

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Σχολή Μηχανικών – Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Διπλωματική Εργασία

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΣΕ ΕΝΑ ΚΤΗΡΙΟ

Ελισσάβητ Σκάλα

AM 6763

Μάρτιος 2024

Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Ισαάκ Βρυζίδης

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

Βρυζίδης Ισαάκ Επίκουρος Καθηγητής	Πνευματικός Νικόλαος Καθηγητής	Ρεπαπής Κωνσταντίνος Αναπληρωτής Καθηγητής

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Σκάλα Ελισσάβητ,

Μήνας, Έτος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Σκάλα Ελισσάβητ του Χατζί, με αριθμό μητρώου 6763 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία

έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.»

Η Δηλούσα

Σκάλα Ελισσάβητ

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Elissaveta Skala', written over a horizontal line.

Περιεχόμενα

Ευρετήριο.....	
Ευρετήριο Πινάκων.....	
Ευρετήριο Εικόνων	
Περίληψη	1
Abstract.....	2
1 Εισαγωγή.....	3
2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	5
2.1 Τι είναι έργο;.....	5
2.2 Προμέτρηση (BoQ): Αναγκαιότητα, Πρακτικές και Μεθοδολογία.....	7
2.3 Μέθοδοι Κατασκευής.....	9
2.4 Πράσινη Δόμηση και Αειφόρος Κατασκευή.....	11
2.5 Βασικότερες Κατασκευαστικές Μέθοδοι της Ευρώπης	13
2.6 Μέθοδος βαριάς προκατασκευής (Precast).....	14
2.7 Χρονικός Προγραμματισμός	24
2.7.1 Μέθοδοι PERT / CPM και Διάγραμμα Gantt.....	24
2.8 Δομική Ανάλυση Εργασιών (WBS).....	28
3 Περιγραφή Έργου	30
3.1 Κανονιστικό πλαίσιο και Νομοθετικές Διατάξεις.....	34
3.2 Περιγραφή Εργασιών.....	34
4 Αναλυτική Προμέτρηση	38
4.1 Αναλυτικοί Πίνακες Ποσοτήτων και Εργασιών	38
4.2 Συγκεντρωτικός Πίνακας Ποσοτήτων και Εργασιών	48
5 Συγκριτική Ανάλυση Κόστους και Χρόνου για την Συμβατική Μέθοδο Κατασκευής	49
5.1 Ανάλυση Κόστους Συμβατικής κατασκευής Βάσει Α.Τ.Ο.Ε.....	50
5.2 Ανάλυση Κόστους Συμβατικής κατασκευής Βάσει προσφορών προμηθευτών	53
5.3 Οικονομική Προσφορά.....	53
5.4 Χρονικός Προγραμματισμός Συμβατικής μεθόδου κατασκευής.....	56
6 Κοστολόγηση και Χρονικός Προγραμματισμός-Μέθοδος Βαριάς Προκατασκευής.....	60
6.1 Συγκριτική Ανάλυση Κόστους και Χρονικού Προγραμματισμού για τις μεθόδους της συμβατικής κατασκευής έναντι της μεθόδου βαριάς προκατασκευής.....	66
7 Συμπεράσματα.....	68
Βιβλιογραφία.....	70
Παραρτήματα	73
Παράρτημα Α' Υπεύθυνη Δήλωση.....	73
Παράρτημα Β' Σχέδια	74

Ευρετήριο

Ευρετήριο Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΟΓΚΟΥ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΚΣΚΑΦΩΝ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΚΑΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΚΩΝ ΟΡΟΦΩΝ Α-Β-Γ-Δ	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΚΩΝ Ε' ΟΡΟΦΟΥ	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΛΑΚΩΝ ΣΤ' ΟΡΟΦΟΥ	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ Α-Β-Γ-Δ ΟΡΟΦΩΝ	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ Ε' ΟΡΟΦΟΥ	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΣΤ' ΟΡΟΦΟΥ	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΑΠΟΛΗΞΗΣ	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΔΟΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΔΟΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΔΟΚΩΝ Α-Β-Γ-Δ ΟΡΟΦΩΝ	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΔΟΚΩΝ Ε' ΟΡΟΦΟΥ	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 20: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΔΟΚΩΝ ΣΤ' ΟΡΟΦΟΥ	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 21: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΔΟΚΩΝ ΑΠΟΛΗΞΗΣ	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 22: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 23: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 24: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ LAMINATE	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 25: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΛΟΥΤΡΩΝ	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 26: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΘΥΡΩΝ	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 27: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 28: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ & ΕΡΓΑΣΙΩΝ	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 29: ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΙΜΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΕΥΧΟΣ Β' 5565/31.10.2022	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 30: ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΑΠΑΝΩΝ ΈΡΓΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΈΡΓΩΝ	51

Περιεχόμενα - Ευρετήριο

ΠΙΝΑΚΑΣ 31: ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 32: ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ.....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 33: ΠΑΚΕΤΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ, ΔΙΑΡΚΕΙΑ, ΠΡΟ-ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 34: ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΈΡΓΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΒΑΡΙΑΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (PRECAST)	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 35: ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ	66

Ευρετήριο Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1: STADTHAUS, HACKNEY LONDON (DAVIES, 2018)	13
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΓΗΠΕΔΟ ΑΕΚ ΝΕΑ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ © (“ΑΡΜΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ,” 2020)	15
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ (“ΚΤΗΡΙΑ CONCRETAN - ΒΕΤΟΝ,” 2024).....	16
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΜΕ ΟΔΗΓΟΥΣ ΤΙΣ ΑΝΑΜΟΝΕΣ ΤΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ (“ΚΤΗΡΙΑ CONCRETAN - ΒΕΤΟΝ,” 2024)	17
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΜΕΖΟΝΕΤΕΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΣΕ ΠΡΟΑΣΤΙΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ (“ΚΤΗΡΙΑ CONCRETAN - ΒΕΤΟΝ,” 2024)...	17
ΕΙΚΟΝΑ 6: CELLOPHANE HOUSE NYC © PETER AARON/ΟΤΤΟ FOR KIERAN TIMBERLAKE (“CELLOPHANE HOUSE PREFABRICATED ARCHITECTURE & DESIGN FOR DISASSEMBLY,” 2008)	18
ΕΙΚΟΝΑ 7: WOHNREGAL, ΒΕΡΟΛΙΝΟ © DAVID VON BECKER (PAULA PINTOS, 2021)	20
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ WOHNREGAL © DAVID VON BECKER (PAULA PINTOS, 2021).....	21
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ © FAR FROHN&ROJAS (“WOHNREGAL, BERLIN - DEUTSCHE BAUZEITSCHRIFT,” 2020).....	21
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ © (KOLBECK ET AL., 2023)	23
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ PERT ΚΑΙ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (VANHOUCKE, 2016).....	25
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΤΥΠΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ PERT/CPM (VANHOUCKE, 2012)	26
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΤΥΠΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ GANTT (VANHOUCKE, 2012)	27
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΤΥΠΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (VANHOUCKE, 2012).....	29
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΟΨΕΩΣ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ©ΣΤΑΥΡΟΣ & ΑΡΓΥΡΩ ΜΕΝΕΓΚΗ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΚΑΤΟΨΗ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ©ΣΤΑΥΡΟΣ & ΑΡΓΥΡΩ ΜΕΝΕΓΚΗ.....	33
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT ΓΙΑ ΠΑΚΕΤΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ 1 & 2	58
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT ΓΙΑ ΠΑΚΕΤΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ 3	58
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT ΓΙΑ ΠΑΚΕΤΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ 4	59
ΕΙΚΟΝΑ 20: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT ΓΙΑ ΠΑΚΕΤΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ 5	59
ΕΙΚΟΝΑ 21: ΠΡΟΧΥΤΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗ ΜΟΝΩΣΗ © (“ΚΤΗΡΙΑ CONCRETAN - ΒΕΤΟΝ,” 2024)	61
ΕΙΚΟΝΑ 22: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΩΝ & ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ	64
ΕΙΚΟΝΑ 23: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT - ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	64
ΕΙΚΟΝΑ 24: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT – ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.....	64
ΕΙΚΟΝΑ 25: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ Φ.Ο.....	65
ΕΙΚΟΝΑ 26: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT ΠΕΡΑΤΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	65
ΕΙΚΟΝΑ 27: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	67
ΕΙΚΟΝΑ 28: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ.....	67
ΕΙΚΟΝΑ 29: ΤΟΜΗ Α-Α' ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ©ΣΤΑΥΡΟΣ & ΑΡΓΥΡΩ ΜΕΝΕΓΚΗ	74
ΕΙΚΟΝΑ 30: ΤΟΜΗ Β-Β'' ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ©ΣΤΑΥΡΟΣ & ΑΡΓΥΡΩ ΜΕΝΕΓΚΗ.....	75
ΕΙΚΟΝΑ 31: ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΚΑΘ' ΎΨΟΣ ΣΤΑΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ©ΣΤΑΥΡΟΣ & ΑΡΓΥΡΩ ΜΕΝΕΓΚΗ.....	76
ΕΙΚΟΝΑ 32: ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΟΚΩΝ ΣΤΑΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ©ΣΤΑΥΡΟΣ & ΑΡΓΥΡΩ ΜΕΝΕΓΚΗ	76
ΕΙΚΟΝΑ 33: ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΠΛΑΚΑΣ ΣΤΑΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ©ΣΤΑΥΡΟΣ & ΑΡΓΥΡΩ ΜΕΝΕΓΚΗ	77
ΕΙΚΟΝΑ 34: ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ©ΣΤΑΥΡΟΣ & ΑΡΓΥΡΩ ΜΕΝΕΓΚΗ	77

Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική έχει στόχο να συγκρίνει και να αξιολογήσει δύο διαφορετικές μεθόδους κατασκευής ενός κτηρίου συναρτήσει του χρόνου και του κόστους. Για την μελέτη αυτή λαμβάνονται υπόψη και συγκρίνονται οι προϋπολογισμοί για την περάτωση του έργου/οικοδομής όπως αυτοί προκύπτουν από την κοστολόγηση βάσει του Αναλυτικού Τιμολογίου Οικοδομικών Έργων (Α.Τ.Ο.Ε.) συγκριτικά με την κοστολόγηση με βάσει προσφορές προμηθευτών εμπορικών καταστημάτων. Πρόκειται για νέα εξώροφη οικοδομή επί ριλοτίς με υπόγειο και απόληξη κλιμακοστασίου στην περιοχή του Δήμου Πειραιά και η οποία εμπίπτει στην κατηγορία της συνεχούς δόμησης σύμφωνα με τα ορισμένα κατά την Πολεοδομία. Καθώς η στάθμη θεμελίωσης θα καθοριστεί από την επίβλεψη ανάλογα με τις συνθήκες εδάφους που θα συναντηθούν, συμφωνήθηκε με τον επιβλέποντα καθηγητή να θεωρηθεί ίση με μηδέν (0) για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Μέσα από την διερεύνηση των σχετικών μελετών, την πραγματοποίηση αναλυτικής προμέτρησης, την κοστολόγηση βάσει του Αναλυτικών Τιμολογίων αλλά και των προσφορών που συλλέχθηκαν από εμπορικά καταστήματα του κλάδου πραγματοποιήθηκε η παρακάτω συγκριτική ανάλυση της κατασκευής μεταξύ των μεθόδων της συμβατικής και της βαριάς προκατασκευής.

Λέξεις – κλειδιά

Ανάλυση, Διαχείριση, Έλεγχος, Έργο, Ιδιωτικό έργο, Κόστος, Κτήριο, Μέθοδοι Κατασκευής, Οικοδομικό, Προμέτρηση, Προϋπολογισμός, Συμβατικής Μέθοδος, Βαριά Προκατασκευής

Abstract

This specific thesis aims to compare and evaluate two different construction methods of a building in terms of time and cost. In this work the estimated budget for the construction of the building is calculated according to the detailed BOQs and the relevant prices defined by the national legislation. Specifically, it considers and compares the budgets for the completion of the project/building as derived from the cost estimation based on the Detailed Construction Billing Invoice issued by the Ministry of Infrastructure, compared to the cost estimation based on suppliers' quotations from commercial stores. The building under consideration is a new six-story construction on pilotis with a basement and stairwell termination, located in the Municipality of Piraeus, falling under the category of continuous construction according to the regulations of the Urban Planning Authority. As the foundation level will be determined by supervision depending on the ground conditions encountered, it was agreed with the supervising professor to be considered equal to zero (0) for the purposes of this thesis. Through the exploration of relevant studies, detailed measurement analysis, cost estimation based on the Construction Billing Invoice (provided by the relevant authorities) and collected quotations from commercial stores, the following comparative analysis between the Conventional and Precast Method of the construction was conducted.

Keywords:

Analysis, Project Management, Control, Project, Private Project, Cost, Construction Methods, Construction, Bill of Quantities, Budget, Quotations, Conventional Method, Precast

1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με την 13η έκδοση της παγκόσμιας έρευνας στον κατασκευαστικό κλάδο της KPMG (KPMG Global Construction Survey) οι εργολάβοι τείνουν πλέον να μεταβιβάζουν τους κινδύνους προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις από το αυξημένο κόστος και τα μεγάλα χρονοδιαγράμματα, ενώ πλέον απαραίτητη κρίνεται η χρήση καινοτόμων υλικών και κυκλικών μοντέλων που στοχεύουν στην μείωση των πρώτων υλών και έχουν ως απώτερο σκοπό την βιωσιμότητα του κατασκευαστικού τομέα. Οι Βελδέκης Α. και Γρηγοριάδου Σ. (2022) αναφέρουν ότι διαπιστώνεται από έρευνες τα τελευταία χρόνια και ειδικότερα μετά την έλευση της πανδημίας πως ο μεγαλύτερος κίνδυνος που θα κληθεί να αντιμετωπίσει ο κατασκευαστικός κλάδος θα είναι το αυξημένο κόστος καθώς καταναλώνει πλέον περισσότερο από το 40% της παγκόσμιας ετήσιας ενέργειας ενώ αντλεί πάνω από το 40% των πρώτων υλών, παράλληλα το ποσοστό παραγωγής αποτυπώματος του άνθρακα ξεπερνά το 20%

Στόχος της παρούσης διπλωματικής εργασίας αποτελεί η συγκριτική ανάλυση κόστους και χρόνου για την υπό μελέτη κατασκευή σύμφωνα με τις δοθείσες τιμές του τιμολόγιου των Δημοσίων Έργων και των τιμών της αγορά συναρτήσει διαφορετικών μεθόδων κατασκευής, αυτών της συμβατικής μεθόδου αλλά και της μεθόδου βαριάς προκατασκευής. Για την συγκριτική ανάλυση θα πραγματοποιηθεί σε δύο σκέλη. Αρχικά γίνεται κοστολόγηση σύμφωνα με τον προϋπολογισμό που προκύπτει από τις δοθείσες τιμές των Τιμολογίων των Δημοσίων έργων αλλά και των τιμών της αγοράς και συνεπώς σε δεύτερο χρόνο πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των συνολικών δαπανών που έχουν προκύψει αλλά και των αντίστοιχων χρονοδιαγραμμάτων για κάθε μια από τις μεθόδους κατασκευής που μελετήθηκαν.

Πιο αναλυτικά, στο 2^ο κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια του έργου, η χρησιμότητα των προμετρήσεων (BoQ: Bill of Quantities) πως συνδέονται και αποτελούν βασικό λίθο για την πραγματοποίηση της κοστολόγησης και την οικονομική συμφωνία που θα προκύψει. Αναφέρονται επίσης εκτενώς όλες οι μέθοδοι κατασκευής οικοδομικών έργων ενώ συγκρίνονται αναλυτικά οι δύο βασικότερες κατασκευαστικές μέθοδοι που επικρατούν και επιλέγονται περισσότερο αυτή την στιγμή στην Ευρώπη. Παράλληλα γίνεται αναφορά στην αειφόρο ανάπτυξη και την πράσινη δόμηση ως ένα από τα σημαντικότερα πλέον σημεία

αναφοράς για την εξέλιξη του κατασκευαστικού κλάδου. Μέσα από το κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται εισαγωγή στον χρονικό προγραμματισμό και τις μεθόδους του χρονοπρογραμματισμού ενώ στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται εκτενής περιγραφή της μεθόδου βαριάς προκατασκευής καθώς αποτελεί μια εκ των δύο μεθόδων που θα αναλυθούν για την πραγματοποίηση της συγκριτικής ανάλυσης.

Στο 3^ο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια σύντομη περιγραφή του έργου με σκοπό την εισαγωγή λεπτομερειών ενώ παράλληλα γίνεται αναφορά στο κανονιστικό και νομοθετικό πλαίσιο στο οποίο υπάγεται η προς ανέγερση οικοδομή ενώ πραγματοποιείται πλέον πλήρης παρουσίαση του υπό μελέτη έργου με αναλυτικές περιγραφές για τις εργασίες και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η αναλυτική προμέτρηση των ποσοτήτων των υλικών και εργασιών για την οικοδομή μέσα από πίνακες Excel μέσω των οποίων συντάχθηκε ο Συγκεντρωτικός πίνακας ποσοτήτων και εργασιών της οικοδομής.

Στο 5^ο κεφάλαιο συντάχθηκαν και παρουσιάζονται οι Αναλυτικές κοστολογήσεις σύμφωνα με τις δοθείσες τιμές του Α.Τ.Ο.Ε και των προμηθευτών για τις δύο διαφορετικές μεθόδους κατασκευής, οι οποίες οδήγησαν στην σύνταξη της τελικής και πιο συμφέρουσας Οικονομικής Προσφοράς. Τέλος με την χρήση του λογισμικού Project-Libre αναλύονται τα πακέτα εργασιών (WBS: Work Breakdown Structures) και παρουσιάζονται τα χρονοδιάγραμμα του έργου για κάθε μια από τις μεθόδους που μελετήθηκαν.

Στο 6^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η κοστολόγηση και ο χρονικός προγραμματισμός του έργου με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής ενώ παράλληλα πραγματοποιείται συγκριτική ανάλυση κόστους και χρόνου για τις μεθόδους της συμβατικής και βαριάς προκατασκευής.

Στο 7^ο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις που προέκυψαν ύστερα από την ενδελεχή μελέτη όπως και παρουσιάστηκαν στην παρούσα διπλωματική.

2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Το κεφάλαιο αυτό, αναλύει τις έννοιες οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα διπλωματική εργασία και θα καθορίσουν το αποτέλεσμά της. Οι έννοιες αυτές αφορούν τις βασικές εργασίες που είναι απαραίτητο να εκτελεστούν ώστε να πραγματοποιηθεί μια ολοκληρωμένη και σαφής ανάλυση κόστους και χρόνου για την κατασκευή και επιτυχημένη περάτωση ενός έργου. Ο όροι που θα παρουσιαστούν παρακάτω αφορούν την ανάλυση της έννοιας του έργου, της αναλυτική προμέτρησης, των μεθόδων κατασκευής και του χρονικού προγραμματισμού.

2.1 Τι είναι έργο;

Έργο είναι μια προσπάθεια για την δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος, υπηρεσίας ή αποτελέσματος. Παρόλο που μπορεί να υπάρχουν επαναλαμβανόμενα στοιχεία σε ορισμένα παραδοτέα και δραστηριότητες του έργου, η επανάληψη αυτή δεν αλλοιώνει τα θεμελιώδη και μοναδικά χαρακτηριστικά του έργου.

Παραδοτέο μπορεί να είναι οποιοδήποτε μοναδικό και επαληθεύσιμο προϊόν, αποτέλεσμα ή ικανότητα εκτέλεσης μιας υπηρεσίας που απαιτείται να παραχθεί για την ολοκλήρωση μιας διαδικασίας, φάσης ή έργου. Η μετρήσιμη απόδοση του έργου είναι η συνάρτηση της ικανοποίησης του πελάτη σε σχέση με τους ρόλους και την ευθύνη των εμπλεκόμενων στο παιχνίδι της κατασκευαστικής διαδικασίας όπως αναφέρουν οι Latham, Gray, Olatunji και Gruneberg and Hughes. Παράλληλα οι Hatush και Skitmore αναφέρουν ότι όλοι οι πελάτες των κατασκευών επιθυμούν την έγκαιρη επίτευξη του κατασκευαστικού προϊόντος, εντός του φθηνότερου δυνατού ορίου κόστους, χωρίς να συμβιβάζονται με την αξία των χρημάτων ως προς την μέγιστη δυνατή ποιότητα του προϊόντος. Οι Merna and Smith υποστηρίζουν παράλληλα πως ο κίνδυνος έχει την μορφή μιας υδραυλικής μεταβλητής η οποία είναι αναπόφευκτη στον υπολογισμό οποιουδήποτε μοντέλου της διαδικασίας ανάπτυξης μιας κατασκευής. (Olatunji, 2008)

Κάθε έργο έχει καθορισμένο τέλος, δηλαδή η περάτωση του έργου επέρχεται όταν επιτευχθούν όλοι οι στόχοι που έχουν τεθεί. Ένα έργο ωστόσο επηρεάζεται από πολλούς και

διάφορους παράγοντες συνεπώς ενδέχεται να τερματιστεί επειδή οι στόχοι του δεν μπορούν να υλοποιηθούν όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται . (PMI, 2013)

Όπως αναφέρεται χαρακτηριστικά στην παρ. 7 του άρθρου 2 του Ν.4412/16 (2016) «Ως έργο νοείται το αποτέλεσμα ενός συνόλου οικοδομικών εργασιών ή εργασιών μηχανικού το οποίο αρκεί αυτό καθαυτό για την εκπλήρωση μιας οικονομικής ή τεχνικής λειτουργίας.»

2.2 Προμέτρηση (BoQ): Αναγκαιότητα, Πρακτικές και Μεθοδολογία

Η αναλυτική προμέτρηση εργασιών ή αλλιώς Bill of Quantities (BoQ) αποτελεί ένα έγγραφο το οποίο συντάσσεται από τον μελετητή μηχανικό και παρέχει συγκεκριμένες μετρούμενες ποσότητες των αντικειμένων εργασίας του έργου που πρόκειται να υλοποιηθεί, οι οποίες προσδιορίζονται από τα εκάστοτε σχέδια.

Οι ποσότητες που συνθέτουν την αναλυτική προμέτρηση μπορούν να μετρηθούν σε μήκος, εμβαδόν, όγκο, βάρος και χρόνο. Ωστόσο πολλοί ορίζουν στοιχεία χρησιμοποιώντας κωδικούς, έτσι ώστε να μην δημιουργείται σύγχυση ως προς ποιο αντικείμενο γίνεται αναφορά. (Michael O'Reilly, 1999)

Με λίγα λόγια, προμέτρηση είναι η ακριβής μέτρηση των εργασιών ενός έργου που πρόκειται να εκτελεστούν βάσει των τελικών σχεδίων που παρέχονται στον μελετητή μηχανικό. Συνεπώς το έργο κατασκευάζεται με τις ποσότητες που προ-μετρούνται πριν την έναρξη της κατασκευής του. Στα δημόσια έργα η προμέτρηση εκτελείται από μελετητή μηχανικό μέλος της αναθέτουσας υπηρεσίας και παρέχεται από αυτή ως Τιμολόγιο Μελέτης συνοδεία της Διακήρυξης του έργου.

Στον κατασκευαστικό κλάδο η υποβολή ανταγωνιστικής προσφοράς είτε αναφερόμαστε σε Δημόσιο είτε σε Ιδιωτικό έργο, αποτελεί κριτήριο βιωσιμότητας για έναν εργολάβο μηχανικό. Για τον λόγο αυτό η προμέτρηση παρέχεται στους προσφέρονται εργολάβους ώστε να προετοιμάσουν κατάλληλα την οικονομική προσφορά τους.

Ωστόσο από την προμέτρηση σε ένα Ιδιωτικό έργο ωφελείται όχι μόνο ο κατασκευαστής αλλά και ο πελάτης καθότι παρέχεται στον δεύτερο η δυνατότητα εκτίμησης μίας τάξης μεγέθους του κόστους της κατασκευής/έργου. Οι προμετρήσεις όπως αναφέρθηκε παραπάνω συντάσσονται συνήθως ανά στάθμη ξεκινώντας από το υπόγειο. Εκεί γίνεται προμέτρηση σε πέδιλα, πεδιλοδοκούς, σιδηρούς σπλισμούς, τοιχία ανύψωσης, ισχνό σκυρόδεμα εξυγίανσης μαζί με τον σπλισμό του. Στην συνέχεια υπολογίζουμε τον όγκο των υποστυλωμάτων μέχρι το πάτωμα του υπογείου. Από το ισόγειο και μετά εργαζόμαστε ανά χώρο/δωμάτιο και οι εργασίες αναλύονται σε ομάδες ομοειδών εργασιών ώστε να γίνει πλήρης καταγραφή όσων συμμετέχουν στην προμέτρησης της συγκεκριμένης στάθμης. Με την σωστή προμέτρηση και σωστή καταγραφή λεπτομερειών οδηγούμαστε σε ακριβή

κοστολόγηση. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί η αναγκαιότητα της τυποποίησης έτσι ώστε ανά στάθμη να ομαδοποιηθούν τα αποτελέσματα και να αποφευχθεί η απώλεια κόστους. Για τον λόγο αυτό η προμέτρηση των οικοδομικών εργασιών του έργου γίνεται με χρήση του Excel, το οποίο αποτελεί αναμφίβολα ένα εργαλείο για οργανωμένες προμετρήσεις και σωστή παρακολούθηση της εξέλιξης των εργασιών. Συνεπώς η προμέτρηση είναι απαραίτητη:

1. Για την σύνταξη του προϋπολογισμού και κοστολόγησης του έργου
2. Για τις παραγγελίες των υλικών που απαιτούνται
3. Για την εκτίμηση των απαιτούμενων συνεργείων
4. Για την εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου υλοποίησης του έργου

Όσον αφορά την κοστολόγηση του έργου σημαντικό ρόλο έχουν τα Περιγραφικά Τιμολόγια Δημοσίων Έργων τα οποία αποτελούν λίστες λεπτομερών περιγραφών των υλικών, εργασιών και υπηρεσιών οι οποίες απαιτούνται για την κοστολόγηση ενός δημοσίου έργου και εκδίδονται από το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών. Είναι σημαντικά καθώς συντελούν στην επιλογή του κατάλληλου αναδόχου για ένα έργο με διαφάνεια, βάσει των προδιαγραφών που προβλέπονται. Τα περιγραφικά τιμολόγια αναλύονται σε έξι κατηγορίες όπως αναφέρονται στον Κανονισμό Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών Β' 1749/19.05.2017, απόφαση με Αριθ. ΔΝΣ γ/οικ.35577/ΦΝ66 (2017) και έχουν ως εξής:

- Έργων Οδοποιίας
- Υδραυλικών Έργων
- Λιμενικών Έργων
- Οικοδομικών Έργων
- Έργων Πρασίνου
- Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών (Οδοποιίας, Υδραυλικών και Λιμενικών Έργων)

2.3 Μέθοδοι Κατασκευής

Μέθοδος κατασκευής είναι ουσιαστικά η διαδικασία προσθήκης δομής σε μια ακίνητη περιουσία. Στην Ελλάδα πλέον χρησιμοποιούμε τους τέσσερις πιο διαδεδομένους τρόπους κατασκευής δηλαδή: Σύμμεικτη, Βαριά Προ-Κατασκευή, Συμβατική και Μεταλλική Κατασκευή.

- **Σύμμεικτη Κατασκευή**

Αποτελεί σύγχρονο τρόπο δόμησης ο οποίος βασίζεται στην συνεργασία χαλύβδινων διατομών (μεταλλικά στοιχεία) και στοιχείων Οπλισμένου Σκυροδέματος με στόχο την μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των ιδιοτήτων τους προς όφελος της κατασκευής. Η σύμμεικτη παρέχει ευελιξία που αφορά τα αρχιτεκτονικά αλλά και αντισεισμικά χαρακτηριστικά του έργου.

Τα βασικά μέρη που συνθέτουν την σύμμεικτη κατασκευή είναι ο μεταλλικός σκελετός, η δοκός και η πλάκα από Ω.Σ.

Τα πλεονεκτήματα της Σύμμεικτης Κατασκευής αναλύονται ως εξής:

1. Προσφέρει μεγάλη αντισεισμική θωράκιση και αντοχή στον χρόνο
2. Παρέχεται ελευθερία στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό
3. Δυνατότητα δημιουργίας πολυώροφων κτηρίων και καθ' ύψους επέκτασης
4. Χαμηλότερο κόστος και εξοικονόμηση ενέργειας

- **Βαριά Προ-Κατασκευή**

Η μέθοδος αυτή θεωρείται ιδανική για κάθε τύπο κατασκευής καθώς σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε κτηρίου ακολουθεί η μελέτη και ολοκληρώνεται η κατασκευή.

Η βαριά προ-κατασκευή χαρακτηρίζεται από εξαιρετικά πλεονεκτήματα καθότι:

1. Προσφέρει αντισεισμική προστασία, μεγάλη αντοχή και ανθεκτικότητα
2. Είναι θερμομονωτική και υδατοστεγής
3. Βασίζεται σε σύγχρονη τεχνολογία

4. Διαθέτει μεγάλη πυραντίσταση
5. Είναι αρκετά οικονομική
6. Παρέχει ασφάλεια

- **Συμβατική Κατασκευή**

Η Συμβατική κατασκευή αποτελεί τον πιο διαδεδομένο και κλασικό τρόπο δόμησης στην Ελλάδα.

Αποτελείται από υποστυλώματα, δοκούς πλάκα από σκυρόδεμα, τοιχοποιία από τούβλα και σοβά. Παρότι αποτελεί τον πιο οικείο τρόπο δόμησης έναντι των πιο σύγχρονων όπως οι σύμμεικτες κατασκευές, τα αμιγώς μεταλλικά κτήρια, τα Προκάτ και τα Προκάτ διπλής τοιχοποιίας (double wall), η συμβατική κατασκευή χαρακτηρίζεται ως προς τον τρόπο δόμησης με τα περισσότερα μειονεκτήματα.

Ως μειονεκτήματα της Συμβατικής Κατασκευής χαρακτηρίζονται:

1. Ο ακριβότερος κατά 30% - 40% τρόπος δόμησης συγκριτικά με την Σύμμεικτη Κατασκευή
2. Η υψηλότερη συμμετοχή στο ΙΚΑ
3. Μεγαλύτερος χρόνος παράδοσης του έργου & Δυσκολία κατά τον ποιοτικό έλεγχο
4. Δυσκολία και υψηλό κόστος αποκατάστασης ζημιών

- **Μεταλλική Κατασκευή**

Αποτελεί την οικονομικότερη και πιο ανθεκτική λύση παρέχοντας μέγιστη αντοχή και υψηλή ενεργειακή απόδοση, ενώ χαρακτηρίζεται από πολλά πλεονεκτήματα όπως αναφέρει στην αναφορά του RICS ο Alex Davies (2018) :

1. Προσφέρει μέγιστη αντισεισμικότητα
2. Είναι ελαφριά κατασκευή και εύκολη επέκταση των εγκαταστάσεων της
3. Συμμετέχει στην μέθοδο της Πράσινης Δόμησης
4. Είναι οικονομική

5. Είναι θερμομονωτική
6. Εύκολη τοποθέτηση και εγκατάσταση
7. Χτίζεται με την μέθοδο της ξηράς δόμησης

2.4 Πράσινη Δόμηση και Αειφόρος Κατασκευή

Ένα πράσινο ή βιώσιμο κτήριο είναι ένα κτήριο που, λόγω της κατασκευής και των βασικών χαρακτηριστικών του, μπορεί να διατηρήσει ή να βελτιώσει την ποιότητα ζωής του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται. Για να επιτευχθεί η κατασκευή ενός βιώσιμου κτηρίου απαιτείται η στενή συνεργασία του αναδόχου, των αρχιτεκτόνων, των μηχανικών και φυσικά του πελάτη.

Ένας βασικός τομέας ο οποίος προκύπτει κατά την εξέταση του όρου Βιωσιμότητα είναι η αειφόρος κατασκευή, η οποία αποτελεί μια προσέγγιση που αναζητείται ευρέως από τις κυβερνήσεις, τους περιβαλλοντολόγους και άλλες ομάδες ενδιαφερόμενων που γνώριζαν τα οφέλη της.

Ο ρυθμός αύξησης της δημοτικότητας για τα αειφόρα και πράσινα κτήρια μεταβάλλεται συνεχώς εκθετικά με μια πρόσφατη έρευνα η οποία έλαβε χώρα το 2021 να δηλώνει πως το 57% των αρχιτεκτόνων, των κατασκευαστών και εργολάβων σχεδιάζει να κάνει περισσότερα από τα μισά τους έργα να είναι βιώσιμα.

Τα οφέλη που μπορούν να επιφέρουν αυτά τα κτήρια εκτείνονται πολύ πέρα από τους εργολάβους και τους ενοίκους και μπορούν να προσφέρουν μακροπρόθεσμα οφέλη στο περιβάλλον. (Ayarkwa et al., 2022)

Η δημιουργία περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά βιώσιμων πόλεων ανά τον κόσμο αποτελεί την πιο επείγουσα πρόκληση της ανθρωπότητας για τον 21^ο αιώνα. Τα κτήρια έχουν άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες κυμαίνονται από την χρήση πρώτων υλών για την κατασκευή και ανακαίνισή τους έως την κατανάλωση φυσικών πόρων όπως το νερό και τα ορυκτά καύσιμα. Η βιωσιμότητα στον κατασκευαστικό τομέα έγινε ταυτόχρονα μέρος της σύγχρονης οικοδομικής ανάπτυξης. Κύριος σκοπός ενός βιώσιμου κτηρίου είναι η μείωση των επιπτώσεων του κτηρίου στο περιβάλλον κατά την διάρκεια της ζωής του,

χρησιμοποιώντας τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον. Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA) είναι ένα ισχυρός μηχανισμός που επιτρέπει στους μηχανικούς και αρχιτέκτονες να προσδιορίσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις συμπεριλαμβανομένου του αποτυπώματος του άνθρακα ενός κτηρίου καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής του. Η υιοθέτηση της Αξιολόγησης του Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) από τους επαγγελματίες του κλάδου είναι αποτέλεσμα της συνεχούς και αυξανόμενης συνειδητοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτηρίων. (Medineckiene et al., 2011)

Στην παρ. 22 του άρθρου 2 του Ν.4412/16 Δημόσιες συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών (Προσαρμογή στις οδηγίες 2014/24/ΕΕ και 2014/25/ΕΕ) , αναφέρεται πως ως κύκλος ζωής νοούνται όλα τα διαδοχικά και/ή συνδεδεμένα στάδια, συμπεριλαμβανομένων της έρευνας και της ανάπτυξης που θα πραγματοποιηθούν από την αγορά των πρώτων υλών ή την παραγωγή των πόρων μέχρι την απόρριψη, την εκκαθάριση και το τέλος της υπηρεσίας ή χρήσης.

2.5 Βασικότερες Κατασκευαστικές Μέθοδοι της Ευρώπης

Η μείωση των επιπτώσεων των κτηρίων κατοικίας είναι ένας από τους βασικότερους στόχους που έχει προσδιορίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση προς την πρόοδο μιας κυκλικής οικονομίας. Η προκατασκευή κτηρίων είναι μια βιομηχανοποιημένη διαδικασία η οποία βασίζεται στην παραγωγή εκτός έδρας και στην προ-συναρμολόγηση εξαρτημάτων τα οποία στην συνέχεια θα μεταφερθούν στο εργοτάξιο όπου θα συναρμολογηθούν πλήρως. Πλέον η προκατασκευή τείνει να αντικαταστήσει ως έναν βαθμό την συμβατική κατασκευή καθώς τα πλεονεκτήματα και όσα προσφέρει υπερτερούν της συμβατικής. Ο Alex Davies στην αναφορά του αναφέρεται εκτενώς στα οφέλη της αρθρωτής κατασκευής (Modular Construction), ως την μέθοδο κατασκευής που θα παρέχει λύση στα προβλήματα που προκαλούνται κατά την διάρκεια μιας οικοδομικής φάσης λόγω ελλείψεων στο εργατικό δυναμικό είτε λόγω καιρικών συνθηκών που μπορεί να επικρατούν. Θεωρεί ότι η κατασκευή εκτός εργοταξίου – σε ελεγχόμενο περιβάλλον- ελαχιστοποιεί τους κινδύνους και παράλληλα εξασφαλίζει έλεγχο στην ποιότητα και μείωση χρόνου της κατασκευής. (Davies, 2018)



Εικόνα 1: Stadthaus, Hackney London (Davies, 2018)

The Stadthaus, ένα εννιάώροφο κτήριο κατοικιών στο Λονδίνο. Είναι το πρώτο κτήριο κατοικιών υψηλής πυκνότητας που κατασκευάστηκε από προκατασκευασμένα πάνελ εγκάρσιας ξυλείας.

2.6 Μέθοδος βαριάς προκατασκευής (Precast)

Ως βαριά προκατασκευή (Precast) ορίζεται η μέθοδος κατασκευής που χρησιμοποιεί δομικά στοιχεία τα οποία είναι προκαθορισμένων διαστάσεων και προκατασκευασμένα σε χώρους εκτός εργοταξίου, κυρίως εργοστάσια που χρησιμοποιούν ιδανικές συνθήκες για την παραγωγή των προϊόντων.

Στην μέθοδο των προκατασκευασμένων στοιχείων παρατηρούνται πολλά θετικά στοιχεία όπως η ταχύτητα με αποδεδειγμένη μείωση χρόνου 30%-50%, μείωση του κόστους περίπου στο 20%, η ποιότητα και τα περιβαλλοντικά οφέλη έναντι των λιγότερων αρνητικών που συναντιούνται.

Οι Tan Let Hui και Ng Chee Khoon στην αναφορά τους κάνουν λόγο για σημαντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά την μείωση του χρόνου της κατασκευής, την γενικότερη μείωση του κόστους του έργου και την σημαντικά καλύτερη ποιότητα που εξασφαλίζεται. Με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής βελτιώνεται σημαντικά η παραγωγικότητα και ο χρόνος καθώς οι καιρικές συνθήκες που μπορεί να επικρατούν δεν επηρεάζουν καθόλου την παραγωγή των υλικών. Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις τα δομικά στοιχεία μεταφέρονται και συναρμολογούνται επιτόπου. Σε αντίθεση με την συμβατική κατασκευή η οποία ακόμα και σήμερα δεν μπορεί να αποβάλλει την χαμηλή αποδοτικότητα και παραγωγικότητα, τον τεράστιο χρόνο κατασκευής και την χαμηλή ποιότητα των υλικών (Let Hui and Chee Khoon, 2019)

Σε παρουσίασή της που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό κτίριο, η Παϊπάη Αγγελική (2012), αναφέρει χαρακτηριστικά πως «Ο αυτοματισμός στην προκατασκευή μπορεί να υιοθετηθεί στην παραγωγή, συναρμολόγηση και διαχείριση του συστήματος, οδηγώντας σε σημαντική βελτίωση της παραγωγικότητας, της ποιότητας και της ασφάλειας με ταυτόχρονη μείωση κόστους.»

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική αύξηση στον κατασκευαστικό κλάδο με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το Μουσείο της Ακρόπολης, διάφορα σχολικά συγκροτήματα σε πολλούς νομούς της επικράτειας, το Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος κ.α., ενώ πλέον τα συστήματα βαριάς

προκατασκευής έχουν σημαντικό ρόλο στα έργα υποδομής (γέφυρες, αντιστηρίξεις, σήραγγες).



Εικόνα 2: Γήπεδο ΑΕΚ Νέα Φιλαδέλφεια Αττικής © (“Αρμός Προκατασκευές,” 2020)

Όλα τα δομικά στοιχεία που συνθέτουν το κέλυφος της βαριάς προκατασκευής δηλαδή όλες οι εσωτερικές και εξωτερικές τοιχοποιίες, τα υποστυλώματα, οι πλάκες, οι δοκοί και τα στηθαία είναι κατασκευασμένα από σκυρόδεμα και προσφέρουν:

- Μηχανική αντοχή σε Φορτία Λειτουργίας, Σεισμικές Δράσεις, Ανεμοπίεση, Χιονόπτωση κ.α.
- Θερμομόνωση
- Ηχομόνωση
- Πυροπροστασία
- Υδατοστεγανότητα
- Αεροστεγανότητα

Με λίγα λόγια είναι πλήρως αντισεισμικά, πυράντοχα και μεμονωμένα



Εικόνα 3: Συνδεσμολογία όλων των στοιχείων μεταξύ τους (“Κτήρια Concretan - Beton,” 2024)

Στην παραπάνω εικόνα αποτυπώνεται η συνδεσμολογία όλων των δομικών στοιχείων μεταξύ τους. Από αριστερά προς τα δεξιά: Εξωτερικό Τμήμα τοίχου, εσωτερικό τμήμα τοίχου χωρίς χρωματισμούς, Υποσύλωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα χυτευμένο σε καλούπι που δημιουργείται από το εξωτερικό και εσωτερικό τμήμα του τοίχου, Εσωτερικό τμήμα τοίχου με χρωματισμό. Στο πάνω μέρος της εικόνας απεικονίζεται προκατασκευασμένο τμήμα πλάκας με το πλέγμα οπλισμού.



Εικόνα 4: Τοποθέτηση εξωτερικών τοίχων με οδηγούς τις αναμονές των υποστυλωμάτων (“Κτήρια Concretan - Beton,” 2024)



Εικόνα 5: Μεζονέτες τεσσάρων επιπέδων σε Προάστιο της Αθήνας (“Κτήρια Concretan - Beton,” 2024)



Εικόνα 6: Cellophane House NYC © Peter Aaron/OTTO for Kieran Timberlake (“Cellophane House | Prefabricated Architecture & Design for Disassembly,” 2008)

Το αρχιτεκτονικό γραφείο Kieran Timberlake Associates κατασκεύασε για το MoMA το Cellophane House σε μια έκθεση για την αξιολόγηση των μελλοντικών δυνατοτήτων της προκατασκευής. Το 80% της κατασκευής ολοκληρώθηκε μέσα σε 6 μέρες και αποτελούνταν από κομμάτια τα οποία κατασκευάστηκαν εκτός εργοταξίου. Κατά την διάρκεια του τελικού πειράματος -της αποσυναρμολόγησης του- δεν δημιουργήθηκαν σχεδόν καθόλου απόβλητα και ανακτήθηκε το 100% της ενσωματωμένης στα υλικά ενέργειας.

Καθώς η οικονομία, η ενέργεια και ο κύκλος ζωής των κατασκευών αποτελούν μείζον θέμα σε ολόκληρο τον κόσμο μελέτες έρχονται να πουν πως η μέθοδος της βαριάς προκατασκευής αναδείχθηκε η νέα μέθοδος ταχείας κατασκευής για την τόνωση της αναπτυσσόμενης οικονομίας και παράλληλα μια προσέγγιση για την μείωση της εξάρτησης από την εργασία . (Let Hui and Chee Khoon, 2019)

Από την πλευρά των μειονεκτημάτων της προκατασκευής αυτά που φαίνεται να υπερισχύουν είναι κάποιες φορές το αυξημένο κόστος μεταφοράς των στοιχείων και η προσοχή στην αποφυγή της αποτυχίας στην σύνδεση.

Παρόλα αυτά τα πλεονεκτήματα υπερισχύουν έναντι των μειονεκτημάτων καθώς σε περιβάλλοντα όπως η Ελλάδα που αποτελεί μια αμιγώς σεισμική ζώνη, οι κατασκευές από βαριά προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία παρέχει μεγάλη αντισεισμική προστασία χάρη στην δημιουργία μονολιθικής φέρουσας κατασκευής. Επιπρόσθετα με την χρήση μεθόδου προκατασκευής μειώνεται σημαντικά το κόστος των εργοδοτικών εισφορών στο ΙΚΑ καθώς οι εργαζόμενοι απασχολούνται σε καθεστώς μισθωτού (χαμηλότερα εργασιακά συγκριτικά με το ημερομίσθιο).

Οι Bigwanto and Tani , στην έρευνα που δημοσίευσαν σχετικά με τον χρόνο μεταξύ των δύο αυτών κατασκευαστικών μεθόδων, πως η συμβατική κατασκευή έχει 10% πιθανότητα όσον αφορά η εκτίμηση για τον προγραμματισμό του έργου συγκριτικά με την μέθοδο της προκατασκευής δομικών στοιχείων η οποία δίνει ποσοστό 80%-90%. Στο παράδειγμα που μελέτησαν οι ίδιοι ο χρόνος κατασκευής και ολοκλήρωσης του κτηρίου ανήλθε σε 152 ημέρες με την συμβατική κατασκευή έναντι 114 ημερών που χρειάστηκαν με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής.(Arviga Bigwanto,Irawan Tani, 2019)

Το αρχιτεκτονικό γραφείο FAR με έδρα του το Βερολίνο έχτισε το 2020 το πρώτο κτήριο κατοικιών από αμιγώς προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος, το Wohnregal. Πρόκειται για μια δόροφη πολυκατοικία διαμερισμάτων σε μια από τις πιο πολυσύχναστες και κεντρικές περιοχές του Δυτικού Βερολίνου, το Alt-Moabit. Αξίζει να αναφερθεί πως το Wohnregal είναι υποψήφιο για το Βραβείο Σύγχρονης Αρχιτεκτονικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Βραβείο Mies van der Rohe 2022.



Εικόνα 7: Wohnregal, Βερολίνο © David von Becker (Paula Pintos, 2021)

Για την κατασκευή της πολυκατοικίας αυτής χρησιμοποιήθηκαν προκατασκευασμένα υποστυλώματα και δοκοί τύπου TT-beams από σκυρόδεμα τα οποία υποστηρίζουν τις προκατασκευασμένες πλάκες, ενώ οι επιμέρους όροφοι δεν διαθέτουν εσωτερικούς τοίχους και εκτείνονται σε μήκος 13 μέτρων από πρόσοψη σε πρόσοψη.



Εικόνα 8: Εσωτερική Εικόνα Διαμερίσματος Wohnregal ©David von Becker (Paula Pintos, 2021)



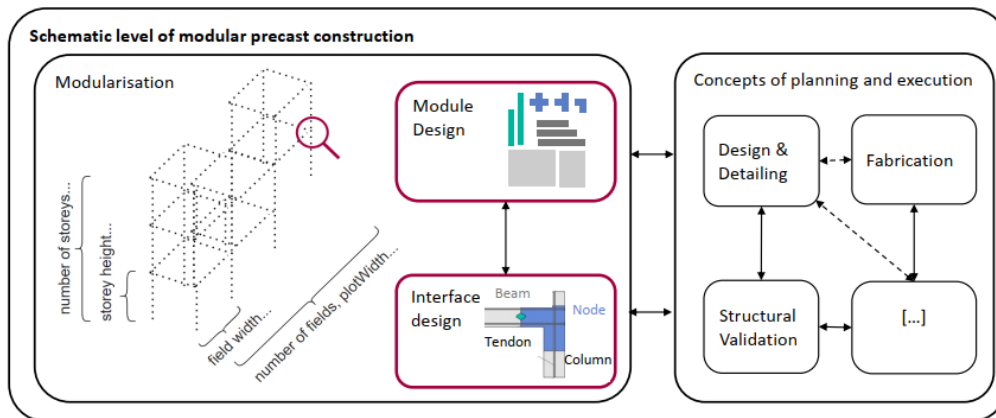
Εικόνα 9: Λεπτομέρεια σύνδεσης των δομικών στοιχείων της οικοδομής © FAR frohn&rojas ("Wohnregal, Berlin - Deutsche BauZeitschrift," 2020)

Για την πλήρη ανέγερση της ανωδομής χρειάστηκαν μόλις 6 εβδομάδες, μια εβδομάδα για την συναρμολόγηση του κάθε ορόφου, ενώ το κόστος ανά τετραγωνικό για την Συνολική

Μεικτή Επιφάνεια Δόμησης GFA (Gross Flooring Area) υπολογίστηκε στα 1500€, τιμή χαμηλή για το εύρος τιμών των οικοδομών της Γερμανίας αλλά και λοιπών Ευρωπαϊκών Χωρών. Το κόστος της κατασκευής θεωρήθηκε κατά 5% αυξημένο έναντι του αρχικού προϋπολογισμού όμως το χρονοδιάγραμμα του έργου ισορρόπησε την αύξηση αυτή.

Οι Priya και Neamitha (2018) στην ερευνά τους, αναφέρονται στο γεγονός ότι η κατασκευή με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής μπορεί να κοστίζει πολύ περισσότερο από την συμβατική μέθοδο κατασκευής αλλά την ίδια στιγμή η μέθοδος της προκατασκευής προσφέρει ευκολία κατά την εργασία και μειώνει σημαντικά την διάρκεια της κατασκευής.

Περί το τέλος του 19^{ου} αιώνα έκαναν την εμφάνιση τους τα πρώτα μεμονωμένα προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος. Πιο συγκεκριμένα το 1891 έγινε χρήση προκατασκευασμένων δοκών και υποστυλωμάτων στο Casino της πόλης Biarritz, ενώ περίπου το 1897-1898 δημιουργήθηκε ο πρώτος σκελετός από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα στο Ηνωμένο Βασίλειο. Τέλος το 1905 παρατηρείται πρώτη φορά η χρήση αυτής της μεθόδου - στο ιστορικό πλέον κτήριο του Λίβερπουλ – που φιλοξένησε τότε το Mass Housing Project. Κατά την περίοδο λήξης του 2^ο Παγκόσμιου Πολέμου η τυποποίηση στον κατασκευαστικό τομέα θεωρήθηκε ως μια πολλά υποσχόμενη λύση για την άμεση εκπλήρωση της ανάγκης για νέα κτήρια και οικείες. Έτσι η περίοδος 1945-1970 θεωρήθηκε ως Mass Production and Standardization Period (Περίοδος Μαζικής Παραγωγής και Τυποποίησης) κυρίως στην Ευρώπη και την Ασία με απώτερο σκοπό την βελτιστοποίηση και ελαχιστοποίηση του κόστους και της ταχύτητας της κατασκευής. Από το 1985 και ύστερα από την εμφάνιση των συστημάτων CAD (Computer Aided Design – Σχεδιασμός με την βοήθεια υπολογιστή) ξεκίνησε η ψηφιοποίηση της βιομηχανίας των κατασκευών ενώ δεν άργησε να κάνει την εμφάνιση του το BIM (Building Information Modeling – Μοντελοποίηση Κτηριακών Πληροφοριών) όπου χρονολογείται γύρω στο 2004 έτσι πλέον τον 21^ο αιώνα παρατηρείται αύξηση στην χρήση αλλά και στην ζήτηση της μεθόδου βαριάς προκατασκευής χάρη στην αυτοματοποίηση και την εξατομίκευση. (Kolbeck et al., 2023).



Εικόνα 10: Σχηματικό επίπεδο σπονδυλωτής προκατασκευασμένης κατασκευής ©(Kolbeck et al., 2023)

2.7 Χρονικός Προγραμματισμός

Ο χρονικός προγραμματισμός ενός έργου αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ένας project manager (Διαχειριστής του έργου) θα καθορίσει μια στρατηγική προκειμένου να καθορίσει τον κατάλληλο χρόνο για κάθε εργασία ώστε να αποφανθεί για τις προθεσμίες έναρξης και λήξης του έργου. Μέσα στον χρονικό προγραμματισμό συμπεριλαμβάνονται και οι χρόνοι που απαιτούνται για κάθε μια από τις φάσεις του έργου. Στόχος του κάθε διαχειριστή αποτελεί η σωστή τήρηση των χρόνων και η έγκαιρη αντιμετώπιση τυχόν καθυστερήσεων ώστε να οδηγηθεί σε περάτωση του έργου εντός του χρονικού πλαισίου που έχει συμφωνηθεί.

2.7.1 Μέθοδοι PERT / CPM και Διάγραμμα Gantt

Για την επίτευξη του σωστού χρονικού προγραμματισμού και συνεπώς την ομαλή και επιτυχημένη διαχείριση του έργου έχουν αναπτυχθεί αρκετές μεθοδολογίες με επικρατέστερες:

- i) την μέθοδο CPM (Critical Path Method) και
- ii) την μέθοδο Pert (Program Evaluation and Review Technique).

Καθώς και οι 2 μέθοδοι αυτές μοιράζονται κοινές τεχνικές και η φιλοσοφία γύρω από την ανάπτυξη τους είναι κοινή, αποτελούν πλέον μια ενιαία μέθοδο, την μέθοδο PERT/CPM.

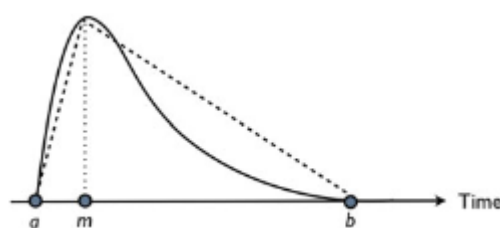
Είναι πολλές οι περιπτώσεις στις οποίες οι διαχειριστές έργων ή αλλιώς managers είναι υπεύθυνοι για τον προγραμματισμό, την σχεδίαση και τον έλεγχο αμέτρητων ξεχωριστών εργασιών που πραγματοποιούνται από διαφορετικά τμήματα και ανθρώπινο δυναμικό, σύμφωνα με τον Anderson. Για τον λόγο αυτόν οι τεχνικές PERT (Program Evaluation and Review Technique / Τεχνική Αξιολόγησης και Αναθεώρησης Προγράμματος) και CPM (Critical Path Method / Μέθοδος Κρίσιμης Διαδρομής) αποτελούν αποδεδειγμένα σωτήρια λύση για την ομαλή διεκπεραίωση τέτοιας φύσης εργασιών. (Anderson D., Williams T., et. al, 2012)

Οι μέθοδοι PERT και CPM ή αλλιώς δίκτυα προτεραιοτήτων αποτελούν εργαλεία προγραμματισμού τα οποία ανακαλύφθηκαν κατά την δεκαετία του 1950 με σκοπό την ανάλυση και παρουσίαση των δραστηριοτήτων, αλληλουχιών και γεγονότων που εμπλέκονται μέχρις ότου ολοκληρωθεί το συγκεκριμένο έργο.

Πιο συγκεκριμένα η μέθοδος PERT (Program Evaluation and Review Technique) η οποία αναπτύχθηκε το 1957 για το Γραφείο Ειδικών Προγραμμάτων του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ για την υποστήριξη του προγράμματος πυρηνικών υποβρυχίων Polaris, έχει πλέον βρει εφαρμογή σε όλες τις βιομηχανίες. Χαρακτηρίζεται ως μια τεχνική Διαχείρισης Έργων η οποία συμπεριλαμβάνει την σχεδίαση, τον προγραμματισμό, την οργάνωση και την διαχείριση διαφόρων δραστηριοτήτων. Σε αντίθεση με την μέθοδο CPM (Critical Path Method) η οποία αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1950 από τους James Kelley της Remington Rand και τον Morgan Walker της DuPont και χαρακτηρίζεται ως στατιστική τεχνική Διαχείρισης Έργων η οποία εκτός από τα παραπάνω περιλαμβάνει επιπλέον τον έλεγχο καθορισμένων καθηκόντων.

Για την μέθοδο CPM χρειάζονται τρεις βασικές συνιστώσες για να καθοριστεί η τελική εξίσωση, οι οποίες είναι οι : ES (Earliest Start time), EF (Earliest Finish time) και t (Time activity), ενώ η τελική μορφή της εξίσωσης είναι: $EF = ES + t$.

Στην μέθοδο PERT απαιτούνται επίσης τρεις συνιστώσες/εκτιμήσεις για κάθε μεμονωμένη δραστηριότητα οι οποίες είναι οι εξής: i) a: (Optimistic Time), m: (Realistic Time estimate) και b: (Pessimistic Time estimate). Η μεταβλητή a αποτυπώνει την αισιόδοξη εκτίμηση χρόνου, η μεταβλητή m την ρεαλιστική εκτίμηση χρόνου ενώ η b την απαισιόδοξη εκτίμηση. Στην εικόνα 5 αποτυπώνεται σε μορφή διαγράμματος η παραπάνω ανάλυση. (Vanhoucke, 2016).



Εικόνα 11: Αποτύπωση Διαγράμματος PERT και τριγωνική διασποράς (Vanhoucke, 2016)

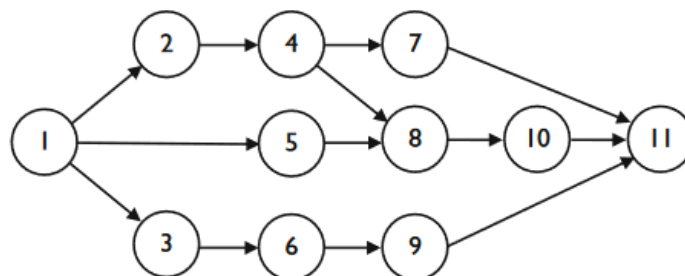
Συνεπώς η μέθοδος PERT/CPM παρέχει ένα λεπτομερές χρονοδιάγραμμα δραστηριοτήτων για την ολοκλήρωση του έργου συναρτήσει πάντα του συντομότερου δυνατού χρόνου.

Σε ένα διάγραμμα PERT/CPM αναπαρίστανται σχέσεις εξαρτώμενων εργασιών οι οποίες αναλύονται σε:

- FS (Finish to Start, Από λήξη σε έναρξη): όπου η εργασία «B» δεν μπορεί να ξεκινήσει πριν την λήξη της της εργασίας «A»
- SS (Start to Start, Από έναρξη σε έναρξη): όπου η εργασία «B» δεν μπορεί να ξεκινήσει πριν την έναρξη της εργασίας «A»
- FF (Finish to Finish, Από λήξη σε λήξη): όπου η εργασία «B» δεν μπορεί να λήξει πριν την λήξη της εργασίας «A»

Οι James Kelley και Morgan Walker (1959) υποστηρίζουν πως η δημιουργία διαγραμμάτων αποτελεί μια καινοτομία για την διαχείριση του έργου, η οποία έχει δώσει στους μηχανικούς οφέλη τέτοια όπως:

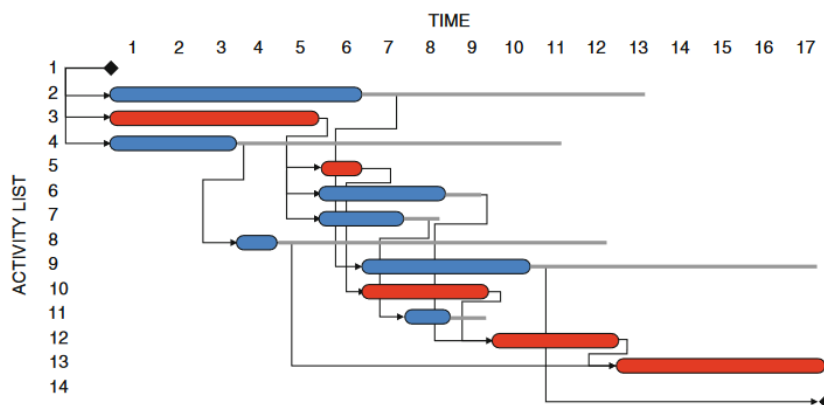
- Την παροχή πειθαρχημένης βάσης για τον προγραμματισμό του έργου
- Την παροχή σαφή εικόνας του πεδίου εφαρμογής ενός έργου
- Παρέχει επίσης ένα εργαλείο για την αξιολόγηση εναλλακτικών στρατηγικών και στόχων
- Τείνει να αποτρέψει την παράλειψη θέσεων εργασίας
- Παρουσιάζει τις διασυνδέσεις μεταξύ των θέσεων εργασίας επισημαίνοντας παράλληλα τις ευθύνες των διάφορων εμπλεκόμενων τμημάτων
- Αποτελεί βοήθεια και εργαλείο για την τελειοποίηση του σχεδιασμού του έργου
- Αποτελεί βασικό κλειδί για την εκπαίδευση του προσωπικού



Εικόνα 12: Τυπικό παράδειγμα Διαγράμματος PERT/CPM (Vanhoucke, 2012)

Το 1916 αναπτύχθηκε από τον Henry Gantt, το ομώνυμο διάγραμμα (Gantt Chart) που έως και σήμερα φέρει το όνομα του. Το διάγραμμα Gantt στον κόσμο της διαχείρισης έργων αποτελεί την πιο διαδεδομένη μορφή χρονικού προγραμματισμού με την πλέον πιο κατανοητή αναπαράσταση των πληροφοριών.

Ο Henry L. , αναφέρει χαρακτηριστικά πως ο Gantt ανέπτυξε το διάγραμμα Gantt σαν γράφημα ώστε να προγραμματίζει εργασίες σε υπολογιστές από το 1918. Το συγκεκριμένο επίτευγμα αποτελεί τον πρώτο λίθο από όλο αυτό που είναι γνωστό πλέον ως Διαχείριση Έργων. (Anderson D., Williams T., et. al, 2012)



Εικόνα 13: Τυπικό Παράδειγμα Διαγράμματος Gantt (Vanhoucke, 2012)

2.8 Δομική Ανάλυση Εργασιών (WBS)

Μια δομή ανάλυσης εργασίας ή διάγραμμα ιεραρχικής δομής (Work Breakdown Structure) ή αλλιώς Πακέτο Εργασιών αποτελεί βασικό εργαλείο λογικής ομαδοποίησης της Διαχείρισης Έργων και δημιουργείται κατά την φάση σχεδιασμού του έργου. Συνήθως οι εργασίες ομαδοποιούνται σε 5 πακέτα εργασιών (WBS):

- **WBS 1: Προετοιμασία Εργοταξίου**

Όπου συμπεριλαμβάνονται οι εξής εργασίες: Συμβόλαια, Περίφραξη ορίου του έργου, χάραξη του έργου, Μεταφορά εξοπλισμού στο εργοτάξιο, Σύνδεση προσωρινής ηλεκτροδότησης και υδροδότησης και τέλος ο έλεγχος και η ασφάλεια του εργοταξίου.

- **WBS 2: Χωματουργικές Εργασίες**

Στο πακέτο των χωματουργικών εργασιών περιλαμβάνονται οι εργασίες που αφορούν την οριοθέτηση του οικοπέδου, την χάραξη της εκσκαφής και την έναρξή της.

- **WBS 3: Εργασίες Θεμελίωσης**

Αναλυτικότερα οι εργασίες θεμελίωσης αφορούν την διάστρωση με σκυρόδεμα καθαριότητας (gross beton), την χάραξη της θεμελίωσης/κοιτόστρωσης, την τοποθέτηση του ξυλότυπου και των οπλισμών και τέλος την σκυροδέτηση των θεμελίων. Ύστερα σειρά έχει η εργασία επίχωσης των θεμελίων.

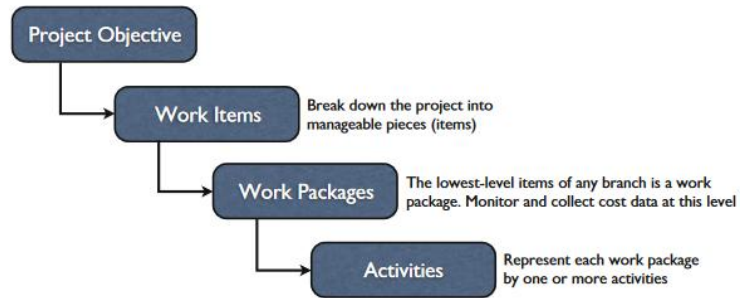
- **WBS 4: Κατασκευή Φ.Ο.**

Η κατασκευή του φέροντος οργανισμού, δηλαδή η σκυροδέτηση και ανέγερση της ανωδομής αποτελεί το πιο χρονοβόρο και κρίσιμο πακέτο εργασιών. Είναι η φάση του έργου στην οποία συμμετέχουν εργασίες όπως τοποθέτηση ξυλότυπου, οπλισμού και σκυροδέτησης για κάθε υποστύλωμα, δοκό και πλάκα ανά όροφο. Επιπλέον προστίθενται οι εργασίες θερμομόνωσης, προσθήκης αντισεισμικών αρμών, τοιχοποιίες, μαρμαροποδίες και σοβατεπί.

- **WBS 5: Περάτωση Οικοδομής**

Στο τελικό πακέτο εργασιών, αυτό της περάτωσης οι εργασίες που συναντιούνται αφορούν την ηλεκτρολογική και υδραυλική εγκατάσταση, την εγκατάσταση κασών, κουφωμάτων και

ερμαρίων. Επιπλέον γίνεται εγκατάσταση εσωτερικής ηλεκτροδότησης και ο χρωματισμός του χώρου. Οι εργασίες πρασίνου και ο καθαρισμός συντελούν στο τελικό στάδιο της περάτωσης του έργου.

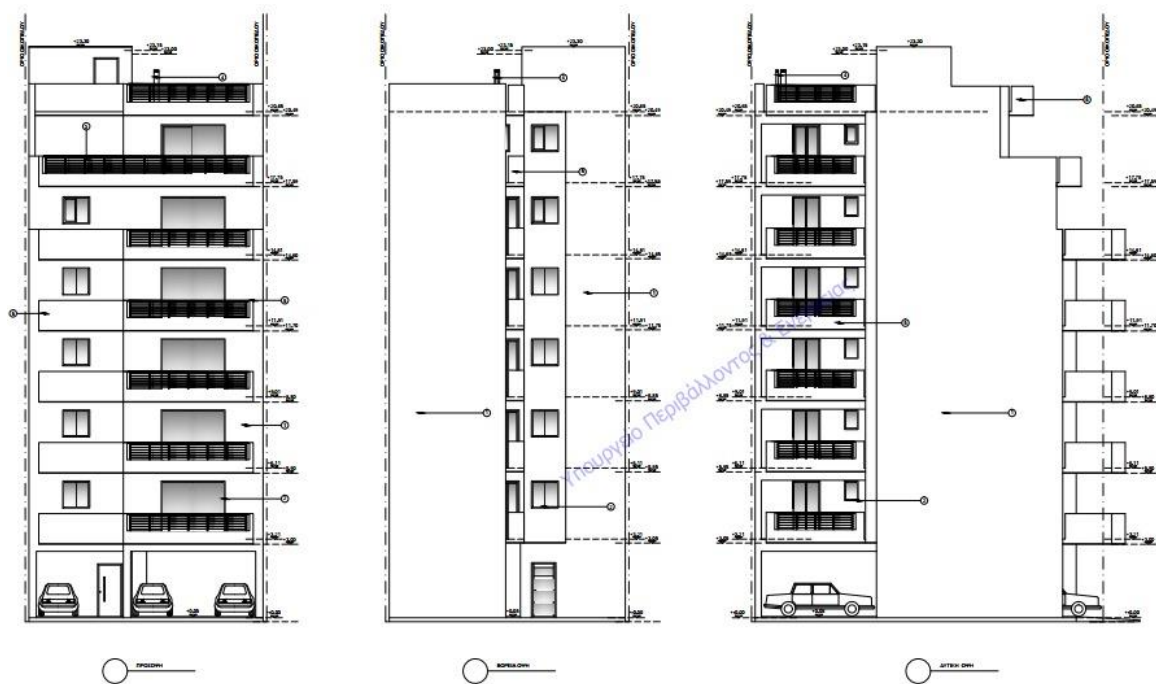


Εικόνα 14: Τυπικό παράδειγμα δομικής ανάλυσης Εργασιών (Vanhoucke, 2012)

3 Περιγραφή Έργου

Το υπό μελέτη έργο της παρούσης διπλωματικής εργασίας αναφέρεται σε οικοδομή της περιοχής του Δήμου Πειραιά. Υπεύθυνη για την μελέτη και εκπόνηση του έργου είναι η Κατασκευαστική Εταιρεία Μενέγκης Σταύρος & Αργυρώ οι οποίοι και παραχώρησαν - για την εκτέλεση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας - όλα τα απαραίτητα σχέδια (Στατικά & Αρχιτεκτονικά).

Πρόκειται για νεόδμητη οικοδομή 6 ορόφων με υπόγειο χώρο όπου στεγάζονται οι βοηθητικοί χώροι/αποθήκες, χώρο στάθμευσης (parking) τεσσάρων (4) αυτοκινήτων επί Pilotis και απόληξη κλιμακοστασίου.



Εικόνα 15: Αρχιτεκτονικά σχέδια όψεως της υπό μελέτης οικοδομής ©Σταύρος & Αργυρώ Μενέγκη

Η εκσκαφή της οικοδομής πραγματοποιήθηκε σε βάθος 3,6 μέτρων όπου αναλύεται σε 2,7 μέτρα το βάθος/ύψος του υπογείου, 0,8 μέτρα το πάχος της θεμελίωσης και 0,1 μέτρα το

πάχος του σκυροδέματος καθαριότητας όπως ορίζεται και από τα αρχιτεκτονικά και στατικά σχέδια.

Ως μπετό καθαριότητας (gross betton ή footing mix) το οποίο αποτελεί το πρώτο σκυρόδεμα που εκχύνεται αμέσως μετά την ολοκλήρωση των εκσκαφών ώστε να καλυφθεί το χώμα του σκάμματος, χρησιμοποιήθηκε σκυρόδεμα C12/15 (χαμηλό σε περιεκτικότητα τσιμέντου). Το μπετόν καθαριότητας έχει ως στόχο αφενός την διευκόλυνση χάραξης της κάτοψης αφετέρου την εξασφάλιση της καλύτερης δυνατής σταθερότητας και στήριξης των καλουπιών ενώ παράλληλα δημιουργεί καλύτερες συνθήκες αποστράγγισης του σκάμματος σε μια ενδεχόμενη βροχόπτωση. Εξασφαλίζει επιπλέον ένα καθαρό δάπεδο πάνω στο οποίο μπορεί να κινείται το προσωπικό χωρίς να γεμίζει λάσπες. Ως πάχος διάστρωσης μπετό καθαριότητας επιλέγεται τιμή μεταξύ 5-10 εκ., στην παρούσα περίπτωση διαστρώνεται πάχος 10cm.

Η θεμελίωση της οικοδομής πραγματοποιήθηκε με πλάκα γενικής κοιτόστρωσης Radier πάχους 80 εκατοστών και ποιότητας σκυροδέματος C25/30 κατηγορίας II. Η κοιτόστρωση Radier ενδείκνυται καθώς μειώνει την πίεση του ασκεί η οικοδομή στην επιφάνεια της γης καθώς τα φορτία της μοιράζονται στην μέγιστη δυνατή επιφάνεια. Με την χρήση γενικής κοιτόστρωσης Radier επιτυγχάνεται οικονομία και μείωση χρόνου στο σύνολο της κατασκευής. Επιπλέον η πλάκα Radier μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως δάπεδο υπογείου όπου συνεπάγεται μείωση χρόνου επί της ανέγερσης της ανωδομής. Τέλος με την χρήση της πλάκας γενικής κοιτόστρωσης καταβάλλονται λιγότερα εργασιακά (ένσημα ΑΠΔ).

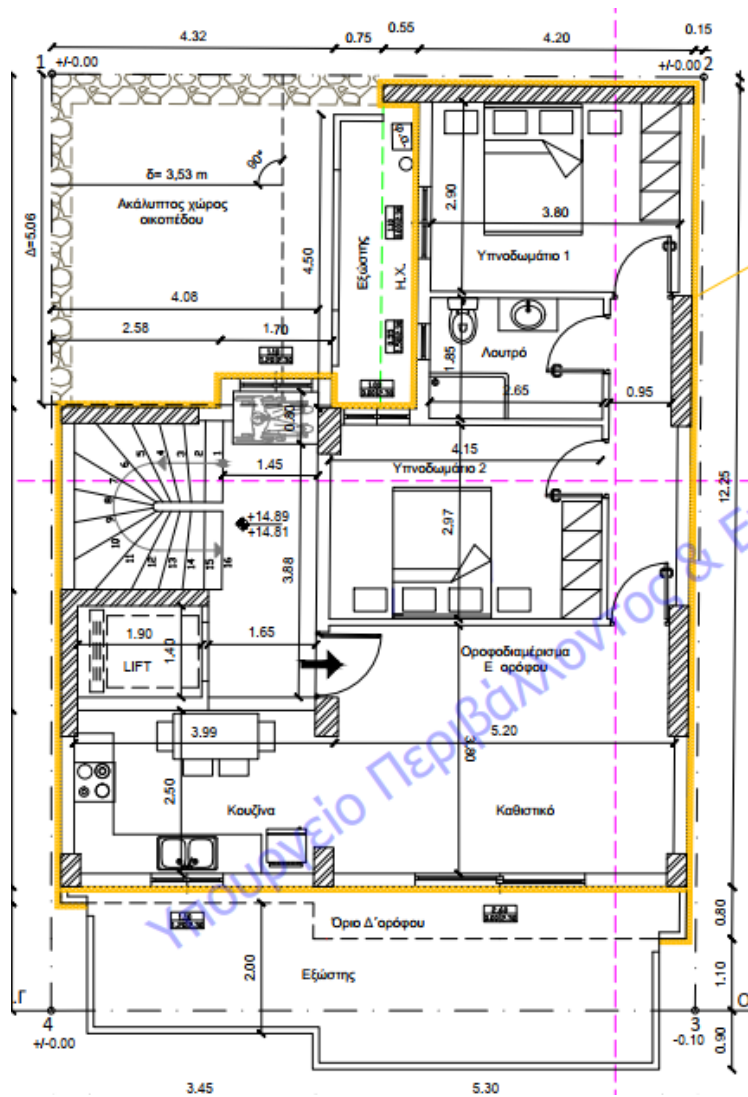
Για την ανέγερση της ανωδομής, το υπόγειο και την θεμελίωση γίνεται χρήση σκυροδέματος τύπου C 25/30 κατηγορίας II (σκυρόδεμα οπλισμένο παραθαλάσσιο) καθώς σύμφωνα με τον ΚΤΣ-2016 η οικοδομή υπάγεται στην κατηγορία XS₁ των περιβαλλοντικών συνθηκών (παραθαλάσσιο περιβάλλον). Το C25/30 κατηγορίας II συνίσταται για την κατασκευή δοκών, υποστυλωμάτων και θεμελίωσης σύμφωνα με τον EC2 (Ευρωκώδικας 2) ενώ όσον αφορά τις αγκυρώσεις και τους οπλισμούς, βάσει του ΚΤΣ-2016 γίνεται χρήση χάλυβα οπλισμού και χάλυβα συνδετήρων τύπου B500C.

Για την κατασκευή του φέροντος οργανισμού χρησιμοποιήθηκαν ξυλότυποι συνήθων χυτών κατασκευών και ικρίσματα σιδηρά σωληνωτά βαρέως τύπου.

Τα δάπεδα και τα σοβατεπί των εσωτερικών χώρων επιλέχθηκε δάπεδο laminate χάρη στην ανθεκτικότητα του στο νερό, την αντοχή του σε κρούσεις και το υψηλό προσδόκιμο ζωής του, ενώ για τους χώρους των λουτρών επιλέχθηκε πατητή τσιμεντοκονία ως τέλεια αδιαβροχοποιημένη επιφάνεια με υψηλή αντοχή και πλακάκια τύπου group 4 βαριάς καταπόνησης για χώρους αυξημένης κυκλοφορίας.

Στα εξωτερικά κουφώματα επιλέχθηκαν διπλής όψεως ενεργειακοί υαλοπίνακες και απλά κουφώματα αλουμινίου ενώ ως εξωτερικές θύρες (θύρες κεντρικής εισόδου και θύρες εισόδου διαμερισμάτων) χρησιμοποιήθηκαν θύρες θωρακισμένες υψηλής ασφαλείας (secure plus).

Η θερμομόνωση πραγματοποιήθηκε με χρήση πετροβάμβακα χάρη στην διαπνοή του που το καθιστά εξαιρετικό για μικτό κλίμα όπως της Ελλάδας. Επιπλέον χαρακτηρίζεται από υψηλή αντοχή σε πυρκαγιές ενώ παράλληλα θεωρείται ιδανικό υλικό θερμομόνωσης για αστικά περιβάλλοντα καθώς παράλληλα αποτελεί το καλύτερο υλικό ηχομόνωσης.



Εικόνα 16: Κάτοψη Τυπικού Ορόφου Παρούσας Οικοδομής © Σταύρος & Αργυρώ Μενέγκη

3.1 Κανονιστικό πλαίσιο και Νομοθετικές Διατάξεις

Η μελέτη για την ανέγερση, την κοστολόγηση και την σύνταξη οικονομική προσφοράς της παρούσης οικοδομής διεκπεραιώθηκε και συμμορφώθηκε βάσει των κανονισμών, προτύπων και νόμων που βρίσκονται σε ισχύ. Πιο συγκεκριμένα:

- Ο Αντισεισμικός υπολογισμός συντάχθηκε με βάση τον ΕΑΚ: ΦΕΚ 325/Α/1945 – ΦΕΚ 171/Α/1946, ΦΕΚ 2184/Β/1999 – ΦΕΚ 423/Β/2001, ΦΕΚ 781/Β/2003 – ΦΕΚ 1154/Β/2003 και ΦΕΚ 270/Β/2010
- Για το σκυρόδεμα λαμβάνεται υπόψιν ο ΕΚΟΣ: ΦΕΚ 1329/Β/200 – ΦΕΚ 1153/Β/2003, ΦΕΚ 447/Β/2004 – ΦΕΚ 576/Β/2005 και ΦΕΚ 270/Β/2010, ο ΚΤΣ-2016 με ΦΕΚ 1561/Β/2016 – ΦΕΚ 1839/Β/2017
- Για τους σπλισμούς ο ΚΤΧ με ΦΕΚ 1416/Β/2008 – ΦΕΚ 2113/Β/2008
- Επιπλέον η οικοδομή εμπίπτει στην τροποποίηση του Ν. 4067/2012 περί Ιδαετού Στερεού
- Ν. 4412/16 Δημόσιες συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών
- Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για τις Δημόσιες συμβάσεις έργων του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών με την υπ' αριθμόν απόφαση Αριθ. ΔΝΣγ/οικ.35577/ΦΝ 466
- Αρ. Δ11/334219 Καθορισμός Συντελεστών Αναθεώρησης τιμών δημοσίων έργων Α' Τριμήνου 2022 σύμφωνα με τον παρ. 23, άρθρο 153 του Ν. 4412/16

3.2 Περιγραφή Εργασιών

Πριν την έναρξη εργασιών της οικοδομής χρειάζεται να διευθετηθούν κάποιες διαδικασίες οι οποίες αφορούν τον νομικό πλαίσιο γύρω από τον κανονισμό των οικοδομών. Ξεκινώντας από τις Νομικές διαδικασίες και εφόσον έχει εκδοθεί η οικοδομική άδεια με την ηλεκτρονική πλέον υποβολή του πλήρους φακέλου του έργου στην αρμόδια Υπηρεσία Δόμησης, ακολουθεί η γνωστοποίηση της στο Αστυνομικό Τμήμα όπου υπάγεται η οικοδομή. Στην συνέχεια πραγματοποιείται η θεώρηση των ΣΑΥ-ΦΑΥ (Σχέδιο Ασφάλειας & Υγείας και Φάκελος Ασφάλειας & Υγείας) ενώ παράλληλα ξεκινά η εργοταξιακή περίφραξη και η σήμανση ασφάλειας του χώρου. Τέλος τοποθετείται εξωτερικά του εργοταξίου η πινακίδα

του έργου στην οποία αναγράφονται ο αριθμός Ο.Α (Οικοδομικής Άδειας) , οι μελετητές και ο ανάδοχος του έργου.

Προοδευτικά με την κατασκευή του έργου λαμβάνουν χώρα οι εξής εργασίες:

- Σύνταξη ημερολόγιου έργου
- Πληρωμή και καταβολή ΑΠΔ (Αναλυτική Περιοδική Δήλωση) στο ΙΚΑ (ασφαλιστικές εισφορές εργαζομένων)
- Δημιουργία και διατήρηση φακέλου του έργου με όλες τις αποδείξεις και τα τιμολόγια τα οποία βρίσκονται κάθε στιγμή στην διάθεση της Ανεξάρτητης Αρχής Δημοσίων Εσόδων
- Δημιουργία, έλεγχος και τήρηση του χρονοδιαγράμματος του έργου.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε πως οι Οικοδομικές Εργασίες χωρίζονται σε 3 γενικές κατηγορίες:

1. Χωματουργικές Εργασίες
2. Κατασκευή Φέροντος Οργανισμού (Φ.Ο.)
3. Εργασίες Αποπεράτωσης του έργου

Χωματουργικές Εργασίες

Στις χωματουργικές εργασίες περιλαμβάνονται κατά σειρά εκτέλεσης οι παρακάτω διεργασίες:

- Οριοθέτηση και καθαρισμός οικοπέδου με χρήση ειδικών χωματουργικών μηχανημάτων
- Χάραξη οικοδομής σύμφωνα με το διάγραμμα εκσκαφών για την επίτευξη της οριοθέτησης του τμήματος εκσκαφής, εντός του εργοταξίου
- Τοποθέτηση αντιστηρίξεων (ντουλάπια) στην περίπτωση όπου το οικόπεδο συνορεύει με γειτονικά κτήρια
- Γενικές εκσκαφές και μεταφορά προϊόντων εκσκαφών - αμέσως μετά την χάραξη της οικοδομής.

Εργασίες Σκυροδέματος – Κατασκευή ΦΟ

Κατά την διαδικασία σκυροδέτησης και κατασκευής του φέροντος οργανισμού λαμβάνουν χώρα κατά σειρά εκτέλεσης οι παρακάτω εργασίες:

- Έγχυση σκυροδέματος καθαριότητας (σκυροδέματος εξυγίανσης ή αλλιώς footing mix). Μόλις ολοκληρωθεί η εκσκαφή η αμέσως επόμενη εργασία είναι η διάστρωση του σκάμματος (ταμπάνι) με σκυρόδεμα καθαριότητας
- Χάραξη τοιχίων και υποστυλωμάτων υπογείου, η εργασία αυτή γίνεται με χρήση υλικών όπως οι ατσαλόπροκες και τα ράμματα πάνω στο σκυρόδεμα καθαριότητας έτσι ώστε οι εργάτες να σιδερώσουν και να καλουπώσουν τα σημεία όπως υποδεικνύονται στην μελέτη
- Κατασκευή Φέροντος Οργανισμού του υπογείου: στάδιο κατά το οποίο σκυροδετούνται τα θεμέλια, τα τοιχία και τα υποστυλώματα του ορόφου του υπογείου.
- Μόνωση υπογείου εξωτερικά και των τοιχίων με χρήση υλικών τσιμέντου σε δυο στρώσεις συνήθως, παράλληλα μονώνεται περιμετρικά το τοιχίο του υπογείου, οι δοκοί, τα υποστυλώματα και οι πλάκες. Το υλικό που χρησιμοποιείται κατά βάση για την συγκεκριμένη μόνωση είναι η εξηλασμένη πολυστερίνη. Τέλος τοποθετείται και η αποστραγγιστική μεμβράνη (αυγουλιέρα) περιμετρικά του υπογείου με σκοπό κυρίως την αποστράγγιση των υπογείων υδάτων (σύστημα Drainage), είναι το πλέον κατάλληλο υλικό για αποστράγγιση χάρις το υψηλής πυκνότητας υλικό της (HDPE πολυαιθυλένιο).
- Επίχωση δαπέδου υπογείου για την πλήρωση των κενών
- Κατασκευή του δαπέδου του υπογείου, σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε πως στην περίπτωση της οικοδομής μας θα πραγματοποιηθεί σκυροδέτηση θεμελίωσης με πλάκα γενικής κοιτόστρωσης (Radier) και κατά συνέπεια τον ρόλο του μετό δαπέδου υπογείου αναλαμβάνει η πλάκα Radier, ενώ κατά το στάδιο αυτό λαμβάνει χώρα και η τοποθέτηση της θεμελιακής γείωσης
- Σκυροδέτηση οροφής υπογείου
- Κατασκευή φέροντος οργανισμού των υπόλοιπων ορόφων της οικοδομής με την ίδια διαδικασία

Κατασκευή Στοιχείων Πλήρωσης και Εσωτερικής Διαρρύθμισης

Σε αυτό το στάδιο, ύστερα δηλαδή από την ολοκλήρωση του σκελετού πραγματοποιείται η διαμόρφωση της οικοδομής με τις παρακάτω εργασίες να πραγματοποιούνται κατά σειρά:

- Εσωτερικές και Εξωτερικές τοιχοποιίες
- Σιδηρουργικά και Ξυλουργικά στα εσωτερικά και εξωτερικά κουφώματα
- Ποδιές Παραθύρων
- Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις σε όλη την οικοδομή για ισχυρά και ασθενή ρεύματα
- Υδραυλικές Εγκαταστάσεις σε όλη την οικοδομή
- Θερμομόνωση σοβατίσματα και στεγανοποίηση

Περάτωση Οικοδομής

Αποτελείται από τις εργασίες που γίνονται ώστε πλέον η οικοδομή μας να γίνει λειτουργική προς τον άνθρωπο και αυτές είναι: .

- Η τοποθέτηση δαπέδων
- Η ολοκλήρωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης
- Η ολοκλήρωση της υδραυλικής εγκατάστασης
- Η τοποθέτηση πορτών, κουφωμάτων και κιγκλιδωμάτων
- Η τοποθέτηση επίπλων στους εσωτερικούς χώρους
- Οι χρωματισμοί των επιφανειών
- Η διαμόρφωση όλων των εξωτερικών χώρων

4 Αναλυτική Προμέτρηση

Για την υπό μελέτη οικοδομή πραγματοποιήθηκε αναλυτική προμέτρηση ποσοτήτων και εργασιών, βασιζόμενη στα στατικά και αρχιτεκτονικά σχέδια που παρασχέθηκαν. Όλες οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα που παρατίθενται παρακάτω πραγματοποιήθηκαν με την χρήση του λογισμικού MS Office Excel ενώ όλοι οι πίνακες είναι ενσωματωμένοι και συνδεδεμένοι με το αντίστοιχο υπολογιστικό φύλλο Excel.

4.1 Αναλυτικοί Πίνακες Ποσοτήτων και Εργασιών

Στην ενότητα αυτή παρατίθενται αναλυτικά όλοι οι πίνακες προμέτρησης για κάθε υλικό και εργασία της οικοδομής.

Πίνακας 1: Προμέτρηση όγκου γενικών εκσκαφών οικοδομής

ΟΓΚΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΚΣΚΑΦΩΝ			
α/α	Εμβ. Εκσκαφής	Η εκσκαφ.	m ³
1	99,33	3,6	357,59

Πίνακας 2: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος καθαριότητας

Σκυρόδεμα Καθαρότητας C12/15			
α/α	Εμβ. Εκσκαφής (m ²)	Πάχος	m ³
Π1	99,33	0,1	9,93

Πίνακας 3: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος πλάκας γενικής κοιτόστρωσης

Γενική Κοιτόστρωση Radier			
α/α	Εμβ. Εκσκαφής (m ²)	Πάχος σκ/τος. (m)	m ³
Π1	99,33	0,8	79,46

Πίνακας 4: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος πλακών ορόφου Υπογείου

Προμέτρηση Πλακών Υπογείου					Σκυροδέμα Πλακών Υπογείου	
α/α	b (m)	y (m)	d (m)	Εμβ. Π (m ²)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)	
Π1	4,75	5,2	0,17	24,7	4,199	
Π2	5,7	7,85	0,18	44,745	8,0541	
Π3	3,86	1,525	0,16	5,8865	0,94184	
Π4	3,86	1,275	0,16	4,9215	0,78744	
Π5	3,86	2,55	0,16	9,843	1,57488	
Π6	3,86	2,25	0,16	8,685	1,3896	
					ΣΥΝΟΛΟ	16,94686

Πίνακας 5: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος πλακών ορόφου Ισογείου

Προμέτρηση Πλακών Ισογείου					Σκυροδέμα Πλακών Ισογείου/pilotis	
α/α	b (m)	y (m)	d (m)	Εμβ. Π (m ²)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)	
Π1	4,75	5,2	0,16	24,7	3,952	
Π2	5,7	7,85	0,18	44,745	8,0541	
Π5	3,86	2,55	0,16	9,843	1,57488	
Π6	8,685	2,66	0,16	6,025	0,964	
Π8	0,75	4,04	0,16	3,03	0,4848	
Π9	2,45	0,45	0,16	1,1025	0,1764	
Π10	3,45	2	0,21	6,9	1,449	
Π11	5,3	2	0,21	10,6	2,226	
					ΣΥΝΟΛΟ	18,88118

Πίνακας 6: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος πλακών ορόφων Α-Β-Γ-Δ

Προμέτρηση Πλακών Α-Β-Γ-Δ ορ.					Σκυροδέμα Πλακών Α-Β-Γ-Δ ορ.	
α/α	b (m)	y (m)	d (m)	Εμβ. Π (m ²)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)	
Π1	4,75	5,2	0,16	24,7	3,952	
Π2	5,7	7,85	0,18	44,745	8,0541	
Π5	3,86	2,25	0,16	8,685	1,3896	
Π6	8,685	2,66	0,16	6,025	0,964	
Π7	3,86	2	0,21	7,72	1,6212	
Π8	0,75	4,04	0,16	3,03	0,4848	
Π9	2,45	0,45	0,16	1,1025	0,1764	
Π10	5,3	2	0,21	10,6	2,226	
					ΣΥΝΟΛΟ	75,4724

Πίνακας 7: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος πλακών Ε' ορόφου

Προμέτρηση Πλακών Ε ορ.					Σκυροδέμα Πλακών Ε ορ.	
α/α	b (m)	y (m)	d (m)	Εμβ. Π (m ²)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)	
Π1	4,75	5,2	0,16	24,7	3,952	
Π6	8,685	2,66	0,16	6,025	0,964	
Π8	0,75	4,04	0,16	3,03	0,4848	
Π9	2,45	0,45	0,16	1,1025	0,1764	
Π10	3,86	2,25	0,16	8,685	1,3896	
Π11	5,7	7,85	0,18	44,745	8,0541	
					ΣΥΝΟΛΟ	15,0209

Πίνακας 8: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος πλακών Στ' ορόφου

Προμέτρηση Πλακών ΣΤ ορ.					Σκυροδέμα Πλακών ΣΤ ορ.	
α/α	b (m)	γ (m)	d (m)	Εμβ. Π (m ²)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)	
Π1	5,2	4,75	0,16	24,7	3,952	
Π8	0,75	4,04	0,16	3,03	0,4848	
Π9	2,45	0,45	0,16	1,1025	0,1764	
Π12	6,402	2,66	0,16	3,742	0,59872	
Π13	4,75	5,3	0,16	25,175	4,028	
Π14	1,35	5,7	0,16	7,695	1,2312	
Π15	0,6	3,38	0,16	2,028	0,32448	
ΣΥΝΟΛΟ					10,7956	

Πίνακας 9: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος απόληξης

Προμέτρηση Πλακών ΑΠΟΛΗΞΗΣ (Σ.09)					Σκυροδέμα Πλακών ΑΠΟΛΗΞΗΣ	
α/α	b (m)	γ (m)	d (m)	Εμβ. Π (m ²)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)	
Π1	2,1	2,25	0,2	4,725	0,945	
Π2	3,93	5,05	0,15	19,8465	2,976975	
ΣΥΝΟΛΟ					3,921975	

Πίνακας 10: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος υποστυλωμάτων ορόφου Υπογείου

Προμέτρηση Υποστ/των (Κ) Υπόγειο					Σκυροδέμα Υποστ/των (Κ) Υπόγειο	
α/α	Διαστάσεις σχεδίου	a (m)	b (m)	Εμβ. (m ³)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)	
K1	210/25	2,1	0,25	0,525	1,29675	
K2	35/70	0,35	0,7	0,245	0,60515	
K3	475/25	4,75	0,25	1,1875	2,933125	
K4	30/200	0,3	2	0,6	1,482	
K5	225/25	2,25	0,25	0,5625	1,389375	
K6	25/225	0,25	2,25	0,5625	1,389375	
K10	30/75	0,3	0,75	0,225	0,55575	
K11	35/60	0,25	0,6	0,15	0,3705	
K12	30/140	0,3	1,4	0,42	1,0374	
K13	30/130	0,3	1,3	0,39	0,9633	
K14	30/200	0,3	2	0,6	1,482	
K15	25/100	0,25	1	0,25	0,6175	
ΣΥΝΟΛΟ					14,122225	

Πίνακας 11: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος υποστυλωμάτων ορόφου Ισογείου

Προμέτρηση Υποσ/των (Κ) ΙΣΟΓΕΙΟ (pilotis)				Σκυρόδεμα Υποσ/των (Κ) ΙΣΟΓΕΙΟ (pilotis)	
α/α	Διαστάσεις σχεδίου	a (m)	b (m)	Εμβ. (m ³)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
K1	210/25	2,1	0,25	0,525	1,52775
K2	35/70	0,35	0,7	0,245	0,71295
K3	475/25	4,75	0,25	1,1875	3,455625
K4	30/200	0,3	2	0,6	1,746
K5	225/25	2,25	0,25	0,5625	1,636875
K6	25/225	0,25	2,25	0,5625	1,636875
K10	30/75	0,3	0,75	0,225	0,65475
K11	35/60	0,35	0,6	0,21	0,6111
K12	30/140	0,3	1,4	0,42	1,2222
K13	30/130	0,3	1,3	0,39	1,1349
K14	30/200	0,3	2	0,6	1,746
				ΣΥΝΟΛΟ	16,085025

Πίνακας 12: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος Υποστυλωμάτων Α-Β-Γ-Δ ορόφων

Προμέτρηση Υποσ/των (Κ) Α-Β-Γ- Δ' ΟΡΟΦ.				Σκυρόδεμα Υποσ/των (Κ) Α-Β-Γ-Δ' ΟΡΟΦ.	
α/α	Διαστάσεις σχεδίου	a (m)	b (m)	Εμβ. (m ³)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
K1	210/25	2,1	0,25	0,525	1,386
K2	35/70	0,35	0,7	0,245	0,6468
K3	475/25	4,75	0,25	1,1875	3,135
K4	30/200	0,3	2	0,6	1,584
K5	225/25	2,25	0,25	0,5625	1,485
K6	25/225	0,25	2,25	0,5625	1,485
K10	30/75	0,3	0,75	0,225	0,594
K11	35/60	0,35	0,6	0,21	0,5544
K12	30/140	0,3	1,4	0,42	1,1088
K13	30/130	0,3	1,3	0,39	1,0296
K14	30/200	0,3	2	0,6	1,584
				ΣΥΝΟΛΟ	58,3704

Πίνακας 13: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος υποστυλωμάτων Ε' ορόφου

Προμέτρηση Υποσ/των (Κ) Ε' ΟΡΟΦ.					Σκυρόδεμα Υπο/των (Κ) Ε' ΟΡΟΦ.
α/α	Διαστάσεις σχεδίου	a (m)	b (m)	Εμβ. (m ³)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
K1	210/25	2,1	0,25	0,525	1,407
K2	35/70	0,35	0,7	0,245	0,6566
K3	475/25	4,75	0,25	1,1875	3,1825
K4	30/200	0,3	2	0,6	1,608
K5	225/25	2,25	0,25	0,5625	1,5075
K6	25/225	0,25	2,25	0,5625	1,5075
K10	30/50	0,3	0,5	0,15	0,402
K11	35/60	0,35	0,6	0,21	0,5628
K12	30/60	0,3	0,6	0,18	0,4824
K13	30/50	0,3	0,5	0,15	0,402
K14	30/200	0,3	2	0,6	1,608
				ΣΥΝΟΛΟ	13,3263

Πίνακας 14: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος υποστυλωμάτων Στ' ορόφου

Προμέτρηση Υπο/των (Κ) ΣΤ' ΟΡΟΦ.					Σκυρόδεμα Υπο/των (Κ) ΣΤΕ' ΟΡΟΦ. + ΑΠΟΛΗΞΗ
α/α	Διαστάσεις σχεδίου	a (m)	b (m)		Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
K1	210/25	2,1	0,25	0,525	1,407
K2	35/70	0,35	0,7	0,245	0,6566
K3	475/25	4,75	0,25	1,1875	3,1825
K4	30/200	0,3	2	0,6	1,608
K5	225/25	2,25	0,25	0,5625	1,5075
K6	25/225	0,25	2,25	0,5625	1,5075
K10	30/50	0,3	0,5	0,15	0,402
K11	35/60	0,35	0,6	0,21	0,5628
K12	30/60	0,3	0,6	0,18	0,4824
K13	30/50	0,3	0,5	0,15	0,402
K14	30/200	0,3	2	0,6	1,608
				ΣΥΝΟΛΟ	13,3263

Πίνακας 15: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος υποστυλωμάτων απόληξης

Προμέτρηση Υποσ/των (Κ) ΑΠΟΛΗΞΗΣ					Σκυρόδεμα Υποσ/των (Κ) ΑΠΟΛΗΞΗΣ
α/α	Διαστάσεις σχεδίου	a (m)	b (m)	Εμβ. (m ³)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
K1	60/25	0,6	0,25	0,15	0,36
K2	30/60	0,3	0,36	0,108	0,2592
K5	225/25	2,25	0,25	0,5625	0,365625
K6	25/225	0,25	2,25	0,5625	0,365625
ΣΥΝΟΛΟ					1,35045

Πίνακας 16: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος δοκών ορόφου Υπογείου

Προμέτρηση Δοκών (Δ) Υπόγειο (Σ.02+Α.9)				
α/α	l (μήκος)	d (m)	b (m)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
Δ8.1	5,2	0,25	0,5	0,65
Δ15.1	4,75	0,25	0,5	0,59375
Δ15.2	3,1	0,25	0,5	0,3875
Δ7.1	5,7	0,25	0,5	0,7125
Δ5.1	3,86	0,25	0,5	0,4825
Δ4.1	5,5	0,25	0,5	0,6875
Δ6.1	2,8	0,25	0,5	0,35
Δ3.1	3,93	0,25	0,5	0,49125
Δ9.1	1	0,25	0,5	0,125
Δ10.1	5,1	0,25	0,5	0,6375
Δ13.1	3,93	0,25	0,5	0,49125
Δ11.1	4,75	0,25	0,5	0,59375
Δ14.1	2,55	0,25	0,5	0,31875
ΣΥΝΟΛΟ				6,52125

Πίνακας 17: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος δοκών ορόφου Ισογείου

Προμέτρηση Δοκών (Δ) Pilotis (Σ.03)				
α/α	l (μήκος)	d (m)	b (m)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
Δ8.1	5,2	0,3	0,5	0,78
Δ15.1	4,75	0,3	0,5	0,7125
Δ15.1	3,1	0,3	0,5	0,465
Δ7.1	5,7	0,3	0,5	0,855
Δ5.1	3,86	0,3	0,5	0,579
Δ4.1	4,8	0,25	0,5	0,6
Δ6.1	2,8	0,25	0,5	0,35
Δ3.1	4,13	0,25	0,5	0,51625
Δ10.1	4,94	0,25	0,5	0,6175
Δ11.1	5,05	0,3	0,5	0,7575
Δ14.1	3,1	0,3	0,5	0,465
Δ5.1	3,86	0,3	0,5	0,579
Δ12.1	3,83	0,25	0,5	0,47875
Δ9.1	5,75	0,25	0,5	0,71875
ΣΥΝΟΛΟ				8,47425

Πίνακας 18: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος δοκών Α-Β-Γ-Δ ορόφων

Προμέτρηση Δοκών (Δ) Α+Β+Γ+Δ' ΟΡΟΦΩΝ (Σ.04-07)				
α/α	l (μήκος)	d (m)	b (m)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
Δ8.1	5,2	0,3	0,5	0,78
Δ15.1	4,75	0,3	0,5	0,7125
Δ15.2	3,1	0,3	0,5	0,465
Δ7.1	5,7	0,3	0,5	0,855
Δ5.1	3,86	0,3	0,5	0,579
Δ14.1	4,8	0,25	0,5	0,6
Δ6.1	2,8	0,25	0,5	0,35
Δ3.1	4,13	0,25	0,5	0,51625
Δ10.1	4,04	0,25	0,5	0,505
Δ11.1	5,05	0,3	0,5	0,7575
Δ14.1	3,1	0,3	0,5	0,465
Δ13.1	4,13	0,25	0,5	0,51625
Δ12.1	3,86	0,25	0,5	0,4825
Δ9.1	5,75	0,25	0,5	0,71875
			ΣΥΝΟΛΟ	33,211

Πίνακας 19: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος δοκών Ε' ορόφου

Προμέτρηση Δοκών (Δ) Ε' ΟΡΟΦΟΥ (Σ.08)				
α/α	l (μήκος)	d (m)	b (m)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
Δ8.1	5,2	0,3	0,5	0,78
Δ15.1	4,75	0,3	0,5	0,7125
Δ15.2	2,1	0,3	0,5	0,315
Δ7.1	5,7	0,25	0,5	0,7125
Δ5.1	3,86	0,25	0,5	0,4825
Δ14.1	4,8	0,25	0,5	0,6
Δ6.1	2,8	0,25	0,5	0,35
Δ3.1	3,93	0,25	0,5	0,49125
Δ10.1	4,04	0,25	0,5	0,505
Δ9.1	5,75	0,25	0,5	0,71875
Δ11.1	4,75	0,3	0,5	0,7125
Δ13.1	3,93	0,25	0,5	0,49125
Δ12.1	3,86	0,25	0,5	0,4825
Δ14.1	2,55	0,3	0,5	0,3825
			ΣΥΝΟΛΟ	7,73625

Πίνακας 20: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος δοκών ΣΤ' ορόφου

Προμέτρηση Δοκών (Δ) ΣΤ' ορ. (Σ.09)				
α/α	l (μήκος)	d (m)	b (m)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
Δ8.1	5,2	0,3	0,5	0,78
Δ15.1	4,75	0,3	0,5	0,7125
Δ5.1	5,7	0,25	0,5	0,7125
Δ4.1	3,88	0,25	0,5	0,485
Δ6.1	2,8	0,25	0,5	0,35
Δ3.1	3,88	0,25	0,5	0,485
Δ11.1	4,75	0,3	0,5	0,7125
Δ13.1	3,88	0,25	0,5	0,485
Δ10.1	4,04	0,25	0,5	0,505
Δ9.1	5,75	0,25	0,5	0,71875
			ΣΥΝΟΛΟ	5,94625

Πίνακας 21: Προμέτρηση ποσότητας σκυροδέματος δοκών απόληξης

Προμέτρηση Δοκών (Δ) ΑΠΟΛΗΞΗΣ (Σ.09)				
α/α	l (μήκος)	d (m)	b (m)	Ποσότητα Σκ/τος (m ³)
Δ3.1	3,93	0,25	0,3	0,29475
Δ3.2	2,8	0,25	0,3	0,21
ΣΥΝΟΛΟ				0,50475

Πίνακας 22: Προμέτρηση εξωτερικής τοιχοποιίας

ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ			
α/α	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m ²)
1	9,85	21	206,85
2	9,78	21	205,38
3	5,1	21	107,1
4	7,6	21	159,6
5	13,05	21	274,05
6	4,23	3,3	13,959
7	4,65	3,3	15,345
ΣΥΝΟΛΟ			909,22

Πίνακας 23: Προμέτρηση εσωτερικής τοιχοποιίας

ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				
α/α	Πλάτος	Ύψος	ΤΜΧ	Επιφάνεια (m ²)
ΥΠΟΓΕΙΟ	3,05	2,4	3	21,96
	2	2,4	4	19,2
	2,53	2,4	1	6,072
	1,5	2,4	1	3,6
	1,4	2,4	1	3,36
	0,89	2,4	1	2,136
	1,9	2,4	1	4,56
ΣΥΝΟΛΟ			60,89	
ΟΡΟΦΟΙ	3,2	2,7	12	103,68
	0,85	2,7	6	13,77
	4,15	2,7	5	56,025
	3,15	2,7	5	42,525
	ΣΥΝΟΛΟ			216

Πίνακας 24: Προμέτρηση εσωτερικών δαπέδων Laminate

LAMINATE				
ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΑΠΕΔΑ (Α-Β-Γ-Δ ΟΡΟΦ.)				
α/α	Τοποθεσία	Πλάτος (m)	Μήκος (m)	Επιφάνεια (m ²)
1	ΚΟΥΖΙΝΑ	2,75	3,99	10,9725
2	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	4,6	5,2	23,92
3	ΧΩΛ	0,95	4,82	4,579
4	ΥΔ1	3,8	2,9	11,02
5	ΥΔ2	4,15	2,98	12,367
ΣΥΝΟΛΟ				251,434

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΑΠΕΔΑ Ε ΟΡΟΦΟΥ				
α/α	Τοποθεσία	Πλάτος (m)	Μήκος (m)	Επιφάνεια (m ²)
1	ΚΟΥΖΙΝΑ	3,99	2,5	9,975
2	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	5,2	3,8	19,76
3	ΧΩΛ	0,95	4,82	4,579
4	ΥΔ1	3,8	2,9	11,02
5	ΥΔ2	4,15	2,97	12,3255
ΣΥΝΟΛΟ				57,6595

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΑΠΕΔΑ ΣΤ' ΟΡΟΦΟΥ				
α/α	Τοποθεσία	Πλάτος (m)	Μήκος (m)	Επιφάνεια (m ²)
1	ΚΟΥΖ./ΚΑΘΙΣΤ	5,7	4,9	27,93
2	ΧΩΛ	0,95	1,85	1,7575
3	ΥΔ1	3,8	2,9	11,02
ΣΥΝΟΛΟ				40,7075

Πίνακας 25: Προμέτρηση δαπέδου λουτρών

ΤΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑ ΛΟΥΤΡΑ (ΔΑΠΕΔΟ)				
α/α	Τοποθεσία	Πλάτος (m)	Μήκος (m)	Επιφάνεια (m ²)
1	WC Α-Β-Γ-Δ	2,65	1,85	19,61
2	WC Ε	2,65	1,85	4,9025
3	WC ΣΤ	2,65	1,85	4,9025
ΣΥΝΟΛΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑΣ		29,415		

Πίνακας 26: Προμέτρηση θυρών

ΘΥΡΕΣ			
α/α	Είδος Θύρας	Διαστάσεις (m)	ΤΜΧ
1	Κύρια είσοδος πολυκατοικίας	1,00 * 2,20	2
2	Είσοδος διαμερισμάτων	1,00*2,20	6
3	πόρτες ΥΔ	0,9*2,00	11
4	χωλ	0,9*2,00	5
5	WC	0,7*2,00	6
6	Βοηθητικοί χώροι/αποθήκη	0,7*2,00	8

Πίνακας 27: Προμέτρηση ποσότητας θερμομόνωσης

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ			
α/α	Μήκος	Υψος	Επιφάνεια(m ²)
1	45,38	21	952,98
2	8,88	3,3	29,304
Σύνολο Θερμο/σης:			909,22

Συνεπώς αναλύοντας τους παραπάνω πίνακες προμετρήσεων ποσοτήτων και εργασιών (Πίνακας 1 ως Πίνακας 27) που συντάχθηκαν με βάση τα δοθέντα στατικά σχέδια προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Ο γενικός όγκος εκσκαφών οικοπέδου ανέρχεται στα: 357,59 m³
- Η συνολική ποσότητα σκυροδέματος καθαριότητας τύπου C12/15: 99,33 m³
- Η συνολική ποσότητα σκυροδέματος C25/30 κατηγορίας II από προμετρήσεις πλάκας θεμελίωσης, πλακών επί των ορόφων, υποστυλωμάτων και δοκών υπολογίστηκε: 399,477 m³
- Η συνολική ποσότητα οπλισμού B500C (αναλογικά βάρος ανά κυβικό σκυροδέματος) υπολογίστηκε: 47937,33 m³
- Τα συνολικά τετραγωνικά τοιχοποιίας εξωτερικών χώρων: 910 m² και τοιχοποιίας εσωτερικών χώρων: 276,89 m²
- Η συνολική ποσότητα επιχρίσματος που θα χρειαστεί ανέρχεται σε: 2373,78 m²
- Τα συνολικά τετραγωνικά δαπέδου laminate που θα χρειαστούν ανέρχονται στα: 349,8 m³
- Τα δάπεδα των λουτρών θα επενδυθούν με πατητή τσιμεντοκονία συνολικής ποσότητας: 29,4 m²
- Η θερμομόνωση με πετροβάμβακα 50mm, θα πραγματοποιηθεί σε επιφάνεια: 910m²

4.2 Συγκεντρωτικός Πίνακας Ποσοτήτων και Εργασιών

Ο συγκεντρωτικός πίνακας ποσοτήτων αποτελεί απαραίτητο εργαλείο για την ορθή εκτίμηση του κόστους μιας κατασκευής ή ενός έργου. Παρέχει ολοκληρωμένη, συγκεντρωτική και σαφή εικόνα των υλικών, εργασιών και υπηρεσιών που απαιτούνται για τον προϋπολογισμό και συνεπώς το κόστος του έργου. Όλες οι ποσότητες που απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα έχουν στρογγυλοποιηθεί και παρουσιάζονται σε μορφή ακέραιων τιμών.

Πίνακας 28: Συγκεντρωτικός Πίνακας Ποσοτήτων & Εργασιών

α/α	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Μ.Μ.
1	Όγκος Εκσκαφής θεμελίων	358	m ³
2	Φορτοεκφόρτωση με μηχ. Μέσα	358	m ³
3	Μεταφορά Προϊόντων Εκσκαφής (40Km)	14320	m ³ *Km
4	Κατασκευές από ΩΣ C 25/30 II	399	m ³
5	Κατασκευές από ΩΣ C 12/15	10	m ³
6	Οπλισμός B500C	47880	Kg
7	Σενάζ	75	m
8	Σοβατεπί	260	m ²
9	Ξυλότυποι χυτών κατασκευών	2116	m ²
10	Εξωτερική τοιχοποιία	910	m ²
11	Εσωτερική τοιχοποιία	277	m ²
12	Επιχρίσματα	2374	m ²
13	Πλακίδια μπάνιου	55	m ²
14	Δάπεδο μπάνιου Τσιμεντοκονία	29	m ²
15	Δάπεδα Laminate	350	m ²
16	Εξωτερικά κουφώματα	114	m ²
17	Εσωτερικά κουφώματα	109	m ²
18	Θύρες εξωτερικές ασφαλείας	2	TMX
19	Θύρες Πυράντοχες μεταλλικές	6	TMX
20	Θύρες διαμερισμάτων ασφαλείας	6	TMX
21	Θύρες εσωτερικές διαμερισμάτων	22	TMX
22	Χρωματισμοί Εξωτερικοί	910	m ²
23	Χρωματισμοί Εσωτερικοί	1464	m ²
24	Ικρίωματα σιδερά βαρεώς τύπου	1058	m ²
25	Θερμομόνωση	910	m ²
26	Ανελκυστήρας	1	TMX

5 Συγκριτική Ανάλυση Κόστους και Χρόνου για την Συμβατική Μέθοδο Κατασκευής

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται και συγκρίνεται το τελικό κόστος της κατασκευής αλλά και ο χρόνος που απαιτείται για την υλοποίησής της όπως προκύπτει από τις κοστολογήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Οι τιμές που αποτυπώνονται στους παρακάτω πίνακες ελήφθησαν από τα Αναλυτικά Τιμολόγια των Δημοσίων Έργων για την σύνταξη του πρώτου προϋπολογισμού (βλ. Πίνακα 30) και από προσφορές οι οποίες συλλέχθηκαν από εμπορικά καταστήματα, προμηθευτές και εργολάβους (βλ. Πίνακα 31). Οι κοστολογήσεις αυτές αφορούν την συμβατική μέθοδο κατασκευής.

Η συγκεντρωτική ανάλυση κόστους έχει ως σκοπό να αποτυπώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα για τις συνολικές δαπάνες του έργου προς διευκόλυνση της διαχείρισης των οικονομικών πόρων όσων εμπλέκονται στο έργο είτε είναι Αναθέτουσα Αρχή/Δημόσια υπηρεσία είτε είναι Ιδιώτης κατασκευαστής ή πελάτης.

Για την διαμόρφωση της κοστολόγησης του έργου εκτός από τις τιμές των Αναλυτικών Τιμολογίων Δημοσίων Έργων (ΑΤΟΕ και ΑΤΗΕ) ελήφθησαν υπόψη και οι συντελεστές αναθεώρησης οικοδομικών εργασιών για το Α' Τρίμηνο του 2022 όπως δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ, Τεύχος Β' 5565/31.10.2022 σύμφωνα με τον Ν.4412/16, άρθ. 153, παράγραφο 23.

Για την Η/Μ Μελέτη λαμβάνεται υπόψιν η προσφορά που δόθηκε από Ιδιώτη Μελετητή και Εργολήπτη (Ε.Δ.Ε) Η/Μ δημοσίων έργων, η οποία ανέρχεται συνολικά στις 140.000,00€.

Για τους υπολογισμούς του Συγκεντρωτικού Πίνακα Ποσοτήτων και Εργασιών και των Αναλυτικών Πινάκων κόστους βάσει Α.Τ.Ο.Ε και Προμηθευτών λαμβάνεται ως παραδοχή το βάρος του σιδηρού σπλισμού Β500C να υπολογίζεται ως 120 κιλά σπλισμού ανά κυβικό σκυροδέματος ήτοι: 120 kg/m³.

Ποσότητες που χρήζουν επιπρόσθετων υπολογισμών όπως η εκθάμνωση οικοπέδου, ποιότητα εδάφους προς εκσκαφή και ειδικό βάρος εκσκαφής αναλύονται ως εξής:

- i. Εκθάμνωση οικοπέδου: $9,85 \cdot 14,35 \cong 141,35 \text{ m}^2$
- ii. Όγκος εκσκαφής εδάφους αναλύεται σε 70% γαιώδες και 30% βραχώδες.
Οπότε: $357,59 \cdot 70\% \cong 250,3 \text{ m}^3$ επί γαιώδους εδάφους &

$$\underline{357,59 \cdot 30\% \cong 107,3 \text{ m}^3 \text{ σε βραχώδες έδαφος}}$$

- iii. Το ειδικό βάρος εκσκαφής ορίζεται σε $1,8 \text{ ton/m}^3$ επομένως η μεταφορά ο όγκος των προϊόντων εκσκαφής έχει ως εξής: $357,59 \cdot 1,8 = 643,6 \text{ ton}$ και για την μεταφορά για την μεταφορά σε ακτίνα εντός 40km η ποσότητα ανά χιλιόμετρο ανέρχεται σε 24.746,48 ton·km.

5.1 Ανάλυση Κόστους Συμβατικής κατασκευής Βάσει Α.Τ.Ο.Ε

Στον Πίνακα 30, παρουσιάζεται αναλυτικά ο προϋπολογισμός του έργου και η συνολική δαπάνη που απαιτείται για την ολοκλήρωση του σύμφωνα με τις τιμές που παρέχονται στα Αναλυτικά Τιμολόγια. Ωστόσο για την ορθή σύνταξη της κοστολόγησης του έργου πρέπει να ληφθούν υπόψη οι συντελεστές αναθεώρησης για ορισμένα άρθρα του τιμολογίου, όπως και παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 29).

Πίνακας 29: Πίνακας Αναθεώρησης Τιμών σύμφωνα με Τεύχος Β' 5565/31.10.2022

Αριθ. Τιμολ	Αριθμ. Αναθ.	Μερική Δαπάνη	Συντ. Αναθ.	Αναθεωρημένη Αξία	Αξια Αναθ. - Αρχ. Αξια
32.01.06	ΟΙΚ-3215	40.347,25 €	1,16753	47.106,50 €	6.759,25 €
38.03	ΟΙΚ-3816	33.230,18 €	1,05345	35.006,47 €	1.776,29 €
38.20.02	ΟΙΚ-3873	51.171,75 €	1,22001	62.430,25 €	11.258,50 €
46.10.02	ΟΙΚ-4662.1	6.230,03 €	1,01076	6.297,08 €	67,05 €
46.10.04	ΟΙΚ-4664.1	30.485,00 €	1,01107	30.822,53 €	337,53 €
53.20.01	ΟΙΚ-5321	10.808,85 €	1,21575	13.140,87 €	2.332,02 €
53.50.02	ΟΙΚ-5352	1.612,00 €	1,1307	1.822,69 €	210,69 €
54.46.01	ΟΙΚ-5446.1	5.428,00 €	1,07513	5.835,78 €	407,78 €
62.60.01	ΟΙΚ-6236	14.220,00 €	1,2281	17.463,53 €	3.243,53 €
65.01.04	ΟΙΚ-6501	47.945,00 €	1,09052	52.285,17 €	4.340,17 €
65.11	ΟΙΚ-6511	9.875,05 €	1,06784	10.545,01 €	669,96 €
71.21	ΟΙΚ-7121	32.046,03 €	1,01598	32.558,00 €	511,97 €
ΣΥΝΟΛΟ ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΞΙΑΣ ΑΝΑΘ. ΜΕ ΑΡΧ. ΑΞΙΑ					31.914,74 €

Πίνακας 30: Προϋπολογισμός Δαπανών Έργου σύμφωνα με τα Αναλυτικά Τιμολόγια Δημοσίων Έργων

Αριθ. Τιμολ.	Συνοπτική περιγραφή	Αρθρο Αναθεώρ.	ΜΜ	Τιμή Μονάδος (€)	Ποσότητα	Μερική Δαπάνη (€)
ΟΜΑΔΑ Α' - ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ						
10. ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΕΙΣ - ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ						
10.07.01	Μεταφορές με αυτό/το δια μέσου οδών καλής βατότητας	ΟΙΚ-1136	ton.km	0,35 €	25744	9.010,40 €
20. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ						
20.02	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες για την δημιουργία υπογείων κλπ χώρων	ΟΙΚ-2112	m3	2,80 €	250	700,86 €
20.03.03	σε εδάφη βραχώδη, εκτός από γρανιτικά-κροκαλοπαγή χωρίς χρήση εκρηκτικών υλών	ΟΙΚ-2117	m3	22,50 €	107	2.413,67 €
20.30	Φορτοεκφόρτωση προϊόντων εκσκαφών με μηχανικά μέσα	ΟΙΚ-2171	m3	0,90 €	358	321,82 €
23. ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ - ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ						
23.06	Ικρίωματα σιδηρά σωληνωτά, βαρέως τύπου	ΟΙΚ-2303	m2	9,00 €	1058	9.524,57 €
23.05	Πετάσματα ασφαλείας επί ικριωμάτων	ΟΙΚ-2304	m2	5,60 €	1011	5.658,80 €
32. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ						
32.01.03	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15	ΟΙΚ-3213	m3	84,00 €	10	840,00 €
32.01.06	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30	ΟΙΚ 3215	m3	101,00 €	399	40.347,25 €
38. ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ - ΟΠΛΙΣΜΟΙ						
38.03	Ξυλότυποι συνήθων χυτών κατασκευών	ΟΙΚ 3816	m2	15,70 €	2117	33.230,18 €
38.20.02	Χαλύβδινοι οπλισμοί κατηγορίας B500C (S500s)	ΟΙΚ-3873	kg	1,07 €	47880	51.171,75 €
46. ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΕΣ						
46.10.02	Πάχους 1/2 πλίνθου (δρομικοί τοίχοι)	ΟΙΚ-4662.1	m2	22,50 €	277	6.230,03 €
46.10.04	Πάχους 1 (μιάς) πλίνθου (μπατικοί τοίχοι)	ΟΙΚ-4664.1	m2	33,50 €	910	30.485,00 €
49. ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ (ΣΕΝΑΖ) - ΛΟΙΠΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΔΟΜΩΝ						
49.01.01	Γραμμικά διαζώματα (σενάζ) δρομικών τοίχων	ΟΙΚ 3213	m	16,80 €	75	1.260,00 €
53. ΞΥΛΙΝΑ ΔΑΠΕΔΑ						
53.20.01	Από λωρίδες πλάτους έως 8,0 cm	ΟΙΚ 5321	m2	30,90 €	350	10.808,85 €
53.50.02	Από ξυλεία τύπου Σουηδίας	ΟΙΚ 5352	μμ	6,20 €	260	1.612,00 €
54. ΠΟΡΤΕΣ-ΠΑΡΑΘΥΡΑ - ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΌ ΞΥΛΕΙΑ						
54.46.01	Με κάσσα δρομική, πλάτους έως 13 cm	ΟΙΚ 5446.1	m2	118,00 €	46	5.428,00 €
62. ΣΙΔΗΡΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΚΟΙΝΑ - ΓΚΑΡΑΖΟΠΟΡΤΕΣ						
62.60.01	Θύρες πυρασφαλείας, μονόφυλλες, ανοιγόμενες, χωρίς φεγγίτη, κλάσης πυραντίστασης 30 min	ΟΙΚ 6236	m2	225,00 €	63	14.220,00 €

65. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ						
65.01.04	Κουφώματα από ανοδιωμένο αλουμίνιο βάρους 12 έως 24 kg/m ²	ΟΙΚ 6501	m ²	215,00 €	223	47.945,00 €
65.11	Υαλόθυρες αλουμινίου μονόφυλλες ή δίφυλλες, συρόμενες	ΟΙΚ 6511	m ²	155,00 €	64	9.875,05 €
71. ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑΤΑ - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ						
71.21	Επιχρίσματα τριπτά - τριβιδιστά με τσιμεντοκονίαμα	ΟΙΚ 7121	m ²	13,50 €	2374	32.046,03 €
73. ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ - ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ						
73.33.02	Επιστρώσεις δαπέδων με πλακίδια GROUP 4, διαστάσεων 30x30 cm	ΟΙΚ 7331	m ²	33,50 €	55	1.857,24 €
75. ΛΟΙΠΑ ΜΑΡΜΑΡΙΚΑ						
75.58.01	Σκαλομέρια από μάρμαρο μαλακό πάχους 2 cm	ΟΙΚ 7558	τεμ	16,80 €	120	2.016,00 €
77. ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ						
77.17.01	Σπατουλάρισμα Επιφανειών επιχρισμάτων ή σκυροδεμάτων	ΟΙΚ 7737	m ²	3,40 €	2374	8.070,85 €
77.80.01	Εσωτερικών επιφανειών με χρήση χρωμάτων, ακρυλικής στυρενιοακρυλικής- ακρυλικής ή πολυβινυλικής βάσεως	ΟΙΚ 7785.1	m ²	9,00 €	1464	13.174,02 €
77.80.02	Εξωτερικών επιφανειών με χρήση χρωμάτων, ακρυλικής ή στυρενιο-ακρυλικής βάσεως.	ΟΙΚ 7785.1	m ²	10,10 €	910	9.191,00 €
79. ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ - ΗΧΟΥ- ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ						
79.40	Επένδυση τοίχων με πλάκες πετροβάμβακα πάχους 50 mm	ΟΙΚ 7940	m ²	13,50 €	910	12.285,00 €
ΟΜΑΔΑ Β ¹ - ΕΡΓΑΣΙΕΣ Η/Μ						
9004N.4	Εγκατάσταση Ανελκυστ. Υδραυλικό, χωρητικότητα μέχρι 8 άτομα, 6 στάσεων	ΗΛΜ 63	ΤΜΧ	26.762,08 €	1	26.762,08 €
	ΗΜ εγκατάσταση οικοδομής		κ.α	140.000,00 €	1	140.000,00 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΑΠΑΝΩΝ						526.485,45 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ						31.914,74 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ						558.400,19 €
ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΚΑΙ ΟΦΕΛΟΣ ΕΡΓΟΛΑΒΟΥ (ΓΕ+ΟΕ) 18%						100.512,03 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ + (ΓΕ+ΟΕ)						658.912,22 €
ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ 15% ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ						98.836,83 €
ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ						2.250,95 €
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΟΥ ΑΝΕΥ ΦΠΑ						760.000,00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΟΥ ΜΕ ΦΠΑ						942.400,00 €

5.2 Ανάλυση Κόστους Συμβατικής κατασκευής Βάσει προσφορών προμηθευτών

Για την ανάλυση κόστους με βάση τις τιμές που δόθηκαν από τους προμηθευτές και εμπόρους της αγοράς εφαρμόζονται οι ισχύουσες παραδοχές όπως αναφέρονται στο Κεφάλαιο 5.

Πίνακας 31: Τιμολόγιο προϋπολογισμού σύμφωνα με τις τιμές των προμηθευτών

α/α	Συνοπτική Περιγραφή	Ποσότητα	Μ.Μ	Τιμή Μονάδος	Μερική Δαπάνη (€)
1	Γενικές εκσκαφές Θεμελίων + λοιπές εργασίες	358	m3	19,00 €	6.802,00 €
2	Κατασκευές από ΩΣ C 25/30 II	399	m3	65,00 €	25.935,00 €
3	Κατασκευές από ΩΣ C 12/15	10	m3	50,00 €	500,00 €
4	Οπλισμός B500C	47880	Kg	1,13 €	54.104,40 €
5	Σενάζ	70	m	10,00 €	700,00 €
6	Σοβατεπί laminate	260	m2	3,50 €	910,00 €
7	Ξυλότυποι χυτών κατασκευών	2116	m2	70,00 €	148.120,00 €
8	Εξωτερική τοιχοποιία	910	m2	20,00 €	18.200,00 €
9	Εσωτερική τοιχοποιία	277	m2	15,00 €	4.155,00 €
10	Επιχρίσματα	2374	m2	10,00 €	23.740,00 €
11	Πλακίδια μπάνιου	55	m2	29,00 €	1.595,00 €
12	Δάπεδο μπάνιου Πατητή Τσιμεν/νία	29	m2	15,00 €	435,00 €
13	Δάπεδα laminate	350	m2	27,00 €	9.450,00 €
14	Κουφώματα Αλουμινίου Μπαλ/τες	17	TMX	350,00 €	5.950,00 €
15	Κουφώματα Αλουμινίου Παράθυρα	11	TMX	150,00 €	1.650,00 €
16	Θύρες εξωτερικές ασφαλείας	2	TMX	1.100,00 €	2.200,00 €
17	Θύρες Πυράντοχες μεταλλικές	6	TMX	530,00 €	3.180,00 €
18	Θύρες διαμερισμάτων ασφαλείας	6	TMX	870,00 €	5.220,00 €
19	Θύρες εσωτερικές διαμερισμάτων	22	TMX	290,00 €	6.380,00 €
20	Χρωματισμοί Εξωτερικοί	910	m2	11,00 €	10.010,00 €
21	Χρωματισμοί Εσωτερικοί	1464	m2	9,00 €	13.176,00 €
22	Ικριώματα σιδερά , βαρέως τύπου	1058	m2	3,50 €	3.703,00 €
23	Θερμομόνωση	910	m2	29,00 €	26.390,00 €
24	Ανελκυστήρας Υδρ. (6 στάσεων)	1	TMX	21.000,00 €	21.000,00 €
25	ΗΜ Μελέτη - Εγκατάσταση	1	κ.α.	140.000,00 €	140.000,00 €
	ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΡΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ				533.505,40 €
	ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ 15%				80.025,81 €
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ ΕΡΓΟΥ ΑΝΕΥ ΦΠΑ				613.531,21 €
	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕ ΦΠΑ 24%				760.778,70 €

5.3 Οικονομική Προσφορά

Η οικονομική προσφορά σε ένα έργο αναφέρεται στην πρόταση που υποβάλλει ένας εργολάβος ή εργολήπτης ή μια εργοληπτική κατασκευαστική εταιρεία προκειμένου να τεθούν μειοδότες του έργου και να τους ανατεθεί η εκτέλεση του. Στην προσφορά αυτή περιλαμβάνονται τα κόστη των υλικών και υπηρεσιών, οι εργασίες καθώς και το κέρδος του κατασκευαστή. Κριτήριο για την ανάθεση του έργου αποτελεί η πλέον συμφέρουσα από οικονομικής απόψεως προσφορά που θα υποβληθεί.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 30, οι συνολικές δαπάνες για την περάτωση της κατασκευής με βάση την τιμολόγηση από τα δεδομένα των Αναλυτικών Τιμολογίων Δημοσίων έργων ανέρχεται στις: Επτακόσιες εξήντα χιλιάδες ευρώ (ήτοι: 760.000,00€) αξία άνευ Φ.Π.Α..

Ενώ από τα αποτελέσματα του Πίνακα 31, το συνολικό κόστος περάτωσης του έργου σύμφωνα με τις δοθείσες από τους προμηθευτές τιμές ανέρχεται στις: Εξακόσιες δέκα τρεις χιλιάδες πεντακόσια τριάντα ένα ευρώ και είκοσι ένα λεπτά (ήτοι: 613.531,21€) αξία άνευ Φ.Π.Α..

Πίνακας 32: Πίνακας Οικονομικής Προσφοράς

α/α	Περιγραφή	Δαπάνη
1	Κοστολόγηση ΑΤΟΕ	760.000,00 €
2	Κοστολόγηση Εργολάβου	613.531,21 €
3	Κέρδος Εργολάβου	0,15
4	Προσφορά Εργολήπτη	705.560,89 €
5	Έκπτωση	7,16%

Στον ανωτέρω πίνακα (Πίνακας 32) παρουσιάζονται οι τελικές τιμές άνευ Φ.Π.Α των προϋπολογισμών για την ανέγερση του παρόντος κτηρίου της υπό μελέτης οικοδομής με χρήση της συμβατικής μεθόδου κατασκευής. Αναλυτικότερα στην γραμμή 1 του Πίνακα 32 αποτυπώνεται η τελική τιμή του προϋπολογισμού του έργου σύμφωνα με τα Αναλυτικά Τιμολόγια Δημοσίων έργων, ενώ στην γραμμή 2 του πίνακα, ο προϋπολογισμός του έργου με

βάση τις τιμές που ελήφθησαν από τους προμηθευτές, υπεργολάβους και εμπόρους της αγοράς.

Ως επιθυμητό κέρδος του εργολάβου θεωρήθηκε ποσοστό της τάξεως του 15% όπως και παρουσιάζεται στην γραμμή 3 του πίνακα, συνεπώς η τελική οικονομική προσφορά που μπορεί να υποβάλλει ο εργολάβος για το παρόν έργο ανέρχεται στις 760.560,89€ με έκπτωση έργου: 7,16%.

5.4 Χρονικός Προγραμματισμός Συμβατικής μεθόδου κατασκευής

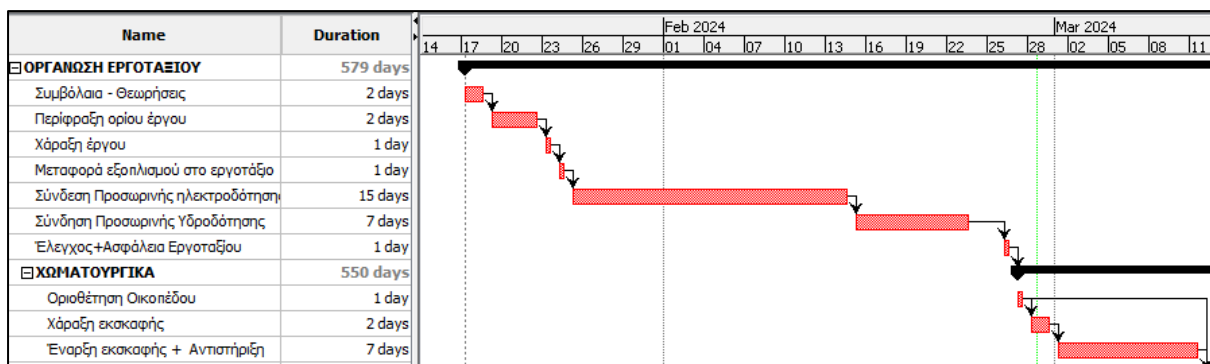
Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται τα πακέτα εργασιών της μελέτης της παρούσας οικοδομής. Σε κάθε πακέτο αντιστοιχεί από μία λίστα δραστηριοτήτων (Name) όπου για κάθε δραστηριότητα απαιτείται συγκεκριμένος χρόνος εκτέλεσης (Duration). Κάποιες από τις προαναφερθείσες δραστηριότητες, για να ολοκληρωθούν, χρειάζεται να έχει επέλθει το τέλος της δραστηριότητας όπου προηγείται, οι δραστηριότητες αυτές ονομάζονται προ-απαιτούμενες (Predecessors). Συνεπώς η δομική ανάλυση έργου, έχει οδηγήσει στην δημιουργία των παρακάτω πακέτων εργασιών (WBS).

Πίνακας 33: Πακέτα εργασιών, Διάρκεια, Προ-απαιτούμενες

a/a	Name	Duration (Days)	Predecessors
1	WBS(1): ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ		
2	Συμβόλαια - Θεωρήσεις	2	
3	Περίφραξη ορίου έργου	2	2
4	Χάραξη έργου	1	3
5	Μεταφορά εξοπλισμού στο εργοτάξιο	1	4
6	Σύνδεση Προσωρινής ηλεκτροδότησης	15	5
7	Σύνδεση Προσωρινής Υδροδότησης	7	6
8	Έλεγχος+Ασφάλεια Εργοταξίου	1	7
9	WBS(2): ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ		
10	Οριοθέτηση Οικοπέδου	1	1
11	Χάραξη εκσκαφής	2	10
12	Έναρξη εκσκαφής + Αντιστήριξη	7	11
13	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ		
14	Gross beton	1	9
15	Χάραξη Κοιτόστρωσης	22	14
16	Ξυλότυπος + Οπλισμός + Σκυρ/ση Θεμελίων	10	15
17	Επίχωση Θεμελίων	2	16FS+10 days
18	WBS(3): ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ (ΦΟ)		
19	Υποστ. (-1) (Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	6	13
20	Πλάκα (0)(Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	7	19FS+10 days
21	Υποστ.(0) (Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	6	20FS+10 days
22	Δοκοί (+1) (Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	7	21FS+10 days
23	Υποστ. (+1) (Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	6	22FS+10 days
24	Π(+1) ++ Δοκοί (+2) (Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	7	23FS+10 days
25	Υποστ(+2) (Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	6	24FS+10 days
26	Π(+2)++Δοκοί(+3)(Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	7	25FS+10 days
27	Υποστ.(+3)(Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	6	26FS+10 days
28	Π(+3)++Δοκοί(+4)(Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	7	27FS+10 days
29	Υποστ(+4) (Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	6	28FS+10 days
30	Π(+4)++Δοκοί(+5)(Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	7	29FS+10 days
31	Υποστ(+5)(Ξυλότ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	6	30FS+10 days

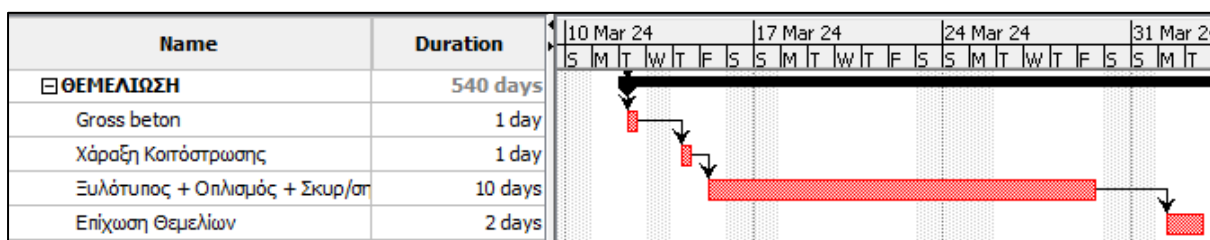
32	Π(+5)++Δοκοί(+6)(Ξυλοτ.+Οπλισμ.+Σκ/ση)	7	31FS+10 days
33	Υποστ.(+6)(Ξυλοτ.+Οπλισμ+Σκ/ση)	6	32FS+10 days
34	Π(+6)++Δοκοί(Δωμα)(Ξυλότ.+Οπλισμ+Σκ/ση)	7	33FS+10 days
35	Υποσ(Δωμα)(Ξυλοτ.+Οπλισ+Σκ/ση)	6	34FS+10 days
36	Πλάκα οροφής Δωμα	5	35FS+10 days
37	Θερμομόνωση	20	36FS+10 days
38	Αντισεισμικοί Αρμοί	3	37FS+3 days
39	Εξω. Τοιχοποιίες	15	38FS+4 days
40	Εσωτ. Τοιχοποιίες	20	39FS+3 days
41	Μαρμαροποδιές	15	40
42	Σοβατεπι	20	41
43	Μόνωση πλάκας οροφής (ταράτσα)	5	42
44	WBS(4): ΠΕΡΑΤΩΣΗ		
45	Ηλεκτ.+Υδραυλ. Εγκατάσταση	20	43
46	Εγκατάσταση Κασών	15	45
47	Εγκατάσταση Κουφωμάτων	15	46
48	Εσωτ. Ηλεκτροδότησης(πρίζες,καλωδια)	27	47
49	Χρωματισμοί	10	48
50	Εγκατάσταση Ερμαριων	10	49FS+3 days
51	Καθαρισμός Εργοταξίου	5	50FS+1 day
52	Περιβάλλον. Χωρος	5	51FS+2 days

Για κάθε πακέτο εργασιών λοιπόν της παρούσης οικοδομής παρατίθεται παρακάτω το αντίστοιχο διάγραμμα Gantt με χρήση του ανοιχτού κώδικα λογισμικού διαχείρισης έργων Project Libre. Για την διαχείριση του έργου με την χρήση του Project Libre, ορίστηκαν κάποιες σταθερές μεταβλητές ώστε το αποτέλεσμα να είναι όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικό. Τα δεδομένα που ορίστηκαν αφορούν την πενήμερη, οκτάωρη εργασία (08:00 πμ-17:00 μμ), και την καταχώρηση όλων των επίσημων αργιών.



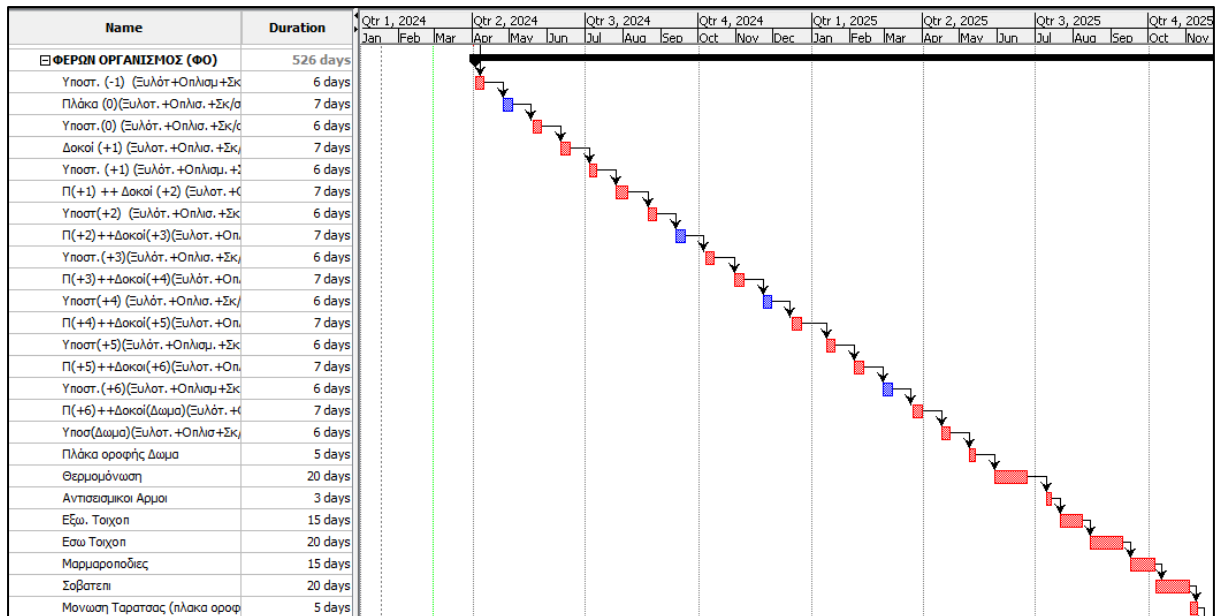
Εικόνα 17: Διάγραμμα Gantt για Πακέτα εργασιών 1 & 2

Σύμφωνα με την ανάλυση από το Διάγραμμα Gantt (Εικόνα) το πακέτο εργασιών 1 που αφορά την οργάνωση του εργοταξίου θα διαρκέσει από τις 17/01/2024 έως 26/02/2024 ενώ οι εργασίες χωματουργικών από τις 27/02/2024 έως τις 11/03/2024.



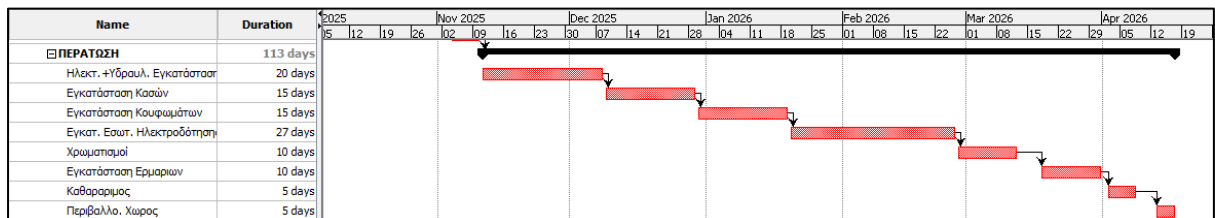
Εικόνα 18: Διάγραμμα Gantt για Πακέτο εργασιών 3

Το πακέτο εργασιών 3 που αφορά τις εργασίες θεμελίωσης φαίνεται πως θα διαρκέσει από τις: 12/03/2024 έως τις 02/04/2024.



Εικόνα 19: Διάγραμμα Gantt για Πακέτο εργασιών 4

Όπως προκύπτει και από τα δεδομένα του διαγράμματος Gantt για το πακέτο εργασιών 4 που αφορά τις εργασίες σκυροδέτησης του υπογείου και της ανωδομής φαίνεται να είναι το πιο κρίσιμο και χρονοβόρο πακέτο εργασιών με έναρξη στις 03/04/24 και λήξη στις 10/11/2025.



Εικόνα 20: Διάγραμμα Gantt για Πακέτο εργασιών 5

Τέλος το πακέτο εργασιών 5 που αφορά στις εργασίες περάτωσης φαίνεται πως θα ξεκινήσει στις 11/11/2025 και θα ολοκληρωθεί στις 17/04/2026.

Συνεπώς όπως η κατασκευή του έργου υπολογίζεται σε 579 εργάσιμες ημέρες με ημερομηνία έναρξης δραστηριοτήτων της οικοδομής την 17^η Ιανουαρίου 2024 και καταληκτική ημερομηνία περάτωσης των οικοδομικών εργασιών την 17^η Απριλίου 2026.

6 Κοστολόγηση και Χρονικός Προγραμματισμός-Μέθοδος Βαριάς Προκατασκευής

Η εκπόνηση της συγκεκριμένη κοστολόγησης - η οποία αφορά την περίπτωση όπου τα φέροντα στοιχεία του κτηρίου θα κατασκευαστούν σε εργοστάσιο κατασκευής πρόχυτων δομικών στοιχείων σκυροδέματος - πραγματοποιήθηκε ύστερα από έρευνα αγοράς και σύμφωνα με προσφορές που συγκεντρώθηκαν από Ελληνική Εταιρεία η οποία δραστηριοποιείται στον κλάδο.

Στην προσφορά που δόθηκε περιλαμβάνεται η τιμή ανά τετραγωνικό για το κέλυφος / φέρων οργανισμό του κτηρίου, 600€ ανά τετραγωνικό μέτρο, όπως παρουσιάζεται στην γραμμή 4 του Πίνακα 34 (βλ. σελ. 61). Πιο συγκεκριμένα η τιμή της προσφοράς αφορά τις εσωτερικές και εξωτερικές τοιχοποιίες, την μόνωση και την στεγάνωση. Επιπλέον στην τιμή αυτή περιλαμβάνονται τα εργασιακά (ΙΚΑ) αλλά και το κόστος μεταφοράς των πρόχυτων στοιχείων από το εργοστάσιο στο εργοτάξιο. Αντιθέτως στην τιμή δεν συμπεριλαμβάνονται οι χωματοургικές εργασίες και η έκδοση της οικοδομικής άδειας.

Ως κέλυφος κτηρίου, το οποίο όπως και αναφέρεται στον Πίνακα 34, νοούνται όλα τα ενσωματωμένα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου που διαχωρίζουν το εσωτερικό του από το εξωτερικό περιβάλλον σύμφωνα με το άρθρο 2 του Ν4122 με ΦΕΚ 42/Α/19.02.2023 «Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου κα του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις.»

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του κτηρίου με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής των δομικών στοιχείων σκυροδέματος χαρακτηρίζονται από υψηλή αντισεισμική ικανότητα, αντοχή σε πυρκαγιά, θερμομόνωση αλλά και υψηλή ηχομόνωση.

Πιο συγκεκριμένα από ένθετο της εταιρείας που συνόδευε την οικονομική προσφορά των προμηθευτών διατίθενται οι εξής πληροφορίες:

Οι εξωτερικοί τοίχοι μορφώνονται ως στοιχεία sandwich με περιμετρικό πλαίσιο και φλοιούς, αποτελούμενους από επιμέρους φλοιούς από ινοπλισμένη κονία πολύ υψηλής εφελκυστικής αντοχής και πυρήνα από ελαφροσκυρόδεμα ($\gamma=400 \text{ kg/m}^3$). Επιπλέον διαθέτουν πυρήνα

εσχάρα από νευρώσεις από επάλληλα στρώματα κονιάς υψηλής εφελκυστικής αντοχής ($g = 1600 \text{ kg/m}^3$).

Οι εσωτερικοί τοίχοι μορφώνονται επίσης ως στοιχεία sandwich με φλοιούς από κονία πολύ ψηλής αντοχής (Polymer Modified High Performance Cement Mortar), οπλισμένη με ίνες υάλου και πυρήνα από ελαφρό σκυρόδεμα ($\gamma=400 -550 \text{ kg/m}^3$).

Οι πλάκες είναι σύνθετα στοιχεία από κάτω πέλμα από επάλληλα στρώματα κονιάς και άνω τμήμα αποτελούμενο από επιμέρους φλοιούς από ινοπλισμένη κονία και πυρήνα από ελαφροσκυρόδεμα.

Οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα πρόχυτα στοιχεία είναι τα εξής:

- i. Το πάχος τους είναι κυμαίνεται συνήθως σε 27-30 cm για τους εξωτερικούς τοίχους & σε 7,6-10 cm για τους εσωτερικούς
- ii. Το βάρος τους ανέρχεται στα 50-60 kg/m^2 και σε 35-40 kg/m^2 για εξωτερικούς και εσωτερικούς αντίστοιχα, ενώ το βάρος της πλάκας ανέρχεται στα 50 kg/m^2 .
- iii. Η αντοχή σε πυρκαγιά υπολογίζεται σύμφωνα με EN-1996-1-2 σε 200 λεπτά της ώρας για όλα τα δομικά στοιχεία
- iv. Η ηχομόνωση βρίσκεται στα: $R=49.8 \text{ dB}$.
- v. Η μόνωση εμπεριέχεται στους τοίχους (φαινόμενο sandwich).



Εικόνα 21: Πρόχυτοι τοίχοι με ενσωματωμένη μόνωση © (“Κτήρια Concretan - Beton,” 2024)

Για την επίτευξη μιας ρεαλιστικής, συγκρίσιμης και όσο το δυνατόν πλησιέστερη στα δεδομένα της αγοράς κοστολόγηση, με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής, θεωρήθηκαν οι εξής παραδοχές:

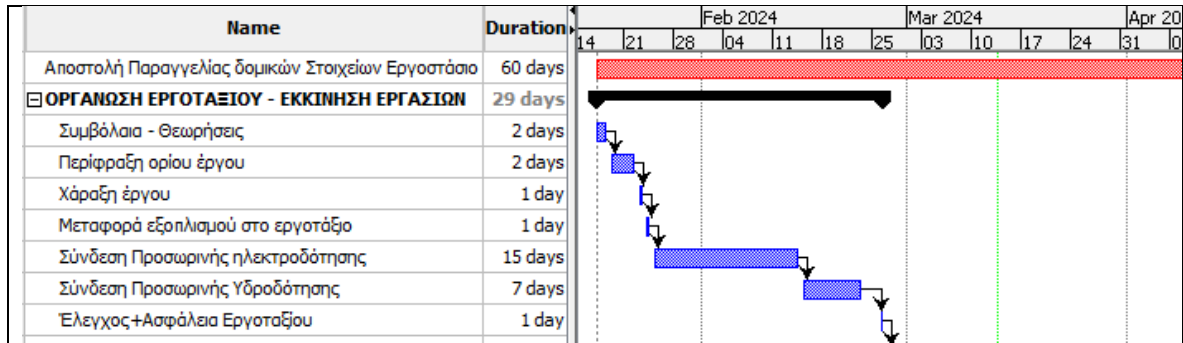
- Η θεμελίωση του κτηρίου θα πραγματοποιηθεί με την μέθοδο της Γενικής Κοιτόστρωσης, Radier, (βλ. Πίνακας 34)
- Οι τιμές για τα κουφώματα, τις θύρες, τα δάπεδα, τα επιχρίσματα, τους χρωματισμούς, τα ικριώματα, την Η/Μ μελέτη και τον ανελκυστήρα όπως θεωρηθούν ίσες με τις τιμές που δόθηκαν από τους προμηθευτές για την κοστολόγηση με την συμβατική μέθοδο, (βλ. σελ 53, Πίνακας 31).
- Χρωματισμοί και επιχρίσματα θα πραγματοποιηθούν εντός και εκτός της κατασκευής.
- Η παραγγελία στο εργοστάσιο για την έναρξη της παραγωγής των δομικών στοιχείων θα διεξαχθεί κατά την διάρκεια όπου εκδίδονται οι άδειες έως την φάση της θεμελίωσης.
- Η συναρμολόγηση του κάθε ορόφου με τα πρόχυτα δομικά στοιχεία θα έχει διάρκεια μια εβδομάδα ανά όροφο.

Πίνακας 34: Προϋπολογισμός Έργου με την μέθοδο Βαριάς Προκατασκευής (Precast)

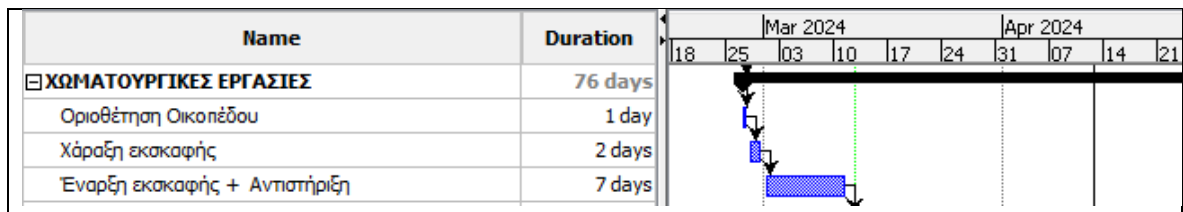
α/α	Συνοπτική Περιγραφή	Ποσότητα	Μ.Μ.	Τιμή Μονάδας (€)	Μερική Δαπάνη (€)
1	Γενικές εκσκαφές Θεμελίων + λουπές εργασίες	358	m3	19,00 €	6.802,00 €
2	Εργασίες με ΩΣ 12/15	10	m3	50,00 €	500,00 €
3	Θεμελίωση με Radier	79	m3	65,00 €	5.135,00 €
4	Οπλισμός Θεμελίωσης B500C	9536	Kg	1,13 €	10.775,68 €
5	Κέλυφος Κτηρίου / Φέρων Οργανισμός	836	m2	600,00 €	501.600,00 €
5	Κουφώματα Αλουμινίου Μπαλ/τες	17	TMX	350,00 €	5.950,00 €
6	Κουφώματα Αλουμινίου Παράθυρα	11	TMX	150,00 €	1.650,00 €
7	Θύρες εξωτερικές ασφαλείας	2	TMX	1.100,00 €	2.200,00 €
8	Θύρες Πυράντοχες μεταλ. (βοηθ. Χώροι)	6	TMX	530,00 €	3.180,00 €
9	Θύρες διαμερισμάτων ασφαλείας	6	TMX	870,00 €	5.220,00 €
10	Θύρες εσωτερικές διαμερισμάτων	22	TMX	290,00 €	6.380,00 €
11	Δάπεδα Laminate	379	m2	27,00 €	10.233,00 €
12	Σοβατεπί	260	m2	3,50 €	910,00 €
13	Εξωτερικοί Χρωματισμοί	910	m2	11,00 €	10.010,00 €
14	Εσωτερικοί Χρωματισμοί	1464	m2	9,00 €	13.176,00 €
15	Επιχρίσματα Εσωτερικά	1464	m2	10,00 €	14.640,00 €
16	Ικρίσματα σιδερά , βαρέως τύπου	1058	m2	3,50 €	3.703,00 €
17	Ηλεκτρομηχανολογική Μελέτη	1	κ.α.	140.000,00 €	140.000,00 €
18	Ανελκυστήρας	1	TMX	21.000,00 €	21.000,00 €
		ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΡΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ			763.064,68 €
		ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ 15%			114.459,70 €
		ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ ΑΝΕΥ ΦΠΑ			877.524,38 €
		ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕ ΦΠΑ			1.088.130,23 €

Όπως λοιπόν προκύπτει από τα δεδομένα του πίνακα 34 , το συνολικό κόστος των δαπανών για την παρούσα κατασκευή με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής δομικών στοιχείων από σκυρόδεμα ανέρχεται στις: Οκτακόσιες εβδομήντα επτά χιλιάδες πεντακόσια είκοσι τέσσερα ευρώ και τριάντα οκτώ λεπτά (ήτοι 877.524,38€), δαπάνη άνευ ΦΠΑ.

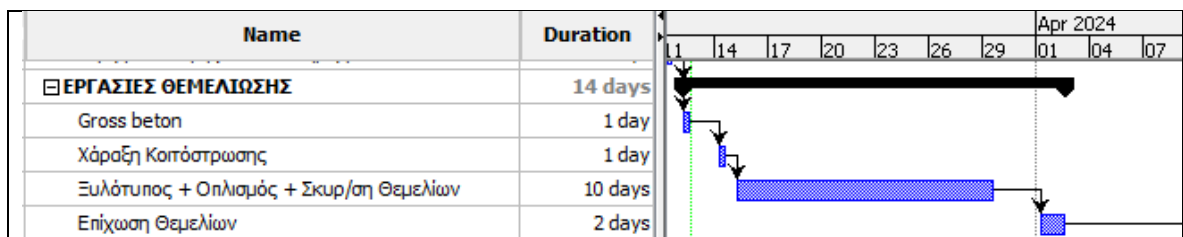
Για τον χρονικό προγραμματισμό του έργου με βαριά προκατασκευή έγινε χρήση του λογισμικού Project Libre και ενσωματώθηκαν σε αυτό τα δεδομένα που χρειάζονται για την μελέτη του χρονικού Προγραμματισμού και την δημιουργία των διαγραμμάτων Gantt.



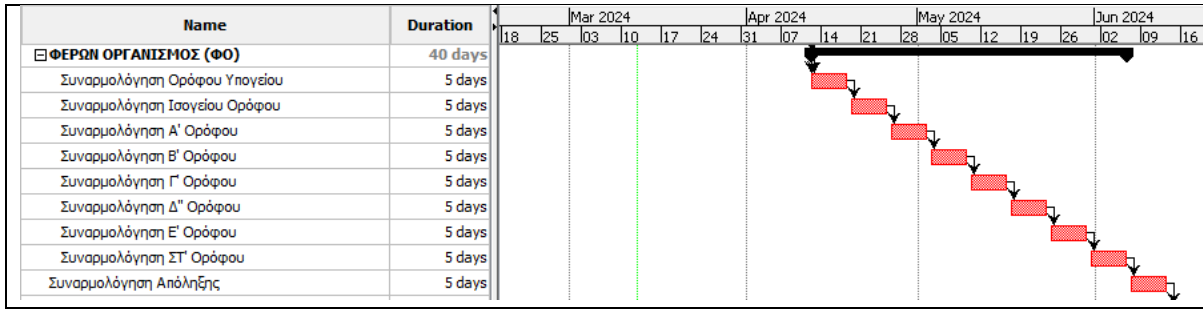
Εικόνα 22: Διάγραμμα Gantt Αποστολή Παραγγελιών & Οργάνωση Εργοταξίου



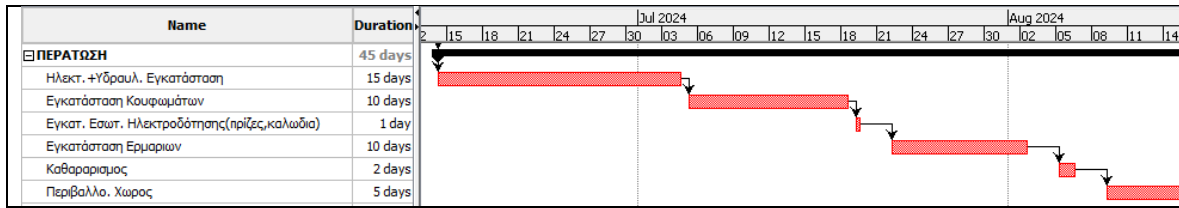
Εικόνα 23: Διάγραμμα Gantt - Χωματουργικές Εργασίες



Εικόνα 24: Διάγραμμα Gantt – Εργασίες Θεμελίωσης



Εικόνα 25: Διάγραμμα Gantt Εργασίες Συναρμολόγησης Δομικών Στοιχείων Φ.Ο



Εικόνα 26: Διάγραμμα Gantt Περάτωση Εργασιών

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από το διάγραμμα Gantt για την κατασκευή της οικοδομής με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής δομικών στοιχείων δείχνουν πως η περίοδος κατασκευής θα διαρκέσει συνολικά 150 εργάσιμες ημέρες και πιο συγκεκριμένα, με ημερομηνία έναρξης την 17^η Ιανουαρίου 2024 και ημερομηνία περάτωσης την 16^η Αυγούστου 2024.

6.1 Συγκριτική Ανάλυση Κόστους και Χρονικού Προγραμματισμού για τις μεθόδους της συμβατικής κατασκευής έναντι της μεθόδου βαριάς προκατασκευής

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τελικές συνολικές δαπάνες και η χρονική διάρκεια για την κατασκευή της υπό μελέτη οικοδομής, για την μέθοδο της συμβατικής κατασκευής συγκριτικά με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής.

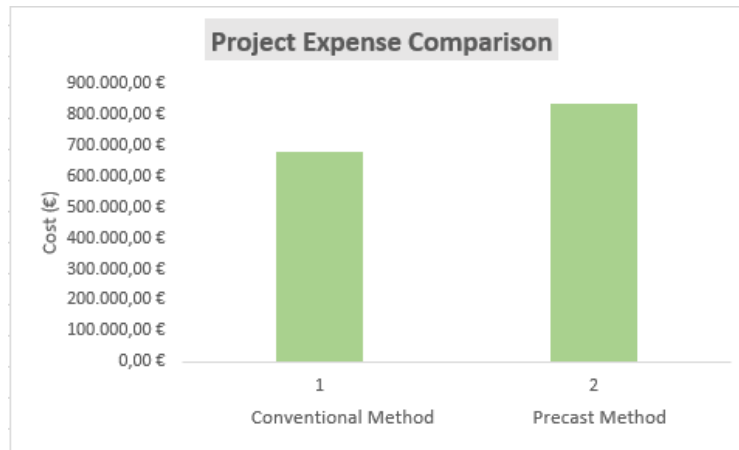
Πίνακας 35: Συγκριτική Ανάλυση κόστους και χρονικού προγραμματισμού κατασκευαστικών μεθόδων

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ			
α/α	Μέθοδοι Κατασκευής	Δαπάνη (€)	Χρονική Διάρκεια (ημέρες)
1	Συμβατική Μέθοδος	705.560,89 €	579
2	Βαριά Προκατασκευή	877.524,38 €	150

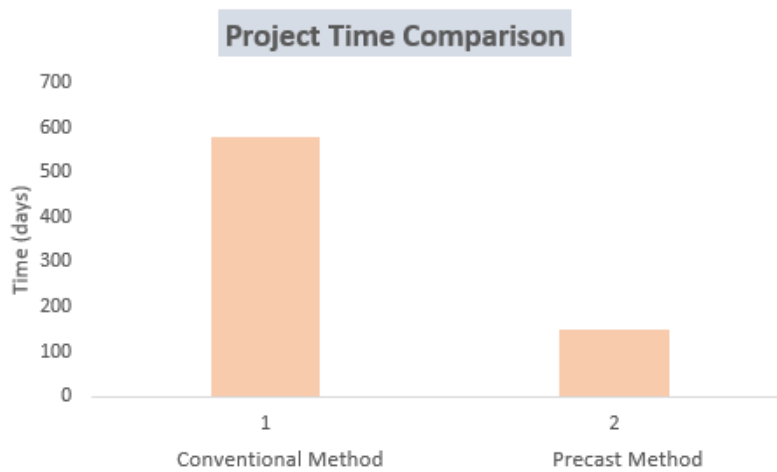
Οι τιμές που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα, αφορούν τις συνολικές τελικές καθαρές δαπάνες του έργου, ήτοι αξία άνευ Φ.Π.Α..

Συνεπώς η σύγκριση των δύο αυτών μεθόδων κατασκευής, οδηγεί στο συμπέρασμα πως οι συνολικές δαπάνες, δηλαδή το κόστος και ο χρονικός προγραμματισμός αντικατοπτρίζουν μια αντιστρόφως ανάλογη σχέση όταν πρόκειται για την σύγκριση των δύο αυτών μεθόδων. Πιο αναλυτικά, η συμβατική μέθοδος μεν προσφέρει χαμηλότερη τιμή αλλά συνοδεύεται από ένα αρκετά μεγάλο χρονοδιάγραμμα συγκριτικά με την μέθοδο της βαριάς προκατασκευής η οποία προσφέρει ένα σημαντικά μικρό χρονοδιάγραμμα σε μια αρκετά υψηλότερη τιμή.

Στα παρακάτω διαγράμματα (Εικόνες: 27-28) απεικονίζονται οι συγκρίσεις κόστους και χρόνου μεταξύ των δύο μεθόδων κατασκευής.



Εικόνα 27: Διάγραμμα Απεικόνισης Σύγκρισης Κόστους



Εικόνα 28: Διάγραμμα Απεικόνισης Σύγκρισης Χρόνου

7 Συμπεράσματα

Στη Ελλάδα το μεγαλύτερο ποσοστό οικοδομικών εργασιών ανέγερσης πολυώροφων κτηρίων μέχρι και σήμερα πραγματοποιείται με την μέθοδο της συμβατικής κατασκευής. Μια νέα μέθοδος που έχει κάνει την έντονα την εμφάνισή της στην Ευρώπη την Ασία αλλά και την Αμερική είναι αυτή της βαριάς προκατασκευής δομικών στοιχείων κυρίως με υλικά όπως το σκυρόδεμα. Στην Ελλάδα η μέθοδος αυτή είναι ευρύτερα γνωστή εδώ και δεκαετίες στον τομέα των Έργων Υποδομής. Η μέθοδος της βαριάς προκατασκευής προσφέρει σημαντική μείωση του χρόνου περάτωσης μιας κατασκευής, είναι πλήρως φιλική και συμμορφώνεται με τα πρότυπα περί περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς έχει κριθεί ως η μέθοδος κατασκευής με τα λιγότερα απόβλητα ενώ παράλληλα προσφέρει υψηλή αντισεισμική προστασία εξαιτίας του τρόπου παραγωγής των δομικών στοιχείων. Το κόστος ωστόσο της μεθόδου βαριάς προκατασκευής σε μερικές χώρες -συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδος- είναι αρκετά αυξημένο συγκριτικά με αυτό της συμβατικής παρά το γεγονός του εξαιρετικά μειωμένου χρονοδιαγράμματος που προσφέρει.

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής αποτέλεσε η συγκριτική ανάλυση του κόστους και του χρονοδιαγράμματος μιας κατασκευής για δύο διαφορετικές μεθόδους κατασκευής, της συμβατικής και της βαριάς προκατασκευής. Κάθε μια από αυτές απαρτίζεται από πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα αντιστοίχως. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης μελέτης πραγματοποιήθηκε αναλυτική προμέτρηση εργασιών η οποία αποτέλεσε τον ακρογωνιαίο λίθο για την σύνταξη των προϋπολογισμών και χρονοδιαγραμμάτων του έργου. Ο πρώτος προϋπολογισμός αφορά την κοστολόγηση για την συμβατική μέθοδο σύμφωνα με τις τιμές που παρέχονται από τα Αναλυτικά Τιμολόγια των Δημοσίων Έργων ενώ η δεύτερη κοστολόγηση εστιάζει και πάλι την συμβατική μέθοδο κατασκευής, ωστόσο συντάχθηκε με προσφορές που ελήφθησαν από εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον κλάδο. Τέλος, συντάχθηκε προϋπολογισμός του έργου για την μέθοδο τη βαριάς προκατασκευής με προσφορά από ιδιωτική εταιρεία του κλάδου. Όλες οι προαναφερθείσες κοστολογήσεις συγκρίθηκαν μεταξύ τους και αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Όσον αφορά τον χρονικό προγραμματισμό, πραγματοποιήθηκε με την χρήση του λογισμικού διαχείρισης έργων ανοικτού κώδικα Project Libre.

Ύστερα από την διενέργεια ενδεδειγμένης μελέτης και ανάλυσης του κόστους και του χρόνου μεταξύ της συμβατικής μεθόδου κατασκευής και της μεθόδου βαριάς προκατασκευής είναι εμφανές πως η βαριά προκατασκευή προσφέρει σημαντικό πλεονέκτημα έναντι της συμβατικής μεθόδου στο πλαίσιο την εξοικονόμηση χρόνου. Όσον αφορά όμως το κόστος, η βαριά προκατασκευή παρουσιάζει μια αξιοσημείωτη αύξηση, της τάξεως του 18% σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας ανάλυσης. Ωστόσο η χρήση τυποποιημένων πρόχυτων δομικών στοιχείων προσφέρει καλύτερη προβλεψιμότητα, μειωμένα εργασιακά και παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια. Η εκτός εργοταξίου προετοιμασία και συναρμολόγηση των δομικών στοιχείων οδηγούν σε ταχύτερη ολοκλήρωση του έργου και σε ταχύτερη απόδοση της επένδυσης από τους ενδιαφερόμενους. Επιπλέον, η ικανότητα της μεθόδου βαριάς προκατασκευής να μετριάξει τον αντίκτυπο των δυσμενών καιρικών συνθηκών παράλληλα με ενισχυμένο ποιοτικό έλεγχο την κάνει αυτομάτως ιδιαίτερα ελκυστική για οικοδομικό κλάδο της Ελλάδος.

Στοιχείο μελλοντικής έρευνας θα μπορούσε να αφορά η διερεύνηση των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων της ευρείας υιοθέτησης της μεθόδου βαριάς προκατασκευής στον κλάδο της οικοδομής στην Ελλάδα. Η έρευνα αυτή θα μπορούσε να περιλαμβάνει την εξέταση των περιβαλλοντικών οφελών όπως για παράδειγμα τις μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, την εξοικονόμηση πόρων, τον κύκλο ζωής ενός κτηρίου καθώς και τις οικονομικές αλλά και πιθανές κοινωνικές επιπτώσεις στην τοπική κατασκευαστική βιομηχανία. Επιπλέον η ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως το BIM (Building Information Modeling) δηλαδή η μοντελοποίηση και αυτοματοποίηση των διαδικασιών των προκατασκευασμένων κατασκευών θα μπορούσε να προσφέρει περαιτέρω πληροφορίες για την βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας των κατασκευών.

Βιβλιογραφία

Anderson D., Williams T., et. al, 2012. An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making. Joe Sabatino, USA.

Arviga Bigwanto,Irawan Tani, 2019. The comparison analysis of precast and conventional methods of the project working time. International Journal of Education and Research 101–120.

Ayarkwa, J., Joe Opoku, D.-G., Antwi-Afari, P., Li, R.Y.M., 2022. Sustainable building processes' challenges and strategies: The relative important index approach. Cleaner Engineering and Technology 7, 100455. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100455>

Cellophane House | Prefabricated Architecture & Design for Disassembly, 2008. Kieran Timberlake | Architecture, Planning, Research. Available at: <https://kierantimberlake.com/> (accessed 2.27.24).

Davies, A., 2018. Modern Methods of Construction A forward-thinking solution to the housing crisis? Rics Organisation.

Kelley, J.E., Walker, M.R., 1959. Critical-path planning and scheduling, in: Papers Presented at the December 1-3, 1959, Eastern Joint IRE-AIEE-ACM Computer Conference on - IRE-AIEE-ACM '59 (Eastern). Presented at the Papers presented at the December 1-3, 1959, eastern joint IRE-AIEE-ACM computer conference, ACM Press, Boston, Massachusetts, pp. 160–173. <https://doi.org/10.1145/1460299.1460318>

Kolbeck, L., Kovaleva, D., Manny, A., Stieler, D., Rettinger, M., Renz, R., Tošić, Z., Teschemacher, T., Stindt, J., Forman, P., Borrmann, A., Blandini, L., Stempniewski, L., Stark, A., Menges, A., Schlaich, M., Albers, A., Lordick, D., Bletzinger, K.-U., Mark, P., 2023. Modularisation Strategies for Individualised Precast Construction—Conceptual Fundamentals and Research Directions. Designs 7, 143. <https://doi.org/10.3390/designs7060143>

Let Hui, T., Chee Khoo, N., 2019. Comparative Study on Precast Building Construction and Conventional Building Construction for housing project in Sarawak. Jurnal Teknologi 82, 75–84. <https://doi.org/10.11113/jt.v82.13776>

Medineckiene, M., Turskis, Z., Zavadskas, E.K., 2011. Life-Cycle Analysis of a sustainable building, applying multi-criteria decision making method. The 8th International Conference 958–961.

Βιβλιογραφία

Michael O'Reilly, 1999. Civil Engineering Construction Contracts, 2nd edition. Thomas Telford Ltd. <https://doi.org/10.1680/cecc.27855>

Olatunji, O.A., 2008. A comparative analysis of tender sums and final costs of public construction and supply projects in Nigeria. *Journal of Financial Management of Property and Construction* 13, 60–79. <https://doi.org/10.1108/13664380810882084>

Paula Pintos, 2021. Wohnregal Apartments and Ateliers / FAR frohn&rojas. ArchDaily. Available at: <https://www.archdaily.com/928487/wohnregal-apartments-and-ateliers-far-frohn-and-rojas> (accessed 2.27.24).

PMI (Ed.), 2013. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), Fifth edition. ed. Project Management Institute, Inc, Newtown Square, Pennsylvania.

Priya, P.K., Neamitha, M., 2018. A comparative study on precast construction and conventional construction 05.

Vanhoucke, M., 2016. Integrated Project Management Sourcebook. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27373-0>

Vanhoucke, M., 2012. Project Management with Dynamic Scheduling. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-25175-7>

Wohnregal, Berlin - Deutsche BauZeitschrift, 2020. Deutsche BauZeitschrift (DBZ). Available at: https://www.dbz.de/artikel/dbz_Wohnregal_Berlin-3491025.html (accessed 2.27.24).

Αρμός Προκατασκευές, 2020. . Αρμός Προκατασκευές. Available at: www.arnosprokat.gr (accessed 2.29.24).

Βελδέκης Αλέξανδρος, Γρηγοριάδου Σοφία, 2022. Καινοτομίες στον κλάδο των ακινήτων και των κατασκευών - KPMG Greece. KPMG.

Κτήρια Concretan - Beton, 2024.

Παϊπάη Αγγελική, 2012. Προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία και η συμβολή τους στην Αρχιτεκτονική. Available at: www.ktirio.gr/el

N.4412/16 Δημόσιες συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών (Προσαρμογή στις οδηγίες 2014/24/ΕΕ και 2014/25/ΕΕ), 2016.

Βιβλιογραφία

Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, 2017. Β' 1749/19.05.2017 "Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για δημόσιες συμβάσεις έργων."

Παραρτήματα

Παράρτημα Α' Υπεύθυνη Δήλωση

Κωδικός: pFKvA5dCxZCrzθwcAPWPjA

Επιβεβαιώνεται το γνήσιο. Υπουργείο
Ψηφιακής Διακυβέρνησης / Verified by the Ministry
of Digital Governance, Hellenic Republic
20240213100855+02'00'



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 Ν.1599/1986)



Η ακρίβεια των στοιχείων που υποβάλλονται με αυτή τη δήλωση μπορεί να ελεγχθεί με βάση το αρχείο άλλων υπηρεσιών (άρθρο 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986).

Προς ⁽¹⁾ :	ΠΑ.Δ.Α.						
Όνομα:	ΣΤΑΥΡΟΣ	Επώνυμο:	ΜΕΝΕΓΚΗΣ				
Όνομα και Επώνυμο Πατέρα:	ΠΕΤΡΟΣ ΜΕΝΕΓΚΗΣ						
Όνομα και Επώνυμο Μητέρας:	ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ ΜΕΝΕΓΚΗ						
Ημερομηνία γέννησης:	12/03/1976						
Τόπος Γέννησης:	ΑΘΗΝΑ						
Αριθμός Δελτίου Ταυτότητας:	ΑΒ939133	Τηλ:	+306932268152				
Τόπος Κατοικίας:	ΒΡΙΛΗΣΣΙΑ	Οδός:	ΤΡΟΙΑΣ	Αριθ:	25	ΤΚ:	15235
ΑΦΜ:	059943358	Δ/ση Ηλεκτρ. Ταχυδρομείου (E-mail):	smenegis76@gmail.com				

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις⁽²⁾, που προβλέπονται από τις διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

Ως νόμιμος εκπρόσωπος της εταιρείας Μενέγκης Σταύρος & Αργυρώ Κατασκευαστική Εταιρεία Ο.Ε. με ΑΦΜ : 998187655 συναινώ στην χρήση των αρχιτεκτονικών και στατικών σχεδίων της πολυκατοικίας επί της οδού Ροδόπης 28 στον Πειραιά από την φοιτήτρια του ΠΑΔΑ , Ελισσάβητ Σκάλα με Α.Δ.Τ: ΑΝ111935.

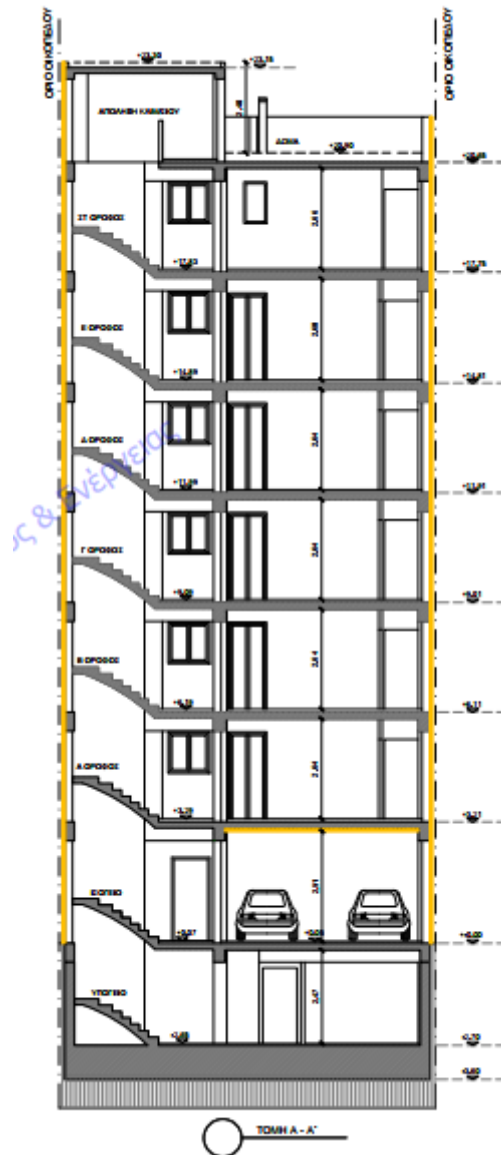
13/02/2024

Ο - Η Δηλ.

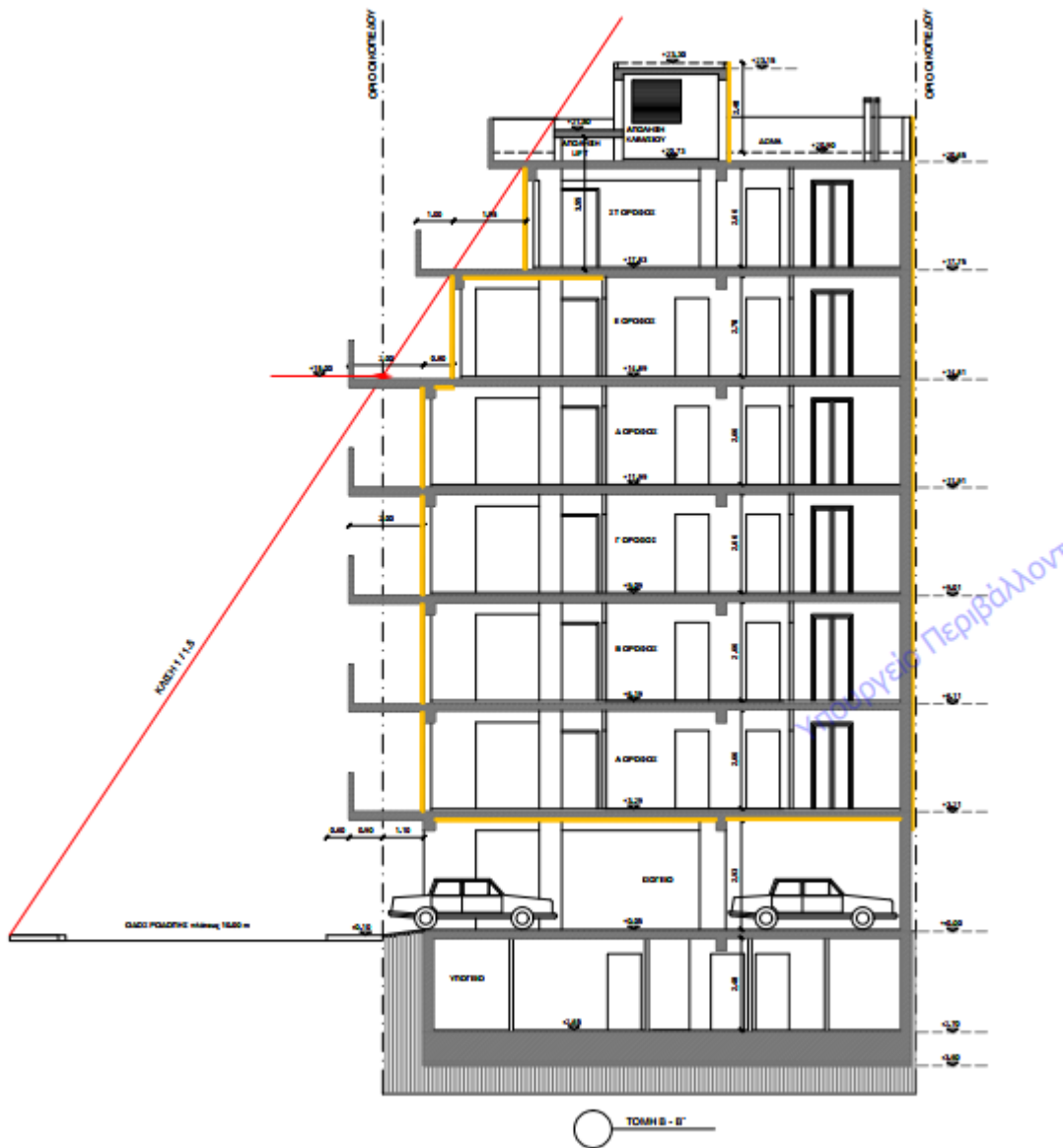
ΣΤΑΥΡΟΣ ΜΕΝΕΓΚΗΣ

(1) Αναγράφεται από τον ενδιαφερόμενο πολίτη η αρχή ή η υπηρεσία του δημόσιου τομέα όπου απευθύνεται η αίτηση.

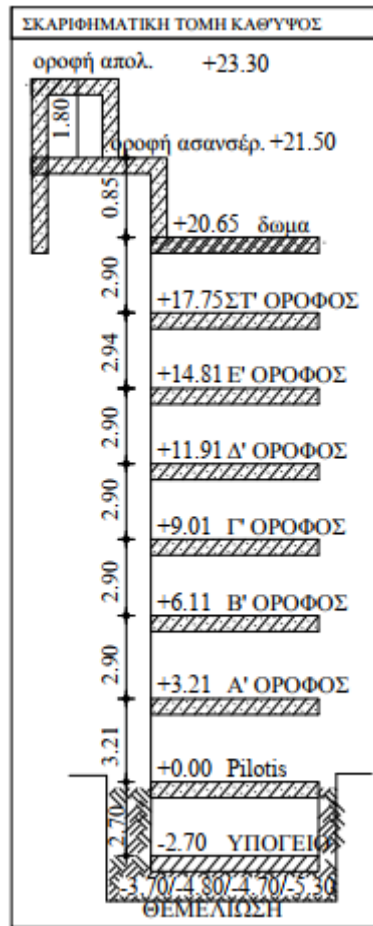
(2) Γνωρίζω ότι: Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.



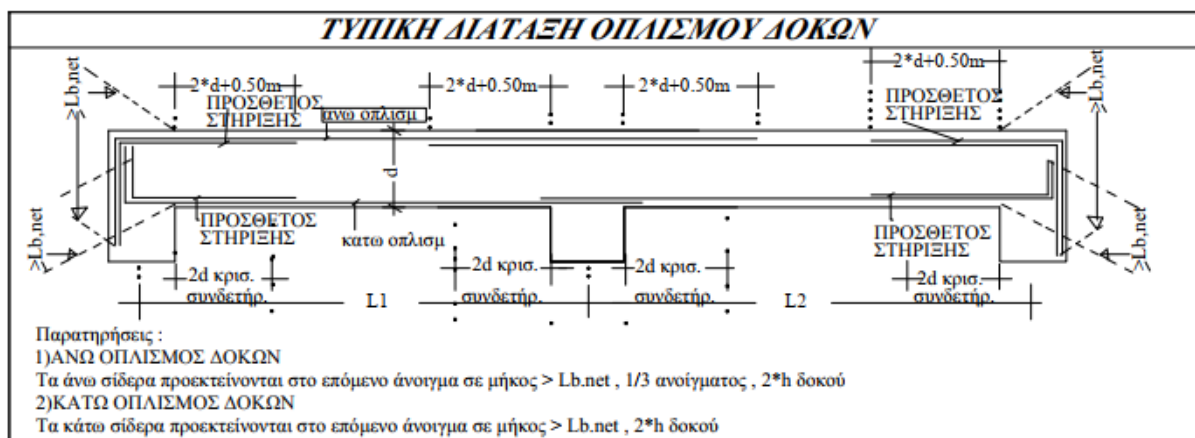
Εικόνα 29: Τομή Α-Α' Παρούσης Οικοδομής Αρχιτεκτονικά Σχέδια © Σταύρος & Αργυρώ Μενέγκη



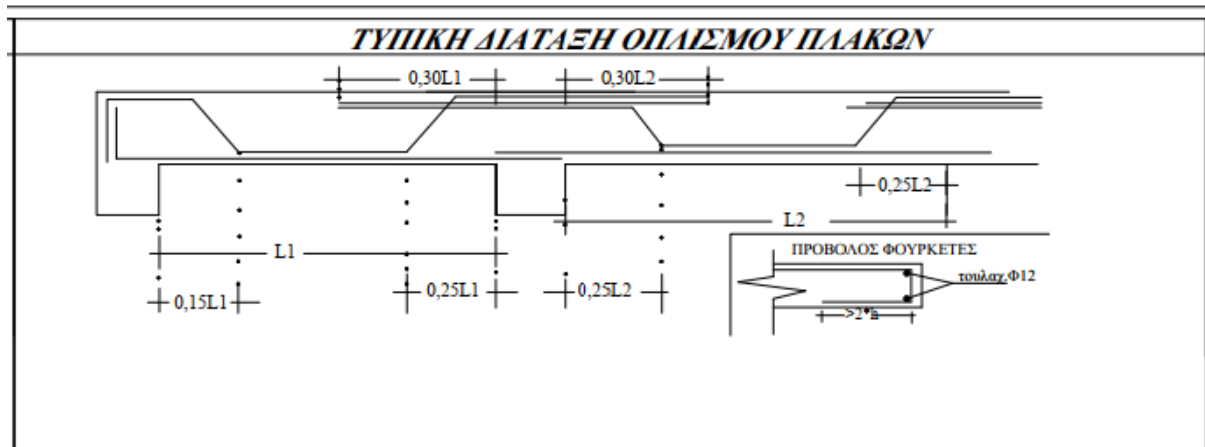
Εικόνα 30: Τομή Β-Β'' Παρούσης Οικοδομής Αρχιτεκτονικά Σχέδια ©Σταύρος & Αργυρώ Μενέγκη



Εικόνα 31: Σκαρίφημα Καθ' Ύψος Στατικά Σχέδια © Σταύρος & Αργυρώ Μενέγκη



Εικόνα 32: Τυπική Διάταξη Οπλισμού Δοκών Στατικά Σχέδια © Σταύρος & Αργυρώ Μενέγκη



Εικόνα 33: Τυπική Διάταξη Οπλισμού Πλάκας Στατικά Σχέδια © Σταύρος & Αργυρώ Μενέγκη

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ									
<p>1. ΥΛΙΚΑ</p> <p>ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ (ΠΑΡΑΘΑΛΑΣΣΙΟ) : C25/30 II ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ : C12/15 ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ : B500C ΧΑΛΥΒΑΣ ΣΥΝΔΕΤΗΡΩΝ : B500C ΔΟΜΙΚΗ ΣΥΛΕΙΑ : GL24h, C24 ΣΥΝΤ. ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ : $\gamma_c=1.50$ ΣΥΝΤ. ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΧΑΛΥΒΑ : $\gamma_s=1.15$</p> <p>2. ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ ($\gamma_g=1.35$)</p> <p>ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ : 25.00 KN/m³ ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΧΩΜΑΤΟΣ : 20.00 KN/m³ ΒΑΡΟΣ ΔΡΟΜΙΚΗΣ ΟΠΤΟΠΛΗΘΟΔΟΜΗΣ : 2.10 KN/m² ΒΑΡΟΣ ΜΠΑΤΙΚΗΣ ΟΠΤΟΠΛΗΘΟΔΟΜΗΣ : 3.60 KN/m² ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΠΛΑΚΩΝ ΓΕΝΙΚΑ : 2.00 KN/m² ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΚΛΙΜΑΚΩΝ : 2.00 KN/m² ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΣΤΕΓΗΣ : 1.20 KN/m²</p> <p>3. ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ($\gamma_q=1.50$)</p> <p>ΩΦΕΛΙΜΟ ΔΑΠΕΔΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ : 2.00 KN/m² ΩΦΕΛΙΜΟ ΚΛΙΜΑΚ. ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ : 3.50 KN/m² ΩΦΕΛΙΜΟ ΕΞΩΣΤΩΝ : 5.00 KN/m² ΧΙΟΝΙ (ΕΠΙ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ) S_k : 0.65 KN/m² ΑΝΕΜΟΣ (ΠΙΕΣΗ ΣΕ ΚΑΘΕΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ) q_w : 1.25 KN/m²</p>									
<p>4. ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ</p> <p>ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ : I ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ : $\alpha=0.16 A=\alpha \cdot g$ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ /ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ : $\Sigma 2/\gamma=1.00$ ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ /ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ : $\eta=1.00/\zeta=5\%$ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ : B ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΕΙΣΜ. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ : $\eta=3.50$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ : $\theta=1.00$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ : $\beta=2.50$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ : $\psi=0.30$ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΔΟΙ : $T_1=0.15$ $T_2=0.60$</p> <p>ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ : ΔΥΝΑΜ. ΦΑΣΜ. (ΜΕ ΜΕΤΑΤΟΠΗ ΜΑΖΩΝ) ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΑΡΜΟΣ : 15cm</p>									
<p>5. ΕΔΑΦΟΣ</p> <p>ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ : Με χρήση σειτ (Απλοποιημένη Μέθοδος) ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΑΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ : $\sigma_{ep}=250$ KPa ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ : $K_s=70.000$ KN/m³</p> <p>* Η ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ Η ΣΤΑΘΜΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΘΑ ΚΑΘΟΡΙΣΤΕΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΠΟΥ ΘΑ ΣΥΝΑΝΤΗΘΟΥΝ ΣΤΟ ΕΡΓΟ.</p>									
<p>6. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡ/ΝΤΟΣ-ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ</p> <p>ΚΑΤΗΓ. ΕΚΘΕΣΗΣ (ΚΤΣ - 2016): XS1</p> <table border="0"> <tr> <td>ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΛΑΚΩΝ</td> <td>C=40mm</td> </tr> <tr> <td>ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΔΟΚΩΝ</td> <td>C=45mm</td> </tr> <tr> <td>ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ</td> <td>C=45mm</td> </tr> <tr> <td>(Cmin)</td> <td>ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ C=40mm (ΔΙΑΜ. ΕΔΑΦΟΣ) C=75mm (ΑΔΙΑΜ. ΕΔΑΦΟΣ)</td> </tr> </table> <p>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ $C_{nom}=C_{min}+5mm$</p>		ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΛΑΚΩΝ	C=40mm	ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΔΟΚΩΝ	C=45mm	ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ	C=45mm	(Cmin)	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ C=40mm (ΔΙΑΜ. ΕΔΑΦΟΣ) C=75mm (ΑΔΙΑΜ. ΕΔΑΦΟΣ)
ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΛΑΚΩΝ	C=40mm								
ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΔΟΚΩΝ	C=45mm								
ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ	C=45mm								
(Cmin)	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ C=40mm (ΔΙΑΜ. ΕΔΑΦΟΣ) C=75mm (ΑΔΙΑΜ. ΕΔΑΦΟΣ)								
<p>7. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ</p> <p>ΚΑΘ' ΥΨΟΣ : 0 ΚΑΤ' ΕΠΕΚΤΑΣΗ : 0</p>									
<p>8. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ</p> <p>ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ : ΦΕΚ 325/A/1945 - ΦΕΚ 171/A/1946 ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ (ΕΑΚ) : ΦΕΚ 2184/B/1999 - ΦΕΚ 423/B/2001 ΦΕΚ 781/B/2003 - ΦΕΚ 1154/B/2003 ΦΕΚ 270/B/2010 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (ΕΚΟΣ) : ΦΕΚ 1329/B/2000 - ΦΕΚ 1153/B/2003 ΦΕΚ 447/B/2004 - ΦΕΚ 576/B/2005 ΦΕΚ 270/B/2010 ΤΕΧΝ. ΣΚΥΡ. (ΚΤΣ - 2016) : ΦΕΚ 1561/B/2016 - ΦΕΚ 1839/B/2017 ΤΕΧΝ. ΧΑΛ. (ΚΤΧ - 2008) : ΦΕΚ 1416/B/2008 - ΦΕΚ 2113/B/2008</p>									
<p>Σε κάθε διάστρωση και για ποσότητα σκυροδέματος μέχρι 150m³ ανα κατηγορία σκυροδέματος, θα λαμβάνονται 6 κυβικά δοκίμια ανά ημέρα, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος και των ισχυουσών προδιαγραφών. Αν η ποσότητα σκυροδέματος είναι μεγαλύτερη από 150m³, τότε θα λαμβάνονται 12 κυβικά δοκίμια. Η ευθύνη λήψης των δοκιμών ανήκει στον εργολάβο και τον ιδιοκτήτη προς τους οποίους χορηγείται δια του παρόντος γραπτή εντολή. Τα δοκίμια πρέπει να βγούν από τις μήτρες μέσα σε 20 έως 32 ώρες από της παρασκευής τους για να παραδοθούν αμέσως σε αναγνωρισμένο εργαστήριο. Τα αποτελέσματα του ελέγχου θα κοινοποιούνται στον ιδιοκτήτη και στον επιβλέποντα μηχανικό.</p>									

Εικόνα 34: Παραδοχές κατασκευής παρούσας Οικοδομής © Σταύρος & Αργυρώ Μενέγκη