



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

## ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ

υπό

**ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΤΣΟΒΟΥ**

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Γεώργιος Σαχαρίδης



Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των  
απαιτήσεων για την απόκτηση του  
Διπλώματος Μηχανολόγου Μηχανικού

2013

© 2013 Κοτσοβός Γεώργιος

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).

## **Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:**

Πρώτος Εξεταστής      Δρ. Σαχαρίδης Γεώργιος  
(Επιβλέπων)            Λέκτορας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο  
   Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής    Δρ. Λυμπερόπουλος Γεώργιος  
   Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο  
   Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής      Δρ. Παντελής Δημήτριος  
   Επίκουρος καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,  
   Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Οφείλω να ευχαριστήσω θερμά για τη βοήθεια που μου προσέφεραν στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής:

Τον κύριο Γεώργιο Σαχαρίδη, λέκτορα του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ως επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ακόμη, οφείλω να τον ευχαριστήσω για το αμείωτο ενδιαφέρον, τις πολύτιμες συμβουλές και γνώσεις που μου μετέδωσε για την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής.

Τους καθηγητές του τομέα Οργάνωσης Παραγωγής και Βιομηχανικής Διοίκησης του τμήματος των Μηχανολόγων Μηχανικών του Π.Θ. για τις γνώσεις που μου προσέφεραν.

Την Αναστασία Σπαθή μεταπτυχιακή φοιτήτρια του τμήματος για την βοήθειά της σε καίρια σημεία, την συμπαράσταση και την υποστήριξή της τις ώρες που εργαστήκαμε μαζί στο εργαστήριο του τμήματος.

Την Ευτυχία Κωσταρέλου υποψήφια διδάκτωρ του τμήματος για την υποστήριξη στη διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον φίλο μου Γεώργιο Αποστόλου για τη συνεργασία, τα στοιχεία που μου παρείχε, την προθυμία του να με βοηθήσει σε ότι του ζητούσα και την ψυχολογική υποστήριξη.

Τους γονείς μου και την αδερφή μου για την ανυπολόγιστη υποστήριξη, ηθική και υλική εδώ και 25 χρόνια.

Τους φίλους και τις φίλες μου για την συμπαράσταση και την υπομονή τους.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τον χρονικό προγραμματισμό και την βελτιστοποίηση της διαχείρισης έργου κατασκευής. Συγκεκριμένα γίνεται η μοντελοποίηση του προγραμματισμού της κατασκευής του έργου με σκοπό την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους και στην συνέχεια η επίλυση αυτού του μοντέλου με τη βοήθεια του προγραμματιστικού εργαλείου της Cplex και η προσπάθεια εύρεσης της βέλτιστης λύσης.

Αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 1 γίνεται η αναφορά στην έννοια της οργάνωσης του έργου . Επιπλέον γίνεται μια ανάλυση των μορφών οργάνωσης και επισημαίνονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της καθεμίας. Τέλος γίνεται ένας διαχωρισμός των οργανωτικών μηχανισμών και ορίζεται ο ρόλος του υπευθύνου του έργου (Project Manager).

Στο κεφάλαιο 2, γίνεται η περιγραφή του έργου που μελετήθηκε στη συγκεκριμένη διπλωματική και η παρουσίαση και ανάλυση της κάθε μίας εργασίας που το απαρτίζει.

Στο κεφάλαιο 3, αναπτύσσεται και αναλύεται η μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής καθώς και οι βασικοί ορισμοί αυτής της τεχνικής. Επιπρόσθετα στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται η εύρεση της κρίσιμης διαδρομής του συνόλου των δραστηριοτήτων του έργου που μελετήθηκε και γίνεται η ανάλυσή της.

Στο κεφάλαιο 4, γίνεται η βελτιστοποίηση του έργου με σκοπό την μείωση του κόστους. Ουσιαστικά γίνεται η μοντελοποίηση του προβλήματος κάτω από ειδικούς περιορισμούς και στη συνέχεια γίνεται η επίλυση του.

Το κεφάλαιο 5 ουσιαστικά αποτελεί τον επίλογο αυτής της εργασίας όπου παρατίθενται και αξιολογούνται τα συμπεράσματα αυτής. Τέλος δίδεται η βιβλιογραφία που έχει χρησιμοποιηθεί και το παράρτημα με τους πίνακες των δεδομένων.

**Λέξεις-Κλειδιά:** χρονικός προγραμματισμός, βελτιστοποίηση, κρίσιμη διαδρομή, κατασκευή έργου, διαχείριση έργου, υπεύθυνος έργου

# Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή .....	14
1.1 Κατηγορίες μορφών οργάνωσης του έργου. ....	14
1.2 Ρόλος του υπεύθυνου του έργου. ....	14
1.3 Οργάνωση κατά έργο .....	15
1.4 Οργάνωση κατά λειτουργία .....	17
1.5 Οργάνωση τύπου πίνακα .....	18
1.6 Συμπληρωματικοί μηχανισμοί οργάνωσης.....	20
1.6.1 Εσωτερικοί μηχανισμοί .....	20
1.6.2 Κύριος μηχανισμός υλοποίησης του έργου .....	21
1.6.3 Εξωτερικοί μηχανισμοί.....	22
Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου .....	23
2.1 Περιγραφή του έργου .....	23
2.2 Παρουσίαση και ανάλυση εργασιών που έγιναν για την ολοκλήρωση του έργου.....	25
2.2.1 Εκσκαφές – Χωματουργικά .....	25
2.2.2 Θεμελίωση.....	27
2.2.2.1 Θεμελιώσεις σύγχρονων κτιρίων .....	27
2.2.2.2 Το υποκείμενο έδαφος.....	28
2.2.3Τοιχοποιία(D) .....	29
2.2.3.1 Γενικές πληροφορίες όσον αφορά την τοιχοποιία .....	29
2.2.3.2 Τύποι τοιχοποιιών .....	29
2.2.4 Σωληνώσεις .....	30
2.2.5 ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ(ΣΟΒΑΤΙΣΜΑ).....	32
2.2.6 Υδραυλικά έργα κατοικίας .....	36
2.2.7 Κεντρικό μηχανοστάσιο .....	37
2.2.8 Ηλεκτρολογικά κατοικίας- Φωτισμός .....	37
2.2.9 Οδοποιία .....	38
2.2.10 Κατασκευή γηπέδου τένις.....	39
2.2.11 Κατασκευές και εργασίες εξωτερικού χώρου .....	39
2.2.11.1Κατασκευή εισόδου κτήματος. ....	39
2.2.11.2 Χώματα εμπρός από το σπίτι. ....	39
2.2.11.3 ΚατασκευήYard .....	40
2.2.11.4 Yard υποδομή.....	40
2.2.11.5 Εξωτερική μάντρα. ....	40

2.2.11.6 Λιθοδομές. ....	40
2.2.11.7 Κατασκευή πισινών. ....	41
2.2.11.8 Χώματα γενικά που αφορούν την κατοικία.....	41
2.2.12 Ρολά- τζαμλίκια .....	41
2.2.13 Δίκτυο θέρμανσης .....	42
2.2.14 Μηχανοστάσιο. ....	42
2.2.15 Ψυχόμενες οροφές.....	42
2.2.16 Εξαερισμός .....	44
2.2.17 BMS - Συστήματα Διαχείρισης Κτηρίων .....	46
2.2.19 Κατασκευή μαρμάρων για τα σιντριβάνια.....	47
2.2.20 Κατασκευή μαρμάρων στα λουτρά δάπεδα - επενδύσεις τοίχων.....	47
2.2.21 Γυψοσανίδες .....	47
2.2.21.1 Γυψοσανίδες ψυχόμενες οροφές .....	47
2.2.21.2 Γυψοσανίδες-Τσιμεντοσανίδες και λοιπές εργασίες γυψοσανίδων. ....	47
2.2.22 Πυρανίχνευση .....	48
2.2.23 Περιμετρικό καλώδιο .....	49
2.2.24 Ιστοί. ....	49
2.2.25 Ασφάλειες επαφών. ....	49
2.2.26 Τοποθέτηση πινάκων πριζών και διακοπών .....	49
2.2.27 Προγραμματισμός διακοπών. ....	50
2.2.28 Control room. ....	50
2.2.29 Εγκατάσταση Hi-fi.....	50
2.2.30 Αυτοματισμοί. ....	50
2.2.31 Οπτικές ίνες πισίνες. ....	51
2.2.28 Δημιουργία μηχανοστασίου πισίνας ορόφου .....	52
2.2.30 Υπόλοιπα μηχανοστάσια.....	53
2.2.31 Προμήθεια και τοποθέτηση ξύλινων πατωμάτων. ....	53
2.2.32 Τοποθέτηση SKY LIGHT. ....	53
2.2.33 Κήπος.....	54
2.2.33.1 Κηπευτικά -κρεβατίνες.....	54
2.2.33.2 Κηπευτικά δρόμοι. ....	54
2.2.33.3 Κηπευτικά κύριος δρόμος. ....	54
2.2.33.4 Κηπευτικά γηπέδου τένις.....	54
2.2.33.5 Χλοοτάπητας. ....	55

2.2.33.6 Αμπελώνας .....	55
2.2.34 Πόρτες φύλακα (ξύλινες). .....	55
2.2.35 Κατασκευή ξύλινου δεξιού ορίου. ....	55
2.2.36 Διάφορες ξύλινες κατασκευές. ....	55
2.2.37 Χρωματισμοί εξωτερικά σπατουλαριστά. ....	56
2.2.38 STUCCO VENECIANO Εσωτερικά σπατουλαριστά.....	56
2.2.39 Βάψιμο μηχανοστάσια γκαράζ. ....	56
2.2.40 Σπατουλαριστά ριπολίνες σπίτι φύλακα. ....	56
2.2.41 Beach club .....	57
Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής και εφαρμογή στο έργο .....	59
3.1 Ορισμός μεθόδου κρίσιμης διαδρομής .....	59
3.2 Τρόπος ανάπτυξης της μεθόδου και εύρεσης της κρίσιμης διαδρομής .....	59
3.3 Παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου της κρίσιμης διαδρομής.....	62
3.4 Εύρεση της κρίσιμης διαδρομής στο έργο που μελετήθηκε .....	65
Κεφάλαιο 4. Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα.....	74
4.1 Κριτήριο βελτιστοποίησης .....	74
4.2 Αντικειμενική συνάρτηση .....	76
4.3 Ορισμός και ανάλυση περιορισμών .....	84
4.4 Αποτελέσματα βελτιστοποίησης. ....	98
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα .....	107
Κεφάλαιο 6. Παράρτημα.....	108
Α. Δίκτυο εργασιών του έργου και κρίσιμη διαδρομή .....	108
Β. Πίνακες και σχήματα για την ανάλυση κόστους.....	108
Κεφάλαιο 7. Βιβλιογραφία.....	145



## Πίνακες:

Πίνακας 1: Απαιτούμενες αλλαγές του αέρα ανά ώρα.....	45
Πίνακας 2: Σύνολο δραστηριοτήτων και προαπαιτούμενες αυτών.....	64
Πίνακας 3: Πίνακας εργασιών με διάρκεια 7 ημέρες.....	67
Πίνακας 4: Πίνακας εργασιών με διάρκεια 14 ημέρες.....	68
Πίνακας 5: Πίνακας εργασιών με διάρκεια 21 ημέρες.....	69
Πίνακας 6: Πίνακας εργασιών με διάρκεια 28 ημέρες.....	70
Πίνακας 7: Πίνακας εργασιών με διάρκεια μεταξύ 35 και 42 ημερών.....	71
Πίνακας 8: Πίνακας εργασιών με διάρκεια μεταξύ 49 και 70 ημερών.....	72
Πίνακας 9: Πίνακας εργασιών με διάρκεια μεταξύ 77 και 168 ημερών.....	73
Πίνακας 10: Σύνολο εργασιών που αποτελούν το critical path.....	74
Πίνακας 11: Εργασίες που δεν μπορούσε να γίνει ελαχιστοποίηση του αριθμού των εργαζομένων.....	75
Πίνακας 12: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασία οπτικές ίνες πισίνες(ZMIKRO).....	77
Πίνακας 13: Μεταβολή κοστών.....	99
Πίνακας 14: Ποσοστιαία αύξηση μετά την βελτιστοποίηση.....	105
Πίνακας 15: αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασία κατασκευή πισινών(Z).....	108
Πίνακας 16: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευή τένις(R).....	109
Πίνακας 17: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευή εισόδου κτήματος.....	109
Πίνακας 18: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευής ξύλινου δεξιού ορίου (OO).....	110
Πίνακας 19: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας ξύλινες πόρτες φύλακα (NN).....	111
Πίνακας 20: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας διάφορες ξύλινες κατασκευές (PP).....	112
Πίνακας 21: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευής μάντρας εξωτερικής (X).....	113
Πίνακας 22: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας σπατουλαρίσματος ριπολίνες σπίτι φύλακα (TT).....	114
Πίνακας 23: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εξαερισμού(FMIKRO).....	115
Πίνακας 24: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίαςBMS(GMIKRO).....	116
Πίνακας 25: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας γυψοσανίδων ψυχόμενες οροφές(MMIKRO).....	117
Πίνακας 26: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας ψυχόμενων οροφών (EMIKRO).....	118
Πίνακας 27: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας υποδομής του yard(V).....	119

Πίνακας 28: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κηπευτικών κρεβατίνες(GG). .....	120
Πίνακας 29: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευής του αμπελώνα (MM). .....	121
Πίνακας 30: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κηπευτικών δρόμοι βόρεια-heliport (HH). .....	122
Πίνακας 31: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κηπευτικών κύριου δρόμου και χλοοτάπητα(Π ΚΑΙ LL). .....	123
Πίνακας 32: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κηπευτικών τένις (KK). .....	124
Πίνακας 33: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας φωτισμού περιβάλλοντος χώρου (N). .....	125
Πίνακας 34: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) γυψοσανίδες – τσιμεντοσανίδες και λοιπές εργασίες(NMIKRO). .....	126
Πίνακας 35: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας αυτοματισμών (YMIKRO). .....	127
Πίνακας 36: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας ιστών και ασφαλειών επαφών(QMIKRO και RMIKRO). .....	128
Πίνακας 37: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας πυρανίχνευσης (OMIKRO). .....	128
Πίνακας 38: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας τζαμλικιών(BMIKRO). .....	129
Πίνακας 39: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας δικτύου θέρμανσης (CMIKRO). .....	130
Πίνακας 40: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας μηχανοστασίου (DMIKRO). .....	130
Πίνακας 41: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας για τους ηλεκτρικούς πίνακες κατοικίας(L). .....	131
Πίνακας 42: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας για τα ρολά (AMIKRO). .....	132
Πίνακας 43: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) περιβάλλον χώρος- δίκτυο υποδομής ηλεκτρικών (M). .....	133
Πίνακας 44: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας φωτιστικά- ηλεκτρικά (P). .....	134
Πίνακας 45: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευής ηλεκτροστασίου (O). .....	134
Πίνακας 46: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας περιμετρικού καλωδίου (PMIKRO). .....	135
Πίνακας 47: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας σοβατίσματος(G). .....	136
Πίνακας 48: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας σωληνώσεων(F). .....	137
Πίνακας 49: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας υδραυλικών κατοικίας (H). .....	137
Πίνακας 50: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας υδραυλικών περιβάλλον χώρου (I). .....	138

Πίνακας 51: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας βαψίματος μηχανοστασίων-γκαράζ(SS).....	139
Πίνακας 52: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας εσωτερικών σπατουλαριστών STUCCO VENECIANO(RR).....	139
Πίνακας 53: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κατασκευής κεντρικού μηχανοστασίου (K). ....	140
Πίνακας 54: αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας σπατουλαριστών εξωτερικών beach club(WW).....	141
Πίνακας 55: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κατασκευής μηχανοστασίου πισίνας beach club(ZZ).....	141
Πίνακας 56: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κατασκευής υδραυλικών κατοικίας beach club(YY).....	142
Πίνακας 57: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας τοιχοποιίας beach club(YY). ....	143
Πίνακας 58: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας σκυροδέτησης beach club (VV). ....	143
Πίνακας 59: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας χρωματισμών εξωτερικά σπατουλαριστά (QQ). ....	144

#### **Εικόνες:**

Εικόνα 1: Αεροφωτογραφία περιοχής έργου.....	24
Εικόνα 2: Γεωγραφική θέση της περιοχής κατασκευής του έργου .....	24
Εικόνα 3: Τοποθέτηση μπετό καθαριότητας.....	28
Εικόνα 4: Υδραυλικά περιβάλλοντος έργα κατοικίας.....	36
Εικόνα 5: Οδοποιία της κατοικίας.....	38
Εικόνα 6: Χώρος δημιουργίας γηπέδου τένις.....	39
Εικόνα 7: Οι υπό κατασκευή εξωτερικοί χώροι.....	40
Εικόνα 8: Χωματουργικές εργασίες .....	41
Εικόνα 9: Μηχανισμός ρολού .....	42
Εικόνα 10: Διαδικασία εγκατάστασης ψυχόμενων και θερμαινόμενων οροφών.....	44
Εικόνα 11: Εξαερισμός κατοικίας.....	45
Εικόνα 12: Σύστημα πυρανίχνευσης.....	48
Εικόνα 13: Περιμετρικό σύστημα με περιφερειακό καλώδιο .....	49
Εικόνα 14: Control room κατοικίας .....	50
Εικόνα 15: Πισίνα με χρήση οπτικών ινών .....	51
Εικόνα 16: Πισίνες ορόφου. ....	52
Εικόνα 17: Μηχανοστάσιο πισίνας. ....	52
Εικόνα 18: Sky light κατοικίας. ....	53
Εικόνα 19: Κήπος κατοικίας και κηπευτικός δρόμος.....	54
Εικόνα 20: Χλοοτάπητας κατοικίας .....	55
Εικόνα 21: Κατοικία μετά τον χρωματισμό των τοίχων .....	56
Εικόνα 22: Υπό κατασκευή Beach Club .....	57
Εικόνα 23: Beach Club.....	58
Εικόνα 24: Πληροφορίες για κάθε κόμβο (δραστηριότητα) του δικτύου. ....	62

## Σχήματα:

Σχήμα 1: Σχέση δραστηριοτήτων.....	63
Σχήμα 2: Σχέση δραστηριοτήτων.....	63
Σχήμα 3: Δίκτυο έργου και επισήμανση κρίσιμης διαδρομής.....	65
Σχήμα 4:Ανάλυση κόστους οπτικές ίνες (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X) .....	77
Σχήμα 5: Πρώτο σύνολο εργασιών. ....	84
Σχήμα 6: Δεύτερο σύνολο εργασιών. ....	85
Σχήμα 7: Τρίτο σύνολο εργασιών. ....	86
Σχήμα 8: Τέταρτο σύνολο εργασιών. ....	87
Σχήμα 9: Πέμπτο σύνολο εργασιών. ....	88
Σχήμα 10: Έκτο σύνολο εργασιών. ....	89
Σχήμα 11: Έβδομο σύνολο εργασιών.....	90
Σχήμα 12: Όγδοο σύνολο εργασιών.....	91
Σχήμα 13: Ένατο σύνολο εργασιών. ....	93
Σχήμα 14: Δέκατο σύνολο εργασιών. ....	94
Σχήμα 15: Ενδέκατο σύνολο εργασιών.....	96
Σχήμα 16:Σύγκριση πριν και μετά τη βελτιστοποίηση.....	105
Σχήμα 17: Σύγκριση πριν και μετά τη βελτιστοποίηση.....	106
Σχήμα 18: Σύγκριση πριν και μετά τη βελτιστοποίηση.....	106
Σχήμα 19: Ανάλυση κόστους κατασκευή πισινών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	108
Σχήμα 20: Ανάλυση κόστους κατασκευή τένις (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	109
Σχήμα 21:Ανάλυση κόστους κατασκευής εισόδου κτήματος (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών(άξονας X).....	110
Σχήμα 22: Ανάλυση κόστους κατασκευής ξύλινου δεξιού ορίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	111
Σχήμα 23: Ανάλυση κόστους εργασίας ξύλινες πόρτες φύλακα (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	112
Σχήμα 24: Ανάλυση κόστους εργασίας διάφορες ξύλινες κατασκευές (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	113
Σχήμα 25: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής μάντρας εξωτερικής (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	114
Σχήμα 26: Ανάλυση κόστους εργασίας σπατουλαρίσματος ριπολίνες σπίτι φύλακα (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	115
Σχήμα 27: Ανάλυση κόστους εργασίας ανάλυση κόστους εργασίας εξαερισμού (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	116
Σχήμα 28: Ανάλυση κόστους εργασίας BMS(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	117
Σχήμα 29: Ανάλυση κόστους εργασίας γυψοσανίδων ψυχόμενες οροφές (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	118

Σχήμα 30: Ανάλυση κόστους εργασίας ψυχόμενων οροφών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	119
Σχήμα 31: Ανάλυση κόστους εργασίας υποδομής του yard(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	120
Σχήμα 32: Ανάλυση κόστους εργασίας κηπευτικών κρεβατιές (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	121
Σχήμα 33: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής του αμπελώνα (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	122
Σχήμα 34: Ανάλυση κόστους εργασίας κηπευτικών δρόμοι βόρεια-heliport (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	123
Σχήμα 35: Ανάλυση κόστους εργασίας κηπευτικών κύριου δρόμου και χλοοτάπητα (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	124
Σχήμα 36: Ανάλυση κόστους εργασίας κηπευτικών γηπέδου τένις (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	125
Σχήμα 37: Ανάλυση κόστους εργασίας φωτισμού περιβάλλοντος χώρου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	126
Σχήμα 38: Ανάλυση κόστους εργασίας γυψοσανίδες – τιμεντοσανίδες και λοιπές εργασίες (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	127
Σχήμα 39: Ανάλυση κόστους εργασίας αυτοματισμών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	127
Σχήμα 40: Ανάλυση κόστους εργασίας ιστών και ασφαλειών επαφών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	128
Σχήμα 41: Ανάλυση κόστους εργασίας πυρανίχνευσης (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	129
Σχήμα 42: Ανάλυση κόστους εργασίας τζαμιλικιών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	129
Σχήμα 43: Ανάλυση κόστους εργασίας δικτύου θέρμανσης (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	130
Σχήμα 44: Ανάλυση κόστους εργασίας μηχανοστασίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	131
Σχήμα 45: ανάλυση κόστους εργασίας για τους ηλεκτρικούς πίνακες κατοικίας (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	132
Σχήμα 46: ανάλυση κόστους εργασίας για τα ρολά (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	133
Σχήμα 47: Ανάλυση κόστους περιβάλλον χώρος-δίκτυο υποδομής ηλεκτρικών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	133
Σχήμα 48: Ανάλυση κόστους εργασίας φωτιστικά-ηλεκτρικά (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	134
Σχήμα 49: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής ηλεκτροστασίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	135
Σχήμα 50: Ανάλυση κόστους εργασίας περιμετρικού καλωδίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). ....	136
Σχήμα 51: Ανάλυση κόστους εργασίας σοβατίσματος (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	136
Σχήμα 52: Ανάλυση κόστους εργασίας σωληνώσεων (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).....	137

Σχήμα 53: ανάλυση κόστους εργασίας υδραυλικών κατοικίας (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	138
Σχήμα 54: Ανάλυση κόστους εργασίας υδραυλικών περιβάλλον χώρου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	138
Σχήμα 55: Ανάλυση κόστους εργασίας βαψίματος μηχανοστασίων-γκαράζ (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	139
Σχήμα 56: Ανάλυση κόστους εργασίας εσωτερικών σπατουλαριστών STUCCO VENECIANO(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	140
Σχήμα 57: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής κεντρικού μηχανοστασίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	140
Σχήμα 58: Ανάλυση κόστους εργασίας σπατουλαριστών εξωτερικών beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	141
Σχήμα 59: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής μηχανοστασίου πισίνας beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	142
Σχήμα 60: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής υδραυλικών κατοικίας beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	142
Σχήμα 61: Ανάλυση κόστους εργασίας τοιχοποιίας beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	143
Σχήμα 62: Ανάλυση κόστους εργασίας σκυροδέτησης beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	144
Σχήμα 63: Ανάλυση κόστους εργασίας χρωματισμών εξωτερικά σπατουλαριστά (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X). .....	144

# Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Η ανάπτυξη ενός έργου θέτει σε κίνηση ένα αριθμό ατόμων τα οποία θα πρέπει να ενεργούν συντονισμένα στη βάση ενός συγκεκριμένου σχεδίου δράσης. Κάθε άτομο οφείλει να γνωρίζει εκ των προτέρων πως και πότε πρέπει να ενεργήσει ποιον ελέγχει και από ποιον ελέγχεται, ποια είναι τα πλαίσια των αρμοδιοτήτων του, ποιοι είναι οι προϊστάμενοι και οι υφιστάμενοι του.

Το πρόβλημα της οργάνωσης του έργου απαιτεί τη δημιουργία ενός μηχανισμού του οποίου το μέγεθος και η συνθετότητα ποικίλουν ανάλογα με το μέγεθος και τη φύση του έργου αλλά και την οργανωτική αντίληψη της διοίκησης.

Με στόχο την πλήρη παρουσίαση του οργανωτικού προβλήματος, στη συγκεκριμένη διπλωματική θα γίνει αναφορά σ' ένα έργο μεγάλων διαστάσεων του οποίου ο ιδιοκτήτης είναι επιχειρηματίας και του οποίου η μελέτη και η υλοποίηση ανατίθεται σε μεγάλες εργολήπτριες εταιρίες.

## 1.1 Κατηγορίες μορφών οργάνωσης του έργου.

Η οργάνωση του έργου εξαρτάται άμεσα από την οργανωτική δομή της εργολήπτριας εταιρίας. Διότι ακόμη και αν στο έργο θα συμμετέχει εκτός του μόνιμου προσωπικού της εταιρίας και περιστασιακό προσωπικό, εν τούτοις η διάταξη των εργαζομένων γίνεται στη βάση του υπάρχοντος συστήματος λειτουργίας και ελέγχου της εταιρίας.

## 1.2 Ρόλος του υπεύθυνου του έργου.

Ο υπεύθυνος του έργου (Project Manager) αποτελεί το βασικό κινητήριο μοχλό του έργου, ανεξάρτητα από την μορφή οργάνωσης του έργου. Οι αρμοδιότητες του αν και ποικίλουν κατά περίπτωση είναι πολυάριθμες. 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 σε αυτές των αντίστοιχων πόρων,
- Η δημιουργία χρονικού και οικονομικού προγράμματος του έργου.
- Η ιεράρχηση των προτεραιοτήτων,
- 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.

Ο Project Manager αποτελεί το βασικότερο παράγοντα για τη θετική ή την αρνητική πορεία του έργου και γι αυτόν το λόγο η επιλογή του θα πρέπει να γίνεται προσεκτικά στη βάση συγκεκριμένων κριτηρίων όπως:

- Η εμπειρία και οι γνώσεις του σε διάφορα έργα, ανάλογα αυτού που πρόκειται να του ανατεθεί,
- Το διοικητικό του προφίλ να είναι τέτοιο ώστε να δημιουργείται μεταξύ των εργαζομένων ομαδικό κλίμα, παρακινητική ατμόσφαιρα, αίσθημα ευθύνης, περιβάλλον που επιτρέπει την ανάπτυξη δημιουργικής σκέψης και ατομικής έκφρασης,
- Η ολοκληρωμένη προσωπικότητα του να αποτελεί παράδειγμα για μίμηση και να αποπνέει κύρος και εμπιστοσύνη,
- Η καλή γνώση των μεθόδων να του επιτρέπουν τον επαρκή Σχεδιασμό-Προγραμματισμό και τον έλεγχο του έργου.

Ορισμένες φορές, σε περιπτώσεις μεγάλων και σύνθετων έργων ορίζονται Προϊστάμενοι επιμέρους έργων (Subproject Managers) καθώς και ο Διοικητικός Προϊστάμενος (Project Administrator) ο οποίος αναλαμβάνει τις διοικητικές λειτουργίες υποστήριξης της ανάπτυξης του έργου, επιτρέποντας έτσι στον Project Manager να στρέψει την προσοχή του κυρίως στο τεχνικό μέρος του έργου.

### **1.3 Οργάνωση κατά έργο**

Η οργάνωση κατά έργο (project organization) παρουσιάζει το χαρακτηριστικό ότι το προσωπικό της εταιρίας είναι κατανεμημένο σε τμήματα ανά έργο. Κάθε τμήμα παρουσιάζεται σαν μια μικρογραφία της εταιρίας, με αντίστοιχους οργανωτικούς μηχανισμούς. Κατ' αρχήν 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. Ο Project Manager λειτουργεί στην ομάδα του έργου όπως ο Γενικός Διευθυντής στην εταιρία. Οι υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται από την εταιρία



περιορίζονται στο ελάχιστο (μισθοδοσία, δημόσιες σχέσεις). Η δραστηριότητα των μελών της ομάδας είναι αποκλειστικά προσανατολισμένη προς το αντικείμενο ενός συγκεκριμένου έργου , πράγμα που ευνοεί την ταχεία εκτέλεση των εργασιών, αλλά επιδρά ανασταλτικά στην εξέλιξη και ανάδειξη των τεχνικών γνώσεων στα πλαίσια της εταιρίας. Το κόστος αυτής της μορφής οργάνωσης είναι απαγορευτικό σε εταιρίες που εκτελούν πολλά έργα ταυτόχρονα γιατί πολλαπλασιάζονται οι ανάγκες σε πόρους και παράλληλα συχνά παρατηρείται υποαπασχόληση των εργαζομένων.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- 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,
- Επειδή η ομάδα έχει τη δική της ταυτότητα τα μέλη της κατακτούν υψηλό επίπεδο επικοινωνίας και εξειδίκευσης,
- Στην περίπτωση εμφάνισης πολλών παρόμοιων έργων ταυτόχρονα, η ομάδα μπορεί να τα αντιμετωπίσει παράλληλα δεδομένης της συσσωρευμένης εμπειρίας και εξειδίκευσης της,
- Αυτή η μορφή οργάνωσης έχει απλή δομή και είναι εύκολη στην κατανόηση, εφαρμογή και λειτουργία της, ενώ ταυτόχρονα παρέχει μια ολιστική προσέγγιση στο έργο.

Τα μειονεκτήματα της είναι:

- Στην προσπάθεια εξασφάλισης αυτάρκειας σε ανθρώπους και εξοπλισμό συχνά συσσωρεύονται μεγάλες ποσότητες πόρων οι οποίοι και υποαπασχολούνται,
- Αν από την εταιρία εκτελούνται παράλληλα πολλά έργα με την ίδια μορφή οργάνωσης τα οποία είναι ανταγωνιστικά μεταξύ τους (απαιτούν ίδιους πόρους την ίδια στιγμή), πολλαπλασιάζεται η καταβαλλόμενη προσπάθεια από τα μέλη της ομάδας (καταμερισμός πόρων, μείωση της διαθεσιμότητας),
- Η εμπειρία και η τεχνογνωσία δεν διαχέονται στην εταιρία αλλά παραμένουν «εγκλωβισμένες» στα πλαίσια της ομάδας,
- Δεν παρέχει συνεχή απασχόληση στο προσωπικό με αποτέλεσμα είτε αυτό να υποαπασχολείται είτε να μην επαρκεί, είτε η εταιρία να καταφεύγει σε υπεργολάβους.

## 1.4 Οργάνωση κατά λειτουργία

Στην οργάνωση κατά λειτουργία (Functional Organization) διακρίνεται μέσα στην εταιρία ένας αριθμός ειδικευμένων (ως προς τη χρήση όμοιων τεχνικών ή μεθόδων) τμημάτων, τα οποία διευθύνονται από αντίστοιχους προϊσταμένους (Functional Managers). Έτσι, για παράδειγμα, στην περίπτωση Software House εμφανίζονται τα τμήματα Ανάλυσης, Προγραμματισμού, Τηλεπικοινωνιών.

Το αποτέλεσμα αυτής της οργάνωσης είναι η σημαντική ειδίκευση που αποκτάται στον κάθε τομέα, πλην όμως αναφύονται πολλά προβλήματα και κυρίως στη φάση της συνεργασίας των ομάδων διαφορετικών ειδικοτήτων. Πάντως η οργάνωση αυτή προσφέρεται για την καλύτερη τεκμηρίωση του έργου διότι η μεταβίβαση της εργασίας από τμήμα σε τμήμα απαιτεί να συνοδεύεται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές οι οποίες γράφονται κατά τα καθιερωμένα πρότυπα της εταιρίας. Αυτή η μορφή οργάνωσης είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για εταιρίες παραγωγής σταθερών προϊόντων ή με επαναλαμβανόμενη παραγωγική διαδικασία (π.χ. βιομηχανία).

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μορφής οργάνωσης είναι:

- Παρουσιάζει μεγάλη ευλυγισία στην αξιοποίηση του προσωπικού καθώς αυτό μπορεί να απασχολείται από έργο σε έργο ανάλογα με τις ανάγκες της εταιρίας,
- Η συσσωρευμένη εμπειρία διαχέεται σ' ολόκληρη την εταιρία,
- Τα τμήματα της εταιρίας αποτελούν τους χώρους αξιολόγησης και εξέλιξης του προσωπικού, κάτι το οποίο φαίνεται πιο φυσικό στους εργαζομένους,
- Επιτρέπει την καλύτερη εκτίμηση της εργασίας και την ευκολότερη κατανομή του προϋπολογισμού σε κέντρα κόστους,
- Τα κανάλια επικοινωνίας είναι ήδη εγκατεστημένα και δοκιμασμένα αν και μεγαλύτερα,
- Σε περίπτωση ύπαρξης προβλημάτων κινητοποιείται ευκολότερα ολόκληρη η εταιρία,
- Οι περισσότεροι υπάλληλοι προτιμούν αυτόν τον τυποποιημένο τρόπο εργασίας.

Τα μειονεκτήματα αυτής της οργάνωσης είναι:

- Ο πελάτης αισθάνεται ότι δεν γνωρίζει σε ποιον πρέπει να απευθυνθεί για το έργο δεδομένου ότι η εταιρία παρουσιάζεται απρόσωπη,
- Δεν εντοπίζεται εύκολα ο υπεύθυνος για κάθε προκύπτον πρόβλημα,
- Κάθε τμήμα ασχολείται με κάθε έργο κατά προτεραιότητα με αποτέλεσμα την απώλεια χρόνου (σειριακή αντιμετώπιση),

- Το έργο αντιμετωπίζεται από την εταιρία αποσπασματικά και όχι ολιστικά (σαν σύνολο),
- Τα προβλήματα αντιμετωπίζονται σύμφωνα με την τυποποιημένη διαδικασία που επιβάλλει η ιεραρχία της εταιρίας με αποτέλεσμα την αύξηση της γραφειοκρατίας και την δυσκινησία στη λήψη αποφάσεων που συχνά επείγουν,
- Ο ρυθμός εργασίας των ανθρώπων του έργου επιβραδύνεται λόγω των γραφειοκρατικών καθυστερήσεων.

### **1.5 Οργάνωση τύπου πίνακα**

Η οργάνωση τύπου πίνακα αποτελεί συνδυασμό των δυο 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. Η ομάδα συγκροτείται από την εταιρία κυρίως στη βάση των αναγκών του έργου σε ειδικευμένους εργαζομένους, ανάλογα με το διαθέσιμο προσωπικό και σύμφωνα προς την προτεραιότητα που έχει δοθεί στο έργο.

Υπάρχουν τρεις συνηθισμένες ποικιλίες αυτής της οργάνωσης:

- Η οργάνωση πίνακα με συντονισμό η οποία πλησιάζει περισσότερο στην οργάνωση κατά λειτουργία. Σ' αυτή την περίπτωση ο Project Manager συντονίζει τους πόρους διαμέσου των λειτουργικών τμημάτων της εταιρίας. Έχει περιορισμένη ευθύνη και προΐσταται στις συσκέψεις,
- Η οργάνωση επικαλυπτόμενου πίνακα επιτρέπει στον Project Manager να έχει την ίδια εξουσία με τους Functional Managers αλλά διαχειρίζεται τους πόρους σε συνεργασία μαζί τους,
- Η οργάνωση δευτερεύοντος πίνακα αποτελεί μια καθαρή μορφή οργάνωσης κατά έργο.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της οργάνωση είναι:

- Το έργο έχει σαν σημείο αναφοράς τον Project Manager.
- Ταχεία αντίδραση στις απαιτήσεις του πελάτη,
- Αν και υπάρχει αποκλειστική ομάδα του έργου, εξασφαλίζεται η συνέχεια της πολιτικής της εταιρίας και η κατανομή της εμπειρίας στα διάφορα τμήματα.

- Αντιμετωπίζονται καλύτερα πολλά ταυτόχρονα έργα με την μετακίνηση προσωπικού από έργο σε έργο,
- Αποδοτικότερη απασχόληση των ατόμων,
- Αυξομείωση αριθμού μελών ανάλογα με τις ανάγκες,
- Διευρυμένη σύνθεση με προσωπικό ειδικών ικανοτήτων,
- Καλύτερη ειδίκευση στις τεχνικές και στη φύση των προβλημάτων των διαφόρων έργων,
- Απλούστερη μετάδοση και χρησιμοποίηση τεχνικών πληροφοριών,
- Διευκόλυνση στη χρησιμοποίηση των προτύπων.

Τα μειονεκτήματα της οργάνωσης αυτής είναι:

- Η απαίτηση της αποκέντρωσης αρμοδιοτήτων, με την εκχώρηση τους στον Project Manager, έρχεται σε σύγκρουση με τη συγκεντρωτική αντίληψη διοίκησης. Γενικός Διευθυντής, Functional Manager και Project Manager πρέπει να έχουν ξεκαθαρίσει με σαφήνεια τους ρόλους τους,
- Τα μέλη της ομάδας του έργου εξακολουθούν να θεωρούν, από κεκτημένη ταχύτητα, σαν προϊστάμενο τους τον προϊστάμενο του τμήματος που ανήκουν και όχι τον Project Manager και κατά συνέπεια ο Project Manager χρειάζεται την ισχυρή υποστήριξη της Γενικής Διεύθυνσης της εταιρίας διαφορετικά το έργο αποκτά δυο ή περισσότερους επικεφαλείς,
- Η συγκρότηση της ομάδας του έργου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την διαθεσιμότητα των απαιτούμενων ατόμων την συγκεκριμένη στιγμή η οποία δεν είναι δεδομένη,
- Η κατανομή του προσωπικού μπορεί να αποτελέσει σημείο τριβής μεταξύ των υπεύθυνων της εταιρίας,
- Μετά από πολύμηνη απασχόληση σε ομάδα έργου ένας εργαζόμενος επιστρέφοντας στο τμήμα του μπορεί να βρει την θέση του κατειλημμένη,
- Η αξιολόγηση του εργαζομένου περιπλέκεται καθώς αξιολογείται μεν από τον Functional Manager αλλά με βάση τις εκθέσεις του Project Manager,
- Τα τμήματα αποφεύγουν να διαθέτουν στις ομάδες έργου το καλύτερο προσωπικό τους,
- Συχνά απαιτούνται δίπλες αναφορές ενημέρωσης με αποτέλεσμα την αύξηση της γραφειοκρατίας αλλά και των συγχύσεων.

## **1.6 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. Γενικά, αυτοί οι μηχανισμοί διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Στους εσωτερικούς,
- Στον κύριο μηχανισμό του έργου,
- Στους εξωτερικούς.

### **1.6.1 Εσωτερικοί μηχανισμοί**

Αποτελούνται από τμήματα, επιτροπές και υπευθύνους της εταιρίας που εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα στο έργο.

#### **α) Το Διοικητικό Συμβούλιο**

Αποτελεί το χρηματοδότη του έργου και συνεπώς έχει και τον τελευταίο λόγο στην πορεία του έργου και στις διαφορές επιλογές που παρουσιάζονται, ιδίως σε οικονομικά θέματα.

#### **β) Η Διεύθυνση Διοίκησης Έργων.**

Ο ρόλος της είναι :

- Ο καθορισμός των δραστηριοτήτων της εταιρίας σε κάθε φάση της ανάπτυξης των έργων και των εναλλακτικών λύσεων σε έκτακτες περιπτώσεις,
- Η τήρηση των δραστηριοτήτων της εταιρίας σε κάθε φάση της ανάπτυξης των έργων και των εναλλακτικών λύσεων σε έκτακτες περιπτώσεις,
- Η παροχή όλων των απαραίτητων πληροφοριών για την δημιουργία του Σχεδίου Δράσης κάθε έργου,
- Ο συντονισμός των δραστηριοτήτων των διαφόρων τμημάτων της εταιρίας με στόχο την κάλυψη των απαιτήσεων κάθε έργου,
- Συνεργάζεται με τις υπόλοιπες συνιστώσες του μηχανισμού της εταιρίας καθώς και με τον Project Manager με στόχο τον έλεγχο της πορείας του έργου.

#### **γ) Η Διεύθυνση Έρευνας και Ανάπτυξης (Research and Development)**

Ο κύριος στόχος της μέσα στην εταιρία είναι η βελτίωση των μεθόδων παραγωγής και η ανάπτυξη νέων προϊόντων. Η συνεισφορά της σε κάθε έργο ανάγεται στην παροχή τεχνογνωσίας κατά τη φάση του σχεδιασμού, στην αξιολόγηση των πληροφοριών του έργου που συλλέγει και στη γνωμοδότηση της για το ξεπέρασμα τεχνικών δυσχερειών οι οποίες προκύπτουν στην πορεία του έργου.

#### **δ) Η Διεύθυνση Οργάνωσης.**

Ασχολείται με τη διοικητική υποστήριξη της τροφοδοσίας του έργου με τους αναγκαίους (ποιοτικά, ποσοτικά και χρονικά) πόρους.

#### **ε) Το Τμήμα Ελέγχου Κόστους (Cost Control).**

Αποτελείται από ειδικούς στον έλεγχο κόστους (Costengineers) και σαν στόχο έχει:

- Την παροχή πληροφοριών και μεθόδων στον Project Manager ώστε να μπορεί να ελέγχει το κόστος του έργου,
- Τον έγκαιρο εντοπισμό των κρίσιμων σημείων του προϋπολογισμού που απειλούνται με υπέρβαση,
- Την περιοδική αναθεώρηση του προϋπολογισμού,
- Την ανάλυση και εξεύρεση λύσεων στα εμφανιζόμενα προβλήματα που σχετίζονται με τον προϋπολογισμό και την ταχεία εκτίμηση του κόστους σε περιπτώσεις απρόβλεπτων μεταβολών του έργου,
- Τη σύνταξη και διαχείριση αρχείου της εξέλιξης των δαπανών του έργου,
- Την καταγραφή του κόστους ανά κέντρο κόστους και ανά δραστηριότητα σε αρχείο προκειμένου να χρησιμεύσουν σαν βάση αναφοράς σε μελλοντικά έργα.

#### **1.6.2 Κύριος μηχανισμός υλοποίησης του έργου**

Ο μηχανισμός αυτός δεν έχει μόνιμο χαρακτήρα. Δημιουργείται (με απόφαση του Διοικητικού Συμβουλίου) στην έναρξη κάθε έργου και ο ρόλος του τελειώνει με την παράδοση του έργου.

Η διοικητική του δομή αποτελείται από :

#### **α) Την Διευθύνουσα Επιτροπή του Έργου (Project Steering Committee).**

Έχει την ευθύνη για τη λήψη αποφάσεων οι οποίες αφορούν μεγάλα και πολύπλοκα έργα τα οποία ανήκουν στην κατηγορία υψηλού κινδύνου. Οι αρμοδιότητες της είναι:

- Αποφασίζει για την έναρξη και λήξη του έργου, για την παράδοση του και την αποδοχή ενδιάμεσων προϊόντων,
- Επιλέγει και καθοδηγεί τον Project Manager και καθορίζει τα όρια και την έκταση των αρμοδιοτήτων των εμπλεκόμενων στο έργο ατόμων,
- Παρακολουθεί, ελέγχει και αξιολογεί τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων, αναλύει τα αποτελέσματα των αποκλίσεων του Προγραμματισμού, οι οποίες εμφανίζονται κατά την εκτέλεση του έργου, αποφασίζει για τις περαιτέρω ενέργειες,

- Αποφασίζει για προτεινόμενες μεταβολές στο Σχεδιασμό-Προγραμματισμό και στον Προϋπολογισμό.

Αποτελείται από στελέχη της εταιρίας και «άτομα-κλειδιά» (Διευθυντές, Τμηματάρχες, Προϊσταμένους, τον Υπεύθυνο του Έργου, ειδικούς τεχνικούς κ.λπ.).

**β) Τον Υπεύθυνο του Έργου (Project Manager).**

**γ) Το ενδιάμεσο τμήμα (The interface).**

Ο ρόλος του είναι να συνδέει οργανωτικά τον Κύριο Μηχανισμό του έργου με τον εσωτερικό Μηχανισμό.

### **1.6.3 Εξωτερικοί μηχανισμοί**

Εμφανίζονται όταν μέρη του έργου ανατίθενται από την εργολήπτρια εταιρία σε τρίτους είτε γιατί η εταιρία δεν διαθέτει την απαραίτητη τεχνολογία και τεχνογνωσία, είτε γιατί αυτό την εξυπηρετεί καλύτερα για λογούς τεχνικούς, λειτουργικούς ή οικονομικούς.

Στην περίπτωση αυτή ανήκουν:

- Οι υπεργολαβίες,
- Τα γραφεία μελετών, συμβούλων.

Οι εξωτερικοί αυτοί μηχανισμοί συνδέονται οργανωτικά με τους εσωτερικούς μηχανισμούς της εταιρίας, σε επίπεδο γενικών διακανονισμών, συνεργαζόμενοι με τη Διεύθυνση Σχεδιασμού - Προγραμματισμού και τη Διεύθυνση Οργάνωσης και με τον κύριο μηχανισμό του έργου σε επίπεδο Διευθύνουσας Επιτροπής και Project Manager.

## Κεφάλαιο 2. Περιγραφή του έργου

### 2.1 Περιγραφή του έργου

Η παρούσα εργασία εμπίπτει στον τομέα της διοίκησης του χρονικού προγραμματισμού. Χρονικός προγραμματισμός ονομάζεται: Ο προγραμματισμός μέσα στο χρόνο σε μεσοπρόθεσμη και βραχυπρόθεσμη βάση των διατιθέμενων πόρων (στην περίπτωση μας του ανθρωπινού δυναμικού), ώστε τα συστήματα να ανταποκρίνονται στη ζήτηση των προϊόντων τους.

Επιδίωξη:

- Οι γενικοί στόχοι της επιχείρησης (ικανοποίηση πελατών, κερδοφορία, αύξηση μεριδίου αγοράς κλπ),
- Οι ειδικοί στόχοι του παραγωγικού συστήματος σχετικά με το κόστος κατασκευής,
- Η ποιότητα της κατασκευής του έργου,
- Η τήρηση των προθεσμιών παράδοσης για κάθε εργασία του έργου.

Ικανοποιώντας:

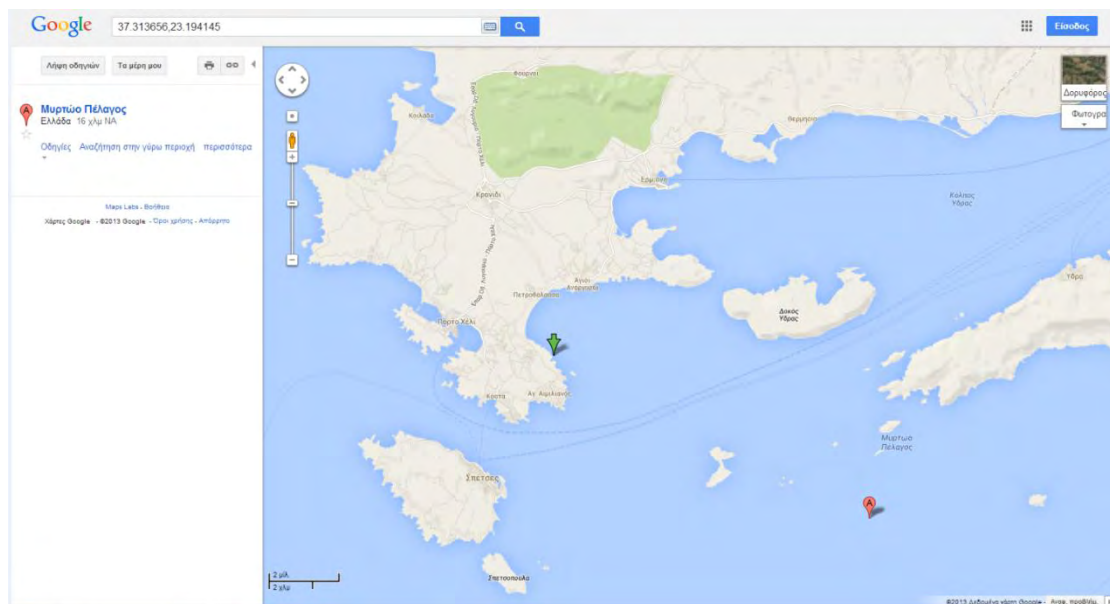
- Τις ποιοτικές προδιαγραφές του έργου,
- Μικρότερο κόστος,
- Συγκεκριμένες προθεσμίες,
- Περιορισμούς,
- Απαγορεύσεις που προέρχονται από το περιβάλλον.





**Εικόνα 1: Αεροφωτογραφία περιοχής έργου**

Το αντικείμενο της εργασίας σχετίζεται με την κατασκευή της μεγαλύτερης παραθαλάσσιας κατοικίας στη Μεσόγειο συνολικής έκτασης 6800τ.μ.. Η ακριβής τοποθεσία της κατοικίας είναι το Κουνούπι, η παραθαλάσσια αυτή περιοχή βρίσκεται 3χλμ. ανατολικά από το Πόρτο Χέλι Αργολίδας, 11χλμ. νοτιοδυτικά από την Ερμιόνη και 189χλμ νότια της Αθήνας. Για καλύτερη αντίληψη της γεωγραφικής θέσης παρατίθεται στη συνέχεια η ακριβής τοποθεσία χρησιμοποιώντας την εφαρμογή του Google, Google maps.



**Εικόνα 2: Γεωγραφική θέση της περιοχής κατασκευής του έργου**

## 2.2 Παρουσίαση και ανάλυση εργασιών που έγιναν για την ολοκλήρωση του έργου

### 2.2.1 Εκσκαφές – Χωματοουργικά

Το αρχικό στάδιο αφορά την προετοιμασία και τον τέλειο καθαρισμό του χώρου για την ανέγερση της οικοδομής.

Αφαιρείται το επιφανειακό στρώμα της φυτικής γης και των λοιπών χαλαρών εδαφών, τυχόν ρίζες, θάμνοι και κάθε είδους δένδρα και κορμοί. Ακόμα, κατεδαφίζονται κτίσματα που υπάρχουν εντός του οικοπέδου ή πάσης φύσεως κατασκευές. Όλα τα ασήμαντα υλικά που θα προκύψουν από τον καθαρισμό, απομακρύνονται από την περιοχή του έργου. Αντιθέτως, σε περίπτωση που τα χώματα που προέρχονται από την εκσκαφή είναι κατάλληλα για επένδυση των πρανών επιχωμάτων (μπάζωμα των τοιχίων), τότε, με αποκλειστική ευθύνη του εργολάβου τοποθετούνται εντός του οικοπέδου προκειμένου να χρησιμοποιηθούν καταλλήλως.

Οι εκσκαφές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στις γενικές εκσκαφές και στις ειδικές.

Γενικές εκσκαφές είναι οι εκσκαφές σε σχετικά μεγάλες επιφάνειες (π.χ. εκσκαφή υπογείου). Ειδικές είναι αυτές που έχουν περιορισμένη επιφάνεια (π.χ. εκσκαφές θεμελίων). Ωστόσο, πριν από την έναρξη οποιασδήποτε εκσκαφής είναι πάντα απαραίτητη η έρευνα του εδάφους (μελέτη) και η έρευνα των υπογείων δικτύων κοινής ωφελείας (ΟΤΕ, ΔΕΥΑ κτλ.). Είναι ουσιώδες κανένα έδαφος να μην θεωρείται εξορισμού ασφαλές. Ακόμα, η πορεία της εκσκαφής επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι η συμπεριφορά του εδάφους, που μπορεί να είναι αμμώδες, βραχώδες ή ημιβραχώδες. Υπάρχουν όμως και εξωτερικοί παράγοντες, όπως οι καιρικές συνθήκες και οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν. Αυτοί οι παράγοντες δημιουργούν και τους πιθανούς κινδύνους που μπορούν να παρουσιαστούν στις εκσκαφές όπως είναι βλάβες σε υπόγεια δίκτυα, πλημμύρισμα εκσκαφής, κατολίσθηση μπαζών, κατολίσθηση συνοριακών κατασκευών κτλ. Πρακτικά, τα προς εκσκαφή εδάφη χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Χαλαρά, ή συμπιεστά ή οργανικά εδάφη: Είναι οι επιφανειακές στρώσεις, οι οποίες σκάβονται πολύ εύκολα στις οποίες ανήκουν οι γαίες, η τύρφη, τα οργανικά εδάφη, καθώς και τα εδάφη που προέρχονται από επιχωματώσεις με λεπτόκοκκα υλικά μη συμπυκνωμένα.
- Γαίες και ημίβραχος: Είναι όλοι οι εδαφικοί σχηματισμοί, όπως ο πηλός, τα αμμοχάλικα, τα χαλίκια, οι κροκάλες, οι λίθοι, όλα τα είδη πετρωμάτων τα οποία είναι έντονα εύθραυστα και τα οποία δεν περιέχουν λίθους διαμέτρου μεγαλύτερης των 2χιλιοστών.

- Βράχος: Είναι το συμπαγές πέτρωμα που δεν μπορεί να εκσκαφθεί εάν δεν χρησιμοποιηθούν εκρηκτικά ή υδραυλική σφύρα, καθώς και οι ογκόλιθοι μεγαλύτερου όγκου από 0,50 κυβικά μέτρα.

Όλες οι εκσκαφές γίνονται σύμφωνα με τις γραμμές, τις κλίσεις και τις διαστάσεις που φαίνονται στα σχέδια των μελετών. Το βάθος και το περίγραμμα της εκσκαφής ορίζονται από τη στατική μελέτη. Η πρώτη εργασία είναι το χάραγμα του περιγράμματος της εκσκαφής και του βάθους της εκσκαφής. Το κόστος της εκσκαφής συνήθως εξαρτάται από τα κυβικά μέτρα της εκσκαφής (δηλαδή εμβαδόν εκσκαφής και βάθος εκσκαφής).

Σε περίπτωση που γίνει λάθος και σκάψουμε λιγότερο αυτό διορθώνεται εύκολα αφού απλώς ο χωματουργός πρέπει να σκάψει λίγο ακόμα. Εάν γίνει το αντίθετο λάθος και σκάψουμε περισσότερο, τότε ή θα μεγαλώσουμε το ύψος του υπογείου, ή το ύψος της θεμελίωσης, ή αν είναι τόσο σημαντικό λάθος θα μπαζώσουμε. Βέβαια η επιλογή του μπαζώματος είναι η χειρότερη γιατί δεν είναι επιθυμητό να χτίσουμε πάνω σε μάζωμα.

Σε κάθε περίπτωση ο μηχανικός μας είναι απαραίτητο να παραλάβει το σκάμμα πριν την αποχώρηση του χωματουργού από το έργο. Όταν δεν έχει προηγηθεί γεωτεχνική μελέτη, υπάρχει περίπτωση το υπόστρωμα που θα αποκαλύψει το σκάμμα, να οδηγήσει τον μηχανικό σε αλλαγή του τρόπου θεμελίωσης. Βεβαίως υπάρχει η περίπτωση τα χώματα στην περιοχή να είναι γνωστά και ο χωματουργός ή/και ο μηχανικός να τα γνωρίζουν, έτσι αποφεύγουμε τη δαπάνη της γεωτεχνικής μελέτης. Ο μηχανικός εφόσον εξετάσει τα τοιχώματα του σκάμματος για υγρασία θα επιλέξει το είδος της υγραμόνωσης που θα γίνει στα τοιχία του υπογείου μας.

Χαρακτηριστικά μιας καλής εκσκαφής είναι τα όσο πιο καθαρά, ευθύγραμμα και κατακόρυφα ριζοκόμματα. Οι κατακόρυφες πλευρές του σκάμματος ονομάζονται ριζοκόμματα και το δάπεδο του σκάμματος ονομάζεται ταμπάνι. Αφού έχουμε να κάνουμε με χώμα ανακατεμένο με πέτρες αυτό θεωρείται ορθώς πολύ δύσκολο. Συχνά σκάβουμε σε ένα σημείο και κατεδαφίζεται και το διπλανό. Στην περίπτωση κατά την οποία το υπόστρωμα είναι σκληρό και να μην είναι δυνατό να σκαφτεί με τσάπα (το συνηθέστερο εργαλείο για σκάψιμο) θα χρειαστεί να έρθει ένα σφυρί για να σπάσει την πέτρα. Οι χωματουργικές εργασίες δεν τελειώνουν με το σκάμμα της οικοδομής. Ο χωματουργός θα ξαναέρθει είτε για να μπαζώσει, είτε για να διαμορφώσει τον περιβάλλοντα χώρο, ή να στρώσει το κηπευτικό χώμα.

Μία εκσκαφή, μπορεί να εκτελεστεί ελάχιστες φορές με συμβατικά μέσα (φτυάρια- αξίνα κτλ.), τις περισσότερες φορές με μηχανικά μέσα (π.χ. προωθητές, εκσκαφείς, φορτωτές κλπ) και σε συγκεκριμένες μόνο περιπτώσεις με εκρηκτικά.

Η εκσκαπτικότητα εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από τη σκληρότητα και την αντοχή των πετρωμάτων του εδάφους. Για την εκσκαφή συνήθως χρησιμοποιούνται διάφορες

τεχνικές: Χρήση υδραυλικού σφυριού, εκσκαφή με προωθητή εφοδιασμένο με αναμοχλευτή, εκσκαφή με μηχανήματα σημειακής κοπής.

Όσον αφορά το συγκεκριμένο έργο χρησιμοποιήθηκαν 2 τσάπες CAT330 με σφυρί για θραύση βράχου, μια τσάπα CAT325 με κουβά για φόρτωση, 1 φορτωτής για εκφόρτωση μπαζών και 3 φορητά εκ των οποίων 2 τετραξονικά και 1 τριαξονικό για την αποκομιδή των μπαζών. Αξιοσημείωτο είναι ότι το έδαφος του αξιοποιήσιμου οικοπέδου είναι βραχώδες κατά 80%.

Συνολικός όγκος εκσκαφής:	Κυρίως οικία	24.700m <sup>3</sup>
	Σπίτι φύλακα-τένις	11.000m <sup>3</sup>
	BEACH CLUB	8.500m <sup>3</sup>

Από τα μπάζα το 30% έγινε «τεμπό» εντός του οικοπέδου για τις περαιτέρω ανάγκες και το 70% κατέληξε σε χωματερές.

Συνολικά δούλεψαν όλα τα μηχανήματα για 14 ημέρες δηλαδή 336 εργατοώρες με κόστος 2000/ εργατοώρα και συνολικό κόστος 672.000

## 2.2.2 Θεμελίωση

### 2.2.2.1 Θεμελιώσεις σύγχρονων κτιρίων

Θεμελίωση είναι η βάση πάνω στην οποία κατασκευάζεται ένα κτίριο ή μια κατασκευή. Είναι τα βασικότερα μέρη ενός δομικού έργου γιατί μ' αυτά επιτυγχάνεται η ασφαλής και ομοιόμορφη στήριξη του στο έδαφος. Εξασφαλίζουν τον φέροντα οργανισμό από τα οριζόντια φορτία (σεισμός, ανεμοπίεση) καθώς και από αναμενόμενες ή μη εδαφικές παραμορφώσεις (καθιζήσεις).

Η θεμελίωση αποτελείται από:

- Το πέτρωμα ή το έδαφος πάνω στο οποίο τοποθετείται η βάση του κτιρίου. Έτσι γίνεται η σωστή κατανομή του φορτίου του φέροντος οργανισμού (μόνιμο φορτίο) καθώς και των φορτίων που ασκούνται πάνω και μέσα στον φέροντα οργανισμό (ωφέλιμο φορτίο).
- Τη θεμελίωση από σκυρόδεμα. Επειδή παρέχουν σχετικά χαμηλό κόστος, υψηλή αντοχή και αντίσταση στη φθορά οι περισσότερες θεμελιώσεις γίνονται από σκυρόδεμα.

Τις περισσότερες φορές πριν γίνει χρειάζεται να προηγούνται της θεμελίωσης οι ακόλουθες εργασίες:

- Αποστράγγιση κατά τη διάρκεια της κατασκευής,

- Αντιστήριξη κατά τη διάρκεια των χωματουργικών εργασιών εκσκαφής,
- Υποσύλωση των παρακείμενων κτιρίων.

#### **2.2.2.2 Το υποκείμενο έδαφος**

Το έδαφος είναι φυσικό σύνολο ορυκτών κόκκων που μπορούν να διαχωριστούν με απλές μηχανικές μεθόδους. Το έδαφος παρέχει το υπόστρωμα θεμελίωσης πάνω στο οποίο κατασκευάζονται οι περισσότεροι φέροντες οργανισμοί. Ο βράχος είναι φυσικό σύνολο ορυκτών κόκκων που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρές δυνάμεις συνοχής. Η επιλογή του είδους της θεμελίωσης καθορίζεται από το σύστημα δομής του έργου και από τη σύσταση του εδάφους θεμελίωσης.

Για το συγκεκριμένο έργο και όσον αφορά τη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν όλα τα μηχανήματα που είχαν χρησιμοποιηθεί στις εκσκαφές για 1 εβδομάδα δηλαδή 168 εργατοώρες με συνολικό κόστος 84000€.



**Εικόνα 3: Τοποθέτηση μπετό καθαριότητας**

## 2.2.3 Τοιχοποιία(D)

### 2.2.3.1 Γενικές πληροφορίες όσον αφορά την τοιχοποιία

Η τοιχοποιία είναι από τα πιο αρχαία δομικά υλικά. οι γνώσεις μας για τη μηχανική της συμπεριφορά είναι σχετικά περιορισμένες. Η τοιχοποιία έχει σχετικά χαμηλές αντοχές και παρουσιάζει ψαθυρή συμπεριφορά, γεγονός που οδηγεί στην ανάγκη αύξησης των διατομών και του κόστους του φέροντα οργανισμού και περιορίζει τον αριθμό των οροφών ιδιαίτερα σε περιοχές με υψηλή σεισμικότητα.. Τα βασικά συστατικά της είναι οι πλίνθοι και το συνδετικό κονίαμα. Οι πλίνθοι μπορεί να είναι είτε τεχνητές είτε φυσικοί λίθοι τεμάχια και παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία υλικών, κατεργασίας, σχημάτων και μεγεθών. Αντίθετα μεγάλη ποικιλία συνθέσεων και αντοχών παρουσιάζει το κονίαμα αλλά μπορεί και να απουσιάζει εντελώς (ξηρολιθοδομές). Ένας επιπλέον παράγοντας πολυμορφίας είναι και ο τύπος δόμησης της τοιχοποιίας γνωστός και ως πλέξη.

Σε χώρες σχετικά άσειστες όπως η Μ. Βρετανία εξακολουθεί ακόμη και σήμερα η εκτεταμένη χρήση της φέρουσας τοιχοποιίας σε νέα κτίρια έως και τεσσάρων οροφών. Επειδή η συντριπτική πλειοψηφία των μνημείων και διατηρητέων κτιρίων και συνόλων είναι κτίσματα από φέρουσα τοιχοποιία αναζωπυρώθηκε και η έρευνα της μηχανικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας. Ακόμα ανακαλύπτονται τα προτερήματα της τοιχοποιίας όπως: θερμομόνωση, πυρασφάλεια και αντοχή στο χρόνο.. Πολλές χώρες, σχετικά πρόσφατα απέκτησαν κανονισμό για κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία.

Γενικά μέχρι πρόσφατα η γνώση των Πολιτικών Μηχανικών όσον αφορά τις μηχανικές ιδιότητες της τοιχοποιίας και τη δομή και τη συμπεριφορά των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία ήταν επιφανειακή και ανεπαρκής. Τα τελευταία χρόνια όμως έχει ενταθεί στα προπτυχιακά προγράμματα σπουδών των Ελληνικών Πολυτεχνείων περιορισμένος αριθμός μαθημάτων επιλογής με αντικείμενο τις κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία

### 2.2.3.2 Τύποι τοιχοποιιών

Η κατάταξη των τοιχοποιιών γίνεται με κριτήριο το είδος των πλίνθων σε:

1. Λιθοδομές. Ξηρολιθοδομές
  - Αργοξηρολιθοδομές (Ξερολιθιές),
  - Ημιλάξευτες ξηρολιθοδομές,
  - Λαξευτές ξηρολιθοδομές Αργολιθοδομές,
  - Ημιλάξευτες λιθοδομές,
  - Λαξευτές λιθοδομές.
2. Πλινθοδομές. Ωμοπλινθοδομές β Οπτοπλινθοδομές
  - Συμπαγών πλίνθων με ή χωρίς σκάφη,

- Διάτρητων πλίνθων (με οριζόντιες οπές),
  - Διάκενων πλίνθων (με κατακόρυφες οπές ή διάκενα).
3. Τσιμεντολιθοδομές – Γυψοδομές
- Τσιμεντοπλίνθων βαρέως τύπου,
  - Πλίνθων ελαφροσκυροδέματος (Κισσηρόπλινθοι),
  - Πλίνθων αεροσκυροδέματος,
  - Γυψοπλίνθων (Για μη φέροντα ηχομονωτικά χωρίσματα).
4. Μεικτές τοιχοποιίες.
- Λιθοπλινθοδομές,
  - Ξυλόπηκτες τοιχοποιίες (Τσατμάδες),
  - Συνθέτες τοιχοποιίες (Με επένδυση όψεως κ.τ.λ.).

Ο διπλός τοίχος λέγεται μπατικός και ο μονός τοίχος λέγεται δρομικός. Στο συγκεκριμένο έργο οι εξωτερικοί τοίχοι είναι μπατικά συνολικής έκτασης 12000 m<sup>2</sup> και οι εσωτερικοί τοίχοι είναι δρομικά συνολικής έκτασης 6500m<sup>2</sup>. Όλοι οι τοίχοι σαν θερμομόνωση έχουν 2 DOWN 5αρια και σαν ηχομόνωση έχουν 1DOWN 5API και πετροβάμβακα. Συνολικά εργαστήκαν για την τοιχοποιία 10 άτομα για 21 ημέρες με συνολικό κόστος μαζί με τα υλικά 135.700€.

#### 2.2.4 Σωληνώσεις

Για να ολοκληρωθεί μια κατασκευή κατοικίας εκτός από τις οικοδομικές εργασίες χρειάζεται και η εκτέλεση των εσωτερικών υδραυλικών εγκαταστάσεων οι οποίες γίνονται μετά την ολοκλήρωση της τοιχοποιίας. Ποιες είναι αυτές οι εγκαταστάσεις και ποιες οι προϋποθέσεις για μια σωστή κατασκευή και τοποθέτηση;

Οι εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις του κτιρίου περιλαμβάνουν

- τις εγκαταστάσεις ύδρευσης (δηλαδή τις εγκαταστάσεις διανομής και αποθήκευσης νερού χρήσης,
- τις εγκαταστάσεις παραγωγής, διανομής και αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης)
- τις εγκαταστάσεις πυρόσβεσης με νερό ή αφρό χαμηλής διόγκωσης,
- τις εγκαταστάσεις αποχέτευσης λυμάτων, απόβλητων και όμβριων ή άλλων καθαρών νερών
- τις διάφορες συνδέσεις μέσα ή έξω από το κτίριο, που σκοπό έχουν την τροφοδοσία του με νερό ή την απομάκρυνση λυμάτων, αποβλήτων και όμβριων.

Πρέπει να κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να διασφαλίζονται συνθήκες υγιεινής, ασφάλειας και άνεσης των ατόμων που κατοικούν ή εργάζονται ή παρευρίσκονται

στα κτίρια . Να γίνεται μελέτη ώστε η δικλείδα γενικής παροχής να είναι προσιτή και σε άτομα με ειδικές ανάγκες. Ο τρόπος κατασκευής των εγκαταστάσεων και η ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών, καθώς και οι συστάσεις και οδηγίες καθορίζονται από τους σχετικούς κανονισμούς ή και τις εγκεκριμένες τεχνικές οδηγίες ή εμπειρικά, αν δεν υπάρχουν τα πιο πάνω. Απαγορεύεται η ενσωμάτωση στοιχείων της υδραυλικής εγκατάστασης στο φέροντα οργανισμό .Πρέπει να αποφεύγεται η ενσωμάτωση αυτών στα μη φέροντα μέρη της οικοδομής , στις περιπτώσεις όμως που είναι αναπόφευκτη, επιτρέπεται υπό την προϋπόθεση:

- Πιθανή βλάβη της υδραυλικής εγκατάστασης ή του κτιρίου από σεισμό ή άλλη αιτία να μην επιφέρει αχρηστία στην υδραυλική εγκατάσταση ή βλάβη στην οικοδομή και γενικότερα η αποκατάσταση των βλαβών να είναι σχετικά οικονομική, εύκολη, και σύντομη,
- Δεν δημιουργούνται αντιαισθητικές κατασκευές και κακοτεχνίες,
- Εξασφαλίζεται ελεύθερη συστολή - διαστολή των σωληνώσεων,
- Τα ενσωματωμένα υλικά να είναι κατάλληλα και να πληρούν τις σχετικές προδιαγραφές και την τεχνική εμπειρία και να μην αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Εφόσον εφαρμόζονται οι παραπάνω προϋποθέσεις και ενώ έχει γίνει σχετική πρόβλεψη από τη στατική και αντισεισμική μελέτη επιτρέπεται η στήριξη και η διέλευση των στοιχείων των υδραυλικών εγκαταστάσεων στα φέροντα και μη τμήματα της οικοδομής. Σε περίπτωση που δεν έχει γίνει σχετική πρόβλεψη στη στατική και αντισεισμική μελέτη είναι δυνατό να επιτραπούν διελεύσεις και στηρίξεις σε φέροντα ή μη τμήματα της οικοδομής, μόνο εάν δεν ελαττώνεται κάτω απ' τα επιτρεπτά όρια η φέρουσα ικανότητα και αντοχή αυτών, βέβαια μετά από έγγραφη βεβαίωση του επιβλέποντα τις στατικές εργασίες μηχανικού. Εφόσον το απαιτούν οι κλιματολογικές συνθήκες, πρέπει οι εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις να κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται σε όλα τα τμήματα των εγκαταστάσεων επαρκής προστασία από τον παγετό. Οι εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις πρέπει να είναι υπολογισμένες και κατασκευασμένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κατά τη λειτουργία τους να μη δημιουργείται θόρυβος ούτε όμως και να διευκολύνεται η μετάδοση του θορύβου. Ειδικά μέτρα πρέπει να λαμβάνονται σε χώρους με ειδικές απαιτήσεις στάθμης θορύβου, όπως για παράδειγμα η στήριξη των σωληνώσεων στην εξωτερική πλευρά των τοίχων που περιβάλλουν τους χώρους με παρεμβολή ηχομονωτικού υλικού.

Σημειώνεται, ότι ο υπολογισμός μίας υδραυλικής εγκατάστασης (μηχανολογική μελέτη) αποτελείται από τα εξής στάδια:

- Σχεδιασμός του δικτύου των σωληνώσεων,
- Προσδιορισμό της παροχής του νερού που διαρρέει κάθε κλάδο του δικτύου,
- Επιλογή του κατάλληλου μεγέθους σωλήνα,



- Υπολογισμό της απώλειας πίεσης κάθε κλάδου και λόγω αυτής ολοκλήρου του δικτύου, η οποία δεν πρέπει να ξεπερνά την ελάχιστη διαθέσιμη πίεση από το δίκτυο της πόλης.

Για τις σωληνώσεις του υπό μελέτη έργου της διπλωματικής εργασίας έγιναν συνολικά για 56 ημέρες 8 άτομα με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανόμενων και των υλικών 217200€.

### 2.2.5 ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ(ΣΟΒΑΤΙΣΜΑ)

Ως μανδύας του σπιτιού λειτουργούν τα επιχρίσματα - σοβάτισμα . Συμβάλουν στην αισθητική της όλης κατασκευής ενώ παρέχουν προστασία και μόνωση. Στην ερώτηση εάν είναι απαραίτητα απαντώντας θα πρέπει να πούμε ότι όχι δεν είναι απαραίτητα. Στην πραγματικότητα είναι ένα κομμάτι της κατασκευής που είναι δαπανηρό και χρονοβόρο. Σε ότι αφορά το κόστος να υπολογίζετε πάντα αρκετά περισσότερα από την αγοραία τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο που αρχικά θα σας δώσει ο εργολάβος σας. Στο τελικό ποσό θα πρέπει κατ' αρχήν να προσθέσετε και αρκετά «τρεχόμετρα», δηλ. ακμές, γωνίες κλπ οι οποίες χρεώνονται με το τρέχον μέτρο. Ακόμα υπάρχουν κι άλλα κόστη όπως απαραίτητα υλικά που θα πρέπει να προστεθούν, για την σωστή και ολοκληρωμένη εργασία: υαλοπλέγματα, νευρομετάλλ, στεγανωτικά γαλακτώματα και πιθανώς ίνες ενίσχυσης του κονιάματος, για να αναφέρουμε μόνο μερικά. Όσον αφορά στο χρόνο, να υπολογίσετε ότι τα σοβάτισματα μιας διάφορης οικοδομής περίπου 100τμ ανά όροφο θα χρειαστούν τουλάχιστον ένα μήνα. Με δυσμενείς καιρικές συνθήκες είτε πολύ χαμηλές είτε πολύ ψηλές θερμοκρασίες είναι εύκολο το χρονικό διάστημα αυτό να διπλασιαστεί. Εφόσον τελικά τελειώσει η φάση των σοβατισμάτων, οικοδομή χρειάζεται ένα καλό καθάρισμα από τα άχρηστα μάζα, τα περισσότερα από τα οποία δημιουργούνται από τα σοβατίσματα. Παρόλο που πολύ θα θέλαμε να είχαμε την δυνατότητα να αποφύγουμε τα σοβατίσματα, κάτι τέτοιο δεν είναι καθόλου εύκολο γιατί οι σοβάδες έχουν τα εξής θετικά χαρακτηριστικά:

- Μόνωση: Η λεπτή στρώση του σοβά μονώνει τους τοίχους από τούβλο και τις κολώνες και τα δοκάρια του σκελετού (από μπετό) από μεταβολές της θερμοκρασίας, από την υγρασία αλλά και από εξωτερικούς θορύβους. Παρόλο που είναι μικρές οι μονωτικές ιδιότητες του σοβά για καθένα από τα παραπάνω, δεν μπορούν να θεωρηθούν αμελητέες σε καμία περίπτωση. Έτσι οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο σοβάς συμβάλει στην καλύτερη μόνωση της οικοδομής μας. Είναι υποχρεωτικό να έχουμε θερμομονώσει τον φέροντα οργανισμό με φελιζόλ δηλαδή τις κολώνες και τα δοκάρια ενώ οι εξωτερικές τοιχοποιίες, που αποτελούνται από διπλούς τοίχους, θα έχουν πάλι φελιζόλ τοποθετημένο στο κενό που δημιουργείται μεταξύ των δύο τοίχων,
- Προστασία: Ειδικά στο σκυρόδεμα ο σοβάς παρέχει ένα επιπλέον στρώμα

προστασίας. Δεν είναι απαραίτητο, αφού συχνά έχουμε και σκυροδέματα χωρίς επιχρίσματα, ωστόσο είναι γεγονός ότι αυτή η επιπλέον στρώση κονιάματος, προσθέτει ένα βαθμό προστασίας αφού το επιχρισμένο σκυρόδεμα, είναι προστατευμένο από την άμεση επαφή με τις καιρικές συνθήκες. Είναι εξαιρετικά σημαντικό να μην έρχεται ο σοβάς σε επαφή με οπλισμούς ακάλυπτους από σκυρόδεμα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ο ασβέστης που περιέχεται μέσα στο σοβά πολύ σύντομα θα διαβρώσει τον οπλισμό. Ακόμα παρέχει και πυροπροστασία σε ότι καλύπτει. Για παράδειγμα σε περίπτωση φωτιάς ο σοβάς θα αποτελέσει την πρώτη γραμμή αντίστασης,

- Εμφάνιση: Συνδυάζοντας και όλα τα προηγούμενα το σοβάτισμα είναι πιθανώς ο οικονομικότερος τρόπος για να αποκτήσουμε μία ικανοποιητική λεία και ομοιόμορφη εμφάνιση στο εξωτερικό και εσωτερικό της οικοδομής μας. Ο σοβάς διαστρώνεται ώστε να δώσει μία επίπεδη και λεία τελική επιφάνεια, καλύπτοντας όλες τις ανωμαλίες του μπετό ή των τούβλων. Στην πραγματικότητα, θα σκεπάσει και όλες τις μικρές κακοτεχνίες που υπάρχουν αφού οπωσδήποτε είναι σχεδόν αδύνατο να μην υπάρχουν ειδικά στα μπετό,

Ο σοβάς είναι ένα κονίαμα που αποτελείται από άμμο, τσιμέντο ,νερό και ασβέστη και σε κάποιες περιπτώσεις μαρμαρόσκονη αντί για άμμο και αντί για το συνηθισμένο γκρι τσιμέντο άσπρο. Η σωστή αναλογία των υλικών είναι αρκετά περίπλοκη υπόθεση και πάρα πολύ σημαντική και συνήθως για την αποτελεσματικότητά της εξαρτόμαστε από την εμπειρία του τεχνίτη που χρησιμοποιούμε. Βέβαια εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως για παράδειγμα την υγρασία των υλικών, το υπόστρωμα που θα χρησιμοποιηθεί αλλά και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν την χρονική στιγμή του σοβατίσματος. Η σωστή χρήση έτοιμων κονιαμάτων μπορεί να αυξάνει λίγο το κόστος, αλλά διασφαλίζει την σωστή και σταθερή αναλογία των υλικών που χρησιμοποιούνται. Συνήθως σε τρεις φάσεις γίνεται η διάστρωση του σοβά: πεταχτό, λάσπωμα και μάρμαρο. Μπορεί να γίνει με 2 τρόπους είτε με το χέρι είτε με ειδική αντλία (πρέσα) που το πετάει με δύναμη πάνω στον τοίχο που σοβατίζουμε. Το συνολικό πάχος των τριών στρώσεων πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ των 2 και 3 εκατοστών για τους τοίχους και οπωσδήποτε μικρότερο για τα ταβάνια. Το παχύτερο από τα τρία στρώματα είναι το λάσπωμα. Η πιο ενδεδειγμένη στις μέρες μας είναι η χρήση αντλίας γιατί προσφέρει οικονομία χρόνου και εργατικών σε σχέση με το να ολοκληρωθεί η ίδια εργασία με το χέρι. Το σοβάτισμα αποτελείται από τρεις φάσεις.

- Το πεταχτό δεν είναι καθόλου λείο και πρέπει να μην έχει μεγάλο πάχος, διότι ως απώτερο σκοπό έχει να αφήσει ένα τραχύ υπόστρωμα που προσφέρει ισχυρή πρόσφυση για το επόμενο στρώμα το οποίο είναι και το πιο βασικό στρώμα του σοβά. Σε αυτή την φάση τοποθετούνται και οι οδηγοί τις περισσότερες φορές μεταλλικά πηγάκια που καθορίζουν απόλυτα το πάχος της επόμενης στρώσης,

ακόμα τοποθετείται και το υαλόπλεγμα. Οι οδηγοί πρέπει να τοποθετούνται στην ίδια οριζόντια ευθεία και αλφαδιασμένοι ώστε να οριοθετούν το λάσπωμα που ακολουθεί. Το υαλόπλεγμα είναι πλέγμα από πλαστικό υλικό τις περισσότερες φορές μπλε χρώματος πρέπει να τοποθετείται σε όλα τα σημεία που το υλικό του υποστρώματος αλλάζει όπως τούβλα δίπλα σε σενάζ, τούβλα δίπλα σε μπετό, τούβλα δίπλα σε-φελιζόλ, μπετό δίπλα σε φελιζόλ, μπετό δίπλα σε λάσπη η οποία σκεπάζει κανάλια ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων. Το υαλόπλεγμα είναι ενισχυτικό υλικό που συνδέει τα δύο διαφορετικά υλικά με το σοβά, προστατεύοντας τον σοβά από ρηγματώσεις που διαφορετικά θα προκαλούσαν οι συστολές και οι διαστολές λόγω αλλαγών της θερμοκρασίας αλλά και οι μικρές σεισμικές δονήσεις που μπορεί να συμβούν. Στην περίπτωση ύπαρξης κενού το οποίο θα απαιτήσει μεγαλύτερο πάχος σοβά από τα 2-3 εκ. τότε το κενό αυτό πρέπει οπωσδήποτε να ενισχυθεί με γαλβανισμένο μεταλλικό πλέγμα ώστε να μην μπορεί να διαβρωθεί από τον ασβέστη που περιέχει ο σοβάς. Στις γωνίες αντί για οδηγούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν γωνιόκρανα και να επιτύχουμε καλύτερο αποτέλεσμα δηλαδή καλύτερες κατακόρυφες και ολίσσιες γωνίες.

- Το λάσπωμα είναι επόμενη φάση, η οποία είναι και η παχύτερη από τις τρεις. Επιτυγχάνεται γεμίζοντας την επιφάνεια ανάμεσα στους οδηγούς (μάτια) με σοβά και στην συνέχεια φτιάχνοντας επίπεδη την επιφάνεια αυτή με τη χρήση μίας φαρδιάς πήξης την οποία ο τεχνίτης <<τρέχει>> πάνω στην επιφάνεια του τοίχου ενώ είναι εφάπτεται με τους εκατέρωθεν οδηγούς. Μετά την ολοκλήρωση του λάσπωματος οι οδηγοί αφαιρούνται και γεμίζονται με λάσπη και αυτοί. Στο τελικό στάδιο του λάσπωματος ο μάστορας θα τραβήξει κυματιστές γραμμές στην επιφάνεια του σοβά αυτό έχει ως απώτερο σκοπό να βελτιώσει την πρόσφυση της επόμενης στρώσης. Ο σοβά του λάσπωματος είναι ωφέλιμο να περιέχει στεγανωτικό μάζας συνήθως γαλακτώδους μορφής, έτσι επιτυγχάνεται η στρώση να γίνεται λιγότερα διαπερατή από υγρασίες. Ένα ακόμη πρόσθετο που ωφελεί σημαντικά την αντοχή του σοβά από ρηγματώσεις είναι διάφορες ίνες συνήθως συνθετικές οι οποίες οπλίζουν το κονίαμα.
- Το μάρμαρο είναι η τελευταία στρώση του σοβά. Σ' αντίθεση με τα προηγούμενα στρώματα, χρησιμοποιούμε μαρμαρόσκονη αντί για άμμο και αντί για γκρι άσπρο τσιμέντο αντί για γκρι το οποίο είναι αρκετά ακριβότερο ενώ για την επίτευξη της άσπρης τελικής επιφάνειας, επίπεδη και λεία χρειάζεται τρίψιμο με τριβείο.

Κάποιοι παράγοντες είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη για τη σωστή

δημιουργία των επιχρισμάτων :

- Το σοβάτισμα πρέπει να γίνεται ενώ επικρατούν θερμοκρασίες μεταξύ 5 και 30 βαθμούς Κελσίου.
- Είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται ασβέστης ο οποίος να είναι καλής ποιότητας και τελείως σβησμένος πριν χρησιμοποιηθεί.
- Οι σοβατισμένες επιφάνειες πρέπει οπωσδήποτε να συντηρούνται με κατάβρεγμα με νερό ιδιαίτερα αν ο καιρός είναι θερμός και ξηρός για να μην σκάει ο σοβάς.
- Μεταξύ των τριών στρώσεων απαιτείται χρονική απόσταση μεταξύ τους, διότι αυτά τα κονιάματα συρρικνώνονται. Εφόσον η επόμενη στρώση πέσει πριν προλάβει να συρρικνωθεί η προηγούμενη, τότε θα ρηγματωθεί αφού το υπόστρωμά της και δεν θα είναι σταθερό και θα μετακινείται.
- Για την αποφυγή μερεμετιών πρέπει στα παράθυρα και στις πόρτες να τοποθετηθούν οι μαρματοποδιές πριν από το μάρμαρο και αμέσως μετά το λάσπωμα.
- Με την τοποθέτηση ψευτόκασων στα παράθυρα και τις πόρτες εξασφαλίζουμε ευθύγραμμο και ορθογώνια ανοίγματα. Στην συνέχεια ο σοβατζής χρησιμοποιεί τις ψευτόκασες ως οδηγούς. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται η πιθανότητα ενός στραβού ανοίγματος και η πιθανότητα να χρειαστεί ένα άνοιγμα σκάσιμο ή κλείσιμο χρησιμοποιώντας μεγάλη ποσότητα σφραγιστικής σιλικόνης.
- Οι σοβάδες πρέπει να προηγηθούν της σκεπής στην περίπτωση που έχουμε τοιχία πάνω από σκεπές. Στην συγκεκριμένη περίπτωση μένουν μερεμέτια τα οποία θα χρειαστεί ο σοβατζής μας να επισκεφτεί ξανά μετά το τέλος των εργασιών κατασκευής της σκεπής γεγονός που αυξάνει τον προϋπολογισμό κόστους και χρόνου.

Συνοπτικά η διαδικασία που ακολουθείται στο έργο της παρούσας διπλωματικής για την δημιουργία των επιχρισμάτων είναι η ακόλουθη:

- Πεταχτό,
- Τοποθέτηση διχτυού αρμών συστολών –διαστολών,
- Λάσπωμα (οδηγοί και γέμισμα τα μάτια,)
- Μαρμαροκονίαμα 2 στρώσεων,

Οι επιφάνειες συνολικής έκτασης που σοβατίστηκαν ήταν 24000m<sup>2</sup>. Οι δεξαμενές και οι πισίνες γίνονται τσιμεντοκονίες. Εργάστηκαν 10 άτομα για 21 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 65700€.

## 2.2.6 Υδραυλικά έργα κατοικίας



**Εικόνα 4: Υδραυλικά περιβάλλοντος έργα κατοικίας**

Υδραυλικά έργα που έγιναν στο συγκεκριμένο έργο είναι τα παρακάτω καθώς και η περιγραφή τους:

- Αποχέτευση Όμβριων – Αποστράγγιση. Η υψομετρική διαμόρφωση των περιβαλλόντων χωρών αποσκοπεί στη φυσική απορροή των όμβριων της περιοχής. Οικονομικότερη λύση είναι η απομάκρυνση των όμβριων υδάτων με φυσική απορροή και απαιτεί σημαντικά λιγότερη συντήρηση από τους υπόλοιπους τρόπους αποχέτευσης.
- Αποχέτευση Ακάθαρτων Τα ακάθαρτα θα συλλέγονται και θα οδηγούνται σε βιολογικό καθαρισμό. Για τη συλλογή των ακάθαρτων έγινε κατασκευή δικτύου αποχέτευσης από πλαστικούς σωλήνες από σκληρό PVC100 (μη πλαστικοποιημένο, πολυβινυλοχλωριδίο), που χρησιμοποιούνται σαν αγωγοί ελεύθερης ροής. Οι στεγνωτικοί δακτύλιοι είναι τοποθετημένοι και στερεωμένοι στο εργοστάσιο παράγωγης των σωλήνων. Χρησιμοποιήθηκε ως υλικό κατασκευής των ελαστικών στεγνωτικών δακτυλίων EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) το οποίο είναι και το συνηθέστερα εφαρμοζόμενο. Οι ελαστικοί δακτύλιοι στεγανότητας του σωλήνα πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις: ISO 4633:2002-04 και EN 681-1:1996.
- Ύδρευση- Αποχέτευση. Για να καλυφτούν οι ανάγκες χρήσεις νερού ύδρευσης έγινε κατασκευή υπόγειων αγωγών και λοιπών εγκαταστάσεων ύδρευσης με σωλήνες πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας τρίτης γενιάς (PE 100) βάσει αυτών που ορίζονται κατά DIN 8075.

Όλες οι συσκευές εξοπλισμού του δικτύου ύδρευσης κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τις συμπληρωματικές μελέτες και είναι γενικά κλάσης πίεσης:

- Λειτουργίας : 11 bars, 13.5 bars, 17 bars
- Δοκιμής: 17 bars, 26 bars

Για τα έργα του εξωτερικού περιβάλλοντος της κατοικίας εργαστήκαν για 21 ημέρες 8 άτομα με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 90200€.

Για τα υπόλοιπα υδραυλικά έργα της κυρίας κατοικίας εργαστήκαν για 12 εβδομάδες 8 άτομα με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 178800€.

### **2.2.7 Κεντρικό μηχανοστάσιο**

Για την δημιουργία του κεντρικού μηχανοστασίου όπου εγκαταστάθηκε όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός για την λειτουργία της κατοικίας εργαστήκαν 10 άτομα για 77 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανόμενων και των υλικών 1195500€.

### **2.2.8 Ηλεκτρολογικά κατοικίας- Φωτισμός**

Ο ηλεκτρικός πίνακας είναι αυτός που εξασφαλίζει τη διανομή του ρεύματος με ασφάλεια στην κατοικία . Ακόμα, συγκεντρώνει κεντρικά μια σειρά από λειτουργίες εξοικονόμησης ενέργειας, χειρισμών και προγραμματισμού. Είναι η "καρδιά" μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Από δύο παράγοντες εξαρτάται η επιλογή ενός πίνακα :α) το είδος της τοποθέτησης και β) το μέγεθος. Η τοποθέτηση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους είτε χωνευτά μέσα στον τοίχο είτε επίτοιχα. Από τον αριθμό των στοιχείων που εγκαθιστάτε μέσα σ' αυτόν εξαρτάται το μέγεθος του πίνακα. Σε μια καινούρια εγκατάσταση πάντα προβλέψτε οπωσδήποτε έναν μεγαλύτερο πίνακα με εφεδρεία της τάξης του 20% με 30% ώστε σε οποιαδήποτε μελλοντική προσθήκη επιπλέον λειτουργιών, θα έχουμε την δυνατότητα να γίνει πιο εύκολα και οικονομικά χωρίς νέα μερεμέτια και αντικατάσταση ολόκληρου του πίνακα.

Οι χωνευτοί πίνακες προσαρμόζονται καλύτερα στο χώρο για τον λόγο ότι τοποθετούνται μέσα στον τοίχο και δεν προεξέχουν. Η επίτοιχη τοποθέτηση δεν χρησιμοποιείται συχνά σε μια κατοικία, συναντάται συνήθως σε ανακαινίσεις και σε ε χώρους, όπως το λεβητοστάσιο και η αποθήκη. Υπάρχει η ειδική σειρά Plexo που προτείνεται για τοποθέτηση σε εξωτερικούς χώρους με αυξημένη σκόνη, υγρασία ακόμη και βροχή.

Ο πίνακας απαρτίζεται από τα εξής υλικά:

- Ρελέ διαρροής που συμβάλει στην προστασία των ανθρώπων.
- Ασφάλειες που συμβάλουν στην προστασία εγκαταστάσεων και κυκλωμάτων.
- Αντικεραυνικό: που προστατεύει τις συσκευές από κεραυνό
- Διακόπτες ράγας που συντελούν στον έλεγχο των κυκλωμάτων

Για την κατασκευή του ηλεκτρολογικού πίνακα της κατοικίας εργάστηκαν 5 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 120800€.

Για το δίκτυο υποδομής ηλεκτρικών στον περιβάλλοντα χώρο της κατοικίας εργάστηκαν 5 άτομα για 84 ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 167400€.

Για τον φωτισμό του περιβάλλοντος χώρου. εργάστηκαν 5 άτομα για 14 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 89900€.

Για το ηλεκτροστάσιο εργάστηκαν 5 άτομα για 63 ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 121550€.

Για την τοποθέτηση των φωτιστικών και ηλεκτρικών εργάστηκαν 5 άτομα για 112 ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 345200€.

### 2.2.9 Οδοποιία

Για την κατασκευή δρόμων εντός του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου της κατοικίας εργάστηκαν όλα τα μηχανήματα μας για 70 ημέρες δηλαδή 1180 εργατοώρες και συνολικό κόστος μαζί με τα πετρέλαια 1200000€.



Εικόνα 5: Οδοποιία της κατοικίας

### **2.2.10 Κατασκευή γηπέδου τένις.**



**Εικόνα 6: Χώρος δημιουργίας γηπέδου τένις**

Για την δημιουργία του γηπέδου τένις εργάστηκαν 10 άτομα για 56ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 334000€.

### **2.2.11 Κατασκευές και εργασίες εξωτερικού χώρου**

#### **2.2.11.1 Κατασκευή εισόδου κτήματος.**

Για την κατασκευή της εισόδου του κτήματος εργάστηκαν 12 άτομα για 14 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 115200€.

#### **2.2.11.2 Χώματα εμπρός από το σπίτι.**

Για την μεταφορά των χωμάτων μπροστά από το σπίτι Εργάστηκαν όλα τα μηχανήματα μας για 28 ημέρες δηλαδή 672 εργατοώρες και συνολικό κόστος μαζί με τα πετρέλαια 268800€.



### 22.11.3 Κατασκευή Yard



**Εικόνα 7: Οι υπό κατασκευή εξωτερικοί χώροι**

Για την κατασκευή των περιφερειακών χώρων της κατοικίας εργάστηκαν 15 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 59700€.

#### 2.2.11.4 Yard υποδομή.

Για την υποδομή του εδάφους για την κατασκευή των εξωτερικών χώρων περιμετρικά του σπιτιού εργάστηκαν 5 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 20250€.

#### 2.2.11.5 Εξωτερική μάντρα.

Για την κατασκευή και διαμόρφωση της εξωτερικής μάντρας εργάστηκαν 15 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 108000€.

#### 2.2.11.6 Λιθοδομές.

Για την κατασκευή των λιθοδομών εργάστηκαν 10 άτομα για 105 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 258500€.

### **2.2.11.7 Κατασκευή πισινών.**

Για την κατασκευή των πισινών εργάστηκαν 8 άτομα για 35ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 126000€.

### **2.2.11.8 Χώματα γενικά που αφορούν την κατοικία**



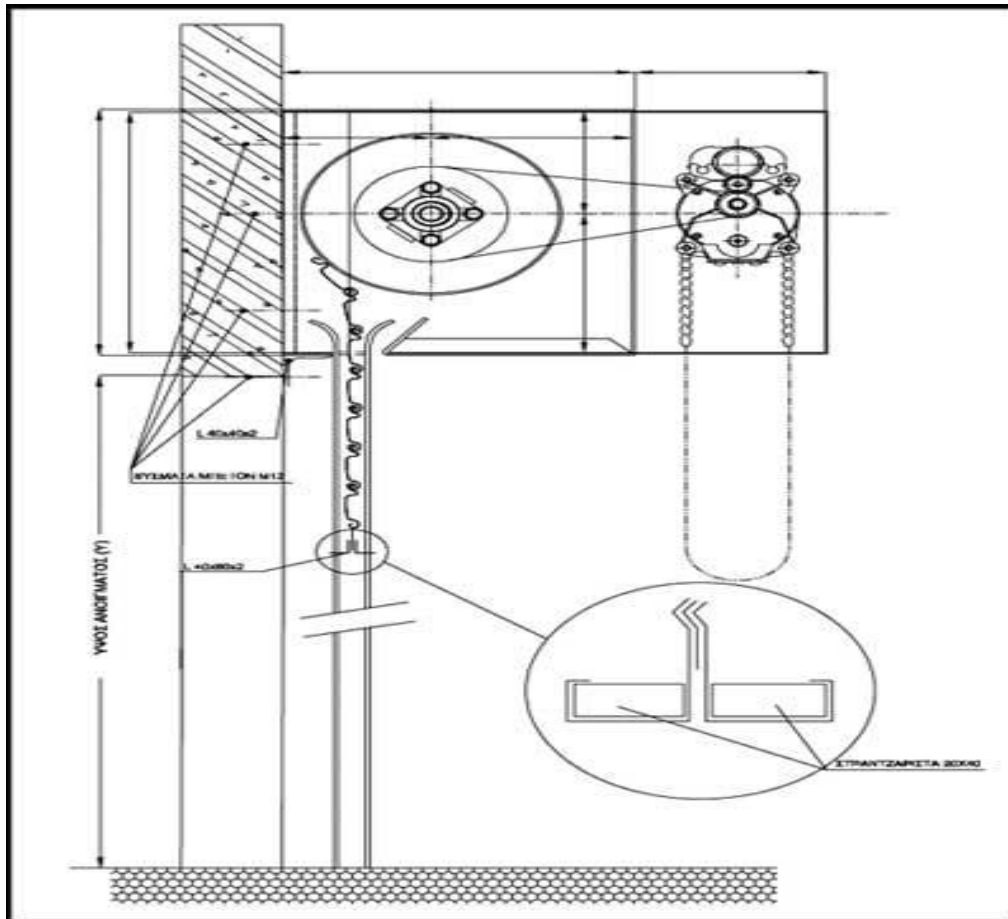
**Εικόνα 8: Χωματουργικές εργασίες**

Για τις εργασίες που σκοπό είχαν τη διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων και χωματουργικές εργασίες χρησιμοποιήθηκαν όλα τα μηχανήματα μας για 98 ημέρες δηλαδή 2352 εργατοώρες και συνολικό κόστος μαζί με τα πετρέλαια 784000€.

### **2.2.12 Ρολά- τζαμιλίκια**

Για την τοποθέτηση των ρολών εργάστηκαν 10 άτομα για 21ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 535700€.

Για την τοποθέτηση των τζαμιλικιών εργάστηκαν 10 άτομα για 49 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 1283300€.



Εικόνα 9: Μηχανισμός ρολού

### 2.2.13 Δίκτυο θέρμανσης.

Για την δημιουργία του δικτύου θέρμανσης εργάστηκαν 8 άτομα για 56 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 1367200€.

### 2.2.14 Μηχανοστάσιο.

Για την υλοποίηση του μηχανοστασίου εργάστηκαν 6 άτομα για 56 ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 1267200€.

### 2.2.15 Ψυχόμενες οροφές

Η εγκατάσταση του συστήματος ψυχόμενων & θερμαινόμενων οροφών με γυψοσανίδες **Plafotherm® GK VarioFlex της Lindner**, η οποία γίνεται από τα ειδικευμένα μόνιμα συνεργεία της ERGON, ακολουθεί τις παρακάτω φάσεις:

	<p><b>ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΔΙΚΥΤΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ</b></p> <p>Αρχικά κατασκευάζεται το κεντρικό δίκτυο τροφοδοσίας από τους συλλέκτες προς τους επιμέρους χώρους. Όλο το δίκτυο αυτό κατασκευάζεται από χαλκοσωλήνα και εξαρτήματα <b>VIEGA ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ.</b></p>
	<p><b>ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΩΝ</b></p> <p>Ακολουθεί η κατασκευή του σκελετού στήριξης των γυψοσανίδων.</p>
	<p><b>ΠΑΝΕΛ ΨΥΧΟΜΕΝΩΝ ΟΡΟΦΩΝ</b></p> <p>Στη συνέχεια τοποθετούνται (βάση μελέτης) τα πάνελ των ψυχόμενων οροφών τα οποία αποτελούνται από αλουμίνιο με ενσωματωμένο χαλκοσωλήνα Φ12mm.</p>
	<p><b>ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΑΝΕΛ</b></p> <p>Τα άκρα των ψυχόμενων πάνελ είναι δυνατόν να συνδεθούν με κόλληση ή πρεσαριστά εξαρτήματα VIEGA. Στο τέλος ακολουθεί δοκιμή πίεσης όλων των εσωτερικών δικτύων.</p>

	<p><b>ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΕΣ –ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</b></p> <p>Τέλος, ακολουθεί η τοποθέτηση των γυψοσανίδων και των υπολοίπων εργασιών (στοκάρισμα, βαφή) Για την καλύτερη απόδοση προτείνεται η χρήση γυψοσανίδων με ίνες από γραφίτη.</p>
	<p><b>ΣΤΑΘΜΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ</b></p> <p>Το σύστημα ολοκληρώνεται με τον σταθμό διανομής ο οποίος περιλαμβάνει ειδική περιστροφική τετράοδη για την πλήρωση και ξέπλυμα των δεικτών, ηλεκτροβάνια, ρυθμιστική βάνια και τον συλλέκτη με τις ανάλογες παροχές.</p>

**Εικόνα 10: Διαδικασία εγκατάστασης ψυχόμενων και θερμαινόμενων οροφών**

Για την διεκπεραίωση αυτής της εργασίας απασχολήθηκαν 8 άτομα για 56ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 669600€.

### 2.2.16 Εξαερισμός

Οι ουσίες που επιβαρύνουν τον αέρα της κατοικίας είναι απαραίτητο να απομακρύνονται και αυτό επιτυγχάνεται αλλάζοντας τον αέρα του χώρου στον οποίο βρισκόμαστε. Εφόσον αυτό δεν είναι εφικτό με φυσικό τρόπο, πρέπει να γίνει με μηχανικό. Το δωμάτιο της κατοικίας το οποίο αναγκαστικά έχει σύστημα εξαερισμού είναι η κουζίνα. Όλοι τοποθετούμε έναν απορροφητήρα πάνω ακριβώς από την κουζίνα μας. Ακόμα μια περίπτωση είναι τα τυφλά μπάνια, δηλαδή τα μπάνια τα οποία δεν βρίσκονται σε άμεση επαφή με τον εξωτερικό χώρο και δεν είναι εφικτό να έχουν παράθυρο. Σε αυτή την περίπτωση αναγκαζόμαστε να τοποθετήσουμε ένα ανεμιστήρα ο οποίος απομακρύνει την υγρασία που δημιουργείται ενώ κάνουμε μπάνιο, αλλά και όλες τις οσμές που παρατηρούνται σε αυτό το χώρο. Κάποιοι επιλέγουν να τοποθετήσουν σύστημα εξαερισμού σε όλο το σπίτι τους, διασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο ευχάριστο και υγιεινό αέρα, απαλλαγμένο από μυρωδιές, καπνούς αλλά και διάφορα μικρόβια που μπορεί να αναπτύσσονται. Εξαερισμός επιτυγχάνεται με την αλλαγή του αέρα που βρίσκεται στο χώρο μας και με την προσαγωγή νωπού αέρα από το περιβάλλον. Κάθε χώρος όμως έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε εξαερισμό για τον λόγο ότι έχει διαφορετική χρήση ο καθένας. Γι αυτό οι απαιτούμενες αλλαγές του αέρα του δωματίου μας ανά ώρα υπολογίζονται με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Δωμάτιο	Αλλαγές αέρα ανά ώρα
Τουαλέτες	15-20
Υπνοδωμάτια	2-4
Αποθήκες	4-8
Παρκινγκ	6-8
Κουζίνες	10-15
Σαλόني - Καθιστικό	4-8

**Πίνακας 1: Απαιτούμενες αλλαγές του αέρα ανά ώρα**

Είναι πάρα πολύ σημαντική η επιλογή των κατάλληλων εναλλαγών του αέρα ανά ώρα. Οι λίγες εναλλαγές, είναι απόλυτα φυσιολογικό να μην δημιουργούν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Όμως βέβαια και οι περισσότερες αλλαγές από τις απαιτούμενες δημιουργούν προβλήματα. Αυτό συμβαίνει διότι, ενώ με τον εξαερισμό μεταφέρουμε τον εσωτερικό αέρα από μέσα έξω, έχουμε σπατάλη ενέργειας εφόσον τον αέρα αυτό προηγουμένως τον είχαμε ή θερμάνει ή ψύξει. Έτσι πρέπει να φροντίσουμε ώστε αυτή η απώλεια να είναι η ελάχιστη δυνατή. Βεβαίως μπορούμε να μειώσουμε την απώλεια με τη λεγόμενη ανάκτηση θερμότητας. Πρέπει να φροντίσουμε δηλαδή με κατάλληλες διατάξεις να διασταυρώσουμε τον αέρα που διώχνουμε με τον αέρα που εισάγουμε, με αποτέλεσμα ο νωπός αέρας να πάρει ή αντίστοιχα να δώσει, εξαρτάται από τα καιρικά φαινόμενα που επικρατούν, ένα ποσό από τη θερμότητα του αέρα που αποβάλλουμε. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνουμε να κερδίσουμε ένα μεγάλο ποσό ενέργειας το οποίο κανονικά θα χανόταν, αυξάνοντας έτσι την απόδοση του συστήματος μας.



**Εικόνα 11: Εξαερισμός κατοικίας**

Αναγκαστικά σε όλα τα σπίτια λοιπόν όλοι πρέπει να χρησιμοποιούν κάποιο σύστημα εξαερισμού. Για τις απλές εφαρμογές δε χρειάζεται και πολυσήμαντη μελέτη, αν

όμως υπάρχει για ένα συνολικό σύστημα εξαερισμού πρέπει οπωσδήποτε να λαμβάνεται υπόψη η γνώμη ενός μηχανικού ο οποίος θα υπολογίσει και θα σχεδιάσει το σύστημα που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του κάθε σπιτιού.

Για την κατασκευή του συστήματος εξαερισμού εργάστηκαν 6 άτομα για 105 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανόμενων και των υλικών 226000€.

### **2.2.17 BMS - Συστήματα Διαχείρισης Κτηρίων**

Building Management System. Τα Συστήματα Διαχείρισης Κτηρίων εφαρμόζονται συχνότερα σε μεγάλες κτηριακές εγκαταστάσεις όπως για παράδειγμα βιομηχανίες, πολυώροφα κτήρια γραφείων, πολυκαταστήματα, ξενοδοχεία, νοσοκομεία για την καλύτερη διαχείριση ενέργειας και προστασίας με στόχο την εξοικονόμηση χρημάτων σε βάθος χρόνου. Μερικές από τις βασικές λειτουργίες που παρέχονται είναι ο έλεγχος, ο χειρισμός και η ενημέρωση:

1. Συναγερμού,
2. Πρόσβασης (Είσοδος – Έξοδος),
3. Κλιματισμού, θέρμανσης, αερισμού,
4. Ανελκυστήρα,
5. Πυρανίχνευσης, πυρόσβεσης,
6. Φωτισμού, ήχου, εικόνας,
7. Ζεστού νερού χρήσης και ηλεκτρικών συσκευών,
8. Τεντών και ρολών ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες,
9. Αυτόματου ποτίσματος,
10. Προσομοίωσης κίνησης στο χώρο κατά τη διάρκεια απουσίας,
11. Διαρροής νερού, υγρασίας,
12. Μέτρηση ενέργειας που καταναλώνεται για περεταίρω βελτίωση,
13. Αυτόματη ειδοποίηση σε περίπτωση ανάγκης.

Συμπερασματικά όλες οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις ενός κτηρίου επικοινωνούν μεταξύ τους για την βέλτιστη και πιο οικονομική διαχείριση πόρων με εύκολο, ευέλικτο και απλό χειρισμό. Ένα σύστημα BMS μικρότερης κλίμακας το οποίο εφαρμόζεται σε κατοικίες είναι γνωστό ως “έξυπνο σπίτι”. Με το όρο αυτό αναφερόμαστε στον έλεγχο της ηλεκτρικής εγκατάστασης και των ηλεκτρικών συσκευών οικιακού περιβάλλοντος, μέσω εγκατάστασης ποικίλων αισθητήρων. Το εγκατεστημένο σύστημα προσαρμόζει αυτόματα το περιβάλλον των χώρων, σύμφωνα με τις προκαθορισμένες επιθυμητές ρυθμίσεις από μακριά, με την χρήση κινητού τηλεφώνου μέσω SMS ή internet. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι ένα τέτοιο σύστημα προϋποθέτει την σωστή μελέτη και πρόβλεψη ακόμα και πριν την

ηλεκτρολογική εγκατάσταση του υπό κατασκευή κτηρίου ή κατά τη διάρκεια ανακαίνισης. Αυτό όμως δεν είναι απαγορευτικό στην εγκατάσταση κάποιων αυτοματισμών ακόμα και μετά την ολοκλήρωση του κτηρίου σε περίπτωση που δεν έχει γίνει πρόβλεψη για BMS. Κατά την δημιουργία του συστήματος διαχείρισης των κτιρίων εργάστηκαν 5 άτομα για 42 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 153600€.

#### **2.2.18 Κατασκευή μαρμάρινων δαπέδων -σκαλοπατιών**

Για την κατασκευή των μαρμάρων που αφορούν το δάπεδο και τα σκαλοπάτια χρησιμοποιήθηκε ανθρώπινο δυναμικό 4 ατόμων για 84 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 1384000€.

#### **2.2.19 Κατασκευή μαρμάρων για τα σιντριβάνια**

Για την κατασκευή των μαρμάρων στα σιντριβάνια εργάστηκαν 4 άτομα για 98 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 1098000€.

#### **2.2.20 Κατασκευή μαρμάρων στα λουτρά δάπεδα - επενδύσεις τοίχων**

Για την κατασκευή των μαρμάρων στα λουτρά το οποίο έχει διαφορετικό κοστολόγιο από το υπόλοιπο σπίτι εργάστηκαν 4 άτομα για 42 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανόμενων και των υλικών 492000€.

Ενώ για την κατασκευή των μαρμάρων για την επένδυση των τοίχων εργάστηκαν 4 άτομα για 126 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 826000€.

#### **2.2.21 Γυψοσανίδες**

##### **2.2.21.1 Γυψοσανίδες ψυχόμενες οροφές**

Για την κατασκευή των γυψοσανίδων για τις ψυχόμενες οροφές εργάστηκαν 15 άτομα για 84 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 484000€.

##### **2.2.21.2 Γυψοσανίδες-Τσιμεντοσανίδες και λοιπές εργασίες γυψοσανίδων.**

Η κατασκευή τοίχου με γυψοσανίδα είναι μια εργασία που δεν απαιτεί ιδιαίτερη εξειδίκευση. Χωρίζεται σε τρία στάδια:

- Κατασκευή μεταλλικού σκελετού,
- Τοποθέτηση γυψοσανίδας,
- Στοκάρισμα.

Για την κατασκευή των γυψοσανίδων εργάστηκαν 10 άτομα για 168 ημέρες με



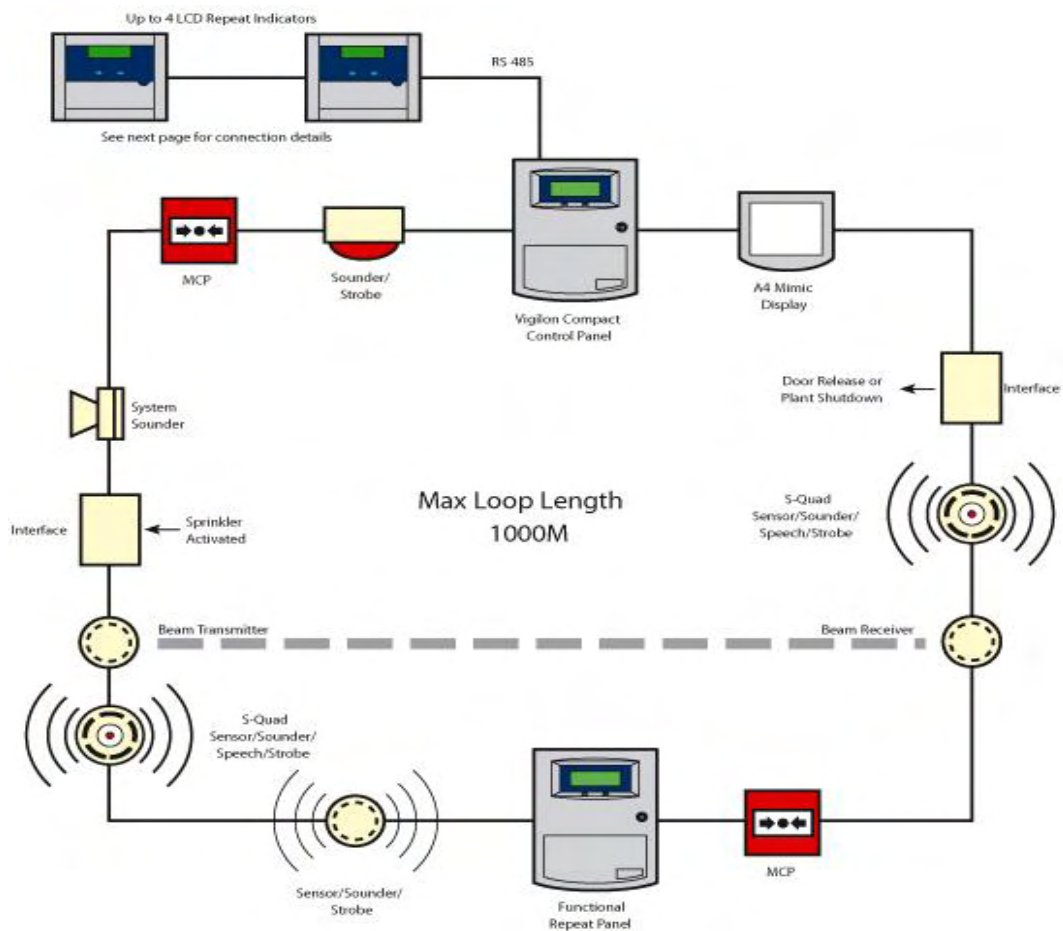
συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 902000€.

### 2.2.22 Πυρανίχνευση

Οι εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης αποτελούν το βασικότερο παράγοντα ασφάλειας ενός κτιρίου ή μιας επιχείρησης. Μια εγκατάσταση πυρανίχνευσης δεν αποτελεί απλά μία τυπική εγκατάσταση που πρέπει αναγκαστικά να κατασκευαστεί μόνο και μόνο από υποχρέωση προκειμένου να εκδοθεί το τυπικό πιστοποιητικό πυρασφάλειας. Ένα σύγχρονο σύστημα πυροπροστασίας περιλαμβάνει απαραίτητα ένα επαρκές δίκτυο πυρανιχνευτών, που θα είναι κατάλληλοι για την κάθε περίπτωση και θα εξασφαλίζουν επαρκή αξιοπιστία.

Η πυρανίχνευση (δηλαδή η διέγερση ενός κατάλληλου αισθητηρίου συστήματος), θα έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα τη σήμανση (οπτική, ακουστική κ.λπ.) και παράλληλα, αν υπάρχει σχετική εγκατάσταση, θα θέσει σε λειτουργία το μηχανισμό κατασβέσεως.

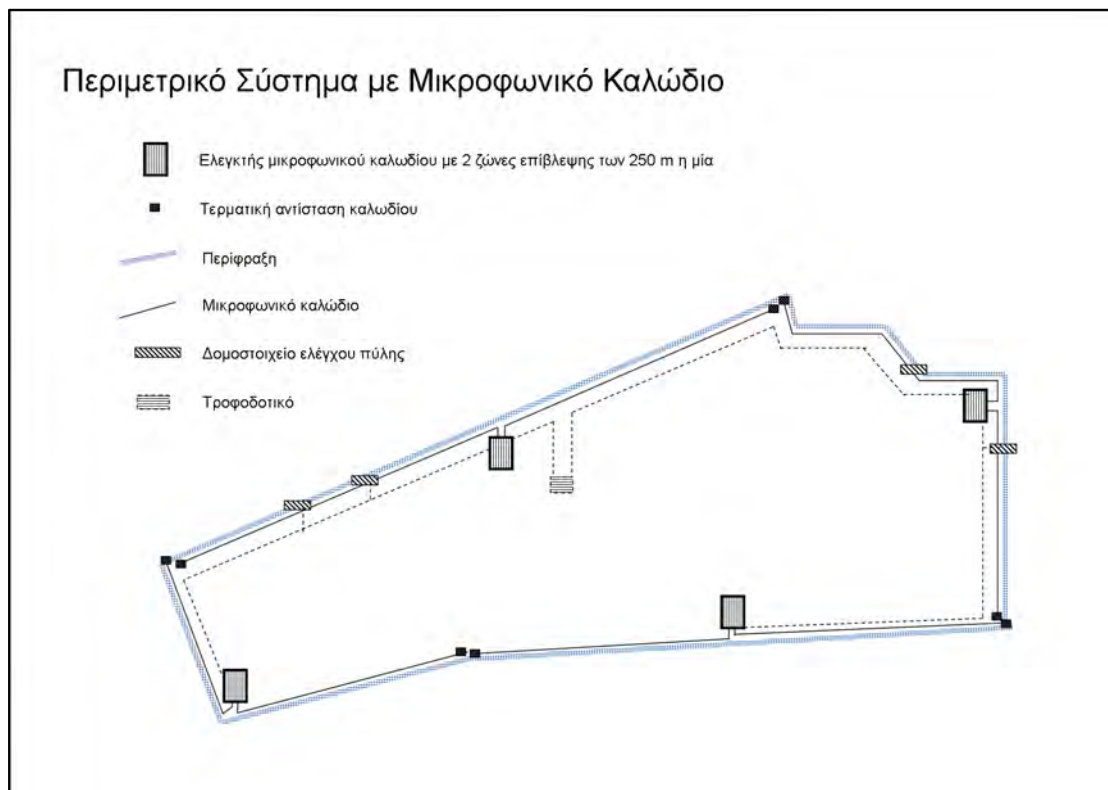
Για την εγκατάσταση της πυρανίχνευσης εργαστήκαν 10 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 70500€.



Εικόνα 12: Σύστημα πυρανίχνευσης

### 2.2.23 Περιμετρικό καλώδιο

Για την τοποθέτηση του καλωδίου εργάστηκαν 5 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 57400€.



Εικόνα 13: Περιμετρικό σύστημα με περιφερειακό καλώδιο

### 2.2.24 Ιστοί.

Για την τοποθέτηση των ιστών εργάστηκαν 5 άτομα για 21 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 41800€.

### 2.2.25 Ασφάλειες επαφών.

Για την διεργασία αυτή εργάστηκαν 5 άτομα για 21 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 44800€.

### 2.2.26 Τοποθέτηση πινάκων πριζών και διακοπών

Για την τοποθέτηση των πριζών, των διακοπών και των πινάκων εργάστηκαν 5 άτομα για 112 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 194600€.

### **2.2.27 Προγραμματισμός διακοπών.**

Για τον σωστό και λειτουργικό προγραμματισμό των διακοπών εργάστηκαν 8 άτομα για 42 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 44100€.

### **2.2.28 Control room.**

Για την δημιουργία του control room εργάστηκαν 8 άτομα για 14 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 38800€.



**Εικόνα 14: Control room κατοικίας**

### **2.2.29 Εγκατάσταση Hi-fi.**

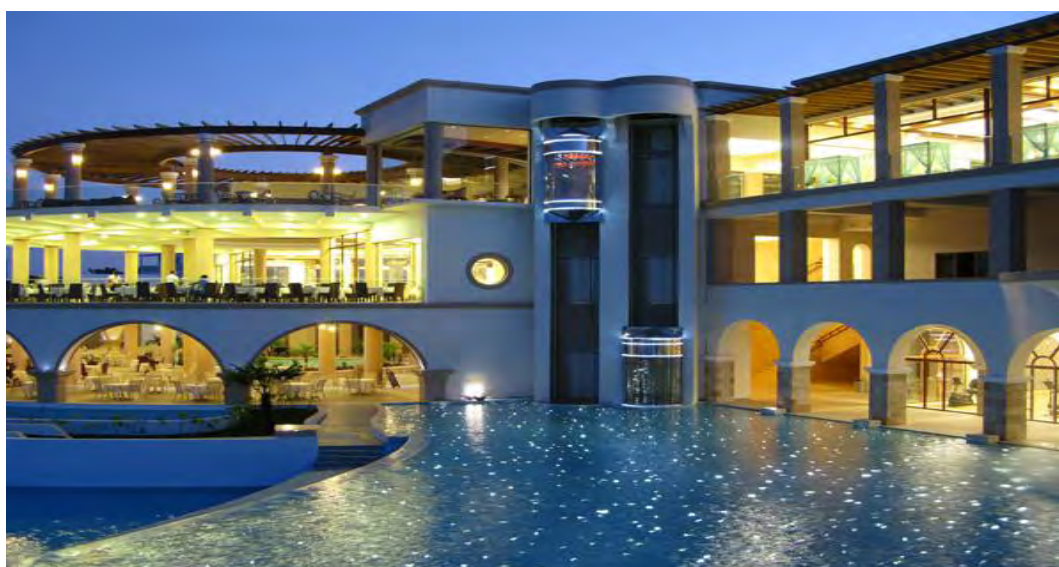
Η εγκατάσταση του Hi-fi χρειάστηκε 8 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 97800€.

### **2.2.30 Αυτοματισμοί.**

Για την εγκατάσταση των αυτοματισμών εργάστηκαν 8 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 95800€.

### 2.2.31 Οπτικές ίνες πισίνες.

Οι οπτικές ίνες βασίζουν τη λειτουργία τους στην αντανάκλαση του φωτός από την πηγή στην άκρη της ίνας, γεγονός το οποίο μας προσφέρει εντυπωσιακά αισθητικά αποτελέσματα. Χαρακτηρίζονται από την χαμηλή κατανάλωση, την εύκολη συντήρηση και την ασφάλεια στην δημιουργία εφέ με το υδάτινο στοιχείο (λόγω του ότι μεταφέρεται φως και όχι ρεύμα). Μπορούμε να φωτίσουμε μία πισίνα δημιουργώντας όμορφα εφέ, είτε περιμετρικά γραμμικά με οπτική ίνα side glow, είτε σημειακά τοποθετώντας στον πυθμένα φωτεινά σημεία τυχαία ή βάσει σχεδίου. Για να πραγματοποιηθεί αυτό απαραίτητη προϋπόθεση είναι η μελέτη να υλοποιηθεί στη φάση της κατασκευής της. Για παράδειγμα η δημιουργία ενός εντυπωσιακού αποτελέσματος σε μία πισίνα 50 τετραγωνικών μέτρων θα καταναλώνει ενέργεια από 100 έως 150W.



**Εικόνα 15: Πισίνα με χρήση οπτικών ινών**

Για την τοποθέτηση οπτικών ινών στην πισίνα της συγκεκριμένης κατοικίας εργάστηκαν 10 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 109200€.

### 2.2.28 Δημιουργία μηχανοστασίου πισίνας ορόφου

Για την δημιουργία του μηχανοστασίου των πισινών εργάστηκαν 5 άτομα για 49 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 179000€.



**Εικόνα 16: Πισίνες ορόφου.**



**Εικόνα 17: Μηχανοστάσιο πισίνας.**

### **2.2.29 Μηχανοστάσιο Yard.**

Για το μηχανοστάσιο Yard εργάστηκαν 5 άτομα για 28ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 78000€.

### **2.2.30 Υπόλοιπα μηχανοστάσια.**

Τα υπόλοιπα μηχανοστάσια χρειάστηκαν για την δημιουργία τους 5 άτομα για 56 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 130000€.

### **2.2.31 Προμήθεια και τοποθέτηση ξύλινων πατωμάτων.**

Η προμήθεια των ξύλινων πατωμάτων είχε συνολικό κόστος 870000€.Ενώ για την τοποθέτηση τους εργάστηκαν 10 άτομα για 42 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 145000€.

### **2.2.32 Τοποθέτηση SKY LIGHT.**

Για την τοποθέτηση του sky light εργάστηκαν 5 άτομα για 112 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 200000€.



**Εικόνα 18: Sky light κατοικίας.**

## **2.2.33 Κήπος**

### **2.2.33.1 Κηπευτικά -κρεβατίνες.**

Για την διεργασία αυτή εργαστήκαν 20 άτομα για 35 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 105000€.



**Εικόνα 19: Κήπος κατοικίας και κηπευτικός δρόμος**

### **2.2.33.2 Κηπευτικά δρόμοι.**

Η δημιουργία των κηπευτικών δρόμων χρειάστηκε την απασχόληση 20 ατόμων για 42 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 206000€.

### **2.2.33.3 Κηπευτικά κύριος δρόμος.**

Για την κατασκευή του κυρίου δρόμου εργάστηκαν 20 άτομα για 21 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 93000€.

### **2.2.33.4 Κηπευτικά γηπέδου τένις.**

Για τα κηπευτικά του γηπέδου του τένις εργαστήκαν 20 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 84000€.

#### **2.2.33.5 Χλοοτάπητας.**

Για την τοποθέτηση του χλοοτάπητα εργάστηκαν 20 άτομα για 21 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 63000€.



**Εικόνα 20: Χλοοτάπητας κατοικίας**

#### **2.2.33.6 Αμπελώνας.**

Για την δημιουργία του αμπελώνα εργάστηκαν 6 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 33600€.

#### **2.2.34 Πόρτες φύλακα (ξύλινες).**

Για την τοποθέτηση των ξύλινων πορτών εργάστηκαν 5 άτομα για 21 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 38800€.

#### **2.2.35 Κατασκευή ξύλινου δεξιού ορίου.**

Για την κατασκευή του ξύλινου δεξιού ορίου εργάστηκαν 5 άτομα για 42 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 75600€.

#### **2.2.36 Διάφορες ξύλινες κατασκευές.**

Για κάποιες ξύλινες κατασκευές εντός και εκτός της κατοικίας εργάστηκαν 8 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 95800€.



### **2.2.37 Χρωματισμοί εξωτερικά σπατουλαριστά.**



**Εικόνα 21: Κατοικία μετά τον χρωματισμό των τοίχων**

Για τον χρωματισμό και το σπατουλάρισμα των εξωτερικών χώρων εργάστηκαν 15 άτομα για 140 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 415000€.

### **2.2.38 STUCCO VENECIANO Εσωτερικά σπατουλαριστά.**

Για το εσωτερικό σπατουλαριστό εργάστηκαν 20 άτομα για 168ημερες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 684000€.

### **2.2.39 Βάψιμο μηχανοστάσια γκαράζ.**

Για το βάψιμο του μηχανοστασίου γκαράζ εργάστηκαν 20 άτομα για 28 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 104000€.

### **2.2.40 Σπατουλαριστά ριπολίνες σπίτι φύλακα.**

Για το σπίτι του φύλακα εργάστηκαν 10 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 17500€.

## 2.2.41 Beach club



**Εικόνα 22: Υπό κατασκευή Beach Club**

Για τις εκσκαφές του Beach Club συνολικά δούλεψαν κάποια από τα μηχανήματα για 14 ημέρες δηλαδή 112 εργατοώρες με κόστος 2000/ εργατοώρα και συνολικό κόστος 224000€.

Ενώ για την σκυροδέτηση του beach club εργάστηκαν 8 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 384000€.

Η τοιχοποιία του Beach club απασχόλησε 10 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 18500€.

Για τα υδραυλικά κατοικίας του Beach club εργάστηκαν 5 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 10250€.

Για το μηχανοστάσιο της πισίνας του beach club εργάστηκαν 4 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 11200€.

Τα σπατουλαριστά εξωτερικά του beach club απασχοληθήκαν 10 άτομα για 7 ημέρες με συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένων και των υλικών 14500€.



**Εικόνα 23: Beach Club**

## **Κεφάλαιο 3. Μέθοδος κρίσιμης διαδρομής και εφαρμογή στο έργο**

### **3.1 Ορισμός μεθόδου κρίσιμης διαδρομής**

Η Μέθοδος Κρίσιμης Διαδρομής (Critical path Method) συνιστά τεχνική προγραμματισμού έργων που περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό εργασιών. Η Μέθοδος της κρίσιμης διαδρομής (μέθοδος CPM – Critical Path Method) αναπτύχθηκε το 1958 από τους J. E. Kelly της Remington Rand και M. R. Walker της Du Pont για την υποστήριξη του προγραμματισμού των δραστηριοτήτων κατασκευής και συντήρησης βιομηχανικών συγκροτημάτων παραγωγής χημικών προϊόντων. Οι περιπτώσεις χρήσης της CPM παρουσιάζονται στην κατασκευή δομικών έργων, στην κατασκευή αεροπλάνων, σε μεγάλες ναυπηγικές βιομηχανίες αλλά και στην κατασκευή οδικού δικτύου.

Η CPM δημιουργήθηκε αρχικά για να αντιμετωπίσει τη σχέση χρόνου-κόστους που ήταν συχνό πρόβλημα των διευθυντών έργων 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 ιδιαίτερα πολύπλοκη. Εφοδιασμένη με γραφικές τεχνικές, η CPM είναι ένα πολύπλοκο πρόγραμμα έργου, που περιλαμβάνει αλληλοσυνδεόμενες και αλληλοδιάδοχες εργασίες, που ως επί το πλείστον γίνεται χρήση δικτυωτού διαγράμματος, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των δικτύων (networking modeling).

### **3.2 Τρόπος ανάπτυξης της μεθόδου και εύρεσης της κρίσιμης διαδρομής**

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

Η CPM προσδιορίζει:

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

Στην CPM υπάρχουν δύο (2) χρόνοι ολοκλήρωσης των εργασιών και δύο τιμές για το κόστος.

- Ο 1ος συνδυασμός χρόνου/κόστους είναι κανονικός (normal),
- Ο 2ος συνδυασμός προέρχεται από την απόπειρα να επιταχυνθεί η εργασία, προσθέτοντας κάποιους πόρους (σε υπερωρίες, ειδικό εξοπλισμό, περισσότερο εξοπλισμό ή υλικά) και θεωρείται συντομευμένος (crash). Ορίζεται ο λόγος κόστους προς χρόνο που δείχνει το κόστος/μέρα για την επιτάχυνση ενός σχεδίου και παίρνει πάντα αρνητική τιμή διότι το κόστος με την επιτάχυνση αυξάνεται ενώ ο χρόνος μειώνεται. (Λόγος κόστους/χρόνος = συντομευμένο κόστος-κανονικό κόστος/συντομευμένος χρόνος- κανονικός χρόνος).

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

Είναι εύκολα αντιληπτό ότι ως 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.

Για την καλύτερη κατανόηση και εφαρμογή της μεθόδου της κρίσιμης διαδρομής χρειάζεται η αποσαφήνιση και επεξήγηση κάποιων βασικών εννοιών.

**Δραστηριότητα (activity, i):** Είναι μια συγκεκριμένη εργασία ή ένα υποσύνολο εργασιών που αποτελούν υποενότητα του έργου, και είναι απαραίτητες για την ολοκλήρωση του. Μια δραστηριότητα είναι ένα τμήμα του έργου, καταναλώνει πόρους, έχει αρχή και πέρας και απαιτεί χρόνο για να ολοκληρωθεί.

**Γεγονός (event):** Είναι το αποτέλεσμα της ολοκλήρωσης μίας ή περισσοτέρων δραστηριοτήτων. Τα γεγονότα δε χρησιμοποιούν πόρους. Κάθε δραστηριότητα ορίζεται από ένα γεγονός πέρατος και ένα γεγονός αρχής.

**Δίκτυο (network):** Είναι η ένταξη με λογική και χρονική ακολουθία όλων των δραστηριοτήτων ενός έργου σε ένα σχήμα, με απεικόνιση που χρησιμοποιεί τόξα/βέλη και κόμβους. Αυτή η «τακτοποίηση» προσδιορίζει τις σχέσεις προτεραιότητας των δραστηριοτήτων στο έργο, ενώ αποτελεί απεικόνιση των σχέσεων εξάρτησης των δραστηριοτήτων. Τα δίκτυα σχεδιάζονται, ξεκινώντας από τα αριστερά και προχωρώντας προς τα δεξιά. Τα βέλη χρησιμοποιούνται για να απεικονίζεται η κατεύθυνση της ροής, έτσι ώστε να φαίνεται αν μια δραστηριότητα έπεται ή ακολουθεί μια άλλη.

**Διαδρομή (path):** Είναι η αλληλουχία των συνδεδεμένων σε σειρά δραστηριοτήτων ή η σειρά των ενδιάμεσων γεγονότων μεταξύ δύο οποιωνδήποτε γεγονότων σε ένα δίκτυο.

**Κρίσιμη διαδρομή (critical path):** Είναι εκείνη η διαδρομή δραστηριοτήτων μεταξύ έναρξης και ολοκλήρωσης ενός έργου, που έχει τη μέγιστη συνολική διάρκεια. Καθυστέρηση μιας δραστηριότητας της κρίσιμης διαδρομής συνεπάγεται καθυστέρηση του έργου.

**Νωρίτερος χρόνος έναρξης (Early Start Time, EST)** της δράσης είναι η νωρίτερα 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, EFT)** 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.

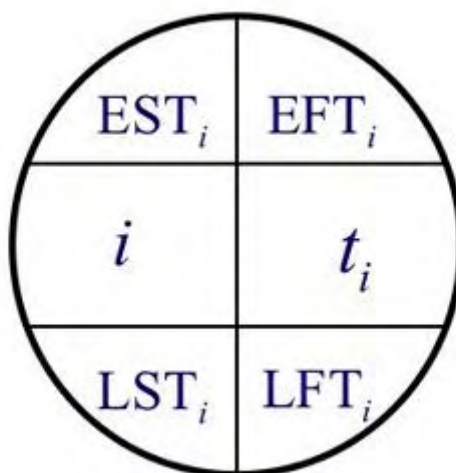
**Βραδύτερος χρόνος περάτωσης (Late Finish Time, LFT)** της δράσης είναι η βραδύτερη χρονική στιγμή κατά την οποία μπορεί να τελειώσει μια δράση χωρίς να παραταθεί ο χρόνος ολοκλήρωσης όλου του έργου.

**Βραδύτερος χρόνος έναρξης (Late Start Time, LST)** 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 LFT μείον την διάρκεια της δράσης.

**Διάρκεια δραστηριότητας ( $t_i$ ):** Το χρονικό περιθώριο αποπεράτωσης μιας δραστηριότητας.

**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 LST και EST ή των LFT και EFT της δράσης ( $LST-EST=LFT-EFT$ ).

Για την καλύτερη παρουσίαση των δεδομένων για κάθε δραστηριότητα χρησιμοποιείται το ακόλουθο σχήμα:

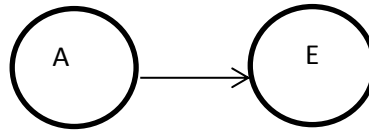


Εικόνα 24: Πληροφορίες για κάθε κόμβο (δραστηριότητα) του δικτύου.

### 3.3 Παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου της κρίσιμης διαδρομής.

Για την καλύτερη κατανόηση της μεθόδου της κρίσιμης διαδρομής (CPM) παρατίθεται ένα παράδειγμα. Στο δίκτυο το οποίο θα προκύψει δημιουργούνται σχέσεις μεταξύ των δραστηριοτήτων οι οποίες αφορούν την μεταξύ τους εξάρτηση για τον χρόνο έναρξης και αποπεράτωσης της κάθε δραστηριότητας. Για την δημιουργία του δικτύου το πιο ουσιαστικό ερώτημα που καλείται να απαντηθεί είναι η αλληλουχία των δραστηριοτήτων.

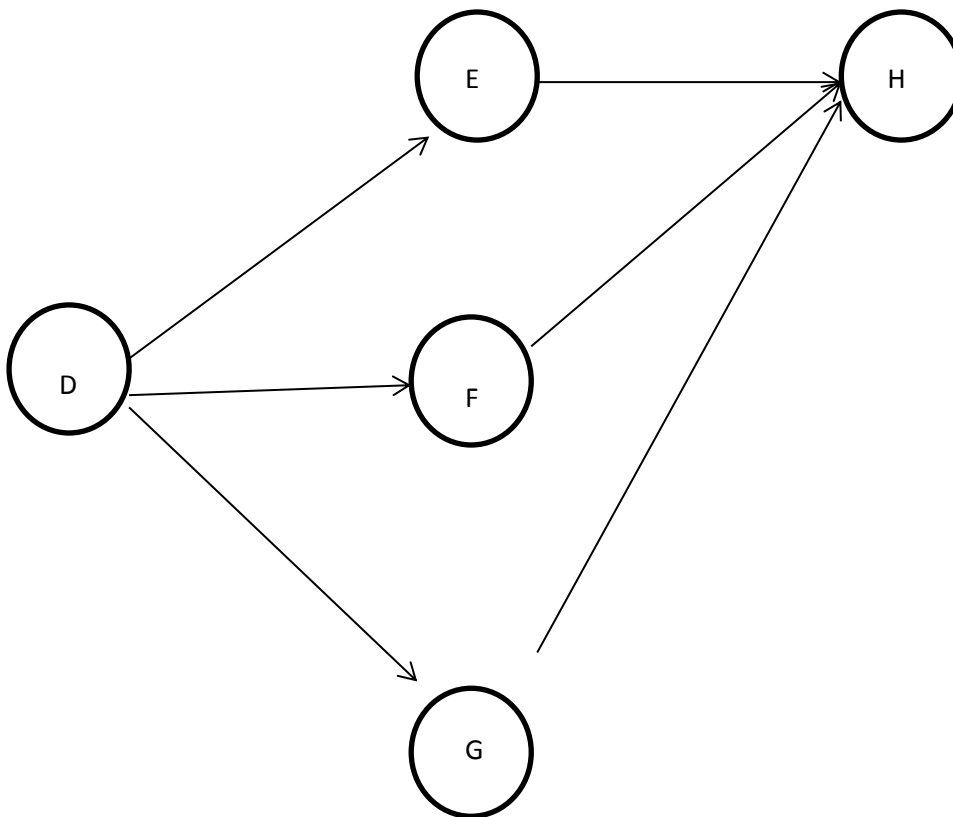
Δηλαδή ποιες δραστηριότητες πρέπει να τελειώσουν πριν ξεκινήσουν οι άμεσα εξαρτώμενες χρήσιμα του βέλους δείχνει την εξάρτηση 2 δραστηριοτήτων.



**Σχήμα 1: Σχέση δραστηριοτήτων**

Η δραστηριότητα A πρέπει να τελειώσει πριν ξεκινήσει η E.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η αλληλεξάρτηση των δραστηριοτήτων D, E, F, G, H. Οι δραστηριότητες E, F, G μπορούν να γίνουν παράλληλα αφού έχει όμως ολοκληρωθεί η δραστηριότητα D. Επίσης οι συγκεκριμένες δραστηριότητες δεν χρειάζεται να ξεκινήσουν και να τελειώσουν την ίδια χρονική στιγμή. Όμως πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί και οι 3 για να ξεκινήσει η δραστηριότητα H.



**Σχήμα 2: Σχέση δραστηριοτήτων**

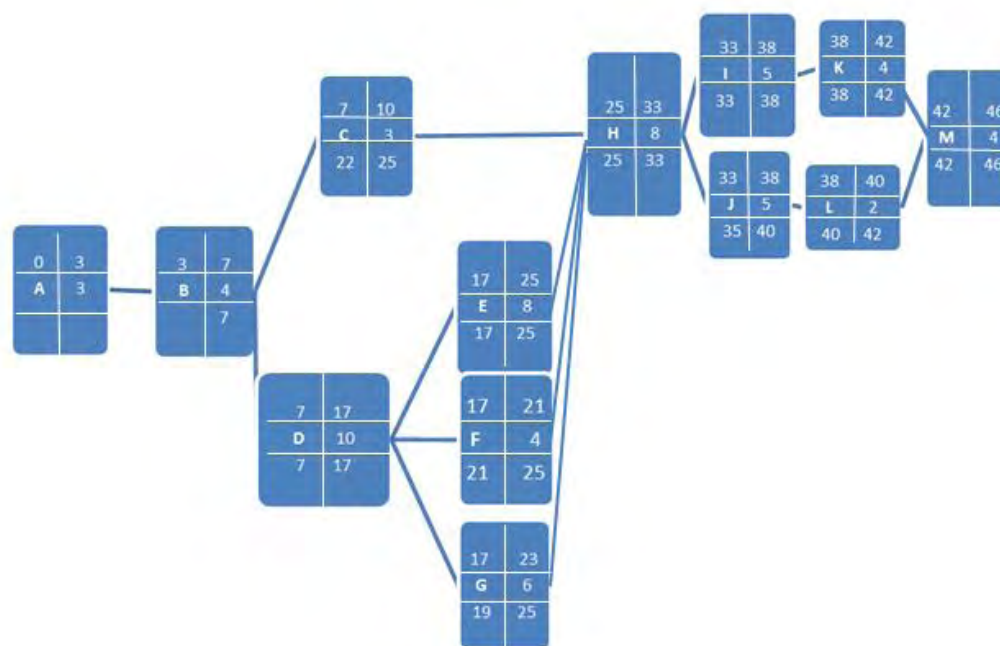


Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας που δείχνει το σύνολο των δραστηριοτήτων την περιγραφή της κάθε δραστηριότητας τον χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η κάθε δραστηριότητα και τις προαπαιτούμενες δραστηριότητες για την έναρξη της κάθε εργασίας.

<b>Εργασία</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Χρόνος ολοκλήρωσης (σε μέρες)</b>	<b>Προαπαιτούμενες εργασίες</b>
A	Εκσκαφές	3	Καμία
B	Θεμελίωση	4	A
C	Υδραυλικά	3	B
D	Σκυροδέτηση	10	B
E	Σοβάτισμα	8	D
F	Εγκατάσταση μηχανοστασίου	4	D
G	Εγκατάσταση ηλεκτρικών	6	D
H	Κατασκευή δαπέδων	8	C,E,F,G
I	Εγκατάσταση ντουλαπών	5	H
J	Χρωματισμοί κτηρίου	5	H
K	Εγκατάσταση ειδών υγιεινής	4	I
L	Εγκατάσταση πρίζες διακόπτες	2	J
M	Εγκατάσταση ξύλινου πατώματος	4	K,L

**Πίνακας 2: Σύνολο δραστηριοτήτων και προαπαιτούμενες αυτών**

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο της κρίσιμης διαδρομής που αναλύσαμε προηγουμένως και ακολουθώντας αυτήν βήμα-βήμα καταλήξαμε ότι η κρίσιμη διαδρομή είναι η A, B, D, E, H, I, K, N.



Σχήμα 3: Δίκτυο έργου και επισήμανση κρίσιμης διαδρομής

Στο παραπάνω σχήμα έχουμε φτιάξει το δίκτυο με τις εργασίες. Παρατηρούμε ότι πέντε εργασίες δεν ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή που αντιστοιχεί στο 40% του συνόλου των εργασιών.

### 3.4 Εύρεση της κρίσιμης διαδρομής στο έργο που μελετήθηκε

Κρίσιμη διαδρομή (Critical path) σε ένα δίκτυο δράσεων είναι η μεγαλύτερη χρονικά διαδρομή από συνδεδεμένες μεταξύ τους δράσεις του δικτύου από την έναρξη μέχρι το πέρας του έργου, που οποιαδήποτε καθυστέρηση στις δράσεις αυτές θα επιφέρει χρονική επιμήκυνση στην ολοκλήρωση του συνολικού έργου. Η κρίσιμη διαδρομή μπορεί επίσης να οριστεί και σαν την διαδρομή στο δίκτυο δράσεων όπου όλες οι δράσεις της παρουσιάζουν μηδενικό slack time ή ακόμα η διαδρομή για την οποία ταυτίζονται τα ζεύγη (EST, EFT) (LST, LFT). Οι δράσεις που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή ονομάζονται και κρίσιμες δράσεις. Αν λοιπόν για κάποια δράση καταλήγει κανείς σε μηδενικό χρονικό περιθώριο, συμπεραίνεται ότι αυτή η δράση βρίσκεται πάνω στην κρίσιμη διαδρομή. Πολλές φορές σε κάποια περισσότερο πολύπλοκα δίκτυα, προκύπτουν περισσότερες από μία κρίσιμες διαδρομές. Εννοείται ότι ο συνολικός χρόνος των κρίσιμων διαδρομών είναι ο ίδιος και φυσικά μεγαλύτερος από τον συνολικό χρόνο οποιαδήποτε άλλης διαδρομής του δικτύου.

Μέσα από την ανάπτυξη της μεθόδου CPM μπορεί εύκολα κάποιος να αντιληφθεί την χρησιμότητά της στον προγραμματισμό των έργων. Για παράδειγμα μπορεί να προσεγγισθεί ο συνολικός χρόνος του έργου, το πόσο μπορούν να καθυστερήσουν ή όχι οι επιμέρους δράσεις του έργου, ποιες από αυτές είναι κρίσιμες δράσεις που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή οπότε δεν υπάρχει περιθώριο καθυστέρησής τους, πόσες είναι οι κρίσιμες διαδρομές για το έργο (αν υπάρχουν περισσότερες από μία), σε ποιες από τις δράσεις πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή (με μεταφορά επιπλέον πόρων) η διοίκηση του έργου και γενικά να προγραμματίσει έτσι το έργο ώστε να ολοκληρωθεί ομαλά μέσα στους επιθυμητούς χρόνους. Μπορεί ωστόσο, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που προκύπτουν από την μέθοδο και να αναθεωρήσει τον σχεδιασμό του έργου, αν οι χρόνοι που προκύπτουν είναι μεγαλύτεροι από τους επιθυμητούς, με το να αναθεωρήσει την κρίσιμη διαδρομή ελέγχοντας και συμπιέζοντας χρονικά τις δράσεις της αν γίνεται (π.χ. με την χρήση επιπλέον πόρων). Μπορεί επίσης μελετώντας το δίκτυο επέμβει στους χρόνους της κρίσιμης διαδρομής και να αυξήσει τους χρόνους των επιμέρους δραστηριοτήτων εφόσον αυτό είναι εφικτό. Έτσι οι εργασίες θα κοστίσουν λιγότερο αφού θα εργαστούν λιγότερα άτομα πιο ικανά και χωρίς την πληρωμή υπερωριών γεγονός που αυξάνει κατά πολύ το κόστος.

Είναι λοιπόν δυνατόν σε ένα δίκτυο δράσεων να υπάρξουν περισσότερες κρίσιμες διαδρομές. Οποιαδήποτε άλλη διαδρομή στο δίκτυο που οδηγεί από την έναρξη του έργου στο τέλος του, περιλαμβάνει δραστηριότητες των οποίων η συνολική διάρκεια είναι μικρότερη από αυτήν της κρίσιμης διαδρομής. Φυσικά αν για κάποιο λόγο αυξηθεί πάνω από κάποιο όριο η διάρκεια μιας ή περισσότερων δράσεων μιας μη κρίσιμης διαδρομής, η διαδρομή αυτή καθίσταται κρίσιμη, αντικαθιστώντας την προηγούμενη κρίσιμη. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει η αύξηση αυτή να είναι μεγαλύτερη της διαφοράς, μεταξύ της διάρκειας της κρίσιμης διαδρομής και της συνολικής διάρκειας των δράσεων της μη κρίσιμης διαδρομής. Στην παρούσα εργασία έχουμε 2 διαφορετικές κρίσιμες διαδρομές οι οποίες αποτελούνται και οι 2 από τις εξής δραστηριότητες : A, B, C, D, E, tmikro, umikro, vmikro η μοναδική διαφορά είναι ότι η πρώτη κρίσιμη διαδρομή έχει σαν τελευταία δραστηριότητα την Xmikro ενώ η δεύτερη κρίσιμη διαδρομή έχει σαν τελευταία δραστηριότητα την BB. Αυτό συνέβη διότι οι 2 αυτές δραστηριότητες προαπαιτούν ακριβώς τις ίδιες δραστηριότητες για να γίνουν και για τον λόγο ότι έχουν την ίδια διάρκεια περάτωσης. Η διάρκεια του έργου δηλαδή της κρίσιμης διαδρομής είναι 45 εβδομάδες δηλαδή 315 ημέρες.

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

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
B	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	7	A
V	YARD ΥΠΟΔΟΜΗ	7	D
ΟΜΙΚΡΟ	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗ	7	D
ZΜΙΚΡΟ	ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ΠΙΣΙΝΕΣ	7	ΑΑ
ΤΤ	ΡΙΠΟΛΙΝΕΣ ΣΠΑΤΟΥΛΑΡΙΣΤΑ ΣΠΙΤΙ ΦΥΛΑΚΑ	7	R
XX	ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ BEACH CLUB	7	VV
YY	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ BEACH CLUB	7	XX
ZZ	ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ ΠΙΣΙΝΑΣ BEACH CLUB	7	XX
WW	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΣΠΑΤΟΥΛΑΡΙΣΤΑ BEACH CLUB	7	XX

**Πίνακας 3: Πίνακας εργασιών με διάρκεια 7 ημέρες.**

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕ Σ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
A	ΕΚΣΚΑΦΕΣ	14	-
N	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΩΝ ΧΩΡΟΥ	14	GG,HH,II,KK,LL
S	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΣ	14	R
VMIKRO	CONTROL ROOM	14	UMIKRO
DD	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΕΥΛΙΝΩΝ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ	14	D
UU	ΕΚΣΚΑΦΕΣ BEACH CLUB	14	A
VV	ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ BEACH CLUB	14	UU

**Πίνακας 4: Πίνακας εργασιών με διάρκεια 14 ημέρες.**

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
C	ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ	21	B
D	ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ	21	C
E	ΠΡΩΤΕΥΟΝ ΔΙΚΤΥΟ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ	21	D
G	ΣΟΒΑΤΙΣΜΑ-ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ	21	E,F
ΑΜΙΚΡΟ	ΡΟΛΛΑ	21	L
QΜΙΚΡΟ	ΙΣΤΟΙ	21	D
RΜΙΚΡΟ	ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΕΠΑΦΩΝ	21	D
Π	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ ΚΥΡΙΟΣ ΔΡΟΜΟΣ	21	ΗΗ
LL	ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ	21	Q
NN	ΠΟΡΤΕΣ ΞΥΛΙΝΕΣ ΦΥΛΑΚΑ	21	R

**Πίνακας 5: Πίνακας εργασιών με διάρκεια 21 ημέρες.**

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
L	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	28	E
T	ΧΩΜΑΤΑ ΕΜΠΡΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΠΙΤΙ	28	G
X	ΜΑΝΤΡΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	28	S
PMIKRO	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΟ ΚΑΛΩΔΙΟ	28	G
XMIKRO	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΙ FΙ	28	VMIKRO
YMIKRO	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ	28	VMIKRO
BB	ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ YARD	28	V
KK	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ TENNIS	28	Π
MM	ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	28	Q
PP	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	28	NN
SS	ΒΑΨΙΜΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΑ ΓΚΑΡΑΖ	28	G

**Πίνακας 6: Πίνακας εργασιών με διάρκεια 28 ημέρες.**

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
Z	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΙΣΙΝΩΝ	35	C
GMIKRO	BMS	42	FMIKRO
KMIKRO	ΜΑΡΜΑΡΑ ΛΟΥΤΡΑ ΔΑΠΕΔΑ	42	G
UMIKRO	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ	42	TMIKRO
EE	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΥΛΙΝΩΝ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ	42	DD
GG	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ ΚΡΕΒΑΤΙΝΕΣ	35	Q
HH	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ ΔΡΟΜΟΙ ΒΟΡΕΙΑ HELIPORT	42	GG
OO	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΥΛΙΝΟΥ ΔΕΞΙΟΥ ΟΡΙΟΥ	42	R

**Πίνακας 7: Πίνακας εργασιών με διάρκεια μεταξύ 35 και 42 ημερών.**



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
F	ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ	56	D
O	ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΣΙΟ	63	E
Q	ΟΔΟΠΟΙΑ	70	C
R	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ TENNIS	49	A
ΒΜΙΚΡΟ	ΤΖΑΜΙΛΙΚΙΑ	49	D
CΜΙΚΡΟ	ΔΙΚΤΥΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	49	D
DΜΙΚΡΟ	ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ	56	D
EΜΙΚΡΟ	ΨΥΧΟΜΕΝΕΣ ΟΡΟΦΕΣ	56	D

**Πίνακας 8: Πίνακας εργασιών με διάρκεια μεταξύ 49 και 70 ημερών.**

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (ΗΜΕΡΕΣ)	ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
I	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΩΝ ΧΩΡΟΥ	84	F
K	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ	77	F
M	ΠΕΡΙΒΑΛΛΩΝ ΧΩΡΟΣ-ΔΙΚΤΥΟ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ	84	E
P	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ- ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	112	L
W	ΧΩΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟ ΚΤΗΜΑ	98	D
FMIKRO	ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ	105	D
HMIKRO	ΜΑΡΜΑΡΑ ΔΑΠΕΔΑ- ΣΚΑΛΟΠΑΤΙΑ	84	C
IMIKRO	ΜΑΡΜΑΡΑ ΣΥΝΤΡΙΒΑΝΙΑ	98	C
LMIKRO	ΜΑΡΜΑΡΑ ΛΟΥΤΡΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ	126	G
MMIKRO	ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΕΣ ΨΥΧΟΜΕΝΕΣ ΟΡΟΦΕΣ	84	EMIKRO
NMIKRO	ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΕΣ – ΤΣΙΜΕΝΤΟΣΑΝΙΔΕΣ ΛΟΠΙΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	168	D
TMIKRO	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΙΝΑΚΕΣ-ΠΡΙΖΕΣ- ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ	112	E
FF	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ SKY LIGHT	112	G
QQ	ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΣΠΑΤΟΥΛΑΡΙΣΤΑ	140	G
RR	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΣΠΑΤΟΥΛΑΡΙΣΤΑ STUCCO VENECIANO	168	G

Πίνακας 9: Πίνακας εργασιών με διάρκεια μεταξύ 77 και 168 ημερών.

## Κεφάλαιο 4. Βελτιστοποίηση του έργου και αποτελέσματα

Σ' 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 υπολογίσαμε ότι για κάθε ένα εργαζόμενο που μειωνόταν από το εργατικό προσωπικό είχαμε σαν άμεσο αποτέλεσμα την αυξημένη κατά 5% απόδοση του κάθε εναπομείναντος εργαζομένου για τους εξής λόγους:

- Όσο λιγότεροι εργαζόμενοι τόσο καλύτερα αποδίδουν,
- Όσο λιγότεροι είναι οι εργαζόμενοι τόσο καλύτεροι από άποψη

τεχνογνωσίας είναι στην εργασία τους και δεν χρειάζεται να καταφεύγουμε στην πρόσληψη ανειδίκευτου προσωπικού που δεν αποδίδει αρκετά.

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας με το σύνολο των εργασιών που βρίσκονται στην κρίσιμη διαδρομή δηλαδή αυτές που είναι αμετάβλητες.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	
A	ΕΚΣΚΑΦΕΣ	CRITICAL PATH
B	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	CRITICAL PATH
C	ΣΙΔΕΡΩΜΑ- ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ	CRITICAL PATH
D	ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ	CRITICAL PATH
E	ΠΡΩΤΕΥΟΝ ΔΙΚΤΥΟ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ	CRITICAL PATH
TMIKRO	ΠΙΝΑΚΕΣ-ΠΡΙΖΕΣ- ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	CRITICAL PATH
UMIKRO	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜ ΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ	CRITICAL PATH
VMIKRO	CONTROL ROOM	CRITICAL PATH
XMIKRO	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ HI- FI	CRITICAL PATH
BB	ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ YARD	CRITICAL PATH

Πίνακας 10: Σύνολο εργασιών που αποτελούν το critical path.

Παρακάτω παραθέτουμε όλες εκείνες τις εργασίες οι οποίες έχουν υλοποιηθεί με τον ελάχιστο αριθμό εργαζομένων άρα σε εκείνες τις εργασίες δεν μπορεί να μειωθεί ο αριθμός των εργαζομένων για να επιμηκυνθεί η διάρκεια υλοποίησης της εργασίας οπότε δεν μπορούμε να κερδίσουμε κάτι από αυτές όσον αφορά το τελικό κόστος.

ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΡΓΑΤΕΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΔΥΝΑΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
(ΗΜΙΚΡΟ) ΜΑΡΜΑΡΑ ΔΑΠΕΔΑ- ΣΚΑΛΟΠΑΤΙΑ	4	4
(ΙΜΙΚΡΟ) ΜΑΡΜΑΡΑ ΣΥΝΤΡΙΒΑΝΙΑ	4	4
(ΚΜΙΚΡΟ) ΜΑΡΜΑΡΑ ΛΟΥΤΡΑ ΔΑΠΕΔΑ	4	4
(ΛΜΙΚΡΟ) ΜΑΡΜΑΡΑ ΛΟΥΤΡΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ	4	4
(ΒΒ)ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ YARD	5	5
(CC)ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΑ	5	5
(ΕΕ)ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΞΥΛΙΝΩΝ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ	10	10
(FF)ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ SKY LIGHT	5	5

**Πίνακας 11: Εργασίες που δεν μπορούσε να γίνει ελαχιστοποίηση του αριθμού των εργαζομένων.**

Οι παραπάνω εργασίες οι οποίες φαίνονται στους πίνακες 10 και 11 αφού δεν μπορούν να αλλάξουν όσον αφορά τον αριθμό και τον χρόνο υλοποίησής τους δεν θα ληφθούν υπόψη στη διαδικασία βελτιστοποίησης του έργου. Για παράδειγμα δεν χρησιμοποιήσαμε γραμμική παλινδρόμηση για την παραγωγή ευθειών που μας δίνουν το κόστος σε σχέση με τις εργατοημέρες και δεν θα συμπεριληφθούν στην αντικειμενική συνάρτηση.

## 4.2 Αντικειμενική συνάρτηση

Η αντικειμενική συνάρτηση έχει σαν σκοπό την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους όπου έχει περιθώρια μείωσης των εργασιών όσο αυτό είναι εφικτό βάσει των περιορισμών που έχουμε. Περιθώριο μείωσης έχουν όλες οι εργασίες εκτός από αυτές που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή και αυτές οι οποίες υλοποιήθηκαν με τον ελάχιστο αριθμό εργατών που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν.

Η αντικειμενικής συνάρτηση είναι:.

Minimize:

$$\begin{aligned} & -672.9*X_R - 989.148*X_S - 126.45*X_{OO} - 76.906*X_{NN} - 86.957*X_{PP} - 2700*X_X - 536.54*X_{TT} \\ & - 399.28*X_Z - 641.64*X_{ZMIKRO} - 304.95*X_{FMIKRO} - 126.45*X_{GMIKRO} \\ & - 939.82*X_{MMIKRO} - 545.45*X_{EMIKRO} - 75*X_V - 4034.7*X_{GG} - 190.83*X_{MM} \\ & - 4418.1*X_{HH} - 4457.4*X_{II} - 4457.4*X_{LL} - 4479.5*X_{KK} - 172.3*X_N - 546.5*X_{NMIKRO} \quad (1) \\ & - 958.71*X_{YMIKRO} - 126.45*X_{QMIKRO} - 126.45*X_{RMIKRO} - 581.54*X_{OMIKRO} \\ & - 767.03*X_{BMIKRO} - 409.09*X_{CMIKRO} \quad 113.33*X_L - 669.38*X_{AMIKRO} \\ & - 64.427*X_M - 144.22*X_P - 134.35*X_O - 117.89*X_{PMIKRO} - 831.72*X_G - 316.06*X_F \\ & - 410.2*X_H - 394*X_I - 7332.4*X_{SS} - 18053*X_{RR} - 791.3*X_K - 536.54*X_{WW} - 75*X_{ZZ} \\ & - 107.14*X_{YY} - 536.54*X_{XX} - 271.62*X_{VV} - 409.09*X_{DMIKRO} - 2618.1*X_{QQ} + 8782882.0884 \end{aligned}$$

Στην παραπάνω αντικειμενική συνάρτηση συμπεριλάβαμε όλες τις εργασίες εκτός από αυτές που είναι στον πίνακα 10 και στον πίνακα 11 διότι οι εργασίες του πίνακα 10 ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή και οι εργασίες του πίνακα 11 δεν έχουν περιθώρια μείωσης του προσωπικού. Για την δημιουργία της αντικειμενικής συνάρτησης θεωρήθηκε απαραίτητη η χρήση των υπολογιστικών φύλλων. Μέσω του excel εξήχθησαν οι εξισώσεις υπολογισμού του κόστους εργασίας σε συνάρτηση με τον αριθμό των ατόμων του εργατικού προσωπικού. Η προσέγγιση δόθηκε με γραμμική παλινδρόμηση. Εισάγεται μια γραμμική γραμμή τάσης που να προσεγγίζει τα δεδομένα. Μια γραμμή τάσης είναι περισσότερο αξιόπιστη, όταν η τιμή  $R^2$  της τάσης ισούται με την μονάδα ή προσεγγίζει την μονάδα. Τα δεδομένα που εισήχθησαν και τα αποτελέσματα από τα υπολογιστικά φύλλα για κάθε εργασία παρατίθενται στο παράρτημα.

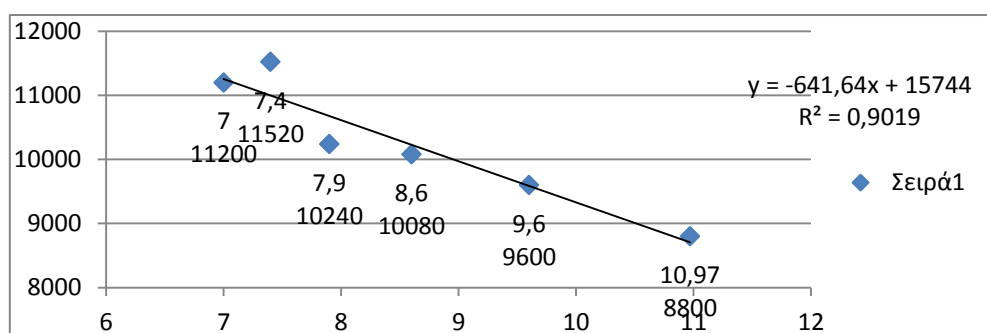
Για την κατανόηση της μεθοδολογίας που αναπτύξαμε για τον υπολογισμό των επιμέρους μελών της αντικειμενικής συνάρτησης παραθέτουμε αναλυτικό παράδειγμα για τις οπτικές ίνες των πισινών. Στον παρακάτω πίνακα έχουμε το κόστος σε συνάρτηση με τις ημέρες υλοποίησης της εργασίας. Το κόστος προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό του ημερομισθίου επί τον αριθμό των εργατών επί τις ημέρες που συνολικά εργάστηκαν. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το ημερομίσθιο είναι 160€.

ZMIKRO	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	10	11200
	7,4	9	11520
	7,9	8	10240
	8,6	7	10080
	9,6	6	9600
	10,97	5	8800

**Πίνακας 12: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασία οπτικές ίνες πισίνες(ZMIKRO).**

Παρακάτω παρουσιάζεται η συνάρτηση :  $y = -641,64x + 15744$  (2)

$R^2 = 0,9019$ .



**Σχήμα 4:Ανάλυση κόστους οπτικές ίνες (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X)**

Οι εξισώσεις για τις υπόλοιπες εργασίες παρατίθενται στην συνέχεια και βγαίνουν με την ίδια διαδικασία. Τα δεδομένα παρατίθενται στο παράρτημα της παρούσας διπλωματικής.

Z: Εργασία που αφορά την κατασκευή πισινών:

$$y = -399,28x + 56010 \quad (3)$$

$$R^2 = 0,9895 \quad ($$

- S: Εργασία που αφορά την κατασκευή της εισόδου του κτήματος:

$$y = -989,14x + 39435 \quad (4)$$

$$R^2 = 0,9723$$

- OO: Εργασία που αφορά την κατασκευή του ξύλινου δεξιού ορίου:

$$y = -126,45x + 38682 \quad (5)$$

$$R^2 = 0,9523$$

- NN: Εργασία που αφορά τις ξύλινες πόρτες του από το σπίτι του φύλακα:

$$y = -76,906x + 18104 \quad (6)$$

$$R^2 = 0,9017$$

- PP: Εργασία που αφορά διάφορες ξύλινες κατασκευές που έγιναν εντός του έργου:

$$y = -86,957x + 24689 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,9718$$

- X: Εργασία που αφορά την κατασκευή της εξωτερικής μάντρας:

$$y = -2700x + 139100 \quad (8)$$

$$R^2 = 0,9935$$

- TT: Εργασία που αφορά το σπατουλάρισμα και στην συνέχεια την βαφή με ριπολίνες εσωτερικά το σπίτι του φύλακα:

$$y = -536,54x + 14377 \quad (9)$$

$$R^2 = 0,66$$

- FMIKRO: Εργασία που αφορά τον εξαερισμό της κυρίως οικίας:

$$y = -304,95x + 157975 \quad (10)$$

$$R^2 = 0,9999$$

- GMIKRO: Εργασία που αφορά το BMS του έργου:

$$y = -126,45x + 38682 \quad (11)$$

$$R^2 = 0,9523$$

- MMIKRO: Εργασία που αφορά την τοποθέτηση γυψοσανίδων κάτω από τις ψυχόμενες οροφές:

$$y = -939,82x + 249736 \quad (12)$$

$$R^2 = 0,7924$$

- EMIKRO: Εργασία που αφορά την δημιουργία και την λειτουργία των ψυχόμενων οροφών:

$$y = -545,45x + 120000 \quad (13)$$

$$R^2 = 0,9702$$

- V: Εργασία που αφορά την κατασκευή της υποδομής του yard:

$$y = -75x + 5875 \quad (14)$$

$$R^2 = 0,4286$$

- GG: Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών- κρεβατινές:

$$y = -4034,7x + 237549 \quad (15)$$

$$R^2 = 0,8452$$

- MM: Εργασία που αφορά την δημιουργία του αμπελώνα:

$$y = -190,83x + 38363 \quad (16)$$

$$R^2 = 0,8961$$



- ΗΗ: Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών στους δρόμους βόρεια-του ελικοδρομίου:

$$y = -4418,1x + 301071 \quad (17)$$

$$R^2 = 0,8443$$
- Π: Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών του κύριου δρόμου και γλοοτάπητα:

$$y = -4457,4x + 152770 \quad (18)$$

$$R^2 = 0,892$$
- LL: Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών του κύριου δρόμου και γλοοτάπητα:

$$y = -4457,4x + 152770 \quad (19)$$

$$R^2 = 0,892$$
- ΚΚ: Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών του τένις:

$$y = -4479,5x + 203391 \quad (20)$$

$$R^2 = 0,8476$$
- Ν: Εργασία που αφορά τον φωτισμό του περιβάλλοντος χώρου:

$$y = -172,3x + 14376 \quad (21)$$

$$R^2 = 0,9745$$
- ΝΜΙΚΡΟ: Εργασία που αφορά την τοποθέτηση και το στοκάρισμα των γυψοσανίδων-τσιμεντοσανίδων και λοιπές εργασίες που αφορούν τον γυψοσανιδα:

$$y = -546,5x + 337244 \quad (22)$$

$$R^2 = 0,9421$$
- ΥΜΙΚΡΟ: Εργασία που αφορά τους αυτοματισμούς του έργου:

$$y = -958,71x + 69910 \quad (23)$$

$$R^2 = 0,849$$
- QΜΙΚΡΟ: Εργασία που αφορά τους ιστούς και τις ασφάλειες επαφών της οικίας:

$$y = -126,45x + 19341 \quad (24)$$

$$R^2 = 0,9523$$

- RMIKRO: Εργασία που αφορά τους ιστούς και τις ασφάλειες επαφών της οικίας:

$$y = -126,45x + 19341 \quad (25)$$

$$R^2 = 0,9523$$

- OMIKRO: Εργασία που αφορά την πυρανίχνευση του έργου:

$$y = -581,54x + 14737 \quad (26)$$

$$R^2 = 0,8224$$

- BMIKRO: Εργασία που αφορά την τοποθέτηση των τζαμιλικιών της κυρίως οικίας:

$$y = -767,03x + 120528 \quad (27)$$

$$R^2 = 0,9558$$

- CMIKRO: Εργασία που αφορά την εγκατάσταση του δικτύου θέρμανσης:

$$y = -409,09x + 90000 \quad (28)$$

$$R^2 = 0,9702$$

- DMIKRO: Εργασία που αφορά τη δημιουργία του μηχανοστασίου:

$$y = -409,09x + 90000 \quad (29)$$

$$R^2 = 0,9702$$

- L: Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των ηλεκτρικών πινάκων της κατοικίας:

$$y = 113,33x + 26970,0284 \quad (30)$$

$$R^2 = 1$$

- AMIKRO: Εργασία που αφορά την τοποθέτηση των ρολών:

$$y = -669,38x + 49420 \quad (31)$$

$$R^2 = 0,918$$

- M: Εργασία που αφορά το περιβάλλον χώρο και το -δίκτυο υποδομής των ηλεκτρικών:  
 $y = -64,427x + 77565$  (32)  
 $R^2 = 0,6568$
  
- P:Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των φωτιστικών-ηλεκτρικών:  
 $y = -144,22x + 111006$  (33)  
 $R^2 = 0,9867$
  
- O: Εργασία που αφορά την κατασκευή του ηλεκτροστασίου:  
 $y = -134,35x + 61650$  (34)  
 $R^2 = 0,9523$
  
- PMIKRO:Εργασία που αφορά την εγκατάσταση του περιμετρικού καλωδίου:  
 $y = -117,89x + 25726$  (35)  
 $R^2 = 0,9983$
  
- G: Εργασία που αφορά το σοβάτισμα των τοίχων:  
 $y = -831,72x + 53270$  (36)  
 $R^2 = 0,9199$
  
- F: Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των σωληνώσεων του έργου:  
 $y = -316,06x + 85250$  (37)  
 $R^2 = 0,9955$
  
- H: Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των υδραυλικών της κατοικίας:  
 $y = -410,2x + 33778$  (38)  
 $R^2 = 0,9781$
  
- I: Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των υδραυλικών του περιβάλλοντος χώρου:  
 $y = -394x + 133145$  (39)  
 $R^2 = 0,9743$
  
- SS: Εργασία που αφορά το βάνιμο των μηχανοστασίων και του-γκαράζ:  
 $y = -7332,4x + 286941$  (40)  
 $R^2 = 0,7625$

- RR:Εργασία που αφορά την δημιουργία των εσωτερικών σπατουλαριστών τοίχων με STUCCO VENECIANO:

$$y = -18053x + 4E+06 \quad (41)$$

$$R^2 = 0,968$$

- K: Εργασία που αφορά την κατασκευή του κεντρικού μηχανοστασίου:

$$y = -791,3x + 178119 \quad (42)$$

$$R^2 = 0,8993$$

- WW: Εργασία που αφορά το σπατουλάρισμα των εξωτερικών τοίχων του beach club:

$$y = -536,54x + 14377 \quad (43)$$

$$R^2 = 0,66$$

- ZZ: Εργασία που αφορά την κατασκευή του μηχανοστασίου της πισίνας του beach club:

$$y = -75x + 4725 \quad (44)$$

$$R^2 = 1$$

- YY: Εργασία που αφορά την κατασκευή των υδραυλικών του beach club:

$$y = -107,14x + 6150 \quad (45)$$

$$R^2 = 0,8503$$

- XX: Εργασία που αφορά την κατασκευή των τοίχων του beach club:

$$y = -536,54x + 14377 \quad (46)$$

$$R^2 = 0,66$$

- VV: Εργασία που αφορά την σκυροδέτησης του beach club:

$$y = -271,62x + 10419 \quad (47)$$

$$R^2 = 0,9191$$

- QQ: Εργασία που αφορά το σπατουλάρισμα και το βάψιμο των εξωτερικών τοίχων της κύριας οικίας:

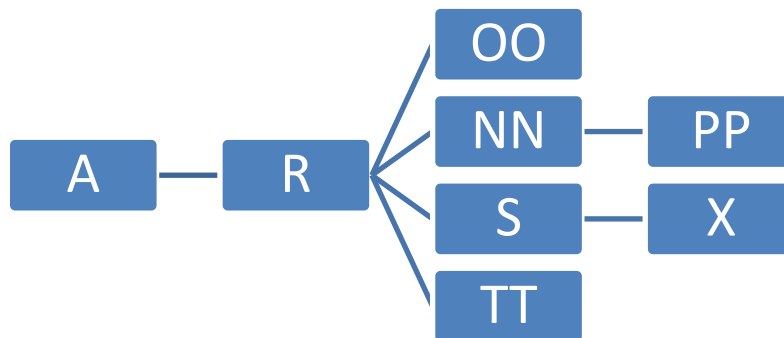
$$y = -2618,1x + 675529 \quad (48)$$

$$R^2 = 0,9728$$

Για την εφαρμογή της διαδικασίας ανάπτυξης των παραπάνω εξισώσεων χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία που παρατίθενται στο παράρτημα της παρούσας διπλωματικής.

### 4.3 Ορισμός και ανάλυση περιορισμών

Χωρίσαμε τις εργασίες σε σύνολα με κριτήριο τις προαπαιτούμενες αυτών εργασίες. Οι τελευταίες εργασίες των διαδρομών κάθε συνόλου έχουν κοινές προαπαιτούμενες δραστηριότητες. Θα παρουσιάσουμε τους χρονικούς περιορισμούς για κάθε σύνολο εργασιών. Το πρώτο σύνολο που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 5: Πρώτο σύνολο εργασιών.

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_R + X_{OO} \leq 301 \quad (49)$$

$$X_R + X_{NN} + X_{PP} \leq 301 \quad (50)$$

$$X_R + X_S + X_X \leq 301 \quad (51)$$

$$X_R + X_{TT} \leq 301 \quad (52)$$

$$56 \leq X_R \leq 77 \quad (53)$$

$$42 \leq X_{OO} \leq 64 \quad (54)$$

$$21 \leq X_{NN} \leq 46 \quad (55)$$

$$28 \leq X_{PP} \leq 61 \quad (56)$$

$$14 \leq X_S \leq 21 \quad (57)$$

$$28 \leq X_X \leq 33 \quad (58)$$

$$7 \leq X_{TT} \leq 10 \quad (59)$$

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (49) δηλώνει ότι το άθροισμα της διάρκειας της κατασκευής του τένις (R εργασία) και της διάρκειας της κατασκευής του ξύλινου δεξιού ορίου (εργασία OO) δεν γίνεται να υπερβεί τις 301 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε μια ημέρα που αργεί να παραδοθεί η κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την ρήτρα. Οι περιορισμοί (50), (51), (52) είναι και αυτοί περιορισμοί που αφορούν τον χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.

Ο περιορισμός (53) δηλώνει ότι η κατασκευή του τένις (εργασία R) έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκεια της κατασκευής του τένις (εργασία R) ξεπεράσει τις 77 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 77 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκεια της κατασκευής του τένις (εργασία R) δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 56 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκεσε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Οι περιορισμοί (54), (55), (56), (57), (58), (59) είναι και αυτοί περιορισμοί ίδιου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Το δεύτερο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



**Σχήμα 6: Δεύτερο σύνολο εργασιών.**

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς :

$$X_Z + X_{AA} + X_{ZMIKRO} \leq 273 \quad (60)$$

$$7 \leq X_{\text{ZMIKRO}} \leq 273 \quad (61)$$

$$35 \leq X_Z \leq 49 \quad (62)$$

$$X_Z + X_{\text{ZMIKRO}} \leq 224 \quad (63)$$

$$X_{\text{AA}} = 49 \quad (64)$$

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (60) δηλώνει ότι το άθροισμα των διαρκειών της κατασκευής των πισινών (εργασία Z), της κατασκευής των οπτικών ινών (εργασία ZMIKRO) εργασίας και της κατασκευής του μηχανοστασίου της πισίνας του ορόφου (εργασία AA) δεν γίνεται να υπερβεί τις 273 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε μια ημέρα που αργεί να παραδοθεί η κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να την πληρώσει. Ο περιορισμός (63) είναι και αυτός περιορισμός που αφορά τον χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.

Ο περιορισμός (61) δηλώνει ότι η κατασκευή των οπτικών ινών (εργασία ZMIKRO) έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκεια της κατασκευής των οπτικών ινών (εργασία ZMIKRO) ξεπεράσει τις 273 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει το ποσό της συμφωνημένης ρήτρας για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 273 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκεια της κατασκευής των οπτικών ινών (εργασία ZMIKRO) δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 7 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκησε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Ο περιορισμός (62) είναι και αυτός περιορισμός ίδιου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Ο περιορισμός (64) δείχνει ότι η κατασκευή του μηχανοστασίου της πισίνας του ορόφου (εργασία AA) πραγματοποιήθηκε με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό και κατά συνέπεια το κόστος της δεν μπορεί να βελτιστοποιηθεί άρα και η διάρκειά της παραμένει σταθερή.

Το τρίτο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



**Σχήμα 7: Τρίτο σύνολο εργασιών.**

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_{DD}+X_{EE}\leq 252 \quad (65)$$

$$X_{DD}=14 \quad (66)$$

$$X_{EE}=42 \quad (67)$$

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (65) δηλώνει ότι το άθροισμα της διάρκειας της προμήθειας των ξύλινων πατωμάτων (εργασία DD) και της διάρκειας της τοποθέτησης των ξύλινων πατωμάτων (εργασία EE) δεν γίνεται να υπερβεί τις 252 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε 1 μέρα που αργεί να παραδοθεί η κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα. Οι περιορισμοί (66) και (67) δείχνουν ότι η προμήθεια των ξύλινων πατωμάτων (εργασία DD) και η τοποθέτηση των ξύλινων πατωμάτων (εργασία EE) πραγματοποιήθηκαν με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό και κατά συνέπεια το κόστος τους δεν μπορούν να βελτιστοποιηθούν άρα και η διάρκειά τους παραμένει σταθερή.

Το τέταρτο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



**Σχήμα 8: Τέταρτο σύνολο εργασιών.**

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_{FMIKRO}+X_{GMIKRO}\leq 252 \quad (68)$$

$$105\leq X_{FMIKRO}\leq 154 \quad (69)$$

$$42\leq X_{GMIKRO}\leq 64 \quad (70)$$

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (68) δηλώνει ότι το άθροισμα της διάρκειας της εγκατάστασης του εξαερισμού (εργασία FMIKRO) και της διάρκειας της εγκατάστασης του BMS (εργασία GMIKRO) δεν γίνεται να υπερβεί τις 252 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε μια ημέρα που αργεί να παραδοθεί η



κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να την πληρώσει. Ο περιορισμός (69) δηλώνει ότι η εγκατάσταση του εξαερισμού (εργασία FMIKRO) έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκεια της εγκατάστασης του εξαερισμού (εργασία FMIKRO) ξεπεράσει τις 154 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 154 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκεια της εγκατάστασης του εξαερισμού (εργασία FMIKRO) δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 105 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκησε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Ο περιορισμός (70) είναι και αυτός περιορισμός ιδίου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Το πέμπτο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



**Σχήμα 9: Πέμπτο σύνολο εργασιών.**

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_{EMIKRO} + X_{MMIKRO} \leq 252 \quad (71)$$

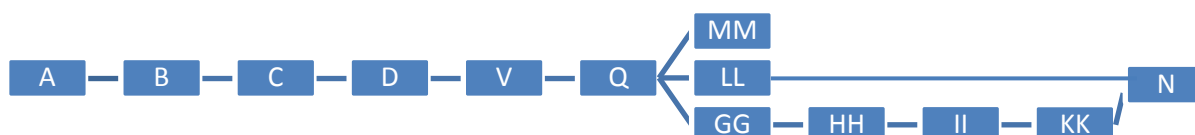
$$56 \leq X_{EMIKRO} \leq 78 \quad (72)$$

$$84 \leq X_{MMIKRO} \leq 155 \quad (73)$$

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (71) δηλώνει ότι το άθροισμα της διάρκειας της εγκατάστασης των ψυχόμενων οροφών (εργασία EMIKRO) και της διάρκειας της εγκατάστασης των γυψοσανίδων των ψυχόμενων οροφών (εργασία MMIKRO) δεν γίνεται να υπερβεί τις 252 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε μια ημέρα που αργεί να παραδοθεί η κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να την πληρώσει. Ο περιορισμός (72) δηλώνει ότι η εγκατάσταση των

ψυχόμενων οροφών (εργασία ΕΜΙΚΡΟ) έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκειά ξεπεράσει τις 78 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει τη συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 78 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκειά της εγκατάστασης των ψυχόμενων οροφών δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 56 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκησε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Ο περιορισμός (73) είναι και αυτός περιορισμός ιδίου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Το έκτο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



**Σχήμα 10: Έκτο σύνολο εργασιών**

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_V + X_Q + X_{MM} \leq 252 \quad (74)$$

$$X_V + X_Q + X_{LL} + X_N \leq 252 \quad (75)$$

$$X_V + X_Q + X_{GG} + X_{HH} + X_{II} + X_{KK} + X_N \leq 252 \quad (76)$$

$$7 \leq X_V \leq 11 \quad (77)$$

$$70 \leq X_Q \leq 70 \quad (78)$$

$$28 \leq X_{MM} \leq 49 \quad (79)$$

$$21 \leq X_{LL} \leq 26 \quad (80)$$

$$14 \leq X_N \leq 21 \quad (81)$$

$$35 \leq X_{GG} \leq 44 \quad (82)$$

$$42 \leq X_{HH} \leq 52 \quad (83)$$

$$21 \leq X_{II} \leq 26 \quad (84)$$

$$28 \leq X_{KK} \leq 35 \quad (85)$$

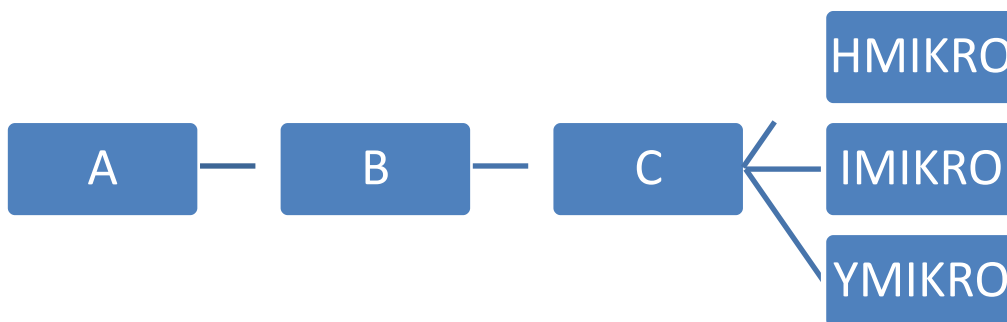
$$14 \leq X_{NN} \leq 21 \quad (86)$$

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (74) δηλώνει ότι το άθροισμα της διάρκειας της κατασκευής της υποδομής του yard (εργασία V), της διάρκειας της κατασκευής του αμπελώνα (εργασία MM) και της διάρκειας της κατασκευής των δρόμων (εργασία Q) δεν γίνεται να υπερβεί τις 252 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε μια ημέρα που αργεί να παραδοθεί η κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να την πληρώσει. Οι περιορισμοί (75), (76) είναι και αυτοί περιορισμοί που αφορούν τον χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.

Ο περιορισμός (77) δηλώνει ότι η κατασκευή της υποδομής του yard (εργασία V) έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκειά της ξεπεράσει τις 11 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 11 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του.

Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκειά της δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 7 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκησε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Οι περιορισμοί (78), (79), (80), (81), (82), (83), (84), (85), (86) είναι και αυτοί περιορισμοί ίδιου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Το έβδομο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



**Σχήμα 11:** Έβδομο σύνολο εργασιών.

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_{\text{HMIKRO}} \leq 252 \quad (87)$$

$$X_{\text{IMI KRO}} \leq 252 \quad (88)$$

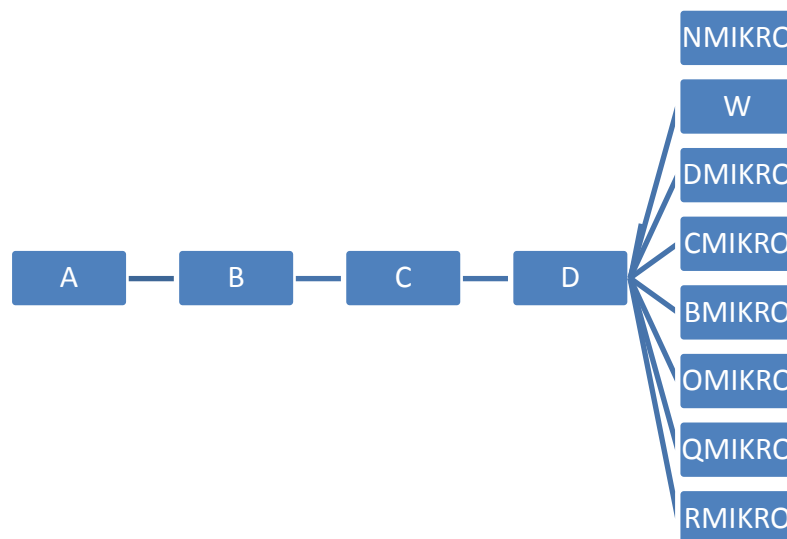
$$X_{\text{YMI KRO}} \leq 252 \quad (89)$$

$$X_{\text{HMI KRO}} = 84 \quad (90)$$

$$X_{\text{IMI KRO}} = 98 \quad (91)$$

Ο περιορισμός (87) δηλώνει ότι η κατασκευή των μαρμάρινων δαπέδων και σκαλοπατιών (εργασία ΗΜΙΚΡΟ) έχει ένα άνω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκεια της κατασκευής των μαρμάρινων δαπέδων και σκαλοπατιών (εργασία ΗΜΙΚΡΟ) ξεπεράσει τις 252 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 252 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Οι περιορισμοί (88), (89), (90), (91) είναι και αυτοί περιορισμοί ίδιου τύπου με άνω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Το όγδοο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



Σχήμα 12: Όγδοο σύνολο εργασιών.

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_{\text{NMIKRO}} \leq 252 \quad (92)$$

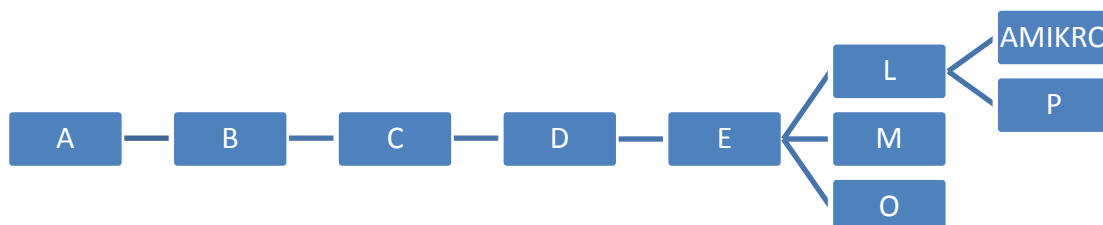
$168 \leq X_{\text{NMIKRO}} \leq 264$	(93)
$X_W \leq 252$	(94)
$X_W = 98$	(95)
$X_{\text{DMIKRO}} \leq 252$	(96)
$56 \leq X_{\text{DMIKRO}} \leq 252$	(97)
$X_{\text{CMIKRO}} \leq 252$	(98)
$49 \leq X_{\text{BMIKRO}} \leq 68$	(99)
$X_{\text{OMIKRO}} \leq 252$	(100)
$7 \leq X_{\text{OMIKRO}} \leq 11$	(101)
$X_{\text{QMIKRO}} \leq 252$	(102)
$21 \leq X_{\text{QMIKRO}} \leq 32$	(103)
$X_{\text{RMIKRO}} \leq 252$	(104)
$21 \leq X_{\text{RMIKRO}} \leq 32$	(105)

Ο περιορισμός (92) δηλώνει ότι η κατασκευή των γυψοσανιδών-τσιμεντοσανιδών και λοιπών εργασιών του γυψοσανιδά (εργασία NMIKRO) έχει ένα άνω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκειά της ξεπεράσει τις 252 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 252 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Οι περιορισμοί (94), (96), (98), (100), (102), (104) είναι και αυτοί περιορισμοί ίδιου τύπου με άνω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

. Ο περιορισμός (93) δηλώνει ότι η διεργασία NMIKRO έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκειά της ξεπεράσει τις 264 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 264 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκειά της δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 168 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκησε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Οι περιορισμοί (97), (99), (101), (103), (105) είναι και αυτοί περιορισμοί ίδιου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια. Ο περιορισμός (95) δείχνει ότι τα χωματοουργικά γενικά (εργασία W)

πραγματοποιήθηκε με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό και κατά συνέπεια το κόστος της δεν μπορεί να βελτιστοποιηθεί άρα και η διάρκειά της παραμένει σταθερή.

Το ένατο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



**Σχήμα 13: Ένατο σύνολο εργασιών.**

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_O \leq 196 \quad (106)$$

$$63 \leq X_O \leq 96 \quad (107)$$

$$X_M \leq 196 \quad (108)$$

$$84 \leq X_M \leq 134 \quad (109)$$

$$X_L + X_{AMIKRO} \leq 196 \quad (110)$$

$$28 \leq X_L \leq 34 \quad (111)$$

$$21 \leq X_{AMIKRO} \leq 33 \quad (112)$$

$$X_L + X_P \leq 196 \quad (113)$$

$$28 \leq X_L \leq 34 \quad (114)$$

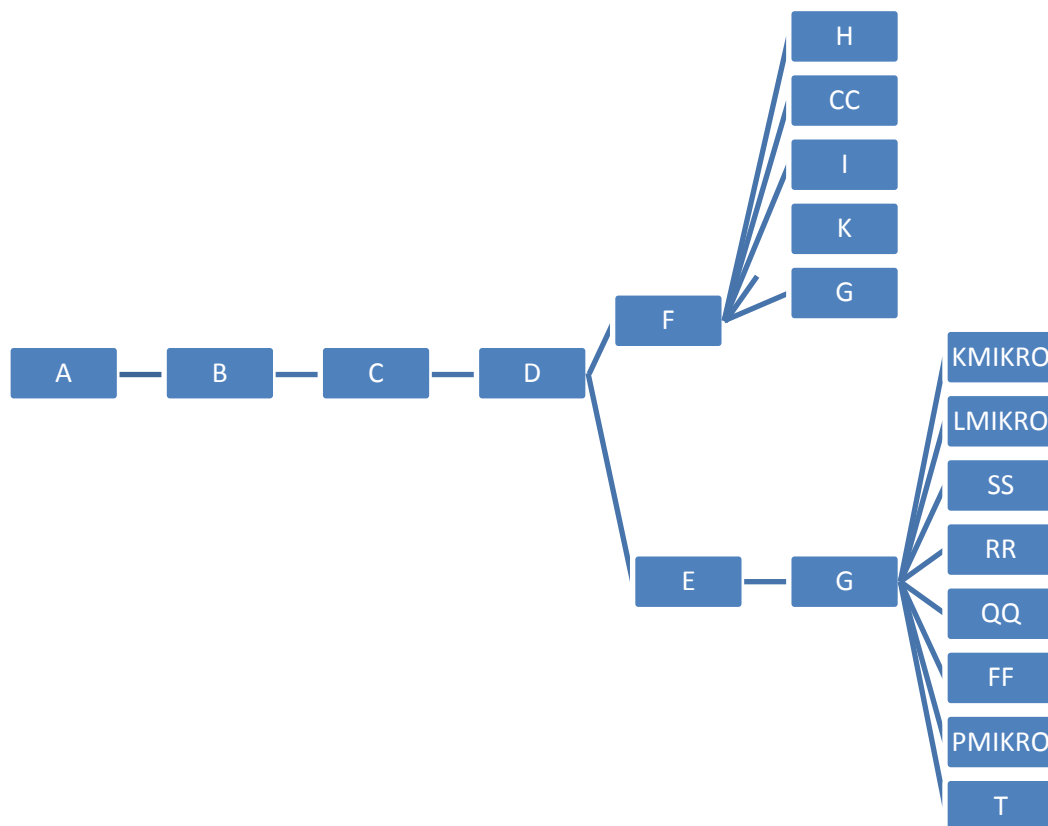
$$112 \leq X_P \leq 170 \quad (115)$$

Ο περιορισμός (106) δηλώνει ότι η εγκατάσταση του ηλεκτροστασίου (εργασία O) έχει ένα άνω όριο στη διάρκειά της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκεια της εργασίας O ξεπεράσει τις 196 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 196 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Ο περιορισμός (108) είναι και αυτός περιορισμός ιδίου τύπου με άνω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (110) δηλώνει ότι το άθροισμα της διάρκειας της εγκατάστασης των ηλεκτρικών πινάκων της κατοικίας (εργασία L) και της διάρκειας της εγκατάστασης των ρολλών (εργασία AMIKRO) δεν γίνεται να υπερβεί τις 196 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε μια ημέρα που αργεί να παραδοθεί η κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να την πληρώσει. Ο περιορισμός (113) είναι και αυτός περιορισμός που αφορά τον χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.

Ο περιορισμός (107) δηλώνει ότι η εγκατάσταση του ηλεκτροστασίου (εργασία O) έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκειά της ξεπεράσει τις 96 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 96 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκειά της δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 63 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκησε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Οι περιορισμοί (109), (111), (112), (114), (115) είναι και αυτοί περιορισμοί ίδιου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Το δέκατο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



Σχήμα 14: Δέκατο σύνολο εργασιών.

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_F + X_K \leq 252 \quad (116)$$

$$56 \leq X_F \leq 93 \quad (117)$$

$$77 \leq X_K \leq 106 \quad (118)$$

$$X_F + X_I \leq 252 \quad (119)$$

$$84 \leq X_I \leq 117 \quad (120)$$

$$X_F + X_{CC} \leq 252 \quad (121)$$

$$56 \leq X_{CC} \leq 56 \quad (122)$$

$$X_F + X_H \leq 252 \quad (123)$$

$$21 \leq X_H \leq 29 \quad (124)$$

$$X_F + X_G + X_{KMIKRO} \leq 252 \quad (125)$$

$$21 \leq X_G \leq 29 \quad (126)$$

$$42 \leq X_{KMIKRO} \leq 42 \quad (127)$$

$$X_F + X_G + X_{LMIKRO} \leq 252 \quad (128)$$

$$126 \leq X_{LMIKRO} \leq 126 \quad (129)$$

$$X_F + X_G + X_{SS} \leq 252 \quad (130)$$

$$28 \leq X_{SS} \leq 30 \quad (131)$$

$$X_F + X_G + X_{RR} \leq 252 \quad (132)$$

$$168 \leq X_{RR} \leq 173 \quad (133)$$

$$X_F + X_G + X_{QQ} \leq 252 \quad (134)$$

$$X_F + X_G + X_{FF} \leq 252 \quad (135)$$

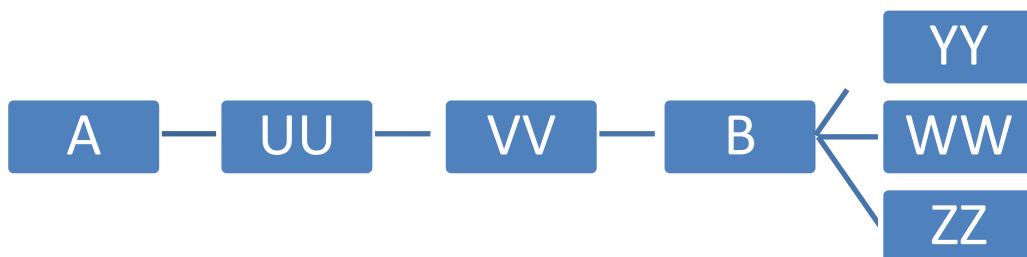


$112 \leq X_{FF} \leq 112$	136	(136)
$X_F + X_G + X_{PMIKRO} \leq 252$	137	(137)
$28 \leq X_{PMIKRO} \leq 43$	138	(138)
$X_F + X_G + X_T \leq 252$	139	(139)
$28 \leq X_T \leq 28$	140	(140)

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (116) δηλώνει ότι το άθροισμα της διάρκειας της εγκατάστασης των σωληνώσεων (εργασία F) και της διάρκειας της εγκατάστασης του κεντρικού μηχανοστασίου (εργασία K) δεν γίνεται να υπερβεί τις 252 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε μια ημέρα που αργεί να παραδοθεί η κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώνει την συμφωνημένη ρήτρα. Οι περιορισμοί (119), (121), (123), (125), (128), (130), (132), (134), (135), (137), (139) είναι και αυτοί περιορισμοί που αφορούν τον χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.

Ο περιορισμός (117) δηλώνει ότι η εγκατάσταση των σωληνώσεων (εργασία F) έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκειά της ξεπεράσει τις 93 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 93 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκειά της δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 56 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκησε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Οι περιορισμοί (118), (120), (121), (124), (126), (127), (129), (131), (133), (136), (138), (140) είναι και αυτοί περιορισμοί ιδίου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

Το ενδέκατο σύνολο εργασιών που ορίζεται εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα :



Σχήμα 15: Ενδέκατο σύνολο εργασιών.

Αποτελείται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

$$X_{UU}+X_{VV}+X_{XX}+X_{YY}\leq 308 \quad (141)$$

$$X_{UU}+X_{VV}+X_{XX}+X_{ZZ}\leq 308 \quad (142)$$

$$X_{UU}+X_{VV}+X_{XX}+X_{WW}\leq 308 \quad (143)$$

$$14\leq X_{UU}\leq 14 \quad (144)$$

$$7\leq X_{VV}\leq 12 \quad (145)$$

$$7\leq X_{XX}\leq 10 \quad (146)$$

$$7\leq X_{YY}\leq 15 \quad (147)$$

$$7\leq X_{ZZ}\leq 9 \quad (148)$$

$$7\leq X_{WW}\leq 10 \quad (149)$$

Συγκεκριμένα ο περιορισμός (141) δηλώνει ότι το άθροισμα της διάρκειας των εκσκαφών του beach club (UU εργασία), της διάρκειας της σκυροδέτησης του beach club (εργασία VV), της διάρκειας της τοιχοποιίας του beach club (εργασία XX) και της διάρκειας της εγκατάστασης των υδραυλικών της κατοικίας του beach club (εργασία YY) δεν γίνεται να υπερβεί τις 308 ημέρες. Διαφορετικά υπάρχει ρήτρα συμβολαίου με τον εργοδότη κατά την οποία για κάθε μια μέρα που αργεί να παραδοθεί η κάθε εργασία ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να την πληρώσει. Οι περιορισμοί (142), (143) είναι και αυτοί περιορισμοί που αφορούν τον χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών.

Ο περιορισμός (145) δηλώνει ότι η σκυροδέτηση του beach club (εργασία VV) έχει ένα άνω και ένα κάτω όριο στη διάρκεια της. Το άνω όριο δηλώνει ότι αν η διάρκειά της ξεπεράσει τις 12 ημέρες ο εργολάβος είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την συμφωνημένη ρήτρα για κάθε μία ημέρα που θα υπερβεί το όριο αφού είναι δεσμευμένος με συμβόλαιο να παραδώσει την εργασία σε 12 ημέρες από την έναρξη των εργασιών του. Το κάτω όριο δηλώνει ότι η διάρκειά της δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 7 ημερών διότι στην πραγματικότητα διήρκησε τόσες ημέρες και πραγματοποιήθηκε με το μέγιστο δυνατό προσωπικό. Οι περιορισμοί (146), (147), (148), (149), (144) είναι και αυτοί περιορισμοί ιδίου τύπου με άνω και κάτω όριο όσον αφορά τη διάρκεια.

#### 4.4 Αποτελέσματα βελτιστοποίησης.

Μετά την μοντελοποίηση του προβλήματος χρονικού προγραμματισμού του έργου που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2 το μοντέλο προγραμματίστηκε σε γλώσσα C++ σε προγραμματιστικό περιβάλλον cplex. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα-κόστη των εργασιών όσον αφορά τα χρήματα και οι οποίες μπορούσαν να μεταβληθούν ως προς τον αριθμό των εργατών και το χρόνο περάτωσής τους. Σημειώνετε ότι για τις εργασίες που αυτό δεν είναι εφικτό το κόστος παραμένει αμετάβλητο.

	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΠΟΣΟΣΙΣΤΙΑΙΑ ΑΥΞΗΣΗ
R	84000	69300	17,5%
OO	33600	30720	8,6%
NN	16800	14720	13,4%
PP	22400	19520	18,7%
S	25200	18900	25%
X	63000	49500	21,5%
TT	10500	9000	14,3%
ZMIKRO	11200	8800	21,5%
Z	42000	36750	21,5%
GMIKRO	33600	30720	8,6%
FMIKRO	126000	114400	9,2%
YMIKRO	44800	36000	19,6%
EMIKRO	89600	78000	13%
MMIKRO	189000	116250	39,5%
V	παραμένει αμετάβλητο	παραμένει αμετάβλητο	
M	71400	68340	4,3%
L	παραμένει αμετάβλητο	παραμένει αμετάβλητο	
AMIKRO	35700	28050	21,5%
P	95200	86700	9%
F	παραμένει αμετάβλητο	παραμένει αμετάβλητο	

K	115500	95400	17,4%
I	100800	87750	13%
H	25200	21750	13,7%
G	35700	35190	1,5%
SS	84000	67500	19,65%
RR	504000	415200	17,7%
PMIKRO	22400	20640	7,9%
VV	8400	7200	14,3%
XX	10500	9000	14,3%
YY	5250	4500	14,3%
ZZ	παραμένει αμετάβλητο	παραμένει αμετάβλητο	
WW	10500	9000	14,3%
QQ	315000	247500	21,4%
MM	33600	29400	12,5%
LL	63000	39000	38,1%
GG	105000	66000	37,2%
HH	126000	78000	38,1%
II	63000	39000	38,1%
KK	84000	52500	37,5%
N	11900	11560	2,9%
NMIKRO	252000	198000	21,4%
DMIKRO	67200	58500	13%
CMIKRO	67200	58500	13%
BMIKRO	83300	69360	16,8%
OMIKRO	10500	8250	21,4%
QMIKRO	16800	15360	8,6%
RMIKRO	16800	15360	8,6%
O	53550	48960	8,6%
ΣΥΝΟΛΟ	3249400	2596000	20,1%

**Πίνακας 13: Μεταβολή κοστών**

Η επίλυση του μαθηματικού μοντέλου μας έδωσε μια σειρά από αλλαγές στο κόστος επιμέρους εργασιών αυξάνοντας την διάρκεια και μειώνοντας τον αριθμό των εργαζομένων. Για την ολοκλήρωση της κατασκευής του ξύλινου δεξιού ορίου (εργασία ΟΟ) εργάστηκαν 5 άτομα για 42 ημέρες με το συνολικό κόστος να ανέρχεται στις 33600€. Στην περίπτωση που

εργάζονταν 4 άτομα η ολοκλήρωση της κατασκευής του ξύλινου δεξιού ορίου θα διαρκούσε 50 ημέρες και θα κόστιζε 32000€. Διαφορετικά αν εργάζονταν 3 άτομα θα διαρκούσε 64 ημέρες και θα κόστιζε 30720€. Για την ολοκλήρωση της κατασκευής του δεξιού ξύλινου ορίου χρειαζόταν συνεργείο με ελάχιστο εργατικό προσωπικό 3 ατόμων.

Η εργασία (R) ολοκληρώθηκε σε 56 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων .Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 77 ημέρες με 6 άτομα προσωπικό .Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 14700€.

Η εργασία (OO) ολοκληρώθηκε σε 42 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 64 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2880€.

Η εργασία (NN) ολοκληρώθηκε σε 21 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 46 ημέρες με 2 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2080€.

Η εργασία (PP) ολοκληρώθηκε σε 28 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 61 ημέρες με 2 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2880€.

Η εργασία (S) ολοκληρώθηκε σε 14 ημέρες με προσωπικό 12 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 21 ημέρες με 6 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 6300€.

Η εργασία (X) ολοκληρώθηκε σε 28 ημέρες με προσωπικό 15 ατόμων .Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 33 ημέρες με 10 άτομα προσωπικό .Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 13500€.

Η εργασία (TT) ολοκληρώθηκε σε 7 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων .Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 10 ημέρες με 6 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1500€.

Η εργασία (ZMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 7 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 11 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2400€.

Η εργασία (Z) ολοκληρώθηκε σε 35 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων .Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 49 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 5250€.

Η εργασία (FMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 105 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 143 ημέρες με 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 11600€.

Η εργασία (YMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 28 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 36 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό και να κόστιζε €. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 8800€.

Η εργασία (GMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 42 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 64 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό και να κόστιζε €. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2880€.

Η εργασία (EMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 56 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 78 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 11600€.

Η εργασία (MMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 84 ημέρες με προσωπικό 15 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 155 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 72750€.

Η εργασία (MM) ολοκληρώθηκε σε 28 ημέρες με προσωπικό 6 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 49 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 4200€.

Η εργασία (LL) ολοκληρώθηκε σε 21 ημέρες με προσωπικό 20 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 26 ημέρες με 10 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 24000€.

Η εργασία (GG) ολοκληρώθηκε σε 35 ημέρες με προσωπικό 20 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 44 ημέρες με 10 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 39000€.

Η εργασία (HH) ολοκληρώθηκε σε 42 ημέρες με προσωπικό 20 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 52 ημέρες με 10 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 48000€.

Η εργασία (II) ολοκληρώθηκε σε 21 ημέρες με προσωπικό 20 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 26 ημέρες με 10 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 24000€.

Η εργασία (KK) ολοκληρώθηκε σε 28 ημέρες με προσωπικό 20 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 35 ημέρες με 10 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 31500€.

Η εργασία (N) ολοκληρώθηκε σε 14 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 340€.

Η εργασία (NMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 168 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 264 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 54000€.

Η εργασία (DMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 56 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 78 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 8700€.

Η εργασία (CMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 56 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 78 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 8700€.

Η εργασία (BMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 49 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 68 ημέρες με 6 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 13940€.

Η εργασία (OMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 7 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 11 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 2250€.

Η εργασία (QMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 21 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 32 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1440€.

Η εργασία (RMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 21 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 32 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1440€.

Η εργασία (O) ολοκληρώθηκε σε 63 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 96 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 4090€.

Η εργασία (M) ολοκληρώθηκε σε 84 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 134 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 3060€.

Η εργασία (AMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 21 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 33 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 7650€.

Η εργασία (P) ολοκληρώθηκε σε 112 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 168 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 8500€.

Η εργασία (K) ολοκληρώθηκε σε 77 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 106 ημέρες με 6 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 20100€.

Η εργασία (I) ολοκληρώθηκε σε 84 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 117 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 13050€.

Η εργασία (H) ολοκληρώθηκε σε 21 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 29 ημέρες με 5 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 3450€.

Η εργασία (G) ολοκληρώθηκε σε 21 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 23 ημέρες με 9 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 510€.

Η εργασία (SS) ολοκληρώθηκε σε 28 ημέρες με προσωπικό 20 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 30 ημέρες με 15 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 16500€.

Η εργασία (RR) ολοκληρώθηκε σε 168 ημέρες με προσωπικό 20 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 173 ημέρες με 16 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 88800€.

Η εργασία (PMIKRO) ολοκληρώθηκε σε 28 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 43 ημέρες με 3 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1760€.

Η εργασία (VV) ολοκληρώθηκε σε 7 ημέρες με προσωπικό 8 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 12 ημέρες με 4 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1200€.

Η εργασία (XX) ολοκληρώθηκε σε 7 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 10 ημέρες με 6 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1500€.

Η εργασία (YY) ολοκληρώθηκε σε 7 ημέρες με προσωπικό 5 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 15 ημέρες με 2 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 750€.

Η εργασία (WW) ολοκληρώθηκε σε 10 ημέρες με προσωπικό 10 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 17 ημέρες με 6 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 1500€.

Η εργασία (QQ) ολοκληρώθηκε σε 140 ημέρες με προσωπικό 15 ατόμων. Η βέλτιστη λύση είναι να διαρκούσε 165 ημέρες με 10 άτομα προσωπικό. Σαν αποτέλεσμα θα είχαμε κέρδος της τάξης των 67500€.



Παρακάτω φαίνεται η μεταβολή του χρόνου ολοκλήρωσης κάθε εργασίας

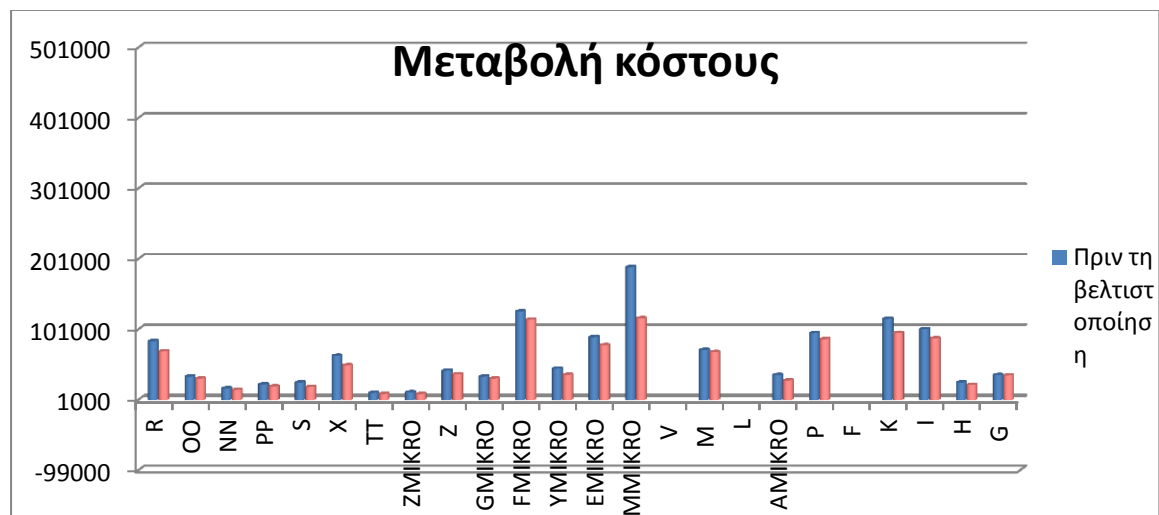
	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΠΟΣΟΣΙΣΤΙΑΙΑ ΑΥΞΗΣΗ %
R	56	77	37,5
OO	42	64	52,3
NN	21	46	119
PP	28	61	217,8
S	14	21	50
X	28	33	17,85
TT	7	10	42,85
ZMIKRO	7	11	57,14
Z	35	49	40
GMIKRO	42	64	52,38
FMIKRO	105	143	36,19
YMIKRO	28	36	28,57
EMIKRO	56	78	39,28
MMIKRO	84	155	84,52
M	84	134	59,52
AMIKRO	21	33	57,14
P	112	168	50
K	77	106	37,66
I	84	117	39,28
H	21	29	38,09
G	21	23	9,52
SS	28	30	7,14
RR	168	173	2,97
PMIKRO	28	43	53,57
VV	7	12	71,42
XX	7	10	42,85
YY	7	15	114,28
WW	10	17	70
QQ	140	165	17,85

MM	28	49	75
LL	21	26	23,8
GG	35	44	25,71
HH	42	52	23,8
II	21	26	23,8
KK	28	35	25
N	14	18	28,57
NMIKRO	168	264	57,14
DMIKRO	56	78	39,28
CMIKRO	56	78	39,28
BMIKRO	49	68	38,77
OMIKRO	7	11	57,14
QMIKRO	21	32	52,38
RMIKRO	21	32	52,38
O	63	96	52,38

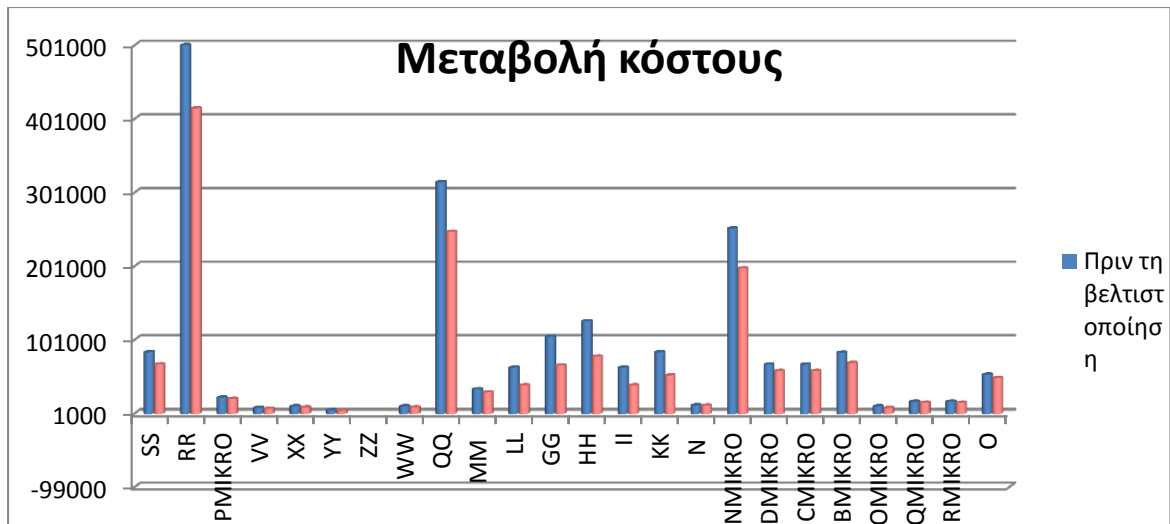
**Πίνακας 14: Ποσοστιαία αύξηση μετά την βελτιστοποίηση.**

Να σημειωθεί ότι η συνολική διάρκεια του έργου έμεινε σταθερή.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα με τα αποτελέσματα βελτιστοποίησης



**Σχήμα 16: Σύγκριση πριν και μετά τη βελτιστοποίηση**



Σχήμα 17: Σύγκριση πριν και μετά τη βελτιστοποίηση



Σχήμα 18: Σύγκριση πριν και μετά τη βελτιστοποίηση

## Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία αντιμετωπίστηκε, μοντελοποιήθηκε και επιλύθηκε το πρόβλημα του χρονικού προγραμματισμού κατασκευής κατοικίας στον τομέα της διαχείρισης του ανθρώπινου εργατικού δυναμικού. Η επίλυση του μοντέλου έγινε μέσω του λογισμικού βελτιστοποίησης προβλημάτων μαθηματικού προγραμματισμού Cplex υλοποιημένο σε γλώσσα προγραμματισμού C++.

Η βελτιστοποίηση του χρονικού προγραμματισμού του έργου αναπτύχθηκε με βάση το μοντέλο της κρίσιμης διαδρομής. Έπειτα μελετήθηκε και επιλύθηκε ένα μοντέλο χρονικού προγραμματισμού που βασίζεται στην ολοκλήρωση των επιμέρους εργασιών με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό. Λήφθηκε υπ' όψιν η σημαντική παράμετρος σύμφωνα με την οποία λιγότεροι εργάτες δουλεύουν αποδοτικότερα μαζί και αποδίδουν καλύτερα όσον αφορά την ποιότητα.

Στην συνέχεια με την βοήθεια του Excel πήραμε τις εξισώσεις που συνδέουν το κόστος των εργασιών με τον αριθμό των ατόμων που εργάζονται. Οι παραπάνω εξισώσεις χρησιμοποιήθηκαν στην αντικειμενική συνάρτηση κάνοντας ελαχιστοποίηση αυτών.

Τέλος έγινε υπολογισμός του πραγματικού κέρδους στην περίπτωση που είχε γίνει αποπεράτωση των εργασιών σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Η βελτιστοποίηση είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του συνολικού κόστους του έργου συγκριμένα από 3249400€ σε 2596000€. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στις εξής εργασίες ΜΜΙΚΡΟ, GG, HH, RR, QQ και ΝΜΙΚΡΟ. Η ποσοστιαία μείωση του συνολικού κόστους ήταν της τάξεως του 20,1%.

Συμπερασματικά, γίνεται αντιληπτό ότι η χρήση τέτοιων λογισμικών συστημάτων για επίλυση του χρονικού προγραμματισμού, εξοικονομεί χρόνο αφού μπορείς άμεσα σε λίγα δευτερόλεπτα, εφόσον έχεις περάσει τα δεδομένα, να βρεις τον βέλτιστο χρονικό προγραμματισμό με το λιγότερο κόστος και χωρίς κόπο. Επιπλέον, παρέχει την δυνατότητα επαναπρογραμματισμού του μοντέλου που αφορά το σύστημα διαχείρισης του έργου οποιαδήποτε στιγμή μέσα στον χρονικό ορίζοντα. Η επιλογή τέτοιων εργαλείων όπως αυτό για την βελτιστοποίηση του χρονικού προγραμματισμού σε διαχείριση έργων κρίνεται αναγκαία.

## Κεφάλαιο 6. Παράρτημα

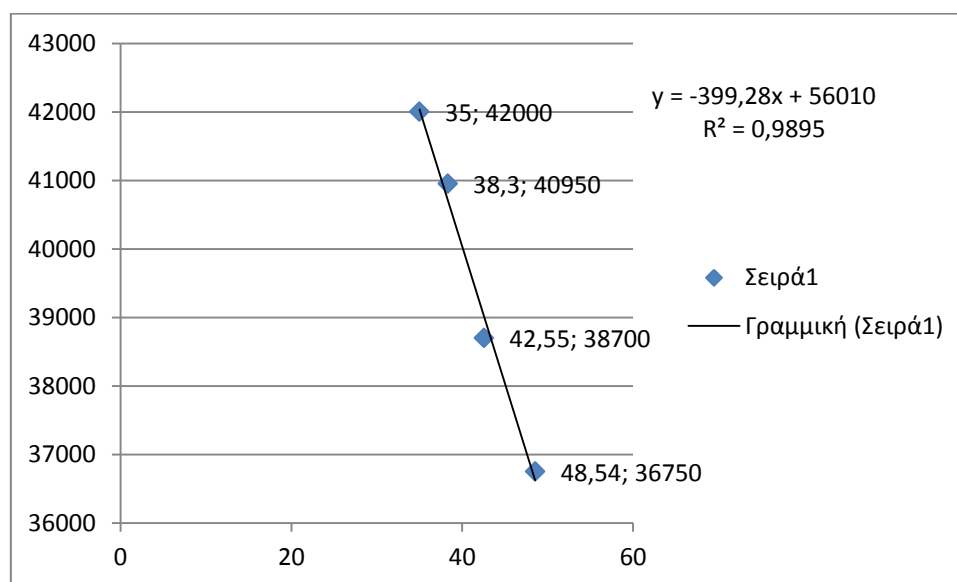
### A. Δίκτυο εργασιών του έργου και κρίσιμη διαδρομή

### B. Πίνακες και σχήματα για την ανάλυση κόστους

Εργασία που αφορά την κατασκευή πισινών:

Z	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	35	8	42000
	38,3	7	40950
	42,55	6	38700
	48,54	5	36750

Πίνακας 15: αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασία κατασκευή πισινών(Z).

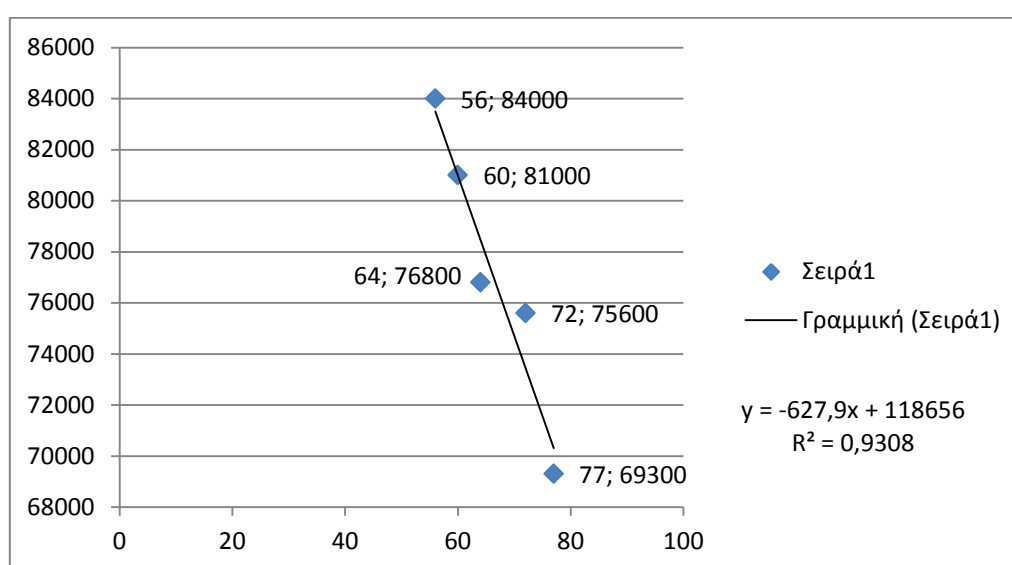


Σχήμα 19: Ανάλυση κόστους κατασκευή πισινών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την κατασκευή του γηπέδου τένις:

R	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	56	10	84000
	60	9	81000
	64	8	76800
	72	7	75600
	77	6	69300

**Πίνακας 16:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευή τένις(R).

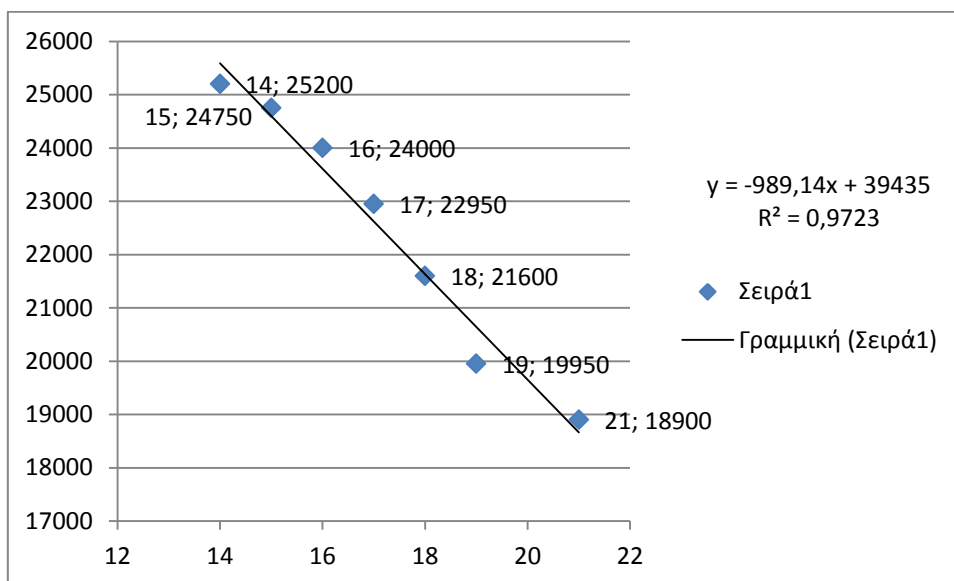


**Σχήμα 20:** Ανάλυση κόστους κατασκευή τένις (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την κατασκευή της εισόδου του κτήματος:

S	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	14	12	25200
	15	11	24750
	16	10	24000
	17	9	22950
	18	8	21600
	19	7	19950
	21	6	18900

**Πίνακας 17:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευή εισόδου κτήματος.

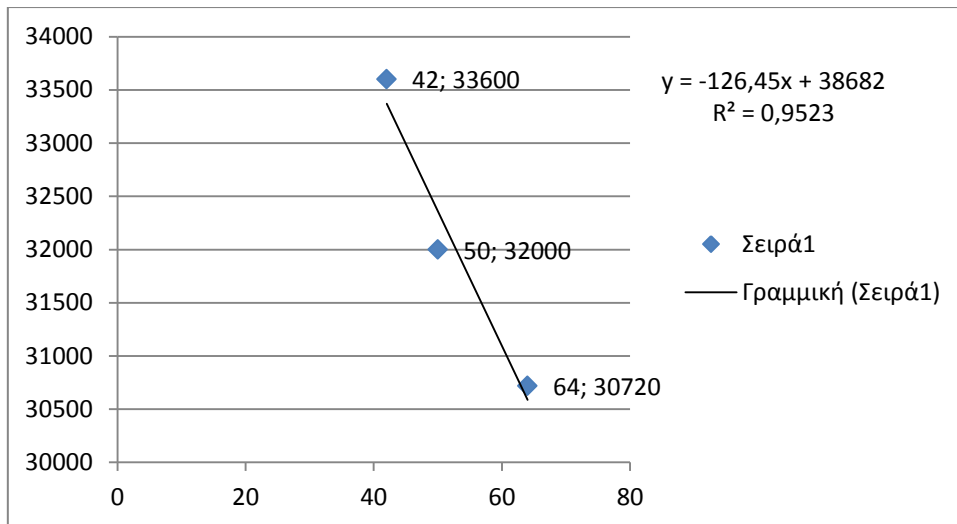


**Σχήμα 21:** Ανάλυση κόστους κατασκευής εισόδου κτήματος (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών(άξονας X).

Εργασία που αφορά την κατασκευή του ξύλινου δεξιού ορίου:

ΟΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	42	5	33600
	50	4	32000
	64	3	30720

**Πίνακας 18:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευής ξύλινου δεξιού ορίου (ΟΟ).



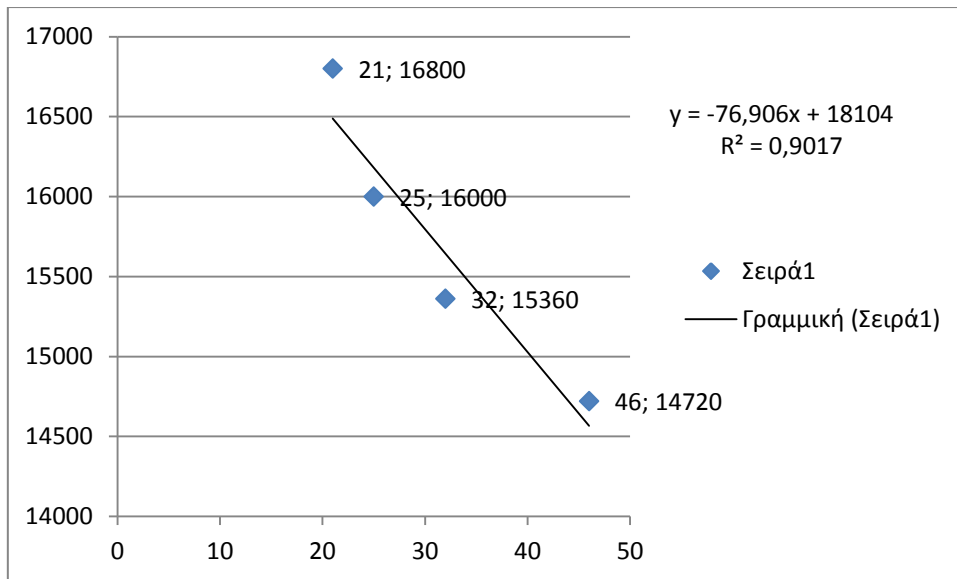
**Σχήμα 22:** Ανάλυση κόστους κατασκευής ξύλινου δεξιού ορίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά τις ξύλινες πόρτες του από το σπίτι του φύλακα:

NN	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	21	5	16800
	25	4	16000
	32	3	15360
	46	2	14720

**Πίνακας 19:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας ξύλινες πόρτες φύλακα (NN).



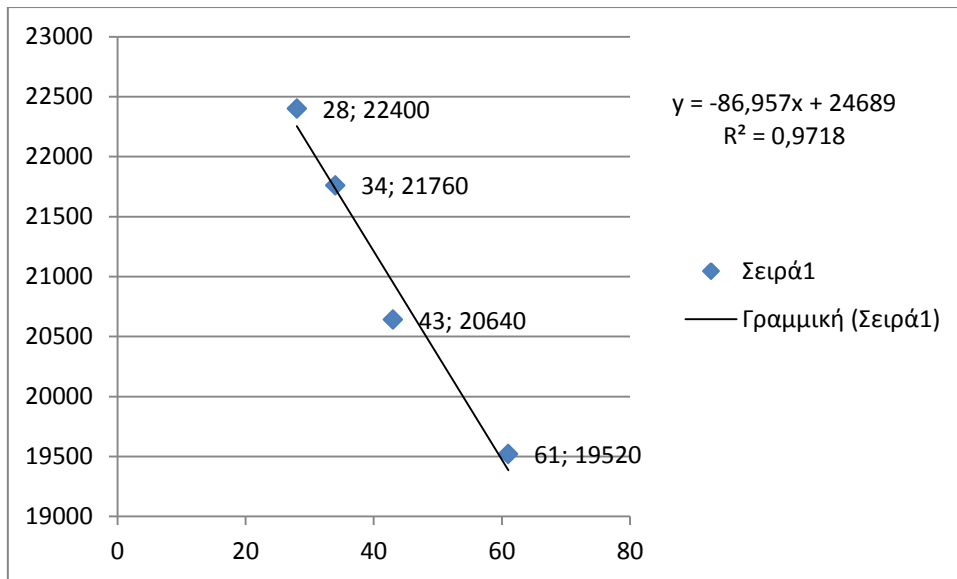


**Σχήμα 23:** Ανάλυση κόστους εργασίας ξύλινες πόρτες φύλακα (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά διάφορες ξύλινες κατασκευές που έγιναν εντός του έργου:

PP	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	28	5	22400
	34	4	21760
	43	3	20640
	61	2	19520

**Πίνακας 20:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας διάφορες ξύλινες κατασκευές (PP).

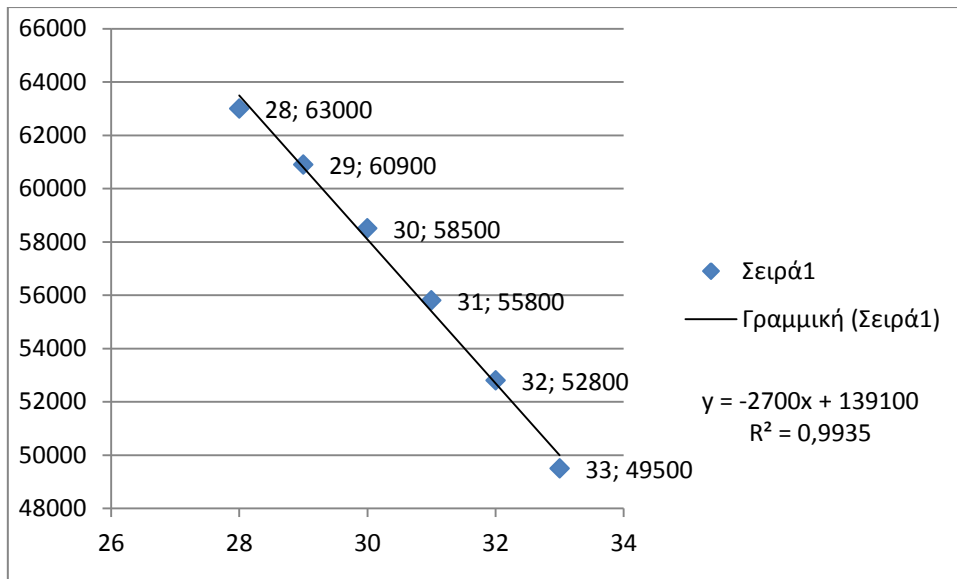


**Σχήμα 24:** Ανάλυση κόστους εργασίας διάφορες ξύλινες κατασκευές (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την κατασκευή της εξωτερικής μάντρας:

X	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	28	15	63000
	29	14	60900
	30	13	58500
	31	12	55800
	32	11	52800
	33	10	49500

**Πίνακας 21:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κατασκευής μάντρας εξωτερικής (X).

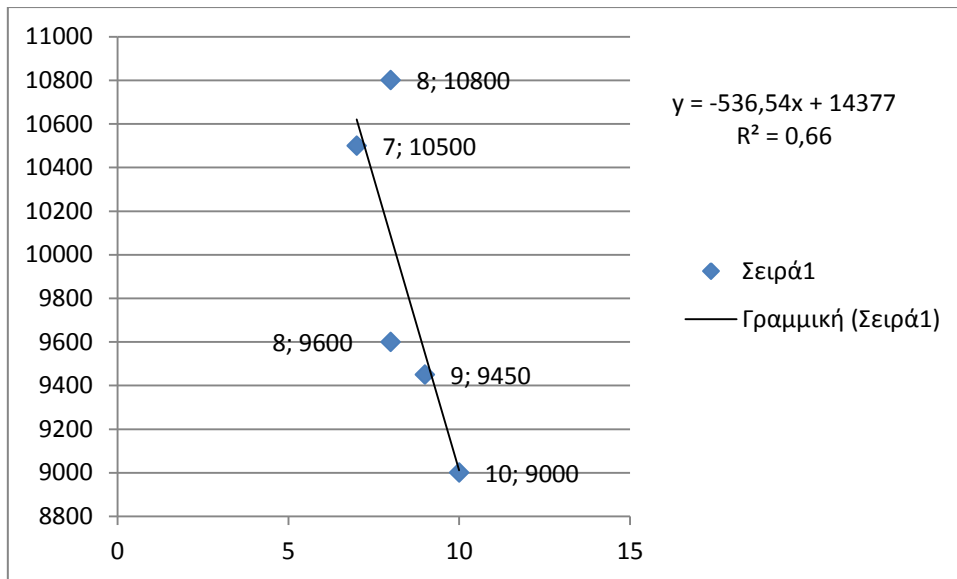


**Σχήμα 25: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής μάντρας εξωτερικής (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά το σπατουλάρισμα και στην συνέχεια την βαφή με ριπολίνες εσωτερικά το σπίτι του φύλακα:

ΤΤ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	10	10500
	8	9	10800
	8	8	9600
	9	7	9450
	10	6	9000

**Πίνακας 22: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας σπατουλαρίσματος ριπολίνες σπίτι φύλακα (ΤΤ).**

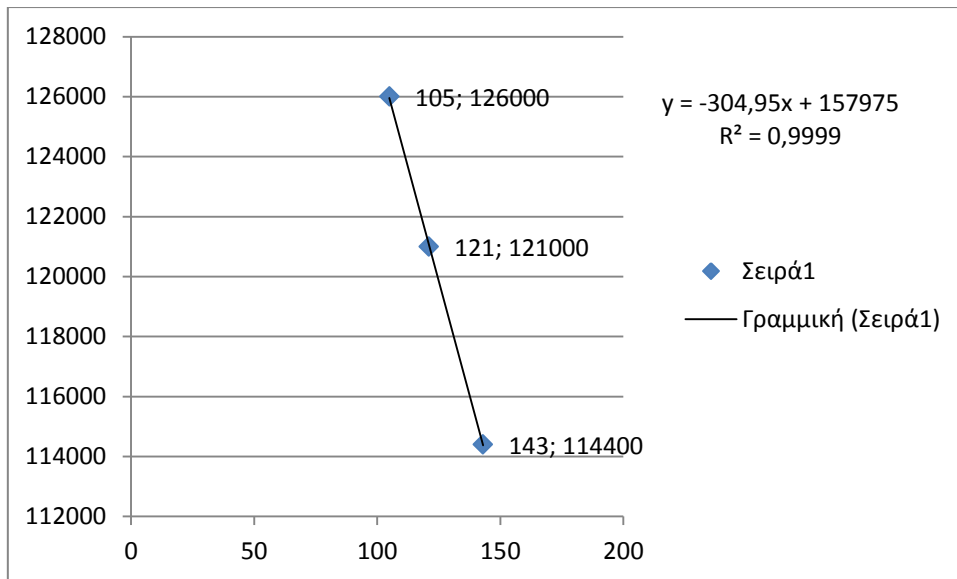


**Σχήμα 26:** Ανάλυση κόστους εργασίας σπατουλαρίσματος ριπολίνες σπίτι φύλακα (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά τον εξαερισμό της κυρίως οικίας:

ΦΜΙΚΡΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	105	6	126000
	121	5	121000
	143	4	114400

**Πίνακας 23:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εξαερισμού(ΦΜΙΚΡΟ).

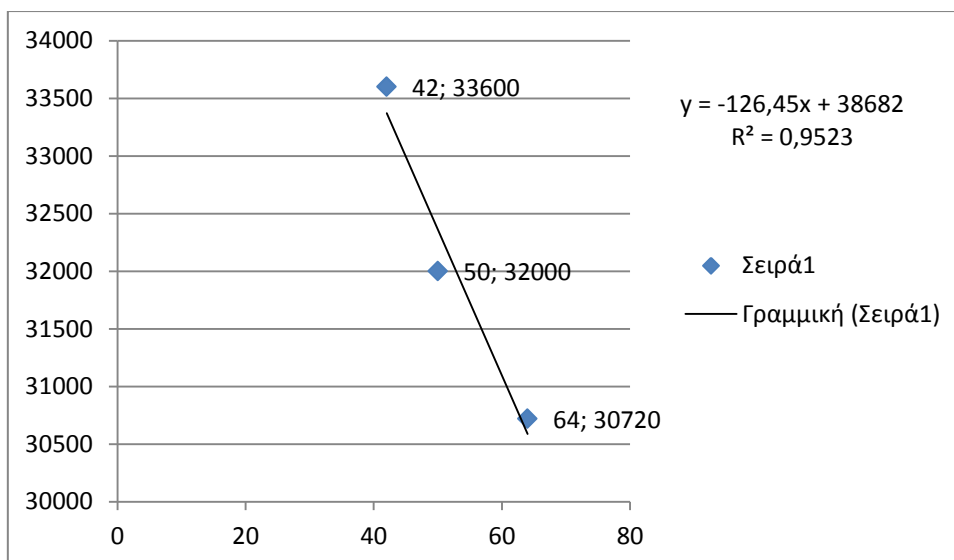


**Σχήμα 27:** Ανάλυση κόστους εργασίας ανάλογα με τον αριθμό εργατών (άξονας X) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας Y).

Εργασία που αφορά το BMS του έργου:

ΓΜΙΚΡΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	42	5	33600
	50	4	32000
	64	3	30720

**Πίνακας 24:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας BMS (ΓΜΙΚΡΟ).

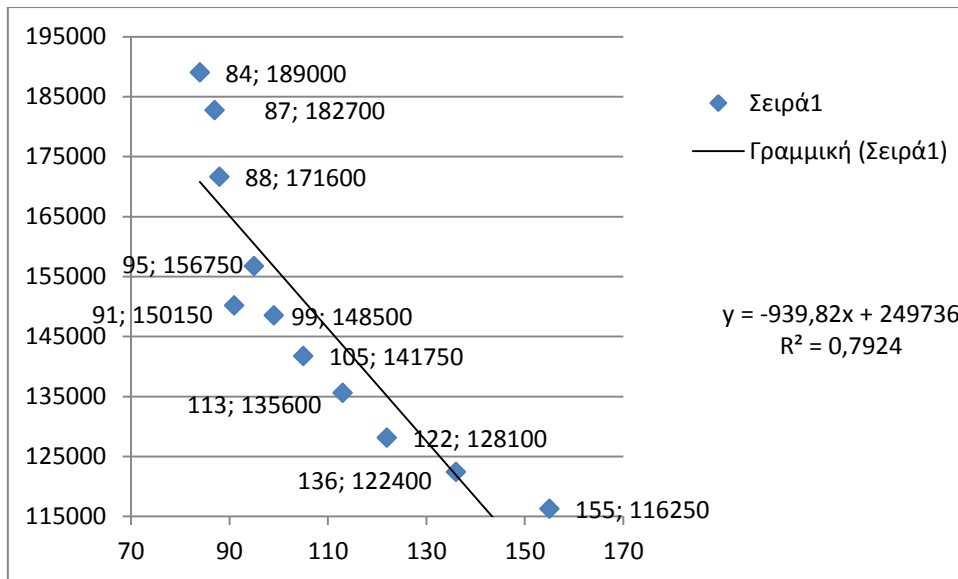


**Σχήμα 28:** Ανάλυση κόστους εργασίας BMS(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την τοποθέτηση γυψοσανίδων κάτω από τις ψυχόμενες οροφές:

ΜΜΙΚΡΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	84	15	189000
	87	14	182700
	88	13	171600
	91	12	150150
	95	11	156750
	99	10	148500
	105	9	141750
	113	8	135600
	122	7	128100
	136	6	122400
	155	5	116250

**Πίνακας 25:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας γυψοσανίδων ψυχόμενες οροφές(ΜΜΙΚΡΟ).

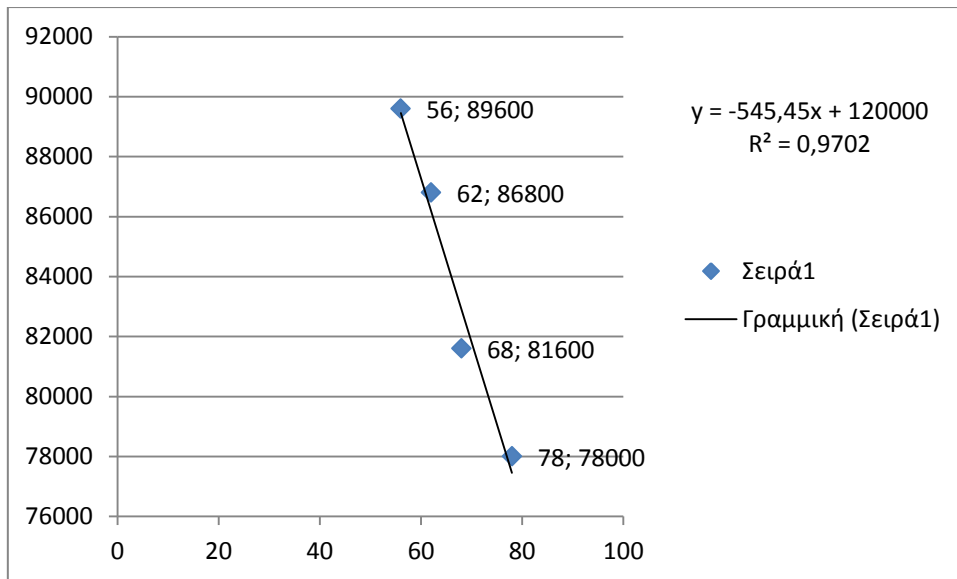


**Σχήμα 29:** Ανάλυση κόστους εργασίας γυψοσανίδων ψυχόμενες οροφές (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την δημιουργία και την λειτουργία των ψυχόμενων οροφών:

ΕΜΙΚΡΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	56	8	89600
	62	7	86800
	68	6	81600
	78	5	78000

**Πίνακας 26:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας ψυχόμενων οροφών (ΕΜΙΚΡΟ).



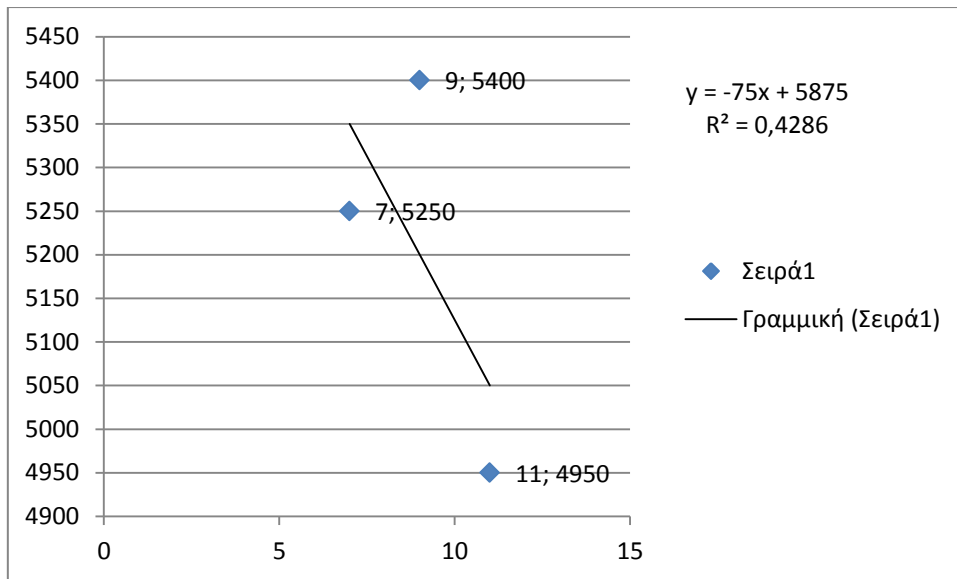
**Σχήμα 30:** Ανάλυση κόστους εργασίας ψυχόμενων οροφών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την κατασκευή της υποδομής του yard:

V	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	5	5250
	9	4	5400
	11	3	4950

**Πίνακας 27:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας υποδομής του yard(V).



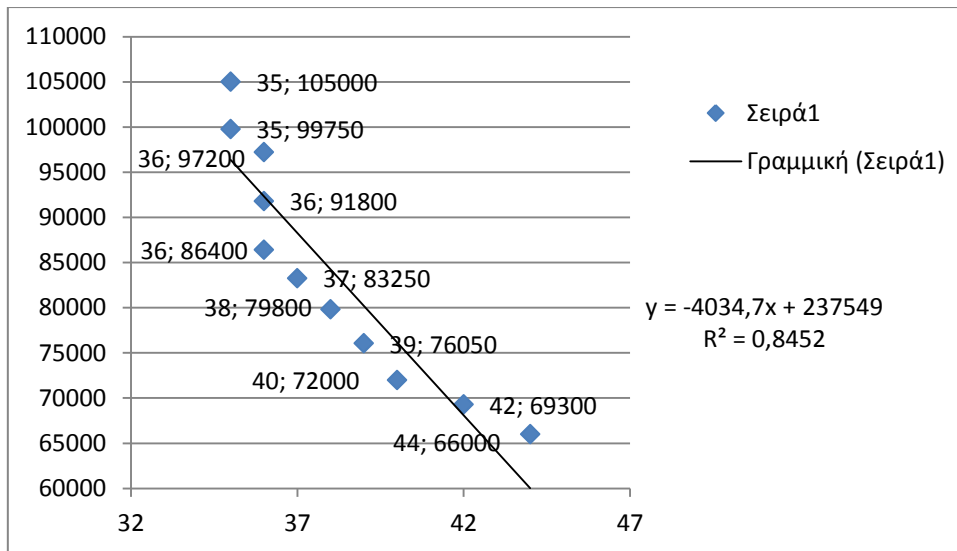


**Σχήμα 31:** Ανάλυση κόστους εργασίας υποδομής του yard(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών- κρεβατινές:

GG	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	35	20	105000
	35	19	99750
	36	18	97200
	36	17	91800
	36	16	86400
	37	15	83250
	38	14	79800
	39	13	76050
	40	12	72000
	42	11	69300
	44	10	66000

**Πίνακας 28:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κηπευτικών κρεβατινές(GG).

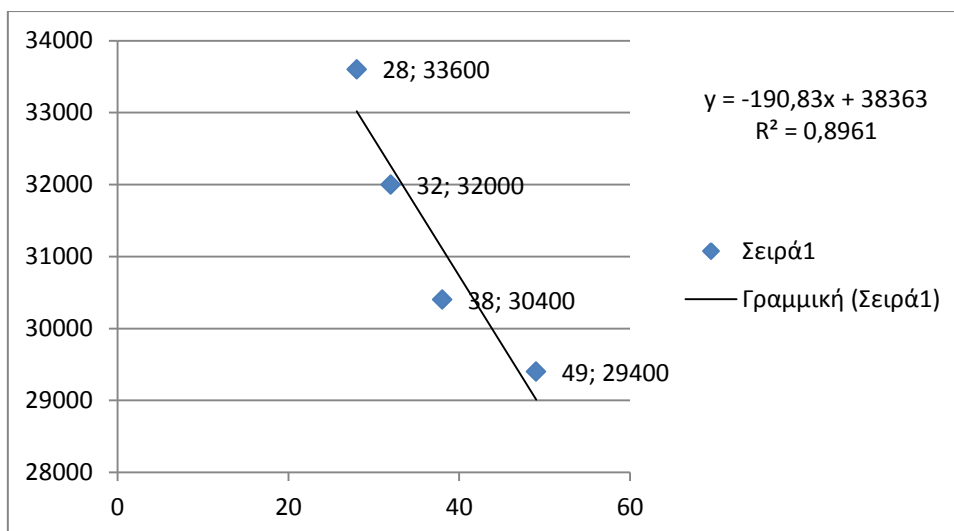


**Σχήμα 32: Ανάλυση κόστους εργασίας κηπευτικών κρεβατιών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την δημιουργία του αμπελώνα:

MM	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	28	6	33600
	32	5	32000
	38	4	30400
	49	3	29400

**Πίνακας 29: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευής του αμπελώνα (MM).**

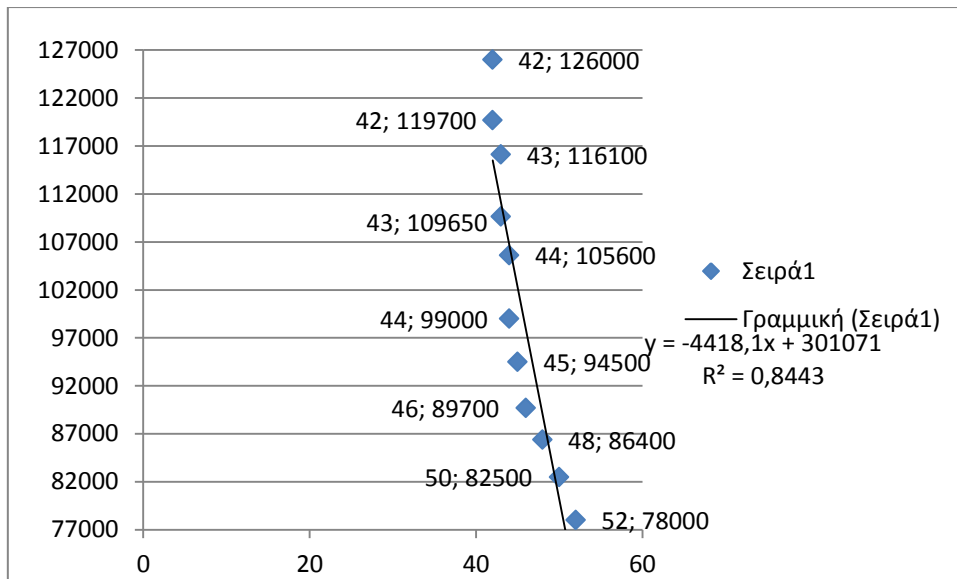


**Σχήμα 33: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής του αμπελώνα (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών στους δρόμους βόρεια-του ελικοδρομίου:

ΗΗ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	42	20	126000
	42	19	119700
	43	18	116100
	43	17	109650
	44	16	105600
	44	15	99000
	45	14	94500
	46	13	89700
	48	12	86400
	50	11	82500
	52	10	78000

**Πίνακας 30: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κηπευτικών δρόμοι βόρεια-heliport (ΗΗ).**

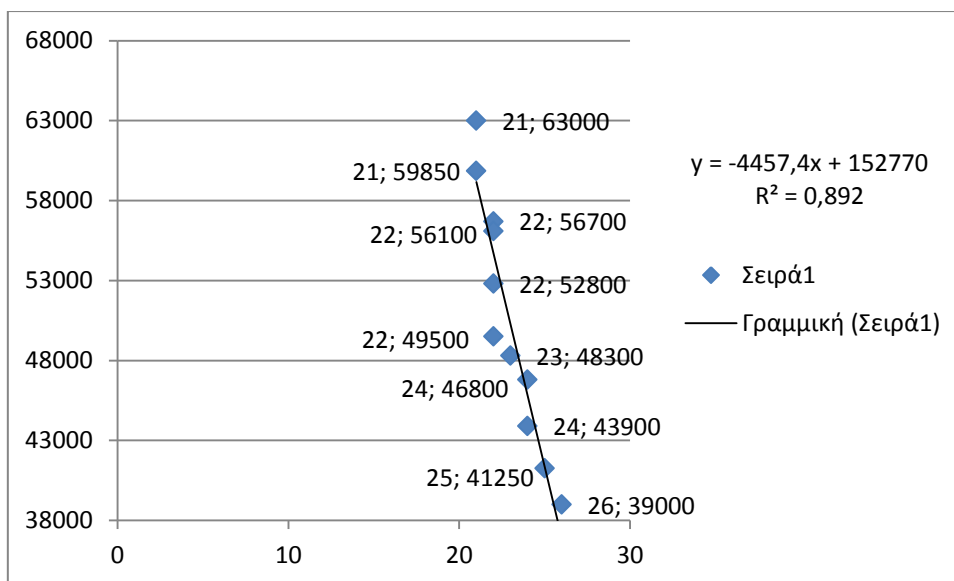


**Σχήμα 34: Ανάλυση κόστους εργασίας κηπευτικών δρόμοι βόρεια-heliport (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών του κύριου δρόμου και χλοοτάπητα:

II ΚΑΙ LL	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	21	20	63000
	21	19	59850
	22	18	56700
	22	17	56100
	22	16	52800
	22	15	49500
	23	14	48300
	24	13	46800
	24	12	43900
	25	11	41250
	26	10	39000

**Πίνακας 31: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κηπευτικών κύριου δρόμου και χλοοτάπητα(II ΚΑΙ LL).**

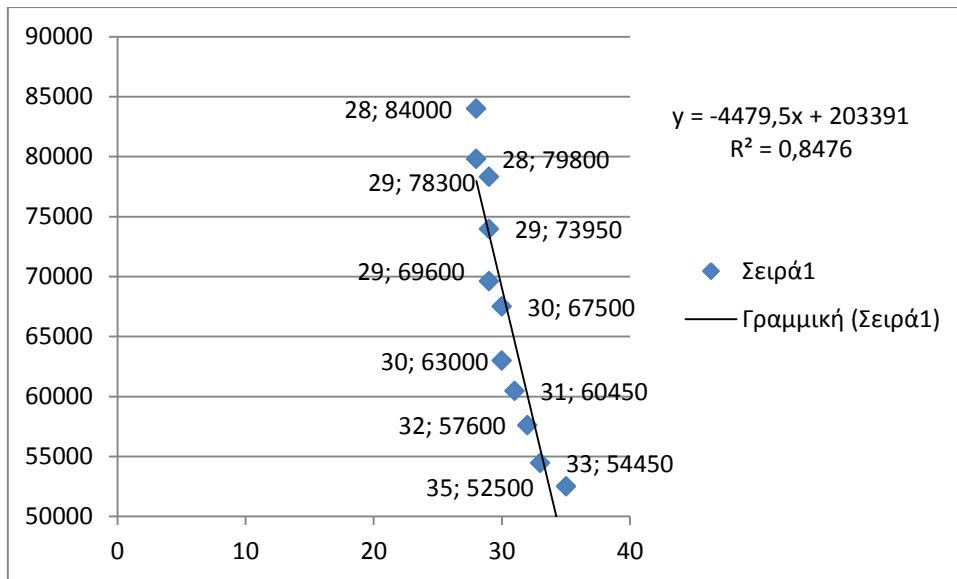


**Σχήμα 35: Ανάλυση κόστους εργασίας κηπευτικών κύριου δρόμου και χλοοτάπητα (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την δημιουργία των κηπευτικών του τένις:

ΚΚ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	28	20	84000
	28	19	79800
	29	18	78300
	29	17	73950
	29	16	69600
	30	15	67500
	30	14	63000
	31	13	60450
	32	12	57600
	33	11	54450
	35	10	52500

**Πίνακας 32: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κηπευτικών τένις (ΚΚ).**

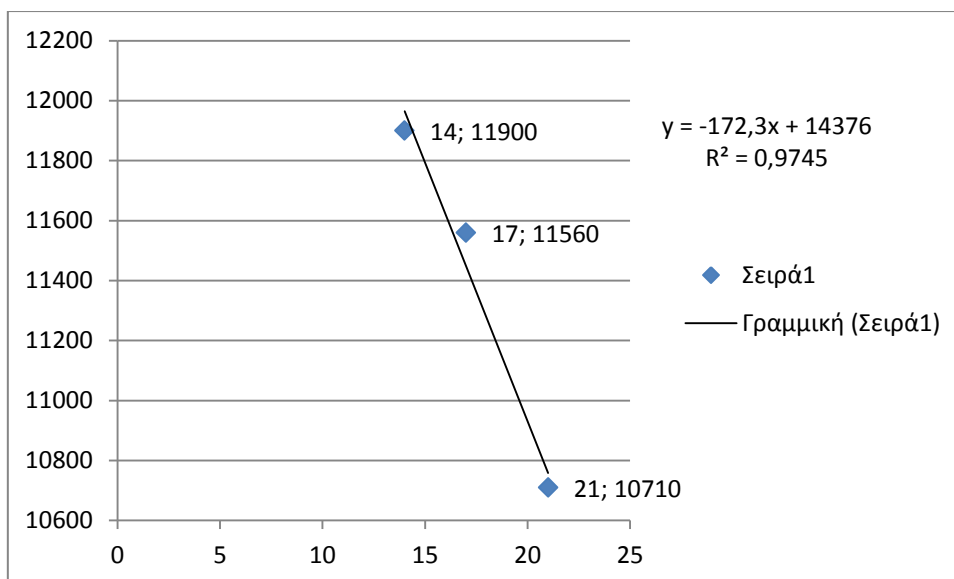


**Σχήμα 36:** Ανάλυση κόστους εργασίας κηπευτικών γηπέδου τένις (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά τον φωτισμό του περιβάλλοντος χώρου:

N	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	14	5	11900
	17	4	11560
	21	3	10710

**Πίνακας 33:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας φωτισμού περιβάλλοντος χώρου (N).

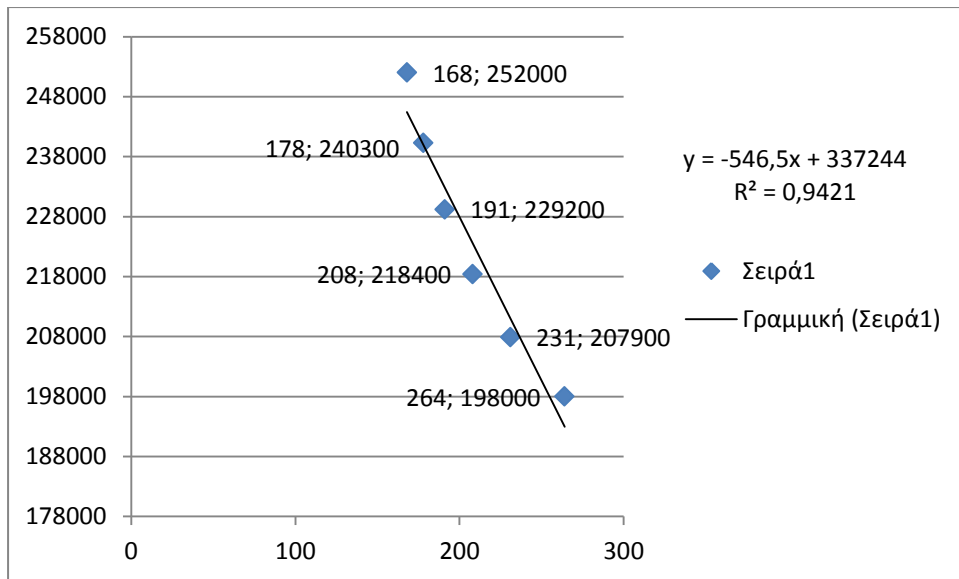


**Σχήμα 37: Ανάλυση κόστους εργασίας φωτισμού περιβάλλοντος χώρου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την τοποθέτηση και το στοκάρισμα των γυψοσανίδων-τσιμεντοσανίδων και λοιπές εργασίες που αφορούν τον γυψοσανίδα:

NMIKRO	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	168	10	252000
	178	9	240300
	191	8	229200
	208	7	218400
	231	6	207900
	264	5	198000

**Πίνακας 34: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) γυψοσανίδες – τσιμεντοσανίδες και λοιπές εργασίες(NMIKRO).**

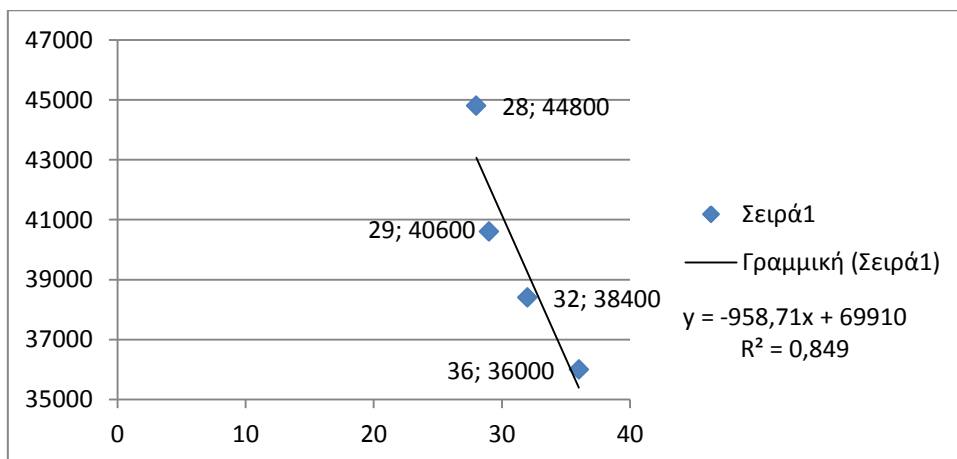


**Σχήμα 38: Ανάλυση κόστους γυψοσανίδες – τιμεντοσανίδες και λοιπές εργασίες (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά τους αυτοματισμούς του έργου:

ΥΜΙΚΡΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	28	8	44800
	29	7	40600
	32	6	38400
	36	5	36000

**Πίνακας 35: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας αυτοματισμών (ΥΜΙΚΡΟ).**



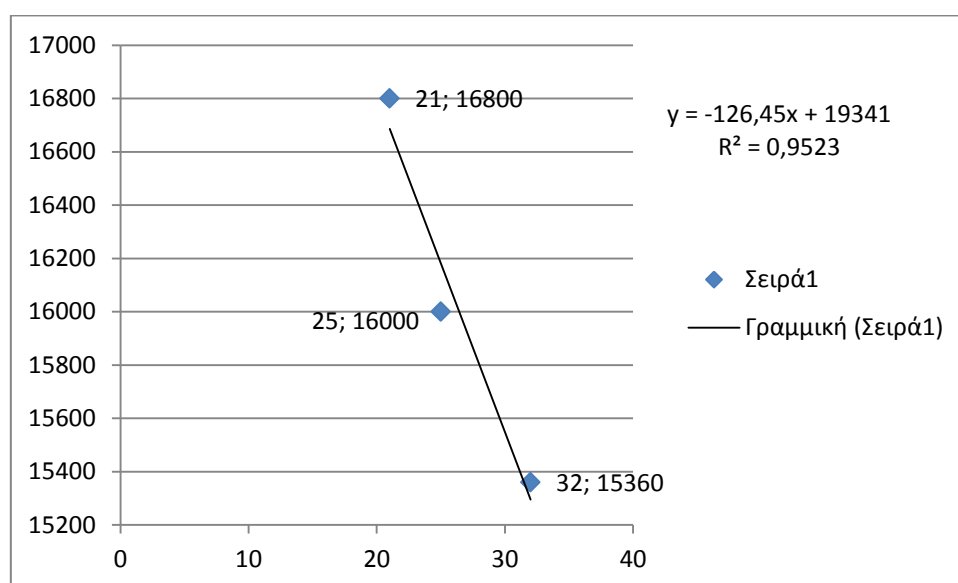
**Σχήμα 39: Ανάλυση κόστους εργασίας αυτοματισμών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**



Εργασία που αφορά τους ιστούς και τις ασφάλειες επαφών της οικίας:

QMIKRO, RMIKRO	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	21	5	16800
	25	4	16000
	32	3	15360

**Πίνακας 36:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας ιστών και ασφαλειών επαφών(QMIKRO και RMIKRO).

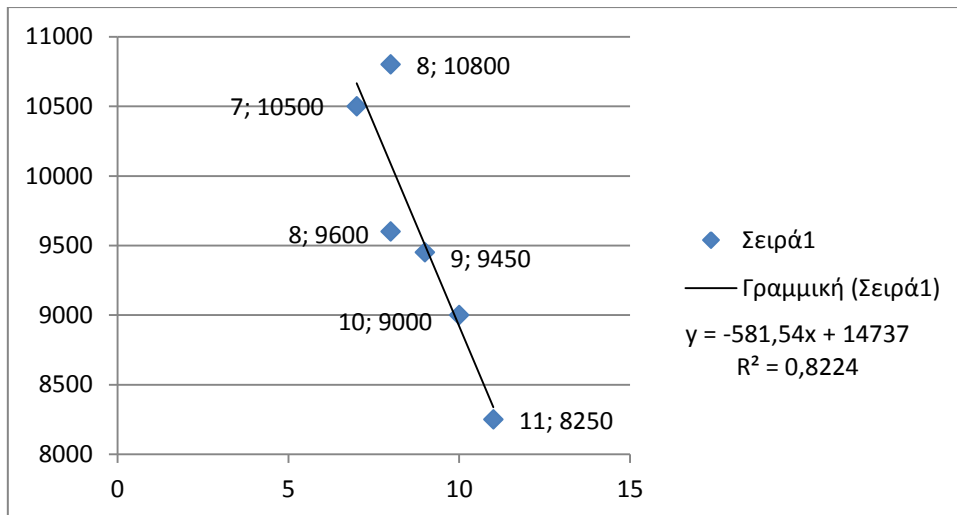


**Σχήμα 40:** Ανάλυση κόστους εργασίας ιστών και ασφαλειών επαφών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την πυρανίχνευση του έργου:

ΟΜΙΚΡΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	10	10500
	8	9	10800
	8	8	9600
	9	7	9450
	10	6	9000
	11	5	8250

**Πίνακας 37:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας πυρανίχνευσης (ΟΜΙΚΡΟ).

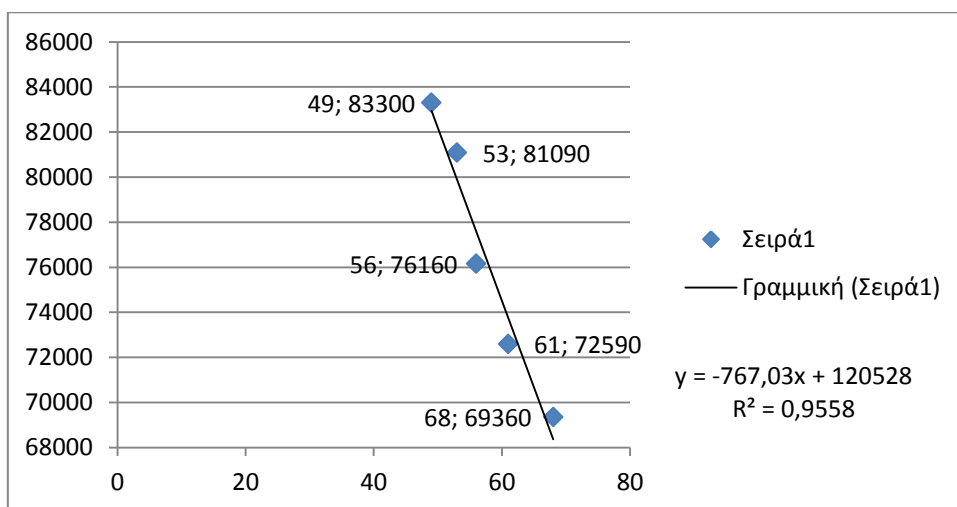


**Σχήμα 41:** Ανάλυση κόστους εργασίας πυρανίχνευσης (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την τοποθέτηση των τζαμιλικιών της κυρίως οικίας:

ΒΜΙΚΡΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	49	10	83300
	53	9	81090
	56	8	76160
	61	7	72590
	68	6	69360

**Πίνακας 38:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας τζαμιλικιών(ΒΜΙΚΡΟ).

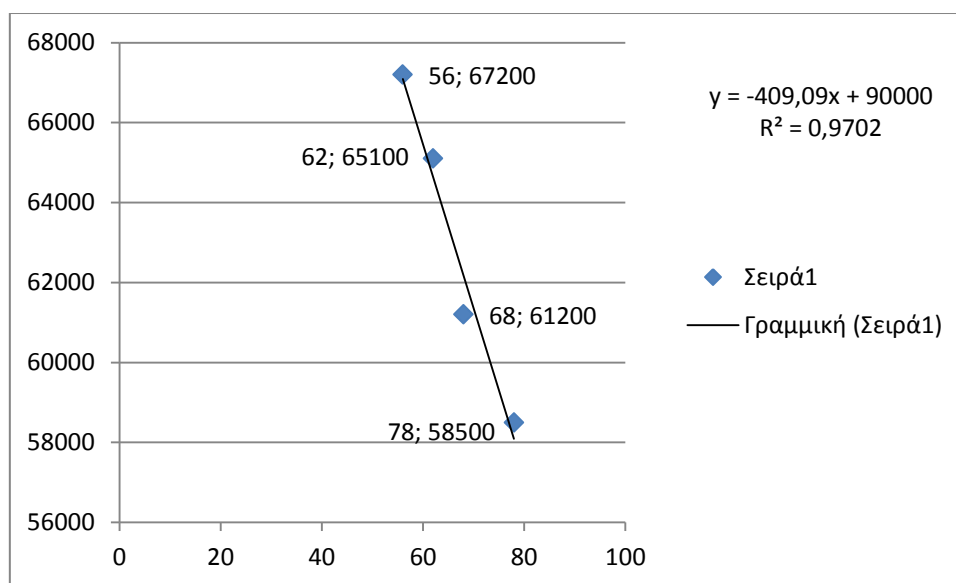


**Σχήμα 42:** Ανάλυση κόστους εργασίας τζαμιλικιών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την εγκατάσταση του δικτύου θέρμανσης:

CMIKRO	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	56	8	67200
	62	7	65100
	68	6	61200
	78	5	58500

**Πίνακας 39:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας δικτύου θέρμανσης (CMIKRO).

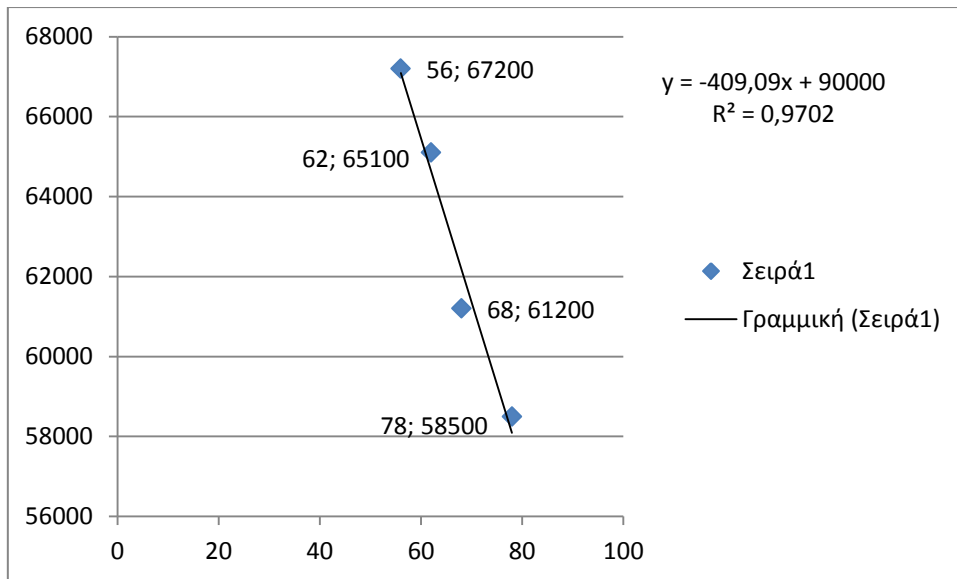


**Σχήμα 43:** Ανάλυση κόστους εργασίας δικτύου θέρμανσης (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά τη δημιουργία του μηχανοστασίου:

DMIKRO	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	56	8	67200
	62	7	65100
	68	6	61200
	78	5	58500

**Πίνακας 40:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας μηχανοστασίου (DMIKRO).

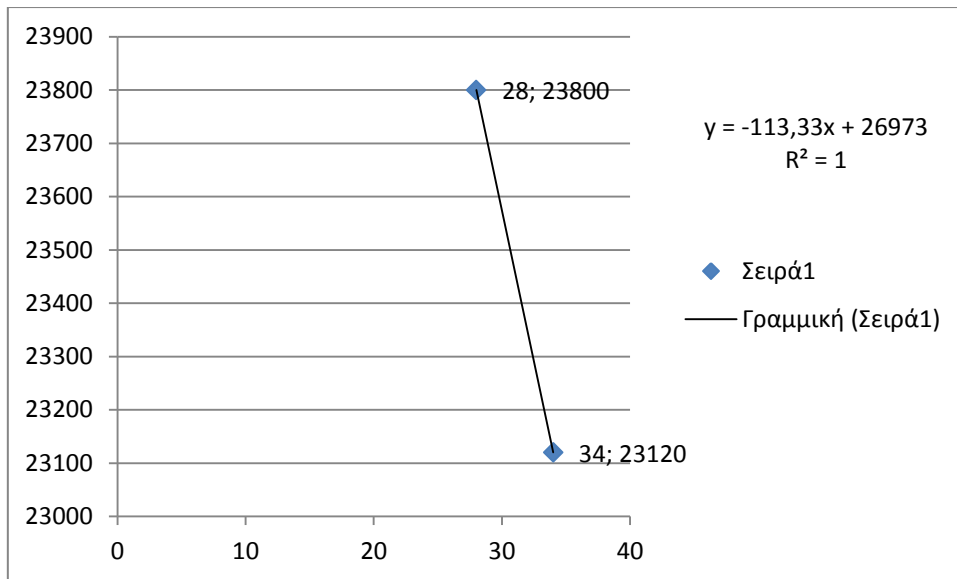


**Σχήμα 44:** Ανάλυση κόστους εργασίας μηχανοστασίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των ηλεκτρικών πινάκων της κατοικίας:

L	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	28	5	23800
	34	4	23120

**Πίνακας 41:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας για τους ηλεκτρικούς πίνακες κατοικίας(L).

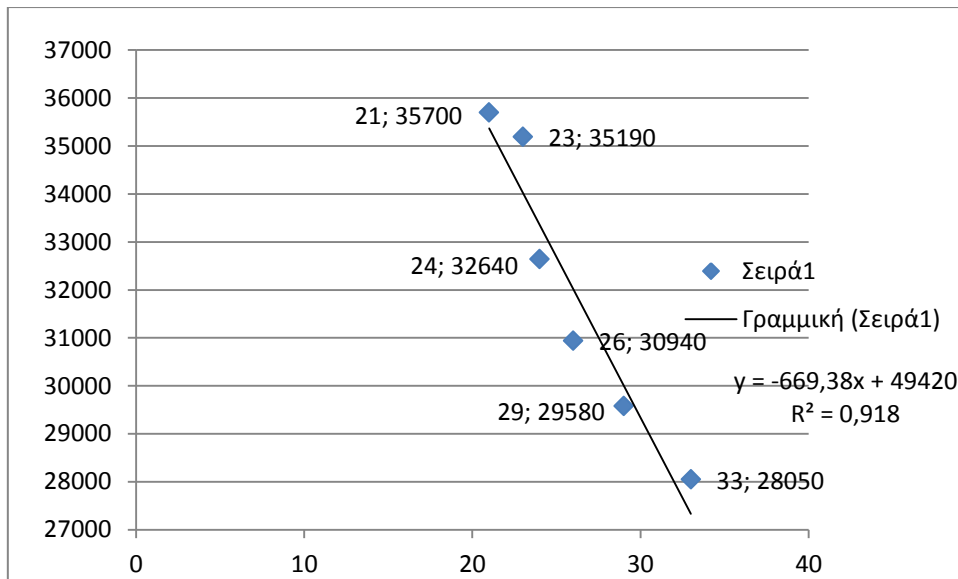


**Σχήμα 45: ανάλυση κόστους εργασίας για τους ηλεκτρικούς πίνακες κατοικίας (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την τοποθέτηση των ρολών:

ΑΜΙΚΡΟ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	21	10	35700
	23	9	35190
	24	8	32640
	26	7	30940
	29	6	29580
	33	5	28050

**Πίνακας 42: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας για τα ρολά (ΑΜΙΚΡΟ).**

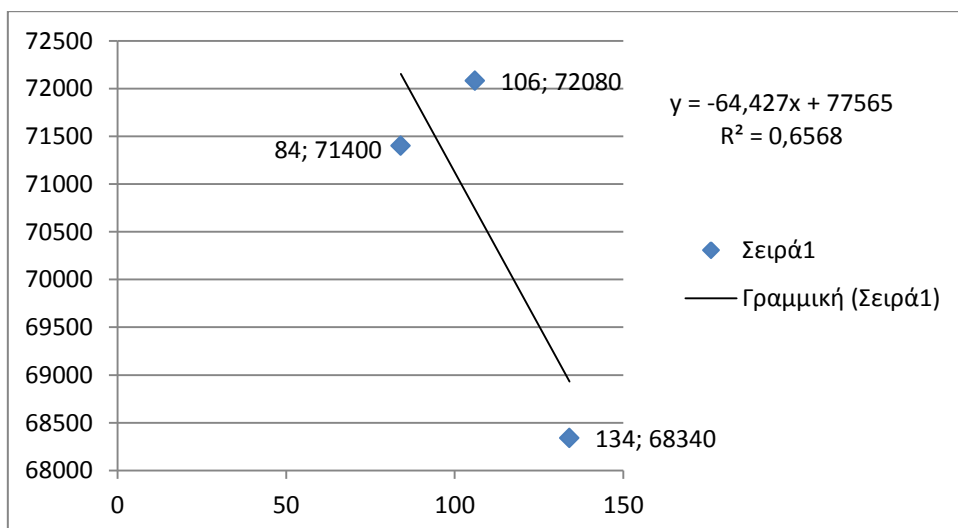


**Σχήμα 46:** ανάλυση κόστους εργασίας για τα ρολά (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά το περιβάλλον χώρο και το -δίκτυο υποδομής των ηλεκτρικών:

M	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	84	5	71400
	106	4	72080
	134	3	68340

**Πίνακας 43:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) περιβάλλον χώρος-δίκτυο υποδομής ηλεκτρικών (M).

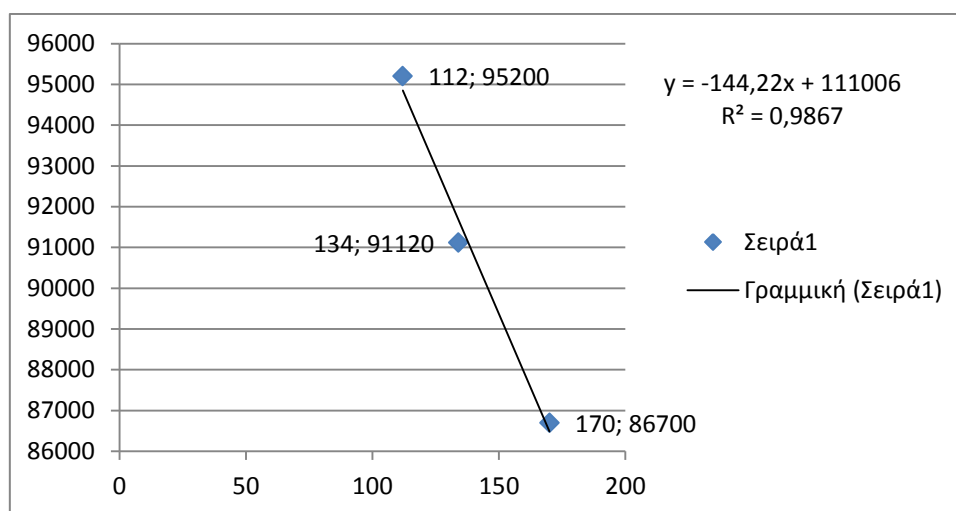


**Σχήμα 47:** Ανάλυση κόστους περιβάλλον χώρος-δίκτυο υποδομής ηλεκτρικών (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των φωτιστικών-ηλεκτρικών:

P	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	112	5	95200
	134	4	91120
	170	3	86700

**Πίνακας 44:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας φωτιστικά-ηλεκτρικά (P).

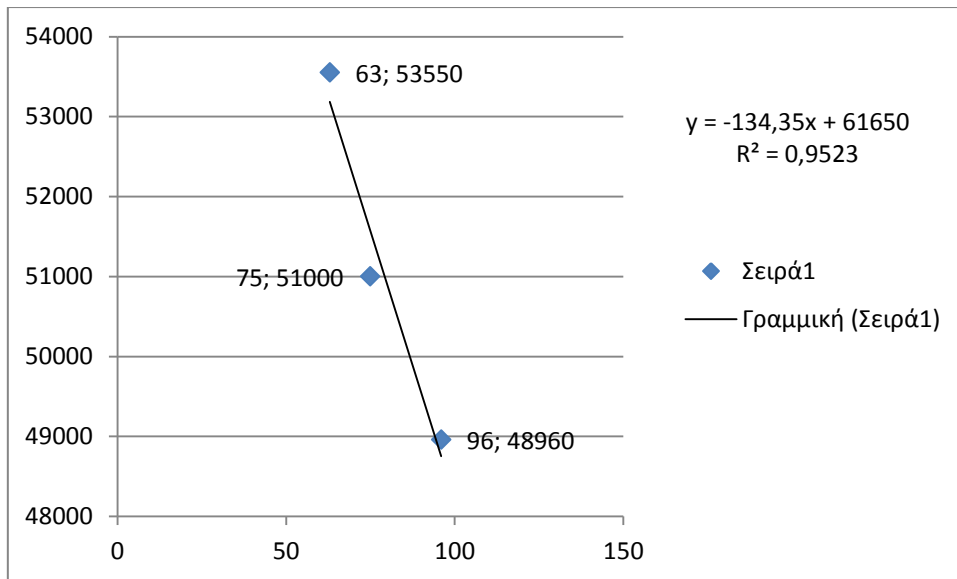


**Σχήμα 48:** Ανάλυση κόστους εργασίας φωτιστικά-ηλεκτρικά (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την κατασκευή του ηλεκτροστασίου:

O	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	63	5	53550
	75	4	51000
	96	3	48960

**Πίνακας 45:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κατασκευής ηλεκτροστασίου (O).



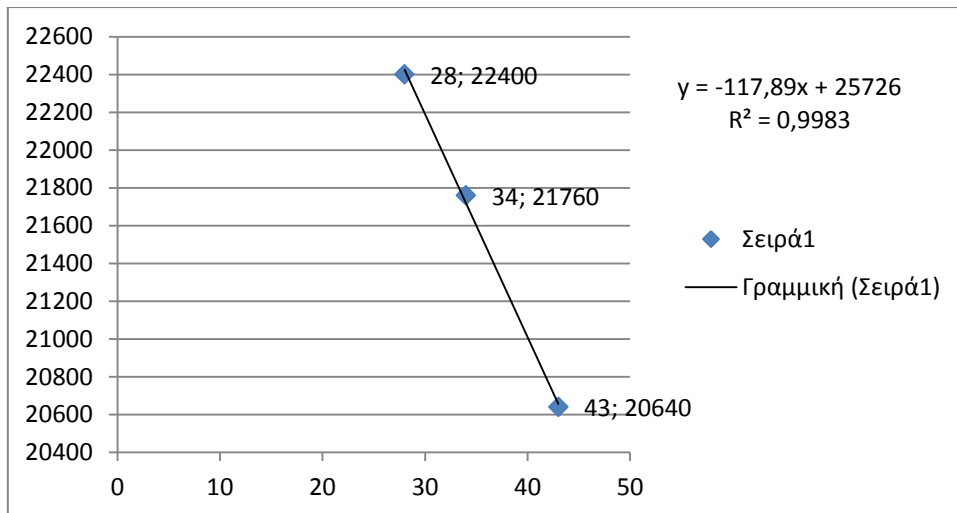
**Σχήμα 49: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής ηλεκτροστασίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την εγκατάσταση του περιμετρικού καλωδίου:

PMIKRO	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	28	5	22400
	34	4	21760
	43	3	20640

**Πίνακας 46: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας περιμετρικού καλωδίου (PMIKRO).**



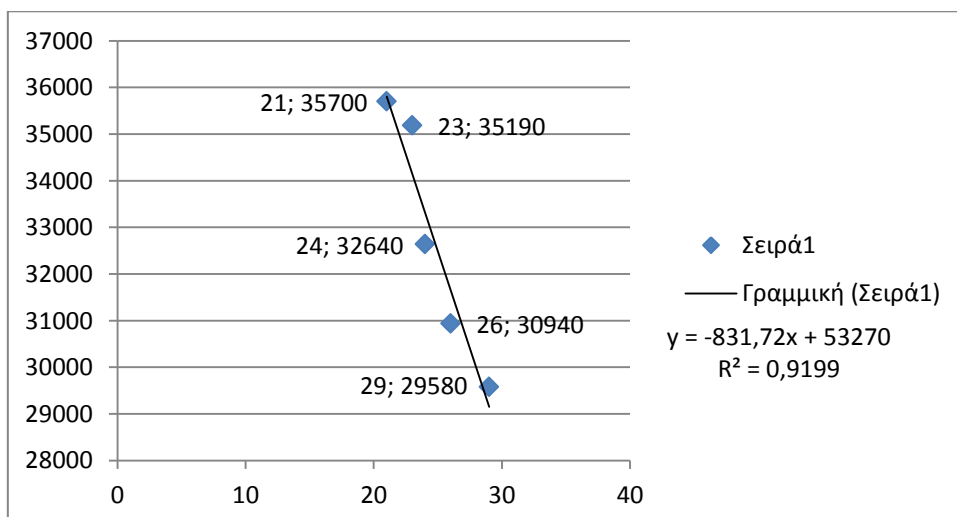


**Σχήμα 50:** Ανάλυση κόστους εργασίας περιμετρικού καλωδίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά το σοβάτισμα των τοίχων:

G	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	21	10	35700
	23	9	35190
	24	8	32640
	26	7	30940
	29	6	29580

**Πίνακας 47:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας σοβάτισματος (G).

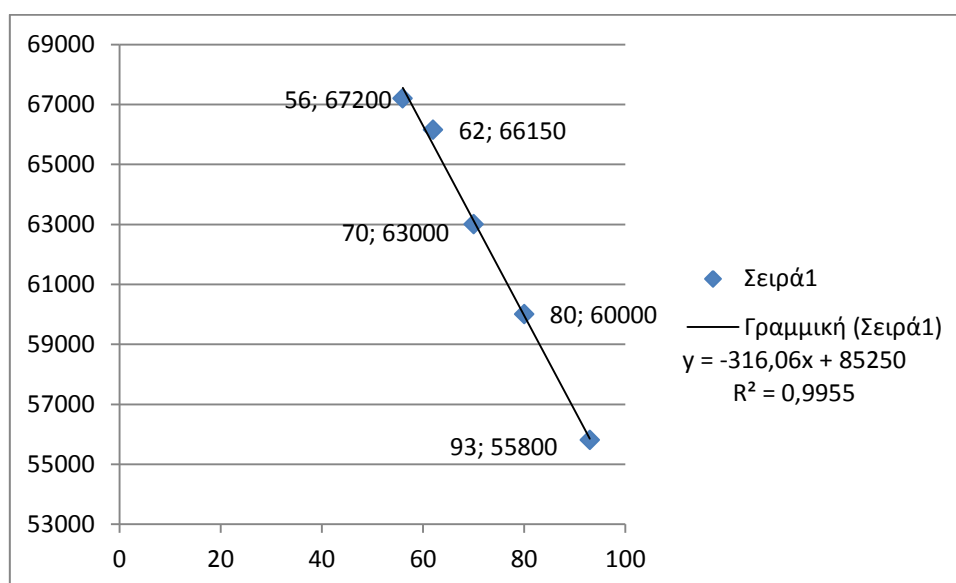


**Σχήμα 51:** Ανάλυση κόστους εργασίας σοβάτισματος (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των σωληνώσεων του έργου:

F	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	56	8	67200
	62	7	66150
	70	6	63000
	80	5	60000
	93	4	55800

**Πίνακας 48:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας σωληνώσεων(F).

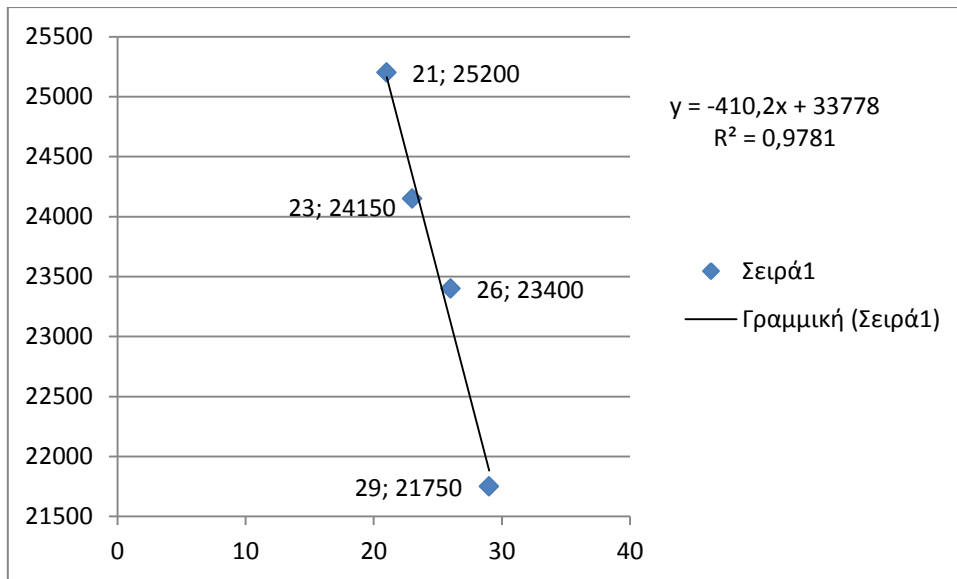


**Σχήμα 52:** Ανάλυση κόστους εργασίας σωληνώσεων (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των υδραυλικών της κατοικίας:

H	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	21	8	25200
	23	7	24150
	26	6	23400
	29	5	21750

**Πίνακας 49:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας υδραυλικών κατοικίας (H).

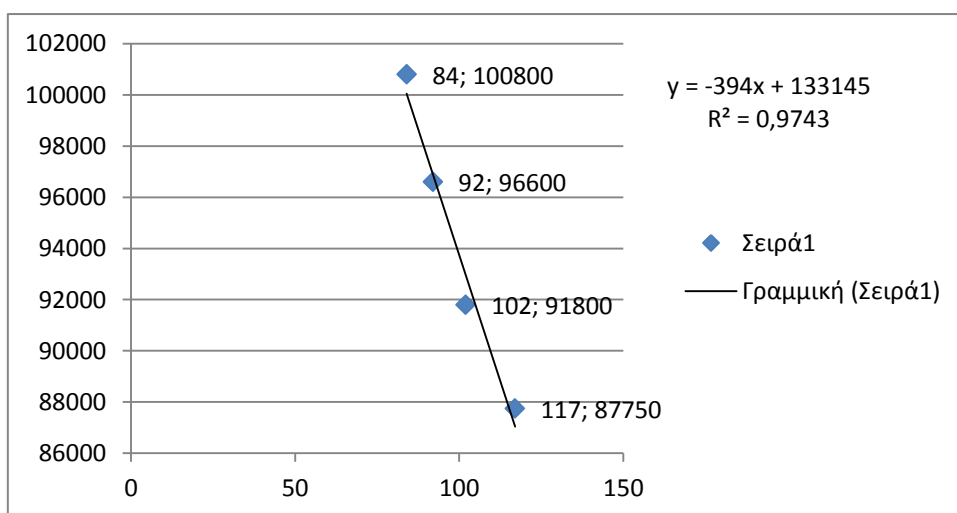


**Σχήμα 53:** ανάλυση κόστους εργασίας υδραυλικών κατοικίας (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την εγκατάσταση των υδραυλικών του περιβάλλοντος χώρου:

I	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	84	8	100800
	92	7	96600
	102	6	91800
	117	5	87750

**Πίνακας 50:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας υδραυλικών περιβάλλον χώρου (I).

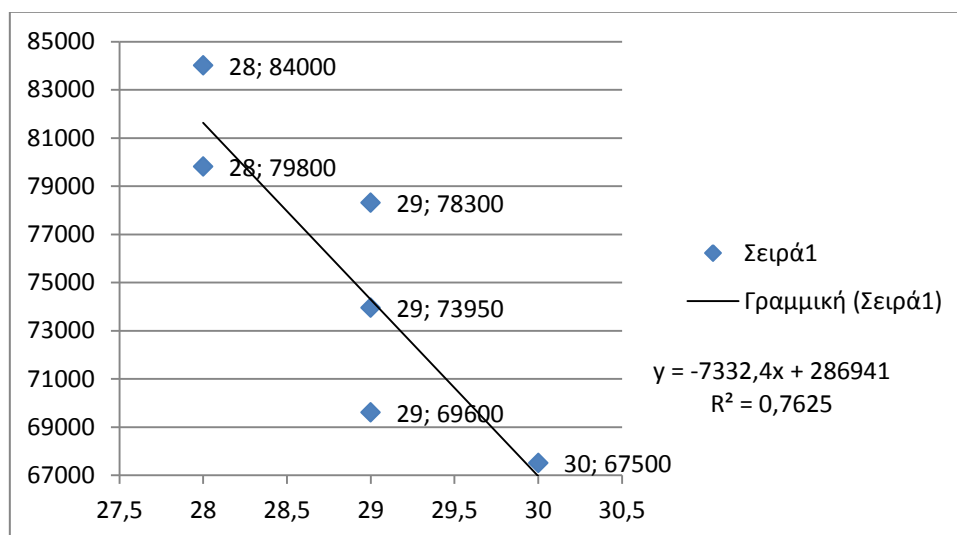


**Σχήμα 54:** Ανάλυση κόστους εργασίας υδραυλικών περιβάλλον χώρου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά το βήσιμο των μηχανοστασίων και του-γκαράζ:

SS	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	28	20	84000
	28	19	79800
	29	18	78300
	29	17	73950
	29	16	69600
	30	15	67500

**Πίνακας 51:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας βαψίματος μηχανοστασίων-γκαράζ(SS).

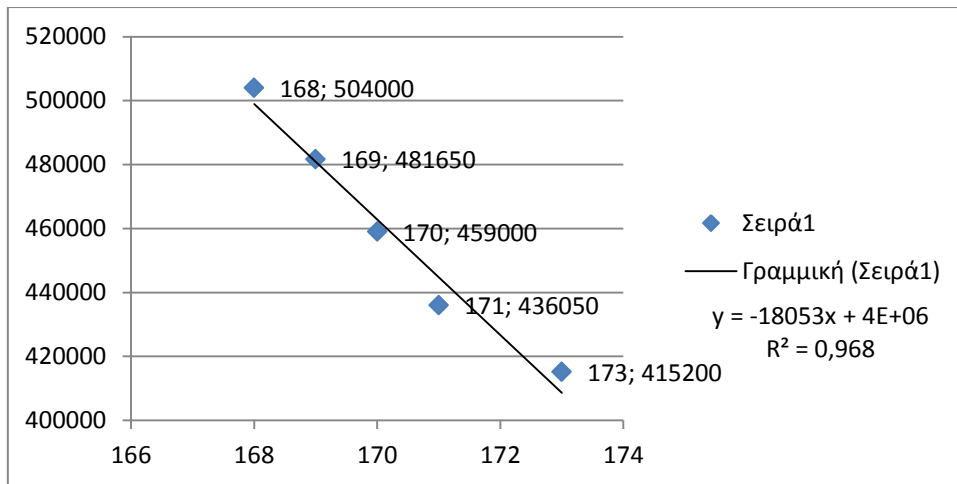


**Σχήμα 55:** Ανάλυση κόστους εργασίας βαψίματος μηχανοστασίων-γκαράζ (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την δημιουργία των εσωτερικών σπατουλαριστών τοίχων με STUCCO VENECIANO:

RR	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	168	20	504000
	169	19	481650
	170	18	459000
	171	17	436050
	173	16	415200

**Πίνακας 52:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας εσωτερικών σπατουλαριστών STUCCO VENECIANO(RR).

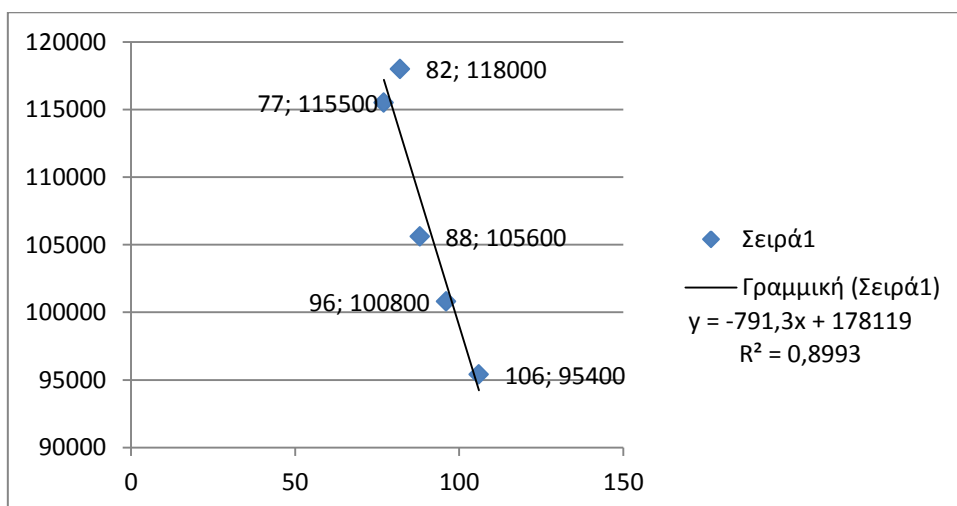


**Σχήμα 56: Ανάλυση κόστους εργασίας εσωτερικών σπατουλαριστών STUCCO VENECIANO (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την κατασκευή του κεντρικού μηχανοστασίου:

K	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	77	10	115500
	82	9	118000
	88	8	105600
	96	7	100800
	106	6	95400

**Πίνακας 53: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών, κόστος) εργασίας κατασκευής κεντρικού μηχανοστασίου (K).**

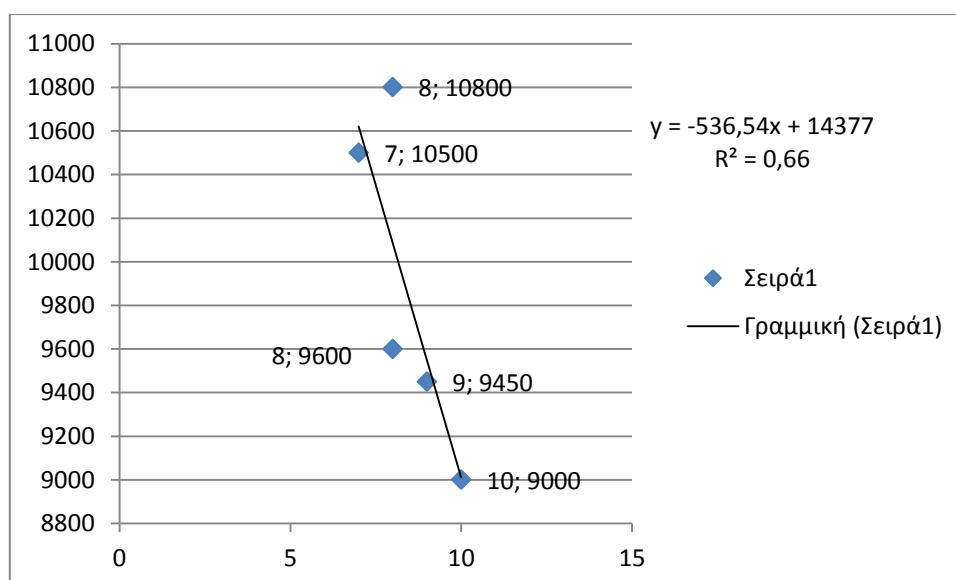


**Σχήμα 57: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής κεντρικού μηχανοστασίου (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά το σπατουλάρισμα των εξωτερικών τοίχων του beach club:

WW	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	10	10500
	8	9	10800
	8	8	9600
	9	7	9450
	10	6	9000

**Πίνακας 54:** αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας σπατουλαριστών εξωτερικών beach club(WW).

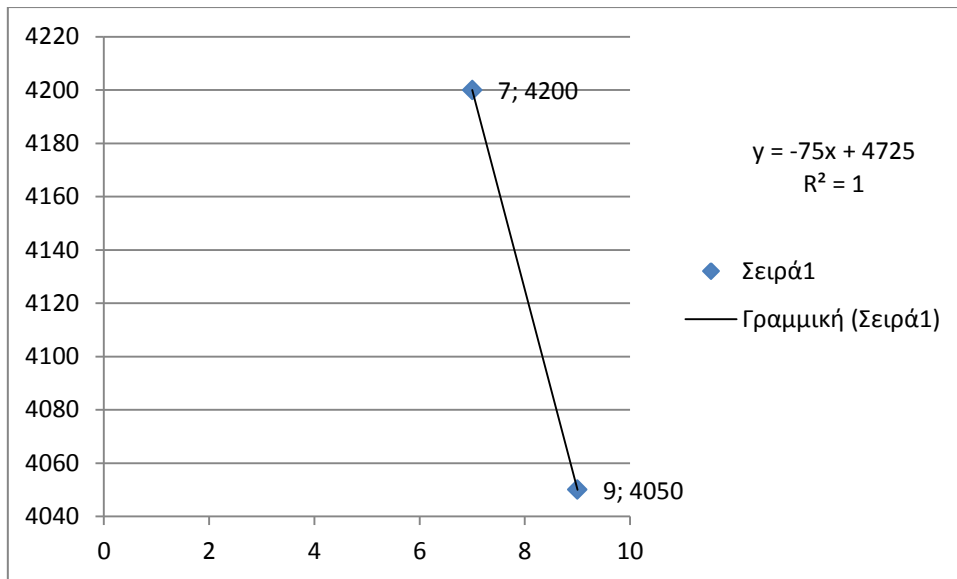


**Σχήμα 58:** Ανάλυση κόστους εργασίας σπατουλαριστών εξωτερικών beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά την κατασκευή του μηχανοστασίου της πισίνας του beach club:

ZZ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	4	4200
	9	3	4050

**Πίνακας 55:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευής μηχανοστασίου πισίνας beach club(ZZ).

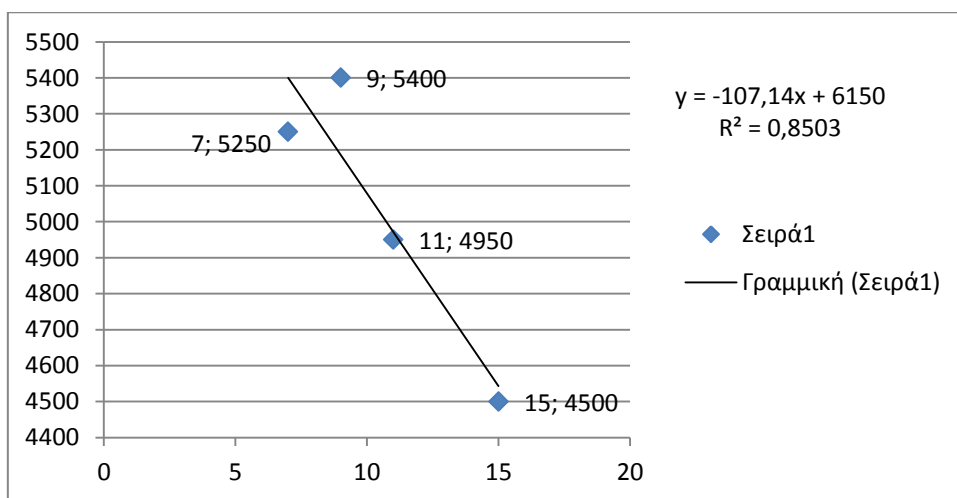


**Σχήμα 59: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής μηχανοστασίου πισίνας beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την κατασκευή των υδραυλικών του beach club:

ΥΥ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	5	5250
	9	4	5400
	11	3	4950
	15	2	4500

**Πίνακας 56: Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας κατασκευής υδραυλικών κατοικίας beach club(ΥΥ).**

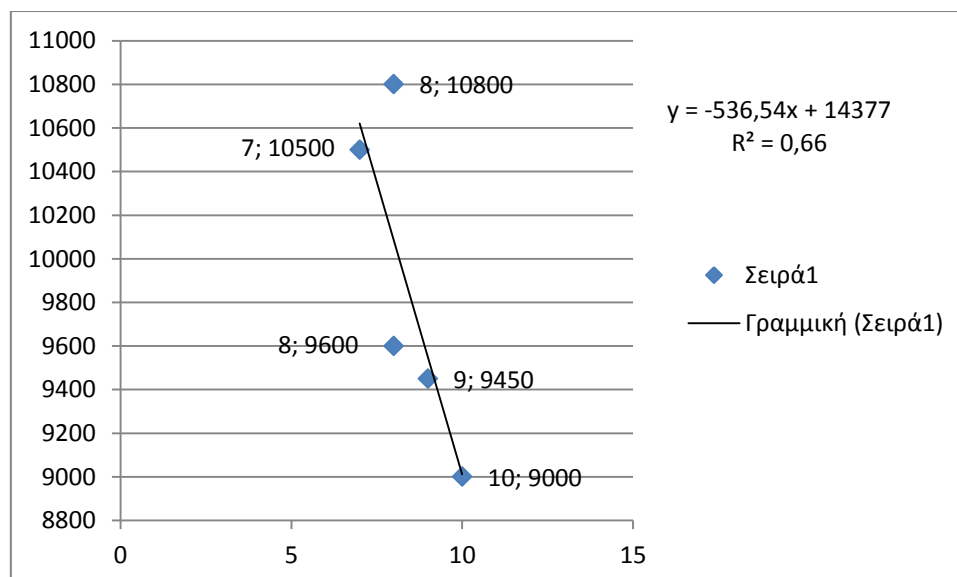


**Σχήμα 60: Ανάλυση κόστους εργασίας κατασκευής υδραυλικών κατοικίας beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).**

Εργασία που αφορά την κατασκευή των τοίχων του beach club:

ΧΧ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	10	10500
	8	9	10800
	8	8	9600
	9	7	9450
	10	6	9000

**Πίνακας 57:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας τοιχοποιίας beach club(ΥΥ).



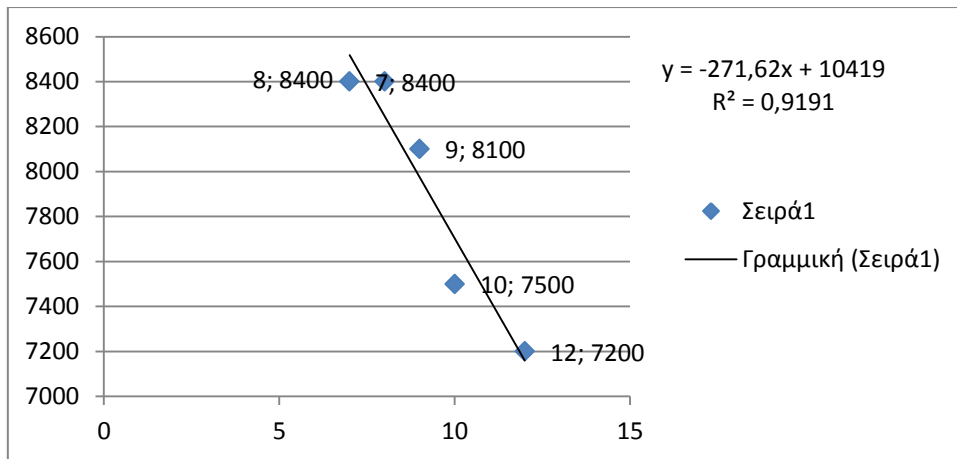
**Σχήμα 61:** Ανάλυση κόστους εργασίας τοιχοποιίας beach club(άξονας Υ) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας Χ).

Εργασία που αφορά την σκυροδέτησης του beach club:

ΕΡΓΑΣΙΑ VV	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	7	8	8400
	8	7	8400
	9	6	8100
	10	5	7500
	12	4	7200

**Πίνακας 58:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας σκυροδέτησης beach club (VV).



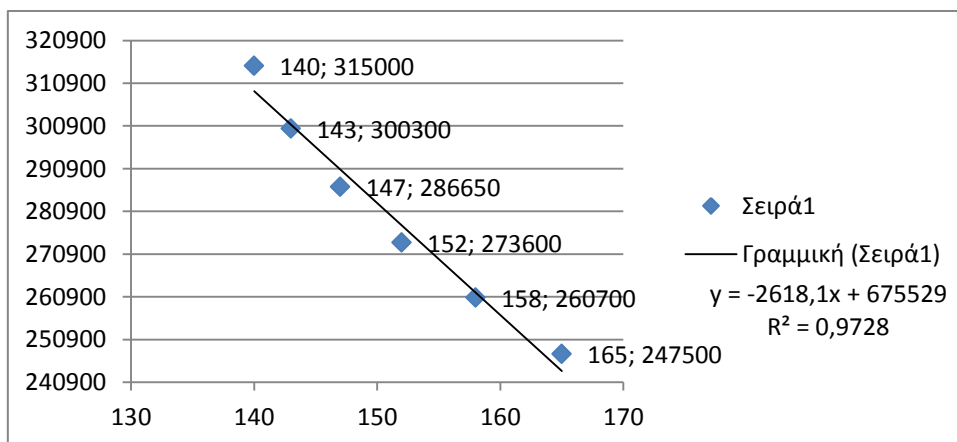


**Σχήμα 62:** Ανάλυση κόστους εργασίας σκυροδέτησης beach club(άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

Εργασία που αφορά το σπατουλάρισμα και το βάνιμο των εξωτερικών τοίχων της κύριας οικίας:

QQ	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΤΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ
	140	15	315000
	143	14	300300
	147	13	286650
	152	12	273600
	158	11	260700
	165	10	247500

**Πίνακας 59:** Αναλυτικά στοιχεία (ημέρες, αριθμός εργατών ,κόστος) εργασίας χρωματισμών εξωτερικά σπατουλαριστά (QQ).



**Σχήμα 63:** Ανάλυση κόστους εργασίας χρωματισμών εξωτερικά σπατουλαριστά (άξονας Y) συναρτήσει αριθμού εργατών (άξονας X).

## Κεφάλαιο 7. Βιβλιογραφία

- Δημητριάδης,Α.,2009. Διοίκηση-Διαχείριση Έργου,Project Management.,4<sup>η</sup> έκδοση, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ.
- Δημητριάδης,Α.,1999. Διοίκηση-Διαχείριση Έργου,Project Management.,Μεθοδολογία και Τεχνικές Εφαρμογές με το MS-Project 98,1<sup>η</sup> έκδοση, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ.
- <http://www.diakogeorgiou.gr/articles.php?aid=21>
- [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA\\_SEMINARIA/H\\_KYKLOS\\_S\\_M\\_D\\_IAN\\_FEB\\_09/FEROUSA\\_TOIXOPOIIA\\_VLAVES\\_APOKATASTASH/%D3%E5%EC%20%F4%EF%E9%F7%20%D4%C5%C5\\_1\\_.pdf](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/H_KYKLOS_S_M_D_IAN_FEB_09/FEROUSA_TOIXOPOIIA_VLAVES_APOKATASTASH/%D3%E5%EC%20%F4%EF%E9%F7%20%D4%C5%C5_1_.pdf)
- [http://www.ergon.com.gr/psixomenes\\_orofes\\_LINDNER.php](http://www.ergon.com.gr/psixomenes_orofes_LINDNER.php)
- <http://www.4myhouse.gr/99/5/116/%CE%95%CE%BE%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82:-%CE%A4%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9,-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CF%80%CE%B1%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%AF%CF%84%CE%B1%CE%B9>
- <http://liapis-security.gr/bms-exypno-spiti>