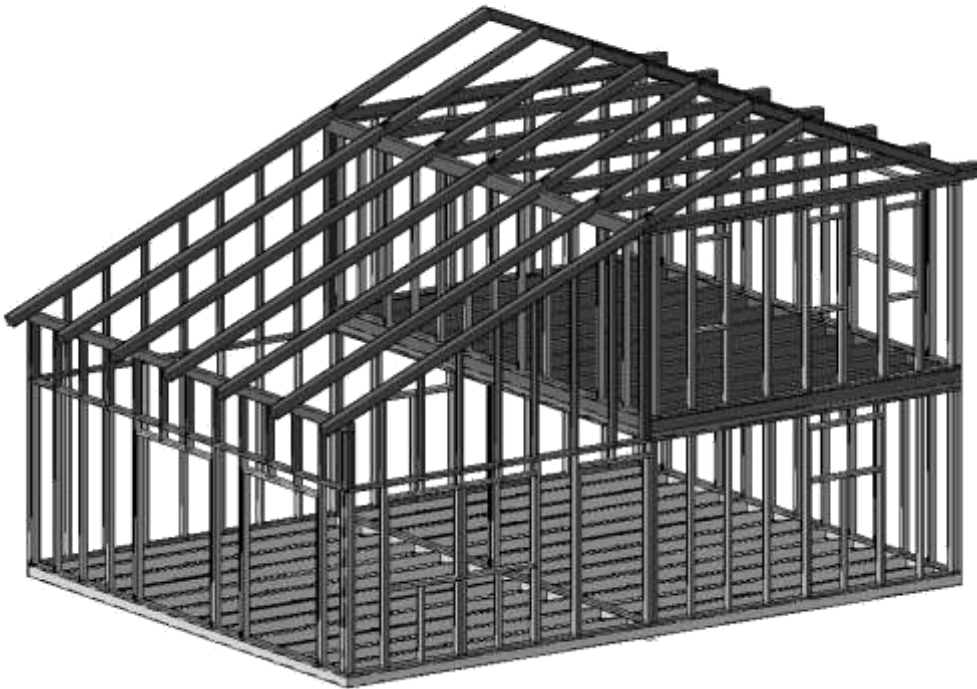


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ- ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ



σπουδαστές:

**ΑΛΕΞΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ -ΑΜ 35690**

**ΚΑΡΑΜΠΕΛΑΣ ΗΛΙΑΣ -ΑΜ 36037**

Επιβλέπων καθηγητής:

**ΠΑΠΑΣΤΑΜΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ**

Ημερομηνία παράδοσης: **ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2011**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	5
<b>κεφάλαιο 1ο -1. Δομή του ξύλου</b> .....	6
1.1 Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα του ξύλου.....	8
1.2 Παθολογία και προστασία του ξύλου από συγκεκριμένους παράγοντες.....	9
1.3 Εμποτισμός του ξύλου.....	15
<b>Κεφάλαιο 2ο- 2. Μηχανική του ξύλου</b> .....	17
2.1 Μηχανικές ιδιότητες του ξύλου.....	17
2.1.1 Αντοχή σε θλίψη.....	17
2.1.2 Αντοχή σε εφελκυσμό.....	18
2.1.3 Αντοχή σε κάμψη.....	19
2.1.4 Αντοχή σε διάτμηση.....	20
2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου.....	21
2.2.1 Υγρασία του ξύλου.....	21
2.2.2 Πυκνότητα.....	23
2.2.3 Θερμοκρασιακές μεταβολές.....	25
<b>Κεφάλαιο 3ο- 3. Είδη ξυλείας</b> .....	26
3.1 Μορφές ξύλου στην δόμηση.....	27
3.1.1 Αντικολλητά ξύλα.....	28
3.1.2 Πηχοσανίδες.....	29
3.1.3 Μοριοσανίδες.....	29
3.1.4 Ινοσανίδες.....	29
3.1.5 Σύνθετο ξύλο.....	29
<b>Κεφάλαιο 4ο- 4. Μοντέλα και μεθοδολογία σχεδιασμού ξύλινων κατασκευών</b> .....	31
4.1 Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών με σκελετό τύπου Truss Framed System (TFS).....	31
4.2 Σύγχρονη διώροφη κατοικία από ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και πάνελς.....	32
4.3 Προκατασκευασμένα σπίτια με πτυσόμενα πλαίσια τεχνολογία(foldex).....	35
4.4 Ξυλινες κατασκευές με πυκνο και ελαφρυ σκελετο (Timber frame).....	36
4.5 Συστημα κλωβου (balloon frame).....	37
4.6 Σύστημα δοκου επι στυλων.....	38
4.7 Κορμόσπιτα.....	39
<b>Κεφάλαιο 5ο- 5. Θεμελιώσεις και Ακαμψία ξύλινων κατασκευών</b> .....	42
5.1 Θεμελίωση με πυκνό και ελαφρύ σκελετό.....	42
5.2 Θεμελίωση με ξύλινους κατακόρυφους στύλους.....	45
5.3 Ακαμψία ξύλινης κατασκευής.....	47

<b>Κεφάλαιο 6ο- 6. Στέγες</b> .....	49
6.1 Διαμόρφωση επιπέδων στέγης.....	49
6.2 Βασικά στοιχεία μιας στέγης.....	51
6.3 Χάραξη στέγης.....	52
6.4 Ζευκτά.....	53
6.4.1 Επιμέρους στοιχεία όπου αποτελούνται τα ζευκτά.....	53
6.4.2 Συνδέσεις ζευκτών.....	54
6.5 Επικάλυψη στέγης.....	54
<b>Κεφάλαιο 7ο-7. Συνδέσεις ξύλινων κατασκευών</b> .....	57
7.1 Γενικά.....	58
7.2 Τύποι Συνδέσεων .....	59
7.2.1 Ένωση με επικάλυψη.....	60
7.2.2 Ένωση με μόρα .....	60
7.2.3 Τετραγωνικό μορσο.....	62
7.2.4 Ένωση τύπου χελιδονοουράς.....	63
7.3 Μεταλλικοί σύνδεσμοι.....	65
7.3.1 Καρφιά.....	67
7.3.2 Βίδες.....	67
7.3.3 Μεταλλικές προσαρμογές.....	67
7.3.4 Μπουλόνια και πείροι.....	67
7.3.5 Μεταλλικά περιβλήματα .....	68
7.3.6 Ειδικά καρφιά για το σύνθετο ξύλο.....	68
7.3.7 Καρφοελασματα.....	68
7.3.8 Κόλλες.....	69
<b>Κεφάλαιο 8<sup>ο</sup>- 8. Μοντέο κατασκευής με πυκνό και ελαφρύ σκελετό (timber frame)</b> .....	70
8.1 Γενικά.....	70
8.2 Σύστημα πλατφόρμας.....	70
8.3 Υλικά κατασκευής.....	71
8.3.1 Καναδική αντεπικολλητή ξυλεία για εξωτερική χρήση.....	72
8.3.2 Κατηγορίες plywood.....	73
8.3.3 Μεγεθη plywood.....	73
8.4 Κατασκευή και συναρμολόγηση.....	74
8.4.1 Εροστασασιακή κατασκευή.....	74
8.4.2 Κατασκευή στο εργοτάξιο.....	74
8.5 Συνδέσεις.....	75
8.6 Θεμέλια.....	75
8.6.1 Στρωτήρες πάνω στην επιφάνεια θεμελίωσης.....	79
8.7 Σκελετός πατωματων.....	79
8.7.1 Επικάλυψη πατωματων.....	79
8.7.2 Ελαχιστα πάχη plywood για πατωματα.....	79

8.8 Σκελετός εξωτερικών τοίχων.....	80
8.8.1 Διαστάσεις και συχνότητα ορθοστατών.....	81
8.8.2 Επενδύσεις τοίχων .....	83
8.9 Σκελετός στέγης και οροφής.....	85
8.9.1 Επικάλυψη στέγης .....	87
8.10 Δομικά και αντισεισμικά χαρακτηριστικά της ξύλινης κατασκευής.....	88
8.11 Στοιχεία συμπεριφοράς των κατασκευών με διαφράγματα σε προηγούμενους σεισμούς.....	89
8.12 Συγχρονη ξύλινη αντισεισμική κατασκευή.....	90
8.12.1 Σεισμικές βλάβες ξύλινων κατασκευών.....	92
8.13 Φράγματα υγρασίας και υδρατμών.....	94
8.14 Κατασκευές τελιώματος εξωτερικών τοίχων.....	98
8.14.1 Σοβάς.....	98
8.14.2 Επένδυση με ξύλο.....	98
8.14.3 Επένδυση με τούβλο.....	98
8.14.4 Εσωτερικά τελιώματα.....	99
8.14.5 Δάπεδα.....	99
8.15 Αντίσταση στην φωτιά.....	101
8.15.1 Τοίχοι με ξυλινούς ορθοστάτες.....	101
<b>Κεφάλαιο 9<sup>ο</sup>- Πρακτικό μοντέλο σχεδιασμού timber frame.....</b>	<b>102</b>
9.1 Μεθοδολογία πρακτικού μοντέλου tiber frame.....	103
9.2 Συνδέσεις στοιχείων του κατασκευαστικού μοντέλου timbe frame.....	109
9.3 Ελεγχός σε κάμψη δοκών πατωμάτων και αμοιβόντων στέγης.....	113
Συμπεράσματα.....	120
Βιβλιογραφία.....	122
Διαδίκτυο.....	123
Περίληψη πτυχιακής εργασίας .....	125

Από τα βάθη των αιώνων το ξύλο χρησιμοποιήθηκε ως δομική πρώτη ύλη για διάφορες κατασκευές, για το λόγο ότι δεν απαιτείται ιδιαίτερη επεξεργασία, μια που η φύση το προσφέρει έτοιμο ή σχεδόν έτοιμο για χρήση και συγχρόνως φροντίζει από μόνη της να ανανεώνει την πρώτη ύλη. Χρησιμοποιήθηκε όμως και χρησιμοποιείται και ως βιομηχανικό προϊόν ανάλογα με την τεχνολογική πρόοδο κάθε εποχής.

Αρχικά, θα λέγαμε ότι το ξύλο είναι ένα άρτιο δομικό υλικό γιατί έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως ότι είναι μονωτικό υλικό, κατεργάζεται εύκολα, έχει υψηλές μηχανικές αντοχές και ελαστικότητα, είναι φθηνό, έχει μεγάλη ανθεκτικότητα σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες υποβάθμισης και έχει αισθητική υπεροχή.

Ως δομικό υλικό, μόνο ξένο δεν αποτελεί για τον κατασκευαστικό τομέα της χώρας μας. Ήδη από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα και συγκεκριμένα στη Λέσβο παρουσιάζεται ένας τύπος αρχιτεκτονικής κατασκευής από ξύλο, το λεγόμενο “μπαγδατί<sup>1</sup>”. Το μπαγδατί είναι μια τεχνική κατασκευής των τοίχων των παλιών σπιτιών από ξύλο η οποία διαδόθηκε από τη Λέσβο μέχρι την Θεσσαλία και από την Ξανθή μέχρι την Πελοπόννησο. Το γεγονός αυτό μας αποδεικνύει ότι στην χώρα μας πολλές δεκαετίες πριν, πέρα από τον παραδοσιακό του χαρακτήρα (κουφώματα, στέγες, πατώματα), το ξύλο χρησιμοποιούταν εξ ολοκλήρου και ως κατασκευαστικό μέσο σε μια κατοικία (φέρων οργανισμός).

Στην σύγχρονη Ελλάδα το κυρίαρχο υλικό κατασκευής είναι το σκυρόδεμα για πολλούς και διάφορους λόγους τους οποίους δεν θα αναλύσουμε εδώ. Παρόλο που είναι διαθέσιμα και άλλα, ανταγωνιστικά υλικά (σκυρόδεμα, τσιμέντο, χάλυβας, αλουμίνιο, πλαστικό) θεωρούμε ότι το ξύλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή εξοχικών κατοικιών, κατασκευών μικρής κλίμακας (2όροφα κτίρια) και μικρών τουριστικών μονάδων πάντα μέσα σε ένα πλαίσιο κανονισμών για τις δομικές ξύλινες κατασκευές. Αυτό θα το αναλύσουμε θεωρητικά και πρακτικά παρακάτω.

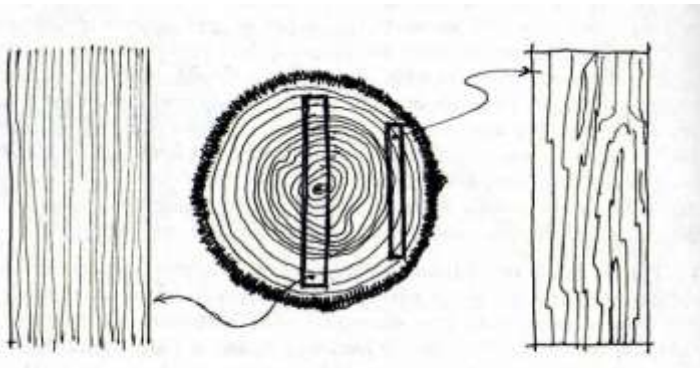
Ο τίτλος της πτυχιακής μας εργασίας αναφέρεται στις κτιριακές ξύλινες κατασκευές. Αυτό σημαίνει ότι θα ασχοληθούμε σε πρώτη φάση με ένα γενικό θεωρητικό κομμάτι που θα αφορά τις κατασκευές από ξύλο αλλά και το ξύλο ως κατασκευαστικό υλικό και έπειτα θα περάσουμε στο πρακτικό κομμάτι της εργασίας μας που θα αφορά την μεθοδολογία σχεδιασμού μιας ξύλινης κατασκευής καθώς και τις κατασκευαστικές τεχνικές της. Το πρακτικό στάδιο λοιπόν θα περιλαμβάνει την αποτύπωση της θεωρίας στην πράξη. Και όταν μιλάμε για πράξη εννοούμε τον αρχιτεκτονικό και οικοδομικό σχεδιασμό μιας ξύλινης κατασκευής με πυκνό και ελαφρύ σκελετό.(timber frame)

Εν κατακλείδι, θεωρούμε ότι το ξύλο ως δομικό υλικό είναι συμβατό με την παράδοση μας αλλά και εκτός αυτού συνιστά μια εναλλακτική μορφή δόμησης (μπροστά στην αλόγιστη χρήση σκυροδέματος). Συνεπώς, με την σωστή χρήση του ξύλου, η οποία στηρίζεται στην απαραίτητη τεχνογνωσία των φυσικών και μηχανικών του ιδιοτήτων αλλά και των χαρακτηριστικών του, μπορούμε να δημιουργήσουμε λειτουργικές, οικονομικές, γρήγορες και πάνω από όλα αντισεισμικές κατασκευές .

<sup>1</sup> Τεχνική κατασκευής των τοίχων των παλιών σπιτιών από ξύλο. Οι τοίχοι αυτοί αποτελούνταν από ξύλινο σκελετό με οριζόντιες πηχείς ή καλάμια, που είτε σοβαντίζονται και από τις δύο μεριές με ασβεστοκονίαμα είτε παραμένουν χωρίς επίχρισμα στην εξωτερική τους πλευρά, αλλά με επένδυση από οριζόντιες ξύλινες σανίδες

## 1. Δομή του ξύλου

Το ξύλο αποτελείται από σειρές σωληνωτών κύτταρων ή ινών ή ινωδών κυττάρων ή κυτταρικών στοιχείων συνενωμένων μεταξύ τους κατά την εξωτερική επιφάνεια με λιγνίνη, μια κολλώδη ουσία. Τα κύτταρα (ή ίνες) του πρώιμου ξύλου είναι συνήθως ευρύτερα ότι μεταφέρουν πιο πολλά υγρά την άνοιξη για τα φύλλα και τους νέους βλαστούς. Τα κύτταρα (ή ίνες) του όψιμου ξύλου έχουν πιο παχιά τοιχώματα και είναι πιο πυκνά και ισχυρά. Οι περισσότερες ίνες είναι προσανατολισμένες προς τον κατά μήκος άξονα του κορμού ή του κλαδιού του δέντρου και τους προσδίδουν την μηχανική αντοχή τους.  
Πηγή: Θέματα Οικοδομικής



**Σχ. 1** Διαφορετική σχεδίαση των «νερών» ξύλινων στοιχείων ανάλογα με την ακτινική ή εφαπτομενική αποκοπή τους από τον κορμό

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

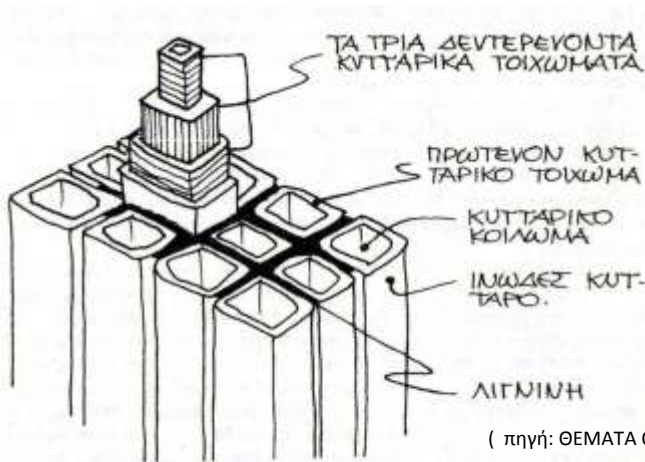
Στα κωνοφόρα δέντρα, το τυπικό κύτταρο έχει από 3-5 χιλιοστά μήκος και 0,04 χιλιοστά πλάτος. Στα πλατύφυλλα δέντρα το πάχος του κυττάρου κυμαίνεται στο 1 χιλιοστό ενώ υπάρχουν δύο ειδών κυτταρικά στοιχεία. Τα πρώτα είναι μεγαλύτερα και πιο τονισμένα, μεταφέρουν τον χυμό και ονομάζονται «Αγγεία». Τα δεύτερα κυτταρικά στοιχεία ονομάζονται «Ακτινικά» τα οποία διασχίζουν εγκάρσια το δέντρο κατά την διεύθυνση της ακτίνας. Και τα πλατύφυλλα και τα κωνοφόρα αποθηκεύουν και μεταφέρουν χυμό, όπως συμβαίνει στα πρώτα.

Αυτό που παρατηρούμε μεγεθύνοντας ένα κυτταρικό στοιχείο είναι ότι έχει δύο βασικές ζώνες: α) ένα λεπτό τοίχωμα που σχηματίζεται πρώτο και ακολουθεί β) ένα δεύτερο τοίχωμα, τριών στρώσεων, που εξασφαλίζει το μεγαλύτερο μέρος της αντοχής. Τα κύρια στοιχεία συνενώνονται μεταξύ τους με μια συγκολλητική ύλη, τη «λιγνίνη».

Ο σκελετός των τοιχωμάτων των κυτταρικών στοιχείων αποτελείται από πολύ λεπτές ίνες σε μορφή σπάγκου. Με τη σειρά τους οι ίνες είναι συντεθειμένες από εκατομμύρια μόρια κυτταρίνης τα οποία είναι παράλληλα και πολύ σφιχτά ενωμένα. Οι μικροίνες αυτές είναι συνενωμένες μεταξύ τους σε τοίχωμα του κυτταρικού στοιχείου σε ημικυτταρίνη και λιγνίνη με μια κατασκευή από fibreglass.

Στο δεύτερο κυτταρικό τοίχωμα οι τρεις στρώσεις που το αποτελούν προσδιορίζονται με βάση τον προσανατολισμό των μικροινών τους. Η μεσαία στρώση, που είναι και η πιο παχιά, έχει τις μικροίνες σχεδόν παράλληλα διατεταγμένες με τον κύριο άξονα του κυτταρικού στοιχείου, εξασφαλίζοντας έτσι

την απαιτούμενη αντοχή κατά την διεύθυνση του μήκους. Οι λεπτότερες στρώσεις, που περιβάλλουν τη μεσαία έχουν διάταξη ινών σχεδόν κάθετη στον κύριο άξονα. (σχ.6)

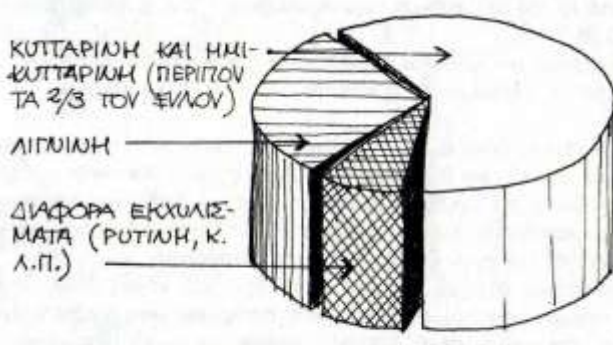


Σχ.2 Κυτταρική δομή του ξύλου

Επομένως, η σύνθεση κάθε κυτταρικού στοιχείου (ινώδες κύτταρο) είναι μια ολοκληρωμένη δομική οντότητα που λειτουργεί σαν σωληνοειδές «υποστύλωμα» με πλευρική ενίσχυση που εξασφαλίζεται από την συνεργασία με τα διπλανά κυτταρικά στοιχεία. Το κάθε κυτταρικό στοιχείο έχει σημαντικά αυξημένη ακαμψία παράλληλα προς τον κύριο άξονα του, παρά κάθετα σε αυτόν.

Τα μόρια του ξύλου υπολογίζεται ότι αντέχουν έως τα 7000 Newton's για κάθε τετραγωνικό χιλιοστό, οι μικροίνες του περίπου 480 Newton's και τα κυτταρικά στοιχεία περίπου 140 Newton's για κάθε τετραγωνικό χιλιοστό. Οι επιτρεπόμενες τάσεις προκύπτουν μέσα από πειραματικά δεδομένα δοκιμών πάνω σε κοντά, καθαρά, κομμάτια ξύλου, όπου οι ίνες τους είναι παράλληλες (ΙΣΟΒΕΝΑ). Οι τελικές τάσεις υπερβαίνουν, σε μερικές περιπτώσεις, τα 70 Newton για κάθε τετραγωνικό χιλιοστό και βρίσκονται παράλληλα στις ίνες. Προκειμένου για να καλυφθούν οι αδυναμίες που προκύπτουν από τις επιδράσεις των ρόζων, των παρεκκλίσεων των ινών, των σκασιμάτων και των αποκολλήσεων και για να εξασφαλισθούν οι επαρκείς συντελεστές ασφαλείας, οι τιμές αυτές τροποποιούνται. Οι επιτρεπόμενες τάσεις είναι συνήθως μικρότερες από το 20% των ανωτάτων τελικών τιμών.

Επίσης οι επιτρεπόμενες τάσεις μπορεί να αυξάνονται και να μειώνονται σε ορισμένες περιπτώσεις, πάντοτε βάση των κανονισμών, υπολογίζοντας όμως την κατανομή των φορτίων, τη διάρκεια των φορτίσεων, τις συνθήκες λειτουργίας, το στατικό άνοιγμα και την αντιτυρική επεξεργασία. Η χημική σύνθεση της συμπαγούς ύλης του ξύλου αποτελείται από περίπου δυο τρίτα κυτταρίνη και ημικυτταρίνη. Το υπόλοιπο είναι λιγνίνη και διάφορα εκχυλίσματα. Τα πιο πολλά ξύλα περιέχουν εκχυλίσματα, όπως η ρητίνη στο πεύκο. Μερικά εκχυλίσματα είναι τοξικά για τους μύκητες και με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουν φυσική αντίσταση σε αυτά όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην δρυ όπου οι ταννίνες την κάνουν σημαντικά ανθεκτική.



Σχ. 3 Η χημική σύνθεση της συμπαγούς ύλης του ξύλου

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι όταν τα κυτταρικά στοιχεία ενός ξύλινου στοιχείου βρίσκονται όσο πιο παράλληλα μεταξύ τους (ΙΣΟΒΕΝΑ) και παράλληλα προς τον κατά μήκος άξονα, τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα του ενώ η ικανότητα του να φορτισθεί χωρίς αστοχίες είναι μεγαλύτερη.

## 1.1 Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα του ξύλου

Με μια σύντομη καταγραφή των ιδιοτήτων του ξύλου μπορούμε να διακρίνουμε τα **πλεονεκτήματα** της εφαρμογής του στην κατασκευή:

- μικρό ειδικό βάρος, άρα μικρά νεκρά φορτία
- υλικό εύκολο στην κατεργασία ακόμα και με εργαλεία χεριού
- ευκολία στη διαμόρφωση σύνθετων μορφών
- μεγάλες αντοχές, ικανοποιητικό μέτρο ελαστικότητας
- είναι μονωτικό στην θερμότητα και τον ηλεκτρισμό
- δεν ρυπαίνει το περιβάλλον γιατί αποσυντίθεται κάτω από κατάλληλες συνθήκες
- βρίσκεται σε όλο τον κόσμο και είναι ανανεώσιμη πρώτη ύλη

Βέβαια, αυτά τα χαρακτηριστικά, όπως και τα αντίστοιχα κάθε άλλου οικοδομικού υλικού, δεν το αναδεικνύουν ως το “τέλειο” υλικό, απλώς ενισχύουν τα κριτήρια για την επιλογή της συγκεκριμένης εφαρμογής ώστε να προκύψει και η βέλτιστη κάθε φορά εκλογή.

Στα **μειονεκτήματα** του ξύλου καταγράφονται:

- η ευαισθησία του στις συνθήκες του περιβάλλοντος
- είναι ανισόρροπο υλικό, δηλαδή παρουσιάζει διαφορετική μηχανική αντοχή και παραμορφώσεις σε διαφορετικές αυξητικές διευθύνσεις τόσο παράλληλα όσο και κάθετα προς τις ίνες (ανάλογα με την θέση του μέσα στο δέντρο)
- η πρόσληψη ή απώλεια υγρασίας, μέσα σε όρια, μεταβάλλει τις διαστάσεις του
- η τρωτότητα του έναντι της πυρκαγιάς

Τα μειονεκτήματα αυτά κάνουν το ξύλο ακατάλληλο για ορισμένες κατασκευές. Για αυτό το λόγο δεν κατασκευάστηκαν ξύλινες πυραμίδες ή ξύλινοι καθεδρικοί ναοί. Ας μην ξεχνάμε όμως ότι η διάρκεια ζωής μιας κατασκευής (η πραγματική και η υπολογιστική) είναι 50 χρόνια. Σε αυτή τη διάρκεια με μια σωστή σχεδίαση, στη κατασκευή και στη συντήρηση, το ξύλο αντέχει και παρουσιάζει όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα .

Σύμφωνα με τα παραπάνω η ξύλινη κατασκευή αποτελείται συνήθως από ένα πλέγμα γραμμικών, τυποποιημένων τις περισσότερες φορές, στοιχείων που ενώνονται σε ένα σύνολο με πολλούς και διάφορους συνδέσμους. Σε αντίθεση λοιπόν με την χυτή (οπλισμένο σκυρόδεμα) και την κτιστή (λιθοδομή ,οπτοπλινθοδομή, κτλ) κατασκευή περιέχει διακεκριμένα στοιχεία που είτε αποτελούν



κάποιον φορέα (ορθοστάτης, δεκάδα, δοκός) είτε συμμετέχουν στην σύνθεση ενός φορέα (δικτύωμα, χωροδικτύωμα). Πάντοτε όμως συνδέονται με διακεκριμένο σύνδεσμο (καρφί, μόρσος, βιδωτά).

## 1.2 Παθολογία και προστασία του ξύλου από συγκεκριμένους παράγοντες

Υπάρχουν κάποιοι συγκριμένοι παράγοντες όπως είναι η σήψη, οι μικροοργανισμοί (έντομα) και η φωτιά από τους οποίους πρέπει να προστατεύεται το ξύλο. Όπως επίσης πρέπει να ελέγχεται όταν εκτίθεται σε ακραίες ατμοσφαιρικές συνθήκες.

### Σήψη

Οι χαμηλές μορφές της φυτικής ζωής, ή αλλιώς μύκητες όπως είναι γνωστές, προκαλούν το φαινόμενο της σήψης. Η τροφή των μυκήτων είναι το ξύλο ενώ η ανάπτυξη τους βασίζεται στην επαρκή **υγρασία**, τον **αέρα**, την **ευνοϊκή** θερμοκρασία και την **τροφή**. Εάν καταφέρουμε να περιορίσουμε έστω και έναν από τους παραπάνω παράγοντες, τότε αποφεύγεται η σήψη στην κατασκευής μας.

Έναν από τους παραπάνω παράγοντες που μπορούμε να ελέγξουμε με μεγαλύτερη ευκολία στις κατασκευές από ξύλο είναι αυτός της υγρασίας. Η σήψη μπορεί να επιβραδυνθεί πάρα πολύ (κάτω της Π.Υ 25%-35%), δηλαδή κάτω από το σημείο κορεσμού σε υγρασία των κυττάρων, εάν μπορέσουμε να περιορίσουμε την περιεχόμενη υγρασία κάτω του 20% . Σε αυτή την περίπτωση η ανάπτυξη των μυκήτων είναι αδύνατη.

Πέρα από την υγρασία, η έλλειψη αέρα είναι ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να περιορίσει τη σήψη. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο όταν πραγματοποιούμε θεμελίωση σε έδαφος ή σε νερό, χρησιμοποιώντας ξύλινους πασσάλους, αυτοί πρέπει να είναι εντελώς βυθισμένοι στο νερό για να αποκλειστεί ο αερισμός τους και να αντέξουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για αυτό τα ξύλα, τα οποία έχουνε θαφτεί πολύ βαθιά, σαπίζουνε πολύ αργά ενώ τα ξύλα που είναι θαμμένα σε άργιλο έχει παρατηρηθεί ότι αντέχουνε μέχρι και 10.000 χρόνια.

Οι μύκητες μπορούν να ευδοκιμήσουν σε ένα πολύ πλατύ φάσμα θερμοκρασιών, αλλά η ανάπτυξη τους γίνεται καλύτερα στους 27° C. Όταν βρίσκονται σε χαμηλές θερμοκρασίες αδρανούν, αλλά δραστηριοποιούνται ξανά μόλις αυξηθεί η θερμοκρασία. Κατά την αποξήρανση του ξύλου σε κλίβανο, οι μύκητες μπορούν να σκοτωθούν σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά το ξύλο μπορεί να προσβληθεί ξανά από μύκητες αν εκτεθεί σε συνθήκες ευνοϊκές για την σήψη. Όταν οι συνθήκες αυτές δεν μπορούν να αποφευχθούν , μπορούμε να προλάβουμε την σήψη με την επεξεργασία του ξύλου χρησιμοποιώντας διάφορα συντηρητικά. Η διαδικασία αυτή κάνει το ξύλο τοξικό στους μύκητες , χωρίς όμως να υπάρχει κίνδυνος για τους ανθρώπους ή τα ζώα. Με αυτό τον τρόπο οι μύκητες δεν βρίσκουνε **τροφή**. Από τη άλλη μερικοί μύκητες ενεργοποιούνται πάλι μόνο σε ζωντανά δένδρα. Μόλις όμως κοπεί το δέντρο η περιοχή σήψης παύει να υπάρχει.

### Έντομα και θαλάσσιοι μικροοργανισμοί

Οι τερμίτες και μερικά άλλα ξυλοφάγα έντομα μπορούν να προσβάλουν τις ξύλινες κατασκευές. Μπορούμε όμως να το αντιμετωπίσουμε με μια κατασκευή προφυλαγμένη. Οι τερμίτες (μερικά μικρόσωμα υπάρχουνε και στην Ελλάδα) έρχονται συνήθως μέσα από το έδαφος. Αν όμως μεταξύ του εδάφους και της κατασκευής κατασκευάσουμε ένα «φράγμα» από υλικά όπως μπετόν ή μέταλλα, μπορούμε να προφυλάξουμε με αποτελεσματικότητα την κατασκευή από τα έντομα. Πέρα από τους

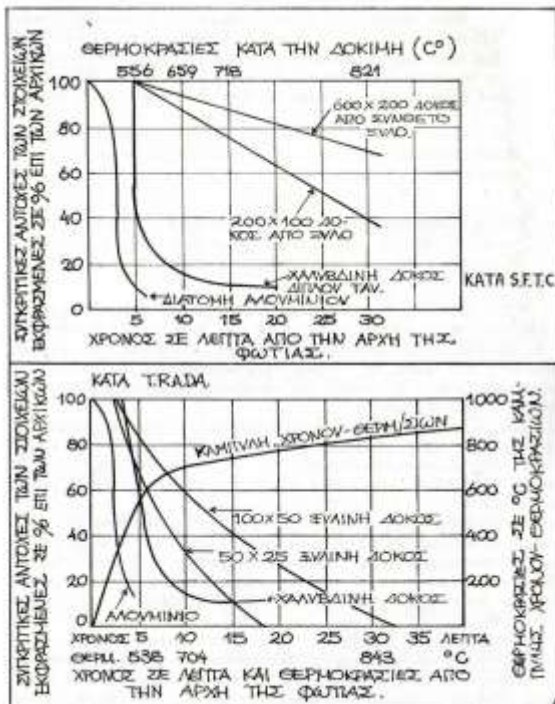
τερμίτες και άλλα ξυλοφάγα έντομα υπάρχουν κάποιοι θαλάσσιοι μικροοργανισμοί που μπορούν να προσβάλουν το ξύλο. Όμως το φαινόμενο αυτό μπορούμε να καταπολεμήσουμε με τον διαποτισμό του ξύλου με συντηρητικά.

### Το ξύλο στην πυρκαγιά

Τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη της τεχνολογίας πάνω στα των δομικά υλικά και στις κατασκευές έχει επιτραπεί η χρήση δομικών στοιχείων που αποτελούνται και από μη άκαυστα υλικά (δηλαδή εύφλεκτα). Ιδιαίτερη σημασία έχει η μηχανική αντίσταση του ξύλου στην φωτιά. Η κτιριοδομία δέχτηκε ότι το υλικό που δεν καίγεται δεν είναι κατ' ανάγκη και το πιο ασφαλές για το ζήτημα της αντιμετώπισης της πυρκαγιάς, ύστερα από έρευνες κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 50 και 60. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να διαμορφωθούν ανάλογα και οι διάφοροι οικοδομικοί κανονισμοί.

Η χρήση δομικών υλικών που καίγονταν έγινε δεκτή από τους νέους αγγλικούς οικοδομικούς κανονισμούς το 1965. Την ίδια στιγμή όμως υποδεικνύοντας και συγκεκριμένα κριτήρια, κανόνες και μεθόδους χρήσης και ελέγχου. Επιπλέον ορισμένες μεταλλικές κατασκευές που δεν καιγόntonουσαν μπορούσαν να καταρρεύσουν στη διάρκεια μιας πυρκαγιάς απότομα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η παλαιότερη παρατήρηση ότι οι ξύλινοι φέροντες οργανισμοί καιόμενοι αυτό-προστατεύονταν και μπορούσαν μέχρι και να αυτό-σβεσθούν όταν σβήσουν και οι φλόγες, διατηρώντας συγχρόνως όλες τις ιδιότητες αντοχών τους στα μη καμένα τμήματα, αποδείχθηκε σωστή στην πράξη.

Από την στιγμή που σε μία πυρκαγιά η εξασφάλιση της ζωής των ανθρώπων και των αγαθών τους παίζουν το πιο βασικό ρόλο, ο πρώτος και ο πιο σημαντικός παράγοντας που έχει σημασία είναι η διατήρηση της αντοχής των φερόντων στοιχείων ενός κτιρίου κατά την διάρκεια της φωτιάς για ένα χρονικό διάστημα. Αυτή η παραδοχή οδήγησε τα τελευταία 30 χρόνια σε μία σειρά συνεχών πειραματισμών πάνω σε φορείς από μέταλλο, ξύλο ή σύνθετο ξύλο και μπετόν σε χώρες όπως την Αμερική αλλά και σε πολλές ευρωπαϊκές. Οι πειραματισμοί αυτοί διαμόρφωσαν μια σαφή εικόνα σχετικά με την συμπεριφορά αυτών των υλικών στην πυρκαγιά. Στο παρακάτω σχέδιο 14 φαίνεται καθαρά γραφικά η απώλεια των δοκών από κράμα αλουμινίου, από μαλακό χάλυβα και από ξύλο, κατά την διάρκεια τυπικού πειράματος στην πυρκαγιά σύμφωνα με τα British Standards (B.S Part2-1972)



Σχ. 4 σύγκριση αντοχών στη φωτιά (πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Στο παραπάνω σχέδιο φαίνεται ότι ο χάλυβας και το αλουμίνιο χάνουν πολύ γρήγορα σχεδόν όλη την αντοχή τους, προκαλώντας απότομη κατάρρευση σε αντίθεση με το ξύλο που χάνει την αντοχή του σταδιακά ανάλογα με την μείωση της διατομής του.

Αν ανατρέξουμε σε μερικές ιδιότητες του ξύλου που ως υλικό το κάνουν να ξεχωρίζει από τα άλλα δομικά υλικά θα μπορέσουμε να καταλάβουμε γιατί συμπεριφέρεται τόσο καλά στην πυρκαγιά.

### **A) Θερμική διαστολή**

Ο συντελεστής θερμικής γραμμικής διαστολής του ξύλου είναι πολύ χαμηλός (  $4 \cdot 10^{-6}$  εις την μείον 6 (0,000005) κατά μήκος των ινών του). Όμως μέσα από τη συστολή του ξύλου αυτή η ασήμαντη διαστολή εξουδετερώνεται. Αυτό γίνεται λόγω της αποβολής της εσωτερικής υγρασίας κατά την αύξηση της θερμοκρασίας. Ως αποτέλεσμα το μήκος ενός ξύλινου στοιχείου παραμένει ουσιαστικά αμετάβλητο στην διάρκεια της πυρκαγιάς.

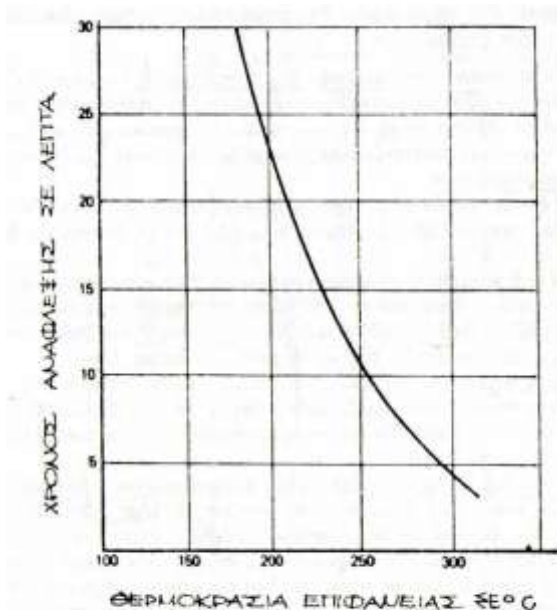
### **B) Θερμική αγωγιμότητα**

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε την διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στο ξύλο και σε διάφορα άλλα υλικά. Αυτό συμβαίνει γιατί το ξύλο είναι κακός αγωγός της θερμότητας.

Θερμική αγωγιμότητα σε Kcal/MH οC
α) ΑΛΟΥΜΙΝΟ 175
β) ΑΤΣΑΛΙ 45
γ) ΜΠΕ ΤΟΝ 1.2
δ) ΤΟΥΒΛΑ 0.1
ε) ΞΥΛΟ 0.13
στ) ΑΠΑΝΘΡΑΚΩΜΕΝΟ ΞΥΛΟ 0.03

### Γ) Αναφλεξιμότητα

Αν επιχειρήσει να ανάψει κανείς ένα μεγάλο κομμάτι ξύλου θα παρατηρήσει ότι το ξύλο δεν αναφλέγεται εύκολα. Στο σχέδιο 15 φαίνεται η σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας και του χρόνου που απαιτείται για την ανάφλεξη του ξύλου, με την προϋπόθεση όμως ότι η επιφάνεια του ξύλου είναι εκτεθειμένη τόσο στις φλόγες όσο και στη θερμότητα αλλά και ότι υπάρχει αρκετό οξυγόνο για την καύση. Επιπλέον αν δεν φθάσει σε θερμοκρασίες 450-500 οC το ξύλο δεν μπορεί να αναφλεγεί αυτόνομα χωρίς κάποια πηγή φλόγων ή κάποια παρατεταμένη προθέρμανση. Σε αντίθεση με τον χάλυβα που έχει χάσει ήδη το μεγαλύτερο μέρος από τις αντοχές του στις ίδιες συνθήκες.



Σχ. 5 σχέση μεταξύ θερμοκρασίας επιφάνειας και απαιτούμενου για την ανάφλεξη χρόνου υπό την επίδραση φλόγας

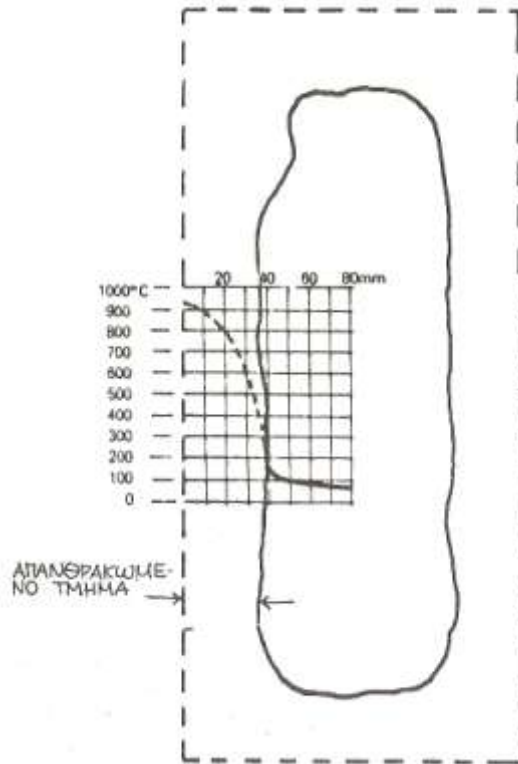
(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

### Δ) Απώλεια αντοχών-αυτοπεριορισμός της καύσεως

Σε επίσημη δοκιμή που έγινε έχει αποδείχτηκε ότι όταν φλόγιστρα, τα οποία τροφοδοτούσαν με φωτιά το πείραμα, έσβηναν τότε εύκολα και οι φλόγες της ξύλινης δοκού. Από αυτή τη δοκιμή συμπεραίνουμε ότι τα φέροντα ξύλινα στοιχεία είναι δύσκολο να αναφλεγούν, αλλά ακόμη και μετά την ανάφλεξη τους, καίγονται αργά, διατηρούν όλα τα χαρακτηριστικά της αντοχής τους και η καύση **αυτοπεριορίζεται** μόλις εκλείψουν εξωτερικές πηγές υψηλών θερμοκρασιών. Σε αντίθεση, τα **στοιχεία από χάλυβα ή οπλισμένο σκυρόδεμα χάνουν αμέσως ή σχεδόν αμέσως την αντοχή τους από την επίδραση της θερμότητας, ενώ στο ξύλο με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η αντοχή του.** Αυτό βέβαια συμβαίνει έως ένα βαθμό, κυρίως λόγω της μείωσης της εσωτερικής του υγρασίας.

Το απανθρακωμένο ξύλο είναι πολύ καλό θερμομονωτικό υλικό. Η αντοχή ενός φέροντος στοιχείου από ξύλο μειώνεται σταδιακά εξαιτίας της απώλειας του υλικού επειδή απανθρακώνονται οι

επιφάνειες του και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άμεση προστασία της μάζας του ξύλου, που βρίσκεται κάτω από αυτήν. Το σχέδιο 15.α δείχνει ένα τυπικό διάγραμμα θερμοκρασιών μιας διατομής ξύλινης δοκού, που έχει εκτεθεί σε θερμοκρασία φούρνου γύρω στους 1000 ° C. Η απείρακτη επιφάνεια της δοκού έχει θερμοκρασία κάτι λιγότερο από 200° C αμέσως πίσω από την απανθρακωμένη στρώση ενώ η θερμοκρασία στο κέντρο της δοκού είναι μόλις στους 90° C. Επίσης μία άλλη επίδραση των επιφανειών του ξύλου είναι ότι παρεμποδίζει την περαιτέρω διεύθυνση του οξυγόνου, που είναι απαραίτητο για να συνεχιστεί η καύση.



**Σχ. 6** Τυπικό διάγραμμα θερμοκρασιών στη διατομή ξύλινης δοκού  
(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

### **Ε) Ταχύτητα απανθράκωσης**

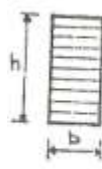
Η ταχύτητα απανθράκωσης των επιφανειών του ξύλου είναι γνωστή από πριν, σταθερή και με πολύ μικρές διαφορές στα διάφορα είδη (π.χ. πιο αργή στα ξύλα υψηλής πυκνότητας ή στα σύνθετα ξύλα με την προϋπόθεση ότι θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλες κόλλες κλπ). Αυτό αποκαλύφθηκε μέσα από μελέτες και εργαστηριακές δοκιμές που έγιναν πάνω στη συμπεριφορά του ξύλου στη φωτιά. Επίσης όταν ένα ξύλινο στοιχείο εκτίθεται στη φωτιά για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μπορεί να υπολογιστεί με εύκολο τρόπο η ταχύτητα αυτή, από πριν. Τέλος τα **0,67 του χιλιοστού ανά λεπτό** είναι η γενικώς αποδεκτή ταχύτητα απανθράκωσης των επιφανειών του ξύλου (για δομική ξυλεία).

### **Ζ) Πρόβλεψη αντίστασης στην φωτιά**

Τις, πολύ χρήσιμες, δυνατότητες των ξύλινων δομικών στοιχείων μπορούμε να αντιληφθούμε από τις φυσικές ιδιότητες που έχει σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι μηχανικές του ιδιότητες δεν επηρεάζονται σοβαρά από τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται μέσα στο σώμα του, όταν αυτό δεν έχει απανθρακωθεί. **Για ένα ξύλινο στοιχείο** (σε αντίθεση με τα αντίστοιχα στοιχεία από χάλυβα ή από

οπλισμένο σκυρόδεμα που είναι **απροστάτευτα**) **μπορούμε να υπολογίσουμε με ακρίβεια, πόσο χρόνο θα αντέξει σε μια πυρκαγιά, κάτω από ορισμένα φορτία και έχοντας μια δεδομένη διατομή.**

Επίσης το ξύλινο στοιχείο θα πρέπει να έχει κάποιες ελάχιστες διαστάσεις διατομής, όπως αυτές μιας δοκού κατά DIN στο σχέδιο 15.β. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να σχεδιαστεί με μια αύξηση της διατομής του, που θα αντιστοιχεί σε αύξηση της αντοχής του στην πυρά, σε συγκεκριμένο χρόνο. Αυτό δεν είναι δυνατό όμως να γίνει για το χάλυβα, όπου η θερμοκρασία μεταφέρεται άμεσα σε όλη του τη μάζα επηρεάζοντας τις μηχανικές του ιδιότητες.



ΕΥΘΕΙΑ ΣΕ ΦΩΤΙΑ	min b cm	min h cm	min F cm <sup>2</sup>	ΒΑΘΜΟΣ ΑΥΤΟΧΗΣ ΣΕ ΦΩΤΙΑ
ΑΠΟ 4 ΠΛΕΥΡΕΣ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ	10	18	400	F30 (30 ΛΕΠΤΑ)
	20	30	1.000	F60 (60 ΛΕΠΤΑ)
ΑΠΟ 3 ΠΛΕΥΡΕΣ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ	10	18	380	F30
	18	20	450	F60

**Σχ. 7** Ελάχιστες διατομές δοκών ορθογωνικής διατομής από συγκολλητό ξύλο για βαθμούς αντοχής σε φωτιά F30 και F60 με ανώτατη δύναμη κάμψης 110 kg/m<sup>2</sup>

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

## **H) Αντιπυρική επεξεργασία**

Επιπλέον έχουμε τη δυνατότητα να αυξήσουμε περισσότερο την αντίσταση του ξύλου (π.χ. στην απανθράκωση της επιφάνειας του ή την επιφανειακή διάδοση της φλόγας) επεξεργάζοντας το (επαλείψεις-εμποτισμοί). Αυτές οι επεξεργασίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις βαρείες διατομές, αλλά μπορούν να μας προσφέρουν ικανοποιητικά στοιχεία για μικρά και ελαφρά στοιχεία ξύλου.

## **Θ) Διατήρηση στη χρήση ξύλινου στοιχείου μετά την πυρκαγιά**

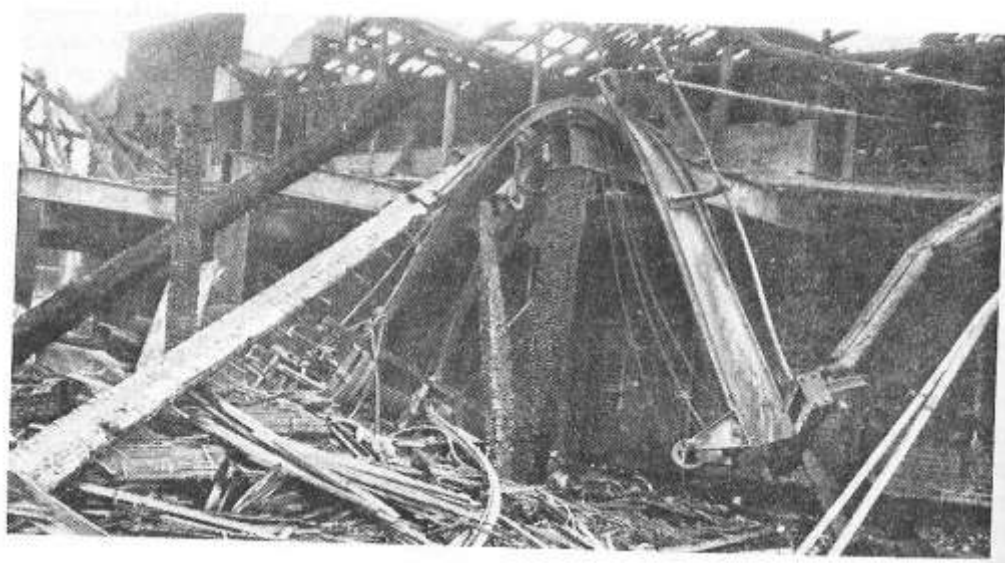
Πολλές φορές τα ξύλινα στοιχεία του φέροντος οργανισμού διατηρούνται στα κτίρια έστω και μετά από σοβαρές καταστροφές, όπως έγινε για παράδειγμα σε εργοστάσιο στην Άνθεια Πατρών. Αυτό συμβαίνει γιατί **μπορούν να διατηρήσουν την εσωτερική τους διατομή ανέπαφη, ακόμη και αν έχουν καεί εξωτερικά, δεν χάνουν την αντοχή τους και φέρουν ομαλά τα φορτία στη διάρκεια της πυρκαγιάς καθώς επίσης και μετά από αυτήν.**

Επίσης οι κατασκευές από ξύλο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά αφού πρώτα αντικατασταθούν τα τμήματα που καταστράφηκαν από την φωτιά ενώ το αμερικάνικο ινστιτούτο Ξύλινων Κατασκευών αναφέρει ότι τα στοιχεία μιας κατασκευής από ξύλο, είτε από σύνθετο ξύλο μετά από μια σοβαρή πυρκαγιά, μπορούν συχνά να καθαρισθούν, λειανθούν και βερνικωθούν επί τόπου.

## **1) Οι κόλλες στην φωτιά**

Υπάρχουν κόλλες οι οποίες είναι γενικά αποδεκτές, επειδή μπορούν να ακολουθήσουν την καλή συμπεριφορά του ξύλου στην πυρκαγιά και άρα να χρησιμοποιηθούν στο σύνθετο ξύλο, είναι οι εξής:

- PESORCINOL-FORMALDEHYDE
- PHENOL- FORMALDEHYDE
- PHENOL-PESORCINOL- FORMALDEHYDE
- UREA- FORMALDEHYDE
- UREA-XELAMINE- FORMALDEHYDE



**Σχ. 8** Κτίριο στην Γλασκόβη μετά από πυρκαγιά .Τα ξύλινα υποστυλώματα αν και απανθρακωμένα επιφανειακά ακόμα υποβαστάζουν τις παραμορφωμένες χαλύβιδνες δοκούς

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

## **1.3 Εμποτισμός του ξύλου**

### **Γιατί εμποτίζουμε το ξύλο;**

Εκτός από τα πολλά πλεονεκτήματα που διαθέτει το ξύλο, διαθέτει και μειονεκτήματα. Όπως για παράδειγμα ότι είναι ανισότροπο και ανομοιογενές υλικό, με αποτέλεσμα να προσβάλλεται από μύκητες , έντομα, βακτήρια και μικροοργανισμούς ως προϊόν βιολογικών διεργασιών.

Το ξύλο αποτελείται από κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και εκχυλίσματα. Η κυτταρίνη και οι ημικυτταρίνες είναι υγροσκοπικά συστατικά και για αυτό το λόγο και το ξύλο είναι υγροσκοπικό. Αυτό σημαίνει ότι όταν εκτίθεται στην ατμόσφαιρα, προσλαμβάνει υγρασία και διογκώνετε ή χάνει υγρασία από την μάζα του και συρρικνώνεται. Επίσης, όπως όλα τα κατασκευαστικά υλικά είναι πολύ επικίνδυνο

και στην φωτιά. Για να αντιμετωπίσουμε τα μειονεκτήματα του το υποβάλλουμε σε διάφορους χειρισμούς όπως είναι ο εμποτισμός της μάζας του με διάφορες χημικές ουσίες. Κατά αυτόν τον τρόπο μπορούμε να προστατεύσουμε την κατασκευή μας από διάφορες προσβολές μυκήτων (σήψη), από προσβολές ξυλοφάγων οργανισμών, εντόμων και άλλων μικροοργανισμών.

**Επίσης πολλαπλασιάζεται η διάρκεια ζωής της κατασκευής μας που είναι και το πιο σημαντικό πράγμα που καταφέρνουμε.** Ένα ξύλινο σπίτι το οποίο συντηρείται, έχει απεριόριστη διάρκεια ζωής. Υπάρχουν πάρα πολλές ξύλινες κατασκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται για 500 και 1000 χρόνια με μοναδική φροντίδα, την συντήρηση του ξύλου με προστατευτικά συντηρητικά.

Μια συμβατική ξύλινη στέγη έχει μια φυσιολογική διάρκεια ζωής 30 χρόνια εφόσον η ξυλεία που χρησιμοποιήσαμε ήταν χωρίς προσβολές και χωρίς εμποτισμό. Είναι φυσιολογικό στα 20 χρόνια της κατασκευής να αρχίσουν οι ανησυχίες όσον αναφορά τις προσβολές από τα έντομα και τους μικροοργανισμούς. Από την άλλη η ίδια στέγη κατασκευασμένη με το ίδιο ξύλο εμποτισμένο με βορικά άλατα, κοστίζει 10% του αρχικού κόστους και έχει 5πλάσιο χρόνο ζωής. Όμως η προστασία του ξύλου ήταν γνωστή από τα αρχαία χρόνια κάτι που αναφέρεται και στη Βίβλο. Η κιβωτός του Νώε ήταν συντηρημένη εξωτερικά με πίσσα.

### **Εμποτιστικές ουσίες και μέθοδοι εμποτισμού**

Τα έλαια και τα υδροδιαλυτά εμποτιστικά αποτελούν τις σπουδαιότερες κατηγορίες χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται για τον εμποτισμό του ξύλου. Στα έλαια κατατάσσεται το γνωστό πισσέλαιο, με το οποίο εμποτίζουμε τους στύλους δικτύων τηλεφώνου και ρεύματος αλλά και τους στρωτήρες των σιδηροδρόμων. Αυτό δε σημαίνει βέβαια ότι χρησιμοποιούμε το πισσέλαιο σε κατασκευές εσωτερικού χώρου ή κατασκευές που έρχονται σε επαφή άνθρωποι και ζώα.

Στα υδροδιαλυτά εμποτιστικά κατατάσσονται διάφορα άλατα ή οξείδια αλάτων του βορίου, χρωμίου, χαλκού κτλ. Τα πιο ασφαλή άλατα είναι τα βορικά ενώ τα τελευταία χρόνια έχει απαγορευθεί η χρήση των αλάτων του αρσενικού για περιβαλλοντικούς λόγους.

Οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι εμποτισμού του ξύλου είναι αυτές που γίνονται σε κλειστό κύλινδρο με άσκηση πίεσης και κενού μέσα σε αυτόν. Με αυτόν τον τρόπο το υγρό εμποτιστικό εισχωρεί μέσα στα κενά του ξύλου και επιτυγχάνεται έτσι η πλήρης προστασία του. Σε εξωτερικές εφαρμογές του ξύλου και ειδικότερα όταν η κατασκευή μας έρχεται σε επαφή με το έδαφος ή το νερό η μέθοδος αυτή είναι πιο αποτελεσματική. Όταν η κατασκευή μας δεν κινδυνεύει από μύκητες, τότε μπορεί να εφαρμοστεί ο εμποτισμός του ξύλου με την μέθοδο της εμβάπτισης όπως γίνεται συνήθως στις κατασκευές στεγών (με βορικά άλατα). Αυτό που θα πρέπει να γνωρίζουμε είναι ότι το εμβάπτισμένο ξύλο έχει μόνο επιφανειακή επάλειψη και όχι σε βάθος, σε αντίθεση με το εμποτισμένο υπό πίεση που παρέχει απόλυτη προστασία.

Τελειώνοντας πρέπει να πούμε ότι απαγορεύεται η καύση των εμποτισμένων ξύλων στο τζάκι και σε σόμπες γιατί τα ξύλα περιέχουν αέρια τα οποία είναι τοξικά για τον άνθρωπο ενώ ο καθένας μας όταν αγοράζει εμποτισμένο ξύλο θα πρέπει να ενημερώνεται για το είδος του εμποτιστικού και να βεβαιώνεται ότι πρόκειται για επιτρεπόμενο συντηρητικό.



## 2. Μηχανική του ξύλου

### 2.1 Μηχανικές ιδιότητες του ξύλου

Ένα από τα κυριότερα προσόντα του ξύλου ως δομικό υλικό είναι ότι παρουσιάζει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του. Επομένως, το να γνωρίζει κάποιος τις μηχανικές ιδιότητες κάθε ξύλινου στοιχείου είναι βασική προϋπόθεση για την αξιοποίησή του σε προϊόντα και κατασκευές.

Το ξύλο σαν υλικό είναι ανισόρροπο, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι έχει διάφορες ιδιότητες σε διάφορες κατευθύνσεις. Έτσι, παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή σε κατεύθυνση παράλληλη στις ίνες του, παρά κάθετα προς αυτές. Η παρουσίαση της υψηλής αντοχής του παράλληλα προς τις ίνες οφείλεται στο ότι τα ίδια κύτταρα καθώς και οι μικροϊνες των τοιχωμάτων τους έχουν κατεύθυνση παράλληλη με τον μεγάλο άξονα του κορμού του δέντρου. Εδώ αξίζει να ειπωθεί πως τα δέντρα έχουν αναπτύξει την συγκεκριμένη εσωτερική δομή για να αντέχουν σε πλάγιες εξωτερικές δυνάμεις όπως ο άνεμος. Όταν λοιπόν έχουμε φόρτιση του ξύλου στις πλευρές που δεν παρουσιάζουν την μεγαλύτερη αντοχή, τότε παρατηρούμε ότι παρουσιάζονται πολλές αστοχίες. Συνεπώς, όταν μιλάμε για την μηχανική αντοχή του ξύλου, αναφερόμαστε στις καταπονήσεις που δέχεται το ξύλο σε θλίψη, εφελκυσμό, διάτμηση, κάμψη, σε κρούση αλλά και σχίση.

#### **2.1.1 Αντοχή σε θλίψη**

Το ξύλο, ως δομικό υλικό, παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε θλιπτικές τάσεις όταν αυτές είναι παράλληλες προς τις ίνες του. Αυτό γίνεται γιατί τα κύτταρα του ενεργούν σαν μικροσκοπικές κολώνες ή σωλήνες οι οποίες είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους κατά την κατεύθυνση αυτή. Με αυτό τον τρόπο προσφέρουν αλλά και δέχονται υποστήριξη από τα διπλανά τους. Κατά αυτήν την διεύθυνση του ξύλου παρουσιάζεται και η μικρότερη πιθανότητα για τυχόν αστοχίες.

Από την άλλη πλευρά, η αντοχή που παρουσιάζεται σε θλιπτικές δυνάμεις, οι οποίες είναι κάθετες προς τις ίνες, είναι ελάχιστη. Άρα είναι πολύ δύσκολο να μετρηθεί. Όταν όμως το ξύλο έχει συμπιεστεί στο ένα τρίτο της αρχικής του διάστασης, όπου λόγω παραμόρφωσης φθάνει στην μέγιστη τιμή του, η θλιπτική αντοχή που ασκείται κάθετα προς τις ίνες του, αυξάνεται. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το ξύλο παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή σε δυνάμεις οι οποίες είναι παράλληλες προς τις ίνες του.

Αν συγκρίνουμε το ξύλο με άλλα υλικά όπως το σκυρόδεμα και τον σίδηρο, τότε θα δούμε ότι έχει μικρή αντοχή σε πίεση. Σε σχέση όμως με το περιορισμένο βάρος του, όπως σημειώσαμε και πιο πάνω, η αντοχή του είναι κάτι παραπάνω από αξιόλογη.

***Παρακάτω είναι ένας πίνακας όπου φαίνεται η μεγάλη αντοχή του ξύλου σε θλίψη σε σχέση πάντα με το βάρος του έναντι κάποιων άλλων υλικών***

Πεύκο 5,000 N/MM<sup>2</sup>

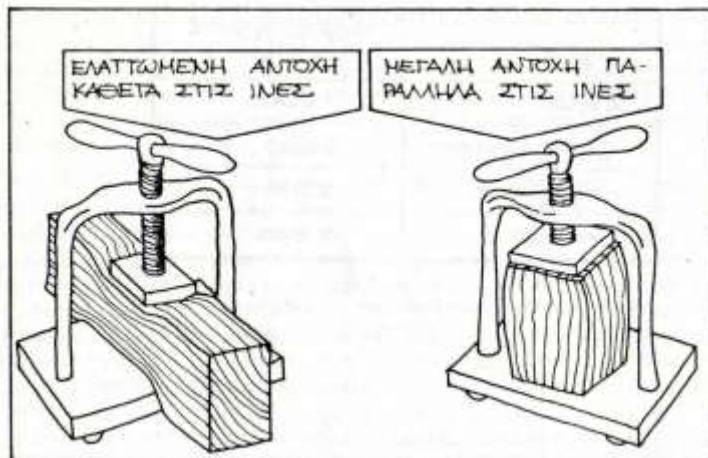
Έλατο 6,896 N/MM<sup>2</sup>

Τούβλο 6,896 N/MM<sup>2</sup>

Σκυρόδεμα 20,689 N/MM<sup>2</sup>

Σιδερό 248,295 N/MM<sup>2</sup>

Πολύ συχνά παρατηρούμε ότι οι θλιπτικές δυνάμεις δεν λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό διάφορων τμημάτων της κατασκευής όπως για παράδειγμα στις κολόνες ή στους στρωτήρες. Αυτό συμβαίνει γιατί τα συγκεκριμένα κατασκευαστικά τμήματα κατασκευάζονται ώστε να είναι όσο πιο ακριβείς και δυνατά γίνεται για να μπορούν να αντέξουν τις θλιπτικές δυνάμεις.



Σχ. 9 Θλιπτικές τάσεις στο ξύλο

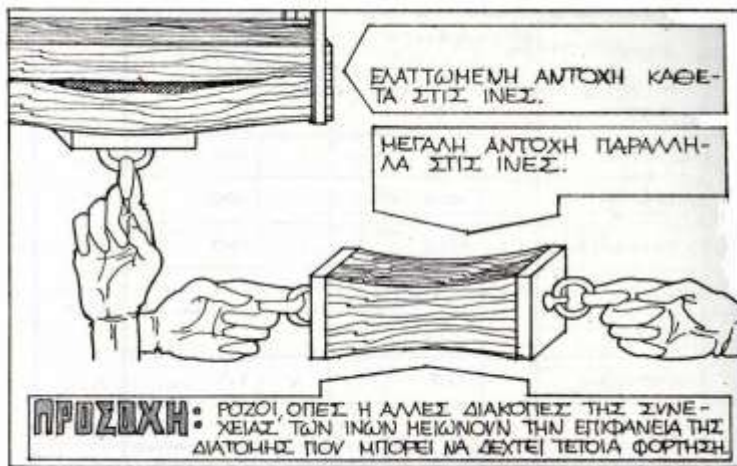
ΔΟΚΟΣ ΞΥΛΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ (πηγή:ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

### 2.1.2 Αντοχή σε εφελκυσμό

Όταν μια τάση τείνει να τραβήξει ή να διαστείλει ένα κατασκευαστικό τμήμα, τότε λέμε ότι το τμήμα εφελκύεται. Η εφελκυστική τάση είναι το αντίθετο της θλιπτικής. Σε αυτήν την περίπτωση επίσης, το ξύλο έχει μεγαλύτερη αντοχή σε δυνάμεις οι οποίες ασκούνται παράλληλα προς τις ίνες του (~13N/mm). Από την άλλη οι ρόζοι μειώνουν την αντοχή αυτή αλλά αυτό είναι κάτι που λαμβάνεται υπόψη, όταν προσδιορίζονται οι επιτρεπόμενες τάσεις.

Αντίθετα, το ξύλο είναι σχετικά αδύνατο σε εφελκυστικές δυνάμεις όταν αυτές εφαρμόζονται κάθετα προς τις ίνες του [σχεδόν μηδενική (~0,5N/mm)]. Επίσης πρέπει να σημειώσουμε ότι ποτέ δεν

επιτρέπουμε την παραλαβή σημαντικών φορτίων προς αυτήν την κατεύθυνση εκτός από την περίπτωση των καμπύλων φορέων όπου αναπτύσσονται δευτερεύουσες τάσεις.



Σχ. 10 Εφελκυστικές τάσεις στο ξύλο

ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

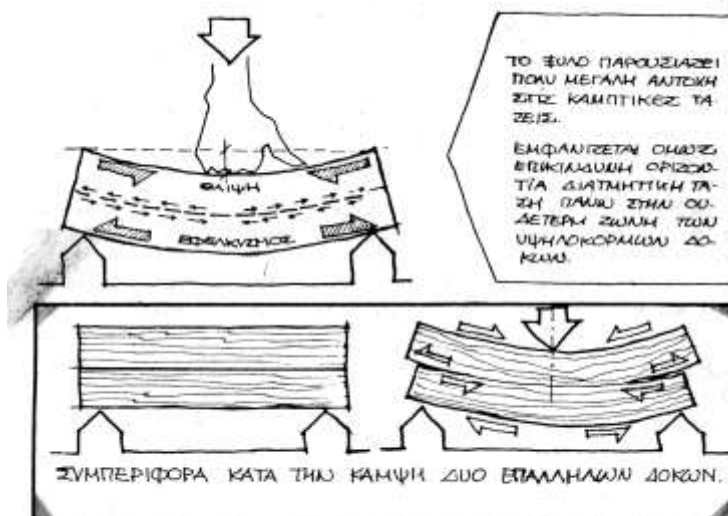
ΔΟΚΟΣ ΞΥΛΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ (πηγή:

### 2.1.3. Αντοχή σε κάμψη

Η αντοχή που παρουσιάζει το ξύλο σε κάμψη και κυρίως σε στατική κάμψη είναι η σημαντικότερη μηχανική ιδιότητα του ξύλου.

Όταν μια δύναμη πέφτει κάθετα πάνω στη μέση του ξύλου, τότε αυτό λυγίζει ή υποχωρεί και λέμε ότι δέχεται τάσεις κάμψεως. Ουσιαστικά πρόκειται για έναν συνδυασμό των δύο πρώτων τάσεων (θλιπτικές, εφελκυστικές) στις οποίες αναφερθήκαμε παραπάνω. Αν μία δοκός στηρίζεται στα δυο άκρα της, τότε η επάνω πλευρά της θλίβεται και η κάτω πλευρά της εφελκύεται. Ενώ ακριβώς στη μέση της δοκού δεν έχουμε καμία τέτοια τάση και μιλάμε για έναν ουδέτερο άξονα.

Το παρακάτω σχέδιο παρουσιάζει πως κατανέμονται οι τάσεις τόσο κατά μήκος όσο και κατά πλάτος της δοκού. Παρατηρούμε λοιπόν ότι οι μεγαλύτερες εφελκυστικές και θλιπτικές τάσεις εμφανίζονται στα εξωτερικά -πάνω και κάτω- στρώματα του δοκαριού.

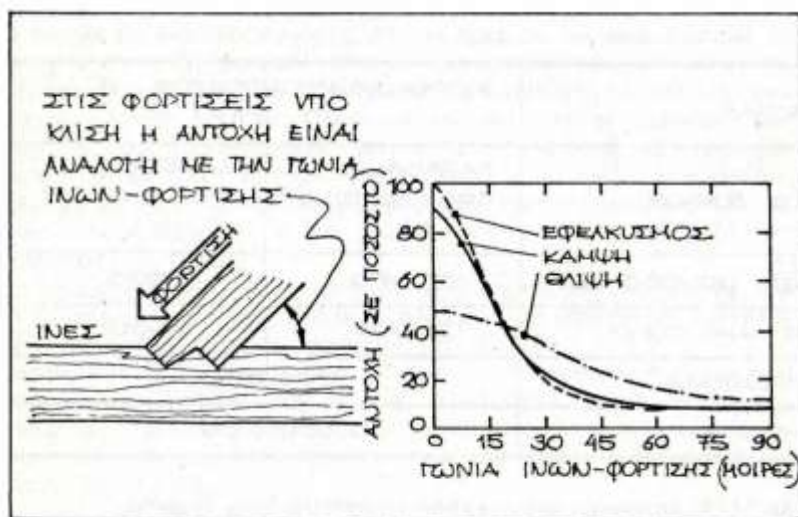


Σχ. 11 Τάσεις κάμψεως στο ξύλο

ΔΟΚΟΣ ΞΥΛΟΥ ΣΕ ΚΑΜΨΗ (πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

### 2.1.4. Αντοχή σε οριζόντια διάτμηση

Η τάση την οποία αντιλαμβανόμαστε λιγότερο από τις καταπονήσεις που ασκούνται στο ξύλο είναι αυτή της οριζόντιας διάτμησης. Η συγκεκριμένη τάση είναι εξίσου σημαντική με τις υπόλοιπες τάσεις, στις οποίες αναφερθήκαμε παραπάνω. Σε αυτή την περίπτωση οι ίνες του ξύλου μετατοπίζονται αμοιβαία και χαλαρώνουν. Ενώ η σχίσση του ξύλου πραγματοποιείται με μεγάλη εύκολα παράλληλα προς τις ίνες του και όχι κάθετα προς αυτές.



Σχ. 12 Επίδραση της γωνίας ινών-φόρτισης στις αντοχές του ξύλου

#### Δ ΔΟΚΟΣ ΞΥΛΟΥ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε καλύτερα το φαινόμενο της οριζόντιας διάτμησης μπορούμε να παρατηρήσουμε ένα δοκάρι το οποίο αποτελείται από πολλές σανίδες. Όταν οι σανίδες δεν είναι συνδεδεμένες και τους ασκήσουμε μια κάθετη δύναμη, τότε το δοκάρι διαλύεται αμέσως. Επίσης με αυτό το παράδειγμα μπορούμε να δούμε πως μετατοπίζονται οι σανίδες στα άκρα τους και πως πραγματοποιείται η υποχώρηση του σιγά-σιγά. Από την άλλη η διάτμηση, κάθετα στις ίνες του ξύλου, εμφανίζεται πιο αραιά και συνήθως δεν δημιουργεί κανένα πρόβλημα.

Αντίθετα, εάν στο ίδιο παράδειγμα ασκήσουμε μια δύναμη παράλληλα στις ίνες του ξύλου, τότε θα παρατηρήσουμε ότι τα λεπτά και μακρόστενα δοκάρια πλήττονται πιο εύκολα από το φαινόμενο της οριζόντιας διάτμησης. Αυτό συμβαίνει γιατί η επιφάνεια της λεπτής πλευράς δεν είναι αρκετή για να παραλάβει τις δυνάμεις.

Για να αντέχει μια διατομή σε οριζόντια διάτμηση έπρεπε οι τεχνίτες να τοποθετούν τις μακρόστενες διατομές με την μεγάλη διάσταση ούτως ώστε αυτές να έχουν μεγαλύτερη αντοχή. Επίσης για να περιοριστεί το πρόβλημα της οριζόντιας διάτμησης σε αυτό το σημείο σκάλιζαν τις εγκοπές που ήταν μυτερές στις άκρες τους με την βοήθεια του τσεκουριού και σκεπαριού.



Σχ. 13 Διατμητικές τάσεις στο ξύλο

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

## 2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές αντοχές του ξύλου

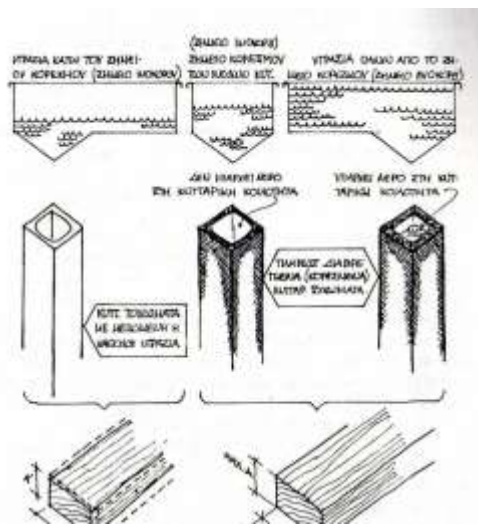
### 2.2.1 Υγρασία ξύλου

Η αντοχή του ξύλου επηρεάζεται από έναν πολύ σημαντικό παράγοντα που δεν είναι άλλος από την υγρασία του αφού το ποσοστό υγρασίας του επηρεάζει σημαντικά τις ιδιότητες του ξύλου. Γενικά θα λέγαμε ότι με την αύξηση του Π.Υ (Περιεκτικότητα σε Υγρασία) συνεπάγεται μείωση των μηχανικών ιδιοτήτων του. Η συμπεριφορά του ξύλου στην υγρασία έχει ιδιαίτερη σημασία και για αυτό το λόγο θα την εξετάσουμε αναλυτικά. Με τον όρο «Περιεκτικότητα σε Υγρασία» του ξύλου εννοείτε το βάρος του νερού που περιέχεται σε αυτό, εκφρασμένο ως ποσοστό του βάρους του ίδιου ξύλου αποξηραμένου σε φούρνο. Το βάρος του περιεχόμενου στο ξύλο νερό ισούται με τη διαφορά του βάρους μεταξύ υγρού ξύλου και του αποξηραμένου σε φούρνο ίδιου ξύλου. Περιεχόμενη υγρασία ή Π.Υ (%) = βάρος περιεχόμενου νερού \*100/ βάρος αποξηραμένου νερού ξύλου.

Στα ζωντανά δέντρα η περιεχομένη υγρασία (Π.Υ) προέρχεται από τους χυμούς. Οι χυμοί αποτελούνται από νερό με διαλελυμένα ορυκτά άλατα. Η υγρασία στα δέντρα αυτά μπορεί να κυμαίνεται από 20% στο σόμφιο ξύλο μερικών δέντρων έως το 30% στο εγκάρδιο ξύλο μερικών άλλων δέντρων. Όταν τα τοιχώματα του ινώδους κυττάρου του ξύλου είναι πλήρως διαβρεγμένα και δεν περιέχεται ελεύθερο νερό μέσα στο κοίλωμα του, τότε θεωρούμε ότι το ξύλο βρίσκεται **στο σημείο κορεσμού** των ινωδών κυττάρων του( ή στο σημείο ινοκόρου). Αυτό συμβαίνει όταν η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου είναι μεταξύ 25% και 30%, ανάλογα με το είδος της ξυλείας.

Τα τοιχώματα των κυττάρων είναι πλήρως διαβρεγμένα αλλά υπάρχει και επιπλέον νερό στα κοιλώματα τους όταν φτάνουν πάνω από το σημείο κορεσμού. Αυτή την κατάσταση την συναντάμε στα ζωντανά δέντρα, σε φρεσκοκομμένους κορμούς ή φρεσκοπριονισμένη ξυλεία. Πάνω από το σημείο κορεσμού των κυττάρων του ο όγκος του ξύλου δεν αλλάζει ενώ κάτω από το σημείο κορεσμού των κυττάρων η υγρασία αρχίζει να εγκαταλείπει τα τοιχώματα τους, προκαλώντας τη συστολή του ξύλου (συρρίκνωση), ανάλογα με το νερό που αφαιρείται. Όταν όμως τα κύτταρα στεγνώνουν , γίνονται πιο ισχυρά και πιο δύσκαμπτα.

Στην ξυλεία υπάρχουν δυο σειρές διαστάσεων, οι διαστάσεις υγρού ξύλου και οι διαστάσεις ξηρού ξύλου. Οι μεγαλύτερες διαστάσεις δίνονται όταν η επεξεργασία της ξυλείας γίνει με το ξύλο σε υγρή διάσταση , ενώ το αντίθετο γίνεται από την επεξεργασία του ξύλου σε ξηρή μορφή (σχ.8)

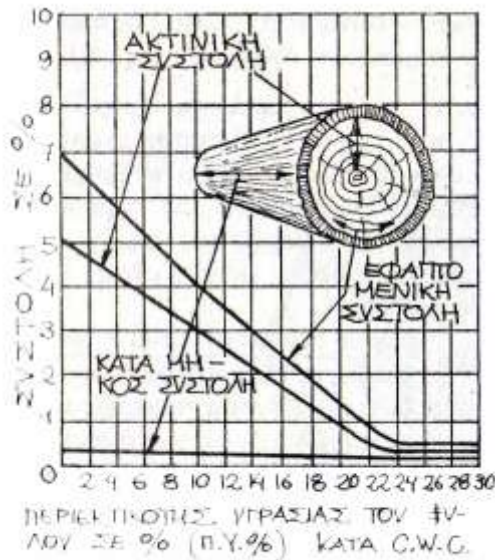


Σχ. 14 συρρίκνωση και διάγνωση του ξύλου λόγω της αποβολής ή πρόσληψης της υγρασίας

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Ως υγροσκοπικό υλικό που είναι το ξύλο αποβάλλει ή απορροφά υγρασία μέχρι η υγρασία του να έρθει σε ισορροπία με τον αέρα που το περιβάλλει. Η θερμοκρασία αλλά και η υγρασία της ατμόσφαιρας επηρεάζουν την κατάσταση αυτή που αυτή ονομάζεται «κατάσταση ισορροπίας» της υγρασίας του ξύλου. Άρα ένα αποξηραμένο ξύλο όταν εκτεθεί σε υγρή ατμόσφαιρα τείνει να πάρει υγρασία και να διασταλεί ή το αντίθετο.

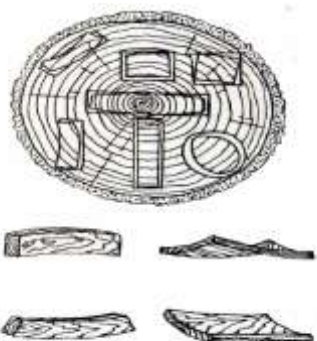
Μεγαλύτερη συστολή συμβαίνει εφαιπτομενικά στους ετήσιους δακτυλίους και η οποία φθάνει το 7% της διάστασης της διατομής, εάν το ξύλο αποξηρανθεί στο 0% της περιεχόμενης υγρασίας. Στην πράξη όμως αυτό δεν συμβαίνει σχεδόν ποτέ γιατί η ξυλεία στη δόμηση σταθεροποιείται σε μια ισορροπία περιεχόμενης υγρασίας 10% και 15%. Αυτό είναι προκαλεί την, περίπου 3%, συστολή της αρχικής υγρής διατομής του ξύλου. Πρέπει όμως να σημειώσουμε εδώ ότι μετά από εργοστασιακή επεξεργασία η περιεχόμενη υγρασία μπορεί να περιοριστεί και κάτω του 10%. (σχ.9)



Σχ. 15 Συστολές του ξύλου  
(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Εκτός από την εφαιπτομενική συστολή μπορούμε να υπολογίσουμε και την ακτινική συστολή που είναι περίπου τα δυο τρίτα της εφαιπτομενικής αλλά και την κατά 2% συστολή της υγρής διατομής όταν η περιεχόμενη υγρασία σταθεροποιηθεί μεταξύ 10% και 15%. (σχ.10)

Η συστολή του ξύλου σε συνδυασμό με το πώς είναι τεμαχισμένο κάθε κομμάτι από τον κορμό παίζουν ρόλο στον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρεται η ξυλεία κατά την ξήρανση. Όταν η θέση του ξύλινου στοιχείου στο κορμό του δέντρου κατά την διάρκεια του τεμαχισμού του είναι σωστή μπορεί να περιορίζει σε σημαντικό βαθμό την ευαισθησία του στην παραμόρφωση από τις διάφορες συστολές. (σχ. 10)

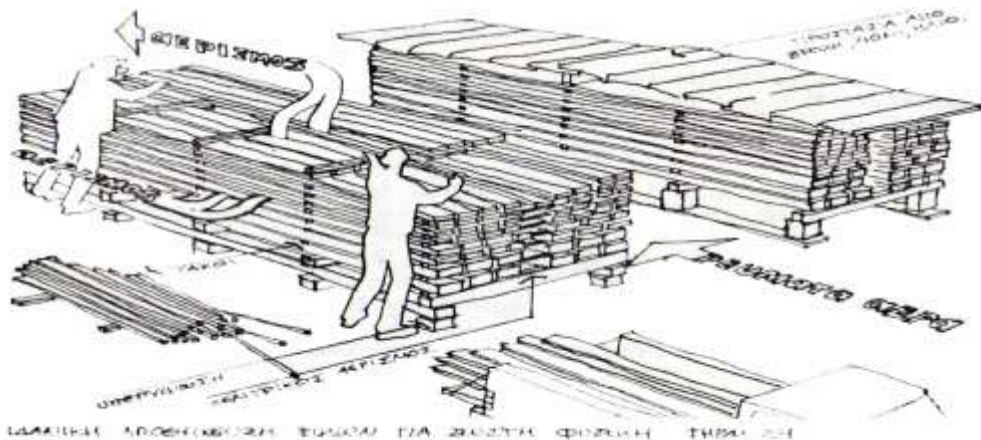


Σχ. 16 παραμορφώσεις του ξύλου  
(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Κατά την βιομηχανική παραγωγή πρέπει να ελέγχεται η υγρασία που περιέχεται στην ξυλεία. Για παράδειγμα οι κανονισμοί ορίζουν ότι η ξυλεία, για τους φέροντες οργανισμούς, πρέπει να έχει 19% ή λιγότερο περιεχόμενη υγρασία. Αυτό είναι κάτι που συνήθως επιτυγχάνεται με φυσικό στέγνωμα των ξύλων στην ατμόσφαιρα. Μερικές φορές όμως για να επιταχυνθεί η διαδικασία τα προϊόντα του ξύλου ξηραίνονται σε ειδικά στεγνωτήρια. Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνουμε όχι μόνο γρηγορότερη παραγωγή αλλά ουσιαστικό και ποιοτικό έλεγχο.

Τα προβλήματα των συστολών μπορούν να μειωθούν εάν ελέγξουμε την διαδικασία ξήρανσης. Για παράδειγμα, ένας πρώτος έλεγχος μπορεί να μας φανερώσει σκασίματα στο ξύλο που είναι συνήθως η πρώτη ένδειξη της υπερβολικά γρήγορης ξήρανσης.

Από την άλλη ένας άλλος τρόπος είναι το πώς στοιβάζεται η ξυλεία. Ο σωστός τρόπος είναι να στοιβάζεται με διάκενα μεταξύ των στρώσεων ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη εξάτμιση από παντού. Αυτός ο τρόπος μειώνει τους κινδύνους που μπορεί να προκληθούν από την ξήρανση της ξυλείας, όπως είναι τα στραβώματα, τις συστροφές, τα στρεβλώματα και τα κοιλώματα. ( σχ. 11)



Σχ. 17

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Γενικά θα λέγαμε ότι η αντοχή του ξύλου αυξάνεται όσο η περιεχόμενη υγρασία μειώνεται. Αυτό γίνεται λόγω του ότι αυξάνεται παράλληλα και η δυσκαμψία των τοιχωμάτων των κυττάρων του και λόγω της συμπύκνωσης της μάζας του ξύλου. Επίσης πρέπει να σημειώσουμε ότι δεν χρειάζεται καμιά αναπροσαρμογή στις επιτρεπόμενες τάσεις, για την συγκεκριμένη μελέτη από την στιγμή που η μέση ετήσια ισορροπία περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου είναι 15% ή λιγότερο. Αυτή την κατάσταση την ονομάζουμε «Ξηρές Συνθήκες Χρήσεως». Επίσης, κατά το μήκος των ινών οι θερμικές διαστολές του ξύλου είναι συνήθως αμελητέες. Τέλος εάν λάβουμε υπόψη τις αντίθετες επιδράσεις της συστολής μπορούμε να υπολογίσουμε την διαστολή στα πολύ μεγάλα ανοίγματα (γέφυρες). Αυτό γίνεται λόγω της αποβολής υγρασίας. Το ξύλο είναι ένας φυσικός μονωτής στη ζέστη και στο κρύο, εξ αιτίας των μικροσκοπικών θυλάκων αέρα μέσα στην κυτταρική δομή του.

### **2.2.2 Πυκνότητα**

Το ειδικό βάρος του ξύλου είναι περίπου 1,5, ανεξάρτητα από την προέλευση του. Σαν υλικό λοιπόν είναι πιο βαρύ από το νερό ωστόσο όμως, το ξύλο συνήθως επιπλέει. Αυτό συμβαίνει επειδή τα ινώδη κύτταρα του ξύλου είναι κούφια και μόλις οι κοιλότητες του ξύλου γεμίσουν με νερό, γίνεται βαρύτερο και βουλιάζει. Πάντως για να γίνει αυτό θα πρέπει να περάσει πάρα πολύς καιρός, σχεδόν χρόνια. Τα περισσότερα «Μαλακά Ξύλα», τα οποία παράγονται στον Καναδά και έχουν ελεγχόμενη υγρασία περίπου 12%, είναι ελαφρύτερα κατά 2/3 από το νερό για τους αντίστοιχους όγκους. (σχ. 12)



Σχ. 18 το ξύλο σαν υλικό είναι βαρύτερο από το νερό (ειδ. Β. :1,5)

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε καθεαυτό μάζα ξύλου, άρα και υψηλότερο ειδικό βάρος προκύπτει από τις διαφορές που υπάρχουν, σε ορισμένα είδη ξύλου, στα κοιλώματα των κυττάρων και στο πάχος των τοιχωμάτων. Επειδή το ειδικό βάρος αντιπροσωπεύει και την ποσότητα της συμπαγούς ύλης, είναι ένας πολύ καλός δείκτης για την αντοχή. Όσο πυκνότερο είναι το ξύλο, τόσο μεγαλύτερη αντοχή έχει. Οι ιδιότητες της αντοχής δεν επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο, βέβαια αυτό δεν έχει ιδιαίτερη σημασία για αυτόν που συνθέτει μια ξύλινη κατασκευή γιατί οι τάσεις που δημοσιεύονται στα εγχειρίδια το έχουν ήδη λάβει υπόψη.

#### Βάρος ανά κυβικό μέτρο για τα κυριότερα δομικά υλικά

ΧΩΡΕΣ	ΕΣΘΛΥΣΙΜΟΣ    κρ / cm <sup>2</sup>	ΘΛΙΨΗ    κρ / cm <sup>2</sup>
ΑΥΣΤΡΙΑ	115	115
ΒΕΛΓΙΟ	105	110
ΕΙΣΒΕΤΑ	100	100
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	105	110
ΔΑΝΙΑ	117	117
ΓΑΛΛΙΑ	96	113
ΚΟΡΣΙΚΑ	117	117
ΟΛΛΑΝΔΙΑ	110	90
ΣΟΥΗΔΙΑ	100	120
ΦΙΛΑΔΕΛΦΙΑ	120	120

ΥΛΙΚΑ	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (ΚΡ/Μ3)
ΞΥΛΟ	500
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	2,400
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	2,400
ΧΑΛΥΒΑΣ	7,800

Σχ. 19 πίνακας επιτρεπόμενων τάσεων σε θλίψη και εφελκυσμό (παράλληλα προς ίνες), που ισχύουν σε διάφορες χώρες της Ευρώπης

πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ



Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε και συμπεραίνουμε ότι:

**Α) Το ξύλο έχει χαμηλή πυκνότητα περίπου 500 kg/M3, ενώ ο χάλυβας φθάνει τα 7.800 kg/M3 και το σκυρόδεμα 2.400 kg/M3.**

**Β) Λόγω αυτής της χαμηλής πυκνότητας και της υψηλής του αντοχής, οι κατασκευές από ξύλο είναι 8 φορές περίπου ελαφρότερες από τις κατασκευές σκυροδέματος και πλινθοδομής.**

**Γ) Εξαιτίας αυτής της χαμηλής πυκνότητας, προκύπτει και η υπεροχή της ξύλινης κατασκευής, κυρίως γιατί απλουστεύεται το έργο της θεμελιώσεως, της μεταφοράς κ.λπ.**

**Συγκριτικός πίνακας των μέτρων ελαστικότητας του ξύλου , σκυροδέματος και χάλυβα**

ΥΛΙΚΑ	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ E (KΡ/m3)	
ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ	ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΙΝΕΣ ΕΙΙ	ΚΑΘΕΤΑ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΙΝΕΣ ΕΙ
ΞΥΛΕΙΑ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ	100,000	3,000
ΔΡΥΣ ΚΑΙ ΟΞΕΙΑ	125,000	6,000
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	300,000	300,000
ΧΑΛΥΒΑΣ	2,100,000	2,100,000

### **2.2.3 Θερμοκρασιακές μεταβολές**

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος δεν επηρεάζει σχεδόν καθόλου τις αντοχές του ξύλου. Γι' αυτό τον λόγο ο σχεδιασμός των ξύλινων κατασκευών είναι ίδιος ανεξάρτητα από το που πρόκειται να κατασκευάσουμε μια κατοικία. Όμως πρέπει να πούμε ότι μία ελαφριά αύξηση στις αντοχές του ξύλου

έχουμε έως τους 37° C , ενώ σε περίπτωση έκθεση της ξυλείας μας ακόμα και στους 51° C δεν παρουσιάζεται κανένα πρόβλημα.

## κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### 3. Είδη ξυλείας



Η δομική ξυλεία παράγεται από δυο ειδών δέντρα. Η κατάταξη τους γίνεται σε :

A) • κωνοφόρα ή αειθαλή (πεύκη, ελάτη, κυπαρίσσι, ψευδοτσούγκα )



σανίδες από κωνοφόρα ξυλεία

B) • πλατύφυλλα ή φυλλοβόλα (δρυς, οξιά, καστανιά, καρυδιά, σημύδα, σφενδάμι, λεύκη, μπάλσα κλπ.)



σανίδες από φυλλοβόλα ξυλεία

Η ξυλεία η οποία παράγεται από κωνοφόρα δέντρα χαρακτηρίζεται ως «μαλακή ξυλεία» ενώ η ξυλεία που παράγεται από πλατύφυλλα δέντρα χαρακτηρίζεται ως «σκληρή ξυλεία». Με τους όρους «μαλακή ή σκληρή» ξυλεία δεν σημαίνει απαραίτητα ότι μπορούμε να προσδιορίσουμε την σκληρότητα του ξύλου. Για την πλειονότητα των φερόντων στοιχείων χρησιμοποιείται πριστή ξυλεία κωνοφόρων είτε ως φυσική ξυλεία είτε ως επικολλητή.

### 3.1 Μορφές του ξύλου στην δόμηση

#### Το Φυσικό ξύλο.

Οι μορφές του ξύλου στην δόμηση είναι διαφόρων ειδών και θα τις εξετάσουμε όλες παρακάτω :

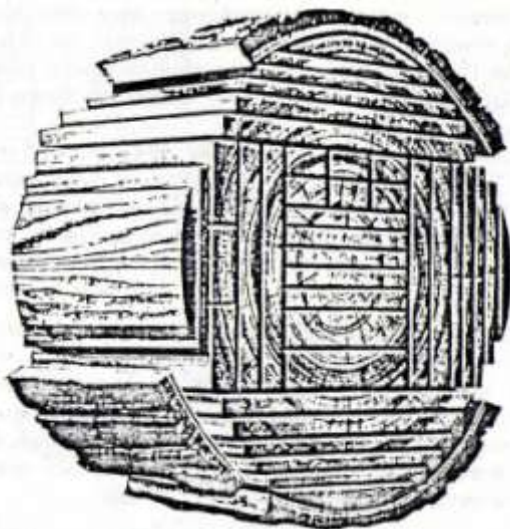
Εάν κόψουμε ένα δέντρο και το καθαρίσουμε κατάλληλα , τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον κορμό του στην φυσική του μορφή. Ο συγκεκριμένος κορμός του δέντρου τώρα πλέον μπορεί να χαρακτηριστεί ως ξύλινος κύλινδρος και η ξυλεία από την οποία παράγεται ονομάζεται «**Στρογγυλή**». Η στρογγυλή ξυλεία χρησιμοποιείται για στύλους της ΔΕΗ (κοινώς ηλεκτροφόροι στύλοι) ή για πασσάλους κατά την θεμελίωση μιας κατασκευής.

« **Πελεκητή** » χαρακτηρίζεται η ξυλεία , η οποία έχει επεξεργασθεί πρόχειρα με τσεκούρι. Διάφορες κατασκευές στις οποίες χρησιμοποιούμε πελεκητή ξυλεία είναι αγροτικές κατοικίες ή στέγες.

Τέλος, η τελευταία μορφή του ξύλου στην δόμηση είναι η «**Πριστή ή Πριονιστή**» ξυλεία η οποία χαρακτηρίζεται από το πριόνισμα του σε ορθογωνικές ή τετραγωνικές διατομές.

Ο τρόπος κοπής καθορίζει επίσης και άλλα δυο στοιχεία της εμφάνισης των τεμαχίων του ξύλου, την κατεύθυνση των «νερών» και το σχήμα των ρόζων. Τέλος τα τεμάχια που έχουν κοπεί κατά την ακτίνα έχουν τάση να παραμορφώνονται διαφορετικά από τα τεμάχια κατά την χορδή.

Το σκίσιμο του κορμού γίνεται κατά δυο βασικούς τρόπους: κατά την **ακτίνα** και κατά την **χορδή**. Στην πρώτη περίπτωση οι ετήσιοι δακτύλιοι σχηματίζουν γωνία 45 έως 90 μοιρών με την επιφάνεια, ενώ στη δεύτερη περίπτωση σχηματίζεται γωνία 0 έως 45.



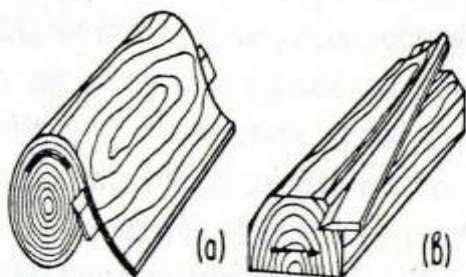
Σχ. 20 κοπή του ξύλου σε διάφορες διατομές

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Στην αγορά η εύρεση της ξυλείας γίνεται σε τυποποιημένες διατομές με αντίστοιχες ονομασίες όπως: καδρόνια, σανίδες, πηχοσανίδες κλπ. Παρακάτω αναφέρουμε μερικές από τις τυποποιημένες διατομές που προσφέρεται η ξυλεία.

### 3.1.1-Τα αντικολλητά (κόντρα πλακέ) ξύλα.

Ο κορμός ουσιαστικά «ξετυλίγεται» κατά την κοπή σε ένα λεπτό φύλλο πάχους από μισό έως πάνω από 5 mm.



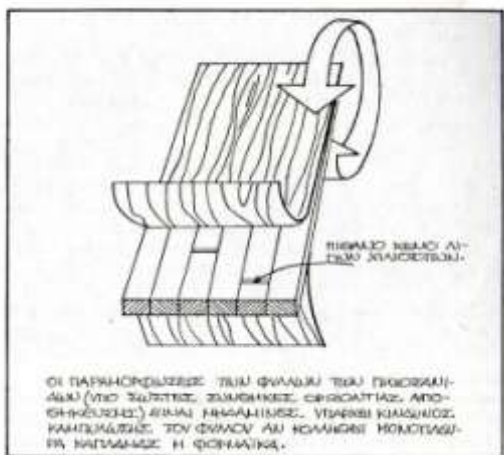
Σχ 21 κοπή του κορμού σε λεπτά φύλλα για τα κόντρα-πλακέ με περιστροφή (α) και αποκοπή (β)

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Τα φύλλα αυτά κολλιούνται υπό πίεση εκατέρωθεν του κεντρικού φύλου με κατεύθυνση ιών κάθετη μεταξύ τους και σε διαδοχικές στρώσεις. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα που παρουσιάζει η αντικολλητή ξυλεία είναι ότι οι μεταβολές των διαστάσεων της από την υγρασία ή από άλλους παράγοντες είναι αμελητέες στις κατασκευές δουλεύοντας ως διαφράγματα. Κατά αυτόν τον τρόπο δηλαδή εξασφαλίζεται η ακαμψία της κατασκευής στις πλάνιες καταπονήσεις (άνεμος, σεισμός).

### 3.1.2 -οι πηχοσανίδες (plaquages).

Από τις δύο πλευρές μιας στρώσης από λεπτές ξύλινες πήχεις πάχους έως 20mm, επικολλώνται λεπτά αντικολλητά φύλλα. Έτσι παράγεται μια αρκετά ισχυρή ξυλόπλακα με πολλές εφαρμογές στις επικαλύψεις στις επενδύσεις και στην κατασκευή επίπλων. Η πηχοσανίδα έχει μικρότερες αντοχές από το αντικολλητό ξύλο.

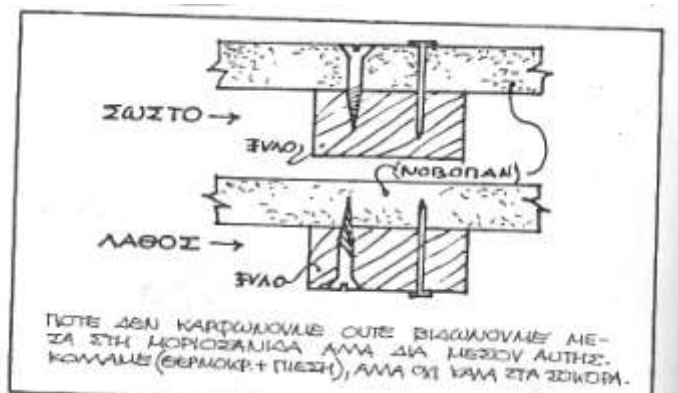


Σχ. 21<sup>α</sup> πηχοσανίδα (Plaquages)

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

### 3.1.3 -οι μοριοσανίδες (particleboards).

Οι μοριοσανίδες αποτελούνται από μικρά κομμάτια τριμάτων από κλαδιά, περισσεύματα ξύλου κλπ. Τα μόρια τους τα οποία βρίσκονται σε μικρά μεγέθη ανακατεύονται με κόλλα. Έτσι κάτω από συγκεκριμένες επεξεργασίες όπως υπό ορισμένη πίεση και θερμοκρασία, ψήνονται για να διαμορφώσουν πλάκες πάχους από 6 mm έως μερικά cm σε διάφορες πυκνότητες και διάφορες επεξεργασίες των επιφανειών τους. Στην Ελλάδα είναι γνωστές ως πλάκες «νοβοπάν».18<sup>α</sup>



Σχ. 21 β μοριοσανίδες

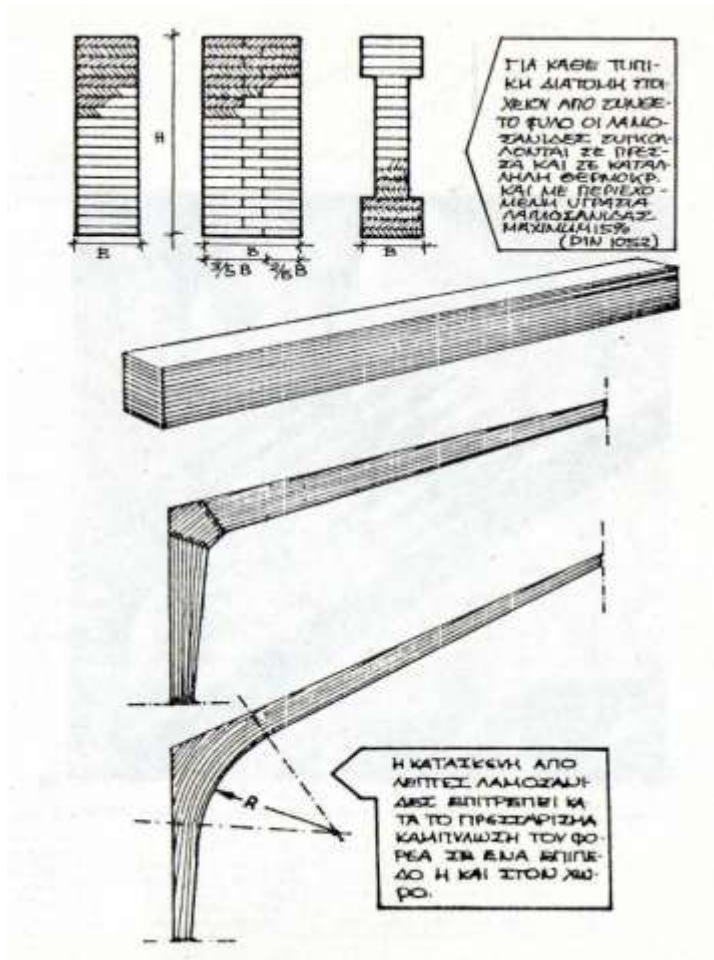
(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

### 3.1.4 -ινοσανίδες (fiberboards).

Με παρόμοιο τρόπο με τις μοριοσανίδες παράγονται και οι ινοσανίδες. Η μοναδική διαφορά που παρουσιάζουν σε σχέση με τις μοριοσανίδες είναι ότι αντί για μόρια ξύλου χρησιμοποιούνται ίνες ξύλου. Συνήθως δεν παρουσιάζουν καμία μηχανική αντοχή ενώ είναι και μικρής πυκνότητας. Τέλος, πρακτικά τις χρησιμοποιούμε μόνο για προστατευμένες επενδύσεις.

### 3.1.5 -σύνθετο ξύλο (ξύλο από συγκολλημένες λαμοσανίδες) (laminated wood).

Όταν μιλάμε για σύνθετο ξύλο, ουσιαστικά εννοούμε ξύλινες διατομές, γραμμικές και επιφανειακές, ευθείες ή καμπύλες, που προκύπτουν από την συγκόλληση μικρών κομματιών ξύλου με την μορφή των λωρίδων. Το πάχος του σύνθετου ξύλου κυμαίνεται από 20-40 χιλιοστά ενώ το μήκος του διαμορφώνεται ανάλογα με τις διαστάσεις που θα ζητηθούν. Όσον αφορά τις μηχανικές του ιδιότητες παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα, η οποία του επιτρέπει να απορροφά δονήσεις που θα μπορούσαν να προκαλέσουν ρηγμάτωση. Υπό επαναλαμβανόμενη φόρτιση παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή σε καταπονήσεις. Τέλος, το βάρος του είναι πολύ μικρό σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά υλικά και συνήθως χρησιμοποιείται για την γεφύρωση μεγάλων ανοιγμάτων (100 μ).



Σχ.21 γ σύνθετο ξύλο (Laminated wood)

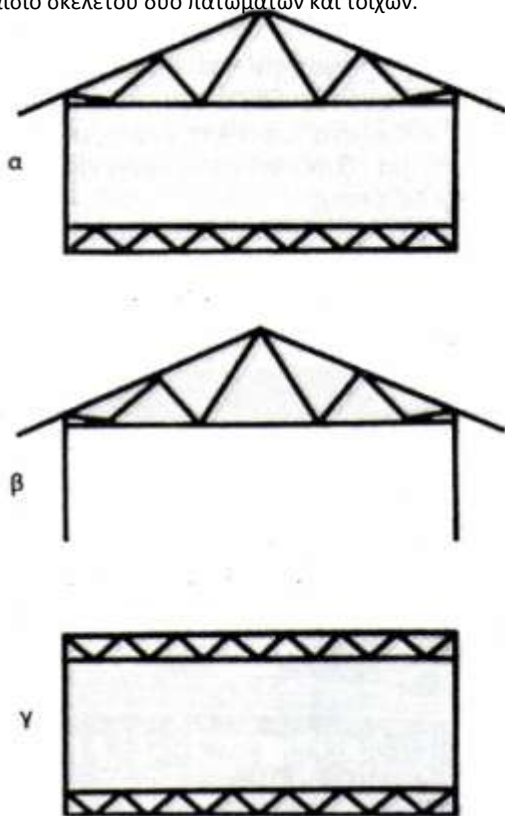
(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

### 4. Μοντέλα και μεθοδολογία σχεδιασμού ξύλινων κατασκευών

#### 4.1 Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών με σκελετό τύπου Truss Framed System (TFS).

Το πρώτο μοντέλο ξύλινης κατασκευής με το οποίο θα ασχοληθούμε είναι το TFS. Ουσιαστικά μιλάμε για ένα δομικό σύστημα από ξύλινο σκελετό το οποίο αποτελείται από ολόσωμα πλαίσια. Το κάθε ολόσωμο πλαίσιο περιλαμβάνει μια δικτυωτή δοκό σκελετού του πατώματος, δυο κοινούς ορθοστάτες εσωτερικών τοίχων και ένα αιωρούμενο δικτυωτό στέγης. (σχ. 22)

**Σχ.22** τρεις τύποι ολόσωμων πλαισίων για σκελετούς T.F.S. α) ολόσωμο πλαίσιο σκελετού. β) πλαίσιο σκελετού οροφής και τοίχων. γ) πλαίσιο σκελετού δύο πατωμάτων και τοίχων.



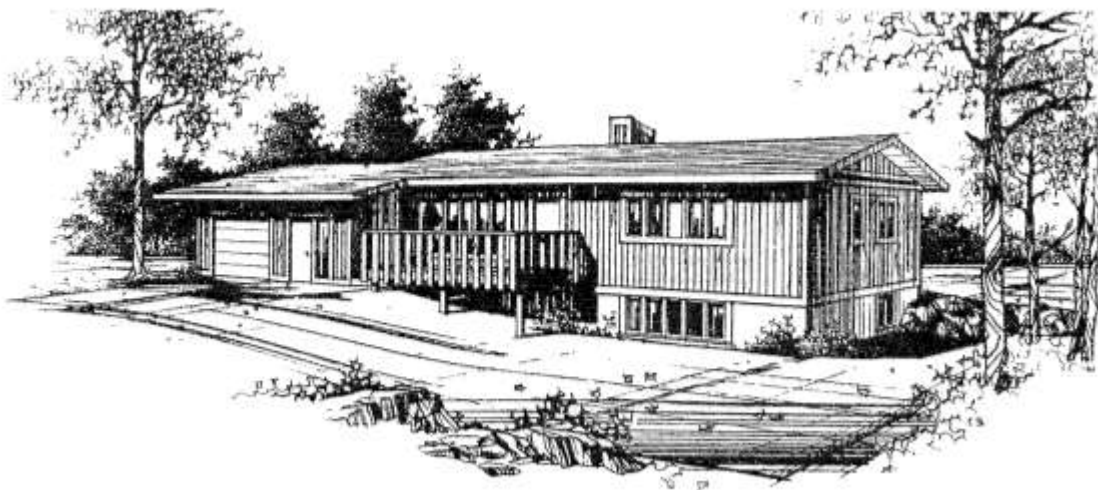
Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)

Το εργαστήριο δασικών προϊόντων της Δασικής Υπηρεσίας των ΗΠΑ δημιούργησε τον συγκεκριμένο τύπο της ξύλινης προκατασκευής. Σκοπός της συγκεκριμένης προκατασκευής είναι η πληρέστερη αξιοποίηση των δασικών προϊόντων αλλά και η αναβάθμιση των υπαρχόντων ξύλινων

σκελετών. Επίσης λειτούργησε ως προπομπός για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργούνται μεταξύ των συνδέσεων στα σημεία της στέγης ή στα τοιχώματα που προκαλούνται από τον σεισμό, άνεμο ή μια θύελλα.

Με το σύστημα T.F.S έχουμε πολλαπλά κέρδη όπως είναι η εξασφάλιση της κατασκευαστικής συνέχειας από τα θεμέλια μέχρι την οροφή και η αντιμετώπιση των προβλημάτων στις συνδέσεις. Ενώ σε περίπτωση καταπονήσεων από φορτία ανέμου ή χιονιού κάθε φέρον στοιχείο της κατασκευής είναι ανθεκτικό. Σύμφωνα με την άποψη των μηχανικών ξύλου που σχεδίασαν το σύστημα T.F.S μπορούμε να έχουμε χαμηλό κόστος κατασκευής, άνετο σχεδιασμό, γρήγορη προκατασκευή γρήγορη ανέγερση της κατοικίας και υψηλή ασφάλεια. Για τις περισσότερες εφαρμογές η κατασκευή των πλαισίων γίνεται αποκλειστικά από καδρόνια πάχους 5εκ. και πλάτους 10 εκ. ενώ δεν είναι απαραίτητοι οι δοκοί και οι κολώνες υποστήριξης στο ισόγειο. Παρά όμως τα πλεονεκτήματα που έχει το σύστημα T.F.S, δεν λειτούργησε ως μοντέλο σχεδιασμού κατασκευαστικά για αυτό μέχρι σήμερα ο συγκεκριμένος τύπος T.F.S κατασκευαστικά αριθμεί λίγες κατοικίες.

**Σχ23** αντιπροσωπευτικό σπίτι που κατασκευάσθηκε με ελαφρύ ξύλινο σκελετό τύπου T. F. S.



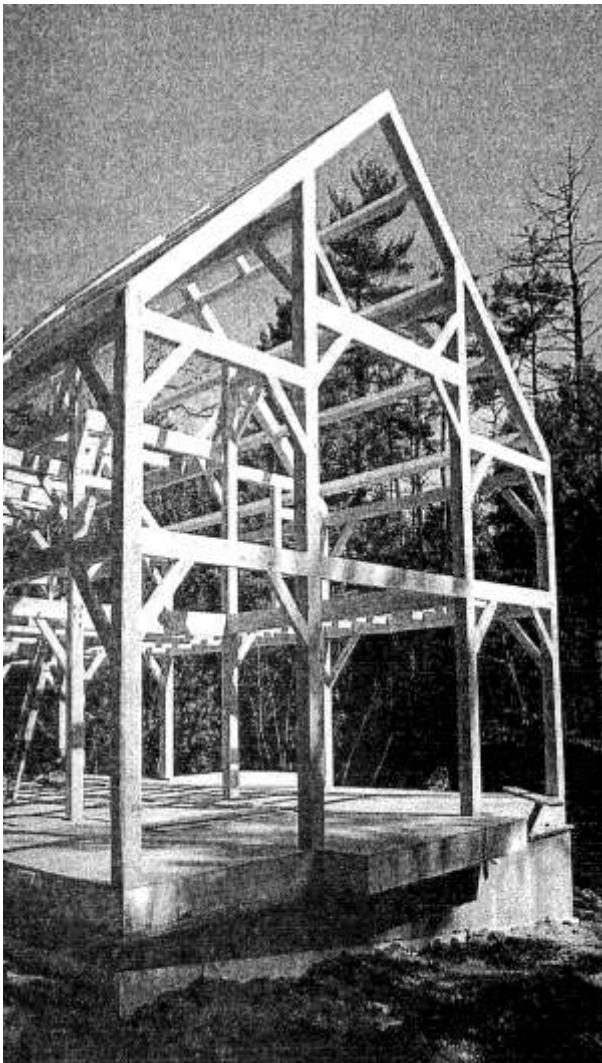
(Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)



## 4.2 Σύγχρονη δώροφη κατοικία από ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και πάνελς

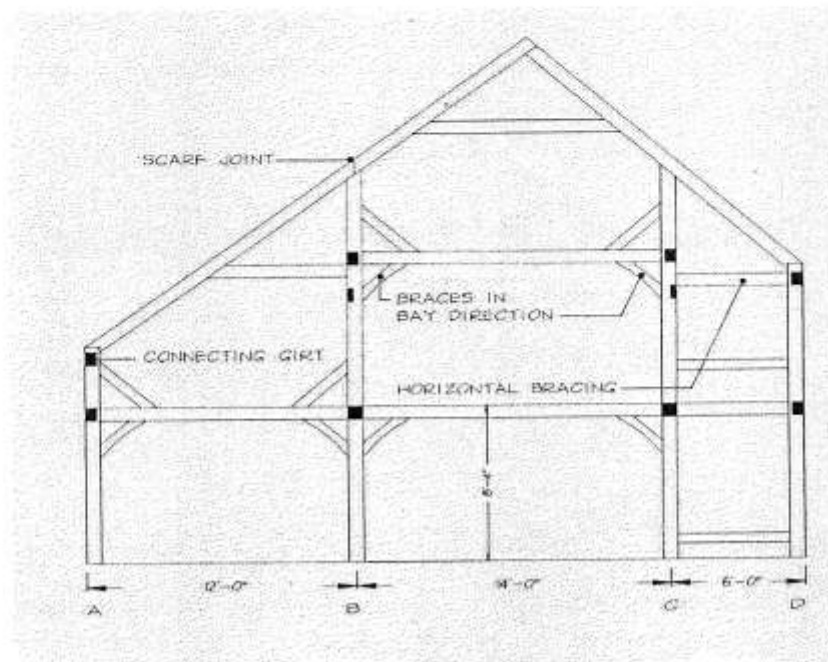
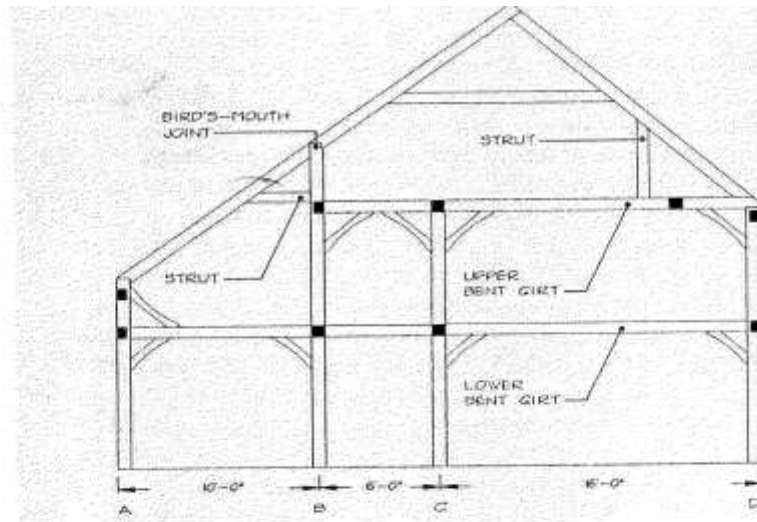
Ο ενισχυμένος ξύλινος σκελετός και πάνελς είναι ένα δεύτερο μοντέλο σχεδιασμού ξύλινης κατασκευής. Ο τρόπος κατασκευής του είναι η ενίσχυση του από ξύλινο σκελετό τοίχων και στέγης(σχ.24). Ενισχυμένα προκατασκευασμένα πάνελς στερεώνονται στην εξωτερική πλευρά του σκελετού και στα πατώματα ενώ σε κάθε ενισχυμένο πλαίσιο σκελετού ενσωματώνονται στοιχεία σκελετού τοίχων ισογείου και ορόφου, οριζόντια δοκάρια τοίχων και πατωμάτων καθώς και οι δοκοί στέγης. Με αυτήν την μεθοδολογία σχεδιασμού μπορούμε να εξασφαλίσουμε υψηλή μηχανική αντοχή στο μοντέλο καθώς και άνεση στο στήσιμο των ολόσωμων πλαισίων με την βοήθεια γερανού. Η σύνδεση των πλαισίων πραγματοποιείται με οριζόντιες δοκούς.

επίσης τα ενισχυμένα πάνελς που χρησιμοποιούμε είναι τύπου σάντουιτς και αποτελούνται από δύο επιφάνειες ξυλόπλακων με μια ενδιάμεση στρώση πολυουρεθάνης. Τα συγκεκριμένα πάνελς, τα οποία είναι γνωστά και ως Stress Skins Panels, παρουσιάζουν υψηλή μηχανική αντοχή και η συμπεριφορά τους κατά την φόρτιση τους είναι ως διπλό ταφ.(σχ.25)



Σχ24 ενισχυμένος ξύλινος σκελετός κατοικίας

Μέσω αυτής της μεθοδολογίας σχεδιασμού πετυχαίνουμε υψηλή μόνωση, χαμηλό κόστος παραγωγής και μεγάλη ταχύτητα τοποθέτησης. Το 1937 στις ΗΠΑ κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά ενώ η εμφάνιση τους στον κατασκευαστικό τομέα υπολογίζεται πως ξεκίνησε το 1957. Σήμερα αντιπροσωπεύουν το 1% περίπου της μεθοδολογίας σχεδιασμού των ξύλινων κατοικιών στην Αμερική.



β

Σχ25 β : ενισχυμένοι ξύλινοι σκελετοί σπιτιού

(Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)

### 4.3 Προκατασκευασμένα κτίρια με πτυσσόμενα (αναδιπλούμενα) πλαίσια τεχνολογία (foldex)

Τα προκατασκευασμένα κτίρια με πτυσσόμενα πλαίσια αποτελούν το τρίτο μοντέλο σχεδιασμού ξύλινης κατοικίας. Η τεχνική σχεδιασμού που χρησιμοποιείται ονομάζεται FOLDEX και την εφεύρε ο Πολιτικός μηχανικός Hans Buys. Σύμφωνα με τον Hans Buys επιτρέπεται η προκατασκευή κτιρίων έως δύο ορόφους και δώμα με αναδιπλούμενα πλαίσια. (σχ.26)



Σχ26 εγκατάσταση των διπλούμενων πλαισίων στην τελική θέση



Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)

Στην παραπάνω εικόνα απεικονίζεται το μοντέλο σχεδιασμού προκατασκευασμένων κτιρίων με πτυσσόμενα πλαίσια. Στην εικόνα αυτή διακρίνονται πλαίσια τοίχων, πατωμάτων και οροφής. Το κάθε πλαίσιο της κατασκευής είναι τύπου σάντουιτς και αποτελείται από τρεις στρώσεις, όπως τα πλαίσια που περιγράψαμε παραπάνω. Η μόνη διαφορά σε σχέση με τα προηγούμενα είναι ότι στην μεσαία στρώση εμπεριέχεται και ο ξύλινος σκελετός. Το στοιχείο αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί δίνει στα πλαίσια τεράστια μηχανική αντοχή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επιτρέπεται η χρήση των πλαισίων ως στοιχεία στέγης, τοίχων και πατωμάτων.

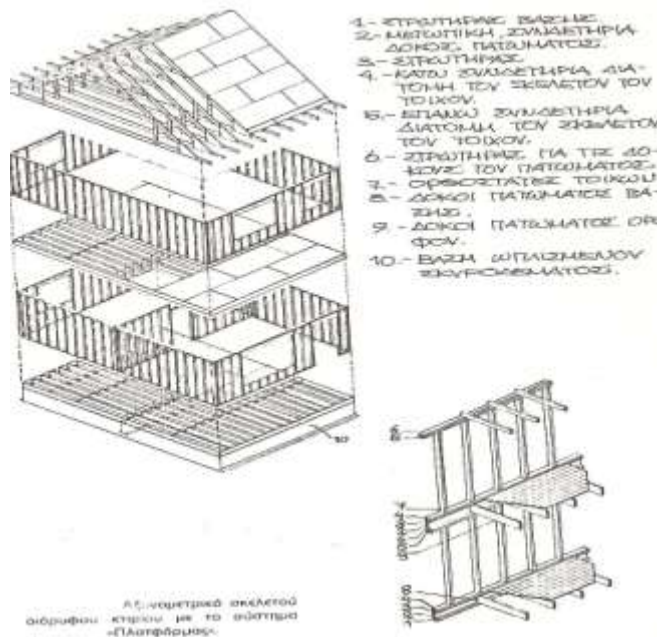
Ειδικά εργοστάσια με εξειδικευμένα μηχανήματα (θερμή πολυώροφη πρέσα υψισυχνών) προκατασκευάζουν τα πλαίσια αυτά. Έτσι εξασφαλίζεται η υψηλή παραγωγή και το χαμηλό κόστος ενώ

σύμφωνα με την τεχνική foldex η κατασκευαστική τους χρήση μπορεί να είναι συγκροτήματα κατοικιών, γραφείων, σχολείων και καταστημάτων.

#### 4.4 Ξύλινες κατασκευές με πυκνό και ελαφρύ σκελετό (TIMBER FRAME)

Δύο άλλα συστήματα σχεδιασμού με πυκνό και ελαφρύ σκελετό είναι το σύστημα **Πλατφόρμας** (Platform System) και το σύστημα **Κλωβού** (Ballon Frame). Τα δύο αυτά συστήματα μπορούν να εφαρμοστούν σε κατασκευές μικρού μεγέθους και τα καθαρά ανοίγματα των φερόντων στοιχείων να μην ξεπερνούν τα 5-6 μέτρα. Ενώ, ο αριθμός των ορόφων δεν πρέπει να υπερβαίνει τους τρεις. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι στον Καναδά τέσσερις στις πέντε ξύλινες κατοικίες κατασκευάζονται με το σύστημα της πλατφόρμας. Επίσης και σε άλλες κατασκευές μέσου ή μικρού μεγέθους όπως είναι τα σχολεία, οι αποθήκες, τα περίπτερα κλπ **το σύστημα έχει ευρύτατη εφαρμογή. Αυτό συμβαίνει επειδή το σύστημα είναι ιδιαίτερα οικονομικό.**

**Σύστημα πλατφόρμας:** Το πιο διαδεδομένο και ταυτόχρονα το πιο πρόσφατο στον κατασκευαστικό τομέα, από τα δύο συστήματα που αναφέραμε παραπάνω, είναι το σύστημα πλατφόρμας. Η όλη κατασκευή βασίζεται σε ένα απλό σύστημα θεμελίων, συνήθως από οπλισμένο σκυρόδεμα και καλύπτεται με στέγη.



σχ.26 β. αξονομετρικός σκελετός διώροφου κτιρίου με το σύστημα πλατφόρμας

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

Επειδή η κατασκευή είναι ιδιαίτερα απλή και το βάρος των στοιχείων που συναρμολογούνται είναι πολύ μικρό δεν χρειάζονται βοηθητικά μηχανήματα στην ανέγερση ενώ οι πλατφόρμες των ορόφων χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα ως χώρος εργοταξιακής προκατασκευής των κατακόρυφων

τοιχών. Για παράδειγμα στην Αγγλία οι διώροφες ή τριώροφες κατοικίες κατασκευάζονται (από τα θεμέλια και πάνω) από μία ομάδα δύο ή τεσσάρων εργαζομένων, σε διάστημα έξι εβδομάδων περίπου.

**Σκελετός:** όλα τα φορτία-κινητά, νεκρά φορτία αέρα και σεισμού-πρέπει να προσληφθούν από τα ξύλινα στοιχεία της κατασκευής. Τα στοιχεία αυτά της κατασκευής διακρίνονται σε δυο ειδών, στα γραμμικά και στα επιφανειακά.

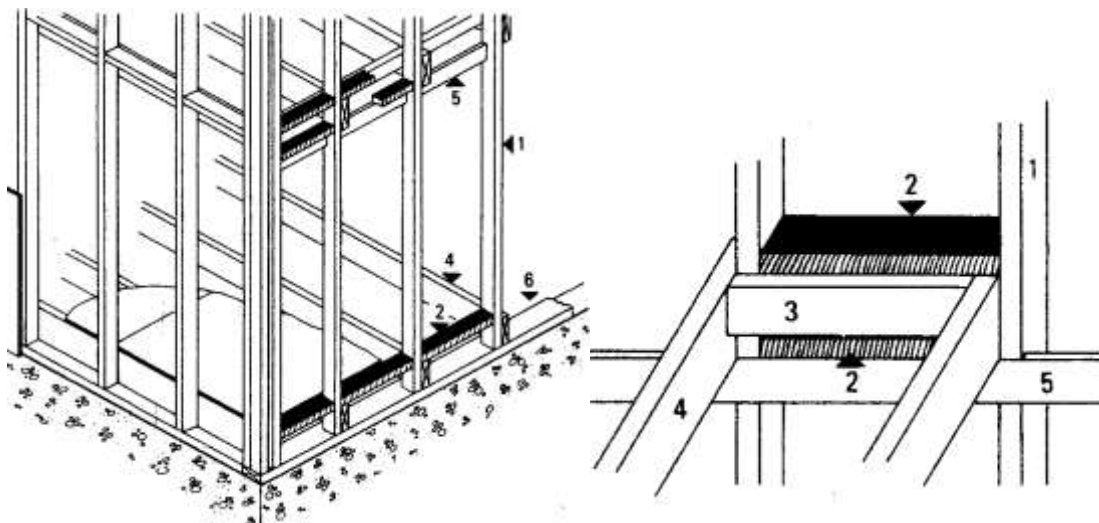
Ως γραμμικά στοιχεία θεωρούμε τους ορθοστάτες της κατασκευής, τους στρωτήρες, τις δοκούς και τα διάφορα δικτυώματα που πιθανά να χρησιμοποιήσουμε στην στέγη. Από την άλλη, ως επιφανειακά στοιχεία θεωρούμε τις σανίδες. Πάνω στις οριζόντιες πλατφόρμες των πατωμάτων καθώς και στα κατακόρυφα παννέλα των τοίχων και στη στέγαση, είναι απαραίτητο να γίνει ένα πυκνό και συχνό κάρφωμα των επιφανειακών στοιχείων πάνω στο πυκνό πλέγμα των γραμμικών στοιχείων. Με αυτή την τεχνική καρφώματος, των γραμμικών και επιφανειακών στοιχείων, μας παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας οριζόντιων και κατακόρυφων διαφραγμάτων τα οποία είναι απαραμόρφωτα. Έτσι οι σεισμικές φορτίσεις που δημιουργούνται στην κατασκευή προσλαμβάνονται.

#### 4.5 Σύστημα κλωβού (μπαλονιού) Balloon Frame

Το συγκεκριμένο σύστημα είναι παλιότερο κατασκευαστικά από το παραπάνω. Το βασικό στοιχείο που το διαφοροποιεί από το σύστημα πλατφόρμας είναι η συνέχεια των υποστυλωμάτων από την θεμελίωση μέχρι την στέγη.

Τα πατώματα του ορόφου αποτελούνται από οριζόντιους δοκούς. Αυτοί οι δοκοί καρφώνονται πάνω στα υποστυλώματα χωρίς να έχουμε απαραίτητα την διακοπή τους. Ταυτόχρονα όμως δημιουργούνται πάρα πολλά προβλήματα στην προκατασκευή των όψεων εξαιτίας του μεγάλου ύψους των υποστυλωμάτων.

Μεταξύ δυο καθ' ύψος τοποθετημένων εσωτερικών διαχωριστικών τοίχων υπάρχει κάποια δοκός, ενώ στους εξωτερικούς τοίχους οι ορθοστάτες δεν διακόπτονται. Το γεγονός αυτό προκαλεί διαφορετική καθ' ύψος συστολή και για αυτό το λόγο η χρήση του συστήματος Κλωβού (ή μπαλονιού) έχει περιοριστεί πάρα πολύ. (Σχ. 27)



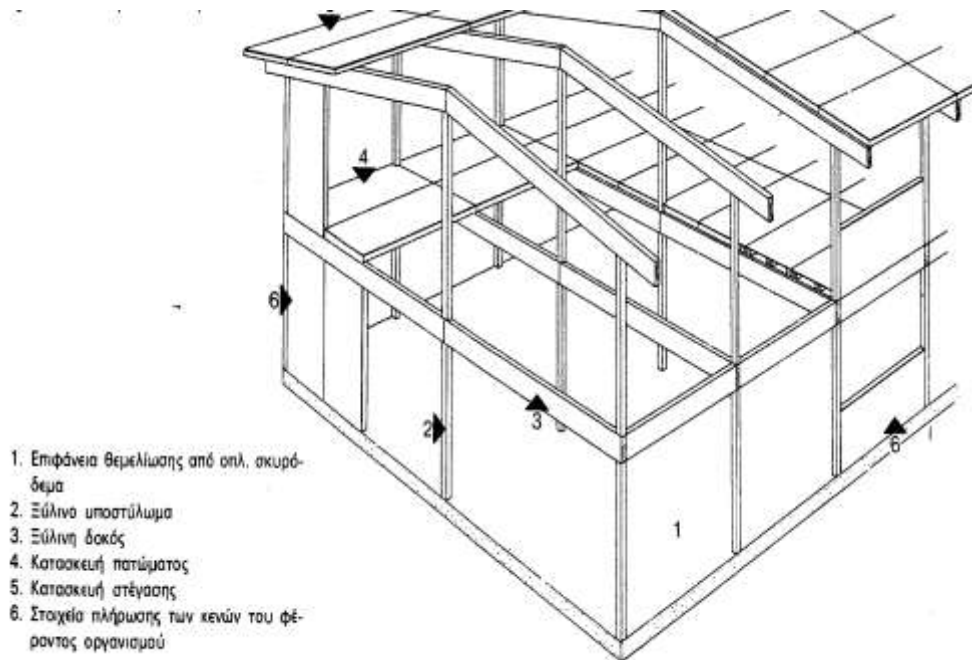
### Σχ 27. λεπτομέρεια στήριξης των δοκών του ορόφου

Πηγή :ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ (TIMBER FRAME)

## 4.6 Σύστημα δοκού επί στύλων

Το σύστημα δοκών επί στύλων είναι το τελευταίο μοντέλο σχεδιασμού. Η βασική τεχνοτροπία αυτού του μοντέλου είναι η στήριξη των ξύλινων δοκαριών πάνω στα ξύλινα υποστυλώματα. Πάνω στα πατώματα και στην στέγη τοποθετούμε ξύλινες δοκίδες είτε από αντεπικολλητή, είτε με πέτσωμα από σανίδες είτε από άλλα φέροντα ξύλινα στοιχεία, όπως πανέλα υπό ένταση(Stressed skin panels)

Μεταξύ των υποστυλωμάτων στα διαστήματα με ξύλινη κατασκευή τοίχων, η πλήρωση μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Αρχικά μπορεί να κατασκευαστεί ένας δευτερεύον ελαφρύς πυκνός σκελετός με εξωτερικά επικάλυψη από Plywood και εσωτερικά με γυψοσανίδα. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλα στοιχεία προκατασκευασμένα, τύπου Sandwich, με εξωτερική επικάλυψη συνήθως πάλι με Plywood και διάφορες κατασκευές εσωτερικής επένδυσης και μόνωσης.



Σχ. 28 Σύστημα δοκού επί στύλων

Πηγή :ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ (TIMBER FRAME)

#### 4.7 Τεχνολογία κατασκευής κορμόσπιτων με οριζόντια τοποθέτηση κορμών

Μια από τις πιο διαδεδομένες διεθνής πρακτικές κατασκευής ξύλινων κατασκευών είναι αυτή των κορμόσπιτων. Το βασικό κατασκευαστικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι κατάλληλα κατεργασμένα κορμίδια πέυκης, κυπαρισσιού, καστανιάς διαμέτρου 12-25 εκ. Τα προηγούμενα χρόνια χρησιμοποιούνταν μεγάλης διαμέτρου κορμοί . Ο εργαλειακός εξοπλισμός που χρειάζεται για την ακριβή και ασφαλή κατασκευή των κορμόσπιτων είναι σκεπάρνια, τσεκούρια και αποφλοιωτήρες. Παρατηρούμε, πως διάφορα παραδοσιακά κορμόσπιτα σώζονται εδώ και δεκάδες χρόνια, γεγονός το οποίο μας αποδεικνύει ότι το ξύλο ως κατασκευαστικό υλικό έχει μεγάλη διάρκεια ζωής αρκεί να υφίσταται την κατάλληλη συντήρηση και φροντίδα.

Σχ.28.α



Σχ.28.β

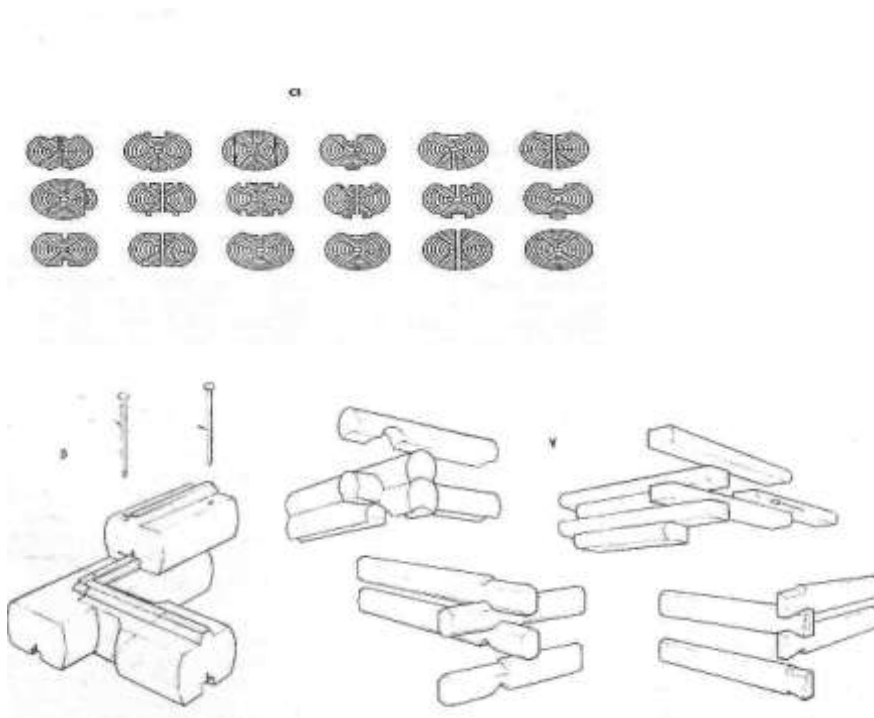


Σχ.28.α, 28.β Παραδοσιακά κορμόσπιτα που σώζονται επί 100 άδες χρόνια με απλή συντήρηση

(Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)

Τώρα όσον αναφορά το κατασκευαστικό κομμάτι των κορμόσπιτων έχει ως εξής. Τα τοιχώματα τους αποτελούνται από κορμίδια .Τα κορμίδια αφού περάσουν από συγκεκριμένη κατεργασία τοποθετούνται σε οριζόντια διάταξη το ένα απάνω στο άλλο. Η κατεργασία των κορμών θα λέγαμε ότι δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία. Αφού περάσουν μέσα από ειδικά μηχανήματα , όπου παίρνουν την μορφή του κυλίνδρου και ταυτόχρονα δημιουργούνται εσοχές και προεξοχές κατά μήκος( σχ.α) είναι έτοιμα για την οριζόντια τοποθέτηση του ενός πάνω στο άλλο.(σχ.β)

Για την σύνδεση των κορμών πραγματοποιούμε ανάλογες εσοχές , έτσι ώστε να διασταυρωθούν οι κορμοί και να δέσουνε μεταξύ τους.( σχ.γ)



Για τα εσωτερικά χωρίσματα συνήθως χρησιμοποιούνται είτε κορμίδια μικρότερης διατομής είτε ξύλινος ελαφρύς σκελετός και επένδυση στις 2 όψεις του. Στην στέγη ο φέρων οργανισμός της αποτελείτε από κορμούς ή ζευκτά βαρέου τύπου.

Στα πολύ παλιά σπίτια από κορμούς η επικάλυψη της στέγης γίνεται από χώμα, γεγονός το οποίο καθιστά αυτήν την τεχνική εντυπωσιακή Ακριβώς πάνω από το σανίδωμα της στέγης χρησιμοποιείται φλοιός σημύδας, ο οποίος είναι αδιαπέραστός από το νερό και πάνω από τον φλοιό τοποθετείται το χώμα. Η συγκράτηση του χώματος στα άκρα της στέγης γινόταν με πέτρες ή κορμίδια., ενώ η ξυλεία συντηρούταν με πίσσα ή κεδρέλαιο.



Χαρακτηριστικά παραδείγματα κορμόσπιτων σε μαζική παραγωγή έχουμε στην χειμερινή Ολυμπιάδα το 1993 την Νορβηγία. Οι Νορβηγοί κατασκεύασαν ολόκληρα χωριά από τέτοια σπίτια , όπου έμεναν οι αθλητές των ολυμπιακών αγώνων. Πέρα από την ιδιαιτερότητα των κορμόσπιτων κατά αυτήν την κατασκευαστική μεθοδολογία σχεδιασμού δόθηκε επιπλέον και ένα παγκόσμιο μήνυμα προστασίας του περιβάλλοντος μέσα από την χρήση ανανεώσιμων πρώτων υλικών.



**Σχ.28 γ** Κορμόσπιτα που κατασκεύασαν οι Νορβηγοί για τις ανάγκες της χειμερινής ολυμπιάδας του 1993

(Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)

## 5. Θεμελιώσεις Ξύλινων Κατασκευών

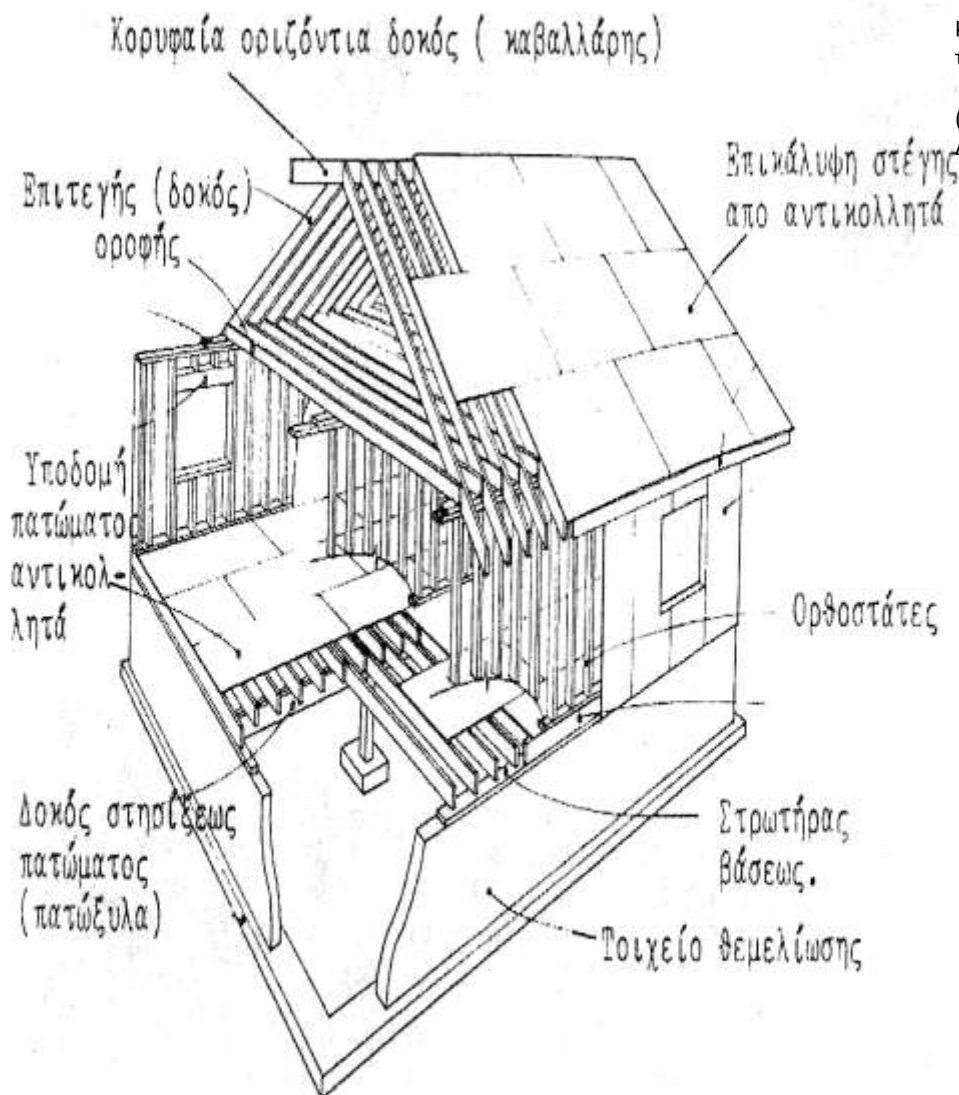
### 5.1 Θεμελίωση με πυκνό και ελαφρύ σκελετό

Απαραίτητη προϋπόθεση για την σωστή και ακριβή κατασκευαστική λειτουργία μιας ξύλινης κατασκευής αποτελεί η θεμελίωση της.

Η ξύλινη κατασκευή απαιτεί μια ακρίβεια υψηλής τάξεως. Η απαίτηση αυτή μεταβιβάζεται και στην κατασκευή της θεμελίωσης.

Η θεμελίωση σπιτιών με ξύλινο σκελετό γίνεται με διάφορους τρόπους:

Α) Για τις κατοικίες που είναι κατασκευασμένες με τη μέθοδο του πυκνού και ελαφρού σκελετού (timber frame), ο πιο συνηθισμένος τρόπος θεμελίωσης είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, δηλαδή από μια πλάκα μετόν πάνω στην οποία είναι στερεωμένοι κατάλληλα ο σκελετός της κατασκευής.



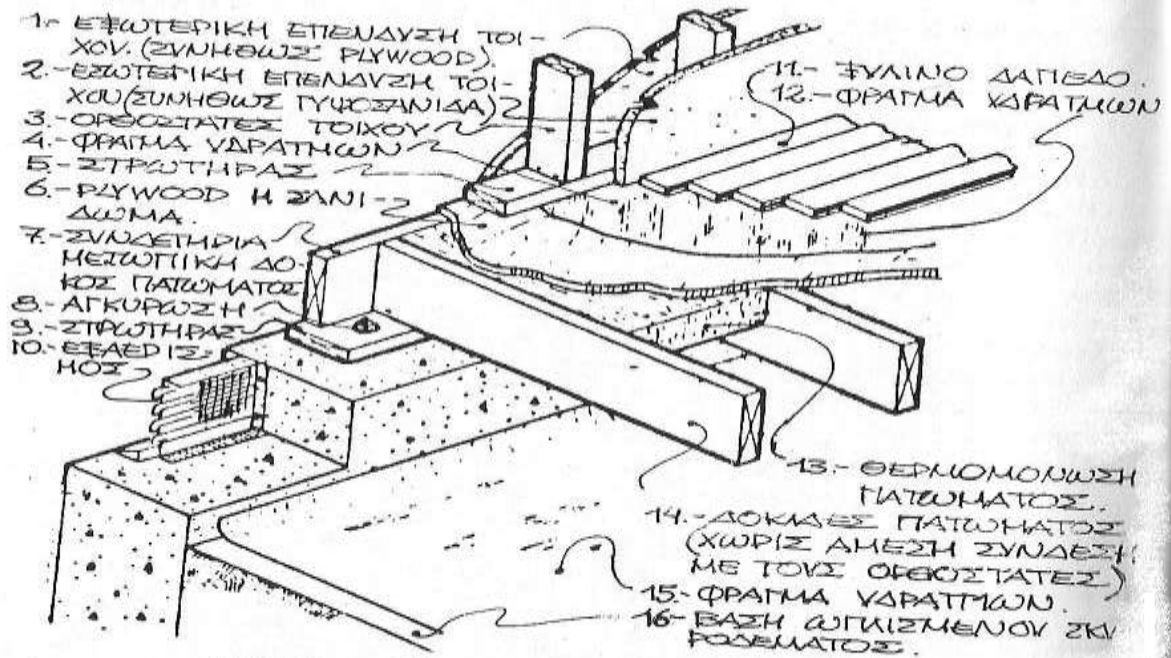
**Σχ.29** Θεμελίωση σπιτιού με περιμετρικό τοίχιο από μπετό και εσωτερικές κολόνες. Διακρίνεται ο σκελετός του πατώματος, των τοιχίων και της στέγης

(Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)



**Σχ.30** κατοικία από ελαφρύ σκελετό, επάνω σε πλάκα μπετού ισογείου οικίας

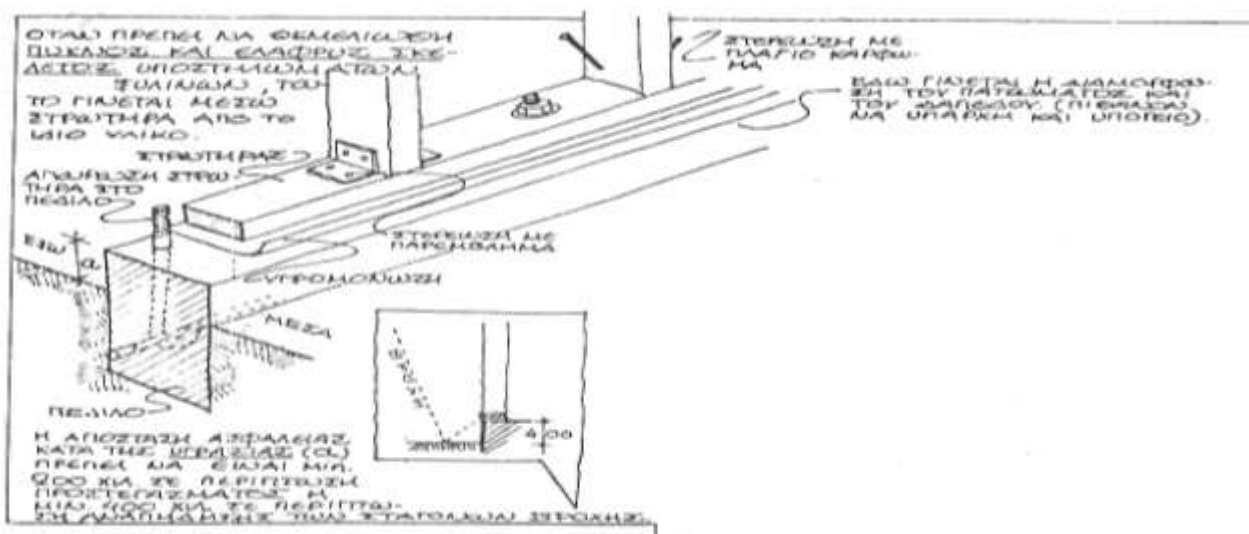
(Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)



Λεπτομέρειες ξύλινης ελαφράς κατασκευής συστ. «Πλατφόρμας».

Σχ.31 Λεπτομέρεια 1 ξύλινης κατασκευής του συστήματος timber frame

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)



Σχ.32 Λεπτομέρεια 2 ξύλινης κατασκευής του συστήματος timber frame

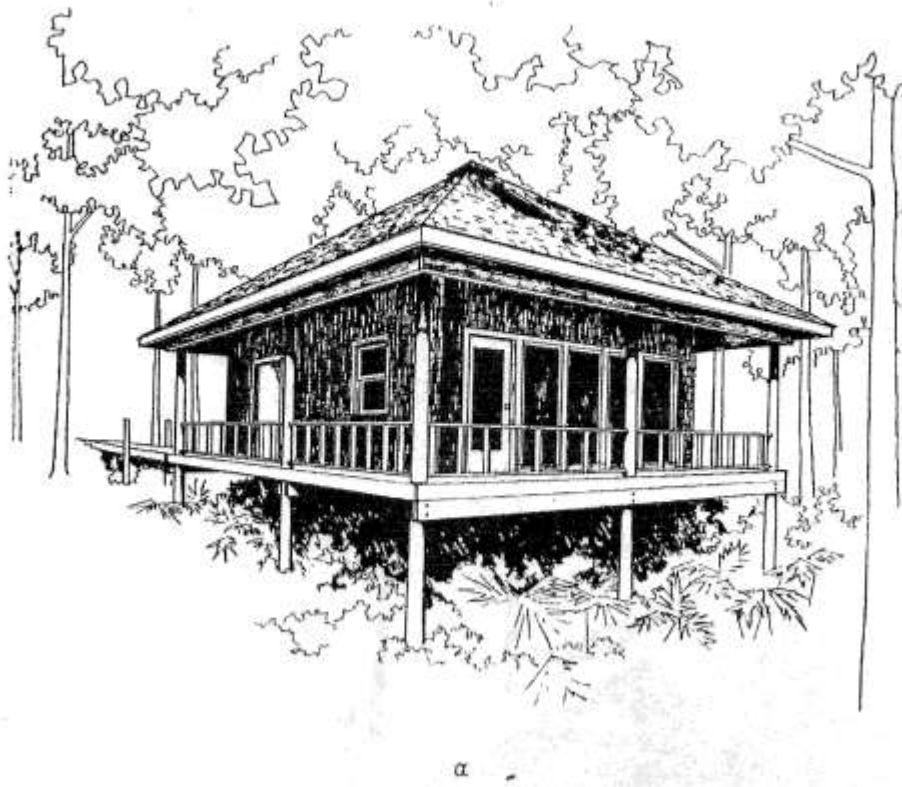
(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

## 5.2 Θεμελίωση με κατακόρυφους στύλους

Β) Στις κατοικίες που έχουν ως φέροντα στοιχεία ξύλινους κατακόρυφους στύλους η θεμελίωση τους γίνεται αφού πρώτα γίνει εμποτισμός υπό πίεση με υδροδιαλυτά άλατα βορίου. Το βάθος της θεμελίωσης καθορίζεται από την κλίση και η ποιότητα του εδάφους, από το ύψος των στύλων, από την επιφάνεια του εδάφους και τη διάμετρος των στύλων. Το βάθος της θεμελίωσης κυμαίνεται από 1μ. μέχρι 2.40μ. ενώ η διάμετρος των οπών είναι περίπου 40 εκ. Γύρω από τον στύλο θεμελίωσης τοποθετούμε σκυρόδεμα σε δακτύλιο 30-40 εκ. ύψος και διάμετρο 40 εκ. στον πυθμένα του λάκκου. Στο κενό που υπολείπεται γύρω από τον λάκκο ρίχνουμε χαλίκι, το οποίο συμπιέζεται. Παρακάτω παρουσιάζουμε τρεις τύπους κατοικιών με ξύλινους πασσάλους ως φέροντα στοιχεία.

Α,Β ) σπίτι σε λόφο

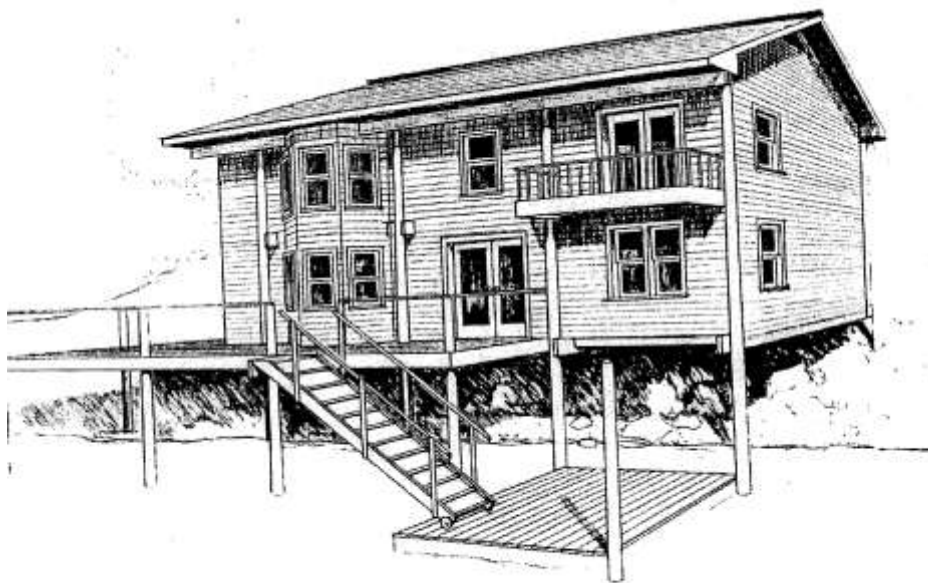
**Σχ.33** οι εικόνες α, β, γ δείχνουν 3 αντιπροσωπευτικούς τύπους σπιτιών αυτού του είδους





β

Γ) σπίτι σε παραλία με το μπαλκόνι και την ξύλινη πλατφόρμα μέσα στο νερό



γ

(Πηγή: ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΞΥΛΟΥ)

### 5.3 Ακαμψία ξύλινης κατασκευής

Η ανάγκη για να εξασφαλίσουμε την ακαμψία στις οριζόντιες παραμορφώσεις σε μία ξύλινη κατασκευή είναι απαραίτητη. Αυτό συμβαίνει γιατί η ξύλινη κατασκευή είναι μια σύνθεση που αποτελείται από ξύλινα στοιχεία γραμμικών (υποστυλώματα, δοκοί) και επιφανειακών (σανίδες, μαδέρια, κόντρα πλακέ) που συνδέονται μεταξύ τους δημιουργώντας **αρθρώσεις**. Οι αρθρώσεις αυτές έχουν περιορισμένη, αν όχι ανύπαρκτη, αντοχή στις παραμορφώσεις. Εξ αιτίας των διάφορων πλάγιων φορτίσεων του ανέμου ή του σεισμού μπορεί να συμβεί η παραμόρφωση σε τρία επίπεδα. Τα δυο είναι κατάκορφα, παράλληλα προς τους 2 άξονες του κτίσματος, στον κατά μήκος και τον εγκάρσιον, ενώ το τρίτο επίπεδο είναι οριζόντιο και ταυτίζεται με το επίπεδο των πατωμάτων ή τη στέγασης. Η ακαμψία των κατακόρυφων επιπέδων πρέπει να εξασφαλίζεται σε όλο το ύψος ενός πολυώροφου κτίσματος, ενώ η ακαμψία των οριζόντιων πρέπει να εξασφαλίζεται σε όλες του τις επάλληλες θέσεις.

#### Τρόποι εξασφάλισης της ακαμψίας

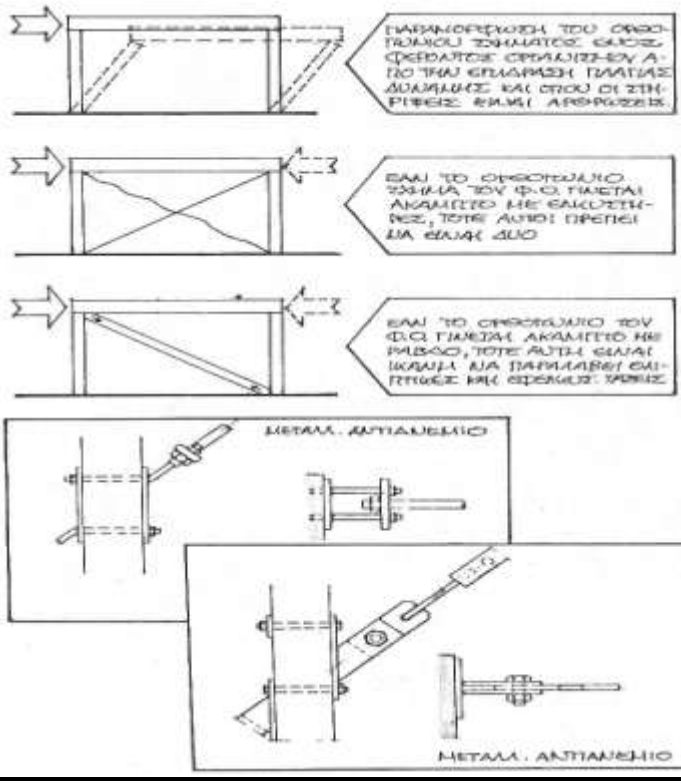
Για να εξασφαλίσουμε την ακαμψία σε μια ξύλινη κατασκευή υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι.

Α) να δημιουργήσουμε **συνδέσεις** μεταξύ των ξύλινων στοιχείων (π.χ. δοκός με υποστύλωμα) ή μεταξύ των ξύλινων στοιχείων και άλλων μελών του κτίσματος (π.χ. υποστύλωμα με θεμέλιο) αρκεί να είναι ικανές να αντισταθούν στις παραμορφώσεις και να παραλάβουν τις πλάγιες ωθήσεις. Όταν πακτωθούν τα υποστυλώματα στα θεμέλια ή όταν ενισχυθούν οι συνδέσεις μιας δοκού με τα υποστυλώματα, δημιουργώντας την μορφή του πλαισίου, τότε μπορούμε να πετύχουμε την ακαμψία που θέλουμε.

Β) να σχηματίσουμε τρίγωνα με τα ξύλινα στοιχεία του κτίσματος ή με τη βοήθεια πρόσθετων στοιχείων, που ονομάζονται αντιανέμια ή διαγώνιες ενισχύσεις. Οι διαγώνιες ενισχύσεις μπορούν να είναι είτε ελκυστήρες είτε ράβδοι. Για να έχουμε απαραμόρφωτο ένα ορθογώνιο σχήμα το οποίο σχηματίζεται από τα διάφορα μέλη του κτιρίου, θα πρέπει οι ελκυστήρες να είναι δύο, που θα διασταυρώνονται για να προσλάβουν τις εφελκυστικές τάσεις παραμορφωμένες και από τις δύο κατευθύνσεις. Εάν όμως θέλουμε να κάνουμε απαραμόρφωτο το ίδιο το ορθογώνιο σχήμα με ράβδους τότε χρειαζόμαστε μία μόνο ράβδο που θα προσλαμβάνει άλλοτε τις εφελκυστικές τάσεις παραμορφωμένες και άλλοτε τις θλιπτικές.

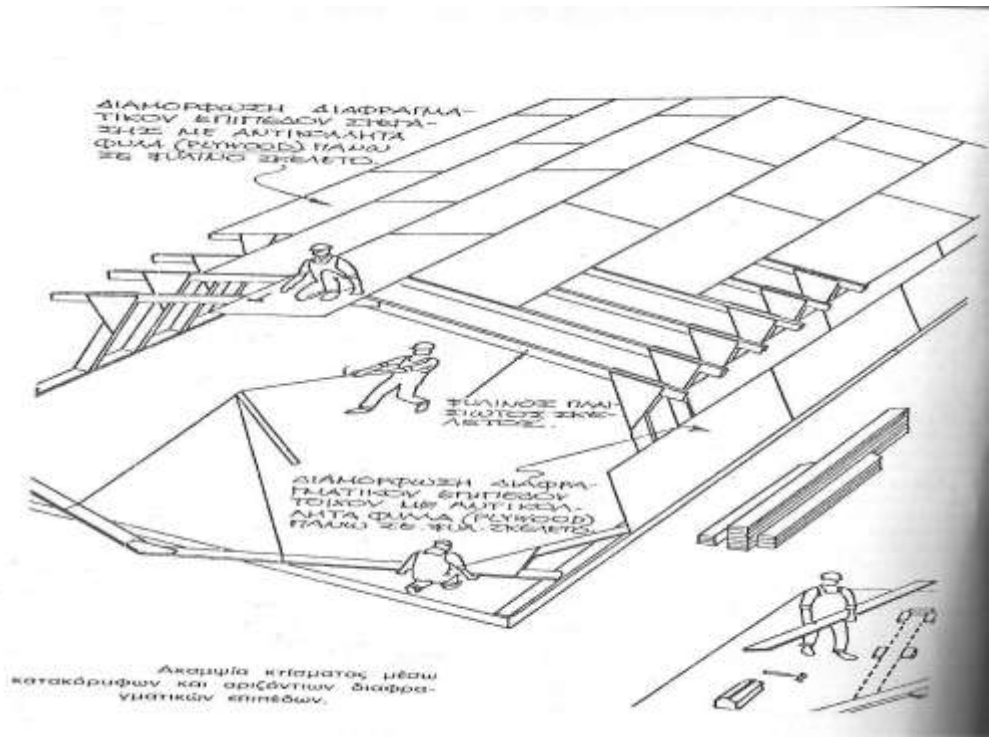
Γ) Η δημιουργία διαφραγμάτων πάνω στα επίπεδα όπου πρέπει να γίνουν απαραμόρφωτα. Την επίτευξη της διαφραγματικής λειτουργίας μπορούμε να την πετύχουμε εάν επενδύσουμε τον σκελετό ενός κατακόρυφου ή οριζόντιου επιπέδου του κτιρίου με φύλλα κόντρα πλακέ. Ακόμα και το σανίδωμα εάν είναι ραμποταρισμένο δημιουργεί διάφραγμα. Τέλος, η ακαμψία ενισχύεται όταν παρεμβάλλονται ανάμεσα στα στοιχεία του σκελετού πανέλλα διαφόρων τύπων.

Δ) Άλλα στοιχεία του κτίσματος, μπορούν επίσης να ενισχύσουν την ακαμψία της κατασκευής μας. Πέτρινοι τοίχοι, τοιχία, κλιμακοστάσια από μπετόν μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της ακαμψίας μια προς μια προς όλες τις κατευθύνσεις.



Σχ. 34 Τρόποι εξασφάλισης της ακαμψίας

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)



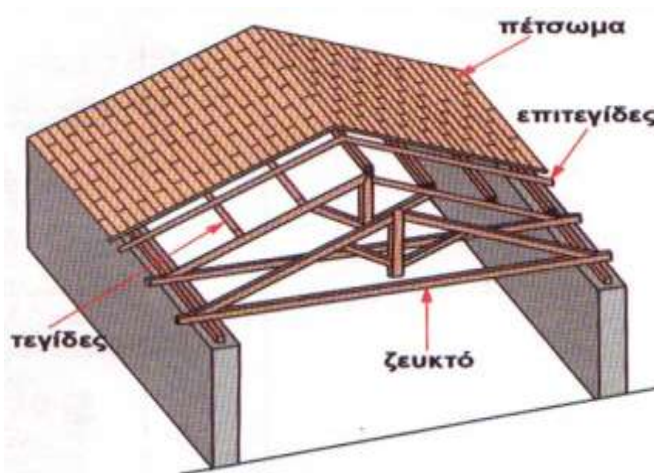
Σχ.35 ακαμψία του κτίσματος μέσω κατακόρυφων και οριζόντιων διαφραγματικών επιπέδων

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)



### 6. Στέγες Ξύλινων Κατασκευών

**Στέγη** ονομάζουμε το οριζόντιο επικλινές κάλυμμα του κτιρίου το οποίο προορίζεται για την προστασία του συνόλου της κατασκευής και των χρηστών της από τις επιδράσεις του περιβάλλοντος.



Σχ. 36

Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

#### 6.1 Διαμόρφωση επιπέδων στέγης

##### Παράγοντες ,στοιχεία στέγης

Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες επηρεάζουν άμεσα τη διαμόρφωση μιας στέγης. Αυτοί οι παράγοντες κατατάσσονται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- **Κλιματικές συνθήκες.** Η στέγη είναι ένα δομικό στοιχείο με κατάλληλο σχήμα για να προστατεύει μια κατασκευή από τα νερά της βροχής και το χιόνι. Αυτό οφείλεται στο σχήμα που έχει, με τις κεκλιμένες επιφάνειες. Γι αυτό το λόγο όσο πιο μεγάλη είναι η

κλίση της στέγης, τόσο μειώνεται η ποσότητα του χιονιού που συσσωρεύεται, άρα προστατεύεται πιο αποτελεσματικά η κατασκευή μας.

- **Θερμομόνωση και ακουστική προστασία.** Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής σε συνδυασμό με τον κενό χώρο που δημιουργείται μεταξύ της οροφής ενός κτιρίου και των κεκλιμένων επιφανειών της στέγης έχουν θερμομονωτική χρησιμότητα.
- **Αντοχή στις φορτίσεις.** το χιόνι και η πίεση του ανέμου είναι δύο βασικά στοιχεία που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά τη διαμόρφωση μιας στέγης. Ως προς το ποσοστό κλίσης της στέγης τα δύο αυτά μεγέθη, δηλαδή η αντοχή και οι φορτίσεις είναι αντιστρόφως ανάλογα.
- **Μορφολογία της κατασκευής.** Τα υλικά επικάλυψης της στέγης (δηλαδή κεραμίδια, κυματοειδείς λαμαρίνες ,σχιστόπλακες κτλ.), το σχήμα της κατασκευής της και η σχέση της με τα άλλα στοιχεία του κτιρίου (σημεία συνάντησης με τους τοίχους, απορροή νερών ,κορνίζες κτλ.) παίζουν ρόλο στη μορφολογία και την αισθητική της στέγης.
- **Λειτουργικές ανάγκες.** Η ανάγκη χρήσης ή όχι του χώρου που δημιουργείται μεταξύ των κεκλιμένων επιφανειών της και της οριζόντιας επιφάνειας του κτιρίου είναι παράγοντας που επηρεάζει τη διαμόρφωση της κατασκευής μια στέγης.
- **Παραδοσιακή τέχνη και εγχώρια υλικά .** Η μορφολογία των κτισμάτων της περιοχής στην οποία πρόκειται να χτιστεί μία στέγη, αλλά και τα εγχώρια υλικά, τα οποία πρέπει να επιδιώκουμε να αξιοποιήσουμε, καθορίζουν και την μορφολογία της στέγης.
- **Κόστος κατασκευής.** Ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρώσουμε μια στέγη αλλά και η δαπάνη της κατασκευής με βάση τα υλικά και την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιήσαμε καθορίζουν και το κόστος της.

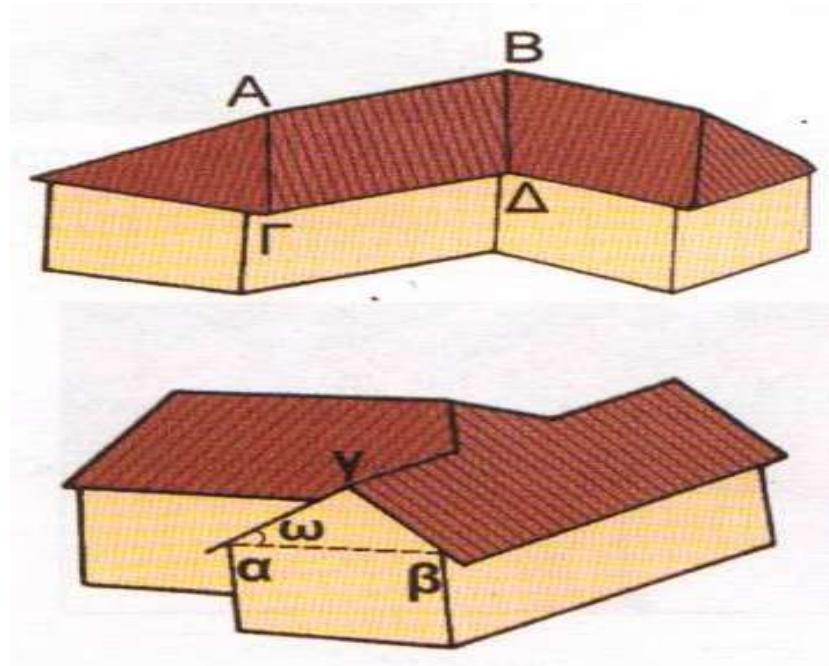
Κάθε στέγη αποτελείται από τη **φέρουσα κατασκευή**, η οποία δέχεται το σύνολο τους βάρους της, καθώς και τα φορτία ανέμου και χιονιού, και από τη **επικάλυψη**, η οποία προστατεύει τη υπόλοιπη κατασκευή αλλά και τον εσωτερικό χώρο από τις καιρικές και ατμοσφαιρικές επιδράσεις.

Για να κατατάξουμε μία στέγη λαμβάνουμε υπόψη τον αριθμό των κεκλιμένων επίπεδων της. Με βάση αυτό τον ορισμό έχουμε τα παρακάτω είδη:

1. **ανάρριχτη ή μονοκλινής.** Είναι η απλούστερη μορφή κεκλιμένης στέγης και αποτελείται ένα κεκλιμένο επίπεδο.
2. **δράχτη ή δίκλινης.** Είναι η στέγη που αποτελείται από δυο κεκλιμένα επίπεδα, τα οποία τέμνονται σε μια γραμμή κορυφής και είναι μία από τις πιο διαδεδομένες μορφές.
3. **τετράπραχτη ή τετράκλινης.** Είναι η στέγη που αποτελείται από τέσσερα κεκλιμένα επίπεδα επιφάνειας που συναντώνται σε ακμές που τέμνονται στις άκρες της γραμμής κορυφής.
4. **συνδυασμός των παραπάνω ειδών.** Είναι οι πολυσύνθετες(πολύκλωνες) στέγες οι οποίες κατασκευάζονται όταν η κάτοψη του κτιρίου είναι σύνθετη.

Εκτός από τα παραπάνω είδη υπάρχουν και : η πτυχωτή στέγη, η πυραμιδοειδής, η οποία είναι ειδική μορφή τετράρρικτης στέγης, η στέγη με μορφή κώνου, η με μορφή θόλου.

## 6.2 Βασικά στοιχεία μίας στέγης



Σχ. 37 Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

Μια στέγη αποτελείται από τα εξής βασικά στοιχεία. Από :

- **κόρφους ή κορυφοτεγίδα ή γραμμή κορυφής.** Είναι το υψηλότερο οριζόντιο τμήμα (Α-Β) της στέγης στο οποίο τέμνονται μεταξύ τους τα κεκλιμένα επίπεδα.
- **Γραμμές ράχης ή μαχιάδες.** Είναι οι κεκλιμένες ευθείες (Α-Γ) που σχηματίζονται από την ένωση δυο κεκλιμένων επιπέδων. Αυτές διαχωρίζουν τα νερά της βροχής.
- **Γραμμές αύλακα ή ντορήδες ή λούκια.** Είναι οι κεκλιμένες ευθείες (Β-Δ) που σχηματίζονται από την ένωση δυο κεκλιμένων επιπέδων, όταν αυτά συγκεντρώνουν τα νερά της βροχής.
- **Κορωνίδα.** Πρόκειται για το σημείο προεξοχής των κεκλιμένων επιπέδων που αποτελεί το περίγραμμα του κτιρίου και έχει ως σκοπό να προστατεύει τους τοίχους από τη βροχή.
- **Γραμμή απορροής.** Πρόκειται για το χαμηλότερο οριζόντιο τμήμα των κεκλιμένων επιπέδων(α-β).
- **Υδρορροες.** Είναι απαραίτητο εξάρτημα για τη σωστή αποστράγγιση της στέγης και την προστασία του κτιρίου από την υγρασία.

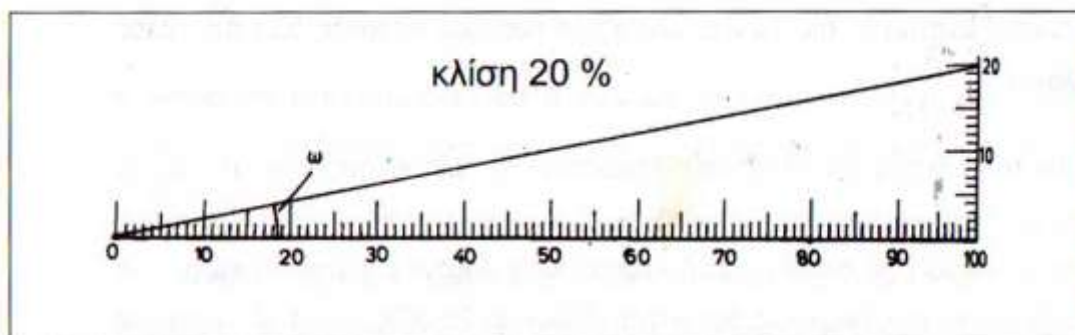
Η κλίση της στέγης μετριέται με μοίρες ή με ποσοστό (υψομετρική διάφορα). Όταν η γωνία που σχηματίζει το κεκλιμένο επίπεδο με το οριζόντιο α-β έχει εφαιπτόμενη 0.20 τότε λέμε ότι μια στέγη έχει κλίση 20%. Ανάλογα με το υλικό επικάλυψης ή τον τύπο των κεραμιδιών υπάρχουν τα ελάχιστα και τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια κλίσης. Αν πάρουμε για παράδειγμα μία επικάλυψη με πισσόχαρτο ή κυματοειδείς λαμαρίνες η κλίση κυμαίνεται μεταξύ 15-20%, μία επικάλυψη με

βυζαντινά κεραμίδια 25-30%, με ρωμαϊκά κεραμίδια 20-30% , με γαλλικά κεραμίδια 40% και άνω. Επίσης οι κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής επηρεάζουν την κλίση. Στη Ελλάδα η κλίση 40.4% που αντιστοιχεί σε γωνία 22μοιρων είναι η πλέον ενδεδειγμένη.

### 6.3 Χάραξη στέγης

Το πρώτο βήμα πριν από την κατασκευή της στέγης είναι η σχεδίαση και ο καθορισμός των επιπέδων της.

1. Αρχικά σχεδιάζεται η κάτοψη, όπου σημειώνονται τα ίχνη της τομής των κεκλιμένων επιπέδων (κορφιάς, μαχιάδες, και ντορήδες).  
Α. Οι κορφιάδες είναι οι μεσοπαράλληλες δύο παράλληλων πλευρών του πολυγώνου που σχηματίζει η γραμμή απορροής.  
Β. Οι μανιώδες και οι ντορήδες είναι οι διχοτόμοι των γωνιών που σχηματίζουν οι τεμνόμενες πλευρές του πολυγώνου.
2. Στη συνέχεια καθορίζονται τα υψόμετρα των κορυφών της στέγης ανάλογα με την κλίση των τεμνόμενων επιπέδων. Αν οι κλίσεις των επιπέδων είναι ίδιες, οι τομές τους βρίσκονται επάνω στη διχοτόμο της γωνίας που σχηματίζεται μεταξύ τους. Αν οι κλίσεις των επιπέδων είναι διαφορετικές, τότε αναζητούμε τα δυο σημεία τομής των επιπέδων αυτών.
3. Σε περίπτωση που δεν έχουμε την ίδια κλίση σε όλα τα επίπεδα της στέγης πρέπει να σχεδιάσουμε και να επιλέξουμε το υψηλότερο των κορυφών.



Σχ. 38

Η καλή λειτουργία μιας στέγης και ο χρόνος ζωής της εξαρτάται άμεσα από τον σωστό σχεδιασμό, από την προσεκτική πραγματοποίηση των κατασκευαστικών λεπτομερειών και από την καλή ποιότητα των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Οι ξύλινες στέγες μειονεκτούν ως προς τον κίνδυνο φωτιάς αν και ο κίνδυνος αυτός μειώνεται με τον εμποτισμό των ξύλων ή με τη βαφή τους με χημικές ουσίες που περιορίζουν τη μετάδοση της φωτιάς. Πλεονεκτούν όμως ως προς τα άλλα υλικά για τι το ξύλο μεταφέρεται και δουλεύεται εύκολα.

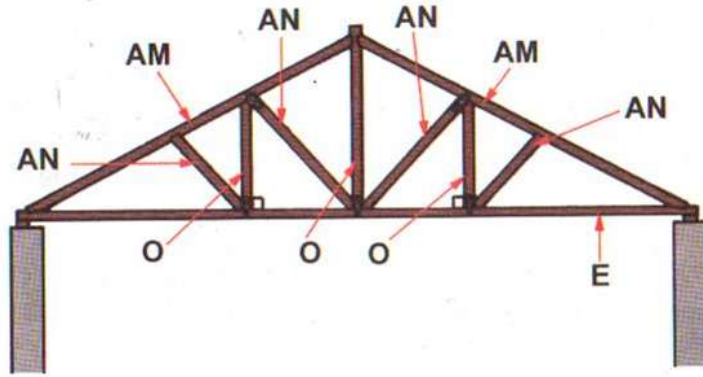
## 6.4 Ζευκτά

Το ζευκτό είναι το κύριο στοιχείο του φέροντα οργανισμού. Δηλαδή είναι ένας δικτυωτός φορέας ο οποίος μεταφέρει τα φορτία της στέγης στη φέρουσα κατασκευή του κτιρίου. Προϋπόθεση για τη λειτουργικότητα της στέγης αποτελεί ο σωστός σχεδιασμός και η καλή κατασκευή του ξύλινου ζευκτού διότι αν το ζευκτό δεν είναι κατάλληλο πιθανόν να παρουσιαστούν προβλήματα τόσο στην επικάλυψη όσο και στα δομικά στοιχεία του κτιρίου στα οποία στηρίζεται το ζευκτό.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η μετάδοση των φορτίων της στέγης στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου, αλλά και να εξαλειφτεί ο κίνδυνος ανύψωσης ή παραμόρφωσης της στέγης λόγω των πιέσεων από τον αέρα, το χιονιού κτλ είναι απαραίτητη η σωστή σύνδεση του ζευκτού με τα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Για την κατασκευή των ξύλινων ζευκτών χρησιμοποιούμε πελεκητή ξυλεία (κορμοί χονδροειδώς ορθογωνισμένοι) ή πριονιστή, ενώ για τις μεγάλες κατασκευές μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε λεπιδωτή ξυλεία.

### 6.4.1 Τα επιμέρους στοιχεία από τα οποία αποτελούνται τα ζευκτά:

- **Ελκυστήρας, πέλμα ή φτέρνα(E).** Έτσι ονομάζεται η οριζόντια ράβδος στο κάτω μέρος του ζευκτού που συγκρατεί τους αμείβοντες. Μερικές φορές το πέλμα, ολόκληρο ή μέρος του, αντικαθίσταται με διάφορες άλλες διατάξεις που τελικά έχουν την ίδια στατική λειτουργία.
- **Αμείβοντες ή ψαλίδια(AM).** Είναι οι ράβδοι που τοποθετούνται με γωνία κλίσης ανάλογα με αυτήν που επιθυμούμε να έχουν τα κεκλιμένα επίπεδα.
- **Αντηρίδες ή ντιστεγκέ (AN).** Έτσι ονομάζονται οι λοξοί ράβδοι.
- **Ορθοστάτες ή μπαμπάδες(O).** Έτσι ονομάζονται οι κάθετοι ράβδοι.
- **Κηκίδες ή στρωτήρες (M).** Είναι οι ράβδοι που τοποθετούνται κάτω. Τοποθετούνται στους αμείβοντες και κάθετα σε αυτούς έτσι ώστε να επιτυγχάνεται σύνδεση μεταξύ τους.
- **Επιτεγίδες.** Είναι ράβδοι που τοποθετούνται παράλληλα προς τους αμείβοντες, εάν η απόσταση μεταξύ των τεπέδων είναι μεγάλη.
- **Ζυγοστάτες (T).** Πρόκειται για τους κατακόρυφους στύλους που έχουν ως σκοπό να μυήσουν τις κάμψεις των αμειβόντων.
- **Τεγίδες.** Έτσι ονομάζονται οι ράβδοι που τοποθετούνται κάθετα προς τα ζευκτά και πάνω στους αμείβοντες, έτσι ώστε να τους συνδέουν μεταξύ τους, να καλύπτουν την απόσταση ανάμεσα τους και να στερεώνεται επάνω σε αυτούς η στεγανή επικάλυψη στις τάγισες. Έχουν μήκος περίπου 3μ και διατομή περίπου 4x6εκ. Τοποθετούνται σε αξονική απόσταση ανάμεσα τους 0.65-1.25μ. Η τάγισα που συνδέει τις κορυφές των ζευκτών λέγεται κόρφους και έχει μορφή πεντάγωνου.
- **Πέτσωμα.** Είναι το σανίδωμα το οποίο στερεώνεται επάνω στις τάγισες ή στις επέτειες, εάν υπάρχουν.



Σχ. 39

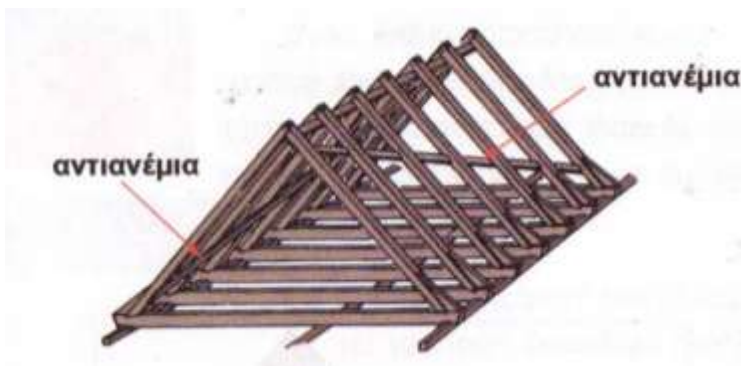
Απεικόνιση επιμέρους στοιχείων που αποτελούνε το ζευκτό

Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

Ανάλογα με το βάρος της στέγης, την πίεση που ασκεί επάνω της ο αέρας και το βάρος του χιονιού είναι και οι δυνάμεις θλίψης, κάμψης και εφελκισμού που δέχονται οι ράβδοι από τις οποίες αποτελείται το ζευκτό. Μέσω των σημείων σύνδεσης των ράβδων, που ονομάζονται κόμβοι, μεταβιβάζονται οι δυνάμεις αυτές στις άλλες ράβδους, οι οποίες συνδέονται με αυτές και ισορροπούνται από τις αντιδράσεις τους. Για να ανταποκρίνονται στις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτά τα τμήματα οι διαστάσεις των ράβδων αλλά και οι συνδέσεις τους πρέπει να είναι οι κατάλληλες.

#### 6.4.2 Σύνδεσμοι ξύλινων ζευκτών

Για να αποφεύγεται η ανατροπή των ζευκτών από την πίεση του ανέμου και για επομένως να σταθεροποιείται η όλη κατασκευή της στέγης χρησιμοποιούνται σύνδεσμοι για τις ξύλινες στέγες που ονομάζονται αντιανέμια. Τα **αντιανέμια** είναι ξυλά διατομής 7x7 ή 9x9 και μπορούν να τοποθετηθούν εξωτερικά ή εσωτερικά του ζευκτού, οριζόντια ή διαγώνια και να βελτιώσουν τη συνολική ακαμψία της κατασκευής. Όταν οι αποστάσεις μεταξύ των ζευκτών είναι μεγάλες, τότε τα αντιανέμια στερεώνονται από τον κόμβο της κορυφής του ορθοστάτη του ενός ζευκτού στον κόμβο της βάσης του ορθοστάτη του επόμενου. Χρησιμοποιώντας μεταλλικά ελάσματα και δείχνοντας ιδιαίτερη προσοχή γίνεται η σύνδεση των στοιχείων του ζευκτού.



Σχ. 40

Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

### 6.5 Επικάλυψη στέγης

Το σύνολο των υλικών που τοποθετούνται επάνω στο φέροντα οργανισμό μιας στέγης προκειμένου να εξασφαλίσουμε την στεγάνωση και την μόνωση αποτελούν την επικάλυψη της στέγης. Μια σωστή

επικάλυψη προσδιορίζεται από το σωστό βάρος, πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο ελαφριά, να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και ικανοποιητική εμφάνιση. Υπάρχουν κάποιες παράμετροι που πρέπει να λάβουμε υπόψη κατά την επιλογή του υλικού της επικάλυψης. Αυτές είναι:

- Οι κλιματολογικές συνθήκες.
- Οι προδιαγραφές των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν.
- Η χρήση του χώρου κάτω από τη στέγη.
- Το κόστος κατασκευής και συντήρησης.
- Η μορφολογία της, έτσι ώστε το κτίριο να εναρμονίζεται προς τα γειτονικά σε αυτό κτίρια και να εντάσσεται γενικά στο περιβάλλον.

Για την κατασκευή της επικάλυψης χρησιμοποιούνται προϊόντα φυσικά ή τεχνητά, σε φύλλα ή πλάκες.

Πλάκες **Φυσικά υλικά**

- Σχιστόλιθος
- Ξύλο
- Μεταλλικές πλάκες
- 

**Τεχνητά υλικά**

- Κεραμίδια αργυλικά
- Κεραμίδια ασφαλτικά
- Κεραμίδια τσιμέντου
- Ειδικά συνθετικά στοιχεία
- Γυαλί

Φύλλα **Φυσικά υλικά**

- Χαλκός
- Μόλυβδος
- Ψευδάργυρος
- Αλουμίνιο
- Λαμαρίνα

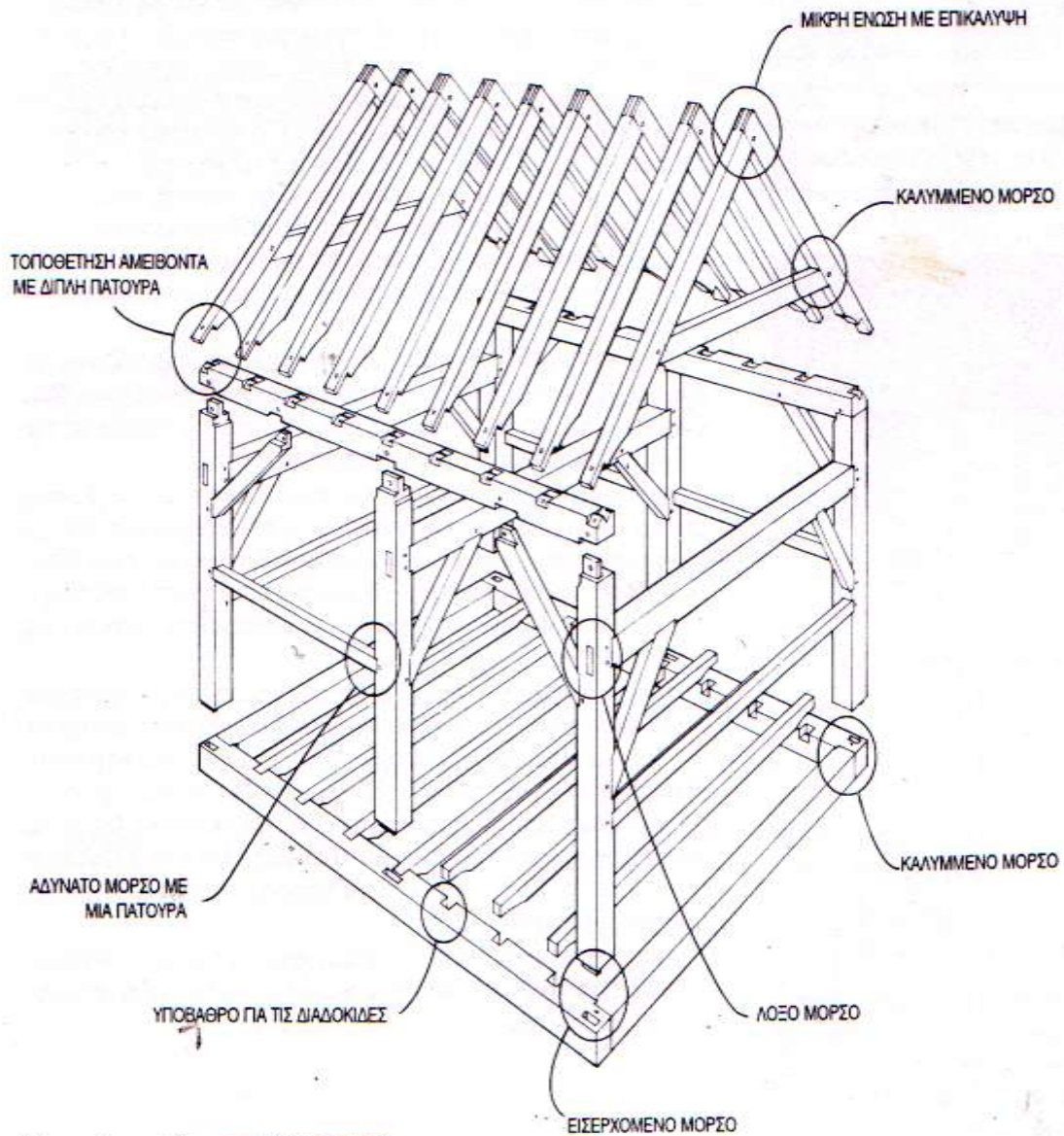
**Τεχνητά υλικά**

- Πανό πολυουρεθάνης
- Ασφαλτόπανο

- Ασφαλτικά φύλλα
- Διαφωτιστά (πολυκαρβονικά)
- Αμιαντοσιμέντο



## 7. Συνδέσεις Ξύλινων Κατασκευών



Διάφοροι τύποι συνδέσεων στην ξυλοκατασκευή  
μίας αποθήκης εργαλείων.

Σχ. 41

Πηγή : Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## 7.1 Γενικά

Οι συνδέσεις μεταξύ των ξύλινων στοιχείων σε μια ξύλινη κατασκευή αποτελούν ένα από τα πιο βασικά προβλήματα. Για αυτό το λόγο χρειάζεται ένας εξειδικευμένος μηχανικός ώστε να πραγματοποιήσει μελέτη, με απόλυτη ακρίβεια και να προβεί σε έλεγχο. Κάθε που κατασκευή που αποτελείται από τμήματα έχει την τάση να διαλύεται όταν εφαρμοστούν πάνω του οι δυνάμεις του ίδιου του βάρους και του αέρα. Για αυτό το λόγο ένα συνεχές δοκάρι έχει συνήθως μεγαλύτερη σταθερότητα απ' ό τι δυο κομμάτια ενωμένα μεταξύ τους.

Για αυτό το λόγο υπάρχουν διάφοροι τύποι συνδέσεων ,με πιο σημαντικό αυτό των μόρσων, που βοηθούν στο να ξεπεραστούν τα παραπάνω προβλήματα και η συνύπαρξη των διαφόρων κομματιών να είναι εφικτή.

Τα δέντρα παρουσιάζουν το φαινόμενο το να είναι η ξυλεία πιο πυκνή και πιο ανθεκτική στα σημεία που υπάρχει προσθήκη κλαδιών και αυτό γίνεται για να αντισταθούν στην τεράστια εφελκυστική δύναμη.

Οι ενώσεις με μόρσα δεν είναι ανακάλυψη των τελευταίων χρόνων. Αντιθέτως ήταν γνωστές από τους αρχαίους Αιγύπτιους και τους Έλληνες που τις χρησιμοποιούσαν για φέροντες της στέγης αλλά και από τους Ιάπωνες που τις ανακάλυψαν πολύ νωρίς.

Για την εκλογή της σύνδεσης αυτό που παίζει πολύ μεγάλο ρολό είναι η τοποθέτηση των διάφορων ξύλων. Κάποια τμήματα της κατασκευής αν και τα αφήνουμε να γλιστρήσουν το ένα μέσα στο άλλο, έχουν ανάγκη από σημεία αγκύρωσης και τακάκια. Τα τακάκια δυναμώνουν τις συνδέσεις και παρέχουν κάποια σταθερότητα εξ αίτιας της σφηνοειδούς επίδρασης τους. Παρόλα αυτά, μια καλά μελετημένη πλαισίωση κατασκευής δε πρέπει να έχει ανάγκη από τακάκια για σταθερότητα.

Η κατασκευή νέων συνδέσεων στην κατασκευή ενός ξύλινου σπιτιού είναι σίγουρα ένα ζήτημα που προκαλεί πολλά προβλήματα στους νέους αρχιτέκτονες. Το αν οι συνδέσεις προϋπήρχαν, αν είναι δυνατή η κατασκευή τους ή αν η χρήση τους βάζει σε κίνδυνο την κατάρρευση ολόκληρης της κατασκευής είναι μερικά μόνο από τα ζητήματα που θα πρέπει να αντιμετωπίσουν.

Οι συνδέσεις αν και αποτελούν τον πυρήνα της κατασκευής δεν είναι τόσο περίπλοκες. Για την κατασκευή μιας κατασκευής από ξύλο, όταν είναι η αρχή, πρέπει να διαλέγουμε κάτι που αποτελείται από απλά ευθύγραμμα πλαίσια , με εύκολες συνδέσεις που θα μπορούσαμε αργότερα να τις επεκτείνουμε. Χρειάζεται όμως προσοχή γιατί μπορεί να προεξέχουν σφήνες ,να μην είναι λεία τα δοκάρια κ.λπ.

Στην συνέχεια περιγράφουμε κάποιες βασικές, παλιές και νέες, συνδέσεις αλλά και τα προβλήματα που προκύπτουν όπως είναι οι οριζόντιες δυνάμεις, κόμβοι κ.λπ.

## 7.2 Τύποι Συνδέσεων

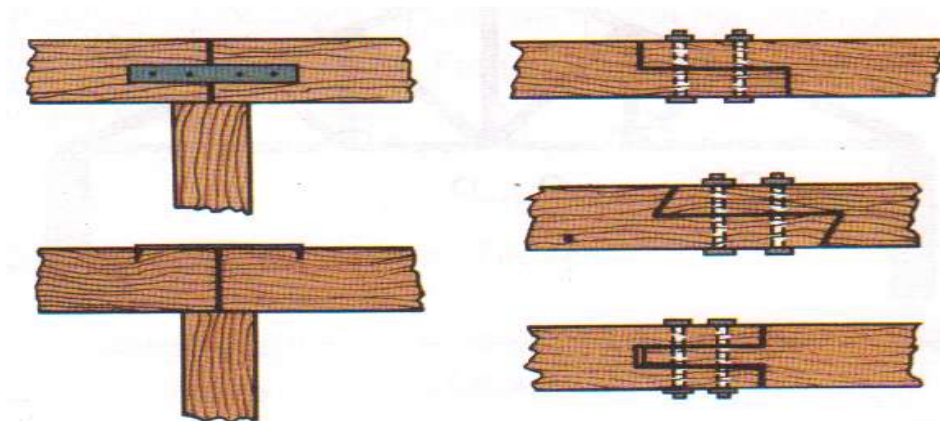
### 7.2.1 Ένωση με επικάλυψη

Η ένωση με επικάλυψη ήταν πιθανά η πρώτη μορφή ενώσεων στις ξυλοκατασκευές. Πρόκειται για μία απλή μορφή σύνδεσης στις άκρες των δοκαριών όπου οι διατομές μειώνονται στο μισό και οι εξωτερικές ακμές της ένωσης κλείνουν με ακρίβεια. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να επιτευχθούν μία σειρά από πράγματα όπως είναι η γωνιακή επίπεδη ένωση, αν η ένωση γίνει κατά μήκος των δοκαριών να έχουμε επιμήκυνση π.χ. εγκαρσίων δοκών. Επίσης για τη σύνδεση εγκαρσίων δοκών και στρωτήρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξ ίσου.

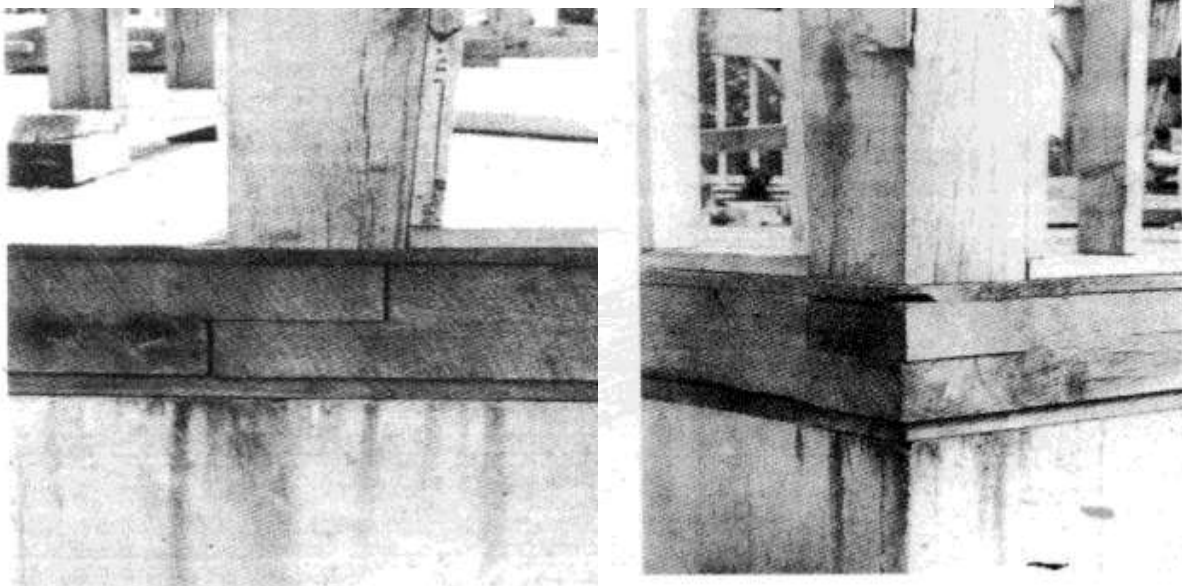
Η ένωση με επικάλυψεις στη βασική της μορφή δεν αντέχει σε μεγάλες φορτίσεις κυρίως επειδή το ξύλο στεγνώνει και σκεβρώνει εύκολα. Επίσης αν δεν είναι καλά σφηνωμένη, έχει μικρή έως ανύπαρκτη σταθερότητα. Αν όμως η ένωση αυτή γίνει κάτω από όλα τα κατασκευάσματα στοιχεία π.χ. μια κολόνα, τότε αυτό μπορεί να αλλάξει.

Σχ. 42

Πηγή: (ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)



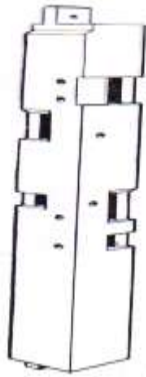
Σχ. 43



## 7.2.2 Ένωση με μόρσα

Μια απλή παραλλαγή της απλής επικάλυψης είναι η ένωση με μόρσα. Όταν όμως θέλουμε να συνδέσουμε δύο ξύλινα κομμάτια το μόρσο και η μορσότρυπα είναι ιδανικά. Η μορσότρυπα είναι μια σχισμή του ενός ξύλου, ενώ το μόρσο είναι το αρνητικό του δευτέρου ξύλου. Και τα δυο είναι αντικρινά μεταξύ τους τμήματα που συμπληρώνουν το ένα το άλλο.

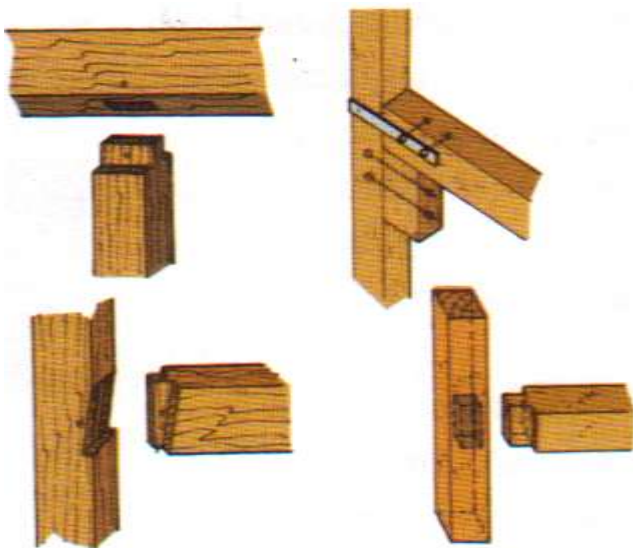
Η ένωση με μόρσα δεν κινδυνεύει από σκεύρωση ούτε από το να γλιστρήσουν τα ξύλα από τη θέση τους, σε αντίθεση με την επικάλυψη και γι' αυτό έχει εξελιχτεί πολύ. Το κάθε ξύλο προσδιορίζεται ξεχωριστά. Ένα κοντό η' λοξό μόρσο χρησιμοποιείται στο κάτω μέρος μια κολόνας, έτσι που η σύνδεση να γίνεται με τη βοήθεια της κατακόρυφης δύναμης της βαρύτητας. Ένα μακρύ μόρσο τοποθετείται σε σημεία με μέτριες ελκτικές δυνάμεις ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις γίνεται και χρήση σφηνών. Ο κόμβος των εγκάρσιων δοκών και των κολονών αποτελεί μια τυπική θέση που έχουμε ένωση με μόρσα. Επιπλέον η σύνδεση με μόρσα μπορεί να κινηθεί, άρα και να διαλυθεί προς μια κατεύθυνση ενώ μπορεί να φορτιστεί και προς αυτήν την κατεύθυνση αν η τρύπα είναι βαθιά και έχουν χρησιμοποιηθεί σφήνες.



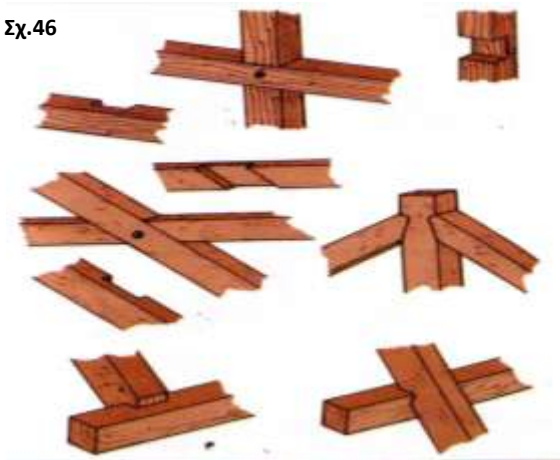
Σχ. 44

Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

Σχ. 45

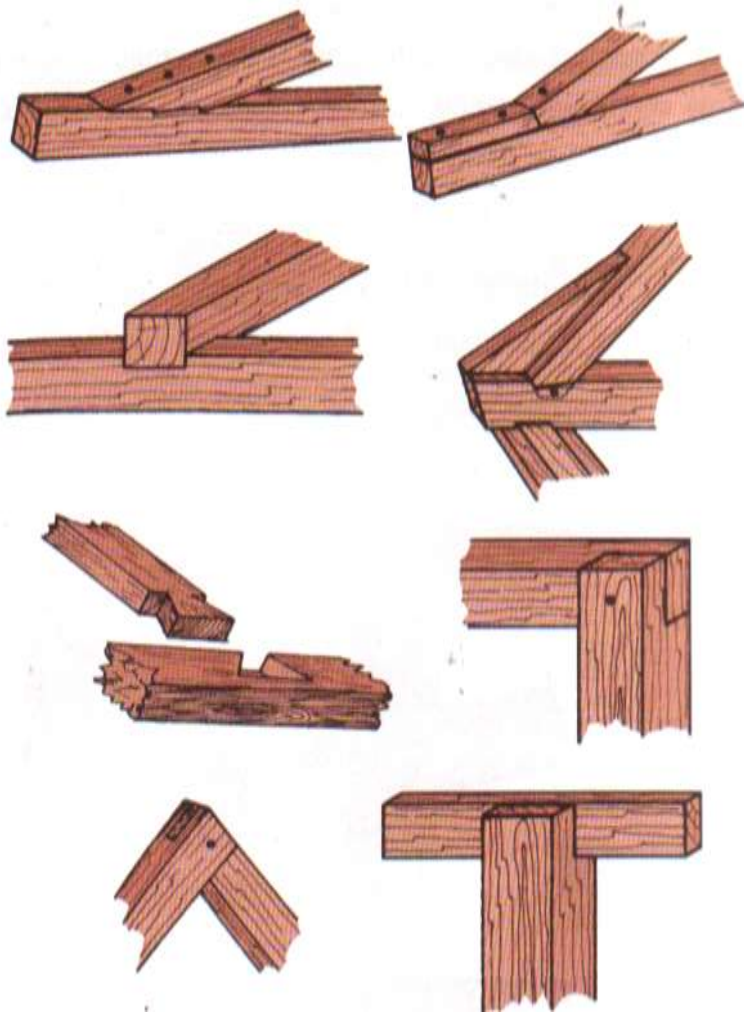


Σχ.46



Την «ψαλιδωτή» ή ανοιχτή ένωση των αμειβόντων την συναντάμε συνήθως αποκλείστηκα στο σημείο ένωσης των αμειβόντων όπου τη συγκρατούν οι αντίθετες δυνάμεις και αποτελεί άλλη μία παραλλαγή της απλής επικάλυψης.

Σχ 47



Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

Για να πετύχουμε την ενίσχυση της σταθερότητας συχνά το δοκάρι που έχει τρύπα βυθίζεται στο αντίθετο του. Αυτός ο τρόπος δίνει τη δυνατότητα μεγαλύτερης επιφάνειας έδρασης στο δοκάρι, ολόκληρο το πλάτος του δοκαριού φέρεται από την κολόνα αλλά και κάτι πολύ σημαντικό, εμποδίζεται η σκεύρωση του. Η σύνδεση αυτή ονομάζεται ένωση με πατούρα.

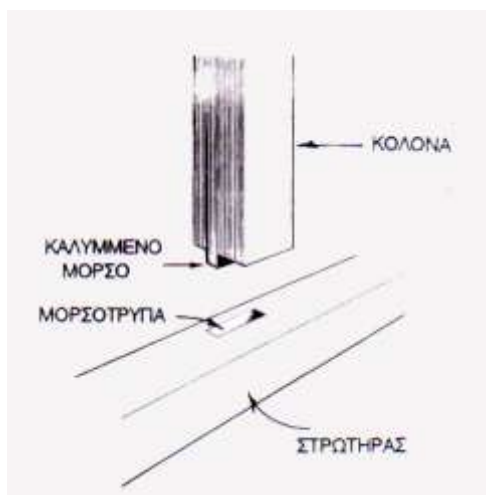
Αν ένα δοκάρι φέρει την κολόνα σε προεξοχή του ορόφου, τότε η λοξή τομή είναι ανάποδη, από κάτω προς τα πάνω. Αυτή η παραλλαγή είναι το μόρσο με μετάθεση, και από πάνω προς τα κάτω επιφάνεια έδρασης.

Η καλύτερη μορφή σύνδεσης με μόρσα και έδραση είναι αυτή που έχει τις πατούρες, παρ' όλο που στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκε πολύ λίγο. Αφαιρείται λιγότερο ξύλο από τις κολόνες και με αυτό τον τρόπο προσφέρεται μεγαλύτερη ασφάλεια. Ενώ στα σημεία που τα εγκάρσια δοκάρια κινδυνεύουν να σκεβρώσουν χρησιμοποιούνται με αποτέλεσμα.

Η σύνδεση με μακριά μόρσα έχει αποδειχτεί ότι παρουσιάζει τις μεγαλύτερες αντιστάσεις στα σημεία που εμφανίζονται μεγαλύτερες εφελκυστικές δυνάμεις, ενώ μπορεί να παρέχει πρόσθετη ασφάλεια (κλειδαριά μόρσου) εάν ενισχυθεί με σφήνες .

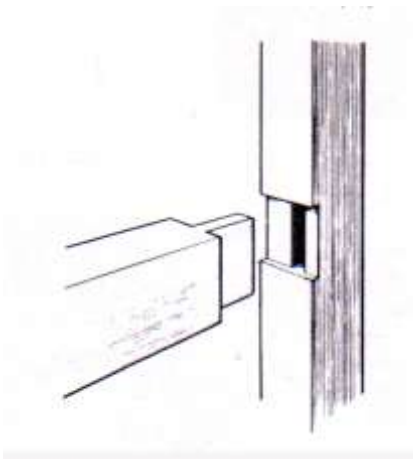
### 7.2.3 Τετραγωνικό μόρσο

Ένα τετραγωνικό μορσο είναι πιο ανθεκτικό σε οποιαδήποτε σκέβρωση για αυτό το λόγο στη σημερινή εποχή είναι πολύ αγαπητά. Δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε από που ακριβώς προέρχονται, ούτε αν είχαν βρει απήχηση στην ξυλοκατασκευή των πρώτων χρόνων. Αυτό που γνωρίζουμε όμως με σιγουριά είναι ότι στην περίπτωση των τετραγωνικών μορσών η συστολή του ξύλου είναι κατώτερο πρόβλημα. Όμως αν δούμε τη φυσική δομή του ξύλου, θα παρατηρήσουμε ότι η απλή μακριά εγκοπή είναι η καλύτερη, αφού μπορεί να επιμηκυνθεί χωρίς να χαθεί πολύ ξύλο. Ενώ μια πλατιά εγκοπή αδυνατίζει το ξύλο στο οποίο κατασκευάζεται.



Σχ. 48

Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

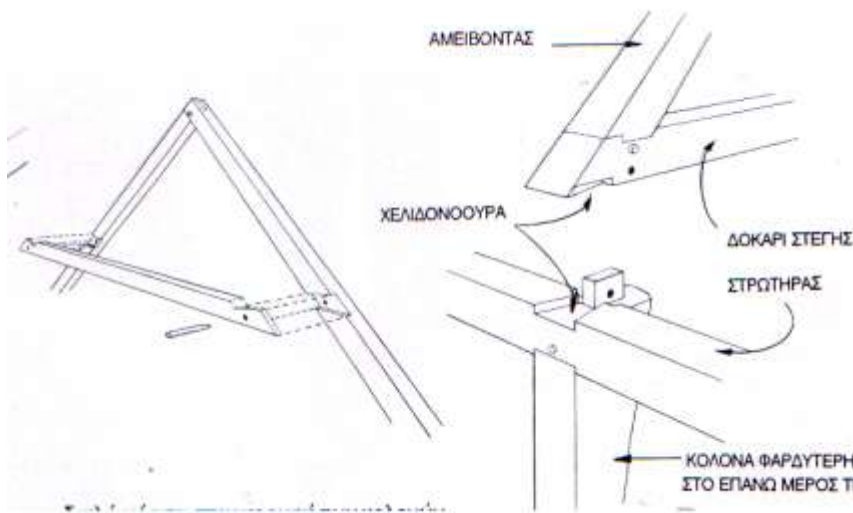


Σχ.49

Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

### 7.2.4 Σύνδεση τύπου «χελιδνοουράς»

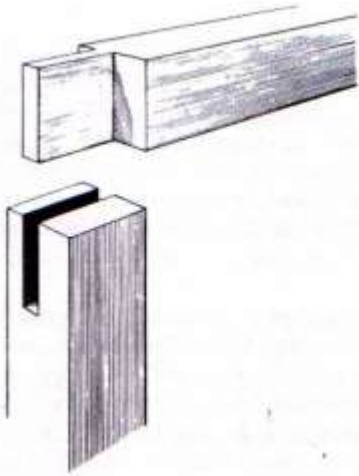
Η τραπεζοειδή ουρά των χελιδονιών έχει δώσει, λόγω ομοιότητας, το όνομα σε αυτή τη μορφή συνδέσεων. Στα σημεία που χρειάζονται μεγάλη σταθερότητα απέναντι στις εφελκυστικές δυνάμεις η ένωση αυτή βρίσκει τεράστια απήχηση αφού δεν είναι απαραίτητη η χρήση σφηνών, λόγω της κατασκευής της. Όσο μεγαλύτερη δύναμη εφαρμόζεται στα άκρα, τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση τους προς τις δυο πλευρές, άρα τόσο πιο σταθερή γίνεται η ένωση. Ωστόσο όμως το πεδίο εφαρμογών της σύνδεσης αυτής είναι περιορισμένο κυρίως γιατί έχουμε ένωση με επικάλυψη. Στην περίπτωση που τα δυο ξύλα συναντιούνται σε ορθή γωνία η αντίσταση που παρουσιάζει αυτή η σύνδεση μεγαλώνει. Επίσης η μορφή αυτή, χρησιμοποιείται για σανιδώματα ράμποτε για ενώσεις δοκαριών αγκύρωσης



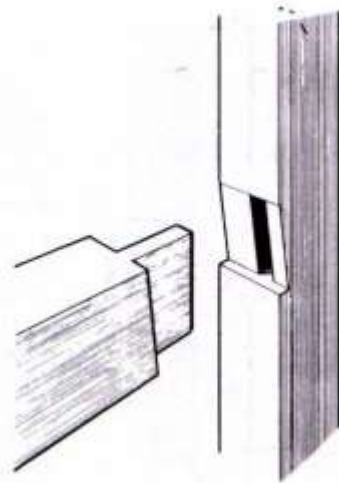
Σχ. 50

κ.λ.π.

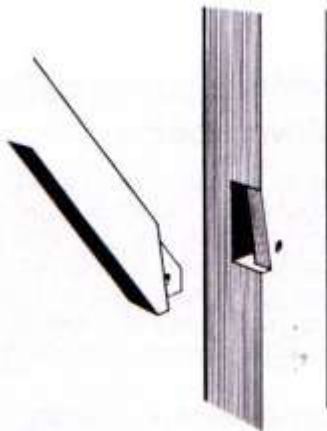
Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)



Κατακόρυφο μόρσο



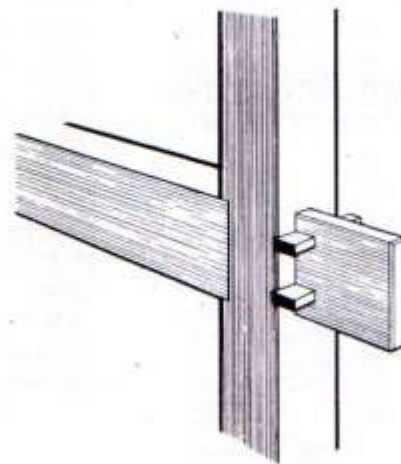
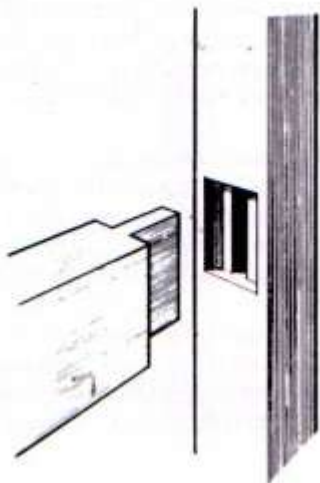
Μόρσο με πατούρα



Μόρσο με πατούρα στην αντηρίδα

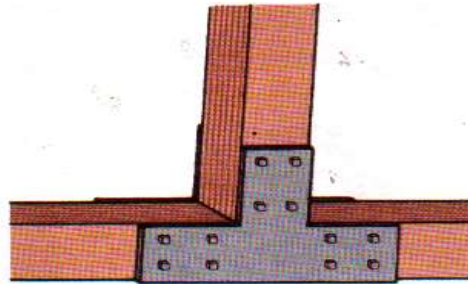


Μόρσο με πατούρα στην προεξέχουσα κολόνα

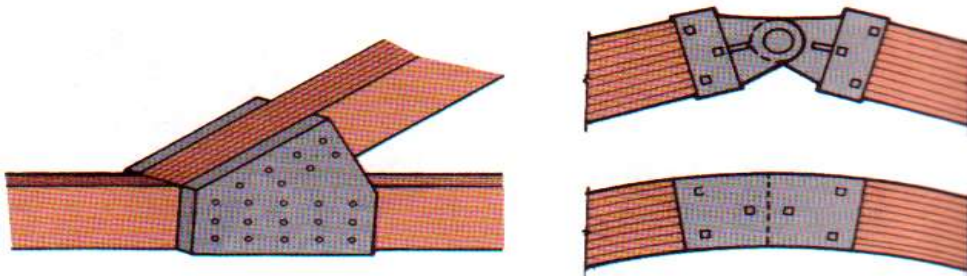




## 7.3 Μεταλλικοί σύνδεσμοι



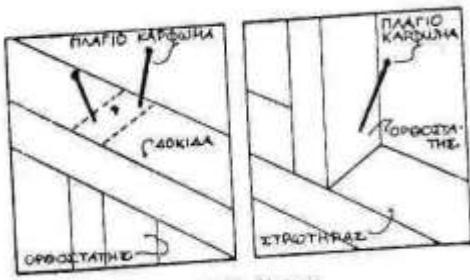
Σχ. 52



Πηγή:(ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΕΕ)

### 7.3.1 Καρφιά

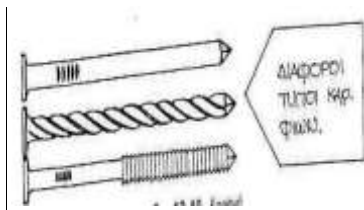
Οι πρώτοι σιδερένιοι σύνδεσμοι δεν είναι άλλοι από τα καρφιά. Για τις συνδέσεις μικρότερων ξύλινων στοιχείων τα καρφιά ευνοούνται σημαντικά. Χάρης στο μικρό τους μέγεθος αντέχουν περισσότερο σε διάτμηση κάθετα στον άξονα τους. Μια σύνδεση με καρφιά αποδίδει καλύτερα, όταν αυτά είναι περισσότερα και μικρότερα, παρά όταν είναι λίγα και μεγάλα. Τέλος επειδή το καρφί δεν παραλαμβάνει εφελκύστηκες δυνάμεις εξόρυξής του προς τα πίσω, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση αυτών των καταπονήσεων.



Σχ. 53

ΠΡΑΝ ΑΡΑΓΣΕ ΚΑΙ ΠΡΗΓΟΡΕΣ ΕΥΩ-  
ΣΕΙΣ ΜΕ ΑΠΛΟ, ΑΛΛΑ ΠΛΑΓΙΟ ΚΑΡ-  
ΦΩΜΑ. ΤΟ ΠΛΑΓΙΟ ΚΑΡΦΩΜΑ ΓΙΝΕ-  
ΤΑΙ ΥΠΟ ΓΩΝΙΑ 20° ΕΩΣ 30°  
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΟ ΞΗΡΟ, ΣΚΛΗΡΟ  
ΞΥΛΟ, ΜΗΔΕ ΑΥΟΪΞΗ.  
ΣΥΛΛΗΜΜΕ ΤΡΟΠΟΣ  
ΕΥΩΣΗΣ ΣΤΙΣ ΚΑ-  
ΤΑΣΤΕΥΣΕΣ ΙΚΡΩΜΑ-  
ΤΩΝ Η ΞΥΛΟΥ-  
ΠΩΝ.  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΙΚ-  
ΡΟΥ ΜΕΡΕΘΟΣ.

Σχ. 54



Σχ. 55

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)

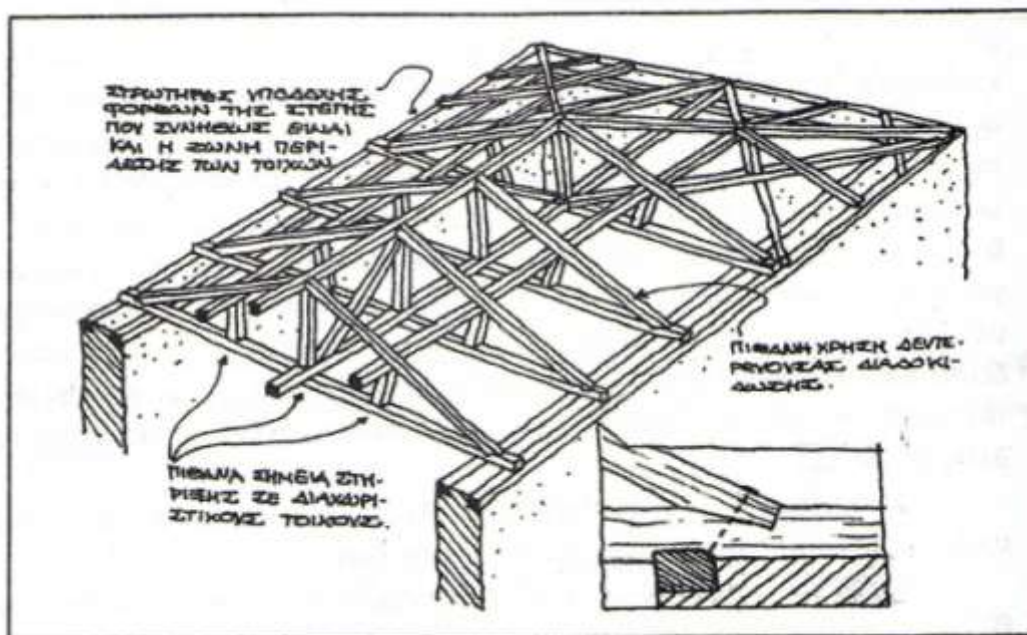
Επιπλέον είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε με ακρίβεια έναν σύνδεσμο με καρφιά ανάλογα με τα φορτία που πρέπει να φέρει. Παρόλα αυτά όμως οι εργαστηριακές δοκιμές σε ένα πρότυπο (ομοιότυπο) ή οι πολλές πετυχημένες εφαρμογές (εμπειρία) μας παρέχουν την δυνατότητα να ελέγξουμε την συμπεριφορά των συνδέσμων.

### 7.3.2 Βίδες

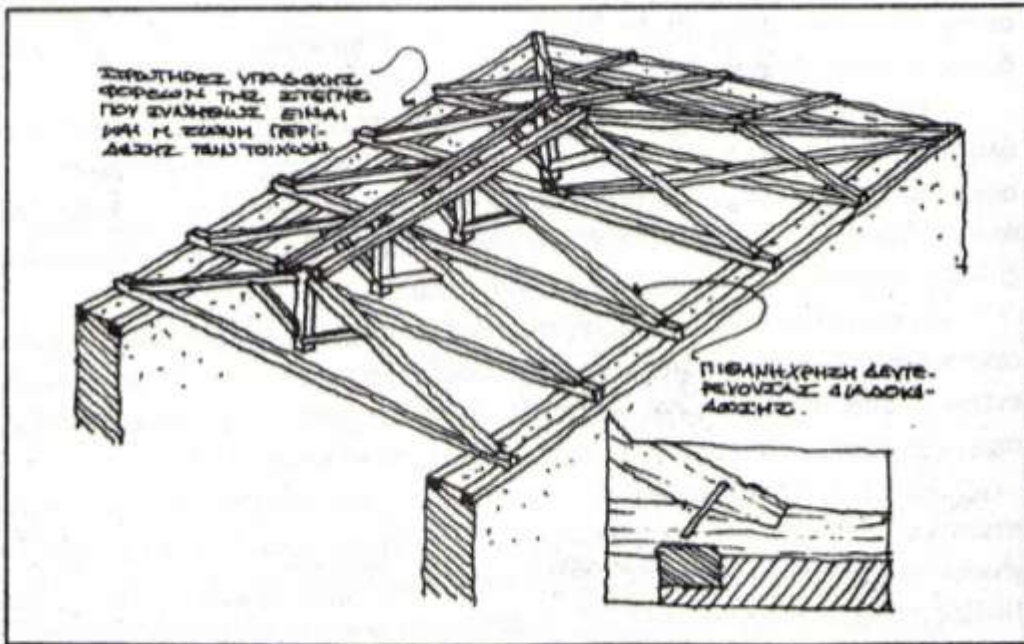
Ένας άλλος σύνδεσμος είναι η ξυλόβιδα. Η ξυλόβιδα εμφανίστηκε στα τέλη του 1800 και διατίθεται στην αγορά έχοντας ποικιλία σε μορφές κεφαλιού, κορμού και μύτης. Ωστόσο το βίδωμα είναι μία αργή και δαπανηρή διαδικασία σε σχέση με το κάρφωμα. Αυτό συμβαίνει γιατί πρέπει να ανοιχτούν στα συνδεόμενα μέρη τρύπες-οδηγοί για κάθε βίδα και μετά αυτή να βιδωθεί με χέρι ή με μηχανήμα. Από την άλλη όμως η σημαντική αντίσταση που παρουσιάζει στις εφελκύστηκες τάσεις εξόρυξης και μεγάλη ευκολία αποσύνδεσης (ξεβίδωμα), αποτελούν τα βασικά της πλεονεκτήματα.

### 7.3.3 Μεταλλικές προσαρμογές.

Στις ξύλινες κατασκευές, ιδίως για μεγαλύτερες στεγάσεις (μεγάλα ανοίγματα) και για μεγαλύτερα φορτία εφαρμόζονται όλο και πιο συχνά πολλές τυποποιημένες (ή όχι) μεταλλικές προσαρμογές διαφόρων τύπων και λειτουργιών.



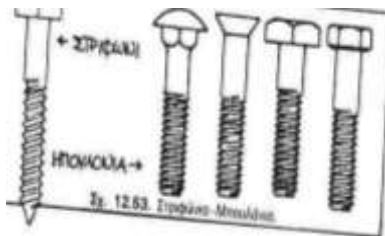
**Σχ56** στέγαση με κύριο φορέα τύπου «δοκών επί στύλων». Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του δομικού συστήματος είναι η πολλαπλή δυνατότητα ανακατανομής της ροής των φορτίων στην περίπτωση αστοχίας κάποιου ή κάποιων από τα στοιχεία της στέγης. Επίσης χαρακτηριστική είναι η συνήθης και κατά τους δύο άξονες της κάτοψης εξασφάλιση ακαμψίας



**Σχ57** στέγαση με κύριο φορέα «ζευκτού». Χαρακτηριστικό αυτού του φορέα είναι η ισοστατικότητα του και η δυσκολία επίτευξης ακαμψίας κάθετα στο επίπεδό του

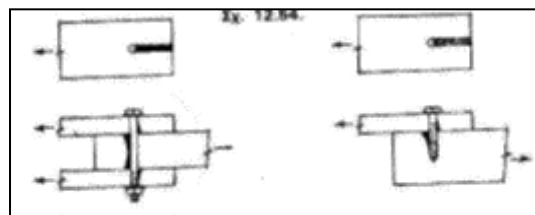
### 7.3.4 Μπουλόνια και πείροι

Οι πείροι χρησιμοποιούνται στις βαριές κατασκευές και τοποθετούνται στα ξύλα με τρύπες που ανοίγουμε από πριν και πρέπει να έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή εφαρμογή (φρακάρισμα). Τα μπουλόνια, και τα πρώτα (με το παξιμάδι και τη ροδέλα) αλλά και τα δεύτερα μπορούν να παραλάβουν εφελκυστικές δυνάμεις. Επίσης βιδώνονται με παξιμάδι στη μία τους άκρη. Υπάρχουν όμως και μπουλόνια που δε διατρύπουν το ξύλο αλλά βιδώνονται μέσα σε αυτό αφού ανοιχτεί από πριν μια αντίστοιχη τρύπα.



**Σχ. 58**

(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)



**Σχ. 59**

σύνδεση με μπουλόνι και στριφώνι

### 7.3.5 Μεταλλικά παρεμβλήματα

Τα παρεμβλήματα παραλαμβάνουν φορτία πολλαπλάσια των μπουλονιών ενώ δύο είναι οι πιο γνωστοί τύποι όπου ανακαλύφθηκαν μετά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο:

- α) Τα οδοντωτά κυκλικά ελάσματα
- β) Οι δακτύλιοι

Τα κυκλικά ελάσματα δεν χρησιμοποιούνται τόσο συχνά όσο οι δακτύλιοι. Η σύνδεση με το δακτύλιο γίνεται με την εξής σειρά : πρώτα ανοίγονται οι τρύπες για τα μπουλόνια και μετά, στις επιφάνειες των ξύλων που θα συνδεθούν, ανοίγονται οι αντίστοιχες για τους δακτυλίους εγκοπές. Μέσα από σαΐτες τοποθετούνται οι δακτύλιοι και το σύνολο συσφίγγεται με μπουλόνια αφού παρεμβληθούν κατάλληλες ροδέλες. Το ίδιο γίνεται και με τα οδοντωτά ελάσματα.

### 7.3.6 Ειδικά καρφιά για το σύνθετο ξύλο

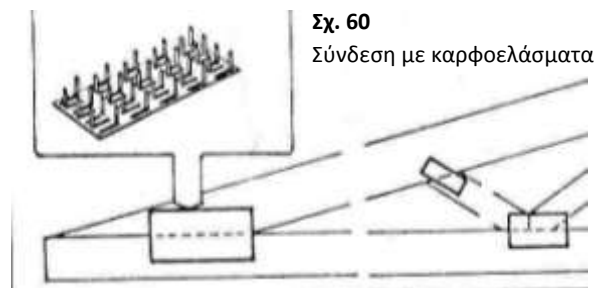
Για το σύνθετο ξύλο(Gleam)τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ειδικά καρφιά τα οποία χρησιμοποιούνται μαζί με ένα έλασμα που τοποθετείται στις εξωτερικές πλευρές της σύνδεσης και μέσα στο οποίο σφηνώνονται τα κεφάλια τους κατά το κάρφωμα. Με αυτό τον τρόπο επιταχύνεται η μεταφορά πολλών περισσότερων φορτίων σε σχέση με τα άλλα συνδετικά μέσα. Τέλος η εγκάρσια διατομή τους δεν είναι κύκλος αλλά επίμηκες ορθογώνιο με στρογγυλεμένες άκρες.

### 7.3.7 Καρφοελάσματα.

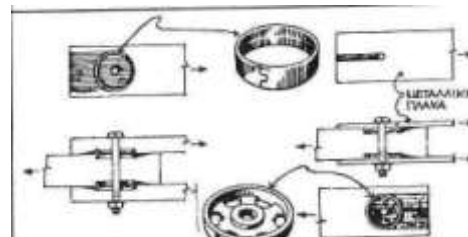
Η απλοποίηση όμως και η επιτάχυνση στο κάρφωμα μπορεί να γίνει με τα κορδελιάσματα, που είναι τυποποιημένα ελάσματα με προεξοχές σαν καρφιά πάνω τους. Αυτός είναι και ο λόγος που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στα ελαφρά δικτυώματα, στον φ.ο. προκατασκευασμένων πανέλων κλπ Συνήθως τοποθετούνται με πρέσα.

Για τους μεταλλικούς συνδέσμους υπάρχουν τρεις παράγοντες όπου κατά τη χρήση τους έχουν μεγάλη σημασία. Αυτοί είναι:

1. η απόσταση από το τέλος του ξύλινου στοιχείου.
2. η απόσταση από τις άκρες του ξύλινου στοιχείου.
3. οι απόσσειες μεταξύ συνδέσμων.



ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ)



(πηγή: ΘΕΜΑΤΑ

### 7.3.8 Κόλλες.

Στις κόλλες οι δυνάμεις μεταφέρονται πλήρως από το ένα μέλος στο άλλο δημιουργώντας συνδέσεις σχεδόν μονολιθικές. Από το είδος της κόλλας και το μέγεθος της επιφάνειας συγκόλλησης εξαρτάται η ανθεκτικότητα της σύνδεσης. Οι σύγχρονες κόλλες είναι πολύ βελτιωμένες και ισχυρές και ορισμένα είδη παρουσιάζουν αυξημένες αντοχές στη υγρασία(ανθύγρες) και στη φωτιά(π.χ.φαινολίκες) Ασκώντας ορισμένη πίεση για ορισμένο χρόνο καταφέρνουμε να συγκολλήσουμε τα ξύλινα στοιχεία μεταξύ τους. Αυτό στο εργοτάξιο αυτό το πετυχαίνουμε με τα καρφιά και τις βίδες.

Τελειώνοντας για να συνθέσει την δική του σύνδεση ένας κατασκευαστής θα πρέπει λάβει υπόψη του αρχικά ότι έχει ειπωθεί μέχρι τώρα και στη συνέχεια το γεγονός ότι μια ξύλινη διατομή τείνει με την υγρασία να συσταλεί κάθετα στις ίνες της .Αν στην κίνηση αυτή βρει εμπόδιο από απρόσεκτα τοποθετημένους συνδέσμους μπορεί να παρουσιάσει σχίσματα και αποκολλήσεις. Επίσης πρέπει να λάβει υπόψη τα εξής:

- τη γεωμετρία της σύνδεσης.
- Τον τύπο και το μέγεθος των στοιχείων.
- Τα φορτία.
- Την εμφάνιση.
- Την δυνατότητα πραγματοποίησης και το κόστος.
- Την ευκολία προσαρμογής.

### 8. Κατασκευές από πυκνό και ελαφρύ σκελετό (Timber Frame)

#### 8.1 Γενικά

Τα φέροντα δομικά μέλη (τοίχοι, πατώματα, στέγες) που βρίσκονται πάνω από την θεμελίωση και που υπάρχουν σε μία κατασκευή από ξύλινο, ελαφρύ και πυκνό σκελετό είναι κατασκευασμένα, ανεξάρτητα από το εξωτερικό υλικό επικάλυψης ή επένδυσης, από ξύλινα στοιχεία και φύλλα από αντεπικολητή ξυλεία ( «κόντρα πλακέ» ή plywood ).

Σαν εξωτερικά επένδυση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε, με την ίδια ευκολία το τούβλο, την πέτρα, τον σοβά, γενικά να έχουμε μία επένδυση από συνθετικά υλικά. Χρησιμοποιώντας τα υλικά αυτά μπορούμε να έχουμε την ανάλογη εμφάνιση, κυρίως όμως την αντίσταση στις καιρικές συνθήκες. Και τα δύο όμως εξαρτώνται από τον πολύ καλά κατασκευασμένο και απαραμόρφωτο φέροντα οργανισμό που τον στηρίζει.

Σκοπός της πτυχιακής μας εργασίας είναι να σχεδιάσουμε σωστά, αλλά και να κατασκευάσουμε τον ξύλινο φέροντα οργανισμό ώστε να μπορεί να έχει εξασφαλισμένη μια μακριά και χωρίς προβλήματα ζωή. Εξάλλου μια κατασκευή με πυκνό και ελαφρύ σκελετό δεν είναι ούτε πολύπλοκη, ούτε δύσκολη, αλλά απαιτεί κάποιον αυξημένο βαθμό ακρίβειας. Για να έχουμε μια επιτυχημένη εφαρμογή αυτής της δομικής μεθόδου δεν χρειάζεται να έχουμε τεχνικές υψηλής ειδίκευσης αλλά προϋποθέτει να έχουμε την γνώση και την πείρα στη χρήση δομικών υλικών και την συμμόρφωση με τα ισχύοντα δεδομένα και τις δοκιμασμένες δομικές μεθόδους κατασκευής.

#### 8.2 Σύστημα πλατφόρμας (Timber frame)

**Η κατασκευή από ξύλινο και ελαφρύ σκελετό (timber frame) είναι ένα δομικό σύστημα, όπου όλα τα κινητά και νεκρά φορτία καθώς και φορτία ανέμου και σεισμού παραλαμβάνονται από ξύλινα στοιχεία.**

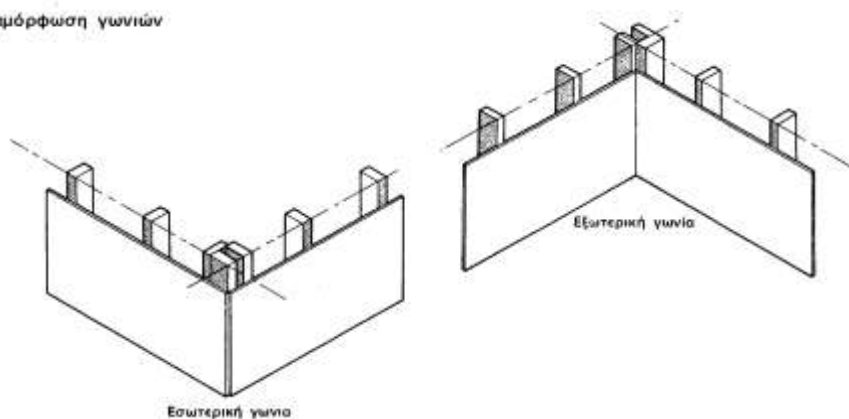
Για να εξασφαλίσουμε την απαραίτητη ακαμψία του συστήματος αυτού η επένδυση του σκελετού αποτελείται συνήθως από αντεπικολητή ξυλεία (plywood). Η αντεπικολητή ξυλεία καρφώνεται επάνω του, είτε κατά την κατασκευή πατωμάτων , είτε κατά την κατασκευή των τοίχων. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται διαφράγματα, τα οποία είναι απαραμόρφωτα. Αυτό σημαίνει ότι αφενός μπορούν να μεταφέρουν αυξημένα κατακόρυφα φορτία και αφετέρου να παραλαμβάνουν εύκολα και να διοχετεύουν στην θεμελίωση όλες τις οριζόντιες φορτίσεις από άνεμο ή σεισμό.

**Έχοντας το σωστό κάρφωμα στις συνδέσεις πετυχαίνουμε και την κατασκευαστική ακεραιότητα του φέροντος οργανισμού. Για να γίνει αυτό το σύνολο από τα καρφιά πρέπει να φορτίζονται διατμητικά και όχι σε διόρυξη.** Επίσης η μεγαλύτερη αντοχή δεν εξασφαλίζεται απαραίτητα από τη χρήση μακρύτερων ή βαρύτερων καρφιών. Αντιθέτως μπορεί να αδυνατίσει την

κατασκευή αν τυχόν σκιστούν τα ξύλα. Με την χρήση γυψοσανίδων σαν υλικό εσωτερικής επένδυσης μπορούμε να έχουμε την αντίσταση στην φωτιά που απαιτείται από τους Βρετανικούς Οικοδομικούς Κανονισμούς. Η ευκολία στην τοποθέτηση αλλά και η απόκρυψη των διάφορων εγκαταστάσεων καθώς και της θερμικής μόνωσης διευκολύνεται από τον χώρο μεταξύ των στοιχείων του σκελετού και των στοιχείων των στεγών.

Όταν χρησιμοποιούμε, για λόγους τελικής εμφάνισης ή προστασίας, εξωτερικά τελειώματα και επενδύσεις συνήθως αυτά δεν έχουν καμία στατική λειτουργία, εκτός αν το ίδιο φύλλο αντεπικολητής ξυλείας χρησιμοποιείται και σαν τελική επένδυση. Αυτό το πετυχαίνουμε όταν χρησιμοποιούμε σαν υλικό εσωτερικής επένδυσης τις γυψοσανίδες.

Διαμόρφωση γωνιών



Σχ. 62

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

### 8.3 Υλικά Κατασκευής

Όταν ο σκελετός των πατωμάτων και των τοίχων είναι ευθυγραμμισμένος και γενικά κατασκευασμένος με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια τότε έχουμε τα σωστά αποτελέσματα στην κατασκευή και ιδίως στα τελειώματα. Επομένως τα ξύλινα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για την σύνθεση του σκελετού πρέπει να είναι πλανισμένα απ όλες τις πλευρές για να εξασφαλίσουν ακριβείς διαστάσεις. Έτσι μπορούμε να έχουμε μια κατασκευή σκελετού γρήγορη, ακριβής και έτοιμη για τις επενδύσεις και τα τελειώματα των πατωμάτων και των τοίχων, χωρίς διορθώσεις, συμπληρώσεις και άλλα μερεμέτια.

Στον Καναδά παράγονται, σύμφωνα με τους καναδικούς κανονισμούς περί ξυλείας (CLS Timber) πλανισμένα ξύλα και από τις τέσσερις πλευρές, με ακριβείς διαστάσεις διατομής και με τις γωνίες ελαφρά στρογγυλεμένες. Αυτά παρέχουν μεγαλύτερη ευκολία κατά την χρήση στα χέρια του τεχνίτη.

Η ξυλεία αυτή παράγεται σε τυποποιημένες διαστάσεις χλωρής και ξηράς ξυλείας και μάλιστα με τέτοιο τρόπο ώστε οι διαστάσεις της χλωρής διατομής να συρρικνώνονται στις διαστάσεις της ξηρής διατομής κατά τον υποβιβασμό της περιεχόμενης σε αυτά υγρασίας στο 19%. **Στην μεθοδολογία κατασκευής του δικού μας μοντέλου θα χρησιμοποιήσουμε καναδική ξυλεία τύπου CLS σε**

τυποποιημένες διαστάσεις μήκους από 2,40 έως 6,00 μέτρα, σύμφωνα με τα καναδικά πρότυπα ξυλείας.

**Διαστάσεις διατομών της τυποποιημένης Καναδικής ξυλείας C.L.S.**

Όνομαστική περιγραφή	Επεξεργασμένα σε υγρές συνθήκες ξύλου	Επεξεργασμένα σε ξηρές συνθήκες ξύλου
INCH	mm	mm
2 × 3	40 × 65	38 × 64
2 × 4	40 × 90	38 × 89
2 × 6	40 × 143	38 × 140
2 × 8	40 × 190	38 × 184
2 × 10	40 × 241	38 × 235
2 × 12	40 × 292	38 × 286

### 8.3.1 Καναδική αντεπικολητή ξυλεία για εξωτερική χρήση

Η αντεπικολητή ξυλεία (plywood), που παράγεται στον Καναδά, για εξωτερική χρήση (Cofit Exterior) είναι συγκολλημένη με κόλλες φαινόλης φορμαλδεΐδης (phenol Formaldehyde). Το πλεονέκτημα είναι ότι ούτε η υγρασία, ούτε η θερμοκρασία επηρεάζει τις συγκολλήσεις αυτές. **Το plywood έχει πολύ υψηλές αντοχές ανάλογα με το μικρό του βάρος και μεγάλη αντίσταση στη φυσική καταστροφή.**

Οι βρετανικοί κανονισμοί αποδέχονται πλήρως το καναδικό Cofit Exterior Plywood για την «κατασκευαστική του χρήση». Επίσης στα σπίτια με αλαφρύ ξύλινο σκελετό, ως υλικό χρησιμοποιείται περισσότερο στην κατασκευή των τοίχων, πατωμάτων και στεγών. Η διασταύρωση σε ορθή γωνία των λεπτών φύλλων ξυλείας πριν συγκολληθούν σε μια ενότητα, δίνουν στο Plywood αντοχή προς όλες τις διευθύνσεις και μειώνουν την δυνατότητα σκασίματος ή αποκόλλησης. **Πανέλα από Plywood όταν στερεωθούν σωστά πάνω στον ξύλινο σκελετό, ενεργούν σαν διαφράγματα που προσλαμβάνουν και διαμοιράζουν με ασφάλεια τα φορτία είτε τα παράλληλα είτε τα κάθετα προς το επίπεδο τους στις στέγες, τους τοίχους και τα πατώματα.**



### 8.3.2 Κατηγορίες

Οι κατηγορίες **«Sheathing»** και **«Select»** είναι οι δύο πιο βασικές κατηγορίες στις οποίες παράγεται η αντεπικολλητή ξυλεία των COFI, αν και υπάρχουν και πολλές άλλες κατηγορίες. Αυτές οι δύο κατηγορίες χρησιμοποιούνται στην κατασκευή με ελαφρύ σκελετό.

Η «Sheathing» είναι η κατηγορία Plywood χωρίς τελική λείανση της επιφάνειας με ρόζους και ροπές από ρόζους, που όμως είναι περιορισμένοι ως προς τον αριθμό, το μέγεθος και τα φυσικά χαρακτηριστικά τους έτσι ώστε να μην επηρεάζουν την αντοχή. Συνήθως χρησιμοποιείται σαν στοιχείο επικάλυψης του σκελετού που θα επικαλυφθεί ή θα επενδυθεί με άλλα υλικά παρ' όλου που είναι πιθανό η κατηγορία αυτή του Plywood να μείνει εκτεθειμένη στις ατμοσφαιρικές συνθήκες όπως είναι, όταν οι αισθητικές απαιτήσεις δεν το επιτρέπουν.

Η κατηγορία «Select» είναι επίσης χωρίς τελική λείανση της επιφάνειας αλλά με λιγότερα ελαττώματα στην επιφάνεια της. Συνήθως χρησιμοποιείται στην κατασκευή πατωμάτων όπου τα λίγα ελαττώματα της δεν επηρεάζουν τις διάφορες κατασκευές δαπέδων.

### 8.3.3 Μεγέθη των πανέλων του Plywood

Τα τυπικά μήκη των πανέλων είναι 2440 χιλιοστά και 2400 χιλιοστά ενώ κατόπιν παραγγελίας μπορούν να παραχθούν άλλα μήκη έως 2500 χιλιοστά.

Τα τυπικά πλάτη των πανέλων είναι 1220 χιλιοστά και 1200 ενώ κατόπιν παραγγελίας μπορούν να παραχθούν άλλα πλάτη έως 1250 χιλιοστά.

**Εμείς στην μεθοδολογία σχεδιασμού της κατασκευής μας χρησιμοποιούμε πανέλα 2400\*1200 χιλιοστά.**

Σε κατηγορίες χωρίς τελική λείανση της επιφάνειας υπάρχουν πανέλλα, σε πάχη των 12.5 χιλιοστών και παχύτερα, με άκρες διαμορφωμένες σε γκινίσια και προεξοχή για «κλείδωμα» των πανέλων μεταξύ τους.

Το ραμποτάρισμα αυτό γίνεται στις μακριές πλευρές τους και έχουν τυποποιημένο καθαρό πλάτος 1207 και 1187 χιλιοστά. **Τα πανέλλα με τις ραμποταρισμένες πλευρές μειώνουν την ανάγκη για πρόσθετες δοκίδες και καδρόνια μεταξύ των δοκών,** δεν επιτρέπουν ανεξάρτητη παραμόρφωση κάποιου πανέλλου, συνεργάζονται καλύτερα στις φορτίσεις και εξασφαλίζουν ομαλές συνδέσεις μεταξύ τους.

#### Πάχη των πανέλων του Plywood

<u>Κατηγορίες Sheathing και Select</u>		<u>Κατηγορίες με τελική λείανση και επεξεργασία των επιφανειών</u>	
7,5 mm	20,5 mm	6mm	19mm
9,5mm	22,5mm	8mm	21mm
12,5mm	25,5mm	11mm	24mm
15,5mm	28,5mm	14mm	27mm
18,5mm	31,5mm	17mm	30mm

## 8.4 Κατασκευή και συναρμολόγηση

Για την απλούστευση της κατασκευής με τον πυκνό, ελαφρύ και ξύλινο σκελετό αλλά και την οικονομικότερη εκμετάλλευση των υλικών θα πρέπει να ακολουθούνται αξονικές αποστάσεις συχνότητας των ορθοστατών της τάξεως των 400 ή 600 χιλιοστών.

Για την μέγιστη αξιοποίηση των χρησιμοποιούμενων επιφανειακών στοιχείων επικάλυψης και επένδυσης που έχουν διαστάσεις 1,20\*2,40 μέτρα κάποιος γενικότερος κάρναβος των 1,20 μέτρων, επιτρέπεται αν και υπακούει στους προαναφερθέντες κάρναβους των 400 ή 600 χιλιοστών.

Εάν για διάφορους λόγους πρέπει να παρεκκλίνουμε από τα 1,20 μέτρα σαν γενικό κάρναβο, δεν πρέπει να ξεφύγουμε από τον κάρναβο των 400 ή 600 χιλιοστών του σκελετού των ορθοστατών, των τοίχων, ή των δοκίδων πατωμάτων στέγης.

Στους ίδιους κάρναβους πρέπει να εντάσσονται και τα σχεδιαζόμενα ανοίγματα στους εξωτερικούς και τους εσωτερικούς τοίχους. Με τη χρήση παρεμβαλλομένων ορθοστατών και δοκίδων τα εσωτερικά χωρίσματα είναι δυνατόν να ξεφύγουν από τον κάρναβο, εάν το απαιτεί κάποια αλλαγή του σχεδιασμού.

**Στην δικιά μας κατασκευή τώρα από πυκνό, ελαφρύ ξύλινο σκελετό ακολουθούμε αξονικές αποστάσεις συχνότητας των ορθοστατών της τάξεως των 600 χιλιοστών.**

### 8.4.1 Εργοστασιακή κατασκευή

Μόνο μια πολύ περιορισμένη εργοστασιακή κατασκευή είναι οικονομικά συμφέρουσα όπως έχει αποδειχθεί από την, μέχρι σήμερα, πείρα σε αυτές τις κατασκευές.

**Για αυτό το λόγο εργοστασιακή κατασκευή περιορίζεται στην παραγωγή πανέλων εξωτερικών ή εσωτερικών τοίχων, στην επένδυση του σκελετού αυτών με φύλλα αντεπικολητής ξυλείας(Plywood), στην κοπή των δοκίδων των πατωμάτων και των στεγών, στην προκατασκευή των ελαφρών δικτυωμάτων της στέγασης.**

Οι εσωτερικές εγκαταστάσεις γίνονται μέσα στο εργοτάξιο, όμως ορισμένες σωληνώσεις ή καλωδιώσεις μπορούν να συμπεριληφθούν στην εργοταξιακή κατασκευή. Τα παράθυρα και πόρτες μπορούν είτε να συμπεριλαμβάνονται στο σκελετό, είτε να παραδίδονται στο εργοτάξιο μετά.

Όταν ο χειρισμός και η ανέγερση στο εργοτάξιο γίνεται με τα χέρια των τεχνιτών, τότε ορίζεται σαν μεγάλο παννέλο με επικάλυψη του σκελετού με Plywood, αυτό που έχει διαστάσεις 2,40\*3,60 μέτρα. Τέλος οι διαστάσεις πρέπει να μειωθούν εάν στο συγκεκριμένο παννέλο προστεθούν θερμομόνωση, εσωτερική επικάλυψη και εξωτερική επένδυση (πάνω στην επικάλυψη του Plywood).

### 8.14.2 Κατασκευή στο εργοτάξιο

Στο εργοτάξιο η ξυλεία έρχεται είτε κομμένη στα μήκη που απαιτούνται για την κατασκευή, είτε κόβεται εκεί ενώ τα πανέλλα των τοίχων κατασκευάζονται πάνω στην πλατφόρμα που σχηματίζει η κατασκευή του ξύλινου πατώματος (ή η βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα). Στην συνέχεια σηκώνονται

και στερεώνονται στη θέση τους. Όταν οι τοίχοι είναι πάνω στην πλατφόρμα γίνεται η επικάλυψη του σκελετού των τοίχων με Plywood, ενώ όταν οι τοίχοι ανορθωθούν στις θέσεις τους γίνεται η τοποθέτηση των παραθύρων και θυρών στις θέσεις τους .

## 8.5 Συνδέσεις

Για να συνδεθούν τα στοιχεία του ξύλινου σκελετού χρησιμοποιούμε κοινά καρφιά. Εκεί όπου έχουμε υψηλή αντίσταση στις δυνάμεις εξόρυξης απαιτούνται άλλοι τύποι ειδικών καρφιών, με εγκοπές ή έλικα στον κορμό τους.

**Οι συνδέσεις με κάρφωμα είναι ισχυρότερες όταν η φόρτιση επενεργεί υπό ορθή γωνία στα καρφιά και στην κατασκευή συστήματος πλατφόρμας όλα τα καρφιά φορτίζονται κατά αυτόν τον τρόπο.** Ενώ πρέπει να αποφεύγονται οι συνδέσεις όπου τα φορτία επενεργούν παράλληλα προς τον μεγάλο άξονα των καρφιών με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλείται η εξόρυξη του καρφιού, γιατί η αντίσταση που παρουσιάζουν σε αυτή την φόρτιση δε είναι ικανοποιητική.

## 8.6 Θεμέλια

Η θεμελίωση έχει βασική σημασία σε μία ξύλινη κατασκευή κατοικίας με ελαφρό και πυκνό σκελετό, παρ' όλο που είναι γνωστή για την αντοχή και την ακαμψία που παρουσιάζει στις διάφορες καταπονήσεις. Επειδή η ξύλινη κατασκευή απαιτεί μια υψηλής τάξεως ακρίβεια, είναι φυσικό αυτή η απαίτηση να μεταβιβάζεται και στην κατασκευή της θεμελίωσης.

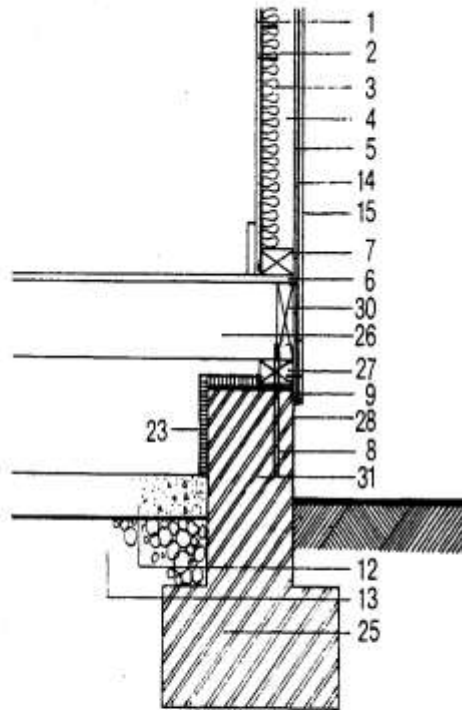
Η επιφάνεια θεμελίωσης, από οπλισμένο σκυρόδεμα, πρέπει να είναι οριζόντια. Παρ' όλο που τα νεκρά φορτία της ανωδομής είναι κατά πολύ μικρότερα από εκείνα μια συμβατικής κατασκευής τα πέδιλα πρέπει να υπολογίζονται και η θεμελίωση να γίνεται με τους καθιερωμένους τρόπους.

Επίσης είναι πολύ σημαντικό οι τυχόν υγρασίες του εδάφους να μην έρχονται σε επαφή με την ξύλινη κατασκευή και η επιφάνεια έδρασης της να υπερέχει του εδάφους σε όλα τα σημεία της. Επιπλέον θα πρέπει να υπερέχει των επιφανειών του εξωτερικού χώρου τουλάχιστον κατά 400 χιλιοστά εάν υπάρχει κίνδυνος αναπήδησης της βροχής στην περίμετρο της ξύλινης κατασκευής.

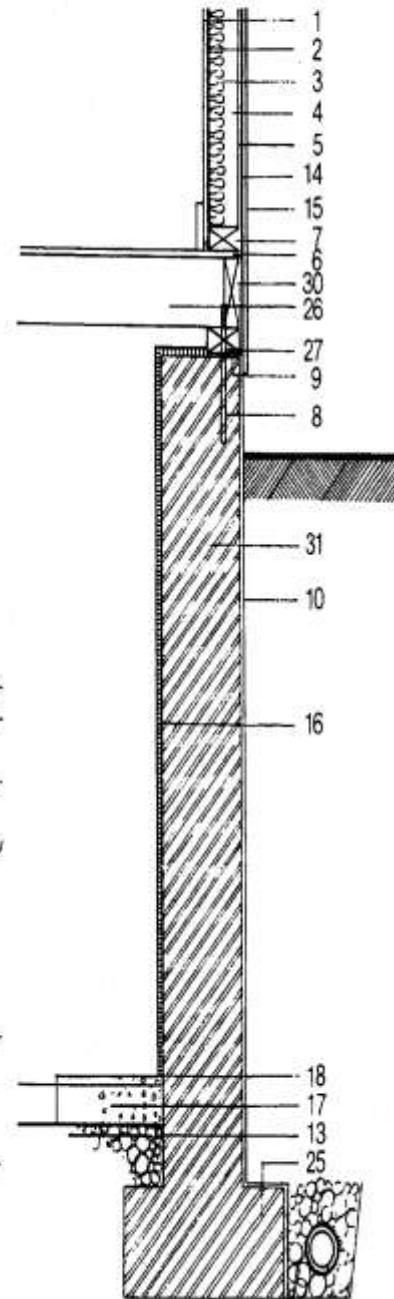
Τέλος κάθε ξύλινο στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το σκυρόδεμα της πλάκας θεμελίωσης πρέπει να είναι εμποτισμένο υπό πίεση κατά της σήψης.

## Λεπτομέρεια θεμελίωσης υπερυψωμένου πατώματος

Σχ63



## Λεπτομέρεια θεμελίωσης με υπόγειο



- |   |   |
|---|---|
| 1. Γυψοσανίδα πάχους 12,7 χιλιοστών                     | 18. Στεγανωτική μεμβράνη  |
| 2. Φράγμα υδρατμού                                      | 19. Θεμέλιο από οπλισμ. σκυρόδεμα   |
| 3. Θερμομόνωση  | 20. Κενό - ελάχιστο 25 χιλ.   |
| 4. Ορθοστάτες CLS 40×90 χιλιοστά                        | 21. Εξωτερικός τοίχος επένδυσης από ανεπλήριστο τούβλο με ελαστικούς μεταλλικούς συνδέσμους |
| 5. Επικάλυψη (πέτσιμα) με Plywood                       | 22. Νεροχύτης και οπή απαγωγής υγρασιών του κενού του τοίχου                                |
| 6. Επικάλυψη (πέτσιμα) πατώματος με Plywood             | 23. Θερμομόνωση υπό μορφή σκληρών πλακών  |
| 7. Στρωτήρας CLS 40×90 χιλιοστά                         | 24. Ισχυρά σιμεντοκονία ή μωσαϊκό   |
| 8. Μπουλόνι αγκύρωσης διαμέτρου 12,5 χιλ. ανά 2,5 μέτρα | 25. Πέδιλα  |
| 9. Στεγανωτική μεμβράνη                                 | 26. Δοκοί πατώματος   |
| 10. Ασφαλτική επάλειψη                                  | 27. Στρωτήρας   |
| 11. Οπή εξόδου υγρασίας ή συμπτυκνώσεων                 | 28. Τοίχος θεμελίωσης (σκυρόδεμα, λιθοδομή ή ειδικά αδιάβροχα τούβλα)                       |
| 12. Άοπλο ή ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα                  | 29. Στεγάνωση   |
| 13. Λιθόστρωση  | 30. Μετωπική δοκός (κεφαλάρι)   |
| 14. Φράγμα υγρασιών                                     | 31. Τοίχος θεμελίωσης (σκυρόδεμα, λιθοδομή η ειδικά αδιάβροχα τούβλα)                       |
| 15. Εξωτερική επένδυση                                  |   |
| 16. Θερμομόνωση (σκληρές πλάκες πάχους 25 χιλ.)         |   |
| 17. Άοπλο ή ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα                  |   |

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

### 8.6.1 Στρωτήρες επάνω στην επιφάνεια θεμελίωσης

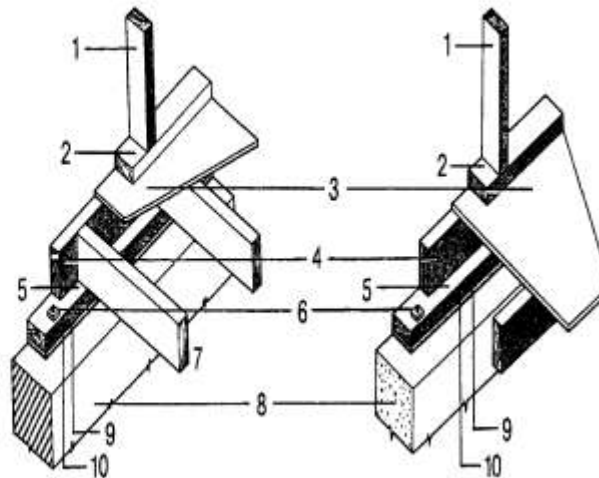
Οι δοκοί του πατώματος στηρίζονται στους στρωτήρες οι οποίοι τοποθετούνται πάνω στην κατασκευή της θεμελίωσης. Ως στρωτήρες χρησιμοποιούμε ξύλινα στοιχεία με διατομή 40\*90 χιλιοστά(ελάχιστη) και κατά προτίμηση εμποτισμένα κατά της σήψης. **Στο δικό μας μοντέλο τώρα θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια διατομή που αναφέρουμε στις πιο πάνω βάσει του κανονισμού Καναδικής Ξυλείας CLS.**

Στην συνέχεια θα τοποθετήσουμε μία στεγανωτική παρεμβολή, δηλαδή μία στρώση μόνωσης, μεταξύ του στρωτήρα και του σκυροδέματος. Οι στρωτήρες πρέπει να ακυρώνονται μέσα στα στοιχεία της θεμελίωσης με μπουλόνια διαμέτρου 12 χιλιοστών κάθε 2.5 μέτρα περίπου και με τουλάχιστον δυο ακυρώσεις για κάθε στρωτήρα. Τα μπουλόνια αγκύρωσης πρέπει να βυθίζονται στο οπλισμένο σκυρόδεμα τουλάχιστον 100 χιλιοστά και στους ξύλινους στρωτήρες τουλάχιστον 150 χιλιοστά.

Επίσης, οι μεταλλικές προσαρμογές είναι μια ακόμη μέθοδος αγκύρωσης. Για να εξασφαλίσουμε την οριζοντιότητα του στρωτήρα και την πλήρης έδραση του στο θεμέλιο, καθ' όλο το μήκος του, χρησιμοποιούμε την μέθοδο αυτή όπου παρεμβάλλεται μια στρώση τσιμεντοκοκινίας μεταξύ του θεμελίου και του στρωτήρα.

Λεπτομέρεια στήριξης στο θεμέλιο του πατώματος του ισόγειου και του εξωτερικού τοίχου.

1. Ορθοστάτης
2. Στρωτήρας τοίχου
3. Επικάλυψη (πέτσωμα) του σκελετού των πατωμάτων με Plywood
4. Μετωπική δοκός (κεφαλάρι)
5. Στρωτήρας
6. Αγκύρωση
7. Δοκός πατώματος
8. Θεμέλιο
9. Στεγάνωση
10. Σιμεντοκονία εξομάλυνσης



Σχ.64

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

## 8.7 Ο σκελετός των πατωμάτων

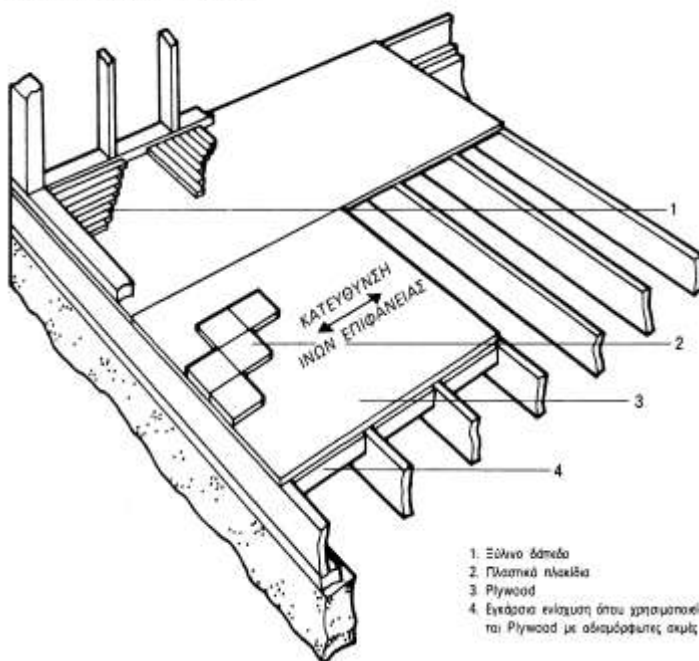
Στον σκελετό των πατωμάτων χρησιμοποιούνται στοιχεία με πλανισμένες επιφάνειες και ακρίβεια στις διαστάσεις της διατομής τους. Κατά αυτόν τον τρόπο είναι εφικτή η κατασκευή μιας τελείως οριζόντιας επιφάνειας πατώματος, πάνω στην οποία, χωρίς πρόβλημα, θα στηριχθούν οι τοίχοι και τα δάπεδα. Οι κάρβουνοι που θα ακολουθούνται για την συχνότητα διάταξης των στοιχείων του σκελετού του πατώματος είναι 300, 400 ή 600 χιλιοστά.

Από το άνοιγμα που θα γεφυρωθεί το φορτίο θα εξαρτηθεί η διατομή της κύριας ή δευτερεύουσας δοκού του πατώματος. Για την κάθε περίπτωση η κατάλληλη διατομή μπορεί είτε να υπολογισθεί στατικά είτε να δοθεί από τους πίνακες, όπως πχ οι πίνακες που συνοδεύουν την τυποποιημένη καναδική ξυλεία. Οι πίνακες παρέχουν την δυνατότητα γεφύρωσης κάποιου ανοίγματος ανάλογα με την διατομή των δοκίδων.

**Η συχνότητα του κάρβου που εμείς χρησιμοποιούμε στο δικό μας μοντέλο κατασκευής timber frame είναι της τάξεως των 600 χιλιοστών. Επίσης, η διατομή που επιλέγουμε για τα δοκάρια του πατώματος είναι 38\*140 χιλιοστά βάσει του πίνακα της Καναδικής Ξυλείας CLS.**

Η επικάλυψη του σκελετού των πατωμάτων γίνεται με την αντεπικολητή ξυλεία (Plywood) που είναι η πιο συνηθισμένη και πιο κατάλληλη. Η αντεπικολητή ξυλεία (Plywood) είναι κατάλληλη για κάθε περίπτωση πάχους (κάρβου και φορτίου). Η επιφάνεια του πατώματος είναι η βασική πλατφόρμα εργασίας για την κατασκευή των εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων. Λειτουργεί σαν οριζόντιο διάφραγμα που συμμετέχει στην ακαμψία του κτίσματος.

Λεπτομέρεια κατασκευής πατώματος



Σχ.65

πηγή : (ΕΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

### 8.7.1 Επικάλυψη του πατώματος

Στον Καναδά (Canadian Cofi Exterior) κατασκευάζονται πανέλλα από αντεπικολλητή ξυλεία. Λόγω των υψηλών αντοχών τους, της ταχύτητας εφαρμογής και της αντίστασης στην φθορά τα πανέλλα προτιμώνται για την φέρουσα κατασκευή των πατωμάτων.

Το Plywood τοποθετείται σε ορθή γωνία με τις δοκούς του πατώματος. Εάν το Plywood έχει τις ακμές του διαμορφωμένες σε γκινίσια και προεξοχή για «κούμπωμα» τότε η συνεργασία των πανέλλων στο διάστημα μεταξύ των δοκών στήριξης είναι εξασφαλισμένη. Εάν όμως χρησιμοποιηθεί κοινό Plywood με αδιαμόρφωτες ακμές τότε θα χρειασθούν βοηθητικά ξύλινα στοιχεία μεταξύ των δοκών, που μπορεί να συνδυαστούν με τις εγκάρσιες ενισχύσεις του πατώματος. Πάνω σε αυτές τις θα στηριχθούν οι μακριές πλευρές των γειτονικών πανέλλων.

Στις δοκούς του πατώματος πρέπει να στηρίζουμε πολύ καλά καρφώνοντας τις στενές πλευρές. Εάν χρησιμοποιούμε καρφιά με ελικοειδή διαμόρφωση του κορμού τους, το κάρφωμα γίνεται με μεγαλύτερη ασφάλεια. Τα καρφιά αυτά είναι πιο αποτελεσματικά σε τυχόν εξόρυξη τους, που παρουσιάζεται κατά την λειτουργία του πατώματος.

Επίσης όπου συναντώνται οι στενές πλευρές του Plywood πρέπει να αφήνουμε απόσταση τουλάχιστον 2 χιλιοστών και 1 χιλιοστό στις μακριές πλευρές. Ενώ το 1 χιλιοστό θεωρούμε ως αναγκαία απόσταση όταν χρησιμοποιήσουμε Plywood με διαμορφωμένες ακμές για την ένωση.

### 8.7.2 Τα ελάχιστα απαιτούμενα πάχη αντεπικολλητής ξυλείας του τύπου COFI EXTERIOR PLYWOOD για την κατασκευή του πατώματος

(Για πατώματα κτιρίων κατοικίας όπου το κινητό φορτίο δεν υπερβαίνει τα 1,5 kn/M<sup>2</sup>)

#### Μέγιστη αξονική απόσταση δοκών

(mm)

300

400

600

#### Ελάχιστο πάχος του Plywood

(mm)

12,5

15,5

18,5

#### Μήκος και διάμετρος καρφιού

(mm)

45\*3

Καρφιά με σπειροειδή

διαμόρφωση του κορμού

#### Μέγιστη απόσταση μεταξύ των καρφίων

(mm)

150 κατά μήκος

των ακμών

300 κατά μήκος των ενδιάμεσων στηρίξεων

### **Απαραίτητες σημειώσεις:**

- 1) Η αντεπικολλητή ξυλεία πρέπει να τοποθετείται με την κατεύθυνση των ινών της επιφάνειας της κάθετα προς τις δοκούς
- 2) Οι δοκοί πάνω στις οποίες συναντούνται και καρφώνονται οι κοντές πλευρές των 2 γειτονικών πανέλλων Plywood δεν πρέπει να έχουν πλάτος μικρότερο από 38 χιλιοστά.
- 3) Μεταξύ των πανέλλων πρέπει να μένει απόσταση 2 χιλιοστών για να αντιμετωπισθεί τυχόν διαστολή λόγω της πρόσληψης υγρασίας στη διάρκεια της κατασκευής.
- 4) Εάν χρησιμοποιηθούν απλά καρφιά με κυλινδρικό κορμό το μήκος τους πρέπει να είναι 50 χιλιοστά.

## **8.8 Σκελετός εξωτερικών τοίχων**

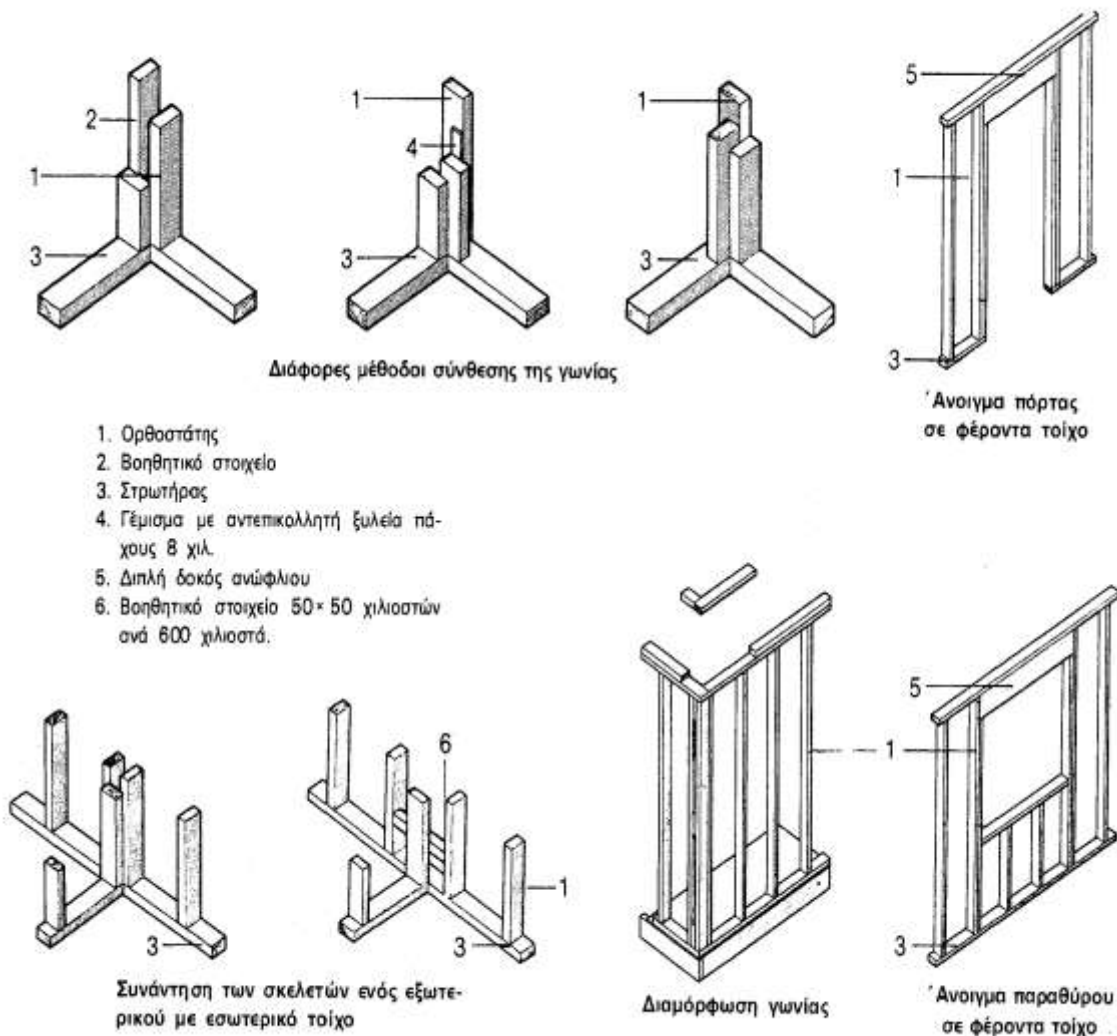
Ο σκελετός των εξωτερικών τοίχων θα πρέπει να είναι ισχυρός και απραμόρφωτος. Και αυτό γιατί θα πρέπει να μεταφέρει τα φορτία των στεγών και των πατωμάτων με ασφάλεια. Επίσης οι τοίχοι θα πρέπει να αντιστέκονται στις κάθετες φορτίσεις προς το επίπεδο τους. Ιδιαίτερα σε αυτές που προέρχονται από τον άνεμο ή τον σεισμό.

Για την καλύτερη συνεργασία μεταξύ των εξωτερικών ή των εσωτερικών τοίχων και των εσωτερικών χωρισμάτων, πρέπει τα ξύλινα στοιχεία που στεφανώνουν τον σκελετό τους να είναι διπλά και να αλληλεπικαλύπτονται στα σημεία συνάντησης ή διασταύρωσης.

Αυτή η κατασκευή στη στέψη όλων των εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων, ανεξάρτητα από την θέση των ορθοστατών δημιουργεί ένα ισχυρό και ενιαίο σύνολο και επιτρέπει την στήριξη επάνω σε αυτούς των δοκίδων των πατωμάτων ή των δικτυωμάτων.



Σχ. 66



1. Ορθοστάτης
2. Βοηθητικό στοιχείο
3. Στριωτήρας
4. Γέμισμα με αντεπικολλητή ξυλεία πάχους 8 χιλ.
5. Διπλή δοκός ανώφλιου
6. Βοηθητικό στοιχείο 50×50 χιλιοστών ανά 600 χιλιοστά.

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

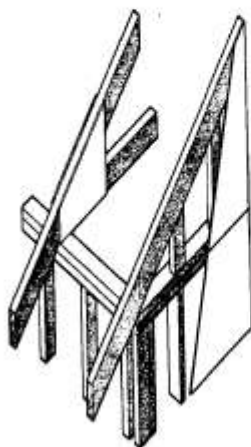
### 8.8.1 Διαστάσεις και συχνότητα ορθοστατών

Επειδή ο σκελετός κάθε τέτοιου τοίχου πρόκειται να επικαλυφθεί και από τις δύο όψεις του με βιομηχανοποιημένα συνήθως επιφανειακά στοιχεία επένδυσης (αντεπικολλητή ξυλεία –Plywood) που θα στηριχθούν πάνω σε αυτό, είναι αναγκαίο ο κάρναβος της συχνότητας του σκελετού αυτού να συμπίπτει ή να είναι ακριβές υποπολλαπλάσιο των τυποποιημένων συνήθων διαστάσεων των επιφανειακών στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν. Τα επιφανειακά στοιχεία επένδυσης θα στερεώνονται πάνω στους ορθοστάτες αφήνοντας ικανά ανοίγματα να παραλάβουν τις κάθετες προς το επίπεδο τους φορτίσεις χρήσης, ανέμου, σεισμού κτλ. Επίσης, κάθε φορά που δύο στοιχεία επικάλυψης

θα συναντούνται, θα βρίσκεται στο σημείο συνάντησης κάποιος ορθοστάτης πάνω στον οποίο θα στερεωθούν οι δύο άκρες. Οι διαστάσεις που χρησιμοποιούνται συνήθως για τα στοιχεία επικάλυψης είναι 1200\*2400 χιλιοστά (π.χ Plywood, κόντρα πλακέ, γυψοσανίδες). Οι διαστάσεις αυτές παρέχουν την δυνατότητα για αποστάσεις μεταξύ των ορθοστατών της τάξεως των 400ή 600 χιλιοστών. Συνήθως τα ανοίγματα των στοιχείων της επικάλυψης είναι ικανά να ανταποκριθούν στις προβλεπόμενες φορτίσεις. Οι διαστάσεις της διατομής όλων των ορθοστατών πρέπει να είναι τουλάχιστον 40\*90 χιλιοστά. Η μεγάλη διάσταση πρέπει να είναι κάθετη προς τις επιφάνειες των τοίχων. Οι ορθοστάτες συνήθως τοποθετούνται σε αξονικές αποστάσεις των 600 χιλιοστών, στα κτίρια με έναν ή δύο ορόφους, ενώ στο ισόγειο όροφο ενός τριώροφου κτιρίου η απόσταση συνήθως μειώνεται στα 400 χιλιοστά.

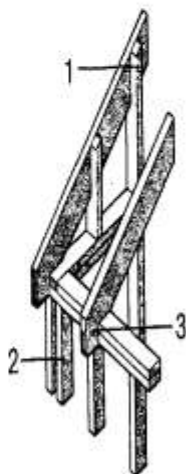
Τέλος στις γωνίες κατασκευάζονται διάφοροι συνδυασμοί, με περισσότερους από έναν ορθοστάτες. Αυτό γίνεται για δύο λόγους. Πρώτον για εξασφαλισθεί μια πρόσθετη ενίσχυση των σημείων αυτών και δεύτερον για να επιτρέψουν στα υπό γωνία συναντημένα στοιχεία επένδυσης να έχουν μία σωστή στερέωση.

1. Ορθοστάτες με εγκοπές για την υποδοχή της κεκλιμένης δοκού
2. Ορθοστάτης
3. Κεκλιμένη δοκός
4. Σκελετός
5. Πανέλλα επικάλυψης του σκελετού
6. Παρεμβολή στοιχείων αποσφράγισης αρμού μεταξύ παραθύρου και Plywood
7. Παράθυρο
8. Σκελετός αετώματος



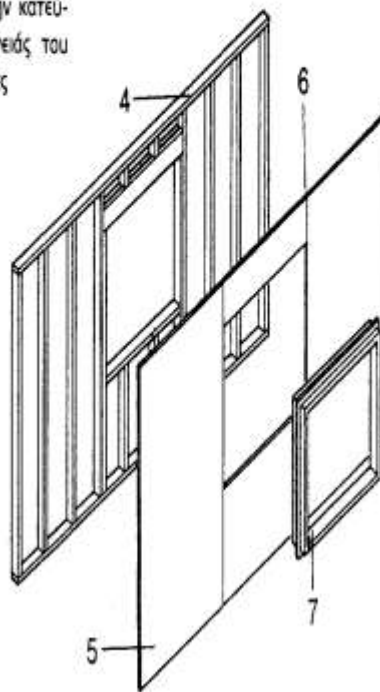
Κατασκευή αετώματος σε στέγη με δικτυωματικά στοιχεία.

9. Δικτύωμα
10. Διπλός στρωτήρας κορυφής
11. Για μεγαλύτερη ακαμψία το Plywood τοποθετείται με την κατεύθυνση των ινών της επιφάνειάς του κάθετα προς τους ορθοστάτες
12. Plywood τοποθετημένο με την κατεύθυνση των ινών της επιφάνειάς του παράλληλα στους ορθοστάτες



Κατασκευή αετώματος σε στέγη με κεκλιμένες δοκούς.

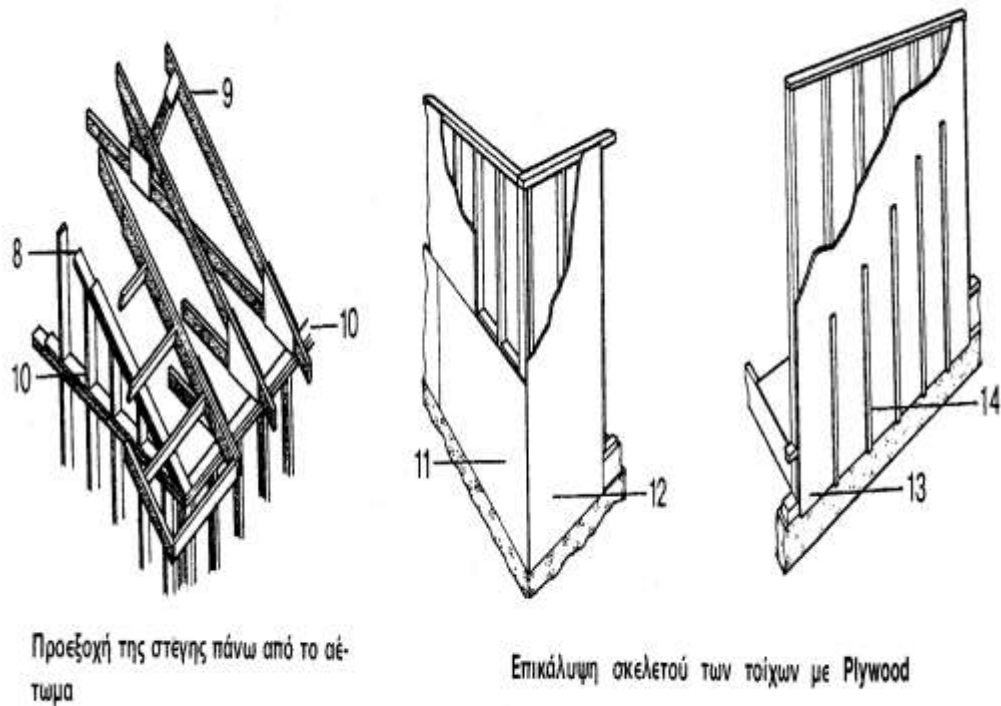
13. Plywood σε διπλή χρήση, και σαν επικάλυψη του σκελετού και σαν τελική επένδυση
14. Πηγάκι



Στοιχεία σύνθεσης εξωτερικού τοίχου

Σχ. 67

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)



Σχ. 68

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

### 8.8.2 Επενδύσεις των τοίχων

Για να αποφευχθούν οι παραμορφώσεις των τοίχων από τις επιδράσεις των φορτίων των ανέμων και των σεισμών αλλά και οι παραμορφώσεις κατά την μεταφορά και την ανέγερση θα πρέπει εξασφαλίσουμε την ακαμψία στους σκελετούς των τοίχων.

**Η συνηθέστερη μέθοδος ακαμψίας είναι η δημιουργία διαφραγμάτων μέσω της επένδυσης του σκελετού με κατάλληλα στοιχεία,** αν και υπάρχουν διάφοροι άλλοι τρόποι όπως η χιαστή ενίσχυση(τριγωνισμός) με ξύλινα στοιχεία κτλ.

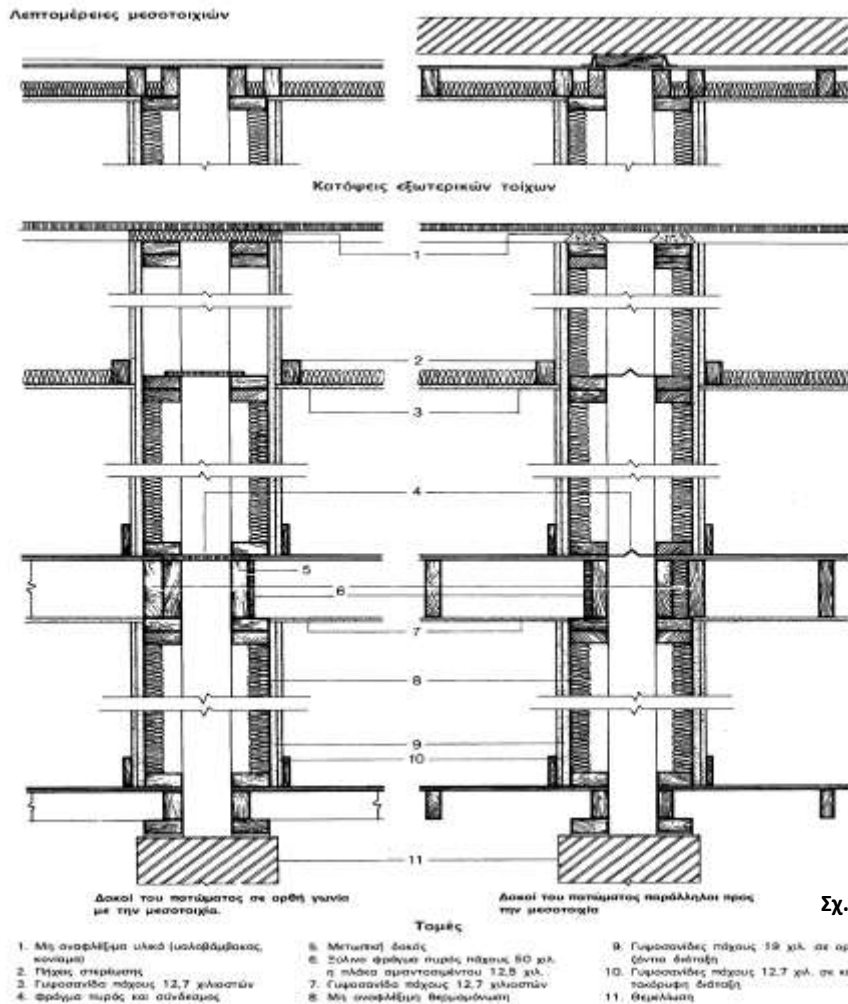
Τα φύλλα αντεπικολητής ξυλείας (Plywood) είναι μία διαφραγματική λειτουργία που έχει υπολογιστεί, δοκιμαστεί και προορίζεται για αυτό ειδικά. Μάλιστα τα φύλλα αντεπικολητής ξυλείας είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και ανθεκτικά υλικά

Στην κατασκευή δεν χρειάζεται καμία άλλη ενίσχυση ακαμψίας ενώ τα συγκεκριμένα φύλλα επένδυσης καρφώνονται από την εξωτερική όψη του σκελετού του τοίχου είτε με κατακόρυφη διάταξη των φύλλων του, είτε με οριζόντια.

Όμως όταν η διάταξη των φύλλων και η κατεύθυνση των νερών της επιφάνειας τους βρίσκεται σε ορθή γωνία με την κατεύθυνση των στοιχείων του σκελετού έχουμε την μεγαλύτερη αντοχή και ακαμψία. Για την ευκολία του τεχνίτη αφήνουμε απόσταση 2 χιλιοστών μεταξύ των φύλλων.

Με βάσει τους διάφορους κανονισμούς πρέπει να δίνουμε προσοχή στο κάρφωμα των φύλλων αλλά στα πάχη των Plywood που θα χρησιμοποιηθούν σε σχέση με τις αποστάσεις των στοιχείων του σκελετού.

Για τις αποστάσεις των ορθοστατών της τάξεως των 300,400 ή 600 χιλιοστών είναι αρκετό το πάχος των 7.5 ή 9.5 χιλιοστών για το Plywood που θα χρησιμοποιηθεί με την κατεύθυνση των ινών είτε παράλληλη είτε κάθετη προς τους ορθοστάτες.



Σχ. 69

πηγή : (ΕΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

## 8.9 Σκελετός της στέγης και της οροφής

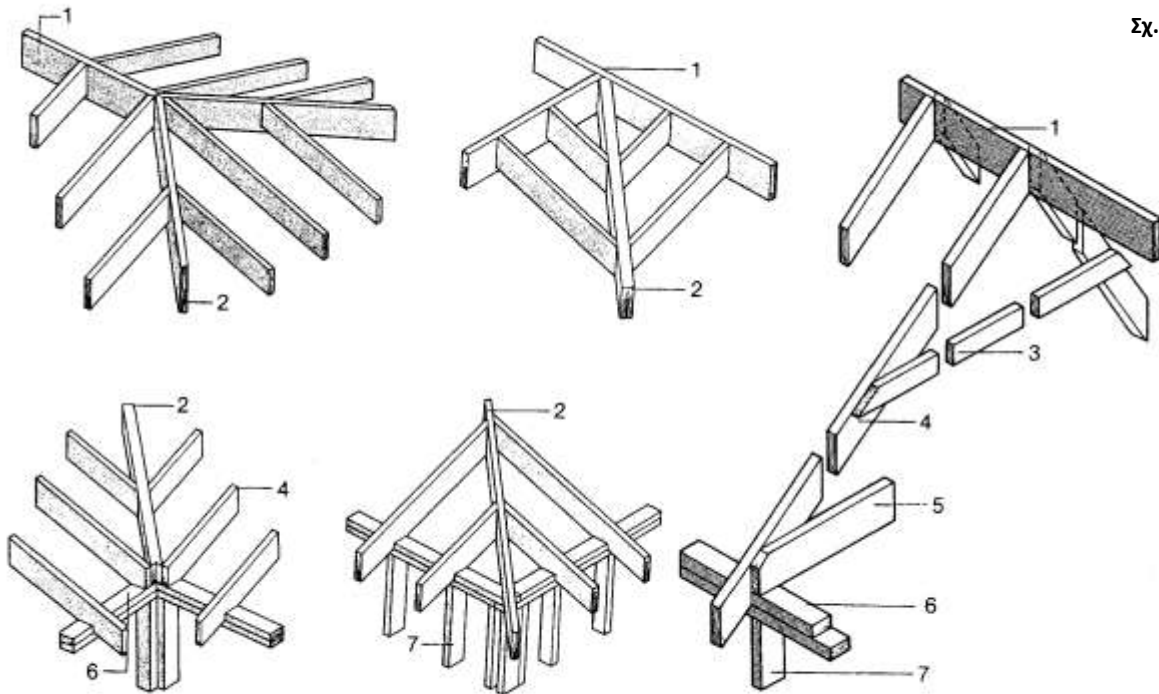
Για να είναι ικανή μία στέγη να γεφυρώνει το άνοιγμα μεταξύ των κατακόρυφων φορτίων χωρίς αντιληπτές παραμορφώσεις θα πρέπει να είναι ανθεκτική στις καταπονήσεις από τα φορτία του χιονιού και του αέρα

Για να παρέχουν αντοχή και ακαμψία στο κτίσμα τα στοιχεία της στέγης πρέπει να είναι στερεωμένα μεταξύ τους με προσοχή αλλά και με τους φέροντες τοίχους.

Όταν οι κεκλιμένοι δοκοί της στέγης (αμείβοντες) καταλήγουν πάνω στην κορυφαία δοκό της στέγης πρέπει να τοποθετούνται η μια απέναντι από την άλλη και να καρφώνονται πάνω σε αυτήν.

- Τα σημεία των κεκλιμένων δοκών που στηρίζονται πάνω στον στρωτήρα της στέγης των τοίχων, πρέπει να διαμορφώνονται κατάλληλα ώστε να εξασφαλίζεται σωστή έδραση. Για αυτό είτε να καρφώνονται (πλάγιο κάρφωμα), είτε να στηρίζονται με κατάλληλες προσαρμογές.
- Οι οριζόντιες δοκοί (ελκυστήρες) που διαμορφώνουν το επίπεδο του ταβανιού πρέπει να καρφώνονται στους εξωτερικούς τοίχους και στους κεκλιμένους δοκούς (αμείβοντες) που αντιστοιχούν σε αυτές και με τις οποίες βρίσκονται σε επαφή, συνήθως με πλάγιο κάρφωμα.

Σκελετός στέγσης

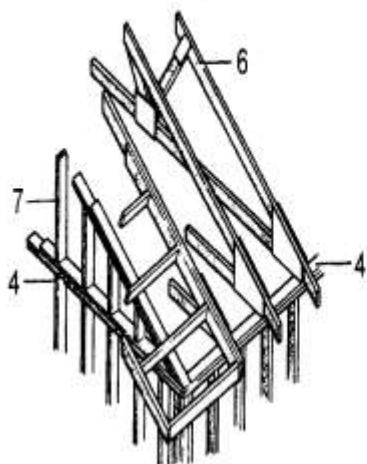


Σχ. 70

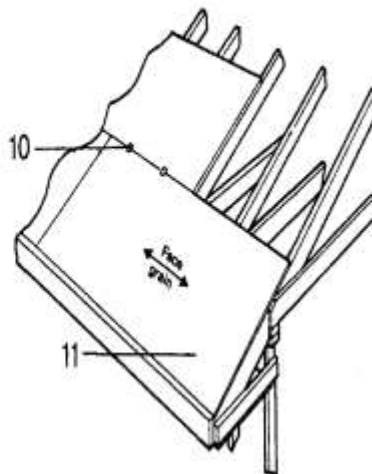
1. Δοκός κορυφής
2. Διαγώνιος κεκλιμένη δοκός συνάντησης δύο επιπέδων στέγης
3. Ελκυστήρες

4. Κεκλιμένη Δοκός
5. Σκελετός οροφής
6. Στρωτήρες κορυφής
7. Ορθοστάτης

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)



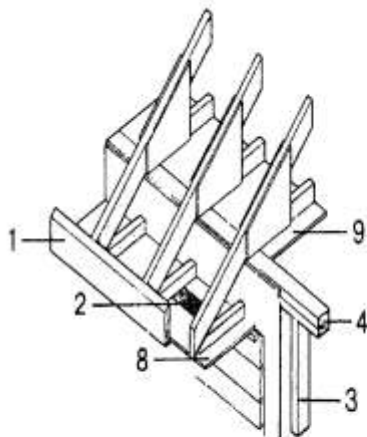
Προεξοχή της στέγης πάνω από το αέτωμα



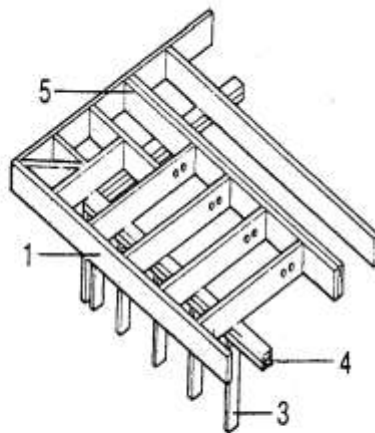
Επικάλυψη σκελετού στέγης με Ply-wood

1. Μετώπη
2. Άνοιγμα εξαερισμού στέγης
3. Ορθοστάτης
4. Στριπές
5. Διπλή δοκός
6. Δικτύωμα

7. Σκελετός αετώματος
8. Διαμόρφωση γείσου
9. Διαμόρφωση οροφής
10. Μεταλλικοί σύνδεσμοι διατομής Η
11. Επικάλυψη σκελετού στέγης με Ply-wood



Τυπική διαμόρφωση γείσου σε στέγη με τριγωνικά δικτυώματα



Διαμόρφωση γωνίας σε δώμα

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

### 8.9.1 Επικαλύψεις της στέγης

Ο σκελετός της στέγης επενδύεται με φύλλα αντεπικολλητής ξυλείας κόντρα πλακέ (plywood) τα οποία έχουν ειδικό πάχος. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η πολύ καλή συνεργασία στο σύνολο της στέγης και δημιουργείται διαφραγματική λειτουργία. Γεγονός που έχει επίσης ευνοϊκά αποτελέσματα ενάντια στις καταπονήσεις από τον άνεμο και τον σεισμό. Αυτός ο ισχυρισμός έχει αποδειχθεί ύστερα από δοκιμές αλλά και από την πείρα.

Για να παραλειφθεί κάποια τυχόν μικροκίνηση της κατασκευής τα πανέλλα πρέπει να απέχουν μεταξύ τους 2 χιλιοστά. Ενώ για την μέγιστη αντοχή τα πανέλλα θα πρέπει να τοποθετούνται με την κατεύθυνση των ινών της επιφάνειας τους σε ορθή γωνία με τις δοκίδες.

**Ελάχιστα απαιτούμενα πάχη αντεπικολλητής ξυλείας του τύπου COFI Exterior Plywood (DFP και CSP) για την κατασκευή στέγασης.**  
(Όπου το συνολικό φορτίο στέγης δεν υπερβαίνει τα  $1,25 \text{ kN/m}^2$ )

Μέγιστη απόσταση μεταξύ των φερόντων στοιχείων (mm)	Ελάχιστο πάχος του Plywood (mm)		Μήκος και διάμετρος καρφιού (mm)	Μέγιστη απόσταση μεταξύ των καρφιών (mm)
	Στέγες	Δώματα		
300	7,5	9,5	45 x 3 Καρφιά με σπειροειδή διαμόρφωση του κορμού	150 κατά μήκος των ακμών 300 κατά μήκος των ενδιάμεσων στηριγμάτων
400	7,5	12,5		
480	9,5	12,5		
600	9,5	15,5		

#### Σημείωση:

1. Η αντεπικολλητή ξυλεία (Plywood) πρέπει να τοποθετείται με την κατεύθυνση των ινών της επιφάνειάς της κάθετα προς τις δοκούς.
2. Οι δοκοί πάνω στις οποίες συναντώνται και καρφώνονται οι κοντές πλευρές δύο γειτονικών πανέλλων Plywood δεν πρέπει να έχουν πλάτος μικρότερο από 38 χιλιοστά.
3. Οι μακριές πλευρές δύο γειτονικών πανέλλων που γεφυρώνουν το άνοιγμα μεταξύ των δοκών, πρέπει να συνεργάζονται μεταξύ τους είτε με τη διαμόρφωση τους σε γκινισιά και προεξοχή, είτε με την χρήση μικρών ξύλινων στοιχείων στο σημείο εκείνο, στηριγμένων εγκάρσια στις δοκούς, πάνω στις οποίες καρφώνονται.
4. Απόσταση 2 χιλιοστών πρέπει να μείνει μεταξύ των πανέλλων Plywood για να αντιμετωπισθεί τυχόν διαστολή λόγω πρόσληψης υγρασίας στη διάρκεια της κατασκευής.
5. Εάν χρησιμοποιηθούν απλά καρφιά με κυλινδρικό κορμό το μήκος τους πρέπει να είναι 50 χιλιοστά.

## **8.10 Δομικά και αντισεισμικά χαρακτηριστικά της ξύλινης κατασκευής με πυκνό και ελαφρύ σκελετό (timber frame)**

Η δημιουργία της διαφραγματικής λειτουργίας σε κάθε ένα από τα επίπεδα κατασκευής του ξύλινου κτίσματος είναι και το βασικό χαρακτηριστικό του. Και στις δύο όψεις του κτίσματος κατασκευάζουμε κατακόρυφο πυκνό σκελετό, κατά μήκος του κτίσματος, ο οποίος επενδύεται καρφώνοντας του φύλλα αντεπικολητής ξυλείας κόντρα πλακέ(Plywood) ενώ οριζόντια, στο έδαφος τοποθετούμε πλάκα θεμελίωσης από σκυρόδεμα.

Στα πατώματα τοποθετούμε δοκάρια ξύλινα, τα οποία συνδέονται κατάλληλα και με μεγάλη ακρίβεια. Αυτά είτε ενισχύονται από λοξές ενισχύσεις είτε από μεταλλικές προσαρμογές όπως φαίνεται και στα σχέδια των πατωμάτων. Πάνω στα ξύλινα δοκάρια των πατωμάτων καρφώνουμε αντεπικολητή ξυλεία κόντρα πλακέ. Έτσι εξασφαλίζουμε την διαφραγματική λειτουργία της κατασκευής στο επίπεδο των πατωμάτων.

Τέλος, η σύνδεση γίνεται στο μεγαλύτερο βαθμό με κάρφωμα είτε μιλάμε για την σύνδεση της αντεπικολητής ξυλείας με τον ξύλινο σκελετό, είτε για την σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους.

## **8.11 Στοιχεία συμπεριφοράς των κατασκευών με διαφράγματα σε προηγούμενους σεισμούς.**

Όσον αφορά την συμπεριφορά διάφορων τύπων κατασκευών, που έχουν υποστεί σεισμούς, υπάρχουν πολλά και διάφορα στοιχεία.

Διάφοροι τύποι ξύλινων κατασκευών, όπως είναι οι παραδοσιακοί τύποι στην Ελληνική Αρχιτεκτονική που δεν πάθαιναν σοβαρές ζημιές από τους σεισμούς.

Αξίζει να αναφερθούμε στην συμπεριφορά των ξύλινων κατασκευών με διαφράγματα κατά την διάρκεια σεισμών. Τέτοιες κατασκευές έχουν εκτεθεί σε πραγματικά ισχυρούς σεισμούς τόσο στην Ιαπωνία όσο και στην Αλάσκα. Στην Αλάσκα υπάρχει το παράδειγμα της Anchorage το 1964, όπου πραγματοποιήθηκε σεισμός μεγέθους 8,5 Richter με ένταση XII Merchalli όπου η πλειόσειστη περιοχή έφτασε τα 130000 χιλιοστά. Αυτός ο σεισμός, ο οποίος θεωρείται από τους ισχυρότερους στην ιστορία είχε αριθμό θυμάτων 114 άτομα. Η πόλη της Anchorage που είχε πληγεί περισσότερο είχε περίπου 100000 κατοίκους.

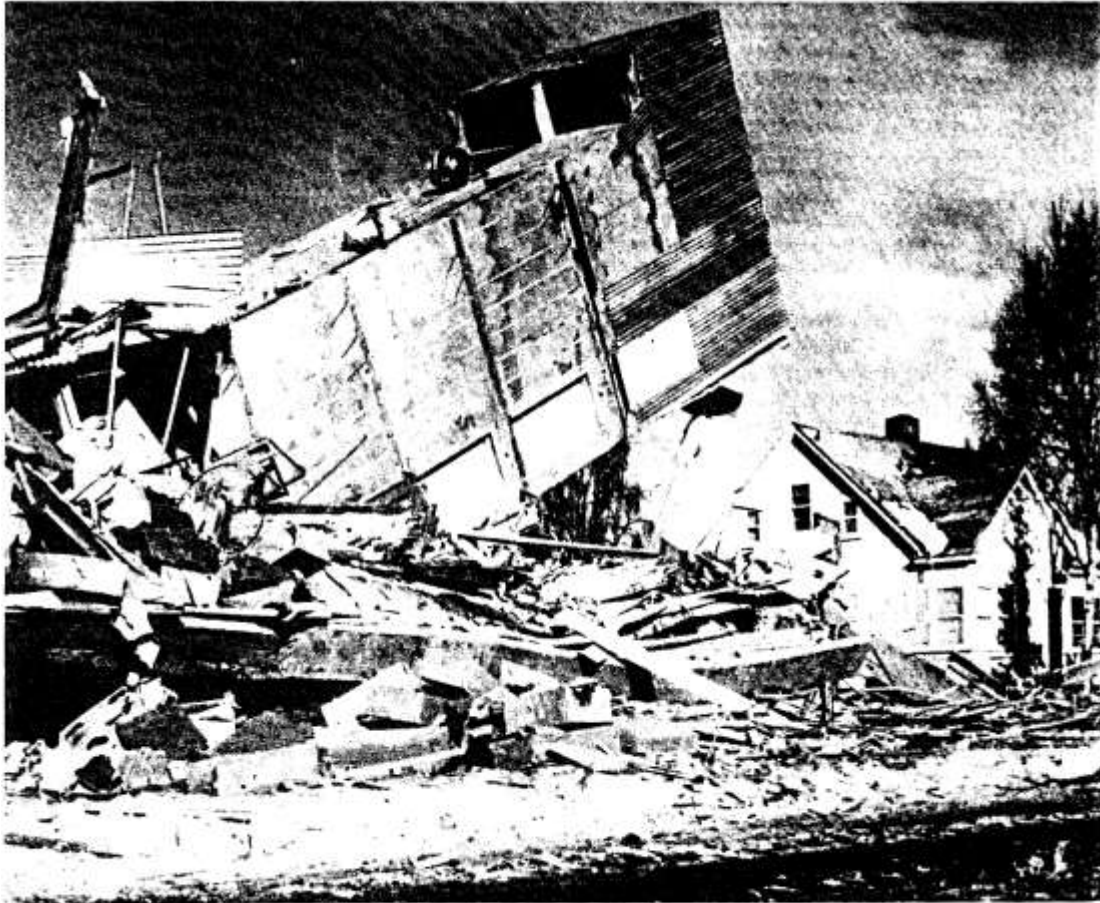
**Χάρης στην μεθοδολογία των κατασκευών που χρησιμοποιούσαν εκείνη την περίοδο ο αριθμός των θυμάτων παρέμεινε μικρός.**

Αυτή την μεθοδολογία προσπαθούμε να αναδείξουμε και να παρουσιάσουμε και εμείς οι ίδιοι μέσα από αυτή την πτυχιακή εργασία.

Κτίρια έστω και με αντισεισμικές προδιαγραφές κτισμένα από σκυρόδεμα ή τοιχοποιία παρουσιάζουν μεγάλες ζημιές διαφορετικής έκτασης και κόστους όταν εκτεθούν σε σεισμό. Όπως έχει παρατηρηθεί μέσα από διάφορες έρευνες.

Τα ξύλινα κτίρια με διαφράγματα παρουσιάζουν αισθητά μικρότερες και αλαφρύτερες ζημιές. Όπως απεικονίζεται στην παρακάτω φωτογραφία ένα ξύλινο κτίριο δεν έχει υποστεί σοβαρές ζημιές σε αντίθεση με ένα γειτονικό κτίριο από μπετό που έχει καταστραφεί ολοσχερώς.





**Σχ.72** σεισμός Αλάσκας 1964. Η ξύλινη κατασκευή στο δεξιό μέρος της φωτογραφίας έχει υποστεί ελαφρές ζημιές, ενώ η κατασκευή από μπετόν αρμέ έχει καταρρεύσει

πηγή : (ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

## 8.12 Σύγχρονη αντισεισμική ξύλινη κατασκευή

Σε διάφορες περιοχές της Ελλάδος που παρουσιάζουν μεσαίο ή και υψηλό σεισμικό κίνδυνο έχουν κατασκευαστεί, τα τελευταία χρόνια, κτίρια κυρίως μεγάλου στατικού ανοίγματος, με ξύλινο αντισεισμικό φέροντα οργανισμό. Συμπεράσματα για τα προβλήματα που αφορούν τον σχεδιασμό αυτών των κτιρίων, τη διαδικασία ανέγερσης τους αλλά και τη συμπεριφορά τους συνολικά στη χρήση τους έχουν προκύψει μέσα από την παρατήρηση τους κατά την διάρκεια προσφάτων σεισμών καθώς επίσης και από την παρατήρηση των βλαβών τους.

Συμπερασματικά, κατά τον κ. Τουλιάτο καθηγητή του Ε.Μ.Π. θα μπορούσαν να αναφερθούν οι εξής διαπιστώσεις, καθώς και σημεία ιδιαίτερου προβληματισμού κατά το σχεδιασμό μιας ξύλινης αντισεισμικής κατασκευής:

α. Οι μεγάλες διαστάσεις των διατομών των ξύλινων στοιχείων φέροντος οργανισμού μεγάλου (ή και μεσαίου) στατικού ανοίγματος έχουν την πιθανότητα μιας σημαντικής ρίκνωσης - διόγκωσης λόγω της αντίστοιχης αλλαγής της περιεχόμενης σ' αυτά υγρασίας. Αυτή η πιθανότητα ενισχύεται σ' ορισμένες περιοχές της Ελλάδας, (όπως π.χ. η κεντρική Θεσσαλία, Αττική κ.λπ.) με τις χαρακτηριστικές, έντονες και συχνές αλλαγές θερμοκρασίας και υγρασίας περιβάλλοντος. Επιτόλαιος σχεδιασμός συνδέσεων ξύλινων στοιχείων κάτω από τέτοιες κλιματολογικές συνθήκες μπορεί να προκαλέσει τοπικές αστοχίες. Η πιθανότητα τέτοιων αστοχιών αυξάνεται εάν το ξύλινο στοιχείο συνδέεται με μεταλλικό σύνδεσμο και/ή όταν η κατασκευή υπόκειται σε σεισμική καταπόνηση.

β. Σε ορισμένες συνδέσεις (όπως αυτή του υποστυλώματος με τη δοκό σε ένα πλαίσιο) μπορεί να παρουσιαστούν περιοχές μεγάλης ακαμψίας, συγκρινόμενες με την υπόλοιπη κατασκευή. Αυτές οι περιοχές της υπερβολικής ακαμψίας στον ξύλινο φέροντα οργανισμό θα υποφέρουν περισσότερο κατά τη διάρκεια κάποιας έκτακτης ή/και έντονης καταπόνησης (π.χ. σεισμός) με αποτέλεσμα να προκύψει κάποια τοπική ή και πιο γενική αστοχία. Η δυνατότητα πλαστικής συμπεριφοράς μιας σύνδεσης ή/και η ικανότητά της να απορροφά ενέργεια είναι πολύ μεγάλης σημασίας.

γ. Λόγω της έντονης ανομοιομορφίας και ανομοιογένειας στη δομή του ξύλου σαν υλικού, κατά τη διάρκεια εκτάκτων και έντονων καταπονήσεων (όπως αυτή του σεισμού) είναι πολύ πιθανές μόνιμες παραμορφώσεις των ξύλινων στοιχείων και χαλάρωση των συνδέσεών τους. Αυτό, θα έχει σαν αποτέλεσμα στη διάρκεια της επόμενης σεισμικής καταπόνησης την εμφάνιση του κρουστικού φαινομένου μεταξύ των συνδεόμενων στοιχείων με μεγαλύτερη πιθανότητα αστοχίας.

δ. Κάτω από την έντονη καταπόνηση που προκαλείται από τους σεισμούς, τα ξύλινα φέροντα στοιχεία μπορεί να υποστούν σημαντικές παραμορφώσεις που εύκολα μεταφέρονται στα υπόλοιπα μέλη του κτιρίου. Πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό των συνδέσεων μεταξύ των φερόντων και μη φερόντων μελών, ώστε να αποφύγουμε τοπικές ή γενικότερες αστοχίες των τελευταίων, που συνήθως δεν είναι σε θέση να υποστούν τέτοιες παραμορφώσεις.

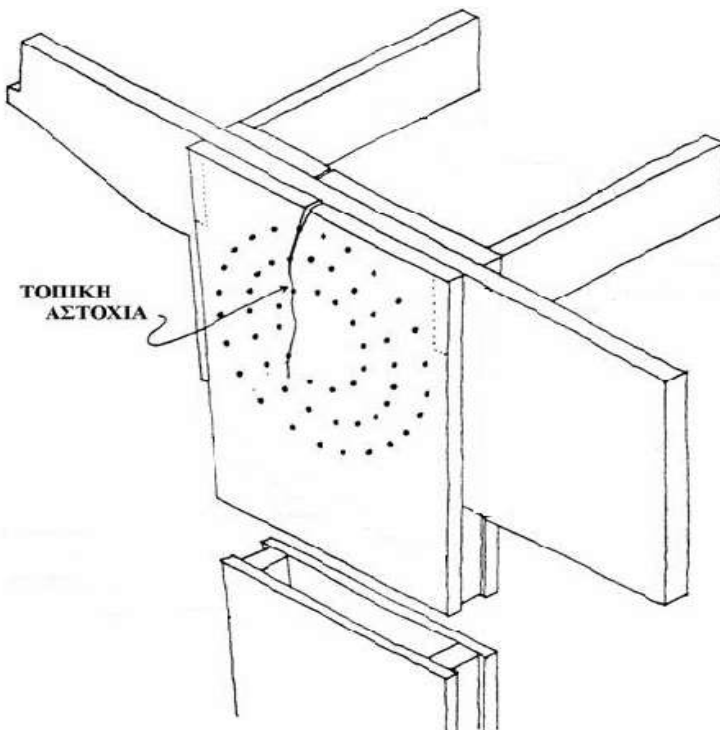
ε. Κατά το σχεδιασμό του συστήματος ακαμψίας των μεγάλων ξύλινων κατασκευών, εκτός από την πολύ πιθανή περίπτωση έντονης, τοπικής καταπόνησης κάθετα στις ίνες του ξύλου, με όλες τις συνέπειες μόνιμης παραμόρφωσης, χαλάρωσης της σύνδεσης ή και σοβαρότερης αστοχίας, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σοβαρά η προσωρινή κατάσταση του κτιρίου κατά τις διάφορες φάσεις της ανέγερσης, για την περίπτωση ενός σεισμού. Το σύστημα της ακαμψίας δεν θα είναι ολοκληρωμένο κατά την φάση αυτή και τα μέλη της κατασκευής δεν θα συνεργάζονται ακόμη πλήρως.

ζ. Στο σχήμα 73 φαίνονται οι τοίχοι από οπτοπλινθοδομή οι οποίοι ενισχύθηκαν κατά την περίμετρό τους μ' ένα μεταλλικό σκελετό σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να εξουδετερώνει τις παραμορφώσεις του ξύλινου φέροντα οργανισμού.

Εκτός από την σεισμικότητα της περιοχής, το σημαντικό φορτίο χιονιού και το κακό υπέδαφος της περιοχής, οι πιθανότητες για μεγάλες μεταβολές διαστάσεων λόγω ρίκνωσης - διόγκωσης των ξύλινων φορέων ήταν ιδιαίτερα αυξημένες λόγω των πολύ μεγάλων διαφορών θερμοκρασίας και υγρασίας περιβάλλοντος σε σύντομα χρονικά διαστήματα.

Αυτό είχε ήδη διαπιστωθεί σε παλαιότερες κατασκευές στα διάφορα σημεία της Ελλάδας με παρόμοιες ατμοσφαιρικές συνθήκες. Σ' αυτές τις κατασκευές, όπου είχαν χρησιμοποιηθεί πλαίσια από συγκολλητή ξυλεία σημαντικών διαστάσεων διατομής, παρουσιάστηκαν προβλήματα στην περιοχή της σύνδεσης υποστυλώματος δοκού.

Στο σημείο αυτό, επειδή οι διευθύνσεις των ινών των ξύλινων στοιχείων είναι κάθετες μεταξύ τους, η τάση ρίκνωσης του ενός στοιχείου μπλοκάρεται από το άλλο στοιχείο με αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών (παράλληλων προς τις ίνες) στα ευαίσθητα σημεία (οπές μπουλονιών) όπως φαίνεται στο (Σχήμα 60).



**Σχ. 73.** Ξύλινο πλαίσιο (Συγκολλητή ξυλεία). Τοπική αστοχία οφειλόμενη στην παρεμπόδιση των μεταβολών της ρίκνωσης και διόγκωσης του ξύλου από τα μπουλόνια και τους πείρους.

Αντιμετώπιση του σοβαρού προβλήματος μεταβολών των διαστάσεων των ξύλινων στοιχείων του σκελετού λόγω ρίκνωσης - διόγκωσης μπορεί να γίνει με προληπτικό χειρισμό εμποτισμού του ξύλου με έλαια. Ο χειρισμός αυτός αποτρέπει την μεταβολή των διαστάσεων του ξύλου όταν μεταβάλλεται η υγρασία στην ατμόσφαιρα.

Όπως αναφέρθηκε επανειλημμένα, και τον Σεπτέμβριο του 1991 στο "International Timber Engineering Conference" στο Λονδίνο, χρειάζεται περισσότερη έρευνα σε φυσική κλίμακα για τις ξύλινες κατασκευές σε συνθήκες σεισμικής καταπόνησης, για να μελετηθεί η γενική συμπεριφορά των κατασκευών, όσο και εκείνη των διαφόρων τύπων συνδέσεων. Γενική ομολογία απετέλεσε το γεγονός, ότι σε αντίθεση με την ξύλινη κατασκευή μικρού μεγέθους με ελαφρύ, πυκνό σκελετό (Timber frame Platform System), η βαριά ξύλινη κατασκευή (Post and Beam system) και ιδίως αυτή των μεγάλων στατικών ανοιγμάτων πολύ λίγο έχει ερευνηθεί σε συνθήκες σεισμικής καταπόνησης.

Η συμπεριφορά μιας κατασκευής κατά τη διάρκεια σεισμικής καταπόνησης επηρεάζεται πολύ από την ικανότητά της να απορροφά την εισαγόμενη ενέργεια μέσω πλαστικών παραμορφώσεων. Η απορρόφηση ενέργειας στις ξύλινες κατασκευές γίνεται σχεδόν αποκλειστικά στην περιοχή των συνδέσεων των πλαστικών παραμορφώσεων, κυρίως λόγω της έντονης (και συχνά εξελισσόμενης με την χρήση) ανομοιογένειας και ανομοιομορφίας τους.

Ορισμένοι τρόποι σύνδεσης, ή μάλλον, ορισμένοι σύνδεσμοι, κυρίως μεταλλικοί έχουν τη δυνατότητα σημαντικής πλαστικής συμπεριφοράς. Τέτοιο παράδειγμα είναι τα καρφιά. Άλλοι σύνδεσμοι, όπως τα καρφοελάσματα ή οι συγκολλήσεις δεν έχουν τέτοια δυνατότητα. Αν σ' αυτό το γεγονός προστεθεί η τάση του ξύλου για ρίκνωση- διόγκωση και η επιδίωξή μας να μη βρεθεί η κατασκευή σε κατάσταση χαλάρωσης στην επαναλαμβανόμενη διαδικασία των σεισμικών καταπονήσεων η αναγκαιότητα του σχεδιασμού στις κρίσιμες περιοχές ειδικών συνδέσεων γίνεται προφανής (Τουλιάτος, 2000).

Για τον προσδιορισμό των προδιαγραφών αυτών των συνδέσεων που αναφέρονται στην ελευθερία ρίκνωσης - διόγκωσης, στην απορρόφηση ενέργειας κ.τ.λ, χρειάζεται έρευνα σε βάθος. Η συστηματική όμως έρευνα της αντισεισμικής συμπεριφοράς των ξύλινων κατασκευών σε φυσική κλίμακα, μόλις οργανώνεται σε παγκόσμιο επίπεδο. Στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Κοινότητας αναμένεται ότι η Ιταλία και η Ελλάδα θα δείξουν ιδιαίτερη δραστηριότητα ως οι πλέον σεισμογενείς χώρες της Ευρώπης που διαθέτουν και τις προϋποθέσεις για την αντίστοιχη τεχνολογία και έρευνα.

### **8.12.1 Οι σεισμικές βλάβες των ξύλινων κατασκευών**

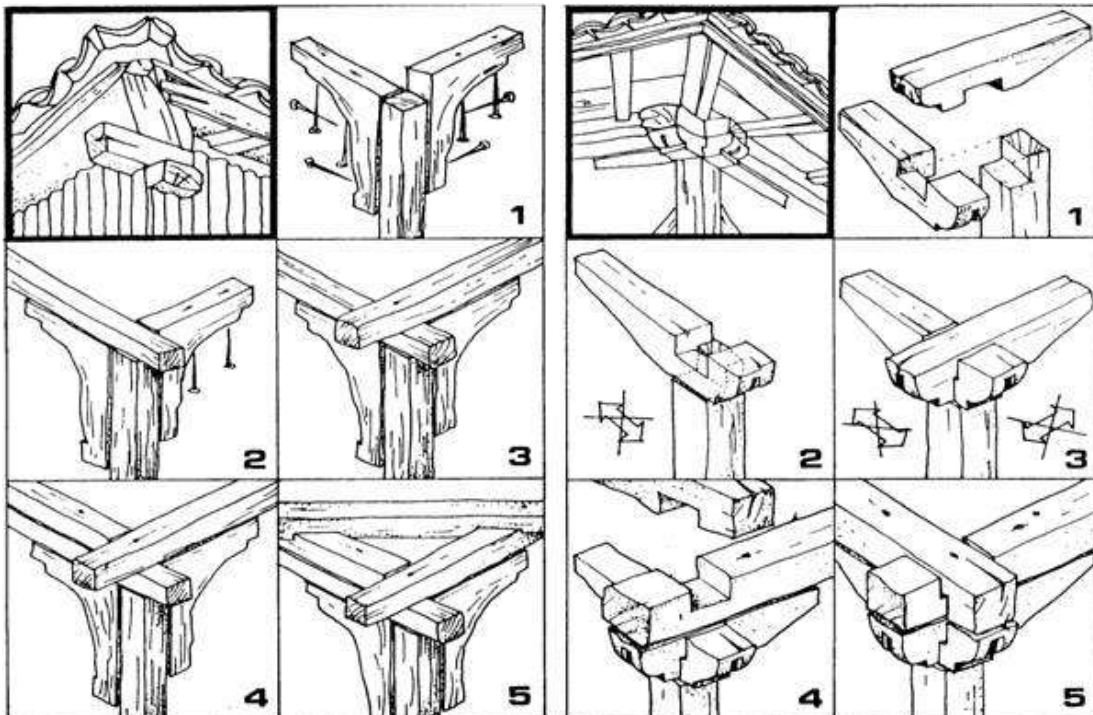
Κατά κύριο λόγο τα ανθρώπινα σφάλματα στη μελέτη ή στην κατασκευή προκαλούν τις περισσότερες αστοχίες στις κατασκευές. Κατά δεύτερο λόγο οι αστοχίες οφείλονται σε έκτακτες αιτίες που όμως είναι λιγότερο πιθανό να συμβούν, όπως είναι οι θεομηνίες, η υποσκέλιση των χαρακτηριστικών τιμών των αντοχών ή η υπέρβαση των χαρακτηριστικών τιμών των δράσεων, ατυχήματα, κ.λ.π. Αν εξετάσουμε μία ξύλινη κατασκευή μετά από σεισμό θα διαπιστώσουμε ότι οι περισσότερες από τις βλάβες που έχουν σημειωθεί οφείλονται σε σφάλματα στην προσομοίωση του φορέα, στον σχεδιασμό ή την κακή διαμόρφωση των λεπτομερειών. Για να περιοριστούν λοιπόν οι

σεισμικές βλάβες είναι βασική ανάγκη να προβούμε σε μία συστηματική μελέτη τους. (Κατσαραγάκης, 2000).

Η επιρροή των βλαβών στην ανθεκτικότητα της κατασκευής καθώς επίσης και η περαιτέρω ανάπτυξη τους θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη σωστή αξιολόγηση τους. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή στη ρηγμάτωση του ξύλου, ιδιαίτερα στις περιοχές των συνδέσεων, καθώς οι ρωγμές, εκτός από την ενδεχόμενη μείωση της αντοχής, βλάπτουν τόσο το ξύλο όσο και τα συνδετικά στοιχεία ανοίγοντας διόδους στις περιβαλλοντικές προσβολές. Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία ρωγμών. Παρακάτω αναφέρουμε τους παράγοντες αυτούς:

- Ανεπιτυχής διαμόρφωση συνδέσεων και ανεπαρκείς αποστάσεις των συνδετικών μέσων.
- Μη επιμελημένη κατασκευή.
- Συνεργασία δομικών στοιχείων με ασύμβατα μηχανικά χαρακτηριστικά. (την περίπτωση αυτή μπορούμε να την συναντήσουμε να σε δευτερεύουσες κατασκευές που ανεγείρονται με ελλιπής επίβλεψη ή στην περίπτωση διακοπτόμενης ανέγερσης όπου θα πρέπει να συνεργαστούν τα παλιά με τα νέα μέλη.)
- Μεγάλες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών οι οποίες δημιουργούν ένταση εξαιτίας της παρεμπόδισης των παραμορφώσεων που αυτές προκαλούν.

Στην συνέχεια θα λέγαμε ότι οι συνδέσεις των διαφόρων ξύλινων στοιχείων μεταξύ τους αποτελούν ένα άλλο ενδιαφέρον σημείο. Οι συνδέσεις είναι διαμορφωμένες έτσι που φανερώνουν τόσο τη γνώση της ξύλινης κατασκευής, όσο και τη συναίσθηση των ειδικών εφελκυστικών καταπονήσεων που θα εμφανιστούν στη διάρκεια του σεισμού (Σχήμα 74). Την ανομοιομορφία του ξύλου σε σχέση με τις αναμενόμενες καταπονήσεις και την ανομοιογένεια του πρέπει να τις λαμβάνουμε υπόψη προκειμένου να έχουμε το σωστό σχεδιασμό για την σύνδεση των ξύλινων στοιχείων.



**Σχ 74** Παραδοσιακή αντισεισμική κατασκευή Λευκάδας. Παραδείγματα σύνδεσης ξύλινων στοιχείων.

Προκειμένου να μειωθεί η επικίνδυνη φόρτιση της δοκού παρεμβάλουμε ξύλινα "μαξιλάρια" μεταξύ των υποστυλωμάτων και των δοκίδων. Με αυτό τον τρόπο διευρύνουμε την περιοχή μεταβίβασης τους φορτίου μεταξύ τους. Ενώ για να απαγορεύσουμε τη μετακίνηση προς διάφορες κατευθύνσεις χρησιμοποιούμε τις εντορμίες μεταξύ των διαφόρων ξύλινων μελών. Τα ξύλινα στοιχεία πέρα από τους παραδοσιακούς τρόπους σύνδεσης (εντορμίες, καρφιά) διαθέτουν και ένα μηχανισμό απορρόφησης ενέργειας.

Στην περίπτωση χαλάρωσης της σύνδεσης στη διάρκεια του σεισμού για να μη πέσει η κατασκευή μας έχουμε τη σφήνα καρφωμένη με ένα καρφί στη δοκό ενώ ένας πύρος από σκληρό ξύλο και μια σφήνα εξασφαλίζουν τη σύνδεση. **Όταν η καταπόνηση περάσει ορισμένα όρια ο πύρος σπάει καταναλώνοντας ενέργεια.**

Αυτός είναι και ο λόγος όπου οι παλιότεροι τεχνίτες συνειδητοποίησαν πόσο αναγκαία είναι η κατασκευή ενός μηχανισμού απορρόφησης της ενέργειας γιατί η σεισμική καταπόνηση είναι επαναλαμβανόμενη και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να βρει το κτίσμα σε αδυναμία. Επιπλέον η σχεδίαση του γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε και η επιθεώρηση να είναι εύκολη και γρήγορη.

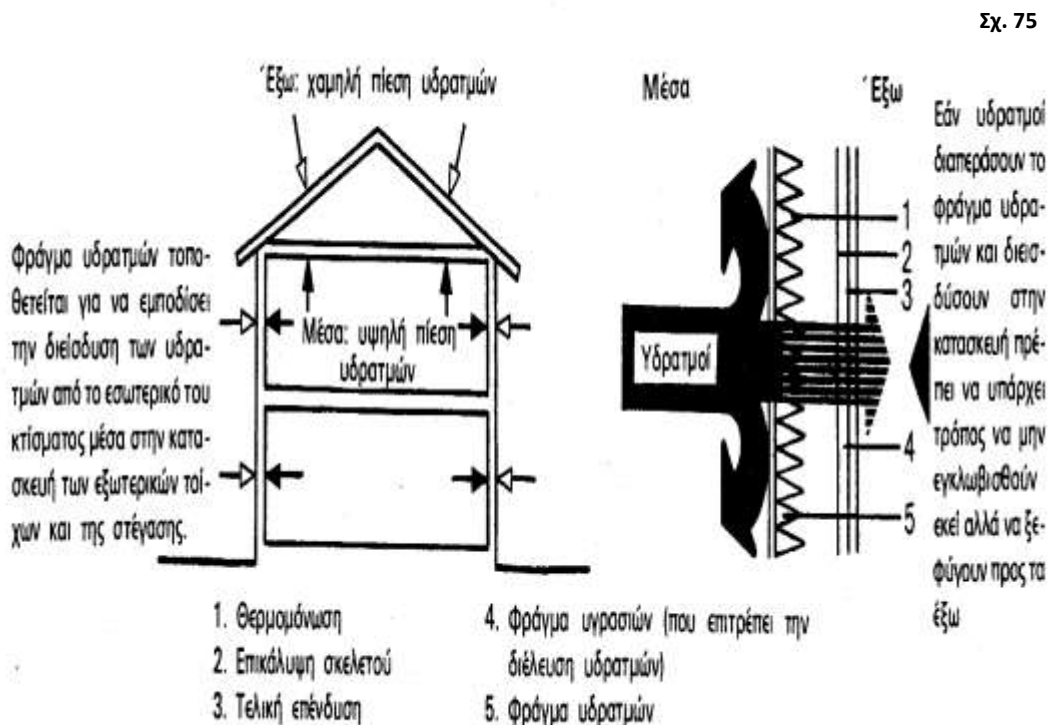
### **8.13 Φράγμα υγρασίας και φράγμα υδρατμών**

Από την θερμή πλευρά των θερμομονωμένων τοίχων και ορόφων πρέπει να τοποθετούμε μία στεγανή μεμβράνη η οποία θα αποτελεί ένα **φράγμα υδρατμών**. Με αυτό τον τρόπο θα ελαττωθεί στο ελάχιστο η διείσδυση των υδρατμών στην κατασκευή. Η υγρασία που παράγεται από τους χρήστες των σύγχρονων κατοικιών με παράθυρα και πόρτες υψηλών προδιαγραφών τείνει να διατηρείται μέσα στο χώρο. Όμως τόσο για την άνεση όσο για την υγεία των χρηστών η υγρασία αυτή πρέπει, όσο γίνεται περισσότερο, να απομακρύνεται στις πηγές της. Για αυτό το λόγο είναι χρήσιμο να τοποθετούνται εξαεριστήρες στις κουζίνες και τα λουτρά. Όμως επειδή είναι πολύ δύσκολο να πετύχουμε ένα τέλειο φράγμα υδρατμών πρέπει απαραίτητα να αποφεύγουμε κάποια διάτρηση που δεν είναι απαραίτητη κατά την κατασκευή των εσωτερικών εγκαταστάσεων. Όταν όμως η διάτρηση του φράγματος είναι απαραίτητη πρέπει η στεγανή μεμβράνη να περισφίξει το στοιχείο αυτό στεγανά όσο γίνεται περισσότερο.

Πριν από τις επικαλύψεις, στην εξωτερική όψη των τοίχων πρέπει να τοποθετούμε ένα διαπερατό από τους υδρατμούς **φράγμα υγρασιών**. Ο ρόλος αυτής της μεμβράνης είναι διπλός. Αφενός για να εξασφαλίσει όσο το δυνατόν ταχύτερα πριν από τις τελικές επικαλύψεις τη στεγανότητα για την κατασκευή και για να δημιουργήσει ένα δεύτερο φράγμα το οποίο θα εμποδίσει την βροχή και την υγρασία που τυχόν θα βρεί δίοδο μέσα από την τελική εξωτερική επικάλυψη (τούβλο, σοβάς, ξύλο). Και

αφετέρου, στην περίπτωση που υδρατμοί έχουν διαπεράσει το εσωτερικό φράγμα ή προέρχονται από τον ίδιο τον ξύλινο σκελετό, να διαφύγουν προς τα έξω.

Τέλος ο κλειστός χώρος μέσα στη στέγη, μεταξύ της κατασκευής του θερμομονωμένων ταβανιού και των εξωτερικών επικαλύψεων πρέπει να εξαερίζεται προσεκτικά είτε μιλάμε για τις κεκλιμένες στέγες είτε για την οριζόντια στέγαση.



Όσον αφορά το φράγμα υδρατμών αλλά και το φράγμα υγρασιών είναι πολύ σημαντικό να γίνουν κατανοητές τόσο οι διαφορετικές λειτουργίες τους, όσο και οι προδιαγραφές τους. Παρακάτω αναφέρονται οι προδιαγραφές αρχικά για το φράγμα υδρατμών (Α) και στη συνέχεια για το φράγμα υγρασιών (Β).

#### Α. Φράγμα υδρατμών

1. Σαν φράγμα υδρατμών πρέπει να χρησιμοποιείται μια τελείως αδιαπέραστη από τη υγρασία και τους υδρατμούς μεμβράνη.
2. Η τοποθέτηση του πρέπει να γίνεται πάντα προς τη θερμότερη πλευρά όλων των θερμομονώσεων και όσο το δυνατόν πλησιέστερα προς την εσωτερική επιφάνεια.

3. Οι ενώσεις των μεμβρανών μεταξύ τους πρέπει να γίνονται με αλληλοεπικάλυψη τουλάχιστον 100 χιλιοστών και πάντα πάνω σε κάποιο στοιχείο στήριξης.
4. Ολόκληρη η επιφάνεια συμπεριλαμβανομένων και των φερόντων στοιχείων πρέπει να προστατεύεται από το φράγμα υδρατμών έτσι ώστε να μην υπάρχει καμία διακοπή.
5. Τα ανοίγματα πρέπει να κόβονται με τέτοιο τρόπο , ώστε το φράγμα υδρατμών να εφαρμόζει σφιχτά γύρω από τις σωληνώσεις χωρίς να καταστρέφεται η μόνωση.
6. Τα φράγματα υδρατμών που υπέστησαν κάποια καταστροφή, πρέπει να αντικαθιστώνται ή να επιδιορθώνονται.

Τα **φράγματα υδρατμών** ως στρώσεις μικρούς πάχους, πρακτικά αδιαπέραστες από τους υδρατμούς, αποτελούν τα μεταλλικά φύλλα, διάφορα συνθετικά φύλλα, ασφατικές στρώσεις κλπ. Στην πράξη, τα συνηθέστερα υλικά που χρησιμοποιούμε στις κατασκευές είναι:

- **φύλλα πολυαιθυλενίου** με πάχος  $\geq 150-200\mu$ .
- **ασφαλτόπανα** με πάχος  $\geq 2,5\text{mm}$ . Εάν το ασφαλτόπανο περιλαμβάνει και φύλλο αλουμινίου πάχους 60-80, τότε μπορεί να χαρακτηριστεί σαν «απόλυτο **φράγμα υδρατμών**».
- ασφατικές επιστρώσεις από ασφατικά γαλακτώματα ή διαλύματα, κατά προτίμηση ελαστομερή με πάχος ξηρού φιλμ  $\geq 1,5-2\text{mm}$ .
- λεπτές μεμβράνες PVC κλπ.

Σχ. 76





## **B. Φράγμα υγρασιών**

1. Σαν φράγμα υγρασιών πρέπει να χρησιμοποιείται μια μεμβράνη «αναπνέουσα» , δηλαδή μία μεμβράνη που δεν επιτρέπει την διέλευση υγρασίας, επιτρέπει όμως την διαφυγή των υδρατμών.

Σχ. 77



Για τον έλεγχο της υγρασίας σε όλες σχεδόν τις συμβατικές κατασκευές στέγης, στις οποίες χρησιμοποιούνται οι ασφαλιστικές μεμβράνες, επιβάλλεται εξαερισμός. Παρόλα αυτά, οι παραπάνω στέγες έχουν αποδειχτεί ανεπαρκείς σε ότι αφορά την ελεγχόμενη υγροποίηση του ατμού και τη διατήρηση της ενέργειας. Από την άλλη μεριά οι αναπνέουσες μεμβράνες επιτρέπουν στις στέγες να "αναπνέουν", χωρίς να υπάρχει εξαερισμός κάτω από αυτές ενώ ταυτόχρονα απαγορεύουν στον εξωτερικό αέρα να διαπερνά τις στέγες.

Η αναπνέουσα μεμβράνη έχει μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό, ώστε να μη σκίζεται, είναι 300 φορές πιο διαπερατή στον ατμό, σε σχέση με την ασφαλτική μεμβράνη, επιτρέπει στον υγροποιημένο ατμό να διαφύγει απ' όλη την επιφάνειά της, χωρίς να υπάρχει ανάγκη για εξαερισμό. Με αυτό τον τρόπο δεν έχουμε απώλειες σε θερμότητα στο εσωτερικό του σπιτιού ενώ σε περίπτωση φωτιάς δε μεταδίδουν τη φλόγα καθώς έχουν την δυνατότητα να σβήνουν μόνες τους.

2. Πρέπει να τοποθετείται πάνω σε ολόκληρη την εξωτερική επιφάνεια των τοίχων.

3. Όταν πρόκειται να τοποθετηθεί κάποια επικάλυψη ή επένδυση εξωτερικά των τοίχων , τότε μια στρώση φράγματος υγρασίας (π.χ ασφαλτόχαρτο) απαιτείται με αλληλοεπικαλύψεις των 100 χιλιοστών στις ενώσεις.

4. Όταν η κατασκευή μένει χωρίς τελική επένδυση τότε πρέπει να τοποθετηθεί διπλή στρώση φράγματος υγρασίας (π.χ ασφαλτόχαρτο). Οι κατακόρυφες ενώσεις πρέπει να γίνονται με αλληλοεπικάλυψη πάνω στους ορθοστάτες και να καρφώνονται κάθε 75 χιλιοστά.

## 8.14 Κατασκευές τελειώματος των εξωτερικών τοίχων

Στις κατασκευές με ξύλινο, ελαφρύ σκελετό μπορούμε να εφαρμόσουμε σχεδόν όλες τις κατασκευές τελειωμάτων, στους εξωτερικούς τοίχους. **Τα κυριότερα κριτήρια επιλογής του κατάλληλου τελειώματος είναι το επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα, η οικονομία της κατασκευής και το κόστος συντήρησης.**

### 8.14.1 Σοβάς

Ένα από τα πιο διαδεδομένα αλλά και οικονομικά εξωτερικά τελειώματα που χρησιμοποιούνται είναι το σοβάτισμα. Το σοβάτισμα έχει μακροχρόνια διάρκεια ζωής χωρίς να παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα και με περιορισμένες απαιτήσεις συντήρησης, με την προϋπόθεση όμως ότι θα εφαρμοστεί σωστά. Για να το πετύχουμε αυτό μπορούμε να καρφώσουμε φύλλα Plywood αντεπικολητής ξυλείας οριζόντια πάνω στους ορθοστάτες και στη συνέχεια η επιφάνεια που προκύπτει καλύπτεται από ασφαλτόχαρτο ή άλλο παρόμοιο υλικό που να εξασφαλίζει φραγμό υγρασίας. Στην συνέχεια πάνω από το ασφαλτόχαρτο στηρίζουμε ένα ελαφρύ πλέγμα, μεταλλικό ή πλαστικό, κατάλληλο για την ενίσχυση και την συγκρότηση του σοβά. Για να το στηρίξουμε καρφώνουμε μέσα από το plywood στους ορθοστάτες. Τέλος, στρώνουμε σοβά σε τρεις στρώσεις με ελάχιστο πάχος 19 χιλιοστά με τις εξής αναλογίες: τρία μέρη άμμου, ένα μέρος τσιμέντου τύπου Portland με ένα δέκατο άσβεστου.

### 8.14.2 Επενδύσεις με ξύλο

Χρησιμοποιώντας τα ξύλινα στοιχεία τα οποία στερεώνουμε είτε κατακόρυφα είτε οριζόντια μπορούμε να έχουμε πάρα πολλές εφαρμογές στην ξύλινη επένδυση. Τα ξύλινα στοιχεία επένδυσης όταν τα τοποθετούμε οριζόντια τα καρφώνουμε μέσου του plywood δηλαδή της αντεπικολητής ξυλείας στους ορθοστάτες σε αξονικές αποστάσεις των 400 ή 600 χιλιοστών. Ενώ όταν τα τοποθετούμε κατακόρυφα θα χρειαστούμε καδρόνια μεταξύ των ορθοστατών σε αξονικές αποστάσεις των 600 χιλιοστών. Τέλος τα ξύλινα στοιχεία μπορούν να βερνικωθούν ή να βαφτούν ενώ όταν τα χρησιμοποιούμε για την εξωτερική επένδυση πρέπει να έχουν ένα ελάχιστο πάχος των 16 χιλιοστών. Τέλος τα καρφιά θα πρέπει να έχουν προστατευθεί από τον κίνδυνο της οξειδωσης για αυτό το λόγο χρησιμοποιούμε συνήθως γαλβανισμένα καρφιά ή καρφιά από αλουμίνιο.

### 8.14.3 Επένδυση από τούβλο

Σε μια κατασκευή από ξύλινο και ελαφρού σκελετό η οπτοπλινθοδομή μπορεί να αποτελέσει την εξωτερική μας επένδυση. Τότε η οπτοπλινθοδομή θα στηρίζεται απευθείας στα θεμέλια της κατασκευής και θα συνδέεται με τον ξύλινο σκελετό με εύκαμπτα μεταλλικά στοιχεία που προστατεύονται από την οξειδωση. Οι σύνδεσμοί αυτοί πρέπει να έχουν οριζόντια συχνότητα της τάξεως των 400,600 ή 800 mm και κατακόρυφα να επαναλαμβάνονται κάθε 600 500 ή 400 mm. Πρέπει να είναι καρφωμένοι μέσω του

plywood στους ορθοστάτες. Επίσης πρέπει να αφήνουμε ένα κενό διάστημα, τουλάχιστον 50 χιλιοστών, μεταξύ της εσωτερικής όψης των τούβλων και της επιφάνειας Plywood. Στη βάση των τούβλων πρέπει να τοποθετείται νεροχύτης που θα προεξέχει αυτών πάνω από το θεμέλιο και θα καλύπτει εσωτερικά την επιφάνεια του Plywood σε ύψος 300 mm.

#### 8.14.4 Εσωτερικά τελειώματα

Το πιο διαδεδομένο υλικό στα εσωτερικά τελειώματα μιας κατασκευής με ελαφρύ ξύλινο σκελετό αποτελεί η γυψοσανίδα. Αυτό συμβαίνει επειδή συνδυάζει πυρασφάλεια, μεγάλη ευκολία τοποθέτησης και οικονομία. Για να μην έχουμε ελαττωματικό τελείωμα ο σκελετός του τοίχου ή της οροφής πάνω στην οποία θα καρφωθούν οι γυψοσανίδες πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένος. Οι γυψοσανίδες μπορούν να βαφούν, δέχονται κάθε είδους ταπετσαρία καθώς και κολλητά πλακίδια. Τέλος, αφού πρώτα λάβουμε υπόψη την πυρασφάλεια του χώρου μπορούμε να κατασκευάσουμε διακοσμητικές επενδύσεις με ξύλινα στοιχεία είτε στους τοίχους είτε στις οροφές.



Σχ. 78

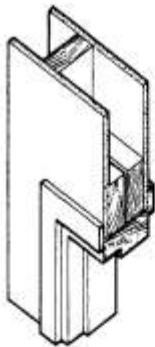
γυψοσανίδα της εταιρείας Knauf και φέρει πιστοποίηση ποιότητας EN/ISO 9001 και είναι σύμφωνη με τα γερμανικά πρότυπα DIN 18180.

Οι γυψοσανίδες είναι επίπεδα ορθογώνια δομικά στοιχεία που αποτελούνται από πυρήνα γύψου επενδυμένο από τις δύο πλευρές με ειδικό χαρτί για μεγαλύτερη αντοχή και καλύτερη επιφάνεια. Οι απαιτούμενες ιδιότητες αποδίδονται στο γύψο και στο χαρτί με πρόσμικτα και ειδική επεξεργασία.

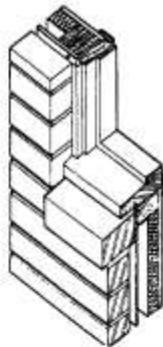
#### 8.14.5 Δάπεδα

Η φέρουσα επιφάνεια του πατώματος είναι συνήθως κατασκευασμένη από αντεπικολλητή ξυλεία (plywood), αν και μπορεί να κατασκευασθεί και από σανίδες που θα είναι σαμποταρισμένες. Την επιφάνεια αυτή πρέπει να καθαρίζουμε, πριν από την κατασκευή του δαπέδου και όλα τα καρφιά να είναι πλήρως καρφωμένα.

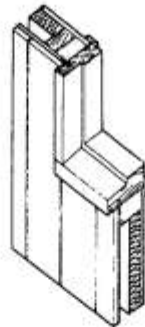
Λεπτομέρειες τοποθέτησης παραθύρων και θυρών



Τοποθέτηση πόρτας



Παράθυρο σε τοίχο με τελική επένδυση από τούβλο

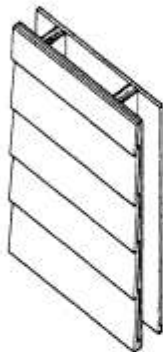


Παράθυρο σε τοίχο με τελική επένδυση από ξύλινα στοιχεία πάνω από την επκάλυψη

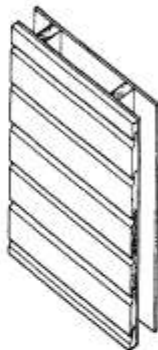
Σχ. 79

πηγή : (ΕΥΛΙΝΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΥΚΝΟ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΥ ΣΚΕΛΕΤΟ-TIMBER FRAME)

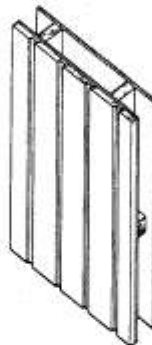
Εξωτερικά τελειώματα



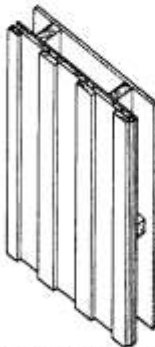
Οριζόντια επένδυση με ξύλινα στοιχεία σε λαγή τοποθέτηση



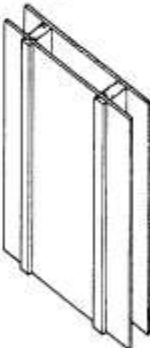
Οριζόντια επένδυση με ραμπαρισμένα ξύλινα στοιχεία



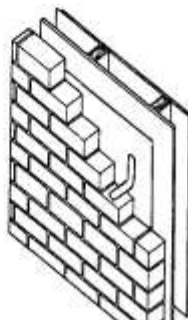
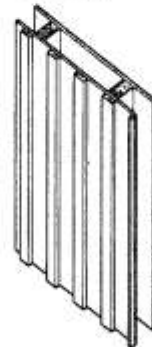
Κατακόρυφη επένδυση με ραμπαρισμένα ξύλινα στοιχεία



Κατακόρυφη επένδυση με ξύλινα στοιχεία



Πηγάκια πάνω σε Plywood



## 8.15 Αντίσταση στην φωτιά

Η απαραίτητη αντίσταση στην φωτιά που πρέπει να έχουν τα διάφορα μέλη ενός κτίσματος μιας κατοικίας (όπως π.χ εξωτερικοί ή εσωτερικοί φέροντες τοίχοι , μεσοτοιχίες, πατώματα μεταξύ ορόφων) ορίζονται άλλοτε στη μισή και άλλοτε στη μια ώρα. Η αντίσταση αυτή προσδιορίζεται από τους διάφορους κανονισμούς πυρασφάλειας. Η μία ώρα αντίσταση στην φωτιά είναι αναγκαία και για την μεσοτοιχία ή το πάτωμα μεταξύ δύο κατοικιών. Με την επένδυση της κατασκευής με γυψοσανίδα πάχους 12,7 mm μπορούμε εύκολα και οικονομικά να πετύχουμε μισή ώρα αντίσταση στη φωτιά.

## 8.16 Τοίχοι με ξύλινους\_ορθοστάτες

Για να εξασφαλίσουμε το απαιτούμενο φράγμα πυρός παράλληλα με την υπόλοιπη στατική μελέτη και τη λειτουργική συμμετοχή τους στον σκελετό θα πρέπει οι ξύλινοι στρωτήρες να τοποθετούνται στη βάση και στην κορυφή του τοίχου. Το γεγονός ότι **μπορούμε να πετύχουμε πολύ υψηλές προδιαγραφές θερμομόνωσης στην κατασκευή με ελαφρύ και ξύλινο σκελετό αποτελεί και το πλεονέκτημα αυτής της κατασκευής. Επιπλέον μπορούμε να μειώσουμε στο ελάχιστο το κόστος της κεντρικής θέρμανσης και να αυξήσουμε την άνεση της διαβίωσης με την πλήρωση του κενού, μεταξύ των ορθοστατών ή των δοκίδων της στέγασης με θερμομονωτικό υλικό.**

Συνήθως χρησιμοποιείται θερμομόνωση μαλακού τύπου σε ρόλους ή παπλώματα (πχ υαλοβάμβακας). Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και σκληρότερος τύπος μόνωσης σε άκαμπτες πλάκες (πχ πολυουρεθάνη, διογκωμένη πολυστερίνη).

Μεταξύ της θερμομόνωσης και των επενδύσεων της εσωτερικής πλευράς των τοίχων είναι απαραίτητο να βάλουμε ένα αποτελεσματικό φράγμα υδρατμών ενώ η θερμομόνωση πρέπει να τοποθετείται προς την εσωτερική πλευρά του τοίχου.

### 9. Πρακτικό μοντέλο κατασκευής από πυκνό και ελαφρύ σκελετό( timber frame)

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναλύσαμε σε θεωρητικό επίπεδο λεπτομερώς την μεθοδολογία σχεδιασμού του ξύλινου κατασκευαστικού μοντέλου με πυκνό και ελαφρύ σκελετό timber frame.

Αρχικά, να πούμε ότι ένας από τους στόχους της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας πέρα από την θεωρητική διερεύνηση των ξύλινων κατασκευών και πιο συγκεκριμένα του μοντέλου timber frame είναι η αποτύπωση και η εφαρμογή αυτών σε πρακτικό επίπεδο. Το πρακτικό στάδιο λοιπόν θα περιλαμβάνει την αποτύπωση της θεωρίας στην πράξη. Και όταν μιλάμε για πράξη εννοούμε τον αρχιτεκτονικό και οικοδομικό σχεδιασμό μιας ξύλινης κατασκευής με πυκνό και ελαφρύ σκελετό.

Σε αυτά τα πλαίσια, θα επιχειρήσουμε να εφαρμόσουμε τις αρχές και την μεθοδολογία σχεδιασμού του μοντέλου timber frame καθώς και τις κατασκευαστικές τεχνικές του ξύλου, σε μια κατοικία μικρής κλίμακας. Πιο συγκεκριμένα, επιλέγουμε να σχεδιάσουμε μία εξοχική κατοικία, 70m<sup>2</sup> (ισόγειο και πατάρι), για μια τετραμελή οικογένεια. Η κατοικία περιλαμβάνει: κουζίνα, σαλόνι, τραπεζαρία και λουτρό στο ισόγειο ενώ στο πατάρι υπάρχουν δύο υπνοδωμάτιο και ένα γραφείο. Οι χώροι διημέρευσης έχουν νότιο προσανατολισμό ενώ στους χώρους προς το βορρά τα ανοίγματα περιορίζονται κατά το δυνατόν προς αποφυγή θερμικών απωλειών. Η κατοικία προβλέπεται να ακολουθεί τις αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού όπως και ο περιβάλλοντας χώρος αυτής. Η μελέτη όμως τέτοιων συστημάτων (παθητικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης κ.ά) ξεφεύγει από τα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Η επιλογή του μεγέθους, της χρήσης και της τοποθεσίας του συγκεκριμένου κτιρίου είναι τυχαία και έγινε προς διευκόλυνση της συγκεκριμένης εργασίας. Το κατασκευαστικό μοντέλο timber frame μπορεί να εφαρμοστεί και σε κύριες κατοικίες μέχρι 2 ορόφους, σε μικρές ξενοδοχειακές μονάδες κ. ά όπως και σε οποιαδήποτε τοποθεσία είτε ορεινή, είτε παραθαλάσσια, είτε μέσα στον αστικό ιστό.

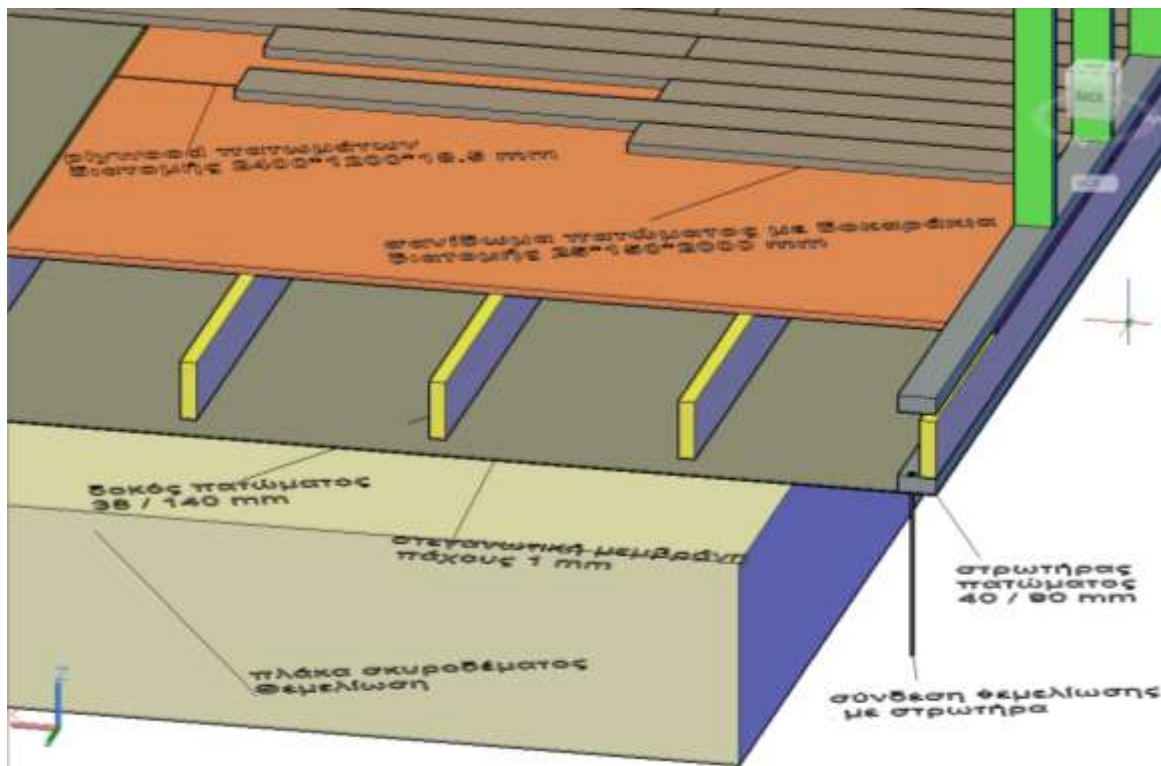
Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία κατασκευής της ξύλινης κατοικίας που περιγράψαμε, βήμα προς βήμα, από τη θεμελίωση έως τη στέγαση σε αξονομετρική τρισδιάστατη απεικόνιση. Η επιλογή των χρωμάτων είναι καθαρά συμβολική και όχι ρεαλιστική. Επιπλέον ακολουθούν λεπτομέρειες των συνδέσεων καθώς και έλεγχος σε κάμψη των δοκαριών του παταριού και του αμοίβοντα της στέγης. Τα αρχιτεκτονικά και τα τρισδιάστατα κατασκευαστικά σχέδια της κατοικίας συμπεριλαμβάνονται στο συνοδευτικό τεύχος Α3.

## 9.1 Μεθοδολογία πρακτικού μοντέλου timber frame

Βήματα κατασκευής:

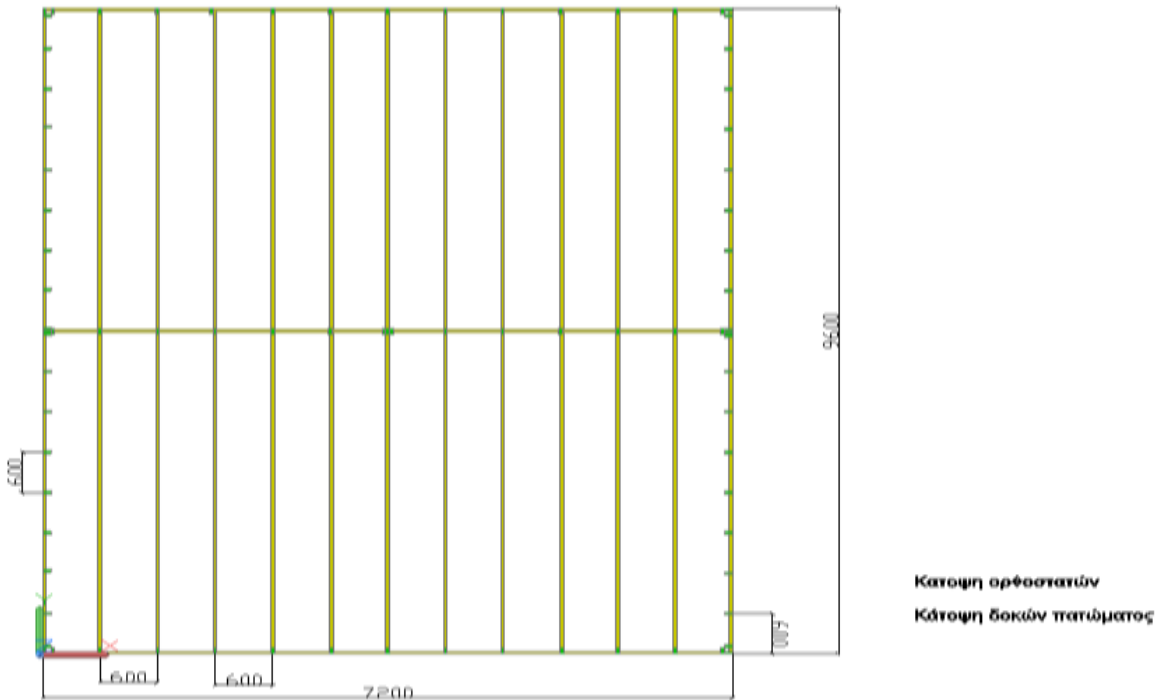
Η θεμελίωση της κατασκευής από πυκνό και ελαφρύ σκελετό (timber frame) πραγματοποιείται με πλάκα σκυροδέματος 500 χιλιοστών. Έπειτα, τοποθετούμε στεγνωτική μεμβράνη 1 χιλιοστού για να προστατέψουμε τους στρωτήρες από την υγρασία του εδάφους και τους μικροοργανισμούς. Πάνω, από την στεγνωτική μεμβράνη εδράζεται ο στρωτήρας της κατασκευής διατομής 40/90 mm, ο οποίος ακυρώνεται με μπουλόνια στην πλάκα της θεμελίωσης.

Τα δοκάρια του πατώματος είναι διατομής 38/140 mm. Η επιλογή μας τόσο για τα δοκάρια του πατώματος όσο και για τους στρωτήρες και τους ορθοστάτες του δομικού μας συστήματος προήλθε ύστερα από αναζήτηση στα βιβλία του Παναγιώτη Τουλιάτου με θέμα Ξύλινες Κτιριακές Κατασκευές με Πυκνό και ελαφρύ σκελετό (Timber Frame), όπου θέτει χαρακτηριστικά ως πούμε τους ορθοστάτες με διατομή 40/90 mm, τους στρωτήρες με διατομή επίσης 40/90 mm, τα δοκάρια του πατώματος 38/140 mm.



Η σύνδεση των δοκών του πατώματος με τον στρωτήρα πραγματοποιείται με μόρσα και γωνιακά ελάσματα. Πάνω από τους δοκούς τοποθετούμε ριγwood αντεπικολητής ξυλείας διατομής 2400\*1200/18,5 mm δημιουργώντας κατά αυτόν τον τρόπο διαφραγματική λειτουργία στο επίπεδο του πατώματος. Το σανίδωμα γίνεται ραμποταρισμένο με δοκαράκια διατομής 25/150\*2000 mm. Πάνω

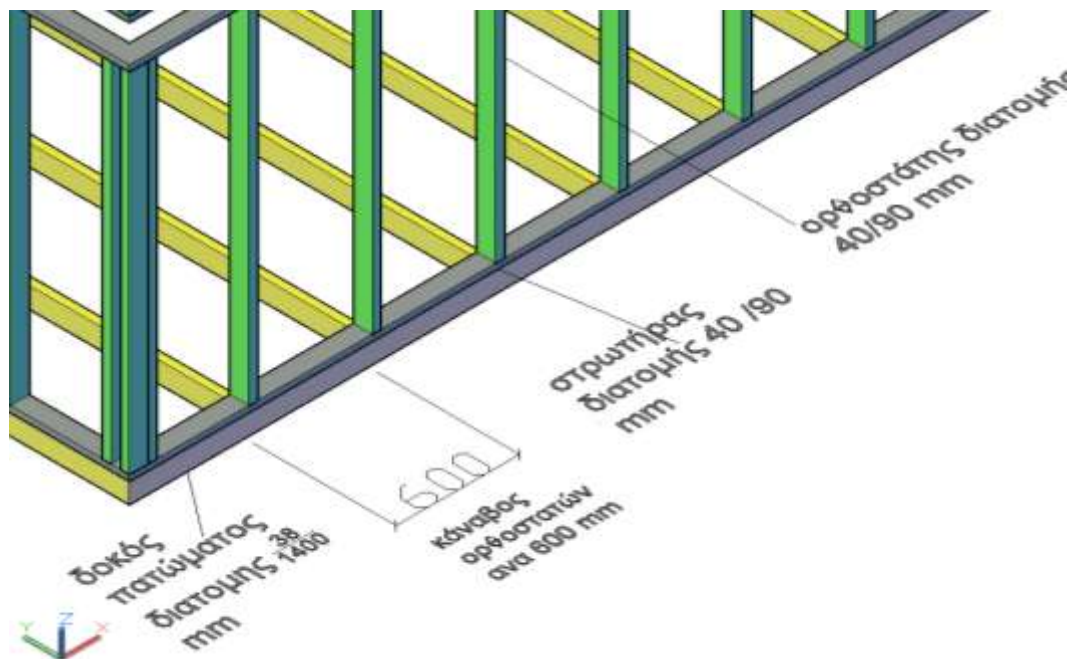
στον στρωτήρα του πατώματος τοποθετούμε τους ορθοστάτες διατομής 40/90 mm σε αξονικές αποστάσεις των 600 mm.



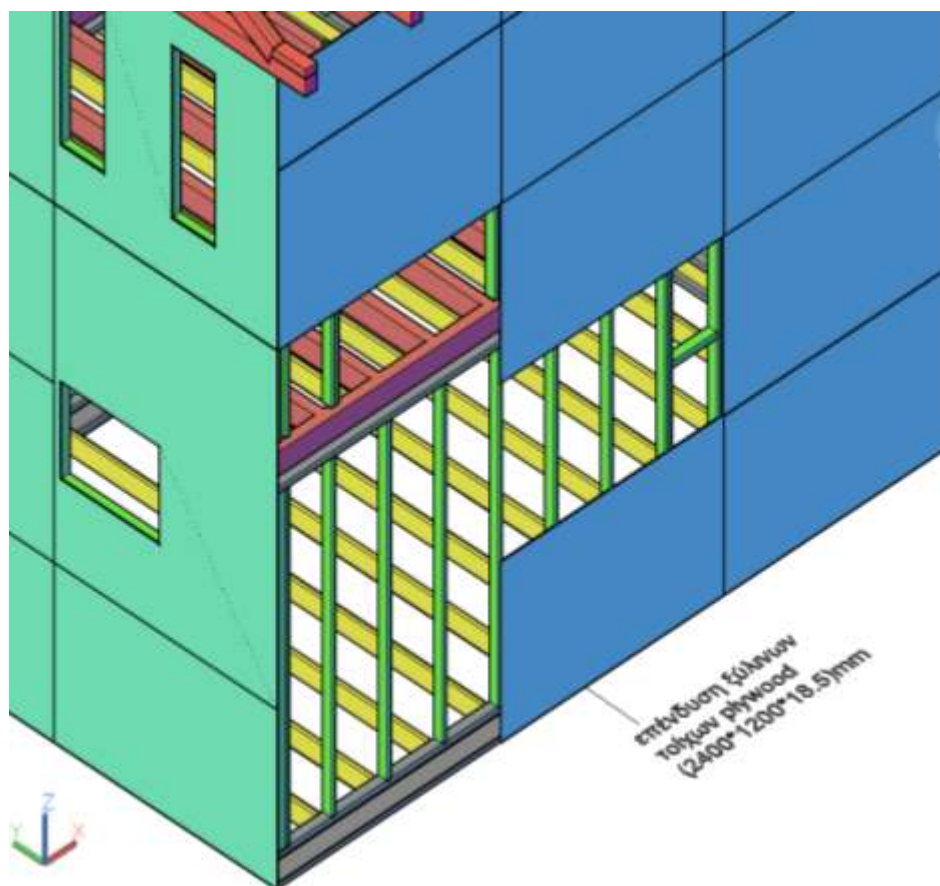
Η διάταξη των ορθοστατών είναι βασισμένη πάνω σε κάναβο με αξονικές αποστάσεις των 600 χιλιοστών. Ουσιαστικά όλα τα φέροντα στοιχεία της κατασκευής μας τοποθετούνται σύμφωνα με τον κάναβο των 600 χιλιοστών που έχουμε θέσει εξ αρχής. Γραμμικά στοιχεία είναι οι ορθοστάτες, οι στρωτήρες, οι δοκοί και τα διάφορα δικτυώματα που συνήθως χρησιμοποιούνται μόνο στην στέγαση. Επιφανειακά στοιχεία θεωρούνται οι σανίδες. Με τον συγκεκριμένο κάναβο μπορούμε να εξασφαλίσουμε την απαραίτητη στατική ισορροπία της κατασκευής μας. Έτσι τοποθετήσαμε πάνω στους ορθοστάτες τα plywood (αντεπικολητή ξυλεία) σε συγκεκριμένες διαστάσεις σύμφωνα με τους Καναδικούς Κανονισμούς COFI (2400\*1200\*9.5)mm. Η επένδυση του σκελετού συνήθως από αντεπικολητή ξυλεία (plywood), καρφώνεται επάνω του, είτε κατά την κατασκευή πατωμάτων, είτε κατά την κατασκευή των τοίχων εξασφαλίζοντας την απαραίτητη ακαμψία του. Τα απαραμόρφωτα διαφράγματα που δημιουργούνται έτσι δεν είναι μονό ικανά να μεταφέρουν αυξημένα κατακόρυφα φορτία, αλλά και να παραλαμβάνουν εύκολα και να διοχετεύουν στην θεμελίωση όλες τις οριζόντιες φορτίσεις από άνεμο ή σεισμό.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζουμε σε τρισδιάστατη αξονομετρική μορφή την διάταξη των ορθοστατών αλλά και των δοκών του πατώματος σε κάναβο των 600 mm.



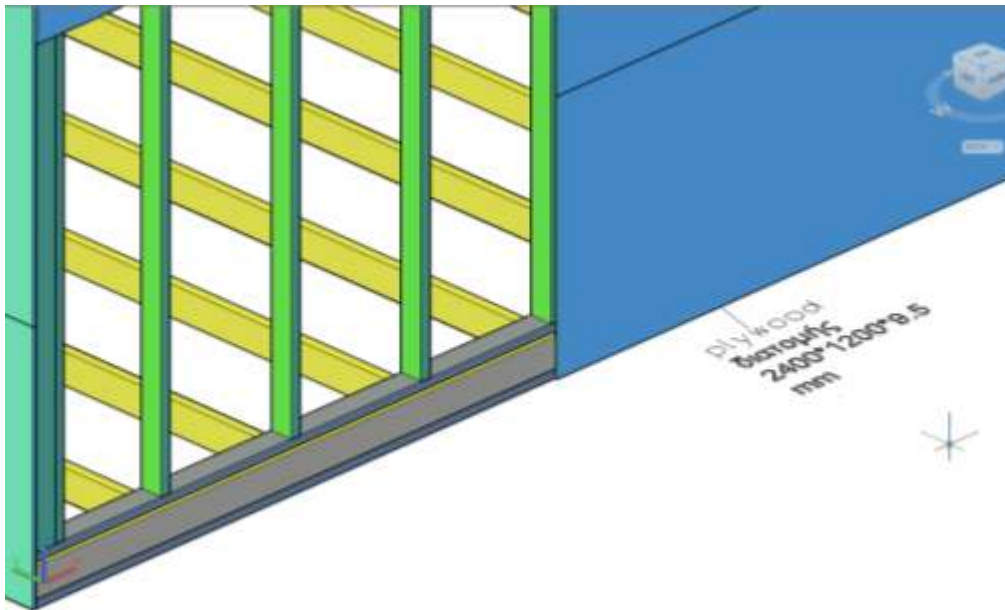


Στην παρακάτω εικόνα δείχνουμε σε αξονομετρική μορφή την τοποθέτηση της αντεπικολητής ξυλείας με plywood διατομής 2400\*1200\*9.5 mm πάντα σύμφωνα με τους Καναδικούς κανονισμούς COFI. Τα πανέλλα με τις ραμποταρισμένες πλευρές μειώνουν την ανάγκη για πρόσθετες δοκίδες και καδρόνια μεταξύ των δοκών. Δεν επιτρέπουν ανεξάρτητη παραμόρφωση κάποιου πανέλλου, συνεργάζονται καλλίτερα στις φορτίσεις και εξασφαλίζουν ομαλές συνδέσεις μεταξύ τους



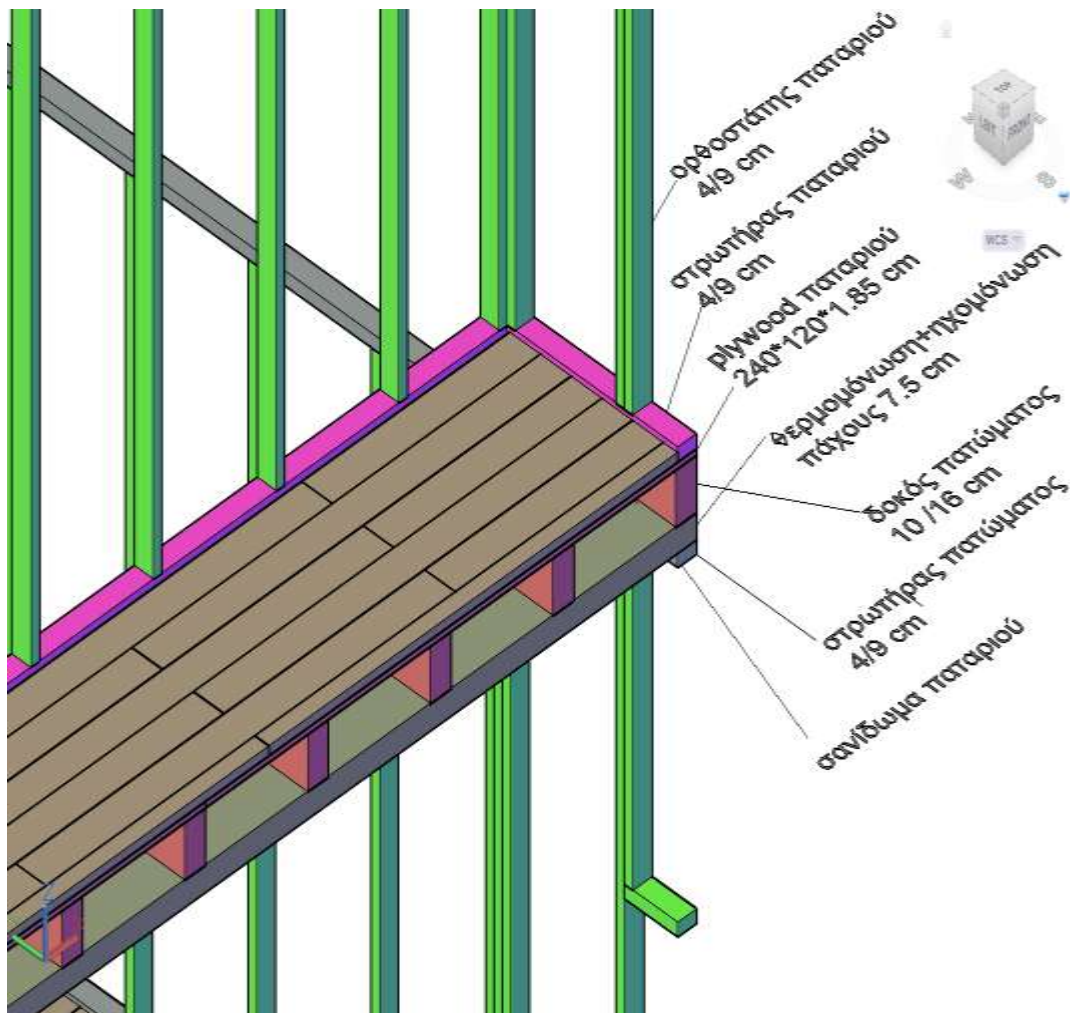
Τα Plywood καρφώνονται πάνω στους ορθοστάτες, στο μέσον του σε κάθετη διεύθυνση σε σχέση με αυτόν. Στην παρακάτω λεπτομέρεια παρατηρούμε την διαφορά.

Η μεθοδολογία του συγκεκριμένου δομικού συστήματος, η δημιουργία κάναβου 600mm δλδ, μας αναγκάζει όπως είπαμε και παραπάνω όλα τα γραμικά ή επιφανειακά στοιχεία της μελέτης μας να ακουμπάνε πάνω σε αυτόν. Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε μετρήσει πόσους ορθοστάτες θα τοποθετήσουμε με βάση το εμβαδόν της κατοικίας μας 7.2\*9.6 m, έτσι ώστε και τα plywood να καρφωθούν σύμφωνα με τις διαστάσεις που βγαίνουν στο εμπόριο. Το κάρφωμα πραγματοποιείται στην μέση της διατομή των ορθοστατων από την μια και την άλλη πλευρα αντίστοιχα σε όλο το μήκος και πλάτος της κατασκευής μας.

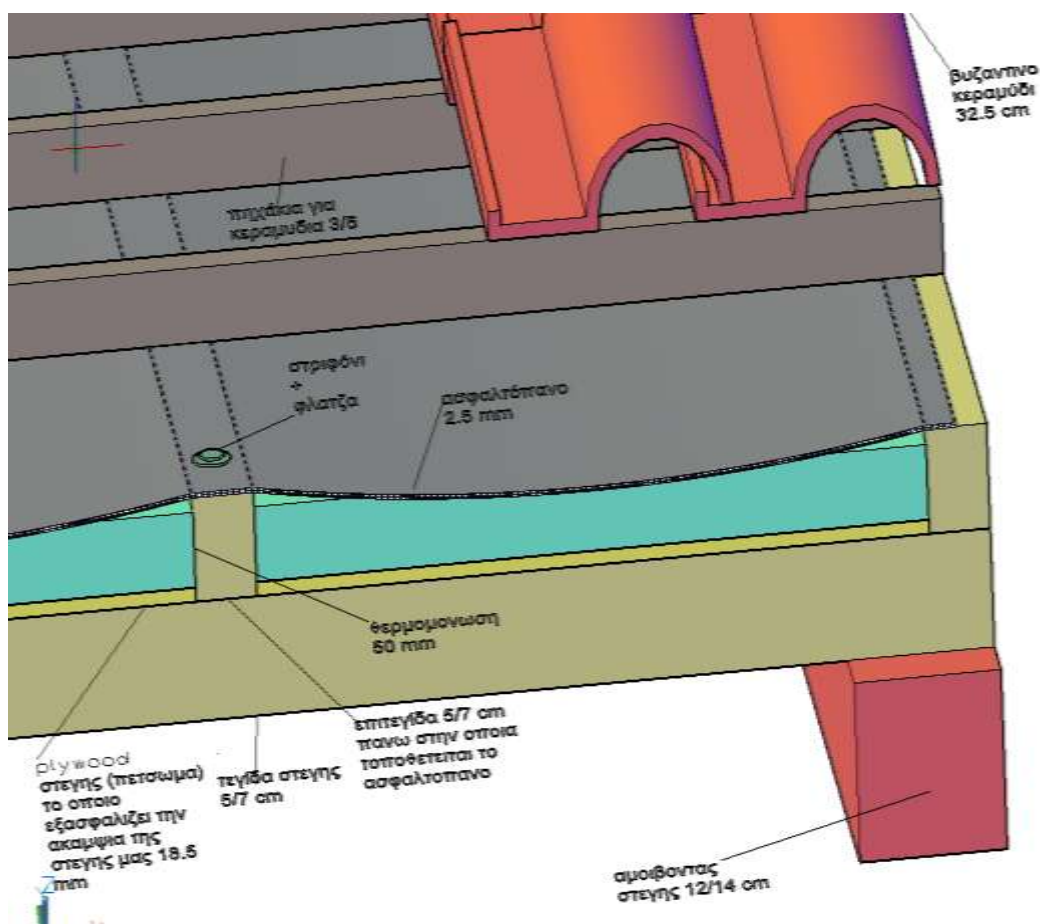


Το πρώτο σκέλος, το επίπεδο του ισογείου κατασκευαστικά το έχουμε τελειώσει οπότε περνάμε στο πατάρι της κατασκευής. Η μεθοδολογία είναι ίδια για όλα τα επίπεδα της κατασκευής από πυκνό και ελαφρύ σκελετό (timber frame). Πάνω από τους ορθοστάτες του ισογείου τοποθετείται στρωτήρας διατομής 40/90 mm και θερμομόνωση+ ηχομόνωση διατομής 75 mm. Οι δοκοί του παταριού είναι διατομής 10/16 cm ύστερα από έλεγχο που πραγματοποιήσαμε σε κάμψη. (\* οι έλεγχοι των δοκών του παταριού αλλά και του αμείβοντα της στέγης θα τους δείξουμε αναλυτικά παρακάτω). Πάνω από τους δοκούς τοποθετούμε plywood αντεπικολητής ξυλείας διατομής 2400\*1200/18,5 mm δημιουργώντας

κατά αυτόν τον τρόπο διαφραγματική λειτουργία στο επίπεδο του πατώματος. Το σανίδωμα γίνεται ραμποταρισμένο με δοκαράκια διατομής 25/150\*2000 mm. Πάνω στον στρωτήρα του πατώματος τοποθετούμε τους ορθοστάτες διατομής 40/90 mm σε αξονικές αποστάσεις των 600 mm.



Στο τρίτο επίπεδο της κατασκευής που αφορά την στέγη ακολουθούμε την ίδια κατασκευαστική μεθοδολογία. Πάνω στους ορθοστάτες του παταριού τοποθετούμε τον στρωτήρα της στέγης διατομής 40/90 mm. Πάνω στον στρωτήρα καρφώνονται οι ελκυστήρες της στέγης διατομής 12/12 mm. Η στέγη μας έχει κλίση 22 μοίρες , η συνηθέστερη κλίση που δίνεται στις ξύλινες κατασκευές μικρής κλίμακας. Έτσι, οι αμείβοντες διατομής 12/14 mm είναι υπό γωνία 22 μοιρών και συνδέονται μεταξύ τους με μόρσα.

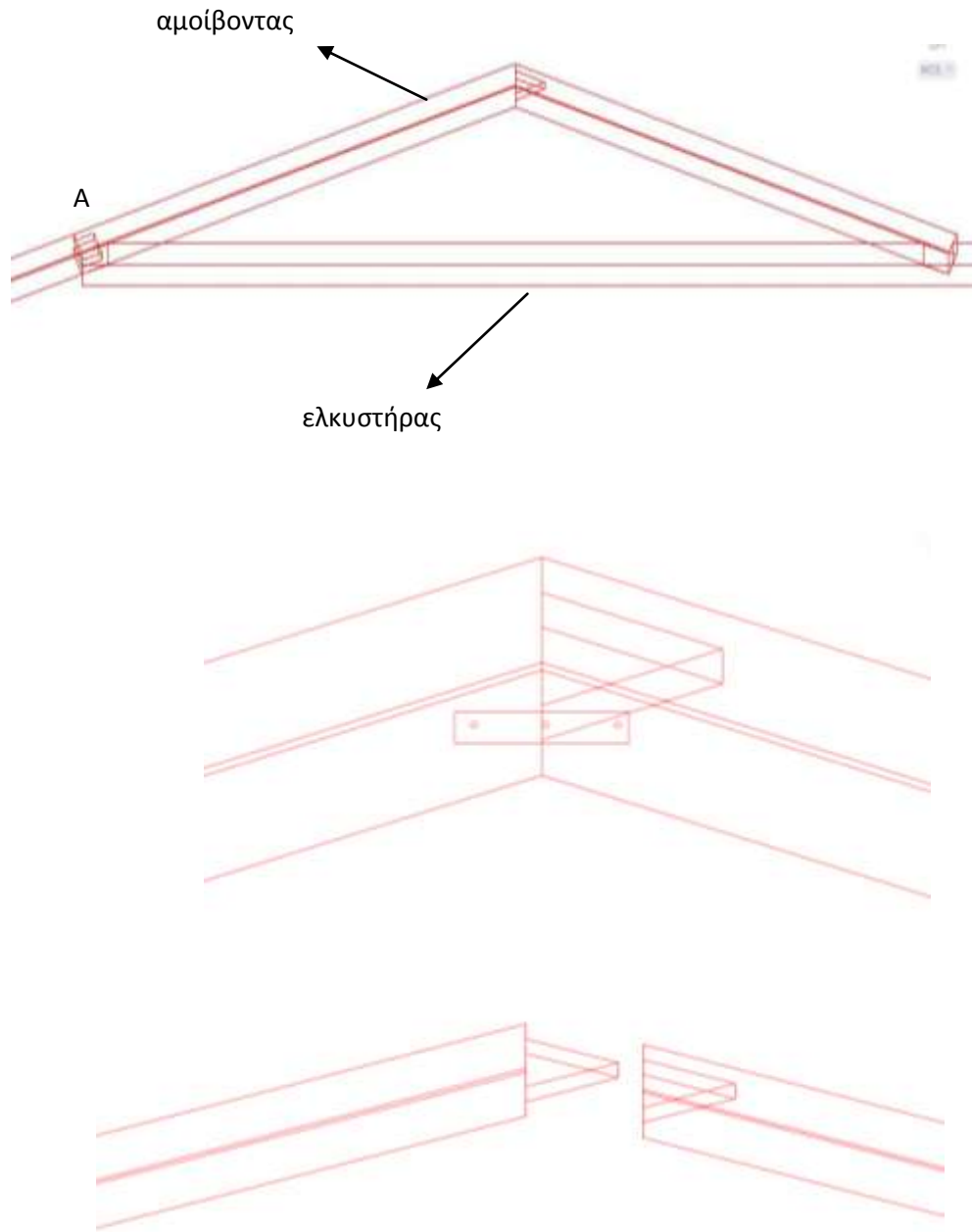


Στην παραπάνω εικόνα σας δείχνουμε μια λεπτομέρεια της ξύλινης στέγης του μοντέλου timber frame.

Αρχικά οι αμοιβόντες της στέγης τοποθετούνται σε αξονικές αποστάσεις των 1200 χιλιοστών , πάντα σύμφωνα με τον κάρναβο των 600 χιλιοστών που έχουμε θέσει εξαρχής. Προς την κάθετη διεύθυνση των αμειβόντων εδράζονται οι τεγίδες με διατομή 5/7 εκατοστά σε αξονική απόσταση των 600 χιλιοστών. Πάνω από τις τεγίδες και σε οριζόντια διεύθυνση με τους αμοιβόντες τοποθετούμε τις επιτεγίδες διατομής 5/7 εκατοστών καθώς και την θερμομόνωση μας πάχους 50 χιλιοστών.

Έπειτα , τοποθετούμε το ασφαλτόπανο, το οποίο αποτελεί την υγραμόνωση της ξύλινης κατασκευής μας πάχους 2.5 χιλιοστών. Το ασφαλτόπανο δεν καρφώνεται στις επιτεγίδες σε καμία περίπτωση , διότι υπάρχει ο κίνδυνος να σχιστεί. Γι' αυτόν τον λόγο ακριβώς βιδώνεται με στριφώνια πάνω σε φλάντζες. Επίσης έχει κλίση τα κοίλα προς τα κάτω για να φεύγουν τα νερά της βροχής και να μην διεισδύουν στην κατασκευή μας. Τέλος , πάνω από το ασφαλτόπανο εδράζονται βοηθητικά δοκαράκια ή πηχάκια σε κάθετη διεύθυνση με τους αμοιβόντες διατομής 3/5 εκατοστών. Τα πηχάκια βοηθάνε ώστε πάνω σε αυτά να τοποθετηθούν τα κεραμίδια τύπου βυζαντινού.

## 9.2 συνδέσεις στοιχείων του κατασκευαστικού μοντέλου της έρευνας- Timber Frame



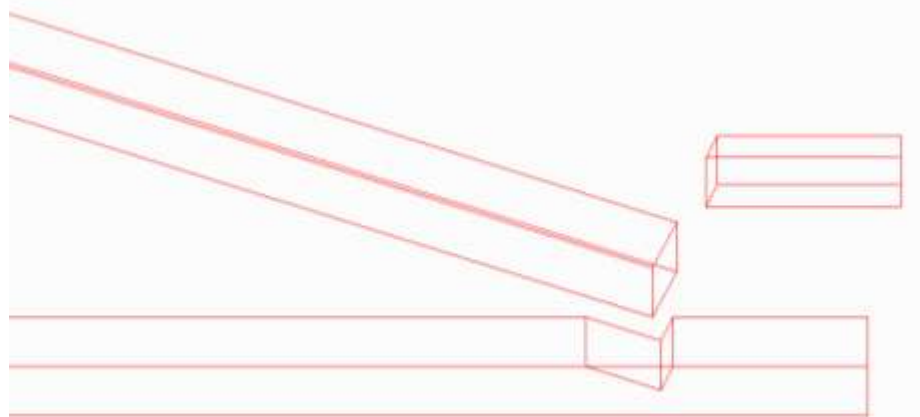
Λεπτομέρεια σύνδεσης κεκλιμένων δοκαριών στέγης. (αμοίβοντες)

Η σύνδεση την οποία επιλέξαμε είναι γωνιακό μόρσο με μορσότρυπα και γωνιακό έλασμα με καρφιά διαμέτρου 45\*3 mm.

Οι αμοίβοντες δουλεύουν σε θλίψη

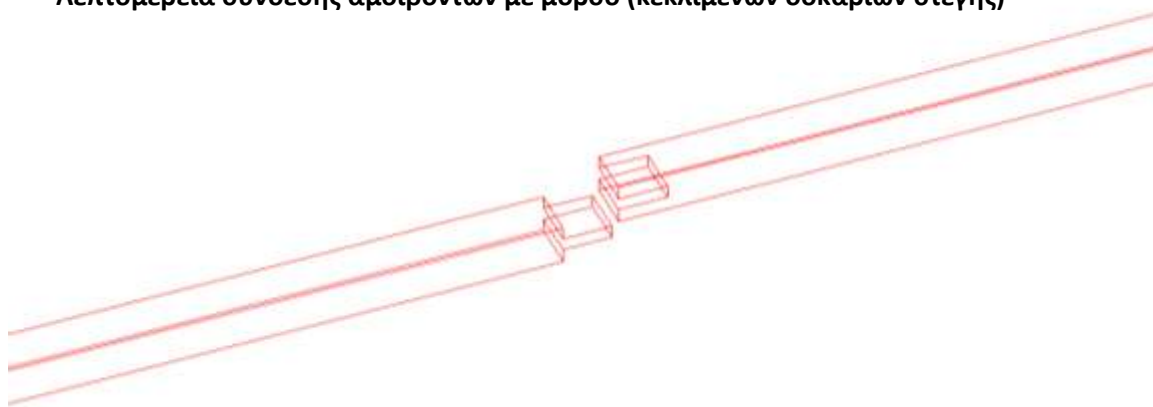
Ο ελκυστήρας δουλεύει εφελκυστικά με αντίστοιχη ένωση με τον αμοίβοντα στο σημείο Α

#### Λεπτομέρεια σύνδεσης στέγης



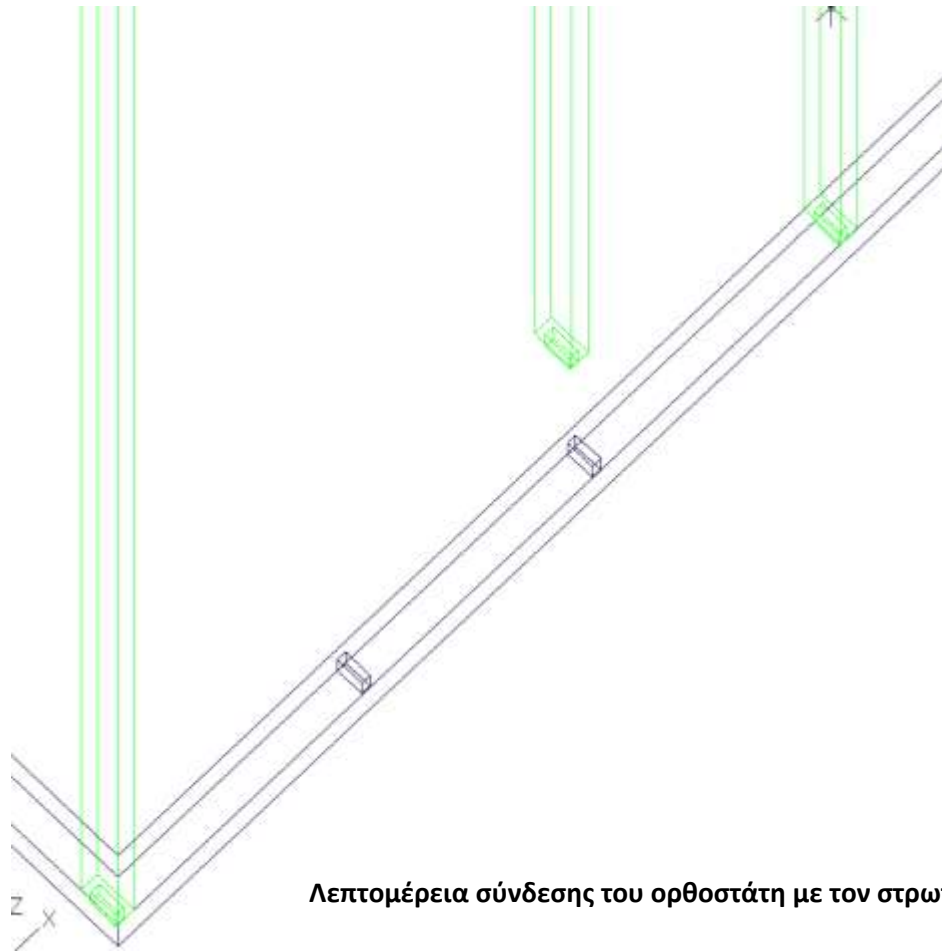
Επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε για την σύνδεση των δοκαριών της στέγης , πιο συγκεκριμένα του αμοίβοντα με τον ελκυστήρα μόρσο. Επίσης τοποθετούμε και ένα μικρό τακάκι πάνω στον ελκυστήρα για να είναι ακόμα πιο σταθερή η σύνδεση των 2 δοκαριών. Το κεκλιμένο δοκάρι υπό κλίση 22 μοιρών καρφώνεται πάνω στον ελκυστήρα με καρφιά διαμέτρου 45\* 3 mm με σπειροειδή διαμόρφωση του κορμού.

#### Λεπτομέρεια σύνδεσης αμοιβόντων με μόρσο (κεκλιμένων δοκαριών στέγης)



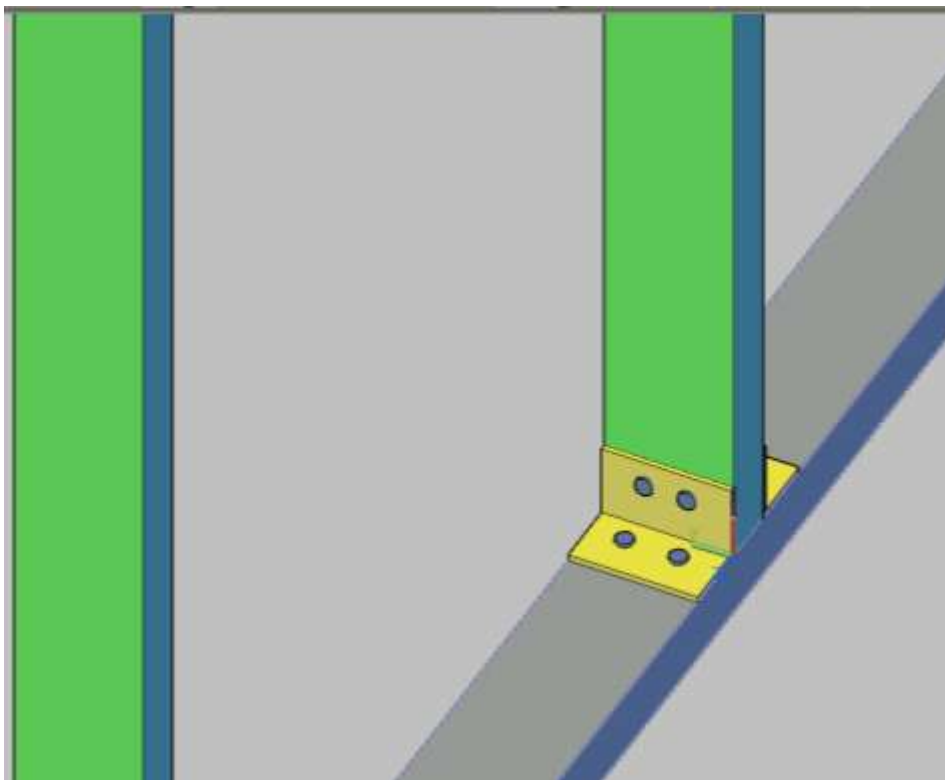
Σύνδεση των δοκαριών με θηλυκή και αρσενική διαμόρφωση των άκρων \_του αμοίβοντα της δίριχτης στέγης με τον αμοίβοντα της μονόριχτης στέγης.

**ΟΛΕΣ ΟΙ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΟΝΤΑΙ ΜΕ ΞΥΛΟΚΟΛΛΑ**

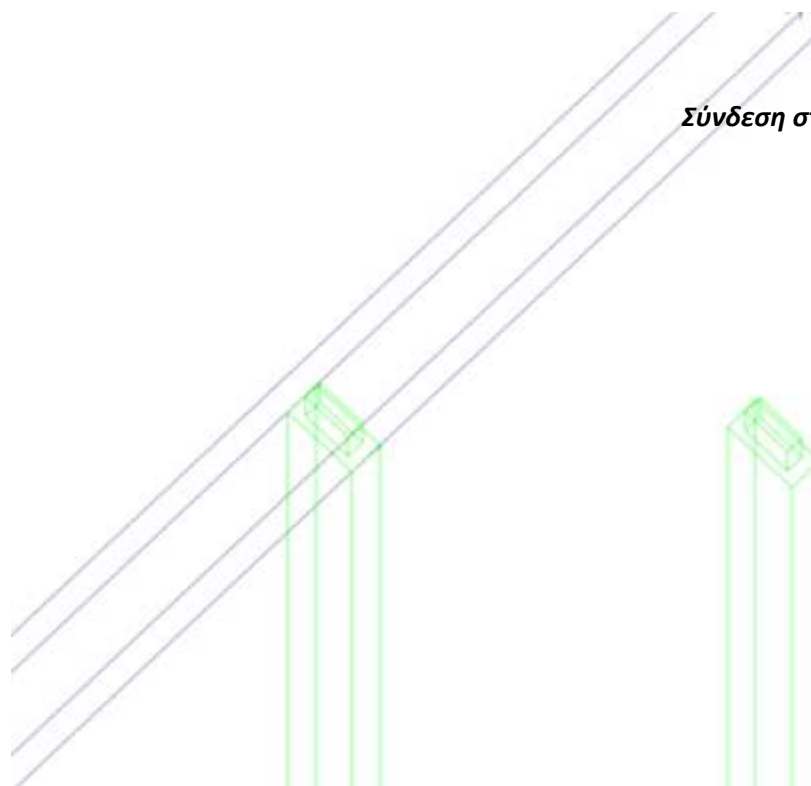


**Λεπτομέρεια σύνδεσης του ορθοστάτη με τον στρωτήρα του πατώματος**

Επιλέξαμε να συνδέσουμε τα 2 αυτά φέροντα στοιχεία της κατασκευής μας με την απλή ένωση του καλυμμένου μόρσου και της μοσρόστρυπας .Επιπλέον θα τοποθετήσουμε και μεταλλικές προσαρμογές για να ενισχύσουμε παραπάνω την κατασκευή μας.



Λεπτομέρεια σύνδεσης γωνιακών μεταλλικών προσαρμογών στο κάτω μέρος των ορθοστατών με τους στρωτήρες



*Σύνδεση στρωτήρα με ορθοστάτη με καλυμμένο  
μόρσο και μορσότρυπα*



### 9.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΔΟΚΩΝ ΠΑΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΜΟΙΒΟΝΤΩΝ ΣΤΕΓΗΣ

Παρακάτω θα πραγματοποιήσουμε έναν έλεγχο σε κάμψη στα δοκάρια του παταριού. Ουσιαστικά θα προδιαστασιολογήσουμε τα δοκάρια του παταριού με βάση κάποιες βασικές γνώσεις που έχουμε πάνω στην στατική και την μηχανική.

Προφανώς και μετά από την προδιαστασιολόγηση που θα κάνουμε, θα χρειαστεί να γίνει ένας ολοκληρωμένος στατικός υπολογισμός σε όλα τα στοιχεία της κατασκευής μας.

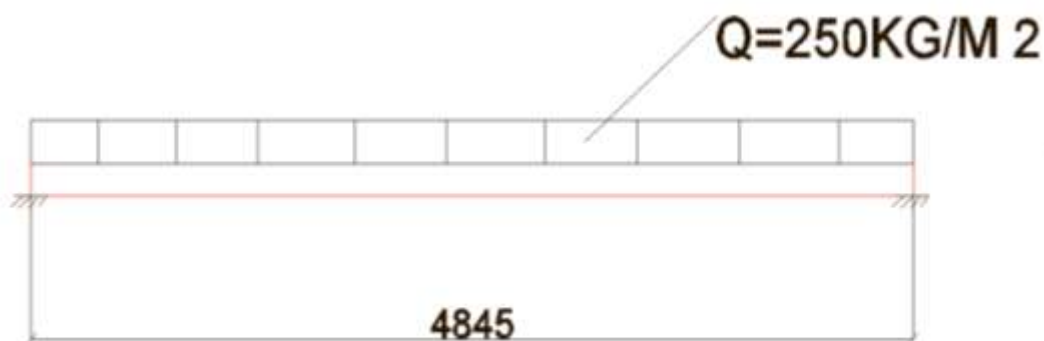
Ο στατικός υπολογισμός ξεφεύγει από τα όρια της πτυχιακής μας εργασίας και συνεπώς θα χρειαστεί να γίνει μια ολοκληρωμένη μελέτη από ένα έμπειρο στατικό, ο οποίος γνώριζε τον Ευρωκώδικα 5 (Κανονισμός για ξύλινες κατασκευές). Προκειμένου όμως να μην τοποθετήσουμε τυχαία κάποια στοιχεία της κατασκευής μας όπως τα δοκάρια του παταριού, τοπυς αμοίβοντες της στέγης προσπαθήσαμε να τα προδιαστασιολογήσουμε.

Το φορτίο που δέχεται η κατασκευή μας είναι 250 kg ανα τετραγωνικό μέτρο. (χωρίς το ίδιο βάρος της)

Το εμβαδόν της κατασκευής είναι  $E=7.20\mu * 9.60\mu = 69.12 \mu^2$

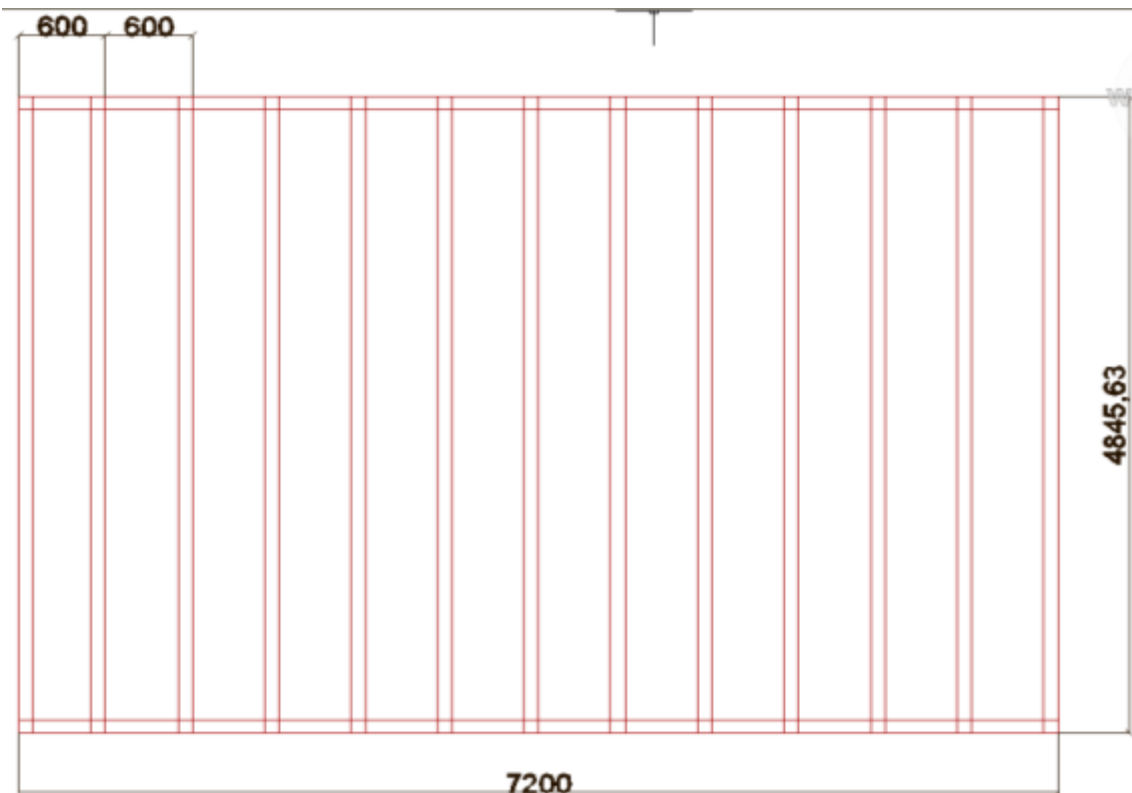
Το ειδικό βάρος του ξύλου είναι  $500 \text{ kg/ m}^3$

#### Αμφίπακτη δοκός



ίδιο βάρος ξύλου= $(0.10\text{m} * 0.16\text{m}) * 500\text{kg/ m}^3 = 8\text{kg/m}$

Το συνολικό φορτίο όλης της κατασκευής μας είναι  $Q * E = 250\text{kg/m}^2 * 69.12\text{m}^2 = 17.280\text{kg}$



Εμείς αυτό που ψάχνουμε είναι το φορτίο που δέχεται το κάθε δοκάρι για να βρούμε την διατομή του . Συνολικά έχουμε 12 δοκάρια σε αποστάσεις των 600 χιλιοστών . Αρα ,  $17.280\text{kg} / 12 = 1440\text{kg}$

Όμως εμείς θέλουμε το δοκάρι ανά τρέχον μέτρο .Οπότε  $1440\text{kg} / 4.845\text{m} = q = 297\text{kg/m}$

$q + \text{ίδιο βάρος δοκαριού} = 297\text{kg/m} + 8\text{kg/m} = 305\text{kg/m}$

**φορτίο κάθε δοκαριού ανα τρέχον μέτρο=305kg/m**

Μέγιστη ροπή αμφίπακτης δοκού:  $M_{\max} = q \cdot l^2 / 24$

$M_{\max} = 305\text{kg/m} \cdot 23.04 / 24 = 293\text{kgm}$

Για να βρούμε την διατομή των δοκαριών του παταριου θα πρέπει να δούμε τι ροπή αντίστασης θα βγάλουμε και να την συγκρίνουμε με τα στοιχεία ξύλινων συνήθων διατομών.

Θα διαιρέσουμε την μέγιστη ροπή που βρήκαμε με την επιτρεπόμενη τάση ( $\sigma = 70\text{kg/cm}^2$ ) του ξύλου σε κάμψη

$W = M_{\max} / \sigma$

**$W = 293\text{kg} \cdot 100\text{cm} / 70\text{kg/cm}^2 = 418\text{cm}^3$**

Η ροπή αντίστασης που βρήκαμε συγκρίνεται με τον πίνακα των στοιχείων συνήθων διατομών

Πίνακας 9.1 Επιτρεπόμενες τάξεις για δομική ξυλεία σε περίπτωση φόρτισης Η (DIN 1052 και Ελληνικοί κανονισμοί)

α/α	είδος καταπόνησης	κατηγορία ξύλου					
		III		II		I	
		κωνοφόρα	δρυς-αξυά	κωνοφόρα	δρυς-αξυά	κωνοφόρα	δρυς-αξυά
1	κάμψη ..... δβ <sub>επ</sub>	70	75	100	110	130	140
2	κάμψη σε κυλινδρικές δοκούς... δβ <sub>κ</sub> χωρίς αρθρώσεις	75	80	110	120	140	155
3	εφελκυσμός (// διεύθ. ινών) δζ <sub>επ</sub>	0	0	85	100	105	110
4	θλίψη (// διεύθ. ινών) δσ <sub>επ</sub>	60	70	85	100	110	120
5	θλίψη (⊥ διεύθ. ινών) δσ <sub>επ</sub>	20	30	20	30	20	30
6	θλίψη (⊥ διεύθ. ινών, όταν επιτρέπονται μικρές συμπίεσεις) δσ <sub>επ</sub>	25	40	25	40	25	40
7	διάτμηση από τέμνουσα (// διεύθ. ινών) T <sub>επ</sub> // και καθαρή διάτμηση	9	10	9	10	9	10 (12)

Πηγή: (ΟΙ ΣΤΕΓΕΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΣΑΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ)

### 10.5 Στοιχεία ευθύων διατομών

Διατομή $b \times h$ (cm/cm)	F (cm <sup>2</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )	J <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	J <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	i <sub>x</sub> (cm)	i <sub>y</sub> (cm)
5/10	50	83,3	41,7	416,7	104,1	2,89	1,44
6/6	36	36	36	108	108	1,73	1,73
6/10	60	100	60	500	180	2,88	1,73
6/12	72	144	72	864	216	3,46	1,73
6/14	84	196	84	1372	252	4,04	1,73
8/8	64	85,3	85,3	341,3	341,3	2,31	2,31
8/10	80	133,3	106,7	666,7	426,7	2,89	2,31
8/12	96	192	128	1152	512	3,46	2,31
8/16	128	341,3	170,7	2731	682,7	4,62	2,31
10/10	100	166,7	166,7	833,3	833,3	2,89	2,89
10/12	120	240	200	1440	1000	3,46	2,89
10/14	140	326,7	233,3	2286,7	1166,7	4,04	2,89
10/16	160	426,7	266,7	3413,3	1333,3	4,62	2,89
12/12	144	288	288	1728	1728	3,46	3,46
12/14	168	392	336	2744	2016	4,04	3,46
12/16	192	512	384	4096	2504	4,62	3,46
12/20	240	800	480	8000	2880	5,77	3,46
14/14	196	457,3	457,3	3201,3	3201,3	4,04	4,04
14/16	224	597,3	522,7	4778,7	3658,7	4,62	4,04
14/20	280	933,3	653,3	9553,3	4573,3	5,77	4,04
16/16	256	682,7	682,7	5461,3	5461,3	4,62	4,62
16/20	320	1066,7	853,3	10666,7	6826,7	5,77	4,62
16/22	352	1290,7	958,7	14197,5	7509,3	6,35	4,62
16/24	384	1536	1024	18432	8192	6,93	4,62
18/22	396	1452	1188	15972	10692	6,35	5,12
20/20	400	1333,3	1333,3	13333,3	13333,3	5,77	5,77
20/24	480	1920	1600	23040	16000	6,93	5,77
20/26	520	2253,3	1733,3	29293,3	17333,3	7,50	5,77
24/26	624	2704	2496	35152	29952	7,50	6,93

$F = b \cdot d$

$W_x = \frac{b \cdot d^2}{6}$

$J_x = \frac{b \cdot d^3}{12}$

$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$

$W_y = \frac{d \cdot b^2}{6}$

$J_y = \frac{d \cdot b^3}{12}$

$i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}}$

Πηγή: (ΟΙ ΣΤΕΓΕΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΣΑΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ)

Φωτο πίνακα σελ.193-185 / βιβλιογραφία οι στέγες στην οικοδομική σαν μορφολογικά και φέροντα στοιχεία Παύλου χ. Ιωαννίδη.(Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός

Βλέπουμε ότι η ροπή αντίστασης του ξύλου με διατομή 10/16 είναι  $W_x=426.7 \text{ cm}^3$

Η ροπή αντίστασης που υπολογίσαμε εμείς είναι  $W=418\text{cm}^3$  και είναι πιο κοντά με την διατομη ξύλου 10/16 ,όπου και επαρκεί.

**Οπότε η διατομή του ξύλου για τα δοκάρια του παταριού θα είναι 10/16 cm**

### Ελεγχος αμοίβοντα στέγης σε κάμψη

Παρόμοιο έλεγχο σε κάμψη θα πραγματοποιήσουμε και στον αμοίβοντα της στέγης μας.

Θα υπολογίσουμε τα δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία της στέγης θεωρώντας μια γωνία κλίσης  $\alpha=22$  μοίρες(  $\epsilon\phi\alpha=0.404$ ,  $\eta\mu\alpha=0.375$ ,  $\sigma\upsilon\alpha=0.927$ ) που είναι και η συνηθέστερη στα ελληνικά δεδομένα .

Κανονικά θα έπρεπε να ελέγξουμε τα στοιχεία αυτά για όλες τις εμφανιζόμενες στο παράδειγμα κλίσεις.

Στην στέγη υπολογίσαμε και το φορτίο του ανέμου σύμφωνα με το βιβλίο του Παύλου χ. Ιωαννίδη Οι στέγες στην οικοδομική σαν μορφολογικά και φέροντα στοιχεία.

Οπότε σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς για  $h < 25$  –  $W_0 = 125 \text{ kg/m}^2$

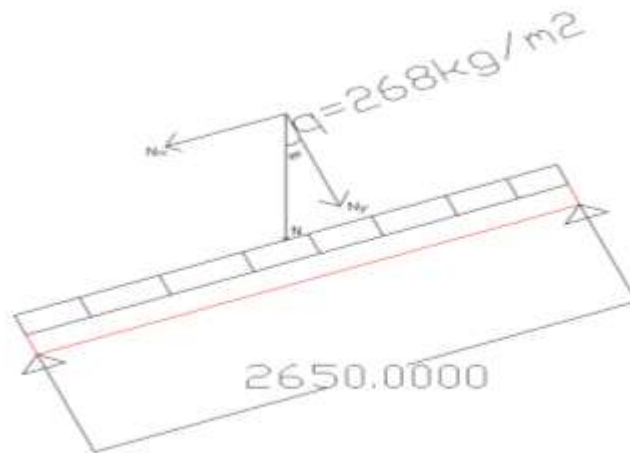
$$W = W_0 * (\sin \alpha)^2 = 125 * 0.375 * 0.375 = 17.58 \text{ kg/m}^2$$

**Φορτίο ανέμου :  $W = 17.58 \text{ kg/m}^2$ .**

(Αφού η γωνία  $\alpha < 25$  , η φόρτιση  $W$  μπορεί να θεωρηθεί σαν κατακόρυφη καθολική φόρτιση της στεγής

$$W = 17.58 \text{ kg/m}^2$$

### Αμφιέριστη δοκός



Το φορτίο που δέχεται η κατασκευή μας είναι 250 kg ανα τετραγωνικό μέτρο. (χωρίς το ίδιο βάρος της)

Το φορτίο του ανέμου είναι 17.58 kg/m<sup>2</sup> . Οπότε το συνολικό φορτίο είναι  $Q = 250 \text{ kg/m}^2 + 17.58 \text{ kg/m}^2$

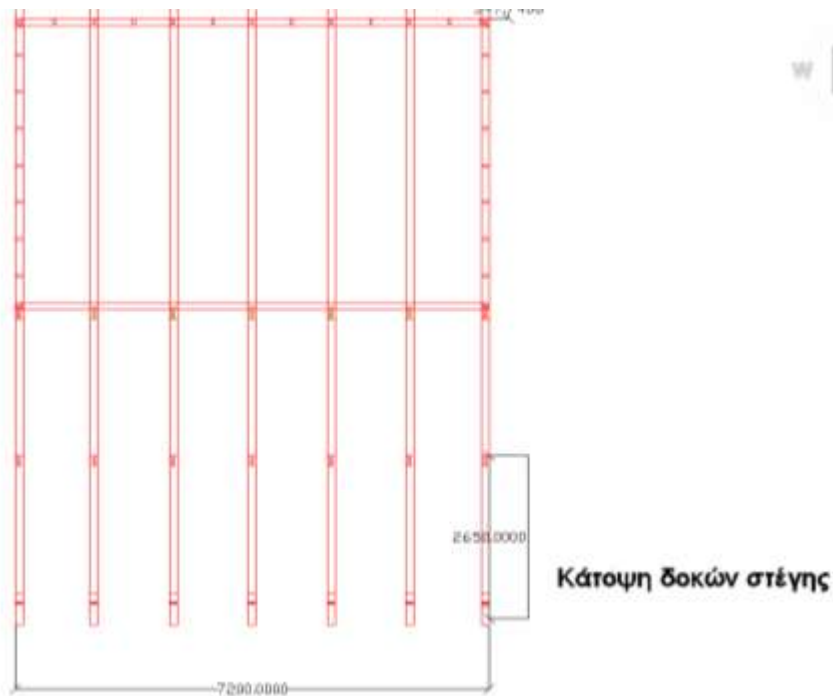
$Q = 268 \text{ kg/m}^2$ , το οποίο ασκείται πάνω στον αμοιβόντα της στέγης .

Το εμβαδόν των αμοιβόντων της στέγης είναι  $E = 7.2 \text{ m} * 2.65 \text{ m} = 19.08 \text{ m}^2$

Το ειδικό βάρος του ξύλου είναι 500 kg/ m<sup>3</sup>

$$\text{Ίδιο βάρος} = (0.12 \text{ m} * 0.14 \text{ m} * 500 \text{ kg/m}^3) = 8.4 \text{ kg/m}$$

Το συνολικό φορτίο όλης της στέγης μας είναι  $Q \cdot E = 268 \text{ kg/m}^2 \cdot 19.08 \text{ m}^2 = 5113.44 \text{ kg}$



Εμείς αυτό που ψάχνουμε είναι το φορτίο που δέχεται το κάθε δοκάρι για να βρούμε την διατομή του . Συνολικά έχουμε 6 δοκάρια σε αποστάσεις των 1200 χιλιοστών . Άρα ,  $5113.44/6 = 852.24 \text{ kg}$

$q +$  ίδιο βάρος δοκαριού ---  $852.24 \text{ kg/m} + 8.4 \text{ kg/m} = 860 \text{ kg/m}$

Όμως εμείς θέλουμε το δοκάρι ανά τρέχον μέτρο . Οπότε  $860 \text{ kg} / 2.65 \text{ m} = q = 325 \text{ kg/m}$

**φορτίο κάθε δοκαριού ανα τρέχον μέτρο = 325 kg/m**

Η στέγη μας όμως έχει κλίση 22 μοιρών οπότε θα χρειαστεί να κάνουμε ανάλυση δυνάμεων για να βρούμε το πραγματικό φορτίο που ασκείται κάθετα πάνω στο δοκάρι μας και ουσιαστικά η  $N_y$  είναι η καμπτική δύναμη την οποία θα ελέγχουμε.

Στο πρώτο σχήμα φαίνεται η ανάλυση δυνάμεων. Η καμπτική δύναμη που εμείς χρειαζόμαστε είναι η  $N_y$ . Η  $N_x$  είναι η θλιπτική δύναμη .

Άρα,  $N_y = \text{συν } \alpha \cdot N = 0.927 \cdot 268 \text{ kg/m}^2$  ---  $N_y = 325 \cdot 0.927$  ---  **$N_y = 301.3 \text{ kg/m}$**

$N_x = \eta \mu \alpha \cdot N$  ---  $N_x = 0.375 \cdot 325 \text{ kg/m}^2$  ---  **$N_x = 121.9 \text{ kg/m}$**

Μέγιστη ροπή αμφιέριστης δοκού:  $M_{max}=q \cdot l^2/8$

$M_{max}=301.3 \text{ kg/m} \cdot 7.02 \text{ m}^2 / 8 \text{---} M_{max}=264.5 \text{ kgm}$

Για να βρούμε την διατομή των αμοιβόντων της στέγης θα πρέπει να δούμε τι ροπή αντίστασης θα βγάλουμε και να την συγκρίνουμε με τα στοιχεία ξύλινων συνήθων διατομών.

Θα διαιρέσουμε την μέγιστη ροπή που βρήκαμε με την επιτρεπόμενη τάση ( $\sigma = 70 \text{ kg/cm}^2$ ) του ξύλου σε κάμψη

$W = M_{max} / \sigma$

$W = 264.5 \text{ kg} \cdot 100 \text{ cm} / 70 \text{ kg/cm}^2 \text{---} W = 377.7 \text{ cm}^3$

Η ροπή αντίστασης που βρήκαμε συγκρίνεται με τον πίνακα των στοιχείων συνήθων διατομών

Φωτο πίνακα σελ.193-185 / βιβλιογραφία οι στέγες στην οικοδομική σαν μορφολογικά και φέροντα στοιχεία Παύλου χ. Ιωαννίδη.(Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός

Βλέπουμε ότι η ροπή αντίστασης του ξύλου με διατομή 12/14 είναι  $W_x = 392 \text{ cm}^3$

Η ροπή αντίστασης που υπολογίσαμε εμείς είναι  $W = 377.7 \text{ cm}^3$  και είναι πιο κοντά με την διατομή ξύλου 12/14 ,όπου και επαρκεί.

**Οπότε η διατομή του ξύλου για τους αμοιβοντες της στέγης θα είναι 12/14 cm**

Η παρούσα κατασκευή από πυκνό και ελαφρύ σκελετό ( timber frame ) , όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή της πτυχιακής μας εργασίας μπορεί αν έχει εφαρμογή ως εξοχική κατοικία, ως μια κατασκευή τουριστικών μονάδων αλλά και ως κατοικία μικρής κλίμακας ακόμα και στο αστικό τοπίο της πόλης. Τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε ύστερα από την ολοκλήρωση της μελέτης μας πάνω στην μεθοδολογία σχεδιασμού του δομικού συστήματος timber frame είναι τα παρακάτω :

- 1) **Η οικονομία της κατασκευής:** Η ξύλινη κατασκευή με πυκνό και ελαφρύ σκελετό μπορεί να αποτελέσει μια πολύ οικονομική λύση για κάποιον ο οποίος επιθυμεί να κατασκευάσει μια κατοικία με τις παραπάνω χρήσεις που αναφέραμε. Σε σχέση με μια κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα το κόστος της ολοκλήρωσης της κατασκευής ανέρχεται σχεδόν στο μισό του.
- 2) **Η ακαμψία και αντισεισμικότητα της κατασκευής:** Η τοποθέτηση των πανέλλων plywood σε κάθετη διεύθυνση τόσο στους ορθοστάτες της κατασκευής όσο και στην στέγη μας δημιουργεί διαφραγματικά επίπεδα τα όποια περιορίζουν τις παραμορφώσεις τις οποίες μπορεί να δεχτεί από διάφορες πιέσεις (άνεμος, σεισμός) και εξασφαλίζουν την απαραίτητη ακαμψία αλλά και την αντισεισμικότητα της κατασκευής μας.
- 3) **Η γρήγορη ανέγερση της κατοικίας μας:** Η ολοκλήρωση του μοντέλου timber frame μπορεί να επιτευχτεί σε πολύ γρήγορο χρονικό διάστημα σε σχέση μια κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- 4) **Περιορισμένη χρήση στον Ελλαδικό χώρο :** Παρατηρήσαμε ύστερα από την έρευνα που πραγματοποιήσαμε ότι η χρήση του μοντέλου της ξύλινης κατασκευής με πυκνό και ελαφρύ σκελετό και γενικότερα των ξύλινων κατασκευών βρίσκονται σε περιορισμένη χρήση στην Ελλάδα.
- 5) **Έλλειψη τεχνογνωσίας:** Στην Ελλάδα παρατηρήσαμε ότι πολύ σημαντικός παράγοντας για την μη ευρεία χρήση των ξύλινων κατασκευών οφείλεται στην έλλειψη τεχνογνωσίας άλλα και ανθρώπινου εργατικού δυναμικού που να γνωρίζει να χειρίζεται τα μέσα παραγωγής για την ολοκλήρωση μια ξύλινης κατασκευής.
- 6) **Έλλειψη υψηλής γνώσης ειδικών μηχανικών :** . Για την κατανόηση και την μελέτη αυτών των κανονισμών χρειάζεται ο μηχανικός να έχει υψηλό επίπεδο γνώσεων πάνω στις ιδιομορφίες του ξύλου. Οι κανονισμοί πάνω στους οποίους βασίζονται ο σχεδιασμός των ξύλινων κατασκευών είναι ο Ευρωκώδικας 5. Ο Ευρωκώδικας 5 (EN 1995), χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό έργων πολιτικού μηχανικού που αφορούν ξύλινες κατασκευές. Καλύπτει απαιτήσεις μηχανικής αντοχής, λειτουργικότητας, ανθεκτικότητας και πυρασφάλειας των ξύλινων κατασκευών για το φέροντα οργανισμό των οποίων έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία από φυσική ξυλεία (στρόγγυλη, πελεκητή, ή πριστή) και



βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα ξύλου όπως : - επικολητή ξυλεία, ξυλεία επικολημένων ξυλοφύλλων (LVL) και διαφόρων τύπων ξυλοπλάκες (αντικολλητή ξυλεία, OSB, μοριοπλάκες, ινοπλάκες κλπ.) Το ξύλο χρησιμοποιείται εδώ και πολλούς αιώνες στη δόμηση. Οι σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις (νέα υλικά υψηλής αξιοπιστίας με πρώτη ύλη το ξύλο), οι νέοι κανονισμοί και τα κανονιστικά πρότυπα παραγωγής των υλικών και μελέτης των ξύλινων κατασκευών, καθιστούν το ξύλο ισότιμο και ανταγωνιστικό ως προς τα λοιπά δομικά υλικά. Παραλλήλως όμως, και σε συνδυασμό με τις ιδιομορφίες του ξύλου, επιβάλλουν την απόκτηση υψηλότερης γνώσης από τον Μηχανικό.

- 7) **Έλλειψη οργάνωσης της πολιτείας για ειδικές υπηρεσίες ξύλινων κατασκευών :** Η πολιτεία δεν έχει οργανώσει ειδικές υπηρεσίες για ξύλινες δομικές κατασκευές , οι οποίες να ελέγχουν το όλο σύστημα μελέτης και κατασκευής των ξύλινων κτιρίων. Γι αυτόν τον λόγο επικρατεί στην Ελληνική αγορά μια σύγχυση όσον αναφορά τις ξύλινες κατασκευές με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ουσιαστικός έλεγχος και να μην προστατεύεται η ιδιοκτησία και τα δικαιώματα μια ξύλινης κατασκευής.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, το ξύλο μπορεί να αποδειχθεί ένα άρτιο οικοδομικό υλικό με πολλαπλές ωφέλειες για την κατασκευή. Η ταχύτητα, η οικονομία αλλά και η ακαμψία που παρουσιάζει(άρα και αντοχή στις σεισμικές καταπονήσεις) είναι τα βασικά χαρακτηριστικά που το αναδεικνύουν πολύτιμο για τις κατασκευές.

Βέβαια, για να μπορέσουν να αξιοποιηθούν αυτές οι αρετές του ξύλου και να εφαρμοστεί στην πράξη το μοντέλο timber frame θα πρέπει να υπάρξει η κατάλληλη τεχνογνωσία αλλά και νομοθεσία. Είναι πολύ σημαντικό για μια χώρα σαν την Ελλάδα που υποφέρει από έντονη σεισμικότητα και που η παράδοση της εργολαβίας σε συνδυασμό με την αποκλειστική χρήση του μπετόν, έχει τελικά αλιώσει σε μεγάλο βαθμό και καταστρέψει τη φυσιογνωμία των ελληνικών πόλεων αλλά και της υπαίθρου. Είναι επιτακτική ανάγκη να αρχίσουν να χρησιμοποιούνται άλλα υλικά, πιο φιλικά προς το περιβάλλον και πιο κοντά στην ελληνική τοπιογραφία.

Βέβαια η ανάγκη για εισαγόμενη Καναδική ξυλεία που χρησιμοποιούμε εμείς σε αυτό το μοντέλο κατασκευής αυξάνει το κόστος της κατασκευής και την κατανάλωση ενέργειας. Εναλλακτικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η εγχώρια ξυλεία ή ξυλεία από γειτονικές χώρες.

## Βιβλιογραφία

---

- Σημειώσεις στο μάθημα Τεχνολογία Δομικών Κατασκευών Ξύλου, Δρ. Κακαράς Ιωάννης , Καρδίτσα 2004 Τει Λάρισας
- Σημειώσεις Ξύλινων Κατασκευών ΕΜΠ Τομέας Δομοστατικής, Τάσσιος-Κατσαραγάκης-Πλαίνης, Αθήνα 1990
- Θέματα Οικοδομικής- ΕΜΠ Τμήμα Αρχιτεκτόνων-Τομέας Συνθέσεων Τεχνολογικής Αιχμής, Ν.Καλογεράς-Χ.Κιρπότην-Γ.Μακρής-Ι.Παπαιωάννου-Σ.Ραυτόπουλος-Μ.Τζίτζας-Π.Τουλιάτος, Εκδόσεις Συμμετρία Αθήνα 1999
- Οικοδομική, Τομέας Κατασκευών Ειδικότητα: Κτιριακών Έργων, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων Αθήνα
- Οι στέγες στην Οικοδομική σαν μορφολογικά και φέροντα στοιχεία, Π.Χ.Ιωαννίδη, Αθήνα 1997
- Ξύλινες Κατασκευές με πυκνό και ελαφρύ σκελετό (Timber Frame), μετάφραση των Καναδικών εκδόσεων της εταιρείας CMHC και του Συμβουλίου Δασικών Βιομηχανιών της Βρετανικής Κυβέρνησης COFI στα Ελληνικά από τον λέκτορα του ΕΜΠ Π. Τουλιάτο , Αθήνα 1987
- Κτιριακές Κατασκευές ,Heinrich Schmitt-Andreas Heene, Εκδόσεις Μ.Γκιούρδας
- Συμπεριφορά στη σεισμική καταπόνηση των ιστορικών Παραδοσιακών κατασκευών. Ιστορικές αντισεισμικές κατασκευές στην Ελλάδα, Π.Τουλιάτος , Αθήνα 2004
- Η τεχνική των Ξύλινων Κατασκευών. Ιστορία και εξέλιξη του τρόπου κατασκευής των ξύλινων πλαϊσίων Jack Sobon-Roger Schroeder . Εκδόσεις Μ.Γκιούρδας 1992

- [http://library.tee.gr/digital/m2464/m2464\\_ec5\\_1\\_1.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2464/m2464_ec5_1_1.pdf)
- <http://www.wfdt.teilar.gr/papers/ptyxiakes/Pouspoutaki.pdf>
- [http://www.timbertrager.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58:2008-09-30-16-26-12&catid=14:2008-10-03-08-04-38](http://www.timbertrager.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=58:2008-09-30-16-26-12&catid=14:2008-10-03-08-04-38)
- <http://www.buildnet.gr/default.asp?pid=152&la=1&catid=128&artid=407>
- [http://www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika\\_ilika/xylo.htm](http://www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/xylo.htm)
- [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL\\_GUIDES/KSILO/xil\\_1\\_5t.htm](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO/xil_1_5t.htm)
- <http://www.xylotomi.gr/servicedet.asp?id=8>
- <http://www.wands.gr/>
- [http://www.timbertrager.gr/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=36&lang=gr](http://www.timbertrager.gr/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=36&lang=gr)
- <http://www.popularmechanics.com/home/improvement/outdoor-buildings/4213580>
- [http://www.trada.co.uk/topics/timber\\_frame/](http://www.trada.co.uk/topics/timber_frame/)
- <http://buildatimberframe.com/craftsmans-dream.htm>

*Για την εκπόνηση και την μελέτη της πτυχιακής μας εργασίας*

*θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους φίλους μας*

*Αγγελική, Λίτσα, Γιάννη για την πολύτιμη βοήθεια και στήριξη που μας προσέφεραν.*

## περίληψη πτυχιακής εργασίας

---

Η πτυχιακή εργασία την οποία εκπονήσαμε έχει ως αντικείμενο μελέτης την Μεθοδολογία σχεδιασμού και τις Κατασκευαστικές Τεχνικές των Ξύλινων Κτιριακών Κατασκευών. Αφορμή για την επιλογή του συγκεκριμένου θέματος στάθηκε η ιδιαίτερη αγάπη που τρέφουμε και οι δυο μας για το ξύλο ως υλικό αλλά και η κατασκευαστική του ιδιομορφία. Επίσης, θέλαμε να πειραματιστούμε σε ένα διαφορετικό και εναλλακτικό μοντέλο δόμησης το οποίο κατά την γνώμη μας λείπει από τα κατασκευαστικά πρότυπα της Ελλάδας για πολλούς και διάφορους λόγους. Η χρήση λοιπόν του συγκεκριμένου ξύλινου μοντέλου δόμησης, την οποία σαφώς και προτάσσουμε σαν μεθοδολογία σχεδιασμού μέσα από την έρευνα που πραγματοποιούμε στην πτυχιακή εργασία μπορεί να μια εξοχική κατοικία , μια κατασκευή μικρής κλίμακας (2όροφο κτίριο), είτε μια κατασκευή τουριστικών μονάδων πάντα μέσα σε ένα πλαίσιο κανονισμών για τις δομικές ξύλινες κατασκευές.

Πριν ξεκινήσουμε να γράφουμε τις διάφορες πληροφορίες σχετικά με το ξύλο και τις κατασκευαστικές τεχνικές του ανατρέξαμε σε μια αρκετά μεγάλη βιβλιογραφία την οποία βρήκαμε στις βιβλιοθήκες του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η συγκεκριμένη βιβλιογραφία καθώς και η υπόλοιπη την οποία χρησιμοποιήσαμε αναφέρεται στο τέλος της πτυχιακής μας εργασίας.

Αρχικά, λοιπόν η πτυχιακή μας χωρίζεται σε 9 κεφάλαια , όπου το κάθε κεφάλαιο απαρτίζεται από ενότητες και υποενότητες. Στα δύο πρώτα κεφάλαια κάνουμε αναφορά στην δομή του ξύλου ως υλικό (μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα, παθολογία και προστασία, εμποτισμός ) και στην μηχανική του ξύλου (πιο συγκεκριμένα αναλύουμε τις μηχανικές ιδιότητες του , όπως αντοχή σε εφελκυσμό, κάμψη, διάτμηση, θλίψη την υγρασία αλλά και τις θερμοκρασιακές μεταβολές). Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζουμε διάφορα είδη ξυλείας(πελεκητή, στρογγυλή, πριστή )και διάφορες μορφές του ξύλου στην δόμηση ( μοριοσανίδες, ινοσανίδες, κόντρα πλακέ).

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο επιλέξαμε να αναδείξουμε κάποια μοντέλα κατασκευής από ξύλινο σκελετό και την μεθοδολογία σχεδιασμού τους ,τα οποία έχουνε χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα σε διάφορε χώρες της Ευρώπης και σε μεγαλύτερο βαθμό στην Αμερική. Αυτά είναι :

- 1) *Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών με σκελετό τύπου Truss Framed System (TFS).*
- 2) *Σύγχρονη διώροφη κατοικία από ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και πάνελς*
- 3) *Προκατασκευασμένα κτίρια με πτυσόμενα (αναδιπλούμενα) πλαίσια τεχνολογία (foldex)*
- 4) *Σύστημα δοκού επί στύλων*
- 5) *Σύστημα κλωβού (μπαλονιού) Balloon Frame*
  
- 6) *Κορμόσπιτα*
- 7) *Ξύλινες Κατασκευές με πυκνό και ελαφρυ σκελετό (TIMBER FRAME)*

Η διαδικασία της θεμελίωσης ,είναι τρομερά σημαντική για την στατικότητα κάθε ξύλινης κατασκευής. Αναφορά στις θεμελιώσεις ξύλινων κατασκευών γίνεται στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο της εργασίας μας.

Στο 6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο μιλάμε για τις ξύλινες στέγες , τον τρόπο χάραξης τους, την επικάλυψη που τοποθετούμε καθώς και τα επιμέρους στοιχεία από τα αποτελούνται τα ζευκτα της. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο, όπου αναφερόμαστε στις συνδέσεις των ξύλινων κατασκευών, το οποίο αποτελεί ίσως και το πιο σημαντικό κομμάτι μιας ξύλινης κατασκευής( επιλογή συνδέσεων, ειδικοί τύποι συνδέσεων, μεταλλικοί σύνδεσμοι, βίδες)

Ένας από τους στόχους της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η έρευνα αλλά και η κατασκευή ενός μοντέλου σχεδιασμού ξύλινης κατοικίας. Προφανώς μέσα στην έρευνα που έχουμε κάνει αλλά και μέσα από τα κατασκευαστικά σχέδια αλλά και τα αρχιτεκτονικά παρουσιάζεται τόσο η μεθοδολογία σχεδιασμού του συγκεκριμένου μοντέλου όσο και οι κατασκευαστικές τεχνικές του.

Έτσι λοιπόν, στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο πραγματοποιούμε την συγκεκριμένη έρευνα , αναλύοντας διεξοδικά το δομικό σύστημα ξύλινης κατασκευής από πυκνό και ελαφύ σκελετό (timber frame).

Τέλος , στο 9<sup>ο</sup> κεφάλαιο προσπαθήσαμε να εφαρμόσουμε εμείς οι ίδιοι την θεωρητική έρευνα πάνω στο μόντέλο timber frame σε πράξη. Έτσι, σχεδιάσαμε μια κατοικία 70 m<sup>2</sup> (ισογείο+πατάρι) και βήμα βήμα αναφέρουμε την μεθοδολογία σχεδιασμού ενώ δείχνουμε σχεδιαστικά κάποιες από τις συνδέσεις και τις λεπτομέρειες .

Μέσα σε αυτήν την πτυχιακή εργασία όπου πραγματοποιούμε βήμα βήμα την μεθοδολογία σχεδιασμού timber frame για την κατασκευή της κατοικίας μας, θα δείτε αρχιτεκτονικά σχέδια της κατοικίας (κατόψεις, όψεις, τομές) μερικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες στις συνδέσεις των φέροντων στοιχείων , 3d κατασκευαστικά σχέδια όλης της κατοικίας βήμα βήμα , ελέγχους πάνω σε κάμψη στα δοκάρια του παταριού και του αμοίβοντα της στέγης καθώς και στο τέλος τα συμπεράσματα στα οποία φτάσαμε.

Έν κατακλείδη, επιλέξαμε να ασχοληθούμε με το συγκεκριμένο μοντέλο δόμησης και όχι με κάποιο άλλο για 2 λόγους. 1<sup>ο</sup>) Κατασκευάζεται ακόμα και σήμερα με ιδιαίτερη άνοδο, παρότι η κατασκευαστική τεχνική του μετράει πάρα πολλά χρόνια. Σε χώρες όπως ο Καναδάς, η Αγγλία, η Γερμανία, οι Σκανδιναβικές χώρες παρουσιάζονται σε ευρεία κλίμακα. 2<sup>ο</sup>) Η κατασκευαστική του ιδιομορφία όπως αναλυτικά θα δείτε και μέσα από την πτυχιακή εργασία μας κέντρισε το ενδιαφέρον, ούτως ώστε να σχεδιάσουμε μια συμβατική κατοικία 70 m<sup>2</sup> .

Το βιβλίο Ξύλινες Κιριακές Κατασκευές από πυκνό και ελαφρύ σκελετό (TIMBER FRAME) μας παρέχει πληροφορίες για τα πλεονεκτήματα συμπεριλαμβανόμενων των αντισεισμικών ιδιοτήτων και της ταχύτητας συναρμολόγησης των ξύλινων κατασκευών όπως αναπτυχθηκαν και χρησιμοποιούνται στον Καναδά και το οποίο μεταφράστηκε από τον Π.Τουλιάτο Λεκτορα του Ε.Μ.Π. Εμείς από την πλευρά μας το χρησιμοποιήσαμε σαν οδηγό για την μελέτη που κάναμε για να κατασκευάσουμε μια κατοικία των 70 τετραγωνικών μέτρων (1 όροφος+πατάρι) πάνω στην οποία προσπαθήσαμε να αποτυπώσουμε όλη την κατασκευαστική τεχνική που θέτει το μοντέλο timber frame καθώς και όσο πιο ορθά μπορούσαμε την μεθοδολογία σχεδιασμού του.

