



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ
ΜΕΤΡΟ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΤΣΙΠΛΑΚΟΥΛΗΣ Γ.ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ
ΣΕΡΑΦΕΙΜ ΠΟΛΥΖΟΣ
ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΗΛΙΟΥ

ΒΟΛΟΣ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία, με τίτλο «Οργάνωση και Προγραμματισμός Έργου Αστικού Μετρό: Η Περίπτωση του Μετρό Θεσσαλονίκης» εκπονήθηκε στο πλαίσιο ολοκλήρωσης των προπτυχιακών μου σπουδών από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με θέμα την συγκέντρωση των στοιχείων εκείνων που συντελούν στην εύρυθμη λειτουργία ενός εργοταξίου και τον χρονικό και οικονομικό επαναπρογραμματισμό ενός πραγματικού εκτελούμενου έργου (Σταθμός Μετρό).

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σεραφείμ Πολύζο για την καθοδήγησή του κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και για την πολύτιμη συνεργασία μας καθ' όλη τη διάρκεια αυτής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογενειά μου για την αμέριστη υποστήριξή της σε όλη τη διάρκεια της φοιτητικής μου πορείας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας αποτελεί ο επαναπροσδιορισμός των χρονικών ορίων των δραστηριοτήτων του Σταθμού Νομαρχίας στο Μετρό Θεσσαλονίκης Επέκταση Καλαμαριάς. Ο στόχος είναι να αποδειχθεί πως μεταβάλλοντας κατά κατάλληλο τρόπο τον προγραμματισμό των εργασιών υπάρχει η δυνατότητα ολοκλήρωσης του έργου σε μειωμένο χρόνο χωρίς αξιοσημείωτες αλλαγές στο τελικό κόστος του.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι βασικές αρχές του προγραμματισμού των έργων. Επίσης περιγράφονται οι μέθοδοι δικτυωτών γραφημάτων για τον χρονικό υπολογισμό των έργων με τα προτερήματα που παρέχουν . Παρουσιάζεται η μέθοδος PERT η οποία εισάγει τον παράγοντα αβεβαιότητας στον προγραμματισμό των κατασκευών και η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται τα χαρακτηριστικά του εργοταξίου. Αρχικά δίνονται κάποιες βασικές έννοιες και ακολουθούν οι διαδικασίες οργάνωσης και διοίκησης του εργοταξίου. Περιγράφονται οι εγκαταστάσεις του και παρατίθεται ο σωστός τρόπος χωροθέτησής του. Επιπρόσθετα παρουσιάζεται ο πρώτος κανόνας σε κάθε εργοτάξιο που είναι η ασφάλειά του, οι συνέπειες αμέλειάς της και πως αυτή μπορεί να επιτευχθεί. Τέλος παρουσιάζεται ο κρίσιμος ρόλος της ποιότητας του έργου και τα πρότυπα ελέγχου της.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη περιγραφή των εργασιών που εκτελούνται στο έργο του Μετρό. Παρουσιάζεται η μεθοδολογία κατασκευής του Σταθμού και τα γενικά χαρακτηριστικά του. Ακολουθεί η περιγραφή του προγράμματος Primavera P6 ,η καταγραφή των δεδομένων του εκτελούμενου έργου του μετρό σε αυτό καθώς επίσης και ο τρόπος καταγραφής. Έπειτα, γίνεται η νέα ανάλυση του χρονοδιαγράμματος και παρουσιάζεται ο τρόπος επεξεργασίας των δραστηριοτήτων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα της εργασίας που αφορούν τις μεθόδους διαχείρισης έργων, τη λειτουργία και οργάνωση του εργοταξίου και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε στο Primavera P6.

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is to redefine the time limits of the activities of the Prefecture of Thessaloniki at the Thessaloniki Metro Extension of Kalamaria. The goal is to prove that by properly modifying the scheduling of the work there is the possibility of completing the project in a reduced time without significant changes in its final cost.

The first chapter analyzes the basic principles of project planning. Also described are the net chart methods for the time calculation of the projects with the assets they provide. The PERT method is introduced which introduces the uncertainty factor into the construction programming and the critical path method.

The second chapter analyzes the characteristics of the construction site. Initially, some basic concepts are given, followed by the organization and management of the construction site. Its facilities are described and the correct way of locating it is given. In addition, the first rule for each site is its safety, the consequences of its negligence and how it can be achieved. Finally, the critical role of project quality and control standards is presented.

The third chapter gives a brief description of the work performed on the Metro project. The construction methodology of the Station and its general characteristics are presented. Here is the description of the Primavera P6 program, the recording of the data of the underground project in it as well as the recording method. Next, the new timetable analysis is presented and the way the activities are processed.

In the fourth chapter the conclusions of the work on project management methods, operation and organization of the construction site and the presentation of the results of the analysis carried out in Primavera P6 are recorded.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ.....	7
1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΡΓΩΝ	7
1.1.1 Διαχείριση του Στόχων (Project Scope Management)	7
1.1.2 Διαχείριση του Χρόνου (Time Management).....	7
1.1.3 Διαχείριση του Κόστους (Cost Management)	8
1.1.4 Διαχείριση των Κινδύνων (Project Risk Management)	9
1.1.4.1 Αναγνώριση Κινδύνου	9
1.1.4.2 Ποσοτικός Προσδιορισμός.....	10
1.1.4.3 Έλεγχος ή Μετριασμός των Επιπτώσεων	10
1.1.5 Δομική Ανάλυση του Έργου (WBS Work Breakdown Structure)	10
1.1.5.1 Λεξικό WBS	11
1.1.5.2 Σύστημα Κωδικοποίησης.....	11
1.1.5.3 Κανόνας 100%.....	13
1.1.5.4 Επίπεδο Λεπτομέρειας	13
1.2 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ.....	15
1.2.1 Μέθοδοι Δικτυωτών Γραφημάτων	15
1.2.1.1 Η Μέθοδος PERT/CPM.....	15
1.2.1.1.1 Η Κρίσιμη Διαδρομή.....	19
1.2.1.1.2 Ο Παράγοντας Αβεβαιότητας	19
1.2.1.2 Πλεονεκτήματα Δικτυωτής Απεικόνισης.....	21
1.2.2 Το Διάγραμμα GANTT	21
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΡΓΟΤΑΞΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ	23
2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	23
2.1.1 Γενικές Έννοιες.....	23
2.1.2 Διάταξη Εργοταξίου	25
2.1.3 Κατηγορίες Εργοταξιακών Διατάξεων.....	26
2.1.4 Παραδείγματα Διατάξεων.....	30
2.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	33
2.2.1 Αποθηκευτικοί Χώροι και Υλικά.....	33

2.2.2	Γραφεία Διοίκησης.....	34
2.2.3	Δίκτυα Παροχών	34
2.2.4	Οδικό Δίκτυο Εργοταξίου.....	36
2.2.5	Εγκαταστάσεις Παραγωγής	37
2.2.6	Εργαστήρια Ποιοτικού Ελέγχου	39
2.3	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	40
2.3.1	Ασφάλεια στο Εργοτάξιο.....	40
2.3.2	Εύκολη Πρόσβαση στο Εργοτάξιο.....	40
2.3.3	Ενημερωτικές Πινακίδες.....	41
2.3.4	Ασφάλεια από Εξωτερικούς Παράγοντες.....	45
2.3.5	Διαμονή Προσωπικού.....	45
2.3.6	Γραφεία και Διοικητικές Εγκαταστάσεις	46
2.3.7	Παροχή Νερού και Υγιεινή.....	46
2.3.8	Διακίνηση Υλικών.....	46
2.3.9	Αποθήκευση και Καθαρισμός Εργοταξίου.....	47
2.3.10	Χώροι Τεχνικού Προσωπικού.....	47
2.3.11	Πιθανά Προβλήματα από Λάθος Χωροθέτηση	47
2.4	ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ (safe work method).....	48
2.4.1	Ατυχήματα στον Εργοταξιακό Χώρο.....	48
2.4.2	Μέτρα Ασφαλείας	51
2.4.3	Υποχρεώσεις Εργοδότη και Εργατών	53
2.4.4	Γενικές Προδιαγραφές Ασφάλειας Εργοτάξιο.....	54
2.5	ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ.....	56
2.5.1	Ιεραρχία στο Εργοτάξιο.....	56
2.5.2	Οργανόγραμμα.....	57
2.5.3	Αρχές Σωστής Συνεργασίας Προσωπικού.....	58
2.5.4	Οικονομική Διαχείριση Πορων.....	59
2.5.5	Διακίνηση Πόρων-Υλικών.....	60
2.6	ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	61
2.6.1	Η Ποιότητα στα Τεχνικά Έργα	61
2.6.2	Το Πρότυπο ISO.....	62
2.6.3	Έλεγχος στο Εργαστήριο και στο Εργοτάξιο	63
3	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΝΕΟΥ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΟΥ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ	66

3.1	ΣΥΝΤΟΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	66
3.2	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	66
3.2.1	Γενικές Εργασίες των Σταθμών του Έργου.....	66
3.2.2	Περιγραφή των Σταθμών.....	67
3.2.3	Περιγραφή Εργασιών στο Σταθμό Νομαρχίας	68
3.3	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ PRIMAVERA P6	71
3.4	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ PRIMAVERA P6 ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	74
3.4.1	Δημιουργία του Χρονοδιαγράμματος στο Primavera P6 από Υπάρχον Χρονοδιάγραμμα ως Είχε Προγραμματιστεί.	74
3.4.2	Σύνδεση των Δραστηριοτήτων και Εισαγωγή Milestones.	76
3.4.3	Κοστολόγηση Δραστηριοτήτων.....	78
3.5	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΝΕΟΥ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	95
3.5.1	Δημιουργία Νέου Ωραρίου Εργασίας και Εφαρμογή του στο Υπολογιστικό Πρόγραμμα Primavera P6.....	95
3.5.2	Αύξηση Εργατικού Δυναμικού και Μηχανολογικού Εξοπλισμού.	98
3.5.3	Σύμπτυξη του Χρονοδιαγράμματος	99
4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	102
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104

1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΡΓΩΝ

Κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία ενός έργου αποτελεί ο εκ των προτέρων προγραμματισμός και σχεδιασμός του. Η αξία του σχεδιασμού του έργου πριν την έναρξη των εργασιών δε φαίνεται εκ πρώτης όψεως εφόσον ο ίδιος απαιτεί σημαντικό χρηματικό κεφάλαιο και άνεση χρόνου, για το λόγο αυτό συχνά παραλείπεται. Η παράλειψή του όμως, όταν συμβαίνει, αποδεικνύεται λανθασμένη ενέργεια καθώς τα οφέλη προκύπτουν κατά την εκτέλεση του έργου, όπου παρέχεται η δυνατότητα άνετης διαχείρισης των δραστηριοτήτων και η μία διαδέχεται την άλλη ομαλά χωρίς χρονικές καθυστερήσεις και άσκοπη κατασπατάληση του συνολικού κεφαλαίου. Όλη η διαδικασία σχεδιασμού και προγραμματισμού του έργου ονομάζεται Διαχείριση Έργου (Project Management) και ορίζεται ως 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.

1.1.1 Διαχείριση του Στόχων (Project Scope Management)

Ένα έργο σχεδιάζεται και προγραμματίζεται ώστε να ικανοποιεί στο μέγιστο τις απαιτήσεις του κύριου του έργου. Προκειμένου οι στόχοι που έχουν αρχικώς τεθεί να μην παρεκκλίνουν χρειάζεται συνεχής παρακολούθηση κατά τη πορεία εκτέλεσής του η οποία και θα αναδείξει τυχόν λάθη και προβλήματα. Η έγκυρη εντόπισή τους οδηγεί στη λύση με τη λήψη κατάλληλων διορθωτικών μέτρων πριν αυτά προλάβουν να επηρεάσουν το έργο. Με τη πληθώρα των μεταβλητών όμως που συντρέχουν στην εξέλιξη των εργασιών του έργου καθιστάται αδύνατη η θεώρηση ότι δεν θα εμφανιστεί κάποιο λάθος. Τα λάθη συνήθως προκαλούνται από αναγκαίες τροποποιήσεις του προγράμματος, από τη διαθεσιμότητα των πόρων, από εργασίες οι οποίες δεν μπορούν να γίνουν πρακτικά σύμφωνα με τη μελέτη (έλλειψη τεχνικών μέσων), κ.λ.π. Ακόμα και αν τα λάθη αυτά αντιμετωπιστούν έγκαιρα θα έχουν επηρεάσει το έργο σε κάποιο βαθμό χρονικό, οικονομικό ή ποιοτικό. Παρόλα αυτά αν οι στόχοι του έργου επαναπροσδιορίζονται συνεχώς σύμφωνα με τα τρέχοντα δεδομένα, τις αλλαγές τα αποτελέσματα και τις δραστηριότητες που εκτελούνται το ποσοστό επηρεασμού θα παραμείνει χαμηλό.

1.1.2 Διαχείριση του Χρόνου (Time Management)

Η διαχείριση του χρόνου ενός έργου γίνεται βάση του χρονοδιαγράμματός του το οποίο και αποτελεί βασικό στοιχείο. Στο χρονοδιάγραμμα προσδιορίζεται η αλληλουχία των δραστηριοτήτων αρχικά θέτοντας τις αλληλοεξαρτήσεις των δραστηριοτήτων και έπειτα τις χρονικές εξαρτήσεις μεταξύ τους σε λογική σειρά εκτέλεσης. Επίσης περιέχει τις καθορισμένες ημερομηνίες έναρξης και λήξης δραστηριοτήτων (activities) του σχεδίου και τα ορόσημα (milestones). Οι δραστηριότητες προσδιορίζονται αναλύοντας το έργο σε

επιμέρους εργασίες οι οποίες είναι ευκολότερα διαχειρίσιμες και ολοκληρώνοντας αυτές εκπληρώνεται ο τελικός στόχος του έργου. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται WBS και θα αναλυθεί στη συνέχεια. Το χρονοδιάγραμμα μπορεί να επιβραδυνθεί ή να επιταχυνθεί ανάλογα με τους παράγοντες που το επηρεάζουν και αυξάνοντας ή μειώνοντας αντίστοιχα το χρόνο που απαιτεί κάθε εργασία. Κατά την ανάπτυξή του χρησιμοποιούνται στοιχεία από παρόμοια έργα που έχουν ήδη εκτελεστεί διορθώνοντας λάθη που είχαν προκύψει και αναζητώντας εναλλακτικές λύσεις ώστε να μην εμφανιστούν και στο παρόν έργο.

1.1.3 Διαχείριση του Κόστους (Cost Management)

Κατά το σχεδιασμό του έργου λαμβάνει χώρα και η διαδικασία εκτίμησης του τελικού κόστους. Η εκτίμηση αυτή δε μπορεί να είναι ακριβής, καθώς το κόστος εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων, αλλά προσεγγιστική. Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους κοστολογείται η κάθε εργασία και πόρος ξεχωριστά ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια σύμφωνα με στοιχεία από προηγούμενα έργα και τις τρέχουσες τιμές της αγοράς. Η ανακριβής κοστολόγηση όμως οδηγεί στην άσκοπη κατασπατάληση πόρων για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται προσεκτικά με επιμέλεια και σοβαρότητα η εκτίμηση του ποσού που πρόκειται να δαπανηθεί σε κάθε δραστηριότητα. Οι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν το κόστος είναι:

- Οι τιμές των υλικών που ενδέχεται να έχουν διακυμάνσεις
- Τα δεδομένα από προηγούμενα έργα που δείχνουν συνήθως τη μέση ή ιδανική κατάσταση της αγοράς.
- Τα οικονομικά δεδομένα της επιχειρηματικής δραστηριότητας, της περιοχής που βρίσκεται το έργο, όπου καθορίζουν τη προσφορά εργασίας
- Οι κλιματολογικές συνθήκες
- Οι μέθοδοι και τεχνικές εργασίας.
- Η πρόνοια για την αντιμετώπιση απρόβλεπτων στοιχείων κόστους.
- Η εκτίμηση της αβεβαιότητας από την εμπειρία των εξειδικευμένων ατόμων.
- Η χρήση προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή
- Η πιθανότητα ατυχήματος

Ο έλεγχος του κόστους κρίνει σε μεγάλο βαθμό αν το έργο πετύχει ή αποτύχει. Ο έλεγχος επιτυγχάνεται με τη συνεχή παρακολούθηση και εξέταση των παραγόντων που δημιουργούν αποκλίσεις σε σχέση με τις αρχικές μελέτες. Τα εργαλεία και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται βασίζονται στον υπολογισμό της προβλεπόμενης αξίας (planned value), της ληφθείσας αξίας (earned value), του πραγματικού κόστους (actual cost), του χρονοδιαγράμματος και των διακυμάνσεων του κόστους.

Η διαφορά μεταξύ εκτίμησης και προϋπολογισμού του κόστους:

- Η εκτίμηση του κόστους (estimating) είναι μια διαδικασία κατά την οποία υπολογίζονται προσεγγιστικά οι πόροι που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την περάτωση του έργου.

- Ο προϋπολογισμός του κόστους (budgeting) προκύπτει από τη συλλογή πληροφοριών για το κόστος κάθε εργασίας, την καταμέτρηση των διαθέσιμων αποθεμάτων και από τις απαιτήσεις χρηματοδότησης. Έπειτα και με άθροιση των κοστολογίων των μεμονομένων δραστηριοτήτων υπολογίζεται το τελικό κόστος όπου και προσεγγίζει καλύτερα τη πραγματικότητα.

1.1.4 Διαχείριση των Κινδύνων (Project Risk Management)

Η πορεία κατασκευής ενός έργου δε μπορεί να ταυτίζεται πάντοτε με αυτή που έχει καθορίσει η μελέτη εξαιτίας διάφορων απροσμενών συμβάντων συνεπώς κάθε έργο περιέχει ένα συγκεκριμένο βαθμό κινδύνου. Ο προσδιορισμός του βαθμού γίνεται βάση ενός σχεδίου αντιμετώπισης των κινδύνων το οποίο περιλαμβάνει την αναγνώριση των πιθανών κινδύνων, τις ανοχές, τις πιθανότητες και τις συνέπειες τους. Η ικανότητα προσδιορισμού και ανάλυσης του βαθμού οδηγεί το έργο πιο σύντομα και επιτυχώς στην ολοκλήρωσή του. Η διαδικασία ανάλυσης των κινδύνων ακολουθεί συνεχώς τη πρόοδο του έργου και στοχεύει στην διατήρηση της ασφάλειάς του. Πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία προσδιορίζονται οι κίνδυνοι και πιθανολογούνται τα αποτελεσματα τους ενώ στη συνέχεια αναζητούνται τρόποι για την μείωση και αντιμετώπισή τους. Οι αποτελεσματικότερες λύσεις καταγράφονται, συνδυάζονται και δημιουργούν ένα σχέδιο που περιλαμβάνει μέτρα για την ελάττωση των κινδύνων και την ανακούφιση του έργου.

Η επιστήμη της διαχείρισης των έργων θεμελιώθηκε κατα κύριο λόγο στη διαχείριση των κινδύνων και την ανάπτυξη τεχνικών αντιμετώπισης των αρνητικών επιπτώσεων που μπορούν να επηρεάσουν το τελικό κόστος, τους στόχους και το χρονοδιάγραμμα του έργου.

Εφόσον σχεδόν κανένα έργο δεν αναπτύσσεται σε ιδανικό περιβάλλον είναι αναγκαία θέσπιση μιας διαδικασίας διαχείρισης κινδύνων. Αυτή περιλαμβάνει τρεις βασικούς τομείς:

- Την αναγνώριση κινδύνων
- Τον ποσοτικό προσδιορισμό τους
- Τον έλεγχο ή μετριασμό των επιπτώσεων τους.

1.1.4.1 Αναγνώριση Κινδύνου

Σε αυτή τη φάση πιθανολογείται εάν μια συγκεκριμένη ενέργεια θα καταλήξει σε λάθος και γίνεται εντοπισμός των στοιχείων που θα θέσουν σε κίνδυνο το έργο. Τα προβλήματα ξεκινούν συνήθως από μια ομάδα του έργου σε μια εργασία. Η ανάλυση των κινδύνων μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους. Είτε με την ανάλυση των σχεδίων κατα τη πορεία κατασκευής του έργου η οποία όμως θα προκαλέσει προβλήματα και αλλαγές στους στόχους, τη στελέχωση και τις τεχνικές. Είτε θα γίνει εξαρχής ανάλυση με τους πιθανούς κινδύνους και τους τρόπους αντιμετώπισης που ως μέθοδος είναι αποτελεσματικότερη καθώς όλο το έργο και οι στόχοι του θα έχουν ήδη κτιστεί πάνω σε ένα μοντέλο όπου τα λάθη θα απαιτούν απλούστερο τρόπο λύσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην συγκεκριμένη φάση γίνεται ανάλυση σχετικά με τις επιπτώσεις και όχι τόσο με τα

αίτια. Ακόμη πρέπει να ληφθούν υπόψη ο χρόνος, το κόστος και η ποιότητα όπου αυτό καθίσταται δυνατό.

1.1.4.2 Ποσοτικός Προσδιορισμός

Εδώ οι ειδικοί καλούνται να απαντήσουν στην ερώτηση «πόσο επικίνδυνη είναι μια δραστηριότητα;» η οποία για να απαντηθεί περιλαμβάνει πολλές τεχνικές όπου αξιολογούν το βαθμό του κινδύνου. Η πορεία που ακολουθούν οι τεχνικές είναι σε πρώτο στάδιο εκτίμηση της πιθανότητας να συμβεί το ενδεχόμενο και έπειτα ο προσδιορισμός της έκτασης της επίπτωσης του ενδεχομένου δηλαδή αν είναι κρίσιμη, σημαντική ή δευτερεύουσας σημασίας. Ορισμένες από αυτές τις τεχνικές για τον ποσοτικό προσδιορισμό είναι :

- Η προσδοκώμενη αξία
- Η ανάλυση ευαισθησίας
- Η μέθοδος Monte Carlo
- Η ανάλυση των συνθηκών αποτυχίας
- Η τεχνική της αξιολόγησης και αναθεώρησης προγραμμάτων (PERT)

1.1.4.3 Έλεγχος ή Μετριασμός των Επιπτώσεων

Στη φάση αυτή πρέπει να δοθούν λύσεις αντιμετώπισης των κινδύνων που έχουν ήδη αναγνωριστεί. Απαιτούνται ορισμένες διαδικασίες που θα εξασφαλίσουν ότι η πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου θα ελαττωθεί ή αν αυτό δεν είναι δυνατό, θα μετριαστούν οι επιπτώσεις του. Οι επικείμενες επιπτώσεις επιβάλλεται να καταγραφούν αναλυτικά ώστε να επέλθει η αποτελεσματική διαχείρισή τους και να επηρεάσουν το έργο σε μικρότερο βαθμό.

1.1.5 Δομική Ανάλυση του Έργου (WBS Work Breakdown Structure)

Ένα μεγάλο έργο περιλαμβάνει πληθώρα εργασιών που πρέπει να ολοκληρωθούν για να παραδοθεί. Η παράλειψη κατάστρωσης ενός σχεδίου που θα οργανώνει και θα αναλύει τις εργασίες αυτές κάποια στιγμή κατά τη διάρκεια του έργου θα προκαλέσει τη σύγχυση των υπευθύνων. Μια μέθοδος για την ανάπτυξη του σχεδίου είναι γνωστή ως δομική ανάλυση έργου WBS (Work Breakdown Structure) και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός καταλόγου των εργασιών. Η WBS αποτελεί τη βάση για την έναρξη, το σχεδιασμό, την εκτέλεση, την παρακολούθηση και τον έλεγχο των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται στην διαχείριση έργων, σύμφωνα με τον Οδηγό PMBOK®-Third Edition. Με την WBS το βασικό παραδοτέο έργο αναλύεται σε μικρότερα διαχειρίσιμα τμήματα (όσον αφορά το μέγεθος, τη διάρκεια και την ευθύνη), καταναμημένα σε διαφορετικά επίπεδα όπου κάθε φθίνον επίπεδο δίνει πιο λεπτομερή ανάλυση από το προηγούμενό του. Ο Οργανισμός Διαχείρισης Έργων της Γνώσης (PMBOK 5th Edition) ορίζει τη μέθοδο ως "Η ιεραρχική αποσύνθεση του συνολικού εύρους των εργασιών που πρέπει να εκτελεστεί από την ομάδα

του έργου για την επίτευξη των στόχων του έργου και τη δημιουργία των απαιτούμενων παραδοτέων". Χάρη στη μέθοδο μπορεί να γίνει λεπτομερής προσδιορισμός και έλεγχος του κόστους σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα. Η ανάπτυξη σχεδίου με τη χρήση της WBS πρέπει να γίνεται στην αρχή ενός έργου και να προηγείται του λεπτομερούς σχεδιασμού του έργου και των εργασιών. Η μορφή της μπορεί να είναι είτε οριζόντια είτε κάθετα ως δομή δέντρου όπως ένα οργανόγραμμα. Θεμελιώδης αρχή για τη WBS είναι πως προσανατολίζεται στον ορισμό αποτελεσμάτων καθώς περιγράφει παραδοτέα και όχι δράσεις κάθε στοιχείο δηλαδή αντιστοιχεί σε ένα τελικό προϊόν. Για το λόγο αυτό όταν αναφέρεται στη μέθοδο ο όρος εργασία θα εννοείται το αποτέλεσμα της εργασίας και όχι η δραστηριότητα. Στη μέθοδο απαντάται το ερώτημα (WHAT) για το αποτέλεσμα του έργου και όχι η περιγραφή και ο χρόνος των εργασιών δηλαδή το πώς (HOW) ή πότε (WHEN).

1.1.5.1 Λεξικό WBS

Το λεξικό WBS χρησιμοποιείται για να δώσει τον ορισμό και να καθορίσει το πεδίο εφαρμογής κάθε στοιχείου που περιέχεται στη μέθοδο. Ένα μικρό έργο δεν είναι απαραίτητο πως χρειάζεται το λεξικό, σε ένα έργο όμως με πολλές λεπτομέρειες το λεξικό αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τη κατανόηση των πακέτων εργασιών από τις υπεύθυνες ομάδες. Ακόμη αποτελεί μια προεργασία για τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος. Κάποιες από τις λεπτομέρειες που μπορούν να συμπεριληφθούν στο λεξικό είναι το αναγνωριστικό του πακέτου εργασίας, το όνομα του πακέτου εργασίας, περιγραφή του πακέτου, η ανάθεση σε μια ομάδα, το τμήμα εργασίας, οι ημερομηνίες αποστολής και λήξης, το εκτιμώμενο κόστος.

1.1.5.2 Σύστημα Κωδικοποίησης

Υπάρχουν διάφορες μορφές WBS που μπορούν να ακολουθηθούν. Για κάθε μορφή πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα κωδικοποίησης που θα κατατάσει ιεραρχικά κάθε εργασία. Σε ιεραρχικές ομαδοποιήσεις βασισμένες σε κείμενο χρησιμοποιούνται αριθμοί και δεκαδικά σημεία για να καθορίσουν το επίπεδο κάθε εργασίας. Ο αριθμός των δεκαδικών σημείων δηλώνει σε ποιο επίπεδο βρίσκεται το στοιχείο και ο τελευταίος αριθμός ποιο στοιχείο είναι.

Για παράδειγμα:

3. Θεμελίωση

3.1 εκσκαφή

3.1.1 αποψίλωση

3.1.2 βασική εκσκαφή

3.1.3 έγχυση σκυροδέματος

3.2 τοποθέτηση οπλισμού

3.2.1 οπλισμός δοκών

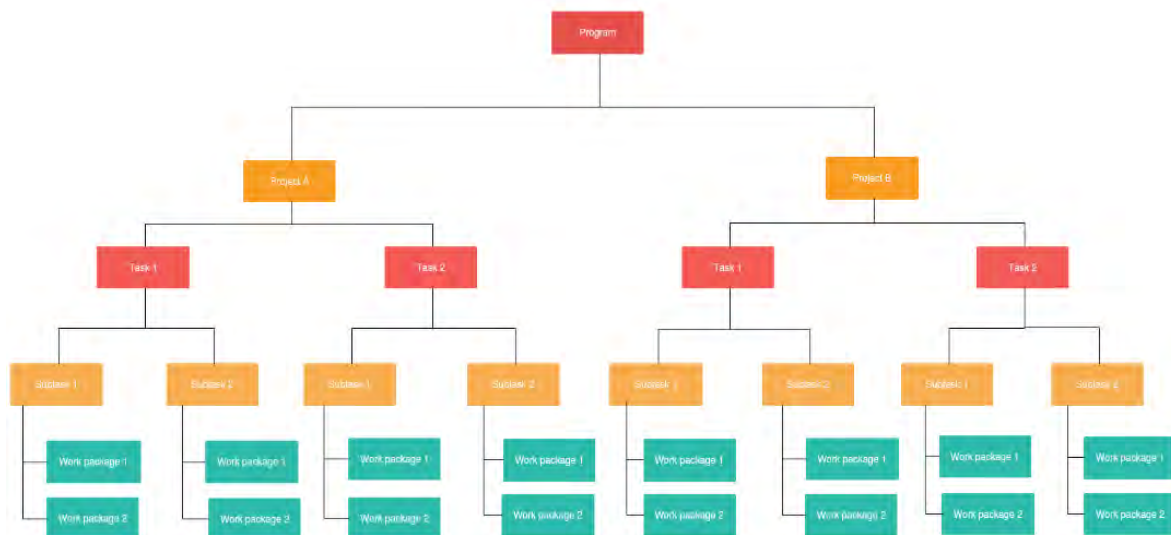
3.2.2 οπλισμός υποστηλωμάτων

3.2.3 οπλισμός πελμάτων

Ο οπλισμός υποστυλωμάτων βρίσκεται στο επίπεδο 3 και είναι το 2ο στοιχείο του επιπέδου. Ένα σύστημα κωδικοποίησης διευκολύνει την αναγνώριση των στοιχείων WBS σε οποιοδήποτε γραπτό πλαίσιο και επιτρέπει τη χαρτογράφηση στο λεξικό WBS. Άλλες μορφές είναι η μορφή πίνακα ή η μορφή δέντρου.

Level	WBS Code	Task Name
1	1	Requirements
2	1.1	Activity A
2	1.2	Activity B
2	1.3	Activity C
1	2	Design
2	2.1	Activity A
2	2.2	Activity B
2	2.3	Activity C
1	3	Construction
2	3.1	Activity A
2	3.2	Activity B
2	3.3	Activity C
1	4	Testing
2	4.1	Activity A
2	4.2	Activity B
2	4.3	Activity C

Σχήμα 1.1: Πίνακας WBS



Σχήμα 1.2: WBS σε μορφή δέντρου

1.1.5.3 Κανόνας 100%

Σημαντικό χαρακτηριστικό της WBS αποτελεί ο κανόνας 100%. Σύμφωνα με το κανόνα η κάθε εργασία περιγράφεται από ένα ποσοστό επί τοις εκατό. Στη δομή δέντρου το υψηλότερο επίπεδο περιέχει το 100% του έργου. Στη συνέχεια στα χαμηλότερα επίπεδα το ποσοστό χωρίζεται και κάθε επίπεδο παραλαμβάνει μία συγκεκριμένη τιμή του ποσοστού αυτού όπου με τη σειρά του τη μοιράζει σε επόμενα χαμηλότερα επίπεδα. Για παράδειγμα έστω ότι υπάρχει το έργο κατασκευής ενός σπιτιού. Το συνολικό έργο έχει τη τιμή 100%. Στη συνέχεια στο επόμενο επίπεδο υπάρχουν τρεις διαχωρισμοί όπου ο καθένας περιλαμβάνει ένα ποσοστό π.χ 1.εσωτερικά 45%, 2.εξωτερικά 30%, 3.θεμελίωση 25%. Η θεμελίωση χωρίζεται επιπλέον σε 3.1 εκσκαφή 18% και 3.2 τοποθέτηση οπλισμού 7%. Έπειτα το 3.2 σε 3.2.1 οπλισμός δοκών 2% , 3.2.2 οπλισμός υποστρωμάτων 3% και 3.2.3 οπλισμός πελμάτων 2%. Κάθε προηγούμενο επίπεδο δηλαδή μοιράζει το ποσοστό του στα επόμενα και βασικό είναι πως στο τέλος το άθροισμα όλων των μικρότερων εργασιών δε πρέπει να υπερβαίνει τη τιμή 100. Ο κανόνας είναι προσανατολισμένος προς το αποτέλεσμα καθώς ορίζει οτιδήποτε πρέπει να επιτευχθεί στο έργο ανεξάρτητα από τη μεθοδολογία εργασίας και τις αλλαγές του χρονοδιαγράμματος.

1.1.5.4 Επίπεδο Λεπτομέρειας

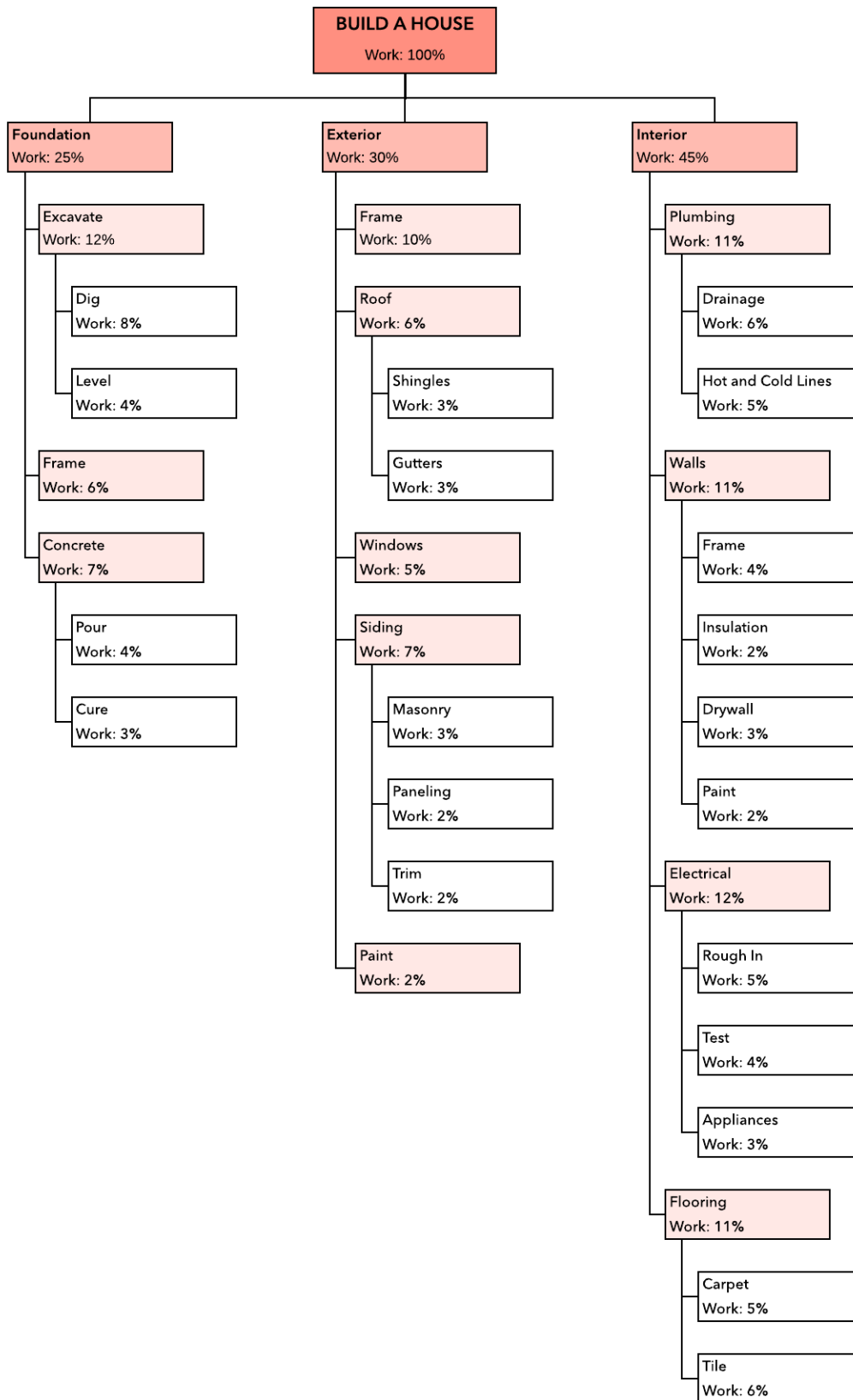
Με τη WBS η εργασία διαιρείται συνεχώς σε μικρότερα στοιχεία αυξάνοντας τις λεπτομέρειές της. Πότε όμως πρέπει να σταματήσει η διαίρεση αυτή; Την απάντηση θα δώσουν κάποιοι γενικοί κανόνες που ισχύουν. Αυτοί είναι:

- Ο κανόνας των 8/80 ωρών.Ορίζει πως μία ενιαία δραστηριότητα ή ομάδα δραστηριοτήτων στο κατώτερο επίπεδο λεπτομέρειας της μεθόδου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 80 ώρες προσπάθειας ή να είναι λιγότερη από 8 ώρες για το πέρας μιας μόνο εργασίας. Αν είναι μεγαλύτερη πρέπει να αναλυθεί επιπλέον ενώ αν είναι μικρότερη είναι προτιμότερο να ανέβει ένα επίπεδο.
- Καμία δραστηριότητα ή ομάδα δραστηριοτήτων στο κατώτερο επίπεδο λεπτομέρειας δεν πρέπει διαρκεί περισσότερο από την περίοδο αναφοράς που έχει το έργο ώστε να μπορεί η ομάδα να αναφέρει τη πρόοδο που έχει επιτευχθεί. Για παράδειγμα αν ως περίοδος αναφοράς έχει τεθεί η βδομάδα τότε καμία δραστηριότητα δεν πρέπει να την υπερβαίνει.
- Ο κανόνας "αν υπάρχει νόημα". Σύμφωνα με τον οποίο η ομάδα κρίνει μέσω της κοινής λογικής και της εμπειρίας αν είναι απαραίτητη η διαίρεση της δραστηριότητας ή της ομάδας δραστηριοτήτων.

Η εργασία στο κατώτατο επίπεδο δραστηριότητας έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Έχει τη δυνατότητα να εκτιμηθεί ρεαλιστικά και αξιόπιστα
- Δεν έχει νόημα να αναλυθεί περαιτέρω
- Δίνει ένα μετρήσιμο αποτέλεσμα

- Αποτελεί εργασία που μπορεί να ανατεθεί σε εξωτερικούς συνεργάτες



Σχήμα 1.3: Η ανάλυση WBS για την κατασκευή οικίας.

1.2 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ

1.2.1 Μέθοδοι Δικτυωτών Γραφημάτων

Σήμερα οι τεχνικές διαχείρισης του έργου αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι στη φάση κατασκευής καθώς βοηθούν στη βελτίωση των παραγόντων που κρίνουν την επιτυχία του. Με τη χρήση τους το έργο αναλύεται σε μικρότερα διαχειρίσιμα τμήματα ενώ προσδιορίζονται με σαφήνεια η ανάγκες του σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή. Χάρη στην ανάλυση που προσφέρουν αντιμετωπίζεται η πολυπλοκότητα του συνδυασμού των δράσεων, υπολογίζεται και διαχειρίζεται ο όγκος των δεδεμένων και διεξάγεται με σχετική ευκολία η διαδικασία εύρεσης αποδοτικότερης, οικονομικότερης και ταχύτερης λύσης. Καθορίζονται ακόμη οι μέθοδοι εργασίας, η απαίτηση σε μηχανολογικό εξοπλισμό και ανθρώπινο δυναμικό ενώ δίνεται η δυνατότητα προσέγγισης του τελικού κόστους σε ικανοποιητικό βαθμό πριν την έναρξη του έργου. Ιδιαίτερη κατηγορία των τεχνικών διαχείρισης αποτελεί ο δικτυωτός προγραμματισμός που έχει στη βάση του τις μεθόδους PERT και CPM.

1.2.1.1 Η Μέθοδος PERT/CPM

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ μια νέα τεχνική προγραμματισμού, η δικτυωτή ανάλυση η οποία αποτελείται από δυο μεθόδους την CPM (Critical Path Method) και την PERT (Programme Evaluation and Review Technique). Οι μέθοδοι αναπτύχθηκαν παράλληλα αλλά ανεξάρτητα μεταξύ τους όμως η ομοιότητά τους είναι εντυπωσιακή. Οι συγγραφείς σήμερα δεν τις ξεχωρίζουν τουλάχιστον ως προς τον τίτλο και τις θεωρούν μια κοινή τεχνική, παρόλα αυτά υπάρχουν κάποιες σημαντικές διαφορές.

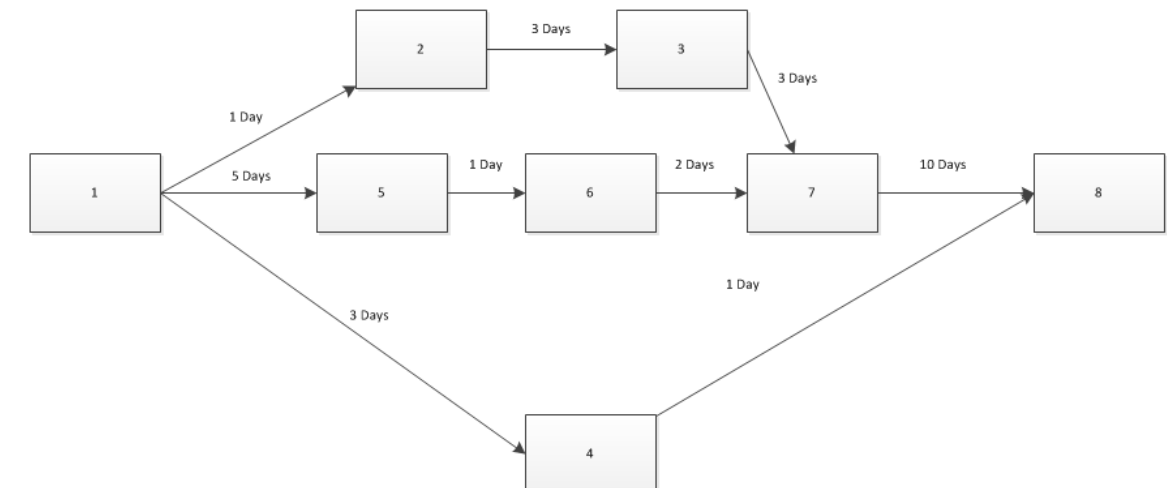
- Η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής (CPM – Critical Path Method) αναπτύχθηκε το 1958 από τους J. E. Kelly της Remington Rand και M.R. Walker της Du Pont για την υποστήριξη του προγραμματισμού των εργασιών κατασκευής και συντήρησης βιομηχανικών συγκροτημάτων παραγωγής χημικών προϊόντων. Αποτελεί ντετερμινιστικό μοντέλο για υπολογισμό της ελάχιστης διάρκειας ενός έργου.
- Η μέθοδος PERT (Programme Evaluation and Review Technique), θα μπορούσε να αποδοθεί στην ελληνική ως Τεχνική Αποτίμησης και Αξιολόγησης Έργου. Αναπτύχθηκε το 1958 από το Γραφείο ειδικών έργων του πολεμικού ναυτικού των ΗΠΑ, για την ανάπτυξη και διαχείριση του προγράμματος «Πύραυλοι Polaris». Στη μέθοδο υπολογίζονται χρονικά στοιχεία συμπεριλαμβανομένων των αβεβαιοτήτων σύμφωνα με τη θεωρία των πιθανοτήτων και συνήθως εφαρμόζεται σε στρατηγικά έργα.

Τα δικτυωτά γραφήματα είναι γραφικές παραστάσεις που αποτυπώνουν τη συμβολική παρουσίαση του έργου σαν σύνολο επί μέρους ενεργειών συνδεδεμένες μεταξύ τους συναρτήσεως του χρόνου. Στη δικτυωτή ανάλυση περιλαμβάνονται μέθοδοι χρονικού προγραμματισμού με δικτυωτά διαγράμματα. Τα διαγράμματα έχουν βάση μαθηματικά μοντέλα και περιέχουν τις σχέσεις αλληλεξάρτησης των δραστηριοτήτων σε ένα έργο. Το έργο αναλύεται πριν τη συνταξη των διαγραμμάτων σε εργασίες και δραστηριότητες και στη συνέχεια προσδιορίζονται ο χρόνος εκτέλεσής τους, η σύνδεση με τις άλλες δραστηριότητες, τα υλικά και το κόστος που απαιτούνται.

Τα δικτυωτά γραφήματα αποτελούνται από γεγονότα και δραστηριότητες. Κάθε δραστηριότητα σηματοδοτεί την εκτέλεση μιας εργασίας που απαιτεί ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα και παριστάνεται με ένα βέλος το μήκος του οποίου δεν έχει κανένα νόημα. Η δραστηριότητα ορίζεται η εργασία που απαιτείται για να προχωρήσει η διαδικασία από το ένα γεγονός στο άλλο και έχει ως αφετηρία ένα γεγονός και ως τέλος το επόμενο. Ως γεγονός ορίζεται η έναρξη (γεγονός έναρξης) και η λήξη (γεγονός πέρατος) της δραστηριότητας και μπορεί να θεωρηθεί μια οποιαδήποτε στιγμή στη διάρκεια του έργου. Παριστάνεται στο διάγραμμα ως τετράγωνο, κύκλος ή έλλειψη διαιρεμένα όμως σε 4 ίσα τμήματα. Τα γεγονότα συμπληρώνονται με αριθμούς και στα 4 τμήματα που δημιουργεί ο διαχωρισμός τους που ορίζουν συγκεκριμένα γεγονότα ή επιτεύγματα. Ο αριθμός που βρίσκεται πάνω από το βέλος της δραστηριότητας προσδιορίζει το χρόνο που η ίδια απαιτεί.

Στη συνέχεια αναφέρονται κάποιοι βασικοί κανόνες για την ανάπτυξη δικτυωτών γραφημάτων:

- Τα προσανατολισμένα τόξα αντιπροσωπεύουν δραστηριότητες, κάθε μία από τις οποίες έχει καθορισμένη διάρκεια. Έπειτα από την έναρξή τους οι δραστηριότητες θεωρούνται συνεχείς .
- Οι κόμβοι είναι γεγονότα ή σημεία στο χρόνο. Σε κάθε διάγραμμα υπάρχει ένας μοναδικός κόμβος αρχής, που έχει μόνο “αναχωρήσεις”, και ένας μοναδικός κόμβος τέλους, που έχει μόνο “αφίξεις”.
- Οι δραστηριότητες μπορούν να αναχωρήσουν από ένα κόμβο όταν στον ίδιο κόμβο έχουν ολοκληρωθεί όλες οι δραστηριότητες που εισέρχονται σε αυτόν. Με αυτό το τρόπο καθορίζονται οι προτεραιότητες μεταξύ των δραστηριοτήτων. Μπορεί να γίνει η θεώρηση του κόμβου ως ένα σημείο συνάντησης όπου πρέπει πρώτα να παρευρεθούν όλοι για να μπορέσει κάποιος να φύγει.
- Δεν επιτρέπεται να δημιουργούνται κλειστοί βρόγχοι δηλαδή η 1^η δραστηριότητα να οδηγεί στη 2^η, η 2^η στη 3^η και η 3^η πάλι στην αρχή όπου βρίσκεται η 1^η.
- Το διάγραμμα έχει μια γενική διεύθυνση ροής η οποία κατά βάση ξεκινά από αριστερά με το κόμβο αρχής και πηγαίνει προς τα δεξιά προς το κόμβο πέρατος.
- Η έναρξη του έργου συμβολίζεται με ένα κόμβο στο αριστερό άκρο και η λήξη του με ένα κόμβο στο δεξιό άκρο.
- Δύο δραστηριότητες δε μπορούν να έχουν κοινούς κόμβους αρχής και πέρατος.
- Ο αριθμός του κόμβου στην αρχή κάθε δραστηριότητας πρέπει να είναι μικρότερος από τον αριθμό του κόμβου στο τέλος της.



Σχήμα 1.4: Απεικόνιση Διαγράμματος Pert (Pert chart)

Σε ένα δικτυωτό διάγραμμα μπορεί να υπάρχουν πλασματικές ή μηδενικές δραστηριότητες (dummies activities) και είναι δραστηριότητες μηδενικής χρονικής διάρκειας που δεν απαιτούν μέσα παραγωγής. Χρησιμοποιούνται επειδή συχνά προκύπτουν δραστηριότητες να προηγούνται δύο ή και περισσότερων γεγονότων. Με τις πλασματικές δραστηριότητες υποδεικνύονται οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των πραγματικών δραστηριοτήτων του διαγράμματος και γίνεται σωστή απεικόνιση της αλληλουχίας τους.

Όπως προαναφέρθηκε τα γεγονότα συμβολίζονται ως τετράγωνα διαχωρισμένα σε 4 ίσα τμήματα όπου περιέχουν αριθμούς. Οι αριθμοί αυτοί συμπληρώνονται στους κόμβους ως εξής:

- Άνω δεξιά τετραγωνίδιο

Γίνεται αρίθμηση των γεγονότων αρχής και τέλους κάθε δραστηριότητας σε κάθε κόμβο ξεκινώντας από αριστερά και συνεχίζοντας με άξουσα σειρά προς τα δεξιά. Το γεγονός έναρξης του έργου έχει τον αριθμό 0 ενώ το γεγονός πέρατος έχει το μεγαλύτερο αριθμό που υπάρχει στην αρίθμηση. Για παράδειγμα σε ένα έργο με 22 γεγονότα το γεγονός πέρατος θα έχει το μεγαλύτερο αριθμό που είναι το 21 (δεν είναι το 22 επειδή η αρίθμηση ξεκινά από το 0 στο γεγονός έναρξης). Πρέπει να δίνεται προσοχή στον κανόνα ότι σε κάθε δραστηριότητα το γεγονός αρχής αντιστοιχεί σε μικρότερο αριθμό από το γεγονός πέρατος.

- Κάτω δεξιά τετραγωνίδιο

Συμπληρώνεται ο αναμενόμενος χρόνος γεγονότος ή ενωρίτερος δυνατός χρόνος (ES- Early Start) ο οποίος δηλώνει τη χρονική στιγμή όπου θα ολοκληρωθεί ένα γεγονός. Είναι δηλαδή το συνολικό συντομότερο χρονικό διάστημα που θα χρειαστούν οι δραστηριότητες ενός γεγονότος να ολοκληρωθούν. Υπολογίζεται θέτοντας αρχικά το χρόνο 0 ως χρόνο έναρξης του γεγονότος. Έπειτα ακολουθώντας τη πορεία των δραστηριοτήτων συμπληρώνεται σε κάθε γεγονός ο αναμενόμενος χρόνος του (t_i όπου i ο αριθμός του γεγονότος) και προκύπτει αθροίζοντας το χρόνο των προηγούμενων δραστηριοτήτων. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ομόρροπος υπολογισμός και γίνεται ξεκινώντας από την αρχή και προχωρώντας προς τα αριστερά προς το τέλος. Ο αναμενόμενος χρόνος υπολογίζεται από τη σχέση :

$ES_j = t_j = \max(t_i + t_{ij})$ με $i < j$, $t_i = 0$, $1 \leq i \leq n-1$, $2 \leq j \leq n$
 όπου t_{ij} ο χρόνος εκτέλεσης κάθε δραστηριότητας με αρχή το γεγονός i και πέρας το γεγονός j .

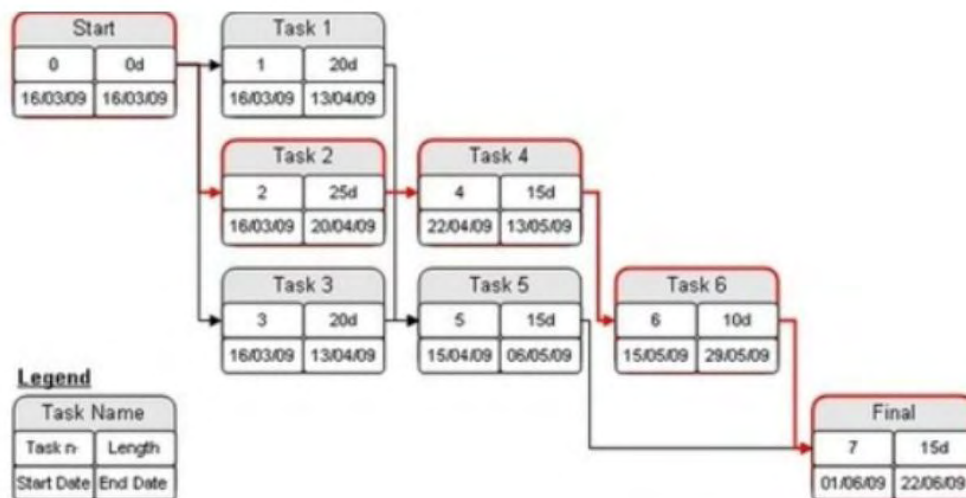
- Κάτω αριστερά τετραγωνίδιο

Συμπληρώνεται ο βραδύτερος επιτρεπόμενος χρόνος κατά τον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί ένα γεγονός χωρίς να προκύψει παράταση στη συνολική διάρκεια του έργου. Ονομάζεται οριακός χρόνος και η ακολουθείται αντίστροφη πορεία δηλαδή από τα δεξιά προς τα αριστερά για την εύρεση του. Η αρχή της διαδικασίας γίνεται τώρα από το γεγονός πέρατος, όπου τίθεται ο οριακός χρόνος ίσος με τον αναμενόμενο χρόνο, και καταλήγει στο γεγονός έναρξης. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αντίρροπος υπολογισμός. Ο οριακός χρόνος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$LS_j = t_j = \min(t_j - t_{ij}) \text{ με } i < j, t_i = 0, 1 \leq i \leq n-1, 2 \leq j \leq n$$

- Άνω αριστερά τετραγωνίδιο

Συμπληρώνεται από τη τιμή που προκύπτει αφαιρώντας τον αναμενόμενο χρόνο ενός γεγονότος από τον οριακό, η διαφορά αυτή ονομάζεται διακύμανση χρόνου ή χρονικό περιθώριο R_i . Η διακύμανση χρόνου δηλώνει κατά πόσο μπορεί να καθυστερήσει ένα γεγονός χωρίς να επηρεαστεί ο συνολικός χρόνος του έργου. Όταν ο αναμενόμενος χρόνος ισούται με τον οριακό είναι λογικό πως η διακύμανση προκύπτει μηδενική.



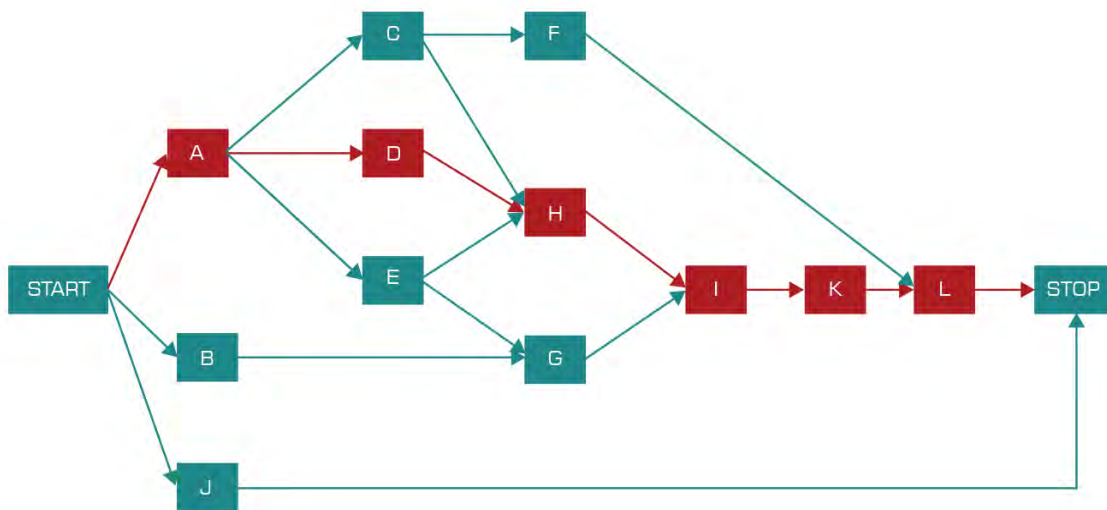
Σχήμα 1.5: Απεικόνιση Διαγράμματος Pert με Στοιχεία Κάθε Δραστηριότητας

Επίσης ορίζονται με παρόμοιο τρόπο οι χρόνοι και για τις δραστηριότητες:

- Αναμενόμενος ή ενωρίτερος δυνατός χρόνος έναρξης μιας δραστηριότητας είναι ο αναμενόμενος χρόνος t_i του γεγονότος έναρξης της.
- Αναμενόμενος χρόνος πέρατος μιας δραστηριότητας είναι το άθροισμα $(t_i + t_{ij})$
- Ο οριακός χρόνος πέρατος μιας δραστηριότητας και ο οριακός χρόνος του γεγονότος της είναι ίσοι. Ο οριακός χρόνος έναρξης της είναι η διαφορά $t_i - t_{ij}$.
- Ο μέγιστος διαθέσιμος χρόνος εκτέλεσης μιας δραστηριότητας είναι η διαφορά $t_j - t_i$.

1.2.1.1.1 Η Κρίσιμη Διαδρομή

Σε κάποια γεγονότα ο οριακός χρόνος είναι ίσος με τον αναμενόμενο συνεπώς προκύπτει πως η διακύμανση είναι μηδενική. Όταν σε μια δραστηριότητα το γεγονός αρχής και πέραςτος έχουν μηδενική διακύμανση τότε η δραστηριότητα ονομάζεται κρίσιμη. Από το γεγονός έναρξης ως το λήξης υπάρχουν τόσες κρίσιμες δραστηριότητες ώστε να μπορούν να ενώσουν αυτά τα δύο γεγονότα. Η συνεχής διαδρομή που ενώνει τα δύο γεγονότα και απαρτίζεται από κρίσιμες δραστηριότητες ονομάζεται κρίσιμη διαδρομή και ενδέχεται να μην είναι η μοναδική αλλά να υπάρχουν περισσότερες από μία. Η κρίσιμη διαδρομή δείχνει το συνολικό χρόνο του έργου ο οποίος είναι και ο συντομότερος και πληροφορεί ποιες δραστηριότητες πρέπει να ολοκληρωθούν έγκαιρα ώστε να μην καθυστερήσει το έργο. Μία πιθανή μεταβολή του χρόνου εκτέλεσης των δραστηριοτήτων που βρίσκονται στη κρίσιμη διαδρομή επηρεάζει το συνολικό χρόνο του έργου.



Σχήμα 1.6: Η Κρίσιμη Διαδρομή σε Διάγραμμα Pert

1.2.1.1.2 Ο Παράγοντας Αβεβαιότητας

Σύμφωνα με τη μέθοδο CPM η διάρκεια του έργου είναι σταθερή και ο παράγοντας της αβεβαιότητας δεν την επηρεάζει. Αυτή η θεώρηση θα ήταν σωστή αν η διάρκεια των δραστηριοτήτων προσδιοριζόταν με απόλυτη βεβαιότητα και μπορούσε να καταστεί πλήρως ελεγχόμενη ανεξάρτητη από εξωτερικούς παράγοντες. Συνήθως όμως στη πραγματικότητα λίγες είναι οι περιπτώσεις που όλες οι δραστηριότητες είναι τυποποιημένες αντίθετα επηρεάζονται από παράγοντες όπως καιρικά φαινόμενα, οικονομική κατάσταση, μορφολογία του εδάφους, ειδίκευση του προσωπικού, αξιοπιστία του μηχανολογικού εξοπλισμού. Το πρόβλημα της αδυναμίας καθορισμού με ακρίβεια των διάφορων στοιχείων που επηρεάζουν το έργο αμβλύνεται όταν χρησιμοποιούνται νέες τεχνικές, οι εργασίες εκτελούνται για πρώτη φορά και η ομάδα που εργάζεται πάνω στον έργο δεν έχει ξανασυνεργαστεί συνεπώς δεν υπάρχουν στατιστικά στοιχεία και η απαραίτητη εμπειρία. Μία μεγάλη διαφορά ανάμεσα στη μέθοδο CPM και τη PERT είναι ότι η δεύτερη εισάγει το παράγοντα της αβεβαιότητας στο προγραμματισμό της και μπορεί να την προσδιορίσει με στατιστικές κατανομές. Η PERT στηρίζεται στη θεώρηση ότι ο χρόνος ολοκλήρωσης κάθε δραστηριότητας είναι μια στοχαστική μεταβλητή που

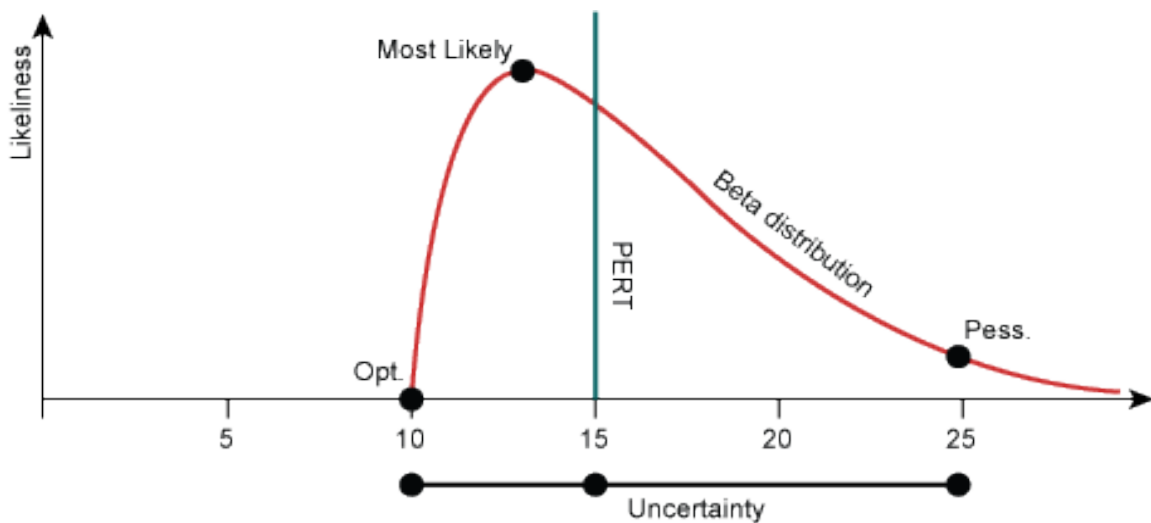
ακολουθεί τη κατανομή βήτα (beta distribution) και χρησιμοποιεί τρεις εκτιμήσεις για τη χρονική διάρκεια των δραστηριοτήτων:

- **Ελάχιστη ή αισιόδοξη εκτίμηση a:** Αντιστοιχεί στην πιο αισιόδοξη εκτίμηση για τη χρονική διάρκεια κατασκευής του έργου. Η πιθανότητα εμφάνισής της είναι 1%.
- **Συντηρητική ή η πλέον πιθανή εκτίμηση m:** Αντιστοιχεί στη μέγιστη συχνότητα εμφάνισης και είναι η τιμή που θα εμφανιζόταν συχνότερα αν η δραστηριότητα επαναλαμβανόταν πολλές φορές.
- **Μέγιστη ή απαισιόδοξη εκτίμηση b:** Αντιστοιχεί στη δυσμενέστερη εκτίμηση για τη χρονική διάρκεια του έργου. Η πιθανότητα εμφάνισής της είναι 1%.

Βάση των εκτιμήσεων αυτών και τη θεωρία των πιθανοτήτων μπορεί να προσδιοριστεί ο αναμενόμενος χρόνος περάτωσης της δραστηριότητας ίσος με:

$$\text{Αναμενόμενος χρόνος } \mu_k = \frac{\alpha + 4m + b}{6}$$

Και αναφέρεται πως όσο μεγαλώνει το εύρος της καμπύλης τόσο αυξάνεται και η αβεβαιότητα εκτέλεσης της δραστηριότητας στον αναμενόμενο χρόνο όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.7.



Σχήμα 1.7: Κατανομή Βήτα

Το μέγεθος της αβεβαιότητας είναι δυνατό να μετρηθεί από το τύπο της τυπικής απόκλισης της κατανομής των συχνοτήτων σ:

$$\sigma = \frac{(b - a)^2}{36}$$

Τέλος είναι εφικτό να προσδιοριστεί η πιθανότητα εκτέλεσης του έργου σε χρόνο διαφορετικό από τον αναμενόμενο. Αν θεωρηθεί ο πιθανός χρόνος ολοκλήρωσης ίσος με T_e (expected time), ο αναμενόμενος χρόνος ολοκλήρωσης ίσος με T_s (scheduled time) και

ισχύει $T_e \leq T_s$, τότε η πιθανότητα P να ολοκληρωθεί το έργο σε χρόνο διαφορετικό από τον αναμενόμενο είναι:

$$P = \frac{T_s - T_e}{\sqrt{\sum \sigma_{T_e}^2}}$$

1.2.1.2 Πλεονεκτήματα Δικτυωτής Απεικόνισης

Η δικτυωτή απεικόνιση αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται κατά κόρον στα έργα και ιδίως στα μεγάλα, για τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση της. Τα κυριότερα από αυτά είναι ότι:

- Απεικονίζονται επακριβώς οι συνδέσεις των δραστηριοτήτων του έργου συνεπώς η περιγραφή της εξέλιξης του γίνεται λεπτομερώς.
- Εντοπίζονται οι αποκλίσεις της χρονικής διάρκειας των δραστηριοτήτων και δίνεται η δυνατότητα επεξεργασίας των χρονικών περιθωρίων και επαναπροσαρμογή τους σε νέα δεδομένα.
- Παρέχεται τη δυνατότητα καθορισμού του κόστους κάθε δραστηριότητας και βελτιστοποίησης του τελικού κόστους κατασκευής του έργου.
- Γίνεται εφικτή η διαδικασία εκτίμησης των απαιτούμενων πόρων σε μεγάλο ποσοστό ακρίβειας.
- Ο σχεδιασμός του έργου και ο καθορισμός των απαιτήσεων του γίνεται πριν από την έναρξη του, ενώ η παρακολούθησή του κατά την πορεία εξέλιξης του διεξάγεται εύκολα και λεπτομερώς δίνοντας τη δυνατότητα παρέμβασης και αλλαγής κάποιου λάθους.
- Οι αλληλοεξαρτήσεις του αναπαριστώνται με δυναμική απεικόνιση του έργου.
- Καθορίζονται με σαφήνεια οι απαιτήσεις δυναμικού κάθε δραστηριότητας και κρίνεται ευκολότερα που θα δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα.
- Καθορίζονται οι κρίσιμες δραστηριότητες και η διαδρομή που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά το συνολικό χρόνο περάτωσης του έργου και φαίνεται ποιες δραστηριότητες έχουν περιθώριο να καθυστερήσουν.

1.2.2 Το Διάγραμμα GANTT

Το διάγραμμα Gantt επινοήθηκε και αναπτύχθηκε από τον Αμερικανό μηχανολόγο μηχανικό Henry Gantt (1869–1919) από τον οποίο πήρε και την ονομασία του και αποτελεί μια τεχνική προγραμματισμού που διακρίνεται για την απλότητα της. Είναι ένα οριζόντιο ραβδόγραμμα που βασίζεται στην απεικόνιση των δραστηριοτήτων του έργου με ευθύγραμμα τμήματα, κατά τη διάρκεια του χρόνου. Στον οριζόντιο άξονα βρίσκεται η μεταβλητή του χρόνου, που δείχνει τη συνολική διάρκεια του έργου, διαιρεμένη σε μικρότερα κατάλληλα διαστήματα σύμφωνα με τις απαιτήσεις ενώ στον κατακόρυφο τοποθετούνται οι ονομασίες ή οι κωδικοί των δραστηριοτήτων. Το μήκος κάθε τμήματος είναι ανάλογο της χρονικής διάρκειας κάθε δραστηριότητας, η αρχή και το τέλος του οποίου αντιστοιχεί στον οριζόντιο άξονα στην έναρξη και λήξη κάθε δραστηριότητας. Η σειρά τοποθέτησης στον κατακόρυφο άξονα συνήθως ξεκινά από πάνω με τη πρώτη δραστηριότητα και καταλήγει κάτω στην τελευταία ενώ ενδέχεται να είναι διαφορετική ακολουθώντας άλλα κριτήρια χωρίς να επηρεάζεται το αποτέλεσμα του διαγράμματος.

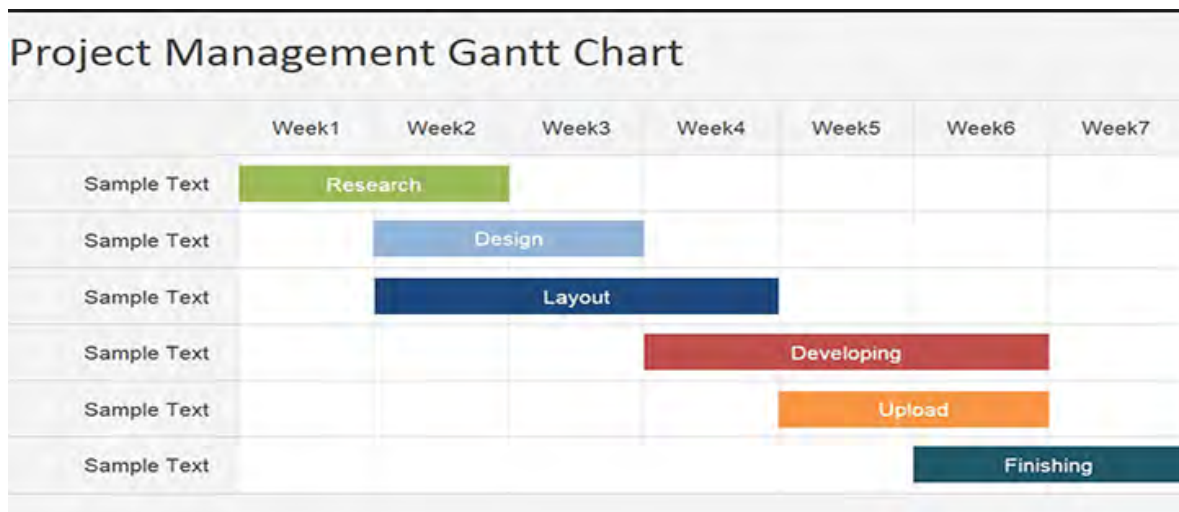
Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση του διαγράμματος είναι:

- Η λεπτομερής απεικόνιση της χρονικής διάρκειας των δραστηριοτήτων
- Η αλληλουχία των δραστηριοτήτων
- Η δυνατότητα εύκολης και ταχείας σχεδίασής του
- Η ευκολία κατανόησης και εποπτείας του

Στα μειονεκτήματα του βρίσκονται τα εξής:

- Η αδυναμία παροχής μεγάλου όγκου πληροφόρησης γεγονός που δημιουργεί προβλήματα αναλογικά με το μέγεθος του έργου.
- Η δύσκολη αναπροσαρμογή σε περίπτωση αλλαγής της χρονικής διάρκειας κάποιας δραστηριότητας.
- Απαίτηση μεγάλου χώρου για την απεικόνιση όλων των δράσεων οπότε και δημιουργία προβλημάτων στη περίπτωση των μεγάλων έργων.
- Αδυναμία απεικόνισης των αλληλοεξαρτήσεων των δραστηριοτήτων.
- Αδυναμία ανάδειξης της κρίσιμης διαδρομής για την ολοκλήρωση του έργου.

Συμπερασματικά προκύπτει πως η τεχνική του διαγράμματος Gantt είναι χρήσιμη και πολύ αποδοτική αλλά για μικρότερα έργα όπου ο αριθμός των εκτελέσιμων δραστηριοτήτων είναι μικρός και αυτές καθίστανται διαχειρίσιμες.



Σχήμα 1.8: Διάγραμμα Gantt

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΕΡΓΟΤΑΞΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

2.1.1 Γενικές Έννοιες

➤ *Η έννοια του έργου*

Ως έργο νοείται κάθε νέα κατασκευή ή επέκταση ή ανακαίνιση ή συντήρηση και η οικονομικά ή αυτοτελής λειτουργία, καθώς και κάθε ερευνητική εργασία που απαιτεί τεχνική γνώση και επέμβαση. Είναι το εγχείρημα κατά το οποίο άνθρωποι και οικονομικοί πόροι, μηχανές και πρώτες ύλες οργανώνονται με πρωτοφανή τρόπο, με σκοπό την εκπόνηση καθορισμένων εργασιών με συγκεκριμένες προδιαγραφές, που ορίζουν ποσοτικούς και ποιοτικούς στόχους, εξαρτώμενες από κοστολογικές και χρονικές μεταβλητές. Σύμφωνα με τον κτιριοδομικό κανονισμό δομικά έργα χαρακτηρίζονται όλες οι κατασκευές που προορίζονται να χρησιμοποιούνται σταθερά συνδεδεμένες με το έδαφος, εδράζονται απευθείας ή διά μέσου άλλων στοιχείων σε αυτό, δεν έχουν δυνατότητα αυτοκίνησης και δεν μπορούν να ρυμουλκθούν με απλό ή άμεσο τρόπο. Ως τεχνικό έργο ορίζεται το προϊόν παραγωγής μιας τεχνικής εταιρίας και ισχύει πως κάθε δομικό έργο είναι και τεχνικό ενώ το αντριστροφο όχι. Τα έργα διακρίνονται σε δημόσια όπου κατασκευάζονται με ευθύνη του δημοσίου και ανήκουν σε αυτό και σε ιδιωτικά όπου ανήκουν σε ιδιώτες.

➤ *Τι είναι το εργοτάξιο;*

Ως εργοτάξιο ορίζεται ο περιφραγμένος χώρος που περικλείει το έργο ή βρίσκεται δίπλα του και εξυπηρετεί την κατασκευή του. Στο χώρο αυτό εκτελούνται οι απαραίτητες εργασίες για την υλοποίηση του έργου και περιλαμβάνονται οι προσωρινές κατασκευές που διευκολύνουν το έργο, π.χ. δρόμοι προσπέλασης, οι εγκαταστάσεις των μηχανημάτων, οι γενικές εγκαταστάσεις π.χ. γραφεία, χώροι απόθεσης υλικών, κ.λ.π.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι εργοταξίων και η επιλογή του αποδοτικότερου για το έργο εξαρτάται από :

- Το είδος του έργου (οικοδομικό, συγκοινωνιακό, κλπ)
- Το μέγεθος του έργου
- Τη θέση του έργου (εντός ή εκτός πόλης, πλησίον της θάλασσας, κλπ)

➤ *Κατηγορίες εργοταξίου*

Τα εργοτάξια διακρίνονται ανάλογα με το είδος του έργου σε δύο μεγάλες κατηγορίες :

- Τα συνηθισμένα εργοτάξια στα οποία ανήκουν έργα όπως οι οικοδομικές κατασκευές, οι δρόμοι, τα λιμενικά έργα, τα έργα ύδρευσης και αποχέτευσης, και τα εγχειρίσματα έργα. Για την κατασκευή τους απαιτείται συνηθισμένος εξοπλισμός και επομένως μικρή οικονομική επένδυση.

- Τα ασυνήθιστα εργοτάξια στα οποία ανήκουν μεγάλα έργα όπως αεροδρόμια, υδροηλεκτρικά έργα και υπόγεια έργα το μετρώ. Για την υλοποίησή τους απαιτούν πρόσθετο εξοπλισμό ειδικά κατασκευασμένο για το έργο και πολύ μεγάλο κόστος κατασκευής το οποίο συνήθως είναι πολλαπλάσιο των συνηθισμένων έργων.
- *Βασικοί ορισμοί στα έργα*

Στη συνέχεια δίνονται ορισμοί, σύμφωνα με τη νομοθεσία, που αφορούν τη μελέτη και την εκτέλεση των έργων :

- **Αρμόδιο πρόσωπο:** Κάθε πρόσωπο υπεύθυνο για την ασφαλή διεξαγωγή, έλεγχο και επιθεώρηση της υπό εκτέλεση εργασίας που κατέχει την απαιτούμενη πείρα και γνώσεις
- **Κύριος του Έργου:** Φυσικό ή Νομικό πρόσωπο, για τον οποίο πραγματοποιείται το Έργο.
- **Εργολάβος:** Φυσικό ή Νομικό πρόσωπο, που συμβάλλεται με τον κύριο του έργου και αναλαμβάνει την εκτέλεση ολοκλήρου του έργου ή τμήματός του
- **Υπεργολάβος :** Φυσικό ή Νομικό πρόσωπο, που συμβάλλεται με εργολάβο ή άλλο υπεργολάβο και αναλαμβάνει την εκτέλεση ολοκλήρου του έργου ή τμήματός του.
- **Μελετητής:** Φυσικό ή Νομικό πρόσωπο, που συμβάλλεται με τον κύριο του έργου ή τον εργολάβο ή τον υπεργολάβο και εκπονεί τη μελέτη ολοκλήρου του έργου ή μέρους του έργου
- **Ανεκτέλεστο Υπόλοιπο Έργων:** Η αξία του υπολειπόμενου προς εκτέλεση τμήματος των υπογεγραμμένων συμβάσεων σε μία δεδομένη χρονική στιγμή.
- **Αυτοχρηματοδότηση:** Η κάλυψη του κόστους κατασκευής ενός έργου από ιδιωτικούς φορείς με ίδιους πόρους και δανειακά κεφάλαια έναντι της παραχώρησης της εκμετάλλευσης του έργου.
- **Συγχρηματοδότηση:** Μέθοδος κατασκευής έργων ανάλογη με της αυτοχρηματοδότησης, στην οποία όμως το κράτος συνεισφέρει ένα μέρος του συνολικού κόστους προκειμένου να καταστεί οικονομικά βιώσιμο το έργο ή να προσαρμοστούν χαμηλότερα τα τιμολόγια χρήσης.
- **Κοινοπραξία:** Είναι η ένωση κατασκευαστικών εταιριών για την εκτέλεση κάποιου έργου με σκοπό τη διεκδίκηση μεγαλύτερων αξιώσεων λόγω της εξειδίκευσης των εταίρων σε κάποια συγκεκριμένα τμήματα ή τεχνικά ζητήματα του έργου και να περιορίσουν τον συνολικό επιχειρηματικό τους κίνδυνο. Η κοινοπραξία αποτελεί ξεχωριστή νομική οντότητα με διάρκεια ζωής τόση όση και η διάρκεια του έργου. Ως συντονιστής του έργου ορίζεται κάποιο από τα μέλη της κοινοπραξίας έναντι πρόσθετης αμοιβής.

➤ *Οργάνωση εργοταξίου*

Ως οργάνωση εργοταξίου νοείται η διαδικασία η οποία καθορίζει:

- Πως θα γίνει η εγκατάσταση στο εργοτάξιο

- Ποιες τεχνικές θα χρησιμοποιηθούν για την περάτωση των εργασιών.
- Τις ανάγκες της κατασκευής και πως αυτές θα καλυφθούν
- Τις οργανικές σχέσεις μεταξύ των εργαζομένων
- Τους απαραίτητους ελέγχους και πως πρέπει να γίνουν

➤ *Τύποι διατάξεων*

Κάθε τύπος έργου απαιτεί τη χρήση διαφορετικών μηχανήματων αλλά και διάταξης εργοταξίου. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου στον ίδιο τύπο μπορούν να εμφανιστούν διαφοροποιήσεις σχετικά με το μέγεθος του έργου και τις συγκεκριμένες συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Ωστόσο η πλειονότητα των έργων (συγκοινωνιακά, οικοδομικά κλπ) ,ανεξάρτητα από το είδος τους, έχουν κοινά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις που εκπληρώνονται από κοινού τύπου διατάξεις. Έτσι και στο χώρο των εργοταξίων υπάρχουν κοινές διατάξεις όπως :

- Διατάξεις διοίκησης και υποστήριξης:

Περιλαμβάνουν τα εργοταξιακά γραφεία με τον εξοπλισμό τους, τους χώρους αποθήκευσης, τα συνεργεία επισκευών κάποιων μηχανημάτων και τις βοηθητικές εγκαταστάσεις, όπως ιατρεία, χώρους εστίασης, ανάπαυσης του προσωπικού κ.α. Οι εγκαταστάσεις αυτές εξυπηρετούν τα άτομα που κατευθύνουν την εκτέλεση και διοικούν το έργο.

- Διατάξεις παραγωγής:

Είναι οι εγκαταστάσεις που αποτελούν τον εκτελεστικό μηχανισμό του έργου και κατηγοριοποιούνται σε σταθερές και κινητές.

- 1) Οι σταθερές διατάξεις παραγωγής λειτουργούν ως βιομηχανικές μονάδες μέσα στο εργοτάξιο και περιλαμβάνουν τα συγκροτήματα παραγωγής (οπως τροφοδοτές υλικών, δεξαμενές, αναμεικτήρες κ.α) τα οποία συναρμολογούνται στην αρχή του έργου και διεκπαιρώνουν τις διάφορες εργασίες ενώ στο τέλος αποσυναρμολογούνται και μεταφέρονται σε άλλο μέρος.
- 2) Οι κινητές διατάξεις περιλαμβάνουν τις ομάδες εργασίας δηλαδή τα συνεργεία που απαρτίζονται από το ανθρώπινο δυναμικό και τον εξοπλισμό τους.

2.1.2 Διάταξη Εργοταξίου

Η διάταξη του εργοταξίου έχει σκοπό την διευκόλυνση της ανάπτυξης των εργασιών σε αυτό. Περιλαμβάνει τα κύρια και βοηθητικά τμήματα του εργοταξίου καθώς και τα συγκροτήματα παραγωγής και επεξεργασίας υλικών. Η εργοταξιακή διάταξη εξαρτάται από πληθώρα μεταβλητών που έχουν σχέση με το μέγεθος του έργου και το χρόνο κατασκευής, την οικονομική δυνατότητα του εργολάβου. Παρόλα αυτά οι σημαντικότεροι παράγοντες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και είναι οι εξής:

- Το είδος του έργου: π.χ. συγκεντρωμένο εργοτάξιο σε οικοδομή, κατανεμημένο κατά μήκος σε έργο οδοποιΐας
- Το μέγεθος του έργου: π.χ. μία μικρή κατασκευή (π.χ.κατοικία) απαιτεί διαφορετική διάταξη σε σχέση με ένα μεγάλο έργο (π.χ. μετρό).

- Η θέση του έργου: π.χ. σε αστικό περιβάλλον ο χώρος είναι περιορισμένος , ενώ μακριά από κατοικημένες περιοχές υπάρχει άνεση χώρου.
- Η φύση του εδάφους: π.χ. αν το έργο βρίσκεται σε περιοχή με ανώμαλο έδαφος τότε είναι καλύτερα να γίνεται αναζήτηση της κοντινότερης ομαλής περιοχής ώστε να διευκολύνεται η μετακίνηση μέσα στο έργο.
- Η ροή της εργασίας: Είναι αναγκαία η εξασφάλιση της δυνατότητας συνεχής κυκλοφορίας υλικών και μηχανημάτων χωρίς προβλήματα καθυστέρησης. Οι εργασίες θα πρέπει να γίνονται ακολουθώντας η μία την άλλη και όχι διακόπτοντας τη ομαλή ροή μεταξύ τους.

Δύο γενικοί κανόνες που αναπτύχθηκαν στη πράξη για τη καλύτερη και αποδοτικότερη διάταξη είναι ότι:

- Τα γραφεία του εργοταξίου είναι προτιμότερο να εδραιώνονται κοντά στην είσοδο για λόγους ασφαλείας, επικοινωνίας με εξωτερικούς παράγοντες (π.χ. να μην χρειάζεται κάποιος που εισέρχεται στο εργοτάξιο για γραφειοκρατικούς λόγους να διανύσει όλο το έργο για να φτάσει στα γραφεία), για να μην εμποδίζονται οι εργασίες των συνεργείων.
- Οι αποθήκες των υλικών να βρίσκονται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο μέρος των εργασιών ώστε να αποφεύγονται τα περιττά δρομολόγια.

2.1.3 Κατηγορίες Εργοταξιακών Διατάξεων

Με γνώμονα την μορφή που μπορούν να έχουν τα εργοτάξια διακρίνονται οι παρακάτω γενικές αλλά βασικές κατηγορίες εργοταξιακών διατάξεων:

1. Εργοτάξια οικοδομικών έργων
2. Εργοτάξια έργων υποδομής
3. Εργοτάξια ενεργειακών και βιομηχανικών έργων

Οι οποίες στη συνέχεια μπορούν να χωριστούν σε ειδικότερες και μικρότερες με βάση τις εργασίες που εκτελούνται

- Εργοτάξια Χωματουργικών Έργων
- Εργοτάξια Έργων Οδοποιίας
- Εργοτάξια Τεχνικών Έργων
- Εργοτάξια Θεμελιώσεων
- Εργοτάξια Κτιριολογικών Κατασκευών
- Εργοτάξια Προκατασκευής
- Εργοτάξια Υπόγειων Έργων

Ανάλυση των γενικών κατηγοριών:

1. Τα εργοτάξια των οικοδομικών έργων: Είναι αυτά που στήνονται για την κατασκευή μικρών ή μεγάλων κτιρίων (π.χ. μονοκατοικία ή ξενοδοχείο αντίστοιχα) και ιδιωτικών (π.χ πολυκατοικία) ή δημοσίων (π.χ. νοσοκομεία). Συνήθως είναι μικρά καθώς κατά κύριο λόγο βρίσκονται σε αστικό περιβάλλον όμως ακόμη και αν δεν ίσχυε αυτή η συνθήκη, για την ανέγερση ενός κτιρίου δεν απαιτείται εκτεταμένο εργοτάξιο. Οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα οικοδομικό εργοτάξιο διακρίνονται σε:

- Χωματουργικές εργασίες
- Εργασίες φέροντος οργανισμού και αρχιτεκτονικές εργασίες
- Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες



Σχήμα 2.1: Μικρό Εργοτάξιο Οικοδομικού Έργου

2. Εργοτάξια έργων υποδομής: είναι εκείνα που στήνονται για τη κατασκευή μεγάλων δημοσίων έργων. Διακρίνονται για τη πολυπλοκότητα, το μεγάλο αριθμό ειδικών που πρέπει να συνεργαστούν, την πληθώρα συμβατικών μηχανημάτων και συνεργείων, σε σπάνιες περιπτώσεις και ειδικών μηχανημάτων μεγάλης αξίας. Παραδείγματα αυτών των έργων είναι οι αυτοκινητόδρομοι, το σιδηροδρομικό δίκτυο, οι γέφυρες, το μετρό, τα λιμενικά έργα, τα φράγματα. Τα εργοτάξια που απαιτούνται για τη δημιουργία αυτών χαρακτηρίζονται ως μεγάλα. Κάποιες βασικές απαιτήσεις είναι η εύκολη πρόσβαση, η κατάλληλη διαμόρφωση (π.χ. χώρος για προετοιμασία των υλικών, χώρος για στέγαση γραφείων), παροχές (ύδρευση, ηλεκτρικό ρεύμα, πρόσβαση στο διαδίκτυο), πρόσθετα έργα υποδομής για την διέλευση των μηχανημάτων, ενδεχομένως προκαταρκτικές εργασίες (π.χ. κατεδάφιση διπλανών κτιριακών εγκαστάσεων). Είναι επίσης συχνό φαινόμενο ο εργολάβος να μην έχει τη δυνατότητα εκτέλεσης όλων των εργασιών που χρειάζονται οπότε προσλαμβάνει υπεργολάβους αναθετοντάς τους μία κατηγορία εργασιών όπως π.χ. σκυροδέτηση, τοποθέτηση οπλισμού, ασφαλτικά, σπασητριβεία. Λόγω του μεγάλου όγκου υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν κρίνεται απαραίτητη και η εύρεση χώρου για την εναπόθεσή τους αλλά και για τη στάθμευση μηχανημάτων και οχημάτων. Αναφέρονται ενδεικτικά κάποια από τα μηχανήματα: μπετονιέρες, αντλίες και δονητές για τις σκυροδετήσεις, γερανοί κινητοί και τηλεσκοπικοί, φορτηγά οχήματα, γεωτρύπανα, ασφαλτικά μηχανήματα (ασφαλτοδιανομείς, οδοστρωτήρες), εκσκαφείς και φορτωτές, ισοπεδωτές, επεξεργαστής απορριμμάτων, μεταφορικές ταινίες, κλιματιστικά, γεννήτριες. Οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα σε εργοτάξια έργων υποδομής είναι ίδιες με αυτές των οικοδομικών έργων ενδέχεται όμως να υπάρχουν και επιπρόσθετες όπως:

- Διάνοιξη σηράγγων

- Συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση προκατασκευασμένων στοιχείων
- Εγχειοβελτιωτικά έργα
- Εκσκαφή μεγάλων ορυγμάτων
- Κατασκευή οδικού δικτύου



Σχήμα 2.2: Κατασκευή του Φράγματος Three Gorges Dam στην Κίνα.

3. Εργοτάξια ενεργειακών και βιομηχανικών έργων: για τη κατασκευή βιομηχανιών και σταθμών παραγωγής ενέργειας. Τα εργοτάξια αυτού του τύπου κατατάσσονται στα μεσαίου μεγέθους και συνδυάζουν τις οικοδομικές και ηλεκτρολογικές εργασίες. Ορισμένες από τις εγκαταστάσεις τους ίσως να απαιτούν την εμπειρία εξειδικευμένων συνεργείων κυρίως για τις ηλεκτρολογικές και μηχανικές εργασίες χωρίς όμως να σημαίνει πως οι οικοδομικές εργασίες είναι απλούστερες καθώς η κατασκευή ενδέχεται να έχει ιδιαίτερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά.



Σχήμα 2.3: Κατασκευή Αντιδραστήρων στην Περιοχή Waynesboro , USA .

Ανάλυση των εργασιών που προαναφέρθηκαν:

- Χωματουργικές εργασίες όπου χρησιμοποιούνται συνηθισμένα μηχανήματα όπως εκσκαφείς και φορτωτές, ισοπεδωτές εδάφους, μεταφορείς των υλικών εκσκαφής και ενίοτε υδραυλικές σφύρες εάν το υπέδαφος περιλαμβάνει σκληρά πετρώματα. Οι εργασίες αυτές είναι εκσκαφή για τοποθέτηση θεμελίων, ισοπέδωση ανομορφιών και διαμόρφωση του εδάφους σύμφωνα με τα σχέδια του έργου.
- Εργασίες φέροντος οργανισμού και αρχιτεκτονικές εργασίες: οι οποίες περιλαμβάνουν ακριβείς μετρήσεις στο χώρο του έργου ώστε να μην υπάρχουν ανομοιομορφίες των φέροντων στοιχείων, τη τοποθέτηση οπλισμού, τη χρήση ικριωμάτων για τη τοποθέτηση των καλουπιών περιμετρικά του οπλισμού, τη πλήρωση των καλουπιών με σκυρόδεμα και η δόνηση του με σκοπό την ομοιογένειά του. Στη συνέχεια εκτελούνται εργασίες για διαμόρφωση της τοιχοποιίας, τοποθέτηση θερμομόνωσης, σοβάτισμα, συμπλήρωση σημείων με γυψοσανίδες κ.λ.π. Συνεπώς τα μηχανήματα που χρειάζονται κατά κύριο λόγο είναι μπετονιέρες (είτε φορηγιά είτε για παρασκευή επι τόπου του σκυροδέματος), γερανοί σταθεροί και κινητοί, μεταφορείς οπλισμού και αδρανών, αντλία και δονητές σκυροδέματος.
- Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες είναι εκείνες κατά τις οποίες τοποθετούνται όλα τα καλώδια για τη παροχή και διανομή ηλεκτρικού ρεύματος, οι αγωγοί για ύδρευση, αποχέτευση και θέρμανση και σταθερός μηχανολογικός εξοπλισμός όπως ανελκυστήρες, αεραγωγοί και ανεμιστήρες. Γίνεται από εξειδικευμένα συνεργεία ηλεκτρολόγων και υδραυλικών και με τη βοήθεια εργαλείων και μικρών μηχανημάτων όπως μικροί ανυψωτές και γερανοί. Η χρήση μεγάλων μηχανημάτων δεν οφείλει τις εργασίες καθώς αυτές επικεντρώνονται κυρίως στις λεπτομέρειες.
- Διανοχή σιδηράγων γίνεται είτε με συμβατικά μέσα είτε με ειδικό μηχάνημα ολομέτωπης κοπής. Με συμβατικά μέσα συνήθως γίνεται σε δύο φάσεις όπου πρώτα εκτελείται η εκσκαφή και η στήριξη του θόλου και έπειτα η εκσκαφή και η υποστήριξη του ανάστροφου τόξου του πυθμένα. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι: εκσκαφείς και φορτωτές, υδραυλικές σφύρες, φορηγιά, μεταφορικές ταινίες, ανεμιστήρες. Το μηχάνημα ολομέτωπης κοπής συνδυάζει μια πληθώρα εργασιών όπως εκσκαφή, μεταφορά αδρανών υλικών, ψύξη των λεπίδων κοπής κ.α.
- Συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση προκατασκευασμένων στοιχείων γίνεται από εξειδικευμένα συνεργεία. Αφορά κυρίως τις μεταλλικές κατασκευές όπου τα στοιχεία φτάνουν στο έργο με μεταφορείς συναρμολογούνται πάνω στη κατασκευή με τη βοήθεια γερανών. Τα προκατασκευασμένα από σκυρόδεμα στοιχεία συνήθως χρησιμοποιούνται σε μεγάλα έργα όπως π.χ. γεφυρές, στάδια.
- Εγγειοβελτιωτικά έργα γίνονται με σκοπό την εξασφάλιση και εξοικονόμηση νερού για την κάλυψη των αρδευτικών απαιτήσεων των καλλιεργειών, την ορθολογική χρήση των εδαφοϋδατικών πόρων, τη διαφύλαξη της ποιότητας των αρδευτικών νερών και την προστασία του εδάφους. Σε αυτά υπάγονται πολλές κατηγορίες όπως τα στραγγιστικά, τα αρδευτικά, αποχετευτικά έργα και το μέγεθός τους ποικίλει από μικρά έργα ως έργα κάλυψης αναγκών μεγάλων εκτάσεων. Τα μηχανήματα οπότε που χρησιμοποιούνται ενδέχεται να είναι μικροί και μεγάλοι εκσκαφείς, διαφόρων μεγέθων φορτωτές, γερανοί, ανυψωτές, φορηγιά, κ.λ.π.
- Εκσκαφή μεγάλων ορυγμάτων είναι εργασίες που εκτελούνται κατά κύριο λόγο σε έργα οδοποιίας για την κατασκευή μεγάλων αυτοκινητοδρόμων όπου δεν κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή υπόγειας σήραγγας αλλά και σε επαρχιακούς δρόμους

ορεινού οδικού δικτύου. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι παρόμοια με αυτά των χωματουργικών εργασιών.

- Κατασκευή οδικού δικτύου. Η διαδικασία κατασκευής οδικών δικτύων απαρτίζεται κυριώς από χωματουργικές εργασίες, και τα μηχανήματα που αυτές περιλαμβάνουν τα οποία ονοματίστηκαν πιο πάνω, εφόσον στην ουσία είναι η εξομάλυνση του φυσικού εδάφους με σκοπό τη δημιουργία μιας βαθιάς διαδρομής από ανθρώπους ή οχήματα. Επιπλέον χρησιμοποιούνται δομικές μηχανές διάστρωσης ασφαλτομίγματος όπως και πρέσες και μεταφορείς σκυροδέματος για την κατασκευή στηθαίων σε ορύγματα και επιχώματα.

2.1.4 Παραδείγματα Διατάξεων

- Εργοτάξιο οικοδομικού έργου

Το μέγεθός του μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του έργου. Συνήθως οι εγκαταστάσεις τοποθετούνται περιμετρικά του έργου



Σχήμα 2.4: Εργοτάξιο για την Κατασκευή του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος



Σχήμα 2.5: Οικοδομικό Εργοτάξιο στη Σιγκαπούρη

- Εργοτάξιο έργου οδοποιίας

Πρόκειται για εργοτάξιο με επιμήκη μορφή καθώς επιδιώκεται να εκτείνεται καθ' όλη τη έκταση του έργου.



Σχήμα 2.6: Κατασκευή Οδικού Δικτύου με Διάνοιξη Σηράγγων

- Εργοτάξιο λιμενικού έργου

Ως λιμάνι δε θεωρείται μόνο η ακτογραμμή που προσεγγίζουν τα πλοία αλλά η συνολική έκταση που περιλαμβάνει όλες τις εργασίες και λειτουργίες που γίνονται κατά τη λειτουργία του. Οι περισσότερες εγκαταστάσεις παραγωγής τοποθετούνται κοντά στην

ακτογραμμή όμως υπάρχουν και άλλες σε μεγαλύτερη απόσταση ώστε να καλύψουν όλη την επιφάνειά του.



Σχήμα 2.7: Εργοτάξιο Κατασκευής Λιμανιού

- Εργοτάξιο κατασκευής σταθμού μετρό

Η κύρια δυσκολία που αντιμετωπίζεται σε εργοτάξιο του μετρό είναι η έλλειψη χώρου καθώς βρίσκεται σε αστικό κύκλο. Ο περιορισμένος χώρος απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στη μελέτη για την τοποθέτηση των εγκαταστάσεων. Ειδικά όταν το όρυγμα του σταθμού είναι ολόκληρο ανοιχτό ο διαθέσιμος χώρος γύρω από το έργο περιορίζεται επιπλέον. Επίσης τη κατάσταση δυσχαιρένουν εργασίες όπως κατεδάφιση κτιρίων, κατάληψη δρόμων και μετατόπιση δικτύων κοινής ωφέλειας.



Σχήμα 2.8: Εργοταξιο του Σταθμού Δημοτικό Θέατρο στην Αθήνα.



Σχήμα 2.9: Αντηρίδες στο Εργοτάξιο Σταθμός Πειραιά στην Αθήνα.

2.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

Παρακάτω αναφέρονται κάποια χαρακτηριστικά από βασικές κατηγορίες εγκαταστάσεων που αποτελούν το εργοτάξιο.

2.2.1 Αποθηκευτικοί Χώροι και Υλικά

Τα δομικά υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο έργο αποθηκεύονται σε αποθηκευτικούς χώρους, ανοιχτούς ή κλειστούς, υπαίθριους ή στεγασμένους, ανάλογα με την ευαισθησία των υλικών στις καιρικές συνθήκες και τη συνολική τους αξία, αφού τα ακριβά υλικά μπορούν να γίνουν αντικείμενα κλοπής. Αν υπάρχουν επικίνδυνα υλικά όπως καύσιμα ή εκρηκτικά τότε οι αποθήκες πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές ασφαλείας σχετικά με τη κατασκευή τους και τα μέτρα αντιμετώπισης ενός πιθανού ατυχήματος. Είναι απαραίτητη η τοποθέτηση πυροσβεστήρων, η κατασκευή αναχωμάτων περιμετρικά της αποθήκης υλικών και η διατήρηση ασφαλούς απόστασης από άλλες εγκαταστάσεις. Το μέγεθος των αποθηκών καθορίζεται από τη ποσότητα και το είδος των υλικών. Κύριο παράγοντας για τον υπολογισμό του κατάλληλου όγκου της αποθήκης αποτελεί η ημερήσια κατανάλωση. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν ότι οι εργασίες δε συμβαίνουν όλες παράλληλα αλλά με χρονική ακολουθία οπότε ο χώρος που είχε χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση υλικών μιας εργασίας μπορεί να καταληφθεί από τα υλικά της επόμενης.

Στο εργοτάξιο μεταφέρεται και επεργάζεται μια μεγάλη ποσότητα δομικών υλικών τα οποία μπορούν να χωριστούν σε διάφορες κατηγορίες όπως:

- Υλικά που τροποποιούνται σύμφωνα με μια συγκεκριμένη τεχνική διαδικασία ώστε να αποκτήσουν την επιθυμητή μορφή και ιδιότητα όπως για παράδειγμα το τσιμέντο κατόπιν μιας χημικής ανάμιξης αποδίδει το σκυρόδεμα.

- Υλικά που ενσωματώνονται στη κατασκευή για την εξασφάλιση συγκεκριμένων λειτουργιών όπως φωτισμός, αερισμός κ.λ.π ή τη βελτίωση της εμφάνισης.
- Υλικά που χρησιμοποιούνται προσωρινά στη κατασκευή και στη συνέχεια αφαιρούνται και δεν υπάρχουν στη κανονική λειτουργία της κατασκευής. Παραδείγματα αυτών είναι οι ξυλότυποι, προσωρινές δεξαμενές, προσωρινές παροχές νερού και ρεύματος, υλικά οδικού δικτύου που εξυπηρετεί αποκλειστικά το εργοτάξιο.
- Υλικά που συντελούν στην αναγκαία κίνηση μηχανημάτων ή οχημάτων του εργοταξίου όπως καύσιμα, ορυκτέλαια, κ.λ.π
- Υλικά που υποστηρίζουν τη λειτουργία του εργοταξίου δηλαδή τα αναλώσιμα μικρούλικά.

2.2.2 Γραφεία Διοίκησης

Η σωστή διοίκηση του εργοταξίου καθίσταται μία από τις βασικότερες μεταβλητές προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν αστοχίες και λάθη κατά τη λειτουργία του αλλά και οι εργασίες να πραγματοποιηθούν στα πλαίσια του χρονοδιαγράμματος. Γίνεται λοιπόν εύκολα αντιληπτό πως για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός πρέπει οι εργασίες να παρακολουθούνται συνεχώς από τους υπεύθυνους για τη διοίκηση. Επομένως και οι εγκαταστάσεις με τα γραφεία τους, όπου οι ίδιοι θα έχουν την άνεση και το κατάλληλο περιβάλλον για εργασία, θα βρίσκονται εντός ή κοντά στο χώρο του εργοταξίου. Οι χώροι που δημιουργούνται συνήθως είναι:

- Το γραφείο εργοταξιάρχη ή διευθυντή έργου
- Το γραφείο διοικητικού προϊσταμένου (project manager) του έργου
- Το γραφείο της γραμματείας και του προσωπικού υποστήριξης του έργου
- Το γραφείο μηχανικών, εργοδηγών, σχεδιαστών κλπ.
- Το γραφείο των υπολοίπων διοικητικών υπηρεσιών (λογιστήριο, προμηθειών, μισθοδοσίας υπαλλήλων κλπ.)
- Ο χώρος για τους επιβλέποντες μηχανικούς του έργου

Στα εργοτάξια που βρίσκονται εντός πόλης ή μίας πυκνοκατοικημένης περιοχής που συνήθως στερούνται την άνεση χώρου κάποια από τα γραφεία αυτά μπορούν να είναι συγκεντρωμένα σε άλλο κτίριο παραχωρώντας τη θέση τους στα μόνο απολύτως απαραίτητα.

2.2.3 Δίκτυα Παροχών

Η εγκατάσταση και στη συνέχεια η λειτουργία ενός εργοταξίου προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιων παροχών από διάφορα δίκτυα. Η ύπαρξη ή μη των δικτύων αυτών επηρεάζει καθοριστικά την επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης του εργοταξίου. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

1. Η ύδρευση
2. Το ηλεκτρικό ρεύμα
3. Οι τηλεπικοινωνίες- Σύνδεση σε διαδίκτυο

Σε περίπτωση που το εργοτάξιο σχεδιάζεται να τοποθετηθεί εντός αστικού κύκλου ή γενικώς σε χώρο όπου προϋπάρχουν δίκτυα προγραμματίζεται η μετατόπιση τους έξω από

τη περιφραγμένη περιοχή του. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται πρώτον για τη διευκόλυνση των εργασιών π.χ. ανασκαφών μέσα στο εργοτάξιο και δεύτερον για τη προστασία των ίδιων των δικτύων από βλάβες που μπορούν να προκληθούν λόγω της λειτουργίας των μηχανημάτων π.χ. πρόσκρουση μηχανήματος σε πυλώνα μεταφοράς ρεύματος ή καταστροφή υπόγειου αγωγού εξαιτίας του βάρους των μηχανημάτων. Μια πιθανή βλάβη φέρει το κόστος των υλικών ζημιών και τη δυσφορία των κατοίκων της περιοχής για το λόγο αυτό είναι αναγκαία η παράκαμψη όλων των δικτύων.

1. Ύδρευση

Το νερό αποτελεί βασικό στοιχείο για τη λειτουργία του εργοταξίου. Χρησιμοποιείται στην καθαριότητα και υγιεινή, την πώση της θερμοκρασίας στο περιφραγμένο χώρο σε καλοκαιρινές περιόδους, στη κατάβρεξη του εδάφους με σκοπό να μην αιωρούνται σωματίδια σκόνης στη περιοχή, στη παρασκευή σκυροδέματος. Η παροχή ύδρευσης πραγματοποιείται με σύνδεση στο υπάρχον δίκτυο της περιοχής. Εάν η τοποθεσία του εργοταξίου βρίσκεται σε απομακρυσμένη από δίκτυα περιοχή υπάρχουν οι λύσεις αποθήκευσης νερού σε δεξαμενές ή κατασκευή γεώτρησης οι οποίες όμως αυξάνουν το κόστος. Υπάρχει και η λύση της σύνδεσης στο πιο κοντινό υφιστάμενο δίκτυο με την κατασκευή επιπλέον αγωγών. Συνήθως επιλέγεται εκείνη με το μικρότερο κόστος.

2. Ηλεκτρικό ρεύμα

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι απαραίτητη οπουδήποτε τελούνται εργασίες. Σε ένα εργοτάξιο χρησιμοποιείται για τον φωτισμό λειτουργίας ή ασφάλειας, σε φωτισμό για εργασίες που τελούνται κατά τις νυχτερινές ώρες, για λειτουργία ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων, αντλιών, ασφάλειας, συναγερμου κ.λ.π και παρέχεται με δύο τρόπους.

Είτε με σύνδεση του εργοταξίου στο υφιστάμενο δίκτυο, είτε με παραγωγή ρεύματος μέσα στο εργοτάξιο με γεννήτριες. Η χρήση γεννήτριας συνίσταται όταν:

- Το εργοτάξιο βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από δημόσιο δίκτυο και η σύνδεση σε αυτό είναι ασύμφορη.
- Υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η παραγωγή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσα στο εργοτάξιο κοστίζει λιγότερο από την παροχή μέσω δημόσιου δικτύου.

Ακόμα και όταν υπάρχει σύνδεση με το ήδη υπάρχον δίκτυο χρησιμοποιούνται εφεδρικές γεννήτριες για τη περίπτωση ξαφνικής διακοπής της παροχής.

3. Τηλεπικοινωνίες-Διαδίκτυο

Η διαρκής σύνδεση στο διαδίκτυο και γενικώς η δυνατότητα τηλεφωνικής επικοινωνίας είναι αναγκαίες. Το εργοτάξιο πρέπει να βρίσκεται συνεχώς σε επικοινωνία με τη διοίκηση για την καλύτερη επίβλεψη των εργασιών αλλά και τυχόν αλλαγών των σχεδίων, την ανταλλαγή εγγράφων, την αποστολή δελτίων, την υπογραφή συμφωνιών, τους προμηθευτές και διάφορες υπηρεσίες (εξωτερική επικοινωνία). Με την χρήση της ενδοεπικοινωνίας το εργατικό προσωπικό συνεργάζεται αποδοτικότερα και αποφεύγονται οι άσκοπες μετακινήσεις (εσωτερική επικοινωνία). Επίσης ένα εργοτάξιο είναι χώρος που οι πιθανότητες πρόκλησης ενός ατυχήματος είναι υψηλές. Η επικοινωνία μεταξύ του προσωπικού ενδεχομένως να έχει ως αποτέλεσμα την έγκυρη αντιμετώπιση ενός προβλήματος και αποτροπή δυσμενών καταστάσεων. Η σύνδεση σε δίκτυα τηλεπικοινωνιών επιτυγχάνεται ως εξής:

- Σύνδεση με το υπάρχων τηλεφωνικό δίκτυο της περιοχής
- Χρήση κινητής τηλεφωνίας
- Χρήση μεγαφώνων για γενικές οδηγίες ή έκτακτες ανακοινώσεις από το συντονιστή του έργου.

2.2.4 Οδικό Δίκτυο Εργοταξίου

Βασική θεωρείται και η δημιουργία ενός οδικού δικτύου όπου θα διακρίνεται σε εσωτερικό και εξωτερικό:

1. Το εξωτερικό δημιουργείται για να ικανοποιεί τις μεταφορές υλικών από και προς το χώρο του εργοταξίου ενώνει δηλαδή το δημόσιο δίκτυο με το έργο. Ακόμη διαμορφώνεται με κατάλληλη σήμανση και γεωμετρικά χαρακτηριστικά οδού ώστε να εξυπηρετούνται και τα μεγάλα οχήματα (φορτηγά, γερανοί , μπετονιέρες).
2. Το εσωτερικό δίκτυο δημιουργείται όπου ο χώρος του εργοταξίου το επιτρέπει και διευκολύνει τις μεταφορές εντός του έργου και πρέπει να ικανοποιεί τις εξής αρχές:
 - Υπαρξη ελάχιστων απαραίτητων αποστάσεων ασφαλείας από μηχανήματα, ικριώματα κλπ.
 - Εάν υπάρχει επαρκής χώρος για δύο ρεύματα κυκλοφορίας πρέπει να υπάρχει σαφής διαχωρισμός ενώ αν όχι είναι ασφαλέστερο η κυκλοφορία να γίνεται προς μία μόνο κατεύθυνση, ώστε να μειώνονται οι κίνδυνοι ατυχημάτων
 - Οι ακτίνες καμπυλότητας να είναι προσαρμοσμένες στις διαστάσεις των οχημάτων που πρόκειται να κυκλοφορήσουν
 - Οι κατά μήκος κλίσεις του οδικού δικτύου να μην υπερβαίνουν το 10% ενώ για ειδικές περιπτώσεις (ορεινά εργοτάξια) το 15%
 - Η διαμόρφωση του εδάφους να είναι κατάλληλη ώστε τα οχήματα μεταφορών να προσεγγίζουν εύκολα στις θέσεις εκφόρτωσης.



Σχήμα 2.10: Οδικό Δίκτυο εντός του Εργοταξίου του Γηπέδου Αγία Σοφία (Με Κόκκινη Διαγράμμιση)

2.2.5 Εγκαταστάσεις Παραγωγής

Σε ένα εργοτάξιο ανάλογα με το μέγεθος και τη λειτουργία χρησιμοποιείται πληθώρα μηχανημάτων τα οποία είναι είτε μεμονωμένα και αυτοτελώς εργαζόμενα είτε συγκροτήματα μηχανημάτων όπου απαιτείται η συνεργασία τους προκειμένου να φτάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Το σύνολο των μηχανημάτων αποτελεί τις εγκαταστάσεις παραγωγής. Μπορεί να γίνει ο διαχωρισμός τους σε δύο ομάδες με βάση τη μετακίνησή τους στον εργοταξιακό χώρο. Διακρίνονται λοιπόν σε:

- Κινητά μηχανήματα: Όπως αναφέρει η διάκρισή τους είναι αυτά που μπορούν να μετακινηθούν εντός του εργοταξίου αυτοκινούμενα ή τοποθετημένα σε πλατφόρμα.
- Σταθερά εγκατεστημένα μηχανήματα: Ονομάζονται τα μηχανήματα που λειτουργούν μόνιμα σε σταθερή θέση ή σε τροχιές (γερανοί) και για να μετακινηθούν θα πρέπει πρώτα να αποσυναρμολογηθούν.

1. Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος

Το σκυρόδεμα είναι το υλικό που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στις κατασκευές σε μεγάλες ποσότητες. Για τη διατήρηση της ποιότητάς του πρέπει να χρησιμοποιείται στο έργο σε μικρό χρονικό διάστημα από τη στιγμή της παραγωγής του. Ακόμη το ειδικό βάρος του είναι μεγάλο ($2400\text{kg}/\text{m}^3$) γεγονός που δυσχαιρένει τη μεταφορά του. Συνεπώς η μονάδα παραγωγής του πρέπει να βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το έργο. Ένα παράδειγμα μιας μονάδας παραγωγής σκυροδέματος φαίνεται στη παρακάτω εικόνα:



Σχήμα 2.11: Μονάδα Παραγωγής Σκυροδέματος

2. Λατομείο

Η χρήση αδρανών υλικών είναι βασική προϋπόθεση για κάθε δομικό έργο. Η προμήθεια τους γίνεται είτε από το ελεύθερο εμπόριο είτε, αν υπάρχει ανάγκη μεγάλης ποσότητας, από μονάδες που έχει εγκαταστήσει η τεχνική εταιρία κοντά στο έργο. Η

απόφαση εγκατάστασης ή όχι του λατομείου έρχεται έπειτα από οικομοτεχνική μελέτη η οποία εξαρτάται από παράγοντες όπως το κόστος παραγωγής των αδρανών, το κόστος μεταφοράς, η απόσταση από το έργο, τη ποιότητα αδρανών, κ.λ.π. Γενικά το μέγεθος του εργοταξιακού λατομείου εξαρτάται από την απαίτηση σε αδρανή υλικά και περιλαμβάνει σπαστήρες, κόσκινα καθώς και κινητά μηχανήματα για την εξόρυξη των πετρωμάτων. Στο σχήμα απεικονίζεται μια μονάδα παραγωγής αδρανών υλικών:



Σχήμα 2.12: Μονάδα Λατομείου Εργοταξίου

3. Μηχανήματα επεξεργασίας δομικού σιδήρου

Μια μονάδα κοπής και επεξεργασίας του σιδηρού οπλισμού τοποθετείται στη περίπτωση που το κόστος προμήθειας από το εμπόριο είναι υψηλό ή αν δεν υπάρχει κοντά στη περιοχή του εργοταξίου εξειδικευμένο συνεργείο ικανό να ανταποκριθεί στις ανάγκες του έργου.



Σχήμα 2.13: Μηχάνημα «Κουρμπαδόρος» σε Εργοτάξιο

4. Συγκρότημα παραγωγής ασφαλτοσκυροδέματος

Σε μεγάλα έργα οδοποιίας εφόσον οι ανάγκες ασφαλτοσκυροδέματος είναι υψηλές υπάρχει περίπτωση να κριθεί αντιοικονομική η προμήθευση του από το εμπόριο. Το πρόβλημα διογκώνεται όταν δεν υπάρχει καμία μονάδα παραγωγής κοντά στο έργο και οι αποστάσεις που πρέπει να διανυθούν για τη μεταφορά του ασφαλτοσκυροδέματος είναι μεγάλες. Η περίπτωση αυτή παρατηρείται κυρίως σε απομακρυνσμένες περιοχές όπως νησιά και ορεινά μέρη. Τότε κρίνεται ως καλύτερη λύση η εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής σκυροδέματος κοντά στο έργο.



Σχήμα 2.14: Μονάδα παραγωγής ασφαλτοσκυροδέματος

5. Ξυλουργείο

Πολλά έργα περιλαμβάνουν ξύλινες κατασκευές όπως ξυλότυπους, κριώματα, ειδικά αρχιτεκτονικά συμπληρώματα κ.λ.π. Για να ικανοποιηθεί αυτή η ανάγκη και να κατεργαστεί το ξύλο εγκαθίσταται στο εργοτάξιο ξυλουργείο όπου θα παρέχει στο έργο κατασκευές με τις διάφορες γεωμετρίες που απαιτούνται. Λόγω της μείωσης χρήσης του ξύλου στα έργα τα τελευταία χρόνια (οι ξυλότυποι και τα ξύλινα κριώματα αντικαθίστανται με μεταλλότυπους και μεταλλικά κριώματα) περιορίζεται η κατασκευή ξυλουργείων στα εργοτάξια.

2.2.6 Εργαστήρια Ποιοτικού Ελέγχου

Για οποιοδήποτε υλικό εισέρχεται στο εργοτάξιο και πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο έργο είναι αναγκαίο να λαμβάνονται ένα ή περισσότερα τυχαία δείγματα και έπειτα να ελέγχονται. Ο απαιτούμενος έλεγχος των υλικών γίνεται στα εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου. Οι δυνατότητες ελέγχου των δοκιμών καθορίζονται ανάλογα με το μέγεθος του εργοταξίου:

- Στα πολύ μεγάλα εργοτάξια, στα εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου μπορούν να εξετασθούν δοκίμια από υλικά όπως σκυρόδεμα, ασφαλτικά υλικά, εδαφικά υλικά, αδρανή, δομικός χάλυβας.

- Σε εργοτάξια μεσαίου μεγέθους τα εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου εξετάζουν κυρίως σκυρόδεμα και αδρανή υλικά
- Σε μικρά εργοτάξια τα δοκίμια προσκομίζονται σε εξωτερικά εργαστήρια

2.3 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

2.3.1 Ασφάλεια στο Εργοτάξιο

- Πυροπροστασία: Λόγω της λειτουργίας πολλών μηχανημάτων που αναπτύσσουν μεγάλη θερμοκρασία, της χρήσης εργαλείων για συγκόλληση ή αποκόλληση ή και κάποιας πιθανής σύγκρουσης η φωτιά αποτελεί μία από τις κυριότερες αιτίες καταστροφών στο εργοτάξιο. Επομένως, η ύπαρξη της προβλεπόμενης ποσότητας πυροσβεστήρων ή η διαμόρφωση δικτύου που θα παροχετεύει νερό υπό πίεση σε πυροσβεστικούς σταθμούς είναι βασικά προαπαιτούμενα σε ένα κατασκευαστικό έργο.
- Ιατρικές υπηρεσίες: Ο χώρος του εργοταξίου κρύβει πολλούς κινδύνους και μεγάλες πιθανότητες δημιουργίας ατυχήματος επομένως η ύπαρξη κυτίου πρώτων βοηθειών και ιατρού ή νοσοκόμου κρίνεται αναγκαία. Όσο πιο απομακρυνσμένο είναι το εργοτάξιο από αστικό ιστό η νοσοκομείο τόσο σημαντικότερη είναι η ύπαρξη ενός καλά εξοπλισμένου ιατρείου.
- Εξοπλισμός ασφαλείας: Ο βασικός εξοπλισμός για τη προστασία των εργαζομένων είναι τα ειδικά παπούτσια, σκληρά κράνη, γάντια και γυαλιά εργασίας και κρίνεται απαραίτητο να υπάρχουν σε κάθε εργοτάξιο αλλά και να χρησιμοποιούνται σωστά.



Σχήμα 2.15: Εξοπλισμός Ασφαλείας

2.3.2 Εύκολη Πρόσβαση στο Εργοτάξιο

Με την εξασφάλιση της εύκολης πρόσβασης στο εργοτάξιο ελαττώνεται ο χρόνος μετακίνησης, αποφεύγονται περιττές μετακινήσεις και τα έξοδα που αυτές επιφέρουν, μειώνεται η πιθανότητα ατυχήματος και δεν υπάρχει δυσκολία και δυσανασχέτηση από τη πλευρά των οδηγών. Σε εργοτάξια μακριά από οδικό δίκτυο απαιτείται δημιουργία δρόμων όπου θα το συνδέουν με την πλησιέστερη κύρια οδό, ενώ εντός του εργοταξίου απαιτείται η κατασκευή εσωτερικού οδικού δικτύου που θα επιτρέπει τη ροή των εργασιών. Σημαντική είναι επίσης η αναζήτηση ελεύθερου χώρου για τη στάθμευση των οχημάτων του προσωπικού.

2.3.3 Ενημερωτικές Πινακίδες

Σε κάθε εργοτάξιο πρέπει να υπάρχουν τα εξής:

- Χάρτης εργοταξίου: Πρέπει να απωτυπώνει με ακρίβεια τα σημεία του έργου και να βρίσκεται εκτεθειμένος σε χώρους όπου διέρχεται συνεχώς το προσωπικό όπως διαδρόμους, γραφεία και στην κύρια είσοδο του εργοταξίου. Είναι σημαντικό ο εργοταξιάρχης να έχει καλή γνώση αυτού για την καλύτερη επίβλεψη. Ακόμη πρέπει να υπάρχει ενημέρωση του χάρτη για τυχόν αλλαγές στο χώρο του εργοταξίου.



Σχήμα 2.16: Χάρτης Εργοταξίου

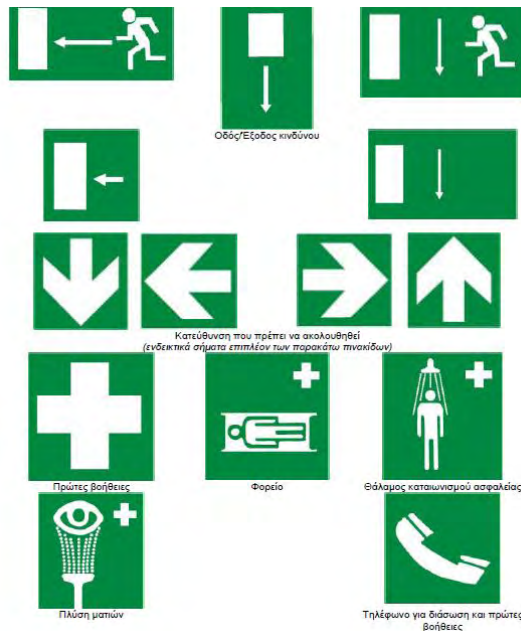
- Πινακίδες σήμανσης: Τοποθετούνται με σκοπό την προειδοποίηση, την υπενθύμιση των υποχρεώσεων στο προσωπικό του εργοταξίου, την απαγόρευση κάποιων ενεργειών, την επισήμανση των κινδύνων. Για την καλύτερη κατανόηση τους από τους εργαζόμενους, διαθέτουν διαφορετικά χρώματα όπου το καθένα υποδηλώνει διαφορετική κατάσταση:

1. Με κόκκινο η απαγόρευση, τα επικίνδυνα σημεία, τα δοχεία με εκρηκτικές ουσίες και οι κίνδυνοι από εμπόδια.



Σχήμα 2.17: Σήματα Απαγόρευσης

2. Με πράσινο οι έξοδοι διαφυγής σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης και διάσωσης ή βοήθειας



Σχήμα 2.18: Σήματα Έκτακτης Ανάγκης

3. Με μπλε η προειδοποίηση



Σχήμα 2.19: Σήματα Υποχρέωσης

4. Με κίτρινο η υποχρέωση



Σχήμα 2.20: Σήματα Προειδοποίησης

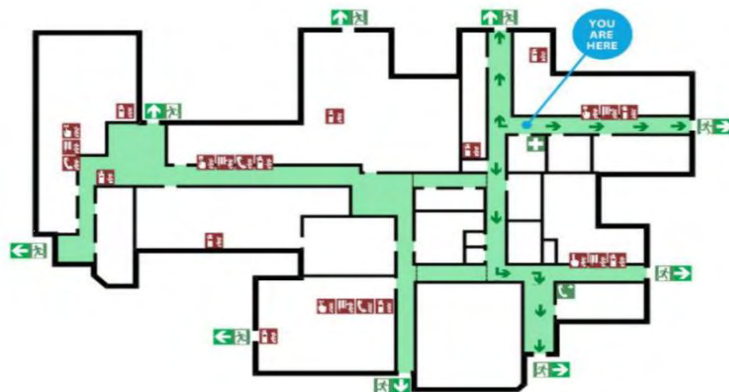
Η συχνότερες σε ένα εργοτάξιο είναι οι :



Σχήμα 2.21: Συχνότερα Σήματα στην Είσοδο Εργοταξίου

Και βρίσκονται πάντα στην είσοδο του εργοταξίου όπως φαίνεται στο πάνω μέρος του σχήματος 2.21.

- Έκθεση πολιτικής περί των σχέσεων μεταξύ προσωπικού και κανόνων ασφαλείας: η διαμόρφωση αυτής έχει σκοπό το περιορισμό των διαφωνιών μεταξύ εργατικού και διοικητικού προσωπικού.
- Ρυθμιστικές πινακίδες κίνησης: Σε έργα όπου μεταβαίνει μεγάλος αριθμός οχημάτων, αποτελούν σημαντική βοήθεια στη ρύθμιση της κυκλοφορίας στο εργοτάξιο και στην αποφυγή ατυχημάτων
- Διαδρομές έκτακτης ανάγκης και σήμανση για υπόγειες εργασίες: έχουν ιδιαιτερότητες όσον αφορά τα μέτρα ασφαλείας. Σε υπόγεια έργα οι διαδρομές διαφυγής είναι ελάχιστες οπότε καθίσταται σημαντικό να υπάρχουν έξοδοι σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης όπου με χρήση φωτεινού ή μη σηματοδότη να υποδεικνύεται στο προσωπικό η ταχύτερη και ασφαλέστερη διαδρομή.



Σχήμα 2.22: Χάρτης Εκκένωσης Έργου σε Περίπτωση Πυρκαγιάς.



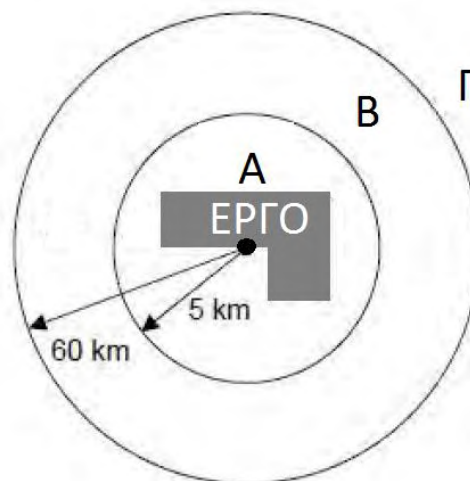
Σχήμα 2.23: Ενδειξη Εξόδου Διαφυγής σε Έκτακτη Ανάγκη.

2.3.4 Ασφάλεια από Εξωτερικούς Παράγοντες

Το εργοτάξιο πρέπει να παραμείνει περιφραγμένο απ την αρχή της λειτουργίας του μέχρι το τέλος για λόγους διαφύλαξης του εξοπλισμού, του προσωπικού, των γραφείων και γενικώς του έργου απο εξωτερικούς παράγοντες. Για αποτελεσματική φύλαξη κάθε εργοτάξιο επιβάλλεται να διαθέτει φύλακα όλο το εικοσιτετράωρο και θάλαμο στην είσοδο για την παραμονή του. Ο φύλακας είναι υποχρεωμένος να ελέγχει και να καταγράφει την είσοδο οποιουδήποτε προσώπου εισέρχεται στον περιφραγμένο χώρο. Επίσης κρίνεται απαραίτητος ο επαρκής φωτισμός σημείων ,είτε όπου διεξάγονται εργασίες είτε υπάρχει εξοπλισμός καίριας σημασίας για το εργοτάξιο, ακόμη και βραδινές ώρες.

2.3.5 Διαμονή Προσωπικού

Σε μεγάλα κατασκευαστικά έργα είναι αναγκαία η παροχή διαμονής στο προσωπικο κοντά ή δίπλα στο εργοτάξιο. Με αυτό το τρόπο οι εργαζόμενοι δε σπαταλούν ενέργεια και χρόνο στη καθημερινη μεταφορά τους από και προς το εργοτάξιο, δένονται περισσότερο ως ομάδα και αυξάνονται οι πιθανότητες το έργο να τελειώσει γρηγορότερα με λιγότερα προβλήματα. Η εταιρίες είτε παρέχουν δικά τους διαμερίσματα είτε νοικιάζουν ήδη υπάρχοντα αν το εργοταξιο βρίσκεται σε πόλη για τους εργαζόμενους



Σχήμα 2.24: Ακτινική Απόσταση από το Έργο

Για τους εργαζόμενους που βρίσκονται στη περιοχή Α, σε απόσταση μικρότερη των 5 χιλιομέτρων από το έργο θεωρείται πως δεν υπάρχει ανάγκη παραχώρησης κατοικίας ή μετακίνησης από και προς το εργοτάξιο. Για εκείνους που βρίσκονται στην περιοχή Β μεταξύ 5 και 60 χιλιομέτρων από το έργο θεωρείται απαραίτητη η εξασφάλιση της μεταφοράς από και προς το εργοτάξιο. Τέλος, στους εργαζόμενους που βρίσκονται εκτός της ζώνης των 60 χιλιομέτρων στη περιοχή Γ κρίνεται αναγκαία η παροχή καταλύματος.

2.3.6 Γραφεία και Διοικητικές Εγκαταστάσεις

Τα γραφεία συνήθως είναι τα πρώτα που τοποθετούνται σε ένα εργοτάξιο και από τα τελευταία που απομακρύνονται καθώς σε αυτά βρίσκονται τα σχέδια, σημαντικά στοιχεία και αποτελούν το χώρο εργασίας των μηχανικών που παρακολουθούν το έργο. Θα πρέπει να είναι σε κοντινές μεταξύ τους αποστάσεις και κοντά ή εντός της περιοχής του εργοταξίου. Εάν το εργοτάξιο βρίσκεται σε πόλη τότε για λόγους εξοικονόμησης χώρου υπάρχει η λύση ενοικίασης δωματίων σε γύρω κτίρια για τη τοποθέτησή τους. Τα γραφεία μπορεί να περιλαμβάνουν γραφεία εργασίας, γραφείο γενικού εργολάβου, γραφείο υπεργολάβων και γραφεία συμβούλων του έργου.



Σχήμα 2.25: Γραφεία Εργοταξίου Σταθμός Πειραιά

2.3.7 Παροχή Νερού και Υγιεινή

Είναι αναγκαίες οι εγκαταστάσεις υγιεινής και η παροχή πόσιμου νερού για χρήση από το ανθρώπινο δυναμικό του εργοταξίου. Ακόμη η σταθερή παροχή νερού είναι σημαντική για λόγους πυρόσβεσης και καθαρισμό ή ψύξη των μηχανημάτων.

2.3.8 Διακίνηση Υλικών

Η διακίνηση υλικών στο εργοτάξιο αποτελεί μία εκ των κυριότερων διαδικασιών. Για το λόγο αυτό σε ένα μεγάλο εργοτάξιο απαιτείται η χρήση κατάλληλου εξοπλισμού και ο κατάλληλος προγραμματισμός για τον περιορισμό περιττών μετακινήσεων. Σε μικρό εργοτάξιο με περιορισμένο χώρο κύρια ανησυχία πρέπει να είναι η τοποθέτηση των μηχανημάτων διακίνησης υλικών κατα τρόπο τέτοιο ώστε η εργασία του ενός να μην εμποδίζει το άλλο.

2.3.9 Αποθήκευση και Καθαρισμός Εργοταξίου

Κατά τη φάση μελέτης του εργοταξίου πρέπει να ευρεθεί και να σχεδιαστεί αποθηκευτικός χώρος υλικών. Ο σωστός σχεδιασμός και η τοποθέτησή του σε κατάλληλη θέση στο εργοτάξιο οδηγεί στην αποφυγή πολλαπλών διαδρομών και περιττών κινήσεων στο εργοτάξιο. Επιβάλλεται να καθαρίζεται και να χρησιμοποιείται προσεκτικά σε όλη τη διάρκεια του έργου ώστε συσσωρευμένα άχρηστα ή χρησιμοποιημένα υλικά να μην εμποδίζουν τις εργασίες. Η ανάγκη του καθαρισμού και γενικώς της τακτοποίησης του χώρου αυξάνεται όταν η αξία των αποθηκευμένων υλικών είναι μεγάλη. Μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι από ένας τέτοιοι χώροι ώστε να μειώνονται οι μετακινήσεις. Διαχωρίζονται σε:

- Αποθήκες υλικών: Στους στεγασμένους χώρους αποθηκεύονται υλικά όπως εργαλεία, κινητά μηχανήματα, τοπογραφικά όργανα, βοηθητικά υλικά και μικροϋλικά, αναλώσιμα υλικά και ανταλλακτικά. Στους υπαίθριους χώρους φυλάσσονται συνήθως δομικά υλικά που δεν επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες και δεν αποτελούν αντικείμενο κλοπής λόγω της αξίας τους ή του βάρους τους. Τα υλικά αυτά είναι τούβλα, τσιμεντόλιθοι, σωλήνες σκυροδέματος κ.λ.π
- Χώροι προσωρινής παραμονής υλικών: Αποθηκεύονται υλικά που χρησιμοποιούνται συνεχώς για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα σε κάποια εργασία. Επομένως οι χώροι αυτοί βρίσκονται όσο το δυνατόν σε μικρότερη απόσταση από την εκάστοτε εργασία.

2.3.10 Χώροι Τεχνικού Προσωπικού

Ειδικά διαμορφωμένοι χώροι όπου οι εργαζόμενοι φυλλάσσουν τα προσωπικά τους αντικείμενα. Χρησιμοποιούνται για την αλλαγή του ρουχισμού κατά την είσοδο και έξοδο από το εργοτάξιο και ως χώροι υγιεινής.

2.3.11 Πιθανά Προβλήματα από Λάθος Χωροθέτηση

Η παράλειψη εκπόνησης μιας μελέτης για την οργάνωση του εργοταξίου μπορεί να επιφέρει προβλήματα στη λειτουργία του και να αυξήσει σημαντικά τα συνολικά έξοδα. Τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν είναι:

1. Λάθη στη τοποθέτηση των υλικών κατά την άφιξη τους στο εργοτάξιο. Αν δεν έχει ήδη υπολογιστεί ένας συγκεκριμένος χώρος εναπόθεσής τους τότε είναι πολύ πιθανό να χρειάζεται συνεχώς μετακίνησή τους σε νέες θέσεις. Συνηθέστερα προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν εξαιτίας των υλικών είναι:
 - Να αποθηκευθούν πάνω σε γραμμή αποστράγγισης ή κοντά στο χείλος εκσκαφής.
 - Να έχουν τοποθετηθεί σε μεγάλη απόσταση από την εξελισσόμενη εργασία όπου και απαιτούνται.
 - Να βρίσκονται εκτός της εμβέλειας του γερανού.
 - Να εμποδίζουν την ομαλή ροή της κίνησης του προσωπικού.

- Να παραλειφθούν εσφαλμένα νωρίτερα και να παραμείνουν στο εργοτάξιο, καταλαμβάνοντας σημαντικό χώρο, μέχρι την ημερομηνία της χρησιμοποίησής τους στο έργο.
2. Λάθη στη τοποθέτηση των εγκαταστάσεων παραγωγής και εξοπλισμού. Για παράδειγμα:
- Δεν υπάρχει πρόσβαση για την παράδοση υλικών στον αναμείκτη.
 - Δεν υπάρχει επαρκής χώρος για την τοποθέτηση των αδρανών.
 - Οι σταθεροί γερανοί και οι ανυψωτήρες αδυνατούν να καλύψουν όλη την ακτίνα των εργασιών εξαιτίας της λανθασμένης τοποθέτησής τους.
 - Τα απαραίτητα εργαλεία βρίσκονται μακριά από τις εργασίες
3. Ο ανεπαρκής κενός χώρος μπορεί να επιφέρει δυσκολίες στην εκτέλεση διαφόρων δραστηριοτήτων όπως:
- Τη παρεμπόδιση της διέλευσης του προσωπικού αν τα υλικά συσσωρευτούν σε ένα συγκεκριμένο σημείο και κλείσουν μέρος των διαδρόμων.
 - Τη δυσκολία της επίτευξης μιας συγκεκριμένης διαδρομής όποτε θα δημιουργηθεί ανάγκη προσθήκη περαιτέρω περιοχών εντός των συνόρων του εργοταξίου, ενέργεια που θα αυξήσει και το χρόνο περάτωσης των εργασιών και το κόστος.
 - Την αύξηση της πιθανότητας πρόκλησης ατυχήματος αν όλοι εργάζονται πολύ κοντά μεταξύ τους χωρίς τον απαιτούμενο κενό χώρο.
 - Τη τοποθέτηση διάφορων εγκαταστάσεων εντός της ακτίνας εμβέλειας του οικοδομικού γερανού με κίνδυνο σύγκρουσης αν η αποσπαστεί η προσοχή του χειριστή.
4. Λανθασμένη τοποθέτηση εγκαταστάσεων σχετικά με τη χρήση τους. Όπως για παράδειγμα:
- Τα γραφεία του εργοταξίου να τοποθετηθούν μακριά από την εκτέλεση των εργασιών με αποτέλεσμα την ανεπαρκή επίβλεψη ή σε σημεία όπου τα επίπεδα θορύβου, σκόνης και θερμοκρασίας είναι υψηλά.
 - Οι αποθήκες να είναι τοποθετημένες σε μεγάλη απόσταση όπου και να έχουν ελλιπή πρόσβαση για την κίνηση των υλικών και να μην υπάρχει η ανάλογη ασφάλεια που απαιτείται.

2.4 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ (SAFE WORK METHOD)

2.4.1 Ατυχήματα στον Εργοταξιακό Χώρο

Ο τομέας των κατασκευών έχει τις αρχές του στα αρχαία ακόμη χρόνια όπου ο άνθρωπος επιχείρησε να κατασκευάσει καταυλισμούς, πόλεις, δρόμους αλλά και μνημεία

όπου έχουν διασωθεί μέχρι σήμερα αποτελώντας έργα θαυμασμού. Στη πορεία του χρόνου οι τεχνικές εξελίχθηκαν και έδωσαν τη δυνατότητα για τη δημιουργία μεγαλύτερων και ανθεκτικότερων κατασκευών. Παράλληλα η εξέλιξη των μηχανημάτων βοήθησε στην περάτωση των έργων σε συντομότερο χρονικό διάστημα ενώ μείωσε την απαίτηση σε ανθρώπινο δυναμικό. Όλες οι τεχνικές όμως που αναπτύχθηκαν είχαν ως επίκεντρο το έργο και το κέρδος από αυτό χωρίς να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ασφάλεια των εργατών.

Αμέτρητα είναι τα εργατικά ατυχήματα που έχουν αναφερθεί στον κατασκευαστικό κλάδο κατά τη διάρκεια του χρόνου. Στο παρελθόν η ασφάλεια των εργαζομένων δεν ήταν η βασικότερη αρχή επομένως τα περισσότερα εξ αυτών προκλήθηκαν λόγω αμέλειας και άγνοιας κάποιων στοιχειωδών μέτρων ασφάλειας. Σήμερα όμως η ασφάλεια και η προστασία της υγείας των εργαζομένων πρέπει να αποτελούν το πρωτεύον μέλημα κάθε εργοδότη. Παρόλα αυτά εξακολουθούν να σημειώνονται ατυχήματα ακόμη και πολύ σοβαρά στο κατασκευαστικό κλάδο. Ισχύει επίσης πως η συχνότητα των ατυχημάτων είναι ανάλογη με το μέγεθος και τη πολυπλοκότητα του έργου. Οι πιθανές συνέπειες ενός ατυχήματος στη κατασκευή είναι:

- Η απώλεια της ανθρώπινης ζωής.
- Ολική ή μερική και χρόνια ή παροδική ανικανότητα.
- Απώλεια ή και καταστροφή εξοπλισμού και υλικών.
- Καθυστέρηση του έργου
- Αύξηση των δαπανών.

Οι άμεσες δαπάνες έπειτα από ένα ατύχημα δεν είναι οι μοναδικές που επιβαρύνουν την αρμόδια εταιρία. Έχει υπολογισθεί πως τα έμμεσα έξοδα είναι περίπου τα τριπλάσια από αυτά των άμεσων.

Ως έμμεσες δαπάνες μπορούν να αναφερθούν:

- Η απώλεια των ίδιων των εργατών που εμπλέκονται στο ατύχημα αλλά και των συναδέλφων τους όπου διακόπτουν την εργασία τους.
- Οι διερευνητικές ενέργειες για τα αίτια του ατυχήματος.
- Η αντικατάσταση των τραυματισμένων εργαζομένων μέχρι την ανάρρωσή τους.
- Η αποκατάσταση του εξοπλισμού που έχει φθαρεί και των υλικών που καταστράφηκαν.
- Η καθυστέρηση στην εξέλιξη του έργου
- Τα έξοδα τα νοσηλείας και ασφαλιστρών.

Ένας ενδεικτικός κατάλογος με τα ατυχήματα που μπορούν να προκληθούν είναι:

- Πτώση αντικειμένου από ύψος , πρόσκρουση αντικειμένου σε κάποιον εργαζόμενο, κατολίσθηση
- Πτώση εργαζομένου από μεγάλο υψόμετρο
- Ανατροπή μηχανήματος
- Έγκαυμα από πυρκαγιά ή έκρηξη
- Απώλεια ακοής απο έντονο θόρυβο
- Απώλεια της όρασης απο έντονα φωτα, τοξικές ουσίες κ.λ.π
- Αναπνευστικά προβλήματα από αναθυμιάσεις, καπνό, έλλειψη οξυγόνου
- Ηλεκτροπληξία

➤ Παραδείγματα ατυχημάτων:



Σχήμα 2.26: Πτώση Εργαζομένου από Σκάλα ή Μεγαλύτερο Ύψος.



Σχήμα 2.27: Ανατροπή Μηχανήματος.



Σχήμα 2.28: Πάτημα σε Αιχμηρό Αντικείμενο.

Επίσης έχουν δημιουργηθεί κάποιοι δείκτες καταγράφοντας στατιστικά στοιχεία σχετικά με τα ατυχήματα που έχουν προηγηθεί:

- Δείκτης συχνότητας ατυχήματος:

$$S = \frac{\text{Αριθμός Ατυχημάτων} * 1.000.000}{\text{Εργατοώρες}} \quad \text{όπου αναφέρεται σε ετήσια περίοδο}$$

- Δείκτης σοβαρότητας ατυχημάτων:

$$\delta = \frac{\text{Χαμένες Ημέρες} * 1.000.000}{\text{Εργατοώρες}}$$

- Δείκτης ατυχημάτων :

$$\Delta A = \frac{S * \delta}{1000}$$

- Συχνά, για τον υπολογισμό των προηγούμενων δεικτών χρησιμοποιείται στον αριθμητή αντί του 1.000.000 ο συντελεστής 200.000, ο οποίος αντιστοιχεί το μέσο μέγεθος μιας παραγωγικής μονάδας δηλαδή 100 εργαζόμενοι επί 40 ώρες εργασίας εβδομαδιαίως επί 50 εβδομάδες εργασίας ετησίως. Αυτή η προσέγγιση είναι αρκετά χρήσιμη γιατί ανάγει τα ατυχήματα ανά 100 εργαζόμενους. Ο δείκτης που προκύπτει από αυτή είναι:

$$\text{Δείκτης Συμβάντων} = \frac{\text{Αριθμός Ατυχημάτων} * 200.000}{\text{Εργατοώρες}}$$

2.4.2 Μέτρα Ασφαλείας

Αποτελεί βασική ανάγκη να κατανοηθεί και από τη πλευρά των εργαζομένων και από αυτή των εργοδοτών πως η ασφάλεια βρίσκεται πάνω από το χρηματικό κέρδος. Ακόμη οι καλύτερες συνθήκες υγιεινής και ασφάλειας οδηγούν στη μείωση των ατυχημάτων και τη μεγαλύτερη απόδοση των εργαζομένων. Έφοσον αυτό γίνει αντιληπτό πρέπει να επισημανθούν τρόποι μείωσης των ατυχημάτων οι οποίοι θα έχουν εφαρμογή και στη πράξη. Μερικοί από τους αυτούς είναι ότι:

- Πρέπει να γίνεται επισήμανση και εξασφάλιση των επικίνδυνων θέσεων του εργοταξίου με περίφραξη ή τοποθέτηση προστατευτικών μέτρων.
- Τα όρια του εργοταξίου χρειάζεται να φαίνονται και να περιφράσσονται ενώ πρέπει να χρησιμοποιούνται και πινακίδες σήμανσης, πληροφοριακές πινακίδες, σηματοδότες κ.λ.π.
- Πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα προστασίας των εργαζομένων για τις εργασίες όπου θεωρούνται επικίνδυνες.
- Πρέπει να τοποθετείται επαρκές σύστημα πυρόσβεσης ειδικά σε εργοτάξια όπου έχουν υψηλή πιθανότητα πρόκλησης πυρκαγιάς.
- Σε εργοτάξια όπου απασχολείται μεγάλος αριθμός ανθρώπινου δυναμικού είναι σημαντικό να συντάσσεται ένα πρόγραμμα ασφαλείας όπου θα είναι γνωστό σε όλους.
- Να ενημερώνονται οι εργαζόμενοι πως πρέπει να αντιδράσουν σε μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

- Να εξασκούνται οι εργαζόμενοι στην παροχή πρώτων βοηθειών.
- Να χρησιμοποιούν όλοι οι εργαζόμενοι τα Μέσα Ατομικής Προστασίας (κράνη, ζωνες, ειδικά παπούτσια, γαντια, γυαλια, κ.λ.π)

Είναι αναγκαίο να εξασφαλίζεται ένα ασφαλές και υγιές περιβάλλον εργασίας σε όλους τους εργασιακούς χώρους για όλους τους εργαζόμενους εντός των εργοταξίων σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Πριν από την έναρξη λειτουργίας ενός εργοταξίου ο Ανάδοχος του έργου είναι υποχρεωμένος να εκπονήσει και να υποβάλει στο κύριο του έργου αναλυτικό σχέδιο ασφάλειας και υγείας (ΣΑΥ) όπως και το σχετικό φάκελο ασφάλειας και υγείας (ΦΑΥ). Το σχέδιο θα περιλαμβάνει τους πιθανούς κινδύνους καθώς και τους τρόπους και τα μέτρα προστασίας που θα λάβει ο ανάδοχος προκειμένου να τους αποτρέψει και να αποφύγει οποιοδήποτε εργατικό ατύχημα. Στο πρόγραμμα θα περιέχονται οι εργασίες που πρόκειται να εκτελεστούν, ο αριθμός και η ειδικότητα κάθε ατόμου του προσωπικού και ο μηχανολογικός εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί. Το πρόγραμμα ασφάλειας και υγιεινής θα συμπληρώνεται σύμφωνα με τις ανάγκες του έργου. Η ευθύνη για τη τήρηση των μέτρων ξεκινά από τον ανάδοχο και μεταβιβάζεται στον συντονιστή ασφάλειας και υγείας και από αυτόν στον υπεύθυνο εργοταξιάρχη. Το περιεχόμενο του ΣΑΥ είναι:

1. Η ημερομηνία διαβίβασης
2. Η ακριβής διεύθυνση του εργοταξίου
3. Ο αριθμός αδείας (ή έγκρισης για τα δημόσια έργα που δεν απαιτείται άδεια)
4. Ο κύριος του έργου
5. Το είδος του έργου
6. Ο ανάδοχος (όνομα και διεύθυνση)
7. Συντονιστής σε θέματα ασφάλειας και υγείας κατά την εκπόνηση της μελέτης του έργου
8. Συντονιστή σε θέματα ασφάλειας και υγείας κατά την εκτέλεση του έργου
9. Προβλεπόμενη ημερομηνία έναρξης των εργασιών στο εργοτάξιο
10. Προβλεπόμενη διάρκεια του εργοταξίου
11. Προβλεπόμενος μέγιστος αριθμός εργαζομένων στο εργοτάξιο
12. Προβλεπόμενος αριθμός εργολάβων, υπεργολάβων και αυτοαπασχολουμένων στο εργοτάξιο
13. Στοιχεία των επιχειρήσεων που έχουν ήδη επιλεγεί.

Ο σύνταξη ενός φακελου εργασίας μειώνει τη πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος κατα τη διάρκεια εργασιών όπως συντηρήσεις, μετατροπές, αλλαγές, κ.λ.π. και αποσκοπεί στην πρόληψη και στον περιορισμό των κινδύνων για όσους μελλοντικά ασχοληθούν με τη συντήρηση ή την επισκευή του έργου. Περιληπτικά το περιεχόμενό του είναι:

1. Γενικά
 - Είδος του έργου
 - Διεύθυνση του έργου
 - Αριθμός αδείας.
 - Στοιχεία κύριων του έργου
 - Στοιχεία συντάκτη του ΦΑΥ
2. Μητρώο του έργου
 - Τεχνική περιγραφή του έργου
 - Παραδοχές μελέτης

- Σχέδια του έργου
3. Επισημάνσεις
 - Σε οδούς διαφυγής και εξόδους
 - Σε ιδιαιτερότητες στη στατική δομή
 - Σε θέσεις δικτύων
 - Σε χώρους με υπερπίεση ή υποπίεση
 - Σε θέσεις υλικών που ενέχουν κινδύνους
 - Σε διάφορες ζώνες κινδύνου
 4. Οδηγίες και χρήσιμα υλικά
 - Εργασίες σε στέγη
 - Εργασίες σε εξωτερικές όψεις και φωταγωγούς
 - Εργασίες σε φρεάτια και τάφρους
 - Υποθαλάσσιες εργασίες
 - Εργασίες σε ύψος
 - Εργασίες σε περιβάλλον με κίνδυνο έκρηξης

Το σχέδιο και ο φάκελος ασφάλειας αναπροσαρμόζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του έργου και τις αλλαγές που ενδέχεται να συμβούν μέχρι το αυτό να τελειώσει. Μετά το τέλος του έργου ο φάκελος ασφάλειας και υγείας φυλάσσεται με την ευθύνη του κύριου του έργου.

2.4.3 Υποχρεώσεις Εργοδότη και Εργατών

Για τη διασφάλιση της υγείας των εργαζομένων πρέπει να τηρούνται κάποια γενικά μέτρα ασφαλείας. Από τη πλευρά των εργοδοτών υπάρχει η υποχρέωση της θέσπισης των μέτρων αυτών όπως και η επίβλεψη για τη τήρησή τους αλλά και από την πλευρά των εργαζομένων πρέπει αυτά να εφαρμόζονται όπως τους έχουν ζητηθεί.

Οι γενικές υποχρεώσεις των εργοδοτών είναι ότι :

- Οι εργασίες πρέπει να γίνονται κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, ώστε να μειώνονται οι κίνδυνοι για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων.
- Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι πρέπει να καταπολεμούνται στην πηγή τους.
- Πρέπει να ακολουθούνται οι τεχνικές εξελίξεις στην υγιεινή και ιατρική.
- Πρέπει να παρέχονται οι κατάλληλες οδηγίες και να γνωστοποιούνται οι επαγγελματικοί κίνδυνοι στους εργαζόμενους.
- Η πρόσβαση σε ζώνες σοβαρού και ειδικού κινδύνου πρέπει να γίνεται μόνο από εργαζόμενους που έχουν λάβει τις κατάλληλες γνώσεις και οδηγίες.
- Πριν από την ανάθεση ειδικών εργασιών ή καθηκόντων σ' έναν εργαζόμενο πρέπει πρώτα να λαμβάνεται υπόψη ότι ο ίδιος έχει λάβει τη κατάλληλη εκπαίδευση και έχει αποκτήσει ικανότητες που απαιτούνται.

Οι γενικές υποχρεώσεις των εργαζομένων είναι ότι :

- Οφείλουν να εφαρμόζουν τους κανόνες υγιεινής και ασφαλείας.

- Πρέπει να χρησιμοποιούν σωστά τον ατομικό προστατευτικό εξοπλισμό που τους χορηγείται και βρίσκεται στη διάθεσή τους.
- Πρέπει να ενημερώνονται από σχετικά σεμινάρια και να παρακολουθούν επιμορφωτικά προγράμματα σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας.
- Πρέπει να αναφέρουν αμέσως στον εργοδότη τους ή τεχνικό ασφαλείας ή στον γιατρό εργασίας όλες τις καταστάσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε ατύχημα και να αποτελεσουν κίνδυνο για την ασφάλεια και την υγεία.
- Σε συνεργασία με τον γιατρό εργασίας και τον τεχνικό ασφαλείας να συντρέχουν τον εργοδότη, ώστε να καταθίσταται δυνατή η εκπλήρωση όλων των καθηκόντων και των απαιτήσεων που επιβάλλονται από την αρμόδια επιθεώρηση εργασίας.

2.4.4 Γενικές Προδιαγραφές Ασφάλειας Εργοτάξιο

Για την ασφαλή λειτουργία του εργοταξίου χωρίς ατυχήματα και τραυματισμούς υπάρχουν κανόνες και προδιαγραφές που πρέπει να εφαρμόζονται. Οι νόμοι που ισχύουν αλλά και ο σκοπός που έχουν παρουσιάζονται παρακάτω:

1. Τοποθέτηση σήμανσης ασφαλείας σε όλους τους χώρους και σε θέσεις εργασίας εντός των εργοταξίων ώστε να υπάρχει πληροφόρηση για:
 - α) Υφιστάμενες απαγορεύσεις.
 - β) Για πιθανούς κινδύνους.
 - γ) Υπενθύμηση ειδικών υποχρεώσεων στο χώρο.
 - δ) Επισημάνση ορισμένων σημείων ζωτικής σημασίας, συμπεριλαμβανομένου και του σχεδίου έκτακτης ανάγκης

Η νομοθεσία για τη σήμανση ασφαλείας δίνεται από το Π.Δ. 105/95 σε συμμόρφωση με την οδηγία 92/58/ΕΟΚ
2. Τοποθέτηση περίφραξης ή και οδόφραξης του έργου. Οι ελληνικοί κανονισμοί απαιτούν:
 - α) Μόνιμη περίφραξη χώρου εργοταξίου πριν από την έναρξη των εργασιών
 - β) Μόνιμη περίφραξη στους χώρους όπου πρόκειται να αποθηκευτούν εύφλεκτα, τοξικά, εκρηκτικά κλπ υλικά
 - γ) Περίφραξη, οδοφράγματα, εμπόδια σε όλους τους χώρους εργασίας, όπου υπάρχει κίνδυνος πτώσης, επισφαλής κατάσταση εδάφους, ανισοϋνή επίπεδα εδάφους, σε ανοικτές τάφρους, πτώση αντικειμένων κλπ

Η νομοθεσία για τη τοποθέτηση περίφραξης δίνεται από το Π.Δ. 105/95 και το Π. Δ. 16 με την οδηγία 89/664/ΕΟΚ
3. Εργασίες κατεδάφισης. Εξασφάλιση ότι οι εργασίες θα τηρούν την ελληνική νομοθεσία για :
 - α) Ολική κατεδάφιση μιας κατασκευής
 - β) Μερική κατεδάφιση ή αφαίρεση τμημάτων

Η νομοθεσία για τις εργασίες κατεδάφισης δίνεται από το Π.Δ. 1073/81 και το Π. Δ. 778/80 με την υπουργική απόφαση 31245/22-5-93
4. Εργασίες που αφορούν τη χρήση και παραγωγή θερμών ασφαλικών μειγμάτων. Πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι εργασίες θα πραγματοποιούνται με τη τήρηση όλων των κανόνων σωματικής ακεραιότητας σε ασφαλείς συνθήκες. Η νομοθεσία δίνεται από το και Π.Δ. 303/86 το Ν. 1568/85 και σύμφωνα με τις NIOSH (NATIONAL

INSTITUTE OCCUPATIONAL SAFETY HEALTH): Οδηγίες έλέγχου διάστροφης θερμών ασφαλικών μειγμάτων

5. Οι εργασίες εκσκαφών πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς και τις απαιτήσεις του έργου. Η σχετική νομοθεσία δίνεται από το Π.Δ. 1073/81
6. Χρήση επικίνδυνων υλικών σύμφωνα με τις προδιαγραφές για την προστασία της υγείας των εργαζομένων και ενημέρωσή τους σχετικά με τους κινδύνους. Τα επικίνδυνα υλικά μπορούν να είναι: εύφλεκτα, καυστικά ή διαβρωτικά, ερεθιστικά, οξειδωτικά, τοξικά, εκρηκτικά. Η νομοθεσία δίνεται από τα Π.Δ. 303/86, Π.Δ. 105/95, Π.Δ. 329/83, Π.Δ. 307/86, Π.Δ. 77/93, Π.Δ. 70α/88, Π.Δ. 399/94
7. Οι εργασίες συγκόλλησης – κοπής με χρήση συσκευών ηλεκτροκόλλησης και φιαλών των αερίων πρέπει να διεκπεραιώνονται σύμφωνα με την ισχύουσα ελληνική για τον επαρκή εξαερισμό και την αποφυγή πυρκαγιάς και ατυχημάτων. Η νομοθεσία δίνεται από το Π.Δ. 95/1978. Η χρήση ανυψωτικών μηχανημάτων να γίνεται σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και με επιλογή κατάλληλου γερανού, σωστή συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση με βάση τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, να προσέχεται έδραση των ανυψωτικών. Η νομοθεσία βρίσκεται στο Π.Δ. 1073/81, Π.Δ. 31/90, Π.Δ. 305/96, Π.Δ. 105/95
8. Να εξασφαλίζεται ότι το φάσμα εργασιών που απαιτούν χρήση ικριωμάτων οποιουδήποτε είδους (σταθερά, κινητά, κινητά μεταλλικά ικριώματα, πύργοι, αναρτημένα ικριώματα) θα εκτελούνται υπο συνθήκες πλήρους ασφάλειας. Η σχετική νομοθεσία βρίσκεται στο Π.Δ. 778/80, Π.Δ. 1073/81, Π.Δ. 305/96
9. Εξασφάλιση ασφαλών συνθηκών εργασίας για εργαζόμενους όπου θα χρησιμοποιούν κινητές σκάλες και τήρηση όλων των ελληνικών και ευρωπαϊκών κανονισμών ασφαλείας. Η νομοθεσία βρίσκεται στο Π.Δ. 1073/81 (Α' 260), Π.Δ. 305/96 (Α' 212), Π.Δ. 22/29.12.93 (Α' 406), Π.Δ. 17/1978 (Α' 3)
10. Εξασφάλιση ότι τα μέσα πυρόσβεσης και πυροπροστασίας είναι διαθέσιμα και εγκατεστημένα στους χώρους όπου απαιτούνται σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς. Η νομοθεσία βρίσκεται στο Π.Δ. 71/88 (ΦΕΚ 32Α), Π.Δ. 16/1999 και στην ΟΔΗΓΙΑ 89/654/ΕΟΚ. Εργασίες που αφορούν ή επηρεάζουν άμεσα την ασφάλεια του εργοταξίου και των εργαζομένων από κινδύνους ηλεκτρικής ενέργειας. Οι οδηγίες για την ασφάλεια των εργαζομένων στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις δίνονται από το Π.Δ. 1073/81, Π.Δ. 305/96, Ν. 4483/65
11. Χρήση εκρηκτικών υλών για εργασίες όπως διάτρηση, αποκόλληση κεφαλών πρέπει να γίνονται σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία και να τηρούνται ασφαλές συνθήκες για:
 - α) Την ζωή των εργαζομένων
 - β) Την προστασία του περιβάλλοντος
 - γ) Την εξασφάλιση των παρακείμενων εγκαταστάσεων ιδιωτικών και δημοσίωνΗ σχετική νομοθεσία βρίσκεται στις ΑΠΟΦ. 3329/15.02.89 (ΦΕΚ 132Β 21.02.89) και ΑΠΟΦ. Π 5η/Φ/17402/84 (ΦΕΚ 941Β/84)

12. Διορισμός μηχανικών ασφαλείας για την εξασφάλιση εφαρμογής των προδιαγραφών και των κανόνων στο εργοτάξιο σύμφωνα με τη νομοθεσία που ορίζει το Π.Δ. 305/96
13. Η χρήση του κατάλληλου ατομικού εξοπλισμού προστασίας είναι υποχρεωτική για όλες τις δραστηριότητες και για όλα τα άτομα ανεξάρτητα από την ιδιότητα τους και τον σκοπό παρουσίας τους, από την στιγμή της εισόδου τους στον εργοταξιακό χώρο μέχρι την έξοδό τους από αυτόν σύμφωνα με τα ελληνικά και διεθνή πρότυπα. Η νομοθεσία βρίσκεται στο Π.Δ. 17/96 (ΦΕΚ 11/Α), Π.Δ. 396/94 (ΦΕΚ 220/Α) και στην ΟΔΗΓΙΑ 89/655/ΕΟΚ
14. Υποχρεωτική εκπαίδευση και επιμόρφωση σε θέματα ασφαλείας και υγιεινής όλων των εργαζομένων. Η σχετική νομοθεσία στο Π.Δ. 17/96 και συγκεκριμένα στο ΑΡΘΡΟ 6 και 12 και στο ΑΡΘΡΟ 13 Ν. 1568/85
15. Προσδιορισμός των απαιτούμενων ενεργειών σύμφωνα με τις νομικές υποχρεώσεις όλων των εμπλεκόμενων για την: αναγγελία και δήλωση ατυχημάτων κάθε είδους, βεβαίωση και ενημέρωση όλων των σχετικών υπηρεσιών για τα ατυχήματα. Η νομοθεσία στο Π.Δ. 17/96 στο Ν. 1568/85
16. Υποβολή των εργαζομένων σε ιατρικό έλεγχο και παρακολούθηση της υγείας τους σύμφωνα με την ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία. Οπότε κρίνεται απαραίτητη η απασχόληση ιατρικού προσωπικού. Η νομοθεσία βρίσκεται στα Π.Δ. 17/18.01.96, Π.Δ. 398/19.12.94, Π.Δ. 399/19.12.94, Π.Δ. 85/18.03.91, Π.Δ. 294/88
17. Λήψη κατάλληλων μέτρων υγιεινής και ασφαλείας για την αποφυγή επικίνδυνων καταστάσεων για την υγεία των εργαζομένων κατά τις πολύ θερμές περιόδους. Σχετικές νομοθεσίες στις ΥΠ. ΑΠΟΨ. 18247/89, ΕΓΚΥΚΛ. ΥΠ. ΕΡΓ., 140120/89 ΚΥΑΕ, 130427/90 ΔΣΕ
18. Υποχρεωτική τήρηση ημερολογίου για τα μέτρα ασφαλείας σε όλα τα εργοτάξια θεωρημένο από την αρμόδια υπηρεσία. Η νομοθεσία βρίσκεται στην ΥΠ. ΑΠ. 130646/84 (ΦΕΚ 154Β')
19. Σύσταση επιτροπής υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας (Ε.Υ.Α.Ε.) για την βελτίωση των συνθηκών εργασίας σύμφωνα με το Π.Δ. 315/87Β (ΦΕΚ 149Α') και τον Ν. 1568/85.

2.5 ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

2.5.1 Ιεραρχία στο Εργοτάξιο

Για να λειτουργήσει σωστά ένα σύστημα με πολλούς εργαζόμενους οφείλει να τους διαχωρίζει σε διάφορα επίπεδα ανάλογα με τις γνώσεις, την εμπειρία και τις δεξιότητές τους. Κάθε επίπεδο εκτός από το υψηλότερο και το χαμηλότερο έχει ένα από «πάνω» επίπεδο και ένα από «κάτω» και όπως είναι λογικό τα χαμηλότερα δέχονται οδηγίες, παρατηρήσεις αλλά και τιμητικές διακρίσεις από τα υψηλότερα. Κάθε επίπεδο χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες ευθύνες και υποχρεώσεις οι οποίες συνήθως

αυξάνονται όσο αυξάνεται ο βαθμός. Η όλη διαδικασία προφανώς πρέπει να γίνεται σε πλαίσια συνεργασίας και όχι εκμετάλλευσης των χαμηλόβαθμων από τους υψηλόβαθμους.

Το εργοτάξιο χρήζει ενός τέτοιου συστήματος που προαναφέρθηκε καθώς περιλαμβάνει πλήθος διαφορετικών εργασιών όπου πρέπει να συνδυαστούν μεταξύ τους για την επίτευξη του τελικού αποτελέσματος. Τον υψηλότερο βαθμό κατέχει ο διευθυντής του έργου και ακολουθούν ο αναπληρωτής διευθυντής ο τεχνικός ασφάλειας και υγείας, οι υπεύθυνοι κάθε τμήματος (τοπογραφικού, έργων πολιτικού μηχανικού, αρχαιολογίας, κ.λ.π), οι συντονιστές, ο εργοταξίαρχος, ο βοηθός εργοταξίαρχου, εργατικό προσωπικό, και λοιπά

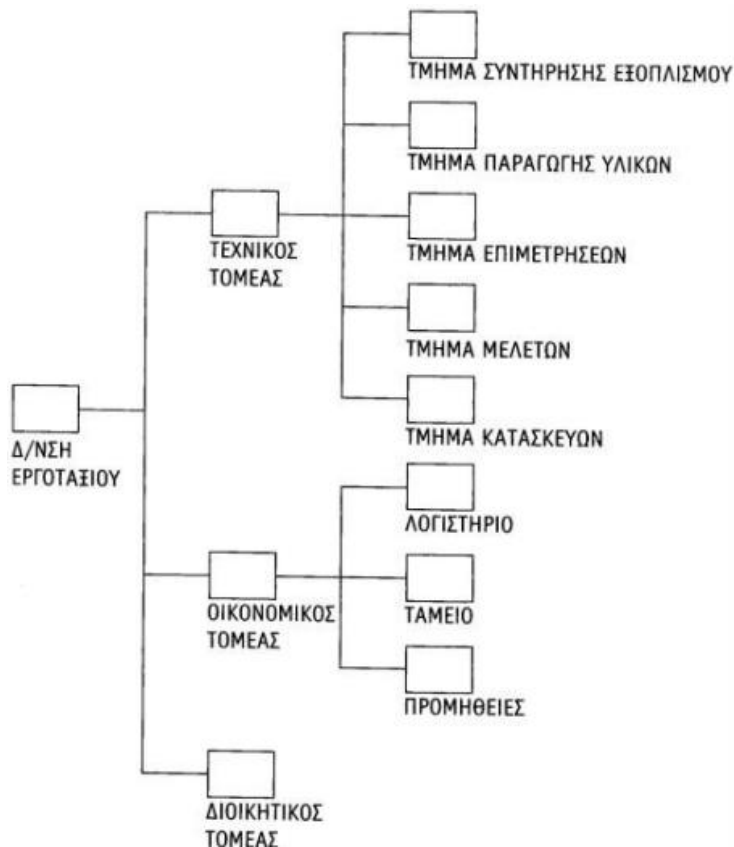
2.5.2 Οργανόγραμμα

Όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως αποτυπώνονται σχηματικά και στη πράξη στο οργανόγραμμα. Το οργανόγραμμα είναι η γραφική αναπαράσταση της δομής της οργάνωσης ενός φορέα ή υπηρεσίας και διακρίνεται, ως προς τον παράγοντα χρόνο, σε στατικό και σε δυναμικό. Στατικό είναι εκείνο που απεικονίζει «φωτογραφικά» την οργανωτική διάρθρωση ή τις δραστηριότητες μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου, ενώ δυναμικό είναι αυτό που δείχνει τις διαχρονικές εξελίξεις του. Από λειτουργική άποψη τα διακρίνεται σε αναλυτικό και συνθετικό, ενώ από πλευράς προγραμματισμού σε εμπειρικό και προγραμματισμένο. Οι κυριότεροι τύποι στατικών οργανογραμμμάτων είναι:

- Τα οργανογράμματα διάταξης των χώρων εργασίας.
- Τα οργανογράμματα κατανομής των θέσεων εργασίας.
- Τα οργανογράμματα κατανομής του προσωπικού
- Τα οργανογράμματα οικονομικής κατάστασης
- Τα κοινωνιογράμματα.

Οι λόγοι για τους οποίους χρειάζεται το οργανόγραμμα είναι:

1. Δείχνει τα οργανωτικά λάθη της επιχείρησης και βοηθά στη διόρθωσή τους.
2. Παρουσιάζει ανάγλυφη την εικόνα της επιχείρησης, ως προς το τι επιδιώκει και πώς το επιδιώκει, τι κλάδους έχει αναπτύξει, που και πώς κατασκευάζει τα προϊόντα, πώς και που τα διαθέτει, ποιοι είναι επικεφαλείς των σπουδαιότερων υπηρεσιών και εργασιών, τι αρμοδιότητες έχουν, κλπ.
3. Βοηθά τα στελέχη να εντοπίσουν τις αρμοδιότητές τους, καθώς και των άλλων.
4. Διευκολύνει την επικοινωνία και την ενημέρωση μεταξύ των Τμημάτων.
5. Βοηθά την υπηρεσία στην αποφυγή επικαλύψεων και επαναλήψεων των εργασιών.
6. Βοηθά στην ορθή αξιολόγηση των θέσεων και στη διαχείριση των αμοιβών.
7. Επιτρέπει να γίνονται οι σωστές αλλαγές προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος.
8. Επιτρέπει την αποφυγή συγκρούσεων και συντελεί στη συνεργασία μεταξύ των στελεχών.



Σχήμα 2.29: Παράδειγμα Οργανογράμματος Εργοταξίου

2.5.3 Αρχές Σωστής Συνεργασίας Προσωπικού

Οι εργασίες του εργοταξίου διεκπεραιώνονται από ομάδες ανθρώπων που συνεργάζονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας ο καθένας τις γνώσεις που διαθέτει στο αντικείμενό του. Είναι σημαντικό η συνεργασία αυτή να στηρίζεται σε μια ισχυρή βάση από κανόνες και αξίες ώστε να μη χαλάσει τουλάχιστον μέχρι τη τελική παράδοση του έργου. Οι ομάδες εργαζομένων που δημιουργούνται πρέπει να διακατέχονται από πνέυμα αλληλοσυνεργασίας και αλληλεγγύης. Ακόμη πρέπει να απαρτίζονται από ανθρώπους ειλικρινείς και δίκαιους οι οποίοι θα εργάζονται με θέληση και πίστη στο συλλογικό συμφέρον και με την ιδέα της επίτευξης ενός στόχου και δε θα αναβάλουν τις υποχρεώσεις που τους αναλογούν. Επίσης πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στο χρόνο που προσφέρει ο καθένας ώστε να μην δημιουργούνται παρεξηγήσεις ανάμεσα στους εργαζομένους ότι ο χρόνος τους που αφιερώνουν σε μία δουλειά δεν αξίζει. Σε μία ομάδα, όποια κι αν είναι η δουλειά του κάθε μέλους, είναι η συνολική δουλειά και η σωστή συνεργασία που οδηγεί στην επιτυχία. Η λογική της κατάκτησης της δόξας, της επίδειξης, του υποβαθμισμού των υπολοίπων και η εγωϊστική συμπεριφορά οδηγούν σε αδιέξοδο τη πορεία μιας συνεργασίας. Η υψηλότερη κατάταξη στην ιεραρχία μίας ομάδας δε καθιστά κανέναν ανώτερο ως άνθρωπο από άτομα που βρίσκονται σε υφιστάμενες θέσεις απλώς δίνει ένα διαφορετικό ρόλο μέσα στην ομάδα. Παρόλα αυτά η τέλεια συνεργασία δεν μπορεί να υπάρξει, σίγουρα θα δημιουργηθούν εντάσεις, παρεξηγήσεις και αισθήματα δυσαρέσκειας εφόσον όλοι οι άνθρωποι έχουν ελαττώματα. Για παράδειγμα έστω ότι ένας εργοταξιάρχης καλείται να λύσει την αντιπαράθεση μεταξύ δύο εργατών, το πρώτο ένστικτο του λείει να

προσπαθήσει να επιλύσει τη διαφωνία μεταξύ τους και ίσως καταφέρει να μειώσει τις εντάσεις αλλά τουλάχιστον ένας από τους εργάτες θα νιώσει ότι ο εργοταξίαρχος τάσσεται υπέρ τη πλευρά του άλλου χωρίς όμως αυτό να ισχύει. Η δυσαρέσκεια του πρώτου σίγουρα θα μείνει και μπορεί στο μέλλον να οδηγήσει σε δύσκολες καταστάσεις. Μεταξύ των ανθρώπινων σχέσεων πάντα θα υπάρχουν διαφωνίες το σημαντικό όμως είναι να υπάρχει σεβασμός προς τους συνεργάτες και η λογική της επίλυσης των διαφορών με ήπιο τρόπο.

2.5.4 Οικονομική Διαχείριση Πόρων

Τα αποθέματα που είναι κατά βάση πρώτες ύλες και υλικά αγαθά αποτελούν μεγάλο κοστολόγιο για την εταιρεία. Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη διαχείρισης του κοστολογίου αυτού ώστε να αποφευχθούν χρηματοοικονομικά προβλήματα. Γενικά το κόστος αποθήκευσης είναι ανάλογο του κόστους των υλικών που αποθηκεύονται. Τα κόστη των αποθεμάτων μπορούν να διακριτοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

A. Το κόστος διατήρησης των αποθεμάτων όπου παρουσιάζονται οι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος για ένα συγκεκριμένο ύψος αποθεμάτων:

- Το κόστος του επενδεδυμένου κεφαλαίου
- Το κόστος αποθήκευσης (έξοδα ενοικίασης χώρων, έξοδα παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, φυλαξη, κ.λ.π)
- Το κόστος μετακίνησης των υλικών εντός των αποθηκευτικών χώρων (μισθοί εργατών, αποσβέσεις μετακίνησης μηχανικού εξοπλισμού)
- Το κόστος ασφαλείας
- Το κόστος φθορών και ζημιών των υλικών.

B. Το κόστος παραγγελίας:

- Εάν το προϊόν παράγεται από την ίδια εταιρία τότε το κόστος εξαρτάται από την αποδοτικότητα των μηχανημάτων και του εργατικού προσωπικού, τα ελατωματικά προϊόντα, τη διαδικασία διευθέτησης των μηχανημάτων.
- Εάν το προϊόν προμηθεύεται από το εμπόριο τότε το κόστος υπολογίζεται από την στιγμή της παραγγελίας μέχρι τη στιγμή παράδοσης των προϊόντων στο έργο.

Γ. Το κόστος ελλείμματος

Το κόστος αυτό προκύπτει από την έλλειψη από τις αποθήκες του προϊόντος που χρησιμοποιείται σε μια εργασία που αποτελεί μέρος μιας ακολουθίας εργασιών. Επομένως το συνολικό έργο καθυστερεί εξαιτίας της συγκεκριμένης έλλειψης. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με αποστολή έκτακτης παραγγελίας ή μείωση του χρονικού διαστήματος μεταξύ των παραγγελιών. Αυτό συνεπάγεται όμως επιπλέον μεταφορικά έξοδα, πιθανώς αυξημένο κόστος παραγγελίας αλλά και παραγωγής εξαιτίας υπερωριακής εργασίας που θα χρειαστεί. Ο προσδιορισμός της κατάλληλης ποσότητας παραγγελίας βασίζεται σε κάποιους βασικούς κανόνες:

- Να υπάρχει γνωστή και σταθερή ζήτηση για τα αποθέματα των προϊόντων που πρέπει να υπολογισθούν
- Να είναι γνωστός και σταθερός ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ παραγγελίας και παραλαβής
- Να είναι συνολική η παραλαβή της παραγγελίας και όχι κατά τμήματα
- Να μην επηρεάζεται το κόστος αγοράς και παραγωγής από την ποσότητα που αγοράζεται και παράγεται
- Απαγορεύονται οι εκκρεμότητες σε περιόδους όπου υπάρχει έλλειψη.

2.5.5 Διακίνηση Πόρων-Υλικών

Ο όρος διακίνηση υλικών περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες που συνδέονται με το εργοτάξιο και απαιτεί τη γνώση και την ενασχόληση πολλών ειδικών. Οι κυριότερες είναι:

- Προγραμματισμός, παραλαβή και αποστολή υλικών
- Προστασία και διατήρηση των υλικών
- Διαχείριση και έλεγχος των υλικών
- Καταγραφή της διακίνησης των υλικών, στατιστικές καταγραφές και επεξεργασία αυτών, επιλογή προμηθευτών, σύνταξη και τήρηση προγράμματος.

Βασικό παράγοντα για την εμπρόθεσμη ολοκλήρωση του έργου αποτελεί ο προγραμματισμός της διακίνησης των υλικών. Τα υλικά που παράγονται ως πρώτες ύλες στη τοποθεσία του έργου ή ανήκουν στον κατασκευαστή είναι πιο εύκολα διαχειρίσιμα από τα υλικά που προμηθεύονται από το εμπόριο.

➤ Αποθέματα

Για την αποφυγή δημιουργίας προβλημάτων στην ομαλή εξέλιξη των εργασιών είναι απαραίτητο να υπάρχουν αποθέματα ασφαλείας στη περίπτωση που παρουσιαστεί καθυστέρηση από πλευρά προμηθευτών. Η ποσότητα των αποθεμάτων αυτών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες με τους κύριους να είναι ο διαθέσιμος χώρος και το κόστος αποθήκευσης. Η εκάστοτε επιχείρηση θα πρέπει να προγραμματίζει και να ελέγχει τα αποθέματα με σκοπό το καθορισμό της βέλτιστης ποσότητας που θα βρίσκεται στις αποθήκες. Η ενέργεια αυτή είναι σημαντική καθώς προλαμβάνει το κίνδυνο εξάντλησης αποθεμάτων αλλά και αποτρέπει την αποθήκευση υπέρογκης ποσότητας. Γενικά αναφέρονται δύο τακτικές συστημάτων παραγγελίας που χρησιμοποιούνται από τις επιχειρήσεις :

- a) Το σύστημα επιπέδου επαναπαραγγελίας (recorder level system) όπου δίνονται παραγγελίες σταθερού μεγέθους. Η λογική του συστήματος αυτού είναι ότι παρακολουθείται συνεχώς το ύψος των αποθεμάτων και όταν φθάσει κάτω από ένα καθορισμένο όριο τότε γίνεται η παραγγελία των υλικών που λείπουν. Η ποσότητα της κάθε παραγγελίας είναι σταθερή.

- b) Το σύστημα περιοδικού ελέγχου (periodic review system) όπου δίνονται παραγγελίες ανά σταθερή χρονική περίοδο. Χρησιμοποιώντας το σύστημα αυτό δεν χρειάζεται συνεχής παρακολούθηση παρά μόνο ανά κάποια σταθερά διαστήματα και η ποσότητα της κάθε παραγγελίας είναι διαφορετική. Η παραγγελία δίνεται κάθε φορά χωρίς να υπερβαίνει ένα συγκεκριμένο όριο. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι λόγω της μη συνεχόμενης παρακολούθησης και τις αλλαγές στη ζήτηση των υλικών υπάρχει κίνδυνος εξάντλησης των αποθεμάτων.

Η λειτουργία της αποθήκης όπου φυλάσσονται τα υλικά υποχρεώνει τον υπεύθυνο μηχανικό με τα εξής καθήκοντα:

- Την επιμέλεια για τη κατασκευή ασφαλών και επαρκών χώρων αποθήκευσης.
- Την επιλογή του προσωπικού για την αποθήκη και την καθοδήγησή του
- Τη τήρηση βιβλίου κινήσεως των υλικών με τα σχετικά στατιστικά στοιχεία σε συνεργασία με τον αποθηκάριο

2.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

2.6.1 Η Ποιότητα στα Τεχνικά Έργα

Ο ορισμός της ποιότητας ενός τεχνικού έργου μπορεί να δοθεί ως «η ικανότητά του να παρέχει για ένα επιθυμητό χρονικό διάστημα και ένα επιθυμητό κόστος, ένα σύνολο λειτουργιών που να ικανοποιούν συγκεκριμένες, προκαθορισμένες και συνεπαγόμενες (π.χ από τη νομοθεσία κ.λ.π.) ανάγκες των χρηστών του». Οι λειτουργίες είναι καθορισμένες από τον κύριο του έργου και έχουν σχέση με την αντοχή και ανθεκτικότητα του έργου, την οικονομία, τη λειτουργικότητα και ασφάλεια, τη συντηρησιμότητα, την αισθητική και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Στην Ελλάδα επικρατεί η αντίληψη πως το μεγαλύτερο κέρδος προέρχεται από τη χρήση φθηνότερων υλικών και την εκπόνηση μιας οικονομικότερης μελέτης χωρίς περαιτέρω αναλύσεις. Η λογική αυτή αποδεικνύεται λανθασμένη εφόσον τα φθηνότερα υλικά είναι συνήθως και χαμηλότερης ποιότητας με μικρότερη διάρκεια ζωής ή ελαττωματικά κατά τη λειτουργία τους. Επίσης ο βιαστικός σχεδιασμός ευθύνεται για αστοχίες και λάθη που σε άλλη περίπτωση θα είχαν προβλεφθεί αν είχε προηγηθεί ενδελεχής μελέτη. Το κόστος επιδιόρθωσης ατοπιών εξαιτίας του λανθασμένου σχεδιασμού μπορεί να αυξήσει κατά πολύ το συνολικό τελικό κόστος της κατασκευής. Επισημαίνεται επομένως πως στη φάση του σχεδιασμού η προσπάθεια πρόληψης των σφαλμάτων αποτελεί βασικό παράγοντα στη ποιότητα του τελικού αποτελέσματος και καθορίζει το τελικό κόστος. Παρά το αυξημένο κόστος που θα έχει η μελέτη το αθροιστικό κόστος θα αποδειχθεί μικρότερο καθώς θα εξοικονομηθούν χρήματα από τη μείωση των επισκευών και των αποκαταστάσεων που θα χρειαστούν. Επίσης ακόμη και έπειτα από την παράδοση του έργου κατά τη φάση λειτουργίας του οι επισκευές που χρειαστούν θα είναι λιγότερες, ο χρόνος ζωής του έργου θα είναι αυξημένος, η αποδοσή του μεγαλύτερη και η συντήρησή του πιο οικονομική.

Τα χαρακτηριστικά της ποιότητας στον κατασκευαστικό κλάδο μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Το σχέδιο και η μελέτη κατασκευής να είναι λειτουργικά, πρακτικά και με καλή αισθητική.
- Τα κατασκευαστικά έργα να μην εμφανίζουν ελαττωματικά στοιχεία σε κανένα σημείο της διαδικασίας παραγωγής τους
- Η προστασία του περιβάλλοντος
- Η άριστη σχέση μεταξύ κόστους και ωφέλειας του έργου που θα παραδοθεί στο τελικό χρήστη.
- Η εύκολη συντήρηση όπου δεν απαιτείται υψηλό κόστος
- Παραγωγή του έργου σύμφωνα με τις προδιαγραφές και ενσωμάτωση των κατάλληλων υλικών.
- Συμπόρευση με το προϋπολογισμό και το χρονοδιάγραμμα του έργου.

Η διατήρηση της ποιότητας σε ικανοποιητικό επίπεδο αποτελεί συνεχή προσπάθεια η οποία απαρτίζεται από κάποιες ενέργειες. Η σειρά αυτών είναι ότι πρώτα θέτονται οι στόχοι και οι απαιτήσεις (συμβατικά τεύχη, προδιαγραφές, μελέτη) στη συνέχεια οργανώνονται οι εργασίες και το πρόγραμμα όπου έπειτα θα εφαρμοστούν και τέλος γίνεται απολογισμός των όσων προτάθηκαν και εφαρμόστηκαν (αρχεία ποιότητας, προτάσεις βελτίωσης κ.λ.π). Σε επόμενο έργο η διαδικασία ακολουθείται από την αρχή εφαρμόζοντας ή απορρίπτοντας στοιχεία που προέκυψαν από τον απολογισμό του προηγούμενου έργου.

2.6.2 Το Πρότυπο ISO

Το ISO 9000 δημοσιεύθηκε για πρώτη φορά το 1987 από το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Standardization Organization- I.S.O.). Αν και η ονομασία θυμίζει τα ακρωνύμια της οργάνωσης δεν προέρχεται από αυτή αλλά από την ελληνική λέξη ίσος με σκοπό να δηλώσει την επιδίωξη καθορισμού εννιαίων ομοιογενών προτύπων. Η οικογένεια προτύπων συστημάτων διαχείρισης ποιότητας ISO 9000 έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους οργανισμούς να διασφαλίσουν ότι ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πελατών και άλλων ενδιαφερόμενων μερών, ενώ πληρούν τις κανονιστικές απαιτήσεις που σχετίζονται με ένα προϊόν ή μια υπηρεσία. Τα πλεονεκτήματα της εγκατάστασης στη σειρά ISO 9000 στις τεχνικές εταιρίες είναι:

- Η βελτίωση του ανταγωνισμού ανάμεσα καθώς εταιρίες με σύστημα διασφάλισης ποιότητας πιστοποιημένο κατά ISO 9000 έχουν προβάδισμα έναντι εκείνων που δεν προσφέρουν αυτή την ιδιότητα.
- Δίνει τη δυνατότητα ανοίγματος νέων δρόμων προς τις Ευρωπαϊκές αγορές καθώς πλέον στην Ευρώπη η εγγραφή μιας εταιρίας στο σύστημα είναι υποχρεωτική.
- Η εγγραφή στα πρότυπα ISO δείχνει ότι η εταιρία καλύπτει τις απαραίτητες προϋποθέσεις χωρίς να χρειάζεται ανεξάρτητες εξετάσεις και πολλαπλούς ελέγχους.

- Επιβάλλεται σαφής καθορισμός του τρόπου ελέγχου των εργασιών που εκτελούνται.
- Βελτίωση των προϊόντων που παράγει μία εταιρία, της αποδοτικότητάς της και της οικονομικής κατάστασής της.
- Προβάλλει το αίσθημα εμπιστοσύνης για τα προϊόντα και το έργο μιας εταιρίας εφόσον με τα πρότυπα ISO μπορεί να ελεγχθεί αποτελεσματικότερα από εξωτερικούς παράγοντες.

2.6.3 Έλεγχος στο Εργαστήριο και στο Εργοτάξιο

Τα προϊόντα που πρόκειται να χρησιμοποιθούν σε ένα έργο επιβάλλεται να ελέγχονται από τη στιγμή που θα εισέλθουν στο εργοτάξιο. Η είσοδος οποιοδήποτε υλικού συνοδεύεται από το αντίστοιχο δελτίο αποστολής όπου και εξετάζεται κάθε φορά από τον υπεύθυνο μηχανικό. Ο έλεγχος αυτός γίνεται είτε στο εργοτάξιο είτε έπειτα στο εργαστήριο. Τα υλικά για τα οποία τα συστατικά και ο τρόπος παρασκευής τους είναι τυποποιημένα όπως για παράδειγμα ο οπλισμός, τα τούβλα, τα προκατασκευασμένα κομμάτια κ.λ.π είναι εύκολο να εγκριθούν καθώς τα στοιχεία τους αναγράφονται με ακρίβεια στα δελτία αποστολής τους. Τα υλικά αυτά επομένως ελέγχονται κατευθείαν στο εργοτάξιο. Το σκυρόδεμα όμως αποτελεί υλικό του οποίου η ποιότητα μπορεί να έχει μεγάλες διακυμάνσεις χωρίς να υπάρχει δυνατότητα άμεσης μετρησής της. Η κατηγοριοποίησή του μπορεί να γίνει μετά το πέρας 28 ημερών και σε ειδικό εργαστήριο με τη βοήθεια μηχανήματος συμπίεσης. Επομένως λίγο πριν την εγχυσή του στο έργο και εφόσον το σκυρόδεμα έρχεται έτοιμο και δεν παρασκευάζεται στο εργοτάξιο λαμβάνονται δοκίμια τα οποία αποθηκεύονται και στέλνονται στο εργαστήριο όπου θα μετρηθεί έπειτα από 28 μέρες εάν τα όσα αναγράφονται στο δελτίο αποστολής είναι ακριβή στοιχεία.



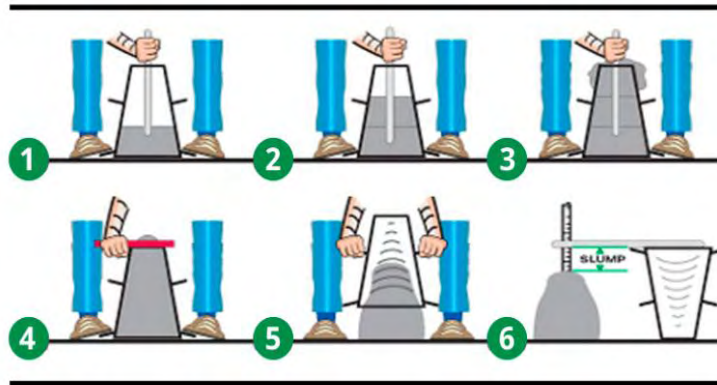
Σχήμα 2.30: Δειγματοληψία Σκυροδέματος Εργοταξίου με Δοκίμια



Σχήμα 2.31: Υδραυλική Πρέσσα για τη Μέτρηση της Ποιότητας Σκυροδέματος

Επίσης ένα καλό παράδειγμα ελέγχου ποιότητας στο εργοτάξιο είναι η μέτρηση της καθίζησης του σκυροδέματος με τη δοκιμή καθίζησης η οποία συνοπτικά γίνεται ως εξής: Ο κώνος πληρώνεται μέχρι το ένα τρίτο του ύψους του με σκυρόδεμα. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της ράβδου συμπυκνώσεως, το σκυρόδεμα συμπυκνώνεται με 25 χτύπους, κατανεμημένους ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνειά του, με σπειροειδή κίνηση ξεκινώντας από την περίμετρο και καταλήγοντας στο κέντρο. Στη συνέχεια ο κώνος γεμίζεται μέχρι τα δύο τρίτα του ύψους του με σκυρόδεμα και επαναλαμβάνεται η διαδικασία συμπυκνώσεως.

Στο τέλος γεμίζεται και το τελευταίο τρίτο του κώνου με σκυρόδεμα και πάλι γίνεται η διαδικασία συμπύκνωσης. Με την ολοκλήρωσή της επιπεδώνεται η επιφάνεια του σκυροδέματος στην κορυφή του κώνου. Ακολούθως απομακρύνεται ο κώνος με σταθερή κατακόρυφη κίνηση προς τα πάνω, αφήνοντας το σκυρόδεμα να καταρρεύσει και μετράται τότε το ύψος του σκυροδέματος από την επιφάνεια της βάσης μέχρι το ανώνατο σημείο του. Το ύψος αυτό αποτελεί τη τιμή καθίζησης του σκυροδέματος.



Σχήμα 2.32: Δοκιμή Καθίζησης Σκυροδέματος

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΝΕΟΥ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΟΥ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ

3.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το έργο της επέκτασης του Μετρό Θεσσαλονίκης προς Καλαμαριά αφορά την εκσκαφή μίας υπόγειας γραμμής μήκους περίπου 4,77 χλμ. Τα έργα πολιτικού μηχανικού ξεκινούν από την χιλιομετρική θέση 0+091,1 της τροχιάς 1 και καταλήγουν στην χ.θ. 4+737,79 στο τέλος του επιστάθμου του σταθμού Μίκρα. Η σιδηροδρομική επιδομή ξεκινά από την χ.θ 0+00 μέσα στο φρέαρ διευρυμένης διατομής του σταθμού Πατρικίου της βασικής γραμμής στο έργο της Θεσσαλονίκης και καταλήγει στο τέλος του επιστάθμου στην χ.θ. 4+736,79. Η υπόγεια γραμμή ακολουθεί τη πορεία της οδού Σόλωνος μετά τον σταθμό Πατρικίου και κινούμενη κυρίως νότια ακολουθεί τις οδούς Κρήτης, Μοσχονησίων, Μητροπολίτη Κυδωνιών και Πόντου όπου και καταλήγει λίγο πριν την τάφρο απορροής ομβρίων στη συμβολή των οδών Πόντου και Ικάρων που είναι και το τέλος του Έργου. Το Έργο περιλαμβάνει δύο σήραγγες μονής τροχιάς, 5 σταθμούς, 5 φρέατα, 3 σιδηροδρομικές διασταυρώσεις (αλλαγές τροχιάς - cross overs) εκ των οποίων μία είναι ενσωματωμένη στον σταθμό Μίκρα , μία στον Επίσταθμο και μία βρίσκεται ενδιάμεσα των σταθμών Νομαρχία και Καλαμαριά. Τα ονόματα των προβλεπόμενων σταθμών με τη σειρά όπου βρίσκονται στο έργο έχουν ως εξής:

- Νομαρχία
- Καλαμαριά
- Αρετσού
- Νέα Κρήνη
- Μίκρα

Ειδική συνθήκη του έργου.

Κατά την διάρκεια κατασκευής του Έργου ενδέχεται να απαντηθούν , κατά τις εργασίες εκσκαφής , αρχαιολογικά ευρήματα . Οι αρχαιότητες μπορεί να βρεθούν σε βάθη έως και 12 μέτρα κάτω από την επιφάνεια, σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία υπεδαιφικών ερευνών. Οι εργασίες ανασκαφών έως το βάθος αυτό επιβλέπονται από τις αρμόδιες εφορίες αρχαιοτήτων του Υπουργείου Πολιτισμού

3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

3.2.1 Γενικές Εργασίες των Σταθμών του Έργου

Η κατασκευή περιλαμβάνει εργασίες πολιτικού μηχανικού, αρχιτεκτονικές, τοπογραφικές, ηλεκτρομηχανολογικές, κ.λ.π. Οι εργασίες πολιτικού μηχανικού καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη διάρκεια και είναι συνοπτικά οι εξής:

- Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης
- Τοπογραφικές εργασίες
- Κυκλοφοριακές Παρακάμψεις – Ρυθμίσεις
- Παρακάμψεις Δικτύων Ο.Κ.Ω.
- Οριοθέτηση και λειτουργία Εργοταξιακών Χώρων
- Γεωλογικές και Υδρογεωλογικές Συνθήκες στην Περιοχή του Έργου
- Αντιπλημμυρική Προστασία
- Προσωρινή και μόνιμη αποστράγγιση
- Χαραξη Οριζοντιογραφίας και Μηκοτομής
- Γεωμηχανική και Δομητική Παρακολούθηση του Έργου
- Σύνδεση με τα δίκτυα Οργανισμών Κοινής Ωφελείας (Ο.Κ.Ω.)
- Επιφανειακές διαμορφώσεις Χώρων
- Περιβαλλοντικά θέματα

3.2.2 Περιγραφή των Σταθμών

Οι σταθμοί σχεδιάζονται με ενιαία και τυποποιημένη διάταξη. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το σχεδιασμό είναι:

- Ο επιβατικός φόρτος,
- Η τοποθεσία κάθε σταθμού στον αστικό κύκλο,
- Η μηκοτομή και η οριζοντιογραφία της γραμμής χάραξης.
- Το τελικό βάθος των σταθμών

Οι σταθμοί έχουν τα εξής κοινά στοιχεία:

1. Την κεντρική αποβάθρα, που βρίσκεται ενδιάμεσα των 2 τροχιών, για την καλύτερη εξυπηρέτηση των επιβατών και την ελαχιστοποίηση των κυλιόμενων κλιμάκων και ανελκυστήρων.
2. Ελάχιστο μήκος αποβάθρας 60,50 μέτρων.
3. Η χάραξη της γραμμής καθορίζει το βάθος των αποβαθρών από την επιφάνεια.
4. Ελάχιστες διαστάσεις δομικών στοιχείων:
 - a) πλάκα πυθμένα: 1,50μ.
 - b) ενδιάμεσες πλάκες: 0,80μ.
 - c) πλάκα οροφής: 1,20μ.
 - d) περιμετρικά τοιχία κύριας κατασκευής (κουτιού): 1,00μ.
 - e) περιμετρικά τοιχία κατασκευών που εκτείνονται μόνο μέχρι το επίπεδο -1: 0,60μ.
5. Φρέατα εξαερισμού της σήραγγας (ένα φρέαρ σε κάθε άκρο κάθε σταθμού).

6. Κλιμακοστάσια που εξασφαλίζουν πρόσβαση στο επίπεδο -2 και στους χώρους των ανεμιστήρων του σταθμού, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι κινδύνου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- ❖ Οι σταθμοί διαιρούνται σε επίπεδα όπου το καθένα έχει διαφορετική χρήση. Ως προς αυτό το χαρακτηριστικό διαχωρίζονται σε 2 κατηγορίες:
 - A. Τους διώροφους με:
 - Επίπεδο Οδού (EO)
 - Επίπεδο Έκδοσης Εισιτηρίων (EEE) και Μηχανολογικών Χώρων
 - Επίπεδο Αποβάθρας (EA)
 - B. Τους τριώροφους με:
 - Επίπεδο Οδού (EO)
 - Επίπεδο Έκδοσης Εισιτηρίων (EEE) και Μηχανολογικών Χώρων
 - Επίπεδο Μηχανολογικών Χώρων (EMX)
 - Επίπεδο Αποβάθρας (EA)
 - Το Επίπεδο Έκδοσης Εισιτηρίων (EEE) ορίζεται το πρώτο (-1) κάτω από το έδαφος επίπεδο.
 - Το Επίπεδο Μηχανολογικών Χώρων (EMX) ορίζεται ως δεύτερο (-2) κάτω από το έδαφος στους τριώροφους σταθμούς και σε αυτό βρίσκεται ο μηχανολογικός εξοπλισμός του σταθμού. Η πρόσβαση στο επίπεδο είναι δυνατή μόνο από τα πλατύσκαλα των κλιμακοστασίων χώρων κοινού και των εξόδων κινδύνου, καθώς διαπερνάται από τα κλιμακοστάσια και τον ανεγκυστήρα. Οι διώροφοι σταθμοί έχουν τους Η/Μ χώρους στο επίπεδο διακίνησης κοινού.
 - Το Επίπεδο Αποβάθρας ορίζεται ως το τρίτο (-3) κάτω από το έδαφος και χρησιμοποιείται από το κοινό για την επιβίβαση ή αποβίβαση στους συρμούς.
 - Το Επίπεδο Τροχιών – Γενικού Εξοπλισμού ορίζεται ως το τέταρτο (-4) κάτω από το έδαφος και είναι προσβάσιμο μέσω ανθρωποθυρίδων στο δάπεδο του επιπέδου αποβάθρας. Σε αυτό βρίσκονται οι ράγες των συρμών ενώ κάτω από την αποβάθρα διέρχονται καλωδιώσεις για ηλεκτρομηχανολογικές απαιτήσεις και διαμορφώνεται ένα κανάλι για τον αερισμό της περιοχής των τροχιών

Σημειώνεται πως οι κυλιόμενες που συνδέουν το EO με το EEE είναι εξωτερικού τύπου ενώ εκείνες που συνδέουν το EEE με το EA είναι εσωτερικού με επένδυση υαλοπινάκων πλευρικά και ενσωματωμένο φωτισμό.

3.2.3 Περιγραφή Εργασιών στο Σταθμό Νομαρχίας

Ο Σταθμός Νομαρχία είναι υπόγειος και χωροθετείται κατά μήκος της οδού Μητρ. Κυδωνιέων μετά τη συμβολή με την Λεωφόρο Βασ. Όλγας από την χ.θ. 1+024,84 έως την

χ.θ 1+111,44. Η κατασκευή του Σταθμού, των προσβάσεων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της εκσκαφής και επανεπίχωσης (Cut & Cover). Κατά τα στάδια εκσκαφής τοποθετήθηκαν μεταλλικές αντηρίδες και τα περιμετρικά τοιχώματα του σκάμματος επενδύθηκαν με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Ως αποθεσιοθάλαμοι των προϊόντων εκσκαφής χρησιμοποιήθηκαν τα ανενεργά λατομεία της ευρύτερης περιοχής. Η προσωρινή αντιστήριξη των εκσκαφών σχεδιάστηκε να γίνει με κατασκευή πασσάλων σε συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ τους και κεφαλόδεσμο από οπλισμένο σκυρόδεμα στην περίμετρο του σκάμματος. Η μόνιμη κατασκευή αποτελείται από φορέα, έγχυτου επί τόπου, οπλισμένου σκυροδέματος και μορφώνεται με περιμετρικά τοιχία, συμπαγή πλάκα πυθμένα, πλάκα οροφής και ενδιάμεσες πλάκες (με ή χωρίς δοκούς). Το σύστημα της προσωρινής αντιστήριξης είναι ανεξάρτητο στατικά από τη μόνιμη κατασκευή. Επίσης εφαρμόστηκε μεμβράνη που περιβάλλει τις μόνιμες κατασκευές ώστε αυτές να διαθέτουν επαρκή προστασία υδατοστεγάνωσης σύμφωνα με τις Προδιαγραφές του Έργου. Κατά την κατασκευή του σταθμού τέθηκε η απαίτηση διατήρησης της οδικής κυκλοφορίας οπότε σχεδιάστηκε η δημιουργία παράπλευρης οδού παράλληλα με την οδό που αποσιλώθηκε. Όσον αφορά την διάνοιξη δύο των σηράγγων μονής τροχιάς, θα πραγματοποιηθεί με Μηχάνημα Ολομέτωπης Κοπής (TBM). Τέλος επισημαίνεται πως κατά την κατασκευή της πλάκας οροφής προβλέφθηκε η δημιουργία ενός ανοίγματος που διευκόλυνε τις μετακινήσεις των φορτίων εντός του σταθμού, το οποίο σκυροδετήθηκε σε μετέπειτα χρόνο.

Ο Σταθμός διαθέτει τέσσερα επίπεδα:

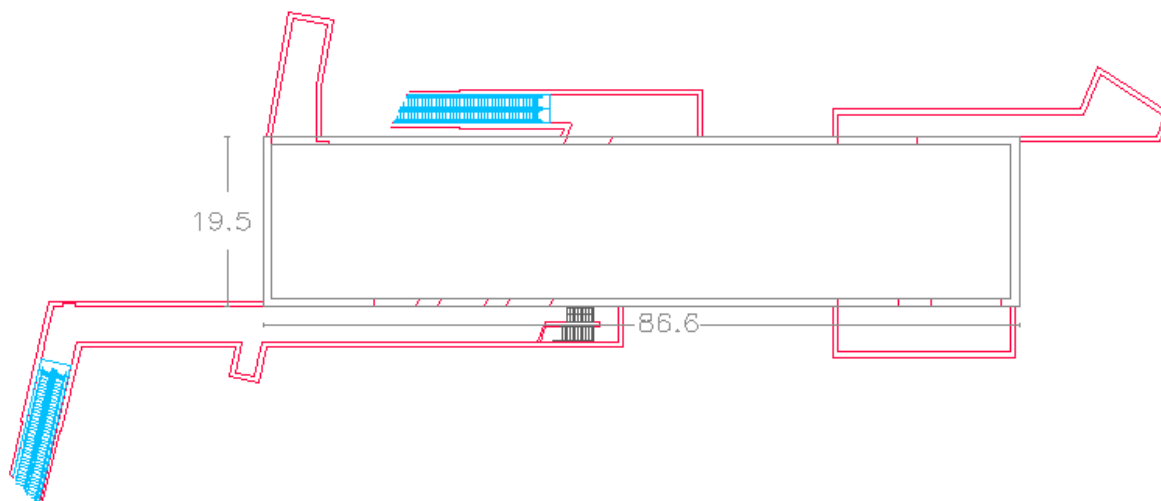
- a) επίπεδο έκδοσης εισιτηρίων
- b) επίπεδο μηχανολογικών χώρων
- c) επίπεδο αποβαθρών.
- d) επίπεδο τροχιών

Η αποβάθρα είναι κεντρική με πλάτος 8.25μ. και μήκος 60.50μ. ενώ επιφάνεια κύλισης σιδηροτροχιών στον κεντρικό άξονα του σταθμού βρίσκεται σε βάθος περίπου 19.96μ. από την επιφάνεια του δρόμου.

Εκατέρωθεν του σταθμού υπάρχουν 2 φρέατα εκτόνωσης που περιέχουν ανεμιστήρες. Οι διαστάσεις του σταθμού συμπεριλαμβανομένων των φρεάτων εκτόνωσης είναι 86,60 μέτρα σε μήκος και 19,50 μέτρα σε πλάτος σε μεικτές διαστάσεις συμπεριλαμβανόμενου του πάχους των περιμετρικών τοιχίων. Οι διαστάσεις χωρίς τα τοιχία είναι 84,60 μέτρα μήκος και 17,50 μέτρα πλάτος. Η είσοδος στο σταθμό για το κοινό πραγματοποιείται από ένα κλιμακοστάσιο στο μέσον περίπου του σταθμού και από δύο προσβάσεις εξοπλισμένες με κυλιόμενες κλιμακες ενώ υπάρχουν και δύο ανεγκυστήρες εκατέρωθεν της οδού που βρίσκεται άνωθεν του σταθμού.



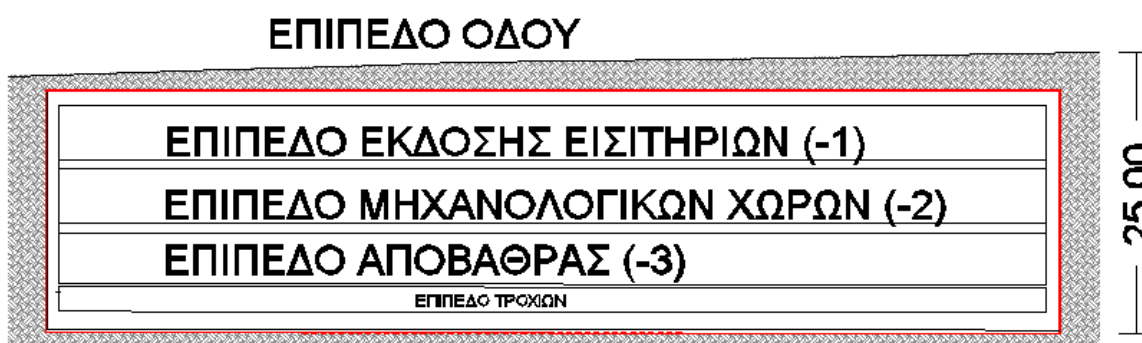
Σχήμα 3.1: Κάτοψη του Βασικού Τμήματος του Σταθμού.



Σχήμα 3.2: Κάτοψη του Βασικού Τμήματος του Σταθμού με τις Βόρειες και Νότιες Κατασκευές.

Με γκρι χρώμα σημειώνονται τα τοιχία του βασικού τμήματος, με κόκκινο οι επιπρόσθετες βόρειες και νότιες κατασκευές όπου στην ουσία αποτελούν τις εισόδους στο σταθμό στο επίπεδο (-1). Οι κατασκευές δεν εκτείνονται στα υπόλοιπα πιο χαμηλά επίπεδα οπότε και η κάτοψη τους μοιάζει με το Σχήμα 3.1. Με μπλε χρώμα φαίνονται οι κυλιόμενες κλίμακες και με μαύρο οι σταθερές.

Παρουσιάζεται επίσης η διαμήκης τομή του σταθμού:



Σχήμα 3.3: Διαμήκης Τομή του Σταθμού.

3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ PRIMAVERA P6

Το Primavera είναι ένα λογισμικό διαχείρισης χαρτοφυλακίου έργου για επιχειρήσεις. Χρησιμοποιείται κυρίως από εταιρίες για την καλύτερη εποπτεία και διαχείριση σύνθετων έργων. Χαρακτηρίζεται ως ένα από τα πιο εύκολα αναγνωρισμένα και χρήσιμα εργαλεία στην αποτελεσματική διαχείριση του έργου και περιλαμβάνει διαχείριση έργων, διαχείριση προϊόντων, δυνατότητες συνεργασίας και ελέγχου και ενσωματώνεται σε άλλα επιχειρηματικά λογισμικά όπως τα συστήματα ERP της Oracle και SAP. Το Primavera ξεκίνησε το 1983 από την Primavera Systems Inc., η οποία εξαγοράστηκε από την Oracle Corporation το 2008. Διαθέτει δύο εκδόσεις:

- Επαγγελματική διαχείριση έργου (PPM) η οποία λειτουργεί χωρίς χρήση διαδικτύου και μπορεί να διαχειριστεί έως και 100.000 δραστηριότητες, και είναι αυτή που χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη εργασία.
- Enterprise Management Portfolio Project (EPPM) η οποία απαιτεί τη χρήση διαδικτύου και επιτρέπει τη διαχείριση έργων μεγάλης κλίμακας ή πολλαπλών έργων ταυτόχρονα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του προγράμματος είναι:

- Ο προγραμματισμός χρονοδιαγράμματος και προϋπολογισμού.
- Η διαχείριση κινδύνων και ευκαιριών
- Η διαχείριση πόρων
- Η διαχείριση συμβάσεων.

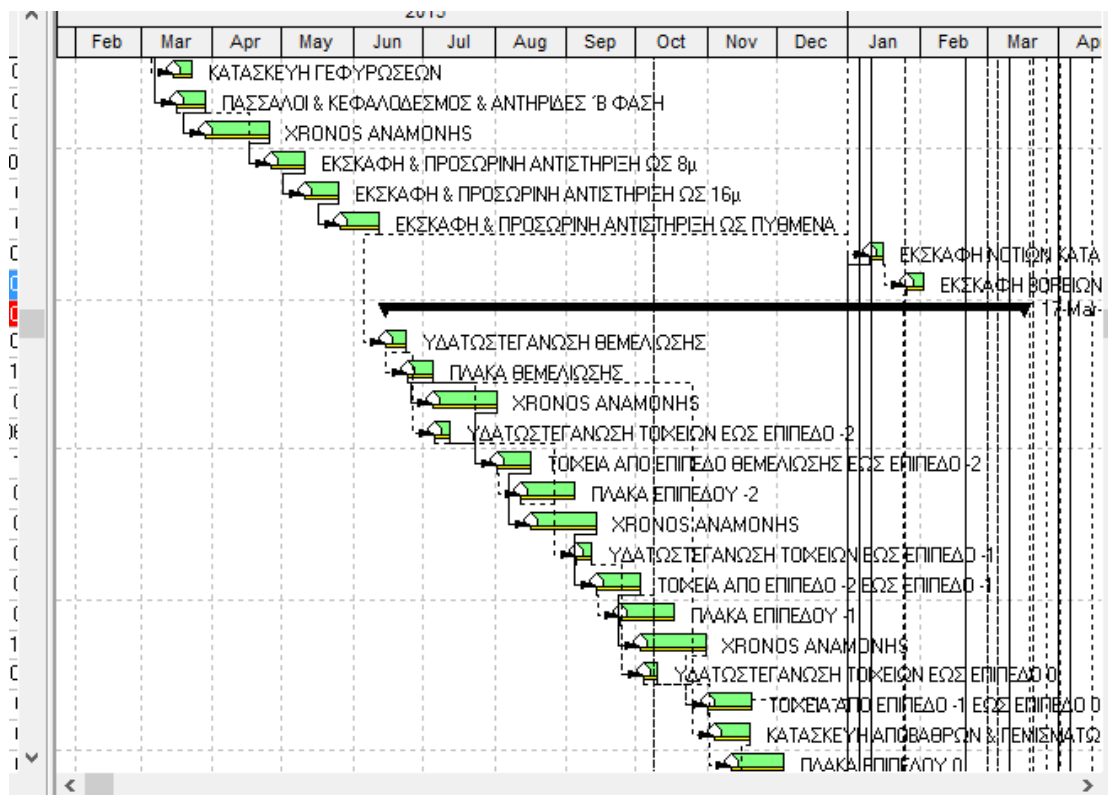
Οι βασικές λειτουργίες που περιλαμβάνει το περιβάλλον του προγράμματος είναι:

- Η επεξεργασία του πίνακα δραστηριοτήτων (αριστερά πάνω στην επιφάνεια):

THEΣ/NIKI METRO-D NEO-D	1149d	25-Jun-13 0
THEΣ/NIKI METRO-D.GEN ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ/ΣΥΜΒ	1613d	AYS 25-Jun-13 0
THEΣ/NIKI METRO-D.GEN.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ/ GENERAL WORKS	100d	AYS 25-Jun-13 0
GEN001 ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΣΥΜΒΑΣΗΣ	0d	AYS 25-Jun-13 0
GEN011 ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ-ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	100d	AYS 25-Jun-13 0
THEΣ/NIKI METRO-D.GEN.2 ΤΜΗΜΑΤΙΚΕΣ ΠΡΟΘΕΣΜΙΕΣ	0d	AYS 24-Nov-17
MIL101 ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΟΙΚΩΔ. & ΑΡΧΙΤ. ΕΡΓΩΝ ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΓΙΑ Ε	0d	AYS 24-Nov-17
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL ΜΕΛΕΤΕΣ/DESIGN	611d	AYS 17-Oct-13 0
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1 ΣΤΑΘΜΟΣ ΝΟΜΑΡΧΙΑ	611d	AYS 17-Oct-13 0
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1.4 ΕΡΓΑ ΠΜ	491d	AYS 17-Oct-13 0
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1.1.1 ΛΟΙΠΑ ΕΡΓΑ ΠΜ	241d	AYS 17-Oct-13 0
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1.1.1.1 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	66d 0.58h	AYS 17-Oct-13 0
ENG206 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ	20d	AYS 17-Oct-13 0
ENG709 ΕΓΚΡΙΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΕΤΑΤ. ΔΙΚΤΥΩΝ ΟΚΩ	30d	AYS 22-Nov-13
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1.1.1.2 ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	162d	AYS 04-Jan-14 0
ENG156 ΕΓΚΡΙΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ	30d	AYS 04-Jan-14 0
ENG796 ΕΓΚΡΙΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΟΙΠΩΝ ΕΡΓΩΝ ΠΜ	30d	AYS 16-May-14
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1.1.2 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	30d	AYS 01-Apr-14 0
ENG640 ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΚΘ. ΓΕΩΤΕΧΝ. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΑΡΑΜ. ΣΧΕΔ	30d	AYS 01-Apr-14 0
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1.1.3 ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ	112d	AYS 22-May-14
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1.1.3.1 ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	93d 7.62h	AYS 22-May-14
ENG644 ΕΓΚΡΙΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ	30d	AYS 22-May-14
ENG646 ΕΓΚΡΙΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	30d	AYS 24-Jul-14 0
THEΣ/NIKI METRO-D.MEL.1.1.3.2 ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	30d	AYS 12-Aug-14

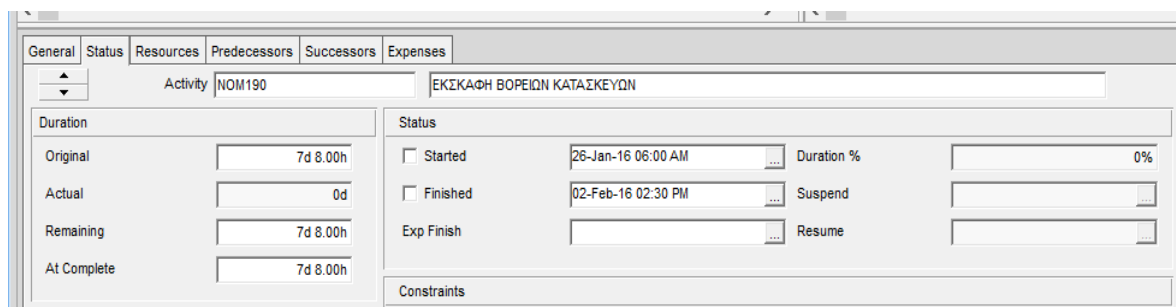
Σχήμα 3.4: Πίνακας Δραστηριοτήτων.

- Η σχεδίαση του διαγράμματος Gantt (δεξιά πάνω στην επιφάνεια):



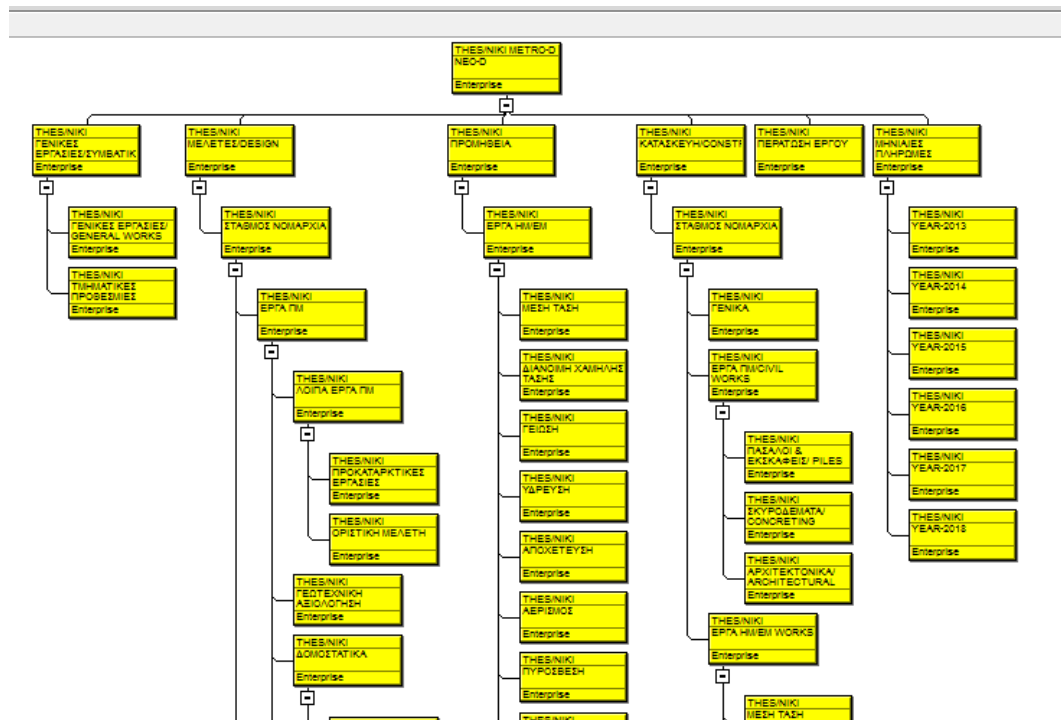
Σχήμα 3.5: Διάγραμμα Gantt

- Η προβολή των λεπτομερειών των δραστηριοτήτων (κάτω στην επιφάνεια):



Σχήμα 3.6: Λεπτομέρειες Δραστηριοτήτων

- προγραμματισμός της WBS του έργου



Σχήμα 3.7: Πίνακας WBS

- Η εφαρμογή κόστους των εργασιών

play: All Resources

ce ID	Resource Type	Resource Name	Unit of Measure	Primary Role	Default
GRANITES	Material	GRANITES	τετραγωνικο μετρ		
ΨΕΥΔΟΡΟΦΕΣ	Material	ΨΕΥΔΟΡΟΦΕΣ	τετραγωνικο μετρ		
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΔΑΠΕΔΑ	Material	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΔΑΠΕΔΑ	τετραγωνικο μετρ		
ΠΟΡΤΕΣ ΤΕΜΑΧΙΟ	Material	ΠΟΡΤΕΣ ΤΕΜΑΧΙΟ	Each		
ΕΠΕΝΔΥΣΗ (ΠΑΝΕΛ)	Material	ΕΠΕΝΔΥΣΗ (ΠΑΝΕΛ)	τετραγωνικο μετρ		
ΒΑΦΕΣ	Material	ΒΑΦΕΣ	τετραγωνικο μετρ		
ΤΟΚΟΠΟΙΑ	Material	ΤΟΚΟΠΟΙΑ	τετραγωνικο μετρ		
ΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΚΟΥ	Labor	ΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΚΟΥ-ΣΟΒΑΤΙΣΜΑΤΟΣ-ΒΑΦΩΝ-ΤΟΠΟΘΕ			
ΕΠΙΚΡΙΣΜΑΤΑ	Material	ΣΟΒΑΤΙΣΜΑ	τετραγωνικο μετρ		
ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΑΝΤΙΡΗΔΩΝ	Labor	ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΑΝΤΙΡΗΔΩΝ			
ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ	Material	ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ	κυβικο μετρο		
ΣΚΥΡΩΔΕΤΗΣΗ	Labor	ΣΚΥΡΩΔΕΤΗΣΗ			
ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ + ΔΟΝΗΣΗ	Material	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ + ΔΟΝΗΣΗ	κυβικο μετρο		
ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ	Material	ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ	τετραγωνικο μετρ		
ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΦΩΙΣΜΟΥ	Labor	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΦΩΙΣΜΟΥ			
ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΝΩΣΗ	Labor	ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΝΩΣΗ			
ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΔΙΑΦ	Material	ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΔΙΑΦ	Each		

Codes Details Units & Prices Roles Notes

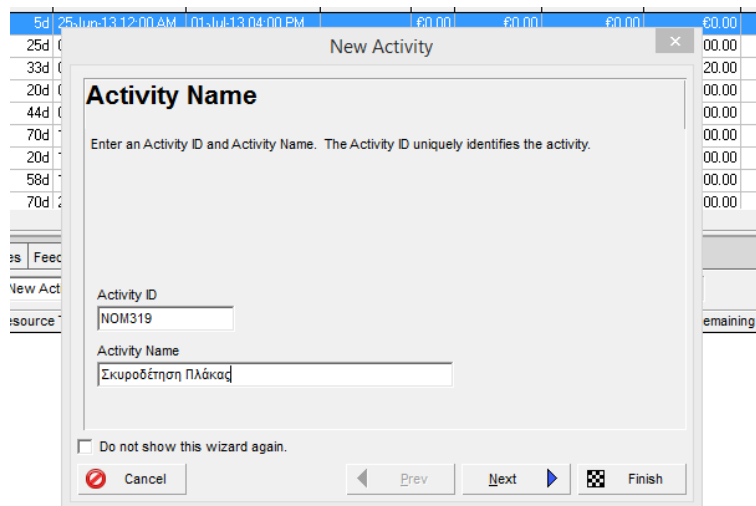
Calendar: Shift: 1

Σχήμα 3.8: Καρτέλα Συνολικών Πόρων

3.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ PRIMAVERA P6 ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

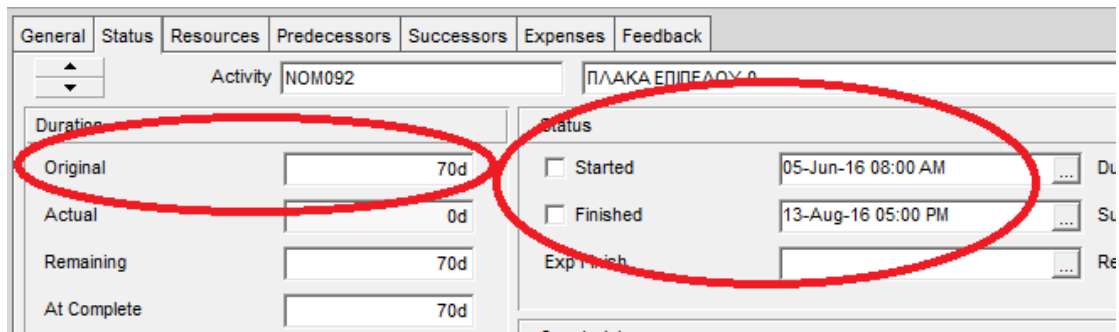
3.4.1 Δημιουργία του Χρονοδιαγράμματος στο Primavera P6 από Υπάρχον Χρονοδιάγραμμα ως Είχε Προγραμματιστεί.

Βασικό στοιχείο για την οργάνωση ενός έργου, όπως έχει προαναφερθεί, είναι ο χρονικός προγραμματισμός των δραστηριοτήτων όπου περιλαμβάνει το χρόνο που καταλαμβάνει κάθε εργασία και την ημερομηνία αρχής και περάτωσης της. Το πρώτο βήμα δηλαδή για τη δημιουργία του χρονοδιαγράμματος, της επεξεργασίας του και τελικώς της βελτίωσής του αποτελεί η χρονολόγηση των εργασιών. Ο τρόπος εκτίμησης κάθε εργασίας είναι πανομοιότυπος για κάθε έργο και κρίνεται από τα τεχνικά μέσα και τους πόρους που διαθέτει ο κατασκευαστής. Με βάση το ποσοστό της εργασίας που έχει τη δυνατότητα να φέρει εις πέρας κάθε μέρα υπολογίζει το συνολικό αριθμό ημερών της κάθε μίας, ενώ στη προκειμένη περίπτωση της διπλωματικής εργασίας, η ανάλυση αυτή έχει ήδη πραγματοποιηθεί από τον ανάδοχο του έργου. Τα στοιχεία που περιέχουν τα χρονικά περιθώρια δόθηκαν σε έντυπη μορφή και στη συνέχεια περάστηκαν στο πρόγραμμα Primavera P6. Η διαδικασία που ακολούθησε για να δημιουργηθεί το πρότζεκτ στο πρόγραμμα περιλαμβάνει καταρχήν τη δημιουργία όλων των εργασιών που εκτελούνται στο έργο επιλέγοντας κάθε φορά τη λειτουργία Add Activity και δίνοντάς της ένα όνομα π.χ Σκυροδέτηση Πλάκας:



Σχήμα 3.9: Δημιουργία Δραστηριότητας

Στη συνέχεια στη κάθε μία επισυνάπτονται τα χρονικά όρια , Start Activity-Αρχή Δραστηριότητας, Finish Activity- Τέλος Δραστηριότητας και Original Duration- Προγραμματιζόμενη Διάρκεια στην ενότητα Status:



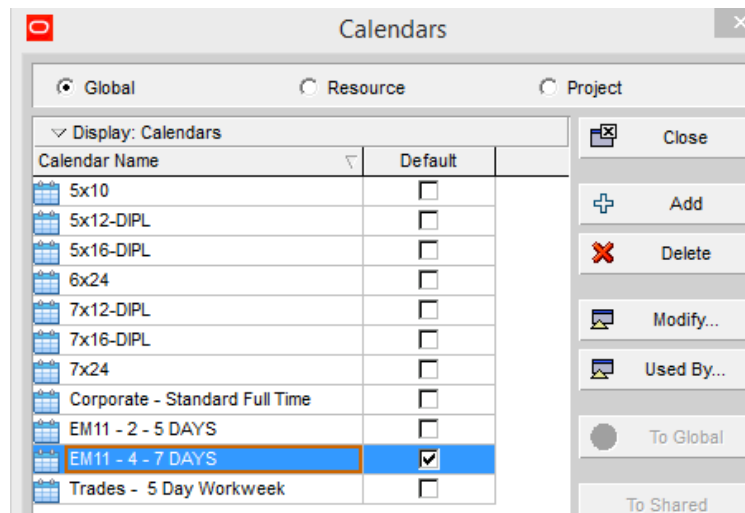
Σχήμα 3.10: Χρονικά Περιθώρια.

Η τελική μορφή μιας δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένων και των χρόνων της είναι η εξής:

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Start	Finish
NOM092	ΠΛΑΚΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ 0	70d	05-Jun-16 08:00 AM*	13-Aug-16 05:00 PM

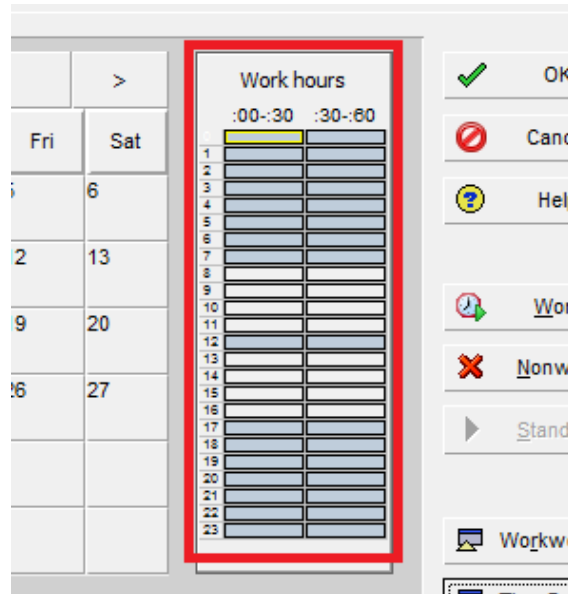
Σχήμα 3.11: Τελική Μορφή Δραστηριότητας

Επίσης πρέπει να διαμορφωθούν στο πρότζεκτ οι βάρδιες και το πρόγραμμα εργασίας της εβδομάδας. Το Primavera P6 περιέχει ήδη κάποια παραδείγματα από διάφορα προγράμματα εργασίας που εφαρμόζονται στα έργα στην επιλογή Calendars (Ημερολόγιο). Το πρόγραμμα ή αλλιώς ημερολόγιο, σύμφωνα με την ονομασία που δίνει το P6, που επιλέχθηκε από τον ανάδοχο του έργου είναι το EM11-4-7 DAYS



Σχήμα 3.12: Ημερολόγιο Έργου

και δηλώνει εργασία του προσωπικού 8 ώρες καθημερινώς ακόμη και τα σαββατοκύριακα, με διάλειμμα μιας ώρας στη μέση της βάρδιας. Οι εργασίες δηλαδή ξεκινούν από τις 8 το πρωί και τελειώνουν στις 5 το απόγευμα όπως φαίνεται:

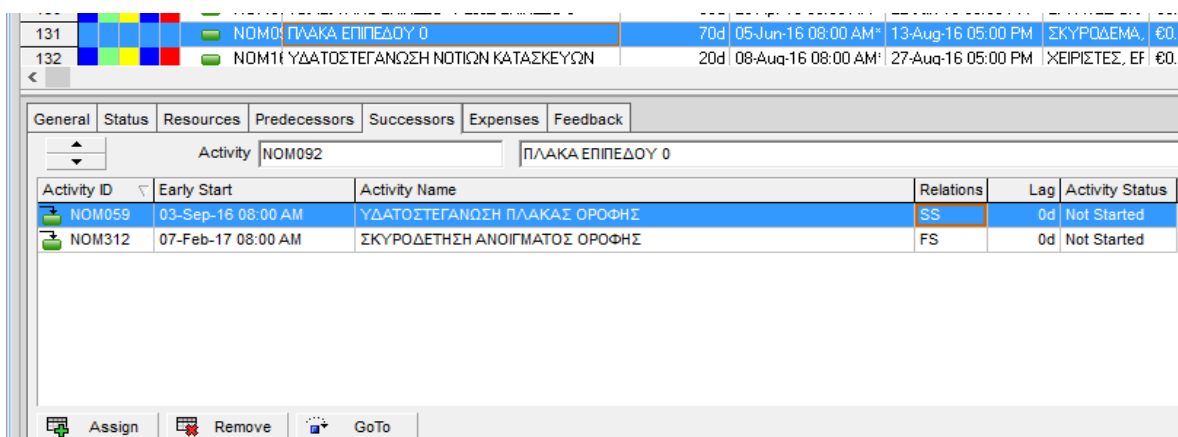


Σχήμα 3.13: Ωρες εργασίας

Εφόσον δημιουργηθούν όλες οι δραστηριότητες που υπάρχουν στο έργο και επιλεγθεί το κατάλληλο ημερολόγιο ακολουθεί η σύνδεσή τους.

3.4.2 Σύνδεση των Δραστηριοτήτων και Εισαγωγή Milestones.

Οι δραστηριότητες συνδεόνται μεταξύ τους σύμφωνα με τη χρονική στιγμή που θα ξεκινήσει η εκτέλεσή τους και με τους χρονικούς περιορισμούς που είχαν αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο Start-Start, Start-Finish, Finish-Start, Finish-Finish. Έστω ότι έχει επιλεγθεί μία δραστηριότητα, για να δηλωθεί η επόμενη της προστίθεται στην ενότητα Successors. Για παράδειγμα για να δηλωθεί η δραστηριότητα «Υδατοστεγάνωση Πλάκας Οροφής» ως επόμενη της δραστηριότητας «Πλακα Επιπεδου 0» έχοντας επιλεγμένη τη δεύτερη στην ενότητα Successors επιλέγεται (Assign) η πρώτη:



Σχήμα 3.14: Χρονικές Συνδέσεις Δραστηριοτήτων

Και στη συνέχεια προσδιορίζεται η σχέση των δύο

Original	Status	Resources	Predecessors	Successors	Expenses	Feedback
Activity		GEN001		ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΣΥΜΒΑΣΗΣ		
Original	0d	<input type="checkbox"/> Started <input type="checkbox"/> Finished Exp Finish		25-Jun-13 08:00 AM	Duration	Suspend
Actual	0d	Constraints Primary		Start On	Secondary	Resume
Remaining	0d	Date		25-Jun-13 08:00 AM	Date	
Not Complete	0d					
Total Float	958d					
Free Float	0d					

Σχήμα 3.17: Ορόσημα Αρχής- Τέλους

3.4.3 Κοστολόγηση Δραστηριοτήτων

Η κοστολόγηση των δραστηριοτήτων έγινε βάσει στοιχείων που ανταποκρίνονται στη πραγματικότητα και δίνουν μια καθαρή εικόνα της υφιστάμενης οικονομικής κατάστασης του έργου. Αν και τα ποσά που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεκπεραίωση κάθε εργασίας δεν είναι δοσμένα με απόλυτη ακρίβεια από τον υπεύθυνο εργολάβο καθώς η πολιτική της εταιρίας απαγορεύει την δημοσιοποίησή τους παρόλα αυτά απεικονίζουν τον γενικό προϋπολογισμό του έργου σε ικανοποιητικό βαθμό. Ούτως ή άλλως σκοπό της εργασίας αποτελεί η σύγκριση δύο καταστάσεων όπου ο τρόπος υπολογισμού του κόστους και η αξία των υλικών παραμένουν οι ίδιες για κάθε δραστηριότητα. Η αλλαγή στο αποτέλεσμα της δεύτερης σε σχέση με τη πρώτη επέρχεται από το τρόπο σύνδεσης και επεξεργασίας κάθε δραστηριότητας. Δηλαδή παρόμοιο αποτέλεσμα θα εξερχόταν και από τελειώς πλασματικά στοιχεία με διαφορετικές κοστολογήσεις. Στη προκειμένη περίπτωση όμως η παρούσα εργασία συμβαδίζει με τη πραγματικότητα. Πιο συγκεκριμένα τα αρχικά στοιχεία που δόθηκαν σε γενικές γραμμές ήταν η αξία εργατοώρας κάθε μηχανήματος, ο μισθός του προσωπικού, η αξία των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν σύμφωνα με τη μονάδα μέτρησης του καθενός, τα πάγια έξοδα, η αξία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού καθώς και αξία κάποιων μελετών. Έπειτα από τα εγκεκριμένα σχέδια του σταθμού εκμαιεύτηκαν πληροφορίες σχετικά με τις διαστάσεις και τους όγκους της κατασκευής όπου σε συνδυασμό με τα προηγούμενα στοιχεία οδήγησαν στον υπολογισμό των εξόδων κατασκευής του έργου. Αξίζει να σημειωθεί πως η αναλυτική κοστολόγηση αφορά εργασίες όπου η καθεμία καλύπτει σημαντικό ποσοστό του γενικού συνόλου του έργου. Οι μικρότερες εργασίες όπου δεν καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος του έργου ομαδοποιήθηκαν σε μεγαλύτερες και κοστολογήθηκαν συνολικά. Η απλοποίηση αυτή έγινε καθώς η ανάλυσή τους δεν θα έδινε μια ουσιαστική διαφορά στο τελικό αποτέλεσμα ενώ θα δυσκόλευε τους υπολογισμούς και θα γέμιζε το πρότζεκτ με περίσσεια λεπτομερειών. Για τη διευκόλυνση, λοιπόν, της επεξεργασίας και της παρουσίασης των ποσών που χρησιμοποιήθηκαν, το κόστος των εργασιών και υπόλοιπων εξόδων κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με τις φάσεις κατασκευής και τις ανάγκες του έργου. Οι κατηγορίες που προκύπτουν είναι:

- 1) Εργασίες εκσκαφής
- 2) Εργασίες κατασκευής πασσαλών, κεφαλόδεσμου και αντηρίδων
- 3) Εργασίες κατασκευής πλευρικού δρόμου
- 4) Εργασίες υδατοστεγάνωσης
- 5) Εργασίες σκυροδέτησης
- 6) Αρχιτεκτονικές εργασίες
- 7) Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες
- 8) Πάγιες πληρωμές
- 9) Κοστολόγηση μελετών
- 10) Κοστολόγηση προμηθειών

Στη συνέχεια επεξηγούνται οι υπολογισμοί που έγιναν για τη κάθε μία :

- 1) Εργασίες εκσκαφής

Για υπολογισμό του κοστολογίου των εκσκαφών μετρήθηκε βάσει των σχεδίων το βάθος εκσκαφής σε κάθε σημείο του σταθμού από το επίπεδο οδού. Έπειτα πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδόν προέκυψε ο συνολικός όγκος εκσκαφής. Εξαιτίας της ανισοσταθμίας του εδάφους και μιας ελαφριάς κλίσης στο σημείο της κατασκευής το βάθος αν μετρηθεί από την επιφάνεια παρουσιάζει κάποιες διαφορές. Κατά μέσο όρο το προέκυψε 25 μέτρα και η εργασία εκσκαφής μέχρι το σημείο αυτό χωρίστηκε σε τρεις φάσεις. Η πρώτη περιλαμβάνει την εκσκαφή μέχρι τα 8 μέτρα , η δεύτερη ως τα 16 μέτρα και η τρίτη ως το πυθμένα. Για κάθε μία φάση υπολογίστηκε ο όγκος του ορύγματος , το κόστος εργασίας των μηχανήματων σύμφωνα με το χρόνο που θα εκτελέσουν την εκσκαφή, το κόστος των χειριστών των μηχανημάτων, το κόστος μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής και το εργατικό δυναμικό που απαιτείται. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται το κόστολόγιο των μηχανημάτων και του ανθρώπινου δυναμικού ανά εργατώρα και των φορτηγών μεταφορών για κάθε κυβικό μέτρο υλικού.

ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)
ΦΟΡΤΩΤΗΣ	30	
ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	25	
ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB	20	
ΣΦΥΡΙ-ΔΟΝΗΤΙΚΟ	25	
ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ-ΦΟΡΤΗΓΟ		15
ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
ΕΡΓΑΤΕΣ	5	
ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		1200

Σχήμα 3.18: Κοστολόγηση Πρώτης Φάσης Εκσκαφής

Ο εκσκαφέας-JCB εκτελεί τις εργασίες εκσκαφής, το σφυρί-δονητικό χρησιμοποιείται εάν υπάρχει συμπαγές πέτρωμα στο υπέδαφος, ο φορτωτής-JCB βρίσκεται στο επίπεδο εκσκαφής όπου μεταφέρει και επανατοποθετεί τα εδαφικά υλικά στο σημείο

όπου ο φορτωτής ,που βρίσκεται στο επίπεδο οδού, μπορεί να τα συλλέξει και να τα τοποθετήσει στα φορτηγά και τελικά να οδηγηθούν εκτός εργοταξίου. Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή αλλιώς Guniting δημιουργεί ένα μανδύα σκυροδέματος πάχους 7 εκατοστών περιμετρικά του ορύγματος. Όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός και εργατικό δυναμικό θεωρήθηκε ότι εργάζονται για 8 ώρες καθημερινώς, ο όγκος εκσκαφής υπολογίστηκε 13500 κυβικά μέτρα ενώ ο όγκος εκτοξευόμενου σκυροδέματος, υποθέτοντας ότι η περίμετρος εκσκαφής είναι 212,2 μέτρα, το βάθος 8 μέτρα και το πάχος που θα σχηματιστεί 0,07 μέτρα, ανέρχεται στα 119 κυβικά. Η χρονική διάρκεια εκτέλεσης αυτής της φάσης έχει δοθεί πως είναι 45 ημέρες και ο αριθμός των εργατών υπολογίστηκε στους 10 καθημερινώς ενώ οι χειριστές των μηχανημάτων 4. Επίσης στο τέλος της υπολογίστηκε πως τοποθετούνται 16 μεταλλικές αντηρίδες, αξίας 5000 ευρώ η μια, εγκάρσια καθόλης της μεγάλης πλευράς του σταθμού.

Η δεύτερη φάση είναι παρόμοια με τη πρώτη καθώς βάθος, εμβαδόν, όγκος εκσκαφής και χρονική διάρκεια παραμένουν αμετάβλητα. Μια γενικότερη εικόνα δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ	30	
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	25	
1	8	ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB	20	
1	8	ΣΦΥΡΙ-ΔΟΝΗΤΙΚΟ	25	
13500 κ.μ	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ-ΦΟΡΤΗΓΟ		15
4	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	
119 κ.μ	-	ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		1200
16	-	ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ	5000 / ΤΕΜΑΧΙΟ	

Σχήμα 3.19: Κοστολόγηση Δεύτερης Φάσης Εκσκαφής

Η τρίτη και τελευταία φάση περιλαμβάνει την εκσκαφή από το βάθος των 16 μέτρων έως τα 25 οπότε ο όγκος είναι μεγαλύτερος σχετικά με των προηγούμενων ενώ αυξάνεται και η χρονική διάρκεια της στις 51 ημέρες. Πιο αναλυτικά φαίνονται στο πίνακα:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ	30	
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	25	
1	8	ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB	20	
1	8	ΣΦΥΡΙ-ΔΟΝΗΤΙΚΟ	25	
15210 κ.μ	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ-ΦΟΡΤΗΓΟ		15
4	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	
134 κ.μ	-	ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		1200

Σχήμα 3.20: Κοστολόγηση Τρίτης Φάσης Εκσκαφής

Εφόσον τελειώσει η εκσκαφή του κύριου τμήματος του σταθμού η εργασία συνεχίστηκε και για τις βόρειες και νότιες κατασκευές οι οποίες βρίσκονται σε βάθος 10 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους.

Νότιες κατασκευές:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ	30	
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	25	
1	8	ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB	20	
1	8	ΣΦΥΡΙ-ΔΟΝΗΤΙΚΟ	25	
5220 κ.μ	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ-ΦΟΡΤΗΓΟ		15
4	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	
156 κ.μ	-	ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		1200

Σχήμα 3.21: Κοστολόγηση Εκσκαφής Νότιων Κατασκευών.

Η διάρκεια εκτέλεσης της εργασίας είναι 19 ημέρες.

Βόρειες κατασκευές:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ	30	
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	25	
1	8	ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB	20	
1	8	ΣΦΥΡΙ-ΔΟΝΗΤΙΚΟ	25	
5500 κ.μ	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ-ΦΟΡΤΗΓΟ		15
4	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	
142 κ.μ	-	ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		1200

Σχήμα 3.22: Κοστολόγηση Εκσκαφής Βόρειων Κατασκευών.

Η διάρκεια εκτέλεσης της εργασίας είναι 23 ημέρες.

2) Εργασίες κατασκευής πασσάλων, κεφαλόδεσμου και αντηρίδων

Οι εργασίες αυτές πραγματοποιήθηκαν πριν τις εργασίες εκσκαφής και εφόσον η περιοχή που επρόκειτο να κατασκευαστεί ο σταθμός είχε καθαριστεί και είχαν γίνει οι κατάλληλες αποξηλώσεις. Η κατασκευή των πασσάλων γίνεται δημιουργώντας κυκλικό άνοιγμα στο έδαφος και με ειδικό τρυπάνι σκάβεται έτσι ώστε το όρυγμα που δημιουργείται να έχει μορφή κυλίνδρου. Το όρυγμα έχει διάμετρο 1 μέτρο και βάθος εκσκαφής μεγαλύτερο από αυτό του σταθμού. Στη συνέχεια τοποθετείται έτοιμος διαμορφωμένος οπλισμός, επίσης σε κυλινδρική μορφή και εγχύνεται σκυρόδεμα μέχρι τη πλήρωση του ορύγματος. Η κατασκευή των πασσάλων γίνεται περιμετρικά του σταθμού και έπειτα με τη δημιουργία του κεφαλόδεσμου ενώνονται μεταξύ τους δημιουργώντας ένα ισχυρό τοίχο όπου θα εμποδίσει τη κατάρρευση του εδάφους όταν η εκσκαφή θα ξεκινήσει. Τέλος, στο ύψος του κεφαλόδεσμου κατασκευάζονται 16 αντηρίδες από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι εργασίες αυτές χωρίζονται σε Α και Β φάση που διαρκούν 42 και 39 ημέρες αντίστοιχα. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι το τρυπάνι, ένας γερανός για να κατεβάξει τον οπλισμό στο όρυγμα του πασσάλου και ένας φορτωτής. Το

ανθρώπινο δυναμικό απαρτίζεται από 15 εργάτες και 3 χειριστές καθημερινά. Συνολικά οι δύο φάσεις φαίνονται στο Σχήμα 3.23.

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ/ΤΕΜΑΧΙΟ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)
1	8	ΤΡΥΠΑΝΙ ΠΑΣΣΑΛΩΝ	30		
150	-	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΟΥ	-	400	
4179		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ			87
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	20		
16		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΤΗΡΙΔΩΝ	-	2000	
300 ΜΕΤΡΑ	-	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ	-	20000	
15	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5		
3	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.23: Κοστολόγηση Πασσαλών, Κεφαλόδεσμου και Αντηρίδων

Ο οπλισμός των πασσάλων, των αντηρίδων και του κεφαλόδεσμου θεωρήθηκαν ως ακέραια τεμάχια ενώ το κόστος του σκυροδέματος αφορά το υλικό, τη μεταφορά του και τη πρέσα που χρησιμοποιήθηκε.

3) Εργασίες κατασκευής πλευρικού δρόμου.

Για την κατασκευή του σταθμού αποψηλώθηκε ένα κομμάτι του οδικού δικτύου επομένως δημιουργήθηκε νέος πλευρικός δρόμος για να καλύψει τις κυκλοφοριακές ανάγκες της περιοχής, ενώνοντας τα δύο αποκοπτόμενα μέρη του δρόμου που χώρισε το εργοτάξιο του σταθμού. Ο νέος δρόμος κάλυψε μία περιοχή έκτασης 4360 τετραγωνικών μέτρων.

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
436		ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΡΑΥΣΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ		9	
4360	8	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΟΥ			7
1360		ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ		60	
1	8	ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΗΡΑΣ (GRADER)	50		
1	8	ΚΑΤΑΒΡΕΧΤΗΡΑΣ	25		
1	8	ΟΔΟΣΤΡΩΤΗΡΑΣ	45		
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5		
6	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		
-	-	ΠΕΖΟΔΡΟΜΗΣΗ, ΦΩΤΑ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΗΣΕΙΣ, ΣΗΜΑΤΟΔ.	20000 ΕΥΡΩ ΣΥΝΟΛΙΚΑ		

Σχήμα 3.24: Κοστολόγηση Πλευρικού Δρόμου

4) Εργασίες υδατοστεγάνωσης

Με το πέρας της εργασίας εκσκαφής αρχίζουν οι εργασίες υδατοστεγάνωσης του σταθμού. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τη τοποθέτηση μιας μεμβράνης πριν αρχίσει η σκυροδέτηση ώστε η πρώτη να βρίσκεται ανάμεσα από το έδαφος και το σταθμό. Στην ουσία πρέπει όλος ο σταθμός να περιτυλιχτεί από τη μεμβράνη οπότε στο πυθμένα της κατασκευής η μεμβράνη βρίσκεται κάτω από τα σκυροδετημένα τμήματα, στην επιφάνεια

βρίσκεται άνωθεν της σκυροδετημένης οροφής και πλευρικά βρίσκεται εξωτερικά των τοιχίων του σταθμού. Σκοπός της τοποθέτησής της είναι να αποτρέψει το νερό του υπεδάφους να έρθει σε επαφή με τους σκυροδετημένους φορείς και η εφαρμογή της έχει υψηλό βαθμό δυσκολίας καθώς ακόμα και ένα μικρό κενό αρκεί ώστε να αχρηστεύει την λειτουργία της αφήνοντας το νερό να εισέλθει. Για τη πρόληψη αυτής της κατάστασης γίνεται διαμερισματοποίηση της μεμβράνης ώστε αν σε κάποιο σημείο υπάρχει αστοχία, το νερό να μην επεκταθεί σε όλη την εξωτερική επιφάνεια του σταθμού. Η τοποθέτηση της μεμβράνης ακολουθεί τη πορεία σκυροδέτησης του έργου και χωρίζεται σε αρκετές φάσεις. Η πρώτη είναι η υδατοστεγάνωση της θεμελίωσης και το κόστος τοποθέτησής της φαίνεται στο παρακάτω πίνακα:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
2009 τετρ.μετρα	-	ΜΕΒΡΑΝΗ		15
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
1	-	ΕΡΓΑΛΕΙΑ/ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	5000 ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
4	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	

Σχήμα 3.25: Κοστολόγηση 1^{ης} Φάσης Υδατοστεγάνωσης

Και διαρκεί 25 ημέρες.

Ακολουθεί η δεύτερη που αφορά την υδατοστεγάνωση των τοιχίων εως το επίπεδο (- 2):

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1620 τετρ.μετρα	-	ΜΕΒΡΑΝΗ		15
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
1	-	ΕΡΓΑΛΕΙΑ/ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	5000 ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
4	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	

Σχήμα 3.26: Κοστολόγηση 2^{ης} Φάσης Υδατοστεγάνωσης

Με διάρκεια 20 ημέρες.

Η τρίτη που είναι η υδατοστεγάνωση μέχρι το επίπεδο - 1:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1172 τετρ.μετρα	-	ΜΕΒΡΑΝΗ		15
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
1	-	ΕΡΓΑΛΕΙΑ/ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	5000 ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
4	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	

Σχήμα 3.27: Κοστολόγηση 3^{ης} Φάσης Υδατοστεγάνωσης

Με διάρκεια 20 ημέρες.

Η τέταρτη, υδατοστεγάνωση έως το επίπεδο 0:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1257 τετρ.μετρα	-	ΜΕΜΒΡΑΝΗ		15
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
1	-	ΕΡΓΑΛΕΙΑ/ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	5000 ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
4	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	

Σχήμα 3.28: Κοστολόγηση 4^{ης} Φάσης Υδατοστεγάνωσης

Με διάρκεια 20 ημέρες.

Η πέμπτη, υδατοστεγάνωση του πυθμένα και των τοιχίων των νοτίων κατασκευών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1754 τετρ.μετρα	-	ΜΕΜΒΡΑΝΗ		15
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
1	-	ΕΡΓΑΛΕΙΑ/ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	5000 ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
4	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	

Σχήμα 3.29: Κοστολόγηση 5^{ης} Φάσης Υδατοστεγάνωσης

Με διάρκεια 20 ημέρες.

Η έκτη, υδατοστεγάνωση του πυθμένα και των τοιχίων των βορείων κατασκευών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1662 τετρ.μετρα	-	ΜΕΜΒΡΑΝΗ		15
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
1	-	ΕΡΓΑΛΕΙΑ/ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	5000 ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
4	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	

Σχήμα 3.30: Κοστολόγηση 6^{ης} Φάσης Υδατοστεγάνωσης

Με διάρκεια 20 ημέρες.

Η έβδομη, υδατοστεγάνωση της πλάκας οροφής εκτός του ανοίγματος στην οροφή που δεν έχει ακόμη σκυροδετηθεί:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1655 τετρ.μετρα	-	ΜΕΜΒΡΑΝΗ		15
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
1	-	ΕΡΓΑΛΕΙΑ/ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	5000 ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
4	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	

Σχήμα 3.31: Κοστολόγηση 7^{ης} Φάσης Υδατοστεγάνωσης.

Με διάρκεια 20 ημέρες.

Και η ογδοη, υδατοστεγάνωση πλακών οροφής των βορείων και νοτίων κατασκευών και του ανοίγματος της οροφής της κύριας κατασκευής:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
907 τετρ.μετρα	-	ΜΕΜΒΡΑΝΗ		15
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
1	-	ΕΡΓΑΛΕΙΑ/ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	5000 ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
4	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
20	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	

Σχήμα 3.32: Κοστολόγηση 8^{ης} Φάσης Υδατοστεγάνωσης

Με διάρκεια 20 ημέρες.

5) Εργασίες σκυροδέτησης

Η κατασκευή του έργου απαιτεί χιλιάδες κυβικά μέτρα σκυροδέματος οπότε για διευκόλυνση της εποπτίας της, οι εργασίες σκυροδέτησης χωρίζονται και αυτές σε πολλές φάσεις. Στις αρχικές φάσεις η υδατοστεγάνωση προηγείται της σκυροδέτησης ενώ στο τέλος κατά το κλείσιμο της μεμβράνης συμβαίνει το αντίθετο. Πρώτα σκυροδετείται η πλάκα θεμελίωσης η οποία έχει πάχος 1,5 μέτρο και εμβαδόν 1690 τετραγωνικά μέτρα. Κατά την εργασία αυτή κοστολογείται το σκυροδέμα όπως προηγουμένως ενώ ο οπλισμός που χρειάζεται ένα κυβικό μέτρο σκυροδέματος είναι περίπου 135 κιλά δηλαδή περίπου 85 ευρώ ανά κυβικό μέτρο. Η τιμή του καλουπώματος υπολογίζεται σε τετραγωνικά μέτρα και της διάστρωσης και δόνησης σκυροδέματος ανάλογα με τα κυβικά του υλικού. Επειδή σε αυτή τη φάση δεν χρειάζεται καλούπωμα, καθώς δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί στη χαμηλότερη πλάκα, δεν υπολογίζεται στο παρακάτω πίνακα:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
2535		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
2535	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
17		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
-		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
2535	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.33: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Πλάκας Θεμελίωσης

Η διάρκεια κατασκευής της πλάκας είναι 33 ημέρες.

Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει τη σκυροδέτηση των τοιχίων από θεμελίωση μέχρι το επίπεδο (-2) εφόσον έχει προηγηθεί η δεύτερη φάση υδατοστεγάνωσης. Αξίζει να σημειωθεί πως δεν χρειάζεται να τελειώσουν οι εργασίες υδατοστεγάνωσης για να

αρχίσουν εκείνες της σκυροδέτησης απλώς οι πρώτες πρέπει να πρωπορεύονται. Οι ανάγκες κατασκευής των τοιχίων παρουσιάζονται στο πίνακα:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1427		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
1427	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
10		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
1427		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
1427	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.34: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Τοιχίων έως Επίπεδο (-2)

Με διάρκεια 44 ημέρες.

Η τρίτη περιλαμβάνει τη κατασκευή της πλάκας στο επίπεδο (-2) με πάχος 0,8 μέτρα:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1500		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
1500	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
11		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
1795		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
1500	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.35: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Πλάκας στο Επίπεδο (-2)

Με διάρκεια 70 ημέρες.

Η τέταρτη περιλαμβάνει τη κατασκευή των τοιχίων από το επίπεδο (-2) έως το επίπεδο (-1):

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1002		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
1002	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
7		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
1002		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
1002	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.36: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Τοιχίων έως Επίπεδο (-1)

Με διάρκεια 58 ημέρες.

Η πέμπτη αφορά την κατασκευή της πλάκας στο επίπεδο -1 και είναι ίδια με την τρίτη.

Η έκτη, την σκυροδέτηση των τοιχίων από το επίπεδο -1 ως το επίπεδο 0:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1002		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
1002	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
7		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
2004		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
1002	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.37: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Τοιχίων έως Επίπεδο (0)

Με διάρκεια 58 ημέρες.

Η έβδομη την πλάκα οροφής στο επίπεδο 0 με πάχος 1,2 μέτρα όπου αφήνεται άνοιγμα 35 τετραγωνικών μέτρων:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1986		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
1986	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
14		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
1892		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
1986	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.38: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Πλάκας Οροφής

Με διάρκεια 70 ημέρες.

Η όγδοη και τελευταία για το κομμάτι της κύριας κατασκευής η σκυροδέτηση του ανοίγματος:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
42		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
42	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
1		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
35		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
42	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.39: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Ανοίγματος.

Έπειτα ακολουθούν οι σκυροδέτηση των νοτίων κατασκευών :

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1306		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
1306	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
9		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
3086		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
1306	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.40: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Νοτίων Κατασκευών.

Οι οποίες έχουν ύψος κάτω πλάκας 0,8 μέτρα, οροφής 0,6 μετρα και τοιχίων 0,7 μέτρα και ολοκληρώνονται σε 60 ημέρες.

Και η σκυροδέτηση των βορείων κατασκευών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1001		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
1001	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
7		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
1830		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
1001	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.41: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Βορείων Κατασκευών.

Οι οποίες έχουν ίδιες διαστάσεις στοιχείων με τις νότιες και ολοκληρώνονται σε 90 μέρες.

Τέλος σκυροδετούνται οι αποβάθρες του σταθμού:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
246		ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
246	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
2		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
1988		ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
246	8	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ		5	
1	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.42: Κοστολόγηση Σκυροδέτησης Αποβαθρών.

Η εργασία χρειάζεται 46 ημέρες.

Στη συνέχεια εφόσον σκυροδετηθούν όλα τα στοιχεία ακολουθεί καθαίρεση των 16 σκυροδετημένων αντηρίδων. Η καθαίρεση γίνεται χρησιμοποιώντας διατρητικό κομπρεσέρ και η απομάκρυνση των 270 κυβικών μέτρων θραυσμάτων του σκυροδέματος γίνεται με φορτηγά αυτοκίνητα:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)
270	-	ΚΟΜΠΡΕΣΕΡ/ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ		40
56	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ JCB	25	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20	
270	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ-ΦΟΡΤΗΓΟ		15
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	

Σχήμα 3.43: Κοστολόγηση Καθαιρέσεων

Διάρκεια εργασίας 46 ημέρες .

6) Αρχιτεκτονικές εργασίες

Ολοκληρώνοντας τις σκυροδετήσεις σε ένα επίπεδο, οι αρχιτεκτονικές εργασίες μπορούν να ξεκινήσουν σε αυτό. Οι αρχιτεκτονικές εργασίες περιλαμβάνουν την κατασκευή τοιχοποιών, τις εργασίες επιχρισμάτων, τους χρωματισμούς ορόφων, τις επενδύσεις, την τοποθέτηση θυρών, τις εργασίες βιομηχανικών δαπέδων, την τοποθέτηση ψευδοροφών και γρανιτών όπου πραγματοποιούνται με τη σειρά με την οποία παρατέθηκαν. Οι εργασίες ξεκινούν από το επίπεδο ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (-2) και οι ανάγκες τις κάθε μίας αναλύονται στους παρακάτω πίνακες :

α) Τοιχοποιίες:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
195	-	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		87	
195	8	ΟΠΛΙΣΜΟΣ		85	
1	8	ΓΕΡΑΝΟΣ	20		
10	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ		
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	5		
978	-	ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ			50
195	-	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ & ΔΟΝΗΣΗ			5
940	-	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ			30
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ	5		
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6		

Σχήμα 3.44: Κοστολόγηση Τοιχοποιών στο Επίπεδο (-2).

β) Εργασίες επιχρισμάτων:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
2858		ΣΟΒΑΤΙΣΜΑ		5
1		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΣΟΒΑΤΙΣΜΑΤΟΣ	5	

Σχήμα 3.45: Κοστολόγηση Επιχρισμάτων στο Επίπεδο (-2).

γ) Εργασίες βαφών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
2858		ΧΡΩΜΑ-ΥΛΙΚΟ		1
1		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
5	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΒΑΨΙΜΑΤΟΣ	5	

Σχήμα 3.46: Κοστολόγηση Βαφών στο Επίπεδο (-2).

δ) Εργασίες επενδύσεων:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
536		ΕΠΕΝΔΥΣΗ (ΠΑΝΕΛ)		30
1		ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	
5	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	5	

Σχήμα 3.47: Κοστολόγηση Επενδύσεων στο Επίπεδο (-2).

ε) Τοποθέτηση θυρών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ
40	-	ΠΟΡΤΕΣ	500 ΑΝΑ ΤΕΜΑΧΙΟ
3	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ
2	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	5

Σχήμα 3.48: Κοστολόγηση Θυρών στο Επίπεδο (-2).

στ) Εργασίες βιομηχανικών δαπέδων:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
1000	-	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΔΑΠΕΔΑ		8
4	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗΣ	5	

Σχήμα 3.49: Κοστολόγηση Βιομηχανικών Δαπέδων στο Επίπεδο (-2) .

Έπειτα από την έναρξη των εργασιών στο επίπεδο (-2) ξεκινούν και εκτελούνται παράλληλα και οι εργασίες στα άλλα δύο επίπεδα , στο επίπεδο αποβαθρών (-3) και στο επίπεδο έκδοσης εισιτηρίων (-1). Οι εργασίες είναι πανομοιότυπες με το επίπεδο (-2) όμως εκτελούνται και δύο επιπλέον, η τοποθέτηση ψευδοροφών και γρανιτών.

Για το επίπεδο (-3):

α) Τοποθέτηση ψευδοροφών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
450	-	ΨΕΥΔΟΡΟΦΕΣ		15
6	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	
3	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	

Σχήμα 3.50: Κοστολόγηση Ψευδοροφών στο Επίπεδο (-3).

β) Τοποθέτηση γρανιτών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
450	-	ΓΡΑΝΙΤΕΣ		17
6	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	5	
3	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	

Σχήμα 3.51: Κοστολόγηση Γρανιτών στο Επίπεδο (-3) .

Για το επίπεδο (-1):

α) Τοποθέτηση ψευδοροφών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡ.(m2)
922	-	ΓΡΑΝΙΤΕΣ		17
6	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	5	
5	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	

Σχήμα 3.52: Κοστολόγηση Ψευδοροφών στο Επίπεδο (-1).

β) Τοποθέτηση γρανιτών:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΤΡAm2)
922	-	ΓΡΑΝΙΤΕΣ		17
6	8	ΕΡΓΑΤΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	5	
5	-	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ	200 ΑΝΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	

Σχήμα 3.53: Κοστολόγηση Γρανιτών στο Επίπεδο (-1) .

Στη συνέχεια ακολουθούν κάποιες γενικές αρχιτεκτονικές εργασίες που δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και περιλαμβάνουν την ολοκλήρωση αρχιτεκτονικών τελειωμάτων σε σημεία όπου έπρεπε να προηγηθούν ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες, τις διορθώσεις τυχόν ατελειών, κ.α.

Τελευταίες εκτελούνται οι εργασίες επίχωσης και αποκατάστασης του εδάφους άνωθεν του σταθμού οι οποίες ξεκινούν όταν ηλεκτρομηχανολογικές και αρχιτεκτονικές φτάνουν προς το περάτωσή τους. Οι εργασίες περιλαμβάνουν τη πλήρωση του κενού από το ύψος που βρίσκεται η οροφή του σταθμού έως το επίπεδο οδού με εδαφικά υλικά. Ακολουθεί η εξυγίανση του εφάφους, η επανακατασκευή του δρόμου που είχε καταστραφεί και γενικές εργασίες όπως η πεζοδρόμηση, η εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων, σηματοδότηση, κ.λ.π. Οι ανάγκες των εργασιών επίχωσης και αποκατάστασης παρουσιάζονται στο πίνακα:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΡΓΑΤΟΩΡΕΣ	ΕΙΔΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ/ΩΡΑ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΥΒ. (m3)
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ	30	
1	8	ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	25	
6813		ΦΟΡΤΗΓΑ-ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ		15
2	8	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	6	
10	8	ΕΡΓΑΤΕΣ	5	
-	-	ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	30000 ΕΥΡΩ ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
1	8	ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΗΡΑΣ (GRADER)	50	

Σχήμα 3.54: Κοστολόγηση Επίχωσης και Αποκατάστασης.

7) Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες

Στο σκέλος των ηλεκτρομηχανολογικών εργασιών εκτιμήθηκαν μόνο τα έξοδα απασχόλησης των τεχνικών-εργατών. Υπολογίστηκε πως καθημερινώς όταν εκτελούνται Η/Μ εργασίες εργάζονται 10 τεχνικοί. Η αξία του εξοπλισμού εκτιμήθηκε στην προμήθεια.

8) Πάγιες πληρωμές

Η λειτουργία του εργοταξίου απαιτεί έξοδα σε μηνιαία βάση τα οποία δεν πρέπει να αμελούνται στο συνολικό κόστος καθώς καλύπτουν σημαντικό ποσοστό του. Αυτά είναι:

α) Ο μισθός του προσωπικού:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΩΡΕΣ	ΕΥΡΩ/ΩΡΑ	ΜΕΡΑ/ΕΚΑΣΤΟΣ	ΜΗΝΑ/ΕΚΑΣΤΟΣ
	ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ				
1	ΕΡΓΟΤΑΞΙΑΡΧΗΣ	8	12	96	2880
7	ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ	8	10	80	2400
7	ΕΡΓΑΤΕΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	8	6	48	1440
5	ΥΠΟΛΟΙΠΟΙ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	8	8	64	1920
1	ΦΥΛΑΚΑΣ	8	5	40	1200
1	ΕΡΓΟΔΗΓΟΣ	8	9	72	2160
1	ΤΕΧΝΙΚΟΙ (ΔΙΚΤΥΩΝ, ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ)	8	8	64	1920
1	ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	8	10	80	2400
1	ΛΟΓΙΣΤΗΣ	8	8	64	1920

Σχήμα 3.55: Κοστολόγηση Μισθών.

β) Τα έξοδα των δικτύων και υπολοίπων ενοικιάσεων :

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΟ ΜΗΝΑ
ΠΑΓΙΑ ΕΞΟΔΑ	
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	1000
ΥΔΡΕΥΣΗ-ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ	100
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	50
ΕΝΟΙΚΙΑΣΗ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡ ΚΑΙ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	300
ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ	100
ΚΑΤΑΛΗΨΗ ΧΩΡΟΥ	500
ΕΝΟΙΚΙΑΣΗ ΝΙΟΥ ΤΖΕΡΣΕΙ	50

Σχήμα 3.56: Κοστολόγηση Δικτύων και Λοιπών Ενοικιάσεων.

Η κατάληψη του χώρου σημειώνεται με κίτρινο χρώμα επειδή δεν είναι εξακριβωμένη η τιμή της.

γ) Έξοδα ενοικίασης μηχανολογικού εξοπλισμού και εργαλείων:

ΕΙΔΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΟ ΜΗΝΑ
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ -ΕΡΓΑΛΕΙΑ	
ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΣ ΓΕΡΑΝΟΣ	700
ΛΟΙΠΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	400
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	1000
ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ	200

Σχήμα 3.57: Κοστολόγηση Μηχανολογικού Εξοπλισμού.

9) Κοστολόγηση μελετών

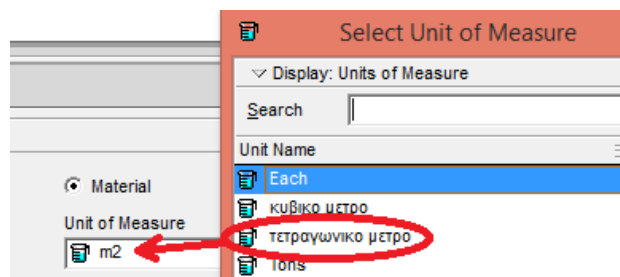
Έγινε ενδεικτική κοστολόγηση κυρίως των μελετών όπου συνδέονται με τις εργασίες που περιγράφηκαν. Δεν δίνεται η πραγματική τους αξία όμως το γεγονός αυτό δεν επηρεάζει την ανάλυση που θα ακολουθήσει.

10) Κοστολόγηση προμηθειών

Περιγράφεται η αξία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που τοποθετήθηκε στο έργο και που θα χρησιμοποιείται κατά τη λειτουργία του σταθμού. Όπως και στις μελέτες το κόστος του δεν επηρεάζει την ανάλυση.

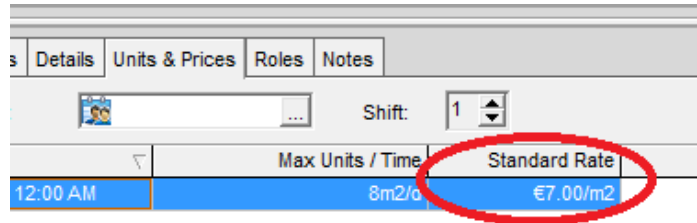
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΘΕ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ PRIMAVERA P6.

Εφόσον κοστολογηθούν ανά μονάδα όλοι οι πόροι κάθε εργασίας (είτε μηχανολογικό μέσο είτε ανθρώπινο δυναμικό), που λαμβάνει μέρος στην κατασκευή του έργου, τότε ακολουθεί η εφαρμογή των πόρων αυτών στο πρότζεκτ. Καταρχήν για τη δημιουργία ενός πόρου (Resource) στο Primavera P6 επιλέγεται το Add Resource στη καρτέλα Resources και στη συνέχεια δίνεται μία ονομασία σε αυτόν. Επειτα προσδιορίζεται το είδος του πόρου Resource Type, π.χ το Material και η μονάδα μέτρησής του για παράδειγμα το τετραγωνικό μέτρο.



Σχήμα 3.58: Μονάδες Μέτρησης.

Ακολουθεί η κοστολόγησή του π.χ. 7 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο όπου γίνεται από την ενότητα Units & Prices:



Σχήμα 3.59: Τιμές ανά Μονάδες Μέτρησης.

Και επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία για όλους τους πόρους που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Τέλος, εφόσον δημιουργηθούν όλοι, εφαρμόζονται σε κάθε εργασία σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε. Η εφαρμογή τους σε μία εργασία γίνεται επιλέγοντας την εργασία στην καρτέλα Activities και την εντολή Add Resource όπου μπορεί να γίνει εισαγωγή πολλών πόρων ταυτόχρονα. Η εργασίας στην οποία έχουν εισαχθεί οι πόροι παρουσιάζεται ως εξής:

Resource ID	Name	Primary Resource	Resource Type	Remaining Units / Time	Original Lag	Start	Finish	Budgeted Units	Actual Regular Units	Remaining Units	Ro
134	ΓΕΡΑΝΟΣ ΓΕΡΑΝΟΣ	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	92.9%	0d	26-Feb	05-May	65d	0d	65d	
	ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ + ΔΟΝΗΣΗ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ + ΔΟΙ	<input type="checkbox"/>	Material	21m3/d	0d	26-Feb	05-May	1500m3	0m3	1500m3	
	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	<input type="checkbox"/>	Labor	928.6%	0d	26-Feb	05-May	650d	0d	650d	
	ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ ΚΑΛΟΥΠΩΜΑ	<input type="checkbox"/>	Material	26m2/d	0d	26-Feb	05-May	1795m2	0m2	1795m2	
	ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΔΡΟΜΟΛ ΜΕΤΑΦΟΡΕΙΣ ΔΡΟΙ	<input type="checkbox"/>	Material	0ea/d	0d	26-Feb	05-May	11ea	0ea	11ea	
	ΣΙΔΕΡΑ ΟΠΛΙΣΜΟΣ	<input type="checkbox"/>	Material	21m3/d	0d	26-Feb	05-May	1500m3	0m3	1500m3	
	ΜΠΕΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	<input type="checkbox"/>	Material	21m3/d	0d	26-Feb	05-May	1500m3	0m3	1500m3	
	ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	<input type="checkbox"/>	Labor	92.9%	0d	26-Feb	05-May	65d	0d	65d	

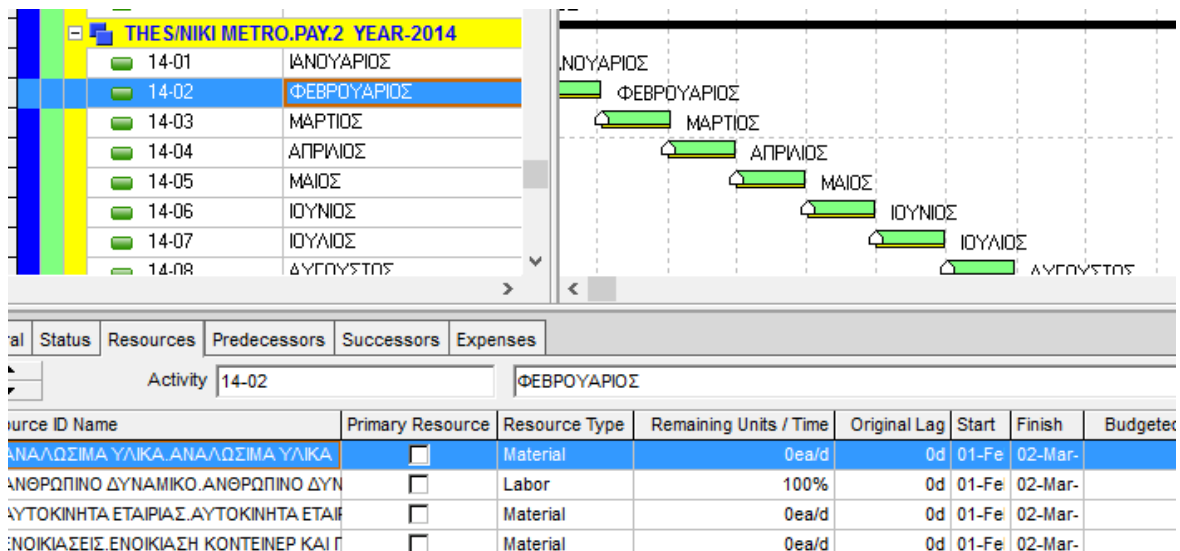
Σχήμα 3.60: Κοστολόγηση Εργασίας με Πόρους.

Και η συνολική κοστολόγηση της:

Resource ID	Name	Primary Resource	Resource Type	Remaining Units / Time	Original Lag	Start	Finish	Budgeted Units	Actual Regular Units	Remaining Units	Ro
134	ΓΕΡΑΝΟΣ ΓΕΡΑΝΟΣ	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	92.9%	0d	26-Feb	05-May	65d	0d	65d	
135	ΝΟΜΟΣ ΠΛΑΚΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ -1	<input type="checkbox"/>	Material	70d	0d	26-Feb	16-May	05-May	16 05:00 PM	ΕΡΓΑΤΕΣ ΟΠΛ	€0.00 €29,120.00 €357,450.00 €10,400.00 €396,970.00

Σχήμα 3.61: Συνολική Κοστολόγηση Εργασίας

Τα πάγια έξοδα που περιλαμβάνουν μισθούς, πληρωμές δικτύων, κ.λ.π. θεωρήθηκαν ως δραστηριότητες που καταλαμβάνουν διάρκεια ενός μήνα και προστέθηκαν στο έργο:



Σχήμα 3.62: Μηνιαία Έξοδα Εργοταξίου.

Εφόσον η διαδικασία επαναληφθεί για όλες τις εργασίες τότε το πρόγραμμα αθροίζει αυτόματα τα κόστη των εργασιών αυτών και προκύπτει το συνολικό κόστος του έργου ίσο με 14,577,107.00 ευρώ.

3.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΝΕΟΥ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

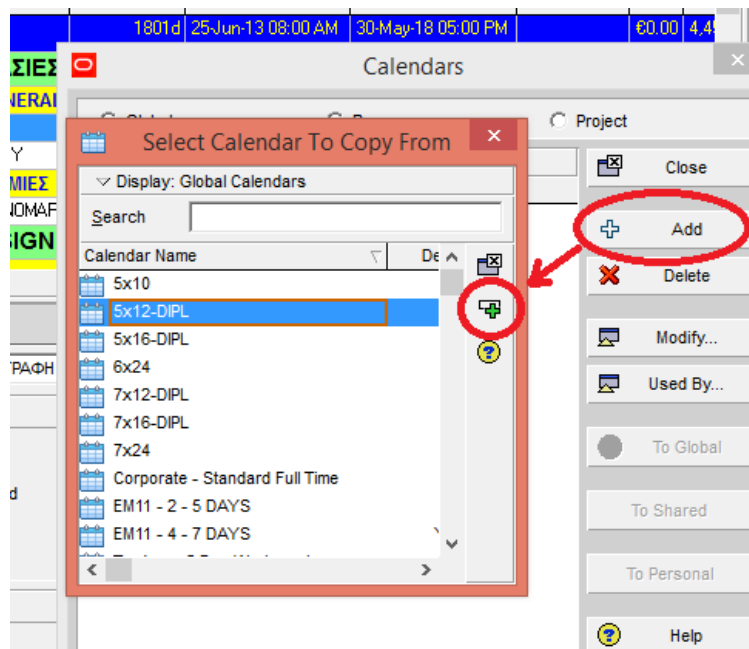
Εφόσον ολοκληρώθηκε ο προγραμματισμός του έργου με δεδομένα χρονικών δεσμεύσεων, συνδέσεων και κοστολόγησεων των δραστηριοτήτων ξεκίνησε εκ νέου η ανάλυση το χρονοδιαγράμματος για έρεση αποδοτικότερης λύσης. Σκοπό της ανάλυσης αποτέλεσε ο επαναπροσδιορισμός των δραστηριοτήτων του έργου ώστε η περάτωσή του να επέλθει σε σημαντικά μικρότερο χρόνο από την αρχική εκτίμηση χωρίς αξιοσημείωτη μεταβολή του συνολικού κόστους. Για την επίτευξη αυτού του εγχειρήματος χρειάστηκε να αυξηθεί το εργατικό προσωπικό και ο χρόνος καθημερινής απασχολησής του στο έργο. Επίσης διαπιστώθηκε πως στην υπάρχουσα ανάλυση οι δραστηριότητες βρίσκονται αραιά καταναμημένες στον άξονα του χρόνου και το πέρας της προηγούμενης απέχει από την αρχή της επόμενης αφήνοντας περιθώρια βελτίωσης. Στην νέα ανάλυση οπότε, ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών δραστηριοτήτων μειώθηκε στο ελάχιστο.

3.5.1 Δημιουργία Νέου Ωραρίου Εργασίας και Εφαρμογή του στο Υπολογιστικό Πρόγραμμα Primavera P6

Θεωρήθηκε πως το ωράριο που έχει ήδη εφαρμοστεί δεν είναι το βέλτιστο για τη κατασκευή ενός έργου που επείγει να ολοκληρωθεί λόγω της αύξησης του επιπέδου βιωσιμότητας που θα προσφέρει στη πόλη. Η εργασία σε οκτάωρη καθημερινή βάση συμπεριλαμβανομένων και των σαββατοκύριακων όπως έχει ήδη σχεδιαστεί δεν επαρκεί για να επιτευχθεί ο αναμενόμενος στόχος. Προτάθηκε λοιπόν, η αύξηση του ωραρίου σε δώδεκα ώρες καθημερινώς επτά ημέρες την εβδομάδα για τις αρχιτεκτονικές εργασίες και εργασίες πολιτικού μηχανικού. Θεωρήθηκε πως το ωράριο αυτό είναι το μέγιστο που

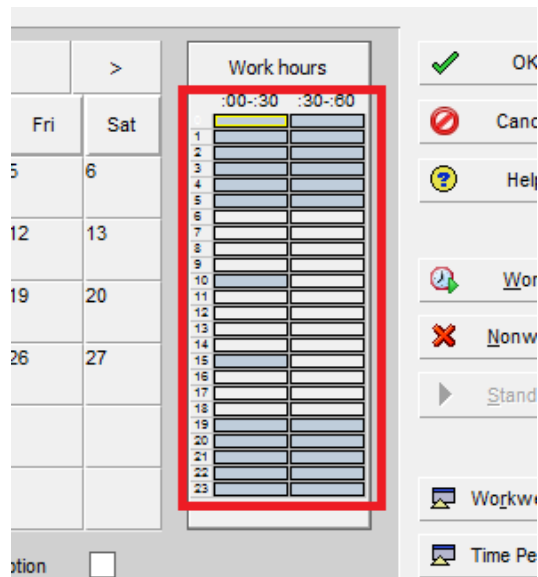
μπορεί να εφαρμοστεί για τις συγκεκριμένες εργασίες καθώς το έργο εκτελείται σε αστικό περιβάλλον και πρέπει να τηρηθούν οι ώρες κοινής ησυχίας . Κυρίως οι εργασίες πολιτικού μηχανικού περιλαμβάνουν την λειτουργία μηχανημάτων όπου αυξάνουν τα επίπεδα όχλησης της περιοχής όπως για παράδειγμα κατά την εκσκαφή του σταθμού εάν υπάρχουν πετρώματα στο υπέδαφος απαιτείται η χρήση διατρητικού τρυπανιού ενώ ακόμη και αργότερα οι εργασίες καλυπώματος μπορούν να θεωρηθούν θορυβώδεις λόγω των σφυριών που χρησιμοποιούνται από τους εργάτες. Σε άλλες περιπτώσεις εκτός αστικού κύκλου το ωράριο μπορεί να τεθεί και εικοσιτετράωρο με χρήση τριων οκτάωρων βαρδιών. Οι ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες θεωρούνται λιγότερο θορυβώδεις και εκτελούνται εντός του σταθμού οπότε τέθηκε καθημερινό ωράριο δεκαέξι ωρών, για όλη την εβδομάδα , όπου περιλαμβάνει δύο οκτάωρες βάρδιες.

Στο Primavera P6 η δημιουργία νέου ωραρίου πραγματοποιείται από την εντολή Calendars και επιλογή Add για τη προσθήκη νέου, έπειτα γίνεται επεξεργασία από την εντολή Modify και εφαρμόζονται οι νέες ώρες εργασίας:



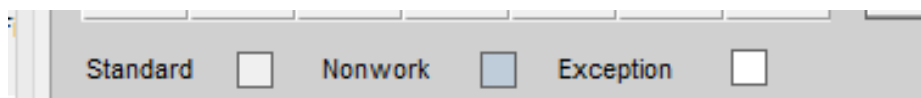
Σχήμα 3.63: Δημιουργία Νέου Ημερολογίου

Για τις εργασίες πολιτικού μηχανικού και τις αρχιτεκτονικές εργασίες δημιουργήθηκε το 7 X 12-DIPL το οποίο περιλαμβάνει 12 ώρες εργασίας με δύο βάρδιες (8 και 4 ωρών) από τις 6:00 μέχρι τις 19:00 με δύο μισάωρα διαλείμματα στις 10:00 και στις 15:00:



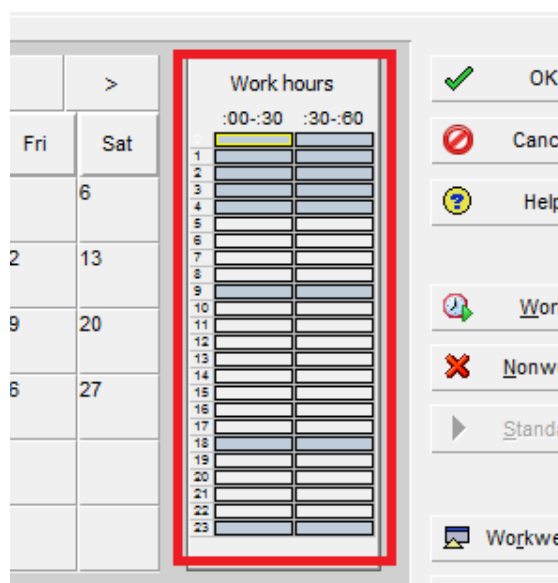
Σχήμα 3.64: Δημιουργία Νέου Ωραρίου 7 Ημερών και 12 Ωρών .

Στο κόκκινο πλαίσιο της εικόνας φαίνονται οι εικοσιτέσσερις ώρες καθημερινώς χωρισμένες σε μισάωρα, με άσπρο υποδεικνύονται τα μισάωρα εργασίας, με χρώμα υποδεικνύονται τα μισάωρα μη εργασίας:




Σχήμα 3.65: Επεξήγηση των Διαφορετικών Χρωματισμών.

Για ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες δημιουργήθηκε το 7 X 16-DIPL όπου περιλαμβάνει 16 ώρες εργασίας από τις 5:00 μέχρι τις 14:00 για τη πρώτη βάρδια και από τις 14:00 μέχρι τις 23:00 για τη δεύτερη με διαλείμματα μιας ώρας στο μέσο της κάθεμίας :



Σχήμα 3.66: Δημιουργία Νέου Ωραρίου 7 Ημερών και 16 Ωρών.

Έπειτα γίνεται η εφαρμογή τους στις αντίστοιχες δραστηριότητες και μειώνεται αυτόματα χρόνος διεκπεραίωσης τους. Παραδείγματος χάρι:

	Activity Name	Calendar
 ΝΟΜ040	ΠΑΣΣΑΛΟΙ & ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΣ & ΑΝΤΗΡΪΔΕΣ Ή Β ΦΑΣΗ	7x12-DIPL

Σχήμα 3.67: Εφαρμογή Ωραρίου.

Και η εργασία εκτελείται σε 26 ημέρες αντί της αρχικής εκτίμησης των 39 ημερών.

3.5.2 Αύξηση Εργατικού Δυναμικού και Μηχανολογικού Εξοπλισμού.

Παράλληλα με την μείωση των ημερών που διαρκεί μια δραστηριότητα με την αύξηση των ωρών εργασίας, για περαιτέρω ελαχιστοποίηση της διάρκειας αυξήθηκε ο αριθμός των εργατών που θα απασχοληθούν. Απαραίτητες προϋποθέσεις για την ενέργεια αυτή είναι πρώτον πως στο σημείο όπου εκτελείται η κάθε εργασία δεν θα υπάρχει συνωστισμός και ο καθένας θα μπορεί να δουλέψει με την άνεση χώρου που απαιτείται και δεύτερον, πως ο κύριος του έργου μπορεί να χρηματοδοτήσει την εργασία όλων των εργατών τηρώντας με συνέπεια την καταβολή της μηνιαίας μισθοδοσίας. Διαπιστώθηκε πως η αύξηση ακόμη και 100% του εργατικού δυναμικού είναι αποδεκτή για τη πρώτη προϋπόθεση, ενώ υποθετικά για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας θεωρήθηκε ότι ισχύει και η δεύτερη, χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν ισχύει και στην πραγματικότητα.

Επίσης θεωρήθηκε πως τα μηχανήματα που χρειάζονται πλέον για το έργο είναι τα διπλάσια της αρχικής εκτίμησης. Σημειώνεται πως βασει των τοπογραφικών σχεδίων του σταθμού είναι εφικτή η ενέργεια του διπλασιασμού καθώς ο χώρος επαρκεί. Παρόλα αυτά αυξάνεται το επίπεδο δυσκολίας της συνεργασίας μεταξύ τους και των μετακινήσεων εντός του έργου. Με την παραδοχή ότι όλοι οι πόροι διπλασιάζονται, το αποτέλεσμα είναι πως και η ταχύτητα, με την οποία τα υλικά προστίθονται (σκυρόδεμα, οπλισμός, κ.λ.π) ή αφαιρούνται (εδαφικά υλικά) από το έργο, διπλασιάζεται, εφόσον βέβαια η προμήθειά τους και η απομάκρυνσή τους αντιστοίχως γίνεται έγκαιρα. Ως απόρροια αυτού ο χρόνος διάρκειας κάθε εργασίας μειώνεται στο ήμισυ. Η εφαρμογή όσων προαναφέρθηκαν στο Primavera P6 πραγματοποιείται ως εξής:

α) Μειώνεται ο ήδη μειωμένος χρόνος εκτέλεσης κάθε εργασίας, λόγω της αύξησης των ωραρίων, στο μισό. Για παράδειγμα στην «Εκσκαφή Βορείων Κατασκευών» από 15 μέρες και 4 ώρες γίνεται 7 ημέρες και 8 ώρες.

β) Στην ενότητα Resources κάθε δραστηριότητας στη στήλη Remaining Units/Time αυξάνεται το ποσοστό στο διπλάσιο. Παρατίθεται ένα παράδειγμα με το πριν:

Resource ID Name	Primary Resource	Resource Type	Remaining Units / Time	Original Lag	Start	Finish	Budgeted Units	Actual Regular Units
GUNTE.ΓΚΑΝΑΠ	<input type="checkbox"/>	Material	9m3/d	0d	30-Oct	14-Nov.	142m3	0m3
ΔΟΝΗΤΙΚΟ.ΔΟΝΗΤΙΚΟ	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	100%	0d	30-Oct	14-Nov.	15d	0d
ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB.ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	100%	0d	30-Oct	14-Nov.	15d	0d
ΕΡΓΑΤΕΣ.ΕΡΓΑΤΕΣ	<input type="checkbox"/>	Labor	1000%	0d	30-Oct	14-Nov.	153d	0d
ΤΣΑΠΑ.ΤΣΑΠΑ	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	100%	0d	30-Oct	14-Nov.	15d	0d
ΦΟΡΤΗΓΑ 40 ΚΥΒ.ΦΟΡΤΗΓΑ 40 ΚΥΒ	<input type="checkbox"/>	Material	359m3/d	0d	30-Oct	14-Nov.	5500m3	0m3
ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB.ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	100%	0d	30-Oct	14-Nov.	15d	0d
ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ.ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	<input type="checkbox"/>	Labor	400%	0d	30-Oct	14-Nov.	61d	0d

Σχήμα 3.68: Χρόνος Δραστηριότητας Πριν την Αύξηση του Προσωπικού

και μετά:

Resource ID Name	Primary Resource	Resource Type	Remaining Units / Time	Original Lag	Start	Finish	Budgeted Units	Actual Regular Units
GUNTE.ΓΚΑΝΑΠ	<input type="checkbox"/>	Material	19m3/d	0d	26-Jan	02-Feb.	142m3	0m3
ΔΟΝΗΤΙΚΟ.ΔΟΝΗΤΙΚΟ	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	200%	0d	26-Jan	02-Feb.	15d	0d
ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB.ΕΚΣΚΦΕΑΣ-JCB	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	200%	0d	26-Jan	02-Feb.	15d	0d
ΕΡΓΑΤΕΣ.ΕΡΓΑΤΕΣ	<input type="checkbox"/>	Labor	2000%	0d	26-Jan	02-Feb.	153d	0d
ΤΣΑΠΑ.ΤΣΑΠΑ	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	200%	0d	26-Jan	02-Feb.	15d	0d
ΦΟΡΤΗΓΑ 40 ΚΥΒ.ΦΟΡΤΗΓΑ 40 ΚΥΒ	<input type="checkbox"/>	Material	717m3/d	0d	26-Jan	02-Feb.	5500m3	0m3
ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB.ΦΟΡΤΩΤΗΣ-JCB	<input type="checkbox"/>	Nonlabor	200%	0d	26-Jan	02-Feb.	15d	0d
ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ.ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ	<input type="checkbox"/>	Labor	800%	0d	26-Jan	02-Feb.	61d	0d

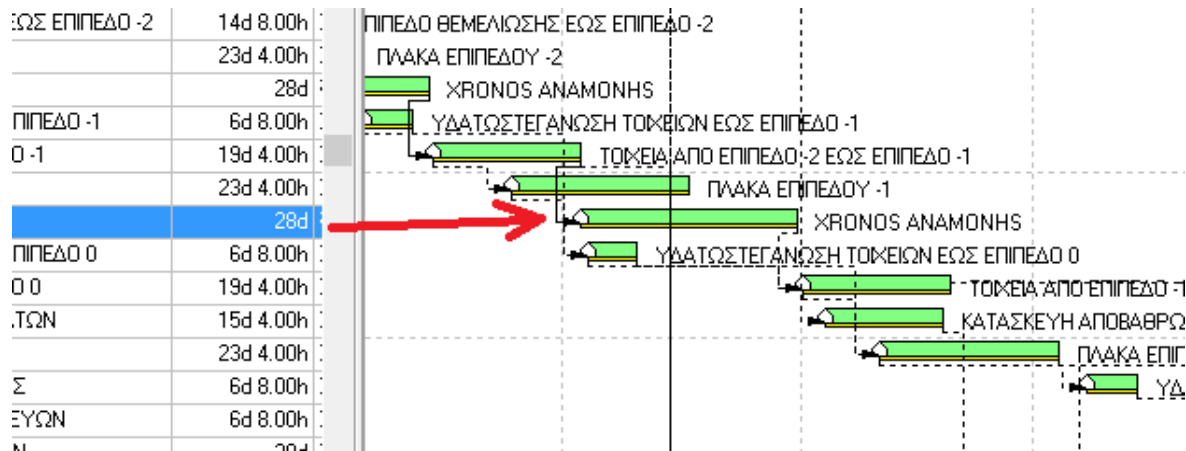
Σχήμα 3.69: Χρόνος Εργασίας Μετά την Αύξηση του Προσωπικού

Αξίζει να σημειωθεί πως 100% στη συγκεκριμένη στήλη δηλώνει πως η εργασία θα καλυφθεί ολόκληρη από 1 άτομο ή ένα μηχάνημα, το 200% από 2 άτομα και 2 μηχανήματα και ούτω καθεξής. Η πρώτη ανάλυση για την δραστηριότητα του παραδείγματος περιείχε την εργασία 10 εργατών και 4 χειριστών για το λόγο αυτό στις γραμμές ΕΡΓΑΤΕΣ και ΧΕΙΡΙΣΤΕΣ αναγράφεται αντίστοιχα 1000% και 400%. Στη δεύτερη ανάλυση όπου αυξήθηκαν στο διπλάσιο αναγράφεται στις ίδιες 2000% και 800%. Έπειτα από όλη την επεξεργασία παρατηρείται πως το κοστολόγιο της εργασίας παραμένει το ίδιο. Αυτό συμβαίνει γιατί αν και οι πόροι και τα καθημερινά έξοδα διπλασιάστηκαν, οι μέρες εκτέλεσης της εργασίας υποδιπλασιάστηκαν. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην διατήρηση του κοστολογίου σταθερό για κάθε δραστηριότητα.

3.5.3 Σύμπτυξη του Χρονοδιαγράμματος

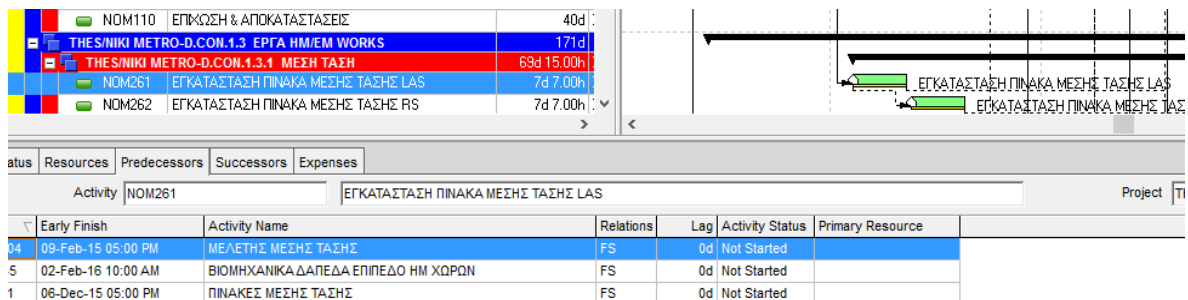
Τέλος επιχειρήθηκε η αλλαγή των χρόνων έναρξης των δραστηριοτήτων στο χρονοδιάγραμμα με σκοπό την συντόμευση παράδοσης του έργου. Έγινε σύμπτυξη των δραστηριοτήτων στο άξονα του χρόνου και το αποτέλεσμα της ενέργειας αυτής είναι εμφανές στη σύγκριση του νέου με του αρχικού διαγράμματος Gantt. Όσον αφορά τις εργασίες πολιτικού μηχανικού προγραμματίστηκαν ώστε η επόμενη να ξεκινά ακριβώς μετά το πέρας της προηγούμενης, με την προϋπόθεση ότι σε εργασίες σκυροδέτησης για τα στοιχεία που πρόκειται να σκυροδετηθούν και θα στηρίζονται σε ήδη σκυροδετημένους

φορείς θα έχει επέλθει το ελάχιστο χρονικό όριο των 28 ημερων πριν την έναρξη της εργασίας:



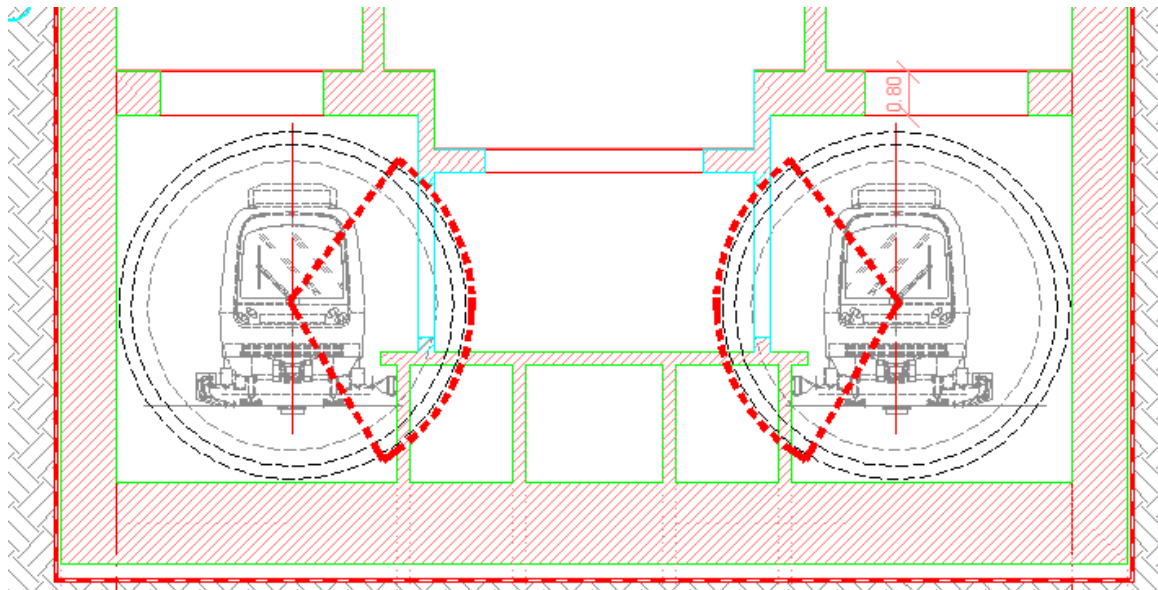
Σχήμα 3.70: Χρόνος Αναμονής.

Για τις αρχιτεκτονικές εργασίες θεωρήθηκε ότι μπορούν να ξεκινούν σε κάθε επίπεδο όπου έχουν σκυροδετηθεί η πλάκα του και τα τοιχεία της μόνιμης κατασκευής. Οι πρώτες ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες θα ξεκινήσουν από το επίπεδο (-2) όπου κατά την εκτέλεσή τους θα τοποθετηθεί μηχανολογικός εξοπλισμός, οπότε θεωρείται πως πρέπει να έχουν ήδη τελειώσει οι εργασίες των βιομηχανικών δαπέδων στο επίπεδο αυτό:



Σχήμα 3.71: Χρόνος Έναρξης Η/Μ Εργασιών.

Επιπροσθέτως μεταβλήθηκε ο χρόνος των προμήθειας του μηχανολογικού εξοπλισμού ώστε αυτή να είναι εφαρμοσμένη στις ανάγκες κάθε εργασίας, δηλαδή το κάθε μηχάνημα που επρόκειτο να τοποθετηθεί να φθάνει στο εργοτάξιο ελάχιστο διάστημα πριν, ώστε να μην καταλαμβάνει πολύτιμο χώρο. Ακόμη θεωρήθηκε πως μόλις οι κυλιόμενες σκάλες τοποθετηθούν στο σταθμό μπορεί να ξεκινήσει η σκυροδέτηση του ανοίγματος όπου είχε σχεδιαστεί για το συγκεκριμένο λόγο. Επίσης έγινε η υπόθεση ότι το TBM θα διέλθει από το σταθμό όταν αυτός θα βρίσκεται ακόμη στα αρχικά στάδια κατασκευής δηλαδή μετά τη σκυροδέτηση της θεμελίωσης, καθώς η επιφάνεια εκσκαφής του έχει διάμετρο όπου εμποδίζει την κατασκευή ολόκληρου του πλάτους των αποβαθρών.



Σχήμα 3.72: Ακτίνα Εκσκαφής του TBM.

Σύμφωνα με τη νέα ανάλυση οι εργασίες πολιτικού μηχανικού, οι αρχιτεκτονικές και οι ηλεκτρομηχανολογικές εκτελούνται παράλληλα σε κάποια σημεία του χρονοδιαγράμματος. Φαίνεται όμως πως αν και απαιτείται η συνάθροιση πολλών συνεργείων ταυτόχρονα στο σταθμό η εργασία του ενός δεν επηρεάζει το άλλο καθώς, σύμφωνα με το τρόπο που κατανεμήθηκαν οι δραστηριότητες στο χρονοδιάγραμμα, θα εργάζονται σε διαφορετικά σημεία.

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι διαχειριστές του προγραμματισμού των έργων καλούνται να συνδυάσουν παράγοντες όπως χρόνος, ποιότητα, κόστος, συνεργασία προσωπικού, επίλυση τεχνικών θεμάτων, παραγωγικότητα. Για την επίτευξη αυτού υπάρχουν πολλές μέθοδοι, με την γνωστότερη την μέθοδο PERT. Εάν οι διαχειριστές έχουν την απαραίτητη εμπειρία και την ικανότητα να προβλεψουν όλους τους αστάθμητους παράγοντες του έργου τότε η λύση δίνεται εύστοχα μέσω της χρήσης της κρίσιμης διαδρομής, εάν όχι τότε εισέρχεται στον υπολογισμό ο παράγοντας της αβεβαιότητας. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η κρίσιμη διαδρομή εφόσον το έργο που αναλύθηκε έχει ήδη ολοκληρωθεί στο μεγαλύτερο ποσοστό του οπότε και έχουν συμπεριληφθεί όλες οι πραγματοποιηθείσες αλλαγές. Επίσης όπως φάνηκε και στα αποτελέσματα του προγράμματος Primavera P6 το διάγραμμα Gantt παρέχει μια σαφή εικόνα της ανάλυσης των δραστηριοτήτων.

Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων του εργοταξίου αποτελεί εξαιρετικά σημαντικό τομέα της Διαχείρισης Έργων. Δεν υπάρχει προκαθορισμένο σχέδιο εργοταξίου για κάθε έργο αλλά αυτό δημιουργείται βάσει των αναγκών και των προτεραιοτήτων του κάθε έργου. Οι βασικές παράμετροι είναι η διάρκεια του έργου, η ποιότητά του, το κόστος και η ασφάλεια. Ανάλογα με εκείνη που δίνουν έμφαση οι διαχειριστές και σύμφωνα με τη θέση του έργου επιλέγεται η βέλτιστη διάταξη των εγκαταστάσεων, υπάρχουν όμως κάποια όρια στην επιλογή της χωροθέτησης τα οποία είναι αυστηρά και η αγνόησή τους θέτει εμπόδια στην λειτουργία του εργοταξίου. Επίσης κατά τη λειτουργία του εργοταξίου πρώτος και αυστηρός κανόνας οφείλεται να θεσπίζεται η ασφάλεια του προσωπικού και η διατήρηση των κανόνων υγιεινής.

Δημιουργήθηκε ένα πρότζεκτ στο Primavera P6 καταγράφοντας στοιχεία του χρονοδιαγράμματος και υπολογίζοντας το κόστος των εργασιών για το Σταθμό Νομαρχίας στο Έργο του Μετρό «Επέκταση Καλαμαριάς» στη Θεσσαλονίκη. Ακολούθησε η επεξεργασία των στοιχείων σε νέο πρότζεκτ με σκοπό τον υπολογισμό ενός νέου βελτιωμένου χρονοδιαγράμματος διατηρώντας αμετάβλητο το κόστος. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι τα εξής:

1. Όταν σε ένα έργο έχουν προγραμματιστεί σωστά όλες οι εργασίες με τους πόρους που απαιτεί η καθεμία, τότε το τελικό κοστολογίο τους δεν επηρεάζεται αισθητά από την χρόνο ολοκλήρωσής τους. Αναλύοντας τα δύο πρότζεκτ που προγραμματίστηκαν φάνηκε πως είτε οι εργασίες συμπυκνθούν και ο τελικός χρόνος παράδοσης μειωθεί είτε αναπτυχθούν στο χρονοδιάγραμμα και ο χρόνος παράδοσης αυξηθεί το κόστος θα υποστεί ελάχιστες αλλαγές. Στην πρώτη περίπτωση απαιτείται χορήγηση μεγαλύτερων ποσών σε μικρότερο χρόνο εφόσον εργάζονται περισσότερα συνεργεία, στη δεύτερη συμβαίνει το αντίθετο εφόσον ο αριθμός του εργατικού δυναμικού είναι μικρότερος.
2. Ο τρόπος μείωσης του χρόνου, που χρησιμοποιήθηκε, δεν αντιστοιχεί μοναδικά στο συγκεκριμένο έργο αλλά μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα έργα πολιτικού μηχανικού, με μικρές διαφορές δεδομένου ότι το καθένα έχει τις δικές του ειδικές συνθήκες.

3. Το κόστος του έργου από το πρώτο πρότζεκτ υπολογίστηκε 14,577,107.00 και ο χρόνος ολοκλήρωσης 4 χρόνια και 11 μήνες ενώ από το δεύτερο 14,993,743.80 και ο χρόνος 3 χρόνια και 6 μήνες . Αν και θα αναμενόταν πολύ μεγαλύτερη διαφορά στο τελικό κόστος ανάμεσα στις δύο εκτιμήσεις εφόσον στη δεύτερη το έργο ολοκληρώνεται νωρίτερα κατά 17 μήνες εντούτοις η σχετική αύξηση του κόστους είναι ελάχιστη. Στη δεύτερη περίπτωση απαιτούνται μεγαλύτερα χρηματικά ποσά για την ταχύτερη παράδοση του έργου όμως ο χρόνος λειτουργίας του εργοταξίου μειώνεται με αποτέλεσμα να μειωθεί το συνολικό κοστολόγιο των πάγιων εξόδων. Στο γεγονός αυτό οφείλεται η ελάχιστη αύξηση του τελικού κοστολογίου στη νέα εκτίμηση.
4. Στη δεύτερη εκτίμηση το έργο ολοκληρώνεται στα 3 χρόνια και 6 μήνες όπου και ξεκινά η λειτουργία του ενώ στην πρώτη συνεχίζει να κατασκευάζεται για τους υπόλοιπους 17 μήνες. Σε αυτό το χρονικό διάστημα το έργο της δεύτερης εκτίμησης έχει ήδη προσφέρει έσοδα 17 μηνών στον διαχειριστή του ενώ το κόστος του ήταν ελάχιστα ψηλότερο. Είναι σαφές επομένως πως η ταχύτερη παράδοση του έργου επωφελεί τον ιδιοκτήτη από πλευράς συνολικού κοστολογίου.
5. Υπάρχει κατώτερο όριο στη μείωση του χρόνου του έργου. Όσο περισσότερο συμπύσσεται ο χρόνος διεκπεραίωσης των εργασιών τόσο αυξάνεται η ανάγκη εργασίας πολυάριθμων συνεργείων ταυτόχρονα, αυξάνοντας παράλληλα τη δυσκολία λόγω έλλειψης χώρου για την εκτέλεση των εργασιών. Το χρονικό περιθώριο καθίσταται αδύνατο να μειωθεί περαιτέρω όταν τα συνεργεία που πρόκειται να δουλέψουν δε θα έχουν επαρκή χώρο για αυτόνομη και άνετη εργασία. Καθώς η αναλυση ενός έργου πλησιάζει στο συγκεκριμένο όριο η εκτέλεση των εργασιών δυσχαιρένει εφόσον τα συνεργεία θα πρέπει να θέτουν μεταξύ τους αυστηρά χωροθετικά όρια ενώ ταυτόχρονα ο κίνδυνος ατυχήματος είναι αυξημένος. Επομένως είναι αποδοτικότερο για το έργο η σύμπτυξη του χρονοδιαγράμματος να διακοπεί αρκετά πριν το συγκεκριμένο όριο. Εκτός αυτού στην κατασκευή ενός έργου συνήθως χρησιμοποιούνται υλικά (π.χ. σκυρόδεμα) όπου απαιτούν τη διέλευση ορισμένου χρονικού ορίου προκειμένου να λάβουν τη κατάλληλη σύσταση, θέτοντας τους δικούς τους ελάχιστους χρονικούς περιορισμούς.
6. Είναι σημαντική η ολοκλήρωση ενός έργου στο συντομότερο δυνατό διάστημα, ιδίως όταν είναι δημόσιο και εκτελείται σε αστικό περιβάλλον, όπου απαιτεί την διακοπή κυκλοφορίας σε οδούς στο οδικό δίκτυο της πόλης και προκαλεί καθημερινή όχληση και αναστάτωση στις κατοικίες περιμετρικά, προκειμένου να ξεκινήσει να εξυπηρετεί τις ανάγκες του κοινού. Όπως και στη προκειμένη περίπτωση η κατασκευή του έργου του Μετρό έχει επιφέρει αλλαγές στο οδικό δίκτυο ενώ αυξήθηκαν οι κυκλοφοριακές συμφορήσεις λόγω των εργοταξίων σε ολόκληρη τη πόλη. Η ολοκλήρωση του έργου θα φέρει νέα επίπεδα βιωσιμότητας στη πόλη, θα μειώσει τον κυκλοφοριακό φόρτο των αυτοκινήτων και θα δώσει τη δυνατότητα ταχύτερης μετακίνησης εντός της πόλης.
7. Η ταχύτερη παράδοση των έργων, διατηρώντας τη ποιότητα και το κόστος αναλλοίωτα, αυξάνει την εμπιστοσύνη των δημόσιων και διοικητικών φορέων και του κοινού προς τον αρμόδιο κατασκευαστή αναπτύσσοντας την επιθυμία για την κατασκευή επεκτάσεων ή νέων έργων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. “Προγραμματισμός και Οργάνωση των Έργων Μέθοδοι και Τεχνικές”, 2^η Έκδοση, Σεραφείμ Πολύζος.
2. “Διοίκηση και Διαχείριση Έργων Μέθοδοι και Τεχνικές”, Σεραφείμ Πολύζος.
3. Γιάννης Χουλιάρης., «Οργάνωση εγκαταστάσεων εργοταξίου - προσωπικού, διακίνησης υλικού και μηχανικού εξοπλισμού». Παρουσίαση, ΤΕΙ Θεσσαλίας , Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε.
4. Παπαδάκη Ι. (2016), «Πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση χωροθέτησης εγκαταστάσεων εργοταξίου με χρήση γενετικών αλγορίθων.» Διατριβή Διπλώματος Ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα.
5. Κυριακίδου Μ. (2010), « Ανάλυση των μεθοδολογιών προγραμματισμού κατασκευής γραμμικών έργων και εφαρμογή της μεθόδου LSM στον προγραμματισμό της σήραγγας T2 του αυτοκινητόδρομου αιγαίου.» Διπλωματική εργασία, Σχολή Τεχνικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
6. Ανθόπουλος Λ., ‘Οργάνωση Κατασκευών και Ασφάλεια’, Παρουσίαση μαθήματος Διαχείριση Τεχνικών Έργων, Τμήμα Διοίκησης και Διαχείρισης Έργων, ΤΕΙ Λάρισας.
7. Χρονοδιάγραμμα και στοιχεία τεχνικής έκθεσης του έργου του μετρό «Σταθμός Νομαρχίας», Θεσσαλονίκη
8. Harvey Maylor, Διαχείριση Έργων, Τρίτη Αγγλική έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2003
9. Patrick J.Montana & Bruce H.Charnov, Μανατζμεντ, Δεύτερη Αμερικάνικη Έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
10. “A guide to the Project Management Body of Knowledge” (PMBOK ®-Third Edition)
11. “A guide to the Project Management Body of Knowledge” (PMBOK ®- Fifth Edition)
12. "Glossary of Defense Acquisition Acronyms and Terms: Contract Work Breakdown Structure (CWBS)". Defense Acquisition University. Retrieved 19 September 2017.

13. Effective Work Breakdown Structures By Gregory T. Haugan, Published by Management Concepts, 2001, ISBN 1567261353, σελ.17
14. Practice Standard for Work Breakdown Structures (Second Edition), published by the Project Management Institute, ISBN 1933890134, σελ 8
15. Swiderski, Mark A., PMP workbreakdownstructure.com, PMBOK-Work Breakdown Structures. Accessed 16. June 2013
16. MIL-STD-881C, Work Breakdown Structures for Defense Materiel Items, 3 October 2011, Παρ. 4.3
17. Ashe, Kenneth, Work Breakdown Structure, Accessed 23. May 2016.
18. Sanad M. H., Ammar A. M., Ibrahim E. M. (2008), 'Optimal construction site layout considering safety and environmental aspects', Journal of Construction Engineering and Management, Vol.134, σελ 536-544.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://pmhut.com/project-management-approach-for-business-process-improvement>
2. <https://www.workbreakdownstructure.com/100-percent-rule-work-breakdown-structure.php>
3. <https://www.workbreakdownstructure.com/>
4. <https://www.workamajig.com/blog/guide-to-work-breakdown-structures-wbs>
5. <https://e-class.teilar.gr/modules/document/file.php/EY165/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%83%CE%B7%2013.pdf>
6. <http://www.pavetest.gr/proionta/skyrodema/reystothta-synektikohta-skyrodematos/dokimh-kathishs-plhres-set.html>

7. <https://translate.google.com/translate?hl=el&sl=en&u=https://www.ims-web.com/blog/everything-you-need-to-know-about-oracle-primavera-p6&prev=search>
8. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%81%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CF%8C%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1>