

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κ. Σέργιο Λαμπρόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π. για τη συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη μου σε όλη τη διάρκεια εκπόνησής της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αθαν. Ν. Απέργη, Πολ.Μηχανικό, Διευθυντή παραγωγής της εταιρείας ΠΡΟΕΤ Α.Ε, τον κ.Βασίλειο Παπαθεοδοσίου, Μηχανικό, προϊστάμενο του τομέα προκατασκευής της Έδρασης-Ψαλλίδας Α.Τ.Ε., τον κ. Νίκο Καραούλα, Μηχανολόγο Μηχανικό, Διευθυντή του εργοστασίου προκατασκευής της εταιρείας " Έδραση – Χ.Ψαλλίδας Α.Τ.Ε. " στα Τρίκαλα, χωρίς τη βοήθεια των οποίων η εκπόνηση της παρούσας εργασίας δεν θα ήταν δυνατή.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</u>	1
<u>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</u>	2
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	
<u>1.1 Περίληψη</u>	5
<u>1.2 Σκοπός εργασίας</u>	5
<u>1.3 Διάρθρωση Εργασίας</u>	6
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΩΝ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ</u>	
<u>Σκοπός</u>	9
<u>2.1 Επισκόπηση της προκατασκευής στο εξωτερικό</u>	9
<u>2.2 Γενικά περί προκατασκευής κτιρίων</u>	11
<u>2.3. Ανάλυση της παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων</u>	16
<u>2.3.1 Πλεονεκτήματα και όρια</u>	16
<u>2.3.2 Επιλογή συστήματος</u>	22
<u>2.3.3 Τεχνικές παραγωγής</u>	29
<u>Αναφορές</u>	36
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ - ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</u>	
<u>Σκοπός</u>	37
<u>3.1 Ιστορική αναφορά</u>	37
<u>3.2 Παραγόμενα στοιχεία</u>	39
<u>3.2.1 Τυποποιημένα βιομηχανικά προϊόντα</u>	39
<u>3.2.2 Προκατασκευασμένα στοιχεία έργων</u>	40
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ</u>	
<u>Σκοπός</u>	42
<u>4.1 Μέθοδοι προκατασκευής κτιριακών έργων</u>	42
<u>4.1.1 Σύστημα συναρμολόγησης προκατασκευασμένων γραμμικών στοιχείων</u>	44

4.1.1.1 Μέθοδος κατασκευής - βιβλιογραφική παρουσίαση.....	44
4.1.1.2 Μέθοδος κατασκευής - τεχνική περιγραφή.....	56
4.1.1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	62
4.1.2 Σύστημα συναρμολόγησης προκατασκευασμένων επιφανειακών στοιχείων.....	64
4.1.2.1 Μέθοδος κατασκευής - βιβλιογραφική παρουσίαση.....	65
4.1.2.2 Μέθοδος κατασκευής - τεχνική περιγραφή.....	72
4.1.2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	72
4.1.3 Σύστημα συναρμολόγησης προκατασκευασμένων τριδιάστατων στοιχείων	74
4.1.3.1 Μέθοδος κατασκευής - βιβλιογραφική παρουσίαση.....	74
4.1.3.2 Μέθοδος κατασκευής - τεχνική περιγραφή.....	90
4.1.3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	92
4.2 Επιλογή συστήματος	93
Αναφορές.....	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.....

Σκοπός.....	96
5.1 Γενικά	96
5.2 Ανάλυση των επιμέρους φύλλων εργασίας Excel και ανάλυση της λογικής σύνδεσης τους	97
5.3 Στοιχειοθέτηση των φύλλων εργασίας	101

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....

6.1 Εισαγωγή.....	103
6.1.1 Γενική περιγραφή του έργου.....	103
6.1.2 Συνοπτική περιγραφή του προκατασκευασμένου σκελετού του κτιρίου.....	104
6.1.3 Συνοπτική περιγραφή και παρουσίαση των επιμέρους προκατ/νων στοιχείων που συνθέτουν τον φέροντα οργανισμό.....	105
6.1.4 Περιγραφή των λοιπών στοιχείων που συνθέτουν τον φ.ο.	107

6.1.5 Περιγραφή των μη φερόντων στοιχείων του κτιρίου	107
6.1.6 Τεχνική περιγραφή της παραγωγής των στοιχείων του προκατασκευασμένου σκελετού του κτιρίου.....	108
6.1.7 Συνοπτική περιγραφή του τρόπου μεταφοράς των στοιχείων.....	116
6.1.8 Συνοπτική περιγραφή της συναρμολόγησης των στοιχείων	119
6.1.9 Αποκλίσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των στοιχείων.....	123
6.2 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος περάτωσης του έργου.....	124
6.2.1 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος της παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων.....	124
6.2.2 Χρονοδιάγραμμα παραγωγής στο Microsoft Excel.....	125
6.2.3 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος της μεταφοράς των προκατασκευασμένων στοιχείων.....	130
6.2.4 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος της συναρμολόγησης των προκατασκευασμένων στοιχείων.....	131
6.2.5 Δεδομένα και συμπεράσματα από το χρονοδιάγραμμα παραγωγής της προκατασκευής.....	132
6.2.6 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος συναρμολόγησης και συμβατικών εργασιών στο Microsoft Excel.....	144
6.3 Κοστολόγηση του έργου.....	160
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</u>	181
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	190
<u>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</u>	192
<u>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ</u>	194
<u>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ</u>	195

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στις εφαρμογές προκατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα, η οποία και χαρακτηρίζεται με τον όρο βαριά προκατασκευή σε αντιδιαστολή με την ελαφρά προκατασκευή η οποία χρησιμοποιεί άλλα υλικά πέραν του οπλισμένου σκυροδέματος (ξύλο, μέταλλο κ.λ.π.). Επίσης δεν περιλαμβάνεται και η προκατασκευή στοιχείων άοπλου σκυροδέματος (π.χ. λίθοι, σωλήνες κ.λ.π.)

Επειδή αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η διαχείριση της κατασκευής κτιριακού έργου, με βαριά προκατασκευή, επιχειρείται αρχικά βιβλιογραφική παρουσίαση των βασικότερων μεθόδων προκατασκευής κτιριακών έργων που εφαρμόζονται διεθνώς.

Ακολουθεί ιστορική αναφορά της προκατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα στην Ελλάδα και στην συνέχεια γίνεται μια συνοπτική καταγραφή των κυριότερων εφαρμογών προκατασκευής στην χώρα μας.

Εν συνεχεία γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση των τριών κυριότερων μεθόδων προκατασκευής κτιριακών έργων που εφαρμόζονται στην χώρα μας τόσο μέσα από βιβλιογραφικές αναφορές του Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος όσο και από τις τεχνικές περιγραφές εταιρειών προκατασκευής στη χώρας μας. Τέλος, αναλύεται με λεπτομέρειες το συγκεκριμένο προς μελέτη κτίριο βαριάς προκατασκευής.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει αφ' ενός την βιβλιογραφική παρουσίαση των τριών βασικών συστημάτων προκατασκευής και αφ' ετέρου ανάλυση χρονοδιαγράμματος και μοντέλο εμπειρικής κοστολόγησης για βιομηχανικά προκατασκευασμένα κτίρια.

Τα συστήματα παραγωγής αναπτύσσονται παράλληλα μέσω βιβλιογραφικών παρουσιάσεων (15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος) και τεχνικών περιγραφών που προέρχονται από την Ελληνική βιομηχανία (όπως αναλύθηκαν στον συγγραφέα επί τόπου των εργοστασίων από τους τεχνικούς διευθυντές των). Αυτό κρίθηκε σκόπιμο προκειμένου να διαφανεί ότι το γεγονός της προώθησης από τον εκάστοτε κατασκευαστή διαφορετικού συστήματος προκατασκευής ως πτυχή του προϊόντος, δεν αναιρεί το κοινό τεχνικό και επιστημονικό υποβάθρο της μεθόδου της προκατασκευής.

Το προτεινόμενο εμπειρικό μοντέλο κοστολόγησης προσφέρει την δυνατότητα ταχείας και ακριβούς εκτίμησης του κόστους κατασκευής ενός βιομηχανικού προκατασκευασμένου κτιρίου. Ως βάση των υπολογισμών απαιτούνται: ο αριθμός των προκατασκευασμένων στοιχείων που συνθέτουν τον σκελετό του κτιρίου (για παράδειγμα υποστυλώματα, ζευκτά κ.τ.λ.) και στοιχεία επιμετρήσεων για τα επιμέρους προκατασκευασμένα στοιχεία (π.χ. κιλά οπλισμού - κυβικά σκυροδέματος ανά στοιχείο) και για το κτίριο συνολικά (π.χ. διαστάσεις, αριθμός ορόφων). Αντίστοιχα, η ανάλυση του χρονοδιαγράμματος κατασκευής του κτιρίου, περιλαμβάνει τυπικό διαχωρισμό των εργασιών – διαδικασιών που απαιτούνται και χρονικό προγραμματισμό τους, ανάλογο των μέσων παραγωγής που – κατά παραδοχήν – έχει ένα τυπικό εργοστάσιο προκατασκευής στην Ελλάδα.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι το κτίριο που αναλύεται στην παρούσα διπλωματική είναι ένα τυπικό βιομηχανικό κτίριο του οποίου η στατική μελέτη έχει εκπονηθεί ως διπλωματική εργασία της Ειρήνης – Ευαγγελίας Κάβουρα, Πολ.Μηχανικού με τίτλο «Μελέτη προκατασκευασμένου βιομηχανικού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα» (Ε.Μ.Π. τομέας Δομοστατικής, Ιούλιος 2006).

1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Κεφάλαιο 2°

Αντικείμενο του κεφαλαίου είναι η παρουσίαση της προκατασκευής στο εξωτερικό με βιβλιογραφική επισκόπηση. Ειδικότερα παρατίθενται γενικά στοιχεία για την προκατασκευή προερχόμενα από την British Concrete Association (BCA). Ακολουθεί αναφορά στην παραγωγή προκατασκευασμένων στοιχείων, με πηγή των αναφερόμενων την Federation Internationale du Beton (FIB). Επιπλέον αναφέρονται οι κυριώτεροι επαγγελματικοί και επιστημονικοί φορείς της προκατασκευής. Έπειτα, επισημαίνονται οι ποιοτικές διαφορές που ισχύουν για την Ελλάδα λόγω της σεισμικότητας της χώρας σε σχέση με τις προηγμένες τεχνολογικά χώρες της Ευρώπης.

Κεφάλαιο 3°

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στην εμφάνιση και την εξέλιξη της προκατασκευής στην Ελλάδα και ως όρου και ως μεθόδου δόμησης.

Αφού οριστεί με ακρίβεια ο όρος προκατασκευή, παρουσιάζεται ιστορική αναδρομή της πορείας της προκατασκευής στην χώρα μας. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην εφαρμογή της σε δημόσια έργα και στον τομέα όπου κατ' εξοχήν εφαρμόζεται, δηλαδή τα βιομηχανικά κτίρια. Τέλος, γίνεται αναφορά στις βιομηχανικές μονάδες προκατασκευής που υπάρχουν σήμερα ανά την χώρα και στα παραγόμενα στοιχεία προκατασκευής.

Κεφάλαιο 4°

Στο εν λόγω κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση των τριών συστημάτων προκατασκευής. Τα συστήματα παραγωγής αναπτύσσονται παράλληλα μέσω βιβλιογραφικών παρουσιάσεων (15° Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος) και τεχνικών περιγραφών που προέρχονται από την Ελληνική βιομηχανία. Παρουσιάζονται οι τρόποι διαμόρφωσης του φέροντος οργανισμού κτιριακών και ειδικότερα βιομηχανικών έργων, καθώς και τα διάφορα είδη προκατασκευασμένων στοιχείων.

Εν συνεχεία, περιγράφονται τα στάδια παραγωγής που συναντώνται στο κάθε σύστημα και αναφέρονται τα είδη των κατασκευών που εφαρμόζεται το καθένα. Η ανάλυση οδηγεί στην εκλογή του προσφορότερου συστήματος για το υπόψη έργο και στην περαιτέρω περιγραφή του.

Κεφάλαιο 5^ο

Στο κεφάλαιο αυτό είναι η περιγράφεται το εμπειρικό μοντέλο κοστολόγησης βιομηχανικών προκατασκευασμένων κτιρίων. Αναλύεται η αλληλουχία των δυναμικών φύλλων εργασίας (excel) που το συνθέτουν. Για κάθε φύλλο εργασίας προσδιορίζεται το αντικείμενο των υπολογισμών και στοιχειοθετούνται οι επιμέρους παράμετροι που συμμετέχουν στους υπολογισμούς (ποσότητες υλικών και εργατικών, τιμές ανά επιμετρική μονάδα) με αναφορά στην πηγή από όπου αντλούνται και τα στοιχεία.

Κεφάλαιο 6^ο

Αντικείμενο του κεφαλαίου είναι η εκπόνηση χρονοδιαγράμματος και η κοστολόγηση του υπόψη βιομηχανικού προκατασκευασμένου κτιρίου. Αρχικά, γίνεται συνοπτική περιγραφή της δομής του Φ.Ο. του συνόλου του έργου, με αναφορές για όλα τα μεμονωμένα προκατασκευασμένα στοιχεία που τον συνθέτουν. Ακολούθως, περιγράφεται αναλυτικά ο τρόπος παραγωγής, μεταφοράς, αποθήκευσης και συναρμολόγησης των προκατασκευασμένων στοιχείων. Στη συνέχεια αναλύεται η λογική του προγραμματισμού των παραπάνω διαδικασιών και παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα (scheduling) στο Microsoft Project και το Microsoft Excel. Τέλος, κοστολογείται το υπόψη έργο με εισαγωγή των δεδομένων που εξετάστηκαν στο 5^ο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΩΝ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

Σκοπός

Σκοπός του κεφαλαίου είναι να ορισθούν οι βασικές έννοιες και όροι που συναντώνται στην προκατασκευή κτιρίων και να αναλυθούν τα στοιχεία που διέπουν την παραγωγή προκατασκευασμένων κτιρίων. Ειδικότερα, αφού παρουσιαστούν τα συστήματα προκατασκευασμένης δόμησης θα αναπτυχθεί η λογική της επιλογής του προσφορότερου συστήματος για το υπό μελέτη κτίριο.

2.1 Επισκόπηση της προκατασκευής στο εξωτερικό

Πλήθος παρουσιάσεων και εφαρμογών προκατασκευής στα διάφορα κράτη ανά τον κόσμο δημοσιεύονται σε τεχνικά περιοδικά – κατά κύριο λόγο στα CPI και BFT - αλλά και σε ινστιτούτα προκατασκευής και προέντασης (PCI). Θα επιχειρηθεί επισκόπηση των συστημάτων και μεθόδων προκατασκευής ανά τον κόσμο, μέσα από αναφορές σε δημοσιεύσεις τεχνικών περιοδικών και επιστημονικών-επαγγελματικών φορέων που σχετίζονται με την προκατασκευή.

Πρωτοπόρος χώρα στον τομέα της προκατασκευής, όπως και στους περισσότερους τομείς της τεχνολογίας, είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Χώρες όπως οι Η.Π.Α. και η Ιαπωνία οι οποίες πρωτοπορούν στην τεχνολογία του σκυροδέματος είναι φυσικό επακόλουθο να προηγούνται και στις εφαρμογές στην προκατασκευή. Η προκατασκευή από την φύση της επιδιώκει να εκμεταλλευτεί στο έπακρο τις δυνατότητες του ωπλισμένου σκυροδέματος. Εξ αυτού μπορεί κανείς εύκολα να συμπεράνει ότι οι πρώτες εφαρμογές σε κάθε εξέλιξη της τεχνολογίας του σκυροδέματος δοκιμάζονται σε έργα προκατασκευής. Στις Η.Π.Α. η προκατασκευή στοιχείων ωπλισμένου σκυροδέματος χρησιμοποιείται κατά κανόνα, εφόσον είναι εφαρμόσιμη και προένταση.

Ο κυριότερος επαγγελματικός ή επιστημονικός φορέας για την προκατασκευή είναι το P.C.I. (Precast Prestressed Concrete Institute). Συνδιάζονται ουσιαστικά η προκατασκευή με την προένταση. Ερευνούν και έχουν κάνει δοκιμαστικές εφαρμογές προκατασκευασμένων φορέων με συνθετικούς (πολυκαρβονικούς) τένοντες προέντασης (βλέπε pci-Journal – January-February 1999 – page 74), όπως και με στοιχεία από ελαφροσκυρόδεμα.

Η Ιαπωνία πρωτοπορεί στην τεχνολογία των χημικών πρόσθετων σκυροδέματος (βλέπε CPI – December 2006 – page 60) καθώς και στα ινοπλισμένα σκυροδέματα υπερυψηλής αντοχής (βλέπε CPI – August 2007 – page 156), σε συνδυασμό με το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα. Ως εκ τούτου έχει εκτεταμένη εφαρμογή η παραγωγή λεπτού πάχους προκατασκευασμένων στοιχείων υπερυψηλής αντοχής. Παγκοσμίως και ιδιαίτερα με την χρήση του αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος, η τάση στην προκατασκευή είναι προς την παραγωγή λεπτού πάχους (και κατά συνέπεια μειωμένου βάρους) προκατασκευασμένων στοιχείων.

Στις προηγμένες τεχνολογικά χώρες της Ευρώπης η χρήση αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος (βλέπε CPI – June 2008 – page 168) εφαρμόζεται στο μεγαλύτερο ποσοστό των προκατασκευασμένων στοιχείων που παράγονται. Ειδικά σε ότι αφορά το αρχιτεκτονικό σκυρόδεμα στην προκατασκευή, όπου πρωτοπορούν οι Η.Π.Α. (βλέπε CPI – February 2009 – page 152), η εφαρμογή του αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος είναι σχεδόν κανόνας.

Σε σύγκριση με την Ελλάδα, παρότι οι μέθοδοι είναι οι ίδιες, τα προηγούμενα κράτη έχουν αναπτύξει στην προκατασκευή όλες τις εξελιγμένες εφαρμογές της τεχνολογίας του σκυροδέματος. Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα, αρχιτεκτονικό σκυρόδεμα, έγχρωμα σκυροδέματα, ανάγλυφα σκυροδέματα, αποπλυμένο σκυρόδεμα και πλήθος άλλων εφαρμογών (βλέπε CPI – December 2006 – page 162), που στην Ελλάδα έχουν μικρή ή σχεδόν καμία εφαρμογή, είναι οι κύριοι τομείς ανάπτυξης της προκατασκευής στα κτίρια. Αυτός είναι άλλωστε και ο τομέας στον οποίον πλεονεκτεί η προκατασκευή της συμβατικής κατασκευής.

Μια μεγάλη διαφορά, η οποία χαρακτηρίζει τα έργα προκατασκευής στην Ελλάδα σε σύγκριση με τις χώρες της βόρειας και κεντρικής Ευρώπης είναι η σεισμικότητα της χώρας (βλέπε CPI – December 2006 – page 142). Είναι πολύ πιο απαιτητικές και δυσμενείς οι συνθήκες για αντισεισμικές εφαρμογές στα έργα προκατασκευής στην Ελλάδα σε σχέση με τις χώρες αυτές. Είναι και αυτός ένας από τους λόγους που η προκατασκευή δεν είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική στην μικρή Ελληνική αγορά.

Στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης και στην πρώην Σοβιετική Ένωση αναπτύχθηκαν την περίοδο της κομμουνιστικής διακυβέρνησης μεγάλα οικιστικά προγράμματα με χρήση προκατασκευής. Τα προγράμματα αυτά βασίστηκαν στην τυποποίηση και απλοποίηση των κατασκευών, τα κτίρια, όμως ήταν κακής ποιότητας και υπήρξαν καταστροφικές συνέπειες σε σεισμούς.

Τα τελευταία χρόνια, μεγάλες βιομηχανικές μονάδες παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων εγκαταστάθηκαν στα αναπτυσσόμενα κράτη του αραβικού κόλπου (βλέπε CPI - June 2008 – page 152, 162). Ιδιαίτερα εξελιγμένες εφαρμογές της προκατασκευής συναντώνται επίσης στο Ισραήλ. Στην Νότιο Αφρική (βλέπε CPI - August 2007 - page 24, CPI - June 2008 - page 196) τα τελευταία χρόνια ανεπτύχθη η εφαρμογή της προκατασκευής σε πάσης φύσεως έργα, με έμφαση στις αθλητικές εγκαταστάσεις λόγω του Παγκοσμίου Κυπέλλου ποδοσφαίρου του 2010.

Σύγχρονες μονάδες προκατασκευής έχουν ιδρυθεί τα τελευταία χρόνια και στην Αυστραλία (βλέπε CPI - February 2009 – page 14, page 156).

Εν κατακλείδι, καθίσταται εμφανές ότι με την εξέλιξη της τεχνολογίας του σκυροδέματος ο κλάδος της προκατασκευής αποτελεί την πρωτοπορία στην εξέλιξη των σύγχρονων κατασκευών σε όλο τον κόσμο.

2.2 Γενικά περί προκατασκευής κτιρίων

Στη συνέχεια περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά, πλεονεκτήματα και ιδιομορφίες της εφαρμογής της προκατασκευής στην ανέγερση κτιριακών έργων.

Η γενική επισκόπηση της προκατασκευής αντλείται από την έκδοση του BCA (British Concrete Association) - Design Guide – « Precast Concrete Frame Buildings »

Ποιότητα και ακρίβεια

Προκατασκευασμένα στοιχεία κατασκευάζονται στο εργοστάσιο σε ιδανικό περιβάλλον και με αυστηρό έλεγχο της παραγωγής. Τα παραγόμενα στοιχεία είναι υψηλής ποιότητας κατασκευής και εμφάνισης. Ο μελετητής μπορεί να επιλέξει από μία ποικιλία φινιρισμάτων και μπορεί να επιθεωρήσει και να εγκρίνει τα στοιχεία πριν αυτά τοποθετηθούν στο έργο. Ο έλεγχος ποιότητας στο εργοστάσιο εξασφαλίζει ότι οι οπλισμοί έχουν τοποθετηθεί με ακρίβεια και ότι τα στοιχεία έχουν παραχθεί με αυστηρά μικρές ανοχές διαστάσεων. Οι συνδέσεις των στοιχείων έχουν σχεδιασθεί έτσι ώστε να επιτρέπουν προσαρμογές στο εργοτάξιο προκειμένου ο σκελετός του κτιρίου να συναρμολογείται στις προβλεπόμενες διαστάσεις. Αυτό βοηθά σημαντικά τις επόμενες εργασίες τοποθέτησης των στοιχείων πλαγιοκάλυψης του κτιρίου, των κουφωμάτων και λοιπών στοιχείων.

Ταχύτητα κατασκευής

Η ταχύτητα κατασκευής του έργου θεωρείται σημαντική στα περισσότερα κτίρια, στο σημείο αυτό υπερέχει η προκατασκευή, ιδίως εάν οι λεπτομέρειες του κτιρίου δεν είναι πολύ σύνθετες. Σχεδιάζοντας με την μέγιστη δυνατή επαναληψιμότητα των προκατασκευασμένων στοιχείων γίνεται ευκολότερη η παραγωγή τους και συντομεύει ο χρόνος κατασκευής. Ωστόσο προκατασκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε σύνθετες και ακανόνιστες κατασκευές. Εν τούτοις, αυτό μπορεί να μην εξασφαλίσει την ίδια απόδοση κατά την κατασκευή όσο μια καταλληλότερη (κανονικότερη) σχεδίαση. Η κατασκευή του σκελετού του κτιρίου με προκατασκευή συμβάλλει στην επιτάχυνση όλης της κατασκευής, επιτρέποντας σε τμήματα του έργου να προχωρούν στα επόμενα στάδια ενώ συνεχίζονται οι εργασίες ανέγερσης του υπόλοιπου σκελετού του κτιρίου.

Η προτιμώτερη μέθοδος ανέγερσης συνίσταται στο να προχωρεί η συναρμολόγηση φατνωμάτων καθ' όλο το ύψος έτσι ώστε να αφήνονται πίσω ολοκληρωμένα τμήματα του σκελετού του κτιρίου. Μια εναλλακτική μέθοδος είναι να συναρμολογείται το κτίριο ανά στάθμη δαπέδου (όροφο - όροφο). Κατ' αυτό τον τρόπο μπορούν να ολοκληρώνονται οι κατώτεροι όροφοι ενώ συνεχίζονται οι εργασίες συναρμολόγησης των άνω ορόφων. Η πρόσβαση στους ορόφους μπορεί να επιτυγχάνεται εντός δύο ή τριών εβδομάδων αφότου αρχίσουν οι εργασίες συναρμολόγησης του εκάστοτε ορόφου.

Κόστος σκελετού

Επιπροσθέτως των οικονομικών πλεονεκτημάτων λόγω της συντόμευσης της κατασκευής, το κόστος κατασκευής του προκατασκευασμένου σκελετού μπορεί να είναι μικρότερο από των άλλων μεθόδων κατασκευής που μπορούν να σχεδιασθούν με αντίστοιχες προδιαγραφές.

Εναλλακτικοί τρόποι κατασκευής ενός πενταόροφου εμπορικού κτιρίου συγκρίθηκαν στην μελέτη « Precast Concrete Frame Association Frames for multi-storey buildings - an economic comparison » PCFA. Leicester (1985).

Η μελέτη αυτή απέδειξε ότι το κόστος του προκατασκευασμένου σκελετού ήταν :

-κατά 21% μικρότερο από το αντίστοιχο κόστος εξ ολοκλήρου μεταλλικού σκελετού του κτιρίου (μεταλλική κατασκευή και των πλακών των ορόφων) και

-κατά 14% μικρότερο από το αντίστοιχο κόστος κτιρίου με σύμμικτο μεταλλικό σκελετό και πλάκες από σκυρόδεμα.

Μια άλλη σύγκριση ενός ψηλότερου επταόροφου κτιρίου κατέληξε σε παρόμοια αποτελέσματα, όπως προκύπτει από την μελέτη του Briggins Shaw G. «Economics of precast concrete frames» , εργασία που παρουσιάστηκε στο σεμινάριο της BCA με τίτλο “ Designing Precast Buildings and Cladding Slough ”, 1988.

Αυτά τα οικονομικά αποτελέσματα δεν πραγματοποιούνται σε όλα τα έργα διότι διαφορετικές παράμετροι σχεδιασμού μπορεί να εμφανίσουν εξοικονόμηση κόστους με λανθασμένες εκτιμήσεις.

Συνολικό κόστος κατασκευής

Το συνολικό κόστος κατασκευής ενός κτιρίου έχει άμεση σχέση με την ταχύτητα της κατασκευής, το κόστος κατασκευής του σκελετού, το κόστος των υπολοίπων κατασκευών του κτιρίου, την αξία της γης και το χρηματοοικονομικό κόστος του έργου. Εν τούτοις, το βασικό κόστος του σκελετού του κτιρίου είναι σημαντικό. Η ταχύτητα της κατασκευής αποτελεί κρίσιμη παράμετρο, ειδικά σε περιόδους αυξημένου χρηματοοικονομικού κόστους και αξίας γης. Εάν το κτίριο προβλέπεται να μισθωθεί, επιπλέον έσοδα μπορεί να κερδηθούν από την συντομότερη ολοκλήρωση του έργου.

Θερμοχωρητικότητα

Η αυξημένη θερμοχωρητικότητα της κατασκευής από σκυρόδεμα βοηθά στον έλεγχο των απωλειών θερμότητας του κτιρίου, κάτι το οποίο μειώνει τον κίνδυνο συμπύκνωσης των υδρατμών. Αυξημένες απαιτήσεις θέρμανσης περιορίζονται. Οι εγκαταστάσεις αερισμού και κλιματισμού του κτιρίου μπορεί να είναι μικρότερης ισχύος και να οδηγούν σε μειωμένο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας.

Ευκολία ανέγερσης

Ο προκατασκευασμένος σκελετός κτιρίου αυξάνει την ευκολία ανέγερσης. Συγκρίνοντας με πολλές άλλες μεθόδους κατασκευής η προκατασκευή μεταφέρει πολλές από τις ευαίσθητες εργασίες υπαίθρου στο κλειστό περιβάλλον του εργοστασίου προκατασκευής. Κακές καιρικές συνθήκες έχουν μικρότερη επίδραση στην κατασκευή του σκελετού και μειωμένη προστασία στο εργοτάξιο. Τα προκατασκευασμένα στοιχεία παράγονται με κυριότερο κριτήριο την ταχύτητα συναρμολόγησης του σκελετού του κτιρίου.

Η πρόβλεψη κατά την σχεδίαση και στις λεπτομέρειες των συνδέσεων έχει σκοπό να εξασφαλίσει την εύκολη και γρήγορη συναρμολόγηση του σκελετού του κτιρίου έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η στατική επάρκεια κατά την ανέγερση. Οι χρόνοι ανάρτησης των στοιχείων από τους γερανούς περιορίζονται στο ελάχιστο. Ο προμηθευτής των προκατασκευασμένων στοιχείων (εταιρεία προκατασκευής) είναι ένας ανεξάρτητος εργολάβος. Συνήθως είναι υπεύθυνος για την σχεδίαση, την παραγωγή και την συναρμολόγηση της προκατασκευής.

Ελαχιστοποιώντας τον αριθμό των υπερβολικών απλοποιείται ο προγραμματισμός και μειώνονται οι ευθύνες οργάνωσης της ομάδας διαχείρισης της σύμβασης του έργου. Οι συμβατικές προθεσμίες μπορούν να προβλεφθούν με μεγαλύτερη αξιοπιστία και με λιγότερα στάδια εργασιών. Έτσι μειώνεται ο κίνδυνος αστοχίας.

Κατασκευαστικές δυνατότητες (στατικές)

Η προκατασκευή επιτρέπει τις αυξημένες στατικές απαιτήσεις σχεδιασμού του σκελετού του κτιρίου. Μεγαλύτερα ανοίγματα φορέων και μειωμένα στατικά ύψη μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας το προεντεταμένο σκυρόδεμα σε δοκούς και πλάκες. Πολλά παραδείγματα κτιρίων παρουσιάζουν την ευχέρεια θεώρησης πολλών επιλογών κατά την σχεδίαση. Πολλά από τα προκατασκευασμένα στοιχεία που χρησιμοποιούνται έχουν δοκιμασθεί στο εργαστήριο και στην εφαρμογή προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη στατική επάρκεια.

Πυρασφάλεια

Το σκυρόδεμα έχει από την κατασκευή του ικανή αντίσταση στην φωτιά. Αυτό απαντάται σε όλες τις φάσεις της κατασκευής και εξαρτάται από πρόσθετες προστατευτικές επικαλύψεις σε πλάκες ή επιχρίσματα. Επιτυγχάνεται πυραντίσταση δύο ωρών και εμφανίζει μικρό πρόβλημα πυρασφάλειας. Μπορεί να επιτευχθεί πυραντίσταση έως και τεσσάρων ωρών.

Αρχές σχεδιασμού

Τα περισσότερα έργα κερδίζουν από την αυστηρή σχεδίαση (τήρηση τυπικού καννάβου). Αυτό είναι κάτι που εμπεριέχεται στην σχεδίαση του σκελετού με προκατασκευή διότι ο μελετητής επιδιώκει στην μέγιστη δυνατή επαναληψιμότητα προκειμένου η παραγωγή της προκατασκευής να έχει το πλεονέκτημα της μέγιστης επαναχρησιμοποίησης των καλουπιών και τυποποίησης των λεπτομερειών προκειμένου να μειωθεί το κόστος παραγωγής της προκατασκευής.

Ευχέρεια σχεδιασμού

Μοντέρνα κτίρια με σκελετό από προκατασκευή μπορούν να σχεδιασθούν με ασφάλεια και οικονομία, με ποικιλία σχεδίων και διαφορετική θεώρηση στον αριθμό των ορόφων και για συνολικά ύψη κτιρίων έως και 50 μέτρα. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα τέτοιων έργων στο Ηνωμένο Βασίλειο.

2.3 Ανάλυση της παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων

Το παρών εδάφιο αντλείται από το εγχειρίδιο του FIB (Federation Internationale du Beton) – « Planning and design Handbook on Precast Building Structures » 2th edition. (2004).

2.3.1 Πλεονεκτήματα και όρια

Βέλτιστη χρήση των υλικών

Μία αιτία που η προκατασκευή με οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα έχει περισσότερες δυνατότητες οικονομίας στην διαμόρφωση και την αντοχή του σκελετού των κτιρίων σε σύγκριση με την συμβατική (χυτή - επί τόπου) κατασκευή. Αυτό οφείλεται στην υψηλότερη ποιότητα κατασκευής και την βέλτιστη χρήση των υλικών. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με την χρήση σύγχρονων εξοπλισμών παραγωγής της προκατασκευής και στην προσεκτική μελέτη και παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας.

Σκυρόδεμα

Κατά κανόνα οι εργασίες παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων χρησιμοποιούν ηλεκτρονικώς ελεγχόμενα συγκροτήματα παραγωγής σκυροδέματος με αποτέλεσμα τον περιορισμό στο ελάχιστο των αποκλίσεων από τις προδιαγραφές των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων του σκυροδέματος όπως η εργασιμότητα, η τελική αντοχή κ.τ.λ. Πρόσθετα βελτιωτικά του σκυροδέματος χρησιμοποιούνται κατά την μελέτη σύνθεσης προκειμένου να επιτευχθούν οι προδιαγραφόμενες μηχανικές ιδιότητες των προϊόντων. Η διάστρωση και συμπίκνωση του σκυροδέματος γίνεται σε κλειστό χώρο και με τον κατάλληλο εξοπλισμό. Η περιεκτικότητα σε νερό περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό και η συμπίκνωση και η συντήρηση του σκυροδέματος γίνονται υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Το αποτέλεσμα αυτών είναι ότι η ποιότητα του σκυροδέματος μπορεί επακριβώς να προσαρμοσθεί με τις απαιτήσεις κάθε είδους προσιμικού (συστατικού) με σκοπό την διευκόλυνση χρήσης πιο δαπανηρών και δυσεύρετων υλικών. Επιπροσθέτως, η απόδοση της σύνθεσης είναι καλύτερη από το επί τόπου χυτό σκυρόδεμα. Σκυροδέματα υψηλής αντοχής έως 100 N/mm^2 αντοχής κυλίνδρου χρησιμοποιούνται ήδη καθημερινά σε εργοστάσια προκατασκευής. Διαφοροποιήσεις στις επιφάνειες και τον χρωματισμό του σκυροδέματος μπορούν να επιτευχθούν μόνο όταν η μέθοδος διάστρωσης του σκυροδέματος γίνεται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες εργοστασίου. Μια μεγάλη γκάμα παραλλαγών έγχρωμων σκυροδεμάτων επιτυγχάνεται με την χρήση ειδικών ποιοτήτων τσιμέντου κ.τ.λ. λευκών τσιμέντων, ειδικών προσιμικών και ειδικών (sophisticated) μεθόδων παραγωγής. Αυτό είναι εξαιρετικής σπουδαιότητας στην παραγωγή προκατασκευασμένων στοιχείων προσόψεων από σκυρόδεμα. Επίσης, πολλά παραδείγματα χρήσης έγχρωμων σκυροδεμάτων στον σκελετό κτιρίου έχουν εφαρμοσθεί. Σκυρόδεμα χρησιμοποιείται και κατά την συναρμολόγηση των προκατασκευασμένων στοιχείων. Το σκυρόδεμα των συνδέσμων (ειδικές κονίες κ.τ.λ.) πρέπει να πληρεί πρόσθετες απαιτήσεις π.χ. χωρίς συστολή ξήρανσης κ.λ.π.

Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση απορριμάτων σκυροδέματος γίνεται ήδη σε μονάδες προκατασκευής και προβλέπεται να αναπτυχθεί σύντομα για λόγους περιβαλλοντικούς. Εν τούτοις τέτοιου είδους προσπάθειες απαιτούν σημαντική έρευνα και επενδύσεις αλλά θα έχουν ως αποτέλεσμα φιλικότερες προς το περιβάλλον κατασκευές.

Οπλισμοί

Η συνολική ποσότητα του σιδηροπλισμού μπορεί να μειωθεί δίνοντας σημαντικό πλεονέκτημα στο προκατασκευασμένο σκυρόδεμα.

Ράβδοι πλήρους αντοχής χρησιμοποιούνται κατά κανόνα, περιλαμβανομένων κλωβών, συνδετήρων κ.τ.λ. όπου η αυξημένη αντοχή σε κάμψη υπερκαλύπτει το πρόσθετο κόστος. Προένταση συνήθως εφαρμόζεται στην προκατασκευή λόγω της δυνατότητας χρήσης κλινών προέντασης και αγκύρωσης των τενόντων μέσω συνάφειας στο σκυρόδεμα. Οι τελευταίες τεχνικές όχι μόνο εκματαλλεύονται όλα τα κατασκευαστικά πλεονεκτήματα του προεντεταμένου σκυροδέματος αλλά επίσης προσφέρουν οικονομία κατασκευής λόγω μειωμένου εργατικού κόστους και απουσίας εξαρτημάτων αγκύρωσης της προέντασης.

Ινοπλισμένο σκυρόδεμα

Η χρήση ινοπλισμένων σκυροδεμάτων έχει προσθέσει περισσότερο στην προκατασκευή έναντι της συμβατικής κατασκευής. Ίνες μεταλλικές, γυαλιού και συνθετικές χρησιμοποιούνται ήδη συχνά σε πολλά προϊόντα προκατασκευής π.χ. στοιχεία προσόψεων. Τα πλεονεκτήματα προκύπτουν από την μείωση του εργατικού κόστους παραγωγής λεπτότοιχων στοιχείων σκυροδέματος και συνθετώτερων σχημάτων κ.λ.π.

Επιφάνειες σκυροδέματος - τελειώματα

Τα στοιχεία προκατασκευασμένου σκυροδέματος μπορούν να παραχθούν με μια ευρεία γκάμα τελειωμάτων (φινιρισμάτων). Από ειδικά καλουπώματα επιφανειών έως υψηλής ποιότητας ορατά σκυροδέματα π.χ. ανάγλυφα, με παραστάσεις κ.τ.λ.

Ο μηχανικός μπορεί να επιβλέπει και να εγκρίνει τα προκατασκευασμένα στοιχεία πριν από την μεταφορά και την τοποθέτηση τους στο κτίριο. Το προκατασκευασμένο αρχιτεκτονικό σκυρόδεμα προσφέρει μια ευρεία γκάμα υψηλής ποιότητας τελειωμάτων με μία ποικιλία χρωμάτων και υφής, όπως μάρμαρα, γρανίτες πλινθοδομών, λεπτομερειών και απομιμήσεις πέτρας και λοιπών χαρακτηριστικών τα οποία θα κόστιζαν απαγορευτικά εάν κατασκευάζονταν με συμβατικές μεθόδους.

Ανοχές

Θα υπάρχουν αναπόφευκτα διαφορές μεταξύ των καθορισμένων διαστάσεων και των πραγματοποιούμενων διαστάσεων των επί μέρους στοιχείων και του τελικού κτιρίου. Αυτές οι αποκλίσεις πρέπει να εντοπίζονται και να επιτρέπονται εντός προκαθορισμένων ορίων. Τα προκατασκευασμένα στοιχεία από σκυρόδεμα γενικά παράγονται με μικρές αποκλίσεις αλλά οι μελετητές πρέπει να έχουν μια ρεαλιστική θεώρηση των διαφορών στις διαστάσεις. Είναι ουσιώδες να θεωρείται αυτό ως αρχή και να συζητώνται οι ανοχές όσο το δυνατόν νωρίτερα με τον προκατασκευαστή.

Μεταφορά και ανέγερση

Η μεταφορά συνήθως γίνεται με φορτηγά αυτοκίνητα. Οι μέγιστες οικονομικές αποστάσεις μεταφοράς διαφέρουν μεταξύ 150 και 300 km και εξαρτώνται από τον τύπο των στοιχείων, τα δίκτυα μεταφοράς, την πυκνότητα κατοικημένων περιοχών κ.λ.π. Η μεταφορά γίνεται μερικές φορές με πλοίο ή και τραίνο. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η μέγιστη απόσταση μεταφοράς είναι πολύ μεγαλύτερη μέχρι και 1000 km. Η πρόοδος της συναρμολόγησης μπορεί να επηρεάζεται από το μέγιστο βάρος του στοιχείου και εξαρτάται από τις προσβάσεις στο εργοτάξιο του ανυψωτικού γερανού. Αυτό είναι κάτι που πρέπει να σχολιασθεί κατά την έναρξη της τελικής μελέτης.

Εγκαταστάσεις του κτιρίου

Οι διάφορες εγκαταστάσεις του κτιρίου μπορούν να ενσωματωθούν στο σύστημα δόμησης. Υπάρχουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και κάποια ειδικά προβλήματα. Το κυριότερο πλεονέκτημα είναι ότι ο σκελετός της προκατασκευής μπορεί να σχεδιασθεί σύμφωνα με τις ειδικές ανάγκες εξοπλισμού του κτιρίου. Στα προκατασκευασμένα στοιχεία μπορούν να προβλεφθούν διάφορες οπές, στηρίγματα μπορούν να ενσωματωθούν στα στοιχεία και πολλοί επί πλέον τρόποι μπορούν να προβλέπονται στον τόπο του έργου μετά την συναρμολόγηση του σκελετού του κτιρίου.

Η κυριότερη διαφορά με την επί τόπου, χυτή, συμβατική κατασκευή είναι ότι στην πράξη το κάθετι που μπορεί να τοποθετηθεί εντός του στοιχείου πρέπει να σχεδιασθεί σε πρότερο στάδιο της μελέτης. Ο αρχιτέκτων και ο μηχανολόγος πρέπει να είναι έτοιμοι να προδιαγράψουν τις απαιτήσεις τους κατά την διάρκεια της προπαρασκευής των στοιχείων της προκατασκευής. Επίσης, η τελική μελέτη των εγκαταστάσεων του κτιρίου πρέπει να γίνει νωρίτερα από ότι συνήθως αλλά αυτό θα μπορούσε να το δει κανείς και σαν πλεονέκτημα. Η προκατασκευή επίσης προσφέρει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τις μηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτιρίου. Παραδειγματος χάριν, η θερμοχωρητικότητα του σκυροδέματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικά σαν αποθήκη θερμότητας στις πλάκες με οπές (hollow core) με αποτέλεσμα οικονομία θέρμανσης. Ένα άλλο παράδειγμα, αφορά την δυνατότητα να ενσωματωθούν κατά την διάστρωση τους σκυροδέματος αγωγοί, κουτιά και εγκοπές για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Εσωτερικές σωληνώσεις υδρορροών μπορούν να ενσωματωθούν στα υποστυλώματα ή τα στοιχεία της πρόσοψης. Μεγάλοι αεραγωγοί, μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις διπλές πλάκες των ορόφων ή κατά μήκος εξοχών των στοιχείων της πρόσοψης στην φάση της συναρμολόγησης τους.

Διασφάλιση ποιότητας και πιστοποίηση της παραγωγής

Η διασφάλιση της ποιότητας και η πιστοποίηση της παραγωγής του εργοστασίου είναι σημαντικά θέματα για την προκατασκευή.

Αυτό προκύπτει από την αυξανόμενη απαίτηση της αγοράς για ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών. Η διασφάλιση της ποιότητας και ο ποιοτικός έλεγχος των προκατασκευασμένων στοιχείων βασίζεται σε δύο επίπεδα :

- Εσωτερικό (εντός του εργοστασίου της παραγωγής) πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας με διαρκή εσωτερικό ποιοτικό έλεγχο
- Πιστοποίηση της παραγωγής με ποιοτικό έλεγχο από ανεξάρτητο φορέα

Η πιστοποίηση των εργοστασίων παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων σημαίνει ότι η ικανότητα παραγωγής προϊόντων με ποιότητα και καλή λειτουργία του συστήματος εσωτερικών ελέγχων ποιότητας επιβεβαιώνεται από έναν εξωτερικό φορέα επίβλεψης. Αυτό σημαίνει ότι το εργοστάσιο έχει τον κατάλληλο εξοπλισμό και το προσωπικό που τον χειρίζεται είναι επαρκώς εκπαιδευμένο να παράγει προϊόντα ποιότητας. Αυτό γίνεται με την επίβλεψη της παραγωγής, τον έλεγχο των υλικών, του εξοπλισμού, των εργαζομένων και των προϊόντων για την συμμόρφωση τους στο σχέδιο πιστοποίησης της παραγωγής του εργοστασίου. Ο έλεγχος ποιότητας απαιτεί πολλά περισσότερα από απλά την εξασφάλιση της επιθυμητής αντοχής του σκυροδέματος. Πολλοί άλλοι συντελεστές υπεισέρχονται στον έλεγχο ποιότητας των προκατασκευασμένων στοιχείων. Μερικοί από τους πλέον σημαντικούς είναι :

- Έλεγχος ολοκλήρωσης των εντολών εργασίας και πληρότητα των σχεδίων προκατασκευής
- Εργαστηριακός έλεγχος και επίβλεψη των υλικών που χρησιμοποιούνται
- Έλεγχος ακριβείας του εξοπλισμού παραγωγής
- Έλεγχος της σύνθεσης και της ανάμιξης του σκυροδέματος
- Μεταφορά, διάστρωση και συμπύκνωση του σκυροδέματος
- Συντήρηση του σκυροδέματος (curing)
- Έλεγχος διαστάσεων και ανοχών
- Ανάρτηση, αποθήκευση, μεταφορά και συναρμολόγηση στοιχείων

Οι διαδικασίες που ακολουθούνται για την διασφάλιση της ποιότητας βασίζονται στα πρότυπα ISO9001 και EN29001.

Επίσης υπάρχουν ειδικές προδιαγραφές και προγράμματα πιστοποίησης τα οποία έχουν εκπονηθεί από ενώσεις και ινστιτούτα. Στις Η.Π.Α. π.χ. το PCI (Precast Prestressed Concrete Institute) έχει εκδόσει εγχειρίδια ελέγχου ποιότητας εργοστασίων παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος. Στην Ευρώπη η FIP (Federation International du Prefabrication) έχει εκδόσει οδηγό εφαρμογής της διασφάλισης ποιότητας για πλάκες τύπου hollow core.

Σχεδιασμός μέσω δοκιμών

Πολλά από τα διατιθέμενα προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος και συστήματα προκατασκευής έχουν δοκιμασθεί και στο εργαστήριο και σε φάση λειτουργίας προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση και αντοχή, στατική λειτουργία, πυραντίσταση, ηχομόνωση κ.τ.λ. Είναι πάντοτε εφικτό να γίνουν προσομοιώματα (mock-ups) είτε στο εργοστάσιο είτε στο εργοτάξιο προκειμένου να ελεγχθούν η γενική εικόνα και οι λεπτομέρειες του έργου.

2.3.2 Επιλογή συστήματος προκατασκευής

Γενικά

Στην βιομηχανία της προκατασκευής η αντίληψη περί του « Συστήματος Προκατασκευής » θεωρείται συνήθως τμήμα του ανταγωνισμού των επιχειρηματιών. Κάθε προκατασκευαστής απαιτεί να έχει το δικό του ειδικό σύστημα προκειμένου να προσφέρει τα περισσότερα πλεονεκτήματα στους πελάτες του.

Αυτό είναι ένα θέμα σύγχυσης και δυσπιστίας για τους μελετητές οι οποίοι είναι εξοικειωμένοι με την προκατασκευή με σκυρόδεμα και θεωρείται ως ένα ανυπέρβλητο μειονέκτημα στην σχεδίαση της προκατασκευής. Εν τούτοις η πραγματικότητα είναι στις περισσότερες περιπτώσεις τελείως απλή. Εάν ερευνήσει κανείς την αγορά υπάρχουν πολλές εμπορικές λύσεις για περισσότερο ή λιγότερο ολοκληρωμένα κτίρια όλες όμως ανήκουν σε έναν περιορισμένο αριθμό βασικών

συστημάτων για τα οποία οι αρχές σχεδιασμού είναι όλες τελείως ίδιες. Επομένως ο μελετητής δεν είναι αναγκαίο να είναι εξοικειωμένος με όλα τα υπάρχοντα εμπορικά συστήματα αλλά μόνο με τις βασικές αρχές τους. Τα συνήθη βασικά συστήματα προκατασκευής με σκυρόδεμα είναι:

- Συστήματα πλαισίων και προκατασκευασμένου σκελετού του κτιρίου – Frame and skeletal systems
- Συστήματα φερόντων τοιχωμάτων και στοιχείων πρόσοψης
- Συστήματα κυψελών – Cell systems

Frame and skeletal systems

Τα συστήματα με προκατασκευασμένο σκελετό κτιρίου είναι κατάλληλα για κτίρια τα οποία απαιτούν μεγάλο βαθμό ευελιξίας. Αυτό κυρίως οφείλεται στην δυνατότητα κατασκευής φορέων μεγάλων ανοιγμάτων και στην δημιουργία μεγάλων ανοιχτών χώρων χωρίς ενδιάμεσα χωρίσματα. Αυτές οι απαιτήσεις είναι πολύ σημαντικές στα βιομηχανικά κτίρια, στα εμπορικά κέντρα, στους σταθμούς αυτοκινήτων, στις αθλητικές εγκαταστάσεις και στα μεγάλα κτίρια γραφείων. Ο σχεδιασμός με το σύστημα προκατασκευής του σκελετού του κτιρίου παρέχει μεγαλύτερη ελευθερία στην διαμόρφωση και χωροθέτηση των ορόφων, απαλλαγμένο από την παρουσία φέροντων τοιχωμάτων. Εφόσον, ο φέρων σκελετός του κτιρίου είναι κανονικά ανεξάρτητος από τα συμπληρωματικά υποσυστήματα του κτιρίου όπως μηχανολογικές, ηλεκτρολογικές κ.τ.λ. εγκαταστάσεις δικτύων, διαχωριστικούς τοίχους κ.λ.π. τα κτίρια είναι εύκολο να προσαρμοσθούν σε αλλαγές χρήσης, νέες λειτουργίες και τεχνικές καινοτομίες. Ο σχεδιασμός του σκελετού επίσης δίδει έναν μεγάλο βαθμό ελευθερίας στον Αρχιτέκτονα, στην επιλογή των στοιχείων επένδυσης των όψεων του κτιρίου.

Φέροντα τοιχώματα

Προκατασκευασμένοι φέροντες τοίχοι μπορεί να είναι ενδιάμεσοι διαχωριστικοί τοίχοι, τοίχοι φρεατίων και τοίχοι στον πυρήνα του κτιρίου, φέροντα τοιχώματα επένδυσης όψεων κ.λ.π.

Προκατασκευασμένοι φέροντες τοίχοι κυρίως χρησιμοποιούνται σε κτίρια ανεξάρτητων κατοικιών ή διαμερισμάτων. Η λύση αυτή έχει προκύψει από την κλασική συμβατική κατασκευή κτιρίων με οπτοπλινθοδομή. Οι προκατασκευασμένοι τοίχοι έχουν το πλεονέκτημα της ταχύτητας στην κατασκευή, της έτοιμης προς βαφή επιφάνειας, της ηχομόνωσης και πυραντίστασης.

Σύγχρονα συστήματα δόμησης ανήκουν στην καλούμενη ως « Ανοιχτή Κατασκευή » όπου ο αρχιτέκτονας είναι ελεύθερος στην σχεδίαση του έργου. Η τάση είναι η κατασκευή μεγάλων ανοιχτών χώρων μεταξύ των φερόντων τοίχων και η χρησιμοποίηση ελαφρών χωρισμάτων για την εσωτερική διαρρύθμιση. Αυτό προσφέρει την δυνατότητα αλλαγών χωρίς σημαντικό κόστος. Τα φέροντα στοιχεία προσόψεων έχουν την διπλή ιδιότητα να είναι φέροντα και να έχουν την διπλή ιδιότητα να είναι φέροντα και να έχουν διακόσμηση, να είναι έγχρωμα και σε μεγάλη ποικιλία. Παραλαμβάνουν τα κατακόρυφα στοιχεία από τις πλάκες και την υπερκατασκευή των ορόφων.

Το σύστημα αποτελεί μια οικονομική λύση διότι δεν χρησιμοποιεί περιμετρικά υποστυλώματα, δοκούς και τοίχους ακαμψίας. Ένα άλλο πλεονέκτημα των συστημάτων με φέροντα τοιχεία προσόψεων είναι ότι δημιουργούνται συνθήκες εργασίας κλειστών χώρων σε πρώιμο στάδιο στο εργοτάξιο του κτιρίου. Τα φέροντα τοιχώματα όψεων συχνά συνδυάζονται με το σύστημα του προκατασκευασμένου σκελετού στο εσωτερικό του κτιρίου με κολώνες και δοκούς.

Η σύγχρονη τάση στις Σκανδιναβικές χώρες είναι η κατασκευή κτιρίων γραφείων χωρίς εσωτερικά υποστυλώματα. Οι πλάκες hollow core μπορούν να καλύψουν ανοίγματα έως 16-18 m μεταξύ των φερόντων τοιχωμάτων των όψεων. Μή φεροντα τοιχεία όψεων διαμορφώνουν απλώς την διακόσμηση και πλαγιοκάλυψη των κτιρίων.

Στερεώνονται επάνω στον σκελετό του κτιρίου ο οποίος μπορεί να είναι προκατασκευή από μπετόν, συμβατική κατασκευή από μπετόν ή μεταλλική κατασκευή.

Cell systems

Τρισδιάστατα στοιχεία κυψελών (cell units) συνήθως χρησιμοποιούνται για τμήματα του κτιρίου π.χ. τουαλέτες ή κουζίνες και περιστασιακά για ολοκληρωμένα κτίρια κατοικιών, ξενοδοχείων, φυλακών κ.τ.λ. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος προκύπτουν από την ταχύτητα κατασκευής δεδομένου ότι οι εργασίες τελειωμάτων και εξοπλισμού των κυψελών εκτελούνται εξ' ολοκλήρου στο εργοστάσιο.

Μικτή κατασκευή

Ο όρος « μικτή » (mixed) περιγράφει έναν τύπο κατασκευής όπου η προκατασκευή από σκυρόδεμα συνδυάζεται με άλλα στοιχεία κατασκευής όπως χυτό σκυρόδεμα, μεταλλική κατασκευή, πλινθοδομές ή ξύλο. Ο όρος δεν πρέπει να συγχέεται με την « σύμμικτη » (composite) κατασκευή όπου χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένο σκυρόδεμα και άλλο υλικό, όπου όμως η στατική λειτουργία του κτιρίου βασίζεται στην συνεργασία των δύο υλικών. Τα συστήματα προκατασκευής με σκυρόδεμα είναι συμβατά (συνεργάζονται) με άλλες μεθόδους κατασκευής όπως σκελετός από χυτό σκυρόδεμα, τοίχοι από πλινθοδομές, μεταλλικές οροφές, πλαγιοκάλυψη με άλλα υλικά κ.τ.λ.

Προκατασκευασμένες πλάκες οροφών, οροφές και στοιχεία πλαγιοκάλυψης συνδυάζονται με χυτό σκυρόδεμα και μεταλλικό σκελετό.

Φέρουσα τοιχοποιία μπορεί να συνδυαστεί με προκατασκευασμένες πλάκες οροφών αλλά σπανίως συνδυάζεται με σκελετό από προκατασκευή γιατί ο προκατασκευασμένος σκελετός ανεγείρεται πολύ ταχύτερα από την φέρουσα τοιχοποιία. Τοιχοποιία πολλές φορές χρησιμοποιείται σε τοίχους εσωτερικών χώρων.

Είναι σύνηθες το χυτό – επί τόπου – σκυρόδεμα να χρησιμοποιείται στην θεμελίωση και στις υπόγειες κατασκευές π.χ. υπόγεια γκαράζ, ράμπες εισόδου, τοίχοι αντιστήριξης. Η στατική συνεργασία είναι σπανίως πρόβλημα. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των συνδέσεων είναι αυτό που συνήθως θέλει την περισσότερη προσοχή.

Οι συνδέσεις προκατασκευασμένων στοιχείων με χυτό σκυρόδεμα απαιτούν ιδιαίτερη ακρίβεια στην λεπτομέρεια των επί τόπου εργασιών λόγω των μικρότερων ανοχών των προκατασκευασμένων στοιχείων. Αυτό είναι περισσότερο ευρύ στις συνδέσεις χυτού σκυροδέματος με προκατασκευασμένο διότι ανοχές μπορούν να παραλειφθούν από τις επί τόπου εργασίες χυτού σκυροδέματος.

Παραγωγή της προκατασκευής στο εργοστάσιο

Η παραγωγή της προκατασκευής σε συνθήκες εργοστασίου εξασφαλίζει την παραγωγή επακριβών και ανθεκτικών στοιχείων του σκελετού σύμφωνα με τις προδιαγραφές του προγράμματος κατασκευής. Αυτό οφείλεται στο ότι το περιβάλλον της εργασίας δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες, η παραγωγή γίνεται από μόνιμο εξειδικευμένο προσωπικό που ελέγχεται από έμπειρους διευθυντές επιβλέποντες και τεχνίτες. Οι εργάτες είναι εξειδικευμένοι στην συναρμολόγηση των καλουπιών και των οπλισμών, την τοποθέτηση των εξαρτημάτων και των ένθετων στην παραγωγή και διάστρωση του σκυροδέματος. Η ομάδα αυτή συνοδεύεται και υποστηρίζεται από έμπειρους κατασκευαστές των καλουπιών, τεχνίτες σιδηροπλισμού, χειριστές γερανών και προσωπικό φόρτωσης των στοιχείων. Εκτός από την καθημερινή παραγωγή του σκυροδέματος στις προδιαγραφόμενες ποιότητες, το εργοστάσιο έχει ειδικά συνεργεία για την παραγωγή και συντήρηση των καλουπιών για την διαμόρφωση των κλωβών του σιδηροπλισμού και τις συνδέσεις. Υπάρχουν επίσης συνεργεία για την συντήρηση του εργοστασίου και των μηχανημάτων και εξοπλισμών κ.τ.λ. Χώροι αποθήκευσης των εισερχόμενων πρώτων υλών και των έτοιμων προκατασκευασμένων στοιχείων εξυπηρετούν την παραγωγική διαδικασία.

Πρόγραμμα παραγωγής

Οι εργασίες οργανώνονται έτσι ώστε η παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων να ακολουθεί την σειρά του προγράμματος συναρμολόγησης προσαρμοσμένη στην καλύτερη αξιοποίηση των καλουπιών και την μείωση του κόστους παραγωγής.

Οι κύριες δραστηριότητες της παραγωγής αλλάζουν λίγο σε σχέση με το μέγεθος και το σχήμα των στοιχείων. Οι προμηθευτές της προκατασκευής θα πρέπει σε συνεννόηση με τους αρχιτέκτονες μηχανικούς που σχεδιάζουν τις ειδικές κατασκευές να καταλήξουν σε στοιχεία του σκελετού με κανονικά ή και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τα οποία να μπορούν εύκολα και γρήγορα να ενσωματωθούν στην παραγωγή.

Τα προκατασκευασμένα στοιχεία παράγονται σε ημερήσια βάση ή και σε συντομότερο χρόνο στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται μέθοδοι επιτάχυνσης της ωρίμανσης του σκυροδέματος. Εφόσον οι ημερομηνίες παράδοσης στο εργοτάξιο έχουν συμφωνηθεί, τα στοιχεία παράγονται με προκαθορισμένη σειρά προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι τα ώριμα στοιχεία είναι έτοιμα για άμεση συναρμολόγηση.

Προμήθεια σιδηροπλισμών

Οι κλωβοί του σιδηροπλισμού κατασκευάζονται—κοπή και διαμόρφωση από τα συνεργεία και παραλαμβάνονται έτοιμοι από προμηθευτές. Οι κλωβοί του σιδηροπλισμού συναρμολογούνται σε τεμάχια και υπόκεινται στον έλεγχο παραγωγής και επίβλεψης.

Ελέγχονται για την ακριβή τοποθέτηση τους και για τις επικαλύψεις αφού τοποθετηθούν μέσα στα καλούπια. Η επικάλυψη των οπλισμών με το σκυρόδεμα εξασφαλίζεται και συντηρείται από συστήματα αποστατών (spacer) που τοποθετούνται σε κρίσιμες θέσεις, μεταξύ των οπλισμών και των πλευρών των καλουπιών.

Σκυροδέτηση των στοιχείων

Η σκυροδέτηση των στοιχείων μπορεί να γίνει από τα άκρα προς το κέντρο ή άλλες θέσεις των καλουπιών. Αυτό δίνει την δυνατότητα στην παραγωγή να επιλέξει την μέθοδο η οποία εξασφαλίζει την κατάλληλη συμπίκνωση του σκυροδέματος, την ακρίβεια και την καλύτερη ποιότητα της επιφάνειας των στοιχείων.

Κολώνες, δοκοί και πλάκες γενικά σκυροδετούνται οριζόντια σε επίπεδες τράπεζες. Τα τοιχεία (wall panels) σκυροδετούνται είτε χρησιμοποιώντας απλές τράπεζες, είτε ανακλινόμενες. Όταν τα στοιχεία απαιτείται να έχουν ποιότητα επιφανείας ξυλοτύπου και από τις δύο όψεις, ενδείκνυται να παράγονται κατακόρυφα σε μεταλλικά καλούπια τύπου μπαταρίας.

Προμήθεια σκυροδέματος, διάστρωση και συμπύκνωση

Η ικανότητα του συγκροτήματος παραγωγής του σκυροδέματος και ο εξοπλισμός μεταφοράς, διάστρωσης και συμπύκνωσης του σκυροδέματος καθορίζονται από τις ποιότητες σκυροδέματος που απαιτεί η παραγωγή μιας βάρδιας. Σε πολλές μονάδες χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συγκροτήματα παραγωγής σκυροδέματος τα οποία έχουν αποθηκεύσει στην μνήμη τις διάφορες συνθέσεις και χαρακτηριστικά για συγκεκριμένες εφαρμογές. Αυτά τα συγκροτήματα προσαρμόζουν τις αναλογίες ανάμιξης επιτρέποντας αλλαγές στα χαρακτηριστικά των υλικών (π.χ. υγρασία) και καταγράφουν όλα τα στοιχεία ποσοτήτων κ.λ.π. πληροφορίες.

Οι πρώτες ύλες αναμιγνύονται με βάση το βάρος και με προσεκτική ρύθμιση της ποσότητας του περιεχόμενου νερού. Πρόσθετα βελτιωτικά εφόσον χρησιμοποιούνται μετρώνται με χρήση ρυθμισμένων μηχανημάτων. Αναμικτήρες βίαιας ανάμιξης χρησιμοποιούνται κατά κανόνα προς εξασφάλιση πλήρους ανάμιξης. Σε ορισμένες εργασίες το σκυρόδεμα μεταφέρεται και διαστρώνεται στα καλούπια με ολισθόντες κάδους. Ταυτόχρονα συμπυκνώνεται προκειμένου να εξασφαλισθεί βέλτιστη συμπύκνωση του σκυροδέματος και οι προβλεπόμενες αντοχές. Χρησιμοποιούνται υψηλής συχνότητας εξωτερικοί δονητές (δονούμενες τράπεζες) ή και δονητές μάζας. Η εργασιμότητα ελέγχεται για την εξασφάλιση πλήρους συμπύκνωσης. Πρόσθετα βελτιωτικά (ρευστοποιητές) μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να βελτιώσουν την πλαστιμότητα του σκυροδέματος.

2.3.3 Τεχνικές παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων

Καλούπια

Τα καλούπια γενικώς κατασκευάζονται μεταλλικά ή και από ξύλο ή και πλαστικότυποι. Κατασκευάζονται για πολλές επαναλαμβανόμενες χρήσεις και για να εξασφαλίσουν υψηλές απαιτήσεις ακρίβειας και να μπορούν να παράγουν υψηλή ποιότητα τελειωμάτων.

Τα καλούπια σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με τρόπο ώστε να μπορούν να παράγουν όλα τα όμοια στοιχεία μιας ομάδας και να επιτραπεί το ξεκαλούπωμα χωρίς φθορές στα παραγόμενα στοιχεία ή στα καλούπια.

Συνδέσεις

Σύνδεσμοι, αναμονές σιδηροπλισμού και πρόβλεψη για κοχλιωτές συνδέσεις ή μεταλλοπλαστικές ή ηλεκτροσυγκολλήσεις πρέπει να έχουν προβλεφθεί στα στοιχεία κατά την παραγωγή τους. Σύνδεσμοι για στήριξη εγκαταστάσεων ή στοιχείων της πλαγιοκάλυψης τοποθετούνται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ακρίβεια τοποθέτησης. Κατά την διάρκεια της σκυροδέτησης τα διάφορα ένθετα στηρίγματα κ.λ.π. στερεώνονται στις πλευρές των καλουπιών έτσι ώστε να παραμένουν αμετακίνητα αλλά όταν τα στοιχεία ελευθερώνονται από τα καλούπια αυτά αποδεσμεύονται από τις πλευρές του καλουπιού και παραμένουν εγκιβωτισμένα στο σκυρόδεμα.

Υποστυλώματα

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα υποστυλώματα σκυροδετούνται οριζόντια σε ανεξάρτητα καλούπια ή σε μεγάλου μήκους καλούπια καλούπια στην σειρά (long – line moulds). Τα καλούπια στερεώνονται ασφαλώς στην βάση τους για να εξασφαλίσουν ακρίβεια διαστάσεων και ακμών και ορθογώνια διατομή. Οι συνδέσεις τοποθετούνται με ακρίβεια και το σκυρόδεμα συμπυκνώνεται με εξωτερικούς επιφανειακούς δονητές ή δονητές μάζας.

Η μέθοδος σκυροδέτησης είναι τέτοια ώστε η τοποθέτηση των οπλισμών και η συμπύκνωση του σκυροδέματος να μπορεί να ελέγχεται διαρκώς.

Δοκοί

Όπως και τα υποστυλώματα έτσι και οι δοκοί μπορούν να παράγονται ανεξάρτητα ή σε σειρά. Καλούπια για οπλισμένα ή προεντεταμένα στοιχεία ευθυγραμμίζονται και εξασφαλίζονται σε ορθογωνικότητα και ακρίβεια.

Οι κύριες συνδέσεις δοκού – υποστυλώματος τοποθετούνται με ακρίβεια. Προβλέψεις για στήριξη εγκαταστάσεων, συνδέσμους, αναρτήσεις και λοιπούς εξοπλισμούς σκυροδετούνται και μεταφέρονται από τα καλούπια ενσωματωμένα στο σκυρόδεμα.

Στοιχεία

Στοιχεία πλακών παράγονται με διάφορους τρόπους. Οπλισμένες πλάκες σκυροδετούνται ανεξάρτητα ή εν σειρά σε τράπεζες, αλλά προεντεταμένες πλάκες παράγονται σε κλίνες προεντάσεως εν σειρά (long – line beds). Το σκυρόδεμα διαστρώνεται και συμπυκνώνεται είτε χειροκίνητα είτε με αυτόματες ολισθαίνουσες μηχανές διάστρωσης και συμπύκνωσης (slipform machine) κατά κανόνα οι πλάκες προβλέπεται να έχουν αναμονές συνδέσμων σύμφωνα με το σύστημα παραγωγής τους. Οι πλάκες μπορεί να είναι συμπαγείς ή να χρησιμοποιούν τύπους που δημιουργούν διατομή με κενά – οπές (hollow core). Προεντεταμένα στοιχεία μπορούν να παραχθούν με προώθηση ή με ολισθήση των καλουπιών ή χειροκίνητα με μηχανές σκυροδέτησης. Οι πλάκες τύπου double tee (διπλή πλακοδοκός) και παρόμοια στοιχεία για δάπεδα και οροφές, σκυροδετούνται σε μεταλλικά καλούπια εν σειρά με πολύ καλές και λείες επιφάνειες.

Τοιχεία – Panels

Πολλά φέροντα ή μή τοιχεία παράγονται με παραδοσιακά καλούπια ή ανακλινόμενες τράπεζες. Υλικά προσόψεων και ειδικές συνθέσεις αδρανών σκυροδετούνται στον πυθμένα των καλουπιών.

Όλα τα στοιχεία σκυροδετούνται με την κύρια όψη τους προς τα κάτω. Αυτό δίνει την δυνατότητα οι όψεις να προσομοιάζουν με ορατή πλινθοδομή ή πέτρα κ.λ.π. Όταν απαιτείται θερμομόνωση μονωτικές πλάκες ενσωματώνονται στα πανέλα. Όταν ολοκληρωθεί η ωρίμανση του σκυροδέματος τα τοιχεία ανατρέπονται, αναρτώνται και αποθηκεύονται κατακόρυφα μέχρι την παράδοσή τους για συναρμολόγηση. Κατακόρυφη σκυροδέτηση των τοιχείων προβλέπεται όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός στοιχείων με σφικτό πρόγραμμα παραγωγής ή εάν και οι δύο όψεις απαιτείται να έχουν επιφάνεια από μεταλλότυπο.

Συντήρηση - Ωρίμανση

Τα στοιχεία ωριμάζουν καλυμμένα με μονωτικά υφάσματα για να συντηρείται η υγρασία και να εγκλωβίζεται η θερμότητα που εκλύεται από την ενίδρωση του τσιμέντου. Επιτάχυνση της ωρίμανσης γίνεται με την χρήση ηλεκτρικής θέρμανσης στις πίστες ή τα καλούπια, καθώς επίσης και με την χρήση ατμού. Ο χρόνος μετά τον οποίο το σκυρόδεμα έχει αποκτήσει την ζητούμενη αντοχή για να ξεκαλουπωθεί ασφαλώς και να αναρτηθούν τα στοιχεία, ελέγχεται με δοκίμια που ωριμάζουν πάνω στην πίστα σκυροδέτησης ή μετά από εκτίμηση των στοιχείων από όργανα μέτρησης της θερμοκρασίας και του χρόνου. Τα οπλισμένα στοιχεία επιτυγχάνουν αντοχή 20 N/mm^2 εντός 24 ωρών, ενώ τα προεντεταμένα στοιχεία και μερικώς και οι πλάκες hollow – core επιτυγχάνεται να μεταφέρουν αντοχές περί τα 35 N/mm^2 σε 12 έως 18 ώρες.

Ανάριση και αποθήκευση

Ο απλούστερος τρόπος ανάρτησης είναι όταν μεταλλικές ράβδοι (άξονες) μπορούν να περάσουν μέσα από τις κατάλληλες οπές που προβλέπονται κατά την σκυροδέτηση των στοιχείων ή όταν ιμάντες ανάρτησης περικλείουν τα στοιχεία. Οι ράβδοι ανάρτησης πρέπει να έχουν καλή προσαρμογή στις οπές και να χρησιμοποιούνται φλάτζες και πύροι ασφαλείας για την σταθερότητα του ζυγού ανάρτησης.

Οι ιμάντες πρέπει να διατάσσονται έτσι ώστε να μὴν εἶναι δυνατόν να λυθούν κατά την ανάρτηση. Τα στοιχεία επίσης δύναται να αναρτηθούν με ειδικούς συνδέσμους ανάρτησης ενσωματωμένους στο σκυρόδεμα. Αυτοὶ οἱ σύνδεσμοι ανάρτησης μπορεί να εἶναι κατάλληλα διαμορφωμένοι ἤλοι ανάρτησης, θηλειές ἢ παρόμοιοι βρόγχοι ἢ και αγκύρια ἀπὸ μαλακὸ χάλυβα. Χάλυβες με μεγάλη σκληρότητα πρέπει να ἀποφεύγονται, ἀντιθέτως αναρτήσεις, θηλειές ἀπὸ χάλυβα προέντασης χρησιμοποιούνται για την ανάρτηση μεγάλων στοιχείων.

Μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται για να εξασφαλισθεῖ ὅτι κατά το ξεκαλούπωμα και την ανάρτηση των στοιχείων δεν θα γίνουν φθορές στο φρέσκο σκυρόδεμα. Ράβδοι διανομῆς των τάσεων και εξαρτήματα ανάρτησης χρησιμοποιούνται για να προλαμβάνουν πιθανές φθορές ἀπὸ τις αναπτυσσόμενες τάσεις λόγω της ανάρτησης των στοιχείων.

Με την χρήση των κατάλληλων εργαλείων ανάρτησης κάτι το οποίο εξαρτάται ἀπὸ τον σχεδιασμὸ των στοιχείων και τον τύπο της σύνδεσης των αναρτήσεων, τα περισσότερα προκατασκευασμένα στοιχεία μπορούν να αναρτηθούν χωρίς ζημιές εφόσον το σκυρόδεμα των στοιχείων ἔχει ἀποκτήσει ἀντοχή περί τα 10 N/mm^2 ἢ την ἀναγκαία ἀντοχή προκειμένου να παραλάβουν την προένταση. Τα στοιχεία συνήθως αναρτώνται 16 ὥρες μετὰ την σκυροδέτηση, κάτι που συνιστὰ μέρος του ημερήσιου κύκλου παραγωγῆς.

Ανέγερση της προκατασκευῆς

Αναλύονται παρακάτω ὅλα τα στάδια της συναρμολόγησής της προκατασκευῆς ἐνὸς κτιρίου με προκατασκευασμένο σκελετό. Τα υποστυλώματα τοποθετούνται ἐντὸς των κόνων σε βάση η οποία ἔχει προηγουμένως τοποθετηθεῖ στο ἐπιθυμητὸ υψόμετρο. Μεταξύ των στύλων των ἐσωτερικῶν παρειών και του πυθμένα των κόνων προβλέπεται κενὸ της τάξης των 50 ἕως 75 mm. Προσωρινές σφήνες τοποθετούνται στο κενὸ μετὰξύ στύλου και κόνου και ταυτόχρονα ρυθμιζόμενες ἀντιρρίδες για την τοποθέτηση των στύλων στους ἄξονες τους και την κατακορύφωσή τους.

Επί τόπου χυτό σκυρόδεμα με μια πρώιμη αντοχή περί τα 40 N/mm² εντός 5 ημερών συμπυκνώνεται στο κενό προκειμένου να εξασφαλιστεί επαρκής σύνδεση πριν από την συναρμολόγηση των στοιχείων της ανωδομής. Οι αντιρρίδες παραμένουν μέχρι την ολοκλήρωση της πλάκας ορόφου και κάθε υποστυλώμα έχει συνδεθεί με τα πλαίσια του σκελετού. Τα επόμενα στοιχεία τα οποία μπορούν να συναρμολογηθούν είναι τα λοιπά κατακόρυφα στοιχεία όπως φέροντες τοίχοι ακαμψίας. Αυτά τα στοιχεία στηρίζονται στους στύλους προκειμένου να τοποθετηθούν στις θέσεις τους και όχι για στατικούς λόγους. Τα τοιχεία τοποθετούνται σε υποθέματα οριζοντίωσής τους.

Όταν οι κατασκευαστικοί αρμοί είναι στενοί π.χ. 12 mm πάχος τότε γεμίζουν με τσιμεντοκονία. Μεγαλύτερου πλάτους αρμοί πληρούνται με γαρμπιλομπετόν. Οι προσωρινές υποστυλώσεις των στύλων παραμένουν μέχρι να αποκτήσουν αντοχές οι χυτές συνδέσεις.

Η διαδικασία των συνδέσεων των δοκών εξαρτάται κυρίως από τον τύπο των συνδέσεων. Προβλέπεται άμεση ανάληψη διατμητικών και εφελκυστικών δυνάμεων μέσω κοχλιωτών συνδέσεων ή βλήτρων με κοχλιωτή σύνδεση ή ηλεκτροσυγκόλληση στην κορυφή. Στην συνέχεια χρησιμοποιείται προσωρινή υποστήριξη της δοκού μέχρις ότου η χυτή σύνδεση έδρασης αποκτήσει αντοχές (granted). Μια αντοχή θλίψης της τάξης των 20 N/mm² εντός 3 ημερών εξασφαλίζει πρώιμη σταθερότητα. Σε κάθε περίπτωση η αντοχή της σύνδεσης σε διάτμηση δεν επηρεάζεται από την αντοχή του υλικού πλήρωσης. Δοκοί σε εξοχή ή δοκοί μεγάλου ύψους άνω των 900 mm και δοκοί με ασύμμετρη διατομή προβλέπεται να έχουν και επιπλέον στήριγμα προσωρινής στήριξης στην θέση του. Τα στηρίγματα πρέπει να προστατεύονται από τσιμεντοκονία ή να παραμένουν εκτεθειμένα στην περίπτωση που έχουν κατασκευασθεί από ανοξείδωτο χάλυβα ή άλλο υλικό ανθεκτικό στην σκουριά. Προκατασκευασμένα στοιχεία μεγάλης επιφάνειας - στοιχεία πλακών ή κλιμάκων - έχουν μικρότερες απαιτήσεις στερέωσης εφόσον προβλέπεται η κατάλληλη στήριξη και το στοιχείο μπορεί να αναληφθεί σε οριζόντια θέση. Τα στοιχεία πλακών δεν υποστυλώνονται εκτός αν η κατασκευή προβλέπει μια σύμμικτη λύση η οποία απαιτεί υποστύλωση.

Οι πλάκες (hollow core) αναρτώνται με ιμάντες περιτύλιξης, αυτό σημαίνει ότι τοποθετούνται χωρίς να εφάπτονται οπότε μετακινούνται μέσω μοχλών στην τελική τους θέση. Λεπτόκοκκό σκυρόδεμα με μεγάλη εργασιμότητα χρησιμοποιείται για την πλήρωση των κενών περιμετρικά των πλακών. Οι πλάκες double tee είναι συνήθως μεγαλύτερες και απαιτούν μεγαλύτερη στερέωση. Αναρτώνται από 4 σημεία ανάρτησης και έτσι εξασφαλίζεται και η ακριβής τοποθέτησή τους. Όταν ολοκληρωθεί η συναρμολόγηση της πλάκας του ορόφου ελέγχονται οι ανοχές και γίνονται τυχόν διορθώσεις και ακολουθεί η ηλεκτροσυγκόλληση των πλακών μεταξύ τους.

Συνδέσεις στο έργο

Κατά την σχεδίαση των συνδέσεων προκειμένου να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της συναρμολόγησης οι σπουδαιότεροι παράγοντες είναι :

- προσβασιμότητα
- προσωρινή σταθερότητα
- ανοχές

Τα κατάλληλα βήματα κατά την συναρμολόγηση πρέπει να εξασφαλίζουν ότι τυχόν διαφοροποιήσεις στις διαστάσεις από την παραγωγή και την ανέγερση δέν θα προκαλέσουν αστοχία των συνδέσεων. Πρέπει οι συνδέσεις να επιτρέπουν την τοποθέτηση των προκατασκευασμένων στοιχείων στις θέσεις τους και θα πρέπει να υπάρχει επαρκής πρόσβαση προς τις συνδέσεις. Πρόσβαση από όλες τις πλευρές επιτρέπεται σε δύσκολες περιπτώσεις αλλά καλό είναι γενικά να αποφεύγεται. Οι σύνδεσμοι μπορεί να σχεδιάζονται για μόνιμη εγκατάσταση π.χ. σύνδεση δοκού – υποστυλώματος ή να σχεδιάζονται για να εξυπηρετήσουν την συναρμολόγηση π.χ. προσωρινά στηρίγματα τοίχων.

Οι κατασκευαστικοί αρμοί μεταξύ των στοιχείων απαιτούν μικρές ποσότητες υλικών. Λεπτόκοκκα σκυροδέματα, τσιμεντοκονίες, εποξειδικές κονίες και κόλλες πρέπει να προδιαγράφονται λεπτομερώς και να τοποθετούνται επακριβώς και να συμπυκνώνονται.

Οι συνδέσεις δοκού – υποστυλώματος σχεδιάζονται με επαρκείς αντοχές έτσι ώστε να μπορεί η δοκός να οριζοντιώνεται με κατάλληλα παρεμβλήματα. Είναι σημαντικό τα παρεμβλήματα αυτά να τοποθετούνται με ακρίβεια προκειμένου να αποφεύγονται μεγάλες εκκεντρότητες επί του στύλου. Επίσης τα παρεμβλήματα πρέπει να έχουν ικανή επιφάνεια έτσι ώστε να αποφεύγονται τα φαινόμενα έλασης διότι δεν αποκλείεται το κονίαμα να μὴν καλύπτει την επιφάνεια έδρασης. Παρόμοιες αρχές πρέπει να εφαρμόζονται και στα χρησιμοποιούμενα εφέδρανα από neoprene μεταξύ των επιφανειών του σκυροδέματος όπως επάνω σε φουρούσια υποστυλωμάτων. Όταν τα εφέδρανα έχουν μεγαλύτερο πάχος, μιά κατασκευή τύπου sandwich με ένα μεταλλικό φύλλο μεταξύ δύο στρώσεων neoprene είναι προτιμητέο.

Τα τοιχώματα σταθεροποιούνται προσωρινά με λοξές αντιρρίδες ή χρησιμοποιώντας μὴ φέροντες μόνιμους συνδέσμους ή μεταλλικές λάμες οι οποίες στην συνέχεια εγκιβωτίζονται στον κατασκευαστικό αρμό.

Αυτές οι μὴ φέρουσες μόνιμες συνδέσεις γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς. Δυνάμεις οι οποίες αναπτύσσονται από συνδέσεις αυτού του τύπου είναι πολύ μικρές και δὲν επηρεάζουν τον σχεδιασμό. Αυτό δεν έχει σχέση με φέροντα στοιχεία πλαγιοκάλυψης τα οποία είναι επιπρόσθετα. Οι προσωρινές συνθήκες είναι κρίσιμες ειδικά σε εκτεθειμένες και υπό ανεμοπίεση πλευρές. Οπότε τα panel θα πρέπει να σταθεροποιούνται χωρίς να βλάπτουν την υπόλοιπη κατασκευή η οποία πιθανόν να μὴν έχει αποκτήσει επαρκείς αντοχές. Στην περίπτωση αυτή, εφαρμόζεται μια γκάμα κοχλιωτών ή ηλεκτροσυγκολλητών συνδέσμων.

Η κοχλίωση ή η ηλεκτροσυγκόλληση προσδίδουν στην σύνδεση άμεση αντοχή. Εν τούτοις απαιτείται χυτό επί τόπου κονίαμα προκειμένου να εξασφαλισθεί πληρέστερη αντοχή. Μετά από αυτό ο κόμβος ελέγχεται για αντοχή σε μόνιμα φορτία και αν κριθεί σκόπιμο η σειρά εργασίας διακόπτεται και συνεχίζεται σε άλλη θέση μέχρι το επί τόπου κονίαμα να αποκτήσει επαρκή αντοχή. Προσωρινή υποστυλωση δεν είναι πάντα απαραίτητη σε τέτοιες περιπτώσεις. Το επί τόπου κονίαμα έχει σχεδιασθεί για πρώιμες αντοχές και χωρίς συστολή ξήρανσης. Τυπικά μια αντοχή 10 N/mm² εντός δύο ημερών είναι επαρκής.

Άλλες σημαντικές συνδέσεις είναι :

Συνδέσεις υποστυλωμάτων καθ' ύψος όπου η ένωση πρέπει να αποκτήσει επαρκή θλιπτική αντοχή πριν συναρμολογηθούν οι δοκοί και οι πλάκες του άνωθεν ορόφου.

Συνδέσεις μεταξύ των πλακών όπου επί τόπου χυτό σκυρόδεμα πλήρωσης χρησιμοποιείται προκειμένου να αναπτυχθεί η διαφραγματική λειτουργία η οποία μεταφέρει οριζόντια φορτία στα φέροντα στοιχεία.

Συνδέσεις των τοίχων ακαμψίας οι οποίοι πρέπει να ακολουθούν με σωστή σειρά την ανέγερση.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. BCA (British Concrete Association), (1992). Design Guide, « Precast Concrete Frame Buildings ». K.S. ELLIOTT, A.K. TOVEY
2. FIB (Federation Internationale du Beton), (2004). « Planning and design Handbook on Precast Building Structures », 2th edition .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ – ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σκοπός

Στο παρόν κεφάλαιο ορίζεται με ακρίβεια ο όρος προκατασκευή και παρουσιάζεται εξέλιξή της στην Ελλάδα με ιδιαίτερη έμφαση στην χρησιμοποίησή της από δημόσιους φορείς και το κύριο πεδίο εφαρμογής της, τα βιομηχανικά κτίρια. Επιπλέον, κατηγοριοποιούνται και παρατίθενται τα προϊόντα και οι εταιρείες προκατασκευής που συναντώνται στην χώρα μας.

3.1 Ιστορική αναφορά

Ο όρος προκατασκευή εμφανίζεται για πρώτη φορά περί τα τέλη της δεκαετίας του 1950 και αφορά μικρές εξοχικές κατοικίες – τα “Λυόμενα” της εποχής εκείνης. Πρόκειται, κατ’ αρχήν για ελαφρά προκατασκευή, πολλές φορές πρόχειρη και συνήθως κακής ποιότητας.

Συνέπεια της εμφάνισης κατ’ αποκλειστικότητα αυτών των κατασκευών είναι η ταύτιση της έννοιας “προκατασκευή” με την φθηνή, πρόχειρη κατασκευή. Επειδή όμως αυτού του είδους “λυόμενες” κατασκευές ευνοήθηκαν από την νομοθεσία για την εκτός Σχεδίου Δόμηση, γνώρισαν μεγάλη ανάπτυξη ειδικά στην δεκαετία του 1960 και του 1970.

Στην συνέχεια αυτού του είδους οι κατασκευές διευκόλυναν πολύ και την αυθαίρετη δόμηση. Παράλληλα, μετά το 1960 κατασκευάζονται τα πρώτα προκατασκευασμένα κτίρια, κυρίως κατοικίες από οπλισμένο σκυρόδεμα. Κατ’ αρχήν συναρμολογούνται εξ’ ολοκλήρου στην θέση του έργου από προκατασκευασμένα τοιχώματα και πλάκες. Ακολούθως, γνωρίζει ιδιαίτερη ανάπτυξη το σύστημα των μεταφερόμενων κυψελών. Πρόκειται για τρισδιάστατα κιβώτια τα οποία τοποθετούνται σε κατάλληλη διάταξη μεταξύ τους συνθέτοντας την πλήρη, επιθυμητή κάτοψη του κτίσματος.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1960 κατασκευάζονται και τα πρώτα Βιομηχανικά Υπόστεγα με προκατασκευή. Κτίρια μεγάλων ανοιγμάτων με αραιή διάταξη υποστυλωμάτων με τριγωνικούς, τοξωτούς ή άλλου σχήματος φορείς της οροφής (ζευκτά) και προκατασκευασμένες τεγίδες.

Την ίδια εποχή αρχίζει η σημαντικότερη εφαρμογή της προκατασκευής σε δημόσια έργα. Πρόκειται για το Πρόγραμμα του Οργανισμού Σχολικών Κτηρίων (ΟΣΚ) όπου με μελέτες του οργανισμού με βάση εγκεκριμένο σύστημα προκατασκευής ανεγείρονται σχολικά συγκροτήματα διώροφα και τριώροφα.

Το σύστημα συνίσταται στην συναρμολόγηση προκατασκευασμένων τοιχωμάτων, δοκών και προπλακών σε συνδυασμό με χυτές επί τόπου κατασκευές. Το σύστημα αυτό εφαρμόστηκε για πάνω από τριάντα χρόνια και αποδείχθηκε ιδιαίτερα ανθεκτικό σε σεισμούς σε σύγκριση μάλιστα με τα αντίστοιχα συμβατικά κτίρια, ήταν όμως ένα ιδιαίτερα βαρύ σύστημα. Παράλληλα, με αφορμή την κάλυψη έκτακτων αναγκών του ΟΣΚ και ειδικά σε περιόδους μετά από σεισμούς εφαρμόστηκε και εξακολουθεί να εφαρμόζεται το σύστημα των μεταφερόμενων κυψελών. Συνίσταται σε κιβώτια εξωτερικών διαστάσεων κάτοψης 3,60-7,20 m περίπου (δύο κυψέλες συνιστούν μια τυπική αίθουσα σχολείου). Με το σύστημα αυτό έχουν κατασκευασθεί και σε πολλές περιπτώσεις έχουν μετακινηθεί και επανατοποθετηθεί σε νέες θέσεις μεγάλος αριθμός ισόγειων σχολικών αιθουσών με τους βοηθητικούς τους χώρους. Σήμερα με το σύστημα των μεταφερόμενων κυψελών κατασκευάζονται και διώροφα σχολικά συγκροτήματα.

Επί πλέον μέσω του ΟΣΚ έχουν κατασκευασθεί με προκατασκευή αίθουσες πολλαπλών χρήσεων (για παράδειγμα μικρά γυμναστήρια).

Την δεκαετία 1980-1990 με προγράμματα της Γενικής Γραμματείας Αθλητισμού (Γ.Γ.Α.) κατασκευάστηκαν με προκατασκευή αρκετά κλειστά γυμναστήρια κατά το σύστημα των βιομηχανικών κτηρίων.

Ο τομέας όπου έχει κατ'εξοχήν εφαρμοσθεί η προκατασκευή, ειδικά μετά το 1980 είναι η κατασκευή μεγάλων βιομηχανικών κτηρίων. Δημιουργήθηκαν νέες βιομηχανικές εγκαταστάσεις προκατασκευής με εφαρμογή βιομηχανικής προέντασης σε κλίνες προέντασης και έγινε

δυνατή η παραγωγή προεντεταμένων φορέων (ζευκτών ή δοκών) μεγάλου μήκους έως και άνω των 30 m. Παράλληλα άρχισε και η παραγωγή προεντεταμένων δοκών γεφυρών με ανοίγματα έως και 35 m. Με εργοστασιακή προκατασκευή και προένταση είτε σε κλίση (pretension) είτε επί τόπου (post tension) έχουν κατασκευασθεί αρκετά σοβαρά έργα προκατασκευής στην Ελλάδα. Ένα από τα σημαντικότερα εξ' αυτών είναι το Ολυμπιακό Στάδιο της Αθήνας (ΟΑΚΑ) όπου και οι φορείς (κερκιδοφόροι) και οι κερκίδες έγιναν με προκατασκευή.

Η παραγωγή όλων των προκατασκευασμένων στοιχείων αυτού του έργου έγινε επί τόπου στο εργοτάξιο του Σταδίου.

Σήμερα σχεδόν το σύνολο των προκατασκευών στην Ελλάδα παράγεται βιομηχανικά σε εγκαταστάσεις που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της χώρας. Υπάρχουν περί τις δεκαπέντε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, οι περισσότερες εκ των οποίων είναι μέλη του Συλλόγου Ελληνικών Βιομηχανιών Προκατασκευής (ΣΕΒΙΠΣ). Εργοταξιακή προκατασκευή απαντάται μόνο σε μεγάλα έργα και κυρίως σε κατασκευές όπου οι δυνατότητες μεταφοράς των στοιχείων ή το κόστος μεταφοράς των στοιχείων είναι απαγορευτικά.

Οι παραπάνω αναφορές αναπτύσσονται σύμφωνα με την παρουσίαση του κ. Αθαν.Ν.Απέργη, Πολ.Μηχανικού, Διευθυντή παραγωγής της εταιρείας ΠΡΟΕΤ Α.Ε. σε ημερίδα του Πανεπιστημίου Πατρών (Ιούνιος 2008) με θέμα « Προκατασκευή και οι νέοι μηχανικοί ».

3.2 Παραγόμενα στοιχεία

Τα παραγόμενα στοιχεία από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις προκατασκευής θα πρέπει να διακριθούν σε δύο διαφορετικές κατηγορίες.

Α. Σε προϊόντα τυποποιημένα, παραγόμενα εξ' ολοκλήρου βιομηχανικά και

Β. Σε προκατασκευασμένα στοιχεία έργων.

3.2.1 Τυποποιημένα βιομηχανικά προϊόντα

Στην πρώτη κατηγορία – όπως αναφέρονται στα site των εταιρειών - υπάγονται :

- 1- Προκατασκευασμένοι στύλοι δικτύων ηλεκτρισμού (φυγοκεντρικοί) – (ΕΔΡΑΣΗ, ΒΕΤΑΝΕΤ, PRECONSTRUCTA, TRASTIC)
- 2- Προκατασκευασμένοι σωλήνες δικτύων (αγωγοί μεγάλων διαστάσεων) και φρεάτια. – (ΜΠΕΤΟΦΙΛ, ΑΡΜΟΣ)
- 3- Προεντεταμένοι στρωτήρες σιδηροδρομικών γραμμών (sleepers). – (ΕΔΡΑΣΗ, ΣΥΠΡΟ, ΠΡΕΜΙΞ)
- 4- Διμερείς στρωτήρες γραμμών metro (twin sleepers). – (ΑΡΜΟΣ, ΠΡΟΔΟΜΗ)
- 5- Στοιχεία επένδυσης σηράγγων (segments). – (ΑΡΜΟΣ, ΒΕΤΑΝΕΤ)
- 6- Πανέλα ηχοπετασμάτων. (ΕΔΡΑΣΗ, ΦΑΝΤΑΡΕΑΛ)
- 7- Διαχωριστικά στηθαία new jersey, ηχοπετάσματα κ.λ.π. (ΠΡΟΕΤ, ΑΡΜΟΣ, ΦΑΝΤΑΡΕΑΛ, ΠΡΟΚΤΙΣΜΑ)

Στον τομέα της βιομηχανικής παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων από σκυρόδεμα υπάγονται και ένα πλήθος προϊόντων μικρής κλίμακας π.χ. κανάλια, πάσσαλοι περιφράξεων, φρεάτια, τσιμεντοσωλήνες και πολλά άλλα τα οποία όμως δεν αποτελούν αντικείμενο της χαρακτηρισμένης ως βαριά προκατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα.

3.2.2 Προκατασκευασμένα στοιχεία έργων

Στην δεύτερη κατηγορία, δηλαδή της παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων, ανήκει το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής των Ελληνικών βιομηχανιών προκατασκευής. Το μεγαλύτερο μέρος των προκατασκευασμένων στοιχείων που παράγονται αφορά κτιριακά έργα.

Ανάλογα με τον εξοπλισμό της κάθε βιομηχανικής εγκατάστασης προκατασκευής και το σύστημα που εφαρμόζεται παράγονται διαφορετικών χαρακτηριστικών στοιχεία.

Στη συνέχεια και για κάθε σύστημα που εφαρμόζεται παρουσιάζονται και τα είδη των παραγόμενων στοιχείων. Μετά τα κτιριακά έργα συστηματική εφαρμογή προκατασκευής συναντάται στις γέφυρες κυρίως σε φορείς (δοκούς) και σε πρόπλακες.

Σύμφωνα με στοιχεία που μας παρείχε ο κ. Νίκος Καραούλας, Μηχανολόγος Μηχανικός, Διευθυντής του εργοστασίου προκατασκευής της εταιρείας " Έδραση – Χ.Ψαλλίδας Α.Τ.Ε. " στα Τρίκαλα :

Κατασκευάζονται προεντεταμένες δοκοί διατομής I είτε βιομηχανικά με προένταση σε κλίνη (pretension) ή και σε συνδυασμό με post tension (κλασσική προένταση με καμπύλους τένοντες), είτε κατασκευάζονται στο εργοτάξιο με εφαρμογή συνήθως επί τόπου προέντασης (post tension).

Η προένταση σε κλίνη γίνεται με ευθύγραμμους γυμνούς τένοντες οι οποίοι τοποθετούνται στο κάτω πέλμα των δοκών κυρίως. Η τάνυση γίνεται πριν από την σκυροδέτηση των δοκών.

Μετά την ανάπτυξη επαρκούς αντοχής του σκυροδέματος ελευθερώνονται οι τένοντες οπότε εφαρμόζεται η προένταση στην δοκό με την πρόσφυση στο σκυρόδεμα (συνάφεια).

Πέραν των κτιριακών έργων και των γεφυρών η προκατασκευή έχει εφαρμοσθεί σε πολλά είδη έργων, υδραυλικά, οδοποιίας, λιμενικά, θεμελίωσης κ.λ.π. με πλήθος εφαρμογών όπως παρουσιάζονται στα site των εταιρειών, συγκεκριμένα :

- Αγωγοί, φρεάτια, οχετοί κ.λ.π. (ΠΡΟΕΤ, ΑΡΜΟΣ, ΒΕΤΑΝΕΤ)
- Τετράποδα, δεξαμενές, πλατφόρμες – (ΦΑΝΤΑΡΕΑΛ)
- Πάσσαλοι, τοίχοι αντιστήριξης, στοιχεία οπλισμένης γης κ.λ.π. - (ΦΑΝΤΑΡΕΑΛ, ΒΕΤΑΝΕΤ, ΕΔΡΑΣΗ, ΑΡΜΟΣ)
- Κερκίδες σταδίων - (PRECONSTRUCTA, ΠΡΟΕΤ, ΑΡΜΟΣ)
- Αρχιτεκτονικά στοιχεία επένδυσης όψεων κ.λ.π. (ΕΔΡΑΣΗ, ΑΡΜΟΣ, ΑΣΠΡΟΚΑΤ, ΠΡΟΕΤ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ

ΣΚΟΠΟΣ

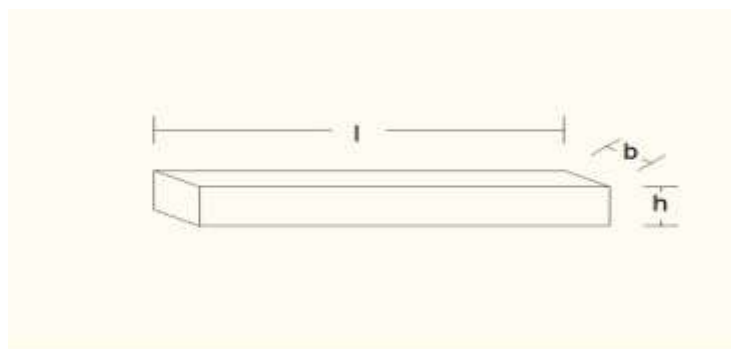
Επειδή η παρούσα εργασία αφορά την μελέτη διαχείρισης ενός οικοδομικού έργου με προκατασκευή και συγκεκριμένα ενός βιομηχανικού κτηρίου, παρουσιάζονται οι μέθοδοι προκατασκευής κτηριακών έργων. Στην συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικότερα ο τρόπος κατασκευής των βιομηχανικών κτηρίων.

4.1 Μέθοδοι προκατασκευής κτηριακών έργων

Τα συστήματα ανέγερσης κτηρίων με βαριά προκατασκευή με οπλισμένο σκυρόδεμα διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες (διαχωρισμός που συναντάται και στην Διπλωματική εργασία ομάδα φοιτητών, με τίτλο « Επίλυση βασικών προβλημάτων κατά την μελέτη οικισμού με πολυόροφα προκατασκευασμένα κτίρια » έδρα Οικοδομικής του Α.Π.Θ. σελ.38) με βάση και τις προδιαγραφές διαστάσεων της εκάστοτε κατασκευής :

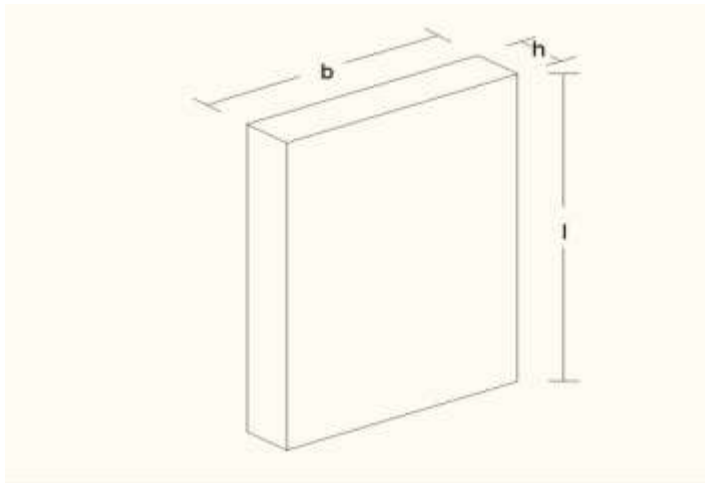
A- Συστήματα συναρμολόγησης γραμμικών στοιχείων, δηλαδή υποστυλωμάτων και δοκών σε συνδυασμό με πλάκες και τοιχεία όπου για τις διαστάσεις του κτιρίου ισχύει

$$b \leq 3h \quad l \geq 6h$$



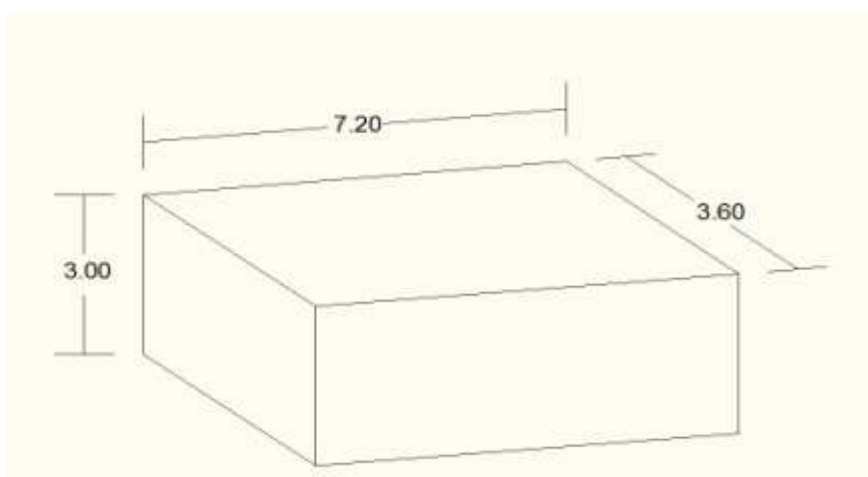
Σχήμα 1. Προκατασκευασμένη δοκός

Β- Συστήματα συναρμολόγησης επιφανειακών στοιχείων, δηλαδή τοιχωμάτων και πλακών όπου για τις διαστάσεις του κτιρίου ισχύει $b \geq 3h$ $l \geq 6h$



Σχημα 2. Προκατασκευασμένο τοίχωμα

Γ- Συστήματα συναρμολόγησης τρισδιάστατων στοιχείων, δηλαδή προκατασκευασμένες κυψέλες (κιβώτια) όπου συναντάμε ολοκληρωμένες κτιριολογικές μονάδες με φέροντα στοιχεία από διεδρες ή τριεδρες γωνίες



Σχήμα 3. Τυπική τρισδιάστατη κυψέλη

4.1.1 Σύστημα συναρμολόγησης προκατασκευασμένων γραμμικών στοιχείων

Με το σύστημα αυτό κατασκευάζονται κατά κανόνα κτίρια βιομηχανικά και εμπορικά, δηλαδή κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, μεγάλα φορτία και γενικά κτίρια μεγάλων διαστάσεων και απαιτήσεων

4.1.1.1 Μέθοδος κατασκευής (βιβλιογραφική παρουσίαση)

Η μέθοδος κατασκευής σύμφωνα με την παρουσίαση « Μελέτη και κατασκευή προκατασκευασμένων κτιρίων των εταιρειών "PMS Πισιμήςης ΑΕΒΕ - Smart Development Α.Ε." στην περιοχή " Κύριλλος" του Δήμου Ασπροπύργου Αττικής » (15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος) είναι :

Γενική περιγραφή του έργου

Το συγκρότημα των εν λόγω κτιρίων κατασκευάστηκε στην περιοχή "Κύριλλος" του Δήμου Ασπροπύργου Αττικής από την εταιρεία "Έδραση Χ. Ψαλλίδας ΑΤΕ". Πρόκειται για ένα συγκρότημα πέντε ανεξάρτητων στατικώς κτιριακών ενότητων (χαρακτηριζόμενες ως κτίριο 1, 2, 3, 4 & 5) συνολικής επιφάνειας περίπου 15.000τ.μ. που συντίθεται από κτίρια γραφείων και αποθηκών. Το έργο όσον αφορά το τμήμα της προκατασκευής περατώθηκε σε 6 μήνες ενώ το σύνολο του έργου περατώθηκε σε 11 μήνες. Το μεγαλύτερο τμήμα της κατόψεως του συγκροτήματος συνίσταται σε ισόγεια κτίρια αποθηκευτικού τύπου, ανοιγμάτων 28.00μ και 30.00μ, καθαρού ύψους 7.00μ, ενώ διατίθενται και κτίρια με υπόγειο ή ενδιάμεσο μεσοπάτωμα. Στο πέρας κάθε ενότητας προβλέπονται προκατασκευασμένα συμπαγή τοιχώματα ΩΣ που λειτουργούν και ως τοιχεία πυροδιαμερισμάτων.

Οι δοκοί συνδέσεως των υποστυλωμάτων (κατά μήκος των 7.50μ.) πέραν της στατικής τους λειτουργίας χρησιμεύουν και για τη συλλογή και απορροή των ομβρίων υδάτων, λόγω της ειδικής τους διατομής που είναι τύπου υδρορρόης.

Ο φέρων οργανισμός στο τμήμα του μεσοπατώματος του κτιρίου 1 συντίθεται από σύλους και δοκούς εδραζόμενες επί των σύλων, διατομής L και ανεστραμμένου T. Επί των δοκών τοποθετούνται πρόπλακες TT. Για την εξασφάλιση της διαφραγματικής λειτουργίας των πλακών, διαστρώνεται επ' αυτών επιτόπου στρώση σκυροδέματος 10εκ. (topping) ενώ η άνω επιφάνεια των προπλακών προβλέπεται αδρή και με πρόσθετο οπλισμό συνάφειας.

Το υπόγειο τμήμα του κτιρίου 3 διαμορφώνεται περιμετρικά από επιτόπου εγχυνόμενα τοιχώματα εξ' οπλισμένου σκυροδέματος και η οροφή του από επιτόπου εγχυνόμενη πλάκα σκυροδέματος.

Περιμετρικά όλα τα κτίρια του συγκροτήματος καλύπτονται από προκατασκευασμένα μη φέροντα τοιχώματα τύπου "σάντουιτς", είτε με ανοίγματα (πόρτες), είτε ολόσωμα, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αρχιτεκτονικής μελέτης.

Στις θέσεις των αρμών διαχωρισμού των στατικών ενοτήτων, ο διαχωρισμός των κτιριακών ενοτήτων πραγματοποιείται με προκατασκευασμένα συμπαγή τοιχώματα (με ανοίγματα ή χωρίς) που λειτουργούν και ως τοιχεία πυροδιαμερισμάτων.

Συνοπτική περιγραφή και παρουσίαση των επιμέρους προκατασκευασμένων στοιχείων που συνθέτουν τον φέροντα οργανισμό

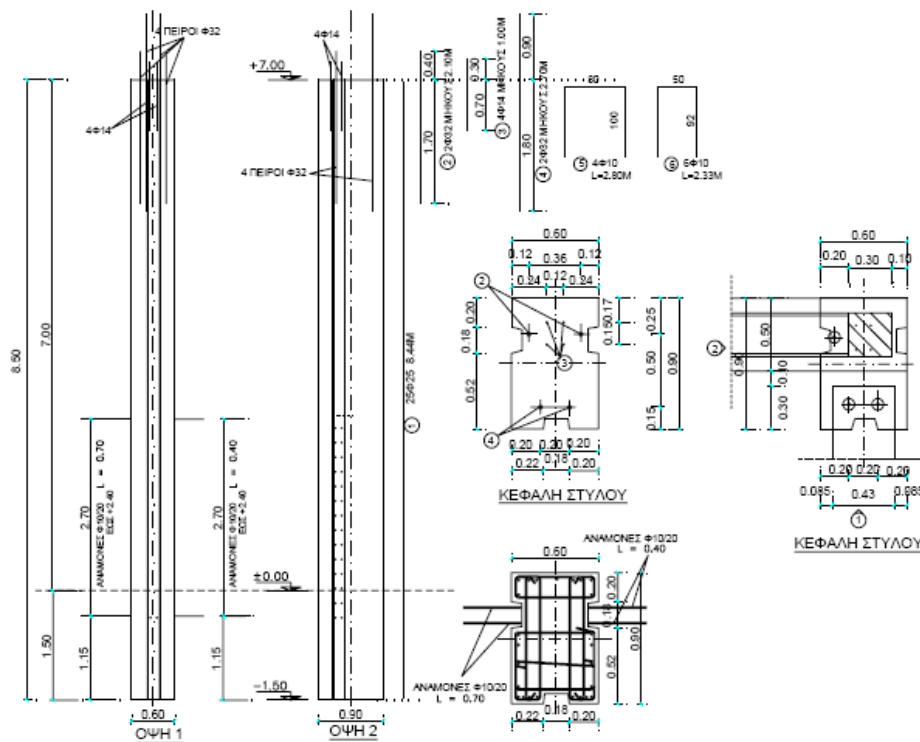
Ειδικότερα τα στοιχεία που συνθέτουν τον προκατασκευασμένο Φ.Ο. είναι:

- Υποστυλώματα

Τα υποστυλώματα κατασκευάστηκαν από προκατασκευασμένο οπλισμένο σκυρόδεμα.

Είναι ορθογωνικής διατομής, διαστάσεων 60x90εκ. και 60x80εκ., εκτός των μετωπικών μη φερόντων στύλων και των στύλων του μεσοπατώματος που έχουν διαστάσεις 60x60εκ.

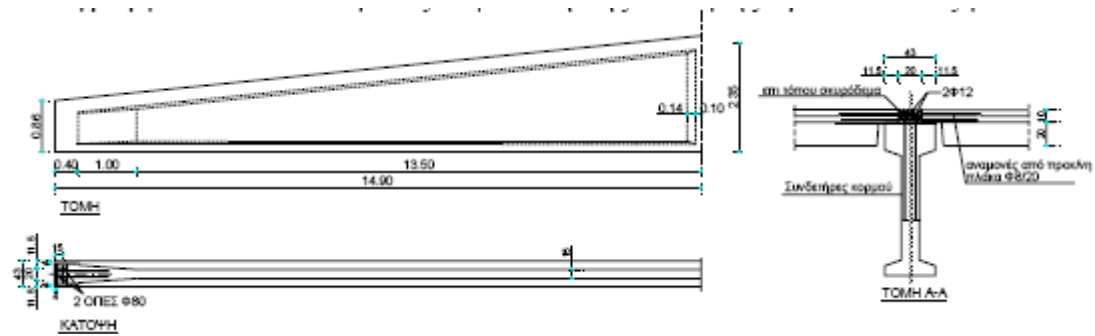
Χαρακτηριστικές είναι οι αναμονές στην κεφαλή των στύλων για τη σύνδεση των δοκών επ' αυτών, καθώς και οι διατιθέμενες αναμονές στη βάση των στύλων για την περιμετρική τους σύνδεση και συνεργασία με χυτές επί τόπου συνδετήριες δοκούς.



Σχήμα 5. Γεωμετρία και οπλισμός τυπικού υποστρώματος

- Προεντεταμένες κύριες δοκοί

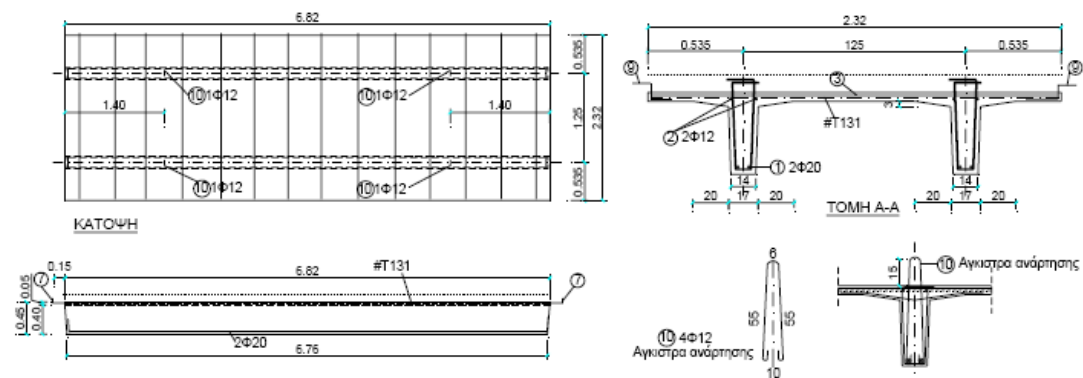
Οι κύριες δοκοί (ζευκτά) είναι προεντεταμένες με χάλυβα προεντάσεως 1700/1900 και ποιότητα σκυροδέματος C30/37. Πρόκειται για δοκούς διπλού T, μεταβλητής καθ' ύψος διατομής ως προς τη γεωμετρία τους. Η εφαρμογή της προεντάσεως πραγματοποιείται σε κλίνη προεντάσεως, μέσω ευθύγραμμων τενόντων με εξασφάλιση της δύναμης προεντάσεως μέσω δυνάμεων συνάφειας.



Σχήμα 6. Γεωμετρία και οπλισμός προεντεταμένης κύριας δοκού (ζευκτού)

- Πρόπλακες ΤΤ

Οι πρόπλακες ΤΤ χρησιμοποιήθηκαν για τη μόρφωση της οροφής του μεσοπατώματος του κτιρίου 1. Είναι τύπου "διπλού ταυ" και πλάτους περί τα 2.50m. Η άνω επιφάνεια των προπλακών ήταν προετοιμασμένη να δεχθεί πρόσθετη επί τόπου στρώση σκυροδέματος, γι' αυτό και διαμορφώθηκε με τραχεία επιφάνεια σκυροδέματος και πρόβλεψη οπλισμού συναφείας.



Σχήμα 7. Γεωμετρία και οπλισμός τυπικής πρόπλακας μεσοπατώματος

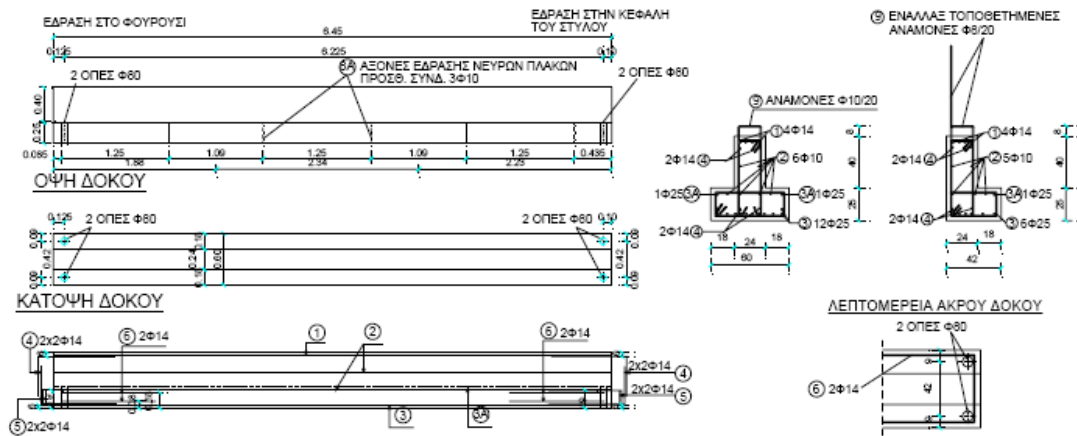
- Δοκοί L και ανεστραμμένου Τ

Επ' αυτών έγινε η έδραση των προπλακών ΤΤ του δαπέδου του •

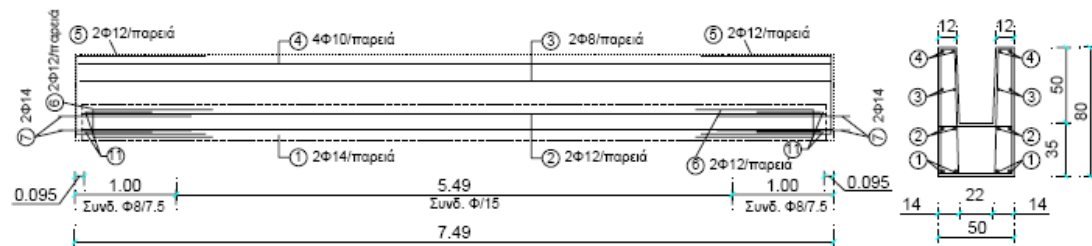
- Υδρορροές

Είναι διατομής U και χρησιμεύουν ως δοκοί κατά την διαμήκη έννοια των κτιρίων αλλά και ως υδρορροές ταυτόχρονα.

μεσοπατώματος του κτιρίου 1.



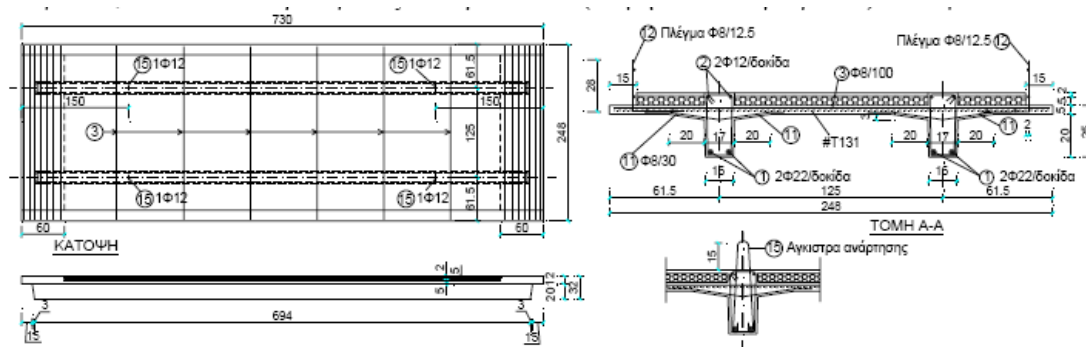
Σχήμα 8. Γεωμετρία και οπλισμός δοκών L ή T μεσοπατώματος



Σχήμα 9. Γεωμετρία και οπλισμός τυπικής δευτερεύουσας δοκού τύπου υδρορροής

- Πλάκες οροφής TT

Οι πλάκες οροφής είναι τύπου "διπλού ταυ", μήκους όση η απόσταση μεταξύ των ζευκτών και πλάτους περί τα 2.50m. Φέρουν στρώση διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 5εκ.-ώστε να καλύπτονται και θέματα θερμομόνωσης της οροφής- που προστατεύεται από στρώση τσιμεντοκονίας 2εκ. Οι νευρώσεις της προκατασκευασμένης πλάκας έχουν στατικό ύψος 20εκ., ενώ το τμήμα της πρόπλακας μεταξύ τους έχει πάχος 5εκ.Οι πλάκες συνδέονται μεταξύ τους σε όλες τις θέσεις μέσω αναμονών, επί τόπου σκυροδέματος και πρόσθετων (διαμήκων και εγκάρσιων) οπλισμών.



Σχήμα 10. Γεωμετρία και οπλισμός τυπικής πλάκας οροφής ΤΤ

Περιγραφή των λοιπών στοιχείων που συνθέτουν τον φέροντα οργανισμό

- Θήκες θεμελιώσεως

Οι θήκες θεμελιώσεως για το εν λόγω έργο κατασκευάστηκαν από επιτόπου εγχυνόμενο οπλισμένο σκυρόδεμα. Πρόκειται για στοιχεία που φέρουν διαμπερές άνοιγμα, στο εσωτερικό των οποίων τοποθετούνται οι προκατασκευασμένοι σύλοι. Το κενό μεταξύ της θήκης θεμελίωσης και του σώματος του σύλου πληρώθηκε με σκυρόδεμα κατάλληλης κοκκομετρικής σύνθεσης. Το σώμα των θηκών θεμελιώσεως συνδέθηκε με το επίσης επιτόπου εγχυνόμενο σκυρόδεμα των θεμελίων με κατάλληλες αναμονές (βλ. εικόνα 2).

- Θεμέλια- Συνδετήριες δοκοί

Τα πέλατα των μεμονωμένων θεμελίων κατασκευάστηκαν από επιτόπου εγχυνόμενο σκυρόδεμα ποιότητας C20/25. Η έγχυση του σκυροδέματος των θεμελίων πραγματοποιήθηκε μετά την ορθή χάραξη της θέσεως και την όπλιση των θηκών υποδοχής των υποστυλωμάτων, η πάκτωση των οποίων με τα θεμέλια υλοποιήθηκε μέσω ειδικών αναμονών οπλισμών όπως φαίνεται στη εικόνα 2.

Τα θεμέλια συνδέονται μεταξύ τους κατά μήκος των εκάστοτε 7.50m με συνδετήριες δοκούς κατάλληλης διατομής.

- Τοιχώματα υπογείων

Τα τοιχώματα του υπογείου του κτιρίου 3 κατασκευάστηκαν μέσω μεταλλότυπων από χυτό επιτόπου σκυρόδεμα, πάχους 25εκ. Τα τοιχώματα εδράζονται επί του εδάφους με πέλμα κατάλληλης διατομής.

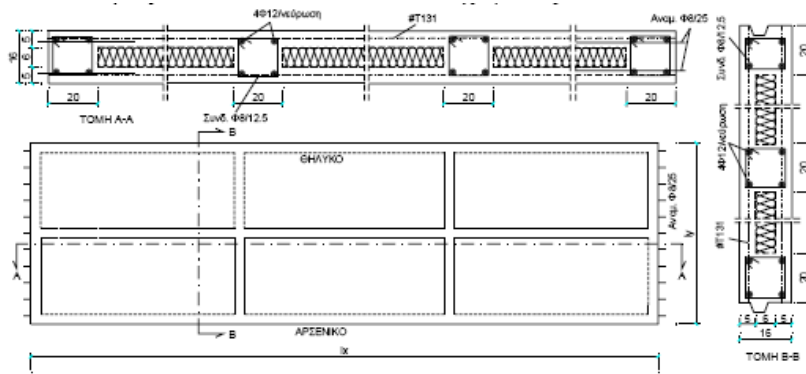
Περιγραφή των μη φερόντων στοιχείων του έργου

Πρόκειται για τα στοιχεία πλαγιοκάλυψης και τα διαχωριστικά τοιχεία μεταξύ των διαφορετικών στατικών ενοτήτων που χρησιμοποιούνται ως πυροδιαμερίσματα.

- Στοιχεία πλαγιοκάλυψης

Η πλαγιοκάλυψη πραγματοποιήθηκε από προκατασκευασμένα τοιχώματα τύπου "σάντουιτς", τα οποία φέρουν τρεις εσωτερικές στρώσεις (και περικλείονται από ολόσωμη στρώση εκ σκυροδέματος) ως ακολούθως:

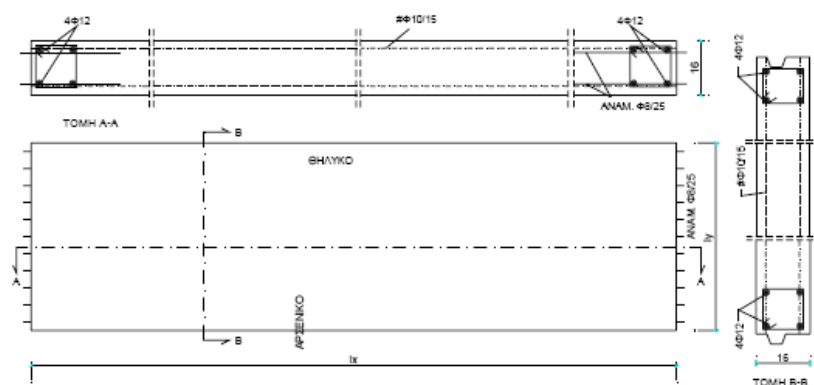
Δύο στρώσεις από σκυρόδεμα (την εσωτερική και την εξωτερική), πάχους 5εκ. η κάθε μία και εσωτερική στρώση (μεταξύ των δύο προαναφερθησών) πάχους 6εκ. εκ διογκωμένης πολυστερίνης. Τα τοιχώματα αυτά έχουν μήκος όσο η απόσταση μεταξύ των υποστυλωμάτων και ύψος 2.40~2.50m. Στις κατακόρυφες απολήξεις τους τα τοιχεία πλαγιοκάλυψης στηρίζονται αρθρωτά - συρταρωτά σε ειδικές διαμήκειες εσοχές των υποστυλωμάτων. Στις οριζόντιες απολήξεις τους τα τοιχώματα έχουν διατομή αρσενικού (το πάνω τοίχωμα) και θηλυκού (το κάτω τοίχωμα) για την εξασφάλιση της στεγανότητας των οριζοντίων αρμών καθώς και για την εξασφάλιση της επιπεδότητας του συνολικού τελικού τοιχώματος.



Σχήμα 11. Γεωμετρία και οπλισμός τυπικού τοιχώματος πλαγιοκάλυψης

- Τοιχώματα διαχωρισμού πυροδιαμερισμάτων

Τα διαχωριστικά τοιχώματα μεταξύ των στατικών ενοτήτων είναι ολόσωμα από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα και χρησιμεύουν και ως τοιχώματα πυροδιαμερισμάτων. Σύμφωνα με τον Ελληνικό κανονισμό πυροπροστασίας, για δείκτη πυραντίστασης 90' της ώρας, τα τοιχώματα έχουν πάχος 16εκ και επικάλυψη οπλισμών είναι το λιγότερο 25mm ($c_{min}=25mm$). Η πλευρική και καθ' ύψος στήριξη των τοιχωμάτων των πυροδιαμερισμάτων πραγματοποιείται όπως και στα τοιχώματα πλαγιοκάλυψης μέσω προκατασκευασμένων στύλων κατάλληλης διατομής.



Σχήμα 12. Γεωμετρία και οπλισμός τυπικού τοιχώματος πυροδιαμερισμάτων

11. ΜΕΡΙΚΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ



Εικόνα 1. Συγκρότημα κτιρίων



Εικόνα 2. Τυπικό φάτνωμα ανοίγματος 28.00m, συντιθέμενο από προκ/να γραμμικά φέροντα στοιχεία



Εικόνα 3. Τυπικό φάτνωμα ανοίγματος 30.00m, συντιθέμενο από προκ/να γραμμικά φέροντα στοιχεία



Εικόνα 4. Θεμελίωση (επιτόπου εγχυνόμενο πέδιλο και θήκη θεμελιώσεως)



Εικόνα 5. Οπλισμός πρόσθετης στρώσης σκυροδέματος στη στάθμη του μεσοπατώματος



Εικόνα 6. Σκυροδέτηση δαπέδων

4.1.1.2 Μέθοδος κατασκευής (τεχνική περιγραφή)

Πέραν της περιγραφής της μεθόδου κατασκευής μέσω του παραπάνω συγκεκριμένου κτιρίου θα παρατεθούν στοιχεία – τεχνικές περιγραφές που μας παρέιχε ο κ. Βασ. Παπαθεοδοσίου, Προϊστάμενος του Τομέα Προκατασκευής της εταιρείας " Έδραση – Χ.Ψαλλίδας Α.Τ.Ε. " για τα εφαρμοζόμενα σε κτίρια αυτού του είδους. Συγκεκριμένα :

1- Τοποθετούνται θήκες (κώννοι) θεμελίωσης των υποστυλωμάτων.

Ο συνηθέστερος τρόπος είναι να εξέχει προς τα κάτω οπλισμός των κώννων ο οποίος ενσωματώνεται στα χυτά πέλματα που σκυροδετούνται μετά την τοποθέτηση των κώννων. Η άνω στάθμη του χυτού πέλματος εντός των κώννων είναι η στάθμη έδρασης των προκατασκευασμένων υποστυλωμάτων. Στη φάση αυτή καλό είναι να σκυροδετούνται συνδετήριες δοκοί μεταξύ των πεδίων και μέχρι την άνω στάθμη των πελμάτων εφόσον προβλέπονται. Τα προκατασκευασμένα υποστυλώματα τοποθετούνται και πακτώνονται μέσα στους κώννους.



Εικόνα 7. Προκατασκευασμένα υποστυλώματα πακτωμένα στους κώνους

Η ακρίβεια τοποθέτησης των υποστυλωμάτων οριζοντιογραφικά και υψομετρικά καθορίζει και την ακρίβεια χάραξης όλης της κατασκευής. Οι ανοχές πρέπει να είναι μικρότερες του ενός εκατοστού, δεδομένου ότι οι ανοχές συναρμολόγησης των προκατασκευασμένων στοιχείων είναι της τάξης του ενός εκατοστού. Μετά την τοποθέτηση των προκατασκευασμένων υποστυλωμάτων κατασκευάζονται χυτά τοιχεία εγκιβωτισμού της επίκωσης του κτιρίου. Στις θέσεις όπου προβλέπεται η τοποθέτηση προκατασκευασμένων τοιχωμάτων (εξωτερικά περιμετρικά τοιχεία και διαχωριστικοί τοίχοι εσωτερικά) τα χυτά τοιχεία εκτείνονται μέχρι τη στάθμη έδρασης των προκατασκευασμένων τοιχείων. Στη φάση αυτή ολοκληρώνονται οι εργασίες κατασκευής της θεμελίωσης του κτηρίου.

2- Τα προκατασκευασμένα υποστυλώματα κατασκευάζονται σε όλο το ύψος τους και μέχρι ύψους έως και 15 m περίπου. Έχουν κατασκευασθεί υποστυλώματα μεγαλύτερου μήκους για κτίρια έως και 5 ορόφων. Το μήκος μεταφοράς και το βάρος των προκατασκευασμένων στύλων επηρεάζουν σημαντικά το κόστος μεταφοράς και συναρμολόγησης μεγαλύτερων διαστάσεων στοιχείων.

Στις στάθμες των ορόφων στα υποστυλώματα έχουν προβλεφθεί μικροί πρόβολοι (φουρούσια) για την στήριξη των δοκών.



Εικόνα 8. Σύνδεση δοκών-υποστυλώματος μέσω κοντού προβόλου

Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι (π.χ. αλλαγή διατομής των στύλων). Επί των προβόλων εδράζονται προκατασκευασμένες δοκοί με πρόβλεψη σύνδεσης των δοκών στις στηρίξεις μέσω βλήτρων ή και αναμονών ή και με διαμόρφωση των προβόλων εν είδη θηκών. Στην στέψη των στύλων γίνεται ομοίως κατάλληλη διαμόρφωση για την έδραση των δοκών της οροφής με δημιουργία κατάλληλων εγκοπών (έδρασης) και σύνδεσης μέσω βλήτρων. Η διατομή των στύλων είναι είτε ορθογωνική είτε σύνθετη. Όπου προβλέπεται η στήριξη προκατασκευασμένων τοιχωμάτων ο συνηθέστερος τρόπος είναι με δημιουργία εγκοπών (λούκια) στις παρειές των υποστυλωμάτων μέσα στα οποία στηρίζονται συρταρωτά τα προκατασκευασμένα τοιχεία. Διαφορετικά εφαρμόζονται διάφορα συστήματα στήριξης των τοιχείων μέσω ειδικών μεταλλικών αναρτήσεων με κοκλιώσεις ή ηλεκτροσυγκολλήσεις.

3- Οι προκατασκευασμένες δοκοί είναι ορθογωνικές ή σύνθετης διατομής όπως ανεστραμμένου T ή L ή I ανάλογα με τον τύπο των προκατασκευασμένων πλακών που εδράζονται επ' αυτών.

Επίσης ανάλογα με την διάσταση και τα φορτία που παραλαμβάνουν είναι απλώς οπλισμένες ή και προεντεταμένες. Οι δοκοί οροφής μπορεί να είναι τριγωνικές (ζευκτά μεγάλου ανοίγματος) στην περίπτωση που κατασκευάζεται κεκλιμένη δίρρικτη στέγη. Συνήθως είναι δοκοί προεντεταμένες, ανοίγματος έως 30 m maximum.

4- Οι προκατασκευασμένες πλάκες διαχωρίζονται κατ' αρχήν σε

α- προκατασκευασμένες πλάκες (πλήρης διατομή) και

β- πρόπλακες (προκατασκευάζεται μόνο η κάτω στρώση των πλακών υπό μορφή παραμένοντος ξυλότυπου και η άνω στρώση της πλάκας σκυροδετείται συμβατικά επί τόπου του έργου).

Πέραν του διαχωρισμού σε προκατασκευασμένες πλάκες και πρόπλακες, τρεις είναι οι χαρακτηριστικοί τύποι πλακών και οι οποίοι διαφοροποιούν το σύστημα προκατασκευής

α- Απλές επίπεδες πλάκες εφαρμόζονται μόνο σε περίπτωση μικρών ανοιγμάτων ή επίπεδες πρόπλακες με προεξέχοντα οπλισμό για την σύνδεση με την επί τόπου χυτή στρώση. Εφαρμόζονται σύνθετοι οπλισμοί υπό μορφή δικτυώματος (τύπου filigran) οι οποίοι επί πλέον προσδίδουν ακαμψία στην πρόπλακα για την ανάληψη των φορτίων κατά την παραγωγή, αποθήκευση και μεταφορά της αλλά κυρίως του βάρους της χυτής στρώσης σκυροδέματος πριν από την σκλήρυνση. Κυρίως με αυτή την μέθοδο κατασκευάζονται πλάκες με νευρώσεις (zollner) τύπου sandwich. Σημειώνεται ότι σε όλους τους τύπους προπλακών υπάρχει το ενδεχόμενο υποσύλωσης τους κατά την φάση σκυροδέτησης της δεύτερης στρώσης.

β- Πλάκες ή πρόπλακες σύνθετης διατομής διπλής πλακοδοκού τύπου TT (double tee) οι οποίες καλύπτουν μεγαλύτερα ανοίγματα και είναι απλά οπλισμένες ή προεντεταμένες στις νευρώσεις. Είναι συνήθως πλάκες πλάτους περί τα 2,50 m . Κατά κανόνα εδράζονται σε δοκούς διατομής ανάποδου T ή L προκειμένου η στήριξη να γίνεται με τις νευρώσεις. Το ύψος των νευρώσεων είναι από 20 cm έως και 1,20 m. Αυτού του τύπου οι πλάκες ειδικά υπό μορφή προπλακών μπορούν να καλύπτουν ανοίγματα έως και 20 m (με προένταση) και το ύψος των νευρώσεων μπορεί να ξεπερνά και το 1,00 m.

Κατασκευάζονται πλάκες οροφών αυτής της μορφής όπου ενσωματώνεται και η στρώση θερμομόνωσης. Μεγάλο πλεονέκτημα των προπλακών γενικά είναι η δημιουργία δίσκου ακαμψίας με την σκυροδέτηση της δεύτερης στρώσης.

γ- Διάτρητες πλάκες τύπου hollow core οι οποίες έχουν κατά κανόνα μόνο διαμήκη οπλισμό και μάλιστα προεντεταμένο.

Κατασκευάζονται σε κλίση προέντασης, είναι διάτρητες και στις συμπαγείς ζώνες τοποθετείται ο οπλισμός προέντασης. Παράγονται σε πάχη από 16 cm έως και 40 cm συνήθως ή και μεγαλύτερα και καλύπτουν μεγάλα ανοίγματα, είναι δε κατά κανόνα πλάτους 1.20m. Οι πλάκες hollow core είναι η οικονομικότερη λύση πλην όμως έχουν κάποιους περιορισμούς κυρίως διότι δεν είναι εύκολο να έχουν οποιουδήποτε είδους αναμονές οπλισμών για την σύνδεση τους στις στηρίξεις και με την δεύτερη στρώση (η οποία είναι ουσιαστικά μια εξισωτική, χωριστή σχεδόν στρώση). Επίσης, παράγονται σε σταθερό πλάτος, συνήθως 1.20, οπότε πρέπει το τελευταίο κομμάτι προς το άκρο να κόβεται (για πλάτη που δεν είναι ακριβή πολλαπλάσια του 1.20).

Στην Ελλάδα όπου υπάρχει το πρόβλημα των σεισμών οι πρόπλακες είτε είναι επίπεδες είτε είναι hollow core επιδιώκεται η δημιουργία ενιαίας πλάκας (δίσκου).

5- Τοιχώματα

Κατά κανόνα τα προκατασκευασμένα τοιχώματα είναι στοιχεία πλήρωσης μή φέροντα. Ο απλούστερος τρόπος στήριξής τους είναι σε λωρίδες συρταρωτά μέσα σε εγκοπές των υποστυλωμάτων. Στην πραγματικότητα και επειδή το μικρό κενό μεταξύ παρειάς τοιχώματος και παρειάς υποστυλώματος (μέσα στις εγκοπές) πληρούται με τσιμεντοκονίαμα συμμετέχουν στην ακαμψία του κτηρίου κάτι το οποίο δεν λαμβάνεται υπόψιν παρά μόνο εάν λειτουργεί επιβαρυντικά π.χ. στην περίπτωση που δημιουργεί κοντό υποστύλωμα. Συνήθως, είναι στοιχεία sandwich με ενδιάμεση στρώση θερμομόνωσης και συνολικό πάχος 15 έως 20 cm. Η επικρατούσα διάσταση είναι 16 cm πάχος. Σαν τοιχώματα επίσης χρησιμοποιούνται λωρίδες hollow core με πάχη έως και 12 cm όπως επίσης και στοιχεία διατομής double tee.

Στην περίπτωση αυτή τα στοιχεία έχουν ειδική διαμόρφωση για την έδραση τους και τοποθετούνται κατακόρυφα εξωτερικά των υποστυλωμάτων. Οι στηρίξεις τους στην κορυφή ή και ενδιάμεσα γίνονται μέσω ειδικών μεταλλικών συνδέσμων και επί των δοκών. Σε περίπτωση που απαιτείται η κατασκευή φερόντων τοιχείων π.χ. τοιχείων ακαμψίας σε ένα κτίριο ή τοιχείων που παραλαμβάνουν ωθήσεις π.χ. τοιχεία υπογείων, χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένα διπλά τοιχώματα με κενό μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή μέσω αναμονών που έχουν προβλεφθεί στα υποστυλώματα επιτυγχάνεται μονολιθική σύνδεση τοιχώματος και υποστυλώματος με την σκυροδέτηση του κενού μεταξύ των διπλών τοιχωμάτων (δύο φλοιοί συνδεδεμένοι μεταξύ τους με οπλισμό τύπου filigran και με ενδιάμεσο κενό 15 cm και άνω). Το κυριότερο πρόβλημα είναι η εξασφάλιση επαρκούς μήκους αναμονών από τα υποστυλώματα.

Άλλα προκατασκευασμένα στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια αυτού του τύπου είναι :

- Δοκοί γερανογεφυρών
- Δοκοί υδρορροές διατομής U στην στέψη των υποστυλωμάτων, στην στάθμη της στέγης
- Τεγίδες στήριξης της επικάλυψης από ελαφρά υλικά π.χ. πάνελ
- Στηθαία
- Προκατασκευασμένες κλίμακες
- Πολλά αρχιτεκτονικά στοιχεία όπως στοιχεία πρόσοψης

Ειδικά για τα αρχιτεκτονικά στοιχεία προσόψεων facades, ornamental, καφασωτά κ.λ.π. υπάρχουν πάρα πολλές εφαρμογές στις προσόψεις πάρα πολλών συμβατικών κτηρίων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η επένδυση στις όψεις των χαμηλών ορόφων του νέου Μουσείου της Ακρόπολης με προκατασκευασμένα πανέλα μεγάλων διαστάσεων –επίσης και στο εσωτερικό του μουσείου, όπισθεν των εκθεμάτων (φόντο) έχουν τοποθετηθεί προκατασκευασμένα επίπεδα πανέλα.

Εφαρμογές της προκατασκευής καλύπτουν αρχιτεκτονικές απαιτήσεις όπως ανάγλυφες επιφάνειες και σκυροδέματα, αποπλυμένες επιφάνειες με εμφάνιση των αδρανών και πολλές άλλες σύνθετες τεχνικές. Ειδικά με την εφαρμογή του αυτοσυμπυκνούμενου σκυροδέματος κατασκευάζονται εξαιρετικής ποιότητας και με λεπτομέρειες, αρχιτεκτονικά στοιχεία. Ένα άλλο είδος αρχιτεκτονικών στοιχείων με προκατασκευή είναι τα ελαφρά πάνελ σκυροδέματος με οπλισμένες ίνες υάλου GFRC (Glass Fiber Reinforced Concrete) σε μεταλλικό σκελετό.

4.1.1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου

Συμπερασματικά, θα παρουσιαστεί πού πλεονεκτεί και πού μειονεκτεί η συγκεκριμένη μέθοδος προκατασκευής, σύμφωνα με την ανάλυση του Προϊστάμενου του Τομέα Προκατασκευής της εταιρείας " Έδραση – Χ.Ψαλλίδας Α.Τ.Ε. " κ. Βασ. Παπαθεοδοσίου.

Πλεονεκτήματα

Το συγκεκριμένο σύστημα που περιγράψαμε, έχει τα εξής επιπλέον χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων συστημάτων προκατασκευής

- α- Είναι το πλέον ευέλικτο σύστημα στην σχεδίαση και μπορεί να αντιμετωπίσει κάθε μορφή κτιρίου διότι η λογική του είναι πλησιέστερη στην συμβατική κατασκευή.
- β- Είναι ένα σύστημα που μπορεί να ανταποκριθεί σε όλες τις απαιτήσεις σχεδιασμού των έργων όπως μεγάλα φορτία, μεγάλα ανοίγματα και ύψη, χωρίς περιορισμούς διαστάσεων και βάρους των στοιχείων.
- γ- Δίνει την δυνατότητα αξιοποίησης πολλών δυνατοτήτων της προκατασκευής, όπως οι ειδικές διατομές των στοιχείων, ειδικές τεχνικές π.χ. της προέντασης σε κλίνη κ.λ.π.

δ- Ανάλογα και με την συγκεκριμένη μέθοδο εφαρμογής και ειδικά όταν ο συνδυασμός προκατασκευασμένων στοιχείων και χυτών επί τόπου σκυροδεμάτων δίνει την δυνατότητα μιας κατασκευής που προσεγγίζει την μονολιθική χυτή κατασκευή (θεμελίωση, συνδυασμός πρόπλακας και χυτής, επί τόπου, δεύτερης στρώσης των πλακών) εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή συμπεριφορά έναντι των σεισμών.

ε- Ο συνδυασμός προκατασκευασμένων και χυτών στοιχείων μειώνει το συνολικό κόστος της κατασκευής εφόσον εκμεταλλευθούμε βέλτιστα και τα δύο. Για παράδειγμα, αποφεύγονται επί τόπου ξυλότυποι ενώ απομειώνεται το κόστος λόγω περιορισμού του μεγάλου όγκου σκυροδέματος.

στ- Απαιτήση μικρότερων μηχανημάτων συναρμολόγησης κ.λ.π.

Μειονεκτήματα

Χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ο μεγάλος αριθμός προκατασκευασμένων στοιχείων με συνέπεια τα ακόλουθα :

α- Περισσότεροι κόμβοι σύνδεσης των στοιχείων. Έτσι δημιουργείται μεγαλύτερη δυσχέρεια συναρμολόγησης και καθυστέρηση μηχανημάτων με συνέπεια αυξημένο κόστος κατασκευής των συνδέσεων.

β- Μεγάλα μήκη αρμών (κόστος σύνδεσης, στεγανοποίησης κ.λ.π.). Το κυριότερο πρόβλημα της προκατασκευής εντοπίζεται στους αρμούς και εμφανίζεται και αντιμετωπίζεται εξ' ολοκλήρου στο εργοτάξιο, αυξάνοντας τις απαιτήσεις σε υλικά και εργατοώρες μηχανημάτων και προσωπικού. Γενικά, το ευαίσθητο σημείο της προκατασκευής είναι οι αρμοί μεταξύ των προκατασκευασμένων στοιχείων.

γ- Περισσότερες κινήσεις μηχανημάτων στα πλαίσια της αποθήκευσης, της μεταφοράς και της συναρμολόγησης των στοιχείων, που αυξάνουν το συνολικό κόστος της προκατασκευής σε εργατοώρες μηχανημάτων και προσωπικού

δ- Δυσχερέστερη οργάνωση και συντονισμός της παραγωγής

ε- Μεγαλύτερη δυσχέρεια κατά την μεταφορά και συναρμολόγηση των στοιχείων

στ- Ανάγκη για πολλά κατασκευαστικά σχέδια λόγω του πλήθους στοιχείων και της εν γένει πολυπλοκότητας της κατασκευής

ζ- Ιδιαίτερη δυσκολία στον χρονικό προγραμματισμό της παραγωγής, της αποθήκευσης, της μεταφοράς και της συναρμολόγησης της όλης κατασκευής

η- Λόγω της μεγάλης ποικιλίας των προκατασκευασμένων στοιχείων, αυξημένος αριθμός και είδος καλουπιών με συνέπεια αυξημένο κόστος εγκατάστασης της μονάδας παραγωγής της προκατασκευής (εργοστάσιο)

θ- Επειδή στο συγκεκριμένο σύστημα εφαρμόζεται συνδυασμός χυτών επιτόπου (in situ) σκυροδεμάτων και συναρμολόγησης προκατασκευασμένων στοιχείων προκύπτουν αυξημένα εργατικά για τις συμπληρωματικές εργασίες σιδηροπλισμού και σκυροδέτησης τα οποία αυξάνουν τις απαιτήσεις σε χρόνο και κόστος κατασκευής.

ι- Το σύστημα απαιτεί ιδιαίτερη ακρίβεια στην χάραξη και την συναρμολόγηση. Απαιτείται αυστηρή τήρηση των διαστάσεων των προκατασκευασμένων στοιχείων κατά την παραγωγή τους και ακριβής εφαρμογή της γεωμετρίας της κατασκευής στην φάση της συναρμολόγησης.

ια- Λόγω των μεγάλων δυνατοτήτων του συστήματος είναι υπαρκτός ο κίνδυνος υπέρβασης των ορίων και κυρίως κατάργηση της αρχής της τυποποίησης, η οποία είναι ο κανόνας για την οικονομία της προκατασκευής

4.1.2 Σύστημα συναρμολόγησης προκατασκευασμένων επιφανειακών στοιχείων

Το σύστημα ουσιαστικά συνίσταται στην σύνθεση του σκελετού του κτιρίου από προκατασκευασμένα στοιχεία τοιχωμάτων και πλακών σε συνδυασμό με χυτά επιτόπου σκυροδέματα.

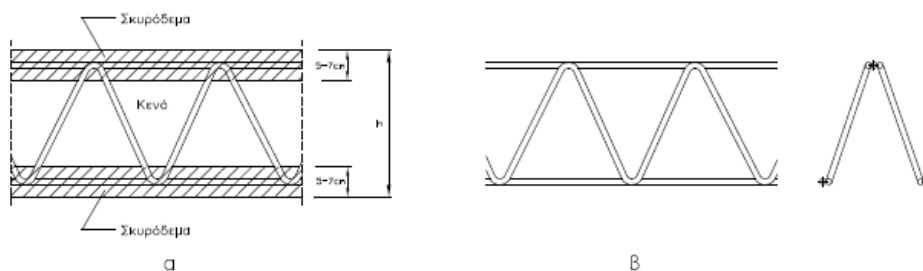
4.1.2.1 Μέθοδος κατασκευής (βιβλιογραφική παρουσίαση)

Εισαγωγή

Το σύστημα προκατασκευής το οποίο θα αναλυθεί εφαρμόζεται εδώ και πολλές δεκαετίες στην Ευρώπη. Στην Γερμανία (όπου και αναπτύχθηκε) μεγάλο ποσοστό των κτιρίων κατοικιών και γραφείων (αλλά και άλλων δομημάτων) ανεγείρονται με το σύστημα αυτό, και η εμπειρία εκ της Γερμανικής πρακτικής έχει αποδείξει ότι πρόκειται περί καθιερωμένου συστήματος δομήσεως που διαθέτει πλήθος πλεονεκτημάτων. Ήδη από το 1979 το σύστημα αυτό έχει εφαρμοσθεί με επιτυχία στην Ελλάδα και παρά την σχετικά μικρή μονάδα παραγωγής (Kaizer Omnia) «διπλών τοιχωμάτων» έχουν κατασκευασθεί αξιόλογα κτιριακά συγκροτήματα και εκπαιδευτήρια. Στα πλαίσια της ανάλυσης του συστήματος παρουσιάζονται μερικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες μετά από μελέτη τυπικού κτιρίου με βάση τον ΕΚΩΣ και ΕΑΚ.

Σύντομη περιγραφή του συστήματος

α) Το σύστημα βασίζεται στην βιομηχανική παραγωγή προκατασκευασμένου «διπλού τοίχου», δηλαδή τοίχου τύπου «σάντουιτς» ο οποίος διαθέτει δύο στρώσεις από σκυρόδεμα (βλέπε Σχ. 1), και κενό μεταξύ τους, οι οποίες (δύο στρώσεις) από την παραγωγή τους συνδέονται εγκάρσιως μεταξύ τους με τρισδιάστατους μεταλλικούς «δικτυοδοκούς» τύπου filigran, που τίθενται σε κατάλληλες αποστάσεις μεταξύ τους.



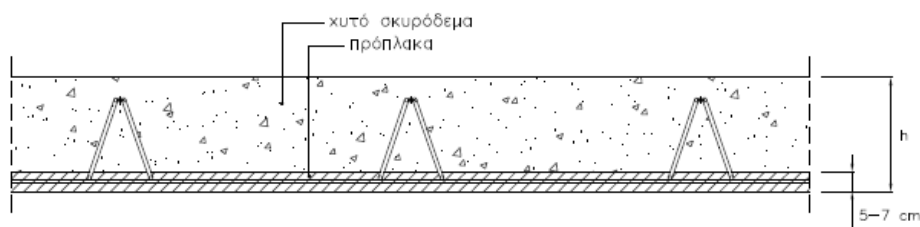
Σχήμα 13. α) διπλός τοίχος, β) μεταλλική δικτυοδοκός

Η «δικτυοδοκός» αυτή παράγεται βιομηχανικά και συντίθεται κατά κανόνα από διαμήκεις ράβδους S500s (άνω με 1Φ5.16, κάτω 2Φ5.16), οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με διαγώνιες ράβδους Φ5.7, ανά 20cm συγκολλημένες σε όλες τις θέσεις συναντήσεώς τους με τις διαμήκεις ράβδους(βλ. Σχ.13.β).

β) Στο εργοτάξιο οι προκατασκευασμένοι αυτοί διπλοί τοίχοι συναρμολογούνται κατακορυφώς ο ένας επί ή δίπλα του άλλου, τοποθετούνται καταλλήλως επ' αυτών πρόπλακες (βλ. γ παρακάτω), πραγματοποιείται η επί τόπου του έργου όπλιση όπου απαιτείται (βλ. § 7.2.β και Σχ. 22 και 23) και το κενό μεταξύ των δύο στρώσεων των προκατασκευασμένων διπλών τοίχων καθώς και επί των προπλακών εγχύνεται επί τόπου του έργου σκυρόδεμα, δημιουργώντας έτσι τελικά μονολιθική συνολική κατασκευή. Η καθ' ύψος συνέχιση των τοιχωμάτων καθώς και η πάκτωσή τους στην θεμελίωση πραγματοποιείται με επί τόπου του έργου κατάλληλη όπλιση στο σώμα του επιτόπου διαστρωμένου σκυροδέματος (βλ. Σχ. 23).

γ) Η τελική πλάκα συντίθεται από δύο στρώσεις σκυροδέματος :

Την κάτω στρώση αποτελεί η προκατασκευασμένη πλάκα (πρόπλακα) πάχους 5.7 cm, στο σώμα της οποίας είναι ενσωματωμένος ο συνολικός οπλισμός της τελικής πλάκας και την πάνω στρώση αποτελεί το χυτό επιτόπου σκυρόδεμα. Στο σώμα της πρόπλακας είναι επίσης ενσωματωμένες αντίστοιχες «δικτυοδοκοί» (όπως και στα τοιχώματα) τοποθετημένες ανά αποστάσεις, με κατεύθυνση αυτήν της κύριας φέρουσας στατικής κατεύθυνσης της τελικής πλάκας (βλ. Σχ. 14).



Σχήμα 14. Εγκάρσια τομή πρόπλακας με χυτό επιτόπου σκυρόδεμα

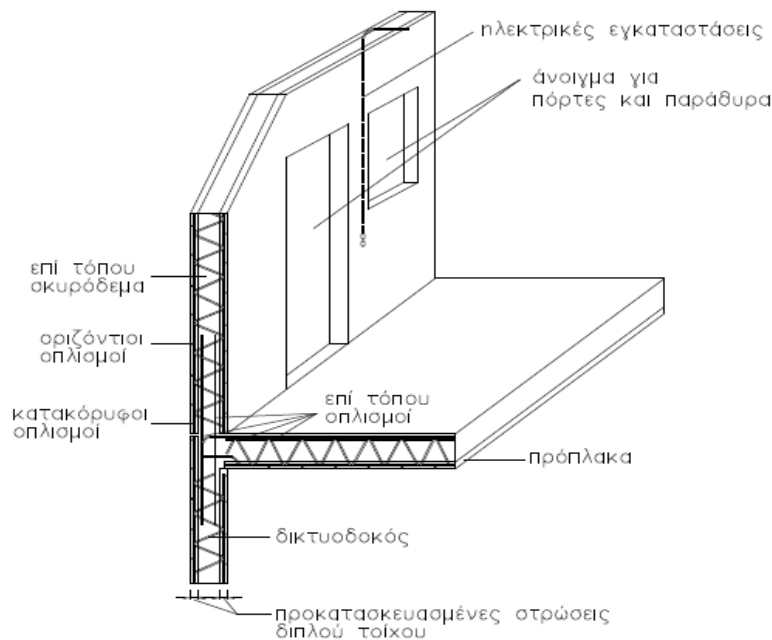
Οι «δικτυοδοκοί» στην πλάκα, πέραν της εξασφάλισης της συνεργασίας μεταξύ των δύο στρώσεων της πλάκας, συμβάλλουν ουσιαστικά στην ακαμψία της πρόπλακας κατά την φάση αναρτήσεώς της (απομάκρυνση από την τράπεζα παραγωγής και μεταφορά) καθώς και κατά την φάση σκυροδετήσεως του υπόλοιπου πάχους της τελικής πλάκας. Η τελική κάτω εμφανής επιφάνεια της πλάκας διαθέτει εξαιρετική επιπεδότητα και εμφάνιση, ενώ η εσωτερική είναι κατασκευασμένη επιτηδευμένα τραχεία για την εξασφάλιση της διατμητικής αντοχής της διεπιφάνειας μεταξύ προκατασκευασμένου και χυτού σκυροδέματος (πέραν της συμβολής των δικτυοδοκών – βλ. και § 4.β.ii).

δ) Στο Σχήμα 15 παρουσιάζεται ποιοτικά η κατασκευαστική λογική του συστήματος.

Αρχικά τοποθετούνται στην θέση τους, μέσω κατάλληλου γερανού, τα τοιχώματα του κάτω ορόφου (με ή χωρίς ανοίγματα ανάλογα με την αρχιτεκτονική μελέτη) και συγκρατούνται στην τελική τους θέση με κατάλληλες πλευρικές αντηρίδες. Επί των τοιχωμάτων τοποθετούνται καταλλήλως οι πρόπλακες και εν συνεχεία τοποθετούνται οι πρόσθετοι οπλισμοί, στις πλάκες και στο σώμα των τοιχωμάτων.

Ανάλογα τώρα με το πάχος της πρόπλακας, τον τύπο της τελικής της λειτουργίας και το άνοιγμα της, προβλέπονται (ή όχι) και ένας ή δύο προσωρινοί πύργοι αντιστήριξης της πρόπλακας προς αποφυγή βελών κάμψεως. Ακολουθεί η τοποθέτηση όλων των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων σε κατάλληλες θέσεις στο κενό μεταξύ των κατακόρυφων τοιχωμάτων και επί της πρόπλακας όπως προβλέπεται από την αντίστοιχη μελέτη.

Πραγματοποιείται η επιτόπου σκυροδέτηση, επάνω στην πρόπλακα για την αποκατάσταση του τελικού της πάχους καθώς και στο κάτω τοίχωμα και μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος ακολουθείται η ίδια διαδικασία για τον επόμενο όροφο κ.ο.κ.



Σχήμα 15. Ποιοτική παράσταση κατασκευαστικής διαδικασίας

Παραγωγή και γεωμετρικές δυνατότητες των στοιχείων

α) Παραγωγική διαδικασία

Κατά κανόνα πραγματοποιείται αυτόματα με εντολή μέσω λογισμικού στον κεντρικό επεξεργαστή της μονάδας παραγωγής, το οποίο επεξεργάζεται το αρχικό αρχιτεκτονικό σχέδιο, κάνει κατάτμηση των δομικών στοιχείων (τοιχεία, πλάκες κ.τ.λ.) και κατανέμει αυτά σε μήτρες (καλούπια) κατά τρόπο τέτοιο ώστε να επιτευχθεί η παραγωγή αυτών στον ελάχιστο χρόνο και με το ελάχιστο δυνατό κόστος.

Όλη η παραγωγική διαδικασία πραγματοποιείται με την αυτόματη και ταυτόχρονη μετακίνηση των καλουπιών στις διαδοχικές θέσεις εργασίας. Μετά την όπλιση ελέγχονται οι οπλισμοί με χρήση Laser και ακολούθως πραγματοποιείται αυτόματα και επακριβώς η σκυροδέτηση μέσω εντολών του κεντρικού συστήματος αυτοματισμού. Ακολουθούν αυτόματα η δόνηση, η τεχνική ωρίμανση του διπλού τοίχου με διπλή κυκλική διαδικασία και η αφαίρεση των καλουπιών.

β) Γεωμετρικά δεδομένα

i) □ Διαστάσεις διατομής τοίχων

Μπορούν να παραχθούν σε κάθε επιθυμητή διάσταση, ώστε ο τελικός τοίχος να έχει διατομή 20.40 cm.

ii) Πάχη στρώσεων

Μπορούν να είναι διαφορετικά το ένα από το άλλο και παράγονται κατά κανόνα με πάχη 5.7 cm.

iii) Άλλες γεωμετρικές διαστάσεις

Κατά κανόνα οι μέγιστες διαστάσεις επιβάλλονται για λόγους μεταφοράς.

Ως μέγιστες διαστάσεις επιφανείας για τους ως άνω λόγους μπορούν να θεωρηθούν : ύψος 3.0 m, μήκος 7.5 m.

Εφαρμογές

Η τεχνολογία των διπλών τοίχων μπορεί να έχει πολλαπλές εφαρμογές :

α) Είτε ως ενιαίο αυτοδύναμο σύστημα κατασκευής κτιρίων.

β) Είτε ως ένταξη μεμονωμένων στοιχείων σε μονολιθικές κατασκευές όπως π.χ. για κατασκευή :

-τοιχωμάτων, ιδίως δε υπόγειων χώρων

-πατωμάτων

-κλιμακοστασίων

-διαχωριστικών τοίχων

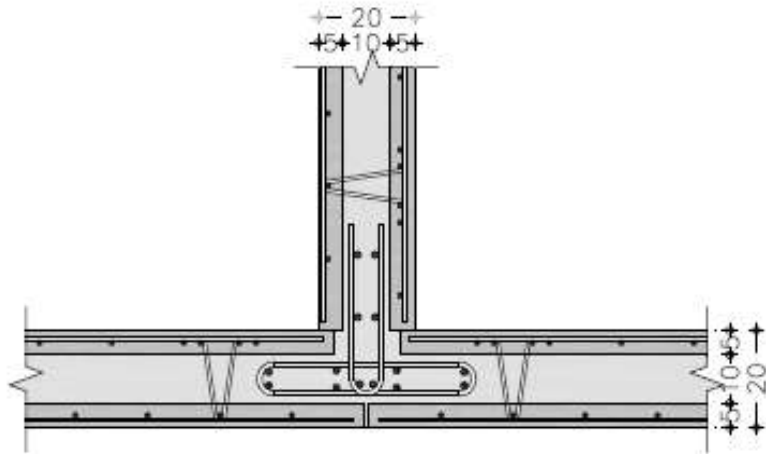
-τοίχων αντιστήριξης

-πυροδιαμερισμάτων (πυράντοχων τοίχων)

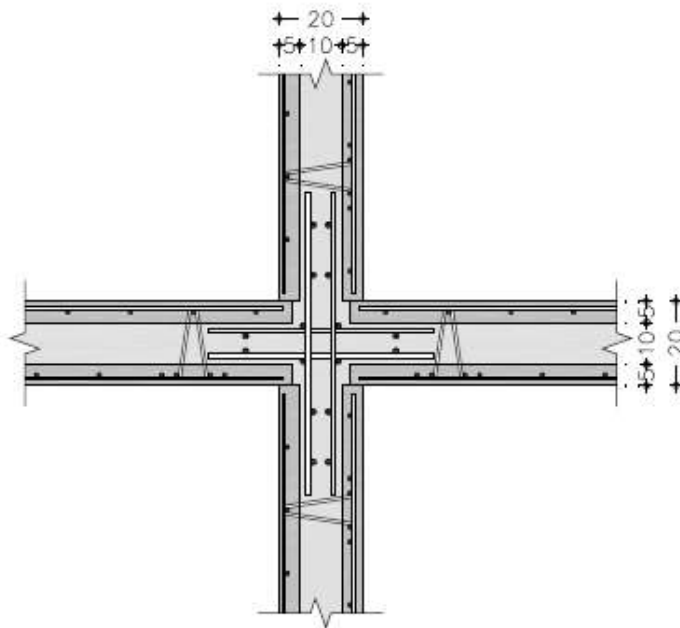
-υψίκορμων δοκών ή τοιχείων κ.λπ.

Μερικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες με εφαρμογή των Ελληνικών Κανονισμών

Στα Σχήματα 16 και 17 που ακολουθούν φαίνονται ποιοτικά η πρόσθετη επιτόπου του έργου όπλιση σε μερικές συνδέσεις των τοιχωμάτων μεταξύ τους καθώς και με τις πλάκες και την θεμελίωση.

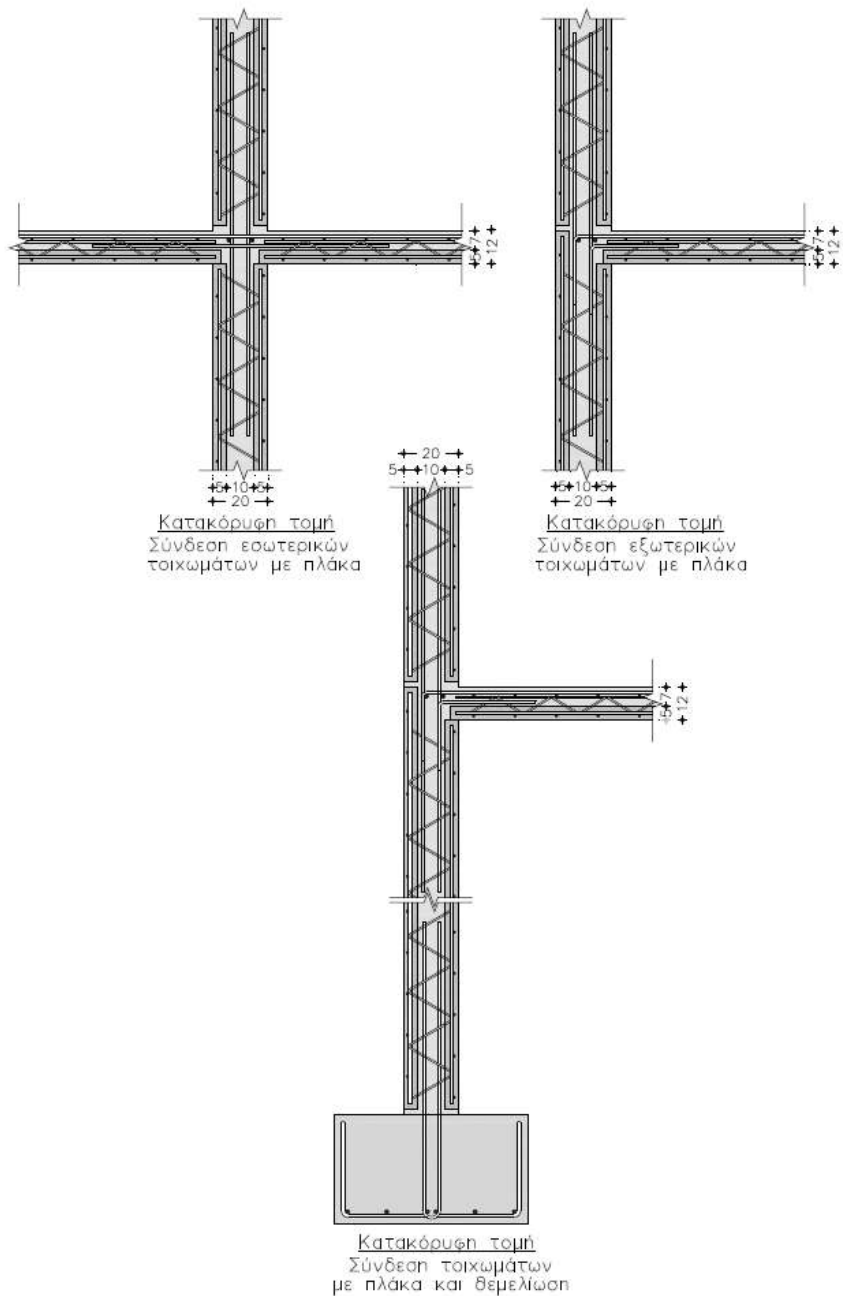


Οριζόντια Τομή
Σύνδεση τοιχωμάτων
μορφής T



Οριζόντια Τομή
Σύνδεση τοιχωμάτων
μορφής σταυρού

Σχήμα 16. Μορφές σύνδεσης τοιχωμάτων-Οριζόντιες τομές



Σχήμα 17. Μορφές σύνδεσης τοιχωμάτων με πλάκα-Κατακόρυφες τομές

4.1.2.2 Μέθοδος κατασκευής (τεχνική περιγραφή)

Σύμφωνα με την τεχνική περιγραφή του κ. Παν. Μεγρέμη, Πολ. Μηχανικού, τεχνικού συμβούλου Τομέα Προκατασκευής της " Έδρασης – Ψαλλίδας Α.Τ.Ε. " η μέθοδος κατασκευής είναι η ακόλουθη :

Τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία είναι τοιχώματα επί των οποίων τοποθετούνται στην στάθμη των πλακών πρόπλακες και σκυροδετείται η χυτή άνω στρώση των πλακών. Η μέθοδος επαναλαμβάνεται για κάθε όροφο. Τα τοιχώματα συνδέονται οριζόντια με την χυτή (in situ) στρώση των πλακών και ταυτοχρόνως κατακόρυφα μεταξύ τους, μέσω μόρφωσης ειδικών κατακόρυφων κόμβων σύνδεσης.

Η θεμελίωση κατασκευάζεται χυτή. Σκυροδετούνται δοκοί θεμελιολωρίδες στην θέση των τοιχωμάτων οι οποίες συνδέονται με την χυτή πλάκα του δαπέδου μέσω αναμονών. Τα τοιχώματα συνδέονται με την θεμελίωση και την πλάκα του δαπέδου μέσω ειδικών αναμονών και οπλισμού κόμβου κατακόρυφης σύνδεσης.

Οι τύποι των τοιχωμάτων που χρησιμοποιούνται είναι :

- α) Διπλά επίπεδα τοιχώματα με κενό μεταξύ τους
- β) Επίπεδα συμπαγή τοιχώματα
- γ) Επίπεδα τοιχώματα τύπου sandwich με θερμομονωτική στρώση
- δ) Τοιχώματα τύπου double tee είτε συμπαγή ή τύπου sandwich

Ομοίως, οι πρόπλακες που χρησιμοποιούνται είναι είτε επίπεδες με filigran είτε και τύπου double tee. Στο σύστημα με τα διπλά τοιχώματα επιτυγχάνεται μονολιθικότητα της κατασκευής διότι σκυροδετείται και ο πυρήνας των τοιχωμάτων ταυτόχρονα.

4.1.2.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Ακολουθεί μια αξιολογική ανάλυση της μεθόδου από τον ως άνω αναφερθέντα τεχνικό σύμβουλο της " Έδρασης – Ψαλλίδας Α.Τ.Ε. :

Πλεονεκτήματα

Έχουμε μικρότερο αριθμό προκατασκευασμένων στοιχείων με συνέπεια :

- α- Μικρότερο κόστος παραγωγής του συνόλου των προκατασκευασμένων στοιχείων
- β- Περιορισμένος αριθμός και είδος καλουπιών παραγωγής
- γ- Μειωμένο κόστος μεταφοράς και συναρμολόγησης
- δ- Λιγότερος χρόνος συναρμολόγησης
- ε- Μικρότερος αριθμός κόμβων συναρμολόγησης
- στ- Μικρότερα μήκη αρμών
- ζ- Το κυριότερο πλεονέκτημα του συστήματος είναι ο συνδυασμός χυτών επιτόπου σκυροδεμάτων και προκατασκευής. Δημιουργείται μια κατασκευή με ιδιαίτερη ακαμψία λόγω της παρουσίας των τοιχωμάτων σε συνδυασμό με τις χυτές πλάκες
- η- Η δομή της κατασκευής προσφέρει ευχέρεια τοποθέτησης των μηχανολογικών και λοιπών εγκαταστάσεων
- θ- Τα παραπάνω πλεονεκτήματα είναι εμφανέστερα στην περίπτωση των διπλών τοιχωμάτων όπου σκυροδετείται επιτόπου το μεταξύ τους κενό

Μειονεκτήματα

- α- Το σύστημα χαρακτηρίζεται ως ένα ιδιαίτερα βαρύ σύστημα προκατασκευής
- β- Χαρακτηρίζεται από περιορισμένη ευελιξία κατά την σχεδίαση
- γ- Εμφανίζει αρκετούς περιορισμούς τυποποίησης για την τήρηση συγκεκριμένου καννάβου
- δ- Είναι περιοριστικό στις διαστάσεις των ανοιγμάτων
- ε- Συντρέχουν περιορισμοί πλάτους μεταφοράς των επιφανειακών στοιχείων
- στ- Εμφανίζει δυσκολία αποθήκευσης και μεταφοράς των τοιχωμάτων δεδομένου ότι ενδείκνυται να αποθηκεύονται και μεταφέρονται σε όρθια θέση
- ζ- Για τον παραπάνω λόγο υπάρχει περιορισμός ύψους των τοιχωμάτων κατά την μεταφορά τους

- η- Λόγω των μεγάλων διαστάσεων και του βάρους των τοιχωμάτων πέραν των περιορισμών μεταφοράς συντρέχουν και λόγοι περιορισμού του συνολικού ύψους του κτιρίου, λόγω δυσκολιών συναρμολόγησης.
- θ- Εξάντληση της ανυψωτικής ικανότητας των Γερανών λόγω βάρους τοιχείων και βέλους ανύψωσης.
- ι- Στην περίπτωση των διπλών τοιχωμάτων είναι δυσχερής η τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης.

4.1.3 Σύστημα συναρμολόγησης προκατασκευασμένων τρισδιάστατων στοιχείων

4.1.3.1 Μέθοδος κατασκευής (βιβλιογραφική παρουσίαση)

Η μέθοδος κατασκευής σύμφωνα με την παρουσίαση « Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα » όπως αυτή έγινε στο 16^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος είναι η εξής :

Εισαγωγή

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη συστημάτων δόμησης με την μέθοδο της προκατασκευής είναι ο καθορισμός μεγεθών και ο σχηματισμός σταθερού καννάβου κάτοψης. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ενοποίηση των διαστάσεων των δομικών έργων και εξοπλισμών και γίνεται δυνατή η χρήση τυποποιημένων δομικών στοιχείων για την κατασκευή ενός κτιρίου. Χαρακτηριστική περίπτωση ανάλογης εφαρμογής είναι τα σχολικά κτίρια τα οποία σχεδιάζονται σε κάρναβο και οι λειτουργίες των χώρων είναι ομαδοποιημένες.

Ο Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων (Ο.Σ.Κ. Α.Ε.) συνειδητοποίησε από το 1973 ότι τα σχολικά κτίρια προσφέρονται για την εφαρμογή της μεθόδου της βαριάς προκατασκευής. Έτσι συνέβαλε και στην ανάπτυξη της προκατασκευής σε πανελλήνια κλίμακα, καθώς ο ΟΣΚ Α.Ε. είναι ο

μοναδικός δημόσιος φορέας ο οποίος εφαρμόζει συστηματικά την προκατασκευή

Το σύστημα των προκατασκευασμένων κυψελών από οπλισμένο σκυρόδεμα το υιοθέτησε ο ΟΣΚ για πρώτη φορά περί το 1985, όταν παρουσιάστηκε η ανάγκη άμεσης προσθήκης από μία ή δύο ισόγειες αίθουσες διδασκαλίας σε κάποια σχολεία της Αττικής. Η εφαρμογή των προκατασκευασμένων κυψελών, απέδειξε ότι αποτελούσε ένα πολύ καλό τρόπο αντιμετώπισης εκτάκτων και επειγουσών αναγκών, σε μικρές μονάδες, διότι έδιδε πολύ μικρούς χρόνους κατασκευής λόγω του δραστικού περιορισμού των επιτόπου εργασιών.

Όμως, η χρήση των προκατασκευασμένων κυψελών προοριζετο για ισόγειες μόνο κατασκευές, ως εκ τούτου δεν ήταν εξίσου αποτελεσματικός ο τρόπος αυτός δομήσεως σε μεγάλες μονάδες. Την δέσμευση αυτή ένοιωσε έντονα ο ΟΣΚ μετά τον σεισμό του 1999 όπου οι αυξημένες και άμεσες ανάγκες σε κατασκευές μεγάλων σχολικών μονάδων, επέβαλαν την ανάγκη για την εφαρμογή του συστήματος των μεταφερόμενων κυψελών και στις διώροφες κατασκευές.

Εξ' αυτού στο τέλος του 2000, ο ΟΣΚ ζήτησε από τις βιομηχανίες προκατασκευής, να αναπτύξουν σε συνεργασία με την αρμόδια Διεύθυνσή του, συστήματα για κατασκευή διωρόφων κατασκευών με βάση την μεταφερόμενη κυψέλη βαριάς προκατασκευής και δυνατότητες αποσυναρμολογήσεως τους και επανεγκατάστασή τους σε άλλες θέσεις.

Παρά ταύτα, ο ΟΣΚ Α.Ε. μη έχοντας δικό του σύστημα μεταφερομένων κυψελών, ήταν υποχρεωμένος βάσει της κείμενης νομοθεσίας να καταφύγει στην διαδικασία δημοπράτησης των έργων του, κάτι που εκ των πραγμάτων απαιτεί χρονοβόρες διαδικασίες.

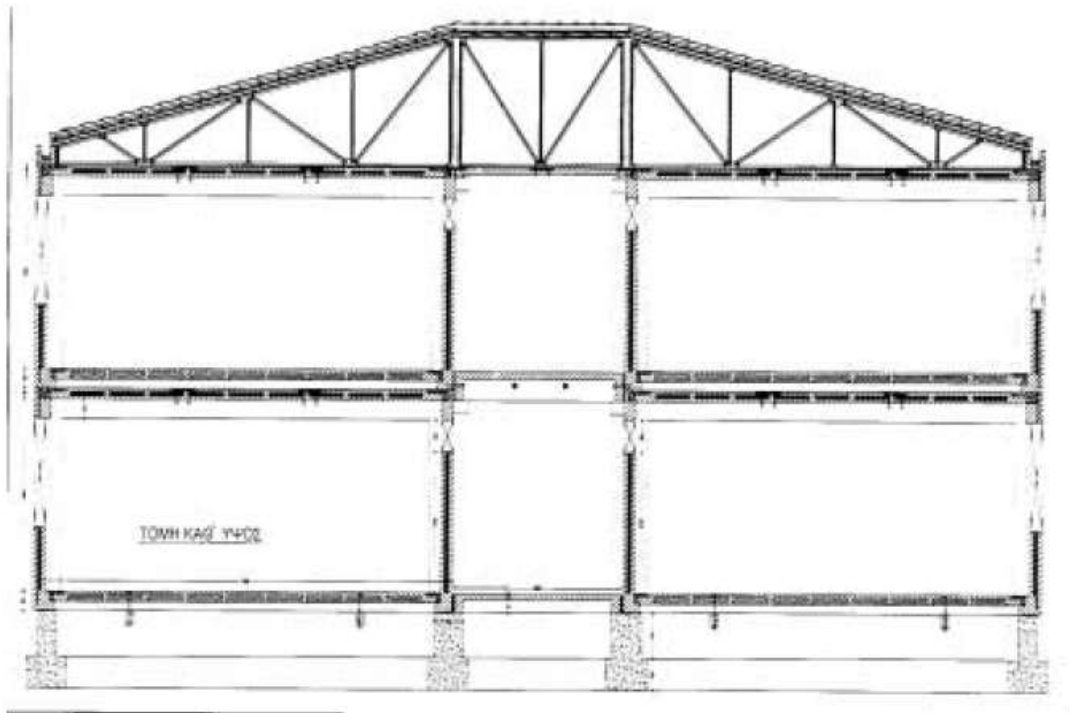
Για να καταστήσει πιο αποτελεσματική και σύγχρονη την προκατασκευή που εφαρμόζει ο ΟΣΚ Α.Ε. ανέθεσε στην αρμόδια Δ/νση Βιομηχανοποιημένης να μελετήσει ένα νέο σύστημα βαριάς μεταφερόμενης προκατασκευής για κατασκευή και διώροφων εκπαιδευτηρίων (κατάλληλο για όλες τις περιοχές της Ελλάδας από απόψεως σεισμικότητας και κλιματολογικών συνθηκών), με δυνατότητες αποσυναρμολογήσεως και επανεγκαταστάσεως τους σε άλλες θέσεις.

Η οριστική μελέτη του συστήματος αυτού ολοκληρώθηκε από την Δ/νση Βιομηχανοποιημένης Δόμησης και εγκρίθηκε από τον ΟΣΚ Α.Ε. τον Απρίλιο του 2003.

Σύντομη περιγραφή του συστήματος

Βασικά στοιχεία του συστήματος είναι η τυπική κυψέλη και ο τρόπος συνδεσμολογίας των κυψελών μεταξύ τους.

Κύριος στόχος του συστήματος είναι η κατασκευή συναρμολογούμενων κτιριακών συγκροτημάτων, ισογείων ή διωρόφων, ικανών να ανταποκριθούν στο αντίστοιχο κτιριολογικό πρόγραμμα του ΟΣΚ ΑΕ.



Σχήμα 18. Λεπτομέρεια συνδέσεως πλακών διαδρόμων με τις προκατασκευασμένες κυψέλες.

Βασική μονάδα του συστήματος είναι η τρισδιάστατη κυψέλη, τυπική ως προς την γεωμετρία διαστάσεων 7.20*3.60 σε κάτοψη και ύψους 3.46 m (καθαρό ύψος εσωτερικού χώρου 3.00 m).

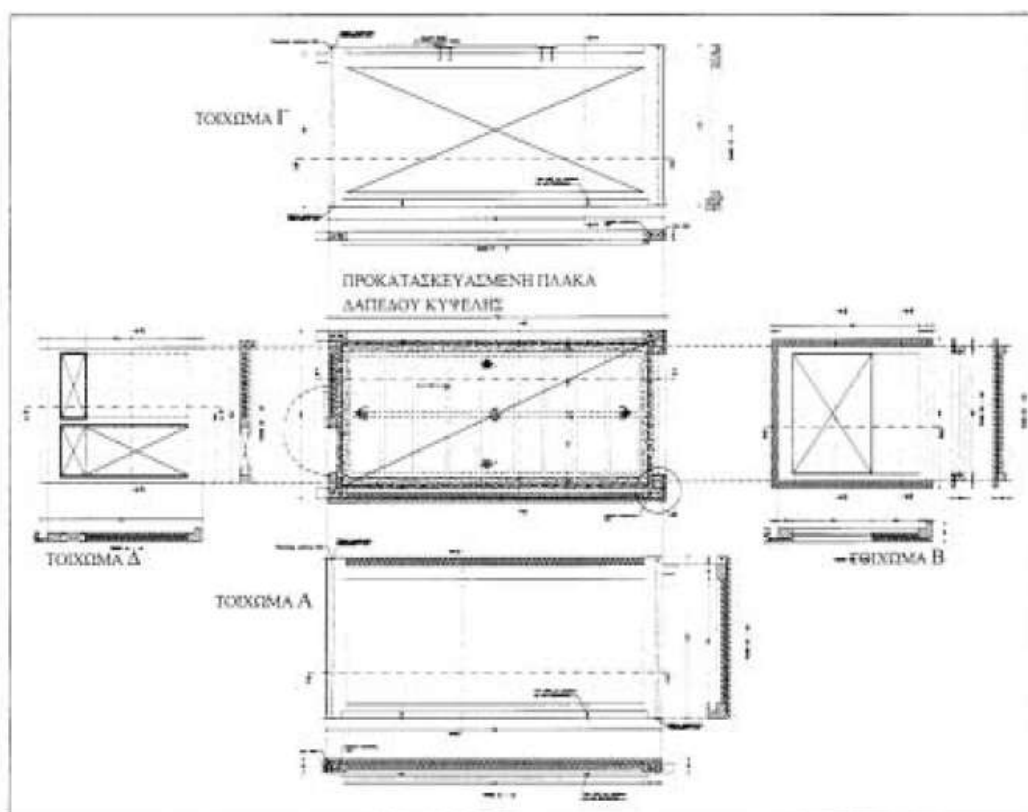
Τυπικές κυψέλες τοποθετημένες η μία δίπλα ή επάνω στην άλλη συνδεδεμένες μεταξύ τους με ειδικούς συνδέσμους μπορούν να συνθέσουν το εκάστοτε κτίριο. Με αντίστροφες διαδικασίες αποσυναρμολόγησης είναι δυνατόν με μικρό κόστος και χρόνο το κτίριο αυτό να επανεγκατασταθεί σε άλλη θέση και περιοχή.

Το σύστημα καλύπτει τις σύμφωνα με τους Ελληνικούς Κανονισμούς απαιτήσεις ασφαλείας θερμομόνωσης και πυρασφάλειας.

Μορφολογία Κυψελών και των στοιχείων που τις συνθέτουν.

-Μορφολογία τυπικής κυψέλης[T.K.].

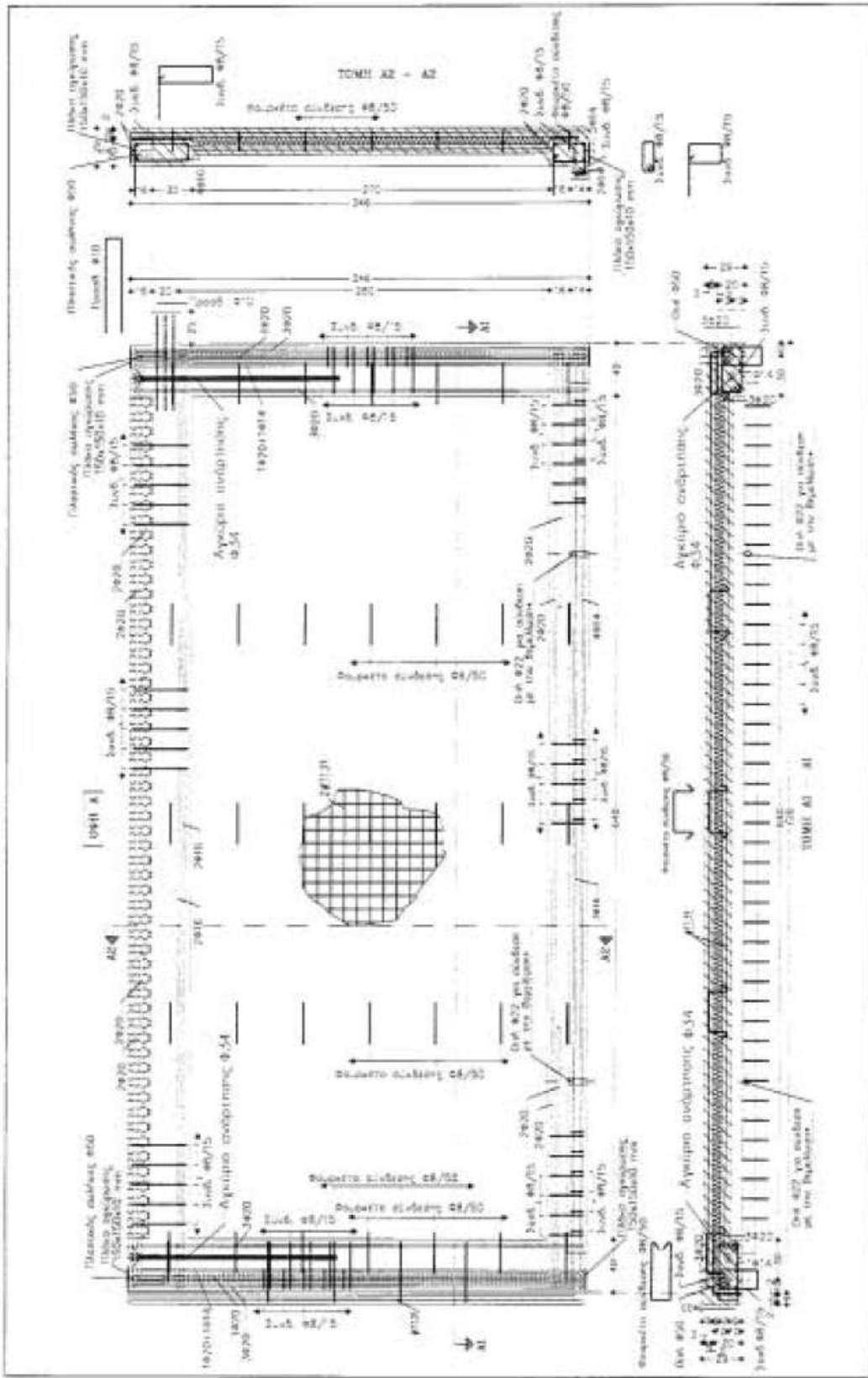
Κάθε τυπική κυψέλη συντίθεται από κατακόρυφα πλαίσια-τοιχώματα και οριζόντιες πλάκες.



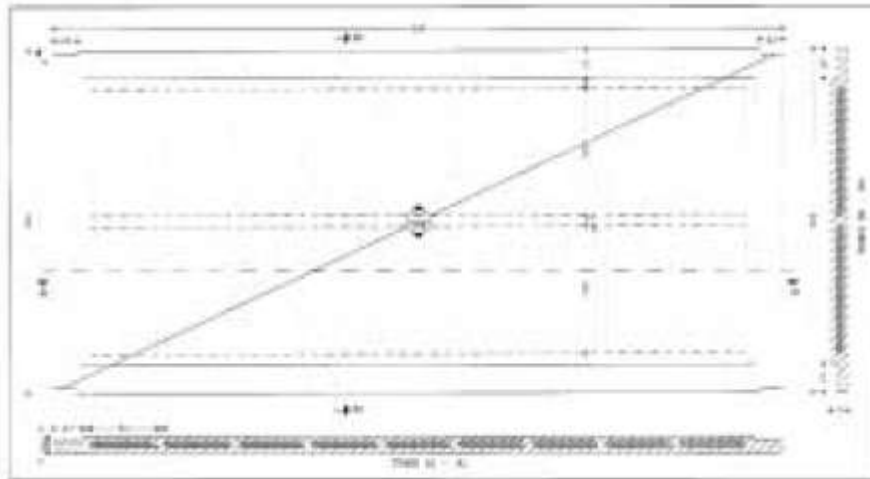
Σχήμα 19. Γεωμετρία τυπικής κυψέλης.

α) Τοιχώματα: Καθένα από αυτά προβλέπεται είτε χωρίς ανοίγματα, είτε διαθέτει ανοίγματα σε μεγαλύτερο ή μικρότερο τμήμα τους, ανάλογα με τη συγκεκριμένη κυψέλη και τη θέση της στο έργο.

Τα εξωτερικά τοιχώματα των κυψελών αυτών φέρουν πλήρη θερμομόνωση και ηχομόνωση.



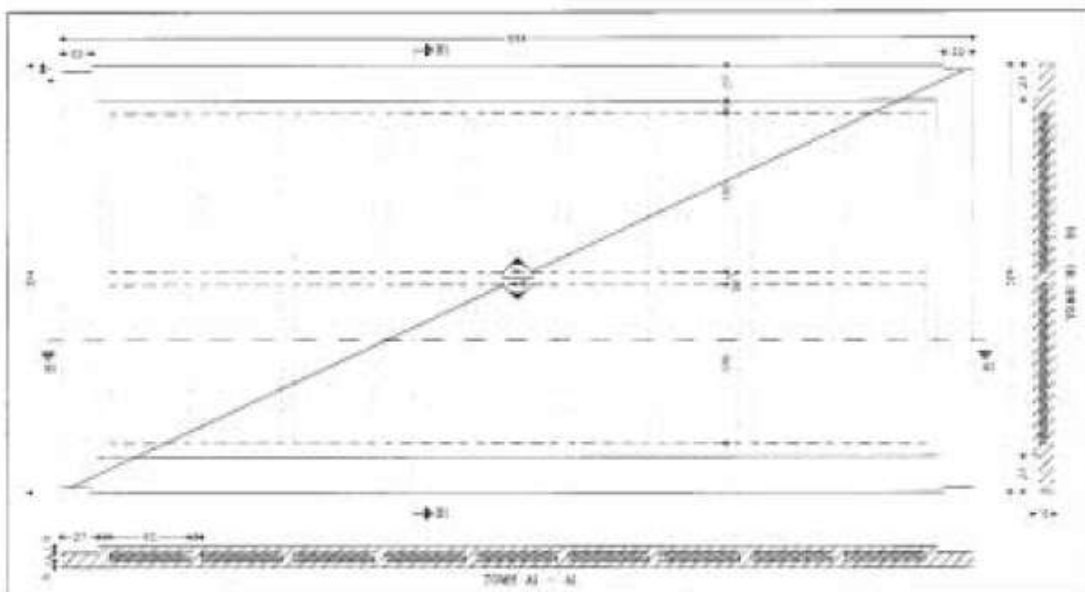
Σχήμα 20. Επιμέρους μεμονωμένο στοιχείο της κυψέλης επί του οποίου ενσωματώνεται το αγκύριο ανάρτησης.



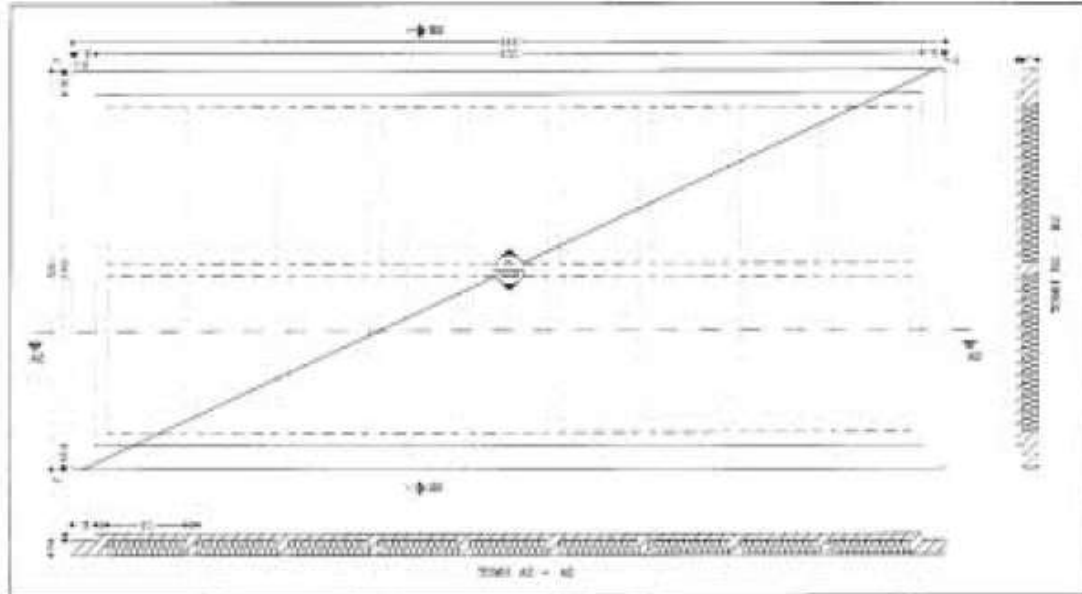
Σχήμα 22. Διάταξη θερμομονωτικού υλικού.

β) Πλάκες: Οι πλάκες δαπέδων είναι διαμορφωμένες ως προκατ/νες πλάκες με νευρώσεις, πάχους 16,0 cm. Στο κάτω πέλαμα, στην περιοχή μεταξύ νευρώσεων πλάκας, διατίθεται στρώση εκ διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 11,0 cm, για τη μόνωση του δαπέδου.

Οι πλάκες οροφής είναι προκατασκευασμένες πλάκες με νευρώσεις τύπου «σάντουιτς», συνολικού πάχους 16,0 cm, με πάχος πάνω στρώσης 5,0 cm, στρώση μόνωσης 6,0 cm, και κάτω στρώση εκ σκυροδέματος 5,0 cm.



Σχήμα 23. Γεωμετρία προκατασκευασμένης πλάκας δαπέδου κυψέλης.



Σχήμα 24. Γεωμετρία προκατασκευασμένης πλάκας οροφής κυψέλης.

Ειδικές κυψέλες

α) Κυψέλη εισόδου: Η είσοδος διαμορφώνεται κατά κανόνα με δύο κυψέλες ίδιου τύπου. Οι κυψέλες αυτές διαφέρουν, ως προς την τυπική κυψέλη, στο ότι φέρουν στην περιοχή της εισόδου δύο ραβδόμορφους προβόλους μήκους 2,0m, κατά προέκταση των περιμετρικών, διαμήκων, άνω οριζοντίων ολόσωμων νευρώσεων της εκάστοτε κυψέλης. Επί των προβόλων αυτών εδράζονται οι προκατασκευασμένες πλάκες καλύψεως της εισόδου μορφής T, οι οποίες διαθέτουν απολήξεις προς τα έξω.

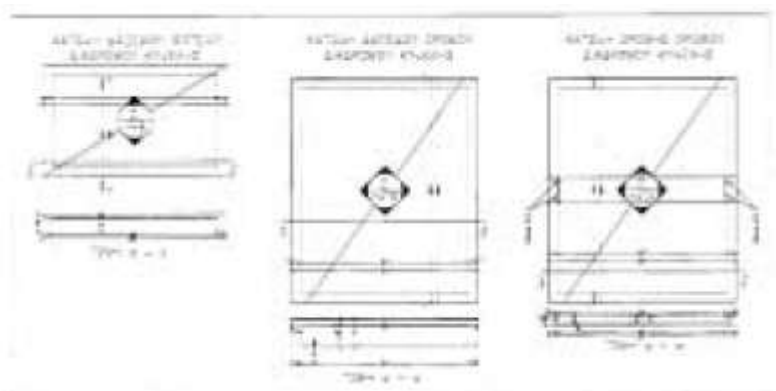
β) Κυψέλη ανελκυστήρα: Στην κυψέλη αυτή, η διαφοροποίηση έγκειται στην πρόβλεψη οπής στις πλάκες δαπέδου και οροφής για την κατασκευή του φρεατίου του ανελκυστήρα.

γ) Κυψέλη κλιμακοστασίου: Η κυψέλη του κλιμακοστασίου είναι έτσι διαμορφωμένη ώστε να φέρει το πλατύσκαλο και τις βαθμοφόρους.

Πλάκες διαδρόμων

Για τα δάπεδα των διαδρόμων, τα οποία κατά κανόνα προβλέπονται μεταξύ δύο σειρών κυψελών (τιθεμένων η μία δίπλα ή/ και άνω της άλλης), οι πλάκες προβλέπονται με περιμετρική ολόσωμη λωρίδα (δοκό), με διαστάσεις διατομής λωρίδας $b/h:15/45$ για την οροφή του διαδρόμου

του ισογείου, 15/16 για την οροφή του διαδρόμου του ορόφου και 15/29 για το δάπεδο του διαδρόμου του ισογείου.



Σχήμα 25. Πλάκες διαδρόμων.

Συναρμολόγηση και ανάρτηση κυψελών

α) Συναρμολόγηση στο εργοστάσιο.

Η συναρμολόγηση των επιμέρους προκατασκευασμένων στοιχείων για τη δημιουργία κάθε κυψέλης, πραγματοποιείται σε ειδικά διαμορφωμένη περιοχή του εκάστοτε εργοστασίου.

Οι συνδέσεις (οριζόντιες και κατακόρυφες) των προκατασκευασμένων στοιχείων μεταξύ τους (για την υλοποίηση των κυψελών) πραγματοποιούνται με οδοντώσεις, εγκάρσιο και διαμήκη οπλισμό και πλήρωση του αρμού με σκυρόδεμα.

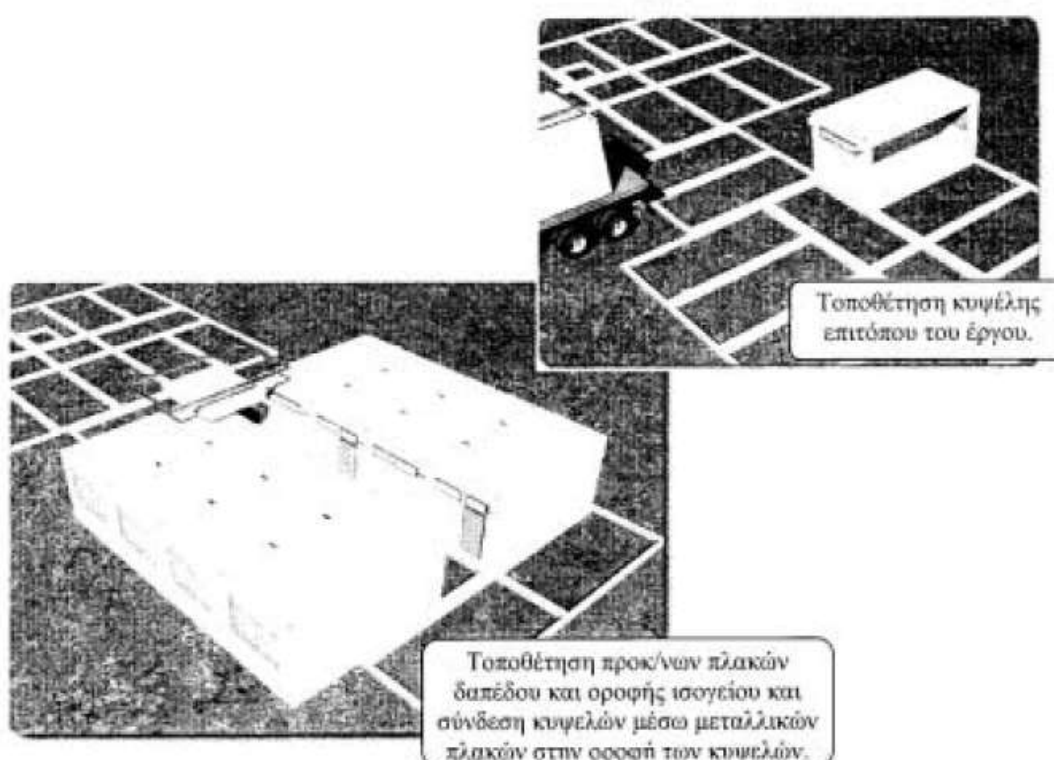
β) Ανάρτηση των κυψελών.

Στις περιοχές των τεσσάρων γωνιών των κυψελών προβλέπονται (από την παραγωγή των αντίστοιχων, επιμέρους, προκατ/νων στοιχείων) τυποποιημένα στοιχεία αναρτήσεως των κυψελών (τοποθετημένα σε κάθε περιοχή γωνίας).

γ) Συναρμολόγηση των κυψελών μεταξύ τους στο έργο, για τη δημιουργία του κτιριακού συγκροτήματος.

Μετά τη ετοιμασία της θεμελίωσης, που έγκειται σε επιτόπου κατασκευή εσχάρας θεμελιοδοκών, τοποθετούνται (μέσω κατάλληλων γερανών) οι κυψέλες αλληλοδιαδόχως (με ανοχή συναρμολογήσεως $\pm 1,0$ cm), ανάλογα με τον τύπο του συγκροτήματος (μεμονωμένοι οικίσκοι, μονώροφο ή διώροφο συγκρότημα).

Η τοποθέτηση θα γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό, με τη βοήθεια κατάλληλου γεωδαιτικού οργάνου, για ακριβή τοποθέτηση της κάθε κυψέλης στη ορθή της, σύμφωνα μετασχέδια, θέση.



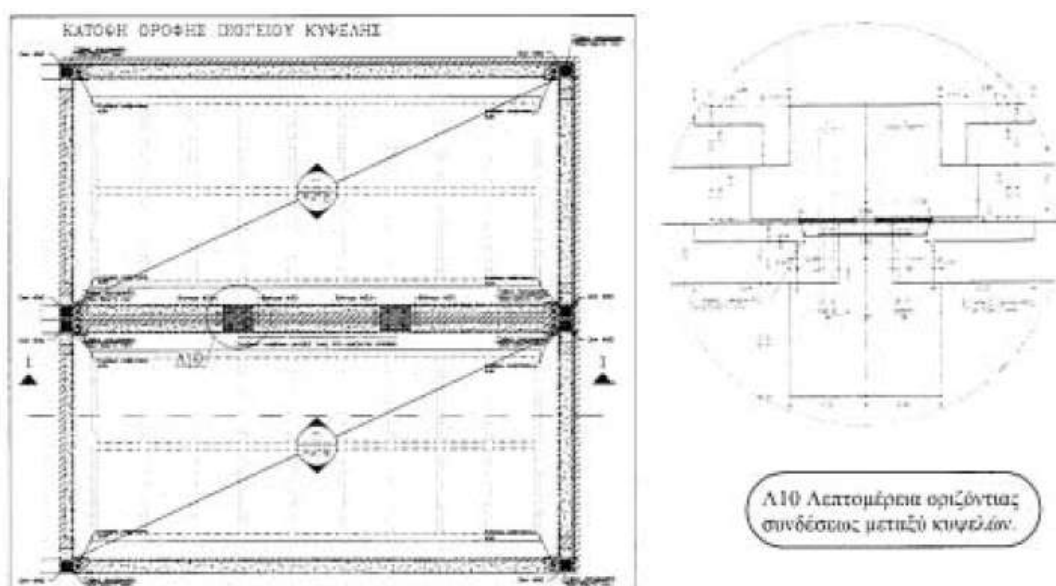
Σχήμα 26. Τοποθέτηση κυψέλης επιτόπου του έργου-Τοποθέτηση προκατασκευασμένων πλακών δαπέδου και οροφής και σύνδεση κυψελών

i) Οριζόντιες συνδέσεις κυψελών μεταξύ τους.

Σε όλες τις περιπτώσεις, στις οροφές των κυψελών προβλέπεται σύνδεση μεταξύ αλληλοδιαδόχων κυψελών στο ίδιο επίπεδο, για την εξασφάλιση ενιαίας συμπεριφοράς του συγκροτήματος, μέσω "λειτουργίας δίσκου" των ορόφων (εξασφάλιση διαφραγματικής λειτουργίας).

Η σύνδεση πραγματοποιείται σε δύο θέσεις κάθε φορά στην περιοχή της διαμήκουσ επαφής δύο ανεξάρτητων κυψελών, που βρίσκονται η μία δίπλα στην άλλη.

Μετά την τοποθέτηση των κυψελών, η μία δίπλα στην άλλη, τοποθετούνται μεταλλικές πλάκες επί βλήτρων (σε κατάλληλες οπές των πλακών) και μέσω κοχλιώσεων (τέσσερις σε κάθε πλάκα - δύο σε κάθε τοίχωμα) εξασφαλίζεται η μεταφορά των οριζόντιων δυνάμεων.

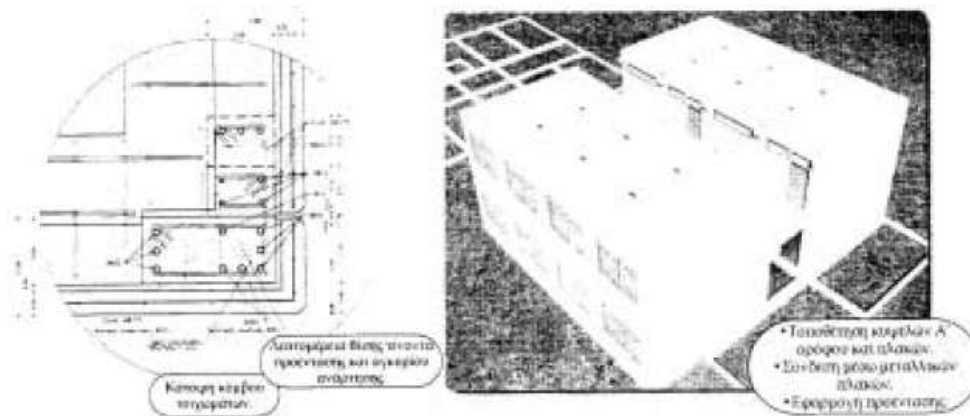


Σχήμα 27. Σύνδεση κυψελών στις άνω ολόσωμες περιμετρικές ζώνες (δοκούς) των κυψελών.

ii) Κατακόρυφη σύνδεση των κυψελών με τα θεμέλια και μεταξύ τους.

Η σύνδεση των κυψελών καθ. ύψος (με τα θεμέλια και μεταξύ τους) πραγματοποιείται μέσω κατακόρυφου προεντάσεως στα τέσσερα γωνιακά υποστυλώματα κάθε κυψέλης.

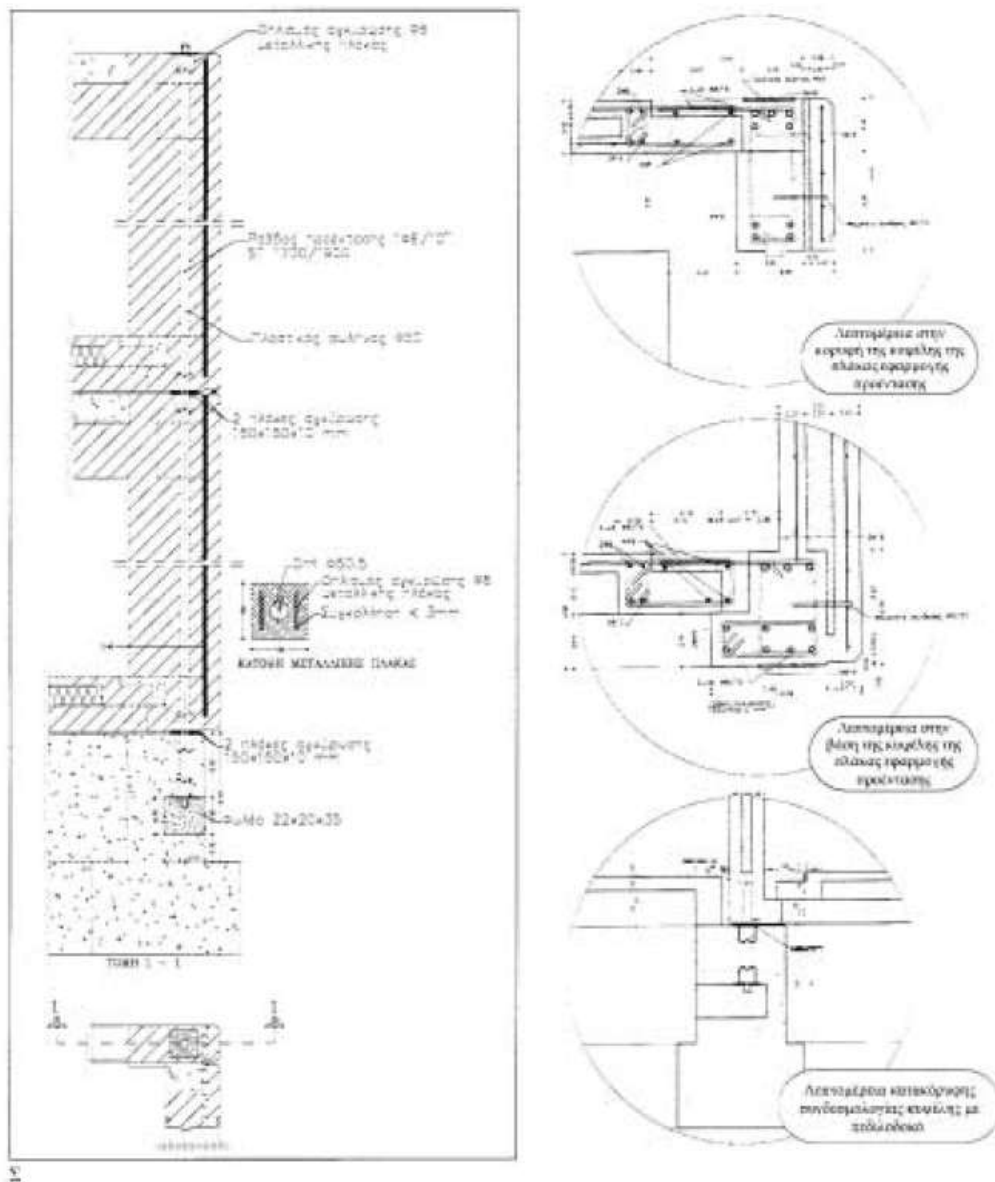
Για το σκοπό αυτό, στις τέσσερις γωνίες των κυψελών, άνω και κάτω, προβλέπονται (από την παραγωγή των κυψελών) ενσωματωμένες μεταλλικές πλάκες.



Σχήμα 28. Κατακόρυφη σύνδεση των κυψελών μεταξύ τους

Μεταλλικές πλάκες προβλέπονται επίσης και στις αντίστοιχες θέσεις στη θεμελιοδοκό στο άνω πέλαμα αυτής, καθώς και 35,0 cm κάτω απ. αυτή, σε ειδική φωλεά, για τη συγκράτηση του κώνου αγκύρωσης προέντασης (τυφλή αγκύρωση).

Κατά τη διαδοχική τοποθέτηση των κυψελών, η μία πάνω στην άλλη, για τη δημιουργία του δώροφου κτίσματος, αφήνεται εκ των άνω, από την οπή της πάνω πλάκας, ένας τένοντας προέντασης, διατομής διαμέτρου 1,524 cm (0,6 in), ποιότητας 1700/1900 Μρα, ο οποίος διέρχεται από την κατακόρυφη οπή των ακραίων υποστυλωμάτων (της πάνω και κάτω κυψέλης), μέχρις ότου το κάτω άκρο του φανεί στη φωλεά του θεμελίου.



Σχήμα 29. Συνδεσμολογία κυψελών καθ. ύψος μέσω κατακόρυφης προέντασης.

Έκτοτε, τοποθετείται ο κώνος συγκρατήσεως του τένοντα προέντασης κάτω στη φωλιά επί του θεμελίου και ακολούθως εφαρμόζεται η προένταση εκ των άνω, με κατάλληλο γρύλο εφαρμογής δύναμης προέντασης.

Η ως άνω συνοπτική περιγραφείσα μεθοδολογία εφαρμογής προέντασης είναι απλή και διαθέτει το μεγάλο πλεονέκτημα, ότι σε περίπτωση που παραστεί ανάγκη αποσυναρμολόγησης των κυψελών και μεταφοράς των σε άλλες θέσεις, αυτό μπορεί να γίνει άμεσα και το έργο (μέσα σε μερικές ημέρες), στη νέα του θέση να είναι έτοιμο προς χρήση με μικρού κόστους επεμβάσεις.

Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος

Στο προτεινόμενο σύστημα έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση:

α) Στην ευελιξία συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης, μεταφορά και επανασυναρμολόγηση σε άλλη θέση. Η δυνατότητα μεταφοράς του σχολείου σε άλλη θέση λύνει οριστικά το πρόβλημα της παρακολούθησης της κινητικότητας του μαθητικού δυναμικού, που δεν είναι σπάνιο φαινόμενο σε βάθος χρόνου.

β) Στην πλήρη θερμομόνωση και ηχομόνωση των κυψελών χωρίς θερμογέφυρες, αφού μονώνονται όλα τα στοιχεία σε όλη τους την έκταση. Με αυτό τον τρόπο λύνεται και το πρόβλημα υγραποίησης των υδρατμών που συγκεντρώνονται σε μία αίθουσα λόγω του πλήθους των μαθητών.

γ) Κάθε τυπική κυψέλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε στο ισόγειο είτε στον όροφο. Έτσι υπάρχει μεγαλύτερη τυποποίηση και δίνεται η δυνατότητα κατά την επανασυναρμολόγηση να διαφοροποιηθεί το κτίριο εάν οι συνθήκες το επιβάλουν.

δ) Όλοι οι σύνδεσμοι των κυψελών (είτε οριζόντιοι, είτε κατακόρυφοι) είναι τυποποιημένοι με συγκεκριμένες προδιαγραφές και αντοχές και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν με ευκολία σε περίπτωση επανασυναρμολόγησης.

ε) Πλήρης αντισεισμικότητα λόγω του μεγάλου βαθμού μονολιθικότητας των συνδέσεων (άμεση λειτουργία την επόμενη του σεισμού).

στ) Μείωση του χρόνου κατασκευής. Ένα δωδεκαθέσιο σχολείο με το σύστημα της παλιάς προκατασκευής απαιτεί χρόνο περαιώσης 280 ημέρες, με το νέο σύστημα απαιτούνται 150 ημέρες.

Αυτό επιτυγχάνεται διότι στις κυψέλες ενσωματώνονται στο εργοστάσιο οι Η/Μ εγκαταστάσεις, οι μεταλλικές κάσες, τα αλουμίνια καθώς επίσης ολοκληρώνεται και η προετοιμασία χρωματισμών.

η) Πλήρης κατάργηση ικριωμάτων. Μέσω της προκατασκευής καταργούνται τα ικριώματα και προστίθεται μεν το κόστος συναρμολόγησης το οποίο κατά κανόνα (στην προκατασκευή) είναι πολύ μικρό. Ειδικά στο συγκεκριμένο σύστημα η δυνατότητα ημερήσιας τοποθέτησης ανέρχεται σε 300 τετραγωνικά μέτρα.

θ) Μείωση του ανηγμένου κόστους του έργου, διότι πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και το οικονομικό όφελος που απορρέει από τον μικρό χρόνο παράδοσης του έργου, την σταθερή ποιότητα, καθώς και την συμπεριφορά των κτιρίων αυτών στο σεισμό.

ζ) Σταθερή και ηλεγμένη εργοστασιακή ποιότητα, αφού κάθε κυψέλη θα συνοδεύεται από τα δικά της στοιχεία ελέγχου ποιότητας.



Σχήμα 30. Δωδεκαθέσιο σχολείο με το νέο σύστημα προκατασκευής του ΟΣΚ ΑΕ.

4.1.3.2 Μέθοδος κατασκευής (τεχνική περιγραφή)

Περίληψη της Τεχνικής Περιγραφής της μεθόδου όπως μας δώθηκε από τον κ. Αθαν. Ν. Απέργη, Πολ.Μηχανικό, Διευθυντή παραγωγής της εταιρείας ΠΡΟΕΤ Α.Ε, είναι η ακόλουθη :

Κάθε τυπική κυψέλη συντίθεται από τέσσερα κατακόρυφα τοιχώματα και δύο πλάκες, δαπέδου και οροφής. Τα τοιχώματα είναι είτε τυφλά, ή διαθέτουν ανοίγματα σε μεγαλύτερο ή μικρότερο τμήμα τους, ανάλογα με την συγκεκριμένη κυψέλη και την θέση της στο έργο. Στην πάνω απόληξη των οριζόντιων δοκών των τοιχωμάτων προεξέχουν αναμονές για την σύνδεσή τους με τις πλάκες. Κατά μήκος του ύψους κάθε κατακόρυφου υποστυλώματος, διατίθενται κατάλληλες αναμονές τύπου αναβολέως ομοιόμορφα καθ' ύψος κατανεμημένες για την σύνδεσή τους με τα εγκάρσια τοιχώματα (κατακόρυφοι αρμοί). Στις οριζόντιες κάτω δοκούς των τοιχωμάτων προβλέπονται αναμονές για την σύνδεση των περιμετρικών τοιχωμάτων κάθε κυψέλης με την πλάκα των δαπέδου.

Οι πλάκες δαπέδων, είναι διαμορφωμένες ως πλάκες με νευρώσεις. Οι πλάκες οροφής, είναι προκατασκευασμένες πλάκες με νευρώσεις τύπου sandwich και συνδέονται με τις άνω δοκούς (των τοιχωμάτων) εδραζόμενες επ' αυτών και συνδεόμενες μέσω κατάλληλων φωλεών, αναμονών οπλισμών και σκυροδέματος.

Μετά την παραγωγή των στοιχείων που συνθέτουν την εκάστοτε κυψέλη, σε ειδικά διαμορφωμένη θέση στο εργοστάσιου (πλατό) τοποθετούνται κατακορύφως και στερεώνονται προσωρινά τα περιμετρικά τοιχώματα. Η σύνδεση των τοιχωμάτων μεταξύ τους και με την πλάκα δαπέδου επιτυγχάνεται μέσω ειδικών αναμόνων που έχουν προβλεφθεί από την παραγωγή των τοιχωμάτων (οριζόντιες αναμονές κατά μήκος της κάτω ακμής των τοιχωμάτων για την σύνδεσή τους με την πλάκα δαπέδου και οριζόντιοι «αναβολείς» διανεμημένοι κατά μήκος του κατακόρυφου αρμού των τοιχωμάτων). Στην συνέχεια οπλίζονται και σκυροδετούνται επί τόπου : η πλάκα του δαπέδου και οι κατακόρυφοι αρμοί (όπου υπάρχουν) υπό ορθή γωνία μεταξύ των τοιχωμάτων.

Τέλος, τοποθετούνται οι προκατασκευασμένες πλάκες της οροφής. Οι προκατασκευασμένες πλάκες διαθέτουν (από την παραγωγή τους) αναμονές στη θέση του οριζόντιου αρμού.



Εικόνα 9. Τοποθέτηση προκατασκευασμένης πλάκας οροφής

Επίσης, στην πάνω ακμή του τοιχώματος σε όλο το μήκος του καθώς και στο πάνω πέλμα του ζυγώματος των εσωτερικών πλαισίων, προβλέπονται αναμονές. Έτσι μετά την σκυροδέτηση των οριζόντιων αρμών να εξασφαλίζεται η μονολιθική σύνδεση πλάκας τοιχώματος. Η ανάρτηση των κυψελών για την μεταφορά τους πραγματοποιείται από κατάλληλες αναμονές (θηλιές) οπλισμών σε τέσσερις θέσεις περί τις γωνίες της κάθε κυψέλης.

Για την θεμελίωση των κυψελών κατασκευάζονται στον τόπο του έργου, με την συμβατική μέθοδο πεδילוδοκοί από οπλισμένο σκυρόδεμα που αντιστοιχούν στην περίμετρο των κυψελών. Οι προκατασκευασμένες κυψέλες μεταφέρονται και τοποθετούνται μέσω κατάλληλων γερανών επί των θεμελιολωρίδων.

4.1.3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Κατ' αντιστοιχίαν με τα άλλα δύο συστήματα, θα παρουσιάσουμε πού πλεονεκτεί και πού μειονεκτεί το σύστημα των τρισδιάστατων κυψελών σύμφωνα με την ανάλυση του ως άνω αναφερθέντος κ. Αθαν. Ν. Απέργη.

Το κυριώτερο χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η πλήρης σχεδόν προκατασκευή του έργου. Το μεγαλύτερο μέρος των οικοδομικών εργασιών των κυψελών μπορούν να εκτελεσθούν στο εργοστάσιο με συνέπεια.

Πλεονεκτήματα

- α- Συγκέντρωση των συνεργείων στο εργοστάσιο με συνέπεια την οικονομία και τον έλεγχο της ποιότητας των εργασιών.
- β- Μείωση του κόστους και του χρόνου συναρμολόγησης της προκατασκευής και γενικά επί τόπου του έργου (εργοτάξιο).
- γ- Περιορισμός των προβλημάτων των αρμών μόνο στους μεταξύ των κυψελών.
- δ- Αυξημένη αντισεισμικότητα της κατασκευής λόγω της φύσης της κατασκευής. Πρόκειται για τρισδιάστατα κιβώτια με πλήρη στατική επάρκεια, δεδομένων άλλωστε και των καταπονήσεων κατά την ανάρτησή τους και στην διάρκεια της μεταφοράς τους.
- ε- Ευχέρεια ολοκλήρωσης όλων των εσωτερικών μηχανολογικών εγκαταστάσεων στον χώρο του εργοστασίου.
- στ- Απολύτως ελεγχόμενο κόστος δεδομένης της βιομηχανοποίησης της κατασκευής και της μειωμένης εξάρτησης από την θέση του έργου.

Μειονεκτήματα

- α- Μεγάλο βάρος των κυψελών
- β- Αυξημένο κόστος του σκελετού
- γ- Δυσχέρειες και περιορισμοί κατά την μεταφορά
- δ- Περιορισμοί στις διαστάσεις των κυψελών, στο πλάτος και στο ύψος
- ε- Περιορισμός στην σχεδίαση λόγω τυποποίησης των κυψελών
- στ- Κτίρια μέχρι ύψους δύο ορόφων το πολύ μπορούν να κατασκευασθούν

4.2 Επιλογή συστήματος

Το κτίριο που μελετάται έχει τις εξής χαρακτηριστικές απαιτήσεις λειτουργικότητας. Δύο φατνώματα κατά πλάτος ελευθέρου ανοίγματος 25 m το καθένα. Απόσταση μεταξύ υποστυλωμάτων όσο το δυνατόν μεγαλύτερη προκειμένου να διευκολύνεται η τοποθέτηση των μηχανημάτων και η διακίνηση των φορτίων εντός του κτιρίου (αυτό αφορά τα υποστυλώματα κεντρικού άξονα). Ακόμα δυνατότητα μεγάλων θυρών (άνω των 5 m πλάτος) για την είσοδο του φορτίου από τις πλευρές του κτιρίου. Το ελεύθερο ύψος κάτω από τον φορέα της στέγης (ζευκτά) πρέπει να είναι 8 m – καθαρό για την δυνατότητα τοποθέτησης γερανογεφυρών. Εκ των τριών συστημάτων το σύστημα με τα τριδιάστατα στοιχεία αποκλείεται καθώς αφορά κτίρια μικρών χώρων και ύψους (έως 3 m). Το σύστημα με δισδιάστατα επιφανειακά στοιχεία (τοιχεία , πλάκες) μπορεί να εφαρμοσθεί σε κτίρια αυτού του είδους αλλά με αρκετούς περιορισμούς όπως:

- α) Το ελεύθερο άνοιγμα των 25 m δύσκολα μπορεί να καλυφθεί από πλάκα προεντεταμένη είτε τύπου hollow core είτε μορφής πλακοδοκού τύπου double tee . Ανοίγματα της τάξης των 20 m εύκολα μπορούν να καλυφθούν από πλάκες με προένταση ειδικά τύπου double tee. Βέβαια σ' αυτή την περίπτωση η οροφή του κτιρίου θα είναι επίπεδη.
- β) Το μεγαλύτερο πρόβλημα υπάρχει στην χρησιμοποίηση τοιχωμάτων σαν κατακόρυφα φέροντα στοιχεία και ειδικά για ελεύθερο ύψος 8 m ενώ η δημιουργία μεγάλων ανοιγμάτων θα είναι δυσχερέστερη .

Ειδικά δε για τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία του κεντρικού άξονα του κτιρίου όπου πρέπει να εδραστούν πλάκες εκατέρωθεν (το κτίριο έχει δύο φατνώματα κατά πλάτος) τα προβλήματα είναι ακόμα εντονότερα. Όπου κατασκευάζονται φέροντα τοιχώματα μεγάλου ύψους και φορτίων έχουν κατακόρυφες νευρώσεις (είναι μορφής double tee). Από τους περιορισμούς μεταφοράς, ειδικά ως προς το πλάτος των στοιχείων, είναι προφανές ότι η χρησιμοποίηση φερόντων τοιχωμάτων δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις σχεδιασμού του συγκεκριμένου κτιρίου.

Αντιθέτως, στο σύστημα με γραμμικά φέροντα στοιχεία (στυλοί και δοκοί) προσφέρει με εύλογο τρόπο λύση σε όλα τα παραπάνω. Τα υποστυλώματα τοποθετούνται σε απόσταση μεταξύ τους οπότε και ανοίγματα διευκολύνονται και ο κεντρικός άξονας του κτιρίου παραμένει ελεύθερος και είναι ευκολότερη η έδραση δοκών προς όλες τις πλευρές. Επίσης, η χρησιμοποίηση προεντεταμένων δοκών τριγωνικής μορφής (ζευκτά) μπορεί εύκολα να καλύψει μεγαλύτερα ανοίγματα χωρίς ιδιαίτερη απώλεια ελεύθερου ύψους, ενώ δίνει το τρίγωνο σχήμα των φορέων όπου αντιστοιχεί το μέγιστο ύψος της δοκού στην μέγιστη ροπή στο μέσον του ανοίγματος. Ταυτόχρονα δημιουργείται δίρρηκτη στέγη η οποία διευκολύνει και την απορροή των ομβρίων. Στο συγκεκριμένο κτίριο δημιουργούνται δύο δίρρηκτες στέγες κατά πλάτος. Σαν συμπέρασμα η λύση με τα γραμμικά στοιχεία είναι σχεδόν μονόδρομος.

Θα μπορούσε ίσως να μελετηθεί ένα μικτό σύστημα συνδυασμού γραμμικών και επιφανειακών στοιχείων. Δηλαδή περιμετρικά τοιχώματα, υποστυλώματα και δοκοί στον κεντρικό άξονα και προεντεταμένες πλάκες. Σ' αυτή την περίπτωση θα έπρεπε τα υποστυλώματα του κεντρικού άξονα να είναι υψηλότερα ούτως ώστε να δημιουργηθεί μία δίρρηκτη στέγη με απορροή προς τα άκρα του κτιρίου. Η λύση αυτή είναι σχεδόν θεωρητική διότι τα μεγέθη είναι οριακά και το κόστος ιδιαίτερα αυξημένο.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Γρ. Μανωλάτος - Π. Γιαννόπουλος - Σ. Τσουκαντάς, «Νέο σύστημα προκατασκευής του Ο.Σ.Κ. με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυροδέμα» . 16^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος. Οκτώβριος 2006
2. Σ. Τσουκαντάς – Τοπιντζής « Σύστημα δόμησης με βάση προκατασκευασμένα διπλά τοιχώματα ». 15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος. Οκτώβριος 2006
3. Σ. Τσουκαντάς « Μελέτη και κατασκευή συγκροτήματος προκατασκευασμένων κτιρίων των εταιρειών “ΡΜS Πισμίσσης ΑΕΒΕ – Smart Development Α.Ε.” στην περιοχή “Κύριλλος” του Δήμου Ασπροπύργου Αττικής ».15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος.Οκτώβριος 2006

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Σκοπός

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ένα μοντέλο εμπειρικής κοστολόγησης βιομηχανικών προκατασκευασμένων κτιρίων, το οποίο συνίσταται σε μια αλληλουχία φύλλων εργασίας (excel), πλήρως στοιχειοθετημένων αναφορικά με τις παραμέτρους που τα συνθέτουν.

5.1 Γενικά

Ο υπολογισμός του συνολικού κόστους παραγωγής, μεταφοράς και συναρμολόγησης της προκατασκευής γίνεται με βάση :

α- τον υπολογισμό του κόστους παραγωγής ανά στοιχείο. Στο κόστος αυτό ενσωματώνεται και το κόστος μεταφοράς του στοιχείου από το εργοστάσιο στο εργοτάξιο

β- τον υπολογισμό του κόστους συναρμολόγησης της προκατασκευής. Το κόστος συναρμολόγησης υπολογίζεται συνολικά για όλο το έργο, με βάση τα απαιτούμενα ημερομίσθια εργατοτεχνιτών και μηχανημάτων

Για τον καθορισμό του συνολικού κόστους ανέγερσης του προκατασκευασμένου σκελετού του κτιρίου υπολογίζονται αναλυτικά βάση επιμετρήσεων και όλες οι συμβατικές εργασίες που εκτελούνται στο εργοτάξιο , δηλαδή :

- 1) Οι χωματουργικές εργασίες εκσκαφών και επιχώσεων εντός του κτιρίου
- 2) Το σκυρόδεμα καθαριότητας πριν από την κατασκευή της θεμελίωσης του κτιρίου
- 3) Το χυτό σκυρόδεμα των πελμάτων των θεμελίων και των συνδετήριων δοκών

- 4) Τα χυτά περιμετρικά τοιχεία εγκιβωτισμού των επιχώσεων εντός του κτιρίου και έδρασης των προκατασκευασμένων τοιχωμάτων της πλαγιοκάλυψης του κτιρίου
- 5) Οι δαπάνες σε υλικά και εργασία στο εργοτάξιο για την κατασκευή των συνδέσεων (κόμβοι) μεταξύ των προκατασκευασμένων στοιχείων
- 6) Το χυτό σκυρόδεμα σύνδεσης των πλακών της οροφής μεταξύ της και με τους φορείς της στέγης (ζευκτά)
- 7) Το κόστος εργασίας και υλικών για την σφράγιση των αρμών μεταξύ των προκατασκευασμένων στοιχείων
- 8) Η κατασκευή της πλάκας δαπέδου του κτιρίου επί εδάφους
- 9) Το κόστος εκπόνησης των μελετών του κτιρίου και η δαπάνη της επίβλεψης του έργου

Επισημαίνεται ότι τα στοιχεία κόστους προέκυψαν μετά από συζητήσεις με μηχανικούς ειδικευμένους στον τομέα της προκατασκευής.

5.2 Ανάλυση των επιμέρους φύλλων εργασίας Excel και της λογικής σύνδεσής τους

Το μοντέλο κοστολόγησης είναι μία αλληλουχία φύλλων εργασίας (excel):

- Φύλλο 1 : υπολογίζεται το κόστος παραγωγής σκυροδέματος ποιότητας C20/25, C25/30 και C30/37 – δεν χρησιμοποιούνται αναλυτικοί πίνακες τιμολόγησης. Οι τιμές των πρώτων υλών καθώς και των εργατικών προέρχονται από την βιομηχανία ως εξής :
- νερό : η τιμή ανά ltr προέρχεται από τα τιμολόγια της ΕΥΔΑΠ
- ηλεκτρικό ρεύμα : η τιμή προέρχεται από τα τιμολόγια της ΔΕΗ για βιομηχανική χρήση
- συντήρηση, απόσβεση συγκροτήματος παραγωγής, μεταφορά σκυροδέματος, γενικά έξοδα και απρόβλεπτα : η τιμή ανά Ε/Μ προκύπτει ως ποσοστιαία συνάρτηση του όγκου beton σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην παράγραφο 5.2
- τσιμέντο, άμμος, χαλίκι, γαρμπίλι, ρυζογάρμπιλο, ρευστοποιητής , ίνες πολυπροπυλενίου : προέρχονται από την βιομηχανία σύμφωνα με τους πίνακες Ψ του παραρτήματος

A/A	ΥΛΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΤΙΜΗ ΑΝΑ Ε/Μ €	ΔΑΠΑΝΗ €	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	ΤΣΙΜΕΝΤΟ Ι-42.5		Kgr	0.1047		
2	ΑΜΜΟΣ (0-4)		Kgr	0.0078		
3	ΧΑΛΙΚΙ (15-30)		Kgr	0.0074		
4	ΓΑΡΜΠΙΛΙ (8-15)		Kgr	0.0073		
5	ΡΥΖΟΓΑΡΜΠΙΛΟ (4-8)		Kgr	0.0066		
6	ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ		Ltr	0.6400		
7	ΝΕΡΟ		Ltr	0.0005		
8	ΙΝΕΣ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ		Kgr	1.2000		
9	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ		Kwh	0.4000		
10	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ		κατ αποκ	0.8000		
11	ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ		κατ αποκ	0.3000		
12	ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ		ημ/θια	80.0000		Με ασφάλιση
13	ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ		κατ αποκ	2.0000		Εντός του εργοστασίου
14	ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ & ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ		κατ αποκ	1.0000		
15	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ανά m3 σκυροδέματος					

- Φύλλο 2 : γίνεται υπολογισμός του επιμέρους (διαμήκης και συνελκόμενος οπλισμός, αναμονές, συνδετήρες, άγκιστρα ανάρτησης) και του συνολικού μήκους (m) και βάρους (kgr) του οπλισμού για κάθε στοιχείο του κτιρίου.

A/A	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)													
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)													

- Φύλλο 3 : γίνεται προϋπολογισμός του συνολικού κόστους παραγωγής και μεταφοράς ανά τεμάχιο, για κάθε στοιχείο. Οι τιμές των επιμέρους στοιχείων προκύπτουν ως εξής :

- η τιμή ανά Ε/Μ του σκυροδέματος προέρχεται από το 1^ο φύλλο εργασίας (ανάλογα με την ποιότητα σκυροδέματος του εκάστοτε στοιχείου).

- η ποσότητα (m³) του σκυροδέματος προέρχεται από επιμετρήσεις

- η ποσότητα (kgr) του συνολικού σιδηροπλισμού προέρχεται από το 2^ο φύλλο εργασίας του εκάστοτε στοιχείου.

- απόσβεση καλουπιών, γενικά έξοδα και απρόβλεπτα : η τιμή προκύπτει ως ποσοστιαία συνάρτηση του όγκου beton σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην παράγραφο 5.2

A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΤΙΜΗ ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C25/30		m3			
2	Σιδηροπλισμοι		Kgr	0.70		Διαμορφωμενοι
3	Εργασια		ημ/θια	90.00		Με Ασφαλιση
4	Λάδι μεταλλοτύπων		Ltr	0.50		
5	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα		Τεμ	1.50		
6	Αποσβεση Καλουπιων		κατ αποκ	1.50		
7	Μεταφορα		ton.km	0.30		
8	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα		κατ αποκ	4.00		
	Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς					

- Φύλλο 4 : γίνεται προϋπολογισμός κόστους του συνόλου των εργασιών που απαιτούνται για την κατασκευή του κτιρίου.

Οι εργασίες χωρίζονται :

- στην παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων στο εργοστάσιο

- στην μεταφορά τους στο σημείο κατασκευής του κτιρίου

- στην επί τόπου συναρμολόγηση του προκατασκευασμένου σκελετού του κτιρίου

- στις επί τόπου συμβατικές εργασίες.

- οι τιμές ανά στοιχείο (€) των προκατασκευασμένων στοιχείων προέρχονται από το 3^ο φύλλο εργασίας του εκάστοτε στοιχείου.

- οι τιμές για τις συμβατικές εργασίες και για τα εργατικά προέρχονται από την βιομηχανία.

- οι ποσότητες των προκατασκευασμένων στοιχείων και των εργατικών καθορίζονται από τα δεδομένα που ισχύουν για το εκάστοτε κτίριο. Το ίδιο και οι ποσότητες που αναφέρονται στις συμβατικές εργασίες, όπως προκύπτουν από επιμετρήσεις.

- απρόβλεπτα : η τιμή προκύπτει ως ποσοστιαία συνάρτηση του όγκου beton σύμφωνα με την παράγραφο 5.2

ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ					
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΤΙΜΗ	ΔΑΠΑΝΗ
				ANA	
				ΣΤΟΙΧΕΙΟ	
				€	€
	Βιομηχανικο Κτιριο 4125m2:				
	Οροφη Μπετον				
1	Εκσκαφές Θεμελίων		M3	4.00	
2	Θεμελιωση Μπετον καθαριοτητος		M3	100.00	
3	Κωνοι		Τεμ		
4	Θεμελιωση Πεδιλα Στυλων		M3	280.00	
5	Θεμελιωση Συνδετηριοι Δοκοι		M3	280.00	
6	Επιχώσεις Θεμελίων		M3	2.00	
7	Υποστυλωματα 60/80 (μηκους 9,5m)		Τεμ		
8	Υποστυλωματα 60/80 (μηκους 9,5m)		Τεμ		
9	Υποστυλωματα 60/60 (μηκους 9,5m)		Τεμ		
10	Ζευκτα ανοιγματος 24,5m		Τεμ		
11	Υδροροες		Τεμ		
12	Πλακες ΤΤ Οροφης (με μονωση)		M2		
13	Χυτο σκυροδεμα συνδεσης πλακων		m.μ	5.00	
14	Τοιχεια Προκατασκευασμενα (7.0 x 3.0 m)		M2		
15	Τοιχεια Προκατασκευασμενα (7.0 x 2.0 m)		M2		
16	Τοιχεια Παρασταδες θυρων		M2		
17	Εργασία συναρμολόγησης προκατασκευής		Ημ/θια	90.00	
18	Μισθώματα μηχανημάτων (γερανός 70 ton)		Ημ/θια	800.00	
19	Πλήρωση αρμών διαστολής		m.μ	3.00	
20	Επιχώσεις εντός του κτιρίου με 3 ^A		M2	12.00	
21	Εδαφοπλακα Δαπεδο Βιομηχανικο		M2	150.00	
22	Μελέτη και επίβλεψη κατασκευής		M2	15.00	
23	Απρόβλεπτα		Κατ αποκ	44020.00	
	Δαπανη κατασκευής Σκελετού Κτιριου				
	ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ANA m² ΚΤΙΡΙΟΥ				

Κατά την σύνταξη των επί μέρους φύλλων εργασίας δίνονται περισσότερα αναλυτικά στοιχεία και περιγραφές των παραμέτρων κόστους, συγκεκριμένα για τα κάθε είδος εργασίας.

5.3 Στοιχειοθέτηση φύλλων εργασίας Excel

Θεωρούμε τις τιμές ορισμένων στοιχείων της κοστολόγησης ποσοστόση της ποσότητας του beton (m^3). Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι ότι το βασικό προϊόν των εργοστασίων προκατασκευής είναι το beton (η παραγωγή των εργοστασίων μετριέται σε m^3), επομένως τα πάντα σε ένα εργοστάσιο λογίζονται σε σχέση με το beton. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται αυτό είναι – ανά περίπτωση – ο εξής :

Συντήρηση :

Η συντήρηση περιλαμβάνει λίπανση και καθαρισμό των καλουπιών, αποκατάσταση τυχόν βλαβών και την μόνιμη προβλεπόμενη συντήρηση.
- (κόστος μηνιαίας συντήρησης / κυβικά μηνιαίας παραγωγής) * 100 * (ποσότητα beton) = **(κόστος συντήρησης συγκ/ματος παραγωγής)**

Απόσβεση :

Η απόσβεση των μηχανημάτων στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία της βιομηχανίας γίνεται σε 10 (έως 15) χρόνια, στην Γερμανία π.χ. γίνεται στα 5 χρόνια.

- (κυβικά δεκαετούς παραγωγής / αξία αγοράς + εγκατάστασης) * 100 * (ποσότητα beton) = **(κόστος απόσβεσης συγκ/ματος παραγωγής)**

Μεταφορά

Το **συνολικό ωφέλιμο φορτίο** που μπορεί να φέρει μια νταλικά βάση αδειοδότησης είναι **10 m^3 ~ 25 ton** (όπως αναφέρεται και στην σελίδα 81 του PCI Architectural Design). Η **απόσταση μεταφοράς** επελέγη να είναι **50 km** απόσταση που θεωρείται η βέλτιστη στην Αμερική. Στην Ελλάδα γίνονται μεταφορές έως και 200 – 300 km, αν και η γεωγραφική κατανομή των εργοστασίων προκατασκευής παραπέμπει σε μέση απόσταση μεταφοράς 100 km (πρόβλημα παρουσιάζεται στην Πελοπόννησο και τα νησιά).

Με βάση το συνολικό ωφέλιμο φορτίο θα προσδιορίσουμε τον αριθμό των μεταφερόμενων ανά δρομολόγιο στοιχείων :

$(10 \text{ m}^3 / V_{\text{στοιχείου}}) \sim$ αναγωγή σε ακέραιο = **αριθμός στοιχείων ανά δρομολόγιο**

(αριθμός μεταφερόμενων στοιχείων/αριθμός στοιχείων ανά δρομολόγιο)~ αναγωγή σε ακέραιο = **αριθμός δρομολογίων**

Τιμή ανά E/M = $25 \text{ ton} * 50 \text{ km} = 1250 \text{ ton*km}$

Τιμή ανά km = $(350\sim 400 \text{ €} / 1250 \text{ ton*km}) = 0.30 \text{ €/ton*km}$

Εναλλακτικά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την τιμαρίθμηση του Υ.Δ.Ε.. Πρόβλημα σε αυτή την περίπτωση συνιστά το γεγονός ότι η τιμαρίθμηση του Υπουργείου ισχύει για μηχανήματα που χρησιμοποιούνται όλη την ημέρα (8ωρο) ενώ οι απαιτήσεις της προκατασκευής είναι μερικά δρομολόγια ανά ημέρα (όχι 8ωρο) καθώς κάθε φορά μεταφέρονται όσα στοιχεία θα τοποθετηθούν άμεσα.

Γενικά έξοδα και απρόβλεπτα

Σύμφωνα με την τιμαριθμική του Υ.Δ.Ε. λογίζονται ως το 18% του κόστους, περιλαμβάνοντας όμως και το όφελος του εργολάβου. Συνεπώς στα πλαίσια της διπλωματικής δεν μας εξυπηρετεί καθώς σκοπός μας είναι η κοστολόγηση της παραγωγής του κτιρίου. Έτσι σε κάθε φύλλο εργασίας, θα θεωρούμε το κόστος για γενικά έξοδα και απρόβλεπτα ως το 5% του κόστους παραγωγής που υπολογίζει το προκείμενο φύλλο εργασίας.

Συμπέρασμα:

Από τα ως άνωθεν αναφερθέντα προκύπτει το συμπέρασμα ότι το εμπειρικό μοντέλο κοστολόγησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έναν ταχύ πλήν όμως αναλυτικό υπολογισμό κόστους σε τυπικά βιομηχανικά προκατασκευασμένα κτίρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

6.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται συνοπτική περιγραφή και παρουσίαση της μεθοδολογίας κατασκευής ενός βιομηχανικού χώρου από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα. Παρουσιάζεται και περιγράφεται η δομή του Φ.Ο. του συνόλου του κτιρίου, με αναφορές σχόλια και σχέδια (γεωμετρίας-οπλισμών) για όλα τα μεμονωμένα γραμμικά προκατασκευασμένα στοιχεία που τον συνθέτουν και τα επιμέρους μή προκατασκευασμένα στοιχεία (φέροντα ή μή).

Πρέπει να σημειωθεί ότι το κτίριο το οποίο μελετάται είναι είναι ένα τυπικό βιομηχανικό κτίριο το οποίο επιλύθηκε στατικά στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας της Ειρήνης – Ευαγγελίας Κάβουρα, Πολ.Μηχανικού, με τίτλο «Μελέτη προκατασκευασμένου βιομηχανικού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα» (Ε.Μ.Π. Τομέας Δομοστατικής, Ιούλιος 2006). Στην παρούσα εργασία, με την έγκριση και την συμβολή της συντάκτριας της ως άνω αναφερθείσας διπλωματικής εργασίας, χρησιμοποιείται το εν λόγω κτίριο ως αντικείμενο κοστολόγησης και ανάλυσης χρονοδιαγράμματος της περάτωσης του έργου.

6.1.1 Γενική περιγραφή του κτιρίου

Πρόκειται για ένα κτίριο συνολικής επιφάνειας 4125 m². Οι εξωτερικές αξονικές διαστάσεις του είναι 50.00m x 82.50m, όπως φαίνεται στο σχήμα και το καθαρό του ύψος είναι 10.55 m. Θα αναλυθεί η λογική της επιλογής των διαστάσεων του συγκεκριμένου κτιρίου προκειμένου να κατασταθεί σαφές ότι παρότι η εργασία γίνεται για συγκεκριμένο βιομηχανικό κτίριο, αυτό συνιστά τυπική περίπτωση βιομηχανικού

κτιρίου, γεγονός σημαντικό καθώς η λογική της προκατασκευής βασίζεται στην έννοια της τυποποίησης.

Ύψος κτιρίου

Η κρίσιμη διάσταση ύψους που ουσιαστικά καθορίζει το απαιτούμενο συνολικό ύψος, είναι τα 8m εσωτερικά, καθότι βιομηχανικό. Με βάση και τους πολεοδομικούς κανονισμούς απαιτείται χώρος για την ελεύθερη κυκλοφορία των φορτηγών και την κίνηση των γερανογεφυρών. Πέραν αυτού, για άνοιγμα 25 m και με δεδομένη την κλίση των ζευκτών (10 %) προκύπτουν ακόμα 2.15 m και τέλος προστίθενται 40 cm υπερύψωσης για την απαραίτητη (για λόγους λειτουργικότητας και αισθητικής) κάλυψη των κώνων έως την στάθμη της κεφαλής τους.

Πλάτος κτιρίου

Ενδείκνυται το ότι είναι 25 m γιατί οι πλάκες double tee έχουν πλάτος 2.5 m, τόσο όσο είναι το πλάτος της νταλίκας μεταφοράς, αλλιώς απαιτείται ειδική μεταφορά η οποία, συγκριτικά έχει αυξημένο κόστος. Άλλωστε και το μήκος των ζευκτών κινείται από 25 – 30 m.

Μήκος κτιρίου

Είναι 82.5 m, αριθμός που αποτελεί πολλαπλάσιο του 7.5 (m) που είναι η απόσταση μεταξύ διαδοχικών υποστυλωμάτων. Η απόσταση αυτή θεωρείται η ιδανική αξονική απόσταση από την οικονομία του στατικού μοντέλου, σε συνδυασμό με τα χρησιμοποιούμενα καλούπια. Δηλαδή, είναι η απόσταση μεταξύ των υποστυλωμάτων για την οποία εμφανίζονται τα μικρότερα φορτία για τις δεδομένες διατομές υποστυλωμάτων (οι οποίες προκύπτουν από τα υπάρχοντα καλούπια).

6.1.2 Συνοπτική περιγραφή του προκατασκευασμένου σκελετού του κτιρίου

Το κτίριο κατασκευάζεται δια της μεθόδου της γραμμικής βαριάς προκατασκευής.

Ο σκελετός του συντίθεται από προκατασκευασμένους στύλους, οι οποίοι τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένες θήκες θεμελίωσης, που συνδέονται μονολιθικά με μεμονωμένα έγχυτα επί τόπου πέδιλα θεμελίωσης. Περιμετρικές δοκοί από έγχυτο σκυρόδεμα συνδέουν τα μεμονωμένα πέδιλα μεταξύ τους. Η κεφαλή των στύλων είναι κατάλληλα διαμορφωμένη για την υποδοχή των προεντεταμένων κύριων δοκών (ζευκτών). Συνάμα τα περιμετρικά υποστυλώματα φέρουν ειδική διαμόρφωση των πλαϊνών παρειών τους για την υποδοχή των προκατασκευασμένων τοιχωμάτων πλαγιοκαλύψεως.

Οι προκατασκευασμένες πλάκες που συνθέτουν την οροφή των κτιρίων εδράζονται επί των ζευκτών. Για την εξασφάλιση διαφραγματικής λειτουργίας, διαστρώνεται έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα για την διαμόρφωση των συνδέσεων, αφενός μεταξύ των πλακών αφετέρου μεταξύ πλακών και δοκών.

Οι δοκοί σύνδεσης των υποστυλωμάτων (κατά μήκος των 7.50 m) πέραν της στατικής τους λειτουργίας χρησιμεύουν και για την συλλογή και απορροή των όμβριων υδάτων, λόγω της ειδικής τους διατομής που είναι τύπου υδροροής.

Περιμετρικά το κτίριο καλύπτεται από προκατασκευασμένα μη φέροντα τοιχώματα τύπου “sandwich”, είτε με ανοίγματα (πόρτες και παράθυρα) είτε ολόσωμα σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αρχιτεκτονικής μελέτης.

6.1.3 Συνοπτική περιγραφή και παρουσίαση των επιμέρους προκατασκευασμένων στοιχείων που συνθέτουν τον φέροντα οργανισμό

Ειδικότερα τα στοιχεία που συνθέτουν τον προκατ./σμένο Φ.Ο. είναι:

Υποστυλώματα

Τα υποστυλώματα κατασκευάστηκαν από προκατασκευασμένο οπλισμένο σκυρόδεμα.

Είναι ορθογωνικής διατομής διαστάσεων 60x80cm, εκτός των μετωπικών μη φερόντων στύλων που έχουν διαστάσεις 60x60cm.

Χαρακτηριστικές είναι οι αναμονές στην κεφαλή των στύλων για την σύνδεση των δοκών επ' αυτών, καθώς και οι διατιθέμενες αναμονές στην βάση των στύλων για την περιμετρική τους σύνδεση και συνεργασία με κυτές επιτόπου συνδετήριες δοκούς

Προεντεταμένες κύριες δοκοί

Οι κύριες δοκοί (ζευκτά) είναι προεντεταμένες με χάλυβα προέντασης 1700/1900 και ποιότητα σκυροδέματος C30/37. Πρόκειται για δοκούς διατομής σχήματος I , μεταβλητής καθ' ύψος ως προς την γεωμετρία τους (τριγωνικές). Η εφαρμογή της προεντάσεως πραγματοποιείται σε κλίση προέντασης, μέσω ευθύγραμμων τενόντων με εξασφάλιση της δύναμης προέντασης μέσω δυνάμεων συνάφειας.

Πλάκες οροφής TT

Οι πλάκες της οροφής του ισογείου είναι τύπου "διπλού ταυ" , μήκους όσο η απόσταση μεταξύ των ζευκτών και πλάτος 2.50 m. Φέρουν στρώση διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 5cm –ένεκα θερμομόνωσης της οροφής- που προστατεύεται από στρώση τσιμεντοκονίας 2cm. Οι νευρώσεις της προκατ/σμένης πλάκας έχουν στατικό ύψος 35cm, ενώ το τμήμα της πλάκας μεταξύ τους έχει πάχος 5 cm. Οι πλάκες συνδέονται μεταξύ τους σε όλες τις θέσεις μέσω αναμονών, επί τόπου διάστρωση σκυροδέματος και πρόσθετων (διαμήκων & εγκάρσιων) οπλισμών.

Θήκες θεμελίωσης

Οι θήκες υποδοχής των υποστλωμάτων κατασκευάστηκαν από προκατασκευασμένο οπλισμένο σκυρόδεμα. Έχουν ύψος 1,10m, πάχος 20-25cm και εσωτερικό άνοιγμα στην βάση 70x90cm. Πρόκειται για στοιχεία που φέρουν διαμπερές άνοιγμα, στο εσωτερικό των οποίων τοποθετούνται οι προκατασκευασμένοι στύλοι. Το κενό μεταξύ της θήκης θεμελίωσης και του σώματος του στύλου πληρώθηκε με σκυρόδεμα κατάλληλης κοκκομετρικής σύνθεσης.

Από το κάτω πέλμα της προκατασκευασμένης θήκης προεξέχουν αναμονές για την πάκτωσή της στο επιτόπου διαστρωνόμενο ωπλισμένο σκυρόδεμα της βάσης.

Υδρορροές

Είναι διατομής U και χρησιμεύουν ως δοκοί κατά την διαμήκη έννοια των κτιρίων αλλά και ως υδρορροές ταυτόχρονα.

6.1.4 Περιγραφή των λοιπών στοιχείων που συνθέτουν τον φέροντα οργανισμό

Θεμέλια – Συνδετήριες δοκοί

Τα πέλματα των μεμονωμένων θεμελίων προβλέπονται από επιτόπου εγχυνόμενο σκυρόδεμα ποιότητας C20/25. Η έγχυση του σκυροδέματος των θεμελίων πραγματοποιείται μετά την ορθή χάραξη της θέσεως και την όπλιση των θηκών υποδοχής των υποστυλωμάτων. Τα θεμέλια συνδέονται μεταξύ τους κατά μήκος των εκάστοτε 7.50 m με συνδετήριες δοκούς κατάλληλης διατομής.

6.1.5 Περιγραφή των μή φερόντων στοιχείων του κτιρίου

Στοιχεία πλαγιοκάλυψης

Η πλαγιοκάλυψη πραγματοποιείται από προκατασκευασμένα τοιχώματα τύπου “sandwich”, τα οποία φέρουν τρεις στρώσεις (και περικλείονται από ολόσωμη στρώση εκ σκυροδέματος) ως ακολούθως : Δύο στρώσεις από σκυρόδεμα (την εσωτερική και την εξωτερική), πάχους 5 cm η κάθε μία και εσωτερική στρώση (μεταξύ των δύο προαναφερθησών) πάχους 6 cm εκ διογκωμένης πολυστερίνης. Στις κατακόρυφες απολήξεις τους τα τοιχεία πλαγιοκάλυψης στηρίζονται αρθρωτά – συρταρωτά σε ειδικές διαμήκεις εσοχές των υποστυλωμάτων.

Στις οριζόντιες απολήξεις τους τα τοιχώματα έχουν διατομή αρσενικού η επίπεδου (άνω πλευρά του τοιχώματος) και θηλυκού (κάτω πλευρά του τοιχώματος). Σκοπός είναι η εξασφάλιση της στεγανότητας των οριζοντίων αρμών καθώς και η εξασφάλιση της επιπεδότητας του τελικού τοιχώματος.

6.1.6 Τεχνική περιγραφή της μεθόδου παραγωγής των στοιχείων που συνθέτουν τον προκατασκευασμένο σκελετό του κτιρίου

Η τεχνική περιγραφή που ακολουθεί αποτυπώνει την μέθοδο παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων όπως αυτή εφαρμόζεται στο εργοστάσιο της " Έδραση – Ψαλλίδας Α.Τ.Ε. " και μας αναπτύχθηκε από τον Διευθυντή του εργοστασίου προκατασκευής της εταιρείας στα Τρίκαλα Μηχανολόγο Μηχανικό Κ.Νίκο Καραούλα :

Κώνοι

Για την παραγωγή κώνων χρησιμοποιείται ένα δίδυμο μεταλλικό καλούπι οπότε παράγονται δύο κώνοι ανά εργάσιμη ημέρα.

Η διαδικασία παραγωγής αρχίζει με το άνοιγμα του καλουπιού των ήδη παρηγμένων κώνων από την προηγούμενη ημέρα, εργασία η οποία διαρκεί 15 min. Στην συνέχεια απομακρύνονται οι κώνοι από το καλούπι και μεταφέρονται στον χώρο προσωρινής αποθήκευσης. Η εργασία αυτή διαρκεί περί τα 10 min για κάθε κώνο. Ο συνολικός χρόνος ξεκαλουπώματος και αποθήκευσης των 2 κώνων διαρκεί 3-5 min περίπου και απασχολεί έναν χειριστή γερανογέφυρας και δύο εργάτες.

Εν συνεχεία, για 20 min γίνεται ο καθαρισμός του καλουπιού από τους δύο εργάτες και ακολουθεί το λάδωμα του καλουπιού που διαρκεί περί τα 10 min. Ο συνολικός χρόνος παραγωγής των δύο κώνων υπολογίζεται σε 150 min περίπου.

Ο λόγος για τον οποίο οι κώνοι παράγονται ανά δύο είναι διότι :

α) Οι κώνοι είναι τα πρώτα στοιχεία που πρέπει να μεταφερθούν και να τοποθετηθούν στο έργο. Στην συνέχεια και πρό της τοποθέτησης των στύλων εκτελούνται οι συμβατικές εργασίες θεμελίωσης στο εργοτάξιο. Δηλαδή τα χυτά πέλματα και οι συνδετήριες δοκοί. Οπότε υπάρχει επιπλέον χρόνος για την παραγωγή των στύλων και την έναρξη τοποθέτησής τους.

β) Επειδή πρόκειται για ακριβώς όμοια στοιχεία, ένα δίδυμο καλούπι έχει διπλάσια απόδοση παραγωγής με μικρή αύξηση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας (άνοιγμα και κλείσιμο του καλουπιού).

Υποστυλώματα

Στο προκείμενο κτίριο συναντώνται τρεις τύποι υποστυλωμάτων :

α- Υποστυλώματα κεντρικού άξονα για τα οποία χρησιμοποιούμε καλούπι διατομής 60 x 80 με μία μετατροπή που διαρκεί μία μέρα

Για τα υποστυλώματα του κεντρικού άξονα απαιτείται μια μετατροπή του καλουπιού και αφορά τους δύο μετωπικούς (ακραίους) στύλους του κεντρικού άξονα. Στα υποστυλώματα αυτά πρέπει να προστεθούν εγκοπές (λούκια) στις δύο παρειές για την στήριξη των μετωπικών τοιχωμάτων των προσόψεων. Στο κτίριο δέν προβλέπονται εσωτερικά διαχωριστικά τοιχώματα στην θέση του κεντρικού άξονα οπότε όλοι οι υπόλοιποι στύλοι του κεντρικού άξονα είναι χωρίς εγκοπές (χωρίς λούκια). Παράγονται πρώτα τα ενδιάμεσα υποστυλώματα και στην συνέχεια γίνεται η μετατροπή του καλουπιού. Η μετατροπή αυτή απαιτεί χρόνο μιας μέρας οπότε δημιουργείται κενός χρόνος στην παραγωγή των υποστυλωμάτων.

β- Υποστυλώματα ακραίων αξόνων επίσης 60 x 80 και όλα φέρουν τις αντίστοιχες εγκοπές (λούκια) στις πλευρές τους. Εδώ απαιτούνται δύο μετατροπές του καλουπιού (πάντα σε σχέση με τα λούκια) λόγω της αντισυμμετρίας των γωνιακών υποστυλωμάτων. Κάθε μετατροπή απαιτεί κενό χρόνο μιας μέρας για την παραγωγή. Όλα τα υποστυλώματα διατομής 60 x 80 ακραία και κεντρικά παράγονται από ένα καλούπι. Επομένως η παραγωγή των στύλων γίνεται με ρυθμό 1 υποστυλώμα / ημέρα , πλέον τις κενές μέρες των μετατροπών (3 μέρες).

γ- Υποστυλώματα διατομής 60 x 60 στις μετώπες του κτιρίου παράγονται από άλλο καλούπι. Τα υποστυλώματα αυτά δεν είναι φέροντα και τοποθετούνται απλώς και μόνο για την στήριξη των μετωπικών τοιχείων της πλαγιοκάλυψης. Είναι δε όλα ίδια, χωρίς μετατροπές.

Για τις εργασίες μετατροπής των καλουπιών των υποστυλωμάτων απαιτείται η εργασία 2 ηλεκτροσυγκολλητών ημερησίως για κάθε μετατροπή.

Οι εργασίες παραγωγής για κάθε υποστύλωμα είναι ανάλογες με της παραγωγής των δύο κώνων. Απαιτείται περίπου χρόνος 30 min για το ξεκαλούπωμα και την μεταφορά του υποστυλώματος στην προσωρινή αποθήκη. Ο χρόνος καθαρισμού και λαδώματος των καλουπιών ομοίως ίδιος. Ωστόσο, είναι μεγαλύτερος ο χρόνος τοποθέτησης των κλωβών των σιδηροπλισμών και κυρίως η τοποθέτηση των βλήτρων στην κεφαλή των στύλων και των σημείων ανάρτησης του στύλου. Απαιτούνται δύο σημεία ανάρτησης του στύλου για το ξεκαλούπωμα και την μεταφορά. Σε αυτή την φάση η διαχείριση των υποστυλωμάτων είναι σε οριζόντια θέση. Κατά την τοποθέτησή τους όμως οι στύλοι έρχονται σε κατακόρυφη θέση οπότε προβλέπεται ειδική οπή για την τοποθέτηση του άξονα ανάρτησης του στύλου. Όλες οι αναρτήσεις πρέπει να υπολογίζονται και να τοποθετούνται κεντροβαρικά, ενώ απαιτούν ιδιαίτερη μελέτη και ακρίβεια. Επίσης ο χρόνος σκυροδέτησης του υποστυλώματος είναι μεγαλύτερος λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας σκυροδέματος. Συνολικά, το ίδιο συνεργείο παραγωγής των δύο κώνων χρειάζεται συνολικό χρόνο παραγωγής για κάθε υποστύλωμα περί τα 180 min περίπου. Για τα υποστυλώματα διατομής 60 x 60 τα οποία είναι πολύ απλούστερα και ελαφρότερα, ο χρόνος παραγωγής είναι σημαντικά μικρότερος. Οι δοκοί-υδρορροές παράγονται από ένα καλούπι ομοίως και έχουν παρόμοιες μετατροπές με τις των υποστυλωμάτων. Είναι όμως ευκολότερη η παραγωγής τους. Μπορεί να γίνει από το ίδιο συνεργείο αλλά σε μικρότερο χρόνο συνολικά περί τα 120 min για κάθε υδρορροή. Τα υποστυλώματα και οι υδρορροές παράγονται με ρυθμό 1 στοιχείο/ημέρα διότι από την μελέτη του χρονοδιαγράμματος προέκυψε ότι δεν είναι κρίσιμος ο χρόνος παραγωγής τους στο σύνολο του έργου.

Υδρορροές

Έχουμε υδρορροές κεντρικού και ακραίων αξόνων, τόσο η διαδικασία παραγωγής όσο και τα καλούπια είναι ακριβώς τα ίδια με των υποστυλωμάτων. Εξάλλου, υδρορροές και υποστυλώματα απασχολούν το ίδιο συνεργείο στο εργοστάσιο.

Από την άθροιση των ωρών εργασίας για το ζεύγος των κώνων το υποστυλώμα και την υδρορροή προκύπτει ότι το ίδιο συνεργείο με απασχόληση όσο ο ημερήσιος εργάσιμος χρόνος περίπου 7h και 30min (αφαιρείται χρόνος 30min από το 8ωρο).

Τα στοιχεία που ορίζουν τον κρίσιμο χρόνο εκτέλεσης του έργου είναι τα ζευκτά κατά κύριο λόγο όπως και θα αναλυθεί στην συνέχεια. Κρίσιμη για τον συνολικό χρόνο του έργου είναι η παραγωγή των πλακών λόγω του μεγάλου αριθμού των στοιχείων. Υπάρχει όμως η ευχέρεια ρύθμισης της παραγωγής τους έτσι ώστε να ακολουθήσει την παραγωγή των ζευκτών η οποία και δυσκολότερη είναι και εκμεταλεύεται εξ' ολοκλήρου τις παραγωγικές δυνατότητες της κλίνης προέντασης. Με βάση τα συμπεράσματα του χρονοδιαγράμματος ορίσθηκε ως περιγράφεται στην συνέχεια η παραγωγή των πλακών και των ζευκτών.

Ζευκτά

Η παραγωγή των ζευκτών γίνεται σε κλίνη προέντασης μήκους 105 m. Κάθε ζευκτό έχει μήκος περί τα 24.50 m, παράγονται 4 ζευκτά σε κάθε κύκλο παραγωγής της κλίνης. Ο κύκλος παραγωγής ζευκτών σε κλίνη είναι η αλληλουχία τεσσάρων ημερών παρασκευής ενός ζευκτού ανά ημέρα, τριών ημερών ωρίμανσης των ζευκτών και μίας μέρας για την απελευθέρωση της κλίνης. Φυσικά, οι μή εργάσιμες ημέρες δύνανται να αποτελέσουν ημέρες ωρίμανσης εφόσον συμπέσουν χρονικά, κάτι που είναι και θέμα βέλτιστου προγραμματισμού της παραγωγής. Η διαδικασία παραγωγής των ζευκτών είναι η ακόλουθη :

Αναλυτικά:

Χρησιμοποιείται ένα καλούπι το οποίο μετακινείται πάνω στην κλίνη προέντασης μέχρι να καλυφθεί το μήκος της.

Τα ζευκτά είναι 4 των 25 m μήκους δεδομένου ότι η πίστα έχει μήκος 105 m και υπάρχουν και οι αναγκαίες αποστάσεις μεταξύ των ζευκτών. Η σειρά των διαδικασιών είναι η ακόλουθη :

Διανέμονται πάνω στην κλίνη όλοι οι συνδετήρες των δοκών με κλειστό σχήμα (και για τα 4 ζευκτά). Εν συνεχεία απλώνονται πάνω στην πίστα αφού διέλθουν μέσα από τους κλειστούς συνδετήρες όλοι οι τένοντες προέντασης. Η κινητή κεφαλή της κλίνης βρίσκεται στην θέση με το αυξημένο μήκος και είναι σταθεροποιημένη. Αφού διέλθουν οι τένοντες από τις οπές των δύο κεφαλών της κλίνης οι οποίες ορίζουν και την ακριβή θέση των τενόντων εντός της διατομής της δοκού αγκυρώνονται με ειδικές σφήνες στα άκρα τους. Ακολουθεί η προένταση των τενόντων ένας προς ένα. Η προένταση γίνεται κατά κανόνα σε τρεις φάσεις. Μία αρχική για να τεντώσουν απλά. Μία δεύτερη φάση όπου επιβάλλεται το 70-80% της τελικής δύναμης προέντασης. Και η τελική, με βάση την προβλεπόμενη από την μελέτη δύναμη τάνυσης και τένοντα. Η τάνυση των τενόντων γίνεται με συμμετρικό τρόπο και εναλλάξ από το κέντρο προς τα άκρα, προκειμένου να αποφευχθεί έκκεντρη φόρτιση ειδικά της κινητής κεφαλής της κλίνης.

Σε κάθε τάνυση της δεύτερης και της τελικής φάσης και για κάθε τένοντα μετρώνται δύναμη προέντασης με αναγωγή από τις ενδείξεις των μανομέτρων της πρέσσας προέντασης και αντίστοιχες επιμηκύνσεις των τενόντων. Όλα τα στοιχεία καταγράφονται αναλυτικά και τηρείται αρχείο προέντασης για κάθε ζευκτό.

Αφού ολοκληρωθεί όλη η διαδικασία της προέντασης η οποία είναι εργασία δύσκολη και με πολλούς κινδύνους αστοχίας και ατυχήματος, μπορεί να αρχίσει η εργασία τοποθέτησης των σιδηροπλισμών της πρώτης δοκού.

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε όλη την διάρκεια της τάνυσης, σε όλο τον χώρο του εργοστασίου στον οποίο βρίσκεται η κλίνη απαγορεύεται η παρουσία εργαζομένων πλήν των δύο ατόμων που χειρίζονται τις μηχανές προέντασης και του επιβλέποντος. Οι παραπάνω εργασίες της προέντασης των τενόντων προβλέπεται να γίνουν την ίδια μέρα που απελευθερώνεται η πίστα (καθαρίζεται και λαδώνεται).

Εφόσον ο κύκλος παραγωγής των ζευκτών είναι ανά ημέρα οι εργασίες σιδηροπλισμών του πρώτου ζευκτού πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί πριν από το τέλος της επόμενης εργάσιμης ημέρας. Ταυτόχρονα, υπάρχει η δυνατότητα να εκτελούνται εργασίες σιδηροπλισμού και για το επόμενο ζευκτό. Όλες οι εργασίες μονταρίσματος των σιδηροπλισμών γίνονται επάνω στην κλίνη δεδομένων των τενόντων προέντασης και των κλειστών συνδετήρων οι οποίοι έχουν τοποθετηθεί από πριν όπως περιγράφηκε. Γίνεται η αδρανοποίηση (με περιτύλιξη) των τενόντων και για όσα μήκη προβλέπεται από την μελέτη τοποθετούνται όλα τα προβλεπόμενα ένθετα στοιχεία και εξαρτήματα.

Μετά την ολοκλήρωση όλων των ως άνω εργασιών μπορεί να τοποθετηθούν τα πλαινά του καλουπιού και να προσαρμοσθούν στην κλίνη η οποία είναι και ο πυθμένας του καλουπιού. Ακολουθεί η εργασία σκυροδέτησης. Αυτός ο κύκλος εργασιών πρέπει να έχει ολοκληρωθεί την επόμενη ημέρα από την έναρξη (απελευθέρωση της πίστας). Την τρίτη ημέρα έχουν προχωρήσει έχουν προχωρήσει οι εργασίες σιδηροπλισμού του 2^{ου} ζευκτού και στο τέλος της εργασίας πρέπει το καλούπι να μετακινηθεί από το 1^ο (σκυροδετημένο) ζευκτό στην θέση του 2^{ου} ζευκτού το οποίο και σκυροδετείται. Ο ίδιος κύκλος επαναλαμβάνεται μέχρι να σκυροδετηθεί και το τελευταίο (4^ο) ζευκτό μιας πλήρους πίστας.

Μετά την σκυροδέτηση και του τελευταίου, τα ζευκτά παραμένουν στην πίστα επί τρεις περίπου μέρες προκειμένου να εξασφαλισθεί θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος που να υπερβαίνει το 70% της τελικής αντοχής. Συνήθως χρησιμοποιείται συντήρηση με ατμό σε προκαθορισμένες θερμοκρασίες για την επιτάχυνση της ωρίμανσης του σκυροδέματος. Σ' αυτή την περίπτωση επιτυγχάνεται μείωση του προδιαγραφόμενου χρόνου ανάπτυξης αντοχών. Το σημαντικό είναι να αναπτυχθούν επαρκείς αντοχές στο σκυρόδεμα πριν την εφαρμογή της προέντασης επί των δοκών. Αυτό εξασφαλίζεται μόνο μετά από θραύση δοκιμίων από όλα τα ζευκτά και επιβεβαίωση των αντοχών.

Όπως περιγράφηκε μέχρι αυτό το στάδιο των εργασιών οι δυνάμεις προέντασης παραλαμβάνονται από τις κεφαλές της κλίνης όπου και παραμένουν αγκυρωμένοι οι τένοντες.

Προκειμένου να μεταφερθεί η προένταση στο σώμα των δοκών η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής :

- Απελευθερώνεται η κινητή κεφαλή της κλίνης και με ελεγχόμενο τρόπο υποχωρεί προς το εσωτερικό της κλίνης, οπότε και απελευθερώνει τις δυνάμεις τάνυσης οι οποίες και μεταφέρονται στις δοκούς. Η αποένταση της κλίνης και η μεταφορά της προέντασης γίνεται μέσω μηχανών με ελεγχόμενο, ομοιόμορφο τρόπο. Η διαδρομή των εμβόλων της κλίνης θα πρέπει να είναι ικανή έτσι ώστε οι δυνάμεις προέντασης που αντιστοιχούν στα ελεύθερα τμήματα των τενόντων (εκτός του σώματος των δοκών) να παραμένουν χωρίς καθόλου ή πολύ μικρή τάνυση. Ακολούθως, με φλόγα κόβονται οι τένοντες μεταξύ των ζευκτών οπότε και όλες οι δυνάμεις προέντασης εφαρμόζονται στο σύνολό τους επί των δοκών και αρχίζει η μετακίνηση των ζευκτών στην θέση αποθήκευσης και η απελευθέρωση της πίστας οπότε και αρχίζει ένας νέος πλήρης κύκλος αυτών των εργασιών.

Αναφορικά με το απασχολούμενο προσωπικό παραγωγής των ζευκτών η διάρθρωση των επιμέρους διαδικασιών είναι η εξής :

- συναρμολόγηση των οπλισμών , απασχολεί 4 τεχνίτες σιδεράδες (σε δύο ζεύγη δένουν σίδερα, γυρίζουν τσέρκια και κόβουν σίδερα) και διαρκεί 7 h

- «δέσιμο» καλουπιού από έναν τεχνίτη σιδερά, έναν τεχνίτη σκυροδέματος και δύο εργάτες και διαρκεί 30 min

- σκυροδέτηση, η οποία απασχολεί έναν χειριστή μίξερ, έναν τεχνίτη σκυροδέματος και δύο εργάτες για 30 min

Ωστόσο, την ημέρα προέντασης προηγείται των διαδικασιών που αναφέραμε η αποένταση της κλίνης, το κόψιμο των τενόντων. Ακολουθεί η μεταφορά των δοκαριών εκτός πίστας με χρήση γερανογέφυρας, καθάρισμα και λάδωμα της κλίνης , τοποθέτηση νέων τενόντων και αγκύρωση τους, προένταση της νέα πίστας. Τέλος, έναρξη τοποθέτησης οπλισμών της πρώτης δοκού της κλίνης.

Η κατασκευή των ζευκτών απασχολεί και' αποκλειστικότητα ειδικό συνεργείο εργαζομένων πλήν του χειριστού του mixer.



Εικόνα 10. Κινητή κεφαλή κλίνης προεντάσεως

Πλάκες οροφής με μόνωση

Πρόκειται για πλάκες double tee με στρώση θερμομόνωσης.

Οι πλάκες οροφής παράγονται σε μία πίστα μήκους 40 m , ενώ η τυπική διάσταση της πλάκας είναι 2.45 x 7.40 m , συνεπώς παράγονται 5 πλάκες / ημέρα. Η διαδικασία παραγωγής των πλακών είναι η εξής :

- άδειασμα της πίστας από έναν χειριστή γερανογεφυρών και δύο εργάτες που διαρκεί 60 min
- καθάρισμα και λάδωμα της πίστας από δύο εργάτες για 30 min
- συναρμολόγηση οπλισμών στην πίστα από δύο τεχνίτες σιδεράδες για 90 min
- σκυροδέτηση από έναν χειριστή μίξερ και δύο εργάτες σκυροδέματος 60 min

Τοιχεία

Τα τοιχεία είναι τριών τύπων, ο πρώτος τύπος είναι τοιχεία διαστάσεων $7 \times 3 \text{ m}$, ο δεύτερος τύπος είναι διαστάσεων $7 \times 2 \text{ m}$ και ο τρίτος είναι παραστάδες θυρών. Η πίστα παραγωγής είναι μήκους 30 m οπότε παράγονται 4 πλάκες ανά εργάσιμη ημέρα. Η διαδικασία παραγωγής τους είναι πανομοιότυπη με των πλακών οροφής για αυτό και απασχολούν το ίδιο συνεργείο. Οι χρόνοι είναι ανάλογοι οπότε σε μία βάρδια το ίδιο συνεργείο κατασκευάζει 5 πλάκες οροφής και 4 τοιχεία ανά εργάσιμη μέρα.

Καλούπια

Οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν οι μεταλλότυποι (καλούπια) είναι οι ακόλουθες :

Να είναι επαρκώς στεγανοί και ανθεκτικοί

Να μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν χωρίς σοβαρές δαπάνες

Να είναι εύχρηστοι

Να παρουσιάζουν μικρή συνάφεια με το σκυρόδεμα και να μπορούν να καθαρίζονται εύκολα

Επειδή ενδέχεται κατά την αφαίρεση των στοιχείων από τα καλούπια, δυνάμεις συνάφειας μεταξύ στοιχείου και καλουπιού να φθείρουν την επιφάνεια του στοιχείου, το καλούπι θα πρέπει να είναι καλά συντηρημένο και επίσης, να προβλέπονται ελαφρές κλίσεις στις λεπτές περιοχές των στοιχείων (~1:15)

6.1.7 Συνοπτική περιγραφή του τρόπου μεταφοράς των στοιχείων

Κατά την μεταφορά, πρέπει να προβλέπεται ειδική τοποθέτηση (με επιλεγμένους τρόπους) των στοιχείων επί του οχήματος μεταφοράς, ώστε να αποφεύγονται τοπικές φθορές ή ακόμα πρόσθετες επιπλοήσεις λόγω του τρόπου τοποθέτησής τους και δυναμικών φαινομένων.



Εικόνα 11. Μεταφορά κυψέλης εντός του εργοστασίου

Η ανάρτηση των στοιχείων πρέπει να πραγματοποιείται έτσι ώστε, αν είναι δυνατόν, να μην απαιτείται πρόσθετος οπλισμός. Αυτό επιτυγχάνεται :

Με κατάλληλη εκλογή των σημείων αναρτήσεως

Με ενίσχυση με σιδηροδοκούς ή

Με προσωρινή προένταση (για μεγαλύτερα μήκη)

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται κατά την πρώτη ανάρτηση των στοιχείων. Θα πρέπει να αποδεικνύεται ότι οι οπλισμοί αναρτήσεως είναι καλά αγκυρωμένοι στο σκυρόδεμα λαμβάνοντας υπόψη και την διατιθέμενη αντοχή του σκυροδέματος.



Εικόνα 12. Ανάρτηση κυψέλης από γερανό μέσω μεταλλικού πλαισίου

6.1.8 Συνοπτική περιγραφή του τρόπου συναρμολόγησης των στοιχείων

Η τεχνική της συναρμολόγησης εξαρτάται :

Από το είδος, τις διαστάσεις και το βάρος των προς σύνδεση στοιχείων

Από το είδος της σύνδεσης

Από το είδος των προς σύνδεση διατιθέμενων μηχανημάτων (γερανών)

Από το είδος αναρτήσεως και προσωρινής στερεώσεως των στοιχείων

Συγκεκριμένα, μετά την εκσκαφή των θεμελίων, τοποθετούνται και στερεώνονται καταλλήλως στις πρέπουσες θέσεις οι θήκες θεμελίωσης και σκυροδετείται με επιτόπου σκυρόδεμα το πέλμα πεδίων-θεμελίων. Ακολούθως τοποθετούνται τα υποστυλώματα στις θήκες θεμελίωσης και αφού κατακορυφωθούν πακτώνονται σ' αυτές με κατάλληλο υδαρές ισχυρό κονίαμα.



Εικόνα 13. Κατακορύφωση-τοποθέτηση υποστυλώματος στην θήκη θεμελίωσης (κώνο)

Τα μεμονωμένα πέδιλα συνδέονται μεταξύ τους με συνδετήριες δοκούς από έγχυτο επιτόπου σκυρόδεμα.



Εικόνα 14. Υποστυλώματα εντός των κώνων θεμελίωσης-κατασκευή περιμετρικών τοιχείων

Κατόπιν πραγματοποιείται η τοποθέτηση των ζευκτών, τα οποία εδράζονται στα υποστυλώματα (με οδηγούς τα βλήτρα που προβλέπονται στην κορυφή κάθε υποστυλώματος και μέσω των οπών που προβλέπονται στα άκρα των ζευκτών).



Εικόνα 15. Τοποθέτηση ζευκτών

Τα τοιχώματα όψεως τοποθετούνται στις εσοχές των υποστυλωμάτων, ενώ τα κενά των συνδέσεων αυτών πληρώνονται με τσιμεντοκονία.



Εικόνα 16. Προκατασκευασμένος σκελετός διόροφου βιομηχανικού κτιρίου-Σκυροδέτηση χυτού τοιχωμάτος ακαμψίας

Ακολουθεί η σύνδεση πλακών – ζευκτού με απλή έδραση των πρώτων και πραγματοποιείται εκ των υστέρων τοποθέτηση έγχυτου επιτόπου σκυροδέματος στις θέσεις της συνδέσεως. Για την επίτευξη της σύνδεσης αυτής υπάρχουν αναμονές τόσο εκ των πλακών όσο και εκ του ζευκτού.



Εικόνα 17. Τοποθέτηση πλάκας οροφής επί των ζευκτών

Οι υδρορροές, τύπου U, εδράζονται επί των υποστυλωμάτων και συνδέονται με αυτά μέσω αναμονών.

6.1.9 Αποκλίσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των στοιχείων

Κατά την μελέτη, ωστόσο, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν και ενδεχόμενες αποκλίσεις μεταξύ των πραγματικών και των θεωρητικών τιμών των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των επί μέρους προκατασκευασμένων στοιχείων που συνθέτουν το όλο έργο. Έτσι είναι δυνατόν να υπάρξουν αποκλίσεις :

Κατά την φάση παραγωγής

Κατά την φάση της ανάρτησης και αποθήκευσης

Κατά την φάση της μεταφοράς

Κατά την φάση της συναρμολόγησης

Οι τιμές των αποκλίσεων εξαρτώνται από τον διατιθέμενο εξοπλισμό, τα μέσα και την εμπειρία του κατασκευαστή προκατασκευασμένων έργων και την εν γένει ποιότητά του. Οι αποκλίσεις παραγωγής, με την εξελιγμένη τεχνολογία που διατίθεται στα εργοστάσια παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων των Ελληνικών Εταιρειών Προκατασκευής, μελών του Σ.Ε.Β.Ι.Π.Σ. έχουν σχετικά μικρές τιμές. Οι αποκλίσεις κατά την φάση της ανάρτησης και αποθήκευσης καθώς και κατά την φάση της μεταφοράς των στοιχείων εξαρτώνται από τον χρόνο πρώτης ανάρτησης, τον τρόπο στήριξης και πρόσδεσης τους στοιχείου στο όχημα μεταφοράς σε σχέση με την ηλικία του εκάστοτε στοιχείου (σε όλες τις δραστηριότητες).

Οι αποκλίσεις παραγωγής και ανάρτησης εκδηλώνονται, συνήθως, σε στρέβλωση, κύρτωση, απόκλιση από την ευθυγραμμία των προκατασκευασμένων στοιχείων και παρόμοια. Ωστόσο μπορούν εύκολα να μειωθούν στο ελάχιστο ή και να μηδενιστούν ανάλογα με την ποιότητα του προκατασκευαστή.

Κατά την φάση της συναρμολόγησης όμως, από την φύση των διαδικασιών που πρέπει να ακολουθηθούν, υπεισέρχεται ένα πλήθος παραμέτρων που η καθεμία τους επηρεάζει περισσότερο ή λιγότερο τις αποκλίσεις αυτές.

Οι παράμετροι αυτές έχουν σχέση με τις επί μέρους δραστηριότητες που αλληλοδιαδέχονται και επηρεάζουν η μία την άλλη για την υλοποίηση του προκατασκευασμένου έργου, δηλαδή χάραξη, πρώτη τοποθέτηση προκατασκευασμένων στοιχείων θεμελίωσης, σε αποστάσεις I_x , I_y , μεταξύ τους, τοποθέτηση απ' αυτών των κατακόρυφων στοιχείων, κατακορύφωση των στοιχείων αυτών και εξασφάλιση κατακόρυφης θέσης (με σφήνες και επιτόπου σκυρόδεμα), τοποθέτηση και έδραση επί των προηγούμενων στοιχείων των οριζόντιων μελών της κατασκευής με ορισμένο βάθος έδρασης, υλοποίηση συνδέσεων με επιτόπου σκυρόδεμα κ.λ.π. Όπως είναι φανερό οι αποκλίσεις κατά την συναρμολόγηση αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό στην τελική τιμή των αποκλίσεων του προκατασκευασμένου έργου.

Οι τελικές τιμές των αποκλίσεων που θα προκύψουν αναμφίβολα θα εξαρτηθούν από την αλληλεπίδραση των επιμέρους τιμών των αποκλίσεων που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Όμως, εφόσον ξεπεράσουν ορισμένες τιμές, πέραν των αισθητικών επιπτώσεων ενδέχεται να έχουν και επιπτώσεις τοπικού ή γενικού χαρακτήρα στην φέρουσα ικανότητα της κατασκευής. Έχει λοιπόν μεγάλη σημασία, για την ποιότητα των προκατασκευασμένων έργων να τεθούν υπό ουσιαστικό έλεγχο οι τιμές των αποκλίσεων.

6.2 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος περάτωσης του έργου

6.2.1 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος της παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων

Η παραγωγή, στο εργοστάσιο, των προκατασκευασμένων στοιχείων που συνθέτουν τον σκελετό του κτιρίου συνίσταται στην παρασκευή κώνων

θεμελίωσης, υποστυλωμάτων (60x80) κεντρικού και ακραίων αξόνων και μετωπικών (60x60), αντίστοιχα υδρορροών κεντρικού και ακραίων αξόνων, ζευκτών, πλακών οροφής με μόνωση αλλά και τοιχείων τριών τύπων και πιο συγκεκριμένα πλάτους 3 ή 2m και παραστάδων θυρών.

Η λογική του προγραμματισμού της παραγωγής των στοιχείων στο εργοστάσιο βασίζεται σε δύο βασικούς άξονες :

- πρώτον την απαίτηση που θέτουμε να μην υπερβεί η συνολική ημερήσια παραγωγή του εργοστασίου την τιμή των 35 m³ και να είναι όσο το δυνατόν ισοκατανεμημένη.
- δεύτερον την χρησιμοποίηση των ίδιων συνεργείων σε ομοειδείς παραγωγικές διαδικασίες (για παράδειγμα καθαρισμός καλουπιών - όπως αναφέρουμε στις αναλύσεις των επιμέρους στοιχείων παρακάτω) αλλά και την ομαδοποίηση εργασιών που χρησιμοποιούν ίδιου τύπου μέσα (για παράδειγμα καλούπια υποστυλωμάτων και υδρορροών) και διαρκούν κατά το δυνατόν το ίδιο (για παράδειγμα υποστυλώματα και υδρορροές ακραίων αξόνων).

6.2.2 Scheduling παραγωγής στο Microsoft Excel

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ				1 η ΕΒΔΟΜΑΔΑ						
α/α	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ (τεμάχια)	ΟΓΚΟΣ / ΤΕΜ. m3	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ
1	ΖΕΥΚΤΑ	24	7.78	1	1	1	1	-		
2	ΠΛΑΚΕΣ ΟΡΟΦΗΣ (με μόνωση)	220	2.04	5	5	5	5	5		
3	ΤΟΙΧΕΙΑ ύψους 3.00 μέτρων	56	2.60							
4	ΤΟΙΧΕΙΑ ύψους 2.00 μέτρων	34	1.80							
5	ΤΟΙΧΕΙΑ παραστάδες θυρών	12	0.96							
6	ΚΩΝΟΙ	44	1.04	2	2	2	2	2		
7	ΥΔΡΟΡΡΟΕΣ ακραίων αξόνων	22	2.00	1	1	1	1	1		
8	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Ακραίων αξόνων (60x80)	24	4.33	1	1	1	1	1		
9	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Μετωπικά (60x60)	8	3.19							
10	ΥΔΡΟΡΡΟΕΣ κεντρικού άξονα	11	2.00							
11	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Κεντρικού άξονα (60x80)	12	4.56							
	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ (M3)	1149.76		26.39	26.39	26.39	26.39	18.61		

Πίνακας 1. Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (1^η εβδομάδα)

	2η ΕΒΔΟΜΑΔΑ							3η ΕΒΔΟΜΑΔΑ						
ΚΥ	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ
	*	1	1	1	1			-	*	1	1	1		
	5	5	5	5	5			5	5	5	5	5		
	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2		
	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		
	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		
	18.61	26.39	26.39	26.39	26.39			18.61	18.61	26.39	26.39	26.39		

Πίνακας 2. Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (2^η & 3^η εβδομάδα)

		4η ΕΒΔΟΜΑΔΑ							5η ΕΒΔΟΜΑΔΑ						
ΚΥ	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ	
	1	-	-	-	*			1	1	1	1	-			
	5	5	5	5	5			5	5	5	5	5			
		4	4	4	4			4	4	4	4	2			
	2	2	2	2	2			2	2						
	1	1	1	**	1			1	**	1	1				
	1	1	1	1	1			***	1	1	***	1			

	26.39	25.81	25.81	23.81	25.81			29.26	31.59	31.51	27.18	18.13			

Πίνακας 3. Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (4^η & 5^η εβδομάδα)

	6η ΕΒΔΟΜΑΔΑ							7η ΕΒΔΟΜΑΔΑ						
ΚΥ	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ
	*	1	1	1	1			-	*	-	-	-		
	5	5	5	5	5			5	5	5	5	5		
									4	4	4	4		
	2	2	2	2	2			2						
	1													
	1	1	1	1	1			1	1	1				
	1	1	1	1	1			1	1	1	1	****		
		*****	1	1	1			1	1	1	1	1		
	21.64	25.09	29.65	29.65	29.65			21.87	30.35	30.35	27.16	25.16		

Πίνακας 4. Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (6^η & 7^η εβδομάδα)

		8η ΕΒΔΟΜΑΔΑ							9η ΕΒΔΟΜΑΔΑ						
ΚΥ	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ	ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ	ΚΥ	
	-	-	1	1	1			1	-	-	-	*			
	5	5	5	5	5			5	5	5	5				
	4	4	4	4	4			4	4	4	4	4			
	1	1													
	1	1	*****	1	1										
	27.16	27.16	28.38	32.94	32.94			28.38	20.6	20.6	20.6	10.4			

Πίνακας 5. Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (8^η & 9^η εβδομάδα)

6.2.3 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος της μεταφοράς των προκατασκευασμένων στοιχείων

Αναφορικά με το σκέλος της μεταφοράς των προκατασκευασμένων στοιχείων πρέπει να σημειωθούν τα εξής :

- έχουμε θεωρήσει ότι η απόσταση μεταφοράς εργοστασίου – εργοταξίου είναι 50km
- η αλληλουχία των μεταφερόμενων στοιχείων καθορίζεται από την αλληλουχία της τοποθέτησής τους
- η συνολική διάρκεια της μεταφοράς του κάθε στοιχείου καθορίζεται από το βάρος (δηλαδή από τον όγκο σε m^3 σκυροδέματος του στοιχείου) το μέγιστο επιτρεπόμενο ωφέλιμο φορτίο του αυτοκινήτου μεταφοράς και τον αριθμό των δρομολογίων ανά ημέρα
- τα χρονικά διαστήματα που παρεμβάλλονται ανάμεσα στην μεταφορά και την συναρμολόγηση των στοιχείων είναι κατά το δυνατόν περιορισμένα καθώς στο εργοτάξιο δεν προβλέπεται αποθήκευση των ήδη μεταφερμένων αλλά όχι τοποθετημένων στοιχείων, παρά μόνο απόθεσή τους κοντά στην θέση συναρμολόγησης.

Ειδικότερα, σε σχέση με την αλληλουχία μεταφοράς των στοιχείων.

Η μεταφορά ξεκινά με τους κώνους θεμελίωσης-το πρώτο στοιχείο του προκατασκευασμένου σκελετού που παράγεται στο εργοστάσιο και τοποθετείται. Εν συνεχεία, με το τέλος της έγχυσης των πελμάτων θεμελίωσης αρχίζει η μεταφορά των υποστυλωμάτων. Πρώτα μεταφέρονται τα μετωπικά υποστυλώματα προκειμένου να τοποθετηθούν τα της πίσω όψης. Αφού τοποθετηθούν τα υποστυλώματα και σκυροδετηθούν οι συνδετήριες δοκοί μεταφέρονται τα πρώτα μετωπικά τοιχεία. Μετά την τοποθέτησή τους ξεκινά η επαναλαμβανόμενη συναρμολόγηση των παράλληλων φανωμάτων του κτιρίου (των «ματιών»), έτσι τις επόμενες μέρες μεταφέρονται ταυτόχρονα ζευκτά, πλάκες οροφής, και υδρορροές κεντρικού άξονα. Σημειώνεται ότι τα ζευκτά τοποθετούνται με την άφιξή τους στο εργοτάξιο αφού παραλαμβάνονται μέσω γερανών απευθείας από τα ειδικά αυτοκίνητα μεταφοράς.

6.2.4 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος της συναρμολόγησης του προκατασκευασμένου σκελετού του κτιρίου

Η διαδικασία της συναρμολόγησης του σκελετού του κτιρίου ξεκινά με την τοποθέτηση των κόνων (4 εργάσιμες ημέρες), η οποία έπεται των εκκαφών και της διάστρωσης μπετόν καθαριότητας οι οποίες είναι συμβατικές εργασίες. Έπεται άλλη μια συμβατική εργασία, αυτή της κατασκευής χυτών πελμάτων θεμελίωσης. Εν συνεχεία τοποθετούνται τα μετωπικά υποστυλώματα της πίσω όψης (1 ε.η.). Η έναρξη των εργασιών από την πίσω όψη εξασφαλίζει προσπελασιμότητα του χώρου για τα μέσα συναρμολόγησης (π.χ. γερανοί) καθ'όλη την διάρκεια της περάτωσης του έργου. Στην συνέχεια, τοποθετούνται τα υποστυλώματα αριστερού ακραίου, κεντρικού και δεξιού ακραίου άξονα (6 ε.η.). Ακολουθούν συμβατικές εργασίες και πιο συγκεκριμένα η κατασκευή συνδετήριων δοκαριών και περιμετρικών χυτών τοιχωμάτων αλλά και οι επιχώσεις εντός του κτιρίου. Έτσι, ο χώρος εντός του κτιρίου γίνεται και πάλι προσπελάσιμος για τους εργάτες και τα μηχανήματα.

Έπειτα, ξεκινά το σκέλος της επαναλαμβανόμενης συναρμολόγησης 11 συνολικά παράλληλων φατνωμάτων («ματιών»).



Εικόνα 18. Ενδιάμεσο στάδιο επαναλαμβανόμενης συναρμολόγησης παράλληλων φατνωμάτων.

Η συναρμολόγηση ενός «ματιού» συνίσταται στην τοποθέτηση 2 ζευκτών 20 πλακών οροφής με μόνωση και μίας υδροροής κεντρικού άξονα. Ύστερα, τοποθετούνται τα μετωπικά τοιχεία εμπρόσθιας όψης (1 ε.η.), καθώς και όλα τα πλευρικά τοιχεία (6 ε.η.). Στην συνέχεια τοποθετούνται και οι υδρορροές ακραίων αξόνων (4 ε.η.) και έτσι ολοκληρώνεται η τοποθέτηση όλων των προκατασκευασμένων στοιχείων που συνθέτουν τον σκελετό του κτιρίου. Απομένουν οι συμβατικές εργασίες της σκυροδέτησης των συνδέσεων των πλακών οροφής, της διάστρωσης δαπέδου εντός του κτιρίου και της πλήρωσης των αρμών διαστολής.

6.2.5 Δεδομένα και συμπεράσματα από το χρονοδιάγραμμα παραγωγής της προκατασκευής

Η παραγωγή των ζευκτών θεωρείται κρίσιμη για το χρονοδιάγραμμα του έργου. Όπως είναι προφανές και από την περιγραφή της παραγωγής των ζευκτών, η εργασία εκτός των δυσκολιών είναι ανελαστική στους χρόνους παραγωγής. Γίνεται η παραδοχή ότι πρέπει ο κύκλος παραγωγής των ζευκτών να τηρείται αυστηρά αλλά και να εκμεταλεύεται το κενό των μη εργάσιμων ημερών για να αποκτήσουν αντοχή οι δοκοί επί της κλίνης. Η καλύτερη εκμετάλλευση για την παραγωγή των 4 ζευκτών ανά κλίση επιτυγχάνεται εάν ο κύκλος ξεκινά τις πρώτες εργάσιμες μέρες της εβδομάδας (Δευτέρα–Τρίτη). Έτσι οι σκυροδετήσεις ολοκληρώνονται Πέμπτη–Παρασκευή και μεσολαβεί το κενό του σαββατοκύριακου. Αυτό όμως, με τον ως παραπάνω προδιαγεγραμμένο κύκλο παραγωγής δεν επιτυγχάνεται. Μόνος τρόπος εξασφαλισμένης λειτουργίας χωρίς ιδιαίτερα κενά στον κύκλο είναι η χρήση και δεύτερης πίστας, οπότε στα κενά των ημερών ανάπτυξης αντοχών οι εργασίες θα προχωρούν παράλληλα και στην δεύτερη πίστα. Αυτό απαιτεί δέσμευση σημαντικού εξοπλισμού και επί πλέον δεν διατίθεται σε όλα τα εργοστάσια. Για την ασφάλεια τήρησης του χρονοδιαγράμματος γίνεται η παραδοχή ενός κενού λίγων ημερών την 7^η εβδομάδα της παραγωγής που καλύπτει και

ενδεχόμενες απρόβλεπτες καθυστερήσεις. Άλλωστε το κενό αυτό δεν καθυστερεί την ολοκλήρωση της παραγωγής των ζευκτών καθώς γίνεται καλύτερη εκμετάλλευση των μή εργάσιμων ημερών για την ωρίμανση των ζευκτών.

Με βάση τα παραπάνω ο συνολικός χρόνος παραγωγής της προκατασκευής υπολογίζεται σε εννέα (9) εβδομάδες.

Η συγκεκριμένη πορεία παραγωγής της προκατασκευής ανταποκρίνεται και στο χρονοδιάγραμμα συναρμολόγησης της προκατασκευής στο εργοτάξιο. Η έναρξη της συναρμολόγησης της προκατασκευής γίνεται με την ολοκλήρωση της παραγωγής των κώνων. Η έναρξη τοποθέτησης των σύλων συμπίπτει με την ολοκλήρωση της παραγωγής τους. Η παραγωγή των πλακών οροφής προδιαγράφηκε έτσι ώστε η ολοκλήρωση να συμπέσει με την παραγωγή των ζευκτών.

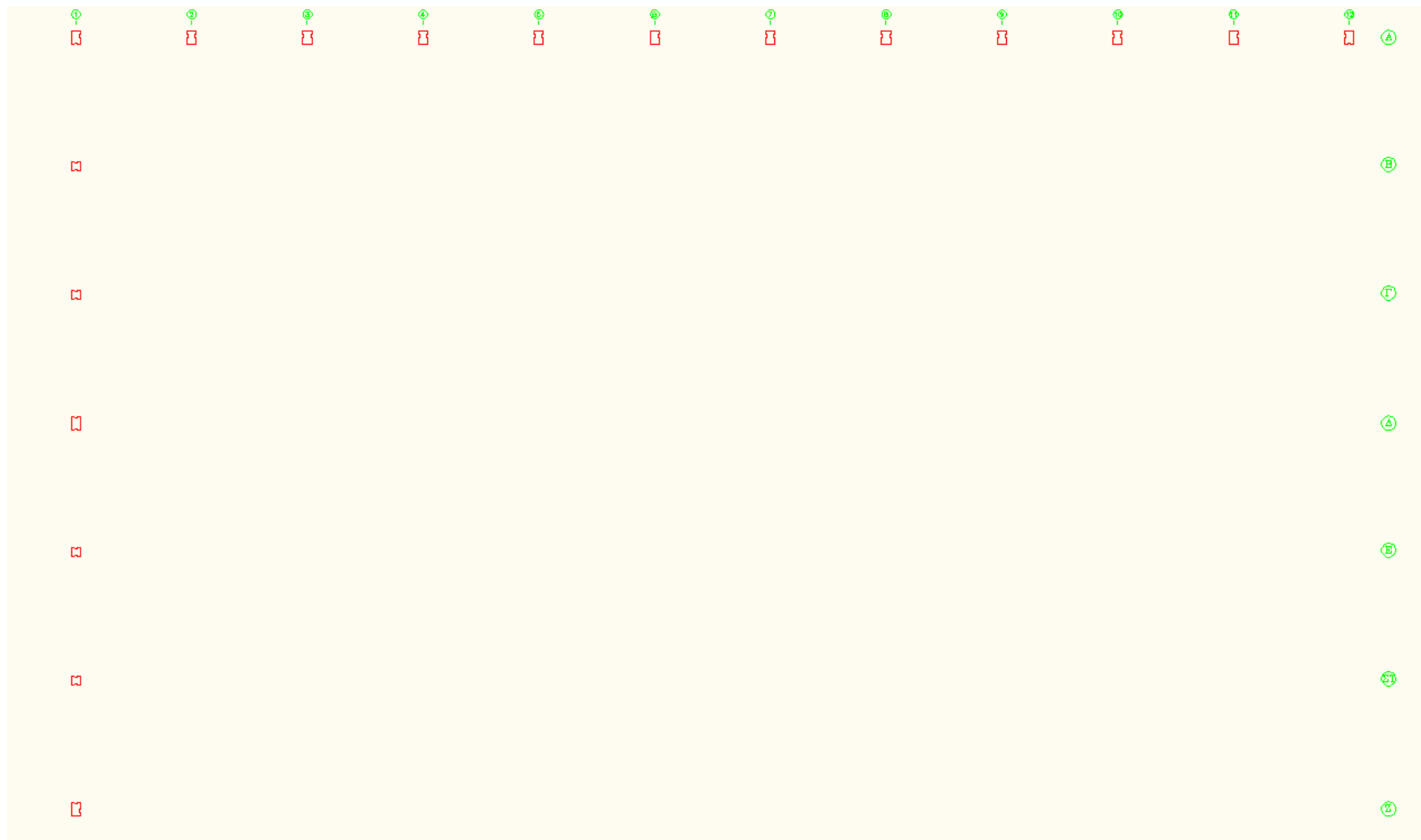
Η παράμετρος που προαναφέρθηκε για ημερήσια παραγωγή σκυροδέματος στο εργοστάσιο να μην υπερβαίνει τα 35 m³ ημερησίως για το συγκεκριμένο έργο τηρήθηκε και μάλιστα χωρίς σημαντικές αποκλίσεις. Από το σύνολο των 45 εργάσιμων ημερών μόνο 6 μέρες η παραγωγή υπολείπεται των 20 m³ σκυροδέματος και μόνον 6 μέρες υπερβαίνει τα 30 m³. Μάλιστα η υψηλότερη τιμή που συναντάται είναι μικρότερη των 35 m³ (32.94 m³). Η παραδοχή αυτή, σε συνδυασμό με τον αριθμό των συνεργείων όπως περιγράφηκαν για το κάθε στοιχείο είχαν τα εξής αποτελέσματα :

Η παραγωγή των κώνων αρχίζει την 1^η εβδομάδα και ολοκληρώνεται την 5^η εβδομάδα. Η παραγωγή των ζευκτών και των πλακών οροφής αρχίζει από την 1^η εβδομάδα και ολοκληρώνεται την 9^η. Ταυτόχρονα αρχίζει η παραγωγή υποστυλωμάτων ακραίων αξόνων (60x80) και υδρορροών α.α. (από την 1^η εβδομάδα). Τα υποστυλώματα των ακραίων αξόνων ολοκληρώνονται την 6^η εβδομάδα ενώ οι υδρορροές των ακραίων αξόνων την 5^η εβδομάδα. Επειδή την 5^η εβδομάδα ολοκληρώνεται η παραγωγή των κώνων και των υδρορροών ακραίων αξόνων αρχίζει από την 6^η εβδομάδα η παραγωγή των υδρορροών κεντρικού άξονα (μεσολαβεί μία μέρα για να μετατραπεί το καλούπι) και των μετωπικών υποστυλωμάτων (60x60).

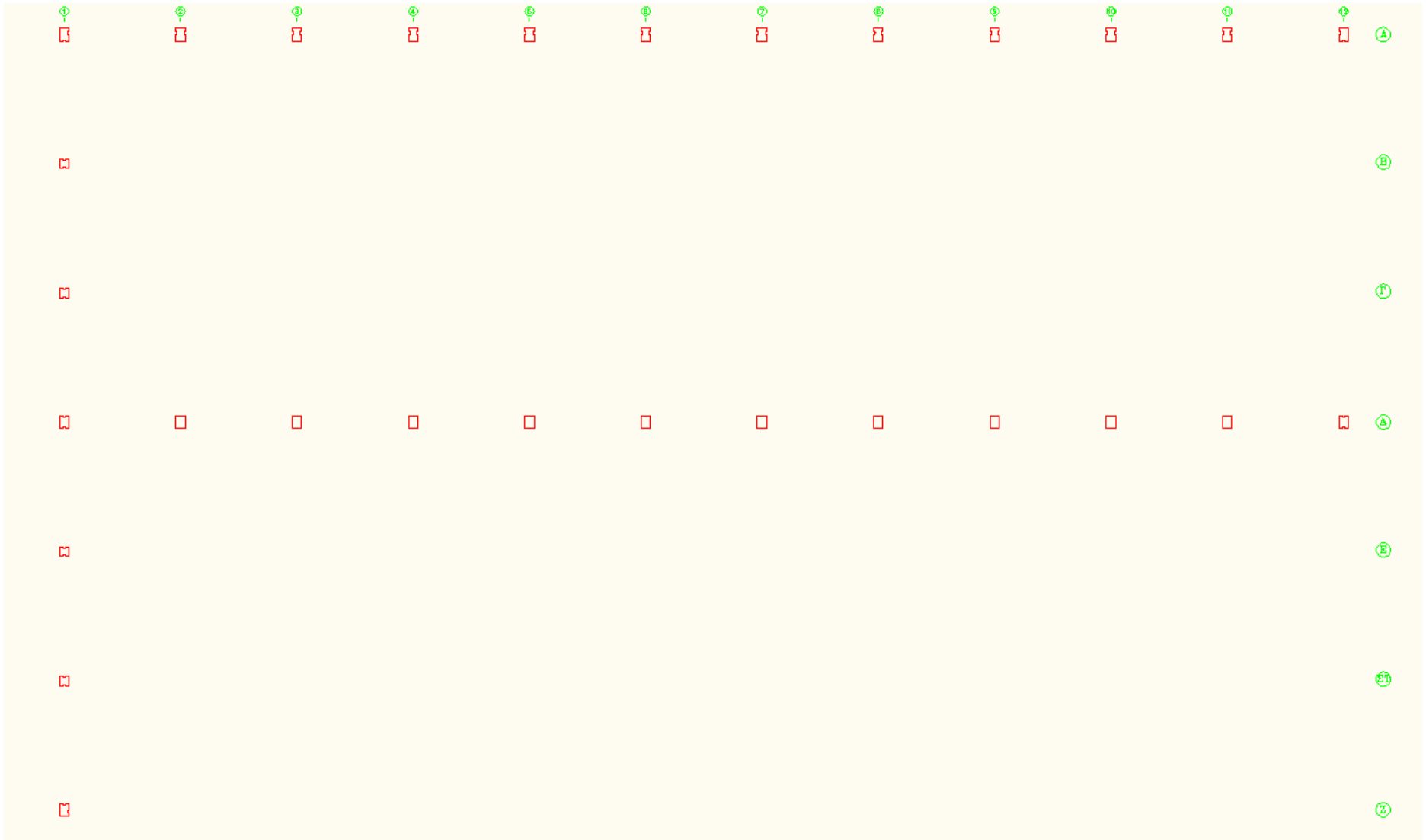
Την 6^η εβδομάδα αρχίζει η παραγωγή των υποστυλωμάτων του κεντρικού άξονα (60x80), ακριβώς μία μέρα αφού ολοκληρωθεί η παραγωγή υποστυλωμάτων ακραίων αξόνων (60x80) και αδειάσει το καλούπι (μεσολαβεί μία μέρα μετατροπής του καλουπιού) . Η παραγωγή των υποστυλωμάτων και των υδρορροών ολοκληρώνεται την 8^η εβδομάδα. Η παραγωγή των τοιχείων ξεκινά την 4^η εβδομάδα και ολοκληρώνεται την 9^η εβδομάδα.



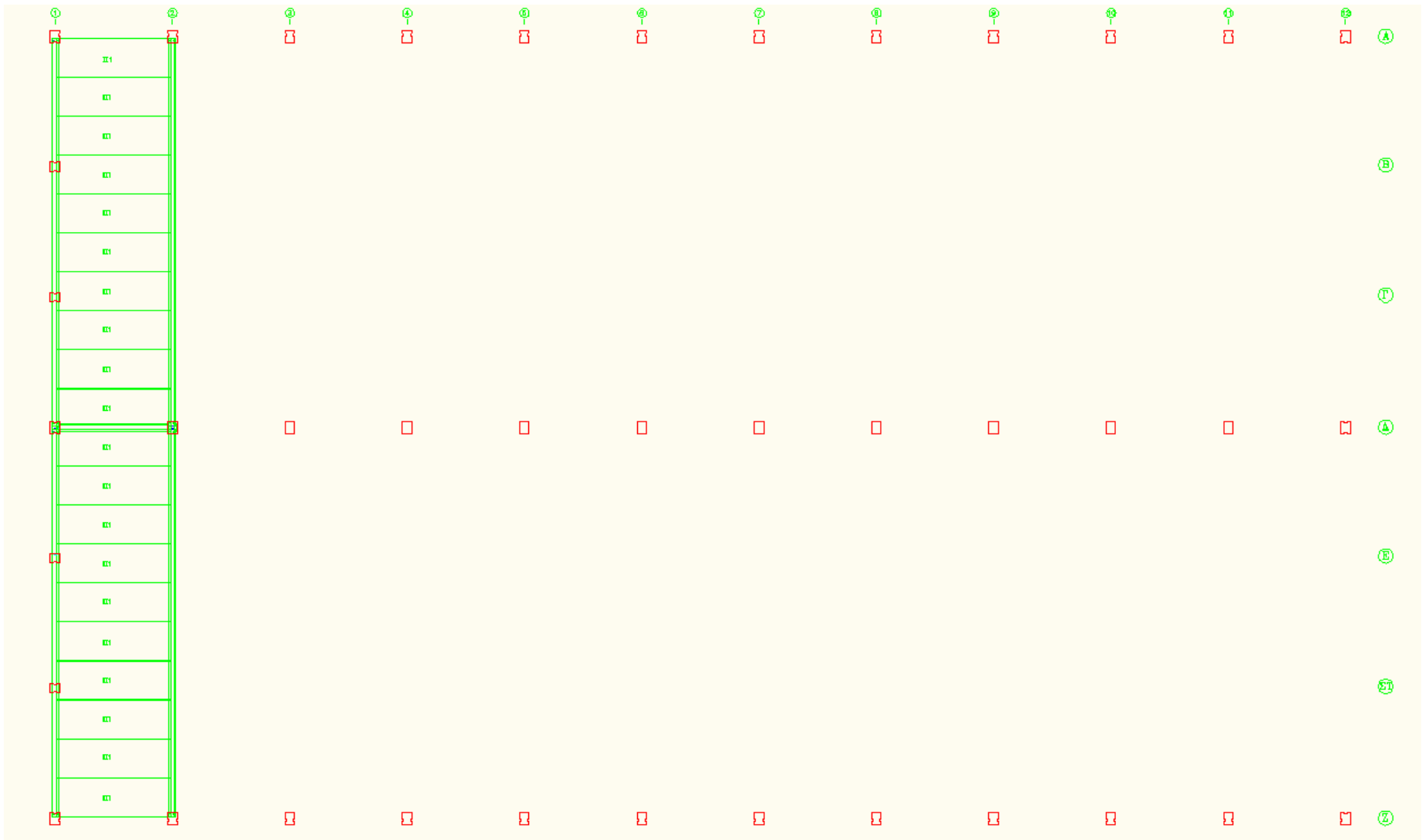
Σχήμα 31. 1^ο στάδιο: Τοποθέτηση μετωπικών υποσυλωμάτων πίσω όψης



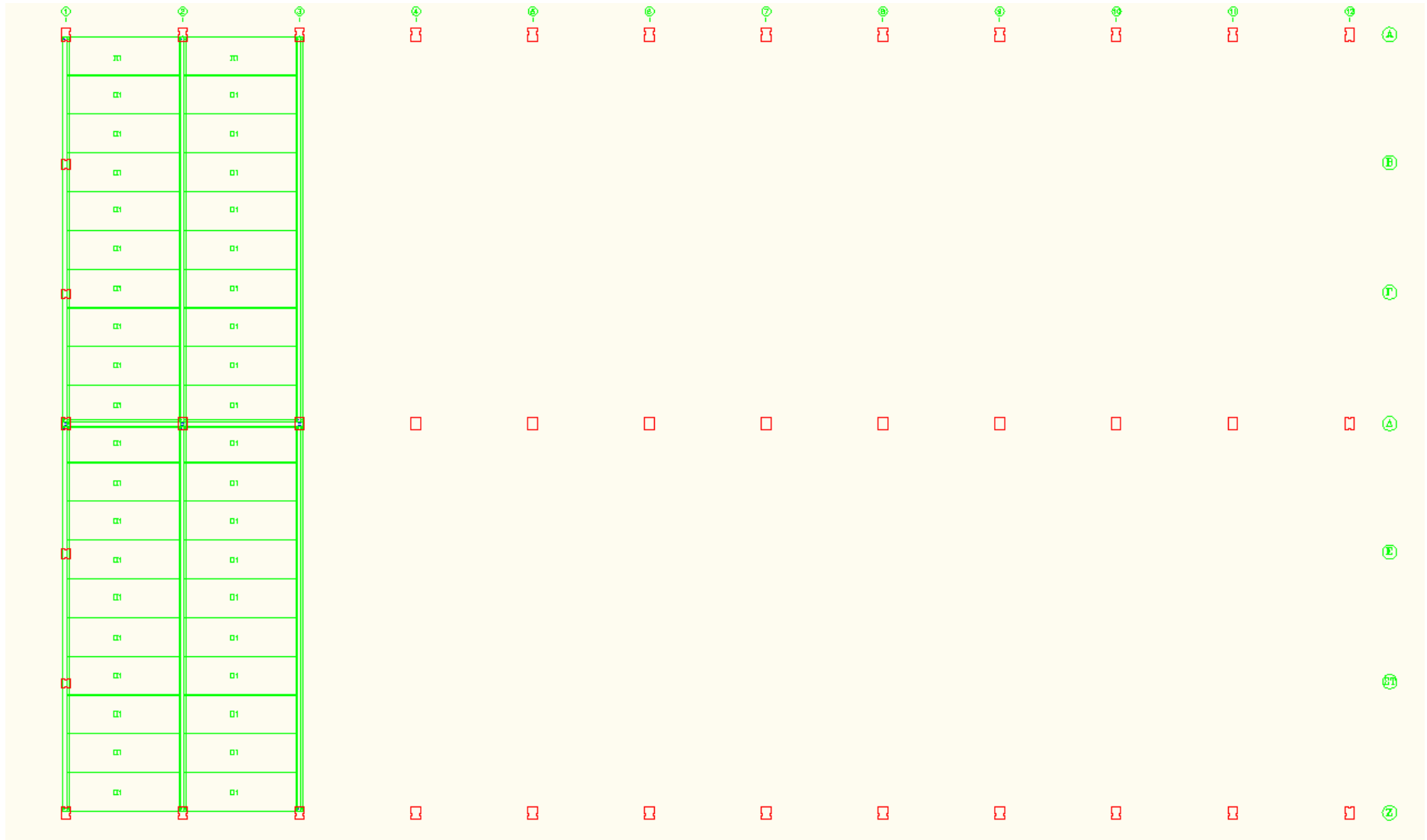
Σχήμα 32 . 2^ο στάδιο: Τοποθέτηση υποσυλωμάτων αριστερού ακραίου άξονα



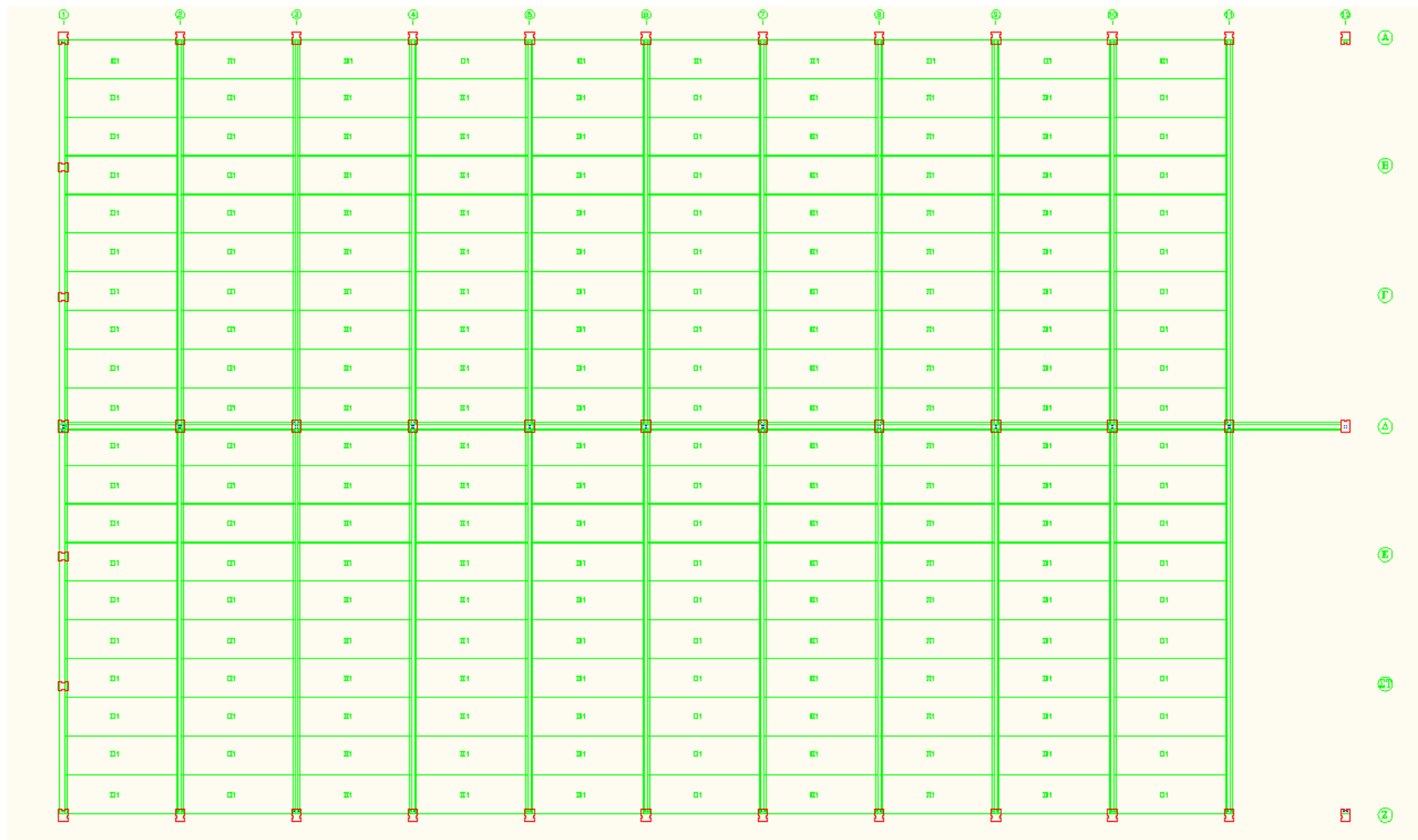
Σχήμα 33. 3^ο στάδιο: Τοποθέτηση υποστυλωμάτων κεντρικού άξονα



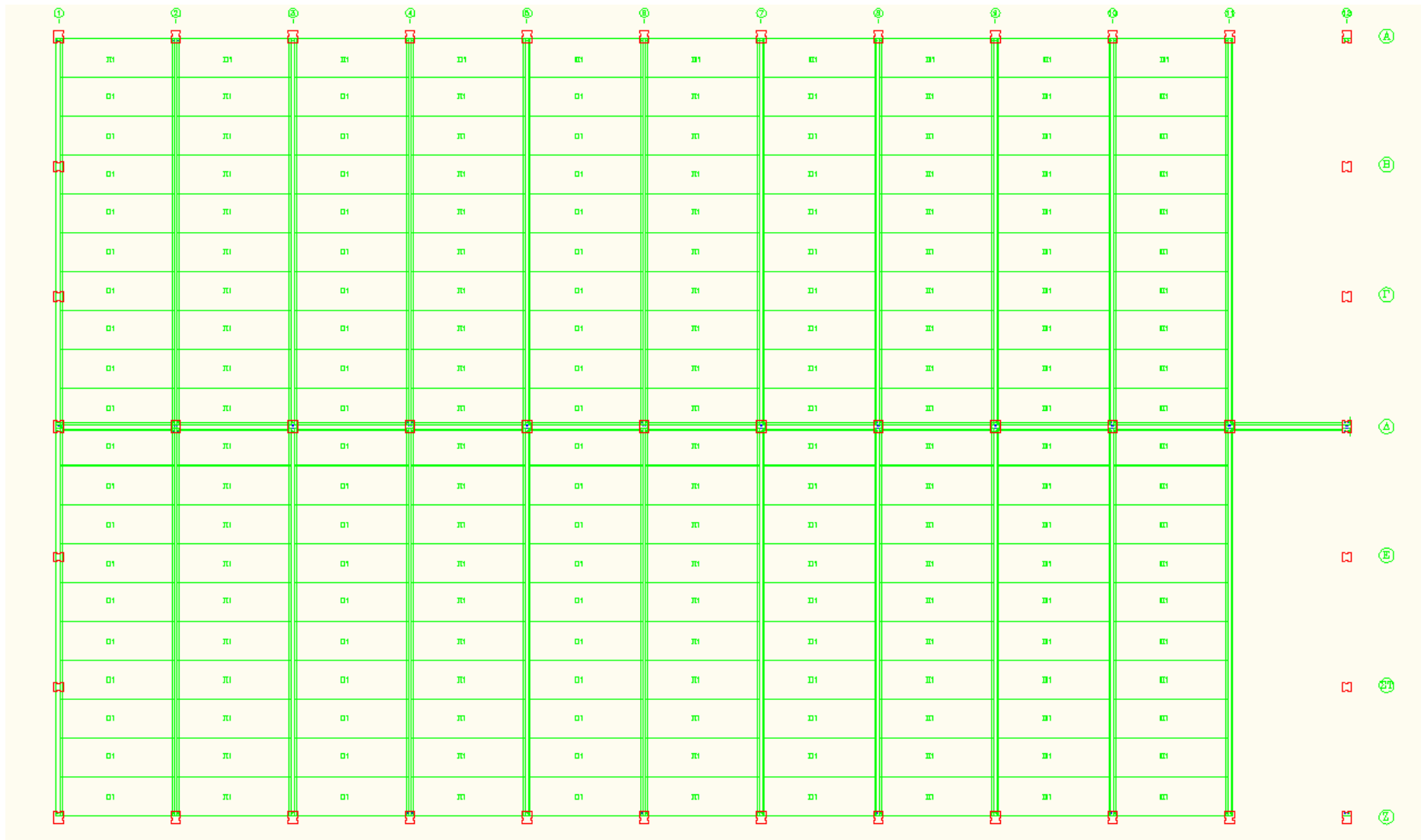
Σχήμα 35. 5ο στάδιο: Συναρμολόγηση 1ου παράλληλου φατνώματος («ματιού»)



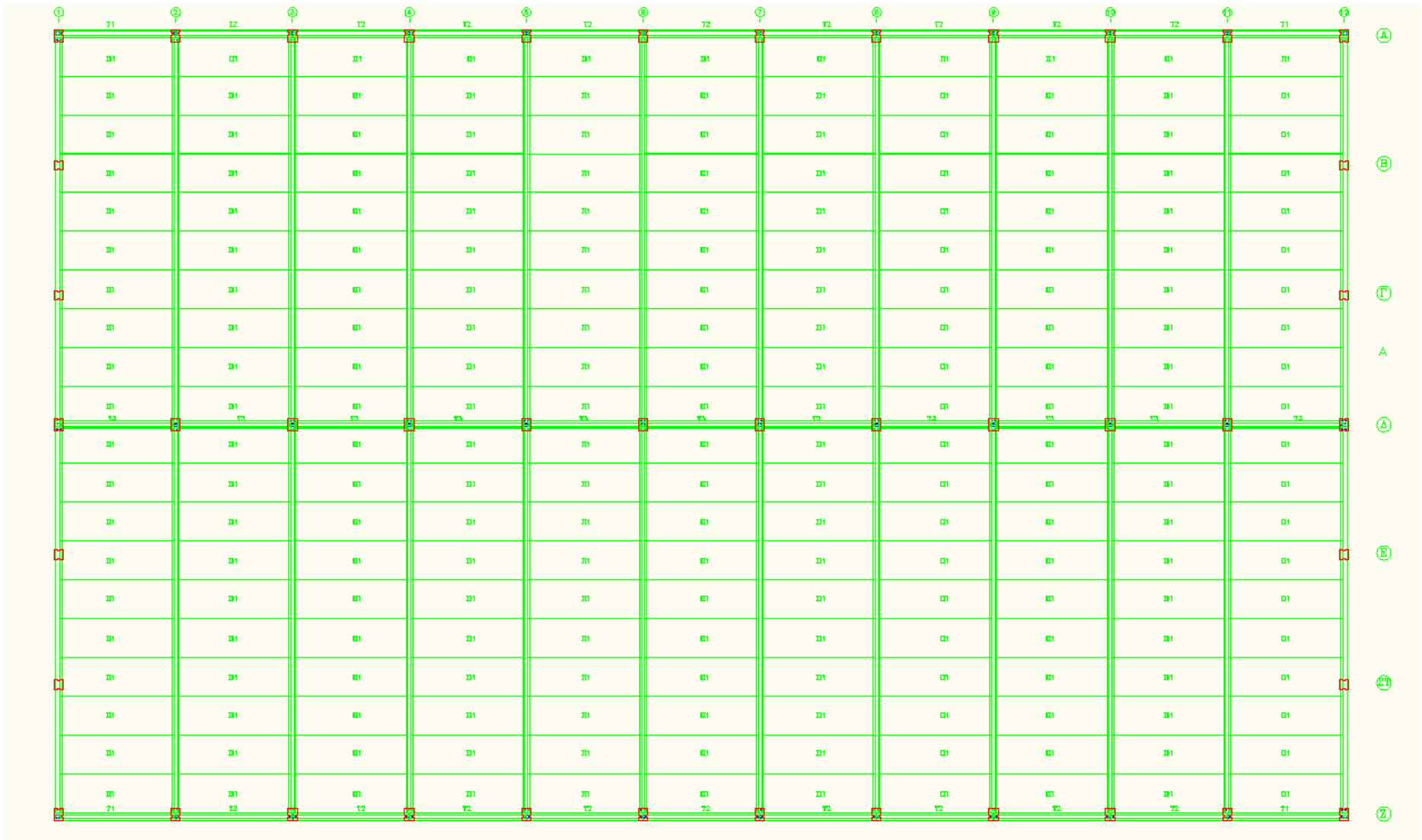
Σχήμα 36. 6^ο στάδιο: Συναρμολόγηση 2^{ου} παράλληλου φαινώματος



Σχήμα 37. 7^ο στάδιο: Συναρμολόγηση 10^{ου} (προτελευταίου) παράλληλου φατώματος



Σχήμα 38. 8^ο στάδιο: Τοποθέτηση μετωπικών υποστυλωμάτων μπροστά όψης



Σχήμα 39. 9^ο στάδιο: Συναρμολόγηση 11^{ου} (τελευταίου) παράλληλου φατνώματος

6.2.6 Ανάλυση χρονοδιαγράμματος της συναρμολόγησης του προκατασκευασμένου σκελετού του κτιρίου

		5η ΕΒΔΟΜΑΔΑ					
		ΔΕ	ΤΡ	ΤΕ	ΠΕ	ΠΑ	ΣΑ
ΚΩΝΟΙ	TEM M ³						
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ 60X80 ΑΑ	TEM M ³						
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ 60X80 ΚΑ	TEM M ³						
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ 60X60 ΜΕΤΩΠΙΚΑ	TEM M ³						
ΤΟΙΧΕΙΑ 3Χ2 Μ	TEM M ³						
ΤΟΙΧΕΙΑ 2Χ2 Μ	TEM M ³						
ΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΣΤΑΔΕΣ ΘΥΡΩΝ	TEM M ³						
ΖΕΥΚΤΑ	TEM M ³						
ΥΔΡΟΡΡΟΕΣ ΑΑ	TEM M ³						
ΥΔΡΟΡΡΟΕΣ ΚΑ	TEM M ³						
ΠΛΑΚΕΣ ΟΡΟΦΗΣ	TEM M ³						
ΣΥΝΟΛΟ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	112						
ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							
ΕΚΣΚΑΦΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΝ							
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ							
ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΠΕΛΜΑΤΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΝ							
ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΣΥΝΔΕΤΗΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ							
ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΕΙΩΝ							
ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ							
ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΠΛΑΚΩΝ ΟΡΟΦΗΣ							
ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΔΑΠΕΔΟΥ							
ΣΦΡΑΓΙΣΜΑ ΑΡΜΩΝ							

6.3 Κοστολόγηση του έργου

ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ C20/25

Α/Α	ΥΛΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΤΙΜΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	
				€	€	
1	ΤΣΙΜΕΝΤΟ Ι-42.5	320	kgr	0.1047	33.50	
2	ΑΜΜΟΣ (0-4)	1000	kgr	0.0078	7.80	
3	ΧΑΛΙΚΙ (15-30)	490	kgr	0.0074	3.63	
4	ΓΑΡΜΠΙΛΙ (8-15)	200	kgr	0.0073	1.46	
5	ΡΥΖΟΓΑΡΜΠΙΛΟ (4-8)	150	kgr	0.0066	0.99	
6	ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ	2.56	ltr	0.6400	1.64	
7	ΝΕΡΟ	180	ltr	0.0005	0.09	
8	ΙΝΕΣ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ	0.3	kgr	1.2000	0.36	
9	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	1.5	kwh	0.1500	0.23	
10	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	1	κατ αποκ	0.8000	0.80	
11	ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	1	κατ αποκ	0.7000	0.70	
12	ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	0.03	ημ/θια	90.0000	2.70	Με ασφάλιση
13	ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	1	κατ αποκ	1.5000	1.50	Εντός του εργοστασίου
14	ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ & ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ	1	κατ αποκ	4.4315	4.43	
15	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ανά m3 σκυροδέματος				59.82	

Πίνακας 22. Κόστος παραγωγής σκυροδέματος ποιότητας C20/25

ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ C25/30

Α/Α	ΥΛΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΤΙΜΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	
				€	€	
1	ΤΣΙΜΕΝΤΟ Ι-42.5	330	kgr	0.1047	34.55	
2	ΑΜΜΟΣ (0-4)	1000	kgr	0.0078	7.80	
3	ΧΑΛΙΚΙ (15-30)	490	kgr	0.0074	3.63	
4	ΓΑΡΜΠΙΛΙ (8-15)	200	kgr	0.0073	1.46	
5	ΡΥΖΟΓΑΡΜΠΙΛΟ (4-8)	150	kgr	0.0066	0.99	
6	ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ	2.64	ltr	0.6400	1.69	
7	ΝΕΡΟ	180	ltr	0.0005	0.09	
8	ΙΝΕΣ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ	0.3	kgr	1.2000	0.36	
9	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	1.5	kwh	0.1500	0.23	
10	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	1	κατ αποκ	0.8000	0.80	
11	ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	1	κατ αποκ	0.7000	0.70	
12	ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	0.03	ημ/θια	90.0000	2.70	Με ασφάλιση
13	ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	1	κατ αποκ	1.5000	1.50	Εντός του εργοστασίου
14	ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ & ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ	1	κατ αποκ	4.5193	4.52	
15	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ανά m3 σκυροδέματος				61.01	

Πίνακας 23. Κόστος παραγωγής σκυροδέματος ποιότητας C25/30

**ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ C30/37**

Α/Α	ΥΛΙΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΤΙΜΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	
				€	€	
1	ΤΣΙΜΕΝΤΟ Ι-42.5	400	kgr	0.1047	41.88	
2	ΑΜΜΟΣ (0-4)	1050	kgr	0.0078	8.19	
3	ΧΑΛΙΚΙ (15-30)	440	kgr	0.0074	3.26	
4	ΓΑΡΜΠΙΛΙ (8-15)	240	kgr	0.0073	1.75	
5	ΡΥΖΟΓΑΡΜΠΙΛΟ (4-8)	140	kgr	0.0066	0.92	
6	ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΤΗΣ	4.8	ltr	0.7400	3.55	
7	ΝΕΡΟ	180	ltr	0.0005	0.09	
8	ΙΝΕΣ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ	0.3	kgr	1.2000	0.36	
9	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	1.5	kwh	0.1500	0.23	
10	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	1	κατ αποκ	0.8000	0.80	
11	ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	1	κατ αποκ	0.7000	0.70	
12	ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΣΥΓΚΡ/ΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	0.03	ημ/θια	90.0000	2.70	Με ασφάλιση
13	ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	1	κατ αποκ	1.5000	1.50	Εντός του εργοστασίου
14	ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ & ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ	1	κατ αποκ	5.2743	5.27	
15	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ανά m3 σκυροδέματος				71.20	

Πίνακας 24. Κόστος παραγωγής σκυροδέματος ποιότητας C30/37

Χρησιμοποιούνται τρεις (3) ποιότητες σκυροδέματος :

- C20/25 για τα τοιχώματα και τις πλάκες οροφής, και τα δύο περιέχουν θερμομονωτική στρώση υπό μορφή sandwich.
- C25/30 για τους κώνους, τα υποστυλώματα και τις υδρορροές
- C30/37 για τις προεντεταμένες δοκούς της οροφής (ζευκτά)

Το σκυρόδεμα παράγεται σε συγκρότημα βίαιης ανάμιξης εντός του εργοστασίου προκατασκευής. Χρησιμοποιούνται τέσσερα (4) κλάσματα αδρανών : (0-4), (4-8), (8-15), (15-30), ο τύπος τσιμέντου είναι Ι-42.5 . Χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα βελτιωτικά ρευστοποιητές, επιταχυντές των αντοχών του σκυροδέματος, δεδομένου ότι είναι κρίσιμη η αντοχή των στοιχείων μετά από περίπου 16 ώρες οπότε και πρέπει να μετακινηθούν τα στοιχεία από τα καλούπια τους.



Εικόνα 19. Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος (mixer)

Για την βελτίωση των τελικών αντοχών των προκατασκευασμένων στοιχείων γίνεται και προσθήκη ινών πολυπροπυλαινίου.

. Η μεταφορά του σκυροδέματος από την θέση του συγκροτήματος παραγωγής (mixer) μέχρι τα καλούπια έγχυσης γίνεται με ειδικό αυτοκινούμενο όχημα με κοχλία προώθησης και διάστρωσης του σκυροδέματος τύπου Speedy.



Εικόνα 20. Διάστρωση σκυροδέματος με αυτοκινούμενο όχημα με κοκλία προώθησης του σκυροδέματος τύπου Speedy

Όπως αναλύθηκε στο 5^ο κεφάλαιο, το κόστος συντήρησης του συγκροτήματος παραγωγής του σκυροδέματος όπως και το κόστος απόσβεσης των μηχανημάτων υπολογίζονται με βάση ποσοστιαίους συντελεστές ανά m^3 σκυροδέματος. Αντίστοιχα, γενικά έξοδα και απρόβλεπτα υπολογίζονται ως ποσοστό επί του συνολικού κόστους παραγωγής του στοιχείου.

Οι εφαρμοζόμενες συνθέσεις όπως και οι τιμές μονάδος των πρώτων υλών μας δόθηκαν από βιομηχανία της προκατασκευής στην περιοχή της Αττικής.

Πρέπει να σημειωθεί ότι για το συμβατικό επί τόπου (στο εργοτάξιο) σκυρόδεμα δεν ισχύουν οι ίδιες τιμές διότι αφορούν έτοιμο σκυρόδεμα που προμηθεύεται από εταιρεία έτοιμου σκυροδέματος και οι εργασίες διάστρωσης εκτελούνται από υπεργολάβο και άλλου τύπου μηχανήματα διάστρωσης (αντλίες). Στον συνολικό προϋπολογισμό του έργου τα χυτά (συμβατικά) σκυροδέματα κοστολογούνται με τρέχουσες τιμές αγοράς.

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΥ													
A/A	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
	ΘΗΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	16	3.69	8	0.00	0.00	0.00	0.00	29.52	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	16	3.49	8	0.00	0.00	0.00	0.00	27.92	0.00	0.00	0.00	0.00
	1 ^α	12	3.53	6	0.00	0.00	21.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 ^α	12	3.33	6	0.00	0.00	19.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	16	3.67	8	0.00	0.00	0.00	0.00	29.36	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	16	3.23	8	0.00	0.00	0.00		25.84	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	12	3.23	16	0.00	0.00	51.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)					0.00	0.00	92.84	0.00	112.64	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)				260.19	0.00	0.00	82.44	0.00	177.75	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας 25. Πίνακας σιδηροπλισμού κώνου

A/A	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	Φ32
	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ Κ2				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	25	9.45	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	189.00	0.00
	2	32	2.00	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
	3	32	1.55	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10
	4	14	1.00	4	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	10	2.80	4	0.00	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	10	2.33	6	0.00	13.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΝΑΜΟΝΕΣ	12	0.70	5	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	8	2.46	102	250.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	8	2.04	102	208.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8	1.60	102	163.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	8	0.95	102	96.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	8	0.75	102	76.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)					795.60	25.18	3.50	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	189.00	7.10
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)				1,065.96	314.26	15.54	3.11	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	728.22	27.36

Πίνακας 26. Πίνακας σιδηροπλισμού υποστυλωμάτων ακραίων αξόνων
(60x80)

A/A	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	Φ32
	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ Κ5				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	25	9.45	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	189.00	0.00
	2	32	2.00	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
	3	32	1.55	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10
	4	14	1.00	4	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	10	2.80	4	0.00	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	10	2.33	6	0.00	13.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΝΑΜΟΝΕΣ	12	0.70	5	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	8	2.10	102	214.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	8	2.10	102	214.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8	2.80	102	285.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	8	0.75	102	76.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)					790.50	25.18	3.50	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	189.00	7.10
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)				1,063.94	312.25	15.54	3.11	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	728.22	27.36

Πίνακας 27. Πίνακας σιδηροπλισμού υποστυλωμάτων κεντρικού άξονα
(60x80)

A/A	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	Φ32
	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ Κ3				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	25	9.45	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	189.00	0.00
	2	32	2.00	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
	5	10	2.08	4	0.00	8.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	10	2.33	6	0.00	13.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΝΑΜΟΝΕΣ	12	0.70	5	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	8	1.64	204	334.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	8	2.06	102	210.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8	0.75	102	76.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)					621.18	22.30	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	189.00	4.00
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)				990.45	245.37	13.76	3.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	728.22	15.41

Πίνακας 28. Πίνακας σιδηροπλισμού υποστυλωμάτων μετωπικά (60x60)

A/A	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
	ΥΔΡΟΡΡΟΕΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	12	7.43	4	0.00	0.00	29.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	14	7.43	4	0.00	0.00	0.00	29.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	10	7.43	4	0.00	29.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	12	7.43	4	0.00	0.00	29.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	12	3.45	8	0.00	0.00	27.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	12	2.75	8	0.00	0.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	14	2.80	4	0.00	0.00	0.00	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	14	1.75	4	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	8	1.60	22	35.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	8	1.71	44	75.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)					110.44	29.72	109.04	47.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)					216.68	43.62	18.34	96.83	57.89	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας 29. Πίνακας σιδηροπλισμού υδρορροών κεντρικού και ακραίων αξόνων

A/A	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
	ΤΥΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΟΡΟΦΗΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	18	6.90	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.60	0.00	0.00	0.00
	2	12	7.60	4	0.00	0.00	30.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8	2.44	8	19.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	8	1.98	120	237.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	12	1.98	4	0.00	0.00	7.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	12	2.11	4	0.00	0.00	8.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	10	2.28	100	0.00	228.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	12	2.55	4	0.00	0.00	10.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	14	2.15	4	0.00	0.00	0.00	8.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 ^A	14	1.15	2	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	8	0.76	50	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΓΚΙΣΤΡΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15	12	1.26	4	0.00	0.00	5.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	16	10	0.24	50	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)					295.12	240.00	62.00	10.90	0.00	27.60	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)					388.02	116.57	148.08	55.06	13.17	0.00	55.14	0.00	0.00

Πίνακας 30. Πίνακας σιδηροπλισμού πλακών οροφής με μόνωση

A/A	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
	ΤΟΙΧΕΙΟ Τ1				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	12	2.95	16	0.00	0.00	47.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	12	6.93	12	0.00	0.00	83.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΝΑΜΟΝΕΣ	8	0.80	12	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΤΟΙΧΕΙΟ Τ2				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	12	1.95	16	0.00	0.00	31.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	12	6.93	8	0.00	0.00	55.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΝΑΜΟΝΕΣ	8	0.80	10	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΤΟΙΧΕΙΟ Τ3				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	12	5.95	6	0.00	0.00	35.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΝΑΜΟΝΕΣ	8	0.80	12	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΤΟΙΧΕΙΟ Τ4				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	12	2.95	16	0.00	0.00	47.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	12	7.58	12	0.00	0.00	90.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΝΑΜΟΝΕΣ	8	0.80	12	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΤΟΙΧΕΙΟ Τ5				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	12	1.95	16	0.00	0.00	31.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	14	7.55	12	0.00	0.00	0.00	90.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΑΝΑΜΟΝΕΣ	8	0.80	10	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)					44.80	0.00	422.06	90.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)					501.93	17.70	374.79	109.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας 31. Πίνακας σιδηροπλισμού τοιχείων

Α/Α	ΦΟΡΕΑΣ	Φ	ΜΗΚΟΣ	ΟΜΟΙΑ ΤΕΜ	Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
	ΖΕΥΚΤΑ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΧΑΛΑΡΟΣ- ΣΥΝΕΛΚΟΜΕΝΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΟΚΟΥ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	10	2.29	8	0.00	18.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	10	2.06	30	0.00	61.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	10	2.12	22	0.00	46.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	10	2.58	56	0.00	144.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	10	3.52	44	0.00	155.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	10	4.34	22	0.00	95.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	10	2.15	82	0.00	176.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	12	0.99	12	0.00	0.00	11.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9 ^A	12	0.35	12	0.00	0.00	4.20						
	10	14	2.90	2	0.00	0.00	0.00	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10 ^A	12	2.90	12			34.80						
	11	14	1.40	4	0.00	0.00	0.00	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	10	12.35	4	0.00	49.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	14	12.35	4	0.00	0.00	0.00	49.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	16	12.35	8	0.00	0.00	0.00	0.00	98.80	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	10	12.42	4	0.00	49.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	14	12.42	4	0.00	0.00	0.00	49.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	16	12.42	8	0.00	0.00	0.00	0.00	99.36	0.00	0.00	0.00	0.00
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΜΗΚΩΝ (m)					0.00	797.04	50.88	110.48	198.16	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kg)				983.11	0.00	491.78	45.18	133.46	312.70	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας 32. Πίνακας χαλαρού σιδηροπλισμού ζευκτών

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΝΑ ΤΕΜΑΧΙΟ

Ο όγκος του σκυροδέματος των προκατασκευασμένων στοιχείων γενικά αναφέρεται στα αντίστοιχα σχέδια ζυλοτύπου. Το βάρος των σιδηροπλισμών υπολογίστηκε στους αντίστοιχους πίνακες για κάθε στοιχείο.

Το κόστος εργατικών προκύπτει από όσα αναφέρονται κατά την περιγραφή της παραγωγής του κάθε στοιχείου. Έχει γίνει δε αναγωγή σε ημερομίσθια εργατοτεχνίτου. Το λάδι μεταλλοτύπου υπολογίζεται σε λίτρα και αναλογεί στην επιφάνεια του μεταλλότυπου κατά προσέγγιση. Το κόστος απόσβεσης των καλουπιών είναι συνάρτηση του κόστους κατασκευής των καλουπιών και ενός μέγιστου αποδεκτού αριθμού χρήσεών τους. Όπως αναλύθηκε, στους πίνακες υπολογίζεται ως συνάρτηση του όγκου του σκυροδέματος του κάθε στοιχείου. Σε ότι αφορά την μεταφορά των στοιχείων στο εργοτάξιο, αναλύεται για κάθε στοιχείο χωριστά.

Η μεταφορά των κώνων, σύνολο 44 τεμάχια, γίνεται σε 4 δρομολόγια με 11 κώνους / δρομολόγιο. Το βάρος του κώνου εκτιμάται σε 2.7 ton. Επειδή η απόσταση μεταφοράς ελήφθη 50 km για μεταφορά κάθε κώνου κοστολογούνται 135 ton*km. Σε ότι αφορά την ανάρτηση των κώνων γίνεται από τους εξέχοντες σιδηροπλισμούς, υπολογίζεται όμως το κόστος τεσσάρων ράβδων στήριξης των κώνων κατά την τελική τοποθέτησή τους.

Κώνοι

ΚΩΝΟΙ						
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΤΙΜΗ ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C25/30	1.04	m ³	57.67	59.97	
2	Σιδηροπλισμοι	260.19	Kgr	0.70	182.13	Διαμορφωμενοι
3	Εργασιαβ	1.1	ημ/θια	90.00	99.00	Με Ασφαλιση
4	Λάδι μεταλλοτύπων	0.2	Ltr	0.50	0.10	
5	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	4	Τεμ	1.50	6.00	
6	Αποσβεση Καλουπιων	1	Κατ αποκ	1.56	1.56	
7	Μεταφορα	125	ton.km	0.30	37.50	Μεταφορά 50 km
8	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα	1	Κατ αποκ	4.16	4.16	
	Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς				390.42	

Πίνακας 33. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς κώνων ανά τεμάχιο

Υποστυλώματα 60 x 80 Ακραιών και Κεντρικού Άξονα

Οι αναρτήσεις των υποστυλωμάτων είναι δύο (2) τεμάχια για την οριζόντια διαχείριση και μία οπή για την κατακόρυφη τοποθέτησή τους. Λόγω του μεγάλου βάρους των στύλων είναι ιδιαίτερα δαπανηρές. Σε ότι αφορά την μεταφορά των στύλων, το κάθε υποστυλώμα έχει βάρος περί τους 11.5 ton. Έτσι μεταφέρονται κατά κύριο λόγο δύο (2) υποστυλώματα ανά δρομολόγιο δηλαδή 575 ton*km μεταφοράς ανά υποστυλώμα.

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Κεντρικού άξονα (60x80)						
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C25/30	4.56	m3	57.67	262.96	
2	Σιδηροπλισμοι	1,063.94	Kgr	0.70	744.76	Διαμορφωμενοι
3	Εργασια	4.5	ημ/θια	90.00	405.00	Με Ασφαλιση
4	Λάδι μεταλλοτύπων	0.8	Ltr	0.50	0.40	
5	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	3	Τεμ	5.00	15.00	
6	Αποσβεση Καλουπιων	1	κατ αποκ	6.84	6.84	
7	Μεταφορα	575	ton.km	0.30	172.50	Μεταφορά 50 km
8	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα	1	κατ αποκ	18.24	18.24	
	Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς				1625.70	

Πίνακας 34. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς υποστυλωμάτων κεντρικού άξονα (60x80) ανά τεμάχιο

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Ακραιών αξόνων (60x80)						
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C25/30	4.33	m3	57.67	249.70	
2	Σιδηροπλισμοι	1,065.96	Kgr	0.70	746.17	Διαμορφωμενοι
3	Εργασια	4.5	ημ/θια	90.00	405.00	Με Ασφαλιση
4	Λάδι μεταλλοτύπων	0.8	Ltr	0.50	0.40	
5	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	3	Τεμ	5.00	15.00	
6	Αποσβεση Καλουπιων	1	κατ αποκ	6.50	6.50	
7	Μεταφορα	575	ton.km	0.30	172.50	Μεταφορά 50 km
8	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα	1	κατ αποκ	17.32	17.032	
	Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς				1612.58	

Πίνακας 35. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς υποστυλωμάτων ακραιών αξόνων (60x80) ανά τεμάχιο

Μετωπικά Υποστυλώματα 60 x 60

Στα μετωπικά υποστυλώματα βάρους 7.7 ton έκαστο, μεταφέρονται ανά τρία και αντιστοιχούν σε 385 ton*km ανά υποστυλώμα.

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Μετωπικά (60x60)						
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C25/30	3.19	m3	57.67	183.96	
2	Σιδηροπλισμοι	990.45	Kgr	0.70	693.32	Διαμορφωμενοι
3	Εργασια	3	ημ/θια	90.00	270.00	Με Ασφαλιση
4	Λάδι μεταλλοτύπων	0.6	Ltr	0.50	0.30	
5	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	3	Τεμ	5.00	15.00	
6	Αποσβεση Καλουπιων	1	κατ αποκ	4.50	4.50	
7	Μεταφορα	400	ton.km	0.30	120.00	Μεταφορά 50 km
8	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα	1	κατ αποκ	12.76	12.76	
	Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς				1299.19	

Πίνακας 36. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς μετωπικών υποστυλωμάτων (60x60) ανά τεμάχιο

Ζευκτά

Σε κάθε ζευκτό προβλέπονται τένοντες Φ6/10 inch με συνολικό μήκος περί τα 110 m έκαστος, δηλαδή μήκος 27.5 m κάθε τένοντα αναλογεί σε κάθε ζευκτό. Συνεπώς το συνολικό βάρος του οπλισμού προέντασης ανά ζευκτό είναι 650 kg. Το κόστος απόσβεσης εξοπλισμού και μηχανημάτων προέντασης είναι ιδιαίτερα αυξημένο λόγω του μεγάλου κόστους προμήθειας και κατασκευής. Η δαπάνη με την μεγαλύτερη επιρροή στην συνολική δαπάνη για τα ζευκτά είναι η δαπάνη μεταφοράς. Τα ζευκτά μεταφέρονται ανά ζεύγη με ειδικά μεταφορικά μέσα. Μεγάλου ωφέλιμου φορτίου αυτοκίνητα – άνω των 40 ton - με επιμηκυμένη πλατφόρμα όσο το μήκος των ζευκτών περί τα 25 m. Ειδική στήριξη του φορτίου λόγω της προέντασης. Στρεφόμενος και ο πίσω άξονας του οχήματος για να μπορεί να ελιχθεί και με συνοδεία οχημάτων ασφαλείας. Πρόκειται για ειδικά φορτία για τα οποία απαιτούνται και ειδικές άδειες για την κίνησή τους.

Το κόστος μεταφοράς είναι υπερδιπλάσιο ενός συνήθους φορτίου με ίδιο βάρος στοιχείων. Το βάρος ενός ζευκτού είναι της τάξης των 19.5 ton οπότε αντιστοιχούν περί τα 97.5 ton*km μεταφοράς ανά ζευκτό.



Εικόνα 21. Ζεύγος ζευκτών επί του ειδικού οχήματος μεταφοράς

ΖΕΥΚΤΟ						
				ΤΙΜΗ		
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C30/37	7.78	m3	67.10	522.07	
2	Σιδηροπλισμοι	983.11	Kgr	0.70	688.18	Διαμορφωμενοι
3	Πλέγμα T131	105.00	Kgr	0.65	68.25	
4	Οπλισμός προέντασης	650.00	Kgr	2.00	1300.00	
5	Εργασια	11.00	ημ/θια	90.00	990.00	Με Ασφαλιση
6	Λάδι μεταλλοτύπων	1.50	Ltr	0.50	0.75	
7	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	6.00	Τεμ	5.00	30.00	
8	Αποσβεση Καλουπιων και Εξοπλισμού Προέντασης	1.00	κατ αποκ	11.67	11.67	
9	Μεταφορα	975.00	ton.km	0.50	487.50	Μεταφορά 50 km
10	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα	1.00	κατ αποκ	31.12	31.12	
Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς					4129.54	

Πίνακας 37. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς ζευκτών ανά τεμάχιο

Πλάκες οροφής με μόνωση

ΠΛΑΚΕΣ ΟΡΟΦΗΣ (με μόνωση)						
				ΤΙΜΗ		
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C20/25	2.04	m3	56.57	115.40	
2	Σιδηροπλισμοι	388.02	Kgr	0.70	271.61	Διαμορφωμενοι
3	Πλέγμα T131	40.00	Kgr	0.65	26.00	
4	Διογκωμένη πολυστερίνη	0.66	m3	45.00	29.70	Πάχους 5cm
5	Εργασια	2.5	ημ/θια	90.00	225.00	Με Ασφαλιση
6	Λάδι μεταλλοτύπων	0.4	Ltr	0.50	0.20	
7	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	4	Τεμ	1.50	6.00	
8	Αποσβεση Καλουπιων	1	κατ αποκ	3.06	3.06	
9	Μεταφορα	250	ton.km	0.30	75.00	Μεταφορά 50 km
10	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα	1	κατ αποκ	8.16	8.16	
Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς					760.13	
Κόστος ανά πλακών					41.93	

Πίνακας 38. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς πλακών οροφής με μόνωση ανά τεμάχιο

Υδρορροές Ακραιών και Κεντρικού Άξονα

Οι δοκοί-υδρορροές βάρους 5 ton η κάθε μία, μεταφέρονται ανά 5 και η μεταφορά τους ανάγεται σε 250 ton*km ανά τεμάχιο.

ΥΔΡΟΡΡΟΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΚΡΑΙΩΝ ΑΞΟΝΩΝ						
				ΤΙΜΗ		
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C25/30	2.00	m3	57.67	115.33	
2	Σιδηροπλισμοι	216.68	Kgr	0.70	151.67	Διαμορφωμενοι
3	Εργασια	2	ημ/θια	90.00	180.00	Με Ασφαλιση
4	Λάδι μεταλλοτύπων	0.4	Ltr	0.50	0.20	
5	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	4	Τεμ	3.00	12.00	
6	Αποσβεση Καλουπιων	1	κατ αποκ	3.00	3.00	
7	Μεταφορα	250	ton.km	0.30	75.00	Μεταφορά 50 km
8	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα	1	κατ αποκ	8.00	8.00	
Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς					545.21	

Πίνακας 39. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς υδρορροών ακραιών και κεντρικού άξονα ανά τεμάχιο

Τοιχεία

Οι αναρτήσεις των τοικωμάτων είναι τέσσερις (4) για την οριζόντια μετακίνηση και δύο (2) ανεξάρτητες για την κατακόρυφη τοποθέτηση, το σύνολο 6 τεμάχια.

ΤΟΙΧΕΙΑ ΥΨΟΥΣ 3.00 Μ						
				ΤΙΜΗ		
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C20/25	2.60	m3	56.57	147.08	
2	Σιδηροπλισμοί	139.96	Kgr	0.70	97.97	Διαμορφωμένοι
3	Πλέγμα T131	88.00	Kgr	0.65	57.20	
4	Διογκωμένη πολυστερίνη	0.75	m3	45.00	33.75	Πάχους 5 cm
5	Εργασία	3	ημ/θια	90.00	270.00	Με Ασφαλιση
6	Λάδι μεταλλοτύπων	0.5	Ltr	0.50	0.25	
7	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	6	Τεμ	1.50	9.00	
8	Αποσβεση Καλουπιων	1	κατ αποκ	3.90	3.90	
9	Μεταφορα	250	ton.km	0.30	75.00	Μεταφορά 50 km
10	Γενικά Εξοδα & Απροβλεπτα	1	κατ αποκ	10.40	10.40	
Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς					704.55	
Κόστος ανά m² τοιχείων					33.79	

Πίνακας 40. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς τοιχείων ύψους 3m ανά τεμάχιο

ΤΟΙΧΕΙΑ ΥΨΟΥΣ 2.00 Μ						
				ΤΙΜΗ		
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C20/25	1.80	m3	56.57	101.82	
2	Σιδηροπλισμοί	94.64	kgr	0.70	66.25	Διαμορφωμένοι
3	Πλέγμα T131	60.00	kgr	0.65	39.00	
4	Διογκωμένη πολυστερίνη	0.40	m3	45.00	18.00	Πάχους 5 cm
6	Εργασία	2.00	ημ/θια	90.00	180.00	Με Ασφαλιση
7	Λάδι μεταλλοτύπων	0.40	ltr	0.50	0.20	
8	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	6.00	τεμ	1.50	9.00	
9	Αποσβεση Καλουπιων	1.00	κατ αποκ	2.70	2.70	
10	Μεταφορα	225.00	ton.km	0.30	67.50	Μεταφορά 50 km
11	Γενικά Εξοδα & Απροβλεπτα	1.00	κατ αποκ	7.20	7.20	
Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς					491.67	
Κόστος ανά m² τοιχείων					35.12	

Πίνακας 41. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς τοιχείων ύψους 2m ανά τεμάχιο

ΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΣΤΑΔΕΣ ΘΥΡΩΝ						
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΑΝΑ Ε/Μ	ΔΑΠΑΝΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
				ΤΙΜΗ		
				€	€	
1	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C20/25	0.96	m3	56.57	54.31	
2	Σιδηροπλισμοι	45.30	kg	0.70	31.71	Διαμορφωμενοι
3	Πλέγμα T131	25.00	kg	0.65	16.25	
5	Εργασια	1.00	ημ/θια	90.00	90.00	Με Ασφαλιση
6	Λάδι μεταλλοτύπων	0.20	ltr	0.50	0.10	
7	Αναρτήσεις και λοιπά ένθετα	5.00	τεμ	1.50	7.50	
8	Αποσβεση Καλουπιων	1.00	κατ αποκ	1.44	1.44	
9	Μεταφορα	120.00	ton.km	0.30	36.00	Μεταφορά 50 km
10	Γενικα Εξοδα & Απροβλεπτα	1.00	κατ αποκ	3.84	3.84	
Συνολικό κόστος παραγωγής και μεταφοράς					241.15	
Κόστος ανά m² τοιχείων					58.25	

Πίνακας 42. Κόστος παραγωγής και μεταφοράς τοιχείων παραστάδων θυρών ανά τεμάχιο

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΥΝΟΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΑ ΤΕΜ	ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΑ ΤΕΜ (€)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
ΚΩΝΟΙ	44	390.42	17178.69
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Κεντρικού άξονα (60x80)	12	1625.70	19508.38
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Μετωπικά (60x60)	8	1299.19	10393.49
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ Ακραίων αξόνων (60x80)	24	1612.58	38701.92
ΖΕΥΚΤΟ	24	4129.54	99108.94
ΠΛΑΚΕΣ ΟΡΟΦΗΣ (με μόνωση)	220	760.13	167229.44
ΥΔΡΟΡΡΟΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΚΡΑΙΩΝ ΑΞΟΝΩΝ	33	545.21	17991.81
ΤΟΙΧΕΙΑ ΥΨΟΥΣ 3.00 Μ	56	704.55	39454.79
ΤΟΙΧΕΙΑ ΥΨΟΥΣ 2.00 Μ	34	491.67	16716.82
ΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΣΤΑΔΕΣ ΘΥΡΩΝ	12	241.15	2893.75
		ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ €	429178.02

Πίνακας 43. Προϋπολογισμός παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων του κτιρίου

ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ
(ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ)

Συμβατικές εργασίες στο εργοτάξιο

Όλες οι συμβατικές εργασίες στο χώρο του εργοταξίου κοστολογούνται βάση αναλυτικών επιμετρήσεων των ποσοτήτων και με τρέχουσες τιμές αγοράς, δεδομένου ότι εκτελούνται από υπεργολάβους.

Αναλυτικά :

Εκσκαφή θεμελίων - Επιχώσεις

Υπολογίζεται ότι περιμετρικά και στον κεντρικό άξονα του κτιρίου γίνεται εκσκαφή θεμελιολωρίδων πλάτους 5 m και βάθους 2 m. Τα προϊόντα των εκσκαφών αποθηκεύονται προσωρινά στον χώρο του έργου και χρησιμοποιούνται σαν υλικό επίχωσης στα εντός και εκτός του κτιρίου.

Πέλματα – Συνδετήριες Δοκοί – Τοιχεία Περιμετρικά

Κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας C20/25. Τα πέλματα των θεμελίων έχουν πάχος 60 cm και διαστάσεις όπως στα σχέδια. Οι συνδετήριες δοκοί μεταξύ των πελμάτων έχουν διατομή 30 x 60 cm. Τα περιμετρικά τοιχεία εγκιβωτισμού των επιχώσεων και έδρασης των προκατασκευασμένων τοιχείων της πλαγιοκάλυψης έχουν διατομή 25 x 120 cm και εδράζονται επί των πελμάτων των πεδίων και των συνδετήριων δοκών.

Βιομηχανικό Δάπεδο

Το δάπεδο του κτιρίου είναι πλάκα επί εκσκαφής πάχους 20 cm, οπλισμένη με μεταλλικές ίνες και επεξεργασία της άνω επιφάνειας με σκληρυντικό (βιομηχανικό δάπεδο).

Αρμοί Σύνδεσης Πλακών Οροφής

Από την διατομή των πλακών οροφής στις ακμές τους δημιουργείται κενό πάχους 7 cm και πλάτους 30 cm το οποίο πληρούται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η εργασία αυτή κοστολογείται ανά μέτρο μήκους της σύνδεσης.

Πλήρωση Αρμών

Οι κατακόρυφοι αρμοί μεταξύ υποστυλωμάτων και τοιχείων πληρούνται με λεπτόρευστη τσιμεντοκονία σε όλο το ύψος τους. Στους οριζόντιους αρμούς μεταξύ τοιχωμάτων τοποθετείται μονωτικό κορδόνι και στην συνέχεια σφραγίζονται με πολυουρεθανική μαστίχη. Στις τοπικές συνδέσεις μεταξύ των προκατασκευασμένων στοιχείων το κενός τις θέσεις των βλήτρων πληρούται με μή συμπυκνωμένη κονία τύπου .

Κόστος συναρμολόγησης

Από το χρονοδιάγραμμα του έργου προκύπτει αριθμός εργασιμών ημερών για τις εργασίες συναρμολόγησης του κτιρίου. Στο αρχικό στάδιο του έργου απασχολούνται για τις εργασίες συναρμολόγησης τέσσερις (4) εργατοτεχνίτες – μονταδόροι , ένας (1) εργοδηγός και ένας (1) γερανός ανυψωτικής ικανότητας 70 ton. Η περίοδος αυτή περιλαμβάνει τις εργασίες τοποθέτησης των κώνων και των υποστυλωμάτων. Στο δεύτερο στάδιο των εργασιών στο έργο απασχολούνται δύο γερανοί των 70 ton. Αυτό κρίνεται σκόπιμο για τηνασφαλέστερη ανύψωση των ζευκτών οπότε και εκτελούν εργασίες μονταρίσματος. Απασχολούνται αυτό το διάστημα έξι (6) εργατοτεχνίτες – μονταδόροι και ένας (1) εργοδηγός.

Από την ως άνω περιγραφή προκύπτουν και τα αντίστοιχα ημερομίσθια εργατοτεχνιτών και γερανών με βάση τα οποία υπολογίζεται το κόστος συναρμολόγησης.

ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ					
A/A	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΣ	Ε/Μ	ΤΙΜΗ	ΔΑΠΑΝΗ
				ΑΝΑ	
				ΣΤΟΙΧΕΙΟ	
				€	€
	Βιομηχανικο Κτιριο 4125m²:				
	Οροφη Μπετον				
1	Εκσκαφές Θεμελίων	2200	m3	4.00	8800.00
2	Θεμελιωση Μπετον καθαριοτητος	130	m3	100.00	13000.00
3	Κωνοι	44	τεμ	390.42	17178.69
4	Θεμελιωση Πεδιλα Στυλων	450	m3	280.00	126000.00
5	Θεμελιωση Συνδετηριοι Δοκοι	150	m3	280.00	42000.00
6	Επιχώσεις Θεμελίων	1400	m3	2.00	2800.00
7	Υποστυλωματα 60/80 (μηκους 9,5m)	24	τεμ	1612.58	38701.92
8	Υποστυλωματα 60/80 (μηκους 9,5m)	12	τεμ	1625.70	19508.38
9	Υποστυλωματα 60/60 (μηκους 9,5m)	8	τεμ	1299.19	10393.49
10	Ζευκτα ανοιγματος 24,5m	24	τεμ	4129.54	99108.94
11	Υδρορορες	33	τεμ	545.21	17991.81
12	Πλακες ΤΤ Οροφης (με μονωση)	3990	m2	41.93	167288.14
13	Χυτο σκυροδεμα συνδεσης πλακων	2000	m.μ	5.00	10000.00
14	Τοιχεια Προκατασκευασμενα (7.0 x 3.0 m)	1170	m2	33.79	39535.89
15	Τοιχεια Προκατασκευασμενα (7.0 x 2.0 m)	470	m2	35.12	16506.10
16	Τοιχεια Παραστάδες θυρών	50	m2	58.25	2912.39
17	Εργασία συναρμολόγησης προκατασκευής	260	ημ/θια	90.00	23400.00
18	Μισθώματα μηχανημάτων (γερανός 70 ton)	50	ημ/θια	800.00	40000.00
19	Πλήρωση αρμών διαστολής	1400	m.μ	3.00	4200.00
20	Επιχώσεις εντός του κτιρίου με 3 ^A	4000	m2	12.00	48000.00
21	Εδαφοπλακα Δαπεδο Βιομηχανικο	4000	m2	150.00	600000.00
22	Μελέτη και επίβλεψη κατασκευής	4000	m2	15.00	60000.00
23	Απροβλεπτα	1	κατ αποκ	44000.00	44000.00
	Δαπανη κατασκευής Σκελετού Κτιριου				1451325.74
	ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΝΑ m² ΚΤΙΡΙΟΥ				351.84

Πίνακας 44. Προϋπολογισμός κόστους κατασκευής του κτιρίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΓΙΑ ΔΟΜΙΚΑ ΠΛΕΓΜΑΤΑ

(ΕΠΙ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΙ ΑΠΟ ΗΛ.&ΣΤ.ΚΟΥΡΤΗΣ & ΥΙΟΙ ΑΒΕΕ)

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ & ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΠΛΕΓΜΑΤΩΝ									
ΔΙΑΣΤΑΣ. ΦΥΛΛΟΥ (m)	ΤΥΠΟΣ ΠΛΕΓΜΑΤ.	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡ. (mm)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (mm)	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡ. (mm)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ (mm)	ΘΕΩΡΗΤ. ΒΑΡΟΣ ΦΥΛ.(kg)	ΑΡΙΘΜ. ΦΥΛ. ΑΝΑ ΔΕΜΑ
5,00 x 2,15	T92	33	4,2	150	15	4,2	150	16,1	100
5,00 x 2,15	T131	33	5,0	150	8	4,2	150	20,7	100
					7	5,0			
5,00 x 2,15	T139	50	4,2	100	22	4,2	100	23,7	100
5,00 x 2,15	T188	33	6,0	150	15	6,0	150	32,4	50
5,00 x 2,15	O92	20	4,2	250	15	4,2	150	12,9	100

ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

C20/25	
ΤΣΙΜΕΝΤΟ Ι-42.5	320.00
ΑΜΜΟΣ	1000.00
ΧΑΛΙΚΙ	490.00
ΓΑΡΜΠΙΛΙ	200.00
ΡΥΖΟΓΑΡΜΠΙΛΟ	150.00
ΧΗΜΙΚΟ (CHEM SPL)	2.56

C25/30	
ΤΣΙΜΕΝΤΟ Ι-42.5	330.00
ΑΜΜΟΣ	1000.00
ΧΑΛΙΚΙ	490.00
ΓΑΡΜΠΙΛΙ	200.00
ΡΥΖΟΓΑΡΜΠΙΛΟ	150.00
ΧΗΜΙΚΟ (CHEM SPL)	2.64
ΙΝΕΣ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ	0.30

C30/37	
ΤΣΙΜΕΝΤΟ Ι-42.5	400.00
ΑΜΜΟΣ	1050.00
ΧΑΛΙΚΙ	440.00
ΓΑΡΜΠΙΛΙ	240.00
ΡΥΖΟΓΑΡΜΠΙΛΟ	140.00
ΧΗΜΙΚΟ (ACE 14)	4.80

ΤΙΜΕΣ	
ΤΣΙΜΕΝΤΟ Ι-42.5	104.73
ΑΜΜΟΣ	7.80
ΧΑΛΙΚΙ	7.40
ΓΑΡΜΠΙΛΙ	7.30
ΡΥΖΟΓΑΡΜΠΙΛΟ	6.60
CHEM SPL	0.64
ACE 14	0.74

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (ΔΕΗ)

Γ. ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

1. Τιμολόγιο Γ21/Β

Τετραμηνιαία χρέωση

πάγιο:	9,60 €
ενέργεια: όλες οι kWh	0,13001 €/kWh
ελάχιστη χρέωση:	το πάγιο

2. Τιμολόγιο Γ22/Β

Μηνιαία χρέωση

πάγιο:	2,89 €
ισχύς: χρεωστέα ζήτηση	2,1581 €/kW
ενέργεια: όλες οι kWh	0,10039 €/kWh

ελάχιστη τιμή χρεωστέας ζήτηση: 18 kW

ελάχιστη χρέωση: το πάγιο και η ισχύς των 18 kW

Ειδικοί όροι τιμολογίου Γ22Β:

Αν $\text{συνφ} < 0,95$, τότε: $XZ = KMZ * \{1 + [(0,95/\text{συνφ}) - 1] * 1,6\}$

Αν $\text{συνφ} \geq 0,95$, τότε: $XZ = KMZ$,

Όπου:

XZ = Χρεωστέα Ζήτηση (kW)

KMZ = Καταγραφείσα Μέγιστη Ζήτηση (kW)

3. Τιμολόγιο Γ23/Β

Τετραμηνιαία χρέωση

πάγιο:	17,66 €
ενέργεια: ωράριο "κανονικής χρέωσης"	0,16585 €/kWh
ωράριο "μειωμένης χρέωσης"	0,05140 €/kWh

ελάχιστη χρέωση: (ΣΙ)*2,0534 €

όπου ΣΙ = Συμφωνημένη Ισχύς σε kVA

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΕΔΡΑ / ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ
ΕΔΡΑΣΗ- Χ.ΨΑΛΛΙΔΑΣ Α.Τ.Ε.	Βιομηχανικά & Εμπορικά κτίρια, Οδικές και Σιδηροδρομικές Γέφυρες, Κατοικίες, Ξενοδοχειακές μονάδες, Σχολικά κτίρια, Λιμενικά Έργα, Αθλητικές εγκαταστάσεις, Στηθαία Ασφαλείας, Ηχοπετάσματα, Στύλοι Φωτισμού, Στρωτήρες, Προκατασκευασμένοι Πάσσαλοι, Προκατασκευασμένες Περιφράξεις, Προκατασκευασμένες όψεις Κτιρίων	47ο χλμ. ΑΤΤΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΚΟΡΩΠΙ-ΑΤΤΙΚΗ Τ.Κ. 19400 ΤΗΛ. 2106680600 FAX 2106680610
ΠΡΟΕΤ Α.Ε.	Χρήση του συστήματος των μεταφερόμενων κιβωτίων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Βαριά εργοστασιακή προκατασκευή για δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, κατοικίες, σχολικά κτίρια (Ο.Σ.Κ.), προκατασκευή στρωτήρων του μετρό	ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ-ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ 29 Τ.Κ. 15125 ΤΗΛ. 2106194440 FAX 2106856364 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ (ΘΕΣΗ ΛΑΚΚΟΣ ΧΑΤΖΗ) ΤΗΛ 2105575261 FAX 2105578761 email : info@proet.gr

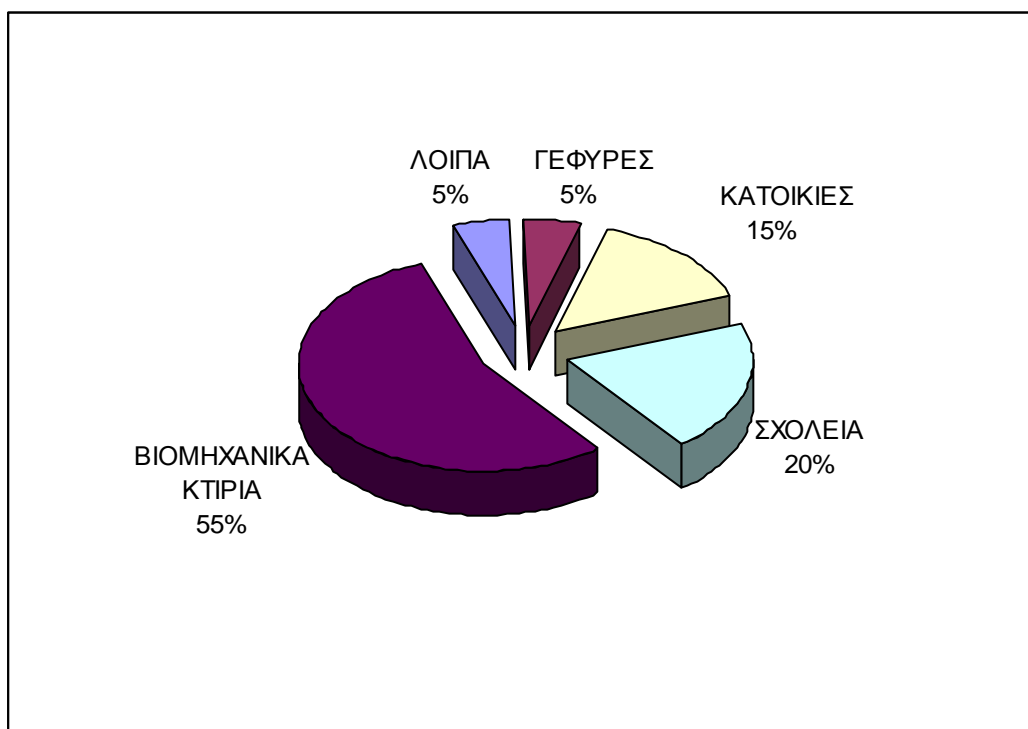
<p>ΒΕΤΑΝΕΤ Α.Ε.</p>	<p>Βιομηχανική Παραγωγή και συναρμολόγηση προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος για εφαρμογές συστημάτων οργανωμένης δόμησης</p>	<p>ΤΖΙΡΑΙΩΝ 8-10 Τ.Κ. 11742 1ο ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ 68ο χλμ. ΑΘΗΝΩΝ-ΛΑΜΙΑΣ 2ο ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΒΙ.ΠΕ. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ</p>
<p>ΑΣΠΡΟΚΑΤ Α.Β.Ε.Ε.</p>	<p>Βαρεία προκατασκευή (παραγωγή σύγχρονων βιομηχανικών κτιρίων και αποθηκών)</p>	<p>ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ ΘΕΣΣΗ ΜΠΑΤΑΛΑ Τ.Κ. 19300 Τ.Θ. 31 ΤΗΛ. 2105590841-4 FAX 2105590806 email:kkabol@tee.gr</p>
<p>ΠΡΟΚΤΙΣΜΑ Α.Ε.</p>	<p>Βιομηχανία βαρείας προκατασκευής - κατασκευής ιδιωτικών και δημόσιων έργων - βιομηχανία έτοιμου σκυροδέματος</p>	<p>ΓΡΑΦΕΙΑ-ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΒΙ.ΠΕ. ΛΑΜΙΑΣ ΤΚ 35100 ΤΗΛ 223102866-8 FAX 2231042120</p>
<p>ΠΡΟΚΕΛ Α.Ε.</p>	<p>Βιομηχανία βαρείας προκατασκευής - κατασκευής ιδιωτικών και δημόσιων έργων -</p>	<p>ΓΡΑΦΕΙΑ ΕΡ.ΣΤΑΥΡΟΥ 1-3 ΛΑΡΙΣΑ ΤΗΛ 2410532187 FAX 2410532186 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ 5ο χλμ. ΛΑΡΙΣΗΣ- ΣΥΚΟΥΡΙΟΥ ΤΗΛ 2410575373</p>

<p>ΑΡΜΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ Α.Ε.</p>	<p>Σχολικά κτίρια, Βιομηχανικά κτίρια, Κατοικίες-Ξενοδοχεία Ειδικά Στοιχεία - τοίχοι υπογείων, Πρόπλακες, Δοκοί, Τοίχοι περιφραξης</p>	<p>ΓΡΑΦΕΙΑ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΕΩΣ 25 ΑΘΗΝΑ Τ.Κ. 11527 ΤΗΛ 2107700538 FAX 2107707758 email : armosath@otenet ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΑΡΙΣΑ ΟΙΝΟΦΥΤΑ ΓΡΑΦΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ</p>
<p>ΦΑΝΤΑ ΡΕΑΛ Α.Β.Ε.Τ.Ε.</p>	<p>Κατοικίες, σχολικά κτίρια, κτίρια βιομηχανικών και αποθηκευτικών χώρων, τουριστικές εγκαταστάσεις, ξενοδοχεία, πλωτές κατασκευές σκυροδέματος, γέφυρες, parking</p>	<p>ΑΛΕΒΙΖΑΤΟΥ 50 ΠΑΠΑΓΟΥ ΑΘΗΝΑ Τ.Κ. 15669 ΤΗΛ. 2106516341 FAX 2106510139 email : imant@tee.gr</p>
<p>ΤΑΧΥΔΟΜΗ</p>	<p>Βιομηχανία ταχείας δόμησης κτιρίων, Σύστημα παραγωγής "διπλού τοίχου", Εξωτερική μόνωση- σύστημα THERMO K8, Βιομηχανικά κτίρια, Βιοκλιματικά κτίρια</p>	<p>ΑΘΗΝΑ ΒΑΣ.ΣΟΦΙΑΣ 86 Τ.Κ. 11528 ΤΗΛ. 6944426014 email : kaiser80@otenet.gr ΧΑΝΙΑ ΠΑΖΙΝΟΣ ΑΚΤΩΤΗΡΙΟΥ Τ.Κ. 73100 ΤΗΛ. 2821066300-1 FAX 2821066302 email : info@tachydomi.gr ΗΡΑΚΛΕΙΟ</p>

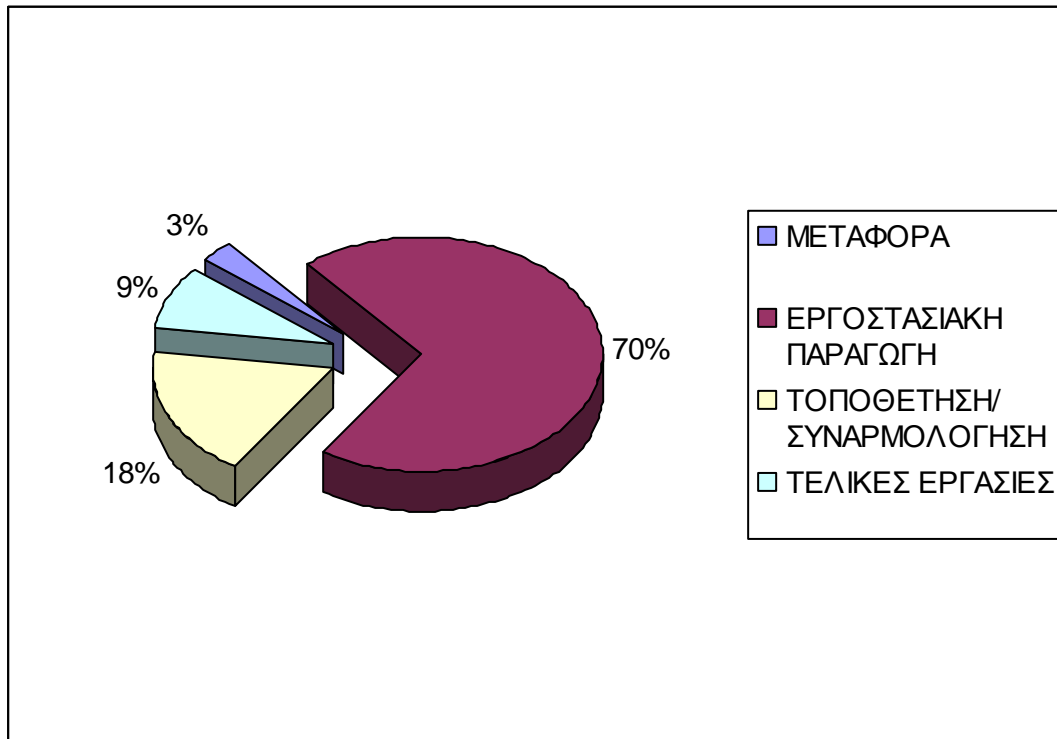
<p>ΠΡΟΕΛΛΑΣ Α.Β.Ε.Τ.Ε.</p>	<p>Τεχνολογία διπλού τοιχώματος οπλισμένου σκυροδέματος υψηλής αντοχής, πρόπλακες, μέθοδος ανοιχτων συνδέσεων (open Girders), Ισόγεια έως πολυόροφα κτίρια</p>	<p>ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΖΩΝΗ ΜΕΓΑΡΩΝ ΑΤΤΙΚΗΣ ΤΗΛ. 2296081051 FAX 2296080461 email : Prohellas@Prohellas.gr</p>
<p>Top Element A.E.</p>	<p>Τεχνική-Εμπορική Εταιρεία βαρείας Προκατασκευής, Βιομηχανικά λτίρια, σχολεία, ξενοδοχεία, πολυόροφα κτίρια, αθλητικές εγκαταστάσεις, κατοικίες, ειδικά έργα γεφυροποιίας, λιμενικά, Τεχνολογία διάτρητων προεντεταμένων πλακών και διάτρητων προκατασκευασμένων τοιχείων</p>	<p>ΓΡΑΦΕΙΑ ΙΘΑΚΗΣ 13 ΧΑΛΑΝΔΡΙ Τ.Κ. 15233 ΤΗΛ. 2106840731 FAX 2106822961 email : pr@topelement.gr ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ 71ο χλμ. Ε.Ο.ΑΘΗΝΩΝ-ΛΑΜΙΑΣ ΤΗΛ. 2262071447 FAX 2262071448</p>
<p>PRECONSTRUCTA Α.Ε.Β.Τ.Ε.</p>	<p>Προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία για βιομηχανικά κτίρια και κτίρια μεγάλων ανοιγμάτων, παραγωγή φυγοκεντρικών, προεντεταμένων και μή στύλων μεταφοράς ρεύματος και φωτισμού, προκατασκευασμένων κυψελών από οπλισμένο σκυρόδεμα (κατοικίες, σχολεία, γραφεία, τουριστικές εγκαταστάσεις, ιατρεία κ.λ.π.)</p>	<p>ΒΙ.ΠΕ. ΚΙΛΚΙΣ-ΣΤΑΥΡΟΧΩΡΙ Τ.Κ. 61100 Τ.Θ. 22 ΤΗΛ. 2341071079 FAX 2341071621 email : preconstructa@kil.forthnet.gr ΓΡΑΦΕΙΑ ΑΘΗΝΩΝ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΣΟΥΤΣΟΥ 15 ΚΟΛΩΝΑΚΙ Τ.Κ. 10671 ΤΗΛ. 2103634144 FAX 2103612252</p>

INTEKTA A.E.	Συστήματα προκατασκευής τυπικών στοιχείων με βιομηχανική παραγωγή, στόχος είναι η εφαρμογή βιομηχανικών μεθόδων στην δόμηση	ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΣΟΓΕΙΩΝ 357-359 ΧΑΛΑΝΔΡΙ Τ.Κ. 15231 ΤΗΛ. 2106501247 2106525333 FAX 2106501505 email:intekta@acci.gr
---------------------	---	--

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΙΟΒΕ) ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΚΛΑΔΟΥ



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (Hsieh, 1997)



ΙΣΧΥΟΝΤΕΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

• ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

1. Πρόχυτα από οπλισμένο σκυρόδεμα DIN 4225
(σκυρόδεμα – υπολογισμός – τοιχώματα και πλάκες)
2. Δοκίδες και πατώματα από πρόχυτα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος DIN 4233
(τυποποιημένα πατώματα – διατομές – πίνακες)
3. Πρόχυτες πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα με διαμήκη κενά DIN 4028 (διαμορφώσεις – βάση υπολογισμών)
4. Πρόχυτες πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα “ κυψελομοπετόν ” DIN 4223 (υλικά – διαμόρφωση – υπολογισμός αστοχίας – δοκιμές – προστασία έναντι διάβρωσης)
5. Σύνθετες κατασκευές :
Οικοδομικά DIN 4239
Γεφυροποιία DIN 1078

• ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

1. Κατασκευή στοιχείων δαπέδων και στεγών από οπλισμένο σκυρόδεμα ACI 512-67
2. Μελέτη αρμών και συνθέσεων προκατασκευασμένων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα ACI-ASCE 512
3. Πρόχυτα από οπλισμένο σκυρόδεμα με άλλα τοιχώματα ACI-1525-63

• ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Ελληνικός Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος 1997
Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός ΝΕΑΚ 1995
Έλεγχος συνδέσεων προκατ/σμένων στοιχείων οπλ. σκυροδέματος
Κανονισμός μελέτης έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα

Ο **ΣΕΒΙΠΣ**, σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, πέτυχε το 1999 να καταθέσει το " εθνικό κείμενο εφαρμογής " (ΕΚΕΦ) με τίτλο « Σχεδιασμός Έργων από Προκατασκευασμένα Στοιχεία Σκυροδέματος », το οποίο και δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 1517/Β/27.7.99). Το εν λόγω κείμενο ενσωματώνει τους δύο παρακάτω κώδικες :

- (1) Τον Ευρωκώδικα 2, Μέρος 1-3 (ENV 1992 – 1-3/1995), «Σχεδιασμός έργων από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος».
- (2) Το παράρτημα Β' του Ευρωκώδικα 8. Μέρος 1-3 (ENV 1998 – 1-3/1994)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τσουκαντας Σ. «Η εφαρμογή της προκατασκευής στα βιομηχανικά κτίρια» - Ενημερωτικό δελτίο ΤΕΕ «Αφιέρωμα – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ»
Τεύχος 2178

10 Δεκεμβρίου 2001

Εφραιμίδης Χ.Ι., «Μηχανικά μέσα βαρείας προκατασκευής. Παραγωγή – Μεταφορά – Συναρμολόγηση»,

Σεμινάριο ΤΕΕ «Δομική Προκατασκευή»,

Αθήνα 22/5 – 21/6 1968

Γρ. Μανωλάτος - Π. Γιαννόπουλος - Σ. Τσουκαντάς, «Νέο σύστημα προκατασκευής του Ο.Σ.Κ. με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυρόδεμα»

16^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος

Οκτώβριος 2006

Σ.Τσουκαντάς – Γ. Κρεμμύδα «Ο ελληνικός κανονισμός προκατασκευής και συγκρίσεις με τις διατάξεις του EC8, οι οποίες αναφέρονται στην προκατασκευή»

3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

5-7 Νοεμβρίου 2008 Άρθρο 1774

Σ.Τσουκαντάς – Τοπιντζής «Σύστημα δόμησης με βάση προκατασκευασμένα διπλά τοιχώματα»

15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος

Οκτώβριος 2006

Σ. Τσουκαντάς «Προκατασκευασμένες προεντεταμένες πλάκες με διαμήκεις οπές βασικές αρχές σχεδιασμού και εφαρμογές»
15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος
Οκτώβριος 2006

Σ. Τσουκαντάς – Τοπιντζής – Κρεμμύδα – Ζωής – Κορύλλος - Προβελέγκιος «Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκατασκευασμένου κτιρίου με υπόγειο, της εταιρείας "Αθηναϊκή στρωματοποιία ΑΒΕΕ (Media Strom)" στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου
15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος
Οκτώβριος 2006

Σ. Τσουκαντάς « Μελέτη και κατασκευή συγκροτήματος προκατασκευασμένων κτιρίων των εταιρειών "PMS Πισιμίσης ΑΕΒΕ – Smart Development Α.Ε." στην περιοχή "Κύριλλος" του Δήμου Ασπροπύργου Αττικής »
15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος
Οκτώβριος 2006

Ειρήνη - Ευαγγελία Κάβουρα « Μελέτη προκατασκευασμένου βιομηχανικού κτιρίου από ωπλισμένο σκυρόδεμα »
Διπλωματικά εργασία Ε.Μ.Π.
Ιούλιος 2006

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

PCI Design handbook – « Precast and prestressed concrete »
Fourth Edition
1992

BCA Design guide - « Precast Concrete Frame Buildings »
K.S. ELLIOTT – A.K. TOVEY
Publication 47.024 - 1992

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<u>Σχήμα 1.</u> Προκατασκευασμένη δοκός.....	42
<u>Σχήμα 2.</u> Προκατασκευασμένο τοίχωμα.....	43
<u>Σχήμα 3.</u> Τυπική τρισδιάστατη κυψέλη.....	43
<u>Σχήμα 4.</u> Κάτοψη συγκροτήματος κτιρίων – Στατικές ενότητες.....	45
<u>Σχήμα 5.</u> Γεωμετρία και οπλισμός τυπικού υποστυλώματος.....	47
<u>Σχήμα 6.</u> Γεωμετρία και οπλισμός προεντεταμένης κύριας δοκού (ζευκτού)	48
<u>Σχήμα 7.</u> Γεωμετρία & οπλισμός τυπικής πρόπλακας μεσοπατώματος.....	48
<u>Σχήμα 8.</u> Γεωμετρία και οπλισμός δοκών L ή T μεσοπατώματος.....	49
<u>Σχήμα 9.</u> Γεωμετρία και οπλισμός τυπικής δευτερεύουσας δοκού τύπου υδρορρόης	49
<u>Σχήμα 10.</u> Γεωμετρία και οπλισμός τυπικής πλάκας οροφής TT.....	50
<u>Σχήμα 11.</u> Γεωμετρία και οπλισμός τυπικού τοιχώματος πλαγιοκάλυψης.....	52
<u>Σχήμα 12.</u> Γεωμετρία και οπλισμός τυπικού τοιχώματος πυροδιαμερισμάτων.....	52
<u>Σχήμα 13.</u> α) διπλός τοίχος, β) μεταλλική δικτυοδοκός.....	65
<u>Σχήμα 14.</u> Εγκάρσια τομή πρόπλακας με χυτό επιτόπου.....	66
<u>Σχήμα 15.</u> Ποιοτική παράσταση κατασκευαστικής διαδικασίας.....	68
<u>Σχήμα 16.</u> Μορφές σύνδεσης τοιχωμάτων-Οριζόντιες τομές.....	70
<u>Σχήμα 17.</u> Μορφές σύνδεσης τοιχωμάτων με πλάκα - Κατακόρυφες τομές.....	71
<u>Σχήμα 18.</u> Λεπτομέρεια συνδέσεως πλακών διαδρόμων με τις προκ/μένες κυψέλες.....	76
<u>Σχήμα 19.</u> Γεωμετρία τυπικής κυψέλης.....	77
<u>Σχήμα 20.</u> Επιμέρους μεμονωμένο στοιχείο της κυψέλης επί του οποίου ενσωματώνεται το αγκύριο ανάρτησης.....	79
<u>Σχήμα 21.</u> Τυπική όπλιση τοιχωμάτων.....	80
<u>Σχήμα 22.</u> Διάταξη θερμομονωτικού υλικού.....	81
<u>Σχήμα 23.</u> Γεωμετρία προκατασκευασμένης πλάκας δαπέδου κυψέλης.....	81

<u>Σχήμα 24.</u> Γεωμετρία προκατασκευασμένης πλάκας οροφής κυψέλης..	82
<u>Σχήμα 25.</u> Πλάκες διαδρόμων.....	83
<u>Σχήμα 26.</u> Τοποθέτηση κυψέλης επιτόπου του έργου - Τοποθέτηση προκατασκευασμένων πλακών δαπέδου και οροφής και σύνδεση κυψελών.....	84
<u>Σχήμα 27.</u> Σύνδεση κυψελών στις άνω ολόσωμες περιμετρικές ζώνες (δοκούς) των κυψελών.....	85
<u>Σχήμα 28.</u> Κατακόρυφη σύνδεση των κυψελών μεταξύ τους.....	86
<u>Σχήμα 29.</u> Συνδεσμολογία κυψελών καθ. ύψος μέσω κατακόρυφης προεντάσεως.....	87
<u>Σχήμα 30.</u> Δωδεκαθέσιο σχολείο με το νέο σύστημα προκατασκευής του ΟΣΚ ΑΕ.....	89
<u>Σχήμα 31.</u> 1 ^ο στάδιο: Τοποθέτηση μετωπικών υποστυλωμάτων πίσω όψης.....	135
<u>Σχήμα 32.</u> 2 ^ο στάδιο: Τοποθέτηση υποστυλωμάτων αριστερού ακραίου άξονα.....	136
<u>Σχήμα 33.</u> 3 ^ο στάδιο: Τοποθέτηση υποστυλωμάτων κεντρικού άξονα..	137
<u>Σχήμα 34.</u> 4 ^ο στάδιο: Τοποθέτηση υποστυλωμάτων δεξιού ακραίου άξονα.....	138
<u>Σχήμα 35.</u> 5 ^ο στάδιο: Συναρμολόγηση 1 ^{ου} παράλληλου φατνώματος («ματιού»).....	139
<u>Σχήμα 36.</u> 6 ^ο στάδιο: Συναρμολόγηση 2 ^{ου} παράλληλου φατνώματος.	140
<u>Σχήμα 37.</u> 7 ^ο στάδιο: Συναρμολόγηση 10 ^{ου} (προτελευταίου) παράλληλου φατνώματος.....	141
<u>Σχήμα 38.</u> 8 ^ο στάδιο: Τοποθέτηση μετωπικών υποστυλωμάτων μπροστά όψης.....	142
<u>Σχήμα 39.</u> 9 ^ο στάδιο: Συναρμολόγηση 11 ^{ου} (τελευταίου) παράλληλου φατνώματος.....	143

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

<u>Εικόνα 1.</u> Συγκρότημα κτιρίων.....	53
<u>Εικόνα 2.</u> Τυπικό φάτνωμα ανοίγματος 28.00m , συντιθέμενο από προκ/να γραμμικά φέροντα στοιχεία	53
<u>Εικόνα 3.</u> Τυπικό φάτνωμα ανοίγματος 30.00m, συντιθέμενο από προκατασκευασμένα γραμμικά φέροντα στοιχεία.....	54
<u>Εικόνα 4.</u> Θεμελίωση (επιτόπου εγχυόμενο πέδιλο και θήκη θεμελίωσης).....	55
<u>Εικόνα 5.</u> Οπλισμός πρόσθετης στρώσης σκυροδέματος στη στάθμη του μεσοπατώματος.....	55
<u>Εικόνα 6.</u> Σκυροδέτηση δαπέδων.....	56
<u>Εικόνα 7.</u> Προκ/σμένα υποστυλώματα πακτωμένα στους κώνους.....	57
<u>Εικόνα 8.</u> Σύνδεση δοκών-υποστυλώματος μέσω κοντού προβόλου.....	58
<u>Εικόνα 9.</u> Τοποθέτηση προκατασκευασμένης πλάκας οροφής.....	91
<u>Εικόνα 10.</u> Κινητή κεφαλή κλίνης προέντασης.....	115
<u>Εικόνα 11.</u> Μεταφορά κυψέλης εντός του εργοστασίου.....	117
<u>Εικόνα 12.</u> Ανάρτηση κυψέλης από γερανό μέσω μεταλλικού πλαισίου.....	118
<u>Εικόνα 13.</u> Κατακορύφωση-τοποθέτηση υποστυλώματος στην θήκη θεμελίωσης (κώνο).....	119
<u>Εικόνα 14.</u> Υποστυλώματα εντός των κώνων θεμελίωσης-Κατασκευή περιμετρικών τοιχείων.....	120
<u>Εικόνα 15.</u> Τοποθέτηση ζευκτών.....	120
<u>Εικόνα 16.</u> Προκατασκευασμένος σκελετός διόροφου βιομηχανικού κτιρίου - Σκυροδέτηση χυτού τοιχώματος ακαμψίας.....	121
<u>Εικόνα 17.</u> Τοποθέτηση πλάκας οροφής επί των ζευκτών.....	121
<u>Εικόνα 18.</u> Ενδιάμεσο στάδιο επαναλαμβανόμενης συναρμολόγησης παράλληλων φατνωμάτων.....	131
<u>Εικόνα 19.</u> Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος (mixer).....	162
<u>Εικόνα 20.</u> Διάστρωση σκυροδέματος με αυτοκινούμενο όχημα με κοχλία προώθησης του σκυροδέματος τύπου Speedy.....	163
<u>Εικόνα 21.</u> Ζεύγος ζευκτών επί του ειδικού οχήματος μεταφοράς.....	172

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

<u>Πίνακας 1.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (1 ^η εβδομάδα).....	125
<u>Πίνακας 2.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (2 ^η & 3 ^η εβδομάδα)...	126
<u>Πίνακας 3.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (4 ^η & 5 ^η εβδομάδα)...	127
<u>Πίνακας 4.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (6 ^η & 7 ^η εβδομάδα)...	128
<u>Πίνακας 5.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (8 ^η & 9 ^η εβδομάδα)...	129
<u>Πίνακας 6.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (10 ^η &11 ^η εβδομάδα).	144
<u>Πίνακας 7.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (12 ^η &13 ^η εβδομάδα).	145
<u>Πίνακας 8.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (7 ^η εβδομάδα).....	146
<u>Πίνακας 9.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (8 ^η εβδομάδα).....	147
<u>Πίνακας 10.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (9 ^η εβδομάδα).....	148
<u>Πίνακας 11.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (10 ^η εβδομάδα).....	149
<u>Πίνακας 12.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (11 ^η εβδομάδα).....	150
<u>Πίνακας 13.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (12 ^η εβδομάδα).....	151
<u>Πίνακας 14.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (13 ^η εβδομάδα).....	152
<u>Πίνακας 15.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (14 ^η εβδομάδα).....	153
<u>Πίνακας 16.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (15 ^η εβδομάδα).....	154
<u>Πίνακας 17.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (16 ^η εβδομάδα).....	155
<u>Πίνακας 18.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (17 ^η εβδομάδα).....	156
<u>Πίνακας 19.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (18 ^η εβδομάδα).....	157
<u>Πίνακας 20.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (19 ^η εβδομάδα).....	158
<u>Πίνακας 21.</u> Χρονοδιάγραμμα περάτωσης έργου (20 ^η εβδομάδα).....	159
<u>Πίνακας 22.</u> Κόστος παραγωγής σκυροδέματος ποιότητας C20/25...	160
<u>Πίνακας 23.</u> Κόστος παραγωγής σκυροδέματος ποιότητας C25/30...	160
<u>Πίνακας 24.</u> Κόστος παραγωγής σκυροδέματος ποιότητας C30/37...	161
<u>Πίνακας 25.</u> Πίνακας σιδηροπλισμού κώνου.....	164
<u>Πίνακας 26.</u> Πίνακας σιδηροπλισμού υποστυλωμάτων ακραίων αξόνων (60x80).....	164
<u>Πίνακας 27.</u> Πίνακας σιδηροπλισμού υποστυλωμάτων κεντρικού άξονα (60x80).....	165
<u>Πίνακας 28.</u> Πίνακας σιδηροπλισμού υποστυλωμάτων μετωπικά (60x60).....	165

<u>Πίνακας 29.</u> Πίνακας σιδηροπλισμού υδρορροών κεντρικού και ακραίων αξόνων.....	166
<u>Πίνακας 30.</u> Πίνακας σιδηροπλισμού πλακών οροφής με μόνωση.....	166
<u>Πίνακας 31.</u> Πίνακας σιδηροπλισμού τοιχείων.....	167
<u>Πίνακας 32.</u> Πίνακας χαλαρού σιδηροπλισμού ζευκτών.....	168
<u>Πίνακας 33.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς κώνων ανά τεμάχιο..	169
<u>Πίνακας 34.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς υποστρωμάτων κεντρικού άξονα (60x80) ανά τεμάχιο.....	170
<u>Πίνακας 35.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς υποστρωμάτων ακραίων αξόνων (60x80) ανά τεμάχιο.....	170
<u>Πίνακας 36.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς μετωπικών υποστρωμάτων (60x60) ανά τεμάχιο.....	171
<u>Πίνακας 37.</u> Κόστος παραγωγής & μεταφοράς ζευκτών ανά τεμάχιο..	172
<u>Πίνακας 38.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς πλακών οροφής με μόνωση ανά τεμάχιο.....	173
<u>Πίνακας 39.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς υδρορροών ακραίων και κεντρικού άξονα ανά τεμάχιο.....	173
<u>Πίνακας 40.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς τοιχείων ύψους 3m ανά τεμάχιο.....	174
<u>Πίνακας 41.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς τοιχείων ύψους 2m ανά τεμάχιο.....	174
<u>Πίνακας 42.</u> Κόστος παραγωγής και μεταφοράς τοιχείων παραστάδων θυρών ανά τεμάχιο.....	175
<u>Πίνακας 43.</u> Προυπολογισμός παραγωγής προκατ/μένων στοιχείων του κτιρίου.....	175
<u>Πίνακας 44.</u> Προυπολογισμός κόστους κατασκευής του κτιρίου.....	178

