

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ (Ο.Σ.Δ.) ΣΕ
ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ”**

ΕΚΠΟΝΗΘΗΚΕ ΑΠΟ ΤΟΥΣ: **ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΥ ΚΑΛΛΙΟΠΗ**
ΣΕΝΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: **Δρ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ – ΘΗΡΕΣΙΑ ΒΟΖΙΚΗ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ (Ο.Σ.Δ.) ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Εκπονήθηκε για το Α.Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών,
Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων.

Εισηγήτρια: Δρ. Κωνσταντίνα-Θηρεσία Βοζίκη

Συντάχθηκε από τους:

ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΥ ΚΑΛΛΙΟΠΗ

A.M.: 31487

ΣΕΝΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

A.M.: 32266

Αιγάλεω, Αύγουστος 2008

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση της πτυχιακής εργασίας, είχαμε την υποστήριξη καθηγητών, συναδέλφων και φίλων χωρίς την συμβολή των οποίων η εργασία μας δεν θα είχε την σημερινή της μορφή. Θα θέλαμε λοιπόν να ευχαριστήσουμε τους:

- + κ. Χρυσάφη Θωμά - Αρχιτέκτονα Μηχανικό, για τις πληροφορίες και το φωτογραφικό υλικό σχετικά με την μεταλλική κατασκευή κατοικίας,
- + κ. Ζυγούρο Λουκά - Πολιτικό Μηχανικό, για τις πληροφορίες σχετικά με τα οργανωμένα συστήματα δόμησης καθώς και την καθοδήγηση στη δομή της εργασίας,
- + κα. Λασκαρίδου Νίκη - Διακοσμήτρια, για την παραχώρηση των σχεδίων του μεταλλικού βιομηχανικού κτιρίου,
- + κ. Γαϊτάνο Γιώργο, για τις πληροφορίες σχετικά με τις ξύλινες κατασκευές και την παραχώρηση των σχεδίων της ξύλινης κατοικίας,
- + κα. Γαϊτάνου Αθηνά, για την προμήθεια βιβλίων από την βιβλιοθήκη του Α.Τ.Ε.Ι. Πατρών και τέλος
- + ιδιαίτερος θερμά ευχαριστούμε την επιβλέπουσα καθηγήτρια του Α.Τ.Ε.Ι. Πειραιά Δρ. Κωνσταντίνα - Θηρεσία Βοζίκη, για την βοήθεια, την καθοδήγηση και την γενικότερη στήριξη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 8 -
ΕΠΙΛΟΓΗ	- 8 -
ΓΕΝΙΚΑ	- 8 -
ΟΡΙΣΜΟΣ	- 9 -
A. ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ	- 11 -
A.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	- 11 -
A.2. ΞΥΛΕΙΑ	- 12 -
A.2.1. ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ	- 12 -
A.2.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ.....	- 13 -
A.2.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ.....	- 14 -
A.2.4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΞΥΛΟΥ	- 15 -
A.2.4.1. ΜΑΛΑΚΗ ΞΥΛΕΙΑ	- 15 -
A.2.4.2. ΣΚΛΗΡΗ ΞΥΛΕΙΑ.....	- 16 -
A.3. ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ.....	- 19 -
A.3.1 ΔΟΜΗ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΞΥΛΙΝΩΝ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	- 19 -
A.3.1.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	- 19 -
A.3.1.2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ & ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ.....	- 20 -
A.3.1.3. ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (BLOCKHOUSE)	- 21 -
A.3.1.4. ΥΛΙΚΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.....	- 22 -
A.3.1.5. ΥΛΙΚΑ ΜΟΝΩΣΗΣ	- 24 -
A.3.1.6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	- 24 -
A.3.1.7. ΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ	- 25 -
A.3.2. ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ	- 27 -
A.3.2.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	- 27 -
A.3.2.2. ΗΧΟΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΔΟΚΙΔΩΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΠΛΑΚΩΝ	- 28 -
A.3.2.3. ΟΡΙΑ ΗΧΟΜΟΝΩΣΗΣ ΑΕΡΟΦΕΡΤΩΝ ΗΧΩΝ ΣΕ ΠΑΤΩΜΑΤΑ	- 28 -
A.3.2.4. ΗΧΟΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ.....	- 29 -
A.3.2.5. ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΩΝ ΣΤΕΓΩΝ	- 30 -
A.3.3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	- 30 -
A.3.3.1. ΓΕΝΙΚΑ	- 30 -
A.3.3.2. ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	- 31 -
A.3.3.3. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	- 33 -
A.3.3.4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	- 33 -
A.3.3.5. ΠΛΗΡΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	- 33 -
A.3.3.6. ΥΨΗΛΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	- 33 -
A.3.3.7. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΤΩΝ ΧΕΙΜΩΝΑ & ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	- 34 -
A.3.3.8. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΩΝ	- 34 -
A.3.4. ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....	- 34 -
A.3.4.1. ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗ ΦΩΤΙΑ	- 34 -
A.3.4.2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΦΕΡΟΝΤΕΣ ΤΟΙΧΟΥΣ & ΤΟΙΧΟΥΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ.....	- 35 -
A.3.4.3. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	- 35 -
A.3.4.4. ΣΤΕΓΕΣ	- 36 -

A.3.4.5. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΟΔΕΥΣΕΙΣ ΔΙΑΦΥΓΗΣ.....	- 37 -
A.3.5. ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ	- 37 -
A.4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ	- 38 -
A.4.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	- 38 -
A.4.2. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	- 38 -
A.4.3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ	- 38 -
A.4.4. ΧΗΜΙΚΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ ΞΥΛΟΥ	- 39 -
A.5. ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 5	- 41 -
A.6. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	- 42 -
A.6.1. ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ (BALLOON).....	- 42 -
A.6.2. ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ (PLATTFORM)	- 43 -
A.6.2.1. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ.....	- 44 -
A.6.2.1.1. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ & ΒΑΣΗΣ	- 44 -
A.6.2.1.2. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΤΥΠΟΥ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ	- 45 -
A.7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ	- 47 -
A.7.1. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ	- 47 -
A.7.2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΞΥΛΟ	- 53 -
A.8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΔΟΜΗΣΗΣ	- 54 -
A.9. ΚΟΣΤΟΣ	- 55 -
A.10. ΕΝ ΚΑΤΑΚΛΕΙΔΙ.....	- 56 -
B. ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ - ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ.....	- 68 -
B.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	- 68 -
B.2. ΣΥΜΜΕΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ.....	- 71 -
B.3. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ	- 72 -
B.3.1. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	- 72 -
B.3.2. ΕΙΔΗ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ.....	- 74 -
B.3.3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ	- 74 -
B.3.4. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ.....	- 78 -
B.3.5. ΚΟΜΒΟΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΧΩΡΟΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ.....	- 80 -
B.4. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ.....	- 82 -
B.4.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	- 82 -
B.4.2. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	- 82 -
B.4.3. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΑΠΟ ΛΑΘΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ Η ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	- 84 -
B.4.4. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΑΠΟ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	- 85 -
B.4.5. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΧΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	- 85 -
B.4.6. ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΕΣ ΑΣΤΟΧΙΕΣ	- 85 -
B.4.7. ΑΠΟΦΥΓΗ ΑΣΤΟΧΙΩΝ.....	- 87 -
B.5. ΠΥΡΑΝΤΙΣΤΑΣΗ & ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΧΑΛΥΒΑ.....	- 89 -
B.5.1. ΠΥΡΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΧΑΛΥΒΑ.....	- 89 -
B.5.2. ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΧΑΛΥΒΑ.....	- 91 -
B.6. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ - ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ	- 92 -

B.7.	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	- 93 -
B.7.1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	- 93 -
B.7.2.	ΔΙΑΒΡΩΣΗ & ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ.....	- 94 -
B.8.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ	- 96 -
B.8.1.	ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ	- 96 -
B.8.2.	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ	- 106 -
B.9.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΔΟΜΗΣΗΣ	- 109 -
B.10.	ΚΟΣΤΟΣ	- 109 -
B.11.	ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ.....	- 110 -
B.11.1.	ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΦΩΝΗΤΙΚΟ	- 110 -
B.12.	ΕΝ ΚΑΤΑΚΛΕΙΔΙ.....	- 111 -
Γ.	ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΜΠΕΤΟΝ	- 121 -
Γ.1.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	- 121 -
Γ.1.1.	ΓΕΝΙΚΑ	- 121 -
Γ.1.2.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ... -	126 -
Γ.1.3.	ΜΟΡΦΕΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	- 127 -
Γ.1.4.	ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ- 130	-
Γ.2.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	- 132 -
Γ.2.1.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ. -	132 -
Γ.2.2.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ.....	- 132 -
Γ.2.3.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ & ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	- 138 -
Γ.3.	Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΤΑ	
	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (Εικ. 132).....	- 149 -
Γ.3.1.	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ	
	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ	- 149 -
Γ.3.2.	Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ- 150	-
Γ.3.2.1.	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	- 150 -
Γ.3.3.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	
	ΚΤΙΡΙΩΝ.....	- 151 -
Γ.3.3.1.	ΑΝΑΛΥΣΗ (ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ)	- 151 -
Γ.3.3.2.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΗΨΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΤΗΣ	
	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	- 152 -
Γ.3.3.3.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΗΨΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ.....	- 152 -
Γ.3.3.4.	ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	- 153 -
Γ.3.3.5.	ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	- 153 -
Γ.3.3.5.1.	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ	
	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	- 154 -
Γ.3.3.5.2.	ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΠΛΑΚΩΝ ΜΕ ΠΛΑΚΕΣ	- 154 -
Γ.3.3.6.	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ.....	- 156 -
Γ.3.3.7.	ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟ ΜΠΕΤΟΝ	
	- 156 -

Γ.4. Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ.....	- 158 -
Γ.5. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	- 162 -
Γ.6. ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ.....	- 163 -
Γ.6.1. Η ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	- 163 -
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	- 163 -
Γ.6.2. Ο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ	- 165 -
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	- 165 -
Γ.6.3. ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΦΩΝΗΤΙΚΟ.....	- 166 -
Γ.7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΔΟΜΗΣΗΣ	- 168 -
Γ.8. ΚΟΣΤΟΣ	- 169 -
Γ.9. ΕΝ ΚΑΤΑΚΛΕΙΔΙ.....	- 169 -
II. ΕΚΔΟΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ ΑΔΕΙΑΣ - ΜΕΛΕΤΕΣ	- 178 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	- 180 -
ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΙΑ.....	- 182 -

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΕΠΙΛΟΓΗ

Η πτυχιακή εργασία, έχει ως στόχο την μελέτη, εκμάθηση και κατανόηση του θέματος που πραγματεύεται. Για τους παραπάνω λόγους, δεν θα μπορούσε να μας αφήσει αδιάφορους η παρατήρηση της συνεχούς αυξανόμενης - τα τελευταία χρόνια και στην Ελλάδα - χρήσης των οργανωμένων συστημάτων δόμησης (Ο.Σ.Δ.) σε κατοικίες και βιομηχανικά κτίρια. Έτσι, οδηγηθήκαμε στην επιλογή του θέματος "Οργανωμένα Συστήματα Δόμησης (Ο.Σ.Δ.) σε Κατοικίες & Βιομηχανικά κτίρια" για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας μας.

Ύστερα από εξάμηνη μελέτη που πραγματοποιήσαμε και η οποία έγινε μέσω βιβλίων, διαδικτύου, ενημερωτικών φυλλαδίων, καθώς και της επαφής που είχαμε με εταιρείες, που αντικείμενό τους είναι τα Ο.Σ.Δ., παραθέτουμε τα στοιχεία που συλλέξαμε και πιστεύουμε ότι μέσα από την ανάγνωση της εργασίας ο αναγνώστης, διαμορφώνει μια γενική εικόνα για τις προκατασκευές, η οποία ενδέχεται να τον βοηθήσει σε ενδεχόμενη μελλοντική επιλογή του.

ΓΕΝΙΚΑ

Η μελέτη μας επάνω στα Ο.Σ.Δ., επιχειρεί να διαφωτίσει και να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για τις προκατασκευασμένες κατοικίες και τα βιομηχανικά κτίρια.

Η ιδέα της προκατασκευής γεννήθηκε από την ανάγκη για απλούστερη και ταχύτερη οικοδόμηση, καθώς αρκετοί παράγοντες όπως για παράδειγμα οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες, η δυσκολία εύρεσης συνεργείων, κ.τ.λ. συχνά καθυστερούν την αποπεράτωση ενός έργου.

Όλο και περισσότεροι άνθρωποι στρέφονται στη λύση της προκατασκευασμένης κατοικίας αλλά και του προκατασκευασμένου βιομηχανικού κτιρίου. Πλεονεκτήματα, όπως το προκαθορισμένο κόστος, αλλά και ο προκαθορισμένος χρόνος παράδοσης, είναι εκείνα που επισημαίνουν τόσο οι ενδιαφερόμενοι αγοραστές όσο και οι ίδιες κατασκευαστικές εταιρείες, οι οποίες στην πλειοψηφία τους αναλαμβάνουν εργασίες σε όλη στην Ελλάδα.

Οι επιλογές μεταξύ του σχεδίου όσο και των υλικών είναι πλέον πολλές (όπως ξύλο, μέταλλο, μπετόν κ.τ.λ.) και αυτές είναι που προσδιορίζουν το τελικό κόστος. Βασικό μέλημα του αγοραστή, ο οποίος βομβαρδίζεται από προσφορές και δελεαστικές προτάσεις, είναι η προσεκτική επιλογή της εταιρείας από την οποία θα αγοράσει την προκατασκευασμένη κατοικία ή το προκατασκευασμένο βιομηχανικό κτίριο, αλλά και τι ακριβώς περιλαμβάνουν αυτές οι προσφορές.

ΟΡΙΣΜΟΣ

Ο όρος “προκάτ” συχνά δημιουργεί την αίσθηση μιας «ψεύτικης» κατασκευής με ελενίτ και νοβοπάν, κάτι που συνέβαινε δηλαδή πριν από δυο δεκαετίες και περισσότερο. Τα τελευταία χρόνια όμως, η τεχνολογία έχει κάνει σημαντικές εξελίξεις και η πολιτεία από την πλευρά της έχει δραστηριοποιηθεί, προσπαθώντας να διαφυλάξει με διάφορους τρόπους π.χ. σύναψη συμβολαίων με ρήτρες, τους ενδιαφερόμενους που επιλέγουν αυτό το σύστημα κατασκευής για κατοικίες και βιομηχανικά κτίρια. Έτσι, αυτού του τύπου οι κατασκευές θεωρούνται ισάξιες σε ποιότητα με τις συμβατικές.

Τα Ο.Σ.Δ. μπορεί να είναι: α) λυόμενου χαρακτήρα, δηλαδή να αποσυναρμολογούνται και να μεταφέρονται σε νέα θέση, β) μη λυόμενου τύπου οπότε είναι μόνιμα όπως τα συμβατικά. Και στις δύο περιπτώσεις, τα δομικά στοιχεία κατασκευάζονται σε εργοστάσιο και μεταφέρονται στο οικοπέδο.

Ως προς το υλικό κατασκευής τους διακρίνονται σε: α) βαριάς κατασκευής, αν είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα (μπετόν) και β) ελαφριάς αν είναι από ξύλο ή μέταλλο. Συγκεκριμένα:

- **Ξύλινες κατασκευές.**

Κατασκευάζονται κυρίως από μασίφ κορμούς δέντρων, στρογγυλής ή ορθογωνικής διατομής. Δεν χρειάζονται ιδιαίτερη συντήρηση, επιδεικνύουν αξιόπιστη συμπεριφορά στους σεισμούς, είναι φιλικές στο περιβάλλον και το υλικό από το οποίο κατασκευάζονται (ξύλο) είναι πλήρως ανακυκλώσιμο.

- **Μεταλλικές κατασκευές.**

Ο σκελετός τους κατασκευάζεται από μεταλλικά στοιχεία τα οποία επενδύονται με διάφορα υλικά (τσιμεντοσανίδα, γυψοσανίδα, πάνελ αλουμινίου, κ.ά.). Οι μεταλλικές κατασκευές απαιτούν εξειδικευμένη τεχνογνωσία τόσο στο σχεδιασμό όσο και στην κατασκευή τους. Παρουσιάζουν ικανοποιητική αντισεισμική συμπεριφορά και μεγάλη ελαστικότητα. Και αυτές οι κατασκευές, όπως και οι ξύλινες, αποτελούνται από πλήρως ανακυκλώσιμο υλικό (μέταλλο).

- **Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα (μπετόν).**

Κατασκευάζονται στο εργοστάσιο τα μεμονωμένα δομικά στοιχεία (κολόνες, δοκάρια, πλάκες), τα οποία μεταφέρονται αυτούσια και συναρμολογούνται στο έργο. Η τυποποίηση και η επανάληψη όμοιων στοιχείων συντελεί στον περιορισμό του κόστους. Το οπλισμένο σκυρόδεμα, είναι υλικό υψηλής αντοχής, το οποίο δεν υπόκειται εύκολα στις φθορές των βιολογικών παραγόντων και είναι μερικώς ανακυκλώσιμο.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν, γίνεται εκτενής αναφορά στα προαναφερθέντα με παράθεση πληροφοριών και σχεδίων καθώς και φωτογραφική τεκμηρίωση.

Καλή ανάγνωση!

Α. ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ



A. ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ

A.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η αύξηση της περιβαλλοντικής συνείδησης, η χρήση μεθόδων βιομηχανοποίησης, οι σχετικά απλές τεχνολογίες και οι στατικές και κατασκευαστικές δυνατότητες, που συνολικά κλείνουν ένα κενό, το οποίο αφήνεται ανοικτό από άλλα δομικά υλικά, δίνουν στις ξύλινες κατασκευές (Εικ. 1 & 2) τη δυνατότητα να καλύψουν ένα σημαντικό μέρος της αγοράς που σχετίζεται με την κατασκευή κτιρίων.

Οι νέες μέθοδοι της επεξεργασίας του ξύλου (αντικολλητή ξυλεία), καθώς και νέες τεχνολογίες των κατασκευών (απλοποιημένες τεχνικές συνδέσεων και συναρμολόγησης) επιτρέπουν την πραγματοποίηση νέων κατασκευαστικών συστημάτων με ξύλο.

Τα συστήματα κατασκευής από ξύλο έχουν φτάσει σε ικανοποιητικά όρια ως προς την τυποποίηση της κατασκευής και την ικανοποίηση μέσω της απαιτούμενης τεχνολογίας των διαφόρων προδιαγραφών και ειδικά κανονισμών πυροπροστασίας. Τα όρια αυτά προσδιορίζουν ένα υψηλό επίπεδο που καθιστά πλέον δυνατό τον προσδιορισμό στόχων.

Τα συστήματα κατασκευής, σε συνδυασμό με το σημερινό επίπεδο βιομηχανικής παραγωγής και βιοτεχνικής προκατασκευής μπορούν να καλύψουν τις υπάρχουσες απαιτήσεις και να δημιουργήσουν δυνατότητες ποιοτικών κτιρίων. Μελλοντικά, θα μπορέσουν να καλύψουν και τα κενά που αφορούν τις κατασκευές ξύλινων βιομηχανικών κτιρίων, γραφείων και πολυκατοικιών έτσι ώστε να γίνει δυνατή η υλοποίηση των κατασκευών αυτών .



Εικ. 1 & 2
Αστικές ξύλινες κατοικίες

A.2. ΞΥΛΕΙΑ

A.2.1. ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ

Στις ξύλινες κατασκευές χρησιμοποιείται κύριως **μαλακή ξυλεία** (ξυλεία κωνοφόρων). Εκτός από τις μεγάλες διατομές που χρησιμοποιούνται για υποστυλώματα και δοκούς, η ξυλεία αυτή προσφέρεται και σε δοκίδες με πάχος 4 - 10 cm ή σανίδες με πάχος μεταξύ 10 - 35 mm, προς επεξεργασία. Στις σανίδες πρέπει να υπολογίζεται ένα πάχος μετά το ξεχόνδρισμα μεταξύ 8 - 32 mm.

Στην **ελληνική αγορά**, ιδιαίτερα διαδεδομένη είναι η χρήση του **αυστριακού και του φιλανδικού πεύκου**, το οποίο δεν έχει υποστεί χημική επεξεργασία (εμποτισμό), παρά μόνο ξήρανση. Αυτή η ξυλεία έχει βαθμό επικινδυνότητας (0), δηλαδή είναι απόλυτα **οικολογική** και ταυτόχρονα εξαιρετικά **ανθεκτική** στους μικροοργανισμούς που την προσβάλλουν. Η ξυλεία (Εικ. 3) είναι συνήθως σύνθετη αντικολλητή (Blockhouse) και για μεγαλύτερη αντοχή στις καιρικές συνθήκες, η κόλληση των ξύλων γίνεται σύμφωνα με τον κανονισμό DIN 68140.



Εικ. 3

Ενδεικτικοί ορθογωνικοί κορμοί σύνθετης ξυλείας με μόνωση

Οι κατασκευές συμπαγούς ξύλινου σπιτιού γίνονται με **κορμούς** πεύκου **στρογγυλής** (Εικ. 4) ή **ορθογωνικής** (Εικ. 5) **διατομής**. Η διάμετρος των κορμών κυμαίνεται από 12 - 22 cm. Η ξυλεία σκελετού πρέπει να είναι ξηραμένη στο 10 - 12%. Οι επικρατέστερες διατομές της πριστής ξυλείας* είναι στις σύγχρονες κατοικίες: πάχος: 5 cm και πλάτος: 10 cm για απόσταση κατακόρυφων στοιχείων 50 - 60 cm (κέντρο από κέντρο). Για μεγαλύτερες αποστάσεις κατακόρυφων στοιχείων σκελετού, οι διατομές είναι μεγαλύτερες, ανάλογα με το είδος της κατοικίας, τον αριθμό των ορόφων και τη στατική μελέτη.

* Πριστή ξυλεία: Ο γενικός όρος για ένα κομμάτι πριονισμένου ξύλου από 4 πλευρές.



Εικ. 4

Κορμός στρογγυλός μασίφ Φ150 ΚΟ70



Εικ. 5

Κορμός ορθογώνιος σύνθετος 95mm ΚΟ30

Η αντοχή των κορμών έγκειται στην αργή, άρα μακροχρόνια ανάπτυξη των δέντρων, σε ένα υγρό και ψυχρό κλίμα. Οι κορμοί τοποθετούνται οριζόντια (Εικ. 6 & 7) και θηλυκώνοντας (ενδεικτικός τρόπος σύνδεσης) ο ένας πάνω στον άλλον, συνδέονται με ξυλόκαρφα.



Εικ. 6 & 7

Τοποθέτηση κορμών στρογγυλής και ορθογωνικής διατομής

Α.2.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ

Τα προαναφερθέντα υλικά, έχουν αρκετά **σημεία υπεροχής**:

- μεγαλύτερη **μηχανική αντοχή**, χάρη στις διαφορετικές στρώσεις ξύλου και τη δυνατότητα να έχουμε ενιαία τμήματα ξύλου σε οποιοδήποτε μήκος ή διατομή,
- **αποφυγή** των συνηθισμένων **καθιζήσεων** που γίνονται από τις συστολές - διαστολές του ξύλου λόγω των θερμοκρασιακών μεταβολών,
- **δυνατότητα χρήσης διαφορετικής ποιότητας ξύλου** στην εξωτερική στρώση για μεγαλύτερη αντοχή ή διαφορετική απόχρωση,
- **αποφυγή** των **ρηγματώσεων** που έχουν δυσμενείς συνέπειες στην εμφάνιση, την αντοχή, αλλά και τη στεγανότητα όλης της κατασκευής.

A.2.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

Το ξύλο προσφέρεται για **εξοικονόμηση ενέργειας**. Είναι ένα άριστο θερμομονωτικό υλικό με αποτέλεσμα να συμβαίνει στο ξύλινο σπίτι το ίδιο με αυτό που ισχύει για τις πέτρινες παραδοσιακές κατοικίες: να υπάρχει δηλαδή δροσιά το καλοκαίρι και ζέστη το χειμώνα. Η ιδιότητά του να έχει μικρή θερμοχωρητικότητα, σε αντίθεση με τα συμβατικά υλικά (π.χ. μπετόν), του δίνει τη δυνατότητα να θερμαίνεται πιο γρήγορα. Για παράδειγμα, ένα ξύλινο σπίτι 100 m² θα έχει στο εσωτερικό του την επιθυμητή θερμοκρασία των 22°C με εξωτερική θερμοκρασία 0 - 5 °C σε διάστημα 2 ωρών περίπου, ενώ το μπετόν και η πέτρα απαιτούν περίπου 24 ώρες για το ίδιο αποτέλεσμα.

Οι ξύλινες κατοικίες είναι ιδιαίτερα **ανθεκτικές στο πέρασμα του χρόνου**, πλεονέκτημα που ανάγεται στις δυσχερείς συνθήκες που επικρατούν εκεί που μεγάλωσε το δέντρο (συνεχή επαφή με θερμοκρασίες -30 °C). Αυτό συμβαίνει, γιατί όσο πιο ψυχρό είναι το κλίμα και όσο πιο υψηλός ο δείκτης υγρασίας, τόσο πιο σημαντικές μηχανικές ιδιότητες και συμπαγή μάζα αποκτά το ξύλο. Με απλή συντήρηση (βλ. κεφ. Α.4.), ένα ξύλινο σπίτι μπορεί να διατηρηθεί για περισσότερα από 300 χρόνια.

Σχετικές έρευνες έχουν αποδείξει ότι ο **αέρας** είναι πιο **υγιεινός** στις ξύλινες κατοικίες συγκριτικά με άλλου τύπου κατασκευές. Επίσης, οι τοίχοι από κορμούς δέντρων εξισορροπούν τις διακυμάνσεις θερμότητας και υγρασίας στο εσωτερικό του σπιτιού.

Η ξύλινη κατοικία **εναρμονίζεται** απόλυτα με την αισθητική **οποιοδήποτε στυλ επίπλωσης** (Εικ. 8 & 9). Έτσι δημιουργεί μια ευχάριστη και ζεστή ατμόσφαιρα, ένα ιδανικό και ασφαλές περιβάλλον που καλύπτει τις ανάγκες μιας οικογένειας.



Εικ. 8

Εσωτερικό ξύλινης κατοικίας σύγχρονης αισθητικής και στυλ



Εικ. 9

Εσωτερικό ξύλινης κατοικίας σύγχρονης αισθητικής και στυλ

A.2.4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΞΥΛΟΥ

Το ξύλο είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο υλικό στις κατασκευές. Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε την χρησιμοποίηση του στον φέροντα οργανισμό μιας κατοικίας ή ενός κτιρίου. Αξίζει όμως να αναφερθούν επιγραμματικά και κάποιες άλλες χρήσεις του στην οικοδομή, οι οποίες συμπληρώνουν το αισθητικό αποτέλεσμα. Η **ξυλεία** χωρίζεται σε **μαλακή** και **σκληρή**, αναλυτικότερα:

A.2.4.1. ΜΑΛΑΚΗ ΞΥΛΕΙΑ

Στην μαλακή ξυλεία ανήκουν:

Έλατο

Χρησιμοποιείται σε **εσωτερικές επενδύσεις**, σκάλες, δάπεδα, πατώματα. Η προέλευση του είναι από την Ευρώπη, τον Καναδά και τις Η.Π.Α. Έχει χρώμα μπεζ και ανοιχτό χρυσοκίτρινο. Είναι ελάχιστα ελαστικό, δεν σκουραίνει, εμφανίζει ρετσίνι, έχει ακανόνιστα νερά και διακρίνεται για τη μαλακότητά του.

Πεύκο

Πρόκειται για ξύλο μαλακό, ελάχιστα ελαστικό, ιδιαίτερα ανθεκτικό, με μεγάλη περιεκτικότητα σε ρετσίνι και έντονους ετήσιους κύκλους (νερά). Δεν έχει πόρους και το μειονέκτημά του είναι ότι "πετσικάρει"* . Χρησιμοποιείται στην **κατασκευή πορτών, παραθύρων, δοκών**. Η προέλευση του είναι από την Ευρώπη, την Βόρεια Ασία, τον Καναδά και την Βραζιλία. Έχει χρώμα μπεζ και είναι εύκολο στην επεξεργασία.

* Πετσικάρισμα ξύλου: Μεγάλες παραμορφώσεις και στρεβλώσεις που δημιουργούνται στο ξύλο.

Πιτσ-παϊν (pitchpine)

Χρησιμοποιείται στην εσωτερική διαρρύθμιση σαν **παρκέ** (Εικ. 10). Η προέλευσή του είναι από την Ονδούρα και την Νικαράγουα. Είναι χρώματος κοκκινοκάστανου, ιδιαίτερα ανθεκτικό και σε υγρό περιβάλλον. Έχει περιεκτικότητα σε ρετσίνι και είναι ανθεκτικό.

**Εικ. 10**

Εσωτερικό ξύλινης κατοικίας με pitchpine στο παρκέ

Κέδρος

Χρησιμοποιείται σαν **πλακίδιο επένδυσης στέγης** ή όψεων. Η προέλευσή του είναι από τον Λίβανο, το Μεξικό και τον Καναδά. Είναι μαλακό, ανθεκτικό σε αλλαγές θερμοκρασίας, δεν αλλοιώνεται, έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ρετσίνι και το χρώμα του είναι ανοικτό κίτρινο ή ροζ και σκούρο καφέ.

A.2.4.2. ΣΚΛΗΡΗ ΞΥΛΕΙΑ

Στην σκληρή ξυλεία ανήκουν:

Δρυς

Υπάρχουν δύο είδη: Βελανιδιά και Καλοκαιρινή Δρυς. Η προέλευσή της είναι από την Ευρώπη, τη Βόρειο Αμερική, τη Δυτική Ασία και την Ιαπωνία. Πρόκειται για ξύλο πολύ σκληρό, ελαστικό, ιδιαίτερα ανθεκτικό ως προς τις καιρικές συνθήκες, με ελάχιστη ρίκνωση* και χρώμα κίτρινο (Εικ. 11) ή καφέ. Λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε δεψικό οξύ δε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται χαλύβδινα καρφιά στην επεξεργασία του, αλλά οριχάλκινα.

* Ρίκνωση: Η μείωση των διαστάσεων του ξύλου, όταν χάνει υγρασία



Εικ. 11
Εσωτερικό ξύλινης κατοικίας από δρυ

Μαόνι

Πρόκειται για σκληρό, ελαστικό, ιδιαίτερα **ανθεκτικό ξύλο**, το οποίο “πετσικάρει” ελάχιστα και είναι εύκολο στην επεξεργασία. Η προέλευσή του είναι από την Δυτική Αφρική, την Νότιο Αμερική και την Ονδούρα και έχει χρώμα κιτρινοκόκκινο και καφέ.

Οξιά

Δεν ενδείκνυται για χρήσεις σε εξωτερικούς χώρους και είναι ανθεκτικό μόνο σε ξηρά κατάσταση. Είναι ξύλο ιδιαίτερα όμορφο, σκληρό, πυκνό, ελάχιστα ελαστικό, το οποίο “πετσικάρει” έντονα. Η προέλευσή του είναι από την Ευρώπη και έχει χρώμα ανοικτό κιτρινοκόκκινο και κοκκινοκαφέ (Εικ. 12).



Εικ. 12
Εσωτερικό ξύλινης κατοικίας από οξιά

Τικ (Teak)

Πρόκειται για σκληρό, ελαστικό ξύλο, που “πετσικάρει” λίγο και έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε έλαια. Δεν επηρεάζεται από υγρασία, σκουραίνει ελάχιστα και έχει χρώμα ανοικτό έως σκούρο κοκκινοκαφέ. Η προέλευσή του είναι από την Ινδία και την Βιρμανία και χρησιμοποιείται ως **δομικό στοιχείο** στο ύπαιθρο και μέσα στο έδαφος καθώς και για την **κατασκευή επίπλων εξωτερικού χώρου**.

Σχετικά με την **αντοχή** των προαναφερθέντων ειδών **ξυλείας** καθώς και άλλων, παραθέτουμε τον παρακάτω **συγκριτικό πίνακα** (Πιν. 1):

	<u>Όνομασία Εμπορίου</u>	<u>Φυσική διάρκεια ζωής - Αντοχή</u>
<u>Βελονόφυλλα</u>	Πεύκο Βραζιλίας <u>Oregon Pine</u> <u>Ερυθρελήτη</u> Πεύκο Καναδά <u>Δασική Πεύκη</u> <u>Pitchpine</u> <u>Redpine</u> = σομφό ξύλο από pitchpine <u>Redwood</u> = Πεύκο Καλιφόρνιας, Σεκόγια Κόκκινος Κέδρος	μικρή μέση μικρή μικρή μέση ικανοποιητική στο βαθμό που είναι ξύλο πυρήνα πολύ μικρή ικανοποιητική ικανοποιητική
<u>Κωνοφόρα</u>	<u>Samba</u> <u>Αφτσέλια</u> <u>Bongosi</u> <u>Οξυά</u> <u>Cambara</u> <u>Δρυς</u> <u>Ευκάλυπτος</u> <u>Ιρόκο</u> <u>Khaya - Μαόνι</u> <u>Kosipo</u> <u>Koto</u> <u>Lauan</u> <u>Limba</u> <u>Μαόνι</u> <u>Meranti</u> (Σκούρο κόκκινο) <u>Niangon</u> <u>Ramin</u> <u>Sapelli - Μαόνι</u> <u>Sipo - Μαόνι</u> <u>Τήκ</u> <u>Tiama - Μαόνι</u>	πολύ μικρή άριστη άριστη πολύ μικρή ικανοποιητική ικανοποιητική (ποικίλει) γενική ικανοποιητική άριστη μέση ικανοποιητική μικρή μέση πολύ μικρή ικανοποιητική ικανοποιητική ως μέση ικανοποιητική ως μέση πολύ μικρή ικανοποιητική ικανοποιητική άριστη ικανοποιητική

Πιν. 1
Φυσική αντοχή διαφόρων ειδών ξυλείας

A.3. ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Οι βασικές απαιτήσεις που υπάρχουν για τις ξύλινες κατασκευές αφορούν τα εξής θέματα:

- **φέρουσα ικανότητα** (βλ. § A.3.1.),
- **ηχομόνωση** (βλ. § A.3.2.),
- **θερμομόνωση** (βλ. § A.3.3.),
- **πυροπροστασία** (βλ. § A.3.4.),
- **αντισεισμικότητα** (βλ. § A.3.5.).

Επίσης, στις συνηθέστερες προδιαγραφές των οικοδομικών κανονισμών μπορεί κανείς να παρατηρήσει διαφορές ανάμεσα στις ξύλινες και τις συμβατικές κατοικίες σε θέματα που σχετίζονται με την πυροπροστασία, τους κάλυπτους χώρους καθώς και τον επιτρεπόμενο αριθμό ορόφων.

A.3.1 ΔΟΜΗ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΞΥΛΙΝΩΝ ΦΕΡΟΝΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

A.3.1.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

[Σχετικοί κανονισμοί που τις καθορίζουν: α) Για αρχιτεκτονική μελέτη: ΓΟΚ '85 (N. 1577/85), όπως τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με τους Ν. 1647/86, Ν. 1772/88, 1892/90 και τον Κτιριοδομικό Κανονισμό (ΦΕΚ 59δ'/3.2.89).

β) Για στατική μελέτη: Σύμφωνα με ΕΑΚ2000, Ευρωκώδικας 5, Ευρωκώδικας 1, Ευρωκώδικας 8, DIN 1052, DIN 1055.]

Για την εκτέλεση ξύλινων κατασκευών (Εικ. 13) είναι απαραίτητο, κατά την επιλογή του υλικού, την επεξεργασία του και την δομή της κατασκευής, να λαμβάνονται υπόψη σε μεγάλο βαθμό οι ιδιότητες των υλικών, καθώς και οι παράγοντες που καθορίζουν την ανθεκτικότητα, τη δυνατότητα συντήρησης και οπωσδήποτε την οικονομικότητα των κατασκευών.



Εικ. 13
Ξύλινη κατοικία (στην περιοχή της Εύβοιας)

Το ξύλο είναι ένα εύκολα επεξεργάσιμο, καθώς και ανθεκτικό δομικό υλικό. Ενδείκνυται ιδιαίτερα για την κατασκευή σκελετών (φερόντων οργανισμών) χάρη στο μικρό του βάρος, την μεγάλη του αντοχή και τη δυνατότητα κάλυψης μεγάλων ανοιγμάτων μεταξύ υποστυλωμάτων. Ένα ιδιαίτερο πλεονέκτημα ως προς τις συμβατικές κατασκευές, είναι η γρήγορη και οικονομική συναρμολόγηση των στοιχείων. Σε αντίθεση με πολλά άλλα δομικά υλικά το ξύλο δεν διαβρώνεται και είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό σε χημικές επιδράσεις, όπως π.χ. καυσαέρια βιομηχανιών. Η ανθεκτικότητα των φερόντων ξύλινων στοιχείων μπορεί να ενισχυθεί με κατασκευαστικά ή χημικά μέσα. Για παράδειγμα, μπορεί να ληφθούν μέτρα στο σημείο σύνδεσης των ξύλινων στοιχείων με το έδαφος, να προστατεύονται με επαλείψεις τα σόκορα*, να εξασφαλίζεται ο αερισμός των ξύλινων δομικών στοιχείων και να εμποδίζεται η δημιουργία μυκήτων και η προσβολή από έντομα, με ειδικές επαλείψεις (βλ. § Α.4.4.)

Στις ξύλινες κατασκευές υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις ανάλογα με τη συγκεκριμένη τοποθέτηση του κάθε δομικού στοιχείου. Για την σωστότερη χρησιμοποίηση του ξύλου ως δομικού υλικού, πρέπει να καθορίζονται συγκεκριμένες απαιτήσεις όσον αφορά τη λειτουργία, την κατασκευή, την τοποθέτηση, την διαμόρφωση και την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία.

A.3.1.2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ & ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Από τη χρήση του ξύλου στις δομικές κατασκευές και τον τρόπο επεξεργασίας τους υπάρχουν διαφορετικές προϋποθέσεις για την κατασκευαστική λειτουργία του υλικού απ' ότι στις συμβατικές κατασκευές.

Ως προς τις ιδιότητες του ξύλου πρέπει για την κατασκευαστική διαμόρφωση να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα **κριτήρια**:

1. ικανοποιητική φέρουσα ικανότητα,
2. ελάχιστες παραμορφώσεις,
3. αποφυγή μετακινήσεων,
4. ανθεκτικότητα,
5. μεγάλη διάρκεια ζωής και χρήσης.

Λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες του υλικού τίθενται διαφορετικές **απαιτήσεις** για την σωστότερη χρησιμοποίησή του σε ξύλινες κατασκευές, ανάλογα με κάθε φάση εργασίας:

- **Κριτήριο Λειτουργίας:**
Ικανοποίηση των λειτουργικών απαιτήσεων χρήσης, ανάλογα με το σκοπό χρησιμοποίησης, δυνατότητα πολλαπλών χρήσεων, φέρουσα ικανότητα, ικανοποιητική διάρκεια ζωής και χρήσης.
- **Κριτήριο Υλικού:**
Η δομική αξιοποίηση του υλικού γίνεται αν ληφθούν υπόψη οι

* Σόκορο: Η ακμή της ξυλείας.

συγκεκριμένες ιδιότητες, το κόστος και οι στατικές και φυσικές καταπονήσεις του.

- **Κριτήριο Προκατασκευής:**

Αφορά τη δυνατότητα μαζικής ή βιομηχανικής προκατασκευής των φερόντων στοιχείων ή ενδεχομένως μια επιτόπου προκατασκευή των δομικών στοιχείων. Διαμόρφωση των δομικών στοιχείων με αντιστοιχία προς την συνολική κατασκευή. Εξωτερική διαμόρφωση και εσωτερική διαρρύθμιση με ευρεία εφαρμογή προκατασκευής. Αναλυτικός σχεδιασμός της κατασκευής και των λεπτομερειών της για αποφυγή δυσκολιών κατά την εκτέλεση.

- **Κριτήριο Μεταφοράς:**

Διαστασιολόγηση σύμφωνα με τις δυνατότητες μεταφοράς, αξιοποίηση των μεταφορικών μέσων. Διαμόρφωση των σημείων σύνδεσης των στοιχείων κατά τρόπο ασφαλή για μεταφορά. Επίτευξη ικανοποιητικής αντοχής (αποφυγή παραμορφώσεων) για τα προκατασκευασμένα στοιχεία.

- **Κριτήριο Συναρμολόγησης:**

Διαμόρφωση συνδετικών λεπτομερειών που να εκτελούνται εύκολα, οι αρμοί να είναι εύκολα επισκέψιμοι, να υπάρχει δυνατότητα προσυναρμολόγησης μεμονωμένων στοιχείων.

- **Κριτήριο Προστασίας του ξύλου:**

Για κατασκευαστικά φέροντα στοιχεία θα πρέπει να προβλέπεται χημική και κατασκευαστική προστασία.

- **Κριτήριο Επεκτασιμότητας:**

Δημιουργία πλήρους συστήματος στοιχείων με απλές λεπτομέρειες για σύνδεση κατασκευών επέκτασης ή προσθήκης.

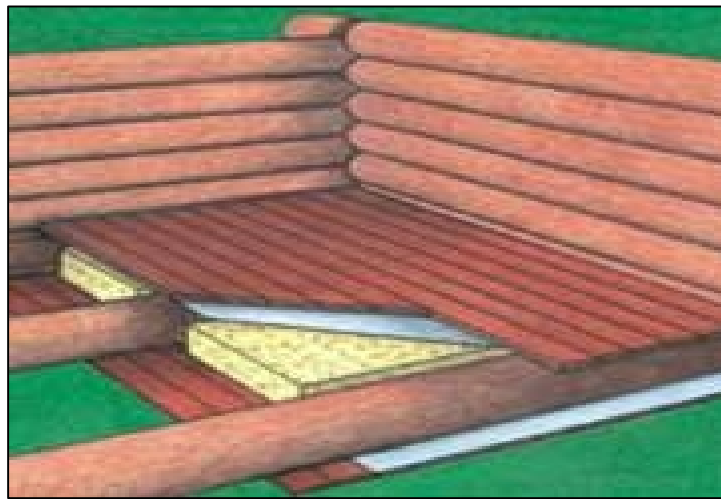
A.3.1.3. ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (BLOCKHOUSE)

Η λογική του ξύλινου σπιτιού από κορμούς δέντρων είναι απλή και πολύ αποτελεσματική. Οι κορμοί της τοιχοποιίας περνούν από ειδικά μηχανήματα, όπου παίρνουν την κυκλική ή ορθογωνική μορφή τους και ταυτόχρονα δημιουργούνται εσοχές και εξοχές, κατά μήκος των κορμών, που αποσκοπούν στην πλήρη εφαρμογή και σταθεροποίηση κατά την οριζόντια τοποθέτηση του ενός πάνω στο άλλο. Οι συνδέσεις των κορμών στις γωνίες γίνονται με ανάλογη δημιουργία εσοχών, έτσι ώστε να διασταυρώνονται και να δένονται μεταξύ τους. Ανάμεσα στους κορμούς παρεμβάλλεται μόνωση για να εξασφαλιστεί η στεγανότητα. Επίσης στους κορμούς της τοιχοποιίας τοποθετούνται βίδες με μήκος όσο το ύψος του τοίχου και πείροι ανά διαστήματα σε προκαθορισμένες θέσεις, για να γίνει η κατασκευή πιο άκαμπτη και περισσότερο συμπαγής.

Η κατασκευή υποστήριξης του πατώματος του ενδιάμεσου ορόφου, γίνεται με κορμούς ίδιους με τους κορμούς της τοιχοποιίας, οι οποίοι τοποθετούνται ανά

400 - 600 mm. Αποτελούν και αυτοί μέρος της φέρουσας κατασκευής του κτίσματος, επειδή με τις εσοχές στις άκρες τους "κλειδώνουν" στην τοιχοποιία, όπως και η τοιχοποιία στις γωνίες. Κάτω από τους κορμούς τοποθετείται μία μεμβράνη και η επένδυσή της οροφής (ταβάνι), και ανάμεσά τους τοποθετείται μόνωση και από πάνω τους οι σανίδες του πατώματος (Εικ. 14). Οι κορμοί αυτοί ή αλλιώς δοκοί στήριξης μπορεί να είναι και εμφανείς για αισθητικούς λόγους.

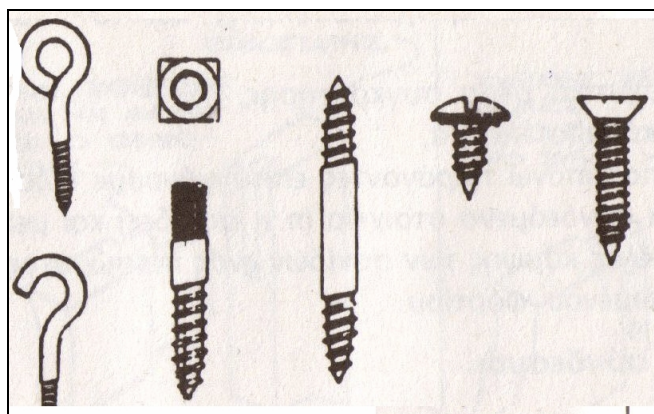
Στην βεράντα και στο μπαλκόνι χρησιμοποιούνται κορμοί στήριξης και σανίδες πατώματος ειδικής ισχυρής επεξεργασίας (εμποτισμού), έτσι ώστε να μην προσβάλλονται από υγρασία, μύκητες και από τις κλιματολογικές συνθήκες γενικότερα. Το δάπεδο του ισογείου μπορεί να κατασκευαστεί με πάτωμα, ή πλακάκια, ή πέτρινες πλάκες, ή οποιοδήποτε άλλο υλικό καθώς και με συνδυασμό διαφορετικών υλικών.



Εικ. 14
Δοκοί στήριξης και σανίδες

A.3.1.4. ΥΛΙΚΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις θέσεις συνδέσεων των ξύλινων στοιχείων του σκελετού (**ξύλοβιδες** (Εικ. 15 & 16), **κοχλίες, μεταλλικές λάμες** (Εικ. 17)), καθώς και τα υλικά αγκύρωσης του σκελετού στη βάση θεμελίωσης (**κοχλίες, αγκυρόβιδες**), πρέπει να συνδυάζουν την υψηλή μηχανική αντοχή με την αντοχή σε οξείδωση. Για τον λόγο αυτό, παράγονται από ειδικά ανθεκτικά κράματα.



Εικ. 15
Ξυλόβιδες



Εικ. 16
Σύνδεση στοιχείων με ξυλόβιδες

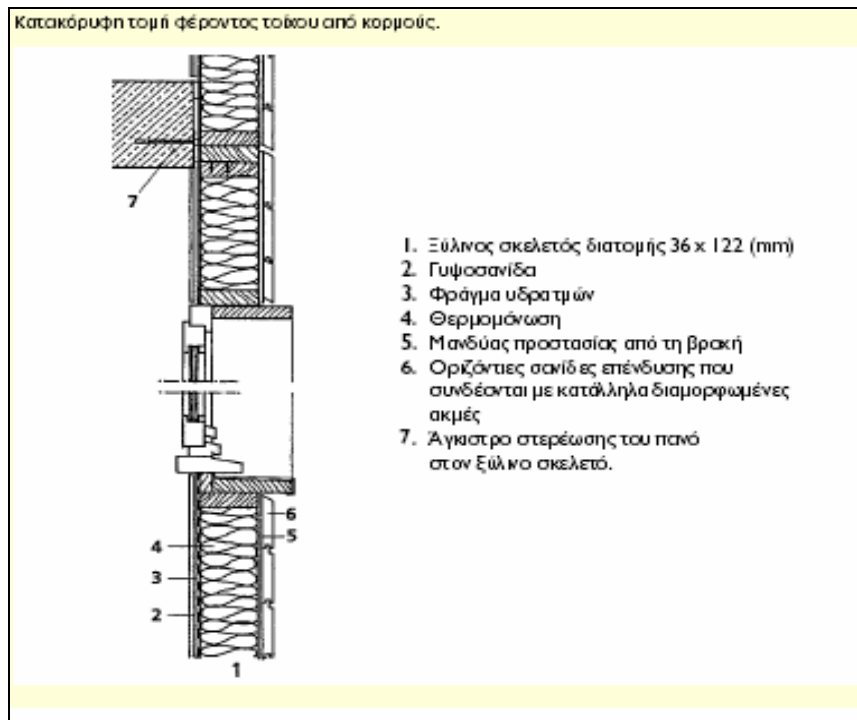


Εικ. 17
Σύνδεση στοιχείων με μεταλλικές λάμες

A.3.1.5. ΥΛΙΚΑ ΜΟΝΩΣΗΣ

Διαβαθμισμένα ποιοτικά και σύμφωνα με προδιαγραφές είναι και τα υλικά μόνωσης (Εικ. 18), όπου εκτός από τις θερμοηχομονωτικές και αντιπυρικές ιδιότητες, λαμβάνεται σοβαρά υπόψη και ο παράγοντας “υγεία”. Επιτρεπόμενα υλικά μόνωσης, είναι:

- ο υαλοβάμβακας,
- η διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη,
- η πολυουρεθάνη,
- μονωτικές ινοπλάκες ξύλου,
- πισσόχαρτο,
- ασφαλτόπανο,
- θερμομονωτικές πλάκες φελλού.



Εικ. 18

Κατακόρυφη τομή τοίχου με ενδεικτική μόνωση

A.3.1.6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Σε περίπτωση βιομηχανικής προκατασκευής, οι ξύλινες κατασκευές καθορίζονται καταρχήν από το χρησιμοποιούμενο σύστημα προκατασκευής. Ανάλογα λοιπόν με την τεχνολογία πρέπει όλα τα δομικά στοιχεία, οι συνδέσεις τους, τα στοιχεία πλήρωσης, κ.τ.λ. να ικανοποιούν στις ξύλινες κατασκευές τις παρακάτω απαιτήσεις:

- να μπορούν να **προκατασκευαστούν με μηχανικά μέσα** ή να μπορούν να κατασκευαστούν με **οικονομικό τρόπο**,

- να μπορούν να **μεταφερθούν εύκολα**,
- να μπορούν να **τοποθετηθούν** στο εργοτάξιο στην προβλεπόμενη θέση **γρήγορα** και με απλά ανυψωτικά μηχανήματα,
- να εξασφαλίζεται κατά την κατασκευή η ελάχιστη δυνατή χειρωνακτική εργασία και ο **τρόπος κατασκευής** να είναι **ασφαλής για τους εργαζόμενους**,
- να χρησιμοποιούνται **εύκολα** επεξεργάσιμα **συνδεδημένα στοιχεία**.

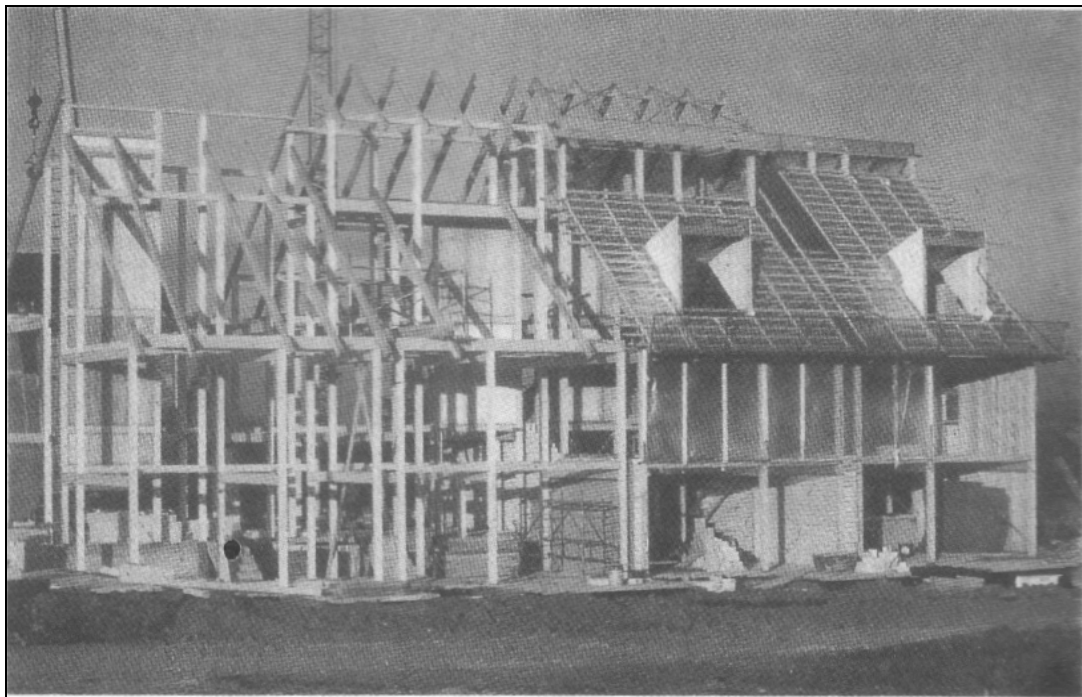
A.3.1.7. ΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Για ξύλινες κατασκευές με οικονομική προκατασκευή και εκτέλεση πρέπει:

- να ενισχυθεί η μηχανική και εν μέρει αυτόματη προκατασκευή (μηχανοποίηση - βιομηχανοποίηση) δομικών στοιχείων,
- να μεταφερθεί ένα ποσοστό των εργασιών του εργοταξίου στην προκατασκευή.

Στη συναρμολόγηση (montage):

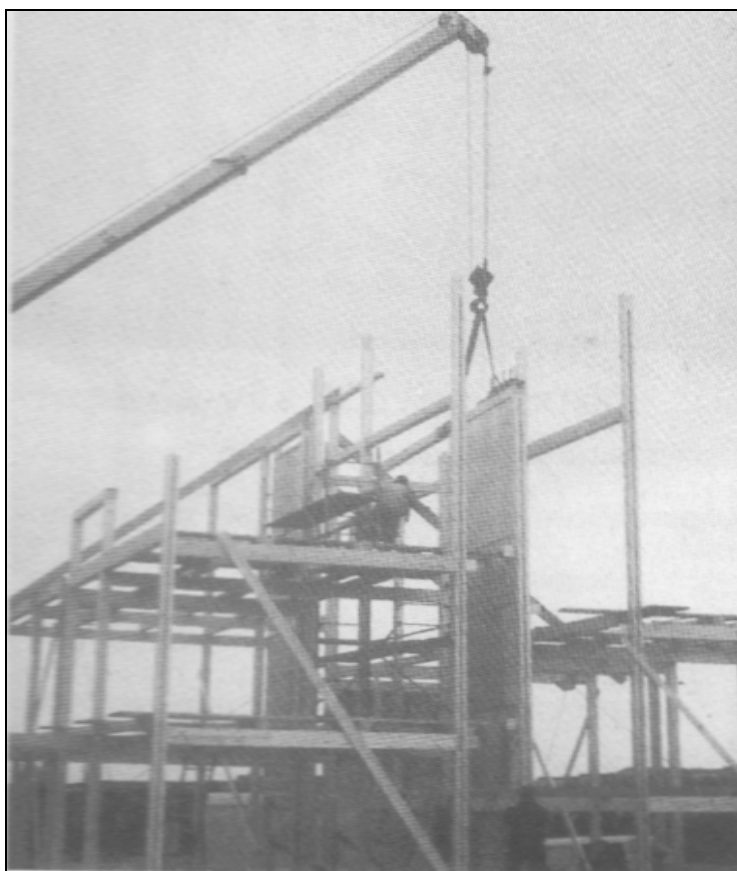
- θα πρέπει να προτιμάται για λόγους οικονομίας η τμηματική συναρμολόγηση (Εικ. 19 & 20),
- να προτιμώνται κινητά ανυψωτικά μηχανήματα (Εικ. 21),
- να χρησιμοποιούνται συνδεδημένα υλικά και τεχνικές σύνδεσης που να εξοικονομούν εργασία.



Εικ. 19
Συναρμολόγηση (montage)



Εικόνα 20
Τοποθέτηση προκατασκευασμένων στοιχείων όψης.



Εικόνα 21
Τοποθέτηση και συναρμολόγηση στοιχείων
ξύλινου σκελετού με γερανό.

Τύποι κατασκευής:

- για την βιομηχανική προκατασκευή πρέπει να προτιμώνται κατασκευές με σανιδώματα και καρφωτές πλάκες, που να ικανοποιούν την οικονομία του έργου τόσο από άποψη χρόνου όσο και από άποψη εργασίας. Ταυτόχρονα να έχουν την απαιτούμενη αντοχή σε καταπονήσεις αλλά και χρόνο χρησιμοποίησης.

A.3.2. ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ

A.3.2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης οι ήχοι διακρίνονται σε:

1. **Αερόφερτοι ήχοι**, που καλύπτουν την μέσω του αέρα μεταφορά ομιλιών, μουσικής, θορύβων κάθε είδους από τον ένα χώρο στον άλλο.
2. **Κρουσιγενείς ήχοι**, που προκαλούνται με το βηματισμό ή από την διέγερση των πατωμάτων από εργασία. Οι κατ' αυτό τον τρόπο δημιουργούμενοι ήχοι (ταλαντώσεις του πατώματος) μεταδίδονται στους από κάτω χώρους ως αερόφερτοι.
3. **Ήχοι των σωμάτων**, που προκαλούνται από μηχανήματα θέρμανσης, από ανεγκυστήρες, από αγωγούς ύδρευσης και αποχέτευσης και μεταδίδονται στα δομικά στοιχεία και στους χώρους ενός κτιρίου ως αερόφερτοι ήχοι.

Για την αντιμετώπιση του αερόφερτου ήχου γίνεται διάκριση ανάμεσα σε α) **μονοκέλυφους** και β) **δικέλυφους** τοίχους ή πατώματα. Αναλυτικότερα:

α) Για τα **μονοκέλυφα** δομικά στοιχεία υπάρχει ένας απλός κανόνας για την ηχομόνωση, στο βαθμό που είναι κατασκευασμένα συμπαγή: Η ηχομόνωση από αερόφερτο ήχο αυξάνεται ανάλογα με το βάρος του τοίχου ή του πατώματος ανά m^2 .

β) Σε **δικέλυφα** δομικά στοιχεία η ηχομόνωση μπορεί να είναι καλύτερη απ' ότι σε ίσου βάρους μονοκέλυφα. Μπορεί να υπάρχουν διαφορές της τάξης των 10 - 20 dB. Προϋποθέσεις για την καλή ηχομόνωση είναι να υπάρχει αρκετό διάκενο μεταξύ των δύο κελυφών, να γεμίζεται το διάκενο αυτό με υαλοβάμβακα ή αντίστοιχο υλικό και να μην υπάρχουν μεταξύ των κελυφών σταθερές συνδέσεις (ηχογέφυρες).

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η μετάδοση του ήχου δεν γίνεται κάθετα προς το δομικό στοιχείο (τοίχο ή πλάκα) αλλά και κατά μήκος των παλλομένων τοίχων ή πλακών.

A.3.2.2. ΗΧΟΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΔΟΚΙΔΩΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΠΛΑΚΩΝ

Για την μόνωση από κρουσιγενείς ήχους σε μια δοκιδωτή ξύλινη πλάκα, σε μια κατοικία, έχουν σημασία τα εξής στοιχεία:

1. **Πλάκα**: Αποτελείται από δοκούς με στερεωμένο πάνω σε αυτές πέτωμα και ενδεχομένως και δεύτερο πέτωμα κάτω από τις δοκούς.
2. **Δάπεδο**. Με τον όρο αυτό θεωρούνται κολυμπητά δάπεδα, ξύλινες επενδύσεις δαπέδων και τα όμοια, που τοποθετούνται πάνω στο πάτωμα (πλάκα).
3. **Επίστρωση δαπέδου (μοκέτες, δάπεδα P.V.C., κ.τ.λ.)**. Αυτά τα δάπεδα έχουν ιδιαίτερη σημασία για την ηχομόνωση.

Γενικά, η ηχομόνωση που προσφέρει ένα ξύλινο δάπεδο πάνω σε ξύλινες δοκούς είναι ελάχιστη ως προς τους κρουσιγενείς ήχους. Μόνο αν υπάρχει επένδυση της οροφής κάτω από τις δοκούς του ξύλινου πατώματος, είναι δυνατόν να υπάρξουν σημαντικές βελτιώσεις για την ηχομόνωση. Το αν υπάρχουν **βελτιώσεις** και σε πιο βαθμό **εξαρτάται** από τους εξής **παράγοντες**:

1. **είδος της σύνδεσης μεταξύ της επένδυσης της οροφής και των δοκών,**
2. **είδος της ηχομόνωσης στο διάκενο,**
3. **είδος της ψευδοροφής.**

A.3.2.3. ΟΡΙΑ ΗΧΟΜΟΝΩΣΗΣ ΑΕΡΟΦΕΡΤΩΝ ΗΧΩΝ ΣΕ ΠΑΤΩΜΑΤΑ

Γενικά τα ξύλινα πατώματα προσφέρουν υψηλή ηχομόνωση από αερόφερτους ήχους, όταν έχουν καλή ηχομόνωση για κρουσιγενείς ήχους. Συνήθως στην κατασκευή η προσφερόμενη ηχομόνωση σπάνια φτάνει το βαθμό ηχομόνωσης που έχει μετρηθεί για τα συγκεκριμένα δομικά υλικά σε συνθήκες εργαστηρίου.

Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην πλευρική μετάδοση του ήχου μέσω των γειτονικών τοίχων. Αυτή η μετάδοση του ήχου είναι που καθορίζει τα όρια της δυνατής ηχομόνωσης. Στις καθαρά ξύλινες κατασκευές η πλευρική αυτή μετάδοση υπολογίζεται κατά 5 dB μικρότερη απ' ότι σε συμπαγείς κατασκευές. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι επιφάνειες των τοίχων δεν είναι συνεχείς από όροφο σε όροφο και χωρίζονται από αρμούς ενώ οι χρησιμοποιούμενες επενδύσεις αντανakλούν κατά 10 - 5 dB λιγότερο ήχο απ' ότι τα συμπαγή στοιχεία. Για το λόγο αυτό, στο σχεδιασμό καθαρά ξύλινων κατασκευών (Εικ. 22 & 23) δεν λαμβάνονται πρόσθετα κατασκευαστικά μέτρα όταν εξασφαλίζεται ικανοποιητική ηχομόνωση του πατώματος έναντι κρουσιγενών ήχων.



Εικ. 22
Ορεινή ξύλινη κατοικία



Εικ. 23
Ορεινή ξύλινη κατοικία

A.3.2.4. ΗΧΟΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ

Για τις κατασκευές εξωτερικών τοίχων σε σχέση με την αναμενόμενη στάθμη εξωτερικού θορύβου υπάρχουν, μετρούμενες σε dB, έξι περιοχές θορύβου με διαφορετικές απαιτήσεις για την εξασφάλιση ηχομόνωσης έναντι αερόφερτων ήχων από τα εξωτερικά δομικά στοιχεία.

Στον σχετικό κανονισμό, περιλαμβάνονται σχεδιασμένες κατασκευές, οι οποίες αντιστοιχούν στις προαναφερθείσες περιοχές στάθμης θορύβου και μπορούν να χρησιμοποιούνται χωρίς περαιτέρω έλεγχο. Οι κατασκευές αυτές διατίθενται στους ενδιαφερόμενους από τις αρμόδιες υπηρεσίες.

Για μεμονωμένα κτίσματα, που δεν αντιστοιχούν στις συνήθεις κατασκευές, απαιτείται πιστοποιητικό ενός αναγνωρισμένου ινστιτούτου. Σε περίπτωση που το βάρος επιφανείας των εξωτερικών τοίχων δεν επαρκεί, μπορεί να εξασφαλίζεται βελτίωση της ηχομόνωσης με την προσθήκη μιας εσωτερικής ανηρτημένης επένδυσης (π.χ. ξύλινης).

Βασικά, θα πρέπει στις κατασκευές αυτές να λαμβάνεται υπόψη ότι πλάκες επένδυσης από ξύλο ή γύψο έχουν μια σχετική ελαστικότητα. Η διάταξή τους καθορίζεται, σε σχέση με την πορεία της μόνωσης μέσω του εξωτερικού τοίχου, σε σχέση πάντα με την οριακή συχνότητα (συχνότητα συντονισμού).

A.3.2.5. ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΚΕΚΛΙΜΕΝΩΝ ΣΤΕΓΩΝ

Οι απαιτήσεις ηχομόνωσης της στέγης, στο βαθμό που ο χώρος κάτω από αυτήν είναι διαμορφωμένος, είναι οι ίδιες με τις απαιτήσεις για την ηχομόνωση από αερόφερτο ήχο όπως σε όλα τα εξωτερικά δομικά στοιχεία. Σε περίπτωση μη διαμόρφωσης του χώρου της στέγης οι απαιτήσεις για ηχομόνωση πρέπει να ικανοποιούνται αθροιστικά από τη στέγη και την πλάκα κάτω από αυτήν.

Για την ηχομόνωση από αερόφερτο ήχο, που πρέπει να εξασφαλίζουν οι στέγες, ορίζονται ελάχιστες τιμές, που καθορίζονται ανάλογα με το είδος του χώρου και την αναμενόμενη στάθμη εξωτερικού θορύβου (για στέγες πάνω από χώρους διαμονής σε κατοικίες η ελάχιστη τιμή είναι 30 - 50 dB).

A.3.3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

[Σχετικοί κανονισμοί που την καθορίζουν: Κανονισμός για την Θερμομόνωση κτιρίων (ΦΕΚ 362δ'/4.7.79).]

A.3.3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η αύξηση της τιμής της ενέργειας έχει οδηγήσει σε μια εκ βάθρων επανεξέταση των απαιτήσεων θερμομόνωσης των ξύλινων κατασκευών (Εικ. 24). Παλαιότερα κατασκευάζονταν κτίρια με υψηλή θερμομόνωση (μειωμένες απαιτήσεις θέρμανσης) μόνο υπό το πρίσμα της εξασφάλισης περισσότερων ανέσεων. Έτσι, η έντονη αύξηση της τιμής του πετρελαίου αλλά και η προδιαγραφόμενη μείωση των πηγών ενέργειας επέτρεψαν την εμφάνιση του ζητήματος στην πρώτη γραμμή των οικονομικών στοιχείων.

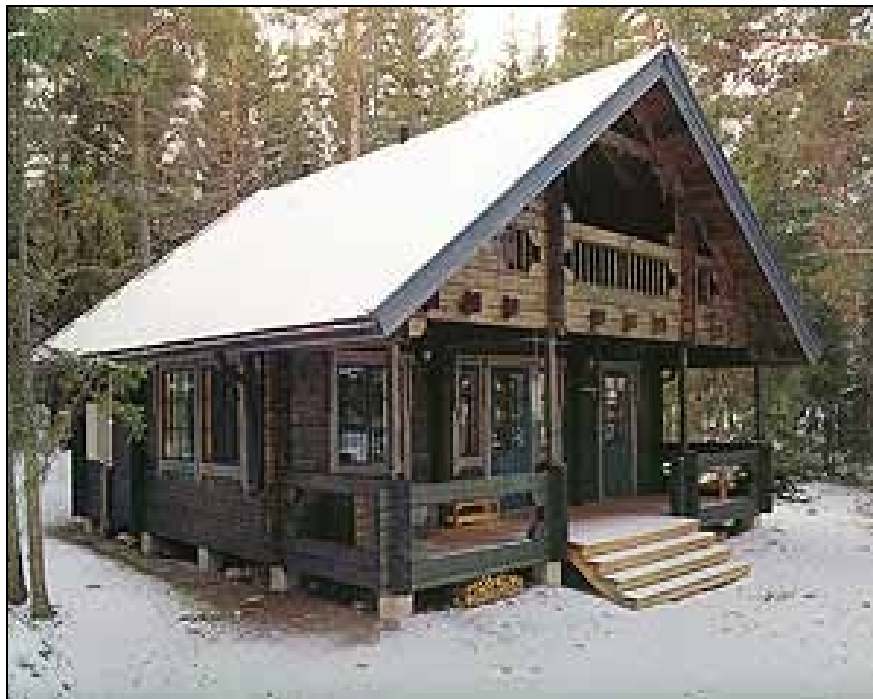
Οι διαπιστώσεις αυτές επηρεάζουν:

- την διαστασιολόγηση των εξωτερικών τοίχων με βάση υπολογισμούς θερμομόνωσης,

- τη μορφή των κτιρίων,
- την αναλογία των ανοιγμάτων στους εξωτερικούς τοίχους,
- το είδος της θέρμανσης,
- την διάταξη των χώρων και εγκαταστάσεων υγιεινής.

Η διαδρομή της μετάδοσης θερμότητας ή ψύχους δεν μπορεί να διακοπεί εντελώς, ωστόσο είναι δυνατή μια μόνωση και μια συσσώρευση της θερμότητας. Τα μέτρα για τη θερμομόνωση περιλαμβάνουν λοιπόν όλες τις δυνατότητες, που εξυπηρετούν τη μείωση της μετάδοσης της θερμότητας μεταξύ των χώρων και του εξωτερικού αέρα. Ένας επιπλέον στόχος είναι η **αποφυγή βλαβών** στο κτίριο, όπως:

- η **αποφυγή τάσεων** λόγω θερμότητας και η δημιουργία ρωγμών,
- η **αποφυγή βλαβών εξ' αιτίας της συμπύκνωσης υδρατμών στην επιφάνεια** των δομικών στοιχείων,
- **αποφυγή συμπύκνωσης υδρατμών στο εσωτερικό** των δομικών στοιχείων.



Εικ. 24
Ορεινή ξύλινη κατοικία

A.3.3.2. ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Με τον όρο αυτό θεωρούνται όλα τα **μέτρα θερμομόνωσης**, που χρησιμοποιούνται για την προστασία των δομικών στοιχείων της ξύλινης κατοικίας (Εικ. 25), ανάλογα με την απαιτούμενη ελάχιστη θερμομόνωση σύμφωνα με τους κανονισμούς (βλ. § Α.3.3.). Ισχύουν για όλα τα δομικά στοιχεία που περικλείουν ένα χώρο ή ένα κτίριο για τη διαμονή ανθρώπων. Οι

προδιαγραφές του κανονισμού για τους συντελεστές θερμομόνωσης έχουν καθοριστεί σύμφωνα με τις εμπειρίες των μέχρι στιγμής συμβατικών τρόπων κατασκευής και σύμφωνα με απόψεις υγιεινής.

Έτσι τίθεται ως προδιαγραφή η **αποφυγή της συμπύκνωσης υδρατμών** στην επιφάνεια των τοίχων. Επίσης στην επιφάνεια του δαπέδου των πατωμάτων πρέπει να εξασφαλίζεται μια ικανοποιητικά υψηλή θερμοκρασία. Οι υψηλές απαιτήσεις για τη δημιουργία ενός ευχάριστου κλίματος διαμονής δεν μπορούν να ικανοποιηθούν στην περίπτωση εφαρμογής της ελάχιστης θερμομόνωσης ακόμα και με αυξημένη θέρμανση. Από τον κανονισμό προκύπτουν απαιτήσεις που μπορούν να ικανοποιηθούν χωρίς ιδιαίτερα κατασκευαστικά προβλήματα στην περίπτωση των ξύλινων κατασκευών. Ανεξάρτητα από τις απαιτήσεις των πολεοδομικών υπηρεσιών, η θερμομόνωση των δομικών ξύλινων στοιχείων πρέπει να έχει υπολογιστεί έτσι ώστε να μην υπάρχει περίπτωση συμπύκνωσης υδρατμών μέσα στην διατομή των δομικών στοιχείων.

Κάτι τέτοιο δεν παρουσιάζει προβλήματα στους κανονικούς χώρους διαμονής, ωστόσο σε χώρους με σταθερά υψηλή σχετική υγρασία (π.χ. μπάνιο, κουζίνα) θα πρέπει το πάχος της θερμομόνωσης να αυξάνεται αντίστοιχα.



Εικ. 25
Ορεινή ξύλινη κατοικία

Η ποσότητα των συμπυκνούμενων υδρατμών πρέπει το χειμώνα να φθάνει το πολύ τα 500 g/m^2 . Αντίστοιχα η περιεχόμενη υγρασία σε δομικά υλικά με βάση το ξύλο δεν πρέπει να αυξάνεται περισσότερο από 3% του βάρους του ενώ η τιμή της σε οποιοδήποτε σημείο μιας ξύλινης διατομής δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 18% του βάρους της.

Η δεύτερη προϋπόθεση σημαίνει, ότι η αποδιδόμενη κατά το καλοκαίρι υγρασία (w_i) πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με την απορροφώμενη κατά

το χειμώνα υγρασία από συμπύκνωση (ω). Αν δεν ικανοποιούνται οι δύο αυτές προϋποθέσεις θα πρέπει να ληφθούν κατασκευαστικά μέτρα για το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο.

A.3.3.3. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Οι κατασκευές που εκτίθενται περισσότερο σε κινδύνους βλαβών είναι εκείνες, στις οποίες η υδατοδιαπερατότητα (από υδρατμούς) των μη μονωμένων στρώσεων δεν αυξάνεται ικανοποιητικά από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του δομικού στοιχείου. Τέτοιες κατασκευές είναι ως επί το πλείστον μη αεριζόμενες κατασκευές με αμφίπλευρη επένδυση. Η **βελτίωση** μπορεί να επιτευχθεί **με την εξασφάλιση αερισμού** πίσω από την κινδυνεύουσα από συμπύκνωση υδρατμών στρώση **ή με την τοποθέτηση ενός ενδιάμεσου εσωτερικού φράγματος υδρατμών** ή με την εξασφάλιση και των δύο.

A.3.3.4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Εάν δεν υπάρχει υπερβολικά μεγάλη αναλογία ανοιγμάτων στους εξωτερικούς τοίχους τότε είναι εύκολο να επιτευχθούν συντελεστές θερμομόνωσης ικανοποιητικοί για τις οικονομικές ξύλινες κατασκευές χωρίς ιδιαίτερη αλλαγή στην αντιμετώπιση των μονωτικών στρώσεων, καθώς υπάρχουν εδώ και χρόνια υψηλές απαιτήσεις θερμομόνωσης για τις ελαφρές κατασκευές.

A.3.3.5. ΠΛΗΡΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η πλήρης θερμομόνωση καλύπτει προδιαγραφές πάνω από τις ελάχιστες που δίνονται στον κανονισμό και βελτιώνει την αίσθηση ευεξίας μέσα στα κτίρια και κατά συνέπεια την εμπορικότητά τους. Στόχος της είναι η αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας των στοιχείων που περιβάλλουν ένα χώρο και η μείωση των απωλειών θερμότητας από μετάδοση. Οι απαιτούμενοι συντελεστές θερμομόνωσης κυμαίνονται μεταξύ του διπλάσιου και του τετραπλάσιου της ελάχιστης θερμομόνωσης.

A.3.3.6. ΥΨΗΛΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Με τον όρο αυτό εννοούνται **μέτρα θερμομόνωσης**, που **υπερκαλύπτουν** τις **ελάχιστες τιμές** του **κανονισμού**, αλλά ταυτόχρονα λαμβάνουν υπ' όψη το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων και βοηθούν στην επίτευξη οικονομικών λύσεων.

Η υψηλή θερμομόνωση εξασφαλίζει την κάλυψη, από την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, των τόκων και την απόσβεση των κεφαλαίων από την αύξηση του κόστους κατασκευής. Η ιδανική θερμομόνωση επιτυγχάνεται όταν η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση βρίσκεται κάτω από αυτό το όριο και συνεχίζει να υπάρχει οικονομία και μετά την απόσβεση των κεφαλαίων.

A.3.3.7. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΤΟΝ ΧΕΙΜΩΝΑ & ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

Οι διαφορετικές κλιματικές συνθήκες που ισχύουν το χειμώνα και το καλοκαίρι απαιτούν την αντιμετώπιση των μέτρων θερμομόνωσης πάνω σε διαφορετική βάση κατά το σχεδιασμό.

Το χειμώνα η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα παρουσιάζει μικρές διακυμάνσεις. Έτσι αυτό που πρέπει να εξασφαλίζεται, είναι η διατήρηση μιας μέσης ευχάριστης θερμοκρασίας στον εσωτερικό χώρο. Το καλοκαίρι οι θερμοκρασιακές διαφορές είναι μεγαλύτερες. Έτσι η εξασφάλιση της μείωσης της διακύμανσης της θερμοκρασίας μέσα στο δομικό ξύλινο στοιχείο κατά την πορεία μετάδοσής της, έχει μεγαλύτερη σημασία.

A.3.3.8. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΩΝ

Η θερμομόνωση στεγών καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό και με μεγάλη λεπτομέρεια από τους κανονισμούς (βλ. § A.3.3.). Η δομή των στρώσεων μιας στέγης, που αποτελεί κομμάτι του εξωτερικού κελύφους ενός χώρου, πρέπει να προσδιορίζεται από τον Μηχανικό με τρόπο που να **εξασφαλίζει λειτουργίες**, όπως:

- **θερμομόνωση,**
- **υγρομόνωση,**
- **θερμομόνωση και πυροπροστασία.**

A.3.4. ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

[Σχετικοί κανονισμοί που την καθορίζουν: Κανονισμός για την Πυροπροστασία των κτιρίων Π.Δ. 71/88.]

A.3.4.1. ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗ ΦΩΤΙΑ

Παρόλο που η αντοχή της φυσικής ξυλείας σε περίπτωση φωτιάς είναι **μεγάλη**, αναλογιζόμενοι το γεγονός ότι η ξυλεία είναι κατάλληλη και εγκεκριμένη για τοιχοποιία, σε περίπτωση πυρκαγιάς **καίγεται** με πολύ **αργούς ρυθμούς**, διατηρώντας παράλληλα την αντοχή της. Άρα η επιλογή ενός τέτοιου σπιτιού σίγουρα δεν εγκυμονεί κινδύνους όσο αφορά την περίπτωση πυρκαγιάς.

Χωρίς την ύπαρξη φλόγας ή κάποιας παρατεταμένης προθέρμανσης, το ξύλο δεν μπορεί να αναφλεγεί από μόνο του, παρά μόνο αν φτάσει σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 500 °C, πράγμα το οποίο είναι εντελώς απίθανο να συμβεί. Παρόλα αυτά όμως, οι κατασκευάστριες εταιρείες παρέχουν ολική προστασία με προϊόντα “No Burn” (άκαυστα) τα οποία είναι οικολογικά 100% και εγκεκριμένα από Διεθνή και Ευρωπαϊκά εργαστήρια.

Με αυτόν τον τρόπο, είναι σίγουρο ότι ο εφιάλτης της πύρινης κόλασης δεν θα αποτελέσει πρωταρχικό παράγοντα απόρριψης μιας ξύλινης κατοικίας.

A.3.4.2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΦΕΡΟΝΤΕΣ ΤΟΙΧΟΥΣ & ΤΟΙΧΟΥΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ

Κατά τον κανονισμό τα δομικά στοιχεία διακρίνονται σε **αναφλέξιμα (B) και άκαυστα (A)**. Μια επιπλέον ανάλυση των κατηγοριών αυτών έχει ως εξής:

Κατηγορία A (A1/A2) = Άκαυστα υλικά

Κατηγορία B (B1 - B3) = Αναφλέξιμα υλικά

Επιπλέον διακρινόμενες κατηγορίες: B 1= Δύσκολα αναφλέξιμα υλικά
(π.χ. F 90, F 120)

B 2 = Αναφλέξιμα υλικά

B 3 = Εύφλεκτα υλικά

Για τα υλικά με βάση το ξύλο θα πρέπει να σημειωθεί, ότι ανάλογα με τη χρήση τους απαιτείται και κάποια αντίστοιχη πυκνότητα. Αυτό ισχύει και για μονωτικά υλικά, που πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις ως προς την πυκνότητα και το σημείο τήξης τους.

Γενικά διατίθενται από την πλευρά συγκεκριμένων κατασκευαστών, υλικά και στοιχεία αντίστοιχα με τις κατηγορίες πυροπροστασίας, που επιτρέπουν το σχεδιασμό και την κατασκευή με προκατασκευασμένα στοιχεία.

Σε οικοδομικούς κανονισμούς διαφόρων κρατών αντί του ύψους υπολογίζεται π.χ. ο αριθμός των ορόφων που στην αντίστοιχη περίπτωση πρέπει να είναι το πολύ τρεις. Αντίστοιχα υπάρχουν διαφορές ως προς την απόσταση μεταξύ των κτιρίων ή την απόσταση ενός κτιρίου από τα όρια του οικοπέδου, στοιχείο που καθορίζει την κατασκευή των εξωτερικών τοίχων από αναφλέξιμα υλικά (B 2). Συνήθως απαιτείται απόσταση 5 m, εάν το κτίριο έχει πάνω από έναν ορόφους ή εάν δεν είναι μονοκατοικία.

Μια κοινή ρύθμιση σε όλους τους κανονισμούς είναι το ότι απαγορεύεται η χρήση εύφλεκτων δομικών υλικών (B 3) ή επιτρέπεται μόνο στην περίπτωση που ο τρόπος επεξεργασίας τους και τοποθέτησής τους στο κτίριο εξασφαλίζει από κίνδυνο ανάφλεξης. Σε ξύλινες κατοικίες είναι πολλές φορές απαραίτητες ειδικές κατασκευές για πυροπροστασία, για τις οποίες απαιτείται ειδικό πιστοποιητικό ελέγχου από την πυροσβεστική υπηρεσία. Για την εκτέλεση τέτοιων κατασκευών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η γνώμη των υπεύθυνων για την πυροπροστασία υπηρεσιών, δηλαδή της πυροσβεστικής υπηρεσίας. Εννοείται πως τον τελικό λόγο έχει πάντα η πολεοδομία.

A.3.4.3. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

Ξύλινοι διαχωριστικοί τοίχοι που δεν έχουν φέρουσες ή ακαμπτικές λειτουργίες μπορούν να τοποθετούνται σε όλα τα κτίρια εκτός από υψηλά κτίρια και

χώρους με κίνδυνο πυρκαγιάς ή έκρηξης. Ενδείκνυται επίσης για διαχωριστικούς τοίχους σε κατασκευές με το πολύ δύο ορόφους.

A.3.4.4. ΣΤΕΓΕΣ

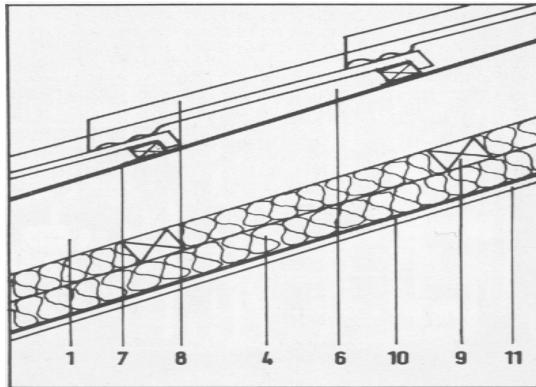
Οι φέροντες σκελετοί στεγών μπορούν να είναι από ξύλο. Τα δομικά στοιχεία που αποτελούν το ανώτατο επίπεδο στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου αποτελούν τη στέγη και πρέπει να διαμορφώνονται έτσι σύμφωνα με τον οικοδομικό κανονισμό (βλ. § A.3.4.).

Εάν ο χώρος κάτω από τη στέγη μιας κατοικίας χρησιμοποιείται για διαμονή ανθρώπων, θα πρέπει τα στοιχεία που τον περιβάλλουν (τοίχοι και πλάκες) να είναι πυρανασχετικά (A2).

Σε κεκλιμένες, αεριζόμενες στέγες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μονωτικά υλικά κανονικά ή δύσκολα αναφλέξιμα (B2/B1). Από αισθητική και πυροπροστατευτική άποψη υπάρχουν οι εξής εναλλακτικές κατασκευαστικές λύσεις:

1. **μόνωση κάτω από τους αμείβοντες** (Εικ. 26),
2. **μόνωση ανάμεσα στους αμείβοντες**,
3. **μόνωση πάνω από τους αμείβοντες** (Εικ. 27).

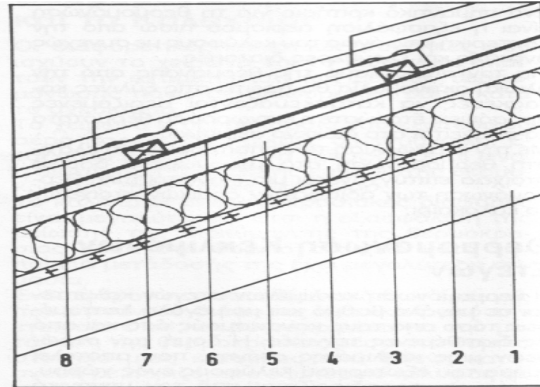
Η τοποθέτηση της μόνωσης ανάμεσα στους αμείβοντες είναι ιδιαίτερα δύσκολη λόγω των χρησιμοποιούμενων παχών των μονωτικών υλικών και του προβλήματος του αερισμού της στέγης.



Εικ. 26

Κατασκευαστική διάταξη μονωτικών στρώσεων κάτω από τους αμείβοντες

1. Αμείβοντες
2. Πέτσωμα (μορσαριστό)
3. Καδρονάρισμα 3/5 cm
4. Θερμομόνωση 10-12 cm
5. Διάκενο αερισμού
6. Εγκάρσιο καδρονάρισμα
7. Μembrάνη
8. Επικάλυψη στένης
9. Καδρονάρισμα εσωτερικής επένδυσης (πλαίσια)
10. Φράγμα υδρατμών
11. Γυψοσανίδα 12,5 mm



Εικ. 27

Κατασκευαστική διάταξη μονωτικών στρώσεων πάνω από τους αμείβοντες

1. Αμείβοντες
2. Πέτσωμα (μορσαριστό)
3. Καδρονάρισμα
4. Θερμομόνωση 10-12 cm
5. Διάκενα αερισμού
6. Μembrάνη
7. Τενίδες
8. Επικάλυψη στένης

A.3.4.5. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΟΔΕΥΣΕΙΣ ΔΙΑΦΥΓΗΣ

Σε μονώροφα ή διώροφα κτίρια δεν υπάρχουν ιδιαίτερες προδιαγραφές για τις οδεύσεις διαφυγής. Εξάιρεση αποτελούν κλιμακοστάσια, που πρέπει να έχουν πυράντοχους τοίχους (τουλάχιστον F 90).

A.3.5. ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Η επιλογή ξύλινων κατασκευών που κάνουν οι κατεχοχήν σεισμογενείς χώρες π.χ. Ιαπωνία αποτελεί απόδειξη των πλεονεκτημάτων των ξύλινων σπιτιών στη συμπεριφορά τους, κατά τη διάρκεια του σεισμού, και στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν από αυτούς.

Τα ξύλινα κτίρια είναι η **ασφαλέστερη κατασκευή** στην οποία μπορεί κάποιος να βρεθεί κατά τη διάρκεια ενός σεισμού. Το ξύλο είναι **ελαστικό** και **κινείται με τη δύναμη του σεισμού**. Αν όντως ένα ξύλινο κτίριο καταρρεύσει, δημιουργούνται μεγάλα κενά επιβίωσης. Επιπλέον, ένα ξύλινο κτίριο έχει λιγότερη συμπυκνωμένη μάζα όταν καταρρεύσει.

A.4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

A.4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Σε συμπαγείς κατασκευές με ξυλοδεσιές είναι εμφανές, ότι με την προσεκτική επιλογή, επεξεργασία και τοποθέτηση του ξύλου, οι βλάβες (μεταβολές διαστάσεων, προσβολή από μύκητες ή έντομα) είναι ελάχιστες ακόμα και χωρίς χημική επεξεργασία. Αυτό αποδεικνύει ότι τα κατασκευαστικά προληπτικά μέτρα έχουν ιδιαίτερα μεγάλη σημασία.

Δομική και χημική προστασία του ξύλου θα πρέπει να εξασφαλίζουν τη διατήρηση των καλών ιδιοτήτων του ξύλου και των παραγώγων υλικών και να αυξάνουν τη διάρκεια ζωής των δομικών στοιχείων από ξύλο. Σε υπάρχουσες κατασκευές θα πρέπει να λαμβάνονται ειδικά μέτρα εξυγίανσης για ξύλινα στοιχεία που έχουν προσβληθεί από μύκητες ή έντομα. Η προσβολή του ξύλου από μύκητες και έντομα επηρεάζεται από τη θέση και τη λειτουργία του δομικού στοιχείου.

Οι **μικροοργανισμοί που προσβάλλουν** το ξύλο χωρίζονται σε τέσσερις ομάδες:

1. **Μύκητες που χρωματίζουν το ξύλο** (άναμμα και μούχλα). Πρακτικά δεν επηρεάζουν την αντοχή του ξύλου.
2. **Μύκητες που καταστρέφουν το ξύλο** (Lenzites, οικιακή σπογγώδης μούχλα). Οδηγούν σε σάπισμα του ξύλου.
3. **Έντομα που εμφανίζονται σε τοποθετημένο σε κατασκευές ξύλο**. Συνηθέστερα είδη: Anobiium (συνήθης ξυλοφάγος κάνθαρος - σαράκι), Lyctus (κάνθαρος των παρκέτων), Σκαθάρι (ξυλότριβος).
4. **Έντομα που προσβάλλουν νωπό ξύλο**. Συνηθέστερα είδη: Sirex (σφήκα που προσβάλλει το ξύλο).

A.4.2. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Για τα περισσότερα είδη ξύλου και τις περιοχές χρησιμοποίησής του είναι απαραίτητη μια χημική επεξεργασία του. Η προστασία αυτή ποικίλλει ανάλογα με το είδος του ξύλου. Κάθε ξύλο έχει μια συγκεκριμένη αντοχή που το χαρακτηρίζει. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά κάποια από τα μέτρα.

A.4.3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

Ακόμα και όταν χρησιμοποιείται ξυλεία μικρότερης αντοχής θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία σε μερικές λεπτομέρειες της κατασκευής (αποφυγή της διαρκούς ύγρανσης των ξύλων ώστε να μην υπάρξει ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη μυκήτων), ενδεχομένως μάλιστα

να γίνεται και προληπτική χημική προστασία. Για ευνοϊκότερα αποτελέσματα, θα πρέπει να **επιδιώκεται υγρασία του ξύλου μικρότερη από 20%**.

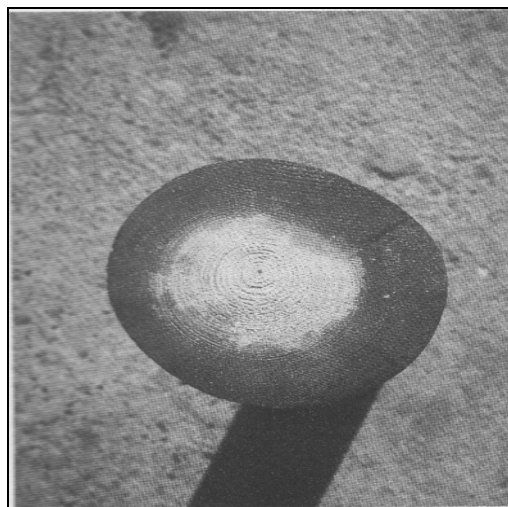
Στο μεγαλύτερο αριθμό των περιπτώσεων για χώρους διαμονής και τις επικρατούσες σε αυτούς κλιματικές συνθήκες θα πρέπει να χρησιμοποιείται ξύλο, το οποίο έχει **ξηρανθεί**, γεγονός που εμποδίζει την ανάπτυξη μυκήτων. Θα πρέπει να προσεχθεί ώστε να μην εκτίθεται σε συνεχείς υψηλές συνθήκες υγρασίας του αέρα (>70%), πράγμα που μπορεί να επιτυγχάνεται απλά με τον αερισμό μέσω των αρμών.

Σε χώρους με υψηλή υγρασία (π.χ. λουτρά) μπορεί να αποφευχθεί η δημιουργία υγρασίας στην επιφάνεια των ξύλινων επενδύσεων με τοποθέτησή τους σε απόσταση από τον τοίχο πάνω σ' ένα καδρονάρισμα που επιτρέπει την κυκλοφορία του αέρα και την ανταλλαγή υγρασίας με τον αέρα του χώρου. Σε περίπτωση χρωματισμών ή βερνικιού θα πρέπει να υπάρχουν πόροι έτσι ώστε να επιτρέπεται η διέλευση υγρασίας από το ξύλο. Για το σκοπό αυτό ενδείκνυνται ειδικά βερνίκια, υδατοχρώματα και ακρυλικά. Αν χρησιμοποιούνται στεγανά υλικά βαφής μπορεί να δημιουργείται υγρασία μέσα στο δομικό στοιχείο, που επιτρέπει την ανάπτυξη μυκήτων.

A.4.4. ΧΗΜΙΚΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ ΞΥΛΟΥ

Σε πολλές χώρες επιτρέπεται και συνιστάται ο εμποτισμός της ξυλείας του σκελετού και της εξωτερικής επικάλυψης υπό πίεση με υδατοδιαλυτά συντηρητικά αλάτων χαλκού, χρωμίου, αρσενικού και βορίου.

Με τη μέθοδο αυτή εμποτίζονται τα ξύλινα στοιχεία με χαλκούχα άλατα. Η μέθοδος αυτή βασίζεται σε εμποτισμό στεγνωμένης ξυλείας. Για κάθε είδος ξυλείας επιλέγεται η μέθοδος και η διάρκεια εμποτισμού που προσφέρει έναν σε βάθος εμποτισμό (Εικ. 28) και μια διάχυση του προστατευτικού υλικού.



Εικ. 28
Εμποτισμένος κορμός ξύλου

Η επεξεργασία βασίζεται σε αλλαγές της πίεσης μέσα στο ξύλο με τρόπο που να αντικαθίστανται οι χυμοί του ξύλου με το διάλυμα των αλάτων εμπότισμού. Αυτή η προστασία προσφέρει στο ξύλο μια διάρκεια ζωής πολλών δεκαετιών χωρίς ιδιαίτερη επιπλέον επεξεργασία. Οι εμπότισμοί μπορούν να έχουν και χρωματικές επιδράσεις σε τόνους του καφέ ή του ελαιώδους. Άλλη διαφοροποίηση του χρώματος του ξύλου μπορεί να επιτευχθεί με εκ των υστέρων επάλειψη με βερνίκια. Υπό τη μακροχρόνια επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας τα ξύλα αυτά παίρνουν ένα ασημί τόνο.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια αντίθεση από επιστήμονες σε οικολογικές οργανώσεις για τη χρήση των αλάτων αρσενικού και χρωμίου σε εμπότισμένο ξύλο. Μια **οικολογική αντιμετώπιση** του θέματος είναι ο **εμπότισμός του ξύλου με άλατα και ενώσεις βορίου**, που είναι φιλικά προσκείμενα προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, ενώ ταυτόχρονα προσφέρουν πολύ καλή προστασία στο ξύλο από προσβολές μυκήτων και εντόμων.

A.5. ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 5

Ο Ευρωκώδικας 5, είναι ο Ευρωκώδικας που αφορά τις ξύλινες κατασκευές. Ακόμα δεν υπάρχει ελληνικός κανονισμός για τα ξύλινα συστήματα δόμησης.

Από πλευράς νομοθεσίας, υπάρχει μια εγκύκλιος, τέλους 1995, του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, με την οποία συνιστάται η χρήση των Ευρωκωδίκων για τη μελέτη των κατασκευών, όταν ο φέρων οργανισμός δεν είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Επίσης, στα μέσα του επόμενου έτους, του 1996, υπάρχει μια απόφαση, με βάση την οποία επιτρέπεται η μελέτη μόνο των ξύλινων πατωμάτων και στεγών με οποιαδήποτε δόκιμη μέθοδο, η οποία ήταν σε χρήση και πριν από την 1/7/95, ημερομηνία υποχρεωτικής εφαρμογής των νέων δομικών κανονισμών. Μετά τη μετάφραση του Ευρωκώδικα 5 για τις ξύλινες κατασκευές και την έγκριση του αντίστοιχου εθνικού κειμένου εφαρμογής τους, παύει να ισχύει η παρούσα. Δηλαδή, επιτρέπεται για τα οριζόντια στοιχεία να χρησιμοποιείται οποιαδήποτε παλιά μέθοδος και για τα κατακόρυφα συνιστάται έντονα να χρησιμοποιείται ο Ευρωκώδικας. Επίσης, ο Ευρωκώδικας δεν είναι μεταφρασμένος και ακόμη δεν υπάρχει αντίστοιχο εθνικό κείμενο εφαρμογής.

Υπάρχει όμως και ο Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (NEAK). Στον NEAK πρέπει να καθοριστεί κάποιος δείκτης συμπεριφοράς, έτσι ώστε να συνδεθεί ο σεισμός με τα ξύλινα φέροντα στοιχεία. Ο κανονισμός, έτσι όπως είναι δομημένος, είναι για χώρες χωρίς σεισμό, όπως για παράδειγμα τη Γερμανία και την Αγγλία. Δεν υπάρχουν αντίστοιχες κατασκευαστικές διατάξεις, που να καλύπτουν τη συμπεριφορά της ξύλινης κατασκευής έναντι σεισμού. Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός των κόμβων με σεισμικές δράσεις δεν καλύπτεται από τον Ευρωκώδικα 5. Από τον NEAK δεν μπορεί να καλυφθεί, γιατί δεν είναι αντικείμενο του NEAK να δώσει τέτοιες λεπτομέρειες. Επομένως, αν και όλα τα άλλα που προαναφέρθηκαν γίνουν, πάλι θα υπάρχει κενό, δεν θα μπορούμε να μελετήσουμε πολυώροφα ξύλινα κτίρια στην Ελλάδα.

Σχετικά, λοιπόν, με τον Ευρωκώδικα 5, οι δυσκολίες της εφαρμογής του είναι γνωστές και αυτές οφείλονται όχι μόνο στην ελλιπή ενημέρωση των μελετητών, αλλά και στις βασικότερες ελλείψεις που υπάρχουν. Η κυριότερη από αυτές, είναι το γεγονός ότι στις αρχικές σελίδες του Ευρωκώδικα 5, υπάρχει μία συγκέντρωση των αντιστοιχίων ευρωπαϊκών προτύπων τα οποία σχετίζονται με τις διάφορες δοκιμές που πρέπει να γίνουν καθώς επίσης υπάρχουν και 3 πυκνογραφημένες σελίδες από αντίστοιχα ευρωπαϊκά πρότυπα. Όλα τα προαναφερθέντα δυσχεραίνουν την εργασία του Μελετητή.

Ανεξάρτητα από τα παραπάνω πάντως, χωρίς αμφιβολία ο Ευρωκώδικας 5 αποτελεί ένα πολύ ισχυρό εργαλείο στα χέρια του ενημερωμένου Μελετητή. Καλύπτει πολλά από τα κενά που άφησε ο παλαιός κανονισμός, εξετάζει με εξαντλητικό τρόπο διάφορα ευαίσθητα σημεία, ιδίως σε ότι αφορά τις συνδέσεις και γενικά καλύπτει όλες τις αυξημένες απαιτήσεις των σύγχρονων ξύλινων κατασκευών, με μόνη έλλειψη την απουσία διατάξεων έναντι σεισμού.

A.6. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο συστήματα πυκνού ελαφρού ξύλινου σκελετού. Το σύστημα πλατφόρμας (**Plattform**) (Εικ. 29) και το σύστημα κλωβού ή μπαλονιού (**Baloon**). Και τα δυο συστήματα εφαρμόζονται για ξύλινες κατασκευές μικρού μεγέθους, δηλαδή κατασκευές όπου τα καθαρά ανοίγματα των φερόντων στοιχείων δεν ξεπερνούν τα 5 - 6 m και οι επάλληλοι όροφοι δεν είναι περισσότεροι από τρεις.



Εικ. 29

Ξύλινη κατασκευή, κατασκευασμένη κατά επίπεδα (Plattform)

A.6.1. ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ (BALLOON)

Σε αυτό τον τύπο κατασκευής διαμορφώνεται αρχικά το εξωτερικό περίβλημα συμπεριλαμβανομένης και της στέγης. Έτσι επιτυγχάνεται μια στεγανότητα της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου και προσφέρεται μεγαλύτερος χώρος για την εσωτερική διαμόρφωση. Μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι το γεγονός ότι οι εσωτερικοί τοίχοι και τα πατώματα μπορούν να προκατασκευαστούν σε μικρό μόνο βαθμό.

Οι τοίχοι κατασκευάζονται συνεχείς για πάνω από δύο ορόφους, πράγμα που καθιστά προβληματική τη διαμόρφωση πυροδιαμερισμάτων σε ύψος ορόφου. Τα πατώματα των ορόφων διαμορφώνονται πάνω σε δοκούς, οι οποίες στηρίζονται σε στρωτήρες συνδεδεμένους σταθερά με τους ορθοστάτες. Οι δοκίδες των πατωμάτων μπορούν να στερεώνονται πλευρικά προς τους ορθοστάτες.

Σε μια βελτιωμένη παραλλαγή της κατασκευής αυτής οι ορθοστάτες έχουν ύψος ορόφου και συνδέονται οριζόντια με δοκίδες πάνω και κάτω (στρωτήρες). Πάνω σ' αυτές τις δοκούς στηρίζονται οι δοκοί του

πατώματος, οι οποίες συνδέονται πάλι πλευρικά προς τους ορθοστάτες.

A.6.2. ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ (PLATTFORM)

Αν και το σύστημα πλατφόρμας έχει αρχίσει να εφαρμόζεται τελευταία, είναι εκείνο που χρησιμοποιείται περισσότερο από τα δύο συστήματα κατασκευής ξύλινων. Στο κατασκευαστικό αυτό σύστημα (Εικ. 30) οι τοίχοι αποτελούνται από μια σειρά ορθοστατών και οριζόντιων δοκίδων (πάνω και κάτω), έχουν ύψος ορόφου και στηρίζονται πάνω σε κάθε πλάκα (πάτωμα) ορόφου που διαμορφώνεται σαν πλατφόρμα. Αυτός ο τύπος κατασκευής σε αντίθεση με τον προηγούμενο (balloon) διαμορφώνεται με συνεχείς προκατασκευασμένες πλάκες πατωμάτων που χωρίζουν καθαρά τον έναν όροφο από τον άλλον.

Το γεγονός αυτό βοηθάει σε μια ευρύτατη διάκριση στοιχείων, που επιτρέπει την πλήρη προκατασκευή. Οι πλατφόρμες αυτές ικανοποιούν ταυτόχρονα την απαίτηση για διαμόρφωση πυροδιαμερισμάτων με ύψος ορόφου.



Εικ. 30

Ξύλινη κατασκευή κατασκευασμένη κατά επίπεδα (Plattform)

Οι ορθοστάτες έχουν στο σύστημα αυτό ύψος ίσο με το καθαρό ύψος ορόφου καθώς δε διακόπτονται από κανένα κατασκευαστικό στοιχείο. Η απόσταση μεταξύ των ορθοστατών είναι max 40 cm.

Για τη διαμόρφωση ανοιγμάτων (πόρτες και παράθυρα) τοποθετούνται πλευρικά στη θέση των λαμπάδων διπλοί ορθοστάτες, ενώ μικρότεροι σε ύψος ορθοστάτες αναλαμβάνουν την ενδεχόμενη ποδιά, η οποία πάλι διαμορφώνεται από τόσες σανίδες όσες απαιτείται για να καλυφθεί το βάθος του ορθοστάτη. Σε αντίθεση με τον Ευρωπαϊκό τύπο κατασκευής με σκελετό, στον τύπο κατασκευής κατά επίπεδα δεν υπάρχει σύνδεση μεταξύ των ξύλων με χρήση

ή διαμόρφωση οδοντώσεων, μόρσων ή οποιωνδήποτε εγκοπών που απαιτούν πρόσθετη εργασία.

Για τις περισσότερες συνδέσεις χρησιμοποιούνται καρφιά μήκους 87 mm. Εξαίρεση αποτελούν οι γωνίες των οριζόντιων στρωτήρων που συνδέονται μεταξύ τους με μεταλλικές γωνίες.

A.6.2.1. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ (PLATTFORM)

A.6.2.1.1. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ & ΒΑΣΗΣ

Το συνήθως κατασκευαζόμενο γραμμικό θεμέλιο έχει διπλή αποστολή. Πρέπει αφ' ενός να μεταβιβάζει τα φορτία της οικοδομής στο έδαφος και αφ' ετέρου να δημιουργεί τη βάση προστασίας από το νερό της βροχής που αναπηδά στο έδαφος, ώστε να αποκλείεται η σχετική υγρασία από την ξύλινη κατασκευή. Η κατασκευή της θεμελίωσης (Εικ. 31) πρέπει να είναι απόλυτα ακριβής ως προς τις διαστάσεις καθώς ο κάρναβος της ξύλινης κατασκευής δεν έχει μεγάλες ανοχές αστοχίας.



Εικ. 31
Πλατφόρμα θεμελίωσης

Το θεμέλιο κατασκευάζεται συνήθως με οριζόντια και κατακόρυφη υγρομόνωση. Ο χώρος κάτω από το ισόγειο πρέπει να αερίζεται εγκάρσια. Πάνω από την τελική επιφάνεια του θεμελίου τοποθετείται μια υγρομονωτική μεμβράνη και πάνω από αυτήν στερεώνεται στο θεμέλιο στρωτήρας επί του οποίου στηρίζεται ουσιαστικά η ξύλινη κατασκευή. Ο στρωτήρας αυτός στερεώνεται στο θεμέλιο με μπουλόνια - βλήτρα διαμέτρου 1215 mm περίπου κάθε 1,22 m.

Το πλεονέκτημα της κατασκευής τύπου πλατφόρμας είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε αυτήν τόσο συμβατικές, όσο και βιομηχανικές μέθοδοι τυποποίησης. Μεμονωμένα στοιχεία όπως τοίχοι, πατώματα και στοιχεία της στέγης κατασκευάζονται με μηχανικά μέσα και έρχονται έτοιμα στο εργοτάξιο. Επιπλέον, δέχονται ή μπορεί να έχουν ήδη τοποθετημένα εγκαταστάσεις, πόρτες, παράθυρα, εγκαυτές και εξωτερική επένδυση.

Η συναρμολόγηση στο εργοτάξιο επιτυγχάνεται με μικρά ανυψωτικά μέσα και με κάρφωμα. Με τον τρόπο αυτό ο χρόνος συναρμολόγησης περιορίζεται στο ελάχιστο.

A.6.2.1.2. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΤΥΠΟΥ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ

Όπως και στον τύπο κατασκευής περιβλήματος, τα προκατασκευασμένα επίπεδα - πλατφόρμες αποτελούνται από δοκίδες πατώματος πάχους 4 cm και ύψους 15 - 25 cm. Η αξονική απόσταση μεταξύ των δοκίδων κυμαίνεται μεταξύ 40 cm και 60 cm. Οι δοκίδες αυτές στερεώνονται σε μια περιμετρική δοκό διατομής Π.

Η ακαμψία μεταξύ των δοκίδων του πατώματος επιτυγχάνεται με σανίδες τοποθετημένες σε αποστάσεις ανά περίπου 2 m. Η επάνω επιφάνεια του πατώματος διαμορφώνεται από αντικολλητή ξυλεία πάχους 16 mm καθώς και από ένα ξύλινο δάπεδο.

Ανοιγματα για τοποθέτηση σκάλας, καμινάδων, κ.τ.λ. διαμορφώνονται από ειδικευμένο ξυλουργό. Εάν χρειαστεί γεφύρωση κάποιου ανοίγματος, αυτό διαμορφώνεται από δοκούς συντεθειμένες από δοκίδες αντίστοιχες με αυτές του πατώματος. Οι εγκαταστάσεις διέρχονται χωρίς πρόβλημα στο διάκενο χώρο μεταξύ των δοκίδων.

Οι εξωτερικοί τοίχοι διαμορφώνονται από ορθοστάτες πάχους 4/9 cm και αντίστοιχα ίσους στρωτήρες πάνω και κάτω, ενώ η ακαμψία τους εξασφαλίζεται με την επένδυση από αντικολλητή ξυλεία (κόντρα πλακέ). Για εξασφάλιση της ακαμψίας τοποθετούνται στα ακραία φατνώματα* των εξωτερικών τοίχων διαγώνιες ράβδοι.

Στις παρειές των ανοιγμάτων (παράθυρα και πόρτες) τοποθετούνται πρόσθετοι ορθοστάτες πάνω στους οποίους στηρίζονται πρέκια και ποδιές. Η θερμομόνωση τοποθετείται μεταξύ των ορθοστατών και στην πλευρά την εκτεθειμένη στους επικρατούντες ανέμους τοποθετείται πρόσθετα μια στεγανωτική μεμβράνη που αερίζεται από πίσω.

Οι διαχωριστικοί τοίχοι μεταξύ διαφορετικών κατοικιών διαμορφώνονται ως αντιπυρικοί τοίχοι. Έτσι δεν τοποθετούνται πάνω στο επίπεδο της πλατφόρμας, αλλά βρίσκονται μπροστά από αυτή. Το σχετικά εύκολο αυτό κατασκευαστικό σύστημα χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για διώροφες

* Φάτνωμα: φρέαρ, στοά, θάλαμος.

κατοικίες με καθαρές κατόψεις, μικρά ανοίγματα στους τοίχους και απλά επίπεδα ορόφων. Μεγάλα ανοίγματα στους τοίχους είναι προβληματικά, καθώς αντίκεινται στην ομοιογένεια της κατασκευής. Συχνότερα χρησιμοποιούνται μικτές κατασκευές και ειδικά εκεί όπου η συνέχεια της λειτουργίας των δισκοειδών στοιχείων δεν θεωρείται ικανοποιητική. Οι στέγες κατασκευάζονται με το ίδιο σύστημα ή από προκατασκευασμένα ζευκτά. Τα συνήθη ζευκτά τοποθετούνται σε απόσταση περίπου 60 cm μεταξύ τους και είναι αυτοφερόμενα. Δεν επιτρέπουν όμως, λόγω των αναγκαίων ελκυστήρων, τη χρήση του χώρου της στέγης. Η στέγη αποκτά ακαμψία με την τοποθέτηση αντιανεμίων, πετσώματος από κόντρα πλακέ ή σανιδώματος. Σύνθετες μορφές στέγης, αλλά και η τοποθέτηση ανοιγμάτων στη στέγη είναι μάλλον προβληματικές κατασκευές.

A.7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

A.7.1. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ

Για την κατασκευή μιας ξύλινης κατοικίας με κορμούς (Εικ. 32), αρχικά απαιτείται η κατασκευή μιας βάσης - πλατφόρμας (όπως αυτή περιγράφεται στην § A.6.2.1.1.), η οποία κατασκευάζεται 2 cm λιγότερο από την περίμετρο της κατοικίας και έχει ύψος 20 - 25 cm από το έδαφος. Στην πλατφόρμα αυτή, περνόνται οι αναμονές για τις ηλεκτρικές και υδραυλικές παροχές.



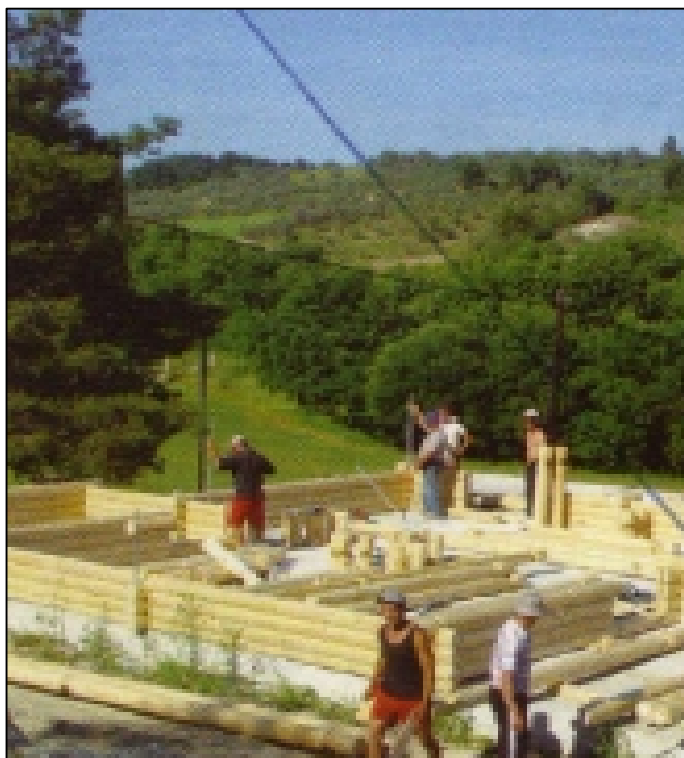
Εικ. 32
Ξύλινη κατοικία με κορμούς

Με τη μεταφορά των κορμών (Εικ. 33), (περίπου 2,5 μήνες από την παραγγελία, διότι αυτός είναι ο χρόνος που απαιτείται) στον χώρο του έργου, ξεκινά η κατασκευή του οικήματος.

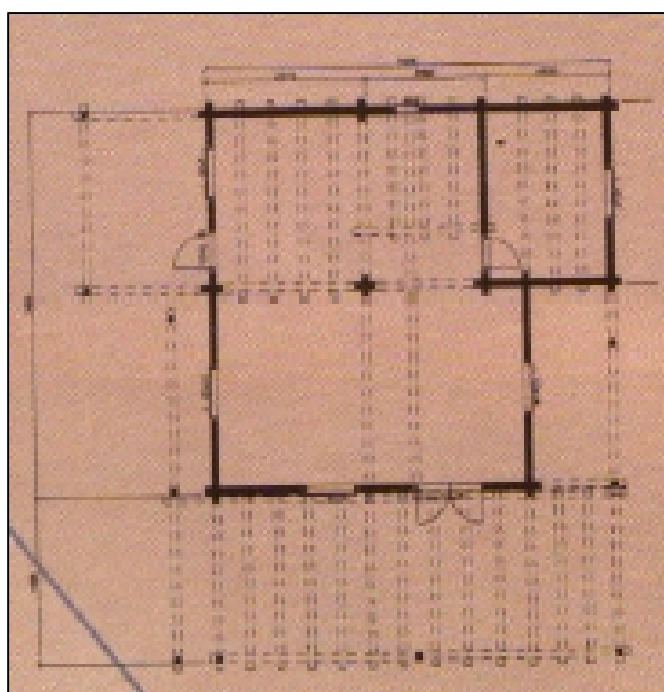


Εικ. 33
Μεταφορά των κορμών στο χώρο του έργου

Αρχικά, οι πρώτοι κορμοί πακτώνονται στην πλατφόρμα και στη συνέχεια ακολουθεί η συναρμολόγηση των κορμών (Εικ. 34 & 35).



Εικ. 34
Κατασκευή ξύλινης κατοικίας με κορμούς

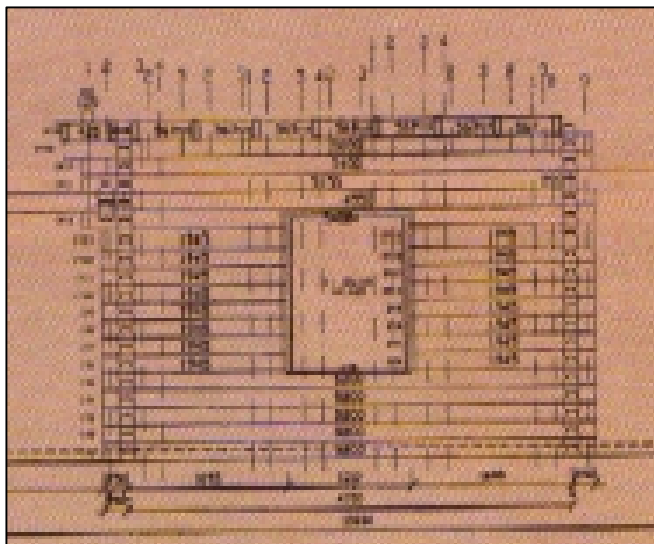


Εικ. 35
Η διάταξη των κορμών σε κάτοψη

Οι κορμοί τοποθετούνται οριζόντια, “θηλυκώνοντας” ο ένας πάνω στον άλλο (Εικ. 36 & 37). Πριν από την τοποθέτηση τους, μπαίνει ειδική μόνωση (π.χ. πετροβάμβακας) στον κάθε κορμό, στα σημεία επαφής τους με τον επόμενο. Έπειτα συνδέονται μεταξύ τους με ξυλόκαρφα. Ταυτόχρονα αρχίζουν να περνιούνται οι ηλεκτρολογικές γραμμές και οι υδραυλικές παροχές (Εικ. 38) στις οπές, η ύπαρξη των οποίων έχει ήδη προβλεφθεί στο ενδιάμεσο στάδιο (από το στάδιο κατασκευής της πλατφόρμας και την σύνδεση των στοιχείων του φέροντα). Ανάλογα το πάχος των κορμών, το μήκος αυτών και το μέγεθος της κατοικίας, τοποθετούνται ντίζες* μέσω των οποίων επιτυγχάνεται το σωστότερο “ζύγισμα” των κορμών.



Εικόνα 36
Συναρμολόγηση των κορμών



Εικόνα 37
Η διάταξη των κορμών σε πλάνια όψη

* Ντίζα: Λεπτό συρματόσχοινο με περιχιτώνιο.

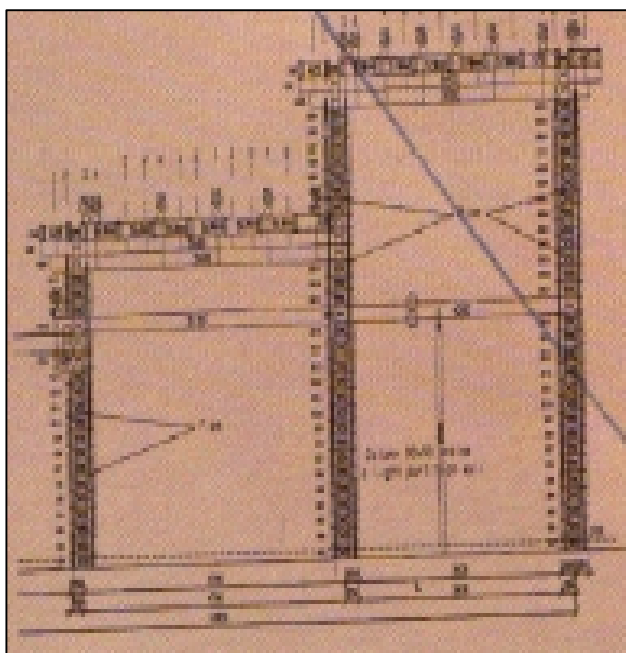


Εικ. 38
Τοποθέτηση υδραυλικών και ηλεκτρολογικών παροχών
ανάμεσα στα δύο στάδια κατασκευής

Αφού ολοκληρωθούν οι εργασίες συναρμολόγησης του ισογείου, τοποθετούνται τα δοκάρια που δημιουργούν το μεσοπάτωμα. Στη συνέχεια προχωρά η κατασκευή του ορόφου (Εικ. 39 & 40).



Εικ. 39
Κατασκευή ορόφου

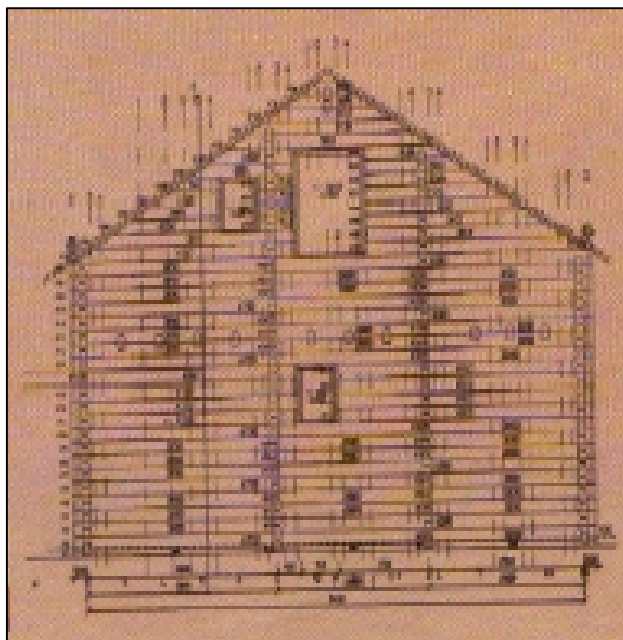


Εικ. 40
Η διάταξη των κορμών σε πλάγια όψη

Έπειτα τοποθετούνται τα ψαλίδια της στέγης και τα υπόλοιπα υλικά για την αποπεράτωσή της, όπως: οι πλάκες από το ιδιαίτερα ανθεκτικό κοντραπλακέ θαλάσσης, πετροβάμβακας, αναπνέουσες μεμβράνες και τέλος τα ασφαλικά κεραμίδια (Εικ. 41 & 42).



Εικόνα 41
Η κατοικία αποπερατωμένη



Εικόνα 42
Η διάταξη των κορμών σε πλάγια όψη

Τέλος, διαμορφώνεται ο εσωτερικός χώρος σύμφωνα με τις ανάγκες, την διάθεση και το στυλ των ιδιοκτητών (Εικ. 43 - 46).



Εικ. 43 & 44
Εσωτερικό ξύλινης κατοικίας



Εικ. 45
Εσωτερικό ξύλινης κατοικίας



Εικ. 46
Εσωτερικό ξύλινης κατοικίας

A.7.2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΞΥΛΟ

Η χρήση του ξύλου για την κατασκευή βιομηχανικών κτιρίων δεν αποτελεί συνηθισμένη επιλογή. Οι βιομηχανικές κατασκευές που υπάρχουν, πλην των κατοικιών, είναι σχεδόν **ανύπαρκτες**, γι' αυτό δεν ήταν δυνατή η εύρεση παραδείγματος το οποίο θα μπορούσαμε να μελετήσουμε και να παραθέσουμε στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής εργασίας.

A.8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά ξύλινα κτίρια προηγούμενων αιώνων, σήμερα δεν μπορούμε να χρησιμοποιούμε ξυλεία με φυσική αντοχή για οικονομικούς λόγους. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά είδη Ευρωπαϊκής ξυλείας, τηρώντας βεβαίως τους κατασκευαστικούς κανόνες, σε όλες τις εν σειρά παραγόμενες ξύλινες κατασκευές, και λαμβάνοντας υπόψη το θέμα της μείωσης του κόστους σε συνδυασμό με τη χημική προστασία του ξύλου, καλύπτονται θέματα αντοχής και συντήρησης των κατασκευών σε βαθμό αντίστοιχο με τις συμβατικές κατασκευές.

Κατά την εφαρμογή των ξύλινων κατασκευών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ριζικές **διαφορές** τους από τις συμβατικές κατασκευές, τόσο **ως προς την κατασκευαστική μορφή**, όσο και **ως προς τη σειρά των εργασιών** για τις οποίες τίθενται συνεχώς προδιαγραφές παράλληλα με την αύξηση της προκατασκευής και την εφαρμογή νέων τεχνικών σύνδεσης.

Λαμβάνοντας υπόψη τους οικονομικούς παράγοντες μπορεί να γίνεται:

- μια ορθολογική χρήση του υλικού,
- να εφαρμόζονται συστήματα οικονομίας σε υλικά με τυποποιημένες διαστάσεις και
- να αντιμετωπίζονται ενδεχομένως θέματα συντήρησης και δομικής προστασίας του ξύλου.

Επιπλέον, η διαμόρφωση των ξύλινων κατασκευών προσδιορίζεται σημαντικά από τις πολεοδομικές προδιαγραφές. Βέβαια σε κάποιο βαθμό εφαρμόζονται πειραματικές κατασκευές με επιπρόσθετες προδιαγραφές, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για μελλοντικές εφαρμογές. Μεγάλο μέρος των προδιαγραφών αυτών, αφορά ζητήματα ηχομόνωσης για πλάκες και τοίχους, που καλύπτουν τις διάφορες επιμέρους προδιαγραφές, αλλά το κόστος στις πειραματικές αυτές κατασκευές, ανεβαίνει υπερβολικά

A.9. ΚΟΣΤΟΣ

Σύμφωνα με την άποψη των αντιπροσώπων μεγάλων εταιρειών ξύλινων σπιτιών καθώς και κατασκευαστών, η **μέση τιμή** του **m² επηρεάζεται** από:

- το **μέγεθος** της **κατοικίας** (συνήθως αυξάνεται στις μικρές κατοικίες),
- τις **ειδικές κατασκευές**,
- την **δυσκολία** ή το **κόστος πρόσβασης**,
- την **τεχνική δυσκολία** του **σχεδίου**,

ενώ **μειώνεται**:

- από το **μέγεθος** της **κατοικίας**,
- από την **απλότητα** της **κατασκευής**,
- από την **τοποθεσία** σε περίπτωση εντός έδρας.

Η μέση τιμή κυμαίνεται από **900 - 1200 ευρώ/m²** και περιλαμβάνει αρχιτεκτονικές μελέτες και σχέδια, στατική μελέτη, μελέτη θερμομόνωσης και πυροπροστασίας, γεωτεχνική μελέτη και την πλήρη αποπεράτωση της κατοικίας. Δεν περιλαμβάνονται η δαπάνη έκδοσης οικοδομικής άδειας και οι ασφαλιστικές εισφορές στο ΙΚΑ, οι οποίες σύμφωνα με κατασκευαστές έχουν χαμηλότερο κόστος στην ξύλινη κατοικία.

Συστήματα ξύλινων κατασκευών με δυνατότητα προσαρμογής σε διάφορες συνθήκες καλύπτουν τις απαιτήσεις που τίθενται για μεμονωμένα δομικά στοιχεία, καθώς μπορούν σ' αυτές να ενταχθούν διάφορες λεπτομέρειες χωρίς ιδιαίτερο κόστος. Ωστόσο σε σύγκριση με συμβατικές κατασκευές εμφανίζονται μεγαλύτερες αυξήσεις του κόστους κατασκευής. Σε πολλές πειραματικές κατασκευές, συγκριτικές παρατηρήσεις σχετικά με τη θερμοπροστασία το καλοκαίρι, δείχνουν καθαρά ότι απαιτείται εφαρμογή πολυπλοκότερων τεχνικών, ώστε να επιτευχθούν αποτελέσματα συγκρίσιμα με τις συμβατικές κατασκευές.

Όσο αφορά την οικονομία των κατασκευών αυτών, αυτό που έχει σημασία δεν είναι τόσο η αύξηση του κόστους αλλά η ένταξη στο σχεδιασμό της κατασκευής των μέτρων που θα ικανοποιήσουν αυτές τις απαιτήσεις της θερμομόνωσης.

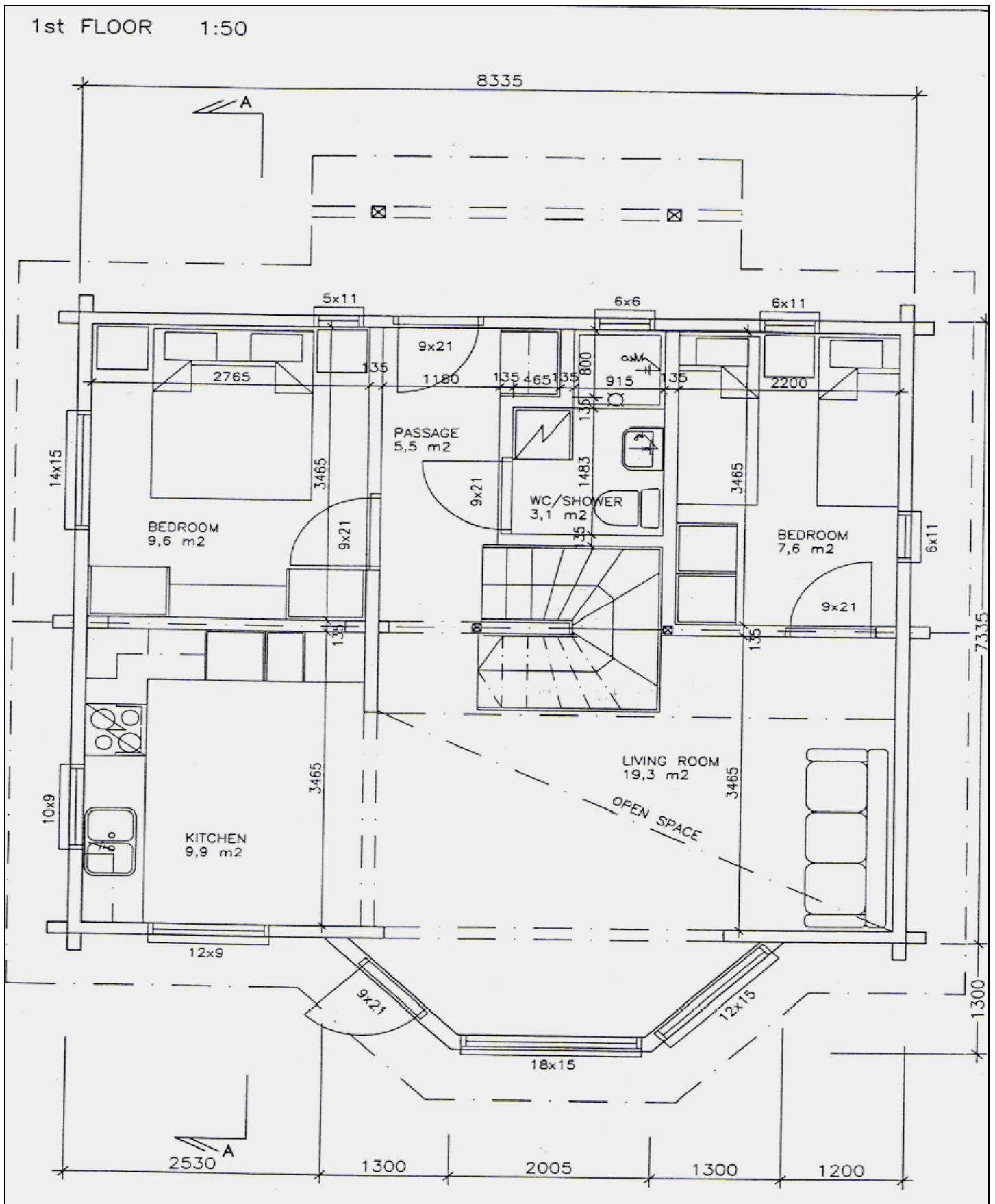
Για την κατασκευή των ξύλινων σπιτιών, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η έκδοση οικοδομικής άδειας από τις κατά τόπους πολεοδομικές υπηρεσίες. Ο χρόνος παράδοσης της κατασκευής είναι περίπου 3 μήνες. Τα ξύλινα σπίτια δανειοδοτούνται με στεγαστικά δάνεια από τις τράπεζες και τους οργανισμούς του δημοσίου.

A.10. ΕΝ ΚΑΤΑΚΛΕΙΔΙ...

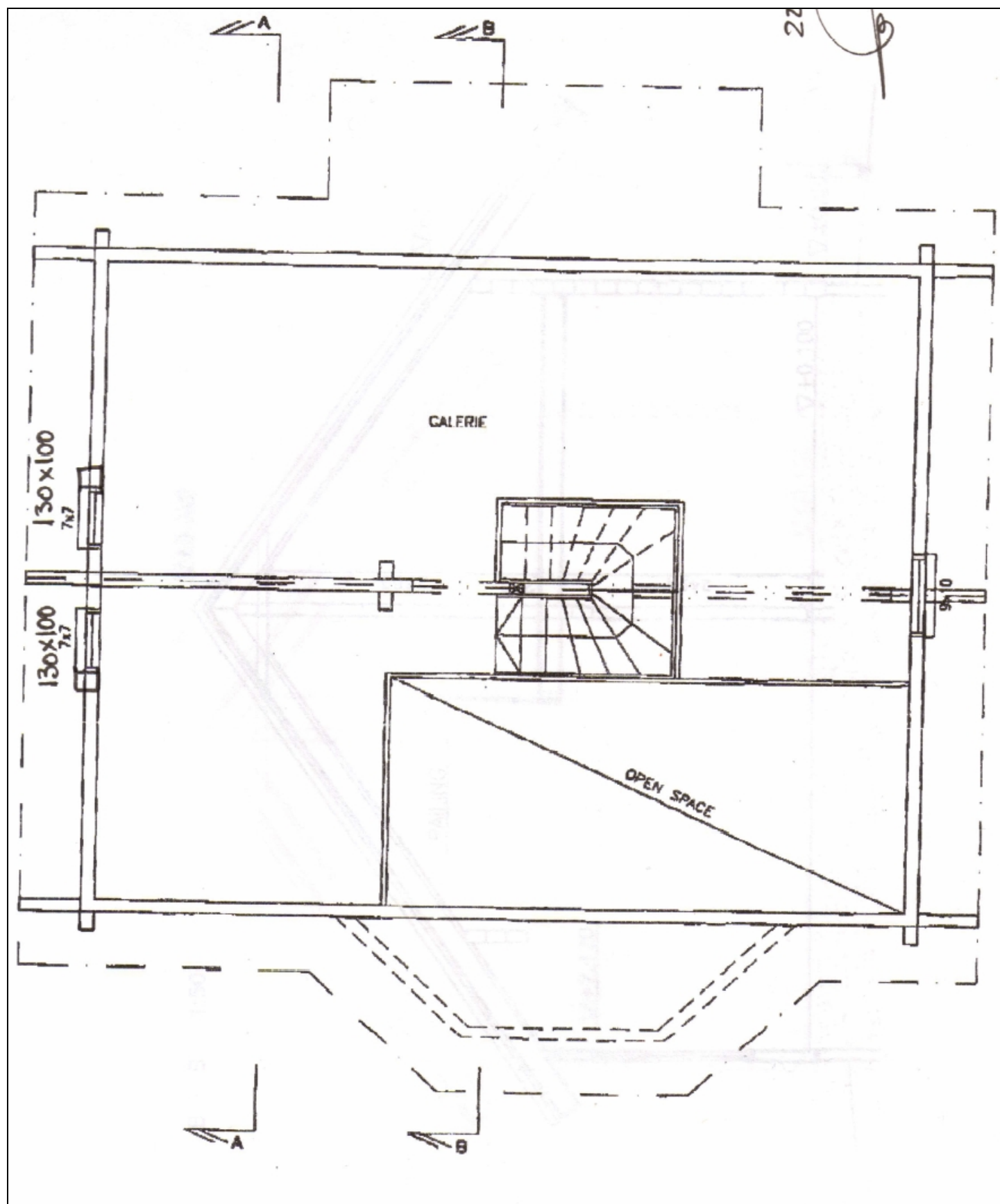
Η **μεγάλη αντοχή** σε σχέση με το μικρό ίδιο βάρος, η **ταχύτητα** της εφαρμογής, η **εναλλαξιμότητα** της κατασκευής, η **εξαιρετική συμπεριφορά σε δυναμικές καταπονήσεις**, η **δυνατότητα υπολογισμού αντίδρασης σε πυρκαγιά**, η **εξασφάλιση της ασηψίας του ξύλου** και έτσι διασφάλιση πολύ μεγάλης ανθεκτικότητας με χαμηλή ανάγκη συντήρησης, είναι μερικοί από τους λόγους διάδοσης της ξύλινης κατασκευής.

Τα προκατασκευασμένα ξύλινα σπίτια, από στρογγυλούς ή τετράγωνους κορμούς, είναι ένα νέο σχετικά κεφάλαιο στην ελληνική αγορά. Αυτή η ολοένα και πιο δυναμικά αυξανόμενη τάση, αναμφίβολα αποσκοπεί στη δημιουργία ενός σπιτιού πιο οικολογικού, πιο φυσικού και πιο φιλικού στους ανθρώπους που το κατοικούν και το περιβάλλον.

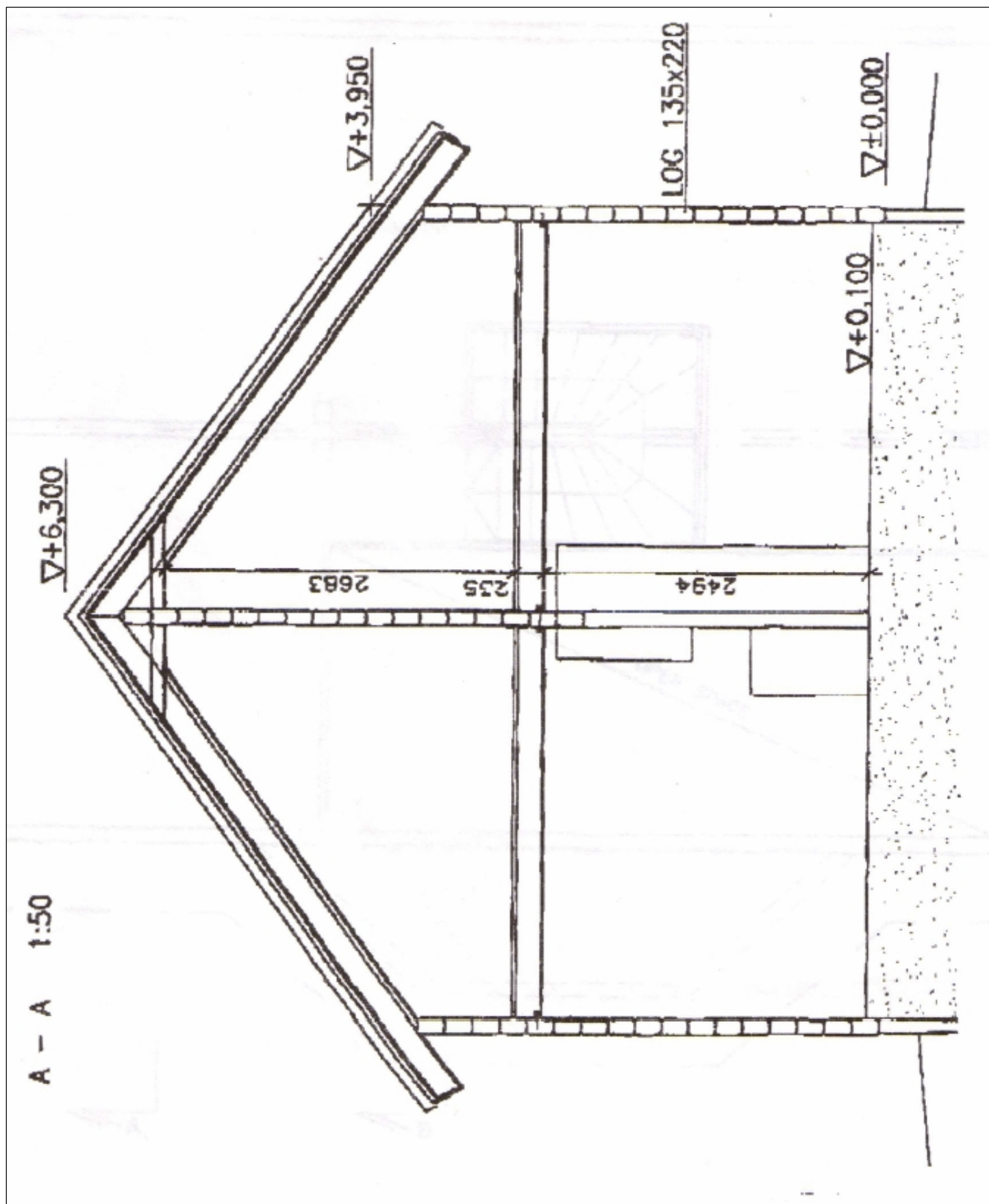
Ακολουθεί, ενδεικτικά, παράθεση σχεδίων (αρχιτεκτονικά, στατικά, λεπτομέρειες) ξύλινης κατοικίας η οποία βρίσκεται στην περιοχή του Ξυλοκάστρου Κορινθίας.



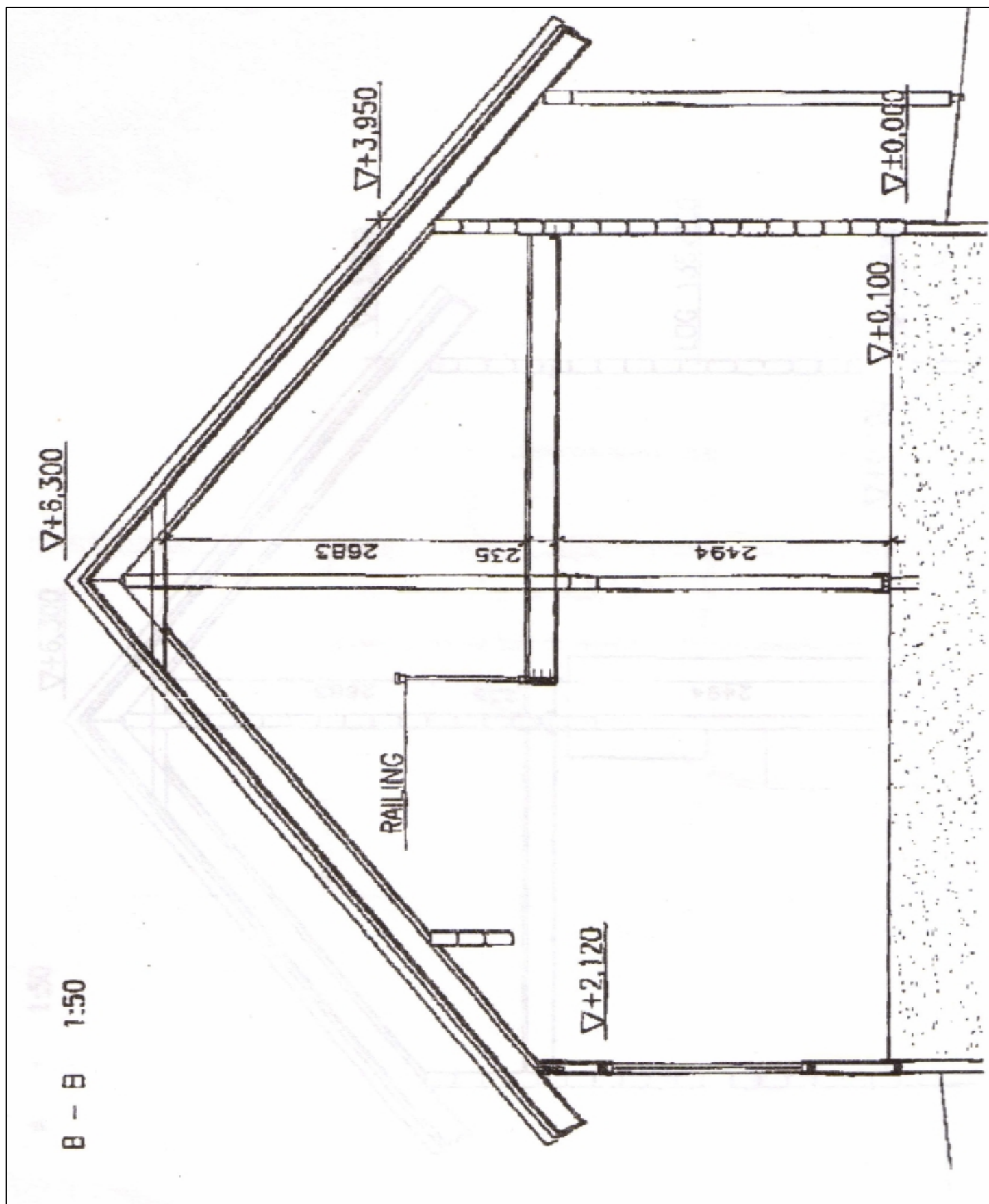
Σχέδιο 1
Κάτοψη Ισογείου



Σχέδιο 2
Κάτωψη 1^{ου} ορόφου



Σχέδιο 3
Τομή Α - Α



Σχέδιο 4
Τομή Β - Β



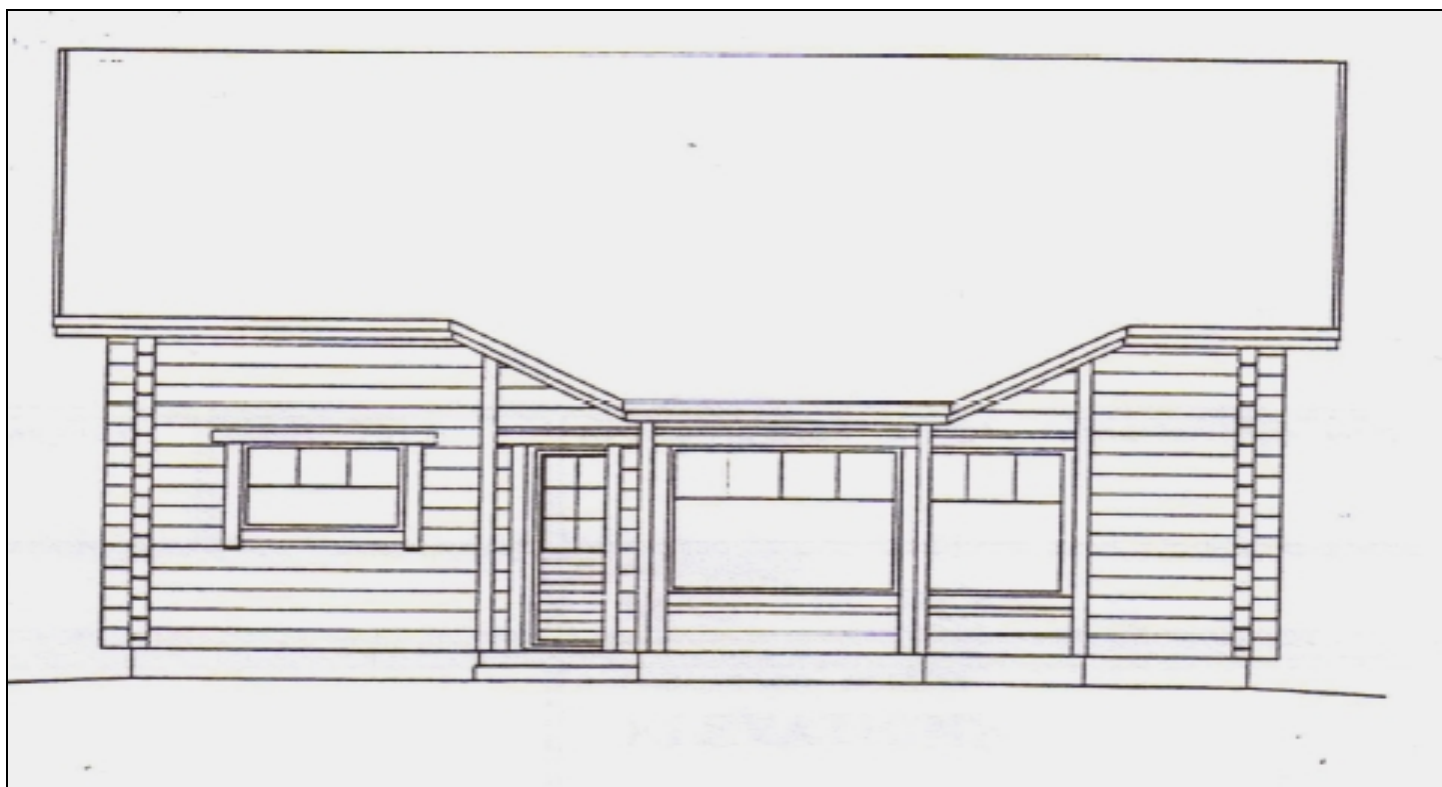
Σχέδιο 5
Πλάγια αριστερή όψη



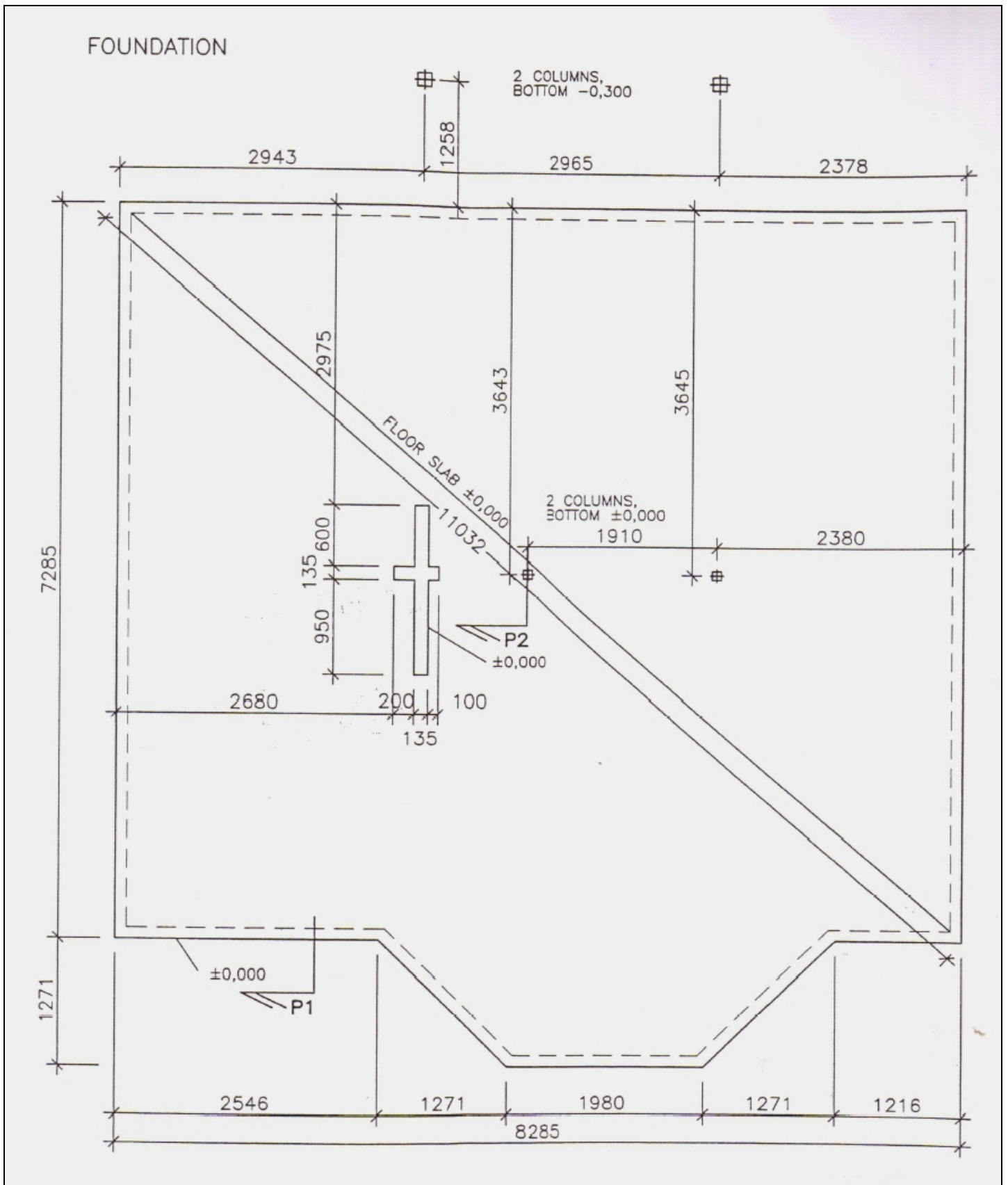
Σχέδιο 6
Πλάγια δεξιά όψη



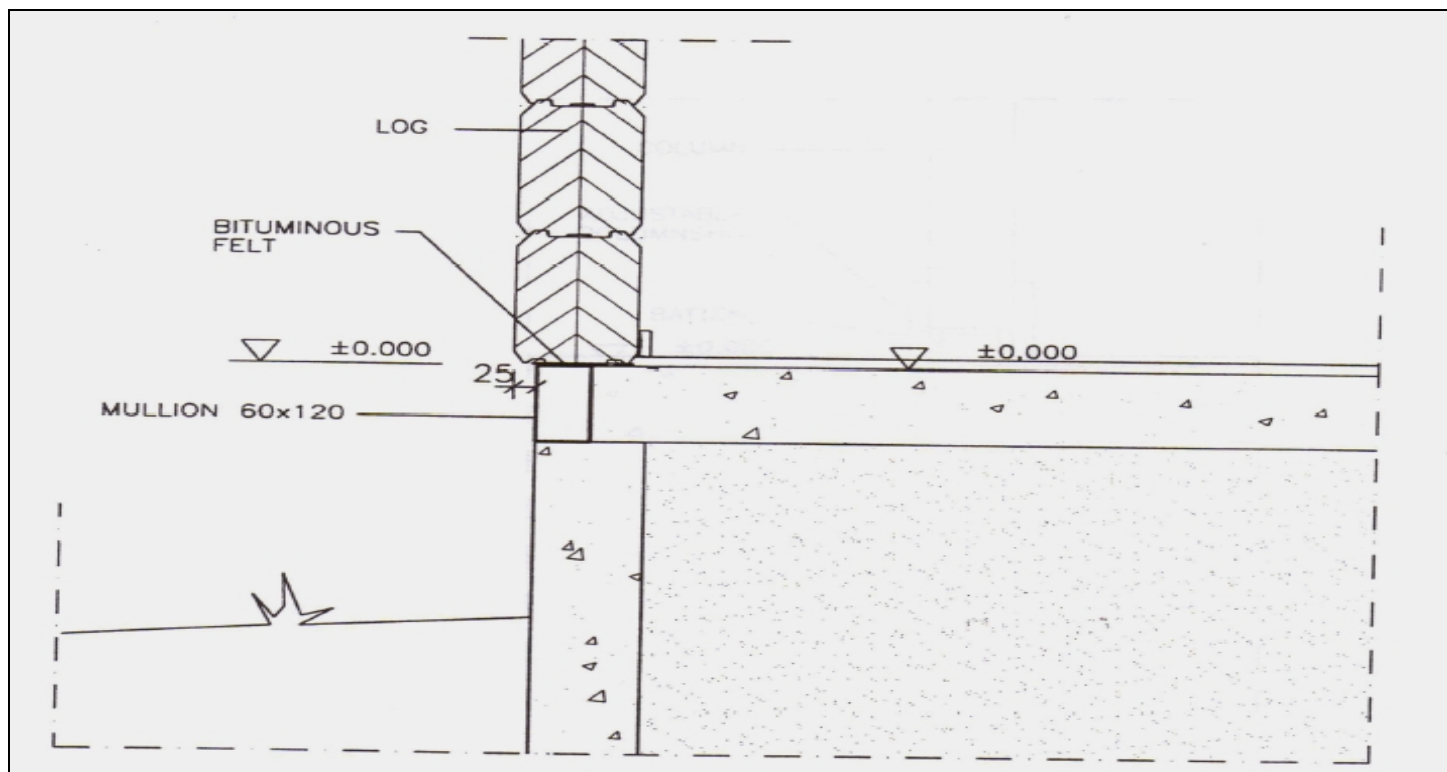
Σχέδιο 7
Πίσω όψη



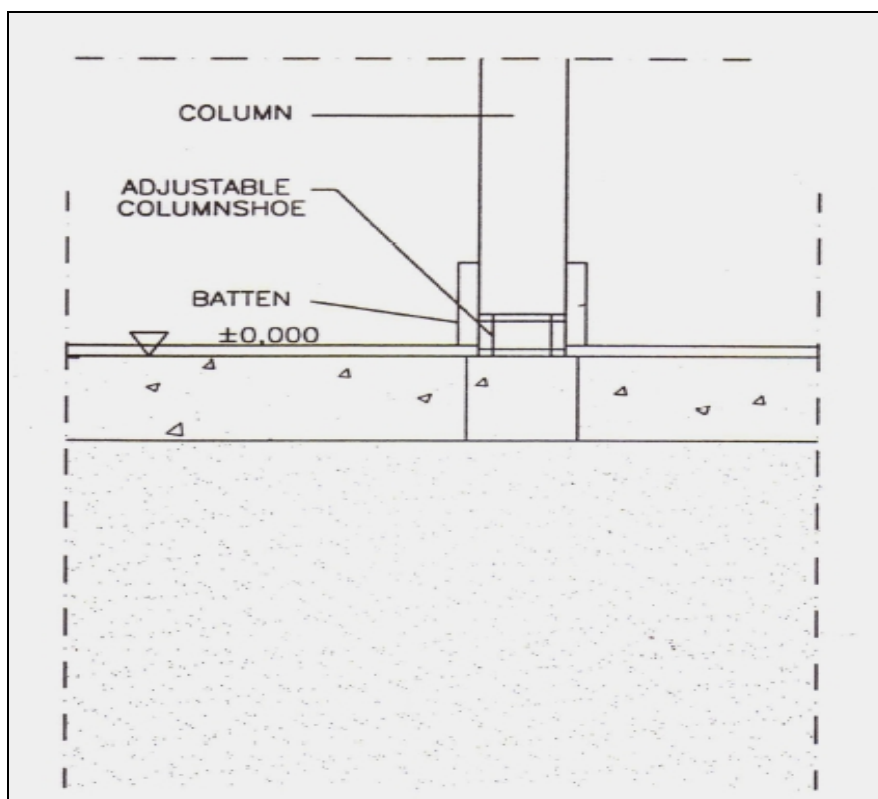
Σχέδιο 8
Κύρια όψη



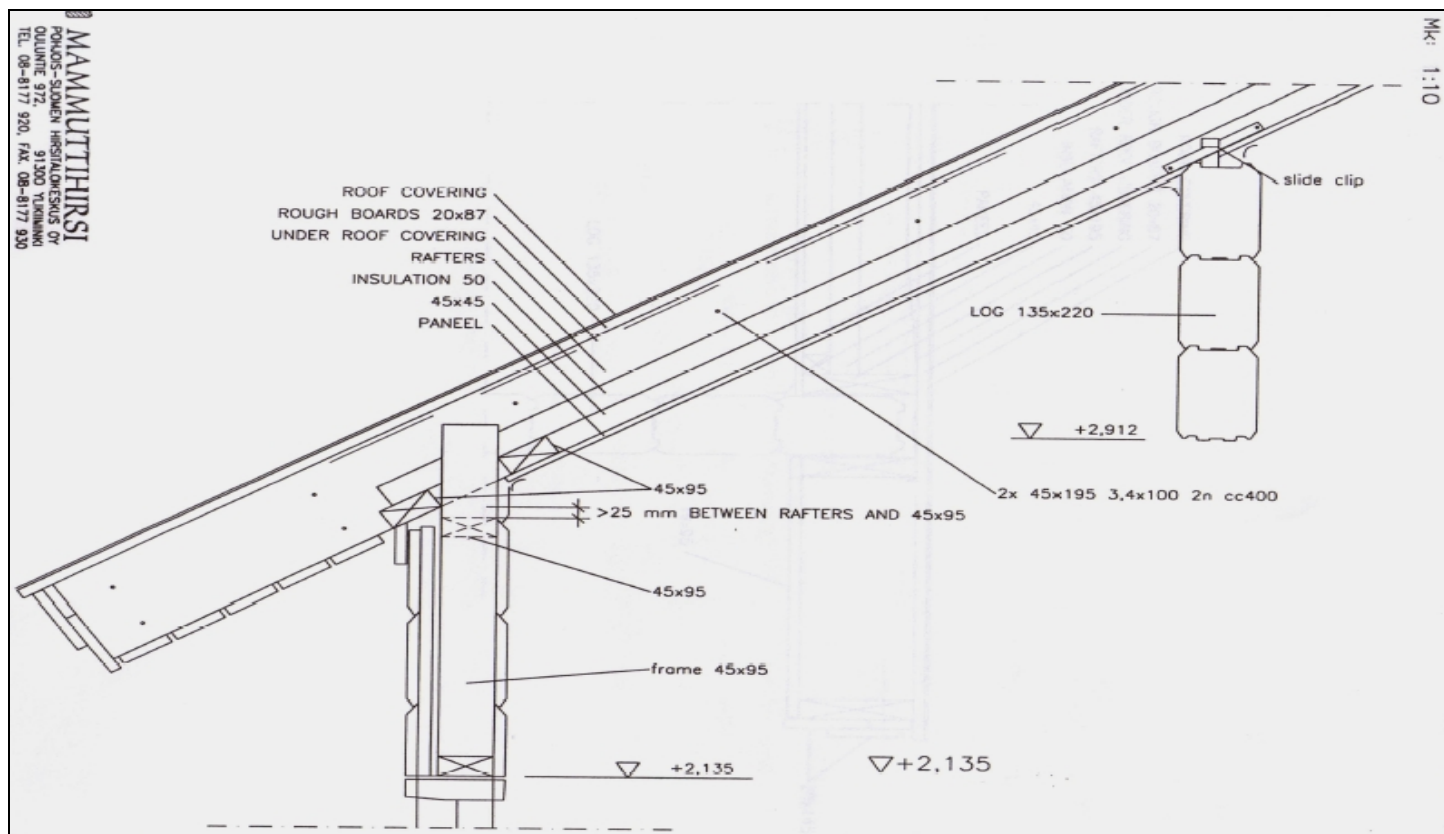
Σχέδιο 9
Κάτοψη θεμελίωσης



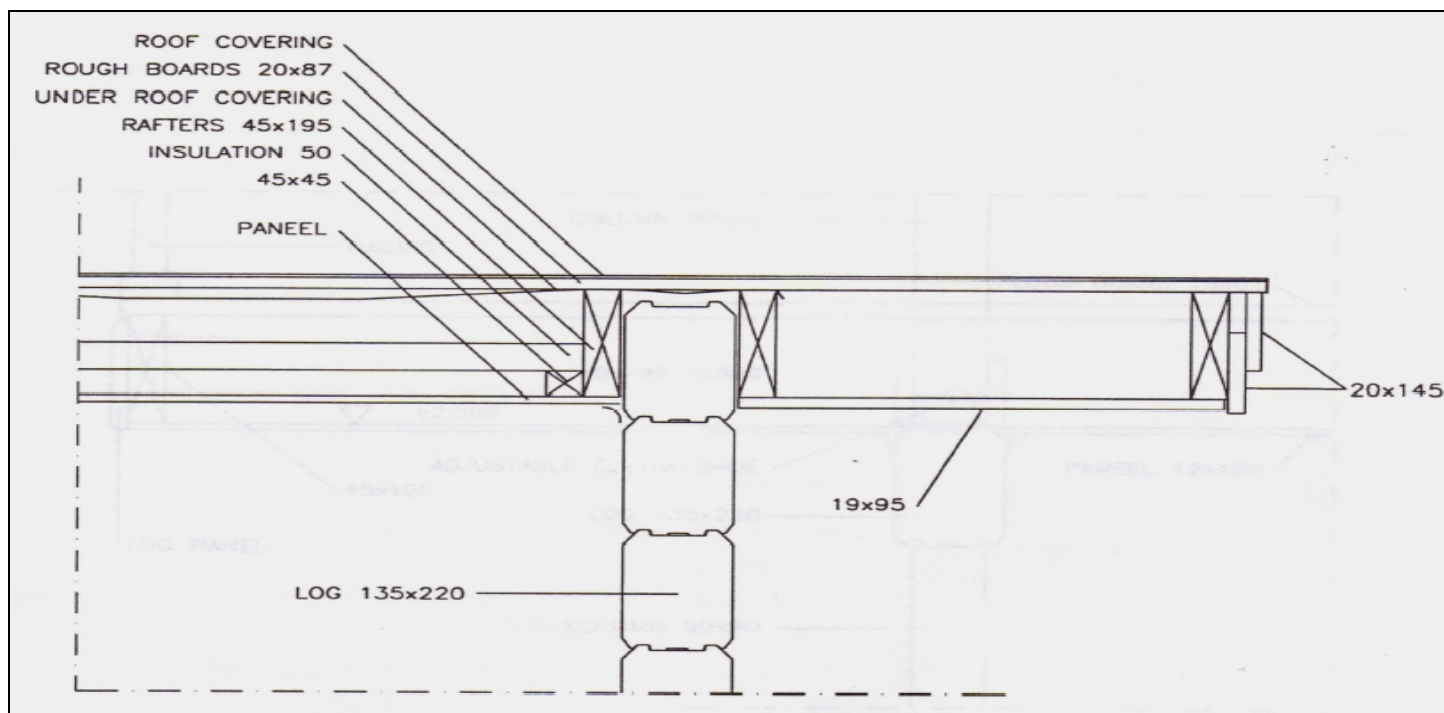
Σχέδιο 10
Λεπτομέρειες θεμελίωσης



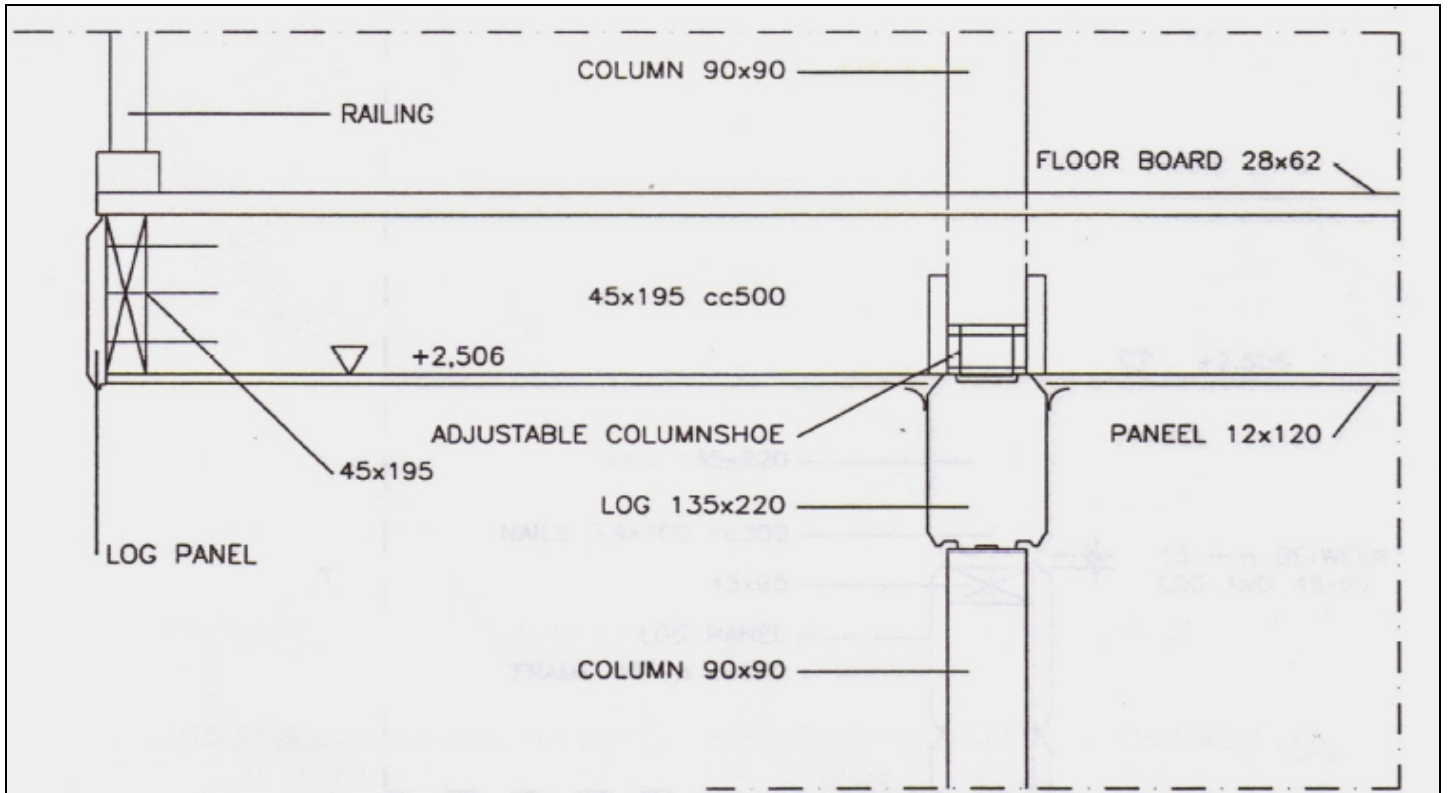
Σχέδιο 11
Λεπτομέρειες θεμελίωσης



Σχέδιο 12
Κατασκευαστική λεπτομέρεια στέγης

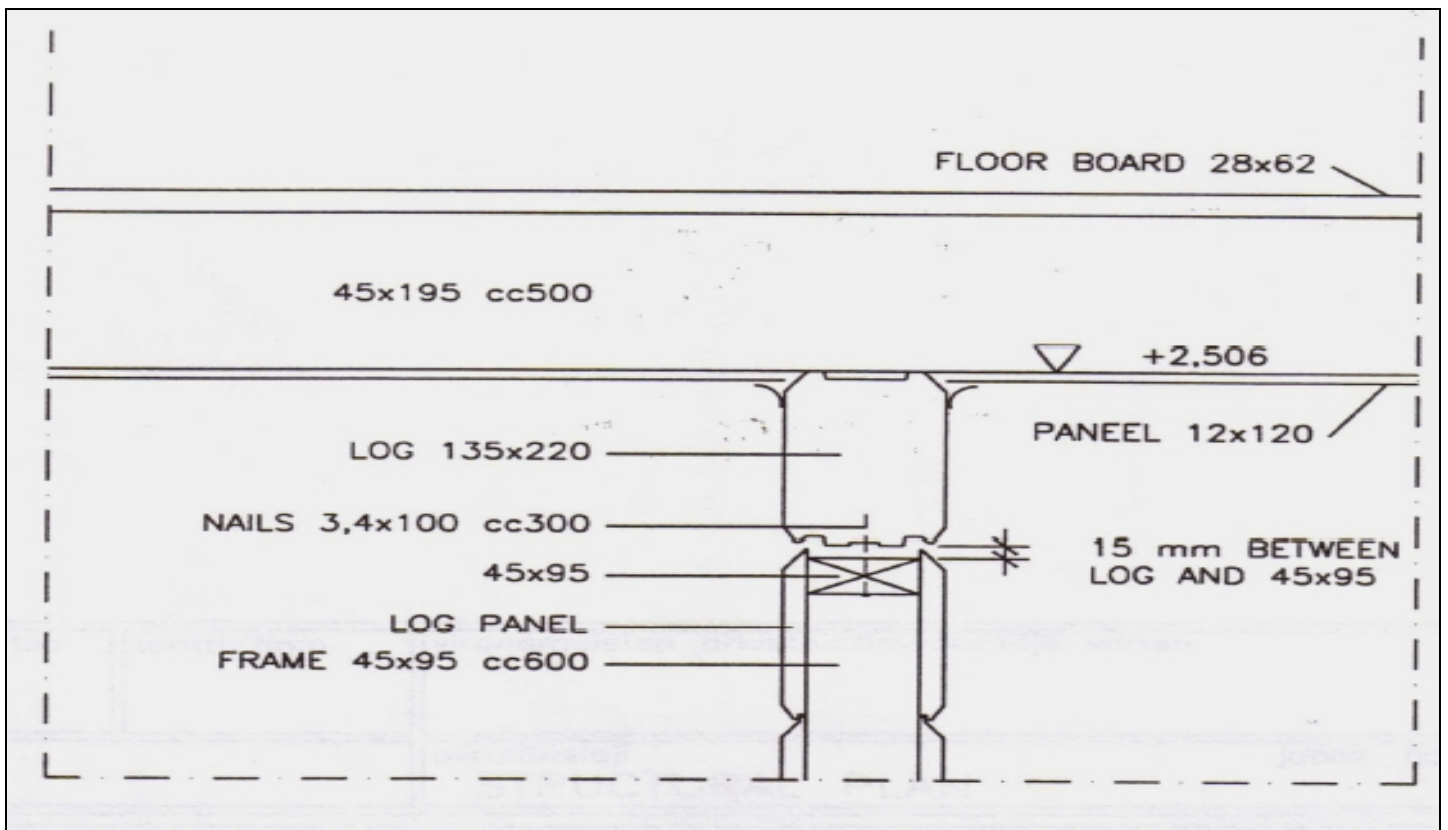


Σχέδιο 13
Κατασκευαστική λεπτομέρεια στέγης



Σχέδιο 14

Κατασκευαστική λεπτομέρεια πατώματος



Σχέδιο 15

Κατασκευαστική λεπτομέρεια πατώματος

**Β. ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ –
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ**

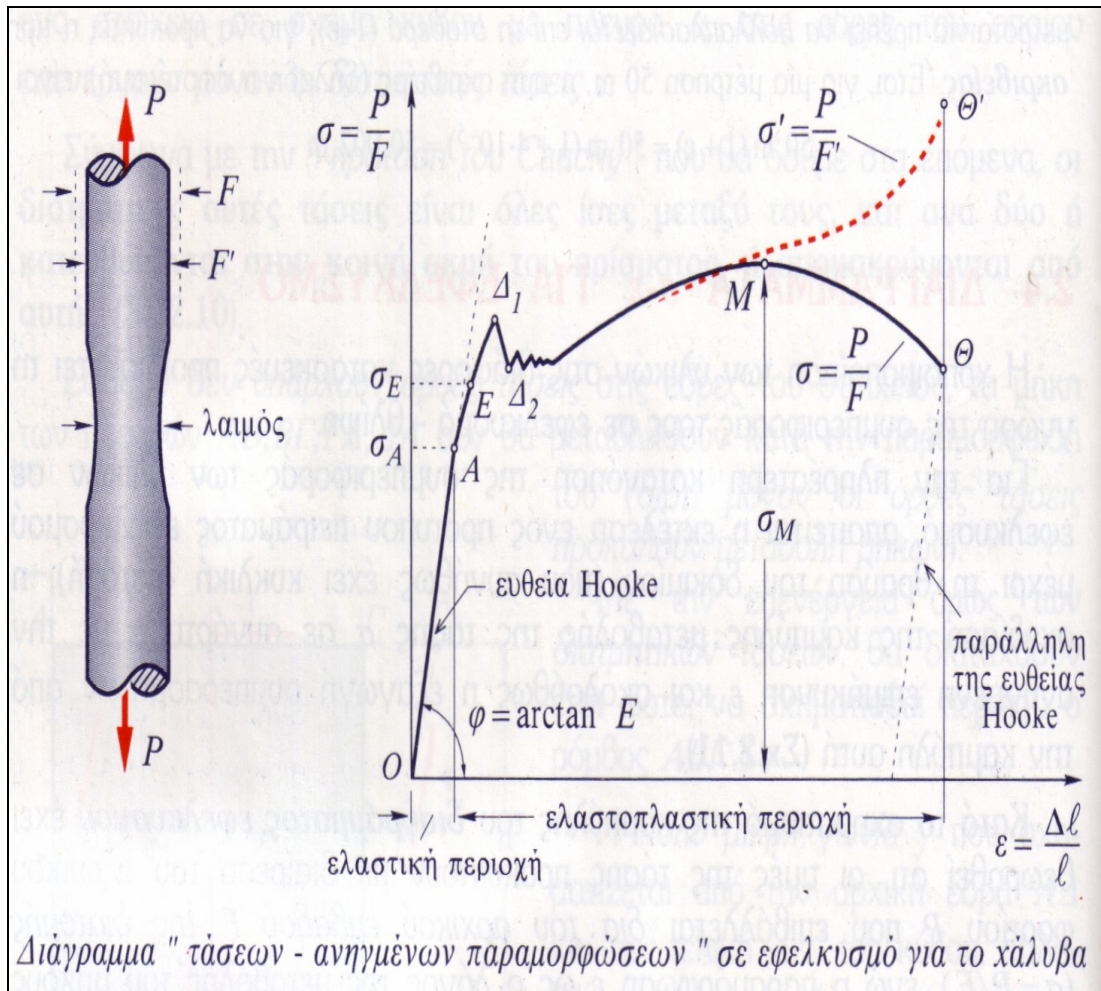


Β. ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ - ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ

Β.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η υψηλή αριθμητική σχέση της φέρουσας ικανότητας του χάλυβα προς το βάρος του αποτελεί τη βασική αφορμή για να επικρατεί η χρήση του στις σύγχρονες κατασκευές. Στο εξωτερικό, ιδιαίτερα στις Η.Π.Α., αποτελεί μοναδικό υλικό για την κατασκευή υψηλών κτιρίων, ακόμη και ουρανοξυστών.

Ο χάλυβας, είναι το υλικό με τη μεγαλύτερη αντοχή ανάμεσα σε αυτά που παράγονται μαζί και είναι κατάλληλα για ευρεία χρήση. Παράλληλα, η ελαστική περιοχή του είναι εκτεταμένη στο διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων (Εικ. 47) και συνδυάζεται με υψηλή φέρουσα ικανότητα.



Εικ. 47

Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων χάλυβα

Έτσι, ακόμα και μετά από μεγάλη εξωτερική φόρτιση ο χάλυβας δε μένει παραμορφωμένος, αλλά επανέρχεται στην αρχική του μορφή. Αυτό είναι σημαντικό για τη λειτουργία των δομικών στοιχείων, αφού οι μεταλλικές

κατασκευές (Εικ. 48 & 49) υπόκεινται σε στατική, κρουστική, δυναμική και εναλλασσόμενη φόρτιση. Ωστόσο είναι δυνατό, αν συντρέξουν οι κατάλληλες συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών και ακατάλληλων συγκολλήσεων, να λειτουργήσει ο χάλυβας πλαστικά και η κατασκευή να αστοχήσει.



Εικ. 48
Μεταλλική κατασκευή στο στάδιο της ανέγερσης



Εικ. 49
Μεταλλική κατασκευή στο στάδιο της ανέγερσης

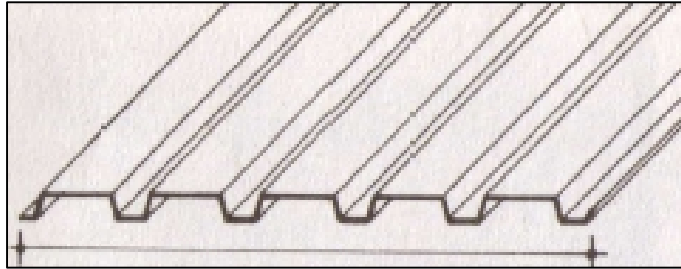
Βασικό χαρακτηριστικό του “μαλακού” χάλυβα, είναι η αυξημένη αντοχή του και ταυτόχρονα η ολκιμότητά του, δηλαδή η ιδιότητά του να είναι μαλακός και εύπλαστος ώστε να είναι δυνατή η μηχανική του κατεργασία. Όπως είναι γνωστό, ο χάλυβας είναι σίδηρος που περιέχει 0,12% ως 1% άνθρακα. Η αντοχή του υλικού και η ολκιμότητά του εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από την περιεκτικότητά του σε άνθρακα. Όσο ελαττώνεται η περιεκτικότητά του σε άνθρακα τόσο ελαττώνεται η αντοχή του χάλυβα και τόσο αυξάνεται η ολκιμότητά του.

Άλλο κύριο χαρακτηριστικό του χάλυβα είναι η αντοχή του στην ατμοσφαιρική διάβρωση. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι η διάβρωση δε σταματά οριστικά, έστω και αν έχει δημιουργηθεί επιφανειακή στρώση οξειδωσης. Γι’ αυτό στο στατικό υπολογισμό, για κάθε εκτεθειμένη παρειά λαμβάνονται υπόψη πάχη διάβρωσης από 0,8 – 1,2 mm, ανάλογα με τη διαβρωτικότητα του περιβάλλοντος και το χρόνο ζωής του έργου. Για διάρκεια ζωής 30 ετών και ατμόσφαιρα υπαίθρου, μπορεί να αγνοηθεί η διάβρωση. Για να αυξηθεί η αντοχή στη διάβρωση και να βελτιωθεί παράλληλα η εμφάνιση του υλικού, γίνεται ειδική κατεργασία επιμετάλλωσης ή χρησιμοποιούνται ειδικά κράματα. Η επιμετάλλωση μπορεί να γίνει με περιοδική εμβάπτιση σε ειδικά λουτρά, ηλεκτρολυτικά ή με ειδικό πιστόλι. Επίσης ο χάλυβας μπορεί να βαφτεί ή να περαστεί με πλαστική επάλειψη, γεγονός που αυξάνει και την αντοχή του σε περίπτωση φωτιάς.

B.2. ΣΥΜΜΕΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Πρόκειται για κατασκευές που αναπτύχθηκαν κατά τη μεταπολεμική περίοδο. Συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα του οπλισμένου σκυροδέματος και του χάλυβα. Έχουν **μεγάλη φέρουσα ικανότητα**, παρουσιάζουν καλή **πυραντίσταση**, **ηχομόνωση** και **θερμομόνωση**, ενώ είναι εύκολη η συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγησή τους. Διακρίνονται στα εξής κατασκευαστικά τμήματα:

- **σύμμεικτες πλάκες δαπέδων**: αποτελούνται από τραπεζοειδή χαλύβδινα φύλλα (Εικ. 50), πλέγματα οπλισμού που τοποθετούνται από πάνω τους και χρησιμεύουν ως εγκάρσιος οπλισμός διανομής σε συνδυασμό με σκυρόδεμα, ελαφρομπετό ή περλομπετό,



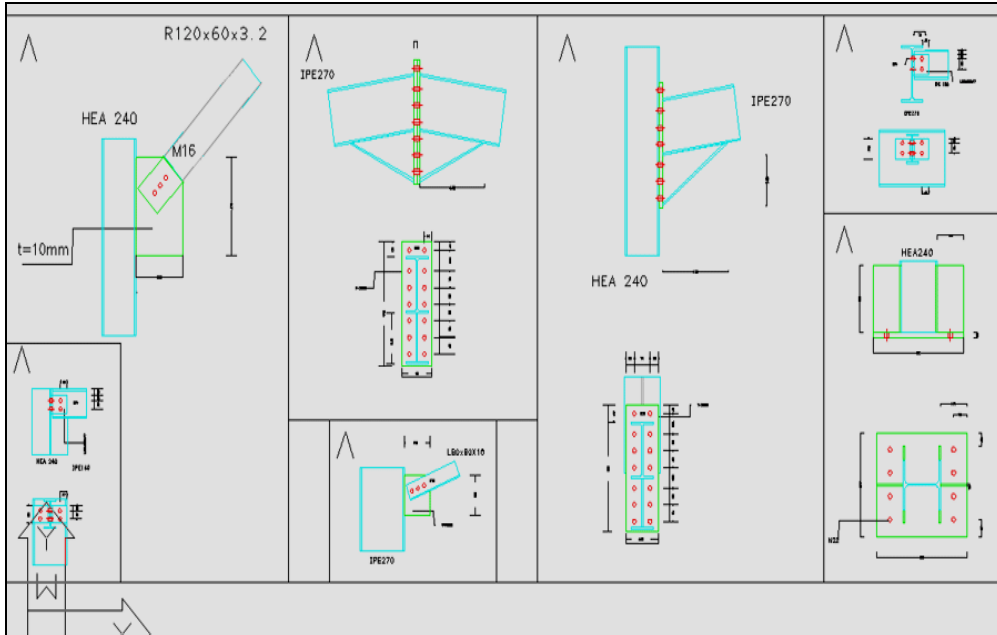
Εικ. 50
Τραπεζοειδής λαμαρίνα

- **σύμμεικτος φορέας**: δοκοί από χάλυβα συνδέονται με την πλάκα από σκυρόδεμα με τα κατάλληλα βλήτρα,
- **σύμμεικτα υποστυλώματα**: σιδηροί στύλοι επενδύονται ή γεμίζονται με σκυρόδεμα. Μικρές διατομές αποκτούν έτσι μεγάλη φέρουσα ικανότητα.

Β.3. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

Β.3.1. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Η σύνδεση των δομικών στοιχείων του χάλυβα μπορεί να είναι λυόμενη ή μη λυόμενη. **Λυόμενες** συνδέσεις είναι όσες γίνονται με κοχλίωση, με άρθρωση, με βλήτρα ή με απλή στήριξη. **Μη λυόμενες** συνδέσεις είναι η ήλωση, η συγκόλληση και η επικόλληση. Αναλυτικά κάθε μια από αυτές τις συνδέσεις (Εικ. 51) έχει κάποιες ιδιότητες και ιδιορρυθμίες. Έτσι:



Εικ. 51
Ενδεικτικές συνδέσεις μεταλλικής κατασκευής

- **κοχλίωση:** γίνεται με κοχλίες (Εικ. 52 & 53) που εφαρμόζουν σε ειδικές οπές των προς σύνδεση τεμαχίων. Είναι απλή και γρήγορη σύνδεση που επιτρέπει την αντικατάσταση ορισμένων τεμαχίων όποτε χρειαστεί,



Εικ. 52 & 53
Κόμβοι μεταλλικών στοιχείων συνδεδεμένοι με κοχλίες

- **άρθρωση:** τα στοιχεία συνδέονται με βλήτρα κοχλιοφόρα ή μη, ενώ εξασφαλίζεται η μεταβίβαση δυνάμεων μόνο και όχι ροπών,
- **σύνδεση με βλήτρα:** είναι προσωρινή σύνδεση που χρησιμοποιείται κυρίως κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Κυλινδρικοί εμβολείς εφαρμόζονται σε οπές που έχουν περίπου την ίδια διάμετρο με τους εμβολείς,
- **απλή στήριξη:** τα στοιχεία έχουν κατάλληλες εγκοπές ώστε να δένονται μεταξύ τους,
- **ήλωση:** σε κατάλληλες οπές των δομικών στοιχείων εφαρμόζονται οι ήλοι, ενώ απαιτούνται και πρόσθετα τεμάχια (π.χ. κομβοελάσματα, παρεμβλήματα, κ.ά.),
- **συγκόλληση:** με υψηλή θερμοκρασία ή πίεση και ένα συνδετικό υλικό ενώνονται μεταξύ τους τα διάφορα τεμάχια. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η δυνατότητα να γίνεται ένα μέρος των συνδέσεων στο εργοστάσιο. Είναι αναγκαίο να γίνεται αυστηρός ποιοτικός έλεγχος κατά την εφαρμογή της συγκόλλησης. Μεγάλη ανάπτυξη γνωρίζει η ηλεκτροσυγκόλληση. Κατά την εφαρμογή της δημιουργείται ηλεκτρικό τόξο, όπου αναπτύσσεται υψηλή θερμοκρασία (περίπου 3500 °C) και τα τεμάχια που είναι προς συγκόλληση τήκονται. Με την απομάκρυνση του ηλεκτρικού τόξου αρχίζει η βαθμιαία ψύξη τους, όσο ακόμα αυτά είναι σε ρευστή κατάσταση. Το αποτέλεσμα είναι να σταθεροποιούνται σε ένα σώμα όταν επανέρχονται στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η μέθοδος αυτή είναι και η πιο σύγχρονη. Βέβαια εφαρμόζεται ασφαλέστερα στο εργοστάσιο κατασκευής των δομικών στοιχείων, όπου υπάρχει προστασία από τις καιρικές συνθήκες και καλύτερος έλεγχος της εφαρμογής. Αλλά και στο εργοτάξιο μπορεί να γίνει άφοβα συγκόλληση εφόσον εξασφαλίζονται η προσωρινή στέγαση του χώρου, η προθέρμανση της περιοχής της σύνδεσης και η πρόσβαση για έλεγχο. Ο τεχνικός που θα κάνει τη συγκόλληση θα πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένος και να έχει λάβει τα απαραίτητα προστατευτικά μέσα, όπως μάσκα για την προστασία των ματιών του, επαρκή αερισμό του χώρου, κ.τ.λ.,
- **επικόλληση:** τα τεμάχια καθαρίζονται με αμμοβολή και επαλείφονται με κόλλα από συνθετική ρητίνη, που σκληραίνει σε συνθήκες περιβάλλοντος. Η μέθοδος είναι σχετικά καινούργια και δεν έχει ακόμη εξεταστεί αν ενδείκνυται για μόνιμες κατασκευές,
- τέλος, άρχισαν να αναπτύσσονται και να χρησιμοποιούνται όλο και πιο ευρέως στις σύγχρονες εφαρμογές διάφοροι άλλοι τρόποι σύνδεσης **με ειδικούς πιεστικούς σφιγκτήρες**. Αυτοί βασίζονται στην συνεχή συμμετρική ένταση που διατηρεί σταθερό στη θέση του το μεταλλικό στοιχείο. Σε ειδικές περιπτώσεις κατασκευάζονται πρότυπα, ώστε να υπολογίζεται με ακρίβεια η λειτουργία και η κατασκευή των συνδέσεων.

B.3.2. ΕΙΔΗ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ

Οι φέρουσες μεταλλικές κατασκευές αποτελούνται από προκατασκευασμένα μεταλλικά στοιχεία που συναρμολογούνται στο εργοτάξιο. Οι συνδέσεις μεταξύ των μεταλλικών στοιχείων έχουν **τριπλή λειτουργία**, όπως περιγράφεται στην συνέχεια:

- **δομική:** μέσα σε σχετικά περιορισμένο χώρο, κάθε σύνδεση πρέπει να μπορεί να μεταφέρει φορτία από το ένα στοιχείο στο άλλο,
- **κατασκευαστική:** υπάρχουν διάφορες τεχνικές σύνδεσης μεταξύ μεταλλικών στοιχείων, οι οποίες πρέπει ταυτόχρονα να εξασφαλίζουν τη συνέχεια της κατασκευής και να καλύπτουν μικρές μεταβολές διαστάσεων που προκύπτουν από το διαφορετικό τρόπο καταπόνησης των συνδεόμενων στοιχείων και από τις ανοχές της συνδεσμολογίας. Οι συνδέσεις πραγματοποιούνται είτε μεταξύ των φερόντων στοιχείων, είτε με χρησιμοποίηση βοηθητικών πλακών ή κομβοελασμάτων,
- **αισθητική:** οι συνδέσεις που αφήνονται εμφανείς αποτελούν χαρακτηριστικά σημεία που προσελκύουν την προσοχή και χαρακτηρίζουν αρχιτεκτονικά την κατασκευή. Όπως είναι γνωστό, οι τρεις βασικοί τρόποι σύνδεσης μεταξύ φερόντων στοιχείων είναι η κύλιση, η άρθρωση και η πάκτωση. Καθεμιά από τις συνδέσεις αυτές επιτρέπει διαφορετικούς βαθμούς ελευθερίας των συνδεόμενων στοιχείων και διαφορετική δυνατότητα σχετικής μετακίνησής τους.

Πρακτικά, στις μεταλλικές κατασκευές συνδυάζονται οι βασικοί τρόποι σύνδεσης με αποτέλεσμα να διαμορφώνονται πολλές ενδιάμεσες λύσεις.

Η **ακριβής μορφή της σύνδεσης** μεταξύ των μεταλλικών στοιχείων **καθορίζεται** κυρίως από: τη **γεωμετρία της κατασκευής**, τις **διαστάσεις των συνδεόμενων στοιχείων** και τους **νόμους της στατικής**, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητα της κατασκευής. Αν υπάρχει δυνατότητα επιλογής, οι συνδέσεις πρέπει να πραγματοποιούνται σε περιοχές όπου ελαχιστοποιούνται ή μηδενίζονται οι καμπτικές ροπές.

B.3.3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ

Οι πιο συνηθισμένες τεχνικές σύνδεσης μεταλλικών στοιχείων μεταξύ τους με ιστορική σειρά εφαρμογής, είναι:

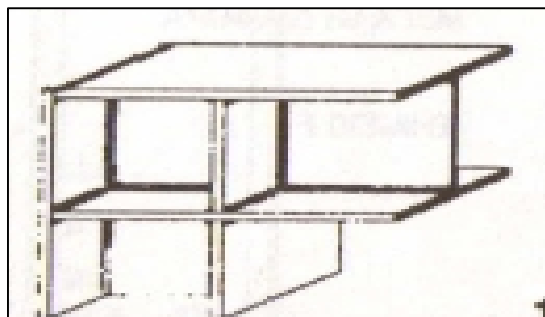
- **ηλώσεις:** οι ήλοι είναι κυλινδρικά χαλύβδινα μεταλλικά στοιχεία με διάμετρο μικρότερη από 10 mm ($d < 10$ mm) ή μεγαλύτερη από 10 mm ($d > 10$ mm) η οποία εξαρτάται από τη διάμετρο του κορμού τους, που μπορούν να καταπονούνται υπό την άσκηση διαφόρων δυνάμεων. Τα μεταλλικά στοιχεία που πρόκειται να συνδεθούν, εφάπτονται απευθείας ή μέσω διασυνδετικών πλακών με οπές. Στα σημεία σύνδεσης εισχωρούν οι ήλοι που με συμπίεση κεφαλώνονται. Τα σημεία σύνδεσης αποτελούν έτσι ένα σταθερό κόμβο ή μια συνέχεια στοιχείων,

- **συγκόλληση** (Εικ. 54): η τεχνική αυτή σύνδεσης μεταλλικών στοιχείων μεταξύ τους, συνίσταται στην τήξη των άκρων των επιφανειών που πρόκειται να συνδεθούν. Η τήξη αυτή γίνεται με τη χρήση της καύσης μίγματος οξυγόνου - ασετιλίνης ή με ηλεκτρικό τόξο. Οι συγκολλήσεις (Εικ. 55) πραγματοποιούνται στο εργοστάσιο ή στο εργοτάξιο και με ειδικά μεταλλικά ηλεκτρόδια που τήκονται με τη βοήθεια ηλεκτρικού τόξου, αποτίθεται πρόσθετη ποσότητα μετάλλου με τη μορφή κορδονιού συγκόλλησης,

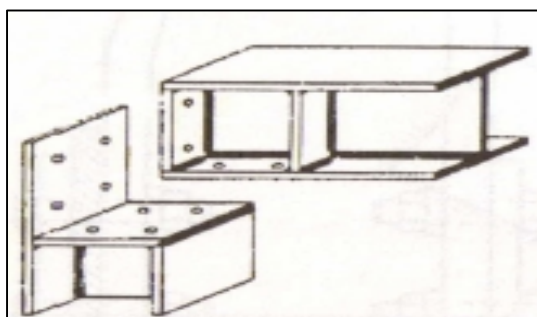
Όνομασία	Σχήμα	Σύμβολο	Όνομασία	Σχήμα	Σύμβολο
Βασικά επιφάνειες	Ραφή Ι		Διπλή Ραφή V (Ραφή Χ)		
	Ραφή V		Διπλή Ραφή ΗV (Ραφή Κ)		
	Ραφή ΗV		Διπλή Ραφή ΗΥ (Ραφή Κ)		
	Ραφή ΗΥ		Ραφή V με Ραφή Ρίζας		
	Ραφή ρίζας		Εξωραφή με κοίλη επιφάνεια		
	Ποντάρισμα		Διπλή Εξωραφή		
	Ανοικτή Ραφή U				
	Εξωραφή				
Πρόσθετα επιφάνειες	Κοίλη επιφάνεια				
	Επίπεδη επιφάνεια				
	Κυρτή επιφάνεια				
Συμπληρωματικά επιφάνειες	Περιμετρική Ραφή				
	Ραφή συναρμολόγησης				

Εικ. 54
Σχήματα και συμβολισμοί για συγκολλητές ραφές

- **κοχλίωση**: στα μεταλλικά στοιχεία που πρόκειται να συνδεθούν ανοίγονται οπές με διάμετρο 1 - 2 mm μεγαλύτερη από τους κοχλίες που θα χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση. Το περιθώριο αυτό αφήνετε για να μπορούν να καλύπτονται μικρές μεταβολές διαστάσεων. Οι συνδέσεις γίνονται είτε απευθείας μεταξύ των στοιχείων, είτε με συνδετικές πλάκες, είτε με κομβοελάσματα. Οι κοχλίες μπορεί να είναι απλοί ή προεντεταμένοι και παραλαμβάνουν τάσεις, κυρίως διατμητικές, οι οποίες διανέμονται στις επιφάνειες τομής τους με τα μεταλλικά στοιχεία που συνδέουν (Εικ. 56),



Εικ. 55
Πλήρως συγκολλημένη σύνδεση



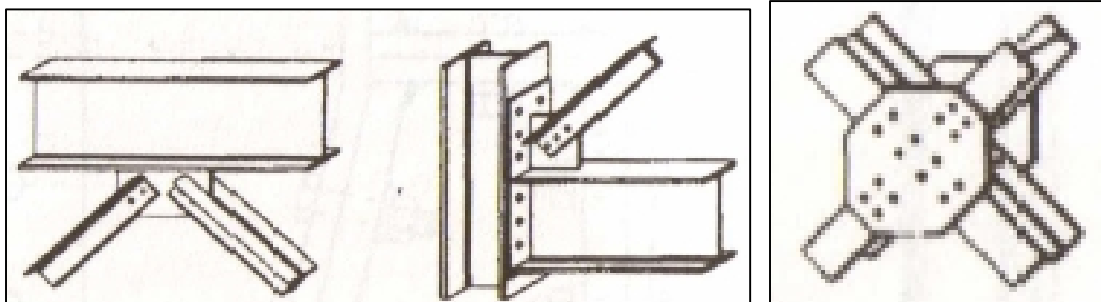
Εικ. 56
Κοχλιωτή συναρμολογούμενη σύνδεση

- **σύνδεση μεταξύ μεταλλικών δοκών:** στις διασταυρώσεις δοκών (Εικ.57 & 58) μπορεί να διαμορφωθούν κυρίως οι πιο κάτω τύποι συνδεσμολογίας:

α) συγκόλληση του άκρου της δευτερεύουσας δοκού πάνω στην πρωτεύουσα. Η δευτερεύουσα δοκός μπορεί να εδράζεται πάνω στην πρωτεύουσα. Πρόκειται για μια απλή λύση που απαιτεί όμως αρκετό χώρο,

β) οι διασυνδετικές επιφάνειες κοχλιώνονται ή συγκολλούνται μεταξύ τους και, αν πρόκειται να παραλαμβάνουν σημαντικά φορτία, ενισχύονται με ελάσματα στην περιοχή της σύνδεσης. Η δευτερεύουσα δοκός μπορεί να συνδέεται με την πρωτεύουσα με τη βοήθεια ελασμάτων. Τα ελάσματα αυτά μπορεί να είναι επίπεδα ή γωνιακά που κοχλιώνονται ή συγκολλούνται και στις δυο δοκούς στο σημείο της σύνδεσης,

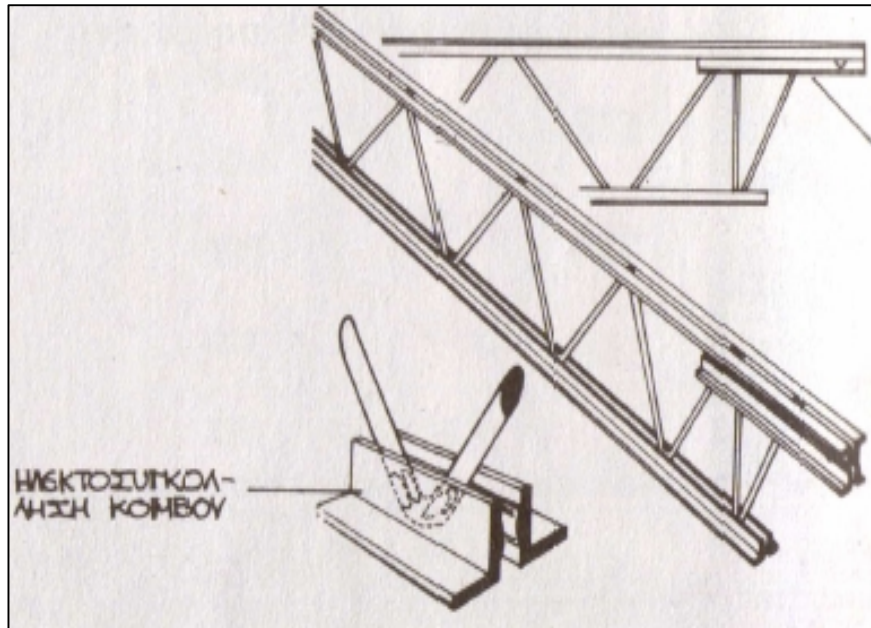
γ) για τη διαμόρφωση αρθρωτής σύνδεσης, στις δυο δοκούς συγκολλούνται ειδικά διάτρητα ελάσματα που συνδέονται μεταξύ τους με πείρο*. Η κύρια δοκός μπορεί να έχει ειδική εγκοπή μέσα στην οποία εισχωρεί η δευτερεύουσα δοκός και στη συνέχεια η ένωση ενισχύεται με γωνιακά ελάσματα που κοχλιώνονται ή συγκολλούνται στις δυο διατομές. Η σύνδεση αυτή λειτουργεί καθαρά ως πάκτωση και μπορεί να μεταβιβάσει ροπές από τη μια δοκό στην άλλη,



Εικ. 57 & 58
Διασταυρώσεις δοκών – γωνίες πλαισίων

- **συνδέσεις δικτυωτών δοκών:** οι μεταλλικές δικτυωτές δοκοί (Εικ. 59) αποτελούνται από έναν συνδυασμό δοκίδων και ράβδων. Έχουν τη δυνατότητα κάλυψης μεγάλων ανοιγμάτων, ενώ η διατομή τους είναι σχετικά περιορισμένη. Οι κόμβοι μεταξύ των στοιχείων που αποτελούν τις δικτυωτές δοκούς θεωρούνται γενικά ως αρθρώσεις, οπότε είναι απαραίτητο κατά τη διαμόρφωσή τους να λαμβάνεται μέριμνα ώστε οι άξονες όλων των ράβδων ενός κόμβου να συντρέχουν σε ένα μοναδικό σημείο για να μη δημιουργούνται ροπές. Οι ράβδοι των δικτυωτών δοκών μπορεί να είναι κυλινδρικές ή πρισματικές με εσωτερικά κενή διατομή ή ακόμη να έχουν μονομελή ή διμελή διατομή μονού ή διπλού

* Πείρος: Μικρό ξύλινο ή μεταλλικό κυλινδρικό κομμάτι, που χρησιμοποιείται για το κλείσιμο κάποιας τρύπας ή τη σύνδεση άλλων κομματιών.



Εικ. 59
Τυπική δικτυωτή μεταλλική δοκός

ταφ. Οι δοκίδες των δικτυωτών δοκών είναι συνήθως μονομελείς ή διμελείς με διάφορες διατομές. Η σύνδεση των ράβδων με τις δοκίδες μπορεί να πραγματοποιηθεί με άμεση συγκόλληση ή με συγκόλληση ή κοχλίωση μέσω ελασμάτων. Μια ειδική κατηγορία δικτυωτών δοκών αποτελούν οι δοκοί που διαμορφώνονται αποκλειστικά από ράβδους. Αυτές παρουσιάζουν το πλεονέκτημα του πολύ περιορισμένου ίδιου βάρους και επιπλέον δε δημιουργούν περιοχές στις οποίες μπορεί να συγκεντρώνεται νερό και ρύποι που αποτελούν εστίες διάβρωσης. Οι κόμβοι των δικτυωτών αυτών δοκών διαμορφώνονται είτε με άμεση συγκόλληση μεταξύ των ράβδων, είτε με συγκόλληση ή κοχλίωση των ειδικά διαμορφωμένων άκρων των ράβδων σε προκατασκευασμένους κόμβους. Σύγχρονες δικτυωτές δοκοί έχουν σφαιρικούς προκατασκευασμένους κόμβους με ειδικές οπές μέσα στις οποίες βιδώνονται τα ειδικά διαμορφωμένα άκρα των ράβδων. Στις δικτυωτές κατασκευές χρησιμοποιούνται πολλές φορές και χαλύβδινοι κυλινδρικοί εντατήρες ή συρματόσχοινα με κατάλληλους συνδέσμους - προσδέσεις για τη μεταφορά των τάσεων,

- **σύνδεση μεταξύ μεταλλικών δοκών και υποστυλωμάτων:** οι δοκοί που εκτείνονται μόνο στη μια πλευρά του υποστυλώματος συνήθως στερεώνονται σε ελάσματα ή γωνιακές διατομές που είναι προσαρμοσμένες στο υποστύλωμα με κοχλίωση ή συγκόλληση. Οι δοκοί που συνεχίζονται από τις δυο πλευρές του υποστυλώματος θεωρούνται πακτωμένες πάνω σε αυτό. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι διαμόρφωσης της πάκτωσης, όπως:

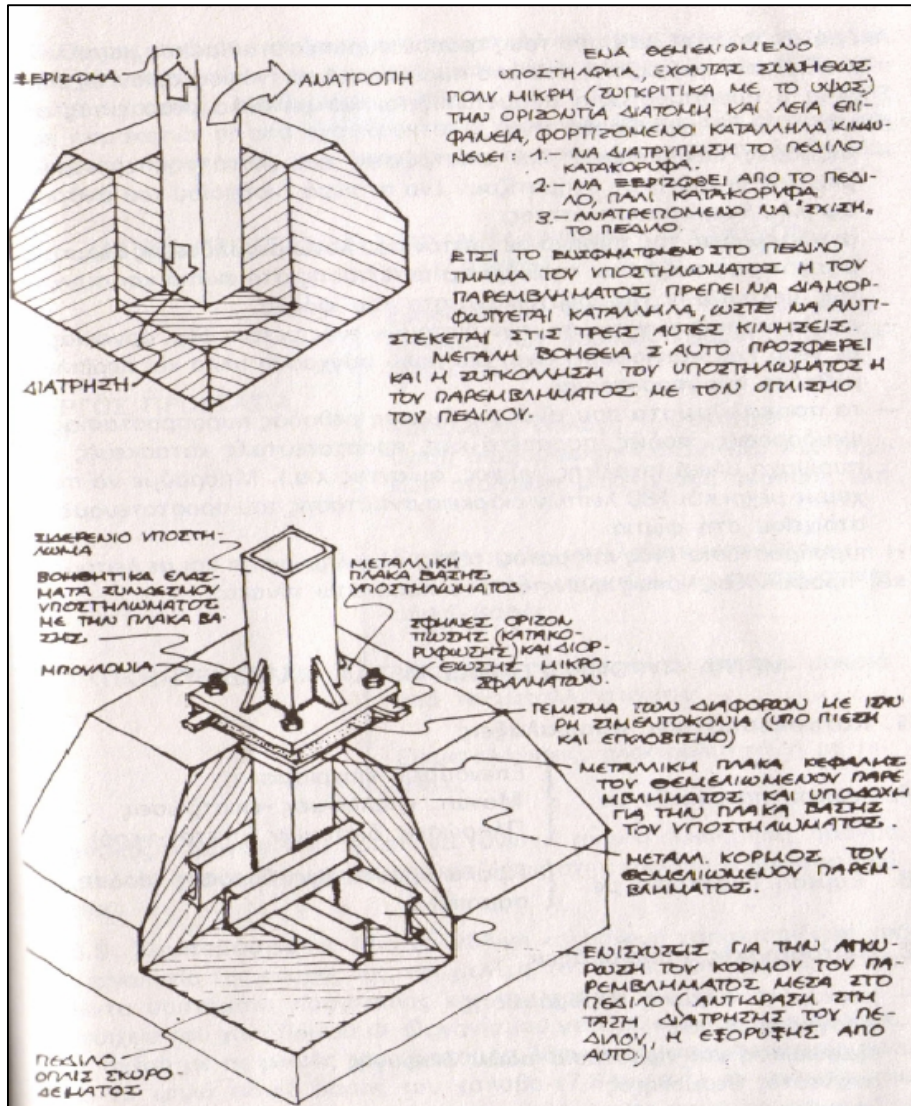
α) συγκόλληση κομβοελασμάτων στα άκρα της δοκού και κοχλίωσή τους στο υποστύλωμα,

- β) κοχλίωση ελασμάτων στα άκρα της δοκού και συγκόλληση των ελασμάτων και της δοκού στο υποστύλωμα,
 - γ) κοχλίωση ή συγκόλληση γωνιακών κοινών ελασμάτων στα άκρα της δοκού και στο υποστύλωμα,
 - δ) διαμόρφωση διμελούς δοκού και στερέωση του υποστυλώματος μεταξύ των δυο μελών,
 - ε) συγκόλληση ή κοχλίωση της δοκού πάνω σε ειδικό οριζόντιο έλασμα που καλύπτει την κεφαλή του υποστυλώματος.
- **συνδέσεις μεταξύ διαδοχικών τεμαχίων δοκών και υποστυλωμάτων:** οι διατομές που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δοκών και υποστυλωμάτων μεταφέρονται στο εργοτάξιο σε τυποποιημένα μήκη 4 - 15 m. Αν χρειάζεται να διαμορφωθούν μεγαλύτερα μήκη, η σύνδεση γίνεται με διάφορους τρόπους όπως:
- α) συγκόλληση των άκρων των διατομών, αφού υπολογιστεί η βράχυνση που θα προκύψει από τη διαδικασία αυτή,
 - β) ένωση με τη βοήθεια ελασμάτων που συγκολλούνται ή κοχλιώνονται στα δυο τεμάχια και
 - γ) συγκόλληση των άκρων και των δυο τεμαχίων σε μεταλλικές πλάκες και στη συνέχεια κοχλίωση των πλακών αυτών μεταξύ τους.

B.3.4. ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

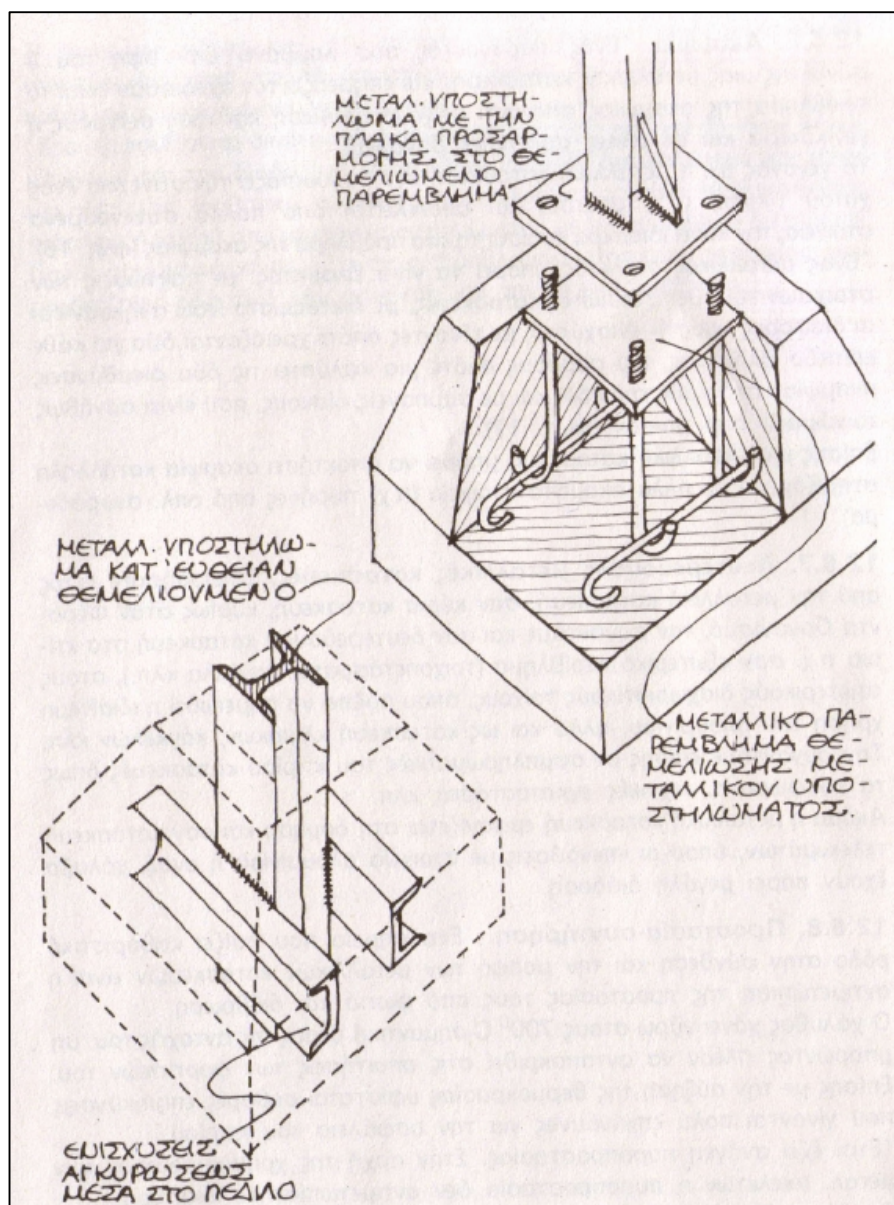
Στο κάτω άκρο των μεταλλικών υποστυλωμάτων συγκολλούνται ανθεκτικές μεταλλικές πλάκες, οι οποίες παραλαμβάνουν τα φορτία της ανωδομής και τα κατανέμουν ομοιόμορφα στην επιφάνειά τους. Για ομαλότερη μεταβίβαση των φορτίων από το υποστύλωμα στην πλάκα, η σύνδεση μπορεί να ενισχυθεί με γωνιακά ή σφηνοειδή ελάσματα. Οι πλάκες αυτές εδράζονται σε κιβωτιοειδή θεμέλια από σκυρόδεμα και στερεώνονται σε αυτά με τη βοήθεια αγκίστρων. Στις μικτές κατασκευές παρουσιάζεται πολύ συχνά ανάγκη σύνδεσης χαλύβδινων δοκών με υποστυλώματα ή τοιχία σκυροδέματος. Η σύνδεση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί:

- με τη βοήθεια πλατίνων που ενσωματώνονται στο σκυρόδεμα και πάνω τους μπορεί να συγκολληθούν ή να κοχλιωθούν τεμάχια κατάλληλα για τη στερέωση της δοκού (Εικ. 60),
- με τη βοήθεια τεμαχίων σύνδεσης που ενσωματώνονται στο σκυρόδεμα και παρέχουν επιφάνεια κατάλληλη για τη στερέωση της δοκού,



Εικ. 60
Θεμελιώσεις μεταλλικών υποστυλωμάτων

- με άμεση πάκτωση της δοκού μέσα στο σκυρόδεμα. Κατά την κατασκευή του στοιχείου σκυροδέματος αφήνεται κατάλληλος κενός χώρος για την προσαρμογή της δοκού. Μέσα στο χώρο αυτό η δοκός στερεώνεται στο σκυρόδεμα με την παρεμβολή κατάλληλων κοχλιωμένων ελασμάτων για να αποφεύγονται οι τριβές (Εικ. 61),
- με απευθείας θεμελίωση με το βάρος του χώματος που καλύπτει την εσχάρα του πέλματος της μεταλλικής κατασκευής του πυλώνα (π.χ. στους πυλώνες ηλεκτρικού ρεύματος).



Εικ. 61

Θεμελιώσεις μεταλλικών υποστηλωμάτων

B.3.5. ΚΟΜΒΟΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΧΩΡΟΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ

Οι κόμβοι αποτελούν **βασικά στοιχεία** της κατασκευής των **χωροδικτυωμάτων**. Γενικά οι κόμβοι λειτουργούν ως αρθρώσεις στις οποίες καταλήγουν ράβδοι θλιβόμενες ή εφελκυσόμενες. Έτσι κάθε κόμβος είναι απαραίτητο να πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- να αντέχει στις δυνάμεις που εξασκούν σε αυτόν οι ράβδοι,
- να εξασφαλίζει ότι οι άξονες των ράβδων που συντρέχουν σε αυτόν περνούν από ένα μοναδικό σημείο,
- να επιτρέπει την αφαίρεση και αντικατάσταση μιας ράβδου με την πλήρη διαμόρφωσή του και

- να επιτρέπει απεριόριστες μετακινήσεις των ράβδων χωρίς να βλάπτεται η ευστάθεια της κατασκευής.

Οι κόμβοι των χωροδικτυωμάτων διαμορφώνονται επιτόπια ή είναι προκατασκευασμένοι. Οι κόμβοι που κατασκευάζονται στο εργοτάξιο αποτελούνται συνήθως από συγκολλημένα ή κοχλιωμένα μεταξύ τους ελάσματα με κατάλληλο προσανατολισμό, έτσι ώστε να διευκολύνεται η χωροθέτηση των ράβδων ανάλογα με τη μορφή του χωροδικτυώματος. Οι ράβδοι έχουν συνήθως κατάλληλα διαμορφωμένα άκρα που κοχλιώνονται στις αντίστοιχες οπές των ελασμάτων. Στις σύγχρονες κατασκευές χωροδικτυωμάτων κάθε σύστημα περιλαμβάνει προκατασκευασμένους κόμβους. Αυτοί έχουν συνήθως σφαιρικό ή πολυεδρικό σχήμα και είναι εφοδιασμένοι με κατάλληλες οπές μέσα στις οποίες προσαρμόζονται οι άκρες των ράβδων που είναι διαμορφωμένες ανάλογα.

B.4. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

B.4.1. ΓΕΝΙΚΑ

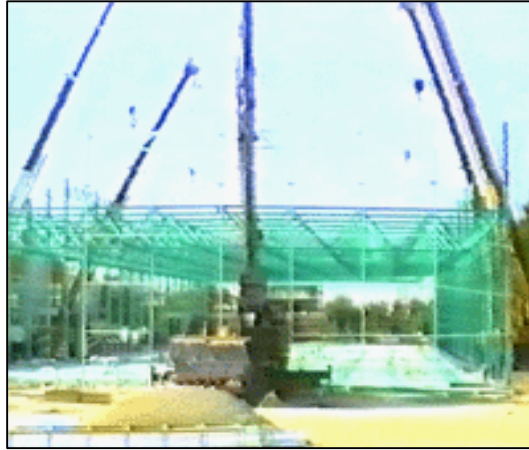
Ο δομικός χάλυβας σπάνια αστοχεί από έλλειψη αντοχής του ίδιου υλικού. Οι αστοχίες των χαλύβδινων κατασκευών παρουσιάζονται συνήθως με τη μορφή καταρρεύσεων σε θόλους, σε δοκούς μεγάλων ανοιγμάτων και σε χωροδικτυώματα ως συνέπεια ισχυρών βροχοπτώσεων, χιονοπτώσεων και ανεμοφορτίσεων. Παρουσιάζονται επίσης σε κτίρια και γέφυρες από το συνδυασμό χαμηλών θερμοκρασιών και δυναμικών φορτίσεων. Ο πολύ σκληρός χάλυβας κινδυνεύει σε θραύση, ιδιαίτερα αν βρίσκεται σε ψυχρό περιβάλλον και δέχεται ταλαντώσεις ή κρούσεις ή άλλες δυναμικές καταπονήσεις. Τα ασθενή σημεία εντοπίζονται κυρίως στις συνδέσεις των μεταλλικών στοιχείων από ελλείψεις του σχεδιασμού ή της κατασκευής τους.

Ένα κρίσιμο σημείο της διαδικασίας εφαρμογής των μεταλλικών κατασκευών είναι το στάδιο κατά το οποίο τα στοιχεία τους συγκρατούνται πρόσκαιρα στις τελικές τους θέσεις πριν σταθεροποιηθούν οι συνδέσεις τους. Γενικά ευαίσθητες σε αστοχία είναι οι πολύ ελαστικές κατασκευές και αυτές που δε διαθέτουν αρκετές άκαμπτες συνδέσεις, ώστε να μπορούν να μεταβιβάσουν τα φορτία τους σε γειτονικά στοιχεία. Η έλλειψη ή η ακαταλληλότητα των αρμών μπορεί να συντελέσει στην ανομοιόμορφη συγκέντρωση τάσεων με καταστρεπτικές συνέπειες. Πολύ συχνά οι αστοχίες οφείλονται σε ένα συνδυασμό των παραγόντων που αναφέρθηκαν, ειδικά υπό την επίδραση ασυνήθιστων δυναμικών φορτίσεων. Οι αστοχίες μπορούν να **περιοριστούν στο στάδιο του σχεδιασμού** αν όλα τα φορτία υπολογιστούν σωστά και περιληφθούν στα τελικά κατασκευαστικά σχέδια και τα ωφέλιμα φορτία παρασταθούν με διαγράμματα που να παρέχουν την ακριβή κατανομή τους ανά περιοχή. **Ιδιαίτερη προσοχή** πρέπει να:

- δοθεί στην **αναπαράσταση των φορτίων από άνεμο και σεισμό**,
- δοθεί προσοχή στις **θέσεις συγκεντρωμένων φορτίων**, για παράδειγμα από γερανογέφυρες ή μηχανήματα και
- καθοριστούν οι **θέσεις των δοκών ή των ράβδων** στις οποίες πρόκειται να αναρτηθούν σωληνώσεις ή άλλοι εξοπλισμοί και τα φορτία τους να περιληφθούν στους στατικούς υπολογισμούς (όσο αυτό είναι δυνατό να γίνει κατά το στάδιο της μελέτης).

B.4.2. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής (Εικ. 62), τα μεταλλικά φέροντα στοιχεία δε στερεώνονται αμέσως με το μόνιμο τρόπο σύνδεσής τους. Μπορεί να συγκρατηθούν με ταινίες ή άλλους πρόσκαιρους συνδέσμους ή οι μόνιμοι σύνδεσμοί τους να μη συσφιχτούν εντελώς. Αυτό γίνεται μέχρι να τοποθετηθούν όλα τα στοιχεία στις θέσεις τους και στη συνέχεια η κατασκευή να στερεωθεί με μόνιμο τρόπο. Κατά το στάδιο της προσωρινής σύνδεσης



Εικ. 62
Μεταλλικό κτίριο στο στάδιο της κατασκευής

των μεταλλικών κατασκευών, οι ανεμοφορτίσεις επιδρούν στα χαλαρά μεταλλικά στοιχεία που δεν προστατεύονται ακόμη από στοιχεία πλήρωσης και μπορεί να προκαλέσουν την ανατροπή τους. Ιδιαίτερα κινδυνεύουν οι κατασκευές με μεγάλο ύψος και κατακόρυφα φέροντα στοιχεία διατομής διπλού T.

Για να **προληφθούν** τα **προβλήματα** που δημιουργούνται κατά το στάδιο της προσωρινής στερέωσης των μεταλλικών κατασκευών, πρέπει:

- τα κατακόρυφα φέροντα μεταλλικά στοιχεία να συνδέονται μεταξύ τους με χαλύβδινες κυλινδρικές ράβδους. Αυτές παρέχουν ακαμψία στην κατασκευή και συγκρατούν τα φέροντα στοιχεία στις σωστές τους θέσεις,
- να αποφεύγεται η προσωρινή σύνδεση δυο μεταλλικών φερόντων στοιχείων με τη χρήση ενός μόνο κοχλίου,
- η αντιανέμια προστασία να ακολουθεί σταδιακά την κατασκευή των ορόφων και να μην εφαρμόζεται στο τέλος,
- οι προσωρινοί σύνδεσμοι να αποτελούν αντικείμενο μελέτης κατά το στάδιο του σχεδιασμού. Η εφαρμογή κατάλληλων αντιανέμιων συνδέσμων στην κατασκευή μπορεί να ελαχιστοποιήσει την ανάγκη προσωρινών συνδέσμων και
- να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην σύνδεση της μεταλλικής κατασκευής με άλλες κατασκευές με μικρότερη ακαμψία, όπως για παράδειγμα με ένα τοίχιο σκυροδέματος. Αν η προσωρινή σύνδεση δεν είναι αρκετά ανθεκτική, η αστοχία της μεταλλικής κατασκευής μπορεί να προκαλέσει την ανατροπή του τοιχίου.

Μια άλλη **κύρια αιτία αστοχίας** των μεταλλικών κατασκευών κατά το στάδιο της κατασκευής μπορεί να αποτελέσει η **ακατάλληλη αντιστήριξη** των **πρανών εκσκαφής**. Το πρόβλημα παρουσιάζεται κυρίως όταν η μεταλλική κατασκευή εφάπτεται μονόπλευρα με το πρανές της εκσκαφής, οπότε παρουσιάζεται πίεση από τις ωθήσεις γαιών σ' αυτή την πλευρά της. Η μονόπλευρη εκσκαφή είναι απαραίτητο να συγκρατείται από άκαμπτο τοίχο

αντιστήριξης. Η κατασκευή άκαμπτων συνδέσμων της μεταλλικής κατασκευής συμβάλλει επίσης στην αντοχή της σε ανατροπή. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι μια κατασκευή μπορεί να βρίσκεται μέσα στη ζώνη αστοχίας μιας εκσκαφής έστω κι αν βρίσκεται σε μικρή απόσταση από αυτή.

B.4.3. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΑΠΟ ΛΑΘΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ Η ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Ο **καθορισμός του συντελεστή ασφαλείας**, είναι ένα γενικό πρόβλημα των κατασκευών και πρέπει να καθορίζεται ανάλογα με τις συνέπειες των πιθανών αστοχιών. Ο συντελεστής πρέπει να αυξάνεται σε μερικά ευαίσθητα θέματα ή λεπτομέρειες των μεταλλικών κατασκευών, των οποίων ο κακός σχεδιασμός ή η εκτέλεση μπορεί να προκαλέσει αστοχία ολόκληρης της κατασκευής. Για την αποφυγή τους:

- οι τυποποιημένες λεπτομέρειες πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κανονισμών και οι υπόλοιπες να συνοδεύονται από λεπτομερή μελέτη,
- να κατασκευάζονται, όπου είναι δυνατό, σύνδεσμοι με απειροστή δυνατότητα μετακίνησης έτσι ώστε σε περίπτωση συγκέντρωσης τάσεων να δημιουργείται μερική αποφόρτιση που εμποδίζει την προοδευτική κατάρρευση της κατασκευής,
- οι αναρτημένες δοκοί είναι προτιμότερο να είναι διμελείς συμμετρικές, με ενισχύσεις ακαμψίας όπου απαιτείται. Η διατομή τους μπορεί να είναι ανοικτή ή κλειστή όπου χρειάζεται, για παράδειγμα σε περίπτωση στρεπτικών τάσεων. Οι κλειστές διατομές πρέπει να ενισχύονται με λάμες και οι μεταλλικές δικτυωτές στέγες πρέπει να δένονται με στοιχεία πλήρωσης ή βοηθητικές ράβδους για να μην αστοχήσουν από τις σημαντικές παραμορφώσεις που υφίστανται οι κύριες ράβδοι από τις καταπονήσεις. Αν η πλήρωση της στέγης είναι ανεξάρτητη από το χωροδικτύωμα, για παράδειγμα αναρτημένη μεμβράνη, η ακαμψία του δεν ενισχύεται.

Οι **σημαντικές παραμορφώσεις** των μεταλλικών κατασκευών είναι πιθανά **σημάδια επικείμενης αστοχίας**. Αν πρόκειται για κτίριο, αυτό θα πρέπει να εκκενώνεται και να λαμβάνονται μέτρα ενίσχυσής του. Οι πολύπλοκες συνδέσεις σε διάφορα επίπεδα και οι εκκεντρότητες πρέπει να αποφεύγονται όσο είναι δυνατό. Οι εκκεντρότητες στις ακραίες συνδέσεις των δοκών με μεγάλο άνοιγμα είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες. Αν δεν μπορούν να αποφευχθούν, είναι προτιμότερο οι ακραίες κοχλιώσεις να κατασκευάζονται με τρόπο ώστε να επιτρέπουν απειροστή στροφή της δοκού.

B.4.4. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΑΠΟ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

Τα **σημεία σύνδεσης** των μεταλλικών στοιχείων με συγκολλήσεις είναι **ευαίσθητα** γιατί δέχονται έντονες συνδυασμένες φορτίσεις. Τα συγκολλημένα τμήματα που παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ελαστικότητας, παραμορφώνονται με ανομοιόμορφο τρόπο επιβάλλοντας επιπλέον τάσεις στα σημεία των συγκολλήσεων. Η απότομη αλλαγή διατομής των στοιχείων που υφίστανται έντονες καταπονήσεις αποτελεί επίσης μια περιοχή στην οποία οι συγκολλήσεις καταπονούνται ιδιαίτερα.

Γενικά, πρέπει να **αποφεύγεται η συγκόλληση διατομών μεγάλου πάχους με βαριές συγκολλήσεις**. Ιδιαίτερα αν σε μια περιοχή υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση τέτοιων συγκολλήσεων, δημιουργείται εντατική κατάσταση από τη συρρίκνωση των κορδονιών συγκόλλησης. Αν οι συγκολλήσεις είναι μικρότερου μεγέθους από το απαιτούμενο, γίνεται εντονότερη η συγκέντρωση των τάσεων μέσα στη μάζα τους. Οι πολύπλοκες συγκολλήσεις πρέπει να αποφεύγονται και στα σημεία διασταύρωσης συγκολλήσεων να μη διασταυρώνονται τα κορδόνια αλλά να διακόπτεται το ένα απ' αυτά.

Ιδιαίτερα ευαίσθητες είναι οι κατασκευές από δοκούς λεπτής διατομής στην κάτω φλάντζα των οποίων συγκολλείται για ενίσχυση ένα παχύ έλασμα. Τα συνεχή κορδόνια συγκόλλησης στις άκρες των φλαντζών υφίστανται καθαρή διάτμηση σε συνδυασμό με τάσεις από την κάμψη της δοκού. Πολλές φορές μια συγκόλληση μπορεί να αστοχήσει από αποκόλληση του άκρου της. Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου, το κορδόνι συγκόλλησης πρέπει να κατασκευάζεται συνεχές και να περιβάλλει τις απολήξεις των διατομών.

B.4.5. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΧΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Το **φαινόμενο της απόσχισης** των μεταλλικών διατομών στα σημεία των συγκολλήσεων **εμφανίζεται σε μικρό διάστημα** μετά την εκτέλεση της συγκόλλησης. Έχει τη μορφή ενός συνόλου μικρών ρωγμών κάθετων στο επίπεδο κύλισης του χάλυβα. Παρουσιάζεται συνήθως στις μεγάλες διατομές που αποτελούνται από παχιά ελάσματα και μπορεί αρχικά να μην είναι ορατό εξωτερικά. Το φαινόμενο οφείλεται στις καταπονήσεις που προκαλούνται στο χάλυβα από την απότομη συστολή της μάζας του υλικού συγκόλλησης κατά την ψύξη του. Μπορεί να περιοριστεί με την κατάλληλη εκτέλεση των λεπτομερειών στα σημεία των συγκολλήσεων.

B.4.6. ΣΥΝΗΘΕΣΤΕΡΕΣ ΑΣΤΟΧΙΕΣ

Ορισμένες τυπικές περιπτώσεις αστοχιών σε κατασκευές με μεταλλικό σκελετό, είναι:

- **επεμβάσεις σε κόμβους πλαισίων**: σε κατασκευή με πλαίσια έχει επιλεγεί η ενσωμάτωση της υδρορροής στα κατακόρυφα στοιχεία, χωρίς όμως να προβλέπεται από τη μελέτη. Η επιλογή αυτή επιβάλλει την αποκοπή τμήματος της κεφαλής του στύλου στην περιοχή του

κόμβου σύνδεσης με τη δοκό, με αποτέλεσμα να μην είναι πλέον ασφαλής η μεταβίβαση των ροπών. Πιθανή συνέπεια της επέμβασης αυτής αποτελεί η αστοχία σε περίπτωση συνεχούς φόρτισης της στέγης (χιόνι, κ.τ.λ.) με επακόλουθο την καταστροφή των πλαισίων και την κατάρρευση της κατασκευής. Για την αποφυγή της αστοχίας αυτής, οι θέσεις διέλευσης υδρορροών ή άλλων στοιχείων πρέπει να προβλέπονται και να υπολογίζονται στο στάδιο της μελέτης, είτε να τοποθετούνται με τρόπο που να μην απαιτεί αφαίρεση υλικού ή διάτρηση φερόντων δομικών στοιχείων,

- **έδραση στύλου σε τοίχο:** η επιθυμητή ανύψωση του δαπέδου επιτυγχάνεται με επίχωση εγκιβωτισμένη με περιμετρική τοιχοποιία θεμελιωμένη κατάλληλα. Η έδραση των στύλων στην τοιχοποιία είναι ιδιαίτερα επισφαλής, αφού λόγω της συνδυασμένης επίδρασης οριζόντιων και κατακόρυφων φορτίων πρέπει να αναμένεται εκτροπή της, με συνακόλουθη την κατάρρευση των στύλων και της κατασκευής. Η έδραση θα είναι ασφαλής, αν ο τοίχος κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι εδράσεις των στύλων του κάθε πλαισίου συνδεθούν μεταξύ τους με ελκυστήρες,
- **επαφή κτιρίου με τοίχο αντιστήριξης:** το κτίριο έχει κατασκευαστεί σε επικλινές έδαφος με μερική εκσκαφή. Τόσο το βάθος του ορύγματος, όσο και η διέλευση δρόμου βαριάς κυκλοφορίας σε μικρή απόσταση από το κτίριο επιβάλλουν την αντιστήριξη του πρανούς της εκσκαφής. Ο τοίχος αντιστήριξης δεν επιτρέπεται να εφάπτεται στο κτίριο και να μεταβιβάζει στη μεταλλική κατασκευή οριζόντιες ωθήσεις, για τις οποίες δεν υπάρχει πρόβλεψη στη μελέτη. Ο τοίχος αντιστήριξης κατασκευάζεται και λειτουργεί ανεξάρτητα, χωρίς να εφάπτεται σε δομικά στοιχεία του κτιρίου,
- **στοιχεία δυσκαμψίας:** σε μεταλλικά κτίρια με περισσότερους από έναν ορόφους, η παρουσία διαγώνιων στοιχείων δυσκαμψίας στο ισόγειο είναι πιθανό να περιορίζει τη λειτουργικότητα του χώρου. Η κατάργησή τους με ενίσχυση μόνο των αντίστοιχων στύλων δεν εξασφαλίζει την απαραίτητη δυσκαμψία της κατασκευής. Τα διαγώνια στοιχεία είναι δυνατό να αντικατασταθούν με ασφάλεια από πλαίσια με στοιχεία κατάλληλης διατομής, τα οποία προσαρμόζονται στα αντίστοιχα πλαίσια του ισογείου,
- **στέγη με κλίση υδροσυλλογής στον άξονα:** η στέγη υποβαστάζεται με δοκό τοποθετημένη στον άξονα υδροσυλλογής. Το φορτίο του χιονιού λαμβάνεται στους υπολογισμούς ως συνεχές ομοιόμορφα κατανομημένο σε ολόκληρη την επιφάνεια της στέγης, όπως στις συνήθεις περιπτώσεις στεγών και δωματίων. Ωστόσο, η πιθανότητα ομοιόμορφης κατανομής του χιονιού σε στέγη αυτής της μορφής είναι αμελητέα, σε σύγκριση με την πιθανότητα συσσώρευσης χιονιού στον άξονα υδροσυλλογής. Στη θέση αυτή το πάχος της στρώσης του χιονιού είναι δυνατό να φθάσει μέχρι το διπλάσιο του πάχους που λαμβάνεται στους υπολογισμούς. Το αυξημένο φορτίο που προκύπτει, καταπονεί τη δοκό, η οποία υποβαστάζει τη στέγη και μπορεί να

αποτελέσει αιτία σοβαρής αστοχίας. Γι' αυτό, στον υπολογισμό της δοκού αυτής θα πρέπει να λαμβάνεται το αυξημένο φορτίο του χιονιού,

- **πεζογέφυρα σύνδεσης κτιρίων:** η σύνδεση δυο γειτονικών κτιρίων με κλειστή πεζογέφυρα σε στάθμη ορόφου (υπερύψωση) αποτελεί ευέλικτη επιλογή οργάνωσης των λειτουργιών κτιριακών συγκροτημάτων με παράλληλο διαχωρισμό των κινήσεων και της κυκλοφορίας. Πρόκειται συνήθως για ολοκληρωμένη αυτοτελή μεταλλική κατασκευή, της οποίας τα δυο άκρα εδράζονται αντίστοιχα στα κτίρια που συνδέει. Κατασκευάζεται σε εφαρμογή της αντίστοιχης μελέτης, με όλα τα απαραίτητα στοιχεία δυσκαμψίας. Ωστόσο, τόσο ο τρόπος έδρασης, όσο και ο τρόπος κατασκευής των άκρων της πεζογέφυρας δεν την εξασφαλίζουν από τον κίνδυνο παραμόρφωσης ή κατάρρευσης με την επίδραση του ανέμου. Η ενίσχυση της δυσκαμψίας των άκρων είναι απαραίτητη. Κατασκευάζονται ως πλήρη πλαίσια αυξημένης δυσκαμψίας με ισχυρές διατομές και ενισχύσεις στους κόμβους,
- **στέγη βιομηχανικού χώρου:** κυρίως για εξασφάλιση ικανοποιητικού φυσικού φωτισμού επιλέγεται σε αρκετές περιπτώσεις η κάλυψη βιομηχανικών ή αποθηκευτικών χώρων με πριονωτή στέγη (π.χ. sheds). Τα προβλήματα που εμφανίζονται οφείλονται συνήθως σε ελαττώματα της μελέτης, λόγω εσφαλμένων παραδοχών. Πρόκειται για υποδιαστασιολόγηση των μετωπικών αμειβόντων, παράλειψη των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων ή απουσία ελκυστήρα στη βάση των ζευκτών, που εδράζονται στην περιμετρική φέρουσα κατασκευή. Πιθανή συνέπεια των παραλείψεων αυτών αποτελεί η αστοχία ή κατάρρευση της κατασκευής κατά τη φάση της συναρμολόγησης,
- **στοιχεία δυσκαμψίας προσθήκης:** αποθηκευτικός χώρος με μεταλλικό φέροντα οργανισμό κατασκευάζεται σε μικρή απόσταση από υφιστάμενο κτίριο. Η χρήση του νέου κτιρίου και η αναγκαιότητα λειτουργίας γερανογέφυρας επιβάλλουν τη σημαντική ελάττωση των στοιχείων δυσκαμψίας του κατακόρυφου επιπέδου, με αποτέλεσμα τη δυσλειτουργία του εξοπλισμού (γερανογέφυρα) και την πιθανή παραμόρφωση της φέρουσας κατασκευής, με ακραίο φαινόμενο την κατάρρευση. Ως μέτρο αντιμετώπισης των κινδύνων αυτών προτείνεται η σύνδεση της νέας με την υφιστάμενη κατασκευή στο ύψος της στέγης με κατάλληλα υπολογισμένους συνδέσμους.

B.4.7. ΑΠΟΦΥΓΗ ΑΣΤΟΧΙΩΝ

Το πρόβλημα της αποφυγής αστοχιών, είναι **δύσκολο να περιοριστεί** λόγω πολυάριθμων παραγόντων, όπως π.χ. νομοθεσία, κόστος, ποιότητα υλικών, συντονισμός και σχέσεις μεταξύ των συντελεστών της κατασκευής, παρανοήσεις, κ.τ.λ. Το εργοτάξιο δεν είναι εργοστάσιο και γι' αυτό οι ανεκτές αποκλίσεις δεν είναι συγκρίσιμες. Η ανάγκη για μετακινήσεις προσωπικού, υλικών και εξοπλισμού αυξάνει τις πιθανότητες αστοχιών, ακόμη και όταν (σε ελάχιστες περιπτώσεις) δεν αγνοείται από τη μελέτη.

Σε κάθε περίπτωση, ο εντοπισμός των αιτίων των αστοχιών και η ανάλυση των παραμέτρων τους συμβάλλουν στην αποφυγή επανάληψής τους. Γενικά, οι κατασκευές με φέροντα σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα, ξύλο ή μέταλλο εμφανίζονται πολύ πιο ευαίσθητες σε οριζόντια φορτία, από τις κατασκευές με φέροντες τοίχους ή τοιχώματα. Συχνά τα φορτία αυτά δεν παραλαμβάνονται με ασφάλεια από τα δομικά στοιχεία ή δεν μεταβιβάζονται σωστά στο έδαφος, με αποτέλεσμα τη μερική ή ολική καταστροφή της κατασκευής.

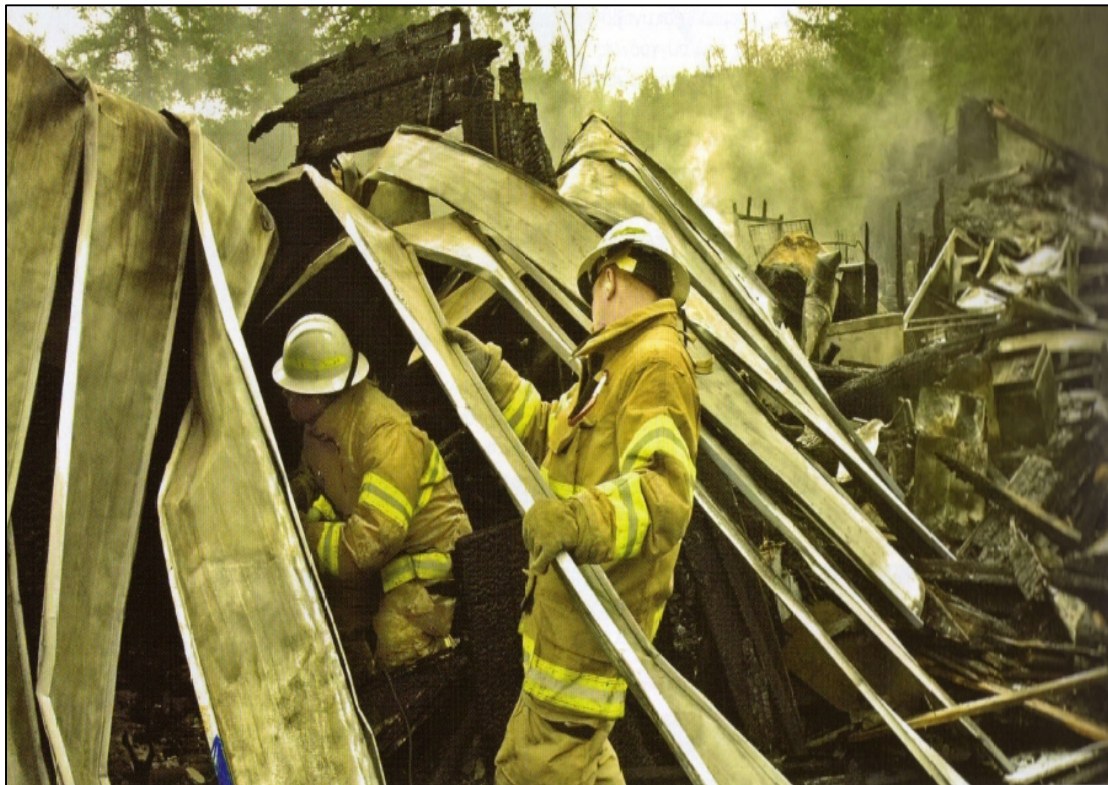
Η “**αστάθεια μορφής**” αποτελεί **βασική αιτία αστοχιών** των μεταλλικών κατασκευών και οφείλεται στη μειωμένη αντοχή φερόντων στοιχείων λόγω εσφαλμένης διαστασιολόγησης ή κατασκευής. Επίσης, οι παραδοχές της μελέτης, ιδιαίτερα όταν η επίλυση με τη βοήθεια τυποποιημένου λογισμικού δεν ελέγχεται από έμπειρο μελετητή, είναι δυνατό να οδηγήσουν σε επισφαλείς καταστάσεις, όταν βασίζονται σε ιδεατή διαίρεση των ράβδων σε περισσότερα μέρη. Άλλα συχνά προβλήματα, σχετίζονται με σφάλματα στην εκτίμηση της συμπεριφοράς των στοιχείων δυσκαμψίας ή της συμβολής τους στη συμπεριφορά του συστήματος, είτε σε αστοχίες στην επιλογή και τοποθέτησή τους.

B.5. ΠΥΡΑΝΤΙΣΤΑΣΗ & ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΧΑΛΥΒΑ

B.5.1. ΠΥΡΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΧΑΛΥΒΑ

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, το πρόβλημα της συμπεριφοράς χαλύβδινων στοιχείων σε υψηλές θερμοκρασίες είναι θέμα με πολύ μεγάλη συχνότητα εμφάνισης στα επιστημονικά περιοδικά. Αντίστοιχα υπάρχει σήμερα μια κινητικότητα στη διαμόρφωση προδιαγραφών που καθορίζουν τη διαδικασία ελέγχου της επάρκειας των μεταλλικών στοιχείων σε συνθήκες φωτιάς.

Η αντοχή του χάλυβα απομειούται όσο η θερμοκρασία αυξάνεται, μηδενίζεται δε περί τους 1200 °C. Εάν επομένως, η αύξηση της θερμοκρασίας συν τον χρόνο δεν ανασταλεί, είναι δεδομένο ότι ένα χαλύβδινο φέρον στοιχείο, είτε απροστάτευτο είτε προστατευμένο (μονωμένο), θα καταρρεύσει (Εικ. 63) υπό τα φορτία στα οποία υπόκειται την ώρα της φωτιάς, εντός κάποιου μικρότερου ή μεγαλύτερου χρονικού διαστήματος. Οι προδιαγραφές στις οποίες αναφερθήκαμε πιο πάνω, αποβλέπουν ακριβώς στον προσδιορισμό του χρονικού αυτού διαστήματος που ονομάζεται δείκτης πυραντίστασης, π.χ. F 30, F 60, F 90, κ.τ.λ.



Εικ. 63

Κατάρρευση μεταλλικού κτιρίου από πυρκαγιά

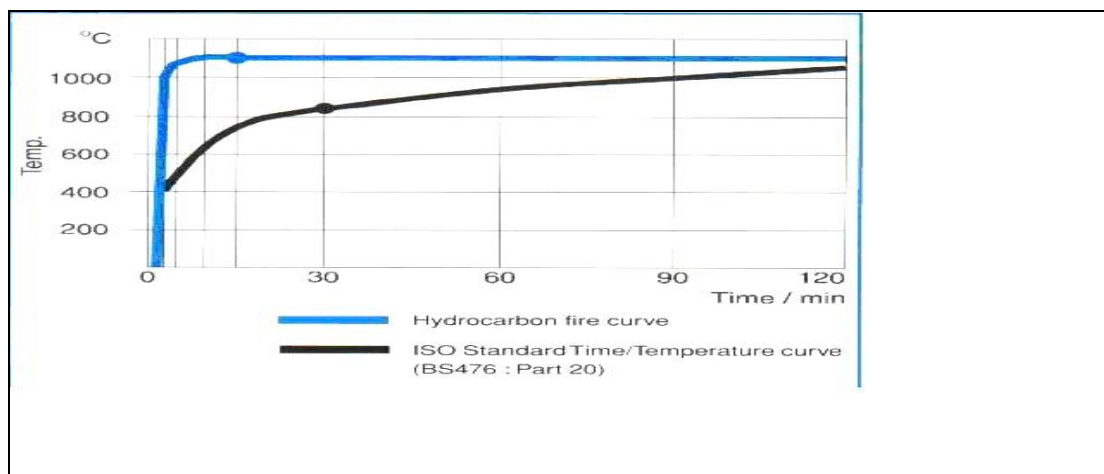
Οι ελάχιστοι απαιτούμενοι χρόνοι αντοχής του χάλυβα σε συνθήκες φωτιάς (ελάχιστος απαιτούμενος κατά περίπτωση δείκτης πυραντίστασης) καθορίζονται σε ιδιαίτερους κανονισμούς. Οι προβλέψεις του Ελληνικού

κανονισμού πυροπροστασίας Π.Δ. 71/88 ως προς τους απαιτούμενους ελάχιστους δείκτες πυραντίστασης φαίνονται στον πίνακα 2 που ακολουθεί:

ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΥΡΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ				
Κατηγορία Κτιρίου	Μονώροφα	Πολυώροφα	Υπόγεια	Εγκατάσταση Καταιονητήρων (συντελεστής)
Βιομηχανίες				
Z1	Χωρίς απαίτηση	60'	120'	0,5
Z2	60'	90'	120'	0,6
Z3	60'	120'	180'	0,7
Αποθήκες				
Z1	60'	90'	120'	0,5
Z2	120'	180'	180'	0,5
Z3	180'	240'	240'	0,5

Πιν. 2
Ελάχιστοι δείκτες πυραντίστασης

Σε περίπτωση πυρκαγιάς και όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 250 °C, η φέρουσα ικανότητα του χάλυβα αρχίζει να ελαττώνεται με ταχύ ρυθμό. Η κρίσιμη θερμοκρασία του χάλυβα, εκείνη δηλαδή στην οποία αναμένεται να επέλθει η οριακή κατάσταση αστοχίας, σύμφωνα με το BS 476 είναι 550 °C, ενώ σύμφωνα με το πρότυπο DIN 4102 είναι 500 °C. Οι θερμοκρασίες αυτές επιτυγχάνονται σε χρόνο λιγότερο των 5 λεπτών, με βάση την καμπύλη φωτιάς κατά ISO (Εικ. 64). Τότε η φέρουσα ικανότητα ελαττώνεται στα δύο τρίτα της κανονικής και ο συντελεστής ασφάλειας πρακτικά μηδενίζεται. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στους 700 °C η φέρουσα ικανότητα ελαττώνεται στο 20% της κανονικής.



Εικ. 64
Διάγραμμα καμπύλης φωτιάς

Γενικά, οι μεταλλικές κατασκευές απαιτούν προστασία με πυρασφαλή μονωτικά υλικά. Μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως ισόγειες αποθήκες και υπό ορισμένες προϋποθέσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί χάλυβας χωρίς ειδική πυροπροστασία.

B.5.2. ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΧΑΛΥΒΑ

Τα προστατευτικά υλικά που διατάσσονται επιφανειακά ή περιβάλλουν το μεταλλικό στοιχείο, διαθέτουν κατάλληλο πάχος και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ώστε να επιβραδύνουν την προσαρμογή του στοιχείου στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατά τον επιθυμητό βαθμό.

Τα πυροπροστατευτικά υλικά διατίθενται σε **τρεις** κυρίως **μορφές**: α) ως **χρώματα**, β) ως **κονιάματα** (εκτοξευόμενα υλικά) και γ) ως **προστατευτικές πλάκες**. Τα χρώματα εφαρμόζονται στα μεταλλικά στοιχεία και προσφέρουν προστασία της τάξης των 30 min (F 30). Τα εκτοξευόμενα υλικά εφαρμόζονται σε πάχη από 10 έως 50 mm και έχουν δυνατότητα παροχής προστασίας μεγαλύτερου χρόνου. Με το εκτοξευόμενο υλικό διατηρείται εμφανής η βασική γεωμετρία της μεταλλικής διατομής. Ανάλογα αποτελέσματα προστασίας παρέχουν οι πλάκες επενδύσεως των μεταλλικών στοιχείων.

Βάση για τη σύνθεση των προστατευτικών μέσων αποτελούν υλικά όπως: οι ορυκτές ίνες, ο γύψος, ο βερμικουλίτης, το τσιμέντο, το ασβέστιο, ο ορυκτοβάμβακας και ο περλίτης. Τα πυροπροστατευτικά υλικά πρέπει να διατηρούν τις ιδιότητές τους σε υψηλές θερμοκρασίες και να μην εκλύουν σε συνθήκες φωτιάς καπνό ή τοξικά αέρια.

Προστατευτικά υλικά διατίθενται επίσης υπό μορφή αυτοκόλλητων μεμβρανών. Συνήθης επίσης είναι η περίπτωση διογκούμενων επαλείψεων (2 στρώσεων) σε συνθήκες φωτιάς, αλλά και η κατηγορία υλικών τα οποία περιέχουν υγρασία, καθώς ο χρόνος που απαιτείται για την εξάτμιση του περιεχόμενου νερού επιμηκύνει το συνολικό χρόνο προστασίας του χάλυβα.

B.6. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ - ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ

Τα συνηθέστερα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της τοιχοποιίας στα μεταλλικά κτίρια είναι η γυψοσανίδα, η τσιμεντοσανίδα, το Alfa-block, τα τούβλα, κ.ά. Αυτά τα δομικά υλικά σε συνδυασμό με τα μονωτικά υλικά που παρεμβαίνουν στην τοιχοποιία (π.χ. διπλή μόνωση με πετροβάμβακα και DOW εξωτερικά και πετροβάμβακα εσωτερικά) ικανοποιούν απόλυτα τις απαιτήσεις. Επομένως, δεν χρήζει ιδιαίτερης αναφοράς το θέμα της θερμομόνωσης – ηχομόνωσης των μεταλλικών κατασκευών.

B.7. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

B.7.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι πρώτες σημαντικές εργασίες για τη συντήρηση μεταλλικών κατασκευών χρονολογούνται από το 1964 και ύστερα, την εποχή δηλαδή που η συνεχώς αυξανόμενη ατμοσφαιρική ρύπανση άρχισε να δημιουργεί ραγδαίες καταστροφές στις μεταλλικές κατασκευές. Μεγάλος αριθμός σχετικών ανακοινώσεων και επιστημονικών εργασιών άρχισε να δημοσιεύεται μετά το 1970. Την τελευταία δεκαετία σημειώθηκαν σημαντικές πρόοδοι και ο τομέας της συντήρησης των μεταλλικών κατασκευών αναγνωρίστηκε ως αυτόνομος κλάδος.

Η συντήρηση των μεταλλικών κατασκευών θεωρείται ιδιαίτερα δύσκολη. Στην αντιμετώπιση του προβλήματος βοηθά η εξέταση της μεταλλουργικής δομής των κατεργασμένων και χυτών σιδήρων, που δίνει σημαντικές πληροφορίες για τη μέθοδο κατασκευής τους και συνεπώς για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλεί η οξείδωση. Τα προβλήματα αυτών των μεταλλικών κατασκευών που βρίσκονται σε εξωτερικούς χώρους χωρίζονται σε δυο κατηγορίες που έχουν αποκτήσει διεθνώς τους όρους:

- skin problems = **προβλήματα της επιφανειακής διάβρωσης** και
- bone problems = **προβλήματα δομικής καταστροφής**.

Ο ειδικός που θα κληθεί να συντηρήσει μια μεταλλική κατασκευή, έρχεται αντιμέτωπος με διάφορα προβλήματα που σχετίζονται με τη θέση και το μέγεθος. Αναλυτικά:

- **προβλήματα σχετικά με τη θέση:** η επιλογή των μέσων διόρθωσης και συντήρησης των κατασκευών από μέταλλο πρέπει να είναι σε αρμονία με το υπόλοιπο της σύνθεσης και να σχετίζεται πάντα με το περιβάλλον. Η συντήρηση γίνεται επιτόπια, όπου οι συνθήκες και το περιβάλλον καθορίζουν τους παράγοντες που θα παίξουν το βασικότερο ρόλο στη διαδικασία της ανακαίνισης. Οι επιλογές των ειδικών οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη τον καιρό, τους ξαφνικούς ανέμους, την κυκλοφοριακή φόρτιση, την ατμοσφαιρική ρύπανση και τους πιθανούς βανδαλισμούς. Βέβαια, οι ζημιές που προκαλεί η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πάντα μεγαλύτερες από τα προαναφερόμενα,
- **προβλήματα σχετικά με το μέγεθος:** το μέγεθος του έργου είναι καθοριστικό για τις απαιτούμενες εργασίες και τις απαιτήσεις συνεργασίας μεταξύ ειδικών επιστημόνων, αρχιτεκτόνων και πολιτικών μηχανικών. Από αυτό καθορίζεται η ανάγκη για ειδικές σκαλωσιές, η οργάνωση του κατάλληλα ειδικευμένου προσωπικού, τα μέτρα ασφάλειας, η χρήση ειδικών συσκευών, η οργάνωση του χώρου και του χρόνου παράδοσης.

Ο Μηχανικός που θα ασχοληθεί με τη συντήρηση μεταλλικών κατασκευών (Εικ. 65) πρέπει να γνωρίζει ότι:

- η θεώρηση πως μια πετυχημένη εμπειρία μπορεί να γενικευτεί και να χρησιμοποιηθεί σε ανάλογες περιπτώσεις είναι λαθεμένη,
- πως μια σίγουρη επιλογή λιγότερο εφαρμοσμένη είναι μισή συντήρηση καθώς και ότι
- η λειτουργία του υλικού που συντηρείται είναι σημαντική και απαιτεί κριτική ερμηνεία.

B.7.2. ΔΙΑΒΡΩΣΗ & ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

Πριν από οποιαδήποτε επέμβαση σε μεταλλική επιφάνεια προηγείται μια σειρά ελέγχων που βασίζονται στη μεταλλουργική εξέταση των δειγμάτων, στην εξέταση κρυσταλλικής δομής της διαβρωμένης επιφάνειας και στην τελική ερμηνεία μερικών τυπικών διαβρωτικών πορειών. Με την εξέταση κρυσταλλικής δομής ελέγχονται τα κρυσταλλοποιημένα υλικά της διαβρωμένης επιφάνειας.



Εικ. 65

Ο πύργος του Eiffel (Παρίσι) αποτελεί ενδεικτικό παράδειγμα ως προς την συντήρηση που χρειάζεται καθημερινά

Η δημιουργία τους εξαρτάται από τη σύνθεση, την έκθεση και τον προσανατολισμό της επιφάνειας στις καιρικές συνθήκες. Τα προϊόντα της διάβρωσης, στα οποία είναι δυνατό να προστεθούν άμορφος θειούχος χαλκός, άνθρακας και γύψος, διαφέρουν από ζώνη σε ζώνη και προκαλούν διαφορετική συμπτωματολογία ακόμη και στο χρώμα.

Σε περιπτώσεις κατασκευών από κράματα σιδήρου - άνθρακα γίνονται πρώτα μηχανικές δοκιμές καθαρότητας ή μετρήσεις με υπερήχους, ειδικά όπου υπάρχουν υπερκείμενα στοιχεία. Όπου η διάβρωση βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο, είναι προτιμότερο να προσανατολιστεί η προσπάθεια στην αντικατάσταση του τμήματος που έχει αλλοιωθεί. Η απομάκρυνση της σκουριάς με μηχανικό τρόπο πρέπει να είναι όσο γίνεται πιο πλήρης, ώστε να είναι καλύτερη η ανταπόκριση του προστατευτικού επιστρώματος πάνω στο μέταλλο. Για την τελική προστασία πρέπει κανείς να διαλέξει προϊόντα μακράς διάρκειας και αποτελεσματικότητας, όπως π.χ. οι φαινολικές βαφές που παρέχουν μακροχρόνια προστασία και τη δυνατότητα μετέπειτα επέμβασης. Τα διαφορετικά χρώματα του συντηρητικού και της βαφής διευκολύνουν την οπτική εξέταση του αντικειμένου.

B.8. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Η κατασκευή από μεταλλικό σκελετό, αποτελεί επιλογή που συναντάται όλο και περισσότερο κατά κύριο λόγο στα βιομηχανικά κτίρια, καθώς και σε υπάρχουσες κατοικίες οι οποίες προσθέτουν ορόφους (πανωσήκωμα), όπως το παράδειγμα που παραθέτουμε στη συνέχεια.

B.8.1. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ

Στο στάδιο της θεμελίωσης, δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις αφού σε καινούργιο κτίσμα, το μόνο που απαιτείται είναι η κατασκευή μιας πλατφόρμας από μπετό, με αναμονές στις οποίες θα στηριχτούν και θα δεθούν αργότερα οι σιδερένιες κολώνες. Σε περίπτωση που υπάρχει κατοικία στην οποία θα προστεθούν όροφοι, ανοίγονται οπές στην πλάκα (Εικ. 66) του κάτω ορόφου στις οποίες θα πακτωθούν οι μεταλλικές κολώνες.



Εικ. 66
Λεπτομέρεια οπής στην υπάρχουσα πλάκα

Για τον φέροντα οργανισμό, χρησιμοποιούνται μεταλλικά στοιχεία τα οποία κατασκευάζονται στο εργοστάσιο και στη συνέχεια με τη βοήθεια μεταφορικών και ανυψωτικών μηχανημάτων μεταφέρονται στο εργοτάξιο (Εικ. 67 & 68), όπου και συναρμολογούνται.

**Εικ. 67 & 68****Μεταφορά και ανύψωση μεταλλικών στοιχείων στην οικοδομή**

Η συναρμολόγησή τους γίνεται συνήθως με κοχλίες και σπανιότερα με συγκόλληση, λόγω του μεγάλου χρόνου που αυτή απαιτεί (Εικ. 69 & 70).

**Εικ. 69****Συναρμολόγηση μεταλλικών στοιχείων (κατασκευή σκελετού)**



Εικ. 70
Συναρμολόγηση μεταλλικών στοιχείων (κατασκευή σκελετού)

Στη συνέχεια, τοποθετείται η εξωτερική (Εικ. 71 & 72) και εσωτερική τοιχοποιία. Οι διάφορες εναλλακτικές λύσεις σχετικά με τα υλικά από τα οποία μπορεί να κατασκευαστεί μια κατοικία, είναι: α) τσιμεντοσανίδα στην εξωτερική πλευρά του τοίχου και γυψοσανίδα στην εσωτερική, β) Alfa block και γ) τούβλα.

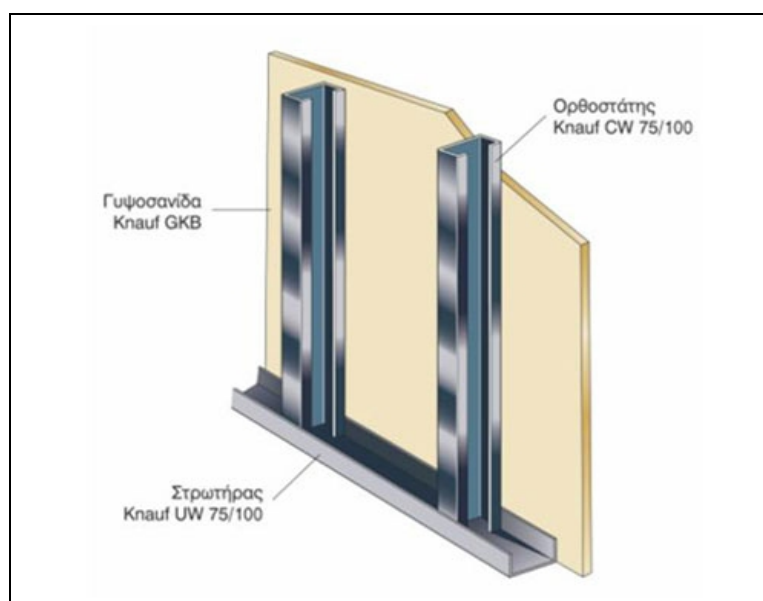


Εικ. 71
Εξωτερική επένδυση τοιχοποιίας με τσιμεντοσανίδα και τοποθέτηση κάθετων σιδερένιων ορθοστατών για τη στήριξη της τσιμεντοσανίδας (εσωτερική λήψη φωτογραφίας)

**Εικ. 72**

Εξωτερική επένδυση τοιχοποιίας με τσιμεντοσανίδα και τοποθέτηση κάθετων σιδερένιων ορθοστατών για τη στήριξη της τσιμεντοσανίδας (εσωτερική λήψη φωτογραφίας)

Συνηθέστερη επιλογή αποτελεί η πρώτη λύση, διότι αποφεύγεται έτσι το σοβάντισμα, καθώς η γυψοσανίδα (Εικ. 73) που βρίσκεται εσωτερικά έχει καλή και λεία επιφάνεια. Η μόνωση που τοποθετείται είναι διπλή και περιλαμβάνει πετροβάμβακα και DOW εξωτερικά και πετροβάμβακα εσωτερικά.

**Εικ. 73**

Λεπτομέρεια γυψοσανίδας και στήριξής της με ορθοστάτες και στρωτήρες

Για την σωστή στήριξη των δύο υλικών που αποτελούν την τοιχοποιία, απαιτούνται κάθετοι σιδερένιοι ορθοστάτες, οι οποίοι τοποθετούνται περίπου

ανά 40 cm για την στήριξη της τσιμεντοσανίδας και περίπου ανά 60 cm για την στήριξη της γυψοσανίδας (Εικ. 74 & 75) καθώς και οριζόντιοι στρωτήρες.

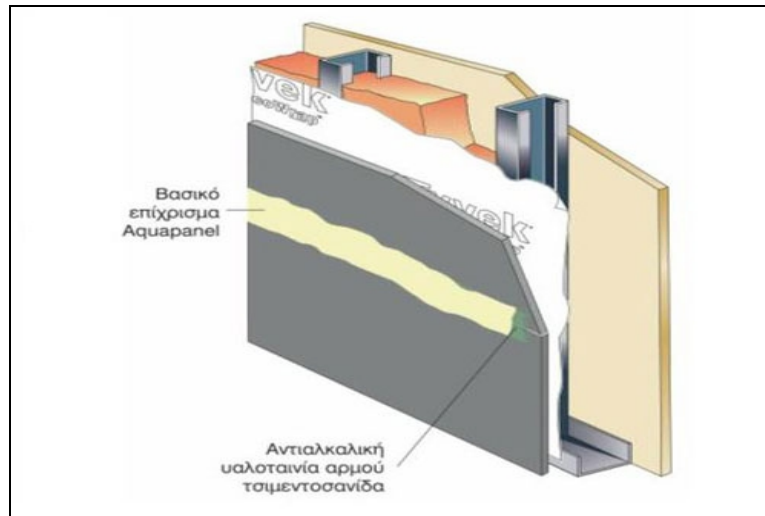


Εικ. 74
Τοποθέτηση κάθετων σιδερένιων ορθοστατών και οριζόντιων στρωτήρων για τη στήριξη γυψοσανίδας



Εικ. 75
Τοποθέτηση κάθετων σιδερένιων ορθοστατών και οριζόντιων στρωτήρων για τη στήριξη γυψοσανίδας

Η αρμολόγηση (Εικ. 76) των σανίδων (τσιμεντοσανίδα, γυψοσανίδα) γίνεται με την ανάμιξη τσιμέντου Portland 2 και ενός πρόσμικτου ακρυλικού πολυμερούς, το οποίο δεν επιτρέπει στο νερό να διεισδύει και έτσι πετυχαίνεται η στεγανότητά των σανίδων.



Εικ. 76
Αρμολόγηση σανίδων

Η πλάκα του φέροντα οργανισμού, στηρίζεται επάνω στα σιδερένια δοκάρια και αποτελεί σύμμεικτη κατασκευή αφού απαρτίζεται από μια τραπεζοειδή λαμαρίνα, η οποία γεμίζεται με μπετόν ή ελαφρομπετό ή περλομπετό.

Όταν ο φέρων οργανισμός και οι τοιχοποιίες ολοκληρωθούν, σειρά έχουν οι ηλεκτρολογικές και υδραυλικές εργασίες. Αποτελούν εύκολο κομμάτι της οικοδομής, εξαιτίας της ελευθερίας που υπάρχει στο χώρο ώστε να περαστούν παροχές εναέρια (Εικ. 77 & 78),



Εικ. 77
Εγκατάσταση ηλεκτρολογικών παροχών



Εικ. 78
Εγκατάσταση ηλεκτρολογικών παροχών

μέσα στους τοίχους ανάμεσα στις σανίδες (Εικ. 79) χωρίς να χρειάζεται να σκαφτούν οι τοίχοι, αλλά και στο πάτωμα (στο επάνω μέρος της πλάκας) πριν την τοποθέτηση του δαπέδου (Εικ. 80).



Εικ. 79
Εγκατάσταση ηλεκτρολογικών παροχών



Εικ. 80
Εγκατάσταση υδραυλικών παροχών

Κατόπιν, επενδύεται η εσωτερική πλευρά της τοιχοποιίας και του κάτω μέρος της πλάκας, δηλαδή τοποθετείται π.χ. η γυψοσανίδα η οποία καλύπτει τις υδραυλικές και ηλεκτρολογικές παροχές στους τοίχους και στο ταβάνι και έτσι ολοκληρώνεται, από αισθητικής πλευράς, η κατασκευή (Εικ. 81 & 82).

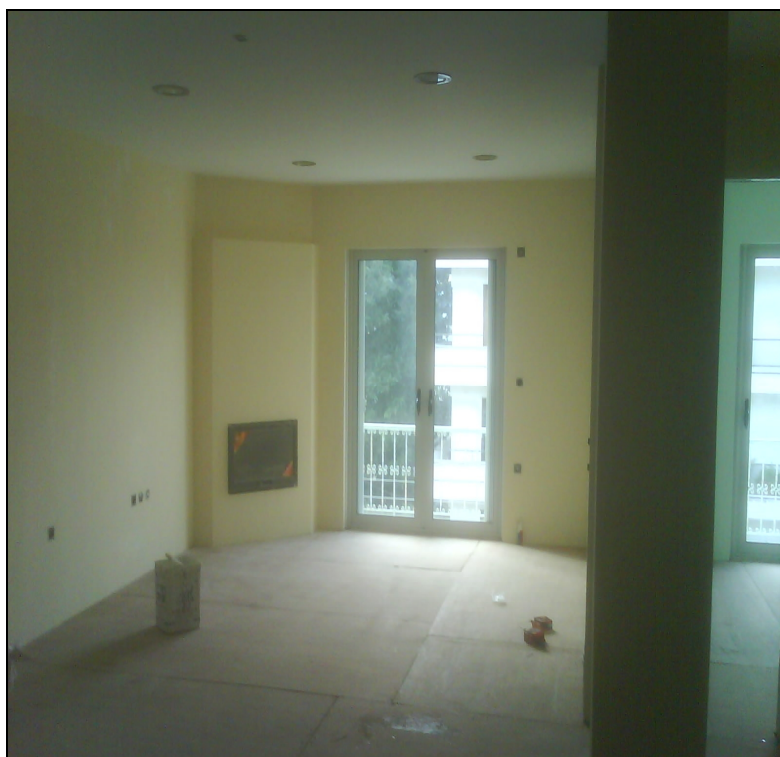


Εικ. 81
Εσωτερική επένδυση τοιχοποιίας με γυψοσανίδα



Εικ. 82
Εσωτερική επένδυση τοιχοποιίας με γυψοσανίδα

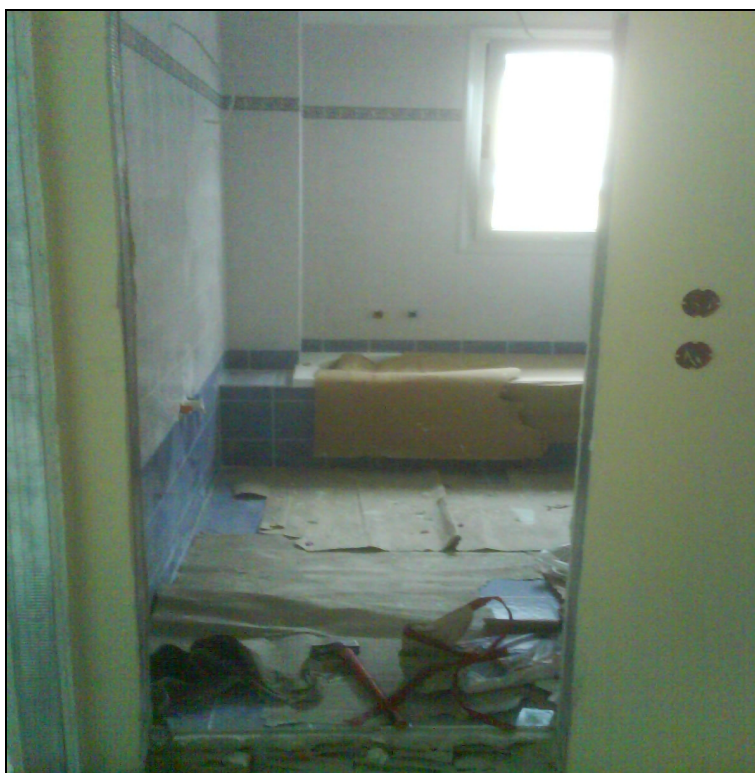
Η μεταλλική κατασκευή ολοκληρώνεται με την τοποθέτηση πατώματος και πλακιδίων, σκάλας, το βάψιμο των τοίχων, την τοποθέτηση διακοπών, ειδών υγιεινής και κουζίνας, κ.τ.λ. (Εικ. 83 - 85).



Εικ. 83
Τελική άποψη του καθιστικού



Εικ. 84
Τελική άποψη καθιστικού και εσωτ. σκάλας

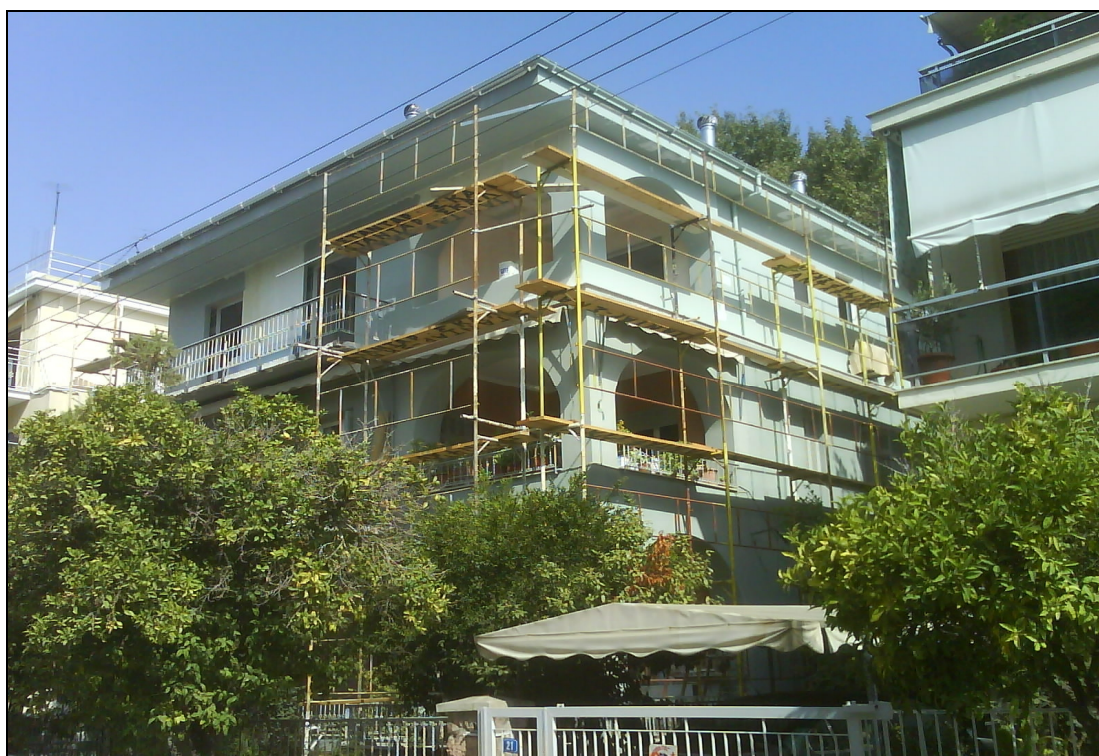


Εικ. 85
Τοποθέτηση ειδών υγιεινής στο λουτρό

Η διαδικασία ανέγερσης έχει ολοκληρωθεί και η όψη της κατοικίας πριν και μετά την κατασκευή του επιπλέον ορόφου, παρατίθεται στις ακόλουθες φωτογραφίες (Εικ. 86 & 87):



Εικ. 86
Η κατοικία πριν την προσθήκη ορόφου



Εικ. 87
Η κατοικία μετά την προσθήκη ορόφου

B.8.2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΟ

Στη δόμηση ενός βιομηχανικού κτιρίου (Εικ. 88), ακολουθούνται τα ίδια στάδια κατασκευής με αυτά της κατοικίας. Οι συνδέσεις των μεταλλικών στοιχείων, πραγματοποιούνται με κοχλίες ή συγκολλήσεις. Η κοχλίωση αποτελεί μια οικονομική επιλογή για κατασκευές των οποίων τα στοιχεία συναρμολογούνται στο εργοτάξιο (Εικ. 89 & 90). Η συγκόλληση προσφέρεται κυρίως για συνδέσεις στο εργοστάσιο ή για την ανακαίνιση και επιδιόρθωση υφιστάμενων μεταλλικών κατασκευών, αλλά είναι δύσκολος ο ποιοτικός της έλεγχος.



Εικ. 88
Ανέγερση μεταλλικής κατασκευής βιομηχανικού κτιρίου 1380 m²



Εικ. 89 & 90
Συναρμολόγηση μεταλλικού σκελετού βιομηχανικού κτιρίου και μεταλλικού σκελετού δώροφου βιομηχανικού κτιρίου 2000 m²

Η διαφοροποίηση της δόμησης του βιομηχανικού κτιρίου σε σχέση με την δόμηση της κατοικίας, είναι στην κάλυψη του μεταλλικού σκελετού η οποία γίνεται με πάνελ πολυουρεθάνης (Εικ. 91) που εξασφαλίζουν αποτελεσματική θερμομόνωση και στην τοποθέτηση βιομηχανικών πορτών, ειδικών εξαρτημάτων, κ.τ.λ. που απαιτούνται. Για την κατασκευή της πλάκας, χρησιμοποιείται η τραπεζοειδής λαμαρίνα (Εικ. 92) η οποία γεμίζεται με μπετόν ή ελαφρομπετό ή περλομπετό (όπως και στην κατοικία).



Εικ. 91
Εσωτερική όψη ορόφου μεταλλικού - βιομηχανικού κτιρίου



Εικ. 92
Επικάλυψη μεταλλικών δοκών με τραπεζοειδή λαμαρίνα (πλάκα)

Εξαιτίας των πολλών τετραγωνικών και των μεγάλων χώρων που απαιτεί ένα βιομηχανικό κτίριο, η κατασκευή είναι πιο απλή και υπάρχει δυνατότητα επιλογής από τυποποιημένα σχέδια, η οποία αποτελεί και οικονομικότερη λύση (Εικ. 93, 94 & 95).



Εικ. 93
Βιομηχανικό κτίριο



Εικ. 94
Βιομηχανικό κτίριο στην Εύβοια



Εικ. 95
Βιομηχανικό κτίριο στην Πρέβεζα

B.9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

Τα δομικά τεμάχια μιας χαλύβδινης δικτυωτής κατασκευής, παρουσιάζουν τα ακόλουθα **πλεονεκτήματα έναντι** αυτών μιας **συμβατικής** κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα:

- **κατασκευάζονται σε τεμάχια** σε βιομηχανικές μονάδες και ικανοποιούν πλήρως τις απαιτούμενες προδιαγραφές όταν συναρμολογούνται τα τεμάχια μεταξύ τους,
- **παραδίδονται στο εργοτάξιο** όταν απαιτείται, σύμφωνα με τον προγραμματισμό του έργου,
- **συναρμολογούνται εύκολα** και γρήγορα,
- **παρουσιάζουν κοινή συμπεριφορά** στις εξωτερικές επιδράσεις, και τέλος
- **επιτρέπουν την κατασκευή ανάλαφρων** και διάφανων αρχιτεκτονικών **λύσεων** (π.χ. μεγάλα ανοίγματα).

Τα **μειονεκτήματα** των σιδηρών κατασκευών είναι:

- α) ο **κίνδυνος διάβρωσης**,
 - β) η **μικρή τους αντοχή** σε παραμορφώσεις καθώς και
 - γ) η **ελάττωση της φέρουσας ικανότητας** σε περίπτωση πυρκαγιάς.
- Μπορούν όμως να αντιμετωπισθούν και αυτά με κατάλληλη επένδυση των στοιχείων ή αντίστοιχο εγκιβωτισμό.

B.10. ΚΟΣΤΟΣ

Το κόστος μιας μεταλλικής κατασκευής ανέρχεται στα **1000 - 1200 ευρώ/m²**. Αυτό αντιστοιχεί, στα ίδια περίπου χρήματα με μια συμβατική κατοικία, αλλά με **κέρδος τον χρόνο**, αφού το διάστημα που απαιτείται για μια τέτοια κατασκευή ενός σπιτιού ή ενός βιομηχανικού κτιρίου δεν ξεπερνά τους **8 με 10 μήνες**.

B.11. ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ

B.11.1. ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΦΩΝΗΤΙΚΟ

Απαραίτητη θεωρείται η σύνταξη ενός γενικού συμφωνητικού, ανάμεσα στον Ανάδοχο και τον Εργοδότη του Έργου. Στο συμφωνητικό μεταξύ άλλων αναφέρονται:

- το **αντικείμενο** της **σύμβασης**, στο οποίο αναγράφονται οι εργασίες στις οποίες υποχρεούται να προβεί ο Εργοδότης,
- η **συμβατική δαπάνη** της **κατασκευής** (κατ' αποκοπή ποσό),
- ο **τρόπος πληρωμής**,
- το **χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης των εργασιών**, που αναφέρει:

- α) το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο πρέπει να εκτελεστεί το Έργο,
- β) το χρονοδιάγραμμα προγραμματισμού της εκτέλεσης του Έργου και την παράδοση αντίγραφου αυτού στον Επιβλέποντα Μηχανικό σε διάστημα 10 ημερών από την ημερομηνία έναρξης των εργασιών,
- γ) την ενδεχόμενη παράταση διάρκειας του έργου εξαιτίας Πολεοδομικών ή συναφών Αρχών, ανωτέρας βίας, απεργιών προσωπικού, απεργιών ή προβλημάτων στις παροχές Κοινοφελών Οργανισμών, επιστράτευσης, εμπόλεμης κατάστασης, νομικών ή πραγματικών ελαττωμάτων του Εργοδότη, καιρικών συνθηκών (βροχή, χαλάζι, χιόνι, παγετός, καύσωνα) και θεομηνιών, καθώς και άλλων παραγόντων που δεν μπορούν να προβλεφθούν, αλλά μπορούν να αποβούν καθοριστικοί για την εκτέλεση του έργου παρακωλύοντας την ομαλή ροή των εργασιών.

- τις **υποχρεώσεις του Ανάδοχου**,
- τις **υποχρεώσεις του Εργοδότη**,
- την **εγγύηση καλής λειτουργίας**,
- τις **ποινικές ρήτρες** σε περίπτωση που ο Ανάδοχος καθυστερήσει ή δεν εκπληρώσει οποιαδήποτε από τις υποχρεώσεις που προβλέπονται στο συμφωνητικό και με την επιφύλαξη κάθε δικαιώματος για αποζημίωση, το οποίο θα έχει ενδεχομένως ο Εργοδότης και
- λοιπούς **γενικούς όρους**.

B.12. ΕΝ ΚΑΤΑΚΛΕΙΔΙ...

Μια χαλύβδινη κατασκευή, χαρακτηρίζεται από την **τεχνολογία** της **εποχής** της, την μελέτη, τον **τρόπο κατασκευής**, τα επιλεχθέντα συστήματα προστασίας και την **χρήση** του **κτιρίου**.

Τα στοιχεία του χαλύβδινου φέροντα οργανισμού γεφυρώνουν μεγάλα ανοίγματα σε σχέση με τις μικρές τους διατομές, λόγω των υψηλών αντοχών τους. Παρά το ψηλό ειδικό βάρος του χάλυβα, τα στοιχεία του χαλύβδινου φέροντα οργανισμού έχουν μικρό βάρος σε σχέση με τα μεγέθη τους και τις ικανότητες φορτίσεώς τους.

Έτσι εμφανίζονται διαπερατά φέροντα συστήματα που και το ίδιο βάρος μειώνουν και την δίοδο του τεχνικού εξοπλισμού διευκολύνουν και τέλος προσφέρουν μια ιδιαίτερη αισθητική εμφάνιση.

Ακολουθεί , ενδεικτικά, παράθεση σχεδίων (αρχιτεκτονικά, στατικά, λεπτομέρειες) βιομηχανικού κτιρίου το οποίο βρίσκεται στην περιοχή των Οινοφύτων Βοιωτίας.

**Γ. ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ
ΜΠΕΤΟΝ**



Γ. ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΜΠΕΤΟΝ

Γ.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Γ.1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Όπως είναι γνωστό όταν αναφερόμαστε στην κατασκευή κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα, με την μέθοδο της προκατασκευής εννοούμε, την μέθοδο δόμησης κατά την οποία τα μέλη μιας κατασκευής κατασκευάζονται με οργανωμένο τρόπο, αλλά σε άλλες θέσεις από τις τελικές τους στην ίδια την κατασκευή. Δηλαδή, τα μέλη της κατασκευής **προκατασκευάζονται**: α) **είτε σε εργοστάσιο παραγωγής** στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα, εξοπλισμένο με τον κατάλληλο μηχανολογικό εξοπλισμό, β) **είτε με μεταφερόμενες στην άμεση γειτονία του έργου εγκαταστάσεις παραγωγής** (εργοταξιακή προκατασκευή).

Μετά την παραγωγή τους, τα προκατασκευασμένα στοιχεία αφού αποκτήσουν τις απαιτούμενες αντοχές, μεταφέρονται επί τόπου στο έργο (όταν πρόκειται για εργοστασιακή παραγωγή). Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, με κατάλληλα μηχανήματα (γερανούς κ.τ.λ.) (Εικ. 96 & 97) τοποθετούνται στις τελικές τους θέσεις, το καθένα ξεχωριστά. Κατόπιν, υλοποιούνται οι συνδέσεις των προκατασκευασμένων στοιχείων μεταξύ τους, ώστε να πραγματοποιηθεί το ολοκληρωμένο τελικό έργο.



Εικ. 96
Τοποθέτηση προκατασκευασμένων στοιχείων με γερανό



Εικ. 97
Τοποθέτηση προκατασκευασμένων στοιχείων με γερανό

Έτσι, από την λογική της προκατασκευής και της τεχνολογίας της, προκύπτει ένα πλήθος νέων θεμάτων σε σχέση με έργα οπλισμένου σκυροδέματος, που πρέπει να αντιμετωπισθούν με τον ορθό τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα του τελικού προκατασκευασμένου έργου.

Τέτοια θέματα - προβλήματα, είναι:

- **Αρχικό χρηματικό κεφάλαιο**, κυρίως για την εργοστασιακή παραγωγή στοιχείων. Με τα σημερινά δεδομένα απαιτείται κεφάλαιο πολλών εκατοντάδων εκατομμυρίων για την δημιουργία εργοστασίου παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων, όπως:
 - α) κτιριακές εγκαταστάσεις,
 - β) μονάδα παραγωγής σκυροδέματος,
 - γ) εγκατάσταση σιδηροτύπων,
 - δ) εγκαταστάσεις "κλινών προέντασης",
 - ε) γερανογέφυρες,
 - στ) οχήματα εσωτερικής μεταφοράς σκυροδέματος,
 - ζ) σιδηρουργεία για τις μετατροπές τύπων,
 - η) εγκαταστάσεις παροχής ατμού για την επίσπευση της ωρίμανσης του σκυροδέματος,
 - θ) εργαστήριο ελέγχου ποιότητας σκυροδέματος, κ.τ.λ.

- **Εξειδίκευση προσωπικού:**

- α) στις εγκαταστάσεις παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων (ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα των προϊόντων),
- β) σε θέματα μεταφοράς των προκατασκευασμένων στοιχείων (Εικ. 98),
- γ) στο εργοτάξιο σε θέματα συναρμολόγησης των προκατασκευασμένων στοιχείων μεταξύ τους (Εικ. 99, 100 & 101).



Εικ. 98
Μεταφορά προκατασκευασμένων στοιχείων



Εικ. 99

Συναρμολόγηση προκατασκευασμένων στοιχείων από εξειδικευμένο προσωπικό



Εικ. 100

Συναρμολόγηση προκατασκευασμένων στοιχείων από εξειδικευμένο προσωπικό

**Εικ. 101****Συναρμολόγηση προκατασκευασμένων στοιχείων από εξειδικευμένο προσωπικό**

- **Συνειδητοποίηση των μεταβολών στον τρόπο σύνταξης μελετών:** σαφείς κατασκευαστικοί και οικονομικοί περιορισμοί οδηγούν την αρχιτεκτονική και στατική μελέτη σε αντίστοιχες υποχρεωτικές κατευθύνσεις. Παράλληλα, ο μελετητής πρέπει να έχει πλήρη γνώση θεμάτων παραγωγής, καθώς και κατασκευαστικών προβλημάτων μέχρι και της τελευταίας λεπτομέρειας. Η ευθύνη δε πληρότητας των μελετών πρέπει να είναι απόλυτη, καθώς τίποτε δεν μπορεί να αλλάξει στο εργοτάξιο.
- **Επάρκεια πληροφόρησης και γνώσης:**
 - α) για την λογική της συμπεριφοράς των προκατασκευασμένων έργων έναντι δράσεων,
 - β) για την αντοχή και παραμορφωσιμότητα των συνδέσεων (που εξαρτάται και από τον τύπο της καθεμιάς),
 - γ) για την επιρροή των διακεκριμένων συνδέσεων στην συνολική συμπεριφορά του όλου έργου, ιδιαίτερα σε σεισμικές δράσεις,
 - δ) για την επιρροή των "ανοχών" των προκατασκευασμένων στοιχείων (που απορρέουν από την παραγωγή και συναρμολόγησή τους), στις αντοχές (των επιμέρους στοιχείων, αλλά και στο σύνολο της κατασκευής).
- **Ρεαλιστικότερη αντιμετώπιση των προβλημάτων** που προέρχονται από το γενικότερο τεχνολογικό, αλλά και οργανωτικό επίπεδο της χώρας μας, όπως:

α) προβλήματα μεταφοράς ογκωδών προκατασκευασμένων στοιχείων σε σχέση με την ισχύουσα νομοθεσία και β) προβλήματα πολιτειακής υποστήριξης, π.χ. από της άποψης χρηματοδοτήσεων, έγκαιρης εξαγγελίας προκατασκευασμένων έργων, σύνταξη κανονισμών, κ.τ.λ.

Γ.1.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η χρήση της προκατασκευής προσφέρει μεν ένα πλήθος πλεονεκτημάτων στην κατασκευή κτιρίων ιδίως βιομηχανικών, αλλά παράλληλα ο μελετητής ή και κατασκευαστής Μηχανικός (Εταιρεία) οφείλουν να είναι εξειδικευμένοι στην τεχνολογία της προκατασκευής με πλήρη γνώση των πιθανών δεσμεύσεων και νέων προβλημάτων που ανακύπτουν από την χρήση της. Αναλυτικότερα:

- **Πλεονεκτήματα:**

α) Σημαντική **μείωση** του **χρόνου κατασκευής**, π.χ, εξαιτίας:

- έλλειψης ξυλοτύπου επί τόπου του έργου,
- επιτάχυνσης σκλήρυνσης του σκυροδέματος,
- μείωσης της επιρροής λόγω καιρικών συνθηκών, κ.τ.λ.

β) **Αύξηση** της **ποιότητας των επιμέρους στοιχείων** τόσο από άποψης αντοχών, όσο και από αισθητικής λόγω των πλεονεκτημάτων της βιομηχανικής παραγωγής τους (ουσιαστική άσκηση ποιοτικού ελέγχου, κ.τ.λ.).

γ) **Μείωση ποσοτήτων υλικών** γενικότερα, λόγω της υψηλότερης ποιότητάς τους.

δ) Σημαντική **μείωση εργατικών χεριών** (με αύξηση όμως του ποσοστού εξειδικευμένου προσωπικού).

ε) **Εξασφάλιση έναντι πυρκαγιάς** (ελεγχόμενη τήρηση των κανονιστικών διατάξεων περί πυρασφάλειας) λόγω π.χ. των απόλυτων ελεγχόμενων τιμών των παχών των προκατασκευασμένων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα και της επικάλυψης των οπλισμών τους, της εξασφαλισμένης και απολύτως ελεγχόμενης και σταθερής υψηλής αντοχής του σκυροδέματος των προκατασκευασμένων στοιχείων, κ.τ.λ.

στ) **Μείωση του τελικού συνολικού κόστους** της κατασκευής, ιδίως λόγω της ταχύτατης παράδοσης του έργου προς χρήση και εκμετάλλευση.

- **Προβληματισμοί:**

α) **Δαπάνες μεταφοράς** πρόχυτων στοιχείων.

β) **Δυσχέρειες για τον ορθό σχεδιασμό και υλοποίηση των συνδέσεων**, καθώς και αυξημένες επιπτώσεις ενδεχόμενων σφαλμάτων (ανάγκη αυξημένης υπευθυνότητας).

γ) **Διατήρηση μόνιμου εξειδικευμένου προσωπικού.**

δ) **Δυσχέρειες** που προκύπτουν από την **ελλιπή ελληνική νομοθεσία** και εμπειρία ως προς την υποστήριξη και διευκόλυνση της εξέλιξης της τεχνολογίας της προκατασκευής.

Γ.1.3. ΜΟΡΦΕΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Υπάρχουν διάφορες μορφές προκατασκευής από σκυρόδεμα:

α) Η **βαριά προκατασκευή** ή **ελαφριά προκατασκευή** ανάλογα με το βάρος των προϊόντων της. Δηλαδή, τα προκατασκευασμένα στοιχεία (μεγάλου μεγέθους) (Εικ. 102 & 103) που προορίζονται για κατασκευή π.χ. βιομηχανικών χώρων ή πολυώροφων κτιρίων κατοικιών ή γεφυρών κ.τ.λ., είναι προϊόντα βιομηχανίας βαριάς προκατασκευής, ενώ προκατασκευασμένα στοιχεία μικρού σχετικά βάρους όπως προκατασκευασμένα υπέρθυρα, στοιχεία περίφραξης, διακοσμητικά, κ.τ.λ. αποτελούν προϊόντα βιομηχανίας ελαφριάς προκατασκευής.



Εικ. 102

Προκατασκευασμένα στοιχεία βαριάς προκατασκευής για κατασκευή βιομηχανικού χώρου

**Εικ. 103****Προκατασκευασμένα στοιχεία βαριάς προκατασκευής για κατασκευή βιομηχανικού χώρου**

β) Επίσης υπάρχει ο διαχωρισμός της βιομηχανίας προκατασκευασμένων στοιχείων στην “κλειστή” ή “ανοικτή” προκατασκευή.

Στην πρώτη περίπτωση (που είναι και η συνηθέστερη στην Ελλάδα) τα προκατασκευασμένα στοιχεία είναι συνήθως προϊόντα βαριάς προκατασκευής και προορίζονται για χρήση σε συγκεκριμένου τύπου έργα που σχεδιάζονται μετά από συγκεκριμένη ειδική μελέτη.

Ενώ, στην δεύτερη περίπτωση τα προϊόντα, μπορεί μεν να προέρχονται από βιομηχανία βαριάς ή ελαφριάς προκατασκευής αλλά κατά κανόνα παράγονται εν σειρά και διατίθενται μετά από παραγγελία σε διάφορα έργα ως επιμέρους στοιχεία της εκάστοτε κατασκευής (π.χ. στοιχεία πλακών, στοιχεία όψεων κ.τ.λ.).

γ) Ανάλογα με την μορφή των στοιχείων (βαριάς κυρίως προκατασκευής) που συνθέτουν τον φέροντα οργανισμό προκατασκευασμένων έργων, διακρίνουμε:

- **Γραμμική προκατασκευή**, όταν ο σκελετός συντίθεται από ραβδόμορφα στοιχεία (υποστυλώματα, δοκοί, κ.τ.λ.) (Εικ. 104 & 105) ποικίλης μορφής.



Εικ. 104
Ραβδόμορφα στοιχεία (υποστυλώματα, δοκοί)



Εικ. 105
Ραβδόμορφα στοιχεία (δοκοί)

- Προκατασκευή από (φέροντα) τοιχώματα, όπου το τελικό έργο κατασκευάζεται εξ' ολοκλήρου από φέροντα προκατασκευασμένα τοιχώματα.

Η γραμμική προκατασκευή είναι αυτή που κυρίως εφαρμόζεται στην κατασκευή βιομηχανικών κτιρίων (βλ. § Γ.3.1).

Γ.1.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Τα διάφορα προκατασκευασμένα στοιχεία παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους ως προς το σχήμα, τις διαστάσεις, την μορφή και την ποιότητα της εξωτερικής επιφάνειας και τέλος την επιτρεπόμενη φόρτιση, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν μεγάλες διαφορές και ως προς τον όγκο των εργασιών παραγωγής τους. Έτσι, οι δυνατότητες χρησιμοποίησης μιας αυτοματοποιημένης μεθόδου παραγωγής είναι πολύ περιορισμένες. Ο χαρακτηρισμός της μεθόδου παραγωγής στην βιομηχανία δομικής προκατασκευής καθορίζεται τόσο από την τοπική διάταξη όσο και από την σύνδεση των θέσεων επεξεργασίας μέσα στην αίθουσα παραγωγής.

Υπάρχουν **3** διαφορετικοί τύποι παραγωγής: α) η “**εν στάση**” παραγωγή, β) η “**εν ροή**” παραγωγή και γ) η “**εν σειρά**” παραγωγή. Αναλυτικότερα:

α) Η πλωτή μέθοδος, που χρησιμοποιήθηκε στην δομική προκατασκευή, ήταν της “**εν στάση**” παραγωγής. Σύμφωνα μ' αυτήν, όλες οι αναγκαίες εργασίες για την κατασκευή ενός δομικού στοιχείου εκτελούνται στον ίδιο τόπο. Οι τύποι βρίσκονται σε μόνιμες θέσεις μέσα στην αίθουσα παραγωγής, ενώ οι τεχνίτες κινούνται από τύπο σε τύπο. Η μέθοδος της “εν στάση” παραγωγής χαρακτηρίζεται από τα εξής βασικά γνωρίσματα :

- σχετικά μικρό βαθμό μηχανοποίησης και για τον λόγω αυτό χαμηλές επενδύσεις,
- μεγάλες αποστάσεις μετακίνησης προσωπικού και μεγάλους απαιτούμενους χώρους για την προσωρινή αποθήκευση των μη έτοιμων προϊόντων,
- σχετικά χαμηλή παραγωγικότητα εξ' αιτίας των υψηλών χρόνων μετακίνησης και του χαμηλού βαθμού μηχανοποίησης,
- μεγάλη ελαστικότητα παραγωγής, δηλαδή δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας δομικών στοιχείων με διαφορετικούς όγκους εργασίας, εξ' αιτίας της έλλειψης σταθερού ρυθμού παραγωγής.

β) Με την χρησιμοποίηση της μεθόδου της “**εν ροή**” παραγωγής είναι δυνατή η επίτευξη ενός υψηλού βαθμού βελτιστοποίησης. Τα δομικά στοιχεία κατασκευάζονται σε κινητούς τύπους, που διατρέχουν διαδοχικά μ' έναν καθορισμένο ρυθμό όλες τις σταθερές θέσεις επεξεργασίας. Τα κύρια χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτής είναι :

- μεγάλος βαθμός μηχανοποίησης και για τον λόγω αυτόν υψηλές επενδύσεις στον τομέα μηχανών και τύπων,
- περιορισμένες απαιτήσεις σε χώρο εξ' αιτίας των μικρών αποστάσεων μετακίνησης και της έλλειψης προσωρινής αποθήκευσης των μη έτοιμων προϊόντων,
- υψηλή παραγωγικότητα χάρη στον υψηλό βαθμό μηχανοποίησης και
- μικρή ελαστικότητα παραγωγής εξ αιτίας της χρονικά δεσμευμένης παραγωγής (καθορισμένος ρυθμός).

Στην πράξη έχει αποδειχτεί ότι ο υψηλός βαθμός ελαστικότητας είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα, που πρέπει να χαρακτηρίζει την μέθοδο παραγωγής στην βιομηχανία δομικής προκατασκευής. Στην "εν ροή" παραγωγή ο ρυθμός καθορίζεται από την θέση με τον υψηλότερο χρόνο επεξεργασίας, ανεξάρτητα από το αν έτσι δημιουργούνται στις υπόλοιπες θέσεις ή για τα άλλα δομικά στοιχεία απώλειες χρόνου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να είναι πρακτικά δυνατή η παράλληλη κατασκευή δομικών στοιχείων, που εμφανίζουν περίπου τον ίδιο όγκο εργασίας. Έτσι, η μέθοδος της "εν ροή" παραγωγής εφαρμόζεται πολύ σπάνια, όπως για την παραγωγή ρείθρων και πλακών πεζοδρομίων καθώς και άλλων δομικών στοιχείων, που κατασκευάζονται σε μεγάλες σειρές.

γ) Για την παραγωγή επιφανειακών δομικών στοιχείων χωρίς ενισχύσεις (τοίχοι, πλάκες) είναι δυνατή η εφαρμογή της μεθόδου της "εν σειρά" παραγωγής, επειδή τα στοιχεία αυτά κατασκευάζονται κατά κανόνα σε μικρές σειρές με σχετικά μικρές διαφορές μεταξύ τους. Τα δομικά στοιχεία κατασκευάζονται σε κινητούς τύπους, που διατρέχουν διαδοχικά όλες τις θέσεις επεξεργασίας χωρίς σταθερό ρυθμό, αλλά σύμφωνα με τον απαιτούμενο χρόνο επεξεργασίας κάθε δομικού στοιχείου στην αντίστοιχη θέση. Η μέθοδος αυτή εμφανίζει τα ίδια χαρακτηριστικά με την μέθοδο της "εν ροή" παραγωγής, αλλά σε μικρότερο βαθμό. Βασικό πλεονέκτημά της είναι ότι χαρακτηρίζεται από αυξημένη ελαστικότητα παραγωγής εξ' αιτίας της ανυπαρξίας σταθερού ρυθμού. Έτσι είναι δυνατή η παράλληλη παραγωγή δομικών στοιχείων με διαφορετικούς όγκους εργασίας.

Γ.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Γ.2.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ

Η εργοστασιακή προκατασκευή των δομικών στοιχείων (Εικ. 106) αποτελεί μόνο ένα τμήμα της διαδικασίας κατασκευής ενός δομικού έργου, εν τούτοις όμως η ακριβής γνώση της διαδικασίας αυτής είναι προϋπόθεση για τον προγραμματισμό της παραγωγής. Ιδιαίτερα στις μικτές κατασκευές μπορεί να επιτευχθεί μια έγκαιρη και οικονομική εκτέλεση του έργου μόνο αν η παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων στο εργοστάσιο και η συναρμολόγησή τους στο εργοτάξιο ενσωματωθούν κατάλληλα μέσα στην όλη διαδικασία κατασκευής του έργου.



Εικ. 106

Δομικά στοιχεία στο εργοστάσιο προκατασκευής

Γ.2.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ

Η διαδικασία παραγωγής στο εργοστάσιο περιλαμβάνει όλες τις εργασίες, που είναι απαραίτητες για την κατασκευή ενός δομικού στοιχείου. Αρχίζει με την προετοιμασία του τύπου για ένα ορισμένο δομικό στοιχείο και τελειώνει με την μεταφορά του στοιχείου αυτού στο εργοτάξιο για συναρμολόγηση. Οι εργασίες αυτές, ανάλογα με τον τόπο εκτέλεσής τους μέσα στο εργοστάσιο διακρίνονται σε:

- εργασίες σε βοηθητικούς χώρους (προεργασίες),
- εργασίες έξω από την αίθουσα παραγωγής (μετεργασίες),
- εργασίες μέσα στην αίθουσα παραγωγής (κυρίες εργασίες παραγωγής) (Εικ. 107 & 108).

Στους βοηθητικούς χώρους γίνονται όλες οι **προπαρασκευαστικές εργασίες**, που απαιτούνται για την κατασκευή ενός δομικού στοιχείου και είναι οι εξής:

- **Κατασκευή του τύπου:**

Με τον όρο αυτό εννοούμε την κατασκευή της φέρουσας πλαισιακής κατασκευής ενός τύπου. Το αν ο τύπος θα αγοραστεί έτοιμος ή θα κατασκευαστεί μέσα στο ίδιο το εργοστάσιο από ένα κατάλληλο συνεργείο (σιδηρουργείο προκειμένου για χαλύβδινους τύπους, ξυλουργείο για ξύλινους ή ειδικό συνεργείο για πλαστικούς) εξαρτάται τόσο από το είδος και το υλικό κατασκευής του τύπου, όσο και από τις δυνατότητες του αντίστοιχου συνεργείου. Τα συνεργεία αυτά εκτελούν και τις εργασίες επισκευής των τύπων.



Εικ. 107
Εργασία παραγωγής δομικού στοιχείου



Εικ. 108
Εργασία παραγωγής δομικού στοιχείου

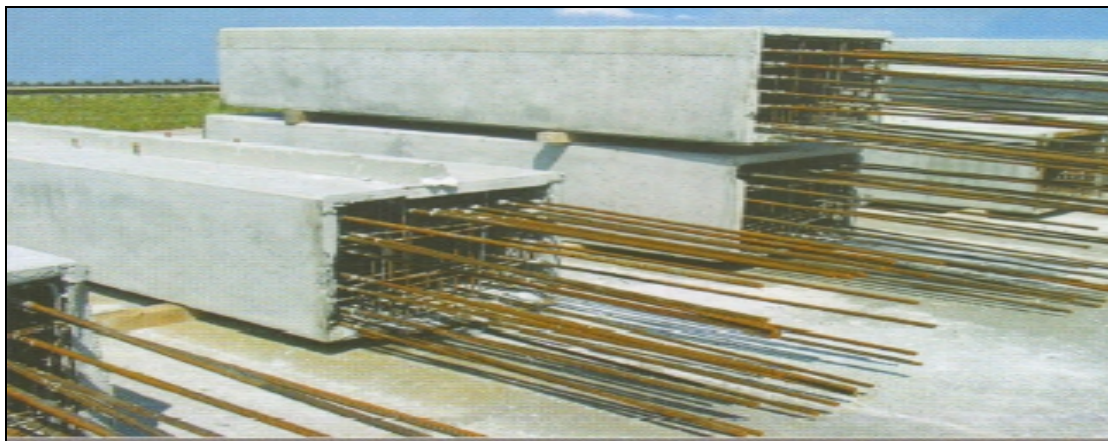
- **Προετοιμασία των εντοιχισμένων στοιχείων:**
Τα τυποποιημένα εντοιχισμένα στοιχεία συνήθως αγοράζονται έτοιμα και αποθηκεύονται. Αντίθετα, τα ειδικά κομμάτια κατασκευάζονται στο εργοστάσιο.
- **Προετοιμασία του οπλισμού:**
Για κάθε δομικό στοιχείο που πρόκειται να παραχθεί, πρέπει να έχει ετοιμαστεί έγκαιρα ο οπλισμός του. Η προετοιμασία του οπλισμού περιλαμβάνει το κόψιμο και την κάμψη των χαλύβδινων ράβδων ή των πλεγμάτων, την δημιουργία κλωβών και την εναπόθεσή τους μέχρι να μεταφερθούν στην αίθουσα παραγωγής. Τα πλέγματα για την παραγωγή επιφανειακών δομικών στοιχείων αγοράζονται κατά κανόνα έτοιμα.
- **Παρασκευή σκυροδέματος:**
Το σκυρόδεμα για ένα δομικό στοιχείο, παρασκευάζεται λίγο πριν γίνει η διάστρωση αυτού του στοιχείου. Επειδή η ημερήσια παραγωγή ενός εργοστασίου δομικής προκατασκευής απαιτεί την χρησιμοποίηση διάφορων συνταγών σκυροδέματος σταθερής και εξασφαλισμένης ποιότητας, έχουν καθιερωθεί τα αυτόματα συγκροτήματα για την παρασκευή σκυροδέματος, που λειτουργούν με διατρητικές κάρτες ή μόνιμα προγράμματα.

Η κύρια διαδικασία κατασκευής των δομικών στοιχείων διεξάγεται στην αίθουσα παραγωγής του εργοστασίου. Οι απαιτούμενες γι' αυτήν την φάση εργασίες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το είδος του παραγόμενου δομικού στοιχείου (προεντεταμένο ή όχι, γραμμικός ή επιφανειακός φορέας, διαμόρφωση εξωτερικής επιφάνειας, υπάρχουσα θερμομόνωση, κ.τ.λ.) και την εφαρμοζόμενη τεχνολογία (μέθοδος παραγωγής, μηχανικές εγκαταστάσεις, διάταξη μηχανών κ.τ.λ.). Κατά κανόνα στον χώρο αυτό εκτελούνται οι παρακάτω εργασίες :

- **Προετοιμασία του τύπου:**
Μετά το ξεκαλούπωμα ενός δομικού στοιχείου, που έχει ήδη κατασκευαστεί, ο τύπος καθαρίζεται και αποθηκεύεται, εφόσον δεν πρόκειται προς το παρόν να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή κάποιου άλλου δομικού στοιχείου. Σε αντίθετη περίπτωση μετά τον καθαρισμό ακολουθεί η μετασκευή του τύπου, δηλαδή η μετατροπή της επένδυσης του τύπου από την μορφή του δομικού στοιχείου, που μόλις κατασκευάστηκε, στην μορφή αυτού, που πρόκειται να κατασκευαστεί. Εάν και τα δύο δομικά στοιχεία είναι ακριβώς όμοια ως προς το σχήμα και τις διαστάσεις, τότε απαιτείται μόνο επανακαλούπωμα, δηλαδή συναρμολόγηση (συνήθως με κοχλίες ή σφήνες) των τμημάτων, που είχαν αναιρεθεί κατά το ξεκαλούπωμα. Η προετοιμασία του τύπου τελειώνει με την επάλειψη του τύπου με ειδικές ουσίες, προκειμένου να μειωθεί η συνάφεια μεταξύ του σκυροδέματος και του τύπου. Η επιμελημένη επάλειψη διευκολύνει τον επόμενο καθαρισμό του τύπου.

- **Τοποθέτηση των εντοιχισμένων στοιχείων:**
Τα εντοιχισμένα στοιχεία (κυρίως ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, βοηθητικά μέσα ανύψωσης) τοποθετούνται στον τύπο. Για επιφανειακά δομικά στοιχεία διεξάγεται η εργασία αυτή σε δύο στάδια (πριν και μετά την τοποθέτηση του οπλισμού), επειδή πρέπει να τοποθετηθούν πάνω και κάτω από τον οπλισμό. Στις εργασίες αυτές περιλαμβάνεται ακόμα ενδεχόμενη τοποθέτηση πλακιδίων για εξωτερικούς τοίχους μονωτικών στρώσεων.
- **Τοποθέτηση του οπλισμού:**
Οι έτοιμοι πια κλωβοί οπλισμού ή τα πλέγματα μεταφέρονται με τον γερανό της αίθουσας παραγωγής ή με όχημα από τον χώρο εναπόθεσής τους, στην αίθουσα παραγωγής και τοποθετούνται στον τύπο. Μεγάλη σημασία για την μείωση των εργασιών στην αίθουσα παραγωγής έχει ο βαθμός προετοιμασίας του οπλισμού από το αρμόδιο συνεργείο. Στον τύπο πρέπει να γίνονται μόνο εκείνες οι εργασίες σε σχέση με τον οπλισμό, που είναι αδύνατο να εκτελεστούν αλλού.
- **Επιβολή των δυνάμεων προέντασης:**
Προεντεταμένα γραμμικά δομικά στοιχεία με προένταση πριν από την σκλήρυνση του σκυροδέματος, κατασκευάζονται σε ειδικές σταθερές εγκαταστάσεις (κλίνες προέντασης). Εδώ τοποθετούνται και αγκυλώνονται από την μια μεριά τα καλώδια, πριν γίνει η τάνυση και η αγκύλωσή τους από την άλλη μεριά. Για την κατασκευή προεντεταμένων επιφανειακών δομικών στοιχείων (κελύφη, πτυχωτές κατασκευές, πλάκες μορφής T και TET) χρησιμοποιούνται σαν κλίνες προέντασης συνήθως τύποι από χάλυβα.
- **Διανομή και διάστρωση του νωπού σκυροδέματος:**
Το νωπό σκυροδέμα, που έχει ήδη παρασκευαστεί, μεταφέρεται στην αίθουσα παραγωγής, εάν είναι δυνατόν χωρίς να χρησιμοποιηθεί ο γερανός της αίθουσας (συνήθως με κάδο, που κινείται είτε πάνω σε τροχιές είτε μεταφέρεται με τη βοήθεια οχημάτων, ή σπανιότερα με αντλίες σκυροδέματος), όπου και εκτοπίζεται. Για να μειωθούν οι χρόνοι αναμονής του κάδου ο εκτοπισμός του νωπού σκυροδέματος γίνεται όχι κατευθείαν από τον κάδο, αλλά μέσω μίας ειδικής διάταξης (διανομέας σκυροδέματος). Η χρησιμοποίηση των αντλιών έχει το μεγάλο πλεονέκτημα ότι ο εκτοπισμός γίνεται άμεσα χωρίς τη μεσολάβηση άλλων διατάξεων. Αντίθετα η χρησιμοποίηση οχημάτων μεταφοράς του κάδου εμφανίζει το μειονέκτημα, ότι ο κάδος ανυψώνεται κατά την διάρκεια της διανομής του σκυροδέματος από τον γερανό της αίθουσας. Για την συμπύκνωση του σκυροδέματος έχουν καθιερωθεί οι εξωτερικοί δονητές. Η διάστρωση της εξωτερικής επιφάνειας του δομικού στοιχείου γίνεται μηχανικά και επί πλέον, εφόσον αυτό απαιτείται, χειρονακτικά.

- **Πήξη του σκυροδέματος:**
Το δομικό στοιχείο παραμένει στον τύπο, μέχρι να αποκτήσει την ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή. Για τα δομικά στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα η αντοχή αυτή εξαρτάται κυρίως από τις διαστάσεις τους και ανέρχεται σε 25-60% της τελικής αντοχής του σκυροδέματος. Για τα δομικά στοιχεία με άμεση προένταση βασικό ρόλο έχει η δυνατότητα ανάληψης των δυνάμεων προέντασης από το σκυρόδεμα. Η ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή ανέρχεται για τον λόγο αυτό σε 80% της τελικής (DIN 4227 §5). Ο χρόνος πήξης του σκυροδέματος ελαττώνεται με τη χρησιμοποίηση τσιμέντων ταχείας πήξης. Για επιτάχυνση της διαδικασίας παραγωγής και για καλύτερη εκμετάλλευση των εγκαταστάσεων είναι δυνατή η θερμική επεξεργασία των δομικών στοιχείων.
- **Αποκοπή των καλωδίων προέντασης:**
Η μεταφορά των δυνάμεων προέντασης στο δομικό στοιχείο γίνεται σταδιακά με την βοήθεια ειδικών υδραυλικών διατάξεων. Έτσι αποφεύγεται η δημιουργία ζημιών τόσο στο δομικό στοιχείο όσο και στον τύπο. Αφού μεταφερθεί ολόκληρη η δύναμη προέντασης στο δομικό στοιχείο, αποκόπτονται τα καλώδια προέντασης.
- **Ξεκαλούπωμα και μεταφορά του δομικού στοιχείου:**
Το ξεκαλούπωμα αρχίζει, εφόσον αυτό είναι απαραίτητο, με την αφαίρεση ορισμένων τμημάτων του τύπου, προκειμένου να ελευθερωθεί το δομικό στοιχείο (Εικ. 109) που κατασκευάστηκε. Ο γερανός ανυψώνει το στοιχείο αυτό από τον τύπο. Στη θέση αυτή, αφαιρούνται όλα τα μέρη του τύπου, που μετά το ξεκαλούπωμα έχουν παραμείνει προσκολλημένα πάνω στο δομικό στοιχείο. Επίσης, γίνεται ο έλεγχος όσον αφορά το σχήμα, τις διαστάσεις και την ποιότητα του δομικού στοιχείου. Εάν ο γερανός μπορεί να κινηθεί και έξω από την αίθουσα παραγωγής το εναποθέτει εκεί. Αλλιώς το δομικό στοιχείο τοποθετείται σ' ένα όχημα και οδηγείται έξω από την αίθουσα παραγωγής.



Εικ. 109
Έτοιμα δομικά στοιχεία

Μετά τις κυρίες εργασίες παραγωγής ακολουθούν άλλες, οι οποίες εκτελούνται έξω από την αίθουσα παραγωγής. Αυτές είναι:

- **Επεξεργασία των επιφανειών:**

Οι μικρές ζημιές, που πιθανόν να έχουν δημιουργηθεί κατά το ξεκαλούπωμα στην επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου (π.χ. σπάσιμο γωνιών) επιδιορθώνονται με τσιμεντοκονίαμα. Συχνά η εξωτερική επιφάνεια των τοίχων πρόσοψης απαιτεί μια ιδιαίτερη επεξεργασία. Αυτή γίνεται ανάλογα με την επιθυμητή αρχιτεκτονική διαμόρφωση είτε όσο το σκυρόδεμα είναι ακόμα νωπό (κατά την διάρκεια των εργασιών στην αίθουσα παραγωγής με την κατάλληλη διαμόρφωση της επένδυσης του τύπου, με τοποθέτηση πλακιδίων ή με κατάλληλη διάστρωση της επιφάνειας), είτε μετά την πήξη του σκυροδέματος. Συνήθως η μετά την πήξη επεξεργασία των επιφανειών εκτελείται με μηχανικά μέσα (έκλυση με νερό, λάξευμα, κ.τ.λ.).

- **Αποθήκευση του δομικού στοιχείου:**

Η υπαίθρια αποθήκη βρίσκεται δίπλα στην αίθουσα παραγωγής και εξυπηρετείται κατά κανόνα από ένα γερανό με πυλώνα. Η κατακόρυφη αποθήκευση των επιφανειακών δομικών στοιχείων προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την οριζόντια κατά στρώσεις, όπως π.χ. μικρή απαιτούμενη επιφάνεια αποθήκης, προστασία από τις ηλιακές ακτίνες και ανύψωση οποιουδήποτε στοιχείου χωρίς να απαιτείται η απομάκρυνση όλων των υπερκείμενων στοιχείων. Για τους λόγους αυτούς τα επιφανειακά δομικά στοιχεία χωρίς ενισχύσεις αποθηκεύονται κατακόρυφα. Οι πτυχωτές κατασκευές και τα επιφανειακά δομικά στοιχεία με ενισχύσεις, που δεν μπορούν να αποθηκευτούν με τον τρόπο αυτό, στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο σε στρώσεις (Εικ. 110 & 111). Εξαιρέση αποτελούν οι πλάκες μορφής T, που αποθηκεύονται μεμονωμένες. Εξ' αιτίας του σχήματός τους οι γραμμικοί φορείς δεν είναι δυνατόν τις περισσότερες φορές να τοποθετηθούν ο ένας πάνω στον άλλον.



Εικ. 110
Αποθήκευση δομικών στοιχείων σε στρώσεις



Εικ. 111
Αποθήκευση δομικών στοιχείων σε στρώσεις

Γ.2.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ & ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Τα κύρια πλεονεκτήματα της δομικής προκατασκευής σε σύγκριση με τον συμβατικό τρόπο κατασκευής δομικών έργων στο εργοτάξιο (υψηλός βαθμός μηχανοποίησης και ανεξαρτησία από τις καιρικές συνθήκες) βρίσκονται στην διαδικασία παραγωγής. Τα πρώτα σημαντικά μειονεκτήματα εμφανίζονται κατά την διαδικασία μεταφοράς στο εργοτάξιο, όπου η μεταφορά έτοιμων δομικών στοιχείων είναι πολύ πιο κουραστική από

την μεταφορά δομικών υλικών. Επίσης, η σύνδεση των μεμονωμένων δομικών στοιχείων μεταξύ τους κατά την φάση συναρμολόγησης απαιτεί πρόσθετες εργασίες στο εργοτάξιο (χωρίς να ληφθούν υπόψη τα τεχνικά προβλήματα, που εμφανίζονται κατά την διάρκεια της μελέτης του έργου). Οι διαδικασίες μεταφοράς και συναρμολόγησης περιλαμβάνουν τις παρακάτω εργασίες:

- **Μεταφορά στο εργοτάξιο:**

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος μεταφοράς είναι ο οδικός. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται φορτηγά αυτοκίνητα με ρυμουλκούμενα οχήματα. Τα επιφανειακά δομικά στοιχεία χωρίς ενισχύσεις μεταφέρονται με την βοήθεια ειδικών ρυμουλκούμενων οχημάτων με βάθρο, όπου είναι δυνατή η κατακόρυφη τοποθέτησή τους. Για την μεταφορά (Εικ. 112 & 113) επιφανειακών δομικών στοιχείων με ενισχύσεις, πτυχωτών κατασκευών και γραμμικών φορέων χρησιμοποιούνται επικείμενα ρυμουλκούμενα οχήματα ή για ιδιαίτερα επιμήκεις φορείς ειδικά οχήματα, που αποτελούνται από δύο ξεχωριστά πλαίσια. Τα δομικά στοιχεία αυτά τοποθετούνται οριζόντια σε επάλληλες στρώσεις. Η σιδηροδρομική μεταφορά συμφέρει μόνο, όταν τόσο το εργοστάσιο δομικής προκατασκευής όσο και το εργοτάξιο, είναι συνδεδεμένα με το σιδηροδρομικό δίκτυο.



Εικ. 112

Μεταφορά προκατασκευασμένου δοκαριού με συρόμενη - ανοιγόμενη νταλικά

**Εικ. 113**

Μεταφορά προκατασκευασμένου δοκαριού με συρόμενη - ανοιγόμενη νταλικά

- **Προσωρινή αποθήκευση στο εργοτάξιο:**
Προκειμένου να μειωθεί στο ελάχιστο η απασχόληση των γερανών που βρίσκονται στο εργοτάξιο, πρέπει τα δομικά στοιχεία να συναρμολογηθούν αμέσως με την άφιξή τους. Στην πράξη όμως και ιδιαίτερα για μεγάλες αποστάσεις μεταφοράς κρίνεται σκόπιμη η προσωρινή αποθήκευση ορισμένων στο εργοτάξιο (Εικ. 114), ώστε ενδεχόμενες καθυστερήσεις στην μεταφορά δομικών στοιχείων να μην έχουν αρνητικές επιδράσεις στην διαδικασία συναρμολόγησης.

**Εικ. 114**

Προσωρινή αποθήκευση στοιχείων στο εργοτάξιο

- **Ανύψωση και τοποθέτηση των δομικών στοιχείων** (Εικ. 115 - 120):
Σαν διατάξεις ανάρτησης των δομικών στοιχείων χρησιμοποιούνται ενσωματωμένα άγκιστρα, βρόγχοι συρματόσχοινων, ενσωματωμένα περικόχλια, άγκιστρα με περικόχλια ή ενισχυμένες οπές ανάρτησης.



Εικ. 115 & 116
Τοποθέτηση φλοιού υποστυλώματος εξωτερικά του κλωβού



Εικ. 117 & 118

Τοποθέτηση φλοιού υποστύλωματος εξωτερικά του κλωβού



Εικ. 119

Τοποθέτηση φλοιού υποστύλωματος εξωτερικά του κλωβού

Εικ. 120

Ολοκληρωμένη τοποθέτηση υποστύλωματων

Τα δομικά στοιχεία ανυψώνονται και μεταφέρονται στην επιθυμητή θέση από γερανό με την βοήθεια ειδικής διάταξης εξισορρόπησης και συρματόσχοινων (Εικ. 121).



Εικ. 121

Ανύψωση και μεταφορά δοκαριού δεμένου με συρματόσχοινα, με τη χρήση γερανού

Αυτοκινούμενοι γερανοί (Εικ. 122 - 125) προτιμώνται ιδιαίτερα για την κατασκευή εκτεταμένων βιομηχανικών κτιρίων, ενώ γερανοί π.χ. Derrick χρησιμοποιούνται για ψηλά βιομηχανικά κτίρια. Πυργωτοί γερανοί βρίσκουν εφαρμογή σε πολυώροφες κατασκευές ή σαν πρόσθετα βοηθητικά ανυψωτικά μηχανήματα σε βιομηχανικά κτίρια. Γερανοί με πυλώνα χρησιμοποιούνται σπανιότατα και μόνο για δομικά στοιχεία μεγάλου βάρους κατά την κατασκευή πολυώροφων κτιρίων.



Εικ. 122
Ανύψωση και μεταφορά στοιχείων με τη χρήση αυτοκινούμενου γερανού



Εικ. 123
Ανύψωση και μεταφορά τοιχείου με τη χρήση αυτοκινούμενου γερανού

**Εικ. 124**

Ανύψωση και μεταφορά δοκαριού με τη χρήση αυτοκινούμενου γερανού

**Εικ. 125**

Ανύψωση και μεταφορά τοιχείου με τη χρήση αυτοκινούμενου γερανού

- **Τοποθέτηση των δομικών στοιχείων:**
Τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία πρέπει πρώτα να στηριχτούν και μετά να απαγκιστρωθούν από τον γερανό. Η στήριξη και η

ακριβής κατακόρυφη τοποθέτηση των τοίχων και των υψηλών υποστυλωμάτων γίνεται με την βοήθεια χαλύβδινων ράβδων (Εικ. 126 & 127). Χαμηλά υποστυλώματα σταθεροποιούνται στα θεμέλια με την βοήθεια σφηνών.



Εικ. 126

Στήριξη υποστυλωμάτων με τη χρήση χαλύβδινων ράβδων



Εικ. 127

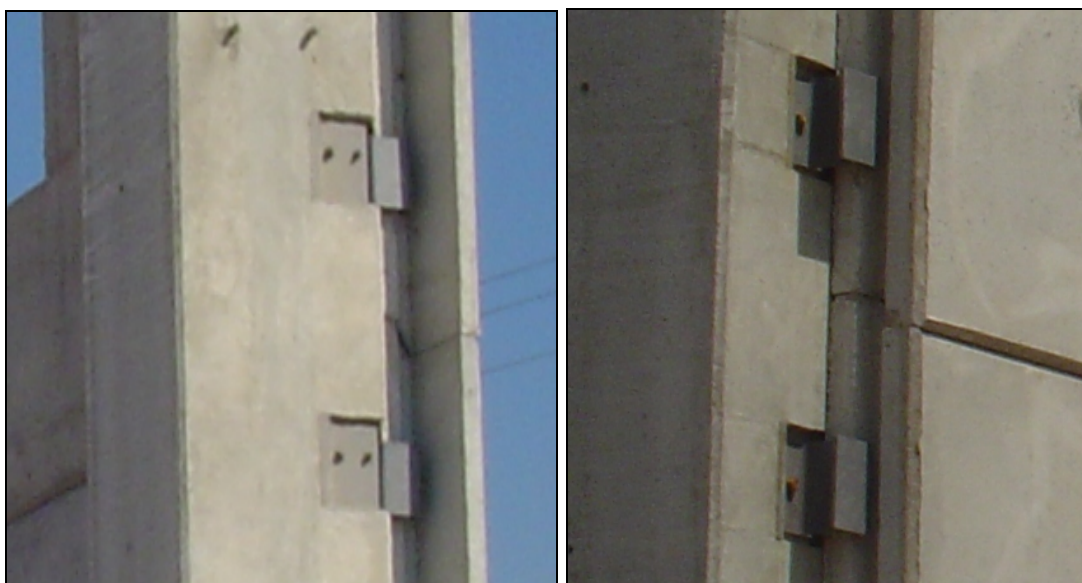
Στήριξη υποστυλωμάτων με τη χρήση χαλύβδινων ράβδων

- **Σύνδεση των δομικών στοιχείων:**
Μετά την ακριβή τοποθέτηση ακολουθεί η σύνδεση των γειτονικών δομικών στοιχείων (Εικ. 128).



Εικ. 128
Σύνδεση γειτονικών στοιχείων

Αυτό γίνεται με οδηγούς π.χ. HEA 160 (Εικ. 129, 130), συγκόλληση των οπλισμών, πλήρωση των αρμών, έγχυση σκυροδέματος επί τόπου, σύνδεση ντίζας και στοιχείων με μπουλόνια (Εικ. 131) κ.τ.λ.



Εικ. 129 & 130
Σύνδεση γειτονικών στοιχείων με οδηγούς HEA 160



Εικ. 131
Λεπτομέρεια υποστυλώματος με εμφανής ντίζες για την τοποθέτηση του δοκαριού, με μπουλόνια

Γ.3. Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (Εικ. 132)



Εικ. 132
Βιομηχανικό κτίριο υπό κατασκευή

Γ.3.1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Παρόλο που η μέθοδος της προκατασκευής γενικότερα καθυστέρησε να εισαχθεί στον τόπο μας σε σχέση με τα άλλα κράτη, εν τούτοις από το 1960 περίπου (ίσως και νωρίτερα) είχαν γίνει οι πρώτες μεμονωμένες προσπάθειες και είχε εφαρμοσθεί με επιτυχία η εργοταξιακή κυρίως προκατασκευή στα βιομηχανικά κτίρια.

Όμως από το 1970 περίπου και μετά, η παρουσία της προκατασκευής στην κατασκευή βιομηχανικών κτιρίων γίνεται όλο και περισσότερο έντονη παρά τις δυσχέρειες. Δυσχέρειες που κυρίως προκύπτουν από την ελλιπή ελληνική νομοθεσία και έλλειψη εμπειρίας από την πολιτεία ως προς τον τρόπο που πρέπει να ακολουθηθεί ώστε να υποστηριχθεί και διευκολυνθεί η εξέλιξη της τεχνολογίας της προκατασκευής.

Και ίσως ακόμη και την ελλιπή ενημέρωση Αρχιτεκτόνων και Πολ. Μηχανικών και όλων των άλλων ενδιαφερομένων, ως προς τις δυνατότητες και διευκολύνσεις που παρέχει η χρήση της προκατασκευής.

Απόδειξη και αποτέλεσμα της δυναμικής παρουσίας της χρήσης της προκατασκευής στην Ελλάδα είναι και η σχετικά πρόσφατη σύσταση του Σ.Ε.ΒΙ.Π.Σ. (Συνδέσμου Ελληνικών Βιομηχανιών Προκατασκευής Σκυροδέματος) που αποτελείται από 7 εταιρείες παραγωγής και κατασκευής προκατασκευασμένων έργων (και κατ' εξοχήν βιομηχανικών κτιρίων) οι οποίες (η κάθε μία) :

- Είναι εγκατεστημένες σε στεγασμένο κτίριο επιφανείας μεγαλύτερης των 2.000 m².
- Διαθέτουν δύο τουλάχιστον γερανογέφυρες δυναμικότητας τουλάχιστον 30 t.
- Διαθέτουν στις εγκαταστάσεις τους εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερης των 150 HP.
- Απασχολούν περισσότερα από 50 άτομα σε κάθε επιχείρηση.
- Διαθέτουν συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος βίαιης αναμείξεως.

Υπάρχει όμως ακόμη και ένα πλήθος άλλων πολύ αξιόλογων εταιρειών εργοστασιακής προκατασκευής (στην Αττική, στην Κρήτη, στην Πάτρα και αλλού), καθώς επίσης και εργοταξιακής προκατασκευής που δείχνει την ανοδική πορεία που έχει σήμερα η τεχνολογία και εφαρμογή της προκατασκευής στην Ελλάδα.

Ένα μεγάλο πλήθος προκατασκευασμένων βιομηχανικών κτιρίων έχουν κατασκευασθεί από ελληνικές εταιρείες μέχρι σήμερα σε όλη την Ελλάδα με εξαιρετική επιτυχία ως προς την οικονομικότητα, τους χρόνους παράδοσης και την τελική ποιότητα του όλου έργου, που δεν έχει τίποτε να ζηλέψει από τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένα ισόγειο βιομηχανικό κτίριο επιφανείας π.χ. 10.000 m² μπορεί να παραδοθεί προς χρήση μέσα σε 5 περίπου μήνες.

Γ.3.2. Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Γ.3.2.1. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η (γραμμική) προκατασκευή προσφέρεται κατ' εξοχήν για την κατασκευή βιομηχανικών χώρων κάθε τύπου, αφού κατά κανόνα τα βιομηχανικά κτίρια:

- κατασκευάζονται σε κάνναβο,
- απαιτούν μεγάλα ανοίγματα,
- προσφέρονται για τυποποίηση επιμέρους προκατασκευασμένων στοιχείων (ικανοποιούνται οι απαιτήσεις οικονομικότητας στην προκατασκευή),
- απαιτούν ελάχιστο χρόνο παράδοσης του έργου,
- απαιτούν ελάχιστο κόστος συντήρησης της κατασκευής και
- έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις έναντι πυρασφάλειας,
- είναι ισόγεια μεγάλου ύψους (Εικ. 133).

**Εικ. 133**

Βιομηχανικό ισόγειο κτίριο με μεγάλα ανοίγματα (υπό κατασκευή)

Γ.3.3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Γ.3.3.1. ΑΝΑΛΥΣΗ (ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ)

Γενικά ισχύουν οι κανόνες σύνταξης των μελετών των συμβατικών κατασκευών. Και όπως είναι φυσικό, η ανάλυση πρέπει να βασίζεται σε παραδοχές συμβατές με την διαμόρφωση του τελικού σκελετού.

Ειδικότερα όμως για την προκατασκευή, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι αλλαγές του στατικού συστήματος κατά τις διάφορες φάσεις της κατασκευής, όπως π.χ. από το γεγονός ότι τα προκατασκευασμένα στοιχεία αρχικά εδράζονται αμφιερίστως υπό τα ίδια βάρη, ενώ μετά την υλοποίηση των συνδέσεων μεταξύ τους, αλλάζει η στατική τους λειτουργία για τα υπόλοιπα φορτία και επιπλέον αναμένονται και ανακατανομές εντάσεως λόγω ερπυσμού.

Επίσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πρόσθετες καταπονήσεις των ίδιων των προκατασκευασμένων στοιχείων που προκύπτουν κατά τις διάφορες φάσεις της προκατασκευής, δηλ.:

- παραγωγή,
- αποθήκευση,
- ανάρτηση,
- μεταφορά,
- συναρμολόγηση.

Σε κάθε περίπτωση ο μελετητής Μηχανικός προκατασκευασμένων έργων, πρέπει να έχει πλήρη γνώση της διατιθέμενης τεχνολογίας και των δυνατοτήτων της, όπως για παράδειγμα η διαμόρφωση σκελετού ισόγειου βιομηχανικού κτιρίου, έχει πολύ καλή συμπεριφορά κυρίως έναντι σεισμικών δράσεων, είναι όμως σχετικά δύσκολο να κατασκευασθεί.

Εξάλλου, η κατασκευαστική διαμόρφωση των συνδέσεων πρέπει να είναι συμβατή με το στατικό προσομοίωμα του σκελετού στο οποίο βασίζεται η ανάλυση, ή καλύτερα το αντίστροφο. Δηλαδή, ο τύπος της σύνδεσης που θα εφαρμοσθεί στην πράξη θα καθορίσει το στατικό προσομοίωμα το οποίο θα προσδιορίσει την ανάλυση.

Γ.3.3.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΗΨΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Αυτά που περιληπτικά αναφέρονται αφορούν στον τρόπο διάταξης των διαφόρων στοιχείων του συνόλου, για την μεταξύ τους συνεργασία στην ανάληψη των δυνάμεων. Για να **εξασφαλίζεται η ευστάθεια του συνόλου** στο χώρο, απαιτούνται γενικά:

- α) Η **πάκτωση όλων των στύλων στα θεμέλια**. Στην περίπτωση αυτή πρέπει ν' αποδεικνύεται υπολογιστικά η παραλαβή της ροπής πάκτωσης στα θεμέλια και να εξασφαλίζεται κατάλληλα.
- β) Οι **διατάξεις στοιχείων ακαμψίας** όπου απαιτούνται για την εξασφάλιση από ανεπιθύμητες παραμορφώσεις.
- γ) Η **διάταξη και σύνδεση των οριζοντίων δίσκων (πλακών)** κατά τρόπο που να εξασφαλίζει αρκετή συνεργασία με τα κατακόρυφα στοιχεία και τους φέροντες δοκούς καθώς και την πλήρη διαφραγματική λειτουργία του συνόλου της πλάκας. Για τον σκοπό αυτό συνήθως χρησιμοποιείται προκατασκευασμένη πρόπλακα και επί τόπου διάστρωση σκυροδέματος κατά το υπόλοιπο πάχος. Άλλες μέθοδοι μπορούν να εφαρμοσθούν εφ' όσον εξασφαλίζεται η διάστρωση επί τόπου σκυροδέματος ικανού για την ασφαλή σύνδεση υποστυλώματος-δοκού, δοκού -πλάκας ή και πλάκας-πλάκας, κ.τ.λ.
- δ) Να **εξασφαλίζεται** από το σύνολο των φερόντων στοιχείων η **ανάληψη των οριζοντίων δυνάμεων από άνεμο και σεισμό**.
- ε) Να **εξασφαλίζεται η ελαστική ευστάθεια** του συνόλου.

Γ.3.3.3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΑΛΗΨΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

Αφορούν κυρίως στο είδος και τον τρόπο διαμόρφωσης των συνδέσεων μεταξύ των προκατασκευασμένων στοιχείων. Η διαμόρφωση των συνδέσεων (βλ. § Γ.3.3.5.) πρέπει σε κάθε περίπτωση να εξασφαλίζει:

- α) ασφαλή ανάληψη και μεταφορά των δυνάμεων και
- β) επαρκή πλαστικότητα.

Γ.3.3.4. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ

Για την ανάρτηση των προκατασκευασμένων στοιχείων (σε όλες τις φάσεις) πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα και δοκιμασμένα υλικά.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στην επιλογή της διαμέτρου, στον προσανατολισμό και στην αγκύρωση των διατάξεων ανάρτησης μέσα στο σώμα των προκατασκευασμένων στοιχείων λαμβάνοντας υπόψη και την ενδεχόμενη μειωμένη αντοχή του σκυροδέματος κατά την πρώτη ανάρτηση του στοιχείου.

Στην περίπτωση, κατά την οποία δυναμικές επιρροές δεν είναι δυνατόν να αποφευχθούν κατά την συναρμολόγηση, αυτές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατάλληλα στους υπολογισμούς.

Στην περίπτωση ανάρτησης ιδιαίτερα βαριών στοιχείων με χρησιμοποίηση πολύπλοκων βοηθητικών φορέων ανάρτησης, θα πρέπει οι φορείς αυτοί και η από αυτούς ανάρτηση να μελετώνται με ιδιαίτερη προσοχή για την απόκτηση της αναγκαίας ασφάλειας.

Γ.3.3.5. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Οι συνδέσεις πρέπει να μπορούν να μεταβιβάζουν θλιπτικές δυνάμεις (κεντρικές ή έκκεντρες), εφελκυστικές δυνάμεις (κεντρικές ή έκκεντρες), καμπτικές δυνάμεις, είτε τέμνουσες δυνάμεις.

Οι συνδέσεις εκείνες που εκπληρώνουν ταυτόχρονα περισσότερους από ένα από τους παραπάνω ρόλους, πρέπει να μελετώνται διαδοχικά για κάθε έναν από τους ρόλους αυτούς, λαμβάνοντας υπ' όψη ενδεχόμενες αλληλεπιδράσεις.

Η φέρουσα ικανότητα των συνδέσεων μεταξύ προκατασκευασμένων στοιχείων ή μεταξύ προκατασκευασμένων στοιχείων και σκυροδέματος που έχει διαστρωθεί επί τόπου πρέπει να ελέγχεται υπολογιστικά ή, αν αυτό δεν είναι δυνατό να γίνει με ασφαλή τρόπο πειραματικά.

Όταν γίνεται ενσωμάτωση μεταλλικών στοιχείων για την μεταγενέστερη πραγματοποίηση των συνδέσεων πρέπει:

α) να εξασφαλίζεται η ορθή μεταβίβαση των δυνάμεων μεταξύ των μεταλλικών αυτών στοιχείων και του σκυροδέματος του προκατασκευασμένου στοιχείου,

β) να ελέγχεται ότι οι παραμορφώσεις των μεταλλικών αυτών στοιχείων κατά την συναρμολόγηση και την λειτουργία θα είναι συμβατές με την συμπεριφορά του σκυροδέματος και αν χρειάζεται, να διατάσσονται οι αναγκαίοι οπλισμοί για να αποφεύγεται θραύση του σκυροδέματος.

Γ.3.3.5.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

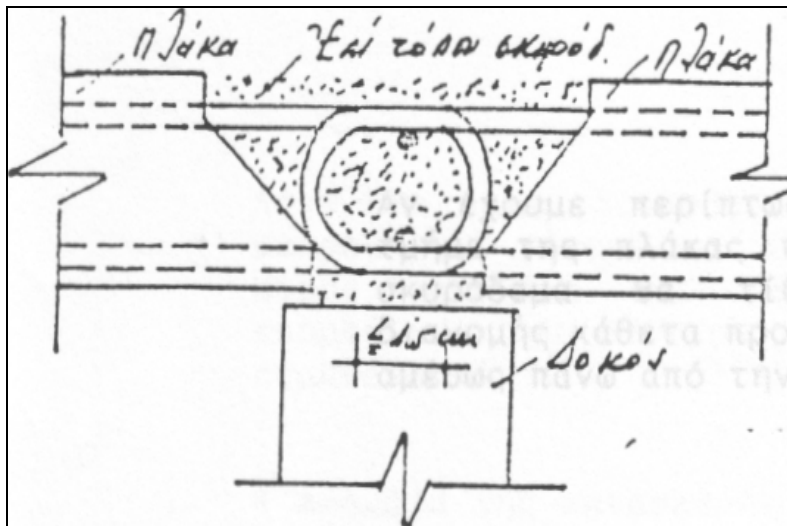
Λόγω της μεγάλης ποικιλίας της διαμόρφωσης των γραμμικών συνδέσεων, δεν είναι εύκολος ο υπολογισμός της αντοχής τους θεωρητικά. Γι' αυτό τον λόγο, παρακάτω δίδονται οι βασικές αρχές εκτίμησης της αντοχής των συνδέσεων που υλοποιούνται με οπλισμούς και ενδιάμεσο κονίαμα.

Κυρίαρχο πρόβλημα στις γραμμικές συνδέσεις, είναι η αντοχή της διεπιφάνειας (προκατασκευασμένο στοιχείο - σκυρόδεμα αρμού) των στοιχείων που θα συνδεθούν σε τέμνουσα (μετά από επιβαλλόμενες διατμητικές ολισθήσεις - που επιβάλλονται π.χ. λόγω σεισμού), όταν η διεπιφάνεια αυτή βρίσκεται σε ταυτόχρονη δράση θλιπτικής και καμπτικής επιπόνησης.

Γ.3.3.5.2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΠΛΑΚΩΝ ΜΕ ΠΛΑΚΕΣ

α) **Συνδέσεις κατά μήκος γραμμής καθέτου προς τη φέρουσα διεύθυνση της πλάκας:**

Συνδέσεις αυτού του είδους νοούνται πάντα πραγματοποιούμενες πάνω από φέροντα στοιχεία. Πραγματοποιούνται είτε με αποκατάσταση της στατικής συνέχειας των πλακών είτε με απλή σύνδεση. Η σύνδεση των πλακών (Εικ. 134) με αποκατάσταση της στατικής συνέχειας είναι ιδιαίτερα επιθυμητή γιατί αυξάνει την ακαμψία του φορέα στο χώρο.



Εικ. 134
Σκαρίφημα σύνδεσης πλάκας με πλάκα

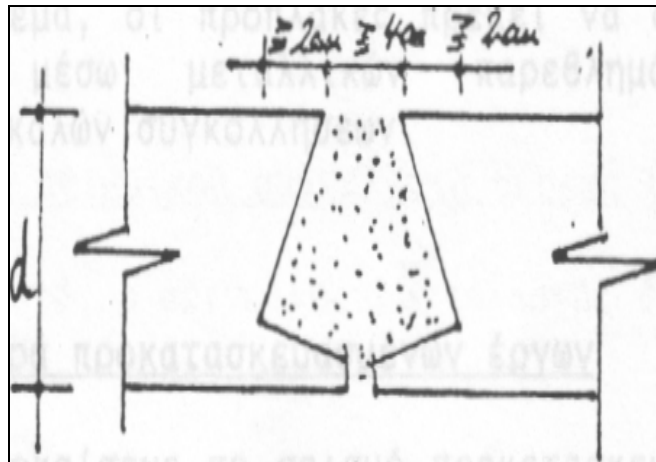
Στην περίπτωση της αποκατάστασης στατικής συνέχειας, πρέπει να αποδεικνύεται ότι εξασφαλίζεται η ανάληψη της εφελκυστικής δύναμης λόγω κάμψης στις στηρίξεις των πλακών. Γι' αυτό πρέπει οι οπλισμοί σύνδεσης που προεξέχουν από τις πλάκες να αγκυρώνονται καλά στο επί τόπου σκυροδετούμενο τμήμα της σύνδεσης και να ελέγχονται τα μήκη αγκύρωσης. Όταν δεν είναι δυνατή η πραγματοποίηση του απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης των οπλισμών σύνδεσης, η αποκατάσταση της συνέχειας πρέπει

να γίνεται με κατάλληλη συγκόλληση των οπλισμών. Οι οπλισμοί σύνδεσης μπορεί να είναι ευθύγραμμοι ή τύπου αναβολέως.

Οι απλές συνδέσεις δεν μπορούν να αναλάβουν ροπή, διαμορφώνονται όμως με ιδιαίτερη προσοχή με σκοπό την εξασφάλιση της γενικότερης ευστάθειας του προκατασκευασμένου έργου. Η σύνδεση πραγματοποιείται με επί τόπου εγχυνόμενο σκυρόδεμα και συνιστάται ο οπλισμός σύνδεσης να είναι ίσος τουλάχιστον με το ένα τρίτο της διατομής του κύριου οπλισμού της πλάκας. Οι οπλισμοί σύνδεσης που προεξέχουν από τα δύο προς σύνδεση τμήματα, συνιστάται να είναι τύπου κατακόρυφου αναβολέα και το αλληλεπικαλυπτόμενο τμήμα τους σε ευθυγραμμία να έχει μήκος τουλάχιστον 1,50 cm. Όταν το πλάτος του συνδέσμου δεν είναι αρκετό για τη διάταξη αναβολέων πρέπει τουλάχιστον να κάμπτονται προς τα κάτω τα άκρα των οπλισμών και να αγκυρώνονται.

β) Συνδέσεις κατά μήκος γραμμής παραλλήλου προς την φέρουσα διεύθυνση των προς σύνδεση πλακών και συνδέσεις σε σημεία κάτω από τα οποία δεν υπάρχουν φέροντα στοιχεία:

Οι συνδέσεις αυτές πραγματοποιούνται γενικά με επί τόπου εγχυνόμενο σκυρόδεμα και οπλισμό, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται κοινό βέλος κάμψευς στο σημείο της συνδέσεως των δύο τμημάτων. Η μορφή της σύνδεσης πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρωση του αρμού με το κονίαμα συνδέσεως (Εικ. 135).



Εικ. 135

Σκαρίφημα πλήρωσης αρμού με το κονίαμα σύνδεσης

Εγκάρσια προς τη σύνδεση καλό είναι να τοποθετείται οπλισμός τύπου αναβολέα, τουλάχιστον ίσος προς το 1/5 του οπλισμού αντοχής των προς σύνδεση πλακών. Κατά μήκος του αρμού απαιτείται και διαμήκης οπλισμός.

Αν έχουμε περίπτωση ασύνδετων προπλακών, στο τμήμα της πλάκας που αποτελείται από επιτόπιο σκυρόδεμα θα τίθεται ευθύγραμμος οπλισμός διανομής κάθετα προς τον άξονα της συνδέσεως και αμέσως πάνω από την πρόπλακα.

Γ.3.3.6. ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

Σε όλες τις περιπτώσεις διαμορφώσεως ορόφων μέσω προκατασκευής είναι αναγκαίο να εξασφαλίζεται η διαφραγματική λειτουργία του συνόλου της πλάκας.

Σε σεισμικές περιοχές όπως στην Ελλάδα, η καλύτερη λύση είναι η οροφή να διαμορφώνεται με προκατασκευασμένες πρόπλακες πάνω στις οποίες θα διαστρώνεται επί τόπου σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 5 cm.

Στις περιπτώσεις αυτές βέβαια, πρέπει να αποδεικνύεται υπολογιστικά η διαφραγματική λειτουργία. Δηλαδή, οι δυνάμεις μέσα στο επίπεδο της πλάκας πρέπει να μπορούν να μεταβιβάζονται, π.χ. με τοξωτή λειτουργία ή με λειτουργία δικτυώματος μέσω περιμετρικού "δακτυλίου" και ορθοστατών.

Οι οπλισμοί του περιμετρικού δακτυλίου και των ορθοστατών πρέπει να ελέγχονται υπολογιστικά. Σε περίπτωση που πάνω από τις πρόπλακες δεν διαστρώνεται επιτόπου σκυρόδεμα, οι πρόπλακες πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους μέσω μεταλλικών παρεβλημάτων και εξασφαλισμένως καλών συγκολλήσεων.

Γ.3.3.7. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟ ΜΠΕΤΟΝ

- Ιδιαιτερότητα απόκρισης σε σεισμό προκατασκευασμένων έργων:

Όπως είναι γνωστό, η βασική διαφορά μεταξύ μονολιθικών και αντίστοιχων προκατασκευασμένων κτιρίων είναι ότι οι προκατασκευασμένες κατασκευές συντίθενται από διάφορα επιμέρους προκατασκευασμένα στοιχεία, τα οποία έχουν παραχθεί σε άλλο τόπο και χρόνο από τις τελικές τους θέσεις στο έργο.

Έτσι, η προκατασκευασμένη κατασκευή είναι ένα πλέγμα στοιχείων και συνδέσεων μεταξύ των στοιχείων.

Λόγω αυτής της ιδιομορφίας των προκατασκευασμένων έργων μπορούν να γίνουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις σε ότι αφορά ορισμένα χαρακτηριστικά της κατασκευής που επηρεάζουν περισσότερο ή λιγότερο τη σεισμική της συμπεριφορά:

α) Ακαμψία της κατασκευής

Λόγω της παραμορφωσιμότητας των συνδέσεων ενδέχεται ένα προκατασκευασμένο έργο να έχει μικρότερη "ακαμψία" από αντίστοιχο μονολιθικό.

β) Αντοχή και πλαστιμότητα των συνδέσεων

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην εκτίμηση της αντοχής και της πλαστιμότητας των συνδέσεων: η εισαγωγή παραμορφώσεων στην κατασκευή από ισχυρή σεισμική δόνηση, ενδέχεται να μειώσει σημαντικά την αντοχή και την πλαστιμότητα της σύνδεσης.

γ) Βαθμός συμμετοχής των αρμών στους μηχανισμούς απορρόφησης σεισμικής ενέργειας της κατασκευής

Πρέπει να ληφθεί πρόνοια ώστε να είναι ελέγξιμη η συμμετοχή των συνδέσεων στην απορρόφηση σεισμικής ενέργειας του κτιρίου.

- Εκτίμηση του σεισμικού συντελεστή βάσης:

Ο σεισμικός συντελεστής βάσης, εξαρτάται από το S το οποίο είναι ο συντελεστής που εκφράζει τις εδαφικές συνθήκες (π.χ. κτίρια μεγάλης ιδιοπεριόδου επιβαρύνονται περισσότερο, όταν είναι θεμελιωμένα σε μαλακά εδάφη απ' ότι σε σκληρά) και το q που είναι συντελεστής που εκφράζει την "πλάστιμη συμπεριφορά" της κατασκευής. Συνιστάται (και συνηθίζεται στην Ελληνική πρακτική) ο συντελεστής " q " να λαμβάνεται μειωμένος σε σχέση με αντίστοιχα μονολιθικά έργα, δηλ. ουσιαστικά κατά τους υπολογισμούς να λαμβάνεται υπόψη μεγαλύτερος σεισμικός συντελεστής απ' ότι σε αντίστοιχα μονολιθικά έργα. Σε κάθε περίπτωση (όπως άλλωστε και σε όλους τους τύπους κατασκευών σε σεισμικές περιοχές) καθοριστική είναι η διαμόρφωση του φέροντα οργανισμού και η γνώση του μελετητή (και κατασκευαστή) των σχετικών προβλημάτων.

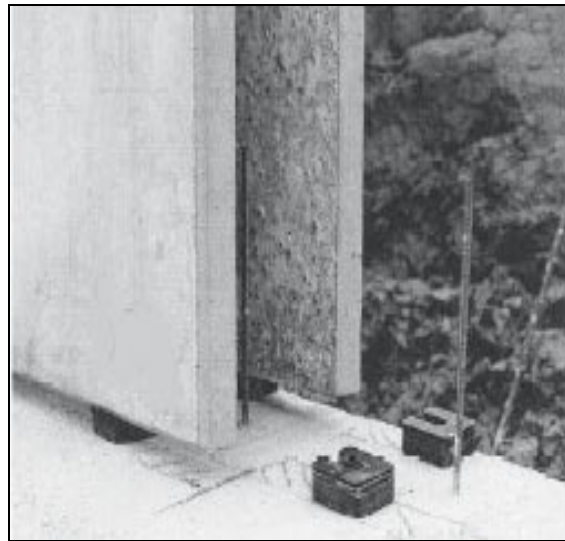
Συνιστάται (και εφόσον είναι εφικτό) οι συνδέσεις να πραγματοποιούνται σε θέσεις μικρής σχετικά εντάσεως λαμβανομένων όμως υπόψη και των ανακατανομών των εντάσεων υπό σεισμικές δράσεις. Σε περιπτώσεις δε που κατά την ανάλυση λαμβάνονται υπόψη π.χ. αρθρώσεις, κατά την κατασκευαστική διαμόρφωση των συνδέσεων στις θέσεις εκείνες πρέπει να αποδεικνύεται ότι είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν στροφές επαρκείς ώστε να ικανοποιούνται οι παραδοχές επίλυσης.

Πάντως η μέχρι σήμερα εμπειρία στην Ελλάδα και στο εξωτερικό έχει δείξει ότι τα προκατασκευασμένα κτίρια συμπεριφέρθηκαν πολύ καλά σε σεισμικές δράσεις. Καμιά ουσιαστική βλάβη ή κατάρρευση προκατασκευασμένου κτιρίου λόγω σεισμού δεν έχει αναφερθεί μέχρι σήμερα στην Ελλάδα. Εξάλλου κατά κανόνα στην προκατασκευή από γραμμικά στοιχεία οι διατομές των στύλων, πέραν της ελεγμένης υψηλής ποιότητας του σκυροδέματος και της ελεγμένα ορθής τοποθέτησης των οπλισμών και εξασφάλιση της πακτώσεώς τους στα θεμέλια, διαθέτουν και επάρκεια διατομής ($N_d/A * f_d$) λόγω των απαιτήσεων έδρασης επ' αυτών των λοιπών προκατασκευασμένων στοιχείων. Κάτι που ευνοεί και την καλύτερη συμπεριφορά τους σε σεισμό.

Γ.4. Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Στη δόμηση μιας κατοικίας, ακολουθούνται περίπου τα ίδια στάδια κατασκευής με αυτά του βιομηχανικού κτιρίου.

Αρχικά κατασκευάζεται η πλατφόρμα (εκτενής αναφορά κατασκευής πλατφόρμας στο κεφάλαιο Α), επάνω στην οποία θα τοποθετηθεί η κατοικία. Στη συνέχεια μεταφέρονται τα προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία στην οικοδομή και ξεκινάει η τοποθέτησή τους στα σημεία που έχουν προκαθοριστεί επάνω στη βάση (πλατφόρμα) (Εικ. 136, 137 & 138).



Εικ. 136 & 137

Τοποθέτηση εξωτερικής τοιχοποιίας επάνω στην πλατφόρμα



Εικ. 138

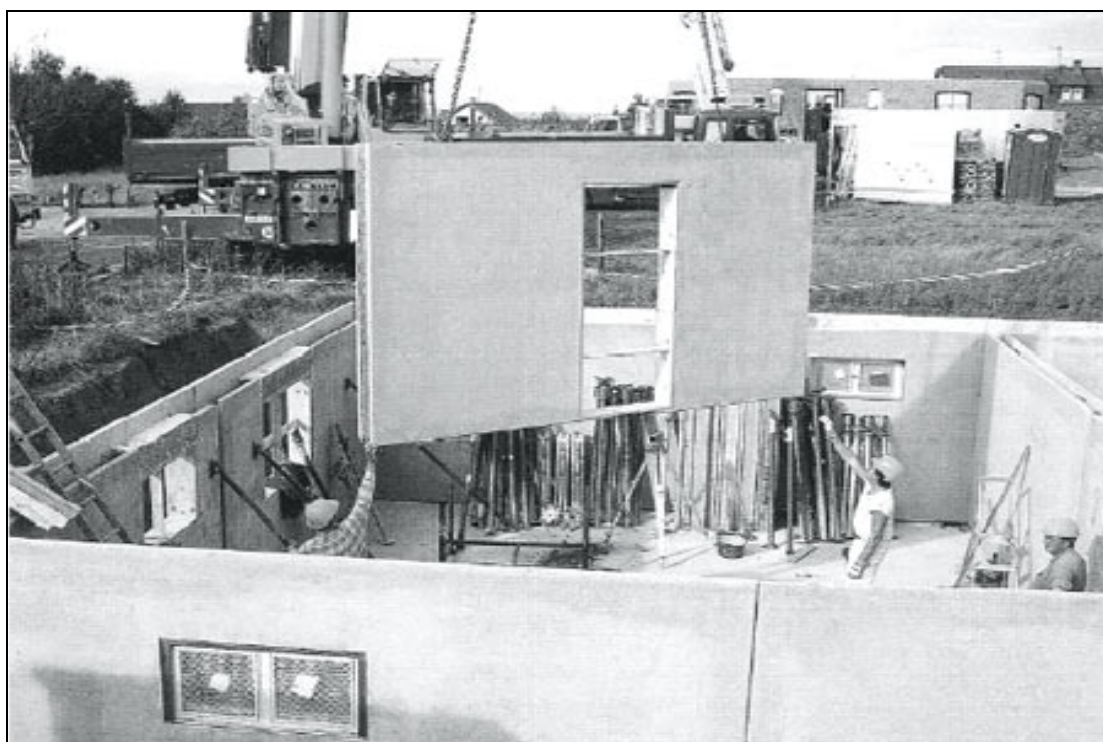
Τοποθέτηση εξωτερικής τοιχοποιίας επάνω στην πλατφόρμα

Η απόκλιση κατά την εφαρμογή των προκατασκευασμένων διπλών τοιχίων (Εικ. 139, 140 & 141) της εξωτερικής ή εσωτερικής τοιχοποιίας, σε συνάρτηση με τον σκελετό και την βάση της οικοδομής, είναι 2 - 3 mm.



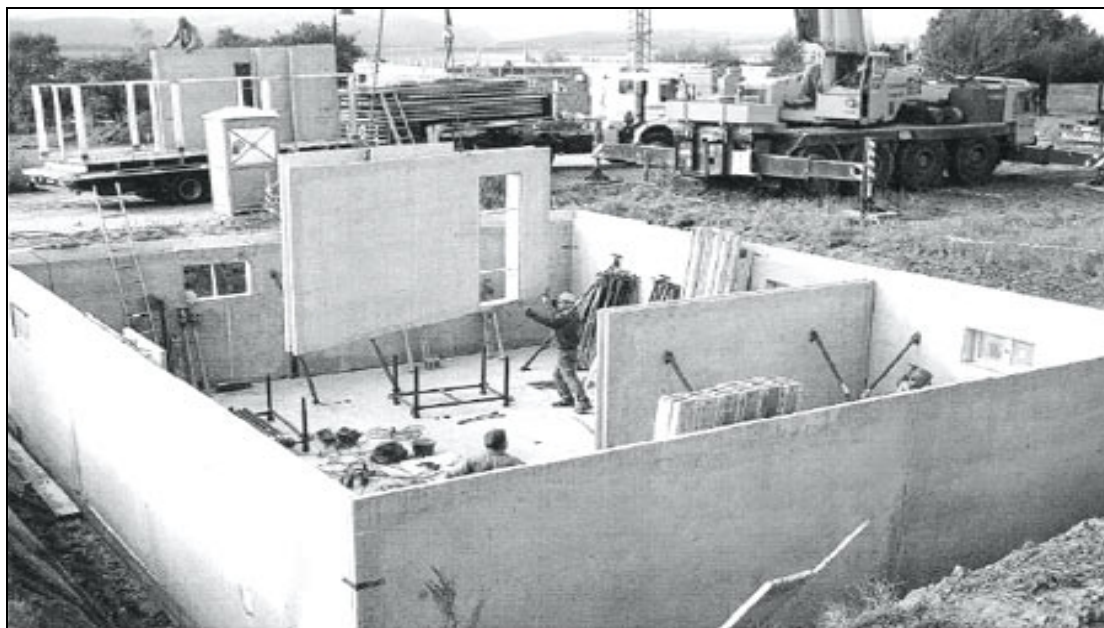
Εικ. 139

Τοποθέτηση εξωτερικής τοιχοποιίας επάνω στην πλατφόρμα

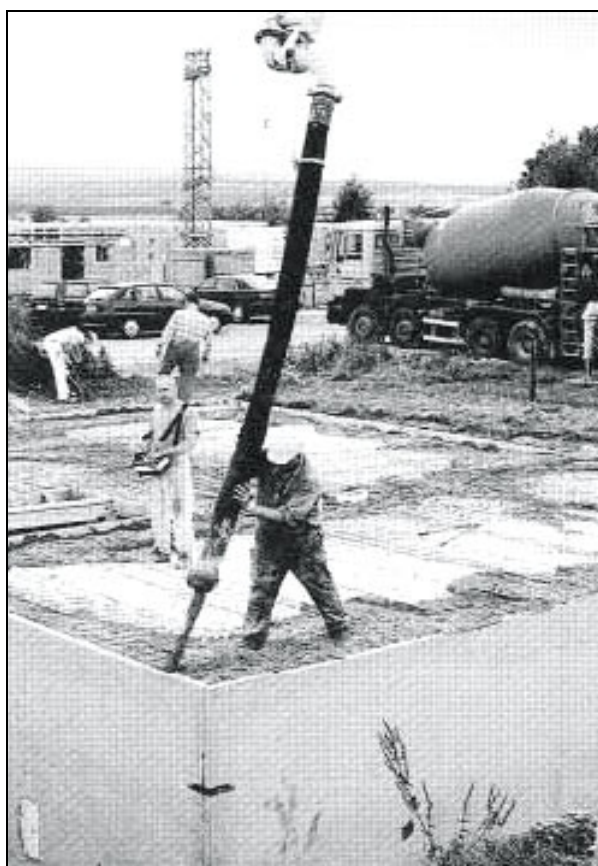


Εικ. 140

Τοποθέτηση εσωτερικής τοιχοποιίας επάνω στην πλατφόρμα

**Εικ. 141****Τοποθέτηση εσωτερικής τοιχοποιίας επάνω στην πλατφόρμα**

Μετά το τέλος της τοποθέτησης της εξωτερικής και εσωτερικής τοιχοποιίας, πραγματοποιείται η απευθείας σκυροδέτηση στην οικοδομή (Εικ. 142), δημιουργώντας έτσι ένα ενιαίο μονολιθικό σώμα.

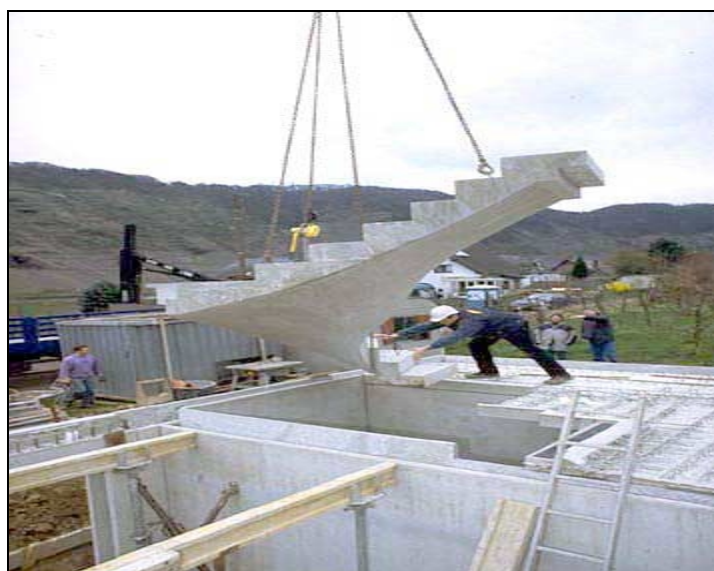
**Εικ. 142****Σκυροδέτηση των στοιχείων**

Στη συνέχεια τοποθετείται η πρόπλακα, που στηρίζεται με την βοήθεια σκαλωσιών (Εικ. 143), η οποία μετέπειτα σκυροδετείται.



Εικ. 143
Χρήση σκαλωσιών για την στήριξη της πρόπλακας

Ακολουθεί η τοποθέτηση της στέγης ή αν πρόκειται για διώροφη κατοικία η κατασκευή συνεχίζεται με την τοποθέτηση σκάλας (Εικ. 144) και την επανάληψη της προαναφερθείσας διαδικασίας.



Εικ. 144
Τοποθέτηση προκατασκευασμένης σκάλας

Η διαδικασία ανέγερσης, ολοκληρώνεται με την προσθήκη πατώματος και πλακιδίων, ειδών υγιεινής και κουζίνας, βάψιμο των τοίχων, κ.τ.λ.

Γ.5. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στην **Ελλάδα**, πέραν αυτών που αναφέρονται στο DIN 1045 § 19, έχουν γίνει οι ακόλουθες δημοσιεύσεις:

- "Σχέδιο οδηγιών για την μελέτη προκατασκευασμένων έργων εκ πλακών και τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος", Τ.Ε.Ε. 1978.
- "Προσχέδιο κανονισμού για προκατασκευασμένα έργα από γραμμικά στοιχεία", Τ.Ε.Ε. 1979.
- "Προσχέδιο για τον Νέο Ελληνικό Κανονισμό Σκυροδέματος", § 19, Ε.Μ.Π. 1979.

Στην **Ευρωπαϊκή Κοινότητα** :

- Έχει ολοκληρωθεί η επεξεργασία του κειμένου "Precast Concrete Elements and Structures"*, Eurocode 2, Part 1B.
- Βρίσκεται ακόμη σε επεξεργασία το κείμενο του παραρτήματος του Eurocode, με θέμα "R.C. Precast Structures under seismic actions"†.

(Η συμμετοχή Ελλήνων επιστημόνων στις αντίστοιχες επιτροπές συντάξεως των κανονισμών αυτών της Κοινότητας είναι ουσιαστική).

* Precast Concrete Elements and Structures = Προκατασκευασμένα στοιχεία και κτίρια από σκυρόδεμα.

† Precast Structures under seismic actions = Προκατασκευασμένες κατασκευές υπό σεισμικές δράσεις.

Γ.6. ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ

Γ.6.1. Η ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κύριο πρόβλημα για την επιβίωση των δομικών επιχειρήσεων καθώς και ένας βασικός στόχος της δομικής επιχειρησιακής έρευνας είναι η αύξηση της παραγωγικότητας με ταυτόχρονη μείωση του κόστους κατασκευής και βέλτιστη χρησιμοποίηση του υπάρχοντος εργατικού και μηχανικού δυναμικού.

Με την προκατασκευή των δομικών στοιχείων είναι δυνατή η αύξηση της παραγωγικότητας, η οποία όμως δεν οδηγεί οπωσδήποτε σε μείωση του κόστους κατασκευής, επειδή η εξοικονόμηση εξόδων στον τομέα του προσωπικού βρίσκεται σε αντιπαράθεση με τις αυξημένες επενδύσεις για εγκαταστάσεις και μηχανικό εξοπλισμένο. Η μετάθεση ενός μέρους των δομικών εργασιών σε ειδικούς χώρους έξω από το εργοτάξιο μεταβάλλει τον τρόπο παραγωγής από εργοτάξιο σε βιομηχανικό. Το γεγονός αυτό καθιστά δυνατή όχι μόνο τη χρησιμοποίηση τεχνολογικά αναπτυγμένων μεθόδων παραγωγής, αλλά επιτρέπει ακόμα και τη λήψη άλλων μέτρων όπως:

- επιμελημένο σχεδιασμό των προϊόντων,
- προσεκτική προετοιμασία των εργασιών παραγωγής και ευσυνείδητο σχεδιασμό της πορείας τους.

Η βιομηχανία μαζικής παραγωγής έχει να επιδείξει σήμερα έναν υψηλό βαθμό μηχανοποίησης. Δυστυχώς η ειδική δομή, της δομικής οικονομίας δημιουργεί εμπόδια, που δεν επιτρέπουν να επιτευχθεί, τουλάχιστον προς το παρόν, και στη δομική βιομηχανία ένας ανάλογος βαθμός μηχανοποίησης. Τα εμπόδια αυτά είναι τα εξής:

- τα υψηλής αξίας τελικά προϊόντα της δομικής βιομηχανίας (δομικά έργα) πρέπει να ανταποκρίνονται στις ειδικές επιθυμίες κάθε πελάτη. Για τον λόγω αυτό τα επί μέρους δομικά στοιχεία μπορούν να παραχθούν, μόνο αφού έχει γίνει η ανάληψη του συγκεκριμένου έργου. Το γεγονός ότι η παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων γίνεται μόνο μετά από παραγγελία και ότι η δομική αγορά καθορίζεται από τη ζήτηση των πελατών, έχει σαν αποτέλεσμα η παραγωγή στα εργοστάσια προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων να είναι ασυνεχής και ακανόνιστη. Μια συνεχής παραγωγή είναι δυνατή μόνο για χαμηλής αξίας και σύμφωνα με προδιαγραφές παραγόμενα δομικά στοιχεία (σωλήνες, πλάκες πεζοδρομίων, ρείθρα πεζοδρομίων, τσιμεντόστυλοι της ΔΕΗ, (Εικ.145) κ.τ.λ.),

**Εικ. 145****Φυγόκεντροι προκατασκευασμένοι τσιμεντόστυλοι της ΔΕΗ**

- το μέγεθος και το βάρος των προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων δημιουργεί μεγάλα προβλήματα και κατ' επέκταση αυξημένα έξοδα για τη μεταφορά τους. Για τον λόγω αυτό κάθε εργοστάσιο παραγωγής προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων απευθύνεται σ' έναν τοπικά περιορισμένο κύκλο πελατών,
- προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία, που ανήκουν σε διαφορετικές παραγγελίες, παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους ως προς την μορφή και τις διαστάσεις τους. Ακόμα και στην ίδια παραγγελία ο αριθμός των απόλυτα όμοιων δομικών στοιχείων ως προς το γεωμετρικό σχήμα, τις διαστάσεις, τη μορφή και την ποιότητα της εξωτερικής επιφάνειας, τον οπλισμό και τα εντοιχισμένα στοιχεία είναι πολύ μικρός. Έτσι λοιπόν η παραγωγή των εργοστασίων προκατασκευασμένων στοιχείων περιορίζεται κατά κανόνα στην κατασκευή μεμονωμένων ή μικρών σειρών δομικών στοιχείων.

Το γεγονός ότι η δομική προκατασκευή έχει κερδίσει μια σημαντική θέση στη δομική αγορά δεν οφείλεται αποκλειστικά σε οικονομικούς λόγους. Η αιτία πρέπει να αναζητηθεί τόσο στους σύντομους χρόνους κατασκευής, όσο και στις βιομηχανικές μεθόδους παραγωγής. Προϋπόθεση για την αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων της δομικής προκατασκευής αποτελεί η όσο το δυνατόν καλύτερη διαμόρφωση στους τομείς κατασκευής των τύπων, προετοιμασίας του οπλισμού, παραγωγής του σκυροδέματος, καθώς και στα μεταφορικά συστήματα στους χώρους παραγωγής και αποθήκευσης. Η τεχνολογική εξέλιξη στους προαναφερθέντες τομείς μπορεί να αξιοποιηθεί απόλυτα μόνο με την χρησιμοποίηση σύγχρονων μεθόδων προγραμματισμού της παραγωγής. Από το κύριο πρόβλημα, δηλαδή την αύξηση της παραγωγικότητας με ταυτόχρονη μείωση του κόστους και βέλτιστη χρησιμοποίηση του υπάρχοντος δυναμικού, προκύπτει η απαίτηση για προσεκτικό σχεδιασμό και αποτελεσματικό έλεγχο της παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη τις ειδικές συνθήκες της δομικής βιομηχανίας.

Γ.6.2. Ο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η τεχνική του δικτυωτού προγραμματισμού έχει αποδειχθεί για τις κατασκευές δομικών έργων στο εργοτάξιο σαν ένα πολύ σημαντικό όργανο προγραμματισμού όσον αφορά τον χρονικό προσδιορισμό, τον συντονισμό και την βελτιστοποίηση των δομικών εργασιών. Η αξία της τεχνικής αυτής έγκειται στο γεγονός ότι η σειρά των μεμονωμένων δραστηριοτήτων σε τέτοιου είδους κατασκευές είναι κατά μεγάλο μέρος προκαθορισμένη.

Αντίθετα η κατασκευή δομικών έργων από προκατασκευασμένα στοιχεία περιλαμβάνει **τρεις ανεξάρτητες** μεταξύ τους **φάσεις** (πέραν της φάσης του στατικού υπολογισμού) :

- την κατασκευή των επί μέρους δομικών στοιχείων στο εργοστάσιο (**διαδικασία παραγωγής**),
- την μεταφορά στο εργοτάξιο (**διαδικασία μεταφοράς**),
- την σύνθεση στο εργοτάξιο όλου του δομικού έργου από τα μεμονωμένα δομικά στοιχεία (**διαδικασία συναρμολόγησης**).

Η σειρά κατασκευής των προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων κατά την διαδικασία παραγωγής δεν είναι προκαθορισμένη. Έτσι, η σημασία του δικτυωτού προγραμματισμού κατά την φάση αυτή μειώνεται. Το πρόβλημα στην φάση της παραγωγής βρίσκεται ακριβώς στον προσδιορισμό της βέλτιστης, σύμφωνα με δεδομένα κριτήρια, σειράς παραγωγής των μεμονωμένων δομικών στοιχείων.

Η διαδικασία σχεδιασμού και ελέγχου της παραγωγής σ' ένα εργοστάσιο προκατασκευασμένων στοιχείων αρχίζει κατά το στάδιο της προσφοράς για ένα δομικό έργο και φθάνει, σε περίπτωση ανάληψής του, μέχρι την πλήρη αποπεράτωση του. Ο σχεδιασμός της παραγωγής ξεκινώντας από την υπάρχουσα κατάσταση του συστήματος (εργοστάσιο προκατασκευασμένων στοιχείων) έχει στόχο την οικονομικά βέλτιστη εκτέλεση των παραγγελιών. Το προϊόν του σχεδιασμού (πλάνο παραγωγής) απεικονίζει το είδος και τον τρόπο εκτέλεσης των επί μέρους δραστηριοτήτων μέσα στο σύστημα. Μετά την εκπόνηση ενός πλάνου πρέπει να εξασφαλιστεί η πραγματοποίησή του. Αυτό επιτυγχάνεται με τον έλεγχο της παραγωγής. Μεταξύ σχεδιασμού και ελέγχου της παραγωγής δεν υπάρχουν σαφή όρια.

Για την εκπόνηση ενός πλάνου πρέπει να υπάρχουν τα κατάλληλα δεδομένα. Πρόκειται για τιμές, που έχουν προσδιοριστεί κατά το παρελθόν. Οι τιμές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αφού προσαρμοστούν κατάλληλα, ώστε να ληφθούν υπόψη ενδεχόμενες μεταβολές στις συνθήκες παραγωγής. Η αξιοπιστία των δεδομένων και κατ' επέκταση του πλάνου, που καταρτίστηκε με βάση τα δεδομένα αυτά, μειώνεται, όσο μεγαλώνει ο ορίζοντας του σχεδιασμού

παραγωγής. Αυτό συμβαίνει, επειδή τόσο ο αριθμός όσο και οι επιδράσεις αστάθμητων παραγόντων αυξάνονται με την αύξηση του χρονικού διαστήματος του σχεδιασμού.

Για τον λόγο που αναφέραμε, είναι σκόπιμο ο προγραμματισμός για την εκτέλεση μίας παραγγελίας να διεξάγεται σε περισσότερα στάδια, που διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά τον βαθμό ακρίβειας, την χρονική στιγμή διεξαγωγής και τα απαιτούμενα δεδομένα. Κάθε στάδιο προγραμματισμού έχει να εκπληρώσει ένα σκοπό μέσα στα πλαίσια της αύξησης της οικονομικής απόδοσης:

- Με την ανάληψη νέων παραγγελιών επιδιώκεται η συνεχής κατά το δυνατό σταθερή χρησιμοποίηση τον υπάρχοντος δυναμικού. Για τον τομέα αυτόν αρμόδιο είναι το Τμήμα Πωλήσεων της επιχείρησης. Εάν υπάρχει φόβος ότι το δυναμικό, πού διατίθεται, δεν αρκεί για την διεκπεραίωση των μελλοντικών παραγγελιών, τότε πρέπει να ληφθούν έγκαιρα μέτρα για την αύξησή του.
- Ο σχεδιασμός της παραγωγής ασχολείται με την εκτέλεση των παραγγελιών, που ήδη έχουν αναληφθεί. Τόσο το είδος και η ποσότητα των δομικών στοιχείων κάθε παραγγελίας όσο και η σειρά των εργασιών για την παραγωγή καθενός από αυτά είναι προκαθορισμένα. Έτσι σαν κύριος σκοπός του σχεδιασμού παραγωγής απομένει ο προσδιορισμός μίας κατάλληλης σειράς παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων, ώστε να εξασφαλίζεται η τήρηση των ημερομηνιών παράδοσης (βλ. χρονοδιάγραμμα στις σελ. 170,171) για όλα τα δομικά στοιχεία και ταυτόχρονα να παραμένουν χαμηλά τα έξοδα παραγωγής. Στόχος λοιπόν του σχεδιασμού παραγωγής είναι η εκπόνηση ενός πλάνου, που θα περιλαμβάνει την σειρά παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων και επίσης την χρονική στιγμή αρχής και πέρατος της επεξεργασίας κάθε στοιχείου (πλάνο παραγωγής). Ο σχεδιασμός παραγωγής πραγματοποιείται από το Τμήμα Προπαρασκευής Εργασιών Παραγωγής.
- Για τον καθημερινό έλεγχο της παραγωγής αρμόδιοι είναι το Τμήμα Προπαρασκευής Εργασιών Παραγωγής και ο προϊστάμενος της αίθουσας παραγωγής. Ο έλεγχος της παραγωγής έχει ιδιαίτερη σημασία για την οικονομική εκτέλεση των εργασιών.

Γ.6.3. ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΦΩΝΗΤΙΚΟ

Απαραίτητη θεωρείται η σύνταξη ενός γενικού συμφωνητικού, ανάμεσα στον Ανάδοχο και τον Εργοδότη του Έργου. Στο συμφωνητικό μεταξύ άλλων αναφέρονται:

- το **αντικείμενο** της **σύμβασης**, στο οποίο αναγράφονται οι εργασίες στις οποίες υποχρεούται να προβεί ο Εργοδότης,

- η **συμβατική δαπάνη** της κατασκευής (κατ' αποκοπή ποσό),
- ο **τρόπος πληρωμής**,
- το **χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης των εργασιών**, που αναφέρει:
 - α) το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο πρέπει να εκτελεστεί το Έργο,
 - β) το χρονοδιάγραμμα προγραμματισμού της εκτέλεσης του Έργου και την παράδοση αντίγραφου αυτού στον Επιβλέποντα Μηχανικό σε διάστημα 10 ημερών από την ημερομηνία έναρξης των εργασιών,
 - γ) την ενδεχόμενη παράταση διάρκειας του έργου εξαιτίας Πολεοδομικών ή συναφών Αρχών, ανωτέρας βίας, απεργιών προσωπικού, απεργιών ή προβλημάτων στις παροχές Κοινοφελών Οργανισμών, επιστράτευσης, εμπόλεμης κατάστασης, νομικών ή πραγματικών ελαττωμάτων του Εργοδότη, καιρικών συνθηκών (βροχή, χαλάζι, χιόνι, παγετός, καύσωνας) και θεομηνιών, καθώς και άλλων παραγόντων που δεν μπορούν να προβλεφθούν, αλλά μπορούν να αποβούν καθοριστικοί για την εκτέλεση του έργου παρακωλύοντας την ομαλή ροή των εργασιών.
- τις **υποχρεώσεις του Ανάδοχου**,
- τις **υποχρεώσεις του Εργοδότη**,
- την **εγγύηση καλής λειτουργίας**,
- τις **ποινικές ρήτρες** σε περίπτωση που ο Ανάδοχος καθυστερήσει ή δεν εκπληρώσει οποιαδήποτε από τις υποχρεώσεις που προβλέπονται στο συμφωνητικό και με την επιφύλαξη κάθε δικαιώματος για αποζημίωση, το οποίο θα έχει ενδεχομένως ο Εργοδότης και
- λοιπούς **γενικούς όρους**.

Γ.7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

Οι **λόγοι** που θα οδηγήσουν στην **επιλογή** προκατασκευασμένης κατοικίας ή βιομηχανικού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, έναντι συμβατικής κατασκευής, είναι αρκετοί και σημαντικοί.

Καταρχήν, τα **τυποποιημένα δομικά στοιχεία** που απαρτίζουν την κατασκευή, καθώς και ο **τρόπος συναρμολόγησής τους**, εξασφαλίζουν έναν αρκετά **υψηλό βαθμό αντισεισμικότητας**.

Το **χρονικό διάστημα** που απαιτείται για την ολοκλήρωση μιας προκατασκευασμένης κατοικίας ή βιομηχανικού κτιρίου είναι πολύ **μικρότερο** από της συμβατικής κατασκευής. Εξαρτάται δε, από το σχέδιο που έχει επιλεχθεί, τα τετραγωνικά μέτρα που θα καλύψει και τον εξοπλισμό του. Και τέλος, το κόστος των προκατασκευασμένων κατασκευών είναι αρκετά χαμηλότερο σε σχέση με εκείνο των χτιστών και είναι προκαθορισμένο από την αρχή.

Γ.8. ΚΟΣΤΟΣ

Το κόστος είναι **ανάλογο** της επιλογής του **σχεδίου** και του **τύπου** της προκατασκευασμένης κατασκευής. Γενικά, είναι **χαμηλότερο κατά 20% έναντι** της **συμβατικής κατασκευής** και ένας κανόνας στη συγκεκριμένη αγορά είναι ότι όσο λιγότερα είναι τα τετραγωνικά, τόσο ανεβαίνει το κόστος, γεγονός που ενθαρρύνει περισσότερο την αγορά κατασκευών μεγαλύτερων των 70 m² όταν πρόκειται για κατοικίες.

Μια ενδεικτική μέση τιμή είναι τα **650 - 690 ευρώ ανά m²** (στην τιμή αυτή δεν περιλαμβάνονται η εκσκαφή, η πλατφόρμα και η οικοδομική άδεια ενώ υπάρχει 50% έκπτωση στα ένησημα του ΙΚΑ). Σε αντίστοιχη κατασκευή με συμπεριλαμβανομένη την οικοδομική άδεια, το ΙΚΑ και το ΦΠΑ, το κόστος ανέρχεται στα **1000 - 1200 ευρώ ανά m²**.

Η **ταχύτητα κατασκευής** κυμαίνεται από **τρεις έως οκτώ μήνες** και είναι απαραίτητη η έκδοση οικοδομικής άδειας. Οι προκατασκευασμένες κατασκευές από μπετόν, δανειοδοτούνται με στεγαστικά δάνεια από τις τράπεζες και τους οργανισμούς του δημοσίου.

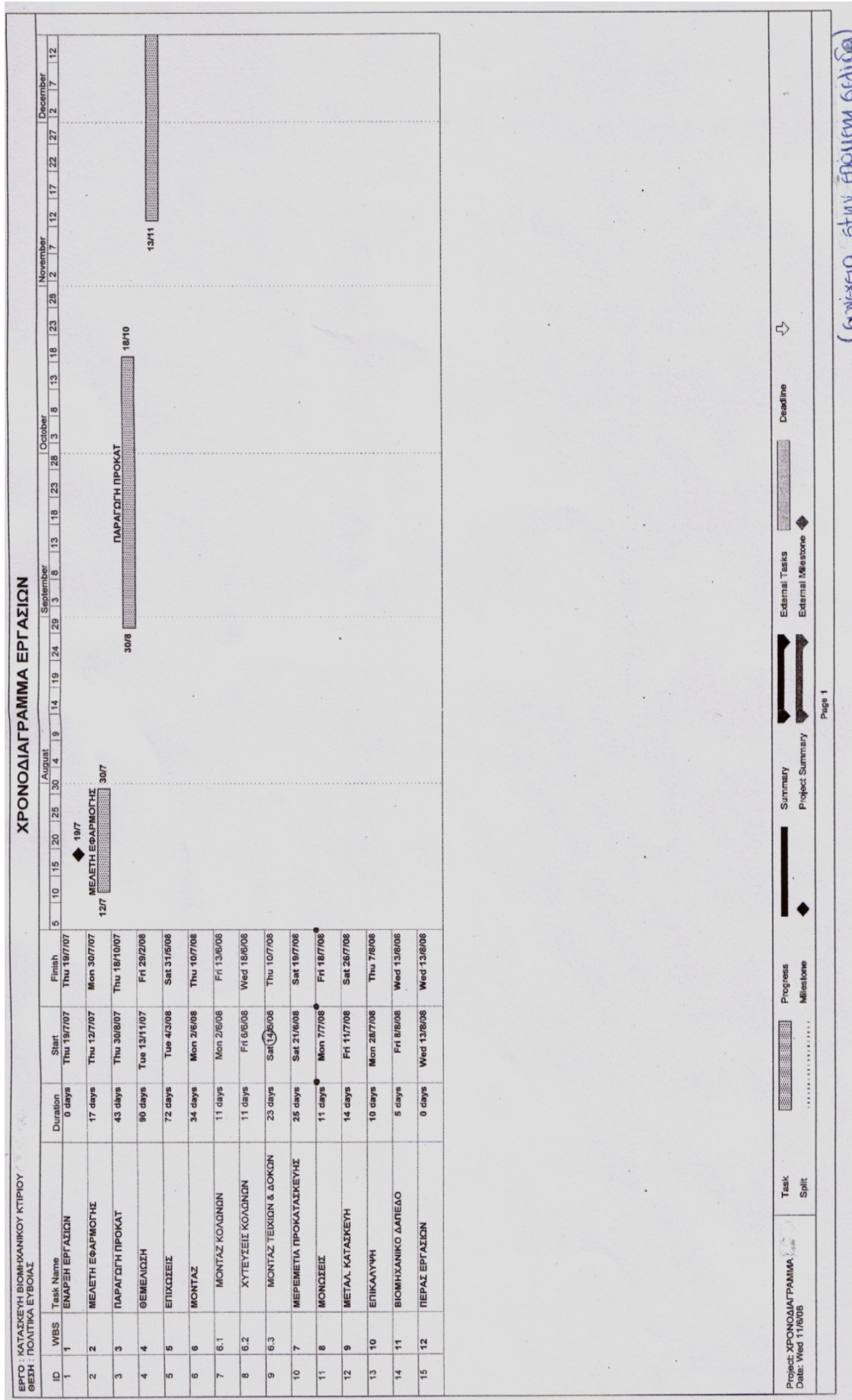
Γ.9. ΕΝ ΚΑΤΑΚΛΕΙΔΙ...

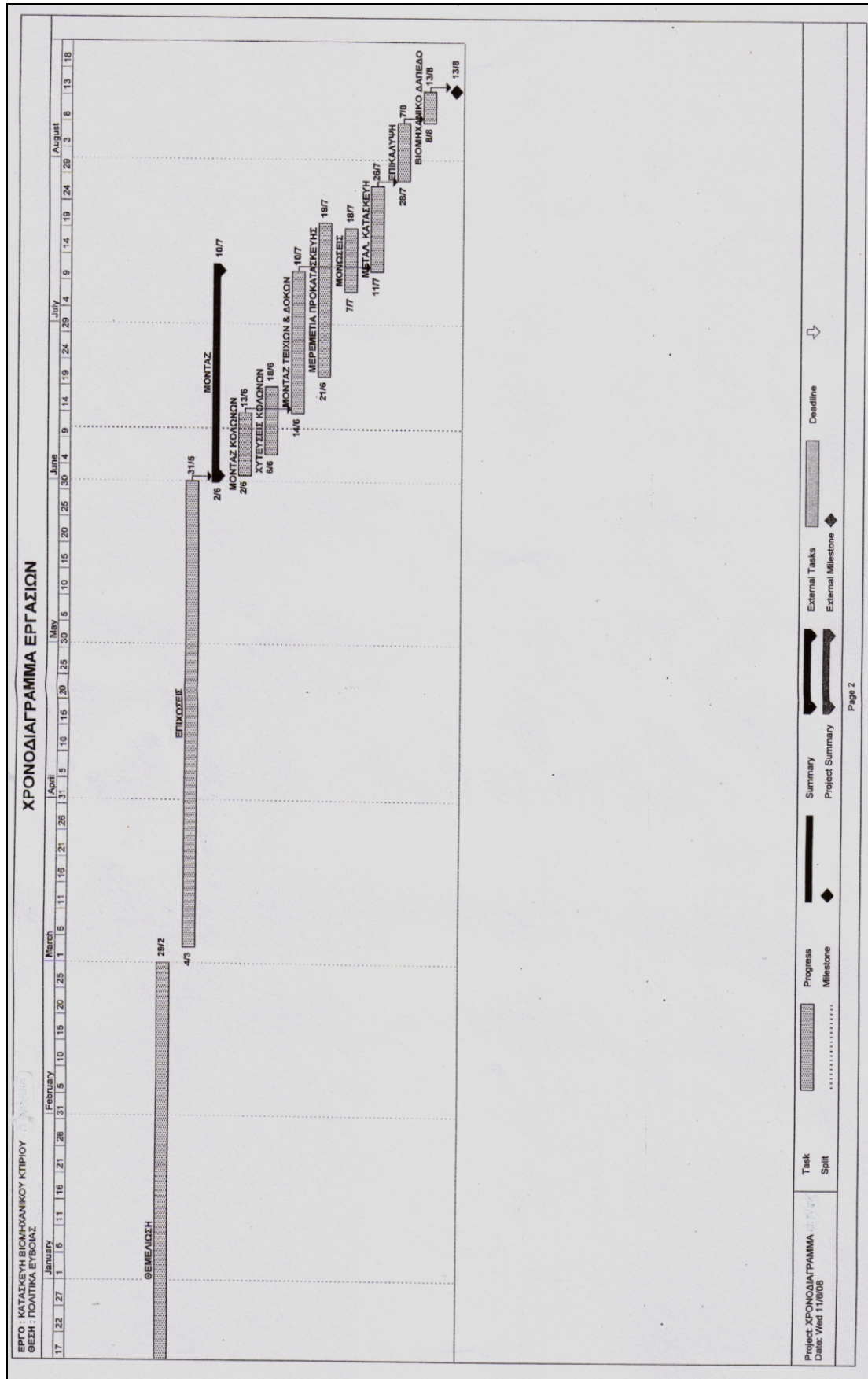
Οι σύγχρονες κατασκευές προκάτ δεν έχουν καμία σχέση με το παρελθόν, καθώς πρόκειται για βαριές εργοστασιακές προκατασκευές από μπετόν με υψηλή αντοχή.

Η **υψηλή ποιότητα** έχει επιφέρει αλματώδη αύξηση στη ζήτηση, η οποία πλέον δεν επικεντρώνεται στις κατοικίες (εξοχικές και μόνιμες), αλλά και στα βιομηχανικά κτίρια.

Η **ταχύτητα παράδοσης**, η **απαλλαγή από το άγχος** της **κατασκευής**, η **ελεγχόμενη ποιότητα** κατασκευής και το **προκαθορισμένο**, από την αρχή, **κόστος** είναι μερικά από τα βασικά πλεονεκτήματα των κατασκευών αυτών.

Ακολουθεί, ενδεικτικά, παράθεση σχεδίων (αρχιτεκτονικά, στατικά, λεπτομέρειες) και χρονοδιαγράμματος βιομηχανικού κτιρίου το οποίο βρίσκεται στην περιοχή της Χαλκίδας.





II. ΕΚΔΟΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ ΑΔΕΙΑΣ - ΜΕΛΕΤΕΣ

Η οικοδομική άδεια κτιρίου θεωρείται ότι περιλαμβάνει τη διαμόρφωση του εδάφους, τις αναγκαίες εκσκαφές για τη θεμελίωση του κτιρίου, καθώς και την κατασκευή περιφραγμάτων, βόθρων και υπόγειων δεξαμενών ύδατος.

Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία για να εκδοθεί η οικοδομική άδεια μιας προκατασκευασμένης κατασκευής συμπίπτει με όσα ισχύουν και για τις συμβατικές. Αρμόδια για τη χορήγηση άδειας οικοδομής είναι η Πολεοδομική Υπηρεσία στην οποία υπάγεται το ακίνητο. Εκεί κατατίθενται τα δικαιολογητικά, οι εγκρίσεις, τα σχέδια και οι μελέτες που απαιτούνται. Τα δικαιολογητικά αυτά συνοψίζονται στα εξής:

- Αίτηση στην οποία είναι ενσωματωμένα σε ενιαίο τεύχος έντυπα με τις δηλώσεις - αναθέσεις ανάληψης, φύλλο ελέγχου.
- Ειδικό έντυπο προϋπολογισμού.
- Τοπογραφικό διάγραμμα και διάγραμμα κάλυψης.
- Αρχιτεκτονική μελέτη.
- Στατική μελέτη και διάφορες άλλες εγκρίσεις ανάλογα με τη χρήση, την επιφάνεια και την περιοχή.
- Μελέτη μαθηματικής πυροπροστασίας.
- Αποδεικτικό κατάθεσης της αμοιβής του μελετητή μηχανικού.
- Αιτιολογημένη έκθεση του μελετητή μηχανικού.
- Μελέτη θερμομόνωσης.
- Μελέτες υδραυλικών εγκαταστάσεων και αποχετεύσεων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, ενεργητικής πυροπροστασίας, αερίων καυσίμων, όπου απαιτούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς.
- Τίτλος ιδιοκτησίας και πρόσφατο πιστοποιητικό ιδιοκτησίας για κάθε οικόπεδο - γήπεδο, άρτιο κατά παρέκκλιση ή εκτός σχεδίου.
- Συμβολαιογραφική δήλωση γκαράζ ή αποδεικτικό καταβολής της απαιτούμενης εισφοράς.

Ο μέσος χρόνος διεκπεραίωσης της όλης διαδικασίας είναι δύο μήνες, ενώ το κόστος ποικίλλει σε κάθε περίπτωση, ανάλογα με την επιφάνεια, τη χρήση και την περιοχή.

Για κάθε έργο απαιτείται και μια σειρά μελετών σε δύο αντίγραφα, ως εξής:

- Στατική μελέτη.
- Μελέτη θερμομόνωσης.
- Εδαφοτεχνική έρευνα, όπου χρειάζεται.
- Μελέτη παθητικής πυροπροστασίας, η οποία μπορεί να είναι ενσωματωμένη στην αρχιτεκτονική μελέτη.

- Μελέτες ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, υδραυλικών εγκαταστάσεων και αποχετεύσεων.
- Όταν απαιτείται μελέτη αερίου καυσίμου, εγκεκριμένη από την ΕΠΑ ή τη ΔΕΠΑ και μελέτη υγραερίου.
- Εγκεκριμένη μελέτη ενεργητικής πυροπροστασίας από την αρμόδια Πυροσβεστική Υπηρεσία.
- Συμβολαιογραφική δήλωση των χώρων στάθμευσης που απαιτούνται για το έργο και μεταγραφή της ή αποδεικτικό καταβολής της απαιτούμενης εισφοράς.
- Υπεύθυνη δήλωση του Ν. 1599/86 του/των μηχανικών που εκπόνησαν τις μελέτες σύμφωνα με την παρ. 6 του άρθρου 2 του Ν. 3212/2003.

Όσον αφορά τη μόνιμη σύνδεση του κτίσματος με τα δίκτυα ηλεκτροδότησης και υδροδότησης, αυτή χορηγείται από τη Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωροταξίας και τα έγγραφα που χρειάζονται είναι:

- Αίτηση (χορηγείται από την Υπηρεσία).
- Ακριβές φωτοαντίγραφο της οικοδομικής άδειας εις διπλούν.
- Υπεύθυνες δηλώσεις του Ν. 1599/86 των επιβλεπόντων μηχανικών ότι το σπίτι κατασκευάστηκε σύμφωνα με όσα προβλέπονται στην αντίστοιχη μελέτη.
- Παραστατικά αμοιβής επίβλεψης και κρατήσεων που έγιναν για την άδεια οικοδομής.
- Τεχνική έκθεση μηχανικού.
- Υπεύθυνη δήλωση του ιδιοκτήτη στην οποία θα δηλώνεται ότι το σπίτι κατασκευάστηκε σύμφωνα με όσα προβλέπονται από τα αντίστοιχα σχέδια.
- Δήλωση υδραυλικού όπου θα δηλώνεται ότι η υδραυλική εγκατάσταση έγινε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην αντίστοιχη μελέτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Eckhard Ignatowitz, Βούλγαρης Μ. (1995). Μεταλλικές κατασκευές. Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, Αθήνα 1995. Βιβλιοθήκη ΑΤΕΙ Πατρών.
- Γιαννόπουλος Χρ. Ανδρέας (2005). Μεταλλικές κατασκευές. Εκδόσεις Ίων, Αθήνα 2005. Βιβλιοθήκη ΑΤΕΙ Πατρών.
- Μαλασπίνας Δ., Lewitzki Wilfried, Γκιούρδας (1993). Κατοικίες από ξύλο: η οικονομική εναλλακτική λύση. Εκδόσεις Γκιούρδας, Αθήνα 1993. Βιβλιοθήκη ΑΤΕΙ Πατρών.
- Γαντέ Δέσποινα, Sobon Jack, Schroeder Roger, Γκιούρδας (1995). Η τέχνη της ξύλινης κατασκευής: ιστορία και εξέλιξη της κατασκευαστικής τεχνικής ξύλινων πλαισίων. Εκδόσεις Γκιούρδας, Αθήνα 1993. Βιβλιοθήκη ΑΤΕΙ Πατρών.
- Νικηφορίδης Άγγελος (2001). Προσδιορισμός της βέλτιστης ακολουθίας παραγωγής στην βιομηχανική δομική προκατασκευή. Διδακτορική διατριβή, Αθήνα 2001. Βιβλιοθήκη ΤΕΕ Αθηνών.
- Πρακτικά συνεδρίου με θέμα: Η εφαρμογή της προκατασκευής στα βιομηχανικά κτίρια (2001). Βιβλιοθήκη ΤΕΕ Αθηνών.
- Heinrich Schmitt, Andreas Heene (1994). Κτιριακές κατασκευές. Εκδόσεις Γκιούρδας, Αθήνα 1994. Προσωπική βιβλιοθήκη.
- Καλογεράς Ν., Κιρπότην Χ., Μακρής Γ., κ.ά. (1999). Θέματα οικοδομικής. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1999. Προσωπική βιβλιοθήκη.

Άλλες πηγές

- Περιοδικό: Προκάτ-οικία. Τεύχος Νοεμβρίου 2007
- Περιοδικό: Μέταλλον. Τεύχος 4, Σεπτέμβριος-Οκτώβριος-Νοέμβριος 2007
- Περιοδικό: Κτίριο. Τεύχη 71, 80, 94, 156
- Ενημερωτικός τεχνικός οδηγός κατασκευών με τσιμεντοσανίδες. Εταιρεία KNAUF

Δικτυογραφία

- Ιστοσελίδα: www.asprokat.gr
- Ιστοσελίδα: www.betanet.gr
- Ιστοσελίδα: www.metallokat.com
- Ιστοσελίδα: www.lapp-pine.com
- Ιστοσελίδα: www.steelframebuildings.gr
- Ιστοσελίδα: www.aristotehnimata.gr
- Ιστοσελίδα: www.selinas.gr
- Ιστοσελίδα: www.interhaus.gr
- Ιστοσελίδα: www.bauerhaus.gr
- Ιστοσελίδα: www.firesecurity.gr
- Ιστοσελίδα: www.bimeco.gr

ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΙΑ**Εικόνα****Πηγή**

Εικόνα 1	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 2	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 3	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 4	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 5	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 6	Δικτυακός τόπος: bayerhaus.gr
Εικόνα 7	Δικτυακός τόπος: bayerhaus.gr
Εικόνα 8	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 9	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 10	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 11	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 12	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 13	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 14	Δικτυακός τόπος: bayerhaus.gr
Εικόνα 15	Βιβλίο: Θέματα οικοδομικής
Εικόνα 16	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 17	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 18	Βιβλίο: Κατοικίες από ξύλο: η οικονομική εναλλακτική λύση
Εικόνα 19	Βιβλίο: Κατοικίες από ξύλο: η οικονομική εναλλακτική λύση
Εικόνα 20	Βιβλίο: Κατοικίες από ξύλο: η οικονομική εναλλακτική λύση
Εικόνα 21	Βιβλίο: Κατοικίες από ξύλο: η οικονομική εναλλακτική λύση
Εικόνα 22	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 23	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 24	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 25	Δικτυακός τόπος: aristotexnimata.gr
Εικόνα 26	Βιβλίο: Κατοικίες από ξύλο: η οικονομική εναλλακτική λύση
Εικόνα 27	Βιβλίο: Κατοικίες από ξύλο: η οικονομική εναλλακτική λύση
Εικόνα 28	Βιβλίο: Κατοικίες από ξύλο: η οικονομική εναλλακτική λύση
Εικόνα 29	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 30	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 31	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 32	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 33	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 34	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 35	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 36	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 37	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 38	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 39	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 40	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 41	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 42	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 43	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 44	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 45	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 46	Περιοδικό: Προκάτ-οικία, Τεύχος 11/2007
Εικόνα 47	Βιβλίο: Αντοχή των υλικών
Εικόνα 48	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 49	Δικτυακός τόπος: metallokat.com

Εικόνα 50	Βιβλίο: Θέματα οικοδομικής
Εικόνα 51	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 52	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 53	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 54	Βιβλίο: Κτιριακές κατασκευές
Εικόνα 55	Βιβλίο: Κτιριακές κατασκευές
Εικόνα 56	Βιβλίο: Κτιριακές κατασκευές
Εικόνα 57	Βιβλίο: Κτιριακές κατασκευές
Εικόνα 58	Βιβλίο: Κτιριακές κατασκευές
Εικόνα 59	Βιβλίο: Θέματα οικοδομικής
Εικόνα 60	Βιβλίο: Θέματα οικοδομικής
Εικόνα 61	Βιβλίο: Θέματα οικοδομικής
Εικόνα 62	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 63	Περιοδικό: Μέταλλον, Τεύχος 4
Εικόνα 64	Περιοδικό: Μέταλλον, Τεύχος 4
Εικόνα 65	Δικτυακός τόπος: wikipedia.org
Εικόνα 66	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 67	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 68	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 69	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 70	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 71	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 72	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 73	Ενημερωτικός τεχνικός οδηγός εταιρείας KNAUF
Εικόνα 74	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 75	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 76	Ενημερωτικός τεχνικός οδηγός εταιρείας KNAUF
Εικόνα 77	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 78	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 79	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 80	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 81	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 82	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 83	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 84	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 85	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 86	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 87	Προσωπικό αρχείο Χρυσάφη Θωμά
Εικόνα 88	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 89	Δικτυακός τόπος: bimeco.gr
Εικόνα 90	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 91	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 92	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 93	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 94	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 95	Δικτυακός τόπος: metallokat.com
Εικόνα 96	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 97	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 98	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 99	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 100	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 101	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 102	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 103	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου

Εικόνα 104	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 105	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 106	Δικτυακός τόπος: betanet.gr
Εικόνα 107	Δικτυακός τόπος: betanet.gr
Εικόνα 108	Δικτυακός τόπος: betanet.gr
Εικόνα 109	Δικτυακός τόπος: betanet.gr
Εικόνα 110	Δικτυακός τόπος: betanet.gr
Εικόνα 111	Δικτυακός τόπος: betanet.gr
Εικόνα 112	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 113	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 114	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 115	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 116	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 117	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 118	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 119	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 120	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 121	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 122	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 123	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 124	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 125	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 126	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 127	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 128	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 129	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 130	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 131	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου
Εικόνα 132	Δικτυακός τόπος: betanet.gr
Εικόνα 133	Προσωπικό αρχείο Σενή Ευάγγελου Πρακτικά συνεδρίου: Η εφαρμογή της προκατασκευής στα βιομηχανικά κτίρια
Εικόνα 134	Πρακτικά συνεδρίου: Η εφαρμογή της προκατασκευής στα βιομηχανικά κτίρια
Εικόνα 135	Πρακτικά συνεδρίου: Η εφαρμογή της προκατασκευής στα βιομηχανικά κτίρια
Εικόνα 136	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 137	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 138	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 139	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 140	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 141	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 142	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 143	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 144	Δικτυακός τόπος: selynas.gr
Εικόνα 145	Δικτυακός τόπος: betanet.gr

