαιτήσεων Πελάτη	<b>A</b>	-	<b>2</b>
Προετοιμασία Προσφοράς	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>1</b>
Αποδοχή Προσφοράς	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>1</b>
Εκτίμηση – Ανάλυση Στόχων	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>2</b>
Εκπαίδευση Εργαζομένων	<b>E</b>	<b>C</b>	<b>5</b>
Δημιουργία Πολιτικών Group	<b>F</b>	<b>D,E</b>	<b>5</b>
Συγγραφή Απολογιστικής Έκθεσης	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>1</b>

#### **1.5.1.2 Σχεδίαση του Δικτύου Δράσεων**

Αφού λοιπόν έχουν καθοριστεί τα παραπάνω, ο υπεύθυνος του έργου μπορεί να προχωρήσει στην σχεδίαση του δικτύου Δράσεων. Οι Δράσεις παριστάνονται σαν κόμβοι (κύκλοι όπου στο εσωτερικό τους αναγράφεται ο κωδικός της δράσης αλλά και ο απαιτούμενος χρόνος για την ολοκλήρωσή της), ενώ με βέλη από κόμβο σε κόμβο φαίνεται η ακολουθία των δράσεων. Με βάση λοιπόν τον παραπάνω πίνακα, σχεδιάζεται το παρακάτω δίκτυο δράσεων για την εταιρεία συμβούλων.



**Εικόνα 1.6 Δίκτυο Δράσεων.**

Φαίνεται λοιπόν από το Διάγραμμα ότι η δράση C είναι η προγενέστερη δράση και για την D και για την E, ενώ η F λαμβάνει χώρα αφού ολοκληρωθούν και η D και η E. Όταν σχεδιάζεται ένα δίκτυο δράσεων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε οι δράσεις να απεικονίζονται με την σωστή ακολουθία και ότι διατηρείται η λογική που διέπει τις σχέσεις μεταξύ τους. Στην περίπτωση της εταιρείας συμβούλων διαφαίνονται δύο διαδρομές, οι ABCDFG και την ABCEFG.

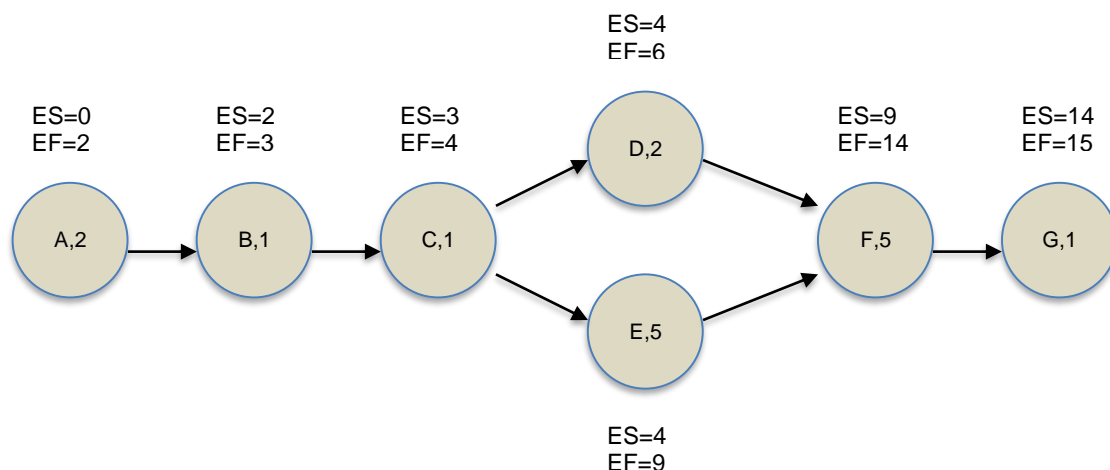
#### **1.5.1.3 Προσδιορισμός «Κρίσιμων Χρόνων» Δράσεων. Νωρίτερος Χρόνος Έναρξης (Early Start Time, ES) – Νωρίτερος Χρόνος Περάτωσης (Early Finish Time, EF)**

Στην πορεία προς τον εντοπισμό της κρίσιμης διαδρομής πρέπει να υπολογιστούν οι κρίσιμοι χρόνοι των δράσεων του έργου.

**Νωρίτερος Χρόνος Έναρξης (Early Start Time, ES)** της δράσης είναι η νωρίτερη χρονική στιγμή κατά την οποία μπορεί να ξεκινήσει η δράση. Αυτό εξαρτάται από το πότε ολοκληρώνεται η προηγούμενη ή οι προηγούμενες δράσεις.

**Νωρίτερος Χρόνος Περάτωσης (Early Finish Time, EF)** της δράσης είναι η νωρίτερη χρονική στιγμή κατά την οποία μπορεί να έχει ολοκληρωθεί η δράση και προφανώς ισούται με το ES συν την διάρκεια της δράσης.

Η τεχνική για να προσδιοριστούν αυτοί οι χρόνοι είναι ότι θεωρείται ότι το έργο αρχίζει την χρονική στιγμή 0, οπότε είναι  $ES=0$  για την δράση A που είναι η πρώτη στην ακολουθία των δράσεων. Ο συντομότερος χρόνος περάτωσης EF για την δράση A θα είναι προφανώς  $ES+2$ , αφού 2 εβδομάδες είναι η διάρκεια της, οπότε  $EF=2$ . Η επόμενη δράση είναι η B η οποία βέβαια δεν μπορεί να αρχίσει πριν ολοκληρωθεί η δράση A. Άρα το ES για την δράση B θα ταυτιστεί με το EF της προηγούμενης δράσης και  $ES=2$  για την δράση B. Εφ' όσον τώρα είναι γνωστό ότι η διάρκεια της δράσης B είναι 1 είναι προφανές ότι  $EF=ES+1=2+1=3$  για αυτήν. Ακολουθώντας αυτήν την διαδικασία και χρησιμοποιώντας τους χρόνους διάρκειας των δράσεων από τον πίνακα 1.1, παράγεται το παρακάτω σχήμα του δικτύου δράσεων με σημειωμένα τα ES και EF για όλες τις δράσεις.



Σχήμα 1.7 Σειρά Διεργασιών του Έργου της Εταιρείας Συμβούλων.

Οι δράσεις D και E έχουν το ίδιο  $ES=4$ , που σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν ταυτίζεται με το EF της αμέσως προηγούμενης δράσης που είναι η C και για τις δύο. Με διαφορετική διάρκεια ωστόσο των δύο δράσεων, το EF της D είναι 6, ενώ το EF της E είναι 9. Η επόμενη ωστόσο δράση F έχει σαν συνδεόμενες προηγούμενες και τις δύο D και E.

Πότε λοιπόν μπορεί να αρχίσει η F ή διαφορετικά ποιά είναι το ES της F; Αφού η F δεν μπορεί να αρχίσει πριν ολοκληρωθούν όλες οι προηγούμενες συνδεόμενες, είναι προφανές ότι το ES για την F θα ταυτιστεί με το μεγαλύτερο από τα EF των δύο προηγούμενων συνδεόμενων δράσεων. Άρα  $ES=9$  για την F δράση. Έτσι λοιπόν ισχύει **ο χρόνος έναρξης μιας δράσης εξαρτάται από το χρόνο περάτωσης των προηγούμενων συνδεόμενων δράσεων.**

Ήδη μπορεί να δοθεί απάντηση σε ένα από τα βασικά μας ερωτήματα, δηλαδή το πόσο χρόνο θα χρειασθεί το συνολικό έργο. Είναι λογικό να ισχύει ότι **ο συντομότερος χρόνος περάτωσης του συνολικού έργου ταυτίζεται με το EF της τελευταίας δράσης.** Αυτός είναι και ο αναμενόμενος χρόνος ολοκλήρωσης του έργου. Στην περίπτωση του project της εταιρείας συμβούλων έχουμε συνολική διάρκεια έργου 15 εβδομάδες.

#### 1.5.1.4 Προσδιορισμός «Κρίσιμων Χρόνων» Δράσεων. Βραδύτερος Χρόνος Έναρξης (Late Start Time, LS) – Βραδύτερος Χρόνος Περάτωσης (Late Finish Time, LF)

Το επόμενο βήμα στη μέθοδο είναι να υπολογιστούν οι βραδύτεροι χρόνοι έναρξης και περάτωσης των δράσεων.

**Βραδύτερος Χρόνος Περάτωσης (Late Finish Time, LF)** της δράσης είναι η βραδύτερη χρονική στιγμή κατά την οποία μπορεί να τελειώσει μια δράση χωρίς να

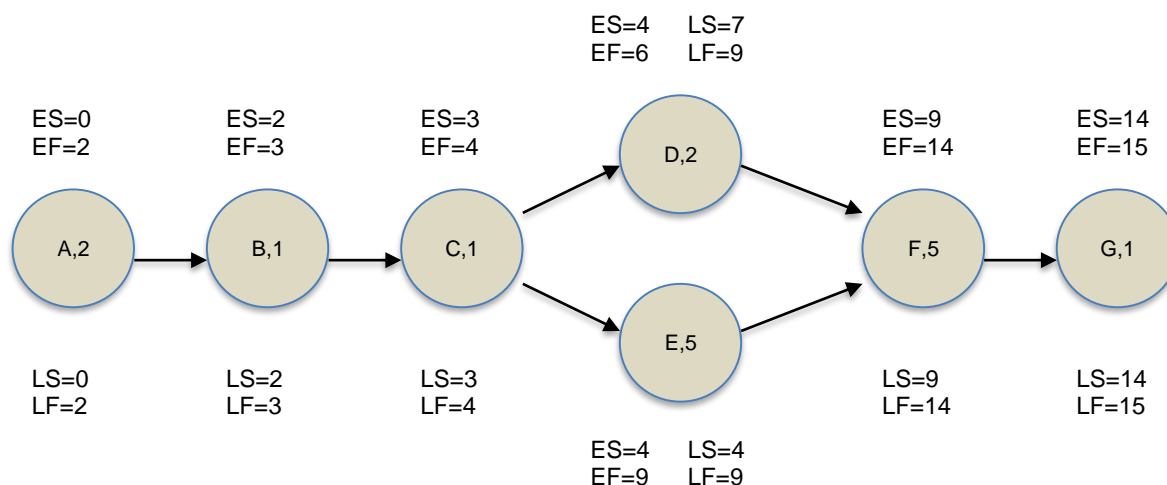


παραταθεί ο χρόνος ολοκλήρωσης όλου του έργου.

**Βραδύτερος Χρόνος Έναρξης (Late Start Time, LS)** της δράσης είναι η βραδύτερη χρονική στιγμή που μπορεί να αρχίσει μια δράση χωρίς να παραταθεί ο χρόνος ολοκλήρωσης όλου του έργου και προφανώς ισούται με το LF μείον την διάρκεια της δράσης.

Με βάση το παράδειγμά με το project εταιρείας συμβούλων για να εντοπίσει κανείς τους βραδύτερους χρόνους πρέπει να ξεκινήσει από το τέλος του δικτύου προς την αρχή του εξετάζοντας μία - μία δράση κάθε φορά. Όπως ήδη αποδείχτηκε, ο συντομότερος χρόνος περάτωσης του έργου, άρα και ο επιθυμητός, ταυτίζεται με το EF της τελευταίας δράσης που είναι 15 (Σχήμα 1.8). Έτσι, εφ' όσον είναι σημαντικό η συνολική διάρκεια του έργου να μην ξεπεράσει αυτόν τον εφικτό χρόνο, είναι κατανοητό ότι ο βραδύτερος χρόνος περάτωσης LF της δράσης G δεν μπορεί παρά να είναι 15. Δηλαδή η δράση G δεν μπορεί να τελειώσει μετά την 15η εβδομάδα γιατί θα υπάρχει συνολική χρονική επιμήκυνση του έργου. Άρα  $LF=15$  για την δράση G, και προφανώς το LS για την G θα είναι  $LS=LF-1=15-1=14$ , δηλαδή ο βραδύτερος δυνατός χρόνος έναρξης της δράσης G, είναι το LF της δράσης, μείον την διάρκειά της που σε αυτή τη περίπτωση είναι 1.

Σχετικά με την δράση F είναι φανερό ότι εφ' όσον η βραδύτερη χρονική στιγμή που μπορεί να ξεκινήσει η επόμενη της συνδεόμενη δράση η G, είναι η 14η εβδομάδα ( $LS=14$  για την G), δεν μπορεί να τελειώσει αργότερα από την 14η εβδομάδα χωρίς να επιμηκυνθεί χρονικά ολόκληρο το έργο. Άρα ο βραδύτερος χρόνος περάτωσης για την δράση F είναι  $LF=14$  και προφανώς ο βραδύτερος χρόνος έναρξης θα είναι το LF της δράσης μείον την διάρκειά της. Άρα  $LS=LF-5=14-5=9$  για τη δράση F. Ακολουθώντας αυτήν την διαδικασία και χρησιμοποιώντας τους χρόνους διάρκειας των δράσεων από τον πίνακα 1.1, παράγεται το παρακάτω σχήμα του δικτύου δράσεων.



Σχήμα 1.8.α Σειρά Διεργασιών του Έργου της Εταιρείας Συμβούλων

Με τη λογική της παραπάνω ανάλυσης είναι φανερό ότι οι δράσεις D και E, όπου και οι δύο αυτές προηγούνται και συνδέονται της δράσης F, έχουν το ίδιο  $LF=9$ , που δεν μπορεί παρά να ταυτίζεται με το  $LS=9$  της Δράσης F. Τα  $LS$  βέβαια για αυτές τις δράσεις είναι διαφορετικά αφού η κάθε μια έχει διαφορετική διάρκεια.

Προχωρώντας προς τα πίσω, υπάρχει η δράση C όπου προηγείται ταυτοχρόνως των Δράσεων D και E. Εδώ φαίνεται ότι η μεν δράση D δεν μπορεί να αρχίσει αργότερα από την 7η εβδομάδα ( $LS=7$ ), ενώ η δράση E δεν μπορεί να αρχίσει αργότερα από την 4η εβδομάδα ( $LS=4$ ), διαφορετικά θα υπάρξει χρονική επιμήκυνση του συνολικού έργου. Άρα, η αμέσως προηγούμενη κοινή τους δράση C δεν γίνεται να καθυστερήσει η ολοκλήρωσή της πέρα από την 4η εβδομάδα για να μπορέσει να ξεκινήσει η E που έχει  $LS=4$ . Άρα ο βραδύτερος χρόνος περάτωσης για την C είναι 4 ( $LF=4$ ).

Αν ζητείται ένας κανόνας για αυτές τις περιπτώσεις, θα μπορούσε κανείς να πεί **ότι ο Βραδύτερος Χρόνος Περάτωσης μιας Δράσης (LF) θα ταυτιστεί με τον μικρότερο Βραδύτερο Χρόνο Έναρξης (LS) όλων των επόμενων συνδεόμενων δράσεων**. Με βάση λοιπόν όλη την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε με την χρήση του παραδείγματος, έχει επιλυθεί πλήρως το δίκτυο δράσεων και έχουν σημειωθεί τα ES, EF, LS και LF για όλες τις δράσεις.

#### **1.5.1.5 Χρονικό Περιθώριο Δράσης (Slack time) και Κρίσιμη Διαδρομή (Critical path)**

Στην συνέχεια είναι δυνατόν πλέον να βρεθούν τα χρονικά περιθώρια των δράσεων και να φτάσουμε έτσι στην κρίσιμη διαδρομή, έχοντας τα ES, EF, LS και LF.

**Χρονικό Περιθώριο Δράσης (Slack time)** είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο μπορεί να καθυστερήσει μια δράση, χωρίς να επηρεαστεί η ολοκλήρωση του συνολικού έργου. Προφανώς το χρονικό περιθώριο δράσης προκύπτει σαν την διαφορά των  $LS$  και  $ES$  ή των  $LF$  και  $EF$  της δράσης.

$$\text{Χρονικό Περιθώριο Δράσης (Slack time)} = LS - ES = LF - EF$$

Εάν από το σχήμα 1.7 υπολογιστούν τα χρονικά περιθώρια όλων των δράσεων παρατηρείται ότι είναι 0 για όλες τις δράσεις εκτός από την δράση D για την οποία ισχύει: Χρονικό περιθώριο δράσης  $D=7-4=9-6=3$  εβδομάδες.

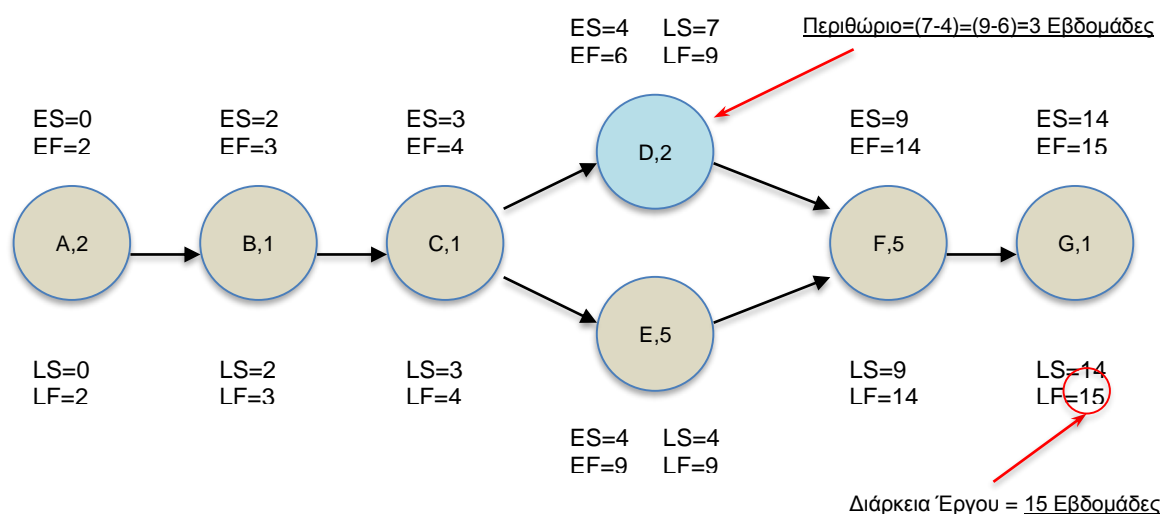
Είναι λοιπόν φανερό ότι η δράση D μπορεί να αρχίσει οποτεδήποτε μέσα στο διάστημα των 3 εβδομάδων που μεσολαβεί από το  $ES=4$ , μέχρι το  $LS=7$  που είναι το βραδύτερο χρονικό σημείο που μπορεί να ξεκινήσει, σύμφωνα με το δίκτυο

δράσεων, χωρίς να επηρεάσει αρνητικά την συνολική διάρκεια του έργου. Όλες οι άλλες δράσεις στο δίκτυο, με μηδενικό περιθώριο δράσης, σημαίνει ότι δεν έχουν περιθώριο να καθυστερήσουν γιατί θα επηρεαστεί αρνητικά η συνολική διάρκεια του έργου.

Έτσι λοιπόν ορίζεται ότι:

**Κρίσιμη Διαδρομή (Critical path)** σε ένα δίκτυο δράσεων είναι η μεγαλύτερη χρονικά διαδρομή από συνδεόμενες μεταξύ τους δράσεις του δικτύου από την έναρξη μέχρι το πέρας του έργου, που οποιαδήποτε καθυστέρηση στις δράσεις αυτές θα επιφέρει χρονική επιμήκυνση στην ολοκλήρωση του συνολικού έργου. Η κρίσιμη διαδρομή μπορεί επίσης να οριστεί και σαν την διαδρομή στο δίκτυο δράσεων όπου όλες οι δράσεις της παρουσιάζουν μηδενικό slack time ή ακόμα η διαδρομή για την οποία ταυτίζονται τα ζεύγη (ES, EF) (LS, LF).

Οι δράσεις που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή ονομάζονται και κρίσιμες δράσεις. Αν λοιπόν για κάποια δράση καταλήγει κανείς σε μηδενικό χρονικό περιθώριο, συμπεραίνεται ότι αυτή η δράση ευρίσκεται πάνω στην κρίσιμη διαδρομή. Πολλές φορές σε κάποια περισσότερο πολύπλοκα δίκτυα, προκύπτουν περισσότερες από μία κρίσιμες διαδρομές. Εννοείται ότι ο συνολικός χρόνος των κρίσιμων διαδρομών είναι ο ίδιος και φυσικά μεγαλύτερος από τον συνολικό χρόνο οποιαδήποτε άλλης διαδρομής του δικτύου. Αν επιστρέψει κανείς στο παράδειγμά βλέπει ότι με βάση τα παραπάνω, μόνο η δράση D δεν είναι κρίσιμη δράση και δεν ανήκει στην κρίσιμη διαδρομή (αφού παρουσιάζει slack time =  $3 \neq 0$ ). Όλες οι άλλες δράσεις παρουσιάζουν μηδενικό slack time, ή διαφορετικά ισχύει για αυτές  $(ES, EF) > (LS, LF)$  και ευρίσκονται στην κρίσιμη διαδρομή που είναι η ABCEFG. Στο παρακάτω σχήμα 1.8 φαίνεται σημειωμένη η κρίσιμη διαδρομή, το slack time για την δράση D και την συνολική διάρκεια του έργου.



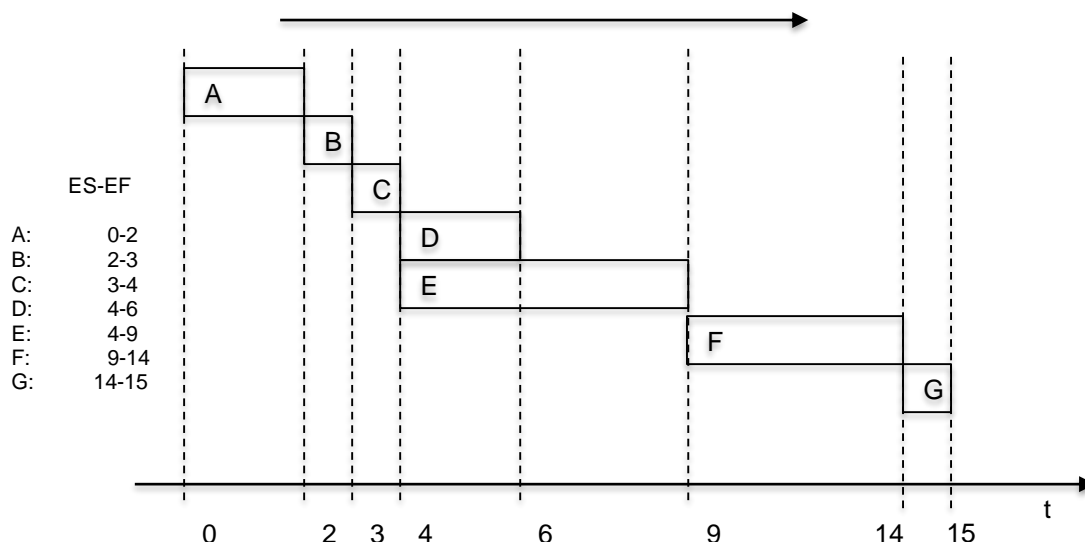
Σχήμα 1.8 Κρίσιμη διαδρομή του Έργου.

Στο παράδειγμά για το Έργο της εταιρείας συμβούλων, με βάση τον ορισμό ότι **Κρίσιμη Διαδρομή (Critical path)** σε ένα δίκτυο δράσεων είναι η μεγαλύτερη χρονικά διαδρομή από συνδεδεμένες μεταξύ τους δράσεις του δικτύου από την έναρξη μέχρι το πέρας του έργου, φαίνεται ότι με μια απλή επισκόπηση του δικτύου δράσεων, όπως αυτό παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.5, χωρίς τα ES, EF, LS και LF και μόνο από τις διάρκειες των δράσεων μπορεί κανείς να εντοπίσει την ABCDEFG σαν την κρίσιμη διαδρομή. Όταν όμως το δίκτυο δράσεων είναι περισσότερο πολύπλοκο (δηλαδή έχουμε ένα πολυσύνθετο έργο), με πολλούς κόμβους και περισσότερα βέλη, είναι δύσκολος ο άμεσος εντοπισμός της. Τότε η παραπάνω μεθοδολογία, καθίσταται απαραίτητη για να οδηγηθεί κανείς στις κρίσιμες δράσεις, στα χρονικά περιθώρια των υπολοίπων δράσεων και τελικά στην κρίσιμη διαδρομή.

#### 1.5.1.6 Συμπεράσματα και Σχόλια Πάνω στην Μέθοδο CPM

Μέσα από την ανάπτυξη της μεθόδου CPM μπορεί εύκολα κάποιος να αντιληφθεί την χρησιμότητά της στον προγραμματισμό των έργων. Ήδη πολλά από τα ερωτήματα που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 1.5, αν όχι όλα, μπορούν να απαντηθούν. Για παράδειγμα μπορεί να προσεγγισθεί **ο συνολικός χρόνος του έργου**, πόσο χρόνο μπορούν να καθυστερήσουν ή όχι οι επιμέρους δράσεις του έργου, ποιες από αυτές είναι κρίσιμες δράσεις που ανήκουν στην **Κρίσιμη Διαδρομή** οπότε δεν υπάρχει περιθώριο καθυστέρησής τους, πόσες είναι οι κρίσιμες διαδρομές για το έργο (αν υπάρχουν περισσότερες από μία), σε ποιες από τις δράσεις πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή (με μεταφορά επιπλέον πόρων) η διοίκηση του έργου και γενικά να προγραμματίσει έτσι το έργο ώστε να ολοκληρωθεί ομαλά μέσα στους επιθυμητούς χρόνους. Μπορεί ωστόσο, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που προκύπτουν από την μέθοδο και να αναθεωρήσει τον σχεδιασμό του έργου, αν οι χρόνοι που προκύπτουν είναι μεγαλύτεροι από τους επιθυμητούς, με το να αναθεωρήσει την κρίσιμη διαδρομή ελέγχοντας και συμπιέζοντας χρονικά τις δράσεις της αν γίνεται (π.χ. με την χρήση επιπλέον πόρων).

Είναι λοιπόν δυνατόν σε ένα δίκτυο δράσεων να υπάρξουν περισσότερες κρίσιμες διαδρομές. Οποιαδήποτε άλλη διαδρομή στο δίκτυο που οδηγεί από την έναρξη του έργου στο τέλος του, περιλαμβάνει δραστηριότητες των οποίων η συνολική διάρκεια είναι μικρότερη από αυτήν της κρίσιμης διαδρομής. Φυσικά αν για κάποιο λόγο αυξηθεί πάνω από κάποιο όριο η διάρκεια μιας ή περισσότερων δράσεων μη κρίσιμης διαδρομής, η διαδρομή αυτή καθίσταται κρίσιμη, αντικαθιστώντας την προηγούμενη κρίσιμη. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει η αύξηση αυτή να είναι μεγαλύτερη της διαφοράς, μεταξύ της διάρκειας της κρίσιμης διαδρομής και της συνολικής διάρκειας των δράσεων της μη κρίσιμης διαδρομής.



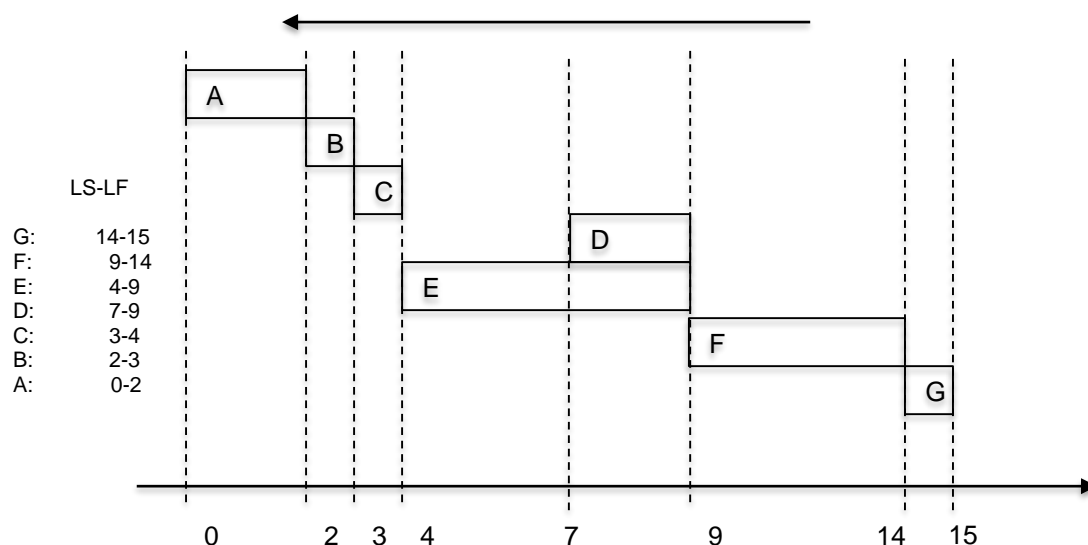
**Σχήμα 1.9 Προγραμματισμός Έργου με Νωρίτερο Χρόνο Έναρξης.**

Η ύπαρξη των χρονικών περιθωρίων (slack time) στις δράσεις που δεν ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή, επιτρέπει τον προγραμματισμό τους σύμφωνα με τις ανάγκες και τις προτεραιότητες του συνολικού έργου. Στο παράδειγμα που αναφέρθηκε η δράση D παρουσιάζει slack time 3 εβδομάδες. Αυτό επιτρέπει να προγραμματιστεί η έναρξη της δράσης D οποτεδήποτε μέσα στο χρονικό διάστημα από την εβδομάδα 4 (ES=4), μέχρι την εβδομάδα 7 (LS=7). Αυτή η ιδιότητα των μη κρίσιμων δράσεων φαίνεται καλύτερα αν χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα Gantt, που στον οριζόντιο άξονά του απεικονίζεται η διάσταση του χρόνου. Στο σχήμα 1.9 φαίνεται ακριβώς αυτό με την μη κρίσιμη δράση D να ξεκινάει την χρονική στιγμή που ταυτίζεται με το ES του (ES=4).

Η προσέγγιση αυτή στον προγραμματισμό των μη κρίσιμων δράσεων ονομάζεται **Προγραμματισμός των Νωρίτερων Χρόνων Έναρξης (Early Start schedule)**. Σ' αυτήν την περίπτωση προγραμματίζεται η έναρξη τους όσον το δυνατόν ενωρίτερα, ακριβώς δηλαδή στο ES τους. Με αυτήν την προσέγγιση ολοκληρώνεται το project αλλά και όλες οι επιμέρους δράσεις, το συντομότερο δυνατόν.

Πολλές φορές όμως αυτό δεν είναι το επιθυμητό. Μπορεί κανείς λοιπόν να μιλήσει για την ακριβώς αντίθετη προσέγγιση στον προγραμματισμό των μη κρίσιμων δράσεων και να έχει **Προγραμματισμό των Βραδύτερων Χρόνων Έναρξης (Late Start Schedule)**. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να προσφέρει στην καλύτερη αξιοποίηση των πόρων του συστήματος. Στο Σχήμα 1.10 που ακολουθεί παρουσιάζεται αυτός ακριβώς τον προγραμματισμό για την δράση του τρέχοντος παραδείγματος. Έτσι λοιπόν γίνεται κατανοητό ότι σε ένα πολύπλοκο έργο με αρκετές μη κρίσιμες δράσεις ο προγραμματισμός αυτού του είδους είναι ένας πολύ

σημαντικός παράγοντας.



Σχήμα 1.10 Προγραμματισμός Έργου με Βραδύτερο Χρόνο Έναρξης.

Αν συγκρίνει κανείς τα δύο Σχήματα 10.9 και 10.10 από τα διαγράμματα Gantt φαίνεται άμεσα μέσα σε ποια χρονικά περιθώρια μπορεί να μετακινηθεί η μη κρίσιμη δράση D. Η ύπαρξη των χρονικών περιθωρίων (slack time) των μη κρίσιμων δράσεων διευκολύνει τον προγραμματισμό τους, με τρόπο που να εξομαλύνεται χρονικά κατά το δυνατόν η χρήση των μέσων εκτέλεσής τους (των πόρων του συστήματος). Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή και με τον όρο **εξομάλυνση φορτίου**. Πράγματι, η έναρξη των μη κρίσιμων δράσεων αυτών κατά τους νωρίτερους χρόνους έναρξής τους (ES), συνήθως συνεπάγεται τη συσσώρευση μεγάλων απαιτήσεων σε συντελεστές παραγωγής σε ορισμένες χρονικές περιόδους. Με την αξιοποίηση όμως των διαθέσιμων περιθωρίων για κάθε μη κρίσιμη δράση, μεταφέροντας δηλαδή σε κατάλληλο χρόνο την έναρξη (και αντίστοιχα πέρας) κάθε τέτοιας δράσης, πάντα όμως μέσα στα διαθέσιμα περιθώρια, επιτυγχάνεται η κατά το δυνατόν πιο σταθερή και ομοιόμορφη χρήση των πόρων εκτέλεσης του έργου. Έτσι λοιπόν επιτυγχάνονται συχνά θετικές οικονομικές συνέπειες για το έργο, αφού μειώνεται ο άεργος χρόνος του μόνιμου προσωπικού και των μηχανημάτων και αποφεύγεται κατά την αιχμή των απαιτήσεων η απασχόληση εποχικού προσωπικού, η ενοικίαση πρόσθετου εξοπλισμού, η ανάθεση τμημάτων του έργου σε υπεργολάβους κλπ.

### 1.5.2 Μέθοδος PERT – Programme Evaluation and Review Technique

Η μέθοδος PERT αναπτύχθηκε παράλληλα αλλά ανεξάρτητα από την μέθοδο CPM. Ωστόσο πολύ γρήγορα έγινε και αυτή το ίδιο δημοφιλής όσο και η CPM και αποτελεί ισχυρό εργαλείο στην διοίκηση και τον προγραμματισμό έργων. Η

ομοιότητα των δύο μεθόδων είναι πολύ εντυπωσιακή αν σκεφτεί κανείς ότι αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα μεταξύ τους. Αυτό κατά μια έννοια ίσως να οφείλεται στον κοινό τους πρόγονο κατά κάποιον τρόπο, το ευρέως χρησιμοποιούμενο διάγραμμα Gantt. Παρ' όλα αυτά ενώ το διάγραμμα Gantt μπορεί να οπτικοποιήσει τη σχέση των επιμέρους δράσεων με τον χρόνο, είναι δύσκολο να εκφράσει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους (αλληλουχία) και ειδικά αν έχουμε δράσεις σε αριθμό πάνω από 20 ή 30 καταντά δύσχρηστο εργαλείο. Επίσης δεν προσφέρει μια εύκολη διαδικασία για τον εντοπισμό της κρίσιμης διαδρομής που βέβαια είναι μεγάλης πρακτικής αξίας. Αντίθετα, και οι δύο μέθοδοι CPM και PERT μπορούν να διαχειριστούν μεγάλο αριθμό δράσεων μέσα στο έργο και επί προσθέτως δίνουν την κρίσιμη διαδρομή.

Έτσι λοιπόν είναι προφανής η μεγάλη ομοιότητα μεταξύ των δύο μεθόδων CPM και PERT. Και οι δύο χρησιμοποιούν κόμβους και βέλη για να κτίσουν το δίκτυο δράσεων. Ωστόσο αρχικά ενώ η μέθοδος CPM χρησιμοποιούσε (και χρησιμοποιεί) τους κόμβους για να εκφράσει τις δράσεις και τα βέλη για να δείξει την ακολουθία τους, η μέθοδος PERT χρησιμοποιούσε τα βέλη για να συμβολίσει τις δράσεις και τους κόμβους για να σηματοδοτήσει την αρχή και το τέλος τους. Ωστόσο επειδή με τον καιρό και στην πράξη κρίθηκε σαν πιο αποτελεσματική στην απεικόνιση των δράσεων και των σχέσεων μεταξύ τους, η προσέγγιση της CPM, τείνει πλέον να επικρατήσει αυτός ο συμβολισμός και στην μέθοδο PERT. Στην παρούσα παράγραφο για την μέθοδο PERT ακολουθείται αυτός ο συμβολισμός (οι δράσεις στους κόμβους και η αλληλουχία τους στα βέλη).

Μια άλλη σημαντική διαφορά είναι ότι ενώ η μέθοδος CPM χρησιμοποιεί μία μόνο εκτίμηση για τον απαιτούμενο χρόνο για την ολοκλήρωση των δράσεων (την καλύτερη δυνατή εκτίμηση), η μέθοδος PERT χρησιμοποιεί τρεις εκτιμήσεις την αισιόδοξη, την απαισιόδοξη και την πιθανότερη ή συντηρητική. Αυτή η διαφοροποίηση στην μέθοδο PERT επιτρέπει χρησιμοποιώντας τα εργαλεία της στατιστικής να βρεθεί η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο νωρίτερα από μια ημερομηνία ή αντίθετα την πιθανότητα να ξεφύγει η ολοκλήρωση του έργου πέρα από μια ημερομηνία.

#### **1.5.2.1 Εκτίμηση Χρόνου Περάτωσης Εργασιών**

Στη μέθοδο CPM μια από τις βασικές παραδοχές είναι ότι η διάρκεια κάθε δράσης του έργου είναι σταθερή, δηλαδή δεν χαρακτηρίζεται από τυχαιότητα, η οποία μπορεί να μεταβάλλει το μέτρο της. Αυτό είναι εύλογο όταν υπάρχει απόλυτη βεβαιότητα για την διάρκεια των δράσεων, όταν δηλαδή κάθε μια από αυτές είναι τυποποιημένη και απολύτως ελεγχόμενη, μη εξαρτώμενη δηλαδή από εξωτερικούς

παράγοντες. Συχνά όμως στην πράξη δεν συμβαίνει αυτό, ιδίως για εργασίες που εκτελούνται για πρώτη φορά, οπότε δεν υπάρχει εμπειρία ή στατιστικά στοιχεία, ή για εργασίες που υπόκεινται στην επίδραση μεταβλητών εξωτερικών παραγόντων (π.χ. καιρικών ή οικονομικών). Στην περίπτωση αυτή μπορεί να εφαρμοστούν μέθοδοι βασισμένες στην υπόθεση ότι η αβεβαιότητα όσον αφορά τη διάρκεια κάθε δράσης μπορεί να παρασταθεί με την βοήθεια στατιστικών κατανομών ή με κάποιο άλλο τρόπο.

Η μέθοδος PERT στηρίζεται στην υπόθεση ότι ο χρόνος περάτωσης κάθε δράσης του έργου είναι μια στοχαστική μεταβλητή που ακολουθεί την κατανομή βήτα (beta distribution). Αντί μιας σταθερής τιμής για την διάρκεια αυτού του χρόνου δίνονται τρεις εκτιμήσεις για αυτή την τιμή:

**Ελάχιστη ή Αισιόδοξη Εκτίμηση  $a$** , που αντιστοιχεί στην πιο αισιόδοξη εκτίμηση της διάρκειας της δράσης, που θα προκύψει υπό τις ευνοϊκότερες συνθήκες εκτέλεσης της. (Υπάρχει μόνο μια πολύ μικρή πιθανότητα, όχι περισσότερο από 1% η δράση να ολοκληρωθεί σε ακόμα μικρότερο χρόνο).

**Συντηρητική ή η πλέον Πιθανή Εκτίμηση  $m$** , που είναι η τιμή που θα προέκυπτε συχνότερα, αν η δράση επαναλαμβανόταν πολλές φορές, ή που θα αποτελούσε την εκτίμηση της διάρκειας, αν επρόκειτο να γίνει μια μοναδική τέτοια εκτίμηση.

**Μέγιστη ή Απαισιόδοξη Εκτίμηση  $b$** , που θα προκύψει κάτω από τις δυσμενέστερες συνθήκες. (Υπάρχει μόνο μια πολύ μικρή πιθανότητα, όχι περισσότερο από 1% η δράση να ολοκληρωθεί σε ακόμα μεγαλύτερο χρόνο).

Οι παραπάνω εκτιμήσεις στην πράξη γίνονται από έμπειρα και αρμόδια πρόσωπα, που συνήθως είναι και οι υπεύθυνοι για την εκτέλεση κάθε δράσης, παίρνοντας υπ' όψιν τους παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την διάρκειά της.

Το επόμενο βήμα στην μέθοδο PERT είναι η κατάστρωση από τους ειδικούς του πίνακα των δράσεων με την κωδικοποίηση τους, την αλληλουχία τους (τις συνδεόμενες δράσεις) και τους χρόνους διάρκειας για κάθε μια. Ισχύουν ακριβώς τα ίδια με το αντίστοιχο βήμα της μεθόδου CPM, όπως αναπτύχθηκε στην παράγραφο 1.5.1.1, με την διαφορά ότι τώρα υπάρχουν τρεις εκτιμήσεις για την χρονική διάρκεια κάθε δράσης αντί για μία. Έστω ότι υπάρχει ένα project του οποίου οι Δράσεις, η αλληλουχία τους και οι τρεις εκτιμήσεις για τις διάρκειες τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα.



**Πίνακας 1.2 Δράσεις Έργου με Εκτιμήσεις Χρόνων Διάρκειας.**

Εκτίμηση χρόνου περάτωσης (ημέρες)				
		(a)	(m)	(b)
Κωδικός	Συνδεόμενη Δράση	Αισιόδοξη	Συντηρητική	Απαισιόδοξη
A	-	3	6	15
B	-	2	4	14
C	A	6	12	30
D	A	2	5	8
E	C	5	11	17
F	D	3	6	15
G	B	3	9	27
H	E, F	1	4	7
I	G, H	4	19	28

**1.5.2.2 Αναμενόμενος Χρόνος Εκτέλεσης – Υπολογισμός της Κρίσιμης Διαδρομής**

Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι η διάρκεια κάθε δράσης είναι μια στοχαστική μεταβλητή που ακολουθεί την κατανομή βήτα και έχοντας τις τρεις εκτιμήσεις για την διάρκεια των δράσεων, μπορεί κανείς να υπολογίσει τον αναμενόμενο χρόνο περάτωσης  $t$  κάθε δράσης με την παρακάτω σχέση:

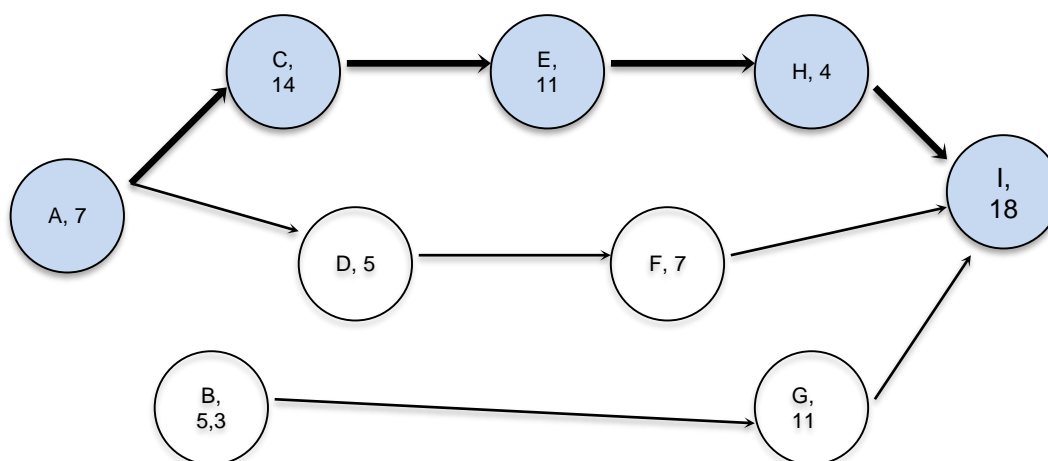
$$\text{Αναμενόμενος Χρόνος Περάτωσης μιας Δράσης} = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Η σχέση αυτή προκύπτει από την κατανομή βήτα και δίδει βαρύτητα στην συντηρητική εκτίμηση  $m$  τέσσερις φορές σε σχέση με τις άλλες δύο εκτιμήσεις. Με βάση την σχέση αυτή και χρησιμοποιώντας τις τρεις εκτιμήσεις, υπολογίζεται ο αναμενόμενος χρόνο περάτωσης  $t$  για κάθε μία από τις δράσεις και έτσι δημιουργείται ο πίνακας 1.3.

**Πίνακας 1.3 Πίνακας Δράσεων – Αναμενόμενος Χρόνος Περάτωσης.**

Κωδικός	Συνδεόμενη Δράση	Αναμ. Χρόνος Περάτωσης
A	-	7
B	-	5,33
C	A	14
D	A	5
E	C	11
F	D	7
G	B	11
H	E, F	4
I	G, H	18

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του Πίνακα 1.3 για τις δράσεις, την αλληλουχία και τους αναμενόμενους χρόνους τους και ακολουθώντας ακριβώς την ίδια μεθοδολογία που αναπτύξαμε διεξοδικά στην μέθοδο CPM, μπορεί κανείς να καταστρώσει το δίκτυο δράσεων του έργου και να το επιλύσει έτσι ώστε να καταλήξει στην **κρίσιμη διαδρομή** και επομένως στην **αναμενόμενη διάρκεια του έργου**  $T_E$  (το άθροισμα των αναμενόμενων χρόνων διάρκειας των δράσεων της κρίσιμης διαδρομής). Ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα καταλήγει κανείς στο δίκτυο δράσεων που φαίνεται στο Σχήμα 1.11.



**Σχήμα 1.11 Δίκτυο Δράσεων και Κρίσιμη Διαδρομή του Έργου.**

$$\text{Αναμενόμενη Διάρκεια} = 54 \text{ ημέρες.} \\ (= 7 + 14 + 11 + 4 + 18)$$

Στο επιλυμένο δίκτυο δράσεων του σχήματος 1.11 είναι σημειωμένη η κρίσιμη διαδρομή που περιλαμβάνει τις δράσεις ACEHI. Από το άθροισμα των αναμενόμενων χρόνων περάτωσης  $t$  κάθε μιας από τις δράσεις της κρίσιμης

διαδρομής προκύπτει ότι η αναμενόμενη διάρκεια του έργου  $T_E$  είναι 54 ημέρες.

### 1.5.2.3 Στατιστική Προσέγγιση της Μεθόδου PERT

Ένα έργο απαρτίζεται από μια σειρά δράσεων με στοχαστική διάρκεια. Η συνολική διάρκεια ενός έργου, ισούται με την διάρκεια εκτέλεσης της κρίσιμης διαδρομής και προφανώς έχει μέση τιμή και τυπική απόκλιση που εξαρτώνται από την μέση τιμή και τυπική απόκλιση του χρόνου εκτέλεσης των επιμέρους δράσεων. Με βάση την στατιστική θεωρία, το άθροισμα των τιμών ενός μεγάλου αριθμού στοχαστικών μεταβλητών που ακολουθούν την ίδια κατανομή, είναι και αυτό μια στοχαστική μεταβλητή. Η μεταβλητή αυτή ακολουθεί την κανονική κατανομή (Normal Distribution), με μέση τιμή ίση με το άθροισμα των μέσων τιμών των επιμέρους στοχαστικών κατανομών και διακύμανση (Variance) ίση με το άθροισμα των διακυμάνσεών τους. Οι βασικές σχέσεις του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος της Στατιστικής είναι οι ακόλουθες.

$$m_T = \sum t = T$$
$$\sigma_T = \sqrt{\sum \sigma^2}$$

Οι επί μέρους στοχαστικές μεταβλητές στην περίπτωση αυτή είναι οι αναμενόμενοι χρόνοι περάτωσης των επιμέρους δράσεων και ακολουθούν την κατανομή βήτα. Παρακάτω δίνονται όλα τα μεγέθη με τους συμβολισμούς τους που θα χρειασθούν στην παραπέρα ανάλυσή.

$m_T$  = Μέση Τιμή Διάρκειας Έργου

$\sigma_T$  = Τυπική Απόκλιση Διάρκειας Έργου.

$t$  = Αναμενόμενος Χρόνος Περάτωσης Μίας Δράσης.

$\sigma_t$  = Τυπική Απόκλιση Διάρκειας Μίας Δράσης, που υπολογίζεται ως:  $\sigma_t = \left(\frac{b-a}{6}\right)$ .

$T_E$  = Αναμενόμενη διάρκεια έργου = 54 ημέρες.

Η σχέση που δίνει την τυπική απόκλιση διάρκειας μιας δράσης (και συνακόλουθα την διακύμανσή της  $\sigma_t^2$ ), αγνοεί την συντηρητική εκτίμηση και πιο πιθανή, για τον χρόνο περάτωσης των δράσεων και προκύπτει σαν το 1/6 της διαφοράς των δύο ακραίων εκτιμήσεων. Η συντηρητική εκτίμηση  $m$  για τους χρόνους περάτωσης την χρειάζεται στην σχέση για τον υπολογισμό των αναμενόμενων χρόνων περάτωσης των δράσεων και συνακόλουθα μέσω της κρίσιμης διαδρομής και στον υπολογισμό της αναμενόμενης διάρκειας του έργου  $T_E$  που είναι 54 ημέρες. Με βάση αυτή την ανάλυση μπορούν να απαντηθούν ερωτήματα του τύπου:

Ποια είναι η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε λιγότερο από 53 ημέρες;  
(Αναμενόμενη διάρκεια έργου  $T_E = 54$  ημέρες).

#### 1.5.2.4 Υπολογισμός της Πιθανότητας Ολοκλήρωσης του Συνολικού Έργου σε Χρόνο Μικρότερο από τον Αναμενόμενο $T_E$

Για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα θα χρησιμοποιηθούν τις ιδιότητες της Κανονικής Κατανομής (Normal Distribution). Θα χρειαστεί ακόμα να υπολογιστούν οι τυπικές αποκλίσεις διάρκειας των επιμέρους δράσεων  $\sigma_t$  και συνακόλουθα τις διακυμάνσεις τους  $\sigma_t^2$ , την διακύμανση της συνολικής διάρκειας του έργου  $\Sigma \sigma_t^2$  και τέλος την τυπική απόκλιση του έργου  $\sigma_T$ . Προκύπτει λοιπόν ο παρακάτω Πίνακας 1.4.

Πίνακας 1.4 Τυπικές Αποκλίσεις διάρκειας Δράσεων.

Κωδικός	Αισιόδοξη	Συντηρητική	Απαισιόδοξη	Τυπ. Απόκλιση
A	3	6	15	2
B	2	4	14	
C	6	12	30	4
D	2	5	8	
E	5	11	17	2
F	3	6	15	
G	3	9	27	
H	1	4	7	1
I	4	19	28	4

$$\sigma_t = \left( \frac{b - a}{6} \right)$$

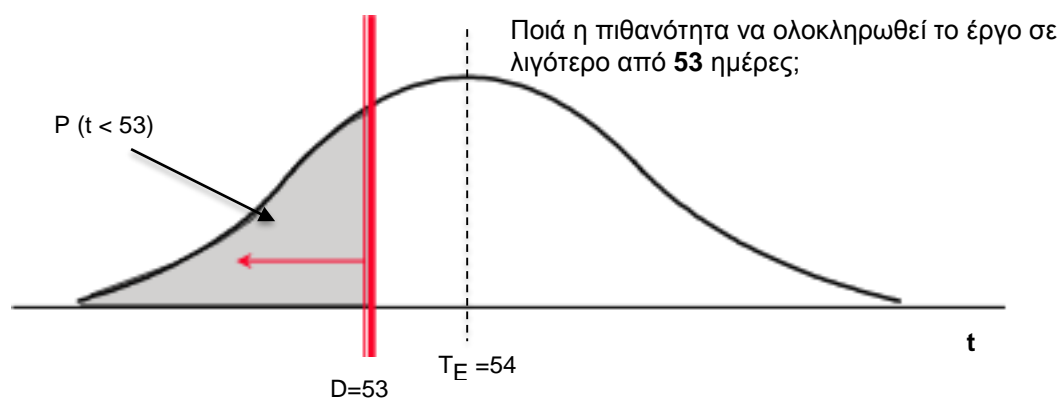
$$\Sigma \sigma_t^2 = 41 \Rightarrow$$

$$\sigma_T = \sqrt{41} \approx 6,4$$

Στον Πίνακα 1.4 φαίνεται ότι σύμφωνα με την σχέση για την τυπική απόκλιση διάρκειας δράσης, χρησιμοποιούνται μόνο οι ακραίες εκτιμήσεις για τον χρόνο περάτωσης των δράσεων. Επίσης για να φτάσει κανείς στην τυπική απόκλιση διάρκειας του έργου στ χρησιμοποιεί μόνο τις δράσεις που ευρίσκονται στην κρίσιμη διαδρομή, αφού αυτή είναι ως γνωστόν που καθορίζει την διάρκεια του συνολικού έργου. Στον πίνακα 1.4 είναι επίσης σημειωμένες οι τυπικές αποκλίσεις μόνο των κρίσιμων δράσεων, ενώ κάτω από αυτόν με βάση τις γνωστές σχέσεις από το κεντρικό οριακό θεώρημα της στατιστικής έχει υπολογιστεί η τυπική απόκλιση

διάρκειας του έργου  $\sigma_T$  που προκύπτει  $\sqrt{41} \approx 6,4$ .

Δεδομένου ότι η συνολική διάρκεια του έργου είναι μια στοχαστική μεταβλητή που ακολουθεί κανονική κατανομή με δεδομένη μέση τιμή και τυπική απόκλιση, μπορεί να προσδιοριστεί η πιθανότητα η διάρκεια αυτή να έχει μια συγκεκριμένη τιμή. Στην περίπτωση του ερωτήματός που τέθηκε πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο νωρίτερα από 53 ημέρες. Στο Σχήμα 1.12 που ακολουθεί φαίνεται η κανονική κατανομή και το τμήμα κάτω από την καμπύλη που αναζητούμε για να βρούμε την πιθανότητα που μας ενδιαφέρει.

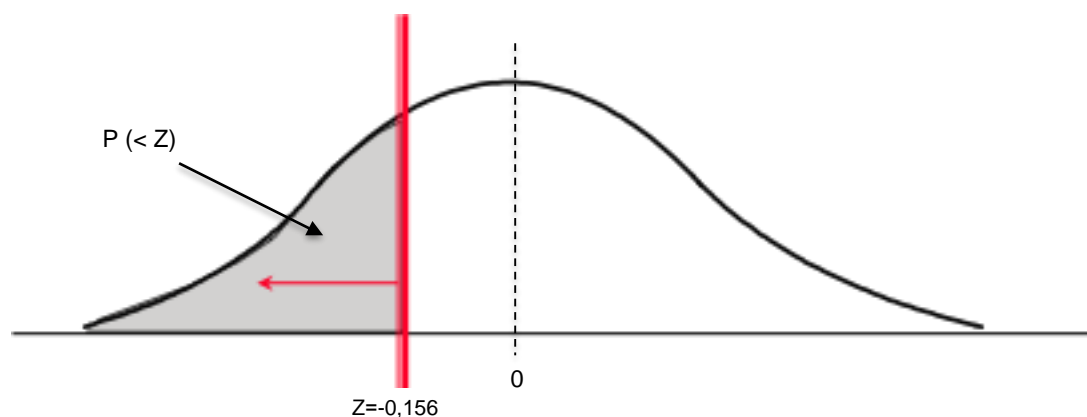


Σχήμα 1.12 Κανονική Κατανομή Διάρκειας του Έργου.

Έχοντας τον επιθυμητό  $D$ , την αναμενόμενη διάρκεια του έργου  $T_E$  και υπολογισμένη την τυπική απόκλιση αυτής της διάρκειας  $\sigma_T$ , μπορεί κανείς να αντικαταστήσει στην σχέση για την βοηθητική μεταβλητή  $Z$  που μας δίνει η στατιστική θεωρία και να έχουμε:

$$Z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_t^2}} = \frac{53 - 54}{\sqrt{41}} = -0,156$$

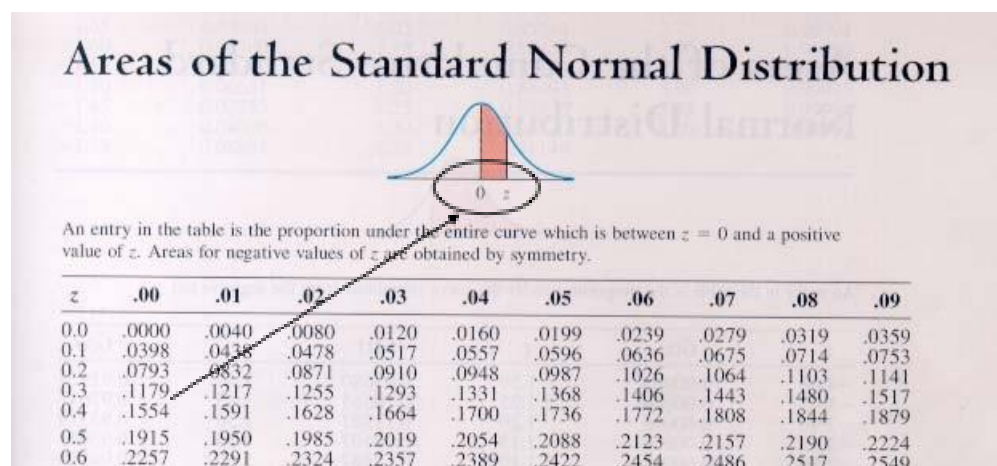
Η αντικατάσταση αυτή δείχνεται σχηματικά και στο παρακάτω Σχήμα 1.13



Σχήμα 1.13 Κανονική Κατανομή Διάρκειας του Έργου.

Έχοντας την τιμή της μεταβλητής  $Z$  και χρησιμοποιώντας τους σχετικούς

πίνακες για την Κανονική κατανομή, να εντοπίσουμε την ζητούμενη πιθανότητα.



Εικόνα 1.14 Πίνακας Πιθανοτήτων για Κανονική Κατανομή.

Από την Εικόνα 1.14 είναι  $p(z < -0.156) = 0.5 - 0.0636 = 0.436$ , ή 43.6% πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε λιγότερο από 53 ημέρες.

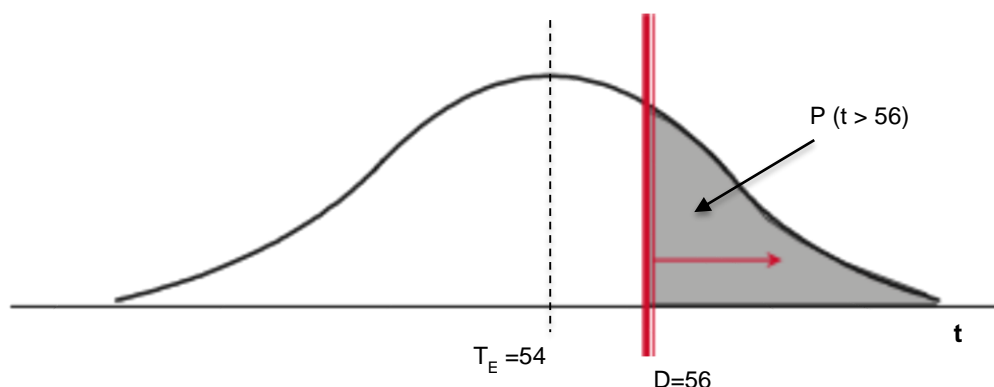
Η μέθοδος PERT λοιπόν, εκμεταλλευόμενη την αβεβαιότητα στην εκτίμηση των χρόνων διάρκειας των επιμέρους δράσεων και προσεγγίζοντας το θέμα με βασικά εργαλεία της Στατιστικής, μπορεί να δώσει εύκολα και γρήγορα την πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο νωρίτερα από μια ορισμένη χρονική στιγμή. Με τον ίδιο τρόπο μπορούν να υπολογιστούν και οι αντίστροφες πιθανότητες, δηλαδή αν ξαναγυρίσουμε στο παράδειγμά, να απαντηθούν ερωτήματα του τύπου:

Ποια είναι η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε χρόνο μεγαλύτερο από 56 ημέρες; (Αναμενόμενη διάρκεια έργου  $T_E = 54$  ημέρες).

#### 1.5.2.5 Υπολογισμός της Πιθανότητας Ολοκλήρωσης του Συνολικού Έργου σε Χρόνο Μεγαλύτερο από τον Αναμενόμενο $T_E$

Το ζητούμενο φαίνεται στο σχήμα 1.15 με την κανονική κατανομή. Επίσης με την χρήση της βοηθητικής μεταβλητής  $Z$  είναι:

$$Z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_t^2}} = \frac{56 - 54}{\sqrt{41}} = 0,312$$



**Σχήμα 1.15 Κανονική Κατανομή Διάρκειας του Έργου.**

Με την χρήση της παραπάνω σχέσης και του σχήματος 1.15 και τους σχετικούς πίνακες για την Κανονική κατανομή, η ζητούμενη πιθανότητα είναι

$p(z > 0,312) = 0,5 - 0,1217 = 0,378$ , ή 37,8% πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο σε χρόνο μεγαλύτερο από 56 ημέρες.

Έτσι λοιπόν είναι φανερό ότι με την χρήση της μεθόδου PERT, μπορεί κανείς να υπολογίσει τις πιθανότητες ολοκλήρωσης του συνολικού έργου σε μικρότερο χρόνο από τον αναμενόμενο ή σε μεγαλύτερο χρόνο από αυτόν. Εάν υπάρξει περίπτωση να υπάρχουν δύο κρίσιμες διαδρομές, για την μέθοδο PERT θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η διαδρομή με την μεγαλύτερη συνολική διακύμανση, αφού σε αυτήν παρουσιάζεται η μεγαλύτερη αβεβαιότητα.

Επίσης, επιγραμματικά αναφέρεται ότι η μέθοδος PERT μπορεί να εφαρμοστεί και σε μοντέλα που συσχετίζουν τους χρόνους ολοκλήρωσης με το κόστος και δίνει απαντήσεις για τις καλύτερες δυνατές επιλογές όχι μόνο από άποψη χρόνου αλλά και κόστους.

## **1.6. Παραδοχές και Σχολιασμός για τις Μεθόδους CPM και PERT**

Οι μέθοδοι CPM και PERT μπορούν να απαντήσουν σε κρίσιμης σημασίας ερωτήματα για την διοίκηση και τον προγραμματισμό των έργων, που έχουν να κάνουν με τις κρίσιμες δράσεις, τους χρόνους ολοκλήρωσης και τις πιθανότητες εκπλήρωσης αυτών των χρόνων, τα κόστη και άλλα μεγέθη των προς εξέταση έργων. Ωστόσο ο κόσμος των έργων δεν είναι ένας κόσμος όπου τα πάντα λειτουργούν με ακρίβεια και σαφήνεια και ιδιαίτερα όταν τα έργα είναι πολυσύνθετα. Ήδη η μέθοδος PERT κινείται προς μια τέτοια κατεύθυνση, λαμβάνοντας υπ' όψιν της την αβεβαιότητα στην εκτίμηση των χρόνων περάτωσης των επιμέρους δράσεων. Ωστόσο αρκετές παραδοχές πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν προκειμένου να εφαρμοστούν οι δύο μέθοδοι και να προσεγγισθούν τα έργα με την φιλοσοφία των δικτύων. Παραδοχές ωστόσο που για κανένα λόγο δεν ακυρώνουν την εμβέλεια και

την χρησιμότητα των δύο μεθόδων στην διοίκηση των έργων.

Συνήθως, ένα δύσκολο σημείο για το προσωπικό που καλείται να εργαστεί με αυτές τις μεθόδους είναι η εξοικείωση ή μη με τα στοιχεία εκείνα της στατιστικής που απαιτούνται, όταν η εργασία γίνεται με τις τρεις εκτιμήσεις του χρόνου ολοκλήρωσης των δράσεων (PERT). Η κατανομή βήτα των χρόνων ολοκλήρωσης των δράσεων, οι τρεις εκτιμήσεις των χρόνων, η διακύμανση των δράσεων και η χρήση των ιδιοτήτων της κανονικής κατανομής για να βρει κανείς τις πιθανότητες ολοκλήρωσης του έργου μέσα σε ζητούμενες ημερομηνίες, είναι πάντα πιθανά σημεία δυσκολιών για το προσωπικό, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν με μη προσεκτική εφαρμογή, σε λάθος εκτιμήσεις και ως εκ τούτου σε δυσπιστία και σε καθυστερήσεις. Γι' αυτό η διοίκηση σοφόν είναι να εξασφαλίζει ότι το προσωπικό που θα ασχοληθεί με τις εφαρμογές των μεθόδων είναι εξοικειωμένο με την στοιχειώδη αυτή περιοχή της στατιστικής που είναι απαραίτητη.

**Παραδοχή 1:** Οι δράσεις (εργασίες) του έργου μπορούν να περιγραφούν ως ξεχωριστές οντότητες (entities) με σαφές χρονικό σημείο έναρξης και λήξης.

Στην πραγματικότητα τα έργα και κυρίως τα πολύπλοκα από αυτά, δεν είναι στατικά αλλά μπορεί να μεταβάλλονται σε περιεχόμενο, κατά την διάρκεια του χρόνου εκτέλεσής τους. Έτσι ένα δίκτυο δράσεων του έργου κατασκευασμένο αρχικά, μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά ανακριβές αργότερα. Ένα άλλο πρόβλημα που προκύπτει είναι ότι από την στιγμή που καθορίζονται οι επιμέρους δράσεις και σχεδιάζεται το δίκτυο δράσεων του έργου και εφ' όσον υπάρχει ακαμψία κατά την εφαρμογή τους, τείνει να μειωθεί η ευελιξία που απαιτείται για να διαχειριστούμε μεταβολές που υπεισέρχονται κατά την εξέλιξη του έργου.

**Παραδοχή 2:** Η σειρά εκτέλεσης των εργασιών μπορεί να περιγραφεί υπό μορφή δικτύου δράσεων.

Κάποιες φορές η σειρά εκτέλεσης των εργασιών δεν μπορεί να καθοριστεί εκ των προτέρων. Σε κάποια έργα μπορεί να συμβεί κατά την εξέλιξή τους να χρειασθεί να αλλάξει η σειρά εκτέλεσης κάποιων δράσεων του έργου σε σχέση με το προκαθορισμένο δίκτυο δράσεων. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε εξωγενείς παράγοντες που δεν είναι εύκολο να ελεγχθούν. Οι μέθοδοι CPM και PERT δεν προβλέπουν τον χειρισμό τέτοιων καταστάσεων, ενώ κάποιες άλλες τεχνικές που έχουν προταθεί, δίδουν την δυνατότητα εναλλακτικών διαδρομών στο δίκτυο δράσεων με διαφορετικά κάθε φορά αποτελέσματα.

**Παραδοχή 3:** Ο έλεγχος του έργου βασίζεται στον έλεγχο της κρίσιμης διαδρομής.

Μετά τον καθορισμό της κρίσιμης διαδρομής σε ένα δίκτυο δράσεων και κατά την εξέλιξη του έργου, είναι πολλές φορές πιθανόν μια δράση που δεν ανήκει στην



κρίσιμη διαδρομή να καθυστερήσει τόσο (περισσότερο από το slack time της) ώστε να επιμηκυνθεί χρονικά ολόκληρο το έργο. Έχει λοιπόν προταθεί η ιδέα της κρίσιμης δράσης να αντικαταστήσει την ιδέα της κρίσιμης διαδρομής, στον έλεγχο των έργων. Η προσοχή πρέπει να δοθεί σε αυτές τις κρίσιμες δράσεις που ενώ δεν ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή, οπότε παρουσιάζουν slack time, έχουν δυνητικά υψηλή διακύμανση (Variance) και μπορεί να ισχυριστεί κάποιος ότι ανήκουν σε μια «σχεδόν κρίσιμη διαδρομή». Μια τέτοια διαδρομή μπορεί να γίνει αυτή η κρίσιμη, αντικαθιστώντας την παλαιά, αν μια από τις κρίσιμες δράσεις της καθυστερήσει αρκετά.

**Παραδοχή 4:** Οι χρόνοι εκτέλεσης των δράσεων (εργασιών) σε ένα διάγραμμα PERT ακολουθούν κατανομή  $\beta$  με την διακύμανση του συνολικού χρόνου εκτέλεσης να ισούται με το άθροισμα των διακυμάνσεων κατά μήκος της κρίσιμης διαδρομής.

Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται στην μέθοδο PERT στην πραγματικότητα είναι μια προσαρμογή των σχέσεων για τον μέσο και την διακύμανση της κατανομής  $\beta$ . Εφ' όσον χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες κατανομές για να προσεγγιστούν στατιστικά τα μοντέλα, με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά αυτών των κατανομών, θα μπορούσε κάποιος να εισηγηθεί τη χρήση άλλων κατανομών με παρόμοια χαρακτηριστικά, που θα οδηγήσουν βέβαια σε διαφορετικό μέσο και διακύμανση για το έργο.

Πολλές φορές επίσης υπάρχει συζήτηση για την επιβάρυνση σε κόστος του συνολικού έργου από την εφαρμογή των μεθόδων CPM και PERT. Αλλά από στοιχεία που έχουν μελετηθεί προκύπτει ότι σπανίως η εφαρμογή των μεθόδων αυτών επιβαρύνει περισσότερο από 2% το κόστος του συνολικού έργου ή σπανίως το 5% σε ειδικές περιπτώσεις (όταν π.χ. υπάρχουν δομές του τύπου **Work Breakdown Structure - WBDS**). Πάντως είναι σίγουρο ότι αυτό το επιπρόσθετο κόστος αποσβένει με τον καλύτερο προγραμματισμό που επιτυγχάνεται και με την μείωση του χρόνου εκτέλεσης του έργου.

## 1.7 Η Μέθοδος των Κατά Κόμβο Προσανατολισμένων Δικτύων (Μέθοδος MPM)

Η μέθοδος των κατά κόμβο προσανατολισμένων δικτύων (Μέθοδος MPM, Metra Potential Method ή PDM, Precedence Diagram Method), προέρχεται από τη μέθοδο που χρησιμοποίησε η Γαλλική επιχείρηση ηλεκτρισμού στα έργα εξηλεκτρισμού της Γαλλίας τη δεκαετία του 50 και από έρευνα που έγινε την ίδια χρονική περίοδο στο πανεπιστήμιο Stanford της Καλιφόρνιας των ΗΠΑ. Παρουσίαζε μεγαλύτερο υπολογιστικό βάρος σε σχέση με άλλες μεθόδους όπως η CPM για αυτό καθυστέρησε η καθιέρωσή της. Ένας άλλος λόγος που η CPM έμοιαζε να επικρατεί μέχρι την δεκαετία του 1980 ήταν επειδή γινόταν ευρεία χρήση της από τους κυβερνητικούς μηχανισμούς των ΗΠΑ. Με την εξέλιξη όμως της υπολογιστικής ισχύος των υπολογιστών από την δεκαετία του 1990, η MPM κερδίζει συνεχώς έδαφος. Όλα τα μεγάλα έργα στην ελληνική επικράτεια τις τελευταίες δύο δεκαετίες, όπως η Εγνατία οδός, Αττικό μετρό, αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλου των Σπάτων, έργα φυσικού αερίου κλπ., έχουν σχεδιαστεί με τη μέθοδο MPM (Πολύζος 2011).

Η MPM αναπαριστά ένα έργο με ένα δικτυωτό γράφημα όπου αυτή τη φορά οι κόμβοι *δεν αναπαριστούν γεγονότα αλλά δραστηριότητες*. Οι σχέσεις αλληλουχίας μεταξύ των διαδοχικών δραστηριοτήτων παριστάνονται με διανύσματα (προσανατολισμένα ευθύγραμμα τμήματα) τα βέλη.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα είδη των σχέσεων αλληλουχίας, οι κανόνες σχεδιασμού ενός δικτυακού γραφήματος MPM, η επίλυση του MPM, ο ορισμός των χρονικών περιθωρίων, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου.

### 1.7.1. Σχέσεις Αλληλουχίας στη Μέθοδο MPM

Όπως εννοείται και παραπάνω αντί να υπάρχει ως μοναδική σχέση αλληλουχίας η σχέση “προηγούμενη δραστηριότητα → επόμενη δραστηριότητα”, υπάρχουν τέσσερις διακριτές σχέσεις αλληλουχίας:

1. SS (start start) Σχέση Αρχής – Αρχής.



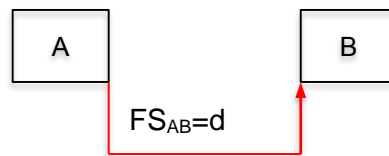
Οι δραστηριότητες A και B συνδέονται με σχέση Αρχής – Αρχής ( $SS_{AB}$ ) όταν και μόνο όταν η δραστηριότητα B, είναι δυνατόν να ξεκινήσει d χρονικές μονάδες μετά την έναρξη της δραστηριότητας A.

2. SF (start finish) Σχέση Αρχής – Τέλους.



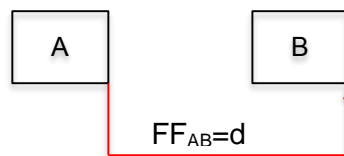
Οι δραστηριότητες A και B συνδέονται με σχέση Αρχής – Τέλους (SFAB) όταν και μόνο όταν η δραστηριότητα B, είναι δυνατόν να τελειώσει d χρονικές μονάδες μετά την έναρξη της δραστηριότητας A.

3. FS (finish start) Σχέση Τέλους – Αρχής.



Οι δραστηριότητες A και B συνδέονται με σχέση Τέλους – Αρχής (FS<sub>AB</sub>) όταν και μόνο όταν η δραστηριότητα B, είναι δυνατόν να αρχίσει d χρονικές μονάδες μετά το τέλος της δραστηριότητας A.

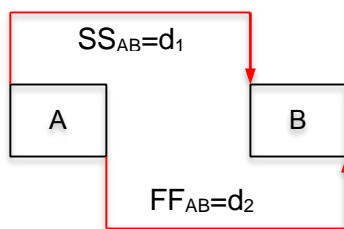
4. FF (finish finish) Σχέση Τέλους – Τέλους AB.



Οι δραστηριότητες A και B συνδέονται με σχέση Τέλους – Τέλους (FFAB) όταν και μόνο όταν η δραστηριότητα B, είναι δυνατόν να τελειώσει d χρονικές μονάδες μετά το τέλος της δραστηριότητας A.

5. Σύνθετες Σχέσεις Μεταξύ Δραστηριοτήτων.

Στην μέθοδο MPM δύο δραστηριότητες είναι δυνατόν να συνδέονται με περισσότερες από μία σχέσεις αλληλουχίας και αυτό άλλωστε είναι ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα της MPM. Στο σχήμα που ακολουθεί η δραστηριότητες A και B συνδέονται τόσο με σχέση Αρχής – Αρχής όσο και με σχέση Τέλους – Τέλους.



Η δραστηριότητα B μπορεί να αρχίσει  $d_1$  χρονικές μονάδες μετά την αρχή της δραστηριότητας A και συγχρόνως μπορεί να τελειώσει μόνο  $d_2$  χρονικές μονάδες μετά το τέλος της δραστηριότητας A.

### 1.7.2 Κανόνες Σχεδιασμού Δικτύου MPM

Ο σχεδιασμός των δικτύων MPM βασίζεται σε ένα αριθμό κανόνων που θα πρέπει να ικανοποιούνται σε κάθε δίκτυο.

1. Κάθε δίκτυο MPM έχει μόνο μία αρχή και μόνο ένα τέλος.
2. Ένα δίκτυο MPM σχεδιάζεται από αριστερά προς τα δεξιά.
3. Οι δραστηριότητες συμβολίζονται με κόμβους και οι σχέσεις αλληλουχίας μεταξύ των δραστηριοτήτων με προσανατολισμένα ευθύγραμμα τμήματα τα βέλη.
4. Το σχήμα κάθε κόμβου (κύκλος, έλλειψη, παραλληλόγραμμο) και το μήκος κάθε βέλους δεν μας παρέχουν κάποια συγκεκριμένη πληροφορία και υπαγορεύονται μόνο από τις σχεδιαστικές ανάγκες του γραφήματος.
5. Δεν μπορούμε να έχουμε κλειστούς βρόχους (loops) σε ένα δικτυωτό γράφημα MPM.
6. Δεν επιτρέπονται ανεξάρτητες δραστηριότητες. Δηλαδή δεν υπάρχουν στο MPM δραστηριότητες χωρίς επόμενη εκτός από αυτές που είναι τελικές δραστηριότητες ενός έργου.
7. Δεν επιτρέπονται ανεξάρτητες σχέσεις αλληλουχίας που να μην συνδέονται και στα δύο τους άκρα με δραστηριότητες ενός έργου.
8. Οι συμβολισμοί των γεγονότων και των δραστηριοτήτων είναι μοναδικοί σε κάθε δίκτυο MPM.
9. Είναι δυνατή η χρήση τεχνητών δραστηριοτήτων αναμονής, πλασματικών δραστηριοτήτων και ορόσημων δραστηριοτήτων.

Οι κανόνες αυτοί είναι σημαντικά λιγότεροι και απλούστεροι από τους κανόνες των δικτύων CPM λόγω της μειωμένης χρήσης πλασματικών δραστηριοτήτων και στην εγγενή δυνατότητα που έχει η MPM να παριστάνει σύνθετες σχέσεις αλληλουχίας δραστηριοτήτων.

### 1.7.3 Συμβολισμοί

Όπως αναφέραμε στην μέθοδο MPM οι κόμβοι παριστάνουν δραστηριότητες. Παρουσιάζουμε στη συνέχεια τους συμβολισμούς που θα χρησιμοποιήσουμε.

A		$T_A$
$ES_A$	$EF_A$	$TS_A$
$LS_A$	$LF_A$	$FTS_A$

- A: Όνομα δραστηριότητας.
- $T_A$ : Χρονική διάρκεια της δραστηριότητας "A".
- $ES_A$ : Ενωρίτερη έναρξη της δραστηριότητας "A".
- $EF_A$ : Ενωρίτερη ολοκλήρωση της δραστηριότητας "A".
- $LS_A$ : Αργότερη έναρξη της δραστηριότητας "A".
- $LF_A$ : Αργότερη ολοκλήρωση της δραστηριότητας "A".
- $TS_A$ : Ολικό χρονικό περιθώριο της δραστηριότητας "A".
- $FTS_A$ : Ελεύθερο χρονικό περιθώριο της δραστηριότητας "A".

### 1.7.4 Επίλυση Δικτυωτού Γραφήματος MPM

Και στη μέθοδο MPM η επίλυση του δικτυωτού γραφήματος γίνεται σε δύο φάσεις τον ομόρροπο και τον αντίρροπο υπολογισμό.

#### 1.7.4.1. 1η Φάση (Ομόρροπος Υπολογισμός)

Ξεκινώντας από το κόμβο της αρχής, δηλαδή την αρχική δραστηριότητα, η παρακολούθηση γίνεται από αριστερά προς τα δεξιά, δηλαδή κατά την φορά των βελών με κατεύθυνση προς τον κόμβο τέλους, όπου είναι και η τελική δραστηριότητα. Σε κάθε βήμα υπολογίζονται οι ενωρίτεροι χρόνοι έναρξης και λήξης μιας δραστηριότητας βάση των κανόνων που ακολουθούν:

α. Κανόνας 1ος:

Η ενωρίτερη έναρξη της δραστηριότητας της αρχής αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή 0.

$$ES_{\text{αρχ}} = 0$$

Η ενωρίτερη ολοκλήρωση της δραστηριότητας της αρχής αντιστοιχεί στη

χρονική στιγμή  $T_{A\rho\chi}$ :

$$EF_{A\rho\chi} = ES_{A\rho\chi} + T_{A\rho\chi} = 0 + T_{A\rho\chi} = T_{A\rho\chi}$$

β. Κανόνας 2ος:

**1η Περίπτωση:** Όταν οι δραστηριότητες A και B συνδέονται μεταξύ τους με μία σχέση αλληλουχίας που έχει μία από τις μορφές  $SS_{AB}$ ,  $SF_{AB}$ ,  $FS_{AB}$ ,  $FF_{AB}$  τότε για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τους ενωρίτερους χρόνους της δραστηριότητας B χρησιμοποιούμε ανάλογα με τη δοσμένη σχέση αλληλουχίας τους τύπους:

$$ES_B = ES_A + SS_{AB}$$

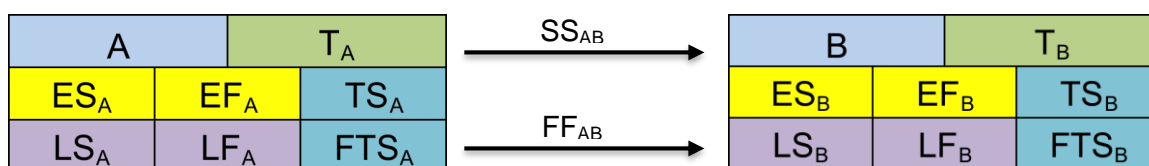
$$ES_B = ES_A + SF_{AB} - T_B$$

$$ES_B = EF_A + FS_{AB}$$

$$ES_B = EF_A + FF_{AB} - T_B$$



**2η Περίπτωση:** Πολλές φορές δύο διαδοχικές δραστηριότητες A, B συνδέονται με περισσότερες σχέσεις αλληλουχίας, π.χ. δίνονται τα  $SS_{AB}$  και  $FF_{AB}$  όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



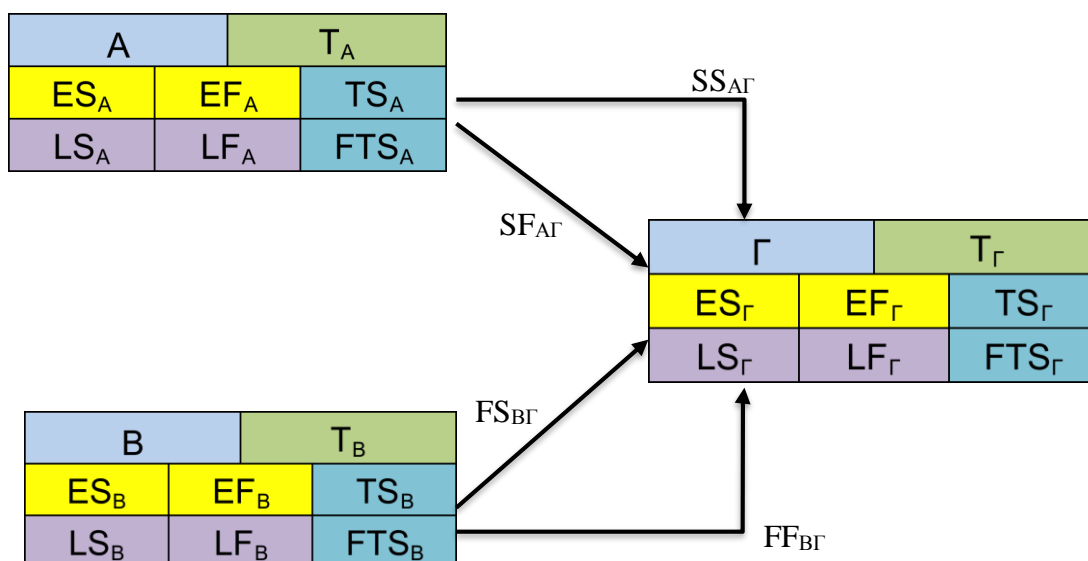
Σε αυτή την περίπτωση υπολογίζεται χωριστά από κάθε σχέση αλληλουχίας το  $ES_B$  και επιλέγεται το μεγαλύτερο, δηλαδή:

$$ES_B = ES_A + SS_{AB}$$

$$ES_B = EF_A + FF_{AB} - T_B$$

$$ES_B = \max\{ES_A + SS_{AB}, EF_A + FF_{AB} - T_B\}$$

**3η Περίπτωση:** Μια δραστηριότητα Γ έχει παραπάνω από μία προηγούμενες δραστηριότητες π.χ. Α, Β και με την επιπλέον δυσκολία ότι συνδέεται με αυτές με πολλαπλές σχέσεις αλληλουχίας όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



Το  $ES_{\Gamma}$  προκύπτει ως το μέγιστο αποτέλεσμα απ' όλες τις σχέσεις αλληλουχίας που δίνονται.

$$ES_{\Gamma} = \max\{ES_A + SS_{A\Gamma}, ES_A + SF_{A\Gamma} - T_{\Gamma}, EF_B + FS_{B\Gamma}, EF_B + FF_{B\Gamma} - T_{\Gamma}\}$$

Αφού έχουμε υπολογίσει το  $ES_{\Gamma}$  της επόμενης δραστηριότητας το  $EF_{\Gamma}$  σε κάθε περίπτωση προκύπτει από τον τύπο:

$$EF_{\Gamma} = ES_{\Gamma} + T_{\Gamma}$$

#### 1.7.4.2. 2η Φάση (Αντίρροπος Υπολογισμός)

Ξεκινώντας από το κόμβο του τέλους δηλαδή την τελική δραστηριότητα κινούμαστε από δεξιά προς τα αριστερά, δηλαδή κατά την αντίθετη φορά των βελών με κατεύθυνση προς τον κόμβο της αρχής, δηλαδή την αρχική δραστηριότητα. Σε κάθε βήμα υπολογίζουμε τους βραδύτερους χρόνους έναρξης και λήξης μιας δραστηριότητας βάση των κανόνων που ακολουθούν:

α. Κανόνας 1ος:

Η βραδύτερη ολοκλήρωση της δραστηριότητας του τέλους αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή  $EF_{T\epsilon\lambda}$ .

$$LF_{T\epsilon\lambda} = EF_{T\epsilon\lambda}$$

Η βραδύτερη έναρξη της δραστηριότητας του τέλους υπολογίζεται από τον τύπο:

$$LS_{T_{\epsilon\lambda}} = LF_{T_{\epsilon\lambda}} - T_{T_{\epsilon\lambda}} = EF_{T_{\epsilon\lambda}} - T_{T_{\epsilon\lambda}}$$

β. Κανόνας 2ος

**1η Περίπτωση:** Όταν οι δραστηριότητες A και B συνδέονται μεταξύ τους με μία σχέση αλληλουχίας που έχει μία από τις μορφές  $SS_{AB}$ ,  $SF_{AB}$ ,  $FS_{AB}$ ,  $FF_{AB}$  τότε για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τους βραδύτερους χρόνους της δραστηριότητας A χρησιμοποιούμε ανάλογα με τη δοσμένη σχέση αλληλουχίας τους τύπους:

$$LF_A = LS_B - SS_{AB} + T_A$$

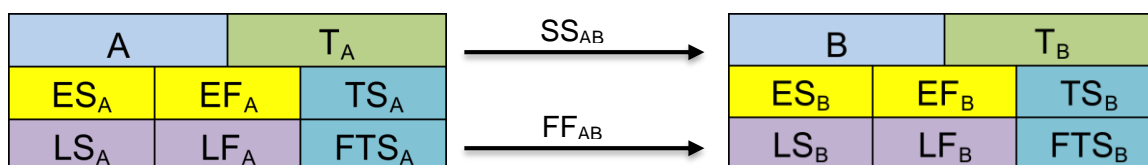
$$LF_A = LF_B - SF_{AB} + T_A$$

$$LF_A = LS_B - FS_{AB}$$

$$LF_A = LF_B - FF_{AB}$$



**2η Περίπτωση:** Πολλές φορές δύο διαδοχικές δραστηριότητες A, B συνδέονται με περισσότερες σχέσεις αλληλουχίας, π.χ. δίνονται τα  $SS_{AB}$  και  $FF_{AB}$  όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



Σε αυτή την περίπτωση υπολογίζουμε χωριστά από κάθε σχέση αλληλουχίας το  $LF_A$  και επιλέγουμε το μικρότερο, δηλαδή:

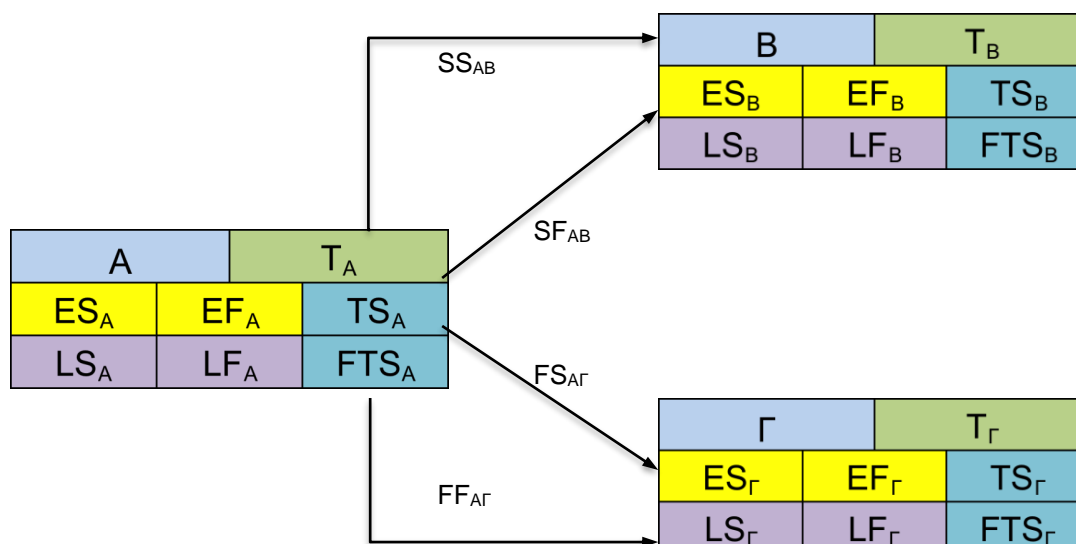
$$LF_A = LS_B - SS_{AB} + T_A$$

$$LF_A = LF_B - FF_{AB}$$

$$LF_A = \min\{LS_B - SS_{AB} + T_A, LF_B - FF_{AB}\}$$

**3η Περίπτωση:** Μια δραστηριότητα A έχει παραπάνω από μία επόμενες δραστηριότητες π.χ. B, Γ και με την επιπλέον δυσκολία ότι συνδέεται με αυτές με πολλαπλές σχέσεις αλληλουχίας όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:





Το  $LF_A$  προκύπτει ως το ελάχιστο αποτέλεσμα απ' όλες τις σχέσεις αλληλουχίας που δίνονται.

$$LF_A = \min\{LS_B - SS_{AB} + T_A, LF_B - SF_{AB} + T_A, LS_\Gamma - FS_{A\Gamma}, LF_\Gamma - FF_{A\Gamma}\}$$

Αφού έχουμε υπολογίσει το  $LF_A$  της προηγούμενης δραστηριότητας το  $LS_A$  σε κάθε περίπτωση προκύπτει από τον τύπο:

$$LS_A = LF_A - T_A$$

#### 1.7.4.3. Υπολογισμός των Ολικών Χρονικών Περιθωρίων

Όπως και στην μέθοδο CPM, τα χρονικά περιθώρια των δραστηριοτήτων χρησιμοποιούνται ως περιθώρια για τη χρονική ασφάλεια του έργου και για τον ορθολογικό υπολογισμό των μέσων παραγωγής.

##### • $TS_A$ Ολικό Χρονικό Περιθώριο της Δραστηριότητας A.

Τα ολικά χρονικά περιθώρια μιας δραστηριότητας υπολογίζονται αφαιρώντας για κάθε δραστηριότητα από τον βραδύτερο χρόνο πέρατός της τον ενωρίτερο χρόνο πέρατός της ή ισοδύναμα αφαιρώντας από τον βραδύτερο χρόνο έναρξής της τον ενωρίτερο χρόνο έναρξής της, σύμφωνα με τον τύπο:

$$TS_A = LF_A - EF_A = LS_A - ES_A$$

Όπως το ολικό χρονικό περιθώριο μιας δραστηριότητας καθορίζει το χρονικό διάστημα κατά το οποίο μπορεί να καθυστερήσει η ολοκλήρωση της δραστηριότητας χωρίς να προκαλέσει καθυστέρηση στη συνολική διάρκεια του έργου.

- **FTS<sub>A</sub> Ελεύθερο Χρονικό Περιθώριο της Δραστηριότητας A.**

Είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο μπορεί να καθυστερήσει η ολοκλήρωση της δραστηριότητας A χωρίς να προκληθεί καθυστέρηση στους καθορισμένους χρόνους έναρξης των επόμενων δραστηριοτήτων.

- **ITS<sub>A</sub> Ανεξάρτητο Χρονικό Περιθώριο της Δραστηριότητας A.**

Είναι το χρονικό διάστημα που έχει μια δραστηριότητα A όταν όλες οι προηγούμενες δραστηριότητες ολοκληρωθούν το βραδύτερο δυνατό και όλες οι επόμενες δραστηριότητες αρχίσουν το ενωρίτερο δυνατό.

- **Σχέση Μεταξύ χρονικών Περιθωρίων μιας Δραστηριότητας.**

Για τα χρονικά περιθώρια κάθε δραστηριότητας ισχύει η διάταξη ότι το ολικό χρονικό περιθώριο της είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το ελεύθερο χρονικό περιθώριο της, το οποίο με τη σειρά του είναι πάντα μεγαλύτερο ή ίσο από το ανεξάρτητο χρονικό περιθώριο της. Δηλαδή για τα χρονικά περιθώρια μιας δραστηριότητας ισχύει πάντα η ανισότητα:

$$TS_A \geq FTS_A \geq ITS_A$$

Στη περίπτωση που το ολικό χρονικό περιθώριο μιας δραστηριότητας είναι ίσο με μηδέν τότε υποχρεωτικά και το ελεύθερο χρονικό περιθώριο όπως και το ανεξάρτητο χρονικό περιθώριο της είναι μηδέν.

Σε μια απλή ακολουθία δραστηριοτήτων, όλες οι δραστηριότητες έχουν ίσο ολικό χρονικό περιθώριο. Ακόμα όλες εκτός από την τελευταία έχουν μηδενικό ελεύθερο χρονικό περιθώριο. Ακόμα αν μια από τις δραστηριότητες της απλής ακολουθίας καθυστερήσει και καταναλώσει μέρος του ολικού χρονικού περιθωρίου της τότε για όλες τις επόμενες δραστηριότητες μειώνεται κατά το αντίστοιχο ποσό το ολικό χρονικό περιθώριό τους.

**Κρίσιμες Δραστηριότητες** ονομάζονται εκείνες, των οποίων το ολικό χρονικό περιθώριο είναι ίσο με μηδέν.

**Κρίσιμη Διαδρομή** ονομάζεται μια ακολουθία κρίσιμων δραστηριοτήτων που ξεκινάει από την δραστηριότητα (κόμβο) αρχής του έργου και καταλήγει στην δραστηριότητα (κόμβο) τέλος του έργου.

Στη περίπτωση που υπάρξει καθυστέρηση σε μια από τις κρίσιμες δραστηριότητες τότε προκαλείται καθυστέρηση στο συνολικό έργο. Σε κάθε δικτυωτό γράφημα με οποιαδήποτε μέθοδο και εάν αυτό επιλύεται υπάρχει τουλάχιστον μία

κρίσιμη διαδρομή.

### **1.8 Συμπεράσματα για τις Μεθόδους CPM, PERT και MPM**

Ύστερα από την ανάλυση των τριών αυτών μεθόδων, θα αναφερθούν συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε μιας, ούτως ώστε να γίνει μία σχετική σύγκριση μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα αυτής θα είναι να φανεί ποια είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος που να μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις ενός πολύπλοκου Έργου της εποχής και να μπορεί να ικανοποιήσει τις υψηλές απαιτήσεις σε πληροφόρησιες για αυτό.

#### **Μέθοδος CPM**

Πλεονεκτήματα:

- Εποπτεία των αλληλουχιών των δραστηριοτήτων.
- Απλή επίλυση του δικτύου του Έργου.

Μειονεκτήματα

- Ανάλογα με τις σχέσεις αλληλουχίας μπορούν να προκύψουν εναλλακτικά σχέδια του δικτύου.
- Εκφράζονται μόνο απλές σχέσεις αλληλουχίας (προηγείται – έπεται).
- Ο σχεδιασμός του δικτύου είναι χρονοβόρος.
- Κάθε δραστηριότητα θεωρείται πως έχει σταθερή διάρκεια.

#### **Μέθοδος PERT**

Πλεονεκτήματα:

- Απλή επίλυση γραφήματος.
- Παροχή δυνατότητας υπολογισμού της επίδρασης της αβεβαιότητας στη χρονική εκτίμηση των δραστηριοτήτων.
- Παροχή δυνατότητας υπολογισμού της πιθανότητας ολοκλήρωσης ενός Έργου σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Μειονεκτήματα

- Δεν απεικονίζονται σύνθετες σχέσεις αλληλουχίας μεταξύ των δραστηριοτήτων του Έργου.
- Χρονοβόρα κατασκευή του γραφήματος.
- Απλουστευτικές υποθέσεις – παραδοχές.
- Προβλήματα σε υπολογισμούς με μικρά χρονικά περιθώρια μη κρίσιμων δραστηριοτήτων.

## Μέθοδος MPM

### Πλεονεκτήματα:

1. Χρησιμοποιεί την απλούστερη σχεδίαση δικτύου από τις υπόλοιπες μεθόδους.
2. Έχει την δυνατότητα να αναπαραστήσει πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων.
3. Σπάνια απαιτούνται πλασματικές δραστηριότητες.
4. Δεν απαιτείται η διάσπαση των δραστηριοτήτων σε επιμέρους δραστηριότητες ακόμα και εάν μια δραστηριότητα έπεται ενός μέρους μιας άλλης.
5. Υποστηρίζεται από τα περισσότερα καθιερωμένα προγράμματα λογισμικού (π.χ. MS Project, Primavera κλπ.).

### Μειονεκτήματα

1. Δεν υπάρχει σαφής εποπτεία των σχέσεων αλληλουχίας μεταξύ των δραστηριοτήτων.
2. Έχει την πιο περίπλοκη μέθοδο επίλυσης σε σχέση με τις άλλες μεθόδους.
3. Κάθε δραστηριότητα θεωρείται πως έχει σταθερή διάρκεια εκ των προτέρων προσδιορισμένη, που δεν μπορεί να αναθεωρηθεί στην πορεία, με αποτέλεσμα μια κακή αρχική εκτίμηση της χρονικής διάρκειας μιας δραστηριότητας να έχει μια δυσμενή επίδραση στην επίλυση του συνολικού έργου.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι στις μεθόδους CPM και PERT εκφράζονται μόνο απλές σχέσεις αλληλουχίας και όχι σύνθετες μεταξύ των δραστηριοτήτων του Έργου. Δεν μπορούν δηλαδή να υποστηρίξουν πολύπλοκα Έργα.

Από την άλλη μεριά, στη μέθοδο MPM δύο δραστηριότητες μπορούν να συνδέονται με περισσότερες από μία σχέσεις αλληλουχίας. Έχει βέβαια, πιο περίπλοκη μέθοδο επίλυσης σε σχέση με τις μεθόδους CPM και PERT, γι' αυτό η MPM παρουσιάζει μεγάλο υπολογιστικό όγκο πληροφοριών. Όμως με την εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων, αυτό το «βάρος» είναι εύκολα διαχειρίσιμο. Επί προσθέτως, το γεγονός επίσης ότι η μέθοδος αυτή υποστηρίζεται από τα πιο καθιερωμένα και διαδεδομένα σύγχρονα λογισμικά όπως είναι το MS Project και το Primavera το καθιστούν την πλέον κατάλληλη μέθοδο επίλυσης και διαχείρισης Έργων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Εφαρμογές Διαχείρισης Έργων**

### **2.1. Εισαγωγή.**

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη περιγραφή των εφαρμογών που χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα για την υλοποίηση και τον έλεγχο Έργων. Υπάρχουν δύο κατηγορίες εργαλείων διαχείρισης Έργων (Project Management). Στην πρώτη ανήκουν για παράδειγμα οι εφαρμογές MS Project και PRIMAVERA P6 PROFESSIONAL PROJECT MANAGEMENT. Αυτό που χαρακτηρίζει αυτού του είδους τα προγράμματα είναι ότι λειτουργούν αυτοτελώς, τα δεδομένα εισάγονται από το χρήστη και λειτουργούν για την επίλυση θεμάτων και προβλημάτων στη διαχείριση ενός Έργου.

Από την άλλη μεριά, υπάρχουν εφαρμογές διαχείρισης Έργων (Project Management) οι οποίες μπορούν να συνεργαστούν με άλλα ERP συστήματα, αντλώντας δεδομένα ή πληροφορίες (εισροή) ή και παρέχοντας δεδομένα ή πληροφορίες (εκροή). Ένα παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής είναι το SAP Project System.

### **2.2 Primavera P6 Professional Project Management**

Το λογισμικό πακέτο Primavera αναπτύχθηκε πρώτη φορά το 1983 από την εταιρεία Primavera Systems Inc. και μετά την εξαγορά της εταιρείας το 2008, διακινείται από την εταιρεία Oracle Corporation.

Στοχεύει στην παροχή ολοκληρωμένων λύσεων σε ό,τι αφορά τη διαχείριση και τον προγραμματισμό έργων, εταιρικών πόρων και δομών καθώς και στη διαχείριση χαρτοφυλακίων έργων και επενδύσεων. Βρίσκει εφαρμογή σε κατασκευαστικά έργα, χρηματοοικονομικούς οργανισμούς, τον ενεργειακό χώρο, τις Τηλεπικοινωνίες και την Πληροφορική, τις Βιομηχανίες, τον Δημόσιο και Ιδιωτικό τομέα.

Για τη λειτουργία του χρησιμοποιεί το περιβάλλον των Windows, την αρχιτεκτονική πελάτη/εξυπηρετητή (client/server architecture), τη δυνατότητα διασύνδεσης και ενημέρωσης της βάσης δεδομένων στο διαδίκτυο (Web-enabled technology) και τη λειτουργία είτε μέσα από αυτόνομη βάση δεδομένων (SQL Server Express), είτε μέσα από δικτυακή βάση δεδομένων (network-based, Oracle and Microsoft SQL Server).

Το Primavera P6 Professional Project Management που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αποτελεί προϊόν της τελευταίας έκδοσης του λογισμικού πακέτου Primavera Enterprise Project Portfolio Management. Είναι σχεδιασμένο με σκοπό τη διαχείριση έργων μεγάλης κλίμακας και υψηλής πολυπλοκότητας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προγραμματισμό έργων με έως

και 100.000 δραστηριότητες και απεριόριστο πλήθος πόρων.

Τα υπόλοιπα προϊόντα του πακέτου με τα οποία μπορεί να αλληλεπιδράσει το Primavera P6 είναι τα εξής:

- Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management: αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση για την προτεραιοποίηση, τον σχεδιασμό, τη διαχείριση και την εκτέλεση έργων, προγραμμάτων και χαρτοφυλακίων σε όλη την έκταση της επιχείρησης.
- Primavera Portfolio Management: στοχεύει στη διαχείριση κάθε είδους χαρτοφυλακίου από τη σύλληψη μέχρι την εκτέλεση και διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών του οργανισμού.
- Primavera Risk Analysis: στοχεύει στην ανάλυση επικινδυνότητας του κόστους και του χρονοδιαγράμματος καθ' όλη τη διάρκεια ζωής ενός έργου και προσδιορίζει τα επίπεδα αξιοπιστίας της επιτυχημένης εκτέλεσης των έργων.
- Primavera Contract Management: υλοποιεί τη διαχείριση των εγγράφων ενός έργου, του κόστους των εργασιών και των ελέγχων πεδίου, ώστε να διατηρεί το έργο εντός τροχιάς χρόνου και προϋπολογισμού.
- Primavera Earned Value Management: υπολογίζει σε όρους κόστους την πορεία του έργου ως προς το αρχικό χρονοδιάγραμμα και τον προϋπολογισμό.

Τα εργαλεία που διαθέτει το Primavera P6 για την εκτέλεση των λειτουργιών του είναι τα παρακάτω:

**Project Management:** Το εργαλείο της Διαχείρισης Έργων επιτρέπει στους χρήστες να παρακολουθούν και να αναλύουν τις επιδόσεις των έργων τους. Απευθύνεται κατά κύριο λόγο σε οργανισμούς που καλούνται να διαχειριστούν ταυτόχρονα πολλαπλά έργα και να υποστηρίξουν την πρόσβαση πολλών χρηστών σε όλη την έκταση του οργανισμού.

Λειτουργεί μέσα από τη θεμελιώδη βάση δεδομένων του Primavera (PMDB) που έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει μια επιχειρησιακή δομή (EPS) με απεριόριστο αριθμό έργων, δραστηριοτήτων, γραμμών βάσης, πόρων, στοιχείων δομής ανάλυσης έργου (WBS), κρίσιμων διαδρομών, κωδικών καθορισμένων από το χρήστη και μεθόδων εξισορρόπησης πόρων. Για μεγάλης κλίμακας εφαρμογές κρίνεται κατάλληλη η χρήση της βάσης δεδομένων της Oracle ή SQL Server, ενώ για μικρές εφαρμογές μπορεί να χρησιμοποιηθεί η βάση δεδομένων SQL Server Express.

**Methodology Management:** Η μονάδα Διαχείρισης Μεθοδολογίας είναι ένα σύστημα σύνταξης μεθοδολογιών και προτύπων σε μια κεντρική βάση δεδομένων (MMDB). Οι διαχειριστές έργων έχουν την δυνατότητα να επιλέξουν, να συνδυάσουν,

και να προσαρμόσουν μεθοδολογίες με σκοπό τη δημιουργία προσαρμοσμένων σχεδίων έργου. Αυτές οι προσαρμοσμένες μεθοδολογίες μπορούν να εισαχθούν στη μονάδα Διαχείρισης Έργων (Project Management) μέσω της εφαρμογής Project Architect Wizard, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως πρότυπα για νέα έργα. Με αυτόν τον τρόπο, ο οργανισμός μπορεί συνεχώς να βελτιώνει και να τελειοποιεί τις χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες και εκτιμήσεις καθώς και το σύνολο των πληροφοριών που αφορούν τα υπό μελέτη έργα.

**Timesheets:** Το λογισμικό πακέτο Primavera παρέχει επιπλέον τη δυνατότητα δικτυακής επικοινωνίας μεταξύ των διάφορων έργων και την εφαρμογή ενός συστήματος χρονομέτρησης. Στα Timesheets καταγράφονται οι πιο πρόσφατες πληροφορίες για την εξέλιξη των εργασιών, επιτρέποντας στους διαχειριστές των έργων να λαμβάνουν κρίσιμες αποφάσεις με τη βεβαιότητα ότι κατέχουν τις πιο έγκυρες πληροφορίες.

**Primavera's Web Application:** Η εφαρμογή Web του Primavera παρέχει τη δυνατότητα πρόσβασης στο χαρτοφυλάκιο και στα στοιχεία πόρων του οργανισμού μέσω ενός προγράμματος περιήγησης. Κάθε εξουσιοδοτημένος διαδικτυακός χρήστης μπορεί να δημιουργήσει, να αναρτήσει και να έχει πρόσβαση σε προσαρμοσμένους πίνακες και προβολές δεδομένων που απαιτούνται στα πλαίσια της διαχείρισης των χαρτοφυλακίων και των πόρων. Επίσης, παρέχει τη δυνατότητα διαδικτυακής διαχείρισης των έργων από το σχεδιασμό μέχρι την ολοκλήρωσή τους.

**ProjectLink:** Το ProjectLink είναι ένα πρόσθετο που επιτρέπει στους χρήστες του Microsoft Project (MSP) να εργαστούν σε περιβάλλον MSP, ενώ έχουν πρόσβαση στις λειτουργίες του Primavera Enterprise. Το πρόσθετο επιτρέπει στους χρήστες του MSP να ανοίξουν και να αποθηκεύσουν έργα από και προς τη βάση δεδομένων του Primavera, ενώ εργάζονται μέσα στο περιβάλλον του MSP. Μπορούν για παράδειγμα να αξιοποιήσουν τη διαχείριση πόρων του Primavera μέσα στο περιβάλλον του MSP. Το ProjectLink επιτρέπει στους οργανισμούς να παρακολουθούν σε ημερήσια βάση την πορεία των έργων τους μέσω του MSP, ενώ παράλληλα έχουν πρόσβαση στις υψηλού επιπέδου επιχειρησιακές δομές του Primavera.

Εκτός από τη δυνατότητα συνεργασίας του Primavera με το MS Project είναι δυνατή η αλληλεπίδραση του Primavera Project Management με τα υπόλοιπα προϊόντα του πακέτου Primavera Enterprise και το Primavera Project Planner, καθώς και η εξαγωγή δεδομένων σε λογιστικά φύλλα του Excel (Χαλκιά, 2012).

## 2.3 Microsoft Project 2013

Το Microsoft Project (MSP) είναι μια εφαρμογή διαχείρισης έργων, η οποία

αναπτύχθηκε πρώτη φορά το 1984 και εκμεταλλεύεται εμπορικά από την Microsoft, με στόχο την υποβοήθηση των Διευθυντών Έργων (Project Managers) στην ανάπτυξη σχεδίων, στον καταμερισμό των πόρων στα διάφορα καθήκοντα, στην παρακολούθηση της εξέλιξης, στη διαχείριση των χρηματικών πόρων και του προϋπολογισμού και στην ανάλυση του φόρτου εργασίας. Πρόκειται για ένα δυνατό εργαλείο προγραμματισμού και διαχείρισης μικρών και μεγάλων έργων, βασισμένο στη δημιουργία μεμονωμένων αρχείων (file-based), που δίνει ιδιαίτερη έμφαση στο χρονοπρογραμματισμό των δραστηριοτήτων και τη δημιουργία εύληπτων και ευπαρουσίαστων αναφορών.

Το Microsoft Project Professional 2013 που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία αποτελεί μέρος του πακέτου Microsoft Enterprise Project Management (EPM) που βοηθά τους οργανισμούς να έχουν εποπτεία και έλεγχο των εργασιών, υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων και την ευθυγράμμισή τους με την εταιρική στρατηγική, μεγιστοποιεί την αξιοποίηση των πόρων και στοχεύει στην εκτέλεση των έργων με την βέλτιστη απόδοση της επένδυσης.

Το πακέτο λογισμικού της Microsoft περιλαμβάνει επίσης το MS Project Server 2013, το οποίο συγχωνεύει τις δυνατότητες της παλαιότερης έκδοσης του MS Project Portfolio Server 2007. Το MS Project Server 2013 διευρύνει τις δυνατότητες του MSP αποθηκεύοντας τις πληροφορίες των έργων σε μια κεντρική βάση δεδομένων (SQL Server), προσβάσιμη μόνο από εξουσιοδοτημένους χρήστες. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να καταχωρηθούν στα έργα, τους πόρους και τις δραστηριότητες χαρακτηριστικά του επιχειρησιακού επιπέδου και να δημιουργηθούν αναφορές προσβάσιμες σε όλη την έκταση του οργανισμού.

Σε συνδυασμό με την εφαρμογή Project Web App επιτρέπεται στους διαχειριστές έργων να κοινοποιούν στις ομάδες εργασίας τα σχέδια των έργων και τις αναθέσεις εργασιών μέσω του διαδικτύου. Επιπλέον, με το Microsoft SharePoint Workspace 2010 διευκολύνεται η άμεση συνεργασία των μελών ομάδας και είναι δυνατός ο συγχρονισμός των εταιρικών δεδομένων και η διαρκής ενημέρωση των αλλαγών που συμβαίνουν σε αυτά (Χαλκιά, 2012).

## **2.4 Τα ERP συστήματα και οι λειτουργίες τους**

Τα συστήματα τύπου ERP (Enterprise Resource Planning) είναι λειτουργικά πληροφοριακά συστήματα που δρουν για την ενοποίηση των λειτουργιών της επιχείρησης παρέχοντας ολοκληρωμένη πληροφόρηση και επίλυση θεμάτων στους χρήστες τους (Χανής 2004).

Τα συστήματα ERP που υπάρχουν ανήκουν στα συστήματα πελάτη/εξυπηρετητή (client/server) και έχουν κατασκευαστεί με έναν καθαρό



διαχωρισμό των λειτουργικών τους τμημάτων. Η διασύνδεση του χρήστη με το σύστημα γίνεται με το κατάλληλο γραφικό περιβάλλον διασύνδεσης χρήστη (Graphical User Interface – GUI). Ισχυρά μηχανήματα εξυπηρετητών (Servers) περιέχουν βάσεις δεδομένων και τα οποία υποστηρίζονται με τεχνολογία σχεσιακών βάσεων δεδομένων. Η επιχειρηματική λογική χωρίζεται ανάλογα με την αρχιτεκτονική του Έργου προς εκτέλεση στον υπολογιστή – πελάτη, στον υπολογιστή – εξυπηρετητή ή και στους δύο. Οι πληροφορίες εισάγονται μόνο μια φορά στο σύστημα και κατόπιν είναι προσπελάσιμες στο κάθε υποσύστημα.

Οι τεχνολογικές περιοχές που εφαρμόζονται στα ERP συστήματα είναι:

- Τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (Data Base Management Systems – DBMS).
- Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και
- Οι πλατφόρμες διασύνδεσης χρήστη.

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από πολλά τμήματα (modules), καθένα από τα οποία καλύπτει διαφορετικές λειτουργίες μέσα σε μια επιχείρηση ή οργανισμό. Τα πιο βασικά από αυτά τα τμήματα είναι το οικονομικό (Γενική – Αναλυτική Λογιστική, Κοστολόγηση), το τμήμα ανθρωπίνων πόρων, το εμπορικό (πωλήσεις, αγορές, διαχείριση υλικών, αποθέματα, αποθήκες) και τμήμα παραγωγής (προγραμματισμός απαιτήσεων, δυναμικότητας, πλάνα παραγωγής). Αυτά τα τμήματα συνδέονται μεταξύ τους έτσι ώστε οι χρήστες σε κάθε λειτουργία να μπορούν να ενημερώνονται άμεσα για τις λειτουργίες της επιχείρησης, ανάλογα με το βαθμό εξουσιοδότησης που έχουν.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση ενός ERP συστήματος σε μία εταιρεία είναι τα ακόλουθα:

1. Μείωση στα λειτουργικά κόστη.
2. Μείωση των αποθεμάτων.
3. Αποδοτικότητα σε χρόνο.
4. Συγκέντρωση κατακερματισμένων δεδομένων σε μία ενιαία βάση δεδομένων, με αποτέλεσμα την αποτελεσματικότερη πρόσβαση και διαχείριση των πληροφοριών με ταυτόχρονη αύξηση της ταχύτητας των διάφορων ενεργειών.
5. Ταχύτερη ανταπόκριση στις απαιτήσεις του Έργου.
6. Δυνατότητα συγχώνευσης όλου του λογισμικού σε ένα σύστημα.

Υπάρχουν βέβαια και σημαντικά μειονεκτήματα τα οποία μία επιχείρηση πρέπει να τα λάβει σοβαρά υπ' όψιν πριν εγκαταστήσει ένα τέτοιο σύστημα:

1. Η εγκατάσταση απαιτεί αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα.
2. Αν τα προϊόντα της επιχείρησης εξελίσσονται με ραγδαίους ρυθμούς, τα

συστήματα αυτά καθίστανται μη αναποτελεσματικά.

3. Όταν υπάρχουν συνεχείς αναβαθμίσεις των παραμέτρων του συστήματος, το ενδεχόμενο να μην μπορέσει το σύστημα να αποδώσει τα μέγιστα είναι μεγάλο.
4. Τα συστήματα ERP είναι εξαιρετικά δαπανηρά σε χρόνο και χρήμα καθώς απαιτούν συνεχή συντήρηση.
5. Η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων συχνά αντικαθιστά τα καθημερινά καθήκοντα των εργαζομένων.
6. Όλα τα παραπάνω τα καθιστούν απαγορευτικά για μικρές επιχειρήσεις.

## **2.5 SAP PS (Project System)**

Το σύστημα Έργων (Project System) αποτελεί ένα τμήμα του SAP που αφορά την επίλυση και διαχείριση των Έργων και όλου του χαρτοφυλακίου. Το SAP PS συνεισφέρει ενεργά στη διαχείριση ολόκληρου του κύκλου ζωής του Έργου. Αφορά συνολικά από τη δημιουργία μιας αρχικής δομής, την κατάρτιση λεπτομερών σχεδίων, την εκτέλεση και την ολοκλήρωση του Έργου (Χανής 2004).

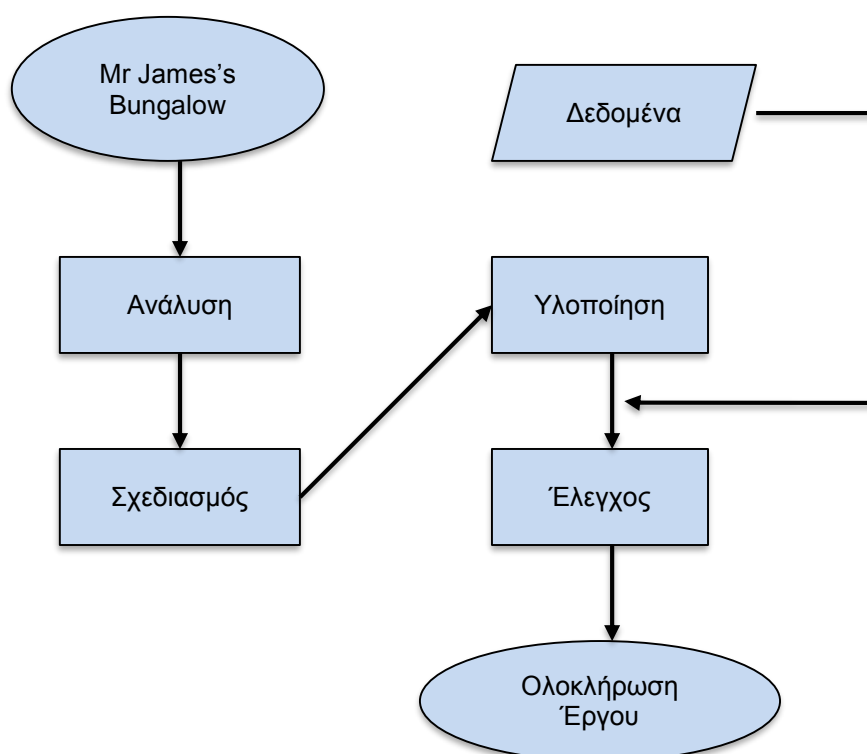
Όπως με όλα τα λογισμικά διαχείρισης Έργων, έτσι και μέσω του SAP PS, ο χρήστης – διαχειριστής μπορεί να καταρτίσει τη δομή του Έργου (Project Structuring), να προγραμματίζει τη σειρά και το πλήθος των Δράσεων (Project Scheduling), να προγραμματίζει τη χωρητικότητα και το ανθρώπινο δυναμικό (Capacity and Workforce Planning), να ορίσει τα υλικά και να σχεδιάσει τις εξερχόμενες υπηρεσίες (Material and External Planning), να καταρτίσει τον οικονομικό σχεδιασμό (Financial Planning), να κάνει τη διαχείριση προϋπολογισμού (Budget Management), να μπορεί να επαληθεύει τις φάσεις του Έργου (Confirmations), να παρακολουθεί τις σχετιζόμενες προμήθειες (Project Related Procurement), να ελέγχει το κόστος ολοκλήρωσης και τους λογαριασμούς (Cost Intergration and Billing), να κάνει διαχείριση απαιτήσεων και ροών (Claim Management and Workflows), να εποπτεύει την γενική πρόοδο του Έργου (Project Progress), να κάνει κλείσιμο περιόδου (Period-End Closing), να καταρτίζει αναφορές (Project Reporting).

Λόγω της άμεσης συσχέτισης που έχει με τις οικονομικές και υλικοτεχνικές βασικές διαδικασίες της κάθε επιχείρησης, το SAP PS μπορεί να χρησιμοποιηθεί ιδίως σε μεγάλα και σύνθετα Έργα, όπως η κατασκευή, η παραγωγή, η συντήρηση, οι επενδύσεις, ή και το κόστος Έργων σε όλες τις βιομηχανίες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Παράδειγμα Έργου με το MS Project 2013

### 3.1. Εισαγωγή

Όταν γίνει η ανάθεση ενός Έργου στους υπεύθυνους που θα αναλάβουν να το πραγματοποιήσουν, τότε στην πραγματικότητα οι Δράσεις του Έργου αυτού ξεκινούν από εκείνη τη στιγμή. Οι βασικές λειτουργίες που θα πραγματοποιηθούν με βάση την ανάλυση WBS (Work Breakdown Structure - Ανάλυση με βάση τις εργασίες - διαδικασίες - ειδικότητες) φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα ροής.



Σχήμα 3.1. Διάγραμμα Ροής Βασικών Βημάτων Προγραμματισμού και Ελέγχου Έργου.

### 3.2 Περιγραφή του Έργου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί ένα παράδειγμα Έργου το οποίο περιγράφει τη κατασκευή μιας μονόροφης κατοικίας και ονομάζεται “Mr James’s Bungalow”. Το παράδειγμα αυτό έχει παρθεί από το βιβλίο “Project Management Using Network Analysis”, (Hoare 1973). Για την δημιουργία του παραδείγματος χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή MS Project 2013.

Το έργο έχει ημερομηνία έναρξης 06/10/2015 και στον Πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3.1) υπάρχουν καταγεγραμμένες 39 Δράσεις (Tasks) οι οποίες περιγράφουν τις εργασίες που απαιτούνται για την κατασκευή του οικήματος και αυτές αποτελούν το Έργο (Project). Η πρώτη στήλη με το τίτλο «Α/Α» είναι η αύξουσα σειρά των Δράσεων. Η δεύτερη περιγράφει τις Δράσεις και η τρίτη περιέχει τη διάρκεια της κάθε Δράσης, όπως την έχει ορίσει ο υπεύθυνος του Έργου σε

ημέρες. Στη στήλη «ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ» αναγράφεται η δραστηριότητα ή οι δραστηριότητες που ο υπεύθυνος του Έργου έχει ορίσει, ότι λόγω των συνθηκών, απαιτείται να έχουν ολοκληρωθεί πριν ξεκινήσει η τρέχουσα διεργασία της συγκεκριμένης γραμμής του Πίνακα (Συνδεδεμένες Δράσεις). Στις στήλες «ΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟΙ» και «ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ» είναι ο αριθμός των τεχνικών που θα αναλάβουν να ολοκληρώσουν την κάθε εργασία.

**Πίνακας 3.1 Δράσεις του Έργου Mr James's Bungalow.**

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ (ΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΙ ΠΟΡΟΙ	
				ΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟΙ	ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ
1	Αγορά Ξυλείας	60		0	0
2	Αγορά Γυάλινων Επιφανειών	20		0	0
3	Αγορά Ειδών Υγιεινής	20		0	0
4	Αγορά Εξοπλισμού Θέρμανσης	40		0	0
5	Αγορά Ηλεκτρικού Εξοπλισμού	30		0	0
6	Αγορά Υδραυλικού Εξοπλισμού	70		0	0
7	Αγορά Πλακιδίων	140		0	0
8	Αγορά Τούβλων	60		0	0
9	Αγορά Χώματος	40		0	0
10	Έρευνα Χώρου Έργου	20		2	5
11	Χτίσιμο Προσωρινής Πρόσβασης	30	10	2	5
12	Εδαφικές Εργασίες	10	11	2	5
13	Τοποθέτηση Θεμελίων	30	12	2	5
14	Εγκατάσταση Εξωτερικής Αποστράγγισης	20	6;13	2	3
15	Κτίσιμο Κτιριακού Σκελετού	80	13	2	9
16	Κτίσιμο Λεβητοστασίου	20	4;15	2	6
17	Τοποθέτηση ηλεκτρικών Καλωδιώσεων	40	5;15	2	1
18	Εγκατάσταση Υδραυλικών Σωληνώσεων	40	14;15	2	3
19	Φτιάξιμο πλαισίων στέγης	20	15	5	10
20	Χτίσιμο Εσωτερικών Τοίχων	50	8;19	2	5
21	Τοποθέτηση Στέγης	20	7;19	3	6
22	Χτίσιμο Εξωτερικής Αποθήκης και Θέσης Στάθμευσης	20	15	4	3
23	Εγκατάσταση Ξύλινων Πλαισίων	40	1;18;20;21	2	5
24	Τοποθέτηση Ειδών Υγιεινής	30	3;18;21	1	2
25	Εγκατάσταση Λέβητα	10	16;21	3	7
26	Επιθεώρηση Καλωδιώσεων	10	17	0	0
27	Τοποθέτηση Μόνιμης Εισόδου	30	21	1	2
28	Τοποθέτηση Γυάλινων Επιφανειών	20	2;23	2	8
29	Τοποθέτηση Καλοριφέρ	30	18;25;32	2	5
30	Τοποθέτηση Διακόπτων και Μπριζών	10	21;26	2	1
31	Ολοκλήρωση Εξωτερικού	50	22;27	0	3

32	Λείανση Τοιχών και Χωρισμάτων	30	28	2	4
33	Σύνδεση Υδραυλικών και Δοκιμή	10	24;29;30	2	5
34	Εξωτερικό Καθάρισμα	10	31	1	4
35	Ολοκλήρωση Εσωτερικού	30	32;33	2	5
36	Τοποθέτηση Πλακών	30	9;32;33	2	5
37	Διαμόρφωση Γης και Τοπίου	20	36	2	5
38	Γενική Επιθεώρηση	10	34;35;37	2	5
39	Ολοκλήρωση Έργου	0	38	0	0

Οι τεχνικοί που θα απασχοληθούν στο Έργο είναι 16 ειδικευμένοι και 25 ανειδίκευτοι<sup>2</sup>. Η αμοιβή<sup>1</sup> για έναν ειδικευμένο τεχνικό είναι 10€/ώρα και για κάθε επιπλέον ώρα, πέραν του οκταώρου είναι 15€/ώρα. Επίσης, για έναν ανειδίκευτο είναι 5€/ώρα και 8€/ώρα αντίστοιχα.

Οι πόροι αυτοί θα ονομάζονται Ειδικευμένος\_1, Ειδικευμένος\_2,....., Ειδικευμένος\_16 και Ανειδίκευτος\_1, Ανειδίκευτος\_2,....., Ανειδίκευτος\_25.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στο Έργο είναι:

- Ξυλεία
- Γυάλινες Επιφάνειες
- Είδη Υγιεινής
- Εξοπλισμός Θέρμανσης
- Ηλεκτρικός Εξοπλισμός
- Υδραυλικός Εξοπλισμός
- Πλακίδια
- Τούβλα
- Χώμα

Στον Πίνακα 3.2 φαίνονται οι πρώτες 9 Δράσεις του Έργου, που έχουν μόνο τα αντίστοιχα υλικά ως συνδεδεμένους πόρους, με την αντίστοιχη αξία απόκτησης.

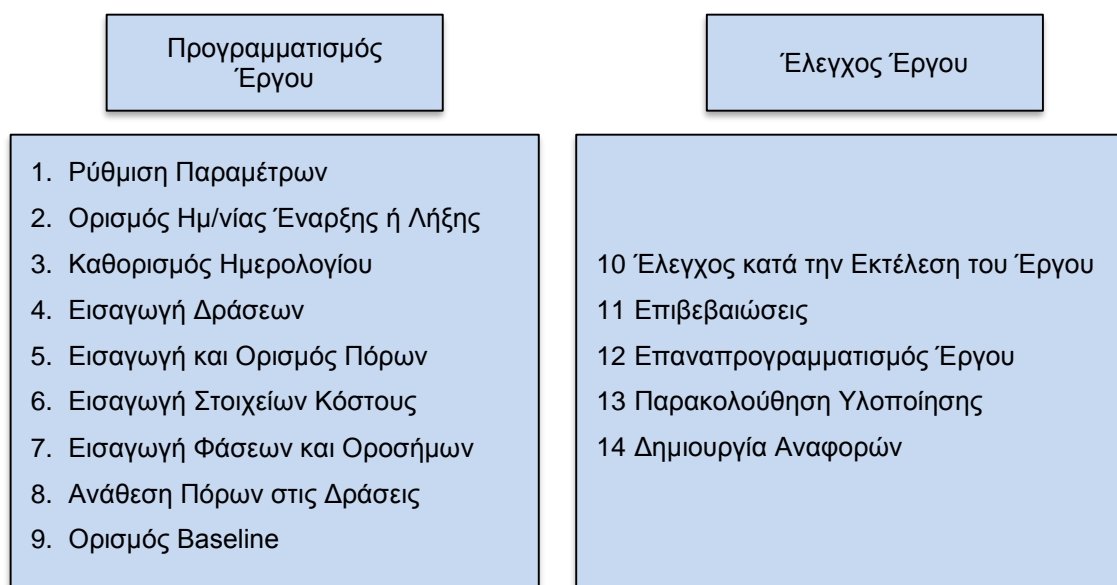
<sup>2</sup> Το παράδειγμα δεν προχωρά σε προσδιορισμό και άλλων ειδικοτήτων των ανθρώπινων πόρων, όπως για παράδειγμα οικοδόμοι, μηχανικοί, ηλεκτρολόγοι, υδραυλικοί και εργάτες για λόγους απλούστευσης.

<sup>1</sup> Τα ποσά είναι τυχαία και μπορούν να αλλάξουν οποιαδήποτε στιγμή.

**Πίνακας 3.2 Υλικοί Πόροι με τα Αντίστοιχα Κόστη τους και στις Αντίστοιχες Δράσεις.**

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ (Τεμάχια)	ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ <sup>2*</sup>
1	Αγορά Ξυλείας	Ξυλεία	28.000€
2	Αγορά Γυάλινων Επιφανειών	Γυαλί	5.000€
3	Αγορά Ειδών Υγιεινής	Είδη Υγιεινής	600€
4	Αγορά Εξοπλισμού Θέρμανσης	Θέρμανσης_Εξ	10.000€
5	Αγορά Ηλεκτρικού Εξοπλισμού	Ηλεκτρικός_Εξ	9.000€
6	Αγορά Υδραυλικού Εξοπλισμού	Υδραυλικός_Εξ	15.000€
7	Αγορά Πλακιδίων	Πλακίδια	7.000€
8	Αγορά Τούβλων	Τούβλα	18.000€
9	Αγορά Χώματος	Χώμα	5.000€

Η ιεράρχηση των βημάτων που θα ακολουθήσουν εφαρμόζοντας αυτό το παράδειγμα στο MS Project παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα:

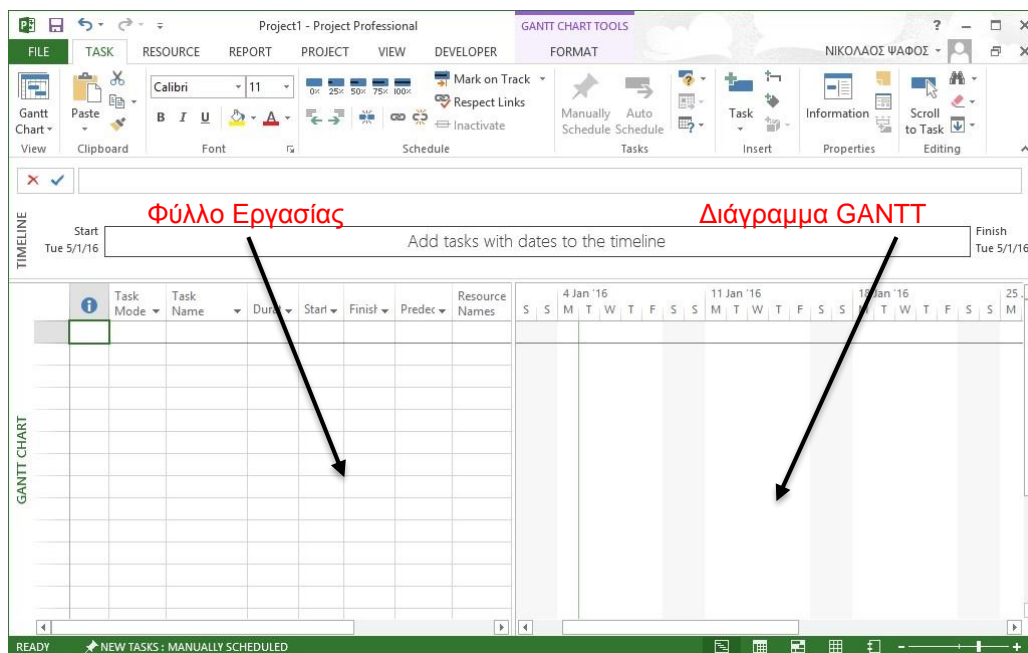


### 3.3 Υλοποίηση του Έργου στο MS Project.

Η αρχική κεντρική οθόνη του MS Project, που προεπιλεγμένα βρίσκεται στη

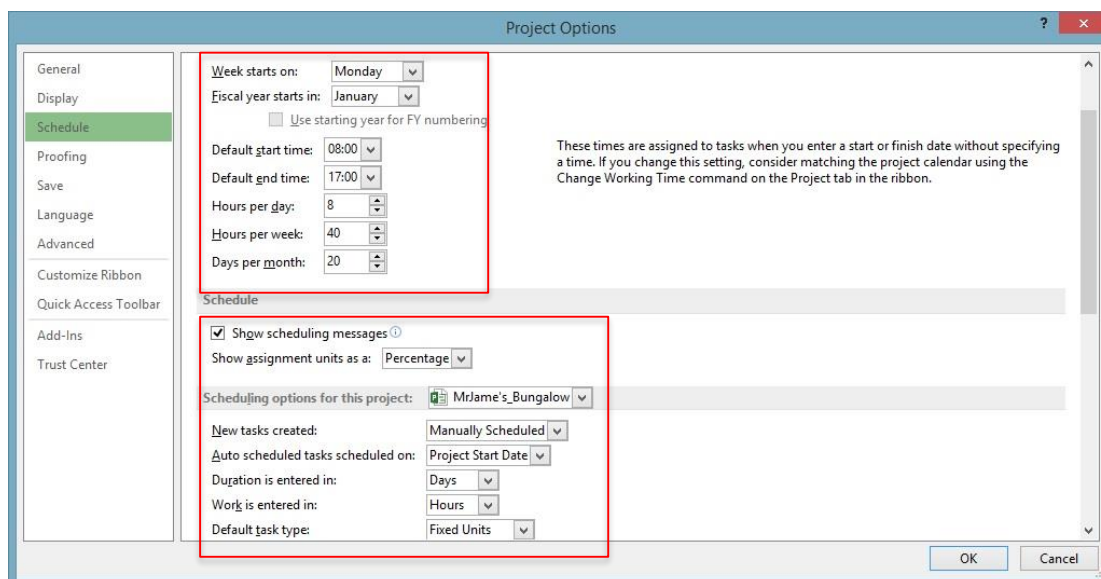
<sup>2</sup> Οι αξίες των υλικών είναι τυχαίες και δεν προήλθαν από κάποια πηγή.

προβολή Gantt Chart, διακρίνεται σε 2 βασικά τμήματα. Στο αριστερό μπορούν να εισαχθούν στοιχεία που αφορούν τις Δράσεις (εργασίες) και στο δεξί απεικονίζεται το Gantt Chart. Στην αρχή, όπου δεν έχει γίνει εισαγωγή κανενός στοιχείου, το αρχικό περιβάλλον του MS Project είναι όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 3.2:



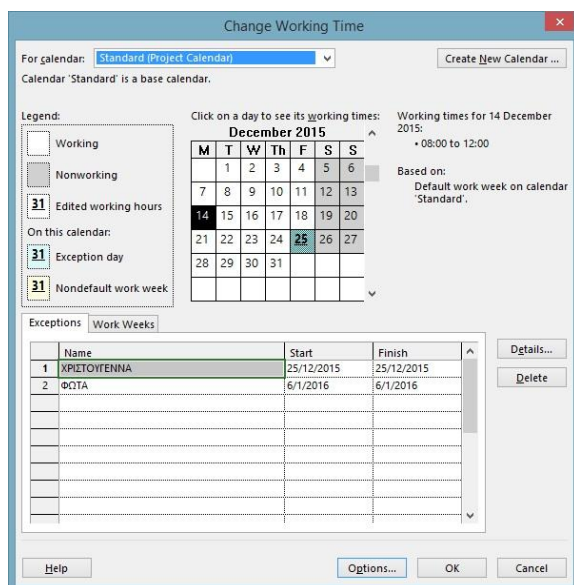
Εικόνα 3.2 Αρχικό Περιβάλλον MS Project.

Το πρώτο πράγμα που συνίσταται να γίνει πρώτο από τον χρήστη τού προγράμματος, είναι οι ρυθμίσεις παραμέτρων του Έργου. Στο MS Project υπάρχουν παράμετροι πρέπει να ρυθμιστούν από την αρχή για να γίνει σωστά ο προγραμματισμός στην πορεία. Πηγαίνοντας **FILE → Options → Schedule**, ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει τις εργάσιμες ώρες έναρξης και λήξης, εργάσιμες ώρες ανά εβδομάδα, εργάσιμες ημέρες ανά μήνα, πρώτη εργάσιμη μέρα της εβδομάδας, αρχικός μήνας του έτους, ορισμός διάρκειας των εργασιών σε μέρες, εβδομάδες κλπ. Στο παράθυρο «Project Options» (Εικόνα 3.3) φαίνονται οι προεπιλεγμένες τιμές από το σύστημα.



Εικόνα 3.3 Ρύθμισης Παραμέτρων.

Το επόμενο βήμα είναι να γίνουν οι ρυθμίσεις του Ημερολογίου (Calendar). Πηγαίνοντας ο χρήστης στην επιλογή **PROJECT → Change Working Time** μπορεί να ορίσει τις επίσιμες αργίες του έτους (αν ο Υπεύθυνος επιλέξει ότι τότε δεν θα γίνονται εργασίες), να δημιουργήσει καινούργιο ημερολόγιο ή να επιλέξει διαφορετικές εργάσιμες μέρες και ώρες για κάποιους πόρους αν χρειάζεται (Εικόνα 3.4).

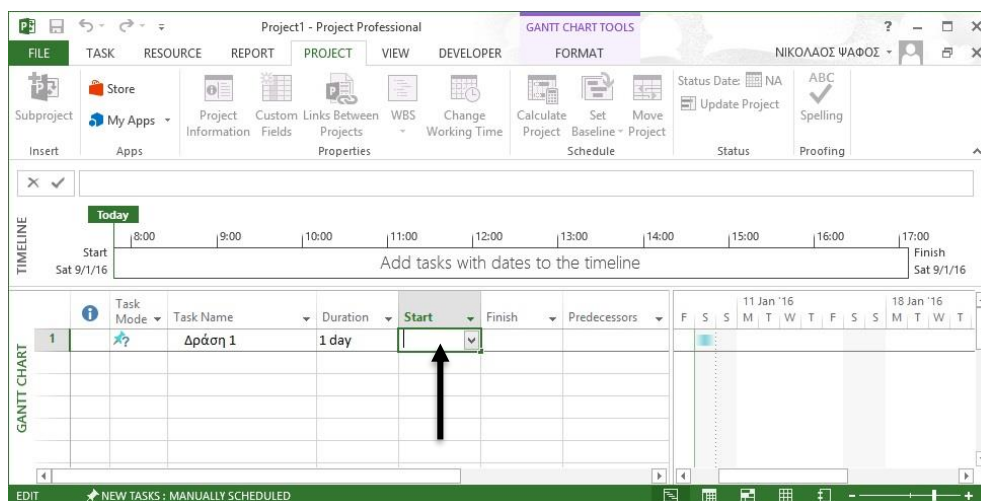


Εικόνα 3.4 Παράθυρο Διαλόγου Ημερολόγιο (Calendar).

Το Έργο ορίστηκε ότι θα αρχίσει στις 06/10/2015. Αυτό γίνεται με 2 τρόπους:

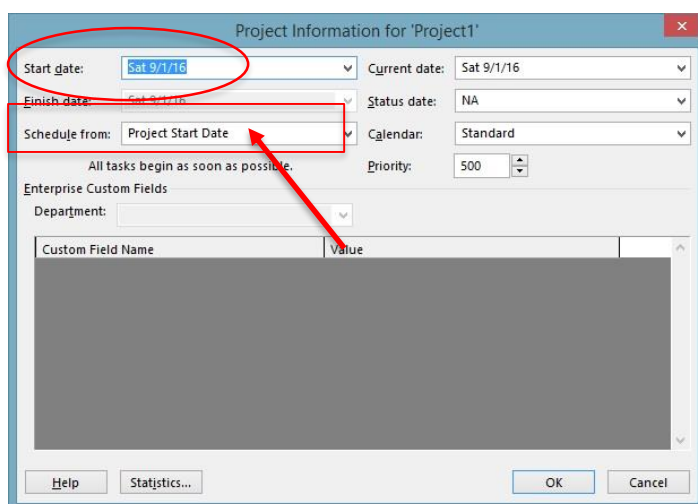
1. Εισάγοντας την ημερομηνία έναρξης στην πρώτη εργασία στο πεδίο «Start» του Φύλλου Εργασίας (Εικόνα 3.5).





Εικόνα 3.5 Φύλλο Εργασίας.

2. Πηγαίνοντας **PROJECT** → **Project Information** και στο παράθυρο διαλόγου, ο χρήστης εισάγει την ημερομηνία στο πεδίο “Start Date”.



Εικόνα 3.5 Πληροφορίες Έργου.

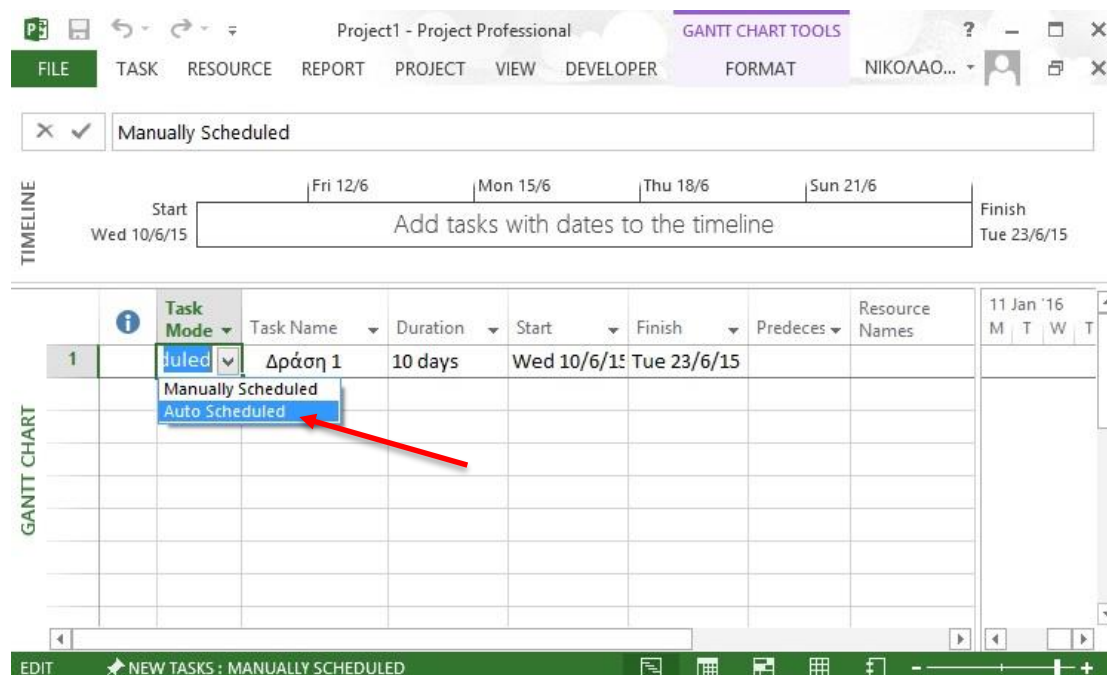
Η ημερομηνία λήξης του Έργου υπολογίζεται αυτόματα από το MS Project, αφού εισαχθούν όλες οι Δράσεις και οι σχέσεις αλληλουχίας τους. Αυτό θα παρουσιαστεί παρακάτω λεπτομερώς. Αντιστρόφως, το πρόγραμμα μπορεί να υπολογίσει την ημερομηνία έναρξης αν ο χρήστης επιλέξει από το «Schedule from», την επιλογή «Project Finish Date».

Οι Δράσεις, οι πόροι και τα δεδομένα εισάγονται από το χρήστη στο MS Project και αρχίζει σιγά σιγά να παίρνει μορφή το Διάγραμμα Gantt.

### 3.3.1 Εισάγοντας τα Δεδομένα του Έργου Mr James's Bungalow

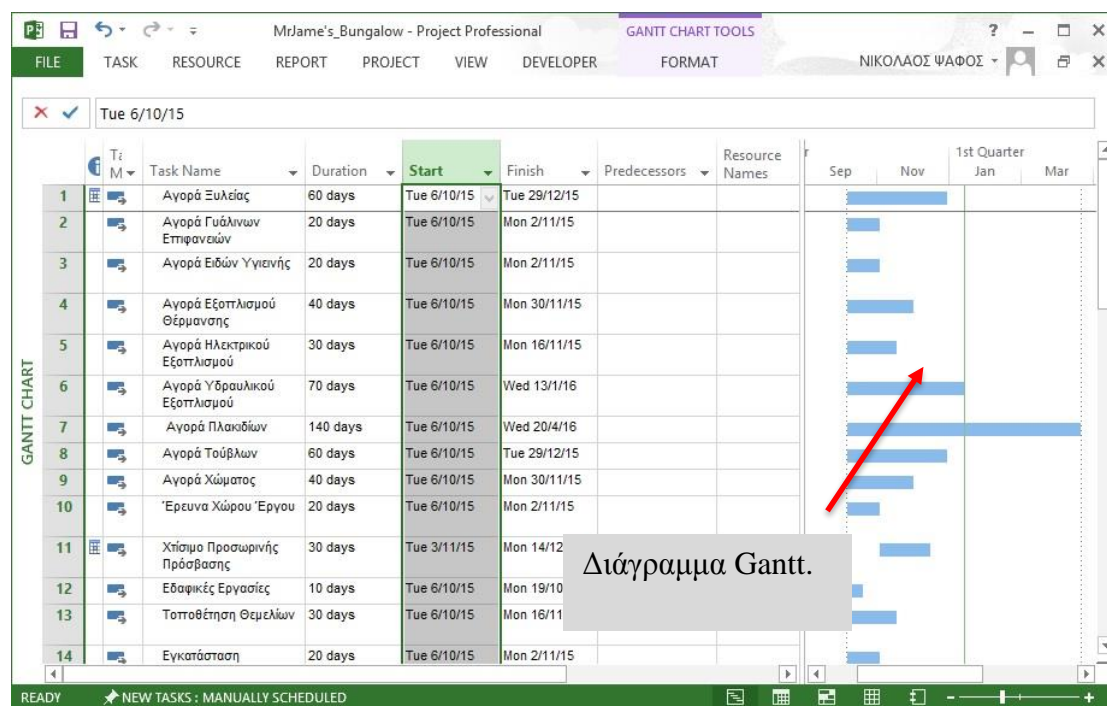
Οι Δράσεις εισάγονται στο φύλλο εργασίας όπως σε ένα φύλλο Microsoft Excel. Με τη σειρά εισάγονται, η περιγραφή της Δράσεως, η διάρκεια, η ημερομηνία έναρξης και η ημερομηνία λήξης της Δράσεως. Στη στήλη «Task Mode», συνιστάται η επιλογή “Auto Scheduled”, δηλαδή Αυτόματος Προγραμματισμός. Με την επιλογή

αυτή, η ημερομηνία λήξης της συγκεκριμένης Δράσης αλλά και όλες γενικά οι ημερομηνίες των επόμενων Δράσεων που θα σχετίζονται με αυτή θα προστίθεται αυτόματα (Εικόνα 3.6).



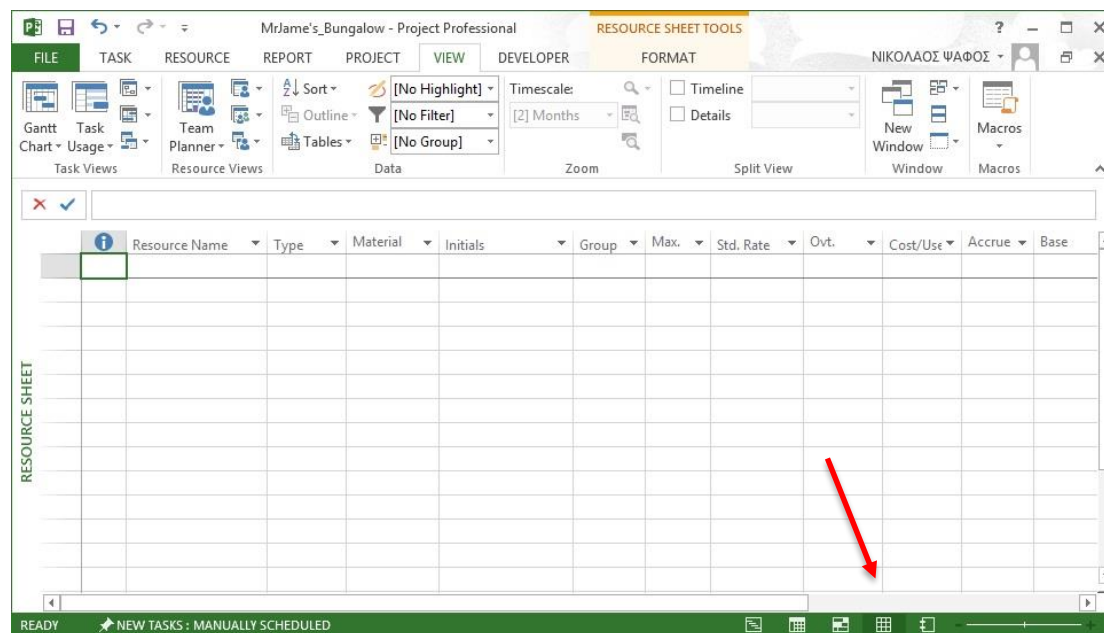
**Εικόνα 3.6 Εισαγωγή Δράσεων στο Φύλλο Εργασίας.**

Στην παρακάτω Εικόνα φαίνεται το φύλλο εργασίας μετά την εισαγωγή των Δράσεων.



Με τον ίδιο τρόπο εισάγονται οι πόροι (Resources) στο φύλλο πόρων. Για να μεταβεί ο χρήστης στο φύλλο πόρων πηγαίνει **VIEW → Resources Views/Resource**

**Sheet.** Ο δεύτερος και πιο εύκολος τρόπος είναι από τη γραμμή κατάστασης, πατώντας το εικονίδιο «Resource Sheet» (Εικόνα 3.7).



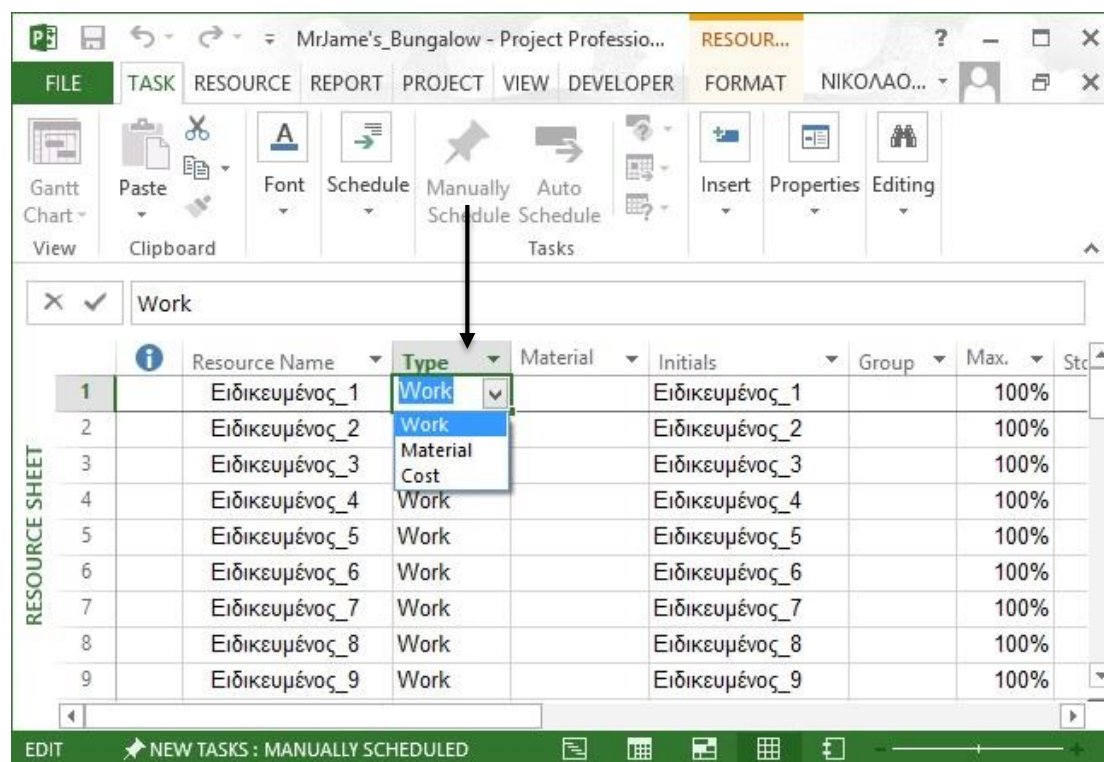
**Εικόνα 3.7 Φύλλο Πόρων (Resource Sheet).**

Οι στήλες εισαγωγής των δεδομένων συμπληρώνονται ως εξής:

1. **Resource Name:** Εισάγεται το όνομα του πόρου.
2. **Type:** Επιλέγεται ο τύπος του πόρου. Οι επιλογές σε αυτή τη στήλη είναι «Work», «Material» και «Cost».
3. **Material Label:** Εισάγεται η μονάδα μέτρησης του πόρου μόνο όταν είναι τύπου «Material», π.χ. τεμάχια, κιλά, λίτρα κλπ.
4. **Initials:** Συμπληρώνεται αυτόματα το κεφαλαίο του ονόματος του πόρου.
5. **Group:** Προαιρετική στήλη. Συμπληρώνεται από το είδος του πόρου για εύκολη αναζήτηση, π.χ. υλικά, μηχανικοί, ηλεκτρολόγοι.
6. **Max. Units:** Εισάγεται το μέγιστο πλήθος των μονάδων που συμμετέχουν στον πόρο. Οι μέγιστες μονάδες αποτελούν το όριο, πάνω από το οποίο ο πόρος θεωρείται ότι έχει υπερανατεθεί.
7. **Std. Rate:** Εισάγεται η κανονική αμοιβή του πόρου ανά ώρα.
8. **Ovt. Rate:** Εισάγεται η αμοιβή του πόρου ανά ώρα πέραν του κανονικού οκταώρου (υπερωρία).
9. **Cost/Use:** Εισάγεται η σταθερό κόστος ανά χρήση του πόρου αν υπάρχει.
10. **Accrue At:** Εισάγεται τον τρόπο της συσσώρευση των εξόδων (Τρόπος αποπληρωμής). Δηλαδή στην Έναρξη (Start), στη Λήξη ( End) ή Προοδευτικά με την εξέλιξη της εργασίας (Prorated).
11. **Base:** Ο τύπος του ημερολογίου που έχει διαμορφωθεί για αυτόν τον πόρο. Η

προεπιλογή είναι το «Standar»

Οι Πόροι (Resources) χωρίζονται σε τρεις τύπους: Τον τύπο «Work» (Εργασία), «Material» (Υλικό) και «Cost» Κόστος (Εικόνα 3.8).



Εικόνα 3.8 Τύποι Πόρων.

**Τύπος Εργασία (Work)** είναι ο συντελεστής παραγωγής που συμμετέχει στην πρόοδο μιας Δράσης χωρίς να εξαντλείται ποσοτικά με το πέρασμα του χρόνου. Τέτοιου είδους πόρος είναι συνήθως οι άνθρωποι και τα μηχανήματα. Η αμοιβή του είναι αξία ανά μονάδα χρόνου (ημέρα, εβδομάδα, μήνα κλπ).

**Τύπος Υλικό (Material)** είναι ο αναλώσιμος συντελεστής παραγωγής, συμμετέχοντας ο ίδιος στην παραγωγική διαδικασία και όχι η εργασία του, μειώνεται με το πέρασμα τού χρόνου και κάποια στιγμή εξαντλείται. Τέτοια υλικά είναι για παράδειγμα είναι το μέταλλο, το ξύλο, η άμμος και μετριούνται σε κιλά, λίτρα, τεμάχια κ.α.

**Τύπος Κόστος (Cost)** είναι ένα ευέλικτο και απροσδιόριστο έξοδο που δεν μπορεί να ενταχθεί στους άλλους δύο τύπους. Με αυτό το πόρο δίνεται η δυνατότητα να ενταχθεί στο Έργο όποτε χρησιμοποιείται. Τέτοιος πόρος μπορεί να είναι ένα πρόστιμο, ένα ταξίδι, μία αποζημίωση κλπ.

Στο Έργο του παραδείγματος, συμμετέχουν 16 ειδικευμένοι και 25 ανειδίκευτοι τεχνικοί που ορίζονται ως τύπος «Work» και 9 υλικά που ορίζονται ως τύπος «Material».

Το Έργο που παράγει ο συντελεστής παραγωγής «Work» υπολογίζεται ως



**ΕΡΓΟ=(ΠΟΡΟΣ)x(ΧΡΟΝΟΣ).** Το κόστος του υπολογίζεται ως  
**ΚΟΣΤΟΣ=(ΕΡΓΟ)x(ΑΞΙΑ).**

Στα υλικά (Material), το κόστος του Έργου που παράγουν υπολογίζεται ως  
**ΚΟΣΤΟΣ=(ΑΞΙΑ)x(ΠΟΣΟΤΗΤΑ).**

Μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής των πόρων και των δεδομένων τους το φύλλο πόρων φαίνεται όπως στην Εικόνα 3.9.

Resource Name	Type	Material	Initials	Group	Max.	Std. Rate	Ovt.	Cost/Use	Accrue	Base	Code
Ανειδίκευτος_12	Work		Ανειδίκευτος_12		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_13	Work		Ανειδίκευτος_13		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_14	Work		Ανειδίκευτος_14		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_15	Work		Ανειδίκευτος_15		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_16	Work		Ανειδίκευτος_16		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_17	Work		Ανειδίκευτος_17		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_18	Work		Ανειδίκευτος_18		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_19	Work		Ανειδίκευτος_19		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_20	Work		Ανειδίκευτος_20		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_21	Work		Ανειδίκευτος_21		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_22	Work		Ανειδίκευτος_22		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_23	Work		Ανειδίκευτος_23		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_24	Work		Ανειδίκευτος_24		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Ανειδίκευτος_25	Work		Ανειδίκευτος_25		100%	5,00 €/hr	8,00 €/hr	0,00 €	Prorated	Standard	
Γυαλί	Material		Γυαλί			5,000.00 €		0,00 €	Prorated		
Ξυλεία	Material		Ξυλεία			28,000.00 €		0,00 €	Prorated		
Είδη_Υγιεινής	Material		Είδη_Υγιεινής			600.00 €		0,00 €	Prorated		
Θέρμανσης_Εξ	Material		Θέρμανσης_Εξ			10,000.00 €		0,00 €	Prorated		
Ηλεκτρικός_Εξ	Material		Ηλεκτρικός_Εξ			9,000.00 €		0,00 €	Prorated		
Υδραυλικός_Εξ	Material		Υδραυλικός_Εξ			15,000.00 €		0,00 €	Prorated		
Πλακίδια	Material		Πλακίδια			7,000.00 €		0,00 €	Prorated		
Τούβλα	Material		Τούβλα			18,000.00 €		0,00 €	Prorated		
Χώμα	Material		Χώμα			5,000.00 €		0,00 €	Prorated		

Εικόνα 3.9 Φύλλο Πόρων, Υλικών και Εργασίας (Resource Sheet).

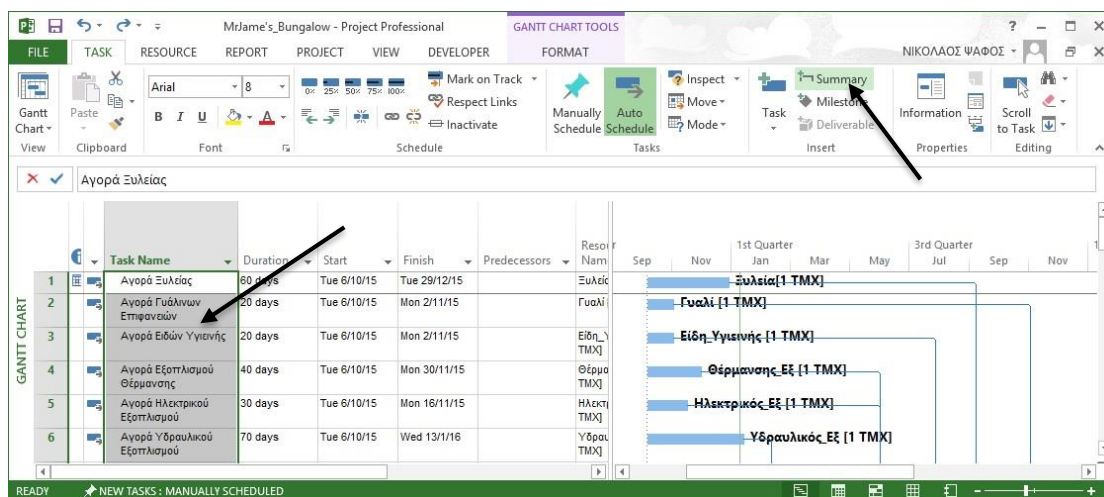
### 3.3.2 Οργάνωση των Δράσεων σε Φάσεις και Εισαγωγή Οροσήμων

Η εισαγωγή Φάσεων χρησιμεύει στα μεγάλα Έργα για να ομαδοποιεί ένα σύνολο Δράσεων που αποτελούν ένα υπο-έργο. Με αυτό τον τρόπο διακρίνονται, παρακολουθούνται και ελέγχονται καλύτερα (Διακουλάκη 2015).

Τα ορόσημα είναι σημειακά. Εισάγονται σαν Δράσεις με μηδενική διάρκεια συνήθως και συνδέονται υποχρεωτικά με τουλάχιστον μία εργασία στο Έργο. Σηματοδοτούν κρίσιμα σημεία του Έργου, όπως την έναρξη ή τη λήξη μιας φάσης.

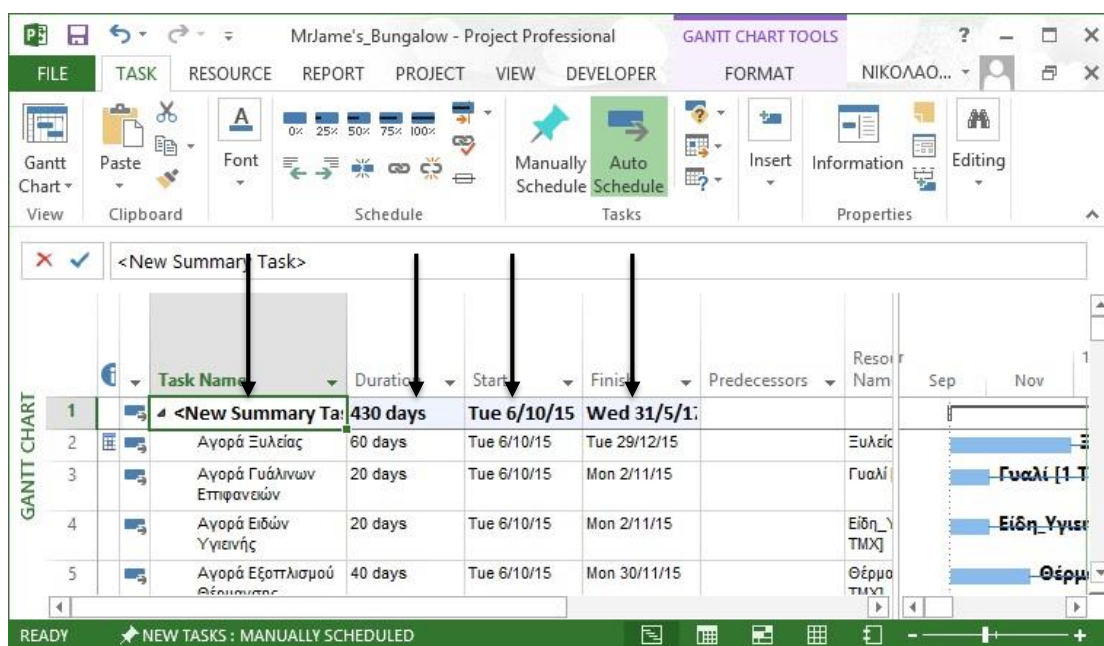
Οι Φάσεις και τα ορόσημα δεν επηρεάζουν σε τίποτα τον προγραμματισμό του Έργου.

Η πρώτη Φάση που θα εισάγει ο χρήστης, θα σηματοδοτεί την αρχή του Έργου. Ο χρήστης βρίσκεται στο φύλλο εργασιών, επιλέγει με το δρομέα όλες τις Δράσεις και ύστερα πηγαίνει **TASK → Insert → Summary** (Εικόνα 3.10).



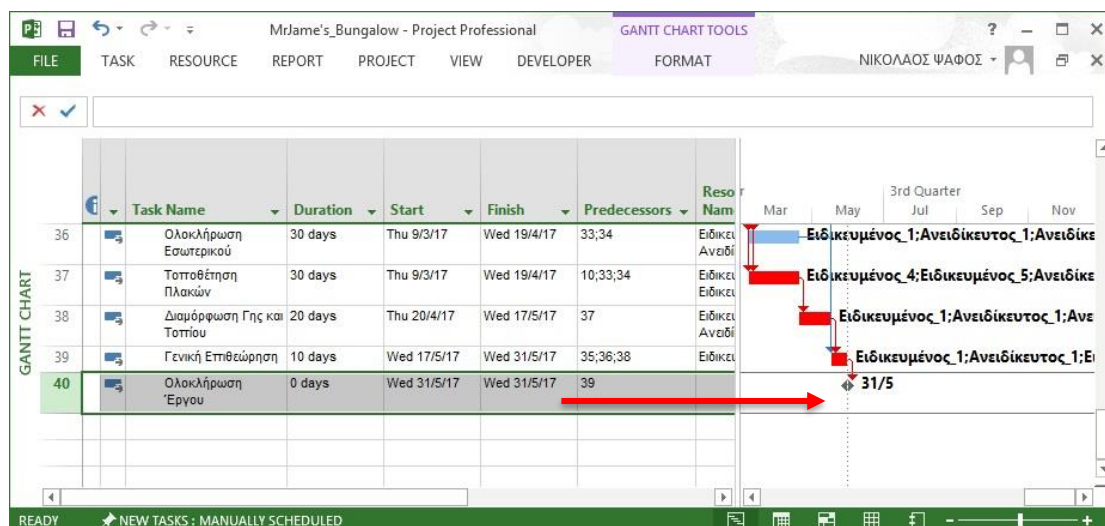
Εικόνα 3.10 Εισαγωγή Φάσεων.

Εμφανίζεται νέα γραμμή πάνω από τη πρώτη Δράση με διάρκεια τη συνολική διάρκεια του Έργου και ημερομηνίες έναρξης και λήξης είναι αυτές που αρχίζει και τελειώνει το Έργο. Τέλος, πάει ο χρήστης στο πεδίο Task Name και δίνει το όνομα **Bungalow Project**.



Εισάγοντας τώρα στο τέλος του Έργου μία ακόμα «Δράση» με όνομα «Ολοκλήρωση Έργου» με μηδενική διάρκεια και συνδεδεμένη σχέση αλληλουχίας Τέλους – Αρχής με την τελευταία Δράση ή Δράσεις του Έργου, έχει δημιουργηθεί ένα ορόσημο ολοκλήρωσης του Έργου. Αν ένα ορόσημο δεν έχει μηδενική διάρκεια, τότε ο χρήστης πηγαίνει **TASK → Properties/Information → Advanced** και επιλέγει το check box “Mark task as milestone” (Εικόνα 3.11 και 3.12).

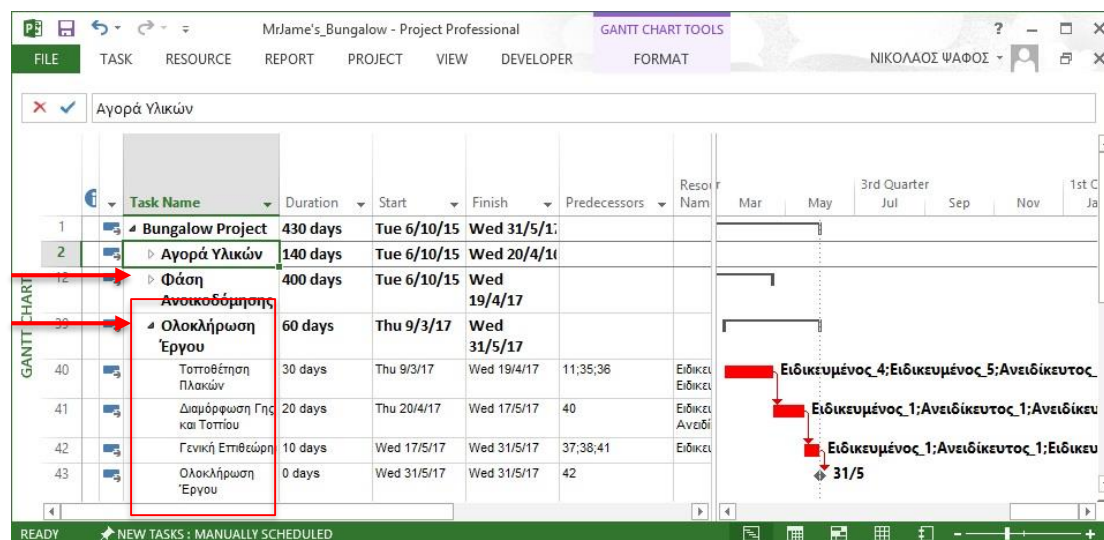
Εικόνα 3.11 Εισαγωγή Οροσήμου.



Εικόνα 3.12 Ορόσημο στο Gantt Chart.

Ομοίως, εισάγονται οι φάσεις

- «Αγορά Υλικών» που αρχίζει από την αρχή μέχρι τη φάση «Αγορά Χώματος»,
- «Φάση Ανοικοδόμησης» που αρχίζει από την «Έρευνα Χώρου Έργου» και τελειώνει στη Δράση «Ολοκλήρωση Εσωτερικού» και
- «Τελική Φάση» που αρχίζει από τη φάση «Τοποθέτηση Πλακών» μέχρι τέλος.



**Εικόνα 3.13 Εισαγωγή Φάσεων.**

Κάθε φάση βρίσκεται ένα επίπεδο αριστερότερα από τις εργασίες που την αποτελούν και έχει ένα βελάκι που πατώντας επάνω μπορεί να εμφανισθούν ή να αποκρυφθούν οι εργασίες αυτές (Εικόνα 3.13).

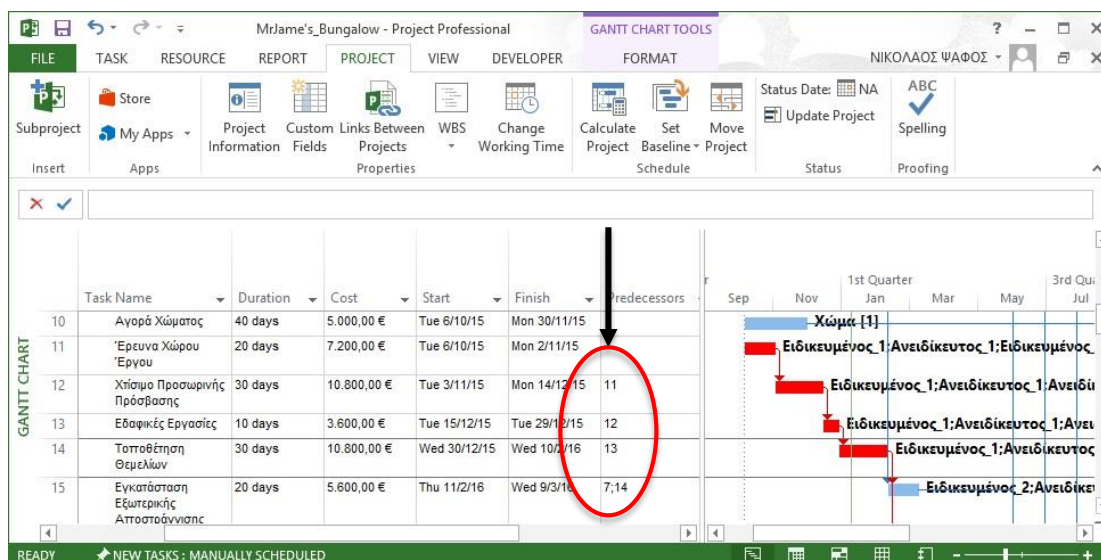
### 3.3.3 Συνδέσεις Δράσεων

Αν υπάρχουν σχέσεις αλληλουχίας μεταξύ των Δράσεων, τότε η σχέση αυτή θα είναι κάποια από τις παρακάτω:

- SS (Start Start) – Σχέση Αρχής – Αρχής
- SF (Start Finish) Σχέση Αρχής – Τέλους
- FS (Finish Start) σχέση Τέλους – Αρχής
- FF (Finish Finish) σχέση Τέλους – Τέλους
- Σύνθετες σχέσεις μεταξύ δραστηριοτήτων

Όταν λοιπόν ο χρήστης εισάγει στη στήλη «Predecessors» (Προκάτοχοι) του φύλλου εργασίας του MS Project τον αριθμό ή τους αριθμούς της Δράσης που συνδέεται η Δράση της γραμμής, τότε αυτή η σχέση αλληλουχίας είναι αποκλειστικά σχέση Τέλους – Αρχής (FS – Finish Start) (Εικόνα 3.14).





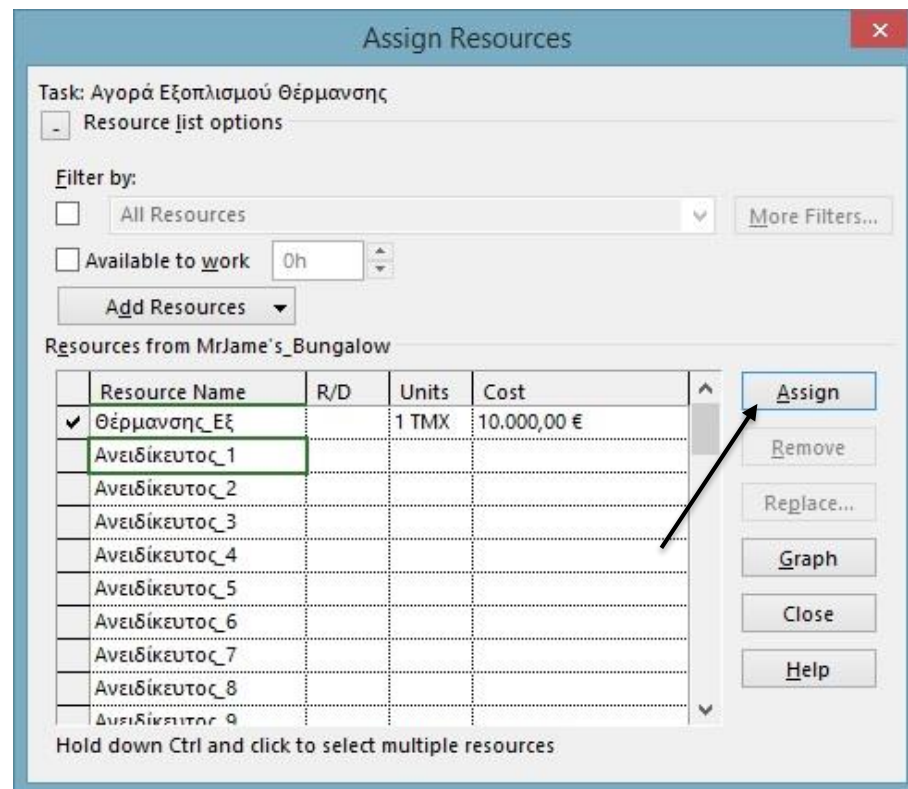
Εικόνα 3.14 Εισαγωγή Σχέσεων Αλληλουχίας με των Δράσεων.

Αν οι συνθήκες απαιτούν ότι μία Δράση πρέπει να συνδεθεί με άλλου είδους σχέση αλληλουχίας με κάποια άλλη, τότε ο χρήστης πρέπει να επιλέξει **TASK → Information → Καρτέλα Predecessors** του παραθύρου Task Information (Διακουλάκη 2015). Στο πίνακάκι βάζει το ID της Δράσης που θέλει και επιλέγει τη σχέση αλληλουχίας από τη στήλη “Type”.

ID	Task Name	Type	Lag
12	Χτίσιμο Προσωρινής Πρόσβασης	Finish-to-Start (FS)	0d

### 3.3.4 Σύνδεση των Πόρων με τις Δράσεις.

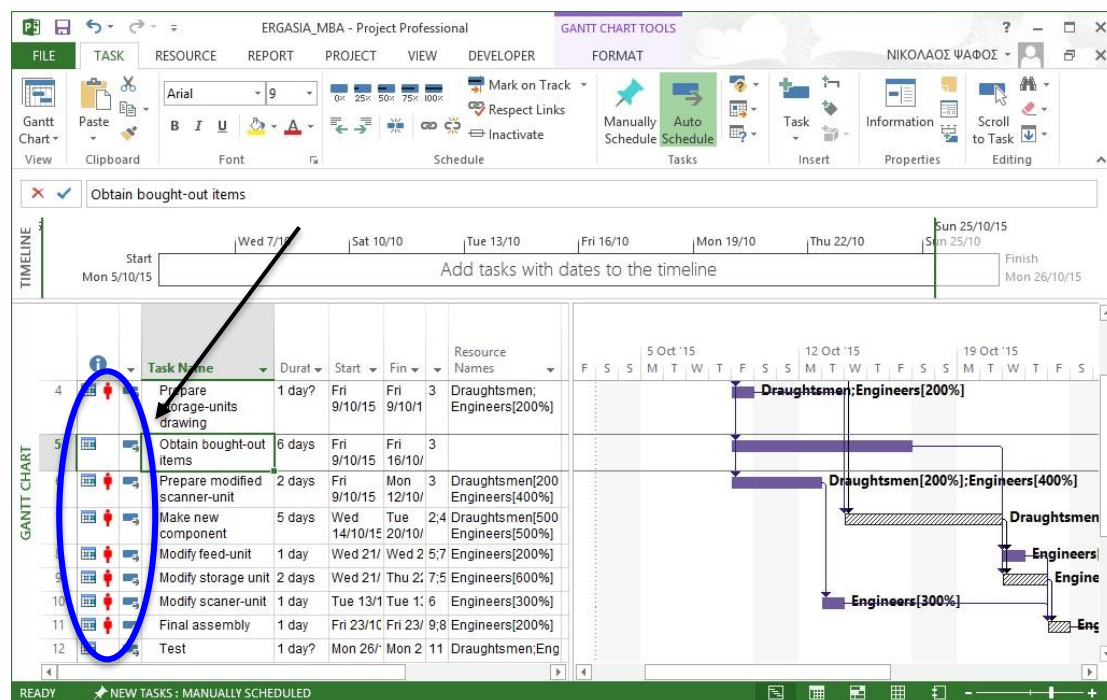
Για να γίνει η αντιστοίχιση των πόρων με τις Δράσεις, πρέπει ο χρήστης να επιλέξει τη Δράση και μετά ακολουθήσει τη διαδρομή **RESOURCE → Assign Resources** και εμφανίζεται το αντίστοιχο παράθυρο (Εικόνα 3.15).



**Εικόνα 3.15** Σύνδεση των Πόρων με τις Δράσεις.

Επιλέγει από τη λίστα τους πόρους που πρέπει, έναν έναν και πατάει Assign. Ύστερα, χωρίς να κλείσει το παράθυρο διαλόγου, μπορεί να επιλέξει από το φύλλο εργασίας άλλη Δράση και να επαναλάβει το ίδιο.

Κατά τη διάρκεια της αντιστοίχισης των ανθρώπινων πόρων στις αντίστοιχες Δράσεις (Gantt Chart), μπορεί να εμφανιστούν κόκκινες φιγούρες στη στήλη Indicators (i) του φύλλου εργασιών (Εικόνα 3.16). Η εφαρμογή προειδοποιεί ότι ο συγκεκριμένος πόρος χρησιμοποιείται σε παραπάνω από 1 Δράση ταυτόχρονα. Αν δύο ή παραπάνω Δράσεις χρησιμοποιούν κοινό πόρο αλλά δεν λαμβάνουν χώρα την ίδια χρονική περίοδο και δεν επικαλύπτει σε χρόνο, καθόλου η μία την άλλη, τότε δεν παρουσιάζεται πρόβλημα. Αν όμως ισχύει αυτό, τότε πρέπει να τοποθετηθεί άλλος τεχνικός στη μία (π.χ Ειδικευμένος\_1) και άλλος στην άλλη (π.χ. Ειδικευμένος\_2).



Εικόνα 3.16 Επιβάρυνση Πόρων.

Αν ο Υπεύθυνος του Έργου έχει στη διάθεσή του συγκεκριμένο αριθμό εργαζομένων και αναγκαστεί να αφαιρέσει κάποιον από μία Δράση, υπάρχει επιλογή στο MS Project για εξομάλυνση του Έργου ως προς τον αριθμό των πόρων “Work” (Fixed Units). Με αυτό το εργαλείο, σε κάθε Δράση διατηρείται σταθερός ο αριθμός των τεχνικών (Πόροι τύπου «Work») και μεταβάλλονται οι διάρκειες των Δράσεων ή οι ώρες εργασίας. Αυτό γίνεται αυτόματα και έχει ως αποτέλεσμα:

1. Την παράταση της διάρκειας του Έργου ή μείωση των ωρών εργασίας, αν ο χρήστης προσθέσει πόρους εργασίας, ή
2. Την μείωση της διάρκειας του Έργου ή αύξηση των ωρών εργασίας αν ο χρήστης αν αφαιρέσει πόρους εργασίας.

Επιλέγοντας με το δρομέα του υπολογιστή όλες τις Δράσεις ή όποιες θέλει πατώντας ταυτόχρονα Ctrl, πηγαίνει ύστερα **TASK → Information Καρτέλα Advanced** και από το πεδίο Task Type επιλέγει «Fixed Units» (Εικόνα 3.17).

Task Information

General | Predecessors | Resources | Advanced | Notes | Custom Fields

Name: Αγορά Τούβλων Duration: 60 days ☐ Estimated

Constrain task

Deadline: NA

Constraint type: As Soon As Possible Constraint date: NA

Task type: Fixed Duration ☐ Effort driven

Calendar: Fixed Duration ☐ Scheduling ignores resource calendars

WBS code: Fixed Units

Earned value method: % Complete

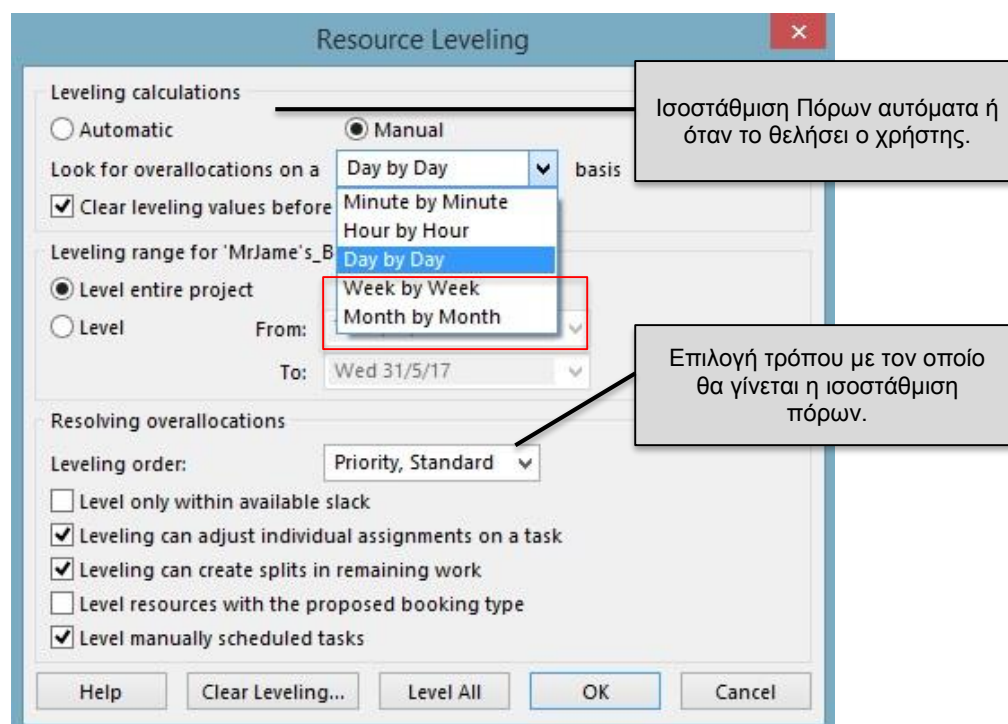
☐ Mark task as milestone

Help OK Cancel

Εικόνα 3.17 Ρύθμιση Τύπου Δράση (Εξομάλυνση Έργου).

Ομοίως, αν ο χρήστης θέλει να μένει αμετάβλητη η διάρκεια των Δράσεων και να μεταβάλλονται η εργασία και οι πόροι, επιλέγει «Fixed Duration». Τέλος, επιλέγοντας «Fixed Work», (Fixed Units) οι ώρες εργασίας διατηρούνται σταθερές σε κάθε Δράση και μεταβάλλονται αναλόγως η διάρκεια ή ο αριθμός των πόρων (Διακουλάκη 2015).

Γενικά, σε περίπτωση που οι πόροι έχουν υπερ-ανατεθεί ή υπο-ανατεθεί, ο χρήστης μπορεί να μετακινεί πόρους και εργασίες ή να αφήσει το MS Project να το κάνει. Αυτό λέγεται Ισοστάθμιση Πόρων (Resource Leveling). Αν τώρα ο χρήστης θέλει να αποφύγει μία μεγάλη χρονική επιμήκυνση του έργου, εφαρμόζει ισοστάθμιση σε εβδομαδιαία ή μηνιαία βάση (Εικόνα 3.17α). Πηγαίνει **RESOURCE → Level/Leveling Options** (Σταμούλης 2008).

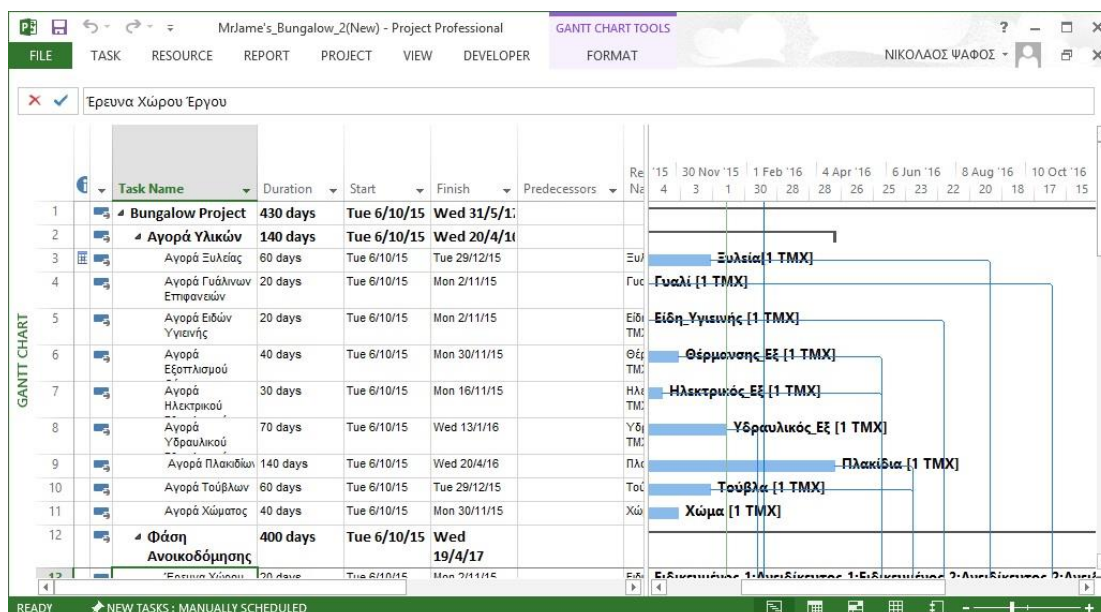


**Εικόνα 3.17α Ισοστάθμιση Πόρων (Resource Leveling).**

Το πρόγραμμα ρυθμίζει το επίπεδο χρήσης των πόρων, μετακινώντας ή διακόπτοντας εργασίες οι οποίες απαιτούν τους ίδιους πόρους έτσι ώστε να μην εκτελούνται ταυτόχρονα. Το MS Project επιλέγει την εργασία που θα καθυστερήσει, λαμβάνοντας υπόψη τις συσχετίσεις, τις ημερομηνίες, τις προτεραιότητες και τους περιορισμούς που ο χρήστης έχει εισάγει καθώς και πληροφορίες που το ίδιο έχει υπολογίσει (π.χ. ημερομηνίες και χρόνους αδράνειας (Slack Time)). Όταν επιλεγεί η αυτόματη ισοστάθμιση, πρέπει πάντα να ελέγχεται το αποτέλεσμα διότι το MS Project δεν γνωρίζει τι θέλει ο χρήστης θέλει να πετύχει με αυτή.

Τέλος, όταν εισαχθούν όλα τα παραπάνω, οι Δράσεις, οι Πόροι με τους συσχετισμούς και τα δεδομένα τους, η Εικόνα του Έργου στο MS Project θα φαίνεται όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 3.18:

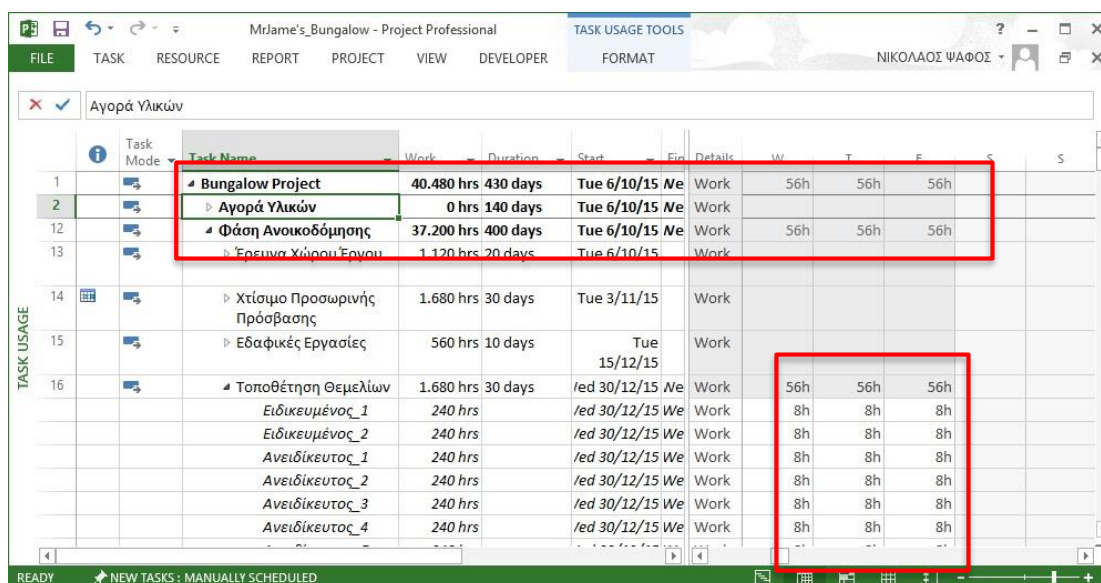




Εικόνα 3.18 Συμπληρωμένο Φύλλο Εργασίας και Διάγραμμα GANTT.

Με την ολοκλήρωση τού σχεδιασμού και προγραμματισμού του Έργου, φαίνεται και ποια είναι η ημερομηνία λήξης του Έργου (Από τη στήλη «Finish» της φάσης «Bungalow Project» και της Δράσης «Ολοκλήρωση Έργου»).

Πηγαίνοντας στη γραμμή κατάστασης και επιλέγοντας τη προβολή Χρήση Εργασιών (Task Usage) προβάλλεται η χρήση των εργασιών (Εικόνα 3.18.α) στη διάρκεια του Έργου (Σταμούλης 2008).

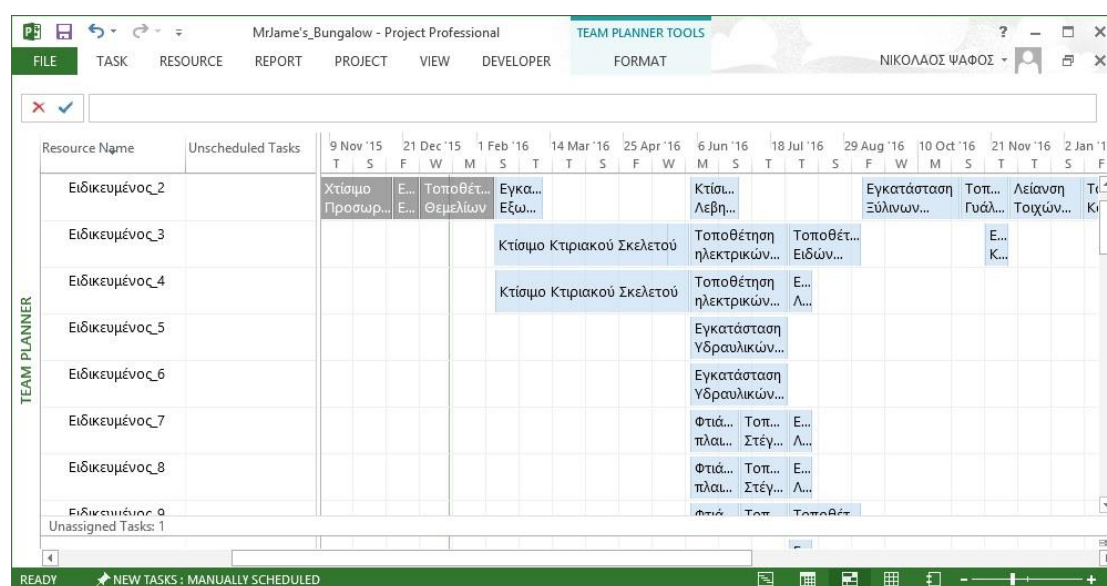


Εικόνα 3.18.α Προβολή Χρήσης Εργασιών.

Δείχνει τους πόρους που έχουν εκχωρηθεί σε κάθε εργασία ομαδοποιημένα

κατά εργασία. Επίσης, φαίνονται οι ώρες εργασίας κάθε πόρου που πραγματοποιεί ανά Δράση, οι συνολικές ώρες εργασίας ανά Δράση, ανά Φάση και συνολικά του Έργου. Για να εμπλουτιστεί αυτή η προβολή με πληροφορία χρήσιμη για το χρήστη, από την επιλογή **FORMAT → Details/Add Detail** μπορεί να εισαχθεί οτιδήποτε χρειαστεί όπως, σωρευμένη εργασία, κόστος εργασίας, εργασία με βάση το Baseline και άλλα.

Τέλος, υπάρχει και η προβολή «Team Planner» για την οποία υπάρχει επιλογή στη γραμμή κατάστασης αλλά και από **RESOURCE → View/Team Planner** (Εικόνα 3.18.β).



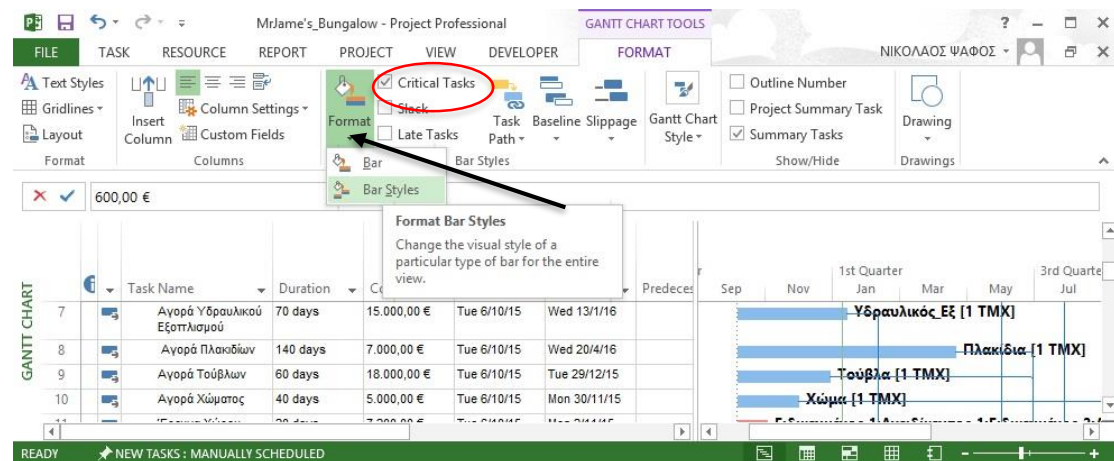
Εικόνα 3.18.β Προβολή Οργάνωσης Ομάδας (Team Planner).

Εδώ φαίνεται καθόλη τη διάρκεια του Έργου σε ποιες εργασίες λαμβάνει μέρος ο κάθε πόρος.

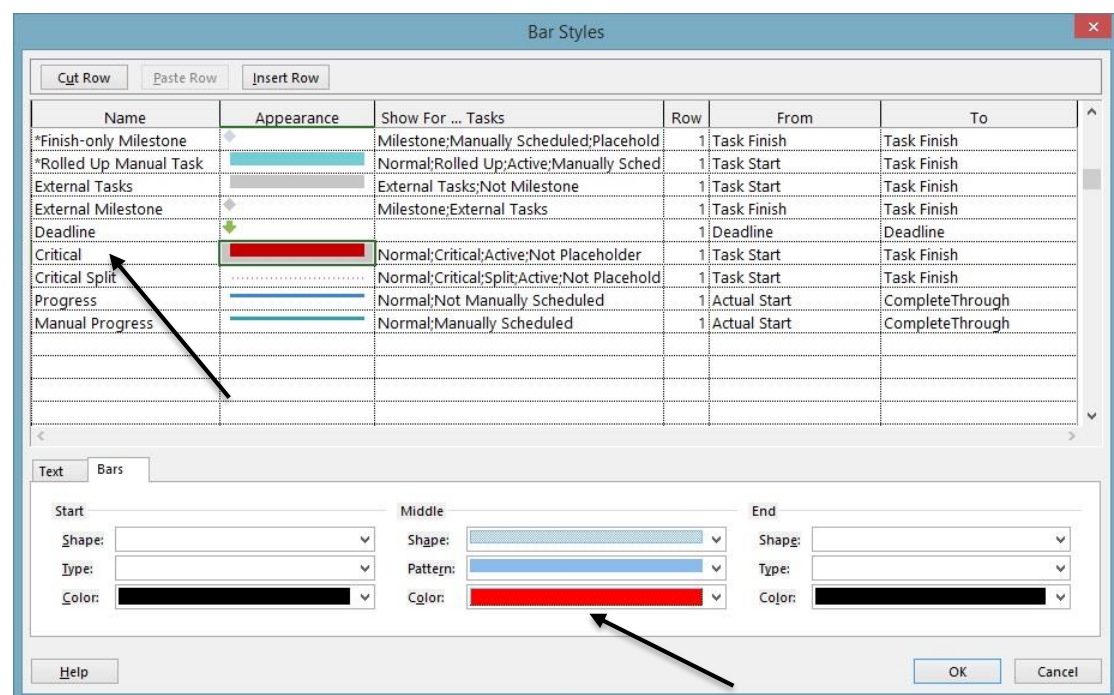
### 3.3.5 Κρίσιμη Διαδρομή (Critical Path)

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 1.5.1.5, Κρίσιμη Διαδρομή (Critical path) σε ένα δίκτυο δράσεων είναι η μεγαλύτερη χρονικά διαδρομή από συνδεδεμένες μεταξύ τους δράσεις του δικτύου από την έναρξη μέχρι το πέρας του έργου, που οποιαδήποτε καθυστέρηση στις δράσεις αυτές θα επιφέρει χρονική επιμήκυνση στην ολοκλήρωση του συνολικού έργου.

Από το παράδειγμα της εργασίας, επιλέγουμε να μας δείξει με κόκκινο χρώμα τη κρίσιμη διαδρομή (Εικόνα 3.19) και την αντίστοιχη σε Διάγραμμα Δικτύου (Εικόνα 3.20). Αυτό γίνεται πηγαίνοντας **FORMAT → Bar Styles** τσεκάροντας το Check Box “Critical Tasks” και από την επιλογή **Format → Bar Styles** επιλέγοντας κόκκινο χρώμα στην επιλογή “Critical” (Εικόνες 3.19.α και 3.19.β).

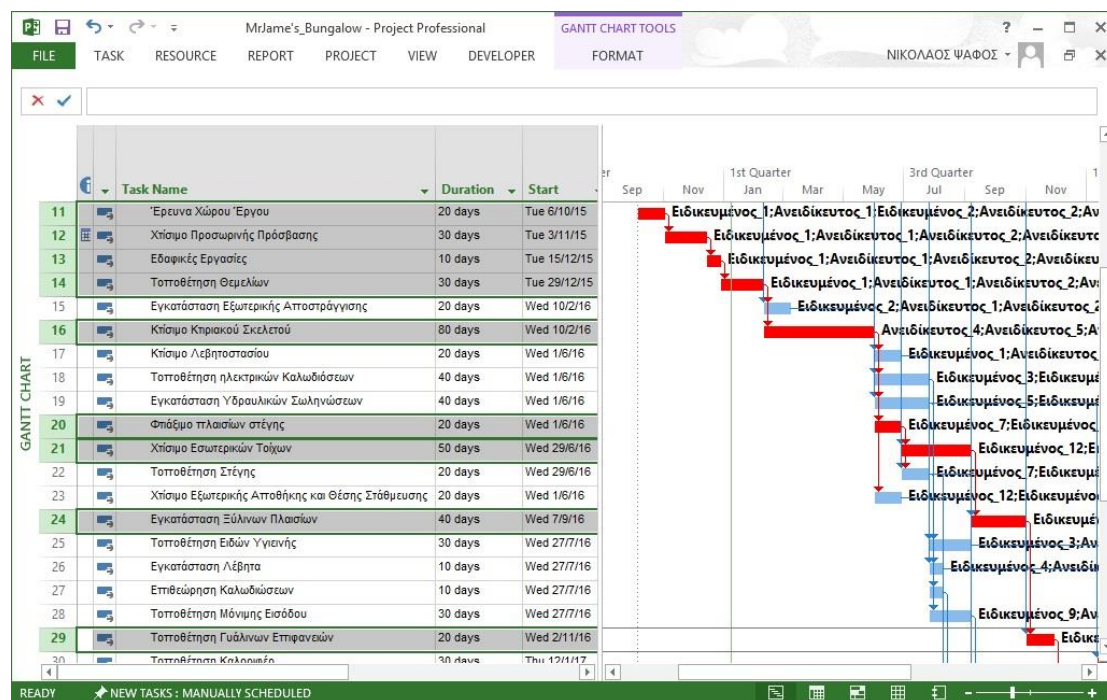


Εικόνα 3.19α Κρίσιμη Διαδρομή στο Διάγραμμα Gantt.



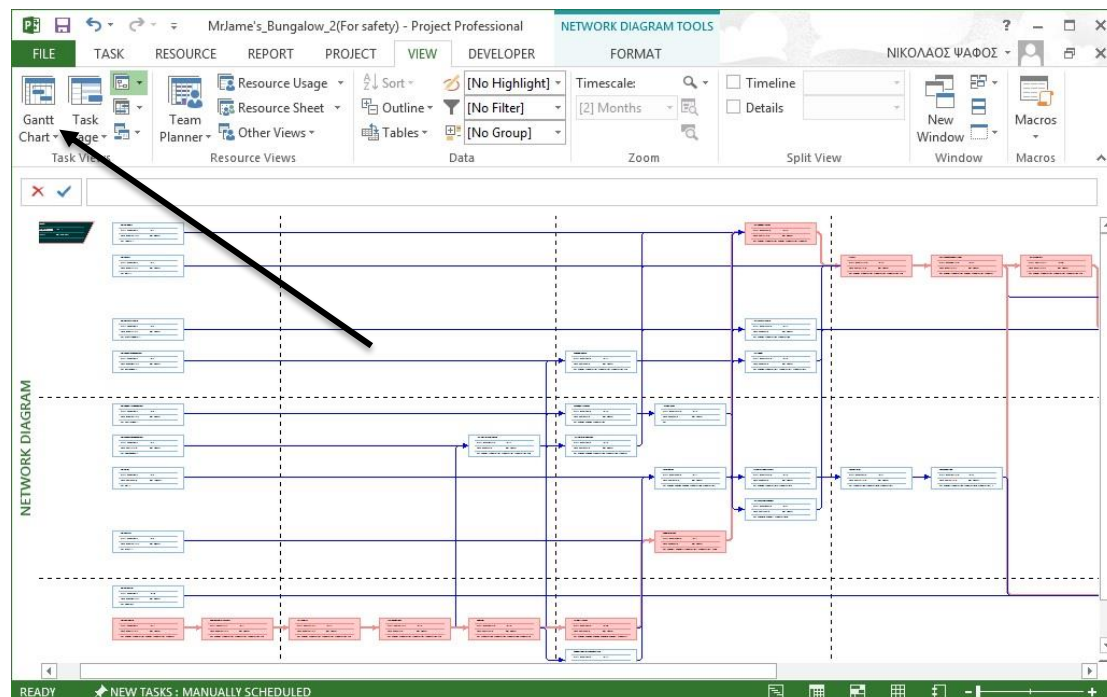
Εικόνα 3.19.β Επιλογή Χρώματος για Κρίσιμη Διαδρομή.



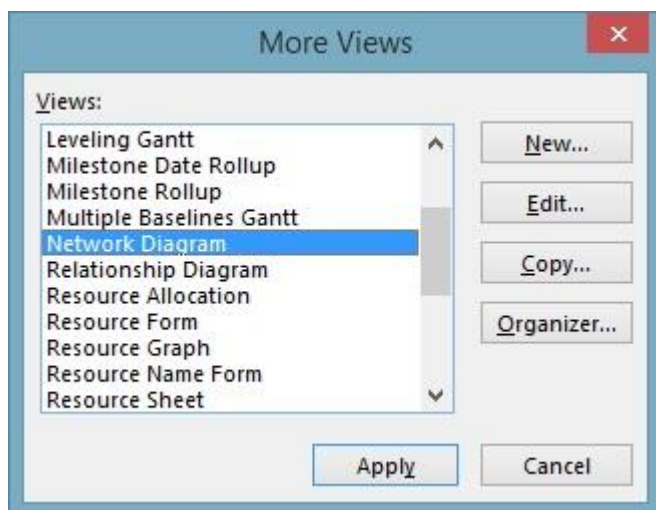


Εικόνα 3.19 Κρίσιμη Διαδρομή με Κόκκινο Χρώμα.

Για το Διάγραμμα Δικτύου, ο χρήστης επιλέγει το πρώτο εικονίδιο στα εργαλεία και ύστερα «Network Diagram» ή **VIEW → Other Views → More Views** και επιλογή «Network Diagram» (Εικόνα 3.20.α). Το Διάγραμμα Δικτύου είναι γνωστό παραδοσιακά και ως Διάγραμμα PERT. Αυτό το διάγραμμα αποτελεί μέθοδο που αναπτύχθηκε από το Αμερικάνικο ναυτικό τη δεκαετία 1950 και το χρησιμοποίησε για τη δημιουργία του πυραυλικού συστήματος Polaris (Snyder, Muir 2013)



Εικόνα 3.20 Διάγραμμα Δικτύου. Με κόκκινο φαίνεται η κρίσιμη διαδρομή.



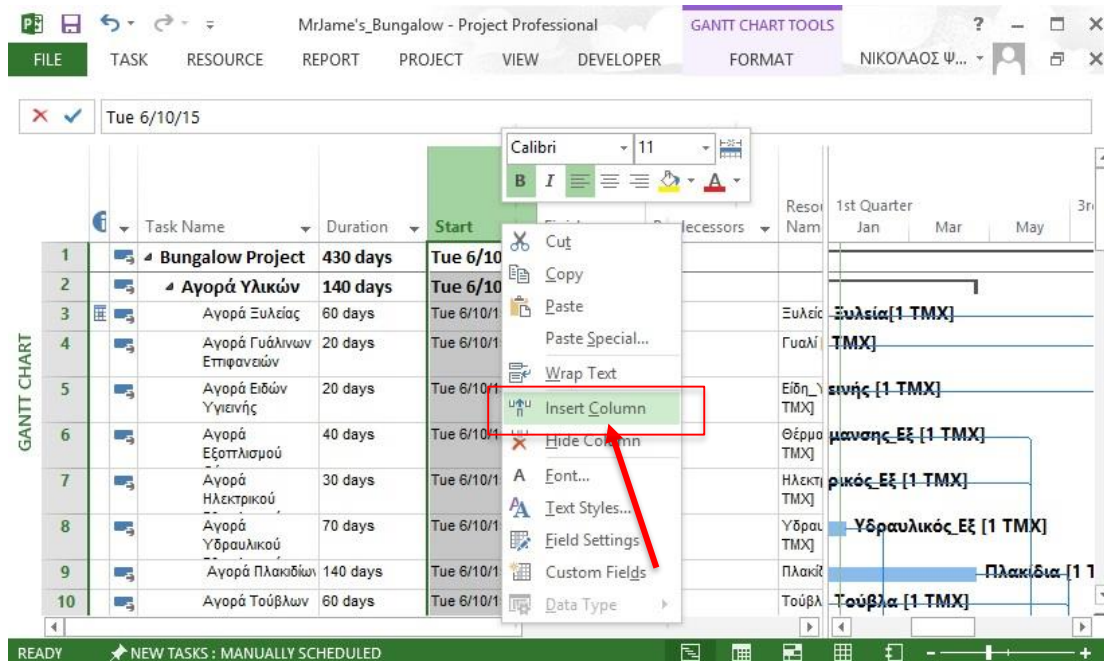
Εικόνα 3.20.α Επιλογή για Προβολή Διαγράμματος Δικτύου.

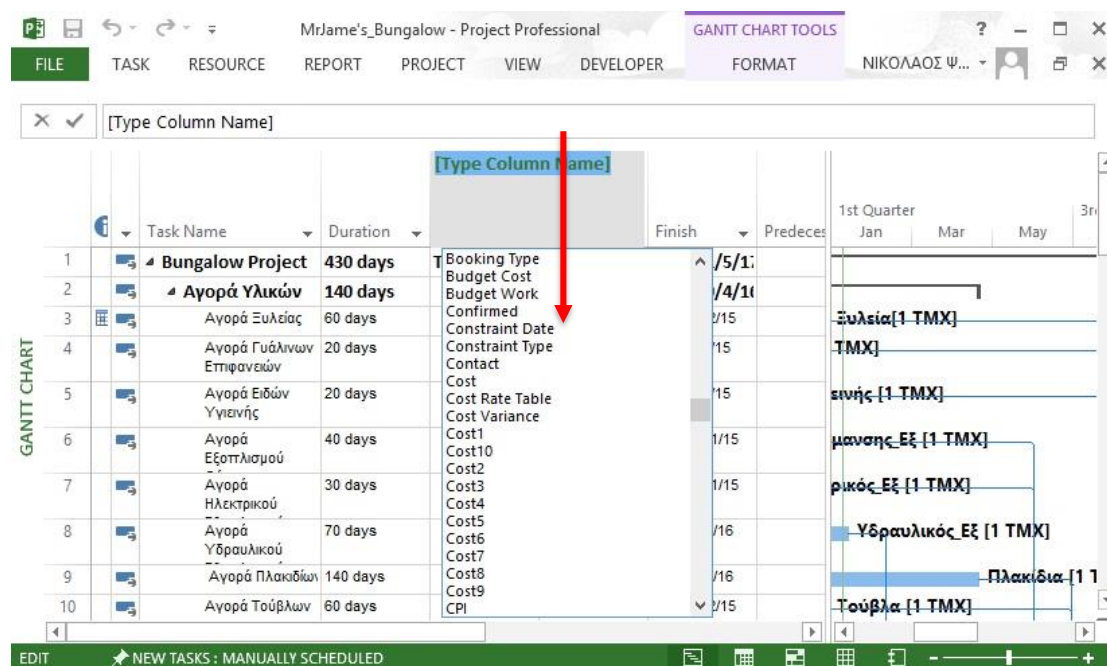
### 3.3.6 Προϋπολογισμός του Έργου

Ο προϋπολογισμός είναι το σύνολο του κόστους του Έργου όπως προκύπτει από τη σχεδίαση και τον προγραμματισμό του. Το σύνολο αυτό προκύπτει από το άθροισμα του κόστους της κάθε Δράσης.

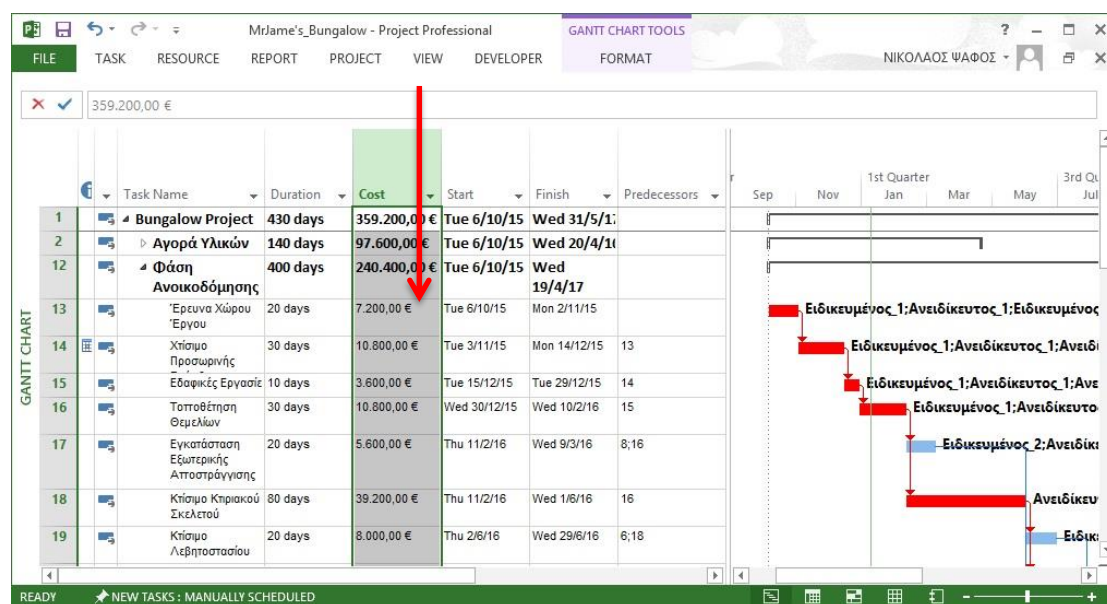
Σε προηγούμενες παραγράφους αναφέρθηκε η αξία των υλικών πόρων και οι αμοιβές των ειδικευμένων και ανειδίκευτων τεχνικών. Ανάλογα με το σύνολο των ωρών και των αριθμό των ημερών που εργάζεται κάθε ένας προκύπτει το συνολικό κόστος κάθε εργασίας.

Επιστρέφοντας τώρα στο φύλλο Δράσεων, κάνοντας δεξί κλικ στην κεφαλίδα της στήλης Start και επιλέγοντας «Insert Column» ο χρήστης επιλέγει την επιλογή «Cost» από τη λίστα που εμφανίζεται.





Με αυτόν το τρόπο εισάγεται ανάμεσα στη στήλη Duration και στη στήλη Start μία νέα στήλη, η στήλη Cost. Ο χρήστης βλέπει από το Cost της φάσης Bungalow Project ότι το συνολικό κόστος του Έργου είναι 359.200€ (Εικόνα 3.21), όπου είναι και ο προϋπολογισμός του Έργου. Επίσης, φαίνονται και τα κόστη της κάθε Φάσης και Δράσης του Έργου.



Εικόνα 3.21 Εισαγωγή Στήλης Κόστους.

### 3.3.7 Παρακολούθηση Έργου (Tracking)

Παρακολούθηση ή έλεγχος έργου είναι η επαναλαμβανόμενη διαδικασία σύμφωνα με την οποία υπολογίζονται παράμετροι του Έργου, οι τιμές τους συγκρίνονται με τις επιθυμητές και εφόσον υπάρχουν αποκλίσεις, λαμβάνονται διορθωτικά μέτρα (Παναγιώτου 2015).



Μέχρι εδώ, η μελέτη ασχολήθηκε με τη σχεδίαση και τον προγραμματισμό του Έργου. Από εδώ και στο εξής ακολουθεί η φάση της υλοποίησης και του ελέγχου.

Με την παρακολούθηση του Έργου, ο υπεύθυνος ελέγχει αν το Έργο «προχωράει» σύμφωνα με το αρχικό πλάνο. Έτσι, ο χρήστης ή ο διαχειριστής ή ο υπεύθυνος μπορεί να επιβλέπει:

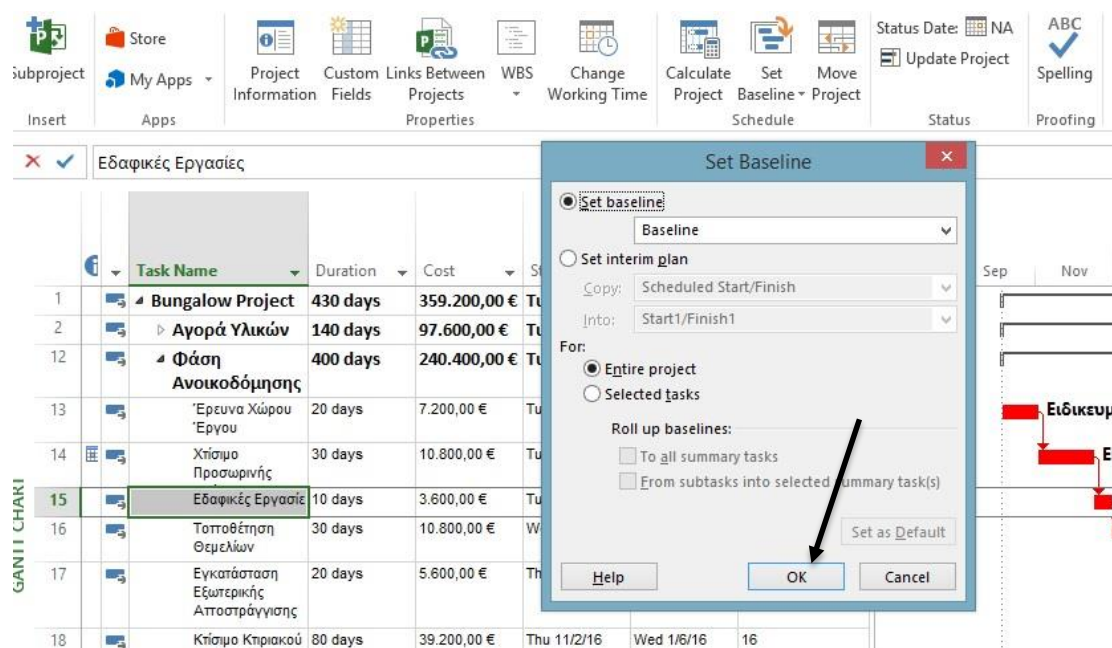
1. Αν υπάρχουν χρονικές αποκλίσεις στην εκτέλεση των εργασιών και
2. Αν υπάρχουν αποκλίσεις στο κόστος εκτέλεσης των εργασιών.

Πριν αρχίσει ο έλεγχος, ο χρήστης πρέπει να ορίσει το αποτέλεσμα του προγραμματισμού ως **«Βασικό Πλάνο» (Baseline)**. Αυτό θα αποτελεί έναν κανόνα σύγκρισης με τα πραγματικά δεδομένα που καταγράφονται κάθε φορά όταν γίνεται έλεγχος για κάτι από τα παρακάτω:

1. Έργο που έχει εκτελεσθεί. Αν το Έργο έχει «προχωρήσει» περισσότερο ή λιγότερο και αν επιβαρύνεται ή όχι το κόστος του αντίστοιχα.
2. Χρονική διάρκεια εργασίας. Αν έχει διαρκέσει περισσότερο ή λιγότερο μία κρίσιμη εργασία, τότε το Έργο επιβραδύνεται ή επιταχύνεται αντίστοιχα.
3. Χρόνος έναρξης και λήξης του Έργου.

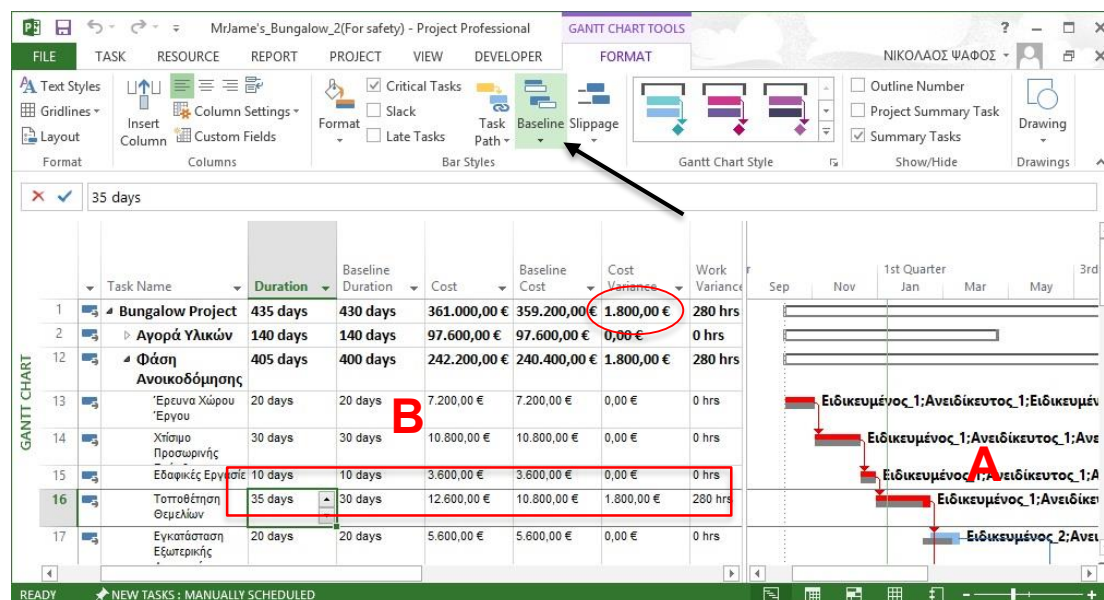
### Ορισμός Βασικού Πλάνου και Ημερομηνίας Ελέγχου.

Όταν ο χρήστης κρίνει ότι ο αρχικός προγραμματισμός του Έργου έχει ολοκληρωθεί, μπορεί να το θεωρήσει ως βασικό πλάνο (Baseline). Πηγαίνοντας πάλι πίσω στο MS Project και στο φύλλο Δράσεων, καρτέλα **PROJECT → Set Baseline**, επιλέγει «Set Baseline» και στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται, επιλέγει OK.



Εικόνα 3.22 Ορίζοντας το Βασικό Πλάνο.

Στο σημείο αυτό, ο χρήστης δεν παρατηρεί τίποτα, απλά έχει αποθηκευτεί το Baseline. Για να γίνεται λοιπόν η παρακολούθηση της τρέχουσας πρόόδου και σύγκριση με το αρχικό Baseline, υπάρχουν δύο κυρίως τρόποι (Εικόνα 3.23), ο γραφικός (A) και ο ποσοτικός (B).



Εικόνα 3.23 Σύγκριση Έργου με το Αρχικό Βασικό Πλάνο (Baseline).

Ο γραφικός (A) φαίνεται πηγαίνοντας **FORMAT → Bar Styles/Baseline** (Εικόνα 3.23). Στο Διάγραμμα Gantt έχει προστεθεί ένα παράλληλο Διάγραμμα όπου φαίνεται συγκριτικά η τρέχουσα πρόοδος του Έργου σε σχέση με το Baseline. Το Διάγραμμα Gantt με τις γκρι ράβδους είναι το Βασικό Πλάνο (Baseline), ενώ αυτό με τις έγχρωμες είναι το διάγραμμα του νέου πλάνου.

Για να φανεί ο ποσοτικός τρόπος παρακολούθησης των αλλαγών του Έργου (B), θα γίνει ένα παράδειγμα ελέγχου.

### Παράδειγμα 1:

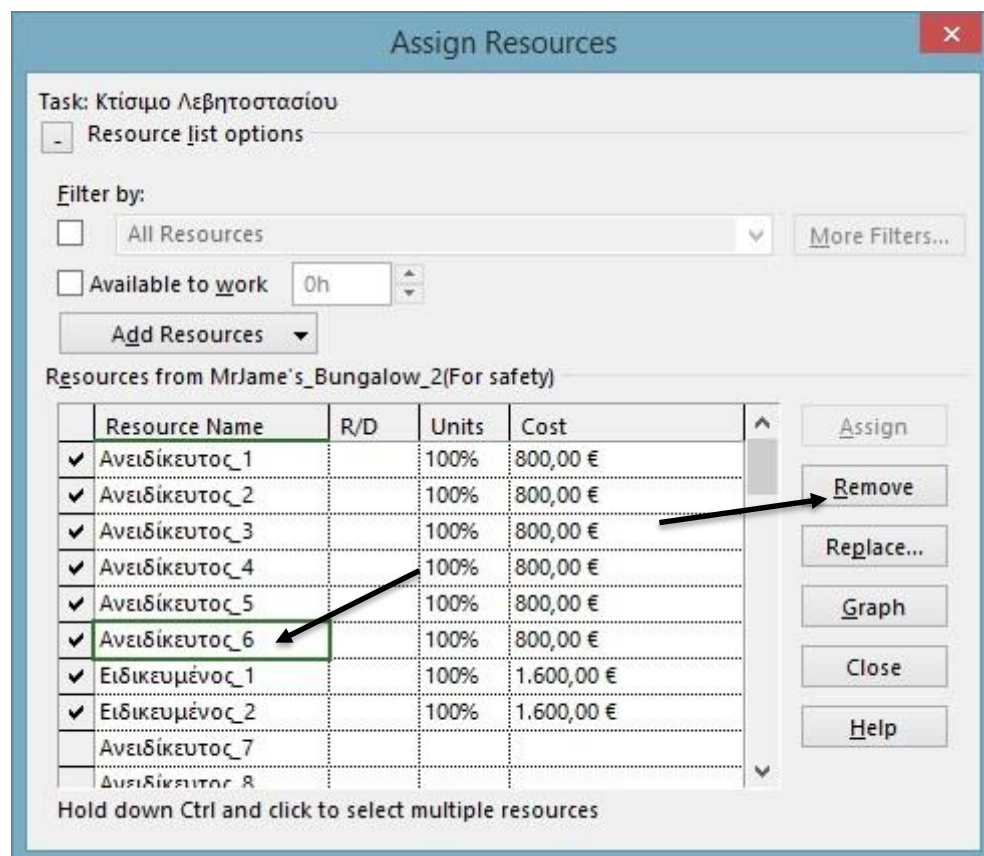
Ο χρήστης τροποποίησε τη διάρκεια της εργασίας 16 “Τοποθέτηση θεμελίων”, από 30 ημέρες σε 35. Το αρχικό πλάνο δηλαδή ήταν πως η διάρκεια της Δράσης αυτής είναι 30 μέρες και απλά «καθυστέρησε» να ολοκληρωθεί 5 ημέρες. Αυτό που έχει σημασία για τον υπεύθυνο του Έργου είναι τι επίπτωση θα έχουν οι οποιεσδήποτε μεταβολές (καθυστερήσεις ή συντομεύσεις, ελλείψεις πόρων ή οτιδήποτε άλλο) στο συνολικό κόστος του Έργου που έχει προϋπολογιστεί και τι στη διάρκειά του.

Στο παρόν φύλλο Δράσεων έχουν προστεθεί οι στήλες “Baseline Duration”, “Cost”, “Baseline Cost”, “Cost Variance” και “Work Variance”. Στο κόκκινο ελλειψοειδές σχήμα φαίνεται ότι το κόστος αυξήθηκε από 10.800€ σε 12.600€ δηλαδή η Μεταβολή Κόστους (Cost Variance) είναι +1.800€, όσο και συνολικά

ολόκληρου του Έργου. Ομοίως, η μεταβολή της εργασίας (Work Variance) είναι +280 ώρες, όσο επίσης και συνολικά του Έργου.

### **Παράδειγμα 2:**

Γίνεται η υπόθεση ότι ο υπεύθυνος Έργου δεν θα μπορεί να έχει στη διάθεσή του 6 ανειδίκευτους εργάτες για τη εκτέλεση της Δράσεως 19 «Κτίσιμο Λεβητοστασίου», αλλά 5. Έτσι, ο χρήστης επιλέγει τη Δράση αυτή πατάει **δεξί κλικ** → **Assign Resources**, επιλέγει τον πόρο «Ανειδίκευτος\_6» και πατάει «Remove» (Εικόνα 3.24).



**Εικόνα 3.24 Αφαίρεση Πόρου από τη Δράση 16.**

Τότε, το MS Project εμφανίζει ένα μήνυμα διαλόγου που λέει «Αφαίρεσες πόρους από αυτήν τη Δράση. Θέλεις να...» και ζητάει να επιλέξει ο χρήστης μία από τις τρεις επιλογές:

1. Αυξήσεις τη διάρκεια αλλά να διατηρήσεις την ίδια ποσότητα εργασίας.
2. Μειώσεις την ποσότητα εργασίας αλλά να διατηρήσεις την ίδια διάρκεια.
3. Αυξήσεις τις ώρες εργασίας των πόρων ανά ημέρα (των τεχνικών), αλλά να διατηρήσεις την ίδια διάρκεια και εργασία.

Ο χρήστης θα επιλέξει μία από τις τρεις επιλογές ανάλογα τι είδους Έργου έχει να διαχειριστεί. Αν το Έργο αυτό έχει αδιαπραγμάτευτη διορία λήξης, τότε θα επιλέξει το 3. Το 2 δεν μπορεί να γίνει στο τρέχον παράδειγμα, αλλά σε άλλο είδους Έργο

ίσως. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, δεδομένου ότι ο χρήστης θεωρεί πως δεν υπάρχει πρόβλημα να καθυστερήσει η Δράση λίγες μέρες, επιλέγει το 1 (Εικόνα 3.25).

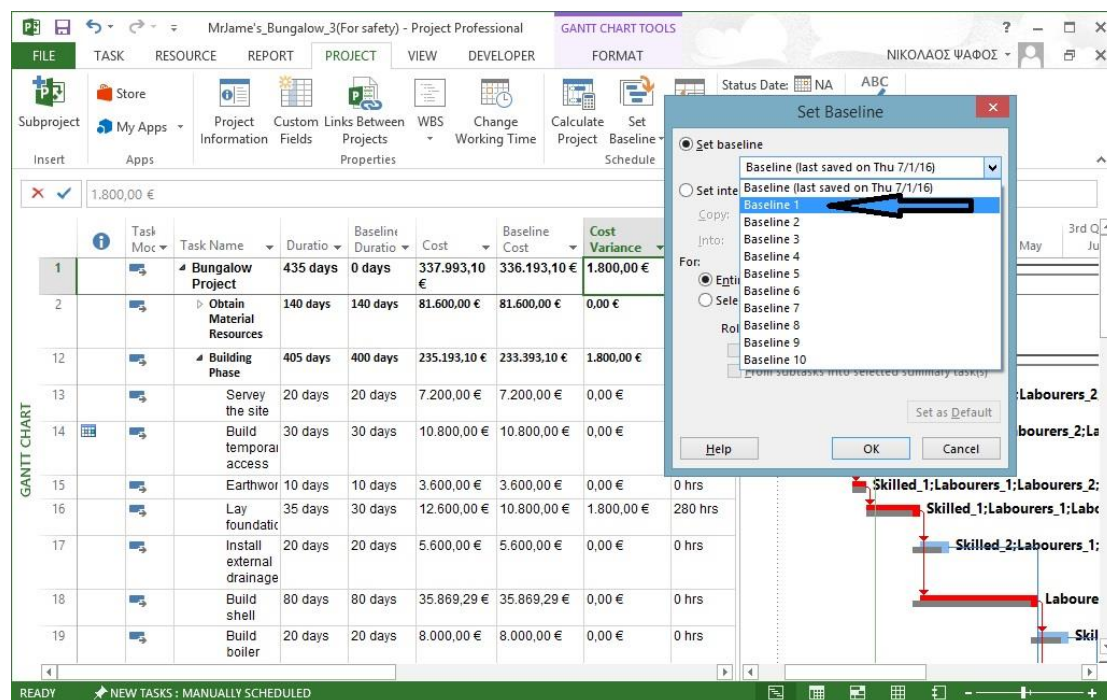
Task ID	Task Name	Duration	Baseline Duration	Cost	Baseline Cost	Cost Variance	Work Variance	% Complete
17	Εγκατάσταση Εξωτερικής Αποστράγγισης	20 days	20 days	5.600,00 €	5.600,00 €	0,00 €	0 hrs	0%
18	Κτίσιμο Κπριακού Σκελετού	80 days	80 days	39.200,00 €	39.200,00 €	0,00 €	0 hrs	0%
19	Κτίσιμο Λεβητοστασίου	22,86 days	20 days	8.228,57 €	8.000,00 €	228,57 €	0 hrs	0%
20	Τοποθέτηση ηλεκτρικών Καλωδιώσεων	40 days	40 days	8.000,00 €	8.000,00 €	0,00 €	0 hrs	0%
21	Εγκατάσταση Υδραυλικών Σωληνώσεων	40 days	40 days	11.200,00 €	11.200,00 €	0,00 €	0 hrs	0%

**Εικόνα 3.25 Φύλλο Εργασίας μετά την Αλλαγή.**

Το πρόγραμμα υπολογίζει εκ νέου ότι η διάρκεια της Δράσης θα αυξηθεί από 20 σε 23 ημέρες (22,86 για την ακρίβεια), η ημερομηνία λήξης μεταβάλλεται αυτόματα από 6/7/2016 σε 11/7/2016 (Λόγω αργίας Σαββάτου και Κυριακής) και το κόστος θα αυξηθεί 228,57 ευρώ. Αντίστοιχα θα συνέβαινε αν αυξανόταν ή μειωνόταν ο αριθμός των τεχνικών κατά έναν ή περισσότερους.

Αν τώρα ο διαχειριστής θέλει να ορίσει το νέο προγραμματισμό του Έργου, όπως έχει διαμορφωθεί μετά την καθυστέρηση, ως ένα νέο Baseline, μπορεί να το κάνει και να το ορίσει ως Baseline1 διατηρώντας και το αρχικό Baseline (Εικόνα 3.26). Ο χρήστης μπορεί να ορίσει μέχρι και 11 διαφορετικά Baselines στην εφαρμογή για να μπορεί να συγκρίνει την πορεία του Έργου με οποιοδήποτε πλάνο είχε ορίσει στο παρελθόν.

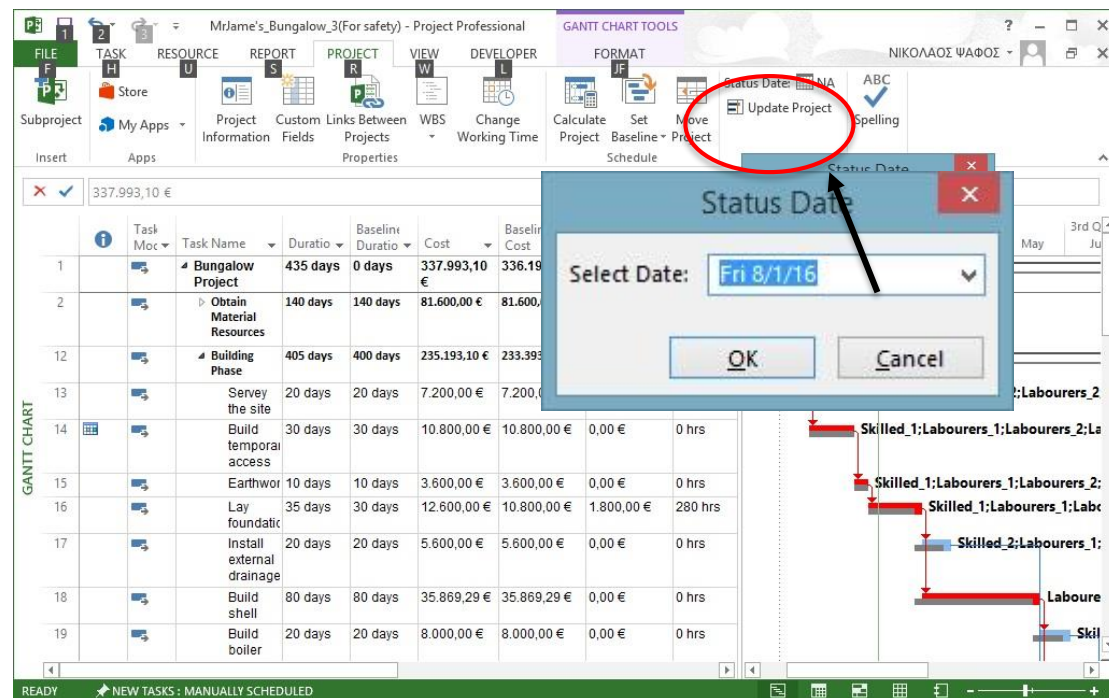




Εικόνα 3.26 Ορίζοντας Νέο Βασικό Πλάνο (Baseline 1).

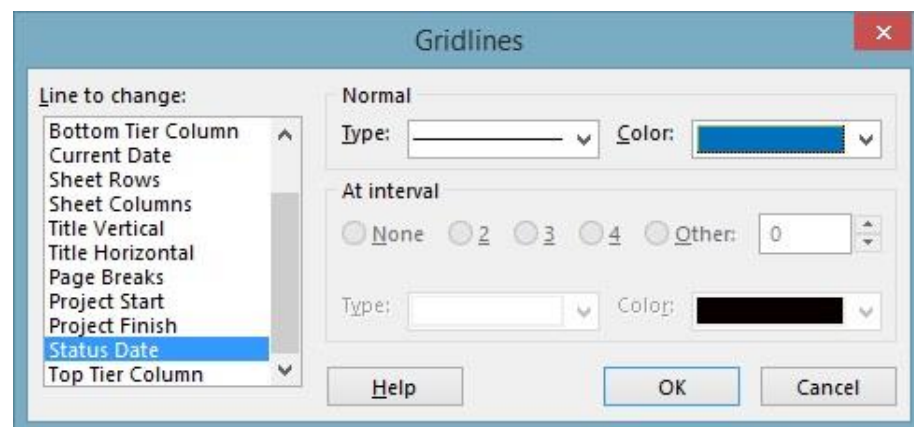
Έως τώρα, ο χρήστης έκανε ελέγχους Έργου σε σχέση με το Baseline μέχρι την τρέχουσα ημερομηνία, δηλαδή μέχρι την ημερομηνία που είχε το σύστημα τη μέρα εκείνη. Συνήθως, οι αλλαγές και οι μεταβολές που συμβαίνουν σε ένα Έργο στη πραγματικότητα, δεν καταχωρούνται στο MS Project την ίδια μέρα. Ο χρήστης μπορεί να εισάγει δεδομένα Έργου που έγιναν μία εβδομάδα πριν ή να καταχωρήσει μία παραγγελία υλικών που έκανε και θα τη παραλάβει με χρέωση, δύο εβδομάδες μετά. Επομένως, η ημερομηνία κατάστασης (Status Date) δείχνει την ημερομηνία που καταχωρεί ο χρήστης τις τελευταίες πληροφορίες πραγματικής εξέλιξης του Έργου και καταχωρείται στο πλαίσιο διαλόγου **Project Information** από **PROJECT/Status → Status Date** (Εικόνα 3.27).



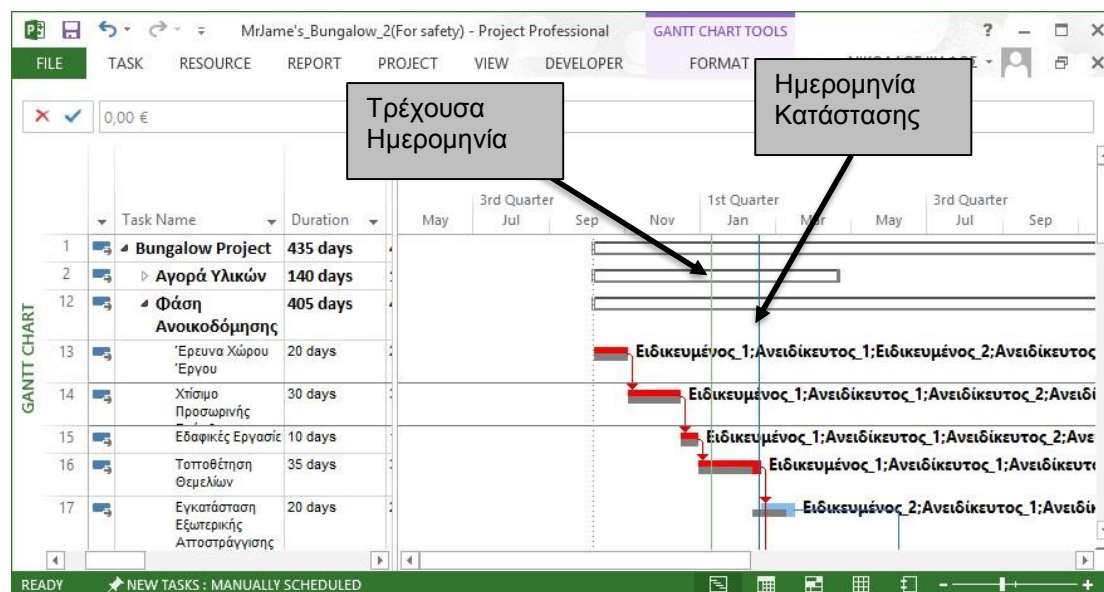


Εικόνα 3.27 Ορισμός Ημερομηνίας Ελέγχου (Status Date).

Μπορεί να εμφανιστεί στο Διάγραμμα Gantt, αν επιλεγεί από το πλαίσιο διαλόγου Gridlines (Γραμμές Πλέγματος) που εμφανίζεται από **FORMAT/Format → Gridlines/Gridlines** (Εικόνα 3.28, 3.29).



Εικόνα 3.28 Ορισμός Γραμμών Πλέγματος.



**Εικόνα 3.29 Γραμμές Πλέγματος στο Gantt Chart.**

### Ποσοστά Ολοκλήρωσης Έργου

Η πιο απλή και διαδεδομένη μέθοδος αναφοράς της προόδου του Έργου είναι το ποσοστό (%) ολοκλήρωσης των εργασιών.

Ο χρήστης καταχωρεί το πραγματικό ποσοστό ολοκλήρωσης που αναφέρουν τα μέλη της ομάδας εργασίας (π.χ. Ο υπεύθυνος Έργου). Συνήθως, τα ποσοστά αυτά είναι διακριτά, 25%, 50%, 75% και 100% (Όταν έχει ολοκληρωθεί η εργασία). Να μπορεί δηλαδή η ομάδα να προσδιορίσει την πρόοδο της εργασίας με σχετική ακρίβεια. Αν για παράδειγμα σε μία Δράση «Τοποθέτηση Παραθύρων» έχουν τοποθετηθεί τα μισά παράθυρα, τότε η Δράση αυτή έχει ολοκληρωθεί κατά 50%.

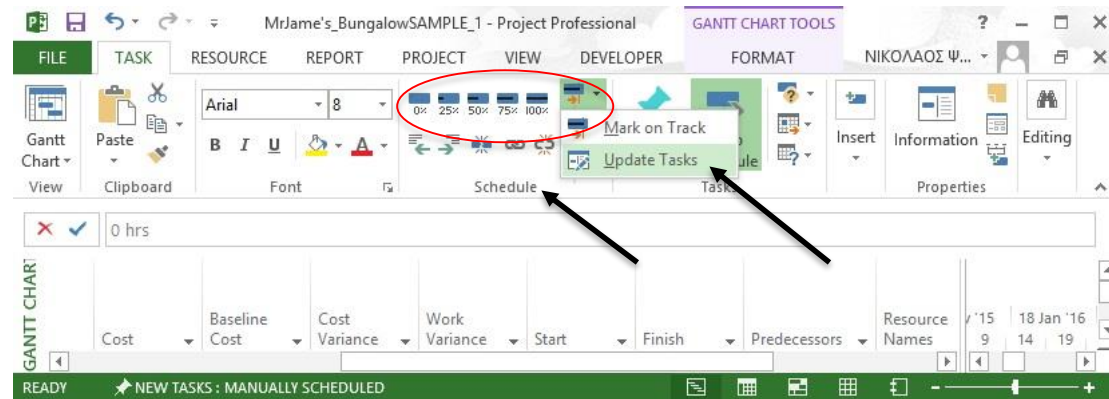
### Ποσοστά Ολοκλήρωσης Απασχόλησης

Μερικοί υπεύθυνοι Έργων χρησιμοποιούν το ποσοστό (%) ολοκλήρωσης απασχόλησης (εργασίας), που δείχνει το ποσοστό των ωρών απασχόλησης που έχει υλοποιηθεί από κάποιο πόρο σε κάποια εργασία, σε επιλεγμένες εργασίες ή σε ολόκληρο το Έργο.

### Ποσοστά Φυσικής Ολοκλήρωσης

Μερικοί υπεύθυνοι Έργων χρησιμοποιούν το ποσοστό (%) φυσικής ολοκλήρωσης μιας εργασίας. Η φυσική ολοκλήρωση συνήθως αφορά τη χρήση υλικών και είναι διαφορετική από την ολοκλήρωση της εργασίας. Αν π.χ. μια εργασία αφορά το κτίσιμο ενός τοίχου με πέτρα και χρειάζονται 5 σειρές πέτρας για να υλοποιηθεί και έχουν κτιστεί 3 σειρές πέτρας, μπορεί να θεωρηθεί ότι η εργασία έχει ολοκληρωθεί κατά 60%. Το κτίσιμο όμως των 2 τελευταίων σειρών μπορεί να είναι δυσκολότερο και να απαιτεί περισσότερο χρόνο. Σε ό,τι αφορά το ποσοστό ολοκλήρωσης εργασίας μπορεί η κανονική τιμή να είναι 50% παρότι κτίστηκαν οι 3

Για να βάλει ο χρήστης τις γραμμές προόδου (Progress Bars), πηγαίνει **TASK** → **Schedule**. Εδώ μπαίνουν μόνο οι προεπιλεγμένες 0%, 25%, 50%, 75%, 100% (Εικόνα 3.30).



Εναλλακτικά, επιλέγει το “Update Tasks” (Εικόνα 3.30) για να ορίσει διαφορετική πρόοδο Στο πεδίο «% Complete».

Update Tasks

Name:  Duration:

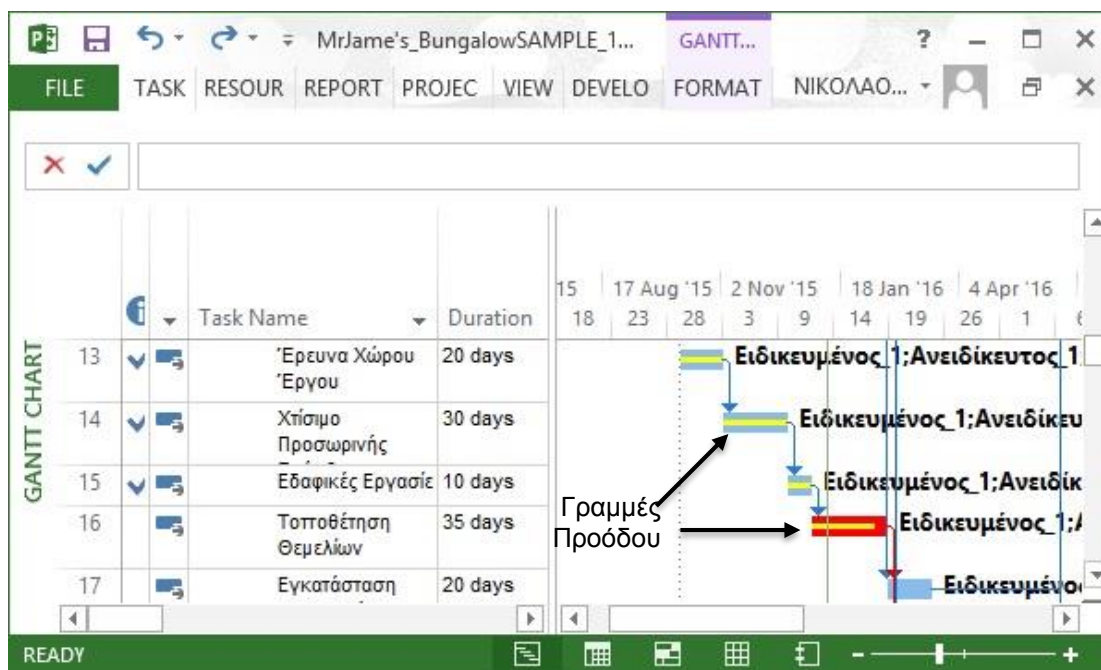
% Complete:  Actual dur.:  Remaining dur.:

Actual

Start:  Finish:

Current

Start:  Finish:

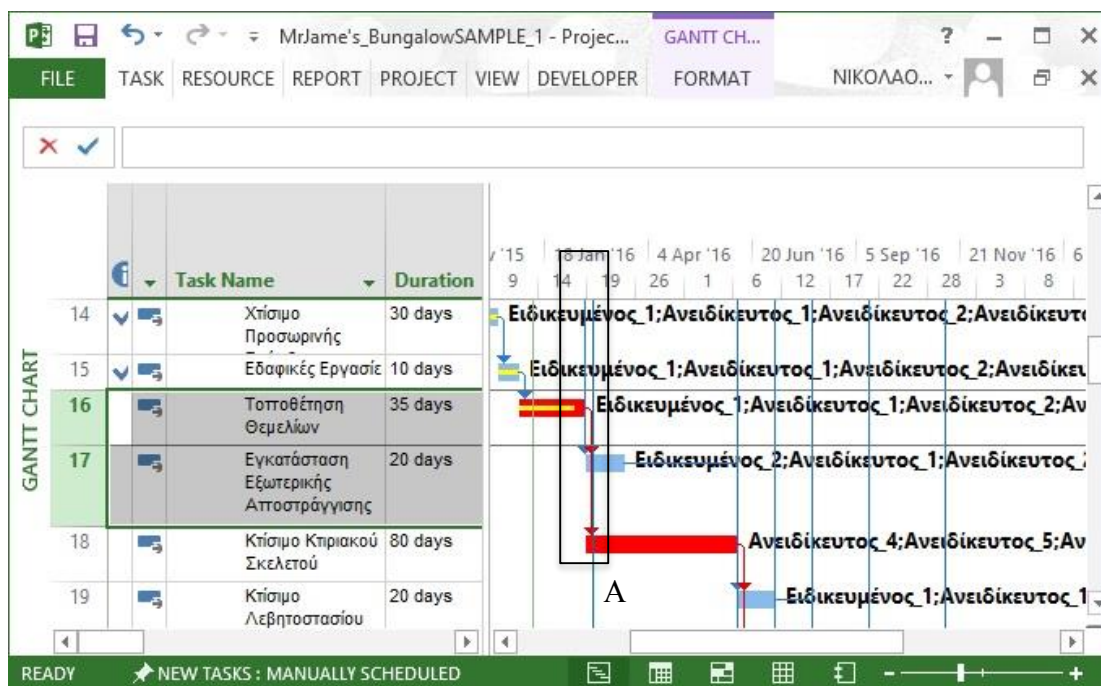


**Εικόνα 3.31 Γραμμές Προόδου στο Gantt Chart.**

Οι κίτρινες οριζόντιες γραμμές που διατρέχουν τις Δράσεις του Διαγράμματος Gantt, είναι οι Γραμμές Προόδου (Progress Bars). Ανάλογο με το ποσοστό ολοκλήρωσης της Δράσης είναι και το μήκος τους σε σχέση με τη Γραμμή Δράσης του Έργου στην οποία βρίσκεται (Εικόνα 3.31).

### Παράδειγμα 3:

Η Ημερομηνία κατά την οποία γίνεται ο έλεγχος του Έργου είναι 23/02/2016. Η ομάδα εργασίας ενημερώνει τον υπεύθυνο ότι η Δράση «Τοποθέτηση Θεμελίων» έχει ολοκληρωθεί κατά 80% και η Δράση «Εγκατάσταση Εξωτερικής Αποστράγγισης» θα καθυστερήσει να ξεκινήσει μία εβδομάδα, δηλαδή 25/02/2016 αντί για 18/02/2016. Όλες οι προηγούμενες έχουν ολοκληρωθεί κανονικά. Βάζοντας τα στοιχεία αυτά στο MS Project, η εικόνα του Έργου γίνεται ως εξής:



Εικόνα 3.32 Παράδειγμα 3.

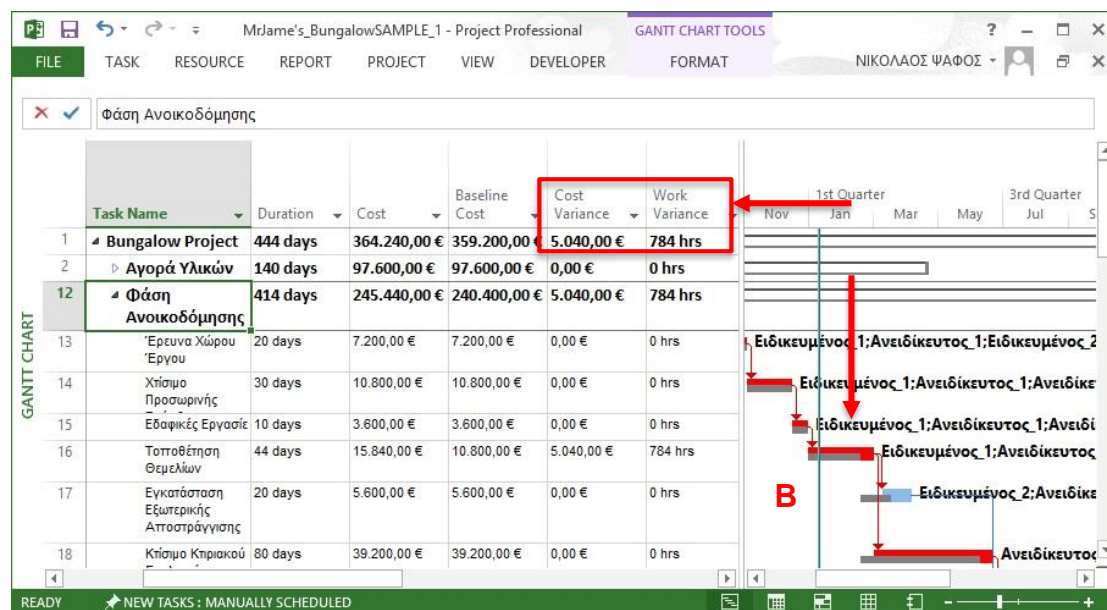
Η μπλε κάθετη γραμμή A δείχνει την ημερομηνία κατά την οποία γίνεται ο έλεγχος, δηλαδή 23/02/2016. Φαίνεται ότι η Δράση 16 έπρεπε να έχει ολοκληρωθεί αλλά η Γραμμή Προόδου της δείχνει ποσοστό 80%. Η Δράση 17 δεν έχει ξεκινήσει ακόμα και πρόκειται να αρχίσει 25/02/2016. Σύμφωνα με το Διάγραμμα Gantt όμως έπρεπε να φαίνεται κάποια πρόοδος (Δεν έχει καθόλου Γραμμή Προόδου, δηλαδή 0%) (Εικόνα 3.32).

Το επόμενο βήματα του χρήστη είναι να ορίσει την τρέχουσα κατάσταση ως Baseline1 από **PROJECT → Baseline/Set Baseline**, να κάνει τις αλλαγές που του μετέφερε η ομάδα του στο MS Project και να συνεχίσει να εργάζεται σε αυτό σαν να ήταν το αρχικό.

Υπενθύμιση: Το αρχικό πλάνο έχει αποθηκευτεί ήδη ως  
Baseline.

Ύστερα από τις αλλαγές, η νέα διαμόρφωση του Διαγράμματος Gantt και του Φύλλου Εργασίας φαίνονται στην Εικόνα 3.33.



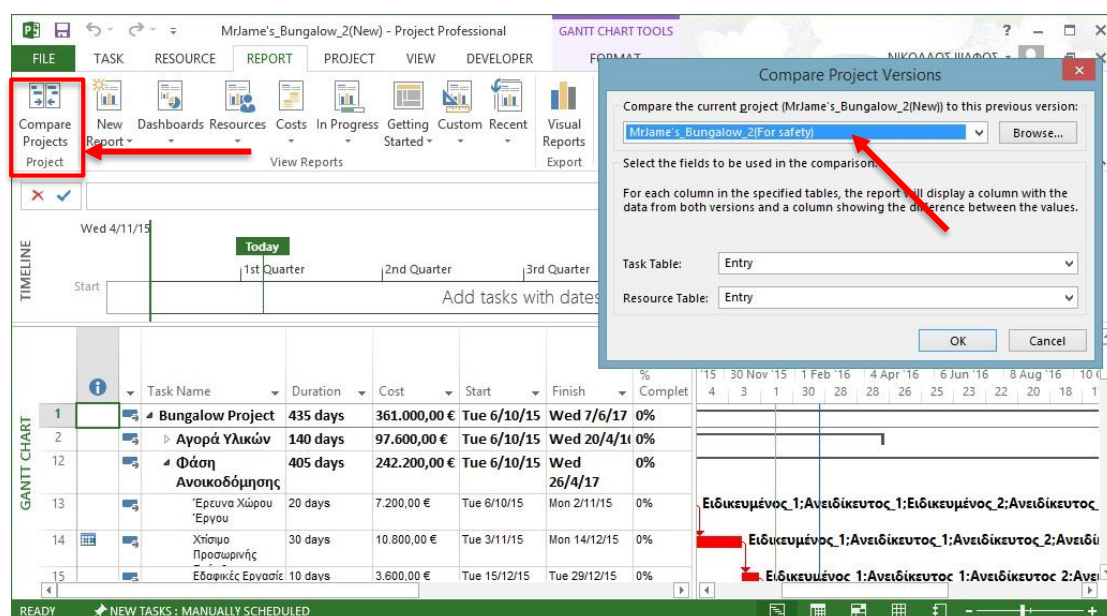


Εικόνα 3.33 Παράδειγμα 3.

Το συνολικό κόστος του Έργου αυξήθηκε 5.040€ και οι ώρες εργασίας 784 ώρες (Cost Variance = 5.040€, Work Variance = 784 ώρες). Επίσης, φαίνονται και οι χρονικές μεταβολές σε σχέση με το Baseline1 (B) (Εικόνα 3.33).

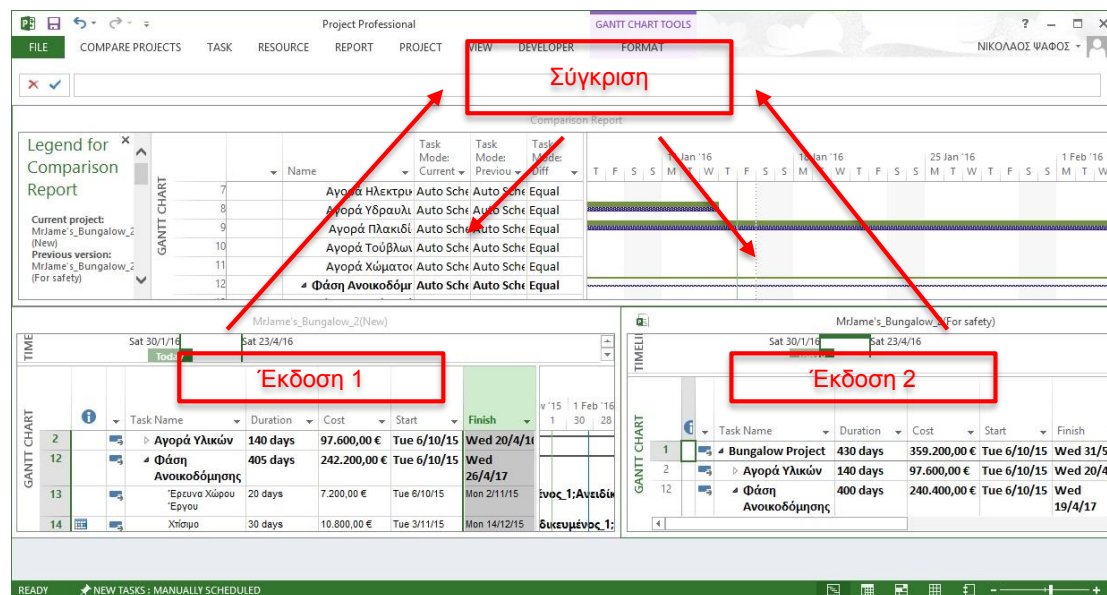
### Σύγκριση Διαφορετικών Εκδόσεων του Έργου

Αν ο χρήστης θέλει να δοκιμάσει διαφορετικά σενάρια σχεδιασμού εκτέλεσης του υπόλοιπου Έργου, μπορεί να αποθηκεύει το Έργο στον υπολογιστή σε διαφορετικά αρχεία. Το MS Project διαθέτει ένα μηχανισμό σύγκρισης διαφορετικών εκδόσεων (αρχείων) του Έργου και παρουσίασης των διαφορών τους. Πηγαίνοντας **REPORT → Compare Projects** και επιλέγοντας τη δεύτερη έκδοση του Έργου για σύγκριση (Εικόνα 3.34)



### Εικόνα 3.34 Σύγκριση Έργων.

Το αποτέλεσμα της σύγκρισης φαίνεται στην Εικόνα 3.35.



### Εικόνα 3.35 Σύγκριση Έργων.

#### 3.3.7.1 Έλεγχος Οικονομικής και Χρονικής Προόδου Έργου

Κατά τη διάρκεια του Ελέγχου του Έργου υπάρχουν χρήσιμοι δείκτες που φανερώνουν την οικονομική μεταβολή που έχει υποστεί ένα Έργο αλλά και τη χρονική. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιοι από αυτούς (Παναγιώτου 2015):

- **ACWP** (Actual Cost of Work Performed): Το πραγματικό αθροιστικό κόστος του έργου μέχρι την ημερομηνία ελέγχου.
- **BCWP** (Budgeted Cost of Work Performed) ή **EV** (Earned Value): Προϋπολογισμένο (μη πραγματικό) αθροιστικό κόστος για τις δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν μέχρι την ημερομηνία ελέγχου.
- **BCWS** (Budgeted Cost of Work Scheduled): Προϋπολογισμένο (μη πραγματικό) αθροιστικό κόστος των δραστηριοτήτων που είχαν προγραμματιστεί μέχρι την ημερομηνία ελέγχου (χωρίς απαραίτητα να πραγματοποιήθηκαν).
- **CPI** (Cost Performance Index): Δείκτης Κόστους ή Δείκτης Παραγωγικότητας.

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP}, \text{ Αν } CPI < 1, \text{ υπάρχει υπέρβαση κόστους.}$$

Η απόκλιση τού προγράμματος ισούται με τη διαφορά του BCWP μείον του BCWS (Παναγιώτου 2015).

- **SV** (Schedule Variance): Απόκλιση προγράμματος.

$$SV = BCWP - BCWS$$

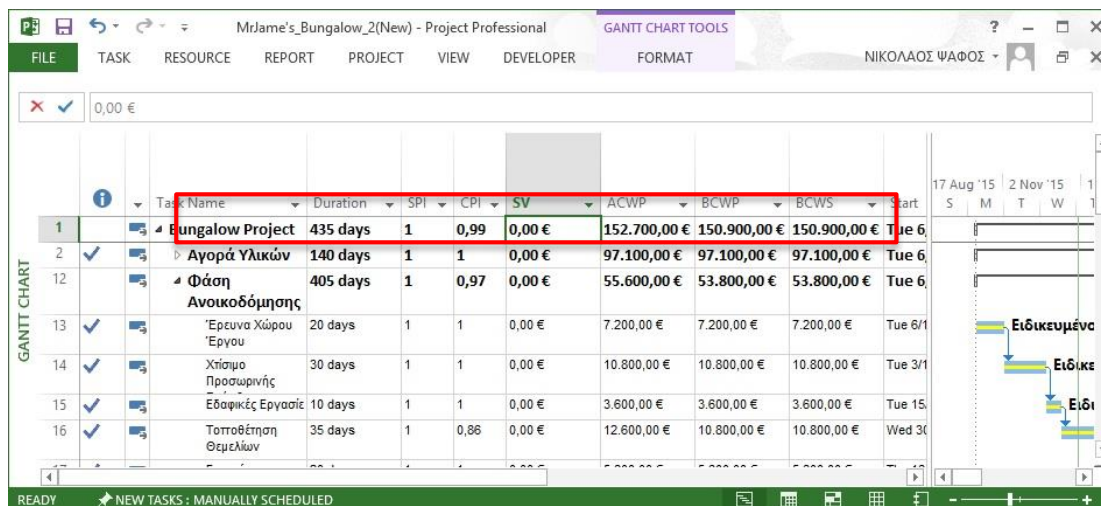
Αν  $SV < 0$ , τότε το Έργο παρουσιάζει καθυστέρηση.

- **SPI** (Schedule Performance Index): Δείκτης προγραμματισμού.

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$$

Αν  $SPI < 1$ , τότε το Έργο παρουσιάζει υπέρβαση χρόνου.

Οι δείκτες αυτοί μπορούν να εμφανιστούν στο φύλλο εργασίας με την εισαγωγή στηλών και επιλέγοντας τους δείκτες αυτούς (Εικόνα 3.36).



Task Name	Duration	SPI	CPI	SV	ACWP	BCWP	BCWS
Bungalow Project	435 days	1	0,99	0,00 €	152.700,00 €	150.900,00 €	150.900,00 €
Αγορά Υλικών	140 days	1	1	0,00 €	97.100,00 €	97.100,00 €	97.100,00 €
Φάση Ανουκοδόμησης	405 days	1	0,97	0,00 €	55.600,00 €	53.800,00 €	53.800,00 €
Έρευνα Χώρου Έργου	20 days	1	1	0,00 €	7.200,00 €	7.200,00 €	7.200,00 €
Χτίσιμο Προσωρινής	30 days	1	1	0,00 €	10.800,00 €	10.800,00 €	10.800,00 €
Εδαφικές Εργασίες	10 days	1	1	0,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €
Τοποθέτηση Θεμελίων	35 days	1	0,88	0,00 €	12.600,00 €	10.800,00 €	10.800,00 €

Εικόνα 3.36 Δείκτες Ελέγχου Έργων στο Φύλλο Εργασίας.

### 3.3.8 Αναφορές (Reports)

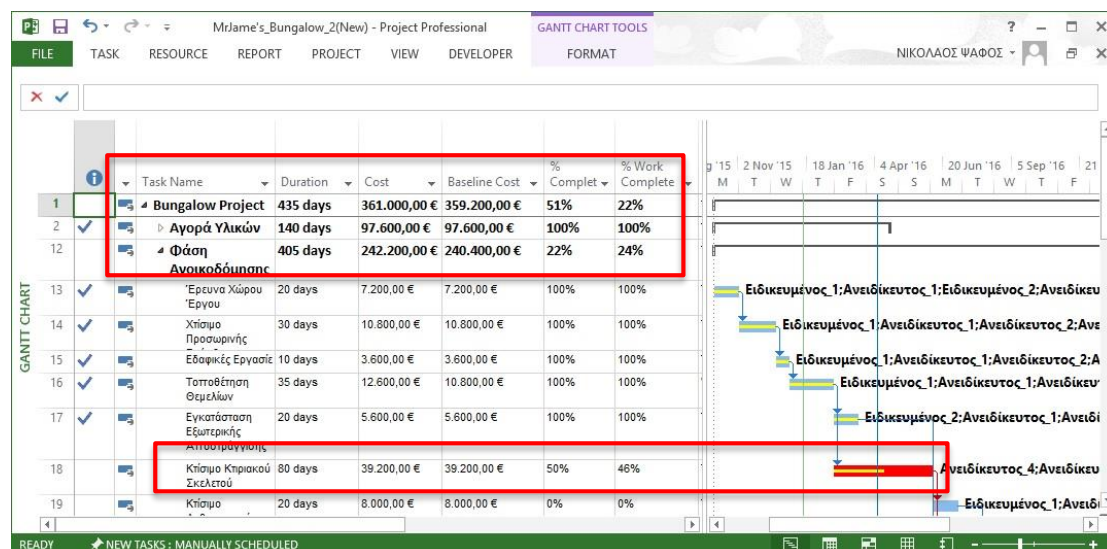
Οι αναφορές χρησιμεύουν στην διαβίβαση των πληροφοριών του Έργου αποδίδοντας το χρονοδιάγραμμα προόδου, την ανάθεση πόρων, τη συσσώρευση κόστους καθώς και τις δραστηριότητες που βρίσκονται σε εξέλιξη ή είναι προγραμματισμένες να γίνουν σύντομα. Το MS Project διαθέτει ένα απίστευτα μεγάλο πλήθος αναφορών και δεν είναι δυνατό να παρουσιαστούν όλα σε τούτη την εργασία. Θα γίνει μία προσπάθεια να επισημανθούν τα σημαντικότερα.

### Παράδειγμα 4

Για τις αναφορές που θα ακολουθήσουν, θα θεωρηθεί δεδομένη η καθυστέρηση της Δράσης 16 «Τοποθέτηση Θεμελίων» που αναφέρθηκε στο παράδειγμα 1 του υποκεφαλαίου 3.3.7 «Παρακολούθηση Έργου».

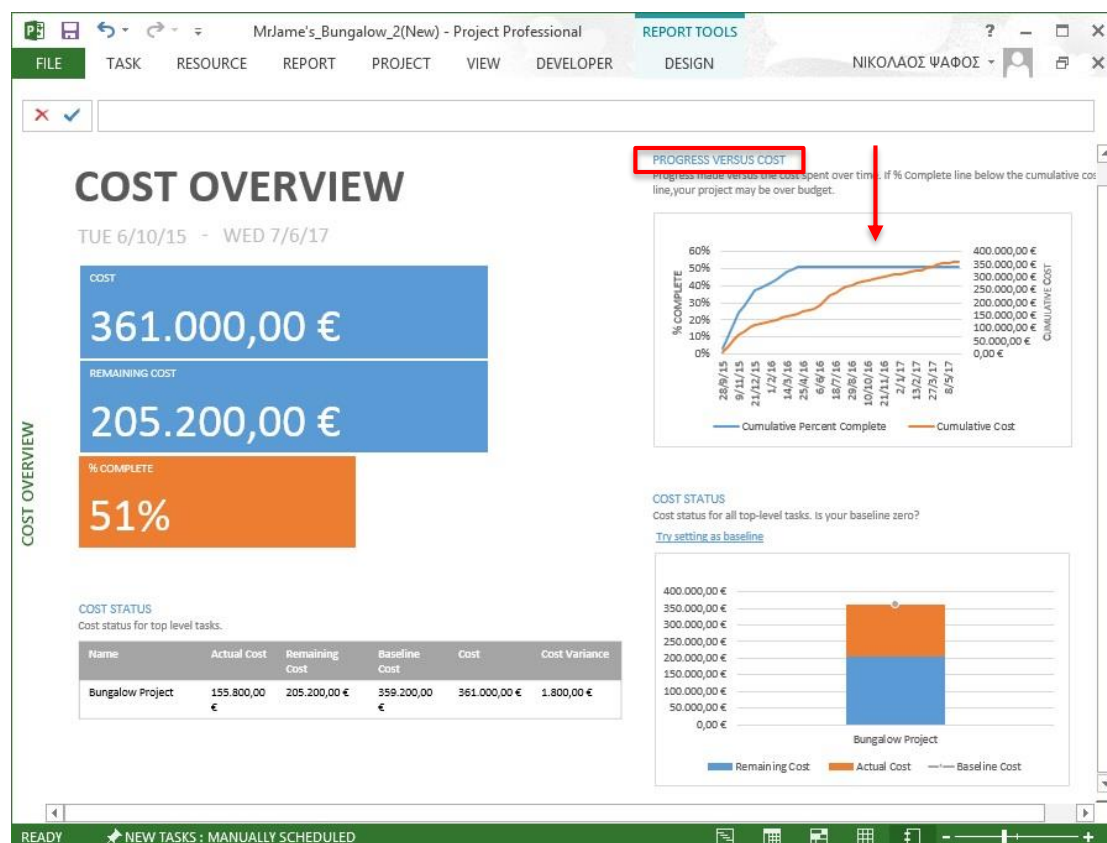
Το έργο εκτελείται επί 6 μήνες μετά την έναρξή του, δηλαδή η ημερομηνία ελέγχου είναι 6/4/2016. Ο χρήστης πηγαίνει και την ορίζει ως «Status Date». Επίσης, η ομάδα εργασίας έχει ενημερώσει τον χρήστη ότι η Δράση «Κτίσιμο Κτιριακού Σκελετού» που βρίσκεται σε εξέλιξη έχει ολοκληρωθεί κατά 50% ενώ έχουν ολοκληρωθεί και οι αγορές υλικών (Εικόνα 3.37).





Εικόνα 3.37 Εισαγωγή % ολοκλήρωσης στο Φύλλο Εργασίας.

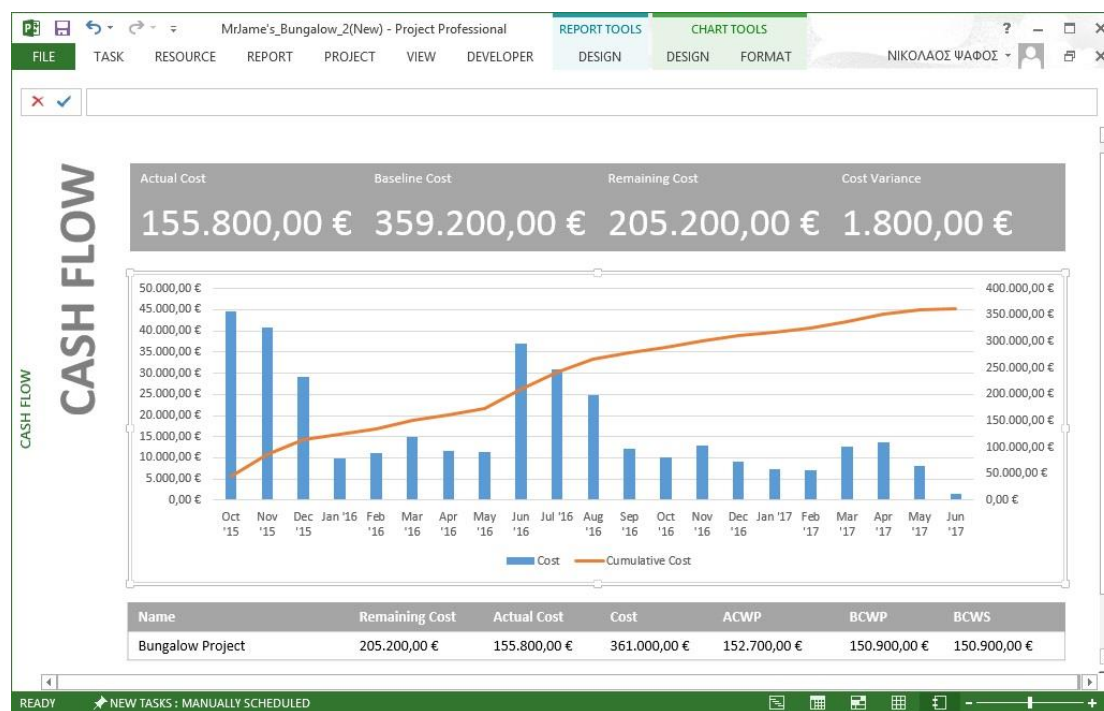
Η Αναφορά Επισκόπηση Κόστους (Cost Overview) δείχνει σαν ένα ταμπλό το συνολικό κόστος του Έργου, το πραγματικό μέχρι την ημερομηνία ελέγχου και το υπολοιπόμενο (Εικόνα 3.38). Στο διάγραμμα «PROGRESS VERSUS COST», απεικονίζεται η σωρευμένη πρόοδος (%) και το σωρευμένο κόστος σε μηνιαία βάση.



Εικόνα 3.38 Αναφορά «Επισκόπηση Κόστους».

Η Αναφορά Χρηματικών Ροών (Cash Flow Report) που φαίνεται στην Εικόνα 3.39 απεικονίζει τα έξοδα που έχει το Έργο σε μηνιαία βάση με τις μπλε κάθετες

ράβδους. Ταυτόχρονα, φαίνεται και το σωρευμένο μηνιαίο κόστος με την πορτοκαλί καμπύλη (Cumulative Cost). Πάνω από το γράφημα με το γκρι φόντο, αναγράφεται το πραγματοποιηθέν κόστος (Actual), το αρχικό συνολικό κόστος με βάση το αρχικό πλάνο (Baseline Cost) και το εναπομείναν κόστος. Τέλος, αναγράφεται και η μεταβολή του κόστους (Cost Variance = 1.800€) σε σχέση με το Baseline.



Εικόνα 3.39 Χρηματικές Ροές ανά Μήνα.

### 3.3.8.1 Παρουσίαση Οικονομικών Αποτελεσμάτων και Χρονικής Προόδου του Έργου

Στο κάτω μέρος της αναφοράς «CASH FLOW» αναγράφονται τα εξής οικονομικά μεγέθη (Εικόνα 3.38):

*Actual Cost* = 155.800€

*Baseline Cost* = 359.200€

*Remaining Cost* = 205.200€

*Cost* = 361.000€

*ACWP* = 152.700€

*BCWP* = 150.900€

*BCWS* = 150.900€

Και από αυτά προκύπτουν οι δείκτες:

*SV* = 0 (Το Έργο δεν παρουσιάζει καθυστέρηση)

*SPI* = 1 (Το έργο δεν παρουσιάζει υπέρβαση χρόνου)

*CPI* = 0,99 (Υπάρχει υπέρβαση κόστους)

#### Παράδειγμα 4

Αν τώρα ξαναγίνει έλεγχος του έργου στις 16/6/2016 (Status Date) και η Δράση 18 «Κτίσιμο Κτιριακού Σκελετού» έχει ολοκληρωθεί κατά 80%, τα προηγούμενα μεγέθη κόστους θα αλλάξουν (Εικόνα 3.40):

$$\text{Actual Cost} = 168.280\text{€}$$

$$\text{Baseline Cost} = 359.200\text{€}$$

$$\text{Remaining Cost} = 192.720\text{€}$$

$$\text{Cost} = 361.000\text{€}$$

$$\text{ACWP} = 168.280\text{€}$$

$$\text{BCWP} = 166.480\text{€}$$

$$\text{BCWS} = 187.520\text{€}$$



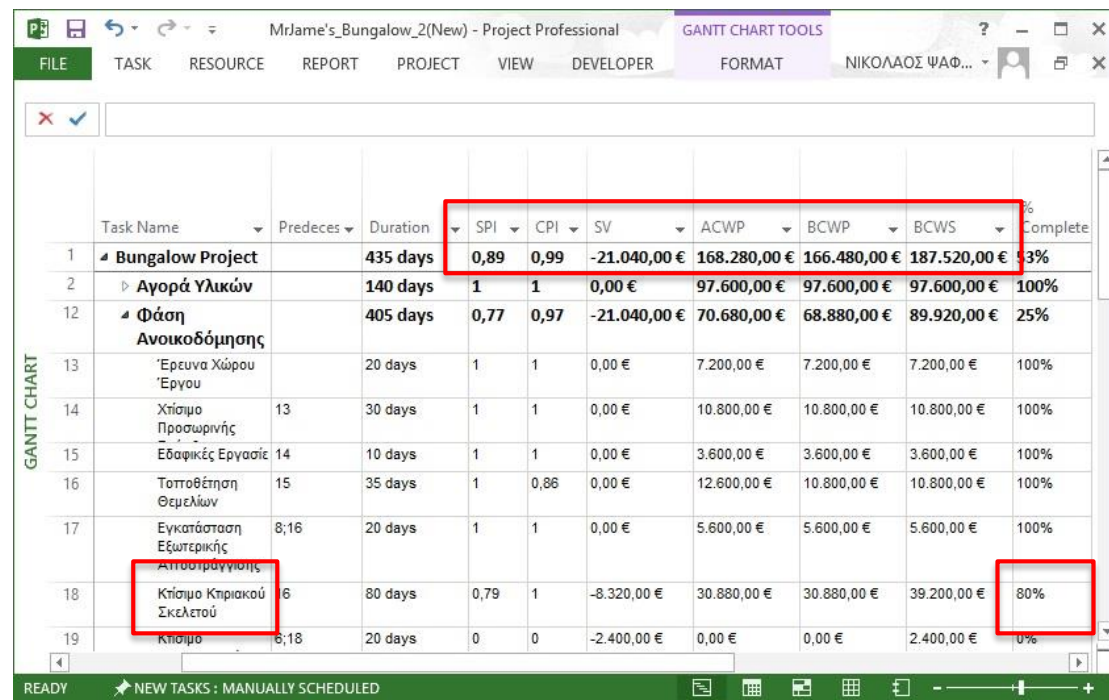
Εικόνα 3.40 Χρηματικές Ροές ανά Μήνα – 2<sup>η</sup> Περίπτωση.

Και οι δείκτες γίνονται:

$$SV = -21.040 \text{ (Το Έργο παρουσιάζει καθυστέρηση)}$$

$$SPI = 0,89 \text{ (Το έργο παρουσιάζει υπέρβαση χρόνου)}$$

$$CPI = 0,99 \text{ (Υπάρχει υπέρβαση κόστους)}$$



Task Name	Predecessors	Duration	SPI	CPI	SV	ACWP	BCWP	BCWS	% Complete
1 Bungalow Project		435 days	0,89	0,99	-21.040,00 €	168.280,00 €	166.480,00 €	187.520,00 €	93%
2 Αγορά Υλικών		140 days	1	1	0,00 €	97.600,00 €	97.600,00 €	97.600,00 €	100%
12 Φάση Ανοικοδόμησης		405 days	0,77	0,97	-21.040,00 €	70.680,00 €	68.880,00 €	89.920,00 €	25%
13 Έρευνα Χώρου Έργου		20 days	1	1	0,00 €	7.200,00 €	7.200,00 €	7.200,00 €	100%
14 Χρήσιμο Προσωρινής	13	30 days	1	1	0,00 €	10.800,00 €	10.800,00 €	10.800,00 €	100%
15 Εδαφικές Εργασίες	14	10 days	1	1	0,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €	3.600,00 €	100%
16 Τοποθέτηση Θεμελίων	15	35 days	1	0,86	0,00 €	12.600,00 €	10.800,00 €	10.800,00 €	100%
17 Εγκατάσταση Εξωτερικής Αποστράγγισης	8;16	20 days	1	1	0,00 €	5.600,00 €	5.600,00 €	5.600,00 €	100%
18 Κτίσιμο Κτιριακού Σκελετού	16	80 days	0,79	1	-8.320,00 €	30.880,00 €	30.880,00 €	39.200,00 €	80%
19 Κτίσιμο	6;18	20 days	0	0	-2.400,00 €	0,00 €	0,00 €	2.400,00 €	0%

Εικόνα 3.41 Φύλλο Εργασίας μετά τις Αλλαγές – 2<sup>η</sup> Περίπτωση.

Στην προβολή αναφορών (Reports) υπάρχουν πολλά είδη διαγραμμάτων και γραφημάτων που μπορούν να παρουσιάσουν την πρόοδο ενός Έργου, το υπολειπόμενο κόστος των εργασιών, των υλικών ή και των εξόδων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

(Τα Έργα μεγαλώνουν συνεχώς, όσο και οι απαιτήσεις των ανθρώπων.)

Καθώς η επιστήμη και η τεχνολογία εξελίσσονται με το πέρασμα των χρόνων, η ανάγκη του ανθρώπου να ξεπερνάει τον εαυτό του και να δημιουργεί μεγαλύτερα και πολυπλοκότερα Έργα, μπορεί να ικανοποιηθεί. Όμως, υπάρχουν και οι περιορισμοί που πρέπει να διαχειριστεί και αυτοί είναι οι διαθέσιμοι πόροι και το κόστος.

Όσο μεγαλύτερο είναι ένα Έργο, τόσο περισσότερο χρειάζεται μία σειρά από οργανωτικά βήματα σύμφωνα με τη WBS (Work Breakdown Structure). Αυτά είναι η Ανάλυση, ο Σχεδιασμός, η Υλοποίηση και ο Έλεγχος. Στο σχεδιασμό εμπεριέχεται ο καθορισμός και ο προγραμματισμός των Δράσεων (Εργασιών) που απαιτούνται να γίνουν, σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ώστε να ολοκληρωθεί σωστά ένα Έργο, με τα λιγότερα σφάλματα, την καλύτερη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων και του προϋπολογισμένου κόστους. Όλα αυτά ανέδειξαν ένα πολύ σημαντικό και σύγχρονο επιστημονικό κλάδο, τον κλάδο της Διαχείρισης Έργου (Project Management).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν τρεις μέθοδοι οι οποίες χρησιμεύουν στη Διαχείριση Έργων. Οι μέθοδοι αυτές είναι η CPM (Μέθοδος της Κρίσιμης Διαδρομής), PERT (Τεχνική Αξιολόγησης και Αναθεώρησης Προγράμματος) και MPM (Μέθοδος των Κατά Κόμβο Προσανατολισμένων Δικτύων Μέθοδος).

Η μέθοδος MPM είναι συγκριτικά πιο αποτελεσματική από τις άλλες δύο διότι οι κανόνες σχεδιασμού των δικτύων αυτών είναι σημαντικά λιγότεροι και απλούστεροι από αυτούς των CPM και PERT λόγω του ότι χρησιμοποιεί πλασματικές δραστηριότητες και έχει τη δυνατότητα να παριστάνει σύνθετες σχέσεις αλληλουχίας μεταξύ των δραστηριοτήτων.

Στις μεθόδους CPM και PERT εμφανίζονται μόνο απλές σχέσεις αλληλουχίας, ο σχεδιασμός του δικτύου είναι χρονοβόρος και βασίζονται σε απλές υποθέσεις.

Ο αντικειμενικός σκοπός αυτής της διπλωματικής ήταν να εξερευνήσει, να αναλύσει και να παρουσιάσει τις δυνατότητες ενός σύγχρονου και σχετικά προσιτού εργαλείου μέσω της ανάλυσης και του προγραμματισμού ενός Έργου. Το εργαλείο αυτό είναι το *Microsoft Project 2013*.

Το λογισμικό αυτό στηρίζεται στη μέθοδο MPM διότι έχει τη δυνατότητα προσθήκης πλασματικών δραστηριοτήτων (Φάσεις και Ορόσημα), δημιουργία σύνθετων σχέσεων αλληλουχίας και λόγω υποστήριξής του από υπολογιστικό σύστημα (*Hardware*) μπορεί να πραγματοποιήσει την επεξεργασία του όγκου των δεδομένων. Ταυτόχρονα, με το φιλικό και σχετικά κατανοητό περιβάλλον χρήστη που υποστηρίζει (*GUI*), το καθιστά ένα δυνατό εργαλείο για όποιον θέλει να το

χρησιμοποιήσει.

Με τη βοήθεια ενός παραδείγματος Έργου που επιλέχθηκε για την εργασία, αναλύθηκαν λεπτομερώς τα βήματα που έγιναν για το σχεδιασμό, την υλοποίηση και τον έλεγχο των Δράσεων του Έργου. Λήφθηκαν υπόψη κάποια σενάρια μη ομαλής ροής των εργασιών του Έργου για να παρουσιαστούν αναλυτικά οι δυνατότητες του MS Project. Τα σενάρια αυτά αφορούσαν καθυστέρηση στη διάρκεια κάποιων εργασιών, στην έλλειψη πόρων και γενικά έλεγχο της προόδου του Έργου. Με τη βοήθεια του λογισμικού έγινε διάγνωση και υπολογισμός των οικονομικών και χρονικών συνεπειών που είχαν αυτές οι δυσλειτουργίες μέχρι την ημερομηνία που έγινε ο έλεγχος αλλά και πόσο επιβάρυναν το Έργο συνολικά. Στο τέλος, έγινε παρουσίαση των δεικτών και των οικονομικών μεγεθών που βοηθούν στη λήψη συμπερασμάτων, αλλά και στους τρόπους δημιουργίας αναφορών.

Γενικά, η επιστήμη της Διαχείρισης Έργων (*Project Management*) είναι πολύ σημαντική για όλες τις εταιρείες και τους οικονομικούς οργανισμούς που διαχειρίζονται Έργα παραγωγής και βελτίωσης, τα οποία αναλαμβάνει κάποιος υπεύθυνος από την επιχείρηση αυτή. Ακόμα και αν τα Έργα αυτά ανατίθενται σε εξωτερικές εταιρείες, πρέπει να παρακολουθούνται από κάποιον άνθρωπο της εταιρείας που έκανε την ανάθεση. Έτσι λοιπόν σε όλες τις περιπτώσεις χρειάζεται τα στελέχη των επιχειρήσεων να κατέχουν τη γνώση της Διαχείρισης Έργων.

Η επιστήμη αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους τομείς της αγοράς. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα πωλήσεων των εταιρειών, σε αγροτικές εκμεταλλεύσεις, γραμμές παραγωγής προϊόντων, παραγωγική διαδικασία υπηρεσιών ή ακόμα και σε εκπαιδευτικά προγράμματα σπουδών. Το εύρος των δυνατοτήτων της Διαχείρισης Έργων είναι μεγάλο και τα πλεονεκτήματα από την εξοικονόμηση χρόνου και πόρων είναι πάρα πολλά.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Biafore, B 2013, Microsoft Project 2013: The Missing Manual, O'Reilly Media, California.
2. Hoare, H 1973, Project Management Using Network Analysis, McGRAW-HILL Book Company (UK) Limited, BerkShire.
3. Snyder, C, Muir, N 2013, Microsoft Project 2013 FOR DUMMIES A Wiley Brand, John Wiley & Sons, New Jersey.
4. Διακουλάκη, Δ 2015, Διοίκηση Έργων, σημειώσεις που διανεμήθηκαν στο εργαστήριο MS Project στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2015 - 2016.
5. Παναγιώτου, Ν 2015, Διοίκηση Έργων, σημειώσεις διαλέξεων που διανεμήθηκαν στο μάθημα Διοίκησης Έργων στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα 2015.
6. Πολύζος, Σ 2011, Διοίκηση και διαχείριση έργων «Μέθοδοι και τεχνικές», Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.
7. Σταμούλης, Α 2008, Διοίκηση έργων με το Microsoft Office Project 2013, Learning Plan, Θεσσαλονίκη.
8. Χαλκιά, Α 2012, Αποτίμηση της διαχείρισης χρονοδιαγραμμάτων πολλαπλών έργων με τα λογισμικά MS Project 2010 και Primavera P6. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
9. Χανής, Δ 2004, Διοίκηση Έργου Μέσω Του SAP R/3 Project System. Πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

### **Διαδίκτυο:**

Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης (ΕΣΑΔ), Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, ΕΜΠ, 2015. Διαθέσιμο από <<http://academics.epu.ntua.gr/>>. [Δεκέμβριος 2015].