

**ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**‘ Μεθοδολογία Προσδιορισμού Βέλτιστου Χρόνου  
Αποπεράτωσης Έργου. Εφαρμογή σε Μηχανολογικές  
Εγκαταστάσεις Κτιρίων ’**

**‘Methodology for Determining Optimal Time to Complete Project.  
Application to Buildings of Mechanical Installations’**

**Σπουδάστρια:** Παπαδοπούλου Κωνσταντίνα (Α.Μ. 37731)

**Επιβλέπων:** Σιγάλας Ιωάννης

Ιούλιος 2015, Αθήνα

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή μου κ. Ιωάννη Σιγάλα για την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές, τις υποδείξεις και την γνώση που μου παρείχε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο επίκαιρο θέμα γόνιμης δημιουργίας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επαγγελματίες του χώρου που προσφέρθηκαν να δώσουν πληροφορίες για τα έργα που παρουσιάζονται.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών καθώς και όλους τους συμφοιτητές μου που γνώρισα στην διάρκεια των προπτυχιακών μου χρόνων.

# Περιεχόμενα

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>6</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>7</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΈΡΓΟ</b>	<b>9</b>
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	9
1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ	10
1.3 ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	11
1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΕΝΟΣ ΕΡΓΟΥ	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ</b>	<b>15</b>
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ PROJECT MANAGEMENT	15
2.2 ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΓΟΥ	15
2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟ PROJECT MANAGEMENT	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΟΥ</b>	<b>22</b>
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΔΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	22
3.2 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΡΓΟΥ	22
3.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΡΓΟΥ	24
3.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΗΣΗΣ	25
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ</b>	<b>27</b>

<b>4.1 ΣΧΕΣΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ</b>	<b>27</b>
<b>4.2 ΤΟΞΩΤΟ – ΔΙΚΤΥΩΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ</b>	<b>29</b>
<b>4.3 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ</b>	<b>31</b>
<b>4.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ (CPM)</b>	<b>33</b>
<b>4.5 Η ΜΕΘΟΔΟΣ PERT (Στοχαστική ανάλυση χρόνων)</b>	<b>34</b>
<b>4.6 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT</b>	<b>36</b>
<b>4.7 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΟΡΩΝ</b>	<b>38</b>
<b>4.8 Η ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ</b>	<b>39</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΕΡΓΟΥ</b>	<b>42</b>
<b>5.1 ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΠΟΡΩΝ (CRASHING)</b>	<b>42</b>
<b>5.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ FAST TRACK ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ</b>	<b>43</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ</b>	<b>45</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>78</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>80</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή αποτελεί μια αναφορά στην μεθοδολογία προσδιορισμού βέλτιστου χρόνου αποπερατώσεως εκείνων των έργων τα οποία είναι συνυφασμένα με τις μηχανολογικές εγκαταστάσεις σε κτιριακές υποδομές. Στην αρχή γίνεται μια προσπάθεια να αναλυθεί το έργο σαν έννοια, ορίζοντας τα βασικά του χαρακτηριστικά, παράλληλα όμως εστιάζοντας στον κύκλο ζωής (μέσα από τις φάσεις) του. Εν συνεχεία, στο ίδιο κεφάλαιο αναλύονται όλοι εκείνοι οι παράγοντες που καθιστούν επιτυχές ένα έργο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής περιγράφονται αναλυτικά οι βασικές έννοιες της διοίκησης –διαχείρισης ενός έργου. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην έννοια του project management, στις λειτουργίες που απαρτίζουν την ολοκληρωμένη διαχείριση ενός έργου καθώς και στους παράγοντες εκείνους που συντελούν στην επιτυχία ενός έργου.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να κάνουμε την δομική ανάλυση ενός έργου και η οποία αποτελεί το βασικό εργαλείο χάραξης στρατηγικών για τον επαγγελματία του χώρου.

Ακολούθως στο τέταρτο και πέμπτο κεφάλαιο περιγράφονται οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να γίνει ο χρονικός προγραμματισμός και παρουσιάζονται κάποιες μέθοδοι επιτάχυνσης ενός έργου.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται διάφορα παραδείγματα έργων με τη βοήθεια του MS Project. Οι χρόνοι που δίνονται καθώς και μερικές δραστηριότητες, δίνονται κατ' εκτίμηση, χρησιμοποιώντας πληροφορίες από τους επαγγελματίες από τους οποίους δόθηκαν οι κατευθύνσεις.

Τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη μελέτη, ενώ η εργασία ολοκληρώνεται με την έκθεση της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Normal + After: 0 cm, Not Expanded by / Condensed by

## **ABSTRACT**

This work is a reference to the optimal timing methodology for completion of those projects which are inherent in the mechanical installations in building infrastructure. At first an attempt is made to analyze the project as a concept, defining its basic features, but while focusing on the life cycle (through it's phases) of subsequently, in the same chapter is analyzed all those factors that make a project successful.

In the second chapter of this thesis describes in detail the basic concepts of a project Management. A particular reference is made to the concept of management project, the functions that make up the integrated management of a project as well as those factors that contribute to the success of a project.

In the third chapter shows where we can make the structural analysis of a project, which is the key strategic tool for making professional space.

Then in the fourth and fifth chapter describes the ways in which it can be on timing and presents some methods to accelerate a project.

The sixth chapter presents several examples of projects with the help of MS Project, the times given and some activities. It's also given estimated information from the professionals from whom the directions were given.

Finally is presented the conclusions drawn from the study, and the work ends with the literature report used for the preparation of this thesis.

## Εισαγωγή

Η διαχείριση έργου αποτελεί μια συγκροτημένη και αναλυτική προσέγγιση με βάση την οποία μπορεί ο καθένας να χειριστεί τη διαδικασία εκτέλεσης και ολοκλήρωσης διαφόρων τύπων έργων.

Η σύγχρονη διαχείριση έργου αποτελεί ένα ξεχωριστό γνωστικό πεδίο και αποτελεί προϊόν των τεράστιων αμυντικών έργων της περιόδου του 2<sup>ου</sup> Παγκοσμίου Πολέμου και μετά. Ωστόσο τα εγχειρήματα αυτά αποδείχθηκαν τόσο μεγάλα που οι συνήθεις τεχνικές του μάνατζμεντ κρίθηκαν ανεπαρκείς. Πέρα από τις τεχνικές γνώσεις, οι διαχειριστές των έργων διαπίστωσαν ότι χρειάζονται δεξιότητες στο μάνατζμεντ, και οι νέες αυτές δεξιότητες αφορούσαν προσωρινά και μοναδικά έργα.

Ο κόσμος της εργασίας αλλάζει ολοένα και περισσότερο μέρα με την μέρα και ο ρυθμός της αλλαγής αυτής αυξάνεται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη ζήτηση για έργα, επειδή μέσω αυτών κάθε κοινωνία και οργανισμός ειδικότερα πρέπει να προσαρμόζονται στις ολοένα μεταβαλλόμενες συνθήκες. Τα έργα μπορούν να βοηθήσουν στον επανασχεδιασμό ενός οργανισμού, στην εκτίμηση της κατεύθυνσης της εταιρείας σε μια νέα αγορά ή ακόμα και για την παραγωγή ενός νέου προϊόντος. Με την αύξηση των έργων έχουμε οδηγηθεί σε μια ταχέως αυξανόμενη ανάγκη για άτομα που θα εκπαιδευτούν έτσι ώστε να γίνουν οι διαχειριστές των έργων αυτών. Μέσα από την ενασχόληση με τα έργα η οποία αποδεικνύεται συναρπαστική και απαιτητική, η διαχείριση έργου έχει αναδειχθεί σε μια ιδιαίτερος δημοφιλή επιλογή σταδιοδρομίας για τους επαγγελματίες σε όλα τα στάδια της καριέρας τους.

Η διαχείριση των έργων αντλεί γνώσεις και τεχνικές από πολλά επιστημονικά πεδία. Προϋποθέτει πρώτα από όλα ένα σωστό χρονικό προγραμματισμό με την λογική της δικτυωτής ανάλυσης, γραμμικό πρόγραμμα, ανάλυση κόστους – οφέλους, μεθόδους επιλογής εναλλακτικών λύσεων, οικονομικό προγραμματισμό, τεχνικές ελέγχου, διαχείριση κινδύνου, διασφάλιση ποιότητας και ποιοτικό έλεγχο. Σε καμία όμως των

περιπτώσεων δεν είναι το άθροισμα όλων αυτών. Μέσα από μια επιστημονική διαχείριση επιτυγχάνουμε με ορθολογικό τρόπο την διαδικασία ενσωμάτωσης όλων όσων χρειάζονται να γίνουν ώστε να υλοποιηθούν οι στόχοι του έργου. Κατά συνέπεια ο διαχειριστής του έργου πρέπει να είναι όχι μόνο γνώστης των τεχνικών, αλλά να διαθέτει και εμπειρία συνολικής θεώρησης και διορθωτικών δράσεων, καθώς και τις απαραίτητες εξουσιοδοτήσεις. Παρατηρούμε λοιπόν ότι ολόκληρη η επιστήμη της διαχείρισης έργου είναι τόσο μείζονος σημασίας αφού παρέχει τα θεμέλια για την επιτυχία οποιουδήποτε έργου.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Έργο

## 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η βασική διαφορά ανάμεσα στη διαχείριση έργου και το γενικό μάνατζμεντ έχει άμεση σχέση με τον ορισμό του έργου και ότι αυτό σκοπεύει να αποδώσει στον πελάτη και σ' αυτούς που συμμετέχουν επιχειρηματικά. Οι δύο πληρέστεροι ορισμοί είναι οι εξής: Το εγχειρίδιο το οποίο έχει εκδοθεί από το Ινστιτούτο διαχείρισης έργου (Project Management Institute, PMI) ορίζει το έργο ως εξής: «Προσωρινό εγχείρημα που εκτελείται προκειμένου να δημιουργηθεί ένα μοναδικό προϊόν ή μια υπηρεσία. Προσωρινό σημαίνει ότι κάθε έργο έχει καθορισμένο τέλος. Μοναδικό σημαίνει ότι το προϊόν ή η υπηρεσία διαφέρει κατά ξεχωριστό τρόπο από όλα τα παρόμοια προϊόντα ή υπηρεσίες».

Ένας πιο σύνθετος ορισμός του έργου (σύμφωνα με τον Γιαννιά Δ., 2004-05) είναι: «Έργο είναι μία ακολουθία μοναδικών, σύνθετων και αλληλοσχετιζόμενων δραστηριοτήτων που αποσκοπούν στην επίτευξη κάποιου συγκεκριμένου σκοπού. Όλες οι δραστηριότητες ενός έργου θα πρέπει να ολοκληρωθούν μέσα σε περιορισμένο χρόνο και με περιορισμένο κόστος, ικανοποιώντας ταυτόχρονα τις απαιτούμενες προδιαγραφές ποιότητας».

Όλες οι εργασίες του κατασκευαστικού κλάδου καθώς και οι αμυντικές προμήθειες θεωρούνται, εκ παραδόσεως, έργα. Στον σύγχρονο κόσμο, παρατηρούμε ότι ολοένα και περισσότερες εταιρίες οργανώνουν τις εργασίες τους ως έργα (εργοκεντρική διοίκηση, management-by-projects) και εφαρμόζουν συγκεκριμένες τεχνικές διαχείρισης έργου έτσι ώστε να εξασφαλίσουν ένα επιτυχές αποτέλεσμα στις εργασίες αυτές.

Τα έργα διαφέρουν ως προς το μέγεθος, το αντικείμενο εργασιών, το κόστος και τον απαιτούμενο χρόνο, και μπορεί να είναι από πολύ μεγάλα διεθνή έργα τα οποία έχουν προϋπολογισμούς εκατομμυρίων ευρώ και διαρκούν πολλά χρόνια, έως μικρά έργα σε τοπικό συνήθως επίπεδο χαμηλού προϋπολογισμού που απαιτούν λίγες ώρες εργασίας.

## 1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ

Όλα τα έργα έχουν δύο βασικά κοινά χαρακτηριστικά:

**1.** Κάθε έργο έχει έναρξη και λήξη (αρχή και τέλος). Η ημερομηνία έναρξης μπορεί να είναι κάπως συγκεχυμένη, καθώς ξεκινά το όλο εγχείρημα πρώτα από μια ιδέα η οποία στην συνέχεια μετουσιώνεται σε έργο. Το τέλος όμως πρέπει οπωσδήποτε να είναι σαφώς καθορισμένο έτσι ώστε όλοι όσοι συμμετέχουν να έχουν συμφωνήσει πότε θα είναι η τελική ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου.

**2.** Κάθε έργο παράγει ένα μοναδικό προϊόν. Το αποτέλεσμα του έργου μπορεί να είναι απτό, για παράδειγμα ένα κτίριο ή ένα προϊόν λογισμικού. Μπορεί να είναι όμως και κάτι άυλο, όπως καινούριες οδηγίες που αφορούν την πρόσληψη προσωπικού στον οργανισμό. Ένα πρόσφατο δεδομένο σχετικά με τη διαχείριση έργου πηγάζει μέχρι ενός βαθμού από τη συνειδητοποίηση ότι οι εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες έχουν να ασχοληθούν με πολλά έργα και μπορούν να τα διαχειριστούν με τα ίδια εργαλεία που έχουν δοκιμαστεί με επιτυχία από εταιρείες που παράγουν απτά προϊόντα.

Κάποια άλλα βασικά χαρακτηριστικά είναι τα παρακάτω:

**A.** Κάθε έργο έχει ένα καθορισμένο αντικειμενικό σκοπό. Το τελικό παραδοτέο, με το οποίο επιτυγχάνεται ο αντικειμενικός σκοπός, πρέπει να ικανοποιεί τις προδιαγραφές που τέθηκαν στην εκκίνηση του εγχειρήματος.

**B.** Αποτελείται από μη επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες οι οποίες στη γενική περίπτωση μπορούν να περιγραφούν από τον κύκλο ζωής του έργου.

**Γ.** Οι διαθέσιμοι πόροι που μπορεί να είναι το ανθρώπινο δυναμικό, τα κεφάλαια, η υλικοτεχνική υποδομή κ.α. είναι περιορισμένοι και απαιτούν συντονισμό.

**Δ.** Υπάρχουν αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των φάσεων και των ομάδων.

**Ε.** Η εκτέλεσή του απαιτεί την ύπαρξη ομάδας

## 1.3 ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Ο κύκλος ζωής του έργου και η δομική ανάλυση του έργου (που θα εξεταστεί σε επόμενο κεφάλαιο), αποτελούν σχετικά καινούριες έννοιες και αποτελούν βασικά πλαίσια ή δομές με βάση τις οποίες το αντικείμενο εργασιών του έργου υποδιαιρείται σε φάσεις που μπορούμε να χειριστούμε με ευκολία, δηλαδή σε πακέτα εργασιών.

Τα έργα, από τη στιγμή της αρχικής σκέψης μέχρι και τη στιγμή της ολοκλήρωσής τους, περνούν από πολλές διακριτές φάσεις. Οι φάσεις αυτές είναι αλληλοσυνδεόμενες και αλληλεξαρτώμενες.

### 1.3.1 Οι τέσσερις φάσεις ενός έργου

Ο κύκλος ζωής ενός έργου περιλαμβάνει 4 φάσεις:

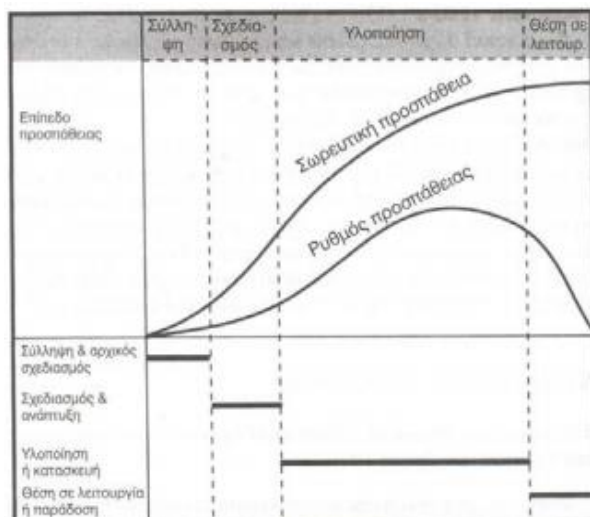
**Φάση αρχικής σύλληψης και εκκίνησης:** Στη φάση αυτή δημιουργείται η ανάγκη για το παραδοτέο του έργου. Ο πελάτης καλεί όλους εκείνους που ενδιαφέρονται για την υλοποίηση του έργου να υποβάλουν τις προτάσεις τους. Η κλήση για υποβολή των προτάσεων παρέχει όλα εκείνα τα στοιχεία-απαιτήσεις που αφορούν τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του στόχου που θα υλοποιηθεί με το έργο.

**Φάση σχεδιασμού και ανάπτυξης:** Στην φάση αυτή οι ενδιαφερόμενες εκείνες ομάδες που επιθυμούν να φέρουν σε πέρας το έργο καταθέτουν τις προτάσεις τους στον πελάτη. Οι προτάσεις αυτές θα πρέπει να εμπεριέχουν διάφορα στοιχεία όπως τη μεθοδολογία υλοποίησης, τον απαιτούμενο χρόνο κατασκευής, την ανάλυση κόστους και γενικά όλες εκείνες τις λεπτομέρειες που θεωρούνται απαραίτητες για την ολοκλήρωση του έργου. Η επιλογή ενός εργολάβου που θα υλοποιήσει το έργο καταλήγει στη σύμβαση μεταξύ πελάτη και ομάδας εκτέλεσης του έργου.

**Φάση υλοποίησης ή κατασκευής:** Είναι η φάση πραγματοποίησης του έργου, όπου φτάνουμε στην τελική παράδοσή του. Στη φάση αυτή δημιουργείται ένα λεπτομερές σχέδιο υλοποίησης του έργου, το οποίο εφαρμόζεται με τη βοήθεια των τεχνικών προγραμματισμού και παρακολούθησης.

**Θέση σε λειτουργία και παράδοση:** Η ολοκλήρωση έργου περιλαμβάνει την παράδοση των τελικών παραδοτέων στον πελάτη, την παράδοση της συνολικής αναφοράς του έργου, την ολοκλήρωση των Διαχείριση Επικινδυνότητας σε Έργα Ολοκλήρωσης Πληροφοριακών Συστημάτων συμβάσεων με τους προμηθευτές, την απελευθέρωση πόρων του έργου και την ενημέρωση όλων των ενδιαφερομένων (stakeholders) για την ολοκλήρωση του έργου. Το τελευταίο βήμα που απομένει είναι να δεσμευτεί η αξιολόγηση ολοκλήρωσης για να ποσοτικοποιήσει τη συνολική επιτυχία του έργου και να αριθμήσει οποιαδήποτε διδάγματα για μελλοντικά έργα

Μια τυπική απεικόνιση που περιλαμβάνει το γραμμικό διάγραμμα εξέλιξης, τις 4 φάσεις του έργου, το επίπεδο προσπάθειας και το επίπεδο δαπανών φαίνεται στην εικόνα 1.1.



**Εικόνα 1.1: Κύκλος ζωής έργου**

## 1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΕΝΟΣ ΕΡΓΟΥ

Παρακάτω διακρίνουμε ορισμένα θεμελιώδη κοινά χαρακτηριστικά από τα επιτυχημένα έργα. Αυτά συνοψίζονται σε πέντε παράγοντες που είναι ουσιώδεις για την επιτυχία ενός έργου:

- **Συμφωνία μεταξύ των μελών της ομάδας, του πελάτη και της διεύθυνσης όσον αφορά τους στόχους του έργου.** Όσο προφανής και εάν είναι η σημασία των ξεκάθαρων στόχων θα πρέπει αναφέρεται σε κάθε περίπτωση μιας και υπάρχουν παραδείγματα έργων, τα οποία δεν είχαν σαφείς στόχους με καταστροφικές συνέπειες. Η διαδικασία της χάραξης σαφών στόχων από κοινού μπορεί να είναι αναζωογονητική και πανίσχυρη.
- **Ένα πρόγραμμα που παρουσιάζει μια συνολική διαδρομή και σαφείς ευθύνες και που θα χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί η πρόοδος κατά τη διάρκεια του έργου.** Λόγω της μοναδικότητας του κάθε έργου, ο μόνος τρόπος για να κατανοηθεί και να εκτελεστεί αποτελεσματικά είναι να υπάρχει ένα πρόγραμμα. Ο σωστός και υπεύθυνος προγραμματισμός εκτός από το να παρουσιάζει ποιος είναι υπεύθυνος για το κάθε τι και πότε, επίσης αναφέρει τι είναι εφικτό. Περιέχει χρήσιμες πληροφορίες και σημαντικά στοιχεία για να εκτιμηθεί πόσοι άνθρωποι, χρήματα, εξοπλισμός και υλικά απαιτούνται για να γίνει το έργο. Επίσης μπορεί να παίξει το ρόλο συστήματος "έγκαιρης προειδοποίησης" στις περιπτώσεις που το έργο καθυστερεί ή ξεπερνάει τον αρχικό προϋπολογισμό του.
- **Συνεχής, αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ όλων όσων εμπλέκονται στο έργο.** Το επιτυχημένο έργο είναι αποτέλεσμα της συνέπειας των ανθρώπων εκείνων να τηρήσουν τους στόχους που είχαν διαμορφωθεί από την αρχή και στη συνέχεια να τους πετύχουν. Από την ιδέα μέχρι την υλοποίηση, η επιτυχία εξαρτάται από την ικανότητα για επίτευξη συμφωνίας, συντονισμό των ενεργειών, αναγνώριση και επίλυση των προβλημάτων και αντίδραση στις αλλαγές. Όλα αυτά στηρίζονται στην σωστή επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων.

- **Ελεγχόμενο αντικείμενο.** Καθώς η επιτυχία είναι υποκειμενική έννοια, θα πρέπει από την αρχή ακόμη του έργου, ένας σωστός και επιτυχημένος διαχειριστής αυτού να εξασφαλίσει ότι ο καθένας που συμμετέχει στην διαδικασία υλοποίησης του έργου να αντιλαμβάνεται ακριβώς τι μπορεί να επιτευχθεί μέσα σε κάποιο προκαθορισμένο χρονικό περιθώριο και με ένα συγκεκριμένο προϋπολογισμό. Αυτό λέγεται "διαχείριση των προσδοκιών των ενδιαφερομένων" και είναι ένα σημαντικό καθήκον, το οποίο θα πρέπει να συνεχές σε όλη τη διάρκεια του έργου, ιδίως σε περιπτώσεις αλλαγών. Οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει εκτός από το να συμφωνούν με το αρχικό αντικείμενο του έργου, συνάμα να κατανοούν τις οποιασδήποτε αλλαγές του. Επίσης είναι αναγκαία μια συστηματική μέθοδος για να χαραχτούν ρεαλιστικοί στόχοι ως προς το κόστος, το χρονοδιάγραμμα και την ποιότητα, καθώς και τεχνικές για να διατηρούν τη συνοχή τους οι στόχοι σε όλη τη διάρκεια του έργου.
- **Στήριξη από τη διεύθυνση.** Οι διαχειριστές του έργου τις περισσότερες φορές δεν έχουν την επίσημη εξουσία να παίρνουν σημαντικές αποφάσεις που αφορούν την ολοκλήρωση του έργου. Συνήθως τέτοιου είδους καίριες αποφάσεις λαμβάνονται από στελέχη με παραδοσιακούς διευθυντικούς ρόλους που διαθέτουν πολυσύνθετα ταλέντα όπως το να προσλαμβάνουν τους κατάλληλους ανθρώπου και σωστό εξοπλισμό, να παίρνουν αποφάσεις πολιτικής και να ξεπερνούν οργανωτικά εμπόδια. Το θετικό είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές τεχνικές για "διοίκηση των προϊσταμένων", δηλαδή με αυτές μπορούν να καθοδηγηθούν οι άνθρωποι που έχουν εξουσία ώστε να πάρουν έγκαιρες αποφάσεις που θα κρατήσουν το έργο σε κίνηση.

Αυτοί οι πέντε παράγοντες, μπορούν να επιτευχθούν με την επιμελή και την επίμονη χρήση της επιστήμης της διαχείρισης έργου [1], [2].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ**

### **2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ PROJECT MANAGEMENT**

Το εγχειρίδιο PMBOK ορίζει ως διαχείριση έργου τη διαδικασία κατά την οποία: «...εφαρμόζουμε γνώσεις, δεξιότητες, εργαλεία και τεχνικές κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων του έργου, με στόχο να ικανοποιήσουμε τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των συμμετόχων». Δηλαδή σαν γενική περιγραφή της παραπάνω πρότασης που ορίζει το εγχειρίδιο αυτό, ο διευθυντής του έργου υποχρεούται να βρει οποιαδήποτε λύση απαιτείται ώστε να ολοκληρωθεί το έργο.

Αντιλαμβανόμαστε δηλαδή ότι ο λόγος ύπαρξης του έργου είναι να ικανοποιήσει τις ανάγκες και τις προσδοκίες των συμμετόχων. Κατά συνέπεια, αποτελεί θεμελιώδη προαπαιτήση η ανάγκη για τον διευθυντή του έργου να καθορίσει ποιοι αποτελούν την ομάδα των συμμετόχων (εκτός από τον πελάτη), και να προβεί σε ανάλυση των αναγκών τους καθώς και των προσδοκιών τους. Μόνον έτσι θα μπορέσει να προσδιορίσει, από την αρχή, το αντικείμενο εργασιών και τους στόχους του έργου.

Ο Peter Morris περιέγραψε με μια άλλη φράση τη διαχείριση έργου ως: «...διαδικασία ενσωμάτωσης όλων όσα πρέπει να γίνουν (και για τα οποία εφαρμόζονται, συνήθως, ειδικές τεχνικές διαχείρισης έργου), καθώς το έργο διανύει τον κύκλο ζωής του (από τη σύλληψή του μέχρι την παράδοσή του) ώστε να ικανοποιηθούν οι στόχοι του έργου»

### **2.2 ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΓΟΥ**

Η αναζήτηση και τελικά η αποτύπωση των ρεαλιστικών προσδοκιών, η επίτευξη συμφωνίας όλων των μερών και τέλος η παράδοση του προϊόντος είναι εγχειρήματα που πολλές φορές είναι απαιτητικά και προϋποθέτουν τη γνώση σε ένα ευρύ φάσμα τεχνικών. Οι τεχνικές αυτές μπορεί να ομαδοποιηθούν στις τρεις λειτουργίες της διαχείρισης έργου:

- 1.** Ο ορισμός του έργου δημιουργεί το θεμέλιο για το έργο. Δύο δραστηριότητες συνδέονται με αυτήν την προπαρασκευαστική εργασία.

**A)** Ο διαχειριστής έργου πρέπει να καθορίσει το σκοπό, τους στόχους και τους περιορισμούς του έργου. Μέσω των ερωτήσεων όπως: Γιατί το κάνουμε αυτό; και Πώς θα κρίνουμε ότι πετύχαμε; τον βοηθούν σημαντικά στη λήψη όλων των αποφάσεων του έργου, επειδή περιγράφουν την ισορροπία κόστους-χρονοδιαγράμματος - ποιότητας και συνδέουν το έργο με την ευρύτερη αποστολή του οργανισμού.

**B)** Ο διαχειριστής έργου πρέπει να θεσπίσει τις βασικές παραμέτρους ελέγχου της διαχείρισης του έργου. Πρέπει να επιτύχει συμφωνία ως προς τους ανθρώπους και τους οργανισμούς που εμπλέκονται στο έργο και τους ρόλους του καθενός. Πρέπει επίσης να διευκρινίσει την αλυσίδα της ιεραρχίας, τη στρατηγική επικοινωνίας και τη διαδικασία ελέγχου των αλλαγών. Επέχει επίσης θέση συμφωνίας στην οποία αναφερόμενος ο διαχειριστής έργου μπορεί να κρατάει τον καθένα υπόλογο ως προς τις ευθύνες που του αναλογούν στο έργο.

**2.** Ο προγραμματισμός του έργου συγκεντρώνει τις λεπτομέρειες της επίτευξης των στόχων, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς. Με συνήθεις τεχνικές εκτίμησης και χρονικού προγραμματισμού προκύπτει πόση εργασία συνεπάγεται το έργο, ποιος θα εκτελέσει την εργασία, πότε θα εκτελεστεί και πόσο θα κοστίσει. Παράλληλα, οι δραστηριότητες διαχείρισης κινδύνου εντοπίζουν τους τομείς της μεγαλύτερης αβεβαιότητας και καταλήγουν σε στρατηγικές για τη διαχείρισή τους.

**3.** Ο έλεγχος του έργου περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που βοηθούν το έργο να συνεχίσει να κινείται προς το στόχο. Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν: • **Μέτρηση προόδου.** Η μέτρηση της προόδου συχνά εντοπίζει έγκαιρα τα οποιαδήποτε προβλήματα, κάνοντας ευκολότερη την επίλυσή τους.

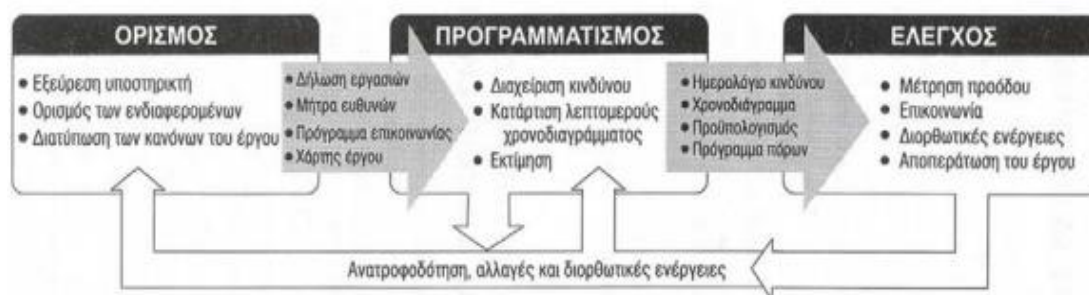
• **Επικοινωνία.** Η επικοινωνία είναι καίρια για τον έλεγχο ενός έργου, επειδή κρατάει όλους όσους συμμετέχουν συντονισμένους και ενημέρους για την πρόοδο του έργου και τις τυχόν αλλαγές.

• **Διορθωτικές ενέργειες.** Συνίστανται στις καθημερινές αποκρίσεις σε όλα τα εμπόδια και προβλήματα που ενδέχεται να συναντήσει το έργο.



Οι λειτουργίες αυτές συνοψίζουν τις ευθύνες του διαχειριστή έργου. Οι λειτουργίες γίνονται με αυτήν τη σειρά: το έργο πρέπει να αρχίσει από τον ορισμό, μετά να προχωρήσει στον προγραμματισμό και τέλος στον έλεγχο.

Στο σχήμα 2.1 φαίνεται πως συνδέονται μεταξύ τους οι λειτουργίες της διαχείρισης του έργου.



Σχήμα 2.1 : Οι τρεις λειτουργίες της διαχείρισης έργου

## 2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟ PROJECT MANAGEMENT

Τα επιτυχημένα έργα πρέπει να ικανοποιούν τις προσδοκίες όλων των ενδιαφερομένων. Ας μην ξεχνάμε ότι ο πρώτος παράγοντας επιτυχίας του έργου αναφέρει ότι η ομάδα έργου, οι πελάτες και η διεύθυνση πρέπει να συμφωνούν όλοι όσον αφορά τους στόχους του έργου. Η ικανοποίηση όλων των ενδιαφερομένων είναι δύσκολος στόχος, ιδίως όταν έχουν τη συνήθεια να ξεφυτρώνουν σε επόμενη φάση του έργου διατυπώνοντας νέα αιτήματα και απαιτήσεις. Για το λόγο αυτό έχει κρίσιμη σημασία για τους διαχειριστές έργου να γνωρίζουν από την αρχή ποιο ακριβώς είναι οι ενδιαφερόμενοι και τι θέλουν. Μόνον τότε μπορούν να ανταποκριθούν στο πρωταρχικό καθήκον να ικανοποιήσουν τους ενδιαφερόμενους.

Στον παρακάτω πίνακα 2.1 βλέπουμε τους παράγοντες – ενδιαφερόμενους και την συνεισφορά τους σε ένα έργο.

Ρόλος	Συνεισφορά
Διαχειριστής έργου	Ορισμός, προγραμματισμός, έλεγχος και ηγεσία του έργου
Ομάδα έργου	Δεξιότητες και προσπάθεια για την εκτέλεση των καθηκόντων
Υποστηρικτής	Κύρος, καθοδήγηση, διατήρηση του έργου σε προτεραιότητα
Πελάτης	Απαιτήσεις προϊόντος, χρηματοδότηση
Διευθυντές λειτουργιών	Πολιτική της εταιρείας, πόροι

**Πίνακας 2.1: Συνεισφορά των ενδιαφερομένων**

### 2.3.1 Διαχειριστής έργου

Οι τεχνικές της διαχείρισης έργου μπορούν να εφαρμοστούν σε έργα οποιουδήποτε κλάδου. Τα κάθε μεγέθους έργα γίνονται περισσότερο αποτελεσματικά και τα προϊόντα τους βελτιώνονται σε ποιότητα χάρη στη χρήση των μεθόδων της διαχείρισης έργων. Οι διαχειριστές έργου πρέπει να γνωρίζουν πώς να δρουν σε επιχειρηματικό περιβάλλον αλλά και στο περιβάλλον του έργου ενώ συγχρόνως να έχουν γνώση του αντικειμένου του έργου. Ειδικότερα, οι διαχειριστές έργου χρειάζονται δεξιότητες σε τρεις διαφορετικούς τομείς:

- **Διαχείριση έργου.** Αποτελεί τον γνωστικό κλάδο.
- **Διοίκηση επιχειρήσεων.** Η διαπραγματευτική ικανότητα, τα οικονομικά, η εξεύρεση πελατών, η οργανωτική ανάπτυξη, η επικοινωνία και η υποκίνηση είναι δεξιότητες που πρέπει να έχει κάθε καλός μάνατζερ, είτε διευθύνει συνεχείς δραστηριότητες είτε έργα.
- **Τεχνικές γνώσεις.** Ανεξάρτητα από τον τομέα, είτε πρόκειται για λογιστική, διαφήμιση ή αγωγούς πετρελαίου, ο άνθρωπος που ηγείται του έργου πρέπει να εξειδικευμένες γνώσεις και να έχει εμβαθύνει στον τομέα του έργου.

Οι διαχειριστές έργου είναι πολύ πιθανό να εμπλακούν ενεργά στη λήψη τεχνικών αποφάσεων όταν το έργο είναι μικρό, αλλά ακόμη και σε μεγαλύτερου προϋπολογισμού έργα ο διαχειριστής πρέπει να κατανοεί και να έχει εντυπώσει στην εργασία που εκτελείται.

Διαφορετικά, μπορεί μεν να είναι σε θέση να ενεργεί ως συντονιστής, υποκινητής, καταλύτης ή εμπυχωτής, αλλά δε θα είναι σε θέση να καταλαβαίνει τα τεχνικά προβλήματα ούτε να συμμετέχει στην επίλυσή τους. Οι διαχειριστές έργου που δεν κατανοούν την τεχνολογία την οποία διαχειρίζονται, κινδυνεύουν να χάσουν την εμπιστοσύνη των ομάδων τους, ιδίως όταν τα μέλη της ομάδας είναι υπερήφανα για τις τεχνικές τους ικανότητες.

### **2.3.2 Ομάδα έργου**

Όλα εκείνα τα άτομα, εργάτες και γενικότερα το εργατικό δυναμικό που προσφέρουν το χρόνο, τις δεξιότητες και την προσπάθειά τους στο έργο θεωρούνται μέλη της ομάδας. Εκτός από τους εργαζομένους της εταιρείας οι οποίοι έχουν τοποθετηθεί στο έργο, εδώ μπορεί να περιλαμβάνονται επίσης εργολάβοι, προμηθευτές, ακόμη και πελάτες.

Ο καθορισμός των μελών της ομάδας του έργου συμβαίνει στην έναρξη του έργου, όταν διαμορφώνεται ο προγραμματισμός του. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται όταν τα μέλη του εργατικού δυναμικού έχουν κατανοήσει τους ρόλους και τις ευθύνες τους στο έργο. Παρακάτω εξετάζουμε τα βήματα της διαδικασίας αυτής, από την αρχή έως το τέλος:

- Τα καθήκοντα αναλύονται έως ότου αναδειχθούν οι διαφορετικές απαιτήσεις δεξιοτήτων.
- Ο διαχειριστής έργου και ο υποστηρικτής αρχίζουν να προσλαμβάνουν ανθρώπους που διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες.
- Ο διαχειριστής του έργου διαπραγματεύεται τη συμμετοχή αυτών των νέων ατόμων της ομάδας.
- Ο διαχειριστής του έργου αποσαφηνίζει και ενημερώνει το πρόγραμμα του έργου εξασφαλίζοντας έτσι ότι όλα τα μέλη το έχουν κατανοήσει.

- Οι ευθύνες των μελών της ομάδας τεκμηριώνονται τόσο στη δήλωση εργασιών όσο και στο πρόγραμμα του έργου.

### **2.3.3. Μάνατζμεντ – Διευθυντής**

Η παραγωγική συνεργασία με τους μάνατζερ της εταιρείας είναι σημαντική για την επιτυχία κάθε έργου. Εδώ ως "μάνατζερ" ή "διευθυντές" νοούνται οι μάνατζερ λειτουργιών, γνωστοί επίσης και ως διοικητικά στελέχη. Αυτοί μπορεί να είναι διευθυντές τμημάτων, επόπτες πρώτης γραμμής ή ακόμη και εκτελεστικοί αντιπρόεδροι. Πρόκειται για τους ανθρώπους που έχουν το μακροπρόθεσμο έλεγχο πάνω στους εργαζομένους και τους άλλους πόρους της εταιρείας. Συμμετέχουν επίσης στον καθορισμό της πολιτικής της εταιρείας, πολιτικής η οποία μπορεί να επηρεάσει το έργο.

### **2.3.4. Υποστηρικτής**

Ο υποστηρικτής είναι ο άνθρωπος με επίσημη εξουσία που είναι και τελικά ο υπεύθυνος για το έργο. Ο υποστηρικτής μπορεί να είναι ανώτερο διευθυντικό στέλεχος ή και κατώτερος μάνατζερ. Η θέση και η εξουσία του υποστηρικτή στον οργανισμό είναι ανεξάρτητες από κάθε έργο και αυτό επιτρέπει στον υποστηρικτή να ενεργεί ως σύνδεσμος μεταξύ του έργου και της συνήθους διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιεί την εξουσία του για λογαριασμό του διαχειριστή έργου, να προσφέρει συμβουλή ή να επηρεάζει την προτεραιότητα του έργου. Τέλος παρέχει το κύρος και την εξουσία που συχνά λείπουν από το διαχειριστή του έργου.

**2.3.5. Ο πελάτης** Οι πελάτες συμβάλλουν με τη χρηματοδότηση και τις απαιτήσεις από το προϊόν. Ο καθορισμός του ποιος έχει το ρόλο του πελάτη μπορεί να αποτελέσει πραγματική δυσκολία για τον διαχειριστή έργου. Για να το αποφασίσει αυτό, ο διαχειριστής έργου πρέπει να καθοδηγείται από δύο βασικά ερωτήματα: Ποιος είναι εξουσιοδοτημένος να παίρνει αποφάσεις για το προϊόν; Και ποιος θα πληρώσει για το έργο;

Ο επακριβής εντοπισμός του πελάτη ενός έργου μπορεί να είναι δύσκολος. Σε μια μεγάλη και ποικίλη ομάδα πελατών, μπορεί να είναι ασαφές ποιος ακριβώς έχει την εξουσία να εκπροσωπεί την ομάδα [3].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΟΥ**

### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΔΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

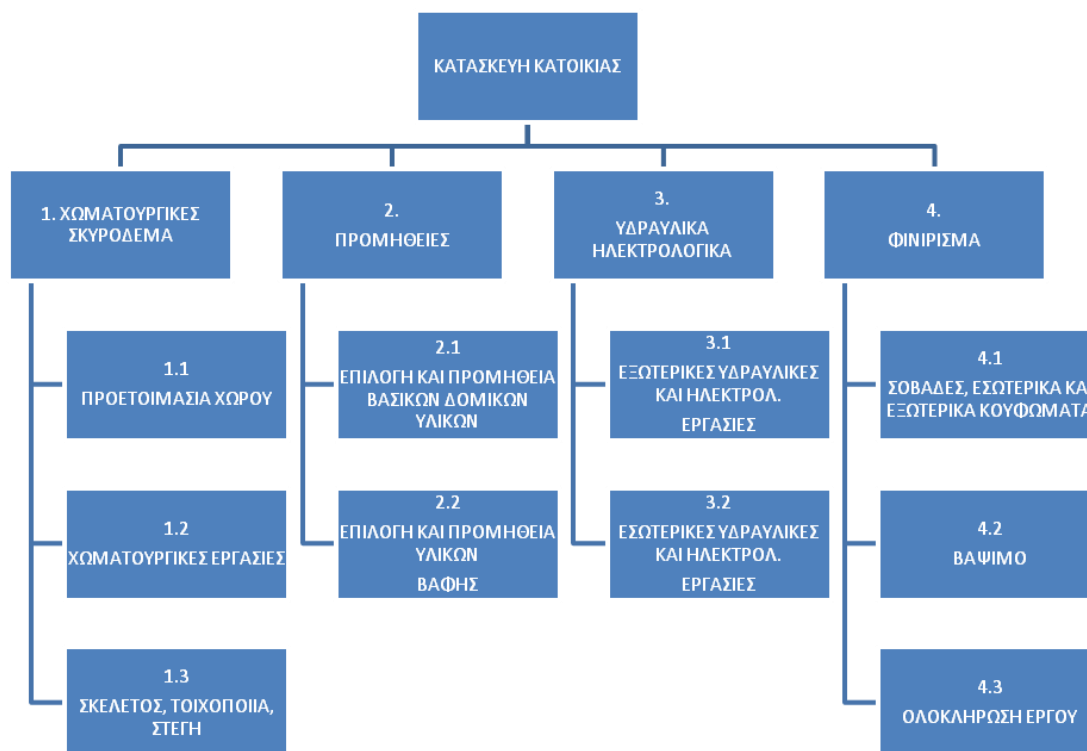
Ο ρόλος της δομικής ανάλυσης εργασιών (WBS, Work Breakdown Structure) είναι η υποδιαίρεση των εργασιών του έργου σε μικρότερα τμήματα τα οποία μπορούμε να τα διαχειριστούμε ευκολότερα. Μπορούμε να εκτιμήσουμε και να προγραμματίσουμε την χρονική διάρκεια τους, τους απαιτούμενους πόρους και να υλοποιήσουμε τον προγραμματισμό του συνολικού έργου τμηματικά. Με την δομική αυτή ανάλυση πραγματοποιείται ευκολότερα ο καταμερισμός εργασιών σε συγκεκριμένα τμήματα ή άτομα, με συνέπεια την γρηγορότερη και καλύτερη διαχείριση των εργασιών.

Η μέθοδος WBS αναπτύχθηκε την δεκαετία του 1960, με στόχο τη βελτίωση του προσδιορισμού του έργου, αλλά εξελίχθηκε σε ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία του συστήματος προγραμματισμού των έργων εξασφαλίζοντας την ποσοτική αποτίμηση του αντικειμένου εργασιών μέσω του συνολικού καταλόγου πακέτου εργασιών [6]. Παρέχει μία ολοκληρωμένη αλλά και λεπτομερή άποψη του έργου, αποτελεί τη βάση για τον χρονικό και οικονομικό προγραμματισμό, τον έλεγχο και την ενημέρωση της διεύθυνσης του έργου [5].

### **3.2 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΡΓΟΥ**

Για την υλοποίηση της δομικής ανάλυσης ενός έργου είναι απαραίτητη η ιεραρχική αναπαράσταση της δομής του που μετατρέπει πολύπλοκα έργα σε μικρά τμήματα εργασιών τα οποία μπορούν να σχεδιασθούν, να προγραμματισθούν και να εκτελεστούν αυτόνομα. Η διαδικασία διάσπασης του έργου πραγματοποιείται ξεκινώντας με την υποδιαίρεση των εργασιών σε τμήματα (subprojects), καθένα από τα οποία περιλαμβάνει έναν αριθμό εργασιών (πχ. Οικοδομικά) και για τα οποία συνήθως τίθεται ένας υπεύθυνος. Κάθε τμήμα στην συνέχεια υποδιαιρείται σε μικρότερα τμήματα εργασιών που αποτελούν τις εργασίες (tasks) ή τις ομάδες εργασιών (tasks groups). Όταν η εργασία χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και μεγάλο όγκο εργασιών είναι δυνατόν να διασπαστεί περαιτέρω σε υποεργασίες (sub-tasks).

Η παραπάνω ανάλυση οδηγεί στην δημιουργία μίας σχηματικής δομής εργασιών μορφής δέντρου, όπου σε κάθε επίπεδο του αποτελείται από εργασίες της ίδια πολυπλοκότητας.



**Σχήμα 3.1:** Διαγραμματική αναπαράσταση της WSB για έργο κατασκευής Οικίας

Εκτός από την διαγραμματική κατανομή ανάλυσης εργασιών όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, υπάρχουν και άλλες αναλύσεις με διαφορετικό περιεχόμενο. Η Δομική Ανάλυση Προϊόντος (PBS, Product Breakdown Structure), αναπαριστά μία ιεραρχική κατανομή των φυσικών συνόλων και υποσυνόλων των μερών και των εξαρτημάτων για την κατασκευή ενός προϊόντος. Η κατασκευή ενός αεροπλάνου μπορεί να αναλυθεί σε κατάτμηση των φτερών του αεροσκάφους το οποία μπορεί να διαιρεθούν σε υποτιμήματα αυτών.

### 3.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΡΓΟΥ

Ο αριθμός των επιπέδων που μπορεί να υποδιαιρεθεί ένα έργο ποικίλει ανάλογα με το βαθμό των λεπτομερειών που ο αναλυτής θα θελήσει να ελέγχει. Όσο περισσότερα επίπεδα προσθέσουμε στη δομική ανάλυση, τόσο περισσότερους παράγοντες λαμβάνουμε υπόψη μας. Ο μεγάλος αριθμός επιπέδων και ανάλυσης όμως απαιτεί μεγάλο αριθμό δεδομένων και ελέγχων, ενώ ταυτόχρονα προσθέτει περισσότερα επίπεδα στη βάση της πυραμίδας ανάλυσης, κάνοντας την WBS υπερβολικά πλατιά και μεγάλη. Στην πράξη για να είναι εύχρηστο ένα τέτοιο σχήμα, 3 ή 4 επίπεδα αρκούν ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Επίπεδο Λεπτομερούς Ανάλυσης: Υπάρχουν εργασίες που λόγω της μεγάλης πολυπλοκότητας τους απαιτούν μεγάλο αριθμό επιπέδων ανάλυσης. Όσο μεγαλύτερη είναι η δυσκολία μιας εργασίας, τόσο είναι δυνατόν κάθε τμήμα της να αποτελεί ανεξάρτητο έργο με δική του δομική ανάλυση, ώστε να μειωθεί ο αριθμός των επιπέδων του συνολικού έργου.

Έλεγχος Έργου: Το επίπεδο ελέγχου εξαρτάται από την πολυπλοκότητα και τον κίνδυνο του έργου. Μεγάλος έλεγχος σημαίνει καθοδήγηση του έργου από την αρχική φάση μέχρι την ολοκλήρωση του.

Επίπεδο Κινδύνου: Η δομική ανάλυση θα πρέπει να αντικατοπτρίζει και το επίπεδο κινδύνου και αβεβαιότητας του έργου. Στα σημεία όπου ο κίνδυνος είναι υψηλός, η πυραμίδα θα πρέπει να υποδιαιρείται περαιτέρω, ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη πληροφόρηση και μείωση του κινδύνου.

Εκτίμηση Κόστους: Τα επίπεδα της δομικής ανάλυσης, μπορούν να καθορισθούν με βάση την ανάγκη ακριβούς εκτίμησης του κόστους του έργου. Αναλύοντας το έργο σε μικρότερα τμήματα και υπολογίζοντας το επιμέρους κόστος, πραγματοποιείται μία πιο ακριβής και ορθή εκτίμηση του κόστους.

Η υλοποίηση δομικής ανάλυσης των 3 ή 4 επιπέδων διευκολύνει την παρακολούθηση των εργασιών, χωρίς να γίνεται μακροσκελής ο σχεδιασμός, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνεται ο έλεγχος αφού τα δεδομένα και το οργανωτικό σχήμα που απαιτούνται στο εργοτάξιο είναι σχετικά μικρού όγκου και ευέλικτα.

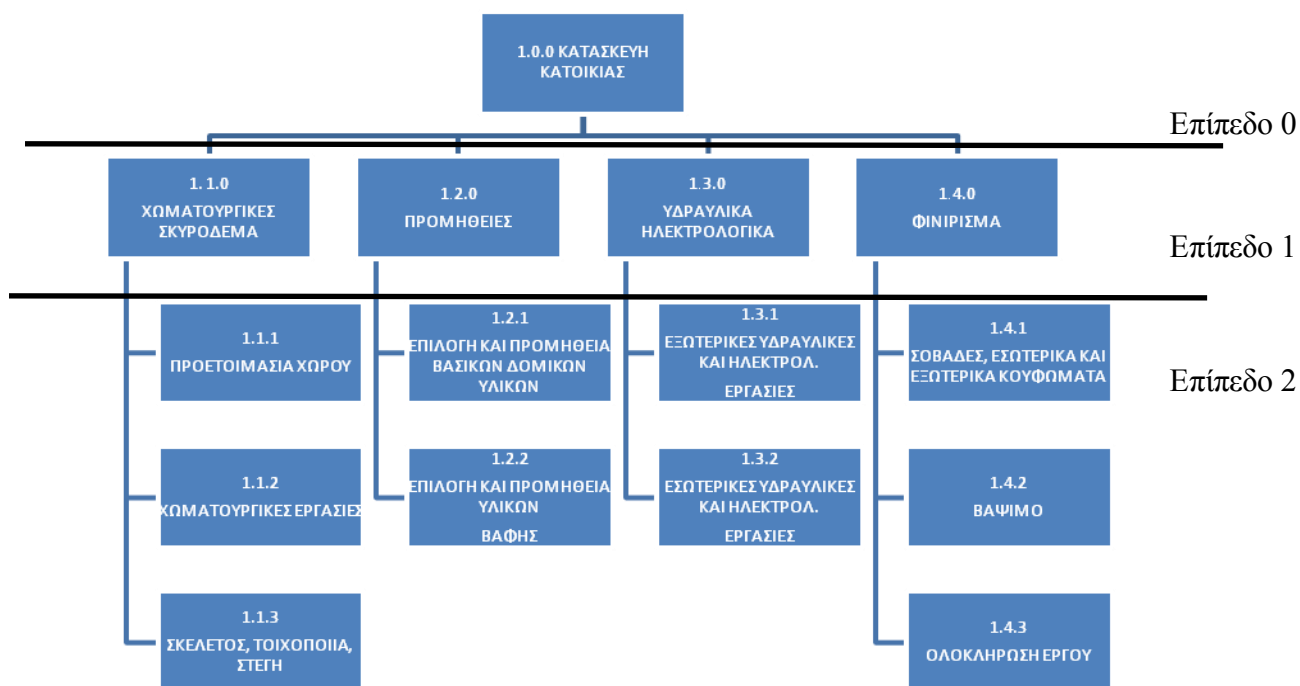


### 3.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΗΣΗΣ

Η δομική ανάλυση (WBS), δίνει την δυνατότητα να δοθεί ένας μοναδικός αριθμός για κάθε τμηματική εργασία. Η αρίθμηση χαρακτηρίζει κάθε πακέτο εργασιών, που αποτελεί αναφορά για κάθε συσχετιζόμενο τμήμα της επιχείρησης όπως κατανομή λογιστικού κόστους για κάθε τμήμα εργασίας.

Το σύστημα κωδικοποίησης μπορεί να είναι αλφαβητικό, αριθμητικό ή αλφαριθμητικό και χαρακτηρίζει το έργο και κάθε υποδιαίρεση των εργασιών.

Επίπεδο 0: Ο πρώτος αριθμός, αναπαριστά την εργασία ή το έργο στο μηδενικό επίπεδο στην κορυφή της πυραμίδας. Αν μία εταιρεία έχει σε εξέλιξη τρία έργα τότε σε αυτό το επίπεδο τα έργα μπορεί να αριθμηθούν ως [1.0.0], [2.0.0], [3.0.0].



**Σχήμα 3.2:** Διαγραμματική αναπαράσταση– Υποδιαίρεση με αριθμητικό σύστημα.

Επίπεδο 1: Αποτελεί το πρώτο επίπεδο υποδιαίρεσης και το πρώτο στοιχείο της εργασίας παίρνει τον αριθμό [1.1.0], ενώ το δεύτερο στοιχείο τον αριθμό [1.2.0] και ούτω καθεξής.

Επίπεδο 2: Στο δεύτερο επίπεδο ανάλυσης, συνεχίζεται λεπτομερέστερα η αρίθμηση, ξεκινώντας από το πρώτο στοιχείο εργασίας του δεύτερου επιπέδου στο οποίο δίνουμε τον αριθμό [1.1.1] καθώς και στα υπόλοιπα διαδοχικά όπως εμφανίζονται στο παραπάνω σχήμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ

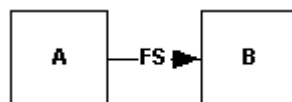
### 4.1 ΣΧΕΣΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Αφού ολοκληρωθεί η καταγραφή των εργασιών και η υποδιαίρεση τους σε μικρότερα τμήματα εργασιών, θα πρέπει να καταγραφεί και η λογική σειρά εκτέλεσης τους και η εκτίμηση της διάρκειας τους, ώστε να είναι δυνατός ο χρονικός προγραμματισμός. Η καταγραφή της αλληλουχίας των εργασιών έχει ως στόχο να καθορίσει τις εργασίες που πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί ώστε να αρχίσει μία συγκεκριμένη εργασία [5].

Για κάθε εργασία θα πρέπει να ορισθούν οι αμέσως προηγούμενες και επόμενες εργασίες και να καθορισθούν οι σχέσεις αλληλουχίας. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι σχέσεων, οι εργασίες σε σειρά όπου η μία εργασία εκτελείται κατόπιν της άλλης (sequentially) και οι παράλληλες (ανεξάρτητες) εργασίες όπου δεν υπάρχει άμεση ή έμμεση σχέση προηγούμενης και επόμενης εργασίας, με συνέπεια να μπορούν να εκτελούνται ανεξάρτητα ή ταυτόχρονα (concurrently).

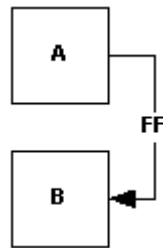
Τον καθορισμό της αλληλεξάρτησης των εργασιών ακολουθεί ο τρόπος διαδοχής επόμενης εργασίας (successor task) και προηγούμενης εργασίας (predecessor task). Η επόμενη και προηγούμενη δεν αναφέρεται υποχρεωτικά σε χρονική συσχέτιση των εργασιών αλλά κυρίως σε έννοια εξάρτησης των εργασιών. Οι συσχετίσεις των τεχνικών έργων πραγματοποιούνται με τέσσερεις τύπους.

**Σχέση τέλους – αρχής** (Finish to Start relationship FS), όπου η επόμενη εργασία ξεκινά μόλις τελειώσει η προηγούμενη.



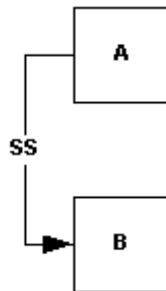
**Σχήμα 4.1:** Διαγραμματική απεικόνιση σχέσης τέλους-αρχής

**Σχέση τέλους – τέλους** (Finish to Finish relationship FF), όπου η επόμενη εργασία τελειώνει με το τέλος της προηγούμενης εργασίας.



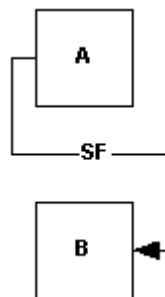
**Σχήμα 4.2:** Διαγραμματική απεικόνιση σχέσης τέλους-τέλους

**Σχέση αρχής – αρχής** (Start to Start relationship SS), όπου η επόμενη εργασία ξεκινά ταυτόχρονα με την προηγούμενη.



**Σχήμα 4.3:** Διαγραμματική απεικόνιση σχέσης αρχής-αρχής

**Σχέση αρχής – τέλους** (Start to Finish relationship SF), όπου το τέλος της επόμενης εργασίας εξαρτάται από την έναρξη της προηγούμενης [5].



**Σχήμα 4.4:** Διαγραμματική απεικόνιση σχέσης αρχής-τέλους

Εξαρτώμενες εργασίες είναι δυνατόν να εκτελούνται εν μέρει παράλληλα καθοριζόμενες από μία σχέση διαδοχής, αλλά ταυτόχρονα είναι δυνατή η χρήση

χρονικών προπορεύσεων (lead time) και υστερήσεων (lag time). Αυτές οι σχέσεις είναι της μορφής  $FS \pm d$  όπου  $d$  η χρονική προπόρευση (+d) ή υστέρηση αναλόγως της τεχνικής απαίτησης των εργασιών (-d) ή λογικών σχέσεων  $\leq$  και  $\geq$ .

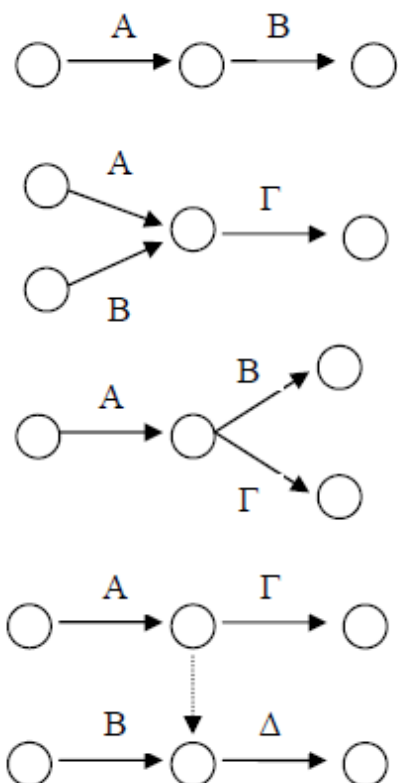
Μία σχέση της μορφής  $FS+1$  εκφράζει την απαίτηση η επόμενη εργασία να αρχίσει μετά το πέρας της προηγούμενης με χρονική καθυστέρηση μιας μονάδας χρόνου. Οι μονάδες χρόνου καθορίζονται από τον σχεδιαστή του προγραμματισμού αναλόγως της διάρκειας του έργου και του απαιτούμενου βαθμού ελέγχου των εργασιών. Μπορεί να είναι χρονικές μονάδες ημέρας, εβδομάδας ή μήνα.

## **4.2 ΤΟΞΩΤΟ – ΔΙΚΤΥΩΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ**

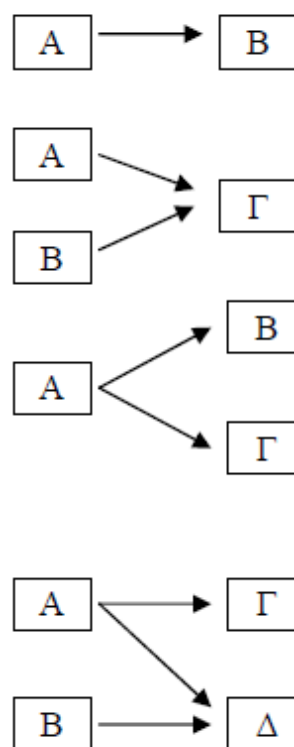
Η σχηματική αναπαράσταση της ροής εκτέλεσης των εργασιών πραγματοποιείται με τοξωτά διαγράμματα όπου τα βέλη αντιπροσωπεύουν τις δραστηριότητες ενώ οι κόμβοι τα γεγονότα. Η ουρά του βέλους δηλώνει την αρχή μίας δραστηριότητας, ενώ η κεφαλή του βέλους το πέρας της.

Η δομή του τοξωτού δικτύου μπορεί να απεικονίσει μόνο σχέσεις διαδοχής εργασιών της μορφής τέλους – αρχής, που αποτελεί σημαντικό περιορισμό της αποτελεσματικότητας της μεθόδου στην απεικόνιση της δομής των τεχνικών έργων. Αυτόν τον περιορισμό έρχεται να εξαλείψει η σχηματική αναπαράσταση γραφημάτων με την μέθοδο του δικτυωτού διαγράμματος, όπου οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τις δραστηριότητες και τα βέλη τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους.

*Τοξωτό γράφημα*



*Κομβικό γράφημα*



**Σχήμα 4.5:** Αντιστοιχία στοιχείων Τοξωτού και Κομβικού δικτύου

Η σχεδίαση του κομβικού δικτύου πραγματοποιείται με την τοποθέτηση των κόμβων στο χαρτί και στην συνέχεια την σύνδεση τους με βέλη καθορίζοντας την σχέση προηγούμενης – επόμενης εργασίας. Είναι επιθυμητό να τοποθετούνται οι κόμβοι – δραστηριότητες με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει μία λογική οπτική εικόνα της ροής του έργου από τα αριστερά στα δεξιά. Στην αρχή του έργου τοποθετείται ένας κόμβος αρχής και στο τέλος του έργου ένας κόμβος τέλους. Κάθε ενδιάμεσος κόμβος πρέπει να συνδέεται με τουλάχιστον ένα κόμβο προηγούμενης εργασίας και ένα κόμβο επόμενης εργασίας.

### 4.3 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ο χρονικός προγραμματισμός έχει ως σκοπό να καθορισθεί η ακριβής διάρκεια του έργου. Αρχικά θα πρέπει να γίνει εκτίμηση της διάρκειας κάθε δραστηριότητας που είναι ο απαιτούμενος χρόνος εκτέλεσης μίας εργασίας. Ως μονάδα μέτρησης του χρόνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε μονάδα, από την ώρα, την ημερολογιακή εβδομάδα ή τον μήνα αναλόγως της διάρκειας του έργου. Η εκτίμηση της διάρκειας κάθε δραστηριότητας γίνεται με εκτίμηση της ποσότητας εργασίας και της παραγωγικότητας των συνεργείων βασισμένη στην εμπειρία του μηχανικού και τα ιστορικά στοιχεία παραγωγικότητας. Η διάρκεια κάθε δραστηριότητας είναι σημαντική για τον σωστό καθορισμό του χρόνου αποπεράτωσης του έργου και ο οποίος περιλαμβάνει και τυχόν καθυστερήσεις. Η ανάλυση του χρονικού προγραμματισμού βασίζεται στο κομβικό ή δικτυωτό διάγραμμα όπου γίνεται χρήση των παρακάτω όρων:

Γεγονός (i): ένα χρονικό σημείο που σηματοδοτεί το πέρας κάποιων εργασιών και την έναρξη κάποιων άλλων.

Δραστηριότητα (i, j): μία καθορισμένη εργασία του έργου που απαιτεί χρόνο και πόρους για να ολοκληρωθεί. Το i είναι το γεγονός αρχής και το j είναι το γεγονός πέρατος της εργασίας.

Διάρκεια (d): ο απαιτούμενος χρόνος εκτέλεσης μίας εργασίας με τις υπάρχουσες συνθήκες.

Διαδρομή: το σύνολο των διαδοχικών (αλληλεξαρτώμενων) εργασιών μεταξύ δύο σημείων του έργου, από την αρχή ως το τέλος του.

Η υπολογιστική διαδικασία του χρονικού προγραμματισμού βασίζεται σε μαθηματικούς τύπους με πρώτο υπολογισμό τον ομόρροπο στην κατεύθυνση ροής του έργου που καθορίζει τον ενωρίτερο χρόνο γεγονότος.

Ο ενωρίτερος χρόνος γεγονότος (Earliest event time - TE) είναι ο ελάχιστος δυνατός χρόνος (από την αρχή του έργου), ολοκλήρωσης όλων των προηγούμενων δραστηριοτήτων που συγκλίνουν σε αυτό το γεγονός [5]. Ο ενωρίτερος χρόνος

υπολογίζεται εξετάζοντας όλες τις διαδρομές που οδηγούν σε αυτό και προκύπτει από την επαναληπτική σχέση:

$$T_E(j) = \max_i [T_E(i) + d(i, j)], \text{ για κάθε γεγονός προηγούμενου γεγονότος } i.$$

Ο επόμενος υπολογισμός αφορά τον βραδύτερο χρόνο επίτευξης κάθε γεγονότος. Ο υπολογισμός αυτός ακολουθεί αντίθετη φορά από αυτήν της ροής του έργου και είναι ο αντίρροπος υπολογισμός. Ο *βραδύτερος χρόνος γεγονότος* (*latest event time – TL*), ορίζεται ως ο μέγιστος χρόνος από την έναρξη του έργου κατά τον οποίο πρέπει να επιτευχθεί ένα γεγονός χωρίς να προκληθεί καθυστέρηση στην ολοκλήρωση του έργου. Είναι δηλαδή, ο ελάχιστος από τους βραδύτερους χρόνους έναρξης των δραστηριοτήτων που ξεκινούν στο συγκεκριμένο γεγονός και προκύπτει από την επαναληπτική σχέση:

$$T_L(i) = \min_j [T_L(j) - d(i, j)], \text{ για κάθε γεγονός προηγούμενου γεγονότος } j.$$

Τα παραπάνω μεγέθη χρονικού προγραμματισμού έναρξης και πέρατος κάθε δραστηριότητας αναλύονται σε τέσσερις υποκατηγορίες χρόνων, πολύ σημαντικών στο χρονικό προγραμματισμό. Αυτοί οι χρόνοι υπολογίζονται και καταγράφονται και παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

*Ενωρίτερος χρόνος έναρξης* (*early start - ES*) είναι ο ενωρίτερος χρόνος που μπορεί να αρχίσει μία δραστηριότητα χωρίς να παραβιάζει τους περιορισμούς αλληλουχίας.

$$ES(i, j) = T_E(i)$$

*Ενωρίτερος χρόνος πέρατος* (*early finish - EF*) είναι ο βραδύτερος χρόνος που μπορεί να τελειώσει μία δραστηριότητα χωρίς να παραβιάζει τους περιορισμούς αλληλουχίας.

$$EF(i, j) = ES(i, j) + d(i, j)$$

*Βραδύτερος χρόνος έναρξης* (*late start - LS*) είναι ο βραδύτερος χρόνος που μπορεί να αρχίσει μία δραστηριότητα χωρίς να καθυστερήσει η ολοκλήρωση του έργου.

$$LS(i, j) = T_L(j) - d(i, j)$$



Βραδύτερος χρόνος πέρατος (*late finish - LF*) είναι ο βραδύτερος χρόνος που μπορεί να τελειώσει μία δραστηριότητα χωρίς να καθυστερήσει η ολοκλήρωση του έργου.

$$LF(i, j) = TL(j)$$

#### 4.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ (CPM)

Η CPM δημιουργήθηκε αρχικά για να αντιμετωπίσει τη σχέση χρόνου-κόστους που προβλημάτιζε πολύ συχνά τους διευθυντές έργου και προέκυψε από το γεγονός ότι η σχέση ανάμεσα στον χρόνο μέχρι την ολοκλήρωση (*time to complete*) και το κόστος μέχρι την ολοκλήρωση (*cost to complete*) είναι εξαιρετικά πολύπλοκη. Εφοδιασμένη με γραφικές τεχνικές, η CPM είναι ένα πολύπλοκο πρόγραμμα έργου, που περιλαμβάνει αλληλοσυνδεόμενες και αλληλοδιάδοχες εργασίες, που ως επί το πλείστο γίνεται χρήση δικτυωτού διαγράμματος, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των δικτύων (*networking modeling*). Συγκεκριμένη η μεθοδολογία της, με συγκεκριμένα βήματα (σε γενικές γραμμές), χαρακτηρίζοντας την ως ντετερμινιστική μεταβλητή.

Η CPM, αναφορικά με τους παράγοντες που απασχολούν τη διοίκηση, όπως είναι ο χρόνος, το κόστος και η διαθεσιμότητα πόρων, υποθέτει σταθερούς ή καθορισμένους χρόνους (όχι στατιστικά πιθανούς), πράγμα εφαρμόσιμο και χρήσιμο. Αποτελεί αποτελεσματικό εργαλείο εντοπισμού των δραστηριοτήτων, των οποίων η ολοκλήρωση είναι κρίσιμη για την έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου.

Η CPM προσδιορίζει:

1. τη συνολική διάρκεια του έργου
2. το βέλτιστο συνδυασμό κόστους διάρκειας
3. τις δυνατότητες καθυστέρησης σε ορισμένες δραστηριότητες χωρίς την αύξηση της συνολικής διάρκειας του έργου
4. το χρονικό διάστημα χρήσης των πόρων

Στην CPM υπάρχουν δύο χρόνοι ολοκλήρωσης των εργασιών και δύο τιμές για το κόστος. Ο 1ος συνδυασμός χρόνου/κόστους είναι κανονικός (*normal*). Ο 2ος συνδυασμός προέρχεται από την απόπειρα να επιταχυνθεί η εργασία, προσθέτοντας κάποιους πόρους (σε υπερωρίες, ειδικό εξοπλισμό, περισσότερο εξοπλισμό ή υλικά)

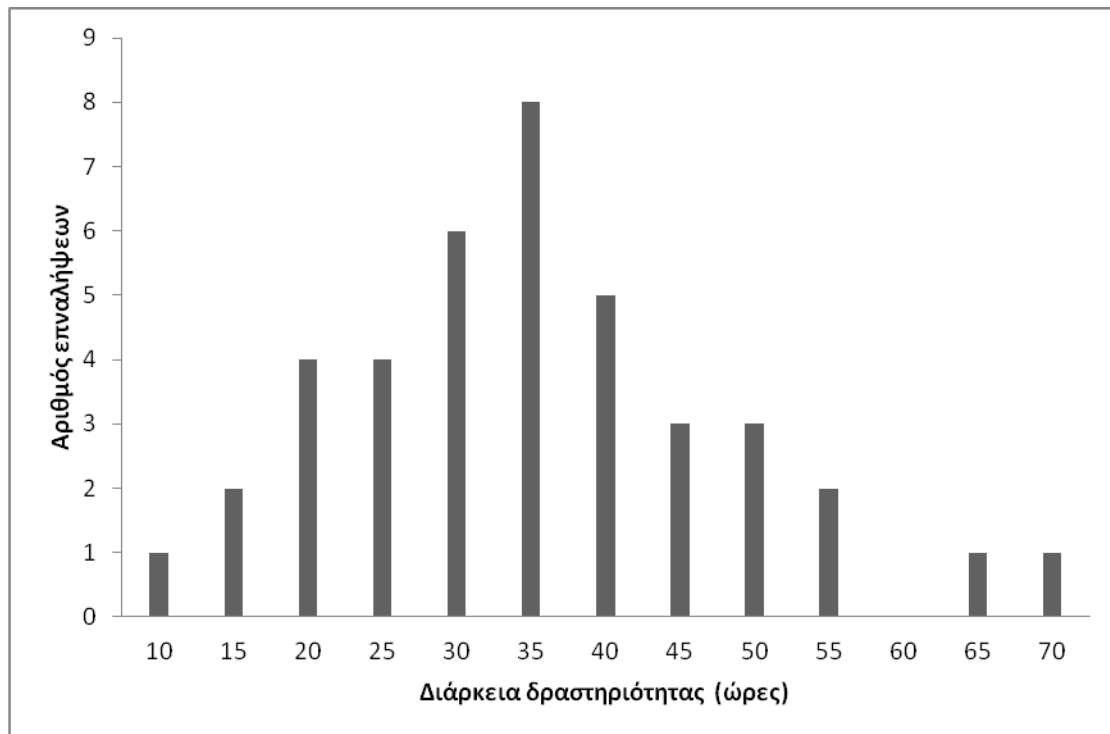
και θεωρείται συντομευμένος (crash). Ορίζεται ο λόγος κόστους προς χρόνο που δείχνει το κόστος/μέρα για την επιτάχυνση ενός σχεδίου και παίρνει πάντα αρνητική τιμή διότι το κόστος με την επιτάχυνση αυξάνεται ενώ ο χρόνος μειώνεται. (Λόγος κόστους/χρόνος = συντομευμένο κόστος- κανονικό κόστος/συντομευμένος χρόνος- κανονικός χρόνος)

#### **4.5 Η ΜΕΘΟΔΟΣ PERT (Στοχαστική ανάλυση χρόνων)**

Η μέθοδος PERT (Program Evaluation and Review Technique) είναι μια στατιστική προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων χρονικού προγραμματισμού. Αναπτύχθηκε ως αποτέλεσμα των δυσκολιών στην ακριβή εκτίμηση των διαρκειών των δραστηριοτήτων που παρατηρούνται στη πράξη. Οι δυσκολίες αυτές μπορεί να οφείλονται στην ανυπαρξία σχετικής εμπειρίας όσον αφορά στην εκτέλεση ορισμένων εργασιών ή σε σημαντική διακύμανση της διάρκειας ανάλογα με τις υπάρχουσες συνθήκες εκτέλεσης. Η μέθοδος PERT παρέχει τη δυνατότητα να συνεκτιμηθεί η στοχαστική φύση της διάρκειας των εργασιών και να υπολογιστούν:

1. Η πιθανότητα να ολοκληρωθεί ένα έργο (ή μέρος αυτού) σε δεδομένο χρόνο ή
2. Η απαιτούμενη διάρκεια ώστε να ολοκληρωθεί ένα έργο (ή μέρος αυτού) με συγκεκριμένη πιθανότητα (π.χ. 90%)

Μόνο σε λίγες περιπτώσεις είναι γνωστή εκ των προτέρων η ακριβής διάρκεια μιας δραστηριότητας. Επομένως είναι λογικό να αναλύονται παλιότερα δεδομένα και να κατασκευάζονται διαγράμματα κατανομής συχνότητας της διάρκειας των δραστηριοτήτων. Ένα παράδειγμα τέτοιας κατανομής φαίνεται στο σχήμα 4.6, όπου παρουσιάζονται οι χρόνοι εκτέλεσης μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας κατά το παρελθόν.



**Σχήμα 4.6:** Κατανομή συχνότητας της διάρκειας των δραστηριοτήτων ενός έργου.

Η ανομοιομορφία στην διάρκεια των δραστηριοτήτων, οφείλεται στο γεγονός ότι πρακτικά μια εργασία ποτέ δεν επαναλαμβάνεται κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Μερικοί πιθανοί λόγοι διακύμανσης της διάρκειας είναι:

- Το επίπεδο εξειδίκευσης και εμπειρίας του προσωπικού
- Η λειτουργική κατάσταση των μηχανημάτων που επηρεάζει την απόδοσή τους
- Ο χρόνος και οι συνθήκες εκτέλεσης (πχ καιρικές συνθήκες)
- Ο χώρος και οι ευκολίες εκτέλεσης (άνεση χώρου, ευκολία προσπέλασης κτλ.)
- Απρόβλεπτες καταστάσεις (πχ φυσικές καταστροφές)

Προκειμένου να μπορεί να γίνει επεξεργασία των αριθμητικών δεδομένων, χρειάζεται μια συνεχής κατανομή παρόμοια με ένα τέτοιο διάγραμμα συχνοτήτων. Η κανονική κατανομή αποτελεί μια καλή επιλογή. Ωστόσο, το γεγονός ότι στην κατανομή μπορεί να εμφανίζεται λοξότητα καθώς και ότι ο πραγματικός χρόνος

εκτέλεσης δεν μπορεί να είναι αρνητικός, οδηγεί συνήθως στη χρησιμοποίηση της κατανομής βήτα.

Για τον προσδιορισμό της διάρκειας μιας δραστηριότητας, μας ενδιαφέρουν οι εξής τιμές της κατανομής:

$a$  = αισιόδοξος χρόνος, ο οποίος θα απαιτηθεί αν η εκτέλεση εξελιχθεί εξαιρετικά καλά.

$m$  = πιθανότερος χρόνος, ο οποίος θα απαιτηθεί αν η εκτέλεση εξελιχθεί κανονικά.

$b$  = απαισιόδοξος χρόνος, ο οποίος θα απαιτηθεί αν η εκτέλεση εξελιχθεί εξαιρετικά άσχημα.

Έτσι, μπορούμε να υπολογίσουμε την προσδοκώμενη τιμή  $d$  από τη σχέση:

$$d = \frac{1}{3} \left[ 2m + \frac{1}{2}(a + b) \right] = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Η παραπάνω σχέση πρόκειται στην ουσία για τον σταθμισμένο μέσο όρο της μέσης τιμής,  $m$ , και της κεντρικής τιμής, όπου η πρώτη έχει διπλάσια βαρύτητα από την δεύτερη.

$$(a + b)/2$$

Αντίστοιχα, για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης υποθέτουμε ένα εύρος τιμών μεταξύ του αισιόδοξου και του απαισιόδοξου χρόνου ίσο με έξι τυπικές αποκλίσεις, οπότε προκύπτει:

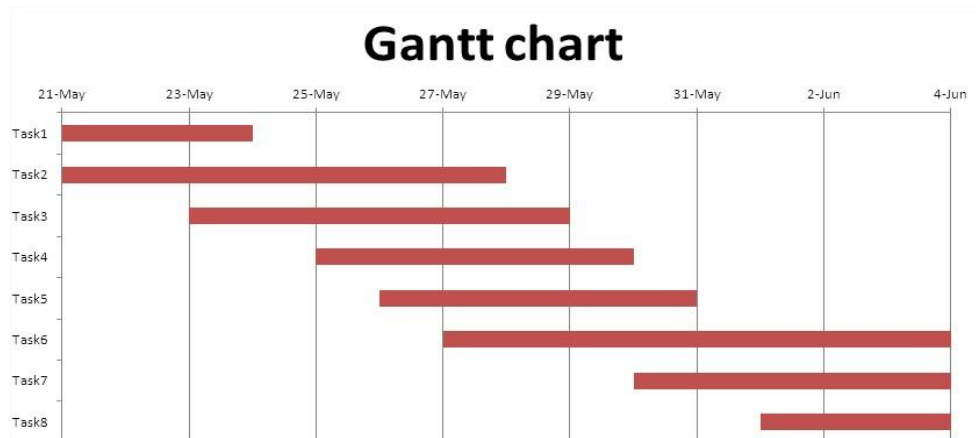
$$s = \frac{b - a}{6}$$

#### 4.6 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT

Η επιστήμη της διαχείρισης έργου, για να υποστηρίξει την διαδικασία προγραμματισμού των έργων, έχει αναπτύξει μερικές πολύ χρήσιμες τεχνικές και εργαλεία όπως τις μεθόδους CPM και PERT που έχουν ήδη αναφερθεί στην εισαγωγή. Μια ωστόσο από τις δημοφιλέστερες τεχνικές προγραμματισμού έργου,

δημοφιλής μέσα στην απλότητά 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 οριζόντιο ραβδόγραμμα που απεικονίζει στην ουσία την σχέση των διαφορετικών δραστηριοτήτων του έργου, μέσα στον χρόνο. Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος τοποθετείται ο χρόνος σε κατάλληλες υποδιαρέσεις που ταιριάζουν με τις ανάγκες και την χρονική διάρκεια του έργου, ενώ στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται οι τίτλοι των δραστηριοτήτων 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 δραστηριότητες 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 δραστηριότητα 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 δραστηριότητας.



**Σχήμα 4.7:** Τυπικό παράδειγμα διαγράμματος 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

δραστηριοτήτων, 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 δραστηριοτήτων, καθώς επίσης και η δυσκολία της εφαρμογής τους σε έργα με μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων, λόγω του σημαντικού χώρου που απαιτεί η απεικόνισή τους. Ακόμα υπάρχει αδυναμία στην απεικόνιση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των δραστηριοτήτων του έργου και τέλος αδυναμία για την παρουσίαση των κρίσιμων δραστηριοτήτων για την επιτυχή ολοκλήρωση του συνολικού έργου.

#### **4.7 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΟΡΩΝ**

Για την υλοποίηση ενός έργου, είναι σημαντικό να εξετασθούν και άλλοι παράγοντες εξίσου σημαντικοί όπως οι απαιτούμενοι πόροι. Με τον όρο πόρο ορίζεται κάθε διακεκριμένη κατηγορία εργατοτεχνικού προσωπικού, διακεκριμένου τύπου εξοπλισμού, είδους υλικού, εγκατάστασης, ακόμη και τα απαιτούμενα χρηματικά μέσα και οτιδήποτε άλλο χρησιμοποιείται στην παραγωγή ενός έργου, το οποίο διατίθεται σε περιορισμένη ποσότητα και έχει κόστος [5].

Οι κατασκευαστικές εταιρείες δεν έχουν άπειρα παραγωγικά μέσα ώστε να είναι σε θέση κάθε χρονική στιγμή να μπορούν να παράγουν όσο έργο απαιτείται για την ολοκλήρωση μιας εργασίας. Επίσης είναι δυνατόν οι πόροι που έχουν στη διάθεσή τους, να εξυπηρετούν και άλλα έργα που επίσης είναι σε εξέλιξη. Είναι σημαντικό λοιπόν να υπάρχει ένας χρονικός καταμερισμός των περιορισμένων μέσων, ώστε να είναι διαθέσιμα την χρονική περίοδο που απαιτούνται και να είναι επαρκή σε αριθμό για να φέρουν εις πέρας το έργο.

Το πρόβλημα που έρχεται να επιλύσει η κατανομή των πόρων είναι της βελτιστοποίησης σε τρεις άξονες: ύπαρξη σταθερής απαίτησης πόρου, μη υπέρβαση του διαθέσιμου αριθμού κάθε πόρου και μη ύπαρξη καθυστέρησης στην ολοκλήρωση κάθε έργου.

Η διαδικασία κατανομής ή ανάθεσης πόρου καθορίζει το συνολικό αριθμό πόρων που απαιτούνται σε κάθε χρονική περίοδο ενός έργου, με βάση ένα εξεταζόμενο χρονοδιάγραμμα (διάγραμμα Gantt) υλοποίησης. Η κατανομή των πόρων προϋποθέτει την εκτίμηση των αναγκών και η ανάθεση των εργασιών πραγματοποιείται με βάση το χρονοδιάγραμμα και τον πίνακα απαιτούμενων άνθρωπο - ωρών ή ημερών που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου. Αφού καθορισθεί η κατανομή των πόρων κάθε εργασίας, ο απαιτούμενος αριθμός και η χρονική στιγμή χρήσης του, κατασκευάζεται το Ιστόγραμμα πόρων, λαμβάνοντας υπόψη τους ενωρίτερους και βραδύτερους χρόνους υλοποίησης των εργασιών.

#### **4.8 Η ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ**

Το λογισμικό διαχείρισης έργων είναι ένα σύνολο εργαλείων τα οποία υποστηρίζουν τις βασικές εργασίες της διαχείρισης έργων: σχεδιασμό, προγραμματισμό και έλεγχο. Τα πρώτα εργαλεία λογισμικού για τη διαχείριση έργων αναπτύχθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του '60 ενώ στις αρχές της δεκαετίας του '90 υπήρχαν πάνω από 100 εφαρμογές λογισμικού για τη διαχείριση έργων. Οι πρώτες εφαρμογές επικεντρωνόταν στον προγραμματισμό πόρων – ανθρώπων και στη διαχείριση του κόστους. Σήμερα υπάρχουν πολλά πακέτα λογισμικού για τη διαχείριση έργων.

Πολλά είναι τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση υπολογιστή – τα σημαντικότερα είναι:

- Τα λογισμικά πακέτα διευκολύνουν και επιταχύνουν τους υπολογισμούς.
- Τα λογισμικά πακέτα παρέχουν μια καλά μελετημένη δόμηση πληροφοριών, η οποία βοηθά στην τυποποίηση των μεθόδων και προάγει πειθαρχημένες προσεγγίσεις.
- Τα λογισμικά πακέτα μπορούν να επεξεργάζονται δεδομένα μεγάλων έργων.
- Με τη μέθοδο της κρίσιμης διαδρομής υπολογίζονται οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης των δραστηριοτήτων και προσδιορίζονται οι κρίσιμες δραστηριότητες που καθορίζουν τη διάρκεια του έργου – αν καθυστερήσει μια κρίσιμη δραστηριότητα, καθυστερεί ολόκληρο το έργο.
- Το σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου συντονίζει και ενοποιεί τη συμβολή όλων όσων συμμετέχουν στο έργο.

- Τα λογισμικά πακέτα διευκολύνουν τη διαχείριση βάσει διαχωρισμού και τη σύνταξη εκθέσεων αποκλίσεων.
- Αφού οριστικοποιηθεί η βάση δεδομένων, είναι εύκολο να διεξάγουμε ανάλυση πιθανών σεναρίων-εκτιμήσεων.
- Η βάση δεδομένων του έργου μπορεί να συνδεθεί με την εταιρική βάση δεδομένων.
- Το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα σύνταξης εκθέσεων σε κεντρικό επίπεδο ή σε διάσπαρτες θέσεις. Μας παρέχει δηλαδή την ευελιξία να προσαρμοζόμαστε στην εκάστοτε οργανωτική δομή.
- Η εξέλιξη του έργου παρακολουθείται και ελέγχεται πιο αποτελεσματικά με βάση τα στοιχεία που προσφέρουν τα λογισμικά πακέτα αναφορικά με το χρόνο, το κόστος και την απόδοση.
- Ορίζεται ένας υπεύθυνος ως διαχειριστής ολόκληρου του έργου, κάτι που αποκλείει αλληλοεπικαλύψεις.
- Οι αναφορές μπορούν να δομηθούν είτε με βάση τη δομική ανάλυση έργου (WBS), όταν αυτές αφορούν το ίδιο το έργο, είτε με βάση τη δομή της οργανωτικής κατάτμησης του έργου (OBS), για εταιρικές αναφορές, είτε ακόμα και σε μορφή μητρώου που θα συνδυάζει τη δομή ανάλυσης εργασίας με τη δομή οργανωτικής κατάτμησης. Η OBS παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο είναι οργανωμένη η υπηρεσία (οι διευθύνσεις, οι μονάδες, τα τμήματα, τα γραφεία), ώστε να μπορεί να αντιστοιχιστεί η κάθε εργασία σε μια ή περισσότερες οργανωτικές μονάδες.
- Είναι σχετικά εύκολο να κρατά κανείς εφεδρικά αντίγραφα και αντίγραφα ασφαλείας των δεδομένων του έργου. Το θέμα αυτό είναι σημαντικό για τη διαχείριση κινδύνου.

Η χρήση λογισμικών πακέτων ενέχει ωστόσο και κάποια μειονεκτήματα:

- Πρόσθετο κόστος για εκπαίδευση και κατάρτιση, για προμήθεια μηχανημάτων και λογισμικού. Επιπλέον κόστος που συνεπάγεται η απώλεια παραγωγής κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης του νέου συστήματος
- Πρόσθετο κόστος συντήρησης και αναβάθμισης του συστήματος
- Πιθανή βλάβη ή πρόβλημα στο σύστημα θα αναστείλει τη λειτουργία του οργανισμού, ιδιαιτέρως αν δεν υπάρχουν εφεδρικά συστήματα που να λειτουργούν εξίσου αποτελεσματικά



- Αν δε ληφθούν μέτρα για την ασφαλή αποθήκευση των δεδομένων είναι δυνατό να χαθούν μεγάλες ποσότητες στοιχείων. [6]

Στην παρούσα εργασία το λογισμικό που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το MS Project με τις προκαθορισμένες ρυθμίσεις από το Office.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΕΡΓΟΥ

### 5.1 ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΠΟΡΩΝ (CRASHING)

Η δημιουργία ενός χρονοδιαγράμματος έργου που κρίνεται ικανοποιητικό για την κατασκευή είναι μια επαναληπτική διαδικασία. Η πρώτη έκδοση του χρονοδιαγράμματος είναι πιθανόν να μην είναι ικανοποιητική για οποιοδήποτε λόγο και θα πρέπει να γίνουν αρκετές προσαρμογές στη λογική, στη χρήση των πόρων, στις ποσότητες των πόρων, κοκ. Ένας κύριος λόγος για την προσαρμογή του χρονοδιαγράμματος είναι η μείωση της διάρκειας του έργου.

Η ελάχιστη διάρκεια του έργου μπορεί θεωρητικά να επιτευχθεί με την προσθήκη πόρων σε ορισμένες δραστηριότητες και αφαιρώντας πόρους από άλλες, μέχρι όλες οι γραμμές παραγωγής να έχουν, ανά μονάδα, το ίδιο ποσοστό παραγωγής, ανά μονάδα, και να είναι παράλληλες μεταξύ τους. Αυτό είναι το ιδανικό ελάχιστο, ωστόσο, δεν μπορεί πάντα να επιτευχθεί διότι οι πόροι κατασκευής μπορεί να είναι αυτοτελείς και να εκφράζονται μόνον σε ακέραια μορφή. Για παράδειγμα, δεν μπορούν να υπάρχουν 3,5 εργαζόμενοι για ένα συνεργείο κατασκευής. Μπορεί να υπάρχουν και να είναι είτε 3 ή 4. Ομοίως, δεν μπορεί να υπάρχει 1,5 μηχάνημα για τη συγκόλληση των σωληνώσεων σε υδραυλικές εργασίες. Μπορεί να υπάρχουν και να είναι είτε 1 ή 2. Εξάλλου, μια γραμμή παραγωγής μπορεί να αποτελείται από διάφορα γραμμικά τμήματα που να έχουν διαφορετικές κλίσεις λόγω των διαφορετικών ποσοτήτων των εργασιών σε κάθε επαναληπτική μονάδα. Κατά συνέπεια γραμμές παραγωγής (ανά μονάδα) μπορεί να μην είναι πάντα παράλληλες, και πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια πιο πραγματιστική προσέγγιση.

Εάν προσθέσουμε πόρους για την επιτάχυνση του έργου αναμφισβήτητο το κόστος του έργου αυξάνει, ενώ αναλογική αύξηση των πόρων δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η μείωση του χρόνου αποπεράτωσης θα είναι αντιστρόφως ανάλογη.

## 5.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ FAST TRACK ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Η μέθοδος Fast track στην κατασκευαστική βιομηχανία είναι μια στρατηγική παράδοσης του έργου στην οποία η κατασκευή του έργου ξεκινάει πριν ολοκληρωθεί η μελέτη σχεδιασμού της κατασκευής. Ο σκοπός είναι να μειωθεί ο χρόνος για την ολοκλήρωση του έργου. Δεδομένου ότι υπερκαλύπτει τις διαδικασίες, θα ήταν καλύτερο να ονομαστεί τηλεσκοπική, αλλά ο όρος "Fast Track" δίνει μια αίσθηση της δράσης και της κίνησης και έχει γίνει δημοφιλής όρος.

Η διαδικασία Fast Track ξεκίνησε αρχικά στην Αμερική με την λογική ότι μικρότερα χρονοδιαγράμματα είναι επιθυμητά για λόγους που ποικίλλουν ανάλογα με τους ιδιοκτήτες των κτιρίων. Ένα μικρότερο χρονοδιάγραμμα μπορεί να μειώσει το χρόνο διάθεσης στην αγορά του κατασκευαστή, την ανάγκη μιας σχολικής περιοχής για τη μείωση του υπερπληθυσμού ή απλά να δώσει ένα νέο σπίτι για μια οικογένεια νωρίτερα. Βραχύτερα προγράμματα μπορούν επίσης να μειώσουν το κόστος της χρηματοδότησης της κατασκευής και τη μείωση των γενικών εξόδων για τα μελετητικά γραφεία και τις κατασκευαστικές εταιρίες. Βραχύτερα προγράμματα μπορούν επίσης να μειώσουν την επίδραση του πληθωρισμού κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Αλλά η διαδικασία Fast track είναι πιο δύσκολη όσον αφορά τη διαχείριση, από την παραδοσιακή διαδικασία Σχεδίασης – Προσφοράς – Κατασκευής, η οποία ακολουθείται και στη χώρα μας. Απαιτεί λεπτομερή γνώση των διαδικασιών, αποτελεσματικό σχεδιασμό καθώς και την ακεραιότητα και τη στενή συνεργασία μεταξύ των οργανισμών εκτέλεσης του έργου.

Ειδικότερα η μέθοδος Fast Track στις κατασκευές μπορεί να αποτελεί μια διαδικασία συντόμευσης ενός έργου αλλά ενέχει και πολλούς κινδύνους, αφού:

- Το τελικό κόστος της κατασκευής είναι άγνωστο (δεν έχει ολοκληρωθεί η μελέτη)
- Οι κατασκευαστικές με τις μετέπειτα σχεδιαστικές αποφάσεις μπορεί να μην συμφωνούν στην εξέλιξη του έργου.

Η διαδικασία αυτή δεν θα εξεταστεί στην παρούσα πτυχιακή εργασία αφού δεν εφαρμόζεται στην χώρα μας, αλλά αναφέρεται ως μια μέθοδος επιτάχυνσης έργου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγράψουμε το σύνολο των μηχανολογικών εργασιών που γίνονται για την κατασκευή 3 έργων:

1. Μιας μονοκατοικίας
2. Ενός συγκροτήματος γραφείων
3. Ενός εμπορικού κέντρου

Για κάθε περίπτωση έργου θα γίνουν και κάποιες παραδοχές οι οποίες και θα αναπτυχθούν σε κάθε παράγραφο ξεχωριστά.

### **Κατασκευή Μονοκατοικίας:**

Για την κατασκευή μιας μονοκατοικίας, οι επιμέρους μηχανολογικές εργασίες που απαιτούνται είναι:

#### Υδραυλικές εργασίες

- Σκάψιμο καναλιών ύδρευσης- αποχέτευσης
- Εγκατάσταση δικτύου ύδρευσης
- Εγκατάσταση δικτύου αποχέτευσης
- Τοποθέτηση ειδών υγιεινής
- Εγκατάσταση υδρορροών

#### Εργασίες θέρμανσης- κλιματισμού

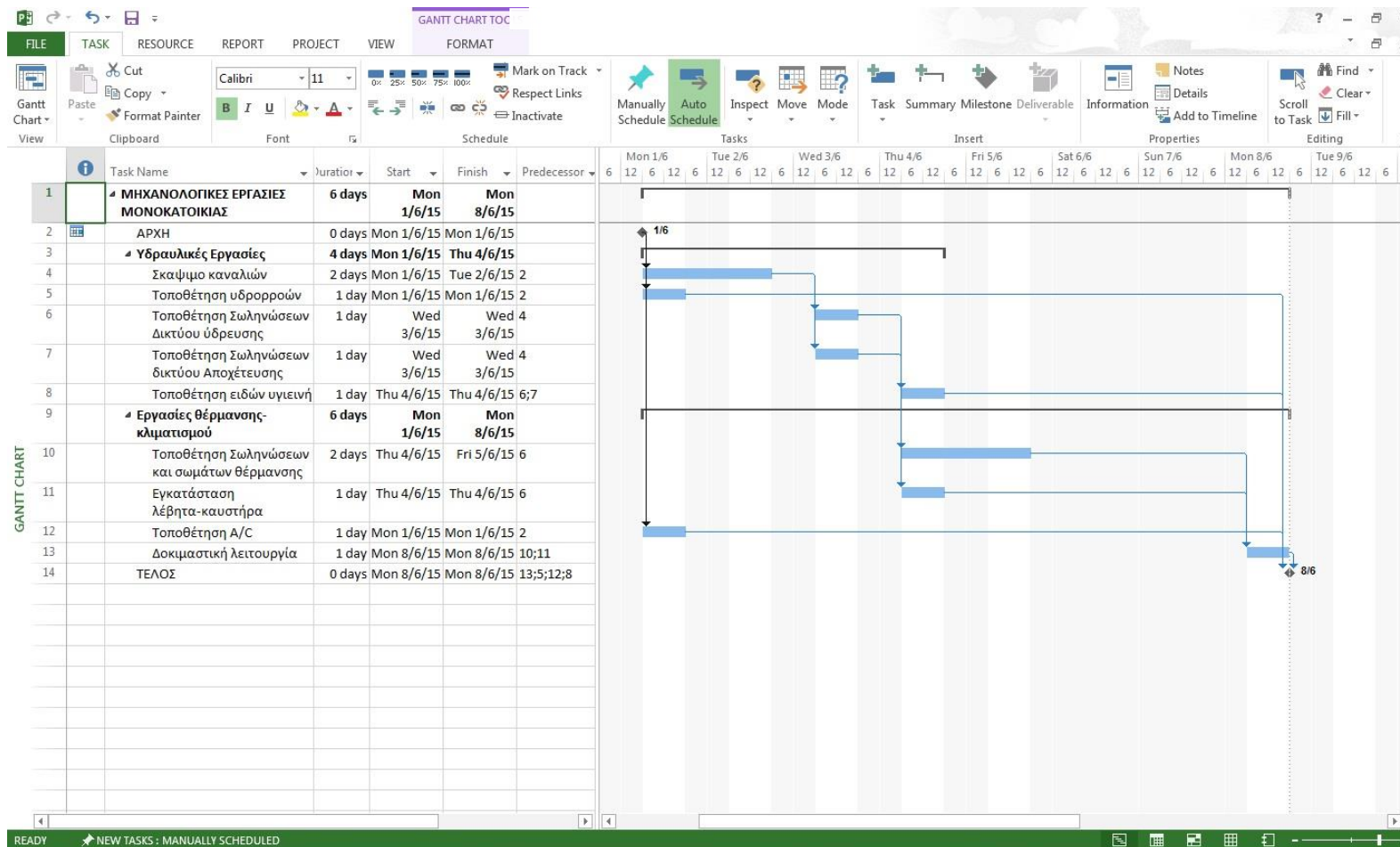
- Τοποθέτηση σωληνώσεων θέρμανσης
- Τοποθέτηση σωμάτων θέρμανσης
- Εγκατάσταση λέβητα- καυστήρα
- Εγκατάσταση A/C
- Δοκιμαστική λειτουργία

Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός πίνακας με τις εργασίες, τις διάρκειες των εργασιών, τις σχέσεις διαδοχής και τους απαιτούμενους πόρους για την ολοκλήρωση του έργου:

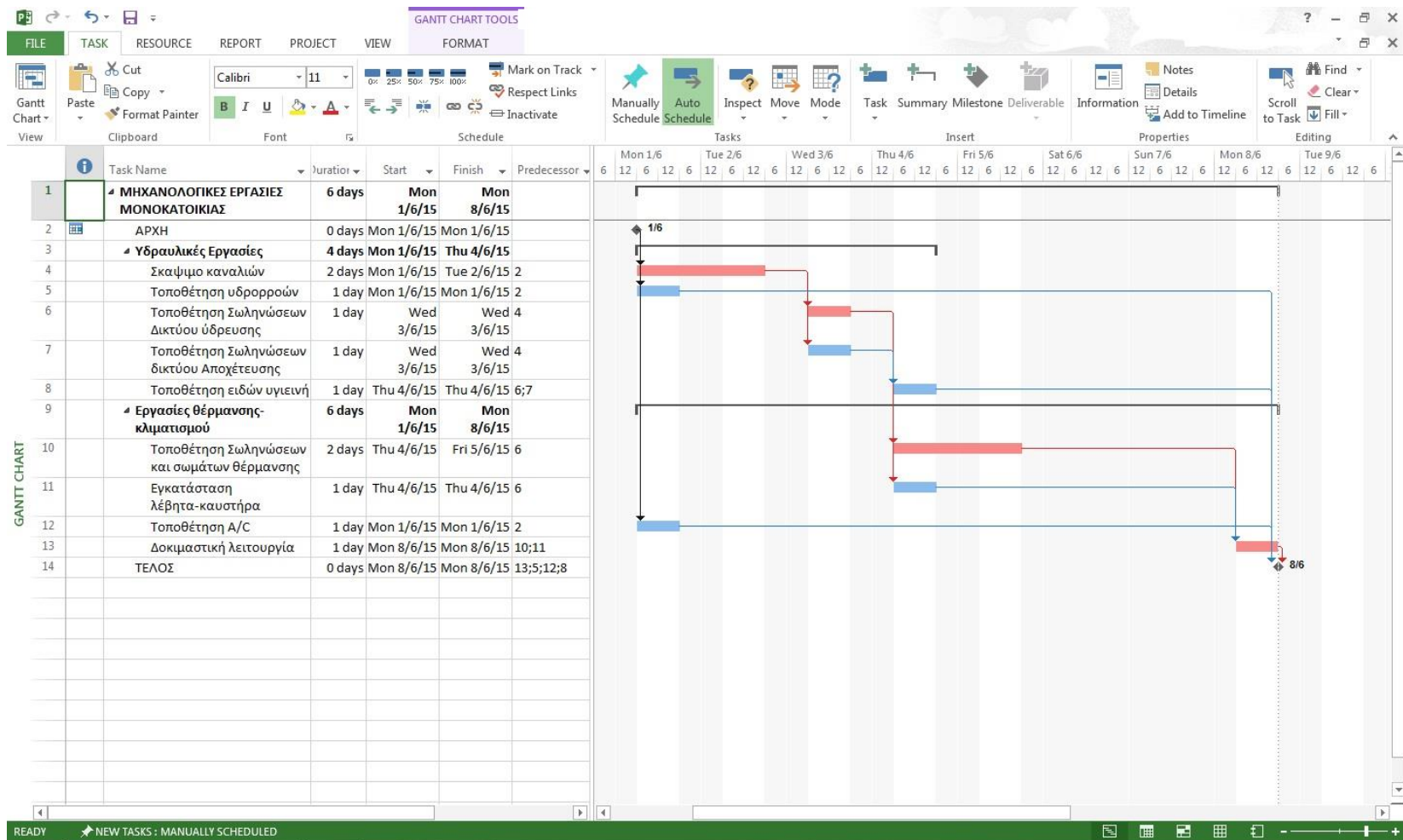
Εργασία	Διάρκεια (ημέρες)	Προηγούμενη εργασία	Συνεργεία	Άτομα ανά συνεργείο(ή %)
Α. Σκάψιμο καναλιών ύδρευσης- αποχέτευσης	1	-	1	2 (200%)
Β. Εγκατάσταση δικτύου ύδρευσης	2	A	1	2 (200%)
Γ. Εγκατάσταση δικτύου αποχέτευσης	2	A	1	2 (200%)
Δ. Τοποθέτηση ειδών υγιεινής	1	Β, Γ	1	2 (200%)
Ε. Εγκατάσταση υδρορροών	1	-	1	2 (200%)
Ζ. Τοποθέτηση σωληνώσεων θέρμανσης	1	B	1	2 (200%)
Θ. Τοποθέτηση σωμάτων θέρμανσης	1	Z	1	2 (200%)
Ι. Εγκατάσταση λέβητα- καυστήρα	1	B	1	3 (300%)
Κ. Εγκατάσταση Α/Κ	1	-	1	2 (200%)
Λ. Δοκιμαστική λειτουργία	1	Θ, Ι	1	1 (100%)

Για την κατάστρωση του χρονοδιαγράμματος, οι εργασίες Ζ και Θ θα αναφερθούν ως μια εργασία, όπως και γίνεται στα περισσότερα έργα.

Το χρονοδιάγραμμα που προκύπτει θα έχει ως εξής:

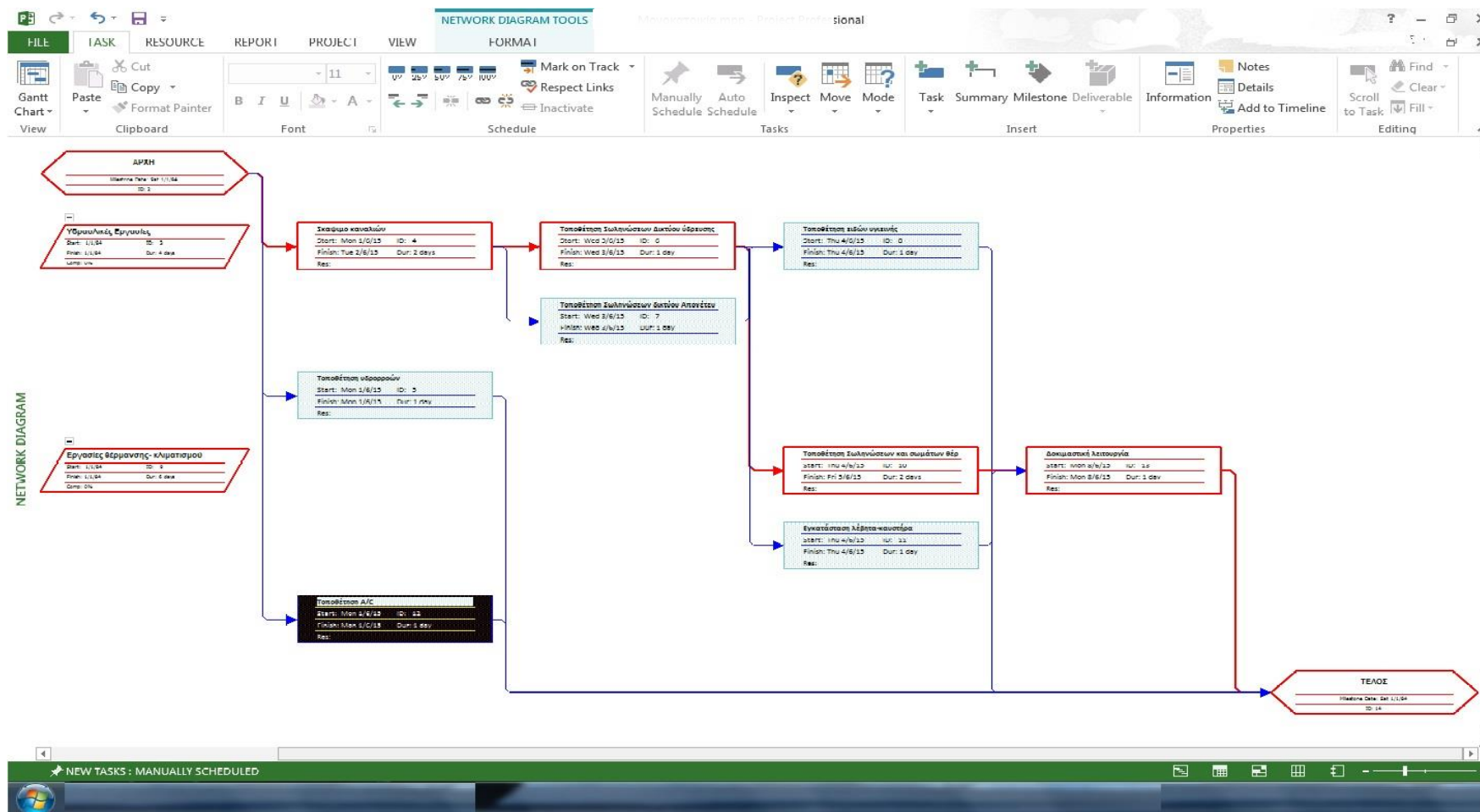


Και η κρίσιμη διαδρομή του έργου θα είναι:

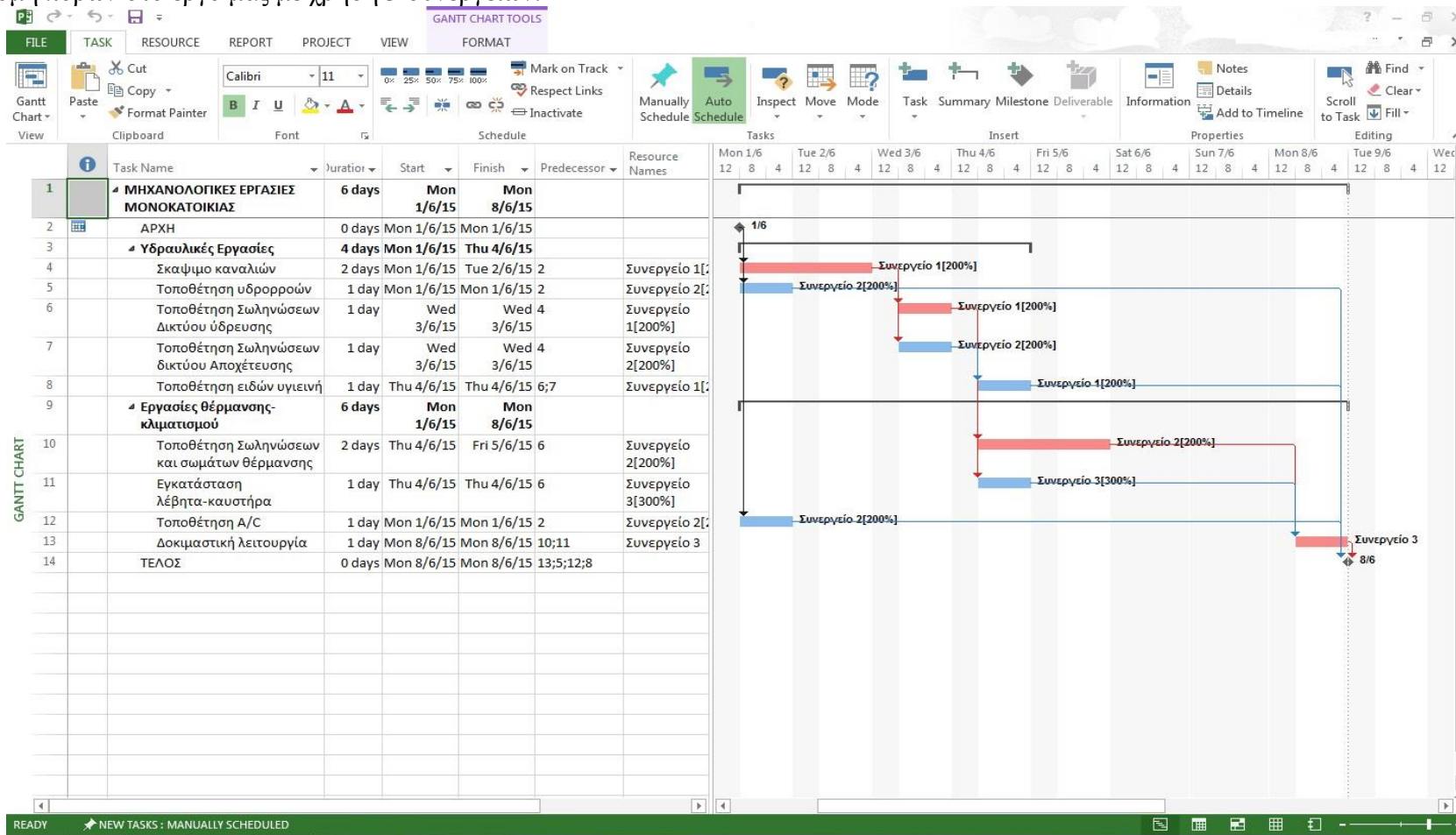




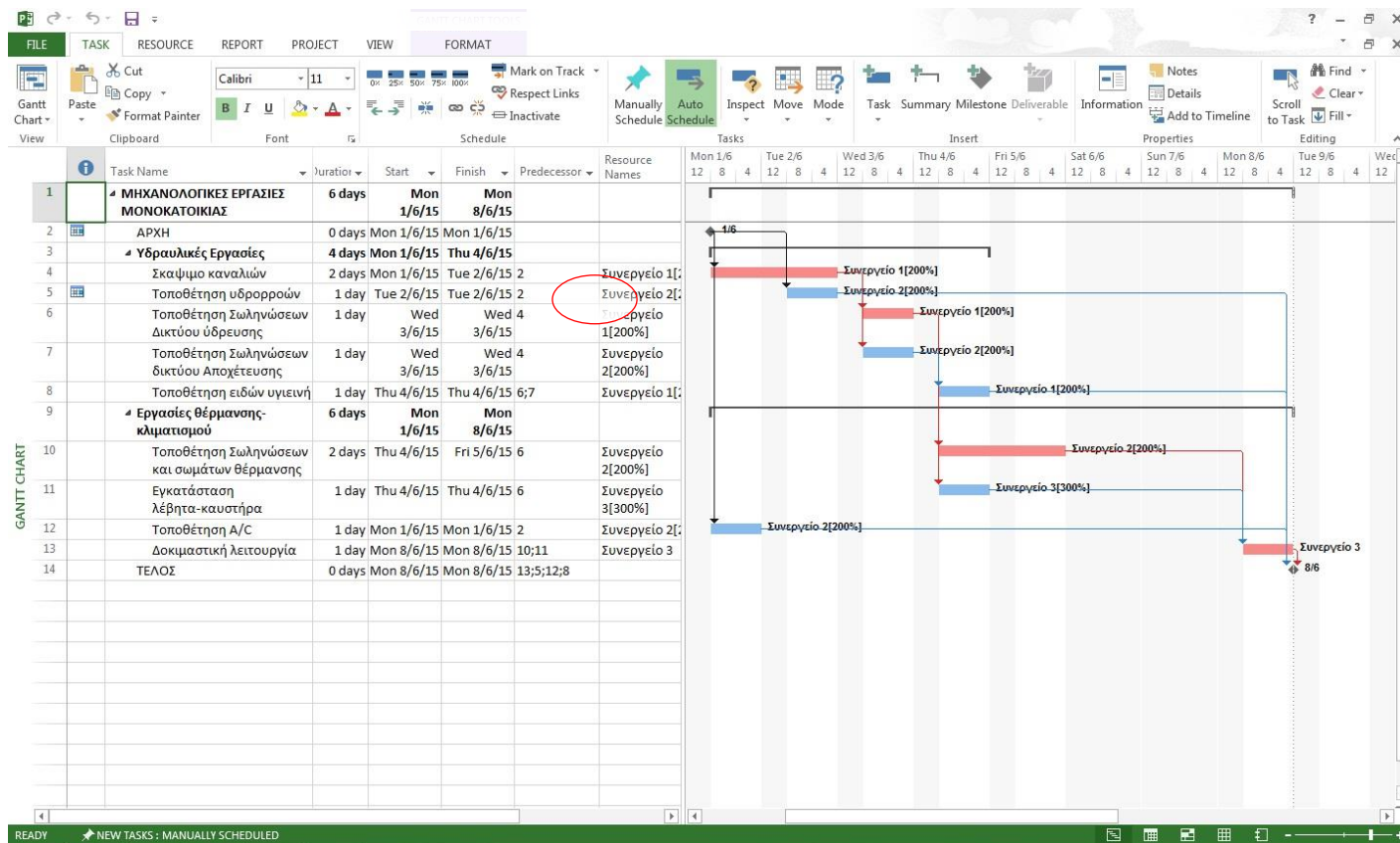
Η κρίσιμη διαδρομή μαζί με τις δραστηριότητες φαίνονται και στο παρακάτω διάγραμμα:



### Κατανομή πόρων στο έργο μας με χρήση 3 συνεργείων:

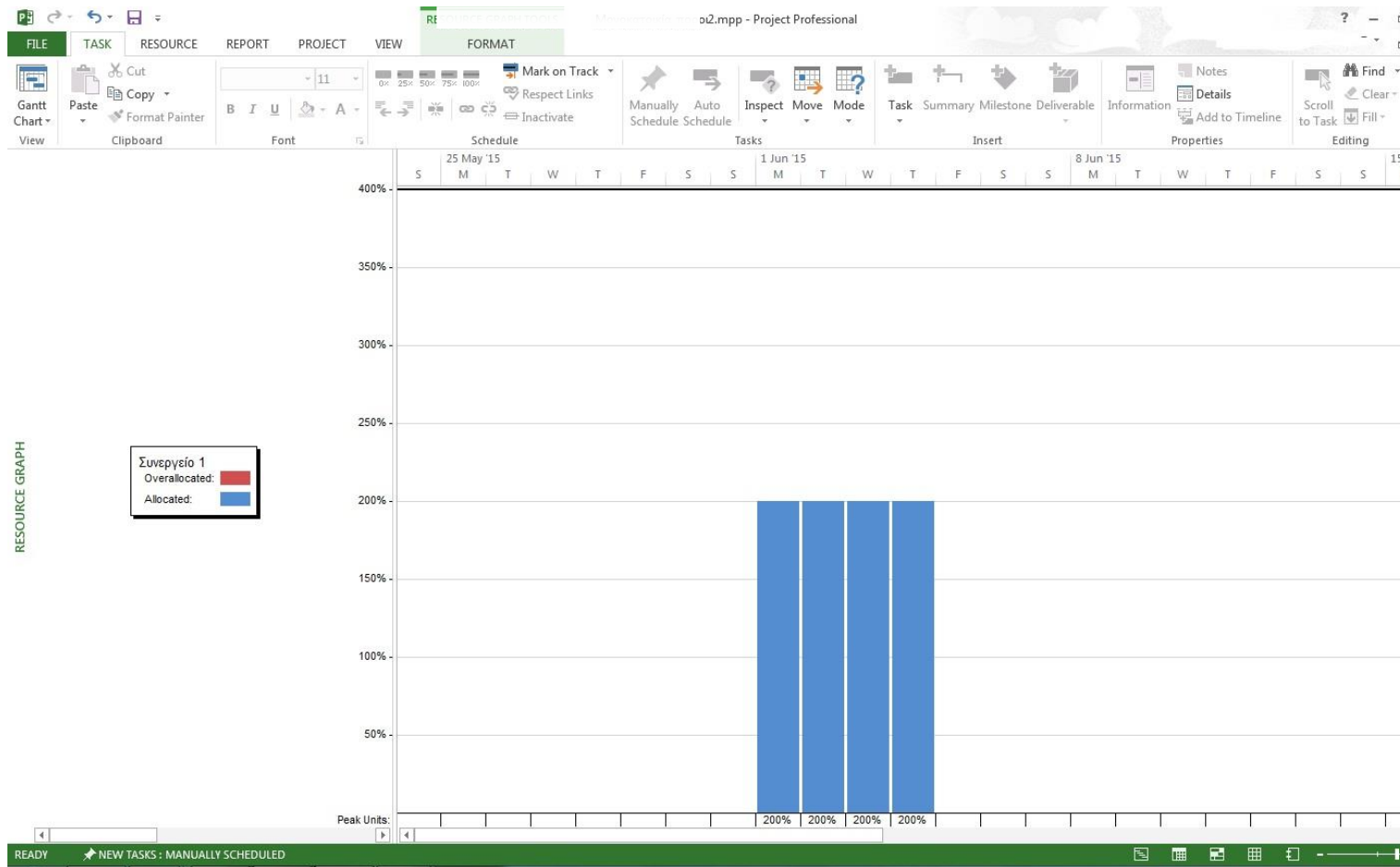


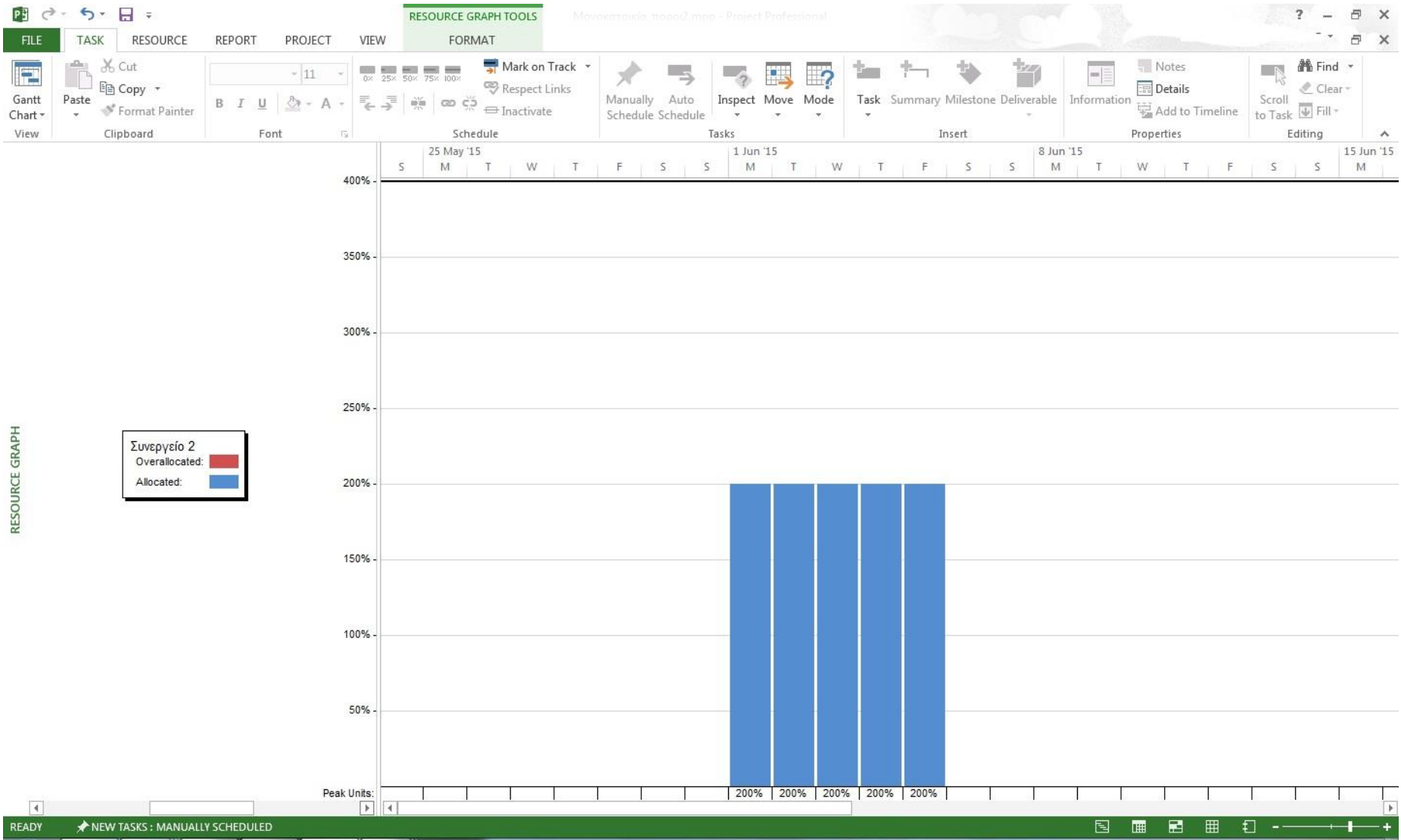
Παρατηρούμε ότι η κατανομή των πόρων στον μέχρι τώρα προγραμματισμό του έργου μας, υπερβαίνει τις ώρες απασχόλησης του Συνεργείου 2. Επομένως θα πρέπει να μετατοπιστεί η εργασία 5 για την δεύτερη ημέρα. Το χρονοδιάγραμμα δεν αλλάζει όσον αφορά την συνολική διάρκειά του αλλά μεταβάλλεται ως εξής:

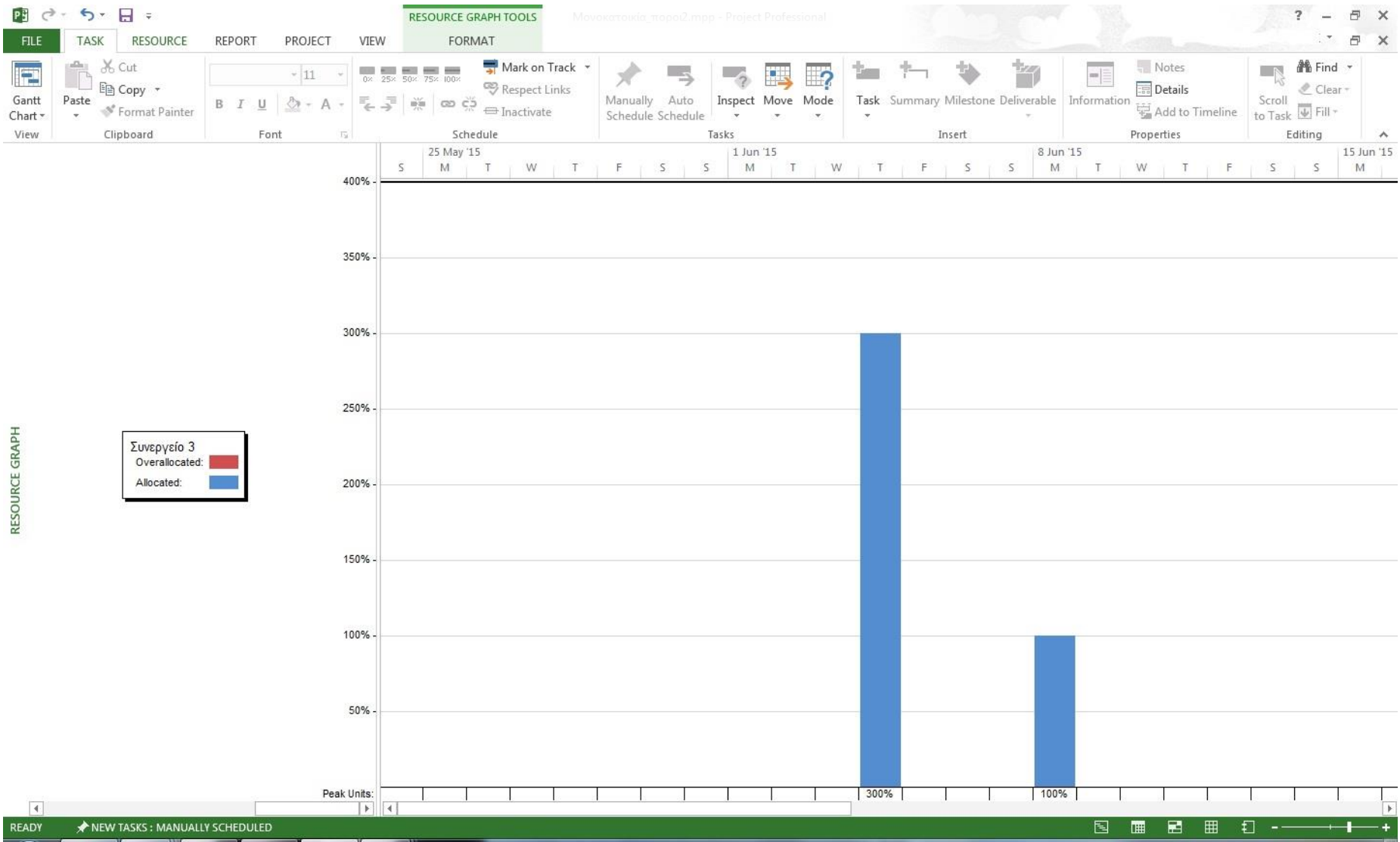


Χρήση πόρων:

Η χρήση των πόρων ανάλογα με το συνεργείο που εργάζεται θα έχει ως εξής:







Σημαντική παρατήρηση:

Στο παρόν έργο δεν έχουμε θέσει περιορισμούς κόστους και επομένως μας δίνεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης όσων χρηματικών πόρων θέλουμε. Θεωρούμε βέβαια σημαντική την σωστή κατανομή των πόρων, γι' αυτό και μετατοπίσαμε την εργασία του συνεργείου 2 δυο μέρες μετά από την εκκίνηση της εργασίας E, ώστε να μην υπάρχει επικάλυψη εργασιών.

Αυτό το χρονοδιάγραμμα αποτελεί την βέλτιστη λύση στο υπάρχον κατασκευαστικό σενάριο, με τα υπάρχοντα δεδομένα.

Μπορεί όμως να τελειώσει γρηγορότερα το έργο;

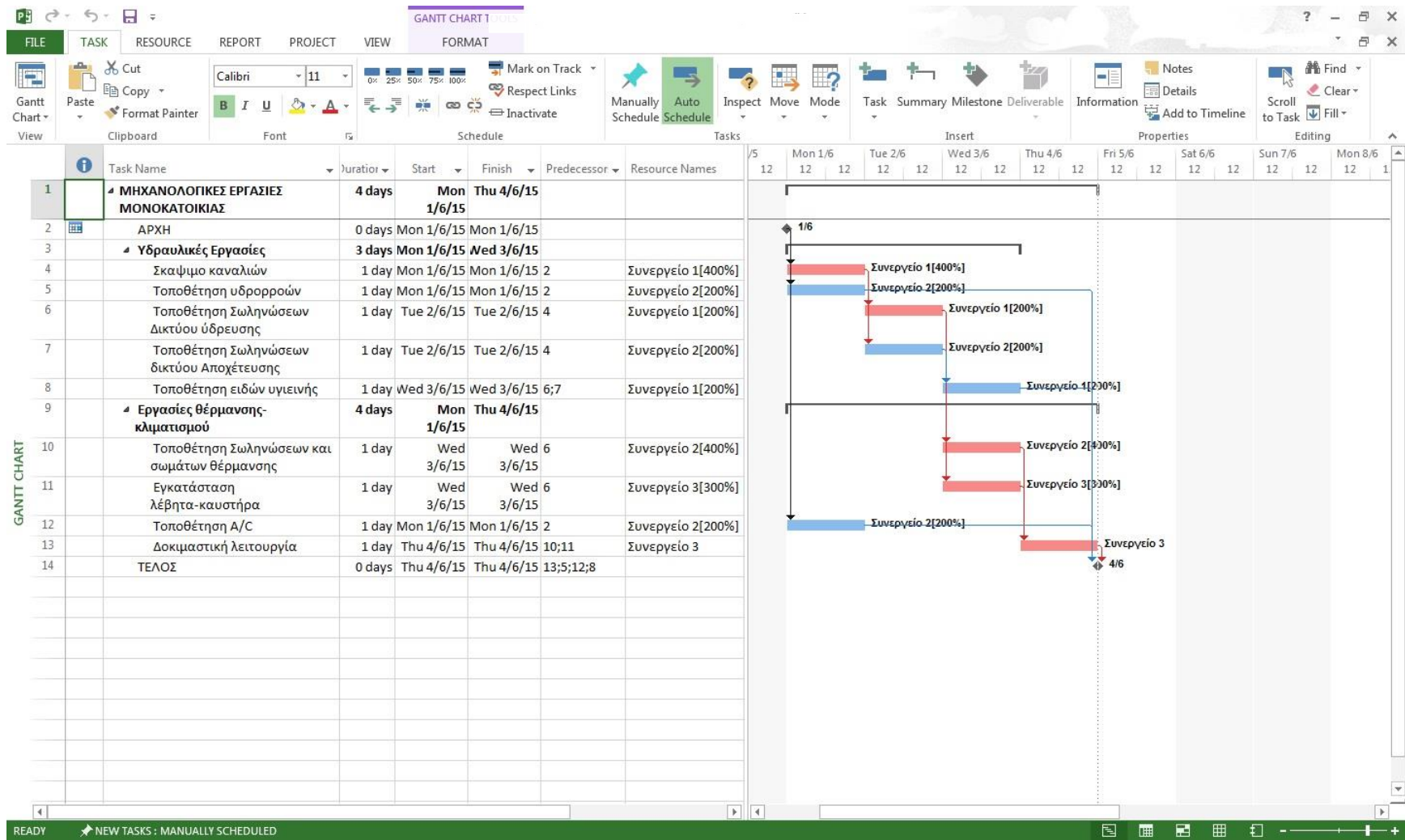
Εάν συμπιέσουμε την κρίσιμη διαδρομή το έργο θα τελειώσει νωρίτερα αλλά με τρεις σημαντικές προϋποθέσεις:

- Η συμπίεση να είναι εφικτή
- Να γίνει μεγαλύτερη χρήση πόρων (περισσότεροι εργαζόμενοι)
- Να αυξηθεί το ημερήσιο κόστος κατασκευής του έργου

Η συμπίεση του χρόνου θα γίνει μόνο εφόσον μικρύνουμε τη διάρκεια των κρίσιμων δραστηριοτήτων.

Στο παρόν έργο μπορούμε να μικρύνουμε την διάρκεια των δραστηριοτήτων: Α και τις Θ-Ι (που έχουμε ομαδοποιήσει) και είναι εφικτό να τις συμπιέσουμε π.χ. η εκσκαφή των καναλιών ύδρευσης μπορεί να χωριστεί σε κομμάτια. Αυτό βέβαια π.χ. απαιτεί πολύ καλή μελέτη όδευσης και συγχρονισμό εργασιών.

Μειώνοντας την διάρκειά τους κατά 1 ημέρα, θα έχουμε το εξής διάγραμμα:





Ο συνολικός χρόνος πραγματοποίησης του έργου μειώθηκε από έξι σε τέσσερις ημέρες, χρησιμοποιώντας βέβαια υπερβολικούς πόρους (άτομα ανά συνεργείο) και προφανώς αυξάνοντας και το κόστος του έργου και αλλάζοντας την κρίσιμη διαδρομή.

### **Ανακαίνιση Γραφείων:**

Για την ανακαίνιση γραφείων οι απαιτούμενες εργασίες που έχουν προγραμματιστεί είναι:

#### Υδραυλικά

- Εύρεση παροχών κτιρίου
- Υπερύψωση αποχετεύσεων
- Σιφόνια
- Αποχετεύσεις κλιματιστικών
- Εργασίες σε WC- κουζίνα
- Φρεάτια όμβριων
- Τοποθέτηση ειδών υγιεινής

#### Ψυκτικά- A/C- Κλιματισμός

- Σωληνώσεις κλιματισμού
- Παραλαβή και εγκατάσταση fan coil
- Παραλαβή και εγκατάσταση συστήματος ψύξης- θέρμανσης
- Δοκιμαστική λειτουργία

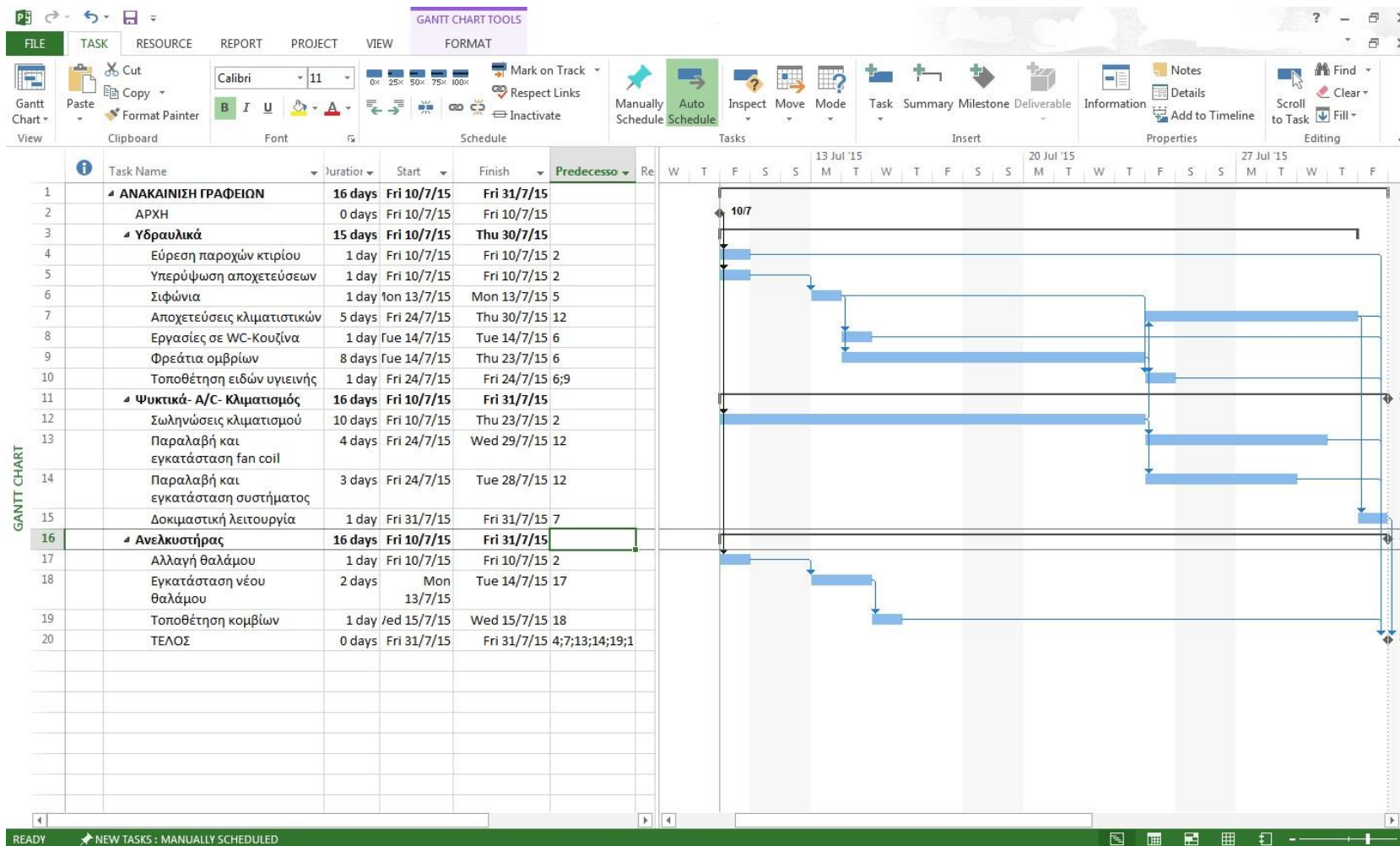
#### Ανελκυστήρας τριών ορόφων

- Αλλαγή θαλάμου
- Εγκατάσταση νέου θαλάμου
- Τοποθέτηση κομβίων

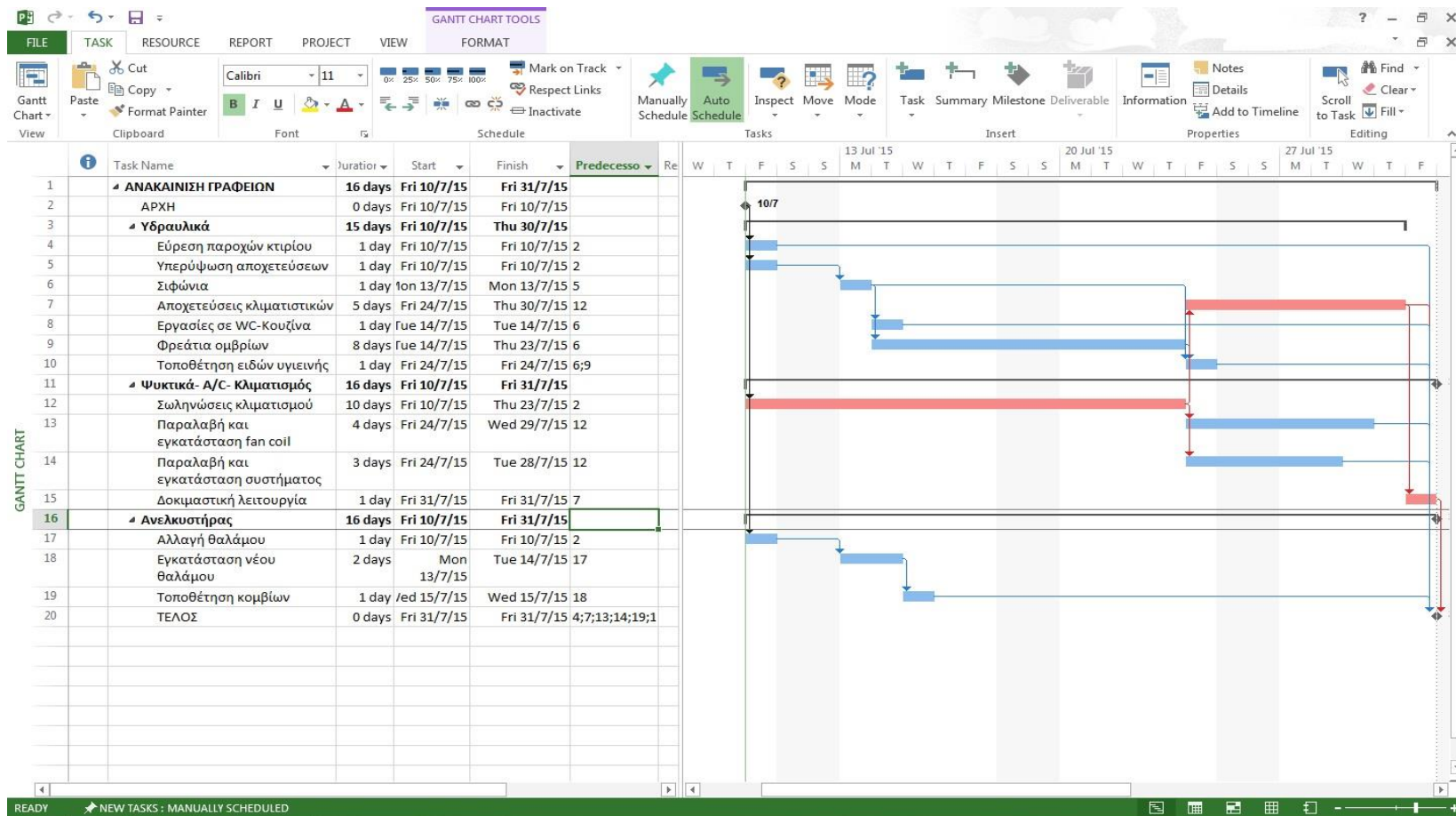
Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός πίνακας με τις εργασίες, τις διάρκειες των εργασιών, τις σχέσεις διαδοχής και τους απαιτούμενους πόρους για την ολοκλήρωση του έργου:

<b>Εργασία</b>	<b>Διάρκεια (ημέρες)</b>	<b>Προηγούμενη εργασία</b>	<b>Συνεργεία</b>	<b>Άτομα ανά συνεργείο</b>
A. Εύρεση παροχών κτιρίου	1	-	1	1
B. Υπερύψωση αποχετεύσεων	1	-	1	2
Γ. Σιφόνια	1	B	1	2
Δ. Αποχετεύσεις κλιματιστικών	5	Θ	2	2
Ε. Εργασίες σε WC-κουζίνα	1	Γ	1	2
Z. Φρεάτια όμβριων	8	Γ	2	2
Η. Τοποθέτηση ειδών υγιεινής	1	Γ, Z	1	2
Θ. Σωληνώσεις κλιματισμού	10	-	2	3
I. Παραλαβή και εγκατάσταση fan coil	4	Θ	1	2
Κ. Παραλαβή και εγκατάσταση συστήματος ψύξης-θέρμανσης	3	Θ	1	3
Λ. Δοκιμαστική λειτουργία	1	Δ, Θ	1	1
Λ. Αλλαγή θαλάμου	1	-	1	2
Μ. Εγκατάσταση νέου θαλάμου	2	Λ	1	2
Ν. Τοποθέτηση κομβίων	1	Μ	1	1

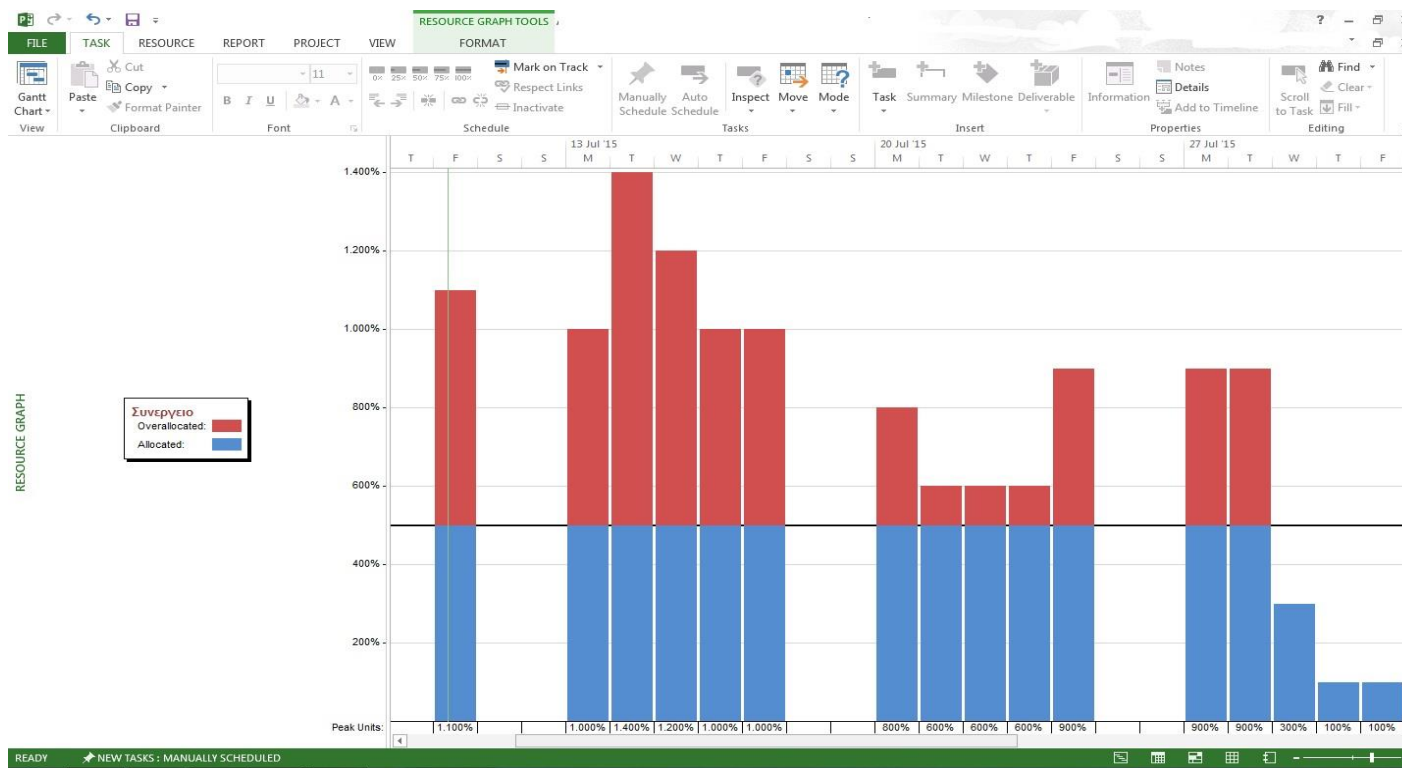
Το χρονοδιάγραμμα του έργου θα έχει ως εξής:



Και η κρίσιμη διαδρομή του έργου θα είναι:



Όσον αφορά τους πόρους, παραθέτουμε το διάγραμμα του συνολικού ανθρώπινου δυναμικού που εργάζεται για την ολοκλήρωση του έργου. Σε αντίθεση με το προηγούμενο έργο, στο διάγραμμα βάζουμε το σύνολο των ανθρώπινων πόρων (εργατών) που θα χρησιμοποιηθούν:



Παρατηρούμε ότι μία ημέρα θα απασχολήσουμε 14 εργατές (1400%). Εάν λοιπόν είχαμε περιορισμό στους πόρους (πχ 5 εργατές ανά ημέρα), το παραπάνω ανθρώπινο δυναμικό που θα χρησιμοποιούσαμε φαίνεται με το κόκκινο χρώμα.

Στο σημείο αυτό μπορούμε να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις:

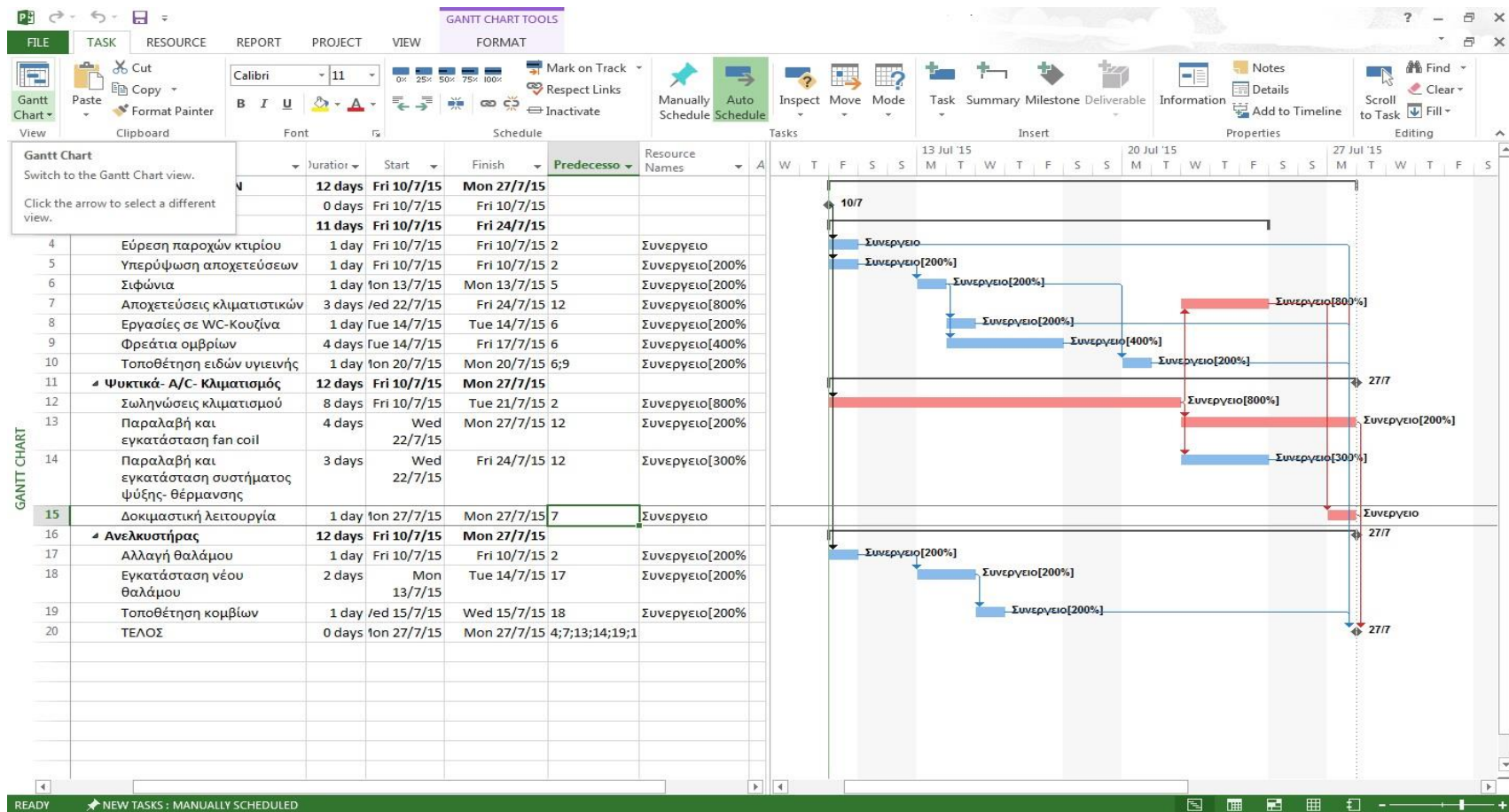
- Η συνολική διάρκεια του έργου είναι 16 ημέρες
- Η κρίσιμη διαδρομή αποτελείται από τρεις δραστηριότητες
- Δεν υπάρχει περιορισμός στους πόρους και άρα στο ημερήσιο κόστος

Για να μειώσουμε την διάρκεια του έργου θα πρέπει να μειώσουμε τη διάρκεια της κρίσιμης διαδρομής. Οι δραστηριότητες Αποχετεύσεις Κλιματιστικών και Σωληνώσεις Κλιματισμού συνδέονται μεταξύ τους αφού η δραστηριότητα της εγκατάστασης των σωληνώσεων προηγείται της κατασκευής των αποχετεύσεων.

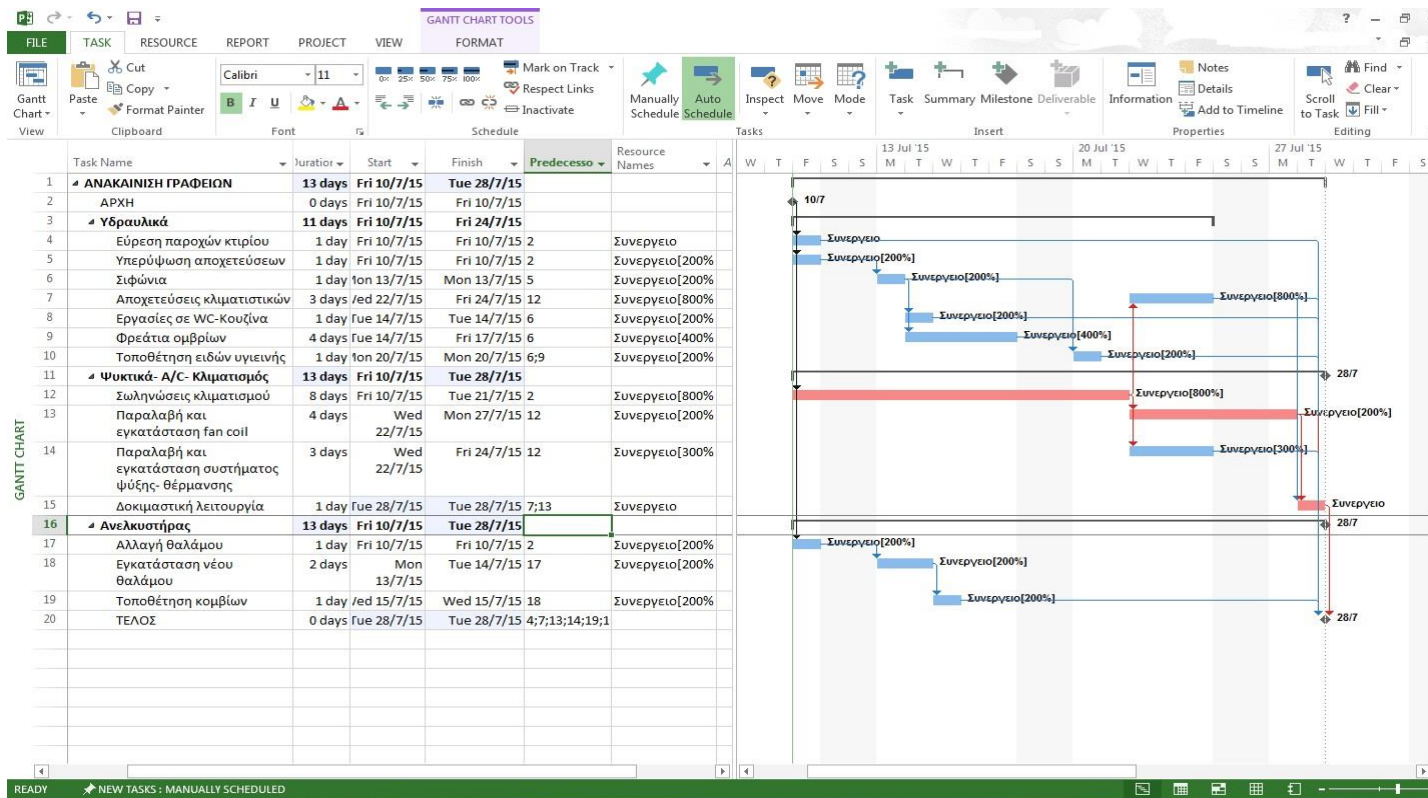
Επομένως θα προχωρήσουμε σε συμπίεση των δυο αυτών κρίσιμων δραστηριοτήτων. Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε ότι για λόγους σωστής ροής της εργασίας και για λόγους ασφαλείας, οι δραστηριότητες δεν μπορούν να συμπιεστούν περισσότερο από 2 ημέρες. Επιπλέον για όλες ημέρες ολοκλήρωσης των έργων, θα χρησιμοποιηθούν περισσότεροι εργάτες. Επομένως θα έχουμε:

<b>Εργασία</b>	<b>Διάρκεια (ημέρες)</b>	<b>Προηγούμενη εργασία</b>	<b>Συνεργεία</b>	<b>Άτομα ανά συνεργείο</b>
Δ. Αποχετεύσεις κλιματιστικών	3	Θ	2	4
Θ. Σωληνώσεις κλιματισμού	8	-	2	4

Το χρονοδιάγραμμα που προκύπτει θα έχει ως εξής:



Το χρονοδιάγραμμα όμως αυτό που δείχνει συνολική μείωση του χρόνου του έργου μας 4 ημερών, δεν είναι σωστό αφού η δραστηριότητα Δοκιμή λειτουργίας πρέπει να γίνει μετά την εγκατάσταση των fan coil. Επομένως προσθέτουμε τον περιορισμό αλληλουχίας και το σωστό χρονοδιάγραμμα θα έχει ως εξής:

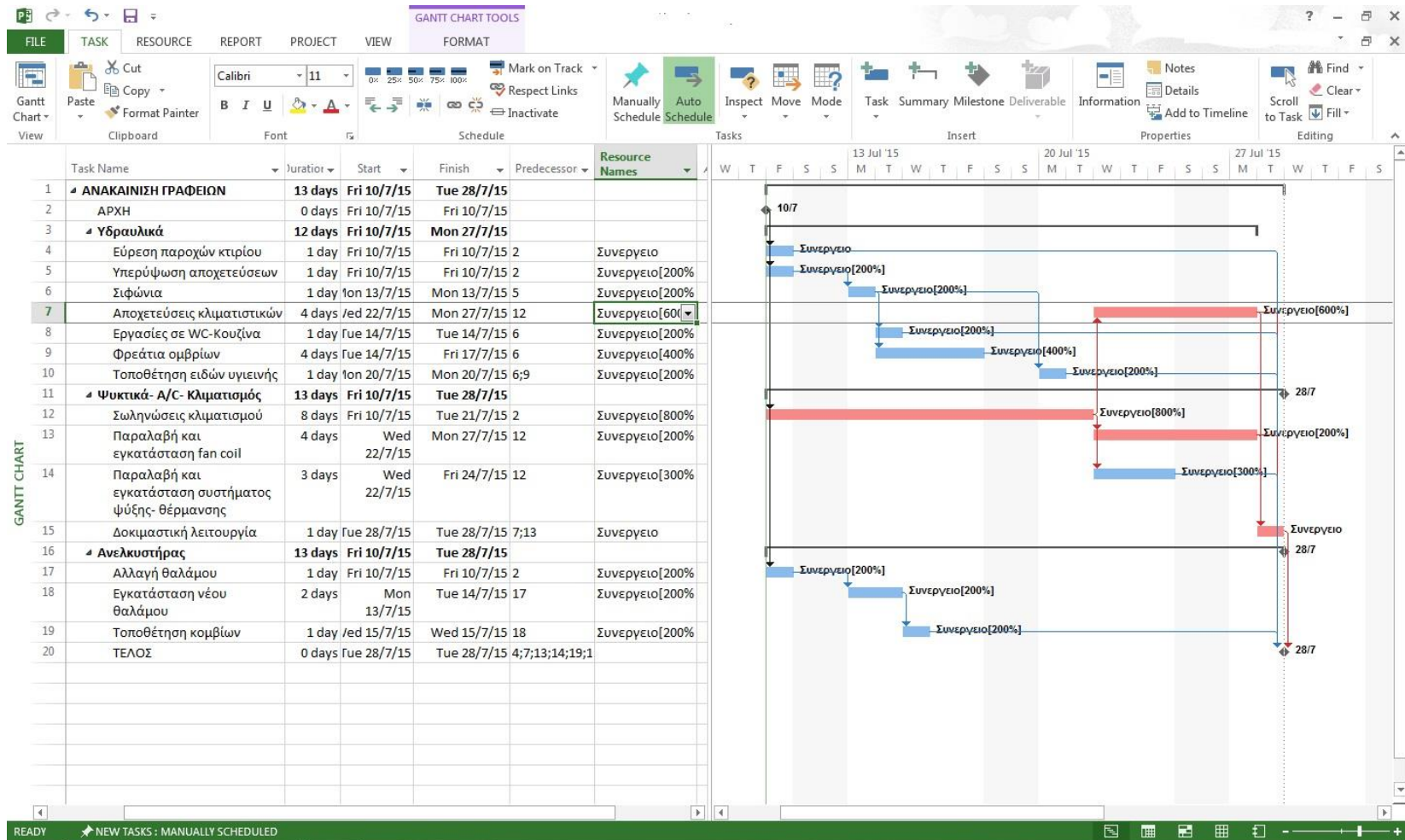




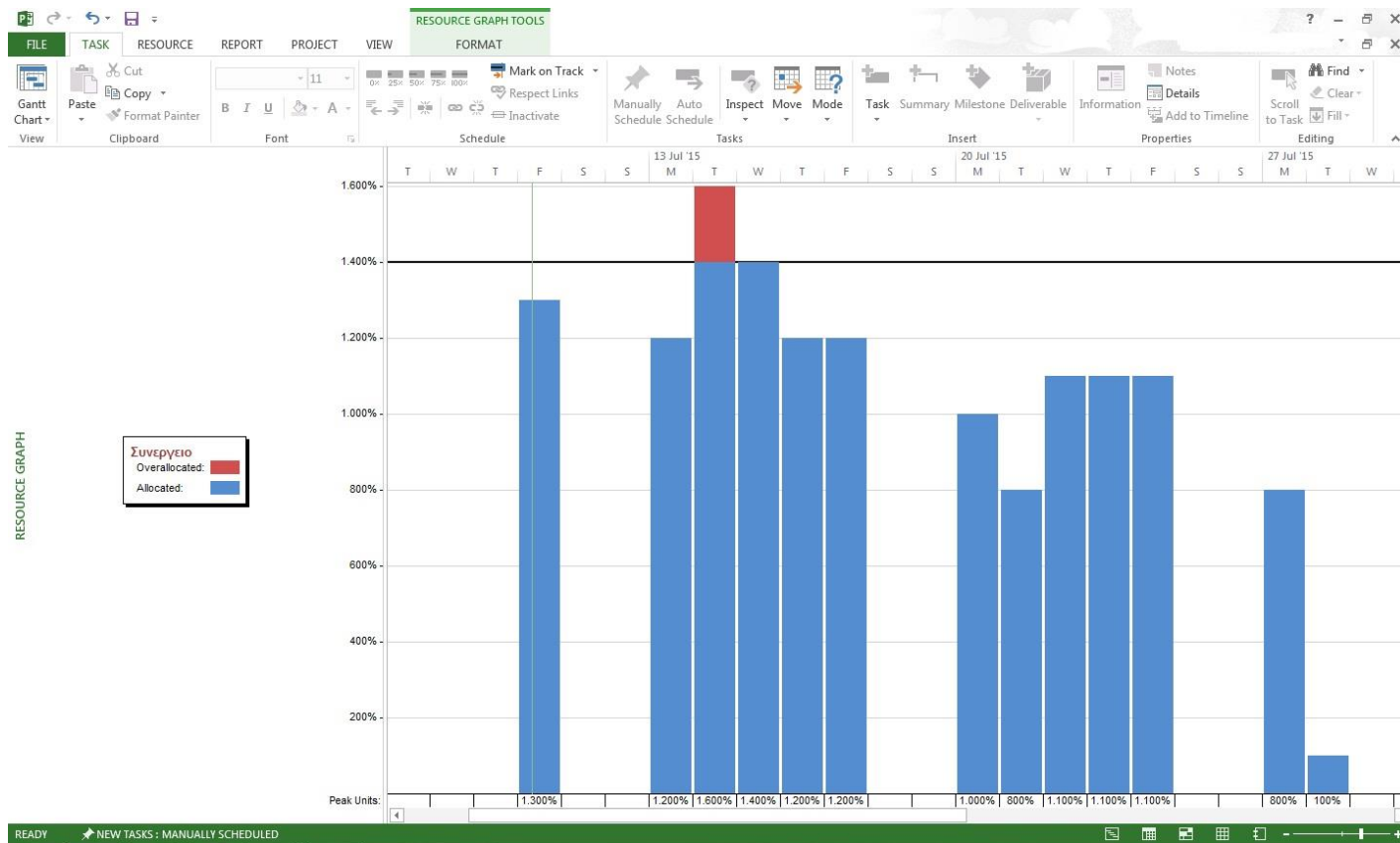
Οπότε και η ουσιαστική μείωση της διάρκειας του έργου είναι 3 ημέρες, ενώ έχει αλλάξει και η κρίσιμη διαδρομή. Εδώ πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η μείωση της διάρκειας της δραστηριότητας Αποχετεύσεις Κλιματιστικών κατά 2 ημέρες, δεν μείωσε όσο θα θέλαμε την διάρκεια του έργου, αφού προέκυψε η δραστηριότητα Παραλαβή και Εγκατάσταση fan coil ως κρίσιμη. Επομένως θα μπορούσαμε να αυξήσουμε πάλι την διάρκεια της δραστηριότητας Αποχετεύσεις κλιματιστικών κατά μία ημέρα, να γίνει πάλι κρίσιμη δραστηριότητα, αλλά να μειώσουμε τους απαιτούμενους πόρους που πλέον θα γίνουν:

<b>Εργασία</b>	<b>Διάρκεια (ημέρες)</b>	<b>Προηγούμενη εργασία</b>	<b>Συνεργεία</b>	<b>Άτομα ανά συνεργείο</b>
Δ. Αποχετεύσεις κλιματιστικών	4	Θ	2	3

Το νέο χρονοδιάγραμμα, με διαφορετική κατανομή πόρων θα έχει ως εξής:



Ενώ η κατανομή των πόρων γίνεται ως εξής (μέγιστο πλήθος εργατών 16):



Εάν θέλουμε να μικρύνουμε και άλλο την διάρκεια του έργου θα πρέπει να εξεταστεί η συμπίεση της δραστηριότητας Παραλαβή και τοποθέτηση fan coils.

## **Μηχανολογικές εργασίες μικρού εμπορικού κέντρου**

Για τις μηχανολογικές εργασίες μικρού εμπορικού κέντρου, οι απαιτούμενες εργασίες που έχουν προγραμματιστεί είναι:

### Υδραυλικά

- Σκάψιμο καναλιών ύδρευσης
- Σκάψιμο καναλιών αποχέτευσης- Φρεάτια όμβριων
- Τοποθέτηση σωληνώσεων αποχέτευσης
- Τοποθέτηση σωληνώσεων ύδρευσης
- Σιφόνια- υδρορροές
- Τοποθέτηση ειδών υγιεινής

### Εργασίες ψύξης- θέρμανσης- εξαερισμού:

- Αποχετεύσεις κλιματιστικών
- Κατασκευή σωληνώσεων ψύξης- θέρμανσης- εξαερισμού
- Εγκατάσταση αντλιών θερμότητας
- Εγκατάσταση δοχείων διαστολής
- Σύνδεση σωληνώσεων με τις αντλίες θερμότητας και δοκιμαστική λειτουργία

### Ανελκυστήρες (δύο ανελκυστήρες) τεσσάρων ορόφων και δύο κυλιόμενες κλίμακες:

- Εργασίες κατασκευής μηχ/κου εξοπλισμού (έμβολο, τροχαλία, κλπ.)
- Κατασκευή θαλάμων
- Εγκατάσταση και σύνδεση κινητήριου μηχανισμού (κινητήρας, βαλβίδες χειρισμού κλπ.)
- Τοποθέτηση κομβίων
- Τοποθέτηση κλιμάκων
- Εγκατάσταση μηχανισμού κλιμάκων
- Δοκιμαστική λειτουργία και ρυθμίσεις

### Σύστημα πυρόσβεσης:

- Εγκατάσταση συστήματος πυρόσβεσης
- Εγκατάσταση αισθητήρων πυρόσβεσης

- Δοκιμαστική λειτουργία και ρυθμίσεις

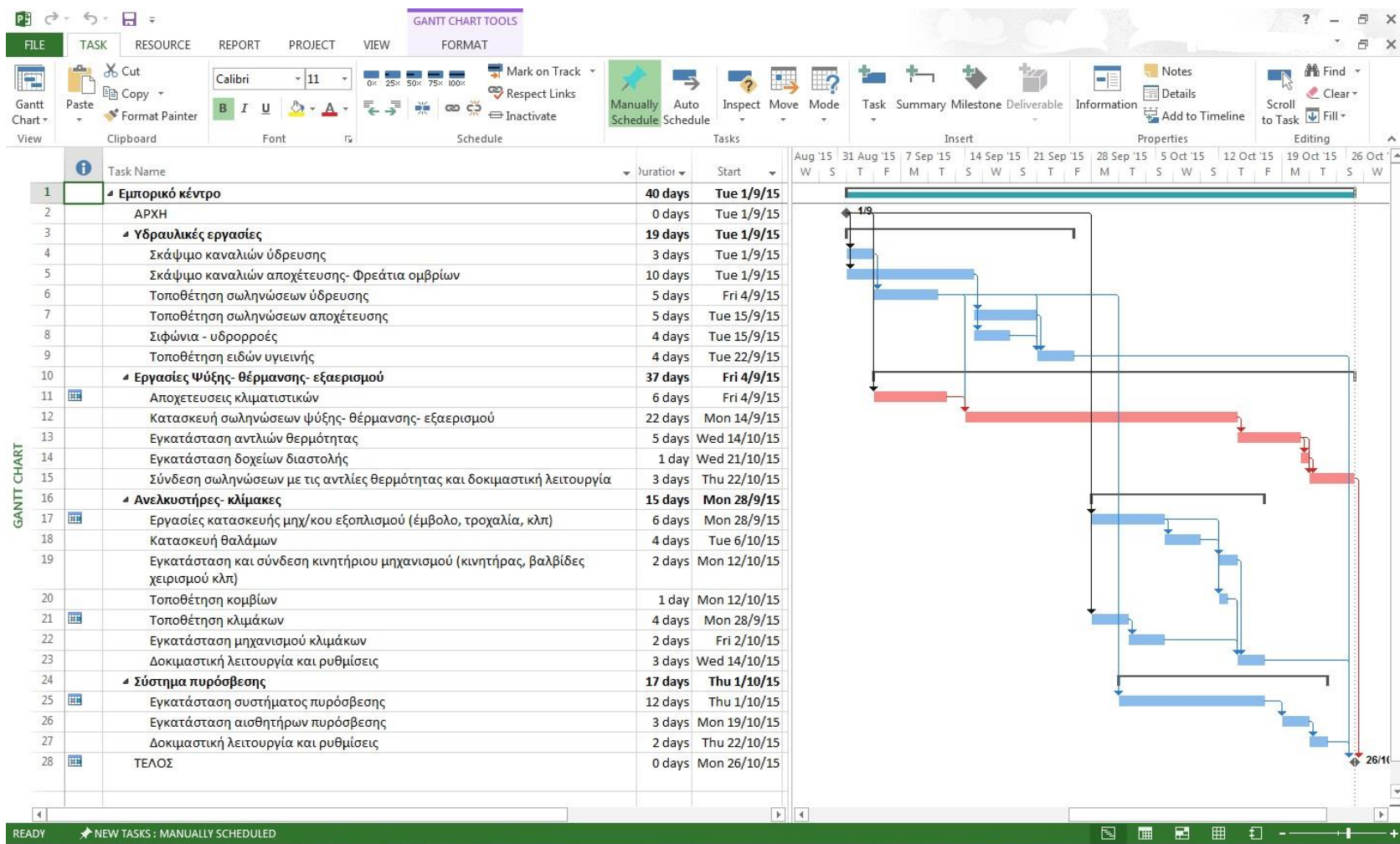
Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός πίνακας με τις εργασίες, τις διάρκειες των εργασιών, τις σχέσεις διαδοχής και τους απαιτούμενους πόρους για την ολοκλήρωση του έργου:

Πίνακας εργασιών:

<b>Εργασία</b>	<b>Διάρκεια (ημέρες)</b>	<b>Προηγούμενη εργασία</b>	<b>Συνεργεία</b>	<b>Άτομα ανά συνεργείο</b>
A. Σκάψιμο καναλιών ύδρευσης	3	-	2	2
B. Σκάψιμο καναλιών αποχέτευσης- Φρεάτια όμβριων	10	-	3	2
Γ. Τοποθέτηση σωληνώσεων αποχέτευσης	5	A	3	2
Δ. Τοποθέτηση σωληνώσεων ύδρευσης	5	B	3	2
E. Σιφόνια- υδρορροές	4	B	1	2
Z. Τοποθέτηση ειδών υγιεινής	4	Γ, Δ, E	2	2
H. Αποχετεύσεις κλιματιστικών	6	-	2	2
Θ. Κατασκευή σωληνώσεων ψύξης- θέρμανσης- εξαερισμού	22	H, Δ	3	3
I. Εγκατάσταση αντλιών θερμότητας	5	Θ	1	3
K. Εγκατάσταση δοχείων διαστολής	1	I	1	2
Λ. Σύνδεση σωληνώσεων με τις αντλίες θερμότητας	3	I, K	1	2

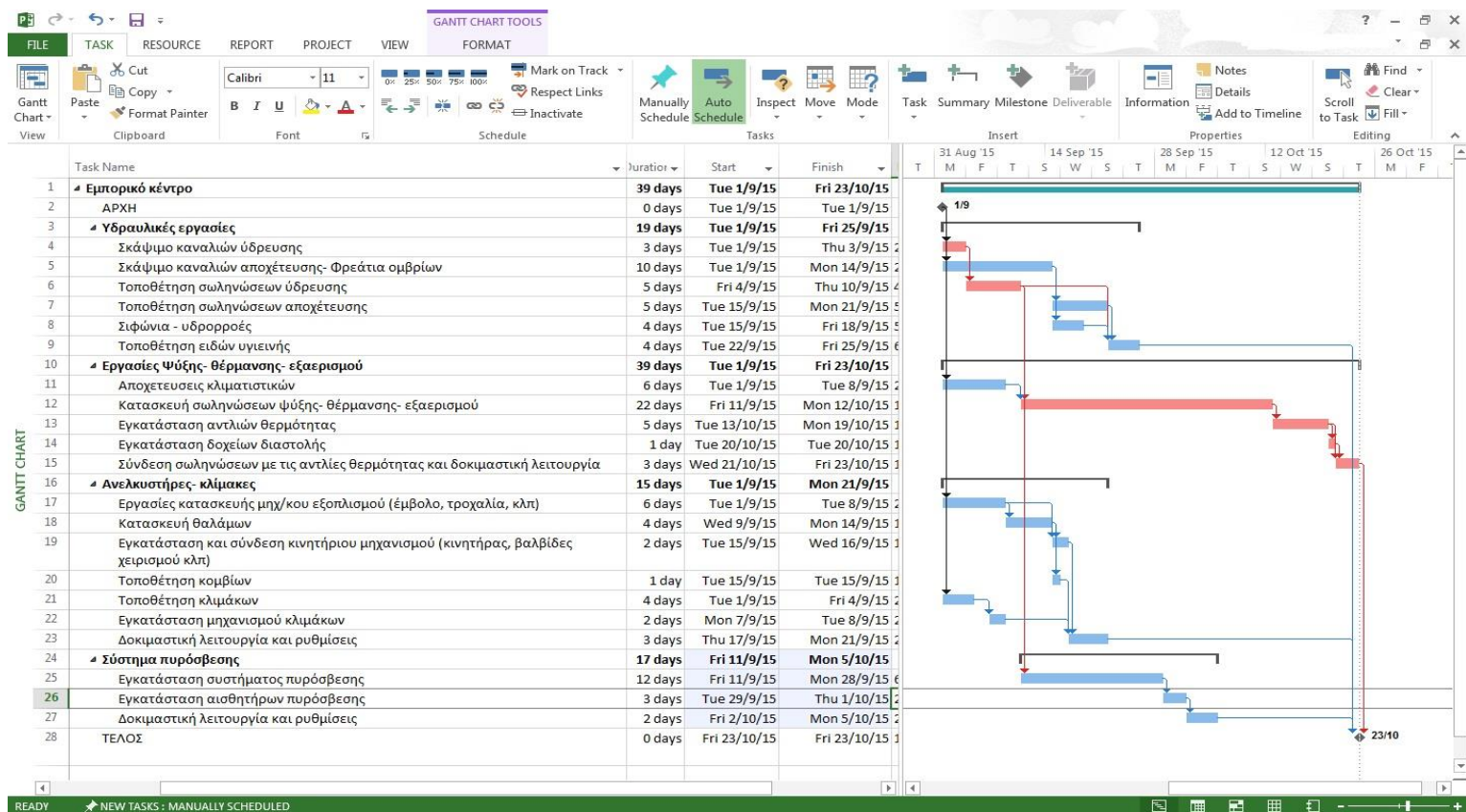
και δοκιμαστική λειτουργία				
Μ. Εργασίες κατασκευής μηχ/κου εξοπλισμού (έμβολο, τροχαλία, κλπ.)	6	-	2	2
Ν. Κατασκευή θαλάμων	4	Μ	1	2
Ξ. Εγκατάσταση και σύνδεση κινητήριου μηχανισμού (κινητήρας, βαλβίδες χειρισμού κλπ.)	2	Μ, Ν	2	2
Ο. Τοποθέτηση κομβίων	1	Ν	2	2
Π. Τοποθέτηση κλιμάκων	4	-	3	2
Ρ. Εγκατάσταση μηχανισμού κλιμάκων	2	Π	2	2
Σ. Δοκιμαστική λειτουργία και ρυθμίσεις	3	Π, Ρ	1	2
Τ. Εγκατάσταση συστήματος πυρόσβεσης	12	Δ	2	3
Υ. Εγκατάσταση αισθητήρων πυρόσβεσης	3	Τ	2	2
Φ. Δοκιμαστική λειτουργία και ρυθμίσεις	2	Τ, Υ	1	2

Το χρονοδιάγραμμα διαμορφώνεται ώστε να υπάρχει λογική στην κατανομή των πόρων, δηλαδή κάποιες δραστηριότητες να μην μπορούν να ξεκινήσουν από την αρχή του έργου αλλά θα εκκινήσουν μεταγενέστερα. Το χρονοδιάγραμμα θα έχει ως εξής:



Όπου φαίνεται και η κρίσιμη διαδρομή.

Εύκολα κατανοούμε ότι οι Εργασίες Ψύξης- Θέρμανσης- Κλιματισμού αποτελούν τις κρίσιμες δραστηριότητες. Επομένως αν θέλουμε να μειώσουμε την διάρκεια του έργου αρκεί να υπολογίσουμε το συνολικό χρόνο αυτών των εργασιών και όλες οι δραστηριότητες να ξεκινήσουν από την αρχική ημέρα εκκίνησης του έργου. Πλέον υπάρχει συγκέντρωση πόρων στις αρχικές μέρες κατασκευής του έργου και αλλάζει η κρίσιμη διαδρομή:



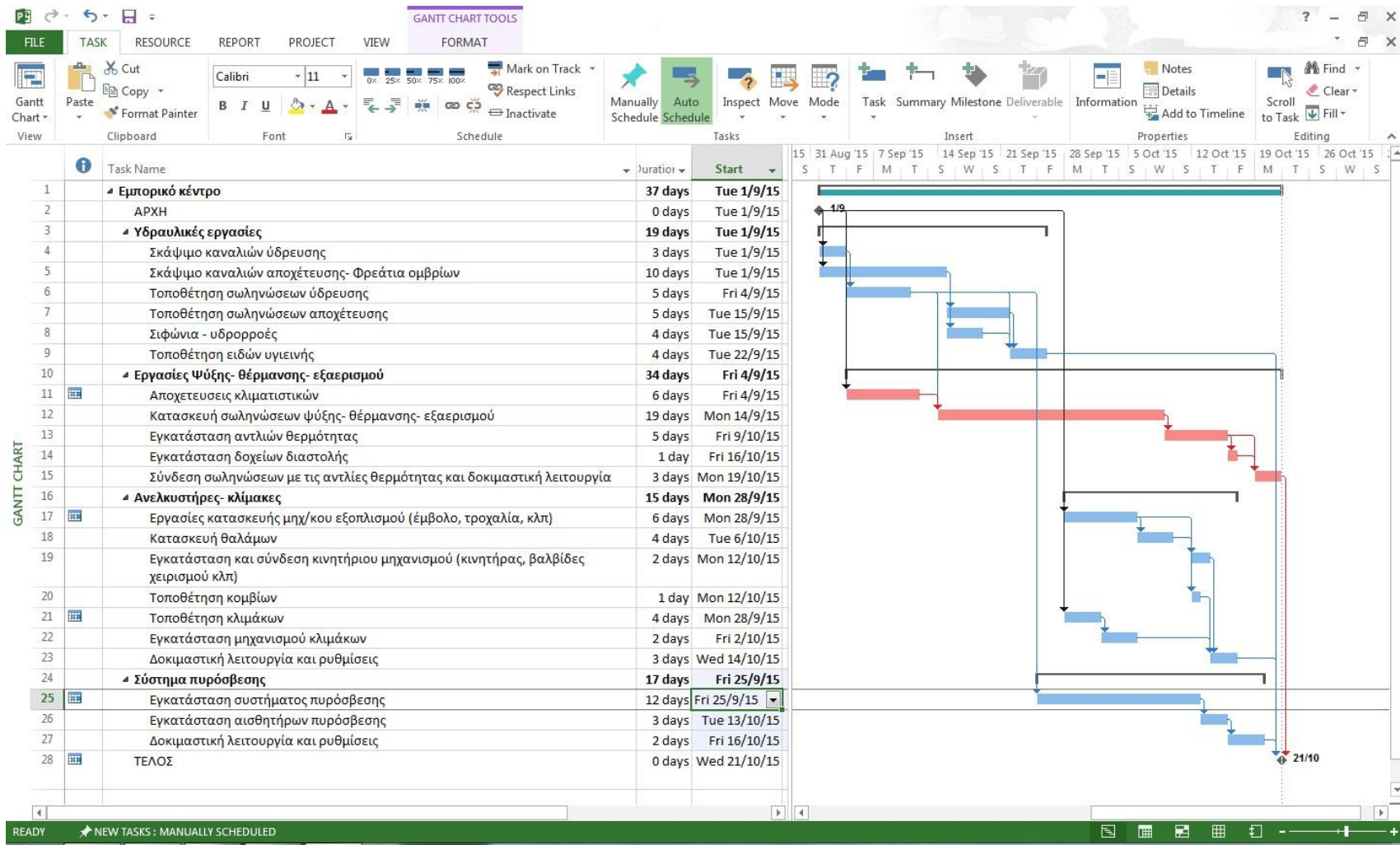


Το παραπάνω δεν προτείνεται αφού το ημερήσιο κόστος εκτοξεύεται ενώ ο συντονισμός και η παρακολούθηση όλων αυτών των συνεργείων καθίσταται πολύ δύσκολη.

Εδώ να σημειώσουμε ότι παρόλη την προσπάθεια συμπίεσης του έργου, ουσιαστικά εκκίνηση τριών ημερών νωρίτερα, αυτό συμπίεστηκε παρά μόνο μία ημέρα αφού στην κρίσιμη διαδρομή έχει προστεθεί η δραστηριότητα Τοποθέτηση σωλήνων ύδρευσης και η οποία πρέπει να ολοκληρωθεί για να ξεκινήσει η δραστηριότητα Κατασκευή σωληνώσεων ψύξης- θέρμανσης- εξαερισμού.

Θεωρούμε λοιπόν τον παραπάνω προγραμματισμό ασύμφορο.

Εάν θέλουμε λοιπόν να συμπίεσουμε το έργο, θα δώσουμε βαρύτητα στη δραστηριότητα Κατασκευή σωληνώσεων Ψύξης- Θέρμανσης- Εξαερισμού, η οποία βέβαια δεν μπορεί να συμπιεστεί περισσότερο από 3 ημέρες, λόγω της φύσης των εργασιών στη λογική του αρχικού προγραμματισμού. Το νέο χρονοδιάγραμμα που προκύπτει, έχοντας αλλάξει και κάποιες ημερομηνίες εκκίνησης άλλων δραστηριοτήτων, θα έχει ως εξής:

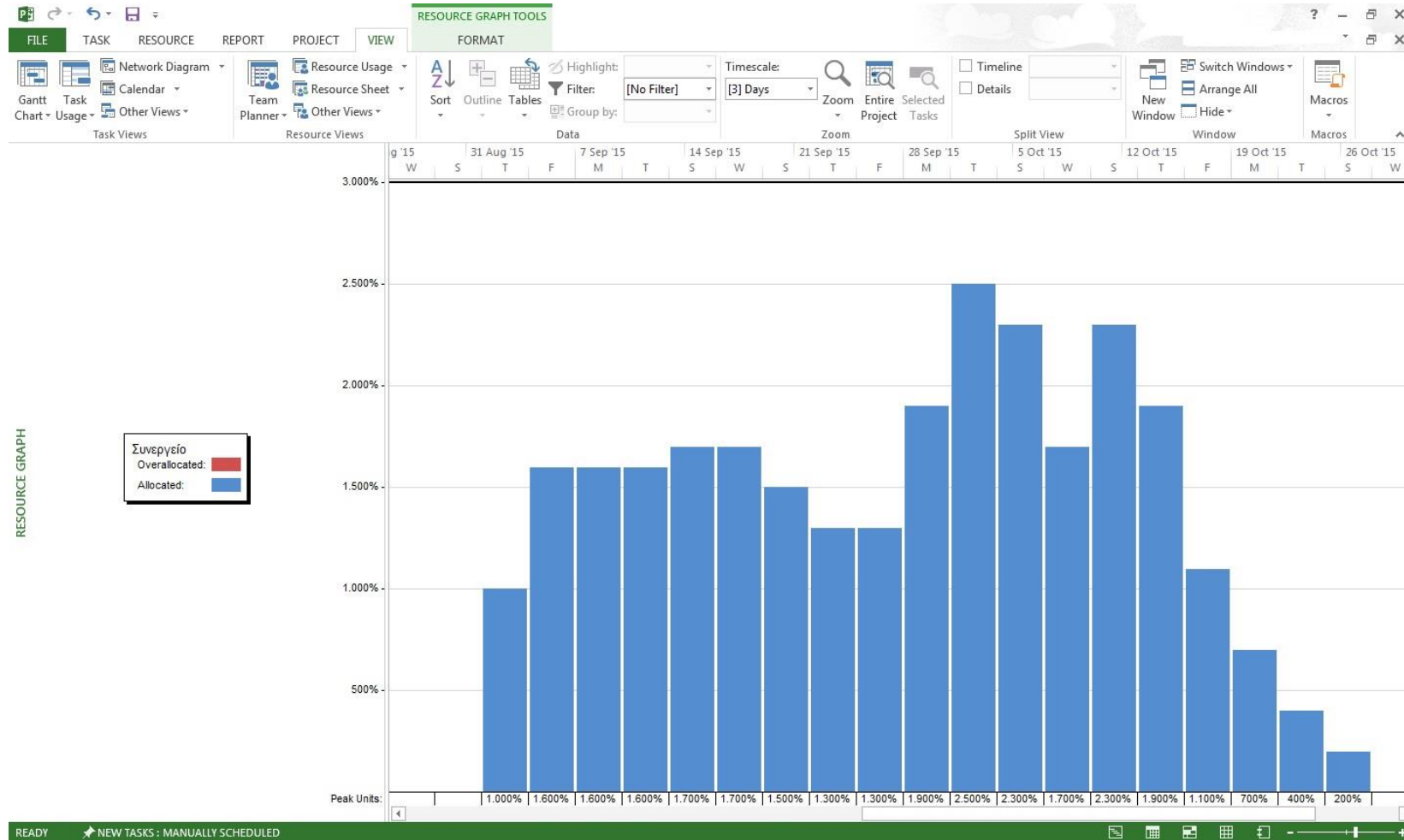


Οπότε και το έργο συμπιέστηκε κατά τρεις ημέρες.

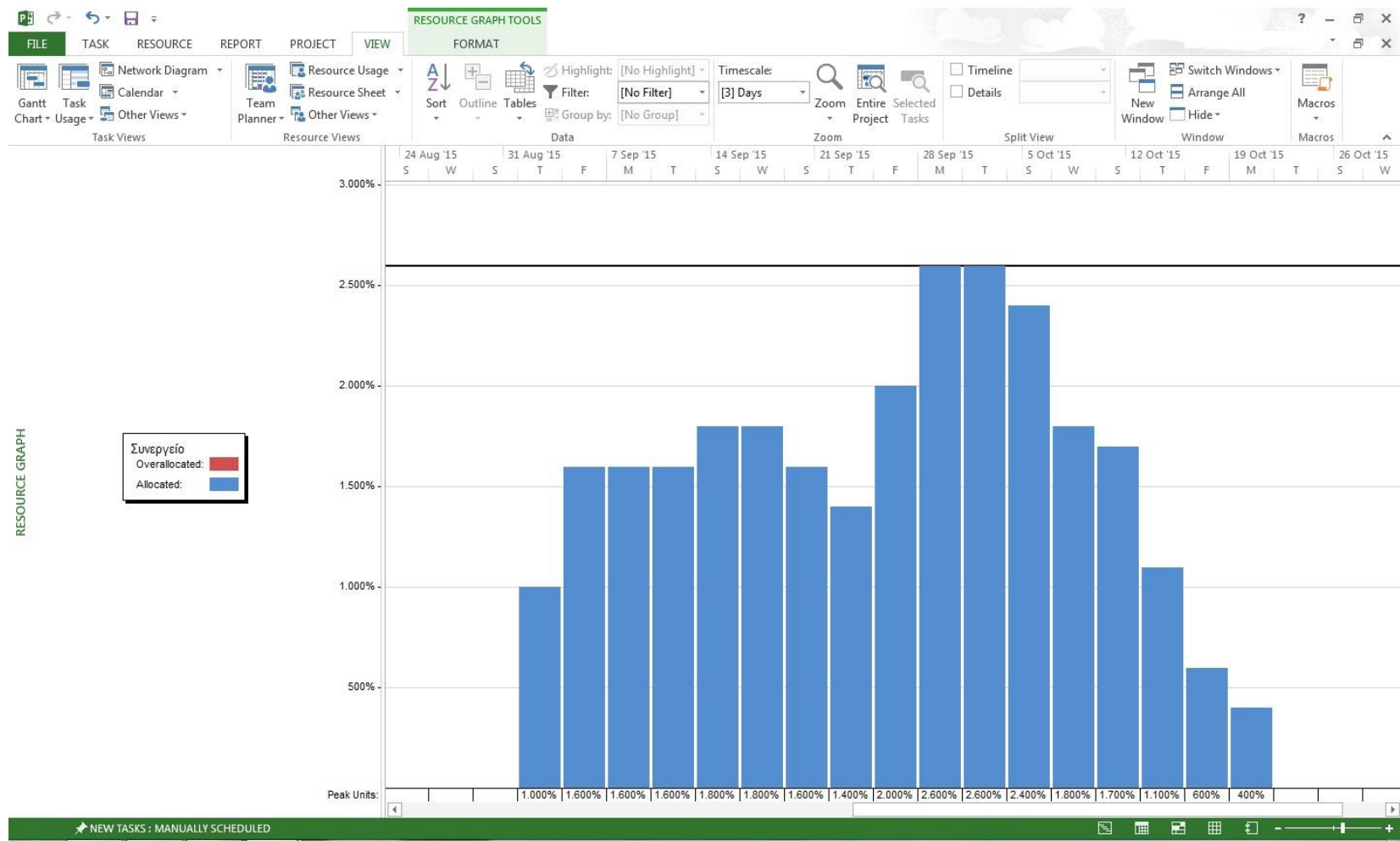
Λόγω της φύσης των εργασιών της κρίσιμης διαδρομής, το έργο δεν μπορεί να συμπιεστεί περαιτέρω.

Στη συνέχεια παραθέτουμε το διάγραμμα των πόρων (ανά τρίήμερο) για τον αρχικό (πρώτο) και τον τελικό (τρίτο) προγραμματισμό του έργου.

## Διάγραμμα πόρων αρχικού προγραμματισμού:



Διάγραμμα πόρων μετά την συμπύεση:



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η μέθοδος CPM είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την βοήθεια των project managers στον προγραμματισμό και τη λήψη αποφάσεων. Το CPM προσφέρει πολλά οφέλη, καθώς βοηθάει στον προγραμματισμό του έργου, την σωστή κατανομή των πόρων, τη συνεχή παρακολούθηση του χρονοδιαγράμματος.
- Η χρήση του CPM αυξάνει την αποδοτικότητα, βελτιώνει την παραγωγικότητα, μειώνει την αβεβαιότητα εξέλιξης του έργου και βελτιώνει την πιθανότητα ότι οι προθεσμίες θα τηρηθούν.
- Παρά το γεγονός ότι μπορεί να δημιουργηθεί ένα λεπτομερές μοντέλο χρονοπρογραμματισμού βάση του CPM, ένα έργο δεν τηρείται απόλυτα βάση χρονοδιαγράμματος. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε απρόβλεπτα προβλήματα ή απλώς λόγω σφαλμάτων του χρήστη κατά την εκτίμηση των χρόνων των δραστηριοτήτων. Αυτή η αβεβαιότητα χρονισμού μπορεί να καταστήσει το CPM ανεπαρκές.
- Το έργο δεν ολοκληρώνεται με τον προγραμματισμό του CPM, πρέπει να πραγματοποιηθεί η κατασκευή του. Οι managers οφείλουν να παρακολουθούν συνεχώς τις δραστηριότητες για να βεβαιωθούν ότι το έργο είναι σε καλό δρόμο.
- Μερικές φορές ένα έργο είναι τόσο μεγάλο και πολύπλοκο ώστε τα διαγράμματα CPM να δημιουργούν σύγχυση.
- Ενώ η μέθοδος κρίσιμης διαδρομής έχει πολλά οφέλη, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να λύσει όλα τα προβλήματα της διαχείρισης του έργου, είναι βέβαια πολύ χρήσιμη για τον προγραμματισμό εργασιών. Όπως και με άλλα εργαλεία των επιχειρήσεων, τα οφέλη της CPM φαίνονται μόνο εάν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με καλές τεχνικές διαχείρισης του έργου.
- Η διοίκηση έργου αποτελεί μία ενδιαφέρουσα επιστήμη η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη. Σημαντική προϋπόθεση για την ανάπτυξη των ικανοτήτων του project manager είναι η απόκτηση πείρας.
- Ο προσδιορισμός του βέλτιστου χρόνου αποπεράτωσης έργου συνήθως δεν περιλαμβάνει έκακτα γεγονότα. Εάν θέλουμε να προσδιορίσουμε το χρόνο βάση αυτών των γεγονότων, πρέπει να γίνει υπολογισμός βάση πιθανοτήτων (μέθοδος PERT).

- Για τον προσδιορισμό του βέλτιστου χρόνου ενός έργου, καλό θα ήταν να ληφθεί το έργο σε σύνολο και όχι ανά υποκατηγορία.
- Για τον προσδιορισμό του βέλτιστου χρόνου, λαμβάνονται υπόψιν οι χρησιμοποιούμενοι πόροι του έργου. Εάν δεν υπάρχει περιορισμός στην χρήση των πόρων (και άρα του κόστους) μπορεί να γίνει συμπίεση χωρίς περαιτέρω μελέτη. Ειδικά πρέπει να γίνει και μελέτη κατανομής πόρων. Σημειώνεται εδώ ότι αύξηση των πόρων πρέπει να έχει σωστή αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα στην κατασκευή του έργου.
- Για κάθε δραστηριότητα που μπορεί να συμπιεστεί υπάρχει περιορισμός (π.χ στην περίπτωση αλλαγής του μηχ/κου εξοπλισμού του φρεατίου ανελκυστήρα, δεν μπορούν να δουλέψουν περισσότεροι του ενός ατόμου, για λόγους ασφαλείας).
- Η υπερβολική χρήση κυρίως ανθρώπινων πόρων, πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψιν και τους κανόνες ασφαλείας.
- Η συμπίεση του έργου πρέπει να γίνεται βάση των κριτηρίων αλληλεξάρτησης των δραστηριοτήτων.
- Η κατανομή των μη κρίσιμων δραστηριοτήτων ενός έργου πρέπει να γίνεται με βάση τη λογική ανάθεσης των πόρων και του κόστους.
- Η ομαδοποίηση δραστηριοτήτων μπορεί να επιφέρει επιτάχυνση του έργου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Οικονόμου – Α. Γεωργίου, Αθήνα 2000, ‘Ποσοτική ανάλυση για την λήψη διοικητικών αποφάσεων’, Τόμος Β΄, Γ., Εκδόσεις Ε. Μπένου.
2. Δημήτρης Μ. Εμίρης, 2006, ‘Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων’, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
3. E. Verzuh, 2002, ‘Εισαγωγή στη Διαχείριση έργων’, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
4. Αντώνης Δημητριάδης, Αθήνα 2001, ‘Διοίκηση- Διαχείριση Έργου’, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
5. Χασιάκος Αθ., Θεοδωρακόπουλος Δ., Πάτρα 2003, ‘Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός Έργων’, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
6. Rorry Burke, Αθήνα 2002, ‘Διαχείριση Έργου Project Management, Τεχνικές Σχεδιασμού και ελέγχου’, Εκδόσεις Κριτική Α.Ε.
7. ‘A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PM BOK Guide)’ Third Edition 2004.
8. <https://www.wikipedia.org/>
9. <https://www.project-management-prepcast.com/>
10. <http://4squareviews.com/2013/04/22/5th-edition-pmbok-guide-chapter-6-schedule-compression-techniques/>
11. <http://www.criticalpathmethod.net/Critical-Path-Method-Benefits.html>