



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

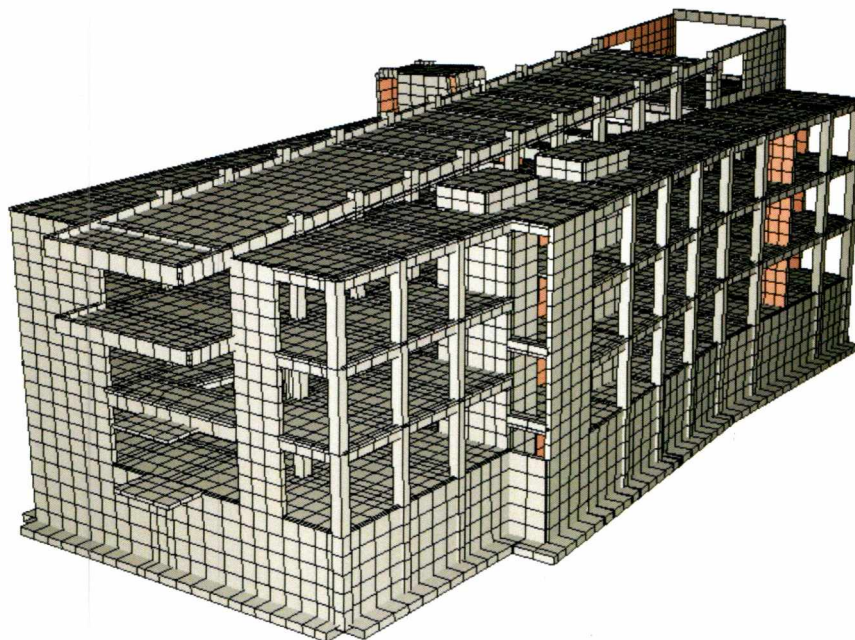
Διπλωματική Εργασία

# Χρονικός Προγραμματισμός και Διαχείριση Έργου κατασκευής νέου κτιρίου Νοσοκομείου Έδεσσας

υπό

**ΓΙΑΓΚΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ**

επιβλέπων καθηγητής : Δρ. Σαχαρίδης Γεώργιος



Βόλος 2015



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 13624/1  
Ημερ. Εισ.: 21-05-2015  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΜ  
2015  
ΓΙΑ

© 2015 Γιάγκος Βασίλειος

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν.5343/32 αρ. 202 παρ.2)

## **Μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής:**

Πρώτος Εξεταστής :	Δρ. Σαχαρίδης Γεώργιος
(Επιβλέπων)	Λέκτορας, Τμήμα Μηχανολόγων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δεύτερος Εξεταστής :	Δρ. Λυμπερόπουλος Γεώργιος
	Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τρίτος Εξεταστής :	Δρ. Παντελής Δημήτριος
	Επίκουρος καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Οφείλω να ευχαριστήσω θερμά,

Τον κ. Γεώργιο Σαχαρίδη , ως καθηγητή μου και επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας για την άψογη συνεργασία που είχαμε, το έμπρακτο ενδιαφέρον του, τις γνώσεις που μου μετέδωσε και την υπομονή του.

Τους καθηγητές του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τις γνώσεις που μου προσέφεραν καθ όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Τον αδερφό μου Σπύρο για την πολύτιμη βοήθεια του στην συγγραφή αυτής της διπλωματικής εργασίας και την στήριξη του σ' όλους τους τομείς της ζωής μου.

Τους γονείς μου για τα πάντα.

Τους φίλους μου και τα άτομα που υπάρχουν στην ζωή μου αποτελώντας καθημερινά κίνητρο για να γίνομαι καλύτερος.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τον χρονικό προγραμματισμό και την βελτιστοποίηση της διαχείρισης κατασκευαστικού έργου. Συγκεκριμένα το έργο είναι η κατασκευή του νέου τριώροφου κτιρίου στο νοσοκομείο Έδεσσας.

Στο κεφάλαιο 1 γίνεται αναφορά στην έννοια της διοίκησης και οργάνωσης έργου, ορίζεται ο ρόλος του υπευθύνου του έργου (Project manager) και τέλος αναλύεται η αξία του ανθρώπινου παράγοντα και η διαχείριση του προσωπικού.

Στο κεφάλαιο 2 γίνεται η περιγραφή του έργου που μελετήθηκε και η ανάλυση της κάθε εργασίας που το απαρτίζει τόσο από οικονομικής, όσο και από τεχνικής απόψεως.

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται η ανάλυση της μεθόδου κρίσιμης διαδρομής. Επιπλέον, γίνεται η εύρεση της κρίσιμης διαδρομής του συνόλου των εργασιών του έργου που μελετήθηκε με το πρόγραμμα Ms Project.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται και επιλύεται η μέθοδος βελτιστοποίησης και μοντελοποίησης του κόστους εργασιών του έργου που μελετήθηκε κάτω από συγκεκριμένους περιορισμούς.

Στο κεφάλαιο 5 γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των συμπερασμάτων της παρούσας διπλωματικής.

Τέλος δίνεται το παράρτημα με τους πίνακες και τα σχήματα, καθώς και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1:Εισαγωγή.....	21
1.1 Λειτουργίες της Διοίκησης Διαχείρισης Έργου .....	21
1.2 Φάσεις του κύκλου ζωής ενός Έργου .....	22
1.3 Κατηγορίες Μορφών Οργάνωσης του Έργου.....	25
1.4 Ροή Πληροφοριών.....	28
1.5 Φορείς Πληροφοριών.....	29
1.6 Προσεγγίσεις του Project Manager στη φάση του σχεδιασμού.....	29
1.7 Δίκτυο Επικοινωνιών.....	31
1.8 Πληροφοριακά Συστήματα Έργου και Επιχείρησης.....	32
1.9 Η αξιοποίηση του Ανθρώπινου Παράγοντα.....	35
1.10 Διοίκηση – Διαχείριση Εργαζομένων .....	37
1.11 Διαχείριση Προσωπικού.....	40
1.12 Εργασιακές Συνθήκες – Περιβάλλον Εργασίας.....	43
Κεφάλαιο 2:Περιγραφή του Έργου.....	45
2.1 Γενική Περιγραφή.....	45
2.2 Αναλυτική Τεχνική Περιγραφή .....	51
2.2.1 Τοπογραφικά .....	51
2.2.2 Χωματουργικές Εργασίες.....	52
2.2.3 Οπλισμός Σιδήρου .....	53
2.2.4 Ξυλότυποι .....	55
2.2.5 Σκυροδέματα.....	57
2.2.6 Τοιχοποιία .....	58
2.2.7 Επιχρίσματα.....	59

## Περιεχόμενα

2.2.8 Ψευδοροφές - Χρωματισμοί.....	60
2.2.9 Βιομηχανικό δάπεδο.....	61
2.2.10 Δάπεδο Ισογείου - 1ου - 2ου ορόφου .....	61
2.2.11 Πυράντοχες θύρες υπογείου.....	62
2.2.12 Κουφώματα - Υαλουργικά Ισογείου - 1ου - 2ου ορόφου.....	62
2.2.13 Οδοποιία.....	63
2.2.14 Πεζοδρόμηση Περιβάλλοντος Χώρου.....	63
2.2.15 Εγκαταστάσεις Ύδρευσης - Αποχέτευσης.....	64
2.2.16 Ισχυρά - Ασθενή ρεύματα.....	65
2.2.17 Δίκτυο Αερισμού Κλιματισμού.....	66
2.2.18 Ενεργητική Πυροπροστασία.....	68
2.2.19 Θεμελιακή Γείωση.....	69
2.2.20 Ιατρικά Αέρια.....	69
2.2.21 Εγκατάσταση Ανελκυστήρων.....	70
2.2.22 Εγκατάσταση ηλεκτρικού υποσταθμού.....	70
Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο.....	73
3.1 Διάγραμμα Gantt.....	73
3.2 Μέθοδος της Κρίσιμης Διαδρομής (Critical Path method – CPM).....	74
3.3 Εφαρμογή της μεθόδου Κρίσιμης Διαδρομής (Critical Path Method - CPM) .....	75
3.4 Λογισμικό Ms Project.....	78
3.4.1 Γενική περιγραφή του Ms Project.....	78
3.4.2 Εύρεση της κρίσιμης διαδρομής με την χρήση του Ms Project.....	78
3.4.3 Ημερολόγιο του Ms Project.....	79
3.4.4 Τύποι Εξαρτήσεων στο Ms Project.....	79
3.5 Εύρεση της κρίσιμης διαδρομής στο έργο που μελετήθηκε.....	81

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 4. Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα .....	89
4.1 Κριτήριο Βελτιστοποίησης.....	89
4.2 Αντικειμενική Συνάρτηση.....	93
4.3 Ορισμός και ανάλυση περιορισμών .....	102
4.4 Αποτελέσματα βελτιστοποίησης.....	119
Κεφάλαιο 5 .Συμπεράσματα .....	131
Κεφάλαιο 6. Παράρτημα.....	133
6.1 Πίνακες και σχήματα για την ανάλυση του κόστους.....	133
Κεφάλαιο 7. Βιβλιογραφία.....	175

## Πίνακες

Πίνακας 1: πίνακας εργασιών με διάρκεια 1-5 ημέρες .....	82
Πίνακας 2: πίνακας εργασιών με διάρκεια 1-5 ημέρες .....	83
Πίνακας 3: πίνακας εργασιών με διάρκεια 1-5 ημέρες .....	84
Πίνακας 4: πίνακας εργασιών με διάρκεια 6-10 ημέρες .....	85
Πίνακας 5: πίνακας εργασιών με διάρκεια 11-15 ημέρες .....	86
Πίνακας 6: πίνακας εργασιών με διάρκεια 16-20 ημέρες .....	87
Πίνακας 7: πίνακας εργασιών με διάρκεια 21-25 ημέρες .....	88
Πίνακας 8: πίνακας εργασιών με διάρκεια 26-30 ημέρες .....	88
Πίνακας 9:Εργασίες που αποτελούν την κρίσιμη διαδρομή .....	90
Πίνακας 10 : Πίνακας εργασιών που αποτελούν την κρίσιμη διαδρομή .....	91
Πίνακας 11: Εργασίες που δεν επιδέχονται περαιτέρω μείωση προσωπικού .....	92
Πίνακας 12 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κλιματισμού - αερισμού ισογείου(ΚΑΙ).....	94
Πίνακας 13 : Μεταβολή κόστους εργασιών .....	120
Πίνακας 14 : Μεταβολή κόστους εργασιών .....	121
Πίνακας 15: Μεταβολή διάρκειας εργασιών .....	126
Πίνακας 16: Μεταβολή διάρκειας εργασιών .....	127
Πίνακας 17 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού δεξαμενής (ΣΔΔ) .....	133
Πίνακας 18:Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού πεζογέφυρας (ΣΔΠΖ) .....	134
Πίνακας 19 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξεκαλουπώματος υποστρωμάτων υπογείου (ΞΥΥ) .....	135

## Περιεχόμενα

Πίνακας 20 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου (ΞΠΥ) .....	136
Πίνακας 21 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών ισογείου (ΞΠΙ) .....	137
Πίνακας 22 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών 1ου ορόφου (ΞΠΟ) .....	138
Πίνακας 23 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας καλουπώματος δεξαμενής νερού (ΚΔ) .....	139
Πίνακας 24 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης υπογείου (ΥΑΥ) .....	140
Πίνακας 25 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης περιβάλλοντος χώρου (ΥΑΠ) .....	141
Πίνακας 26 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας υπογείου (ΕΝΥ).....	142
Πίνακας 27 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας ισογείου (ΕΝΙ).....	143
Πίνακας 28:Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 1ου ορόφου (ΕΝΟ) .....	144
Πίνακας 29 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 2ου ορόφου(ΕΝΡ) .....	145
Πίνακας 30 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας βιομηχανικού δαπέδου υπογείου (ΒΔΥ) .....	146
Πίνακας 31 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας πυράντοχων θυρών υπογείου (ΠΥΡΥ) .....	147
Πίνακας 32 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ασφαλικών περιβάλλοντος χώρου (ΑΣΦ).....	148
Πίνακας 33 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοιχοποιίας υπογείου(ΤΥ).....	149

## Περιεχόμενα

Πίνακας 34 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ύδρευσης αποχέτευσης ισογείου(ΥΑΙ) .....	150
Πίνακας 35 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ύδρευσης αποχέτευσης 2ου ορόφου (ΥΑΡ) .....	151
Πίνακας 36 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ιατρικών αερίων ισογείου (ΙΑΙ).....	152
Πίνακας 37 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ιατρικών αερίων 1ου ορόφου (ΙΑΟ) .....	153
Πίνακας 38 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ιατρικών αερίων 2ου ορόφου (ΙΑΡ).....	154
Πίνακας 39 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας δαπέδου ισογείου (ΔΙ) .....	155
Πίνακας 40 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας δαπέδου 1ου ορόφου (ΔΟ) .....	156
Πίνακας 41 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας δαπέδου 2ου ορόφου (ΔΡ) .....	157
Πίνακας 42 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης υπογείου (ΗΛΥ) .....	158
Πίνακας 43 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ισογείου (ΗΛΙ) .....	159
Πίνακας 44 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης 2ου ορόφου (ΗΛΡ).....	160
Πίνακας 45 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοποθέτησης ανελκυστήρων (ΑΝΕ) .....	161
Πίνακας 46 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας επιχρισμάτων υπογείου (ΕΠΥ) .....	162
Πίνακας 47 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας επιχρισμάτων ισογείου (ΕΠΙ) .....	163

## Περιεχόμενα

Πίνακας 48 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας επιχρισμάτων 2ου ορόφου (ΕΠΡ) .....	164
Πίνακας 49 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας πεζοδρόμησης περιβάλλοντος χώρου (ΠΕΖ) .....	165
Πίνακας 50 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοιχοποιίας ισογείου (ΤΙ) .....	166
Πίνακας 51 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοιχοποιίας 2ου ορόφου (ΤΡ) .....	167
Πίνακας 52 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κλιματισμού - αερισμού υπογείου(ΚΑΥ) .....	168
Πίνακας 53 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κλιματισμού - αερισμού 1ου ορόφου (ΚΑΟ) .....	169
Πίνακας 54 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κλιματισμού - αερισμού 2ου ορόφου (ΚΑΡ) .....	170
Πίνακας 55 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας εγκατάστασης υποσταθμού (ΥΠ) .....	171
Πίνακας 56 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κουφωμάτων - υαλουργικών (ΚΟΥ).....	172
Πίνακας 57 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας εξωτερικών επιχρισμάτων (ΕΠΕ).....	173
Πίνακας 58 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ψευδοροφών - χρωματισμών ισογείου(ΨΧΙ) .....	174

## Σχήματα

Σχήμα 1: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας αερισμού - κλιματισμού ισογείου (ΚΑΙ).....	95
Σχήμα 2 : Μεταβολή κόστους επιμέρους εργασιών .....	128
Σχήμα 3 : Μεταβολή κόστους επιμέρους εργασιών .....	128
Σχήμα 4 : Μεταβολή κόστους επιμέρους εργασιών .....	129
Σχήμα 5 : Μεταβολή κόστους επιμέρους εργασιών .....	129
Σχήμα 6 : Μεταβολή συνολικού κόστους εργασιών .....	130
Σχήμα 7: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας τοποθέτησης σιδήρου οπλισμού δεξαμενής (ΣΔΔ) .....	133
Σχήμα 8: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας τοποθέτησης σιδήρου οπλισμού πεζογέφυρας (ΣΔΠΖ) .....	134
Σχήμα 9: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ξεκαλουπώματος υποστρωμάτων υπογείου (ΞΥΥ) .....	135
Σχήμα 10: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου (ΞΠΥ).....	136
Σχήμα 11: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών ισογείου (ΞΠΙ).....	137
Σχήμα 12: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών 1ου ορόφου (ΞΠΟ) .....	138
Σχήμα 13: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας καλουπώματος δεξαμενής νερού (ΚΔ) .....	139
Σχήμα 14: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης υπογείου (ΥΑΥ) .....	140

## Περιεχόμενα

Σχήμα 15: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης περιβάλλοντος χώρου (ΥΑΠ) .....	141
Σχήμα 16: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας υπογείου(ENY) .....	142
Σχήμα 17: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας ισογείου (ENI) .....	143
Σχήμα 18: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 1ου ορόφου (ENO) .....	144
Σχήμα 19: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 2ου ορόφου (ENP) .....	145
Σχήμα 20: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας βιομηχανικού δαπέδου υπογείου (ΒΔΥ).....	146
Σχήμα 21: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας πυράντοχων θυρών υπογείου (ΠΥΡΥ) .....	147
Σχήμα 22: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ασφαλικών περιβάλλοντος χώρου (ΑΣΦ) .....	148
Σχήμα 23: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας τοιχοποιίας υπογείου (ΤΥ) .....	149
Σχήμα 24: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ύδρευσης- αποχέτευσης ισογείου (ΥΑΙ) .....	150
Σχήμα 25: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ύδρευσης- αποχέτευσης 2ου ορόφου (ΥΑΡ).....	151
Σχήμα 26: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ιατρικών αερίων ισογείου (ΙΑΙ) .....	152
Σχήμα 27: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ιατρικών αερίων 1ου ορόφου (ΙΑΟ) .....	153
Σχήμα 28: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ιατρικών αερίων 2ου ορόφου (ΙΑΡ).....	154

## Περιεχόμενα

Σχήμα 29: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας δαπέδου ισογείου (ΔΙ) .....	155
Σχήμα 30: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας δαπέδου 1ου ορόφου (ΔΟ) .....	156
Σχήμα 31: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας δαπέδου 2ου ορόφου (ΔΡ) .....	157
Σχήμα 32: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους ηλεκτρολογικής εγκατάστασης υπογείου (ΗΛΥ) .....	158
Σχήμα 33: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ισογείου (ΗΛΙ) .....	159
Σχήμα 34: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους ηλεκτρολογικής εγκατάστασης 2ου ορόφου (ΗΛΡ) .....	160
Σχήμα 35: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας τοποθέτησης ανελκυστήρων (ΑΝΕ) .....	161
Σχήμα 36: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας επιχρισμάτων υπογείου (ΕΠΥ) .....	162
Σχήμα 37: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας επιχρισμάτων ισογείου (ΕΠΙ) .....	163
Σχήμα 38: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας επιχρισμάτων 2ου ορόφου (ΕΠΡ) .....	164
Σχήμα 39: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας επιχρισμάτων 2ου ορόφου (ΠΕΖ) .....	165
Σχήμα 40: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας τοιχοποιίας ισογείου (ΤΙ) .....	166
Σχήμα 41: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας τοιχοποιίας 2ου ορόφου (ΤΡ) .....	167
Σχήμα 42: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας κλιματισμού - αερισμού υπογείου(ΚΑΥ) .....	168

## Περιεχόμενα

Σχήμα 43: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας κλιματισμού - αερισμού 1ου ορόφου(ΚΑΟ).....	169
Σχήμα 44: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας κλιματισμού - αερισμού 2ου ορόφου(ΚΑΡ).....	170
Σχήμα 45: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας εγκατάστασης υποσταθμού (ΥΠ).....	171
Σχήμα 46: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας κουφωμάτων - υαλοθυρίκων(ΚΟΥ) .....	172
Σχήμα 47: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας εξωτερικών επιχρισμάτων(ΕΠΕ).....	173
Σχήμα 48: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες συναρτήσει κόστους εργασίας ψευδοροφών - χρωματισμών ισογείου (ΨΧΙ) .....	174

## Εικόνες

Εικόνα 1: Κάτοψη Υπογείου .....	47
Εικόνα 2: Κάτοψη Ισογείου .....	48
Εικόνα 3: Κάτοψη 1ου ορόφου.....	49
Εικόνα 4: Κάτοψη 2ου ορόφου.....	50
Εικόνα 5 :Εργασίες επίχωσης δαπέδου υπογείου.....	53
Εικόνα 6: Εργασίες τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού πλάκας 1ου ορόφου .....	54
Εικόνα 7: Εργασίες καλουπώματος υποστυλωμάτων 2ου ορόφου .....	56
Εικόνα 8: Πέρας εργασιών τοιχοποιίας κτιρίου.....	58
Εικόνα 9: Εργασίες εξωτερικών επιχρισμάτων.....	59
Εικόνα 10 :Μονωμένος αεραγωγός και εξαερισμός .....	67
Εικόνα 11: Σύστημα ενεργητικής πυροπροστασίας .....	68
Εικόνα 12: Βορειοανατολική όψη κτιρίου .....	70

## Περιεχόμενα

Εικόνα 13 : Νοτιοανατολική όψη κτιρίου .....	70
Εικόνα 14 : Εύρεση κρίσιμης διαδρομής με χρήση του λογισμικού Ms Project .....	80
Εικόνα 15: Εύρεση κρίσιμης διαδρομής με χρήση του λογισμικού Ms Project .....	80

## Συναρτήσεις

Συνάρτηση 1. Αντικειμενική συνάρτηση ελαχιστοποίησης κόστους .....	93
Συνάρτηση 2. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας κλιματισμού - αερισμού ισογείου (ΚΑΙ) .....	94
Συνάρτηση 3. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού δεξαμενής (ΣΔΔ).....	95
Συνάρτηση 4. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού πεζογέφυρας (ΣΔΠΖ) .....	95
Συνάρτηση 5. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ξεκαλουπώματος υποστυλωμάτων υπογείου (ΞΥΥ) .....	95
Συνάρτηση 6. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου (ΞΠΥ).....	96
Συνάρτηση 7. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών ισογείου (ΞΠΙ) .....	96
Συνάρτηση 8. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών 1ου ορόφου (ΞΠΟ).....	96
Συνάρτηση 9. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας καλουπώματος δεξαμενής νερού (ΚΔ) .....	96
Συνάρτηση 10. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης υπογείου (ΥΑΥ) .....	96

## Περιεχόμενα

Συνάρτηση 11. Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης περιβάλλοντος χώρου (ΥΑΠ).....	96
Συνάρτηση 12.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας υπογείου (ΕΝΥ) .....	97
Συνάρτηση 13.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας ισογείου (ΕΝΙ) .....	97
Συνάρτηση 14.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 1ου ορόφου (ΕΝΟ) .....	97
Συνάρτηση 15.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 2ου ορόφου (ΕΝΡ).....	97
Συνάρτηση 16.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας βιομηχανικού δαπέδου υπογείου (ΔΥ) .....	97
Συνάρτηση 17.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας εγκατάστασης πυράντοχων θυρών υπογείου (ΠΥΡΥ).....	97
Συνάρτηση 18.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ασφαλικών περιβάλλοντος χώρου (ΑΣΦ) .....	98
Συνάρτηση 19.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοιχοποιίας υπογείου (ΤΥ) .....	98
Συνάρτηση 20.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ύδρευσης - αποχέτευσης ισογείου (ΥΑΙ).....	98
Συνάρτηση 21.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ύδρευσης - αποχέτευσης 2ου ορόφου (ΥΑΡ) .....	98
Συνάρτηση 22.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας εγκατάστασης ιατρικών αερίων ισογείου (ΙΑΙ) .....	98
Συνάρτηση 23.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας εγκατάστασης ιατρικών αερίων 1ου ορόφου (ΙΑΟ).....	98
Συνάρτηση 24.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας εγκατάστασης ιατρικών αερίων 2ου ορόφου (ΙΑΡ).....	99

## Περιεχόμενα

Συνάρτηση 25.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοποθέτησης δαπέδου ισογείου	
(ΔΙ) .....	99
Συνάρτηση 26.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοποθέτησης δαπέδου 1ου ορόφου	
(ΔΟ) .....	99
Συνάρτηση 27.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοποθέτησης δαπέδου 2ου ορόφου	
(ΔΡ) .....	99
Συνάρτηση 28.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης υπογείου	
(ΗΛΥ) .....	99
Συνάρτηση 29.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ισογείου	
(ΗΛΙ) .....	99
Συνάρτηση 30.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης 2ου ορόφου	
(ΗΛΡ) .....	100
Συνάρτηση 31.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοποθέτησης ανελκυστήρων	
(ΑΝΕ) .....	100
Συνάρτηση 32.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας επιχρισμάτων υπογείου	
ΕΠΥ) .....	100
Συνάρτηση 33.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας επιχρισμάτων ισογείου	
(ΕΠΙ) .....	100
Συνάρτηση 34.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας επιχρισμάτων 2ου ορόφου	
(ΕΠΡ) .....	100
Συνάρτηση 35.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας πεζοδρόμησης περιβάλλοντος χώρου	
(ΠΕΖ) .....	100
Συνάρτηση 36.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοιχοποιίας ισογείου	
(ΤΙ) .....	101

## Περιεχόμενα

Συνάρτηση 37.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας τοιχοποιίας 2ου ορόφου	
(TP) .....	101
Συνάρτηση 38.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας κλιματισμού - αερισμού υπογείου	
(KAY) .....	101
Συνάρτηση 39.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας κλιματισμού - αερισμού 1ου ορόφου	
(KAO) .....	101
Συνάρτηση 40.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας κλιματισμού - αερισμού 2ου ορόφου	
(KAP) .....	101
Συνάρτηση 41.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας εγκατάσταση υποσταθμού	
(YΠ) .....	101
Συνάρτηση 42.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας εγκατάστασης κουφωμάτων - υαλουργικών	
(KOY) .....	102
Συνάρτηση 43.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας εξωτερικών επιχρισμάτων	
(ΕΠΕ) .....	102
Συνάρτηση 43.Συνάρτηση κόστους - διάρκειας εργασίας ψευδοροφών - χρωματισμών ισογείου	
(ΨΧΙ) .....	102
Συναρτήσεις 45 - 49. Περιορισμοί εργασιών τοιχοποιίας .....	102
Συναρτήσεις 50 - 55. Περιορισμοί εργασιών επιχρισμάτων .....	103
Συναρτήσεις 56 - 60. Περιορισμοί εργασιών ηλεκτρολογικής εγκατάστασης .....	105
Συναρτήσεις 61 - 66. Περιορισμοί εργασιών ύδρευσης - αποχέτευσης .....	106
Συναρτήσεις 67 - 71. Περιορισμοί εργασιών κλιματισμού - αερισμού .....	107
Συναρτήσεις 72 - 76 .Περιορισμοί εργασιών ψευδοροφών - χρωματισμού .....	108
Συναρτήσεις 77 - 81. Περιορισμοί εργασιών εγκατάστασης δαπέδων .....	110
Συναρτήσεις 82 - 86. Περιορισμοί εργασιών ενεργητικής πυροπροστασίας .....	111
Συναρτήσεις 87 - 89. Περιορισμοί εργασιών κουφωμάτων - υαλουργικών και θυρών .....	112

## Περιεχόμενα

Συναρτήσεις 90 - 92. Περιορισμοί εργασιών διαμόρφωσης περιβάλλοντα χώρου .....	113
Συναρτήσεις 93 - 96 . Περιορισμοί εργασιών ιατρικών αερίων .....	113
Συνάρτηση 97. Περιορισμός εργασίας εγκατάστασης υποσταθμού .....	114
Συνάρτηση 98. Περιορισμός εργασίας εγκατάστασης ανελκυστήρων .....	115
Συναρτήσεις 99 - 103 . Περιορισμοί εργασιών κατασκευής δεξαμενής νερού .....	115
Συναρτήσεις 104 - 109 . Περιορισμοί εργασιών κατασκευής πεζογέφυρας .....	116
Συναρτήσεις 110 - 113 . Περιορισμοί εργασιών ξεκαλουπώματος .....	117

## Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Η διοίκηση και διαχείριση έργου (Project Management) καλείται να συνδυάσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο Κεφάλαια, Πόρους και Χρόνο έτσι ώστε το έργο ν' αποβεί προσοδοφόρο για τους άμεσα ενδιαφερόμενους. Συχνό όμως είναι το φαινόμενο να παρατηρούνται αποκλίσεις από τον αρχικό σχεδιασμό.

Τα κυριότερα προβλήματα τα οποία εμφανίζονται κατά την πορεία ενός έργου είναι:

- Υπέρβαση κόστους,
- Υπέρβαση χρόνου,
- Εργασιακά προβλήματα,
- Η ασάφεια στόχων και αντικειμενικών σκοπών,
- Οι ανεπαρκείς οικονομικές προβλέψεις,
- Η ανεπαρκής πληροφόρηση,
- Η ελλιπής οργανωτική υποδομή,
- Η άκριτη συμπίεση του χρόνου του έργου,
- Η διοικητική ανεπάρκεια.

### 1.1 Λειτουργίες της διοίκησης διαχείρισης έργου

Η Διοίκηση - Διαχείριση του έργου περιλαμβάνει τρεις βασικές λειτουργίες :

✓ Σχεδιασμός - Προγραμματισμός

Στη βάση προβλέψεων και εκτιμήσεων δημιουργούνται οι προδιαγραφές του έργου.

Καθορίζονται οι επιμέρους εργασίες, η χρονική διάρκεια του έργου και τα ημερολόγια εργασιών, η κατανομή των πόρων, καταρτίζεται ο προϋπολογισμός του έργου,

✓ Οργάνωση και Λειτουργία

Δημιουργείται η οργανωτική υποδομή του έργου η οποία θα το στηρίζει καθ' όλη τη διάρκειά του, καθορίζοντας την ιεραρχία, τα καθήκοντα και τις αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων στο έργο. Επιλέγεται και συγκροτείται ο μηχανισμός για την άσκηση

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

ελέγχου και τον συντονισμό τόσο των εργασιών όσο και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων,

### ✓ Έλεγχος

Αντικειμενικός του στόχος είναι ο έγκαιρος εντοπισμός των αποκλίσεων που συμβαίνουν ανάμεσα στις προβλέψεις και στην πραγματικότητα, η μελέτη των αιτίων που τις προκαλούν και η λήψη μέτρων για τον περιορισμό τους ή τον περιορισμό των αποτελεσμάτων που προκαλούν.

Ο Έλεγχος ασκείται σε τρία επίπεδα:

- ✓ Αποτροπή των αποκλίσεων στο χρονικό προγραμματισμό και στην κατανομή των πόρων,
- ✓ Παρακολούθηση των πραγματικών δεδομένων του έργου στην κατεύθυνση της ικανοποίησης των προβλεπόμενων στόχων,
- ✓ Βελτίωση του υπάρχοντος Σχεδιασμού-Προγραμματισμού στη βάση των πραγματικών συνθηκών του έργου.

## 1.2 Φάσεις του κύκλου ζωής ενός έργου

Όλα τα έργα, παρουσιάζουν κοινά γενικά χαρακτηριστικά. Οι διαφορές τους μπορεί να είναι ποσοτικές ή ν' ανάγονται στην έμφαση που δίνεται σε κάθε συντελεστή τους. Η ζωή κάθε έργου, ανεξάρτητα από το μέγεθος και τη φύση του, ακολουθεί κάποιες καθορισμένες φάσεις μέσα στο χρόνο. Ανάλογα με το έργο, η διάρκεια των φάσεων αυτών ποικίλει. Οι διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής ενός έργου είναι συχνά δυσδιάκριτες μεταξύ τους. Κάθε φάση απαιτεί διαφορετικό τύπο οργάνωσης, διοίκησης και ελέγχου. Ο τύπος αυτός επιλέγεται ανάλογα με το μέγεθος και τη σημασία της φάσης καθώς και το μέγεθος και τη φύση του έργου.

### Πρώτη φάση

Η Σύλληψη του Έργου (Project Conception) αποτελεί την έναρξη της ζωής του έργου. Μια αρχική ιδέα εξετάζεται από διαφορετικές σκοπιές (οικονομική, τεχνική, λειτουργική, συμπεριφοράς προσωπικού) σε σχέση με τη σκοπιμότητα και εφικτότητα υλοποίησής της.

"Εργαλεία" της φάσης αυτής αποτελούν:

- Ο Καθορισμός του Έργου (Project Definition)  
Περιλαμβάνει όλες εκείνες τις πληροφορίες που αφορούν τις βασικές προδιαγραφές του και αποτελείται από δύο σκέλη:

**α)** Την περιγραφή του έργου (Project Description).

Περιλαμβάνει την κατά το δυνατόν αναλυτικότερη περιγραφή του προς υλοποίηση έργου,

**β)** Τους Όρους Αναφοράς (Terms of Reference).

Περιλαμβάνουν :

- ✓ Τους αντικειμενικούς στόχους του έργου (Objectives)
- ✓ Τα όρια του πλαισίου μέσα στα οποία θα κινηθεί η μελέτη και η υλοποίηση του έργου (Scope),
- ✓ Τους περιορισμούς που θα ισχύσουν σε όλες τις φάσεις του έργου αναφορικά με την εργασία, το χρόνο, την οργάνωση, τους οικονομικούς πόρους και τα υλικά (Constraints),
- ✓ Τους διαθέσιμους, για το έργο, πόρους όπως, ανθρώπινες, μηχανήματα και υλικά, χώροι εργασίας.
- ✓ Η Εκτίμηση εφικτότητας (Feasibility Assessment).

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

### Δεύτερη φάση

Η έναρξη του έργου. Η φάση αυτή, η οποία ακολουθεί εφόσον η προηγούμενη κατέληξε στη συνέχιση του έργου, χαρακτηρίζεται από μελέτες και προκαταρκτικές εργασίες. Σε επίπεδο μελετών, σ' ένα πρώτο χρόνο γίνεται η γενική μελέτη του έργου η οποία σε γενικές γραμμές καλύπτει την τεχνική και οικονομική πλευρά του έργου. Με την πάροδο του χρόνου η γενική αυτή μελέτη σταδιακά εξειδικεύεται και καταλήγει σε μια αναλυτική μελέτη η οποία περιγράφει λεπτομερώς τα τεχνικά, οικονομικά και χρονικά χαρακτηριστικά του έργου.

### Τρίτη φάση

Υλοποίηση και κατασκευή του έργου. Η φάση αυτή περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Γίνεται η εγκατάσταση των εργολάβων, συνεργείων, εξοπλισμού, αγοράζονται υλικά.
- Ξεκινούν οι εργασίες υλοποίησης του έργου,
- Αρχίζει η παρακολούθηση της εξέλιξης των εργασιών σε σχέση με τις μελέτες,
- Αναπροσαρμόζονται οι μελέτες και ο προϋπολογισμός ανάλογα με τα προβλήματα που εμφανίζονται κατά την εξέλιξη του έργου.

### Τέταρτη φάση

Ολοκλήρωση και αποδοχή του έργου. Ολοκλήρωση του έργου σημαίνει ότι το έργο:

- Υλοποιήθηκε στη βάση των προδιαγραφών των τελευταίων αναθεωρημένων και αποδεκτών μελετών και προϋπολογισμού,
- Έγινε σύμφωνα με τις υπογραφείσες συμβάσεις,
- Είναι άμεσα λειτουργικό και αξιόπιστο,
- Τελείωσε χωρίς να υπάρχουν κανενός είδους εκκρεμότητες.

### Πέμπτη φάση

Λειτουργία και συντήρηση. Όσο καλή και αν ήταν η μελέτη και υλοποίηση του έργου, με τον καιρό παρουσιάζονται ανάγκες για βελτιωτικές μετατροπές. Οι λόγοι που υπαγορεύουν αυτές τις μετατροπές μπορεί να είναι:

- Ανάγκες οι οποίες δεν καταγράφηκαν κατά την περίοδο των μελετών,
- Ελλείψεις οι οποίες διέφυγαν κατά τον έλεγχο παράδοσης του έργου και οι οποίες εμφανίστηκαν κατά τη λειτουργία του,
- Οργανωτικές, λειτουργικές και τεχνικές μεταβολές στο περιβάλλον του έργου.
- Μεταβολές των θεσμών και νόμων,
- Επέκταση συμπλήρωση ή βελτίωση των λειτουργιών του έργου.

### **1.3 Κατηγορίες μορφών οργάνωσης του έργου**

Κάθε φάση απαιτεί διαφορετικό τύπο οργάνωσης, διοίκησης και ελέγχου οπότε είναι αναγκαία η ύπαρξη σωστής οργανωτικής υποδομής, ώστε να δημιουργηθεί ο κατάλληλος μηχανισμός που θα συντονίζει όλες τις ενέργειες και αρμοδιότητες που θα οδηγήσουν στην ολοκλήρωση του έργου. Οπότε είναι πολύ σημαντικό να επιλέξουμε τον τύπο οργάνωσης του έργου και των συμπληρωματικών μηχανισμών οργάνωσης, καθώς και να επισημάνουμε την καίρια θέση του υπευθύνου του έργου για την ολοκλήρωση του.

### Ρόλος του υπευθύνου του έργου

Ο Υπεύθυνος του έργου (Project Manager) έχει τη συνολική ευθύνη για το σχεδιασμό, την οργάνωση και τον έλεγχο του έργου. Οι βασικότεροι τομείς ευθύνης του είναι:

- Η ανάλυση του έργου σε φάσεις και δραστηριότητες και η κατανομή σ' αυτές των αντίστοιχων πόρων,
- Η δημιουργία χρονικού και οικονομικού προγράμματος του έργου,
- Η ιεράρχηση των προτεραιοτήτων,

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- Η δημιουργία συστήματος ελέγχου,
- Η δημιουργία καναλιών επικοινωνίας και πληροφόρησης,
- Η ομαλή εξέλιξη των εργασιών με την έγκαιρη τροφοδοσία σε υλικά, τον παραμερισμό εμποδίων, την αντιμετώπιση των συγκρούσεων μεταξύ των εργαζομένων,
- Οι εισηγήσεις του προς τη Διοικούσα Επιτροπή του έργου για μεταβολές στο Σχεδιασμό-Προγραμματισμό και στον Προϋπολογισμό.

### Οργάνωση κατά έργο

Η Οργάνωση κατά έργο (Project Organization) παρουσιάζει το χαρακτηριστικό ότι το προσωπικό της εταιρίας είναι κατανομημένο σε τμήματα ανά έργο. Κάθε τμήμα παρουσιάζεται σαν μια μικρογραφία της εταιρίας, με αντίστοιχους οργανωτικούς μηχανισμούς. Κατ' αυτήν έχουμε ομάδες αποτελούμενες από εργαζόμενους διαφόρων ειδικοτήτων κατευθυνόμενες από τον Project Manager.

Κάθε τμήμα έχει την ευθύνη για την υλοποίηση ενός έργου και όταν το παραδίδει αναλαμβάνει κάποιο άλλο.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- Απλή δομή και εύκολη στην κατανόηση, εφαρμογή και λειτουργία της,
- Όλα τα μέλη της ομάδας αναφέρονται απευθείας στον Project Manager με συνέπεια τη συντόμευση των καναλιών επικοινωνίας και τον περιορισμό των απωλειών χρόνου για τη λήψη αποφάσεων,
- Στην περίπτωση εμφάνισης πολλών παρόμοιων έργων ταυτόχρονα, η ομάδα μπορεί να τ' αντιμετωπίσει παράλληλα δεδομένης της συσσωρευμένης εμπειρίας και εξειδίκευσής της.

Τα μειονεκτήματά της είναι:

- Στην προσπάθεια εξασφάλισης αυτάρκειας σε ανθρώπους και εξοπλισμό συχνά συσσωρεύονται μεγάλες ποσότητες πόρων οι οποίοι και υποαπασχολούνται,
- Η εμπειρία και η τεχνογνωσία δεν διαχέονται στην εταιρία αλλά παραμένουν "εγκλωβισμένες" στα πλαίσια της ομάδας.

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

### Οργάνωση κατά λειτουργία

Στην Οργάνωση κατά λειτουργία (Functional Organization) διακρίνεται μέσα στην εταιρία ένας αριθμός ειδικευμένων (ως προς τη χρήση ομοίων τεχνικών ή μεθόδων) τμημάτων, τα οποία διευθύνονται από αντίστοιχους προϊστάμενους (Functional Managers)

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- Παρουσιάζει μεγάλη ευλυγισία στην αξιοποίηση του προσωπικού καθώς αυτό απασχολείται από έργο σε έργο ανάλογα με τις ανάγκες της εταιρίας,
- Η εμπειρία διαχέεται σ' ολόκληρη την εταιρία,
- Σε περίπτωση ύπαρξης προβλημάτων κινητοποιείται ευκολότερα ολόκληρη η εταιρία.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Δεν εντοπίζεται εύκολα ο υπεύθυνος για κάθε προκύπτον πρόβλημα,
- Το έργο αντιμετωπίζεται από την εταιρία αποσπασματικά και όχι συνολικά,
- Η ύπαρξη μεγάλης γραφειοκρατίας.

### Οργάνωση τύπου πίνακα

Η Οργάνωση τύπου πίνακα (Matrix Organization) αποτελεί συνδυασμό των δύο προηγούμενων τύπων οργάνωσης. Η εταιρία είναι μεν οργανωμένη κατά λειτουργία, αλλά κατά την έναρξη ενός έργου δημιουργείται ομάδα με τη δομή οργάνωσης έργου, με την απόσπαση των εργαζομένων από τα τμήματα στα οποία ανήκουν, και η οποία ομάδα διαλύεται στο τέλος του έργου με την επιστροφή των εργαζομένων στα λειτουργικά τους τμήματα.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της οργάνωσης είναι:

- Ταχεία αντίδραση στις απαιτήσεις του πελάτη,
- Αντιμετωπίζονται καλύτερα πολλά ταυτόχρονα έργα με τη μετακίνηση προσωπικού από έργο σε έργο,
- Αποδοτικότερη απασχόληση των ατόμων,
- Αυξομείωση αριθμού μελών ανάλογα με τις ανάγκες,
- Καλύτερη ειδίκευση στις τεχνικές και στη φύση των προβλημάτων των διαφόρων έργων.

Τα μειονεκτήματα είναι :

- Αστάθεια στο εσωτερικό της εταιρίας και τριβές μεταξύ των υπευθύνων,
- Προβλήματα στην αξιολόγηση των εργαζομένων.

### Συμπληρωματικοί μηχανισμοί οργάνωσης

Η επιλογή της βασικής μορφής οργάνωσης του έργου αποτελεί τον πυρήνα της οργανωτικής υποδομής του. Ο πυρήνας αυτός εμπλουτίζεται με οργανωτικούς μηχανισμούς των οποίων ο αριθμός και η έκταση εξαρτάται από τη φύση του έργου, το μέγεθος του, και την οργανωτική άποψη της Γενικής Διεύθυνσης της εταιρίας. Ο κύριος στόχος τους μέσα στην εταιρία είναι η βελτίωση των μεθόδων παραγωγής, ο καθορισμός δραστηριοτήτων, η εξεύρεση λύσεων στα εμφανιζόμενα προβλήματα, η αξιολόγηση των δραστηριοτήτων, καθώς και η παροχή εξωτερικής υποστήριξης εκεί που η εταιρία το χρειάζεται.

### **1.4 Ροή πληροφοριών**

Ένας από τους βασικούς συντελεστές, για την ποιότητα της Διοίκησης – Διαχείρισης Έργου, αποτελεί η ποιότητα του συστήματος πληροφόρησης και του μηχανισμού λήψης αποφάσεων. Η ροή των πληροφοριών εκτείνεται από το περιβάλλον της εταιρίας και του έργου μέχρι το εσωτερικό της εταιρίας και του έργου και σε κάθε περίπτωση, οι πληροφορίες θα πρέπει να είναι ελεγμένες, σαφείς και εκφρασμένες στη γλώσσα του αποδέκτη τους ώστε να μπορούν ν' αξιοποιηθούν κατάλληλα. Διακρίνουμε τρία είδη ροής πληροφοριών.

- Οι κατερχόμενες πληροφορίες κατευθύνονται προς τους υφιστάμενους και περιέχουν, είτε εντολές προς εκτέλεση, είτε απλή ενημέρωση, είτε πρότυπα μεθόδων ελέγχου,
- Οι ανερχόμενες πληροφορίες κατευθύνονται προς τους προϊστάμενους και περιέχουν στοιχεία της πορείας του έργου προκειμένου οι αντίστοιχοι υπεύθυνοι να μπορούν να ελέγχουν την εξέλιξή του και να παίρνουν αποφάσεις για το μέλλον του,
- Οι οριζόντια κινούμενες πληροφορίες αποτελούν πρώτη ύλη για διαπραγματεύσεις, συμφωνίες ή ενημέρωση για τη βελτίωση του συντονισμού των εμπλεκόμενων στο έργο ισοεπίπεδων στην ιεραρχία υπευθύνων.

### 1.5 Φορείς πληροφοριών

Οι βασικότεροι συμβατικοί φορείς πληροφοριών που εμφανίζονται στην ανάπτυξη ενός έργου είναι:

- Έντυπα συλλογής πληροφοριών,
- Σχέδια ιστογράμματα,
- Ημερολόγια. Αποτυπώνουν το χρονικό προγραμματισμό των εργασιών και βασίζονται στη φιλοσοφία των διαγραμμάτων Gantt ή αποτελούν παραλλαγές του (barchartes) ,
- Κατάλογοι, πίνακες στοιχείων του δικτύου (Network elements lists),
- Αποτελούν μέσα συλλογής, ιεράρχησης και διάταξης των πληροφοριών οι οποίες τροφοδοτούν το σχεδιασμό του έργου,
- Το διάγραμμα GANTT,  
Αποτελεί μια μορφή γραφικής αναπαράστασης ενός χρονοδιαγράμματος.
- Διάγραμμα Δικτύου  
Αποτελεί την πιο εμπεριστατωμένη διαγραμματική παρουσίαση του Σχε- διασμού- Προγραμματισμού.

### 1.6 Προσεγγίσεις του project manager στη φάση του σχεδιασμού

#### Ηγετική προσέγγιση

Ο Project Manager, συγκεντρώνει πληροφορίες από άλλους σε ανεπίσημη βάση και σχεδιάζει το έργο καθορίζοντας φάσεις, δραστηριότητες, γεγονότα, περιοριστικές ημερομηνίες, προχωρεί στο χρονικό προγραμματισμό, στον προγραμματισμό των πόρων και την κατάρτιση του Προϋπολογισμού μόνος του χωρίς υπεύθυνη συμμετοχή άλλου ατόμου. Στην περίπτωση αυτή θεωρείται ο απολύτως υπεύθυνος του αποτελέσματος του έργου.

Πλεονεκτήματα:

- Η εξοικονόμηση χρόνου απασχόλησης του προσωπικού,
- Η ευλυγισία στη λήψη αποφάσεων.

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Μειονεκτήματα:

- Απαιτούνται πολλές γνώσεις και ικανότητες που δύσκολα συνδυάζει ένα και το αυτό άτομο, ενώ επιπλέον συνεπάγεται αποκλειστική ευθύνη για τον Project Manager.

### Συμβουλευτική προσέγγιση

Στην περίπτωση αυτή ο σχεδιασμός του έργου θα γίνει από εξωτερικό σύμβουλο αφού αυτός συζητήσει με άτομα-κλειδιά του έργου.

Πλεονεκτήματα:

- Ο σχεδιασμός γίνεται από ειδικευμένο επιστήμονα ο οποίος διαθέτει γνώσεις και πείρα στο αντικείμενο, που πιθανά δεν υπάρχουν στην επιχείρηση.

Μειονεκτήματα:

- Κοστίζει περισσότερο στην επιχείρηση,
- Επιβαρύνει χρονικά τη διάρκεια του έργου,
- Ο εξωτερικός σύμβουλος δεν γνωρίζει πολύ καλά τις ιδιομορφίες και τις δυνατότητες των συμμετεχόντων στο έργο.

### Επιλεκτική προσέγγιση

Ο Project Manager συνεργάζεται με περιορισμένο αριθμό επιλεγμένων ατόμων τα οποία και αναλαμβάνουν συγκεκριμένες υποχρεώσεις και ευθύνες τομέων του σχεδιασμού. Με βάση τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται, από τη συνεργασία αυτή, ο Project Manager διαμορφώνει τον τελικό σχεδιασμό του έργου.

Πλεονεκτήματα:

Επειδή ο σχεδιασμός βασίζεται σε συμμετοχική διαδικασία περισσότερα του ενός άτομα αναλαμβάνουν ευθύνες και υποχρεώσεις με αποτέλεσμα:

- Να υπάρχει επιδίωξη από πολλά άτομα για την επιτυχία του έργου,
- Να υπάρχει επιμερισμός ευθυνών πράγμα που διευκολύνει τον έλεγχο,

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- Ο σχεδιασμός γίνεται ευκολότερα αποδεκτός από τους συμμετέχοντες στο έργο γιατί λαμβάνεται έμμεσα ή άμεσα η γνώμη τους.

Μειονεκτήματα:

- Αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία,
- Απομακρύνει ορισμένα στελέχη της επιχείρησης για αρκετό χρόνο, σε ώρες εργασίας, από τις θέσεις τους με πιθανό αποτέλεσμα τη δυσλειτουργία της επιχείρησης.

### Συμμετοχική προσέγγιση

Η μόνη διαφορά της από την επιλεκτική συνίσταται στον αριθμό των συμμετεχόντων που τώρα είναι αρκετά μεγαλύτερος. Συμμετέχουν στελέχη του έργου ακόμη και δεύτερου ή και τρίτου επιπέδου και χαρακτηρίζεται από τα ίδια πλεονεκτήματα

και μειονεκτήματα της επιλεκτικής προσέγγισης αναβαθμισμένα.

## **1.7 Δίκτυο επικοινωνιών**

Με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου και την ομοιογενή παρουσίαση των στοιχείων του έργου, οι βασικότερες πληροφορίες που το αφορούν κωδικοποιούνται. Επίσης διαμορφώνεται ένα δίκτυο επικοινωνιών, ο ρόλος του οποίου είναι η εξασφάλιση των μέσων διοχέτευσης των πληροφοριών στους αποδέκτες τους και η επίλυση των διαφορών που αναφύονται μεταξύ των συμμετεχόντων στο έργο. Εδώ διακρίνουμε δύο τέτοια είδη δικτύων :

### Έντυπη πληροφόρηση

Οι έντυπες πληροφορίες αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα του Πληροφοριακού Συστήματος του έργου και ταυτόχρονα πηγή πολλών προβλημάτων. Αρχικά για τη δημιουργία δικτύου εντύπων πληροφοριών είναι αναγκαίος ο καθορισμός του αριθμού και των ειδών των εντύπων που απαιτεί κάθε δραστηριότητα του έργου. Κατά δεύτερον καθορίζεται αναλυτικά η διαδρομή και η χρήση του εντύπου σε κάθε σταθμό επεξεργασίας της διαδρομής αυτής. Επιπλέον , δημιουργείται πίνακας αντιστοιχίας κάθε έντυπης πληροφορίας με τον συντάκτη και τον αποδέκτη της. Τέλος,

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

ταξινομούνται τα συλλεγμένα και επεξεργασμένα έντυπα που αφορούν το σχεδιασμό, την οργάνωση και τον έλεγχο του έργου σε ιστορικά αρχεία.

### Προφορική πληροφόρηση

"Εργαλείο" της προφορικής επικοινωνίας αποτελούν οι Συσκέψεις. Μπορούν να είναι τακτές ή περιστασιακές. Ο ρόλος αυτής της επικοινωνίας είναι:

- Ο συντονισμός των δραστηριοτήτων του έργου,
- Η παρακολούθηση της εξέλιξης του έργου,
- Η εξέταση των παρουσιαζόμενων προβλημάτων και η αναζήτηση λύσεων,
- Η εξέταση προτεινόμενων μεταβολών του Σχεδίου Δράσης,
- Η επίλυση διαφορών που αναφύονται μεταξύ των συμμετεχόντων στο έργο,
- Ο καθορισμός ή η αναπροσαρμογή διοικητικών διαδικασιών,
- Η συλλογή βελτιωτικών υποδείξεων και προτάσεων από τους συμμετέχοντες στο έργο.

Συχνά οι συσκέψεις παράγουν έντυπες πληροφορίες που έχουν τη μορφή πρακτικών, αποφάσεων, αναφορών

### **1.8 Πληροφοριακά συστήματα έργου και επιχείρησης**

Η αποτελεσματικότητα του Πληροφοριακού Συστήματος του έργου, για την εργολήπτρια εταιρία, αυξάνει εφόσον το Σύστημα αυτό είναι συνδεδεμένο με το Πληροφοριακό Σύστημα της εταιρίας, γεγονός που επιτρέπει την παρακολούθηση του κάθε έργου σαν μέρος των συνολικών δραστηριοτήτων της εταιρίας. Τα βασικά Υποσυστήματα του Πληροφοριακού Συστήματος της εταιρίας, τα οποία πρέπει να διασυνδέονται με το Σύστημα του έργου, καθώς και οι βασικότερες Πληροφορίες που ανταλλάσσονται είναι :

### Σύστημα διοίκησης έργων

Το Σύστημα διοίκησης έργων (Project Management System) αποτελεί το πληροφοριακό ενδιάμεσο τμήμα μεταξύ κάθε έργου και των υπόλοιπων τμημάτων της εταιρίας:

- Συγκεντρώνει, επεξεργάζεται και επιμερίζει προς τα άλλα τμήματα τις ανερχόμενες από τα έργα πληροφορίες,
- Συγκεντρώνει, επεξεργάζεται και επιμερίζει προς κάθε έργο τις κατερχόμενες πληροφορίες,
- Συντηρεί τα αρχεία των διάφορων έργων,
- Επιμελείται της κατανομής των διατιθέμενων πόρων ανά έργο,
- Συντονίζει τη λειτουργία των λοιπών τμημάτων της εταιρίας στην κατεύθυνση των απαιτήσεων των έργων.

### Λογιστήριο

Η επικοινωνία του λογιστηρίου (Accounting) με το σύστημα διοίκησης έργων επιτρέπει:

- Τον εφοδιασμό κάθε έργου με τις απαραίτητες οικονομικές πληροφορίες κατά τη φάση της κατάρτισης του Σχεδίου Δράσης,
- Την ενημέρωση του Λογιστικού Συστήματος με τα οικονομικά μεγέθη που απορρέουν από κάθε έργο, κατά τη φάση της υλοποίησης, και καθιστά εφικτό τον Διοικητικό Έλεγχο,
- Τον περιοδικό ισοσκελισμό των Λογιστικών εγγραφών και των στοιχείων κόστους κάθε έργου εντοπίζοντας έτσι τις αποκλίσεις μεταξύ προβλέψεων και πραγματικών οικονομικών μεγεθών.

### Διοίκηση πόρων

Η σύνδεση της Διοίκησης Πόρων (Resource Management System) με το Σύστημα Διοίκησης έργων επιτρέπει την αξιολόγηση του βαθμού αξιοποίησης του ανθρώπινου δυναμικού, του εξοπλισμού και των υλικών για κάθε έργο. Φυσικά μια τέτοια διαδικασία είναι αποτελεσματική,

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

εφόσον ο τρόπος μέτρησης της απόδοσης των πόρων αντιστοιχεί στον τρόπο καταγραφής τους από τα αντίστοιχα Κέντρα Κόστους (Cost Centers) της εταιρίας.

### Διοίκηση προμηθειών

Η διασύνδεση της Διοίκησης Προμηθειών (Procurement Management System) με το Σύστημα Διοίκησης έργων δίνει τη δυνατότητα:

- Προγραμματισμού των δραστηριοτήτων προμηθειών και του χρονοδιαγράμματος παραλαβής υλικών στη φάση του προγραμματισμού του έργου,
- Επαλήθευσης των προβλεφθεισών ημερομηνιών και των ποσοτήτων παραλαβής υλικών κατά τη φάση της υλοποίησης του έργου,
- Αξιοποίησης των υπολοίπων των υλικών από ένα έργο σε κάποιο άλλο.

### Διοίκηση αποθηκών

Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ της Διοίκησης Αποθηκών (Warehouse Management System) και Συστήματος Διοίκησης έργων επιτρέπει:

- Τον συγχρονισμό της διάθεσης των αποθηκευμένων υλικών και των απαιτήσεων του έργου στη φάση του προγραμματισμού,
- Την επιλογή ανάμεσα στη διάθεση των υλικών, για ένα συγκεκριμένο έργο, απευθείας από τον προμηθευτή ή μέσω αποθήκης ανάλογα με τις χρονικές και κοστολογικές απαιτήσεις του έργου, στη φάση της υλοποίησης.

### Διοίκηση παραγωγής

Η επικοινωνία διοίκησης παραγωγής (Production Management System) και Συστήματος Διοίκησης έργων αναφέρεται στην ανάγκη ικανοποίησης των απαιτήσεων των εργασιών κάθε έργου. Ο ρόλος της είναι:

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- Ο συγχρονισμός των ημερομηνιών έναρξης και λήξης των εργασιών κάθε δραστηριότητας του έργου κατά το Σχεδιασμό-Προγραμματισμό,
- Ο έλεγχος της ροής των εργασιών σύμφωνα με τις προβλέψεις, κατά την υλοποίηση,
- Η άμεση εκτίμηση της συνολικής εξέλιξης του έργου σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα του έργου.

### Διοίκηση συστήματος διαμόρφωσης

Η σύνδεση της διοίκησης του συστήματος διαμόρφωσης (Configuration Management System) με το Σύστημα Διοίκησης έργων εξυπηρετεί τη γραφειοκρατική υποστήριξη του έργου.

### **1.9 Η αξιοποίηση του ανθρώπινου παράγοντα**

Ο ανθρώπινος παράγοντας κατέχει κυρίαρχο ρόλο στην επιτυχή ή όχι έκβαση ενός έργου, έτσι ένα μεγάλο μέρος της Διοικητικής προσπάθειας της εταιρίας θα πρέπει να στρέφεται στην κατεύθυνση της αξιοποίησης του εργατικού της δυναμικού. Επιπλέον η απόδοση του εργαζόμενου εξαρτάται, εκτός από τις δυνατότητές του, από την ικανοποίηση που αισθάνεται στο εκάστοτε εργασιακό περιβάλλον.

Ο εργαζόμενος αισθάνεται ικανοποίηση όταν:

- Μπορεί να μαθαίνει συνεχώς κατά τη διάρκεια της εργασίας του,
- Μπορεί να λαμβάνει ο ίδιος ορισμένες αποφάσεις έστω και περιορισμένες,
- Αισθάνεται ότι αναγνωρίζονται και ανταμείβονται οι προσπάθειες και τα επιτεύγματά του στο χώρο εργασίας του,
- Έχει τη δυνατότητα να αισθάνεται ότι η εργασία του τον οδηγεί σε κάποιο επιθυμητό μέλλον,
- Αισθάνεται σαν μοναδική προσωπικότητα μέσα σ' ένα οργανωμένο σύνολο.

Η διαμόρφωση ενός εργασιακού περιβάλλοντος, που επιτρέπει τη δημιουργία αίσθησης ικανοποίησης στους εργαζόμενους, δεν αποτελεί τόσο δύσκολη ή πολυδάπανη υπόθεση, Κλειδί για την επίτευξη του αποτελεί η νοοτροπία των διοικούντων να βλέπουν τον υπάλληλο τους σαν εργαζόμενο άνθρωπο με υλικές, βιολογικές και ψυχολογικές ανάγκες και όχι μόνο σαν ένα παραγωγικό "εργαλείο".

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Όταν η επιχείρηση είναι ικανή να δημιουργήσει τις συνθήκες ενός τέτοιου εργασιακού περιβάλλοντος, υπάρχουν οφέλη και για τους εργαζόμενους και για την εταιρία.

Τα κυριότερα απ' αυτά είναι:

- Η ποιότητα εργασίας,
- Η ποιότητα των εργαζομένων που προσελκύονται να εργαστούν στην επιχείρηση,
- Οι αρμονικές σχέσεις εργαζομένων και Διοίκησης.

Σε αντίθετη περίπτωση όμως υπάρχει έμμεση ζημιά από τους δυσαρεστημένους εργαζόμενους, όπως:

- Το κόστος για περισσότερη εποπτεία,
- Χάσιμο χρόνου για ν' αντιμετωπιστούν παράπονα και κακές σχέσεις,
- Καθυστέρηση της παραγωγής,
- Αύξηση της παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων ή επαναλήψεις εργασιών από αδιαφορία,
- Αύξηση λαθών.

Ένας από τους κύριους στόχους της Διοίκησης-Διαχείρισης των εργαζομένων (human resources management) θα πρέπει να είναι το να επιτύχει την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των προσόντων των ατόμων στην επιχείρηση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί:

- Με την παρακίνηση των εργαζομένων,
- Με τη δημιουργία κατάλληλου κλίματος ώστε να ενθαρρύνεται η παρακίνηση και να διευκολύνεται η αξιοποίηση των προσόντων τους.

Η φιλοσοφία της παραδοσιακής διοίκησης, που ρίχνει το βάρος της μόνο στην οικονομική παρακίνηση και διευθύνει το προσωπικό με συνεχή έλεγχο, μπορεί να δώσει αποτελέσματα μόνο σε επιχειρήσεις που η εργασία είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος επαναλαμβανόμενη (π.χ. βιομηχανία).

Αντίθετα, σε συνθήκες ποικίλης εργασίας έχει καλύτερα αποτελέσματα το σύστημα "παρακίνησης σε συνεργασία" που προτείνει ο Likert. Στην περίπτωση αυτή δίνεται έμφαση στις ανάγκες ικανοποίησης του "εγώ" του εργαζόμενου μέσω της αυτοπραγμάτωσης, αυτενέργειας, δημιουργικότητας, υπευθυνότητας, αυτοελέγχου, της δέσμευσης σε στόχους και την ικανοποίηση για την επίτευξή τους. Με βάση αυτό το σύστημα διακρίνουμε τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει μια διοίκηση και ένας "ηγέτης" για να θεωρηθούν επιτυχημένοι στην κατεύθυνση αυτή.

### 1.10 Διοίκηση – διαχείριση εργαζομένων

#### Χαρακτηριστικά επιτυχημένης διοίκησης

Η επιτυχημένη Διοίκηση επικεντρώνεται στον εργαζόμενο και παρουσιάζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Δίνει προτεραιότητα στη θετική στάση των εργαζομένων προς όλες τις πλευρές της εργασίας. Αυτή η θετική στάση είναι στάση ταύτισης με την εταιρία και τους στόχους της.
- Καλλιεργεί κλίμα συνεργασίας και όλες τις κύριες παρακίνητικές δυνάμεις ώστε να δίνεται η ευκαιρία να ικανοποιούνται οι ανάγκες των εργαζομένων,
- Οργανώνει έτσι την επιχείρηση ώστε να λειτουργεί σαν ένα κοινωνικό σύστημα με συνδεδεμένες μεταξύ τους ομάδες εργασίας,
- Χρησιμοποιεί την αξιολόγηση της λειτουργίας της εταιρίας, κυρίως για αυτοκατεύθυνση παρά για έλεγχο "από τα πάνω",
- Κάνει ευρεία τη χρήση της συμμετοχής των εργαζομένων στις διάφορες πλευρές της εργασίας,
- Χρησιμοποιεί τα μέσα της κλασσικής διοίκησης για να προάγει την παρακίνηση και όχι για να ελέγξει σαν εξουσία.

#### Χαρακτηριστικά καλού ηγέτη

Τα χαρακτηριστικά ενός επιτυχημένου ηγέτη του οποίου οι υφιστάμενοι παρουσιάζουν υψηλή παραγωγικότητα φαίνεται να είναι τα

εξής:

- Δείχνει ενδιαφέρον, σεβασμό και υποστήριξη στους υφισταμένους του,
- Οι αποφάσεις του παίρνονται μετά από συνεχή ενημέρωση και συμμετοχή της ομάδας των υφισταμένων του,
- Ασκεί εποπτεία περισσότερο γενική, παρά ατομική, κοντινή και πιεστική,
- Κάνει καλό σχεδιασμό, έχει απαιτητικότητα αλλά και δίκαιη κρίση,
- Η επικοινωνία του με τους υφισταμένους του και προϊσταμένους του είναι αμφίδρομη και αποτελεσματική,

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- Ενδιαφέρεται για την αυτο-ανάπτυξη εντός των στόχων της εταιρίας και των συναδέλφων. Αποτελεί ουσιαστικά "μοντέλο" για τους υφισταμένους του.

### Αποκέντρωση της οργάνωσης

Η σύγχρονη αντίληψη διοίκησης που είδαμε έχει επιφέρει δομικές αλλαγές στις εταιρίες στα εξής σημεία:

- Μεταφορά πολλών αποφάσεων στα κατώτερα επίπεδα της ιεραρχίας,
- Κατάργηση της δομής "σε σειρά" του προσωπικού και δημιουργία "δικτύων" επιμερισμού της ευθύνης,
- Δημιουργία ομάδων εργασίας και επιτροπών,
- Συντόμευση, απλούστευση και ανάπτυξη της οριζόντιας επικοινωνίας,
- Δημιουργία κάποιου τύπου εσωτερικού οργάνου για την ανακάλυψη και αντιμετώπιση αντιθέσεων και αναταραχών μόλις εμφανίζονται.

### Ομάδα έργου

Οι βασικότεροι λόγοι υπεροχής της ομαδικής εργασίας σε σχέση με την μεμονωμένη ατομική είναι:

- Ένας οργανισμός ευκολότερα επιτυγχάνει τους στόχους του και διατηρεί ευκολότερα τα κέρδη της Διαχείρισης.
- Μια ομάδα ανανεώνεται και ξαναγεννιέται με νέα άτομα ενώ τα μέλη της έρχονται και παύουν να υπάρχουν,
- Η ομάδα αποτελεί "αποθήκη" γνώσεων, εμπειρίας και τεχνογνωσίας τις οποίες χρησιμοποιούν τα τωρινά μέλη της και θα χρησιμοποιήσουν τα μελλοντικά της.
- Η συλλογική εργασία επιτυγχάνει μεγαλύτερο αποτέλεσμα από άθροισμα των αποτελεσμάτων των μεμονωμένων ενεργειών των μελών της ομάδας.

Η κοινή προσπάθεια της ομάδας έχει ανάγκη από:

- Συνένωση των ατομικών ειδικοτήτων, ταλέντων, υπευθυνοτήτων κάτω από ατομική και συλλογική πειθαρχία,

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- Κατανομή ατομικών καθηκόντων τα οποία ελέγχονται από τα μέλη της ομάδας,
- Συλλογικό έλεγχο των λαμβανομένων αποφάσεων, είτε προέρχονται από την ομάδα, είτε όχι και προσαρμογή τους στις πραγματικές συνθήκες του έργου,
- Κανάλια επικοινωνίας τα οποία να μεταφέρουν στην ομάδα αποφάσεις και από την ομάδα ενημέρωση σε κάθε υπεύθυνο της εταιρίας,
- Την παραγωγή ιδεών προτάσεων και πληροφόρησης,
- Το συντονισμό των ενεργειών της ομάδας με τις επιδιώξεις της εταιρίας,
- Την επίλυση των διαφωνιών και συγκρούσεων μεταξύ των μελών της,
- Τη δημιουργία κλίματος που επιτρέπει την έκφραση γνώμης, την κριτική αντιπαράθεση και την ενιαία δράση.

Τα τελευταία χρόνια η συμμετοχή των εργαζομένων σε μερικούς στόχους και αποφάσεις των επιχειρήσεων δείχνει να επιτυγχάνει τα ακόλουθα αποτελέσματα

- Αύξηση παραγωγής και ποιότητας,
- Μείωση παραιτήσεων, απουσιών και καθυστερήσεων,
- Μείωση παραπόνων και καλύτερες σχέσεις διοίκησης - υφισταμένων,
- Αύξηση της αποδοχής των αλλαγών μέσα στις επιχειρήσεις,
- Μεγαλύτερη άνεση στη διοίκηση των υφισταμένων,
- Βελτίωση της ποιότητας αποφάσεων της διοίκησης.

Για τη συμμετοχή των εργαζομένων στη ζωή της επιχείρησης πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Διαφορές στην προσωπικότητα των εργαζομένων,
- Εξωτερικοί παράγοντες όπως το είδος εργασίας, ο διαθέσιμος χρόνος, ο οικονομικός παράγοντας, η σταθερότητα στη σχέση προϊστάμενου-υφισταμένου, η κατάλληλη επικοινωνία, τα προσόντα.

Η δημιουργία ομάδων εργασίας συντελεί στην αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας καθώς και στη μείωση των απουσιών και καθυστερήσεων, εξ αιτίας της πίεσης που ασκεί η ομάδα στα μέλη της να συμμορφώνονται με τους κανόνες της. Αυτό φυσικά ισχύει όταν υπάρχει ενότητα στην ομάδα και οι στόχοι της είναι σύμφωνοι με τους στόχους της εταιρίας.

### 1.11 Διαχείριση προσωπικού

#### Πρόσληψη προσωπικού

Υπάρχουν κάποιοι κανόνες που είναι ουσιαστικοί για την ενσωμάτωση και αξιοποίηση του νεοπροσληφθέντος στην επιχείρηση:

- Η διοίκηση και ο προς πρόσληψη εργαζόμενος οφείλουν να γνωρίζουν τις απαιτήσεις της εργασίας. Γι' αυτόν το λόγο απαιτείται η ύπαρξη προτύπων, προδιαγραφών της συγκεκριμένης θέσης εργασίας και των προσόντων που οφείλει να έχει το άτομο που προορίζεται γι' αυτήν.
- Οι συνεντεύξεις με υποψήφιους να γίνονται με ειδικά ερωτηματολόγια αξιολόγησης, ώστε όλοι να εξετάζουν κοινά θέματα με ενιαίο τρόπο.
- Προληπτική ιατρική εξέταση του προς πρόσληψη υπαλλήλου.
- Η αναλυτική ενημέρωση του υποψηφίου για τα καθήκοντά του, τις υποχρεώσεις και την ανταμοιβή του.
- Ο προκριθείς για τη θέση εργασίας να παρουσιαστεί, από τον υπεύθυνο του τμήματος, στους συναδέλφους του και να ορισθεί ποιος αναλαμβάνει την ενημέρωση και εκπαίδευσή του και πόσο χρονικό διάστημα θα διαρκέσει αυτό.

#### Εξέλιξη προσωπικού

Το κίνητρο για την ανέλιξη του εργαζόμενου (ηθική, οικονομική) αποτελεί σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την προσφορά του εργαζόμενου στην επιχείρηση. Η δημιουργία κινήτρων αποτελεί δείκτη της ποιότητας της διοίκησης της εταιρίας. Μερικοί γενικοί κανόνες είναι:

- Η σαφής διαβεβαίωση ότι η εξέλιξη του υπαλλήλου εξαρτάται άμεσα από τη συνολική προσφορά του στην επιχείρηση (συμβατικές υποχρεώσεις, πρωτοβουλίες),
- Η θέσπιση κανόνων εκτάκτων ανταμοιβών, συγκεκριμένων κατά περίπτωση,
- Η διαβεβαίωση ότι η εταιρία είναι υπέρ της συνεχούς επιμόρφωσης των υπαλλήλων της συμβάλλοντας ενεργητικά σ' αυτήν,
- Η θέσπιση διαφανών κανόνων για την αξιολόγηση του υπαλλήλου.

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- Η δημιουργία της πεποίθησης στον εργαζόμενο ότι η εταιρία δεν παραμένει ασυγκίνητη στα προσωπικά του προβλήματα και ότι μπορεί να τον βοηθήσει,
- Να γίνει απόλυτα σαφές ότι η επιχείρηση δεν ανέχεται παραβιάσεις κοινών συμφωνιών, ανάρμοστη συμπεριφορά και αρνητική νοοτροπία από τα μέλη της.

### Αποχώρηση προσωπικού

Πρόκειται για διαδικασία συνηθισμένη στη λειτουργία κάθε επιχείρησης αν και απευκταία για τρεις κυρίως λόγους:

- Δημιουργείται δυσλειτουργία στην εργασιακή ροή,
- Δημιουργείται κλίμα ανησυχίας μεταξύ των εργαζομένων,
- Η επιχείρηση "χάνει" κεφάλαιο.

Εφ' όσον πρόκειται για απόλυση, καλό θα είναι να γνωρίζει και ο απολυόμενος και το στενό εργασιακό του περιβάλλον τους ακριβείς λόγους απόλυσης.

Εφ' όσον, όμως, πρόκειται για εθελούσια αποχώρηση χρειάζεται μια πιο προσεκτική και εμπεριστατωμένη μελέτη του θέματος.

Οι λόγοι αποχώρησης θα πρέπει ν' απασχολήσουν τους υπεύθυνους της επιχείρησης πολύ δε περισσότερο αν το αποχωρούν άτομο είναι στέλεχος της εταιρίας. Ανεξάρτητα από το λόγο αποχώρησης τώρα, ο υπεύθυνος προσωπικού οφείλει να εξετάσει αν η αποχώρηση αποτελεί μεμονωμένο γεγονός ή εκδήλωση μιας γενικότερης τάσης εργαζομένων. Διότι στη δεύτερη περίπτωση, θα πρέπει ίσως ν' αναθεωρήσει το εργασιακό πλαίσιο λειτουργίας της επιχείρησης ή του έργου.

### Αξία του εργατικού δυναμικού του έργου

Το θέμα της αποτίμησης της πραγματικής αξίας του κάθε εργαζόμενου είναι περίπλοκο, αναφέρεται μια, κατά κάποιο τρόπο, βολική μέθοδος υπολογισμού.

Ας υποθέσουμε ότι σε μια επιχείρηση απασχολείται ένας αριθμός εργαζομένων. Για κάθε εργαζόμενο εκτιμάται:

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

- Το όφελος, έστω  $\Omega$ , το οποίο φέρνει στην επιχείρηση από την εργασία του κάποιο συγκεκριμένο έτος,
- Το κόστος του εργαζόμενου, έστω  $K$ , για την επιχείρηση το ίδιο έτος,
- Η πιθανότητα, έστω  $P$ , ο εργαζόμενος να βρίσκεται στην επιχείρηση και το επόμενο έτος,
- Ο συντελεστής της παρούσας αξίας του εργαζόμενου, έστω  $\Sigma$ , ο οποίος δείχνει τη μεταβολή της αξίας του εργαζόμενου από το συγκεκριμένο έτος αναφοράς μέχρι το επόμενο. Ο συντελεστής αυτός παίρνει τιμές, συνήθως, μεγαλύτερες του 1 για νέα άτομα με προοπτική εξέλιξης, μικρότερες του 1 για άτομα με φθίνουσα εξέλιξη και ίσες με 1 για άτομα με στάσιμη εξέλιξη.

Η πραγματική αξία του εργαζόμενου για την επιχείρηση προσδιορίζεται αν αθροιστούν τα εξαγόμενα του πολλαπλασιασμού  $(\Omega - K) \times P \times \Sigma$  για κάθε χρόνο παρουσίας του στην επιχείρηση από το χρόνο πρόσληψής του μέχρι σήμερα. Το άθροισμα των αξιών κάθε εργαζομένου στην επιχείρηση αποτελεί το σύνολο της αξίας του εργατικού δυναμικού.

### Αντιθέσεις και συγκρούσεις στο περιβάλλον εργασίας

Συχνά η διοίκηση καλείται ν' αντιμετωπίσει αντιθέσεις με τους εργαζομένους του πηγάζουν κύρια από τις ανάγκες τους. Αναμφίβολα τέτοιες αντιθέσεις, επιφέρουν άλλοτε βελτίωση στις αμοιβές και στις εργασιακές συνθήκες και άλλοτε μεγάλες ζημιές.

Ο Katz προτείνει τις εξής βασικές στρατηγικές για το χειρισμό των αντιθέσεων αυτών:

- Να λειτουργεί το υπάρχον σύστημα. Αυτό σημαίνει να δοθεί προσοχή σε ενέργειες για τη βελτίωση των διαπροσωπικών σχέσεων,
- Να υπάρχει μηχανισμός για το χειρισμό των αντιθέσεων. Δηλαδή να ελέγχονται οι συγκρούσεις μόλις εμφανίζονται επί τόπου ώστε να μην εξαπλώνονται,
- Να γίνονται αλλαγές στη δομή της επιχείρησης ή του έργου είτε προληπτικά είτε όταν οι αντιθέσεις τείνουν να γενικευθούν ώστε τα αιτήματα για την ικανοποίηση των αναγκών να αντιμετωπίζονται πιο σφαιρικά και πιο αποτελεσματικά.

### 1.12 Εργασιακές συνθήκες και περιβάλλον εργασίας

Η δημιουργία ενός υγιούς, ασφαλούς, αποδοτικού και ευχάριστου περιβάλλοντος εργασίας έχει άμεση επίπτωση στη βελτίωση της απόδοσης εργασίας και αποτελεί παράγοντα εξοικονόμησης σημαντικού κόστους. Γι' αυτόν τον λόγο χρειάζεται συστηματική

μελέτη και λήψη μέτρων όπως:

- Η πρόσληψη με σύμβαση έργου ειδικού εργονόμου για τη συνολική μελέτη του σχεδιασμού των χώρων εργασίας,
- Η εφαρμογή εργονομικών προτύπων (φωτισμός, θέρμανση, υγρασία, καθίσματα κλπ), τα οποία περιέχονται σε εργονομικά συγγράμματα που κυκλοφορούν στο εμπόριο,
- Η συγκέντρωση και αξιολόγηση παραπόνων, αλλά και προτάσεων των εργαζομένων για τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας,
- Η καθιέρωση, όπου είναι δυνατόν, ελαστικού ωραρίου το οποίο επιτρέπει στους εργαζόμενους ν' απασχολούνται με προσωπικές τους υποθέσεις χωρίς να χρειάζεται ν' απουσιάσουν κατά το ωράριο της εργασίας τους,
- Η ύπαρξη εναλλακτικών λύσεων σε περίπτωση απουσίας κάποιου εργαζόμενου όπως η ύπαρξη αντικαταστάτη και η ύπαρξη προσωπικού εκπαιδευμένου σε περισσότερα του ενός αντικείμενων στο έργο ή στην επιχείρηση,
- Ο εμπλουτισμός της εργασίας των ατόμων με διαφορετικά αντικείμενα,
- Η προληπτική ιατρική εφαρμοζόμενη στους εργαζόμενους αποτρέπει συχνά μεγαλύτερες δαπάνες από απουσίες, ατυχήματα,
- Η θέσπιση εργασιακών διαλειμμάτων στη βάση των υπάρχοντων εργονομικών προδιαγραφών στις κατηγορίες των βαρέων και διανοητικών εργασιών,
- Η δημιουργία κινήτρων για την άθληση των εργαζομένων,
- Η ψυχολογική υποστήριξη κατηγοριών εργαζομένων από ειδικό ψυχολόγο, εξωτερικό ή εσωτερικό συνεργάτη της επιχείρησης.



## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του Έργου

### 2.1 Γενική Περιγραφή

Θα ασχοληθούμε με τις εργασίες κατασκευής του νέου τριώροφου κτιρίου του Νοσοκομείου Έδεσσας. Η Έδεσσα βρίσκεται σε υψόμετρο 320 μέτρων. Είναι πόλη της κεντρικής Μακεδονίας της Ελλάδας και πρωτεύουσα του Νομού Πέλλας. Ο πληθυσμός της πόλης της Έδεσσας είναι 18.253, ενώ αυτός του διευρυμένου Δήμου ανέρχεται στους 25.619 κατοίκους. Ο αριθμός των οργανικών κλινών του υπάρχοντος νοσοκομείου είναι 202 και των ανεπτυγμένων 165, ενώ ο σταθμισμένος μέσος χρόνος πρόσβασης είναι 23,13 λεπτά. Το νέο κτίριο του Νοσοκομείου θα στεγάσει τα Εξωτερικά Ιατρεία, τους χώρους Διοίκησης του συγκροτήματος και πρόκειται να εγκατασταθεί στην νότια πλευρά του υφιστάμενου κτιρίου.

Το κτίριο αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο και δύο ορόφους και έχει τριμερή οργάνωση σε κάτοψη. Αποτελείται από δύο τριώροφους όγκους που στεγάζουν τις βασικές λειτουργίες – Εξωτερικά Ιατρεία και χώρους Διοίκησης - μεταξύ των οποίων υπάρχει συνδεδημένος υπερυψωμένος χώρος ο οποίος είναι διπλού και τριπλού ύψους και στεγάζει τις αίθουσες αναμονής των Εξωτερικών Ιατρείων και την κυκλοφορία των επισκεπτών.

Ο κεντρικός χώρος του ισογείου με την αίθουσα αναμονής ενώνει άμεσα τις δύο πτέρυγες οι οποίες στεγάζουν μέρος των Εξωτερικών Ιατρείων, τους χώρους υγιεινής κοινού και προσωπικού και το κυλικείο. Ο υπόλοιπος αριθμός των Εξωτερικών Ιατρείων με τους χώρους προσωπικού, γραφείων και υγιεινής χωροθετείται στις πτέρυγες του Α' ορόφου, ενώ το πατάρι του κεντρικού χώρου χρησιμοποιείται συνδεδειγμένα σαν αίθουσα αναμονής και δημιουργεί από έναν ημιυπαίθριο χώρο στην ανατολική και στην δυτική όψη του κτιρίου.

Οι αίθουσες αναμονής του ισογείου και του Α' ορόφου επικοινωνούν με ανοικτό κλιμακοστάσιο που βρίσκεται στον κεντρικό χώρο. Στον Β' όροφο του κτιρίου στεγάζονται τα γραφεία Διοίκησης του Νοσοκομείου και οι χώροι υγιεινής του προσωπικού, γύρω από έναν διάδρομο κίνησης που προβάλλεται στον κεντρικό χώρο και επικοινωνεί οπτικά με τους υπόλοιπους ορόφους. Στο υπόγειο του κτιρίου θα στεγαστούν οι χώροι Η/Μ εγκαταστάσεων και αποθηκών.

Η οροφή του ενδιάμεσου κτιριακού όγκου των δύο πτερύγων θα είναι υπερυψωμένη ώστε να τοποθετηθούν πλευρικά υαλοστάσια για τον άμεσο φωτισμό του χώρου. Η στέγάσή του θα είναι μία κεκλιμένη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, που στην ανατολική άκρη της διακόπτεται και δημιουργεί έναν προστατευμένο υπαίθριο χώρο του δώματος για την εγκατάσταση ψυκτικού μηχανήματος των Η/Μ εγκαταστάσεων, ώστε να μην ενοχλούνται από τον θόρυβο οι νοσηλεύόμενοι στις κλινικές του υφιστάμενου κτιρίου.

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

Η αναμονή και οι διάδρομοι κυκλοφορίας των επισκεπτών είναι ενοποιημένοι σε όλους τους ορόφους, φωτίζονται από την οροφή του κεντρικού υπερυψωμένου χώρου και συνδέονται λειτουργικά και οπτικά, καταργώντας έτσι την εικόνα του σκοτεινού διαδρόμου που συνήθως προκύπτει σε παρόμοια κτίρια. Μέσω του κεντρικού συνδετήριου χώρου υπάρχει η δυνατότητα διαμπερούς κίνησης με δύο εισόδους -εξόδους στο ισόγειο του κτιρίου. Έτσι, ενώ η κύρια είσοδος - εξόδος βρίσκεται στην δυτική του πλευρά υπάρχει δυνατότητα βοηθητικής εισόδου - εξόδου και από την ανατολική πλευρά του κτιρίου για την τροφοδοσία του, καθώς η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου επιτρέπει εκεί τη δυνατότητα άμεσης προσπέλασης οχημάτων.

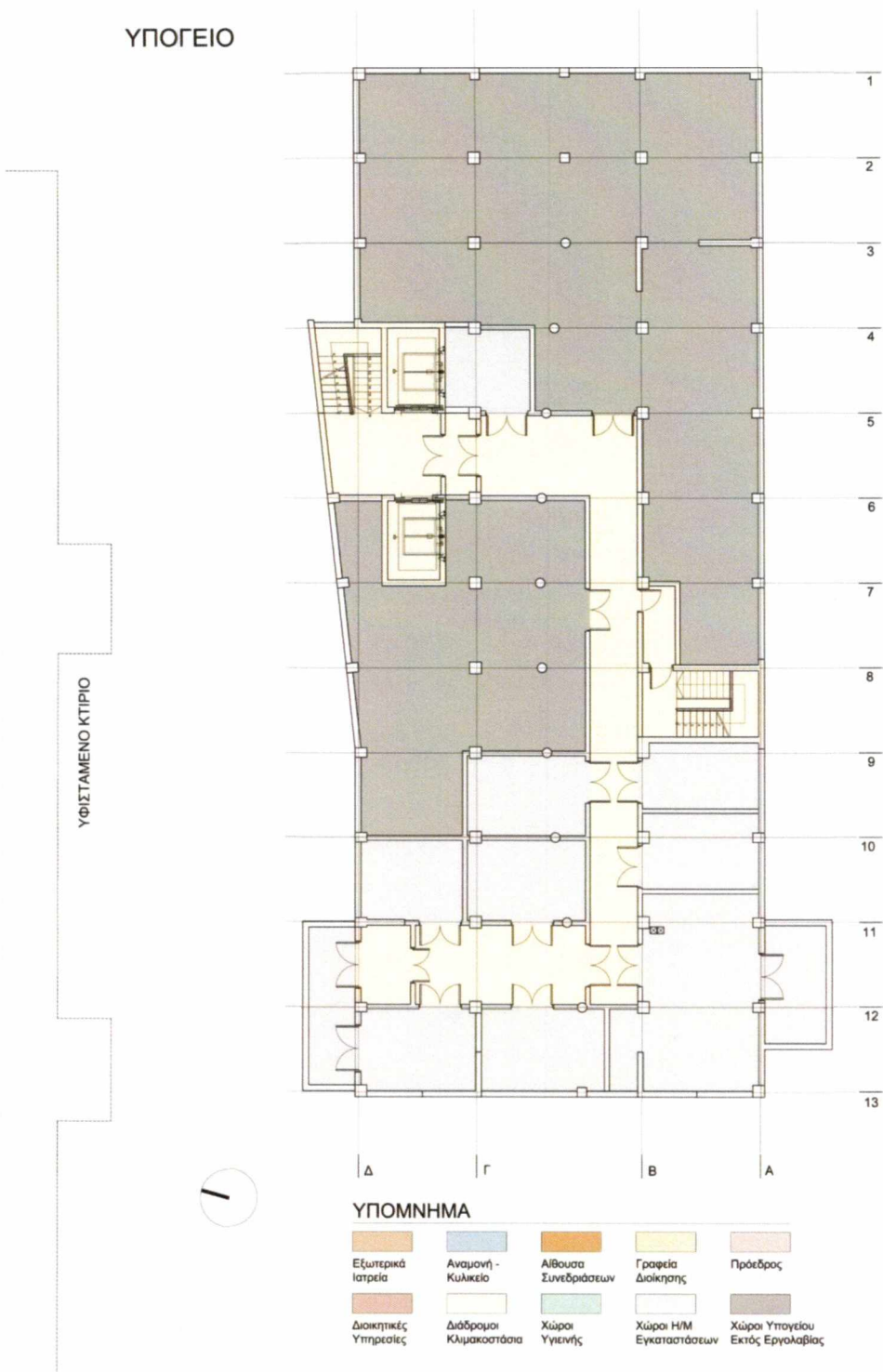
Η τελική στάθμη του ισογείου τοποθετείται στο υψόμετρο του πεζοδρομίου έτσι ώστε να αποφευχθούν σκάλες και ράμπες και να γίνεται εύκολα η προσπέλαση στο κτίριο από πεζούς και ΑΜΕΑ.

Αυτό ενισχύει τη σχέση του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου δημιουργώντας την εντύπωση ότι ο κεντρικός αυτός όγκος του διπλού - τριπλού ύψους είναι ένας στεγασμένος “αστικός” χώρος κατ’ επέκταση του υπαιθρίου χώρου.

Σε κάθε πτέρυγα κατασκευάζονται πυροπροστατευμένα κλιμακοστάσια, ώστε να εξασφαλιστεί η δυνατότητα άμεσης εξόδου από το κτίριο. Το νέο κτίριο συνδέεται στον Β’ όροφο με το επίπεδο της κεντρικής εισόδου του υφιστάμενου, με εναέριο διάδρομο, απ’ ευθείας με το κεντρικό κλιμακοστάσιο στο οποίο προβλέπονται και δύο ανελκυστήρες φορείων.

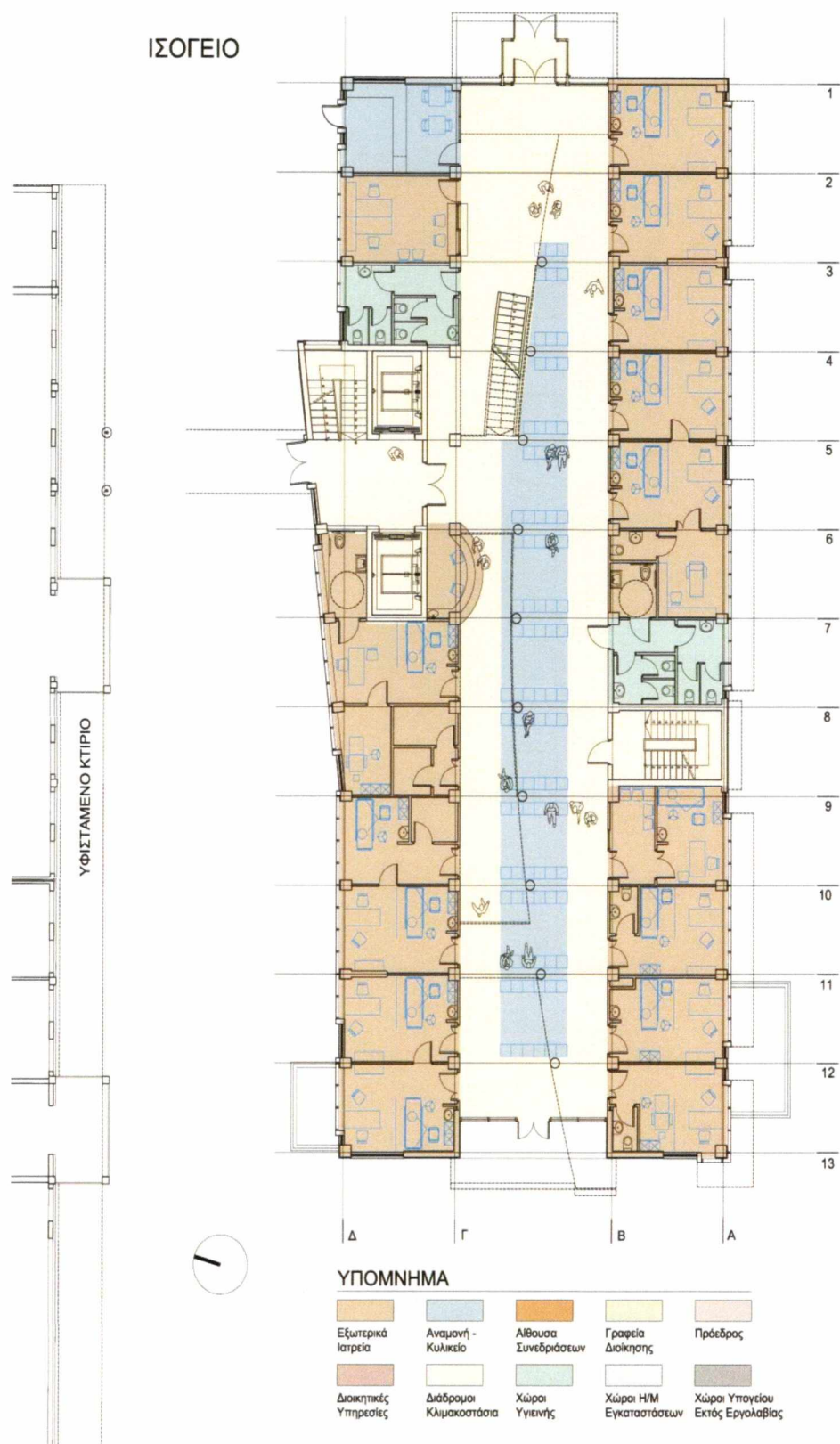
Οι όψεις του νέου κτιρίου οργανώθηκαν με βάση την απλότητα και τη γεωμετρική σαφήνεια των όγκων σε συνδυασμό με δυναμικές και λειτουργικές χαράξεις των ανοιγμάτων. Οι δύο συμπαγείς πτέρυγες με τις κύριες λειτουργίες του κτιρίου φωτίζονται από γραμμικά ανοίγματα που έχουν τη μορφή επιμηκών σχισμών ενώ ο ενδιάμεσος υπερυψωμένος όγκος διαμορφώνεται με μια παραλλαγή της ίδιας γεωμετρίας.

Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου



Εικόνα 1: Κάτοψη Υπογείου

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου



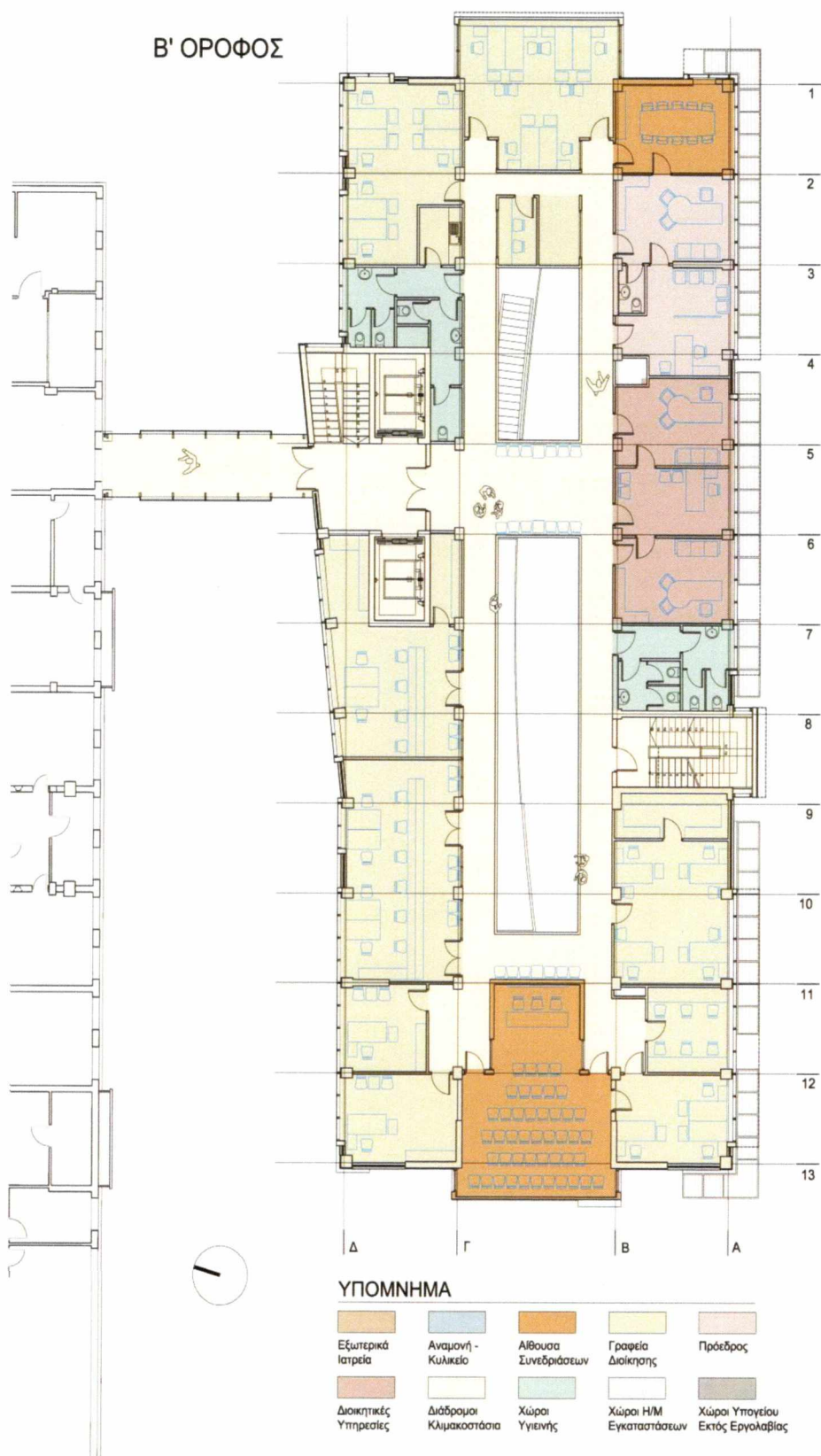
**Εικόνα 2: Κάτοψη Ισογείου**

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου



**Εικόνα 3: Κάτοψη 1ου ορόφου**

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου



**Εικόνα 4: Κάτοψη 2ου ορόφου**

### 2.2 Αναλυτική Τεχνική Περιγραφή

Το σύνολο της κτισμένης επιφάνειας του κτιρίου μαζί με τους ημιυπαίθριους χώρους (εντός και εκτός συντελεστή δόμησης) είναι 3.096,30 τ.μ., ενώ οι επιμέρους επιφάνειες των επιπέδων έχουν ως εξής:

Υπόγειο	887,31 τ.μ.
Ισόγειο	767,11 τ.μ.
Α΄ Όροφος	652,01 τ.μ.
Β΄ Όροφος	742,98 τ.μ.
Απόληξη κλιμ/σίου	17,28 τ.μ.
Ημιυπαίθριοι χώροι	29,61 τ.μ.

#### 2.2.1 Τοπογραφικά

Η περιοχή μελέτης διέπεται από τις ρυθμίσεις του Π.Δ. / 20.06.78. Οι ισχύοντες όροι και περιορισμοί, που προκύπτουν είναι οι εξής:

- Ποσοστό κάλυψης : 15%,
- Μέγιστος συντελεστής δόμησης : 0,4
- Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός ορόφων : 4
- Μέγιστο ύψος : 15.00 μ. Μετρούμενο από την μέση στάθμη του φυσικού εδάφους
- Ελάχιστη απόσταση από τα όρια : 15.00 μ.

Η ιδιαιτερότητα της περιοχής μελέτης είναι ότι το υφιστάμενο συγκρότημα του Νοσοκομείου και ο διαμορφωμένος περιβάλλον χώρος δημιουργούν δεσμεύσεις σε ότι αφορά την χωροθέτηση του νέου τριώροφου κτιρίου. Έτσι ο μόνος διαθέσιμος χώρος βρίσκεται στη νοτιοδυτική πλευρά του Νοσοκομείου και κοντά στο υφιστάμενο κτίριο, ώστε να συνδεθεί εναέρια με αυτό.

- ✓ Για την χάραξη των εκσκαφών του κτιρίου εργάστηκαν 2 άτομα για 2 ημέρες με συνολικό κόστος 400€,
- ✓ Για την χωροθέτηση του κτιρίου εργάστηκαν 2 άτομα για 2 ημέρες με συνολικό κόστος 400€.

### 2.2.2 Χωματοουργικές Εργασίες

Στην περιοχή του έργου πραγματοποιήθηκαν ερευνητικές γεωτρήσεις μεγίστου βάθους 19,5 μ., οι οποίες κατέγραψαν την ύπαρξη των παρακάτω εδαφικών στρώσεων:

- Από τη στάθμη του φυσικού εδάφους και μέχρι βάθους 1,0-2,4 μ. τεχνητές επιχωματώσεις,
- Από τη στάθμη 1,0-2,4 μ. και μέχρι βάθους 6,0-8,0 μ. καστανή άργιλο, υψηλής πλαστικότητας, αμμώδη κατά θέσεις, πολύ στιφρή έως σκληρή, με εμφάνιση ασβεστιτικών,
- Από τη στάθμη 6,0-8,0 μ. και μέχρι βάθους 8,0-11,6 μ. καστανή αμμώδη άργιλο, χαμηλής πλαστικότητας, στιφρή έως σκληρή,
- Από τη στάθμη 8,0-11,6 μ. και μέχρι του τέλους των γεωτρήσεων καστανή αργιλώδη άμμο, πολύ πυκνή, με χάλικες.

Υπόγεια νερά κατά την εποχή της έρευνας δεν εντοπίστηκαν σε καμία γεώτρηση. Από τα αποτελέσματα της έρευνας και για τα προβλεπόμενα βάθη θεμελίωσης (4,45 μ. για το κυρίως κτίριο και 3,50 μ. για την δεξαμενή) προκύπτει ότι το υπέδαφος παρέχει ικανοποιητική φέρουσα ικανότητα και σχετικά μικρή συμπίεστότητα. Με βάση τα διατιθέμενα στοιχεία, η θεμελίωση κατασκευάστηκε επιφανειακή με εσχάρα πεδιλοδοκών και πλάκες θεμελίωσης στις θέσεις των πυρήνων κλιμακοστασίων και των court-anglaise, ώστε να εξασφαλίζεται με αξιοπιστία η μεταφορά στο έδαφος των φορτίων της ανωδομής και να περιορίζεται το ενδεχόμενο εμφάνισης διαφορικών καθιζήσεων. Κάτω από τη θεμελίωση κατασκευάστηκε εξισωτικής στρώσης πάχους 30 εκ. από καλά συμπυκνωμένο αμμοχαλικώδες υλικό, ώστε να αποτελέσει το δάπεδο έδρασης των θεμελίων και να παράσχει ικανοποιητικές συνθήκες δαπέδου εργασίας.

Η ομάδα εργασιών των χωματοουργικών εργασιών περιλαμβάνει :

- ✓ Εκσκαφή θεμελίων. Εργάστηκαν 7 άτομα για 15 ημέρες με συνολικό κόστος 36500€,
- ✓ Εξυγιαντική στρώση. Εργάστηκαν 9 άτομα για 4 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 15000€,
- ✓ Επίχωση δαπέδου υπογείου. Εργάστηκαν 6 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος 13000€,
- ✓ Εκσκαφή θεμελίων πεζογέφυρας. Εργάστηκαν 3 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος 1000€.



Εικόνα 5 :Εργασίες επίχωσης δαπέδου υπογείου

### 2.2.3 Οπλισμός Σιδήρου

Τοποθετήθηκαν χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος, σύμφωνα με τις διατάξεις των προτύπων ΕΛΟΤ 1422-2/1423-3 :2006 και του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Σκυροδέματος κάθε διαμέτρου, έτοιμοι επί οποιωνδήποτε τμημάτων έργου.

Η ομάδα εργασιών του οπλισμού σιδήρου περιλαμβάνει:

- ✓ Τοποθέτηση οπλισμού σιδήρου πελμάτων :Εργάστηκαν 7 άτομα για 3 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 59000€ ,
- ✓ Τοποθέτηση οπλισμού σιδήρου συνδετηρίων: Εργάστηκαν 5 άτομα για 5 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 18000€ ,
- ✓ Τοποθέτηση οπλισμού σιδήρου εδαφόπλακας: Εργάστηκαν 8 άτομα για 3 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 15500€ ,

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

- ✓ Τοποθέτηση οπλισμού σιδήρου υποστυλωμάτων υπογείου, ισογείου, 1ου και 2ου ορόφου: Εργάστηκαν 6 άτομα για 20 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 48000€ ,
- ✓ Τοποθέτηση οπλισμού σιδήρου πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου, ισογείου , 1ου και 2ου ορόφου: Εργάστηκαν 6 άτομα για 24 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 62000€ ,
- ✓ Τοποθέτηση οπλισμού σιδήρου δεξαμενής νερού: Εργάστηκαν 6 άτομα για 5 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 11000€ ,
- ✓ Τοποθέτηση οπλισμού σιδήρου πεζογέφυρας: Εργάστηκαν 5 άτομα για 2 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 3000€ .



**Εικόνα 6: Εργασίες τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού πλάκας 1ου ορόφου**

### 2.2.4 Ξυλότυποι

Για τους ξυλότυπους υπάρχουν οι συγκεκριμένες απαιτήσεις:

- Οι ξυλότυποι πρέπει να μην παραμορφώνονται από τα φορτία που θα επενεργήσουν πάνω στα διάφορα στοιχεία τους και που οφείλονται στο ίδιο το βάρος τους, στο βάρος του σκυροδέματος, στο βάρος των ανθρώπων, στην κατεργασία και δόνηση του σκυροδέματος, στην υδροστατική πίεση, στις οριζόντιες δυνάμεις ,
- Τα υλικά κατασκευής των ξυλότυπων πρέπει να μην παραμορφώνονται από τις καιρικές συνθήκες,
- Πριν από την διάστρωση του σκυροδέματος, οι ξυλότυποι δεν πρέπει να εκτίθενται για μεγάλο χρονικό διάστημα στον ήλιο και στον άνεμο,
- Οι ξυλότυποι πρέπει να εδράζονται πάνω σε σταθερό δάπεδο εργασίας. Αν υπάρχουν ενδείξεις ότι το δάπεδο αυτό μπορεί να υποχωρήσει πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα για να μη συμβεί καμία υποχώρηση,
- Εάν απαιτείται η επιφάνεια των ξυλότυπων θα αλείφεται με ειδικό λάδι που διευκολύνει το ξεκαλούπωμα χωρίς αποκολλήσεις του σκυροδέματος.

Οι εργασίες που αποτελούν την εργασία των ξυλότυπων είναι :

- Καλούπωμα:
  - I. Πελμάτων. Εργάστηκαν 6 άτομα για 5ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 4500€,
  - II. Συνδετηρίων . Εργάστηκαν 6 άτομα για 8 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 5200€,
  - III. Εδαφόπλακας. Εργάστηκαν 6 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 1000€,
  - IV. Υποστυλωμάτων υπογείου, ισογείου, 1ου και 2ου ορόφου. Εργάστηκαν 6 άτομα για 30 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 20000€,
  - V. Πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου, ισογείου, 1ου και 2ου ορόφου. Εργάστηκαν 6 άτομα για 40 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 25000€,
  - VI. Δεξαμενής. Εργάστηκαν 6 άτομα για 8 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 5000€,
  - VII. Πεζογέφυρας. Εργάστηκαν 2 άτομα για 2 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 800€.

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

- Ξεκαλούπωμα

- I. Πελμάτων. Εργάστηκαν 2 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος 200€,
- II. Συνδετηρίων. Εργάστηκαν 3 άτομα για 2 ημέρες με συνολικό κόστος 600€,
- III. Εδαφόπλακας. Εργάστηκαν 2 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος 200€,
- IV. Υποστυλωμάτων υπογείου, ισογείου, 1ου και 2ου ορόφου. Εργάστηκαν 5 άτομα για 12 ημέρες με συνολικό κόστος 6000€,
- V. Πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου, ισογείου, 1ου και 2ου ορόφου. Εργάστηκαν 5 άτομα για 19 ημέρες με συνολικό κόστος 9500€,
- VI. Δεξαμενής. Εργάστηκαν 3 άτομα για 2 ημέρες με συνολικό κόστος 600€,
- VII. Πεζογέφυρας. Εργάστηκαν 2 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος 200€.



**Εικόνα 7: Εργασίες καλουπώματος υποστυλωμάτων 2ου ορόφου**

### 2.2.5 Σκυροδέματα

Παραγωγή ή προμήθεια και μεταφορά επί τόπου του έργου σκυροδέματος οποιασδήποτε κατηγορίας ή ποιότητας, σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος, με την διάστρωση με χρήση αντλίας σκυροδέματος ή πυργογερανού και την συμπύκνωση αυτού επί των καλουπιών ή/και λοιπών επιφανειών υποδοχής σκυροδέματος, σύμφωνα με την μελέτη του έργου.

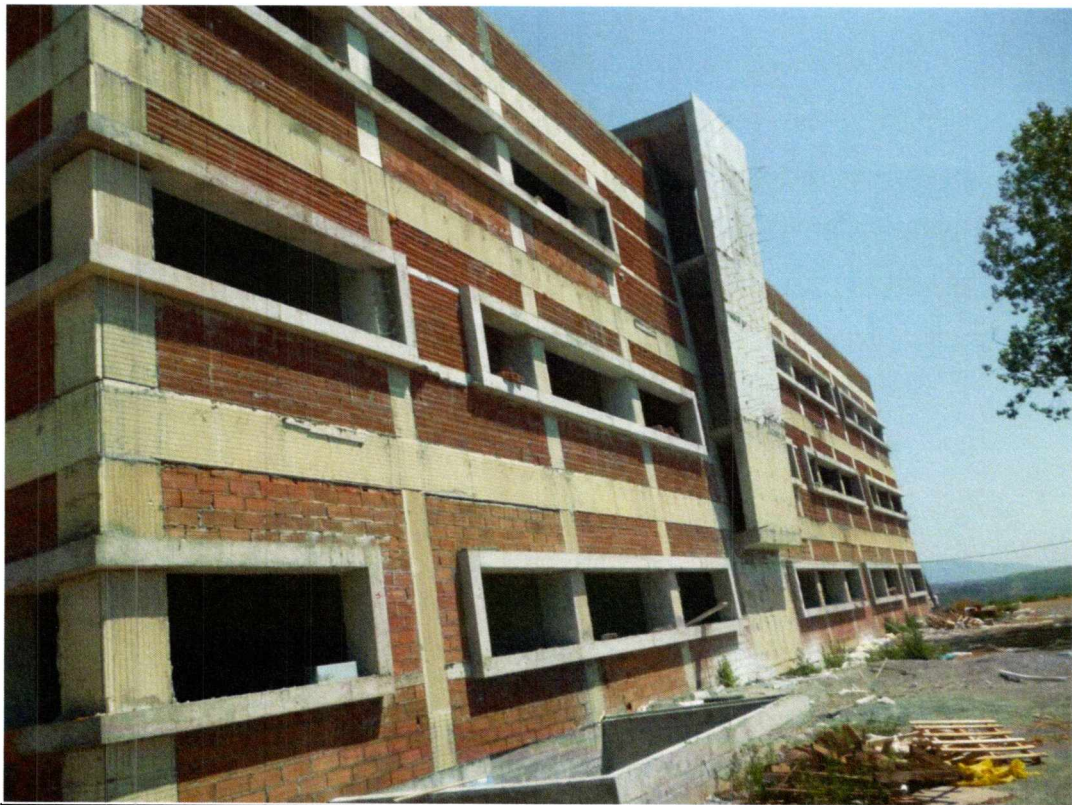
Η ομάδα εργασιών σκυροδέματος περιλαμβάνει :

- ✓ Σκυροδέτηση πελμάτων. Εργάστηκαν 8 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 30000€,
- ✓ Σκυροδέτηση συνδετηρίων. Εργάστηκαν 6 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 11000€,
- ✓ Σκυροδέτηση Εδαφόπλακας. Εργάστηκαν 5 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 17000€,
- ✓ Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων υπογείου, ισογείου , 1ου και 2ου ορόφου. Εργάστηκαν 6 άτομα 4 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 30000€,
- ✓ Σκυροδέτηση πλακας και δοκαριών υπογείου, ισογείου , 1ου και 2ου ορόφου. Εργάστηκαν 6 άτομα για 4 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 60000€,
- ✓ Σκυροδέτηση πεζογέφυρας. Εργάστηκαν 3 άτομα για 1 ημέρα με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 9500€,
- ✓ Σκυροδέτηση Δεξαμενής νερού. Εργάστηκαν 4 άτομα για 3 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 2500€.

### 2.2.6 Τοιχοποιία

- Οι εξωτερικοί τοίχοι του κτιρίου θα κατασκευασθούν από διπλές δρομικές τοιχοποιίες με διάκενους τυποποιημένους οπτόπλινθους διαστάσεων 9x12x19εκ., Α' ποιότητας και έτοιμο κονίαμα κτισίματος παραδιδόμενο σε σιλό ή με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα που παρασκευάζεται επί τόπου σε αναλογία 1 : 2 1/2, των 150 kg τσιμέντου. Το ενδιάμεσο κενό 7 εκ. που δημιουργείται μεταξύ των πλίνθων, θα πληρωθεί με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης, πάχους 5 εκ., όπως προκύπτει από την μελέτη θερμομόνωσης. Οι τοιχοποιίες εδράζονται στη φέρουσα πλάκα και σφηνώνονται στις δοκούς ή την οροφή,
- Οι εσωτερικές τοιχοποιίες θα κατασκευασθούν με διάκενους τυποποιημένους οπτόπλινθους διαστάσεων 9x12x19εκ., Α' ποιότητας

Για την κατασκευή της τοιχοποιίας εργάστηκαν 8 άτομα για 120 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 128000 €.



Εικόνα 8: Πέρασ εργασιών τοιχοποιίας κτιρίου

### 2.2.7 Επιχρίσματα

- ✓ Τα επιχρίσματα των εξωτερικών τοίχων του κτιρίου θα είναι τριφτά τριβιδιστά σε τρεις στρώσεις:
  - 1η στρώση μέσου πάχους 5 χιλ. με τσιμεντοκονίαμα των 450 kg τσιμέντου σε ποσοστό κάλυψης 100% της επιφάνειας,
  - 2η στρώση πάχους 15 χιλ. με τσιμεντοκονίαμα των 450 kg τσιμέντου,
  - 3η στρώση πάχους 6 χιλ. με τσιμεντοκονίαμα τριφτό των 450 kg τσιμέντου.
- ✓ Τα εσωτερικά επιχρίσματα θα είναι τριφτά τριβιδιστά σε τρεις στρώσεις με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 1:2 των 150 kg τσιμέντου. Θα επιχρίονται όλες οι εσωτερικές, κάθετες επιφάνειες σκυροδέματος και πλινθοδομών της ανωδομής, μέχρι τα δοκάρια. Οι οροφές των χώρων της ανωδομής στους οποίους τοποθετείται ψευδοροφή δεν θα επιχριστούν. Όλες οι κάθετες και οριζόντιες επιφάνειες πλινθοδομής ή σκυροδέματος των χώρων του υπογείου θα επιχρίονται.

Για την εκτέλεση των εργασιών επιχρίσματος εργάστηκαν 6 άτομα για 110 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 85000 €.



Εικόνα 9: Εργασίες Εξωτερικών Επιχρισμάτων

### 2.2.8 Ψευδοροφές - Χρωματισμοί

- ✓ Στους χώρους που προβλέπεται θα τοποθετηθεί ψευδοροφή από πλάκες ορυκτών ινών διαστάσεων 600x600 χιλ. και πάχους 15 χιλ. Η στερέωση των πλακών θα γίνει σε οδηγούς διατομής T με πλάτος 15 χιλ. και ύψος 38 χιλ., από χάλυβα πάχους 0,45 χιλ., που αναρτούνται από την οροφή με σύστημα σκελετού ανάρτησης που αποτελείται από κύριους οδηγούς μήκους 3700χιλ. και δευτερεύοντες οδηγούς μήκους 1200χιλ. και 600χιλ., οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους δημιουργώντας κάναβο 600X600χιλ. για την υποδοχή των πλακών. Η ανάρτηση των φερόντων κύριων οδηγών στήριξης, γίνεται από την υπεράνω δομική οροφή, με την χρήση δύο ευθύγραμμων γαλβανισμένων ντιζών Φ4 χιλ. και ενδιάμεσης διπλής πεταλούδας για την ρύθμιση του ύψους, ανά σημείο ανάρτησης. Περιμετρικά της ψευδοροφής και στις συναντήσεις αυτής με κατακόρυφα δομικά στοιχεία (τοιχούς, υποστυλώματα, δοκάρια) θα τοποθετηθεί γωνία 19X24 χιλ. από βαμμένο και γαλβανισμένο χάλυβα. Στις θέσεις που προβλέπονται στην Η/Μ μελέτη θα δημιουργηθούν υποδοχές για την τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων και στομίων αερισμού .
- ✓ Για τα διάφορα είδη χρωματισμών θα χρησιμοποιηθούν χρώματα αναγνωρισμένου Εργοστασίου. Οι οροφές όλων των χώρων του κτιρίου που δεν έχουν ψευδοροφή συμπεριλαμβανομένου και του υπογείου θα βαφούν με υδρόχρωμα ασβέστου. Τα εξωτερικά επιχρίσματα του κτιρίου καθώς και οι κολώνες εμφανούς σκυροδέματος του ισόγειου, θα βαφούν με ακρυλικό τσιμεντόχρωμα σε δύο ή τρεις στρώσεις έως ότου επιτευχθεί ομοιοχρωμία. Όλες οι πλινθοδομές κύριων χώρων, που δεν έχουν κάποιου είδους επένδυση, θα βαφούν με πλαστικό χρώμα σε δύο ή περισσότερες στρώσεις μετά από σπατουλάρισμα.

Για την εκτέλεση των εργασιών ψευδοροφής - χρωματισμών εργάστηκαν 8 άτομα για 90 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 158000€.

### 2.2.9 Βιομηχανικό Δάπεδο

Στους υπόγειους χώρους του Κτιρίου (H/M εγκαταστάσεις, αποθήκη, διάδρομος κυκλοφορίας) θα κατασκευαστεί βιομηχανικό δάπεδο πάχους 10 εκ. με ειδικό μίγμα από φυσικά σκληρά και αδρανή χαλαζιακών πετρωμάτων μελετημένης κοκκομετρικής σύνθεσης με πλαστικοποιητές και συνδετικές ύλες σε αναλογία 5 kg/m<sup>2</sup> και επεξεργασία για επίτευξη σκληρής και αντλιοσθητικής επιφάνειας.

Συγκεκριμένα θα αποτελείται από :

- Υπόστρωμα σκυροδέματος C16/20 με αδρανή κατάλληλης διάβρωσης και τσιμέντο σε αναλογία 350 kg/m<sup>3</sup> ενισχυμένο με δομικό πλέγμα M94 συμπιεσμένο και σταθμισμένο με κατάλληλα εργαλεία και μηχανήματα με προσεκτική διάστρωση, δόνηση και διαμόρφωση της επιφάνειάς του. Πριν από τη διάστρωση του υποστρώματος θα γίνει επάλειψη της επιφάνειας με πολυμετρικό γαλάκτωμα,
- Επίστρωση με σκληρυντικό, ομοιόμορφα διανεμημένο σε όλη την επιφάνεια και σε αναλογία 5 kg/m<sup>2</sup>,
- Επεξεργασία κατά το πρώτο στάδιο της πήξης του σκυροδέματος με μηχανικό λειαντήρα (ελικόπτερο) έτσι ώστε με την περιστροφή των πτερυγίων του μηχανικού λειαντήρα να επιτυγχάνεται πλήρης ανάμιξη και ενσωμάτωση της σκληρυντικής ύλης στο σκυρόδεμα και σε βάθος μερικών χιλιοστών, και επίτευξη τελικής επίπεδης λείας επιφάνειας,
- Κοπή αρμών διαστολής πάχους 5 χιλ. σε κάναβο 5,00x5,00 μ. τουλάχιστον, σε όλες τις επιφάνειες και επί πλέον περιμετρικά σε κάθε επιφάνεια,
- Πλήρωση των αρμών με ειδική ασφαλική μαστίχη,
- Συντήρηση της επιφάνειας κατά μεγάλο χρονικό διάστημα με κατάβρεγμα ή με κάλυψη με ειδική πλαστική μεμβράνη.

Για την κατασκευή του βιομηχανικού δαπέδου εργάστηκαν 7 άτομα για 10 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 20000€.

### 2.2.10 Δάπεδο Ισογείου, 1ου και 2ου ορόφου

Τα δάπεδα όλων των χώρων θα επιστρωθούν με χλωριούχο πολυβινύλιο με πολυουρεθανική στρώση. Η επίστρωση δαπέδων, θα γίνει με το αντιστατικό υλικό (1010 Ohm) Linoleum PUR. Το υλικό είναι σε μορφή ρολό, διαστάσεων 2,0x20 μ., πάχους 2,0 χιλ. και βάρους 2,4 kg/m<sup>2</sup>. Η επίστρωση θα συγκολληθεί στο υπόστρωμα με κόλλα, της ίδιας εταιρείας σε λείο, επίπεδο, καθαρό και στεγνό υπόστρωμα. Οι αρμοί που δημιουργούνται αρμολογούνται με κορδόνη. Η συγκόλληση

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

των αρμών επιτυγχάνεται με ειδική συσκευή θερμού αέρα, με αποτέλεσμα την πλήρη στεγανοποίηση των αρμών.

Για την κατασκευή των δαπέδων εργάστηκαν 5 άτομα για 45 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 108000€.

### 2.2.11 Πυράντοχες θύρες υπογείου

Στους χώρους του υπογείου θα τοποθετηθούν σιδηρές θύρες πυρασφαλείας με δείκτη πυραντίστασης 90' και 120' λεπτών, σύμφωνα με τη μελέτη πυροπροστασίας. Η κάσα θα κατασκευασθεί από λαμαρίνα πάχους 2,5 χιλ. κλειστής διατομής με περιμετρικά τοποθετημένη θερμοδιαγκούμενη ταινία. Τα φύλλα πάχους 53 χιλ. θα κατασκευασθούν από λαμαρίνα πάχους 1,5 χιλ. με ένθετο ορυκτοβάμβακα ικανού βάρους (100 kg/m<sup>3</sup>) ώστε να επιτυγχάνεται η κατάλληλη πυραντίσταση (90', 120'), με τρεις μεντεσέδες πυρασφάλειας με ελατήριο ανά φύλλο και κλειδαριά πυρασφαλείας κατά DIN 18250. Όπου απαιτείται θα τοποθετηθούν dampers, σύμφωνα με τα σχέδια. Οι πυράντοχες πόρτες των κλιμακοστασίων όπως απαιτείται από τον Κανονισμό Παθητικής Πυροπροστασίας, θα έχουν μπάρες πανικού, για την εύκολη και άμεση έξοδο του κοινού σε περίπτωση κινδύνου.

Για την τοποθέτηση των πυράντοχων θυρών εργάστηκαν 4 άτομα για 10 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 25000€.

### 2.2.12 Κουφώματα - Υαλουργικά Ισογείου - 1ου - 2ου ορόφου

Τα κουφώματα που θα χρησιμοποιηθούν στο Έργο περιλαμβάνουν:

- Υαλόθυρες αλουμινίου ανοιγόμενες, θερμοδιακοπτόμενες.
- Υαλοπετάσματα αλουμινίου (curtain wall).
- Υαλοστάσια αλουμινίου σταθερά, θερμοδιακοπτόμενα.
- Παράθυρα αλουμινίου, ανοιγόμενα / ανακλινόμενα με σταθερά τμήματα, θερμοδιακοπτόμενα.

Τα εξωτερικά κουφώματα θα κατασκευασθούν από ειδικές διατομές αλουμινίου κλειστές, χρωματισμένες με ηλεκτροστατική βαφή κόνεως πάχους 60 μ., ελάχιστου πλάτους 40 χιλ. και πάχους

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

τοιχώματος τουλάχιστον 1,7 χιλ. θερμοδιακοπόμενες. Τα εσωτερικά κουφώματα θα κατασκευασθούν από διατομές αλουμινίου όπως οι παραπάνω και θα είναι σταθερά. Οι κάσες των κουφωμάτων (όπου απαιτείται) θα στερεωθούν σε ψευτόκασες. Οι ψευτόκασες θα είναι από κλειστές γαλβανισμένες στραντζαριστές διατομές με διαστάσεις ανάλογα με το μέγεθος της κάσας του κουφώματος και σύμφωνα με τα σχέδια. Όλα τα εξωτερικά κουφώματα θα είναι εφοδιασμένα με τις κατάλληλες κλειδαριές ασφαλείας, χερούλια, σούστες επαναφοράς, όπου απαιτούνται.

Για την εγκατάσταση των κουφωμάτων - υαλουργικών του κτιρίου εργάστηκαν 7 άτομα για 25 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 75000€.

### 2.2.13 Οδοποιία

Στα έργα οδοποιίας περιλαμβάνονται οι χωματουργικές εργασίες αποκατάστασης των οδών που θα εκσκαφτούν για την κατασκευή του κτιρίου, οι εργασίες οδοστρωσίας με αδρανή και οι ασφαλοστρώσεις. Η υπόβαση των ανακατασκευαζομένων τμημάτων οδών θα διαστρωθεί επί του θραυστού υλικού επίχωσης και θα αποτελείται από δύο στρώσεις υλικού της Π.Τ.Π. 0150, συμπτυκνωμένου πάχους  $2 \times 10 = 20$  εκ. Η βάση των ιδίων τμημάτων θα αποτελείται από δύο στρώσεις θραυστού υλικού της Π.Τ.Π. 0155, συνολικού συμπτυκνωμένου πάχους  $2 \times 10 = 20$  εκ. Οι ασφαλιστικές επιστρώσεις των οδών θα έχουν πάχος 10 εκ. και θα γίνουν με μία στρώση ασφαλτικού σκυροδέματος της Π.Τ.Π. Α260, 5 εκ. και μία αντισιδηρή στρώση 5 εκ. Η διάστρωση της ασφαλτικής βάσης θα γίνεται πάντοτε σε επιφάνεια που θα έχει προεπαλειφθεί με κατάλληλο διάλυμα ή γαλάκτωμα.

Για την εκτέλεση των εργασιών οδοποιίας εργάστηκαν 11 άτομα για 15 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 35000€.

### 2.2.14 Πεζοδρόμηση Περιβάλλοντος Χώρου

Οι εργασίες για τον άμεσα περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου αφορούν στην αποκατάσταση του πλακόστρωτου από ζημιές που θα προκληθούν κατά την κατασκευή του κτιρίου.

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

Για την εκτέλεση των εργασιών πεζοδρόμησης του περιβάλλοντα χώρου εργάστηκαν 5 άτομα για 20 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 16000 €.

### 2.2.15 Εγκαταστάσεις Ύδρευσης - Αποχέτευσης

Οι ανάγκες σε πόσιμο νερό για την λειτουργία των υδραυλικών εγκαταστάσεων του κτιρίου θα καλύπτονται από το υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης του Νοσοκομείου. Για εξασφάλιση της απρόσκοπτης τροφοδοσίας με πόσιμο νερό θα κατασκευασθεί, εξωτερικά του κτιρίου, υπόγεια δεξαμενή πόσιμου νερού από μπετόν. Η δεξαμενή θα είναι κοινή, δίδυμη, συνολικής χωρητικότητας  $60\text{m}^3$  ( $2 \times 30\text{m}^3$ ), έκαστη διαστάσεων  $(3.2 \times 3.5 \times 2.7)\text{m}$ , ώστε να καλύπτονται τόσο οι ανάγκες σε πόσιμο νερό του κτιρίου όσο και οι ανάγκες σε νερό των συστημάτων πυρασφαλείας. Οι δύο δεξαμενές θα συνδέονται μεταξύ τους με γαλβανισμένο σιδηροσωλήνα μέσω βάνας. Σε επαφή με τις δεξαμενές θα κατασκευαστεί υπόγειο φρεάτιο άντλησης – σωληνώσεων – βανών διαστάσεων  $(7.2 \times 1.2 \times 2.7)\text{m}$  για την όδευση και επιτήρηση σωληνώσεων και λοιπού εξοπλισμού. Η πλήρωση των δεξαμενών θα γίνεται από το υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης του νοσοκομείου.

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει την αποχέτευση:

- των λυμάτων των υδραυλικών υποδοχέων και των ακαθάρτων νερών του υπογείου,
- των ομβρίων.

Τα λύματα και τα ακάθαρτα νερά των υδραυλικών υποδοχέων των ορόφων και του ισόγειου οδηγούνται μέσω οριζόντιων και κατακόρυφων σωληνώσεων αποχέτευσης έως την οροφή του υπογείου. Από την στάθμη αυτή μέσω οριζοντίων σωληνώσεων οι οποίες οδεύουν με κλίση 2% στην οροφή του υπογείου καταλήγουν σε δίκτυο φρεατίων και σωληνώσεων εξωτερικά του κτιρίου και μέσω μηχανοσίφωνα στο βιολογικό καθαρισμό του νοσοκομείου. Τα ακάθαρτα νερά του λεβητοστασίου του υπογείου και του πυροσβεστικού θα αποχετεύονται μέσω φρεατίων με σχάρες και σιφόνια σε φρεάτιο συλλογής με δύο αντλίες ανύψωσης ακαθάρτων (η μία εφεδρική) και μέσω αυτών θα καταλήγουν στο εξωτερικό δίκτυο αποχέτευσης του κτιρίου και από εκεί στο βιολογικό καθαρισμό. Το δίκτυο θα φέρει σε κατάλληλα σημεία τάπες καθαρισμού για την ευχερή συντήρηση του.

Τα όμβρια νερά από το δώμα του κτιρίου θα συλλέγονται μέσω καταλλήλων κλίσεων σε χυτοσιδηρές απορροές και θα οδηγούνται μέσω κατακόρυφων υδρορροών από γαλβανισμένους

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

σιδηροσωλήνες βαρέως τύπου στο ρεϊθρο του πεζοδρομίου και από εκεί μέσω της οδού στο υφιστάμενο δίκτυο ομβρίων του νοσοκομείου.

Για την εγκατάσταση του δικτύου ύδρευσης - αποχέτευσης εργάστηκαν 5 άτομα για 55 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 86000€.

### 2.2.16 Ισχυρά - Ασθενή ρεύματα

- Οι εγκαταστάσεις φωτισμού-ρευματοδοτών θα περιλαμβάνουν:

- ✓ Τις σωληνώσεις και καλωδιώσεις φωτισμού,
- ✓ Τα φωτιστικά σώματα,
- ✓ Τους πίνακες φωτισμού,
- ✓ Τους διακόπτες και ρευματοδότες.

Τα φωτιστικά θα ανήκουν αποκλειστικά σε ξεχωριστά κυκλώματα από αυτά των ρευματοδοτών. Οι καλωδιώσεις των κυκλωμάτων φωτισμού θα είναι διατομής τουλάχιστον  $1,5\text{mm}^2$  ενώ των κυκλωμάτων ρευματοδοτών καθώς και των κινητήρων θα είναι διατομής τουλάχιστον  $2,5\text{mm}^2$ . Όλες οι γραμμές θα έχουν αγωγό γείωσης.

- Η τηλεφωνική εγκατάσταση του κτιρίου θα περιλαμβάνει:

- ✓ Τηλεφωνικές συσκευές,
- ✓ Καλωδιώσεις οπτικών ινών και χαλκού,
- ✓ Δίκτυο τηλεφωνικών γραμμών με Patch Panels (οπτικά και χαλκού) και μεταγωγείς δικτύου.

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

Στο κτίριο προβλέπονται παροχές για τηλέφωνα και DATA σε όλους τους χώρους γραφείων και ιατρείων.

- Οι κοινόχρηστοι χώροι του κτιρίου (διάδρομοι, αίθουσες αναμονής, κλιμακοστάσια) θα καλύπτονται σε ικανοποιητικό επίπεδο από μεγαφωνική εγκατάσταση μέσω των οποίων θα είναι δυνατή η μετάδοση οδηγιών. Το μεγαφωνικό σύστημα του κτιρίου θα ελέγχει όλες τις στάθμες του κτιρίου και θα περιλαμβάνει:
  - ✓ τον απαραίτητο ενισχυτή ισχύος,
  - ✓ τα μεγάφωνα εσωτερικού χώρου 100V/ 6W σταθερής τάσης – υψηλής αντίστασης,
  - ✓ τις καλωδιώσεις,
  - ✓ ένα σταθμό κλίσης.

Για την ηλεκτρολογική εγκατάσταση του κτιρίου εργάστηκαν 6 άτομα για 80 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 100500€.

### 2.2.17 Δίκτυο Αερισμού Κλιματισμού

Σε όλους τους χώρους γραφείων, αναμονών-διαδρόμων και εξεταστηρίων ισογείου και ορόφων θα εγκατασταθούν τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coils) οι οποίες θα παραλαμβάνουν όλο το ψυκτικό φορτίο και τις θερμικές απώλειες το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα, εκτός του φορτίου αερισμού.

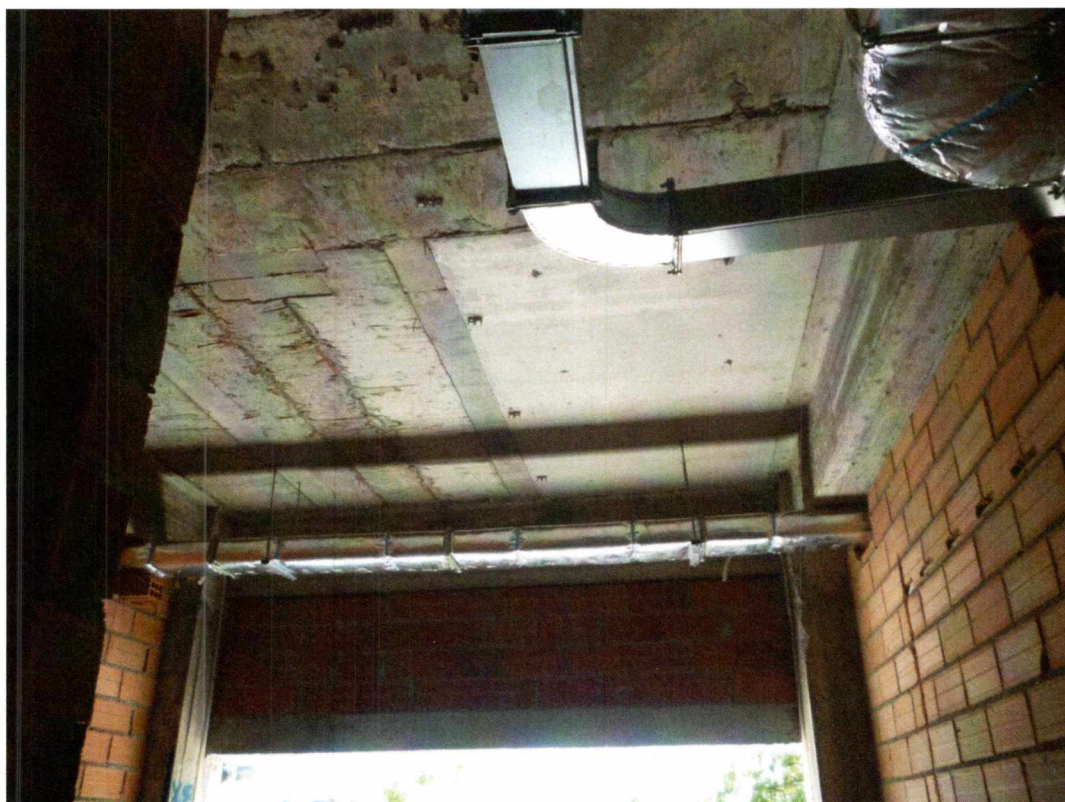
Ο αερισμός των χώρων που κλιματίζονται μέσω fan coils θα γίνεται με προσαγωγή προκλιματισμένου αέρα στους χώρους (αέρα στην θερμοκρασία του χώρου) μέσω δικτύου αεραγωγών και στομίων προσαγωγής από μία κλιματιστική μονάδα προκλιματισμού. Στους χώρους δεν θα προβλέπεται ανακυκλοφορία του αέρα, ο προσαγόμενος αέρας θα είναι 100% νωπός.

Περίπου 90% του προσαγόμενου αέρα θα απάγεται από τους χώρους των γραφείων, χώρους εξέτασης ενώ από τους διαδρόμους ο απαγόμενος αέρας θα είναι ίδιος με τον προσαγόμενο. Το δίκτυο αεραγωγών απόρριψης θα καταλήξει στο δώμα του κτιρίου στο ανεμιστήρα απόρριψης μέσω κατακόρυφων οχετών.

Για την εγκατάσταση του δικτύου αερισμού κλιματισμού απαιτήθηκαν οι εξής εργασίες :

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

- Εγκατάσταση αερισμού κλιματισμού υπογείου. Εργάστηκαν 7 άτομα για 25 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 65000€,
- Εγκατάσταση αερισμού κλιματισμού ισογείου. Εργάστηκαν 10 άτομα για 30 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 85000€,
- Εγκατάσταση αερισμού κλιματισμού 1ου ορόφου. Εργάστηκαν 8 άτομα για 25 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 80000€,
- Εγκατάσταση αερισμού κλιματισμού 2ου ορόφου. Εργάστηκαν 8 άτομα για 25 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 78000€.



**Εικόνα 10: Μονωμένος αεραγωγός και εξαερισμός**

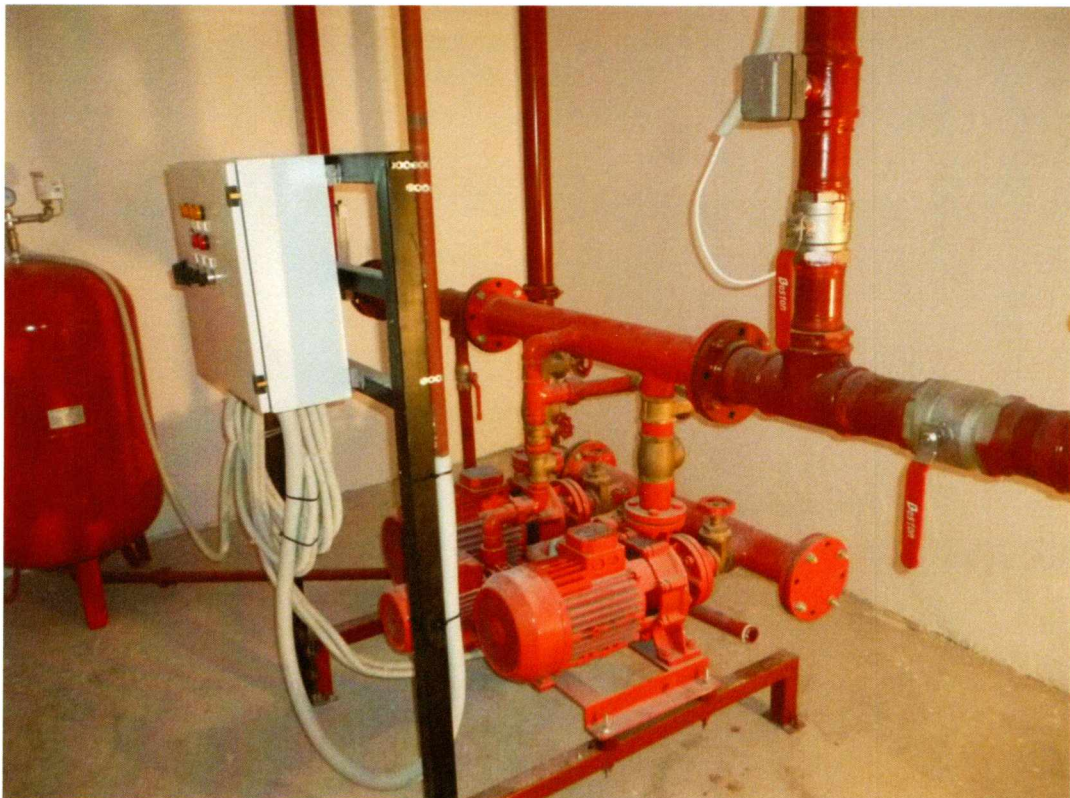
### 2.2.18 Ενεργητική Πυροπροστασία

Το αντλητικό συγκρότημα πυρόσβεσης θα καλύπτει το αυτόματο δίκτυο πυρόσβεσης του κτιρίου. Οι υπολογισμοί του αυτόματου συστήματος πυρόσβεσης παρατίθεται παρακάτω έχοντας σαν βοηθητικά στοιχεία τα εξής :

Η εγκατάσταση sprinkler ανήκει στην κατηγορία συνήθους κινδύνου - ομάδα Ι και επομένως τα στοιχεία της είναι:

- Ειδική παροχή κεφαλής sprinkler:  $6 \text{ lit/min.m}^2$
- Επιφάνεια κάλυψης κεφαλής :  $12 \text{ m}^2$
- Πίεση εκροής στην πλέον απομακρυσμένη κεφαλή sprinkler : 1,5 bar.

Για την εγκατάσταση της ενεργητικής πυροπροστασίας εργάστηκαν 6 άτομα για 40 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 68500€.



Εικόνα 11: Σύστημα ενεργητικής πυροπροστασίας

### 2.2.19 Θεμελιακή Γείωση

Στο κτίριο προβλέπεται να κατασκευαστεί θεμελιακή γείωση, με χαλύβδινη γαλβανισμένη ταινία 30x3.5mm, η οποία θα τοποθετηθεί στα θεμέλια του κτιρίου ώστε κάθε σημείο του δαπέδου να απέχει από το πλησιέστερο σημείο της ταινίας απόσταση  $\leq 10m$ . Στην θεμελιακή γείωση θα συνδεθούν ο ουδέτερος κόμβος του μετασχηματιστή, ο ουδέτερος κόμβος της γεννήτριας, τα μεταλλικά μέρη των πινάκων και συσκευών και οι αγωγοί καθόδου της αντικεραυνικής προστασίας. Ο ουδέτερος κόμβος της γεννήτριας θα γειώνεται και σε ανεξάρτητο τρίγωνο γείωσης. Στο δάπεδο του Υποσταθμού και το Τμήμα Μέσης Τάσης (Χώρος ΔΕΗ, Πίνακας Μ.Τ. Μετασχηματιστές, Η/Ζ, ΧΤ), θα προβλεφθεί πλέγμα Δάριγκ, το οποίο θα συνδεθεί και με τη θεμελιακή γείωση. Στους παραπάνω χώρους θα τοποθετηθεί περιμετρικά μία ταινία γείωσης χαλύβδινη γαλβανισμένη ταινία 30x3.5mm. Η ταινία αυτή θα ενωθεί με το πλέγμα Δάριγκ.

Για την εγκατάσταση της θεμελιακής γείωσης εργάστηκαν 3 άτομα για 3 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 10000€.

### 2.2.20 Ιατρικά Αέρια

Σε όλους τους χώρους εξεταστηρίων θα προβλεφθούν λήψεις για παροχή  $O_2$  και κενού. Η παροχή των αερίων θα γίνεται από την υφιστάμενη εγκατάσταση του Νοσοκομείου. Η όδευση των σωληνώσεων από το Νοσοκομείο έως το νέο κτίριο θα γίνεται εξωτερικά. Για τη διανομή του  $O_2$  έχει προβλεφθεί σύστημα με δύο βαθμίδες πίεσης, όπου μεταξύ πηγής και μειωτήρων γραμμής η διανομή θα γίνεται με την ονομαστική πίεσης τροφοδότησης 8bar, ενώ μεταξύ μειωτήρων και λήψεων με την ονομαστική πίεση τροφοδότησης 4bar. Η διανομή του δικτύου κενού θα γίνεται με πίεση 0,4bar. Στο Ισόγειο και τον πρώτο όροφο του κτιρίου θα τοποθετηθεί από ένας μειωτήρας γραμμής. Οι μειωτήρες θα είναι τοποθετημένοι σε κιβώτια στα οποία θα τοποθετούνται και τα κενόμετρα του δικτύου κενού. Όλες οι λήψεις θα είναι διπλής φραγής. Το δίκτυο σωληνώσεων θα κατασκευαστεί εξ' ολοκλήρου από χαλκό. Θα είναι κατάλληλοι για δίκτυα Ιατρικών αερίων, σύμφωνα με το πρότυπο prEN 13348.

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

Για την εγκατάσταση των ιατρικών αερίων 6 άτομα για 36 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 44200€.

### 2.2.21 Εγκατάσταση Ανελκυστήρων

Στο κτίριο θα εγκατασταθούν δύο υδραυλικοί ανελκυστήρες φορείων ανυψωτικής ικανότητας 1600 kgf (έκαστος), 4 στάσεων. Οι ανελκυστήρες θα έχουν αυτόματες πόρτες κεντρικά ανοιγόμενες και ταχύτητα 0,63m/sec. Το μηχανοστάσιο των ανελκυστήρων θα βρίσκεται στο υπόγειο του κτιρίου.

Για την εγκατάσταση των ανελκυστήρων εργάστηκαν 5 άτομα για 20 ημέρες με συνολικό κόστος 50000€.

### 2.2.22 Εγκατάσταση ηλεκτρικού υποσταθμού

Στο κτίριο θα εγκατασταθεί ηλεκτρικός υποσταθμός 20/0,4KV. Στο χώρο μέσης τάσης του Νοσοκομείου θα προστεθεί ένα νέο πεδίο μέσης τάσης τροφοδότησης του υποσταθμού του νέου κτιρίου. Από αυτό το πεδίο θα αναχωρήσει μία γραμμή 20KV η οποία θα καταλήξει στο πεδίο άφιξης μέσης τάσης του νέου κτιρίου.

Για την εγκατάσταση του ηλεκτρικού υποσταθμού εργάστηκαν 4 άτομα για 25 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 140000€.

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου



Εικόνα 12: Βορειοανατολική όψη κτιρίου



Εικόνα 13 : Νοτιοανατολική όψη κτιρίου



## Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

### 3.1 Διάγραμμα GANTT

Η επιστήμη της διαχείρισης έργου, για να υποστηρίξει την διαδικασία προγραμματισμού των έργων, έχει αναπτύξει μερικές πολύ χρήσιμες τεχνικές και εργαλεία όπως την μέθοδο CPM. Μια ωστόσο από τις δημοφιλέστερες τεχνικές προγραμματισμού έργου, δημοφιλής μέσα στην απλότητά της, είναι το διάγραμμα Gantt. Ονομάστηκε έτσι από τον Αμερικανό μηχανολόγο μηχανικό Henry Gantt (1869 – 1919), ο οποίος είναι ο πρώτος που το επινόησε και το χρησιμοποίησε.

Το διάγραμμα Gantt είναι ένα οριζόντιο ραβδόγραμμα που απεικονίζει στην ουσία την σχέση των διαφορετικών δράσεων του έργου, μέσα στον χρόνο. Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος τοποθετείται ο χρόνος σε κατάλληλες υποδιαιρέσεις που ταιριάζουν με τις ανάγκες και την χρονική διάρκεια του έργου, ενώ στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται οι τίτλοι των δράσεων του έργου. Η σειρά τοποθέτησής τους συνήθως είναι προς τα πάνω αυτές που αρχίζουν νωρίτερα και προς τα κάτω αυτές που αρχίζουν αργότερα, χωρίς αυτό να αποτελεί και απαραίτητο κανόνα. Η τοποθέτηση μπορεί να είναι και τυχαία ή να ακολουθεί άλλα κριτήρια χωρίς αυτό να επηρεάζει την ορθότητα του διαγράμματος. Οι δράσεις περιγράφονται είτε με τους τίτλους τους είτε με χρήση κωδικών αριθμών που παραπέμπουν σε συγκεκριμένες εργασίες. Στο κύριο τώρα τμήμα του διαγράμματος τοποθετούνται για κάθε δράση και σε οριζόντια διάταξη οι ράβδοι αποτύπωσης του χρόνου, με μήκος ανάλογο με την χρονική διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωσή της. Κάθε ράβδος αρχίζει από το σημείο που στον οριζόντιο άξονα αντιστοιχεί με το χρονικό σημείο έναρξης της συγκεκριμένης δράσης. Εύκολα μπορεί να αντιληφθεί κανείς την απλότητα του σχηματικού μοντέλου όσον αφορά τα διαγράμματα Gantt. Τα πλεονεκτήματα από την χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής είναι η σαφής απεικόνιση της χρονικής διάρκειας και της αλληλουχίας των δράσεων, η εύκολη και γρήγορη κατασκευή του, αλλά και η ευκολία με την οποία μπορεί να κατανοήσει ακόμα και κάποιο μη εξειδικευμένο άτομο τις πληροφορίες που το διάγραμμα Gantt παρέχει στον χρήστη του.

### 3.2 Μέθοδος της Κρίσιμης Διαδρομής (Critical Path method – CPM)

Το 1958 ο James .E Kelley της εταιρείας Remington Rand και ο Morgan R. Walker της DuPont, εφαρμόζουν τη Μέθοδο της Κρίσιμης Διαδρομής για την υποστήριξη του προγραμματισμού των εργασιών κατασκευής και συντήρησης βιομηχανικών συγκροτημάτων παραγωγής χημικών προϊόντων. Οι περιπτώσεις χρήσης της CPM παρουσιάζονται στην κατασκευή δομικών έργων, στην κατασκευή αεροπλάνων αλλά και σε μεγάλες ναυπηγικές βιομηχανίες.

Η CPM δημιουργήθηκε αρχικά για να αντιμετωπίσει τη σχέση χρόνου-κόστους που προβλημάτιζε πολύ συχνά τους διευθυντές έργου και προέκυπτε από το γεγονός ότι η σχέση ανάμεσα στον χρόνο μέχρι την ολοκλήρωση (time to complete) και το κόστος μέχρι την ολοκλήρωση (cost to complete) είναι εξαιρετικά πολύπλοκη. Εφοδιασμένη με γραφικές τεχνικές, η CPM είναι ένα πολύπλοκο πρόγραμμα έργου, που περιλαμβάνει αλληλοσυνδεδεμένες και αλληλοδιάδοχες εργασίες, που ως επί το πλείστον γίνεται χρήση δικτυωτού διαγράμματος, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των δικτύων (networking modeling). Συγκεκριμένη η μεθοδολογία της, με συγκεκριμένα βήματα (σε γενικές γραμμές), χαρακτηρίζοντας την ως ντετερμινιστική μεταβλητή η CPM ,αναφορικά με τους παράγοντες που απασχολούν τη διοίκηση, όπως είναι ο χρόνος, το κόστος και η διαθεσιμότητα πόρων, υποθέτει σταθερούς ή καθορισμένους χρόνους (όχι στατιστικά πιθανούς), πράγμα εφαρμόσιμο και χρήσιμο. Αποτελεί αποτελεσματικό εργαλείο εντοπισμού των δραστηριοτήτων, των οποίων η ολοκλήρωση είναι κρίσιμη για την έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου.

Η CPM προσδιορίζει:

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

### 3.3 Εφαρμογή της μεθόδου Κρίσιμης Διαδρομής (CPM – Critical Path Method)

Για την πρακτική εφαρμογή της μεθόδου έχει αναπτυχθεί μια συγκεκριμένη μεθοδολογία που συνίσταται σε γενικές γραμμές από τα παρακάτω βήματα:

1. Καθορισμός των εργασιών ή δράσεων που συνιστούν το σύνολο του έργου,
2. Προσδιορισμός της σειράς (αλληλουχίας) με την οποία πρέπει να εκτελεστούν αυτές,
3. Εκτίμηση του χρόνου ολοκλήρωσης της κάθε επιμέρους εργασίας ή δράσεως,
4. Σχεδιασμός του δικτύου των δράσεων τηρώντας την απαιτούμενη για το έργο αλληλουχία εκτέλεσης,
5. Προσδιορισμός πάνω στο δίκτυο, με διαδρομή από την αρχή προς το τέλος του έργου, της ταχύτερης δυνατής έναρξης και ολοκλήρωσης κάθε δράσης με βάση το δίκτυο και τους χρόνους ολοκλήρωσης,
6. Προσδιορισμός πάνω στο δίκτυο, με διαδρομή από το τέλος προς την αρχή του έργου, του αργότερου χρόνου έναρξης και ολοκλήρωσης κάθε δράσης, με βάση τον ταχύτερο χρόνο ολοκλήρωσης του έργου που προσδιορίστηκε στο προηγούμενο βήμα,
7. Προσδιορισμός του χρόνου που μπορεί να καθυστερήσει κάθε δράση (χρονικό περιθώριο χρόνου) με βάση την διαφορά των χρόνων που βρέθηκαν στα δύο προηγούμενα βήματα,
8. Αναγνώριση και καταγραφή των κρίσιμων δράσεων που είναι εκείνες των οποίων η διαφορά των χρόνων είναι μηδενική και δεν μπορούν κατά συνέπεια να καθυστερήσουν. Αυτές αποτελούν την κρίσιμη διαδρομή,

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

9. Χρήση των πληροφοριών από τα βήματα 5 και 6 για τον βασικό προγραμματισμό του έργου.

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

Προσδιορισμός «Κρίσιμων Χρόνων» Δράσεων. Νωρίτερος χρόνος έναρξης (Early Start Time, ES) – Νωρίτερος χρόνος περάτωσης (Early Finish Time, EF)

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

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

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

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

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

- Βραδύτερος χρόνος περάτωσης (Late Finish Time, LF) της δράσης είναι η βραδύτερη χρονική στιγμή κατά την οποία μπορεί να τελειώσει μια δράση χωρίς να παραταθεί ο χρόνος ολοκλήρωσης όλου του έργου,
- Βραδύτερος χρόνος έναρξης (Late Start Time, LS) της δράσης είναι η βραδύτερη χρονική στιγμή που μπορεί να αρχίσει μια δράση χωρίς να παραταθεί ο χρόνος ολοκλήρωσης όλου του έργου και προφανώς ισούται με το LF μείον την διάρκεια της δράσης,
- Χρονικό Περιθώριο Δράσης (Slack time) είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο μπορεί να καθυστερήσει μια δράση, χωρίς να επηρεαστεί η ολοκλήρωση του συνολικού έργου. Προφανώς το χρονικό περιθώριο δράσης προκύπτει σαν την διαφορά των LS και ES ή των LF και EF της δράσης. Χρονικό Περιθώριο Δράσης (Slacktime)= $LS-ES=LF-EF$ .

### **3.4 Λογισμικό Ms Project.**

#### **3.4.1 Γενική περιγραφή του Ms Project**

Το Project για Windows

- Αναφέρεται σε κομβικά δίκτυα,
- Για την παρουσίαση των χρονοδιαγραμμάτων χρησιμοποιεί τα διαγράμματα Gantt με ορόσημα,
- Επιτρέπει τον προγραμματισμό του έργου σε τακτές ημερομηνίες,
- Παρέχει τη δυνατότητα χρήσης πρότυπου ή προσωπικού ημερολογίου,
- Δίνει τη δυνατότητα κατανομής πόρων με περιορισμούς και εξισορρόπηση τους,
- Στο σχεδιασμό μπορούν να εμφανίζονται οι φάσεις και οι δραστηριότητες του έργου ταυτόχρονα,
- Επιτρέπει την εύκολη μεταβολή του διαγράμματος του δικτύου με την αναμόρφωση των δραστηριοτήτων και φάσεων,
- Προϋπολογίζει το κόστος κάθε δραστηριότητας και του έργου συνολικά με βάση το κόστος κάθε μονάδας πόρου και τον αριθμό τους,
- Δίνει την δυνατότητα για ευρεία ενημέρωση παρέχοντας μεγάλο αριθμό αναφορών, διαγραμμάτων και καταστάσεων που παρουσιάζουν τις πληροφορίες που αφορούν το έργο, είτε με τυποποιημένο τρόπο, είτε επιτρέποντας τη δημιουργία νέων προβολών και μορφών εκτύπωσης,
- Η παρακολούθηση-έλεγχος του έργου γίνεται με την εισαγωγή των πραγματικών στοιχείων και τη σύγκριση τους με τις αρχικές εκτιμήσεις,
- Παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης πολλών έργων ταυτόχρονα.

#### **3.4.2 Εύρεση της κρίσιμης διαδρομής με την χρήση του Ms Project**

Αρχικά, τα δεδομένα εισάγονται στο πρόγραμμα, δηλαδή περιγράφονται οι δραστηριότητες, οι αναμενόμενοι χρόνοι εκτέλεσής τους, καθώς και οι αλληλεξαρτήσεις τους. Αυτομάτως προκύπτει το διάγραμμα Gantt. Κάθε δραστηριότητα περιγράφεται από το όνομα της, τον αύξοντα αριθμό της, την αναμενόμενη διάρκειά της σε ημέρες, καθώς και την ημερομηνία έναρξης και λήξης σύμφωνα με τα δεδομένα του προβλήματος. Η κρίσιμη διαδρομή για το έργο, αναπαριστάται με κόκκινη γραμμή, και περιέχει όλες εκείνες τις δραστηριότητες, η επιμήκυνση ή συμπίεση των οποίων, προκαλεί αντίστοιχη επιμήκυνση ή συμπίεση της συνολικής διάρκειας του έργου. Επιπλέον, σε κάθε δραστηριότητα που δεν ανήκει στην κρίσιμη διαδρομή υπάρχει κάποιο χρονικό περιθώριο που μπορεί να το εκμεταλλευθεί ο διοικητής του έργου, ώστε να αποκαταστήσει τα προβλήματα του δυναμικού και των οικονομικών περιορισμών. Εν συνεχεία, προσδιορίζονται οι νωρίτεροι και οι αργότεροι δυνατοί χρόνοι έναρξης και λήξης των δραστηριοτήτων, οι οποίοι εμφανίζονται σε μια ξεχωριστή

σελίδα και δίνουν πληροφορίες σχετικά με τα χρονικά περιθώριά των δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες με μηδενικό περιθώριο (slack time) είναι αυτές που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή.

### 3.4.3 Ημερολόγιο του Ms Project

Το ημερολόγιο του έργου χρησιμοποιείται για να διαμορφωθούν ημερολόγια εργασιών και χρήσης πόρων.

Διακρίνει:

- Εργάσιμες ημέρες (Business days): Οι ημέρες που διατίθενται φυσιολογικά για εργασία,
- Πρότυπες εργάσιμες ώρες (standard working hours): Οι τυπικές ώρες πλήρους απασχόλησης του παραγωγικού δυναμικού,
- Εθνικές αργίες (National holidays): Οι μη εργάσιμες ημέρες εντός του έτους.

Αυτά περιέχονται στο Standard Calendar του έργου. Πέραν

αυτού, μπορούν να δημιουργηθούν:

- Ημερολόγια εργασιών (task calendars),
- Ημερολόγια παραγωγικού δυναμικού (resource calendars).

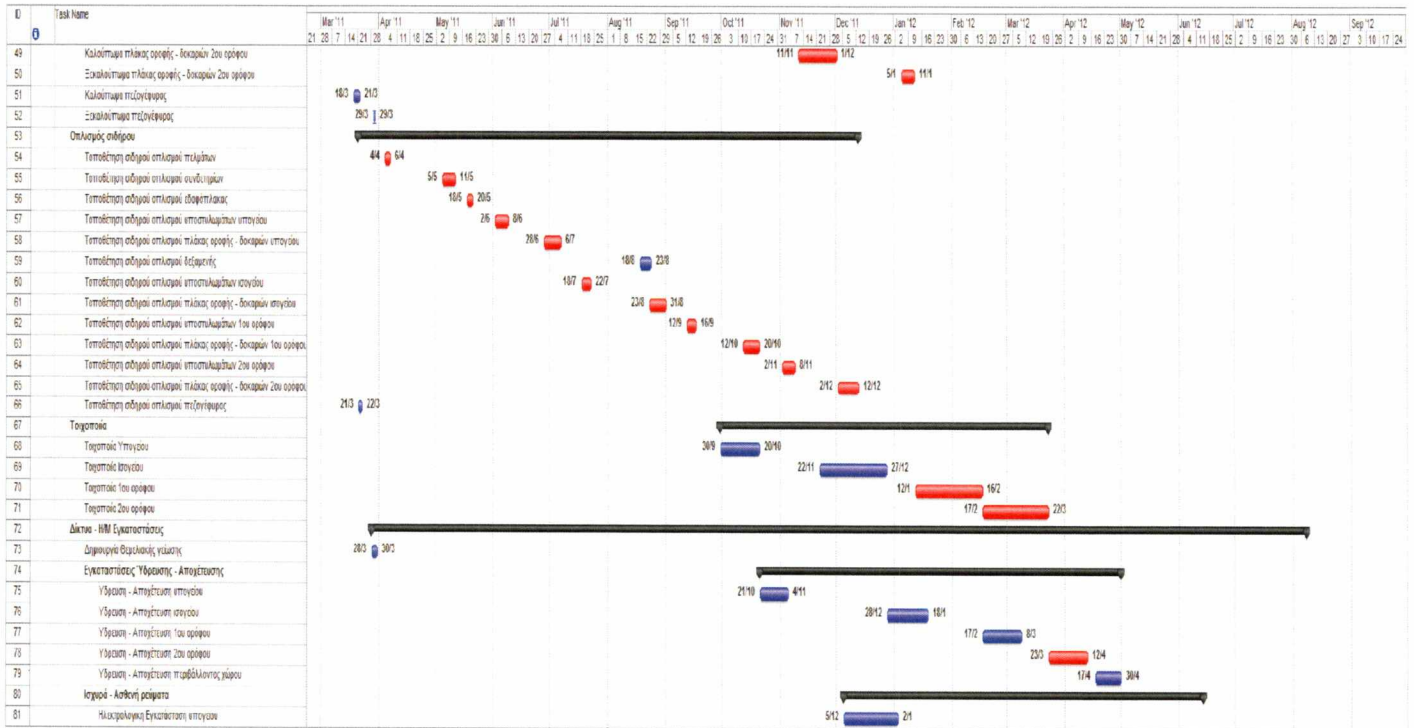
### 3.4.4 Τύποι Εξαρτήσεων στο Ms Project

Τύποι Εξαρτήσεων

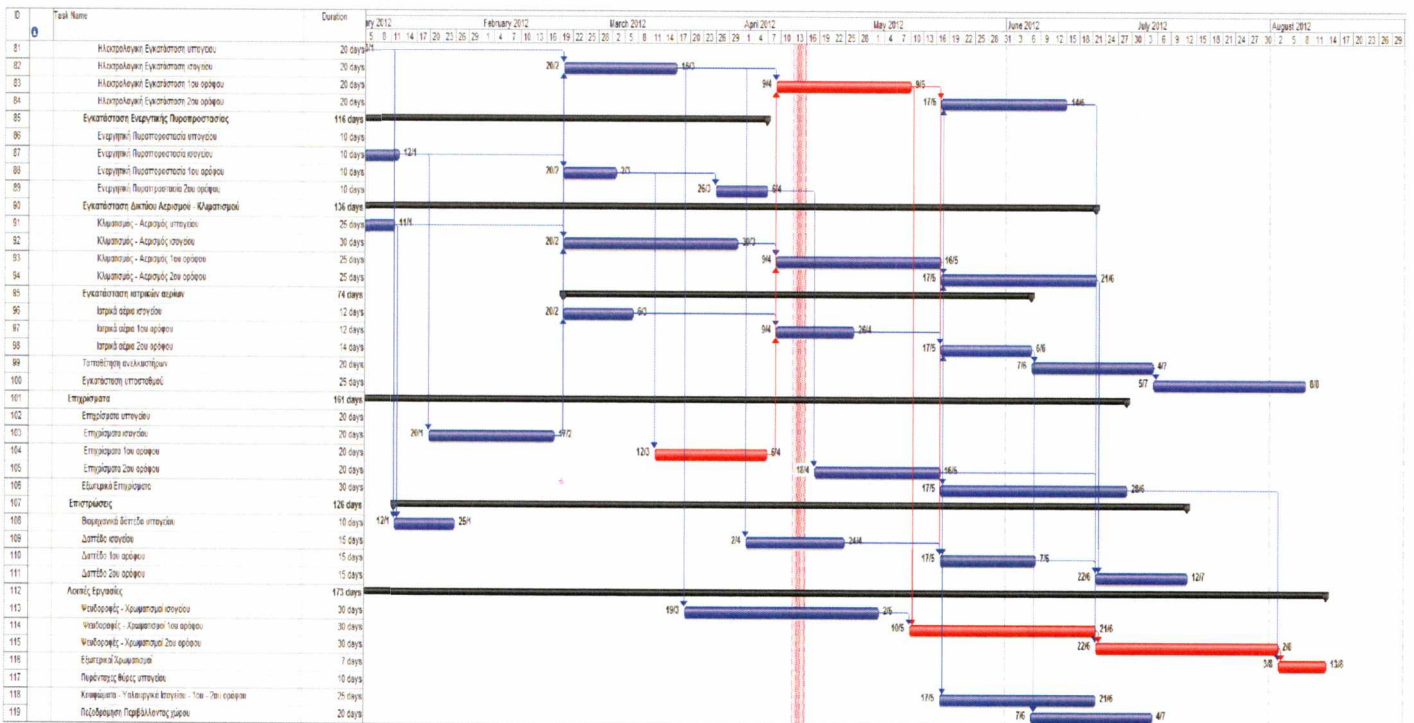
- Finish to Start (FS): Λήξη με Έναρξη,
- Start to Start (SS): Έναρξη με Έναρξη,
- Finish to Finish (FF): Λήξη με Λήξη,
- Start to Finish (SF): Έναρξη με Λήξη.

Ο χρόνος προπορείας (lead) ή καθυστέρησης (lag) που μπαίνει επιπρόσθετα σε μία εξάρτηση, μπορεί να είναι απόλυτος ή σχετικός και θετικός ή αρνητικός και να εκφράζεται σε εργάσιμες ημέρες ή ημερολογιακές.

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο



Εικόνα 14 : Εύρεση κρίσιμης διαδρομής με χρήση του λογισμικού Ms Project



Εικόνα 15 : Εύρεση κρίσιμης διαδρομής με χρήση του λογισμικού Ms Project

### 3.5 Εύρεση της κρίσιμης διαδρομής στο έργο που μελετήθηκε.

Οι δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής είναι οι δραστηριότητες εκείνες που πρέπει να υλοποιηθούν χωρίς καθυστέρηση προκειμένου το συνολικό Έργο να περατωθεί στον προγραμματισμένο χρόνο. Εάν οποιαδήποτε από τις δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής καθυστερήσει, τότε το συνολικό έργο θα περατωθεί με καθυστέρηση. Για το λόγο αυτό, οι δραστηριότητες της κρίσιμης διαδρομής αντιμετωπίζονται με τη μεγαλύτερη προσοχή από την Ομάδα Διαχείρισης του Έργου. Οι μη κρίσιμες δραστηριότητες έχουν κάποιο περιθώριο καθυστέρησης που δεν επηρεάζει το χρόνο ολοκλήρωσης του συνολικού Έργου. Στο έργο που μελετήσαμε η κρίσιμη διαδρομή είναι :

ΧΕ-ΕΘ-ΕΣ-ΧΚ-ΚΠΕ-ΣΔΠ-ΣΚΠΕ-ΞΠΕ-ΚΣ-ΣΔΣ-ΣΚΣ-ΚΕ-ΣΔΕ-ΣΚΕ- ΚΥΙ-ΣΔΥ-ΣΚΥΥ-ΚΠΥ-  
ΣΔΠΥ-ΣΚΠΥ-ΚΥΙ-ΣΔΥΙ-ΣΚΥΙ-ΚΠΙ-ΣΔΠΙ- ΣΚΠΙ-ΚΥΟ-ΣΔΥΟ-ΣΚΥΟ-ΚΠΟ-ΣΔΠΟ-ΣΚΠΟ-ΚΥΡ-  
ΣΔΥΡ-ΣΚΥΡ-ΚΠΡ-ΣΔΠΡ-ΣΚΠΡ-ΞΠΡ-ΤΟ -ΥΑΟ-ΕΠΟ-ΗΛΟ-ΨΧΟ-ΨΧΡ-ΕΞΧ.

Η διάρκεια του έργου , δηλαδή της κρίσιμης διαδρομής είναι 372 ημέρες.

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

Παρακάτω παραθέτουμε όλες τις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση του έργου χωρισμένες σε πίνακες με κριτήριο την διάρκεια τους.

Εργασία	Περιγραφή	Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)	Προαπαιτούμενες εργασίες
ΧΕ	Χάραξη εκσκαφών	2	
ΧΚ	Χωροθέτηση κτιρίου	2	ΕΣ
ΕΣ	Εξυγιαντική Στρώση	4	ΕΘ
ΕΘΠ	Εκσκαφή θεμελίων πεζογέφυρας	1	ΕΘ
ΣΔΠ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πελμάτων	3	ΚΠΕ
ΣΔΣ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού συνδετηρίων	5	ΚΣ
ΣΔΕ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού εδαφόπλακας	3	ΚΕ
ΣΔΥ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού υποστυλωμάτων υπογείου	5	ΚΥΥ FF
ΣΔΔ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού δεξαμενής	4	ΚΔ
ΣΔΥΙ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού υποστυλωμάτων ισογείου	5	ΚΥΙ FF
ΣΔΥΟ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού υποστυλωμάτων 1ου ορόφου	5	ΚΥΟ FF
ΣΔΥΡ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού υποστυλωμάτων 2ου ορόφου	5	ΚΥΡ FF
ΣΔΠΖ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πεζογέφυρας	2	ΚΠΖ FF
ΣΚΠΕ	Σκυροδέτηση πελμάτων	1	ΣΔΠ

**Πίνακας 1: πίνακας εργασιών με διάρκεια 1-5 ημέρες**

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

Εργασία	Περιγραφή	Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)	Προαπαιτούμενες εργασίες
ΣΚΣ	Σκυροδέτηση Συνδετηρίων	1	ΣΔΣ
ΣΚΕ	Σκυροδέτηση εδαφόπλακας	1	ΣΔΕ
ΣΚΥΥ	Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων υπογείου	1	ΣΔΥ
ΣΚΠΥ	Σκυροδέτηση πλάκας οροφής - δοκαριών υπογείου	1	ΣΔΠΥ
ΣΚΔ	Σκυροδέτηση δεξαμενής νερού	2	ΣΔΔ
ΣΚΥΙ	Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων ισογείου	1	ΣΔΥΙ
ΣΚΠΙ	Σκυροδέτηση πλάκας οροφής - δοκαριών ισογείου	1	ΣΔΠΙ
ΣΚΥΟ	Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων 1ου ορόφου	1	ΣΔΥΟ
ΣΚΠΟ	Σκυροδέτηση πλάκας οροφής - δοκαριών 1ου ορόφου	1	ΣΔΠΟ
ΣΚΥΡ	Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων 2ου ορόφου	1	ΣΔΥΡ
ΣΚΠΡ	Σκυροδέτηση πλάκας οροφής - δοκαριών 2ου ορόφου	1	ΣΔΠΡ
ΣΚΠΖ	Σκυροδέτηση πεζογέφυρας	1	ΣΔΠΖ
ΚΠΕ	Καλούπωμα πελμάτων	5	ΧΚ
ΞΠΖ	Ξεκαλούπωμα πελμάτων	1	ΣΚΠΕ + 8 ημέρες
ΞΣ	Ξεκαλούπωμα συνδετηρίων	2	ΣΚΣ + 8 ημέρες

**Πίνακας 2: πίνακας εργασιών με διάρκεια 1-5 ημέρες**

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

Εργασία	Περιγραφή	Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)	Προαπαιτούμενες εργασίες
ΚΕ	Καλούπωμα εδαφόπλακας	1	ΣΚΣ + 2 ημέρες
ΞΕ	Ξεκαλούπωμα εδαφόπλακας	1	ΣΚΕ + 2 ημέρες
ΞΥΥ	Ξεκαλούπωμα υποστυλωμάτων υπογείου	4	ΣΚΥΥ + 5 ημέρες
ΞΠΥ	Ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών υπογείου	5	ΣΚΠΥ + 15 ημέρες
ΞΔ	Ξεκαλούπωμα δεξαμενής νερού	2	ΣΚΔ + 5 ημέρες
ΞΥΙ	Ξεκαλούπωμα υποστυλωμάτων ισογείου	3	ΣΚΥΙ + 5 ημέρες
ΞΠΙ	Ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών ισογείου	5	ΣΚΠΙ + 15 ημέρες
ΞΥΟ	Ξεκαλούπωμα υποστυλωμάτων 1ου ορόφου	3	ΣΚΥΟ + 5 ημέρες
ΞΠΟ	Ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών 1ου ορόφου	5	ΣΚΠΟ + 15 ημέρες
ΞΥΡ	Ξεκαλούπωμα υποστυλωμάτων 2ου ορόφου	2	ΣΚΥΡ + 5 ημέρες
ΞΠΡ	Ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών 2ου ορόφου	4	ΣΚΠΡ + 15 ημέρες
ΚΠΖ	Καλούπωμα πεζογέφυρας	2	ΕΘΠ
ΞΠΕ	Ξεκαλούπωμα πεζογέφυρας	1	ΣΚΠΖ + 2 ημέρες
ΘΓ	Δημιουργία Θεμελιακής γείωσης	3	ΧΚ

**Πίνακας 3: πίνακας εργασιών με διάρκεια 1-5 ημέρες**

Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

Εργασία	Περιγραφή	Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)	Προαπαιτούμενες εργασίες
ΕΔΥ	Επίχωση δαπέδου υπογείου	7	ΞΣ
ΚΣ	Καλούπωμα συνδετηρίων	8	ΞΠΕ
ΚΠΥ	Καλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών υπογείου	10	ΣΚΥΥ + 1 ημέρα
ΚΔ	Καλούπωμα δεξαμενής νερού	8	ΞΠΥ
ΚΥΙ	Καλούπωμα υποστυλωμάτων ισογείου	10	ΣΚΠΥ + 1 ημέρα
ΚΥΟ	Καλούπωμα υποστυλωμάτων 1ου ορόφου	10	ΣΣΠΙ + 1 ημέρα
ΚΥΡ	Καλούπωμα υποστυλωμάτων 2ου ορόφου	10	ΣΚΠΟ + 1 ημέρα
ΣΔΠΥ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πλάκας οροφής - δοκαριών υπογείου	7	ΚΠΥ
ΣΔΠΙ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πλάκας οροφής - δοκαριών ισογείου	7	ΚΠΙ
ΣΔΠΟ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πλάκας οροφής - δοκαριών 1ου ορόφου	7	ΚΠΟ
ΣΔΠΡ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πλάκας οροφής - δοκαριών 2ου ορόφου	7	ΚΠΡ
ΥΑΥ	Υδρευση - Αποχέτευση υπογείου	10	ΤΥ
ΥΑΠ	Υδρευση - Αποχέτευση περιβάλλοντος χώρου	10	ΥΑΡ
ΕΝΥ	Ενεργητική Πυροπροστασία υπογείου	10	ΤΥ
ΕΝΙ	Ενεργητική Πυροπροστασία ισογείου	10	ΤΙ , ΕΠΥ
ΕΝΟ	Ενεργητική Πυροπροστασία 1ου ορόφου	10	ΤΟ , ΕΠΙ
ΕΝΡ	Ενεργητική Πυροπροστασία 2ου ορόφου	10	ΤΡ , ΕΠΟ
ΒΔΥ	Βιομηχανικό δάπεδο υπογείου	10	ΗΛΥ , ΚΑΥ
ΕΞΧ	Εξωτερικοί Χρωματισμοί	7	ΕΠΕ, ΨΧΡ
ΠΥΡΥ	Πυράντοχες θύρες υπογείου	10	ΕΠΥ

Πίνακας 4: πίνακας εργασιών με διάρκεια 6-10 ημέρες

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

Εργασία	Περιγραφή	Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)	Προαπαιτούμενες εργασίες
ΕΘ	Εκσκαφή Θεμελίων	15	ΧΕ
ΑΣΦ	Ασφαλτικά περιβάλλοντος χώρου	15	ΠΕΖ
ΚΥΥ	Καλούπωμα υποστυλωμάτων υπογείου	12	ΣΚΕ + 1 ημέρα
ΚΠΟ	Καλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών 1ου ορόφου	15	ΣΚΥΙ +1 ημέρα
ΚΠΡ	Καλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών 2ου ορόφου	15	ΣΚΥΟ + 1 ημέρα
ΤΥ	Τοιχοποιία Υπογείου	15	ΞΠΙ
ΥΑΙ	Υδρευση - Αποχέτευση ισογείου	15	ΤΙ , ΥΑΥ
ΥΑΟ	Υδρευση - Αποχέτευση 1ου ορόφου	15	ΤΟ , ΥΑΙ
ΥΑΡ	Υδρευση - Αποχέτευση 2ου ορόφου	15	ΤΡ , ΥΑΟ
ΙΑΙ	Ιατρικά αέρια ισογείου	12	ΕΠΙ
ΙΑΟ	Ιατρικά αέρια 1ου ορόφου	12	ΕΠΟ , ΙΑΙ
ΙΑΡ	Ιατρικά αέρια 2ου ορόφου	14	ΕΠΡ , ΙΑΟ
ΔΙ	Δάπεδο ισογείου	15	ΗΛΙ , ΚΑΙ
ΔΟ	Δάπεδο 1ου ορόφου	15	ΗΛΟ , ΚΑΟ , ΔΙ
ΔΡ	Δάπεδο 2ου ορόφου	15	ΗΛΡ , ΚΑΡ , ΔΟ

**Πίνακας 5: πίνακας εργασιών με διάρκεια 11-15 ημέρες**

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

Εργασία	Περιγραφή	Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)	Προαπαιτούμενες εργασίες
ΚΠΙ	Καλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών ισογείου	18	ΣΚΥΙ + 1 ημέρα
ΗΛΥ	Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση υπόγειου	20	ΕΠΥ
ΗΛΙ	Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση ισογείου	20	ΕΠΙ , ΗΛΥ
ΗΛΟ	Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση 1ου ορόφου	20	ΕΠΟ , ΗΛΙ
ΗΛΡ	Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση 2ου ορόφου	20	ΕΠΡ , ΗΛΟ
ΑΝΕ	Τοποθέτηση ανελκυστήρων	20	ΙΑΡ
ΕΠΥ	Επιχρίσματα υπογείου	20	ΤΥ , ΥΑΥ , ΕΝΥ
ΕΠΙ	Επιχρίσματα ισογείου	20	ΤΙ , ΥΑΙ , ΕΝΙ
ΕΠΟ	Επιχρίσματα 1ου ορόφου	20	ΤΟ , ΥΑΟ , ΕΝΟ
ΕΠΡ	Επιχρίσματα 2ου ορόφου	20	ΤΡ , ΥΑΡ , ΕΝΡ
ΠΕΖ	Πεζοδρόμηση Περιβάλλοντος χώρου	20	ΥΠ

**Πίνακας 6: πίνακας εργασιών με διάρκεια 16-20 ημέρες**

### Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης γραμμής και εφαρμογή στο έργο

Εργασία	Περιγραφή	Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)	Προαπαιτούμενες εργασίες
ΤΙ	Τοιχοποιία Ισογείου	25	ΤΥ , ΞΠΟ
ΤΟ	Τοιχοποιία 1ου ορόφου	25	ΤΙ , ΞΠΡ
ΤΡ	Τοιχοποιία 2ου ορόφου	25	ΤΟ
ΚΑΥ	Κλιματισμός - Αερισμός υπογείου	25	ΕΠΥ
ΚΑΟ	Κλιματισμός - Αερισμός 1ου ορόφου	25	ΕΠΟ , ΚΑΙ
ΚΑΡ	Κλιματισμός - Αερισμός 2ου ορόφου	25	ΕΠΡ , ΚΑΟ
ΥΠ	Εγκατάσταση υποσταθμού	25	ΑΝΕ
ΚΟΥ	Κουφώματα - Υαλουργικά Ισογείου - 1ου - 2ου ορόφου	25	ΕΠΡ

**Πίνακας 7: πίνακας εργασιών με διάρκεια 21-25 ημέρες**

Εργασία	Περιγραφή	Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)	Προαπαιτούμενες εργασίες
ΚΑΙ	Κλιματισμός - Αερισμός ισογείου	30	ΕΠΙ , ΚΑΥ
ΕΠΕ	Εξωτερικά Επιχρίσματα	30	ΕΠΡ
ΨΧΙ	Ψευδοροφές -Χρωματισμοί Ισογείου	30	ΗΛΙ
ΨΧΟ	Ψευδοροφές - Χρωματισμοί 1ου ορόφου	30	ΗΛΟ , ΨΧΙ
ΨΧΡ	Ψευδοροφές - Χρωματισμοί 2ου ορόφου	30	ΗΛΡ , ΨΧΟ

**Πίνακας 8: πίνακας εργασιών με διάρκεια 26-30 ημέρες**

## Κεφάλαιο 4. Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο επιλέγονται τα κριτήρια και ορίζεται η αντικειμενική συνάρτηση που θα βελτιστοποιήσει το έργο ως προς το κόστος των επιμέρους εργασιών. Επιπλέον γίνεται η μοντελοποίηση του προβλήματος, δηλαδή το μαθηματικό μοντέλο με το σύνολο των περιορισμών και της αντικειμενικής συνάρτησης.

### 4.1 Κριτήριο Βελτιστοποίησης

Η βελτιστοποίηση του κόστους ολοκλήρωσης του έργου βασίστηκε στην παράμετρο σύμφωνα με την οποία λιγότεροι εργαζόμενοι αποδίδουν καλύτερα. Συγκεκριμένα θεωρήσαμε ότι για κάθε έναν εργαζόμενο που μειωνόταν από το εργατικό προσωπικό είχαμε σαν άμεσο αποτέλεσμα την αυξημένη κατά 5 % απόδοση του εναπομείναντος εργαζόμενου για τους εξής λόγους:

- Όσο λιγότεροι εργαζόμενοι, τόσο καλύτερα αποδίδουν,
- Οι εναπομείναντες εργαζόμενοι είναι καλύτεροι από άποψη τεχνογνωσίας στην εργασία τους, και έτσι δεν απαιτείται η πρόσληψη ανειδίκευτου προσωπικού που δεν αποδίδει ικανοποιητικά.

Στην συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας των εργασιών που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή και έτσι παραμένουν αμετάβλητες.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Εργασία	Περιγραφή	
ΧΕ	Χάραξη εκσκαφών	Κρίσιμη Διαδρομή
ΕΘ	Εκσκαφή Θεμελίων	Κρίσιμη Διαδρομή
ΕΣ	Εξυγιαντική Στρώση	Κρίσιμη Διαδρομή
ΧΚ	Χωροθέτηση κτιρίου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΠΕ	Καλούπωμα πελμάτων	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΠ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πελμάτων	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΠΕ	Σκυροδέτηση πελμάτων	Κρίσιμη Διαδρομή
ΞΠΕ	Ξεκαλούπωμα πελμάτων	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΣ	Καλούπωμα συνδετηρίων	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΣ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού συνδετηρίων	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΣ	Σκυροδέτηση Συνδετηρίων	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΕ	Καλούπωμα εδαφόπλακας	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΕ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού εδαφόπλακας	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΕ	Σκυροδέτηση εδαφόπλακας	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΥΥ	Καλούπωμα υποστυλωμάτων υπογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΥ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού υποστυλωμάτων υπογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΥΥ	Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων υπογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΠΥ	Καλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών υπογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΠΥ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πλάκας οροφής - δοκαριών υπογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΠΥ	Σκυροδέτηση πλάκας οροφής - δοκαριών υπογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΥΙ	Καλούπωμα υποστυλωμάτων ισογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΥΙ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού υποστυλωμάτων ισογείου	Κρίσιμη Διαδρομή

**Πίνακας 9:Εργασίες που αποτελούν την κρίσιμη διαδρομή**

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Εργασία	Περιγραφή	
ΣΚΥΙ	Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων ισογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΠΙ	Καλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών ισογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΠΙ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πλάκας οροφής - δοκαριών ισογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΠΙ	Σκυροδέτηση πλάκας οροφής -δοκαριών ισογείου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΥΟ	Καλούπωμα υποστυλωμάτων 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΥΟ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού υποστυλωμάτων 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΥΟ	Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΠΟ	Καλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΠΟ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πλάκας οροφής - δοκαριών 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΠΟ	Σκυροδέτηση πλάκας οροφής - δοκαριών 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΥΡ	Καλούπωμα υποστυλωμάτων 2ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΥΡ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού υποστυλωμάτων 2ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΥΡ	Σκυροδέτηση υποστυλωμάτων 2ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΚΠΡ	Καλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών 2ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΔΠΡ	Τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πλάκας οροφής - δοκαριών 2ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΣΚΠΡ	Σκυροδέτηση πλάκας οροφής - δοκαριών 2ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΞΠΡ	Ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής - δοκαριών 2ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΤΟ	Τοιχοποιία 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΥΑΟ	Ύδρευση - Αποχέτευση 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΕΠΟ	Επιχρίσματα 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΗΛΟ	Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΨΧΟ	Ψευδοροφές - Χρωματισμοί 1ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΨΧΡ	Ψευδοροφές - Χρωματισμοί 2ου ορόφου	Κρίσιμη Διαδρομή
ΕΞΧ	Εξωτερικοί Χρωματισμοί	Κρίσιμη Διαδρομή

**Πίνακας 10 : Πίνακας εργασιών που αποτελούν την κρίσιμη διαδρομή**

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Παρακάτω παραθέτουμε όλες τις εργασίες οι οποίες έχουν υλοποιηθεί με τον ελάχιστο αριθμό εργαζομένων και έτσι δεν επιδέχονται περαιτέρω μείωση, έτσι ώστε να επιμηκυνθεί ο χρόνος υλοποίησης τους με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να έχουμε κάποιο όφελος από αυτές όσον αφορά το τελικό κόστος.

Εργασία	Περιγραφή	Άτομα	Ελάχιστο Δυνατό Προσωπικό Εκτέλεσης Εργασίας
ΧΕ	Χάραξη εκσκαφών	2	2
ΧΚ	Χωροθέτηση κτιρίου	2	2
ΕΔΥ	Επίχωση δαπέδου υπογείου	6	6
ΕΘΠ	Εκσκαφή θεμελίων πεζογέφυρας	3	3
ΣΚΔ	Σκυροδέτηση δεξαμενής νερού	4	4
ΣΚΠΖ	Σκυροδέτηση πεζογέφυρας	3	3
ΚΠΖ	Καλούπωμα πεζογέφυρας	2	2
ΕΔΥ	Επίχωση δαπέδου υπογείου	6	6
ΞΣ	Ξεκαλούπωμα Συνδετηρίων	3	3
ΞΕ	Ξεκαλούπωμα εδαφόπλακας	2	2
ΞΔ	Ξεκαλούπωμα δεξαμενής νερού	3	3
ΞΥΙ	Ξεκαλούπωμα υποστυλωμάτων ισόγειου	3	3
ΞΥΟ	Ξεκαλούπωμα υποστυλωμάτων 1ου ορόφου	3	3
ΞΥΡ	Ξεκαλούπωμα υποστυλωμάτων 2ου ορόφου	3	3
ΚΠΖ	Καλούπωμα πεζογέφυρας	2	2
ΞΠΖ	Ξεκαλούπωμα πεζογέφυρας	2	2
ΘΓ	Δημιουργία Θεμελιακής γείωσης	3	3

**Πίνακας 11: Εργασίες που δεν επιδέχονται περαιτέρω μείωση προσωπικού**

Οι εργασίες οι οποίες αναφέρονται στους πίνακες 8,9,10 εφόσον δεν μπορούν να αλλάξουν τον χρόνο υλοποίησης τους δεν θα συμπεριληφθούν στην διαδικασία βελτιστοποίησης του έργου.

## 4.2 Αντικειμενική Συνάρτηση

Η αντικειμενική συνάρτηση έχει σαν σκοπό την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους όπου υπάρχει περιθώριο μείωσης των εργασιών όταν αυτό είναι εφικτό από τους εκάστοτε περιορισμούς. Περιθώριο μείωσης έχουν όλες οι εργασίες εκτός από αυτές που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή και αυτές οι οποίες υλοποιήθηκαν με τον ελάχιστο αριθμό εργαζομένων.

Η αντικειμενική συνάρτηση είναι :

Minimize:

$$\begin{aligned}
 & -88,988 * X_{\Sigma\Delta\Delta} - 137,36 * X_{\Sigma\Delta\Pi Z} - 46,571 * X_{\Xi Y Y} - 47,977 * X_{\Xi\Pi Y} \\
 & - 47,977 * X_{\Xi\Pi\Pi} - 47,977 * X_{\Xi\Pi O} - 76,438 * X_{K\Delta} - 73,379 * X_{YAY} - 133,48 * X_{Y\Delta\Pi} \\
 & - 151,28 * X_{ENY} - 151,28 * X_{ENI} - 151,28 * X_{ENO} - 151,28 * X_{ENP} - 160,81 * X_{B\Delta Y} \\
 & - 81,465 * X_{\Pi Y P Y} - 728,12 * X_{A\Sigma\Phi} - 188,38 * X_{TY} - 114,06 * X_{YAI} - 114,06 * X_{YAP} \\
 & - 170,53 * X_{IAI} - 170,53 * X_{IAO} - 140,69 * X_{IAP} - 82,43 * X_{\Delta I} - 82,43 * X_{\Delta O} - 82,43 * X_{\Delta P} \\
 & - 144,95 * X_{HAY} - 144,95 * X_{HAI} - 144,95 * X_{HAP} - 78,732 * X_{ANE} - 105,55 * X_{EPIY} \\
 & - 105,55 * X_{EPII} - 105,55 * X_{EPIP} - 65,61 * X_{PIEZ} - 220,83 * X_{TI} - 220,83 * X_{TP} \\
 & - 161,01 * X_{KAY} - 190,29 * X_{KAO} - 190,29 * X_{KAP} - 64,149 * X_{YPI} - 172,82 * X_{KOY} \\
 & - 105,67 * X_{EPIE} - 193,15 * X_{\Psi XI} - 328,89 * X_{KAI} + 691861
 \end{aligned} \tag{1}$$

Για την δημιουργία της αντικειμενικής συνάρτησης έγινε η χρήση υπολογιστικών φύλλων. Μέσω του excel εξήχθησαν οι εξισώσεις υπολογισμού του κόστους εργασίας σε συνάρτηση με τον αριθμό των εργαζομένων. Η προσέγγιση δόθηκε με γραμμική παλινδρόμηση. Εισάγεται μία γραμμική γραμμή τάσης που προσεγγίζει τα δεδομένα. Η γραμμή τάσης είναι περισσότερο αξιόπιστη όταν η τιμή  $R^2$  ισούται ή προσεγγίζει την μονάδα. Τα δεδομένα που

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

εισήχθησαν και τα αποτελέσματα από τα υπολογιστικά φύλλα για κάθε εργασία παρατίθενται στο παράρτημα.

Για να κατανοηθεί η μεθοδολογία που αναπτύξαμε για τον υπολογισμό των επιμέρους μελών της αντικειμενικής συνάρτησης παραθέτουμε ένα αναλυτικό παράδειγμα. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε το κόστος σε συνάρτηση με τις ημέρες υλοποίησης της εργασίας. Το κόστος προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του ημερομισθίου επί των αριθμό των εργατών επί τις ημέρες που συνολικά εργάστηκαν. Όταν οι ημέρες εργασίας δεν είναι ακέραιος αριθμός τότε στρογγυλοποιούνται άμεσα προς τα επάνω. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το ημερομίσθιο είναι 140€.

ΚΑΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	30	10	42000
	31,7	9	40320
	34	8	38080
	37,3	7	37240
	41,7	6	35280
	48	5	33600
	57,7	4	32480

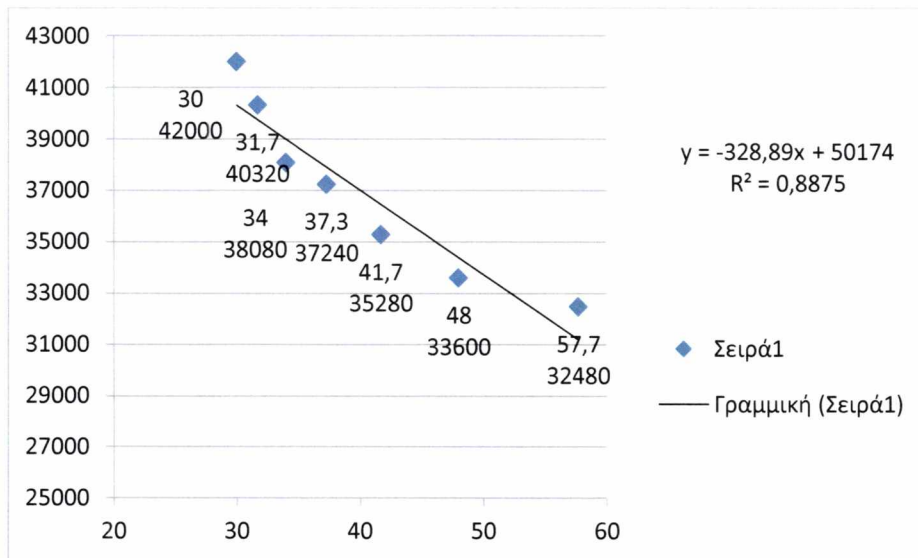
**Πίνακας 12 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κλιματισμού - αερισμού ισογείου.**

Παρακάτω παρουσιάζεται η συνάρτηση:  $y = -328,89x + 50174$

(2)

$R^2 = 0,8875$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα



Σχήμα 1: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας αερισμού - κλιματισμού υπογείου (άξονας Y) .

Οι εξισώσεις για τις υπόλοιπες εργασίες παρατίθενται στην συνέχεια και εξάγονται με την ίδια διαδικασία. Τα δεδομένα παρατίθενται στο παράρτημα.

- ΣΔΔ: Εργασία που αφορά την τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού δεξαμενής.

$$y = -88,988x + 3457,9 \quad (3)$$
$$R^2 = 0,9163$$

- ΣΔΠΖ :Εργασία που αφορά την τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πεζογέφυρας.

$$y = -137,36x + 1371,2 \quad (4)$$
$$R^2 = 0,206$$

- ΞΥΥ: Εργασία που αφορά το ξεκαλούπωμα υποστρωμάτων υπογείου.

$$y = -46,571x + 2173,1 \quad (5)$$
$$R^2 = 0,6916$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- ΞΠΥ: Εργασία που αφορά το ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου.

$$y = -47,977x + 2727,3 \quad (6)$$

$$R^2 = 0,935$$

- ΞΠΙ: Εργασία που αφορά το ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής και δοκαριών ισογείου.

$$y = -47,977x + 2727,3 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,935$$

- ΞΠΟ : Εργασία που αφορά το ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής και δοκαριών 1ου ορόφου.

$$y = -47,977x + 2727,3 \quad (8)$$

$$R^2 = 0,935$$

- ΚΔ: Εργασία που αφορά το καλούπωμα δεξαμενής νερού.

$$y = -76,438x + 5426,9 \quad (9)$$

$$R^2 = 0,7834$$

- ΥΑΥ: Εργασία που αφορά την ύδρευση-αποχέτευση υπογείου.

$$y = -73,379x + 8195,4 \quad (10)$$

$$R^2 = 0,9275$$

- ΥΑΠ: Εργασία που αφορά την ύδρευση-αποχέτευση περιβάλλοντος χώρου.

$$y = -133,48x + 10374 \quad (11)$$

$$R^2 = 0,9163$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- ENY: Εργασία που αφορά την ενεργητική πυροπροστασία υπογείου.

$$y = -151,28x + 11757 \quad (12)$$

$$R^2 = 0,9163$$

- ENI: Εργασία που αφορά την ενεργητική πυροπροστασία ισογείου.

$$y = -151,28x + 11757 \quad (13)$$

$$R^2 = 0,9163$$

- ENO: Εργασία που αφορά την ενεργητική πυροπροστασία 1ου ορόφου.

$$y = -151,28x + 11757 \quad (14)$$

$$R^2 = 0,9163$$

- ENP: Εργασία που αφορά την ενεργητική πυροπροστασία 2ου ορόφου.

$$y = -151,28x + 11757 \quad (15)$$

$$R^2 = 0,9163$$

- ΒΔΥ: Εργασία που αφορά το βιομηχανικό δάπεδο υπογείου.

$$y = -160,81x + 13900 \quad (16)$$

$$R^2 = 0,8883$$

- ΠΥΡΥ: Εργασία που αφορά τις πυράντοχες θύρες υπογείου.

$$y = -81,465x + 7238,5 \quad (17)$$

$$R^2 = 0,9909$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- ΑΣΦ: Εργασία που αφορά τα ασφαλικά περιβάλλοντος χώρου.

$$y = -728,12x + 32161 \quad (18)$$

$$R^2 = 0,9536$$

- ΤΥ : Εργασία που αφορά την τοιχοποιία υπογείου.

$$y = -188,38x + 14292 \quad (19)$$

$$R^2 = 0,9285$$

- ΥΑΙ : Εργασία που αφορά την ύδρευση - αποχέτευση ισογείου.

$$y = -114,06x + 12910 \quad (20)$$

$$R^2 = 0,9758$$

- ΥΑΡ: Εργασία που αφορά την ύδρευση - αποχέτευση 2ου ορόφου.

$$y = -114,06x + 12910 \quad (21)$$

$$R^2 = 0,9758$$

- ΙΑΙ : Εργασία που αφορά τα ιατρικά αέρια ισογείου.

$$y = -170,53x + 14284 \quad (22)$$

$$R^2 = 0,9936$$

- ΙΑΟ : Εργασία που αφορά τα ιατρικά αέρια 1ου ορόφου.

$$y = -170,53x + 14284 \quad (23)$$

$$R^2 = 0,9936$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- IAP : Εργασία που αφορά τα ιατρικά αέρια 2ου ορόφου.

$$y = -140,69x + 15966 \quad (24)$$

$$R^2 = 0,8133$$

- ΔΙ : Εργασία που αφορά το δάπεδο ισογείου.

$$y = -82,43x + 9447,7 \quad (25)$$

$$R^2 = 0,9742$$

- ΔΟ: Εργασία που αφορά το δάπεδο 1ου ορόφου.

$$y = -82,43x + 9447,7 \quad (26)$$

$$R^2 = 0,9742$$

- ΔΡ: Εργασία που αφορά το δάπεδο 2ου ορόφου.

$$y = -82,43x + 9447,7 \quad (27)$$

$$R^2 = 0,9742$$

- ΗΛΥ : Εργασία που αφορά την ηλεκτρολογική εγκατάσταση υπογείου.

$$y = -144,95x + 20748 \quad (28)$$

$$R^2 = 0,977$$

- ΗΛΙ: Εργασία που αφορά την ηλεκτρολογική εγκατάσταση ισογείου.

$$y = -144,95x + 20748 \quad (29)$$

$$R^2 = 0,977$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- ΗΛΡ : Εργασία που αφορά την ηλεκτρολογική εγκατάσταση 2ου ορόφου

$$y = -144,95x + 20748 \quad (30)$$

$$R^2 = 0,977$$

- ΑΝΕ : Εργασία που αφορά την τοποθέτηση ανελκυστήρων.

$$y = -78,732x + 13505 \quad (31)$$

$$R^2 = 0,9469$$

- ΕΠΥ : Εργασία που αφορά τα επιχρίσματα υπογείου.

$$y = -105,55x + 15198 \quad (32)$$

$$R^2 = 0,9766$$

- ΕΠΙ: Εργασία που αφορά τα επιχρίσματα ισογείου.

$$y = -105,55x + 15198 \quad (33)$$

$$R^2 = 0,9766$$

- ΕΠΡ : Εργασία που αφορά τα επιχρίσματα 2ου ορόφου.

$$y = -105,55x + 15198 \quad (34)$$

$$R^2 = 0,9766$$

- ΠΕΖ : Εργασία που αφορά την πεζοδρόμηση περιβάλλοντος χώρου.

$$y = -65,61x + 11254 \quad (35)$$

$$R^2 = 0,9469$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- ΤΙ : Εργασία που αφορά την τοιχοποιία ισογείου.

$$y = -220,83x + 27368 \quad (36)$$

$$R^2 = 0,9566$$

- ΤΡ : Εργασία που αφορά την τοιχοποιία 2ου ορόφου.

$$y = -220,83x + 27368 \quad (37)$$

$$R^2 = 0,9566$$

- ΚΑΥ : Εργασία που αφορά τον κλιματισμό - αερισμό υπογείου.

$$y = -161,01x + 27966 \quad (38)$$

$$R^2 = 0,8995$$

- ΚΑΟ: Εργασία που αφορά τον κλιματισμό - αερισμό 1ου ορόφου.

$$y = -190,29x + 32093 \quad (39)$$

$$R^2 = 0,8822$$

- ΚΑΡ : Εργασία που αφορά τον κλιματισμό - αερισμό 2ου ορόφου.

$$y = -190,29x + 32093 \quad (40)$$

$$R^2 = 0,8822$$

- ΥΠ: Εργασία που αφορά την εγκατάσταση υποσταθμού.

$$y = -64,149x + 18503 \quad (41)$$

$$R^2 = 0,9622$$

## Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- ΚΟΥ : Εργασία που αφορά τα κουφώματα - υαλουργικά.

$$\begin{aligned}y &= -172,82x + 29977 \\ R^2 &= 0,8994\end{aligned}\tag{42}$$

- ΕΠΕ: Εργασία που αφορά τα εξωτερικά επιχρίσματα.

$$\begin{aligned}y &= -105,67x + 22803 \\ R^2 &= 0,9209\end{aligned}\tag{43}$$

- ΨΧΙ : Εργασία που αφορά τις ψευδοροφές - χρωματισμούς ισογείου .

$$\begin{aligned}y &= -193,15x + 38422 \\ R^2 &= 0,9026\end{aligned}\tag{44}$$

### 4.3 Ορισμός και ανάλυση περιορισμών

Θα παρουσιάσουμε τις τμηματικές προθεσμίες του έργου που μας δίνουν και τους περιορισμούς του μοντέλου μας. Οι προθεσμίες αυτές αφορούν ομάδες εργασιών. Για κάθε ημέρα υπέρβασης των παρακάτω προθεσμιών επιβάλλεται στον εργολάβο ποινική ρήτρα ίση με το 5% της ημερήσιας αξίας του έργου.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Τοιχοποιίας

$$X_{TY} + X_{TI} + X_{TO} + X_{TP} \leq 103\tag{45}$$

$$15 \leq X_{TY} \leq 23\tag{46}$$

$$25 \leq X_{TI} \leq 31\tag{47}$$

$$X_{TO} = 25\tag{48}$$

$$25 \leq X_{TP} \leq 28\tag{49}$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Ο περιορισμός (45) δηλώνει ότι η τοιχοποιία του κτιρίου (TY, TI, TO, TP) έχει ένα άνω όριο στην διάρκεια της ,καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (46) δηλώνει ότι η τοιχοποιία του υπογείου (TY) έχει ένα κάτω όριο στην διάρκεια της γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (47) δηλώνει ότι η τοιχοποιία του ισογείου (TI) έχει ένα κάτω όριο στην διάρκεια της γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Ο περιορισμός (48) δηλώνει ότι η τοιχοποιία του 1ου ορόφου (TO) έχει συγκεκριμένη διάρκεια καθώς ανήκει στην κρίσιμη διαδρομή του έργου και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

Ο περιορισμός (49) δηλώνει ότι η τοιχοποιία του 2ου ορόφου (TP) έχει ένα κάτω όριο στην διάρκεια της γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Επιχρισμάτων

$$X_{EΠΥ} + X_{EΠΙ} + X_{EΠΟ} + X_{EΠΡ} \leq 95 \quad (50)$$

$$20 \leq X_{EΠΥ} \leq 35 \quad (51)$$

$$20 \leq X_{EΠΙ} \leq 25 \quad (52)$$

$$X_{EΠΟ} = 20 \quad (53)$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

$$20 \leq X_{\text{ΕΠΡ}} \leq 23 \quad (54)$$

$$30 \leq X_{\text{ΕΠΕ}} \leq 41 \quad (55)$$

Ο περιορισμός (50) δηλώνει ότι τα επιχρίσματα του κτιρίου (ΕΠΥ,ΕΠΙ,ΕΠΟ,ΕΠΡ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους ,καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (51) δηλώνει ότι τα επιχρίσματα του υπογείου (ΕΠΥ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (52) δηλώνει ότι τα επιχρίσματα του ισογείου (ΕΠΙ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Ο περιορισμός (53) δηλώνει ότι τα επιχρίσματα του 1ου ορόφου (ΕΠΟ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς ανήκουν στην κρίσιμη διάρκεια του έργου και στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

Ο περιορισμός (54) δηλώνει ότι τα επιχρίσματα του 2ου ορόφου (ΕΠΟ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Ο περιορισμός (55) δηλώνει ότι τα εξωτερικά επιχρίσματα (ΕΠΕ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου και ένα κάτω όριο γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

$$X_{HAY} + X_{HAI} + X_{HAO} + X_{HAP} \leq 106 \quad (56)$$

$$20 \leq X_{HAY} \leq 35 \quad (57)$$

$$20 \leq X_{HAI} \leq 28 \quad (58)$$

$$X_{HAO} = 20 \quad (59)$$

$$20 \leq X_{HAP} \leq 35 \quad (60)$$

Ο περιορισμός (56) δηλώνει ότι η ηλεκτρολογική εγκατάσταση (HAY,HAI,HAO,HAP) έχει ένα άνω όριο στην διάρκεια της ,καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (57) δηλώνει ότι η ηλεκτρολογική εγκατάσταση του υπογείου (HAY) έχει ένα κάτω όριο στην διάρκεια της γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (58) δηλώνει ότι η ηλεκτρολογική εγκατάσταση του ισογείου (HAI) έχει ένα κάτω όριο στην διάρκεια της γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Ο περιορισμός (59) δηλώνει ότι η ηλεκτρολογική εγκατάσταση του 1ου ορόφου (HAO) έχει συγκεκριμένη διάρκεια καθώς ανήκει στην κρίσιμη διαδρομή του έργου και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

## Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Ο περιορισμός (60) δηλώνει ότι η ηλεκτρολογική εγκατάσταση του 2ου ορόφου (ΗΛΡ) έχει ένα κάτω όριο στην διάρκεια της γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Ύδρευσης - Αποχέτευσης

$$X_{YAY} + X_{YAI} + X_{YAO} + X_{YAP} + X_{YAΠ} \leq 77 \quad (61)$$

$$10 \leq X_{YAY} \leq 22 \quad (62)$$

$$15 \leq X_{YAI} \leq 20 \quad (63)$$

$$X_{YAO} = 15 \quad (64)$$

$$15 \leq X_{YAP} \leq 18 \quad (65)$$

$$10 \leq X_{YAΠ} \leq 18 \quad (66)$$

Ο περιορισμός (61) δηλώνει ότι οι εργασίες ύδρευσης - αποχέτευσης (YAY,YAI,YAO,YAP,YAΠ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους ,καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (62) δηλώνει ότι οι εργασίες ύδρευσης - αποχέτευσης υπογείου (YAY) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Ο περιορισμός (63) δηλώνει ότι οι εργασίες ύδρευσης - αποχέτευσης 1ου ισογείου (ΥΑΙ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Ο περιορισμός (64) δηλώνει ότι οι εργασίες ύδρευσης - αποχέτευσης 1ου ορόφου (ΥΑΟ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή του έργου και πραγματοποιήθηκαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

Ο περιορισμός (65) δηλώνει ότι οι εργασίες ύδρευσης - αποχέτευσης 2ου ορόφου (ΥΑΡ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Ο περιορισμός (66) δηλώνει ότι οι εργασίες ύδρευσης - αποχέτευσης περιβάλλοντα χώρου (ΥΑΠ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Κλιματισμού - Αερισμού

$$X_{KAY} + X_{KAI} + X_{KAO} + X_{KAP} \leq 133 \quad (67)$$

$$25 \leq X_{KAY} \leq 49 \quad (68)$$

$$30 \leq X_{KAI} \leq 58 \quad (69)$$

$$25 \leq X_{KAO} \leq 54 \quad (70)$$

$$25 \leq X_{KAP} \leq 54 \quad (71)$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Ο περιορισμός (67) δηλώνει ότι οι εργασίες κλιματισμού - αερισμού (KAY,KAI,KAO,KAP) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους ,καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (68) δηλώνει ότι οι εργασίες κλιματισμού - αερισμού υπογείου (KAY) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (69) δηλώνει ότι οι εργασίες κλιματισμού - αερισμού ισογείου (KAI) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (70) δηλώνει ότι οι εργασίες κλιματισμού - αερισμού 1ου ορόφου (KAO) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (71) δηλώνει ότι οι εργασίες κλιματισμού - αερισμού 2ου ορόφου (KAP) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκτησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Ψευδοροφών - Χρωματισμών

$$X_{\Psi XI} + X_{\Psi XO} + X_{\Psi XP} + X_{E \Xi X} \leq 105 \quad (72)$$

$$30 \leq X_{\Psi XI} \leq 37 \quad (73)$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

$$X_{\Psi XO}=30 \quad (74)$$

$$X_{\Psi XP}=30 \quad (75)$$

$$X_{E\Xi X}=7 \quad (76)$$

Ο περιορισμός (72) δηλώνει ότι οι εργασίες ψευδοροφών - χρωματισμών ( $\Psi XI, \Psi XO, \Psi XP, E\Xi X$ ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους, καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (73) δηλώνει ότι οι εργασίες ψευδοροφών - χρωματισμών ισογείου ( $\Psi XI$ ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Ο περιορισμός (74) δηλώνει ότι οι εργασίες ψευδοροφών - χρωματισμών 1ου ορόφου ( $\Psi XO$ ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή του έργου και πραγματοποιήθηκαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

Ο περιορισμός (75) δηλώνει ότι οι εργασίες ψευδοροφών - χρωματισμών 2ου ορόφου ( $\Psi XP$ ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή του έργου και πραγματοποιήθηκαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

Ο περιορισμός (76) δηλώνει ότι οι εργασίες εξωτερικών χρωματισμών ( $E\Xi X$ ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή του έργου και πραγματοποιήθηκαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Δαπέδων

$$10 \leq X_{B\Delta Y} \leq 20 \quad (77)$$

$$X_{\Delta I} + X_{\Delta O} + X_{\Delta P} \leq 56 \quad (78)$$

$$15 \leq X_{\Delta I} \leq 23 \quad (79)$$

$$15 \leq X_{\Delta O} \leq 23 \quad (80)$$

$$15 \leq X_{\Delta P} \leq 23 \quad (81)$$

Ο περιορισμός (77) δηλώνει ότι οι εργασίες βιομηχανικού δαπέδου υπογείου έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης και ένα κάτω όριο γιατί τόσο διήρκησαν στην πραγματικότητα με το μέγιστο εργατικό δυναμικό.

Ο περιορισμός (78) δηλώνει ότι οι εργασίες επιστροφής δαπέδων (ΔΙ,ΔΟ,ΔΡ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια της ,καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (79) δηλώνει ότι οι εργασίες επιστροφής δαπέδου ισόγειου (ΔΙ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (80) δηλώνει ότι οι εργασίες επιστροφής δαπέδου 1ου ορόφου (ΔΟ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Ο περιορισμός (81) δηλώνει ότι οι εργασίες επίστρωσης δαπέδου 2ου ορόφου (ΔΡ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Ενεργητικής Πυροπροστασίας

$$X_{ENY} + X_{ENI} + X_{ENO} + X_{ENP} \leq 56 \quad (82)$$

$$10 \leq X_{ENY} \leq 18 \quad (83)$$

$$10 \leq X_{ENI} \leq 18 \quad (84)$$

$$10 \leq X_{ENO} \leq 15 \quad (85)$$

$$10 \leq X_{ENP} \leq 18 \quad (86)$$

Ο περιορισμός (82) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ενεργητικής προστασίας (ENY, ENI, ENO, ENP) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (83) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ενεργητικής πυροπροστασίας υπογείου (ENY) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (84) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ενεργητικής πυροπροστασίας ισογείου (ENI) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (85) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ενεργητικής πυροπροστασίας 1ου ορόφου (ENO) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

Ο περιορισμός (86) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ενεργητικής πυροπροστασίας 2ου ορόφου (ENP) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Κουφωμάτων - Υαλουργικών και Θυρών

$$X_{\text{ΚΟΥ}} + X_{\text{ΠΥΡΥ}} \leq 42 \quad (87)$$

$$25 \leq X_{\text{ΚΟΥ}} \leq 49 \quad (88)$$

$$10 \leq X_{\text{ΠΥΡΥ}} \leq 18 \quad (89)$$

Ο περιορισμός (87) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης κουφωμάτων - υαλουργικών και θυρών (ΚΟΥ, ΠΥΡΥ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης

Ο περιορισμός (88) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης κουφωμάτων-υαλουργικών (ΚΟΥ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (89) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης πυράντοχων θυρών υπογείου (ΠΥΡΥ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Περιβάλλοντα χώρου

$$X_{ΠΕΖ} + X_{ΑΣΦ} \leq 44 \quad (90)$$

$$20 \leq X_{ΠΕΖ} \leq 31 \quad (91)$$

$$15 \leq X_{ΑΣΦ} \leq 20 \quad (92)$$

Ο περιορισμός (90) δηλώνει ότι οι εργασίες περιβάλλοντα χώρου (ΠΕΖ, ΑΣΦ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (91) δηλώνει ότι οι εργασίες πεζοδρόμησης περιβάλλοντα χώρου (ΠΕΖ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκεσαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (92) δηλώνει ότι οι εργασίες ασφαλτόστρωσης (ΑΣΦ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκεσαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Ιατρικών αερίων

$$X_{ΙΑΙ} + X_{ΙΑΟ} + X_{ΙΑΡ} \leq 52 \quad (93)$$

$$12 \leq X_{ΙΑΙ} \leq 21 \quad (94)$$

$$12 \leq X_{ΙΑΟ} \leq 21 \quad (95)$$

$$14 \leq X_{ΙΑΡ} \leq 17 \quad (96)$$

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Ο περιορισμός (93) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ιατρικών αερίων (IAI,IAO,IAP) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (94) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ιατρικών αερίων ισογείου (IAI) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (95) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ιατρικών αερίων 1ου ορόφου (IAO) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (96) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ιατρικών αερίων 2ου ορόφου (IAP) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών εγκατάστασης Υποσταθμού

$$25 \leq X_{\text{ΥΠ}} \leq 32 \quad (97)$$

Ο περιορισμός (97) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης υποσταθμού (ΥΠ) έχουν ένα κάτω όριο γιατί τόσο διήρκησαν στην πραγματικότητα με το μέγιστο εργατικό δυναμικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών εγκατάστασης Ανελκυστήρων

$$20 \leq X_{ANE} \leq 24 \quad (98)$$

Ο περιορισμός (98) δηλώνει ότι οι εργασίες εγκατάστασης ανελκυστήρων (ANE) έχουν ένα κάτω όριο γιατί τόσο διήρκησαν στην πραγματικότητα με το μέγιστο εργατικό δυναμικό και ένα άνω όριο ώστε να μην επηρεάζεται η κρίσιμη διαδρομή του έργου.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών κατασκευής Δεξαμενής νερού

$$X_{K\Delta} + X_{\Sigma\Delta\Delta} + X_{\Sigma K\Delta} + X_{\Xi\Delta} \leq 27 \quad (99)$$

$$8 \leq X_{K\Delta} \leq 20 \quad (100)$$

$$5 \leq X_{\Sigma\Delta\Delta} \leq 9 \quad (101)$$

$$X_{\Sigma K\Delta} = 4 \quad (102)$$

$$X_{\Xi\Delta} = 3 \quad (103)$$

Ο περιορισμός (99) δηλώνει ότι οι εργασίες κατασκευής της δεξαμενής (KΔ,ΣΔΔ,ΣΚΔ,ΞΔ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (100) δηλώνει ότι οι εργασίες καλυνπώματος δεξαμενής (KΔ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (101) δηλώνει ότι οι εργασίες τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού δεξαμενής (ΣΔΔ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (102) δηλώνει ότι οι εργασίες σκυροδέτησης δεξαμενής (ΣΚΔ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς εκτελέστηκαν με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό και δεν επιδέχονται επιπλέον βελτίωση στην μοντελοποίηση μας.

Ο περιορισμός (103) δηλώνει ότι οι εργασίες ξεκαλουπώματος δεξαμενής (ΞΔ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς εκτελέστηκαν με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό και δεν επιδέχονται επιπλέον βελτίωση στην μοντελοποίηση μας.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών κατασκευής πεζογέφυρας

$$X_{ΕΘΠ} + X_{ΚΠΖ} + X_{ΣΔΠΖ} + X_{ΣΚΠΖ} + X_{ΞΠΕ} \leq 12 \quad (104)$$

$$X_{ΕΘΠ} = 3 \quad (105)$$

$$X_{ΚΠΖ} = 2 \quad (106)$$

$$2 \leq X_{ΣΔΠΖ} \leq 3 \quad (107)$$

$$X_{ΣΚΠΖ} = 1 \quad (108)$$

$$X_{ΞΠΖ} = 1 \quad (109)$$

Ο περιορισμός (104) δηλώνει ότι οι εργασίες κατασκευής της πεζογέφυρας (ΕΘΠ,ΚΠΖ,ΣΔΠΖ,ΣΚΠΖ,ΞΠΕ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς έτσι ορίζει η ρήτρα της σύμβασης.

Ο περιορισμός (105) δηλώνει ότι οι εργασίες εκσκαφής θεμελίων πεζογέφυρας (ΕΘΠ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς εκτελέστηκαν με το

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

ελάχιστο δυνατό προσωπικό και δεν επιδέχονται επιπλέον βελτίωση στην μοντελοποίηση μας.

Ο περιορισμός (106) δηλώνει ότι οι εργασίες καλουπώματος πεζογέφυρας (ΚΠΖ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς εκτελέστηκαν με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό και δεν επιδέχονται επιπλέον βελτίωση στην μοντελοποίηση μας.

Ο περιορισμός (107) δηλώνει ότι οι εργασίες τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού πεζογέφυρας (ΣΔΠΖ) έχουν ένα κάτω όριο στην διάρκεια τους γιατί στην πραγματικότητα τόσο διήρκησαν με το μέγιστο δυνατό προσωπικό και ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων.

Ο περιορισμός (108) δηλώνει ότι οι εργασίες σκυροδέτησης πεζογέφυρας (ΣΚΠΖ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς εκτελέστηκαν με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό και δεν επιδέχονται επιπλέον βελτίωση στην μοντελοποίηση μας.

Ο περιορισμός (109) δηλώνει ότι οι εργασίες ξεκαλουπώματος πεζογέφυρας (ΞΠΖ) έχουν συγκεκριμένη διάρκεια καθώς εκτελέστηκαν με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό και δεν επιδέχονται επιπλέον βελτίωση στην μοντελοποίηση μας.

- Προθεσμίες διεκπεραίωσης εργασιών Ξεκαλουπώματος

$$4 \leq X_{\Xi Y Y} \leq 9 \quad (110)$$

$$5 \leq X_{\Xi P Y} \leq 11 \quad (111)$$

$$5 \leq X_{\Xi P I} \leq 11 \quad (112)$$

$$5 \leq X_{\Xi P O} \leq 11 \quad (113)$$

Ο περιορισμός (110) δηλώνει ότι οι εργασίες ξεκαλουπώματος υποστρωμάτων

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

(ΞΥΥ) υπογείου έχουν ένα άνω όριο ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος αριθμός εργαζομένων. Επιπλέον, έχουν ένα κάτω όριο γιατί τόσο διήρκησαν σ την πραγματικότητα με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

Ο περιορισμός (111) δηλώνει ότι οι εργασίες ξεκαλουπώματος πλάκας και δοκαριών υπογείου (ΞΠΥ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί πριν την σκυροδέτηση της επόμενης φάσης του κτιρίου. Επιπλέον, έχουν ένα κάτω όριο γιατί τόσο διήρκησαν στην πραγματικότητα με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

Ο περιορισμός (112) δηλώνει ότι οι εργασίες ξεκαλουπώματος πλάκας και δοκαριών ισογείου (ΞΠΙ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί πριν την σκυροδέτηση της επόμενης φάσης του κτιρίου. Επιπλέον, έχουν ένα κάτω όριο γιατί τόσο διήρκησαν στην πραγματικότητα με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

Ο περιορισμός (113) δηλώνει ότι οι εργασίες ξεκαλουπώματος πλάκας και δοκαριών 1ου ορόφου (ΞΠΟ) έχουν ένα άνω όριο στην διάρκεια τους καθώς πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί πριν την σκυροδέτηση της επόμενης φάσης του κτιρίου. Επιπλέον, έχουν ένα κάτω όριο γιατί τόσο διήρκησαν στην πραγματικότητα με το μέγιστο δυνατό προσωπικό.

#### 4.4 Αποτελέσματα βελτιστοποίησης

Μετά την μοντελοποίηση του προβλήματος του χρονικού προγραμματισμού του έργου που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2 το μοντέλο προγραμματίστηκε σε γλώσσα C++ σε προγραμματιστικό περιβάλλον cplex. Τα χαρακτηριστικά του υπολογιστή που χρησιμοποιήθηκε είναι τα εξής:

- Επεξεργαστής: Intel(R) Core(TM) i7-2670QM CPU 2.20GHz,
- Εγκατεστημένη μνήμη: 6, 00 GB,
- Λογισμικό: Windows 7 Home Premium 64-bit.

Το πρόγραμμα βελτιστοποίησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν της CPLEX ILOG IBM.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα στα κόστη εργασιών στις οποίες μπορούσε να μεταβληθεί ο αριθμός των εργαζομένων και ο χρόνος περάτωσης.

Εργασία	Αρχικό Κόστος (€)	Κόστος μετά την βελτιστοποίηση (€)	Ποσοστιαία μείωση (%)
ΣΔΔ	3000	2700	10
ΣΔΠΖ	1000	900	10
ΞΥΥ	2000	1800	10
ΞΠΥ	2500	2200	12
ΞΠΙ	2500	2200	12
ΞΠΟ	2500	2200	12
ΚΔ	4800	4400	8,3
ΥΑΥ	7500	7500	0
ΥΑΠ	9000	8100	10
ΕΝΥ	10200	9180	10
ΕΝΙ	10200	9180	10
ΕΝΟ	10200	10200	0
ΕΝΡ	10200	10200	0
ΒΔΥ	12600	10800	14,3
ΠΥΡΥ	6400	6400	0
ΑΣΦ	21450	18200	15,15
ΤΥ	11550	10450	9,5
ΥΑΙ	11250	10800	4
ΥΑΡ	11250	11250	0
ΙΑΙ	12240	10710	12,5

**Πίνακας 13 : Μεταβολή κόστους εργασιών**

Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Εργασία	Αρχικό Κόστος (€)	Κόστος μετά την βελτιστοποίηση (€)	Ποσοστιαία μείωση (%)
ΙΑΟ	12240	11560	5,55
ΙΑΡ	14280	14280	0
ΔΙ	8250	7590	8
ΔΟ	8250	7920	8
ΔΡ	8250	8250	0
ΗΛΥ	18000	15750	12,5
ΗΛΙ	18000	16800	6,67
ΗΛΡ	18000	17250	4,16
ΑΝΕ	12000	11520	4
ΕΠΥ	13200	11550	12,5
ΕΠΙ	13200	13200	0
ΕΠΡ	13200	13200	0
ΠΕΖ	10000	9600	4
ΤΙ	22000	20460	7
ΤΡ	22000	21560	2
ΚΑΥ	24500	24500	0
ΚΑΟ	24500	24500	0
ΚΑΡ	24500	24500	0
ΥΠ	17000	16320	4
ΚΟΥ	26250	24000	8,57
ΚΑΙ	42000	32480	22,66
ΕΠΕ	19800	18040	8,88
ΨΧΙ	33600	31080	7,5

Πίνακας 14 : Μεταβολή κόστους εργασιών

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Η επίλυση του μαθηματικού μοντέλου μας έδωσε μία σειρά από αλλαγές στο κόστος των εργασιών αυξάνοντας την διάρκεια εκτέλεσης τους και μειώνοντας τον αριθμό των εργαζομένων.

- Η εργασία (ΣΔΔ) ολοκληρώθηκε σε 5 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 9 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 300€,
- Η εργασία (ΣΔΠΖ) ολοκληρώθηκε σε 2 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 3 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 100€,
- Η εργασία (ΞΥΥ) ολοκληρώθηκε σε 4 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 9 ημέρες με 2 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 200€,
- Η εργασία (ΞΠΥ) ολοκληρώθηκε σε 5 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 11 ημέρες με 2 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 300€,
- Η εργασία (ΞΠΙ) ολοκληρώθηκε σε 5 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 11 ημέρες με 2 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 300€,
- Η εργασία (ΞΠΟ) ολοκληρώθηκε σε 5 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 11 ημέρες με 2 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 300€,
- Η εργασία (ΚΔ) ολοκληρώθηκε σε 8 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 11 ημέρες με 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 400€,
- Η εργασία (ΥΑΥ) δεν παρουσίασε μεταβολή.
- Η εργασία (ΥΑΠ) ολοκληρώθηκε σε 10 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 18 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 600€,
- Η εργασία (ΕΝΥ) ολοκληρώθηκε σε 10 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 18 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1020€,
- Η εργασία (ΕΝΙ) ολοκληρώθηκε σε 10 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 18 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1020€.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- Η εργασία (ΕΝΟ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΕΝΡ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΒΔΥ) ολοκληρώθηκε σε 10 ημέρες με προσωπικό 7 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 20 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1800€,
- Η εργασία (ΠΥΡΥ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΑΣΦ) ολοκληρώθηκε σε 15 ημέρες με προσωπικό 11 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 20 ημέρες με 7 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 3250€,
- Η εργασία (ΤΥ) ολοκληρώθηκε σε 15 ημέρες με προσωπικό 7 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 19 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1100€,
- Η εργασία (ΥΑΙ) ολοκληρώθηκε σε 15 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 19 ημέρες με 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 450€,
- Η εργασία (ΥΑΡ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΙΑΙ) ολοκληρώθηκε σε 12 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 21 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1530€,
- Η εργασία (ΙΑΟ) ολοκληρώθηκε σε 12 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 17 ημέρες με 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 680€,
- Η εργασία (ΙΑΡ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΔΙ) ολοκληρώθηκε σε 15 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 23 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 660€,
- Η εργασία (ΔΟ) ολοκληρώθηκε σε 15 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 18 ημέρες με 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 330€,
- Η εργασία (ΔΡ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΗΛΥ) ολοκληρώθηκε σε 20 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 35 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2250€,
- Η εργασία (ΗΛΙ) ολοκληρώθηκε σε 20 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 28 ημέρες με 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1200€.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- Η εργασία (ΗΑΡ) ολοκληρώθηκε σε 20 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 23 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 750€,
- Η εργασία (ΑΝΕ) ολοκληρώθηκε σε 20 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 24 ημέρες 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 480€,
- Η εργασία (ΕΠΥ) ολοκληρώθηκε σε 20 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 35 ημέρες 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1650€,
- Η εργασία (ΕΠΙ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΕΠΡ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΠΕΖ) ολοκληρώθηκε σε 20 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 24 ημέρες 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 400€,
- Η εργασία (ΤΙ) ολοκληρώθηκε σε 25 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 31 ημέρες 6 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1540€,
- Η εργασία (ΤΡ) ολοκληρώθηκε σε 25 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 28 ημέρες 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1650€,
- Η εργασία (ΚΑΥ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΚΑΟ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΚΑΡ) δεν παρουσίασε μεταβολή,
- Η εργασία (ΥΠ) ολοκληρώθηκε σε 25 ημέρες με προσωπικό 4 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 32 ημέρες 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 680€,
- Η εργασία (ΚΟΥ) ολοκληρώθηκε σε 25 ημέρες με προσωπικό 7 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 32 ημέρες 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2250€,
- Η εργασία (ΕΠΕ) ολοκληρώθηκε σε 30 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 41 ημέρες 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1760€,
- Η εργασία (ΨΧΙ) ολοκληρώθηκε σε 30 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 37 ημέρες 6 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2520€,

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

- Η εργασία (ΚΑΙ) ολοκληρώθηκε σε 30 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 58 ημέρες 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 9520€.

#### Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Η συνολική διάρκεια του έργου, δηλαδή της κρίσιμης διαδρομής παρέμεινε σταθερή. Παρακάτω φαίνεται η μεταβολή του χρόνου ολοκλήρωσης κάθε εργασίας.

Εργασία	Πραγματικός χρόνος	Χρόνος μετά την βελτιστοποίηση	Ποσοστιαία αύξηση (%)
ΣΔΔ	5	9	80
ΣΔΠΖ	2	3	50
ΞΥΥ	4	9	125
ΞΠΥ	5	11	120
ΞΠΙ	5	11	120
ΞΠΟ	5	11	120
ΚΔ	8	11	37,5
ΥΑΥ	10	10	0
ΥΑΠ	10	18	80
ΕΝΥ	10	18	80
ΕΝΙ	10	10	0
ΕΝΟ	10	10	0
ΕΝΡ	10	10	0
ΒΔΥ	10	20	100
ΠΥΡΥ	10	10	0
ΑΣΦ	15	20	33,3
ΤΥ	15	19	26,6
ΥΑΙ	15	18	20
ΥΑΡ	15	15	0
ΙΑΙ	12	21	75

Πίνακας 15 Μεταβολή διάρκειας εργασιών

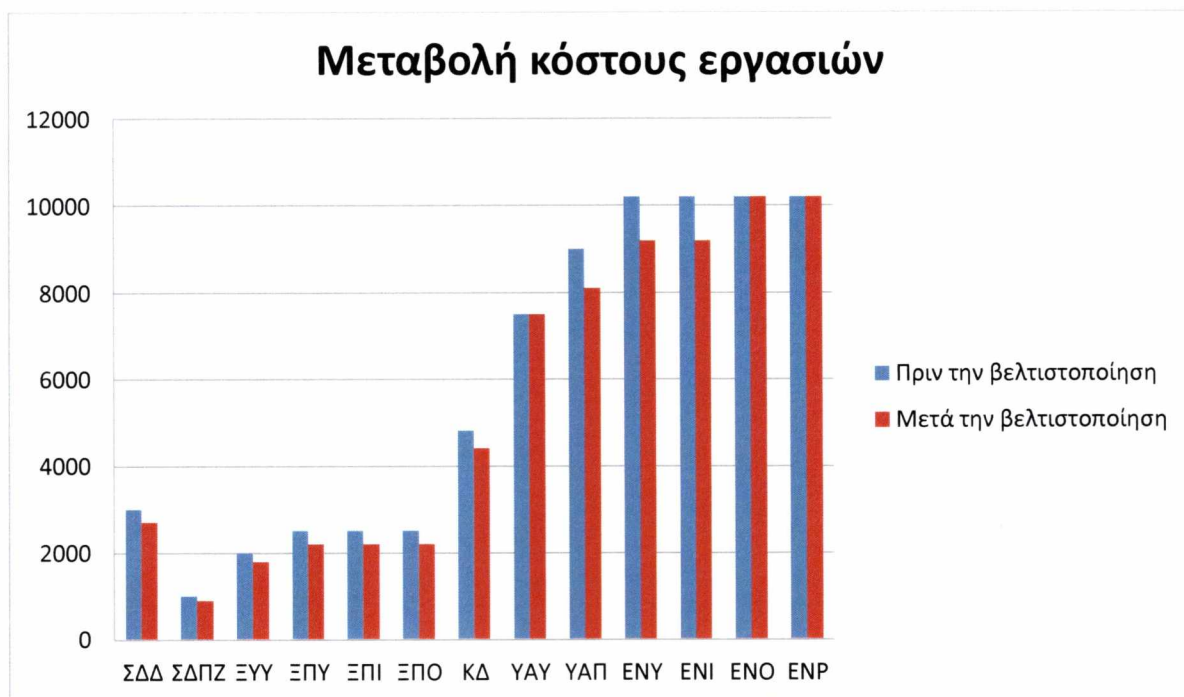
Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Εργασία	Πραγματικός χρόνος	Χρόνος μετά την βελτιστοποίηση	Ποσοστιαία αύξηση (%)
ΙΑΟ	12	17	41,6
ΙΑΡ	14	14	0
ΔΙ	15	23	53,3
ΔΟ	15	18	20
ΔΡ	15	15	0
ΗΛΥ	20	35	75
ΗΛΙ	20	28	40
ΗΛΡ	20	23	15
ΑΝΕ	20	24	20
ΕΠΥ	20	35	75
ΕΠΙ	20	20	0
ΕΠΡ	20	20	0
ΠΕΖ	20	24	20
ΤΙ	25	31	24
ΤΡ	25	28	12
ΚΑΥ	25	25	0
ΚΑΟ	25	25	0
ΚΑΡ	25	25	0
ΥΠ	25	32	21,8
ΚΟΥ	25	32	28
ΚΑΙ	30	58	83,33
ΕΠΕ	30	41	36,6
ΨΧΙ	30	37	23,3

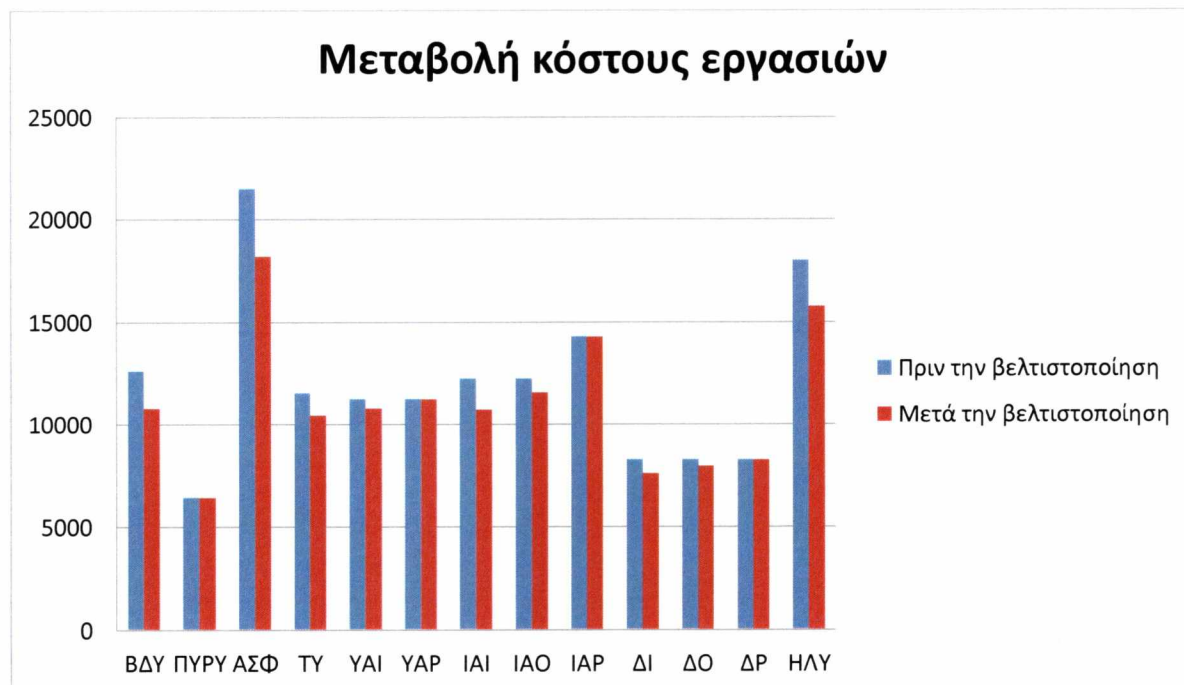
Πίνακας 16: Μεταβολή διάρκειας εργασιών

## Κεφάλαιο 4: Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

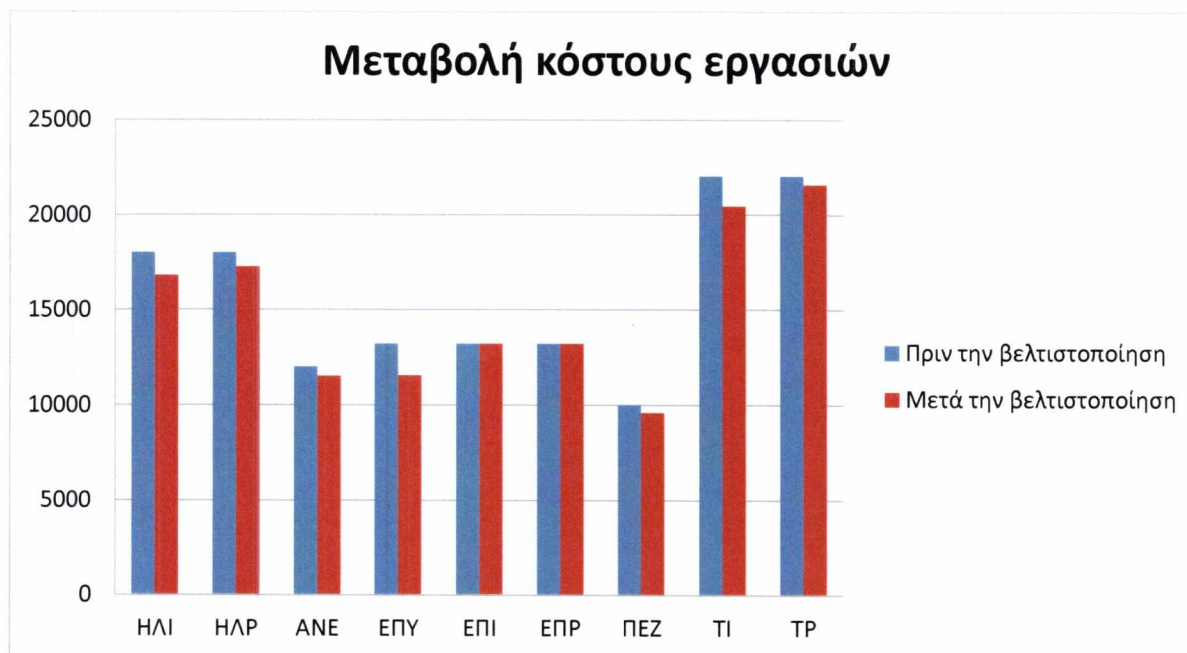
Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα με τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης.



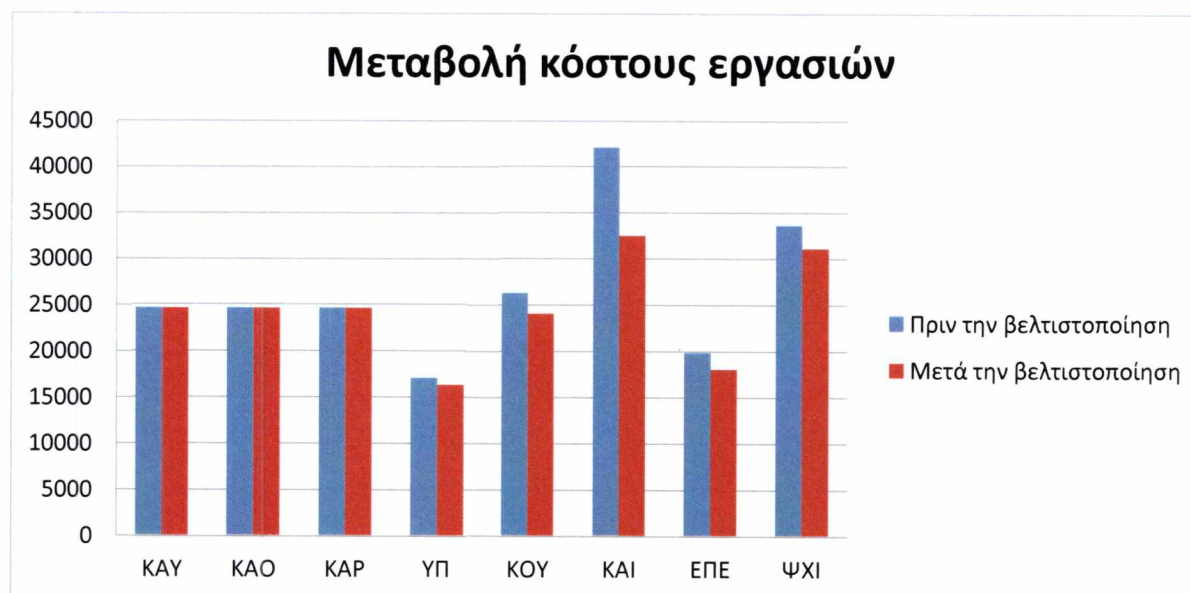
Σχήμα 2 : Μεταβολή κόστους επιμέρους εργασιών



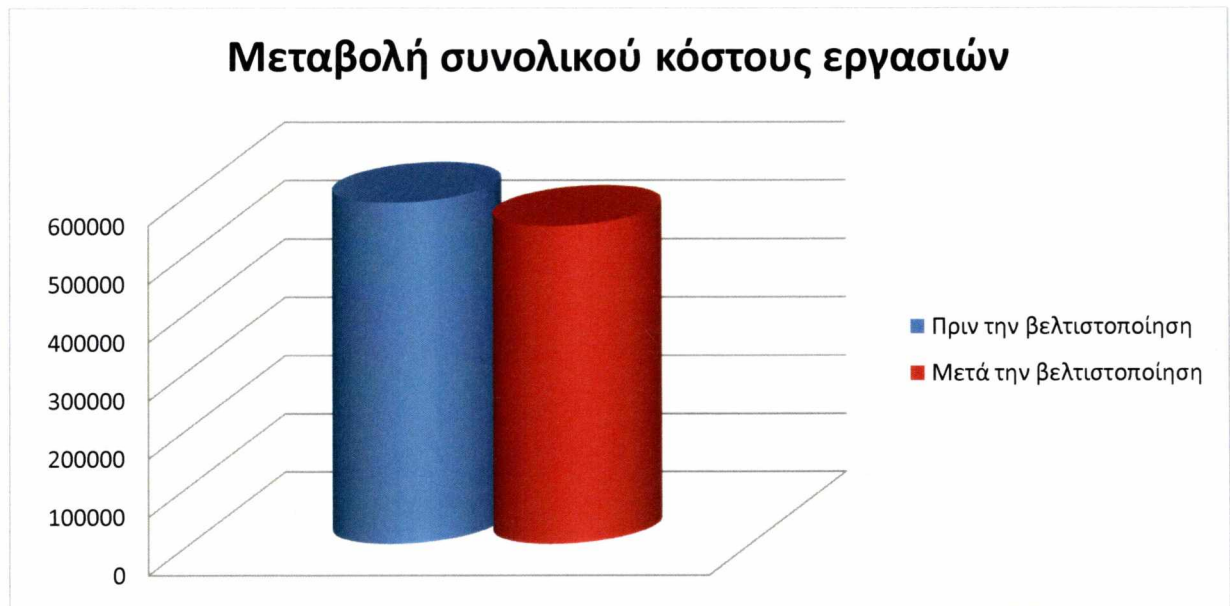
Σχήμα 3 : Μεταβολή κόστους επιμέρους εργασιών



Σχήμα 4 : Μεταβολή κόστους επιμέρους εργασιών



Σχήμα 5 : Μεταβολή κόστους επιμέρους εργασιών



Σχήμα 6 : Μεταβολή συνολικού κόστους εργασιών

## Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αντιμετωπίστηκε , μοντελοποιήθηκε και επιλύθηκε το πρόβλημα του χρονικού προγραμματισμού κατασκευής του νέου τριώροφου κτιρίου του Νοσοκομείου Έδεσσας.

Η βελτιστοποίηση του χρονικού προγραμματισμού του έργου αναπτύχθηκε με βάση το μοντέλο της κρίσιμης διαδρομής με την βοήθεια του προγράμματος Ms Project. Έπειτα, αναλύθηκε και επιλύθηκε ένα μοντέλο χρονικού προγραμματισμού που βασίζεται στην ολοκλήρωση των επιμέρους εργασιών με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό. Πήραμε υπ' όψιν μας την παράμετρο σύμφωνα με την οποία η απόδοση και η λειτουργικότητα των εργαζομένων αυξάνεται κατά ένα ποσοστό όταν μειώνεται ο αριθμός τους.

Επιπλέον, με την βοήθεια των υπολογιστικών φύλλων του Excel εξάγαμε τις εξισώσεις που συνδέουν το κόστος των εργασιών με την διάρκεια υλοποίησης τους.

Οι παραπάνω εξισώσεις μοντελοποιήθηκαν και η επίλυση τους έγινε με το λογισμικό βελτιστοποίησης προβλημάτων μαθηματικού προγραμματισμού cplex.

Η βελτιστοποίηση είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του συνολικού κόστους των εργασιών που έλαβαν μέρος στην μοντελοποίηση από 585.360 € σε 545.280 € έχοντας μία ποσοστιαία μείωση της τάξεως του 7 %. Η μεγαλύτερη μείωση κόστους παρατηρήθηκε στις εξής εργασίες : ΚΑΙ και ΑΣΦ καθώς σε αυτές δεν είχαμε τόσο αυστηρούς περιορισμούς και προθεσμίες.

Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι η χρήση τέτοιων μεθόδων βελτιστοποίησης και προγραμματισμού είναι απαραίτητες για την ομαλή και όσο το δυνατόν οικονομικότερη εκτέλεση κάθε έργου κατασκευής. Ένα βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η ευκολία επαναπρογραμματισμού του μοντέλου διαχείρισης του έργου σε οποιαδήποτε στιγμή μέσα στον χρονικό ορίζοντα , καθιστώντας την απαραίτητο εργαλείο του υπευθύνου του έργου (Project manager).



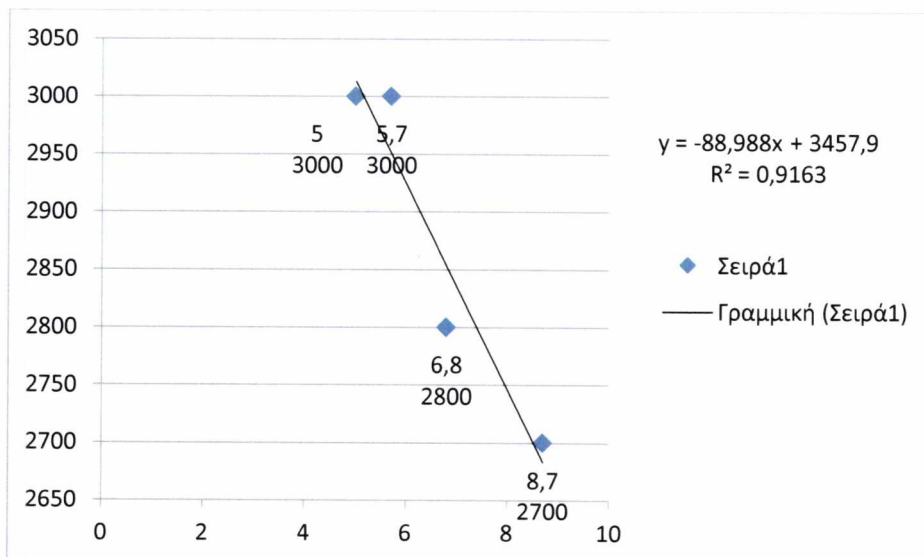
## Κεφάλαιο 6 . Παράρτημα

### 6.1 Πίνακες κα σχήματα για την ανάλυση κόστους

Εργασία που αφορά την τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού δεξαμενής με ημερομίσθιο 100€.

ΣΔΔ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	5	6	3000
	5,7	5	3000
	6,8	4	2800
	8,7	3	2700

Πίνακας 17 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού δεξαμενής (ΣΔΔ).

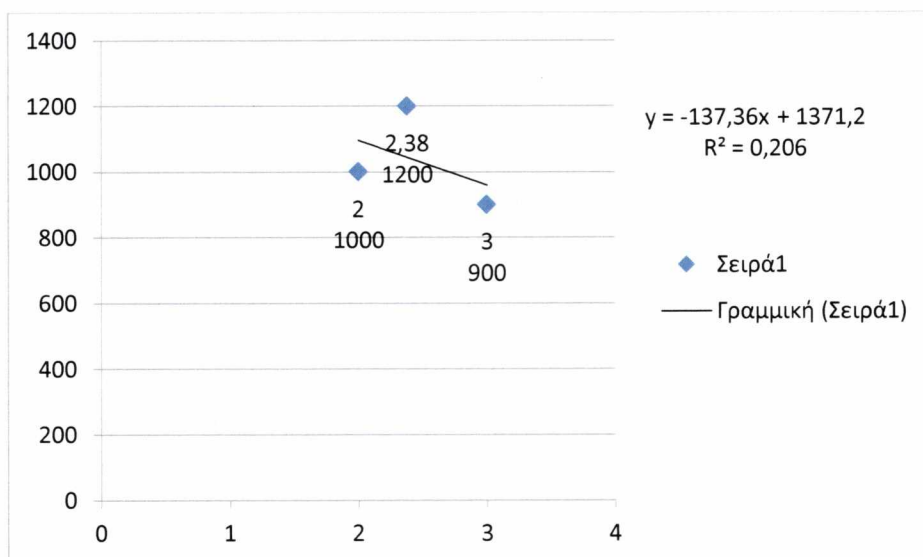


Σχήμα 7: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας τοποθέτησης σίδηρου οπλισμού δεξαμενής (άξονας Y)

Εργασία που αφορά την τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού πεζογέφυρας με ημερομίσθιο 100€.

ΣΔΠΖ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	2	5	1000
	2,38	4	1200
	3	3	900

**Πίνακας 18:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού πεζογέφυρας (ΣΔΠΖ).

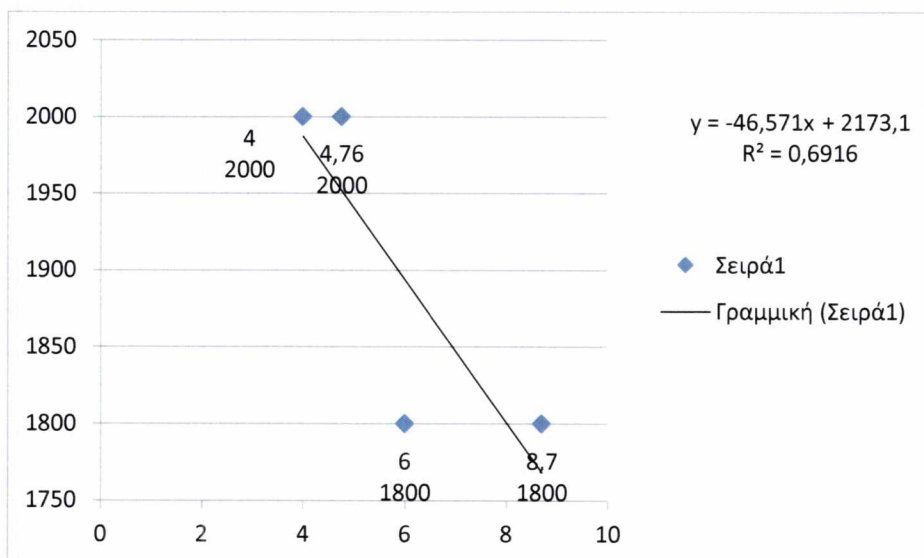


**Σχήμα 8:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας τοποθέτησης σιδηρού οπλισμού πεζογέφυρας (άξονας Υ)

Εργασία που αφορά το ξεκαλούπωμα υποστυλωμάτων υπογείου με ημερομίσθιο 100€.

ΞΥΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	4	5	2000
	4,76	4	2000
	6	3	1800
	8,7	2	1800

**Πίνακας 19 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξεκαλουπώματος υποστυλωμάτων υπογείου (ΞΥΥ).**

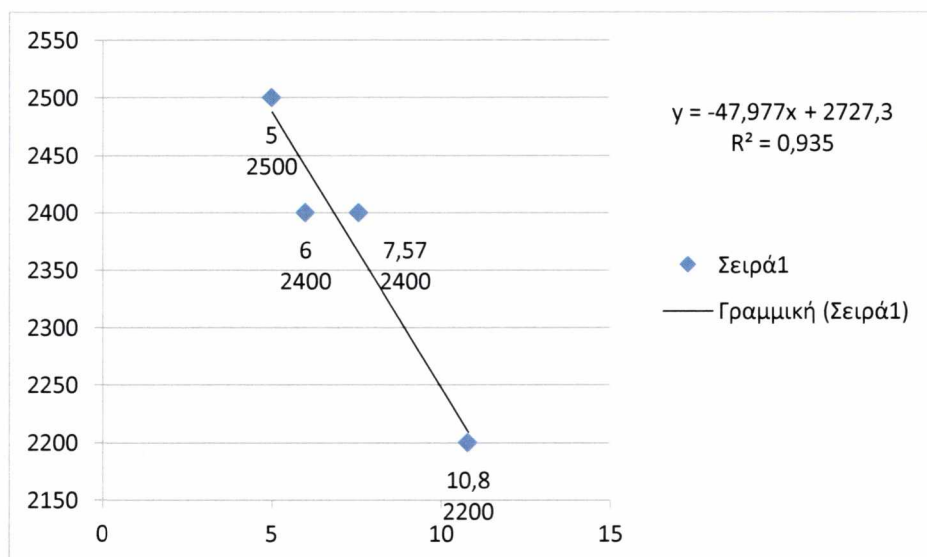


**Σχήμα 9: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ξεκαλουπώματος υποστυλωμάτων υπογείου (άξονας Y) .**

Εργασία που αφορά το ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου με ημερομίσθιο 100€.

ΞΠΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	5	5	2500
	6	4	2400
	7,57	3	2400
	10,8	2	2200

**Πίνακας 20 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου (ΞΠΥ).

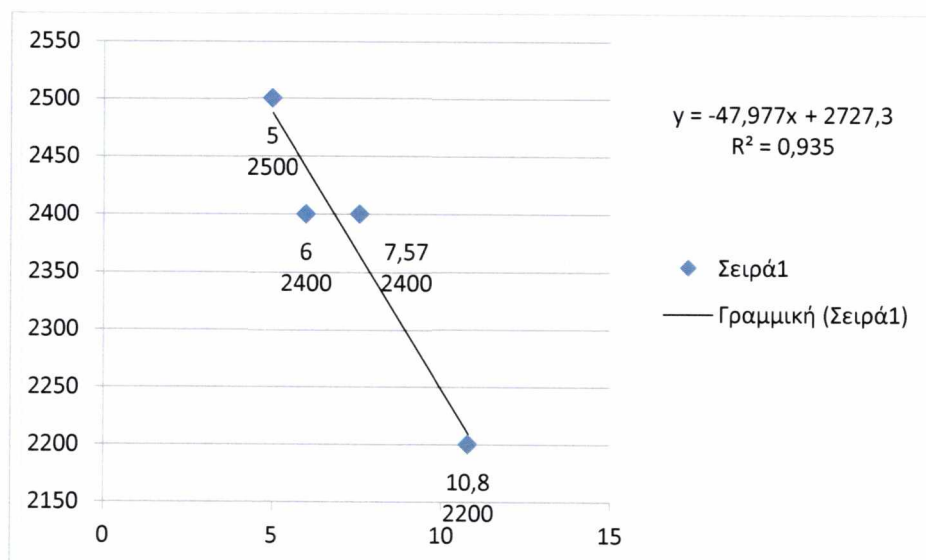


**Σχήμα 10:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών υπογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά το ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής και δοκαριών ισογείου με ημερομίσθιο 100€.

ΞΠΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	5	5	2500
	6	4	2400
	7,57	3	2400
	10,8	2	2200

**Πίνακας 21 :** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξεκαλονπόματος πλάκας οροφής και δοκαριών ισογείου (ΞΠΙ).

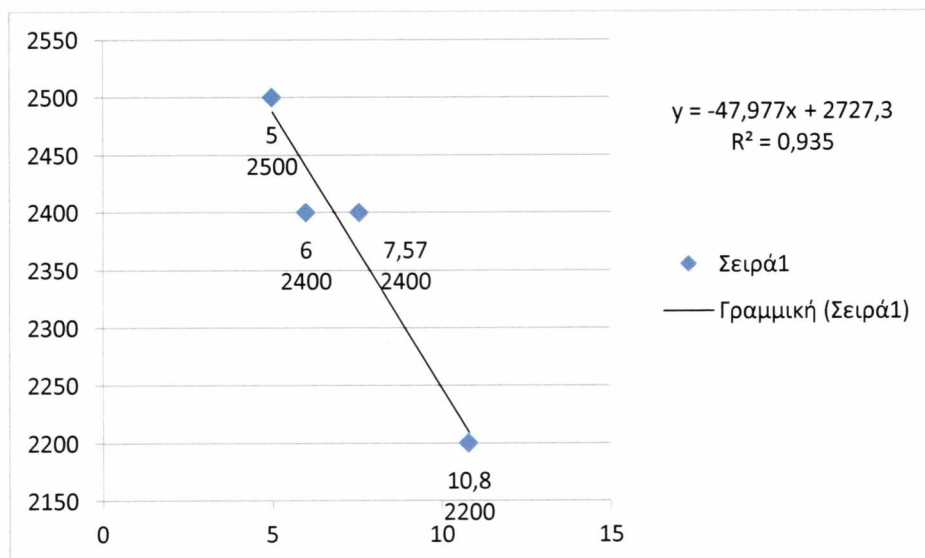


**Σχήμα 11:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας ξεκαλονπόματος πλάκας οροφής και δοκαριών ισογείου (άξονας Υ) .

Εργασία που αφορά το ξεκαλούπωμα πλάκας οροφής και δοκαριών 1ου ορόφου με ημερομίσθιο 100€.

ΞΠΟ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	5	5	2500
	6	4	2400
	7,57	3	2400
	10,8	2	2200

**Πίνακας 22 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών 1ου ορόφου (ΞΠΟ) .**

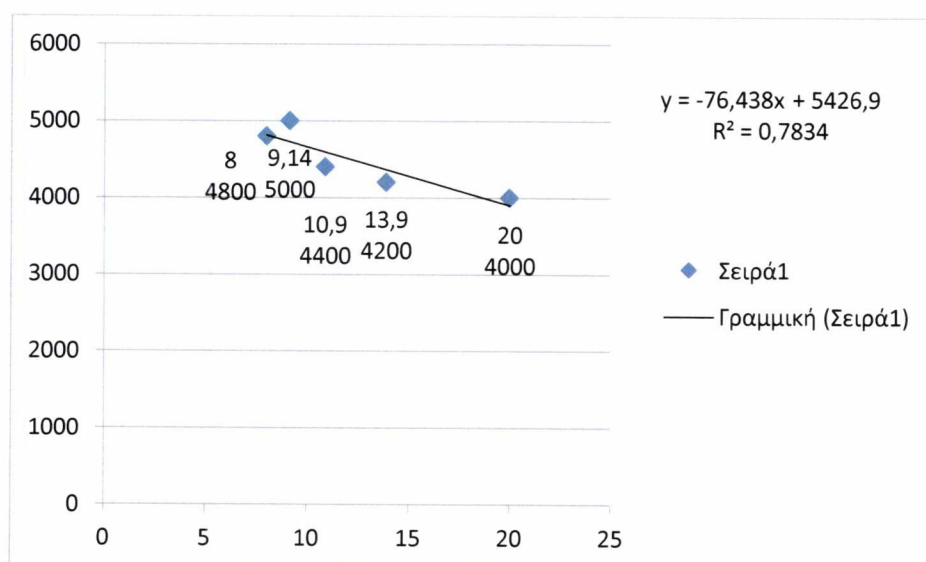


**Σχήμα 12: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας ξεκαλουπώματος πλάκας οροφής και δοκαριών 1ου ορόφου (άξονας Υ) .**

Εργασία που αφορά το καλούπωμα δεξαμενής νερού με ημερομίσθιο 100€.

ΚΔ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	8	6	4800
	9,14	5	5000
	10,9	4	4400
	13,9	3	4200
	20	2	4000

**Πίνακας 23 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας καλουπώματος δεξαμενής νερού (ΚΔ).

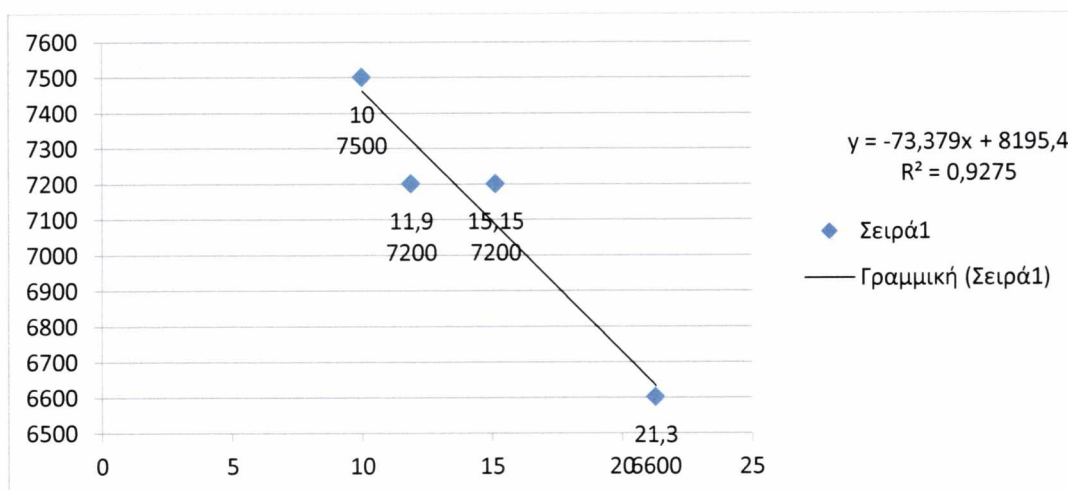


**Σχήμα 13:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας καλουπώματος δεξαμενής νερού (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ύδρευση-αποχέτευση υπογείου με ημερομίσθιο 150€.

ΥΑΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	10	5	7500
	11,9	4	7200
	15,15	3	7200
	21,3	2	6600

**Πίνακας 24 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης υπογείου (ΥΑΥ).

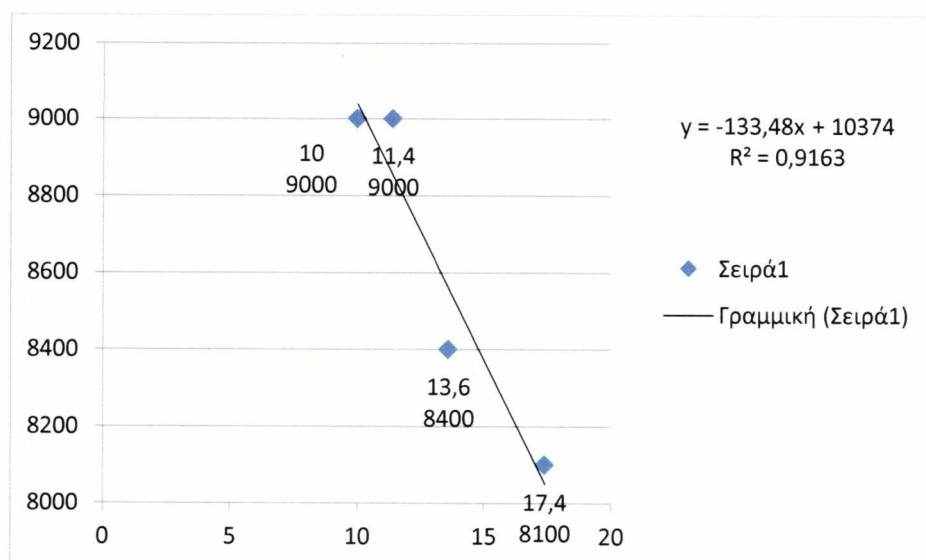


**Σχήμα 14:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης υπογείου (άξονας Υ) .

Εργασία που αφορά την ύδρευση-αποχέτευση περιβάλλοντος χώρου με ημερομίσθιο 150€.

ΥΑΠ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	10	6	9000
	11,4	5	9000
	13,6	4	8400
	17,4	3	8100

**Πίνακας 25 :** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης περιβάλλοντος χώρου (ΥΑΠ).

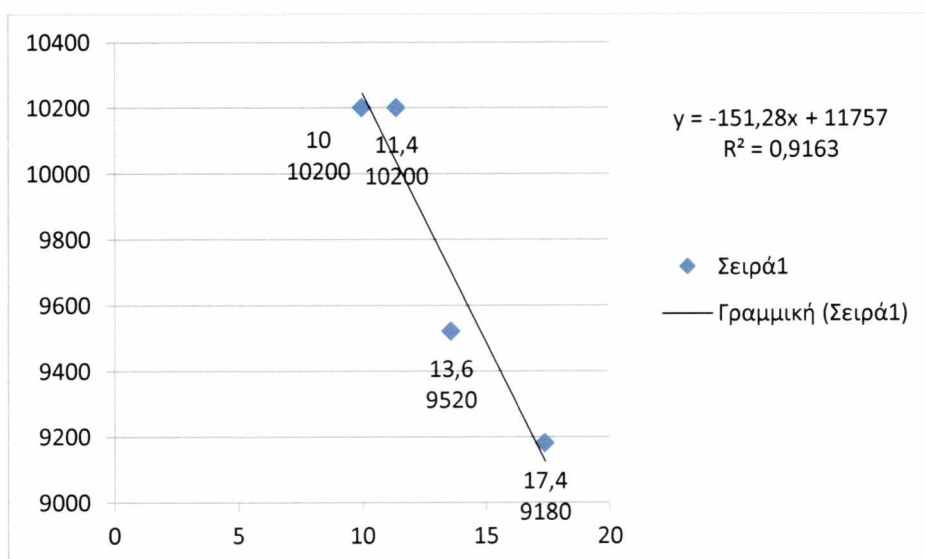


**Σχήμα 15:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης περιβάλλοντος χώρου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ενεργητική πυροπροστασία υπογείου με ημερομίσθιο 170€.

ΕΝΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	10	6	10200
	11,4	5	10200
	13,6	4	9520
	17,4	3	9180

**Πίνακας 26 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας υπογείου (ΕΝΥ).

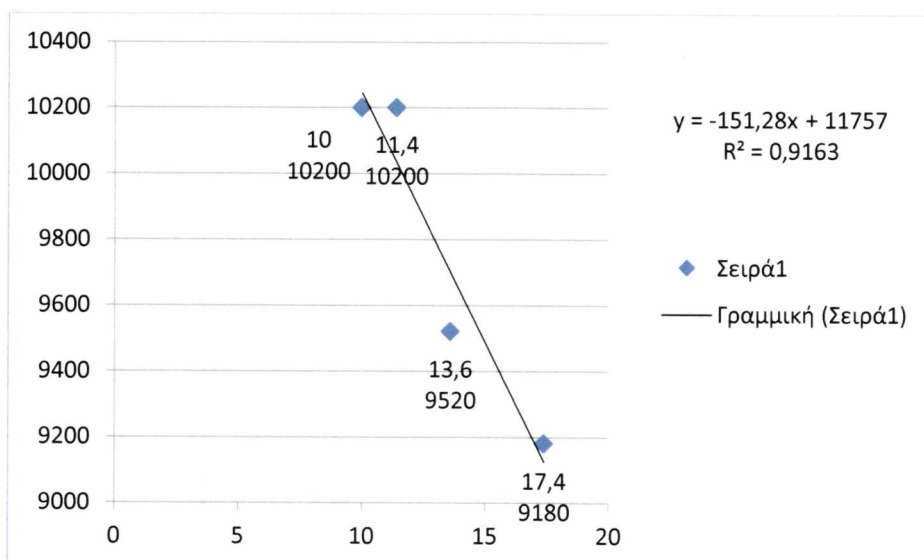


**Σχήμα 16:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας υπογείου(άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ενεργητική πυροπροστασία ισογείου με ημερομίσθιο 170€.

ENI	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	10	6	10200
	11,4	5	10200
	13,6	4	9520
	17,4	3	9180

**Πίνακας 27 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας ισογείου (ENI).

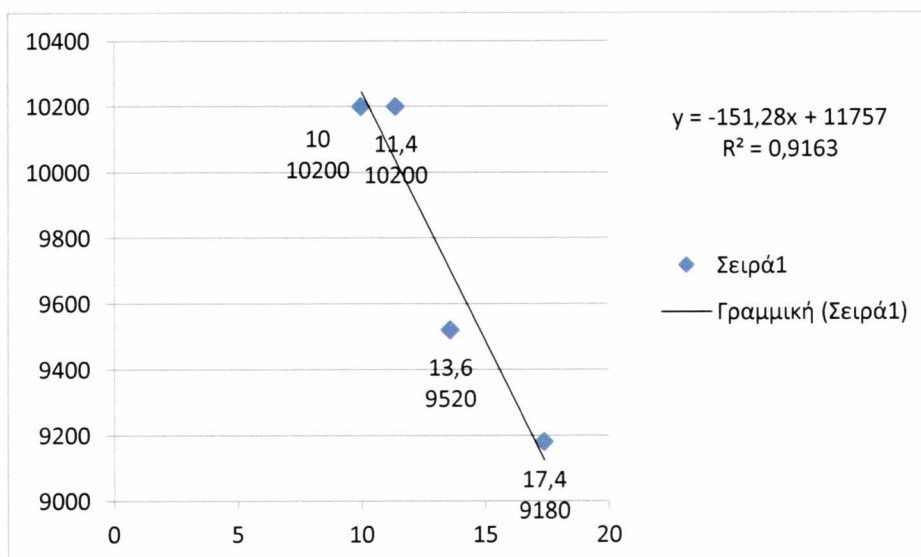


**Σχήμα 17:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας ισογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ενεργητική πυροπροστασία 1ου ορόφου με ημερομίσθιο 170€.

ENO	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	10	6	10200
	11,4	5	10200
	13,6	4	9520
	17,4	3	9180

**Πίνακας 28:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 1ου ορόφου (ENO).

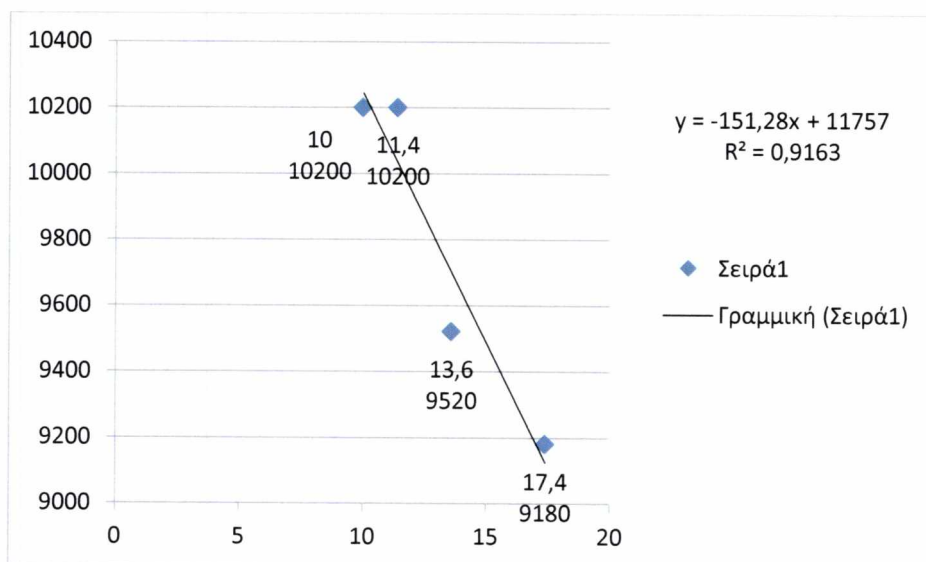


**Σχήμα 18:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 1ου ορόφου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ενεργητική πυροπροστασία 2ου ορόφου με ημερομίσθιο 170€.

ENP	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	10	6	10200
	11,4	5	10200
	13,6	4	9520
	17,4	3	9180

**Πίνακας 29 :** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 2ου ορόφου(ENP).

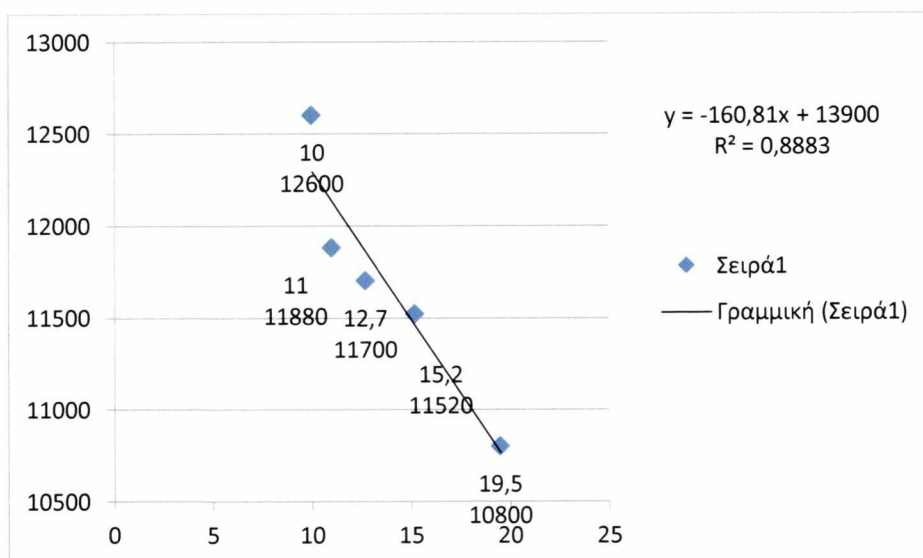


**Σχήμα 19:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ενεργητικής πυροπροστασίας 2ου ορόφου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά το βιομηχανικό δάπεδο υπογείου με ημερομίσθιο 180€.

ΒΔΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	10	7	12600
	11	6	11880
	12,7	5	11700
	15,2	4	11520
	19,5	3	10800

**Πίνακας 30 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας βιομηχανικού δαπέδου υπογείου (ΒΔΥ).

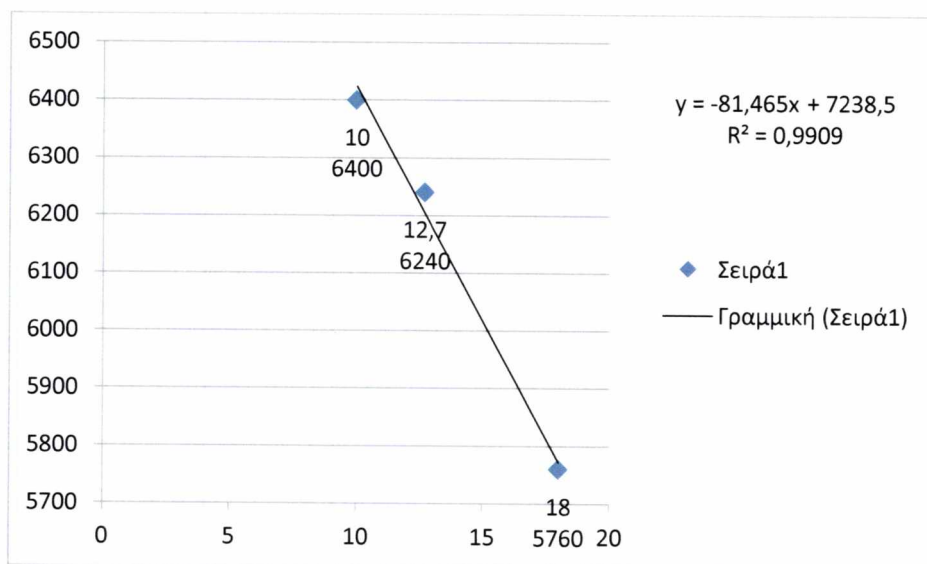


**Σχήμα 20:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας βιομηχανικού δαπέδου υπογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τις πυράντοχες θύρες υπογείου με ημερομίσθιο 160€.

ΠΥΡΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	10	4	6400
	12,7	3	6240
	18	2	5760

**Πίνακας 31 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας πυράντοχων θυρών υπογείου (ΠΥΡΥ).

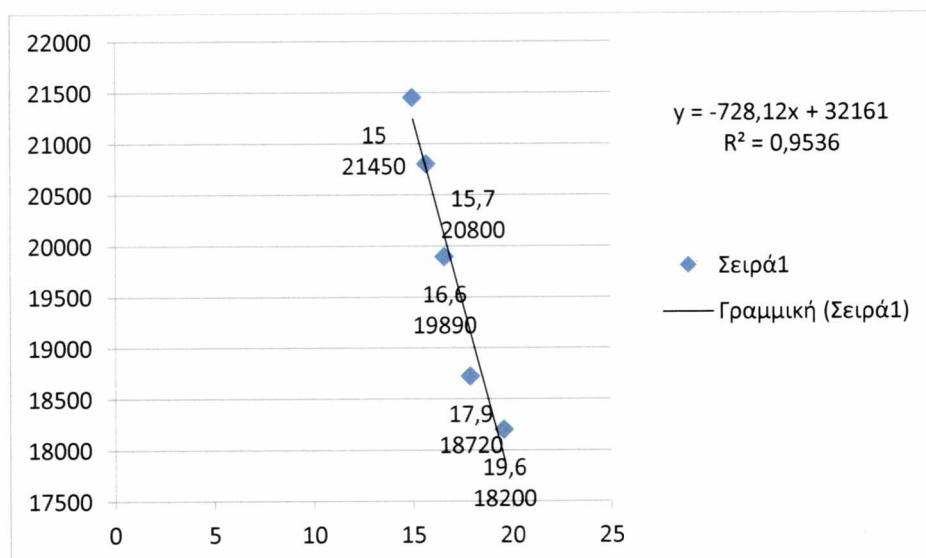


**Σχήμα 21:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας πυράντοχων θυρών υπογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τα ασφαλικά περιβάλλοντος χώρου με ημερομίσθιο 130€.

ΑΣΦ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	15	11	21450
	15,7	10	20800
	16,6	9	19890
	17,9	8	18720
	19,6	7	18200

**Πίνακας 32 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ασφαλτικών περιβάλλοντος χώρου (ΑΣΦ).

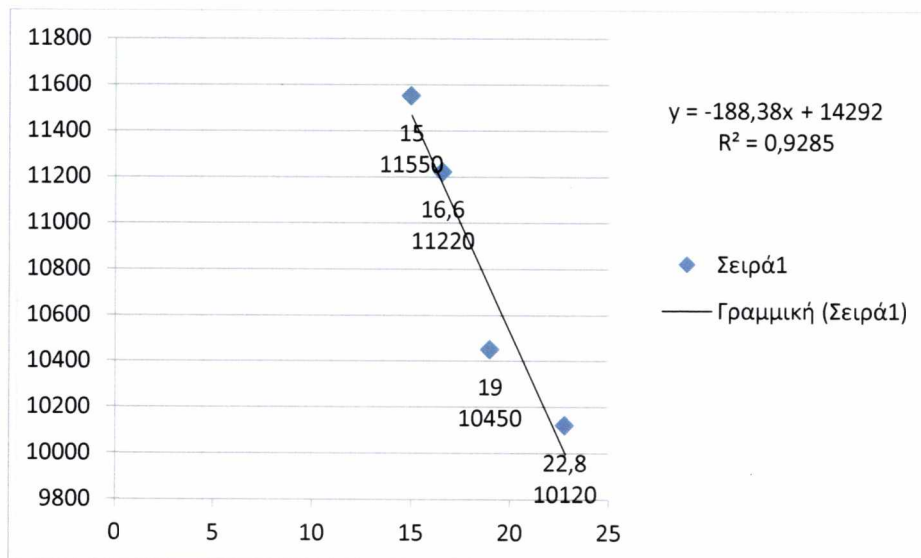


**Σχήμα 22:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ασφαλτικών περιβάλλοντος χώρου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την τοιχοποιία υπογείου με ημερομίσθιο 110€.

ΤΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	15	7	11550
	16,6	6	11220
	19	5	10450
	22,8	4	10120

**Πίνακας 33 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοιχοποιίας υπογείου(ΤΥ).

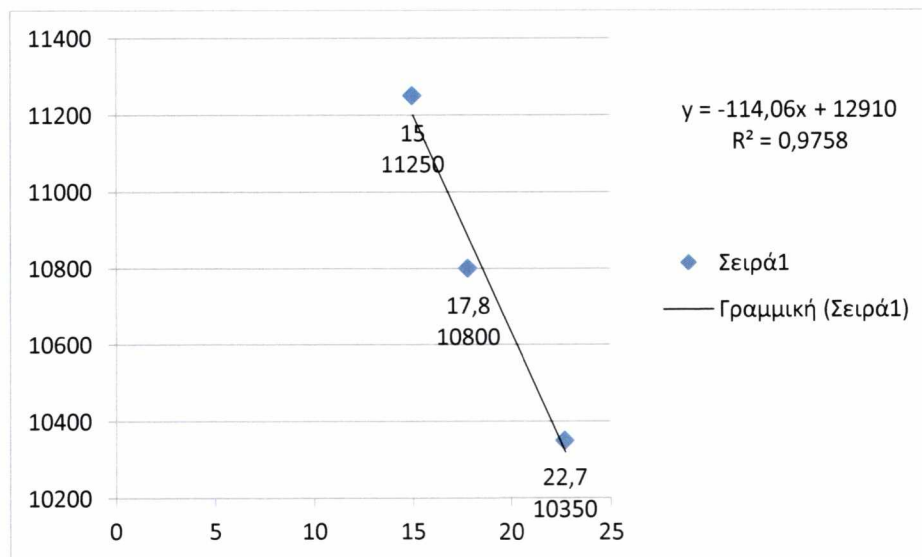


**Σχήμα 23:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας τοιχοποιίας υπογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ύδρευση - αποχέτευση ισογείου με ημερομίσθιο 150€.

ΥΑΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	15	5	11250
	17,8	4	10800
	22,7	3	10350

**Πίνακας 34 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ύδρευσης αποχέτευσης ισογείου(ΥΑΙ).

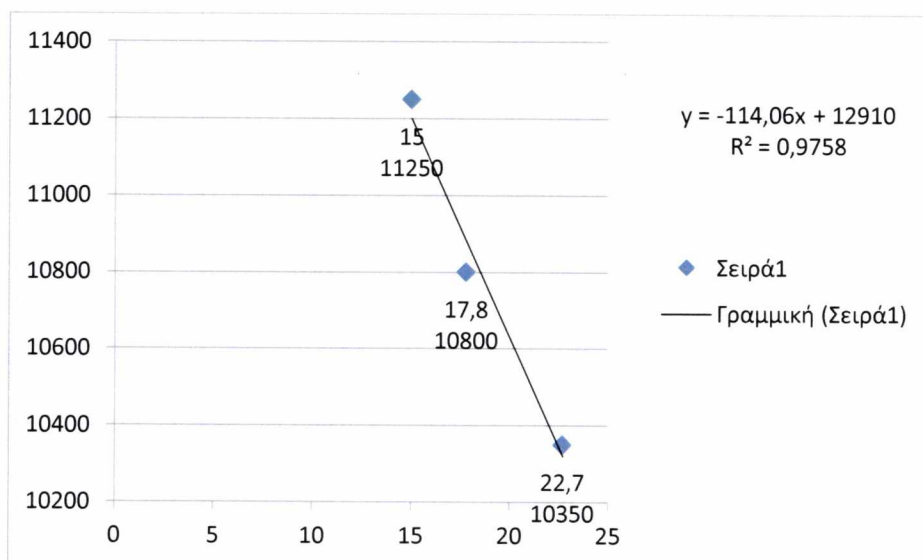


**Σχήμα 24:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ύδρευσης- αποχέτευσης ισογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ύδρευση - αποχέτευση 2ου ορόφου με ημερομίσθιο 150€.

ΥΑΡ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	15	5	11250
	17,8	4	10800
	22,7	3	10350

**Πίνακας 35 :** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ύδρευσης αποχέτευσης 2ου ορόφου (ΥΑΡ).

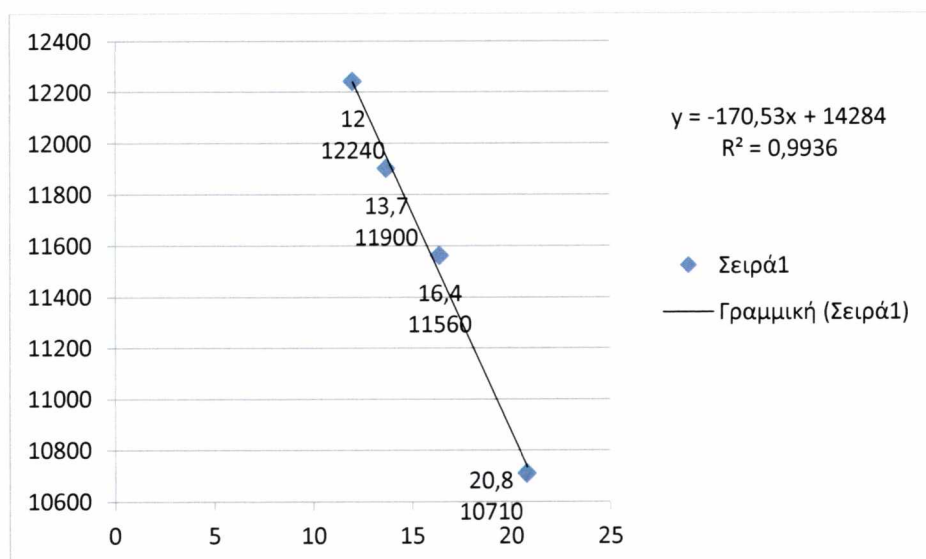


**Σχήμα 25:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ύδρευσης-αποχέτευσης 2ου ορόφου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τα ιατρικά αέρια ισογείου με ημερομίσθιο 170€.

ΙΑΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	12	6	12240
	13,7	5	11900
	16,4	4	11560
	20,8	3	10710

**Πίνακας 36 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ιατρικών αερίων ισογείου (ΙΑΙ).

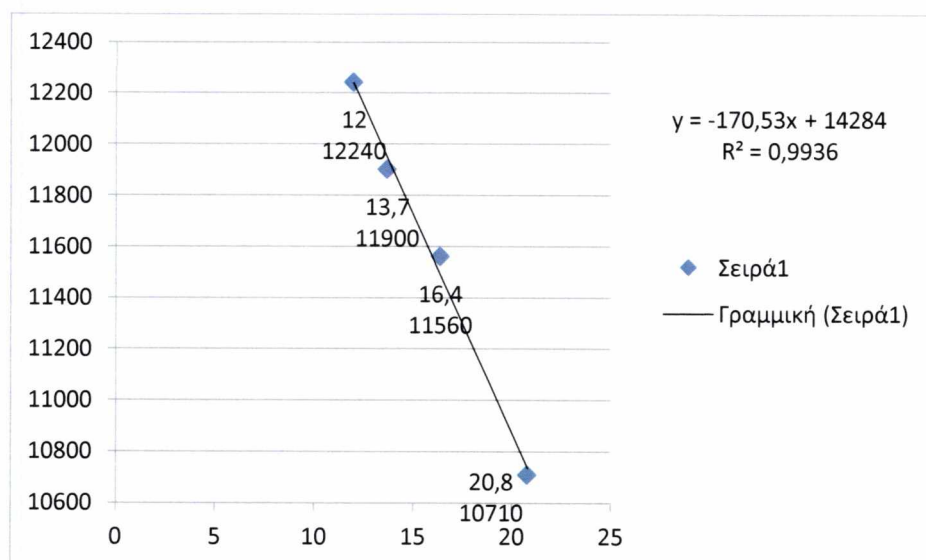


**Σχήμα 26:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ιατρικών αερίων ισογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τα ιατρικά αέρια 1ου ορόφου με ημερομίσθιο 170€.

ΙΑΟ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	12	6	12240
	13,7	5	11900
	16,4	4	11560
	20,8	3	10710

**Πίνακας 37 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ιατρικών αερίων 1ου ορόφου (ΙΑΟ).

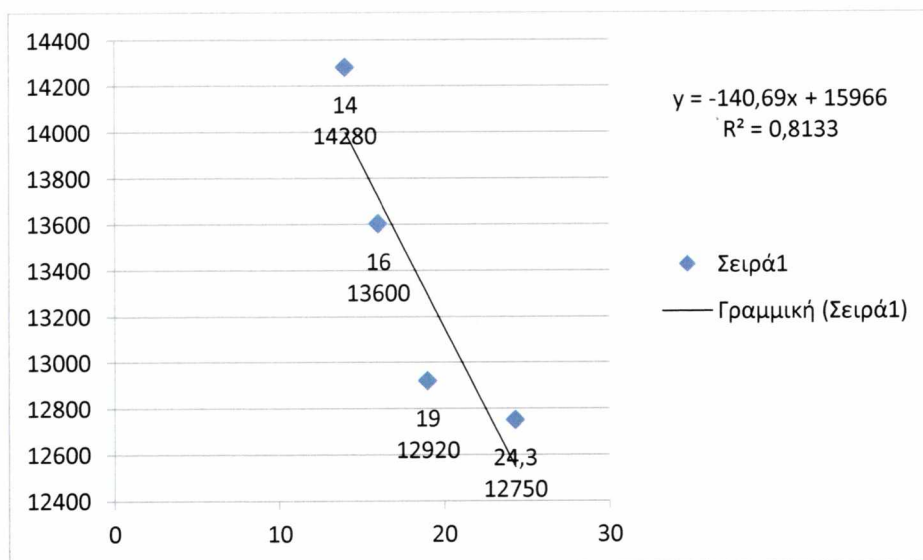


**Σχήμα 27:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ιατρικών αερίων 1ου ορόφου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τα ιατρικά αέρια 2ου ορόφου με ημερομίσθιο 170€.

IAP	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	14	6	14280
	16	5	13600
	19	4	12920
	24,3	3	12750

**Πίνακας 38 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ιατρικών αερίων 2ου ορόφου (IAP).

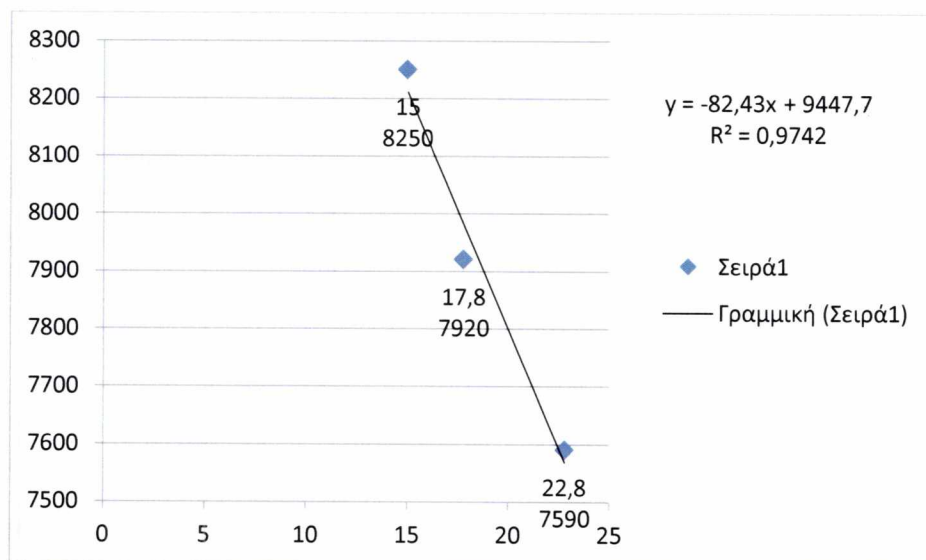


**Σχήμα 28:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ιατρικών αερίων 2ου ορόφου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά το δάπεδο ισογείου με ημερομίσθιο 110€.

ΔΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	15	5	8250
	17,8	4	7920
	22,8	3	7590

**Πίνακας 39 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας δαπέδου ισογείου (ΔΙ).

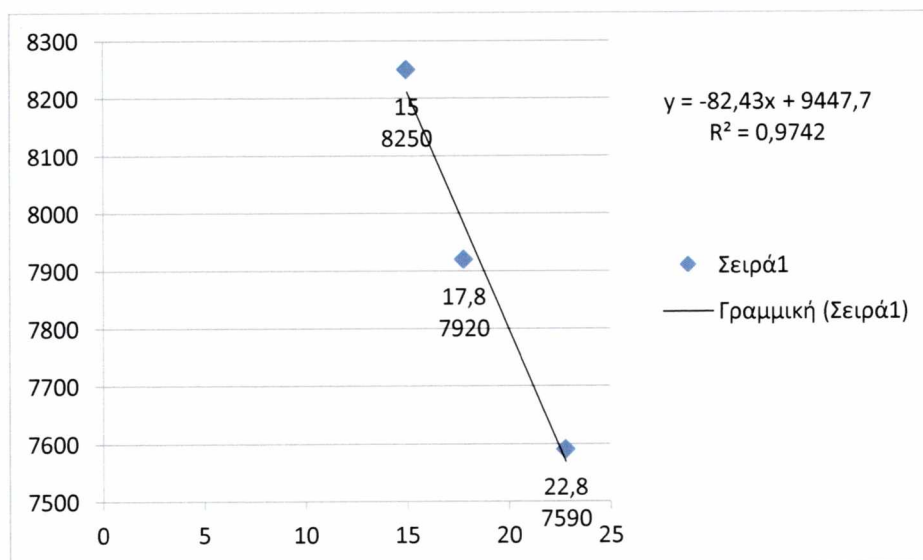


**Σχήμα 29:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας δαπέδου ισογείου (άξονας Υ) .

Εργασία που αφορά το δάπεδο 1ου ορόφου με ημερομίσθιο 110€.

ΔΟ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	15	5	8250
	17,8	4	7920
	22,8	3	7590

**Πίνακας 40 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας δαπέδου 1ου ορόφου (ΔΟ).

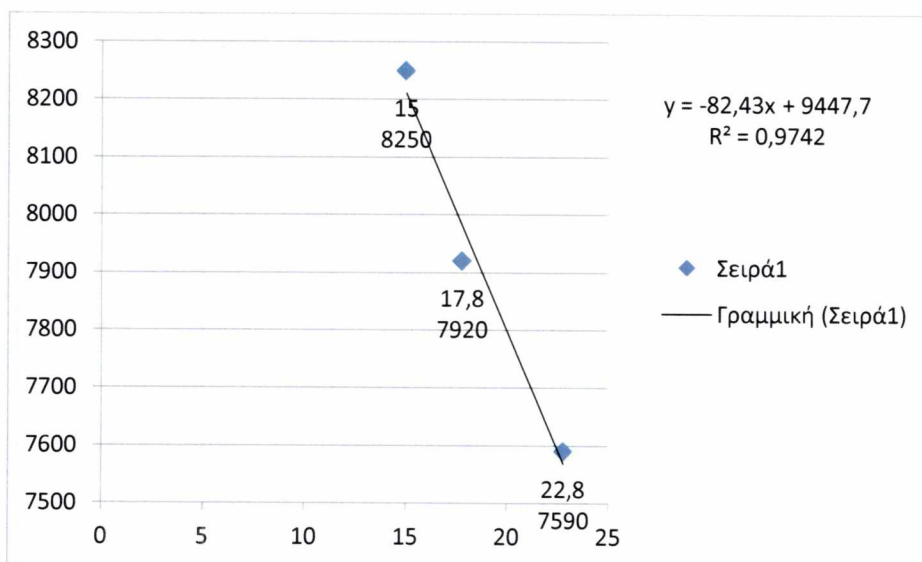


**Σχήμα 30:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας δαπέδου 1ου ορόφου (άξονας Υ) .

Εργασία που αφορά το δάπεδο 2ου ορόφου με ημερομίσθιο 110€.

ΔΡ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	15	5	8250
	17,8	4	7920
	22,8	3	7590

**Πίνακας 41 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας δαπέδου 2ου ορόφου (ΔΡ).**

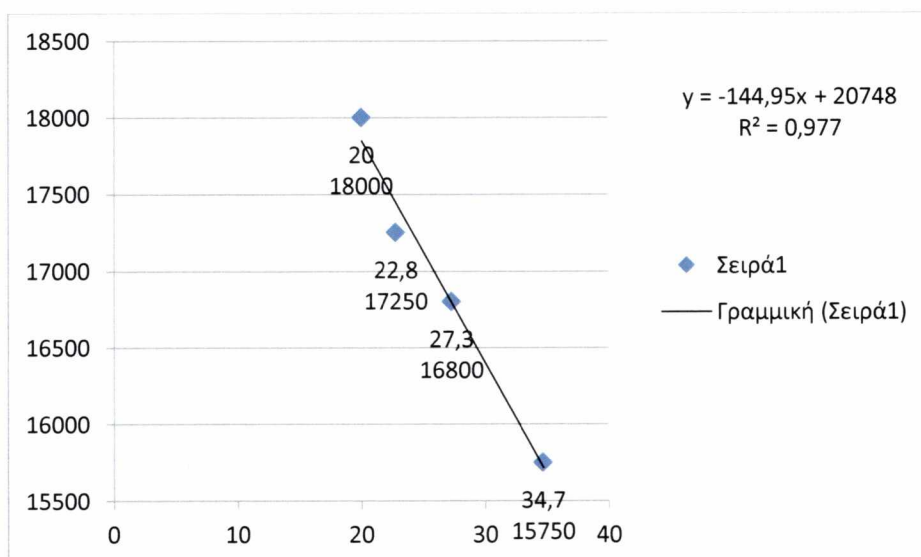


**Σχήμα 31: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας δαπέδου 2ου ορόφου (άξονας Υ) .**

Εργασία που αφορά την ηλεκτρολογική εγκατάσταση υπογείου με ημερομίσθιο 150€.

ΗΛΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	20	6	18000
	22,8	5	17250
	27,3	4	16800
	34,7	3	15750

**Πίνακας 42 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης υπογείου (ΗΛΥ).

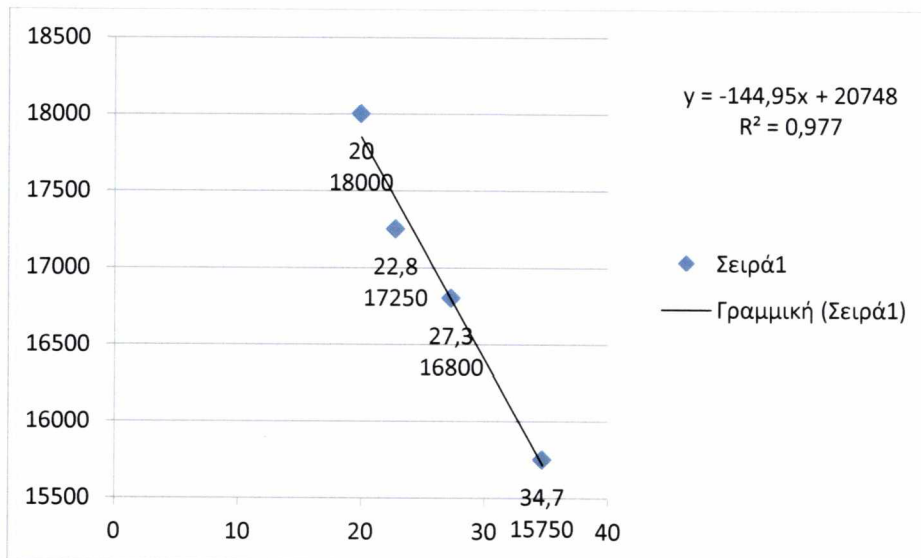


**Σχήμα 32:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους ηλεκτρολογικής εγκατάστασης υπογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ηλεκτρολογική εγκατάσταση ισογείου με ημερομίσθιο 150€.

ΗΛΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	20	6	18000
	22,8	5	17250
	27,3	4	16800
	34,7	3	15750

**Πίνακας 43 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ισογείου (ΗΛΙ).

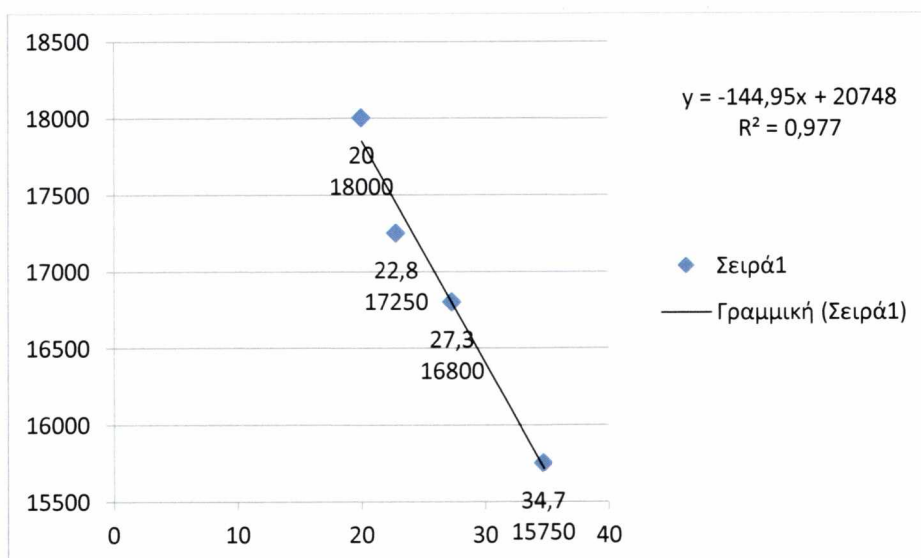


**Σχήμα 33:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ισογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την ηλεκτρολογική εγκατάσταση 2ου ορόφου με ημερομίσθιο 150€.

ΗΛΡ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	20	6	18000
	22,8	5	17250
	27,3	4	16800
	34,7	3	15750

**Πίνακας 44 :** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης 2ου ορόφου (ΗΛΡ).

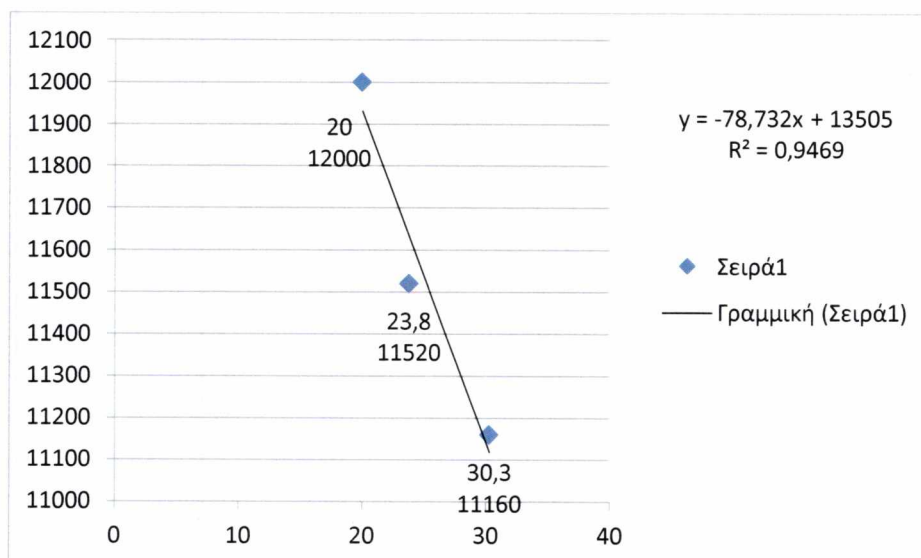


**Σχήμα 34:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους ηλεκτρολογικής εγκατάστασης 2ου ορόφου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την τοποθέτηση ανελκυστήρων με ημερομίσθιο 120€.

ANE	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	20	5	12000
	23,8	4	11520
	30,3	3	11160

**Πίνακας 45 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοποθέτησης ανελκυστήρων (ANE).

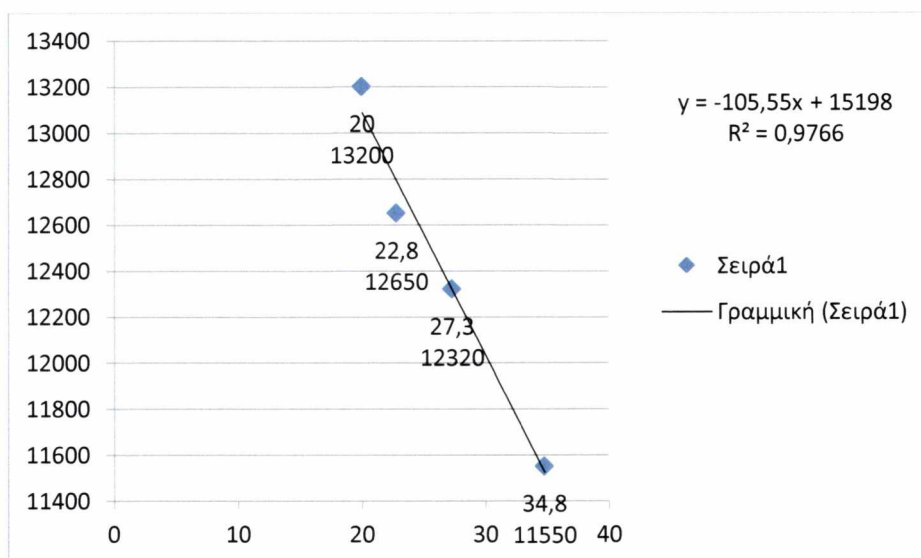


**Σχήμα 35:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας τοποθέτησης ανελκυστήρων (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τα επιχρίσματα υπογείου με ημερομίσθιο 110€.

ΕΠΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	20	6	13200
	22,8	5	12650
	27,3	4	12320
	34,8	3	11550

**Πίνακας 46 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας επιχρισμάτων υπογείου (ΕΠΥ).

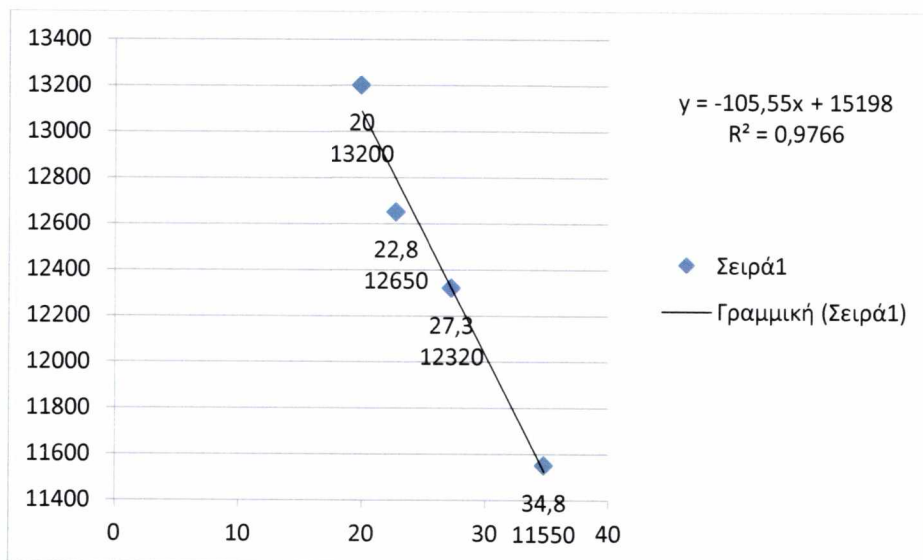


**Σχήμα 36:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας επιχρισμάτων υπογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τα επιχρίσματα ισογείου με ημερομίσθιο 110€.

ΕΠΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	20	6	13200
	22,8	5	12650
	27,3	4	12320
	34,8	3	11550

**Πίνακας 47 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας επιχρισμάτων ισογείου (ΕΠΙ).

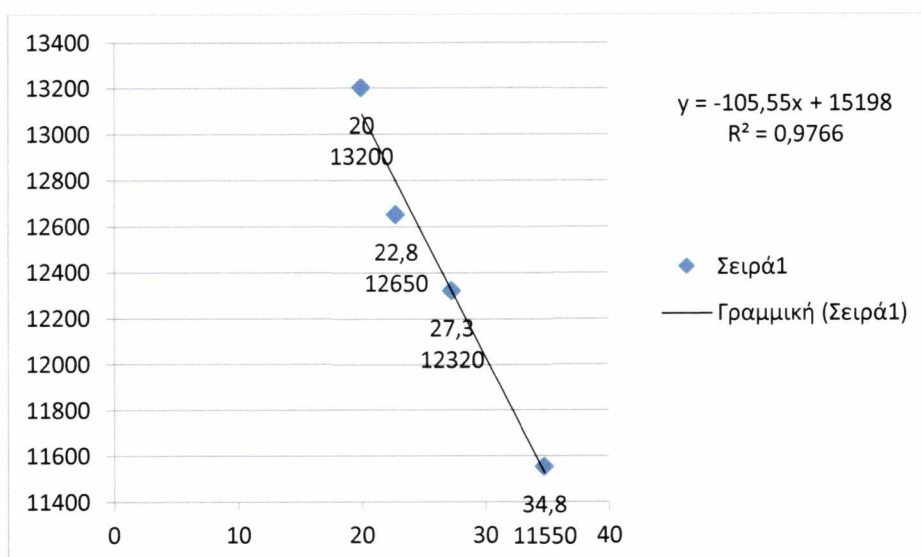


**Σχήμα 37:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας επιχρισμάτων ισογείου (άξονας Υ) .

Εργασία που αφορά τα επιχρίσματα 2ου ορόφου με ημερομίσθιο 110€.

ΕΠΡ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	20	6	13200
	22,8	5	12650
	27,3	4	12320
	34,8	3	11550

**Πίνακας 48 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας επιχρισμάτων 2ου ορόφου (ΕΠΡ).

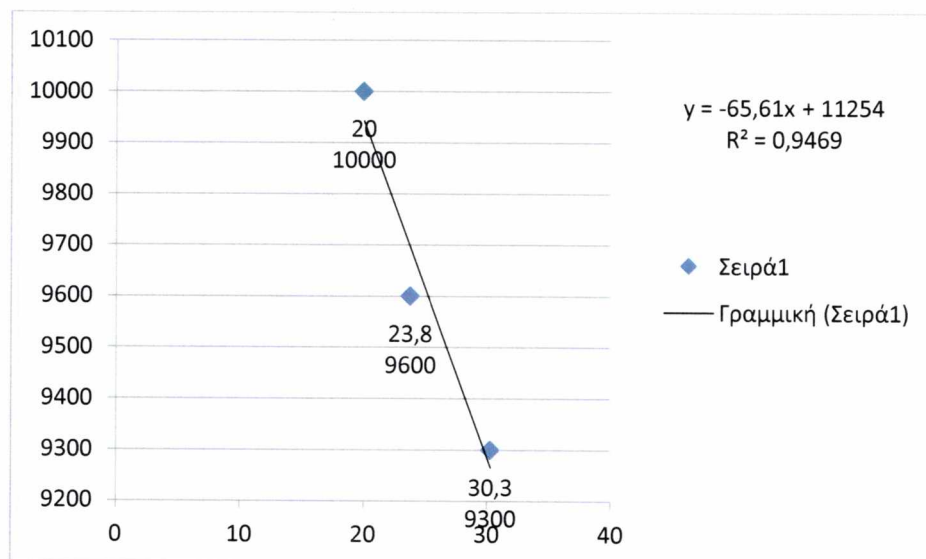


**Σχήμα 38:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας επιχρισμάτων 2ου ορόφου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την πεζοδρόμηση περιβάλλοντος χώρου με ημερομίσθιο 100€.

ΠΕΖ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	20	5	10000
	23,8	4	9600
	30,3	3	9300

**Πίνακας 49 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας πεζοδρόμησης περιβάλλοντος χώρου (ΠΕΖ).

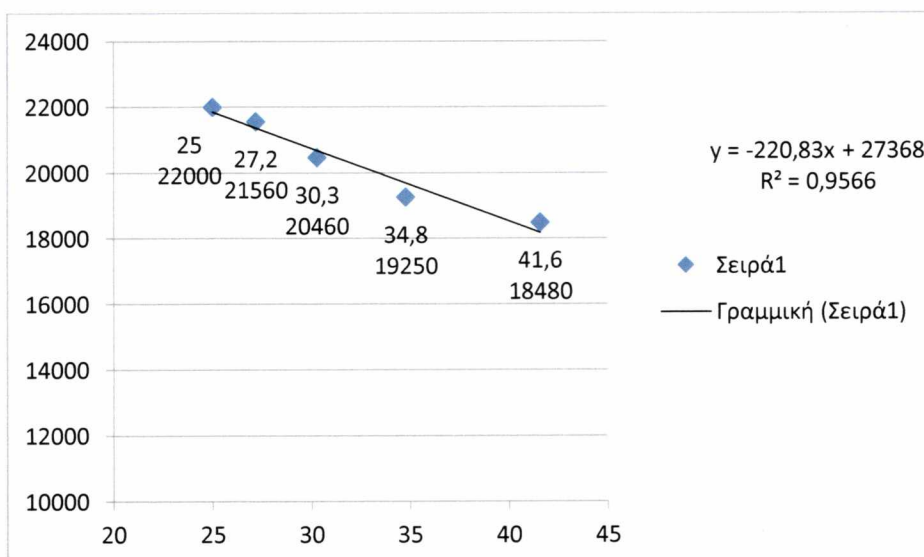


**Σχήμα 39:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας πεζοδρόμησης περιβάλλοντος χώρου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την τοιχοποιία ισογείου με ημερομίσθιο 110€.

ΤΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	25	8	22000
	27,2	7	21560
	30,3	6	20460
	34,8	5	19250
	41,6	4	18480

Πίνακας 50 :Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοιχοποιίας ισογείου (ΤΙ).

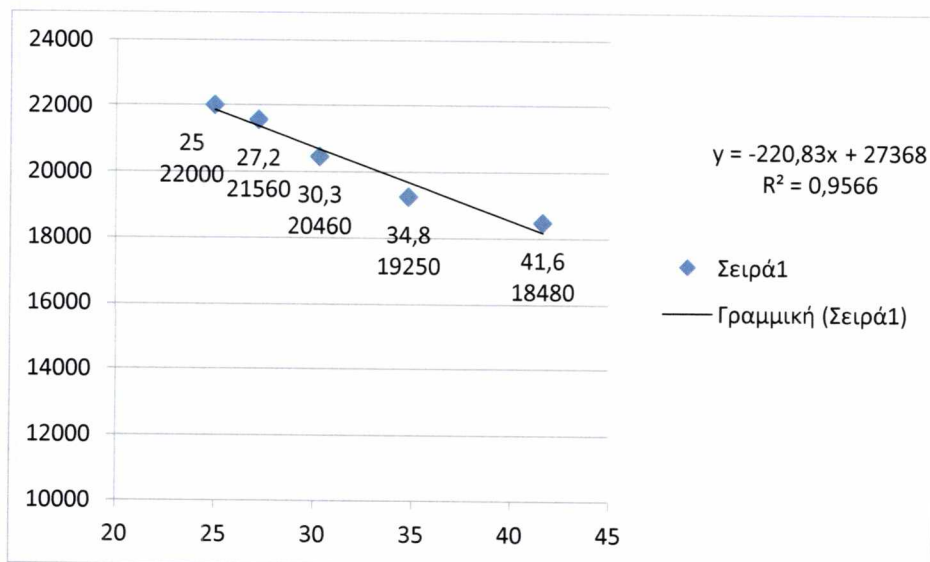


Σχήμα 40: Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας τοιχοποιίας ισογείου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την τοιχοποιία 2ου ορόφου με ημερομίσθιο 110€.

TP	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	25	8	22000
	27,2	7	21560
	30,3	6	20460
	34,8	5	19250
	41,6	4	18480

**Πίνακας 51 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοιχοποιίας 2ου ορόφου (TP).

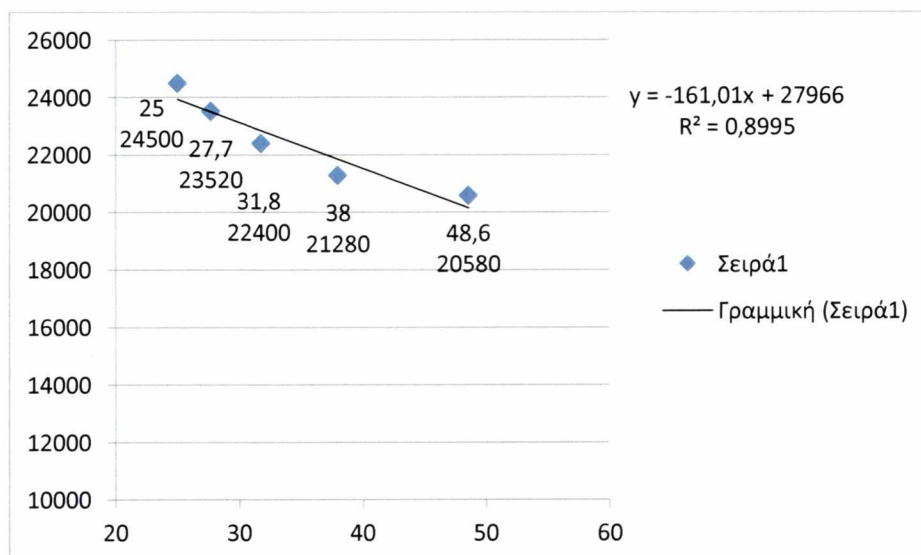


**Σχήμα 41:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας τοιχοποιίας 2ου ορόφου (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τον κλιματισμό - αερισμό υπογείου με ημερομίσθιο 140€.

ΚΑΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	25	7	24500
	27,7	6	23520
	31,8	5	22400
	38	4	21280
	48,6	3	20580

**Πίνακας 52 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κλιματισμού -αερισμού υπογείου(ΚΑΥ).

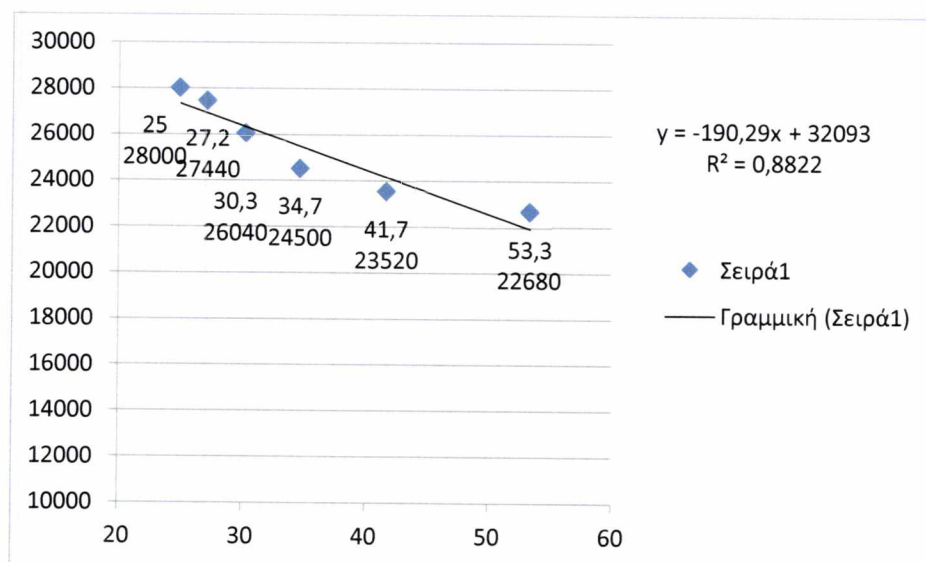


**Σχήμα 42:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας Χ) συναρτήσει κόστους εργασίας κλιματισμού - αερισμού υπογείου(άξονας Υ) .

Εργασία που αφορά τον κλιματισμό - αερισμό 1ου ορόφου με ημερομίσθιο 140€.

ΚΑΟ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	25	8	28000
	27,2	7	27440
	30,3	6	26040
	34,7	5	24500
	41,7	4	23520
	53,3	3	22680

**Πίνακας 53 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κλιματισμού -αερισμού 1ου ορόφου (ΚΑΟ).

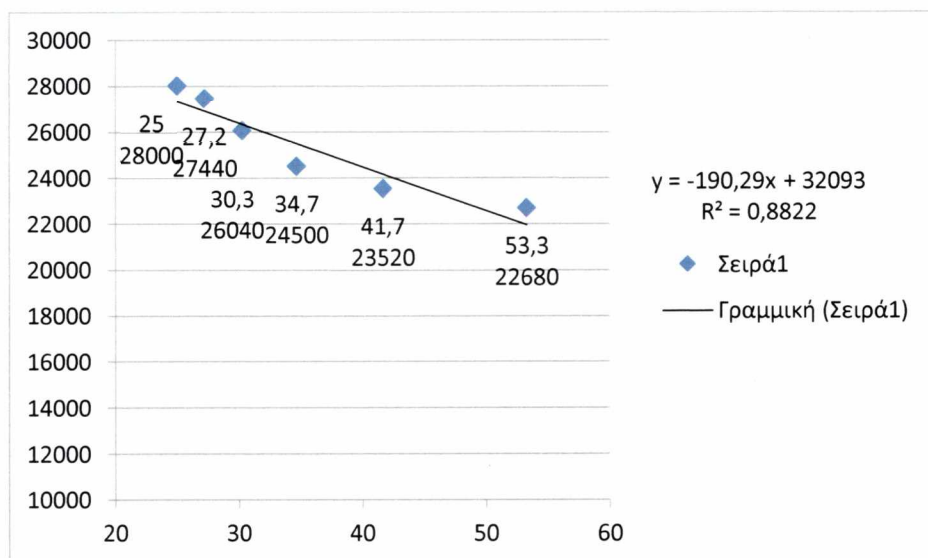


**Σχήμα 43:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας κλιματισμού - αερισμού 1ου ορόφου(άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τον κλιματισμό - αερισμό 2ου ορόφου με ημερομίσθιο 140€.

ΚΑΡ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	25	8	28000
	27,2	7	27440
	30,3	6	26040
	34,7	5	24500
	41,7	4	23520
	53,3	3	22680

**Πίνακας 54 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κλιματισμού -αερισμού 2ου ορόφου (ΚΑΡ).

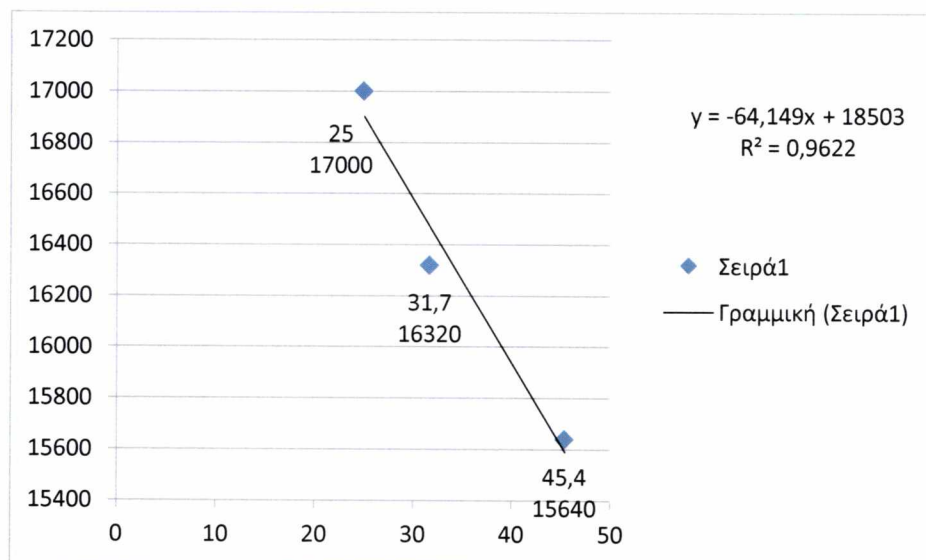


**Σχήμα 44:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας κλιματισμού - αερισμού 2ου ορόφου(άξονας Y) .

Εργασία που αφορά την εγκατάσταση υποσταθμού με ημερομίσθιο 170€.

ΥΠ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	25	4	17000
	31,7	3	16320
	45,4	2	15640

**Πίνακας 55 :** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας εγκατάστασης υποσταθμού (ΥΠ).

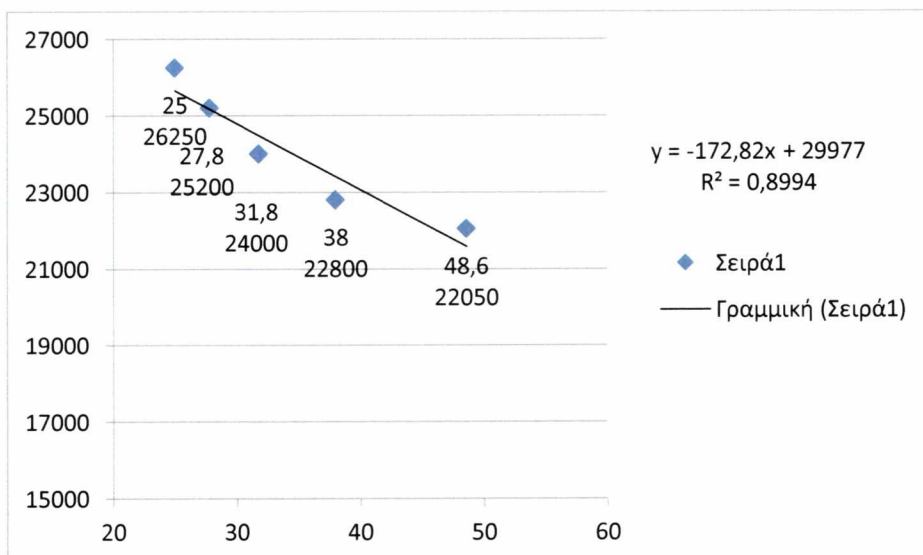


**Σχήμα 45:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας εγκατάστασης υποσταθμού (άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τα κουφώματα - υαλουργικά με ημερομίσθιο 150€.

ΚΟΥ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	25	7	26250
	27,8	6	25200
	31,8	5	24000
	38	4	22800
	48,6	3	22050

**Πίνακας 56 :**Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κουφωμάτων - υαλουργικών (ΚΟΥ).

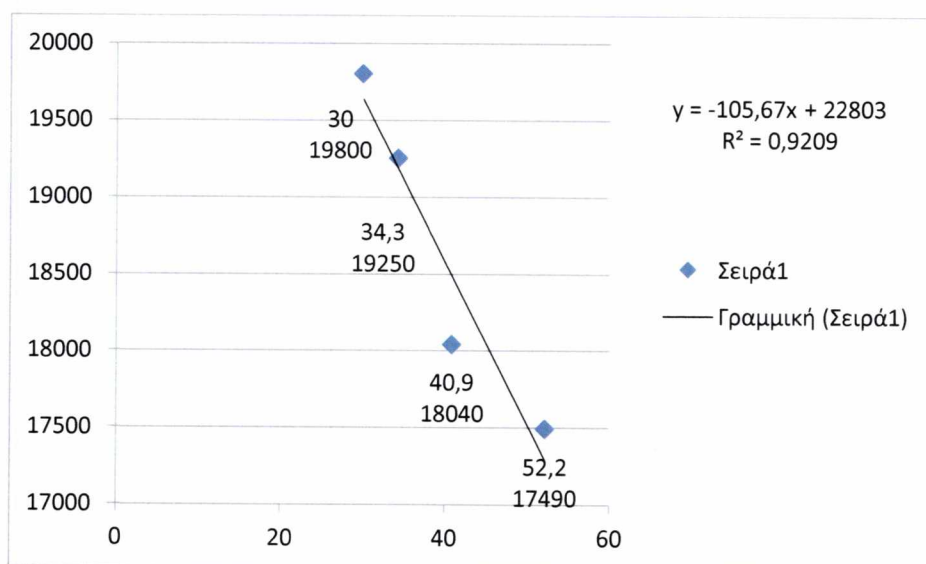


**Σχήμα 46:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας κουφωμάτων - υαλουργικών(άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τα εξωτερικά επιχρίσματα με ημερομίσθιο 110€.

ΕΠΕ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	30	6	19800
	34,3	5	19250
	40,9	4	18040
	52,2	3	17490

**Πίνακας 57 :** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας εξωτερικών επιχρισμάτων (ΕΠΕ).

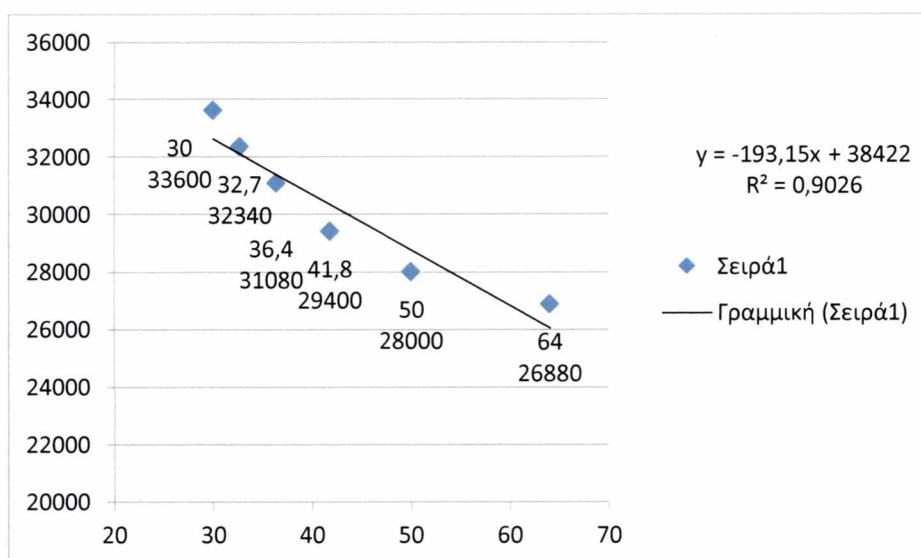


**Σχήμα 47:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας εξωτερικών επιχρισμάτων(άξονας Y) .

Εργασία που αφορά τις ψευδοροφές - χρωματισμούς ισογείου με ημερομίσθιο 140€.

ΨΧΙ	Ημέρες	Αριθμός εργατών	Κόστος
	30	8	33600
	32,7	7	32340
	36,4	6	31080
	41,8	5	29400
	50	4	28000
	64	3	26880

**Πίνακας 58 :** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες , αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ψευδοροφών - χρωματισμών ισογείου(ΨΧΙ).



**Σχήμα 48:** Ανάλυση διάρκειας σε ημέρες (άξονας X) συναρτήσει κόστους εργασίας ψευδοροφών - χρωματισμών ισογείου (άξονας Y) .

## Κεφάλαιο 7.Βιβλιογραφία

- Δημητριάδης, Α, 2009. Διοίκηση – Διαχείριση Έργου (Project Management) Μεθοδολογία και Τεχνικές Εφαρμογές με το MS-Project 98, Έκδοση 1<sup>η</sup>. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Ιωάννου, Γ, 2005. Δίοικηση παραγωγής και υπηρεσιών, Έκδοση 1<sup>η</sup>. Εκδόσεις Σταμούλη.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000124508