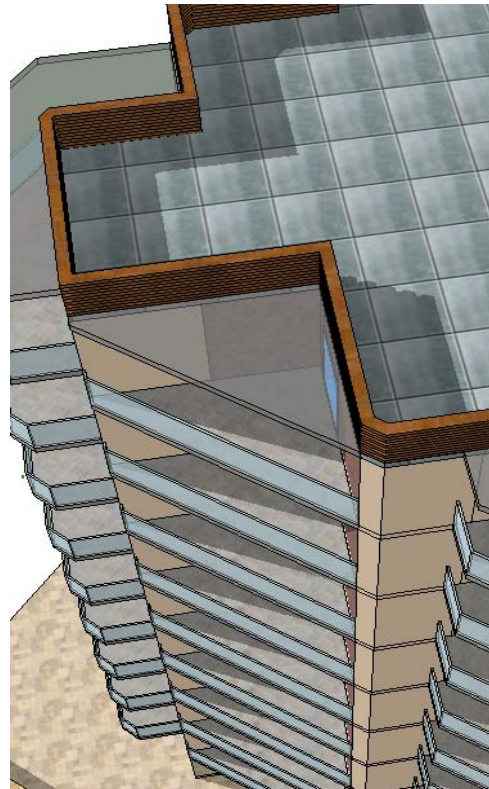
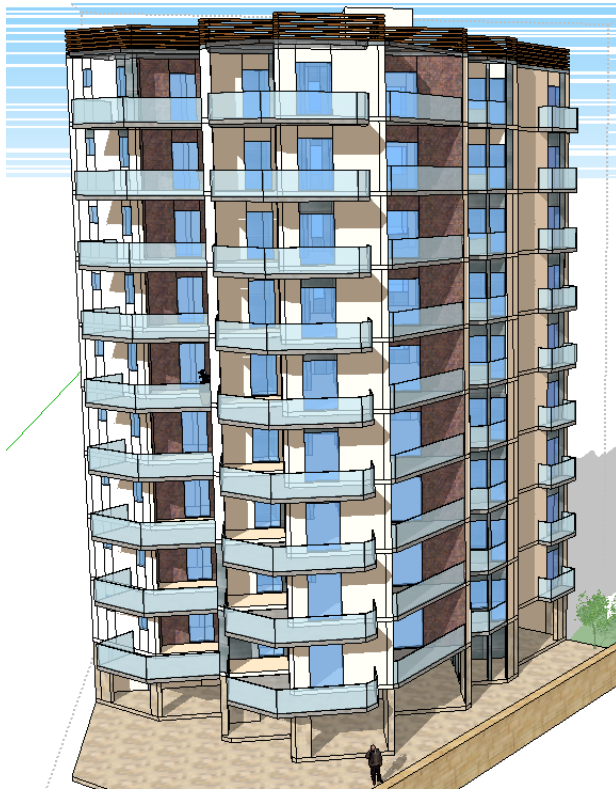


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη Οκταόροφης Οικοδομής επι Pilotis με Δύο Υπόγεια και Δώμα επι της Οδού
Ζήνωνος 21 στο Γαλάτσι. Κοστολόγηση της Κατασκευής – Προγραμματισμός
Εργασιών – Διαμόρφωση και Επίλυση Δικτύου – Διαμόρφωση Πίνακα Χρόνων
Δραστηριοτήτων και Μετατροπή του Δικτύου Gantt. Κοστολόγηση της Τοποθέτησης
Φωτοβολταϊκών στον Ελεύθερο Χώρο της Ταράτσας



Σπουδαστές
Δημάκης Παναγής

Επιβλέπων Καθηγητής
Σπανόπουλος Μιχάλης

Σεπτέμβριος 2013

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται το ζήτημα χρονικού προγραμματισμού των εργασιών ανέγερσης οκταόροφης κατοικίας καθώς και της κοστολόγησης αυτών.

Το κτίριο που θα αποτελέσει το παράδειγμα ανάλυσης της μελέτης βρίσκεται στην περιοχή του Γαλατσίου στην Αττική, κατασκευάστηκε το 1998 και ο φέρων οργανισμός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Η μελέτη εστιάζει στην ανάλυση των δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την περάτωση ενός μεσαίου μεγέθους κατασκευαστικού έργου, η οποία περιλαμβάνει τον χρονικό προσδιορισμό περάτωσης του, την κοστολόγηση του και τον συντονισμό των απαιτούμενων πόρων.

Abstract

This thesis examines the issue of scheduling construction works eight-storey residence, and costing them. The building that is an example of analysis of the study lies in the area of Galatsi in Attica, was built in 1998 and the main body is made of reinforced concrete.

The study focuses on the analysis of the activities required for the completion of a mid-sized construction project, which includes the timing of completion, costing and coordination of required resources.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΓΡΑΦΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	6
1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΟΥ	8
1.1 Τοποθεσία	8
1.2 Τοπογραφικό Διάγραμμα	11
1.3 Διάγραμμα Κάλυψης.....	12
1.4 Γεωμετρική Αποτύπωση του Κτιρίου	13
1.5 Επίπεδα.....	14
1.5.1 Θεμελίωση	16
1.5.2 Τυπικός Όροφος.....	19
1.5.3 Δώμα	20
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	22
Εισαγωγή	22
2.1 Αλληλουχία Εργασιών	22
2.2 Μέτρα Ασφαλείας	24
2.3.1 Κατασκευή Θεμελίωσης.....	26
2.3.2 Κατασκευή Ανωδομής – Φέροντα Οργανισμού.....	29
2.3.3 Τοιχοποιία & Μόνωση.....	30
2.3.4 Ηλεκτρομηχανολογικές και Υδραυλικές Εργασίες	30
3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ CPM	33
Εισαγωγή	33

3.1	Σχεδίαση Έργου	33
3.2	Προποθέσεις Επιτυχημένης Εφαρμογής Μεθόδου	34
3.3	Προσδιορισμός Διάρκειας Εργασιών	36
3.4	Χάραξη Διαγράμματος Πορείας Εργασιών	39
3.4.1	Νωρίτερος Χρόνος Γεγονότος	39
3.4.2	Βραδύτερος Χρόνος Γεγονότος	39
3.4.3	Νωρίτεροι Χρόνοι Δραστηριότητας	40
3.4.4	Βραδύτεροι Χρόνοι Δραστηριότητας	40
3.4.5	Μέγιστος Διαθέσιμος Χρόνος για τη Δραστηριότητα	40
3.4.6	Χρονικά Περιθώρια Δραστηριοτήτων	40
3.5	Αποτελέσματα Εφαρμογής Μεθόδου	41
4.	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ GANTT	48
	Εισαγωγή	48
4.1	Πλεονεκτήματα Διαγράμματος Gantt	49
4.2	Μειονεκτήματα Διαγράμματος Gantt	49
4.3	Σχεδιασμός Διαγράμματος Gantt	49
4.4	Αποτελέσματα Εφαρμογής Διαγράμματος Gantt	51
5.	ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ & ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	54
5.1	Προμέτρηση Υλικών	54
5.2	Εκσκαφή	54
5.3	Σκυροδετήσεις	55

5.4	Εξωτερική Τοιχοποιία.....	61
5.5	Εσωτερική Τοιχοποιία.....	62
5.6	Χρωματισμοί.....	64
5.1	Δάπεδα.....	64
5.2	Κουφώματα.....	68
5.3	Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις.....	69
5.4	Αποτελέσματα Προμέτρησης.....	69
5.5	Κοστολόγηση.....	70
6.	ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ.....	71
6.1	Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκού Συστήματος.....	71
6.2	Υπολογισμός Εγκατεστημένης Ισχύς.....	72
6.3	Ηλεκτρομηχανικός εξοπλισμός.....	72
6.4	Εκτίμηση Ενεργειακής Απόδοσης– Απόσβεση Επένδυσης.....	73
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	76
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78

ΠΕΡΙΓΡΑΦΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται το ζήτημα χρονικού προγραμματισμού των εργασιών ανέγερσης οκταόροφης κατοικίας καθώς και της κοστολόγησης αυτών.

Το κτίριο που θα αποτελέσει το παράδειγμα ανάλυσης της μελέτης βρίσκεται στην περιοχή του Γαλασίου στην Αττική, κατασκευάστηκε το 1998 και ο φέρων οργανισμός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η μελέτη καθώς εστιάζει στο ζήτημα οργάνωσης εργασιών ανέγερσης πολυόροφου κτιρίου επιχειρεί να απαντήσει στα εξής ζητήματα,

- Ποια μέτρα ασφαλείας λαμβάνονται κατά την διαδικασία εργασιών ανέγερσης της οικοδομής
- Ποια η μεθοδολογία εργασιών ανέγερσης πολυκατοικίας εντός αστικής ζώνης
- Ποίο είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την περάτωση της οικοδομής
- Ποίος είναι ο προϋπολογισμός της κατασκευής

Για τον προσδιορισμό των προαναφερόμενων ζητημάτων απαιτείται η χρήση εξειδικευμένων εργαλείων της επιστήμης του πολιτικού μηχανικού. Συγκεκριμένα απαιτείται η εφαρμογή της γραφικής μεθόδου Κρίσιμης Διαδρομής και του διαγράμματος GANT καθώς και χρήση του προγράμματος MS PROJECT.

Η μελέτη εστιάζει στην ανάλυση των δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την περάτωση ενός μεσαίου μεγέθους κατασκευαστικού έργου, η οποία περιλαμβάνει τον χρονικό προσδιορισμό περάτωσης του, την κοστολόγηση του και τον συντονισμό των απαιτούμενων πόρων. Πιο συγκεκριμένα για την υλοποίηση των στόχων η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί έχει ως εξής :

- Σχεδίαση του κτιρίου σύμφωνα με τους συντελεστές δόμησης της περιοχής και τις προδιαγραφές που θέτουν ο ΕΑΚ (Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός και ο ΕΚΟΣ (Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος).

- Προμέτρηση υλικών που απαιτούνται έως και το στάδιο της ηλεκτροδότησης
- Καταγραφή όλων εργασιών και των πόρων που πρόκειται να τις υλοποιήσουν
- Σύνδεση εργασιών σύμφωνα με τη μέθοδο CPM
- Χρονικός προγραμματισμός εργασιών με την μέθοδο gantt και κοστολόγηση του έργου με την χρήση του προγράμματος Ms Project.

Το έργο μπορεί να αποδοθεί και έως ένα πρόγραμμα, με την έννοια ότι είναι κάτι που πρέπει να σχεδιαστεί, να προγραμματιστεί και να εκτελεστεί, ώστε να επιτύχουμε τον επιθυμητό στόχο. Αν και το έργο αυτό καθεαυτό εκτελείται μια και μόνο φορά, ο προγραμματισμός του επαναλαμβάνεται σε άλλα έργα. Εταιρείες που παράγουν μικρό αριθμό προϊόντων αλλά συνήθως μεγάλης αξίας, όπως η ανέγερση μιας πολυκατοικίας, μπορούν να θεωρήσουν τα προϊόντα τους σαν projects.

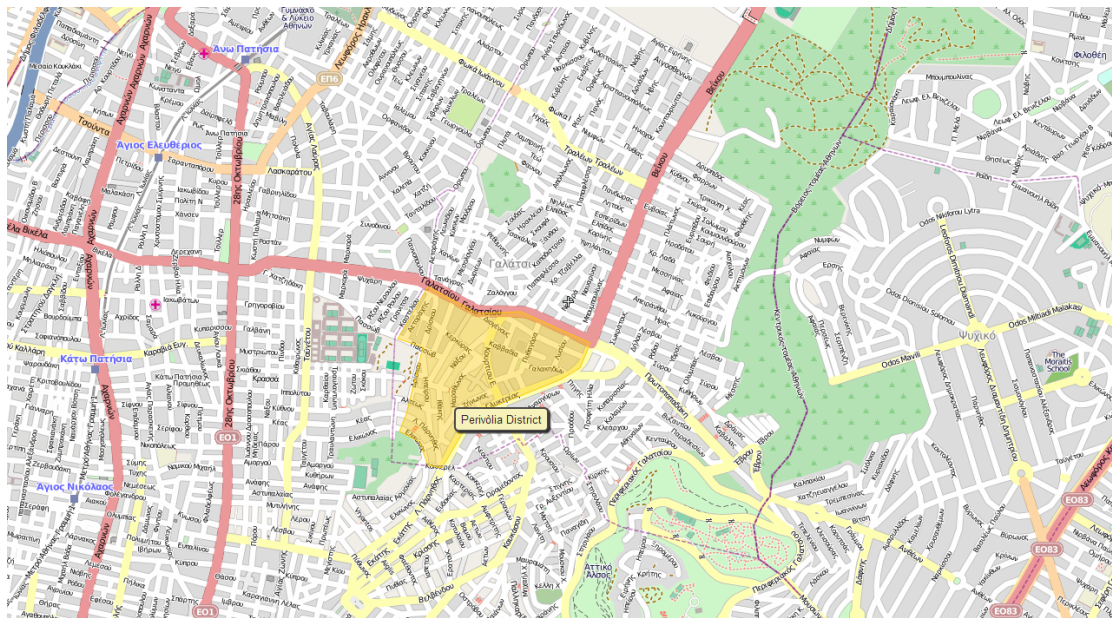
Ένα έργο μπορεί να διαιρεθεί σε κύριες δραστηριότητες (tasks). Αν το έργο είναι τόσο πολυσύνθετο, πολλές φορές υπάρχει η ανάγκη για ακόμα μεγαλύτερη υποδιαίρεση, ώστε να υπάρξει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και έτσι οι δράσεις διαιρούνται σε επιμέρους δραστηριότητες (subtasks). Τώρα κάθε μία από αυτές τις δραστηριότητες συνδέονται με ένα ή περισσότερα πακέτα εργασίας (work packages) που είναι ένα σύνολο από συσχετιζόμενες εργασίες που μπορεί να ανατεθούν σε μια λειτουργική μονάδα του ευρύτερου συστήματος. Ένα πακέτο εργασίας είναι εκείνο που περιγράφει τι πρέπει να γίνει στο συγκεκριμένο τμήμα του ευρύτερου έργου, πότε να αρχίσει και πότε να τελειώσει, τον προϋπολογισμό, τις προδιαγραφές, αλλά και τα συγκεκριμένα βήματα στην διάρκεια του χρόνου.

Στην παρούσα εργασία θα γίνει λόγος για την μέθοδο CPM, το διάγραμμα Gantt και του προγράμματος Ms Project, καθώς με βάσει αυτά τα εργαλεία θα επιχειρήσουμε να διαχειριστούμε το έργο – παράδειγμα μελέτης.

1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΟΥ

1.1 Τοποθεσία

Το οικόπεδο μελέτης στο οποίο έχει κατασκευαστεί η δόροφη πολυκατοικία βρίσκεται στην περιοχή του Γαλατσίου στον βόρειο τομέα του Δήμου Αθηνών. Το Γαλάτσι είναι από το 1963 δήμος του πολεοδομικού συγκροτήματος της Αθήνας και σήμερα λειτουργεί ως δήμος με βάση το νέο Νόμο Δήμων και Κοινοτήτων αριθ. 3463, ΦΕΚ 114 / 08-06-2006¹.



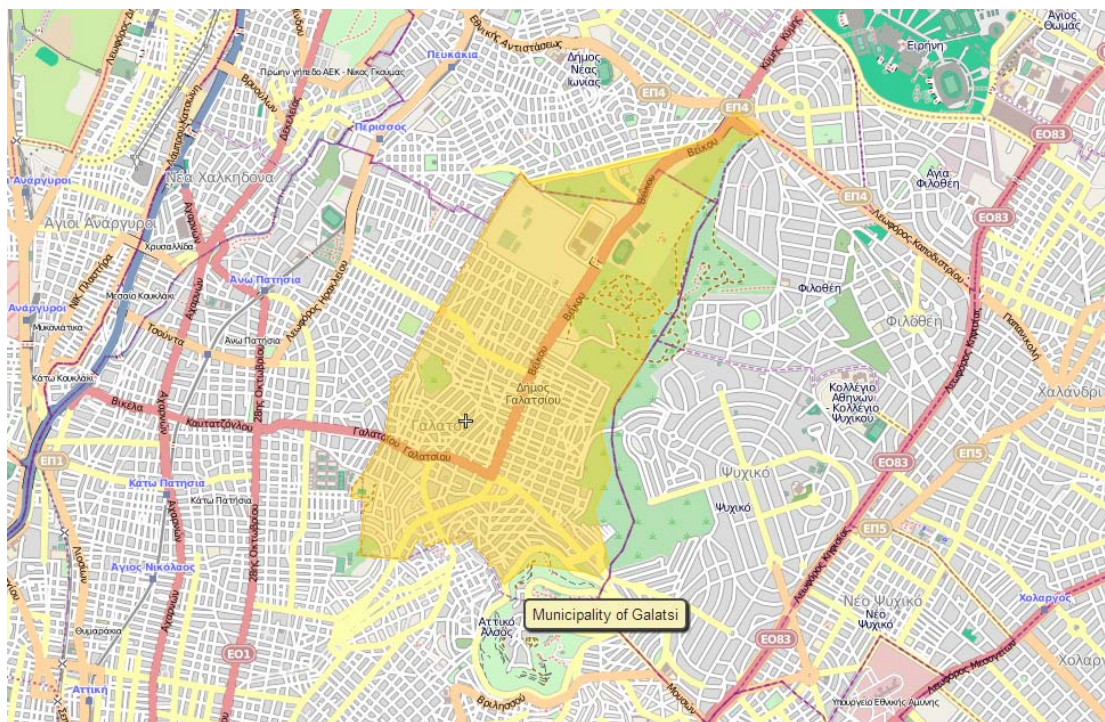
Εικόνα 1 Η συνοικία Περιβόλια του δήμου Γαλατσίου όπου ανήκει το οικόπεδο μελέτης

Μέχρι το 1925 περίπου, η περιοχή αποτελεί τόπο εξοχής για πολλούς Αθηναίους. Στη συνέχεια, η πόλη αρχίζει να αναπτύσσεται με γρηγορότερους ρυθμούς. Δεν κατοικείται πια μόνο από Ναξιώτες και Στερεοελλαδίτες αλλά αρχίζουν να καταφθάνουν κάτοικοι από όλα τα μέρη της Ελλάδας. Έχουν δημιουργηθεί τα πρώτα καταστήματα που εξυπηρετούν τους κατοίκους. Το 1932 δημιουργείται και ο πρώτος σύλλογος ο οποίος ονομάζεται «Αναγέννηση» και λειτουργεί αρχικά ως αθλητικό σωματείο. Στα σκληρά χρόνια της Κατοχής πολλοί Γαλατσιώτες θα δοκιμαστούν από την πείνα και την βαριά δουλειά στα Καμίνια. Τα πεύκα των Τουρκοβουνίων

¹ <http://www.galatsi.gov.gr/web/guest/basicdata>

διατηρούν μέχρι το 1941 την πυκνή τους βλάστηση οπότε και μεγάλο μέρος του δάσους γίνεται καυσόξυλα για να ζεσταθούν όχι μόνο οι Γαλατσιώτες αλλά και πολλοί Αθηναίοι. Τα Τουρκοβούνια φιλοξενούν μέλη αντιστασιακών οργανώσεων στον αγώνα κατά των Γερμανών.

Μεταπολεμικά, ο δήμος Γαλατσίου διευρύνεται ακόμα περισσότερο. Η εσωτερική μετανάστευση φέρνει όλο και περισσότερους καινούριους κατοίκους στην περιοχή που αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς. Το 1952 γίνεται δεύτερη απόπειρα να γίνει Κοινότητα. Η απόφαση παίρνεται τελικά το 1954. Έτσι αποσπάστηκε από το δήμο Αθηνών στις 4/2/1954 με το Β.δ - ΦΕΚ 23/4-2-1954 τ.Α' και αναγνωρίστηκε ως κοινότητα Γαλατσίου.

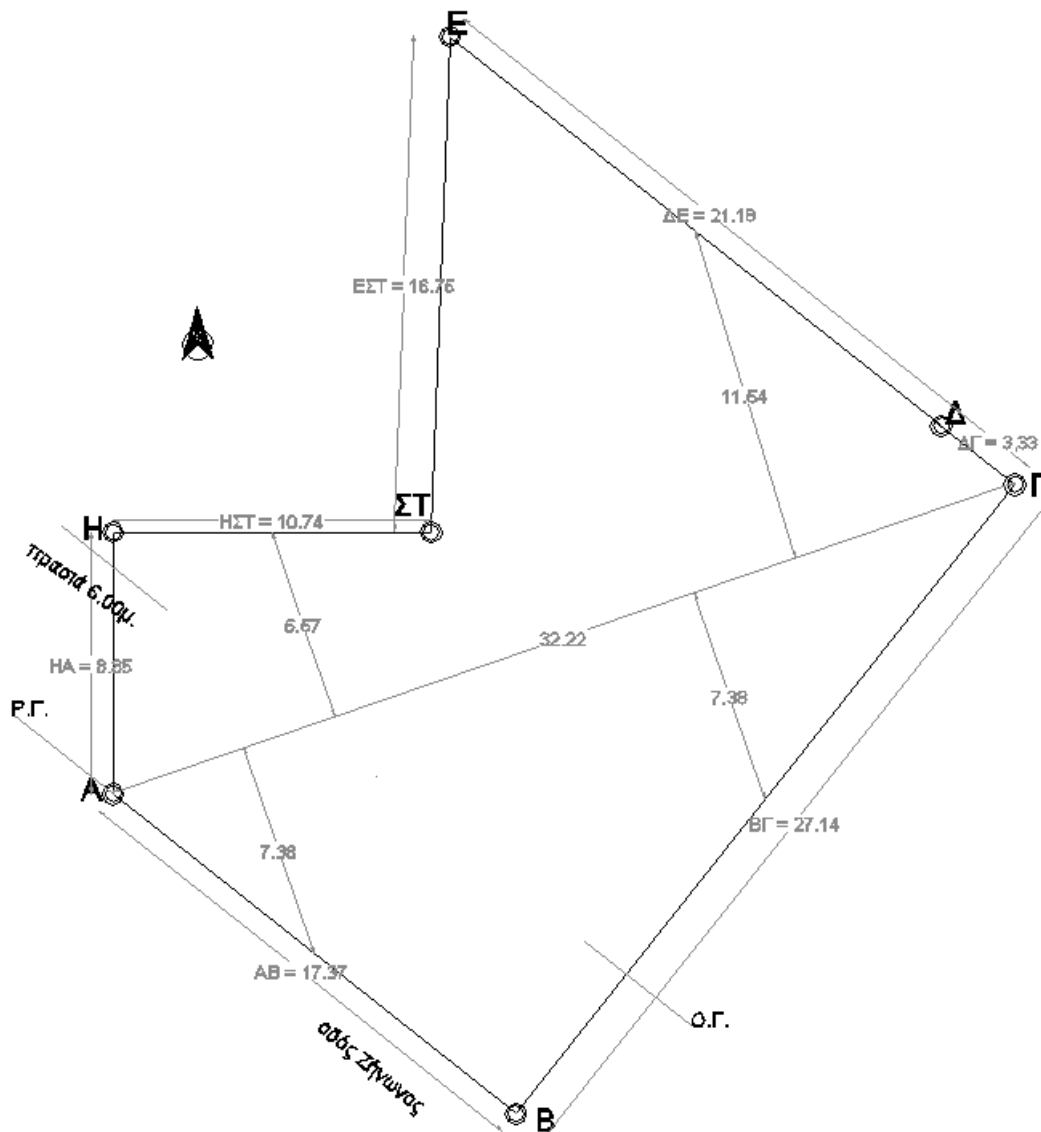


Εικόνα 2 Τα γεωγραφικά όρια του δήμου Γαλατσίου

Το Γαλάτσι ξεδιπλώνεται στους πρόποδες του λόφου Τουρκοβούνια που είναι ο υψηλότερος της Αθήνας. Διοικητικά υπάγεται στην νομαρχία Αθηνών. Με πραγματικό πληθυσμό 58.042 κατοίκους (ΕΣΥΕ, Απογραφή 2001) βρίσκεται στην 16η θέση από πλευράς πληθυσμού μεταξύ των δήμων της Νομαρχίας Αθηνών, ενώ είναι ο 6ος πιο πυκνοκατοικημένος δήμος με 14.416,8 κατοίκους ανά τ.χλμ. Η συνολική έκταση του δήμου είναι 4.206 στρέμματα και αποτελείται από 8 Π.Ε., σύμφωνα με το παλαιό Γ.Π.Σ. Το νέο Γ.Π.Σ. αποτελείται από 7 Π.Ε. και είναι προς

1.2 Τοπογραφικό Διάγραμμα

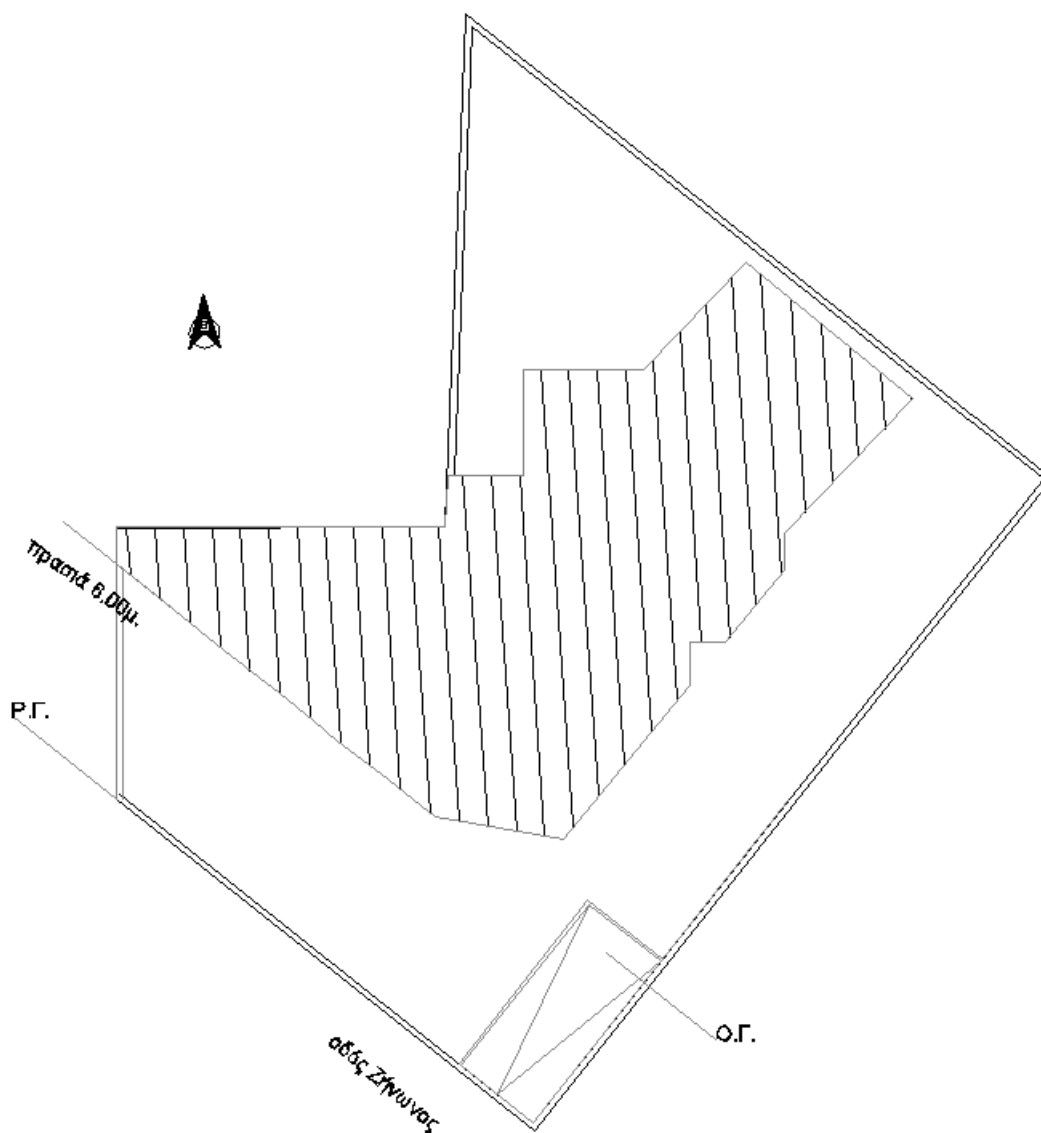
Το οικοπέδο έχει εμβαδό 526,72 τ.μ. και βρίσκεται στην των οδό Ζήνωνος στη συνοικία Περιβόλια του Δήμου Γαλασίου. Το οικοπέδο είναι ακανόνιστου πολυγωνικού σχήματος και ορίζεται από τα σημεία Α,Β,Γ,Δ,Ε,ΣΤ,Η.



Εικόνα 5 Τοπογραφικό διάγραμμα οικοπέδου

1.3 Διάγραμμα Κάλυψης

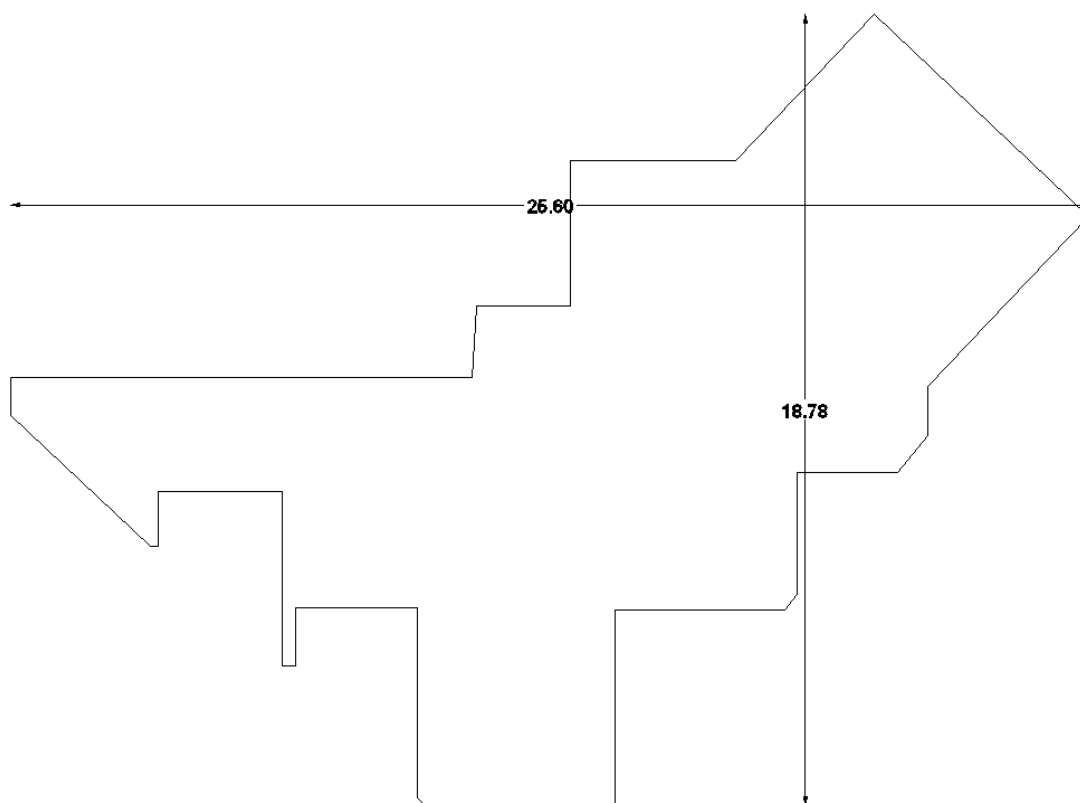
Σύμφωνα με το διάγραμμα κάλυψης το οικόπεδο (526,72 τ.μ.) καλύπτεται σε ποσοστό 35% (184,47τ.μ.). Αντίστοιχα η δόμηση του οικοπέδου υπολογίζεται ως $8 * 184,47\tau.μ. = 1475,76 \tau.μ. (2,8)$



Εικόνα 6 Διάγραμμα κάλυψης οικοπέδου

1.4 Γεωμετρική Αποτύπωση του Κτιρίου

Το κτίριο αναπτύσσεται σε οκτώ επίπεδα. Είναι κτίριο ασύμμετρης κάτοψης γάμα, με μέγιστο άνηγμα κατά μήκος 25,60 και αντίστοιχο πλάτος 18,78 ενώ το εμβαδόν της κάτοψης του τυπικού ορόφου του ανέρχεται στα 184,47 τετραγωνικά μέτρα. Το ύψος του κτιρίου είναι 26,5 μέτρα.



Εικόνα 7 Γεωμετρική αποτύπωση κτιρίου

1.5 Επίπεδα

Το οικόπεδο είναι εντός σχεδίου και δεν αντιμετωπίζει προβλήματα με τις όμορες ιδιοκτησίες. Η οικοδομή αναπτύσσεται σε έντεκα επίπεδα, όπως παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

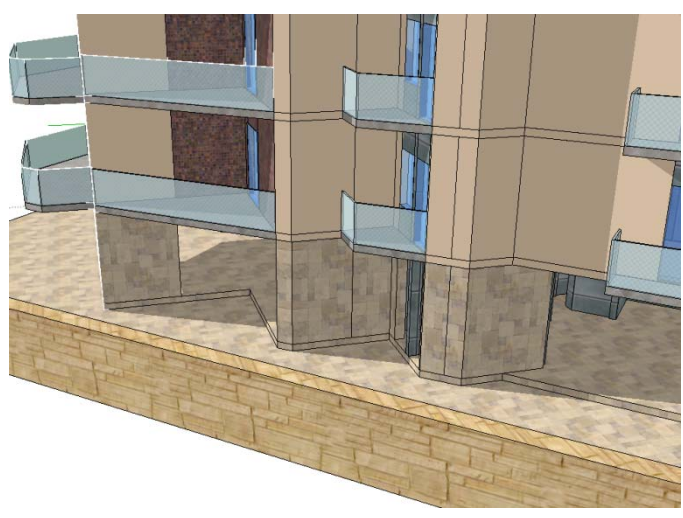
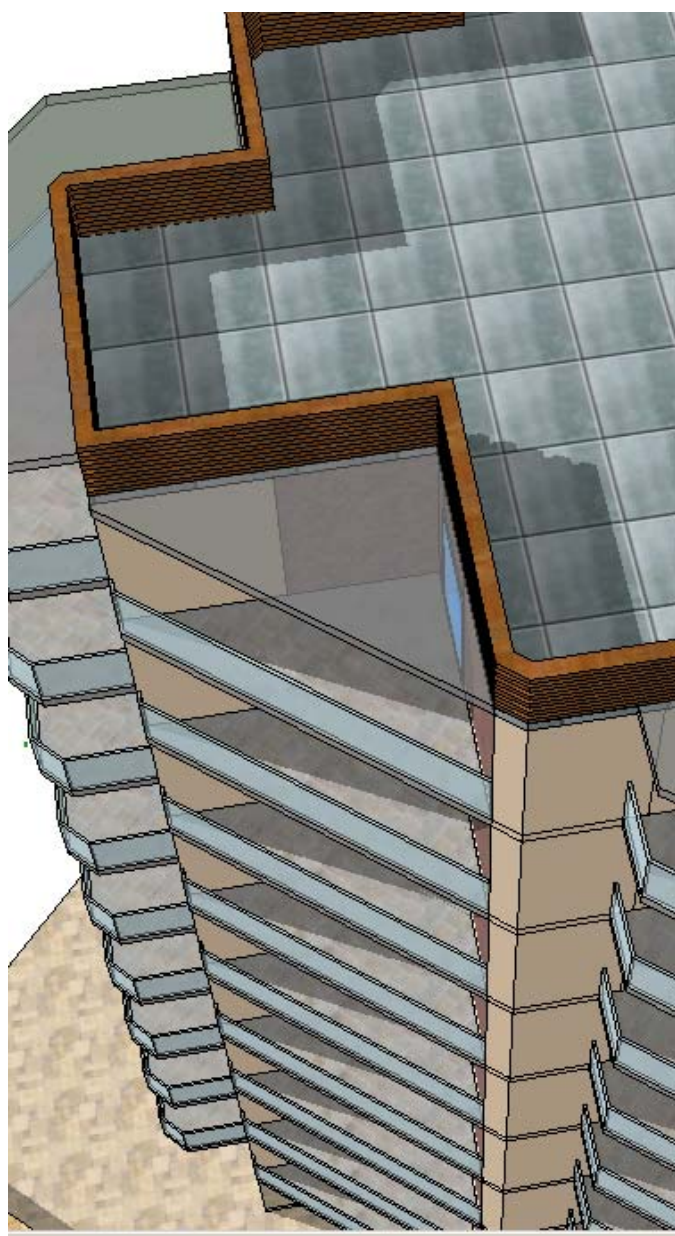
Πίνακας 1 Υπολογισμός χαρακτηριστικών κάθε ορόφου

α/α	Επίπεδο	Ύψος	Συνολικό Ύψος	Εμβαδόν	Συνολικό Εμβαδόν
1	Θεμελίωση	4,00	-9,00	-	-
2	Υπόγειο 2	2,50	-5,00	184,50	184,50
3	Υπόγειο 1	2,50	-2,50	184,50	369
4	Πιλωτή	2,50	0,00	60	429
5	Επίπεδο 1	3,00	2,50	184,50	603,5
6	Επίπεδο 2	3,00	5,50	184,50	788
7	Επίπεδο 3	3,00	8,50	184,50	972
8	Επίπεδο 4	3,00	11,50	184,50	1157
9	Επίπεδο 5	3,00	14,50	184,50	1341,5
10	Επίπεδο 6	3,00	17,50	184,50	1526
11	Επίπεδο 7	3,00	20,50	184,50	1710,5
12	Επίπεδο 8	3,00	23,50	184,50	1895

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει κάθε επίπεδο της κατασκευής. Οι στάθμες των επιπέδων του κτιρίου παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχήμα.

	δώμα	+26.50
		<hr/>
	όροφος 8	+23.50
		<hr/>
	όροφος 7	+20.50
		<hr/>
	όροφος 6	+17.50
		<hr/>
	όροφος 5	+14.50
		<hr/>
	όροφος 4	+11.50
		<hr/>
	όροφος 3	+8.50
		<hr/>
	όροφος 2	+5.50
		<hr/>
	όροφος 1	+2.50
		<hr/>
	Pilotis	+0.00
		<hr/>
	υπόγειο Α	-2.50
		<hr/>
	υπόγειο Β	-5.00
	θεμελίωση	-5.80
		<hr/>

32.70



Εικόνα 8 Στάθμες επιπέδων κτιρίου

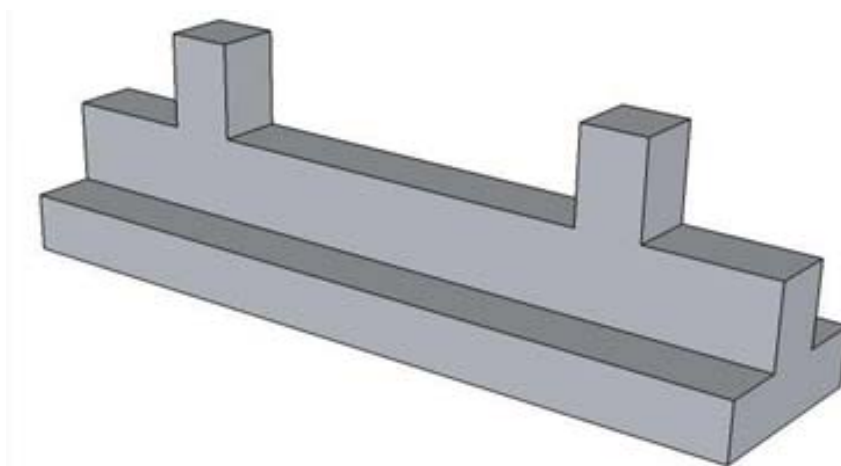
1.5.1 Θεμελίωση

Τα θεμέλια είναι τα στοιχεία του φέροντα οργανισμού στα οποία καταλήγουν όλα υπερκείμενα φορτία των υποστυλωμάτων ή των τοιχείων, και που αυτά με την σειρά τους αναλαμβάνουν να κατανεύμουν ομοιόμορφα το φορτίο της οικοδομής προς το έδαφος με το οποίο βρίσκονται σε επαφή.

Από αυτή την ανάγκη προκύπτει και η μορφή τους που είναι σχήματος κόλουρης πυραμίδας ή σχήματος «κιβωτίου» ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου. Τα πέδιλα των θεμελίων συνδέονται μεταξύ τους με συνδετήρια δοκάρια ώστε να εξασφαλίζεται η χωρική ακαμψία του φέροντα οργανισμού και στο επίπεδο του εδάφους, και να αποτρέπεται η διαφορική καθίζηση. Ανάλογα με την φύση του εδάφους, το είδος του κτιρίου και τον αριθμό των ορόφων ποικίλει η μέθοδος και ο τρόπος θεμελίωσης.

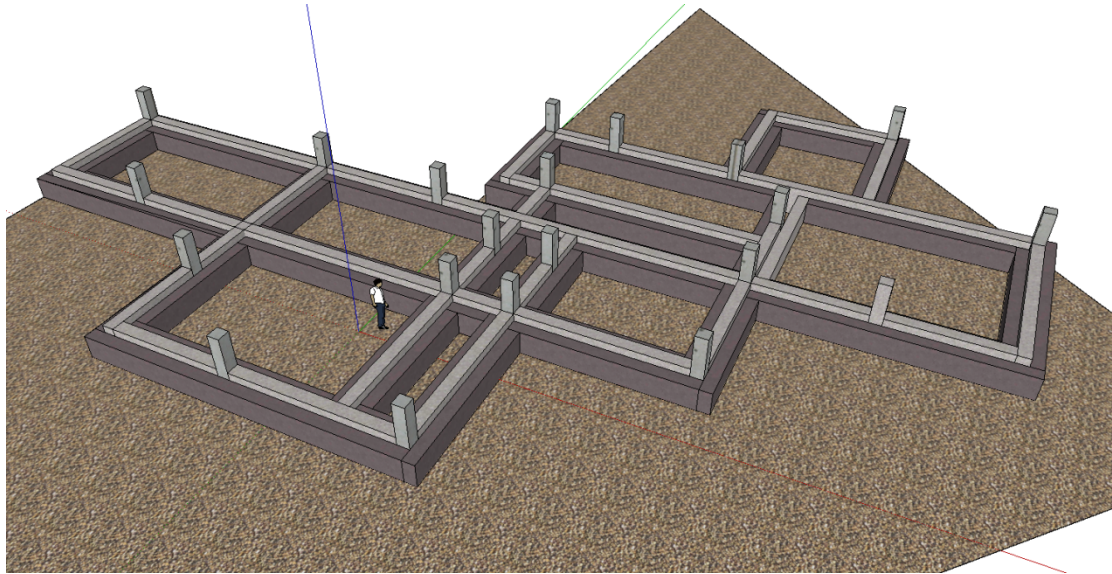
Η θεμελίωση για το υπο μελέτη κτίριο βασίστηκε στην μέθοδος των πεδιλοδοκών. Η θεμελίωση μπορεί να γίνει με πεδιλοδοκούς στις περιπτώσεις όπου είναι επιθυμητή :

- Η μείωση των διαφορικών καθιζήσεων μεταξύ γειτονικών πεδίων, είτε λόγω πολύ διαφορετικών φορτίων είτε λόγω διαφορετικών (ή αβέβαιων) εδαφικών συνθηκών
- Η μείωση της ακραίας πίεσης έδρασης των πεδίων στο έδαφος (π.χ. σε περιπτώσεις φορτίων μεγάλης εκκεντρότητας ή μεγάλων ροπών, όπως στην περίπτωση μεγάλων σεισμικών φορτίων)
- Η μείωση της οριζόντιας δύναμης που κάποιο πέδιλο μεταφέρει στο έδαφος (π.χ. για την αποτροπή ολισθήσεως του πεδίου)



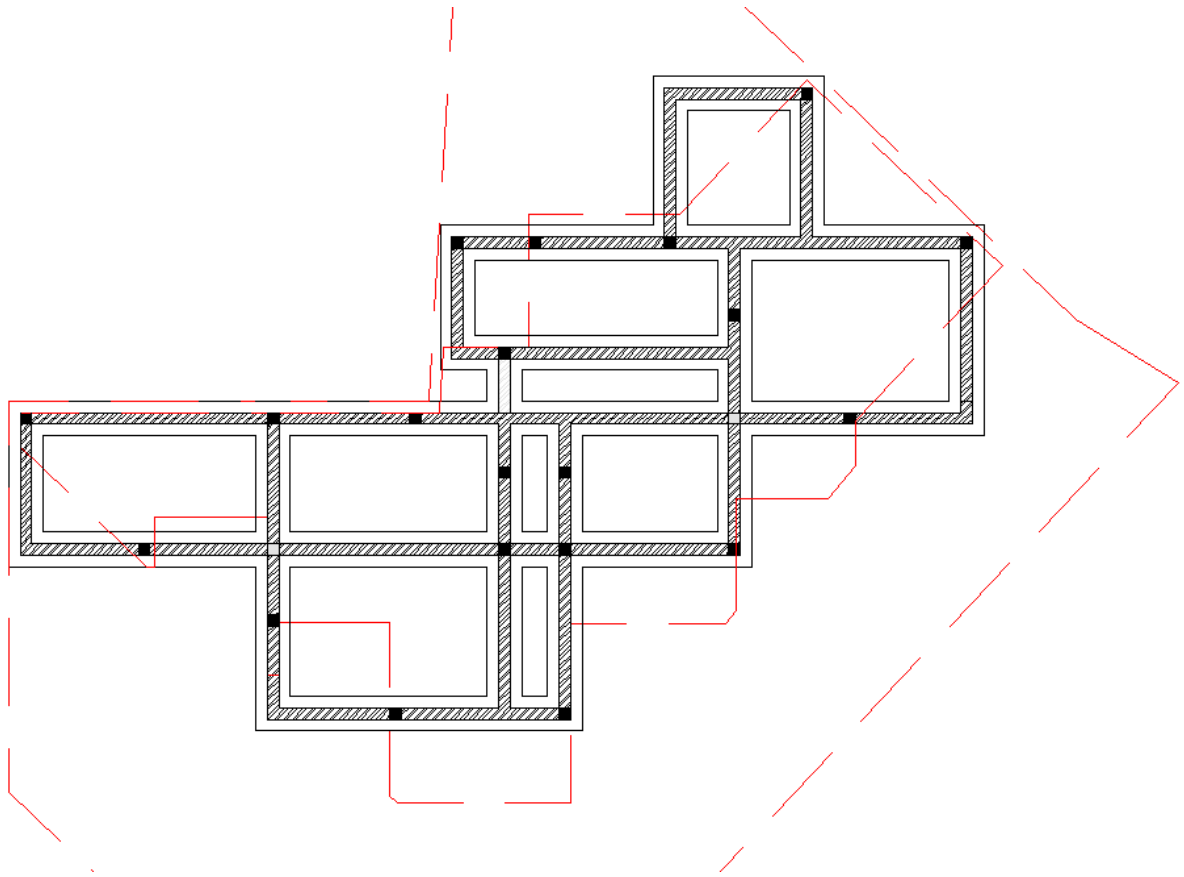
Εικόνα 9 Σχηματική τομή πεδιλοδοκού

Για την μέθοδο των πεδιλοδοκών ισχύουν οι ίδιες ελάχιστες προδιαγραφές όπως και για τις συνδετήριες δοκούς σύμφωνα με τον ΕΚΟΣ 18.6.3. Συγκεκριμένα οι ελάχιστες διαστάσεις για την πεδιλοδοκό είναι 25*40 για έχω 3 ορόφους πέραν του υπογείου ή 25*60 για πέραν του τριωρόφου. Στην περίπτωση μελέτης όπου έχουμε 8 ορόφους η πεδιλοδοκός υπολογίστηκε σε 30*80

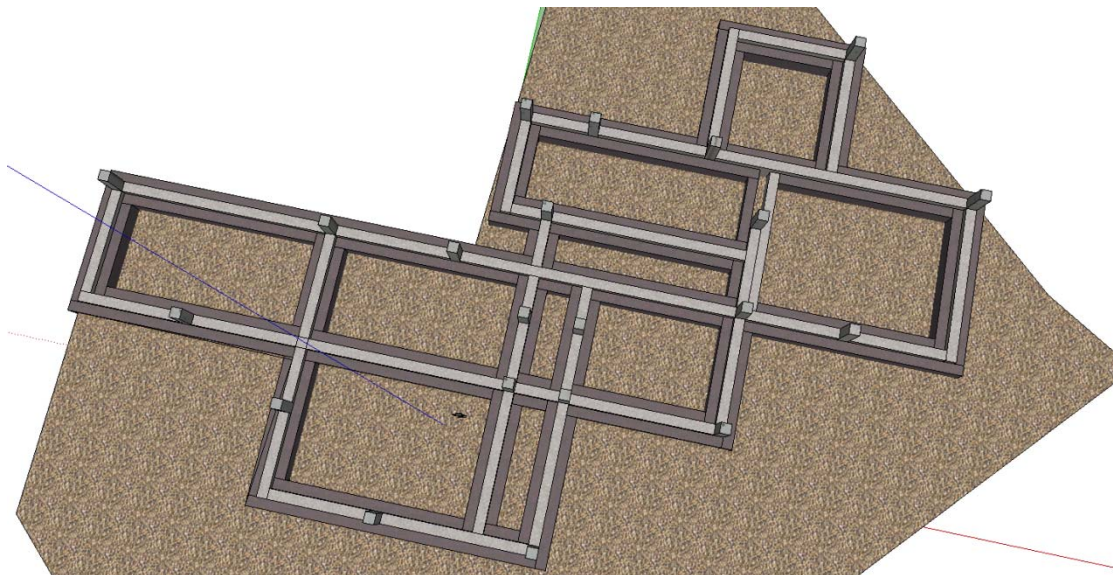


Εικόνα 10 Τρισδιάστατη απεικόνιση της θεμελίωσης

Για το πέλμα το πλάτος θα είναι τουλάχιστον $3b$ άρα $3*30=90\text{cm}$ και το ύψος $1,5b = 1,5*30 = 45\text{cm}$. Για λόγους ασφαλείας επιλέγουμε πέλμα 60cm. Θα πρέπει να σκεφτούμε ένα ανεστραμένο T όπου το ύψος του κορμού είναι 80 εκατοστά και το πάχος της βάσης 60 εκατοστά και το πάνω μέρος της του πέλματος θα είναι 20 εκατοστά.



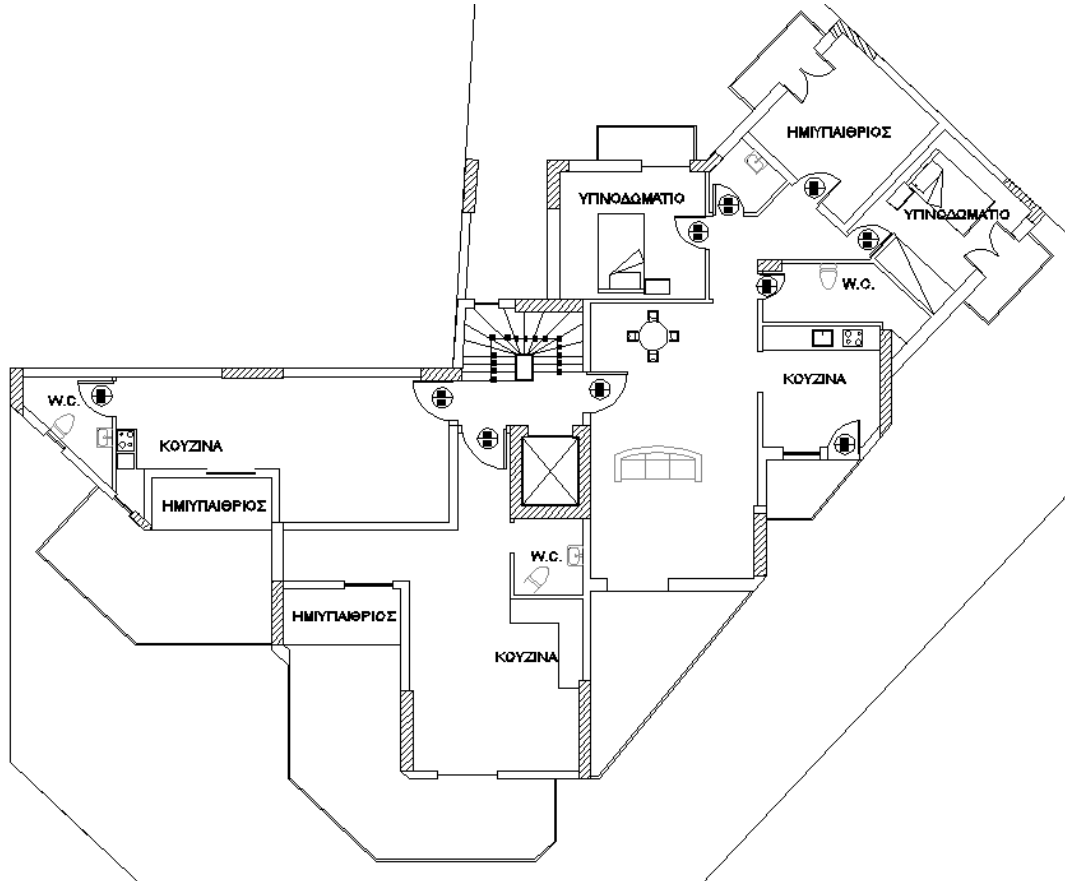
Εικόνα 11 Κάτοψη θεμελίωσης, με εφαρμογή της μεθόδου των πεδιλοδοκών



Εικόνα 12 Τρισδιάστατη απεικόνιση της θεμελίωσης

1.5.2 Τυπικός Όροφος

Ο τυπικός όροφος της πολυκατοικίας επαναλαμβάνεται οκτώ φορές, περιλαμβάνει τρίαδιαμερίσματα όπως παρουσιάζεται στα επόμενα σχήματα. Το συνολικό εμβαδόν του ορόφου είναι $184,50 \text{ m}^2$ το οποίο διαμοιράζεται σε τρία διαμερίσματα αντίστοιχα και ο συνολικός όγκος είναι $553,5 \text{ m}^3$.



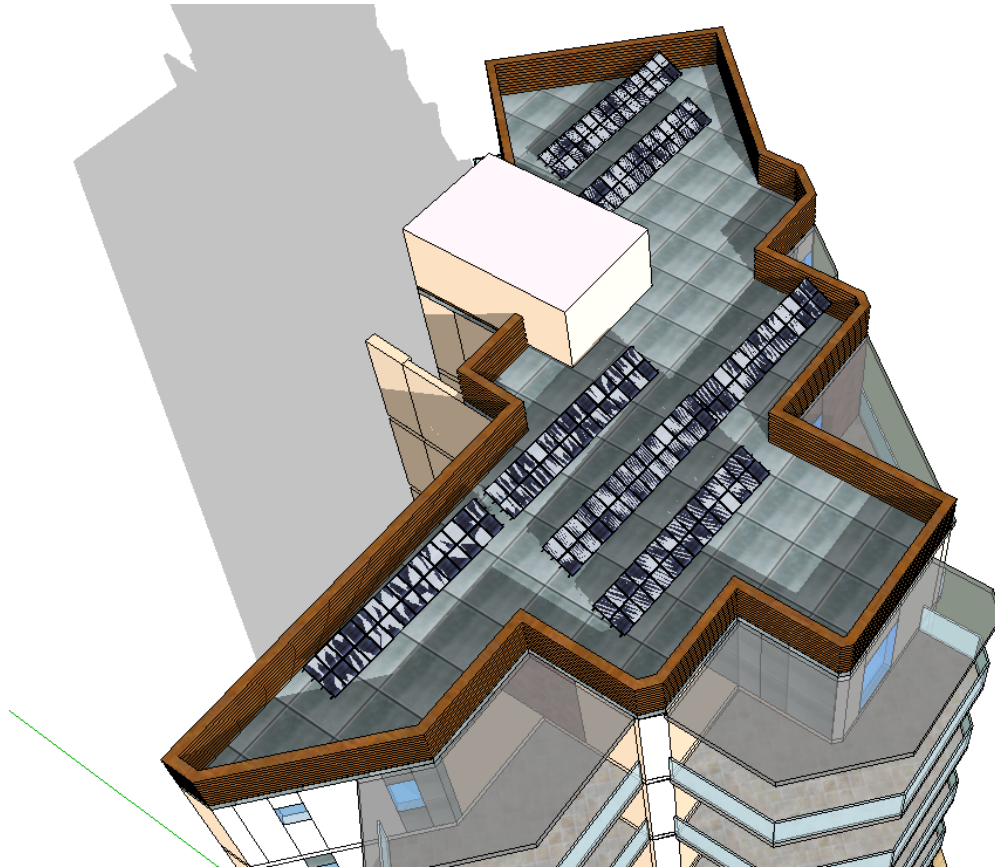
Εικόνα 13 Κάτοψη τυπικού ορόφου



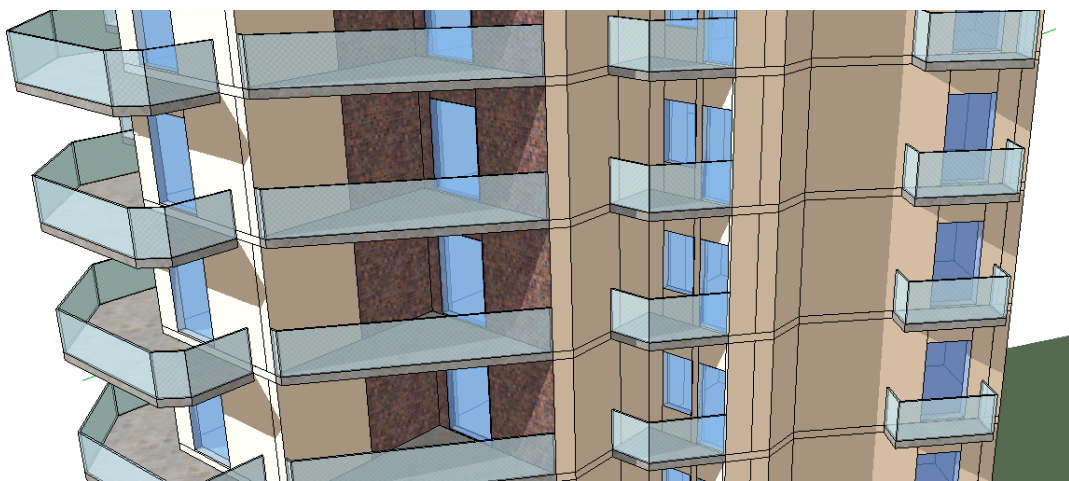
Εικόνα 14 Ο εξώστης του πρώτου διαμερίσματος

1.5.3 Δώμα

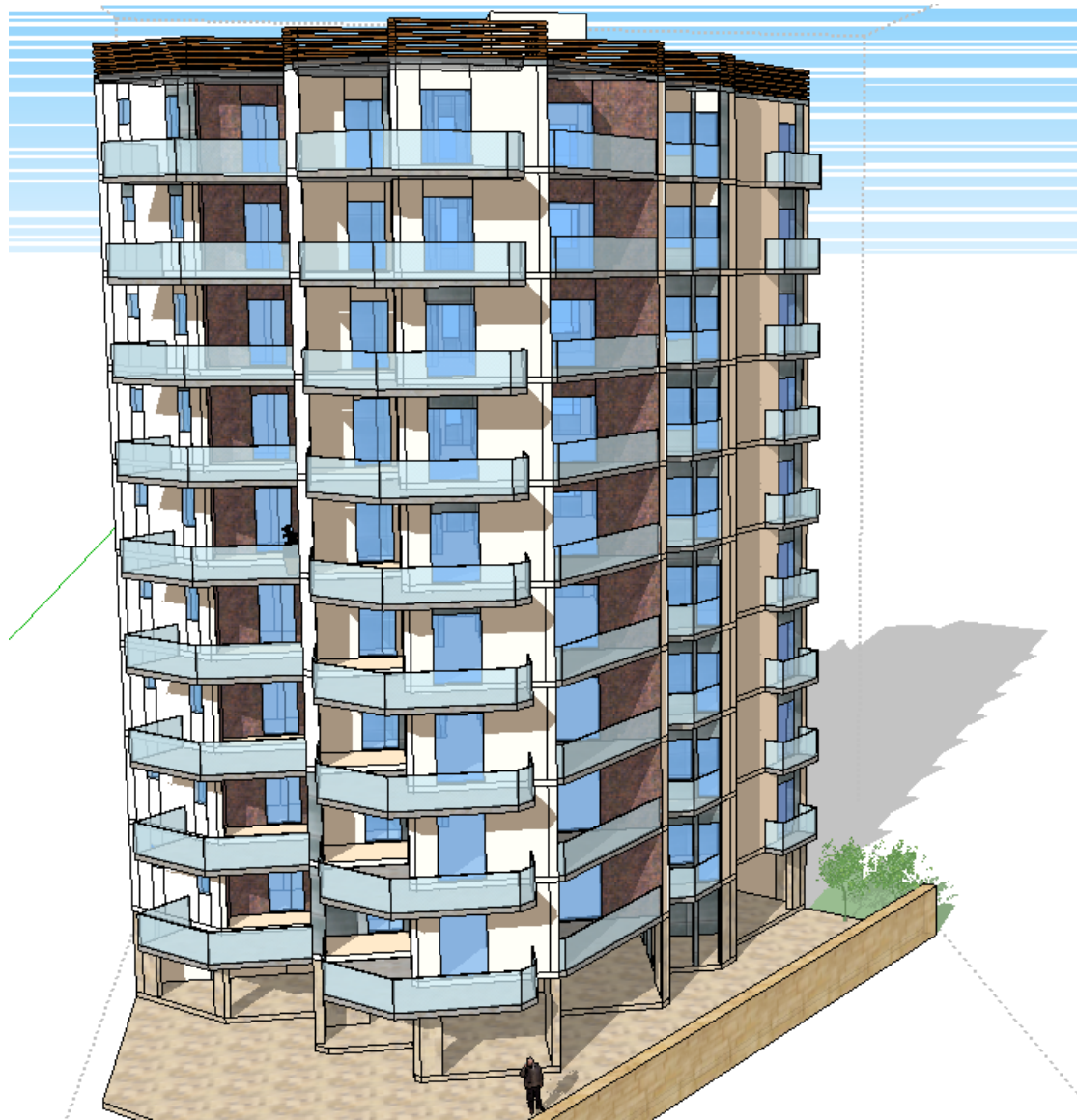
Στο δώμα υπάρχει μόνο η κατάληξη του κλιμακοστασίου, καθώς και τα φωτοβολταικά πάνελ για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου. Το δώμα βρίσκεται στο επίπεδο +26,50μ. από την επιφάνεια του εδάφους.



Εικόνα 15 Το δώμα του κτιρίου, στο οποίο θα τοποθετηθούν φωτοβολταικά πάνελ



Εικόνα 16 Λεπτομέρεια από το τρισδιάστατο σχέδιο του κτιρίου



Εικόνα 17 Τρισδιάστατο σχέδιο οικοδομής

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Εισαγωγή

Στην συνέχεια της εργασίας παρουσιάζεται το στάδιο προμελέτης και προγραμματισμού εργασιών. Κατά το στάδιο αυτό θα αναλυθούν οι εργασίες που πρέπει να λάβουν χώρα, οι υπολογισμοί των όγκων των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και ο χρονικός προγραμματισμός αυτών.

2.1 Αλληλουχία Εργασιών

Για την διεξαγωγή συγκεκριμένων δραστηριοτήτων, όσον αφορά τον προγραμματισμό ενός έργου, λαμβάνονται υπόψη σαφείς εργασίες, διαδικασίες ή στάδια εκτέλεσης τα οποία απαιτούνται ώστε να περατωθεί ένα έργο. Είναι σύνηθες τακτική, η δραστηριότητα να καλύπτει όλα ανεξαρτήτως τα τεχνικά δεδομένα του επικείμενου έργου με τη καθορισμένη σειρά της εκτιμώμενης πραγματοποίησης τους. Οι παράγοντες που συμβάλλουν στον προγραμματισμό περάτωσης ενός έργου καθορίζουν το μέγεθος των συνολικών ενεργειών που είναι απαραίτητοι ώστε να ολοκληρωθεί το έργο αυτό. Οι παράγοντες αυτοί είναι από τη μία οι συμβατικές ή μη απαιτήσεις που προβάλλονται και από την άλλη η δυνατότητα που υπάρχει στο να ελεγχθεί, να παρακολουθηθεί και τέλος να υπάρξει η ενημέρωση για την πορεία του έργου. Έπειτα, ακολουθείται μία συγκεκριμένη πορεία εργασιών που περικλύει μία παγιωμένη μέθοδο, η οποία αυτή τη στιγμή είναι καθορισμένη από σταθερά πρότυπα βάσει των οποίων ακολουθείται κατά κόρον σε όλα τα κατασκευαστικά έργα. Η προναφερθείσα μεθοδολογία είναι η εξής:

- Κατασκευή Θεμελίωσης
- Κατασκευή Ανωδομής
- Τοιχοποιία & Μόνωση
- Ηλεκτρομηχανολογικές & Υδραυλικές Εγκαταστάσεις
- Λοιπές Εργασίες

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη διεξαγωγή των παραπάνω ελέγχων είναι πως για να επιτευχθεί αποτελεσματικά η μέθοδος της αλληλουχίας των εργασιών θα πρέπει να υπάρξει ο χρονικά καθορισμένος προγραμματισμός ολοκλήρωσης των διαφόρων διεργασιών.

Οι εργασίες που καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση και διαρκούν για αρκετό χρονικό διάστημα, χρειάζεται να διαιρούνται σε υπομημηματικές εργασίες ούτως ώστε η διαίρεση αυτή να δώσει από τη μία στον ανάδοχο και από την άλλη στον κύριο του έργου τη δυνατότητα της πλήρους εποπτείας και του εξονυχιστικού ελέγχου έτσι ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης του έργου.

Συνοπτικά, με σκοπό να επιτευχθεί ο βέλτιστος έλεγχος τόσο του έργου όσο και της εξέλιξης του αλλά και θέτοντας ως στόχο την αξιοπιστία του χρόνου και των μέσων παραγωγής, τίθεται σε εφαρμογή η ακόλουθη μέθοδος:

- Καθορισμός της πορείας εκτέλεσης των εργασιών
- Προσδιορισμός του χρόνου περάτωσης της εκάστοτε εργασίας
- Σχεδίαση της πορείας των εργασιών (ακολουθώντας την προαπαιτούμενη σειρά εκτέλεσης)
- Αποτύπωση των σημείων έναρξης προς τη λήξη του έργου καθώς και καθορισμός της δυνατότερης χρονικής έναρξης και περάτωσης κάθε διεργασίας
- Αποτύπωση του σημείου λήξης προς την αρχή του έργου καθώς και καθορισμός του βραδύτατου χρονικού σημείου έναρξης και περάτωσης κάθε διεργασίας
- Καθορισμός του δυνητικά καθυστερούμενου χρόνου για την εκάστοτε ενέργεια βάσει των προηγούμενων βημάτων στη χρονική διαφορά
- Καταχώριση των καθοριστικών ενεργειών λόγω απόκλισης μηδενικού χρόνου ο οποίος δεν δύναται καθυστέρησης καθώς αποτελεί αποφασιστική διαδρομή.

Οι χωματουργικές εργασίες αποτελούν την κύρια και πρώτιστη διεργασία ώστε να αρχίσουν οι υπόλοιπες δραστηριότητες. Οι χωματουργικές εργασίες καταμερίζονται στις κατηγορίες Y_1 , Y_2 , ..., Y_n , και έτσι όταν ολοκληρώνεται το τμήμα 1, τα μηχανήματα χρωματισμού περνούν σταδιακά στο τμήμα 2 ενώ παράλληλα στο τμήμα 1 δύναται να προωθηθούν οι επόμενες διεργασίες.

Συγκεκριμένα η υλοποίηση της εφαρμογής γίνεται ως εξής

Πίνακας 2 Περιγραφή εργασιών

Κύριες Εργασίες	Περιγραφή Εργασίας
Κατασκευή Θεμελίωσης	Περιλαμβάνει τις εργασίες θεμελίωσης του οικοπέδου. Οριοθέτηση οικοπέδου και χάραξη οικοδομής. Γενικές εκσκαφές –μεταφορά προϊόντων εκσκαφής. Επιχώσεις με αδρανή υλικά λατομείου.
Κατασκευή Ανωδομής	Περιλαμβάνει το στάδιο κατασκευής του φέροντα οργανισμού της κατασκευής
Τοιχοποιία & Μόνωση	Περιλαμβάνει το χτίσιμο των τοίχων και όλων των μονώσεων και το σοβάτισμά από οπλισμένο σκυρόδεμα
Ηλεκτρομηχανολογικές & Υδραυλικές Εγκαταστάσεις	
Λοιπές Εργασίες	Τοποθέτηση πατωμάτων, κουφωμάτων, επίπλων, χρωματισμός κατοικίας

2.2 Μέτρα Ασφαλείας

Ως γνωστόν, στον Ελλαδικό χώρο αλλά και παγκοσμίως, οι εργασιακές δραστηριότητες όπως οι οικοδομικές διεργασίες και συνολικά τα τεχνικά έργα που πραγματοποιούνται, παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλή αναλογία στην πρόκληση θανατηφόρων ατυχημάτων καθώς και αυξημένα ποσοστά εργατικών ατυχημάτων. Έχοντας υπόψη την ήδη τρέχουσα νομοθεσία, θα ήταν αναγκαίο να ληφθούν μέτρα προστασίας από εργατικά ατυχήματα, με την θέσπιση κανόνων ασφαλείας στους χώρους των εργοταξίων και των εργοστασίων γενικότερα. Τα μέτρα για τα οποία γίνεται λόγος είναι:

<p>Προειδοποιητικά Σήματα - Σήμανση</p>	<p>Ο ανάδοχος του έργου καλείται να ανεγείρει προειδοποιητικά σήματα, όπου απαιτείται, αναφορικά με κίνδυνο πυρκαγιάς και έκρηξης, απαγόρευση καπνίσματος, πηγές κινδύνου, ανατινάξεις, διερχόμενη κυκλοφορία, απαγόρευση εισόδου, απαγορευμένη περιοχή, βαθιά και επικίνδυνα νερά, υψηλή τάση, φορτοεκφόρτωση οχημάτων, γερανούς και ανελκυστήρες, θόρυβο, ακτινοβολία, μολυσμένες περιοχές, τοξικά αέρια, καπνό κτλ.</p> <p>Επιπρόσθετα τα οπτικά και ηχητικά σήματα, όπου απαιτούνται, θα είναι καθαρά, διακριτά και ισχυρά.</p> <p>Όπου ο περιβάλλον χώρος ενός μηχανήματος σε λειτουργία δεν είναι επαρκώς ορατός από το χειριστή του μηχανήματος, τότε θα είναι παρών ένας εργάτης, ο οποίος με κατάλληλα σήματα θα εξασφαλίζει ότι η λειτουργία του μηχανήματος γίνεται με ασφάλεια.</p> <p>Κατάλληλα σήματα τοποθετούνται για να προειδοποιούν σχετικά με επικίνδυνες θέσεις, έλεγχο κυκλοφορίας, εξόδους κινδύνου, μηχανήματα σε λειτουργία κτλ.</p> <p>Τα σήματα που τοποθετούνται θα πρέπει να είναι ορατά από τους χειριστές των μηχανημάτων και τους λοιπούς εργαζομένους.</p>
<p>Προσωπικός Προστατευτικός Εξοπλισμός Ασφαλείας</p>	<p>Οι εργαζόμενοι είναι εφοδιασμένοι και, όπου το απαιτούν οι συνθήκες, φορούν προστατευτικά γυαλιά, προσωπίδες, αναπνευστικές συσκευές, προστατευτικά κράνη, υποδήματα ασφαλείας, γάντια, φόρμες εργασίας, ζώνες ασφαλείας, ωτοασπίδες, κτλ.</p> <p>Οι εργαζόμενοι είναι εφοδιασμένοι και, όπου το απαιτούν οι συνθήκες, φορούν ανακλαστικά γιλέκα (βλ. Αποφ. ΒΜ 5 / 40239 / 25.11.80, ΦΕΚ 6Β / 81 «Έγκρισις Προσωρινής Τεχνικής Προδιαγραφής Ανακλαστικών Επενδυτών Ασφαλείας», σωσίβια γιλέκα, ηλεκτρικούς φανούς, συσκευές ασύρματης επικοινωνίας, κτλ. Το κόστος αγοράς προσωπικού προστατευτικού εξοπλισμού ανέρχεται σε 150€/άτομο. Το κόστος αυτό δεν είναι πάγιο για κάθε έργο καθώς μπορεί ο εξοπλισμός να ξαναχρησιμοποιηθεί.</p>
<p>Μεταφορά, Αποθήκευση και Διάθεση Υλικών</p>	<p>Σχετικά με την μεταφορά των υλικών θα πρέπει να οριοθετηθεί χώρος πλησίον των εργοταξίων για την απόθεση των μπαζών που θα χρησιμοποιηθούν για την επιχωμάτωση (περίπου το 1/3 του συνόλου)</p>

	<p>και θα πρέπει να εξασφαλίζεται από τον ανάδοχο ότι:</p> <p>Τα υλικά που στοιβάζονται να είναι, στερεωμένα και ασφαλισμένα σε στρώσεις.</p> <p>Όταν τα υλικά αποθηκεύονται μέσα σε στεγασμένους χώρους, διατηρούνται επαρκείς διάδρομοι κυκλοφορίας προσωπικού, η διέλευση στις κλίμακες παραμένει ανεμπόδιστη και οι όροφοι δεν υπερφορτώνονται.</p> <p>Τα εύφλεκτα υλικά αποθηκεύονται σε περιοχές όπου απαγορεύεται το κάπνισμα και σε απόσταση ασφαλείας από άλλες περιοχές εργασίας / χώρους αποθήκευσης, όπως προβλέπεται από τους ισχύοντες κανονισμούς.</p> <p>Τα εύφλεκτα υγρά αποθηκεύονται μέσα σε δεξαμενές, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, ενώ παρέχεται επαρκής εξαερισμός των δεξαμενών αποθήκευσης.</p> <p>Όλοι οι χώροι αποθήκευσης φωτίζονται και εξαερίζονται επαρκώς.</p>
--	---

2.3.1 Κατασκευή Θεμελίωσης

Η κύρια εργασία που επιτελείται για την κατασκευή των θεμελίων είναι η γενική εσκαφή, η οποία πρέπει να πραγματοποιείται επιμελώς με βάση τους ήδη θεσπισμένους κανονισμούς, καθώς είναι και αυτή που προηγείται της εσκαφής των θεμελίων. Ως εκ τούτου, η σωματική ασφάλεια των εργαζομένων αλλά και των περαστικών καθώς επίσης και η ασφαλής κατασκευή των θεμελίων, θα πρέπει να εξαρτώνται από μέτρα ώστε να διασφαλιστεί η άμεση ασφάλεια των προαναφερόμενων. Η σειρά των ενεργειών που ακολουθείται για την κατασκευή των θεμελίων, βασίζεται πρωτίστως στην ύπαρξη ενός σταθερού εδάφους μέσω της εσκαφής, ώστε με την σταθερότητα αυτή, να θεμελιωθεί και να εδραιωθεί το θεμέλιο. Έπειτα, τα πρηνή των εσκαφών ποικίλουν σχηματικά, λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν. Έτσι, τα πρηνή είτε μπορεί να ακολουθούν μία κατακόρυφη πορεία, είτε η εσκαφή τους να είναι κλιμακούμενη, είτε πάλι να είναι ειδικά κατασκευασμένα, εξαιτίας διαφόρων αναγκών, από τον μηχανικό. Όποτε το απαιτούν οι κατασκευαστικές ανάγκες, τα πρηνή συμπληρώνονται από ειδικά εξαρτήματα όπως για παράδειγμα πασσαλοσανίδες, μεταλλικές πασσαλοσανίδες, αντηρίδες επενδύσεις και τέλος δικτυώματα.



Οι εργασίες που υλοποιούνται είναι οι εξής:

Καθαρισμός-οριοθέτηση οικοπέδου

Χάραξη οικοδομής

Γενικές εκσκαφές –μεταφορά προϊόντων εκσκαφής.



Επιχώσεις με αμμοχάλικα των θεμελίων.

Διαμόρφωση δαπέδου με bobcat όπου είναι απαραίτητο

Επιχώσεις με αμμοχάλικα εξωτερικά και περιμετρικά του κτιρίου



Προ των εργασιών της εκσκαφής πρέπει να καθαριστεί ο χώρος από τυχόν δένδρα, θάμνους και να απομακρυνθεί το φυτικό στρώμα εδάφους. Η εκσκαφή γίνεται ένα μέτρο περιμετρικά της θέσης που θα κατασκευαστεί το κτίριο



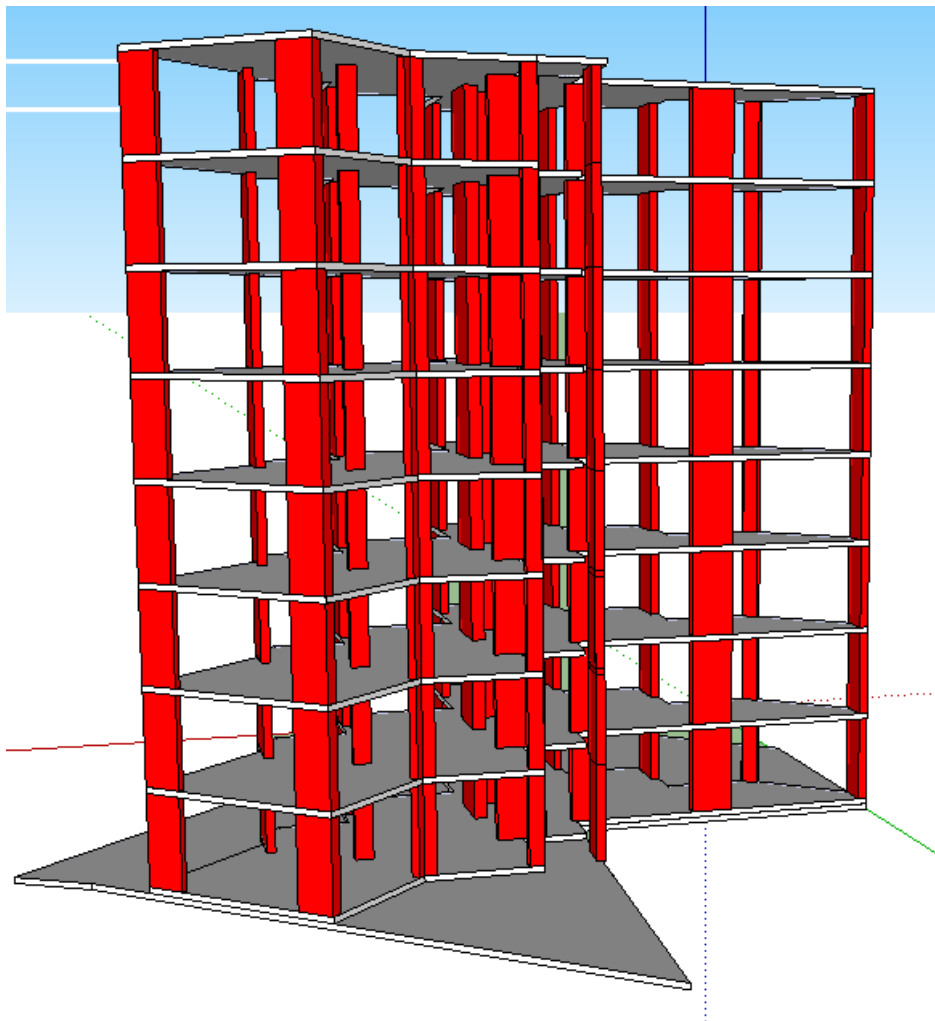


Σε χαλαρό έδαφος, κοντά σε
ρέματα και όπου υπάρχει
κίνδυνος υποχώρησης του
εδάφους έστω και σημειακά,
τότε ενδείκνυται η γενική
κοιτόστρωση θεμελίων (radier
general) με την κατασκευή
πλήρους πλάκας θεμελίωσης,
δηλαδή μια συνεχής πλάκα
από οπλισμένο σκυρόδεμα
όπου στην επάνω επιφάνεια
της προβάλλουν τα
υποστυλώματα.

2.3.2 Κατασκευή Ανωδομής – Φέροντα Οργανισμού

Για την κατασκευή του φέροντα οργανισμού της ανωδομής θα ακολουθηθούν οι εξής εργασίες.

- Κατασκευή δαπέδου υπογείου με οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας σκυροδέματος c16/20,
- Κατασκευή του οικοδομικού σκελετού με φέροντα οργανισμό σκυροδέματος κατηγορίας c20/25, σίδηρο οπλισμό, εμφανή μπετά, σκάλες, στηθαία, νεροσταλάκτες, φαλτσογωνιές κλπ.
- Ρευστοποιητές σκυροδέματος στον σκελετό του κτιρίου
- Καθαριότητα σκελετού μετά την ολοκλήρωση και την απομάκρυνση των Ξυλοτύπων



Εικόνα 18 Φέρων οργανισμός κατασκευής

2.3.3 Τοιχοποιία & Μόνωση

Για την κατασκευή της τοιχοποιίας και της μόνωσης θα ακολουθηθούν οι εξής εργασίες.

- Μονώσεις με στεγανοποιητικά μάζας στα τοιχία του υπογείου κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης
- Μόνωση των τοιχίων του υπογείου εξωτερικά με 2 στρώσεις τσιμεντοειδούς
- Τοποθέτηση υγροαπωθητικής μεμβράνης (αυγουλιέρας) περιμετρικά του τοιχίου του υπογείου.
- Μόνωση υποστυλωμάτων-δοκών και πλακών με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 3 και 5 εκατοστών αντίστοιχα ενδεικτικού τύπου DOW
- Σε κτίρια που κτίζονται στο όριο αντισεισμικού αρμού πάχους 5 εκ.

2.3.4 Ηλεκτρομηχανολογικές και Υδραυλικές Εργασίες

Ηλεκτρολογικές εργασίες

- Καλωδίωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης
- Ηλεκτρικοί πίνακες
- Διακόπτες ,πρίζες
- Σχέδια ηλεκτρολόγου για σύνδεση με ΔΕΗ

Υδραυλικές εργασίες

- Κατασκευή πλήρους εγκατάστασης λεβητοστασίου με λέβητα, καυστήρα, δεξαμενή, κυκλοφορητή ,δοχείο διαστολής ,μπόιλερ διπλής ενεργείας κλπ.
- Κατασκευή του δικτύου θέρμανσης με γραμμές αυτονομίας ανα κατοικία ,όροφο ή διαμέρισμα
- Θερμαντικά σώματα τύπου πάνελ
- Προμήθεια και τοποθέτηση ειδών υγιεινής και νεροχυτών κουζίνας και λουτρών
- Προμήθεια και τοποθέτηση μπαταριών κουζίνας και λουτρών
- Βεβαιώσεις εγκαταστάτη θερμο υδραυλικού

Για την κατανόηση της σχέσης των κυρίων των επιμέρους και των δευτερευόντων εργασιών κατασκευάστηκε ο ακόλουθος πίνακας.

A/A	Περιγραφή Δραστηριότητας
1	Χάραξη Εκσκαφής
2	Εκσκαφή Θεμελίωσης
3	Διάστρωση Σκυροδέτησης Καθαριότητας
4	Χάραξη Θεμελίωσης
5	Ξυλότυπος Θεμελίωσης
6	Προμήθεια και Τοποθέτηση Οπλισμού Θεμελίωσης
7	Σκυρόδεμα Θεμελίωσης
8	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Υπογείου Α
9	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Υπογείου Α
10	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Υπογείου Α
11	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Υπογείου Β
12	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Υπογείου Β
13	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Υπογείου Β
14	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Pilotis
15	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Pilotis
16	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Pilotis
17	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 1
18	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Ορόφου 1
19	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 1
20	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 2
21	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Ορόφου 2
22	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 2
23	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 3
24	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Ορόφου 3
25	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 3
26	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 4
27	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Ορόφου 4
28	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 4

29	Ευλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 5
30	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Ορόφου 5
31	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 5
32	Ευλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 6
33	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Ορόφου 6
34	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 6
35	Ευλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 7
36	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Ορόφου 7
37	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 7
38	Ευλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 8
39	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Ορόφου 8
40	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 8
41	Ευλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Δώματος
42	Προμήθεια & Τοποθέτηση Σιδηροπλισμού, Δοκών Δώματος
43	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Δώματος
44	Κτίσιμο εξωτερικών τοίχων και τοποθέτηση Μόνωσης
45	Κατασκευή εσωτερικών τοίχων
46	Τοποθέτηση ηλεκτρικής εγκατάστασης
47	Τοποθέτηση μηχανολογικής εγκατάστασης
48	Κατασκευή υδραυλικής εγκατάστασης
49	Σοβάτισμα τοιχοποιίας
50	Τοποθέτηση Κουφωμάτων
51	Τοποθέτηση δαπέδων
52	Τοποθέτηση ειδών υγιεινής
53	Τοποθέτηση κουζίνας
54	Τοποθέτηση εσωτερικών θυρών
55	Βαφή κατασκευής

3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ CPM

Εισαγωγή

Εισαγωγικά, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί για το παρόν κεφάλαιο ότι το Γραφείο ειδικών έργων του πολεμικού ναυτικού των ΗΠΑ, διαμόρφωσε μία μέθοδο για τον προγραμματισμό και τη διαχείριση του έργου «Πυραύλοι Polaris», κάνοντας χρήση της μεθόδου CPM (Programme Evaluation and Review Technique) , η οποία στα ελληνικά ορίζεται ως «Τεχνική Θεωρημένης Αξιολόγησης Έργου».

3.1 Σχεδίαση Έργου

Το έργο αναπαριστάται με τη βοήθεια της μεθόδου CPM, πάνω σε μία γραφική φόρμα και έπειτα ενώνονται οι συνιστώτες διεργασίες με τέτοια μέθοδο ώστε να επικεντρώνονται σε αυτές που είναι σημαντικές με σκοπό να ολοκληρωθεί το έργο. Δύναται με αυτό τον τρόπο, να ελεγχθούν και να προγραμματιστούν όλες οι εκτελόμενες διεργασίες του έργου καθώς και το εργατικό δυναμικό του. Με βάση αυτά, υπάρχει η δυνατότητα να εξαχθούν πληροφορίες όσον αφορά και το χρόνο πραγματοποίησης των εργασιών αλλά και τη πορεία που θα πρέπει να ακολουθηθεί ώστε να εκτελεστούν οι αντίστοιχες διεργασίες.

Έχοντας ως στόχο την αποτελεσματικότερη επίβλεψη του έργου αλλά και των εργασιών του, δημιουργούνται σημαντικά ερωτήματα τα οποία βρίσκουν ανταπόκριση με τη βοήθεια της μεθόδου CPM.

- Πότε θα περατωθεί εξ ολοκλήρου το έργο;
- Πότε ορίζεται η έναρξη και η λήξη των κύριων τμημάτων καθώς και των αντίστοιχων δράσεων του έργου;
- Ποιες είναι εκείνες οι σημαντικές διεργασίες που δεν γίνεται να αναβληθούν προκειμένου να ολοκληρωθεί το έργο βάσει του χρονικού ορίζοντα;

- Σε τι βαθμό φτάνει η πιθανότητα έτσι ώστε να περατωθεί το έργο βάσει χρονικού προγραμματισμού;
- Πότε κρίνεται σκόπιμο να παρέμβει ο υπεύθυνος της αναδοχής του έργου, κατά τη διάρκεια των εργασιών;
- Με ποιον τρόπο μπορεί η εκτέλεση ενός έργου να επιταχυνθεί καθώς και σε ποιες εργασίες θα ασκήσει επίδραση;

Τα προαναφερθέντα ερωτήματα βρίσκουν απαντήσεις μέσω της χρήσης της μεθόδου CPM, καθώς έχει αναφερθεί και παραπάνω ότι αποτελεί μία τόσο ορθολογική πρακτική προγραμματισμού του εκάστοτε έργου όσο και μία πρακτική μέθοδο ως προς το χειρισμό της.

3.2 Προυποθέσεις Επιτυχημένης Εφαρμογής Μεθόδου

Απο τότε που «αφίχθει» στον κατασκευαστικό τομέα η μέθοδος CPM, συνάντησε αξιοθαύμαστη αναγνώριση σε τέτοιο βαθμό ώστε να χρησιμοποιείται σε μία ευρεία γκάμα κατασκευαστικών έργων παγκοσμίως. Η μέθοδος λοιπόν αυτή για να θεωρηθεί επιτυχημένη, θα ήταν ωφέλιμο οι εκάστοτε δράσεις ή δραστηριότητες του έργου να εγκλείουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Ως ακολούθως, τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- Ορθά καθορισμένος χρόνος ολοκλήρωσης τους
- Συγχρονισμός του χρόνου περάτωσης των διεργασιών με την ολοκλήρωση του έργου συνολικά
- Οι κρίσιμες δραστηριότητες να μην αλληλοεπηρεάζονται και να λειτουργούν ανεξάρτητα
- Ύπαρξη καθορισμένης πορείας των διεργασιών

Υπάρχουν ποικίλες περιπτώσεις οι οποίες απαρτίζονται από τα προαναφερθείσα χαρακτηριστικά και μία από αυτές είναι και η κατασκευή δομικών έργων. Με σκοπό

την πρακτική υλοποίηση της παραπάνω μεθοδολογίας, έχει δημιουργηθεί μία συγκεκριμένη εφαρμογή που αποτελείται συνήθως από τα παρακάτω στάδια:

- Σαφής προσδιορισμός των διεργασιών για το σύνολο του έργου
- Καθορισμός της αλληλουχίας των διεργασιών που πρέπει να επιτελεστούν
- Χρονική πρόβλεψη όσον αφορά την ολοκλήρωση της ανάλογης κατασκευαστικής δραστηριότητας
- Τήρηση της αλληλουχίας των διεργασιών έχοντας ως προϋπόθεση τον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων
- Καθορισμός του δικτύου με πορεία, από την έναρξη προς τη λήξη του έργου, προσδιορισμός της άμεσης δυνατής έναρξης και περάτωσης κάθε διεργασίας βάσει δικτύου και βάσει του χρονικού περιορισμού ολοκλήρωσής του
- Καθορισμός του δικτύου με πορεία από τη λήξη προς την αρχή του έργου, προσδιορισμός της αργότερης δυνατής αρχής και περάτωσης κάθε διεργασίας, βάσει του τάχιστου χρόνου ολοκλήρωσης έχοντας ως προϋπόθεση το παραπάνω βήμα
- Προσδιορισμός του χρονικού περιθωρίου όπου δύναται να επιβραδυνθεί κάθε ενέργεια βάσει της απόκλισης των δύο προηγούμενων σταδίων
- Ανίχνευση και αποτύπωση των σημαντικών ενεργειών οι οποίες έχουν μηδενική χρονική απόκλιση μεταξύ τους, καθώς δεν δύναται καθυστέρησης και ως εκ τούτου δεν υπάρχει δυνατότητα καθυστέρησης. Οι συνεκκριμένες ενέργειες συναποτελούν την κρίσιμη διαδρομή

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη διεξαγωγή των παραπάνω ελέγχων είναι πως τα πιο σπουδαία στάδια της περάτωσης αποτελούν αφενός ο προσδιορισμός του χρόνου ολοκλήρωσης των εκάστοτε δραστηριοτήτων και αφετέρου η κρίσιμη διαδρομή, του συνόλου των διεργασιών, οι οποίες δεν δύναται να καθυστερήσουν.

Από την προηγούμενη ανάλυση μπορεί να διαπιστωθεί ότι η χρήση της μεθόδου CPM είναι πρακτικά εύχρηστη και ντερμινιστικά καθορισμένη, εάν καθοριστεί χρονικά το σύνολο των διεργασιών καθώς βοηθά στο να εκτιμηθεί επακριβώς η κάθε δράση του έργου. Τα παραπάνω στοιχεία ικανοποιούν τους χρόνους των επιμέρους δράσεων με τη προϋπόθεση να υπάρχουν στατιστικά δεδομένα από άλλα παραπλήσια κατασκευαστικά έργα, αλλά και να υπάρχουν τα κατάλληλα εργατικά στελέχη όπου

μπορούν βάσει των τεχνικών γνώσεων τους να προβλέψουν με σαφήνεια τον χρόνο περάτωσης των εργασιών. Ωστόσο, λαμβάνοντας αρχικά υπόψη τους χρόνους των δράσεων, η αμέσως επόμενη κίνηση είναι η αποτύπωση του συνολικού δικτύου και η ανίχνευση της κρίσιμης διαδρομής.

3.3 Προσδιορισμός Διάρκειας Εργασιών

A/A	Περιγραφή Δραστηριότητας	Διάρκεια
1	Χάραξη Εκσκαφής	4
2	Εκσκαφή Θεμελίωσης	9
3	Διάστρωση Σκυροδέτησης Καθαριότητας	1
4	Χάραξη Θεμελίωσης	3
5	Ξυλότυπος Θεμελίωσης	9
6	Προμήθεια και Τοποθέτηση Οπλισμού Θεμελίωσης	4
7	Σκυρόδεμα Θεμελίωσης	1
8	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Υπογείου Α	7
9	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Υπογείου Α	5
10	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Υπογείου Α	1
11	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Υπογείου Β	7
12	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Υπογείου Β	5
13	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Υπογείου Β	1
14	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Pilotis	7
15	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Pilotis	5
16	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Pilotis	1

17	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 1	6
18	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 1	5
19	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 1	1
20	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 2	6
21	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 2	5
22	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 2	1
23	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 3	6
24	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 3	5
25	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 3	1
26	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 4	6
27	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 4	5
28	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 4	1
29	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 5	6
30	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 5	4
31	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 5	1
32	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 6	6
33	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 6	4
34	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 6	1
35	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 7	5
36	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 7	4
37	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 7	1
38	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Ορόφου 8	5

39	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 8	3
40	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Ορόφου 8	1
41	Ξυλότυπος Πλάκας Υποστυλωμάτων και Δοκών Δώματος	3
42	Σιδέρωμα Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Δώματος	2
43	Σκυροδέτηση Πλάκας Υποστυλωμάτων, Δοκών Δώματος	1
44	Κτίσιμο εξωτερικών τοίχων και τοποθέτηση Μόνωσης	25
45	Κατασκευή εσωτερικών τοίχων	25
46	Τοποθέτηση ηλεκτρικής εγκατάστασης	31
47	Τοποθέτηση μηχανολογικής εγκατάστασης	27
48	Κατασκευή υδραυλικής εγκατάστασης	25
49	Σοβάτισμα τοιχοποιίας	29
50	Τοποθέτηση Κουφωμάτων	15
51	Τοποθέτηση δαπέδων	30
52	Τοποθέτηση ειδών υγιεινής	25
53	Τοποθέτηση κουζίνας	25
54	Τοποθέτηση εσωτερικών θυρών	20
55	Βαφή κατασκευής	25

3.4 Χάραξη Διαγράμματος Πορείας Εργασιών

Το διάγραμμα δικτύου είναι μια τεχνική μοντελοποίησης δικτύων δραστηριοτήτων, οι οποίες εμφανίζουν πιθανοτικούς χρόνους ολοκλήρωσης. Κατά τη χάραξη του διαγράμματος πορείας εργασιών το προσδοκώμενο αποτέλεσμα είναι ο προσδιορισμός της κρίσιμης διαδρομής. Ως κρίσιμη διαδρομή ορίζεται η μεγαλύτερη από άποψη χρόνου ολοκλήρωσης διαδρομή που οδηγεί από το ορόσημο έναρξης στο ορόσημο ολοκλήρωσης έργου. Η συνηθισμένη μονάδα χρόνου είναι οι εβδομάδες, αλλά αυτό κρίνεται ανάλογα με το μέγεθος του έργου ανά περίπτωση. (Αnon., 2013)

3.4.1 Νωρίτερος Χρόνος Γεγονότος

Είναι ο συντομότερος χρόνος που μπορεί να γίνει το γεγονός. Το γεγονός αρχής συνεπώς έχει νωρίτερο χρόνο μηδέν. Το επόμενο γεγονός έχει το νωρίτερο χρόνο μηδέν συν την διάρκεια της δραστηριότητας που οδηγεί σε αυτό. Γενικά ένα γεγονός έχει νωρίτερο χρόνο το άθροισμα του νωρίτερου χρόνου του προηγούμενου του συν τη διάρκεια της δραστηριότητας που οδηγεί σε αυτό. Ο νωρίτερος χρόνος γράφεται στο πάνω αριστερά μέρος του τετραγώνου που συμβολίζει το γεγονός

3.4.2 Βραδύτερος Χρόνος Γεγονότος

Είναι ο πιο βραδύς χρόνος που επιτρέπεται να γίνει το γεγονός ώστε να παραμείνει συνολικά ο ίδιος χρόνος για να τελειώσει η κατασκευή.

Το γεγονός τέλους συνεπώς έχει βραδύτερο χρόνο ίσο με το νωρίτερο.

Το προηγούμενο γεγονός έχει βραδύτερο χρόνο ίσο με τη διαφορά του βραδύτερου χρόνου του τελευταίου, μείον τη διάρκεια της δραστηριότητας που πηγαίνει από αυτό προς το τελευταίο γεγονός.

Γενικά ένα γεγονός έχει βραδύτερο χρόνο που ισούται με τη διαφορά του βραδύτερου χρόνου του επόμενου του γεγονότος μείον τη διάρκεια της δραστηριότητας που πηγαίνει από αυτό προς το επόμενο.

Ο βραδύτερος χρόνος γράφεται στο πάνω δεξιό μέρος του τετραγώνου που συμβολίζει το γεγονός

Οι νωρίτεροι και οι βραδύτεροι χρόνοι συμβολίζονται στο γεγονός όπως φαίνονται στο επόμενο σχήμα

3.4.3 Νωρίτεροι Χρόνοι Δραστηριότητας

Νωρίτερος χρόνος αρχής της δραστηριότητας είναι ίσος με το νωρίτερο χρόνο του γεγονότος αρχής της δραστηριότητας

Νωρίτερος χρόνος τέλους της δραστηριότητας είναι ίσος με το νωρίτερο χρόνο του γεγονότος αρχής της δραστηριότητας συν τη διάρκεια της δραστηριότητας.

3.4.4 Βραδύτεροι Χρόνοι Δραστηριότητας

Βραδύτερος χρόνος αρχής της δραστηριότητας είναι ίσος με το βραδύτερο χρόνο του γεγονότος τέλους της δραστηριότητας πλην την διάρκεια αυτής της δραστηριότητας.

Βραδύτερος χρόνος τέλους της δραστηριότητας είναι ίσος με το βραδύτερο χρόνο του γεγονότος τέλους της δραστηριότητας.

3.4.5 Μέγιστος Διαθέσιμος Χρόνος για τη Δραστηριότητα

Είναι ίσος με τη διαφορά του βραδύτερου χρόνου του γεγονότος τέλους της δραστηριότητας μείον το νωρίτερο χρόνο του γεγονότος αρχής της.

3.4.6 Χρονικά Περιθώρια Δραστηριοτήτων

Ονομάζουμε χρονικά περιθώρια τη δυνατότητα μετατόπισης ή επέκτασης της χρονικής διάρκειας των δραστηριοτήτων μέσα στο δίκτυο. Υπάρχουν διάφορα χρονικά περιθώρια αλλά θα εξετάσουμε τα εξής δύο : το συνολικό και το ελεύθερο.

Συνολικό χρονικό περιθώριο είναι το σύνολο του χρόνου μέσα στον οποίο η δραστηριότητα μπορεί να μετατοπιστεί ή να επεκταθεί χωρίς να έχουμε καθυστερήσεις στην κατασκευή.

Είναι ίσο με το μέγιστο διαθέσιμο χρόνο για τη δραστηριότητα μείον τη χρονική διάρκεια αυτής της δραστηριότητας.

Ελεύθερο χρονικό περιθώριο είναι ο χρόνος που μπορεί να καθυστερήσει μια δραστηριότητα χωρίς να επηρεαστεί η έναρξη μιας επόμενης δραστηριότητας.

Ισούται με τη διαφορά του νωρίτερου χρόνου του γεγονότος τέλους μείον το νωρίτερο χρόνο του γεγονότος αρχής μείον τη διάρκεια της δραστηριότητας.

Όταν βρούμε το συνολικό χρονικό περιθώριο όλων των δραστηριοτήτων, θα δούμε πως για μερικές είναι μηδέν, δηλαδή δεν έχουν κανένα χρονικό περιθώριο να καθυστερήσουν γιατί αν συμβεί αυτό θα καθυστερήσει όλη η κατασκευή.

Οι δραστηριότητες αυτές είναι κρίσιμες και η διαδρομή που ακολουθούν ονομάζεται κρίσιμη.

Ο σκοπός επίλυσης του δικτύου είναι ακριβώς να βρούμε ποιές είναι οι κρίσιμες δραστηριότητες σε μια κατασκευή, ώστε να προσέξουμε να μην έχουμε καμία καθυστέρηση, ενώ επίσης να προσδιοριστεί ποιο είναι το συνολικό χρονικό περιθώριο για τις άλλες για να ξέρουμε ποιες είναι οι δυνατότητες χρονικών μετατοπίσεων ή επεκτάσεων τους χωρίς να έχουμε καθυστέρηση τελικά του χρόνου της κατασκευής του έργου σε σχέση με αυτόν που προγραμματίσαμε. Συνεπώς οι πόροι μας (που δεν είναι απεριόριστοι) πρέπει να διατίθενται με προτεραιότητες, ένα κριτήριο των οποίων είναι το συνολικό χρονικό περιθώριο των δραστηριοτήτων εφόσον μας ενδιαφέρει να μην έχουμε καθυστέρηση στην κατασκευή του έργου. Κάθε δίκτυο έχει τουλάχιστον μια κρίσιμη διαδρομή που αρχίζει από το γεγονός αρχής και καταλήγει στο γεγονός τέλους.

3.5 Αποτελέσματα Εφαρμογής Μεθόδου

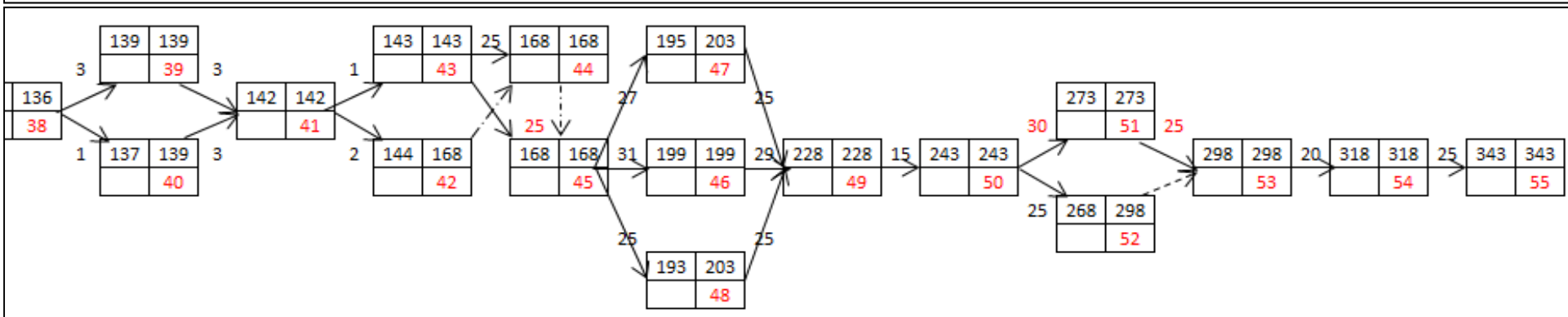
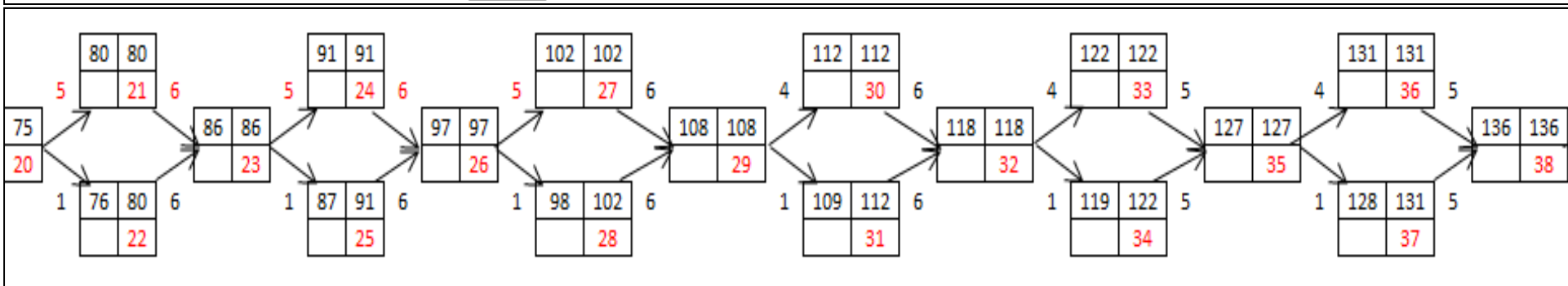
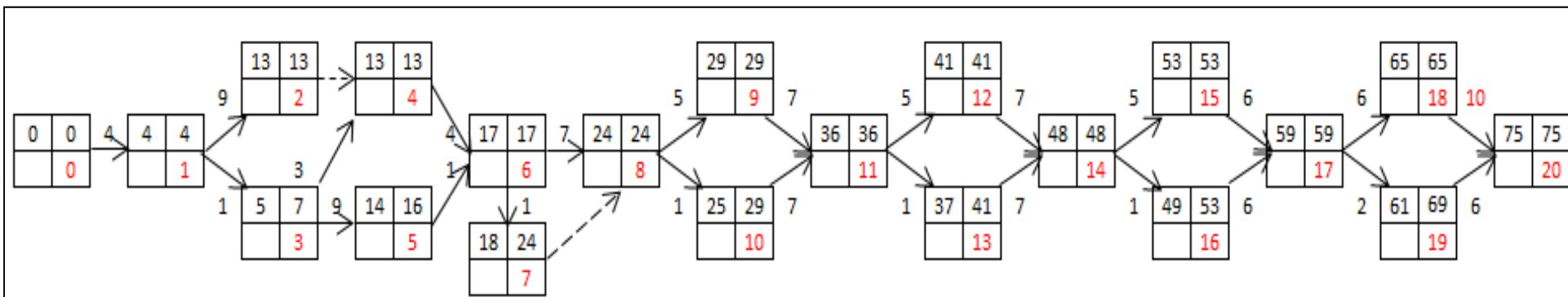
Δραστηριότητα	Διάρκεια	Νωρίτερος χρόνος		Βραδύτερος χρόνος		Συνολικό χρονικό περιθώριο	Ελεύθερο χρονικό περιθώριο	Κρίσιμη δραστηριότητα
		Αρχή	Τέλος	Αρχή	Τέλος			
0--1	4	0	4	0	4	0	0	*
1--2	9	4	13	4	13	0	0	*
1--3	1	4	5	4	7	2	0	
3--4	3	5	13	7	13	5	5	
3--5	9	5	14	7	16	2	0	
4--6	4	13	17	13	17	0	0	*
5--6	1	14	17	16	17	2	2	
6--7	1	17	18	17	24	6	0	
6--8	7	17	24	17	24	0	0	*
8--9	5	24	29	24	29	0	0	*
8--10	1	24	25	24	29	4	0	

9--11	7	29	36	29	36	0	0	*
10--11	7	25	36	29	36	4	4	
11--12	5	36	41	36	41	0	0	*
11--13	1	36	37	36	41	4	0	
12--14	7	41	48	41	48	0	0	*
13--14	7	37	48	41	48	4	4	
14--15	5	48	53	48	53	0	0	*
14--16	1	48	49	48	53	4	0	
15--17	6	53	59	53	59	0	0	*
16--17	6	49	59	53	59	4	4	
17--18	6	59	65	59	65	0	0	*
17--19	2	59	61	59	69	8	0	
18--20	10	65	75	65	75	0	0	*
19--20	6	61	75	69	75	8	8	

20--21	5	75	80	75	80	0	0	*
20--22	1	75	76	75	80	4	0	
21--23	6	80	86	80	86	0	0	*
22--23	6	76	86	80	86	4	4	
23--24	5	86	91	86	91	0	0	*
23--25	1	86	87	86	91	4	0	
24--26	6	91	97	91	97	0	0	*
25--26	6	87	97	91	97	4	4	
26--27	5	97	102	97	102	0	0	*
26--28	1	97	98	97	102	4	0	
27--29	6	102	108	102	108	0	0	*
28--29	6	98	108	102	108	4	4	
29--30	4	108	112	108	112	0	0	*
29--31	1	108	109	108	112	3	0	

30--32	6	112	118	112	118	0	0	*
31--32	6	109	118	112	118	3	3	
32--33	4	118	122	118	122	0	0	*
32--34	1	118	119	118	122	3	0	
33--35	5	122	127	122	127	0	0	*
34--35	5	119	127	122	127	3	3	
35--36	4	127	131	127	131	0	0	*
35--37	1	127	128	127	131	3	0	
36 --38	5	131	136	131	136	0	0	*
37 -- 38	5	128	136	131	136	3	3	
38--39	3	136	139	136	139	0	0	*
38--40	1	136	137	136	139	2	0	
39--41	3	139	142	139	142	0	0	*
40--41	3	137	142	139	142	2	2	

41--42	2	142	144	142	168	24	0	
41--43	1	142	143	142	143	0	0	*
43--44	25	143	168	143	168	0	0	*
43--45	25	143	168	143	168	0	0	*
45--46	31	168	199	168	199	0	0	*
45--47	27	168	195	168	203	8	0	
45--48	25	168	193	168	203	10	0	
47--49	25	195	228	203	228	8	8	
46--49	29	199	228	199	228	0	0	*
48--49	25	193	228	203	228	10	10	
49--50	15	228	243	228	243	0	0	*
50--51	30	243	273	243	273	0	0	*
50--52	25	243	268	243	298	30	0	
51--53	25	273	298	273	298	0	0	*
53--54	20	298	318	298	318	0	0	*
54--55	25	318	343	318	343	0	0	*



4. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ GANTT

Εισαγωγή

Η παρακολούθηση και ο συνεχής έλεγχος του εκτελούμενου έργου γίνονται κάτω από την αρωγή βοηθητικών εργαλείων. Το διάγραμμα Gantt αποτελεί τη σημαντικότερη τεχνική για τον προγραμματισμό ενός έργου καθώς είναι και το πιο δημοφιλές ανάμεσα σε πολλά άλλα βοηθήματα. Είναι ιδιαίτερα απλό στο χειρισμό του και είναι ένα εξίσου σημαντικό εργαλείο ώστε να μελετηθεί χρονικά η διάρκεια ενός κατασκευαστικού έργου. Συγκεκριμένα, τα διαγράμματα Gantt εξυπηρετούν στο να προγραμματιστούν επακριβώς τα αποθέματα και η διάθεση των πόρων, στο να ελεγχθεί ημερολογιακά η πορεία ολοκλήρωσης του έργου και γενικά οι μελλοντικές διεργασίες του. Ο οριζόντιος άξονας του Gantt, παριστάνει με την ίδια χρονική μονάδα το χρόνο, ενώ οι εργασίες απεικονίζονται με οριζόντιες ράβδους και το μήκος τοποθετείται ανάλογα με τη διάρκειά τους. Στο ακόλουθο σχήμα, παρουσιάζονται οι σημαντικές δραστηριότητες που τοποθετούνται στην αρχή σε διάγραμμα Gantt, με τη χρήση των υπολογιστικών προγραμμάτων Word ή Excel. Αντιστοίχως, προκύπτουν και ειδικά λογισμικά σχεδιασμού έργων από το αναφερόμενο διάγραμμα Gantt. Συγκεκριμένα, στην παρούσα εργασία έγινε χρήση του προγράμματος Excel ώστε να καλυφθούν οι ιδιαίτερες ανάγκες, καθώς φαίνεται, ότι στο ακόλουθο σχήμα οι πρώτες τέσσερις στήλες περιλαμβάνουν τα τελικά αποτελέσματα της μεθόδου CPM, καθόσον συγκεντρώθηκαν από τον προηγούμενο πίνακα. Έπειτα, αριστερά του προγράμματος κατασκευάζεται ένας χώρος ο οποίος διαιρείται με βάση τις ημέρες και στη συνέχεια μαρκάρονται οι αντίστοιχες ημέρες, αναλογικά με τη έκταση των εργασιών τους. Η έναρξη και λήξη των εργασιών καθορίζονται βάσει της λήξης της προαπαιτούμενης εργασίας και της στήλης που αναφέρει τη «Συνολική Προσδοκώμενη» αντίστοιχα. Ανάλυση των παραπάνω αποτελεσμάτων, δείχνει ότι το διάγραμμα Gantt, εξυπηρετεί την εξ ολοκλήρου παρακολούθηση ενός έργου καθώς ελέγχει τις οποιεσδήποτε διεργασίες που ακολουθούνται ανά πάσα στιγμή. Εφόσον παραστεί ανάγκη παράτασης χρόνου της επιτέλεσης του έργου, το αναφερόμενο διάγραμμα,

δύναται να συμβάλλει με τις απαιτούμενες ενέργειές του ώστε να περατωθεί η εκάστοτε αναγκαία διεργασία.

4.1 Πλεονεκτήματα Διαγράμματος Gantt

Συνοψίζοντας όσον αφορά τα διαγράμματα Gantt ορισμένα από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι τα εξής:

- Είναι πολύ εύκολα κατανοητά και χαράσσονται εύκολα.
- Είναι χρήσιμα για στατικά περιβάλλοντα.
- Βοηθάνε στη διαδικασία της επισκόπησης των δραστηριοτήτων ενός έργου.
- Χρησιμοποιούνται ευρέως.
- Τα περισσότερα προϊόντα λογισμικού υπολογιστών τα έχουν σαν βάση για τη διασύνδεση γραφικών.

4.2 Μειονεκτήματα Διαγράμματος Gantt

Βέβαια τα διαγράμματα Gantt δεν έχουν μεγάλες δυνατότητες πληροφόρησης και έτσι συνήθως χρησιμοποιούνται σε λιγότερο πολυσύνθετα έργα. Αντίστοιχα, ορισμένα από τα μειονεκτήματα των διαγραμμάτων Gantt είναι τα παρακάτω:

- Είναι πολύ δύσκολη οποιαδήποτε προσπάθεια αλλαγής τους.
- Δεν έχουν τη δυνατότητα να εξισώσουν τον χρόνο με το κόστος ενός έργου.
- Δεν μπορούν να βελτιστοποιήσουν την κατανομή των πόρων.

4.3 Σχεδιασμός Διαγράμματος Gantt

Για να σχεδιαστεί ένα διάγραμμα Gantt, πρέπει αρχικά να απαριθμηθούν όλες οι δραστηριότητες του έργου και οι αντίστοιχες διάρκειες τους. Στη συνέχεια γίνεται η χάραξη των δραστηριοτήτων πάνω σε ένα έντυπο γραφικών παραστάσεων, σχεδιάζονται όλες οι δραστηριότητες και τέλος παρουσιάζεται η ανάλυση. Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος τοποθετείται ο χρόνος σε κατάλληλες

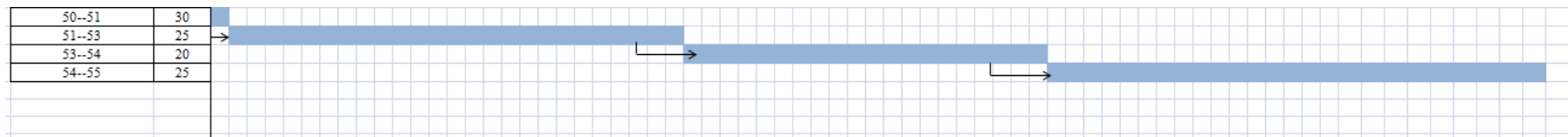
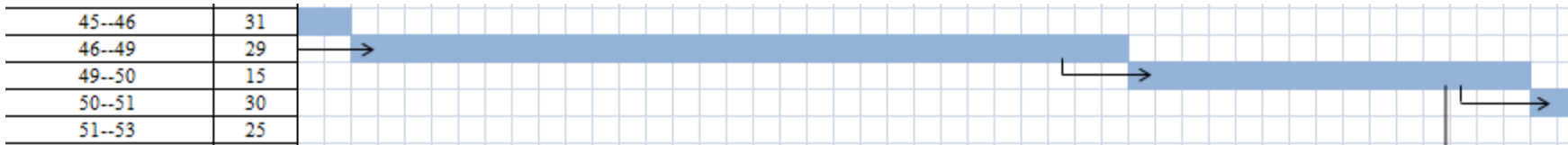
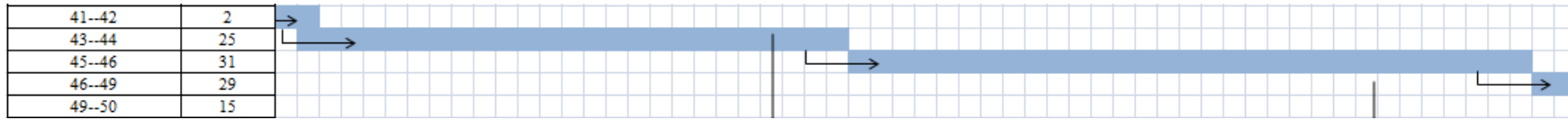
υποδιαιρέσεις που ταιριάζουν με τις ανάγκες και την χρονική διάρκεια του έργου, ενώ στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται οι τίτλοι των δράσεων του έργου. Η σειρά τοποθέτησής τους συνήθως είναι προς τα πάνω αυτές που αρχίζουν νωρίτερα και προς τα κάτω αυτές που αρχίζουν αργότερα, χωρίς αυτό να αποτελεί και απαραίτητο κανόνα. Η τοποθέτηση μπορεί να είναι και τυχαία ή να ακολουθεί άλλα κριτήρια χωρίς αυτό να επηρεάζει την ορθότητα του διαγράμματος. Οι δράσεις περιγράφονται είτε με τους τίτλους τους είτε με χρήση κωδικών αριθμών που παραπέμπουν σε συγκεκριμένες εργασίες. Στο κύριο τώρα τμήμα του διαγράμματος τοποθετούνται για κάθε δράση και σε οριζόντια διάταξη οι ράβδοι αποτύπωσης του χρόνου, με μήκος ανάλογο με την χρονική διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωσή της. Κάθε ράβδος αρχίζει από το σημείο που στον οριζόντιο άξονα αντιστοιχεί με το χρονικό σημείο έναρξης της συγκεκριμένης δράσης.

Το διάγραμμα Gantt είναι ένα οριζόντιο ραβδόγραμμα που απεικονίζει στην ουσία την σχέση των διαφορετικών δράσεων του έργου, μέσα στον χρόνο. Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος τοποθετείται ο χρόνος σε κατάλληλες υποδιαιρέσεις που ταιριάζουν με τις ανάγκες και την χρονική διάρκεια του έργου, ενώ στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούνται οι τίτλοι των δράσεων του έργου. Η σειρά τοποθέτησής τους συνήθως είναι προς τα πάνω αυτές που αρχίζουν νωρίτερα και προς τα κάτω αυτές που αρχίζουν αργότερα, χωρίς αυτό να αποτελεί και απαραίτητο κανόνα. Η τοποθέτηση μπορεί να είναι και τυχαία ή να ακολουθεί άλλα κριτήρια χωρίς αυτό να επηρεάζει την ορθότητα του διαγράμματος. Οι δράσεις περιγράφονται είτε με τους τίτλους τους είτε με χρήση κωδικών αριθμών που παραπέμπουν σε συγκεκριμένες εργασίες. Στο κύριο τώρα τμήμα του διαγράμματος τοποθετούνται για κάθε δράση και σε οριζόντια διάταξη οι ράβδοι αποτύπωσης του χρόνου, με μήκος ανάλογο με την χρονική διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωσή της. Κάθε ράβδος αρχίζει από το σημείο που στον οριζόντιο άξονα αντιστοιχεί με το χρονικό σημείο έναρξης της συγκεκριμένης δράσης.

4.4 Αποτελέσματα Εφαρμογής Διαγράμματος Gantt

Εύκολα μπορεί να αντιληφθεί κανείς την απλότητα του σχηματικού μοντέλου όσον αφορά τα διαγράμματα Gantt. Τα πλεονεκτήματα από την χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής είναι η σαφής απεικόνιση της χρονικής διάρκειας και της αλληλουχίας των δράσεων, η εύκολη και γρήγορη κατασκευή του, αλλά και η ευκολία με την οποία μπορεί να κατανοήσει ακόμα και κάποιο μη εξειδικευμένο άτομο τις πληροφορίες που το διάγραμμα Gantt παρέχει στον χρήστη του. Βέβαια τα διαγράμματα Gantt δεν έχουν μεγάλες δυνατότητες πληροφόρησης και έτσι συνήθως χρησιμοποιούνται σε λιγότερο πολυσύνθετα έργα. Κάποια από τα μειονεκτήματά τους είναι η δυσκολία στην αναπροσαρμογή τους όταν παρουσιάζονται μεταβολές στην χρονική διάρκεια εκτέλεσης κάποιων δράσεων ή δραστηριοτήτων, καθώς επίσης και η δυσκολία της εφαρμογής τους σε έργα με μεγάλο αριθμό δράσεων, λόγω του σημαντικού χώρου που απαιτεί η απεικόνισή τους. Ακόμα υπάρχει αδυναμία στην απεικόνιση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των δράσεων του έργου και τέλος αδυναμία για την παρουσίαση των κρίσιμων δράσεων ή δραστηριοτήτων για την επιτυχή ολοκλήρωση του συνολικού έργου.

Στον οριζόντιο άξονα ενός διαγράμματος Gantt απεικονίζεται ο χρόνος. Βασική προϋπόθεση αποτελεί όλες οι διάρκειες των δραστηριοτήτων να μετρώνται με την ίδια χρονική μονάδα μέτρησης. Οι δραστηριότητες του έργου συμβολίζονται με οριζόντιες ράβδους και το μήκος τους είναι ανάλογο της διάρκειας τους.



5. ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ & ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

5.1 Προμέτρηση Υλικών

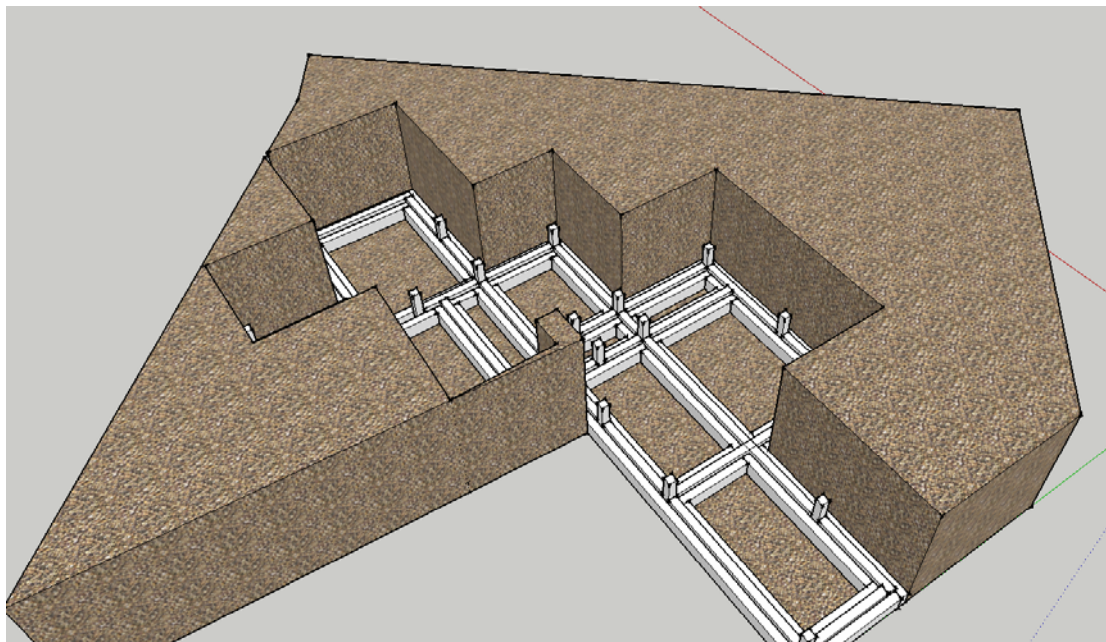
Για την ακριβή μέτρηση των υλικών και των εργασιών που θα πρέπει να εκτελεστούν αρχικώς θα πρέπει να διαχωρίσουμε τις εργασίας. Η διάκριση που ακολουθείται στην παρούσα κατασκευή διαρθρώνεται ως εξής:

- Όγκου Εκσκαφής
- Σκυροδέματος
- Εξωτερικών Τοιχοποιιών
- Εσωτερικών Τοιχοποιιών
- Χρωμάτων
- Εξωτερικών Κουφωμάτων
- Εσωτερικών Κουφωμάτων
- Δαπέδων
- Ηλεκτρομηχανολογικών
Εγκατάστασεων

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι προμετρήσεις για κάθε μια κατηγορία ξεχωριστά στο αντίστοιχα υποκεφάλαιο.

5.2 Εκσκαφή

Η εκσκαφή χωρίζεται σε γενική εκσκαφή και ειδική. Η γενική εκσκαφή αφορά μέχρι και την στάθμη του δεύτερου υπογείου, ενώ η ειδική για τη στάθμη της θεμελίωσης. Καθώς η θεμελίωση είναι πεδילוδοκοί δεν απαιτείται να γίνει γενική θεμελίωση στο επίπεδο τους για λόγους οικονομίας. Το βάθος της γενικής εκσκαφής είναι 5,0 μέτρα και το βάθος της ειδικής εκσκαφής είναι 0,8 μέτρα. Το εμβαδόν της γενικής εκσκαφής μετρήθηκε στο πρόγραμμα AutoCAD 201,0 μ². Και της ειδικής εκσκαφής 80,0 μ² αντίστοιχα



Εικόνα 19 Τρισδιάστατη απεικόνιση του σκάματος της οικοδομής

Πίνακας 3 Υπολογισμός όγκου εκσκαφής

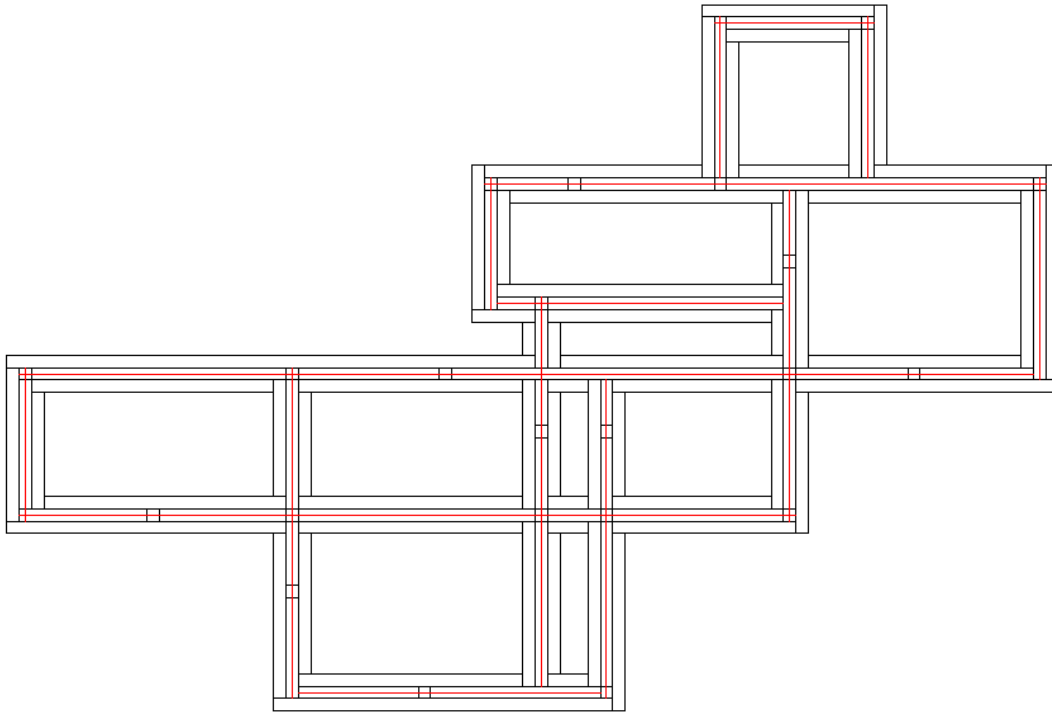
Είδος Εκσκαφής	Βάθος (μ.)	Περίμετρος (μ ²)	Όγκος Έκσκαφής (μ ³)
Γενική Εκσκαφή	5,0	201,0	1005
Ειδική Εκσκαφή	0,8	80,	64
Σύνολο			1069

5.3 Σκυροδετήσεις

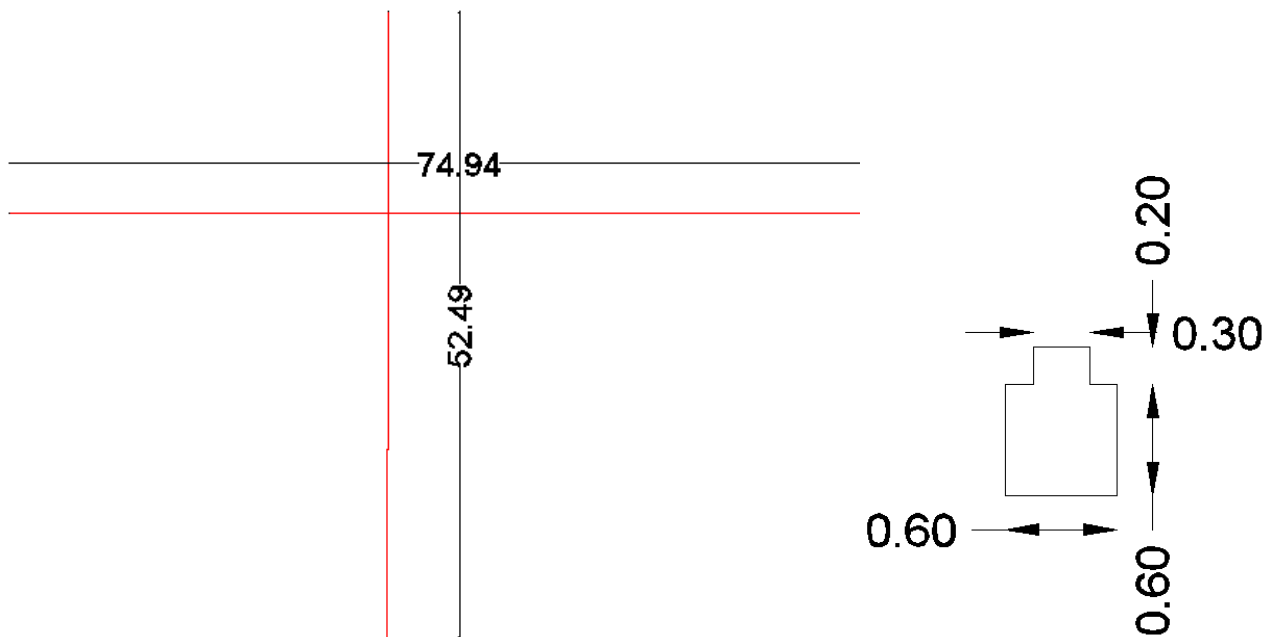
Η προμέτρηση των σκυροδετήσεων περιλαμβάνει την σκυροδέτηση των θεμελίων, της πλάκας καθαριότητας, των κολόνων, των δοκαριών και των πλακών της κατασκευής

Οι διαστάσεις για την πεδιλοδοκό στην περίπτωση μελέτης υπολογίστηκαν σε 30*80. Για το πέλμα το πλάτος για λόγους ασφαλείας επιλέγουμε πέλμα 60cm. Θα πρέπει να σκεφτούμε ένα ανεστραμμένο T όπου το ύψος του κορμού είναι 80 εκατοστά και το πάχος της βάσης 60 εκατοστά και το πάνω μέρος της του πέλματος θα είναι 20 εκατοστά.

Στο επόμενο σχήμα διακρίνεται η κάτοψη της θεμελίωσης. Με κόκκινη γραμμή στο πρώτο σχήμα διακρίνεται το μήκος κάθε πεδίου, ενώ στο δεύτερο το άθροισμα αυτών. Στην συνέχεια τα αθροίσματα τα πολλαπλασιάζουμε με 30*20 για την πεδילוδοκό και



Εικόνα 20 Σκαρίφημα υπολογισμού σκυροδέτησης πεδילוδοκών

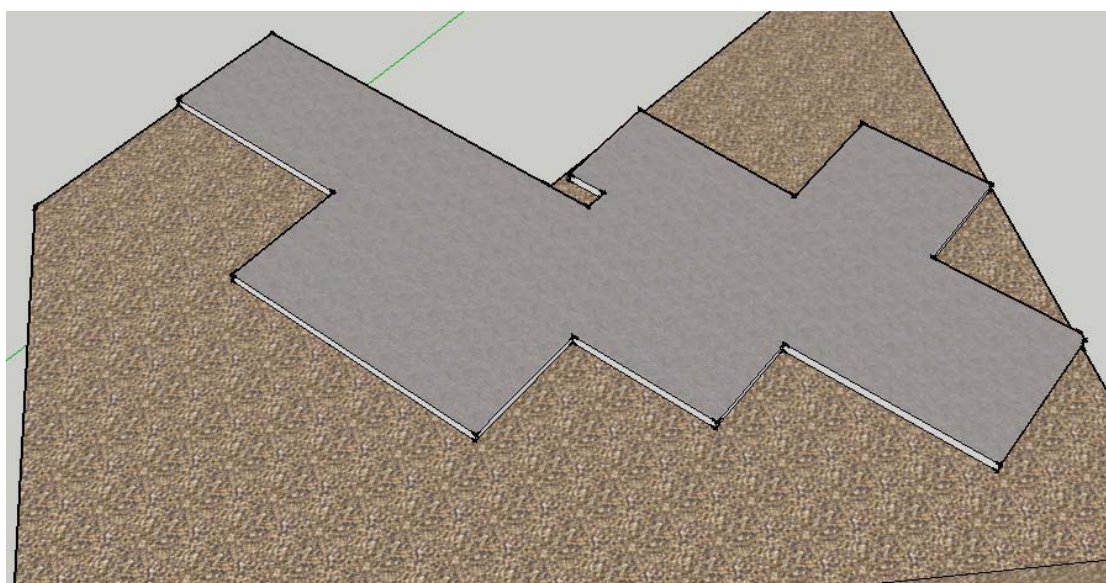


Εικόνα 21 Συνολικό άθροισμα μήκους πεδילוδοκών

Πίνακας 4 Υπολογισμός όγκου σκυροδέματος θεμελίων

	Μήκος(μ)	Ύψος(μ)	Πλάτος (μ)	Σκυρόδεμα (μ ³)
Πέδιλο	127,43	0,60	0,60	45,87
Δοκός	127,43	0,20	0,30	7,64
Σύνολο				53,52

Στην συνέχεια υπολογίζεται η πλάκα σκυροδέματος καθαριότητας. Για τον υπολογισμό της χρειαζόμαστε το πάχος της (10 εκ.) και το εμβαδόν της (184.47μ.)



Εικόνα 22 Στρώση μπετόν καθαριότητας

Πίνακας 5 Υπολογισμός όγκου σκυροδέματος πλάκας καθαριότητας

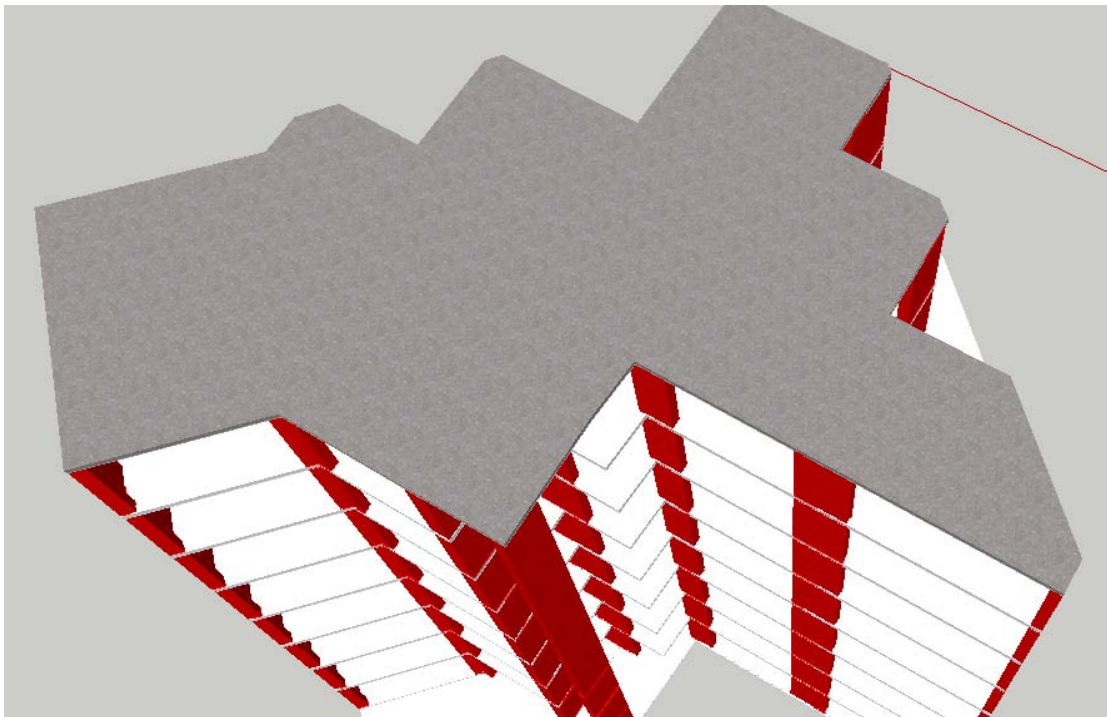
	Εμβαδόν (μ ²)	Ύψος(μ)	Σκυρόδεμα (μ ³)
Πλάκα	184.47	0,10	18.44
Σύνολο			18.44

Πίνακας 6 Υπολογισμός όγκου σκυροδέματος τοιχείων υπόγειου

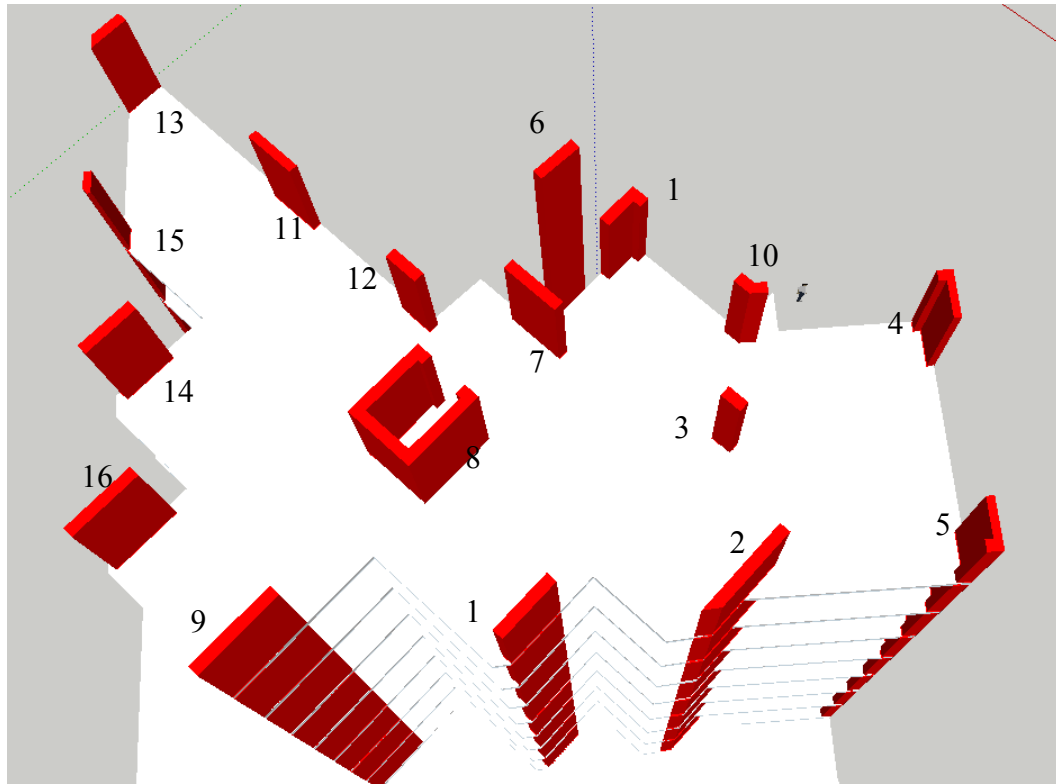
	Περίμετρος (μ)	Πλάτος	Ύψος(μ)	Σκυρόδεμα (μ ³)
Τοιχείο	87,00	0,20	5,00	87,00

Πίνακας 7 Υπολογισμός όγκου σκυροδέτησης πλάκων

Πλάκα ανά Επίπεδο	Ύψος Πλάκας	Εμβαδόν Πλάκας	Όγκος Πλάκας
Υπόγειο Β	0,20	127,43	25,486
Υπόγειο Α	0,20	127,43	25,486
Ισόγειο	0,20	184,5	36,9
1ος Όροφος	0,20	184,5	36,9
2ος Όροφος	0,20	184,5	36,9
3ος Όροφος	0,20	184,5	36,9
4ος Όροφος	0,20	184,5	36,9
5ος Όροφος	0,20	184,5	36,9
6ος Όροφος	0,20	184,5	36,9
7ος Όροφος	0,20	184,5	36,9
8ος Όροφος	0,20	184,5	36,9
Δώμα	0,20	25	5
Σύνολο			388,07



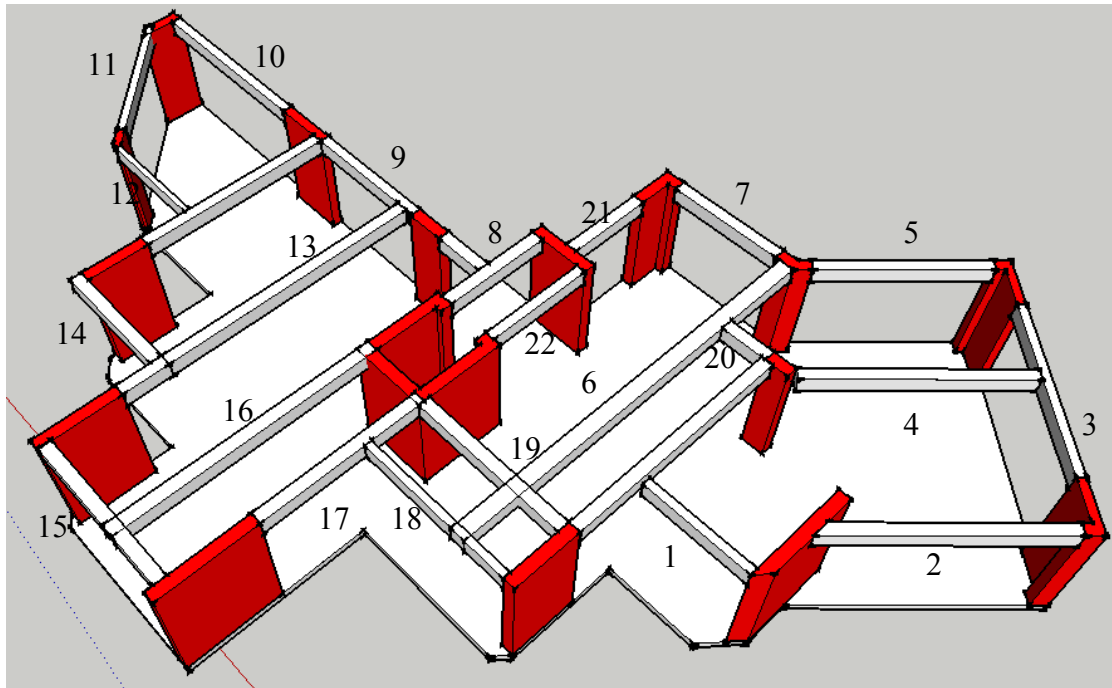
Εικόνα 23 Τρισδιάστατη απεικόνιση τυπικής πλάκας ορόφων



Εικόνα 24 Υπολογισμός όγκου κολώνων κατασκευής

Πίνακας 8 Υπολογισμός όγκου σκυροδέτησης υποστυλωμάτων

Αριθμός κολώνας	Ύψος	Πλάτος	Μήκος	Επαναλήψεις	Όγκος
1	2,8	0,25	1,5	8	8,4
2	2,8	0,25	1,8	8	10,08
3	2,8	0,25	0,45	8	2,52
4	2,8	0,30	1,60	8	10,752
5	2,8	0,30	1,60	8	10,752
6	2,8	0,30	1,70	8	11,424
7	2,8	0,30	1,50	8	10,08
8	2,8	0,40	4,2	8	37,632
9	2,8	0,30	1,70	8	11,424
10	2,8	0,30	0,50	8	3,36
11	2,8	0,30	0,70	8	4,704
12	2,8	0,30	1,20	8	8,064
13	2,8	0,30	1,20	8	8,064
14	2,8	0,30	1,30	8	8,736
15	2,8	0,30	1,30	8	8,736
16	2,8	0,30	1,30	8	8,736
Σύνολο					163,464



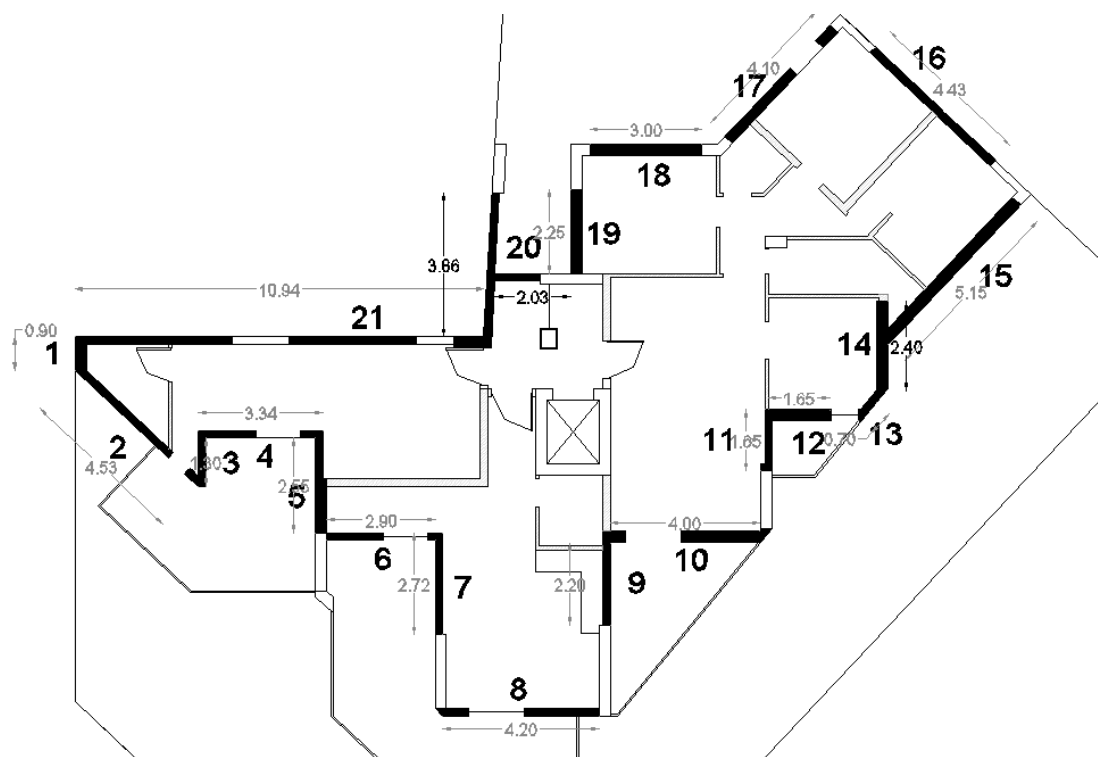
Πίνακας 9 Υπολογισμός όγκου σκυροδέτησης δοκαριών

Αριθμός κολώνας	Ύψος	Πλάτος	Μήκος	Επαναλήψεις	Όγκος
1	0,4	0,25	2,60	8	2,08
2	0,4	0,25	5,20	8	4,16
3	0,4	0,25	4,40	8	3,52
4	0,4	0,25	4,10	8	3,28
5	0,4	0,25	4,10	8	3,28
6	0,4	0,25	10,00	8	8
7	0,4	0,25	3,00	8	2,4
8	0,4	0,25	1,80	8	1,44
9	0,4	0,25	3,40	8	2,72
10	0,4	0,25	4,90	8	3,92
11	0,4	0,25	3,20	8	2,56
12	0,4	0,25	3,10	8	2,48
13	0,4	0,25	6,80	8	5,44
14	0,4	0,25	3,20	8	2,56
15	0,4	0,25	4,30	8	3,44
16	0,4	0,25	5,10	8	4,08
17	0,4	0,25	3,60	8	2,88

18	0,4	0,25	3,50	8	2,8
19	0,4	0,25	3,50	8	2,8
20	0,4	0,25	0,80	8	0,64
21	0,4	0,25	1,20	8	0,96
22	0,4	0,25	1,80	8	1,44
Σύνολο					66,88

5.4 Εξωτερική Τοιχοποιία

Για τον υπολογισμό της εξωτερικής τοιχοποιίας διαχωρίζουμε την τοιχοποιία σε αυτόνομα παραλληλόγραμμα και τα αριθμίζουμε. Στην συνέχεια καταγράφουμε το μήκος τους και το ύψος τους, ώστε από το γινόμενο τους να προκύψει το εμβαδόν της τοιχοποιίας του εκάστοτε παραλληλόγραμμου.



Εικόνα 25 Σκαρίφημα τυπικού ορόφου, σκιαγράμμιση εξωτερικής τοιχοποιίας

Πίνακας 10 Υπολογισμός τετραγωνικών εξωτερικής τοιχοποιίας

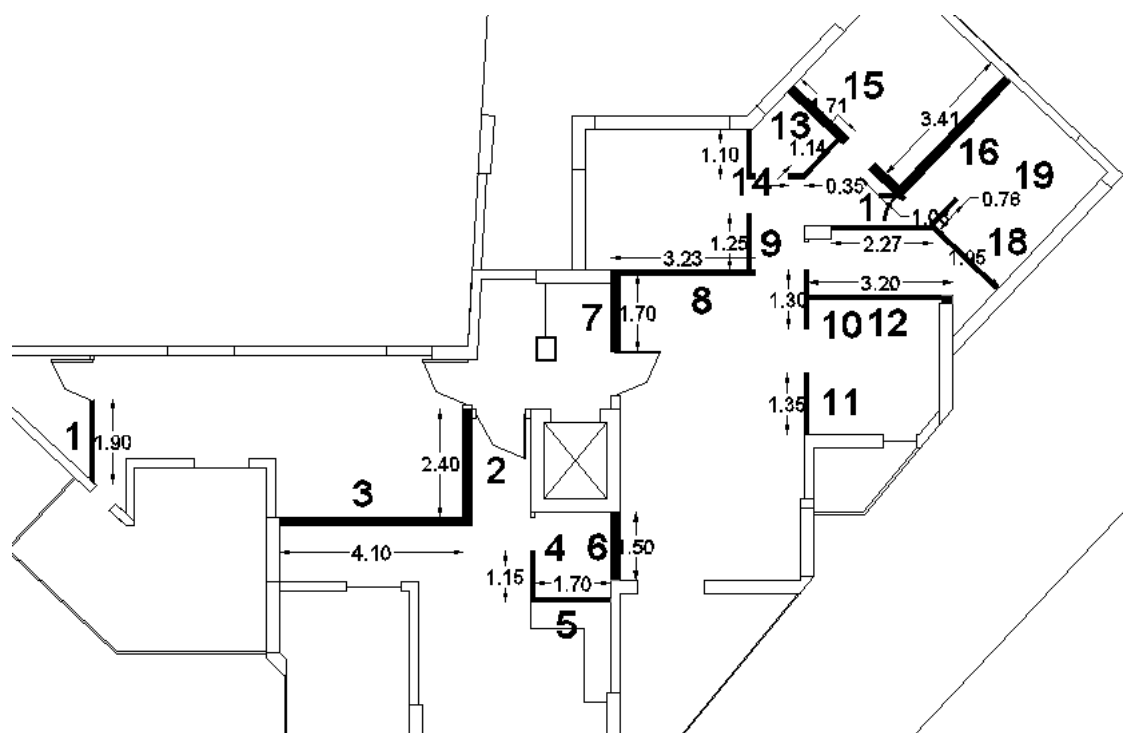
Αριθμός Τοίχου	Ύψος (μ.)	Μήκος (μ.)	Εμβαδόν (μ ²)
1	2,8	0,90	2,52

2	2,8	4,53	12,684
3	2,8	1,30	3,64
4	2,8	3,34	9,352
5	2,8	2,55	7,14
6	2,8	2,90	8,12
7	2,8	2,72	7,616
8	2,8	4,20	11,76
9	2,8	2,20	6,16
10	2,8	4,00	11,2
11	2,8	1,65	4,62
12	2,8	1,60	4,48
13	2,8	0,70	1,96
14	2,8	2,40	6,72
15	2,8	5,15	14,42
16	2,8	4,43	12,404
17	2,8	4,10	11,48
18	2,8	3,00	8,4
19	2,8	2,25	6,3
20	2,8	5,89	16,492
21	2,8	10,94	30,632
Σύνολο ανα όροφο			170,66
Σύνολο οικοδομής		= 8 * 170,66	1584,8

5.5 Εσωτερική Τοιχοποιία

Για τον υπολογισμό της εσωτερικής τοιχοποιίας διαχωρίζουμε την τοιχοποιία σε αυτόνομα παραλληλόγραμμα και τα αριθμίζουμε. Στην συνέχεια καταγράφουμε το

μήκος τους και το ύψος τους, ώστε από το γινόμενο τους να προκύψει το εμβαδόν της τοιχοποιίας του εκάστοτε παραλληλόγραμμου



Εικόνα 26 Σκαρίφημα τυπικού ορόφου, σκιαγράμμιση εσωτερικής τοιχοποιίας

Πίνακας 11 Υπολογισμός τετραγωνικών εσωτερικής τοιχοποιίας

Αριθμός Τοίχου	Ύψος (μ.)	Μήκος (μ.)	Εμβαδόν (μ ²)
1	2,8	1,90	5,32
2	2,8	2,40	6,72
3	2,8	4,10	11,48
4	2,8	1,15	3,22
5	2,8	1,70	4,76
6	2,8	1,50	4,2
7	2,8	1,70	4,76
8	2,8	3,25	9,1
9	2,8	1,25	3,5
10	2,8	1,30	3,64

11	2,8	1,35	3,78
12	2,8	3,20	8,96
13	2,8	1,15	3,22
14	2,8	1,45	0,98
15	2,8	1,70	4,76
16	2,8	3,40	9,52
17	2,8	3,33	2,8
18	2,8	1,95	5,46
19	2,8	0,80	2,24
Σύνολο ανά όροφο			98,42
Σύνολο οικοδομής	= 8 * 98,42		787,36

5.6 Χρωματισμοί

Η προμέτρηση των χρωματισμών προκύπτει από το άθροισμα των τετραγωνικών της εσωτερικής και της εξωτερικής τοιχοποιίας. Το άθροισμα στην συνέχεια υπολογίζεται 2 φορές καθώς η τελική επιφάνεια που χρωματίστηκε αφορά και τις δύο πλευρές της εκάστοτε τοιχοποιίας.

Πίνακας 12 Συνολικό αποτέλεσμα χρωματισμών

Εξωτερική Τοιχοποιία	Εσωτερική Τοιχοποιία	Πολλαπλασιαστής	Σύνολο
1365,28	787,36	2	4.305,28

5.1 Δάπεδα

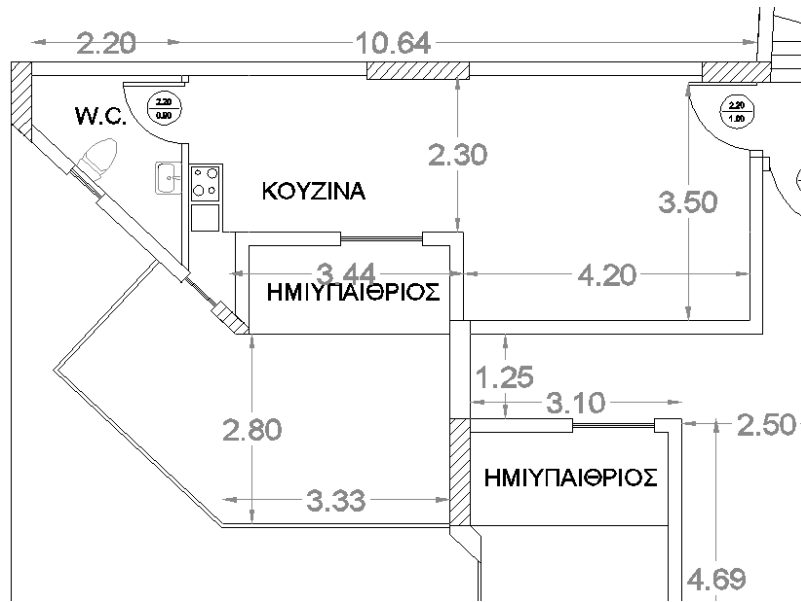
Για τον υπολογισμό των δαπέδων θα πρέπει να προσδιορίσουμε το υλικό επίστρωσης σε κάθε χώρο καθώς και το εμβαδόν των χώρων του κάθε διαμερίσματος. Προτείνεται στην κουζίνα, τους εξώστες και τα λουτρά να τοποθετηθούν κεραμικά πλακίδια διαστάσεων $0,20 * 0,20 \mu^2$ ενώ στα υπνοδωμάτια και στο καθιστικό να τοποθετηθούν κεραμικά πλακίδια $0,40 * 0,40 \mu^2$



Εικόνα 27 Εξωτερικά η πολυκατοικία θα χρωματισθεί με απαλό μπεζ χρώμα

Πίνακας 13 Υπολογισμοί πατωμάτων για το διαμέρισμα Α

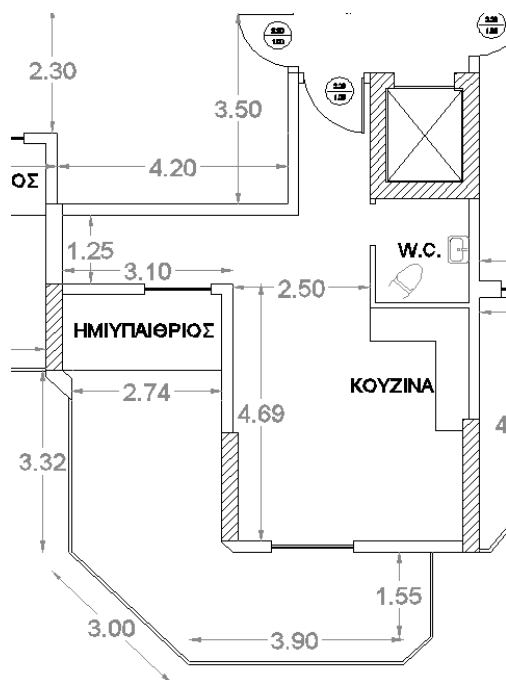
	Υλικό Επίστρωσης	Εμβαδόν Επιφάνειας
Κουζίνα	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	9,20
Εξώστες	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	14,35
Λουτρό	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	3,80
Υπνοδωμάτια	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	5,45
Καθιστικό	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	9,35
Σύνολο		42,15



Εικόνα 28 Σκαρίφημα υπολογισμού εμβαδόν πατωμάτων διαμερίσματος Α

Πίνακας 14 Υπολογισμοί πατωμάτων για το διαμέρισμα Β

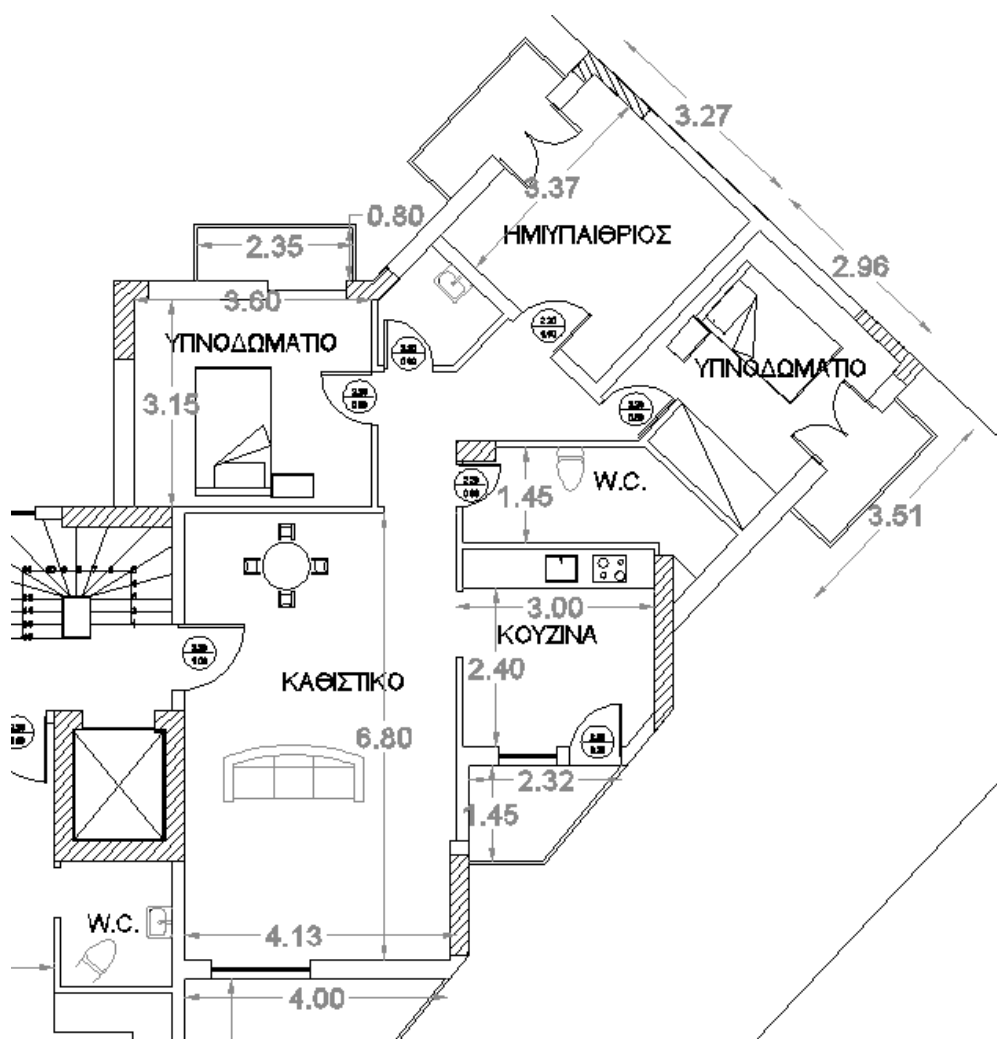
	Υλικό Επίστρωσης	Εμβαδόν Επιφάνειας
Κουζίνα	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	9,55
Εξώστες	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	19,90
Λουτρό	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	3,20
Υποδομάτια	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	7,00
Καθιστικό	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	11,70
Ημιυπαίθριος	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	4,00
Σύνολο		55,35



Εικόνα 29 Σκαρίφημα υπολογισμού εμβαδόν πατωμάτων διαμερίσματος Β

Πίνακας 15 Υπολογισμοί πατωμάτων για το διαμέρισμα Γ

	Υλικό Επίστρωσης	Εμβαδόν Επιφάνειας
Κουζίνα	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	7,20
Εξώστες	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	2+2+2+2,5+9,5 = 18
Λουτρό	Κεραμικά Πλακάκια 0,40*0,40	2,3+5,4
Υπνοδωμάτιο Α	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	11,35
Υπνοδωμάτιο Β	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	10,40
Καθιστικό	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	27,70
Ημιυπαίθριος	Κεραμικά Πλακάκια 0,20*0,20	11,12
Σύνολο		85,77



Εικόνα 30 Σκαρίφημα υπολογισμού εμβαδόν πατωμάτων διαμερίσματος Γ

5.2 Κουφώματα

Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται οι προμετρήσεις των κουφωμάτων (εσωτερικών και εξωτερικών) για κάθε ένα διαμέρισμα.

Πίνακας 16 Προμέτρηση κουφωμάτων για το διαμέρισμα Α

ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ Α	Ποσότητα	Πλάτος	ύψος
	τμχ	μ.	μ.
Εσωτερικές Πόρτες	1	0,8	2,2
Πόρτα Ασφαλείας	1	1,1	2,2
Εξωτερικές Συρώμενες Πόρτες	1	2,3	2,2
Παράθυρα Κουζίνας	1	1	1,3
Παράθυρο Λουτρού	1	0,6	0,8

Πίνακας 17 Προμέτρηση κουφωμάτων για το διαμέρισμα Β

ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ Β	Ποσότητα	Πλάτος	ύψος
	τμχ	μ.	μ.
Εσωτερικές Πόρτες	1	0,8	2,2
Πόρτα Ασφαλείας	1	1,1	2,2
Εξωτερικές Συρώμενες Πόρτες	1	2,3	2,2

Πίνακας 18 Προμέτρηση κουφωμάτων για το διαμέρισμα Γ

ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ Γ	Ποσότητα	Πλάτος	ύψος
	τμχ	μ.	μ.
Εσωτερικές Πόρτες	6	0,8	2,2
Πόρτα Ασφαλείας	1	1,1	2,2
Εξωτερικές Συρώμενες Πόρτες	5	2,3	2,2
Παράθυρα Κουζίνας	1	1	1,3
Παράθυρο Λουτρού	2	0,6	0,8

5.3 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

Το κόστος των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων προσδιορίζεται σε 15.000 € ανά όροφο. Σε αυτή την δαπάνη στην συνέχεια προσθέτονται και οι δαπάνες για την προμήθεια και την τοποθέτηση του φωτοβολταϊκού συστήματος, το οποίο ανέρχεται σε 12.000 € όπως προκύπτει από τους υπολογισμούς που αναφέρονται στο επόμενο κεφάλαιο.

5.4 Αποτελέσματα Προμέτρησης

Από τα αποτελέσματα της προμέτρησης προκύπτει ο ακόλουθος συγκεντρωτικός πίνακας.

Πίνακας 19 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα προμέτρησης

1	Όγκου Εκσκαφής	1069 m ³
2	Όγκου Σκυροδέματος C16/20	18,44 m ³
3	Όγκου Σκυροδέματος C20/25	758.4 m ³
4	Χάλυβας Οπλισμού	147,8 tn
5	Εξωτερικών Τοιχοποιιών	1584.8 m ²
6	Εσωτερικών Τοιχοποιιών	787.36 m ²
7	Χρωμάτων	4.305 m ²
8	Εξωτερικών Κουφωμάτων	56 τμχ.
9	Εσωτερικών Κουφωμάτων	64 τμχ.
10	Κουφώματα Λουτρού	32 τμχ.
11	Κουφώματα Κουζίνας	24 τμχ.
12	Πόρτες Ασφαλείας	24 τμχ.
13	Δαπέδων	1.466,16 m ²

5.5 Κοστολόγηση

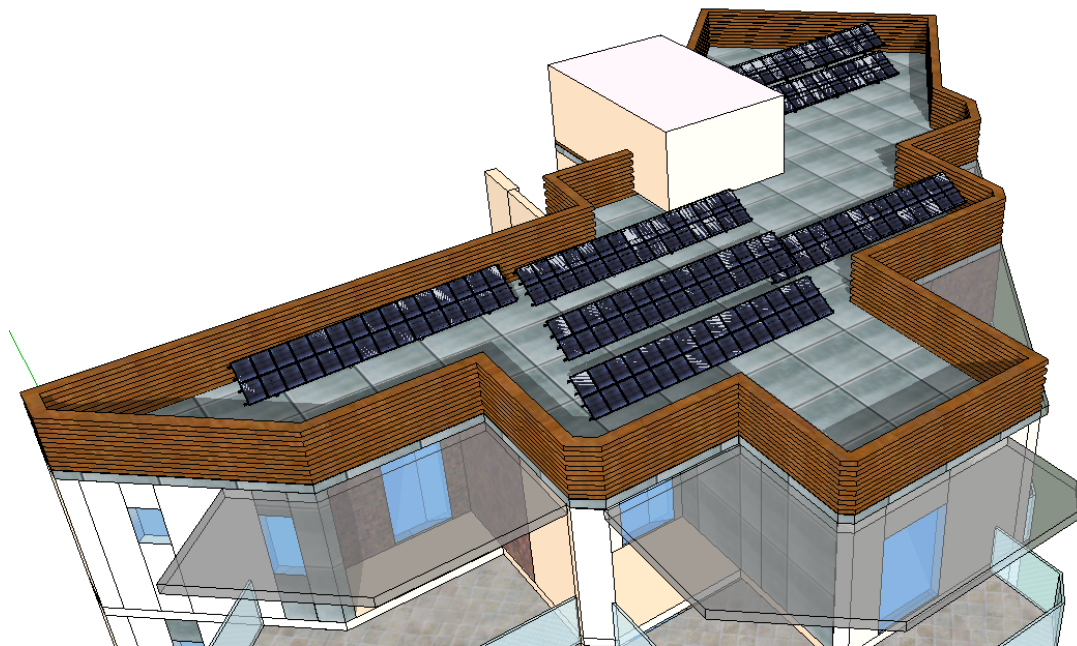
α/α	Περιγραφή Εργασίας	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Κόστος Εργασίας	Δαπάνη
1	Όγκου Εκσκαφής	1069 m ³	6€/m ³	8.000€	14.414 €
2	Όγκου Σκυροδέματος C16/20	18,44 m ³	50€/m ³	75€/m ³	2.305€
3	Όγκου Σκυροδέματος C20/25	758.4 m ³	55€/m ³	75€/m ³	98.592€
4	Χάλυβας Οπλισμού	147,8 tn	80€/tn	14€/tn	13.893,2€
5	Εξωτερικών Τοιχοποιιών	1584.8 m ²	20€/m ²	20€/m ²	63.392€
6	Εσωτερικών Τοιχοποιιών	787.36 m ²	10€/m ²	10€/m ²	15.747,2€
7	Χρωμάτων	4.305 m ²	1,2 €/m ²	7€/m ²	35.301€
8	Εξωτερικών Κουφωμάτων	56 τμχ.	800€/τμχ	10.000€	44.800€
9	Εσωτερικών Κουφωμάτων	64 τμχ.	200€/τμχ		12.800€
10	Κουφώματα Λουτρού	32 τμχ.	100€/τμχ		3.200€
11	Κουφώματα Κουζίνας	24 τμχ.	100€/τμχ		2.400€
12	Πόρτες Ασφαλείας	24 τμχ.	1.000€/τμχ		24.000€
13	Δάπεδα	1.466,16 m ²	8€/m ²	8€/m ²	23.458,56€
14	Φωτοβολταικά		12.000€		12.000€
15	Η/Μ	8 όροφοι	120.000€	50.000€	170.000 €
	Σύνολο				596.303 €

6. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ

6.1 Τοποθέτηση Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ οικιακού συστήματος έως 10kW σύμφωνα με τις σημερινές ισχύουσες διατάξεις σε χώρους επι του κτιρίου οι οποίοι δεν είναι βατοί απο τους χρήστες αποτελεί άριστη λύση τόσο από πλευράς οικονομικής απόσβεσης της εγκατάστασης αλλά και την δημιουργία κερδοφορίας μέσω αυτής. Οι παράμετροι οι οποίοι καθορίζουν και πρέπει να προσδιοριστούν στην τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πάνελ είναι :

1. Τοποθεσία – χωροθέτηση εγκατάστασης
2. Τετραγωνικά μέτρα
3. Τύπος φωτοβολταϊκού πάνελ
4. Χρονική διάρκεια που απαιτείται για την εγκατάσταση.
5. Κόστος Εγκατάστασης
6. Ποσότητα παραγόμενης ενέργειας
7. Χρόνος απόσβεσης



Εικόνα 31 Το δώμα της οικοδομής

6.2 Υπολογισμός Εγκατεστημένης Ισχύς

Για τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύς έγινε χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στην κάτωψη της οροφής του δώματος. Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει να τοποθετηθούν ένα μέτρο από την περίμετρο του δώματος. Στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να τοποθετηθεί μόνο μία συστοιχία στον επιτρεπόμενο διαθέσιμο χώρο και για αυτό επειδή το κτήριο είναι στενόμακρο με την μεγάλη πλευρά προς το Νότο.

Η εγκατάσταση των ΦΒ πλαισίων θα τοποθετηθούν σε αρθρωτές μεταλλικές βάσεις και σε κατάλληλη γωνία κλίσης 30° (συναρτήσει το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής της Καλαμάτας) ώστε να έχουμε την μέγιστη ετήσια παραγωγή. Στο διαθέσιμο χώρο μπορούν να τοποθετηθούν 16 φωτοβολταϊκά με διαστάσεις **1652x1000mm** που είναι η συνηθισμένη διάσταση για φωτοβολταϊκα πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου². Ο τελικός αριθμός όμως των ΦΒ πλαισίων που θα εγκαταστήσω εξαρτάται από τη διαστασιολόγηση. Υπάρχουν λοιπόν ειδικά λογισμικά που λαμβάνουν υπόψη τους τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ΦΒ πλαισίων και του αντιστροφέα που θα χρησιμοποιήσουμε. Έτσι για την συγκεκριμένη περίπτωση και με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διαθέσιμων αντιστροφέων βλέπουμε ότι ο **κατάλληλος αριθμός των ΦΒ πλαισίων είναι δεκαπέντε (15)**, ώστε να δουλεύει το σύστημα με την μεγαλύτερη απόδοση όλη την διάρκεια του χρόνου. Οι διαφορετικές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του χρόνου επηρεάζουν τόσο τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστροφα όσο και των ΦΒ πλαισίων και έτσι με την διαστασιολόγηση του συστήματος επιλέγουμε το καταλληλότερο σύστημα ώστε το σύστημα να αποκρίνεται βέλτιστα στις μεταβολές αυτές. Στη προκειμένη περίπτωση η ονομαστική ισχύς του συστήματος θα είναι:

$$15 \times 230 \text{ Wp} = 3450 \text{ Wp} \quad (3,45 \text{ kWp})$$

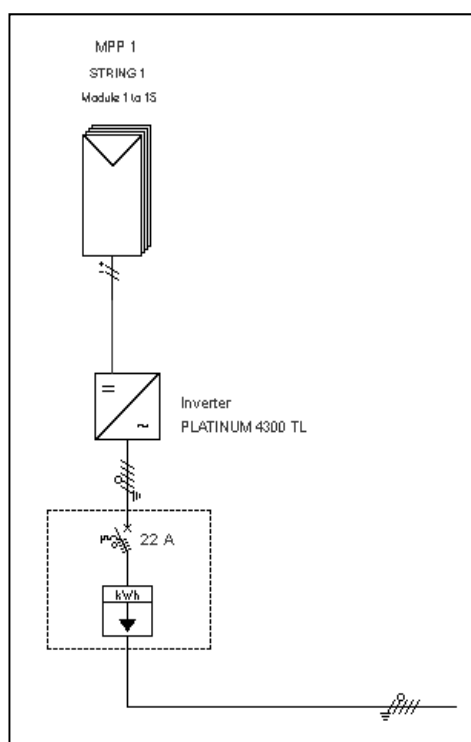
6.3 Ηλεκτρομηχανικός εξοπλισμός

Η συνολική ισχύς του Φ/Β συστήματος τεχνολογίας πολυκρυσταλλικού πυριτίου είναι 3.450 Wp και αποτελείται από 15 πλαίσια ονομαστικής ισχύος 230 Wp το καθένα. Η εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων θα γίνει σε σταθερές μεταλλικές βάσεις,

² Το πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου αναλύεται στο κεφάλαιο 1.2.1.2 Τύποι Φωτοβολταϊκών στοιχείων

κατάλληλα τοποθετημένες στην οροφή του δώματος. Οι μεταλλικές βάσεις είναι αρθρωτές, από γαλβανισμένο αλουμίνιο για αντισκωρική προστασία και ο ακριβής σχεδιασμός κάθε υποσυστήματος στήριξης θα γίνει κατά την μελέτη εφαρμογής.

Η μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε διασυνδεδεμένο θα γίνει με αντιστροφέα και η ομαδοποίηση μεταξύ των Φ/Β πλαισίων και του αντιστροφέα έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε οι μονάδες αυτές να είναι συμβατές μεταξύ τους, τόσο κατά τη λειτουργία των συστημάτων για μέγιστη παραγωγή ενέργειας όσο και για την τριφασική ή μονοφασική διασύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ προκειμένου να αποφεύγονται φαινόμενα ηλεκτρικής ασυμμετρίας. Στη περίπτωση που η ονομαστική ισχύς του συστήματος ήταν μεγαλύτερη από 5kWp θα γινόταν τριφασική σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούνται από ηλεκτρονικό και ηλεκτρολογικό εξοπλισμό ενώ ο χώρος εγκατάστασης απαιτείται να είναι ανεμπόδιτος για αποφυγή σκιάσεων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την χρήση εκτεταμένων μεταλλικών κατασκευών διαμορφώνουν ένα ικανό συλλεκτήριο σύστημα για κεραυνικά και επαγωγικά πλήγματα αλλά και κρουστικές υπερτάσεις μέσω του δικτύου της ΔΕΗ. Για αυτό το λόγο το ΦΒ σύστημα προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος αντικεραυνικής προστασίας από πιθανές κρουστικές και επαγωγικές υπερτάσεις που μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στον αντιστροφέα.



6.4 Εκτίμηση Ενεργειακής Απόδοσης– Απόσβεση Επένδυσης

Η συνολική ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που θα διοχετευτεί στο δίκτυο από τον Φ/Β σταθμό ισχύος 3,45 kWp με σταθερή γωνία κλίσης εκτιμάται σε 4554 kWh (1320kWh/Kwp * 3,45kWp) και τα ετήσια έσοδα θα ανέρχονται σε 1047,42 € με τιμή πώληση της κιλοβατώρας 0,23 €/kWh. Η οικονομική απολαβή από την παραγόμενη

ενέργεια προκαλεί απόσβεση της επένδυσης σε 12 έτη παρέχοντάς σας καθαρό κέρδος τα υπόλοιπα 13 έτη του συμβολαίου με τη ΔΕΗ. Ο τρόπος υπολογισμού που ακολουθήθηκε βασίστηκε σε ειδικό λογισμικό πρόγραμμα προσομοίωσης που χρησιμοποιεί ωριαίες χρονοσειρές έντασης ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας περιβάλλοντος στην περιοχή της εγκατάστασης και επισυνάπτεται ως συνημμένο.

Πίνακας 20 Στοιχεία εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ

Δεδομένο	Τιμή	Παρατηρήσεις
Τ.μ. καλυπτόμενης επιφάνειας	24.5 τ.μ.	Θα τοποθετηθούν στην οροφή του δώματος
Τεμάχια τοποθετούμενων πάνελ	15 τμχ.	Διαστάσεις 1650 *990 mm ²
Κόστος τεμαχίου	800€	Συνολικό Κόστος : <u>12000€*</u>
Ονομαστική ισχύς τεμαχίου	230 Wp	Προδιαγραφές κατασκευαστή
Συνολική Ισχύς	3.450 Wp	15 * 230 Wp = 3.450 Wp
Ετήσια Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια	4.554 kWh	1320kWh/Kwp * 3,45kWp
Τιμή πώλησης κιλοβατώρας στο Δίκτυο της Δ.Ε.Η.	0,23 €	Για το τρέχων έτος (2013)
Κέρδος ανά έτος	1047,42 €	0,23 * 4.554 = 1047,42 €

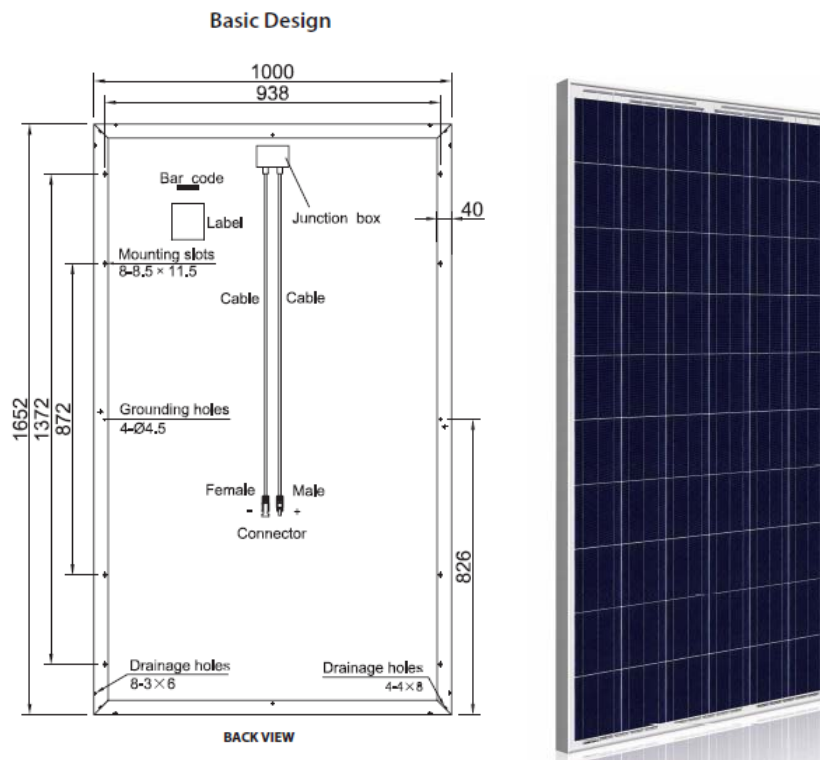
Πίνακας 21 Ανάλυση Κόστους Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

Φωτοβολταϊκή Συστοιχία	8.000 €
Αντιστροφέας	1.300 €
Βάσεις	1.500 €
Αντικεραυνικά	500 €
Εργασία	500 €
Καλωδιώσεις	120 €
Πίνακας	80 €

Electrical Characteristics at Standard Test Conditions (STC)

Power Class	225 W	230 W	235 W	240 W	245 W	250 W
Maximum Power (P_{max})	225 W	230 W	235 W	240 W	245 W	250 W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	36.7 V	36.8 V	36.8 V	37.0 V	37.1 V	37.2 V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.18 A	8.34 A	8.44 A	8.54 A	8.64 A	8.74 A
Voltage at Maximum Power (V_{mpp})	29.9 V	30.0 V	30.1 V	30.2 V	30.3 V	30.4 V
Current at Maximum Power (I_{mpp})	7.53 A	7.67 A	7.81 A	7.95 A	8.08 A	8.22 A
Module Efficiency (%)	13.6 %	13.9 %	14.2 %	14.5 %	14.8 %	15.1 %
Cell Efficiency (%)	15.5 %	15.8 %	16.1 %	16.5 %	16.8 %	17.2 %

P_{max} , V_{oc} , I_{sc} , V_{mpp} and I_{mpp} tested at STC defined as irradiance of 1000 W/m^2 at AM 1.5 solar spectrum and temperature $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.
Electrical Characteristics: measurement tolerance of $\pm 3 \%$.



Εικόνα 32 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πάνελ που προτείνονται να εγκατασταθούν

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έρευνα εστίασε στον χρονικό προγραμματισμό μια κατασκευαστικής δραστηριότητας στην διαχείριση των πόρων που απαιτούνται για την υλοποίηση της και στην κοστολόγηση εργασιών. Επειδή μόνο η θεωρητική ανάλυση του προβλήματος δεν θα επέφερε ουσιαστικά και ασφαλή συμπεράσματα, εξετάσθηκε η περίπτωση διαχείρισης ανέγερσης οκταόροφης πολυκατοικίας με δύο υπόγεια.

Για την περάτωση της μελέτης εφαρμόστηκαν διάφορα εργαλεία υπολογισμών, (σχεδιασμός διαγραμμάτων cpm, gannt)

Όσον αφορά την μέθοδο cpm, προέκυψε πως η μεθοδολογία εφαρμογής της είναι αρκετά σύνθετη καθώς αποτελείται από τα εξής στάδια :

- Καθορισμός των εργασιών που συνιστούν του έργου.
- Προσδιορισμός της σειράς με την οποία πρέπει να εκτελεστούν αυτές.
- Εκτίμηση του χρόνου ολοκλήρωσης της κάθε επιμέρους εργασίας.
- Σχεδιασμός του δικτύου των δράσεων.
- 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.
- 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.
- Προσδιορισμός του χρόνου που μπορεί να καθυστερήσει κάθε δράση (χρονικό περιθώριο χρόνου) με βάση την διαφορά των χρόνων που βρέθηκαν στα δύο προηγούμενα βήματα.
- 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.

Όσον αφορά το διάγραμμα gantt, επειδή είχε προηγηθεί η μέθοδος crm και επειδή σχεδιάστηκε στο excel η υλοποίηση του ήταν αρκετά απλή.

Σχετικά με το παράδειγμα μελέτης σύμφωνα με όλους τους υπολογισμούς που έγιναν προκύπτει ότι για την περάτωση του χρειάζονται 343 ημέρες και συνολικά η κατασκευή θα κοστίσει 596.303.000€

Όσον αφορά την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να σημειωθεί πως Τα ενεργητικά συστήματα αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (φωτοβολταϊκά, ηλιακοί συλλέκτες, ανεμογεννήτριες, αντλίες θερμότητας, κτλ) συγκεντρώνουν και ενισχύουν την δυνατότητα ακόμα και της ολοκληρωτικής ενεργειακής αυτονομίας των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων. Η εφαρμογή των σύγχρονων καθαρών τεχνολογιών δόμησης, η χρήση ‘καθαρών’ αβλαβών για το περιβάλλον και τον άνθρωπο υλικών και τεχνολογιών (χαμηλής πρωταρχικής ενέργειας, εξοικονόμησης σπάνιων φυσικών πόρων, ανακυκλώσιμων, αφομοιώσεων και κυρίως μη τοξικών) επαναφέρουν στο ακέραιο μη διαπραγματεύσιμους όρους ζωής που έχουν απαξιωθεί, εκπέσει και τελικά θυσιαστεί στο βωμό της σύγχρονης, μη βιώσιμης ‘τεχνολογικής ανάπτυξης’.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. www.wikimapia.com.
2. www.emy.gr. *Ιστορικό Νοτιοανατολικής Αττικής*. σ.1. : Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία , 2012.
3. <http://site.marathon.gr/dimos-marathonos.html>. *Δήμος Μαραθώνος*.
4. **Νομοθέτική Ρύθμιση, Ν. Φ.Ε.Κ. 125Δ/27-2-1998**.
5. **Ε. Κίρτας, Ε.** *Εδαφομηχανική – Σημειώσεις*. Αθήνα : s.n., 2010.
6. **ΥΠΕΧΩΔΕ, Υ.** *Γενικά Μέτρα Ασφαλείας για τις Επιφανειακές Εκσκαφές*. Αθήνα : s.n., 2001.
7. **Β. Σαραφικά, Β.** *Προγραμματισμός Κατασκευής Οικοδομικού Έργου*. Θεσσαλονίκη : Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ, 2008.
8. **Β. Τσάκαλος, Β.** Διαμόρφωση και Τοποθέτηση Σιδήρου. <http://vtsakalos.blogspot.com/2011/04/blog-post.html>. [Ηλεκτρονικό] 2008.
9. **EUROPEAN COMMISSION, Directorate-General Environment, DG ENV., E-3.** *Management of Construction and Demolition Waste*. April 2000. Working Document No 1,4.
10. **Γ.Ο.Κ.** *Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός*. Αθήνα : Τροποποίηση Ν.2831/9 13-6-2000, 2000.
11. **Γ. Κούκης & Ν. Σαμπατακάκης, Γ.** *Γεωλογία Τεχνικών Έργων*. 2007.
12. **Α.Δ., Πλατής.** *Γεωτεχνικές Εφαρμογές Γεωσυνθετικών Υλικών - Κατακόρυφα γεωσύνθετα στραγγιστήρια*. Αθήνα : ΕΒΕΑ, 2007.

13. Δημούδη, Α. *Οικοδομικά υλικά*. Ξάνθη : s.n., 2006.

14. Θ. Χατζηγώγος, Θ. *Τεχνικά έργα υποδομής - Σημειώσεις σε θέματα υπόγειων έργων με ανοικτή εκσκαφή*. Θεσσαλονίκη : s.n., 2005.

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Η συνοικία Περιβόλια του δήμου Γαλατσίου όπου ανήκει το οικοπέδο μελέτης.....	8
Εικόνα 2 Τα γεωγραφικά όρια του δήμου Γαλατσίου	9
Εικόνα 3 Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον κύριο οδικό άξονα της περιοχής.....	10
Εικόνα 4 Ακριβής θέση κτιρίου στην πολεοδομική ενότητα	10
Εικόνα 5 Τοπογραφικό διάγραμμα οικοπέδου	11
Εικόνα 6 Διάγραμμα κάλυψης οικοπέδου	12
Εικόνα 7 Γεωμετρική αποτύπωση κτιρίου	13
Εικόνα 8 Στάθμες επιπέδων κτιρίου	15
Εικόνα 9 Σχηματική τομή πεδילוδοκού.....	16
Εικόνα 10 Τρισδιάστατη απεικόνιση της θεμελίωσης.....	17
Εικόνα 11 Κάτοψη θεμελίωσης, με εφαρμογή της μεθόδου των πεδילוδοκών	18
Εικόνα 12 Τρισδιάστατη απεικόνιση της θεμελίωσης.....	18
Εικόνα 13 Κάτοψη τυπικού ορόφου.....	19
Εικόνα 14 Ο εξώστης του πρώτου διαμερίσματος	19
Εικόνα 15 Το δώμα του κτιρίου, στο οποίο θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά πάνελ .	20
Εικόνα 16 Λεπτομέρεια από το τρισδιάστατο σχέδιο του κτιρίου	20
Εικόνα 17 Τρισδιάστατο σχέδιο οικοδομής.....	21
Εικόνα 18 Φέρων οργανισμός κατασκευής	29
Εικόνα 19 Τρισδιάστατη απεικόνιση του σκάματος της οικοδομής.....	55
Εικόνα 20 Σκαρίφημα υπολογισμού σκυροδέτησης πεδילוδοκών.....	56
Εικόνα 21 Συνολικό άθροισμα μήκους πεδילוδοκών.....	56
Εικόνα 22 Στρώση μπετόν καθαριότητας.....	57
Εικόνα 23 Τρισδιάστατη απεικόνιση τυπικής πλάκας ορόφων.....	58

Εικόνα 24 Υπολογισμός όγκου κολώνων κατασκευής.....	59
Εικόνα 25 Σκαρίφημα τυπικού ορόφου, σκιαγράμμιση εξωτερικής τοιχοποιίας.....	61
Εικόνα 26 Σκαρίφημα τυπικού ορόφου, σκιαγράμμιση εσωτερικής τοιχοποιίας	63
Εικόνα 27 Εξωτερικά η πολυκατοικία θα χρωματισθεί με απαλό μπλε χρώμα	65
Εικόνα 28 Σκαρίφημα υπολογισμού εμβαδόν πατωμάτων διαμερίσματος Α	66
Εικόνα 29 Σκαρίφημα υπολογισμού εμβαδόν πατωμάτων διαμερίσματος Β	66
Εικόνα 30 Σκαρίφημα υπολογισμού εμβαδόν πατωμάτων διαμερίσματος Γ	67
Εικόνα 31 Το δώμα της οικοδομής.....	71
Εικόνα 32 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πάνελ που προτείνονται να εγκατασταθούν.....	75

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1 Υπολογισμός χαρακτηριστικών κάθε ορόφου	14
Πίνακας 2 Περιγραφή εργασιών.....	24
Πίνακας 3 Υπολογισμός όγκου εκσκαφής.....	55
Πίνακας 4 Υπολογισμός όγκου σκυροδέματος θεμελίων.....	57
Πίνακας 5 Υπολογισμός όγκου σκυροδέματος πλάκας καθαριότητας.....	57
Πίνακας 6 Υπολογισμός όγκου σκυροδέματος τοιχείων υπόγειου	57
Πίνακας 7 Υπολογισμός όγκου σκυροδέτησης πλάκων	58
Πίνακας 8 Υπολογισμός όγκου σκυροδέτησης υποστρωμάτων.....	59
Πίνακας 9 Υπολογισμός όγκου σκυροδέτησης δοκαριών.....	60
Πίνακας 10 Υπολογισμός τετραγωνικών εξωτερικής τοιχοποιίας	61
Πίνακας 11 Υπολογισμός τετραγωνικών εσωτερικής τοιχοποιίας.....	63
Πίνακας 12 Συνολικό αποτέλεσμα χρωματισμών	64
Πίνακας 13 Υπολογισμοί πατωμάτων για το διαμέρισμα Α	65
Πίνακας 14 Υπολογισμοί πατωμάτων για το διαμέρισμα Β.....	66
Πίνακας 15 Υπολογισμοί πατωμάτων για το διαμέρισμα Γ	67
Πίνακας 16 Προμέτρηση κουφωμάτων για το διαμέρισμα Α	68
Πίνακας 17 Προμέτρηση κουφωμάτων για το διαμέρισμα Β.....	68
Πίνακας 18 Προμέτρηση κουφωμάτων για το διαμέρισμα Γ	68
Πίνακας 19 Συγκεντωρικά αποτελέσματα προμέτρησης	69
Πίνακας 20 Στοιχεία εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ	74
Πίνακας 21 Ανάλυση Κόστους Φωτοβολταϊκών Στοιχείων	74