

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

**ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
Ν.ΨΥΛΛΑ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΜΕΡΟΣ Ι	
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	2
1^οΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	3
Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ.....	3
1.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	3
1.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	5
1.3.ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	7
1.3.1.Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΤΟΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΙΔΗΡΟΤΥΠΩΝ.....	9
1.3.2.Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΟΛΙΣΘΑΙΝΟΝΤΕΣ ΤΥΠΟΥΣ.....	11
1.3.3.ΣΥΝΕΧΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑ ΠΡΟΟΔΕΥΤΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ.....	12
1.4. ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΚΑΙ ΔΟΝΗΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ.....	13
1.5.ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	15
1.6.ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	17
1.7.ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	18
1.8.ΜΗΧΑΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	19
2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	20
2.1.ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	20
2.1.1.ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ.....	20
2.1.2.ΣΥΝΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ.....	22
2.1.3.ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΒΑΣΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	23
2.2.ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	24
2.2.1.ΚΟΜΒΟΙ ΤΟΙΧΩΝ (ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΚΑΤ'ΕΚΤΑΣΗ Ή ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ).....	25
2.2.2.ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΙ ΚΟΜΒΟΙ.....	30
2.2.3.ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΚΟΜΒΟΙ.....	32

2.2.4.ΚΟΜΒΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΚΕΛΕΤΟΥ.....	34
2.3.ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ.....	36
2.3.1.ΓΕΝΙΚΑ.....	36
2.3.2.ΚΑΤΑΤΑΞΗ Φ.Ο.....	36
2.3.3.ΑΡΜΟΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ	39
2.3.4.Φ.Ο ΜΕ ΦΕΡΟΝΤΕΣ ΤΟΙΧΟΥΣ.....	39
2.3.4.1.Φ.Ο ΑΠΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΑΟΠΛΑ ΤΟΙΧΟΤΕΜΑΧΙΑ(BLOCS).....	41
2.3.4.2.Φ.Ο ΑΠΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΤΟΙΧΟΤΕΜΑΧΙΑ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ (PANNEAUX, PANELS).....	43
2.3.5.Φ.Ο ΜΕ ΣΚΕΛΕΤΟ.....	45
2.3.6.Φ.Ο ΜΙΚΤΟΣ.....	49
2.3.7.Φ.Ο ΜΕ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ ΟΛΟΚΛΗΡΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ.....	49
2.3.8.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΚΑΙ ΒΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	50
2.3.9.ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	52
2.3.9.1.ΤΟΙΧΟΙ.....	52
2.3.9.2.ΠΑΤΩΜΑΤΑ.....	55
2.3.9.2.1.ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ.....	55
2.3.9.2.2.ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ.....	57
2.3.9.3.ΕΞΩΣΤΕΣ.....	57
2.3.9.4.ΚΛΙΜΑΚΕΣ.....	59
2.3.9.5.ΣΤΕΓΑΣΕΙΣ.....	60

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	62
---------------------------------	-----------

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΩΡΙΣ ΤΗΝ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ.....	63
--	-----------

3.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	63
-------------------	----

3.2.ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ Α ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	64
--	----

3.3.ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗΝ SECTION 10 ΤΟΥ EC2 ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΤΗΝ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	65
--	----

3.3.1.ΕΙΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2.....	66
---	----

3.4.ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2.....	67
3.5.ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	68
3.5.1.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ.....	68
3.6.ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	68
3.7.ΑΝΑΛΥΣΗ.....	69
3.7.1.ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Ε.Κ.Π. ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2.....	69
3.7.2.ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	70
3.7.3.ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΛΑΚΩΝ.....	71
3.7.3.1.ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Ε.Κ.Π. ΚΑΙ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2.....	71
3.7.3.2.ΒΑΘΜΙΔΩΤΕΣ ΣΤΗΡΙΞΕΙΣ.....	74
3.7.3.3.ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ.....	75
3.8.ΥΛΙΚΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.....	75
3.9.ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.....	76
3.9.1.ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΙ ΑΡΜΟΙ ΚΑΤΑ Ε.Κ.Π ΚΑΙ EC2.....	76
3.9.2.ΚΑΜΠΤΟΜΕΝΟΙ ΚΑΙ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΟΙ ΑΡΜΟΙ.....	78
3.10.ΕΦΕΔΡΑΝΑ.....	78
3.10.1.ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΓΙΑ ΜΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΜΕΛΗ.....	79
3.10.2.ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΓΙΑ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	83
3.11. ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ.....	83
3.11.1.ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ.....	83
3.12.ΛΕΙΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ.....	84
3.12.1.ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	84
3.12.2.ΟΡΙΑΚΗ ΤΑΣΗ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ.....	84
3.12.3.ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΓΚΥΡΩΣΕΩΣ.....	85
3.13.ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ ΜΕ ΔΑΠΕΔΑ.....	86
3.13.1.ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΥΠΟΥ ΣΑΝΤΟΥΙΤΣ.....	86
3.14.ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΑΝΩ ΤΟΥ C50/60.....	87
3.15.ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ ΘΗΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ.....	88
3.15.1.ΘΗΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕ ΟΔΟΝΤΩΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ.....	89
3.15.2.ΘΗΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕ ΛΕΙΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ.....	89
3.16.ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ Ε.Κ.Π. ΚΑΙ ΤΟΝ EC2.....	90
4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟ ΤΗΝ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ.....	94
4.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	94

4.2.ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	94
4.2.1.ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	94
4.2.3.ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	97
4.2.4.ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ.....	97
4.2.5.ΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	97
4.2.6.ΕΙΔΙΚΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ.....	98
4.2.7.ΣΥΝΤΕΛΑΣΤΕΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ.....	99
4.2.8.ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	101
4.3.ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	101
4.3.1.ΣΥΝΔΕΣΕΣ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΕΚΤΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ.....	101
4.3.2.ΥΠΕΡΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΝΤΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ.....	102
4.3.3.ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ..	102
4.3.4.ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.....	102
4.4.ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	103
4.4.1.ΔΟΚΟΙ.....	103
4.4.2.ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ.....	104
4.4.3.ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ.....	105
4.5.ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ.....	108
4.5.1.ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΜΟΝΟΛΙΘΙΚΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ.....	108
4.6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	110
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Προκατασκευή είναι το σύστημα που επιτρέπει την κατασκευή κτιρίων, γεφυρών ή τμημάτων τους από τυποποιημένα δομικά στοιχεία φέροντα ή πληρώσεως που παράγονται βιομηχανικά και συναρμολογούνται στον τόπο ανέγερσης με βάση μια προκαθορισμένη μέθοδο.

Η δομική προκατασκευή είναι μια σύγχρονη μέθοδος κατασκευής που εμφανίστηκε με τη μορφή χρήσεως προεπεξεργασμένων υλικών όπως πλακόλιθων, δομόλιθων ή στοιχεία προπαρασκευασμένων για να ενσωματωθούν στα έργα. Με αυτόν τον τρόπο, δημιουργήθηκε η σύγχρονη προκατασκευή είτε στην κατασκευή κατοικιών είτε στην κατασκευή διάφορων δημόσιων έργων όπως αθλητικά κέντρα, σχολεία κ.λ.π. Η δομική προκατασκευή έχει την ευρύτερη έννοια της βιομηχανοποίησης των κατασκευών στον οικοδομικό τομέα, καλύπτοντας όλα τα απαιτούμενα μέτρα ώστε η δομική δραστηριότητα να μετατραπεί σε εργοστασιακή βιομηχανία.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί ανάπτυξη στις κατασκευές από προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος λόγω της ανάπτυξης της βιομηχανίας και της τεχνολογίας. Η προκατασκευή από προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος συνέβαλε στην αύξηση της ποιότητας των κατασκευών, στη μείωση του χρόνου παράδοσης τους. Βασικά χαρακτηριστικά του τρόπου δόμησής τους είναι τα εξής δύο:

- Η ειδίκευση της ανθρώπινης εργασίας
- Η χρήση εργαλείων, μηχανημάτων και άλλου εξοπλισμού, συνήθως αυτόματων στην παραγωγή σταθερών και ευέλικτων τμημάτων και προϊόντων.

Η συμμετοχή του κράτους ήρθε αργότερα χωρίς όμως προηγουμένως να υπάρχει η σχετική υποδομή, θεσμική και κατασκευαστική ώστε να μετατραπεί η δομική δραστηριότητα σε εργοστασιακή βιομηχανία για γρήγορα αποτελέσματα με χαμηλό κόστος και ελεγχόμενη ποιότητα. Η προκατασκευή στην Ελλάδα έχει δυνατότητες ανάπτυξης σε όλους τους τομείς της δομικής δραστηριότητας.

Το 1990 για την αντιμετώπιση κοινών προβλημάτων του κλάδου, ιδρύθηκε ο Σύλλογος Ελληνικών Βιομηχανιών Προκατασκευής Σκυροδέματος (Σ.Ε.ΒΙ.Π.Σ) ο οποίος αποτελείται στις μέρες μας από δεκατρία μέλη.

Μέχρι το 1995 για τα προκατασκευασμένα έργα εφαρμόζονταν τα αντίστοιχα Γερμανικά πρότυπα, μετά δε το 1972 εφαρμόζονταν η παράγραφος 19 του τότε νέου DIN1045. Παράλληλα στην Ευρωπαϊκή Επικράτεια εμφανίζονταν τα σχέδια των Ευρωκώδικων κανονισμών και μεταξύ αυτών ο Ευρωκώδικας 2 που

αφορούσε μελέτη και κατασκευή έργων από σκυρόδεμα υπό μονοτονική φόρτιση καθώς και ο Ευρωκώδικας 8 που αφορούσε τα ίδια έργα υπό σεισμό.

Το 1995 συντάχθηκε στην Ελλάδα σχέδιο για τον Νέο Ελληνικό Κανονισμό για έργα από οπλισμένο σκυρόδεμα (NEΚΩΣ) ο οποίος ουσιαστικά ήταν βασισμένος στις αρχές των ευρωκώδικων EC2 και EC8. Μια πιο πετυχημένη προσπάθεια σύνταξης νομοθεσίας λαμβάνει χώρα το 1997 από τον Σ.Ε.ΒΙ.Π.Σ όπου χρηματοδότησε την σύνταξη εισήγηση σχεδίου κανονισμού προκατασκευής την οποία ανέθεσε στους ειδικούς επιστήμονες Σ.Γ.Τσουκαντά και Θ.Π.Τάσιο. Από το κείμενο αυτό τις παρατηρήσεις της επιτροπής Ευρωκώδικων και την δημόσια κριτική προέκυψε ο ισχύων Ελληνικός Κανονισμός Προκατασκευής όπως δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 1517Δ/27.07.1999.

Σήμερα ισχύει ο NEΚΩΣ υπό την τελική του μορφή ΕΚΩΣ 2000. Οι ευρωκώδικες EC2 και EC8 πήραν την τελική τους μορφή και από το 2010 θα έχουν ισχύ σε όλα τα κράτη μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Σ'αυτή την εργασία θα εξηγηθεί αναλυτικά η έννοια της προκατασκευής, έτσι ώστε να γίνει κατανοητό πώς δομείται ένα προκατασκευασμένο κτίριο οπλισμένου σκυροδέματος. Η εργασία αυτή αποτελείται από δύο μέρη, στο πρώτο μέρος γίνεται αναφορά στην παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων, τα οποία συνθέτουν την προκατασκευή καθώς επίσης παρουσιάζονται αναλυτικά η μέθοδος κατασκευής της, η διαμόρφωση του φέροντος οργανισμού και των συνδέσεων μεταξύ των στοιχείων της. Στο δεύτερο μέρος, αναπτύσσονται τα κανονιστικά πλαίσια που ισχύουν σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό Προκατασκευής και συγκρίνονται με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 2 (EC2) (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η δράση του σεισμού) και τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 8 (EC8) (έχοντας υπόψη την δράση του σεισμού).

ΜΕΡΟΣ Ι

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ

1.1.ΓΕΝΙΚΑ.

Στις σελίδες που ακολουθούν περιγράφονται αναλυτικά τα στάδια κατασκευής ενός προκατασκευασμένου κτιρίου οπλισμένου σκυροδέματος.

Οι κύριες εργασίες που αφορούν την κατασκευή υλοποιούνται σε δύο διαφορετικά μέρη, το εργοστάσιο παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων και το εργοτάξιο στο οποίο γίνεται η συναρμολόγησή τους. Έτσι λοιπόν, η έναρξη των εργασιών γίνεται στο εργοστάσιο και η λήξη τους στο εργοτάξιο.

Αρχικά, παράγονται τα προκατασκευασμένα στοιχεία του έργου μέσω διαφόρων μεθόδων παραγωγής ανάλογα της διαμόρφωσης του τύπου και στην συνέχεια διαμορφώνεται ο φέρων οργανισμός ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των διαφόρων συστημάτων προκατασκευής. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι κόμβοι μεταξύ των στοιχείων.

Από τα κυριότερα χαρακτηριστικά της προκατασκευής στα δομικά έργα είναι η μετάθεση της σειράς εργασιών από την εργοταξιακή θέση στα ειδικά μηχανικά συγκροτήματα παραγωγής, τα οποία βρίσκονται εντός και εκτός του εργοταξίου. Με αυτή την μετάθεση των εργασιών καταβάλλεται προσπάθεια εισαγωγής των πλεονεκτημάτων της βιομηχανικής παραγωγής και στον δομικό τομέα. Ιδιαίτερα στις κτιριακές κατασκευές το κύριο πλεονέκτημα είναι η παραγωγή ομοίων αντικειμένων, αντί της συμβατικής κατασκευής, με άμεσο αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας και την μείωση του κόστους, αφενός λόγω εξειδίκευσης των εργατών και εκτέλεσης της εργασίας με την βοήθεια τελειοποιημένων τεχνικών μέσων υπό ευνοϊκές συνθήκες και αφετέρου λόγω του καλύτερου βαθμού εκμεταλλεύσεως των μηχανικών μέσων.

Με την προκατασκευή επιτυγχάνεται εκμηχάνιση της παραγωγής και επομένως αύξησης του βαθμού οργάνωσης έναντι των συμβατικών μεθόδων, καθότι οι αναμενόμενες κτιριακές κατασκευές δεν επιδέχονται, λόγω των μειωμένων δυνατοτήτων εφαρμογής μηχανικών μέσων, υψηλό βαθμό οργάνωσης.

Ιδιαίτερα επιτυχής τομέας της προκατασκευής αποτελεί η παραγωγή ομοίων στοιχείων από σκυρόδεμα για τις ανάγκες ενός τεχνικού δομικού έργου όπως πλακοδοκούς για γέφυρες, κράσπεδα, δοκούς, ζευκτά βιομηχανικών υπόστεγων. Ο τελευταίος τομέας θεωρείται επιτυχής από τεχνική, χρονική και οικονομική άποψη, διότι το έργο δεν επιβαρύνεται με τα τελικά έξοδα της τελικής επεξεργασίας, όπως

στις κτιριακές κατασκευές, και λόγω του υψηλού βαθμού επαναληπτικότητας των στοιχείων.

Σε αντίθεση προς την κλασική βιομηχανία, της οποίας τα προϊόντα κινούνται προς ξένους καταναλωτές, στις δομικές προκατασκευές, ο καταναλωτής, δηλαδή το δομικό έργο, είναι σε θέση σταθερή και συνδεδεμένη με το εργοστάσιο παραγωγής. Έτσι η παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων διαφέρει στο σύνολο της στις συνήθεις μεθόδους βιομηχανικής παραγωγής.

Ένα έργο προκατασκευής διακρίνεται στις εξής τρεις φάσεις:

- Παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων (εργοστάσιο).
- Μεταφορά στην θέση τοποθέτησης (εργοτάξιο).
- Συναρμολόγηση, δηλαδή σύνδεση των στοιχείων με τα θεμέλια και μεταξύ τους.

Αυτό προκύπτει από το αλληλένδετο σύστημα παραγωγής, μεταφοράς και συναρμολόγησης όπως συναντάται κατά κανόνα σε όλα τα δομικά έργα. Είναι προφανές, ότι οι αντίστοιχες ταχύτητες εργασίας στις τρεις φάσεις πρέπει να βρίσκονται σε ορισμένη αλληλεξάρτηση μεταξύ τους, για να αποφεύγονται οι καθυστερήσεις και να επιτυγχάνεται ο μέγιστος βαθμός εκμετάλλευσης του μηχανικού εξοπλισμού.

Βασικές αρχές της προκατασκευής από άποψη εκμεταλλεύσεως είναι η χρησιμοποίηση απλών μεθόδων παραγωγής και η μέγιστη επαναληπτικότητα των στοιχείων. Έτσι προκύπτει σχετικά χαμηλή επένδυση κεφαλαίου, χαμηλό κόστος παραγωγής και ασφάλεια λειτουργίας. Η μέθοδος παραγωγής, με βάση το χρησιμοποιούμενο σύστημα τυποποίησης, πρέπει να ανταποκρίνεται σε όσο το δυνατό ευρύτερη περιοχή της αγοράς.

Από οικονομική άποψη η φάση της παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων επιβαρύνει το συνολικό κόστος στο ποσοστό 60-80%. Να ληφθεί ιδιαίτερος υπόψη, ότι υπάρχει άμεση αλληλεξάρτηση μεταξύ της εφαρμοζόμενης μεθόδου παραγωγής και της δομικής κατασκευής, ώστε να μην είναι δυνατή η εκπόνηση έργων προκατασκευής, εάν δεν είναι καθορισμένη η μέθοδος παραγωγής.

1.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.

Η επιτυχής εφαρμογή μιας νέας τεχνικής μεθόδου εξαρτάται από τα πλεονεκτήματα, τα οποία αυτή παρουσιάζει. Στην προκατασκευή έχουν ήδη αναγνωριστεί ορισμένα πλεονεκτήματα, από τα οποία τα κυριότερα είναι τα εξής:

A) οι συνθήκες παραγωγής είναι βελτιωμένες και δίνουν την δυνατότητα επίτευξης αυξημένου βαθμού οργάνωσης και εκμετάλλευσης.

Β) οι καιρικές μεταβολές και οι δυσμενείς περιόδους του έτους δεν επηρεάζουν το έργο ή την απόδοση παραγωγής.

Γ) εξασφαλίζεται η επιθυμητή ποιότητα σκυροδέματος και η διαμόρφωση τεχνικά άρτιων μηχανικών διατάξεων χυτεύσεως και επεξεργασίας των παραγόμενων στοιχείων.

Δ) η διεξαγωγή των διαφόρων ελέγχων ποιότητας και η εφαρμογή των προδιαγραφών επιτυγχάνεται στο εργοστάσιο προκατασκευής.

Ε) οι προθεσμίες παράδοσης είναι βραχείες και δίνονται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Δεν παρουσιάζεται πλέον η αναπόφευκτη χειμερινή διακοπή.

ΣΤ) ασκείται καλύτερος έλεγχος στο κόστος. Είναι καλύτερη η εκπόνηση των προσφορών και η σύγκριση της προκοστολόγησης με τα πραγματικά στοιχεία.

Από άποψη εκμετάλλευσης η τεχνική των προκατασκευών παρουσιάζει τα παρακάτω μειονεκτήματα:

Α) τα προκατασκευασμένα στοιχεία δημιουργούν λόγω βάρους, σχήματος και μεγάλης ευαισθησίας, σειρά προβλημάτων από την παραγωγή μέχρι και την τοποθέτηση. Απαιτούνται καλά ανυψωτικά μηχανικά μέσα, ειδικά μεταφορικά οχήματα και πλήθος ιδιοσυσκευών για την συναρμολόγηση. Αυτό σημαίνει υψηλή επένδυση κεφαλαίου στην μεταφορά και ανυψωτικά μέσα, των οποίων η ισχύς είναι μεγαλύτερη των αντίστοιχων μηχανημάτων της κλασσικής κατασκευής. Για την άμβλυνση του μειονεκτήματος αυτού καταβάλλεται προσπάθεια κατασκευής ελαφρών στοιχείων από προεντεταμένο σκυρόδεμα ή από αυτό ειδική σύνθεση και φύση αδρανών υλικών (μείωση του φαινομένου βάρους).

Β) η παραγωγή πρέπει να γίνεται σε σειρά και σε μεγάλες ποσότητες, διότι η υψηλή επένδυση κεφαλαίου συνδυάζεται με την απόσβεση, δηλαδή με το μέγεθος του έργου.

Γ) τα παραγόμενα στοιχεία πρέπει να είναι ορισμένων διαστάσεων και να πειθαρχούν στις προδιαγραφές της τυποποίησης. Η άμβλυνση του μειονεκτήματος αυτού, δηλαδή της ομοιομορφίας-μονοτονίας, είναι έργο του αρχιτέκτονα.

Συμπληρωματικά στα παραπάνω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αναφέρεται, ότι απαιτείται η εξέλιξη της τεχνικής διαμόρφωσης των συστημάτων σύνδεσης και αρμών, ώστε να επιτυγχάνεται ένα ομογενές και συνεργαζόμενο σύνολο, και η ανάγκη συνεργασίας μεταξύ αρχιτέκτονα, πολιτικού μηχανικού και μηχανολόγου.

Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι δεν είναι δυνατόν προς το παρόν, λόγω και της βραχύχρονου πείρας σε αυτόν τον νέο τομέα, να γίνει σύγκριση κόστους μεταξύ της προκατασκευής και της συμβατικής κατασκευής. Εφόσον στην προκατασκευή απαιτείται υψηλή επένδυση κεφαλαίου, για την προμήθεια των τελειοποιημένων μηχανών παραγωγής και των καλών μεταφορικών και ανυψωτικών μέσων, έπειτα ότι το κόστος εξαρτάται από το μέγεθος του έργου, δηλαδή από την παραγόμενη ποσότητα, σε αντίθεση με την συμβατική κτιριακή κατασκευή, στην οποία η

επένδυση στα μηχανικά μέσα δεν υπερβαίνει το 7% του συνολικού προϋπολογισμού του έργου. Επομένως, η οικονομία της προκατασκευής και ο βαθμός εκμηχάνισης της παραγωγής έρχεται από ένα ορισμένο κρίσιμο σημείο, είναι δυνατός, αν ληφθούν υπόψη, όλοι οι παράγοντες. Οι οποίοι επηρεάζουν το κόστος, αποτελεί δε θέμα επιχειρησιακής έρευνας.

Γενικά τι συνολικό κόστος μιας εργασίας συντίθεται από το άθροισμα του κόστους των μερικών δραστηριοτήτων, οι οποίες συνιστούν την εν λόγω εργασία.

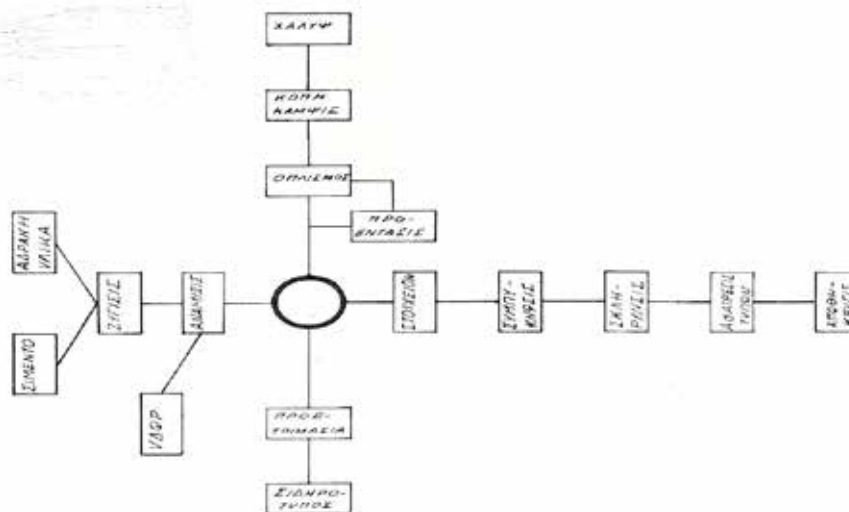
Το κόστος μιας δραστηριότητας, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την οικονομική σύγκριση των δυνατών λύσεων, αποτελείται:

A) από τα σταθερά έξοδα. Αυτά είναι το κεφάλαιο της αγοράς των μηχανημάτων, η μεταφορά στο εργοτάξιο, η συναρμολόγηση και η αποσυναρμολόγηση. Είναι ανεξάρτητα της παραγομένης ποσότητας.

B) από τα μεταβλητά έξοδα, δηλαδή ανταλλακτικά και επισκευές, καύσιμα, λιπαντικά, αμοιβές προσωπικού κ.λπ.

1.3.ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

Σε όλες τις εφαρμοζόμενες μεθόδους παραγωγής τα υλικά, τα οποία συνιστούν το στοιχείο από σκυρόδεμα, δηλαδή τα αδρανή, το τσιμέντο, ο σίδηρος, η ξυλεία, τα μονωτικά κ.λπ. ακολουθούν την ίδια φορά ροής, διερχόμενα από διάφορα στάδια επεξεργασίας (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Διάγραμμα ροής σε εργοστάσιο παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων.

Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην ποιότητα των χρησιμοποιούμενων αδρανών υλικών, διότι αυτά επηρεάζουν σημαντικά την επιτυχία της μεθόδου. Το εργοστάσιο προκατασκευασμένων στοιχείων πρέπει να ασκεί συνεχείς ελέγχους στην

ποιότητα του πετρώματος, στην κοκκομετρική διαβάθμιση, στη μορφή των κόκκων και στο ποσοστό της παιπάλης ή ξένων ρυπαρών προσμίξεων ιδιαίτερα στην περιοχή του λεπτόκοκκου υλικού 0-5 mm.

Η εικόνα 2 δείχνει αυτοφερόμενο συγκρότημα πλύσεως και διαβάθμισης αδρανών υλικών, ελληνικής κατασκευής (Εικόνα 2). Με τα μηχανικά στοιχεία αυτού του συγκροτήματος (τροφοδοτικό σιλό, δονητικός τροφοδότης ρυθμιζόμενης παροχής, τροφοδοτικός μεταφορικός μάντας, δονητικό κόσκινο με σύστημα καταιονισμού ύδατος, ρυθμιστικός αποστραγγιστικός κοχλίας άμμου, μάντες στιβάσεως, αντλία υψηλής πίεσεως, ηλεκτρική εγκατάσταση, πλαίσιο με ελαστικούς τροχούς) επιτυγχάνεται παραγωγή 15 έως 30 M³/H αδρανών υλικών 3+1 διαβαθμίσεων, απηλλαγμένων αργίλου, παιπάλης ή άλλων ξένων προσμίξεων.

Παρά την νεαρή ηλικία της προκατασκευής, έχουν ήδη διαμορφωθεί ορισμένες χαρακτηριστικές μέθοδοι παραγωγής, από τις οποίες οι επικρατέστερες είναι:

- A) παραγωγή εντός σταθερών σιδηρότυπων
- B) παραγωγή με ολισθαίνοντες σιδηρότυπους
- Γ) συνεχής παραγωγή κατά προοδευτικά στάδια.

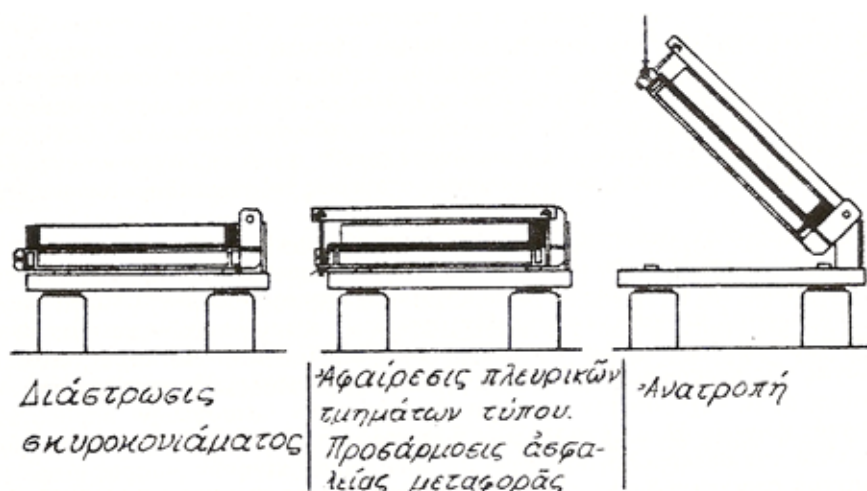


Εικόνα 2. Αυτοφερόμενο συγκρότημα πλύσεως και διαβάθμισης αδρανών υλικών.

1.3.1.Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΤΟΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΙΔΗΡΟΤΥΠΩΝ.

Η μέθοδος παραγωγής εντός σιδηρότυπων διακρίνεται ανάλογα της διαμορφώσεως του τύπου στις παρακάτω τρεις περιπτώσεις:

A) Παραγωγή εντός οριζοντίων σιδηρότυπων, τοποθετημένων στη σειρά και παράλληλα. Η αφαίρεση των έτοιμων στοιχείων επιτυγχάνεται με εξάρμωση των πλευρικών τμημάτων του τύπου και στην συνέχεια με ανύψωση του. Εφαρμόζεται σε μόνιμες εγκαταστάσεις με την προκατασκευή στοιχείων τεχνικών έργων(καναλέτων, δοκών, ζευκτών) καθώς και στοιχείων κτιριακών κατασκευών (Εικόνα 3). Η μέθοδος διακρίνεται για την απλότητα και την ασφαλή λειτουργία, για την χαμηλή επένδυση κεφαλαίου, για την ευελιξία της παραγωγής και για την καταλληλότητα παραγωγής προεντεταμένων στοιχείων. Παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι απαιτεί μεγάλο χώρο εγκατάστασης.



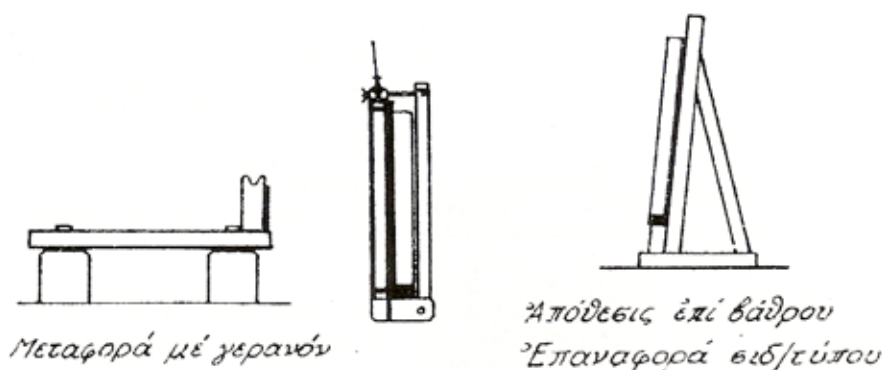
Εικόνα 3. Παραγωγή προκατασκευασμένων στοιχείων εντός οριζοντίων σιδηρότυπων.

B) Παραγωγή εντός οριζοντίων ανατρεπόμενων τύπων. Σε αυτή την περίπτωση η αφαίρεση του στοιχείου επιτυγχάνεται με ανατροπή του τύπου μέχρι σχεδόν την κατακόρυφη θέση (Εικόνα 4). Χρησιμοποιείται για την παραγωγή στοιχείων τεχνικών έργων και κτιριακών κατασκευών. Η εργασία με ανατρεπόμενους σιδηρότυπους έχει ως εξής:

Μετά την διάστρωση του σκυροδέματος, την δονητική συμπίκνωση και μία προκαταρκτική ωρίμανση βραχείας διάρκειας, εξαρμόζονται τα πλευρικά τμήματα

του σιδηρότυπου και τοποθετείται το ασφαλιστικό κάλυμμα. Στην συνέχεια ανατρέπεται ο τύπος με περιστροφή γύρω από μία οριζόντια ακμή, μέσω του ίδιου του συστήματος υδραυλικής ανατροπής ή με ανύψωση με γερανό. Έπειτα ο σιδηρότυπος εναποτίθεται σε σχεδόν κατακόρυφη θέση πάνω στο βάθρο, εκεί παραμένει το στοιχείο, ο σιδηρότυπος επαναφέρεται στην αρχική του θέση. Όταν η ωρίμανση του σκυροδέματος βρίσκεται σε στάδιο, κατά το οποίο επιτρέπεται η ανάρτηση του στοιχείου με την βοήθεια αγκίστρων του γερανού, τότε αυτό αφαιρείται σε κατακόρυφη θέση από το βάθρο και μεταφέρεται στο χώρο αποθήκευσης. Μέσω αυτού του ανατρεπόμενου σιδηρότυπου μειώνεται ο χρόνος αναμονής με την ωρίμανση του σκυροδέματος και αυξάνει ο βαθμός εκμετάλλευσης της εγκατάστασης. Το σύστημα του ανατρεπόμενου σιδηρότυπου χρησιμοποιείται σε συνδυασμό και με άλλες μεθόδους παραγωγής.

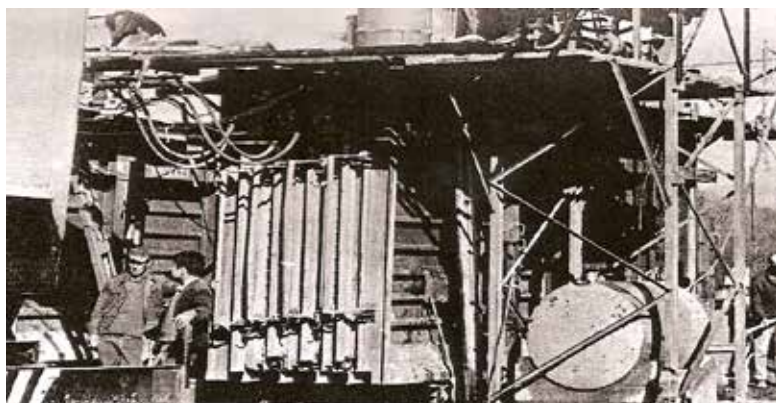
Οι δύο παραπάνω μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή στοιχείων κτιριακών κατασκευών και στοιχείων βιομηχανικών υπόστεγων (δοκοί, υποστρώματα, ζευκτά, κελύφη). Επίσης είναι κατάλληλες για την παραγωγή εξωτερικών τοίχων με επεξεργασμένη επιφάνεια.



Εικόνα 4. Ανατρεπόμενος λύομενος σιδηρότυπος.

Γ) Παραγωγή εντός κατακόρυφων τύπων. Κατά την μέθοδο αυτή οι τύποι διατάσσονται κατακόρυφα ο ένας δίπλα στον άλλον, σχηματίζοντας ένα ενιαίο συγκρότημα κυψελοειδούς μορφής (μπαταρία). Μεταξύ των τύπων παραμένει κενός χώρος, ίσος περίπου προς το πάχος του στοιχείου, εντός του οποίου τοποθετούνται οφιοειδώς οι σωληνώσεις κυκλοφορίας ζεστού νερού και λαδιού για την ταχεία ωρίμανση. Η αφαίρεση των στοιχείων επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση των τοιχωμάτων σε μορφή φουσαρμόνικας, οπότε τα στοιχεία παραμένουν ελεύθερα για

την ανύψωση. Η δόνηση γίνεται με εξωτερικούς δονητές, προσαρμοσμένους σταθερά επί των σιδηρότυπων (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Παραγωγή προκατασκευασμένων στοιχείων εντός κατακόρυφων σιδηρότυπων.

Στα κινητά συγκροτήματα οι τύποι συγκροτούνται σε συστοιχία των 4,6,10 τύπων, για να μεταφέρονται εύκολα πάνω σε ρυμουλκά οχήματα. Λόγω της εύκολης μεταφοράς και της ταχείας θέσεως στην λειτουργία στο εργοτάξιο, χρησιμοποιούνται στα κινητά συγκροτήματα παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων κτιριακών κατασκευών. Οι κατακόρυφοι τύποι καταλαμβάνουν ελάχιστο χώρο, προϋποθέτουν όμως ισχυρότατη και καλά επιμελημένη κατασκευή, που παρουσιάζει σχεδόν μηδενικές κάμψεις, αλλά επηρεάζεται η επιπεδότητα των στοιχείων και δημιουργούνται δυσχέρειες κατά την συναρμολόγησή τους. Με εσωτερικά κινητά διαφράγματα είναι δυνατή η κατασκευή στοιχείων διαφορετικών διαστάσεων εντός αυτής της κυψέλης. Η μέθοδος θερμικής ωρίμανσης με ζεστό νερό και λάδι επιτρέπει υπό ορισμένες συνθήκες την παραγωγή στοιχείων με ενδιάμεση μόνωση. Μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι δεν παρέχεται η δυνατότητα ακριβούς διαμόρφωσης των ακμών του στοιχείου (δυσκολίες στην τοποθέτηση αρμοταινιών) και ο κίνδυνος καταστροφής της ενδιάμεσου μονωτικής πλάκας κατά την σκυροδέτηση.

Το τελευταίο αυτό μειονέκτημα δεν παρουσιάζεται, όταν χρησιμοποιείται ειδική σύνθεση αδρανών με θερμομονωτικά υλικά, τα οποία εξασφαλίζουν την απαιτούμενη μόνωση χωρίς ενδιάμεση μονωτική πλάκα.

1.3.2.Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΟΛΙΣΘΑΙΝΟΝΤΕΣ ΤΥΠΟΥΣ.

Η μέθοδος παραγωγής με ολισθαίνοντες τύπους βασίζεται στο σχηματισμό της εξωτερικής μορφής του στοιχείου με ολίσθηση του σιδηρότυπου κατά μήκος του

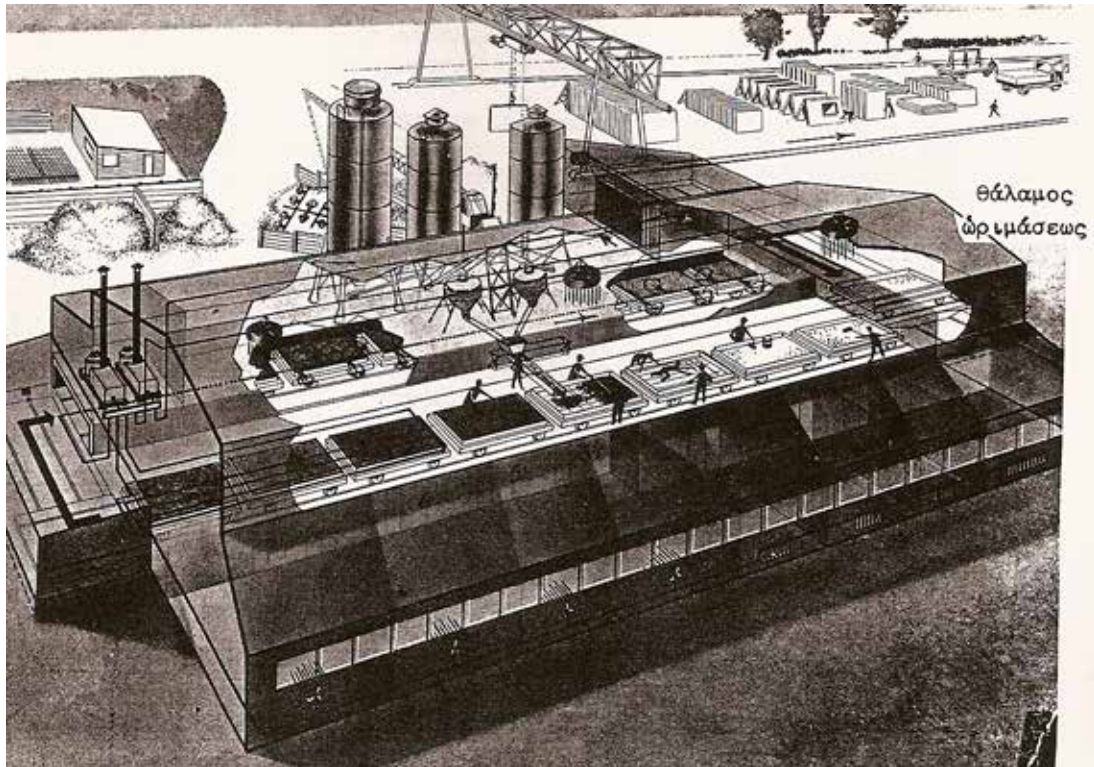
διαμήκους άξονα αυτού, υπό σύγχρονη δόνηση με εξωτερικούς δονητές. Η μέθοδος αυτή βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή στοιχείων σταθερής διατομής.

1.3.3.ΣΥΝΕΧΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑ ΠΡΟΟΔΕΥΤΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ.

Συνεχής παραγωγή κατά προοδευτικά στάδια. Η μέθοδος αυτή απαιτεί μεγάλη επένδυση κεφαλαίου και ως εκ τούτου εφαρμόζεται κυρίως σε περιπτώσεις υψηλής παραγωγής. Λόγω του χαμηλού κόστους παραγωγής, τα εργοστάσια του τύπου αυτού κερδίζουν τελευταίως έδαφος έναντι των λοιπών μεθόδων, πράγμα το οποίο οφείλεται στην διεύρυνση και αύξηση της αγοράς στον τομέα των προκατασκευών, και στην βελτίωση των μεθόδων παραγωγής. Κατά την μέθοδο αυτή η κατασκευή ενός στοιχείου συντελείται σε περίπου έξι διαδοχικά στάδια, τα οποία είναι διατεταγμένα στη σειρά κατά μήκος του διαδρόμου παραγωγής. Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η υψηλή εξειδίκευση του προσωπικού στην εκτέλεση της αυτής εργασίας και η προσκόμιση των διαφορών υλικών και ιδιοσυσκευών σε αυτή πάντοτε την θέση (εξαρτήματα για την τύπωση των παραθύρων, και θυρών, οπλισμός, σωλήνες και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, σκυρόδεμα, μονωτικά υλικά κ.λπ.)

Η μέθοδος εργασίας, κοινή σχεδόν σε όλα τα εργοστάσια συνεχούς παραγωγής, έχει ως εξής (Εικόνα 6):

Το φορείο μετά του ανατρεπόμενου σιδηρότυπου και του έτοιμου στοιχείου εξέρχεται, κυλιόμενων επί σιδηροτροχιών, από τον θάλαμο ωρίμανσης. Επί του φορείου γίνεται η εξάρμοση του σιδηρότυπου και η αφαίρεση του στοιχείου με ανατροπή. Τα προκατασκευασμένα στοιχεία παραλαμβάνονται με γερανό, και τοποθετούνται στην συνέχεια στο έργο, δηλαδή οι εσωτερικοί και εξωτερικοί τοίχοι κατακόρυφα, ενώ τα στοιχεία οροφής και δαπέδου οριζόντια. Το φορείο με το κενό σιδηρότυπο μεταφέρεται στην θέση 1 της παραγωγής, εκεί ο σιδηρότυπος συναρμολογείται εκ νέου, καθαρίζεται και επαλείφεται με λάδι. Στην θέση 2 τοποθετούνται οι ηλεκτρικές καλωδιώσεις, οι σωλήνες, οι μονώσεις κ.λπ. στην θέση 3 τοποθετείται ο σιδηρούς οπλισμός και στις θέσεις 4,5 και 6 γίνεται η διάστρωση του σκυροδέματος μέσω κινούμενου κάδου, διανομέα ή μεταφορικού μάντα, η δόνηση και η τελική επεξεργασία αντιστοίχως. Τελικώς το φορείο μετά του σιδηρότυπου και του νωπού σκυροδέματος εισέρχεται στον θάλαμο ωρίμανσης, εκεί παραμένει από 3 έως 24 ώρες. Ακολουθεί η αφαίρεση του στοιχείου και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.



Εικόνα 6. Εργοστάσιο προκατασκευασμένων στοιχείων συνεχούς παραγωγής.

1.4.ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΚΑΙ ΔΟΝΗΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ.

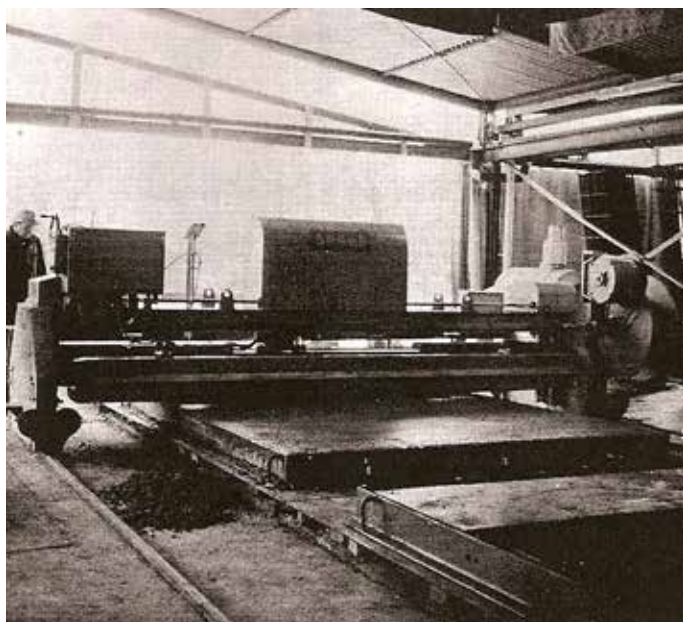
Η μέθοδος διάστρωσης διαφέρει ανάλογα της εφαρμοζόμενης μεθόδου παραγωγής. Η διάστρωση του σκυροδέματος συνοδεύεται κατά κανόνα υπό δόνηση. Για την προκατασκευή μικρών τεμαχίων εφαρμόζεται επιπρόσθετα στατική πίεση. Σε ορισμένες περιπτώσεις κατά την διάρκεια της διάστρωσης αναρροφάται η περίσσεια νερού μέσω κενής αντλίας, όπως π.χ. στην προκατασκευή καναλέτων, ή φυγοκεντρίζεται το σκυρόδεμα, όπως στην κατασκευή σωλήνων μεγάλης διαμέτρου ή διαμήκων φανοστατών.

Μέσω της δονητικής συμπίκνωσης του σκυροδέματος χρησιμοποιούνται τα παρακάτω μέσα:

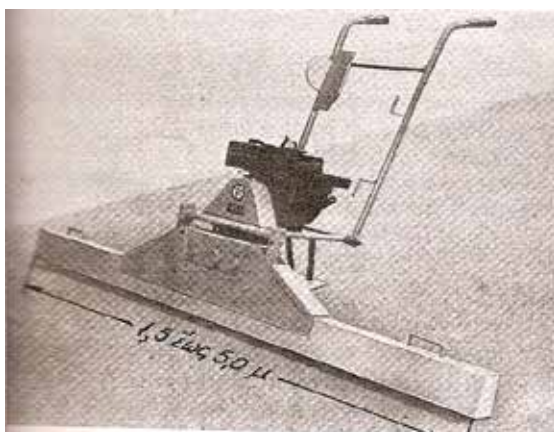
A) Δονητές μάζας. Χρησιμοποιούνται στην κατασκευή στοιχείων μεγάλων διαστάσεων, προορισμένα για τεχνικά ή βιομηχανικά έργα. Ο κινητήρας διεγέρσεως βρίσκεται εντός της φιάλης, της οποίας η διάμετρος κυμαίνεται μεταξύ 38 και 80 mm. Εάν η διάμετρος είναι μικρότερη των 38mm η μετάδοση της κίνησης στον διεγέρτη γίνεται μέσω εύκαμπτου σύρματος. Η τελευταία αυτή μέθοδος παρουσιάζει μειονεκτήματα, όπως η ταχεία θέρμανση και η φθορά του ελαστικού σωλήνα, εντός του οποίου κινείται το σύρμα, και η φθορά των εδράνων λόγω ελλειπούς

στεγανότητας. Η απόδοση των δονητών μάζας κυμαίνεται μεταξύ 5 και 20 m³/h ανάλογου μεγέθους.

Β) Επιφανειακοί δονητές με κανόνα (Εικόνα 7). Οφείλουν την εξέλιξη τους στα μηχανήματα επεξεργασίας οδικών ταπήτων από σκυρόδεμα. Χρησιμοποιούνται στην κατασκευή στοιχείων μεγάλου εμβαδού και μικρού πάχους (μέχρι 25cm). Μέσω του δονητικού κανόνα επιτυγχάνεται άριστη ποιότητα επιφάνειας, ώστε να μη απαιτείται πρόσθετη επεξεργασία στην θέση τοποθέτησης. Κινούνται επί των σιδηροτροχιών του διανομέα. Για μικρά πάχη επιπέδων στοιχείων (μέχρι 10cm) χρησιμοποιείται φορητός επιφανειακός δονητής με κανόνες που αφαιρούνται μήκους 1,50 έως 5,00m. Οι φορητοί δονητικοί κανόνες χρησιμοποιούνται με επιτυχία, όταν δεν απαιτείται υψηλός βαθμός συμπίκνωσης (Εικόνα 8). Κίνηση μέσω ηλεκτροκινητήρα ή βενζινοκινητήρα ισχύος 1,4 και 3,0 PS αντίστοιχα.



Εικόνα 7. Επιφανειακός δονητής κινούμενος σε σιδηροτροχιές.



Εικόνα 8. Δονητικός συμπυκνωτής οδηγούμενος με τα χέρια.

Γ) Εξωτερικοί δονητές. Προσαρμόζονται σταθερά στην εξωτερική πλευρά του σιδηρότυπου μέσω μονίμου ή λυομένου συνδέσμου. Το μέγεθος και η θέση του δονητή στο σιδηρότυπο επηρεάζουν ουσιαστικά την συμπύκνωση και πρέπει να προσδιορίζονται κατόπιν δοκιμών, ώστε οι κόμβοι της εξαναγκασμένης ταλάντωσης να συμπίπτουν με τους κόμβους της σιδηροκατασκευής. Η μέγιστη ισχύς δόνησης λαμβάνεται, όταν το μετρούμενο εύρος, ταλάντωσης ανέρχεται από 70,7% της δόνησης για κενό σιδηρότυπο. Ο χρόνος δόνησης επηρεάζει επίσης την ποιότητα του σκυροδέματος. Η μέτρηση του εύρους ταλάντωσης επιτυγχάνεται μέσω φορητού μετρητή Askania.

Δ) Δονητικές τράπεζες. Χρησιμοποιούνται κυρίως για επίπεδα στοιχεία. Η δύναμη δόνησης είναι συνήθως κατευθυνόμενης(σταθεράς) διεύθυνσεως. Για την δημιουργία αυτής χρησιμοποιείται διεγέρτης με δύο αντίθετα στρεφόμενες έκκεντρες μάζες. Φέρουν ρυθμιζόμενο αυτόματο χρονοδιακόπτη.

1.5.ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.

Η ωρίμανση του σκυροδέματος ενδείκνυται να γίνεται με τεχνητά μέσα, διότι έτσι αυξάνει σημαντικά, η παραγωγή και ο βαθμός εκμετάλλευσης των μηχανημάτων. Έχει αποδειχθεί, ότι το κέρδος το οποίο προκύπτει από την αυξημένη απόδοση και την καλύτερη εκμετάλλευση των τύπων και ολόκληρης της εγκατάστασης είναι σημαντικά μεγαλύτερο των εξόδων τα οποία δημιουργούνται από την εφαρμογή της τεχνητής ωρίμανσης.

Η ταχεία ωρίμανση του σκυροδέματος επιτυγχάνεται κυρίως με θερμική επεξεργασία μέσω ατμού, ζεστού νερού, ζεστού αέρα ή ηλεκτρικού ρεύματος.

Η πλέον απλή μέθοδος είναι η θέρμανση με ατμό, διότι ο ατμός παράγεται εύκολα, οι δε τύποι δεν απαιτούν ιδιαίτερη διαμόρφωση.

Τα μειονεκτήματα του ατμού είναι αφενός η δυσκολία που παρουσιάζεται στην ρύθμιση της θερμοκρασίας, διότι υψηλές θερμοκρασίες «καίνε» το σκυροδέμα, ενώ αντιθέτως, υπό χαμηλές θερμοκρασίες δεν επιτυγχάνεται η επιθυμητή ταχύτητα σκλήρυνσης, αφετέρου η ανάγκη χρησιμοποίησης καθαρού αποσκληρυμένου ύδατος. Τα μειονεκτήματα αυτά εξουδετερώνονται βαθμηδόν για την χρησιμοποίηση των νέων ταχυατομολεβητών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, οι οποίοι είναι εξοπλισμένοι με αυτόματο σύστημα αποσκλήρυνσης του νερού, η δε ρύθμιση της θερμοκρασίας και της παροχής επιτυγχάνεται αυτόματα με ρύθμιση της προσδιδόμενης ποσότητας καυσίμου, όπως επιτυγχάνεται στις κοινές πετρελαιομηχανές η ρύθμιση των στροφών με το ρυθμιστή (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Φορητή ταχυατομολεβητός σε εργοταξιακή εγκατάσταση για την ωρίμανση του σκυροδέματος.

Στις κατακόρυφες συστοιχίες χρησιμοποιείται περισσότερο ζεστό νερό ή λάδι. Το λάδι, λόγω των ευνοϊκών φυσικών ιδιοτήτων του, επικράτησε του νερού. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται μέσω θερμοστατών με ανάμιξη ζεστού και ψυχρού λαδιού. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η ανάγκη κατασκευής πλήρους δικτύου κυκλοφορίας του ρευστού μέσου και ο κίνδυνος ανάφλεξης.

Η θέρμανση με ηλεκτρικό ρεύμα εμφανίζεται προς το παρόν περιορισμένη, με επίκεντρο εξέλιξης την Γαλλία και τις ανατολικές χώρες. Απαιτεί ειδική διαμόρφωση σιδηρότυπων και ισχυρή ηλεκτρική εγκατάσταση. Η ηλεκτρική θέρμανση βασίζεται στο φυσικό φαινόμενο Joule και επιτυγχάνεται με εισαγωγή ηλεκτροδίων εντός της μάζας του σκυροδέματος, τα οποία συνδέονται με μια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής θερμοάνθεσης με ακτινοβολία, κατά την οποία η πλάκα που κατασκευάζεται σε οριζόντιο επίπεδο καλύπτεται με κάλυμμα, το οποίο φέρει ηλεκτρικές αντιστάσεις. Η μέθοδος είναι απλούστατη, απαιτεί όμως ισχυρή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ιδιαίτερη κατηγορία αποτελούν οι κλειστοί θάλαμοι ωρίμανσης, οι οποίοι λειτουργούν με ατμό υπό πίεση 12 atm ή θερμό αέρα. Είναι γνωστοί ως αυτόκλειστες (autoclave) και χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις υψηλής παραγωγής και ειδικών απαιτήσεων ως προς την τεχνολογία του παραγόμενου σκυροδέματος.

Ταχεία ωρίμανση με αναμικτήρα έγχυσης ατμού. Η θέρμανση του διαστρωθέντος εντός των τύπων σκυροδέματος σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες επιβάλλονται με την μείωση του χρόνου σκλήρυνσης, έχει ως συνέπεια την μείωση της τελικής αντοχής του σκυροδέματος. Η μείωση αυτή οφείλεται σε θερμοφυσικά φαινόμενα, τα οποία λαμβάνουν χώρα εντός της μάζας του σκυροδέματος.

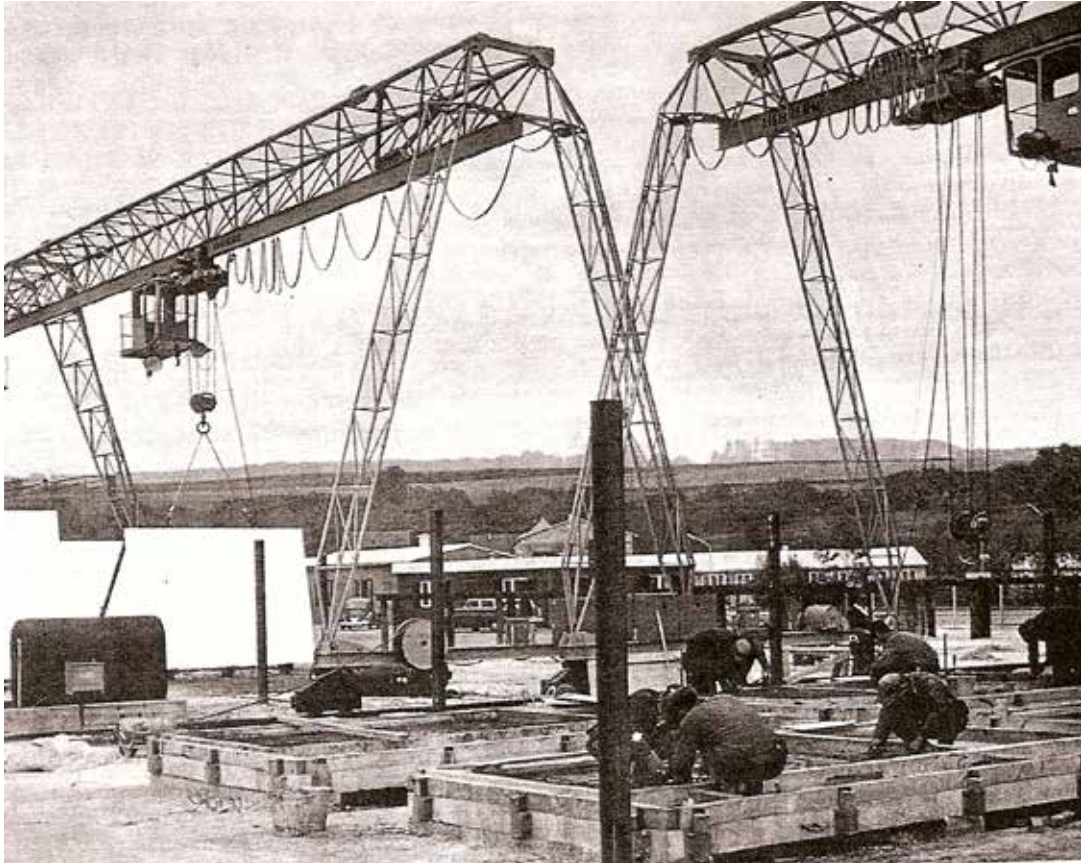
Τα εργοστάσια Thomas Schmidt, Δανία, επινόησαν μέθοδο, κατά την οποία το απαιτούμενο ποσό θερμότητας με την ταχεία ωρίμανση προσδίδεται με κορεσμένο ατμό κατευθείαν στον αναμικτήρα εξαναγκασμένης λειτουργίας κατά την διάρκεια της ανάμιξης. Η πρόσδοση του ατμού γίνεται μέσω εγχυτήρων, τους οποίους φέρουν τα περύγια αναμίξεως. Με την μέθοδο αυτή οι εφευρέτες ισχυρίζονται ότι δεν παρουσιάζονται πλέον τα μειονεκτήματα της άμεσης θέρμανσης κατά την διάρκεια της σκλήρυνσης, διότι το σκυρόδεμα μετά το πέρας της ανάμιξης ωριμάζει ταχέως και σε ηρεμία χωρίς θερμική πίεση. Το μέγεθος της εγκατάστασης παραγωγής ατμού είναι μέγα και θεωρείται δυσανάλογο προς το αντίστοιχο μέγεθος της εργοταξιακής διάταξης. Τελευταίως η παραπάνω μέθοδος παρουσιάζει αξιολογη εξέλιξη.

1.6.ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

Τα ανυψωτικά μέσα του εργοστασίου παραγωγής διακρίνονται σε αυτοκινούμενους γερανούς επί ελαστικών τροχών ή ερπυστριών, σε γερανούς κινούμενους επί σιδηροτροχιών μορφής πυλώνα και σε στρεφόμενους γερανούς, όπως περίπου χρησιμοποιούνται στους λιμένες.

Στους γερανούς της πρώτης κατηγορίας εξετάζονται τα μηχανικά μέσα συναρμολόγησης. Αυτοί χρησιμοποιούνται για την ανύψωση στοιχείων μεγάλου βάρους και μεγάλων διαστάσεων πολλές φορές ανά δύο για την μείωση του μήκους προβολής και την αντίστοιχη αύξηση της ανυψωτικής ικανότητας έκαστου. Χρησιμοποιούνται στα εργοστάσια παραγωγής στοιχείων βιομηχανικών κατασκευών και σε κτιριακά εργοστάσια μικρής δυνατότητας.

Οι γερανοί της δεύτερης κατηγορίας είναι τύπου πυλώνα και κινούνται επί σιδηροτροχιών (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Γερανοί τύπου πυλώνα σε εργοστάσιο παραγωγής.

Η ρευματοληψία γίνεται κατά προτίμηση μέσω ηλεκτρικών γραμμών τοποθετημένων εντός καλυμμένης αύλακος παράπλευρα και καθόλο το μήκος των τροχιών, αντί της ρευματοληψίας με εναέρια γραμμή. Έτσι παραμένει ελεύθερος ο χώρος του εργοστασίου για την μετακίνηση των πάσης φύσεως οχημάτων και φορτίων και αποτρέπονται οι κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας.

Η οργάνωση των μεταφορικών και ανυψωτικών μέσων εντός του εργοστασίου απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, διότι επιδρά ουσιαστικά επί του κόστους παραγωγής.

1.7.ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.

Ιδιαίτερα στην προκατασκευή η οργάνωση της παραγωγής επιδρά τα μέγιστα επί του κόστους. Αν η οργάνωση δεν είναι τέλεια, χάνονται τα πλεονεκτήματα της βιομηχανικής παραγωγής, οπότε η οικονομική σύγκριση προς την συμβατική κατασκευή αποβαίνει στο βάρος της προκατασκευής. Αυτό καθίσταται σαφέστερο αν ληφθεί υπόψη το ποσοστό των ωρών εργασίας, οι οποίες διατίθενται με την παραγωγή ως προς το χρόνο, έτσι διατίθεται και στις λοιπές εργασίες. Από στατιστικά στοιχεία προκύπτει η παρακάτω διανομή:

Παραγωγή 55%
Μεταφορά 2-4%
Προετοιμασία στο εργοτάξιο 10%
Συναρμολόγηση και τελική επεξεργασία 33%

Ο προσδιορισμός του κόστους παραγωγής διαφέρει ανάλογα με τη μέθοδο η οποία εφαρμόζεται στα εργοστάσια της κλασσικής βιομηχανίας, κυρίως λόγω των διαφορετικών χρόνων απόσβεσης και απασχόλησης των μηχανών και της διαφορετικής φύσεως της εργασίας.

Στην κλασσική βιομηχανία οι μηχανές εργάζονται συνέχεια στο μέγιστο της απόδοσης τους, ανεξάρτητα του ρυθμού απορρόφησης του προϊόντος στην αγορά. Αντίθετα σε εργοστάσιο προκατασκευής ο ρυθμός παραγωγής, εκτός μερικών περιπτώσεων, πρέπει να συνδυάζεται με την απορρόφηση, δηλαδή την ταχύτητα μεταφοράς των στοιχείων και την ταχύτητα συναρμολόγησης αυτών στα εργοτάξια.

1.8.ΜΗΧΑΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

Σε όλα γενικά τα δομικά έργα, κτιριακά, χωματουργικά, αρδευτικά, έργα οδοποιίας κ.λπ., η εργασία συνίσταται μια μεταφορική λύση, η οποία ξεκινά από την παραγωγή των πρώτων υλών (αδρανή υλικά, τσιμέντο, σίδηρος) και τελειώνει στο έτοιμο αντικείμενο(τοιχοποιία, επιχωμάτωση, διάστρωση ασφαλτικού τάπητα). Σε όλα τα συμβατικά έργα έτσι και στον τομέα των προκατασκευών, η μεταφορά και η συναρμολόγηση συνιστούν βασικές φάσεις εργασίας και είναι ουσιαστικοί παράγοντες κόστους. Επί πλέον στις προκατασκευές, αποτελεί βασικό παράγοντα κόστους και η φάση της συναρμολόγησης στο εργοτάξιο.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

2.1.ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Τα μέχρι σήμερα γνωστά συστήματα προκατασκευής στοιχείων από σκυρόδεμα κατατάσσονται σε κατηγορίες, ανάλογα τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους, το σχήμα τους, το βάρος τους, την δυνατότητα της ευρύτερης εφαρμογής τους, του βασικού υλικού κατασκευής τους κ.ο.κ. Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα εξής συστήματα:

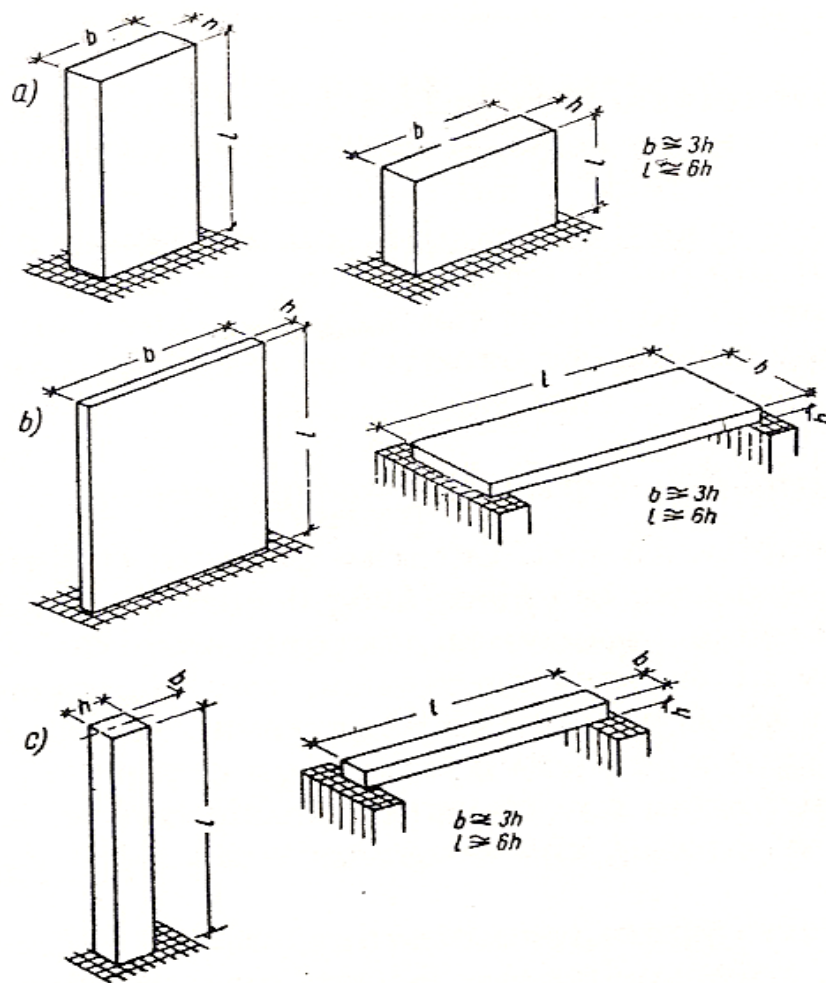
- Ανάλογα του σχήματος των χρησιμοποιούμενων τεμαχίων
- Ανάλογα του βάρους των τεμαχίων
- Ανάλογα την δυνατότητα ειδικότερης ή ευρύτερης χρήσης των τεμαχίων
- Ανάλογα το βασικό υλικό κατασκευής

2.1.1.ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ.

Ανάλογα του σχήματος των χρησιμοποιούμενων τεμαχίων (κυρίως για την κατασκευή των φερόντων στοιχείων) κατατάσσονται ως εξής:

- Συστήματα γραμμικής προκατασκευής.

Με αυτόν τον τρόπο κατασκευάζονται κυρίως τα στοιχεία Φ.Ο με σκελετό (όπως υποστυλώματα και δοκοί), ενώ τα στοιχεία πληρώσεως κατασκευάζονται είτε εκ των υστέρων, είτε με τον συμβατικό τρόπο κατασκευής, είτε μέσω προκατασκευασμένων και ελαφρότερων συνήθως στοιχείων. Τα χρησιμοποιούμενα τεμάχια χαρακτηρίζονται κατ' οικονομία του όρου και γραμμικά, με διαστάσεις(πλάτους b , πάχους h και μήκους l) συμφωνά με τις σχέσεις $b \leq 3h$ και $l \geq 6h$, δηλαδή η διατομή τους είναι μικρότερη από το μήκος τους (Εικόνα 11c). Συνήθως τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται κατακόρυφα, ως υποστυλώματα, οριζόντια ως δοκοί και σύνθετα με την μορφή πλαισίων.



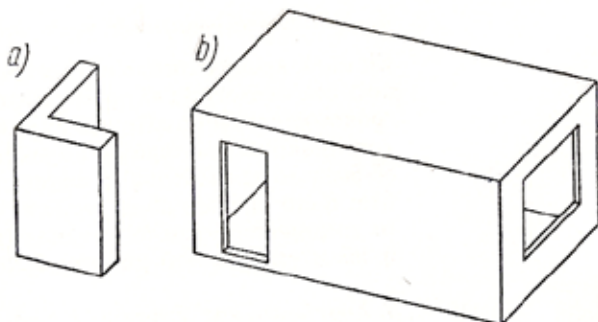
Εικόνα 11. Προκατασκευασμένα στοιχεία: α) άοπλα τεμάχια, β) οπλισμένα τεμάχια μεγάλων διαστάσεων, γ) γραμμικά στοιχεία.

- Συστήματα κατ' έκταση (δισδιάστατης ή επιφανειακής προκατασκευής).

Έτσι κατασκευάζονται κυρίως τα κατ' έκταση φέροντα (ή επιφανειακά) στοιχεία, όπως τοίχοι και πατώματα, εκτάσεως συνήθως ενός δωματίου (αλλά και μεγαλύτερης ή μικρότερης). Τα τεμάχια αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται αφενός ως άοπλα τοιχοτεμάχια (blocs) εάν για τις παραπάνω διαστάσεις ισχύει ότι $b \geq 3h$ και $l \leq 6h$ (Εικόνα 11α), και αφετέρου ως οπλισμένα τεμάχια μεγάλων διαστάσεων (panneaux ή panels), αν για τις διαστάσεις τους ισχύει ότι $b \geq 3h$ και $l \geq 6h$ (Εικόνα 11β).

Τα στοιχεία της πρώτης κατηγορίας (blocs) χρησιμοποιούνται συνήθως, μόνο ως κατακόρυφα φέροντα στοιχεία όπως οι τοίχοι συνήθως άοπλα και με ύψος μικρότερο του ενός ορόφου.

Τα στοιχεία της δεύτερης κατηγορίας (panneaux ή panels), είναι συνήθως οπλισμένα, χρησιμοποιούνται κατακόρυφα ως τοίχοι, οριζόντια ως πατώματα με ύψος ίσο με ένα όροφο.



Εικόνα 12: Στοιχεία στο χώρο (τρισεδιάστατη προκατασκευή): a)στοιχείο διαμόρφωσης γωνίας, b) στοιχείο ολοκληρωμένης κτιριακής μονάδας.

- Συστήματα στο χώρο (τρισεδιάστατη προκατασκευή).

Σε αυτή την περίπτωση προκατασκευάζονται κτιριακές μονάδες χώρου, ενός ή περισσότερων δωματίων, τοποθετημένων στην σειρά, στην περίπτωση μονώροφων κτισμάτων, ή και κατά ύψος σε περίπτωση πολυώροφων (Εικόνα 12b), είτε στοιχεία αποτελούμενα από δίεδρες ή τρίεδρες γωνίες (Εικόνα 12a).

2.1.2.ΣΥΝΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ.

Ανάλογα του βάρους των τεμαχίων, τα συστήματα προκατασκευής στοιχείων από σκυρόδεμα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

α) Συστήματα βαρείας προκατασκευής, με τεμάχια βάρους από 1,5 tn και πάνω.

β) Συστήματα ελαφριάς προκατασκευής, με τεμάχια ελαφρότερα των 1,5tn.

Από πλευρά δυνατότητας ειδικότερης ή ευρύτερης χρήσης των τεμαχίων τα διάφορα συστήματα διακρίνονται σε:

α) Συστήματα κλειστής προκατασκευής.

Αυτά προκατασκευάζονται προορισμένα για συγκεκριμένη περίπτωση (ορισμένης αρχιτεκτονικής συνθέσεως) ευρείας συνήθως κλίμακας.

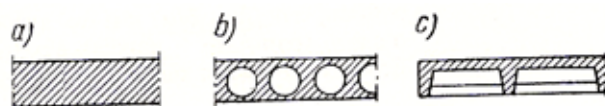
β) Συστήματα ανοικτής προκατασκευής.

Πρόκειται για την μαζική κατασκευή δομικών στοιχείων, που δεν προορίζονται για συγκεκριμένη περίπτωση, αλλά κατασκευάζονται σύμφωνα ορισμένης προτυποποίησης και συντονισμού διαστάσεων, ώστε να συνδυάζονται μεταξύ τους.

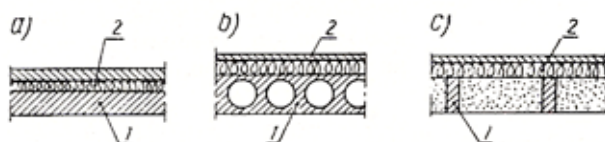
2.1.3.ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΒΑΣΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Τέλος από πλευράς βασικού υλικού κατασκευής τους, τα διάφορα συστήματα προκατασκευής διακρίνονται σε: οπλισμένου σκυροδέματος, άοπλου σκυροδέματος, ελαφρών σκυροδεμάτων κ.λ.π.

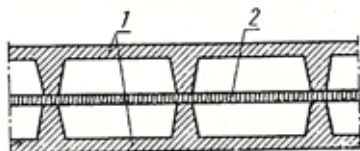
Τα τεμάχια που χρησιμοποιούνται στα παραπάνω συστήματα όταν κατασκευάζονται μόνο από ένα υλικό χαρακτηρίζονται ως ομοιογενή (Εικόνα 13), ενώ όταν αποτελούνται από περισσότερα από ένα υλικό χαρακτηρίζονται ως ετερογενή (Εικόνα 13a, Εικόνα 14, Εικόνα 14a). Επίσης η διατομή των τεμαχίων δύναται να είναι πλήρης ή ολόσωμη (Εικόνα 13/a), σωληνωτή ή με συνεχή κενά (Εικόνα 13/b, Εικόνα 13a/b), με νευρώσεις (Εικόνα 13/c, Εικόνα 14), με περιμετρικό σκελετό (Εικόνα 14a) κ.ο.κ.



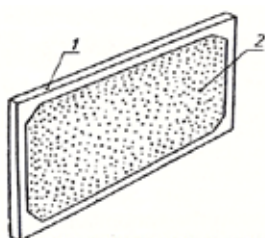
Εικόνα 13: Προκατασκευασμένα στοιχεία με ομοιογενή διατομή: a) πλήρη (ή ολόσωμο), b) σωληνωτή, c) με νευρώσεις.



Εικόνα 13a: προκατασκευασμένα στοιχεία με ετερογενή διατομή: a) πλήρη (ή ολόσωμο), b) σωληνωτή, c) με νευρώσεις (1. στρώση φέρουσα, 2. στρώση πληρώσεως).



Εικόνα 14: Σύνθετο στοιχείο (1. οπλισμένο στοιχείο με νευρώσεις, 2. μονωτική στρώση)



Εικόνα 14a: Στοιχείο με φέροντα σκελετό και πλήρωση του ενδιάμεσου κενού με ελαφρύ μονωτικό υλικό.

2.2.ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

Η βασική διαφοροποίηση μεταξύ των παραδοσιακών μονολιθικών κατασκευών και κατασκευών από προκατασκευασμένα στοιχεία, έγκειται στο ότι οι κατασκευές από προκατασκευασμένα στοιχεία συντίθενται από προκατασκευασμένα μέλη, τα οποία παράγονται σε διαφορετικές θέσεις από αυτές στις οποίες τελικά εντάσσονται στο φέροντα οργανισμό των κατασκευών. Έτσι κάθε προκατασκευασμένο έργο αποτελείται από σύστημα στοιχείων και συνδέσεων. Υπό αυτές τις συνθήκες η συμπεριφορά ενός προκατασκευασμένου έργου υπό φορτία, εκ των πραγμάτων είναι συνδεδεμένη και με τη συμπεριφορά των ιδίων των συνδέσεων (από απόψεως αντοχών και παραμορφωσιμότητας). Περισσότερο έντονη, όμως, είναι η ιδιοτυπία αυτή των προκατασκευασμένων έργων ως προς τη συμπεριφορά τους, όταν πρόκειται περί σεισμικών δράσεων. Σε ότι αφορά τη συμπεριφορά των συνδέσεων μεταξύ προκατασκευασμένων τοιχωμάτων (οριζόντιοι και κατακόρυφοι αρμοί) διατίθεται σημαντική έρευνα (πειραματική και θεωρητική) υπό μονοτονική και ανακυκλιζόμενη φόρτιση τόσο στη διεθνή όσο και στην ελληνική έρευνα. Η ποικιλία, όμως, των συνδέσεων μεταξύ ραβδόμορφων προκατασκευασμένων στοιχείων αφενός, αλλά και η σχετικά φτωγή (διεθνώς) τεκμηρίωση της συμπεριφοράς τους αφετέρου, ιδίως σε ότι αφορά την αντοχή και την παραμορφωσιμότητα υπό διατμητική ένταση όταν υπόκεινται σε σύγχρονη

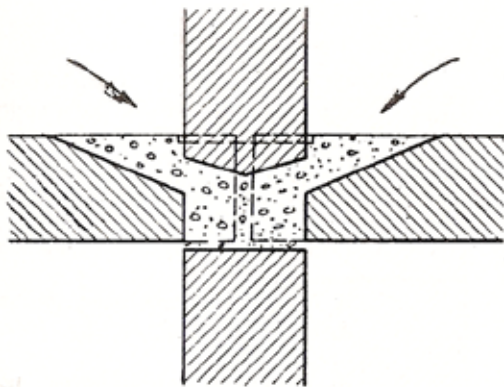
δράση αξονικών και καμπτικών καταπονήσεων, απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό κυρίως υπό σεισμικές δράσεις.

Στη δομική προκατασκευή, τα στοιχεία πρέπει να συναρμολογούνται σε ανθεκτικά δομικά έργα, με επαρκή ακαμψία. Για αυτό χρειάζεται κατάλληλη διαμόρφωση των θέσεων σύνδεσης. Οι απαιτήσεις για τις θέσεις σύνδεσης είναι όμως πολύ διαφορετικές. Συχνά πρόκειται μόνο να συγκρατηθεί κατασκευαστικά ένα στοιχείο στη θέση του, τις περισσότερες φορές επίσης, να είναι εγγυημένη η συγκράτηση του απέναντι σε δυνάμεις που μπορούν να υπολογιστούν αλλά είναι πολύ μικρές. Το δυσκολότερο πρόβλημα είναι να στηριχθεί ένα προκατασκευασμένο στοιχείο κατάλληλα- συνήθως επάνω σε ένα άλλο προκατασκευασμένο στοιχείο- έτσι ώστε οι καταπονήσεις στήριξης να μην οδηγούν σε βλάβες. Σε λεπτομέρεια το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται ποικιλόμορφα και οδηγεί σε διαφορετικές λύσεις, ανάλογα με το είδος των στοιχείων και το πού και πώς στηρίζονται. Κοινό σε όλες αυτές τις περιπτώσεις είναι το πρόβλημα της μεταβίβασης των δυνάμεων, δηλαδή το πρόβλημα πώς μπορεί να μεταβιβασθεί η αντίδραση από το ένα στοιχείο στο άλλο, και ποιες καταπονήσεις δημιουργούνται έτσι στις ζώνες επαφής. Τελικά προκύπτει όμως και η αναγκαιότητα να διαμορφωθούν συνδέσεις ανθεκτικές σε εφελκυσμό, θλίψη, ροπή και διάτμηση. Η σύνδεση των οπλισμών είναι εδώ συνήθως το δυσκολότερο πρόβλημα. Πρέπει επομένως να γίνει αρχή με την αναφορά στις συνδέσεις οπλισμών.

2.2.1.ΚΟΜΒΟΙ ΤΟΙΧΩΝ (ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΚΑΤ'ΕΚΤΑΣΗ Ή ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ).

Οι κόμβοι αυτοί εμφανίζονται σε σημεία συνδέσεως προκατασκευασμένων μεγάλης έκτασης στοιχείων και σχηματίζονται από κατάλληλη μορφολόγηση της διατομής τους.

Η διαμόρφωσή τους πρέπει να είναι έτσι ώστε το σύνολο των προκατασκευασμένων στοιχείων υπό την επίδραση των εξωτερικών φορτίων, δηλαδή οι κόμβοι πρέπει να είναι στην θέση να εξασφαλίσουν την μεταβίβαση των καταπονήσεων η οποία θα αναπτυχθεί σε αυτά τα σημεία σε περίπτωση μονολιθικής κατασκευής.



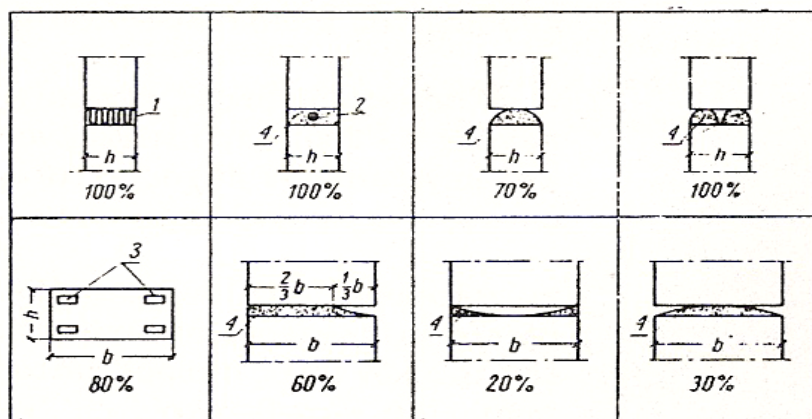
Εικόνα 15: Διάταξη κόμβου που διευκολύνει την επιτόπου πλήρωση.

Η μεταβίβαση των καταπονήσεων στους κόμβους εξασφαλίζεται με παρεμβολή ειδικής κατασκευής από άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα οπότε και οι αντίστοιχοι κόμβοι χαρακτηρίζονται ως κόμβοι εν υγρό (Εικόνα 15), είτε τέλος με συγκόλληση όπου χαρακτηρίζονται ως κόμβοι εν ξηρό. Γενικά οι κόμβοι από άοπλο σκυρόδεμα μπορούν να μεταβιβάσουν μόνο θλιπτικές και διατμητικές δυνάμεις, ενώ οι κόμβοι από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι κόμβοι με συγκόλληση μπορούν να μεταβιβάσουν και εφελκυστικές δυνάμεις.

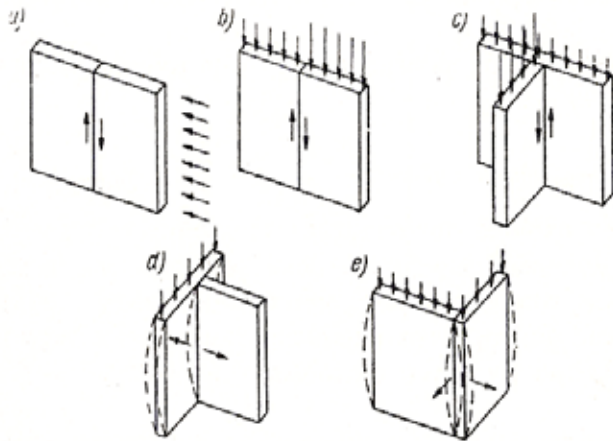
Οι κόμβοι διακρίνονται σε:

Οριζόντιους (Εικόνα 16), καταπονούμενους από κάθετες δυνάμεις προς την κατεύθυνση του κόμβου και

Κατακόρυφους (Εικόνα 17), καταπονούμενους από δυνάμεις που ενεργούν κατά την κατεύθυνση του κόμβου.



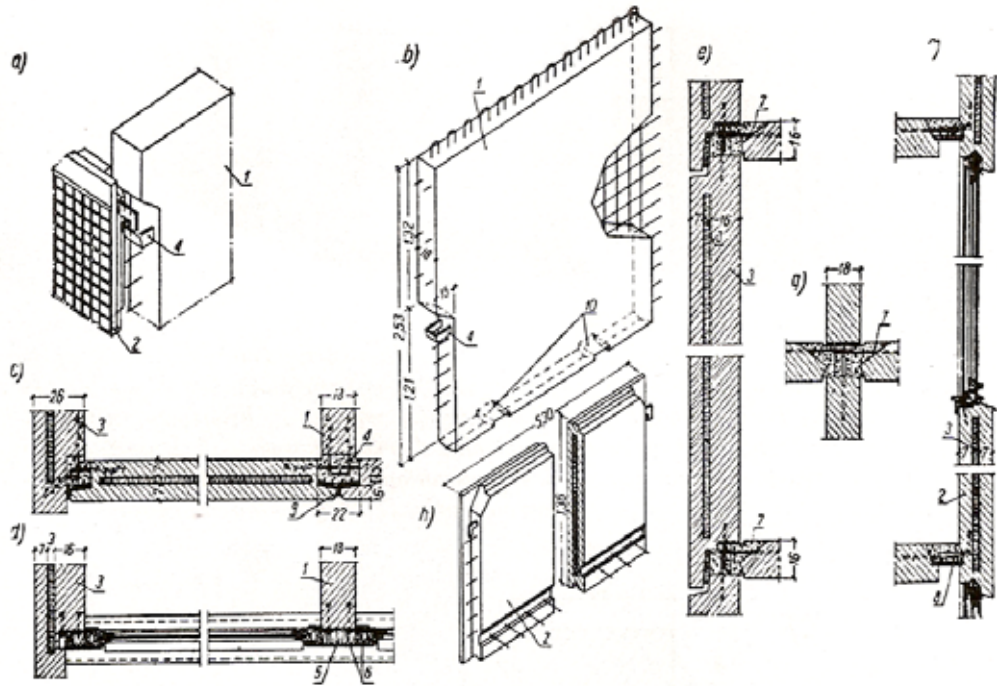
Εικόνα 16: Επίδραση του τρόπου πλήρωσης στην αντοχή του κόμβου.



Εικόνα 17: Αναπτυσσόμενες δυνάμεις στους κόμβους δύο φερόντων τοίχων. α) που φορτίζονται με οριζόντιες δυνάμεις, β) και γ) λόγω κάμψεως.

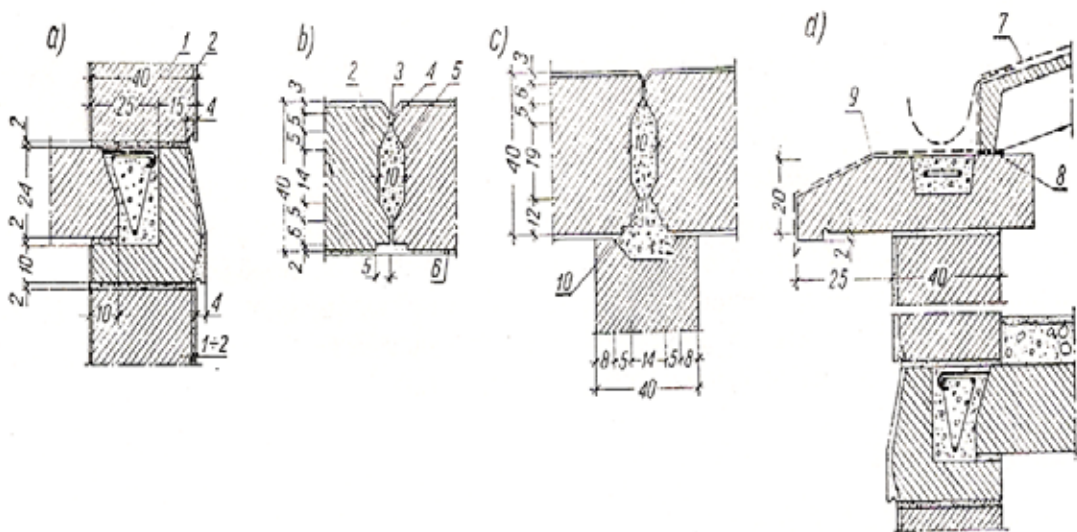
Οι παραπάνω κόμβοι μπορεί να είναι:

Εσωτερικοί φέροντες τοίχοι (Εικόνα 18). Αυτοί δεν πρέπει να ικανοποιούν μόνο τις παραπάνω απαιτήσεις αλλά να εξασφαλίζουν και την συνέχεια της ακουστικής μόνωσης (αποκλεισμός θορύβων που μεταβιβάζονται από τον αέρα) και να παρεμποδίζουν την είσοδο των οσμών κ.λ.π. Πιο συγκεκριμένα στην Εικόνα 17 παρουσιάζονται στα σχήματα α) Λεπτομέρεια αγκύρωσης εξωτερικού τοίχου στους διαχωριστικούς, β) διαχωριστικό στοιχείο, γ) Οριζόντια τομή στην πρόσοψη και στην γωνία μετωπικού τοίχου και ποδιάς, δ) Οριζόντια τομή στην πρόσοψη και στην γωνία μετωπικού τοίχου και κουφώματος, ε) Κατακόρυφη τομή του μετωπικού τοίχου, ς) κατακόρυφη τομή της πρόσοψης, ζ) κατακόρυφη τομή στην σύνδεση πατώματος- διαχωριστικού τοίχου, η) Ποδιά. (1. Χώρισμα.2. Ποδιά. 3. Μετωπικός τοίχος. 4. Μεταλλικό στήριγμα στο διαχωριστικό τοίχο. 5. Θερμική μόνωση. 6. Αμιαντοτσιμέντο. 7. Διαπλάτυνση για την διευκόλυνση πλήρωσης του κόμβου. 8. Αντικολλητική ξυλεία. 9. Μαστίχη. 10. Θέση στηρίξεις διαχωριστικών τοίχων στις προεξοχές του πατώματος).

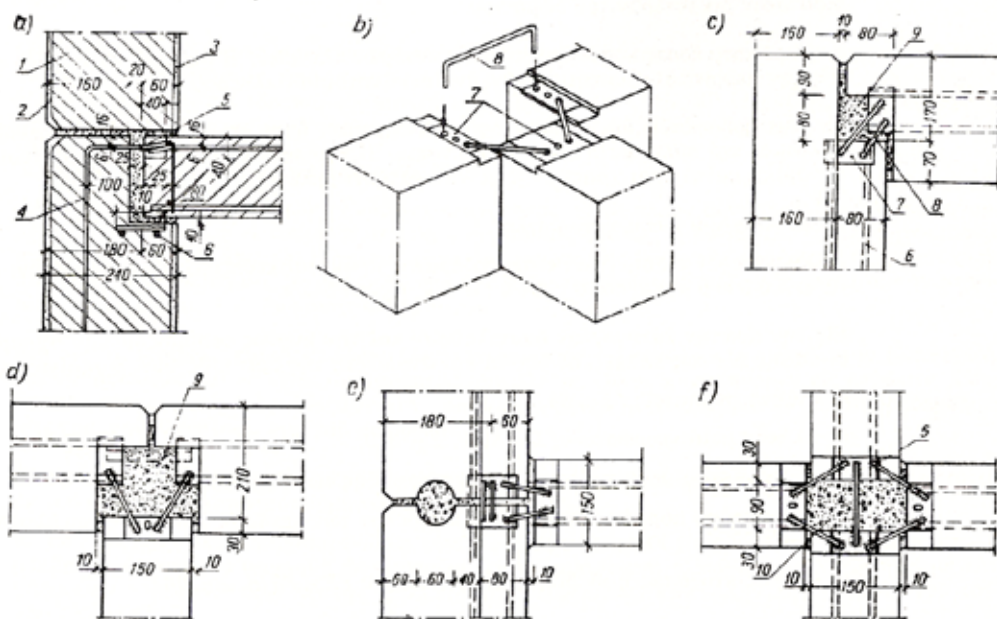


Εικόνα 17: Κόμβοι

Εξωτερικοί φέροντες τοίχοι. Αυτοί πρέπει πέρα πάλι των στατικών απαιτήσεων να εξασφαλίζουν υδατοστεγανότητα και αεροστεγανότητα, επίσης να μην δημιουργούν θερμικές γέφυρες.



Εικόνα 18: Κόμβοι μεταξύ τοιχοτεμαχίων μεγάλων διαστάσεων



Εικόνα 19: Κόμβος με συγκόλληση μεταξύ τοιχοτεμαχίων μεγάλων διαστάσεων

Η απαίτηση πολλαπλών λειτουργιών οδηγεί στην σύγκρουση των κόμβων των εξωτερικών τοίχων με περισσότερες της μιας επάλληλων κατασκευαστικών προβλέψεων από τις οποίες μια θα εξασφαλίζει την στατική επάρκεια του κόμβου (και η οποία είναι όμοια με αυτήν των εσωτερικών τοίχων), την στεγανότητα και τέλος την απαιτούμενη θερμική μόνωση.

Η συμπλήρωση των κόμβων με τις κατάλληλες κατασκευαστικές προβλέψεις στεγάνωσης και θερμικής μόνωσης κ.λ.π., εξετάζεται παρακάτω. Έτσι στην Εικόνα 18 παρατηρούνται κόμβοι μεταξύ τοιχοτεμαχίων μεγάλων διαστάσεων α) οριζόντιος κόμβος εξωτερικού τοίχου, β) κατακόρυφος κόμβος εξωτερικού τοίχου, γ) κατακόρυφος κόμβος εξωτερικού τοίχου που συναντάται με διαχωριστικό, δ) κατακόρυφη τομή στην κορυφή της στέγασης.

(1. Σκυρόδεμα. 2. Εξωτερικό επίχρισμα. 3. Κονίαμα. 4. σχοινί εμβαπτισμένο σε άσφαλτο. 5. Επί τόπου σκυρόδεμα. 6. Εσωτερικό επίχρισμα. 7. υδατοστεγάνωση. 8. Δύο στρώσεις ασφαλτοπιλήματος. 9. Φύλλο λαμαρίνας. 10. Διαπλάτυνση). Ενώ στην Εικόνα 19 κόμβος με συγκόλληση μεταξύ τοιχοτεμαχίων μεγάλων διαστάσεων α) τομή οριζοντίου κόμβου μεταξύ τοίχου και πατώματος, β) αξονομετρικό σύνδεσης τριών τοίχων, γ) οριζόντια τομή κόμβου, δ) οριζόντια τομή κόμβου σε θέση εσωτερικού διαχωριστικού τοίχου, ε) οριζόντια τομή κόμβου σε θέση μετωπικού και εγκάρσιου διαχωριστικού τοίχου, φ) οριζόντια τομή, κόμβου σύνδεσης δύο διαχωριστικών τοίχων.

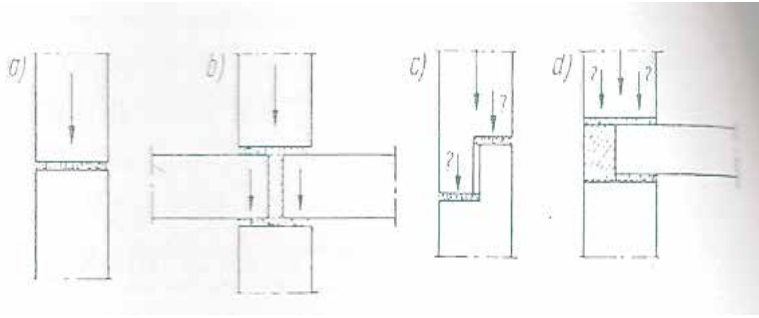
(1 και 9 Διογκωμένο σκυρόδεμα. 2. Εξωτερικό επίχρισμα. 3. Εσωτερικό επίχρισμα. 4. Οπλισμός αναμονής. 5. Συγκόλληση συνδέσμου. 6. Περιμετρικός οπλισμός του τοιχώματος. 7. Μεταλλικές πλάκες. 8. Σύνδεσμοι. 10. Σύνηθες σκυρόδεμα).

2.2.2.ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΙ ΚΟΜΒΟΙ.

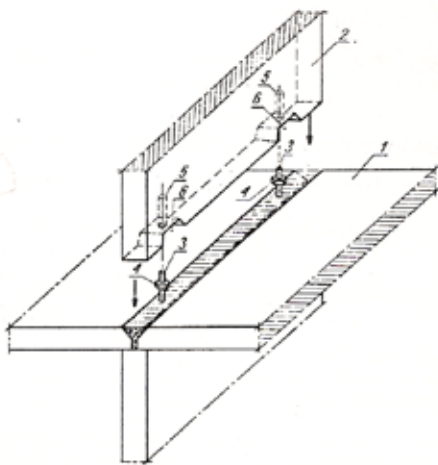
Οι κόμβοι αυτοί πρέπει να είναι ικανοί να μεταβιβάζουν ασφαλώς τις καταπονήσεις του πατώματος και τους υπερκείμενους ορόφους που διέρχονται από αυτούς.

Για αυτό κατά την διαμόρφωση των οριζόντιων κόμβων καταβάλλεται προσπάθεια:

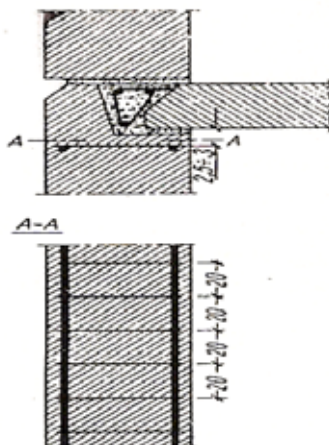
- Οι φέρουσες στρώσεις των δύο τοίχων να είναι το δυνατόν πλησιέστερες (Εικόνα 20/b).
- Αποφυγής διασπάσεως της επιφάνειας εδράσεως των κόμβων (Εικόνα 20/c).
- Αποφυγής μεταβιβάσεως των καταπονήσεων μέσω κατασκευών διαφορετικής σύστασης (Εικόνα 20/d).
- Σταθμίσεως κατά το δυνατόν των τοίχων που εδράζονται, η οποία επιτυγχάνεται μέσω σφηνών, μπουλονιών, τηλεσκοπικών αντηρίδων και ειδικών συσκευών εξασφάλισης της προσωρινής απαραμόρφωσης των γωνιών (Εικόνα 21).
- Πλήρης έδρασης των τοίχων καθόλη την έκταση είτε μέσω τσιμεντοκονιάματος πάχους 1-2 cm , είτε μέσω σκυροδέματος, καθόσον η κακή κατασκευή της έδρασης μπορεί να προκαλέσει πτώση της αντοχής του κόμβου μέχρι και 80% (Εικόνα 17).
- Αποφυγής δημιουργίας εδράσεων με σφηνοειδούς μορφής νευρώσεις, που πληρούνται με υλικό υψηλότερης αντοχής από αυτή του τοίχου ή ενσωμάτωση σε τμήμα της διατομής των τοίχων από ελαφρύ σκυρόδεμα, ενισχυτική ζώνη, διότι είναι δυνατό να προκληθεί ρηγμάτωση του κάτωθεν τοίχου εκτός αν γίνει πρόβλεψη ειδικού οριζόντιου οπλισμού κάτωθεν της έδρασης (Εικόνα 22).
- Αποφυγής δημιουργίας κόμβων που μεταβιβάζουν και ελκυστικές τάσεις, διότι υπάρχουν κίνδυνοι ρηγμάτωσης της κατασκευής.



Εικόνα 20: Μεταβίβαση κατακόρυφων δυνάμεων μέσω οριζόντιου κόμβου. a και b) η δύναμη που μεταβιβάζεται είναι ανάλογη της διατομής του τοίχου που χρησιμοποιείται. c) Λανθασμένη περίπτωση κόμβου. d) μεταβίβαση δυνάμεων μέσω υλικών με διαφορετικές παραμορφώσεις.



Εικόνα 21: Τρόπος τοποθέτησης και ρυθμίσεως κατά την τοποθέτηση του φέροντα οργανισμού. 1. Πάτωμα. 2. Φέρον τοίχος. 3. Κοχλίας ρυθμίσεως. 4. περικόχλιο ρυθμίσεως. 5. κενό απόκρυψης κοχλίου. 6. κενό τοποθέτησης περικοχλίου.



Εικόνα 22: Οπλισμός ενίσχυσης περιοχής δράσεως πατώματος σε φέροντα τοίχο από ελαφρύ σκυρόδεμα.

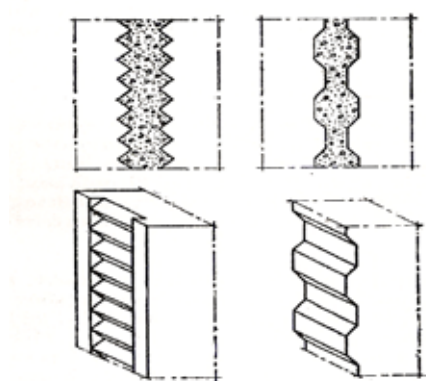
2.2.3.ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΚΟΜΒΟΙ.

Αυτοί συνήθως βρίσκονται καθόλο το ύψος του ορόφου και πρέπει να είναι σε θέση να μεταβιβάζουν ασφαλώς, και χωρίς την παραμικρή ρηγμάτωση τους, αφενός κατακόρυφες δυνάμεις που αναπτύσσονται είτε λόγω οριζόντιων καταπονήσεων, είτε λόγω διαφορετικής φόρτισης των διαμορφωμένων κόμβων των τοίχων και αφετέρου τις οριζόντιες δυνάμεις που αναπτύσσονται λόγω παραμορφώσεων των διαμορφωμένων κόμβων των τοίχων .

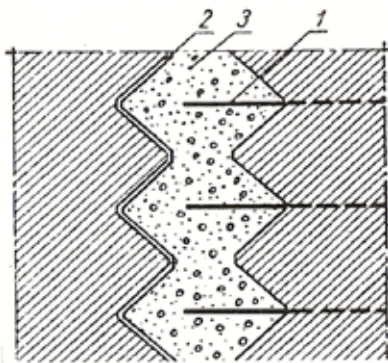
Οι παραπάνω δυνάμεις που καταπονούν τους κατακόρυφους κόμβους περιορίζονται σημαντικά όταν έχει εξασφαλιστεί η έδραση των τοίχων και των πατωμάτων σε προηγούμενη οριζόντια ενισχυτική ζώνη που έχει διαστρωθεί.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στους κατακόρυφους κόμβους, αφενός μεταξύ φερόντων και μη φερόντων τοίχων και αφετέρου μεταξύ φερόντων, αλλά που κατασκευάζονται από διαφορετικά υλικά. Στις περιπτώσεις αυτές προς αποφυγή ρηγματώσεως, προβλέπεται η διαμόρφωση των κόμβων ως ανοιχτών, δηλαδή σαν αρμός διαστολής. Πάντως είναι καλύτερο να αποφεύγονται αυτοί οι κόμβοι για τον περιορισμό ή και μηδενισμό των διαφορετικών παραμορφώσεων μεταξύ των τοίχων.

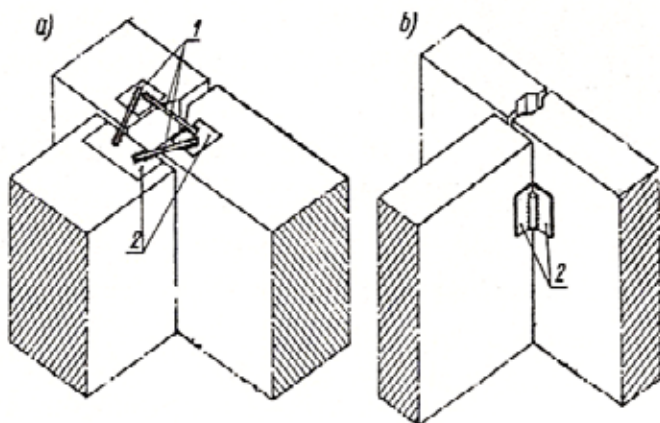
Γενικά η διαμόρφωση των κατακόρυφων κόμβων εξασφαλίζεται είτε μέσω άοπλου σκυροδέματος (Εικόνα 23), είτε μέσω οπλισμένου σκυροδέματος (Εικόνα 24), είτε με συγκόλληση ειδικών οπλισμών (Εικόνα 25), είτε τέλος, σε ειδικές περιπτώσεις, ακόμη και μέσω απλής συγκολλήσεως των διαμορφωμένων κόμβων των τοιχοτεμαχίων.



Εικόνα 23: Διάφορες νευρώσεις στις κατακόρυφες παρειές των τεμαχίων που θα συνδεθούν.



Εικόνα 24: Λεπτομέρεια παρειών κατακόρυφου κόμβου. 1) οπλισμός αναμονής. 2) ασφαλτική επάλειψη. 3) σκυρόδεμα πλήρωσης του κόμβου.



Εικόνα 25: Κόμβος εν ξηρό με συγκόλληση α) εύκαμπτων στοιχείων οπλισμού β) άκαμπτων μεταλλικών τεμαχίων. 1. σιδερένια τεμάχια σύνδεσης. 2. μεταλλικές πλάκες.

Α) Κατακόρυφοι κόμβοι από άοπλο σκυρόδεμα.

Η αντοχή των κόμβων αυτού του τύπου εξαρτάται αφενός από την αντοχή του σκυροδέματος πλήρωσεως και αφετέρου από την τάση συνάφειας του σκυροδέματος πλήρωσεως με το σκυρόδεμα του συγκεκριμένου στοιχείου.

Οι ελάχιστες διαστάσεις ενός τέτοιου κόμβου, είναι πάντα σύμφωνες με τον ισχύοντα κανονισμό. Για την καλύτερη σύνδεση κόμβου και τοιχοτεμαχίων προβλέπονται ειδικές νευρώσεις. Σε πολλά όμως συστήματα κατασκευής προβλέπεται και η περίπτωση ανοικτών κόμβων, στην οποία προκαλείται ρηγμάτωση αφενός σε προκαθορισμένη και ειδικά διαμορφωμένη θέση, αφετέρου επιτρέπεται ελεύθερη κατακόρυφος μετακίνηση των τοιχοτεμαχίων.

Β)Κατακόρυφοι κόμβοι από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Αυτοί διαφέρουν στο σκυρόδεμα του πυρήνα του κόμβου, καθώς υπάρχει οπλισμός στις ειδικές διαμορφωμένες εγκοπές του κόμβου των τοιχοτεμαχίων.

Αυτός ο οπλισμός έχει την μορφή κλειστού γάντζου εντός του οποίου και διέρχεται ράβδος οπλισμού επί τόπου στο έργο ή γίνεται συγκόλληση.

Τέλος, για καλύτερη συνάφεια του σκυροδέματος ο πυρήνας του κόμβου κατασκευάζεται με νευρώσεις.

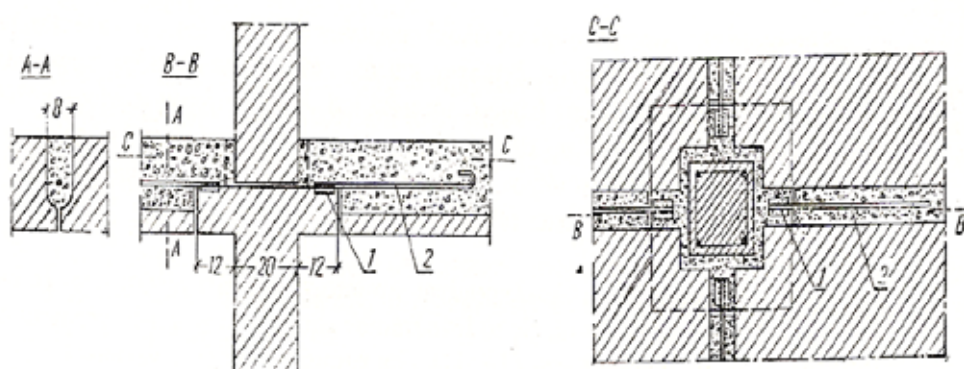
Γ)Κατακόρυφοι κόμβοι με συγκόλληση των τοιχοτεμαχίων.

Σε αυτούς τους κόμβους οι εγκοπές διαμόρφωσης του κόμβου είναι εντελώς επίπεδοι και εφαρμόζουν απολύτως μεταξύ τους, ώστε να μπορούν να συγκολληθούν. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται κυρίως στα τοιχοτεμάχια από ελαφρύ σκυρόδεμα και οπωσδήποτε με στοιχεία μικρών διαστάσεων. Σε αυτή την περίπτωση το πάχος του αρμού της τάξης των 2 έως 3mm.

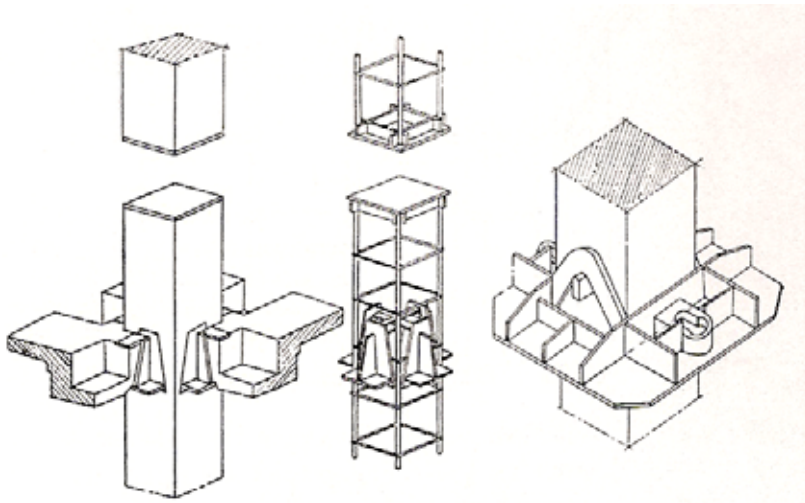
2.2.4.ΚΟΜΒΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΚΕΛΕΤΟΥ.

Εμφανίζονται στα σημεία σύνδεσης των διαφόρων στοιχείων του σκελετού και ειδικότερα:

- Μεταξύ υπερτιθέμενων υποστυλωμάτων (Εικόνα 25/α,β).
- Μεταξύ δοκών και υποστυλωμάτων, ή μεταξύ δοκών (Εικόνα 25/α,β).
- Μεταξύ πλάκας πατώματος και υποστυλώματος (Εικόνα 26, Εικόνα 27)



Εικόνα 26: Κόμβος μεταξύ υποστυλώματος και πατώματος σε περίπτωση μη ύπαρξης δοκού. 1. μεταλλικές πλάκες στην πάνω επιφάνεια του κιονόκρανου. 2. οπλισμός των κόμβων μεταξύ των συγκολλούμενων πατωμάτων που βρίσκονται πάνω στις μεταλλικές πλάκες.

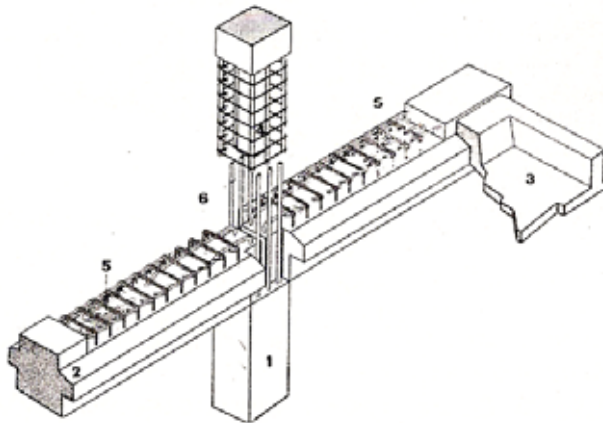


Εικόνα 27: Κόμβος μεταξύ υποστυλώματος και πατώματος σε περίπτωση μη ύπαρξης δοκού.

Η διαμόρφωση τους πρέπει να είναι τέτοια ώστε το σύνολο των προκατασκευασμένων στοιχείων υπό την επίδραση των εξωτερικών φορτίων και των εσωτερικών δυνάμεων να συμπεριφέρεται ως ενιαίο σύνολο, δηλαδή οι κόμβοι πρέπει να είναι σε θέση να εξασφαλίσουν την μεταβίβαση των καταπονήσεων, οι οποίες θα αναπτύσσονται σε αυτά τα σημεία στην περίπτωση μονολιθικής κατασκευής.

Οι κόμβοι κατασκευάζονται είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα είτε με συγκόλληση ειδικών οπλισμών προβλεπόμενων επί των προκατασκευασμένων τεμαχίων⁹ χαρακτηρίζονται και ως κόμβοι εν ξηρό).

Στην περίπτωση των κόμβων από οπλισμένο σκυρόδεμα οι καταπονήσεις στις οποίες υπόκειται ο σιδηρός οπλισμός μεταβιβάζονται είτε με την συγκόλληση είτε με παράθεση (Εικόνα 28) είτε τέλος με αρμοκλείδες, ενώ εκείνες που υφίσταται το σκυρόδεμα του κόμβου είτε με απευθείας επαφή των προκατασκευασμένων τεμαχίων είτε με επί τόπου διαστρωμένου σκυροδέματος του αρμού.



Εικόνα 28: Κόμβος μεταξύ δοκών και υποστυλωμάτων: 1. υποστυλώματα. 2. δοκός. 3. δοκιδωτό στοιχείο πατώματος. 4. οπλισμός αναμονής. 5. πρόσθετος οπλισμός. 6. χώρος για την επί τόπου διάστρωση του σκυροδέματος.

Στην δεύτερη περίπτωση των κόμβων με συγκόλληση το σύνολο των καταπονήσεων μεταβιβάζεται από των συγκολλημένων ειδικών οπλισμών στα προκατασκευασμένα τεμάχια διαμόρφωσης του σκελετού. Τμήμα των καταπονήσεων μπορεί να μεταβιβασθεί και με απευθείας επαφή των προκατασκευασμένων τεμαχίων.

Οι κόμβοι μεταξύ των πλακών ή των δοκών ή μεταξύ δοκών και πλακών κατασκευάζονται άκαμπτοι, για την αποφυγή των ρηγματώσεων. Αντιθέτως κόμβοι μεταξύ υποστυλωμάτων ή μεταξύ υποστυλωμάτων και πλακών μπορεί να είναι αρθρωτοί.

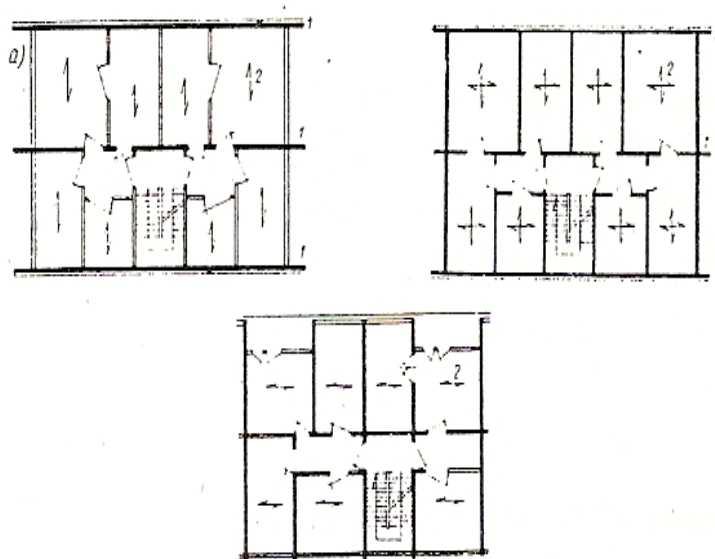
2.3.ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ .

2.3.1.ΓΕΝΙΚΑ.

2.3.2.ΚΑΤΑΤΑΞΗ Φ.Ο.

Για τα παραπάνω προκατασκευασμένα στοιχεία των διάφορων συστημάτων συντίθεται ο φέρων οργανισμός των κτιριακών έργων, βασικοί τρόποι διαμόρφωσης είναι κυρίως:

Φ.Ο με φέροντες τοίχους (Εικόνα 29). Συγκροτείται ως προς τα κατακόρυφα στοιχεία, είτε από άοπλα τοιχοτεμάχια (blocs), είτε από οπλισμένα τεμάχια μεγάλων διαστάσεων (panneaux ή panels).



Εικόνα 29: Φ.Ο. μέσω προκατασκευασμένων τοιχοτεμαχίων, διατεταγμένων σε σχέση προς τον κατά μήκος άξονα του κτιρίου: α) κατά μήκος, β) σταυρωειδώς, γ) καθέτως.

Φ.Ο με σκελετό. Συντίθεται από προκατασκευασμένα γραμμικά στοιχεία, είτε από κατακόρυφα υποστυλώματα και οριζόντιους δοκούς, είτε από σύνθετα στοιχεία με μορφή πλαισίων.

Φ.Ο μικτός. Διαμορφώνεται κυρίως από φέροντα στοιχεία και των δύο προηγούμενων κατηγοριών, όπως από φέροντες τοίχους μεμονωμένα υποστυλώματα και δοκούς ή πλαίσια.

Φ.Ο με προκατασκευασμένες ολοκληρωμένες μονάδες. Πρόκειται για Φ.Ο ο οποίος συγκροτείται με παράθεση, κατ'έκταση ή καθ'ύψος τριδιάστατων προκατασκευασμένων στοιχείων.

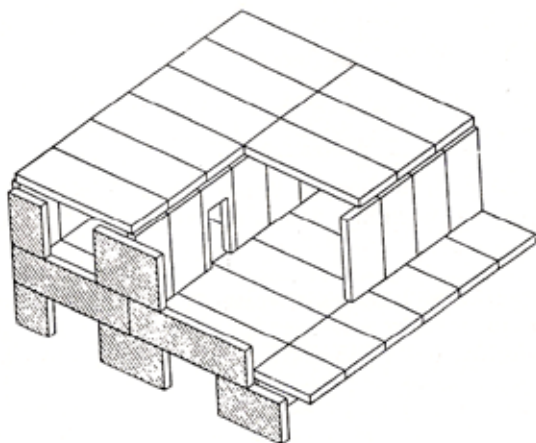
Οι παραπάνω κατηγορίες Φ.Ο κατά τα πρώτα χρόνια εξέλιξης της προκατασκευής είχαν σοβαρές διαφορές μεταξύ τους. Αργότερα όμως λόγω του συνεχούς αυξανόμενου αριθμού των συστημάτων κατασκευής οι διαφορές αμβλύνθηκαν μέχρι σήμερα.

Ανάλογα με την κατεύθυνση των φερόντων στοιχείων σε σχέση με το κατά μήκος άξονα του κτιρίου το σύστημα του Φ.Ο. διακρίνεται σε:

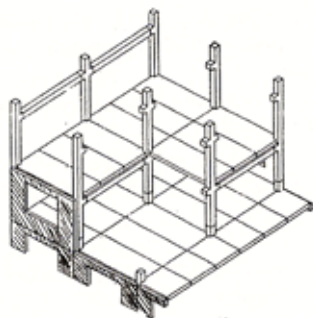
Κατά μήκος , αν οι φέροντες τοίχοι ή βασικοί δοκοί του Φ.Ο είναι τοποθετημένοι παράλληλα προς τον κατά μήκος άξονα του κτιρίου (Εικόνα 29/α).

Κάθετα , αν οι φέροντες τοίχοι ή βασικοί δοκοί του Φ.Ο είναι τοποθετημένοι εγκάρσια προς τον κατά μήκος άξονα του κτιρίου(Εικόνα 29/γ, Εικόνα 30, Εικόνα 31)

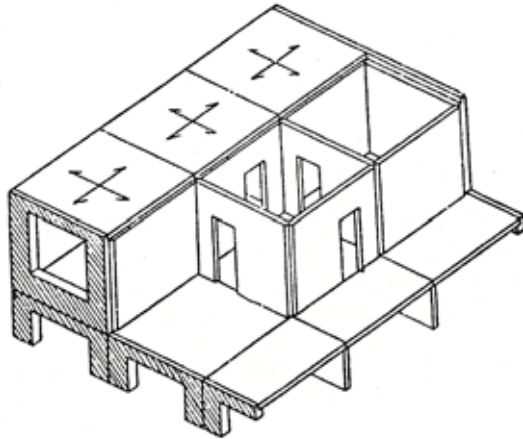
Σταυροειδής, αν οι φέροντες τοίχοι ή οι βασικοί δοκοί του Φ.Ο είναι τοποθετημένοι και κατά τις δύο κατευθύνσεις δηλαδή κατά τον άξονα του κτιρίου και εγκάρσια προς αυτόν(Εικόνα 29/β,Εικόνα 32)



Εικόνα 30: Συγκρότηση Φ.Ο. μέσω προκατασκευασμένων άοπλων ή ελαφρώς οπλισμένων, διατεταγμένων κάθετα προς τον κύριο άξονα του κτιρίου.



Εικόνα 31: Διάταξη Φ.Ο. υπό μορφή σκελετού μέσω προκατασκευασμένων δοκών και υποστυλωμάτων.



Εικόνα 32: Συγκρότηση Φ.Ο με προκατασκευασμένα άοπλα ή ελαφρώς οπλισμένα τοιχοτεμάχια, διατεταγμένα και κατά τις δύο διευθύνσεις του κτιρίου.

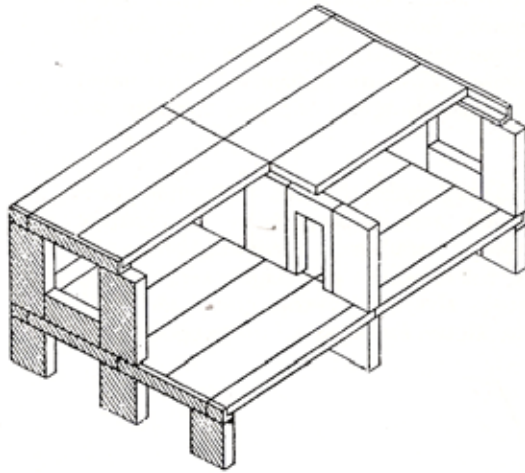
2.3.3.2 ΑΡΜΟΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ.

Όταν πρόκειται για προκατασκευασμένα κτίρια μεγάλης έκτασης γίνεται πρόβλεψη αρμών διαστολής του Φ.Ο, όπως και όταν πρόκειται για συμβατικές κατασκευές. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ αρμών διαστολής καθορίζεται από τους ισχύοντες κανονισμούς. Επίσης για τις συμβατικές κατασκευές οι αρμοί διαστολής βρίσκονται καθόλο το ύψος του κτιρίου μέχρι την στέγη.

2.3.4.Φ.Ο ΜΕ ΦΕΡΟΝΤΕΣ ΤΟΙΧΟΥΣ.

Γενικά, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η διάταξη των φερόντων οργανισμών των τοίχων γίνεται είτε παράλληλα προς τον κατά μήκος άξονα του κτιρίου, είτε κάθετα, είτε τέλος προς τις δύο κατευθύνσεις. σε αυτήν την περίπτωση έχουμε:

Το κατά μήκος σύστημα (Εικόνα 33). Αυτό αποτελεί το τυπικό σύστημα των πρώτων κλασσικών προκατασκευασμένων κατασκευών. Οι τοίχοι της πρόσοψης του κτιρίου, πέρα της θερμικής και ηχητικής μόνωσης πρέπει να έχουν και επαρκή αντοχή για την παραλαβή των φορτίων των πατωμάτων. Η απαίτηση αυτή έχει ως συνέπεια τον περιορισμό των ανοιγμάτων της πρόσοψης. Το σύστημα αυτό επιτρέπει την ελεύθερη διάταξη των εσωτερικών διαχωριστικών τοίχων, για αυτό και ενδείκνυται για την κατασκευή κτιρίων με επιμήκη κάτοψη όπως σχολεία, νοσοκομεία κ.λ.π.



Εικόνα 33: Κλασικός τρόπος Φ.Ο. με προκατασκευασμένα άοπλα ή ελαφρώς οπλισμένα τοιχοτεμάχια.

Το σταυροειδές σύστημα (Εικόνα 32). Αυτό επιτρέπει την αξιοποίηση των δυνατοτήτων του χρησιμοποιούμενου υλικού κα την επίτευξη εξαιρετικής ευστάθειας της κατασκευής, καθόσον η ακαμψία είναι σημαντική και κατά τις δύο κατευθύνσεις του κτιρίου. Η σχεδόν τετραγωνική μορφή των χώρων επιφέρει σημαντική οικονομία και στον οπλισμό του πατώματος. Παρόλα αυτά παρουσιάζονται κτιριολογικές δυσχέρειες κατά την διαμόρφωση των κατόψεων και αποκλείονται οπωσδήποτε μελλοντικές μεταβολές.

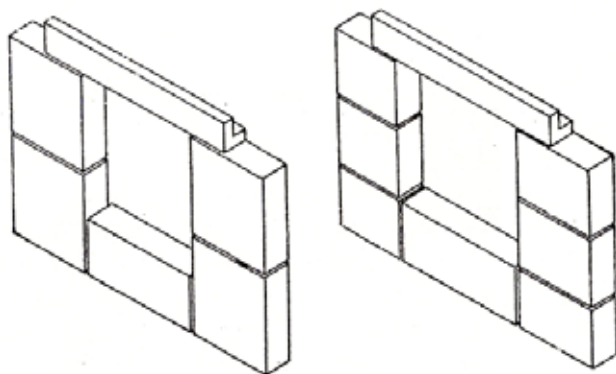
Είναι απαραίτητη η πρόβλεψη άλλου τύπου φέροντος τοίχου ως εξωτερικού και ως εσωτερικού.

Το κάθετο σύστημα. Αυτό είναι το πλέον διαδεδομένο σήμερα για την προκατασκευή κατοικιών μέσω μεγάλων κατ'έκταση στοιχείων (panneaux). Σε αυτή ην περίπτωση υπάρχει πλήρης ελευθέρια διαμόρφωσης των όψεων και εξασφάλισης κατά βούληση των ανοιγμάτων. Οι κτιριολογικές δυνατότητες του συστήματος αυτού είναι αρκετά περιορισμένες, καθώς παρουσιάζεται σημαντική δυσχέρεια στην σύνδεση των τοίχων των προσόψεων με τους φέροντες εγκάρσιους.

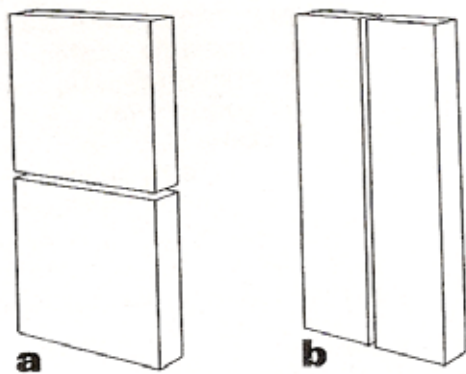
2.3.4.1.Φ.Ο ΑΠΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΑΟΠΛΑ ΤΟΙΧΟΤΕΜΑΧΙΑ (BLOCS).

Η συγκρότηση των τοίχων γίνεται από τοιχοτεμάχια πλήρων ή κενών, είτε μικρού μεγέθους (4-8 τεμάχια ανά όροφο) που όμως δεν χρησιμοποιούνται, είτε μεσαίου μεγέθους (2-4 τεμάχια ανά όροφο) (Εικόνα 34) που χρησιμοποιούνται σπανιότερα, είτε μεγάλου μεγέθους (1-2 τεμάχια ανά όροφο) (Εικόνα 35). Αυτά κατασκευάζονται είτε από σκυρόδεμα με ελαφρά αδρανή, είτε με τεχνητούς λίθους, είτε από φυσικούς λίθους σπανιότερα. Συνήθως τα τοιχοτεμάχια είναι (κατά το μεγαλύτερο τμήμα της διατομής) άοπλα, οι διαστάσεις τους (πλάτος b , πάχος h , και μήκος l) είναι συμφωνά με τα παραπάνω, $b \geq 3h$ και $l \leq 6h$. Η τοποθέτηση των τεμαχίων γίνεται είτε μέσω διασταυρουμένων αρμών, είτε μέσω συνεχιζόμενων καθ' ύψος αρμών (Εικόνα 36, Εικόνα 37). Η τελευταία περίπτωση αποτελεί και τον αποκλειστικό τρόπο συγκρότησης των τοίχων.

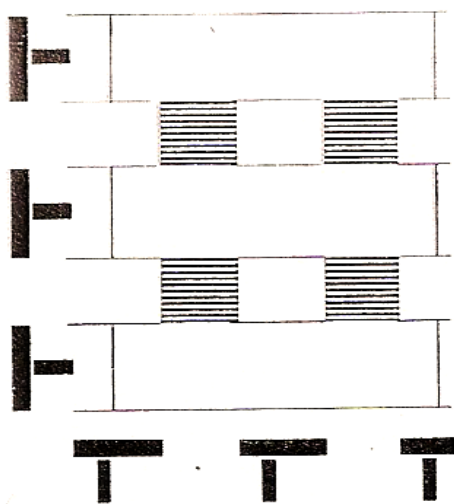
Πολλές φορές χρησιμοποιούνται για την συγκρότηση τοίχων και ειδικά προκατασκευασμένα πλαίσια με ήδη διαμορφωμένα ανοίγματα στα οποία προσαρμόζεται το κούφωμα. Έχουν μειονέκτημα της αύξησης των αρμών μεταξύ των τεμαχίων και το υψηλό κόστος (Εικόνα 38). Στο συγκεκριμένο φέρων σύστημα η απόσταση των τοίχων είναι περίπου 4 m για αποστάσεις των 35 m.



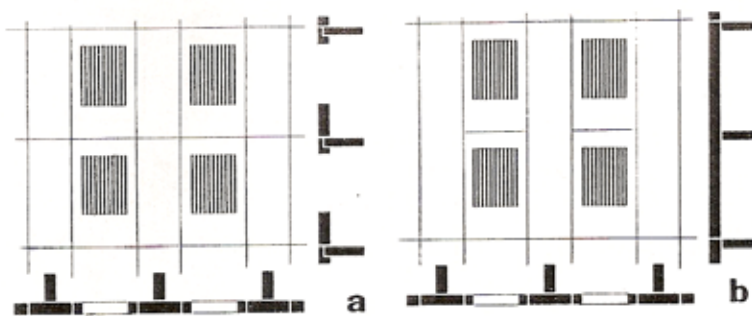
Εικόνα 34: Διαμόρφωση φερόντων τοίχων με άοπλα τοιχοτεμάχια μεσαίου μεγέθους.



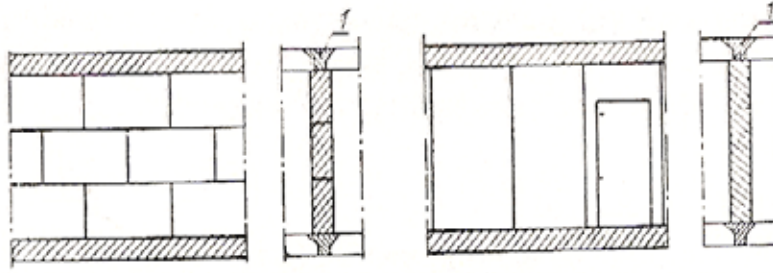
Εικόνα 35: Διαμόρφωση φερόντων τοίχων από άοπλα τοιχοτεμάχια μεγάλου μεγέθους.



Εικόνα 36: Διαμόρφωση φέροντα τοίχου μέσω μεγάλου μεγέθους τοιχοτεμαχίων.



Εικόνα 37: Διάταξη μεγάλου μεγέθους άοπλων τοιχοτεμαχίων για την διαμόρφωση φερόντων τοίχων.



Εικόνα 38: Διάταξη τοιχοτεμαχίων για την διαμόρφωση εσωτερικού φέροντος τοίχου.

2.3.4.2.Φ.Ο ΑΠΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΤΟΙΧΟΤΕΜΑΧΙΑ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ (PANNEAUX, PANELS).

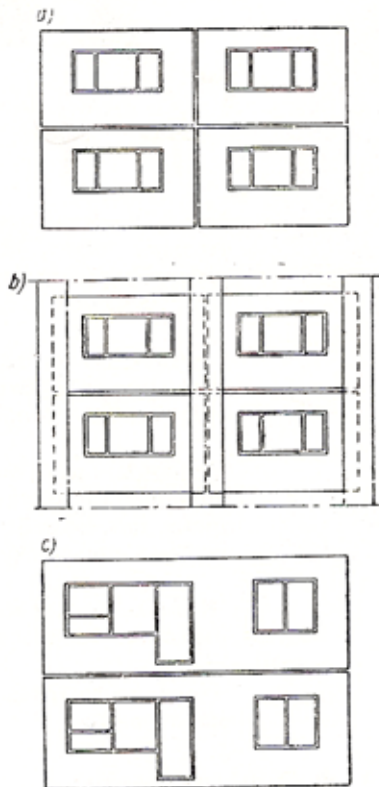
Με την αύξηση του μεγέθους των τεμαχίων μειώθηκε ο αριθμός των αρμών αλλά έγινε απαραίτητη η χρήση μεγάλων ανυψωτικών και μεταφορικών μέσων. Η συγκρότηση των τοίχων γίνεται μέσω τοιχοτεμαχίων πλήρων ή με κενά τα οποία κατασκευάζονται από ένα ή περισσότερα υλικά (Εικόνα 39, Εικόνα 40, Εικόνα 41). Όπως έχει αναφερθεί οι διαστάσεις βρίσκονται σε αναλογία $b \geq 3h$ και $l \geq 6h$ και διακρίνονται σε στενού πλάτους (narrow panels), ή μέσου μεγέθους (intermediate panels) ή μεγάλου μεγέθους (large panels).

Τα στενού πλάτους συνήθως κατασκευάζονται από πορώδη σκυροδέματα (τύπου Ytong, Siporex). Έχουν διαστάσεις: πλάτος 50cm., πάχος 7-30 cm., και μήκος ή ύψος 3-4 m.,επιδέχονται ηλώσεις και χρησιμοποιούνται για μονώροφες κατασκευές.

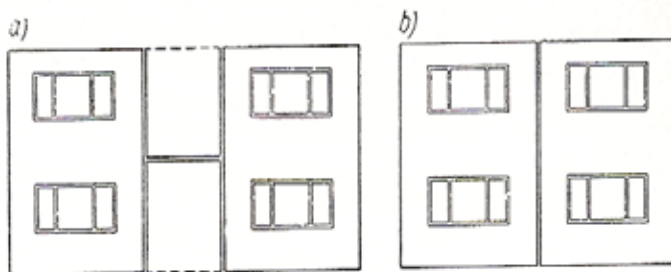
Τα μέσου μεγέθους τοιχοτεμάχια αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για την πλήρωση κενών σκελετού, είτε μεταλλικού, είτε από οπλισμένο σκυρόδεμα. Κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα, ή ελαφρύ σκυρόδεμα, ή με συνδυασμό των δύο παραπάνω.

Τα μεγάλου μεγέθους τοιχοτεμάχια χρησιμοποιούνται κατ' εξοχήν για την συγκρότηση Φ.Ο κατοικιών.

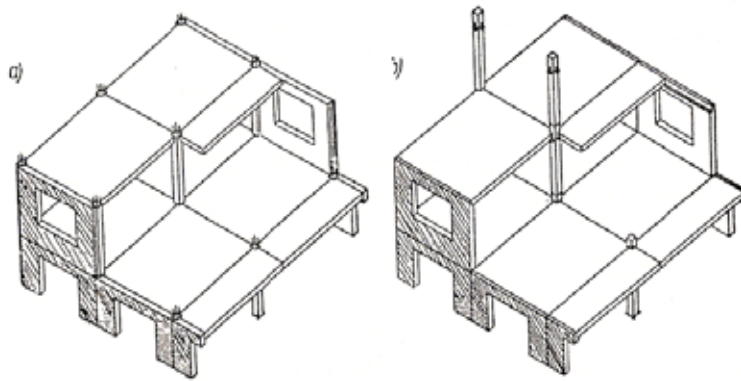
Τα τοιχοτεμάχια είναι είτε κλειστά (χωρίς ανοίγματα) , είτε με ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα).



Εικόνα 39: Διάφοροι τρόποι διάταξης οπλισμένων τοιχοτεμαχίων μεγάλων διαστάσεων για την διαμόρφωση των τοίχων πρόσοψης κτιριακού έργου.



Εικόνα 40: Τρόποι διάταξης οπλισμένων τοιχοτεμαχίων μεγάλων διαστάσεων, για διαμόρφωση των τοίχων πρόσοψης, στους οποίους δεν στηρίζονται πατόματα.

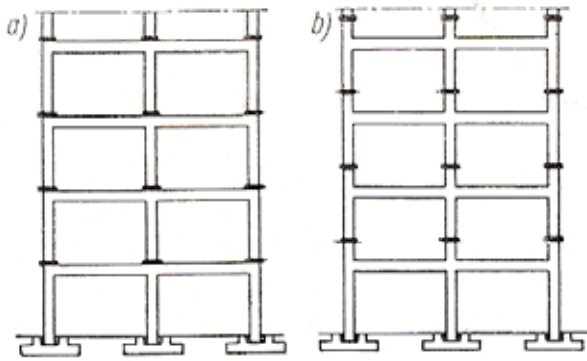


Εικόνα 41: Διάταξη Φ.Ο. υπό μορφή σκελετού χωρίς δοκούς. α) τα φέροντα στοιχεία της πρόσοψης είναι τα υποστυλώματα. β) τα φέροντα στοιχεία της πρόσοψης είναι οπλισμένα τοιχοτεμάχια μεγάλων διαστάσεων (περίπτωση μικτού Φ.Ο.)

2.3.5.Φ.Ο ΜΕ ΣΚΕΛΕΤΟ.

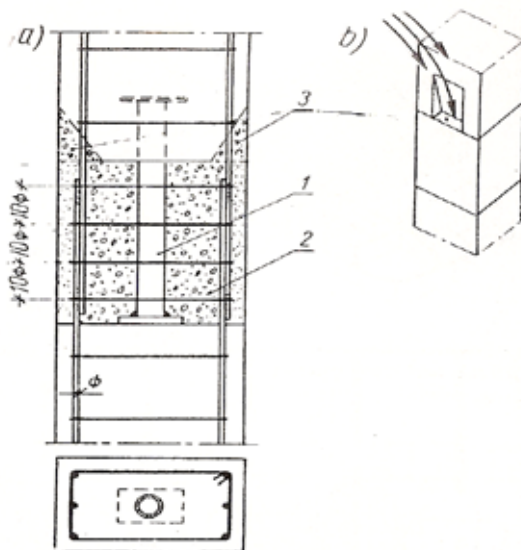
Η βασική διαφορά μεταξύ των προκατασκευασμένων και των παραδοσιακών σκελετών έγκειται στην διαμόρφωση των κόμβων. Γενικά η κατάταξη των διάφορων συστημάτων κατασκευής Φ.Ο με προκατασκευασμένο σκελετό γίνεται κατά τον ακόλουθο τρόπο:

- Κατασκευές σκελετών από προκατασκευασμένα υποστυλώματα και προκατασκευασμένους δοκούς.
- Κατασκευές σκελετών μόνο από προκατασκευασμένα υποστυλώματα (χωρίς την παρεμβολή δοκών, αλλά με απευθείας έδραση των πλακών των πατωμάτων στα υποστυλώματα).
- Από προκατασκευασμένα πλαίσια (Εικόνα 42).

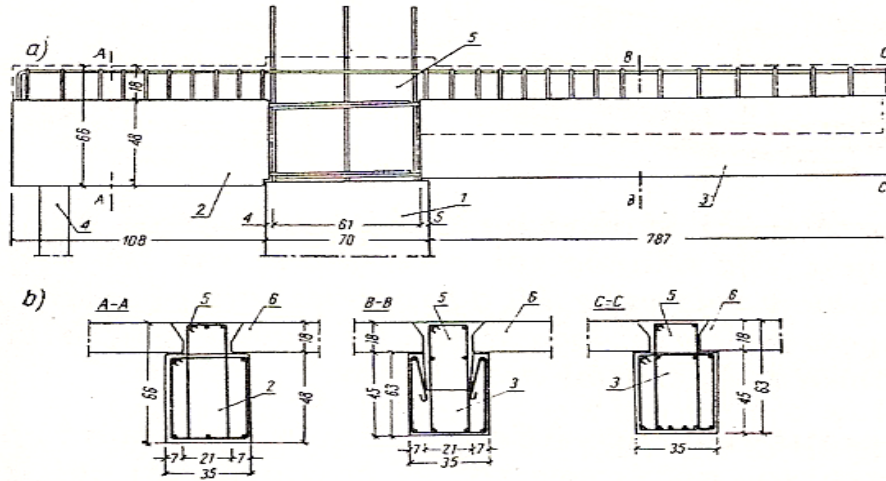


Εικόνα 42: Φ.Ο. υπό μορφή σκελετού από προκατασκευασμένα πλαίσια. α) σύνδεση πλαισίων στην στάθμη των πατωμάτων. β) σύνδεση πλαισίων στην περιοχή των ασθενών ροπών.

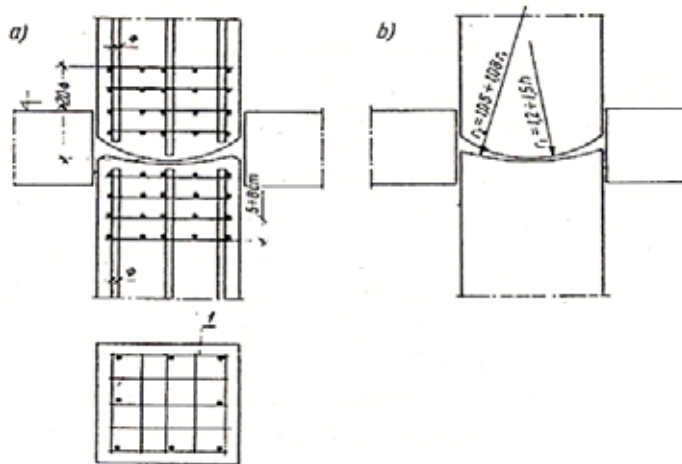
Οι κόμβοι του σκελετού κατασκευάζονται είτε άκαμπτοι (Εικόνα 43, Εικόνα 44), είτε και αρθρωτοί (Εικόνα 45, Εικόνα 46). Στην τελευταία περίπτωση η ακαμψία του κτιρίου εξασφαλίζεται με φέροντες τοίχους, όπως και στην πρώτη περίπτωση. Όταν χρησιμοποιούνται άκαμπτοι κόμβοι καταβάλλεται προσπάθεια να τοποθετούνται σε σημεία ασθενών ροπών (Εικόνα 47/α)



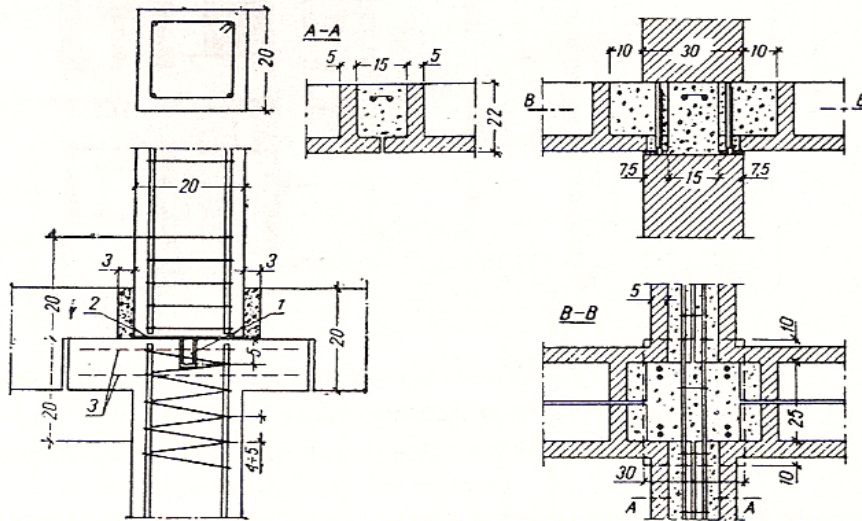
Εικόνα 43: Διαμόρφωση άκαμπτου κόμβου μεταξύ υποστλωμάτων.



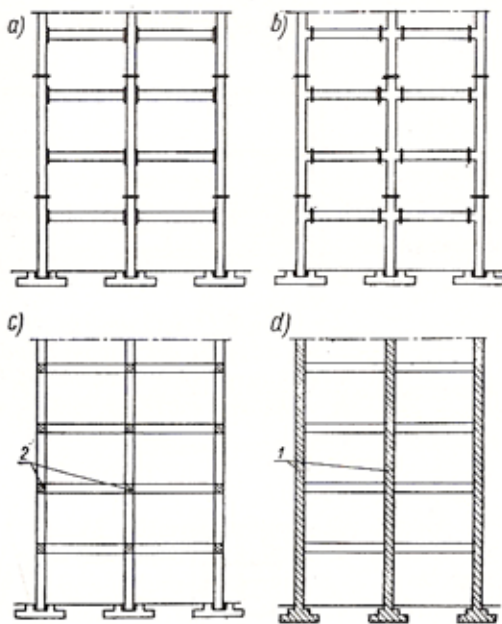
Εικόνα 44: Μονολιθικός κόμβος μεταξύ δοκών και υποστλωμάτων: α) τομή της σύνδεσης πριν την διάστρωση του σκυροδέματος. β) εγκάρσιες τομές.



Εικόνα 45: Αρθρωτός κόμβος υποστλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα. α) διάταξη οπλισμού. β) όψη.



Εικόνα 46: Αρθρωτοί κόμβοι υποστυλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα που φέρουν μεσαίου μεγέθους φορτία: 1.εξαρτήματα βοηθητικά για την τοποθέτηση. 2. ασφαλτόπανο. 3. πλέγμα σιδηρού οπλισμού.



Εικόνα 47: Φ.Ο. υπό μορφή σκελετού συντιθέμενοι από προκατασκευασμένες δοκούς και υποστυλώματα. a,b) σύνδεση υποστυλωμάτων και δοκών. c) κόμβοι κατασκευαζόμενοι επί τόπου του έργου. d) υποστυλώματα κατασκευαζόμενα επί τόπου του έργου και σύνδεση αυτών με τις δοκούς.

Οι εξωτερικοί τοίχοι πλήρωσης δεν φέρονται συνήθως υπό των πατωμάτων αλλά αγκυρώνονται επί των υποστυλωμάτων του σκελετού είτε χρησιμοποιούνται τοιχοπετάσματα.

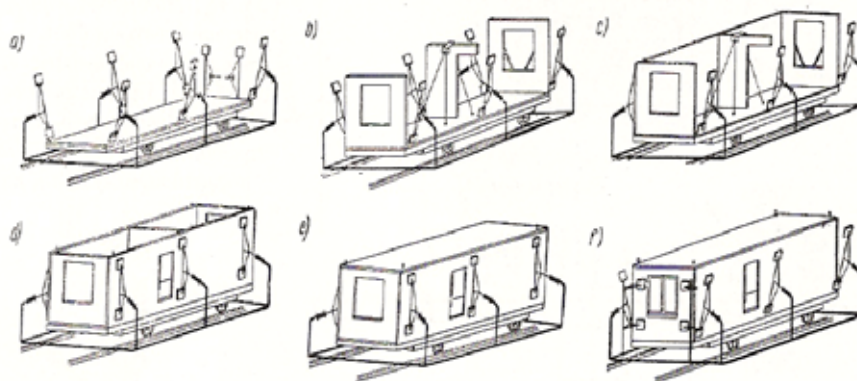
2.3.6.Φ.Ο ΜΙΚΤΟΣ.

Για την δημιουργία μεγαλύτερης κάτοψης καθιερώθηκε η κατασκευή Φ.Ο. μικτού (Εικόνα 43/b), δηλαδή με εξωτερικούς τοίχους και εσωτερικό σκελετό. Το σύστημα αυτό εφαρμόστηκε κυρίως σε κτίρια με κεντρικό διάδρομο.

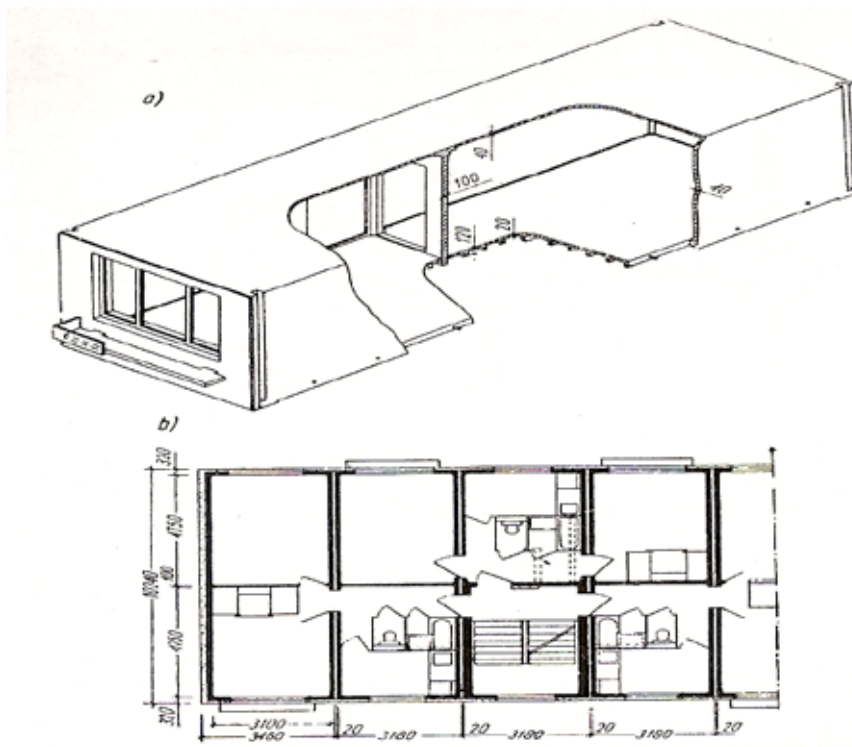
2.3.7.Φ.Ο ΜΕ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ ΟΛΟΚΛΗΡΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ.

Την ιδέα χρησιμοποίησης ολόκληρων μονάδων για αυτή την κατασκευή Φ.Ο κατοικιών έδωσε η προκατασκευή χώρων με εγκαταστάσεις υγιεινής. Αυτές οι ολοκληρωμένες μονάδες κατασκευάζονται στο εργοστάσιο και μεταφέρονται στο εργοτάξιο όπου και ενσωματώνονται στις κατασκευές.

Οι ολοκληρωμένες μονάδες χώρου, είτε αποτελούνται από τοιχοτεμάχια, τα οποία συναρμολογούνται στο εργοστάσιο και μεταφέρονται στο εργοτάξιο όπου και τοποθετούνται (Εικόνα 48), είτε κατασκευάζονται μονολιθικά (Εικόνα 49).



Εικόνα 48: Διάταξη συναρμολόγησης στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα για διαμόρφωση ολοκληρωμένης μονάδας: a) τοποθέτηση της πλάκας του πατώματος στο όχημα συναρμολόγησης, b) τοποθέτηση των εγκαρσίων τοίχων, c, d) τοποθέτηση των κατά μήκος τοίχων e) τοποθέτηση του πατώματος διαμόρφωσης της οροφής και f) τοποθέτηση στοιχείων εξωτερικής επένδυσης τοίχων προσόψεων.



Εικόνα 49: Κατασκευή κτιρίου μέσω προκατασκευασμένων ολοκληρωμένων μονάδων δύο χώρων: a) μονάδα δύο χώρων, b) κάτοψη τυπικού ορόφου.

2.3.8.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΚΑΙ ΒΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ.

Κατασκευάζονται είτε κατά τον παραδοσιακό τρόπο, επί τόπου του έργου, είτε από προκατασκευασμένα στοιχεία. Και στην μία περίπτωση και στην άλλη, η θεμελίωση πρέπει να παρουσιάζει ακαμψία και να εξασφαλίζει μια ομοιόμορφη κατανομή των κατακόρυφων φορτίων επί του συνόλου της θεμελίωσης. Οποσδήποτε πρέπει να αποφευχθούν καθιζήσεις, οι οποίες πιθανώς θα επιφέρουν ρηγματώσεις στην οικοδομή.

Θεμελίωση κατά τον παραδοσιακό τρόπο:

Η πραγματοποίηση της θεμελίωσης και της βάσης του κτιρίου με επί τόπου διάστρωση του σκυροδέματος, επιτρέπει την εν γένει επίτευξη καλύτερης κατανομής των καταπονήσεων επί του συνόλου της θεμελίωσης, για αυτό εφαρμόζεται ευρύτατα. Η περίπτωση αυτή εφαρμόζεται σχεδόν πάντα, για την αποφυγή σημαντικών καθιζήσεων του εδάφους.

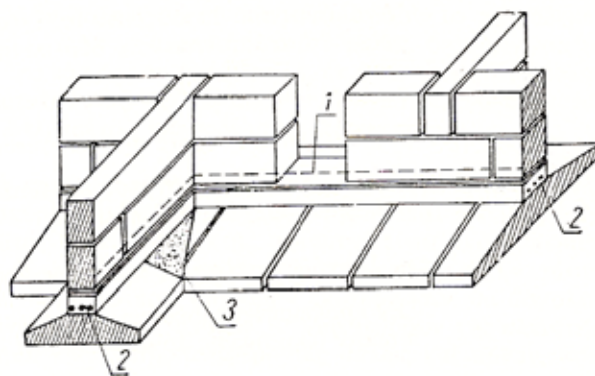
Θεμελίωση με προκατασκευασμένα στοιχεία:

Η θεμελίωση με προκατασκευασμένα στοιχεία είναι επίσης αρκετά ικανοποιητική. Πριν την τοποθέτηση των προκατασκευασμένων τεμαχίων

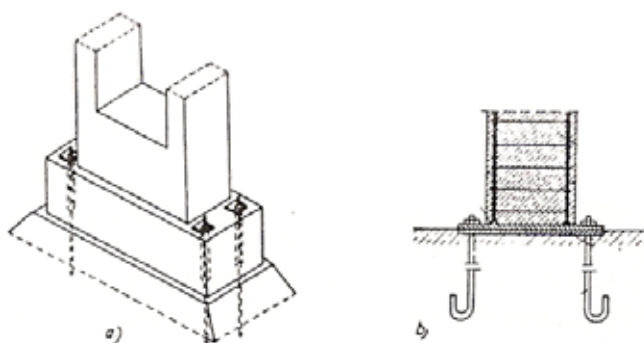
απαιτείται η επιμελής ισοπέδωση και συμπύκνωση του εδάφους. Προς αποφυγή κενών μεταξύ εδάφους και προκατασκευασμένων τεμαχίων συνιστάται η τοποθέτηση των τεμαχίων πάνω σε στρώμα νωπού σκυροδέματος.

Για την θεμελίωση των τοίχων (Εικόνα 50) οι αρμοί των τεμαχίων του θεμελίου θα πρέπει να μην συμπίπτουν με τους αρμούς των τεμαχίων της ανωδομής και των λιθοσωμάτων των τοιχοποιιών. Τα τεμάχια συνδέονται στην κορυφή τους με μια ενισχυτική ζώνη από οπλισμένο σκυρόδεμα (chai page). Ίδια ζώνη τοποθετείται και στην επίχωση του πατώματος.

Όσο αναφορά στη θεμελίωση των υποστυλωμάτων (Εικόνα 51), αυτά συνδέονται συνήθως με πάκτωση στα θεμέλια ή όταν πρόκειται για μεγάλα ανοίγματα συνδέονται αρθρωτά. Η συνηθέστερη άκαμπτη σύνδεση κατασκευάζεται είτε με την τοποθέτηση του υποστυλώματος εντός κοιλότητας του θεμελίου και στην συνέχεια πλήρωση με διαστρωμένο σκυρόδεμα, είτε με συγκόλληση των οπλισμών και πλήρωση του κενού που έχει δημιουργηθεί και ξανά επί τόπου σκυρόδεμα.



Εικόνα 50: Θεμελίωση μέσω προκατασκευασμένων στοιχείων (1. στάθμη πατώματος, 2. ενισχυτική ζώνη κατασκευασμένη επί τόπου του έργου, 3. σκυρόδεμα επί τόπου του έργου)



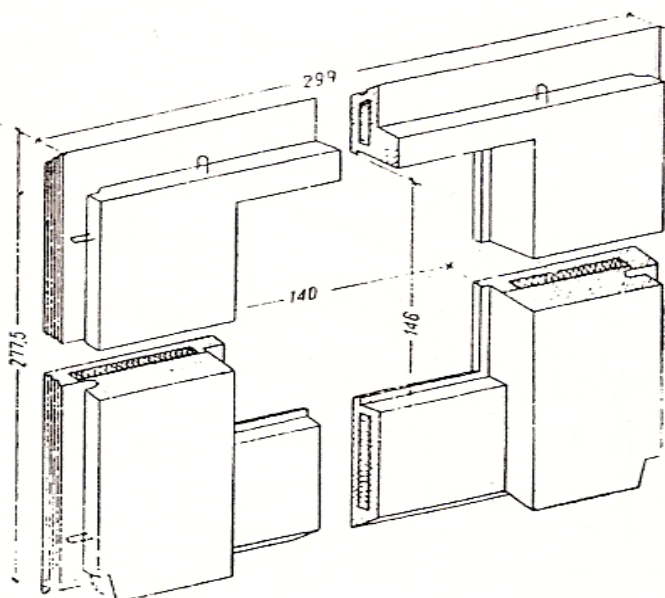
Εικόνα 51: Τρόποι συνδέσεις προκατασκευασμένων, υποστυλωμάτων και θεμελίων.

2.3.9.ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

2.3.9.1.ΤΟΙΧΟΙ.

Είναι γνωστό πως ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν οι τοίχοι διακρίνονται σε φέροντες και μη φέροντες ή σε εξωτερικούς και εσωτερικούς. Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζεται είναι: σκυρόδεμα, οπλισμένο σκυρόδεμα, ελαφρύ σκυρόδεμα, σπανιότερα οπτόπλινθους και συνδυασμό των παραπάνω. Για την κατασκευή των τοίχων χρησιμοποιούνται είτε ένα μόνο υλικό, είτε συνδυασμός υλικών (Εικόνα 52).

Οι φέροντες τοίχοι, θα πρέπει να μεταβιβάζουν ασφαλώς τα φορτία τους, οι εσωτερικοί να εξασφαλίζουν το οπτικό και ακουστικό διαχωρισμό των χώρων, οι εξωτερικοί να παρουσιάζουν ικανοποιητική θερμική και ηχητική μόνωση καθώς και υδατοστεγανότητα.



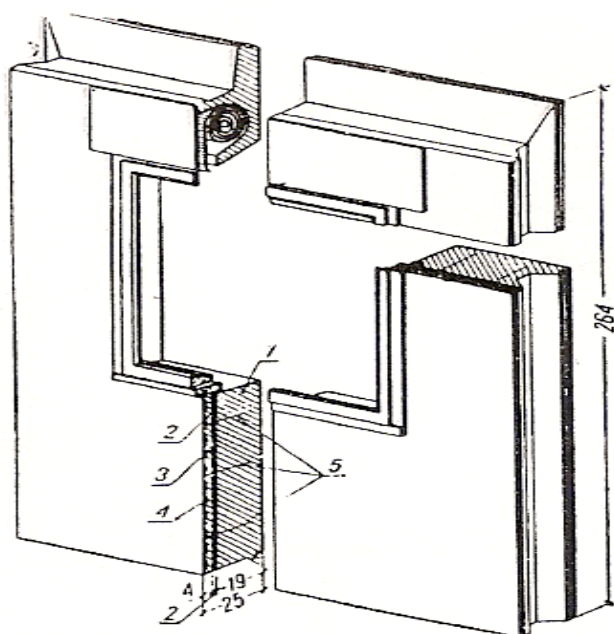
Εικόνα 52: Στοιχείο εξωτερικού φέροντος τοίχου

Α)Εξωτερικοί τοίχοι.

1.από οπλισμένα τεμάχια μεγάλων διαστάσεων. (panneaux, panels)

κατασκευάζονται από ένα (Εικόνα 53) ή περισσότερα υλικά. Τα τοιχοτεμάχια από ένα υλικό (panneaux homogènes) χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις εξωτερικών τοίχων πλήρωσεως και κατασκευάζονται από σκυρόδεμα φαινόμενου βάρους μικρότερου των 1300 kgr./ m³ για την εξασφάλιση της

θερμικής μόνωσης. Η εξωτερική επιφάνεια επιχρίεται με τσιμεντοκονίαμα για εξασφάλιση της υδατοπερατότητας. Τα τοιχοτεμάχια από περισσότερα υλικά (panneaux heterogènes) κατασκευάζονται από επάλληλες στρώσεις περισσότερων υλικών κατά το πάχος του τοίχου (panneaux multicouches). Η κάθε μια στρώση διακρίνεται σε: φέρουσα στρώση, στρώση θερμικής μόνωσης, στρώση υδατοστεγανότητας. Η φέρουσα στρώση κατασκευάζεται πλήρης ή αν είναι διαχωριστικός ο τοίχος είναι με νευρώσεις. Η θερμική στρώση είναι από διογκωμένη πολυστερίνη ή από υαλοβάμβακα ή από ελαφρύ σκυρόδεμα. Η στρώση υδατοστεγανότητας είναι από επίχρισμα τσιμεντοκονιάματος ή υλικού υδατοστεγανού.



Εικόνα 53: Στοιχείο εξωτερικού φέροντος τοίχου.

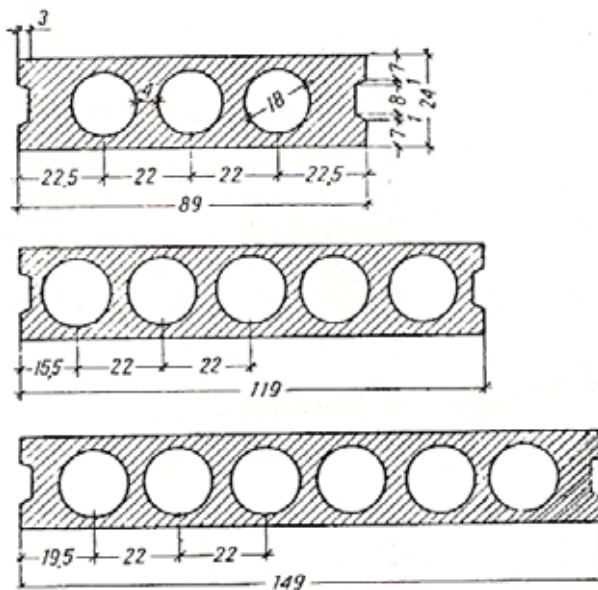
ii. από άοπλα τοιχοτεμάχια.

Συνήθως κατασκευάζονται από ένα υλικό κυρίως ελαφρύ σκυρόδεμα. Η θερμική μόνωση καλύπτεται με το αυξημένο πάχος του τοιχοτεμαχίου, ενώ η υδατοστεγανότητα με το κατάλληλο επίχρισμα ή κατάλληλη επεξεργασία της εξωτερικής επιφάνειας.

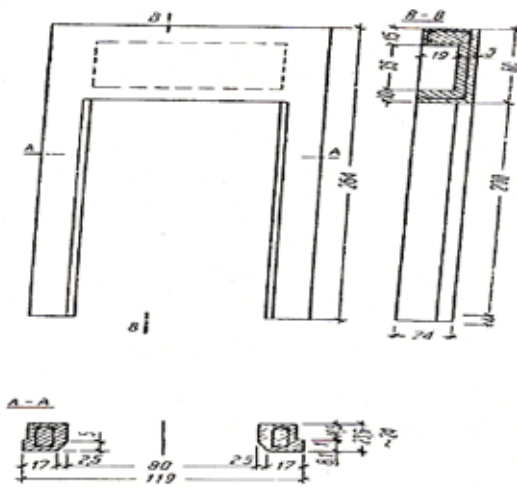
Β)Εσωτερικοί τοίχοι.

ι.από άοπλα τοιχοτεμάχια (blocs).

Κατασκευάζονται από ένα υλικό και έχουν ύψος ενός ορόφου. Συνδέονται στη βάση ή στην στέγη με ενισχυτική ζώνη (σενάζ) διαστρωμένη ή προκατασκευασμένη ή συγκολλημένη ή με σιδηρό οπλισμό. Οι τοίχοι αυτού του τύπου κατασκευάζονται συνήθως από τοιχοτεμάχια από σκυρόδεμα, συμπαγή ή με νευρώσεις ή και με διάκενα εντός της μάζας τους (Εικόνα 54). Για την διαμόρφωση των ανοιγμάτων προκατασκευάζονται ειδικά πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα (Εικόνα 55).



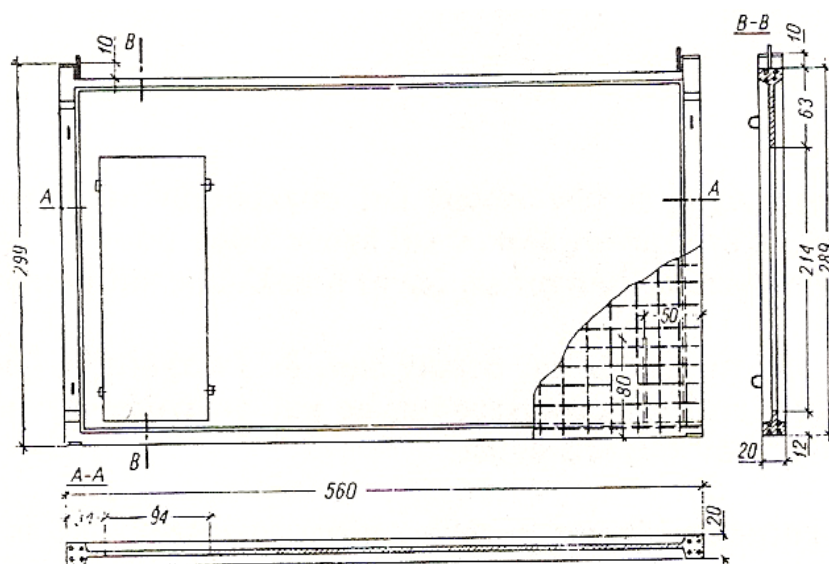
Εικόνα 54: Τομή τοιχοτεμαχίων με κενά εντός της μάζας τους που χρησιμοποιούνται για την διαμόρφωση εσωτερικών τοίχων.



Εικόνα 55: Διάταξη τοιχοτεμαχίων προς διαμόρφωση εσωτερικού φέροντος τοίχου.

ii. από οπλισμένα τοιχοτεμάχια μεγάλων διαστάσεων (panneaux).

Κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και έχουν μήκος και ύψος αντίστοιχα του χώρου ενός ορόφου (Εικόνα 56). Για την παραγωγή μεταφορά και ανύψωση αρκεί ο απαραίτητος ελάχιστος οπλισμός.



Εικόνα 56: Στοιχείο προς διαμόρφωση εσωτερικού φέροντος τοίχου.

2.3.9.2.ΠΑΤΩΜΑΤΑ.

Μετά τους τοίχους τα πατώματα αποτελούν την σημαντικότερη φέρουσα κατασκευή. Κατασκευάζονται από κοινό οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα προκατασκευασμένα πατώματα διακρίνονται ανάλογα με την χρήση:

- Πατώματα εδραζόμενα στις δυο απέναντι πλευρές και με οπλισμό κατά μια διεύθυνση όταν πρόκειται για χώρους ενός δωματίου..
- Πατώματα εδραζόμενα στις τέσσερις πλευρές με οπλισμό κατά δυο διευθύνσεις.
- Πατώματα εδραζόμενα στα τέσσερα σημεία επί των τεσσάρων γωνιών και με οπλισμό κατά δυο διευθύνσεις.

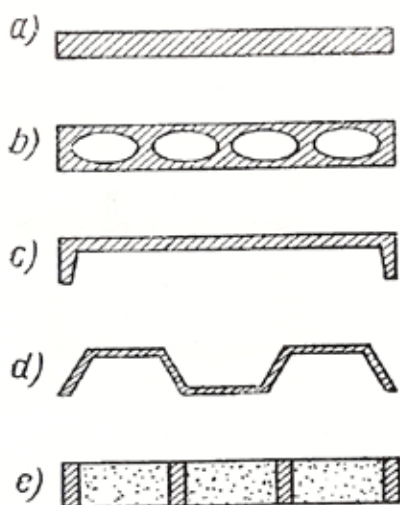
2.3.9.2.1.ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ.

Οι κυριότεροι τύποι πατωμάτων προκατασκευασμένων πατωμάτων από σκυρόδεμα είναι κυρίως τα ολόσωμα και τα συνθετικά με δοκίδες.

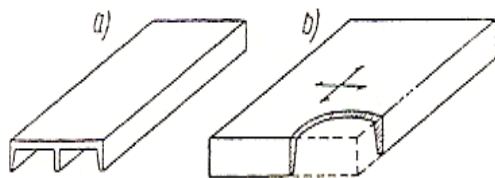
Η πρώτη κατηγορία ανάλογα με την διατομή διακρίνεται σε:

- Πλάκες συμπαγείς (Εικόνα 57/a)
- Πλάκες με νευρώσεις (Εικόνα 57c, Εικόνα 58)
- Πλάκες με συνεχή κενά εντός της μάζας τους (Εικόνα 57/b)
- Πλάκες με μορφή εσχάρων και πληρώσεις των κενών με ελαφρότερα υλικά (Εικόνα 59/e)
- Πλάκες πτυχωτές ή με διπλή καμπυλότητα (Εικόνα 57/d, Εικόνα 59).

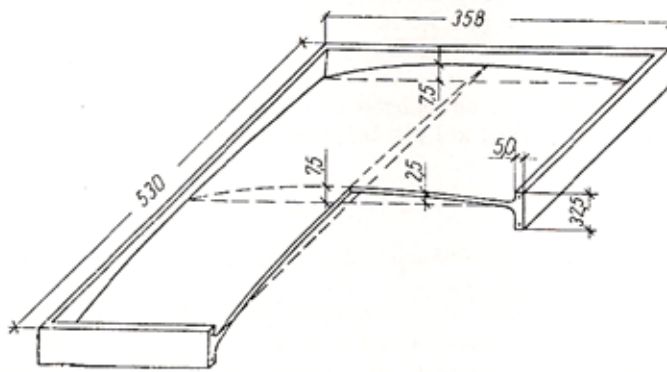
Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν πατώματα συντιθέμενα από προκατασκευασμένες δοκίδες.



Εικόνα 57: Διάφοροι τύποι πατωμάτων: a) συμπαγής πλάκα, b) πάτωμα με κενό εντός της μάζας του, c) πάτωμα με νευρώσεις, d) πτυχωτό πάτωμα, e) πάτωμα με νευρώσεις και πλήρωση των κενών με ελαφρύ υλικό.



Εικόνα 58: Στοιχεία πατωμάτων δοκιδωτών ή με νευρώσεις περιμετρικά: a) στοιχείο δοκιδωτού πατώματος, b) στοιχείο με περιμετρική νευρώση και με διαστάσεις ίσες με τον χώρο που θα καλυφθεί.



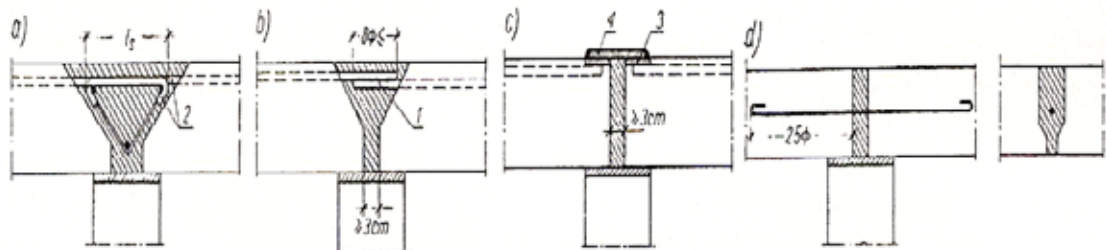
Εικόνα 59: Πλάκα πατώματος με διπλή καμπυλότητα. Οι διαστάσεις της πλάκας είναι ίσες με τον χώρο που θα καλυφθεί.

2.3.9.2.2 ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ.

Τα στοιχεία των πατωμάτων επιβάλλεται να συνδέονται μεταξύ τους για την αποφυγή ρηγματώσεων των ορόφων και με τρόπο τέτοιο ώστε να συμβάλει στην ακαμψία του Φ.Ο του κτιρίου (Εικόνα 60).

Οι χαρακτηριστικές συνδέσεις των τεμαχίων των πατωμάτων είναι κυρίως:

- Οι συνδέσεις των τεμαχίων κατά το μήκος τους.
- Οι συνδέσεις των τεμαχίων κατά κεφαλή ως προς τα σημεία στηρίξεως τους.
- Οι συνδέσεις στα υπόλοιπα σημεία.

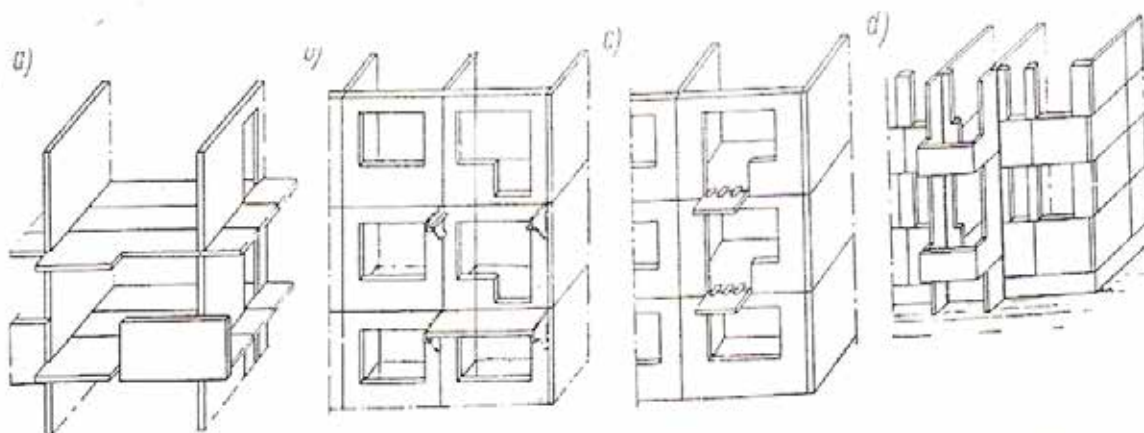


Εικόνα 60: Διάφορες λύσεις συνδέσεων στις στηρίξεις: a) b) και c) συνδέσεις που εξασφαλίζουν την συνέχεια. d) σύνδεση αρθρωτή.

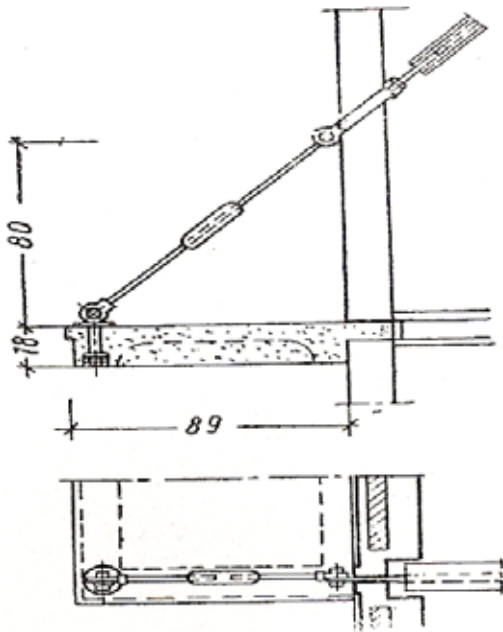
2.3.9.3.ΕΞΩΣΤΕΣ.

Ανάλογα με τον τρόπο στήριξης του εξώστη η γενική διαμόρφωση των εξωστών είναι:

- Εξώστες που αποτελούνται από αναπόσπαστα τμήματα του πατώματος. Αυτός ο τύπος είναι ο στατικά ευμενέστερος, αλλά και ο περισσότερο δυσμενής από πλευρά θερμικής μόνωσης αφού δημιουργεί αερογέφυρα (Εικόνα 61/α, Εικόνα 62).
- Εξώστες που στηρίζονται σε προβόλους του Φ.Ο ή αναρτώνται από αυτόν με μεταλλικούς ελκυστήρες (Εικόνα 61/β).
- Εξώστες που στηρίζονται στα πατώματα και στον Φ.Ο με συγκόλληση μέσω ειδικών πλακών επί των εξωστών ή επί του Φ.Ο ή των πατωμάτων (Εικόνα 61/γ).
- Εξώστες που αποτελούν ανεξάρτητη φέρουσα κατασκευή (Εικόνα 61/δ).



Εικόνα 61: Διάφοροι τύποι εξωστών με προκατασκευασμένα στοιχεία: α) οι εξώστες αποτελούν προέκταση των πλακών των πατωμάτων. β) οι εξώστες στηρίζονται στους προβόλους που αποτελούν επέκταση είτε των δοκών, είτε των ζωνών ενίσχυσης, είτε των διαχωριστικών τοίχων. γ) οι εξώστες συνδέονται στον Φ.Ο. με συγκόλληση και δ) οι εξώστες έχουν ίδια ανεξάρτητη φέρουσα κατασκευή.



Εικόνα 62: Περίπτωση εξώστη στηριζόμενου σε μεταλλικές αναρτήσεις.

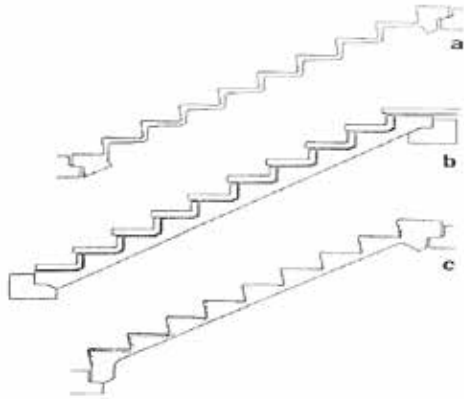
2.3.9.4.ΚΛΙΜΑΚΕΣ.

Συνήθως στις κλίμακες κατασκευάζονται ξεχωριστά τα πλατύσκαλα και οι βραχίονες (Εικόνα 63). Οι βραχίονες στηρίζονται στα πλατύσκαλα, και τα πλατύσκαλα στηρίζονται στα κατακόρυφα στοιχεία του Φ.Ο. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 64 οι τρόποι στήριξης των πλακών των πλατύσκαλων έχουν ως εξής, α) στήριξη σε διαχωριστικούς τοίχους, ύψους ίσο με το μισό του ύψους του ορόφου, β) στήριξη στους προβόλους, γ) στήριξη των πλακών σε ειδικές οπές στους διαχωριστικούς τοίχους. (1. πλάκες πλατύσκαλων. 2. στοιχεία διαχωριστικών τοίχων ύψους ίσο με το μισό ύψος του ορόφου. 3. τυπικό στοιχείο διαχωριστικού τοίχου με πρόβολο στήριξης. 6. στοιχείο διαχωριστικού τοίχου, με οπή στήριξης. 7.σκυρόδεμα που διαστρώνεται επί τόπου του έργου).

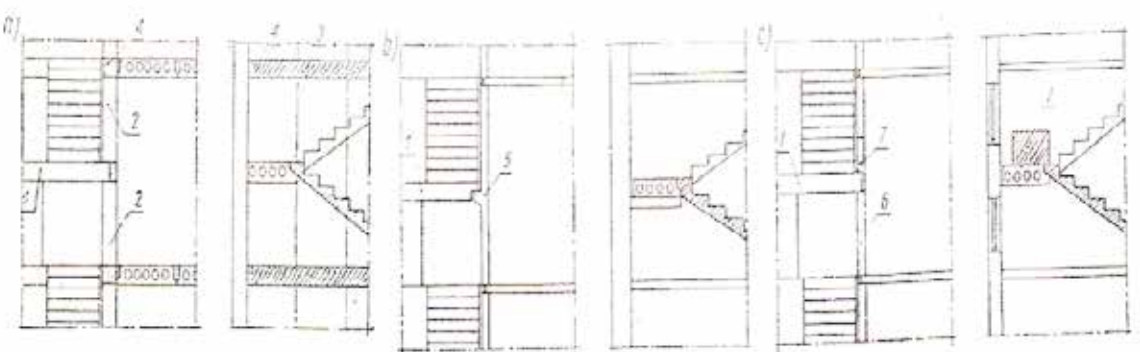
Ιδιομορφία εμφανίζει η στήριξη του πλατύσκαλου μεταξύ δύο ορόφων. Η στήριξη αυτή γίνεται ως εξής:

- Στήριξη σε ειδικά τοιχοτεμάχια ύψους ίσου με το μισό όροφο (Εικόνα 64/a).
- Στήριξη σε ειδικά τοιχοτεμάχια ύψους ενός ορόφου αλλά με μικρούς προβόλους σε αυτά για την στήριξη του πλατύσκαλου (Εικόνα 64/b).

- Στήριξη σε ειδικά τοιχοτεμάχια ύψους ορόφου φερόντων στην θέση του πλατύσκαλου άνοιγμα σε επιτόπου διαστρωμένου σκυροδέματος (Εικόνα 64/ε).



Εικόνα 63: Τύποι προκατασκευασμένων βραχίωνων με την επένδυση τους.

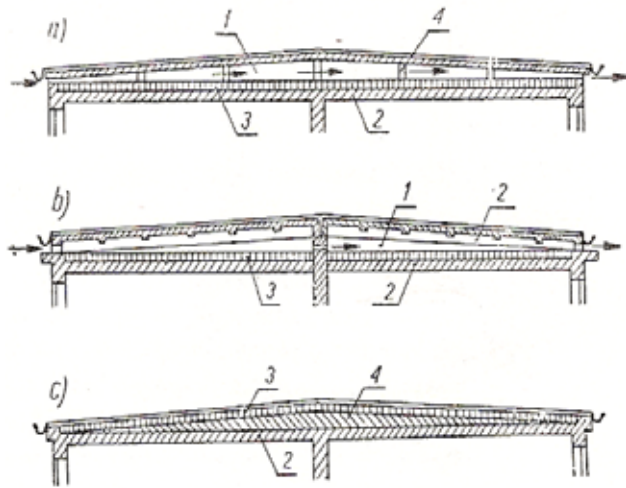


Εικόνα 64: Τρόποι στήριξης των πλακών των πλατύσκαλων

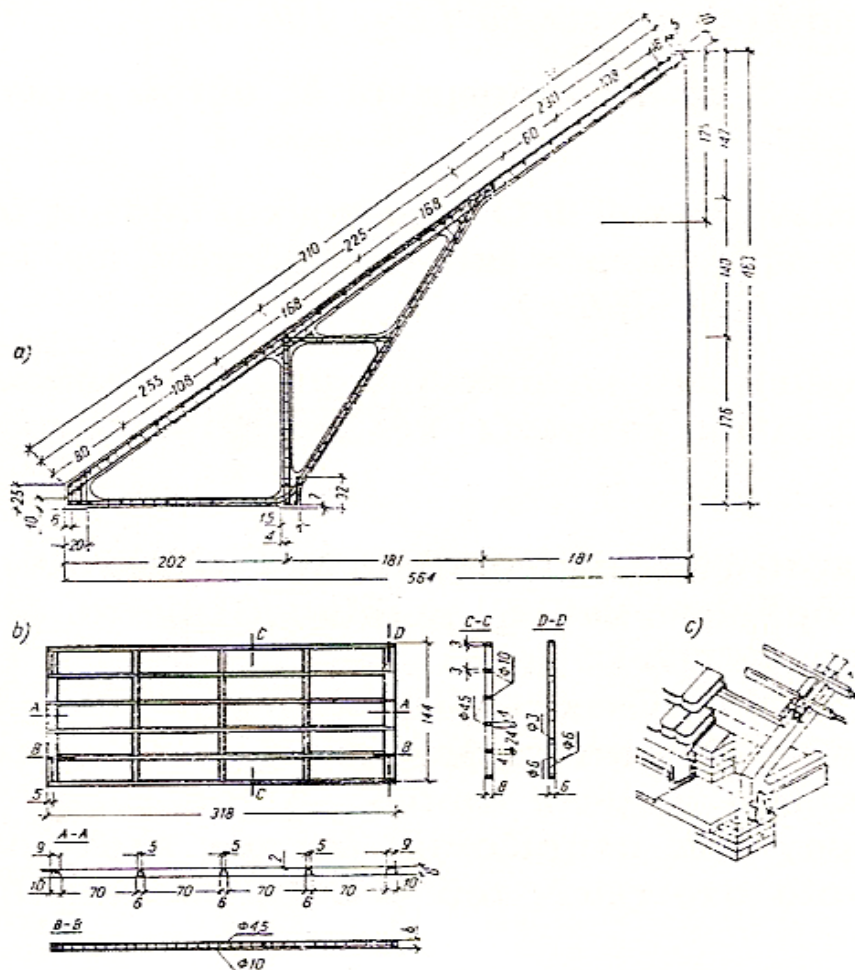
2.3.9.5.ΣΤΕΓΑΣΕΙΣ.

Κατασκευάζονται είτε με πολύ μικρή κλίση για τη γρήγορη απορροή των όμβριων υδάτων όπου χαρακτηρίζονται ως επίπεδες στεγάσεις ή δάματα (Εικόνα 65), είτε ως κεκλιμένες, μεγάλη κλίση (Εικόνα 66).

Στην πρώτη περίπτωση η φέρουσα κατασκευή είναι όμοια με του τελευταίου πατώματος. Οι στρώσεις μόνωσης, στεγάνωσης, ρύσεων κατασκευάζονται ή με τον παραδοσιακό τρόπο ή με προκατασκευασμένο δάπεδο υπό κλίση. Στην δεύτερη περίπτωση η κατασκευή πραγματοποιείται είτε με κεκλιμένα στοιχεία δαπέδου ή με δικτυωτή κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Εικόνα 65: Στεγάσεις: a και b) αεριζόμενες. c) μη αεριζόμενες. 1. κενό όπου κυκλοφορεί αέρας. 2. πάτωμα τελευταίου ορόφου. 3. θερμική μόνωση. 4. ενδιάμεσα στηρίγματα.



Εικόνα 66: Δικτυωτή στέγαση: a) δικτύωμα. b) εσχάρα εξωτερικού οπλισμού σκυροδέματος. c) προοπτική της διάταξης των διαφόρων στοιχείων.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ
ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΧΩΡΙΣ ΤΗΝ ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ

3.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Καθώς εξελισσόταν η πορεία της προκατασκευής στον χώρο των τεχνικών έργων, γεννήθηκε η ανάγκη δημιουργίας ενός κανονιστικού πλαισίου που να αφορά εξολοκλήρου και αποκλειστικά την προκατασκευή. Έτσι, ανατέθηκε στους ειδικούς επιστήμονες Σ.Γ.Τσουκαντά και Θ.Π.Τάσιο η έκδοση αυτών των κανονισμών. Από το κείμενο αυτό τις παρατηρήσεις της επιτροπής Ευρωκωδίκων και την δημόσια κριτική, προέκυψε ο Ελληνικός Κανονισμός Προκατασκευής όπως δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 1517 Δ/27.07.1999. Παράλληλα, πήραν την τελική τους μορφή οι Ευρωκώδικες EC2 και EC8 οι οποίοι θα έχουν ισχύ σε όλα τα κράτη μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων από το 2010.

Ο ισχύων Ελληνικός Κανονισμός Προκατασκευής υπό τίτλο: «Σχεδιασμός έργων από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος» συντίθεται από δύο μέρη:

- ΜΕΡΟΣ Α, στο οποίο δεν λαμβάνεται υπόψη η δράση του σεισμού
- ΜΕΡΟΣ Β, στο οποίο λαμβάνεται υπόψη η δράση του σεισμού και συμπληρώνεται το ΜΕΡΟΣ Α.

Το

ΜΕΡΟΣ Α είναι βασισμένο στην Ευρωπαϊκή Προνόρμα ENV1998-1-3,1994,ANNEX B του EC8. Και τα δύο μέρη Α και Β είναι εναρμονισμένα με τις διατάξεις του τότε ΝΕΚΩΣ. (Παρόλο που ο ΝΕΚΩΣ έχει λάβει την μορφή και διάρθρωση του σήμερα ισχύοντος ΕΚΩΣ, δεν ανατρέπεται η ισχύς του Ελληνικού Κανονισμού Προκατασκευής καθότι οι αναφορές που γίνονται από τον κανονισμό προκατασκευής στον ΝΕΚΩΣ δεν αντίκειται με τον ΕΚΩΣ.

Στις σελίδες που ακολουθούν γίνεται αναφορά στις βασικές απαιτήσεις του Ελληνικού Κανονισμού Προκατασκευής (ΦΕΚ 1517 Δ/27.07.1999), συγκεκριμένα πρώτα αναφέρονται οι ομοιότητες ή οι διαφορές μεταξύ του Ε.Κ.Π. (Α μέρος) και του Ευρωκώδικα 2 (EC2, Section 10) που αφορούν την προκατασκευή χωρίς την δράση του σεισμού, ενώ στην συνέχεια ακολουθεί η σύγκριση μεταξύ του Ε.Κ.Π. (Β μέρος) με τον Ευρωκώδικα 8 (EC8, Μέρος 1: «Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για τα κτίρια», §5.11: «Προκατασκευασμένες κατασκευές από οπλισμένο

σκυρόδεμα) που αφορούν την προκατασκευή λαμβάνοντας υπόψη την σεισμική δράση.

Τέλος, το μέρος II τελειώνει με την εξαγωγή συμπερασμάτων που θα έχουν προκύψει από την σχετική έρευνα.

3.2.ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ Α ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Το Α μέρος του Ελληνικού Κανονισμού Προκατασκευής (Ε.Κ.Π.) περιέχει τις βάσεις για τον σχεδιασμό και τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες κτιρίων από σκυρόδεμα, τα οποία κατασκευάζονται εν μέρει ή εξολοκλήρου με προκατασκευασμένα στοιχεία, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η δράση του σεισμού.

Οι κανονισμοί που διέπουν το Α μέρος του Ε.Κ.Π. αφορούν τις θεμελιώδεις απαιτήσεις τις οποίες πρέπει να πληρεί η κατασκευή προκειμένου να παραμένει αβλαβής. Έτσι λοιπόν, για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να επιλέγονται τα κατάλληλα υλικά, με κατάλληλο σχεδιασμό και εφαρμογή κατασκευαστικών διατάξεων και με τον καθορισμό διαδικασιών ελέγχου για την παραγωγή, τον σχεδιασμό, την κατασκευή και την χρήση που αρμόζουν σε κάθε έργο.

Κατά τον Ε.Κ.Π. η ανάλυση των προκατασκευασμένων κατασκευών από σκυρόδεμα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την συμπεριφορά των αρμών μεταξύ των στοιχείων. Για αυτό τον λόγο, αναλύονται τα στάδια της κατασκευής χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη γεωμετρία και αντίστοιχες ιδιότητες για κάθε στάδιο ξεχωριστά.

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην προσομοίωση της κατασκευής ανάλογα με τα δομικά συστήματα (πλαισιακές κατασκευές, κατασκευές με εγκάρσια φέροντα μονολιθικά τοιχώματα ή κατασκευές από προκατασκευασμένα τοιχώματα, αντηστηριζόμενες κατασκευές, διαφράγματα, κυψελωτές κατασκευές) έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συνολική ευστάθεια.

Ακόμα, γίνεται αναφορά στις ιδιότητες των υλικών από τα οποία κατασκευάζονται τα προκατασκευασμένα στοιχεία, δηλαδή για την εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος, τον ερπυσμό και την συστολή ξήρανσης. Το ίδιο ισχύει και για τα υλικά των συνδέσεων που πρέπει να είναι σταθερά και ανθεκτικά στον χρόνο και να ελέγχεται η χημική και φυσική συμβατότητά τους, για το κονίαμα που χρησιμοποιείται στην πλήρωση, τα υλικά έδρασης και τα εξαρτήματα ανάρτησης.

Σημαντικές πληροφορίες δίνονται και για τον υπολογισμό των διατομών και των δομικών στοιχείων, που αφορούν την ανθεκτικότητα στο χρόνο. Όσο αφορά στο προεντεταμένο σκυρόδεμα, θεωρείται ότι υπάρχει επαρκής συμπεριφορά υπό πολυαξονικές τάσεις εφόσον οι χάλυβες ικανοποιούν τις απαιτήσεις.

Ο Ε.Κ.Π. περιλαμβάνει κανονισμούς που προσδιορίζουν και ελέγχουν τις οριακές καταστάσεις αστοχίας σχετικά με την διάτμηση, την στρέψη, την παραμόρφωση των φορέων (λυγισμός) και την λειτουργικότητα.

Το κύριο στοιχείο που χαρακτηρίζει την προκατασκευή είναι οι συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων της. Έτσι λοιπόν, ο Ε.Κ.Π. αναφέρεται αναλυτικά στον σχεδιασμό των συνδέσεων, στους αρμούς καθώς εξετάζει την διατμητική, την εφελκυστική και την καμπτική αντοχή τους. Επίσης, περιλαμβάνονται κανονισμοί που αφορούν τα εφέδρανα που χρησιμοποιούνται στα προκατασκευασμένα στοιχεία και διαχωρίζονται σε εφέδρανα για μη μεμονωμένα μέλη και σε εφέδρανα για μεμονωμένα στοιχεία.

Τέλος, ο Ε.Κ.Π. περιέχει κανόνες και ελέγχους για τον οπλισμό των δομικών στοιχείων (τοιχώματα, πλάκες, προκατασκευασμένες θήκες θεμελίωσης), που προσδιορίζουν τις μεθόδους αγκύρωσης και τους τένοντες προέντασης. Το Α μέρος του Ε.Κ.Π. τελειώνει αναφερόμενος στον τρόπο εκτέλεσης και την ποιότητα των εργασιών, σημειώνοντας πως ο ποιοτικός έλεγχος της προκατασκευής λαμβάνει χώρα στο τέλος κάθε σταδίου της δημιουργίας της.

3.3.ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗΝ SECTION 10 ΤΟΥ EC2 ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΤΗΝ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.

Ο Ε.Κ.Π. έρχεται σε συμφωνία τον EC2 σε ότι αφορά τον αντισεισμικό σχεδιασμό της προκατασκευής χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η σεισμική δράση. Έτσι και στους δύο κανονισμούς οι προκατασκευασμένες κατασκευές χαρακτηρίζονται από την παρουσία αρμών που εξασφαλίζουν την σύνδεση μεταξύ των στοιχείων. Οι κανονισμοί αναφέρονται στις αρχές και στους κανόνες εφαρμογής σε θέματα που αφορούν τις προκατασκευές.

Στα προκατασκευασμένα έργα από σκυρόδεμα, σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2 πρέπει να παρέχεται ιδιαίτερη μέριμνα στα ακόλουθα :

- Στις λεπτομέρειες εδράσεων
- Στις λεπτομέρειες αρμών/συνδέσεων
- Στην ασφάλεια από πλευράς φέρουσας ικανότητας και στην ευστάθεια κατά την κατασκευή πολυώροφων κατασκευών
- Στην άσκηση προέντασης προ της σκλήρυνσης του σκυροδέματος.

3.3.1.ΕΙΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2.

Προκατασκευασμένο στοιχείο είναι αυτό που κατασκευάζεται σε εργοστάσιο ή σε τοποθεσία που είναι διαφορετική από την τελική θέση του στοιχείου στην κατασκευή, η οποία τοποθεσία όμως πρέπει να είναι προστατευμένη από δυσμενείς καιρικές συνθήκες και να παρέχει όλα τα αχέγκεια την ποιοτικής παραγωγής.

Μικτό στοιχείο είναι αυτό που περιλαμβάνει τόσο επιτόπου όσο και προκατασκευασμένο σκυρόδεμα, με ή χωρίς πρόβλεψη οπλισμού συνδέσεως.

Τα **δοκιδωτά δάπεδα** αποτελούνται από προκατασκευασμένες δοκίδες (ή δοκούς) με ενδιάμεση παρεμβολή από πλήρη στοιχεία, κοίλα τεμάχια αργίλου κ.λπ. ή μόνιμα στοιχεία άλλων μορφών. Μπορούν να προβλέπονται με ή χωρίς επιτόπου προσθήκη άνω στρώσεως από χυτό επί τόπου σκυρόδεμα.

Το **τοιχίο τύπου «σάντουιτς»**, συνήθως αποτελείται από δύο στρώσεις σκυροδέματος, μεταξύ των οποίων προβλέπεται στρώση θερμομονωτικού υλικού.

Διαφράγματα είναι επίπεδα στοιχεία τα οποία καταπονούνται από δυνάμεις οι οποίες ενεργούν μέσα στο επίπεδο αυτών των στοιχείων. Ένα διάφραγμα μπορεί να συντίθεται από πολλά προκατασκευασμένα επί μέρους στοιχεία τα οποία είναι συνδεόμενα μεταξύ τους.

Ελκυστήρες είναι εφελκυόμενα στοιχεία ουσιαστικά συνεχή, σε δάπεδα, τοιχώματα ή υποστυλώματα.

Μεμονωμένα προκατασκευασμένα στοιχεία είναι αυτά για τα οποία, σε περίπτωση αστοχίας, δεν διατίθενται δευτερεύοντες μηχανισμοί μεταφοράς δυνάμεων, π.χ. από ανακατανομή εσωτερικών δυνάμεων ή ροπών.

Προκατασκευασμένο προϊόν σύμφωνα με το EC2 είναι ένα προκατασκευασμένο στοιχείο που κατασκευάζεται υπό συγκεκριμένες προδιαγραφές οι οποίες διατυπώνονται στο CEN πρότυπο.

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τύποι προκατασκευασμένων στοιχείων από οπλισμένο ή προεντεταμένο σκυρόδεμα:

- Γραμμικά στοιχεία (π.χ. δοκοί, δοκίδες, υποστυλώματα)
- Στοιχεία πλακών (π.χ. συμπαγείς πλάκες πλήρως ή μερικώς προκατασκευασμένες, δοκιδωτές πλάκες, πλάκες με δοκίδες και ενδιάμεση παρεμβολή στοιχείων πληρώσεως ή πλάκες με εσωτερικές διαμήκης οπές).
- Τοιχώματα (π.χ. συμπαγή, δοκιδωτά ή τύπου σάντουιτς).
- Άλλα στοιχεία(π.χ. θεμέλια, κλίμακες)

Παροδικές καταστάσεις, με τον όρο αυτό, στις προκατασκευασμένες κατασκευές από σκυρόδεμα, ορίζονται οι παρακάτω καταστάσεις:

- Ξεκαλούπωμα
- Μεταφορά στον αποθηκευτικό χώρο
- Στήριξη και συνθήκες φορτίσεως κατά την διάρκεια της αποθηκεύσεως
- Μεταφορά στον χώρο του έργου
- Ανύψωση των στοιχείων και συναρμολόγηση

3.4.ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2.

Μελετώντας τον Ε.Κ.Π. και τον Ευρωκώδικα 2, διαπιστώνεται ότι και οι δύο κανονισμοί έχουν τις ίδιες θεμελιώδεις απαιτήσεις σε ό,τι αφορά την μελέτη της κατασκευής. Έτσι λοιπόν, μία κατασκευή πρέπει να μελετάται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παθαίνει βλάβες από συμβάντα όπως εκρήξεις, συγκρούσεις ή συνέπειες ανθρωπίνων λαθών.

Για αυτό τον λόγο πρέπει η ενδεχόμενη βλάβη να περιορίζεται ή να αποφεύγεται με τους εξής διάφορους τρόπους:

- Με την αποφυγή, εξάλειψη ή μείωση των κινδύνων τους οποίους πρόκειται να υποστεί η κατασκευή
- Με την επιλογή φέροντος οργανισμού ο οποίος έχει μικρή ευαισθησία έναντι των εξεταζόμενων κινδύνων
- Με επιλογές φέροντος οργανισμού και σχεδιασμού τέτοιες ώστε να αντιμετωπίζονται με επάρκεια τυχαία απομάκρυνση ενός μεμονωμένου στοιχείου
- Με το δέσιμο της κατασκευής

Οι παραπάνω απαιτήσεις πρέπει να επιτυγχάνονται με την επιλογή των υλικών που ταιριάζουν περισσότερο, με κατάλληλο σχεδιασμό και εφαρμογή κατασκευαστικών διατάξεων και με τον καθορισμό διαδικασιών ελέγχου για την παραγωγή, τον σχεδιασμό, την κατασκευή και την χρήση που αρμόζουν στο συγκεκριμένο έργο όπως αναφέρει συγκεκριμένα ο EC2..

Η στατική μορφή της κατασκευής και η αλληλεπίδραση μεταξύ των φερόντων δομικών στοιχείων πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να εξασφαλίζεται ενιαία και σταθερή συμπεριφορά. Η απαραίτητη συνεργασία μεταξύ των στοιχείων επιτυγχάνεται με το «δέσιμο» της κατασκευής χρησιμοποιώντας:

- Περιφερειακούς ελκυστήρες
- Εσωτερικούς ελκυστήρες
- Οριζόντιους ελκυστήρες συνδεδεμένους με τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα

- Όπου απαιτείται, κατακόρυφους ελκυστήρες

Στην περίπτωση που ένα κτίριο χωρίζεται μέσω αρμών σε στατικά ανεξάρτητα τμήματα, κάθε τμήμα πρέπει να προβλέπεται με το κατάλληλο δεσμικό σύστημα. Κατά τον σχεδιασμό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η ευκολία στην συναρμολόγηση και την συντήρηση. Ακόμα, σε περίπτωση έλλειψης μιας ακριβής στατικής ανάλυσης θα πρέπει τα αποτελέσματα της να πολλαπλασιάζονται με ένα συντελεστή που θα εκφράζεται ανάλογα με το υλικό του προκατασκευασμένου στοιχείου, την περίπτωση αυτή οπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με το Section 10 του EC2.

3.5. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.

3.5.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. στην προκατασκευή από σκυρόδεμα είναι αναγκαίο να ελέγχεται η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος f_c , σε διάφορα στάδια της κατασκευής(π.χ. ξεκαλούπωμα, μεταφορά της προέντασης).

Ο Ε.Κ.Π. παραπέμπει στον ΝΕΚΩΣ ο οποίος αναφέρει ότι σύμφωνα με τις διατάξεις του Κ.Τ.Σ. η χαρακτηριστική τιμή κυλινδρικού δοκιμίου f_{ck} ή κυβικού δοκιμίου $f_{ck,cube}$ θεωρείται εκείνη η τιμή αντοχής κάτω από την οποία υπάρχει 5% πιθανότητα να βρεθεί η τιμή αντοχής ενός τυχαίου δοκιμίου. Στην πράξη το σκυρόδεμα θεωρείται ότι ανήκει στην κατηγορία που προδιαγράφεται στην μελέτη, αν τα αποτελέσματα των δοκιμών συμφωνούν με τα κριτήρια συμμόρφωσης του Κ.Τ.Σ.

Το ίδιο ισχύει για τον EC2 σε ότι αφορά τον έλεγχο της ποιότητας του σκυροδέματος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή, όμως παρατηρείται πως δίνεται έμφαση στο φαινόμενο του ερπυσμού και της συστολής ξήρανσης.

3.6. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.

Κατά τον Ε.Κ.Π. για τον κατάλληλο αντισεισμικό σχεδιασμό θα πρέπει να εξετάζονται πιθανές αποκλίσεις από τις πιθανές κατευθύνσεις ή τις θέσεις δράσεων με την χρήση κατάλληλων προσομοιωμάτων σχεδιασμού που να περιλαμβάνουν όλες τις σχετικές μεταβλητές. Τα προσομοιώματα πρέπει να είναι επαρκώς ακριβή ώστε να προβλέπουν την συμπεριφορά της κατασκευής, ευθυγραμμιζόμενα με την στάθμη ποιότητας εργασίας που είναι πιθανό να επιτευχθεί και με την αξιοπιστία των πληροφοριών στις οποίες βασίζεται ο σχεδιασμός.

Κατά την μελέτη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιδράσεις δυναμικών δράσεων κατά την διάρκεια παροδικών καταστάσεων. Όταν δεν γίνονται υπολογισμοί

με μεγαλύτερη ακρίβεια τότε γίνεται πολλαπλασιασμός των στατικών μεγεθών με κατάλληλο συντελεστή.

Όπως φαίνεται στον Ευρωκώδικα 2, δεν γίνεται αναφορά στην σημασία των προσομοιομάτων σε αντίθεση με τον Ε.Κ.Π. Ίσως αυτό να συμβαίνει, γιατί ο EC2 δεν επισημαίνει τις ιδιαιτερότητες του κάθε κράτους χωριστά, που αφορούν την σεισμική δραστηριότητα του εδάφους. Οπότε, είναι λογικό αν σκεφτεί κανείς την έντονη σεισμική δράση στον εδαφικό χώρο της Ελλάδας να επιμένει ο Ε.Κ.Π. στην μεγαλύτερη προσοχή κατά τον αντισεισμικό σχεδιασμό.

3.7.ΑΝΑΛΥΣΗ.

3.7.1.ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Ε.Κ.Π. ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2.

Γενικά για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του Ε.Κ.Π. αλλά και του EC2 η ανάλυση των προκατασκευασμένων κατασκευών από σκυρόδεμα θα λαμβάνει υπόψη επιπροσθέτως **την συμπεριφορά των αρμών μεταξύ των στοιχείων**, θα γίνεται ανάλυση για κάθε επιμέρους στάδιο της κατασκευής, χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη γεωμετρία και αντίστοιχες ιδιότητες για το συγκεκριμένο στάδιο.

Η ανάλυση προκατασκευασμένων κατασκευών των από σκυρόδεμα πρέπει να λαμβάνει υπόψη σύμφωνα και με τους δύο κανονισμούς:

- Την συμπεριφορά των δομικών στοιχείων σε όλα τα στάδια κατασκευής και την συνεργασία τους με άλλα στοιχεία(π.χ. σύνθετη δράση με επιτόπου σκυρόδεμα ή με άλλα προκατασκευασμένα στοιχεία).
- Την συμπεριφορά του δομικού συστήματος, λαμβάνοντας ιδιαίτερος υπόψη της πραγματικές παραμορφώσεις και την αντοχή των συνδέσεων
- Τις αβεβαιότητες που επηρεάζουν τις δεσμεύσεις παραμορφώσεως και την μεταφορά δυνάμεων μεταξύ των στοιχείων που οφείλονται σε αποκλίσεις (μεταξύ μελέτης και κατασκευής) ως προς την γεωμετρία και την θέση εδράσεως των προκατασκευασμένων στοιχείων και των εδράσεων τους.

Η δέσμευσή της οριζόντιας κινητότητας που οφείλεται στις τριβές εξαιτίας του βάρους κάθε εδραζόμενου στοιχείου, μπορεί να ληφθεί υπόψη μόνο σε μη σεισμικές ζώνες (χρησιμοποιώντας τον συντελεστή $\gamma_{G,inf}$ δηλαδή $\gamma_a=0,9$ κατά τον Ε.Κ.Π. καθώς στον EC2 δεν αναφέρεται συγκεκριμένη τιμή)εφόσον:

- Δεν εξαρτάται από αυτήν η συνολική ευστάθεια της κατασκευής .

- Και η διάταξη της εδράσεως αποκλείει την πιθανότητα να συσσωρευτεί μη αντιστρεπτή ολίσθηση των στοιχείων η οποία μπορεί να προκληθεί από π.χ. ανομοιόμορφη συμπεριφορά υπό εναλλασσόμενες δράσεις (ανακυκλιζόμενα θερμικά φαινόμενα στις περιοχές επαφής απλά εδραζόμενων στοιχείων).

Η επίδραση των οριζόντιων μετατοπίσεων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό σε σχέση με την αντοχή της κατασκευής και την ακεραιότητα των αρμών και ακόμα να προβλέπονται κατάλληλες διατάξεις εδράσεως όπου απαιτούνται.

3.7.2.ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο Ευρωκώδικας 2 δεν αναφέρει την χρήση προσομοιωμάτων κατασκευής, παρόλα αυτά ο Ε.Κ.Π. αναφέρεται ιδιαίτερα. Έτσι λοιπόν την προκατασκευή χρησιμοποιούνται συνήθως τα ακόλουθα δομικά συστήματα για την εξασφάλιση της συνολικής ευστάθειας. Τέτοια και άλλα συστήματα είναι δυνατόν να δρουν ανεξάρτητα είτε συνδυασμένα:

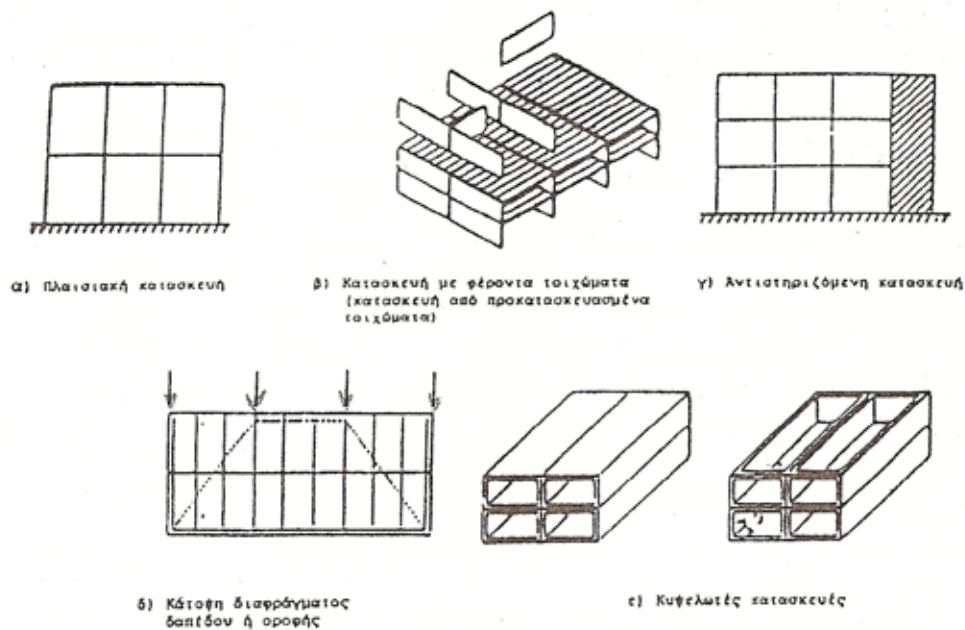
α) **Πλαισιακές κατασκευές** που συντίθενται από γραμμικά προκατασκευασμένα στοιχεία (δοκούς και υποστυλώματα). Τέτοιες κατασκευές είναι δυνατόν να σχεδιάζονται είτε ως συνεχής (καθύψος) πακτωμένα στη βάση τους υποστυλώματα-πρόβολοι (συνήθως για χαμηλά κτίρια), είτε- εν μέρει ή στο σύνολο τους –ως συνεχή πλαισιακά συστήματα (Εικόνα 1.1.α)

β) **Κατασκευές με εγκάρσια (προς το μήκος της κατασκευής) φέροντα μονολιθικά τοιχώματα ή κατασκευές από προκατασκευασμένα τοιχώματα.** Τέτοιου τύπου κατασκευές χαρακτηρίζονται από την δύσκαμπτη συμπεριφορά των τοιχωμάτων στο επίπεδο τους (διατμητικά τοιχώματα) και τις αρθρωτές συνδέσεις των πλακών εγκάρσια προς αυτά (εγκάρσιες πλάκες). Η διαμήκης ευστάθεια της κατασκευής εξασφαλίζεται με τοιχώματα ή πλαίσια που διατάσσονται κάθετα προς τους εγκάρσιους τοίχους (Εικόνα 1.1.β)

γ) **Αντιστηρίξεις κατασκευές.** Σε αυτές οι δοκοί και τα υποστυλώματα μπορούν να συνδέονται αρθρωτά. Η οριζόντια ευστάθεια εξασφαλίζεται με στοιχεία δυσκαμψίας (Εικόνα 1.1.γ)

δ) **Διαφράγματα** δαπέδου ή οροφής. Χρησιμοποιούνται για να μεταβιβάσουν τις οριζόντιες δυνάμεις στα στοιχεία δυσκαμψίας. Σχήμα 1.1.δ

ε) **Κυψελωτές κατασκευές.** Προκατασκευασμένες μονολιθικές κυψελωτές κατασκευές –π.χ. κυψέλες δωματίων (Εικόνα 1.1.ε)



Εικόνα 1: Διάφοροι τύποι προκατασκευασμένων κατασκευών

3.7.3.ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΛΑΚΩΝ.

3.7.3.1.ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Ε.Κ.Π. ΚΑΙ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 2.

Κατά τον Ε.Κ.Π. και τον EC2 για τον σχεδιασμό ειδικών τύπων προκατασκευασμένων στοιχείων δαπέδων θα ακολουθούνται οι οδηγίες που δίνονται στο σχετικό πρότυπο προϊόντος της CEN εφόσον έχει εκδοθεί και γίνει δεκτό από τον ΕΛΟΤ.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθούν πρόπλακες, ισχύουν τα ακόλουθα:

- Το πάχος της προπλάκας δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 5m.
- Ιδιαίτερη πρόνοια πρέπει να λαμβάνεται για την επάρκεια ακαμψίας της πρόπλακας τόσο κατά τη φάση αναρτήσεως και μεταφοράς της όσο και κατά την φάση σκυροδέτησης του υπολοίπου πάχους της πλάκας.
- Το πάχος του υπολοίπου τμήματος της πλάκας που κατασκευάζεται με επιτόπου σκυρόδεμα, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσον με το πάχος της πρόπλακας.
- Κατά την όπλιση της πλάκας, για πλάκες που οπλίζονται κατά μια διεύθυνση ο κύριος οπλισμός όπως και ο οπλισμός διανομής θα τοποθετούνται πάντοτε μέσα στην πρόπλακα. Για πλάκες που οπλίζονται κατά δυο διευθύνσεις ο

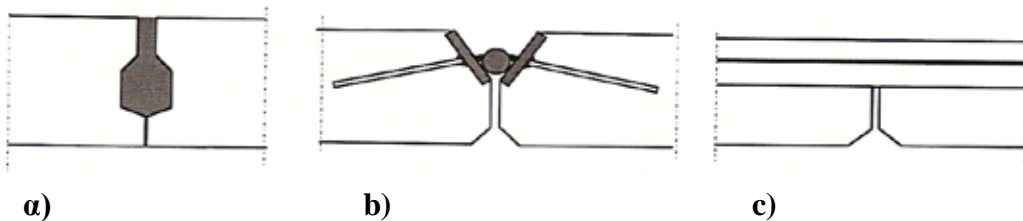
οπλισμός που αντιστοιχεί στην μεγαλύτερη καταπόνηση θα τοποθετείται μέσα στην πρόπλακα ενώ ο οπλισμός της άλλης διεύθυνσεως μπορεί να τοποθετείται μέσα στο τμήμα της πλάκας που αποτελείται από το επιτόπου σκυρόδεμα.

- Ειδικότερα στις στηρίξεις, αν από την πρόπλακα δεν προεξέχει κεκαμμένος οπλισμός τουλάχιστον ίσος προς το μισό του κύριου οπλισμού, ο οπλισμός αυτός θα συμπληρώνεται μέσα στο τμήμα της πλάκας που αποτελείται από το επιτόπου σκυρόδεμα και θα αγκυρώνεται κατάλληλα.

Κατά τον ΕΚΠ και τον EC2 η εγκάρσια κατανομή φορτίου μεταξύ παρακειμένων στοιχείων δαπέδου θα εξασφαλίζεται με κατάλληλες συνδέσεις μεταφοράς τέμνουσας (Εικόνα 2).

Οι συνδέσεις μεταφοράς τέμνουσας μπορεί να είναι :

- Αρμοί με σκυρόδεμα ή κονίαμα (Εικόνα 2α)
- Συγκολλητές ή κοχλιωτές συνδέσεις (Εικόνα 2b)
- Ή η άνω στρώση του οπλισμένου σκυροδέματος (Εικόνα 2c).



Εικόνα 2: Τρεις κύριοι τύποι συνδέσεων

Η εγκάρσια κατανομή σημειακών ή γραμμικών φορτίων είναι δυνατόν να υπολογίζεται με κατάλληλη ανάλυση ή με δοκιμές. Στην περίπτωση όπου προκατασκευασμένα δάπεδα μελετούνται ώστε να λειτουργούν ως διαφράγματα για την μεταφορά οριζοντίων δυνάμεων στα στοιχεία δυσκαμψίας, ισχύουν τα ακόλουθα:

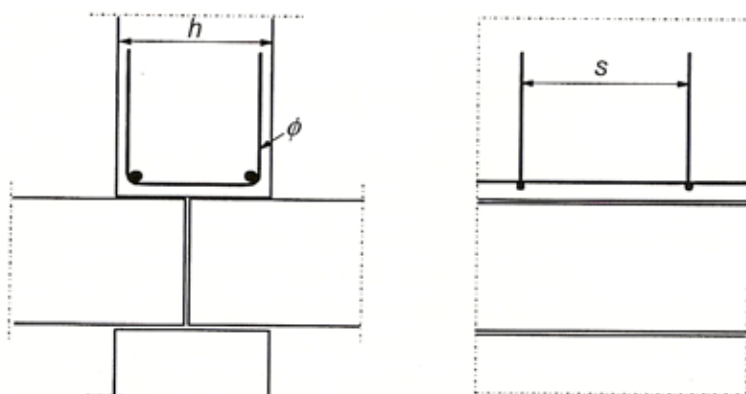
- Το διάφραγμα θα αποτελεί τμήμα ενός ρεαλιστικού δομικού προσομοιώματος, το οποίο λαμβάνει υπόψη το συμβατό των παραμορφώσεων των στοιχείων δυσκαμψίας.
- Θα λαμβάνονται υπόψη τα αποτελέσματα των οριζόντιων μετατοπίσεων που προκύπτουν σε όλα τα τμήματα της κατασκευής.
- Το διάφραγμα θα είναι επαρκώς ωπλισμένο, ώστε να μπορεί να παραλάβει τις εφελκυστικές τάσεις του δομικού προσομοιώματος που επελέγη.
- Θα προβλέπονται κατάλληλες κατασκευαστικές λεπτομέρειες εκεί όπου υπάρχουν συγκεντρώσεις τάσεων στο διάφραγμα (π.χ. στις οπές, στις συνδέσεις με τα στοιχεία δυσκαμψίας).

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2 διαφραγματική λειτουργία μπορεί να ληφθεί υπόψη, όταν έχει προβλεφθεί (εγκάρσιος) οπλισμός μεταξύ παρακείμενων στοιχείων δαπέδου καθώς και μεταξύ του όλου διαφράγματος και των κατακόρυφων στοιχείων που συνδέονται με αυτό. Ο οπλισμός αυτός μπορεί να είναι συγκεντρωμένος στις στηρίξεις, υπό την προϋπόθεση ότι τα προκατασκευασμένα στοιχεία του διαφράγματος είναι συνδεδεμένα κατά τέτοιον τρόπο ώστε η μεταφορά των πλευρικών δυνάμεων να είναι δυνατή μέσω λειτουργίας τόξου, δικτύωματος ή μέσω λειτουργίας στοιχείου τύπου «φίρεντελ». Σε περίπτωση υπάρξεως άνω στρώσης σκυροδέματος, ο (εγκάρσιος) οπλισμός μπορεί να τοποθετηθεί στην στρώση αυτή.

Όπου έχουν θεωρηθεί απλές εδράσεις κατά τον σχεδιασμό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συνέπειες των πραγματικών δεσμεύσεων των μετατοπίσεων των προκατασκευασμένων στοιχείων. Οι γειτονικοί μεμονωμένοι φορείς (π.χ. διπλά T) δεν προβλέπονται με διατμητικούς συνδέσμους, τότε πρέπει να τοποθετείται διατμητικός οπλισμός στους κορμούς όπως και στις δοκούς.

Προκατασκευασμένοι φορείς με φέρουσα άνω στρώση χυτού σκυροδέματος τουλάχιστον 40mm μπορούν να μελετώνται ως μικτές διατομές την προϋπόθεση ότι η τέμνουσα στην διεπιφάνεια της στρώσης χυτού σκυροδέματος και του προκατασκευασμένου στοιχείου, ελέγχεται σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς. Οι τάσεις στο προκατασκευασμένο στοιχείο πρέπει να ελέγχονται σε όλα τα στάδια της κατασκευής προ και μετά την ενεργοποίηση της μικτής διατομής.

Ο εγκάρσιος οπλισμός μπορεί να τοποθετείται εξ ολοκλήρου μέσα στο προκατασκευασμένο στοιχείο ή μέσα στην στρώση χυτού σκυροδέματος (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Ενίσχυση σε έναν τοίχο πέρα από μια σύνδεση μεταξύ πλακών

Μόνο εκείνος ο εγκάρσιος οπλισμός που είναι συνεχής μπορεί να λαμβάνεται υπόψη σε περίπτωση οπλίσεως και προς τις δύο διευθύνσεις.

Δοκιδωτά δάπεδα χωρίς στρώση χυτού σκυροδέματος άνω, μπορούν να επιλύονται όπως οι ολόσωμες πλάκες, υπό την προϋπόθεση ότι διατίθενται εγκάρσιες δοκίδες σε αποστάσεις S_L , που να μην ξεπερνούν τις τιμές οι οποίες δίνονται στον πίνακα 3.1 και ισχύουν και για τους δύο κανονισμούς..

Τύπος κτιρίου	$S_L \leq l_{eff} / 8$	$S_L > l_{eff} / 8$
Κατοικίες	-----	$12d_0$
Λοιπά κτίρια	$10d_0$	$8d_0$

Πίνακας 3.1: Μέγιστη απόσταση μεταξύ εγκάρσιων δοκίδων.

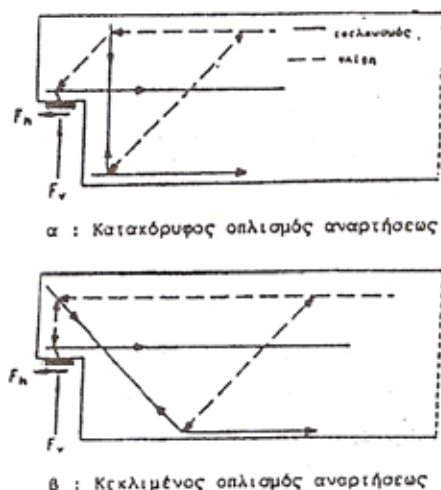
Όπου: S_L είναι η αξονική απόσταση μεταξύ διαμήκων δοκίδων

l_{eff} είναι το μήκος των διαμήκων δοκίδων

d_0 είναι το πάχος της δοκιδωτής πλάκας

3.7.3.2.ΒΑΘΜΙΔΩΤΕΣ ΣΤΗΡΙΞΕΙΣ.

Κατά τον Ε.Κ.Π. και τον Ευρωκώδικα 2 οι βαθμιδωτές στηρίξεις μπορούν να υπολογίζονται χρησιμοποιώντας προσομοιώματα με θλιπτήρες-ελκυστήρες όπως για παράδειγμα φαίνονται στα σχήματα (Εικόνα 4). Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί συνδυασμός των δύο αυτών προσομοιωμάτων που να φαίνονται στα προαναφερθέντα σχήματα. Όλοι οι οπλισμοί πρέπει να είναι κατάλληλα αγκυρωμένοι.



Εικόνα 4: Παραδείγματα προσομοιωμάτων υπολογισμού σε βαθμιδωτές στηρίξεις

Σημείωση: στα σχήματα δεν φαίνονται λεπτομέρειες των οπλισμών ούτε το σύνολο σύστημα ισορροπίας

3.7.3.3.ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ.

Και για τον Ε.Κ.Π. και τον Ευρωκώδικα 2 ισχύει ότι για τους υπολογισμούς λειτουργικότητας πρέπει να ληφθούν υπόψη οι πιθανές μεταβολές στην προένταση. Οι συντελεστές που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της κατώτατης και ανώτατης αντίστοιχα τιμής της δύναμης της προέντασης στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας τ_{sup} και τ_{inf} επιτρέπεται να ληφθούν ως 1,1 και 0,9 αντίστοιχα, σε περίπτωση απουσίας ενός πιο αυστηρού προσδιορισμού και με την προϋπόθεση ότι το άθροισμα των απωλειών εξαιτίας της τριβής και των φαινομένων που εξαρτώνται από τον χρόνο είναι μικρότερο ή ίσο του 30% της αρχικής προέντασης. Στην περίπτωση που υπάρχουν επαρκή στατιστικά στοιχεία από την απευθείας μέτρηση της δυνάμεως προέντασης, μπορεί να ληφθεί ίσος με 1.

3.8.ΥΛΙΚΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.

Όπως τονίζει ο Ε.Κ.Π. και ο EC2, τα υλικά των συνδέσεων πρέπει είναι σταθερά και ανθεκτικά για τον χρόνο ζωής της κατασκευής, να ελέγχεται η χημική και φυσική τους συμβατότητα. Τα υλικά να είναι προστατευμένα από δυσμενείς χημικές και φυσικές επιρροές, να έχουν αντοχή σε πυρκαγιά όσην έχουν τα δομικά στοιχεία. Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, για τα διάφορα υλικά συνδέσεων ισχύει ότι:

1.ΥΛΙΚΑ ΕΔΡΑΣΕΩΣ

Τα χαρακτηριστικά αντοχής και παραμορφωσιμότητας των υλικών εδράσεως πρέπει να είναι σύμφωνα με τα κριτήρια σχεδιασμού.

2.ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ

Σε μεταλλικά εξαρτήματα συνδέσεων που δεν είναι πλήρως προστατευμένα από ατμοσφαιρικές επιρροές.

Τα μέταλλα από τα οποία κατασκευάζονται τα εξαρτήματα αυτά θα εκλέγονται μεταξύ των ακόλουθων υλικών:

A) Εάν δεν είναι επιθεωρήσιμα

- Ωστενιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες
- Φωσφορικός ορείχαλκος

B) Εάν είναι επιθεωρήσιμα

- Χάλυβες γαλβανισμένοι εν θερμώ
- Χαλκός και κράματα χαλκού

- Μεταλλικά τεμάχια με σπείρωμα, ηλεκτρολυτικά γαλβανισμένα ή με επένδυση ψευδαργύρου και προστατευμένα με δύο στρώματα εποξειδικής βαφής.

Η καταλληλότητα του υλικού θα έχει αποφασιστεί πριν υποστεί οποιαδήποτε επεξεργασία συγκόλληση, ανόπτηση ή ψυχρή κατεργασία.

3.ΚΟΝΙΑΜΑ

Η μέση αντοχή του κονιάματος, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 15 N/mm².

4.ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΡΤΗΣΕΩΣ

Το υλικό των εξαρτημάτων για την ανάρτηση και τους χειρισμούς των στοιχείων δεν θα πρέπει να παρουσιάζει σημαντική ψαθυρότητα με την γήρανση ή σε χαμηλές θερμοκρασίες.

3.9.ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, οι συνδέσεις πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν να φέρουν όλες τις δράσεις που προκύπτουν, κατά την ανάλυση του συνόλου της κατασκευής και τον σχεδιασμό των επιμέρους προς σύνδεση στοιχείων. Ο σχεδιασμός θα εξασφαλίζει ότι ο αρμός είναι ικανός να παραλαμβάνει τη σχετική μετατόπιση που είναι απαραίτητη για να επιστρατευθεί η αντοχή του και να εξασφαλίσει αξιόπιστα σταθερή συμπεριφορά της όλης κατασκευής.

Η εκτίμηση της αντοχής και ακαμψίας των συνδέσεων, μπορεί να βασίζεται σε αναλυτικές σχέσεις, ή σε εργαστηριακές δοκιμές. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επιρροή τυχόν ατελειών που οφείλονται στους τεχνίτες. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι δυσμενείς αποκλίσεις από τις συνθήκες δοκιμής εξάγοντας από τα αποτελέσματα των δοκιμών τιμές που θα χρησιμοποιηθούν κατά τους υπολογισμούς.

Οι αρμοί πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να αποφεύγεται η πρόωρη απόσχιση ή αποφλοιώση του σκυροδέματος στις άκρες των στοιχείων. Η διαστασιολόγηση τους θα λαμβάνει υπόψη:

- Τις ανοχές
- Τις απαιτήσεις της συναρμολόγησης
- Την ευκολία της κατασκευής
- Την ευκολία στην επιθεώρηση

3.9.1.ΘΛΙΒΟΜΕΝΟΙ ΑΡΜΟΙ ΚΑΤΑ Ε.Κ.Π. ΚΑΙ EC2.

Σύμφωνα με τον EC2 και τον Ε.Κ.Π. οι θλιβόμενοι αρμοί είναι εκείνοι που καταπονούνται σε αξονική θλίψη ή θλίψη με μικρή εκκεντρότητα. Αρμοί με κονίαμα,

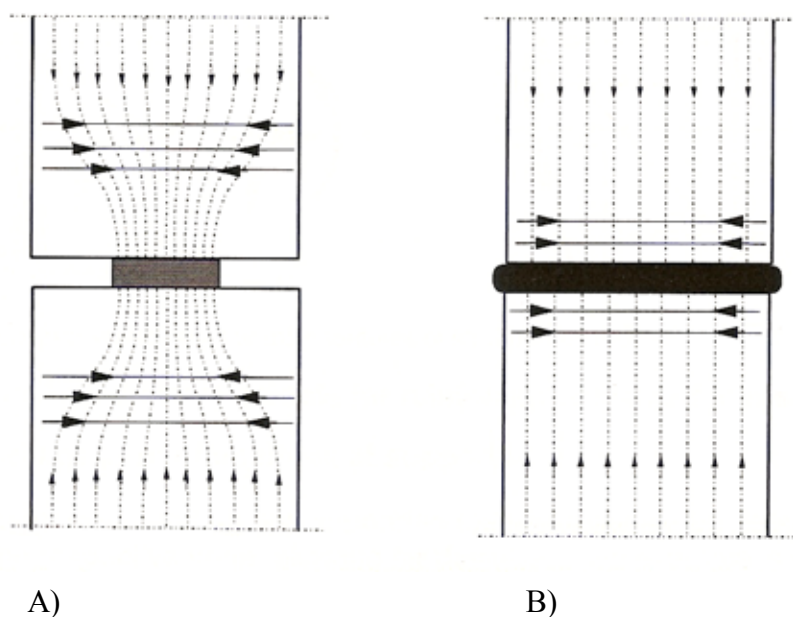
σκυρόδεμα ή σκληρυμένα πολυμερή ως συνδετικό υλικό, μπορούν να χρησιμοποιούνται υπό την προϋπόθεση ότι θα έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα για να αποφευχθούν σχετικές μετακινήσεις των συνδεόμενων επιφανειών κατά την διάρκεια της σκληρύνσεως του υλικού σύνδεσεως.

Ξηροί αρμοί μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο όταν:

- Η μέση τάση στην περιοχή εδράσεως δεν υπερβαίνει την τιμή $0,4 f_{cd}$ κατά τον Ε.Κ.Π.
- Ενώ σύμφωνα με τον EC2 η μέση τάση στην περιοχή εδράσεως δεν υπερβαίνει την τιμή $0,3 f_{cd}$
- Επιτυγχάνεται η κατάλληλη ποιότητα εργασιών από τους τεχνίτες τόσο στο χώρο παραγωγής όσο και στο εργοτάξιο

Οι θλιβόμενοι αρμοί ενδέχεται να οδηγήσουν σε σημαντικές εφελκυστικές τάσεις στα παρακείμενα στοιχεία. Όταν το μέτρο ελαστικότητας του υλικού του αρμού είναι τουλάχιστον στο 70% αυτού των παρακείμενων στοιχείων(σκληρό κονίαμα), τότε θα δημιουργηθούν ισχυρές εγκάρσιες δυνάμεις στα στοιχεία αυτά (Εικόνα 5.α)

Όταν το μέτρο ελαστικότητας του υλικού του αρμού είναι σημαντικά χαμηλότερο εκείνου των παρακείμενων στοιχείων (μαλακό κονίαμα), θα αναπτυχθούν δυνάμεις αποσχίσεως λόγω της εγκάρσιας παραμόρφωσης του υλικού σύνδεσης(Εικόνα 5.β).



Εικόνα 5: Εγκάρσιες δυνάμεις σε αρμούς που μεταφέρουν θλίψεις

A) ισχυρή δύναμη εκτινάξεως σε περίπτωση συγκεντρωμένης θλίψης

B) δύναμη απόσχίσεως σε περίπτωση μαλακού υλικού σύνδεσης

Οι εγκάρσιες εφελκυστικές τάσεις σε αρμούς με σκληρό κονίαμα πρέπει να παραλαμβάνονται με κατάλληλο οπλισμό στα παρακείμενα στοιχεία και αν απαιτείται, αυτό πρέπει να γίνεται και στους αρμούς όταν αυτοί δεν είναι πλήρεις

κονιάματος. Ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας σχεδιασμού των θλιβόμενων αρμών πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με παραδεκτά προσομοιώματα ή με εργαστηριακές δοκιμές. Στην περίπτωση σύγχρονης δράσης αξονικής και τέμνουσας δύναμης στον αρμό, η τέμνουσα μπορεί να αμεληθεί όταν $V_{sd} < |0,1| N_{sd}$ όπου N_{sd} είναι το αξονικό φορτίο σχεδιασμού.

3.9.2.ΚΑΜΠΤΟΜΕΝΟΙ ΚΑΙ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΟΙ ΑΡΜΟΙ..

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, οι καμπτόμενοι αρμοί μπορούν να μεταβιβάσουν καμπτική ροπή (π.χ. αρμός πλάκας/τοιχώματος, αρμός δοκού/υποστυλώματος κ.λπ.). Η καμπτική ροπή που δρα στον αρμό, εξαρτάται από την δυσκαμψία του ίδιου του αρμού. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην ορθή αγκύρωση των ράβδων οπλισμού, ώστε να αποφευχθεί αστοχία λόγω απώλειας συνάφειας.

Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η συνέχεια των οπλισμών που διαπερνούν τον αρμό. Η συνέχεια των οπλισμών εντός του αρμού μπορεί να εξασφαλίζεται με:

- Παράθεση των οπλισμών
- Συγκόλληση των οπλισμών ή μεταλλικών πλακών

Εντούτοις στους κατακόρυφους αρμούς μεταξύ προκατασκευασμένων τοιχωμάτων πρέπει να τίθεται ελάχιστος εγκάρσιος οπλισμός με ελάχιστη διάμετρο $\Phi 8$ και να διατάσσεται τουλάχιστον σε τρεις στάθμες(άνω-μέση-κάτω).

- Πάκτωση των οπλισμών μέσω κονιάματος εντός ανοιγμάτων
- Υπερκάλυψη βρόχων οπλισμού
- Συνδέσμους με νευρώσεις
- Προένταση
- Περιβλήματα με σπείρωμα

3.10.ΕΦΕΔΡΑΝΑ.

Η ακεραιότητα των εφεδράνων που χρησιμοποιούνται για προκατασκευασμένα στοιχεία θα εξασφαλίζεται από:

- A) κατάλληλο οπλισμό στα στοιχεία, πάνω και κάτω από το εφέδρανο
- B) αποφυγή της απώλειας εδράσεως λόγω μετακινήσεων
- Γ) κατάλληλο περιορισμό της τάσης εδράσεως

Όταν δεν υπάρχει εφέδρανο με δυνατότητα ολισθήσεως, οι οριζόντιες δυνάμεις στο εφέδρανο μπορούν να μειώσουν σημαντικά τη φέρουσα ικανότητα του στοιχείου στήριξης προκαλώντας πρόωρη απόσχιση ή διάτμηση. Τέτοιες δυνάμεις μπορούν να προκληθούν:

- Εξαιτίας ερπυσμού, συστολής ξηράνσεως ή θερμοκρασιακών μεταβολών, είτε
- Από κακή ευθυγράμμιση, κακή κατακορυφότητα ή άλλες αιτίες.

Όταν οι δυνάμεις αυτές είναι πιθανό να είναι σημαντικές, πρέπει να υπάρξει ειδική μέριμνα για την παραλαβή τους, μελετώντας την σύνδεση έτσι ώστε:

- Να προβλέπεται κατάλληλος πλευρικός οπλισμός στα εδραζόμενα στοιχεία και τα στοιχεία επί των οποίων γίνεται η στήριξη
- Να προβλέπεται οπλισμός συνεχείας που θα δένει μεταξύ τους τα προκατασκευασμένα στοιχεία στη στήριξη.

Όταν είναι πιθανό να εμφανιστούν μεγάλες στροφές στις ακραίες στηρίξεις καμπτόμενων μελών, πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλα εφέδρανα που θα είναι σε θέση να παραλάβουν αυτές τις στροφές. Οι στροφές επίσης μπορούν να μετατοπίσουν την γραμμή εφαρμογής των φορτίων προς τα ακρότατα σημεία των εφεδράνων σε τέτοιες περιπτώσεις πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για αντίστοιχη αύξηση των καμπτικών ροπών ή των τοπικών τάσεων εδράσεως.

Τα εφέδρανα πρέπει να διαστασιολογούνται και να σχεδιάζονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ορθή τοποθέτηση των στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη και τις ανοχές της παραγωγής και συναρμολόγησης. Ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση των προκατασκευασμένων στοιχείων(εδραζόντων και εδραζομένων) τα οποία θα είναι σε επαφή με το εφέδρανο θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις απαιτήσεις αγκύρωσης και τις απαραίτητες διαστάσεις των καμπυλώσεων του οπλισμού στα στοιχεία αυτά. Τυχόν τοπικά φαινόμενα που σχετίζονται με τις αγκυρώσεις προέντασης και τις θέσεις υποδοχής αυτών θα λαμβάνονται υπόψη.

3.10.1.ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΓΙΑ ΜΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΜΕΛΗ.

Κατά τον Ε.Κ.Π. το ονομαστικό μήκος μιας απλής εδράσεως (Εικόνα 6) μπορεί να υπολογιστεί ως εξής: $a = a_1 + \sqrt{(a_2^2 + \Delta a_2^2 + a_3^2 + \Delta a_3^2)}$

Αντιθέτως κατά τον EC2 το ονομαστικό μήκος μιας απλής εδράσεως υπολογίζεται ως εξής: $a = a_1 + a_2 + a_3 + \sqrt{\Delta a_2^2 + \Delta a_3^2}$

Όπου a_1 : το καθαρό μήκος εδράσεως

a_2 : η απόσταση από το εξώτατο άκρο του στηρίζοντος μέλους

a_3 : η απόσταση από το εξώτατο άκρο του στηριζόμενου μέλους

Δa_2 : το περιθώριο για τις ανοχές του a_2

Δa_3 : το περιθώριο για τις ανοχές του a_3

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. το a_1 δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 40mm. Αλλά ο EC2 για τον προσδιορισμό της τιμής αυτής δίνει τον παρακάτω πίνακα

Τάση έδρασης	$\leq 0,15$	0,15-0,14	$> 0,4$
Γραμμική στήριξη	25	30	40
Ραβδωτά δάπεδα	55	70	80
Συγκεντρωμένη στήριξη (δοκοί)	90	110	140

Πίνακας 3.2: Ελάχιστη τιμή του a_1 σε mm.

Ο Ε.Κ.Π. για την τιμή του a_2 δίνει τον παρακάτω σχετικό πίνακα.

Τάση εδράσεως $\sigma_{sd} > 0,4f_{sd}$			Τάση έδρασης $\sigma_{sd} < 0,4f_{sd}$
Υλικό στήριξης	Γραμμική στήριξη (δάπεδα)	Συγκεντρωμένη στήριξη (δοκοί)	
Χάλυβας	0	5mm	0
Σκυρόδεμα άοπλο	25mm	35mm	0
Πλινθοδομή	25mm	35mm	25mm
Οπλισμένο σκυρόδεμα	Όχι λιγότερο από την ονομαστική επικάλυψη «c» οπλισμών στην έξω επιφάνεια της στήριξης.	35mm	«c»
Κατακόρυφοι βρόχοι οπλισμού από Ο.Σ. που υπερβαίνουν τα 12 mm. σε διάμετρο	35mm	Ονομαστική επικάλυψη συν εσωτερική ακτίνα καμπύλωσης οπλισμών συν διάμετρος ράβδων	«c»

Πίνακας 3.3 : Απόσταση a_2 από το εξώτατο άκρο του στηρίζοντος στοιχείου

Ο EC2 δίνει τον πίνακα που ακολουθεί για τις αντίστοιχες τιμές.

Υλικό στήριξης	$\leq 0,15$	0,15-0,14	$> 0,4$
Χάλυβας	Γραμμικός 0	0	10
	Συγκεντρωμένος 5	10	15
Οπλισμένο σκυρόδεμα $\geq C30$	Γραμμικό 5	10	15
	Συγκεντρωμένο 10	15	25
Οπλισμένο σκυρόδεμα $< C30$	Γραμμικό 10	15	25
	Συγκεντρωμένο 20	25	35
πλινθοδομή	Γραμμικό 10	15	(-)
	Συγκεντρωμένο 20	25	(-)

Πίνακας 3.4: Απόσταση του a_2 από το εξώτατο άκρο του στηρίζοντος στοιχείου

Στην συνέχεια ο Ε.Κ.Π. δίνει τον εξής πίνακα για την τιμή του a_3 .

Τάση έδρασης $\sigma_{sd} > 0,4f_{sd}$			Τάση έδρασης $\sigma_{sd} \leq 0,4f_{sd}$
λεπτομέρεια	Γραμμικές στηρίξεις (δάπεδα)	Συγκεντρωμένες στηρίξεις (δοκοί)	
Ευθύγραμμες ράβδοι, οριζόντιος βρόχος ή κατακόρυφοι βρόχοι που δεν ξεπερνούν τα 12mm σε διάμετρο, κοντά στο άκρο του μέλους	10mm ή επικάλυψη στο άκρο, (η μεγαλύτερη από τις δύο τιμές)	15mm ή επικάλυψη στο άκρο	«c»
Τένοντες ή ευθύγραμμες ράβδοι, εκτεθειμένες στο άκρο του στοιχείου	0	15mm	«c»
Κατακόρυφος βρόχος οπλισμού όπου η διάμετρος των ράβδων ξεπερνά τα 12mm	15mm	Επικάλυψη στο άκρο συν εσωτερική ακτίνα καμπύλωσης των ράβδων	«c»

Πίνακας 3.5: Απόσταση a_3 από το εξώτατο πέρασ των στηριζόμενου στοιχείου

Αντίστοιχα ο EC2 δίνει τον εξής πίνακα.

Λεπτομέρεια	Γραμμική στήριξη	Συγκεντρωμένη στήριξη
Συνεχείς φραγμοί πέρα από την στήριξη	0	0
Ευθύγραμμοι ράβδοι, οριζόντιοι βρόγχοι, κοντά στο άκρο του στοιχείου	5	15 και όχι λιγότερο από την επικάλυψη του άκρου
Τένοντες ή ευθύγραμμες ράβδοι, εκτεθειμένες στο άκρο του στοιχείου	5	15
Κατακόρυφη ενίσχυση βρόγχων	15	Επικάλυψη συν εσωτερική ακτίνα καμπύλωσης των ράβδων

Πίνακας 3.6: Απόσταση a_3 από το εξώτατο πέρασ του στηριζόμενου στοιχείου.

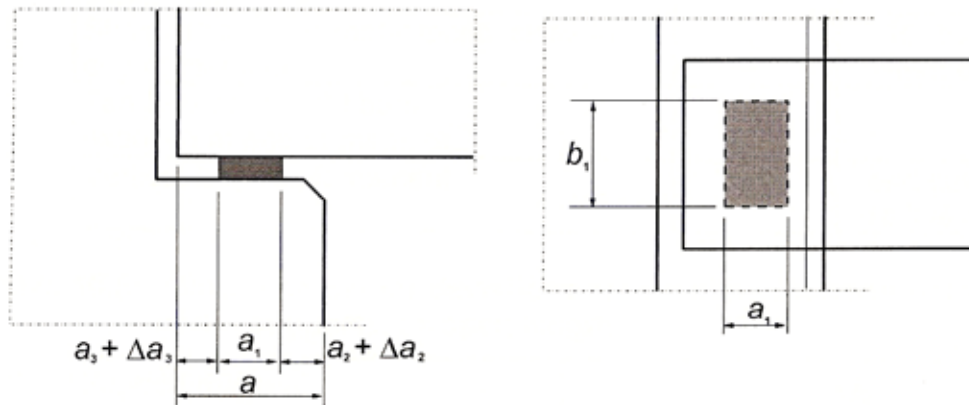
Κατά τον Ε.Κ.Π. το Δa_2 , δηλαδή το περιθώριο για τις ανοχές του a_2 , έχει τις τιμές που ακολουθούν 15mm για στήριξη σε μεταλλικό στοιχείο, 20mm για στήριξη σε τοιχοποιία, 20mm για στήριξη σε επιτόπου σκυρόδεμα. Ενώ για τον EC2 ισχύει ο παρακάτω πίνακας:

Στήριξη υλικού	Δa_2
Χάλυβας ή προκατασκευασμένο σκυρόδεμα	$10 \leq l/1200 \leq 30 \text{mm}$
Πλινθοδομή ή επιτόπου χυτό σκυρόδεμα	$15 \leq l/1200 + 5 \leq 40 \text{mm}$

Πίνακας 3.7: Απόσταση Δa_2 , μεταξύ των επιφανειών των στηρίξεων.

Σε καταστάσεις όπου το πλάτος του εφεδράνου είναι μικρότερο από το πλάτος του στοιχείου ισχύουν τα ακόλουθα:

- Όταν μία ή περισσότερες συγκεντρωμένες δυνάμεις ασκούνται σε ένα μέλος ή στη διασταύρωση δύο μελών, πρέπει να τοποθετείται τοπικός πρόσθετος οπλισμός ικανός να παραλάβει τον εγκάρσιο εφελκυσμό που προκαλείται από αυτές τις δυνάμεις.
- Ο πρόσθετος οπλισμός μπορεί να αποτελείται από συνδετήρες ή από στρώσεις ράβδων φουρκέτας.
- Εάν η δύναμη είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη, η συγκεντρωμένη δύναμη αντοχής μπορεί να υπολογισθεί.



Εικόνα 7: Διάταξη εδράσεως

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, όταν το πλάτος έδρασης υπερβαίνει τα 600mm πρέπει να γίνει εκτίμηση της κατανομής των τάσεων. Όταν δεν διατίθεται ακριβέστερα στοιχεία το πλάτος έδρασης μπορεί να περιοριστεί στην τιμή 600mm κατά τον υπολογισμό, θεωρώντας ομοιόμορφη κατανομή των θλιπτικών τάσεων.

3.10.2.ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΓΙΑ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

Κατά τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, το ονομαστικό μήκος εδράσεως για μεμονωμένα στοιχεία πρέπει να είναι κατά 20mm μεγαλύτερο από αυτό για μη μεμονωμένα στοιχεία. Σε όποιες περιπτώσεις είναι δυνατή η σχετική μετακίνηση του στοιχείου ως προς τη στήριξη, το καθαρό μήκος έδρασης θα αυξάνεται για να ληφθεί υπόψη η τυχόν μετακίνηση.

Όταν ένας φορέας αγκυρώνεται στη στήριξη και η αγκύρωση προβλέπεται εκτός της επιφάνειας έδρασης, το καθαρό μήκος έδρασης θα αυξάνεται για να ληφθούν υπόψη οι συνέπειες της περιστροφής της στήριξης περί την αγκύρωση.

3.11.ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ.

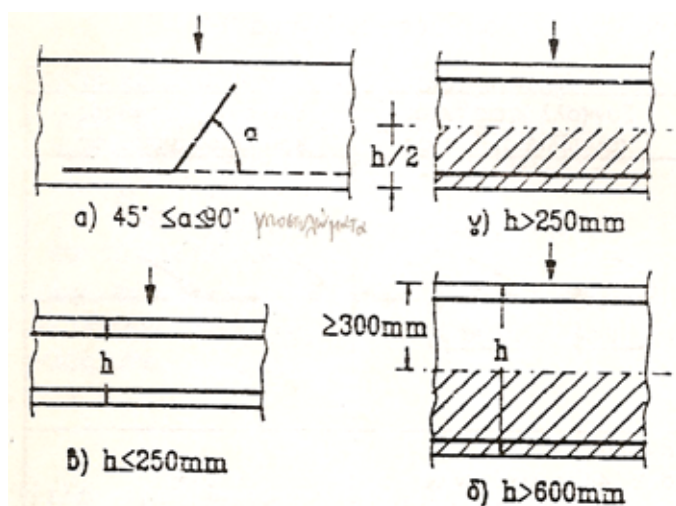
3.11.1.ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ.

Δέσμες τενόντων, επιτρέπονται σε περιοχές εκτός των ζωνών αγκυρώσεως υπό την προϋπόθεση ότι η διάστρωση και συμπίκνωση του σκυροδέματος μπορούν να πραγματοποιηθούν επιτυχώς και ότι μπορεί να αναπτυχθεί συνάφεια μεταξύ σκυροδέματος και τενόντων

3.12.ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ.

3.12.1.ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.

Όταν αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί, το όριο των 250mm μπορεί να αυξηθεί (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Τυπικές συνθήκες συνάφειας

α,β) ευνοϊκές συνθήκες συνάφειας

γ,δ) ευνοϊκές συνθήκες συνάφειας μόνο για ράβδους στις διαγραμμισμένες περιοχές

3.12.2.ΟΡΙΑΚΗ ΤΑΣΗ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ.

Οι τιμές σχεδιασμού για την οριακή τάση συνάφειας που δίνονται μπορούν να αυξηθούν κατά 40% υπό την προϋπόθεση ότι ικανοποιείται μία από τις ακόλουθες συνθήκες:

- Η επικάλυψη των οπλισμών είναι τουλάχιστον 10Φ (Φ: διάμετρος ράβδου)
- Διατίθεται σημαντική εγκάρσια θλίψη
- Προβλέπεται περίσφιγξη από κατάλληλη όπλιση.

Όταν χρησιμοποιείται σκυρόδεμα κατηγορίας μεγαλύτερης από C50/60, η τιμή οριακής συνάφειας πρέπει να περιορίζεται, σε αυτήν που ισχύει για κατηγορία αντοχής C50/60.

Περιοχή συνάφειας	F_{ck}	12	16	20	25	30	35	40	45	50
I	Λείες ράβδοι	0,8	0,95	1,1	1,2	1,35	1,45	1,6	1,75	1,85
	Ράβδοι $\Phi < 32$ υψηλής συνάφειας	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3

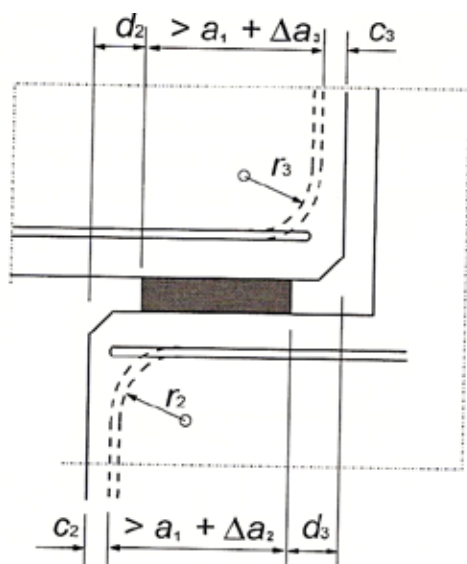
Πίνακας 3.8: Βασικές τιμές της οριακής τάσης συνάφειας f_{bd} (MPa)

3.12.3.ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ.

Όπως αναφέρεται στον Ε.Κ.Π. και στον EC2 ο κύριος οπλισμός κάμψεως τόσο στα στηρίζοντα όσο και στα εδραζόμενα στοιχεία θα πρέπει να αγκυρώνεται αποτελεσματικά (Εικόνα 9). Όταν σε προκατασκευασμένο έργο προβλέπονται αρμοί με χυτό σκυρόδεμα, οι διαστάσεις τους πρέπει να καθορίζονται λαμβάνοντας υπόψη:

- Το μέγεθος των οπλισμών
- Τις απαιτήσεις σχετικά με την υπερκάλυψη των οπλισμών
- Την δυνατότητα καμπύλωσης των οπλισμών
- Την επικάλυψη οπλισμών
- Τις ανακρίβειες στην τοποθέτηση προκατασκευασμένων στοιχείων
- Την ευκολία στη χύτευση και συμπύκνωση του σκυροδέματος

Το εύρος του αρμού δεν θα πρέπει εν γένει να είναι μικρότερο από 100 mm. Η τάση συνάφειας που αναπτύσσεται στα ευθύγραμμα άκρα των ράβδων με νευρώσεις θα πρέπει να λαμβάνεται με τιμή όπως η αντίστοιχη τιμή για λείες ράβδους.



Εικόνα 9: Παράδειγμα λεπτομέρειας εδράσεως (για δοκούς και πλάκες)

Πιο παραπάνω αναφέρθηκαν οι απαιτήσεις που σχετίζονται αποκλειστικά με τα εφάδρανα. Ο σχεδιασμός οφείλει να εξασφαλίσει τα εξώτατα άκρα, στηρίζοντος και στηριζόμενου μέλους έναντι της ενδεχόμενης λοξής ρηγμάτωσης. Για αυτό κατά περίπτωση απαιτούνται επαρκείς διαστάσεις και κατάλληλος οπλισμός.

3.13.ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ ΜΕ ΔΑΠΕΔΑ.

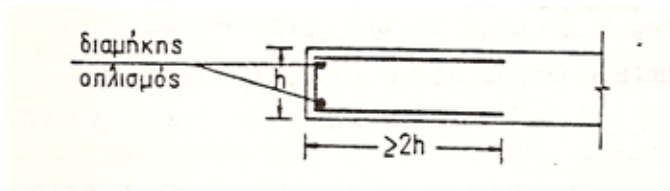
Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, στην περίπτωση που ένα τοίχωμα τοποθετείται υπεράνω αρμού μεταξύ δύο πλακών δαπέδου ή επάνω από πλάκα δαπέδου η οποία είναι στερεά συνδεδεμένη με ακραίο τοίχωμα, και όταν δεν έχουν ληφθεί άλλα ειδικά μέτρα ή δεν διατίθεται εργαστηριακή αιτιολόγηση, μόνο το 50% της φέρουσας διατομής έδρασης του τοιχώματος μπορεί να θεωρηθεί ενεργός για τις ανάγκες του σχεδιασμού. Η ένωση πρέπει να οπλιστεί κατάλληλα.

3.13.1.ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΥΠΟΥ ΣΑΝΤΟΥΙΤΣ.

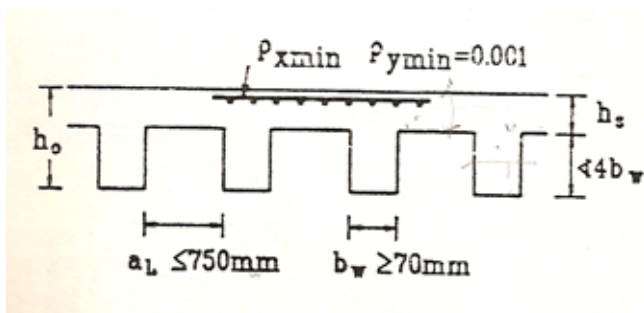
Κατά τον σχεδιασμό των τοιχωμάτων τύπου σάντουιτς, θα λαμβάνεται υπόψη και η επιρροή της θερμοκρασίας, ξηρασίας, υγρασίας, και συστολής λόγω ξηράνσεως. Θα γίνεται αναφορά και στα σχετικά πρότυπα CEN. Σε μικτά τοιχώματα τύπου σάντουιτς, για τις συνδέσεις μεταξύ των στρώσεων του χυτού σκυροδέματος και του προκατασκευασμένου, πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο υλικά ανθεκτικά σε διάβρωση. Η κόπωση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όπου είναι απαραίτητο.

Σε φέροντα στοιχεία, ο ελάχιστος οπλισμός σε κάθε επιφάνεια τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφη διεύθυνση δεν πρέπει να είναι μικρότερος από

1,3 cm²/m. κατά κανόνα δεν απαιτείται ο οπλισμός ελεύθερων άκρων(Εικόνα 10, Εικόνα 11). σε περίπτωση που μία στρώση ενός τοιχώματος τύπου σάντουιτς δεν είναι φέρουσα, ο οπλισμός μπορεί να τίθεται στην μία μόνο στρώση.



Εικόνα 10: Οπλισμός ελεύθερων άκρων

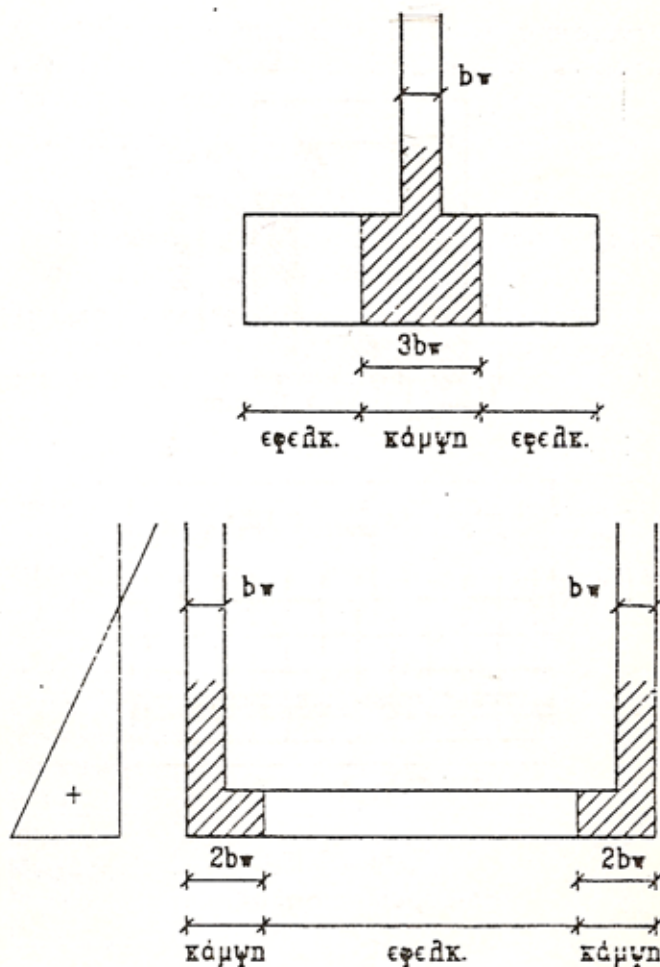


Εικόνα 11: Ελάχιστες διαστάσεις πλακών με νευρώσεις

3.14.ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΑΝΩ ΤΟΥ C50/60.

Ο ελάχιστος κύριος οπλισμός δεν πρέπει να είναι μικρότερος από αυτόν που απαιτείται για τον έλεγχο της ρηγμάτωσης ούτε μικρότερος από $0,6bd/f_{yk} < 0,0018bd f_{yd}$ σε N/mm².

Η καλύτερη ποιότητα σκυροδέματος χρειάζεται μεγαλύτερο οπλισμό ίσως λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε τσιμέντο και άρα ισχυρότερης συρρίκνωσης. Σε περιοχές δομικών στοιχείων στις οποίες είναι δυνατό να αναπτυχθούν εφελκυστικές τάσεις λόγω παρεμποδισμένων παραμορφώσεων(λόγω συστολής ξήρανσης, θερμοκρασίας, καθιζήσεων κλπ.) πρέπει να τοποθετείται ένας ελάχιστος οπλισμός με υψηλή συνάφεια, ώστε η τάση του οπλισμού κατά την ενδεχόμενη ρηγμάτωση να παραμείνει μικρότερη από την τάση διαρροής. Για εφελκυσόμενα πέγματα πλακοδοκών σε πλάτος εκατέρωθεν του κορμού λαμβάνεται με $k=0,5$ (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Τιμές του k για εφελκόμενα πέλματα

Ο οπλισμός αυτός συνιστάται να κατανέμεται καθύψος ανάλογα με την μορφή του διαγράμματος των εφελκυστικών τάσεων. Οι τένοντες προέντασης επιτρέπεται να προσμετρώνται στον ελάχιστο οπλισμό ρηγματώσεως στο εσωτερικό τετραγώνου πλευράς 300mm με κέντρο τον τένοντα, υπό την προϋπόθεση ότι λαμβάνονται καταλλήλως υπόψη οι διαφορετικές συνθήκες συνάφειας των τενόντων και του οπλισμού. αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία, η προϋπόθεση αυτή θεωρείται ότι ικανοποιείται λαμβάνοντας υπόψη τη μισή επιφάνεια των τενόντων.

3.15.ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ ΘΗΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ.

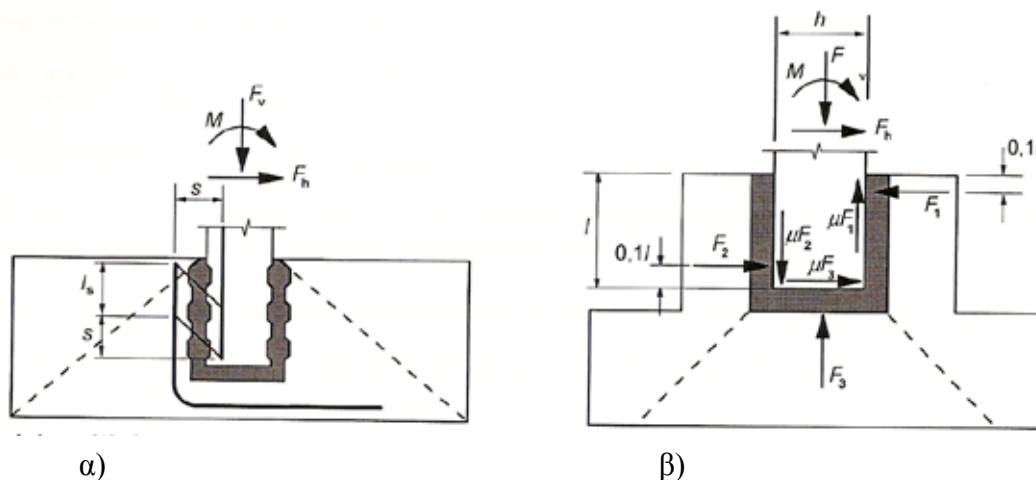
Οι θήκες θεμελίωσης σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, πρέπει να είναι σε θέση να μεταφέρουν από τα υποστυλώματα στο έδαφος κατακόρυφα φορτία, ροπές κάμψεως και οριζόντιες τέμνουσες. Η προκατασκευασμένη θήκη θεμελίωσης πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη, έτσι ώστε να επιτραπεί ικανοποιητική πλήρωση με σκυρόδεμα κάτω και γύρω από το υποστύλωμα.

3.15.1.ΘΗΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕ ΟΔΟΝΤΩΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, οι θήκες θεμελίωσης στις οποίες έχουν προβλεφθεί ισχυρές τραχείες νευρώσεις ή οδοντώσεις μπορούν να θεωρούνται ως μονολιθικές θεμελιώσεις. Όταν εμφανίζεται κατακόρυφος εφελκυσμός λόγω της μεταφοράς ροπής, χρειάζεται προσοχή στη λεπτομέρεια υπέρθεσης των οπλισμών υποστύλωματος και θεμελίωσης, λαμβάνοντας υπόψη και το γεγονός ότι οι εν υπέρθεσει ράβδοι είναι διαχωρισμένες.

Το μήκος υπερέκτασης θα πρέπει να αυξηθεί τουλάχιστον κατά την οριζόντια απόσταση μεταξύ της ράβδου οπλισμού του υποστύλωματος και της κατακόρυφης ράβδου υπερέκτασης στη θεμελίωση (Εικόνα 13.α). Πρέπει να προβλέπεται επαρκής οριζόντιος οπλισμός για την περιοχή υπερέκτασης.

Ο σχεδιασμός έναντι διάτρησης πρέπει να γίνεται όπως για την μονολιθική σύνδεση υποστύλωματος-θεμελίωσης υπό την προϋπόθεση ότι έχει εξασφαλισθεί η μεταφορά της τέμνουσας μεταξύ του υποστύλωματος και του πέδιλου. Στην αντίθετη περίπτωση, ο σχεδιασμός έναντι διάτρησης εκ διάτρησης θα γίνεται όπως σε θήκες θεμελίωσης με λείες επιφάνειες.



Εικόνα 13 : α)θήκη θεμελίωσης με οδοντωτή επιφάνεια αρμού, β) θήκη θεμελίωσης με λείες επιφάνειας αρμού.

3.15.2.ΘΗΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ ΜΕ ΛΕΙΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ.

Οι δυνάμεις και οι ροπές στον Ε.Κ.Π. και στον EC2, μπορεί να θεωρηθεί ότι μεταφέρονται από το υποστύλωμα στο θεμέλιο με θλιπτικές δυνάμεις (F_1, F_2, F_3) διαμέσου του σκυροδέματος πλήρωσης και τις αντίστοιχες δυνάμεις τριβής όπως φαίνεται στο σχήμα (Εικόνα 23.β). Ο συντελεστής τριβής δεν πρέπει να λαμβάνεται

μεγαλύτερος από $\mu=0,3$. Όπως σημειώνει ο EC2, το μοντέλο αυτό απαιτεί $I \geq 1,2h$. Όταν χρησιμοποιείται αυτό το προσομοίωμα, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή:

- Στη λεπτομέρεια όπλισης έναντι δύναμης (F1) στην κορυφή των τοιχωμάτων της θήκης θεμελίωσης
- Στη μεταφορά της δύναμης (F1) κατά μήκος των πλευρικών τοιχωμάτων της θήκης θεμελίωσης
- Στην αντοχή σε διάτμηση των άκρων του υποστύλωματος
- Στην αντοχή σε διάτμηση της πλάκας του πέδιλου που δέχεται την δύναμη από το υποστύλωμα. Στον σχετικό υπολογισμό είναι δυνατό να ληφθεί υπόψη και το επιτόπου φέρον σκυρόδεμα που ευρίσκεται κάτω από το προκατασκευασμένο στοιχείο.

3.16.ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ Ε.Κ.Π. ΚΑΙ ΤΟΝ EC2.

Οι ελκυστήρες πρέπει να προβλέπονται:

- Για να παρεμποδίζουν τοπικές βλάβες λόγω τυχηματικών δράσεων, όπως π.χ. από κρούση ή έκρηξη
- Για να προσφέρουν εναλλακτική μεταφορά φορτίων σε περίπτωση που συμβεί τοπική βλάβη.

Θα προβλέπονται οι ακόλουθοι τύποι ελκυστήρων:

- Περιμετρικοί ελκυστήρες
- Εσωτερικοί ελκυστήρες
- Οριζόντιοι ελκυστήρες
- Όπου μπορεί να απαιτηθεί, κατακόρυφοι ελκυστήρες κυρίως σε κτίρια από προκατασκευασμένα.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC2, όταν ένα κτίριο είναι χωρισμένο, μέσω αρμών διαστολής, σε κατασκευαστικά ανεξάρτητα τμήματα, κάθε ένα από τα τμήματα αυτά θα πρέπει να διαθέτει ένα ανεξάρτητο σύστημα ελκυστήρων. Κατά τον σχεδιασμό των ελκυστήρων, ο οπλισμός μπορεί να θεωρηθεί ότι λειτουργεί στη χαρακτηριστική αντοχή του και ότι μπορεί να μεταφέρει τις εφελκυστικές δυνάμεις. Ο οπλισμός που έχει προβλεφθεί για άλλους λόγους, μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί τμήμα ή και το σύνολο αυτών των δεσμικών στοιχείων.

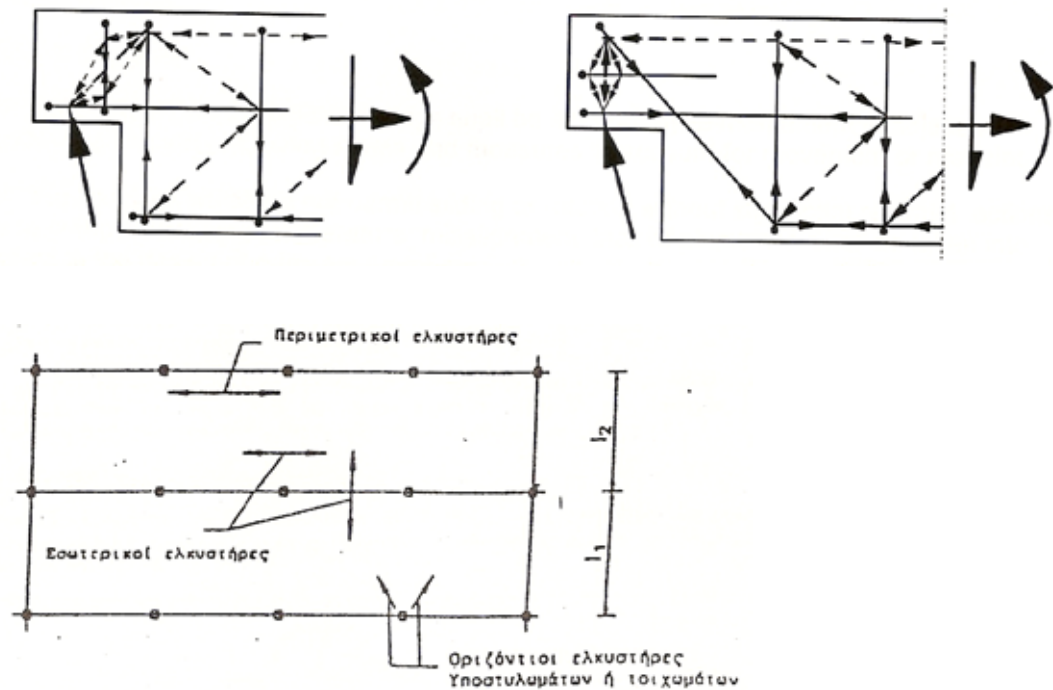
- **Περιμετρικοί ελκυστήρες:** κάθε επίπεδο δαπέδου και οροφής θα προβλέπονται συνεχείς περιμετρικοί ελκυστήρες σε απόσταση έως 1,2m από τις άκρες του επιπέδου. Οι ελκυστήρες αυτοί μπορούν να συμπεριλαμβάνουν

και οπλισμό ο οποίος αποτελεί τμήμα εσωτερικού ελκυστήρα. Οι περιμετρικοί ελκυστήρες θα πρέπει να είναι ικανοί να φέρουν εφελκυστική δύναμη ίση με $F_{tie} = l_r \text{ kN/m} \leq 70 \text{ kN}$ (όπου l_r είναι το μήκος του τελευταίου ανοίγματος (m)). Σε κατασκευές με εσωτερικά απολήγουσες πλευρές (π.χ. αίθρια, προαύλια κλπ.)θα προβλέπονται περιμετρικοί ελκυστήρες, όπως και για τις εξωτερικές πλευρές, οι οποίοι θα πρέπει να είναι πλήρως αγκυρωμένοι.

- **Εσωτερικοί ελκυστήρες:** Τέτοιοι ελκυστήρες θα προβλέπονται σε κάθε επίπεδο δαπέδου ή οροφής, σε δύο διευθύνσεις περίπου υπό ορθή γωνία. Θα είναι απαραίτητως συνεχείς σε όλο το μήκος τους και θα αγκυρώνονται, σε κάθε άκρο τους, στους περιμετρικούς συνδέσμους (εκτός εάν συνεχίζονται ως ελκυστήρες σε υποστυλώματα ή τοιχώματα). Οι εσωτερικοί ελκυστήρες είναι δυνατόν να είναι, στο σύνολο τους ή εν μέρει, είτε ομοιόμορφα κατανομημένοι στις πλάκες είτε συγκεντρωμένοι σε δοκούς, τοιχώματα ή άλλες κατάλληλες θέσεις. Όταν ευρίσκονται σε τοιχώματα, θα πρέπει να είναι διαταγμένοι σε ζώνη πλάτους έως 0,5m από την κορυφή ή την βάση των πλακών δαπέδου (εικόνα 24). Οι ελκυστήρες πρέπει να μπορούν να φέρουν, σε κάθε διεύθυνση, εφελκυστική δύναμη ίση με $F_{tie} = 20 \text{ kN/m}$. Έτοιμα για χρήση δάπεδα για τα οποία δεν είναι δυνατό να γίνει κατανομή των ελκυστήρων εγκάρσια προς την φέρουσα κατεύθυνση τους, οι εγκάρσιοι σύνδεσμοι επιτρέπεται να τοποθετούνται κατά ομάδες κατά μήκος των αξόνων των δοκών. στην περίπτωση αυτή, ελάχιστη δύναμη κατά το μήκος του άξονα εσωτερικής δοκού θα είναι μικρότερη από τις τιμές:

1. 70 kN
2. $\frac{1}{2}(l_1 + l_2)20 \text{ kN}$.

Όπου τα l_1 και l_2 συμβολίζουν τα ανοίγματα της πλάκας δαπέδου εκατέρωθεν της εσωτερικής δοκού(Εικόνα 14). Οι εσωτερικοί ελκυστήρες θα πρέπει να συνδέονται με τους περιμετρικούς ελκυστήρες έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μεταφορά των δυνάμεων.



Εικόνα 14: Ελκυστήρες για τυχηματικές δράσεις

- **Οριζόντιοι ελκυστήρες με υποστυλώματα και τοιχώματα:** Τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα προσόψεων, συνδέονται οριζοντίως με την κατασκευή με ελκυστήρες στο επίπεδο κάθε δαπέδου ή οροφής. Οι ελκυστήρες πρέπει να μπορούν να φέρουν εφελκυστική δύναμη 20kN ανά τρέχον μέτρο προσόψεως. Σε υποστυλώματα, η δύναμη αυτή δεν χρειάζεται να υπερβαίνει την τιμή 150kN. Στην περίπτωση γωνιακών υποστυλωμάτων πρέπει να προβλέπονται ελκυστήρες κατά δύο διευθύνσεις, ο σπλισμός που προβλέπεται για τον περιμετρικό ελκυστήρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως οριζόντιος ελκυστήρας στην περίπτωση αυτή.
- **Κατακόρυφοι ελκυστήρες:** Σε κτίρια από προκατασκευασμένα τοιχώματα με πέντε ή περισσότερους ορόφους, πρέπει να προβλέπονται κατακόρυφοι ελκυστήρες σε υποστυλώματα/τοιχώματα για να περιορίζεται ο κίνδυνος κατάρρευσης ενός δαπέδου λόγω τυχηματικής απώλειας του υποκείμενου υποστυλώματος ή τοιχώματος. Στην περίπτωση αυτή οι ελκυστήρες θα αποτελέσουν τμήμα ενός συστήματος «γεφυρώσεως» που θα αποτελεστεί από τυχηματική αιτία. Στην περίπτωση που κάποιο υποστυλώμα/τοιχώμα στηρίζεται στο χαμηλότερο σημείο του σε στοιχείο διαφορετικό από θεμέλιο(π.χ. σε δοκό ή πλάκα), η τυχηματική απώλεια αυτού του στοιχείου θα λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό και θα προβλέπεται εναλλακτική πορεία του φορτίου (του υποστυλώματος/τοιχώματος).

Όπως αναφέρει ο Ε.Κ.Π., οι διατομές των ελκυστήρων θα είναι οι μέγιστες από αυτές που απαιτούνται είτε για να παραλαμβάνονται τα φορτία που προκαλούνται από τις αρμόζουσες τυχηματικές δράσεις όπως αυτές ορίζονται, είτε για να υπάρχει μία εναλλακτική καθορισμένη πορεία φορτίου περί μία περιοχή που έχει υποστεί βλάβες. Για τις ανάγκες του σχεδιασμού των ελκυστήρων, μπορούν να αγνοούνται άλλες δυνάμεις που δημιουργούνται ως συνέπεια της εμφανίσεως τοπικών βλαβών.

Οι ελκυστήρες στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις, θα πρέπει να λειτουργούν αποδεδειγμένα ως συνεχείς και θα αγκυρώνονται στην περίμετρο της κατασκευής. Οι ελκυστήρες μπορεί να τοποθετούνται εξολοκλήρου μέσα στην άνω στρώση από επιτόπου σκυρόδεμα ή και στις συνδέσεις. Όταν οι ελκυστήρες δεν είναι συνεχείς μέσα σε ένα επίπεδο, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη φαινόμενα που οφείλονται σε εκκεντρότητες. Οι ελκυστήρες μπορούν να είναι προεντεταμένοι. Κατά κανόνα δεν θα πρέπει να υπερκαλύπτονται στη θέση όπου υπάρχει στενός αρμός μεταξύ προκατασκευασμένων στοιχείων. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να χρησιμοποιείται κατάλληλη μηχανική αγκύρωση.

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟ ΤΗΝ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

4.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η αναφορά στους κανονισμούς που διέπουν το Β μέρος του Ε.Κ.Π., δηλαδή τον αντισεισμικό σχεδιασμό προκατασκευασμένων κτιρίων λαμβάνοντας υπόψη την σεισμική δράση, καθώς και η σύγκριση με τις διατάξεις του EC8(Μέρος 1: «Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια», §5.11: «Προκατασκευασμένες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα»), επισημαίνονται και σχολιάζονται οι ομοιότητες και διαφοροποιήσεις και εξάγονται συμπεράσματα.

Στο σημείο αυτό μελετάται το Β μέρος του Ε.Κ.Π., στο οποίο λαμβάνεται υπόψη η δράση του σεισμού και είναι βασισμένο στην Ευρωπαϊκή Προνόρμα ENV 1998-1-3,1994,ANEX B του EC8, καθώς επίσης είναι εναρμονισμένο με τις διατάξεις του ΝΕΚΩΣ. Επειδή στην Ελλάδα κυρίαρχη φόρτιση είναι αυτή του σεισμού, η σύγκριση στις απαιτήσεις των υπό σεισμικών δράσεων κανονισμών αποκτά περισσότερη σημασία και κεντρίζει το ενδιαφέρον.

4.2.ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.

Κατά τον Ε.Κ.Π. που έρχεται σε συμφωνία με τον EC8, τα δομικά συστήματα και οι φορείς που καλύπτονται είναι αυτά που ουσιαστικά συνίστανται από ένα πρόβολο και άνω του 50% της συνολικής μάζας του δομήματος είναι συγκεντρωμένο στο ανώτερο 1/3 του ύψους του.

Τα μεμονωμένα βιομηχανικά κτίρια ενός ορόφου με δοκούς που συνδέονται αρθρωτά στα δύο άκρα τους με τα υποστυλώματα, πρέπει να διακρίνονται από τα συνήθη πλαίσια συστήματα.

4.2.1.ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.

Και στον Ε.Κ.Π. και στον EC8 για την επιλογή των προσομοιωμάτων προκατασκευασμένων κατασκευών ισχύει ότι πρέπει να γίνονται οι ακόλουθες αξιολογήσεις.

1.Αναγνώριση των διαφόρων ρόλων των φερόντων δομικών στοιχείων τα οποία:

- Ανθίστανται μόνο σε δυνάμεις βαρύτητας πχ αμφιαρθρωτά υποστυλώματα γύρω από έναν πυρήνα από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Ανθίστανται τόσο σε δυνάμεις βαρύτητας όσο και σεισμικές δυνάμεις πχ πλαίσια ή τοιχώματα.
- Παρέχουν κατάλληλη και επαρκή σύνδεση μεταξύ φερόντων στοιχείων πχ διαφράγματα πατωμάτων και ορόφων.

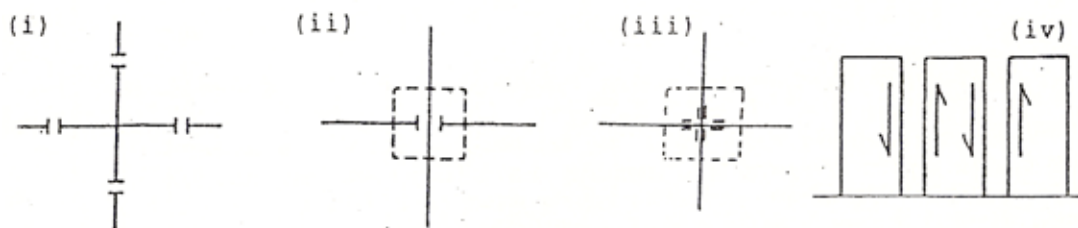
2. Δυνατότητα ικανοποίησης των απαιτήσεων του σεισμικού σχεδιασμού σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC8:

- Συστήματα προκατασκευής ικανά να ικανοποιήσουν όλες αυτές τις απαιτήσεις.
- Συστήματα προκατασκευής τα οποία αποκλίνουν από αυτές τις απαιτήσεις και ανάλογα με τις επιπτώσεις απαιτούν πρόσθετα κριτήρια σχεδιασμού και μικρότερους συντελεστές σεισμικής συμπεριφοράς.
- Καθώς επίσης κατά τον EC8, συστήματα προκατασκευής που συνδυάζουν τα υποστυλώματα ή τα τοιχώματα προκειμένου να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις.

3. Αναγνώριση των μη φερόντων στοιχείων, τα οποία ενδέχεται:

- Να είναι τελείως ανεξάρτητα και να μην συνδέονται με τον φέροντα οργανισμό.
- Να ανθίστανται μερικώς στις παραμορφώσεις των φερόντων στοιχείων.

4. Αναγνώριση της δυνατότητας συμμετοχής των συνδέσεων στην ανάλυση σεισμικής ενέργειας της κατασκευής. Για τον ΕΚΠ όσο και για το EC8 γίνονται οι ακόλουθες διακρίσεις (Εικόνα 1) :



Εικόνα 1: i) συνδέσεις που βρίσκονται εκτός κρίσιμων περιοχών

ii) υπερδιαστασιολογημένες συνδέσεις, με πλαστικές αρθρώσεις μετατοπισμένες σε περιοχές εκτός των συνδέσεων

iii) πλαστικές συνδέσεις ραβδόμορφων στοιχείων εντός της κρίσιμης περιοχής

iv) πλαστικές διατημητικές συνδέσεις μεταξύ τοιχωμάτων οι οποίες συμμετέχουν στην ανάλυση σεισμικής ενέργειας

1. Συνδέσεις οι οποίες βρίσκονται εκτός των κρίσιμων περιοχών και επομένως δεν επηρεάζουν την δυνατότητα που διαθέτει η κατασκευή στην ανάλωση σεισμικής ενέργειας (Εικόνα 1i).

· **Κρίσιμες περιοχές δοκού**

Σύμφωνα με τον ΝΕΚΩΣ ως κρίσιμες περιοχές θεωρούνται τα ακραία τμήματα της δοκού με μήκος από τις παρειές στήριξης σε υποστύλωμα ή τοίχωμα 2 φορές το ύψος δοκού.

· **Κρίσιμες περιοχές υποστυλώματος (Εικόνα 2)**

Ως κρίσιμες περιοχές του υποστυλώματος ορίζονται:

α) οι ακραίες περιοχές του υποστυλώματος πάνω και κάτω από τους κόμβους, σε απόσταση από την παρειά του κόμβου η οποία ισούται με το μεγαλύτερο από:

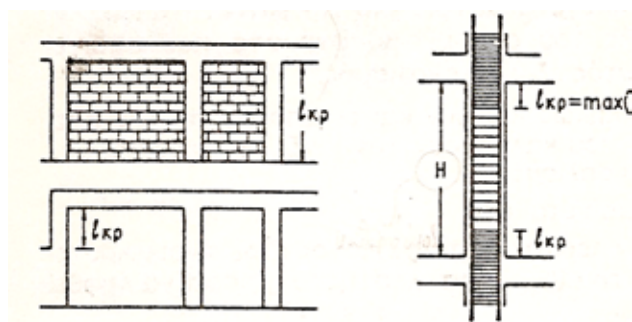
- το 1/6 του καθαρού ύψους ορόφου

- την μεγαλύτερη διάσταση της διατομής του υποστυλώματος

- 450mm.

β) όταν υπάρχει τοίχος από τη μία πλευρά υποστυλώματος, τότε όλο το ύψος του θεωρείται κρίσιμο. Το ίδιο ισχύει για τα γωνιακά υποστυλώματα, τα οποία έχουν τοίχο από τη μία τους πλευρά κατά x ή και κατά y. Όταν ένα υποστύλωμα έχει από τη μία ή και από τις δυο πλευρές του τοίχο, ο οποίος δεν εκτείνεται σε όλο το ύψος του ορόφου, το σύνολο του ύψους του θεωρείται κρίσιμο.

γ) όταν το υποστύλωμα συνδέεται με τοίχωμα με μέρος του ύψους του τότε κρίσιμο θεωρείται όλο το υπόλοιπο ύψος.

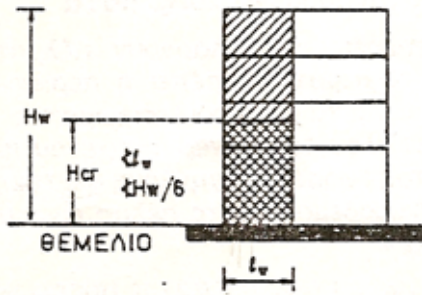


Εικόνα 2: Κρίσιμες περιοχές υποστυλωμάτων

· **Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος (Εικόνα 3)**

Ως κρίσιμη περιοχή H_{cr} θεωρείται το τμήμα του τοιχώματος μέχρι ύψους (από την θεμελίωση) τουλάχιστον ίσου με το μέγιστο των l_w και $H_w/6$, όπου H_w το συνολικό ύψος από την θεμελίωση έως την κορυφή του τοιχώματος.

Σε κάθε περίπτωση η κρίσιμη περιοχή καλύπτει ολόκληρο το ύψος του κάτω ορόφου, πλέον του τυχόν υπάρχοντος υπογείου.



Εικόνα 23: Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος

2. Συνδέσεις οι οποίες βρίσκονται εντός των κρίσιμων περιοχών αλλά έχουν επαρκώς υπερδιαστασιολογηθεί, (έχουν δηλαδή την ικανότητα να αναλαμβάνουν και να μεταβιβάζουν τις σεισμικές και άλλες δράσεις, συμπεριφερόμενες ελαστικά) έτσι ώστε ανελαστικές παραμορφώσεις να μετατοπίζονται εκτός των περιοχών των συνδέσεων αυτών (Εικόνα 1ii).

3. Συνδέσεις οι οποίες ευρίσκονται εντός των κρίσιμων περιοχών, οι οποίες όμως αποδεδειγμένα να διαθέτουν την απαιτούμενη πλαστιμότητα (Εικόνα 1iii και iv).

4.2.3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.

4.2.4. ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ.

Κατά τον Ε.Κ.Π. και τον EC8 σε προκατασκευασμένα στοιχεία και στις συνδέσεις τους, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εξασθένηση αποκρίσεως του έναντι ανακυκλιζόμενων παραμορφώσεων μετά την διαρροή. Έτσι, σε αντίθεση με την περίπτωση μονολιθικών κατασκευών (χυτών επιτόπου), η σεισμική αντοχή των συνδέσεων προκατασκευασμένων στοιχείων δεν θα λαμβάνεται ίση με την αντοχή τους υπό μονοτονική φόρτιση. Όμως, ο EC8 παρουσιάζεται πιο αυστηρώς τονίζοντας ότι πρέπει να μειώνεται η τιμή της αντίστασης σχεδιασμού των συνδέσεων έτσι ώστε να πληρεί τις απαιτήσεις του σεισμικού σχεδιασμού.

4.2.5. ΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. για τα προκατασκευασμένα έργα, η στάθμη πλαστιμότητας μπορεί να είναι η ίδια όπως αυτή προκύπτει από τις απαιτήσεις του ΝΕΚΩΣ και υπό την προϋπόθεση ότι ακολουθούνται όλες οι σχετικές με την πλαστιμότητα προβλέψεις του ΝΕΚΩΣ με όσες τροποποιήσεις ή άλλες προβλέψεις αναφέρονται στον Ε.Κ.Π. Εκτός από την ικανότητα αναπτύξεως πλαστικών στροφών

στις κρίσιμες περιοχές, σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. ο οποίος δεν διαφέρει από τον EC8 η ανάλωση ενέργειας σε προκατασκευασμένες κατασκευές μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί μέσω μετελαστικών διατμητικών μετατοπίσεων δια μέσου των αρμών υπό την προϋπόθεση ότι:

α) η απόκριση τους σε όρους αντιστάσεων δεν μειώνεται ουσιαστικά κατά την θεωρούμενη διάρκεια της δράσεως και

β) έχουν κατάλληλα αποφευχθεί πιθανές απώλειες ευστάθειας.

Αυτή η διατμητική ικανότητα μπορεί να ληφθεί υπόψη κυρίως σε συστήματα με προκατασκευασμένα τοιχώματα όταν για την επιλογή του συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς του συνόλου της κατασκευής λαμβάνονται κατάλληλα υπόψη οι τιμές των δεικτών, μ_s , τοπικής πλαστιμότητας σε όρους διατμητικών μετατοπίσεων, στην επιλογή του γενικού συντελεστή συμπεριφοράς όπως αναφέρει ο EC8..

Κατά τον EC8 υπάρχουν τρεις κατηγορίες πλαστιμότητας που προβλέπονται για τις θέσεις των δομών στα προκατασκευασμένα συστήματα για το σχέδιο των προκατασκευασμένων κτηρίων. Η κατηγορία πλαστιμότητας L συστήνεται μόνο για την περίπτωση χαμηλής σεισμικότητας, ενώ για τα συστήματα τοιχωμάτων από προκατασκευασμένα στοιχεία όπως πανέλλα συνιστώμενη κατηγορία πλαστιμότητας είναι η M. Όμως η κάθε χώρα χρησιμοποιεί τους συντελεστές πλαστιμότητας που ισχύουν σύμφωνα με κανονισμούς της.

4.2.6.ΕΙΔΙΚΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ.

Όπως στον Ε.Κ.Π. έτσι και στον EC8 προκατασκευασμένες κατασκευές που κατασκευάζονται σε σεισμικές περιοχές πρέπει να είναι «κανονικές». Ένα κτίριο λέγεται κανονικό σύμφωνα με τον ΝΕΑΚ όταν ικανοποιεί τις παρακάτω συνθήκες:

α) δεν έχει κανένα στρεπτικά ευαίσθητο όροφο

β) η αύξηση ή μείωση της δυσκαμψίας K ενός ορόφου σε κάθε οριζόντια διεύθυνση δεν υπερβαίνει τις τιμές $0,35K$ και $0,50K$ αντίστοιχα. Η δυσκαμψία ενός ορόφου σε μία διεύθυνση θα λαμβάνεται ως το άθροισμα των δυσκαμψιών EI/h των κατακόρυφων στοιχείων του ορόφου.

γ) η μεταβολή της μάζας m ενός ορόφου δεν υπερβαίνει την τιμή $0,35m$ όταν πρόκειται για αύξηση και $0,50m$ όταν πρόκειται για μείωση. Από τον έλεγχο του κριτηρίου αυτού εξαιρείται ο ανώτατος όροφος και τυχόν απόληξη κλιμακοστασίου.

Δεν επιτρέπεται η διακοπή κατακόρυφων στοιχείων σε οποιοδήποτε όροφο, εκτός από στοιχεία του υπογείου τα οποία μπορούν να μην συνεχίζουν καθύψους. Επιπλέον σε ότι αφορά τις συνδέσεις ραβδόμορφων προκατασκευασμένων στοιχείων, οι αντοχές τους σε καθένα από τους δυο ορθογωνικούς άξονες δεν πρέπει να διαφέρουν περισσότερο από 25%.

4.2.7.ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. για προκατασκευασμένες κατασκευές οι οποίες ακολουθούν τις απαιτήσεις σχεδιασμού, η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς, q_p , μπορεί να λαμβάνεται σύμφωνα με την σχέση (1) εκτός αν με ειδικές μελέτες αποδεικνύεται ότι μπορούν να επιτρέπονται αποκλίσεις.

$$q_p = k_p \cdot q \quad (1)$$

όπου q =συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς σύμφωνα με τον πίνακα 4.1

k_p =μειωτικός συντελεστής που εξαρτάται από την ικανότητα ανάλωσης σεισμικής ενέργειας την οποία διαθέτει η προκατασκευασμένη κατασκευή.

	Δομικό σύστημα	q
A.	Πλαίσια ή μικτά συστήματα	3,50
B.	Συστήματα τοιχωμάτων που λειτουργούν σαν πρόβολοι	3,00
Γ.	Συστήματα στα οποία τουλάχιστον το 50% της συνολικής μάζας βρίσκεται στο ανώτερο 1/3 του ύψους	2,00

Πίνακας 4.1: Τιμές συντελεστή συμπεριφοράς κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος

Ο μειωτικός συντελεστής k_p μπορεί να λαμβάνεται ως εξής:

- 1,00 για κατασκευές στις οποίες οι συνδέσεις υλοποιούνται εκτός των κρίσιμων περιοχών
- 0,75 για κατασκευές για τις οποίες οι συνδέσεις έχουν υπερδιαστασιοποιηθεί, ή διαθέτουν πλαστικές συνδέσεις ικανές να αναλώσουν σεισμική ενέργεια

Ομοίως, στην §5.11 του EC8, ο δείκτης σεισμικής συμπεριφοράς προκατασκευασμένων κατασκευών, q_p δίνεται από την ίδια την εξίσωση 1, όπου συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς q λαμβάνεται από τον Πίνακα 4.2

	Δομικό σύστημα	ΚΠΜ	ΚΠΥ
A.	Πλαισιακό σύστημα ή τοιχωματικό συζευγμένων τοιχωμάτων	$3,0\alpha_u/\alpha_1$	$4,5\alpha_u/\alpha_1$
B.	Τοιχωματικό σύστημα ασύζευκτων τοιχωμάτων	3,0	$4,0\alpha_u/\alpha_1$
Γ.	Στρεπτικά ευαίσθητο	2,0	3,0
Δ.	Ανεστραμμένο εκκρεμές	1,5	2,0

Πίνακας 4.2: Τιμές συντελεστή συμπεριφοράς κτιρίων για συστήματα κανονικά καθύψος

Για κτίρια που δεν είναι κανονικά καθύψος, η τιμή του δείκτη σεισμικής συμπεριφοράς q πρέπει να μειώνεται κατά 20%.

Ο αντίστοιχος μειωτικός συντελεστής k_p , σύμφωνα με τον EC8, λαμβάνεται ως εξής:

- 1,00 για κατασκευές στις οποίες:
 - οι συνδέσεις υλοποιούνται εκτός των κρίσιμων περιοχών
 - διατίθενται υπερδιαστασιολογημένες συνδέσεις
 - διατίθενται συνδέσεις ικανές να αναλώσουν σεισμική ενέργεια
- 0,50 για κατασκευές με άλλου τύπου συνδέσεις

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. για προκατασκευασμένες κατασκευές, οι οποίες δεν ακλουθούν τις απαιτήσεις σχεδιασμού, ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς q_p πρέπει να λαμβάνεται ίσος με το 1,00 ενώ αντίστοιχα κατά τον EC8 ο συντελεστής συμπεριφοράς είναι μέχρι 1,5.

Ακόμα κατά τον Ε.Κ.Π. για βιομηχανικά κτίρια ενός ορόφου, ο φέρων οργανισμός των οποίων συντίθεται από προκατασκευασμένα υποστυλώματα που συνδέονται με δοκούς μέσω αρθρώσεων –και τα οποία σύμφωνα με τον εν λόγω κανονισμό διακρίνονται από τα συνήθη πλαισιακά συστήματα – ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς θα προκύπτει λαμβάνοντας $q=2,5$ υπό τις προϋποθέσεις ότι:

- Οι κορυφές των υποστυλωμάτων συνδέονται και προς τις δύο διευθύνσεις του κτιρίου με ελκυστήρες ή συνδέσμους (κατασκευασμένους από μέταλλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα)
- Ο συνολικός αριθμός των υποστυλωμάτων είναι μεγαλύτερος από έξι.

Στον EC8 δεν διατίθεται αντίστοιχη διάταξη παρά μόνο επισημαίνεται ότι μονώροφα κτίρια που συντίθενται από υποστυλώματα που συνδέονται στην κορυφή τους και ως προς τις δύο διευθύνσεις και των οποίων η ανηγμένη αξονική δύναμη να δεν ξεπερνά την τιμή 0,30 δεν κατατάσσονται ως προς το δομικό τους σύστημα στην κατηγορία του ανεστραμμένου εκκρεμούς.

4.2.8.ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. και τον EC8 κατά την διάρκεια της ανέγερσης μιας κατασκευής η οποία θα διαθέτει προσωρινή αντιστήριξη, η δράση του σεισμού δεν είναι ανάγκη να θεωρηθεί ως κατάσταση σχεδιασμού. Εντούτοις, σε περιπτώσεις που σεισμός είναι δυνατόν να προκαλέσει την συνολική κατάρρευση της κατασκευής ή τμημάτων της με μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας έναντι ανθρωπίνων ζώων, θα πρέπει να σχεδιάζονται συγκεκριμένες προσωρινές αντιστηρίξεις ικανές να παραλάβουν κατάλληλα μειωμένη σεισμική δράση. Σε περίπτωση ελλείψεως ειδικών μελετών, η μειωμένη αυτή σεισμική δράση μπορεί να λαμβάνεται ίση με το 30% της δράσης σχεδιασμού.

4.3.ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

4.3.1.ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΕΚΤΟΣ ΤΩΝ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. τέτοιου τύπου συνδέσεις πρέπει να πραγματοποιούνται σε απόσταση από το πέρας της κρίσιμης περιοχής, μεγαλύτερη από μιάμιση φορά την πιο μεγάλη διάσταση της διατομής των συνδεόμενων στοιχείων. Η αντίστοιχη απόσταση σύμφωνα με τον EC8 ορίζεται ως τουλάχιστον ίση με την πιο μεγάλη διάσταση της διατομής των συνδεόμενων στοιχείων. Για την κάλυψη αβεβαιοτήτων που σχετίζονται με την ανάλυση των προκατασκευασμένων συστημάτων, οι δράσεις σχεδιασμού των συνδέσεων αυτών θα πρέπει να πολλαπλασιάζονται επί 1,10 (σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π.).

Ωστόσο σύμφωνα με τον EC8, συνδέσεις αυτού του τύπου πρέπει να σχεδιάζονται:

A) για διατμητική δύναμη όπως αυτή ορίζεται με βάση τις διατάξεις του κανοντικού σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη συντελεστή υπεραντοχής γ_{Rd} ίσο με 1,10 για Μέση Κατηγορία Πλαστιμότητας(DCM) ή για Υψηλή Κατηγορία Πλαστιμότητας (DCH) και

B) για ροπή κάμψεως ίση τουλάχιστον με τη δρώσα ροπή όπως προκύπτει από την ανάλυση και το 50% της ροπής αντοχής της διατομής που αντιστοιχεί στο πέρας της πλησιέστερης κρίσιμης περιοχής, πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή γ_{Rd} .

4.3.2.ΥΠΕΡΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΝΤΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. οι δράσεις σχεδιασμού τέτοιου τύπου συνδέσεων, πρέπει να πολλαπλασιάζονται επί 1,80 και ο ίδιος κανόνας ισχύει και για τα ίδια τα συνδεδεμένα στοιχεία, για μήκος ίσο με $1,5l_{cr}$ όπου l_{cr} το μήκος της κρίσιμης περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις των απαιτήσεων αυτών κατά τον ικανοτικό σχεδιασμό.

Στον EC8, οι δράσεις σχεδιασμού υπερδιαστασιολογημένων συνδέσεων λαμβάνονται από την ροπή αντοχής της διατομής στο πέρας της κρίσιμης περιοχής, θεωρώντας συντελεστή υπεραντοχής 1,20 για Μέση Κατηγορία Πλαστιμότητας (DCM) και 1,35 για Υψηλή Κατηγορία Πλαστιμότητας (DCH).

Σύμφωνα με τον EC8 ο διαμήκης οπλισμός των υπερδιαστασιολογημένων συνδέσεων πρέπει να αγκυρώνεται πλήρως μετά το πέρας της κρίσιμης διατομής και ο οπλισμός της κρίσιμης περιοχής πρέπει να αγκυρώνεται πλήρως εκτός της υπερδιαστασιολογημένης σύνδεσης.

4.3.3.ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΛΩΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

Τέτοιου τύπου συνδέσεις, σύμφωνα με το ΕΚΠ και με τον EC8 πρέπει να πληρούν τα κριτήρια σχεδιασμού των αντίστοιχων μονολιθικών κατασκευών όπως αυτά ορίζονται στις σχετικές παραγράφους καθενός από τους δύο κανονισμούς.

4.3.4.ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.

Σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. η υπό σεισμική ένταση, η αντοχή σχεδιασμού των συνδέσεων, μεταξύ προκατασκευασμένων στοιχείων εντός των κρίσιμων περιοχών μπορεί να εκτιμηθεί ως εξής: $R_{pd}=R_d/(\gamma_{Rd}*\gamma_{cycl})$.

Όπου R_d = αντοχή σχεδιασμού υπό μονοτονική ένταση.

γ_{Rd} = πρόσθετος συντελεστής που εκφράζει την αβεβαιότητα του προσομοιώματος αντοχής.

γ_{cycl} = μειωτικός συντελεστής που εκφράζει την εξασθένηση της αντοχής λόγω ανακυκλιζόμενης παραμορφώσεως.

Η αντοχή σχεδιασμού πρέπει να λαμβάνεται όπως ορίζεται από τον κάθε κανονισμό, δηλαδή τον Ε.Κ.Π. και τον EC8. Όμως σε περίπτωση που οι τιμές που θα βρεθούν από τους αντίστοιχους υπολογισμούς δεν καλύπτουν πλήρως τον τύπο της συνδέσεως, θα πρέπει να διεξάγονται πρόσθετες υπολογιστικές και πειραματικές μελέτες.

Πιο συγκεκριμένα όπως αναφέρει ο Ε.Κ.Π. και ο EC8, για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας μιας σύνδεσης έναντι διατμητικής ολισθήσεως, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι μηχανισμοί αντοχής και πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους:

- Αντοχή λόγω τριβών υπό εξωτερικές θλιπτικές τάσεις και πρόσθετες εσωτερικές τάσεις λόγω δράσεως σφικτήρα από τους εγκάρσιους οπλισμούς του αρμού.
- Αντοχές λόγω δράσεως βλήτρου των οπλισμών αλλά μόνο εκείνων που δεν προκαλούν διαμήκεις αποσχίσεις (π.χ. μόνο των οπλισμών που είναι τοποθετημένοι κοντά στον πυρήνα του στοιχείου από σκυρόδεμα) καθώς αναφέρει ο Ε.Κ.Π.

Όπως ορίζεται μόνο από τον Ε.Κ.Π. ο συντελεστής αβεβαιότητας του στατικού προσομοιώματος, γ_{Rd} , θα πρέπει να λαμβάνεται ως εξής:

- Για αντοχές έναντι μεγεθών ορθής εντάσεως $\gamma_{Rd} = 1,10$ για το επίπεδο πλαστιμότητας κατά ΝΕΚΩΣ και ΝΕΑΚ
- Για αντοχές έναντι τέμνουσας $\gamma_{Rd} = 1,20$ για το επίπεδο πλαστιμότητας κατά ΝΕΚΩΣ και ΝΕΑΚ

Κατά τον Ε.Κ.Π. ο μειωτικός συντελεστής, γ_{cycl} , εκφράζει την μείωση της αντοχής μετά από κατάλληλο αριθμό ανακυκλιζόμενων επιβαλλόμενων παραμορφώσεων με στόχο την απαιτούμενη στάθμη πλαστιμότητας. Όταν δεν διατίθενται κατάλληλα υπολογιστικά ή πειραματικά δεδομένα, ο συντελεστής γ_{cycl} μπορεί να λαμβάνεται ως ακολούθως:

- Για αντοχές έναντι μεγεθών ορθής εντάσεως $\gamma_{cycl} = 1,15$
- Για αντοχές έναντι τέμνουσας για κατακόρυφες συνδέσεις $\gamma_{cycl} = 1,2$ και για οριζόντιες συνδέσεις $\gamma_{cycl} = 1 + 0,15q_p \geq 1,2$

Εναλλακτικά, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και απλοποιημένοι κανόνες για την εκτίμηση της αντοχής αυτών των συνδέσεων υπό καμπτικές ροπές εναλλασσόμενου πρόσημου, εφόσον διατίθεται επαρκής απόδειξη της εφαρμοσιμότητάς τους.

Οι αντοχές σχεδιασμού συνδέσεων που βρίσκονται εκτός κρίσιμων περιοχών, δεν χρειάζεται να μειώνονται με συντελεστές γ_{Rd} και γ_{cycl} .

Όπως αναφέρεται στον Ε.Κ.Π. και στον EC8 η συγκόλληση οπλισμών σε συνδέσεις με ικανότητα αναλώσεως σεισμικής ενέργειας μπορεί κατά εξαίρεση να είναι αποδεκτή και να λαμβάνεται υπόψη στην φέρουσα ικανότητα των συνδέσεων αυτών υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Θα χρησιμοποιούνται μόνο συγκολλησιμοί χάλυβες
- Τα υλικά συγκολλήσεως, οι τεχνικές και το προσωπικό που τις εφαρμόζει, εξασφαλίζουν ότι η μείωση της τοπικής πλαστιμότητας, θα είναι μικρότερη από το 10% της πλαστιμότητας που θα επιτυγχανόταν εάν οι συνδέσεις πραγματοποιούνταν χωρίς συγκόλληση.

Σε στοιχεία από σκυρόδεμα που περιλαμβάνουν σταθερά συνδεδεμένα μεταλλικά στοιχεία (προφίλ ή ράβδοι), τα οποία συμβάλλουν στην αντοχή έναντι σεισμικών δράσεων, τα μεταλλικά στοιχεία πρέπει να ελέγχονται υπολογιστικά και πειραματικά αν χρειαστεί και να αποδεικνύεται ότι αντέχουν σε φόρτιση εξ επιβαλλόμενων παραμορφώσεων που να αντιστοιχούν στη στάθμη πλαστιμότητας.

4.4.ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

4.4.1.ΔΟΚΟΙ.

Τόσο στον Ελληνικό Κανονισμό Προκατασκευής όσο και στον EC8, οι απλώς εδραζόμενες προκατασκευασμένες δοκοί θα πρέπει να συνδέονται με κατακόρυφα φέροντα στοιχεία, υποστυλώματα ή τοιχώματα. Η σύνδεση μεταξύ δοκών και υποστυλωμάτων/τοιχωμάτων θα πρέπει να σχεδιάζεται επαρκώς ώστε να εξασφαλίζεται η μεταβίβαση των οριζοντίων σεισμικών δράσεων χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η ευμενής δράση της τριβής μεταξύ των φερόντων στοιχείων.

4.4.2.ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ.

Σύμφωνα με τον EC8 συνδέσεις μεταξύ προκατασκευασμένων υποστυλωμάτων στις κρίσιμες περιοχές επιτρέπονται μόνο για μέση κατηγορία πλαστιμότητας (DCM).

Η αντίστοιχη διάταξη του Ε.Κ.Π. αναφέρει ότι συνδέσεις μεταξύ υποστυλωμάτων εντός των κρίσιμων περιοχών δεν επιτρέπονται εκτός κι αν εφαρμόζονται συγχρόνως τα ακόλουθα:

- Διατίθενται καταλλήλως διατεταγμένα (σε κάτοψη και καθύψος) φέροντα τοιχώματα, τα οποία να παραλαμβάνουν το σύνολο της σεισμικής εντάσεως, διαμορφωμένα και οπλισμένα σύμφωνα με τις διατάξεις του ΝΕΚΩΣ (αν πρόκειται για μονολιθικά τοιχώματα) ή σύμφωνα με τις διατάξεις του μέρους Β του Ε.Κ.Π. (αν πρόκειται για προκατασκευασμένα τοιχώματα).
- Για όλες τις πλάκες των οροφών της κατασκευής ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του Ε.Κ.Π. που διέπουν την εξασφάλιση διαφραγματικής λειτουργίας σε προκατασκευασμένες κατασκευές (§Β3.5 Ε.Κ.Π.).
- Ειδικά για την περίπτωση πλαισιωτών κατασκευών με, αρθρωτές συνδέσεις στύλων-δοκών, τα υποστυλώματα, σύμφωνα με τον EC8, πρέπει να σχεδιάζονται ως πλήρως πακτωμένα στον πόδα τους στην περιοχή της θήκης θεμελίωσης σύμφωνα με την παράγραφο που αφορά στις υπερδιαστασιολογημένες συνδέσεις. Το ίδιο ισχύει και για το Ε.Κ.Π..

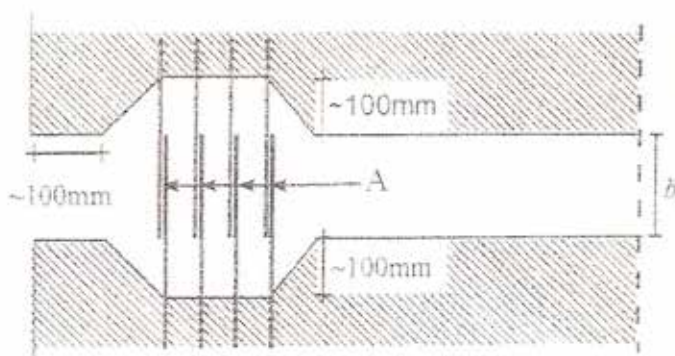
4.4.3. ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ.

Όσον αφορά τις διατάξεις που διέπουν τα προκατασκευασμένα τοιχώματα υπάρχει ταύτιση μεταξύ Ε.Κ.Π. και EC8, και συγκεκριμένα:

- Το συνολικό ελάχιστο ποσοστό οπλισμού αναφέρεται στην πραγματική διατομή του σκυροδέματος και λαμβάνει υπόψη τις κατακόρυφες ράβδους του κορμού και τον ακραίων περιοχών των τοιχωμάτων.
- Δεν επιτρέπεται η χρήση μιας μόνο εσχάρας οπλισμού.
- Σε περίπτωση που σε απόσταση μικρότερη από $2,5 b_w$ από τον κατακόρυφο αρμό του τοιχώματος προβλέπεται άνοιγμα, το τμήμα του τοιχώματος μεταξύ αρμού και τοιχώματος θα διαμορφώνεται ως υποστύλωμα ακολουθώντας τις αντίστοιχες διατάξεις του ΕΚΩΣ και EC2 που αφορούν στα υποστυλώματα.
- Προκειμένου να αποφεύγεται εξασθένιση τις απόκλισης κατά την ανακύκλωση, όλοι οι κατακόρυφοι αρμοί πρέπει να προβλέπονται με οδοντώσεις.
- Οριζόντιοι αρμοί υπό εγκάρσια θλίψη καθόλο το μήκος τους, μπορούν να διαμορφώνονται χωρίς οδοντώσεις. Σε περίπτωση που τμήμα τους υπόκειται σε θλίψη και το υπόλοιπο σε εφελκυσμό, τότε πρέπει να διαμορφώνονται με οδοντώσεις σε όλο το μήκος τους.

- Σε οριζόντιες συνδέσεις μεταξύ προκατασκευασμένων τοιχωμάτων πρέπει να εφαρμόζονται οι ακόλουθοι προσθετοί έλεγχοι:

A) η συνολική εφελκυστική δύναμη που προκαλείται (για τον ίδιο τον τοίχο) από μεγέθη ορθής εντάσεως, πρέπει να παραλαμβάνεται από κατακόρυφο οπλισμό ο οποίος θα πρέπει να είναι κατάλληλα τοποθετημένος στην εφελκυσμένη περιοχή του τοιχώματος και καλά αγκυρωμένος στο σώμα των πάνω και κάτω τοιχωμάτων. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η στατική συνέχεια του οπλισμού αυτού με πλάστιμες συγκολλήσεις οι οποίες θα πραγματοποιούνται μέσα στην περιοχή του οριζοντίου αρμού ή καλύτερα σε περιοχή ειδικών οδοντώσεων που προβλέπονται για τον σκοπό αυτό (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Εφελκυσμένος οπλισμός ο οποίος ενδέχεται να απαιτείται στην άκρη του τοιχώματος

B) σε οριζόντιες συνδέσεις των οποίων (υπό τις συνθήκες του σεισμικού σχεδιασμού) ένα τμήμα τους ευρίσκεται υπό θλίψη και το υπόλοιπο υπό εφελκυσμό, οι έλεγχοι αντοχής έναντι τέμνουσας θα πραγματοποιούνται μόνο στην θλιβόμενη περιοχή του αρμού. Σε τέτοια περίπτωση, η τιμή της αξονικής δύναμης, N_{Ed} , θα πρέπει να αντικαθίσταται από την τιμή της συνολικής θλιπτικής δύναμης, F_c , η οποία εφαρμόζεται στη θλιβόμενη περιοχή.

- Προκειμένου να εξασφαλίζεται η τοπική πλαστικότητα κατά μήκος των συνδέσεων προκατασκευασμένων τοιχωμάτων πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθοι συμπληρωματικοί κανόνες:

A) εγκάρσια προς τις συνδέσεις πρέπει να διατίθεται ελάχιστο ποσοστό οπλισμού, 0,1 % σε πλήρως θλιβόμενες συνδέσεις, και 0,25 % σε συνδέσεις μέρος των οποίων θλίβεται ή εφελκύεται.

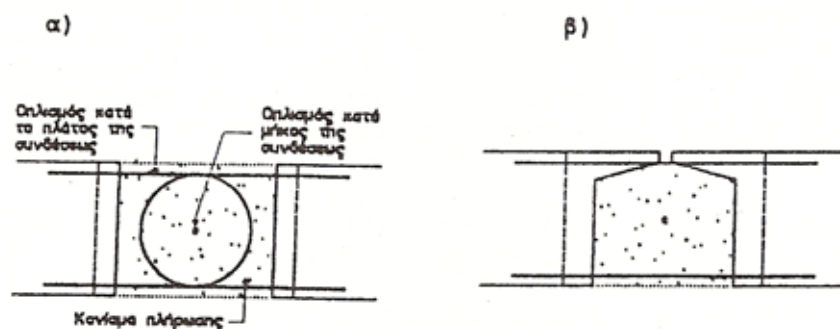
B) πρέπει να περιορίζεται το άνω όριο του ποσοστού του εγκάρσιου προς τις συνδέσεις οπλισμού, προκειμένου να αποφευχθεί απότομη μείωση της αντοχής της συνδέσεως υπό ανακυκλιζόμενη παραμόρφωση κατά την διαρροή όταν δεν

διατίθενται ειδικότερα στοιχεία, το ποσοστό του οπλισμού αυτού δεν πρέπει να ξεπερνά το 2%.

Γ) οι οπλισμοί πρέπει να διανέμονται εγκάρσιως, προς όλο το μήκος της συνδέσεως. Σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται συντελεστές σεισμικής συμπεριφοράς μικρότεροι από αυτούς που ορίζονται στον Ε.Κ.Π. ή για μέση κατηγορία πλαστιμότητας (DCM) σύμφωνα με τον EC8, ο οπλισμός αυτός μπορεί να τίθεται συγκεντρωμένος σε τρεις περιοχές (πάνω, μέση, κάτω).

Δ) πρέπει να εξασφαλίζεται η συνέχεια των οπλισμών εγκάρσια προς τις συνδέσεις των τοιχωμάτων. Για το σκοπό αυτό, στις κατακόρυφες συνδέσεις, οι οπλισμοί πρέπει να διαμορφώνονται κατάλληλα (πχ υπό μορφή αναβολέα ή στην περίπτωση που ο αρμός διαθέτει μια τουλάχιστον ελεύθερη παρειά) να συγκολλούνται εγκάρσια δια μέσου της συνδέσεως.

Ε) για να εξασφαλίζεται η συνέχεια κατά μήκος μιας συνδέσεως μετά τη ρηγμάτωση, πρέπει να διατίθεται ένα ελάχιστο ποσοστό διαμήκους οπλισμού μέσα στο σώμα του κονιάματος πληρώσεως (Εικόνα 5). Προτεινόμενη τιμή για το ελάχιστο ποσοστό αυτό του οπλισμού είναι το 1% της διατομής της συνδέσεως.



Εικόνα 5: Εγκάρσιες τομές κατακόρυφων συνδέσεων μεταξύ προκατασκευασμένων τοιχωμάτων α) αρμός με δύο ελεύθερες β) αρμός με μια ελεύθερη πλευρά

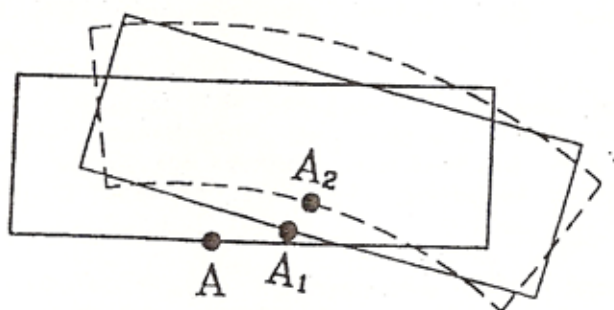
ΣΤ) λόγω της ικανότητας που έχουν οι κατακόρυφες συνδέσεις (και εν μέρη και οι οριζόντιες) μεταξύ προκατασκευασμένων τοιχωμάτων να αναλώνουν σεισμική ενέργεια κατά μήκος των συνδέσεων αυτών, τα προκατασκευασμένα τοιχώματα που συνδέονται μεταξύ τους με τέτοιες συνδέσεις εξαιρούνται των διατάξεων που αφορούν στην πλήρη περίσφιξη των ακραίων περιοχών τους. Οι ακραίες περιοχές των προκατασκευασμένων τοιχωμάτων που δεν συνδέονται εγκάρσιως με άλλα τοιχώματα, πρέπει να διαμορφώνονται και να υπολογίζονται ως υποστύλωματα ακλουθώντας τις αντίστοιχες διατάξεις.

4.5.ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

4.5.1.ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΜΟΝΟΛΙΘΙΚΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ.

Πέραν των απαιτήσεων που καλύπτουν το σχεδιασμό μονολιθικών διαφραγμάτων τόσο στο Ε.Κ.Π. όσο και στον EC8 δίδονται πρόσθετες οδηγίες για τον σχεδιασμό διαφραγμάτων από προκατασκευασμένα στοιχεία:

- Τα διαφράγματα πρέπει να παρουσιάζουν ικανοποιητική ακαμψία στο επίπεδο τους, ώστε να είναι δυνατή η διανομή των οριζοντίων δυνάμεων στα κατακόρυφα στοιχεία σύμφωνα με τις παραδοχές του σχεδιασμού(δηλαδή την μετακίνηση του διαφράγματος ως στερεό σώμα) ιδιαίτερα στις περιπτώσεις σημαντικής μεταβολής της ακαμψίας του διαφράγματος(Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Παράδειγμα συμπεριφοράς διαφράγματος

- Πρέπει να αποδεικνύεται ότι ισχύουν οι προϋποθέσεις εξασφάλισης της δυσκαμψίας των διαφραγμάτων στο επίπεδο τους. Σε περίπτωση που δεν εξασφαλίζεται η δυσκαμψία του διαφράγματος απαιτείται η ακριβής προσομοίωση της παραμορφωσιμότητας του διαφράγματος και των συνδέσεων με τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία.
- Σύμφωνα με τον EC8 η δυσκαμψία του διαφράγματος ενισχύεται όταν οι αρμοί του διαφράγματος εντοπίζονται στην περιοχή των στηρίξεων μόνο. Προκειμένου να ενισχυθεί περισσότερο η δυσκαμψία του διαφράγματος, είναι δυνατόν να εγχυθεί κατάλληλου πάχους πρόσθετη στρώση σκυροδέματος επί των προκατασκευασμένων πλακών. Το πάχος της στρώσης αυτής δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 40mm όταν το άνοιγμα μεταξύ των στηρίξεων των πλακών είναι μέχρι 8m και τουλάχιστον 50mm για μεγαλύτερα ανοίγματα. Αντιστοίχως ο Ε.Κ.Π. αναφέρει ότι η χρήση προκατασκευασμένων πλακών που δεν εδράζονται στις τέσσερις πλευρές τους, επιτρέπεται μόνο υπό την προϋπόθεση ότι θα χρησιμοποιηθεί κατάλληλα λεπτή στρώση χυτού

σκυροδέματος επί των προκατασκευασμένων πλακών το πάχος της οποίας δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 50mm, οι δε οπλισμοί της (υπό τύπον πλεγμάτων) πρέπει να συνδέονται με τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία άνωθεν και κάτωθεν.

- Εφελκυστηκές δυνάμεις πρέπει να παραλαμβάνονται με κατάλληλους συνεχείς οπλισμούς-ελκυστήρες, οι οποίοι θα πρέπει να τίθενται τουλάχιστον κατά μήκος της περιμέτρου του διαφράγματος καθώς επίσης και κατά μήκος μερικών αρμών μεταξύ των στοιχείων των πλακών. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται και άνω στρώση από χυτό σκυρόδεμα οι οπλισμοί αυτοί θα πρέπει να τίθενται στην στρώση αυτή.
- Σε όλες τις περιπτώσεις οι ελκυστήρες αυτοί θα πρέπει να συνθέτουν συνεχές σύστημα οπλισμών κατά μήκος και εγκάρσια προς όλο το διάφραγμα και θα πρέπει να συνδέονται κατάλληλα με κάθε φέρων στοιχείο το οποίο αναλαμβάνει πλευρικές δυνάμεις.
- Οι διατμητικές δυνάμεις σχεδιασμού μέσα στο επίπεδο του διαφράγματος κατά μήκος των συνδέσεων μεταξύ των πλακών ή μεταξύ των πλακών και δοκών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς πολλαπλασιασμένες με αυξητικό συντελεστή. Ο συντελεστής αυτός με τον EC8 ορίζεται ίσος με 1,30 ενώ σύμφωνα με τον Ε.Κ.Π. πρέπει να λαμβάνει την τιμή 1,50.
- Τόσο τα υπερκείμενα όσο και τα υποκείμενα των διαφραγμάτων κατακόρυφα στοιχεία που παραλαμβάνουν πλευρικές δυνάμεις, πρέπει να συνδέονται καταλλήλως με τα διαφράγματα. Για το σκοπό αυτό οι ενδεχόμενοι οριζόντιοι αρμοί πρέπει πάντα να είναι κατάλληλα οπλισμένοι. Δυνάμεις τριβών εξαιτίας εξωτερικών θλιπτικών δυνάμεων δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

4.6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την παράγραφο, καθώς έχουμε φτάσει στο τέλος αυτής της πτυχιακής εργασίας με τίτλο «Αντισεισμικός σχεδιασμός προκατασκευασμένων κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος», θα αναφερθούμε στα συμπεράσματα που βγαίνουν από τα παραπάνω κεφάλαια.

Η εργασία περιελάμβανε δύο μέρη. Στο μέρος I είδαμε τα στάδια κατασκευής ενός προκατασκευασμένου κτιρίου από την παραγωγή των προκατασκευασμένων του στοιχείων στο εργοστάσιο, μέχρι και την μεταφορά και συναρμολόγηση τους στο εργοτάξιο. Συγκριτικά με την συμβατική κατασκευή, το κύριο πλεονέκτημα της προκατασκευής είναι η παραγωγή ομοίων αντικείμενων με άμεσο αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας και την μείωση του κόστους, αφενός λόγω εξειδίκευσης των εργατών και εκτέλεσης εργασίας με την βοήθεια τεχνικών μέσων και αφετέρου λόγω εκμετάλλευσης των μηχανικών μέσων. Βασικές αρχές της προκατασκευής είναι η χρήση απλών μεθόδων παραγωγής και η μέγιστη επαναληπτικότητα των στοιχείων. Μέσω της παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων, στο εργοστάσιο, που αποτελούν τον φέροντα οργανισμό εξασφαλίζεται αυξημένος βαθμός οργάνωσης σε ό,τι αφορά την παραγωγή εφόσον δεν επηρεάζουν την κατασκευή οι καιρικές συνθήκες, οι διεξαγωγή ελέγχου ποιότητας γίνεται ευκολότερα, καθώς επίσης το κόστος της κατασκευής ελέγχεται έτσι ώστε να μην υπάρχουν επιπλέον επιβαρύνσεις, και ο χρόνος παράδοσης του έργου είναι σύντομος. Βέβαια, απαιτούνται καλά ανυψωτικά και μεταφορικά μέσα στον χώρο του εργοταξίου και του εργοστασίου, όπου εκεί η παραγωγή θα πρέπει να είναι σε σειρά και σε μεγάλες ποσότητες.

Όσο αφορά στο κόστος της κατασκευής θα πρέπει να τονίσουμε ότι η προκατασκευή απαιτεί υψηλή επένδυση κεφαλαίου λόγω των μηχανών παραγωγής και των ανυψωτικών και μεταφορικών μέσων, σε σχέση με την συμβατική κατασκευή κατά την οποία η επένδυση στα μηχανικά μέσα δεν υπερβαίνει το 7% του συνολικού κόστους.

Στο μέρος II ακολούθησε η αναφορά στον Ελληνικό Κανονισμό Προκατασκευής ο οποίος προέκυψε από την ανάγκη δημιουργίας ενός κανονιστικού πλαισίου που να αφορά εξολοκλήρου και αποκλειστικά την προκατασκευή. Έτσι, ανατέθηκε στους ειδικούς επιστήμονες Σ.Γ.Τσουκαντά και Θ.Π.Τάσιο η έκδοση αυτών των κανονισμών. Ο Ε.Κ.Π. διακρίνεται από δύο μέρη, το Α μέρος(Σχεδιασμός έργων από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος) και το Β μέρος (Σεισμικός σχεδιασμός

προκατασκευασμένων έργων). Έτσι λοιπόν, συγκρίναμε το Α μέρος του Ελληνικού κανονισμού προκατασκευής με τον EC2(Section 10) που αφορούσε την μελέτη και κατασκευή έργων από σκυρόδεμα υπό μονοτονική φόρτιση, με σκοπό να βρεθούν οι διαφορές και οι ομοιότητες μεταξύ των κανονισμών που τους διέπουν. Έτσι από την μελέτη αυτή προέκυψε ότι οι δύο αυτοί κανονισμοί που σχετίζονται με τον αντισεισμικό σχεδιασμό χωρίς να λαμβάνουν υπόψη την δράση του σεισμού δεν έχουν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ τους.

Στην συνέχεια, συγκρίναμε το Β μέρος του Ε.Κ.Π. με τον EC8(Μέρος 1: «Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια», §5.11: «Προκατασκευασμένες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα») που σχετίζονται με τον αντισεισμικό σχεδιασμό λαμβάνοντας υπόψη την σεισμική δράση και αναφέραμε της ομοιότητες και τις διαφορές τους. Έτσι, διαφαίνεται ότι η διαφοροποιήσεις μεταξύ των κυρίων διατάξεων των δυο κανονισμών δεν είναι σημαντικές.

Παρόλο που ο Ε.Κ.Π. προηγήθηκε του τελικού κειμένου του EC8 (§5.11) και του EC2 (Section 10), όταν θα έχουν αναγκαστική εφαρμογή στην Ελλάδα που προβλέπεται το 2010 δεν θα επέλθουν ανατροπές για τα προκατασκευασμένα έργα όπως αυτά μελετώνται από το 1999 μέχρι σήμερα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΜΠΗΡΗΣ Κ., ΔΟΜΙΚΗ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, ΤΕΥΧΟΣ ΕΚ ΤΩΝ ΟΜΙΛΙΩΝ ΤΟΥ ΔΙΕΞΑΧΘΕΝΤΟΣ ΥΠΟ ΤΟΥ ΤΕΕ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ ΑΘΗΝΑ 1973

2.ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, ΦΕΚ 1517 Δ/27.07.1999, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ 10 ΙΟΥΛΙΟΥ 2000

3. EN 1992-1-1, EUROCODE 2: SECTION 10: ADDITIONAL RULES FOR PRECAST CONCRETE ELEMENTS AND STRUCTURES

4. CEN, 2004a, EUROPEAN STANDARD EN1998-1:2004, (2004), EUROCODE 8: DESIGN OF STRUCTURES FOR EARTHQUAKE RESISTANCE, PART 1:GENERAL RULES, SEISMIC ACTIONS AND RULES FOR BUILDINGS, COMITE EUROPEEN DE NORMILISATION, BRUSSELS

5. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (ΟΠΩΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΚΑΙ ΣΥΜΠΛΗΡΩΘΗΚΕ ΜΕ ΤΟ ΦΕΚ 227 Β/ 28-3-95) ΑΘΗΝΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1994

6.ΝΕΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (Ν.Ε.Α.Κ.) ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ Ο.Α.Σ.Π. ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΛΙΟΣ 1995

7. ΤΣΟΥΚΑΝΤΑΣ Σ., ΚΡΕΜΜΥΔΑ Γ. Ο ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕ ΤΙΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΟΥ EC8 ΟΙ ΟΠΟΙΕΣ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2008

