

## ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Διαχείριση έργου κατασκευής τριώροφης κατοικίας με υπόγειο και πισίνα. Χρονικός και οικονομικός προγραμματισμός και διαχείριση κατασκευαστικού έργου. Αναφορές για έλεγχο ποιότητας και έλεγχο προόδου και παρακολούθησης του κατασκευαστικού έργου.

Ευαγγελία Γ. Χατζηνικολάου

Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Υποβληθείσα για το Μεταπτυχιακό Δίπλωμα  
στη Διοίκηση των Επιχειρήσεων

Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

2005

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Στους γονείς μου και στην μικρή μου αδερφή

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

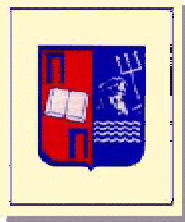
## ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Ευαγγελία Γ. Χατζηνικολάου

Σημαντικοί όροι: Διαχείριση έργου κατασκευής τριώροφης κατοικίας με υπόγειο και πισίνα. Χρονικός και οικονομικός προγραμματισμός και διαχείριση κατασκευαστικού έργου. Αναφορές για έλεγχο ποιότητας και έλεγχο προόδου και παρακολούθησης του κατασκευαστικού έργου.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εντοπισμός δραστηριοτήτων και επιμερισμός αυτών σε υποδραστηριότητες, εκτίμηση σχέσεων αλληλουχίας, προμετρήσεις υλικών και εργασιών για τον καθορισμό των διαφόρων διαρκειών των δραστηριοτήτων (πιθανότεροι, επιταχυνόμενοι, απαισιόδοξοι, αισιόδοξοι, αναμενόμενοι) και για την προσέγγιση -επιταχυνόμενων και μη- του κόστους δραστηριοτήτων, του άμεσου κόστους και του συνολικού άμεσου κόστους. Γίνονται πέντε αναλύσεις, τέσσερις εκ των οποίων προσεγγίζονται με την μέθοδο CPM (πιθανότεροι χρόνοι-άμεσο κόστος, επιταχυνόμενοι χρόνοι-επιταχυνόμενο άμεσο κόστος, πιθανότεροι χρόνοι-συνολικό άμεσο κόστος, επιταχυνόμενοι χρόνοι-συνολικό επιταχυνόμενο άμεσο κόστος), ενώ η πέμπτη προσεγγίζεται με πιθανοτική θεώρηση (μέθοδος PERT) για απαισιόδοξους, αισιόδοξους και αναμενόμενους χρόνους. Τα συμπεράσματα από τις αναλύσεις αφορούν τον εντοπισμό των κρίσιμων διαδρομών, την συνολική διάρκεια ολοκλήρωσης του έργου, τα οικονομικά μεγέθη, τη δυνατότητα βελτιστοποίησης του προβλήματος, το κόστος και το όφελος από την εφαρμογή της διαδικασίας επιτάχυνσης.



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**  
**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (MBA)**

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ:**  
**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΕΥΑΓΓΕΛΙΑΣ Γ. ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ**  
**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Γ.ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ**

**ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2005**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή και επιβλέποντα κ. Γ. Οικονόμου για την βοήθεια στην επιλογή θέματος, για τις επιστημονικές γνώσεις που μου προσέφερε, καθώς και για την ενθάρρυνση και καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Σπύρο Μπούρα για την πολύτιμη συμβολή του κατά τη διάρκεια της προσπάθειάς μου.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Βίκυ Τσουκαλά για την τεχνική υποστήριξη που μου παρείχε και τις επιστημονικές της συμβουλές.

Τέλος, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την πολύτιμη ηθική υποστήριξη που μου παρείχαν.

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

	Σελίδα
Σχήμα 2.1. Τοπογραφικό Διάγραμμα	39
Σχήμα 2.2. Κάτοψη Ισογείου	40
Σχήμα 2.3. Κάτοψη α' Ορόφου	40
Σχήμα 2.4. Κάτοψη β' Ορόφου	41
Σχήμα 2.5. Κάτοψη Υπογείου	41
Σχήμα 2.6. Κάτοψη Δώματος	42
Σχήμα 2.7. Τομές	42
Σχήμα 2.8. Βόρεια και Νότια Όψη	43
Σχήμα 2.9. Δυτική και Ανατολική Όψη	43

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ

	Σελίδα
Πίνακας 2.1. Δραστηριότητες και Υποδραστηριότητες	47
Πίνακας 2.2. Σχέσεις Αλληλουχίας	50
Πίνακας 2.3. Προμετρήσεις	69
Πίνακας 2.4. Συντελεστές Ημερομισθίων και Ημερομίσθια	71
Πίνακας 2.5. Απαιτούμενες Ημέρες ανά Υποδραστηριότητα	72
Πίνακας 2.6. Πιθανοί, Απαισιόδοξοι, Αισιόδοξοι και Επιταχυνόμενοι Χρόνοι	75
Πίνακας 2.7. Κόστος Δραστηριοτήτων	95
Πίνακας 2.8. Άμεσο Κόστος	96
Πίνακας 2.9. Συνολικό Άμεσο Κόστος	98
Πίνακας 2.10. Άμεσο Κόστος Επιτάχυνσης	100
Πίνακας 2.11. Συνολικό Άμεσο Κόστος Επιτάχυνσης	101
Πίνακας 3.1. Κρίσιμες Διαδρομές 1 <sup>ης</sup> και 3 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	124
Πίνακας 3.2. Κρίσιμες Διαδρομές 2 <sup>ης</sup> και 4 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	124
Πίνακας 3.3. Δεδομένα 1 <sup>ης</sup> και 2 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	125
Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα 1 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	126
Πίνακας 3.5. Αποτελέσματα 2 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	127
Πίνακας 3.6. Αποτελέσματα Βελτιστοποίησης 2 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	128
Πίνακας 3.7. Δεδομένα 3 <sup>ης</sup> και 4 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	129
Πίνακας 3.8. Αποτελέσματα 3 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	130
Πίνακας 3.9. Αποτελέσματα 4 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	131
Πίνακας 3.10. Αποτελέσματα Βελτιστοποίησης 4 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	132
Πίνακας 3.11. Πιθανότητες Ολοκλήρωσης του Έργου μέσα σε	



Συγκεκριμένες Διάρκειες	141
Πίνακας 3.12. Δεδομένα 5 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	142
Πίνακας 3.13. Κρίσιμες Διαδρομές 5 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	143
Πίνακας 3.14. Αποτελέσματα 5 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	144

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

	Σελίδα
Διάγραμμα 3.1. Δικτυωτό Γράφημα 1 <sup>ης</sup> και 3 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	121
Διάγραμμα 3.2. Δικτυωτό Γράφημα 2 <sup>ης</sup> και 4 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	122
Διάγραμμα 3.3. Δικτυωτό Γράφημα 5 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	140
Διάγραμμα 3.4. Ευθύγραμμο Γράφημα 1 <sup>ης</sup> και 3 <sup>ης</sup> Ανάλυσης (πιθανότερο)	150
Διάγραμμα 3.5. Ευθύγραμμο Γράφημα 2 <sup>ης</sup> και 4 <sup>ης</sup> Ανάλυσης (επιταχυνόμενο)	151
Διάγραμμα 3.6. Ευθύγραμμο Γράφημα 5 <sup>ης</sup> Ανάλυσης (απαισιόδοξο)	152
Διάγραμμα 3.7. Ευθύγραμμο Γράφημα 5 <sup>ης</sup> Ανάλυσης (αισιόδοξο)	153
Διάγραμμα 3.8. Ευθύγραμμο Γράφημα 5 <sup>ης</sup> Ανάλυσης (αναμενόμενο)	154
Διάγραμμα 3.9. Αθροιστική Καμπύλη 1 <sup>ης</sup> και 2 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	161
Διάγραμμα 3.10. Αθροιστική Καμπύλη 3 <sup>ης</sup> και 4 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	162

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

		Σελίδα
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ		I
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ		II
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ		III
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ		V
ΚΕΦΑΛΑΙΟ	1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	1
	1.1 Διαχείριση Έργου	1
	1.2 Διαχείριση Κατασκευών	5
	1.3 Οργάνωση των Κατασκευών	10
	1.4 Προγραμματισμός Κατασκευαστικού Έργου	17
	1.5 Εφαρμογή της Διαχείρισης Έργου στις Κατασκευές	22
	1.5.1 Δυσκολίες και προβλήματα στην εφαρμογή	22
	1.5.2 Οφέλη από την εφαρμογή	27
	1.5.3 Παράγοντες που συντελούν στη σωστή εφαρμογή	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ	2 ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟ ΕΡΓΟ ΚΑΙ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ	34
	2.1 Αντικειμενικός Σκοπός	34
	2.2 Το Οικοδομικό Έργο	38
	2.2.1 Περιγραφή	38
	2.2.2 Δραστηριότητες και υποδραστηριότητες	44
	2.2.3 Σχέσεις αλληλουχίας δραστηριοτήτων και υποδραστηριοτήτων	48
	2.3 Το Εργοτάξιο	51
	2.3.1 Περιγραφή	51
	2.3.2 Μέσα παραγωγής	52
	2.4 Χρονικός Προγραμματισμός του Κατασκευαστικού Έργου	60
	2.4.1 Γενικά	60
	2.4.2 Προβλεπόμενοι χρόνοι	67
	2.5 Οικονομικός Προγραμματισμός του Κατασκευαστικού Έργου	77
	2.5.1 Γενικά	77
	2.5.2 Προβλεπόμενα κόστη	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ	3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	105

3.1	Μέθοδος Κρίσιμων Διαδρομών (CPM)	107
3.1.1	Γενικά	107
3.1.2	Αποτελέσματα αναλύσεων και δικτυωτά γραφήματα του κατασκευαστικού έργου	119
3.2	Τεχνική Αναθεώρησης και Αξιολόγησης Έργου (PERT)	133
3.2.1	Γενικά	133
3.2.2	Αποτελέσματα πιθανοτικής ανάλυσης και δικτυωτό γράφημα του κατασκευαστικού έργου	139
3.3	Διαγράμματα Gantt	145
3.3.1	Γενικά	145
3.3.2	Ευθύγραμμο γραφήματα του κατασκευαστικού έργου	149
3.4	Καμπύλη Οικονομικής Ροής S	155
3.4.1	Γενικά	155
3.4.2	Αθροιστικές καμπύλες του κατασκευαστικού έργου	160
3.5	Έλεγχος Ποιότητας Κατασκευαστικού Έργου	163
3.6	Έλεγχος Προόδου και Παρακολούθηση Κατασκευαστικού Έργου	168
ΚΕΦΑΛΑΙΟ	4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	178
4.1	Συμπεράσματα 1 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	178
4.2	Συμπεράσματα 2 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	179
4.3	Συμπεράσματα 3 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	182
4.4	Συμπεράσματα 4 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	183
4.5	Συμπεράσματα 5 <sup>ης</sup> Ανάλυσης	186
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		191

## 1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

### 1.1 Διαχείριση Έργου

*Έργο* (project) είναι μία και μοναδική συλλογική προσπάθεια με συγκεκριμένους στόχους, με ορισμένη αρχή και τέλος και με ένα αυστηρά καθορισμένο προϋπολογισμό. Γενικά τα έργα εκτελούνται από πρόσωπα διαφόρων ειδικοτήτων με οριακή εμπειρία, τα οποία συνεργάζονται σε ομάδες εργασίας. Οι περιορισμοί ως προς τον αριθμό και την εμπειρία των εργαζομένων και τη διαχείριση των πολύμορφων μέσων παραγωγής κάνουν συνήθως τη διαχείριση του έργου δύσκολη και πολύπλοκη. Η λύση, όσο είναι εφικτό, των προβλημάτων, που παρουσιάζονται στην πράξη, είναι η εφαρμογή των συγχρόνων μεθόδων διαχειρίσεως έργου.

*Διαχείριση Έργου* (Project Management) είναι η εξασφάλιση αξιόπιστης επικοινωνίας μεταξύ των ομάδων παραγωγής και με τον κύριο του έργου και τη διοίκηση του φορέα κατασκευών, σχετικά με ότι έχει γίνει, τι πρόκειται να γίνει και με ποια μεθόδευση, τι μπορεί να συμβεί, τι μέτρα θα ληφθούν σε κάθε περίπτωση, και τι μπορεί να αλλάξει για τη βελτίωση των συνθηκών παραγωγής του έργου. Το αποτέλεσμα είναι η παροχή οδηγιών για την άμεση και αποδοτική ενεργοποίηση των ομάδων εργασίας.<sup>1</sup>

Οι κύριες κατηγορίες στις οποίες διακρίνεται η Διαχείριση Έργου είναι η *Οικονομική Διαχείριση* (Οικονομική και Εμπορική διάρθρωση της επιχειρήσεως, Προγραμματισμός οικονομικής αναπτύξεως, Διαχείριση οικονομικής ροής, Οικονομικές εκθέσεις και αναφορές, Οικονομικοί ισολογισμοί, Διαπραγματεύσεις συμβολαίων, Σύνταξη συμβάσεων), ο *Έλεγχος Ποιότητας και Προόδου Έργου* (Εκτίμηση κόστους κατασκευής, Προγραμματισμός ελέγχων προόδου, Σχέδιο πραγματοποιήσεως ελέγχου, Συστήματα παρουσιάσεως αποτελεσμάτων, Διαδικασίες παρακολούθησεως έργου, Συστήματα κινήσεως πληροφοριών, Συστήματα πληροφορικής, Συστήματα Ελέγχου Ποιότητας), η *Διαχείριση Μελετών* (Προδιαγραφές για τη σύνταξη μελετών, Καθορισμός στοιχείων τυποποιήσεως σχεδιασμού, Ανάλυση κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, Ανάλυση σχεδιασμού σε κατηγορίες, Προγραμματισμός μελετών, Συμβάσεις αναθέσεως μελετών, Υπηρεσίες υποστηρίξεως μελετών, Έλεγχος ποιότητας μελετών, Εκθέσεις προόδου μελετών, Αποτίμηση) και η *Διαχείριση Κατασκευών* (Μελέτη προγραμματισμού έργου σε στάθμη εφαρμογής, Καθορισμός των στοιχείων τυποποιήσεως, Ομαδοποίηση κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, Διαχείριση μέσων παραγωγής, Εκθέσεις προόδου κατασκευών, Έλεγχος ποιότητας κατασκευών, Επίβλεψη εργοταξιακών δραστηριοτήτων, Ασφάλεια εργαζομένων, Ασφάλεια έργου, Διοίκηση εργοταξίου, Παρακολούθηση συμβάσεων, Παρουσίαση προόδου έργου, Παρακολούθηση πιστοποιήσεων, Αποτίμηση).<sup>2</sup>

Η Διαχείριση του Έργου απαιτεί κατεύθυνση και συντονισμό των ανθρώπινων και υλικών πόρων καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του έργου με

τη βοήθεια των σύγχρονων εργαλείων διαχείρισης και των τεχνολογικών εφαρμογών για να επιτευχθούν οι προκαθορισμένοι χρονικοί, οικονομικοί και ποιοτικοί στόχοι. Επιπλέον απαιτεί κατανόηση της διαδικασίας σχεδιασμού και υλοποίησης του έργου καθώς και γνώση εφαρμοσμένης μηχανικής, οικονομικών και κοινωνικών επιστημών για ολοκληρωμένη διαχείριση. Η εφαρμογή της Διαχείρισης Έργου υπαγορεύεται από τον στρατηγικό σχεδιασμό εξαιτίας των περιορισμένων πόρων, στοχεύοντας στην βέλτιστη διάθεσή αυτών, αλλά και στη δημιουργία κέρδους, που αποτελεί και τον αντικειμενικό σκοπό κάθε οργανισμού που δραστηριοποιείται σε συνθήκες πλήρους ανταγωνισμού. Η προσέγγιση της διοικητικής διαδικασίας υπογραμμίζει την συστηματική ευθυγράμμιση της Διαχείρισης Έργου με τις διοικητικές λειτουργίες του προγραμματισμού, της οργάνωσης και του ελέγχου.<sup>3</sup>

Η βασική αντίληψη της επιστήμης της Διαχείρισης Έργου είναι ότι αντιλαμβάνεται τα τέσσερα κρίσιμα στοιχεία κάθε έργου, τα οποία είναι ο σκοπός, ο χρόνος, το κόστος και η ποιότητα, είναι τοποθετημένα στις τέσσερις πλευρές ενός στερεού τετραέδρου. Προσεγγίζοντας την μία πλευρά του τετραέδρου σημαίνει βελτιστοποίηση των αντίστοιχων χαρακτηριστικών του στοιχείου, αλλά με ταυτόχρονη επιδείνωση εκείνων των χαρακτηριστικών του στοιχείου που βρίσκεται ακριβώς απέναντι. Η μεθοδολογία της Διαχείρισης Έργου αντιμετωπίζει και τα τέσσερα παραπάνω στοιχεία ξεχωριστά με διαφορετικές προσεγγίσεις και θεωρώντας ότι είναι ίσης, μείζονος σημασίας για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου. Εφόσον η ταυτόχρονη βελτιστοποίηση δεν είναι εφικτή, ο ρόλος της Διαχείρισης Έργου

είναι να συμβιβάσει τους παραπάνω ανταγωνιστικούς στόχους, έτσι ώστε να πετύχει την καλύτερη δυνατή μεταξύ τους σχέση.<sup>4</sup>

Υπάρχουν τρία στάδια στην μεθοδολογία της ολοκληρωμένης Διαχείρισης Έργου: Το στάδιο *εκτίμησης* περιλαμβάνει την ανάπτυξη εκτιμώμενων δαπανών και εκτιμώμενης διάρκειας για το πιθανό έργο. Στο στάδιο αυτό γίνονται υποθέσεις σχετικά με την δέσμευση των πόρων για τις απαραίτητες δραστηριότητες. Μια προσεκτική και λεπτομερής ανάλυση των διαφορετικών όρων που επιβάλλονται από το σχεδιασμό του κάθε έργου λαμβάνεται υπόψη για να καθοριστεί μια σχετικά ακριβής εκτίμηση. Από την εκτίμηση αυτή θα εξαρτηθεί εάν θα ανατεθεί το έργο και ποσό θα είναι το περιθώριο κέρδους. Θα πρέπει να προσδιοριστεί ο συνδυασμός χρόνου-κόστους εκείνος που θα εξασφαλίσει την προσδοκώμενη επιτυχία. Στο *στάδιο παρακολούθησης και ελέγχου* της διαδικασίας, θα πρέπει να παρακολουθούνται συνεχώς οι δαπάνες και οι διάρκειες των δραστηριοτήτων, τόσο για την έγκαιρη λήψη διορθωτικών μέτρων όσο και για τη συλλογή στοιχείων για μελλοντική χρήση. Η παρακολούθηση αυτή είναι απαραίτητη μέχρι και το πέρας του έργου. Στο *στάδιο αξιολόγησης* τα αποτελέσματα της διαδικασίας του έργου αντιστοιχούνται και συγκρίνονται με τα αντίστοιχα εκτιμώμενα. Μόνο όταν η έκβαση της διαδικασίας του έργου είναι γνωστή είναι δυνατή η αξιολόγηση της εκτίμησης. Σε αυτό το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας καθορίζεται εάν οι αρχικές υποθέσεις που οδήγησαν στην εκτίμηση ήταν σωστές. Σε περίπτωση που ήταν εσφαλμένες, τα λάθη θα διορθωθούν σε μελλοντικές εκτιμήσεις.<sup>5</sup>



## 1.2 Διαχείριση Κατασκευών

Η Διαχείριση των Κατασκευών, αντίθετα προς την παλαιά συμβατική θεώρηση ποιοτικού κυρίως περιεχομένου, διαμορφώνεται σήμερα ως ένα ταχύτατα εξελισσόμενο λειτουργικό σύστημα, το οποίο με ποσοτικά, και επομένως αντικειμενικά κριτήρια, δίνει τις βάσεις για την βέλτιστη επιτυχία των στόχων του έργου, οι οποίοι είναι: Να τελειώσει το έργο στο προγραμματισμένο κόστος, χρόνο και ποιότητα. Η αναμόρφωση αυτή της έννοιας και του περιεχομένου της Διαχείρισης των Κατασκευών στα πλαίσια της Διαχείρισης του Έργου είναι μία αναγκαία προσαρμογή στις νέες απαιτήσεις της παραγωγής και στη βελτίωση της τεχνολογίας των κατασκευών στα τεχνικά έργα. Διεθνώς έχει αναγνωριστεί, ότι είναι η πλέον αντικειμενική διαδικασία για την εξασφάλιση της επιτυχίας μεγάλων, συνθέτων και πολυεξαρτημένων εργασιών. Η επιτυχία της Διαχείρισης των Κατασκευών βασίζεται στην απλή διαπίστωση, ότι ολόκληρη η ευθύνη για τον προγραμματισμό, τη διαχείριση των μέσων παραγωγής, τη διεύθυνση και τον έλεγχο όλων των δραστηριοτήτων, που συνθέτουν το έργο, μπορεί να συγκεντρωθεί σε μία ομάδα εργασίας, η οποία θα έχει και την ευθύνη για την επιτυχία των στόχων, με την παρατήρηση, ότι η ομάδα αυτή, ή ακόμη το αρμόδιο στέλεχος, θα έχει την απαραίτητη εκπαίδευση και εμπειρία. Αποτελεί ένα δυναμικό εργαλείο, ιδιαίτερα χρήσιμο για την ορθολογική διαχείριση των πολλών παραμέτρων, που επηρεάζουν την πρόοδο του έργου.

Πέρα όμως από αυτές τις διαπιστώσεις η Διαχείριση του Έργου, με τις

λογισμικές μεθόδους της, δίνει τη δυνατότητα της αντικειμενικής και μονοσήμαντης κοστολόγησης των έργων στη φάση του σχεδιασμού. Η Διαχείριση Έργων δίνει απάντηση στα θεμελιώδη ερωτήματα πως θα κατασκευαστεί το έργο, με τι μέσα παραγωγής και επομένως σε πόσο χρόνο και κόστος.

Κάτω από τη θεώρηση αυτή ο κύριος στόχος της Διαχείρισης των Κατασκευών είναι η αύξηση της παραγωγικότητας, η οποία, ιδιαίτερα στον τομέα αυτό, είναι χαμηλή. Η παραγωγικότητα, ορίζεται ως η σχέση του αποτελέσματος, το οποίο λαμβάνεται από μία παραγωγική διαδικασία προς την προσπάθεια η οποία καταβάλλεται, συνδέεται άμεσα με το κόστος παραγωγής, τη χρονική διάρκεια του έργου και έμμεσα με τη ποιοτική στάθμη της κατασκευής. Οι δύο πρώτοι στόχοι, δηλαδή το κόστος και ο χρόνος, είναι ποσοτικά μεγέθη, τα οποία βελτιστοποιούνται με κατάλληλες ποσοτικές μεθόδους. Με αυτή τη μεθόδευση η Διαχείριση των Κατασκευών εξελίσσεται σε ένα ολοκληρωμένο λειτουργικό σύστημα με ποσοτικές παραμέτρους, οι οποίες, όταν πάρουν κατάλληλες τιμές, βελτιστοποιούν το αποτέλεσμα της παραγωγικής διαδικασίας. Η ποιότητα της κατασκευής εξελίσσεται και αυτή σήμερα σε μία ελεγχόμενη ποσοτική μέθοδο, η οποία εντάσσεται στις νέες διαδικασίες του ελέγχου και της διασφάλισης της ποιότητας.

Οι σημερινές απαιτήσεις παραγωγής, στενότητας μέσων και ανταγωνισμού επιβάλλουν την εφαρμογή των ποσοτικών ή λογισμικών μεθόδων, οι οποίες με κατάλληλη υποστήριξη ηλεκτρονικού υπολογιστή συμβάλουν στην επιτυχία των στόχων του έργου. Η εφαρμογή των μεθόδων αυτών πρέπει

να καλύπτει όλο το φάσμα παραγωγής του έργου, από το επίπεδο του κυβερνητικού προγραμματισμού μέχρι και τις τελευταίες θέσεις παραγωγής. Η διαχείριση έργου υποστηρίζει την ορθή λήψη αποφάσεων σε συνάρτηση από τις μεταβαλλόμενες παραμέτρους του έργου, η οποία παλαιότερα στηριζόταν στην εμπειρία του υπεύθυνου μηχανικού.

Η επιτυχία των στόχων του έργου επηρεάζει σημαντικά την παραγωγικότητα με όλες τις ευεργετικές επιπτώσεις πάνω στην οικονομική πορεία της επιχειρήσεως, αλλά και πάνω στο κοινωνικό σύνολο, το οποίο η επιχείρηση είναι ταγμένη να υπηρετεί.<sup>6</sup>

Τα τεχνικά έργα όλων σχεδόν των κατηγοριών είναι έργα υποδομής, τα οποία συμβάλλουν αποφασιστικά στην ανάπτυξη μιας χώρας και στη βελτίωση της κοινωνικής στάθμης. Αυτός είναι ο λόγος, για τον οποίο οι κυβερνήσεις τοποθετούν στην κορυφή του οικονομικού σχεδιασμού τα τεχνικά έργα παράλληλα με τις δαπάνες για την άμυνα της χώρας, την υγεία και την παιδεία.

Η κατασκευή των τεχνικών έργων παίρνει στη σημερινή εποχή μία νέα διάσταση, η οποία οφείλεται στις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε έργα υποδομής και στη μείωση των διατιθεμένων πόρων και μέσων παραγωγής. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην ανάγκη εκτελέσεως έργων μεγαλύτερων σε όγκο και υψηλότερης τεχνολογίας από ότι στο παρελθόν και, με την αναπόφευκτη παρουσία του πληθωρισμού, σε μικρότερο χρόνο και συγκριτικά σε μικρότερο κόστος.

Η νέα αυτή διάσταση των τεχνικών έργων απαιτεί ιδιαίτερες δραστηριότητες και ικανότητες από τον Μηχανικό, ο οποίος συμμετέχει στο κύκλωμα παραγωγής του τεχνικού έργου. Οι στόχοι του έργου δεν περιορίζονται μόνο στον παράγοντα ποιότητα, αλλά διευρύνονται προς την κατεύθυνση της βελτιστοποίησης του κόστους και του χρόνου. Αυτό σημαίνει, ότι ο Μηχανικός Παραγωγής καλείται να εκτελέσει το έργο στο ελάχιστο δυνατό κόστος, μέσα στον προγραμματισμένο χρόνο και σύμφωνα με τις ποιοτικές προδιαγραφές, οι οποίες εξασφαλίζουν την αντοχή, την ασφάλεια και τη λειτουργικότητα της κατασκευής.<sup>7</sup>

Η Διαχείριση των Κατασκευών αναφέρεται στην *επίβλεψη* του έργου σαν μία ολοκληρωμένη ενότητα διαχείρισης έργου. Κάθε τμήμα ενός έργου χαρακτηρίζεται από τα μέσα παραγωγής, τις απαιτούμενες ποσότητες υλικών και εργατωρών ή μηχανωρών και από το συντονισμό όλων των υποσυστημάτων για την πραγματοποίηση του έργου στον επιθυμητό χρόνο, κόστος και ποιότητα.

Η Διαχείριση των Κατασκευών έχει τους εξής στόχους:

- § Ανάπτυξη και εφαρμογή ενός αξιόπιστου συστήματος παρακολουθήσεως των χρονικών και οικονομικών μεγεθών του έργου.
- § Εγκατάσταση ενός αξιόπιστου συστήματος κυκλοφορίας πληροφοριών για την υλοποίηση της συνεχούς παρακολουθήσεως του έργου και εφαρμογής διορθωτικών επεμβάσεων, όταν απαιτείται.

- § Παρακολούθηση θεμάτων ασφαλείας έργου, μηχανημάτων και προσωπικού και την εφαρμογή διαδικασιών ασφαλείας.
- § Διαχείριση των οριακών μέσων παραγωγής για τη βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας των ομάδων εργασίας.
- § Έγκαιρος προσδιορισμός των προβλημάτων και σύνταξη εισηγήσεων για τη λήψη διορθωτικών μέτρων.

Η βασική λογισμική μέθοδος, πάνω στην οποία βασίζονται όλες οι μέθοδοι Διαχείρισης του Έργου, συμπεριλαμβανομένου και του ποιοτικού ελέγχου και της διασφάλισης ποιότητας, είναι ο Χρονικός Προγραμματισμός του έργου με τη μέθοδο των δικτυωτών γραφημάτων, η οποία και θα αναλυθεί εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο. Η μέθοδος αυτή δίνει τη δυνατότητα απεικόνισης (προσομοιώσεως) όλων των διαδικασιών του έργου σε ένα αριθμητικό υπόδειγμα, από το οποίο προκύπτουν όλα τα απαραίτητα για τη διαχείριση του έργου εργαλεία. Τα κύρια εργαλεία είναι τα χρονικά στοιχεία των δραστηριοτήτων, δηλαδή πότε αρχίζει και πότε τελειώνει μία δραστηριότητα, αν η δραστηριότητα έχει χρονικά περιθώρια καθυστέρησης και ποιας μορφής, η ανάλυση σε κατηγορίες δραστηριοτήτων ή κονδυλίων, το ευθύγραμμο χρονοδιάγραμμα κατασκευών με τις κρίσιμες διαδρομές και τα χρονικά περιθώρια, τα ιστογράμματα κατανομής για κάθε μέσο παραγωγής, τα διαγράμματα οικονομικής ροής έργου με τους οικονομικούς πίνακες διαχείρισης και ελέγχου και τα διαγράμματα βελτιώσεως των συνθηκών παραγωγής από άποψη διαθέσεως μέσων παραγωγής.<sup>8</sup>

### 1.3 Οργάνωση των Κατασκευών

Κάθε τεχνικό έργο είναι ένα λειτουργικό σύστημα με τα υποσυστήματα του, το οποίο υπηρετείται από τους βασικούς συντελεστές παραγωγής, δηλαδή από τον Άνθρωπο, τα Μηχανήματα και το Κεφάλαιο. Οι τρεις αυτοί συντελεστές συμβάλλουν στην επιτυχία των στόχων της Οργανώσεως, που είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής, η τήρηση των χρονικών προθεσμιών και η ποιοτική στάθμη της κατασκευής. Η επιτυχία των στόχων αυτών, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι ισοδύναμη με την αύξηση της παραγωγικότητας της κατασκευαστικής επιχειρήσεως και γενικότερα του τομέα των κατασκευών. Παράλληλα με τους επιχειρησιακούς αυτούς στόχους η Οργάνωση συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος (σκόνη, θόρυβος και καταστροφές από υπαίθρια λατομεία, ρύπανση υδάτων κλπ) με χωρίς ή ελάχιστη αύξηση του κόστους και του χρόνου κατασκευής.

Για την επιτυχία των στόχων του συστήματος, εφαρμόζονται σύγχρονοι μέθοδοι οργανώσεως των έργων, οι οποίες βασίζονται στις ποσοτικές μεθόδους για τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων τόσο στη φάση του σχεδιασμού, δηλαδή πριν από την έναρξη του έργου, όσο και στη φάση της πραγματοποιήσεως.

Οι ποσοτικές μέθοδοι για τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων πριν από την έναρξη του έργου αναφέρονται στο σχεδιασμό και στον προγραμματισμό.

Οι δύο αυτές μέθοδοι υποστηρίζονται από τη θεωρία βελτιστοποίησης για την επιλογή της βέλτιστης λύσεως μεταξύ περισσότερων τεχνικώς ισοδύναμων λύσεων, με κριτήριο το ελάχιστο κόστος, τον ελάχιστο αριθμό μέσων παραγωγής ή άλλων ανάλογων κριτηρίων. Η εφαρμογή μεθόδων πληροφορικής με υποστήριξη Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και κατάλληλα προγράμματα διευκολύνουν και επιταχύνουν την επίλυση των σχετικών αλγορίθμων.

Ο σχεδιασμός αναφέρεται στην επιλογή της μεθόδου εκτέλεσης του έργου, στην ανάλυση των παραγωγικών διαδικασιών που το συνθέτουν και στον υπολογισμό του χρόνου και των μέσων παραγωγής που απαιτούνται για την πραγματοποίηση του έργου σύμφωνα με τους στόχους του συστήματος. Οι ποσοτικές μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται στη φάση αυτή, είναι η Τεχνολογία για την επιλογή της κατάλληλης κατασκευαστικής μεθόδου, η Λειτουργική Ανάλυση για τον υπολογισμό της χρονικής διάρκειας των δραστηριοτήτων και της αποδόσεως των ομάδων εργασίας, η Ανάλυση του Κόστους κατασκευής για τον αντικειμενικό προϋπολογισμό του έργου, ο Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός, ο Έλεγχος του Κόστους σε συνδυασμό με την Πληροφορική, οι Μέθοδοι Βελτιστοποίησης και ο Ποιοτικός Έλεγχος.

Ο προγραμματισμός είναι η απεικόνιση της χρονικής αλληλουχίας των δραστηριοτήτων του έργου σε μία κατάλληλη μορφή μαθηματικού υποδείγματος, το οποίο δίνει τη δυνατότητα μελέτης και βελτιστοποίησης των παραγωγικών διαδικασιών του έργου στο στάδιο του σχεδιασμού και

στην συνέχεια στον έλεγχο της προόδου του έργου κατά τη φάση της εκτελέσεως. Αναφέρεται τόσο στις εργασίες πριν από την έναρξη, όσο και σε αυτές που πρέπει να γίνουν κατά τη διάρκεια της εκτελέσεως του έργου, με στόχο τη βελτιστοποίηση του κόστους, του χρόνου και της ποιότητας κατασκευής.

Τα μέσα για την κατάσχεση του μαθηματικού υποδείγματος είναι τα δικτυωτά γραφήματα του χρονικού προγραμματισμού σε συνδυασμό με τη θεωρία της Λειτουργικής Αναλύσεως και του Κόστους. Ο αλγόριθμος επιλύσεως του δικτυωτού γραφήματος δίνει το πρόγραμμα κατασκευών, τον οικονομικό σχεδιασμό με τις καμπύλες οικονομικής ροής του έργου, που είναι η βάση για τον έλεγχο του κόστους κατά τη διάρκεια της κατασκευής, και τα διαγράμματα της βέλτιστης διαθέσεως των μέσων παραγωγής.

Ο προγραμματισμός θεωρείται σήμερα απαραίτητο οργανωτικό μέσο, ανεξάρτητα από το μέγεθος του έργου, γιατί δίνει τη δυνατότητα βελτιωμένου ελέγχου και προγραμματισμένης διαθέσεως των μέσων παραγωγής. Καθορίζει το χρόνο απασχολήσεως μηχανών και προσωπικού, ελέγχει την πρόοδο του έργου, το κόστος παραγωγής και τη χρηματική ρευστότητα της επιχειρήσεως, παρέχει στοιχεία για την έγκαιρη προμήθεια υλικών και συμβάλλει στην εφαρμογή μεθόδων βελτιστοποίησης. Ο έντονος πληθωρισμός και η στενότητα των μέσων παραγωγής είναι ένα ακόμη σοβαρό κίνητρο για την εφαρμογή των μεθόδων σχεδιασμού και προγραμματισμού στην εκτέλεση των τεχνικών έργων.<sup>9</sup>



Η επιτυχία των στόχων των ποσοτικών μεθόδων οργανώσεως, τόσο στη φάση σχεδιασμού, όσο και κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου, είναι συνάρτηση μιας συνεχούς κινήσεως εντολών και αναφορών (πληροφοριών). Η έρευνα των συνθηκών κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται και αξιοποιείται η διακίνηση αυτή είναι αντικείμενο της Θεωρίας Πληροφοριών. Σε σύνθετες διαδικασίες οι πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων αξιοποιούνται καλύτερα (ταχύτερα) με την εγκατάσταση ηλεκτρονικού υπολογιστή και κατάλληλο πρόγραμμα διαχειρίσεως του έργου. Σε περίπτωση αποκλίσεων από τις τιμές του προγραμματισμού οι πληροφορίες ελέγχου μετά από κατάλληλη επεξεργασία από την ομάδα σχεδιασμού και με τη βοήθεια του Η/Υ δίνει τις βέλτιστες λύσεις για τη διόρθωση της πορείας του έργου. Η συνεχής κίνηση πληροφοριών από την Διοίκηση μέχρι τις ομάδες εργασίας (εντολές) και αντίστροφα (αναφορές) προϋποθέτουν την κατάλληλη οργάνωση του κατασκευαστικού φορέα.

Η οργάνωση του φορέα (με ή χωρίς ηλεκτρονικό υπολογιστή) αναφέρεται:

- § Στο οργανόγραμμα διοικήσεως. Καθορίζει την οργανική διάρθρωση επιχειρήσεως και τις γραμμές, πάνω στις οποίες θα κινηθούν οι διάφορες μορφές πληροφοριών.
- § Στην περιγραφή των θέσεων εργασίας. Είναι απαραίτητος ο σαφής καθορισμός των αρμοδιοτήτων των θέσεων εργασίας του οργανογράμματος και του προσωπικού στη φάση του σχεδιασμού.
- § Στη μέθοδο κινήσεως και αξιοποιήσεως των πληροφοριών. Αναφέρεται στον καθορισμό της μορφής των πληροφοριών, τις

γραμμές κυκλοφορίας και ποιες πληροφορίες δέχονται και μεταδίδουν οι συνεργάτες (υποχρεωτικές, ενημερωτικές, προαιρετικές).

§ Στην εποπτεία του έργου και στον έλεγχο του κόστους. Η διεύθυνση καθορίζει ποιες πληροφορίες απαιτούνται για τη συνεχή ενημέρωση του προγράμματος ελέγχου του έργου και πως θα μεταδίδονται οι διορθωτικές πληροφορίες, αν απαιτηθεί.

Η Διεύθυνση του κατασκευαστικού φορέα επιλέγει το κατάλληλο σύστημα οργανώσεως (οργανωτική δομή φορέα), τέτοιο ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του έργου. Η οργανωτική δομή του είναι προϋπόθεση για την εφαρμογή των μεθόδων του προγραμματισμού, εφόσον αυτή είναι το υπόβαθρο πάνω στο οποίο θα κινηθούν οι πληροφορίες. Αυτό σημαίνει, ότι δεν είναι δυνατή η οργάνωση της παραγωγής χωρίς συνεχή κυκλοφορία πληροφοριών, κατά μία άλλη διατύπωση η πληροφορία είναι η πρώτη ύλη της οργανώσεως, επομένως δεν μπορεί να υπάρξει οργάνωση χωρίς πληροφορία.

Η μορφή της οργανωτικής δομής του φορέα είναι σημαντικός παράγοντας επιτυχίας των στόχων της οργανώσεως. Εξαρτάται από τη μορφή, τη θέση και το μέγεθος της επιχειρήσεως και του έργου, από την τεχνική στάθμη και την ικανότητα των εργαζομένων, από την ευελιξία της επιχειρήσεως, από τους στόχους του έργου και από το περιβάλλον. Αναφέρεται στην αξιοποίηση των αποτελεσμάτων του σχεδιασμού και προγραμματισμού του έργου για την αντιμετώπιση των προβλημάτων, που συνδέονται με την

παραγωγή κατά τη διάρκεια της κατασκευής, και στο συντονισμό όλων των συνεργατών, που απασχολούνται άμεσα ή έμμεσα με τις διαδικασίες παραγωγής του τεχνικού έργου.

Ο συντονισμός των εργαζομένων βασίζεται στην τεχνικά και λογικά σωστή ανάλυση των ικανοτήτων, υπευθυνοτήτων και καθηκόντων. Η συνεργασία των εργαζομένων μέσα στην επιχείρηση και τα σημεία επαφής μεταξύ των διαφόρων τμημάτων της επιχειρήσεως είναι έργο της Γενικής Διευθύνσεως, η οποία ελέγχει και κατευθύνει τις δραστηριότητες των συνεργατών σύμφωνα με την οργανωτική δομή, έτσι ώστε όλοι οι συνεργάτες να ενεργοποιούνται αποδοτικά για την επιτυχία των στόχων της οργανώσεως. Η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών υπολογιστών σε όλα τα επίπεδα και φάσεις πραγματοποιήσεως του έργου, δηλαδή η εφαρμογή κατάλληλου συστήματος Πληροφορικής, είναι ένας ακόμη παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει την απόφαση για την επιλογή της κατάλληλης οργανωτικής δομής.

Για την καλύτερη προσαρμογή του κατασκευαστικού φορέα στις απαιτήσεις της παραγωγής έχουν διαμορφωθεί τρεις κυρίως κλασσικές μορφές οργανωτικών δομών: Γραμμική οργάνωση, Οργάνωση μορφής μήτρας και Επιτελική οργάνωση.<sup>10</sup>

Οι ενότητες προγραμματισμού αναλύονται σε επίπεδα ελέγχου, σύμφωνα με το πρότυπο της διοικητικής πυραμίδας. Σε όλα τα επίπεδα εφαρμόζεται ο προγραμματισμός με τη μέθοδο των δικτυωτών γραφημάτων:

- § 1ο Επίπεδο: Γενικός προγραμματισμός έργου με σημεία ελέγχου καθοριστικών προθεσμιών και ομαδοποιημένες δραστηριότητες. Απόκτηση γης.
- § 2ο Επίπεδο. Πρόγραμμα διαχείρισεως έργου και πρόγραμμα ελέγχου. Καθορίζονται οι σημαντικές δραστηριότητες του έργου σύμφωνα με τις συμβατικές προθεσμίες της συμβάσεως και την ανάλυση σε επίπεδα ελέγχου για τις μελέτες, προμήθειες, κατασκευές και θέση σε λειτουργία, σχέσεις με τις δημόσιες αρχές, οργανισμούς Κ.Ο. και άδειες. Η ομαδοποίηση των εργασιών γίνεται με εναλλακτικά συστήματα ανάλογα με τον τομέα εργασίας, τη φάση εργασίας, το είδος εργασίας, τον κωδικό κονδυλίου κόστους, του υπεύθυνου Μηχανικού κλπ. Στο χρονικό προγραμματισμό η μέθοδος είναι γνωστή ως Work Breakdown Analysis.
- § 3ο Επίπεδο. Δικτυωτό γράφημα. Ανάλυση κρίσιμης διαδρομής, καθορισμός λογικών διαδικασιών έργου, ιστογράμματα κατανομής των μέσων παραγωγής, στόχοι και καμπύλη χρονικής και οικονομικής προόδου. Οργανωτικά εργαλεία υποστηρίξεως διαχείρισεως έργου.
- § Επίπεδο 3Α. Προγραμματισμός ελέγχου δικτυωτού γραφήματος και υποστήριξη από τον Ανάδοχο και το Μελετητή.
- § 4ο Επίπεδο. Πακέτα εργασίας. Από το συνολικό δικτυωτό γράφημα γίνεται ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων σε πακέτα εργασίας με βάση ένα από τα επιλεγόμενα σχέδια αναλύσεως του έργου σε επίπεδα ελέγχου (WBS).

§ 5ο Επίπεδο. Εκθέσεις των ομάδων εργασίας-εφαρμογής, οι οποίες υποβάλλονται στα ανώτερα κλιμάκια για ενημέρωση και λήψη νέων αποφάσεων, όταν απαιτείται.

Όλες οι ενότητες των επιπέδων προγραμματισμού υποστηρίζονται από προγράμματα Η.Υ.<sup>11</sup>

#### 1.4 Προγραμματισμός Κατασκευαστικού Έργου

Ο προγραμματισμός του έργου αναφέρεται στο ποια εργασία θα γίνει, ποιος θα κάνει την ορισμένη εργασία, πότε, που και με τι μέσα. Το κρίσιμο μέρος της επιτυχημένης διαχείρισης του έργου είναι οι αποφάσεις που παίρνονται μετά την εκπόνηση του προγραμματισμού, για τη διατήρηση του έργου στην προγραμματισμένη πορεία. Απαραίτητα στοιχεία του προγραμματισμού είναι ο καθορισμός των διαδικασιών, που απαιτούνται για την πραγματοποίησή του, ο συνδυασμός και συντονισμός των διαδικασιών αυτών, η προετοιμασία των σχεδίων δράσεως των διαφόρων-εργασιών, ο καθορισμός και η εξασφάλιση των μέσων παραγωγής (πόρων) στις αντίστοιχες δραστηριότητες και η διαμόρφωση ενός αποδεκτού προϋπολογισμού.<sup>12</sup>

Με την ορολογία «Προγραμματισμός» εννοούμε την προσπάθεια απεικόνισης του καθορισμού ή/και λεπτομερειακού σχεδιασμού ενεργειών που πρόκειται να πραγματοποιηθούν στο άμεσο μέλλον. Όσον αφορά τις

κατασκευές, που αποτελεί το αντικείμενο μας, είναι ακριβώς ο καθορισμός - πρόβλεψη - σχεδιασμός των ενεργειών που θα οδηγήσουν στον αντικειμενικό στόχο της εκτέλεσης ενός έργου.

Ο προγραμματισμός ενός έργου είναι δυνατόν να εμφανίζεται σε πολλές και ποικίλες μορφές. Μπορεί να είναι μια απλή γραμμική απεικόνιση για τη χρονική αλληλουχία των βασικών δραστηριοτήτων που υπεισέρχονται στην κατασκευή ενός έργου και να καταλήγει σε μια πλήρη ανάλυση όλων των ενεργειών και διαθέσιμων πόρων που απαιτούνται ανά συγκεκριμένη χρονική στιγμή εκτέλεσης του έργου. Επίσης είναι δυνατόν να καλύπτει όχι μόνο την αλληλουχία των δεδομένων της κατασκευής ενός έργου αλλά επίσης και τον προγραμματισμό εισπράξεων και προγραμματισμό κόστους. Χωρίς προγραμματισμό των προς εκτέλεση δραστηριοτήτων (τεχνικά δεδομένα), είναι παράλογο να προσπαθήσει κανείς να προγραμματίσει εισπράξεις και αναλογούν κόστος. Οι τρεις αυτές έννοιες «εκτέλεση εργασιών - είσπραξη δαπάνης για τις εκτελεσθείσες εργασίες - αναλογούν κόστος» είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και έχουν εκ των πραγμάτων παράλληλη συμπεριφορά.

Πέραν του αυτονόητου, ότι χωρίς προγραμματισμό ουσιαστικά δεν έχεις καθορίσει τα «ενδιάμεσα βήματα» που απαιτούνται να κάνεις για να καταλήξεις στον επιδιωκόμενο στόχο της εκτέλεσης ενός έργου και του ότι δεν γνωρίζεις που βρίσκεσαι κάθε φορά, το σημαντικότερο στη σημερινή πραγματικότητα της κατασκευαστικής βιομηχανίας είναι ότι ο «προγραμματισμός ενός έργου» αποτελεί σημαντικό συμβατικό στοιχείο,

επί του οποίου δύνανται να στοιχειοθετηθούν απαιτήσεις τόσο από την πλευρά της κατασκευαστικής επιχείρησης, όσο και από την πλευρά του Κύριου του Έργου.

Το κάθε έργο έχει τις δικές του ιδιαιτερότητες. Ορισμένα γενικά όμως στοιχεία παρεμβατισμού πιθανών δραστηριοτήτων στον προγραμματισμό ενός έργου, είναι:

- § Διαθεσιμότητα χώρου εργασίας (προϋπόθεση έναρξης εργασιών που με τυχόν καθυστέρηση, έχεις τη δυνατότητα απαίτησης κάλυψης κάποιων στοιχείων κόστους, όπως τα Γενικά έξοδα της επιχείρησης). Σημειώνεται η μη ύπαρξη απαλλοτριώσεων, παρέμβαση αρχαιολογικών ερευνών, εργασίες άλλης κατασκευαστικής επιχείρησης κ.λπ.
- § Παράδοση μελετών
- § Εγκρίσεις μελετών
- § Εγκρίσεις προμηθειών (ειδικά αυτών με μεγάλο χρόνο παράδοσης) για τη μελλοντική στοιχειοθέτηση αιτήματος παράτασης χρόνου.

Αντίστοιχα βέβαια αναλαμβάνεται και η ευθύνη υποβολής συγκεκριμένων δεδομένων (μελέτες, προτάσεις προμήθειας).

Μια σημαντική παράμετρος διαμόρφωσης του προγραμματισμού ενός έργου, είναι η διαθεσιμότητα των οικονομικών κεφαλαίων, από την πλευρά του Κυρίου του έργου. Δηλαδή ο προγραμματισμός ενός έργου, λίγο πολύ προσαρμόζεται και στη δυνατότητα πληρωμής των εργασιών που πρόκειται

να κατασκευαστούν και όπως προβλέπουν οι κανόνες που ισχύουν κάθε φορά. Παλιότερα (αρχές δεκαετίας '90), ο Σύνδεσμος Ανωνύμων Τεχνικών Εταιρειών (Σ.Α.Τ.Ε.) είχε συστήσει στα μέλη του, πριν την υποβολή του προγράμματος κατασκευής ενός έργου, δηλαδή αμέσως μετά την υπογραφή της Σύμβασης, να κατατίθεται έγγραφο στην Υπηρεσία Επίβλεψης, με το οποίο τίθεται η ερώτηση κατά πόσο υπάρχουν οικονομικά θέματα προγραμματισμού της καταβολής της δαπάνης του έργου, τα οποία ήταν δυνατό να επηρεάσουν τον τεχνικό προγραμματισμό των δραστηριοτήτων. Σε περίπτωση ύπαρξης οποιασδήποτε απάντησης, αμέσως τίθενται συμβατικά δεδομένα πιθανής απαίτησης, εάν δεν τηρηθούν τα καταγεγραμμένα στα έγγραφα.<sup>13</sup>

Πέραν του συμβατικού προγραμματισμού των εργασιών, όπως αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο, πολλές φορές η κατασκευαστική επιχείρηση προχωρά και στη σύνταξη «εσωτερικού» προγράμματος εκτέλεσης των εργασιών ενός έργου, με σκοπό είτε την ταχύτερη εκτέλεση, είτε τη σε μεγαλύτερο βάθος ανάλυση του έργου. Άλλωστε, το βάθος ανάλυσης του προγραμματισμού ενός έργου, είναι συνάρτηση της πολυπλοκότητας του έργου και του μεγέθους του.

Η σε βάθος ανάλυση του προγραμματισμού ενός έργου προϋποθέτει τη διαθεσιμότητα όλων των πληροφοριών που απαιτούνται για την εκτέλεση του, ήτοι:

- § Πλήρη και αναλυτική μελέτη.
- § Πλήρη ανάλυση λεπτομερειών και σχέδια προς κατασκευή.



- § Πλήρη ανάλυση απαιτούμενου ανθρώπινου και μηχανικού δυναμικού, διαθεσιμότητα και τρόποι αναζήτησης και απόκτησης του.
- § Πλήρη ανάλυση απαιτούμενων ποσοτήτων υλικών και ποιότητα τους.
- § Εμπειρία και γνώση αποδοτικότητας συνεργείων που θα αναλάβουν τις επί μέρους εργασίες.

Το βάθος ανάλυσης της εκτέλεσης ενός έργου, είναι θέμα απόφασης της κάθε κατασκευαστικής επιχείρησης, απαιτείται όμως προσοχή γιατί:

- § Κάθε επί μέρους δραστηριότητα, όπως τελικά αποφασίζεται να τεθεί στον προγραμματισμό ενός έργου, είναι προϋπόθεση πολλών άλλων ενεργειών που πρέπει να γίνουν, οι περισσότερες των οποίων θα μπορούσε να θεωρηθούν αυτονόητες, αλλά όχι πάντα.
- § Πολλές πιθανές αυτονόητες ενέργειες απαιτούν χρόνο πραγματοποίησής τους, με αποτέλεσμα εάν ξεχαστούν ή παραμεληθούν να δημιουργούν χρονική καθυστέρηση στην εκτέλεση των δραστηριοτήτων.<sup>14</sup>

## 1.5 Εφαρμογή της Διαχείρισης Έργου στις Κατασκευές

### 1.5.1 Δυσκολίες και προβλήματα στην εφαρμογή

Έχουν εντοπιστεί δυσκολίες και προβλήματα στην εφαρμογή της Διαχείρισης Έργου στις Κατασκευές, τα οποία συνήθως οφείλονται:

§ Η οργάνωση θεωρείται ότι είναι μία μορφή πειθαρχίας, την οποία δεν δέχεται αμέσως το προσωπικό, ιδιαίτερα όταν δεν έχει την κατάλληλη ενημέρωση, εκπαίδευση και προετοιμασία. Προϋπόθεση για την αποδοχή των οργανωτικών μέτρων από τους εργαζόμενους είναι η απόδειξη, ότι τα μέτρα αυτά θα αποδώσουν και δεν θα είναι απλώς μία πρόσθετη επιβάρυνση του συστήματος. Η μελετημένη και αντικειμενική οργάνωση βελτιώνει σε όλα τα επίπεδα τη λειτουργικότητα της επιχειρήσεως, προσαρμόζεται με μεγαλύτερη ευκολία στις δύσκολες συνθήκες της παραγωγής, μειώνει το άγχος των εργαζομένων και επομένως αυξάνει την παραγωγικότητα του συστήματος, με άμεσες θετικές επιπτώσεις για τους εργαζόμενους.

§ Επικρατεί η άποψη, ότι η οργάνωση απαιτεί χρόνο, ο οποίος αν διατεθεί θα είναι σε βάρος της παραγωγής. Σε ένα αποοργανωμένο σύστημα παραγωγής η ιδανική λύση θα ήταν η διακοπή λειτουργίας του άρρωστου οργανισμού για ένα χρονικό διάστημα για την εγκατάσταση του συστήματος οργάνωσης και η επαναλειτουργία

του πάνω σε σωστές βάσεις. Η λύση αυτή είναι ανεφάρμοστη, γιατί προσκρούει στην ανάγκη της συνεχούς παραγωγής. Μία ενδιάμεση λύση είναι η προσομοίωση σε κατάλληλο υπόδειγμα όλων των διεργασιών κατά τη διάρκεια της μεταβατικής περιόδου από την υπάρχουσα κατάσταση στο οργανωμένο σύστημα και ο έλεγχος της αποδοτικότητας του συστήματος πάνω στο υπόδειγμα προσομοιώσεως. Μετά τις απαραίτητες διορθώσεις και την εκπαίδευση του προσωπικού στο νέο σύστημα καθορίζεται ο χρόνος ενάρξεως της εφαρμογής. Η εναλλακτική λύση της σταδιακής προσαρμογής της λειτουργίας στο νέο σύστημα δεν διαταράσσει την υπάρχουσα κατάσταση, αλλά απαιτεί χρόνο και αυξημένη προσπάθεια.

§ Η Διεύθυνση του Έργου θεωρεί πολλές φορές ότι η οργάνωση είναι δαπανηρή και επιβαρύνει το κόστος παραγωγής. Ο ισχυρισμός αυτός θα ήταν σωστός, αν η οργάνωση θεωρείτο αυτοσκοπός. Η οργάνωση όμως δεν αναφέρεται στην προβολή ή στην πολυτελή διάρθρωση της επιχειρήσεως, ακόμη περισσότερο στη δημιουργία προσθέτων θέσεων, αλλά στην εγκατάσταση τάξεως μέσα στους χώρους παραγωγής με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας. Έχει αποδειχτεί, ότι η επένδυση σε μέτρα οργανώσεως και οργανωτικής υποδομής έχει υψηλό βαθμό αποδόσεως. Παρόλα αυτά πολλές επιχειρήσεις επενδύουν σε ακριβούς υπολογιστές με ισχυρές μνήμες και χωρητικότητες, περισσότερο για την παρακολούθηση των λογιστικών πράξεων παρά σαν ένα εργαλείο για την οργάνωση της παραγωγής και την αύξηση της παραγωγικότητας.

§ Ένας αρνητικός παράγοντας στην εφαρμογή μεθόδων οργανώσεως είναι η άποψη, ότι η οργάνωση δίνει τη δυνατότητα ελέγχου της επιχειρήσεως, πράγμα που σημαίνει, ότι μπορεί να γίνει αντικείμενο επιθέσεων από διάφορες πλευρές με αστάθμητες συνέπειες. Η απάντηση στην προκειμένη περίπτωση είναι, ότι ο τομέας της παραγωγής δεν μπορεί να θεωρείται ως πεδίο ανεξέλεγκτων ενεργειών. Η οργάνωση παρέχει όλες τις προϋποθέσεις διαφάνειας και καλόπιστου ελέγχου, αναβαθμίζει τον υπεύθυνο μηχανικό στον ηγετικό ρόλο του επιστήμονα και δίνει σε όλους τους εργαζόμενους το συναίσθημα, με την άμεση πληροφόρηση, ότι συμμετέχουν υπεύθυνα στο κύκλωμα της παραγωγής.

§ Το ακατάλληλο προσωπικό είναι ένας ανασταλτικός παράγοντας στην εφαρμογή μεθόδων οργανώσεως. Σε όλους τους χώρους παραγωγής εμφανίζεται το ίδιο πρόβλημα με διαφορετική ένταση. Η οργάνωση απαιτεί επιστημονική γνώση και μάλιστα πολύπλευρη, εμπειρία και ευρεία αντίληψη στη σύνθεση και ανάλυση των προβλημάτων για την ανίχνευση καταλλήλων λύσεων. Το εξειδικευμένο όμως προσωπικό έχει αυξημένες απαιτήσεις αμοιβών. Αν δεν ικανοποιείται στο θέμα αυτό, τότε η απόδοση του θα είναι μειωμένη και στη χειρότερη περίπτωση θα προσπαθήσει να μεταπηδήσει σε άλλη θέση ή και επιχείρηση, η οποία του προσφέρει καλύτερους όρους. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί, ότι οι χώροι παραγωγής παρουσιάζουν μία ιδιαιτερότητα ως προς τον προσδιορισμό των αμοιβών των εργαζομένων. Πρέπει να γίνει παραδεκτό, ότι στην παραγωγή δεν ενδιαφέρει μόνο το μέγεθος της παραγωγής ή το ωριαίο κόστος

των ομάδων εργασίας, αλλά το μέγεθος της παραγωγικότητας, το οποίο αν δεν ελέγχεται συνεχώς η διεύθυνση της επιχειρήσεως θα χάσει τον έλεγχο. Από τις απόψεις αυτές βγαίνει το συμπέρασμα, ότι στους χώρους παραγωγής, ακόμη και για τις δημόσιες επιχειρήσεις, πρέπει να εφαρμοστεί ειδικό σύστημα αμοιβών αλλά και κίνητρα που θα συνδέονται με το μέγεθος της παραγωγικότητας.

§ Μία ακόμη σοβαρή αντιπαράθεση στην οργάνωση είναι η αμφισβήτηση ορισμένων θέσεων συνεργατών. Αυτό συμβαίνει, όταν οι θέσεις αυτές δεν συμμετέχουν στην παραγωγή, επομένως πρέπει να καταργηθούν και ο ή οι συνεργάτες, που κατέχουν τη θέση αυτή, να εκπαιδευτούν κατάλληλα για να αξιοποιηθούν σε άλλες θέσεις. Πρέπει να τονιστεί, ότι η ύπαρξη μη ενεργοποιημένων συνεργατών μέσα στους χώρους παραγωγής δεν έχει μόνο άμεση αλλά και έμμεση αρνητική επίπτωση πάνω στην παραγωγικότητα του συστήματος. Η οργάνωση με την μελετημένη και ακριβή περιγραφή των θέσεων εργασίας και της λειτουργικότητας τους δίνει και στο πρόβλημα αυτό τις σωστές λύσεις.

§ Το πλαίσιο μέσα στο οποίο λειτουργούν οι κατασκευαστικές επιχειρήσεις δεν παρέχει τις προϋποθέσεις για μία οργάνωση της παραγωγής στο επίπεδο εφαρμογής. Πράγματι αν ο προϊστάμενος φορέας, δηλαδή ο κύριος του έργου, δεν έχει προγραμματίσει τις δραστηριότητες του, τότε ο φορέας εφαρμογής δεν είναι σε θέση να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις του απέναντι στο χρονικό και οικονομικό προγραμματισμό. Η αδυναμία αυτή θεραπεύεται αν ο προγραμματισμός του ή των έργων γίνει με κοινή συμφωνία Κυρίου

έργου και Κατασκευαστή με τη συμβατική υποχρέωση της τηρήσεως των λεπτομερειών του και από τους δύο φορείς. Είναι καλύτερα να καθυστερήσει η έναρξη των κατασκευών, αλλά όταν αρχίσουν να υπάρχει ο πλήρης προγραμματισμός κοινής αποδοχής.<sup>15</sup>

§ Πολλοί εκφράζουν την επιθυμία – ανάγκη, να ξέρουν τι γίνεται εμπειρικά – πότε θα γίνει, ποιοι θα συνεισφέρουν – και θεωρούν ότι ο αντίκτυπος των νέων προγραμμάτων είναι στους πόρους της εταιρίας. Δεν εμπιστεύονται τα προγράμματα με αποτέλεσμα να προσπαθούν να επέμβουν για να πάρουν ανθρώπους, να προγραμματίσουν τις παραδοτέες ημερομηνίες. Δεν έχουν κάποια μεθοδολογία Διαχείρισης Έργου σε ισχύ, έχουν συνηθίσει σε απλές προηγούμενες πρακτικές και έτσι ανιστέκονται στην επιβολή τόσης δομημένης πληροφορίας. Είναι απρόθυμοι να ενσωματώσουν τα βασικά συστατικά, όπως οι διαδικασίες, η χρηματοδότηση, το ανθρώπινο δυναμικό, και τα προγράμματα των έργων. Δεν προτίθενται να καθιερώσουν αρμόδιο προσωπικό για Διαχείριση Έργων ούτε να ενσωματώσουν τη Διαχείριση Έργου στην φιλοσοφία του οργανισμού και να την κάνουν «τρόπο ζωής». Επίσης προτιμάται πολλές φορές η εφαρμογή προγραμμάτων Διαχείρισης Έργου βασισμένων στον υπολογιστή, αλλά χωρίς να γίνεται εκπαίδευση του προσωπικού για την σωστή τεχνολογική υποστήριξη. Τέλος η αποτυχία να ολοκληρωθεί ο στόχος πολλές φορές χρεώνεται στην απαιτητική φύση της Διαχείρισης Έργων και των εργαλείων αυτής, και όχι στα πραγματικά αίτια που είναι η επιπόλαιη εφαρμογή της.<sup>16</sup>

Συνοψίζοντας, η αύξηση ενδιαφέροντος για την Διαχείριση των Έργων έχει επέλθει περισσότερο λόγω ανάγκης παρά λόγω επιθυμίας. Η αργή αυτή αύξησή μπορεί να αποδοθεί κυρίως στην έλλειψη αποδοχής των νέων τεχνικών διαχείρισης απαραίτητων για την επιτυχή εφαρμογή της. Ένας έμφυτος φόβος του άγνωστου ενεργεί πάντα ως αποτρεπτικός παράγοντας για εκείνους τους διευθυντές που επιθυμούν να αλλάξει. Η διαχείριση του προγράμματος αποδείχθηκε μια δημοφιλής, επιδρούσα και συμβατική προσέγγιση στην εφαρμογή αλλαγής, μέσω της εφαρμογής θεωριών και προτύπων που ακολούθησε την ευρύτερη ιστορική εξέλιξη της διοικητικής θεωρίας γενικά.<sup>17</sup>

Η ανάπτυξη των δικτύων μεταξύ των πανεπιστημίων και της βιομηχανίας είναι ένας πιθανός τρόπος να επιτευχθεί η εφαρμογή προγραμμάτων Διαχείρισης Έργων.<sup>18</sup>

#### 1.5.2 Οφέλη από την εφαρμογή

Η υιοθέτηση της μεθοδολογίας Διαχείρισης Έργου εισάγει τα ακόλουθα οφέλη στο επίπεδο μεμονωμένου έργου:

- § Δημιουργεί την ιδιοκτησία και την υπευθυνότητα.
- § Βελτιώνει τη δυνατότητα της οργάνωσης να παραδώσει τις απαιτήσεις του έργου
- § Εξασφαλίζει την κατάλληλη αναθεώρηση και το συντονισμό.

- § Καθιερώνει ένα σημείο εστίασης για την επίλυση του προβλήματος και την επικοινωνία.
- § Εισάγει τη συνέπεια ως μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία.

Επιπλέον, τα πρότυπα Διαχείρισης του Έργου εφαρμόζονται για να αποφευχθούν τα συνήθη προβλήματα όπως:

- § Λανθασμένα καθορισμένος σκοπός, στόχοι ή/και προσδοκίες πελατών.
- § Απουσία προγραμματισμού και ελέγχου προγράμματος.
- § Φτωχός γενικός συντονισμός των δραστηριοτήτων του έργου.
- § Έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ όλων των συμμετεχόντων.
- § Ανεπαρκής κατανομή των πόρων του έργου.
- § Ανεπαρκής επιρροή και ηγεσία των διευθυντών του έργου.
- § Φτωχή εκτίμηση ή/και μη ρεαλιστικά χρονικά πλαίσια.
- § Γραφειοκρατικές/πολιτικές δυσκολίες.<sup>19</sup>

### 1.5.3 Παράγοντες που συντελούν στη σωστή εφαρμογή

Οι παράγοντες χρόνος, κόστος και ποιότητα αποτελούν τους κύριους άξονες για τη σοφή και ακριβή Διαχείριση του Έργου και τον προγραμματισμό. Επίσης, είναι απολύτως ουσιαστικός παράγοντας ο διευθυντής της Διαχείρισης του Έργου Κατασκευής για να συντηρηθούν υπό έλεγχο όχι μόνο οι κρίσιμες καταστάσεις που προκύπτουν από την ανάπτυξη των διάφορων



παραγόντων αβεβαιότητας, αλλά και η διαχείριση του διαδικαστικού και επίσημου διοικητικού μέρους ενός προγράμματος.<sup>20</sup>

Ο διευθυντής της Διαχείρισης του Έργου είναι μεγάλης ευθύνης ρόλος, γιατί από αυτόν εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό η σωστή εφαρμογή και άρα η επιτυχία του προγράμματος της Διαχείρισης Έργου. Είναι υποχρέωση του διευθυντή της Διαχείρισης του Έργου να κατευθύνει και να εποπτεύει το πρόγραμμα από την αρχή μέχρι το τέλος. Είναι ο αρμόδιος για το συντονισμό και την ενσωμάτωση όλων των δραστηριοτήτων που απαιτούνται για να εξασφαλιστούν οι προσδοκίες των συμμετεχόντων που προκύπτουν από τις στρατηγικές επιχειρησιακές πρωτοβουλίες. Πιο αναλυτικά:

- § Πρέπει να καθορίσει το έργο, να το «σπάσει» σε ένα σύνολο εφικτών στόχων, να λάβει τους κατάλληλους και απαραίτητους πόρους και να δημιουργήσει ομάδα ή ομάδες έργου.
- § Πρέπει να θέσει τον τελικό στόχο του έργου και να παρακινεί τους εργαζόμενους του για να ολοκληρωθεί το έργο στον προγραμματισμένο χρόνο, να καθιερώσει διαδικασία ελέγχου και να υποβάλλει εκθέσεις προόδου του έργου.
- § Πρέπει να έχει τεχνικές δεξιότητες. Οικονομικό σχεδιασμό, διαχείριση συμβάσεων, δημιουργική σκέψη και ικανότητα να λύνει προβλήματα. Ακόμα πρέπει να έχει ηγετικές ικανότητες, δεξιότητες προγραμματισμού και ελέγχου, να αξιολογεί τον κίνδυνο και να διασυνδέεται τόσο με την εκτελεστική διαχείριση όσο και με την οργανωτική πολιτική. Άλλες συμπεριφοριστικές δεξιότητες που απαιτούνται είναι δημιουργία

ομάδων, επικοινωνία, επηρεασμός, διαπραγμάτευση, επίλυση προβλημάτων και συγκρούσεων.

§ Κανένα έργο δεν ακολουθεί 100% το πρόγραμμα, έτσι απαιτείται προσαρμογή στην αλλαγή. <sup>21</sup>

Άλλοι σημαντικοί παράγοντες είναι η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων, σωστός συντονισμός και αποτελεσματική διοίκηση.

Πρέπει να αποφευχθούν τα εξής:

§ Φτωχή επικοινωνία. Πολλές φορές ένα πρόγραμμα μπορεί να αποτύχει επειδή η ομάδα του έργου δεν ξέρει τι έχει γίνει ήδη και τι υπολείπεται.

§ Διαφωνίες. Το έργο πρέπει να εκπληρώνει όλα τα χαρακτηριστικά της σύμβασης. Ο ανάδοχος και ο κύριος του έργου πρέπει να συμφωνήσουν σε μια σειρά λεπτομερειών.

§ Αποτυχία να ευθυγραμμιστεί το έργο σύμφωνα με τα πρότυπα και τους κανονισμούς.

§ Κακώς καθορισμένοι στόχοι προγράμματος. Οι στόχοι πρέπει να είναι συγκεκριμένοι, μετρήσιμοι, κοινά αποδεκτοί από τους εμπλεκόμενους, ρεαλιστικοί και χρονικά οριοθετημένοι.

§ Συγκρούσεις προσωπικοτήτων.

§ Φτωχή διοίκηση.

§ Δέσμευση της επιχειρησιακής κοινότητας για την επιτυχία του προγράμματος.

§ Επαρκείς χρηματοδότηση και πόροι.

§ Άμεση επίλυση των ζητημάτων που προκύπτουν.

Ένας ακόμα βασικός παράγοντας για τις οργανώσεις είναι να αναπτύξουν τα προγράμματα για να εξεταστεί η τρέχουσα έλλειψη ικανότητας διαχείρισης του έργου από τις ομάδες έργου και να προσφέρουν σε αυτές κατάρτιση και συνεχιζόμενη εκπαίδευση.<sup>22</sup>

Τα προγράμματα Διαχείρισης Έργων πρέπει να περιέχουν τις αναλυτικές πληροφορίες για την αποτελεσματική διαχείριση ενός προγράμματος κατασκευής, το οποίο καλύπτει ολόκληρο το πρόγραμμα. Από τα σχέδια, τις απαραίτητες εγκρίσεις των αρχών, τις προμήθειες, την εργασία κατασκευής, την επιθεώρηση και τη δοκιμή και ολοκληρώνεται με τα θέματα ασφάλειας και υγείας.<sup>23</sup>

Το πώς θα επηρεαστεί η ανάπτυξη της διαχείρισης του έργου ως απαραίτητη επιχειρησιακή πειθαρχία, και θα αναπτύξει τις ικανότητες των συμμετεχόντων του έργου στη διαμόρφωση του οργανωσιακού πολιτισμού για να βελτιώσει την απόδοση του έργου, αποτελεί μια πρόκληση για τις περισσότερες οργανώσεις. Ο σκεπτικισμός και η αντίσταση στην αλλαγή αντιμετωπίζονται κατά την προσπάθεια να εφαρμοστεί ένα πρότυπο υπευθυνότητας Διαχείρισης του Έργου.

Μια προσέγγιση Διαχείρισης του Έργου στα επιχειρησιακά προβλήματα και ευκαιρίες γίνεται ο κανόνας και όχι η εξαίρεση. Τα προγράμματα Διαχείρισης Έργου είναι τα εργαλεία για τη στρατηγική της οργάνωσης. Η αποτελεσματική Διαχείριση του Έργου αρχίζει επιλέγοντας και δίνοντας προτεραιότητα των έργων αυτών που υποστηρίζουν την οργανωτική αποστολή και στρατηγική.

Οδηγεί σε ένα χαρτοφυλάκιο έργων που ισορροπεί τις απειλές και τις ευκαιρίες και παρέχει την καλύτερη χρησιμοποίηση των πόρων.

Τα προγράμματα Διαχείρισης Έργων είναι σημαντικά στην αύξηση και την επιβίωση των έργων γιατί, όταν εκτελούνται επιτυχώς, βοηθούν να εξεταστούν οι αλλαγές στις ανάγκες του επιχειρησιακού περιβάλλοντος, του ανταγωνισμού και της αγοράς. Οι ανώτεροι υπάλληλοι πρέπει να κρατηθούν υπεύθυνοι για τη διαχείριση της αλλαγής και ο καλύτερος τρόπος να ρυθμιστεί η αλλαγή είναι να υιοθετηθεί μια μεθοδολογία Διαχείρισης του Έργου που επιτρέπει σε μια οργάνωση να διαχειριστεί τις στρατηγικές πρωτοβουλίες για κάθε έργο ως χαρτοφυλάκιο των επιχειρησιακών επενδύσεων και να δώσει προτεραιότητα σε αυτές που σύμφωνα με την εταιρική στρατηγική είναι αποδοτικότερες.<sup>24</sup>

---

<sup>1</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1999, σελ.1-1

<sup>2</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-3

<sup>3</sup> C.Hendrickson & T. Au, Project Management for Construction, Prentice Hall, 1994, κεφ.2.1

<sup>4</sup> A.Hatzigeorgiou, "Quality Assurance in Technical Projects and the Role of the Project Management", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. AD-6

<sup>5</sup> C.Hendrickson & T. Au, ό.π., κεφ.3.10

<sup>6</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ. α

<sup>7</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-1

<sup>8</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-8

---

<sup>9</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1992, σελ.1

<sup>10</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.4-σελ.5

<sup>11</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-9 –σελ.1-10

<sup>12</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-2

<sup>13</sup> Π.Στόκος, Εγχειρίδιο Κατασκευαστή, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2005, σελ.101-σελ.103

<sup>14</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.110- σελ.111

<sup>15</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.20

<sup>16</sup> Η.Levine, "Why Project Management Implementation Programs Fail: Taking Shortcuts vs. Diminishing Chances of Success", Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία, σελ.1- σελ.2

<sup>17</sup> G.Kalfakakou & K.Zapounidis, "Project Management Concept: Definitions and Evolution", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. A3-1

<sup>18</sup> K.Sirakoulis, P.Ipsilantis & V.C.Gerogiannis, "Factors Affecting PM Applicability in Greece", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. A3-3

<sup>19</sup> L.Puelo, "Strategies for Innovative Project Management: Improving Enterprise Performance", Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία, November 2003, σελ. 11

<sup>20</sup> S.Ifantis, C.Milonakis, G.Pahakis & A.Rammos, "Project Management and Administration Techniques and their Application", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. AD-4

<sup>21</sup> Project Management Institution, "Introduction to Project Management", www.snc.edu, σελ.1- σελ.2

<sup>22</sup> L.Puelo, ό.π., σελ.14- σελ.15

<sup>23</sup> D.Kallianis, C.Ripis, M.Mavroidi, P.Moschovitis & C.Saridaki, "The Optimization of a Construction Time Schedule", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. B1-5

<sup>24</sup> L.Puelo, ό.π., σελ.17 – σελ.19

## 2. ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟ ΕΡΓΟ ΚΑΙ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ

### 2.1 Αντικειμενικός Σκοπός

Ο αντικειμενικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής κάτω από τους περιορισμούς του οικοδομικού έργου (πόροι: κεφάλαιο, εργαζόμενοι, εξοπλισμός) και σε συνδυασμό με τους στόχους χρόνο και ποιότητα. Η ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής, όπως προαναφέρθηκε, σημαίνει αύξηση της παραγωγικότητας.<sup>1</sup>

Στη φάση της συλλήψεως και του σχεδιασμού του έργου, η διαχείριση του αναφέρεται στη διαδικασία εκπονήσεως των μελετών και στη λήψη των σωστών αποφάσεων για την παραγωγή του έργου, στον καθορισμό όλων των απαιτήτων για την απρόσκοπτη εξέλιξη του έργου μέτρων, και στον καθορισμό και προγραμματισμό των μέσων παραγωγής (ανθρώπων, μηχανημάτων, κεφαλαίων). Στο πρακτικό επίπεδο η διαχείριση του έργου είναι η ανταπόκριση του υπευθύνου Μηχανικού στα προβλήματα της κατασκευής, στις καθυστερήσεις, στις αλλαγές και στις απρόβλεπτες καταστάσεις, οι οποίες παρουσιάζονται κατά την πρόοδο του έργου.<sup>2</sup>

Η διαχείριση του έργου είναι ο προγραμματισμός, ο έλεγχος προόδου, η διοίκηση, η επικοινωνία και η ορθή σκέψη για τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων.

Οι στόχοι είναι να πραγματοποιηθεί το έργο σύμφωνα με το

προγραμματισμένο κόστος και χρόνο και σε υψηλή στάθμη τεχνικής ποιότητας Η επιτυχημένη διαχείριση του έργου απαιτεί αφοσίωση και συνεχή επαγρύπνηση. Ο Μηχανικός του έργου πρέπει να γνωρίζει το έργο σε όλες τις λεπτομέρειες του, να είναι συνεχώς ενημερωμένος για το τι πραγματικά συμβαίνει, τι ποσότητα έργου έχει πραγματοποιηθεί, τι υπολείπεται να γίνει, και ποιος είναι υπεύθυνος για κάθε εργασία. Πρέπει να προετοιμάζει τις εργασίες για το μέλλον. Παρόλο ότι στη διαχείριση ενός έργου δεν υπάρχουν δυνατότητες παράκαμψης βασικών διεργασιών, υπάρχουν μερικά εργαλεία και πρακτικές, που μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση των συνθηκών παραγωγής του έργου κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις Η χρησιμοποίηση καταλλήλων προγραμμάτων Η.Υ. μπορούν να υποστηρίξουν να οργανώσουν τη μέθοδο σκέψης και να αντιμετωπίσουν με επιτυχία και σε σύντομο χρόνο σύνθετα και δυναμικά προβλήματα. Με την εφαρμογή προκαθορισμένων διαδικασιών είναι δυνατή η πληροφόρηση των ομάδων εργασίας για τις εναλλακτικές λύσεις και γενικά για ότι αφορά στη χρονική και οικονομική πρόοδο του έργου. Τα προγράμματα Η.Υ. διευκολύνουν επίσης την εποπτική παρουσίαση του έργου στις προϊστάμενες αρχές με σαφή και μονοσήμαντα μεγέθη και πείθουν ευκολότερα τα αρμόδια όργανα για την υποστήριξη τους, όταν απαιτηθεί, και για τη λήψη άμεσων και βέλτιστων αποφάσεων. Ο αντικειμενικός στόχος του Προγραμματισμού και της Διαχείρισης των Κατασκευών είναι η αύξηση της Παραγωγικότητας. Η αύξηση αυτή είναι υποχρέωση όλων των εργαζομένων μέσα στο σύστημα, οι οποίοι άμεσα ή έμμεσα συμμετέχουν στο κύκλωμα της παραγωγής. Ιδιαίτερα μεγάλη είναι η συμβολή και ευθύνη του Μηχανικού Παραγωγής, ο οποίος με τις επιστημονικές γνώσεις του μελετά και εφαρμόζει τις κατάλληλες

κατασκευαστικές και οργανωτικές μεθόδους για την αύξηση της Παραγωγικότητας στην ευρύτερη έννοια της. Οι κύριοι στόχοι μιας επιχειρησιακής δραστηριότητας είναι το τρίπτυχο Κόστος- Χρόνος - Ποιότητα, το οποίο συνδέεται άμεσα με την αύξηση της παραγωγικότητας στον τομέα των κατασκευών, εφόσον η ποσοτική έκφραση της παραγωγικότητας αντιστοιχεί στους στόχους «Κόστος» και «Χρόνος». Η αύξηση της Παραγωγικότητας αντιστοιχεί σε αύξηση των παραγομένων μονάδων έργου για την ίδια δαπάνη ανθρωποωρών, ή σε μείωση των δαπανώμενων ανθρωποωρών για τις ίδιες παραγόμενες μονάδες.<sup>3</sup>

Οι εργασίες σχεδιασμού των διαδικασιών κατασκευής του έργου, απεικόνισης σε μαθηματικό υπόδειγμα για το χρονικό προγραμματισμό και τη βελτιστοποίηση, εφαρμογής και ελέγχου στο στάδιο της κατασκευής, είναι οι κύριες ποσοτικές μέθοδοι, οι οποίες συνθέτουν το πλαίσιο οργανώσεως των τεχνικών έργων, το οποίο αναφέρεται σε όλες τις ποσοτικές μέθοδοι από την αρχική σύλληψη της ιδέας εκτελέσεως του έργου μέχρι την επιτυχία των τελικών επιχειρησιακών στόχων στη φάση του σχεδιασμού (πριν από την έναρξη των εργασιών κατασκευής του έργου) οι ποσοτικές μέθοδοι είναι η Λειτουργική Ανάλυση, η Ανάλυση Κόστους και οι Μέθοδοι βελτιστοποίησης. Η δεύτερη φάση μετά το σχεδιασμό είναι η απεικόνιση του έργου σε ένα κατάλληλο μαθηματικό υπόδειγμα, τέτοιο ώστε ο μηχανικός να είναι σε θέση να εφαρμόζει πάντα αυτό τις μεθόδους βελτιστοποίησης σε συνδυασμό με την κατασκευαστική εμπειρία του. Η απεικόνιση του έργου συγκεντρώνει τα αποτελέσματα των ποσοτικών μεθόδων σχεδιασμού και δίνει τα απαραίτητα στοιχεία για τη βέλτιστη



εκτέλεση του έργου, στοιχεία αυτά χρησιμεύουν στη συνέχεια για την οργάνωση του ελέγχου κόστους. Η απεικόνιση του έργου σε μαθηματικό υπόδειγμα γίνεται με τη μέθοδο των δικτυωτών γραφημάτων. Είναι η πλέον δυναμική μέθοδος χρονικού προγραμματισμού εποπτείας των κατασκευών. Από την ανάλυση του δικτυωτού γραφήματος προκύπτουν τρία δυναμικά εργαλεία προγραμματισμού, που είναι το πρόγραμμα κατασκευών μορφή ευθυγράμμου εποπτικού διαγράμματος, η βέλτιστη διάθεση των μέσων παραγωγής και οι τυπικές καμπύλες οικονομικής ροής ή καμπύλες εποπτείας έργου την παρακολούθηση του κόστους, των εισπράξεων και της προόδου του έργου με ή χωρίς ημερομηνίες και πρόβλεψη αργιών.<sup>4</sup>

Οι ποσοτικές μέθοδοι οργάνωσης που χρησιμοποιούνται στην εργασία αυτή για τον σχεδιασμό, την μαθηματική απεικόνιση και τη βελτιστοποίηση παρουσιάζονται στα επόμενα υποκεφάλαια και κεφάλαια. Αυτές, σε συνδυασμό με την οργανωτική υποδομή συμβάλλουν θετικά στην επιτυχία προσέγγιση των στόχων αυτών.

## 2.2 Το Οικοδομικό Έργο

### 2.2.1 Περιγραφή

Το έργο αφορά την κατασκευή νέας τριώροφης οικοδομής με υπόγειο και πισίνα στην Αιξωνή Γλυφάδας. Πρόκειται για ιδιωτικό έργο, του οποίου τόσο η μελέτη όσο και η κατασκευή ανατέθηκε από τους κύριους του έργου στους αναδόχους (Πολιτικό Μηχανικό και Μηχανολόγο Μηχανικό). Τον όλο συντονισμό μελέτης και κατασκευής ανέλαβε το Τεχνικό Γραφείο “terrae: μελέτη-επίβλεψη-κατασκευή”, του οποίου οι μηχανικοί είναι και οι ανάδοχοι εργολάβοι . Η μελέτη του έργου άρχισε το 2004 και ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο του 2005. Η κατασκευή εκτιμάται να ξεκινήσει τον Οκτώβριο του 2005.

Το κτίσμα αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο, όροφο και δώμα, ενώ στην διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου έχει σχεδιαστεί και η κατασκευή πισίνας. Το οικόπεδο καταλαμβάνει έκταση 346,04 τ.μ. και τα πραγματοποιούμενα στοιχεία δόμησης είναι τα εξής:

- § Κάλυψη: 116,5 τ.μ.
- § Δόμηση Ισογείου: 109,15 τ.μ.
- § Δόμηση Ορόφου: 95,42 τ.μ.
- § Δόμηση Δώματος: 51,34 τ.μ.
- § Δόμηση Υπογείου: 122,58 τ.μ.
- § Πισίνα: 21,30 τ.μ.

§ Ύψος κτίσματος: 9,45 μ.

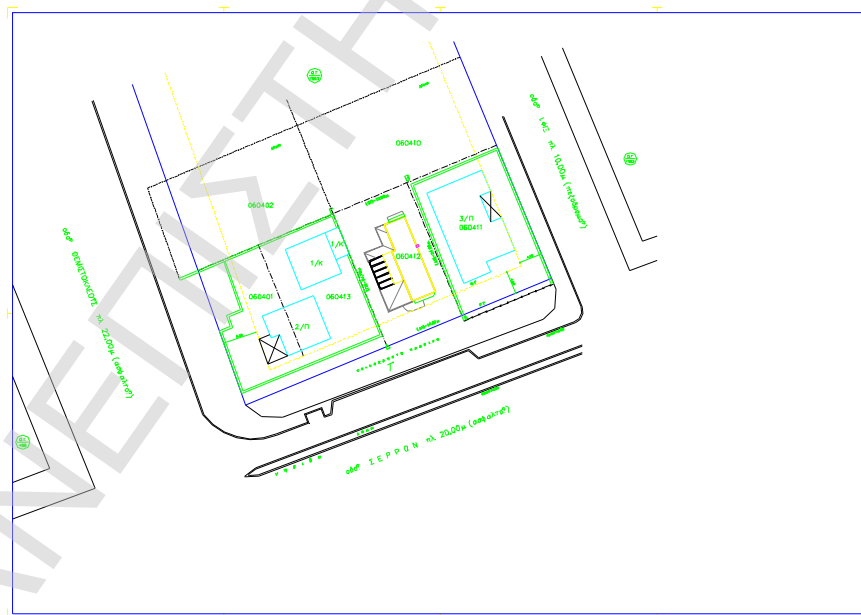
§ Η/Χ: 19,86 τ.μ.

§ Εξώστες: 6,16 τ.μ.

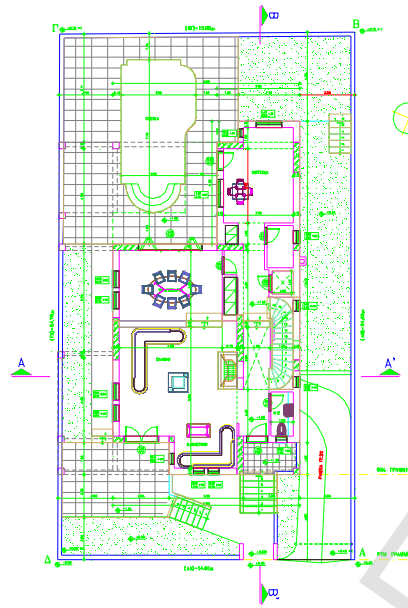
§ Όγκος: 866,88 κ.μ.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο συνολικός όγκος οπλισμένου σκυροδέματος υπολογίζεται να είναι της τάξης των 200 κ.μ.. Λεπτομερής προμέτρηση ακολουθεί σε επόμενο υποκεφάλαιο.

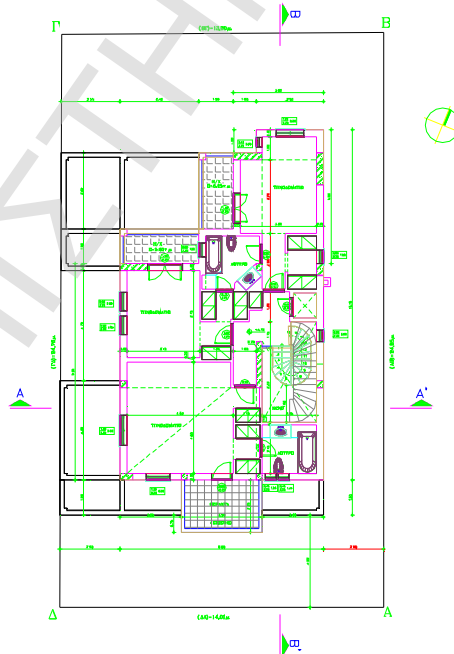
Στο Σχήμα 2.1 φαίνεται το τοπογραφικό του έργου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται στα Σχήματα 2.2 έως 2.9 τα εγκεκριμένα αρχιτεκτονικά σχέδια εφαρμογής: οι κατόψεις και οι όψεις του υπό κατασκευή οικοδομικού έργου.



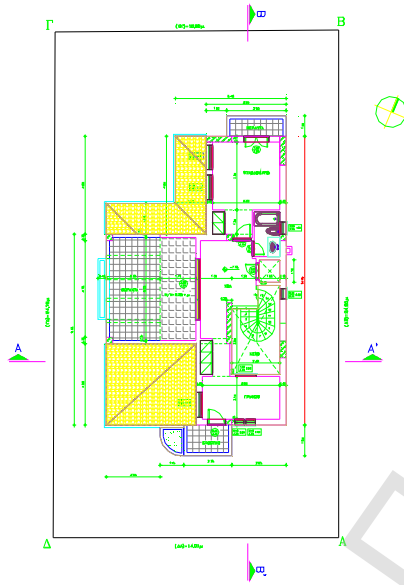
Σχήμα 2.1. Τοπογραφικό Διάγραμμα



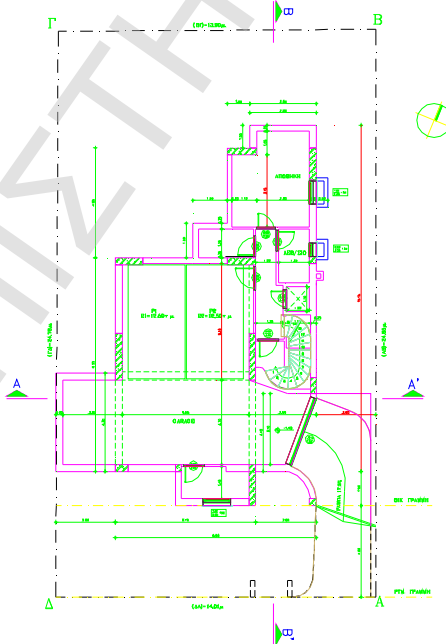
Σχήμα 2.2. Κάτοψη Ισογείου



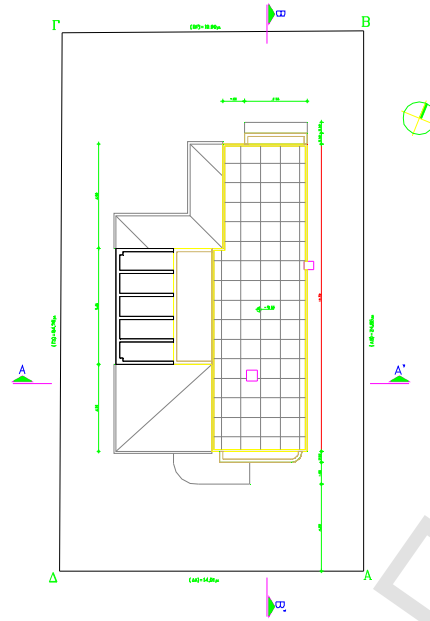
Σχήμα 2.3. Κάτοψη 1' Ορόφου



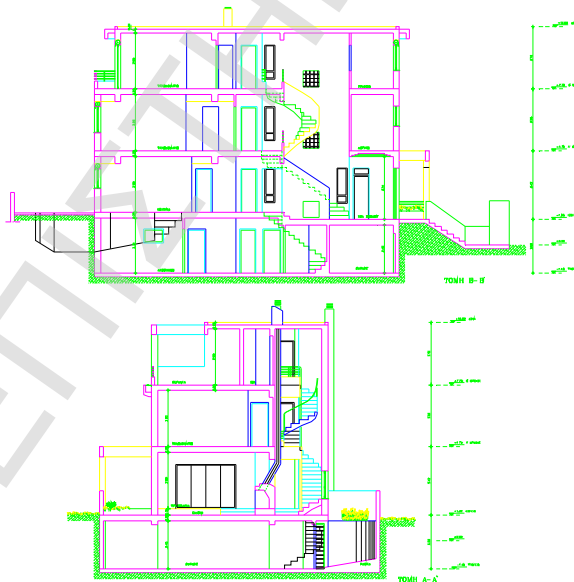
Σχήμα 2.4. Κάτοψη β' Ορόφου



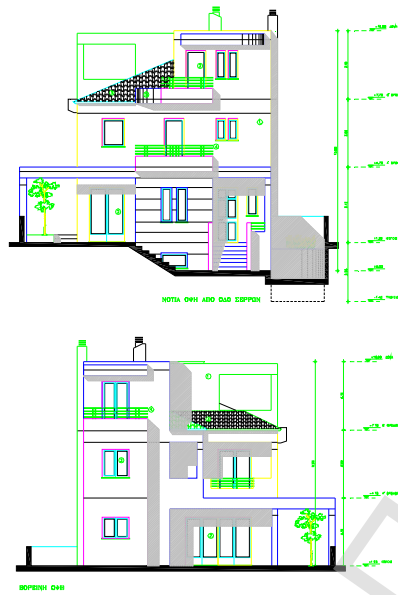
Σχήμα 2.5. Κάτοψη Υπογείου



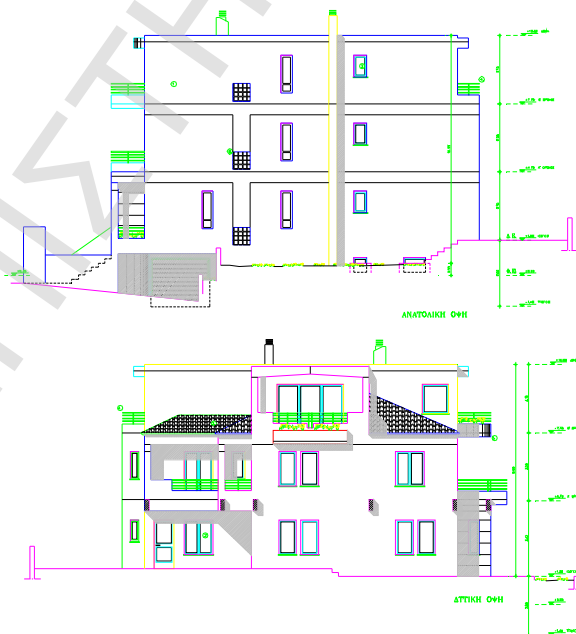
Σχήμα 2.6. Κάτοψη Δώματος



Σχήμα 2.7. Τομές



Σχήμα 2.8. Βόρεια και Νότια Όψη



Σχήμα 2.9. Δυτική και Ανατολική Όψη

### 2.2.2 Δραστηριότητες και υποδραστηριότητες

Ως δραστηριότητες προγραμματισμού ενός έργου νοούνται οι επί μέρους λεπτομερείς εργασίες, ενέργειες ή στάδια εκτέλεσης που απαιτούνται να εκτελεστούν για την περάτωση ενός έργου. Συνήθως οι δραστηριότητες εκτέλεσης ενός έργου καλύπτουν όλα τα τεχνικά δεδομένα του έργου με τη σειρά της εκτιμώμενης πραγματοποίησής τους. Ο αριθμός των δραστηριοτήτων του προγραμματισμού εκτέλεσης ενός έργου, είναι συνάρτηση αφενός μεν των απαιτήσεων (συμβατικών ή όχι) που τίθενται, αφετέρου δε της δυνατότητας που υπάρχει για τον έλεγχο, παρακολούθηση και ενημέρωση του. Ένας εύλογος αριθμός δραστηριοτήτων παρέχει τη δυνατότητα άμεσου ελέγχου, παρακολούθησης και ενημέρωσης (προόδου), ενώ μια λεπτομερέστατη καταγραφή δραστηριοτήτων οδηγεί σε μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων και σε πλέον σύνθετες τεχνικές «παρακολούθησης». Είναι φανερό ότι μια λεπτομερέστατη καταγραφή δραστηριοτήτων οδηγεί σε δυνατότητα καλύτερης προσέγγισης και με κάθε λεπτομέρεια των απαιτούμενων πόρων εκτέλεσης του έργου.

Θα πρέπει να ευρίσκεται κάθε φορά η βέλτιστη λύση για τον αριθμό των δραστηριοτήτων ενός έργου, έτσι ώστε να καλύπτεται η ορθολογική εκτέλεση και παρακολούθηση του, αλλά ταυτόχρονα να μην καθίσταται ο όγκος των δραστηριοτήτων απαγορευτικός για την πρακτική εξάσκηση του ελέγχου και ενημέρωσης του. Ως παράδειγμα, στα έργα του Ολυμπιακού Χωριού της Αθήνας, όπου ο αριθμός των δραστηριοτήτων προσέγγισε τις



15,000 δραστηριότητες, χωρίς ποτέ να εγκριθεί επίσημα και που δύσκολα (λόγω του μεγάλου όγκου του φακέλου) μπορούσες να προσδιορίσεις που ευρίσκεσαι κάθε φορά ή να ενημερώσεις τον προγραμματισμό, σε συνάρτηση με την ταχύτητα εκτέλεσης του έργου. Στην περίπτωση αυτή η Δ/ση του εργοταξίου παρακολουθούσε το έργο μέσω πινάκων προγραμματισμού & προόδου (εκσκαφές, σκυροδέματα σε κάθε στάδιο ανά κτίριο, τοιχοδομές κ.λπ.) που εύγλυπτα έδιναν άμεσα και σε καθημερινή βάση την εικόνα του έργου.<sup>5</sup>

Οι κυριότερες δραστηριότητες του έργου της κατασκευής της νέας τριώροφης οικοδομής με υπόγειο και πισίνα, είναι οι εξής:

- § Χωματουργικά
- § Θεμελίωση
- § Κατασκευή φέροντος σκελετού
- § Υδραυλικές εγκαταστάσεις
- § Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
- § Μηχανολογικές εγκαταστάσεις
- § Τοιχοποιία
- § Μονώσεις
- § Επιχρίσματα
- § Στέγη
- § Τζάκι
- § Επενδύσεις τοίχων
- § Επενδύσεις δαπέδων
- § Κουφώματα – ντουλάπες

- § Κιγκλιδώματα – πέργκολες
- § Κουζίνες
- § Είδη υγιεινής
- § Περιβάλλον χώρος
- § Χρωματισμοί

Ο επιμερισμός μιας ή περισσότερων δραστηριοτήτων σε πολλά μερικά τμήματα εφαρμόζεται, όταν οι δραστηριότητες αναφέρονται σε εργασίες μεγάλης εκτάσεως και μακράς χρονικής διάρκειας. Ο επιμερισμός δίνει δυνατότητες καλύτερης εποπτείας και λεπτομερέστερου ελέγχου της προόδου του έργου τόσο για τον ανάδοχο, όσο και για τον κύριο του έργου και συμβάλλει στη μείωση του συνολικού χρόνου κατασκευής. Για την καλύτερη αξιοποίηση του χρόνου και των μέσων παραγωγής αλλά και για τον καλύτερο έλεγχο της προόδου του έργου, εφαρμόζεται η εξής μέθοδος: Η πρώτη δραστηριότητα, δηλαδή οι χωματουργικές εργασίες, που είναι προϋπόθεση για την έναρξη των επομένων δραστηριοτήτων, επιμερίζεται σε επί μέρους τμήματα  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ , τέτοια ώστε, όταν τελειώσει το πρώτο τμήμα 1, τότε τα χωματουργικά μηχανήματα προωθούνται προς το τμήμα 2, ενώ συγχρόνως στο τμήμα 1 μπορεί να ξεκινήσει η επόμενη δραστηριότητα.<sup>6</sup>

Τα επιμερισμένα τμήματα των δραστηριοτήτων  $\Delta_n$  ονομάζονται υποδραστηριότητες  $Y_n$ . Οι παραπάνω κυριότερες δραστηριότητες του έργου της κατασκευής της νέας τριώροφης οικοδομής με υπόγειο και πισίνα, επιμερίζονται στις υποδραστηριότητες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1:

Πίνακας 2.1. Δραστηριότητες και Υποδραστηριότητες

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
<b>Δ1</b>	<b>χωματουργικά</b>
Υ1.1	εκσκαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας
Υ1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας
Υ1.3	εκσκαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας
Υ1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας
<b>Δ2</b>	<b>θεμελίωση</b>
Υ2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης
<b>Δ3</b>	<b>κατασκευή σκελετού</b>
Υ3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου
Υ3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισογείου
Υ3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου
Υ3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου
Υ3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας
<b>Δ4</b>	<b>υδραυλικές εγκαταστάσεις</b>
Υ4.1	ύδρευση κατοικίας
Υ4.2	αποχέτευση κατοικίας
Υ4.3	ύδρευση πισίνας
Υ4.4	αποχέτευση πισίνας
<b>Δ5</b>	<b>ηλεκτρικές εγκαταστάσεις</b>
Υ5.1	ηλεκτρικά κατοικίας
Υ5.2	ηλεκτρικά πισίνας
<b>Δ6</b>	<b>μηχανολογικές εγκαταστάσεις</b>
Υ6.1	καυστήρας κατοικίας
Υ6.2	ανελκυστήρας κατοικίας
<b>Δ7</b>	<b>τοιχοποιία</b>
Υ7.1	μπατική πλινθοδομή
Υ7.2	δρομική πλινθοδομή
<b>Δ8</b>	<b>μονώσεις</b>
Υ8.1	μονώσεις κατοικίας
Υ8.2	μονώσεις πισίνας
<b>Δ9</b>	<b>επιχρίσματα</b>
Υ9.1	εσωτερικά επιχρίσματα
Υ9.2	εξωτερικά επιχρίσματα
<b>Δ10</b>	<b>στέγη</b>
Υ10.1	ξύλινος σκελετός
Υ10.2	κεραμίδια κολυμβητά
<b>Δ11</b>	<b>τζάκι</b>
Υ11.1	τζάκι
<b>Δ12</b>	<b>επενδύσεις τοίχων</b>
Υ12.1	πλακάκια κατοικίας
Υ12.2	πέτρα
Υ12.3	πλακάκια πισίνας
<b>Δ13</b>	<b>δάπεδα</b>
Υ13.1	ξύλο
Υ13.2	μάρμαρο
Υ13.3	πλακάκι κατοικίας
Υ13.4	πέτρα
Υ13.5	πλακάκι πισίνας
<b>Δ14</b>	<b>κουφώματα - ντουλάπες</b>
Υ14.1	εσωτερικά κουφώματα
Υ14.2	εξωτερικά κουφώματα
Υ14.3	ντουλάπες
<b>Δ15</b>	<b>κιγκλιδώματα - πέργκολες</b>
Υ15.1	κιγκλιδώματα
Υ15.2	πέργκολες
<b>Δ16</b>	<b>κουζίνες</b>
Υ16.1	κουζίνες
<b>Δ17</b>	<b>είδη υγιεινής</b>
Υ17.1	είδη υγιεινής
<b>Δ18</b>	<b>περιβάλλον χώρος</b>
Υ18.1	περιβάλλον χώρος
<b>Δ19</b>	<b>χρωματισμοί</b>
Υ19.1	υδροχρωματισμοί
Υ19.2	πλαστικά

### 2.2.3 Σχέσεις αλληλουχίας δραστηριοτήτων και υποδραστηριοτήτων

Οι περιπτώσεις που υπάρχουν για τη διασύνδεση της αλληλουχίας εκτέλεσης των δραστηριοτήτων εκτέλεσης ενός έργου είναι οι εξής:

§ *Πέρασ μιας προηγούμενης δραστηριότητας, έναρξη της επόμενης (FINISH-START).* Χρησιμοποιείται στην περίπτωση όπου η ολοκλήρωση μιας δραστηριότητας είναι προϋπόθεση της έναρξης μιας επόμενης σε συνάρτηση βέβαια και με το βαθμό ανάλυσης που ακολουθούμε, (π.χ. σε απλή προσέγγιση δραστηριοτήτων - για την έναρξη των εργασιών σκυρόδεσης μιας οροφής, πρέπει να έχει περατωθεί η σκυρόδεση των υποστυλωμάτων.) Σε περισσότερο σύνθετη ανάλυση επί μέρους δραστηριοτήτων η ως άνω σχέση δεν είναι έτσι απλή. (π.χ. τίποτα δεν μας εμποδίζει-εάν έχουμε τη δυνατότητα) ταυτόχρονα με τον εξωτερικό ξυλότυπο των υποστυλωμάτων, τον οπλισμό τους, κλείσιμο των ξυλοτύπων και σκυρόδεση τους, ως επιμέρους δραστηριότητες για τη δραστηριότητα «Σκυρόδεση υποστυλωμάτων», να έχουμε ξεκινήσει τα ικριώματα για την οροφή, την προετοιμασία του οπλισμού κ.λπ. που αποτελούν αντίστοιχα τις επί μέρους δραστηριότητες για τη δραστηριότητα «Σκυρόδεση οροφής»). Σ' αυτή, όπως και σε όλες τις περιπτώσεις, υπάρχει η δυνατότητα να ορίζεται αντίστοιχη διασύνδεση δραστηριοτήτων με κάποιο χρονικό περιορισμό (θετικό ή αρνητικό), (π.χ. «Σκυρόδεση οροφής» μετά την «Σκυρόδεση υποστυλωμάτων» με περιθώριο θετικό (+ κάποια χρονική διάρκεια, ενδεχόμενα για να

πετύχουμε κάποια συγκεκριμένη αντοχή στα υποστυλώματα) ή αρνητικό περιθώριο (- κάποια χρονική διάρκεια, ενδεχόμενα για να δείξουμε ότι υπάρχει δυνατότητα ταυτόχρονης εργασίας)).

- § *Ταυτόχρονη έναρξη μιας προηγούμενης και μιας επόμενης δραστηριότητας (START-START)*. Χρησιμοποιείται στην περίπτωση όπου η έναρξη μιας δραστηριότητας είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί με την έναρξη μιας προηγούμενης.
- § *Ταυτόχρονο πέρας μιας προηγούμενης και μιας επόμενης δραστηριότητας (FINISH-FINISH)*. Χρησιμοποιείται στην περίπτωση όπου το πέρας μιας δραστηριότητας είναι δυνατόν ή/και επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί με το πέρας μιας προηγούμενης.
- § *Έναρξη μιας προηγούμενης δραστηριότητας μετά το πέρας μιας επόμενης (START-FINISH)*. Χρησιμοποιείται στην περίπτωση όπου η έναρξη μιας δραστηριότητας είναι προϋπόθεση του πέρατος εκτέλεσης μιας επόμενης.

Υπενθυμίζεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις, υπάρχει η δυνατότητα να ορίζεται αντίστοιχη διασύνδεση δραστηριοτήτων με κάποιο χρονικό περιορισμό (θετικό ή αρνητικό).<sup>7</sup>

Στον επόμενο Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι σχέσεις αλληλουχίας μεταξύ των δραστηριοτήτων  $\Delta_{\eta}$  και μεταξύ των υποδραστηριοτήτων  $\Upsilon_{\eta}$  του έργου της κατασκευής της νέας τριώροφης οικοδομής με υπόγειο και πισίνα. Οι υποδραστηριότητες των εργασιών, έπονται των υποδραστηριοτήτων που βρίσκονται στην τελευταία στήλη, οι οποίες, προφανώς προηγούνται.

Πίνακας 2.2. Σχέσεις Αλληλουχίας

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΣΧΕΣΕΙΣ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑΣ
Δ1	χωματουργικά	
Υ1.1	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	
Υ1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	Υ1.1
Υ1.3	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας	Υ1.1
Υ1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας	Υ1.3
Δ2	θεμελίωση	
Υ2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης	Υ1.2, Υ1.4
Δ3	κατασκευή σκελετού	
Υ3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	Υ2.1
Υ3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισόγειου	Υ3.1
Υ3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	Υ3.2
Υ3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	Υ3.3
Υ3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας	Υ1.4, Υ3.1
Δ4	υδραυλικές εγκαταστάσεις	
Υ4.1	ύδρευση κατοικίας	Υ7.2
Υ4.2	αποχέτευση κατοικίας	Υ4.1
Υ4.3	ύδρευση πισίνας	Υ4.1, Υ8.2
Υ4.4	αποχέτευση πισίνας	Υ4.2, Υ4.3
Δ5	ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	
Υ5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	Υ7.2
Υ5.2	ηλεκτρικά πισίνας	Υ8.2
Δ6	μηχανολογικές εγκαταστάσεις	
Υ6.1	καυστήρας κατοικίας	Υ3.4
Υ6.2	ανελκυστήρας κατοικίας	Υ3.4
Δ7	τοιχοποιία	
Υ7.1	μπατική πλινθοδομή	Υ3.4
Υ7.2	δρομική πλινθοδομή	Υ8.1
Δ8	μονώσεις	
Υ8.1	μονώσεις κατοικίας	Υ7.1
Υ8.2	μονώσεις πισίνας	Υ3.5, Υ8.1
Δ9	επιχρίσματα	
Υ9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	Υ4.2, Υ5.1, Υ11.1, Υ15.1
Υ9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	Υ9.1
Δ10	στέγη	
Υ10.1	ξύλινος σκελετός	Υ3.4
Υ10.2	κεραμίδια κολυμβητά	Υ10.1
Δ11	τζάκι	
Υ11.1	τζάκι	Υ7.2
Δ12	επενδύσεις τοίχων	
Υ12.1	πλακάκια κατοικίας	Υ9.2, Υ16.1, Υ17.1
Υ12.2	πέτρα	Υ9.2, Υ16.1, Υ17.1
Υ12.3	πλακάκια πισίνας	Υ4.4, Υ5.2
Δ13	δάπεδα	
Υ13.1	ξύλο	Υ12.1, Υ12.2
Υ13.2	μάρμαρο	Υ12.1, Υ12.2
Υ13.3	πλακάκι κατοικίας	Υ12.1
Υ13.4	πέτρα	Υ12.2
Υ13.5	πλακάκι πισίνας	Υ12.3
Δ14	κουφώματα - ντουλάπες	
Υ14.1	εσωτερικά κουφώματα	Υ9.1, Υ15.2
Υ14.2	εξωτερικά κουφώματα	Υ9.2, Υ14.3
Υ14.3	ντουλάπες	Υ14.1
Δ15	κιγκλιδώματα - πέργκολες	
Υ15.1	κιγκλιδώματα	Υ7.2
Υ15.2	πέργκολες	Υ9.2, Υ10.1
Δ16	κουζίνες	
Υ16.1	κουζίνες	Υ9.1
Δ17	είδη υγιεινής	
Υ17.1	είδη υγιεινής	Υ9.1
Δ18	περιβάλλον χώρος	
Υ18.1	περιβάλλον χώρος	Υ13.1, Υ13.2, Υ13.3, Υ13.4, Υ13.5
Δ19	χρωματισμοί	
Υ19.1	υδροχρωματισμοί	Υ9.2, Υ16.1, Υ17.1
Υ19.2	πλαστικά	Υ9.2, Υ16.1, Υ17.1

## 2.3 Το Εργοτάξιο

### 2.3.1 Περιγραφή

Το εργοτάξιο ανήκει στην κατηγορία εργοταξίων οικοδομικών έργων. Αποτελείται από ένα εργοτάξιο χωματοουργικών έργων, ένα εργοτάξιο εργασιών φέροντος οργανισμού και ένα εργοτάξιο λοιπών οικοδομικών εργασιών (σοβάτισμα, επενδύσεις κτλ.).

Τα παραπάνω εργοτάξια χωματοουργικών έργων, φέροντος οργανισμού και λοιπών οικοδομικών εργασιών θα εκτελεστούν από εξειδικευμένα συνεργεία υπεργολάβων. Ο ρόλος του εργοληπτικού τεχνικού γραφείου είναι η συλλογή προσφορών για την επιλογή υπεργολάβων και ο συντονισμός του έργου του κάθε συνεργείου. Σημειώνεται ότι το ίδιο τεχνικό γραφείο θα διενεργήσει και την επίβλεψη στις στατικές και ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες.

Για το εργοτάξιο αυτό, επειδή δεν ανήκει στην κατηγορία των μεγάλων εργοταξίων δεν απαιτούνται εγκαταστάσεις για γραφεία μελετών, εφαρμογών και ανεξάρτητη εγκατάσταση παραγωγής σκυροδέματος. Εξασφαλίζεται ένας χώρος στην βορειοδυτική γωνία του οικοπέδου για την ομάδα των μηχανικών (εργοταξίαρχη, επιβλέποντα), σε θέση που δεν αναπτύσσεται οικοδομική δραστηριότητα, μακριά από σκόνη και θόρυβο, και εξυπηρετείται από μια βασική διάβαση-δρόμο σε σχήμα Γ, που καταλήγει στην έξοδο του εργοταξίου.

Οι εγκαταστάσεις των συνεργείων προβλέπεται να βρίσκονται κοντά στην είσοδο, για να εξασφαλίζεται προσπελασιμότητα. Τυχόν βοηθητικές εγκαταστάσεις και μηχανολογικός εξοπλισμός θα τοποθετηθεί σε απομακρυσμένο σημείο, για να μη δημιουργούν προβλήματα στην κυκλοφορία. Ο όγκος των επιχωματώσεων που θα απαιτηθεί για τις επιχώσεις μέρους του οικοπέδου και θα προμηθεύεται από το συνεργείο εκσκαφών θα τοποθετείται πλησίον του οικοπέδου έτσι ώστε να μην εμποδίζεται η προσπελασιμότητα. Τέλος, θα χρησιμοποιηθούν εγκαταστάσεις των εργαλείων εγχύσεως σκυροδέματος, όπου θα τοποθετούνται τα ικρίωματα και η ξυλεία των ξυλοτύπων.

Το απαιτούμενο εργοταξιακό ρεύμα λήφθηκε από το δίκτυο της ΔΕΗ που υπήρχε στην περιοχή. Οι ανάγκες τηλεπικοινωνίας καλύφθηκαν με την κινητή τηλεφωνία. Οι ανάγκες για νερό (εργοταξιακό) καλύφθηκαν από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ που υπήρχε στην περιοχή. Ενδεικτικά αναφέρεται ο προϋπολογισμός του έργου όπως προκύπτει από την έκδοση άδειας, ο οποίος εκτιμάται στα 22.600 ευρώ. Σε επόμενο υποκεφάλαιο υπολογίζεται με πληρέστερη ακρίβεια ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου.

### 2.3.2 Μέσα παραγωγής

Τα μέσα παραγωγής του έργου είναι οι Άνθρωποι, τα Μηνήματα, το Κεφάλαιο και τα Υλικά. Κάθε ένα από αυτά τα μέσα, ιδιαίτερα οι Άνθρωποι



και τα Μηχανήματα, επηρεάζουν το χρόνο περατώσεως του έργου και το τελικό κόστος. Αυτό οφείλεται κυρίως στη συνεχή μείωση του εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού, το οποίο επιλέγει ευκολότερες απασχολήσεις, στην αύξηση του κόστους του χρήματος, επομένως στην αδυναμία των επιχειρήσεων να επενδύουν σε εργοταξιακό εξοπλισμό, και στην έντονα μεταβαλλόμενη θέση και φύση των τεχνικών έργων, η οποία επηρεάζει αρνητικά τον προγραμματισμό.

Η τεχνική των γραφημάτων προγραμματισμού έργων δίνει τις δυνατότητες ικανοποιητικής προσεγγίσεως των λύσεων του προβλήματος ως προς τη διαχείριση των μέσων και τη βελτιστοποίηση του κόστους παραγωγής, το οποίο εξαρτάται από αυτά. Η διαχείριση των μέσων συμβάλει επίσης στον αντικειμενικό υπολογισμό του κόστους των δραστηριοτήτων και επομένως του έργου.

Τα βασικά μέσα διαχείρισεως του έργου, τα οποία προκύπτουν από την επίλυση του δικτυωτού γραφήματος, δηλαδή το ευθύγραμμο ημερολόγιο πρόγραμμα εργασιών και η καμπύλη οικονομικής ροής του έργου  $S$ , συμπληρώνονται με τα διαγράμματα των μέσων παραγωγής. Αυτά είναι το ιστόγραμμα κατανομής, το οποίο δίνει την απασχόληση του μέσου ανά χρονική περίοδο, και η αθροιστική καμπύλη, η οποία δίνει το εμβαδόν του ιστογράμματος σε συνάρτηση από το χρόνο. Το γινόμενο των τιμών της αθροιστικής καμπύλης επί το κόστος του μέσου δίνει το κόστος της δραστηριότητας ως προς το θεωρούμενο μέσο. Τα διαγράμματα των μέσων παραγωγής συνοδεύουν όλες τις δραστηριότητες του έργου, αφού

από αυτά εξαρτάται ο χρόνος και το κόστος κατασκευής. Οι πληροφορίες που πρέπει να δίνουν είναι ο αριθμός των απαιτούμενων μέσων σε συνάρτηση από το χρόνο και η θέση χρησιμοποίησής τους. Τα διαγράμματα κατανομής των μέσων παραγωγής σχεδιάζονται συνήθως υπό μορφή ιστογραμμάτων κάτω από το ημερολόγιο πρόγραμμα εργασιών, αρχικά για την ενωρίτερη έναρξη των δραστηριοτήτων. Με κατάλληλη εκμετάλλευση των χρονικών περιθωρίων των δραστηριοτήτων είναι δυνατή η βελτιστοποίηση διαθέσεως των μέσων παραγωγής. Το εμβαδόν του ιστογράμματος των μέσων παραγωγής αντιπροσωπεύει ποσότητα εργασίας, η οποία εκφράζεται σε ανθρωποώρες ή ανθρωποημέρες, αν η χρονική μονάδα προγραμματισμού είναι η ώρα ή η ημέρα αντιστοίχως: ανάλογα σε μηχανοώρες ή μηχανοημέρες αν τα μέσα παραγωγής είναι μηχανήματα. Είναι χαρακτηριστικό μέγεθος του έργου και παραμένει αναλλοίωτο ανεξάρτητα από την κατανομή των μέσων παραγωγής. Η ποσότητα εργασίας αλλάζει μόνον όταν αλλάξει το σύστημα, δηλαδή τα μέσα παραγωγής, η μέθοδος κατασκευής και τα υλικά.

Ο προγραμματισμός των μέσων παραγωγής αναφέρεται στα εξής θέματα:

§ Προγραμματισμός δραστηριοτήτων με απεριόριστα μέσα παραγωγής. Η διάρκεια της δραστηριότητας καθορίζει τον αριθμό των μέσων παραγωγής, όταν είναι δεδομένη η προγραμματισμένη ποσότητα εργασίας και η παραγωγική ικανότητα των μέσων.

§ Προγραμματισμός δραστηριοτήτων με περιορισμένα μέσα παραγωγής. Τα μέσα παραγωγής προσδιορίζουν τη διάρκεια της δραστηριότητας επομένως και τη διάρκεια του έργου.

§ Προγραμματισμός δραστηριοτήτων με περιορισμένα μέσα παραγωγής χωρίς αύξηση του χρόνου κατασκευής. Η περίπτωση είναι δυνατή μόνο με κατάλληλη εκμετάλλευση των χρονικών περιθωρίων των δραστηριοτήτων και εφόσον αυτά επαρκούν για τη βέλτιστη κατανομή των μέσων παραγωγής.

§ Προγραμματισμός δραστηριοτήτων με περιορισμένα μέσα παραγωγής και αύξηση του χρόνου κατασκευής. Η αύξηση του χρόνου κατασκευής για τον περιορισμένο αριθμό μέσων πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός.

Σε όλες τις περιπτώσεις η διεργασία βελτιστοποίησης βασίζεται στην κατάλληλη χρήση των χρονικών περιθωρίων.<sup>8</sup>

Για τον προσδιορισμό του βέλτιστου χρόνου όταν ο αριθμός των μέσων παραγωγής είναι περιορισμένος και ζητείται η ελάχιστη δυνατή αύξηση του χρόνου κατασκευής, αυξάνεται ο χρόνος κατασκευής διαδοχικά κατά μία χρονική μονάδα. Μετατοπίζονται οι δραστηριότητες της αιχμής κατά τα χρονικά τους περιθώρια. Αν η νέα αιχμή δεν είναι μικρότερη του οριακού αριθμού των μέσων, τότε ο χρόνος αυξάνεται κατά μία επί πλέον μονάδα.<sup>9</sup>

Η διάρκεια μιας δραστηριότητας προσδιορίζει τον αριθμό των μέσων παραγωγής, όταν αυτά είναι απεριόριστα. Αντίστροφα τα μέσα παραγωγής, όταν αυτά είναι περιορισμένα, προσδιορίζουν τη διάρκεια της δραστηριότητας. Στην περίπτωση αυτή το μέσο χαρακτηρίζεται ως κρίσιμο.

Όταν η δραστηριότητα κατασκευάζεται με περισσότερα μέσα παραγωγής

(περιορισμένα), τότε τη διάρκεια της προσδιορίζει το μέσο με τη μεγαλύτερη κρισιμότητα.<sup>10</sup>

Η προγραμματισμένη διάθεση των μέσων παραγωγής αναφέρεται στα εξής θέματα:

- § Αριθμός απαιτούμενων μέσων παραγωγής.
- § Χρόνος και διάρκεια χρησιμοποίησας.
- § Θέση χρησιμοποίησας.

Ο καθορισμός των τριών αυτών στοιχείων είναι απαραίτητος για την επιτυχία του χρονικού προγραμματισμού, εφόσον είναι η βάση για τον αντικειμενικό υπολογισμό των χρόνων διάρκειας των δραστηριοτήτων. Αν τα μέσα παραγωγής δεν είναι γνωστά από την αρχή, δηλαδή από τη φάση του σχεδιασμού, τότε τα εισαγόμενα στοιχεία προγραμματισμού είναι υποκειμενικά και ο προγραμματισμός δεν μπορεί στη συνέχεια να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αντικειμενικής οργανώσεως και του ελέγχου.<sup>11</sup>

Καθορίζονται τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν, ενώ συλλέχθηκαν και οι προσφορές από υπεργολάβους και προμηθευτές. Το έργο ξεκινά με αναγνώριση της περιοχής από το προσωπικό των υπεργολάβων πριν από την υποβολή προσφοράς. Ακολουθεί η συλλογή των προσφορών τόσο για τα κύρια υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο έργο όσο και για τα διάφορα συνεργεία.<sup>12</sup>

Δεδομένου ότι η πιθανότητα της αστοχίας της κατασκευής είναι αρκετά υψηλή, η επιλογή ενός ικανού υπεργολάβου κατασκευής είναι ένας από τους σημαντικότερους στόχους που αντιμετωπίζονται από τον ανάδοχο κατασκευαστή. Εντούτοις, η πλειοψηφία των τρεχουσών μεθόδων επιλογής δίνει υπερβολική έμφαση στην αποδοχή της χαμηλότερης προσφοράς, και η χαμηλότερη οικονομική προσφορά περιγράφεται συνήθως ως το κλειδί στη νίκη μιας σύμβασης.<sup>13</sup>

Μια συστηματική τεχνική ανάλυσης απόφασης πολλαπλών κριτηρίων, θα χρησιμοποιηθεί για την επιλογή υπεργολάβων και την αξιολόγηση της προσφοράς, η οποία είναι μια συστηματική διαδικασία για τα σύνθετα προβλήματα λήψης απόφασης, δηλαδή η διαδικασία επιλογής προσδιορίζει έναν υπεργολάβο στον οποίο ο ανάδοχος κατασκευαστής μπορεί με βεβαιότητα να εμπιστευτεί την ευθύνη για την ικανοποιητική εκτέλεση του κατασκευαστικού έργου. Σαν σημαντικότερα κριτήρια αξιολόγησης έρευνες έδειξαν ότι είναι η ποιότητα της κατασκευής, η τιμή προσφοράς, η αξιοπιστία και η εμπειρία/τεχνογνωσία της αναδόχου επιχείρησης.<sup>14</sup>

Στο σταθερό εξοπλισμό παραγωγής ανήκουν τα υλικά και ο πάγκος διαμόρφωσης του σιδηροπλισμού. Στον κινητό εξοπλισμό ανήκουν τα μέσα διαστρώσεως σκυροδέματος, καροτσάκια, δονητές κτλ.

Τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν είναι εκσκαπτικά εργαλεία, τσάπες, δονητές εδάφους, βαρέλες, αντλίες και δονητές σκυροδέματος, πρέσες σοβατίσματος, μπετονιέρες του μισού σάκου, μηχανές σπιλώσεως κτλ. Όλα

τα παραπάνω θα προμηθευτούν από τα υπεργολαβικά συνεργεία. Τα βασικά μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν είναι:

- § Πυργογερανός.
- § Ελαστιχοφόρα τσάπα.
- § Ανυψωτικές διατάξεις.
- § Μηχανήματα μεταφοράς.<sup>15</sup>

Για το έργο αυτό απαιτείται ένας εργοταξίαρχης μηχανικός για τον συντονισμό των εργασιών, των συνεργείων και του ανθρώπινου δυναμικού, την παρακολούθηση της προόδου του έργου, καθώς και για τις επιμετρήσεις. Για την επίβλεψη του έργου θα χρειαστούν ένας πολιτικός μηχανικός και ένας μηχανολόγος μηχανικός. Οι ειδικότητες του ωρομίσθιου προσωπικού που θα χρησιμοποιηθεί στο έργο είναι:

- § Τεχνίτες
- § Βοηθοί
- § Εργάτες
- § Οδηγοί αυτοκινήτων
- § Χειριστές γερανού
- § Χειριστές τσάπας
- § Βοηθοί χειριστή

Για κάθε ειδικότητα υπολογίστηκε το ωρομίσθιο, στο οποίο συμπεριλαμβάνονταν πάσης φύσεως εργοδοτικές εισφορές (ΙΚΑ, δωρόσημο, χαρτόσημο κτλ.). Το απαιτούμενο προσωπικό εκτιμάται γύρω στα 40 περίπου άτομα.<sup>16</sup>

Το σχέδιο υλοποίησης ξεκινά με την προσκόμιση του βασικού μηχανολογικού εξοπλισμού (τσάπα, γερανός). Στις εργασίες εγκατάστασης περιλαμβάνεται και η λήψη μέτρων ασφαλείας (περιφράξεις, φωτισμός, ασφάλιση έργου για αστική ευθύνη) και η σήμανση του εργοταξίου. Μόλις ολοκληρώνονται οι προηγούμενες δραστηριότητες, το τοπογραφικό συνεργείο προβαίνει στην οριζοντιογραφική και υψομετρική αποτύπωση του οικοπέδου. Στη συνέχεια αρχίζουν να γίνονται οι πρώτες εκσκαφές του κτιρίου και της πισίνας και ακολουθούν οι επιχωματώσεις. Ξεχωριστό συνεργείο αναλαμβάνει τη θεμελίωση του κτιρίου και τη σκυροδέτηση του κτιρίου και της πισίνας. Συνεργείο αποτελούμενο από εργατοτεχνικό προσωπικό θα αναλάβει την τοιχοποιία, το σοβάτισμα, την τοποθέτηση ηλεκτρομηχανολογικών κτλ. Παράλληλα κατασκευάζονται οι εγκαταστάσεις λεβητοστασίων, μηχανοστασίων και ανυψωτικών συστημάτων και η τοποθέτηση των συλλεκτών. Μετά τη διαμόρφωση του χώρου κατασκευής το συνεργείο διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρων αναλαμβάνει τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου. Το έργο εκτιμάται εμπειρικά να ολοκληρωθεί σε 14 μήνες. Στην εκτίμηση της χρονικής διάρκειας των διαφόρων εργασιών έχει περιληφθεί και χρονικό περιθώριο για την αντιμετώπιση κακοκαιριών και άλλων απρόβλεπτων συνθηκών. <sup>17</sup>

## 2.4 Χρονικός Προγραμματισμός του Κατασκευαστικού Έργου

### 2.4.1 Γενικά

Η Λειτουργική Ανάλυση ερευνά τις παραγωγικές διαδικασίες και δραστηριότητες, οι οποίες συνθέτουν ανά έργο, ως προς τη χρονική διάρκεια τους, με στόχο τον αντικειμενικό υπολογισμό του μεγέθους της αντίστοιχης ωριαίας αποδόσεως, και, με την εφαρμογή καταλλήλων μεθόδων βελτιστοποίησης, τη μεγιστοποίηση της παραγωγικής ικανότητας των ομάδων εργασίας με αντίστοιχη ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής ή τη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας. Πέρα από τους βασικούς αυτούς στόχους τα χρονικά στοιχεία των παραγωγικών διαδικασιών, τα οποία υπολογίζονται με τις μεθόδους της λειτουργικής αναλύσεως, χρησιμοποιούνται στο χρονικό και οικονομικό προγραμματισμό των κατασκευών, εφόσον προϋπόθεση για την επιτυχία του προγραμματισμού είναι η σωστή εκτίμηση των χρονικών διαρκειών και του κόστους των δραστηριοτήτων.

Διακρίνονται τρεις μέθοδοι προσδιορισμού της χρονικής διάρκειας μιας εργασίας:

- § Μέτρηση του χρόνου
- § Υπολογισμός του χρόνου
- § Εκτίμηση του χρόνου



Η ακριβέστερη μέθοδος είναι η "μέτρηση του χρόνου". Προϋπόθεση για τη μέτρηση είναι ο ακριβής προσδιορισμός της εργασίας, ο οποίος εκτός από το περιεχόμενο πρέπει να περιγράφει με ακρίβεια τις συνθήκες εργασίας και τα μεγέθη, τα οποία την επηρεάζουν. Παρόλο ότι η μέθοδος αυτή είναι η ακριβέστερη από τις τρεις που αναφέρθηκαν, είναι η λιγότερο χρησιμοποιούμενη. Μπορεί να εφαρμοστεί μόνο από ειδικευμένο προσωπικό μελέτης χρόνων, το οποίο όμως πολύ λίγες δομικές επιχειρήσεις διαθέτουν. Η μέθοδος που εφαρμόζεται περισσότερο είναι ο "υπολογισμός του χρόνου", ο οποίος βασίζεται στις εξής τιμές:

- § Υπολογισμός με βάση αναλυτικά και λειτουργικά στοιχεία.
- § Τιμές από "καταλόγους χρονικών διαρκειών".
- § Τιμές από παρόμοιες εργασιακές διαδικασίες.
- § Τιμές από τεχνικά στοιχεία δομικών μηχανών.

Οι κατάλογοι χρονικών διαρκειών δίνουν τους "δείκτες παραγωγής" σε ώρες εργασίας ανά μονάδα παραγομένου προϊόντος. Ο δείκτης παραγωγής είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό οικονομοτεχνικό μέγεθος των βασικών δεδομένων κάθε τεχνικής δραστηριότητας. Οι κατάλογοι προσφέρουν επομένως σημαντική βοήθεια στον προσδιορισμό του χρόνου και κατ' επέκταση στην επιτυχία του χρονικού και οικονομικού προγραμματισμού και στον έλεγχο της προόδου του έργου. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να καθορίζονται με ακρίβεια το περιεχόμενο της εργασίας, οι συνθήκες εργασίας, τα μεγέθη που την επηρεάζουν και οπωσδήποτε το μέγεθος της εργασίας, στην οποία αναφέρονται. Κατάλογοι

χρονικών διαρκειών με δείκτες παραγωγής είναι τα διάφορα "Αναλυτικά Τιμολόγια" (Α.Τ.) του Υπουργείου Δημοσίων έργων με τις εξής κατηγορίες:

- § Αναλυτικά Τιμολόγια Οικοδομικών Έργων (Α.Τ.Ο.Ε.)
- § Αναλυτικά Τιμολόγια Έργων Οδοποιίας (Α.Τ.Ε.Ο.)
- § Αναλυτικά Τιμολόγια Υδραυλικών Έργων (Α.Τ.Υ.Ε.)
- § Αναλυτικά Τιμολόγια Λιμενικών Έργων (Α.Τ.Λ.Ε.)
- § Αναλυτικά Τιμολόγια Έργων Πρασίνου (Α.Τ.Ε.Π.)
- § Αναλυτικά Τιμολόγια Ηλεκτρομηχανολογικών Έργων (Α.Τ.Η.Ε.)

Λεπτομερείς καταλόγους δεικτών παραγωγής δίνουν και τα εξής εγχειρίδια:

- § ARH, Arbeitszeit Richtwerte Hochbau, εκδίδονται από τον κεντρικό σύνδεσμο των γερμανικών δομικών επιχειρήσεων Hauptverband der Deutschen Bauindustrie.
- § Handbuch Arbeitsorganisation Bau, εκδίδονται από την εταιρεία Zeittechnik-Verlag.
- § Πίνακες ΙΚΑ αριθμού ημερομισθίων εργατοτεχνιτών ανά μονάδα οικοδομικής εργασίας. Από αυτούς υπολογίζονται τα εκτιμώμενα ημερομίσθια ανά εργασία. Γνωρίζοντας τον αριθμό εργατοτεχνιτών ανά συνεργείο υπολογίζεται ο απαιτούμενος χρόνος.

Ο χρόνος διάρκειας, κατά τον οποίο συμπληρώνεται μία εργασιακή διαδικασία, διακρίνεται στους εξής επί μέρους χρόνους (μέθοδος REFA):  
 χρόνοι καθαρής απασχόλησης + χρόνοι αναμονής = βασικοί χρόνοι.  
 Βασικοί χρόνοι + χρόνοι μη περιοδικής εμφάνισης + χρόνοι αναπαύσεως = συνολικός χρόνος ανά μονάδα παραγωγή. Στους χρόνους καθαρής

απασχολήσεως εντάσσονται όλοι οι κύριοι και βοηθητικοί χρόνοι, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για τη διεκπεραίωση της θεωρούμενης εργασίας. Οι χρόνοι αναμονής αναφέρονται στις λειτουργικά και τεχνικά αποφευκτές διακοπές εργασίας. Οι χρόνοι μη περιοδικής εμφανίσεως διακρίνονται σε χρόνους που οφείλονται στο προσωπικό και στο έργο. Π.χ. ανάγνωση σχεδίων, υπηρεσιακές συνεννοήσεις με προϊσταμένους και συναδέλφους, προετοιμασία εργαλείων κλπ. είναι χρόνοι μη περιοδικής εμφανίσεως που οφείλονται στο έργο. Προσωπικές συζητήσεις με προϊσταμένους και ικανοποίηση προσωπικών αναγκών είναι χρόνοι που οφείλονται στο προσωπικό. Για τη θεραπεία κοπώσεως που οφείλεται στην εργασία προβλέπονται χρόνοι αναπαύσεως. Στο συνολικό χρόνο διάρκειας προβλέπονται χρόνοι μη περιοδικής εμφανίσεως 20% και αναπαύσεως 10%. Ο αναλυτικός υπολογισμός της διάρκειας μιας εργασίας βασίζεται στη ανάλυση της εργασίας στις επί μέρους φάσεις και στον προσδιορισμό της διάρκειας των μερικών φάσεων είτε με παραδεκτούς δείκτες παραγωγής είτε με αριθμητικές πράξεις. Για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας απαιτείται η δαπάνη ενέργειας, την οποία δίνει η ομάδα εργασίας. Το πηλίκο του αποτελέσματος της παραγωγικής διαδικασίας προς την προσδιδόμενη ενέργεια είναι δείκτης παραγωγικότητας. Η ομάδα εργασίας αποτελείται από ανθρώπους και μηχανήματα. Η απόδοση σε μονάδες έργου της ομάδας, εργασίας στη μονάδα του χρόνου, ή το αντίστροφο, δηλαδή ο απαιτούμενος χρόνος για την παραγωγή έργου μιας μονάδας, είναι χαρακτηριστικό μέγεθος της παραγωγικής διαδικασίας και εξαρτάται από τη μέθοδο παραγωγής και τη λειτουργία. Οι μηχανές παραγωγής, οι οποίες επηρεάζουν την απόδοση της ομάδας εργασίας,

διακρίνονται σε μηχανές συνεχούς και σε μηχανές μη συνεχούς λειτουργίας.<sup>18</sup>

Ο χρόνος κατασκευής μιας δραστηριότητας μεταβάλλεται μεταξύ μιας μέγιστης τιμής η οποία ονομάζεται "κανονικός χρόνος κατασκευής" και μιας ελάχιστης δυνατής τιμής. Ο κανονικός χρόνος αναφέρεται στο χρόνο κατασκευής κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας, χωρίς εντατικοποίηση, και για το κανονικό κόστος. Ο ελάχιστος χρόνος κατασκευής καθορίζεται αφού εξαντληθούν όλες οι δυνατότητες εντατικοποίησης των εργασιών, στις οποίες αναφέρεται η δραστηριότητα. Ο χρονικός προγραμματισμός του έργου γίνεται συνήθως με βάση τις κανονικές διάρκειες οι οποίες δίνουν ένα κανονικό κόστος κατασκευής. Αν η δραστηριότητα κατασκευαστεί στον ελάχιστο δυνατό χρόνο, τότε το κόστος γίνεται μέγιστο. Στο κόστος και στον οικονομικό προγραμματισμό των έργων γίνεται εκτενής αναφορά στο επόμενο υποκεφάλαιο.

Ο κανονικός χρόνος κατασκευής του έργου και το κανονικό κόστος υπολογίζονται με βάση τις αντίστοιχες κανονικές τιμές των δραστηριοτήτων. Έτσι καθορίζεται ένα σημείο (1) της συναρτήσεως κόστους-χρόνου για το συνολικό έργο. Το σημείο αυτό δίνει το κανονικό άμεσο κόστος του έργου. Υπολογίζεται από το δικτυωτό γράφημα αν όλες οι δραστηριότητες κατασκευαστούν στον κανονικό χρόνο. Το κανονικό κόστος του έργου είναι το άθροισμα του κανονικού κόστους όλων των δραστηριοτήτων. Αντιστοιχεί στον αρχικό προγραμματισμό του έργου. Όταν

όλες οι δραστηριότητες του έργου (ανεξάρτητα αν χρειάζεται ή όχι) κατασκευαστούν στον ελάχιστο δυνατό χρόνο τότε προκύπτει ένα άλλο σημείο (2) του μέγιστου κόστους. Ο αντίστοιχος χρόνος είναι ο ελάχιστος δυνατός χρόνος κατασκευής του έργου. Αν με μία κατάλληλη μέθοδο βελτιστοποιήσεως επιλεγούν και επιταχυνθούν μόνο εκείνες οι δραστηριότητες, οι οποίες επηρεάζουν τον ελάχιστο χρόνο τότε το άμεσο κόστος για τον ελάχιστο αυτό χρόνο μειώνεται από μέγιστο κόστος (σημείο 2) σε τιμή κόστους μεγαλύτερη από το κανονικό κόστος (σημείο 2'). Το σημείο 2 βρίσκεται κάτω από το 2' στην ίδια κατακόρυφο που ορίζεται από τον ελάχιστο χρόνο. Όλα τα σημεία της τεθλασμένης γραμμής 1-2 δίνουν το βέλτιστο άμεσο κόστος για τον αντίστοιχο χρόνο κατασκευής.

Ο βέλτιστος χρόνος κατασκευής του έργου προσδιορίζεται από την επαλληλία των συναρτήσεων του βέλτιστου αμέσου κόστους και των γενικών εξόδων που είναι τα γενικά έξοδα του εργοταξίου ή και άλλες δαπάνες, οι οποίες είναι γραμμικές συναρτήσεις του χρόνου, όπως π.χ. ποινικές ρήτρες λόγω καθυστερήσεων, ή ειδικές αμοιβές σε περίπτωση μείωσης του χρόνου κατασκευής<sup>19</sup>

Η ορολογία «Χρονικός προγραμματισμός εργασιών» καλύπτει τον προγραμματισμό εκτέλεσης των τεχνικών δεδομένων ενός έργου για το συμβατικό πρόγραμμα εργασιών. Μια πιθανή διαφορά, στο χρονικό προγραμματισμό εργασιών για την Ανάδοχο κατασκευαστική επιχείρηση, σε σύγκριση με το συμβατικό χρονικό προγραμματισμό εργασιών, πέραν της πιθανής μεγαλύτερης ανάλυσης των δραστηριοτήτων, είναι ότι προτιμούμε

μερικές φορές το συμβατικό «Χρονικό προγραμματισμό εργασιών» να τον παρουσιάζουμε δίνοντας βάρος «στη βραδύτερη έναρξη εργασιών», ενώ ως κατασκευαστές επιχειρούμε να ακολουθήσουμε την «νωρίτερη έναρξη εργασιών» με εμφανές το όποιο πλεονέκτημα. Ενωρίτερη έναρξη δραστηριοτήτων είναι η ημερομηνία που είναι δυνατόν να ξεκινήσει μια δραστηριότητα το νωρίτερο δυνατόν, ενώ βραδύτερη έναρξη δραστηριοτήτων είναι η ημερομηνία που είναι δυνατόν να ξεκινήσει μια δραστηριότητα το αργότερο δυνατόν. Νωρίτερο πέρας δραστηριοτήτων είναι αντίστοιχα η ημερομηνία που μπορεί να περατωθεί μια δραστηριότητα το νωρίτερο δυνατόν, και βραδύτερο πέρας δραστηριοτήτων είναι αντίστοιχα η ημερομηνία που μπορεί να περατωθεί μια δραστηριότητα το αργότερο δυνατόν.<sup>20</sup>

Χρονική διάρκεια μιας δραστηριότητας είναι ο εύλογος απαιτούμενος χρόνος για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Το «εύλογος χρόνος» έχει να κάνει με τους πόρους που προτίθεται η επιχείρηση να διαθέσει για την εκτέλεση της δραστηριότητας και τον αντίστοιχο προγραμματισμό κόστους. Πολλές φορές, για διάφορους λόγους, καθυστερεί η πραγμάτωση μιας εργασίας και η επιχείρηση αναγκάζεται να παράσχει πολύ περισσότερους πόρους για την εμπρόθεσμη εκτέλεση της. (π.χ. προγραμματίζουμε 10 καλούπια για παραγωγή προκατασκευασμένων στοιχείων σε διάρκεια χρόνου 6 μηνών και εάν υπάρξει καθυστέρηση αναγκαζόμαστε να παράσχουμε 20 καλούπια για την αντίστοιχη παραγωγή σε 3 μήνες). Τα περιθώρια χρόνου είναι η διάρκεια χρόνου που υπάρχει δυνατότητα καθυστέρησης για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Τα περιθώρια χρόνου μπορεί να υπάρχουν στην έναρξη ή το πέρας εκτέλεσης της δραστηριότητας ή ακόμη και κατά τη διάρ-

κεια της. Μια απλή προσέγγιση είναι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της νωρίτερης έναρξης μιας δραστηριότητας και αντίστοιχα του βραδύτερου πέρατος, σε σύγκριση με τη χρονική της διάρκεια.<sup>21</sup>

Ο χρονικός προγραμματισμός εργασιών, περιλαμβάνει και τον προγραμματισμό διάθεσης πόρων σε ανθρώπινο και μηχανικό δυναμικό, αναγκαίων και ικανών για την επίτευξη των αποδόσεων που χρησιμοποιούνται στον προγραμματισμό των δραστηριοτήτων εκτέλεσης του έργου. Η εμφάνιση του προγραμματισμού των πόρων, ποικίλει σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις και την οργάνωση της αναδόχου επιχείρησης.

#### 2.4.2 Προβλεπόμενο χρόνοι

Οι απαιτούμενοι προβλεπόμενοι χρόνοι που απαιτείται να προσδιοριστούν για την επίλυση του δεδομένου προβλήματος, είναι για κάθε υποδραστηριότητα οι εξής:

- § Η πιθανότερη διάρκεια,
- § Η απαισιόδοξη διάρκεια,
- § Η αισιόδοξη διάρκεια,
- § Και η επιταχυνόμενη διάρκεια (crash time).

Αρχικά υπολογίζεται η *πιθανότερη διάρκεια*, βάση και της οποίας στην συνέχεια θα προσεγγιστούν και οι υπόλοιπες τρεις προαναφερθείσες.

Για τον υπολογισμό αυτόν είναι απαραίτητος ο αριθμός των απαιτούμενων ημερομισθίων για κάθε εργασία. Όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο 2.4.1, είναι απαραίτητοι κάποιοι συντελεστές παραγωγικότητας για το κάθε άρθρο εργασίας, για την κάθε δραστηριότητα δηλαδή. Στην παρούσα εργασία, επιλέγονται οι συντελεστές ημερομισθίων του ΙΚΑ, καθώς αντιπροσωπεύουν καλύτερα την ελληνική πραγματικότητα, οι οποίοι σε μερικές περιπτώσεις έχουν τροποποιηθεί σύμφωνα με την εμπειρία του μελετητή αυτής της εργασίας. Το γινόμενο των συντελεστών αυτών με τις αντίστοιχες ποσότητες που έχουν προγραμματιστεί να παραχθούν, προκύπτουν τα ζητούμενα ημερομίσθια.

Οι ποσότητες αυτές, που έχουν προγραμματιστεί να παραχθούν υπολογίζονται με την διαδικασία της προμέτρησης (ενώ αυτές που πραγματικά παράγονται στην φάση ελέγχου του έργου υπολογίζονται με την διαδικασία της επιμέτρησης).

Στον Πίνακα 2.3. στην επόμενη σελίδα, παρουσιάζονται οι προμετρήσεις που έγιναν σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη και τα στατικά σχέδια για κάθε άρθρο εργασίας, από τον όγκο των εκσκαφών, τα κυβικά του οπλισμένου σκυροδέματος (μαζί με τα καλούπια), μέχρι την στέγη, τα πλακάκια στους τοίχους και στα δάπεδα και τις μονώσεις. Σε κάθε υποδραστηριότητα αντιστοιχεί η προμετρούμενη ποσότητα είτε σε κυβικά μέτρα ( $\mu 3$ ), είτε σε τετραγωνικά μέτρα ( $\mu 2$ ), είτε σε τρέχων μέτρο (τρχ.μ), είτε σε τεμάχιο (τμχ).



Πίνακας 2.3. Προμετρήσεις

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
<b>Δ1</b>	<b>χωματουργικά</b>	<b>μ3</b>
Υ1.1	εκσκαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	350
Υ1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	330
Υ1.3	εκσκαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας	50
Υ1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας	30
<b>Δ2</b>	<b>θεμελίωση</b>	<b>μ3</b>
Υ2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης	50
<b>Δ3</b>	<b>κατασκευή σκελετού</b>	<b>μ3</b>
Υ3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	70
Υ3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισογείου	50
Υ3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	40
Υ3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	30
Υ3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας	10
<b>Δ4</b>	<b>υδραυλικές εγκαταστάσεις</b>	<b>μ2</b>
Υ4.1	ύδρευση κατοικίας	360
Υ4.2	αποχέτευση κατοικίας	360
Υ4.3	ύδρευση πισίνας	22
Υ4.4	αποχέτευση πισίνας	22
<b>Δ5</b>	<b>ηλεκτρικές εγκαταστάσεις</b>	<b>μ2</b>
Υ5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	360
Υ5.2	ηλεκτρικά πισίνας	22
<b>Δ6</b>	<b>μηχανολογικές εγκαταστάσεις</b>	<b>τμχ</b>
Υ6.1	καυστήρας κατοικίας	1
Υ6.2	ανελκυστήρας κατοικίας	1
<b>Δ7</b>	<b>τοιχοποιία</b>	<b>μ2</b>
Υ7.1	μπατική πλινθοδομή	400
Υ7.2	δρομική πλινθοδομή	400
<b>Δ8</b>	<b>μονώσεις</b>	<b>μ2</b>
Υ8.1	μονώσεις κατοικίας	220
Υ8.2	μονώσεις πισίνας	70
<b>Δ9</b>	<b>επιχρίσματα</b>	<b>μ2</b>
Υ9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	1400
Υ9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	800
<b>Δ10</b>	<b>στέγη</b>	<b>μ2</b>
Υ10.1	ξύλινος σκελετός	35
Υ10.2	κεραμίδια κολυμβητά	35
<b>Δ11</b>	<b>τζάκι</b>	<b>τμχ</b>
Υ11.1	τζάκι	1
<b>Δ12</b>	<b>επενδύσεις τοίχων</b>	<b>μ2</b>
Υ12.1	πλακάκια κατοικίας	100
Υ12.2	πέτρα	80
Υ12.3	πλακάκια πισίνας	50
<b>Δ13</b>	<b>δάπεδα</b>	<b>μ2</b>
Υ13.1	ξύλο	200
Υ13.2	μάρμαρο	170
Υ13.3	πλακάκια κατοικίας	120
Υ13.4	πέτρα	100
Υ13.5	πλακάκια πισίνας	20
<b>Δ14</b>	<b>κουφώματα - ντουλάπες</b>	<b>τμχ</b>
Υ14.1	εσωτερικά κουφώματα	16
Υ14.2	εξωτερικά κουφώματα	20
Υ14.3	ντουλάπες	45
<b>Δ15</b>	<b>κιγκλιδώματα - πέργκολες</b>	<b>τρχ.μ</b>
Υ15.1	κιγκλιδώματα	140
Υ15.2	πέργκολες	60
<b>Δ16</b>	<b>κουζίνες</b>	<b>τμχ</b>
Υ16.1	κουζίνες	2
<b>Δ17</b>	<b>είδη υγιεινής</b>	<b>τμχ</b>
Υ17.1	είδη υγιεινής	5
<b>Δ18</b>	<b>περιβάλλον χώρος</b>	<b>μ2</b>
Υ18.1	περιβάλλον χώρος	200
<b>Δ19</b>	<b>χρωματισμοί</b>	<b>μ2</b>
Υ19.1	υδροχρωματισμοί	1400
Υ19.2	πλαστικά	800

Στον επόμενο Πίνακα 2.4. παρουσιάζονται οι συντελεστές ημερομισθίων του ΙΚΑ που αντιστοιχούν στα άρθρα εργασίας των δραστηριοτήτων. Στην τελευταία στήλη, προκύπτουν τα απαιτούμενα ημερομίσθια ανά υποδραστηριότητα, που είναι το προϊόν του πολλαπλασιασμού ποσότητα x συντελεστή ημερομισθίων.

Αφού υπολογίστηκαν τα ημερομίσθια, θα πρέπει στη συνέχεια να υπολογιστούν οι μέρες που αντιστοιχούν στα ημερομίσθια αυτά. Εντοπίζεται λοιπόν για κάθε δραστηριότητα, ο αριθμός των εργατών που πλαισιώνουν το κάθε συνεργείο που έχει ή πρόκειται να αναλάβει υπερβολικά κάποια δραστηριότητα. Ο αριθμός των εργατών του κάθε συνεργείου και για κάθε δραστηριότητα διαιρείται με τα απαιτούμενα για κάθε υποδραστηριότητα ημερομίσθια, και έτσι προκύπτουν οι απαιτούμενες ημέρες. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.5. σε επόμενη σελίδα.

Παρατηρείται ότι το σύνολο των ημερομισθίων είναι διαφορετικό από το σύνολο των απαιτούμενων ημερών, και συγκεκριμένα μικρότερο. Αυτό οφείλεται στην στρογγυλοποίηση των δεκαδικών αριθμών του πηλίκου της διαίρεσης που πραγματοποιήθηκε, υπέρ της ασφαλείας, δηλαδή προς τα πάνω.

Οι αποκλίσεις αυτές για κάθε υποδραστηριότητα θα ληφθούν υπόψη στην συνέχεια, στον υπολογισμό των απαισιόδοξων και αισιόδοξων χρόνων, ως περιθώριο που ήδη υπάρχει στον πλέον πιθανό χρόνο ολοκλήρωσης κάθε υποδραστηριότητας.

Πίνακας 2.4. Συντελεστές ημερομισθίων και Ημερομίσθια

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛ. ΗΜΗΜΙΣΘΙΩΝ	ΗΜΕΡΟΜΙΣΘΙΑ
<b>Δ1</b>	<b>χωματουργικά</b>	<b>μ3</b>		<b>24</b>
Y1.1	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	350	0,05	17,5
Y1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	330	0,01	3,3
Y1.3	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας	50	0,05	2,5
Y1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας	30	0,01	0,3
<b>Δ2</b>	<b>θεμελίωση</b>	<b>μ3</b>		<b>75</b>
Y2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης	50	1,5	75
<b>Δ3</b>	<b>κατασκευή σκελετού</b>	<b>μ3</b>		<b>271</b>
Y3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	70	1,35	94,5
Y3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισόγειου	50	1,35	67,5
Y3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	40	1,35	54
Y3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	30	1,35	40,5
Y3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας	10	1,4	14
<b>Δ4</b>	<b>υδραυλικές εγκαταστάσεις</b>	<b>μ2</b>		<b>44</b>
Y4.1	ύδρευση κατοικίας	360	0,05	18
Y4.2	αποχέτευση κατοικίας	360	0,05	18
Y4.3	ύδρευση πισίνας	22	0,18	3,96
Y4.4	αποχέτευση πισίνας	22	0,18	3,96
<b>Δ5</b>	<b>ηλεκτρικές εγκαταστάσεις</b>	<b>μ2</b>		<b>22</b>
Y5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	360	0,05	18
Y5.2	ηλεκτρικά πισίνας	22	0,18	3,96
<b>Δ6</b>	<b>μηχανολογικές εγκαταστάσεις</b>	<b>ΤΜΧ</b>		<b>4</b>
Y6.1	καυστήρας κατοικίας	1	2	2
Y6.2	ανελκυστήρας κατοικίας	1	2	2
<b>Δ7</b>	<b>ταχυοποιία</b>	<b>μ2</b>		<b>120</b>
Y7.1	μπατική πλινθοδομή	400	0,15	60
Y7.2	δρομική πλινθοδομή	400	0,15	60
<b>Δ8</b>	<b>μονώσεις</b>	<b>μ2</b>		<b>23</b>
Y8.1	μονώσεις κατοικίας	220	0,09	19,8
Y8.2	μονώσεις πισίνας	70	0,05	3,5
<b>Δ9</b>	<b>επιχρίσματα</b>	<b>μ2</b>		<b>82</b>
Y9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	1400	0,03	42
Y9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	800	0,05	40
<b>Δ10</b>	<b>στέγη</b>	<b>μ2</b>		<b>16</b>
Y10.1	ξύλινος σκελετός	35	0,23	8,05
Y10.2	κεραμίδια κολυμβητά	35	0,23	8,05
<b>Δ11</b>	<b>τζάκι</b>	<b>ΤΜΧ</b>		<b>4</b>
Y11.1	τζάκι	1	4	4
<b>Δ12</b>	<b>επενδύσεις τείχων</b>	<b>μ2</b>		<b>22</b>
Y12.1	πλακάκια κατοικίας	100	0,14	14
Y12.2	πέτρα	80	0,06	4,8
Y12.3	πλακάκια πισίνας	50	0,07	3,5
<b>Δ13</b>	<b>δάπεδα</b>	<b>μ2</b>		<b>57</b>
Y13.1	ξύλο	200	0,07	14
Y13.2	μάρμαρο	170	0,15	25,5
Y13.3	πλακάκια κατοικίας	120	0,06	7,2
Y13.4	πέτρα	100	0,08	8
Y13.5	πλακάκια πισίνας	20	0,1	2
<b>Δ14</b>	<b>κουφώματα - ντουλάπες</b>	<b>ΤΜΧ</b>		<b>56</b>
Y14.1	εσωτερικά κουφώματα	16	1,125	18
Y14.2	εξωτερικά κουφώματα	20	1,3	26
Y14.3	ντουλάπες	45	0,26	11,7
<b>Δ15</b>	<b>κιγκλιδώματα - πέργκολες</b>	<b>ΤΡΧ.Μ</b>		<b>25</b>
Y15.1	κιγκλιδώματα	140	0,05	7
Y15.2	πέργκολες	60	0,3	18
<b>Δ16</b>	<b>κουζίνες</b>	<b>ΤΜΧ</b>		<b>7</b>
Y16.1	κουζίνες	2	3,5	7
<b>Δ17</b>	<b>είδη υγιεινής</b>	<b>ΤΜΧ</b>		<b>7</b>
Y17.1	είδη υγιεινής	5	1,4	7
<b>Δ18</b>	<b>περιβάλλον χώρος</b>	<b>μ2</b>		<b>36</b>
Y18.1	περιβάλλον χώρος	200	0,18	36
<b>Δ19</b>	<b>χρωματισμοί</b>	<b>μ2</b>		<b>52</b>
Y19.1	υδροχρωματισμοί	1400	0,02	28
Y19.2	πλαστικά	800	0,03	24
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>946</b>

Πίνακας 2.5. Απαιτούμενες Ημέρες ανά Υποδραστηριότητα

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΗΜΕΡΟΜΙΣΘΙΑ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	ΗΜΕΡΕΣ
<b>Δ1</b>	<b>χωματουργικά</b>	<b>24</b>		<b>25</b>
Υ1.1	εκσκαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	17,5	3	6
Υ1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	3,3	1	3
Υ1.3	εκσκαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας	2,5	3	1
Υ1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας	0,3	1	1
<b>Δ2</b>	<b>θεμελίωση</b>	<b>75</b>		<b>75</b>
Υ2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης	75	5	15
<b>Δ3</b>	<b>κατασκευή σκελετού</b>	<b>271</b>		<b>271</b>
Υ3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	94,5	5	18
Υ3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισογείου	67,5	5	13
Υ3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	54	5	11
Υ3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	40,5	5	9
Υ3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας	14	4	4
<b>Δ4</b>	<b>υδραυλικές εγκαταστάσεις</b>	<b>44</b>		<b>44</b>
Υ4.1	ύδρευση κατοικίας	18	2	9
Υ4.2	αποχέτευση κατοικίας	18	2	9
Υ4.3	ύδρευση πισίνας	3,96	1	4
Υ4.4	αποχέτευση πισίνας	3,96	1	4
<b>Δ5</b>	<b>ηλεκτρικές εγκαταστάσεις</b>	<b>22</b>		<b>22</b>
Υ5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	18	2	9
Υ5.2	ηλεκτρικά πισίνας	3,96	1	4
<b>Δ6</b>	<b>μηχανολογικές εγκαταστάσεις</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
Υ6.1	καυστήρας κατοικίας	2	1	2
Υ6.2	ανελκυστήρας κατοικίας	2	1	2
<b>Δ7</b>	<b>τοιχοποιία</b>	<b>120</b>		<b>120</b>
Υ7.1	μπατική πλινθοδομή	60	4	15
Υ7.2	θρομική πλινθοδομή	60	4	15
<b>Δ8</b>	<b>μονώσεις</b>	<b>23</b>		<b>25</b>
Υ8.1	μονώσεις κατοικίας	19,8	3	7
Υ8.2	μονώσεις πισίνας	3,5	1	4
<b>Δ9</b>	<b>επιχρίσματα</b>	<b>82</b>		<b>84</b>
Υ9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	42	7	6
Υ9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	40	7	6
<b>Δ10</b>	<b>στέγη</b>	<b>16</b>		<b>16</b>
Υ10.1	ξύλινος σκελετός	8,05	2	4
Υ10.2	κεραμίδια κολυμβητά	8,05	2	4
<b>Δ11</b>	<b>τζάκι</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
Υ11.1	τζάκι	4	1	4
<b>Δ12</b>	<b>επενδύσεις τοίχων</b>	<b>22</b>		<b>23</b>
Υ12.1	πλακάκια κατοικίας	14	2	7
Υ12.2	πέτρα	4,8	1	5
Υ12.3	πλακάκια πισίνας	3,5	1	4
<b>Δ13</b>	<b>δάπεδα</b>	<b>57</b>		<b>58</b>
Υ13.1	ξύλο	14	2	7
Υ13.2	μάρμαρο	25,5	2	13
Υ13.3	πλακάκια κατοικίας	7,2	2	4
Υ13.4	πέτρα	8	2	4
Υ13.5	πλακάκια πισίνας	2	1	2
<b>Δ14</b>	<b>κουφώματα - ντουλάπες</b>	<b>56</b>		<b>56</b>
Υ14.1	εσωτερικά κουφώματα	18	2	9
Υ14.2	εξωτερικά κουφώματα	26	2	13
Υ14.3	ντουλάπες	11,7	2	6
<b>Δ15</b>	<b>κιγκλιδώματα - πέργκολες</b>	<b>25</b>		<b>26</b>
Υ15.1	κιγκλιδώματα	7	2	4
Υ15.2	πέργκολες	18	2	9
<b>Δ16</b>	<b>κουζίνες</b>	<b>7</b>		<b>7</b>
Υ16.1	κουζίνες	7	1	7
<b>Δ17</b>	<b>είδη υγιεινής</b>	<b>7</b>		<b>7</b>
Υ17.1	είδη υγιεινής	7	1	7
<b>Δ18</b>	<b>περιβάλλον χώρος</b>	<b>36</b>		<b>36</b>
Υ18.1	περιβάλλον χώρος	36	4	9
<b>Δ19</b>	<b>χρωματισμοί</b>	<b>52</b>		<b>54</b>
Υ19.1	υδροχρωματισμοί	28	3	9
Υ19.2	πλαστικά	24	3	9
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>946</b>		<b>957</b>

Για τον υπολογισμό των τεσσάρων κατηγοριών χρονικών διαρκειών κάθε υποδραστηριότητας (πιθανή, απαισιόδοξη, απαισιόδοξη και επιταχυνόμενη διάρκεια), θα χρησιμοποιηθούν ως χρονική βάση οι απαιτούμενες ημέρες που υπολογίστηκαν παραπάνω και απεικονίζονται στον Πίνακα 2.5. της προηγούμενης σελίδας.

Συγκεκριμένα, οι *πιθανότερες διάρκειες* ορίζονται ταυτόσημες με τις απαιτούμενες ημέρες. Στην συνέχεια, υπολογίζονται οι *απαισιόδοξες και αισιόδοξες διάρκειες* για κάθε υποδραστηριότητα ανάλογα τόσο με το χρονικό περιθώριο που ήδη έχουν λόγω της στρογγυλοποίησης που αναφέρθηκε παραπάνω, όσο και με τη φύση της κάθε εργασίας.

Η φύση της εργασίας περιγράφεται από τις εξής παραμέτρους:

- § Τον βαθμό δυσκολίας.
- § Την ευαισθησία σε σχέση με τα καιρικά φαινόμενα.
- § Την ευαισθησία σε σχέση με τους προμηθευτές των α' υλών.
- § Την συνέπεια του υπεργολάβου και εργοδηγού του συνεργείου και τις προβλεπόμενες σχετικές ρήτρες που περιέχονται στο ιδιωτικό συμφωνητικό.

Ο βαθμός δυσκολίας της εργασίας αναφέρεται στην συχνότητα πιθανών προβλημάτων που προκύπτουν κατά την υλοποίηση των σχεδίων εφαρμογής και τον χρόνο καθυστέρησης που απαιτείται για την επίλυση τους από τους μηχανικούς. Η σκυροδέτηση, για παράδειγμα, θεωρείται δύσκολη εργασία καθώς η διακοπή των εργασιών τόσο για αποσαφηνιστικές

λεπτομέρειες όσο και για επίλυση διαφωνιών που προκύπτουν μεταξύ των μηχανικών και του εργοδηγού είναι αρκετά συχνές.

Η ευαισθησία σε σχέση με τα καιρικά φαινόμενα αναφέρεται στις εργασίες εκείνες που εκτελούνται εξωτερικά του κτηρίου και είναι εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου, τα εξωτερικά επιχρίσματα, κ.α.

Η ευαισθησία σε σχέση με τους προμηθευτές α' υλών, εξαρτάται από την συνέπεια των προμηθευτών και τον σωστό προγραμματισμό των παραγγελιών. Αν, για παράδειγμα, το καλούπωμα του ισογείου είναι έτοιμο αλλά είτε το σκυρόδεμα είτε ο οπλισμός δεν παραδοθεί εγκαίρως, τότε η σκυροδέτηση του ισογείου θα καθυστερήσει αδικαιολόγητα.

Η συνέπεια του εργολάβου του συνεργείου είναι καθοριστικός παράγοντας για την τήρηση του χρονοδιαγράμματος. Το κατά πόσο, αισιόδοξα ή απαισιόδοξα μπορεί να μεταβληθεί η πιθανή διάρκεια της εργασίας, εξαρτάται από τις οργανωτικές ικανότητές του και την σαφήνεια των όρων που έχουν αποδεχτεί τα συμβαλλόμενα μέρη.

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια και την κατασκευαστική εμπειρία, υπολογίστηκαν οι απαισιόδοξες και οι αισιόδοξες διάρκειες για κάθε υποδραστηριότητα και παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.6. στην επόμενη σελίδα.

Πίνακας 2.6. Πιθανοί, Απαισιόδοξοι, Αισιόδοξοι και Επιταχυνόμενοι Χρόνοι

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΠΙΘΑΝΟΤΕΡΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΑΠΑΙΣΙΟΔΟΞΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΑΙΣΙΟΔΟΞΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ
Δ1	χωματουργικά	11	14	8	9
Υ1.1	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	6	8	4	5
Υ1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	3	3	2	2
Υ1.3	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας	1	2	1	1
Υ1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας	1	1	1	1
Δ2	θεμελίωση	15	17	13	12
Υ2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης	15	17	13	12
Δ3	κατασκευή σκελετού	55	63	45	44
Υ3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	18	20	16	14
Υ3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισόγειου	13	15	11	10
Υ3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	11	13	9	9
Υ3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	9	10	7	7
Υ3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας	4	5	2	3
Δ4	υδραυλικές εγκαταστάσεις	26	32	22	21
Υ4.1	ύδρευση κατοικίας	9	11	8	7
Υ4.2	αποχέτευση κατοικίας	9	11	8	7
Υ4.3	ύδρευση πισίνας	4	5	3	3
Υ4.4	αποχέτευση πισίνας	4	5	3	3
Δ5	ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	13	16	11	10
Υ5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	9	11	8	7
Υ5.2	ηλεκτρικά πισίνας	4	5	3	3
Δ6	μηχανολογικές εγκαταστάσεις	4	6	3	3
Υ6.1	καυστήρας κατοικίας	2	3	1	2
Υ6.2	ανεκμιστήρας κατοικίας	2	3	2	2
Δ7	τοιχοποιία	30	34	26	24
Υ7.1	ιπτατική πλινθοδομή	15	17	13	12
Υ7.2	δρομική πλινθοδομή	15	17	13	12
Δ8	μονώσεις	11	11	9	9
Υ8.1	μονώσεις κατοικίας	7	7	6	6
Υ8.2	μονώσεις πισίνας	4	4	3	3
Δ9	επιχρίσματα	12	14	12	10
Υ9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	6	7	6	5
Υ9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	6	7	6	5
Δ10	στέγη	8	9	6	6
Υ10.1	ξύλινος σκελετός	4	5	3	3
Υ10.2	κεραμίδια κολυμβητή	4	4	3	3
Δ11	τζάκι	4	4	3	3
Υ11.1	τζάκι	4	4	3	3
Δ12	επενδύσεις τοίχων	16	18	13	13
Υ12.1	πλακάκια κατοικίας	7	8	6	6
Υ12.2	πέτρα	5	6	4	4
Υ12.3	πλακάκια πισίνας	4	4	3	3
Δ13	δάπεδα	30	35	27	24
Υ13.1	ξύλο	7	8	6	6
Υ13.2	μάρμαρο	13	14	12	10
Υ13.3	πλακάκι κατοικίας	4	5	4	3
Υ13.4	πέτρα	4	5	4	3
Υ13.5	πλακάκι πισίνας	2	3	1	2
Δ14	κουφώματα - ντουλάπες	28	31	25	22
Υ14.1	εσωτερικά κουφώματα	9	10	8	7
Υ14.2	εξωτερικά κουφώματα	13	14	12	10
Υ14.3	ντουλάπες	6	7	5	5
Δ15	κιγκλιδώματα - πέργκολες	13	14	11	10
Υ15.1	κιγκλιδώματα	4	4	3	3
Υ15.2	πέργκολες	9	10	8	7
Δ16	κουζίνες	7	7	6	6
Υ16.1	κουζίνες	7	7	6	6
Δ17	είδη υγιεινής	7	7	6	6
Υ17.1	είδη υγιεινής	7	7	6	6
Δ18	περιβάλλον χώρος	9	10	7	7
Υ18.1	περιβάλλον χώρος	9	10	7	7
Δ19	χρωματισμοί	18	18	17	14
Υ19.1	υδροχρωματισμοί	9	9	9	7
Υ19.2	πλαστικά	9	9	8	7
ΣΥΝΟΛΟ		0	0	0	0

Επίσης, υπολογίστηκαν οι χρονικές διάρκειες των εργασιών που απαιτούνται για να κατασκευαστεί το έργο στον ελάχιστο δυνατό χρόνο, δηλαδή σε διαδικασία επιτάχυνσης του έργου (crash time). Για την διαδικασία επιτάχυνσης γίνεται εκτενής αναφορά στο υποκεφάλαιο 3.1.1.

Οι *επιταχυνόμενες διάρκειες* αυτές υπολογίστηκαν με τη θεώρηση ότι είναι κατά 20% μικρότερες από τις πλέον πιθανές, δηλαδή ότι όλες οι υποδραστηριότητες μπορούν, με κάποια αύξηση του κόστους τους όπως θα δούμε στο επόμενο υποκεφάλαιο, να ολοκληρωθούν στα 8/10 του πιθανού χρόνου ολοκλήρωσης τους, πιο νωρίς κατά 20%. Οι χρόνοι αυτοί παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.6. της προηγούμενης σελίδας.

Οι χρόνοι που υπολογίστηκαν και απεικονίζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2.6. θα χρησιμοποιηθούν στην επίλυση του δικτυωτού γραφήματος με την μέθοδο PERT/CPM για την προσέγγιση των κρίσιμων υποδραστηριοτήτων και της αναμενόμενης διάρκειας του κατασκευαστικού έργου. Η επίλυση αυτή παρουσιάζεται λεπτομερώς στο κεφάλαιο 3.



## 2.5 Οικονομικός Προγραμματισμός του Κατασκευαστικού Έργου

### 2.5.1 Γενικά

Ο υπολογισμός του κόστους κατασκευής είναι η βάση του οικονομικού σχεδιασμού των τεχνικών έργων. Η ελαχιστοποίηση του, για τις ίδιες απαιτήσεις παραγωγής, συνδέεται άμεσα με την αύξηση της παραγωγικότητας και είναι ο αντικειμενικός στόχος κάθε οργανωτικού προγράμματος.

Η σημερινή σύνθετη μορφή των τεχνικών έργων, τα οποία εκτελούνται κάτω από συνθήκες έντονου ανταγωνισμού και πληθωρισμού, απαιτεί προσεκτική μελέτη του κόστους τόσο στο στάδιο του σχεδιασμού για τον οικονομικό προγραμματισμό του έργου ή την εκπόνηση της προσφοράς, όσο και κατά τη διάρκεια εκτελέσεως του έργου για τον οργανωμένο έλεγχο της προόδου του έργου με επίπεδο συγκρίσεως το κόστος σχεδιασμού. Κάτω από τη θεώρηση αυτή ο υπολογισμός του κόστους κατασκευής στο στάδιο του σχεδιασμού του έργου έχει την ίδια βαρύτητα επιτυχίας πάνω στην εκτέλεση του έργου, όπως η μελέτη εφαρμογής και τα κατασκευαστικά σχέδια.

Βασικό στοιχείο της κοστολογήσεως είναι η εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου και η αντικειμενικότητα στις εκτιμήσεις των παραμέτρων, που

επηρεάζουν το κόστος. Ο υπεύθυνος για την κοστολόγηση μηχανικός πρέπει επομένως να έχει τις απαραίτητες θεωρητικές γνώσεις και την ανάλογη τεχνική εμπειρία.

Κόστος είναι η χρηματική αξία των υλικών, της εργασίας προσωπικού και μηχανημάτων, υπηρεσιών και επιβαρύνσεων, τα οποία χρησιμοποιούνται στην πραγματοποίηση μιας παραγωγικής διαδικασίας. Το κόστος συνδέεται με την παραγωγική ικανότητα των ομάδων εργασίας. Ομάδα εργασίας (ή συνεργείο) είναι ο συνδυασμός προσωπικού και μηχανημάτων για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Παραγωγική ικανότητα είναι η ποσότητα του ετοιμού προϊόντος, το οποίο παράγει μία ομάδα εργασίας στη μονάδα του χρόνου.

Κόστος μονάδος παραγωγής ονομάζεται το πηλίκο του κόστους της ομάδας εργασίας στη μονάδα του χρόνου προς την παραγωγική ικανότητα της ομάδας στον ίδιο χρόνο. Το κόστος μονάδος είναι ο στόχος των αντικειμενικών συναρτήσεων για την ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής και το κριτήριο για την επιλογή της μεθόδου και των μέσων παραγωγής.

Η μελέτη του κόστους διακρίνεται βασικώς σε δύο κατηγορίες, στον προϋπολογισμό κατά τη φάση του σχεδιασμού και στον έλεγχο κατά τη φάση της πραγματοποιήσεως του έργου. Ο προϋπολογισμός του κόστους είναι απαραίτητη εργασία για την εκπόνηση της προσφοράς και για τον καθορισμό της οικονομικής πορείας του έργου. Ο έλεγχος του κόστους είναι

η συνεχής περιοδική συγκέντρωση πληροφοριών κατά τη φάση της κατασκευής του έργου και η σύγκριση των πραγματοποιούμενων μεγεθών κόστους με τις τιμές του σχεδιασμού. Αν από τη σύγκριση αυτή προκύψουν διαφορές σε βάρος της προγραμματισμένης πορείας του έργου, τότε ο υπεύθυνος παραγωγής λαμβάνει τα κατάλληλα διορθωτικά μέτρα. Παράλληλα από τη σύγκριση αυτή συλλέγονται συστηματικά στοιχεία, τα οποία χρησιμοποιούνται σε μελλοντικές κοστολογήσεις.

Η προκοστολόγηση βασίζεται σε στοιχεία προηγούμενων εργασιών ή πινάκων. Στην περίπτωση συμβατικών τευχών δημοσίων έργων ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να χρησιμοποιήσει τα Αναλυτικά Τιμολόγια (Α.Τ.) και τους αντίστοιχους τιμαριθμικούς πίνακες του Υπουργείου Δημοσίων Έργων. Οι τιμές που προκύπτουν έχουν μόνο συμβατική σημασία για τη νομική ρύθμιση των σχέσεων μεταξύ εργοδότη και εργολήπτη και δεν ανταποκρίνονται προς τις πραγματικές συνθήκες της παραγωγής.

Η εργασία υπολογισμού του κόστους απλουστεύεται, όταν χρησιμοποιείται κοινή κωδικοποίηση των διαφόρων μορφών κόστους και ενιαία μέθοδος υπολογισμού. Η τυποποίηση αυτή έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- § Βελτίωση των συνθηκών ανταγωνισμού μεταξύ των κατασκευαστικών επιχειρήσεων, εφόσον ο υπολογισμός γίνεται με βάση αντικειμενικά οικονομικά στοιχεία. Προϋπόθεση είναι η ύπαρξη τυποποιημένων καταλόγων αποδόσεως των δομικών δραστηριοτήτων και πίνακες κόστους δομικών μηχανημάτων προσωπικού και υλικών.

- § Βελτίωση της ποιότητας του εκτελουμένου έργου και αυξημένη ασφάλεια της κατασκευαστικής επιχειρήσεως έναντι οικονομικών αστοχιών.
- § Εξασφάλιση του εργοδότη, ότι το έργο θα εκτελεσθεί σύμφωνα με τη μελέτη, τις προδιαγραφές και τον προϋπολογισμό, εφόσον ο υπολογισμός του κόστους βασίζεται σε αντικειμενικά στοιχεία, περίπου κοινά για όλες τις κατασκευαστικές επιχειρήσεις.
- § Δυνατότητα συνεχούς ελέγχου του κόστους παραγωγής και ορθολογική μείωση με στόχο την ελαχιστοποίηση του.
- § Απλούστευση της διαδικασίας πληρωμών του έργου.
- § Η διακύμανση στις τιμές των προσφορών δεν εξαρτάται από την υποκειμενική κρίση ή την τόλμη του προσφέροντος αλλά από την εφαρμοζόμενη μέθοδο κατασκευής, από τον ορθό προγραμματισμό των εργασιών, από τα χρησιμοποιούμενα μέσα παραγωγής και από την οργάνωση.

Ο υπολογισμός του κόστους κατά το στάδιο του σχεδιασμού ή της προσφοράς, ή κατά τη διάρκεια της κατασκευής ως έλεγχος κόστους, είναι ιδιαίτερα σοβαρή εργασία, γιατί από αυτήν εξαρτάται η οικονομική επιτυχία του έργου. Απαιτείται επομένως ειδικό τμήμα κοστολογήσεως, το οποίο να ασχολείται με όλα τα σχετικά θέματα, τα οποία είναι:

- § Καθορισμός της τακτικής της επιχειρήσεως σχετικά με την κοστολόγηση. Η τακτική αυτή υλοποιείται με βάση ένα εγχειρίδιο εκτιμήσεως κόστους, το οποίο είναι κωδικοποιημένος τιμοκατάλογος εργασιών, δραστηριοτήτων, ημερομισθίων και υλικών.

- § Οργάνωση της εργασίας κοστολογήσεως, έτσι ώστε να απαιτείται η ελάχιστη δυνατή προσπάθεια για την εκπόνηση των προσφορών.
- § Εκπαίδευση κοστολόγων για την προκοστολόγηση και τον έλεγχο του κόστους.
- § Έκδοση καταλλήλων οδηγιών (τεχνικών και οικονομικών) για την τήρηση των τιμών της προκοστολόγησης και για τη συλλογή και διαβίβαση πληροφοριών, οι οποίες βοηθούν στον έλεγχο του κόστους και στη συμπλήρωση του εγχειριδίου εκτιμήσεως κόστους.

Από τις απαιτήσεις αυτές προκύπτει, ότι ο μηχανικός κοστολογήσεως, εκτός από τις απαραίτητες οικονομικές γνώσεις, πρέπει να διαθέτει και πλούσια κατασκευαστική πείρα για να δίνει τις απαραίτητες κατευθύνσεις στους μηχανικούς κατασκευής σχετικά με την τήρηση του κατασκευαστικού προγράμματος και την επιτυχία των στόχων της επιχειρήσεως.

Οι συντελεστές, οι οποίοι επηρεάζουν την παραγωγή και το κόστος, διακρίνονται στους βασικούς συντελεστές και στους συντελεστές αβεβαιότητας. Οι τελευταίοι διακρίνονται στους επηρεαζόμενους και στους μη επηρεαζόμενους συντελεστές. Οι βασικοί συντελεστές επιρροής κόστους αναφέρονται στην οργάνωση και στην εκμηχάνιση του εργοταξίου.

Είναι:

- § Η Διεύθυνση του εργοταξίου. Επιδρά επί της αποδόσεως και του κόστους με την κατάλληλη οργάνωση του εργοταξίου και του συντονισμού των ομάδων εργασίας σύμφωνα με το πρόγραμμα κατασκευής.

- § Ο μηχανικός εξοπλισμός. Η κατάλληλη εκλογή του τύπου, του αριθμού και του μεγέθους των δομικών μηχανών επηρεάζει την απόδοση και το κόστος.
- § Το προσωπικό. Η εξειδίκευση και η ικανότητα του προσωπικού επηρεάζουν, ανάλογα με το βαθμό εκμηχανίσεως, την απόδοση και το κόστος.
- § Τα υλικά λειτουργίας. Τα υλικά λειτουργίας, όπως είναι τα καύσιμα, τα λιπαντικά, τα ανταλλακτικά, διάφορα αναλώσιμα υλικά εργοταξίου κλπ., επηρεάζουν επίσης το κόστος.

Οι συντελεστές αβεβαιότητας οφείλονται στο γεγονός, ότι η προκοστολόγηση βασίζεται σε στοιχεία εκτιμήσεως, τα οποία είναι θεωρητικά ή στατιστικά, επομένως υπάρχει η πιθανότητα της αστοχίας της εκτιμήσεως. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Οι επηρεαζόμενοι συντελεστές αβεβαιότητας, των οποίων η επιρροή τους μειώνεται αν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα σχετικά με την οργάνωση του εργοταξίου, την εργοταξιακή διάταξη και τις οδούς προσβάσεως, την τεχνική κατάσταση των μηχανημάτων και την τεχνική κατάρτιση του προσωπικού. Είναι:

- § Η οργάνωση του εργοταξίου. Η κακή οργάνωση του εργοταξίου έχει σαν συνέπεια την αύξηση των χρόνων κατασκευής και του κόστους. Η οργάνωση και ο βαθμός εκμηχανίσεως εξαρτώνται από τη μορφή του εργοταξίου του έργου που εξυπηρετεί. Ανάλογα με το βαθμό εκμηχανίσεως διακρίνονται εργασίες με αυξημένο αριθμό εργατικών χεριών και άλλες με αυξημένο αριθμό μηχανημάτων. Σε εργοτάξια με υψηλό βαθμό εκμηχανίσεως είναι απαραίτητο να υπάρχει υψηλή

ποιότητα οργανώσεως, γιατί κάθε αργία των μηχανημάτων, που οφείλεται σε έργο, λόγω του σχετικά υψηλού κόστους λειτουργίας των μηχανημάτων. Σε εργασίες με μικρότερο βαθμό εκμηχανίσεως, στις οποίες το κόστος παραγωγής επηρεάζεται περισσότερο από τον παράγοντα άνθρωπο, εφαρμόζονται διαφορετικές μέθοδοι οργανώσεως, των οποίων κύριος στόχος είναι η αύξηση της αποδόσεως των εργαζομένων για την ίδια κατανάλωση θερμίδων, δηλαδή για την ίδια προσπάθεια.

§ Εργοταξιακή διάταξη και κατάσταση των οδών προσβάσεως. Αν οι οδοί προσβάσεως μέσα στο εργοτάξιο ή γύρω από αυτό συντηρούνται καλά και τα τμήματα του εργοταξίου είναι σωστά τοποθετημένα, τότε μειώνεται ο χρόνος κυκλοφορίας των οχημάτων, τα οποία μεταφέρουν τα διάφορα υλικά, όπως π.χ. σε χωματουργικό έργο, ή στην περίπτωση μεταφοράς σκυροδέματος από το σταθμό παραγωγής στον σημείο διαστρώσεως, επομένως αυξάνει η απόδοση των μηχανημάτων και κατά συνέπεια μειώνεται το κόστος παραγωγής. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στο υδροηλεκτρικό έργο Πολυφύτου οι εργοταξιακές οδοί ασφαλοστρώθηκαν, γιατί το κέρδος από την ταχύτερη διακίνηση των υλικών ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από το κόστος της ασφαλοστρώσεως.

§ Τεχνική κατάσταση των μηχανημάτων. Η προγραμματισμένη και η προληπτική συντήρηση των μηχανημάτων έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της αξιοπιστίας τους και κατά συνέπεια τη μείωση των αργιών από βλάβες, τη μείωση του ωριαίου κόστους λειτουργίας και την αύξηση της αποδόσεως.

§ Τεχνική κατάρτιση του προσωπικού. Επιδρά επί της αποδόσεως και συνεπώς επί του κόστους. Θεωρείται απαραίτητη η σταδιακή ενημέρωση του προσωπικού στις τεχνολογικές εξελίξεις, που έχουν σχέση με το έργο, σε όλα τα κλιμάκια και ειδικότητες με την οργάνωση σειράς διαλέξεων.

Οι μη επηρεαζόμενοι συντελεστές αβεβαιότητας των οποίων η επιρροή τους εκτιμάται από προηγούμενα στοιχεία και από πιθανοτική θεώρηση. Οι κυριότεροι συντελεστές της κατηγορίας αυτής είναι:

- § Οι καιρικές συνθήκες. Επηρεάζουν το βαθμό απασχολήσεως και επομένως την παραγωγικότητα.
- § Οι εδαφολογικές συνθήκες. Επηρεάζουν την απόδοση των μηχανημάτων, του προσωπικού και το κόστος λειτουργίας.
- § Η διαθεσιμότητα προσωπικού. Επηρεάζει τον προγραμματισμό.
- § Οι τιμές των υλικών. Έχουν άμεση επίδραση επί του κόστους παραγωγής. Αν δεν είναι δυνατή η έγκαιρη παραγγελία (πολλές φορές και πριν από την τελική υπογραφή της συμβάσεως!) τότε είναι απαραίτητη η παραδοχή τύπου αναθεωρήσεως τιμών στη σύμβαση.
- § Οι αμοιβές του προσωπικού. Λόγω ισχυρής διακυμάνσεως των τιμών απαιτείται η παραδοχή τύπου αναθεωρήσεως. Οι δύο τελευταίοι συντελεστές επηρεάζονται άμεσα από τον πληθωρισμό.
- § Η χρηματοδότηση. Επηρεάζει τη χρηματική ρευστότητα της επιχειρήσεως και μειώνει τη διαχειριστική της ικανότητα.
- § Ο ανταγωνισμός. Επιδρά επί της στρατηγικής διαμορφώσεως των τιμών της προσφοράς.<sup>22</sup>



Η εκτίμηση του κόστους ενός έργου, αποτελεί όπως είναι φυσικό, το θεμέλιο επί του οποίου οικοδομείται το σύνολο της κατασκευαστικής δραστηριότητας μιας επιχείρησης. Δεν είναι λογικό, μια κατασκευαστική επιχείρηση να καταθέτει μια προσφορά εκτέλεσης ενός έργου χωρίς να έχει με κάποιο τρόπο εκτιμήσει το τελικό του κόστος. Υπάρχουν βέβαια αρκετές περιπτώσεις, στο παρελθόν, κατά τις οποίες οι προσφορές (αποτέλεσμα των εκτιμήσεων κόστους) για την κατασκευή τεχνικών έργων, ήταν αποτέλεσμα «ζαριάς» ή «πυροβολισμού». Δηλαδή το ύψος προσφοράς ήταν εμφανώς μικρότερο του κόστους κατασκευής του έργου.

Στην Ελληνική πραγματικότητα, το ύψος προσφοράς ανάγεται στο ποσοστό έκπτωσης επί του Προϋπολογισμού μελέτης. Οι εκπτώσεις λοιπόν ήταν υπερβολικά μεγάλες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα:

- § καθυστερήσεις των έργων (ο Ανάδοχος ουσιαστικά ήταν υποχρεωμένος να χρηματοδοτεί την κατασκευή).
- § κακοτεχνίες (χειρότερη ποιότητα άρα με λιγότερο κόστος).
- § τροποποιήσεις μελετών (για αποφυγή λεπτομερειών με μεγάλο κόστος).

Είναι γεγονός επίσης, ότι πολλές κατασκευαστικές επιχειρήσεις επέζησαν και αναπτύχθηκαν σ' αυτό το στρεβλό και εκτός λογικής περιβάλλον. Οι λόγοι κυρίως είναι οι εξής:

- § Συμβατικά τεύχη που δεν τήρησαν στοιχειωδώς τα στάδια προσέγγισης της κατασκευής ενός έργου. Άρα ο Ανάδοχος κάνοντας χρήση των κανόνων που ίσχυαν κάθε φορά, «ανάγκαζε

εκ των πραγμάτων» τον Κύριο του έργου σε τροποποιήσεις.

§ Μελέτες (προδιαγραφές, σχέδια) τα οποία ανήκαν σε άλλες εποχές και δεν εξυπηρετούσαν το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα την εποχή κατασκευής του έργου, άρα σύγχρονες τροποποιήσεις μελετών με ότι αυτό συνεπάγεται.

§ Προϋπολογισμοί μελέτης με ελλιπή περιγραφή άρθρων προς εκτέλεση και με σημαντικά λάθη στις προς εκτέλεση ποσότητες, άρα νέα άρθρα - νέες τιμές και στο τέλος πιθανότατα άλλο έργο από πλευράς ποσοτήτων.

Οι εκάστοτε Κυβερνήσεις και η συντεταγμένη Πολιτεία, προσπάθησαν με σειρά νέων κανόνων να βελτιστοποιήσουν αυτό το στρεβλό και εκτός λογικής περιβάλλον. Οι κανόνες που ίσχυσαν κάποια εποχή για τις «αιτιολογήσεις των προσφορών» (ουσιαστικά η αξιολόγηση της εκτίμησης του κόστους κατασκευής ενός έργου) και η ισχύς «μαθηματικού τύπου» επιλογής του Αναδόχου (ουσιαστικά η καλύτερη εκτίμηση του κόστους ενός έργου, προκύπτει ως ο «κάποιος μέσος όρος», από τις προσφορές που κατατίθενται). Στο έντονα ανταγωνιστικό περιβάλλον της κατασκευαστικής βιομηχανίας, πρέπει κανείς να ιχνηλατεί όλες τις πιθανές περιπτώσεις εκτέλεσης μιας συγκεκριμένης εργασίας και ειδικά των εργασιών που υπεισέρχονται με μεγάλες ποσότητες.

Η κατασκευαστική εμπειρία όσον αφορά:

§ Την ερμηνεία και αντίληψη σε βάθος του τι επιζητάτε να κατασκευαστεί,

§ Τους πιθανούς εναλλακτικούς τρόπους κατασκευής, και

§ Το νεωτερισμό και έμπνευση στην εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας με απλούστερο και οικονομικότερο τρόπο,

είναι σημαντικά στοιχεία που βοηθούν στην εκτίμηση του «βέλτιστου κόστους» ενός έργου. Παρόλα αυτά, μεταξύ των στελεχών μιας κατασκευαστικής επιχείρησης, κυκλοφορεί η ρύση ότι «εάν δεν κάνεις λάθος, έργο δεν παίρνεις», κι αυτό λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού. Ένα στέλεχος που αναλαμβάνει την εκτίμηση του κόστους εκτέλεσης ενός έργου, έχει την υποχρέωση να προχωρά σε όσο το δυνατόν (τίθενται και ασφυκτικά χρονικά πλαίσια) καλύτερη προσέγγιση, θέτοντας υπόψη της Δ/σης τις πιθανές αποκλίσεις. Επίσης είμαι της άποψης ότι μια εκ νέου προσέγγιση του κόστους ενός έργου, πρέπει να ακολουθεί την ανάληψη εκτέλεσης του, έτσι ώστε να βελτιστοποιηθούν και τελειοποιηθούν ορισμένα δεδομένα που κατά την περίοδο της προσφοράς δεν είχαν αναλυθεί ικανοποιητικά.<sup>23</sup>

Για τον καθορισμό των τιμών μελέτης και σύνταξη του συμβατικού προϋπολογισμού, σύμφωνα με τις λεπτομέρειες των Αναλύσεων Τιμών, χρησιμοποιείται η τιμαριθμική. Η τιμαριθμική είναι τριμηνιαία ή/και εξαμηνιαία έκδοση στην οποία καταγράφονται οι αποδεκτές, από όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, τιμές κόστους για το εργατικό δυναμικό, τα μηχανήματα και τα υλικά. Περιλαμβάνει όλους τους κωδικούς, που έχουμε συμφωνήσει να ισχύουν για όλες τις παραμέτρους κόστους, που υπεισέρχονται στις Αναλύσεις Τιμών. Η τριμηνιαία ή/και εξαμηνιαία έκδοση, είναι συνάρτηση του κανόνα που ισχύει κάθε φορά για τον υπολογισμό της

Αναθεώρησης της δαπάνης ενός έργου, σε συνάρτηση με το τι ισχύει την ημερομηνία κατάθεσης των προσφορών. Με τις τιμές λοιπόν που ισχύουν ανά τρίμηνο / εξάμηνο, υπάρχει η δυνατότητα και υπολογίζονται οι Τιμές μελέτης τριμήνου ή εξαμήνου, που είναι η έκδοση που καταγράφει τις τιμές μελέτης που προκύπτουν για όλα τα άρθρα εργασίας που περιλαμβάνονται στις Αναλύσεις Τιμών. Αποτελεί ένα σημαντικό βοήθημα, άμεσου αποτελέσματος, που καλό είναι ένας κατασκευαστής - τεχνικός να έχει πρόσβαση, ειδικά για το χρόνο προσφοράς ενός συγκεκριμένου έργου. Στη σημερινή εξέλιξη τόσο η Τιμαριθμική όσο και οι Τιμές τριμήνου / εξαμήνου διατίθενται σε ηλεκτρονική μορφή και υπάρχουν αντίστοιχα λογισμικά προγράμματα, μέσω των οποίων υπολογίζονται οι τιμές μελέτης για συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Ένας προβληματισμός ο οποίος υπάρχει και για τον οποίο γίνεται προσπάθεια επίλυσης στους κανόνες που ισχύουν, είναι ότι η Τιμαριθμική άρα αντίστοιχα ο υπολογισμός των τιμών μελέτης, δεν είναι διαθέσιμα σε εύλογο χρόνο (συνήθως έχουν μια χρονική υστέρηση έξι μηνών). Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές μελέτης ενός έργου έχουν χρονική υστέρηση, σε συνάρτηση με το χρόνο προσφοράς. Εάν δε η διακήρυξη ενός έργου καθυστερήσει για διάφορους λόγους, γίνεται αντιληπτό ότι αρχίζουν να υπεισέρχονται διάφοροι παράμετροι, που για τις περισσότερες περιπτώσεις απαιτούν έμπειρο χειρισμό εκ μέρους των κατασκευαστικών επιχειρήσεων και της Υπηρεσίας Επίβλεψης, για να μη δημιουργηθούν οικονομικές βλάβες εκατέρωθεν.<sup>24</sup>

Οι τιμές κόστους που υπολογίζονται με βάση τα αναλυτικά τιμολόγια και τους τιμαριθμικούς πίνακες χρησιμεύουν κυρίως για τη σύνταξη συμβάσεων εκτελέσεως έργων μεταξύ Δημόσιων Οργανισμών και κατασκευαστικών επιχειρήσεων για τη συμβατική αντιμετώπιση οικονομικών θεμάτων κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου. Κατά κανόνα, εκτός μερικών περιπτώσεων, το υπολογιζόμενο κόστος είναι εξωπραγματικό και επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον οικονομικό σχεδιασμό.<sup>25</sup>

Σε σχέση με τα παραπάνω και τον συμβατικό προϋπολογισμό, ο αντικειμενικός υπολογισμός του κόστους πλεονεκτεί γιατί λαμβάνει υπόψη τρέχουσες τιμές, επιμερίζει τα διάφορα κόστη έτσι ώστε ο έλεγχος του κόστους κατά τη φάση ελέγχου προόδου και παρακολούθησης του έργου να γίνεται με επιτυχία και, τέλος, γιατί δίνει μια πιο αντικειμενική εικόνα του συνολικού προϋπολογισμού. Οι παράμετροι που υπεισέρχονται στον αντικειμενικό υπολογισμό του κόστους ενός άρθρου εργασίας και αντίστοιχα ενός έργου είναι το άμεσο κόστος και το έμμεσο κόστος. Η παραδοσιακή προσέγγιση στον υπολογισμό των δαπανών του έργου κατασκευής, τις κατηγοριοποιεί σε έμμεσα και άμεσα κόστη. Τα άμεσα κόστη είναι εκείνα των μεμονωμένων δραστηριοτήτων της δομής του κτηρίου για τις οποίες τα συνηθέστερα αποδεκτά μέσα πρότυπα υπολογισμού είναι αυτά που προκύπτουν από τις αντίστοιχες τεχνολογικές δυνατότητες της παραγωγής (δαπάνες της εργασίας, του υλικού, των υπηρεσιών και των μηχανών). Τα έμμεσα κόστη είναι όλες οι άλλες δαπάνες του έργου και κατηγοριοποιούνται στα εξής: δαπάνες εργοταξίου και δαπάνες επιχείρησης. Η τρέχουσα κατάσταση στη γενική οικονομία (οικονομία της αγοράς, υψηλός βαθμός

κινδύνου στις επιχειρησιακές διαδικασίες...), απαιτούν την καθιέρωση ενός ποιοτικού συστήματος προσέγγισης στις έμμεσες δαπάνες του έργου που θα ξεκαθάριζαν τη δομή των δαπανών.<sup>26</sup>

Το άμεσο κόστος στα τεχνικά έργα διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

§ *Άμεσο κόστος δραστηριοτήτων Cδ*: Είναι το άθροισμα του άμεσου κόστους των δραστηριοτήτων, το οποίο αναφέρεται στο κόστος προσωπικού (κόστος εργατικών μέχρι το επίπεδο ευθύνης εργοδηγού, κόστος υπερβολάβων) και μηχανημάτων. Είναι αυτό το οποίο χρησιμοποιείται κατά βάση στον προγραμματισμό και στη βελτιστοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών.<sup>27</sup>

§ *Άμεσο κόστος κατασκευής Cκ*: Είναι το άθροισμα του άμεσου κόστους δραστηριοτήτων και του κόστους των υλικών Cγ.  $Cκ = Cδ + Cγ$ .

§ *Συνολικό άμεσο κόστος κατασκευής Cσ*: Είναι το άθροισμα του άμεσου κόστους κατασκευής ανά άρθρο εργασίας, των γενικών εξόδων και του οφέλους του Αναδόχου του έργου. Στα Αναλυτικά τιμολόγια του Υπουργείου Δημοσίων Έργων χαρακτηρίζεται ως "Συνολική κατά τη μελέτη αξία του έργου".  $Cσ = Cκ + αCκ$ . Το ποσοστό γενικών εξόδων και οφέλους α είναι μεταβλητή τιμή ανάλογα με την πηγή χρηματοδότησεως. Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία το ποσοστό α ορίζεται σε 15% ή 18% ανάλογα με την πηγή προελεύσεως της πιστώσεως (αναγράφεται στη σύμβαση) ή και σε 28% για τις άλλες περιπτώσεις με ειδικές απαλλαγές. Στην τελευταία περίπτωση πρέπει να γίνεται ειδική μνεία στη σύμβαση. Το ποσοστό α κατανέμεται ως εξής στα γενικά έξοδα (ΓΕ) και όφελος

εργολάβου (ΟΕ):  $ΓΕ = 0,44α$ , και  $ΟΕ = 0,56^α$ . Η κατανομή αυτή αποτελεί ένδειξη και όχι συμβατική υποχρέωση.<sup>28</sup>

Το έμμεσο κόστος στα τεχνικά έργα διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

§ *Γενικά έξοδα εργοταξίου* (κόστος εργοταξιακής εγκατάστασης, κόστος προσωπικού εργοταξίου): Το κόστος του μηχανικού εξοπλισμού ως προς τις αποσβέσεις και τους τόκους των μηχανημάτων ή ενοίκια άνευ αμοιβών χειριστών, όταν αυτό δεν υπολογίζεται στο άμεσο κόστος των δραστηριοτήτων. Το κόστος συσκευασίας, εκφορτώσεως, μεταθέσεως, συναρμολογήσεως και εγκαταστάσεως των μηχανημάτων, Το κόστος μεταφοράς, όταν τα μηχανήματα απασχολούνται σε γενικές εργασίες μέσα στο εργοτάξιο. Όταν το μηχάνημα εξυπηρετεί ορισμένη δραστηριότητα είναι σκόπιμο το κόστος εγκαταστάσεως του να επιβαρύνει κατ' ευθείας την υπόψη δραστηριότητα. Το κόστος επισκευών κοινοχρήστων μηχανημάτων, επισκευές προ της αποστολής σε άλλο εργοτάξιο. Το κόστος για την εργοταξιακή διάταξη, δηλαδή το κόστος όλων των βοηθητικών μηχανημάτων κινητών και σταθερών ως και των κυρίων και βοηθητικών τμημάτων, τα οποία συντελούν στην εκτέλεση του έργου, λειτουργικά έξοδα ειδικών εγκαταστάσεων, τα οποία υπηρετούν γενικές ανάγκες του εργοταξίου, το κόστος δευτερευόντων υλικών, που δεν είναι δυνατό να κατανεμηθεί αμέσως στις επί μέρους θέσεις κόστους, γενικά έξοδα παραγωγής, δηλαδή αμοιβές υπαλλήλων, που εργάζονται μέσα στο εργοτάξιο, κόστος για την επεξεργασία ή μελέτη πρόσθετων ή

λεπτομερέστερων σχεδίων, κόστος υποχρεωτικής ασφαλίσεως εργοταξίου, κόστος οδοιπορικών εξόδων των υπαλλήλων, δευτερεύουσες αμοιβές, αναλώσιμα υλικά και εργαλεία, κόστος γραφείων διοικήσεως του εργοταξίου, κόστος νομίμων επιβαρύνσεων επί των μισθών και ημερομισθίων, όταν δεν υπολογίζεται στο άμεσο κόστος των δραστηριοτήτων, κόστος ειδικών προσθέτων αμοιβών επί των μισθών και ημερομισθίων, όπως αποζημιώσεις λύσεως συμβάσεων, διανυκτερεύσεις κλπ., διάφοροι τόκοι, έκτακτες επιβαρύνσεις, ιδιαίτερα γενικά έξοδα, ενοικίαση ή αγορά οικοπέδων, έξοδα απαλλοτριώσεων, ιδιωτικές ασφαλίσσεις και γενικά έξοδα, τα οποία εμφανίζονται σε ειδικές περιπτώσεις. Τα γενικά έξοδα του εργοταξίου κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 4 και 6% του αντιστοίχου προϋπολογισμού του έργου.

- § *Γενικά έξοδα επιχείρησης:* Στην κατηγορία των γενικών εξόδων της επιχειρήσεως ανήκουν οι αμοιβές των διοικητικών και τεχνικών υπαλλήλων των κεντρικών γραφείων της επιχείρησης, εκτός από το κόστος, το οποίο αναφέρεται αμέσως στο υπ' όψη εργοτάξιο, όπως π.χ. η επεξεργασία σχεδίων και προσφορών, το κόστος για την κίνηση των αυτοκινήτων, τα οποία εξυπηρετούν τα κεντρικά γραφεία, πρόσθετες γενικές επιβαρύνσεις προσωπικού της επιχείρησης, όπως π.χ. συντάξεις, εφ' άπαξ κλπ. παροχές, φόροι, τόκοι κεφαλαίων, ασφαλίσσεις, απόσβεση επίπλων και γενικώς μηχανημάτων κεντρικών γραφείων, λοιπά γενικά έξοδα επιχείρησης, ενοίκια, φωτισμός, θέρμανση, ταχυδρομικά τέλη, τέλεξ, τηλέφωνα κλπ., πλην των εξόδων, τα οποία αναφέρονται και



ήδη χρεώθηκαν στο υπόψη εργοτάξιο. Αν για τις υπόψη εργασίες χρησιμοποιείται υπερβολάβος, τότε το κόστος των υπηρεσιών του, συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων της Εταιρείας και του οφέλους, προστίθεται στις παραπάνω τιμές. Τα γενικά έξοδα της επιχειρήσεως κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 4 και 6% του κύκλου εργασιών.<sup>29</sup>

#### 2.5.2 Προβλεπόμενα κόστη

Τα απαιτούμενα προβλεπόμενα κόστη που απαιτείται να προσδιοριστούν για την επίλυση του δεδομένου προβλήματος, είναι για κάθε υποδραστηριότητα οι εξής:

- § Το άμεσο κόστος,
- § Το άμεσο κόστος επιτάχυνσης (crash cost),
- § Το συνολικό άμεσο κόστος,
- § Το συνολικό άμεσο κόστος επιτάχυνσης,

Αρχικά υπολογίζεται το *άμεσο κόστος*, το οποίο ισούται με: κόστος εργατικών + κόστος υλικών + κόστος ΙΚΑ + κόστος αμοιβών μηχανικών.

Το κόστος των εργατικών και το κόστος των υλικών, συνήθως υπολογίζεται ξεχωριστά στις περιπτώσεις των μεγάλων κατασκευαστικών και εργοληπτικών επιχειρήσεων. Σε περιπτώσεις όπου συμφωνείται οι

υπεργολάβοι που συνεργάζονται με τον ανάδοχο να προμηθεύουν και τα υλικά, τότε η εργασία και τα υλικά κοστολογούνται ενιαία. Στην παρούσα εργασία, το κόστος των εργατικών και το κόστος των υλικών συνυπολογίζονται, και το άθροισμα τους αποτελεί το κόστος δραστηριοτήτων.

*Το κόστος των δραστηριοτήτων* εκτιμάται με βάση την πιο συμφέρουσα προσφορά ανάμεσα σε αρκετές, συνυπολογίζοντας και τις εξαμηνιαίες τιμές ανά άρθρο εργασίας της τιμαριθμικής, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο 2.5.1. Εκφράζεται ως το γινόμενο της τιμής μονάδας κάθε υποδραστηριότητας επί τις αντίστοιχες ποσότητες που έχουν προγραμματιστεί να παραχθούν, σύμφωνα με τον πίνακα προμέτρησης που παρουσιάστηκε στο υποκεφάλαιο 2.4.2. (Πίνακας 2.3.). Το κόστος των δραστηριοτήτων, όπως αυτό προκύπτει για κάθε υποδραστηριότητα, παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.7. στην επόμενη σελίδα.

*Το κόστος ΙΚΑ* είναι το συνολικό κόστος για όλα τα απαιτούμενα ημερομίσθια, για κάθε εργασία που απαιτείται η καταβολή του στην αρμόδια υπηρεσία. Οι εργασίες αυτές ανήκουν στην κατηγορία μη εστεγασμένων επαγγελματιών και φαίνονται στον Πίνακα 2.8. Σημειώνεται ενδεικτικά, ότι το μέσο κόστος για κάθε ημερομισθίου είναι 45,80 ευρώ. Στον Πίνακα 2.8. σε επόμενη σελίδα παρουσιάζεται το κόστος ΙΚΑ για κάθε υποδραστηριότητα, όπου αυτό απαιτείται.

## Πίνακας 2.7. Κόστος Δραστηριοτήτων

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΓΕΝΙΚΑ ΕΠΙΜΕΝΑ ΕΞΟΔΑ	ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ
<b>Δ1</b>	<b>χλωματουργικά</b>	<b>6.320 €</b>	<b>379 €</b>	<b>569 €</b>	<b>7.268 €</b>
Y1.1	εκσκαφές ημβροχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	4.687 €	281 €	422 €	5.389 €
Y1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	884 €	53 €	80 €	1.016 €
Y1.3	εκσκαφές ημβροχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας	670 €	40 €	60 €	770 €
Y1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας	80 €	5 €	7 €	92 €
<b>Δ2</b>	<b>θμελίωση</b>	<b>19.620 €</b>	<b>1.177 €</b>	<b>1.766 €</b>	<b>22.563 €</b>
Y2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θμελίωσης	16.185 €	971 €	1.457 €	18.613 €
<b>Δ3</b>	<b>κατασκευή σκελετού</b>	<b>71.764 €</b>	<b>4.306 €</b>	<b>6.459 €</b>	<b>82.528 €</b>
Y3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	20.757 €	1.245 €	1.868 €	23.871 €
Y3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισόγειου	14.827 €	890 €	1.334 €	17.050 €
Y3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	11.861 €	712 €	1.068 €	13.640 €
Y3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	8.896 €	534 €	801 €	10.230 €
Y3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας	3.034 €	182 €	273 €	3.489 €
<b>Δ4</b>	<b>υδραυλικές εγκαταστάσεις</b>	<b>56.737 €</b>	<b>3.404 €</b>	<b>5.106 €</b>	<b>65.247 €</b>
Y4.1	ύδρευση κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y4.2	αποχέτευση κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y4.3	ύδρευση πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Y4.4	αποχέτευση πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
<b>Δ5</b>	<b>ηλεκτρικές εγκαταστάσεις</b>	<b>28.368 €</b>	<b>1.702 €</b>	<b>2.553 €</b>	<b>32.624 €</b>
Y5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y5.2	ηλεκτρικά πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
<b>Δ6</b>	<b>μηχανολογικές εγκαταστάσεις</b>	<b>14.331 €</b>	<b>860 €</b>	<b>1.290 €</b>	<b>16.481 €</b>
Y6.1	καυστήρας κατοικίας	6.516 €	391 €	586 €	7.493 €
Y6.2	ανεκμιστήρας κατοικίας	7.816 €	469 €	703 €	8.988 €
<b>Δ7</b>	<b>ταχυοποία</b>	<b>20.472 €</b>	<b>1.228 €</b>	<b>1.842 €</b>	<b>23.543 €</b>
Y7.1	ιμπατική πλυνθδομή	9.828 €	590 €	885 €	11.302 €
Y7.2	θρομική πλυνθδομή	5.148 €	309 €	463 €	5.920 €
<b>Δ8</b>	<b>μονώσεις</b>	<b>10.517 €</b>	<b>631 €</b>	<b>947 €</b>	<b>12.094 €</b>
Y8.1	μονώσεις κατοικίας	7.304 €	438 €	657 €	8.400 €
Y8.2	μονώσεις πισίνας	3.212 €	193 €	289 €	3.694 €
<b>Δ9</b>	<b>επιχρίσματα</b>	<b>27.275 €</b>	<b>1.637 €</b>	<b>2.455 €</b>	<b>31.366 €</b>
Y9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	14.888 €	893 €	1.340 €	17.121 €
Y9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	8.632 €	518 €	777 €	9.927 €
<b>Δ10</b>	<b>στέγη</b>	<b>8.316 €</b>	<b>499 €</b>	<b>748 €</b>	<b>9.563 €</b>
Y10.1	ξύλινος σκελετός	4.158 €	249 €	374 €	4.781 €
Y10.2	κεραμίδια κολυμβητά	4.158 €	249 €	374 €	4.781 €
<b>Δ11</b>	<b>τζάκι</b>	<b>2.631 €</b>	<b>158 €</b>	<b>237 €</b>	<b>3.026 €</b>
Y11.1	τζάκι	2.631 €	158 €	237 €	3.026 €
<b>Δ12</b>	<b>επενδύσεις τείχων</b>	<b>14.910 €</b>	<b>895 €</b>	<b>1.342 €</b>	<b>17.147 €</b>
Y12.1	πλακάκια κατοικίας	5.309 €	319 €	478 €	6.106 €
Y12.2	πέτρα	6.277 €	377 €	565 €	7.219 €
Y12.3	πλακάκια πισίνας	2.302 €	138 €	207 €	2.648 €
<b>Δ13</b>	<b>δάπεδα</b>	<b>39.504 €</b>	<b>2.370 €</b>	<b>3.555 €</b>	<b>45.430 €</b>
Y13.1	ξύλο	6.609 €	397 €	595 €	7.601 €
Y13.2	μάρμαρο	16.774 €	1.006 €	1.510 €	19.290 €
Y13.3	πλακάκια κατοικίας	4.736 €	284 €	426 €	5.447 €
Y13.4	πέτρα	7.862 €	472 €	708 €	9.042 €
Y13.5	πλακάκια πισίνας	926 €	56 €	83 €	1.064 €
<b>Δ14</b>	<b>κουφώματα - ντουλάπες</b>	<b>78.597 €</b>	<b>4.716 €</b>	<b>7.074 €</b>	<b>90.387 €</b>
Y14.1	εσωτερικά κουφώματα	8.980 €	539 €	808 €	10.327 €
Y14.2	εξωτερικά κουφώματα	47.003 €	2.820 €	4.230 €	54.053 €
Y14.3	ντουλάπες	22.614 €	1.357 €	2.035 €	26.006 €
<b>Δ15</b>	<b>κιγκλιδώματα - πέργκολες</b>	<b>14.755 €</b>	<b>885 €</b>	<b>1.328 €</b>	<b>16.968 €</b>
Y15.1	κιγκλιδώματα	9.155 €	549 €	824 €	10.528 €
Y15.2	πέργκολες	5.600 €	336 €	504 €	6.440 €
<b>Δ16</b>	<b>κουζίνες</b>	<b>16.955 €</b>	<b>1.017 €</b>	<b>1.526 €</b>	<b>19.498 €</b>
Y16.1	κουζίνες	16.955 €	1.017 €	1.526 €	19.498 €
<b>Δ17</b>	<b>είδη υγιεινής</b>	<b>16.305 €</b>	<b>978 €</b>	<b>1.467 €</b>	<b>18.750 €</b>
Y17.1	είδη υγιεινής	16.305 €	978 €	1.467 €	18.750 €
<b>Δ18</b>	<b>περιβάλλον χώρος</b>	<b>9.381 €</b>	<b>563 €</b>	<b>844 €</b>	<b>10.788 €</b>
Y18.1	περιβάλλον χώρος	9.381 €	563 €	844 €	10.788 €
<b>Δ19</b>	<b>χρωματισμοί</b>	<b>30.607 €</b>	<b>1.836 €</b>	<b>2.755 €</b>	<b>35.198 €</b>
Y19.1	υδροχρωματισμοί	16.598 €	996 €	1.494 €	19.088 €
Y19.2	πλαστικά	11.627 €	698 €	1.046 €	13.371 €
<b>0</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>487.364 €</b>	<b>29.242 €</b>	<b>43.863 €</b>	<b>560.469 €</b>

## Πίνακας 2.8. Άμεσο Κόστος

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΓΕΝΙΚΑ ΕΠΙΜΕΝΑ ΕΞΟΔΑ	ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ
Δ1	χωματουργικά	6.320€	379€	569€	7.268€
Υ1.1	εκσκαφές ημιβραχίονες με μηχανικά μέσα κατοικίας	4.687€	281€	422€	5.389€
Υ1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	884€	53€	80€	1.016€
Υ1.3	εκσκαφές ημιβραχίονες με μηχανικά μέσα ποιάνας	670€	40€	60€	770€
Υ1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα ποιάνας	80€	5€	7€	92€
Δ2	θεμελίωση	19.620€	1.177€	1.766€	22.563€
Υ2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης	16.185€	971€	1.457€	18.613€
Δ3	κατασκευή σκελετού	71.764€	4.306€	6.459€	82.528€
Υ3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	20.757€	1.245€	1.868€	23.871€
Υ3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισόγειου	14.827€	890€	1.334€	17.050€
Υ3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	11.861€	712€	1.068€	13.640€
Υ3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	8.896€	534€	801€	10.230€
Υ3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα ποιάνας	3.034€	182€	273€	3.489€
Δ4	υδραυλικές εγκαταστάσεις	56.737€	3.404€	5.106€	65.247€
Υ4.1	ύδρευση κατοικίας	24.476€	1.469€	2.203€	28.148€
Υ4.2	αποχέτευση κατοικίας	24.476€	1.469€	2.203€	28.148€
Υ4.3	ύδρευση ποιάνας	3.892€	234€	350€	4.476€
Υ4.4	αποχέτευση ποιάνας	3.892€	234€	350€	4.476€
Δ5	ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	28.368€	1.702€	2.553€	32.624€
Υ5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	24.476€	1.469€	2.203€	28.148€
Υ5.2	ηλεκτρικά ποιάνας	3.892€	234€	350€	4.476€
Δ6	μηχανολογικές εγκαταστάσεις	14.331€	860€	1.290€	16.481€
Υ6.1	καυστήρας κατοικίας	6.516€	391€	586€	7.493€
Υ6.2	ανεκυστήρας κατοικίας	7.816€	469€	703€	8.988€
Δ7	ταχυοπαία	20.472€	1.228€	1.842€	23.543€
Υ7.1	υποτική πλινθοδομή	9.828€	590€	885€	11.302€
Υ7.2	δρομική πλινθοδομή	5.148€	309€	463€	5.920€
Δ8	μονώσεις	10.517€	631€	947€	12.094€
Υ8.1	μονώσεις κατοικίας	7.304€	438€	657€	8.400€
Υ8.2	μονώσεις ποιάνας	3.212€	193€	289€	3.694€
Δ9	επιχρίσματα	27.275€	1.637€	2.455€	31.366€
Υ9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	14.888€	893€	1.340€	17.121€
Υ9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	8.632€	518€	777€	9.927€
Δ10	στέγη	8.316€	499€	748€	9.563€
Υ10.1	ξύλινος σκελετός	4.158€	249€	374€	4.781€
Υ10.2	κεραμίδια κολυμβητά	4.158€	249€	374€	4.781€
Δ11	τζάκι	2.631€	158€	237€	3.026€
Υ11.1	τζάκι	2.631€	158€	237€	3.026€
Δ12	επενδύσεις τοίχων	14.910€	895€	1.342€	17.147€
Υ12.1	πλακάκια κατοικίας	5.309€	319€	478€	6.106€
Υ12.2	πέτρα	6.277€	377€	565€	7.219€
Υ12.3	πλακάκια ποιάνας	2.302€	138€	207€	2.648€
Δ13	δάπεδα	39.504€	2.370€	3.555€	45.430€
Υ13.1	ξύλο	6.609€	397€	595€	7.601€
Υ13.2	μάρμαρο	16.774€	1.006€	1.510€	19.290€
Υ13.3	πλακάκια κατοικίας	4.736€	284€	426€	5.447€
Υ13.4	πέτρα	7.862€	472€	708€	9.042€
Υ13.5	πλακάκια ποιάνας	926€	56€	83€	1.064€
Δ14	κουφώματα - ντουλάπες	78.597€	4.716€	7.074€	90.387€
Υ14.1	εσωτερικά κουφώματα	8.980€	539€	808€	10.327€
Υ14.2	εξωτερικά κουφώματα	47.003€	2.820€	4.230€	54.053€
Υ14.3	ντουλάπες	22.614€	1.357€	2.035€	26.006€
Δ15	κιγκλιδώματα - πέργκολες	14.755€	885€	1.328€	16.968€
Υ15.1	κιγκλιδώματα	9.155€	549€	824€	10.528€
Υ15.2	πέργκολες	5.600€	336€	504€	6.440€
Δ16	κουζίνες	16.955€	1.017€	1.526€	19.498€
Υ16.1	κουζίνες	16.955€	1.017€	1.526€	19.498€
Δ17	είδη υγιεινής	16.305€	978€	1.467€	18.750€
Υ17.1	είδη υγιεινής	16.305€	978€	1.467€	18.750€
Δ18	περιβάλλον χώρος	9.381€	563€	844€	10.788€
Υ18.1	περιβάλλον χώρος	9.381€	563€	844€	10.788€
Δ19	χρωματισμοί	30.607€	1.836€	2.755€	35.198€
Υ19.1	υδροχρωματισμοί	16.598€	996€	1.494€	19.088€
Υ19.2	πλαστικά	11.627€	698€	1.046€	13.371€
0	ΣΥΝΟΛΟ	487.364€	29.242€	43.863€	560.469€

*Το κόστος των αμοιβών των επιβλεπόντων μηχανικών, προκύπτει από την ελάχιστη νόμιμη αμοιβή σύμφωνα με τις πολεοδομικές διατάξεις, και ανέρχεται στο ποσό των 7.420 ευρώ. Για να καταμεριστεί σωστά και αναλογικά σε όλες τις υποδραστηριότητες, υπολογίστηκε το κόστος μηχανικών ανά ημερομίσθιο (σύνολο αμοιβών προς σύνολο ημερομισθίων) και στη συνέχεια το πηλίκο αυτό πολλαπλασιάστηκε με τον αριθμό των απαιτούμενων ημερομισθίων ανά υποδραστηριότητα. Το καταμερισμένο κόστος των αμοιβών των επιβλεπόντων μηχανικών παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.8.*

Στον Πίνακα 2.8. συγκεντρωτικά, παρουσιάζεται το άμεσο κόστος για κάθε υποδραστηριότητα.

Στην συνέχεια υπολογίζεται το *συνολικό άμεσο κόστος*, το οποίο ισούται με: άμεσο κόστος + γενικά έξοδα + κέρδος αναδόχου.

Το ποσοστό γενικών εξόδων και οφέλους αναδόχου, είναι μεταβλητή τιμή και εξαρτάται από την πηγή χρηματοδότησης, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο 2.5.1. Στην προκειμένη περίπτωση έχει ληφθεί 15% του άμεσου κόστους. Το ποσοστό αυτό κατανέμεται κατά 40% στα γενικά έξοδα και κατά 60% στο κέρδος του αναδόχου.

Στον Πίνακα 2.9. στην επόμενη σελίδα παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές του συνολικού άμεσου κόστους ανά δραστηριότητα.

Πίνακας 2.9. Συνολικό Άμεσο Κόστος

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΆΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΓΕΝΙΚΑ ΕΠΙΜΕΝΑ ΕΞΟΔΑ	ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ
Δ1	χωματουργικά	6.320 €	379 €	569 €	7.268 €
Y1.1	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	4.687 €	281 €	422 €	5.389 €
Y1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	884 €	53 €	80 €	1.016 €
Y1.3	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα ποιάνας	670 €	40 €	60 €	770 €
Y1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα ποιάνας	80 €	5 €	7 €	92 €
Δ2	θεμελίωση	19.620 €	1.177 €	1.766 €	22.563 €
Y2.1	οπλισμένο ακυρόδεμα θεμελίωσης	16.185 €	971 €	1.457 €	18.613 €
Δ3	κατασκευή σκελετού	71.764 €	4.306 €	6.459 €	82.528 €
Y3.1	οπλισμένο ακυρόδεμα υπογείου	20.757 €	1.245 €	1.868 €	23.871 €
Y3.2	οπλισμένο ακυρόδεμα ισόγειου	14.827 €	890 €	1.334 €	17.050 €
Y3.3	οπλισμένο ακυρόδεμα α' ορόφου	11.861 €	712 €	1.068 €	13.640 €
Y3.4	οπλισμένο ακυρόδεμα β' ορόφου	8.896 €	534 €	801 €	10.230 €
Y3.5	οπλισμένο ακυρόδεμα ποιάνας	3.034 €	182 €	273 €	3.489 €
Δ4	υδραυλικές εγκαταστάσεις	56.737 €	3.404 €	5.106 €	65.247 €
Y4.1	ύδρευση κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y4.2	αποχέτευση κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y4.3	ύδρευση ποιάνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Y4.4	αποχέτευση ποιάνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Δ5	ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	28.368 €	1.702 €	2.553 €	32.624 €
Y5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y5.2	ηλεκτρικά ποιάνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Δ6	μηχανολογικές εγκαταστάσεις	14.331 €	860 €	1.290 €	16.481 €
Y6.1	καυστήρας κατοικίας	6.516 €	391 €	586 €	7.493 €
Y6.2	ανελκυστήρας κατοικίας	7.816 €	469 €	703 €	8.988 €
Δ7	τοιχοποιία	20.472 €	1.228 €	1.842 €	23.543 €
Y7.1	μπατική πλινθοδομή	9.828 €	590 €	885 €	11.302 €
Y7.2	δρομική πλινθοδομή	5.148 €	309 €	463 €	5.920 €
Δ8	μονώσεις	10.517 €	631 €	947 €	12.094 €
Y8.1	μονώσεις κατοικίας	7.304 €	438 €	657 €	8.400 €
Y8.2	μονώσεις ποιάνας	3.212 €	193 €	289 €	3.694 €
Δ9	επιχρίσματα	27.275 €	1.637 €	2.455 €	31.366 €
Y9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	14.888 €	893 €	1.340 €	17.121 €
Y9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	8.632 €	518 €	777 €	9.927 €
Δ10	στάγη	8.316 €	499 €	748 €	9.563 €
Y10.1	ξύλινος σκελετός	4.158 €	249 €	374 €	4.781 €
Y10.2	κεραμίδια κολυμβητά	4.158 €	249 €	374 €	4.781 €
Δ11	τζάκι	2.631 €	158 €	237 €	3.026 €
Y11.1	τζάκι	2.631 €	158 €	237 €	3.026 €
Δ12	επενδύσεις τοίχων	14.910 €	895 €	1.342 €	17.147 €
Y12.1	πλακάκια κατοικίας	5.309 €	319 €	478 €	6.106 €
Y12.2	πέτρα	6.277 €	377 €	565 €	7.219 €
Y12.3	πλακάκια ποιάνας	2.302 €	138 €	207 €	2.648 €
Δ13	δάπεδα	39.504 €	2.370 €	3.555 €	45.430 €
Y13.1	ξύλο	6.609 €	397 €	595 €	7.601 €
Y13.2	μάρμαρο	16.774 €	1.006 €	1.510 €	19.290 €
Y13.3	πλακάκι κατοικίας	4.736 €	284 €	426 €	5.447 €
Y13.4	πέτρα	7.862 €	472 €	708 €	9.042 €
Y13.5	πλακάκι ποιάνας	926 €	56 €	83 €	1.064 €
Δ14	κουφώματα - ντουλάπες	78.597 €	4.716 €	7.074 €	90.387 €
Y14.1	εσωτερικά κουφώματα	8.980 €	539 €	808 €	10.327 €
Y14.2	εξωτερικά κουφώματα	47.003 €	2.820 €	4.230 €	54.053 €
Y14.3	ντουλάπες	22.614 €	1.357 €	2.035 €	26.006 €
Δ15	κιγκλιδώματα - πέργκολες	14.755 €	885 €	1.328 €	16.968 €
Y15.1	κιγκλιδώματα	9.155 €	549 €	824 €	10.528 €
Y15.2	πέργκολες	5.600 €	336 €	504 €	6.440 €
Δ16	κουζίνες	16.955 €	1.017 €	1.526 €	19.498 €
Y16.1	κουζίνες	16.955 €	1.017 €	1.526 €	19.498 €
Δ17	είδη υγιεινής	16.305 €	978 €	1.467 €	18.750 €
Y17.1	είδη υγιεινής	16.305 €	978 €	1.467 €	18.750 €
Δ18	περιβάλλον χώρος	9.381 €	563 €	844 €	10.788 €
Y18.1	περιβάλλον χώρος	9.381 €	563 €	844 €	10.788 €
Δ19	χρωματισμοί	30.607 €	1.836 €	2.755 €	35.198 €
Y19.1	υδροχρωματισμοί	16.598 €	996 €	1.494 €	19.088 €
Y19.2	πλαστικά	11.627 €	698 €	1.046 €	13.371 €
0	ΣΥΝΟΛΟ	487.364 €	29.242 €	43.863 €	560.469 €

Στην συνέχεια υπολογίζεται το *άμεσο κόστος επιτάχυνσης*, το οποίο ισούται με: επιταχυνόμενο κόστος δραστηριοτήτων + κόστος ΙΚΑ + κόστος αμοιβών μηχανικών. Στην επιτάχυνση έγινε αναφορά στα υποκεφάλαια 2.4.2. και ακολουθεί εκτενέστερη στο 3.1.1.

Υπενθυμίζεται ότι κατά την διαδικασία επιτάχυνσης, μειώνεται η πιθανή διάρκεια κάθε δραστηριότητας και αυξάνεται το άμεσο κόστος κατασκευής μόνο και όχι το έμμεσο (υποκεφάλαιο 2.5.2.).

Το *επιταχυνόμενο κόστος δραστηριοτήτων*, όταν η πιθανή διάρκεια μειώνεται κατά 20%, αυξάνεται αλλά επειδή δεν αυξάνεται γραμμικά σε σχέση με την μείωση του χρόνου, θεωρείται ότι αυξάνεται κατά 30% περίπου.

Το *κόστος των αμοιβών των επιβλεπόντων μηχανικών* παραμένει αμετάβλητο, καθότι η αμοιβή του μηχανικού είναι δεδομένη και ανεξάρτητη από τον χρόνο απασχόλησής του.

Το *κόστος ΙΚΑ* παραμένει αμετάβλητο, αφενός γιατί δεν αυξάνονται τα ημερομίσθια (η διάρκεια μειώνεται) και αφετέρου γιατί υπάρχει κατώτερο όριο στον αριθμό ημερομισθίων ανά εργασία που επιβάλλονται να πληρωθούν ανεξάρτητα από την πραγματοποιούμενη διάρκεια.

Στον Πίνακα 2.10 στην επόμενη σελίδα, παρουσιάζονται οι τιμές του επιταχυνόμενου κόστους δραστηριοτήτων και του άμεσου επιταχυνόμενου κόστους ανά δραστηριότητα.

## Πίνακας 2.10. Άμεσο Κόστος Επιτάχυνσης

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΓΕΝΙΚΑ ΕΠΙΜΕΝΑ ΕΞΟΔΑ	ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ
Δ1	χωματουργικά	6.320 €	379 €	569 €	7.268 €
Y1.1	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	4.687 €	281 €	422 €	5.389 €
Y1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	884 €	53 €	80 €	1.016 €
Y1.3	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας	670 €	40 €	60 €	770 €
Y1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας	80 €	5 €	7 €	92 €
Δ2	θεμελίωση	19.620 €	1.177 €	1.766 €	22.563 €
Y2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης	16.185 €	971 €	1.457 €	18.613 €
Δ3	κατασκευή σκελετού	71.764 €	4.306 €	6.459 €	82.528 €
Y3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	20.757 €	1.245 €	1.868 €	23.871 €
Y3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισόγειου	14.827 €	890 €	1.334 €	17.050 €
Y3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	11.861 €	712 €	1.068 €	13.640 €
Y3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	8.896 €	534 €	801 €	10.230 €
Y3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας	3.034 €	182 €	273 €	3.489 €
Δ4	υδραυλικές εγκαταστάσεις	56.737 €	3.404 €	5.106 €	65.247 €
Y4.1	ύδρευση κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y4.2	αποχέτευση κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y4.3	ύδρευση πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Y4.4	αποχέτευση πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Δ5	ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	28.368 €	1.702 €	2.553 €	32.624 €
Y5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y5.2	ηλεκτρικά πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Δ6	μηχανολογικές εγκαταστάσεις	14.331 €	860 €	1.290 €	16.481 €
Y6.1	καυστήρας κατοικίας	6.516 €	391 €	586 €	7.493 €
Y6.2	ανεκυστήρας κατοικίας	7.816 €	469 €	703 €	8.988 €
Δ7	τοιχοποιία	20.472 €	1.228 €	1.842 €	23.543 €
Y7.1	μπατική πλινθοδομή	9.828 €	590 €	885 €	11.302 €
Y7.2	θρομική πλινθοδομή	5.148 €	309 €	463 €	5.920 €
Δ8	μονώσεις	10.517 €	631 €	947 €	12.094 €
Y8.1	μονώσεις κατοικίας	7.304 €	438 €	657 €	8.400 €
Y8.2	μονώσεις πισίνας	3.212 €	193 €	289 €	3.694 €
Δ9	επιχρίσματα	27.275 €	1.637 €	2.455 €	31.366 €
Y9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	14.888 €	893 €	1.340 €	17.121 €
Y9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	8.632 €	518 €	777 €	9.927 €
Δ10	στέγη	8.316 €	499 €	748 €	9.563 €
Y10.1	ξύλινος σκελετός	4.158 €	249 €	374 €	4.781 €
Y10.2	κεραμίδια κολυμβητά	4.158 €	249 €	374 €	4.781 €
Δ11	τζάκι	2.631 €	158 €	237 €	3.026 €
Y11.1	τζάκι	2.631 €	158 €	237 €	3.026 €
Δ12	επενδύσεις τοίχων	14.910 €	895 €	1.342 €	17.147 €
Y12.1	πλακάκια κατοικίας	5.309 €	319 €	478 €	6.106 €
Y12.2	πέτρα	6.277 €	377 €	565 €	7.219 €
Y12.3	πλακάκια πισίνας	2.302 €	138 €	207 €	2.648 €
Δ13	δάπεδα	39.504 €	2.370 €	3.555 €	45.430 €
Y13.1	ξύλο	6.609 €	397 €	595 €	7.601 €
Y13.2	μάρμαρο	16.774 €	1.006 €	1.510 €	19.290 €
Y13.3	πλακάκια κατοικίας	4.736 €	284 €	426 €	5.447 €
Y13.4	πέτρα	7.862 €	472 €	708 €	9.042 €
Y13.5	πλακάκια πισίνας	926 €	56 €	83 €	1.064 €
Δ14	κουφώματα - ντουλάπες	78.597 €	4.716 €	7.074 €	90.387 €
Y14.1	εσωτερικά κουφώματα	8.980 €	539 €	808 €	10.327 €
Y14.2	εξωτερικά κουφώματα	47.003 €	2.820 €	4.230 €	54.053 €
Y14.3	ντουλάπες	22.614 €	1.357 €	2.035 €	26.006 €
Δ15	κιγκλιδώματα - πέργκολες	14.755 €	885 €	1.328 €	16.968 €
Y15.1	κιγκλιδώματα	9.155 €	549 €	824 €	10.528 €
Y15.2	πέργκολες	5.600 €	336 €	504 €	6.440 €
Δ16	κουζίνες	16.955 €	1.017 €	1.526 €	19.498 €
Y16.1	κουζίνες	16.955 €	1.017 €	1.526 €	19.498 €
Δ17	είδη υγιεινής	16.305 €	978 €	1.467 €	18.750 €
Y17.1	είδη υγιεινής	16.305 €	978 €	1.467 €	18.750 €
Δ18	περιβάλλον χώρος	9.381 €	563 €	844 €	10.788 €
Y18.1	περιβάλλον χώρος	9.381 €	563 €	844 €	10.788 €
Δ19	χρωματισμοί	30.607 €	1.836 €	2.755 €	35.198 €
Y19.1	υδροχρωματισμοί	16.598 €	996 €	1.494 €	19.088 €
Y19.2	πλαστικά	11.627 €	698 €	1.046 €	13.371 €
0	ΣΥΝΟΛΟ	487.364 €	29.242 €	43.863 €	560.469 €



Πίνακας 2.11. Συνολικό Άμεσο Κόστος Επιτάχυνσης

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΓΕΝΙΚΑ ΕΠΙΜΕΝΑ ΕΞΟΔΑ	ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΜΕΣΟ ΕΠΙΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ
Δ1	χωματουργικά	6.320 €	379 €	569 €	7.268 €
Y1.1	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	4.687 €	281 €	422 €	5.389 €
Y1.2	επιχώσεις με μηχανικά μέσα κατοικίας	884 €	53 €	80 €	1.016 €
Y1.3	εκακαφές ημιβραχώδεις με μηχανικά μέσα πισίνας	670 €	40 €	60 €	770 €
Y1.4	επιχώσεις με μηχανικά μέσα πισίνας	80 €	5 €	7 €	92 €
Δ2	θεμελίωση	19.620 €	1.177 €	1.766 €	22.563 €
Y2.1	οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης	16.185 €	971 €	1.457 €	18.613 €
Δ3	κατασκευή σκελετού	71.764 €	4.306 €	6.459 €	82.528 €
Y3.1	οπλισμένο σκυρόδεμα υπογείου	20.757 €	1.245 €	1.868 €	23.871 €
Y3.2	οπλισμένο σκυρόδεμα ισόγειου	14.827 €	890 €	1.334 €	17.050 €
Y3.3	οπλισμένο σκυρόδεμα α' ορόφου	11.861 €	712 €	1.068 €	13.640 €
Y3.4	οπλισμένο σκυρόδεμα β' ορόφου	8.896 €	534 €	801 €	10.230 €
Y3.5	οπλισμένο σκυρόδεμα πισίνας	3.034 €	182 €	273 €	3.489 €
Δ4	υδραυλικές εγκαταστάσεις	56.737 €	3.404 €	5.106 €	65.247 €
Y4.1	ύδρευση κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y4.2	αποχέτευση κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y4.3	ύδρευση πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Y4.4	αποχέτευση πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Δ5	ηλεκτρικές εγκαταστάσεις	28.368 €	1.702 €	2.553 €	32.624 €
Y5.1	ηλεκτρικά κατοικίας	24.476 €	1.469 €	2.203 €	28.148 €
Y5.2	ηλεκτρικά πισίνας	3.892 €	234 €	350 €	4.476 €
Δ6	μηχανολογικές εγκαταστάσεις	14.331 €	860 €	1.290 €	16.481 €
Y6.1	καυστήρας κατοικίας	6.516 €	391 €	586 €	7.493 €
Y6.2	ανεκυστήρας κατοικίας	7.816 €	469 €	703 €	8.988 €
Δ7	τοιχοποιία	20.472 €	1.228 €	1.842 €	23.543 €
Y7.1	μπατική πλινθοδομή	9.828 €	590 €	885 €	11.302 €
Y7.2	θρομική πλινθοδομή	5.148 €	309 €	463 €	5.920 €
Δ8	μονώσεις	10.517 €	631 €	947 €	12.094 €
Y8.1	μονώσεις κατοικίας	7.304 €	438 €	657 €	8.400 €
Y8.2	μονώσεις πισίνας	3.212 €	193 €	289 €	3.694 €
Δ9	επιχρίσματα	27.275 €	1.637 €	2.455 €	31.366 €
Y9.1	εσωτερικά επιχρίσματα	14.888 €	893 €	1.340 €	17.121 €
Y9.2	εξωτερικά επιχρίσματα	8.632 €	518 €	777 €	9.927 €
Δ10	στέγη	8.316 €	499 €	748 €	9.563 €
Y10.1	ξύλινος σκελετός	4.158 €	249 €	374 €	4.781 €
Y10.2	κεραμίδια κολυμβητά	4.158 €	249 €	374 €	4.781 €
Δ11	τζάκι	2.631 €	158 €	237 €	3.026 €
Y11.1	τζάκι	2.631 €	158 €	237 €	3.026 €
Δ12	επενδύσεις τοίχων	14.910 €	895 €	1.342 €	17.147 €
Y12.1	πλακάκια κατοικίας	5.309 €	319 €	478 €	6.106 €
Y12.2	πέτρα	6.277 €	377 €	565 €	7.219 €
Y12.3	πλακάκια πισίνας	2.302 €	138 €	207 €	2.648 €
Δ13	δάπεδα	39.504 €	2.370 €	3.555 €	45.430 €
Y13.1	ξύλο	6.609 €	397 €	595 €	7.601 €
Y13.2	μάρμαρο	16.774 €	1.006 €	1.510 €	19.290 €
Y13.3	πλακάκια κατοικίας	4.736 €	284 €	426 €	5.447 €
Y13.4	πέτρα	7.862 €	472 €	708 €	9.042 €
Y13.5	πλακάκια πισίνας	926 €	56 €	83 €	1.064 €
Δ14	κουφώματα - ντουλάπες	78.597 €	4.716 €	7.074 €	90.387 €
Y14.1	εσωτερικά κουφώματα	8.980 €	539 €	808 €	10.327 €
Y14.2	εξωτερικά κουφώματα	47.003 €	2.820 €	4.230 €	54.053 €
Y14.3	ντουλάπες	22.614 €	1.357 €	2.035 €	26.006 €
Δ15	κιγκλιδώματα - πέργκολες	14.755 €	885 €	1.328 €	16.968 €
Y15.1	κιγκλιδώματα	9.155 €	549 €	824 €	10.528 €
Y15.2	πέργκολες	5.600 €	336 €	504 €	6.440 €
Δ16	κουζίνες	16.955 €	1.017 €	1.526 €	19.498 €
Y16.1	κουζίνες	16.955 €	1.017 €	1.526 €	19.498 €
Δ17	είδη υγιεινής	16.305 €	978 €	1.467 €	18.750 €
Y17.1	είδη υγιεινής	16.305 €	978 €	1.467 €	18.750 €
Δ18	περιβάλλον χώρος	9.381 €	563 €	844 €	10.788 €
Y18.1	περιβάλλον χώρος	9.381 €	563 €	844 €	10.788 €
Δ19	χρωματισμοί	30.607 €	1.836 €	2.755 €	35.198 €
Y19.1	υδροχρωματισμοί	16.598 €	996 €	1.494 €	19.088 €
Y19.2	πλαστικά	11.627 €	698 €	1.046 €	13.371 €
0	ΣΥΝΟΛΟ	487.364 €	29.242 €	43.863 €	560.469 €

Το *συνολικό άμεσο επιταχυνόμενο κόστος* ισούται με: άμεσο επιταχυνόμενο κόστος + γενικά επιταχυνόμενα έξοδα + επιταχυνόμενο κέρδος αναδόχου.

Εφόσον τόσο τα γενικά έξοδα όσο και το κέρδος αναδόχου αποτελούν ποσοστό του άμεσου κόστους, τα *γενικά επιταχυνόμενα έξοδα* και το *επιταχυνόμενο κέρδος αναδόχου* αυξάνονται.

Στον Πίνακα 2.11. στην προηγούμενη σελίδα, παρουσιάζονται οι τιμές των γενικών επιταχυνόμενων εξόδων, του επιταχυνόμενου κέρδους και του συνολικού άμεσου επιταχυνόμενο κόστους ανά δραστηριότητα.

Τα κόστη που υπολογίστηκαν στο υποκεφάλαιο αυτό θα χρησιμοποιηθούν στην επίλυση του δικτυωτού γραφήματος με την μέθοδο PERT/CPM για την προσέγγιση των κρίσιμων υποδραστηριοτήτων και της αναμενόμενης διάρκειας του κατασκευαστικού έργου. Η επίλυση αυτή παρουσιάζεται λεπτομερώς στο επόμενο κεφάλαιο 3.

---

<sup>1</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1992, σελ.19-σελ..20

<sup>2</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα,1999, σελ.1-2

<sup>3</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-10-σελ.1-14

<sup>4</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.2-σελ.4

<sup>5</sup> Π.Στόκος, Εγχειρίδιο Κατασκευαστή, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2005, σελ.103-σελ.104

- 
- <sup>6</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.125
- <sup>7</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.105- σελ.106
- <sup>8</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.4-1-σελ.4-2
- <sup>9</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.78
- <sup>10</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.4-11
- <sup>11</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.74
- <sup>12</sup> Α.Λιβιεράτος, Οργάνωση Εργοταξίου και Κόστος Κατασκευών, Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, σελ.56
- <sup>13</sup> Κ.Ρ.Αναγνωστοπούλου, Ν.Γιατσός & Α.Βαβάτσικος, "Final Contractor Selection Using a Multicriteria Methodology", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. Α4-3
- <sup>14</sup> Α.Ιουδής & Α.Σισκίνα, "Multiple Criteria Evaluation of Competitive Abilities of the Construction Companies", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. Α4-7
- <sup>15</sup> Χ.Εφραιμίδης, Δομικές Μηχανές, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1998, σελ.9
- <sup>16</sup> W.Mincks & H.Johnston, Construction Jobsite Management, Delmar Publishers, 2000, κεφ.5
- <sup>17</sup> Η.Ρυλνερ, Κόστος Κατασκευής και Προϋπολογισμός, Εκδόσεις Φούντα, 1994, κεφ.18
- <sup>18</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.215-σελ.217
- <sup>19</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.84-σελ.86
- <sup>20</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.111
- <sup>21</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.104- σελ.105
- <sup>22</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.261-σελ.265
- <sup>23</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.31- σελ.32
- <sup>24</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.38
- <sup>25</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.292-σελ.293

---

<sup>26</sup> L.Bevanda & M.Juriscic, "Civil Engineering Pricing-Basis of Construction Design Quality Management", Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Mechanical Engineering "UPS 2001", June 2001, σελ.69

<sup>27</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.41

<sup>28</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.266

<sup>29</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.290-σελ.291

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Οι ποσοτικές μέθοδοι λήψεως αποφάσεων, οι οποίες συνθέτουν το περιεχόμενο της οργανώσεως και διοικήσεως των τεχνικών έργων, είναι η Λειτουργική Ανάλυση, η Ανάλυση του Κόστους κατασκευής, ο Οικονομικός και Χρονικός Προγραμματισμός, ο Έλεγχος του Κόστους σε συνδυασμό με την εφαρμογή μεθόδων Πληροφορικής, οι Μέθοδοι Βελτιστοποιήσεως, η Αξιοπιστία των μέσων παραγωγής και ο Ποιοτικός Έλεγχος. Οι ποσοτικές μέθοδοι παρέχουν με κατάλληλη θεώρηση μαθηματικά υποδείγματα για τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων στο στάδιο του σχεδιασμού, τα οποία οδηγούν στη βελτιστοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών. Η εφαρμογή των μεθόδων αυτών απαιτεί γνώση της θεωρίας για τη σύνθεση των μαθηματικών υποδειγμάτων και τον προσδιορισμό του κατάλληλου αλγορίθμου επιλύσεως, αλλά και εμπειρίας για τη χρησιμοποίηση αντικειμενικών παραμέτρων, οι οποίες θα οδηγήσουν σε αξιόπιστα συμπεράσματα.

Οι σημερινές απαιτήσεις παραγωγής, στενότητας μέσων και ανταγωνισμού επιβάλλουν την εφαρμογή των ποσοτικών μεθόδων οργανώσεως. Η εφαρμογή τους πρέπει να γίνεται σε όλο το κύκλωμα, που συμμετέχει στην παραγωγή του έργου, δηλαδή από το επίπεδο του κυβερνητικού προγραμματισμού μέχρι τις τελευταίες θέσεις παραγωγής. Οι ποσοτικές μέθοδοι οδηγούν τον υπεύθυνο φορέα ή την επιχείρηση με μεγαλύτερη

ασφάλεια και αντικειμενικότητα στους στόχους της, που είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής, η βελτιστοποίηση του χρόνου και η ποιότητα κατασκευής σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Η επιτυχία των στόχων αυτών επηρεάζει θετικά την παραγωγικότητα με όλες τις ευεργετικές επιπτώσεις πάνω στην οικονομική πορεία της επιχείρησης, αλλά και πάνω στο κοινωνικό σύνολο (μείωση του πληθωρισμού και της ανεργίας), το οποίο η επιχείρηση είναι υποχρεωμένη να υπηρετεί.<sup>1</sup>

Τα πρώτα συστήματα χρονικού προγραμματισμού με την μέθοδο των δικτυωτών γραφημάτων εμφανίστηκαν τον Ιούλιο του 1957 στις Ηνωμένες Πολιτείες με τις ονομασίες CPM (Critical Path Method) και PERT (Program Evaluation and Review Technique). Τα πρώτα αναπτύχθηκαν από τον Du Pont με σκοπό να προγραμματίσει το προσωρινό κλείσιμο για συντήρηση κάποιων χημικών εργοστασίων, και χρησιμοποιήθηκαν από τις Εταιρείες Du Pont de Nemvours and Co Remington το 1957 και τα δεύτερα από την Εταιρεία Lockheed μετά από εντολή του Αμερικανικού Ναυτικού για την κατασκευή των συστημάτων ελέγχου των πυραύλων Polaris. Με την εφαρμογή της μεθόδου PERT ο χρόνος κατασκευής μειώθηκε κατά 2 χρόνια. Στη συνέχεια εξελίχθηκαν διάφορα συστήματα, ανάλογα με τις ιδιομορφίες της παραγωγής.<sup>2</sup>

Στον τομέα των κατασκευών οι πρώτες επιτυχείς εφαρμογές τοποθετούνται στις αρχές της έκτης δεκαετίας σε συνδυασμό με τους πρώτους ηλεκτρονικούς υπολογιστές της εποχής. Από την εποχή εκείνη εξελίχθηκαν διάφορα αξιόλογα και εύχρηστα συστήματα προγραμματισμού και διοίκησης

των κατασκευών. Η εισαγωγή των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών στην Οργάνωση των Τεχνικών Έργων έδωσε μία νέα ώθηση στην εφαρμογή μεθόδων προγραμματισμού και στη διεύρυνση των δυνατοτήτων που παρέχουν για την βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής και στην επιτυχία των στόχων της Οργανώσεως.<sup>3</sup>

Η ανάπτυξη που ακολουθεί, έχει σκοπό να παρουσιάσει τις ποσοτικές μεθόδους βελτιστοποίησης των παραγωγικών διαδικασιών και την εφαρμογή τους στα τεχνικά έργα.

### 3.1 Μέθοδος Κρίσιμων Διαδρομών (CPM)

#### 3.1.1 Γενικά

Στα προβλήματα χρονικού προγραμματισμού εργασιών (PERT, CPM) είναι δεδομένη η χρονική σειρά εκτελέσεως αλληλοεξαρτώμενων επί μέρους εργασιών ενός έργου και ο αντικειμενικός σκοπός είναι να βρεθούν οι κρίσιμες εκείνες εργασίες, που ρυθμίζουν τον ολικό χρόνο εκτελέσεως του έργου και να προσδιορισθούν τα μέσα τα οποία θα απαιτηθούν για την επιτάχυνση των εργασιών αυτών (κρίσιμων), έτσι ώστε να επιτευχθεί η αποπεράτωση του όλου έργου κατά την επιθυμητή ημερομηνία με το μικρότερο δυνατό κόστος. Αυτά μπορούν να ονομασθούν προβλήματα

συντονισμού ή χρονικού προγραμματισμού, αλλά πολλές φορές αναφέρονται με τα ονόματα των τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την επίλυση τους, δηλαδή σαν προβλήματα PERT/CPM. Η πρώτη από τις παραπάνω τεχνικές λαμβάνει υπόψη την αβεβαιότητα των χρόνων εκτελέσεως των επί μέρους εργασιών, αλλά δεν επιτελεί απ' ευθείας έλεγχο πάνω στους χρόνους αυτούς με την κατανομή των μέσων στις επί μέρους εργασίες. Η δεύτερη τον επιτελεί, αλλά με καθορισμένο χρόνο εκτελέσεως κάθε εργασίας, όπως θα δούμε στο επόμενο υποκεφάλαιο.<sup>4</sup>

Ο Χρονικός Προγραμματισμός με τη μέθοδο των δικτυωτών γραφημάτων είναι η απεικόνιση των διαδικασιών παραγωγής ενός τεχνικού έργου σε κατάλληλο μαθηματικό υπόδειγμα, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα μελέτης και έρευνας όλων των εργασιών και παραμέτρων, οι οποίες επηρεάζουν την εκτέλεση του έργου στη φάση του σχεδιασμού, με στόχο την επιλογή της βέλτιστης μεθόδου παραγωγής και, στη φάση της κατασκευής, την εφαρμογή αποδοτικής εποπτείας και ελέγχου της προόδου του έργου. Και οι δύο αυτές φάσεις προγραμματισμού και ελέγχου του τεχνικού έργου συμβάλουν αποφασιστικά στην αύξηση της παραγωγικότητας στον τομέα των κατασκευών. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία του χρονικού προγραμματισμού είναι η εισαγωγή στον αλγόριθμο υπολογισμού αξιόπιστων χρονικών και οικονομικών στοιχείων και η συνεχής κυκλοφορία και ανάδραση των πληροφοριών κατά τη διάρκεια της κατασκευής του έργου. Η μέθοδος απεικονίσεως των κατασκευαστικών διαδικασιών ενός τεχνικού έργου ή γενικά μιας κατασκευής σε μαθηματικό υπόδειγμα βασίζεται στα γραφήματα, τα οποία διακρίνονται στα ευθύγραμμα και στα



δικτυωτά. Τα *δικτυωτά γραφήματα*, αντίθετα προς τα ευθύγραμμα, εισάγουν στον προγραμματισμό τη μαθηματική θεώρηση (αντί της γραφικής παραστάσεως) και δίνουν ποσοτικά στοιχεία για την διάρκεια του έργου η των διαφόρων φάσεων, που το συνθέτουν, για την προγραμματισμένη διάθεση των μέσων παραγωγής με δυνατότητες βελτιστοποίησης του αριθμού των μέσων, για την συνάρτηση του αμέσου κόστους από το χρόνο κατασκευής, όπως επίσης για την καμπύλη ροής έργου ως συνάρτηση του κόστους η των απαιτούμενων ανθρωποωρών από το χρόνο. Οι συναρτήσεις αυτές μεταφράζονται σε χρήσιμες εποπτικές παραστάσεις (εξαρτημένο ευθύγραμμο πρόγραμμα κατασκευών, τυπική καμπύλη οικονομικής ροής  $S$ , ιστογράμματα κατανομής των μέσων παραγωγής, καμπύλες αμέσου κόστους και συνολικού κόστους - χρόνου). Η συμβολή των δικτυωτών γραφημάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική στη φάση κατασκευής του έργου με την παροχή χρήσιμων πληροφοριών για την πρόοδο του έργου σε όλα τα επίπεδα αναλύσεως.

Η ελάχιστη χρονική διάρκεια του έργου, η οποία είναι ίση με το μέγιστο επιτρεπόμενο χρόνο κατασκευής, ορίζεται από την *κρίσιμη διαδρομή*, την οποία συνθέτουν οι κρίσιμες δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες αυτές έχουν μηδενικό χρονικό περιθώριο. Αυτό σημαίνει, ότι κάθε καθυστέρηση στην πραγματοποίησή τους προκαλεί καθυστέρηση στο χρόνο εκτελέσεως του έργου. Η μέθοδος των δικτυωτών γραφημάτων δίνει τα χρονικά περιθώρια των δραστηριοτήτων και στοιχεία για την επιτάχυνση του έργου κατά τη διάρκεια της κατασκευής, όταν διαπιστωθεί καθυστέρηση, στην ελάχιστη δυνατή πρόσθετη δαπάνη.<sup>5</sup>

Με εκκίνηση την έναρξη του προγραμματισμού των δραστηριοτήτων ενός έργου (π.χ. Υπογραφή Σύμβασης) και πέρας το τέλος του (π.χ. Παράδοση έργου), υπάρχει μια αλληλουχία ενδιάμεσων δραστηριοτήτων οι οποίες έχουν ταυτόσημη νωρίτερη και βραδύτερη έναρξη, όπως επίσης νωρίτερο και βραδύτερο πέρας, ουσιαστικά δηλαδή δεν διαθέτουν περιθώρια χρόνου. Η αλληλουχία αυτών των δραστηριοτήτων, χωρίς περιθώρια χρόνου, αποτελεί την καλούμενη «κρίσιμη διαδρομή». Σε συνάρτηση με τη μορφή του προγραμματισμού και το πλήθος των δραστηριοτήτων που αναλύονται, εμφανίζεται η περίπτωση η έναρξη ή αντίστοιχα το πέρας εκτέλεσης μιας δραστηριότητας να ευρίσκεται στην κρίσιμη διαδρομή, ανεξάρτητα εάν η δραστηριότητα αυτή καθαυτή δεν είναι κρίσιμη.<sup>6</sup>

Τα κατά βέλη προσανατολισμένα γραφήματα διακρίνονται σε ανοικτά και κλειστά δικτυωτά γραφήματα. Τα ανοικτά γραφήματα έχουν ένα κόμβο αρχής η ένα κόμβο πέρατος. Τα κλειστά γραφήματα έχουν ένα μόνο κόμβο αρχής (γεγονός ενάρξεως) και ένα μόνο κόμβο πέρατος (γεγονός πέρατος). Στο χρονικό προγραμματισμό των κατασκευών χρησιμοποιούνται κατά κανόνα τα κλειστά γραφήματα με κατεύθυνση πάντοτε αριστερά-δεξιά. Η αρχή και το τέλος της δραστηριότητας ορίζουν αντίστοιχα τα γεγονότα αρχής και πέρατος. Το βέλος της δραστηριότητας έχει πάντοτε κατεύθυνση αριστερά-δεξιά. Χαρακτηρίζεται από μία χρονική διάρκεια αλλά δεν σχεδιάζεται υπό κλίμακα. Όταν η δραστηριότητα έχει μηδενική διάρκεια και μηδενικό κόστος, τότε χαρακτηρίζεται ως πλασματική δραστηριότητα (dummy) και σχεδιάζεται με διακεκομμένη γραμμή. Η πλασματική δραστηριότητα χρησιμεύει για την σύνδεση δραστηριοτήτων με σχέση

αλληλουχίας. Κάθε δραστηριότητα συνδυάζεται μέσα στο γράφημα με άλλες, με τις οποίες μπορεί να εκτελείται παράλληλα (συγχρόνως), να διατάσσεται στη σειρά (η μία μετά την άλλη), να προηγείται ή να έπεται. Η αρχή και το πέρας της δραστηριότητας, που αντιπροσωπεύουν τα γεγονότα ενάρξεως και πέρατος, σχεδιάζονται με μικρούς κύκλους ή με ορθογώνια, τα οποία υποδιαιρούνται σε τέσσερα πεδία. Μέσα στα πεδία αναγράφονται τα στοιχεία των γεγονότων. Μεταξύ δύο διαδοχικών γεγονότων υπάρχει μόνο μία δραστηριότητα. Ο αριθμός αρχής και ο αριθμός πέρατος των γεγονότων ορίζουν μονοσήμαντα τη δραστηριότητα. Τα γεγονότα, τα οποία έχουν χρονικό περιθώριο μηδέν ορίζουν την κρίσιμη διαδρομή. Αυτό σημαίνει, ότι τα χρονικά στοιχεία τους πρέπει να τηρηθούν. Σε διαφορετική περίπτωση θα αλλοιωθεί η τελική διάρκεια του έργου. Για να είναι ένας κλάδος του γραφήματος κρίσιμος, θα πρέπει όλες οι δραστηριότητες του κλάδου να έχουν ολικό χρονικό περιθώριο ίσο με μηδέν. Ένα δικτυωτό γράφημα μπορεί να έχει μία ή περισσότερες κρίσιμες διαδρομές. Η σχεδίαση του δικτυωτού γραφήματος, με βάση την τεχνολογία του έργου και τις αντίστοιχες αλληλουχίες των δραστηριοτήτων, είναι η σημαντικότερη εργασία του χρονικού προγραμματισμού. Η απεικόνιση του έργου από το δικτυωτό γράφημα πρέπει να ανταποκρίνεται σε όλες τις απαιτήσεις και ιδιομορφίες του. Τα κατά βέλη προσανατολισμένα δικτυωτά γραφήματα έχουν τις εξής ιδιότητες:

- § Μία δραστηριότητα μπορεί να αρχίσει, μόνο όταν όλες οι προηγούμενες που οδηγούν σ' αυτήν έχουν τελειώσει.
- § Για την έναρξη μιας δραστηριότητας είναι προϋπόθεση η πραγματοποίηση του γεγονότος αρχής, που είναι το γεγονός πέρατος

της προηγούμενης δραστηριότητας.

- § Στη ροή του γραφήματος (φορά από αριστερά προς δεξιά) δεν μπορούν να εμφανιστούν κλειστοί βρόχοι, δηλαδή δεν επιτρέπεται μία δραστηριότητα να καταλήγει στην αρχή προηγούμενης δραστηριότητας.
- § Δεν επιτρέπεται να υπάρχουν ανεξάρτητες δραστηριότητες μέσα στο γράφημα. Κάθε δραστηριότητα έχει ένα γεγονός ενάρξεως και ένα γεγονός πέρατος, που συνδέονται μονοσήμαντα με τα λοιπά στοιχεία του δικτυωτού γραφήματος.
- § Η χρησιμοποίηση πλασματικών δραστηριοτήτων δίνει ευελιξία στο γράφημα και διευκολύνει την ένταξη των διαφόρων εργασιών μέσα σ' αυτό.
- § Είναι δυνατό μία δραστηριότητα να διασπαστεί σε επί μέρους τμήματα με σκοπό μία επόμενη δραστηριότητα να αρχίσει πριν από το τέλος της προηγούμενης δραστηριότητας.
- § Δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίηση συνεχόμενων πλασματικών δραστηριοτήτων όταν η απεικόνιση αυτή αλλοιώνει την καθορισμένη αλληλουχία των δραστηριοτήτων.

Η ορθή εκτίμηση του χρόνου διάρκειας της δραστηριότητας έχει ιδιαίτερη σημασία για την επιτυχία του χρονικού προγραμματισμού. Η αξιοπιστία των υπολογισμών και των αποτελεσμάτων, που προκύπτουν από την κρίσιμη διαδρομή, είναι συνάρτηση της ακρίβειας εκτιμήσεως των χρόνων. Η χρονική διάρκεια της δραστηριότητας, ανάλογα με τη θεώρηση, διακρίνεται σε δύο μορφές: Στην καθορισμένη διάρκεια δραστηριότητας, όπου η χρονική

διάρκεια υπολογίζεται με βάση τη θεωρία της Λειτουργικής Αναλύσεως σε συνάρτηση από τα μέσα παραγωγής που χρησιμοποιούνται, από πίνακες και από στατιστικές τιμές ανάλογων εργασιών και στην πιθανοτική εκτίμηση του χρόνου της δραστηριότητας που θα περιγράψουμε σε επόμενο υποκεφάλαιο. Η σύνδεση της δραστηριότητας με τα μέσα παραγωγής είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τον αντικειμενικό υπολογισμό της χρονικής διάρκειας. Όταν είναι καθορισμένη η διάρκεια της δραστηριότητας, τότε η διάρκεια ορίζει τα μέσα παραγωγής. Όταν τα μέσα παραγωγής είναι περιορισμένα, τότε ο αριθμός των μέσων προσδιορίζει τη διάρκεια της δραστηριότητας.

*Ο ενωρίτερος δυνατός χρόνος πραγματοποίησης του γεγονότος είναι ίσος με το μέγιστο άθροισμα των χρόνων των δραστηριοτήτων του κλάδου, που καταλήγουν στο γεγονός αυτό. Το μέγιστο άθροισμα σημαίνει, ότι αν στο θεωρούμενο γεγονός καταλήγουν περισσότερες δραστηριότητες, τότε ο χρόνος αυτός είναι το μέγιστο από τα αθροίσματα, εφόσον για να πραγματοποιηθεί το γεγονός πρέπει να έχουν τελειώσει όλες οι προηγούμενες δραστηριότητες που καταλήγουν στο γεγονός αυτό. Η εργασία υπολογισμού των χρόνων αυτών αρχίζει από το γεγονός αρχής, το οποίο εξ ορισμού έχει χρόνο μηδέν ή την ημερομηνία έναρξης του έργου, και, ακολουθώντας την φορά των βελών, καταλήγει στο γεγονός πέρας του έργου, για το οποίο ο χρόνος αυτός συμπίπτει με τον χρόνο εκτέλεσης του έργου. Η εργασία αυτή για τον προσδιορισμό των χρόνων αυτόν με φορά ομόρροπη προς την φορά των βελών ονομάζεται ομόρροπος υπολογισμός.*

Ο βραδύτερος επιτρεπόμενος χρόνος πραγματοποίησεως του γεγονότος υπολογίζεται με τον αντίρροπο υπολογισμό. Η εργασία υπολογισμού αρχίζει στο γεγονός πέρατος, για το οποίο εξ ορισμού ταυτίζονται ο ενωρίτερος δυνατός και ο βραδύτερος επιτρεπόμενος χρόνος, και με φορά αντίθετη προς την φορά των βελών των δραστηριοτήτων. Ο χρόνος αυτός του προηγούμενου γεγονότος είναι ίσος με τον αντίστοιχο χρόνο του επομένου γεγονότος μείον την χρονική διάρκεια της δραστηριότητας που τα συνδέει. Στην περίπτωση αυτή, όταν από το θεωρούμενο κόμβο εκκινούν περισσότερες δραστηριότητες, τότε ο χρόνος αυτός είναι ίσος με την ελάχιστη διαφορά. Ο χρόνος αυτός είναι ο βραδύτερος χρόνος, στον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί το γεγονός χωρίς να παραταθεί ο χρόνος εκτέλεσεως του έργου. Όταν ο ενωρίτερος δυνατός και ο βραδύτερος επιτρεπόμενος χρόνος είναι ίσοι, τότε το γεγονός είναι κρίσιμο, δηλαδή δεν έχει περιθώρια καθυστέρησης.

Τα χρονικά περιθώρια των δραστηριοτήτων χρησιμοποιούνται ως περιθώρια ασφαλείας για την εκτέλεση του έργου και για την βέλτιστη προγραμματισμένη διάθεση των μέσων παραγωγής ή του αμέσου κόστους κατασκευής στην περίπτωση επιταχύνσεως του προγράμματος κατασκευών.

Διακρίνονται οι εξής μορφές χρονικών περιθωρίων:

- § *Χρονικό περιθώριο γεγονότος.* Είναι το μέγιστο χρονικό διάστημα, κατά το οποίο μπορεί να καθυστερήσει η πραγματοποίηση ενός γεγονότος, πέρα από τον αρχικά προγραμματισμένο χρόνο, χωρίς να καθυστερήσει η εκτέλεση του έργου. Οι κόμβοι με περιθώριο μηδέν ορίζουν την κρίσιμη διαδρομή.

- § *Ολικό χρονικό περιθώριο δραστηριότητας.* Ισχύει ο παραπάνω ορισμός και αναφέρεται στην δραστηριότητα και όχι στο γεγονός.
- § *Ελεύθερο χρονικό περιθώριο δραστηριότητας.* Είναι ο χρόνος, κατά τον οποίο μπορεί να καθυστερήσει το πέρας της δραστηριότητας χωρίς να επηρεαστεί η έναρξη μιας επόμενης. Το ελεύθερο χρονικό περιθώριο μπορεί να διατεθεί ολόκληρο ή τμηματικά σε οποιαδήποτε δραστηριότητα του κλάδου ανάλογα με την φύση των εργασιών και τη βέλτιστη διάθεση των μέσων παραγωγής. Οι κρίσιμες δραστηριότητες έχουν μηδενικά χρονικά περιθώρια. Οι δραστηριότητες είναι κρίσιμες μόνο όταν το ολικό χρονικό περιθώριο τους είναι ίσο με μηδέν. Κάθε καθυστέρηση τους συνεπάγεται αύξηση του χρόνου εκτελέσεως του έργου. Οι μη κρίσιμες δραστηριότητες έχουν χρονικά περιθώρια, τα οποία κατανέμονται στις διάφορες δραστηριότητες του κλάδου ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου.

Κάθε τεχνικό έργο, το οποίο αποτελείται από πολλές μερικές δραστηριότητες, μπορεί να απεικονιστεί από ένα δικτυωτό γράφημα, όταν οι δραστηριότητες αυτές και οι αλληλουχία τους είναι γνωστές. Πριν από την σχεδίαση του δικτυωτού γραφήματος του έργου πρέπει να καθοριστούν τα εξής:

- § Οι δραστηριότητες του έργου και η άμεση αλληλουχία τους, δηλαδή ποια προηγείται και ποια έπεται.
- § Οι αναγκαίες προϋποθέσεις για την έναρξη μιας δραστηριότητας.
- § Οι δραστηριότητες που μπορούν να εκτελεστούν παράλληλα.
- § Οι δραστηριότητες που θα επιμεριστούν. Ο επιμερισμός γίνεται, όταν

η επόμενη δραστηριότητα μπορεί να αρχίσει πριν το πέρας της προηγούμενης.

- § Το κόστος της δραστηριότητας. Δεν είναι απαραίτητο για τη σχεδίαση και τον υπολογισμό του δικτυωτού γραφήματος, αλλά για τη χάραξη της καμπύλης προόδου του έργου (καμπύλη S) και για τον έλεγχο της προόδου κατά τη φάση κατασκευής. Το κόστος της δραστηριότητας είναι συνάρτηση των μέσων παραγωγής.<sup>7</sup>

Η εργασία υπολογισμού ακολουθεί τις εξής διαδοχικές φάσεις:

- § Τεχνική περιγραφή έργου. Καθορισμός μεθόδου κατασκευής.
- § Σύνταξη πίνακα με όλες τις δραστηριότητες του έργου.
- § Προσδιορισμός της χρονικής διάρκειας κάθε δραστηριότητας σύμφωνα με τα μέσα παραγωγής που θα χρησιμοποιηθούν και την θεωρία της Λειτουργικής Αναλύσεως.
- § Καθορισμός αλληλουχίας δραστηριοτήτων (προηγείται - έπεται).
- § Σχεδίαση δικτυωτού γραφήματος σύμφωνα με τις αλληλουχίες.
- § Αρίθμηση γεγονότων και δραστηριοτήτων.
- § Υπολογισμός χρονικών στοιχείων δικτύου. Υπολογίζεται η ενωρίτερη αρχή και το ενωρίτερο πέρας κάθε δραστηριότητας με τον ομόρροπο υπολογισμό. Το ενωρίτερο πέρας της τελευταίας δραστηριότητας ορίζει τη συνολική διάρκεια του έργου. Ο χρόνος αυτός, στη συνέχεια, ορίζεται ως το βραδύτερο πέρας της τελευταίας δραστηριότητας και με αντίρροπο υπολογισμό προσδιορίζεται η βραδύτερη έναρξη και το βραδύτερο πέρας της κάθε δραστηριότητας.



- § Σύνταξη πίνακα με τα στοιχεία του δικτυωτού γραφήματος. Τα στοιχεία αυτά είναι: Αύξων αριθμός δραστηριότητας, κωδικός και ονομασία δραστηριότητας, χρονική διάρκεια, ενωρίτερος δυνατός χρόνος ενάρξεως και πέρατος, βραδύτερος επιτρεπόμενος χρόνος ενάρξεως και πέρατος, ολικό και ελεύθερο χρονικό περιθώριο.
- § Καθορισμός της ή των κρίσιμων διαδρομών.
- § Σύνταξη του ευθυγράμμου χρονοδιαγράμματος κατασκευών (είναι σκόπιμο το πρόγραμμα να δείχνει με κατακόρυφα βέλη ή με τους αριθμούς των γεγονότων την αλληλουχία των δραστηριοτήτων, την κρίσιμη διαδρομή και τα χρονικά περιθώρια, έτσι ώστε να είναι άμεση η εποπτεία προόδου του έργου. Είναι γνωστό και ως ημερολόγιο πρόγραμμα εργασιών).
- § Σχεδίαση του ιστογράμματος και της αθροιστικής καμπύλης κατανομής των μέσων παραγωγής, καθώς και του διαγράμματος οικονομικής ροής και εποπτείας προόδου του έργου (καμπύλη S).<sup>8</sup>

Ένας παράλληλος στόχος του προγραμματισμού των έργων με τα δικτυωτά γραφήματα είναι η *επιτάχυνση του χρόνου κατασκευής* (crash time), όταν απαιτείται, στην ελάχιστη δυνατή αύξηση του αμέσου κόστους (crash cost), και, από την διαδικασία αυτή, ο προσδιορισμός του βέλτιστου χρόνου κατασκευής. Η αύξηση οφείλεται στις πρόσθετες δαπάνες, οι οποίες απαιτούνται για τη μείωση του χρόνου, όπως είναι η προσκόμιση περισσότερων μέσων παραγωγής, αύξηση των ωρών εργασίας με υπερωριακές επιβαρύνσεις, παροχή ειδικών αμοιβών, μείωση της αποδόσεως στις νυκτερινές βάρδιες κλπ. Το πρόβλημα παρουσιάζεται στην

πράξη με τις εξής τρεις μορφές:

- § Κατά τη διάρκεια της κατασκευής ο έλεγχος προόδου του έργου, ο οποίος βασίζεται στα χρονικά και οικονομικά στοιχεία του προγραμματισμού, δίνει στις περισσότερες περιπτώσεις καθυστέρηση ή και υπέρβαση κόστους. Η διεύθυνση του εργοταξίου είναι στην περίπτωση αυτή υποχρεωμένη να επαναφέρει το έργο στις προγραμματισμένες προθεσμίες μετά από αναθεώρηση των αρχικών χρονικών τιμών. Η επαναφορά αυτή, η οποία χαρακτηρίζεται ως "επιτάχυνση έργου", πρέπει να γίνει στην ελάχιστη επιπρόσθετη δυνατή δαπάνη. Το πρόβλημα λύνεται με την εφαρμογή καταλλήλων μεθόδων βελτιστοποιήσεως.
- § Το δεύτερο πρόβλημα εμφανίζεται, όταν ο Εργοδότης επιθυμεί τη μείωση της διάρκειας κατασκευής του έργου. Και στην περίπτωση αυτή πρέπει να εφαρμοστούν μέθοδοι βελτιστοποιήσεως, έτσι ώστε η επιτάχυνση του έργου να γίνει στην ελάχιστη δυνατή αύξηση κόστους.
- § Μία τρίτη διατύπωση του προβλήματος βελτιστοποιήσεως της συναρτήσεως κόστους-χρόνου αναφέρεται σε έργα, τα οποία χρηματοδοτούνται από το δημόσιο τομέα. Όταν ο Εργοδότης ζητήσει από τον Ανάδοχο μείωση του συμβατικού χρόνου εκτελέσεως του έργου, τότε οι αντικειμενικές τιμές, που δίνει ο αλγόριθμος βελτιστοποιήσεως του κόστους επιταχύνσεως, θεμελιώνουν και δικαιολογούν την επί πλέον αποζημίωση. Τα οικονομικά και χρονικά στοιχεία εισόδου στον αλγόριθμο καθορίζονται στην περίπτωση αυτή από κοινού με την υπηρεσία με βάση τον αρχικό προγραμματισμό και

τις τιμές που ισχύουν στο χρόνο υπολογισμού του βέλτιστου κόστους επιταχύνσεως.<sup>9</sup>

Η μέθοδος αυτή αναπαριστά γραφικά όλα τα χαρακτηριστικά του έργου, εκτιμάει την απαιτούμενη χρονική διάρκεια και προϋπολογίζει το κόστος του έργου και κυρίως προσδιορίζει τι δραστηριότητες εκείνες που «κρίνουν» την διάρκεια του έργου. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της στην περίπτωση της κατασκευής τριώροφου οικοδομικού έργου με πίσινα παρουσιάζονται παρακάτω. Οι περιορισμοί της μεθόδους αυτής είναι ότι είναι ντετερμινιστική μέθοδος με αποτέλεσμα να εφαρμόζεται σε περιπτώσεις έργων με πολύ μικρή αβεβαιότητα. Η μέθοδος που παρουσιάζεται στο επόμενο υποκεφάλαιο 3.2 (PERT), αίρει τον περιορισμό αυτό με τη στοχαστική της θεώρηση.<sup>10</sup>

### 3.1.2 Αποτελέσματα αναλύσεων και δικτυωτά γραφήματα του κατασκευαστικού έργου

Στην παρούσα εργασία διαχείρισης κατασκευαστικού έργου, έγιναν πέντε αναλύσεις:

- § Πιθανότερες διάρκειες και άμεσο κόστος κατασκευής.
- § Επιταχυνόμενες διάρκειες και άμεσο επιταχυνόμενο κόστος κατασκευής.
- § Πιθανότερες διάρκειες και συνολικό άμεσο κόστος κατασκευής.
- § Επιταχυνόμενες διάρκειες και συνολικό άμεσο επιταχυνόμενο κόστος

κατασκευής.

§ Πιθανότερες, απαισιόδοξες, αισιόδοξες και αναμενόμενες διάρκειες.

Τα δεδομένα για τις αναλύσεις έχουν ληφθεί για τα κόστη από τους πίνακες 2.8, 2.9, 2.10, και 2.11 αντίστοιχα, και για τις διάρκειες από τον πίνακα 2.6.

Όσον αφορά την αναμενόμενη διάρκεια, η οποία προκύπτει από την 5<sup>η</sup> ανάλυση και την εφαρμογή της πιθανοτικής μεθόδου PERT, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο επόμενο υποκεφάλαιο 3.2.2.

Όσον αφορά το κόστος, τόσο για την πιθανότερη διάρκεια όσο και για την επιταχυνόμενη διάρκεια, θεωρήθηκε ότι απαιτούνται αναλύσεις εκτός από το *συνολικό άμεσο κόστος*, και για το *άμεσο κόστος (επιταχυνόμενο και μή)*.

Συγκεκριμένα θεωρήθηκε ότι είναι χρήσιμο να είναι γνωστό το άμεσο κόστος του έργου ανεξάρτητα από τα έξοδα και το κέρδος του αναδόχου το οποίο αποτελεί ποσοστό κυμαινόμενο στο σύνολο του άμεσου κόστους, έτσι ώστε να είναι εφικτό για τον ανάδοχο να γνωρίζει που θα κυμανθεί για να διεκδικήσει με επιτυχία την ανάθεση του έργου.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα των παραπάνω αναλύσεων: στα Διαγράμματα 3.1. και 3.2. παρουσιάζονται τα δικτυωτά γραφήματα με βάση τις *πιθανότερες διάρκειες* (ανάλυση 1<sup>η</sup> και ανάλυση 3<sup>η</sup>) και τις *επιταχυνόμενες διάρκειες* των υποδραστηριοτήτων (ανάλυση 2<sup>η</sup> και ανάλυση 4<sup>η</sup>) αντίστοιχα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Στην συνέχεια, στους Πίνακες 3.1 και 3.2 στην επόμενη σελίδα παρουσιάζονται οι κρίσιμες διαδρομές που προκύπτουν για τις *πιθανότερες διάρκειες* (ανάλυση 1<sup>η</sup> και ανάλυση 3<sup>η</sup>) και τις *επιταχυνόμενες διάρκειες* των υποδραστηριοτήτων (ανάλυση 2<sup>η</sup> και ανάλυση 4<sup>η</sup>) αντίστοιχα.

Τέλος, ακολουθούν οι Πίνακες 3.3 έως 3.6. με τα αποτελέσματα της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> ανάλυσης (σε σχέση με το *άμεσο κόστος* και το *επιταχυνόμενο άμεσο κόστος*) και στην συνέχεια παρουσιάζονται οι Πίνακες 3.7 έως 3.10 με τα αποτελέσματα της 3<sup>ης</sup> και της 4<sup>ης</sup> ανάλυσης (σε σχέση με το *συνολικό άμεσο κόστος* και το *συνολικό επιταχυνόμενο άμεσο κόστος*).

Τα συμπεράσματα παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο 4.

Πίνακας 3.1. Κρίσιμες Διαδρομές 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> ανάλυσης

Πίνακας 3.2. Κρίσιμες Διαδρομές 2<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ



Πίνακας 3.3. Δεδομένα 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα 1<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.5. Αποτελέσματα 2<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.6. Αποτελέσματα Βελτιστοποίησης 2<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.7. Δεδομένα 3<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.8. Αποτελέσματα 3<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.9. Αποτελέσματα 4<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.10. Αποτελέσματα Βελτιστοποίησης 4<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ



## 3.2 Τεχνική Αναθεώρησης και Αξιολόγησης Έργου (PERT)

### 3.2.1 Γενικά

Η αδυναμία όλων των μεθόδων προγραμματισμού είναι η αβεβαιότητα στη σωστή πρόβλεψη της χρονικής εμφάνισης των γεγονότων και στην εκτίμηση των χρονικών διαρκειών των δραστηριοτήτων, οι οποίες συνθέτουν το έργο. Η αξιοπιστία των χρονικών στοιχείων του έργου (τελική διάρκεια, κόστος και ενδιάμεσες χρονικές προθεσμίες) εξαρτάται από την πιθανότητα να πραγματοποιηθούν οι προβλέψεις. Η μέθοδος CPM με καθορισμένες προβλέψεις για τη χρονική διάρκεια των δραστηριοτήτων, όπως περιγράφηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο, αγνοεί τον παράγοντα της πιθανότητας. Με αυτή τη θεώρηση μία δραστηριότητα, με προβλεπόμενη διάρκεια 12 ημέρες, η οποία μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 11 και 13 ημέρες, επηρεάζει στον ίδιο βαθμό το χρονικό προγραμματισμό με μία δραστηριότητα, η οποία επίσης αναμένεται να διαρκέσει 12 ημέρες, αλλά η διακύμανση της είναι 3 έως 26 ημέρες. Η μέθοδος PERT (Project Evaluation and Review Technique) εισάγει στον υπολογισμό την πιθανοτική (στοχαστική) θεώρηση με τρεις εκτιμήσεις των χρονικών διαρκειών των δραστηριοτήτων. Το πλεονέκτημα της πιθανοτικής θεωρήσεως κατά τη μέθοδο PERT είναι ότι οι διάρκειες των δραστηριοτήτων εισάγονται στον υπολογισμό με κατανομή πιθανότητας και ο χρόνος πέρατος του έργου ή των ενδιαμέσων προθεσμιών υπολογίζεται με την αντίστοιχη πιθανότητα

πραγματοποιήσεως πάνω ή κάτω από τις προγραμματισμένες προβλέψεις. Η μέθοδος PERT, παρ' όλα τα πολλά πλεονεκτήματα της, δεν βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στα τεχνικά έργα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός, ότι οι Μηχανικοί των εργοταξίων δεν έχουν την απαιτούμενη εμπειρία της εφαρμογής των στατιστικών μεθόδων στις παραγωγικές διαδικασίες. Είναι όμως πολλές φορές χρήσιμη η πιθανοτική θεώρηση ιδιαίτερα, όταν πρόκειται για μακροχρόνια αναπτυξιακά προγράμματα με αβέβαιες προβλέψεις ή όταν το πέρας ενός έργου συνδέεται με τη λήψη σοβαρών οικονομικών αποφάσεων ή ακόμη όταν ο Εργοδότης επιθυμεί να γνωρίζει την πιθανότητα, με την οποία θα τελειώσει το έργο στην προγραμματισμένη προθεσμία.<sup>11</sup>

Η μέθοδος του στοχαστικού υπολογισμού χρησιμοποιείται, όταν τα χρονικά στοιχεία για τον υπολογισμό δεν είναι δυνατόν να προκαθοριστούν με την απαιτούμενη ακρίβεια, όπως π.χ. στην περίπτωση μακροχρονίων αναπτυξιακών προγραμμάτων ή όταν οι διαδικασίες παραγωγής του έργου επηρεάζονται από αστάθμητους παράγοντες. Στην περίπτωση αυτή η διάρκεια της δραστηριότητας καθορίζεται με πιθανοτική εκτίμηση του χρόνου της δραστηριότητας, και συγκεκριμένα με τρεις τιμές για τις οποίες γίνεται η παραδοχή, ότι ακολουθούν κατανομή βήτα. Η στοχαστική θεώρηση εξετάζεται σε συνδυασμό με την ανάλυση κινδύνου.<sup>12</sup>

Η πιθανοτική θεώρηση της διάρκειας των δραστηριοτήτων δίνει τη δυνατότητα του υπολογισμού της πιθανότητας να τελειώσει το έργο σε μία καθορισμένη προθεσμία, ή αντιστρόφως, αν είναι δεδομένη η επιθυμητή

πιθανότητα να υπολογίζεται ο αντίστοιχος χρόνος περατώσεως του έργου. Η τεχνική της στοχαστικής θεωρήσεως των δικτυωτών γραφημάτων βασίζεται στο θεώρημα κεντρικού ορίου (το άθροισμα ενός μεγάλου αριθμού πιθανοτικώς ανεξαρτήτων τυχαίων μεταβλητών ακολουθεί μία κατανομή, η οποία προσεγγίζει την κανονική κατανομή, όσο ο αριθμός των μεταβλητών είναι μεγαλύτερος. Αυτό σημαίνει, ότι όταν ο αριθμός των δραστηριοτήτων ενός κλάδου είναι σχετικά μικρός, τότε η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων είναι μειωμένη. Σύμφωνα με το θεώρημα του κεντρικού ορίου η μέση τιμή του αθροίσματος είναι ίση με το άθροισμα των μερικών τιμών και η διακύμανση ίση με το άθροισμα των μερικών διακυμάνσεων) και στην β-κατανομή. Η διάρκεια της δραστηριότητας θεωρείται ότι είναι τυχαία μεταβλητή μιας συνεχούς κατανομής. Ο πιθανοτικός υπολογισμός βασίζεται στις εξής δύο παραδοχές:

- § Οι χρόνοι των δραστηριοτήτων του δικτυωτού γραφήματος είναι πιθανοτικώς ανεξάρτητοι.
- § Η κρίσιμη διαδρομή αποτελείται από αρκετά μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων, για να ισχύει το θεώρημα του κεντρικού ορίου.

Η τεχνική PERT θεωρεί, ότι η τυχαία μεταβλητή που είναι η διάρκεια της δραστηριότητας ακολουθεί τη β-κατανομή. Η παραδοχή αυτή δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα στις πρακτικές εφαρμογές, γιατί η ποικιλία των μορφών της β-κατανομής δίνει τη δυνατότητα προσαρμογής στις απαιτήσεις της πράξεως. Με την παραδοχή αυτή η διάρκεια της δραστηριότητας εκτιμάται με τρεις τιμές, οι οποίες είναι:

- § *Αισιόδοξη διάρκεια.* Αντιστοιχεί στις βέλτιστες συνθήκες

κατασκευής του έργου. Η πιθανότητα εμφάνισης της είναι 1 φορά στις 100 (τρεις σταθερές αποκλίσεις από το μέσο όρο).

§ *Απαισιόδοξη διάρκεια.* Αντιστοιχεί στις δυσμενέστερες συνθήκες κατασκευής του έργου, Η πιθανότητα να εμφανιστεί είναι 1 φορά στις 100 (τρεις σταθερές αποκλίσεις από το μέσο όρο).

§ *Πιθανότερη διάρκεια.* Αντιστοιχεί στη μέγιστη συχνότητα εμφάνισης.<sup>13</sup>

Είναι μια τεχνική για και μεγάλα έργα. Οι δραστηριότητες διαρκούν μήνες, μπορούν να γίνουν παράλληλα και αλληλοεξαρτώνται. Τα βήματα της τεχνικής αυτής είναι παρόμοια με αυτά της προαναφερθείσας μεθόδου της κρίσιμης διαδρομής. Αναγνωρίζονται οι δραστηριότητες, καθορίζονται οι σχέσεις αλληλουχίας των, καταστρώνεται το δικτυωτό γράφημα, προσδιορίζονται οι τρεις διάρκειες στην τεχνική αυτή (και όχι μία όπως στην προηγούμενη μέθοδο), και καταγράφεται κι εδώ η κρίσιμη διαδρομή. Η τελευταία καθορίζει το συνολικό ημερολογιακό χρόνο που απαιτείται για το πρόγραμμα. Εάν οι δραστηριότητες έξω από αυτήν επιταχύνονται ή επιβραδύνουν (μέσα στα όρια), η συνολική διάρκεια του έργου δεν αλλάζει. Το χρονικό διάστημα που μια μη κρίσιμη δραστηριότητα μπορεί να καθυστερήσει χωρίς καθυστέρηση της διάρκειας του έργου αναφέρεται ως *νωθρός χρόνος*. Επίσης, απαιτείται παρακολούθηση και έλεγχος για πιθανές αναπροσαρμογές στους χρόνους κατά την διάρκεια εφαρμογής του έργου. Σε περιπτώσεις καθυστερήσεων μπορεί να απαιτηθούν επιπλέον πόροι για την διατήρηση του αρχικού προγραμματισμού.<sup>14</sup>

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί τα απλά στατιστικά μαθηματικά προκειμένου να

προσδιορίσει μια κατανομή πιθανότητας για τις ημερομηνίες ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων του έργου. Οι παραπάνω τρεις εκτιμήσεις συνδυάζονται σε μια αναμενόμενη διάρκεια, και μια σταθερή απόκλιση. Κατά συνέπεια η διάρκεια κάθε στόχου θεωρείται μια τυχαία μεταβλητή με μια γνωστή κατανομή. Συγκεκριμένα, υποθέτει μια βήτα κατανομή πιθανότητας για τις χρονικές εκτιμήσεις. Για την βήτα κατανομή, η αναμενόμενη διάρκεια καθώς και η απόκλισή της για κάθε δραστηριότητα μπορεί να προσεγγιστεί χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο σταθμισμένο μέσο όρο και την επόμενη σχέση αντίστοιχα:

$$\S \text{ Αναμενόμενη διάρκεια} = (\text{αισιόδοξη διάρκεια} + 4\text{πιθανότερη διάρκεια} + \text{απαισιόδοξη διάρκεια}) / 6$$

$$\S \text{ Απόκλιση διάρκειας} = [(\text{απαισιόδοξη διάρκεια} - \text{αισιόδοξη διάρκεια})/6]^2$$

Η απόκλιση στο χρόνο ολοκλήρωσης του έργου μπορεί να υπολογιστεί με το άθροισμα των αποκλίσεων στους χρόνους ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων στην κρίσιμη διαδρομή. Λαμβάνοντας υπόψη αυτήν την απόκλιση, μπορεί να υπολογιστεί η πιθανότητα να ολοκληρωθεί το έργο μέχρι μια ορισμένη ημερομηνία υποθέτοντας μια κανονική κατανομή πιθανότητας για την κρίσιμη διαδρομή. Η υπόθεση αυτή είναι παραδεκτή εάν ο αριθμός δραστηριοτήτων στην κρίσιμη διαδρομή είναι αρκετά μεγάλος εξαιτίας του κεντρικού θεωρήματος ορίου που εφαρμόζεται. Δεδομένου ότι η κρίσιμη διαδρομή καθορίζει την ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου, η διάρκεια του έργου μπορεί να επιταχυνθεί με την προσθήκη των πόρων που απαιτούνται για την μείωση της διάρκειας των κρίσιμων δραστηριοτήτων.<sup>15</sup>

Η τεχνική αυτή είναι χρήσιμη επειδή παρέχει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- § Αναμενόμενος χρόνος ολοκλήρωσης προγράμματος.
- § Πιθανότητα ολοκλήρωσης του έργου πριν από μια καθορισμένη ημερομηνία.
- § Τις κρίσιμες δραστηριότητες που προσκρούουν άμεσα στο χρόνο ολοκλήρωσης.
- § Τις δραστηριότητες που έχουν νωθρό χρόνο και μπορούν να δανείσουν τους πόρους σε αυτές που είναι κρίσιμες.
- § Ημερομηνίες έναρξης και λήξης κάθε δραστηριότητας.<sup>16</sup>

Τα παρακάτω εκφράζουν κάποιες αδυναμίες της περιγραφείσας τεχνικής:

- § Οι χρονικές εκτιμήσεις των δραστηριοτήτων είναι κάπως υποκειμενικές και εξαρτώνται από την κρίση του μελετητή. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει μικρή εμπειρία στην εκτέλεση μιας δραστηριότητας, οι χρόνοι μπορεί να είναι μόνο μια εικασία.
- § Ακόμα και αν οι εκτιμηθέντες χρόνοι των δραστηριοτήτων είναι ακριβείς, επειδή η τεχνική θεωρεί ότι οι δραστηριότητες πληρούν τα κριτήρια των μεταβλητών που ακολουθούν βήτα κατανομή, μπορεί η πραγματική κατανομή να είναι διαφορετική.
- § Ακόμα κι αν η υπόθεση της βήτα κατανομής είναι σωστή, η τεχνική υποθέτει ότι η κατανομή πιθανότητας του χρόνου ολοκλήρωσης του έργου είναι η ίδια με αυτήν της κρίσιμης διαδρομής. Επειδή άλλες διαδρομές μπορούν να γίνουν κρίσιμες εάν οι σχετικές δραστηριότητές τους καθυστερούν, η τεχνική PERT συστηματικά υποτιμά τον αναμενόμενο χρόνο ολοκλήρωσης του έργου. Η υποτίμηση αυτή λόγω

των νέων διαδρομών που γίνονται κρίσιμες είναι ίσως η σοβαρότερη αδυναμία. Αυτό ο περιορισμός ξεπερνιέται με τις προσομοιώσεις Monte Carlo που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο για να εξαλείψουν αυτήν την αισιόδοξη προκατάληψη στον αναμενόμενο χρόνο ολοκλήρωσης του έργου.<sup>17</sup>

### 3.2.2 Αποτελέσματα πιθανοτικής ανάλυσης και δικτυωτό γράφημα του κατασκευαστικού έργου

Τα αποτελέσματα της 5<sup>ης</sup> ανάλυσης όπως αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 3.1.2. παρουσιάζονται στο παρόν υποκεφάλαιο. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι κρίσιμες διαδρομές ανά υποανάλυση (*απαισιόδοξη* και *αισιόδοξη* διάρκεια υποδραστηριοτήτων) στον Πίνακα 3.13., καθώς και οι πιθανότητες ολοκλήρωσης του έργου μέσα σε συγκεκριμένες διάρκειες.

Ακόμα παρουσιάζεται η αναμενόμενη διάρκεια ανά υποδραστηριότητα, όπως αυτή προκύπτει από την πιθανοτική ανάλυση.

Στο Διάγραμμα 3.3 στην επόμενη σελίδα, παρουσιάζεται το δικτυωτό γράφημα με βάση τις *αναμενόμενες διάρκειες* των υποδραστηριοτήτων. Στον Πίνακα 3.11 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι πιθανότητες ολοκλήρωσης του έργου μέσα σε συγκεκριμένες διάρκειες. Τα συμπεράσματα παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο 4.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ



Πίνακας 3.11. Πιθανότητες Ολοκλήρωσης του Έργου μέσα σε Συγκεκριμένες Διάρκειες

Πιθανότητα Ολοκλήρωσης (%)	Διάρκεια (ημέρες)	Κρίσιμη Διαδρομή
65,9964	180	1
65,4132		2
65,6484		3
46,7122	179	1
46,8384		2
46,7876		3
100	200	1
100		2
100		3
0,0003	170	1
0,0007		2
0,0005		3
81,7869	181	1
80,8494		2
81,2302		3
97,1080	183	1
96,5920		2
96,8081		3
99,9947	187	1
99,9902		2
99,9923		3
100	190	1
100		2
100		3
0,0000	169	1
0,0001		2
0,0000		3
0	168	1
0		2
0		3
99,9999	189	1
99,9998		2
99,9999		3
28,1862	178	1
28,9441		2
28,6362		3
14,1801	177	1
15,1270		2
14,7410		3
5,8543	176	1
6,5929		2
6,2872		3

Στους Πίνακες 3.12 έως 3.14 στις επόμενες σελίδες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της 5<sup>ης</sup> ανάλυσης.

Πίνακας 3.12. Δεδομένα 5<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.13. Κρίσιμες Διαδρομές 5<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Πίνακας 3.14. Αποτελέσματα 5<sup>ης</sup> Ανάλυσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

### 3.3 Διαγράμματα Gantt

#### 3.3.1 Γενικά

Τα ευθύγραμμα γραφήματα είναι η πρώτη αξιόλογη μέθοδος προγραμματισμού και οφείλεται στον Gantt. Βασίζεται στην απεικόνιση των διαφόρων δραστηριοτήτων με ευθύγραμμα παράλληλα τμήματα, τα οποία σχεδιάζονται με χρονική κλίμακα. Με το διάγραμμα Gantt είναι δυνατός ο προγραμματισμός του έργου και η σύνταξη του προγράμματος κατασκευών. Εξυπηρετεί στην εποπτεία προόδου του έργου και παρέχει δυνατότητες συγκρίσεως των πραγματοποιούμενων τιμών με τις τιμές του σχεδιασμού. Τα πλεονεκτήματα του είναι η απλότητα σχεδίασεως και η εύκολη χρησιμοποίηση του ακόμη και από μη ειδικευμένο προσωπικό. Το βασικό μειονέκτημα του είναι η καθαρά γραφική του μορφή χωρίς δυνατότητες διατυπώσεως των διαδικασιών παραγωγής σε κατάλληλο μαθηματικό υπόδειγμα, με το οποίο ερευνώνται οι παραγωγικές διαδικασίες και οι διάφοροι συντελεστές επιρροής με στόχο την λήψη βέλτιστων αποφάσεων, τόσο στο στάδιο του σχεδιασμού, όσο και κατά τη διάρκεια εκτελέσεως του έργου.<sup>18</sup>

Κατά τη διάρκεια της εποχής της επιστημονικής διαχείρισης, ο Henry Gantt ανέπτυξε ένα εργαλείο για την πρόοδο ενός προγράμματος υπό μορφή εξειδικευμένου διαγράμματος. Μια πρόωρη εφαρμογή ήταν η

παρακολούθηση της προόδου των έργων κατασκευής σκαφών. Σήμερα, το εργαλείο σχεδιασμού αυτό λαμβάνει τη μορφή μιας οριζόντιας γραφικής παράστασης.

Ο οριζόντιος άξονας του διαγράμματος gantt είναι ένα χρονικό διάστημα, που εκφράζεται είτε στον απόλυτο χρόνο είτε στο σχετικό χρόνο που παραπέμπεται στην έναρξη του προγράμματος. Η χρονική μονάδα εξαρτάται από το έργο και είναι συνήθως εβδομάδα ή μήνας. Οι μπάρες μέσα στο διάγραμμα παρουσιάζουν ημερομηνίες αρχής και λήξης των μεμονωμένων δραστηριοτήτων του έργου. Οι μπάρες των δραστηριοτήτων μπορεί να ξεκινούν όταν αυτές που προηγούνται λόγω των σχέσεων αλληλουχίας ολοκληρώνονται, μπορούν όμως και να επικαλύπτονται σε περιπτώσεις όπου οι δραστηριότητες δύνανται να ξεκινήσουν πριν από την ολοκλήρωση άλλων, όταν δηλαδή υπάρχουν δραστηριότητες που διενεργούνται παράλληλα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το διάγραμμα gantt είναι αρκετά χρήσιμο για το συγχρονισμό των διάφορων δραστηριοτήτων. Για τα μεγαλύτερα έργα, οι δραστηριότητες μπορούν να επιμεριστούν στις υποδραστηριότητες.

Στα διαγράμματα Gantt παρουσιάζονται τα παρακάτω:

- § Ένας κάθετος δείκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρουσιάσει την παρούσα χρονική στιγμή, στην παρακολούθηση του έργου.
- § Η πρόοδος κάθε δραστηριότητας στην φάση κατασκευής του έργου, μπορεί να παρουσιαστεί με την προοδευτική σκίαση της μπάρας όσο σημειώνεται πρόοδος, διευκολύνοντας την παρακολούθηση της, με

μόνο μια ματιά.

§ Οι εξαρτημένες σχέσεις αλληλουχίας απεικονίζονται με συγκεκριμένες γραμμές ή χρώματα.

§ Η κατανομή των πόρων μπορεί να διευκρινιστεί για κάθε δραστηριότητα ξεχωριστά.

§ Παρουσιάζονται τα σημαντικά σημεία (milestones) κάθε δραστηριότητας.<sup>19</sup>

Για μεγάλα έργα, γίνεται χρήση και ενός ακόμα εργαλείου της διαχείρισης έργου, η δομή επιμερισμού του έργου (work breakdown structure). Αυτό το εργαλείο συσχετίζεται με τον προγραμματισμό και το σχεδιασμό ενός έργου. Είναι μια λειτουργική αποσύνθεση των δραστηριοτήτων του έργου. Το σύνολο των δραστηριοτήτων του έργου χωρίζεται στις σημαντικότερες υποδραστηριότητες. Ξεκινάει από τον τελικό στόχο που απαιτείται, υποδιαιρώντας τον διαδοχικά στα διαχειρίσιμα συστατικά του από άποψη μεγέθους και πολυπλοκότητας.<sup>20</sup>

Ένα διάγραμμα gantt είναι μια μήτρα που απαριθμεί στον κάθετο άξονα όλες τις δραστηριότητες που εκτελούνται. Κάθε σειρά περιέχει μία δραστηριότητα που αποτελείται συνήθως από έναν αριθμό και ένα όνομα. Ο οριζόντιος άξονας αποτελείται από τις στήλες που υποβάλλουν την αναμενόμενη διάρκεια της δραστηριότητας, το επίπεδο ικανότητας που απαιτείται για να εκτελεστεί η δραστηριότητα, και το όνομα του προσώπου στον οποίον ανατίθεται η δραστηριότητα. Κάθε χρονική περίοδος μπορεί να εκφραστεί σε ώρες, ημέρες, εβδομάδες, μήνες, και άλλες χρονικές μονάδες. Η γραφική

παράσταση του διαγράμματος gantt αποτελείται από μία οριζόντια μπάρα για κάθε δραστηριότητα που συνδέει την έναρξη και τη λήξη της δραστηριότητας. Κάθε μπάρα βρίσκεται σε χωριστή γραμμή, συνοδευμένη από το όνομα του προσώπου που έχει αναλάβει την συγκεκριμένη δραστηριότητα. Σε πολλές περιπτώσεις αφήνεται μια κενή σειρά μεταξύ των δραστηριοτήτων. Όταν το πρόγραμμα είναι εν εξελίξει, αυτή η σειρά χρησιμοποιείται για να δείξει την πρόοδο, που υποδεικνύεται από μια δεύτερη μπάρα που αρχίζει στη στήλη τη χρονική περίοδο που αρχίζει πραγματικά η δραστηριότητα και συνεχίζεται μέχρι την πραγματική ολοκλήρωσή της. Η σύγκριση μεταξύ της κατ' εκτίμηση έναρξης και τέλους και της πραγματικής έναρξης και τέλους γίνεται για κάθε μεμονωμένη δραστηριότητα. Οι παραλλαγές αυτής της μεθόδου περιλαμβάνουν ένα διάγραμμα που παρουσιάζει τις κατανομές του προσωπικού για κάθε ένα πρόσωπο/εργαζόμενο. Ο κάθετος άξονας περιέχει τον αριθμό ανθρώπων που διορίζονται στο έργο, και οι στήλες δείχνουν τη διάρκεια της δραστηριότητας. Η γραφική παράσταση απεικονίζει ποιο πρόσωπο εργάζεται για ποια δραστηριότητα. Η αξία αυτού του διαγράμματος είναι εμφανής γιατί δύναται να παρουσιάσει τον πιθανό νωθρό χρόνο για το προσωπικό του έργου, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους υπεύθυνους του προγραμματισμού, να ανακατανεύμουν τους πόρους τους.

Το όφελος του διαγράμματος gantt είναι η δυνατότητά του να επιδεικνύει την κατάσταση κάθε δραστηριότητας με μια ματιά. Για την αλληλουχία και την ανάλυση των κρίσιμων διαδρομών, τα πρότυπα δικτύων CPM ή PERT είναι ενδεικτικά για την ανάλυση των εξαρτήσεων και του χρόνου ολοκλήρωσης του έργου. Ακόμα και όταν χρησιμοποιούνται τα παραπάνω πρότυπα



δικτύων, το διάγραμμα gantt συχνά χρησιμοποιείται ως εργαλείο υποβολής εκθέσεων.<sup>21</sup>

### 3.3.2 Ευθύγραμμα γραφήματα του κατασκευαστικού έργου

Στις επόμενες σελίδες ακολουθούν τα ευθύγραμμα διαγράμματα Gantt που προκύπτουν από τις προαναφερθείσες στο υποκεφάλαιο 3.1.2 πέντε πραγματοποιηθείσες αναλύσεις.

Συγκεκριμένα, στο Διάγραμμα 3.4 παρουσιάζεται το διάγραμμα Gantt με βάση τις *πιθανότερες διάρκειες* των υποδραστηριοτήτων, στο Διάγραμμα 3.5 παρουσιάζεται το διάγραμμα Gantt με βάση τις *επιταχυνόμενες διάρκειες* των υποδραστηριοτήτων, στα Διαγράμματα 3.6 έως 3.7 παρουσιάζονται αντίστοιχα το *απαισιόδοξο* και το *αισιόδοξο* διάγραμμα Gantt, ενώ στο Διάγραμμα 3.8 παρουσιάζεται το διάγραμμα Gantt με τις *αναμενόμενες* συνολικές διάρκειες.

Τα συμπεράσματα παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο 4.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

### 3.4 Καμπύλη Οικονομικής Ροής S

#### 3.4.1 Γενικά

Το διάγραμμα οικονομικής ροής και εποπτείας προόδου έργου, ή αλλιώς η καμπύλη ροής έργου, η οποία λόγω του σχήματος της ονομάζεται και τυπική καμπύλη S, απεικονίζει τη μεταβολή του αθροισμένου ανά δραστηριότητα και χρονική μονάδα κόστους σχεδιασμού σε συνάρτηση με το χρόνο κατασκευής. Το σχήμα της εξηγείται από την σκόπιμα αργή αλλά επιταχυνόμενη έναρξη των εργασιών, και από το επιβραδυνόμενο τέλος αυτών όσο πλησιάζει η ολοκλήρωση του έργου. Είναι ένα από τα κύρια και σπουδαιότερα οργανωτικά μέσα, όπως το ευθύγραμμο πρόγραμμα κατασκευών και το διάγραμμα κατανομής των μέσων παραγωγής, για την οργανωμένη εποπτεία της χρονικής και οικονομικής προόδου του έργου.<sup>22</sup>

Υπάρχουν ποικίλες καμπύλες S που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές διαχείρισης έργου:

- § Εργατοώρες και χρόνος.
- § Κόστος και χρόνος.
- § Πραγματική καμπύλη

Οι καμπύλες S που εκφράζουν την σχέση μεταξύ εργατωρών και χρόνου είναι κατάλληλες για τα έργα που είναι έντασης εργατικού δυναμικού.

Παρουσιάζουν σωρευτικές εργατοώρες που μεγαλώνουν τη διάρκεια του έργου. Δεδομένου ότι οι εργατοώρες είναι προϊόν του εργατικού δυναμικού και των ωρών απασχόλησης, μπορούν να ρυθμιστούν χωριστά ή μαζί για να εξασφαλιστεί ο αρχικός ή επιθυμητός προγραμματισμός του έργου.

Οι καμπύλες S που εκφράζουν την σχέση μεταξύ κόστους και χρόνου είναι κατάλληλες για τα έργα που είναι περισσότερο έντασης κεφαλαίου. Παρουσιάζουν σωρευτικές δαπάνες που μεγαλώνουν τη διάρκεια του έργου, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον συντονισμό των ταμειακών ροών του έργου.

Το πρόγραμμα παραγωγής ενημερώνεται σε κανονική βάση σε όλη τη διάρκεια του έργου. Αυτές οι αναπροσαρμογές περιλαμβάνουν την αναθεώρηση του ποσοστού ολοκλήρωσης για κάθε δραστηριότητα μέχρι σήμερα. Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω πληροφορίες, μια πραγματική καμπύλη του S μπορεί να παραχθεί. Αυτή, απεικονίζει την πραγματική πρόοδο του προγράμματος μέχρι σήμερα.<sup>23</sup>

Οι καμπύλες αυτές είναι ένα σημαντικό εργαλείο διαχείρισης του προγράμματος. Επιτρέπουν την οπτική παρακολούθηση της πρόοδο ενός έργου κατά τη διάρκεια του χρόνου, και να καταγράψουν ένα ιστορικό αρχείο για ό,τι έχει συμβεί μέχρι σήμερα. Η ανάλυση των καμπύλων αυτών επιτρέπει στους διευθυντές έργου να αντιληφθούν εγκαίρως την αύξηση της διάρκειας ή/και του κόστους του έργου, την ολίσθηση, και τα πιθανά προβλήματα που



θα μπορούσαν να δημιουργηθούν στο έργο, και έτσι να λάβουν διορθωτικά μέτρα.

Η καμπύλη S σχεδιάζεται με βάση το ευθύγραμμο πρόγραμμα και το προϋπολογιζόμενο κόστος κατασκευής κάθε δραστηριότητας. Για την επιτυχία επομένως της εποπτείας και του ελέγχου κατά τη φάση της κατασκευής είναι απαραίτητη η θεμελιωμένη κοστολόγηση όλων των δραστηριοτήτων, που συνθέτουν το δικτυωτό γράφημα του έργου στη φάση του σχεδιασμού.

Η σειρά των εργασιών για τη σχεδίαση της καμπύλης ροής είναι η ακόλουθη:

- § Καθορίζονται οι χρονικές διάρκειες, οι αλληλουχίες και το κόστος των δραστηριοτήτων του έργου.
- § Σχεδιάζεται και επιλύεται το δικτυωτό γράφημα του έργου.
- § Συντάσσεται ο πίνακας των χρονικών στοιχείων των δραστηριοτήτων.
- § Σχεδιάζεται το ευθύγραμμο πρόγραμμα κατασκευών για την ενωρίτερη (ή και για την αργότερη) έναρξη των δραστηριοτήτων.
- § Συντάσσεται ο προϋπολογισμός για όλες τις δραστηριότητες του έργου.
- § Σχεδιάζεται η καμπύλη S για την ενωρίτερη ή και για την αργότερη έναρξη των δραστηριοτήτων. Η καμπύλη ροής του έργου βρίσκεται μεταξύ των δύο αυτών οριακών καμπύλων. Για να υπάρχουν χρονικά περιθώρια κατά τη φάση της κατασκευής είναι σκόπιμο να επιλέγεται η καμπύλη με τις ενωρίτερες ενάρξεις. Η τελική θέση

εξαρτάται από τη μελέτη της βέλτιστης διαθέσεως των μέσων παραγωγής.<sup>24</sup>

Η τυπική καμπύλη S χρησιμοποιείται και για τον προγραμματισμό των εισπράξεων και γενικά της ταμειακής ρευστότητας της επιχειρήσεως. Είναι και στην περίπτωση αυτή ένα πρόσθετο χρήσιμο μέσο για την οργανωμένη διαχείριση του έργου.

Το διάγραμμα εισπράξεων σχεδιάζεται παράλληλα προς την καμπύλη S, είναι μια τεθλασμένη γραμμή η οποία αντιστοιχεί στο αναμενόμενο πρόγραμμα εισπράξεων σύμφωνα με τα στοιχεία της συμβάσεως του έργου. Εφόσον οι πληρωμές γίνονται με βάση τις πιστοποιήσεις των εργασιών, η τεθλασμένη γραμμή εισπράξεων αρχίζει μετά την έναρξη του έργου και συνεχίζει με κλιμακωτή άνοδο. Μέχρι το σημείο τομής της ανερχομένης κλιμακωτής γραμμής με την καμπύλη S η επιχείρηση είναι υποχρεωμένη να χρηματοδοτεί το έργο. Στο σημείο τομής οι προγραμματισμένες δαπάνες είναι ίσες με τις προβλεπόμενες εισπράξεις. Το εμβαδόν μεταξύ των δύο γραμμών αντιπροσωπεύει το κόστος χρηματοδότησεως. Μετά το σημείο τομής οι εισπράξεις καλύπτουν το κόστος. Το εμβαδόν μεταξύ των δύο γραμμών πάνω από το σημείο τομής είναι το όφελος από την αποταμίευση των αντιστοίχων ποσών. Η διαφορά μεταξύ των δύο εμβαδών δίνει το καθαρό κόστος χρηματοδότησεως και πρέπει να συνυπολογίζεται στην τιμή της προσφοράς. Σύμφωνα με την εμπειρία θα πρέπει το σημείο τομής να βρίσκεται στα 2/3 του χρόνου από την αρχή του έργου.

Ο καθορισμός του διαγράμματος εισπράξεων, το οποίο σχεδιάζεται με βάση το χρονικό προγραμματισμό των κατασκευών και τη σύμβαση του έργου, είναι ένα βασικό στοιχείο για την τακτοποίηση των οικονομικών σχέσεων μεταξύ κυρίου του έργου και αναδόχου. Με το διάγραμμα εισπράξεων τόσο ο ανάδοχος όσο και ο κύριος του έργου έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίζουν τη χρηματική ρευστότητα της επιχειρήσεως για την ομαλή εξέλιξη του έργου. Στο ίδιο διάγραμμα μπορεί να σχεδιαστεί και η καμπύλη πληρωμών από τον ανάδοχο προς τρίτους, όπως π.χ. για υλικά, αμοιβές προσωπικού, ενοίκια μηχανημάτων κλπ. Η τήρηση του διαγράμματος οικονομικής ροής του έργου είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες επιτυχίας της οργανώσεως και των αντικειμενικών στόχων του έργου. Για τον λόγο αυτό πρέπει να δεσμεύει όλους τους φορείς, οι οποίοι συμμετέχουν στην πραγματοποίηση του έργου.

Αν η επιχείρηση έχει περισσότερα εργοτάξια, τότε με βάση τα μερικά διαγράμματα δαπανών-εισπράξεων σχεδιάζεται η συνισταμένη καμπύλη οικονομικού προγραμματισμού με δυνατότητες εποπτείας μερικών ή ολικών κατασκευαστικών φάσεων.<sup>25</sup>

Η απεικόνιση της οικονομικής πορείας του έργου σε μία αθροιστική καμπύλη είναι ένα από τα οργανωτικά εργαλεία διαχειρίσεως του έργου, το οποίο δίνει τη δυνατότητα της συνεχούς εποπτείας της χρονικής και οικονομικής προόδου του έργου. Η καμπύλη αυτή, απεικονίζει τη μεταβολή του αθροιζόμενου για κάθε δραστηριότητα, ή ομάδα δραστηριοτήτων, και

χρονική μονάδα κόστους σε συνάρτηση με το χρόνο.<sup>26</sup>

### 3.4.2 Αθροιστικές αμπύλες του κατασκευαστικού έργου

Η συσχέτιση χρονικής διάρκειας και οικονομικού κόστους για την 1<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup>, 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> ανάλυση (βλ.υποκεφάλαιο 3.1.2.) απεικονίσθηκαν γραφικά σε *αθροιστικές καμπύλες*, σύμφωνα με τα παραπάνω.

Συγκεκριμένα, στο Διάγραμμα 3.9 παρουσιάζονται οι αθροιστικές καμπύλες του άμεσου κόστους (1<sup>η</sup> ανάλυση) και του άμεσου επιταχυνόμενου κόστους (2<sup>η</sup> ανάλυση) σε σχέση με την χρονική εξέλιξη της κατασκευής του οικοδομικού έργου. Στο Διάγραμμα 3.10 παρουσιάζονται οι αθροιστικές καμπύλες του συνολικού άμεσου κόστους (3<sup>η</sup> ανάλυση) και του συνολικού άμεσου επιταχυνόμενου κόστους (4<sup>η</sup> ανάλυση) σε σχέση με την χρονική εξέλιξη της κατασκευής του οικοδομικού έργου.

Υπενθυμίζεται ότι για την 1<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ανάλυση, χρησιμοποιήθηκαν οι πιθανότερες διάρκειες, ενώ για την 2<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι επιταχυνόμενες διάρκειες.

Στις επόμενες σελίδες ακολουθούν τα Διαγράμματα 3.9 έως 3.10. Τα συμπεράσματα παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο 4.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

### 3.5 Έλεγχος Ποιότητας Κατασκευαστικού Έργου

Η ποιότητα, στη γενική της έννοια, είναι η ανταπόκριση της παραγωγής στις προκαθορισμένες απαιτήσεις. Η ποιότητα στα τεχνικά έργα επιτυγχάνεται αν το έργο που κατασκευάστηκε ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της συμβάσεως, στις εγχώριες και διεθνείς προδιαγραφές ποιότητας, στις διατάξεις ασφαλείας, στην τυποποίηση και στους κανονισμούς που ισχύουν.

Η ποιότητα χαρακτηρίζεται ως:

- § *Από την πλευρά του κυρίου του έργου:* Λειτουργικότητα και μορφή του έργου, περάτωση του σύμφωνα με τους όρους της συμβάσεως, στις χρονικές προθεσμίες του προγραμματισμού και στον αρχικό προϋπολογισμό, κόστος συντηρήσεως, αξιοπιστία και επισκευαστικότητα, περιβαλλοντική προστασία, υγιεινή, ασφάλεια και επιπτώσεις στις συνθήκες εργασίας και διαβίωσης.
- § *Από την πλευρά του κατασκευαστή:* Καθορισμός εφικτών στόχων, πληρότητα της μελέτης, των προδιαγραφών και των συμβατικών τευχών, πραγματοποιήσιμος προγραμματισμός εργασιών, έγκαιρη λήψη αποφάσεων από τον κύριο του έργου και το διαχειριστή, αντικειμενική κατανομή ευθυνών, λογικό όφελος, ικανοποίηση του κυρίου του έργου, θετική αναγνώριση εκ μέρους του και ευνοϊκές συστάσεις για μελλοντικές εργασίες.
- § *Κοινωνικές επιπτώσεις:* Εξασφάλιση δημόσιας υγείας και ασφάλειας, προστασία του περιβάλλοντος, σεβασμός νομοθετικών διατάξεων,

τυποποιήσεως και κοινωνικών καταστάσεων.

Το επιτελείο διαχείρισεως του έργου είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη ενός προγράμματος διασφάλισης της ποιότητας, το οποίο αναφέρεται στις τυποποιημένων προδιαγραφές και διαδικασίες δοκιμών (λήψη δοκιμών), που θα συμπεριληφθούν στα συμβατικά τεύχη. Παράλληλα διαμορφώνεται ένα πρόγραμμα για την παρακολούθηση της ποιότητας των υλικών, που επιλέγει ο Ανάδοχος, των μεθόδων διεξαγωγής των δοκιμών, της αποδόσεως και μορφώσεως του προσωπικού και των διαδικασιών εκτελέσεως των εργασιών. Ο ποιοτικός έλεγχος καλύπτει και την επιθεώρηση των εργασιών που έχουν ολοκληρωθεί. Η επιθεώρηση αυτή μπορεί να διευρυνθεί και στον έλεγχο της καταλληλότητας του εξοπλισμού και των διαφόρων εγκαταστάσεων. Είναι επίσης υπεύθυνο για την εκπόνηση ενός Εγχειριδίου Διαδικασιών Ελέγχου Ποιότητας και αναβαθμίσεως της ποιότητας.<sup>27</sup>

Η μεθοδολογία του Balanced Scorecard (BSC) είναι μια έννοια και μια μέθοδος που χρησιμοποιούνται για την αποδοτικότερη διαχείριση μιας επιχείρησης. Ο P. Kaplan και ο Δ. Norton το 1992, εισήγαγαν την έννοια και από τότε πολλές επιχειρήσεις την έχουν χρησιμοποιήσει. Εκτός από τον οικονομικό παράγοντα, η μέθοδος αυτή λαμβάνει υπόψη και τους μη οικονομικούς παράγοντες όπως οι σχέσεις πελατών, η καινοτομία, και οι εσωτερικές διαδικασίες της επιχείρησης.

Εξαιτίας του πλαισίου της "συνεχούς βελτίωσης" που είναι και αυτή μια θεμελιώδης απαίτηση των προτύπων ISO9001:2000, η παραπάνω μεθοδολογία επιλέγεται, όχι μόνο για να πετύχει την ικανοποίηση των



πελατών σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο, αλλά και να αξιολογήσει τους στρατηγικούς στόχους που θέτονται από το διοικητικό συμβούλιο. Προκειμένου να διευκολυνθεί η εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής, απαιτείται να προσδιοριστούν οι κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας που προωθεί η πραγματοποίηση μιας σταθερής στρατηγικής. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία Kaplan & Norton το επόμενο βήμα είναι να οριστούν οι κατάλληλοι δείκτες για κάθε έναν από τους κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας και να βρεθεί πώς αυτοί αλληλεπιδρούν με τις οργανωτικές διαδικασίες.

Τα αναμενόμενα οφέλη της εφαρμογής της παραπάνω μεθόδου είναι να αναπτυχθεί ένα διοικητικό εργαλείο για το συνεχή έλεγχο και τη βελτίωση όλων των κρίσιμων διαδικασιών που έχουν επιπτώσεις στους στρατηγικούς στόχους μέσα στην οργάνωση.<sup>28</sup>

Στην έννοια της παρακολούθησης/ελέγχου ενός έργου που παρουσιάζεται εκτενώς στο επόμενο υποκεφάλαιο, εμπίπτει και ο έλεγχος του κατά πόσο τηρούνται από όλα τα στελέχη μιας επιχείρησης, οι εσωτερικοί κανόνες και διαδικασίες, που έχουν τεθεί για τη λειτουργία της. Αυτός ο έλεγχος εμπίπτει στην ευθύνη του τμήματος μιας κατασκευαστικής επιχείρησης, που στα οργανογράμματα εμφανίζεται με την ορολογία «ποιοτικός έλεγχος» και δεν εμπίπτει στις ευθύνες μιας επί μέρους Δ/σης (Τεχνικής ή Οικονομικής), αλλά αποτελεί, ένα ακόμη, αυτόνομο «εργαλείο» της Κεντρικής Δ/σης. Ο ποιοτικός έλεγχος αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα «της πιστοποίησης» μιας επιχείρησης ότι ενεργεί σύμφωνα με τις ενέργειες που προβλέπονται στα πρότυπα της σειράς ISO - EN 9000.

Η χρήση της λέξης «ποιοτικός», οδηγεί πιθανά στην αντίληψη ότι πρόκειται για έλεγχο της «ποιότητας», δηλαδή του πόσο καλό είναι ένα παραγόμενο αποτέλεσμα, σε σύγκριση με κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και προδιαγραφές, που έχουν τεθεί και το διαφοροποιούν από τα όμοια του. Στη σημερινή πραγματικότητα, όμως της κατασκευαστικής βιομηχανίας, όπως επίσης και σε όλες τις βιομηχανίες και επιχειρήσεις, η ορολογία «ποιοτικός έλεγχος», χρησιμοποιείται βασικά με την τήρηση «διαδικασιών», ανεξάρτητα εάν το αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί «ποιοτικά καλό» ή όχι. Αυτό σημαίνει ότι ενδεχόμενα, δεν μας ενδιαφέρει το πόσο άριστο ή συγκριτικά καλό είναι το παραγόμενο αποτέλεσμα, αλλά εάν παράγεται με την τήρηση κάποιων συγκεκριμένων ενεργειών που έχουν τεθεί εκ των προτέρων.

Μια κατασκευαστική επιχείρηση έχει να αποφασίσει:

- § Τον τρόπο κοστολόγησης ενός έργου.
- § Τον τρόπο προγραμματισμού.
- § Τον τρόπο παρακολούθησης – ελέγχου.

Η *απόφαση*, οδηγεί στην ανάλυση και επεξεργασία κάποιων δεδομένων, με κάποιο συγκεκριμένο τρόπο. Ακολουθώντας απόλυτα και τυπικά τον τρόπο και τη διαδικασία που έχει αποφασιστεί, ο «ποιοτικός έλεγχος» θα είναι άριστος. Τα ιδιαίτερα όμως χαρακτηριστικά της επιτυχούς εξέλιξης της κατασκευής και του επιδιωκόμενου οικονομικού αποτελέσματος, δεν εξασφαλίζεται ότι θα είναι εξ ίσου άριστα. Έτσι, στην περίπτωση που έχουν παρεισφρήσει στις αναλύσεις - εκτιμήσεις μας, λανθασμένες επιλογές, τότε

το αποτέλεσμα απέχει κατά πολύ του να είναι άριστο ή απλά ικανοποιητικό.<sup>29</sup>

Το νέο πρότυπο ISO 9001:2000, επεκτείνει το στόχο της ποιοτικής διαχείρισης μιας οργάνωσης. Εκτός από την απόδειξη ότι η παραχθείσα εργασία διατηρεί μια τυποποιημένη ποιότητα, εξετάζεται η αύξηση της ικανοποίησης των πελατών μέσω των διαδικασιών της συνεχόμενης βελτίωσης. Ο στόχος είναι να προταθεί η διαχείριση κινδύνου ως διαδικασία που μπορεί να οδηγήσει προς όφελος της ίδιας της οργάνωσης, κατά συνέπεια και προς όφελος του πελάτη. Ο μεταγενέστερος στόχος είναι η βελτίωση των χρηματοοικονομικών αποτελεσμάτων των έργων, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στην συνέχεια, σε καλύτερες προσφορές στον πελάτη.

Ο κίνδυνος ξεπερνά τα στενά όρια της ασφάλειας. Επεκτείνεται στα καθαρώς διοικητικά θέματα, όπως η δυνατότητα εύρεσης διαθέσιμων υπεργολάβων για να χρησιμοποιηθούν στο έργο, η μελέτη για την αποφυγή της κακοκαιρίας που περιπλέκει την δραστηριότητα σκυροδέτησης ή το ενδεχόμενο αποχώρησης από το έργο ενός βασικού προσώπου-κλειδί. Μία κατασκευαστική εταιρεία χρειάζεται να εφαρμόσει τη διαχείριση κινδύνου του έργου. Απαιτείται μια σύντομη περιπτώσιολογική μελέτη καθώς και δείκτες προκειμένου να μετρηθούν τα αποτελέσματα που προέρχεται από την υιοθέτηση της διαδικασίας αυτής.<sup>30</sup>

### 3.6 Έλεγχος Προόδου και Παρακολούθηση Κατασκευαστικού Έργου

Κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με τα πραγματοποιούμενα στοιχεία χρόνου και κόστους. Η σύγκριση των στοιχείων αυτών με τα στοιχεία του σχεδιασμού είναι η βάση του ελέγχου προόδου του έργου και της εφαρμογής διορθωτικών μέτρων για την επαναφορά του έργου στην πορεία του σχεδιασμού, και συμπληρώνονται δελτία ελέγχου προόδου. Τα απαιτούμενα για τον έλεγχο στοιχεία είναι:

- § Έξοδα που πραγματοποιήθηκαν μέχρι την ημερομηνία ελέγχου ή για τη θεωρούμενη περίοδο.
- § Κόστος εργασίας που πραγματοποιήθηκε μέχρι την ημερομηνία ελέγχου ή για τη θεωρούμενη περίοδο με βάση το κόστος μονάδος του σχεδιασμού.
- § Κόστος εργασίας που έπρεπε να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με το σχεδιασμό μέχρι την ημερομηνία ελέγχου ή για τη θεωρούμενη περίοδο.

Τα στοιχεία αυτά σημειώνονται πάνω στο διάγραμμα της καμπύλης S. Από τη θεώρηση των τιμών του διαγράμματος υπολογίζονται:

- § Η ποσοστιαία αύξηση κόστους.
- § Η καθυστέρηση έργου.

Από τα χρονικά και οικονομικά στοιχεία του ελέγχου υπολογίζονται οι εξής

χρήσιμοι συντελεστές:

§ Δείκτης κόστους. Είναι χαρακτηριστικό μέγεθος για την παραγωγικότητα του έργου.

§ Δείκτης προγραμματισμού. Δείχνει εάν το έργο θα ολοκληρωθεί νωρίτερα ή αργότερα από τον χρόνο σχεδιασμού.<sup>31</sup>

Μία από τις σημαντικότερες εργασίες για τον αποδοτικό έλεγχο της προόδου του έργου κατά τη διάρκεια της κατασκευής είναι η ανάλυση του έργου σε επίπεδα ελέγχου. Η ανάλυση δίνει άμεση εποπτεία των μερικών τμημάτων του έργου και του συνόλου.

Η ανάλυση του έργου σε επίπεδα ελέγχου γίνεται σύμφωνα με τις κατασκευαστικές ή τεχνολογικές ενότητες, οι οποίες καθορίζονται στη φάση του σχεδιασμού. Προηγείται η επεξεργασία του συνολικού έργου σε ένα ενιαίο Δικτυωτό Γράφημα και στη συνέχεια ακολουθεί η κατάταξη των ομαδοποιημένων εργασιών σε "πακέτα εργασίας" με χωριστό κωδικό αριθμό. Η ανάλυση αρχίζει από την κορυφή της πυραμίδας αναλύσεως, στην οποία τοποθετείται ο κωδικός του επιπέδου που είναι ο αριθμός 0. Αμέσως κάτω από την κορυφή, στο επίπεδο αναλύσεως 1, τοποθετούνται οι ομαδοποιημένες εργασίες του πρώτου επιπέδου αναλύσεως. Κάθε μία από αυτές τις εργασίες, οι οποίες μπορεί να αντιπροσωπεύουν μεγάλο ή μικρό αριθμό δραστηριοτήτων, χαρακτηρίζεται με ένα κωδικό αριθμό, ο οποίος έχει τόσα ψηφία, όσα ο αριθμός των επιπέδων. Το πρώτο σημαντικό ψηφίο είναι η αύξουσα σειρά της εργασίας στο επίπεδο, τα υπόλοιπα ψηφία είναι 0. Η ίδια τακτική εφαρμόζεται και στα επίπεδα που

ακολουθούν. Στο δεύτερο επίπεδο ο αριθμός της αύξουσας σειράς στο επίπεδο είναι ο δεύτερος σημαντικός και οι υπόλοιποι 0 κ.ο.κ.<sup>32</sup>

Ο έλεγχος της προόδου του έργου (χρονικός και οικονομικός για όλα τα επίπεδα και τμήματα κατασκευής) είναι η σημαντικότερη και εκ φύσεως δυσκολότερη εργασία της οργανώσεως της παραγωγής. Οι δυσκολίες οφείλονται στις εξής κυρίως δύο αιτίες:

§ Έλλειψη αξιόπιστων και θεμελιωμένων οικονομικών στοιχείων σχεδιασμού.

§ Έλλειψη των απαραίτητων για τη διαδικασία του ελέγχου πληροφοριών κατά τη φάση της πραγματοποιήσεως. Η μη συστηματική ή ελλιπής κίνηση των πληροφοριών προς και από τις θέσεις παραγωγής είναι η κύρια αιτία για την αστοχία της οργανώσεως.

Η κίνηση των πληροφοριών θεωρείται ότι είναι η πρώτη ύλη της οργανώσεως. Διακρίνονται οι πληροφορίες αποφάσεως, εφαρμογής (εντολές προς τις ομάδες κατασκευής), ελέγχου (εκθέσεις των ομάδων παραγωγής προς τη διεύθυνση του έργου) και σχεδιασμού. Οι τελευταίες, μαζί με τις "εξωτερικές" πληροφορίες (στοιχεία ή δεδομένα) κλίνουν το κύκλωμα. Είναι η βάση για την παραγωγή των πληροφοριών αποφάσεως. Διακοπή του κυκλώματος σε οποιοδήποτε σημείο οδηγεί σε απώλεια του ελέγχου της παραγωγής και κατά συνέπεια σε ελαττωματική λειτουργία του συστήματος. Για την κίνηση των πληροφοριών χρησιμοποιούνται έντυπα, τα οποία συντάσσει η διεύθυνση του εργοταξίου ανάλογα με τη

φύση του έργου, την οργανωτική διάρθρωση, την εκπαίδευση (και διάθεση) του προσωπικού και τις τοπικές συνθήκες.<sup>33</sup>

Ο έλεγχος προόδου έργου αναφέρεται στη συνεχή καταγραφή των πραγματοποιούμενων τιμών χρονικής και οικονομικής προόδου και στη σύγκριση τους με τις τιμές του αρχικού προγραμματισμού, έτσι ώστε να είναι δυνατή η συνεχής σύγκριση και η άμεση διόρθωση των τυχόν αποκλίσεων με τα κατάλληλα διορθωτικά μέτρα. Η επιτυχία του ελέγχου, και επομένως της συνεχούς περιοδικής προσαρμογής του έργου στα μεγέθη του προγραμματισμού, βασίζεται στη κίνηση των πληροφοριών μεταξύ διοικήσεως και ομάδων εφαρμογής. Ο έλεγχος, ο οποίος υποστηρίζεται με κατάλληλο πρόγραμμα Η.Υ., βασίζεται στη σύγκριση των πραγματοποιούμενων μεγεθών (ΠΜ) προς τα μεγέθη του σχεδιασμού (ΜΣ). Η διαφορά  $\Delta = \text{ΠΜ} - \text{ΜΣ}$  είναι το κύριο κριτήριο για τη λήψη καταλλήλων διορθωτικών μέτρων (πληροφορίες αποφάσεως).<sup>34</sup>

Πρόκειται για τον έλεγχο του έργου όχι μόνο ως προς το χρονικό και οικονομικό προγραμματισμό, αλλά και ως προς τη διαχείριση των δαπανών και προμηθειών, τη διαχείριση της συμβάσεως, τις διαδικασίες, που αφορούν στην απρόσκοπτη ροή των δραστηριοτήτων του έργου, και την οργάνωση αρχειοθέτησεως των εγγράφων. Ο έλεγχος του έργου μπορεί να διακριθεί στην τεχνική πρόοδο και στην οικονομική πρόοδο. Στην τεχνική πρόοδο διαπιστώνονται και καταγράφονται με τεχνικά κριτήρια το κατά πόσο εκτελούνται ικανοποιητικά οι δραστηριότητες εκείνες που οδηγούν στην επίτευξη της εκτέλεσης του έργου (διαγράμματα Gantt). Στην συνέχεια

εκτιμάται τόσο το τελικό ύψος δαπάνης (συνεχής έλεγχος και προμετρήσεις των προς εκτέλεση άρθρων εργασίας), όσο και το εναπομένον ύψος δαπάνης. Στην οικονομική πρόοδο διαπιστώνονται και καταγράφονται το κατά πόσο εξελίσσονται ικανοποιητικά οι αντίστοιχες οικονομικές παράμετροι, όπως έχουν προγραμματιστεί και οδηγούν στην επίτευξη των αποτελεσμάτων που αναμένονται από την επίτευξη του έργου (λογαριασμοί, πιστοποιήσεις, ενημέρωση προγραμματισμού είσπραξης δαπάνης, παρακολούθηση κόστους).<sup>35</sup>

Η σύνθετη μορφή των δραστηριοτήτων συντονισμού, ιδιαίτερα όταν εμπλέκονται πολλαπλοί κρατικοί και ιδιωτικοί φορείς στην πραγματοποίηση του έργου, απαιτεί την εφαρμογή ολοκληρωμένων και αξιόπιστων συστημάτων ελέγχου για την αναφορά, την παρακολούθηση, την αξιοποίηση των πληροφοριών και την εφαρμογή διορθωτικών διαδικασιών. Προς την κατεύθυνση αυτή τα διάφορα προγράμματα προγραμματισμού έργων προσφέρουν σοβαρές υπηρεσίες, τόσο, ώστε να είναι σήμερα απαραίτητα για την ορθολογική διαχείριση των έργων. Ο έλεγχος αναφέρεται επίσης στην τήρηση των νομικών διαδικασιών σύμφωνα με τη σύμβαση του έργου και η προώθηση θετικής εικόνας για το έργο, με εκθέσεις ελέγχου των δαπανών και των χρονοδιαγραμμάτων, καθώς και με τη διαμόρφωση ενός αποτελεσματικού προγράμματος δημοσίων σχέσεων.

Η βασική γραμμή για τον έλεγχο των δαπανών και του χρονοδιαγράμματος είναι ο καθορισμός του τι πρέπει να γίνει, μέσα σε ποια χρονικά πλαίσια, με ποια μέσα παραγωγής και σε τι κόστος. Αυτή η βασική γραμμή



χρησιμοποιείται στη συνέχεια για την παρακολούθηση των μελλοντικών δραστηριοτήτων, για τον προσδιορισμό των πιθανών αποκλίσεων και για την άμεση ενεργοποίηση διορθωτικών επεμβάσεων, έτσι ώστε να αποτρέπονται ενδεχόμενες καθυστερήσεις στο χρονικό προγραμματισμό και υπερβάσεις στον προϋπολογισμό.

Το σύστημα παρακολουθήσεως της προόδου του έργου βασίζεται στα εξής στοιχεία:

- § Ανάλυση των εργασιών με επιμερισμό των στοιχείων του έργου για να γίνει ευκολότερη η παρουσίαση, η αξιολόγηση και ο έλεγχος.
- § Βασικό πρόγραμμα κατασκευών και διαχρονικό προϋπολογισμό για την υλοποίηση του έργου, σύμφωνα με την ανάλυση εργασιών.
- § Σύστημα που εξυπηρετεί στη συνεχή αξιολόγηση της αποδόσεως των εργασιών σε σύγκριση με το αρχικό πρόγραμμα.
- § Πίνακα προόδου του έργου με τα στοιχεία του προγραμματισμού για κάθε δραστηριότητα, πακέτα έργου για κάθε χρονική περίοδο και ομάδα εργασιών χωριστά, την ποσότητα εργασίας που έχει πραγματοποιηθεί μέσα στη θεωρούμενη χρονική περίοδο, τη συνολική ποσότητα εργασίας που έχει ολοκληρωθεί μέχρι τη θεωρούμενη χρονική περίοδο και τις αντίστοιχες χρονικές και οικονομικές αποκλίσεις. Με βάση τα στοιχεία αυτά γίνονται αριθμητικές εκτιμήσεις (προβλέψεις) για το χρόνο και το τελικό κόστος κατασκευής. Ο πίνακας αυτός είναι ένα δυναμικό εργαλείο, το οποίο δίνει συνεχείς ενδείξεις για την τρέχουσα και μελλοντική εξέλιξη του έργου.

Τα συστήματα αυτά υποστηρίζουν τη σύνταξη εκθέσεων προόδου για τις ομαδοποιημένες δραστηριότητες και για το συνολικό έργο.<sup>36</sup>

Η τρέχουσα τάση και ο προσανατολισμός προς τα μεγάλα προγράμματα πολυ-συμμετεχόντων έχουν δημιουργήσει την ανάγκη για αποτελεσματική και αποδοτική αξιολόγηση και έλεγχο από τους εμπλεκόμενους. Η ανατροφοδότηση από την αξιολόγηση αυτή βελτιώνει τη διαχείριση των τρεχόντων έργων. Βοηθά επίσης στην επιλογή των κατάλληλων οργανωτικών ή/και μεμονωμένων συμμετεχόντων για τα μελλοντικά προγράμματα, βασισμένη στην προηγούμενη απόδοσή τους. Εντούτοις μια πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι υπάρχει μια έλλειψη συστηματικής και αυτοματοποιημένης αξιολόγησης και ελέγχου στα προγράμματα κατασκευής. Η ανάγκη να αναπτυχθεί το σύστημα ελέγχου και να διατυπωθεί ένα ακριβές πρόγραμμα αξιολόγησης του έργου σύμφωνα με τα μελετηθέντα, απαιτείται για την αξιολόγηση της απόδοσης στα επιμέρους (από τα καθημερινά αρχεία περιοχών, τα ημερολόγια του μηχανικού και άλλα έγγραφα καθώς επίσης και τις εικόνες των δραστηριοτήτων κατασκευής). Ένα επίμονο πρόβλημα στην κατασκευή είναι να αναπτυχθεί το σχεδιασθέν φυσικό πρόγραμμα προόδου του εργοταξίου της κατασκευής, το οποίο παρουσιάζει την πραγματική απόδοση της κατασκευής.<sup>37</sup>

Με την παρακολούθηση και έλεγχο του έργου επιτυγχάνεται:

- § Η ολοκλήρωση του έργου στον προβλεπόμενο χρόνο, στο προϋπολογισθέν κόστος, και στην απαιτούμενη ποιότητα.
- § Η συνεχής παρακολούθησή του σε όλα τα επίπεδα (τεχνικό,

οικονομικό) με μεθόδους μέτρησης και συστήματα αναφοράς.

- § Ο καθορισμός του κόστους και των απαιτούμενων πόρων για κάθε δραστηριότητα, ανά πάσα χρονική στιγμή της προβλεπόμενης διάρκειας.
- § Αναπροσαρμογή και ενημέρωση του δικτυωτού γραφήματος σύμφωνα με την πραγματική διάρκεια των ολοκληρωμένων δραστηριοτήτων.
- § Η διαφορική ανάλυση του προβλεπόμενου με το πραγματοποιούμενο κόστος.

---

<sup>1</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1992, σελ.1

<sup>2</sup> Internet Centre for Management and Business Administration, "CPM", [www.netmba.com](http://www.netmba.com), σελ.1

<sup>3</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1999, σελ.2-2

<sup>4</sup> Δ.Ξηρόκωστας, Επιχειρησιακή Έρευνα, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1991, σελ.55

<sup>5</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.2-1

<sup>6</sup> Π.Στόκος, Εγχειρίδιο Κατασκευαστή, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2005, σελ.105

<sup>7</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.2-3-σελ.2-9

<sup>8</sup> A.S.Williams, An Introduction to Management Science-Quantitative Approaches to Decision Making, Thomson South-Western, 2003, σελ.450-σελ.451

<sup>9</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.83

<sup>10</sup> Internet Centre for Management and Business Administration, "CPM", ό.π. σελ.4

<sup>11</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.6-1-σελ.6-2

<sup>12</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.2-6

<sup>13</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.6-16-σελ.6-18

<sup>14</sup> R.Martin, "PERT, CPM and Agile Project Management", Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία, σελ.1-σελ.3

- 
- <sup>15</sup> Internet Centre for Management and Business Administration, "PERT", [www.netmba.com](http://www.netmba.com), σελ.2
- <sup>16</sup> A.S.Williams, ό.π., σελ.453-σελ.454
- <sup>17</sup> Internet Centre for Management and Business Administration, "PERT", ό.π. σελ.4
- <sup>18</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.2-1
- <sup>19</sup> Internet Centre for Management and Business Administration, "GANTT", [www.netmba.com](http://www.netmba.com), σελ.1-σελ.2
- <sup>20</sup> Project Management Institution, "Introduction to Project Management", [www.snc.edu](http://www.snc.edu), σελ.4- σελ.6
- <sup>21</sup> Tulane University, "GANTT", [www.studentweb.tulane.edu](http://www.studentweb.tulane.edu), σελ.3- σελ.6
- <sup>22</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.2-13
- <sup>23</sup> Project Magazine, "S-curve", [www.projectmagazine.com](http://www.projectmagazine.com), σελ.2- σελ.7
- <sup>24</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.55
- <sup>25</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.62
- <sup>26</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.2-21
- <sup>27</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-6-σελ.1-7
- <sup>28</sup> Μ.Μαθιουλakis & J.Novas, "Introducing the Balanced Scorecard Methodology in the Greek Construction Industry. Presentation of the Case Study at Edrasis C. Psallidas S.A.", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. B2-4
- <sup>29</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.220- σελ.221
- <sup>30</sup> V.Leopoulos, K.Kirytopoulos & C.Malandrakis, "Risk Management as a Process of Quality Standard ISO 9001:2000", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. A3-6
- <sup>31</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.55-σελ.59
- <sup>32</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.63
- <sup>33</sup> Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, ό.π., σελ.69
- <sup>34</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-3
- <sup>35</sup> Π.Στόκος, ό.π., σελ.145- σελ.155

---

<sup>36</sup> Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, ό.π., σελ.1-5-σελ.1-6

<sup>37</sup> Z.A.Memon, M.Z.Abd Majid & M.Mustaffar, "Systematizing the Construction Project Evaluation and Monitoring", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004, κωδ. A2-4

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 4.1 Συμπεράσματα 1<sup>ης</sup> Ανάλυσης

Στην ανάλυση αυτή, το πρόβλημα του κατασκευαστικού έργου προσεγγίστηκε με την μέθοδο των κρίσιμων διαδρομών. Τα χρονικά δεδομένα που εισήχθησαν αφορούσαν τις πιθανές διάρκειες των δραστηριοτήτων, ενώ τα οικονομικά δεδομένα αναφέρονταν στο άμεσο κόστος της κατασκευής (βλ. Πίνακα 2.6 και Πίνακα 2.8).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο *πιθανότερος χρόνος ολοκλήρωσης* του κατασκευαστικού έργου είναι 179 εργάσιμες ημέρες (βλ. Πίνακα 3.1), και με βάση το ημερολογιακό διάγραμμα Gantt (βλ. Διάγραμμα 3.4), το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί στις 06/07/2006.

Οι υποδραστηριότητες που προκύπτουν να είναι τελείως ανελαστικές σε πιθανές καθυστερήσεις, οι *κρίσιμες* δηλαδή, είναι οι εξής:

- § οι εκσκαφτικές εργασίες κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες θεμελίωσης και κατασκευής του φέροντα οργανισμού της κατοικίας (εργασίες οπλισμένου σκυροδέματος)
- § οι εργασίες τοποθέτησης τοιχοποιίας (μπατικές και δρομικές)
- § οι μονωτικές εργασίες κατοικίας
- § οι εργασίες εγκατάστασης ύδρευσης και αποχέτευσης κατοικίας

- § οι εργασίες τοποθέτησης επιχρισμάτων (εσωτερικά και εξωτερικά)
- § οι εργασίες τοποθέτησης κουφωμάτων και ντουλαπιών
- § οι εργασίες κατασκευής της πέργκολας

Το άμεσο κόστος κατασκευής ανέρχεται στα 383.769 ευρώ, εκ των οποίων τα 223.391 ευρώ αποδίδονται στις κρίσιμες δραστηριότητες (Πίνακας 3.4). Η αθροιστική καμπύλη της ανάλυσης αυτής (Διάγραμμα 3.9) αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τις χρηματικές ροές της αναδόχου επιχείρησης και εκφράζει την απαιτούμενη ρευστότητα σε όλη τη διάρκεια του έργου και είναι απαραίτητο για τον έλεγχο προόδου και παρακολούθησης αυτού.

#### 4.2 Συμπεράσματα 2<sup>ης</sup> Ανάλυσης

Και στην ανάλυση αυτή, το πρόβλημα του κατασκευαστικού έργου προσεγγίστηκε με την μέθοδο των κρίσιμων διαδρομών. Τα χρονικά δεδομένα που εισήχθησαν αφορούσαν τις επιταχυνόμενες διάρκειες των δραστηριοτήτων, ενώ τα οικονομικά δεδομένα αναφέρονταν στο άμεσο επιταχυνόμενο κόστος της κατασκευής (βλ. Πίνακα 2.6 και Πίνακα 2.10).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο πιθανότερος επιταχυνόμενος χρόνος ολοκλήρωσης του κατασκευαστικού έργου είναι 142 εργάσιμες ημέρες (βλ. Πίνακα 3.2), και με βάση το ημερολογιακό διάγραμμα Gantt (βλ. Διάγραμμα 3.5), το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί στις 16/05/2006. Παρατηρείται ότι με

την εφαρμογή της διαδικασίας της επιτάχυνσης, η διάρκεια κατασκευής μειώνεται κατά 37 εργάσιμες ημέρες, και ημερολογιακά κατά σχεδόν δύο μήνες.

Οι υποδραστηριότητες που προκύπτουν να είναι τελείως ανελαστικές σε πιθανές καθυστερήσεις, οι κρίσιμες δηλαδή, είναι οι εξής:

- § οι εκσκαφτικές εργασίες κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες επιχώσεων κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες θεμελίωσης και κατασκευής του φέροντα οργανισμού της κατοικίας (εργασίες οπλισμένου σκυροδέματος)
- § οι εργασίες τοποθέτησης τοιχοποιίας (μπατικές και δρομικές)
- § οι μονωτικές εργασίες κατοικίας
- § οι εργασίες εγκατάστασης ύδρευσης και αποχέτευσης κατοικίας
- § οι εργασίες τοποθέτησης επιχρισμάτων (εσωτερικά και εξωτερικά)
- § οι εργασίες τοποθέτησης κουφωμάτων και ντουλαπιών
- § οι εργασίες κατασκευής της πέργκολας

Παρατηρείται ότι οι κρίσιμες υποδραστηριότητες που προκύπτουν από την ανάλυση αυτή είναι οι ίδιες με αυτές της προηγούμενης ανάλυσης (χωρίς επιτάχυνση) και αυξάνουν κατά δύο: οι εργασίες επιχώσεων κατοικίας και πισίνας γίνονται και αυτές εδώ κρίσιμες.

Επίσης παρατηρείται ότι ο νωθρός χρόνος, η διαφορά δηλαδή της βραδύτερης από την ενωρίτερη έναρξη στις μη κρίσιμες δραστηριότητες, μειώνεται σημαντικά κατά την διαδικασία επιτάχυνσης.



Το άμεσο επιταχυνόμενο κόστος κατασκευής ανέρχεται στα 487.364 ευρώ, εκ των οποίων τα 282.229 ευρώ αποδίδονται στις κρίσιμες δραστηριότητες (Πίνακας 3.5). Η αθροιστική καμπύλη της ανάλυσης αυτής (Διάγραμμα 3.9) αποτυπώνει συγκριτικά τη διαφορά στο αθροιστικό κόστος μεταξύ των δύο αυτών αναλύσεων όσο η κατασκευή προοδεύει.

Στην ανάλυση αυτή θεωρήθηκε ότι η επιτάχυνση λαμβάνει χώρα σε όλες τις δραστηριότητες, κρίσιμες και μη, με αποτέλεσμα το επιπλέον κόστος επιτάχυνσης να χρεώνεται και στις δραστηριότητες εκείνες οι οποίες δεν είναι κρίσιμες και ως εκ τούτου δεν απαιτείται να επιταχυνθούν. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση βελτιστοποίησης (βλ. Πίνακα 3.6) και αυτήν την φορά επιταχύνθηκαν εκείνες οι υποδραστηριότητες που καθορίζουν τον συνολικό χρόνο ολοκλήρωσης της κατασκευής. Στην υποανάλυση αυτή, το άμεσο επιταχυνόμενο κόστος κατασκευής υπολογίστηκε στα 443.957 ευρώ και μειώθηκε κατά 43.407 ευρώ, ενώ η πιθανή διάρκεια παρέμεινε αμετάβλητη στις 142 εργάσιμες ημέρες.

Το ποσοστό της μείωσης του άμεσου επιταχυνόμενου κόστους για επιτάχυνση μόνο των κρίσιμων δραστηριοτήτων είναι γύρω στο 10%, ενώ η μείωση της πιθανής διάρκειας του έργου από επιτάχυνση είτε μόνο των κρίσιμων, είτε όλων των δραστηριοτήτων είναι γύρω στο 20%. Το ποσοστό της αύξησης του άμεσου κόστους της κατασκευής λόγω επιτάχυνσης σε όλες τις δραστηριότητες είναι γύρω στο 30%.

### 4.3 Συμπεράσματα 3<sup>ης</sup> Ανάλυσης

Στην ανάλυση αυτή, το πρόβλημα του κατασκευαστικού έργου προσεγγίστηκε κι εδώ με την μέθοδο των κρίσιμων διαδρομών. Τα χρονικά δεδομένα που εισήχθησαν αφορούσαν τις πιθανές διάρκειες των δραστηριοτήτων, ενώ τα οικονομικά δεδομένα αναφέρονταν στο συνολικό άμεσο κόστος της κατασκευής (βλ. Πίνακα 2.6 και Πίνακα 2.9).

Εφόσον τα χρονικά δεδομένα της ανάλυσης αυτής είναι ίδια με την 1<sup>η</sup> ανάλυση (πιθανότερες διάρκειες υποδραστηριοτήτων), ο *πιθανότερος χρόνος ολοκλήρωσης* του κατασκευαστικού έργου είναι ίδιος με την ανάλυση εκείνη, δηλαδή 179 εργάσιμες ημέρες (βλ. Πίνακα 3.1), και ομοίως, σύμφωνα με το ημερολογιακό διάγραμμα Gantt (βλ. Διάγραμμα 3.4), το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί στις 06/07/2006.

Για τον ίδιο λόγο, οι υποδραστηριότητες που προκύπτουν να είναι τελείως ανελαστικές σε πιθανές καθυστερήσεις, οι *κρίσιμες* δηλαδή, είναι οι ίδιες με αυτές που παρουσιάστηκαν στην 1<sup>η</sup> ανάλυση, δηλαδή:

- § οι εκσκαφτικές εργασίες κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες θεμελίωσης και κατασκευής του φέροντα οργανισμού της κατοικίας (εργασίες οπλισμένου σκυροδέματος)
- § οι εργασίες τοποθέτησης τοιχοποιίας (μπατικές και δρομικές)
- § οι μονωτικές εργασίες κατοικίας
- § οι εργασίες εγκατάστασης ύδρευσης και αποχέτευσης κατοικίας

- § οι εργασίες τοποθέτησης επιχρισμάτων (εσωτερικά και εξωτερικά)
- § οι εργασίες τοποθέτησης κουφωμάτων και ντουλαπιών
- § οι εργασίες κατασκευής της πέργκολας

Εκείνο όμως που μεταβάλλεται στην ανάλυση αυτή σε σχέση με την 1<sup>η</sup>, είναι τα οικονομικά δεδομένα, και συγκεκριμένα στην παρούσα, εισάγεται το συνολικό άμεσο κόστος κατασκευής, το οποίο είναι μεγαλύτερο από το άμεσο κόστος κατασκευής κατά το κόστος και το όφελος του αναδόχου. Το *συνολικό άμεσο κόστος* ανέρχεται στα 441.334 ευρώ, εκ των οποίων τα 256.901 ευρώ αποδίδονται στις κρίσιμες δραστηριότητες (Πίνακας 3.8). Η αθροιστική καμπύλη της ανάλυσης αυτής (Διάγραμμα 3.10) αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τις χρηματικές ροές της αναδόχου επιχείρησης και εκφράζει την απαιτούμενη ρευστότητα σε όλη τη διάρκεια του έργου και είναι απαραίτητο για τον έλεγχο προόδου και παρακολούθησης αυτού.

#### 4.4 Συμπεράσματα 4<sup>ης</sup> Ανάλυσης

Ομοίως στην ανάλυση αυτή, το πρόβλημα του κατασκευαστικού έργου προσεγγίστηκε με την μέθοδο των κρίσιμων διαδρομών. Τα χρονικά δεδομένα που εισήχθησαν αφορούσαν τις επιταχυνόμενες διάρκειες των δραστηριοτήτων, ενώ τα οικονομικά δεδομένα αναφέρονταν στο συνολικό άμεσο επιταχυνόμενο κόστος της κατασκευής (βλ. Πίνακα 2.6 και Πίνακα 2.11).

Εφόσον τα χρονικά δεδομένα της ανάλυσης αυτής είναι ίδια με αυτά της 2<sup>ης</sup> ανάλυσης (επιταχυνόμενες διάρκειες υποδραστηριοτήτων), ο *πιθανότερος επιταχυνόμενος χρόνος ολοκλήρωσης* του κατασκευαστικού έργου είναι ίδιος με την ανάλυση εκείνη, δηλαδή 142 εργάσιμες ημέρες (βλ. Πίνακα 3.2), και ομοίως, σύμφωνα με το ημερολογιακό διάγραμμα Gantt (βλ. Διάγραμμα 3.5), το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί στις 16/05/2006.

Για τον ίδιο λόγο, οι υποδραστηριότητες που προκύπτουν να είναι τελείως ανελαστικές σε πιθανές καθυστερήσεις, οι *κρίσιμες* δηλαδή, είναι οι ίδιες με αυτές που παρουσιάστηκαν στην 2<sup>η</sup> ανάλυση, δηλαδή:

- § οι εκσκαφτικές εργασίες κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες επιχώσεων κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες θεμελίωσης και κατασκευής του φέροντα οργανισμού της κατοικίας (εργασίες οπλισμένου σκυροδέματος)
- § οι εργασίες τοποθέτησης τοιχοποιίας (μπατικές και δρομικές)
- § οι μονωτικές εργασίες κατοικίας
- § οι εργασίες εγκατάστασης ύδρευσης και αποχέτευσης κατοικίας
- § οι εργασίες τοποθέτησης επιχρισμάτων (εσωτερικά και εξωτερικά)
- § οι εργασίες τοποθέτησης κουφωμάτων και ντουλαπιών
- § οι εργασίες κατασκευής της πέργκολας

Και εδώ παρατηρείται ότι ο νωθρός χρόνος στις μη κρίσιμες δραστηριότητες μειώνεται σημαντικά κατά την διαδικασία επιτάχυνσης, και είναι ίδιος με αυτόν της 2<sup>ης</sup> ανάλυσης.

Αυτό που μεταβάλλεται στην ανάλυση αυτή σε σχέση με την 2<sup>η</sup>, είναι τα οικονομικά δεδομένα, και συγκεκριμένα –όπως στην προηγούμενη 3<sup>η</sup> ανάλυση-, εισάγεται το συνολικό άμεσο επιταχυνόμενο κόστος κατασκευής, το οποίο είναι μεγαλύτερο από το άμεσο επιταχυνόμενο κόστος κατασκευής κατά το κόστος και το όφελος του αναδόχου. Το *συνολικό άμεσο επιταχυνόμενο κόστος* ανέρχεται στα 560.468 ευρώ, εκ των οποίων τα 324.563 ευρώ αποδίδονται στις κρίσιμες δραστηριότητες (Πίνακας 3.9). Η αθροιστική καμπύλη της ανάλυσης αυτής (Διάγραμμα 3.10) αποτυπώνει συγκριτικά τη διαφορά στο αθροιστικό κόστος μεταξύ της 3<sup>ης</sup> και της 4<sup>ης</sup> ανάλυσης όσο η κατασκευή προοδεύει.

Αρχικά, και στην ανάλυση αυτή όπως και στην 2<sup>η</sup> ανάλυση, θεωρήθηκε ότι η επιτάχυνση λαμβάνει χώρα σε όλες τις δραστηριότητες, κρίσιμες και μη, με αποτέλεσμα το επιπλέον κόστος επιτάχυνσης να χρεώνεται και στις δραστηριότητες εκείνες οι οποίες δεν είναι κρίσιμες και ως εκ τούτου δεν απαιτείται να επιταχυνθούν. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση βελτιστοποίησης (βλ. Πίνακα 3.10) και αυτήν την φορά επιταχύνθηκαν εκείνες οι υποδραστηριότητες που καθορίζουν τον συνολικό χρόνο ολοκλήρωσης της κατασκευής. Στην υποανάλυση αυτή, το συνολικό άμεσο επιταχυνόμενο κόστος κατασκευής υπολογίστηκε στα 510.549 ευρώ και μειώθηκε κατά 49.919 ευρώ, ενώ η πιθανή διάρκεια παρέμεινε αμετάβλητη στις 142 εργάσιμες ημέρες.

Το ποσοστό της μείωσης του άμεσου επιταχυνόμενου κόστους για επιτάχυνση μόνο των κρίσιμων δραστηριοτήτων είναι γύρω στο 10%, ενώ η

μείωση της πιθανής διάρκειας του έργου από επιτάχυνση είτε μόνο των κρίσιμων, είτε όλων των δραστηριοτήτων είναι γύρω στο 20%. Το ποσοστό της αύξησης του άμεσου κόστους της κατασκευής λόγω επιτάχυνσης σε όλες τις δραστηριότητες είναι γύρω στο 30%.

#### 4.5 Συμπεράσματα 5<sup>ης</sup> Ανάλυσης

Στην ανάλυση αυτή, το πρόβλημα του κατασκευαστικού έργου προσεγγίστηκε με την τεχνική αναθεώρησης και αξιολόγησης έργου. Τα χρονικά δεδομένα που εισήχθησαν αφορούσαν τις απαισιόδοξες και αισιόδοξες διάρκειες των δραστηριοτήτων (βλ. Πίνακα 2.6), ενώ οικονομικά δεδομένα δεν ελήφθησαν υπόψη. Μεταξύ άλλων υπολογίστηκε και η αναμενόμενη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

*Ø Όσον αφορά το απαισιόδοξο σενάριο:*

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο απαισιόδοξος χρόνος ολοκλήρωσης του κατασκευαστικού έργου είναι 204 εργάσιμες ημέρες, και με βάση το ημερολογιακό διάγραμμα Gantt (βλ. Διάγραμμα 3.6), το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί στις 10/08/2006. Η απαισιόδοξη διάρκεια κατασκευής του έργου είναι κατά 25 εργάσιμες ημέρες και κατά έναν κοντά μήνα ημερολογιακά μεγαλύτερη από την πιθανή διάρκεια ολοκλήρωσης του έργου, όπως αυτή προέκυψε από την 1<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ανάλυση.

Οι υποδραστηριότητες που προκύπτουν να είναι τελείως ανελαστικές σε πιθανές καθυστερήσεις, οι *κρίσιμες* δηλαδή, είναι οι εξής:

- § οι εκσκαφτικές εργασίες κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες επιχώσεων κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες θεμελίωσης και κατασκευής του φέροντα οργανισμού της κατοικίας (εργασίες οπλισμένου σκυροδέματος)
- § οι εργασίες τοποθέτησης τοιχοποιίας (μπατικές και δρομικές)
- § οι μονωτικές εργασίες κατοικίας
- § οι εργασίες εγκατάστασης ύδρευσης και αποχέτευσης κατοικίας
- § οι εργασίες τοποθέτησης επιχρισμάτων (εσωτερικά και εξωτερικά)
- § οι εργασίες τοποθέτησης κουφωμάτων και ντουλαπιών
- § οι εργασίες κατασκευής της πέργκολας

Παρατηρείται ότι οι κρίσιμες απαισιόδοξες δραστηριότητες συμπίπτουν απόλυτα με τις κρίσιμες δραστηριότητες σε φάση επιτάχυνσης του έργου (2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ανάλυση).

Ø *Όσον αφορά το αισιόδοξο σενάριο:*

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο αισιόδοξος χρόνος ολοκλήρωσης του κατασκευαστικού έργου είναι 155 εργάσιμες ημέρες, και με βάση το ημερολογιακό διάγραμμα Gantt (βλ. Διάγραμμα 3.7), το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί στις 02/06/2006. Η αισιόδοξη διάρκεια κατασκευής του έργου είναι κατά 24 εργάσιμες ημέρες και κατά έναν κοντά μήνα ημερολογιακά μικρότερη από την πιθανή διάρκεια ολοκλήρωσης του έργου, όπως αυτή προέκυψε από την 1<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ανάλυση, και κατά 13 εργάσιμες ημέρες

μεγαλύτερη από την πιθανή διάρκεια του έργου σε φάση επιτάχυνσης (2<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> ανάλυση).

Οι υποδραστηριότητες που προκύπτουν να είναι τελείως ανελαστικές σε πιθανές καθυστερήσεις, οι *κρίσιμες* δηλαδή, είναι οι εξής:

- § οι εκσκαφτικές εργασίες κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες επιχώσεων κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες θεμελίωσης και κατασκευής του φέροντα οργανισμού της κατοικίας (εργασίες οπλισμένου σκυροδέματος)
- § οι εργασίες τοποθέτησης τοιχοποιίας (μπατικές και δρομικές)
- § οι μονωτικές εργασίες κατοικίας
- § οι εργασίες εγκατάστασης ύδρευσης και αποχέτευσης κατοικίας
- § οι εργασίες τοποθέτησης επιχρισμάτων (εσωτερικά και εξωτερικά)
- § οι εργασίες τοποθέτησης κουφωμάτων και ντουλαπιών
- § οι εργασίες κατασκευής της πέργκολας

Παρατηρείται ότι οι κρίσιμες αισιόδοξες δραστηριότητες συμπίπτουν απόλυτα με τις κρίσιμες δραστηριότητες σε φάση επιτάχυνσης του έργου (2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ανάλυση), καθώς και με τις κρίσιμες δραστηριότητες του παραπάνω απαισιόδοξου σεναρίου.

Ø Όσον αφορά το αναμενόμενο σενάριο:

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο αναμενόμενος χρόνος ολοκλήρωσης του κατασκευαστικού έργου είναι 179,17 εργάσιμες ημέρες (βλ. Πίνακα 3.13), και με βάση το ημερολογιακό διάγραμμα Gantt (βλ. Διάγραμμα 3.8), το έργο



αναμένεται να ολοκληρωθεί στις 06/07/2006. Παρατηρείται ότι η αναμενόμενη διάρκεια του κατασκευαστικού έργου, η οποία προκύπτει με πιθανοτική ανάλυση με βάση τις απαισιόδοξες και αισιόδοξες διάρκειες των δραστηριοτήτων, συμπίπτει σχεδόν απόλυτα με την πιθανότερη διάρκεια ολοκλήρωσης του έργου, όπως αυτή υπολογίστηκε στην 1<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ανάλυση (πιθανότερες διάρκειες των δραστηριοτήτων).

Οι υποδραστηριότητες που προκύπτουν να είναι τελείως ανελαστικές σε πιθανές καθυστερήσεις, οι κρίσιμες δηλαδή, είναι οι εξής:

- § οι εκσκαφτικές εργασίες κατοικίας και πισίνας
- § οι εργασίες θεμελίωσης και κατασκευής του φέροντα οργανισμού της κατοικίας (εργασίες οπλισμένου σκυροδέματος)
- § οι εργασίες τοποθέτησης τοιχοποιίας (μπατικές και δρομικές)
- § οι μονωτικές εργασίες κατοικίας
- § οι εργασίες εγκατάστασης ύδρευσης και αποχέτευσης κατοικίας
- § οι εργασίες τοποθέτησης επιχρισμάτων (εσωτερικά και εξωτερικά)
- § οι εργασίες τοποθέτησης κουφωμάτων και ντουλαπιών
- § οι εργασίες κατασκευής της πέργκολας

Παρατηρείται ότι οι κρίσιμες δραστηριότητες στο αναμενόμενο σενάριο συμπίπτουν απόλυτα με τις κρίσιμες δραστηριότητες που υπολογίστηκαν στην 1<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ανάλυση (πιθανότερες διάρκειες των δραστηριοτήτων).

Επίσης παρατηρείται ότι ο νωθρός χρόνος στις μη κρίσιμες δραστηριότητες, προκύπτει παρόμοιος με αυτόν στην 1<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ανάλυση.

Τέλος, αναφέρεται ότι η πιθανότητα ολοκλήρωσης του κατασκευαστικού έργου στις 179 εργάσιμες ημέρες είναι περίπου 47%, ενώ η πιθανότητα αυτό να έχει τελειώσει στις 180 εργάσιμες ημέρες είναι γύρω στο 66% (βλ. Πίνακα 3.11). Για μόλις μία ημέρα περισσότερης διάρκειας, η πιθανότητα ολοκλήρωσης αυξάνεται κατά 19%. Το να έχει ολοκληρωθεί το έργο μέσα σε 176 εργάσιμες ημέρες είναι κατά 6% πιθανό και κατά 97% είναι πιθανό να έχει τελειώσει μέσα σε 183 εργάσιμες ημέρες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ

1. Χ.Εφραιμίδης, Διαχείριση Κατασκευών, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1999.
2. Χ.Εφραιμίδης, Δομικές Μηχανές, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1998.
3. Χ.Εφραιμίδης, Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των Κατασκευών, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1992.
4. Α.Λιβιεράτος, Οργάνωση Εργοταξίου και Κόστος Κατασκευών, Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου.
5. Π.Στόκος, Εγχειρίδιο Κατασκευαστή, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2005.
6. Δ.Ξηρόκωστας, Επιχειρησιακή Έρευνα, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1991.

## ΞΕΝΗ

1. K.P.Anagnostopoulos, N.Giatsos & A.Vavatsikos, "Final Contractor Selection Using a Multicriteria Methodology", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004.
2. L.Bevanda & M.Juriscic, "Civil Engineering Pricing-Basis of Construction Design Quality Management", Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Mechanical Engineering "UPS 2001", June 2001.
3. A.Hatzigeorgiou, "Quality Assurance in Technical Projects and the Role of the Project Management", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project

Management", September 2004.

4. C.Hendrickson & T. Au, Project Management for Construction, Prentice Hall, 1994.
5. S.Ifantis, C.Milonakis, G.Pahakis & A.Rammos, "Project Management and Administration Techniques and their Application", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004.
6. Internet Centre for Management and Business Administration, www.netmba.com.
7. A.Juodis & A.Siskina, "Multiple Criteria Evaluation of Competitive Abilities of the Construction Companies", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004.
8. G.Kalfakakou & K.Zapounidis, "Project Management Concept: Definitions and Evolution", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004.
9. D.Kallianis, C.Ripis, M.Mavroidi, P.Moschovitis & C.Saridaki, "The Optimization of a Construction Time Schedule", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004.
10. V.Leopoulos, K.Kirytopoulos & C.Malandrakis, "Risk Management as a Process of Quality Standard ISO 9001:2000", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004.

11. H. Levine, "Why Project Management Implementation Programs Fail: Taking Shortcuts vs. Diminishing Chances of Success", Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.
12. R. Martin, "PERT, CPM and Agile Project Management", Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.
13. M. Mathioulakis & J. Novas, "Introducing the Balanced Scorecard Methodology in the Greek Construction Industry. Presentation of the Case Study at Edrasis C. Psallidas S.A.", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004.
14. Z.A. Memon, M.Z. Abd Majid & M. Mustaffar, "Systematizing the Construction Project Evaluation and Monitoring", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project Management", September 2004.
15. W. Mincks & H. Johnston, Construction Jobsite Management, Delmar Publishers, 2000.
16. Project Magazine, [www.projectmagazine.com](http://www.projectmagazine.com).
17. Project Management Institution, [www.snc.edu](http://www.snc.edu).
18. L. Puelo, "Strategies for Innovative Project Management: Improving Enterprise Performance", Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία, November 2003.
19. H. Pulver, Κόστος Κατασκευής και Προϋπολογισμός, Εκδόσεις Φούντα, 1994.
20. K. Sirakoulis, P. Ipsilantis & V.C. Gerogiannis, "Factors Affecting PM Applicability in Greece", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Scientific Conference on Project Management "Clustering in Construction Project

Management", September 2004.

21. Tulane University, [www.studentweb.tulane.edu](http://www.studentweb.tulane.edu).

22. A.S. Williams, An Introduction to Management Science-Quantitative Approaches to Decision Making, Thomson South-Western, 2003.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ