



Τ.Ε.Ι. Λάρισας  
Παράρτημα  
Καρδίτσας



Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου

**Α΄ ΤΟΜΕΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΞΥΛΙΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ  
ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ»**

**ΑΝΤΩΝΙΑΣ Ι. ΠΟΥΣΠΟΥΤΑΚΗ  
ΑΜ 986**



Επιβλέπων  
Δρ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΚΑΡΑΣ  
Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας

ΚΑΡΔΙΤΣΑ - ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2008

© 2008

Πουσπουτάκη Αντωνίας  
ALL RIGHTS RESERVED

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.</b>	1
<b>1. Η ΞΥΛΙΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.</b>	2
1.1 Δομικά προϊόντα ξύλου.	2
1.1.1 Ποιότητα και προδιαγραφές.	5
1.1.2 Η υγρασία του ξύλου.	10
1.1.3 Δομικά πάνελς σε μορφή σάντουιτς διαφόρων τύπων.	10
1.1.4 Υλικά θερμομόνωσης - ηχομόνωσης.	13
1.1.5 Υλικά συνδέσεων.	16
1.1.6 Συνδέσεις κορμών τοιχοποιίας.	21
1.2 Τεχνολογία κατασκευής κορμόσπιτων με οριζόντια τοποθέτηση κορμών.	25
1.3 Κατοικίες με ξύλινους κατακόρυφους στύλους ως φέροντα στοιχεία.	27
1.4 Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών από ελαφρύ ξύλινο σκελετό.	28
1.5 Κατοικίες με σκελετό τύπου «Truss framed systems».	30
1.6 Τεχνολογία κατοικίας από ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και «πάνελς»	31
1.7 Τεχνολογία κατοικίας από μπαμπού (bamboo).	32
1.8 Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών με αντικολλητές ξυλοπλάκες από στοιχεία φυσικής ξυλείας (cross laminated solid wood panels).	36
<b>2. Η ΞΥΛΙΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ - ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.</b>	42
2.1 Χαρακτηριστικά σεισμών.	42
2.1.1 Πως ορίζεται ο σεισμός	42
2.1.2 Είδη σεισμών.	43
2.1.2.1 Τεκτονικοί σεισμοί.	43
2.1.2.2 Ηφαιστειακοί σεισμοί.	43
2.1.3 Μέτρηση σεισμικών δονήσεων.	44
2.1.4 Σεισμικά κύματα.	44
2.2 Η σεισμικότητα στην Ελλάδα.	45
2.3 Το ελληνικό τόξο.	48
2.4 Σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων με ξύλινο σκελετό.	51
2.5 Συμπεριφορά των κατασκευών από ελαφρύ ξύλινο σκελετό (τύπου πλατφόρμας) στην Β. Αμερική.	53
2.6 Σεισμική συμπεριφορά ξύλινων κατασκευών στην Ιαπωνία.	55
2.7 Σεισμική συμπεριφορά κατοικιών από μπαμπού.	58
2.8 Σεισμική συμπεριφορά ξύλινων κατασκευών στην Ελλάδα.	59
2.8.1 Το παράδειγμα του « Ακρωτηρίου» στην Σαντορίνη (1500 π.Χ).	60
2.8.2 Παράδειγμα Λευκάδος (1800 μ.Χ).	62
2.9 Σύγχρονη αντισεισμική ξύλινη κατασκευή.	68
2.10 Σχεδιασμός της κατασκευής με αντισεισμική συμπεριφορά.	71
2.11 Συμπεριφορά των διαφόρων συνδέσεων σε κυκλική φόρτιση.	72
2.12 Συμπεριφορά και βλάβες των συνδέσεων.	72
2.13 Οι σεισμικές βλάβες των ξύλινων κατασκευών.	76
2.14 Ταξινόμηση σεισμικών βλαβών.	77
2.15 Μέθοδοι επισκευών και ενισχύσεων ξύλινων κατασκευών.	77
2.15.1 Σύσφιγξη συνδέσμων.	77
2.15.2 Προσθήκη συνδέσμων - Προσθήκη υλικού και μελών.	78

2.15.3	Αντικατάσταση.	.79
2.15.4	Ενίσχυση.	.80
2.15.5	Ενίσχυση του ξύλου.	.81
2.15.6	Ρωγμοπέδες.	.83
<b>3.</b>	<b>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.</b>	<b>.85</b>
3.1	Γενικά - Μέθοδοι.	.85
3.2	Ανάλυση δεδομένων - Συζήτηση.	.89
3.3	Γενικά Συμπεράσματα.	.95
3.4	Προτάσεις.	.96
<b>4.</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.</b>	<b>.97</b>
A)	Οι δομικοί κανονισμοί.	.97
B)	Ερωτηματολόγιο.	101
Γ)	Επιχειρήσεις κατασκευής και εμπορίας ξύλινων κατοικιών.	104
	1. ΕΛΑΤΟΝ Ε.Π.Ε.	104
	2. ΔΕΝΤΡΟΚΑΤΟΙΚΙΑ Ε.Π.Ε.	105
	3. ΚΟΡΜΟΣ Ε.Π.Ε.	107
	4. EU.RO.CO A.E.	108
	5. ECO DOMUS.	109
	6. LORD HELLAS .	110
	7. ΚΑΛΑΘΑΣ.	111
	8. ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ Ε.Ε	112
	9. LAPP PINE HOMES Ε.Π.Ε.	114
	10. ΡΟΜΒΟΣ Α.Ε.	114
	11. ΜΠΛΟΥΜΑΣ.	115
	12. BUILD A WOOD.	115
	13. DREAM HOUSE.	116
	14. ΣΕΛΗΝΑΣ Α.Β.Ε.	117
	15. ELELOUGHUSES	119
	16.WANDS Α. ΒΑΣΙΛΑΙΝΑΣ	120
Δ)	Επεξηγήσεις τεχνικής ορολογίας.	123
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.</b>	<b>189</b>

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην χώρα μας εμφανίζεται μειωμένη η χρήση του ξύλου ως δομικό υλικό. Ο μεγάλος αριθμός των προϊόντων ξύλου και των ειδών ξύλου με διαφορετικές ιδιότητες, η πολύπλοκη δομή και ανομοιογένεια του ξύλου, το καθιστούν δύσκολο στην κατεργασία του και εφαρμογή σε δομικές κατασκευές. Δεν υπάρχουν ειδικοί τεχνίτες ξύλου και δομικές εφαρμογές αλλά ούτε και ειδικοί μηχανικοί και εργολάβοι ξύλινων κατασκευών. Από την άλλη πλευρά η Πολιτεία δεν έχει οργανώσει ειδική Υπηρεσία για ξύλινες δομικές κατασκευές, η οποία να ελέγχει το όλο κύκλωμα μελέτης και κατασκευής ξύλινων κτιρίων.

Αποτέλεσμα της κατάστασης αυτής είναι να επικρατεί στην ελληνική αγορά μια αναρχία, να μη υπάρχει ουσιαστικός έλεγχος και να μη προστατεύονται τα δικαιώματα του ιδιοκτήτη ξύλινης κατοικίας.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η τεχνολογία της ξύλινης κατοικίας και επιχειρείται η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης στην ελληνική αγορά. Παράλληλα δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνολογία της αντισεισμικής ξύλινης κατοικίας.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η εργασία, αυτή αποτελεί την Πτυχιακή μου Διατριβή και εκπονήθηκε κατά την διάρκεια των σπουδών μου στο Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, ΤΕΙ Λάρισας - Παράρτημα Καρδίτσας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα μου και την αδερφή μου, για την πολύτιμη υποστήριξη που μου προσέφεραν τα τέσσερα αυτά χρόνια και σε όλη μου τη ζωή.

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κακαρά Ιωάννη που μου φέρθηκε σαν παιδί του. «Σ' ευχαριστώ για όλα δάσκαλε».

Ευχαριστώ όλους τους καθηγητές του Τμήματος για τις γνώσεις που μου προσέφεραν στον τομέα του ξύλου και επίπλου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην φίλη μου Κουβελιώτη Βίκη, που από την σύλληψη της ιδέας μέχρι την πραγματοποίηση και ολοκλήρωση της ήταν πάντα δίπλα μου.

### **Για τον Σταύρο Κατσαραγάκη**

**Μπορεί να μην σε γνώρισα αλλά διαβάζοντας κάποιες σκέψεις δικές σου, έμεινα στην φράση «να είσαι Άνθρωπος», θέλω να συμπληρώσω ότι για να είσαι ολοκληρωμένος άνθρωπος θα πρέπει να ρουφήξεις την γνώση, να γευτείς τις εμπειρίες, να χαρίσεις κάθε συναίσθημα. Εύχομαι παρ' όλου που έφυγες νωρίς, να τα έζησες όλα αυτά.**

**Κάθε δάκρυ και σκέψη μας εύχομαι να προστατεύει την ψυχή σου.**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ξύλο είναι ένα άριστο δομικό υλικό γιατί έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως: είναι μονωτικό υλικό, κατεργάζεται εύκολα, έχει υψηλή μηχανική αντοχή και ελαστικότητα, έχει μεγάλη ανθεκτικότητα σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες υποβάθμισης και έχει αισθητική υπεροχή.

Από το ξύλο παράγονται πολλά προϊόντα που χρησιμοποιούνται ως δομικά υλικά, όπως αντικολλητά, μοριοσανίδες, ινοσανίδες, επικολλητό ξύλο κ.α. Τα δεδομένα αυτά καθιστούν το ξύλο ιδανικό για κατασκευή ξύλινων κατοικιών και άλλων κτιρίων με την προϋπόθεση ότι εφαρμόζονται οι κανόνες τεχνολογίας στην κατεργασία του και οι τεχνικές στην κατασκευή της κατοικίας, οι οποίες αποτρέπουν την υποβάθμιση του ξύλου και εξασφαλίζουν μια στατική επάρκεια της κατασκευής.

Οι ιδιαιτερότητες των δεδομένων κλίματος και σεισμικότητας στην Ελλάδα επιβάλλουν στην εφαρμογή τεχνολογίας η οποία θα είναι προσαρμοσμένη στα δεδομένα αυτά. Ειδικότερα οι υψηλές θερμοκρασίες και οι ισχυροί άνεμοι δημιουργούν κινδύνους πυρκαγιών από εξωτερικά και εσωτερικά αίτια. Η Ελλάδα είναι έκτη παγκοσμίως σε έκλυση σεισμικής ενέργειας και πρώτη σε επίπεδο Ευρώπης.

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι: α) η συγκέντρωση στοιχείων συσσωρευμένης εμπειρίας παγκοσμίως η οποία αφορά την τεχνολογία των ξύλινων σπιτιών και αντοχή τους σε σεισμούς, β) η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης παραγωγής και εμπορίας ξύλινης κατοικίας στην Ελλάδα και γ) την εξαγωγή συμπερασμάτων και παρουσίαση προτάσεων που αφορούν τη βελτίωση της τεχνολογίας στην αντισεισμική προστασία των ξύλινων κατοικιών στην Ελλάδα.

## 1. Η ΞΥΛΙΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

### 1.1 Δομικά προϊόντα ξύλου

Τα προϊόντα ξύλου και άλλα βασικά υλικά, που χρησιμοποιούνται σε προκατασκευές ξύλινων σπιτιών είναι τα ακόλουθα:

- Λεπτή στρογγυλή ξυλεία (στύλοι) πεύκης, ψευδοτσούγκας, ελάτης, ερυθρελάτης, λάρικας.
- Πριστή ξυλεία κωνοφόρων (πεύκη, ελάτη, ερυθρελάτη, λάρικα, ψευδοτσούγκα), (Εικ. 1).
- Ξυλεία επένδυσης με μορφή (ραμποτέ) από ελάτη, πεύκη, ψευδοτσούγκα, λάρικα, ερυθρελάτη.
- Επικολητή ξυλεία σε διάφορες διαστάσεις δοκών από ελάτη, πεύκη, ερυθρελάτη (Εικ. 2).



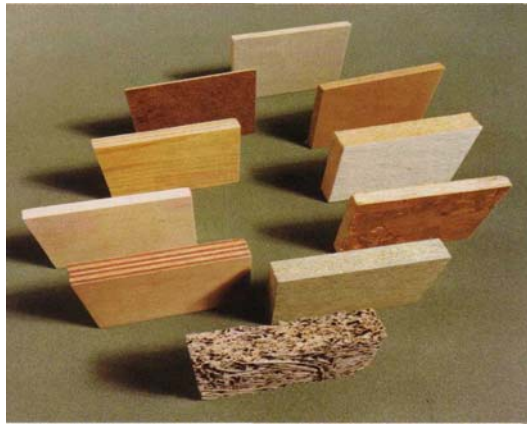
Εικ. 1. Πριστή ξυλεία



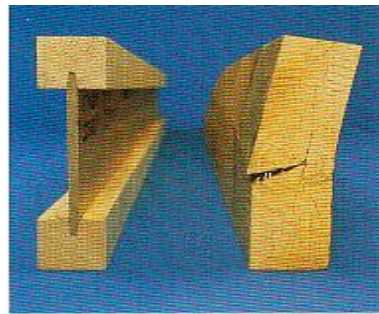
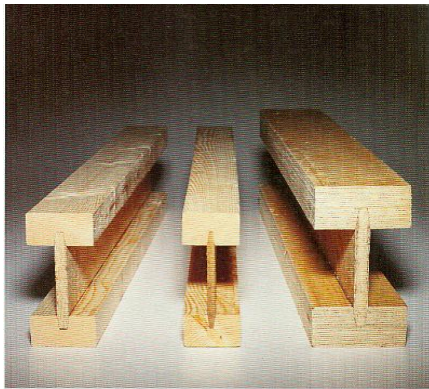
Εικ. 2. Δοκοί επικολητού ξύλου (σύνθετη ξυλεία, Glue lam).

- Προϊόντα ξυλοπλακών όπως: μοριοσανίδες, ινοσανίδες, O.S.B, αντικολλητά, επικολητές ξυλοπλάκες, τσιμεντοσανίδες (Εικ. 3).
- Νέα προϊόντα ξύλου σε μορφή πριστών και ξυλοδοκών όπως:
  - α) Σύνθετη ξυλεία από συγκολλημένα και παράλληλα μεταξύ τους πλανίδια ξύλου LSL (Laminated Strand Lumber),
  - β) Ειδικοί δοκοί διπλού ταφ (I BEAM) από LVL και νεύρωση από O.S.B, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως στοιχεία σκελετού τοίχων, στέγης, πατωμάτων (Εικ. 4).
  - γ) Ξυλοδοκοί από συγκολλημένες λωρίδες ξυλοφύλλων PSL ( Parallel Strand Lumber).





Εικ. 3. Διάφοροι τύποι ξυλοπλακών: (αντικολλητά, μορισσανίδες, τσιμεντοσανίδες).



Εικ. 4. Ξύλινοι δοκοί τύπου διπλού ταφ (I).

δ) Το impreg (εμποτισμένο συμπίεσμένο) ξύλο. Το impreg είναι ξύλο κυρίως οξιάς, το οποίο κατ' αρχήν εμποτίζεται με φαινολική ρητίνη και αμέσως μετά πριν ακόμα σκληρυνθεί η κόλλα συμπιέζεται με άσκηση φορτίου 1000psi περίπου έως ότου αποκτήσει πυκνότητα  $1.35\text{gr/cm}^3$ .

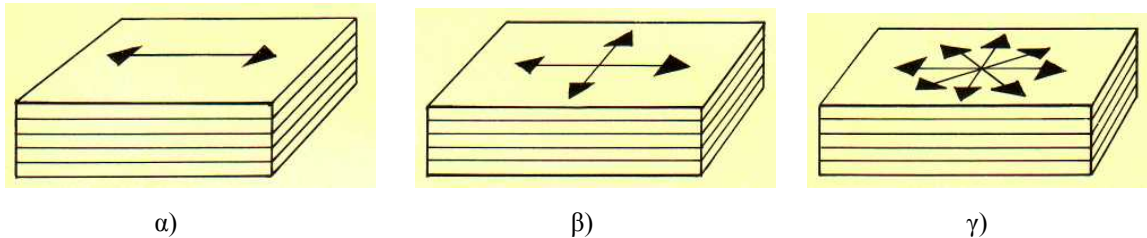
Ένα τέτοιο προϊόν, σε μορφή αντικολλητού (κόντρα πλακέ), γνωστό ως Lignostone, παράγεται από ξυλόφυλλα οξιάς, τα οποία εμποτίζονται με ρητίνες και στη συνέχεια συμπιέζονται σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Τα ξυλόφυλλα τοποθετούνται προς συγκόλληση κατά τρόπο ώστε η κατεύθυνση των ινών κάθε ξυλοφύλλου να είναι είτε παράλληλη μεταξύ τους (μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό παράλληλα προς τις ίνες), είτε κάθετη μεταξύ τους (υψηλή ομοιόμορφη μηχανική αντοχή), είτε σε γωνία των  $45^\circ$  (Σχήμα 1).

Οι κατασκευαστικές ιδιότητες του προϊόντος αυτού είναι καλύτερες από κάθε γνωστό τροπικό ξύλο και ταξινομούνται μεταξύ ξυλείας και χάλυβα. Οι διαστάσεις του είναι  $2400 \times 2200\text{mm}$  σε πάχη 6-120mm. Το προϊόν αυτό χρησιμοποιείται σε ξύλινες δομικές κατασκευές

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις υψηλής μηχανικής αντοχής όπως στις επιφάνειες συνδέσεων ξύλινων δοκών σκελετού κτιρίων και σε συνδέσεις ξύλινων ζευκτών στέγης (Εικ. 5).

Ο εμποτισμός των ξυλοφύλλων με συνθετικές ρητίνες πριν τη συμπίεση εξασφαλίζει σταθερότητα διαστάσεων στην κατασκευή διότι εξαλείφει την πρόσληψη και αποβολή υγρασίας. Για το λόγο αυτό και ενδείκνυται η εφαρμογή του σε εξωτερικές συνθήκες.



Σχήμα 1. Το προϊόν Lignostone. Ξυλόφυλλα οξιάς εμποτισμένα και πιεσμένα, τα οποία στη συνέχεια συγκολλούνται είτε σε παράλληλη διάταξη ινών (α), είτε σε κάθετη διάταξη ινών (β) είτε με γωνία 45° ανά δύο (γ).



Εικ. 5. Εφαρμογή του Lignostone στην ενίσχυση συνδέσεων ζευκτών στέγης μεγάλων ανοιγμάτων.

ε) Πολύστρωμη αντικολλητή ξυλοπλάκα από συμπαγές φυσικό ξύλο (cross laminated solid wood panels), (Εικ. 6).



α)



β)

Εικ. 6. α) Πολύστρωμη αντικολλητή ξυλοπλάκα από συμπαγές φυσικό ξύλο υπό μορφή σύνδεσης με ξένο μόρσο, β) εφαρμογή για στέγη.

στ) Στύλοι μπαμπού (Εικ. 7).



α)



β)

Εικ. 7. α) Στύλοι μπαμπού μετά την υλοτομία, β) εφαρμογή σε πλαίσια σκελετού κατοικίας.

### 1.1.1 Ποιότητα και προδιαγραφές

Η ξυλεία που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή μιας ξύλινης κατοικίας, θα πρέπει να έχει υποστεί ποιοτικό έλεγχο και να είναι πιστοποιημένη ώστε να εξασφαλίζεται η καταλληλότητα της για δομική χρήση.

Είναι γεγονός ότι συχνά παρατηρούνται και περιγράφονται σφάλματα πριν ή κατά την κατασκευή των κατοικιών, που καλό είναι να αποφεύγονται. Ο κυριότερος λόγος που συμβαίνουν αυτά τα σφάλματα είναι η έλλειψη γνώσης πάνω στο ξύλο, καθώς και λάθη που οφείλονται σε εσφαλμένη εφαρμογή, ειδικά όσο αφορά τη μόνωση και τη συντήρηση της ξύλινης κατοικίας, σύμφωνα με τα δεδομένα που επιβάλλουν οι κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας. Σημειωτέον, η κορμοκατοικία ουδεμία σχέση έχει με τις συμβατικές κατοικίες της χώρας μας, οι οποίες έχουν σκελετό από σκυρόδεμα και χάλυβα. Τα κυριότερα σφάλματα που πρέπει να αποφεύγονται στην στρογγυλή και πριστή ξυλεία είναι τα παρακάτω:

Οι κορμοί αφήνονται συχνά σε ανοιχτά οικόπεδα, δηλ. σε ακάλυπτο χώρο, χωρίς τη λήψη στοιχειωδών μέτρων σωστής στοίβαξης και προστασίας, με αποτέλεσμα μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 2-6 μήνες) και πριν το στήσιμο της κορμοκατοικίας να παρατηρείται πρόωρη γήρανση του ξύλου και σφάλματα όπως:

- Έντονη *κνάνωση* του ξύλου η οποία προκαλείται από μύκητες *Ceratocystis* που προσβάλλουν το ξύλο κυρίως της πεύκης αλλά και της ελάτης. Τα δένδρα προσβάλλονται αμέσως μετά την υλοτόμησή τους και κατά την πρίση του ξύλου προτού να γίνει η ξήρανση, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες υγρασίας του ξύλου (πάνω από 20%), οξυγόνου

και θερμοκρασίας αέρα (23-30°C). Το προσβλημένο ξύλο γίνεται κυανότεφορο έως κυανόμαυρο. Μετά την πίση, η προσβολή των πριστών αποφεύγεται αν γίνει τεχνητή ξήρανση ή εμβάπτιση σε μυκητοκτόνο διάλυμα και στη συνέχεια ξήρανση με φυσικό τρόπο. Η προσβολή αυτή προκαλεί και έντονη οπτική υποβάθμιση γιατί «μελανώνει» το ξύλο.

- Εμφανή *ευρωτίαση* σε κατά μήκος αλλά κυρίως σε εγκάρσιες διατομές των κορμών με προσβολή του ξύλου από μύκητες ευρωτίασης που προκαλούν έντονη οπτική υποβάθμιση του ξύλου.
- Έντονη *ραγάδωση* των κορμών, τόσο κατά μήκος, όσο και στις εγκάρσιες τομές (*σόκορα*). Οι ραγάδες είναι συνήθως ακτινικές (στην κατεύθυνση των ακτίνων των κορμών) με βάθος, και έτσι υποβαθμίζουν τα δομικά στοιχεία - κορμίδια και προκαλούν μείωση της μηχανικής αντοχής. Το γεγονός αυτό υποβαθμίζει σταδιακά την όλη ξύλινη κατασκευή.

Συχνά, είναι δυνατό η χρησιμοποιούμενη ξυλεία να μην είναι της προβλεπόμενης ποιότητας και να συναντάμε τα ακόλουθα σφάλματα:

- Αρκετά μεγάλη παρουσία *νεκρών ρόζων* (ξηραμένα και νεκρά τμήματα κλαδιών που εγκλωβίζονται μέσα στον κυρίως κορμό σε πλάγια προς τον άξονα του κορμού κατεύθυνση) σε μεγάλο ποσοστό των κορμών. Οι ρόζοι αποτελούν το κυριότερο κριτήριο για την ταξινόμηση της ξυλείας σε ποιότητες. Η εργασία αυτή γίνεται είτε οπτικά, είτε με ειδικές μηχανές, οι οποίες υπολογίζουν τη μηχανική αντοχή και ειδικά την αντοχή σε κάμψη των πριστών και ανάλογα τα κατατάσσουν σε ποιότητες. Σημασία έχει το μέγεθος των ρόζων, η απόσταση μεταξύ τους και το ποσοστό της επιφάνειας που καλύπτουν σε εγκάρσια τομή του πριστού.

Το σφάλμα των νεκρών ρόζων είναι σφάλμα που επηρεάζει αρνητικά και την αισθητική των κορμών. Είναι γνωστό από τεχνικής άποψης ότι **η παρουσία των νεκρών ρόζων είναι ανεπιθύμητη σε ξύλινες δομικές εφαρμογές.**

- Μπορεί σε μικρό αριθμό κορμών να είναι εμφανές το σφάλμα της *στρεψοϊνίας*. Πρόκειται για σφάλμα δομής του ξύλου, όπου οι ίνες του ξύλου δεν είναι παράλληλες προς τον άξονα του κορμού αλλά ακολουθούν μια ελικοειδή πορεία γύρω από τον άξονα του κορμού. Το σφάλμα αυτό προκαλεί πολύ μεγάλη μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου αλλά και συστροφή του κορμού κατά την πρόσληψη και αποβολή υγρασίας από και προς την ατμόσφαιρα. Οι τάσεις που δημιουργούνται κατά τη συστροφή των κορμών είναι πολύ μεγάλες και παρασύρουν και τους άλλους κορμούς

προκαλώντας παραμόρφωση της τοιχοποιίας. Για τους λόγους αυτούς το σφάλμα αυτό δεν πρέπει να υπάρχει σε μορφοποιημένους κορμούς ξύλινων κατασκευών.

- Μπορεί να παρατηρηθούν τεμάχια κορμών με παρουσία ξύλου με ανώμαλη δομή (*θλιψιγενές ξύλο*). Το σφάλμα αυτό προκαλεί στρεβλώσεις και για το λόγο αυτό είναι απαγορευτική η παρουσία του σε κατασκευές κορμόσπιτων.
- Ρητινοθύλακες, οι οποίοι είναι επιμήκη φακοειδή ανοίγματα στα όρια συνήθως των αυξητικών δακτυλίων που είναι γεμάτα με ρητίνη (ρετσίνι). Αιτία σχηματισμού τους φαίνεται να είναι πιθανοί κραδασμοί ή κάμψη του δένδρου. Το σφάλμα αυτό παρατηρείται σε κωνοφόρα που φέρουν ρητινοφόρους αγωγούς .
- Σχισίματα συναντώνται σε δέντρα εκτεθειμένα σε ακραίες καιρικές συνθήκες, όπως αυτά που αναπτύσσονται στις κορυφές των βουνών. Μια σχισμή είναι ένα ρήγμα ανάμεσα σε δύο ετήσιους δακτυλίους. Τα σχισίματα αδυνατίζουν το ξύλο και εάν πρόκειται για μεγάλα τεμάχια ξύλου, υπάρχει ο κίνδυνος να αποκοπούν τμήματα.

Σε μερικά είδη ξύλου είναι πολύ πιθανό μετά την πρίση να εμφανιστούν σχισμές. Τα ξύλα έχουν διαφορετικό βαθμό ρίκνωσης. Αν ένα ξύλο χάνει την υγρασία του πολύ γρήγορα είναι πιθανό να εμφανίσει σχισμές, για αυτό θα ήταν καλό να επεξεργάζεται αμέσως μετά την κοπή του και σε σκιερό μέρος.

Η ποιότητα της πιστής ξυλείας εξαρτάται βασικά από την ποιότητα της στρογγυλής, αλλά μπορεί να επηρεαστεί και από την πρίση.

Όπως συμβαίνει με όλα τα προϊόντα (γεωργικά, βιομηχανικά), η πιστή ξυλεία πρέπει να προσφέρεται στο εμπόριο τυποποιημένη από άποψη διαστάσεων και ποιότητας.

Η ποιοτική ταξινόμηση βασίζεται σε ορισμένους κανόνες, οι οποίοι αναφέρονται σε ελαττώματα του ξύλου, όπως είναι ρόζοι (σύμφυτοι, αποπίπτοντες, θλιψιγενές ξύλο, στρεψοϊνία, μεταχρωματισμός, ελλειμματική διάσταση, λειψιάδες, κ.ά.). Οι κανόνες αυτοί διαφέρουν για διάφορα είδη ξύλου και σε διάφορες χώρες και τα ελαττώματα έχουν διαφορετική σημασία σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα.

Στα κωνοφόρα, η ταξινόμηση βασίζεται στον αριθμό και το μέγεθος των ελαττωμάτων (**defect system**). Επίσης έχουν σημασία οι διαστάσεις του πιστού. Η κατεργασία (για παραγωγή διαφόρων προϊόντων) δεν λαμβάνεται υπόψη παρ' όλο πού, αν τα ελαττώματα βρίσκονται στις άκρες, η απομάκρυνση τους θα μπορούσε να αλλάξει ουσιαστικά την ποιοτική ταξινόμησή του.

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Τα πλατύφυλλα σπάνια ταξινομούνται με αυτόν τον τρόπο. Η ταξινόμηση τους συνήθως βασίζεται στο ποσοστό καθαρού ξύλου (χωρίς ελαττώματα) που είναι δυνατό να παραχθεί από ένα πριστό, σε συσχετισμό με τον αριθμό και το μέγεθος των χρήσιμων «τεμαχίων» του. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα (**cutting system**), μεγάλο ποσοστό καθαρής επιφάνειας και μικρός αριθμός καθαρών τεμαχίων σημαίνουν καλύτερη ποιότητα. (Κακαράς, Μαντάνης).

Οι ποιότητες πριστής ξυλείας κωνοφόρων διαφέρουν για διάφορα είδη ξύλου και σε διάφορες χώρες (Πίνακας 1). Στη Γερμανία και Αυστρία διακρίνονται τέσσερις ποιότητες δασικής πεύκης και πέντε ποιότητες ελάτης, ερυθρελάτης και λάρικας. Στη Βρετανία πέντε ποιότητες. Στις Σκανδιναβικές χώρες (Σουηδία, Νορβηγία, Φιλανδία), η ξυλεία (δασική πεύκη, ερυθρελάτη) ταξινομείται σε έξι ποιότητες (αλλά συνήθως οι ποιότητες I - IV δεν διαχωρίζονται, προσφέρονται στο εμπόριο σε μία κατηγορία ως «αταξινόμητη» ξυλεία). Το ίδιο ισχύει για ξυλεία του Α. Καναδά, ενώ σε ξυλεία που προέρχεται από τη ΒΔ. και Β. Αμερική (Καναδάς, Η.Π.Α.) διακρίνονται επτά ποιότητες και στη Ρωσία πέντε ποιότητες (I - III «αταξινόμητη»).

Η ξυλεία πλατύφυλλων ταξινομείται στις Η.Π.Α. σε επτά ποιότητες, στη Βρετανία σε τέσσερις, και στη Γερμανία σε τέσσερις ή δεν διακρίνονται ποιότητες. Η Ασιατική ξυλεία ταξινομείται επίσης σε τέσσερις ποιότητες.

**Πίνακας 1. Κριτήρια ποιοτικής ταξινόμησης ξυλείας ελάτης, ερυθρελάτης & πεύκης.**

<b>ΕΛΑΤΗ, ΕΡΥΘΡΕΛΑΤΗ</b>	
<b>Ποιότητα 0</b>	Ξυλεία καθαρή, χωρίς μεταχρωματισμούς και θλιψιγενές ξύλο. <i>Επιτρέπονται:</i> Κάθε τρέχον μέτρο 1 ρόζος σύμφυτος μέχρι 2 x 5 cm, ή 1 ρητινοθύλακας μέχρι 5x0.5cm, μικρές ραγάδες και λειψάδες και απόκλιση από επιπεδότητα (κάμψη) μέχρι 2cm/m <sup>2</sup> .
<b>Ποιότητα I</b>	Χωρίς θλιψιγενές ξύλο. <i>Επιτρέπονται:</i> Κάθε m <sup>2</sup> 1 μικρός αποπίπτων ρόζος (σύμφυτοι μέχρι 2x5cm, απεριόριστοι), ελαφρός μεταχρωματισμός κατά θέσεις, μικροί ρητινοθύλακες, μικρές ραγάδες (και στις άκρες), μικρές λειψάδες και κάμψη μέχρι 2cm/ m <sup>2</sup> .
<b>Ποιότητα II</b>	Χωρίς οπές εντόμων. <i>Επιτρέπονται:</i> Κάθε m <sup>2</sup> 2 μικροί αποπίπτοντες ρόζοι (σύμφυτοι μέχρι 2x5cm απεριόριστοι), ελαφρός μεταχρωματισμός κατά θέσεις, μικροί ρητινοθύλακες, μικρές ραγάδες (και στις άκρες), μικρές λειψάδες.
<b>Ποιότητα III</b>	<i>Επιτρέπονται:</i> Λίγοι αποπίπτοντες ρόζοι με μέσο μέγεθος, υγιείς απεριόριστοι, μεταχρωματισμός μέχρι 40% της επιφάνειας, ρητινοθύλακες με μέσο μέγεθος σε μικρό αριθμό, ραγάδες και λειψάδες με μέσο μέγεθος, περιορισμένη προσβολή από έντομα.
<b>Ποιότητα IV</b>	<i>Επιτρέπονται:</i> Όλα τα ελαττώματα εφόσον το ξύλο είναι χρήσιμο.

ΠΕΥΚΗ	
<b>Ποιότητα I</b>	Χωρίς διαμετρικές (ακτινικές) ραγάδες. <u>Επιτρέπονται:</u> Λίγοι μικροί, υγιείς ρόζοι, περιορισμένη κυάνωση, λίγοι μικροί ρητινοθύλακες, λίγες μικρές ραγάδες και λειψάδες.
<b>Ποιότητα II</b>	<u>Επιτρέπονται:</u> Μικροί, υγιείς και λίγοι αποπίπτοντες ρόζοι, εκτεταμένη κυάνωση, απεριόριστοι ρητινοθύλακες, λίγες ευθείες, ακραίες ραγάδες (και διαμπερείς) με μήκος όχι μεγαλύτερο από το πλάτος του πριστού, μικρές λειψάδες.
<b>Ποιότητα III, IV</b>	Όπως στην <b>ελάτη και ερυθρελάτη.</b>

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιούνται σε δομικές κατασκευές και οι ισχύουσες ήδη Ευρωπαϊκές προδιαγραφές τυποποίησης. Η χώρα μας είναι υποχρεωμένη να προσαρμοστεί στις ισχύουσες Ευρωπαϊκές προδιαγραφές, οι οποίες είναι πλέον νόμος για όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

**Πίνακας 2. Προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιούνται σε δομικές κατασκευές και οι ισχύουσες Ευρωπαϊκές προδιαγραφές.**

Προϊόν	Προδιαγραφή	Ημερομηνία εφαρμογής
Ξυλοπλάκες	EN 13986	01-04-06
Προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία	EN 14250	01-09-06
LVL για κατασκευές	EN 14374	01-09-06
Ξυλεία πατωμάτων	EN 14342	01-03-07
Επικολητή ξυλεία	EN 14080	01-04-07
Πελεκητή ξυλεία κατασκευών	EN 14081	01-09-07
Ξυλοπλάκες και επενδύσεις από μασίφ ξύλο	EN 14915	Καλοκαίρι 08
Ξυλεία κατασκευών με finger joint	EN 15497	
Εμποτισμένη ξυλεία κατασκευών	EN 15228	
Στύλοι	EN 14229	Άνοιξη 09
Στρογγύλη ξυλεία κατασκευών	EN 14544	Άνοιξη 09
Μεταλλικές συνδέσεις	EN 14545 / EN 14592	Άνοιξη 09
Προκατασκευασμένα στοιχεία	EN 14732	Άνοιξη 09

### 1.1.2 Η υγρασία του ξύλου

Το ξύλο λόγω της χημικής του σύστασης είναι ένα υγροσκοπικό υλικό. Έχει δηλαδή την ιδιότητα να προσλαμβάνει και να αποβάλλει υγρασία από και προς το περιβάλλον του. Όταν ένα ξύλο λάβει ένα συγκεκριμένο ποσοστό υγρασίας και φθάσει στη μέγιστη διόγκωση του σταματά την πλήρωση των κυτταρικών τοιχωμάτων και συνεχίζει την πλήρωση των κοιλοτήτων με αποτέλεσμα να αυξάνεται το βάρος του, σαν ένα σφουγγάρι που σταματάει να απορροφάει το νερό.

Στις ξυλοκατασκευές, τα φαινόμενα της ρίκνωσης και της διόγκωσης επηρεάζουν σημαντικά τις μηχανικές ιδιότητες αυτών.

Όσον αφορά την ξυλεία κωνοφόρων που προορίζεται για στέγες, η υγρασία θα πρέπει να βρίσκεται σε ποσοστό 12 έως 15%, η ξυλεία για κατασκευές μπαλκονιών και εξωτερικών κουφωμάτων σε ποσοστό 10 έως 12%, ενώ η ξυλεία πατωμάτων σε συνεχώς θερμαινόμενα σπίτια, σε ποσοστό 7 έως 8%. Είναι λοιπόν φανερό ότι, η επιλογή της σωστής ξυλείας είναι ένα σύνθετο πρόβλημα καθώς απαιτεί την μελέτη αρκετών παραμέτρων (μελέτη περιβάλλοντα χώρου, κ.α.) και τη σωστή πρόληψη προκειμένου να πετύχουμε μια πολύχρονη και μεγίστης ανθεκτικότητας ξυλοκατασκευή.

### 1.1.3 Δομικά πάνελς σε μορφή σάντουιτς διαφόρων τύπων

Με σκοπό τη βιομηχανική παραγωγή ημίτοιμων και έτοιμων κατασκευών, έχουν παραχθεί πολλά είδη πάνελς σε μορφή σάντουιτς διαφόρων στρώσεων για συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως:

- Εξωτερικές και εσωτερικές επενδύσεις τοίχων προκατασκευασμένων σπιτιών,
- εσωτερικά χωρίσματα σπιτιών και άλλων χώρων καταστημάτων,
- υποδομή ειδικών πατωμάτων,
- πόρτες,
- ειδικά ηχομονωτικά - θερμομονωτικά - διακοσμητικά πάνελς.

Οι στρώσεις που αποτελούν τα πάνελς αυτά είναι:

- αντικολλητά - M.D.F - κοινές μοριοσανίδες - μοριοσανίδες τύπου O.S.B,
- διακοσμητικά ξυλόφυλλα,
- διογκωμένη πολυουρεθάνη,
- στρώσεις φελλού,
- φύλλα αλουμινίου,
- στρώσεις πολυμερών.



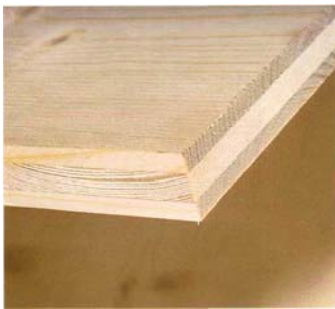
## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Η σύνθεση των στρώσεων εξαρτάται από την τελική χρήση. Επιλέγουμε συγκεκριμένες στρώσεις τις οποίες συγκολλούμε στο επιθυμητό πάχος σε ειδική πρέσσα.

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι τέτοιων πάνελς με τις αντίστοιχες εφαρμογές, είναι οι ακόλουθοι:

### A) Πάνελ 3 στρώσεων:

- Πάνελ 3 στρώσεων από: *Αντικολλητή ξυλόπλακα 3 στρώσεων από μασίφ ξύλο πεύκης, δρυός, οξυάς κ.α. με την εμπορική ονομασία 3 ply board.* Εφαρμογές: εσωτερική και εξωτερική επένδυση τοίχων, ξυλουργικές κατασκευές και έπιπλα (Εικ. 8).



Εικ. 8. Αντικολλητή ξυλόπλακα 3 στρώσεων.

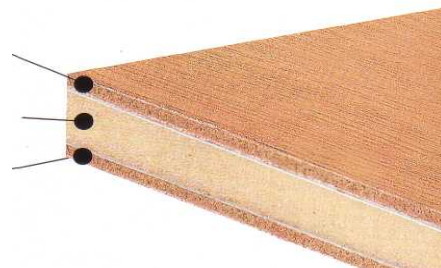


Εικ. 9. Πάνελ 3 στρώσεων από m.d.f – o.s.b – m.d.f.

- Πάνελ 3 στρώσεων από: *M.D.F - O.S.B - M.D.F* με την εμπορική ονομασία triboard, το οποίο χρησιμοποιείται σε εσωτερικούς τοίχους, σκάλες, πόρτες, πατώματα (Εικ. 9).
- Πάνελ 3 στρώσεων από: *Αντικολλητό 3 ή 5 στρώσεων - διογκωμένη πολυουρεθάνη - αντικολλητό 3 ή 5 στρώσεων:* χρησιμοποιείται για εξωτερική επένδυση σπιτιών από ξύλινο σκελετό ή για εσωτερικά χωρίσματα (Εικ. 10).



Εικ. 10. Αντικολλητό 3 ή 5 στρώσεων  
(εξωτερική επένδυση).



Εικ. 11. Αντικολλητό 3 ή 5 στρώσεων  
(εσωτερικά χωρίσματα).

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

- Πάνελ 3 στρώσεων από: *Αντικολλητό 3 ή 5 στρώσεων - μονωτική ινοπλάκα - αντικολλητό 3 ή 5 στρώσεων*: χρησιμοποιείται για εσωτερικά χωρίσματα διαφόρων χώρων (Εικ. 11).
- Πάνελ 3 στρώσεων από : *O.S.B - διογκωμένη πολουρεθάνη - O.S.B*: χρησιμοποιείται για εξωτερική επένδυση σπιτιών με ξύλινο σκελετό και επικάλυψη σκελετού στεγών.

B) Πάνελ 5 στρώσεων:

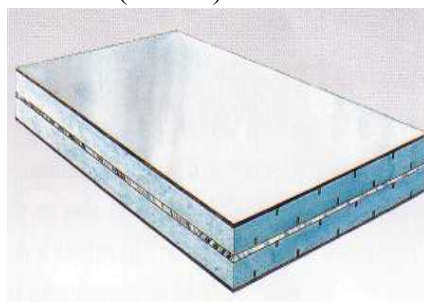
- Πάνελ 5 στρώσεων από: *Ξυλόφυλλο - O.S.B - ξυλόφυλλο - O.S.B ξυλόφυλλο*: Χρησιμοποιείται για επικάλυψη τοίχων εξωτερικής χρήσεως.
- *Ολόσωμο πάνελ τοιχοποιίας 3 ή 5 στρώσεων με αντικολλητή διάταξη των στρώσεων*. Η κάθε στρώση αποτελείται από πριστά ίδιου πάχους 2 έως 3cm τα οποία συγκολλούνται πλευρικά και δημιουργούν μια επικολλητή ξυλοπλάκα. Το συνολικό πάχος του πάνελ τοιχοποιίας είναι 8-10cm έως 25cm. Η μεσαία στρώση του πάνελ μπορεί να είναι από κόντρα πλακέ πάχους 8 έως 16mm για περιπτώσεις ενισχυμένου πάνελ τοιχοποιίας (Εικ. 12).



Εικ. 12. Ολόσωμο πάνελ τοιχοποιίας 3 ή 5 στρώσεων με αντικολλητή διάταξη των στρώσεων.

Γ) Πάνελ για πόρτες:

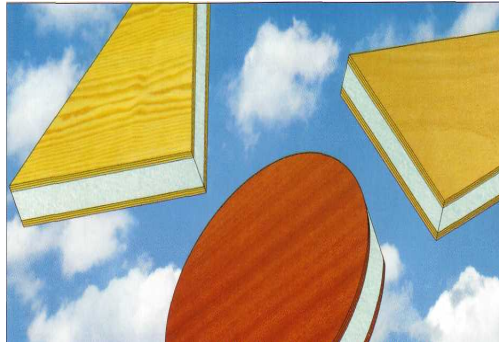
- Πάνελ 5 στρώσεων από: *H.P.L - λεπτή στρώση αλουμινίου - στρώση πολουρεθάνης - λεπτή στρώση αλουμινίου - H.P.L* (Εικ. 13).



Εικ. 13. Πάνελ για πόρτες.

Δ) Πάνελ υψηλής ηχομόνωσης για επικάλυψη τοίχων:

- Αντικολλητό 5 στρώσεων - πολυμερές υψηλής πυκνότητας - αντικολλητό 5 στρώσεων (Εικ. 14).



Εικ. 14. Αντικολλητό 5 στρώσεων.

Ε) Πάνελ για φάτσες κτιρίων και νταμπλάδες πορτών και χωρισμάτων:

- PVC - εξηλασμένη πολυστυρόλη - PVC.

### 1.1.4 Υλικά θερμομόνωσης και ηχομόνωσης.

Η θερμομόνωση ενός σπιτιού καθορίζεται από την θερμοχωρητικότητα των υλικών κατασκευής του, δηλαδή από την ποσότητα της θερμότητας που πρέπει να απορροφήσουν τα υλικά αυτά για να αρχίσει μετά να θερμαίνεται και ο εσωτερικός χώρος. Το ξύλο έχει μικρή θερμοχωρητικότητα ως υλικό, σε αντίθεση με τα συμβατικά υλικά, όπως μπετόν και πέτρα, που έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα, το οποίο σημαίνει ότι το ξύλινο σπίτι θερμαίνεται πολύ πιο γρήγορα. Π.χ. ένα ξύλινο σπίτι 100m<sup>2</sup> περίπου θα έρθει στο εσωτερικό του στην επιθυμητή θερμοκρασία των 22°C με εξωτερική θερμοκρασία 0 έως 5°C σε διάστημα 2 ωρών περίπου, σε αντίθεση με το μπετόν και τη πέτρα που χρειάζονται περίπου 24 ώρες. Το ξύλο είναι 9 φορές πιο μονωτικό από το μπετόν, 700 φορές από τον σίδηρο και 2.000 φορές από το αλουμίνιο. Το ξύλο είναι το καλύτερο θερμομονωτικό υλικό λόγω της υφής του, επειδή αποτελείται από πολλά ινώδη κύτταρα που περικλείουν μεταξύ τους μικρές ποσότητες ακίνητου αέρα. Σε έρευνες έχει αποδειχθεί ότι τα σπίτια με κορμούς δένδρων έχουν 24 έως 46% λιγότερη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση (Κακαράς, 2004).

Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η καλή θερμομόνωση του ξύλου λειτουργεί αντιστρόφως με αποτέλεσμα την δροσιά. Η κατασκευή της σκεπής, η οποία είναι αεριζόμενη και με μεγάλο πάχος μονωτικού υλικού 100 έως 190mm, βοηθά στην εξασφάλιση ζέστης το χειμώνα και δροσιάς το καλοκαίρι. Επίσης οι κατασκευές στήριξης των ενδιάμεσων ορόφων αλλά και του ισογείου μονώνονται με τα ίδια υλικά.

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

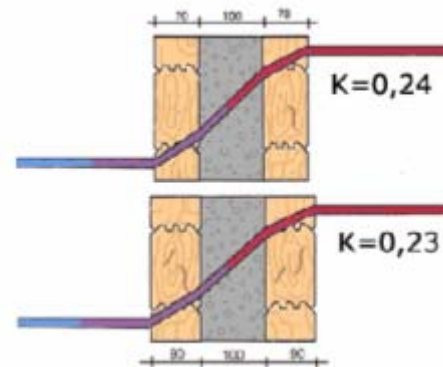
Ξύλινη δοκός με διατομή 95x170mm που χρησιμοποιείται στις κατοικίες έχει ηχομόνωση 35db. Όσο αυξάνουμε την διατομή του κορμού π.χ. 120x170mm, 145x170mm, 170x170mm κ.λ.π. τόσο αυξάνεται και η ηχομόνωση. Οι κατασκευές στήριξης των ενδιάμεσων ορόφων, με ανάλογη μόνωση περιορίζουν την μετάδοση των ήχων που γίνονται στις επιφάνειες των πατωμάτων. Τα παράθυρα και οι πόρτες έχουν ηχομόνωση 38db (διπλά τζάμια, αεροστεγή). Σε περίπτωση που θέλουμε να αυξήσουμε και άλλο την ηχομόνωση σε ένα χώρο, το επιτυγχάνουμε με την εφαρμογή μόνωσης στην τοιχοποιία και πάνελ ίδιας εμφάνισης με τους κορμούς.

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα υλικά θερμομόνωσης και ηχομόνωσης που χρησιμοποιούνται στις ξύλινες κατοικίες.

**Πετροβάμβακας:** Ελληνικό προϊόν (Μήλος). Παράγεται από επεξεργασία μίγματος ορυκτογενών πετρωμάτων που αφθονούν στη φύση όπως: ηφαιστιογενή πετρώματα, ασβεστόλιθο, δολομίτη και βωξίτη (Εικ. 15). Είναι θερμοηχομονωτικό υλικό υψηλής ποιότητας και αντοχής σε μεγάλες θερμοκρασίες εξασφαλίζοντας έτσι την πυραντίσταση της κατασκευής (Σχήμα 2). Οι ίνες αντέχουν σε υψηλότερες από 1000C° θερμοκρασίες, καθώς δεν επηρεάζονται οι μονωτικές ιδιότητες του υλικού ούτε η διαστασιακή του σταθερότητα. Διαθέτει χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $K = 0.033$  (W/m\*k).



Εικ. 15. Πετροβάμβακας.



Σχήμα 2. Τοιχοποιία με θερμοηχομονωτικό υλικό τον πετροβάμβακα.

Ως υλικό χαμηλής πυκνότητας με εξαιρετικές ιδιότητες θερμομόνωσης και ηχομόνωσης, ο **διογκωμένος περλίτης** (Εικ. 16) χρησιμοποιείται για την κατασκευή ελαφροβαρών δομικών υλικών (ψευδοροφές, μονωτικές πλάκες, μονώσεις δαπέδων κ.λ.π.) καθώς και επιχρισμάτων (σοβάδες, κονιάματα), καθώς επίσης και ως ελαφρύ σκυρόδεμα ("περλιτόδεμα") με πυράντοχες ιδιότητες.

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Η φιλική προς το περιβάλλον φύση του τον κάνει να υπερτερεί έναντι των άλλων μη φυσικών υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές.



Εικ. 16. Περίλτης υπό μορφή σκόνης.



Εικ. 17. Υαλοβάμβακας με φύλλο αλουμινίου.



Εικ. 18. Στεγανωτική μεμβράνη.



Εικ. 19. Ηρακλείτης.

**Υαλοβάμβακας με φύλλο αλουμινίου:** Θερμική συμπεριφορά: Υψηλή αντίσταση στη θερμότητα. Ακουστική συμπεριφορά: Άριστη αντιμετώπιση του αερόφερτου και του κτυπογενούς ήχου. Συμπεριφορά στη φωτιά: Είναι προϊόν άκαυστο (κλάση 0). Ανθεκτικός στη σήψη και στην υγρασία (Εικ. 17).

**Στεγανωτική μεμβράνη:** Στεγανωτικό προϊόν υψηλής ποιότητας. Ευκαμψία σε χαμηλές θερμοκρασίες. Εξαιρετική σταθερότητα χαρακτηριστικών. Αυξημένη αντοχή στη γήρανση. Μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος λειτουργίας. Αυξημένη αντοχή σε διάτρηση και γενικά σε μηχανική καταπόνηση. Πλήρως αδιάβροχο (Εικ. 18).

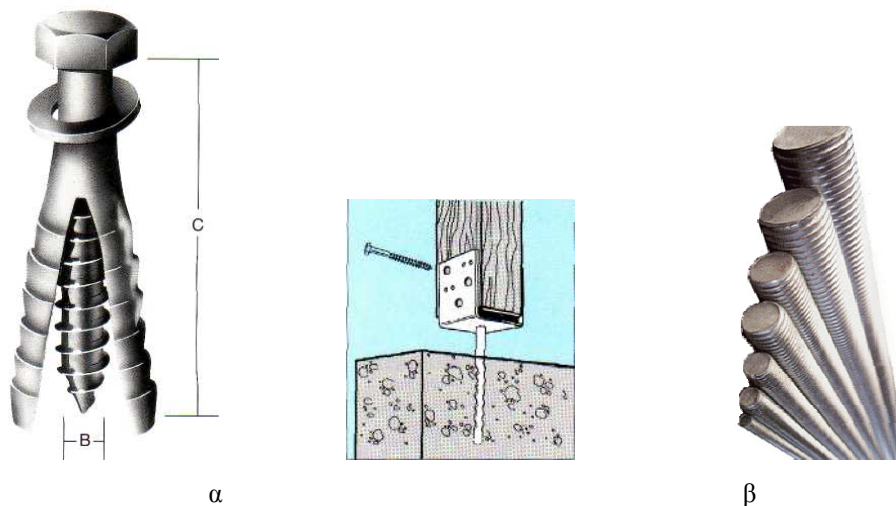
**Ηρακλείτης:** Μονωτικές πλάκες από ίνες ξύλου και τσιμέντο, χωρίς χημικά πρόσμικτα. Καλύπτουν απόλυτα κάθε ανάγκη μόνωσης του κτιρίου από το υπόγειο μέχρι την οροφή. Παρέχουν υγιεινή θερμομόνωση, ηχομόνωση και ηχοαπορρόφηση χάρη στη διαμόρφωση της επιφάνειάς τους, πυροπροστασία λόγω της ορυκτοποίησης του ξύλου με το τσιμέντο, απόλυτη πρόσφυση με το σκυρόδεμα και όλα τα επιχρίσματα που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές, χωρίς προβλήματα αποκόλλησης. Δεν επηρεάζονται από την υγρασία, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και είναι απρόσβλητες από τους μικροοργανισμούς και αναλλοίωτες στις χημικές ενώσεις (Εικ. 19).

Επιτρεπόμενα υλικά μόνωσης είναι:

- ο υαλοβάμβακας και άλλες ίνες ορυκτών (ορυκτοβάμβακας),
- η διογκωμένη πολυουρεθάνη,
- εξηλασμένη πολυστερίνη
- μονωτικές ινοπλάκες ξύλου,
- πισσόχαρτο,
- ασφαλτόπανα,
- μονωτικές πλάκες από ίνες ξύλου και τσιμέντο (Ηρακλείτης),
- μεμβράνες πολυμερών PVC - CPE,
- θερμομονωτικές πλάκες φελλού.

### 1.1.5 Υλικά Συνδέσεων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις θέσεις συνδέσεων των ξύλινων στοιχείων του σκελετού είναι τα εξής: κοχλίες, ξυλόβιδες, μεταλλικές λάμες, ήλοι. Τα υλικά αγκύρωσης του σκελετού στη βάση θεμελίωσης είναι τα ακόλουθα: κοχλίες, αγκυρόβιδες, ντίζες (Εικ. 20). Τα υλικά αυτά πρέπει να συνδυάζουν την υψηλή μηχανική αντοχή με την αντοχή σε οξείδωση, για το λόγο αυτό και παράγονται από ειδικά ανθεκτικά κράματα μετάλλων σύμφωνα με ειδικές προδιαγραφές.

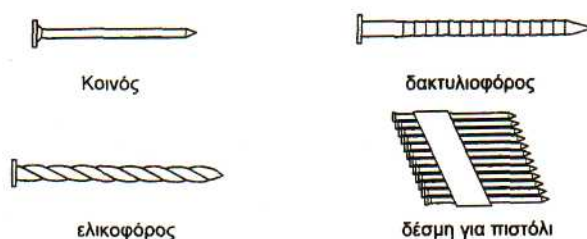


Εικ. 20. Υλικά αγκύρωσης και σύνδεσης, α) αγκυρόβιδα και η εφαρμογή της, β) ντίζες.

#### α) Ήλοι.

Οι ήλοι, γνωστοί ως καρφιά, είναι το απλούστερο και πιο προσιτό μέσο σύνδεσης, με εκτεταμένη χρήση στη στερέωση επενδύσεων και επικαλύψεων καθώς και με την κατασκευή διαφραγμάτων και δικτυωμάτων. Στο εμπόριο διατίθενται ήλοι διαφόρων μορφών, βάσει

τυποποιημένων προτύπων (Σχήμα 3). Τα συνήθη μεγέθη διαμέτρου είναι 2.5 έως 8mm και μήκους 40 έως 200mm. Για το κάρφωμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά εργαλεία πιεσμένου αέρα γνωστά ως καρφωτικά (Κατσαραγάκης Ε, 2000). Οι ήλοι είτε καρφώνονται απευθείας στο ξύλο, είτε οδηγούνται σε προδιανοιγμένες οπές ώστε να αποφεύγεται το σχίσσιμο του ξύλου και να γίνεται δυνατό το κάρφωμα σκληρών ξύλων. Η διάμετρος της προδιάτρησης δεν είναι μεγαλύτερη του 80% της διαμέτρου του καρφιού. Το προτρύπημα είναι υποχρεωτικό για το κάρφωμα σκληρών ξύλων. Η προδιάτρηση είναι υποχρεωτική για την ήλωση ξύλων με πυκνότητα πάνω από  $0.5\text{gr/cm}^3$ . Με την προδιάτρηση επιτυγχάνεται αύξηση της φέρουσας ικανότητας της σύνδεσης με την αύξηση της αντοχής της άντυγας, μείωση των ελάχιστων αποστάσεων των καρφιών μεταξύ τους και από τα άκρα των συνδέσεων με συνέπεια τη δημιουργία μικρότερων περιοχών σύνδεσης και τέλος, μείωση της ολισθήσεως της σύνδεσης.



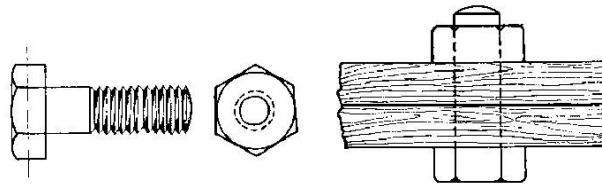
Σχήμα 3. Διάφοροι τύποι ήλων.

(Από Ε. Κατσαραγάκη 2000)

### β) Τα βλήτρα.

Τα βλήτρα (μπουλόνια) που χρησιμοποιούνται στις ξύλινες κατασκευές είναι χαλύβδινοι ράβδοι κυκλικής διατομής με σπείρωμα και στα δυο άκρα ή με εξαγωνική ή τετραγωνική κεφαλή στο ένα άκρο και σπείρωμα στο άλλο άκρο (Σχήμα 4). Στο σπείρωμα εφαρμόζεται περικόχλιο για τη σύσφιξη. Κάτω από την κεφαλή και το περικόχλιο πρέπει πάντα να τοποθετείται ροδέλα, ώστε να αποφεύγεται η σύνθλιψη του ξύλου κατά τη σύσφιξη. Τοποθετούνται μέσα σε οπή την οποία ανοίγουμε εκ των προτέρων με διατομή κατά ένα χιλιοστό μεγαλύτερης από τη διάμετρο του βλήτρου και συσφίγγονται μετά την τοποθέτηση.

Η σύσφιξη συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της συμπεριφοράς της σύνδεσης. Η λεπτομέρεια της μεγαλύτερης διαμέτρου της οπής από το πάχος του βλήτρου είναι πολύ σημαντική διότι στις δονήσεις που δημιουργούνται από οποιοδήποτε λόγο, όπως σεισμοί, υπάρχει χώρος κίνησης του βλήτρου και απορρόφησης της ενέργειας χωρίς να σχίζεται το ξύλο.



Σχήμα 4. Εφαρμογή βλήτρου (μπουλόνι).

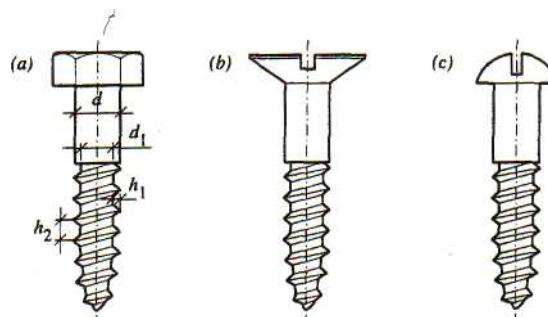
(Από Ε. Κατσαραγάκη 2000)

### γ) Οι γόμφοι.

Γόμφοι ή καβίλιες ονομάζονται τα μεταλλικά ή ξύλινα στελέχη κυκλικής συνήθως διατομής με νευρώσεις, με συνολικό μήκος ίσο με το συνολικό πάχος των συνδεόμενων ξύλων, τα οποία εισάγονται εφαρμοστά σε ειδικές οπές, διαμέτρου λίγο μικρότερης από τη διάμετρο της καβίλιας. Ανάλογα με τη μορφή της συνδέσεως και του φορέα, διατάσσονται στη σύνδεση και μερικά βλήτρα ώστε να εξασφαλίζεται η εγκάρσια σύνδεση των συνδεομένων μελών.

### δ) Οι βίδες.

Βίδες χρησιμοποιούνται συνήθως για συνδέσεις ξύλου με χάλυβα και ξύλου με ξυλοπλάκα και σπανιότερα για συνδέσεις ξύλου με ξύλο (Σχήμα 5). Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές για την ανάληψη φορτίων εξολκεύσεως. Οι βίδες διαμέτρου μεγαλύτερης των 5mm εισάγονται σε προανοιγμένες οπές, έτσι ώστε να αποφευχθεί το ενδεχόμενο σχισίματος του ξύλου. Η προδιάτρηση έχει διάμετρο στο μεν μήκος του λείου τμήματος της βίδας ίσο με τη διάμετρο αυτού του τμήματος, στο δε μήκος του σπειρώματος ίσο με περίπου το 70% της διαμέτρου αυτού του τμήματος. Το μήκος του λείου τμήματος της βίδας πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το πάχος του ξύλου της πλευράς εισαγωγής. Ανάλογα με τη μορφή της βίδας τοποθετείται ροδέλα ή η βίδα φρεζάρεται στο ξύλο. (Κατσαραγάκης Σ, 2004).



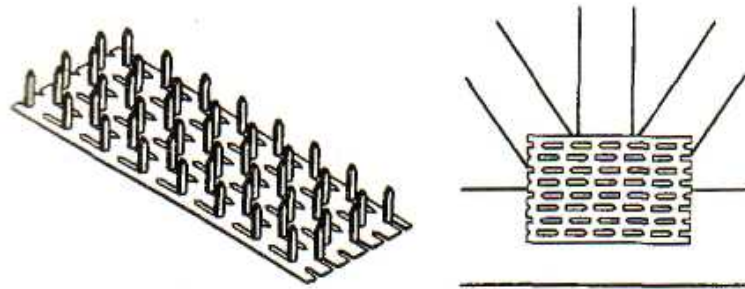
Σχήμα 5. Τυπικές μορφές βιδών.

(Από Ε. Κατσαραγάκη 2000)



**ε) Οι ηλοφόρες πλάκες.**

Οι ηλοφόρες πλάκες κατασκευάζονται από γαλβανισμένες ή ανοξείδωτες χαλύβδινες λεπίδες πάχους από 0.9 έως 2.5cm, με ενσωματωμένους ήλους διαφόρων μορφών. Το κάρφωμα τους απαιτεί ειδικά εργαλεία. Το ελάχιστο πάχος των συνδεόμενων ξύλων πρέπει να είναι τουλάχιστον 35cm. Επιτρέπουν τη σύνδεση συνεπίπεδων στοιχείων και χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για τις συνδέσεις ελαφρών δικτυωμάτων (Σχήμα 6).



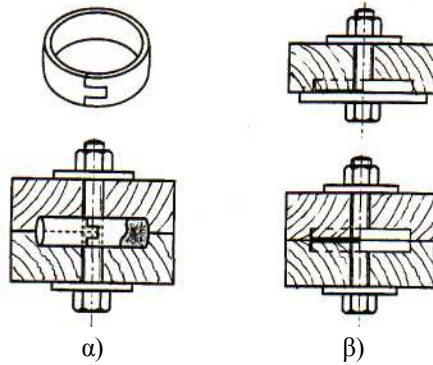
Σχήμα 6. Τυπική μορφή και σύνδεση ηλοφόρου πλάκας.

(Από Ε. Κατσαραγάκη 2000)

**στ) Διατμητικά ενθέματα.**

Πρόκειται για μεταλλικούς δακτυλίους ή δίσκους οι οποίοι τοποθετούνται μεταξύ των συνδεόμενων μελών σε προετοιμασμένες εγκοπές και αναλαμβάνουν τις διατμητικές δυνάμεις οι οποίες διαβιβάζονται μέσω της δημιουργούμενης σύνδεσης (Σχήμα 7). Η περίμετρος των δίσκων μπορεί να είναι οδοντωτή οπότε τοποθετούνται συμπιεζόμενα μεταξύ των συνδεόμενων μελών. Τα δισκοειδή και τα οδοντωτά ενθέματα μπορεί να είναι μονόπλευρα ή αμφίπλευρα. Τα μονόπλευρα χρησιμοποιούνται σε συνδέσεις μέταλλο με ξύλο.

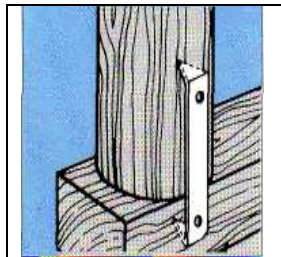
Η σύνδεση συμπληρώνεται με την τοποθέτηση, σε μια οπή προδιανοιγμένης στο κέντρο της διάταξης του συνδέσμου, ενός βλήτρου, το οποίο συσφίγγει τα συνδεόμενα ξύλα αποτρέποντας την εξάρμωση της σύνδεσης. Ως υλικό κατασκευής των διατμητικών ενθεμάτων χρησιμοποιείται ο χάλυβας, διάφορα κράματα αλουμινίου και ο χυτοσίδηρος. (Κατσαραγάκης Ε, 2000).



Σχήμα 7. Δακτυλιοειδή α) και δισκοειδή β) διατμητικά ενθέματα.

#### η) Τα διχάγγιστρα ή έγματα (τζινέτια).

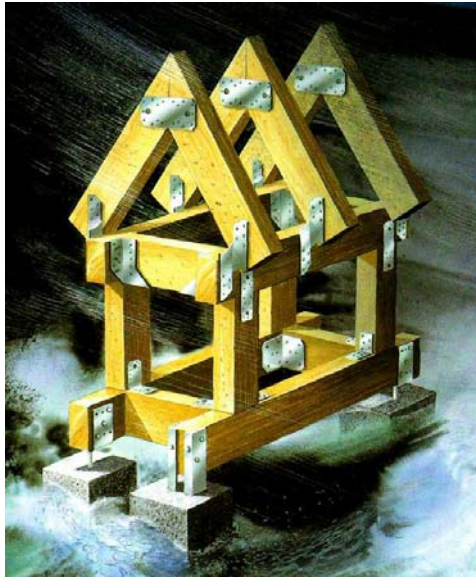
Πρόκειται για μεταλλικές λάμες συνδέσεων με σπαστά σε ορθή γωνία οξύληκτα (μυτερά) άκρα. Χρησιμοποιείται για ενίσχυση γωνιακών συνδέσεων σε ξύλινους σκελετούς κτιρίων, κυρίως στις στέγες (Εικ. 21).



Εικ. 21. Εφαρμογή ενός διχάγγιστρου.

#### θ) Μεταλλικές πλάκες συνδέσεων.

Πρόκειται για επίπεδες - γωνιακές ή διαφόρων σχημάτων διάτρητες μεταλλικές πλάκες συνδέσεων, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε συνδέσεις ξύλινων πλαισίων σκελετών διαφόρων κατασκευών όπως: ζευκτά, πέργολες, κ.τ.λ. Οι πλάκες συνδέσεων στερεώνονται με βίδες ή καρφιά (Εικ. 22).



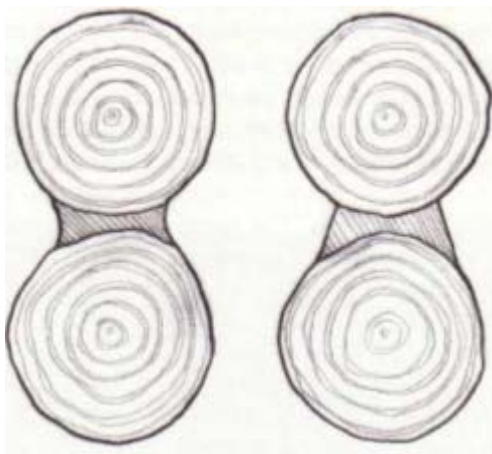
Εικ. 22. Επίπεδες - γωνιακές ή διαφόρων σχημάτων διάτρητες μεταλλικές πλάκες συνδέσεων.

### 1.1.6 Συνδέσεις κορμών τοιχοποιίας

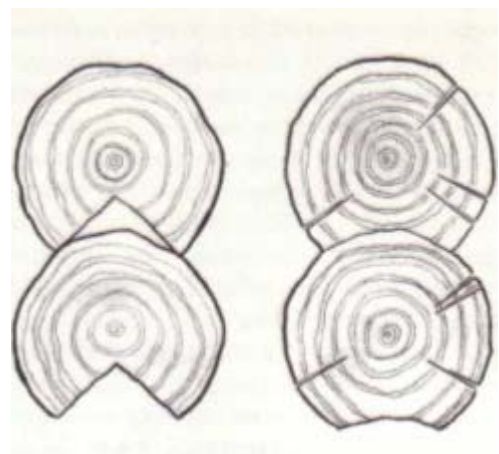
Τα λεπτά κορμίδα αποτέλεσαν το πρώτο δομικό υλικό κατασκευής σπιτιών, γιατί χρειαζόνταν την λιγότερη κατεργασία. Οι κορμοί τοποθετούνται οριζόντια και για την σύνδεσή τους χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι μέθοδοι:

1. Οι κορμοί τοποθετούνται οριζόντια, χωρίς εγκοπή. Στα σημεία επαφής των κορμών τοποθετείται αμμοκονία (σοβάς) οποίος σφραγίζει όλα τα κενά και ενισχύει την θερμοηχομόνωση του τοίχου (Σχήμα 8). Οι κορμοί μπορεί να φέρουν και γωνιακή εγκοπή για την μεταξύ τους σύνδεση (Σχήμα 9).

Η σύνδεση των κορμών στις γωνίες γίνεται με μισοχαρακτή σύνδεση ή δακτυλωτή σύνδεση (Εικ 23).

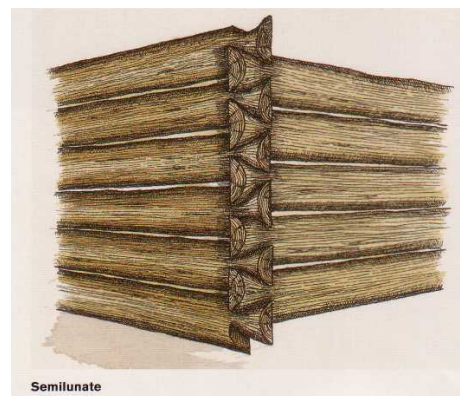
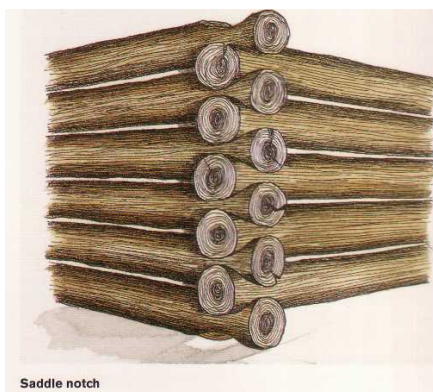
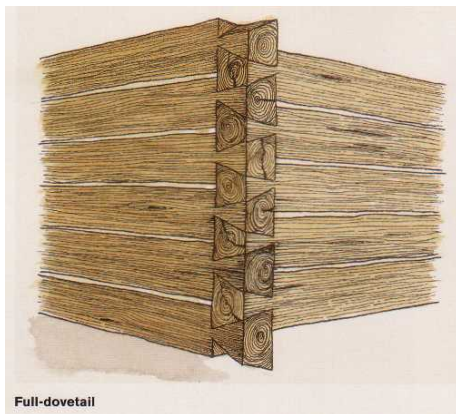
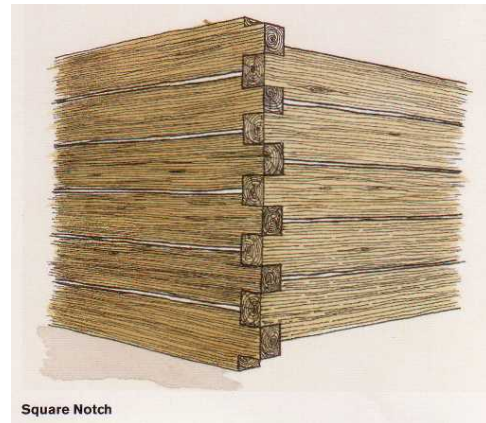
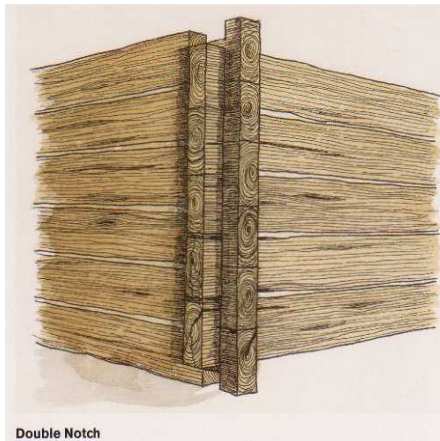


Σχ. 8. Οι οριζόντιοι κορμοί χωρίς εγκοπή. Στα σημεία επαφής τοποθετείται αμμοκονία (σοβάς).



Σχ. 9. Οι κορμοί φέρουν γωνιακή εγκοπή για σύνδεση μεταξύ τους.

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»



Εικ. 23. Γωνιακές συνδέσεις οριζόντιων κορμών τοιχοποιίας. (Διάφορα είδη μισοχαρακτής και δακτυλωτής σύνδεσης).

(Olsen R. Log Houses of World New York 2006)

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

2. Στρόγγυλοι κορμοί με εγκοπή στο κάτω μέρος για την καλύτερη μεταξύ τους σύνδεση. Οι τοίχοι δημιουργούνται τοποθετώντας τον ένα κορμό πάνω στον άλλο σε οριζόντια θέση (Εικ. 24). Οι κορμοί μεταξύ τους στηρίζονται με ντίζες που φέρουν περικόχλια (Εικ. 25). Στις γωνίες δημιουργούν κατάλληλες εγκοπές ώστε ο ένας να κουμπώνει μέσα στον άλλο.



Εικ. 24. Στρόγγυλοι κορμοί με εγκοπή στο κάτω μέρος για την καλύτερη μεταξύ τους σύνδεση.



Εικ. 25. Κορμοί που συνδέονται με σιδερένιους πείρους (ντίζες).

3. Σχεδιασμένοι ορθογώνιοι κορμοί με διπλή σύνδεση προεξοχής (μόρσου) και εγκοπής από μασίφ ξύλο πεύκου ή έλατου σε υγρασία 12-14% (Εικ. 26). Μεταξύ τους τοποθετούνται ξύλινοι πύροι κατακόρυφα όπως στους κορμούς.



Εικ. 26. Ορθογώνιος κορμός με διπλή σύνδεση μόρσου - εγκοπής από μασίφ ξύλο.

4. Σχεδιασμένοι ορθογώνιοι κορμοί εσωτερικά επίπεδοι αλλά εξωτερικά ημιστρόγγυλοι με διπλή σύνδεση προεξοχής (μόρσου) και εγκοπής από μασίφ ξύλο πεύκου ή έλατου σε υγρασία 12-14% (Εικ. 27). Μεταξύ τους τοποθετούνται ξύλινοι πύροι κατακόρυφα όπως στους κορμούς.



Εικ. 27. Ορθογώνιος κορμός εσωτερικά επίπεδος αλλά εξωτερικά ημιστρόγγυλοι.



Εικ. 28. Επικολλητός ορθογώνιος κορμός με διπλή σύνδεση γλώσσας και αυλακιού από μασίφ ξύλο.

5. Ορθογώνιοι κορμοί κατασκευασμένοι από επιμέρους και υψηλής ποιότητας πριστά επικολλημένα μεταξύ τους υπό ειδικές συνθήκες. Η τελική μορφή περιλαμβάνει διπλή σύνδεση προεξοχής (μόρσου) και εγκοπής από μασίφ ξύλο πεύκου ή έλατου σε υγρασία 12-14% (Εικ. 28). Μεταξύ τους τοποθετούνται ξύλινοι πύροι κατακόρυφα όπως στους κορμούς.

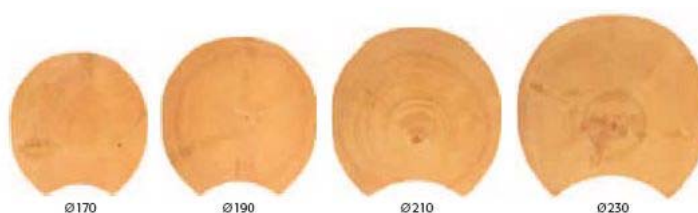
## 1.2 Τεχνολογία κατασκευής κορμόσπιτων με οριζόντια τοποθέτηση κορμών.

Οι κατοικίες που κατασκευάζονται από κορμούς δένδρων έχουν ως πρώτη ύλη κατάλληλα εξεργασμένους κορμούς με διάμετρο 12 έως 25cm. Η ξυλεία που χρησιμοποιείται είναι κυρίως πεύκη, ερυθρελάτη, ελάτη, λάρικα (Εικ. 29).



Εικ. 29. Κατοικία με οριζόντια τοποθέτηση κορμών.

Η εξωτερική τοιχοποιία των κορμόσπιτων αποτελείται από κορμίδια τα οποία επεξεργάζονται από ειδικά μηχανήματα όπου κυλινδρομορφώνονται και ταυτόχρονα δημιουργούνται κατά μήκος προεξοχές και εσοχές, έτσι ώστε με την οριζόντια τοποθέτηση του ενός επάνω στο άλλο, να προκύπτει η πλήρης εφαρμογή τους (Εικ. 30).



Εικ. 30. Μορφοποιημένοι κορμοί.

Η εσωτερική τοιχοποιία είναι από μικρότερης διαμέτρου κορμίδια ή από ελαφρύ ξύλινο σκελετό με επένδυση. Ο ελαφρύς ξύλινος σκελετός κατασκευάζεται από ξυλεία πεύκης, ερυθρελάτης, ελάτης. Για την επένδυση υπάρχουν διάφορων ειδών προϊόντα όπως: μοριοσανίδες, ινοσανίδες, ξυλεπένδυση, τσιμεντοσανίδες, γυψοσανίδες.

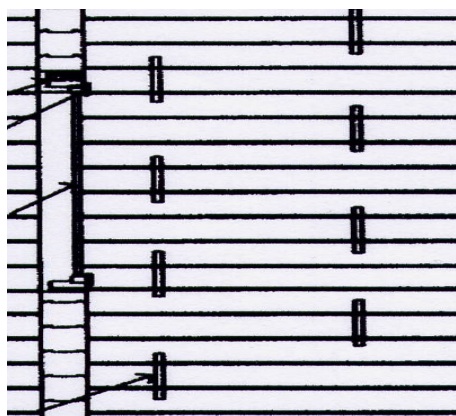
Ο σκελετός της στέγης κατασκευάζεται από κορμούς ή από δοκούς πριστής ή επικολλητής ξυλείας.

Οι κορμοί πρέπει να είναι ευθυτενείς χωρίς βασικά σφάλματα στρεψοϊνίας, κωνικομορφίας, έντονης ροζοβριθείας, έντονων ραγιδώσεων και προσβολών από μύκητες και έντομα.

Για το δέσιμο των κορμιδίων σε κάθε τοίχο περιμετρικά και σε αποστάσεις 2-3m, οι κορμοί φέρουν κατακόρυφες οπές μέσα από τις οποίες περνάμε ανοξειδωτες μεταλλικές ράβδους (ντίζες) οι οποίες στα δύο άκρα τους φέρουν σπείρωμα, όπου βιδώνονται παξιμάδια και σφίγγονται οι κορμοί (Εικ. 31). Εναλλακτική σύνδεση των κορμιδίων ανά 2 γίνεται με ξύλινες καβίλιες (Σχήμα 10).



Εικ. 31. Σύνδεση με ανοξειδωτες μεταλλικές ράβδους.



Σχήμα 10. Σύνδεση με καβίλιες.

Το σφίξιμο των κορμών μπορεί να γίνεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όταν το ξύλο χάνει υγρασία με αποτέλεσμα να ρικνώνεται και οι διαστάσεις του να μικραίνουν. Το αντίθετο γίνεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν τα κορμίδια παίρνουν υγρασία από την ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα να διογκώνονται και να αυξάνει η διάμετρος τους. Κορμόσπιτα χρησιμοποιούνται κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες.

Η υγρασία των κορμιδίων εξαρτάται από την υγρασία ισορροπίας του χώρου στο οποίο θα εγκατασταθεί η κατοικία. Για τα ελληνικά δεδομένα ένα εύρος υγρασίας 12-14% γίνεται αποδεκτό.

Η σωστή υγρασία των κορμών και η επιλογή τους χωρίς σφάλματα έχουν ως αποτέλεσμα μια σωστή κατασκευή με μεγάλη διάρκεια ζωής.

### **1.3 Κατοικίες με ξύλινους κατακόρυφους στύλους ως φέροντα στοιχεία.**



## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Ως φέροντα στοιχεία χρησιμοποιούνται στύλοι ξυλείας χωρίς σφάλματα στρεψοίνας και κωνικομορφίας, κυρίως από πεύκη, ερυθρελάτη, ελάτη, εμποτισμένοι υπό πίεση με υδατοδιαλυτά άλατα βορίου οι οποίοι τοποθετούνται κατακόρυφα και πακτώνονται στο έδαφος με ειδικό τρόπο θεμελίωσης (Εικ. 32).



Εικ. 32. Κατοικία με κάθετους στύλους ως φέροντα στοιχεία.

Η διάμετρος των στύλων εξαρτάται από το ύψος της κατοικίας. Για κατοικία ενός ορόφου η διάμετρος κορυφής κορμού είναι 11-13cm, για διώροφη κατοικία η διάμετρος κορυφής κορμού 20-21cm. Η απόσταση μεταξύ των κατακόρυφων στύλων είναι 1.80m έως 3.00m. Το βάθος της θεμελίωσης ποικίλει από 1 έως 2.40m, ανάλογα με το ύψος και το βάρος της κατασκευής.

Επάνω στους στύλους αυτούς στηρίζεται ολόκληρη η κατασκευή του σπιτιού, (εσωτερικοί - εξωτερικοί τοίχοι, στέγη κλπ.) δηλαδή το κτίριο κρέμεται σε σκελετό από ξύλινες κολόνες.

Η σύνδεση μεταξύ των δοκών και των στύλων γίνεται με διαμπερείς οπές στις οποίες τοποθετούνται βλήτρα (μπουλόνια) σε κατάλληλες υποδοχές. Τα ξύλινα πλαίσια, η στέγη και οι τοίχοι συνδέονται με τον ξύλινο σκελετό με ανοξείδωτες ξυλόβιδες και μεταλλικές πλάκες συνδέσεων.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι: το χαμηλό κόστος, η αντοχή στις ακραίες καιρικές συνθήκες και η αντοχή σε σεισμούς. Πέραν αυτού η εν λόγω κατασκευή προσφέρει

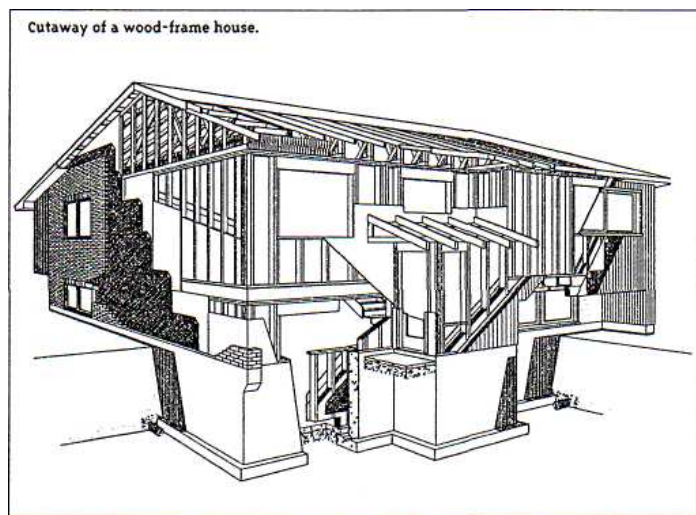
μεγάλες δυνατότητες αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και ευνοεί τις κατασκευές σε πετρώδη εδάφη, λόφους, πλάγιες, παραθαλάσσια μέρη.

#### 1.4 Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών από ελαφρύ ξύλινο σκελετό.

Η τεχνολογία του ελαφρού ξύλινου σκελετού είναι ευρέως διαδεδομένη και δοκιμασμένη επί πολλές δεκαετίες.

Η θεμελίωση γίνεται συνήθως με την κατασκευή μιας πλάκας από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ο ξύλινος σκελετός των εξωτερικών τοίχων αποτελείται από κατακόρυφους ορθοστάτες με διατομή τουλάχιστον 5x10cm, οι οποίοι τοποθετούνται σε διαστήματα ανά 40 έως 60cm (κέντρο από κέντρο). Οι ορθοστάτες αποτελούν τα κατακόρυφα στοιχεία των πλαισίων του σκελετού και στερεώνονται στα άκρα τους με οριζόντια στοιχεία ίδιας διατομής, ενώ δένονται οριζόντια με τραβέρσες ίδιας διατομής ανά 60cm. Η κάθε πλευρά των εξωτερικών και των εσωτερικών τοίχων μπορεί να αποτελείται από δύο, τρία ή και περισσότερα πλαίσια σκελετού, ανάλογα με το μήκος της κάθε πλευράς (Σχήμα 11).



Σχήμα 11. Κατοικία από ελαφρύ ξύλινο σκελετό.

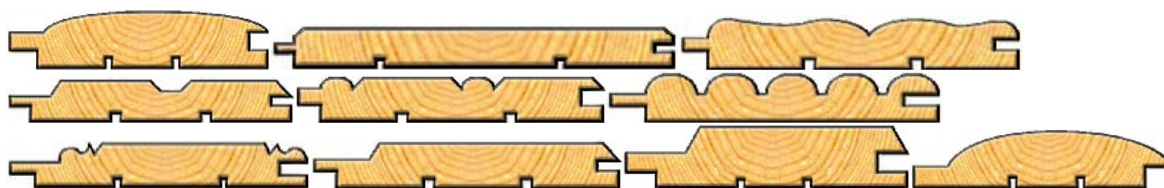
(Πηγή: Canada Mortgage and Housing Corporation, Canadian Wood-Frame House Construction, 1997).

Τα πλαίσια του σκελετού στερεώνονται στο κάτω μέρος τους κατά τη διάρκεια του σεισμού του σκελετού, επάνω σε ξύλινους στρωτήρες διατομής τουλάχιστο 5x15cm οι οποίοι πακτώνονται στη βάση από μετό περιμετρικά με αγκυρόβιδες υψηλής αντοχής οι οποίες τοποθετούνται ανά 1m μεταξύ τους. Οι στρωτήρες αυτοί, πρέπει να είναι εμποτισμένοι με

υδατοδιαλυτά άλατα βορίου - χαλκού. Οι στρωτήρες πρέπει να τοποθετούνται με προσοχή περιμετρικά στη βάση από μπετό, κατά τρόπο ώστε μετά την τοποθέτηση της εξωτερικής επένδυσης του σκελετού, οι εξωτερικοί τοίχοι να προεξέχουν κατά 2cm από την βάση μπετού, ώστε η βροχή που χτυπάει πλάγια τους εξωτερικούς τοίχους να μη προσεγγίζει τον ξύλινο σκελετό.

Τα πλαίσια κάθε πλευράς στερεώνονται στην πάνω πλευρά τους κατά το στήσιμο με ξύλινους δοκούς (στρωτήρες) διατομής τουλάχιστον 5x10cm, ώστε να εξασφαλίζεται αντοχή και περιμετρικό δέσιμο όλου του σκελετού.

Χρησιμοποιείται πιστή ξυλεία κωνοφόρων, πεύκης, ελάτης, ερυθρελάτης, ψευδοτσούγκα, λάρικας. Η εξωτερική επικάλυψη αποτελείται από σανίδες τύπου ραμποτέ από πεύκη, ψευδοτσούγκα (Εικ. 33) ή αντικολλητά εξωτερικής χρήσεως από ανθεκτικά είδη. Μπορεί επίσης να είναι εμποτισμένα υπό πίεση με υδατοδιαλυτά συντηρητικά αλάτων χαλκού, βορίου και με αντιπυρικές ουσίες που το καθιστούν βραδύκαυστο υλικό.



Εικ. 33. Επένδυση τύπου ραμποτέ σε διάφορα προφίλ.

Όλα τα ξύλινα στοιχεία τα οποία αποτελούν την κατασκευή της κατοικίας συνδέονται μεταξύ τους με τα εξής υλικά σύνδεσης: καρφιά, κοχλίες, ακγυρόβιδες, ξυλόβιδες, ηλοφόρες μεταλλικές πλάκες και λάμες συνδέσεων τα οποία πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές για να έχουν μεγάλη αντοχή.

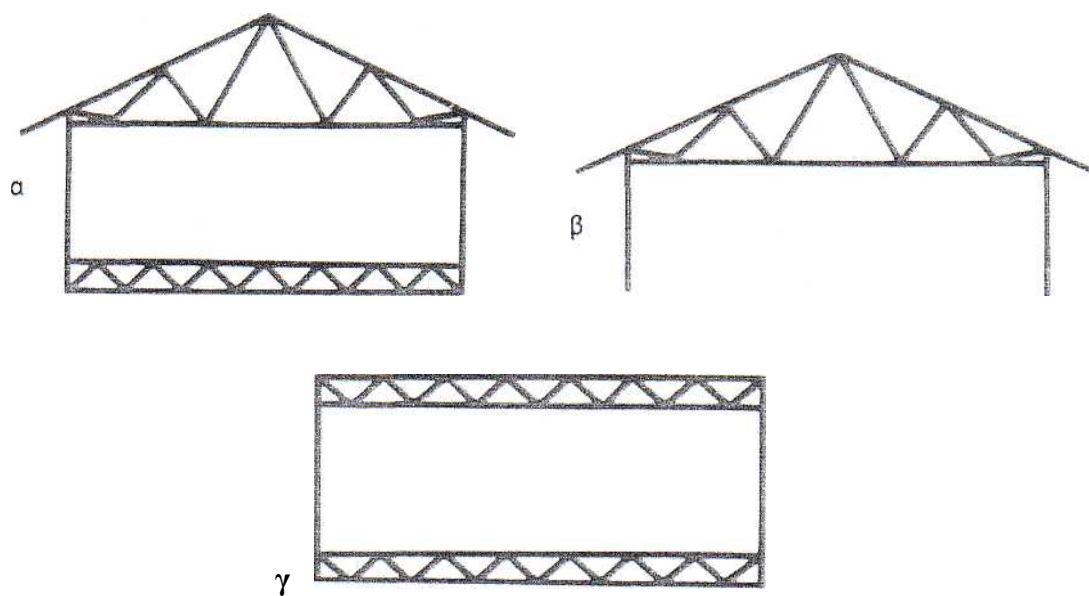
## 1.5 Κατοικίες με σκελετό τύπου «Truss framed system»

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Στον τύπο αυτόν ο σκελετός της κατοικίας αποτελείται από ολόσωμα πλαίσια το καθένα από τα οποία περιλαμβάνει μια δικτυωτή δοκό σκελετού του πατώματος, δύο κοινούς ορθοστάτες εξωτερικών τοίχων και ένα ζευκτό στέγης (Σχήμα 12α,β,γ). Δηλαδή, όλη η εγκάρσια τομή του φέροντος σκελετού του πατώματος, των εξωτερικών τοίχων και της στέγης, είναι δεμένα σε μια κατασκευαστική μονάδα.

Η τεχνολογία αυτή παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

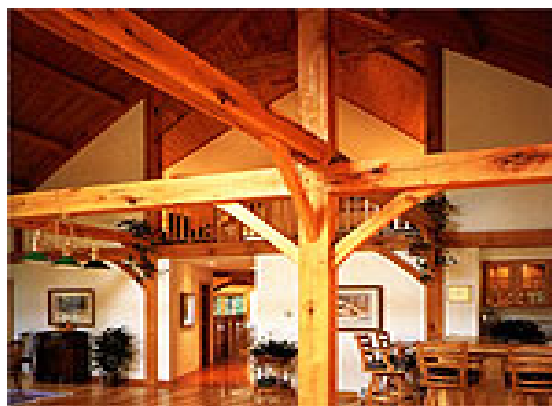
- Εξασφαλίζεται κατασκευαστική συνοχή από τα θεμέλια έως την οροφή και αντιμετωπίζονται προβλήματα συνδέσεων.
- Επιτυγχάνεται χαμηλό κόστος και ταχύτητα κατασκευής και εγκατάστασης.
- Χρησιμοποιείται έως και 30% μειωμένη ποσότητα ξυλείας σε σχέση με άλλες προκατασκευές.
- Αποφεύγονται οι κολόνες, οι δοκοί και οι φέροντες εσωτερικοί τοίχοι.



Σχήμα 12α,β,γ. 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.

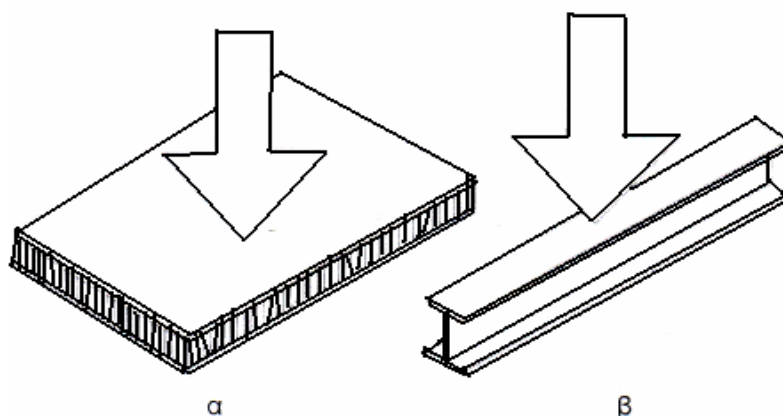
## 1.6 Τεχνολογία κατοικίας από ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και «πάνελς»

Ο τύπος αυτός προϋποθέτει την προκατασκευή και την εγκατάσταση ενισχυμένου ξύλινου σκελετού τοίχων και στέγης (Εικ. 34).



Εικ. 34. Εσωτερικό κατοικίας από ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και πάνελς.

Στην εξωτερική πλευρά του σκελετού και στα πατώματα στερεώνονται ενισχυμένα προκατασκευασμένα πάνελς τύπου σάντουιτς, τα οποία αποτελούνται από δυο επιφάνειες ξυλοπλακών με πυρήνα από διογκωμένη πολυστυρόλη ή πολυουρεθάνη. Η μια ξυλόπλακα είναι εσωτερικής χρήσεως και η άλλη εξωτερικής. Τα πάνελς αυτά, είναι γνωστά ως «stress skin panels», είναι υψηλής αντοχής και κατά τη φόρτιση συμπεριφέρονται ως δοκοί τύπου διπλού ταφ (I) πέραν αυτών εξασφαλίζουν υψηλή μόνωση, χαμηλό κόστος παραγωγής και μεγάλη ταχύτητα τοποθέτησης (Σχήμα 13).



Σχήμα 13. α) Το ενισχυμένο πάνελ τύπου σάντουιτς (stress skin panel) β) έχει μηχανική αντοχή και συμπεριφέρεται κατά τη φόρτιση ως δοκός διπλού ταφ.

## 1.7 Τεχνολογία κατοικίας από μπαμπού ( bamboo)

Σε πολλές περιοχές το μπαμπού χρησιμοποιείται όπως το ξύλο για κατασκευές, σπιτιών, καλαθιών, επίπλων, νημάτων, χαρτιού, καυσίμων και αναρίθμητων μικρών αντικειμένων. Επίσης χρησιμοποιείται εδώ και καιρό για διακοσμητικούς σκοπούς στους κήπους αλλά και στην τέχνη. Υπάρχουν πάνω από 1000 είδη μπαμπού. Το πιο κοινό είδος είναι το *Bambusa arundinacea* και το μεγαλύτερο είδος είναι το *Dendrocalamus Gigantus*. Σε μερικά δένδρα το ύψος φτάνει τα 120 πόδια με διάμετρος 13cm. Στύλοι μπαμπού μεγάλης διατομής είναι 2-3 φορές ισχυρότεροι από το συγκρίσιμο μέγεθος πριστής ξυλείας. Το μπαμπού μπορεί να συγκομιστεί σε 7 έτη όταν ακόμα και η λεύκη που είναι από τα πλέον ταχυαυξή υλοτομείται στα 12-15 έτη, ενώ η πεύκη στα 20 και πάνω έτη. Τα δάση από μπαμπού μπορεί να υλοτομούνται σε ετήσια βάση χωρίς να υποβαθμίζεται το περιβάλλον αρκεί να τηρούνται οι αρχές διαχείρισης αειφορίας.

Το μπαμπού ανταγωνίζεται σε αντοχή τις ξύλινες κατασκευές γιατί είναι ανθεκτικό, ελαστικό και μακράς διάρκειας.



Εικ. 35. Προκατασκευασμένη κατοικία από μπαμπού.

Μια σημαντική εφαρμογή του μπαμπού είναι: τα προκατασκευασμένα σπίτια (Εικ. 35). Τα πλαίσια τοιχωμάτων, τα πατώματα, οι οροφές, τα γραφεία, οι πόρτες, τα κρεβάτια, μπορούν όλα να γίνουν από το μπαμπού. Οι τοίχοι της κατοικίας αποτελούνται από στύλους μπαμπού οι οποίοι τοποθετούνται ως ορθοστάτες ανά 1-2m απόσταση μεταξύ τους και από ειδικά διαμορφωμένα πανελς (Εικ. 36).

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»



Εικ. 36. Κατασκευή των πάνελς.

Οι στύλοι από μπαμπού ταξινομούνται, ποιοτικά, ισιώνονται, καθαρίζονται και αλείφονται με άμμο (Εικ. 37). Επιλέγονται οι καλύτεροι στύλοι μπαμπού οι οποίοι εμποτίζονται σε κενό υπό πίεση με υδατοδιαλυτά άλατα **βορίου** που τους καθιστούν ανθεκτικούς στις προσβολές μυκήτων και εντόμων. Η τελική διαδικασία είναι ξήρανση και επάλειψη με ακρυλικό βερνίκι εξωτερικής χρήσεως.

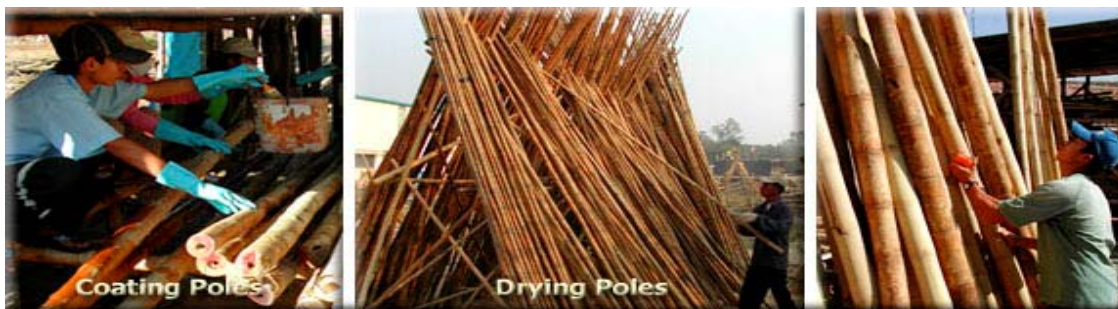


Εικ. 37 α) Ταξινόμηση και καθαρισμός των κορμιδίων (στύλων) μπαμπού.



β) Εμποτισμός σε κενό υπό πίεση με υδατοδιαλυτά άλατα βορίου.

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»



γ) Επίστρωση μυκητοκτόνου και φυσική ξήρανση

Για όλες τις συνδέσεις σκελετού, στέγης και θεμελίωσης χρησιμοποιούνται ενισχυμένες χαλύβδινες πλάκες που συνδέονται με μπουλόνια (Εικ. 38) για να αποκτήσει η όλη κατασκευή αντοχή σε τυφώνες, σεισμούς κ.τ.λ.



Εικ. 38. Συνδέσεις με ενισχυμένες χαλύβδινες πλάκες και μπουλόνια.



Για την στέγη κατασκευάζονται πάνελ 3 στρώσεων από κόντρα πλακέ (Εικ. 39).



α)

β)

Εικ. 39. Κατασκευαστικό σάντουιτς στέγης (α) από μπαμπού με μόνωση και κόντρα πλακέ και ταβανιού (β).

Ο σκελετός της στέγης αποτελείται επίσης από στύλους μπαμπού και επικαλύπτεται από ειδικό πάνελ στέγης 3 στρώσεων (κόντρα πλακέ - μόνωση - κόντρα πλακέ), (Εικ. 39α). Ειδικό πάνελ 3 στρώσεων χρησιμοποιείται και για ταβάνι (Εικ. 39β).

Η τοιχοποιία αποτελείται από σάντουιτς τριών στρώσεων (κόντρα πλακέ, μόνωση, κόντρα πλακέ ή επιφάνεια μπαμπού) και στερεώνεται είτε έξω από τους ορθοστάτες των μπαμπού ή εσωτερικά συμπεριλαμβάνοντας και αυτούς (Εικ. 40).



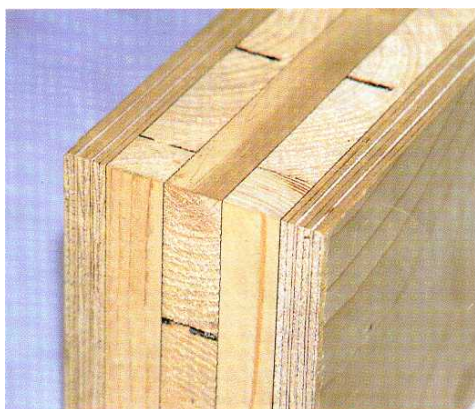
α)

β)

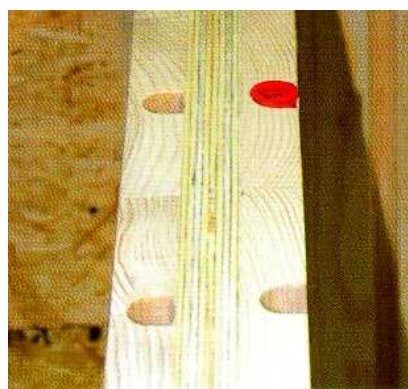
Εικ. 40. Τοιχοποιία κατοικίας από μπαμπού α) το πάνελ τοιχοποιίας 3 στρώσεων στερεώνεται έξω από τους ορθοστάτες μπαμπού, β) οι ορθοστάτες εσωκλείονται στο πάνελ τοιχοποιίας.

## 1.8 Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών με αντικολλητές ξυλοπλάκες από στοιχεία φυσικής ξυλείας (cross laminated solid wood panels)

Στην τεχνολογία αυτή κυριαρχεί ως δομικό στοιχείο ένα σχετικά νέο προϊόν ξύλου γνωστό διεθνώς ως cross laminated solid wood panel, που θα ονομάζαμε: **πολύστρωμη αντικολλητή ξυλόπλακα από συμπαγές φυσικό ξύλο**. Πρόκειται για επιφάνεια ξυλοπλάκας με πολλές στρώσεις μασίφ ξύλου, οι οποίες επικολλώνται η μία επί της άλλης σε αντικολλητή διάταξη. Η συνηθέστερη επιλογή των στρώσεων γίνεται από συνδυασμό του κόντρα πλακέ και ξυλοπλακών που παράγονται με πλαγιοσυγκόλληση (συγκόλληση στις ράχες) πριστών πάχους τουλάχιστο 27mm (Εικ. 41).



α)



β)

Εικ. 41 α) Πολύστρωμη αντικολλητή ξυλόπλακα από συμπαγές φυσικό ξύλο (cross laminated solid wood panels) και β) με κόντρα πλακέ στη μεσαία στρώση.

Ο αριθμός των στρώσεων είναι περιττός από 3 έως 11 και περισσότερες. Οι διαστάσεις των δομικών αυτών στοιχείων είναι περίπου, μήκος έως 20m, πλάτος έως 4.80m, πάχος: 8.5cm έως 30cm, (Merk - Dickholz). Στο στοιχείο τοιχοποιίας της εικόνας 41α) διακρίνουμε 5 στρώσεις, από τις οποίες οι δύο εξωτερικές στρώσεις είναι αντικολλητά των 7 ξυλοφύλλων. Η κάθε μια από τις τρεις εσωτερικές στρώσεις είναι ξυλοπλάκα πάχους 27mm τουλάχιστον, η οποία προκύπτει από πλαγιοσυγκόλληση (συγκόλληση στις ράχες) πριστών κωνοφόρων ξύλων. Η κάθε στρώση είναι σε κάθετη διάταξη των ινών σε σχέση με την επόμενη στρώση.

Πρόκειται για προϊόν σχεδιασμένο να χρησιμοποιηθεί σε προκατασκευασμένα κτίρια σε:

- εξωτερικούς και εσωτερικούς τοίχους,
- ταβάνια,
- πατώματα,
- στέγες.

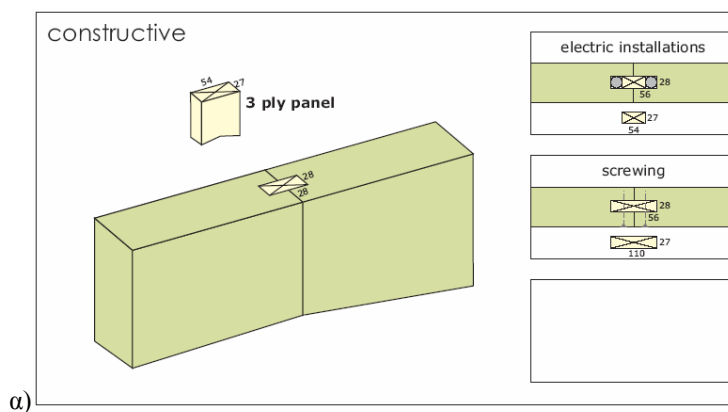
Λόγω της αντικολλητής διάταξης των στρώσεων το προϊόν αυτό έχει υψηλή μηχανική αντοχή και διαστασιακή σταθερότητα. Τα ολόσωμα προκατασκευασμένα ξύλινα στοιχεία είναι φέροντα στοιχεία, έχουν υψηλή θερμομόνωση και ηχοαπορροφητική συμπεριφορά. Η κόλλα συγκόλλησης είναι κυρίως η μελαμίνη φορμαλδεΰδη κατηγορίας E1 (χωρίς έκλυση φορμαλδεΰδης) και χρησιμοποιείται σε πολύ χαμηλό ποσοστό, όχι πάνω από 0.6%, γεγονός που καθιστά το προϊόν αυτό κατάλληλο και για εξωτερική χρήση πολύ υγιεινό και ευχάριστο για τον άνθρωπο. Η ολόσωμη σύνθεση της δομικής ξυλοπλάκας είναι ένα σοβαρό πλεονέκτημα για το σχεδιασμό της κατοικίας, τη γρήγορη προκατασκευή και μικρό χρόνο στησίματος της κατοικίας. Τα δεδομένα αυτά καθιστούν το προϊόν των ολόσωμων ξύλινων στοιχείων δόμησης υψηλής τεχνολογίας και καινοτόμο.

Κατάλληλα είδη ξύλων είναι κυρίως κωνοφόρα είδη: ελάτη, πεύκη, ερυθρελάτη, ψευδοτσούγκα, λάρικα, κυπαρίσσι. Από αυτά επικρατούν κυρίως η πεύκη, η ερυθρελάτη και η λάρικα, λόγω της μεγαλύτερης προσφοράς τους στην αγορά, ενώ το κυπαρίσσι είναι αναμφίβολα ιδανικό είδος ξύλου για το συγκεκριμένο προϊόν λόγω της μεγάλης ανθεκτικότητάς του. Ειδικότερα η λάρικα χρησιμοποιείται στις εξωτερικές στρώσεις των ξυλοπλακών, ενώ το κυπαρίσσι δεν βρίσκει εφαρμογή γιατί δεν υπάρχουν πολλά δάση από το είδος αυτό.

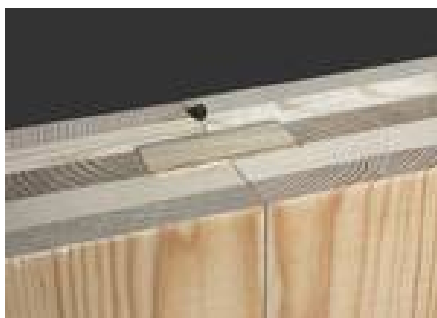
### **1. Στοιχεία (πάνελ) τοιχοποιίας.**

Κάθε στοιχείο τοιχοποιίας φέρει ανάλογα με το πάχος του κατά μήκος στις ράχες μία, δύο ή τρεις εγκοπές για την εισαγωγή του ξένου μόρσου σύνδεσης των στοιχείων μεταξύ τους προκειμένου να προκατασκευασθεί όλη η πλευρά του τοίχου (πίνακας 3). Το πλάτος κάθε στοιχείου είναι 1250mm και το μήκος του ίσο με το ύψος ορόφου κτιρίου (3000mm περίπου) (Εικ. 42).

Η φάση της προκατασκευής περιλαμβάνει όλες τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες του κάθε τοίχου όπως ανοίγματα παραθύρων, πορτών, καλωδιώσεις ηλεκτρικής εγκατάστασης, μόνωση, εξωτερική επένδυση τοίχου.



α)



β)



γ)



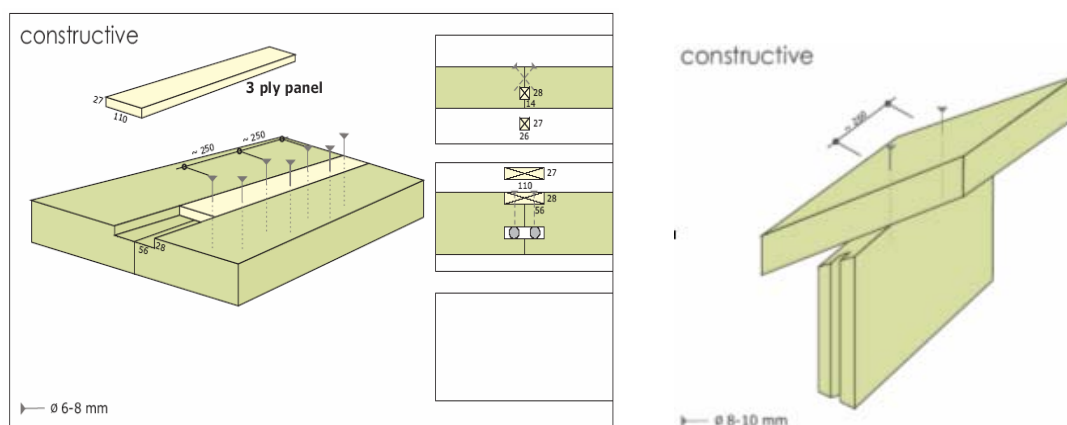
δ)

Εικ. 42 α,β: σύνδεση στοιχείων τοιχοποιίας με ξένο μόρσο, γ,δ: στοιχεία τοιχοποιίας.

## 2. Στοιχεία (πάνελ) ταβανιού.

Σε κάθε στοιχείο (πάνελ) ταβανιού ανοίγεται κατά μήκος μορφή πατούρας για τη δημιουργία της κατάλληλης εγκοπής σύνδεσης των πάνελ μεταξύ τους με το βίδωμα του κατάλληλου μόρσου (Εικ. 43).

Η προσέγγιση στα στοιχεία της οροφής της προκατασκευής είναι ανάλογη με τη διαδικασία που ακολουθείται στο ταβάνι.




Εικ. 43. Στοιχεία ταβανιού από BBS.

Ο πίνακας 3 παρουσιάζει τα τεχνικά στοιχεία συγκεκριμένου τύπου αντικολλητής ξυλοπλάκας από στοιχεία φυσικής ξυλείας (Cross laminated solid wood panels).

**Πίνακας 3. Τεχνικά στοιχεία (προϊόν BBS της Εταιρείας Binder Holz)**

Τύπος προϊόντος (σχεδιασμός προϊόντος): πολύστρωμη ξυλοπλάκα, αντικόλληση στρώσεων.

<b>Τύπος προϊόντος (προφίλ προϊόντος)</b>	Πολύστρωμη ξυλοπλάκα με αντικόλληση στρώσεων συμπαγούς ξύλου
<b>Υγρασία ξύλου</b>	12% ± 2%
<b>Διαστάσεις</b>	Πλάτος: 125cm, μήκος: μέχρι 24m (δακτυλωτή σύνδεση: General Finger Joint (GFJ)) Πάχος: 65mm-282mm.
<b>Μορφή (Προφίλ) σύνδεσης στη ράχη</b>	Όλες οι μορφές με ελαφρώς στρογγυλεμένα άκρα (περίπου 3mm) 
<b>Συγκολλητική ουσία</b>	Για στρώσεις αντικολλητών: Μελαμίνη+ουρία φορμαλδεΰδη, διαφανής, κατηγορίας E1 Για συγκόλληση στρώσεων BBS: PU-χωρίς φορμαλδεΰδη.
<b>Παραμόρφωση</b>	Στη κατεύθυνση μήκους του στοιχείου: 0,010% ανά % μεταβολή της υγρασίας του ξύλου.
<b>Βάρος</b>	Ερυθρελάτη (12%): 470kg/m <sup>3</sup> Λάρικα (12%): 590 kg/m <sup>3</sup>

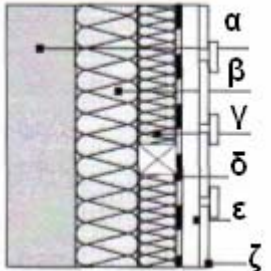
Το σύστημα δόμησης με αντικολλητές ξυλοπλάκες από στοιχεία φυσικής ξυλείας παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως:

- Μεγάλη αντοχή σε σεισμικές δονήσεις. Λόγω της αντικολλητής ολόσωμης κατασκευής των πλαισίων και των συνδέσεων με ξυλόβιδες, η σεισμική φόρτιση απορροφάται και εκμηδενίζεται.
- Η ολόσωμη αντικολλητή κατασκευή των πλαισίων προσφέρει ενισχυμένη μόνωση, πυροπροστασία για 30-90min (REI), υψηλή μηχανική αντοχή και προστασία από καιρικά φαινόμενα, μεγάλη διαστασιακή σταθερότητα.
- Μικρό κόστος προκατασκευής και υψηλή αισθητική εμφάνιση.
- Η ολόσωμη τοιχοποιία επιτρέπει μικρά πάχη στοιχείων, με αποτέλεσμα να κερδίζεται χώρος.
- Μεγάλη ταχύτητα συναρμολόγησης.

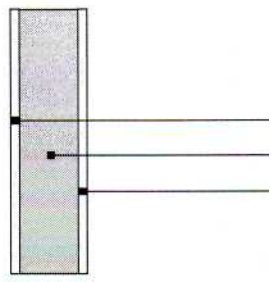
«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα - εφαρμογές (Εικ. 44) ενισχυμένων κατασκευών τοιχοποιίας, ταβανιού, και οροφής, στα οποία οι ενισχύσεις αφορούν την ηχομόνωση, θερμομόνωση, αντοχή σε φωτιά, ανθεκτικότητα και μηχανική αντοχή.

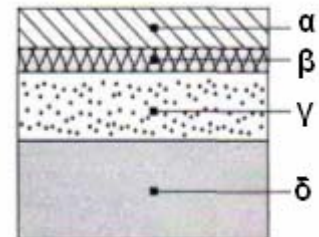
▪ **Εξωτερικός τοίχος**

Εξωτερικός τοίχος	Τεχνικά χαρακτηριστικά	Πάχος mm	RW (dB)	Value U
	α) 102 BBS ερυθρελάτη β) 80mm ορυκτοβάμβακας (0,040) γ) 50mm ορυκτοβάμβακας (0,040) δ) διαπερατή μεμβράνη ε) 30mm πήχης ερυθρελάτης για κενό ζ) 20mm εξωτερική επικάλυψη	282	51	0,23

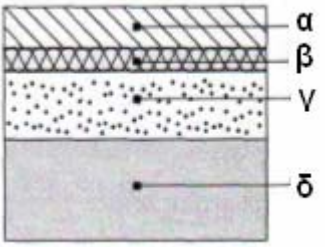
▪ **Εσωτερικός τοίχος**

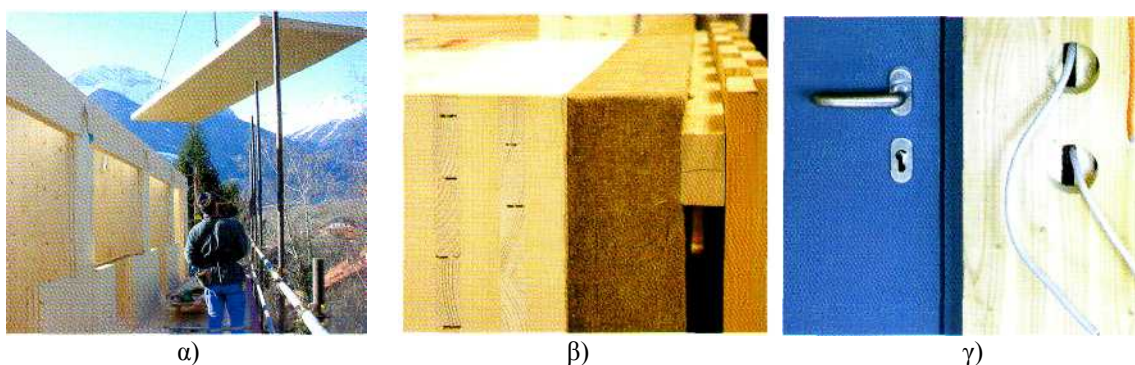
Εσωτερικός τοίχος	Τεχνικά χαρακτηριστικά	Πάχος mm	RW (dB)
	15mm γυψοσανίδα 81mm BBS ερυθρελάτη 15mm γυψοσανίδα	111	>36

▪ **Ταβάνι μεζονέτας**

Ταβάνι	Τεχνικά χαρακτηριστικά	Πάχος mm
	α) 60mm αμμοκονία β) 35mm TRT ηχομόνωση γ) 70mm styrobeton (ελαφρομπετόν) δ) 143mm BBS	308

▪ Ενισχυμένο ταβάνι διαχωρισμού διαμερισμάτων.

Ταβάνι διαχωρισμού	Τεχνικά χαρ/κά mm	Πάχος mm	L'nT,w dB	R'w dB	DnT,w dB
	60 cement screed 35 TRS μόνωση (Heralen) 100 stone chippings (>1300kg/m3) 143 BBS ερυθρελάτη	338	46	65	64



Εικ. 44. Εφαρμογές των solid wood panel σε προκατασκευές κατοικιών. α) Ολόσωμα πλαίσια τοιχοποιίας από S.W.P (solid wood panel), β) Ενίσχυση τοιχοποιίας με στρώση μόνωσης, στρώση κενού αέρα, εξωτερική επικάλυψη σανίδων, γ) Εγκατάσταση καλωδίων παροχής ρεύματος.

## 2. ΞΥΛΙΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ - ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

### 2.1 Χαρακτηριστικά σεισμών

#### 2.1.1 Πως ορίζεται ο σεισμός

Σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο προκαλείται από ξαφνική απελευθέρωση μηχανικής ενέργειας από το εσωτερικό της γης προς την επιφάνειά της, το οποίο εκδηλώνεται συνήθως χωρίς σαφή προειδοποίηση, δεν μπορεί να αποτραπεί και παρά τη μικρή χρονική διάρκεια του, μπορεί να προκαλέσει μεγάλες υλικές ζημιές στις ανθρώπινες υποδομές με επακόλουθα σοβαρούς τραυματισμούς και απώλειες ανθρώπινων ζώων.

Ο σεισμός μπορεί να είναι και αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας (όπως για παράδειγμα μιας υπόγειας πυρηνικής δοκιμής). Γενικά, η λέξη "σεισμός" περιγράφει κάθε σεισμικό γεγονός - φυσικό φαινόμενο ή αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας - που παράγει σεισμικά κύματα τα οποία διαδίδονται στο εσωτερικό της γης (Εικ. 45).

Οι περισσότεροι σεισμοί σχετίζονται με τον τεκτονικό χαρακτήρα της Γης και ονομάζονται τεκτονικοί σεισμοί.



Εικ. 45. Παγκόσμιος χάρτης σεισμικής δραστηριότητας 1973-2006.

(Από Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).

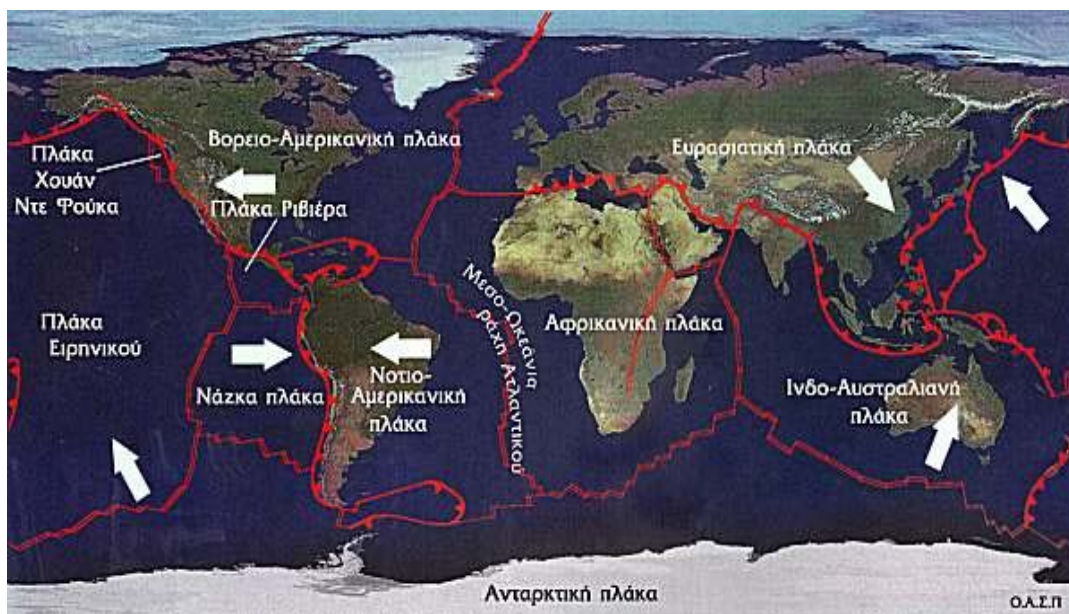
#### 2.1.2 Είδη σεισμών



### 2.1.2.1 Τεκτονικοί

Η λιθόσφαιρα αποτελείται από πολλές πλάκες που βρίσκονται σε διαρκή κίνηση, λόγω των πιέσεων που εξασκούνται από τις περιβάλλουσες λιθοσφαιρικές πλάκες ή λόγω των κινήσεων του μάγματος κάτω από αυτές. Στα όρια των πλακών δημιουργούνται εφελκυστικές ή συμπιεστικές ζώνες διάρρηξης: εφελκυστικές στα σημεία που οι πλάκες απομακρύνονται μεταξύ τους, συμπιεστικές στα σημεία που πλησιάζουν (Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).

Τα όρια των τεκτονικών πλακών (Εικ. 46) καθώς κινούνται τρίβονται μεταξύ τους συσσωρεύοντας ενέργεια, τασικό φορτίο. Όταν η πίεση ξεπεράσει μια κρίσιμη τιμή και φθάσει το όριο θραύσεως του πετρώματος του εστιακού χώρου, το αποτέλεσμα είναι η βίαιη ταλάντωση των πετρωμάτων και η απελευθέρωση της συσσωρευμένης ενέργειας.



Εικ. 46. Πλάκες λιθόσφαιρας και κατευθύνσεις κίνησης.

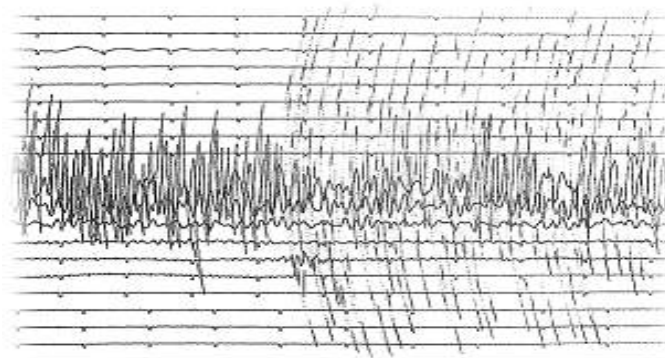
( Από Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).

### 2.1.2.2 Ηφαιστειακοί σεισμοί

Οι σεισμοί που σχετίζονται με ηφαιστειακή δραστηριότητα μπορεί να είναι εξίσου καταστροφικοί, προκαλώντας σχισμές στο έδαφος, παραμόρφωση του εδάφους, και ζημιές σε κατασκευές. Ηφαιστειακός ονομάζεται ο σεισμός που είναι αποτέλεσμα αλλαγής της πίεσης στο εσωτερικό της γης, λόγω της εισροής ή εκροής μάγματος. Το σήμα τέτοιων σεισμών ονομάζεται ηφαιστειογενής δόνηση.

### 2.1.3 Μέτρηση σεισμικών δονήσεων

Το όργανο που χρησιμοποιείται για την μέτρηση των σεισμικών δονήσεων ονομάζεται [σειсмоγράφος](#) (Σχήμα 14). Η λειτουργία του σειсмоγράφου βασίζεται στον [νόμο της αδράνειας](#). Η σεισμική δόνηση μεταβάλλει την δυνητική ενέργεια του μετρητή. Η καταγραμμένη μεταβολή ονομάζεται [σεισμόγραμμα](#) (Οριζόντιο, κάθετο σεισμόγραμμα). Η διάταξη του κάθετου σειсмоγράφου είναι σχεδόν όμοια με αυτή του μετρητή βαρύτητας που χρησιμοποιείται στην μέτρηση του [βαρυτικού πεδίου](#) (Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).



Σχήμα 14. Ενδεικτικός τύπος σεισμογράμματος.

#### **2.1.4 Σεισμικά κύματα**

Τρεις τύποι κυμάτων ανιχνεύονται από το σειсмоγράφο. Τα Π-κύματα, τα Σ-κύματα και τα Λ-κύματα επιφανείας ή αλλιώς Πρωτεύοντα, Δευτερεύοντα κύματα και Επιφανειακά κύματα. Το καθένα κινείται με διαφορετικές ταχύτητες και προκαλεί διαφορετικό τρόπο ταλάντωσης του εδάφους. Τα κύματα Π και Σ ταξιδεύουν στο εσωτερικό της γης, ενώ το Λ-κύμα κινείται μόνο μέσα στην [ασθενόσφαιρα](#). Η κίνηση των σωματιδίων στο Π-κύμα είναι διαμήκης, όπως αυτή του ηχητικού κύματος, προς την κατεύθυνση της διάδοσης. Χαρακτηριστικά οι ταχύτητες τέτοιων κυμάτων μέσα σε [γρανίτη](#) είναι περίπου 6 Km/sec. Η κίνηση των σωματιδίων στο Σ-κύμα είναι εγκάρσια, κάθετη προς την κατεύθυνση διάδοσης. Η ταχύτητα κίνησης στο γρανίτη είναι περίπου 3.6 Km/sec. Τα κύματα επιφανείας προκαλούν μια κάθετη αλλά και οριζόντια περιοδική κίνηση σε τρεις διαστάσεις, που συνήθως προκαλεί και τις μεγαλύτερες καταστροφές, σε συνδυασμό με το μεγαλύτερο πλάτος τους και επομένως τη μεγαλύτερη ενέργεια που μεταφέρουν.

Τα στερεά, υγρά και αέρια παρουσιάζουν ελαστικές ποιότητες, δηλαδή αντιστέκονται σε αλλαγές στο όγκο τους. Τα Π-κύματα που παραμορφώνουν τον όγκο μπορούν να ταξιδέψουν μέσω αυτών, ενώ τα Σ-κύματα που έχουν την τάση να παραμορφώνουν την μορφή των υλικών μπορούν να διαδοθούν μόνο μέσω υλικών που φέρουν αντίσταση σε αλλαγές στην μορφή. Τα

υγρά και τα αέρια δεν φέρουν τέτοιες αντιστάσεις, έτσι τα  $\Sigma$  κύματα δεν μπορούν να διαδοθούν μέσω αυτών. Με αυτό τον τρόπο, μελετώντας τη διάδοση των κυμάτων στο εσωτερικό της γης, οι γεωλόγοι κατέληξαν ότι ο εξωτερικός πυρήνας της γης είναι υγρός, καθώς τα  $\Sigma$ -κύματα δεν διαδίδονται μέσα του.

## 2.2 Η σεισμικότητα στην Ελλάδα

**Η Ελλάδα κατέχει την πρώτη θέση στην Ευρώπη από πλευράς σεισμικότητας και την έκτη παγκοσμίως.**

Η γεωγραφική της θέση συμπίπτει με περιοχή του πλανήτη μας όπου λαμβάνουν χώρα μεγάλα γεωτεκτονικά φαινόμενα όπως η σύγκλιση της Αφρικανικής με την Ευρω-ασιατική λιθосφαιρική πλάκα με αποτέλεσμα τη μεγάλη σεισμικότητα που παρατηρείται στη περιοχή αυτή.

Το σοβαρότερο σεισμικό συμβάν στην Ελλάδα τα τελευταία εκατό χρόνια είναι ο σεισμός μεγέθους 7.2R που έγινε στις 12 Αυγούστου 1953 στη Κεφαλονιά. Προκάλεσε τεράστιες υλικές καταστροφές κυρίως στη Κεφαλονιά, Ζάκυνθο και Ιθάκη με αποτέλεσμα να σκοτωθούν 476 άνθρωποι και να τραυματιστούν άλλοι 2412. Σε σύνολο 33.000 σπιτιών που υπήρχαν τότε στα νησιά αυτά, προκλήθηκαν 27.659 καταρρεύσεις, σοβαρές υλικές ζημιές σε 2.780 σπίτια και ελαφρές σε 2.394 σπίτια (Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).

Ο σεισμός εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις έχει ως επακόλουθα την ενεργοποίηση άλλων γεωλογικών φαινομένων όπως η **ρευστοποίηση εδαφών, οι καταπτώσεις βράχων, οι κατολισθήσεις και τα θαλάσσια κύματα βαρύτητας γνωστά με τον όρο τσουνάμι** με εξίσου σοβαρές επιπτώσεις.

Τα θαλάσσια κύματα βαρύτητας προκαλούνται από μεγάλους υποθαλάσσιους σεισμούς. Το σημαντικότερο ως προς το ύψος θαλάσσιο κύμα βαρύτητας που έχει παρατηρηθεί στην Ελλάδα τα τελευταία πενήντα χρόνια δημιουργήθηκε στις 9 Ιουλίου 1956 στη θαλάσσια περιοχή της Αμοργού μετά από σεισμό μεγέθους 7.5R.

Η αναγκαιότητα σύγκρισης ενός σεισμού με κάποιο άλλο σεισμικό συμβάν σε άλλο τόπο και χρόνο, όσον αφορά στα χαρακτηριστικά του σαν φυσικό φαινόμενο και τα αποτελέσματά του στη λειτουργία μιας οργανωμένης κοινωνίας, επέβαλλε την υιοθέτηση δύο διαφορετικών φυσικών ποσοτήτων, του **μεγέθους** και της **έντασης** αντίστοιχα.

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Το μέγεθος ενός σεισμού εκφράζεται σε βαθμούς της **κλίμακας Richter** και είναι η φυσική ποσότητα που χρησιμοποιείται από τους σεισμολόγους για τη μέτρηση της σεισμικής ενέργειας που απελευθερώνεται στο σημείο που εκδηλώνεται ο σεισμός (Πίνακας 4).

**Πίνακας 4. Η κλίμακα Richter και οι προκαλούμενες ζημιές**

<b>Η κλίμακα Richter</b>	<b>Προκαλούμενες ζημιές</b>
<b>Μικρός: &lt; 3R</b>	Πολλές φορές ανεπαίσθητοι.
<b>Ασήμαντος: 3R-3.9R</b>	Αισθητοί χωρίς ζημιές.
<b>Ασθενής: 4R-4.9R</b>	Αισθητοί με ελαφρές συνήθως ζημιές γύρω από το επίκεντρο.
<b>Μέτριος: 5R-5.9R</b>	Ζημιές συνήθως εντός 10 τετραγωνικών χλμ
<b>Ισχυρός: 6R-6.9R</b>	Σοβαρές ζημιές εντός 100 τετραγωνικών χλμ
<b>Σημαντικός: 7R-7.9R</b>	Σοβαρότατες ζημιές και πέραν των 100 χλμ
<b>Μεγάλος: 8+</b>	Μεγάλες απώλειες ανθρώπινων ζωών και μεγάλες καταστροφές.

Η ένταση ενός σεισμού εκφράζεται με εμπειρικό τρόπο είτε σε βαθμούς της αναθεωρημένης **κλίμακας Mercalli (MM)** ή σε βαθμούς της **κλίμακας Mercalli - Sieberg (MKS)** και είναι η φυσική ποσότητα που δίνει το μέτρο των αποτελεσμάτων ενός σεισμού στους ανθρώπους και στις ανθρώπινες κατασκευές (Πίνακας 5).

**Πίνακας 5. Η κλίμακα Mercalli - ένταση και συνέπειες.**

<b>Η κλίμακα Mercalli</b>	<b>Συνέπειες</b>
<b>Βαθμός 1:</b>	Δεν γίνεται αισθητός.
<b>Βαθμός 2:</b>	Αισθητός από μερικούς ανθρώπους που βρίσκονται σε ανάπαυση στους ψηλότερους ορόφους κτιρίων.
<b>Βαθμός 3 :</b>	Αισθητός μέσα στα σπίτια. Μπορεί να μην αναγνωριστεί ως

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

	σεισμός. Δονήσεις σαν να περνάει ελαφρύ φορτηγό.
<b>Βαθμός 4 :</b>	Τίθενται σε κίνηση κρεμασμένα αντικείμενα. Τζάμια τρίζουν. Σταματημένα αυτοκίνητα κλυδωνίζονται. Δονήσεις σαν να περνάει βαρύ φορτηγό. Κρότος παραθύρων, χτύπος στις πόρτες.
<b>Βαθμός 5 :</b>	Αισθητός στην ύπαιθρο. Αυτοί που κοιμούνται ξυπνούν. Αιώρηση κρεμασμένων αντικειμένων. Ανατροπή μερικών μικρών αντικειμένων
<b>Βαθμός 6 :</b>	Αισθητός από όλους. Πολλοί τρομοκρατούνται και τρέχουν έξω από τα κτίρια. Οι άνθρωποι περπατούν με αστάθεια. Μικρές καμπάνες ηχούν. Μετακίνηση ή ανατροπή πολυάριθμων μεγάλων αντικειμένων και επίπλων. Βλάβες σε σοβάδες, κεραμίδια, καπνοδόχους. Βλάβες λίγες, ελαφρές.
<b>Βαθμός 7 :</b>	Μεγάλες καμπάνες ηχούν. Πτώση πολυάριθμων κεραμιδιών, καπνοδόχων. Σοβάδες και τοιχοποιία ρηγματώνονται στις συνηθισμένες κατασκευές. Στις κακές κατασκευές πέφτουν σοβάδες, αποκολλούνται τούβλα και πέτρες. Γίνεται αισθητός από οδηγούς αυτοκινήτων. Κυματισμός στις λίμνες, θόλωμα νερού από λάσπη.
<b>Βαθμός 8:</b>	Επηρεάζεται η οδήγηση των αυτοκινήτων. Αρκετές ζημιές και μερική κατάρρευση στις συνηθισμένες κατασκευές. Λίγες βλάβες στην τοιχοποιία των καλών κατασκευών, και μεγάλες στις κακές κατασκευές. Κλαδιά σπάνε από τα δένδρα. Αλλαγές στη ροή και στη θερμοκρασία του νερού σε πηγές και σε πηγάδια.
<b>Βαθμός 9 :</b>	Γενική καταστροφή στις κακές κατασκευές. Σοβαρές βλάβες στην τοιχοποιία των καλών κατασκευών. Υπόγειοι αγωγοί σπάζουν.
<b>Βαθμός 10:</b>	Καταστροφή μερικών καλά κατασκευασμένων ξύλινων κτιρίων και γεφυρών. Οι περισσότερες κατασκευές τοιχοποιίας και τα προκατασκευασμένα κτίσματα καταστρέφονται μαζί με τα θεμέλια. Σοβαρές ζημιές σε φράγματα, υδροφράχτες και αναχώματα. Μεγάλες κατολισθήσεις. Οι σιδηροτροχιές κάμπτονται.
<b>Βαθμός 11 :</b>	Μεγάλες ρωγμές στο έδαφος. Οι σιδηροτροχιές κάμπτονται έντονα. Υπόγειοι αγωγοί καταστρέφονται εντελώς.
<b>Βαθμός 12 :</b>	Ολική καταστροφή. Αντικείμενα εκτινάσσονται στον αέρα. Μεταβάλλεται η επιφάνεια του εδάφους και η γραμμή του ορίζοντα.

Το αναμενόμενο τελικό αποτέλεσμα της σεισμικής κίνησης σε μια περιοχή (θάνατοι, υλικές ζημιές κ.λ.π) και η αναγκαιότητα σύγκρισής του με εκείνο σε μια άλλη περιοχή οδήγησε τους επιστήμονες στην υιοθέτηση μιας ποσότητας που ονομάζεται **σεισμικός κίνδυνος**.

Ο σεισμικός κίνδυνος εξαρτάται από τη σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής και από τη τρωτότητα των τεχνικών κατασκευών που βρίσκονται στη περιοχή. Η σεισμική επικινδυνότητα μιας περιοχής εκφράζεται με μία ποσότητα το μέτρο της οποίας είναι η αναμενόμενη ένταση της σεισμικής κίνησης στη περιοχή αυτή, ενώ η τρωτότητα των τεχνικών κατασκευών εκφράζεται με το μέτρο των ιδιοτήτων των κατασκευών (π.χ ποιότητα κατασκευής, ίδια περίοδο, τοπικές γεωτεχνικές συνθήκες κ.λ.π).

**Κάθε σεισμός έχει τη δική του ταυτότητα που τη προσδιορίζουν φυσικά χαρακτηριστικά, επαγόμενα φαινόμενα και επιπτώσεις.**

Τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός σεισμού είναι το μέγεθος, το σημείο (επίκεντρο) και ο χρόνος εκδήλωσης του, καθώς ο βαθμός που έγινε αισθητός σε τοπικό επίπεδο.

Το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών διαθέτει δίκτυο σειсмоγράφων το οποίο καλύπτει όλο τον Ελλαδικό χώρο και μπορεί να δώσει αξιόπιστη πληροφόρηση σχετικά με το μέγεθος, το επίκεντρο και το χρόνο εκδήλωσης ενός σεισμού.

Τα Εργαστήρια Σεισμολογίας των Πανεπιστημίων Αθηνών, Θεσσαλονίκης και Πατρών και ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας διαθέτουν τοπικά δίκτυα σειсмоγράφων με δυνατότητα αξιόπιστου προσδιορισμού των ανωτέρω χαρακτηριστικών στη περίπτωση σεισμών που βρίσκονται γεωγραφικά μέσα στα εν λόγω δίκτυα.

### 2.3 Το ελληνικό τόξο

Το ελληνικό τόξο ξεκινώντας από την Κεφαλονιά, διασχίζει το νότιο Ιόνιο ανατολικά της Πελοποννήσου και περνώντας νότια της Κρήτης καταλήγει στη Ρόδο. Εδώ τα Ρίχτερ χτυπούν με μεγέθη που φθάνουν ακόμη και τους 7.5 βαθμούς. Είναι το όριο επαφής και σύγκλισης της αφρικανικής με την ευρασιατική λιθοσφαιρική πλάκα, που η πρώτη βυθίζεται με ταχύτητα περίπου 4.5cm το χρόνο κάτω από τη δεύτερη, και είναι αυτή η τιτάνια «μάχη» των πλακών στο Νότιο Αιγαίο η κύρια αιτία εκδήλωσης των περισσότερων σεισμών στην Ελλάδα.

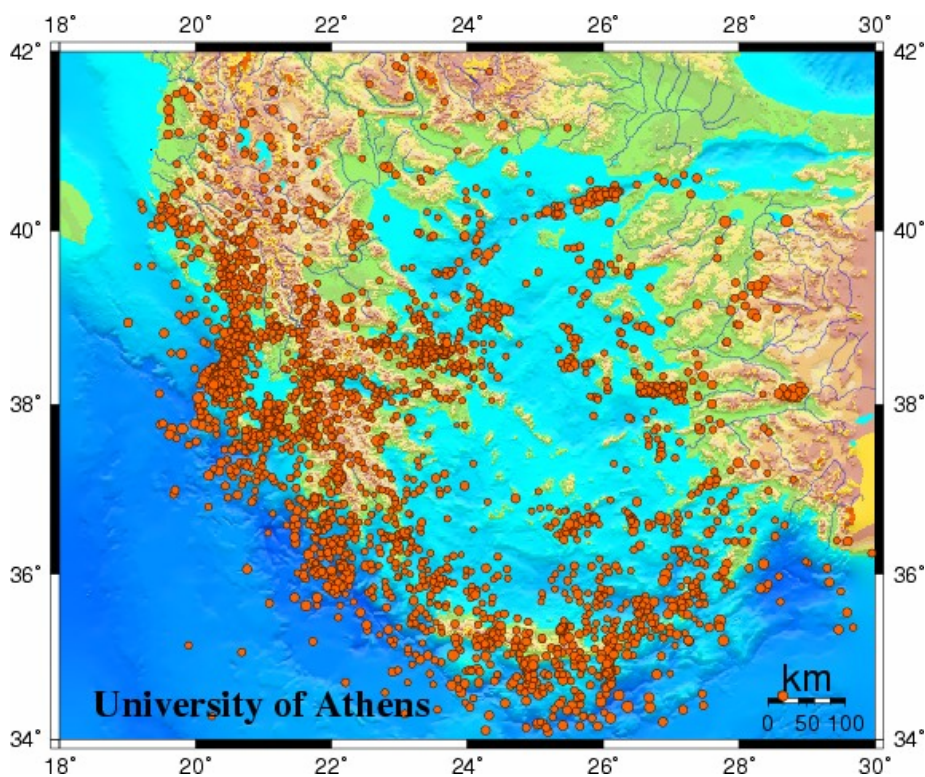
Η μεγαλύτερη σεισμική δραστηριότητα παρουσιάζεται στο δυτικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου, όπου και σημειώθηκαν οι πρόσφατες ισχυρές δονήσεις στο θαλάσσιο χώρο νοτίως της Καλαμάτας και μεταξύ Λευκάδας - Πρέβεζας. Στο δυτικότερο άκρο του Ελληνικού Τόξου, εντοπίζεται και το σεισμικό «τρίγωνο του διαβόλου», ένας χώρος με ιδιαίτερα τεκτονικά χαρακτηριστικά που το κατατάσσουν στη πρώτη θέση της λίστας των περιοχών υψηλότερης σεισμικότητας στο Αιγαίο και στην Ευρώπη.

Κατά μήκος των ακτών της Δυτικής Ελλάδας από την Κέρκυρα ως τη Δυτική Κρήτη, η σεισμική δραστηριότητα μπορεί να διακριθεί γενικά σε τρεις περιοχές (Εικ. 47).

Η πρώτη περιοχή βρίσκεται βορείως της Λευκάδας και η σεισμική δραστηριότητα εκεί οφείλεται σε συμπιεστικές δυνάμεις περίπου ανατολικής - δυτικής διεύθυνσης (κάθετες στη διεύθυνση των ακτών της Δυτικής Ελλάδας).

**Η δεύτερη περιοχή** βρίσκεται νοτίως της Κεφαλονιάς και αποτελεί το δυτικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου. Η σεισμική δραστηριότητα εκεί οφείλεται στη σύγκλιση μεταξύ της αφρικανικής πλάκας και του Αιγαίου και της κατάδυσης της πρώτης κάτω από τη δεύτερη. Αποτέλεσμα της κατάδυσης αυτής είναι και η εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας ενδιάμεσου βάθους (εστιακά βάθη σεισμών μεγαλύτερα των 60Km) κάτω από την Πελοπόννησο και ανατολικά αυτής περίπου ως το χώρο των Κυκλάδων.

**Η τρίτη περιοχή** βρίσκεται μεταξύ των δύο προηγούμενων, στον ευρύτερο χώρο της Κεφαλονιάς, από τη Ζάκυνθο ως τη Λευκάδα. Η σεισμική δραστηριότητα εδώ εκδηλώνεται κυρίως κατά μήκος ενός ρήγματος, το οποίο έχει διεύθυνση βορειοανατολική - νοτιοδυτική. Με άλλα λόγια, η σεισμική δραστηριότητα στο χώρο αυτό εκδηλώνεται επειδή έχουμε μια οριζόντια κίνηση του χώρου νοτίως του ρήγματος προς τα νοτιοδυτικά (προς τη Μεσόγειο) και του χώρου βορείως του ρήγματος προς τα βορειοανατολικά (προς την Πίνδο). Η συνολική σχετική κίνηση κοντά στο ρήγμα αυτό είναι της τάξεως των 25mm ανά έτος (Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).



Εικ. 47. Ελληνικό τόξο - περιοχές έντονης σεισμικής δραστηριότητας

Χαρακτηριστικό της σεισμικής δραστηριότητας στη Δυτική Ελλάδα που οφείλεται στις τεκτονικές ιδιότητες της περιοχής, είναι **ο μεγάλος αριθμός μικρών και ενδιάμεσου μεγέθους σεισμών αλλά και η μεγαλύτερη συχνότητα γένεσης ισχυρών, καταστρεπτικών σεισμών.** Έτσι παρά το γεγονός ότι στον χώρο αυτό τα μεγέθη των μεγαλύτερων σεισμών είναι λίγο μικρότερα από ότι σε άλλες περιοχές του ελληνικού χώρου, ο σεισμικός κίνδυνος είναι σαφώς μεγαλύτερος εξαιτίας της συχνότητας γένεσης σεισμών ικανών να προκαλέσουν καταστροφές. Μετά τη γένεση του ισχυρού σεισμού στην Τουρκία είναι γεγονός ότι επηρεάστηκε η σεισμικότητα όλου του ελληνικού χώρου. Σε διάφορες περιοχές μάλιστα, συμπεριλαμβανομένης και της Δυτικής Ελλάδας, εκδηλώθηκε σεισμική δραστηριότητα αμέσως μετά την άφιξη των σεισμικών κυμάτων από την Τουρκία

Τέτοιες μεταβολές έχουν παρατηρηθεί αρκετές στο παρελθόν με βάση τόσο τις ενόργανες μετρήσεις όσο και τα ιστορικά δεδομένα. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι η σεισμική δραστηριότητα δεν εκδηλώνεται χρονικά πάντα με τον ίδιο τρόπο, αλλά διακρίνονται περίοδοι ύφεσης και έξαρσής της. Οι παρατηρήσεις αυτές αλλά και τα συμπεράσματα μελετών που αφορούν στη μεσοπρόθεσμη πρόγνωση σεισμών με τη χρήση σύγχρονων μεθοδολογιών μπορούν να δώσουν σημαντικά στοιχεία και να συμβάλουν αποτελεσματικά στη μείωση του σεισμικού κινδύνου.

Η μεγάλη σεισμικότητα της Ελλάδας οφείλεται στα ιδιαίτερα γεωλογικά χαρακτηριστικά της, τα οποία έχουν διαμορφωθεί από τις κινήσεις των τεκτονικών πλακών στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου.

Η Τουρκία κινείται δυτικά προς το Αιγαίο με ταχύτητα 25mm το χρόνο κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Το Αιγαίο ακολουθεί την κίνηση αυτή και κινείται με την ίδια ταχύτητα σε σχέση με την Ευρώπη κατά μήκος της τάφρου του Βορείου Αιγαίου προς τα δυτικά. Ταυτόχρονα όμως το Αιγαίο, λόγω εσωτερικής παραμόρφωσης, επεκτείνεται προς τα νότια (με μια ταχύτητα η οποία φθάνει περίπου τα 10mm ανά έτος). Με τον τρόπο αυτό, ο ρυθμός ολίσθησης στο νότιο τμήμα του φθάνει ως τα 35mm το έτος, περίπου, με διεύθυνση βορειοανατολικά - νοτιοδυτικά. Επειδή και η Αφρική κινείται προς τα βόρεια (με ταχύτητα 10mm ανά έτος), ο ρυθμός σύγκλισης μεταξύ της αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας με εκείνης του Αιγαίου είναι της τάξεως των 45mm το έτος.

Επιπλέον δυτικά του ελληνικού χώρου (στην περιοχή βόρεια της Κεφαλονιάς), η Απουλία μικροπλάκα (Βόρειο Ιόνιο - Αδριατική) εκτελεί μια αριστερόστροφη κίνηση και το ανατολικό της όριο συγκρούεται με την Πίνδο.



Όλες αυτές οι παραπάνω κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών που σε γενικές γραμμές θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελούν και την κύρια αιτία της σεισμικής δραστηριότητας που εκδηλώνεται στον ελληνικό χώρο «συναντώνται» στην περιοχή της **Κεφαλονιάς**, γεγονός που έχει αποτέλεσμα στον χώρο αυτό να παρουσιάζεται και η μεγαλύτερη σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου, ολόκληρης της Ελλάδας και κατ' επέκταση της Ευρώπης.

## **2.4 Σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων με ξύλινο σκελετό**

Αντίθετα με ότι συμβαίνει με τον κίνδυνο της φωτιάς και των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων που απειλούν το ξύλο ως δομικό υλικό, η σεισμική συμπεριφορά του ξύλου δεν εξετάστηκε ως πρόβλημα μέχρι τώρα.

Η χρήση ξύλινων στοιχείων για να βελτιώσει τη συμπεριφορά συμβατικών κτιρίων που κατασκευάζονται από πέτρα, πλίθα και σοβά, ήταν ευρέως διαδεδομένη σε παγκόσμιο επίπεδο. Η πλέον γνωστή περίπτωση είναι η κατασκευή σπιτιών από πέτρα και ξύλο στα ελληνικά νησιά. Τα παραδείγματα των Κινέζικων και Γιαπωνέζικων ξύλινων κτιρίων με ύψος μέχρι 50m γνωστά ως παγόδες είναι επίσης γνωστά στον καθένα. Το πιο εντυπωσιακό παράδειγμα καλής συμπεριφοράς του ξύλου ως δομικό υλικό είναι στο σεισμό της Αλάσκας το 1964 και συγκεκριμένα γνωστή είναι η περίπτωση ξύλινου σπιτιού που κατασκευάστηκε δίπλα σε πύργο από ενισχυμένο μπετό σε όρμο της Αλάσκας. Ο πύργος κατέρρευσε ενώ το ξύλινο σπίτι παρέμεινε ανέπαφο (Τουλιάτος, 2000).

Υπάρχουν βέβαια και αντίθετα παραδείγματα, όπως καταρρεύσεις ξύλινων κτιρίων στους σεισμούς του 1995 στο Kobe της Ιαπωνίας και του 1989 στο Loma priesta των ΗΠΑ, που, αν και ελάχιστα δεν μπορούμε να αγνοήσουμε.

Ο σεισμός είναι ένα απρόβλεπτο φυσικό φαινόμενο με έκλυση τεράστιας ενέργειας και η αντίσταση στο σεισμό είναι το αποτέλεσμα πολλών παραγόντων που συνεπιδρούν οι οποίοι πρέπει να μελετώνται και να ερευνώνται. Οι ξύλινες κατασκευές, για να ανθίστανται με επάρκεια στους σεισμούς και να παρέχουν ασφάλεια, πρέπει να κατασκευάζονται με βάση κανόνων και αρχών όσον αφορά την επιλογή των υλικών, στις διαστάσεις των κατασκευαστικών στοιχείων, στο είδος των συνδέσεων του σκελετού και της θεμελίωσης, στη δυνατότητα και τις προϋποθέσεις συνδυασμένης χρήσης διαφόρων υλικών όπως ξύλο και μπετό, πέτρα, μέταλλο, πλαστικό κ.λ.π για τους λόγους αυτούς τα τελευταία χρόνια διεξάγεται έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η καλή σεισμική συμπεριφορά των ξύλινων κατασκευών έχει αποδοθεί κυρίως στην υψηλή ειδική αντοχή (specific strength) του (μηχανική αντοχή/πυκνότητα). Ωστόσο το ξύλο κατασκευών όταν έχει σφάλματα δομής (ρόζους, στρεψοϊνία, ραγάδες κ.α.) επιδεικνύει συμπεριφορά εύθραυστου υλικού κάτω από ορισμένες συνθήκες φόρτισης (κάμψη, σχίση, εφελκυσμός κάθετα προς τις ίνες). Άρα ο παράγων ποιότητα ξύλου στον σκελετό κτιρίου είναι καθοριστικός. Βασική και αυστηρή προϋπόθεση που διασφαλίζει την αντοχή της κατασκευής σε σεισμούς είναι η τήρηση των προδιαγραφών ποιότητας της ξυλείας σκελετού.

Η σεισμική δράση σε ένα ξύλινο σκελετό κτιρίου απορροφάται από τις συνδέσεις του σκελετού λόγω της πλαστικής συμπεριφοράς του ξύλου. Η συμπεριφορά αυτή οφείλεται στην ολκιμότητα (ευπλαστότητα) του ξύλου, γνωστή με τον όρο Ductility, και στην απορρόφηση (ανάλωση) της ενέργειας (energy dissipation) που επιτυγχάνονται δια του φαινομένου της υστέρησης στις μηχανικές συνδέσεις ξύλου μετάλλου και δια της τριβής μεταξύ των διαφόρων στοιχείων της κατασκευής (Ceccotti, Thelaudersson, 2000). Οι ερευνητές έχουν την πρόκληση να μελετήσουν τους παράγοντες που έχουν ως αποτέλεσμα την πλαστική συμπεριφορά του ξύλου και αποτρέπουν τη θραύση κατά τη διάρκεια της σεισμικής φόρτισης. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών πρέπει να οδηγήσουν στη θέσπιση προδιαγραφών (κωδίκων) με απλούς κανόνες και λεπτομερείς οδηγίες που θα μπορεί να εφαρμοσθούν στην πράξη και να καθιερωθούν στην αγορά.

## **2.5 Συμπεριφορά των κατασκευών από ελαφρύ ξύλινο σκελετό (τύπου πλατφόρμας) σε σεισμούς στην Β. Αμερική**

Αξιολογήθηκε η συμπεριφορά κτιρίων με ξύλινο σκελετό τύπου πλατφόρμας στους ακόλουθους πρόσφατους σεισμούς:

- Αλάσκα 1964, San Fernando - California 1971, Edgecumbe - New Zealand 1987, Saguenay, Quebec 1988, Loma Prieta, California 1989 Northridge, California 1994 και Kobe Japan 1995. Όπου ήταν δυνατό η συμπεριφορά των κτιρίων συσχετίσθηκε με τη μετρηθείσα peak horizontal ground accelerations = ακραίες οριζόντιες εδαφικές επιταχύνσεις (ακραίες οριζόντιες εδαφικές δονήσεις).

Η μελέτη απέδειξε ότι η πλειονότητα των κατασκευών τύπου πλατφόρμας διαφόρων εποχών όταν δέχθηκε τις ακραίες οριζόντιες εδαφικές δονήσεις των 0.6g και μεγαλύτερες άντεξαν (επέζησαν) τις δονήσεις χωρίς σοβαρές βλάβες στις κατασκευές και με πολύ λίγους τραυματισμούς και θανάτους (Πίνακας 6), (Karacabeyli, Erol, Rainer, Hans, 2000).

Έτσι το **κριτήριο της ασφάλειας** ζωής το οποίο είναι αναμφίβολο στους κώδικες των κτιρίων, είναι ικανοποιητικό σε μεγάλο βαθμό. Επιπρόσθετα πολλά σύγχρονα σπίτια με ξύλινο σκελετό άντεξαν τους σεισμούς χωρίς καμία ορατή βλάβη. Οι πολύ λίγες βλάβες και καταρρεύσεις που παρατηρήθηκαν θα μπορούσε να αποδοθούν στα εξής αίτια:

- έλλειψη επαρκούς πλευρικής ενίσχυσης,
- ασθενής όροφος ισογείου,
- ανεπαρκής σύνδεση στη θεμελίωση του σκελετού και
- το γεγονός ότι οι δονήσεις που έλαβαν χώρα ήταν πρωτόγνωρες και πολύ μεγαλύτερες των προηγούμενων δονήσεων που είχαν καταγραφεί.

**Πίνακας 6. Δεδομένα πρόσφατων σεισμών στην παγκοσμίως.**

Στοιχεία σεισμού	Μέγεθος Σεισμού	Αριθμός ανθρώπων που σκοτώθηκαν (ΟΛΙΚΟΣ)	Αριθμός ανθρώπων που σκοτώθηκαν σε ξύλινα σπίτια	Αριθμός ξύλινων σπιτιών που δέχτηκαν χτύπημα σεισμού
<b>Alaska 1964</b>	8.4	130	<10	
<b>San Fernando 1971</b>	6.7	63	4	100.000
<b>Edgcumbe 1987</b>	6.3	0	0	7.000
<b>Saguenay, 1988</b>	5.7	0	0	10.000
<b>Loma Prieta 1989</b>	7.1	66	0	50000
<b>Northridge 1994</b>	6.7	60	16+4	200.000
<b>Hyogo-ken Nambu (Kobe) 1995</b>	6.8	6.300	0	8.000

Πηγή: Karacabeyli, Erol, Rainer, J. Hans. 2000.

Από την όλη μελέτη προκύπτουν τα ακόλουθα επιμέρους συμπεράσματα:

1. Τα ισόγεια σπίτια με ξύλινο σκελετό είχαν καλή συμπεριφορά για σεισμούς με ακραία οριζόντια εδαφική δόνηση 0.6g και ακόμη υψηλότερα εφόσον δεν υπήρχαν κατασκευαστικές ατέλειες όπως τοίχοι χωρίς στήριξη, ανεπαρκής ενίσχυση προσθηκών βεραντών και καμινάδων. Η συμπεριφορά των κατοικιών αυτών σε ότι αφορά την ασφάλεια ζωής και την ασφάλεια του κτιρίου είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του οικοδομικού κανονισμού.

2. Μερικές από τις κατοικίες με ισόγειο και όροφο από ξύλινο σκελετό υπέστησαν σοβαρές ζημιές στο σεισμό της Καλιφόρνιας με ακραία οριζόντια εδαφική δόνηση 0.6 έως 0.8g. Στο Kobe κατοικίες με τα ίδια δεδομένα κατασκευής είχαν όλες καλή συμπεριφορά.

Στην Καλιφόρνια χαρακτηρίστηκαν να πληρούν το κριτήριο ασφάλειας ζωής σε μεγάλο βαθμό, ενώ στο Kobe πληρούν το κριτήριο με ελάχιστη (μηδαμινή) ζημιά.

3. Στον σεισμό του Northridge, για κατοικίες με ισόγειο και 2 ή 3 ορόφους και ξύλινο σκελετό το κριτήριο ασφάλειας ζωής εκπληρώθηκε σε μεγάλο βαθμό, για σεισμούς με ακραία οριζόντια εδαφικά δόνηση 0.6g και παραπάνω, με εξαίρεση πολύ λίγα κτίρια στα οποία είχαμε κατάρρευση και θανάτους λόγω αδύνατης κατασκευής ισογείου (Ceccotti, Thelaudersson, 2000).

Η ομάδα των ειδικών επιστημόνων καταλήγει στα γενικά συμπεράσματα:

- Η σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων με σκελετό τύπου πλατφόρμας αξιολογείται ως καλή. Ειδικότερα αξιολογήθηκε η συμπεριφορά των κτιρίων αυτών κατά τη διάρκεια του σεισμού στην ακραία οριζόντια εδαφική δόνηση (επιτάχυνση) (PGA).
- Παρά την ύπαρξη ορισμένων κατασκευαστικών ατελειών και των αποτυχιών που προκλήθηκαν, τα κτίρια με σκελετό τύπου πλατφόρμας εμφάνισαν **υπερβολικά καλή συμπεριφορά, σε ότι αφορά το κριτήριο της ασφάλειας ζωής.**
- Σε έναν αριθμό σεισμών τα κτίρια με ξύλινο σκελετό άντεξαν εδαφικές δονήσεις 0,6g και μεγαλύτερες χωρίς σοβαρές παραμορφώσεις και συχνά χωρίς καμία βλάβη.
- Σοβαρή ατέλεια αδύνατης κατασκευής ισογείου και συνεχόμενα κολλητά ισόγεια με μεσοτοιχία προκάλεσε βλάβες στα κτίρια και κατάρρευση με απώλεια ζωής (Εικ. 48), (Ceccotti, Thelaudersson, 2000).



Εικ. 48. Κατοικία με σοβαρή ατέλεια αδύνατης κατασκευής ισογείου  
(San Fernando Earthquake, 1971)

## 2.6 Σεισμική συμπεριφορά ξύλινων κατασκευών στην Ιαπωνία

Η Ιαπωνία έχει μακρά ιστορία σε ξύλινες κατασκευές. Το παλαιότερο υπάρχον ξύλινο κτίριο στο Horyuji Kondo κατασκευάστηκε τον 7<sup>ο</sup> αι. Πολλά ξύλινα κτίρια επέζησαν των ισχυρών ανέμων και των σεισμών επί αιώνες. Από την άποψη αυτή έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των κτιρίων αυτών.

### 1. Κτίριο Horyuji Kondo

Πρόκειται για Εκκλησία που κατασκευάστηκε τον 7<sup>ο</sup> αι. και είναι το παλαιότερο ξύλινο κτίριο στην Ιαπωνία. Το κτίριο έχει διπλή οροφή και αποτελείται από δύο κατασκευαστικά μέρη, την κεντρική μονάδα, τον γείσο και τους τοίχους που περιβάλλουν τον κεντρικό τοίχο (Εικ. 49).



Εικ. 49. Ξύλινη εκκλησία του 7<sup>ου</sup> αι. με διπλή οροφή στο Kondo της Ιαπωνίας.

Το κτίριο έχει μήκος 18.4m και βάθος 15.2m. Η κατασκευή δεν διαθέτει πλευρικά στοιχεία στήριξης πέραν των μεγάλης διαμέτρου κολονών με θριγκό και των τοίχων από άργιλο.

Δεν υπάρχουν οριζόντιοι δοκοί που συνδέουν τις μεγάλες κολόνες και τα οριζόντια στοιχεία στην κορυφή των κολονών δεν φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρολό σε ότι αφορά την αντίσταση των πλευρικών δυνάμεων. Υποτίθεται ότι το μπλοκάρισμα των κολονών αντιστέκεται στις πλευρικές φορτίσεις, όπως συμβαίνει στα πολύ παλιά κτίρια (Εικ. 50).



Εικ. 50. Μακέτα του ναού που δείχνει την κατασκευή του ξύλινου σκελετού.

## 2. Κτίριο Todaiji Daibutsuden

Το κτίριο με τον μεγάλο Βούδα κατασκευάστηκε αρχικά τον 8<sup>ο</sup> αι. Στη συνέχεια κάηκε και κατασκευάστηκε εκ νέου το 1709. Έχει πλάτος 57m, βάθος 50.5m και ύψος 47.5m. Είναι το μεγαλύτερο υπάρχον ιστορικό ξύλινο κτίριο (Εικ. 51).

Οι συνεχόμενες μακρές κολόνες προσεγγίζουν την κορυφή του κτιρίου και συνδέονται με τις πλευρικές κολόνες με οριζόντια στοιχεία που υποστηρίζουν το γείσο ως προεξέχοντα κυρτά δοκάρια. Στην ανακατασκευή του 18<sup>ου</sup> αι. χρησιμοποιήθηκαν επικολλητές δοκοί και μεταλλικές συνδέσεις.



Εικ. 51. Todaiji Daibutsuden: Το μεγαλύτερο υπάρχον ιστορικό ξύλινο κτίριο.

Η μελέτη των ιστορικών ξύλινων κτιρίων η οποία γίνεται στα πλαίσια συντήρησης και αποκατάστασης των κτιρίων αυτών μας αποκαλύπτει πολλά από τα μυστικά και τις τεχνικές που εφαρμόζονταν σε παλαιότερες εποχές.

## 2.7 Σεισμική συμπεριφορά κατοικιών από μπαμπού

Οι στύλοι μπαμπού είναι πιστοποιημένο δομικό υλικό (πιστοποίηση ICC) και χρησιμοποιείται στις περιοχές Νήσων Χαβάης. Η εμπειρία από τις συνέπειες των τυφώνων και των τσουνάμι αποδεικνύει ότι οι κατοικίες από μπαμπού αντέχουν στις ακραίες συνθήκες ισχυρών ανέμων. Η εικόνα 52 παρουσιάζει κατοικία από μπαμπού σε τουριστικό θέρετρο στη Χαβάη, πριν και μετά από ισχυρό τυφώνα με ταχύτητα 173mph.

Η ζημιά περιορίζεται σε θραύση των κρυστάλλων.





Εικ. 52. Κατοικία από μπαμπού σε τουριστικό θέρετρο πριν και μετά τον τυφώνα Olaf 2005. Η ζημία περιορίστηκε στην θραύση των κρυστάλλων.

## 2.8 Σεισμική συμπεριφορά ξύλινων κατασκευών στην Ελλάδα

Η Α. Μεσόγειος παρουσιάζει υψηλή σεισμική δραστηριότητα με καταστρεπτικά αποτελέσματα για χιλιάδες χρόνια. Πολλές τεχνικές για αντισεισμικές κατασκευές κτιρίων έχουν αναπτυχθεί τους τελευταίους 35 αιώνες και συνεχώς αναπτύσσονται με την βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας.

**Εκτιμάται ότι σήμερα το 50% της ετήσιας σεισμικής ενέργειας στην Ευρώπη και το 2% της παγκόσμιας απελευθερώνεται στην Ελλάδα.** Στην Ελλάδα μνημεία, κτήρια, πόλεις και ολόκληροι πολιτισμοί χάθηκαν λόγω σεισμών και έκρηξης ηφαιστειών από την προϊστορική εποχή μέχρι σήμερα (ηφαίστειο Θήρας το 1500 π.Χ. πλήρης καταστροφή του Αργοστολίου το 1953, εκτεταμένες καταστροφές στο σεισμό της Καλαμάτας το 1986 κ.α.). Από την άλλη πλευρά πολλά αρχιτεκτονικά μνημεία ανθίστανται για χιλιάδες χρόνια (Παρθενώνας 537 π.Χ. Αγία Σοφία στην Κωνσταντινούπολη 537 μ.Χ. Μοναστήρι του Οσίου Λουκά 955 μ.Χ. κ.α.) σε περιοχές υψηλού σεισμικού κινδύνου. Παραδοσιακά κλασικά κτίρια και εγκαταστάσεις σε όλη την Ελλάδα υπάρχουν και χρησιμοποιούνται για εκατοντάδες χρόνια αντέχοντας την επαναλαμβανόμενη σεισμική δράση (Τουλιάτος, 2000).

Σε παλαιότερες εποχές παρά το ότι η επιστήμη ανάλυσης των σεισμών ήταν άγνωστη, οι τεχνίτες είχαν αναπτύξει μεθόδους και τεχνικές αντισεισμικής συμπεριφοράς που διατηρούνται μέχρι σήμερα. Οι τεχνίτες αυτοί είχαν βαθειά γνώση των υλικών που χρησιμοποιούσαν και των λεπτομερειών της κατασκευής. Αυτή η γνώση συνδυασμένη με την παρατήρηση της συμπεριφοράς των κατασκευών κατά τη διάρκεια των σεισμών και τις επισκευές μετά το σεισμό οδήγησε στην εφεύρεση πολύ αποτελεσματικών συστημάτων κατασκευών.

### 2.8.1 Το παράδειγμα του "Ακρωτηρίου" στην Σαντορίνη το 1500 π.Χ.

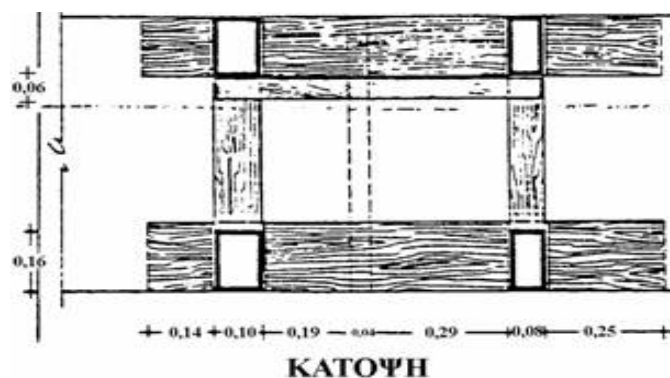
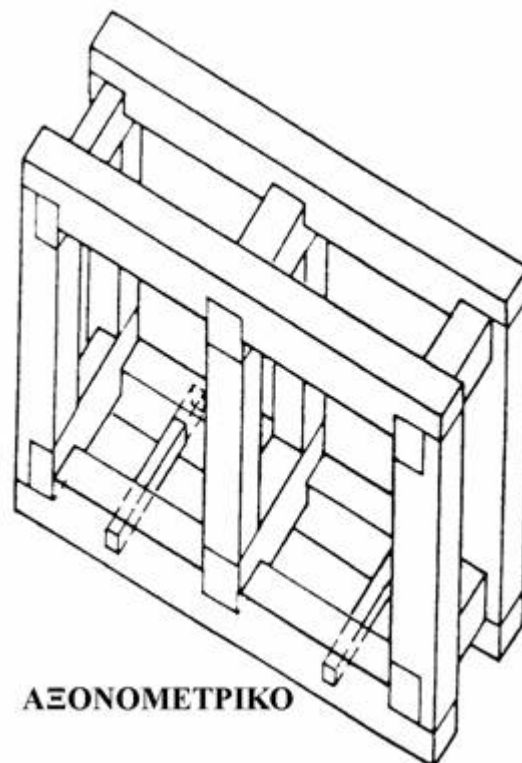
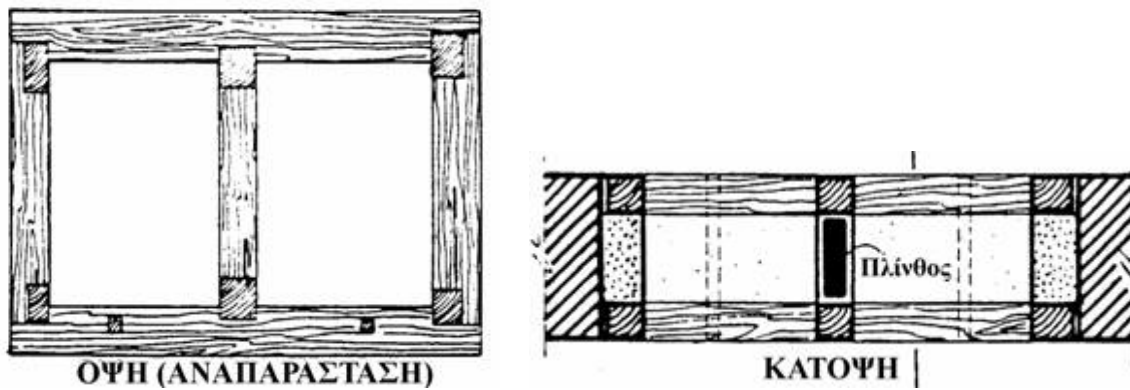
Στα διώροφα και τριώροφα κτίρια που αποκαλύφθηκαν κατά τις ανασκαφές του προϊστορικού οικισμού στη θέση "ΑΚΡΩΤΗΡΙ" στο νησί της Σαντορίνης, που καταστράφηκε από την έκρηξη του ομώνυμου ηφαιστείου το 1500 π.Χ., βρέθηκαν πολλές ξύλινες, ενισχυτικές κατασκευές: ξύλινες κατασκευές που άλλοτε σαν οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα ενίσχυαν τη λιθοδομή και άλλοτε σαν καλοφτιαγμένα διαμπερή πλαίσια όριζαν την εσωτερική περίμετρο των ανοιγμάτων (Σχήμα 15). Ακόμα πιο ενδιαφέρουσα είναι η περίεργη κατασκευή των "πολυθύρων", όπως αυτή ονομάστηκε από τους πρώτους ερευνητές των ανασκαφών. Πρόκειται για μια εξελιγμένη, φέρουσα υπερδιαστασιοποιημένη κατασκευή διπλού ξύλινου σκελετού που παρεμβάλλεται, στηρίζει και συνδέει τις λιθοδομές (Σχήμα 16), (Τουλίατος, 2000).

Ο σχεδιασμός αυτών των κατασκευών, αλλά κυρίως οι συνδέσεις τους, που μιμούμενες εκείνες των επιτευγμάτων της ναυπηγικής, είναι ικανές να αναλάβουν σημαντικές εφελκυστικές καταπονήσεις, αποδεικνύουν την προσπάθεια για επιβίωση ενός λαού, που ζώντας στις πλευρές ενός ενεργού ηφαιστείου, ήταν πλήρως εξοικειωμένος με τον μόνιμο σεισμικό κίνδυνο. Αυτόν τον κίνδυνο προσπαθούν να τον αντιμετωπίσουν με την αντισεισμικότητα των κατασκευών του.

Η διδακτορική εργασία της Κ. Παλυβού είναι ένα πρώτο σοβαρό βήμα προς την κατεύθυνση της μελέτης και ανάλυσης του προϊστορικού αυτού παραδείγματος αντισεισμικής τεχνικής με την χρήση του ξύλου. Πολύ δουλειά όμως πρέπει να γίνει ακόμα (Τουλίατος, 2000).



Σχ. 15 Αναπαράσταση ξυλοδεσιάς παραθύρου.



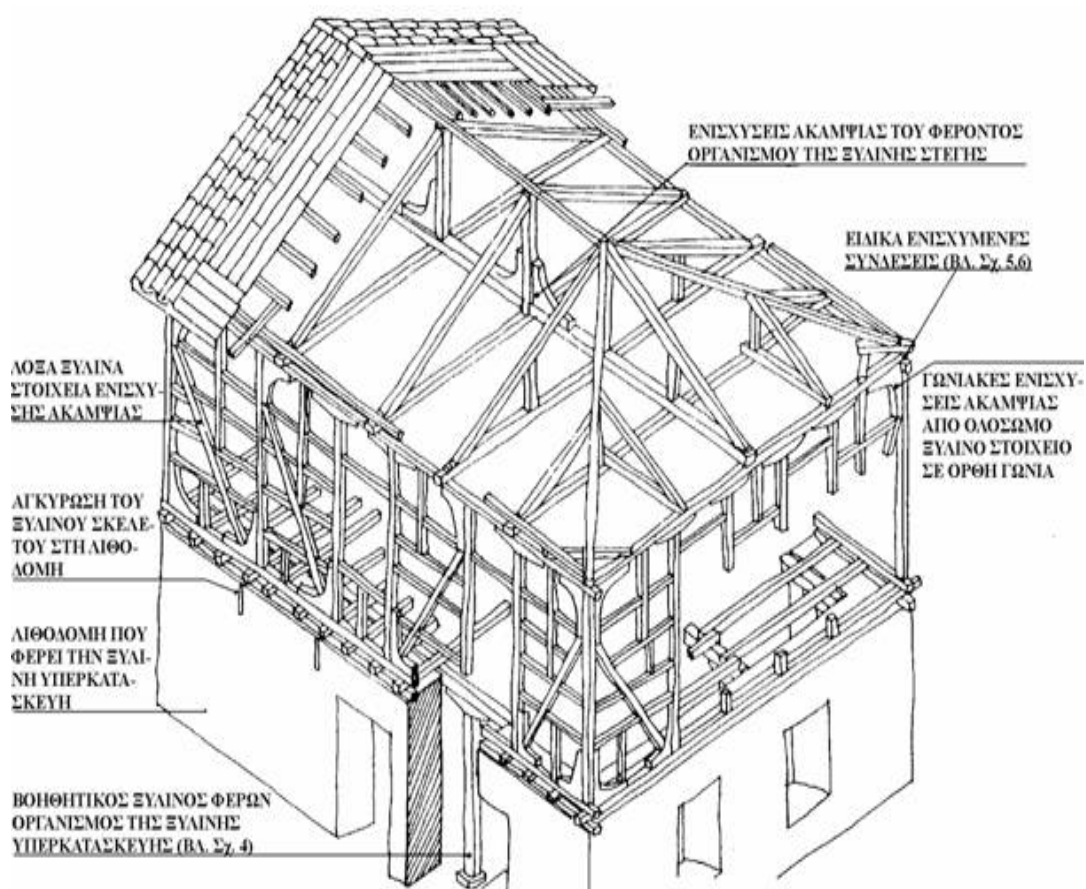
Σχήμα 16. Διάφορα σχέδια κατασκευής "πολυθύρων", όπως αυτή ονομάστηκε από τους πρώτους ερευνητές των ανασκαφών.

Από: (Κλαίρη Πολυβού, Διδακτορική εργασία 1988, "Ακρωτήρι Θήρας Οικοδομική Τέχνη και Μορφολογικά στοιχεία στην Υστεροκυκλαδική Αρχιτεκτονική")

## 2.8.2. Το παράδειγμα της Λευκάδας (γύρω στο 1800 μ.Χ.)

Η Λευκάδα είναι ένα νησί με πολύ υψηλό σεισμικό κίνδυνο. Το 1825 η πόλη της Λευκάδας είχε καταστραφεί από μεγάλο σεισμό. Μετά απ' αυτό οι Άγγλοι κατακτητές του νησιού (1810-1864) καθιέρωσαν τον πρώτο Αντισεισμικό Κανονισμό. Το 1827 δημιουργήθηκε ένας νέος κανονισμός για τα υλικά και το δομικό σύστημα που έπρεπε να εφαρμόζεται. Σήμερα, ακόμα, αυτό το δομικό σύστημα συμπεριφέρεται με μεγάλη επιτυχία στη διάρκεια των συχνών και ισχυρών σεισμών. (Τουλίατος, 2000).

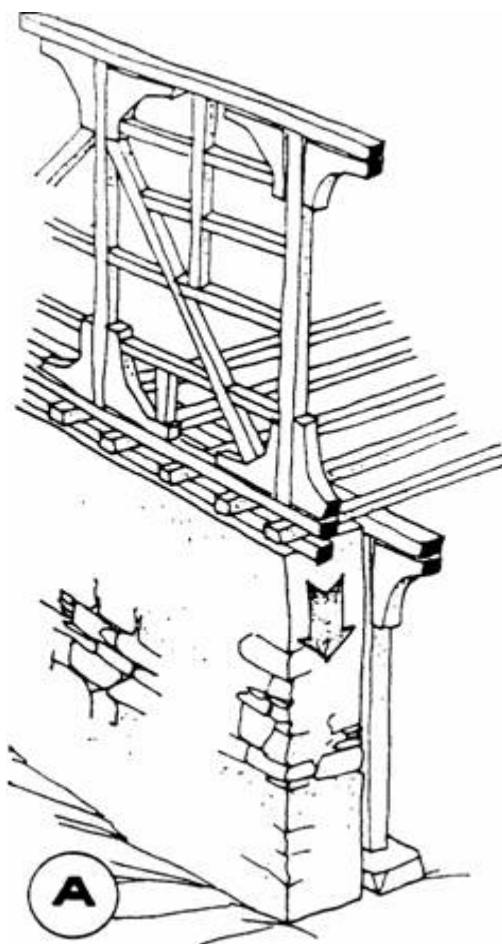
Πολυώροφα κτίρια θεμελιώνονται πάνω σε ξύλινη σχάρα καλυμμένη με πέτρες και άμμο. Το ισόγειο περιβάλλεται από λιθόκτιστους τοίχους. Ο ξύλινος σκελετός των πιο πάνω ορόφων στηρίζεται πάνω σ' αυτές τις λιθοδομές. Στηρίζεται με προσοχή και επιμέλεια μέσω ξύλινων στρωτήρων που κτίζονται μέσα στον τοίχο. Σιδερένια αγκύρια διαφόρων τύπων συνδέουν την λιθοδομή με τον ξύλινο σκελετό του πατώματος ή με τους ξύλινους ορθοστάτες των τοίχων του ορόφου (Σχήμα 17).



Σχήμα 17. Τυπικό δείγμα φέροντος οργανισμού κτιρίου από τη Λευκάδα .

Από: (Μ. Μητρόπουλος Δ. Γαντέ, Σπουδαστική εργασία Ε.Μ.Π. 1990, "ΛΕΥΚΑΣ").

Ένας δευτερεύον, βοηθητικός φέρων οργανισμός από αραιά διατεταγμένα ξύλινα υποστυλώματα που βρίσκεται ακριβώς πίσω και παράλληλα με την εξωτερική λιθοδομή, υποβαστάζει επίσης τους ορόφους. Έτσι, στη διάρκεια καταστρεπτικών σεισμών, όταν τμήματα της λιθοδομής καταρρεύσουν, το κτίριο συνεχίζει να στηρίζεται στον δευτερεύοντα, βοηθητικό, ξύλινο φέροντα οργανισμό έως ότου η ζημιά αποκατασταθεί (Σχήμα 18α).

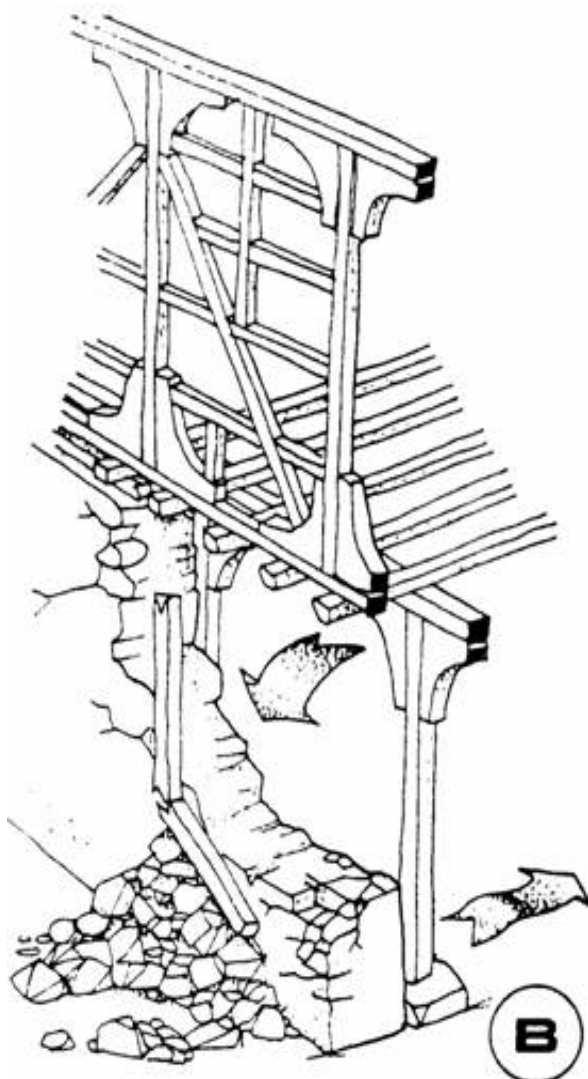


Σχήμα 18α. Παραδοσιακή αντισεισμική κατασκευή Λευκάδος. Ο ξύλινος φέρων οργανισμός των ορόφων στηρίζεται στην λιθοδομή του ισογείου.

Σ' αυτό το παλαιό δομικό σύστημα, οι κατασκευαστές εκμεταλλεύονταν όλα τα προφανή πλεονεκτήματα της λιθοδομής, όπως η αντοχή, η διαφραγματικότητα, η παραδοσιακή εμφάνιση, η ασφάλεια κ.λ.π. Συγχρόνως εξασφάλιζαν, εφαρμόζοντας την αρχή της υπερστατικότητας, άλλα στοιχεία τη κατασκευής να αναλαμβάνουν τα φορτία της ανωδομής, όταν η φέρουσα αυτή λιθοδομή αστοχούσε (Σχήμα 18β). Ακόμα, οι παλαιοί κατασκευαστές, είχαν αντιληφθεί ότι διάφορες κατασκευές που χρησιμοποιούν διαφορετικά υλικά, παρουσιάζουν ανόμοια συμπεριφορά στη σεισμική καταπόνηση. Εφάρμοζαν, λοιπόν, μια άλλη αρχή εξίσου σημαντική: του σχεδιασμού των διαφορετικά συμπεριφερόμενων μελών κατά

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

τέτοιον τρόπο ώστε οι έντονες παραμορφώσεις (ή και η αστοχία) του ενός να μην επηρεάζει κρίσιμα το άλλο. Αρχές που και σήμερα είναι πολύ χρήσιμες στον αντισεισμικό σχεδιασμό.



Σχήμα 18β. Εάν, στη διάρκεια σεισμού, κάποιο τμήμα της λιθοδομής αστοχήσει, τότε ο ΦΟ των ορόφων στηρίζεται προσωρινά σε βοηθητικό φέρον σύστημα υποστυλωμάτων (πίσω από τη λιθοδομή) έως ότου γίνει η επισκευή.

Από: (Seismic disaster prevention in the history of structures in Greece, Touliatos 2000).

Στα πλαίσια μιας τέτοιας προσπάθειας, το Εργαστήριο Οικοδομικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, μελετά και αναλύει τα διάφορα αντισεισμικά δομικά συστήματα ξύλινων φερόντων οργανισμών στην Ιστορία της Ελλάδας, με την βοήθεια σχετικών ελληνικών και ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων.

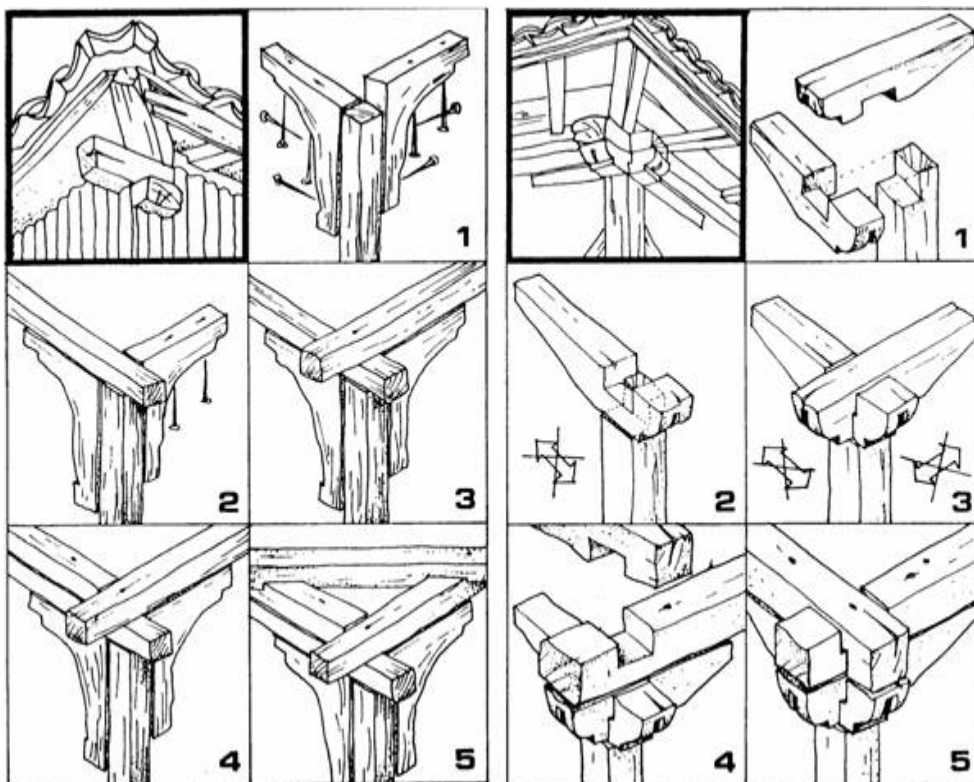
Ο ξύλινος φέρον οργανισμός των ορόφων, αποτελούμενος από κατακόρυφα ξύλινα υποστυλώματα σε τακτικό κάναβο, εξασφαλίζει την ακαμψία του με συχνά τοποθετημένες

λοξές (διαγώνιες) ξύλινες ράβδους και με ειδικές ενισχύσεις γωνιών. Πρόκειται για ολόσωμα ξύλινα στοιχεία, κομμένα και σκαλισμένα σε σχήμα ορθής γωνίας που ενισχύουν τις συνδέσεις των υποστυλωμάτων τόσο με τους στρωτήρες στη βάση όσο και με τις δοκίδες στη στέψη (Σχήμα 17, 18).

Είναι αξιοσημείωτες, όπως ήδη αναφέρθηκε, οι διάφορες προσπάθειες αγκύρωσης του ξύλινου αυτού σκελετού της ανωδομής στους λίθινους τοίχους του ισογείου με κατάλληλα διαμορφωμένα γι' αυτό το σκοπό μεταλλικά στοιχεία (Τουλιατος, 2000).

Ένα άλλο πολύ ενδιαφέρον σημείο, είναι οι συνδέσεις των διαφόρων ξύλινων στοιχείων μεταξύ τους. Από τις πιο απλές έως τις πλέον περίπλοκες είναι διαμορφωμένες με τρόπο που αποδεικνύει και τη γνώση της ξύλινης κατασκευής και τη συναίσθηση των ειδικών εφελκυστικών καταπονήσεων που θα εμφανιστούν στη διάρκεια του σεισμού (Σχήμα 19).

Έτσι εφαρμόζεται η αρχή του σωστού σχεδιασμού μιας σύνδεσης ξύλινων στοιχείων. Σύμφωνα μ' αυτήν είναι απαραίτητο να λαμβάνεται προσεκτικά υπ' όψη η εξαιρετική ανομοιογένεια και ανομοιομορφία του ξύλου σε σχέση με τις αναμενόμενες καταπονήσεις.



Σχήμα 19. Παραδοσιακή αντισεισμική κατασκευή Λευκάδας. Παραδείγματα σύνδεσης ξύλινων στοιχείων.

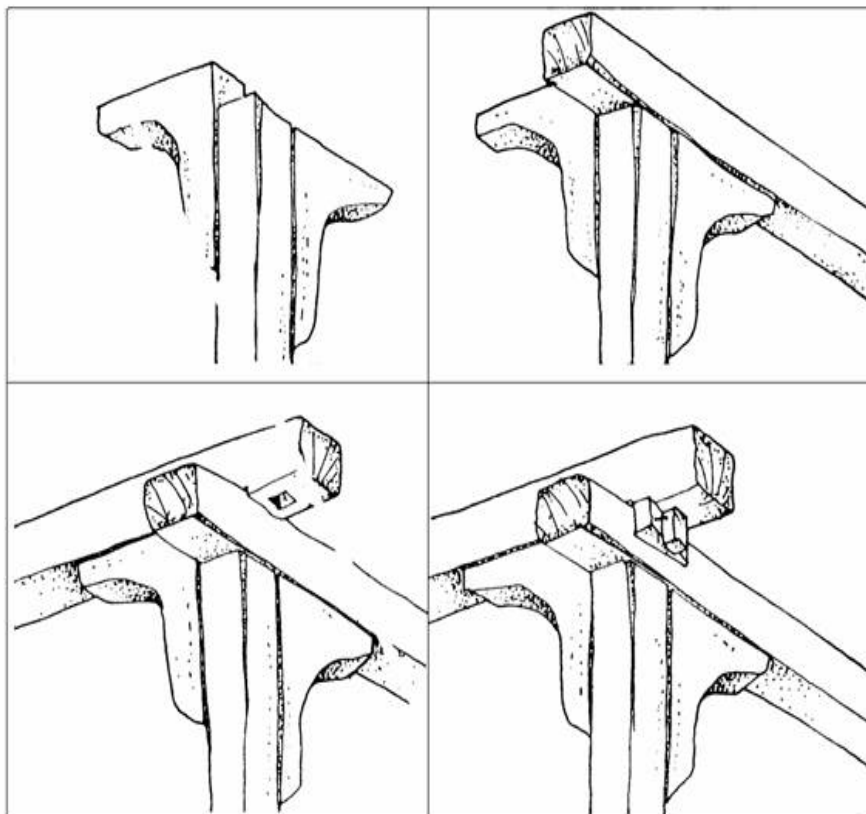
Παρεμβολές ξύλινων "μαξιλαριών" μεταξύ υποστυλωμάτων και δοκίδων, διευρύνοντας την περιοχή μεταβίβασης τους φορτίου μεταξύ τους, μειώνουν την επικίνδυνη φόρτιση της δοκού

κάθετα στις ίνες της από το υποστύλωμα. Εντορμίες μεταξύ των διαφόρων ξύλινων μελών απαγορεύουν τη μετακίνησή τους προς διάφορες κατευθύνσεις, κυρίως από εφελκυστικές καταπονήσεις.

Πρόκειται μια κρίσιμη για την ακεραιότητα του κτίσματος σύνδεση του γωνιακού υποστυλώματος με τις δύο δοκούς στην κορυφή του (Σχήμα 20). Τα ξύλινα στοιχεία πέρα από τους παραδοσιακούς τρόπους σύνδεσης (εντορμίες, καρφιά) διαθέτουν και ένα μηχανισμό απορρόφησης ενέργειας. Ένας πύρος από σκληρό ξύλο και μια σφήνα εξασφαλίζουν τη σύνδεση. Η σφήνα είναι καρφωμένη μ' ένα καρφί στη δοκό ώστε στην περίπτωση χαλάρωσης της σύνδεσης στη διάρκεια του σεισμού να μη πέσει. **Όταν η καταπόνηση περάσει ορισμένα όρια ο πύρος σπάει καταναλώνοντας ενέργεια.**

Μέσα απ' αυτή τη λεπτομέρεια διαφαίνεται η αναγνώριση από τους παλαιούς τεχνίτες της αναγκαιότητας όχι μόνο της κατασκευής μηχανισμού απορρόφησης ενέργειας αλλά και του σχεδιασμού του με τέτοιο τρόπο, ώστε και η επιθεώρηση να είναι εύκολη και γρήγορη. Η αναγνώριση δηλαδή του γεγονότος, ότι η σεισμική καταπόνηση είναι επαναλαμβανόμενη καταπόνηση που σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να βρει το κτίσμα σε αδυναμία (Τουλιάτος, 2000).





Σχήμα 20. Παραδοσιακή αντισεισμική κατασκευή Λευκάδος. Σύνδεση ξύλινων στοιχείων στέγης με το υποστύλωμα με απλό μηχανισμό απορρόφησης ενέργειας

Είναι χαρακτηριστική η ομοιότητα ορισμένων λεπτομερειών από τις συνδέσεις των ξύλινων σκελετών της Λευκάδος με εκείνες από τις προϊστορικές ξύλινες κατασκευές του Ακρωτηρίου της Σαντορίνης. Συστηματική έρευνα και ανάλυση αυτών των κατασκευών θα αποκάλυπτε τις βασικές αρχές του σχεδιασμού τους και θα βοηθούσε αφ' ενός στη σωστότερη συντήρηση, ενίσχυση και επέμβαση αυτών των επιτυχημένων στην πράξη παλαιών αντισεισμικών δομικών συστημάτων και αφ' ετέρου σε πιο επιτυχή καθορισμό αρχών σχεδιασμού των σύγχρονων ξύλινων αντισεισμικών φερόντων οργανισμών.

## 2.9 Σύγχρονη αντισεισμική ξύλινη κατασκευή

Στη διάρκεια των τελευταίων ετών σε περιοχές μεσαίου ή και υψηλού σεισμικού κινδύνου της Ελλάδας έχουν κατασκευαστεί κτίρια, κυρίως μεγάλου στατικού ανοίγματος, με ξύλινο αντισεισμικό φέροντα οργανισμό.

Από την παρατήρηση της συμπεριφοράς αυτών των κτιρίων κατά την διάρκεια των προσφάτων σεισμών καθώς επίσης και των βλαβών τους, έχουν επισημανθεί προβλήματα που δεν αφορούν μόνο στον σχεδιασμό τους, αλλά και στη διαδικασία ανέγερσης και την εν γένει συμπεριφορά τους στην χρήση.

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. Επιτόλιος 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 υποστύλωματος 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.

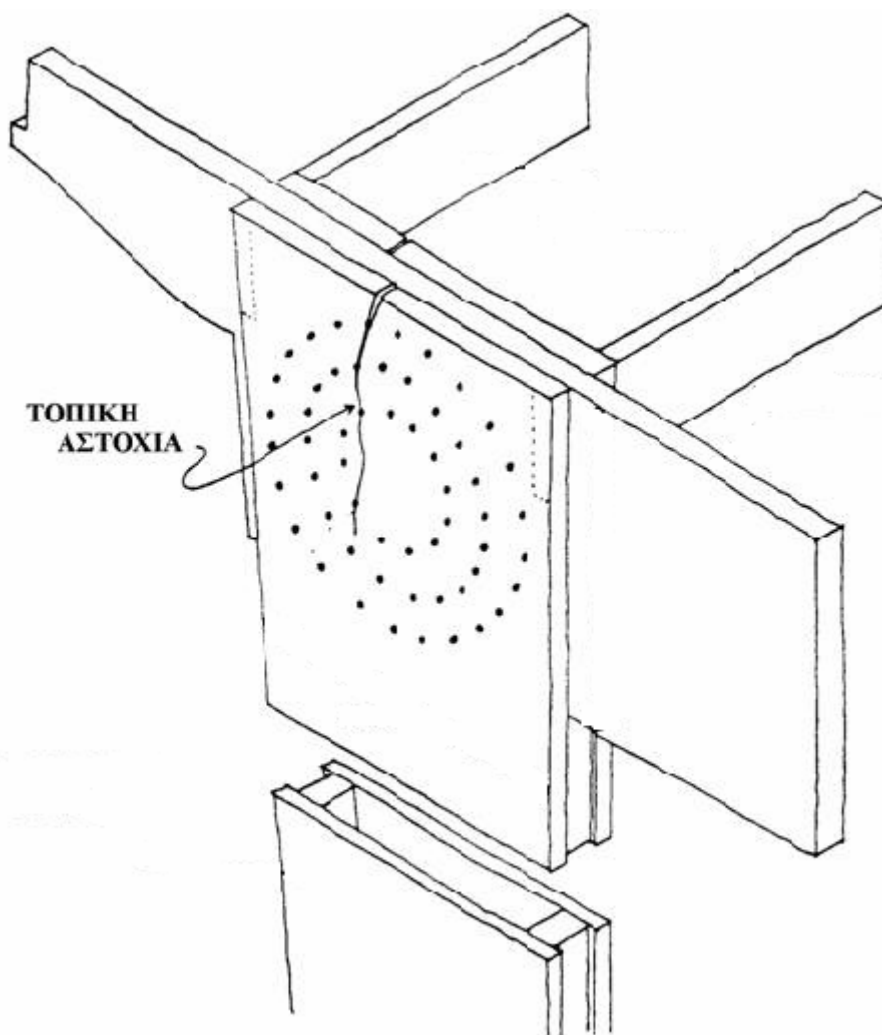
δ. Κάτω από την έντονη καταπόνηση που προκαλείται από τους σεισμούς, τα ξύλινα φέροντα στοιχεία μπορεί να υποστούν σημαντικές παραμορφώσεις που εύκολα μεταφέρονται στα υπόλοιπα μέλη του κτιρίου. Πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό των συνδέσεων μεταξύ των φερόντων και μη φερόντων μελών, 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 21 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 21).



Σχήμα 21. Ξύλινο πλαίσιο (Συγκολλητή ξυλεία). Τοπική αστοχία οφειλόμενη στην παρεμπόδιση των μεταβολών της ρίκνωσης και διόγκωσης του ξύλου από τα μπουλόνια και τους πύρους.

Αντιμέτωπη 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 πλάστιμης 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.

## **2.10 Σχεδιασμός της κατασκευής με αντισεισμική συμπεριφορά**

Η σύγχρονη άποψη κατά το σχεδιασμό κτιρίων είναι ότι αυτά πρέπει να αντέχουν τον καλούμενο μέτριο σεισμό (service earthquake = δηλ. σεισμούς με ακραία εδαφική επιτάχυνση και μέση περίοδο επιστροφής τα 50 χρόνια) χωρίς σημαντικές παραμορφώσεις και βλάβες των στοιχείων της κατασκευής. Πέραν αυτού τα κτίρια πρέπει να αντέχουν το μέγιστο σεισμό (μεγάλο σεισμό με ατυχήματα και με περίοδο επιστροφής τα 250 χρόνια) με σημαντικές βλάβες στα στοιχεία κατασκευής αλλά χωρίς κατάρρευση. Η κατασκευή πρέπει να έχει την ικανότητα να αναπτύσσει πλαστικές παραμορφώσεις μέσα στα στοιχεία της κατασκευής και να αναλώνει τη σεισμική ενέργεια χωρίς να θραύεται.

Έχει αποδειχθεί ότι οι συνδέσεις που αναπτύσσουν πλαστικές παραμορφώσεις και αναλώνουν τη σεισμική ενέργεια εάν σχεδιασθούν κατάλληλα μπορεί να αντέξουν υψηλότερες σεισμικές κινήσεις από ότι οι συνδέσεις που είναι άκαμπτοι (Rilem, 1994).

Τα ξύλινα στοιχεία κατασκευών με σφάλματα δομής στο ξύλο όπως ρόζοι, στρεψοϊνία κ.α., παρουσιάζουν μια γραμμική ελαστική συμπεριφορά σε εναλλασσόμενες φορτίσεις αλλά με τάση θραύσης και μικρή ανάλωση της σεισμικής ενέργειας. Οι συνδέσεις με κόλλα επίσης δεν συνεισφέρουν στην πλαστική συμπεριφορά και στην ανάλωση της ενέργειας.

Καλά σχεδιασμένες μηχανικές συνδέσεις με μέταλλο και ξύλο (mechanical fasteners) παρουσιάζουν γενικά πολύ εμφανή πλαστική συμπεριφορά (Ceccotti - Vignoli, 1990).

## 2.11 Συμπεριφορά των διαφόρων συνδέσεων σε κυκλική φόρτιση

Η απόδοση των μηχανικών συνδέσεων σε κυκλική φόρτιση μετριέται με την ολκιμότητα, την εξασθένηση της αντοχής των συνδέσεων στα επαναλαμβανόμενα φορτία και με την απορροφούμενη ενέργεια.

**Για βελτίωση της ολκιμότητας** (πλαστικής συμπεριφοράς) στις συνδέσεις άκρων των στοιχείων σκελετού (end to end) ο Ευρωκώδικας EC5 προβλέπει κενό μεταξύ των άκρων για να υπάρχει χώρος ανάπτυξης της ολκιμότητας και αποφυγής πρόωρου σχίσματος των άκρων. Τα άκρα των συνδέσεων καλό είναι να ενισχύονται με χρήση υλικών που έχουν μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό κάθετα προς τις ίνες. Τέτοια υλικά είναι τα αντικολλητά ή το ξύλο αυξημένης πυκνότητας μετά από συμπίεση (συμπιεσμένο ξύλο = compressed wood) από επικολλητά ξυλόφυλλα. Έτσι αποφεύγεται το σχίσμο των άκρων και ενισχύεται η ολκιμότητα της σύνδεσης και η απορρόφηση της σεισμικής ενέργειας (Ceccotti, 2000).

## 2.12 Συμπεριφορά και βλάβες των συνδέσεων

Η μέθοδος του υπολογισμού καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την τοπολογία των βλαβών μιας ξύλινης κατασκευής. Η αποδοχή της δημιουργίας **πλαστικών αρθρώσεων** οι οποίες θα δημιουργηθούν στους **πλάστιμους κόμβους**, οδηγεί στην έναρξη φαινομένων θραύσεων σε αυτούς τους κόμβους (Κατσαραγάκης, 2000). Πριν την υιοθέτηση μιας τέτοιας υπολογιστικής μεθόδου απαιτείται μια λεπτομερής διερεύνηση και αξιολόγηση της συμπεριφοράς των συνδέσεων σε σεισμική φόρτιση.

Ο πίνακας 7 παρουσιάζει την συμπεριφορά των συνδέσεων σε σεισμό και τις βλάβες που μπορεί να προκύψουν.

**Πίνακας 7. Συμπεριφορά και βλάβες συνδέσεων σε σεισμό.**

Είδος	Πλαστιμότητα	Ερμηνεία της συμπεριφοράς	Αιτίες αστοχιών
ΗΛΟΙ	ΚΑΛΗ	Κάμψη Χαλάρωση Εξόλκευση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικροί: στράβωμα</li> <li>• Μεγάλοι: τραυματισμός, κακό κάρφωμα</li> </ul>
Μικροί ΚΟΧΛΙΕΣ	ΚΑΛΗ	Βλ. ήλους	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Βλ. ήλους &amp; βλήτρα</li> <li>• Κάρφωμα (!)</li> </ul>
Μεγάλοι	ΜΕΤΡΙΑ	Βλ. μεγάλα βλήτρα	
Μικρά $\varnothing \leq 12$	ΚΑΛΗ	Βλ. ήλους	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεγάλες οπές</li> <li>• Κακή σύσφιγξη</li> </ul>
ΒΛΗΤΡΑ			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χαλάρωση</li> <li>• Σκισίματα ξύλου λόγω περιβαλλοντικών επιρροών</li> </ul>
Μεγάλα $\varnothing > 12$	ΜΕΤΡΙΑ	Άκαμπτα, όχι μετακινήσεις, όχι ανακατανομή. Κίνδυνος θραύσεως ινών ξύλου	
ΗΛΟΦΟΡΕΣ ΠΛΑΚΕΣ	ΚΑΛΗ	Βλ. ήλους	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κακή τοποθέτηση</li> <li>• Λεπτή πλάκα</li> </ul>
ΣΥΓΚΟΜΗΣΕΙΣ	ΚΑΚΗ	Άκαμπτη σύνδεση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μπαγιάτικη κόλλα</li> <li>• Κακή προετοιμασία επιφανειών</li> <li>• Κακή σύνθεση</li> <li>• Κακή συντήρηση</li> <li>• Πρόωρη φόρτιση</li> <li>• Γήρανση</li> </ul>

Πηγή: (Κατσαραγάκης, 2000).

Οι συνδέσεις με ήλους και ξυλόβιδες παρουσιάζουν κατά τη κυκλική φόρτιση ενδιάμεση πλαστική συμπεριφορά. Το μήκος διείσδυσης του καρφιού πρέπει να αυξάνεται όταν προβλέπεται ότι μέρος του καρφιού εξέρχεται κατά τη φόρτιση. Για το λόγο αυτό πρέπει να αποφεύγονται λεία καρφιά. **Εάν η σχέση πάχους ξύλου προς διάμετρο καρφιού είναι πάνω από 8, τότε η ολκιμότητα θα είναι καλή.**

#### α) Ήλοι

Η μορφή της αστοχίας μιας ηλώσεως εξαρτάται από τη διάμετρο του ήλου και από τα πάχη των συνδεόμενων ξύλων. Μια σύνδεση με ήλους υπό **ανακυκλιζόμενη φόρτιση** μπορεί να

χαλαρώσει είτε λόγω κάμψεως των ήλων (Σχήμα 22), είτε λόγω εξολκεύσεως. Ηλώσεις που έχουν υποστεί σεισμική καταπόνηση ενδέχεται να εμφανίσουν εξαιρετικά μεγάλες παραμορφώσεις σε έναν νέο σεισμό. Είναι πιθανό, πάντως, να σημειωθούν μεγάλες μετακινήσεις στη σύνδεση χωρίς αυτή να καταστραφεί (Katsaragakis, 1990).



Σχήμα 22. Αστοχία ηλώσεως λόγω κάμψεως.

Για συνδέσεις μεταξύ **αντικολλητού και ξύλινου στοιχείου** εάν η **σχέση πάχους ξύλου προς διάμετρο καρφιού είναι πάνω από 4** τότε **προκύπτει ολκιμότητα** (πλαστικότητα στο σύνδεσμο). Τεστ σε τοιχοποιία όπου ο σκελετός επενδύεται από αντικολλητά έδειξαν ότι προκύπτει μεγάλη ολκιμότητα και απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας.

### **β) Πίροι**

Οι πίροι συνδέσεων παίζουν σημαντικό ρόλο στην συμπεριφορά των συνδέσεων και ειδικότερα το είδος του υλικού που χρησιμοποιείται και η σχέση του πάχους των ξύλινων στοιχείων που συνδέονται προς τη διάμετρο του πύρου (slenderness). Συνδέσεις με λεπτούς πύρους επιτρέπουν την ανάλωση ενέργειας τόσο μέσα στο ξύλο όσο και στο μέταλλο. Εάν η σχέση πάχους στοιχείου ξύλου προς διάμετρο πύρου είναι πάνω από 8 τότε προκύπτει καλή ολκιμότητα.

Μεταλλικοί πίροι μεγάλου πάχους έχουν ελαστικότητα χωρίς απορρόφηση ενέργειας. Το σχίσμο των άκρων των ξύλινων στοιχείων σύνδεσης αποφεύγεται όταν αυξάνουμε το πάχος των άκρων σε σχέση προς τη διάμετρο των συνδετικών πύρων.

### **γ) Βίδες**

Εάν η οπή είναι μεγάλη τότε προκαλείται ανομοιόμορφη κατανομή φορτίων και προκύπτει αποτυχημένη σύνδεση. Τυχόν υπερφόρτωση μίας μόνο ξυλόβιδας μπορεί να προκαλέσει σχίσμο του ξύλου. **Οι λεπτές ξυλόβιδες συνιστώνται σε περιοχές με έντονη σεισμικότητα.** Μεγάλες ξυλόβιδες με διάμετρο πάνω από 16mm είναι δύσκαμπτες και δεν απορροφούν ενέργεια και πρέπει να χρησιμοποιούνται με οδοντωτούς συνδέσμους.

### **δ) Βλήτρα**



Βλήτρα μικρής διαμέτρου μέχρι περίπου 12mm, συμπεριφέρονται σαν ήλοι. Κάμπτονται, δηλαδή χωρίς να προκαλούν αξιόλογες τοπικές θραύσεις του ξύλου. Σε βλήτρα μεγαλύτερης διαμέτρου, η ακαμψία τους οδηγεί σε θραύση του ξύλου ιδιαίτερα σε περιοχές στις οποίες υπάρχει φορτίο κάθετα στη διεύθυνση των ινών. Στην περιοχή συνδέσεων δομικών μελών μεγάλης διατομής μπορεί να εμφανιστεί ρηγμάτωση διερχόμενη από τη θέση ενός ή περισσοτέρων βήτρων και φτάνει στο άκρο του στοιχείου, με συνέπειες τόσο στην αντοχή όσο και στην ανθεκτικότητα των μελών και της σύνδεσης.

Σε ότι αφορά τις συνδέσεις σε σχήμα επιφάνειας - μεταλλικές πλάκες συνδέσεως (surface fasteners –connectors). Ισχύουν τα ακόλουθα:

### **ε) Ηλοφόρες πλάκες**

Μπορεί να παρατηρηθεί παραμόρφωση της πλάκας υπό θλιπτικό φορτίο ή κάμψη ή αστοχία υπό εφελκυστικό φορτίο. Η αστοχία αρχίζει συνήθως από τη θέση ενός ήλου και είναι απότομη. Ενδέχεται να εμφανιστεί διακλάδωση των ρωγμών στις περιοχές των ήλων η οποία οδηγεί στην αχρήστευση του ξύλου.

Υπάρχουν τρεις τύποι:

1. Μεταλλικές πλάκες συνδέσεων με ενσωματωμένα προεξέχοντα καρφιά (split ring connectors). Ο τύπος αυτός των συνδέσεων δεν ενδείκνυται για περιοχές έντονης σεισμικότητας γιατί παρουσιάζουν μικρή πλαστική παραμόρφωση.
2. Οδοντωτοί συνδετήρες (teeth connectors). Μεταλλικές πλάκες οδοντωτών συνδέσεων καλά σχεδιασμένοι παρουσιάζουν καλή πλαστική συμπεριφορά.
3. Διάτρητες μεταλλικές πλάκες συνδέσεων (punched metal plates). Παρουσιάζουν κάποιο μέγεθος πλαστικής παραμόρφωσης αλλά με πιθανότητα θραύσης (brittle failure) σε συνθήκες κυκλικά επαναλαμβανόμενης φόρτισης. Για το λόγο αυτό συνιστώνται δοκιμές σε πρωτότυπες συνδέσεις (Ceccotti, 2000).

Η παραπάνω προσέγγιση με εργαστηριακά τεστ αφορά την συμπεριφορά των διαφόρων τύπων συνδέσεων σε φορτίσεις οι οποίες επαναλαμβάνονται κυκλικά. Οι δοκιμές αυτές είναι ικανοποιητικές σε ότι αφορά την εκτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς των συνδέσεων. Σύμφωνα με τα μέχρι τώρα γνωστά η τελική συμπεριφορά των συνδέσεων σε συνθήκες πραγματικού σεισμού δηλ. στιγμιαίων φορτίσεων είναι πιο ανθεκτική και αποτελεσματική σε σχέση προς τις φορτίσεις στο εργαστήριο όπου οι φορτίσεις έχουν το ίδιο μέγεθος αλλά μεγαλύτερη διάρκεια. Σημαντικό είναι επίσης ότι σε συνθήκες πραγματικού σεισμού οι κύκλοι φόρτισης δεν είναι κανονικοί όπως στο εργαστήριο.

**Ως συμπέρασμα της όλης ανάλυσης θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ολκιμότητα των συνδέσεων και η απορρόφηση της σεισμικής ενέργειας είναι τα πλέον σημαντικά χαρακτηριστικά για τον σχεδιασμό κτιρίων με αντοχή σε σειμούς.**

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

Ως γνωστόν, οι περισσότερες αστοχίες των κατασκευών προέρχονται από ανθρώπινα σφάλματα στη μελέτη ή στην κατασκευή, ενώ ένα μικρό ποσοστό οφείλεται σε έκτακτες, ελάχιστα πιθανές αιτίες, όπως είναι οι θεομηνίες, η υποσκέλιση των χαρακτηριστικών τιμών των αντοχών ή η υπέρβαση των χαρακτηριστικών τιμών των δράσεων, ατυχήματα, κ.λ.π. Η εξέταση των ξύλινων κατασκευών μετά από σεισμό αποδεικνύει ότι οι περισσότερες από τις σημειούμενες βλάβες οφείλονται σε σφάλματα στην προσομοίωση του φορέα, στον σχεδιασμό ή την κακή διαμόρφωση των λεπτομερειών. Η σπουδαιότητα των σεισμικών βλαβών καθιστά επιτακτική την ανάγκη συστηματικής μελέτης αυτών έτσι, ώστε να περιοριστούν (Κατσαραγάκης, 2000). Για την αξιολόγηση των βλαβών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ενδεχόμενο περαιτέρω ανάπτυξης τους καθώς και η επιρροή τους στην ανθεκτικότητα της κατασκευής. Έτσι, πρέπει να δίνεται 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. Οι παράγοντες οι οποίοι συμβάλλουν στη δημιουργία ρωγμών είναι οι ακόλουθοι:

- Ανεπιτυχής διαμόρφωση συνδέσεων και ανεπαρκείς αποστάσεις των συνδετικών μέσων.
- Μη επιμελημένη κατασκευή.
- Συνεργασία δομικών στοιχείων με ασύμβατα μηχανικά χαρακτηριστικά.

Η περίπτωση αυτή μπορεί να συναντηθεί σε δευτερεύουσες κατασκευές που ανεγείρονται με πλημμελή επίβλεψη ή στην περίπτωση διακοπτόμενης ανέγερσης όπου καλούνται να συνεργαστούν παλιά με νέα μέλη.

- Μεγάλες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών οι οποίες δημιουργούν ένταση εξαιτίας της παρεμπόδισης των παραμορφώσεων που αυτές προκαλούν.

### **2.14 Ταξινόμηση σεισμικών βλαβών**

Η ταξινόμηση των σεισμικών βλαβών, ανεξαρτήτως των υλικών κατασκευής, μπορεί να γίνει ως εξής:

- Σύνδεση κάθε τύπου βλάβης με μια συναφή, οριακή κατάσταση, όπως για παράδειγμα είναι η θραύση διατομής σε θλίψη.
- Το είδος της βλάβης, όπως για παράδειγμα η ρηγμάτωση εγκαρσίων εφελκυσόμενων μελών.
- Το είδος του δομικού στοιχείου, όπως για παράδειγμα η χαλάρωση σύνδεσης λόγω των κλιματολογικών συνθηκών (Κατσαραγάκης, 2000).

## **2.15 Μέθοδοι επισκευών και ενισχύσεων ξύλινων κατασκευών**

Οι επεμβάσεις αποκαταστάσεως βλαβών των ξύλινων στοιχείων αφορούν σε επισκευές ή ενισχύσεις και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Επεμβάσεις με τις οποίες διατηρείται ο αρχικός στατικός σχηματισμός, με αποκατάσταση ή αναβάθμιση της φέρουσας ικανότητας του, όπου αυτό απαιτείται.

β) Επεμβάσεις που αλλάζουν τον στατικό σχηματισμό του κτιρίου, δημιουργώντας νέους φορείς, οι οποίοι ενισχύουν ή παρακάμπτουν τις εξασθενημένες περιοχές των βλαβών. Η επιλογή της μεθόδου για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση θα εξαρτηθεί από το είδος και τον βαθμό της βλάβης.

### **2.15.1 Σύσφιγξη συνδέσμων**

Συνδέσεις με κοχλίες, βλήτρα ή διαφόρων τύπων συνδέσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν βλήτρα (Σχήμα 23), πρέπει να επιθεωρούνται προσεκτικά μετά από έναν σεισμό και αν χρειάζεται να συσφίγγονται. Μια χαλάρωση, που ενδεχομένως παρατηρείται μετά από έναν σεισμό, μπορεί να μη οφείλεται σ' αυτόν αλλά να προϋπήρχε, (οφειλόμενη, π.χ., σε κακοτεχνία, μεγάλες αυξομειώσεις της υγρασίας ή/και της θερμοκρασίας, υπερφόρτιση) και να διαπιστώθηκε κατά τη συμπτωματική επιθεώρηση.

Σε μερικές περιπτώσεις μικρών τοπικών βλαβών (χαλάρωση, τοπικές θραύσεις των ινών γύρω από το βλήτρο, κτλ.), η σύσφιγξη μπορεί να είναι αποτελεσματική για την αξιόπιστη λειτουργία της συνδέσεως και έναντι μελλοντικών σεισμών. Προσοχή πρέπει να δίνεται στην αποφυγή υπερβολικής συσφίξεως, που μπορεί να τραυματίσει το ξύλο ή να δημιουργήσει ρωγμές (Κατσαραγάκης, 2000).



Σχήμα 23. Ενίσχυση ξύλινου δομικού στοιχείου.

### 2.15.2 Προσθήκη συνδέσμων - Προσθήκη υλικού και μελών

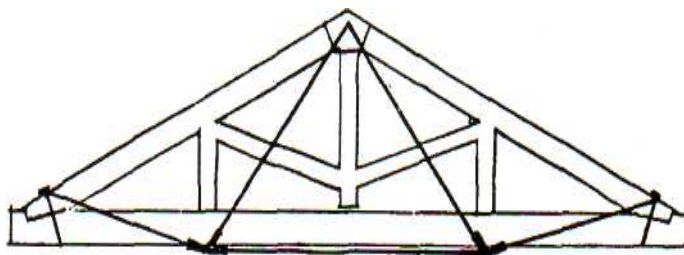
Ο όρος «προσθήκη» υποδηλώνει εδώ μια ποικιλία τεχνικών, από την προσθήκη νέων μέσων συνδέσεως στον κόμβο με τη βλάβη, έως την προσθήκη νέων δομικών μελών σ' έναν φορέα με μεγάλες βλάβες.

**Προσθήκη συνδέσμων:** Συνδέσεις με βλάβες μπορούν να επισκευαστούν ή να ενισχυθούν με την προσθήκη νέων μέσων συνδέσεως ή με την αντικατάσταση εκείνων που έχουν υποστεί βλάβη.

Ειδική μέριμνα πρέπει να δοθεί στη σχεδίαση ανάλογα με τον τύπο της συνδέσεως (διάταξη και αποστάσεις, απαιτήσεις προδιατήσεως, εφαρμογή των συνδέσμων, κτλ.), λαμβάνοντας ιδιαίτερος υπόψη την κατάσταση του ξύλου. Τοπικές βλάβες των ινών μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου και την αντοχή των συνδέσμων, και μάλιστα υπό τις σύνθετες εντάσεις που αναπτύσσονται σ' αυτές τις περιοχές.

**Προσθήκη υλικού και μελών:** Σε ορισμένες περιπτώσεις τοπικών βλαβών, η επισκευή των φορέων μπορεί να γίνει με την κατάλληλη σύνδεση (ήλωση, κοχλίωση, βλήτρα, συγκόλληση) ξύλινων τμημάτων.

Ειδική φροντίδα πρέπει να δίνεται στη συνεργασία της προσθήκης με το ενισχυόμενο τμήμα (Σχήμα 24), ώστε να εξασφαλίζεται η από κοινού ανάληψη των φορτίων. (Π.χ., πριν από την ήλωση ενός ξύλινου πέλματος στην εφελκόμενη κάτω παρειά μιας δοκού, η δοκός πρέπει να ανυψωθεί). Προφανώς, αν δεν έχει εξασφαλιστεί αυτή η συνεργασία, η προσθήκη - ενίσχυση θα αρχίσει να συνεργάζεται μόνο σε περίπτωση υπερφορτίσεως, αλλά στο μεταξύ θα έχουν μεγαλώσει οι βλάβες του επισκευαζόμενου φορέα και η σχεδιασθείσα προσθήκη είναι άχρηστη (Κατσαραγάκης, 1990).



Σχήμα 24. Μετασχηματισμός του στατικού συστήματος ξύλινου φορέα.

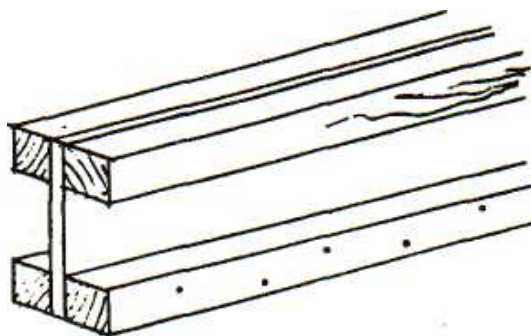
Δεν πρέπει να λησμονείται ότι μόνο οι συγκολλήσεις, και με την απαραίτητη προϋπόθεση της επιμελημένης εφαρμογής, δίνουν ολόσωμες διατομές. Μια ήλωση, π.χ., επιτρέπει μια μικρή μεν αλλά υπαρκτή διολίσθηση των ήλου - μένων επιφανειών άρα, για τον σχετικό υπολογισμό πρέπει να εφαρμοστούν οι οδηγίες και απαιτήσεις του Κανονισμού για τις σύνθετες διατομές και να μην αντιμετωπιστεί η επισκευασθείσα διατομή σαν ενιαία.

Συχνά η επέμβαση σε μη ξύλινα δομικά στοιχεία της κατασκευής (π.χ. θεμελιώσεις, τοιχοποιίες, κ.τ.λ.) συνεπάγεται την αντικατάσταση ή την προσθήκη συνδεδεμένων με αυτά ξύλινων μελών.

### 2.15.3 Αντικατάσταση

Μέσα συνδέσεως, τμήματα συνθέτων διατομών ή δομικά μέλη με βαριές βλάβες μπορούν, συνήθως εύκολα, ν' αφαιρεθούν και ν' αντικατασταθούν από νέα στοιχεία (Σχήμα 25).

Ολόκληρη η σχετική επέμβαση απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό και επιμελημένη προετοιμασία και εκτέλεση, καθώς και προσεκτική υποστήλωση κατά την κατασκευή.



Σχήμα 25. Αντικατάσταση του ρηγματωμένου θλιβομένου πέλματος και προσθήκη ήλων σε ηλωτή σύνθετη διατομή.

### 2.15.4 Ενίσχυση

Ενισχύσεις μελών ή περιοχών με βλάβες μπορούν να γίνουν με τη χρήση χαλύβδινων τενόντων, ράβδων, πλακών ή πιο σύνθετων σχηματισμών. Καθώς αυτές οι επεμβάσεις προκαλούν ανακατανομές της εντάσεως των μελών ή και ολόκληρης της κατασκευής, απαιτείται λεπτομερής ανάλυση της εντατικής καταστάσεως της ενισχυμένης κατασκευής. Με ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να εξετάζεται η κατάσταση του ξύλου στις περιοχές των ενισχύσεων, όπου σημειώνεται αύξηση των τάσεων ή γίνεται αλλαγή της προηγούμενης εντατικής καταστάσεως ή εισάγονται συγκεντρωμένες δυνάμεις (π.χ. με τη δημιουργία αγκυρώσεων ή τοπικών στηρίξεων, κτλ.), (Σχήμα 26).

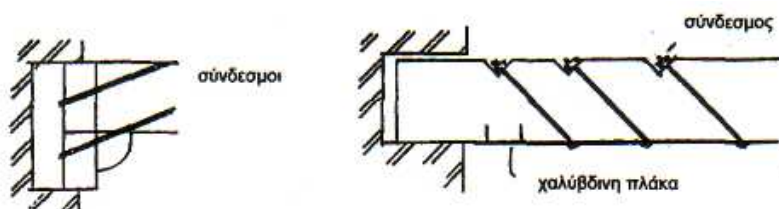
Η χρήση τενόντων προσφέρει εντυπωσιακά αποτελέσματα, αλλά πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, ιδίως σε ό,τι αφορά στα εξής σημεία:

- Αγκυρώσεις: Πρέπει να αποφεύγεται η απ' ευθείας αγκύρωση του τένοντα στο ξύλινο δομικό στοιχείο ή η αγκύρωση μέσω ξύλινων εξαρτημάτων. Με το χρόνο, και υπό τις υψηλές τάσεις που αναπτύσσονται στην περιοχή των αγκυρώσεων, το ξύλο είναι πολύ πιθανό να ρηγματωθεί ή και να καταστραφεί αμέσως σε περίπτωση σεισμού.

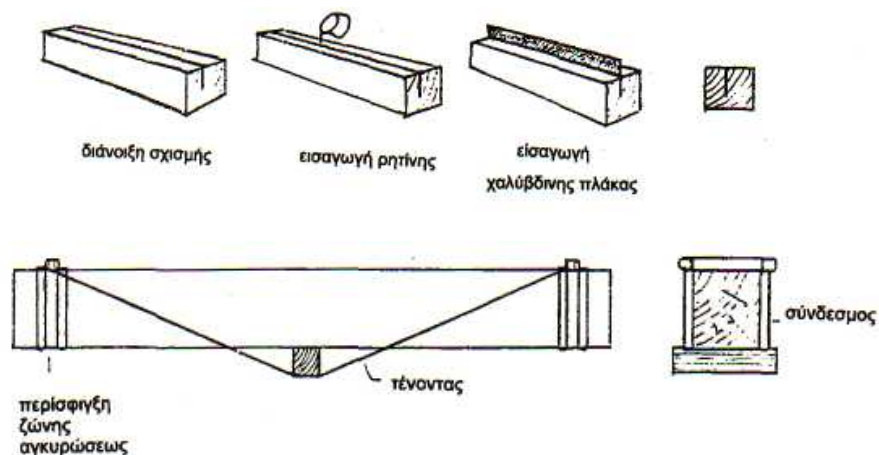
Εκτός από την ασφαλή αγκύρωση, πρέπει να εξασφαλίζεται η όσο γίνεται ομοιόμορφη κατανομή των τάσεων στο ξύλο, η οποία επιτυγχάνεται με προσεκτική σχεδίαση των σχετικών εξαρτημάτων και με ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή και τη διάταξη των μέσων συνδέσεως.

- Χαλάρωση: Η χαλάρωση του χάλυβα πρέπει να εκτιμάται προσεκτικά, ώστε να μη χάνεται με το χρόνο η δύναμη που έχει εισαχθεί με τον τένοντα.

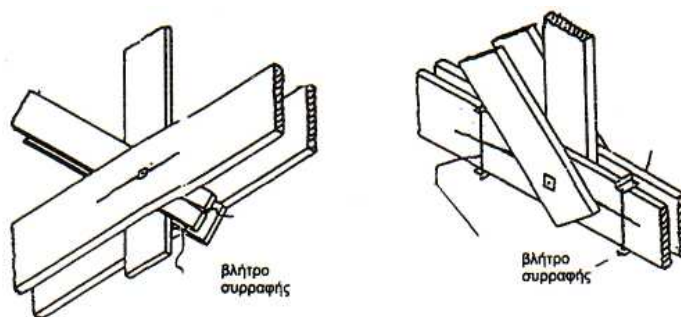
Στα Σχήμα 26 μέχρι 28 παρουσιάζονται χαρακτηριστικές μέθοδοι ενισχύσεως ξύλινων κατασκευών (Κατσαραγάκης, 1990).



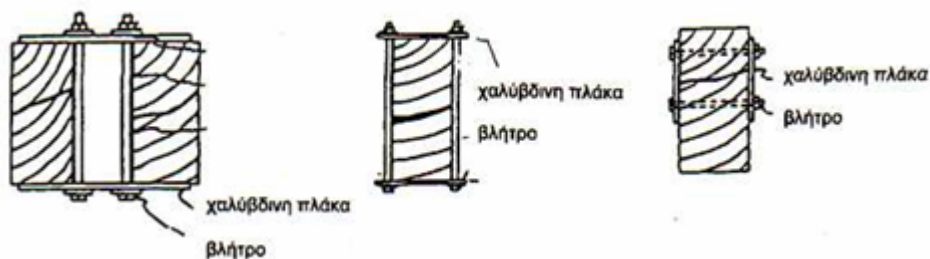
## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»



Σχήμα 26. Χαρακτηριστικά παραδείγματα ενισχύσεων ξύλινων κατασκευών.



Σχήμα 27. Αντιμετώπιση ρηγματώσειωσ.



Σχήμα 28. Επισκευή με σύσφιγιζη.

(Κατσαραγάκησ, 1990)

### 2.15.5 Ενίσχυση του ξύλου

Το ξύλο μπορεί να έχει υποστεί, με το χρόνο, τη φθορά των περιβαλλοντικών προσβολών (αυξομειώσεις υγρασίας και θερμοκρασίας, έντομα, μύκητες), με τυπικά αποτελέσματα την ψαθυροποίησή του και τη δημιουργία επιφανειακών φθορών, ρωγμών, αποσχίσειωσ, οπών που διακλαδώνονται στη μάζα του. Το ξύλο μπορεί να προστατευθεί προληπτικώς από την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων με κατάλληλεσ επαλείψεισ της επιφάνειασ του. Ακόμη, φθορές που έχουν εμφανιστεί μπορούν να αποκατασταθούν, σε σημαντικό βαθμό, με τη χρήση καταλλήλων μεθόδων, όπως περιγράφεται παρακάτω.

**Προληπτική προστασία:** Είναι απαραίτητη η προληπτική προστασία του ξύλου των νέων δομικών στοιχείων, τα οποία αντικαθιστούν στοιχεία που έχουν υποστεί βλάβες. Το ξύλο σύνθετων διατομών με βλάβες πρέπει να συντηρείται κατάλληλα πριν από την επισκευή του φορέα, ώστε οι σχετικές εργασίες να είναι ευκολότερες και αποτελεσματικότερες.

Στις μεθόδους συντηρήσεως περιλαμβάνονται, ο εμποτισμός εν κενώ ή υπό πίεση, ο ψεκασμός και η εμβάπτιση.

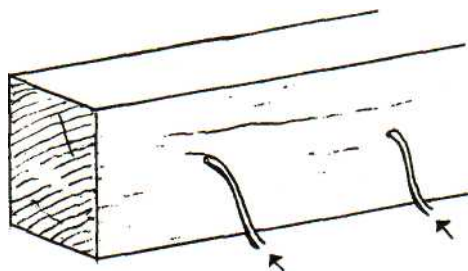
Η διείσδυση ενός προστατευτικού υγρού στο ξύλο μεταβάλλεται μέσα σε ευρέα όρια, ανάλογα με το είδος του ξύλου. Η επιλογή του κατάλληλου συντηρητικού και της μεθόδου εφαρμογής του θα γίνει βάσει της απαιτούμενης προστασίας, ανάλογα με τη χρήση και το συγκεκριμένο περιβάλλον, των χαρακτηριστικών απορροφητικότητας του χρησιμοποιούμενου ξύλου και, τέλος, βάσει του απαιτούμενου χρόνου ξηράνσεως του συντηρητικού. Το συντηρητικό δεν πρέπει να μειώνει την ποιότητα της συγκολλήσεως επιφανειών οι οποίες μετά τη συντήρηση πρόκειται να συγκολληθούν (Κατσαραγάκης, 1990).

**Εποξειδικές ρητίνες:** Για την αποκατάσταση φορέων στους οποίους, λόγω της αισθητικής ή ιστορικής αξίας τους, δεν επιτρέπεται να γίνουν αντικαταστάσεις ή προσθήκες, μπορούν να εφαρμοστούν οι ακόλουθες τεχνικές.

Εσωτερικές οπές και κοιλότητες που έχουν δημιουργηθεί από τη φθορά του ξύλου γεμίζουν με ρητίνη, η οποία εισάγεται στο ξύλο με πίεση (ένεση). Οι ενέσεις γίνονται από μια σειρά οπών κατάλληλου βάθους, που διανοίγονται σε κανονικές αποστάσεις γι' αυτόν τον σκοπό (Σχήμα 29). Η συστηματική πλήρωση των κενών του ξύλου έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του. Η μέθοδος απαιτεί την εφαρμογή κατάλληλης τεχνολογίας από ειδικευμένο συνεργείο, συστηματική επίβλεψη και κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος τόσο για την εφαρμογή όσο και για τη συντήρηση.

Η επισκευή περιοχών με σημαντική φθορά του ξύλου μπορεί να γίνει με αφαίρεση του φθαρμένου ξύλου και πλήρωση του δημιουργούμενου κενού με εποξειδικό σκυρόδεμα οπλισμένο με ράβδους συνθετικού γυαλιού (Σχήμα 30). Οι ράβδοι εισάγονται σε οπές, οι οποίες διανοίγονται στις εκατέρωθεν υγιείς περιοχές του ξύλου και γεμίζουν με εποξειδική ρητίνη, ώστε να εξασφαλιστεί η αγκύρωση των ράβδων (Κατσαραγάκης, 1990).





Σχήμα 29. Ενέσεις ρητίνης σε παλαιό ξύλο.



Σχήμα 30. Επισκευή φθαρμένης δοκού με εποξειδικό σκυρόδεμα και ράβδο συνθετικού γυαλιού.

(Κατσαραγάκης, 1990).

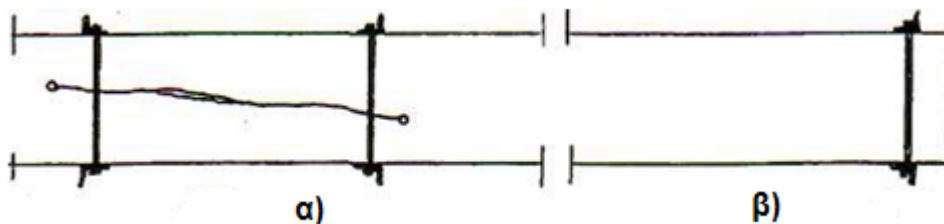
### 2.15.6 Ρωγμοπέδες

Η απλούστερη, αλλά και αποτελεσματικότερη, «ρωγμοπέδη» για μια αναπτυσσόμενη ρωγμή είναι μια οπή, που διανοίγεται στην κορυφή της ρωγμής και η οποία αμβλύνει την τοπική συγκέντρωση τάσεων (Σχήμα 31).

Η ανάπτυξη μιας υπάρχουσας ρωγμής ή η παρεμπόδιση της εμφανίσεως μιας νέας ρωγμής μπορεί να παρεμποδιστεί με κατάλληλη σύσφιγξη (Σχήμα 31).

Τέλος, μια ρωγμή μπορεί να «συρραφεί» με τη χρήση μεγάλων κοχλιών (στριφώνια, σχ. 32), οι οποίοι έχουν σύνθετη λειτουργία ως:

- συνδετήρες των δύο χωρισμένων μερών του ξύλου,
- σφικτήρες, οι οποίοι δημιουργούν ένα θλιπτικό πεδίο, το οποίο εμποδίζει την ανάπτυξη της ρωγμής,
- οπλισμοί, για την ανάληψη των λοξών εφελκυστικών τάσεων, οι οποίες εμφανίζονται σε άκρα τα οποία είναι συγχρόνως και στηρίξεις.



Σχήμα 31. α) Διάτρηση άκρου της ρωγμής και σύσφιξη περιοχής ρηγματώσεως και β) περιοχής ευάλωτης στη ρηγμάτωση (β).



Σχήμα 32. Κοχλίες συρραφής ρωγμής.

(Κατσαραγάκης, 1990).

### 3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

#### 3.1 Γενικά - Μέθοδοι

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία των επιχειρήσεων που εισάγουν ή παράγουν ξύλινες κατοικίες που καταγράφηκαν στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας. Σκοπός της εργασίας αυτής η συλλογή των στοιχείων που θα αποτυπώσουν την υφιστάμενη κατάσταση στην Ελληνική αγορά. Από το σύνολο των επιχειρήσεων επελέγησαν και καταγράφηκαν με τη μέθοδο των ερωτηματολογίων 16 αντιπροσωπευτικές επιχειρήσεις εισαγωγής και παραγωγής ξύλινων κατοικιών. Το ερωτηματολόγιο από οκτώ ερωτήσεις παρουσιάζεται στο παράρτημα της πτυχιακής εργασίας. Οι ερωτήσεις αφορούν:

- Γενικά στοιχεία επιχείρησης.
- Πρώτες ύλες ξύλου που χρησιμοποιούνται (στύλοι, πριστή ξυλεία).
- Προϊόντα ξύλου (μοριοσανίδες, ινοσανίδες κ.α).
- Άλλες πρώτες ύλες πλην ξύλου (μονωτικά υλικά τοιχοποιίας, επικαλύψεις κ.α.).
- Τεχνολογία που χρησιμοποιείται (Κορμόσπιτα, σκελετός πλατφόρμας, σύνθεση σάντουιτς κ.τ.λ.).
- Είδος και υλικά συνδέσεων σκελετού (καρφιά - ξυλόβιδες - ντίζες κ.τ.λ.).

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

- Απασχολούμενο προσωπικό.
- Χρόνος παράδοσης.

**Πίνακας 8. Γενικά στοιχεία των επιχειρήσεων που καταγράφηκαν.**

<b>a/a</b>	<b>Όνομασία</b>	<b>Είδος εταιρίας</b>	<b>Αριθμός εργαζόμενων</b>	<b>Έδρα</b>
1	ΔΕΝΔΡΟΚΑΤΟΙΚΙΑ Ε.Π.Ε	Εμπορική	18	Θεσσαλονίκη
2	ΚΟΡΜΟΣ Ε.Π.Ε	Εμπορική	20	Θεσσαλονίκη
3	ECO DOMUS	Εμπορική	18	Θεσσαλονίκη
4	LORD HELLAS	Εμπορική		Θεσσαλονίκη
5	ΚΑΛΑΘΑΣ	Εμπορική		Θεσσαλονίκη
6	ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ	Εμπορική		Θεσσαλονίκη
7	LAPP PINE HOMES Ε.Π.Ε	Εμπορική	10	Ν. Ημαθίας
8	ELELOUGHOUSES	Εμπορική		Αθήνα
9	WANDS	Εμπορική		Χαλκίδα

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

10	<b>DREAM HOUSE</b>	Εμπορική	5	Ν. Καβάλα
11	<b>ΜΠΛΟΥΜΑΣ</b>	Κατασκευαστική	25	Θεσσαλονίκη
12	<b>ΣΕΛΙΝΑΣ</b>	Κατασκευαστική	5-8	Νέα Αρτάκη Ευβοίας
13	<b>POMBOΣ</b>	Κατασκευαστική	5	Κρύα Βρύση Γεννητσών
14	<b>ΕΛΑΤΟΝ Ε.Π.Ε</b>	Κατασκευαστική, εμπορική		Άδενδρο Θεσσαλονίκης
15	<b>EUROCO Α.Ε</b>	Κατασκευαστική, εμπορική	15	Θεσσαλονίκη
16	<b>BUILD A WOOD</b>	Κατασκευαστική, εμπορική	4-10	Θεσσαλονίκη

Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται με λεπτομέρεια στοιχεία παραγωγής και εισαγωγής ξύλινων κατοικιών στην χώρα μας

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Πίνακας 9. Στοιχεία παραγωγής και εισαγωγής ξύλινων κατοικιών στην Ελλάδα.

α/α	Όνομασία	Είδος κατοικίας	Είδος ξυλείας	Προϊόντα ξύλου	Άλλες πρώτες ύλες	Συνδέσεις	Διάστημα παράδοσης
1	ΔΕΝΔΡΟΚΑΤΟΙΚΙΑ Ε.Π.Ε	Κορμόσπιτα +ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Κορμοί πεύκης+ πριστή ξυλεία	Επικολλητή ξυλεία υπό μορφή κορμών	Πετροβάμβακας + εξηλασμένη πολυστερίνη + υαλοβάμβακας + μεμβράνη PVC.	Ξυλόβιδες + ξύλινες καβύλιες + ντίζες	4-5 μήνες
2	ΚΟΡΜΟΣ Ε.Π.Ε	Κορμόσπιτα +ενισχυμένο ξύλ. σκελετό και πανελς	Κορμοί πεύκης+ πριστή ξυλεία	Επικολλητή ξυλεία υπό μορφή κορμών	Πετροβάμβακας + υαλοβάμβακας+ πολυουρεθάνη + πισσόχαρτο + ασφαλτόπανα	Ξυλόβιδες + μεταλλικές λάμες+ ντίζες	4-5 μήνες
3	ECO DOMUS	Κορμόσπιτα +ενισχυμένο ξύλ. σκελετό και πανελς	Κορμοί πεύκης-ελάτης+ πριστή ξυλεία πεύκης-ελάτης	O.S.B	Πετροβάμβακας + υαλοβάμβακας + μεμβράνη PVC.	Ξυλόβιδες + μεταλλικές λάμες + ντίζες + εκατέρωθεν πύρους	2 μήνες
4	LORD HELLAS	ελαφρύ ξύλ. σκελετό	πριστή ξυλεία ελάτης	Μοριοσανίδες	Ορυκτοβάμβακας + ανθυγρή μεμβράνη + θερμοσοβάς	Ξυλόβιδες	
5	ΚΑΛΑΘΑΣ	Κορμόσπιτα +ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Κορμοί ελάτης+ πριστή ξυλεία ελάτης	Τσιμεντοσανίδες	Πετροβάμβακας + εξηλασμένη πολυστερίνη + πισσόχαρτο + ασφαλτόπανα	Καρφιά + ξυλόβιδες + μεταλλικές λάμες + ντίζες	
6	ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ	Κορμόσπιτα +ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Κορμοί ελάτης+ πριστή ξυλεία ελάτης		Πετροβάμβακας + πισσόχαρτο	Καρφιά + ξυλόβιδες + μεταλλικές λάμες	
7	LAPP PINE HOMES Ε.Π.Ε	Κορμόσπιτα	Κορμοί πεύκης	Επικολλητή ξυλεία υπό μορφή κορμών + ανατοκλλητά+ O.S.B	Πετροβάμβακας + υαλοβάμβακας + πολυουρεθάνη + πισσόχαρτο + ασφαλτόπανα + μεμβράνη PVC.	Ξυλόβιδες + μεταλλικές ανοξείδωτες ντίζες,	3-4 μήνες
8	ELELOUGHOUSES	Κορμόσπιτα			Πετροβάμβακας+ μεμβράνη PVC.	Ντίζες + εκατέρωθεν πύρους	3 μήνες

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

a/a	Όνομασία	Είδος κατοικίας	Είδος ξυλείας	Προϊόντα ξύλου	Άλλες πρώτες ύλες	Συνδέσεις	Διάστημα παράδοσης
9	WANDS	Κορμόσπιτα +ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Κορμοί πεύκης+ πριστη ξυλεία πεύκης	O.S.B + M.D.F	Πετροβάμβακας+ μεμβράνη PVC.	Καρφιά+ ξυλόβιδες + μεταλλικές λάμες + ξύλινες καβύλιες+ μεταλλικές ανοξειδωτες ντίζες + αντιολισθητικούς συνδέσμους	
10	DREAM HOUSE	Κορμόσπιτα	Κορμοί πεύκης				4-5 μήνες
11	ΜΠΛΟΥΜΑΣ	Ελαφρύ ξύλ. σκελετό και πάνελς	Πριστη ξυλεία πεύκης	O.S.B + M.D.F	Πετροβάμβακας+ υαλοβάμβακας	Καρφιά+ ξυλόβιδες	20-60 ημέρες
12	ΣΕΛΙΝΑΣ	Κορμόσπιτα +ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Κορμοί πεύκης+ πριστη ξυλεία πεύκης	Κόντρα πλακέ θαλάσσης	Πετροβάμβακας	Ξύλινες καβύλιες + ανοξειδωτες βίδες	2-3 μήνες
13	ΡΟΜΒΟΣ	Ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Πριστη ξυλεία πεύκης+ ερυθρελάτης	Αντικολλητά		Καρφιά+ ξυλόβιδες + μεταλλικές λάμες	5 μήνες
14	ΕΛΑΤΟΝ Ε.Π.Ε	Ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Κορμοί πεύκης+ πριστη ξυλεία πεύκης	Μοριοσανίδες +ινοσανίδες+ επικολητή ξυλεία υπό μορφή κορμών	Πετροβάμβακας + εζηλασμένη πολυστερίνη + διογκωμένη πολυουρεθάνη + πισσόχαρτο + ασφαλτόπανα + θερμομονωτικές πλάκες + ηχομονωτικά ρολά φελιού	Καρφιά+ ξυλόβιδες	
15	EUROCO Α.Ε	Ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Πριστη ξυλεία ελάτης	Αντικολλητά+ O.S.B+ τσιμεντοσανίδες	Πετροβάμβακας + εζηλασμένη πολυστερίνη+ μεμβράνη PVC.	Καρφιά+ ξυλόβιδες + μεταλλικές λάμες	20 μέρες
16	BUILD A WOOD	Κορμόσπιτα +ελαφρύ ξύλ. σκελετό	Πριστη ξυλεία πεύκης- ελάτης	O.S.B	Πετροβάμβακας + υαλοβάμβακας+ διογκωμένη πολυουρεθάνη	Ξυλόβιδες + ξύλινες καβύλιες+ μεταλλικούς πύρους	3-4 μήνες

### 3.2 Ανάλυση δεδομένων - Συζήτηση

Από την ανάλυση των δεδομένων των Πινάκων 8 και 9 προκύπτουν τα ακόλουθα:

#### **Γενικά στοιχεία επιχειρήσεων.**

Σε όλη την Ελλάδα καταγράφηκαν δεκαέξι εταιρίες κατασκευής ξύλινων κατοικιών από τις οποίες οι δέκα είναι εμπορικές, οι τρεις κατασκευαστικές και οι υπόλοιπες τρεις κατασκευαστικές και εμπορικές.

Από το σύνολο των επιχειρήσεων οι δέκα βρίσκονται στο Νομό Θεσσαλονίκης, από τις οποίες οι έξι είναι μόνο εμπορικές, η μια μόνο κατασκευαστική και οι υπόλοιπες τρεις είναι κατασκευαστικές και εμπορικές.

- Μία εταιρία στο Νομό Ημαθίας.
- Μία εταιρία στο Νομό Καβάλας.
- Μία εταιρία στο Νομό Αττικής
- Δυο εταιρίες στο Νομό Ευβοίας.
- Μία εταιρία στο Νομό Γιαννιτσών.

**Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται:** Το σύνολο των επιχειρήσεων χρησιμοποιεί πριστή ξυλεία ελάτης, πεύκης και ερυθρελάτης.

**Σε ότι αφορά το είδος των ξυλοπλακών που χρησιμοποιούνται:**

- Πέντε εταιρίες χρησιμοποιούν επικολλητά.
- Έξι εταιρίες χρησιμοποιούν O.S.B.
- Δύο εταιρίες χρησιμοποιούν μοριοσανίδες.
- Τρεις εταιρίες χρησιμοποιούν ινοσανίδες.
- Τρεις εταιρίες χρησιμοποιούν τσιμεντοσανίδες.
- Μία εταιρία χρησιμοποιεί γυψοσανίδες.
- Μία εταιρία χρησιμοποιεί κόντρα πλακέ θαλάσσης.

**Από τα μονωτικά:**

- Δεκαέξι εταιρίες χρησιμοποιούν πετροβάμβακα (ορυκτοβάμβακα).
- Επτά εταιρίες χρησιμοποιούν υαλοβάμβακα.
- Πέντε εταιρίες χρησιμοποιούν εξηλασμένη πολυστερόλη.
- Τρεις εταιρίες χρησιμοποιούν διογκωμένη πολυουρεθάνη.
- Πέντε εταιρίες χρησιμοποιούν πισσόχαρτο.
- Πέντε εταιρίες χρησιμοποιούν ασφαλτόπανα.
- Οκτώ εταιρίες χρησιμοποιούν μεμβράνη P.V.C.
- Μία εταιρία χρησιμοποιεί ηχομόνωση με φύλλα φελλού.

**Σε ότι αφορά τον τύπο της παραγόμενης ή εισαγόμενης κατοικίας :**

- Κορμόσπιτα με οριζόντια τοποθέτηση κορμιδίων κατασκευάζονται από έντεκα εταιρίες (ΔΕΝΔΡΟΚΑΤΟΙΚΙΑ, ΚΟΡΜΟΣ ΕΠΕ, ECO DOMUS, ΚΑΛΑΘΑΣ, LAPP PINE HOMES, η BUILD A WOOD, η DREAM HOUSE, η ΣΕΛΗΝΑΣ Α.Β.Ε.Ε, η WANDS Α. ΒΑΣΙΛΑΙΝΑΣ, η ELELOUGHUSES).
- Εύλινες κατοικίες με ελαφρύ ξύλινο σκελετό και επένδυση με ξυλεία επενδύσεως ή πάνελ κατασκευάζονται από δεκατρείς εταιρίες (ΕΛΑΤΟΝ Ε.Π.Ε, ΔΕΝΔΡΟΚΑΤΟΙΚΙΑ, ΚΟΡΜΟΣ ΕΠΕ, ΚΑΛΑΘΑΣ, ΡΟΜΒΟΣ, EUROCO, ECO DOMUS, LORD HELLAS, ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ, ΜΠΛΟΥΜΑΣ, BUILD A WOOD, η ΣΕΛΗΝΑΣ Α.Β.Ε.Ε, η WANDS Α. ΒΑΣΙΛΑΙΝΑΣ).
- Εύλινες κατοικίες με ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και επένδυση με ξυλεία επενδύσεως ή πάνελ κατασκευάζονται από δυο εταιρίες. (ΚΟΡΜΟΣ ΕΠΕ, ECO DOMUS).

**Σε ότι αφορά τα χρησιμοποιούμενα υλικά σκελετού:** απάντησαν όλες οι εταιρίες.

- Επτά εταιρίες χρησιμοποιούν καρφιά.
- Δεκαπέντε εταιρίες χρησιμοποιούν ξυλόβιδες.
- Οκτώ εταιρίες χρησιμοποιούν μεταλλικά ελάσματα.
- Εννιά εταιρίες χρησιμοποιούν ντίζες.
- Τέσσερις εταιρίες χρησιμοποιούν ξύλινες καβίλιες.
- Τρεις εταιρίες χρησιμοποιούν εκατέρωθεν πύρους.
- Μια εταιρία χρησιμοποιεί αντιολισθητικούς συνδέσμους.

**Υποχρεώσεις εταιρίας.**

Όσον αφορά το διάστημα παράδοσης μιας ξύλινης κατοικίας απάντησαν οι ακόλουθες δώδεκα εταιρείες: Η ΕΛΑΤΟΝ Ε.Π.Ε, η ΔΕΝΔΡΟΚΑΤΟΙΚΙΑ, η ΚΟΡΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ, η Ε.Υ.Ρ.Ο.Σ.Ο, η ECO DOMUS, η LAPP PINE HOMES, η ΡΟΜΒΟΣ Α.Ε, ΜΠΛΟΥΜΑΣ, BUILD A WOOD, η DREAM HOUSE, η ΣΕΛΗΝΑΣ Α.Β.Ε.Ε, και η ELELOUGHUSES από τις οποίες :

- ✓ Οι τέσσερις παραδίδουν μια ξύλινη κατοικία σε διάστημα από είκοσι μέρες ως εξήντα μέρες.
- ✓ Μία παραδίδει μια ξύλινη κατοικία σε διάστημα 2-3 μηνών.
- ✓ Τρεις παραδίδουν μια ξύλινη κατοικία σε διάστημα 3-4 μηνών.
- ✓ Τέσσερις παραδίδουν μια ξύλινη κατοικία σε διάστημα 4-5 μηνών.



Από τη λεπτομερή μελέτη των στοιχείων των μονάδων και από την αξιολόγηση που έγινε με την επιτόπια καταγραφή των στοιχείων στις μονάδες προκύπτουν τα ακόλουθα δεδομένα:

Α) Σε ότι αφορά τις μονάδες εισαγωγής ξύλινων κατοικιών καταγράφηκαν στο σύνολο 10 μονάδες εισαγωγής που αποτελούν ένα πολύ ικανοποιητικό μέγεθος της ελληνικής αγοράς.

Το σύνολο των μονάδων που εισάγουν ξύλινα σπίτια σε όλη την Ελλάδα σύμφωνα με τα δεδομένα που έχουμε εκτιμούμε σε 20 μονάδες.

Οι τύποι των εισαγόμενων ξύλινων κατοικιών είναι τρεις:

- 1) **Κορμόσπιτα.**
- 2) **Κατοικίες με ελαφρύ ξύλινο σκελετό και τοιχοποιία σε μορφή σάντουιτς.**
- 3) **Κατοικίες με ενισχυμένο ξύλινο σκελετό.**

### 1) Κορμόσπιτα

Η κορμοκατοικία στο σύνολό της είναι σχεδιασμένη για να ανταποκρίνεται τόσο στα κλιματικά δεδομένα της περιοχής στην οποία παράγεται, όσο και στα δεδομένα της κοινωνίας και της αρχιτεκτονικής της χώρας.

Για τα κορμόσπιτα χρησιμοποιούνται στύλοι πεύκης και ελάτης με διατομή 15-25cm οι οποίοι τοποθετούνται σε οριζόντια διάταξη. Ως μέσα συνδέσεως χρησιμοποιούνται ανοξείδωτες ντίτζες με περικόχλια, οι οποίες τοποθετούνται ανά 2m σε κατακόρυφες οπές που διαπερνούν όλο το σώμα των οριζόντιων στύλων της τοιχοποιίας. Η ποιότητα των στύλων εκτιμούμε ότι είναι καλή ως μέτρια. Οι στύλοι πεύκης είναι προτιμότεροι των στύλων ελάτης - ερυθρελάτης ιδιαίτερα για τα μεσογειακά κλιματικά δεδομένα (συνεχείς εναλλαγές ακραίων καιρικών συνθηκών, ήλιου - αέρα - υγρασίας - υψηλής θερμοκρασίας - χαμηλής θερμοκρασίας). Το είδος της λάρικας είναι ακόμη καλύτερο για ξύλινες κατοικίες αλλά είναι ακριβότερο και για το λόγο αυτό δεν εισάγεται.

Η διατομή των στύλων για εξωτερική τοιχοποιία είναι ικανοποιητική ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις που κρίνεται μέτρια έως ανεπαρκής για την αντιμετώπιση του προβλήματος της θερμομόνωσης, ειδικά στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό συμβαίνει διότι το ξύλο είναι το ιδανικό μονωτικό στις χαμηλές και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες απαιτείται ενισχυμένη μόνωση τοιχοποιίας και στέγης για να έχουμε επαρκή μόνωση.

Το γεγονός αυτό είναι πολύ σημαντικό για την λειτουργικότητα και ποιότητα της ξύλινης κατοικίας στο μεσογειακό περιβάλλον, είναι δε ένα στοιχείο που δεν λαμβάνεται υπόψη στις ελληνικές ξύλινες κατοικίες. Ως ελάχιστη διάμετρο που να εγγυάται ικανοποιητική μόνωση, στατική επάρκεια και αντοχή στη φωτιά για τα ελληνικά δεδομένα θεωρούμε τη διάμετρο 18-20cm για εξωτερικούς τοίχους και 12-16cm για εσωτερικούς τοίχους.

Οι ξύλινοι στύλοι κατά κανόνα είναι ξηραμένοι σε ποσοστό υγρασίας 12-14% και ανταποκρίνονται στις ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας που προβλέπουν οι Ευρωπαϊκές προδιαγραφές (EN 14544).

Ο παράγοντας που δεν αντιμετωπίζεται σωστά και που έχει να κάνει με τις ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες της Ελλάδος είναι τα είδη ξύλου που χρησιμοποιούνται στα κορμόσπιτα. Οι εταιρίες εισάγουν κορμόσπιτα πεύκης, ελάτης, ερυθρελάτης. Οι στύλοι πεύκης και λάρικας είναι οι καταλληλότεροι και ανθεκτικότεροι σε μύκητες, έντομα, διάβρωση και υποβάθμιση από ακραίες καιρικές συνθήκες θερμοκρασίας - υγρασίας - αέρα. Οι στύλοι ελάτης - ερυθρελάτης δεν αποκλείονται από τα διεθνή πρότυπα και την διεθνή πρακτική αλλά όμως παρουσιάζουν μια ευπάθεια και μέτρια αντοχή στους παραπάνω παράγοντες αλλοίωσης και υποβάθμισης. Για τους λόγους αυτούς απαιτούν ειδικούς χειρισμούς εμποτισμού με έλαια και συντηρητικά ξύλου.

Η στέγη και η τοιχοποιία στις εισαγόμενες ξύλινες κατοικίες έχουν σχεδιαστεί για να ανταποκρίνονται στα δεδομένα των καιρικών συνθηκών της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης, όπου κατασκευάζονται οι κατοικίες. Αυτό σημαίνει ότι η κατασκευή ανταποκρίνεται στα δεδομένα των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο για τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού. Σημαντικό ποσοστό των κατοικιών αυτών δεν έχουν επαρκή μόνωση στη στέγη αλλά και στην τοιχοποιία από ειδικά μονωτικά υλικά, κενό αέρα και κατάλληλα υλικά επικάλυψης που να ανταποκρίνονται στα ελληνικά δεδομένα.

Συγκεκριμένα πολλές από τις εισαγόμενες κορμοκατοικίες :

- έχουν μικρό πάχος μονωτικού υλικού (μέχρι 5-10cm) στους τοίχους και στη στέγη δεν έχουν καθόλου,
- έχουν μικρό πάχος κενού ή δεν έχουν καθόλου,
- έχουν υλικό επικάλυψης στέγης από ασφαλτικά κεραμίδια τα οποία δεν είναι η σωστότερη λύση για τα ελληνικά δεδομένα.

Για την τοιχοποιία τα συμπαγή κορμίδια με διάμετρο πάνω από 18cm εξασφαλίζουν ικανοποιητική συμπεριφορά στη θερμομόνωση κατά τους θερινούς μήνες και άριστη κατά τους χειμερινούς. Βελτίωση της θερμομόνωσης το καλοκαίρι όταν επικρατούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να επιτευχθεί με ενίσχυση της τοιχοποιίας με στρώση μόνωσης - κενού - επένδυσης από σανίδες ή ξυλοπλάκες, ώστε το συνολικό πάχος του τοίχου να φτάσει στα 25cm. Εναλλακτικά η προσθήκη εξωτερικά δεύτερου τοίχου από χτισμένη πέτρα τούβλο και σοβά ενισχύει την θερμοηχομόνωση του τοίχου. Ανάλογη βελτίωση επιτυγχάνεται με προσθήκη στρώσης μεταλλικού πλέγματος και σοβά. Βασική προϋπόθεση στην προσθήκη και δεύτερου τοίχου είναι η επαρκής σύνδεση των δύο τοίχων ώστε να διασφαλίζεται η συμπεριφορά των δύο ως ενός ενιαίου τοίχου σε περίπτωση σεισμού.

Για την ενίσχυση της ηχομόνωσης του τοίχου υπάρχουν στρώσεις από ειδικά ηχομονωτικά υλικά (ηχοαπορροφητικά και ηχοανακλαστικά) που μπορεί να ενισχύουν το σάντουιτς της τοιχοποιίας

Ως προς τις συνδέσεις των στοιχείων της τοιχοποιίας δηλ. των στύλων είναι δεδομένο ότι οι κορμοκατοικίες παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλή μηχανική αντοχή και οι διεθνώς καθιερωμένοι τύποι συνδέσεων με μεταλλικές ντίζες ανά 2m και γωνιακές μισοχαρακτές συνδέσεις των στύλων εγγυώνται υψηλό βαθμό σταθερότητας, ελαστικότητας και αντοχής.

Από αυτή την άποψη οι κορμοκατοικίες είναι κατασκευές με **μεγάλη** αντοχή σε **σεισμούς**.

Σε ότι αφορά την αντοχή των κορμοκατοικιών στη φωτιά, η μη ύπαρξη κενών και το ολόσωμο των στύλων με διάμετρο πάνω από 18cm εξασφαλίζουν ικανοποιητική αντίσταση στη φωτιά, κατατάσσοντας τις κατοικίες αυτές στην κατηγορία των 60-90 min. Για ενίσχυση της αντιπυρικής συμπεριφοράς απαιτείται εμποτισμός των στύλων υπό πίεση ή επάλειψη με αντιπυρικές ουσίες.

Για την προληπτική συντήρηση και το βάψιμο του κορμόσπιτου (στην αγορά των εισαγόμενων κορμοκατοικιών) επικρατούν τα μυκητοκτόνα - εντομοκτόνα συντηρητικά και τα βερνίκια εμποτισμού. Δηλαδή οι κορμοί πρώτα περνιούνται με μυκητοκτόνο - εντομοκτόνο κατηγορίας οργανικού διαλύτη, άχρωμου η χρωματιστού και ακολουθεί το βερνίκι εμποτισμού. Πρόκειται για καλό φινίρισμα, αλλά περισσότερο προσαρμοσμένο στα Ευρωπαϊκά κλιματικά δεδομένα τα οποία δεν δημιουργούν στο ξύλο συνθήκες συνεχούς εναλλαγής θερμοκρασίας - υγρασίας -

αέρα. Για τις ελληνικές συνθήκες καιρού μια τέτοια προσέγγιση δεν είναι η καλύτερη, γιατί η εναλλαγή θερμοκρασίας- υγρασίας - αέρα από μέρα σε μέρα ταιλαιπωρούν, υποβαθμίζουν και διαβρώνουν το ξύλο εξωτερικά με αποτέλεσμα να απαιτούνται συχνές επαναλήψεις βαφής. Μια καλύτερη διαδικασία προβλέπει είτε προληπτικό εμποτισμό των στύλων ή εξωτερικών σανίδων σε περιβάλλον κενού τόσο με ελαιοδιαλυτά συντηρητικά (όπως TBTO) και στη συνέχεια 2 χέρια βερνίκι εμποτισμού ή 2 χέρια ριπολίνη.

## **2) Κατοικίες με λεπτό ξύλινο σκελετό και τοιχοποιία σε μορφή σάντουιτς.**

Ο τύπος αυτός των εισαγόμενων αλλά και αυτών που παράγονται στην Ελλάδα βρίσκεται σε μια πορεία βελτίωσης των παραγόμενων κατοικιών, όσο ευρύνεται η αγορά και αυξάνει η ζήτηση. Σιγά - σιγά η προχειρότητα της τροχοβίλας και του παράνομου λυόμενου σε μη άρτιο και οικοδομήσιμο οικόπεδο περιορίζεται και τείνει να εξαλειφθεί.

Ο ξύλινος σκελετός αποτελείται από ορθοστάτες ελάτης - ερυθρελάτης - πεύκης - λάρικας με διατομή 5-6cm x 10-12cm ανά 60cm (κέντρο από κέντρο). Το σάντουιτς της τοιχοποιίας ενισχύεται με μόνωση (εξιλασμένη πολυστερίνη ή πολυστερόλη ή πετροβάμβακας ή υαλοβάμβακας) και το υλικό επένδυσης είναι κυρίως (μοριοσανίδες, ινοσανίδες, O.S.B), τσιμεντοσανίδες, ηρακλείτης (ξυλέριο + τσιμέντο), γυψοσανίδες, σανίδες ελάτης - πεύκης - ερυθρελάτης τύπου ραμποτέ.

Στην ελληνική αγορά βρίσκει κανείς όλες τις διαβαθμίσεις ποιότητας ξύλινης κατοικίας με λεπτό ξύλινο σκελετό από κακή ποιότητα χωρίς προδιαγραφές και πρόχειρη κατασκευή μέχρι την ικανοποιητική προσεγμένη κατασκευή. Ανάλογης διαβάθμισης είναι και οι τιμές διάθεσης των κατοικιών αυτών.

Ξύλινες κατοικίες υψηλής ποιότητας με προδιαγραφές που να ανταποκρίνονται στα ελληνικά δεδομένα κλιματικών συνθηκών, κινδύνου εξωτερικής φωτιάς και με σχεδιασμό ειδικής αντισεισμικής ενίσχυσης, δεν υπάρχουν. Είναι ευθύνη της Πολιτείας να καλύψει το κενό των προδιαγραφών, της αντισεισμικής και αντιπυρικής κατασκευής, επιβάλλοντας συγκεκριμένα υλικά και τεχνικές, σταματώντας αυτή την ανεξέλεγκτη κατάσταση που επικρατεί όπου ο καθένας κατασκευάζει - εισάγει ότι τον συμφέρει χωρίς να ελέγχεται από κανέναν.

## **3) Κατοικίες με ενισχυμένο ξύλινο σκελετό.**

Ο σκελετός είναι ενισχυμένος με διαστάσεις των ορθοστατών: πάχος 10 έως 20cm πλάτος 10 έως 20cm και απόσταση μεταξύ τους 1-2m (κέντρο από κέντρο).

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Οι τοίχοι είναι κατασκευασμένοι από ολόσωμα πάνελς τοιχοποιίας τα οποία αποτελούνται από δύο επιφάνειες ξυλοπλακών με πυρήνα από διογκωμένη πολυστυρόλη ή πολυουρεθάνη. Τα πάνελς αυτά είναι γνωστά ως «stress skin panels», έχουν υψηλή μηχανική αντοχή και συμπεριφέρονται ως δοκοί διπλού ταφ (I).

Στην Ελλάδα ο τύπος των κατοικιών αυτών σπανίζει λόγω του μεγαλύτερου βαθμού δυσκολίας στην κατασκευή του.

**B)** Σε ότι αφορά τις μονάδες παραγωγής ξύλινων κατοικιών καταγράφηκαν τρεις επιχειρήσεις.

Οι μονάδες αυτές παράγουν κατοικίες από ελαφρύ πυκνό ξύλινο σκελετό ελάτης - ερυθρελάτης. Η εφαρμοζόμενη τεχνολογία είναι μέτρια έως καλή και παρουσιάζει μια συχνή βελτίωση λόγω και του ανταγωνισμού από τις εισαγόμενες κατοικίες. Πρόκειται στην ουσία για αντιγραφή της κλασσικής τεχνολογίας που εφαρμόζεται διεθνώς.

Σε ένα συγκεκριμένο τύπο προβλέπεται η εξωτερική επένδυση του τοίχου με τσιμεντοσανίδες τύπου ηρακλείτη και σοβατίσματος. Η τεχνική αυτή ενισχύει τη αντιπυρική προστασία της κατοικίας από εξωτερική φωτιά.

### 3.3 Γενικά Συμπεράσματα

Μετά την ανάλυση των δεδομένων της ξύλινης κατοικίας στην Ελλάδα μπορούμε να καταλήξουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ✓ Υπάρχει μια αυξανόμενη ζήτηση ξύλινων κατοικιών στην Ελλάδα, οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως ως εξοχική κατοικία, αλλά και ως κύρια κατοικία.
- ✓ Δεν υπάρχει φορέας που να ελέγχει ουσιαστικά τις εισαγόμενες αλλά και τις παραγόμενες στην Ελλάδα ξύλινες κατοικίες.

Πολλοί από τους ασχολούμενους με εισαγωγή και την κατασκευή ξύλινων κατοικιών δεν έχουν την απαιτούμενη γνώση, κατάρτιση και εμπειρία για την εργασία αυτή. Λείπουν οι ειδικοί Τεχνίτες ξυλουργοί ξύλινων κατοικιών αλλά και οι Μηχανικοί ξύλου και εργολάβοι ξύλινων κατοικιών.

- ✓ Υπάρχουν στην ελληνική αγορά αξιόπιστες και μη, εταιρίες που εισάγουν και παράγουν ξύλινες κατοικίες. Υπάρχουν μη εξειδικευμένοι (στην τεχνολογία του ξύλου) εργολάβοι, που αναλαμβάνουν το στήσιμο εισαγόμενων ξύλινων κατοικιών

ή και τη κατασκευή εκμεταλλευόμενοι την άγνοια την έλλειψη οργάνωσης και την ασυδοσία της αγοράς.

✓ Η προληπτική συντήρηση και βαφή των ξύλινων κατοικιών δεν είναι πάντα η ενδεικνυόμενη και ανταποκρινόμενη στα ελληνικά κλιματικά δεδομένα. Συνήθως είναι μέτριας αποτελεσματικότητας και περιορίζεται σε βαφές και βερνίκια που παρέχουν προστασία για 3 χρόνια. Ανάλογη είναι με κάποιες εξαιρέσεις και οι συνθήκες βαφής - συντήρησης των ξύλινων κουφωμάτων και ξυλοκατασκευών εξωτερικής χρήσης.

✓ Η κατοικία με ξύλινο σκελετό παρουσιάζει υψηλή αντισεισμική συμπεριφορά η οποία οφείλεται στο πλεονέκτημα του ξύλου ως υλικό δηλ. στη μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του και στην ελαστικότητα του που επιτρέπει την απορρόφηση της σεισμικής φόρτισης στις συνδέσεις των στοιχείων του σκελετού. Ωστόσο στις εφαρμοζόμενες τεχνικές συνδέσεων και τα χρησιμοποιούμενα υλικά συνδέσεων τόσο στη Ελλάδα όσο και στις Ευρωπαϊκές χώρες δεν λαμβάνεται υπόψη ο παράγοντας ενίσχυσης της σεισμικής συμπεριφοράς των συνδέσεων του σκελετού.

Με λίγα λόγια υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της αντισεισμικής συμπεριφοράς της ξύλινης κατοικίας με χρησιμοποίηση ειδικού τύπου συνδέσεων και συγκεκριμένων υλικών συνδέσεων (ειδικοί κοχλίες, ήλοι, ξυλόβιδες κ.α).

### 3.4 Προτάσεις

Μετά την εξαγωγή των συμπερασμάτων θα μπορούσαμε να στηρίξουμε τις ακόλουθες προτάσεις:

- ✓ Ίδρυση ειδικού φορέα ελέγχου έγκρισης εισαγόμενων και παραγόμενων ξύλινων κατοικιών από εξειδικευμένους Μηχανικούς ξύλου.
- ✓ Ίδρυση μητρώου κατασκευαστών και εργολάβων ξύλινων κατοικιών και ξύλινων δομικών κατασκευών γενικότερα.
- ✓ Νομοθετική ρύθμιση των προδιαγραφών που ισχύουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αναφέρονται στα επιτρεπόμενα υλικά και προϊόντα ξύλου ως δομικά υλικά
- ✓ Επιβολή της πιστοποιημένης δομικής ξυλείας στην Ελληνική αγορά με ταυτόχρονα ίδρυση και λειτουργία του κατάλληλου φορέα που θα αναλάβει το σοβαρό αυτό έργο.
- ✓ Απαγόρευση των μη εγκεκριμένων από την Ε.Ε. συντηρητικών ξύλου που έχουν απαγορευτεί σε Ευρωπαϊκές χώρες όπως του αρσενικού (Ar), του χρωμίου,

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

πενταχλωροφαινόλης και καθορισμό με νόμο των επιτρεπόμενων ήπιων και αποδεκτών από οικολογική άποψη συντηρητικών χαλκού (Cu) και βορίου (Bo) για ορισμένα τμήματα της ξύλινης κατοικίας (θεμελίωση, στρωτήρες, σκελετό τοίχων στέγης, περιφράξεις), με τα οποία δεν έρχεται ο άνθρωπος σε άμεση επαφή.

- ✓ Υιοθέτηση της πρωταρχικής προστασίας με λινέλαιο για αύξηση της διαστασιακής σταθερότητας και μείωση της ρίκνωσης - διόγκωσης του ξύλου - τόσο των ξύλινων κατοικιών όσο και των κουφωμάτων εξωτερικής χρήσεως και των ξυλοκατασκευών υπαίθρου.
- ✓ Υιοθέτηση των υδατοδιαλυτών ακριλικών βερνικιών εμποτισμού ξύλου και των συντηρητικών οργανικού διαλύτη (TBTO).

## 4. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### A) Οι δομικοί κανονισμοί

#### Οι απαιτήσεις του Ευροκώδικα 5 για τις συνδέσεις.

Κατά τη διαμόρφωση της σύνδεσης πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στις περιπτώσεις όπου αναμένεται σημαντική μείωση της υγρασίας ή εναλλαγές της υγρασίας, κατά τη σύνδεση. Για τη διάταξη και τις αποστάσεις ήλων, βλήτρων και βιδών μεταξύ τους και από τα άκρα του ξύλου θα πρέπει να τηρούνται τα δέοντα προκειμένου να μειώνεται το ενδεχόμενο σχίσσεως του ξύλου. Τέλος, μια εναλλασσόμενη φόρτιση συνεπάγεται μείωση της φέρουσας ικανότητας της σύνδεσης. Κατά τη διάταξη των στοιχείων μιας σύνδεσης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η προκαλούμενη παρεμπόδιση των παραμορφώσεων του ξύλου, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε σχίσσιμο του ξύλου στην περιοχή της σύνδεσης. Για την αποφυγή τέτοιων ενδεχομένων πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο η έκταση της σχετικώς απαραμόρφωτης περιοχής, η οποία περικλείεται από τη σύνδεση.

Οι σχετικές οδηγίες του Ευροκώδικα 5 για τις συνδέσεις αναφέρονται στα εξής στοιχεία:

- Η χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα και τα στοιχεία της παραμορφώσεως των συνδέσμων, λαμβάνονται σύμφωνα με τις διατάξεις του κανονισμού. Αν δεν υπάρχουν τέτοιες οδηγίες, τα απαραίτητα στοιχεία πρέπει να βασίζονται σε αποτελέσματα κατάλληλων δοκιμών.
- Η χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα ενός πολυμελούς συνδέσμου, είναι συχνά μικρότερη από το άθροισμα των φερουσών ικανοτήτων των επιμέρους συνδέσμων. Η ανομοιομορφία αυτή οφείλεται στις εκκεντρότητες των διαβιβαζομένων μέσω της σύνδεσης δράσεων, στις ανοχές στη διάνοιξη και τη διάταξη των οπών της προδιατήσεως, στις τοπικές ανομοιομορφίες του ξύλου και στις ανομοιόμορφες ερπυστικές παραμορφώσεις λόγω της ανομοιόμορφης έντασης των συνδέσμων.
- Για τον υπολογισμό σύνδεσης με μηχανικούς συνδέσμους διαφόρων τύπων, όπως για παράδειγμα ήλοι με βλήτρα, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της διαφορετικής συμπεριφοράς του κάθε τύπου.
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μείωση της διατομής εξαιτίας των οπών της σύνδεσης, με εξαίρεση στους ήλους μέγιστης διαμέτρου 6mm χωρίς



προδιάτρηση, στις συμμετρικά διατεταγμένες οπές για ήλους, κοχλίες, βλήτρα ή γόμφους σε υποστυλώματα και στις οπές στη θλιβόμενη ζώνη εφόσον το στέλεχος της πλήρωσης έχει μεγαλύτερη δυσκαμψία από το ξύλο.

- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα μιας σύνδεσης είναι μειωμένη υπό μεσοχρόνιες και μακροχρόνιες ανακυκλιζόμενες δράσεις.
- Η διάταξη και τα μεγέθη των συνδέσμων σε μια σύνδεση, καθώς και οι αποστάσεις μεταξύ τους και από τα άκρα του ξύλου, θα επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η υπολογισθείσα αντοχή των συνδέσμων και να μην εμφανίζονται πρόωρες αστοχίες.
- Στις περιπτώσεις που η δύναμη στη σύνδεση δρα υπό γωνία προς τις ίνες του ξύλου, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εμφάνιση εφελκυστικών τάσεων, κάθετων προς τις ίνες του ξύλου και επίσης και η εξαιρετικά μειωμένη εφελκυστική αντοχή του ξύλου σε αυτή τη διεύθυνση.
- Οι μεταλλικοί σύνδεσμοι θα πρέπει να προστατεύονται από τη οξείδωση και ολόκληρη η σύνδεση πρέπει κατά το δυνατόν να προφυλάσσεται από τις περιβαλλοντικές διατάξεις.
- Η κατάσταση των συνδέσμων πρέπει να ελέγχεται περιοδικά και εάν χρειάζεται, να γίνει η απαιτούμενη συντήρηση. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να γίνει και από μη εξειδικευμένο προσωπικό και συνίσταται σε οπτική επιθεώρηση για την ανίχνευση τυχόν οξειδώσεων των στοιχείων της σύνδεσης ή ρωγμών του ξύλου στην περιοχή της σύνδεσης, καθώς και έλεγχο με ένα απλό γαλλικό κλειδί, της σύσφιξης των συνδέσμων με περικόχλια.

#### **Δομικοί τύποι και συντελεστές της σεισμικής συμπεριφοράς.**

Ο «συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς», είναι ένας συντελεστής μειωτικός της σεισμικής δυνάμεως με βάση την οποία υπολογίζεται το κτίριο έναντι σεισμού και καθορίζεται ανάλογα με την ικανότητα του κτιρίου να απορροφά σεισμική δύναμη, ώστε αυτή να μειώνεται η καταπόνηση του και οι επακόλουθες βλάβες.

Η τήρηση μερικών βασικών κανόνων κατά τη διαμόρφωση μιας κατασκευής μπορεί να βελτιώσει, χωρίς επιπλέον δαπάνες, την αντισεισμική συμπεριφορά της. Οι κανόνες αυτοί είναι οι εξής:

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

- Δομική απλότητα η οποία να επιτρέπει την μέγιστη ομαλότερη διαδρομή των δράσεων και ιδίως των σεισμικών δράσεων, έτσι ώστε να μειώνονται οι αβεβαιότητες κατά τον υπολογισμό, τη διαστασιολόγηση και την κατασκευή. Το αίτημα αυτό ικανοποιείται, συνήθως, εύκολα στις ξύλινες κατασκευές καθώς το βασικό στοιχείο της σύνθεσης είναι ένας απλός γραμμικός φορέας, οι συνδέσεις είναι επίπεδες και η στοιχειώδης δομική μονάδα ή και ολόκληρος ο φορέας έχει μια απλή μορφή, όπως πλαίσιο τριαρθρωτό ή με πακτώσεις, τριγωνικό δικτύωμα, κ.λπ.
- Ομοιομορφία και συμμετρία, ώστε να αποφεύγονται οι συγκεντρώσεις εντάσεων, η δημιουργία σύνθετων εντάσεων, η εμφάνιση ευαίσθητων ζωνών στο δόμημα, η απότομη και έκκεντρη μεταβίβαση των αναπτυσσόμενων δυνάμεων αδράνειας.
- Επαρκής αντίσταση και ακαμψία, με παρόμοια χαρακτηριστικά σε οποιαδήποτε διεύθυνση, ιδιαίτερα στις δυο κύριες διευθύνσεις. Επίσης, κατάλληλη επιλογή των επιμέρους ακαμψιών, έτσι ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη μεγάλων παραμορφώσεων, οι οποίες θα οδηγούσαν στην εμφάνιση φαινομένων δευτέρας τάξης.
- Στρεπτική αντίσταση και ακαμψία, έτσι ώστε να περιορίζεται η ανάπτυξη στροφικών κινήσεων της κατασκευής, οι οποίες προκαλούν ανομοιόμορφη καταπόνηση των δομικών στοιχείων και την υπέρμετρη καταπόνηση ορισμένων από αυτά.
- Διαφραγματική λειτουργία πατωμάτων και στεγών, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ανεμπόδιση και ομοιόμορφη μεταβίβαση των δυνάμεων αδράνειας στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία. Ιδιαίτερη φροντίδα πρέπει να δίνεται στις περιπτώσεις ασύμμετρων κατόψεων και παρουσίας ανοιγμάτων.
- Επαρκής θεμελίωση, έτσι ώστε ολόκληρο το δόμημα να διεγείρεται όσο γίνεται πιο ομοιόμορφα από τη σεισμική δράση.

Ειδικότερα, η σεισμική συμπεριφορά μιας ξύλινης κατασκευής καθορίζεται από το είδος, τον αριθμό και τη διάταξη των ζωνών αναλώσεως ενέργειας που διαθέτει, δηλαδή από τον τρόπο που αυτές οι ζώνες παρεμβάλλονται και «διακόπτουν» τη συνέχεια των ψαθυρών ξύλινων μελών και συμβάλλουν, επίσης, στην εξασφάλιση των παραπάνω βασικών αρχών της σύνθεσης. Στον Ευρωκώδικα 8 καθορίζονται οι τέσσερις ακόλουθοι δομικοί τύποι: (όπου  $q$ : ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς)

A: Κατασκευές που δεν αναλώνουν ενέργεια με  $q=1.0$

B: Κατασκευές με μικρή δυνατότητα αναλώσεως ενέργειας με  $q=1.5$

C: Κατασκευές με μέτρια δυνατότητα αναλώσεως ενέργειας με  $q=2.0$

D: Κατασκευές με μεγάλη δυνατότητα αναλώσεως ενέργειας με  $q=3.0$

### **Ανάλυση και κατασκευαστικές προϋποθέσεις.**

Οι κατασκευές τύπου A αναλύονται με θεώρηση «συμπεριφοράς χωρίς ανάλωση ενέργειας» και οι κατασκευές τύπου B, C και D αναλύονται με θεώρηση «συμπεριφοράς με ανάλωση ενέργειας». Στη δεύτερη περίπτωση, η διάταξη των ζωνών αναλώσεως της ενέργειας πρέπει να γίνεται σε σημεία της κατασκευής τέτοια, ώστε οι αναπτυσσόμενες τοπικές μετακινήσεις και παραμορφώσεις να μην επηρεάζουν τη συνολική ευστάθεια του φορέα. Θα πρέπει, επίσης, να πληρούνται οι παρακάτω κατασκευαστικές διατάξεις:

- Οι επικαλύψεις των οριζόντιων και καθέτων διαφραγμάτων πρέπει να έχουν, ανάλογα με το είδος τους, τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Φύλλα μοριοσανίδων ελάχιστης πυκνότητας τουλάχιστον  $650\text{kg/m}^2$ .

Φύλλα αντικολητής ξυλείας ελάχιστου πάχους τουλάχιστον 9mm. Φύλλα μοριοσανίδων και ινοσανίδων ελάχιστου πάχους 13mm.

- Τα θλιβόμενα μέλη και οι συνδέσεις τους θα πρέπει να εξασφαλίζονται από το ενδεχόμενο αστοχίας, οφειλομένης στην αποσύνδεση τους, λόγω αλλαγής φοράς της δρώσας δύναμης.
- Τα βλήτρα πρέπει να είναι εφαρμοστά στις οπές τους και να έχουν συσφιχθεί επαρκώς. Βλήτρα διαμέτρου άνω των 16mm δεν θα χρησιμοποιούνται σε συνδέσεις ξύλο με ξύλο ή ξύλο με μέταλλο, παρά μόνο με την ταυτόχρονη εφαρμογή και συνδέσμων του ξύλου.
- Λείοι ήλοι και συνδετήρες μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο με κατάλληλη εξασφάλιση έναντι του κινδύνου αποξηλώσεως. Μπορούν να χρησιμοποιούνται σε δευτερεύοντα στοιχεία, καθώς και στα διαφράγματα για τη στερέωση της επικάλυψης στον ξύλινο σκελετό.

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

- Στην περίπτωση σύνδεσης στην οποία αναπτύσσεται εφελκυσμός καθέτως προς τις ίνες, πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή ενδεχόμενου σκισίματος του ξύλου.
- Κατασκευαστικές λεπτομέρειες οριζόντιων διαφραγμάτων. Η διάταξη αυτή αφορά σε οριζόντια πατώματα ή στέγες που κατασκευάζονται με τη σύνδεση, μέσω μηχανικών συνδέσμων, φύλλων προϊόντων ξύλου, πάνω σε ξύλινο σκελετό και λειτουργούν ως διαφράγματα για την ανάληψη οριζόντιων δυνάμεων. Όπου τα άκρα της επικάλυψης δεν εφάπτονται σε στοιχεία του σκελετού, θα πρέπει να στερεώνονται πάνω σε πρόσθετα στοιχεία. Τέλος, η σύνδεση πρέπει να γίνεται πυκνότερη στις άκρες του διαφράγματος.

## B) Ερωτηματολόγιο

**Για τον έλεγχο της υφιστάμενης κατάστασης του κλάδου των επιχειρήσεων κατασκευής και εμπορίας ξύλινων κατοικιών στην Ελλάδα.**

1) Η επιχείρησή σας ασχολείται μόνο με την εμπορία ή με την κατασκευή και την εμπορία των ξύλινων κατοικιών;

Αν η εταιρία είναι μόνο εμπορική:

Όνομα διευθυντή	
Όνομα αντιπροσώπου	
Επωνυμία κατασκευαστικής εταιρίας	
Επωνυμία αντιπροσωπίας	
Έτος ίδρυσης έδρας	
Έτος ίδρυσης αντιπροσωπίας	
Διεύθυνση	
Τηλ. Fax	
Email	

Αν η εταιρία είναι και κατασκευαστική:

Όνομα διευθυντή	
Επωνυμία επιχείρησης	
Έτος ίδρυσης επιχείρησης	

### **2) Τι πρώτες ύλες χρησιμοποιείτε;**

- Πεύκη
- Ελάτη
- Ερυθρελάτη
- Λάρικα
- Ψευδοτσούγκας

**Λεπτή στρόγγυλη ξυλεία (στύλοι)**

- Λάρικας
- Πεύκης
- Ψευδοτσούγκας

**3) Προϊόντα ξύλου:**

- Μοριοσανίδες
- Ινοσανίδες
- O.S.B
- Αντικολλητά
- Επικολλητή ξυλεία (σύνθετη ξυλεία)
- Κόντρα πλακέ θαλάσσης
- Ξυλοδοκοί από συγκολλημένες λωρίδες ξυλοφύλλων (P.S.L.)
- Σύνθετη ξυλεία από συγκολλημένα και παράλληλα μεταξύ τους πλανίδια ξύλου L.S.L
- L.V.L με νεύρωση O.S.B
- Τσιμεντοσανίδες
- Γυψοσανίδες

**4) Τι μονωτικά υλικά χρησιμοποιείτε;**

- Υαλοβάμβακας

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

- Πετροβάμβακας
- Ίνες ορυκτών (ορυκτοβάμβακας)
- Διογκωμένη πολυουρεθάνη
- Εξηλασμένη πολυστερίνη
- Μονωτικές ινοπλάκες ξύλο
- Πισσόχαρτο
- Ασφαλτόπανα
- Μεμβράνες πολυμερών P.V.C – C.P.E
- Θερμομονωτικές πλάκες φελλού
- Ηχομονωτικά σάντουιτς από ηχοαπορροφητικό υλικό πολυμερών (ηχοαπορροφητικό υλικό (από αφρώδη PU +ηχοανακλαστικό φύλλο +αφρώδη PU )
- Άλλο υλικό

**5) Τι τύπο προκατασκευασμένων κατοικιών παράγετε ή εμπορεύεστε;**

- Κορμόσπιτα από
  - οριζόντιο κορμό κυκλικής διατομής
  - ορθογωνικά στοιχεία μασίφ ξύλου
- Εύλινες κατοικίες με ελαφρύ ξύλινο σκελετό και επένδυση με ξυλεία επενδύσεως ή πάνελ.
- Εύλινες κατοικίες με ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και επένδυση με ξυλεία επενδύσεως ή πάνελ.

**6) Τι μέσα σύνδεσης χρησιμοποιείτε για τον σκελετό της κατοικίας;**

- Καρφιά
- Ξυλόβιδες
- Μεταλλικές πλάκες συνδέσεως
- Ανοξείδωτες μεταλλικές ντίζες

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

- ▣ Ξύλινες καβίλιες
- ▣ Αντιολισθητικούς συνδέσμους

#### 7) Απασχολούμενο προσωπικό

- ▣ Από πόσα άτομα απαρτίζεται η επιχείρηση;

#### 8) Διάστημα παράδοσης μιας ξύλινης κατοικίας;

- ▣ Πόσες κατοικίες μπορείτε να υλοποιήσετε το χρόνο;

### **Γ) Στοιχεία μελέτης επιχειρήσεων κατασκευής και εμπορίας ξύλινων κατοικιών**

#### **Γ1. ΕΛΑΤΟΝ ΕΠΕ**

##### **Γενικά**

Η Έλατον ΕΠΕ είναι κατασκευαστική και εμπορική εταιρία ξύλινων και προκατασκευασμένων κατοικιών. Ιδρύθηκε το 1997 και εδρεύει στο Άδενδρο Θεσσαλονίκης.

##### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Χρησιμοποιείται πιστή ξυλεία, λεπτή στρόγγυλη ξυλεία (στύλοι) και ξυλεία επενδύσεως (ραμποτέ) δασικής πεύκης, γιατί προτιμούνται τα μαλακά ξύλα.

##### **Άλλα προϊόντα ξύλου**

Χρησιμοποιούνται άλλα προϊόντα ξύλου όπως μοριοσανίδες, ινοσανίδες, προϊόντα σε μορφή πριστών και ξυλοδοκών (π.χ. επικολλητή ξυλεία), καθώς και τσιμεντοσανίδες.

##### **Συναφή υλικά**

Ως μονωτικά χρησιμοποιούνται πετροβάμβακας, εξηλασμένη πολυστερόλη, διογκωμένη πολυουρεθάνη, πισσόχαρτο, ασφαλτόπανα, καθώς και θερμομονωτικές πλάκες και ηχομονωτικά ρολά φελλού.

##### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Αρχικά η εταιρία έκανε την εμφάνιση της με την κατασκευή κάποιων κορμόσπιτων, αλλά πλέον κατασκευάζει και άλλα είδη ξύλινων κατοικιών κυρίως με

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

σιδερένιο σκελετό και ξύλινη επένδυση, προκατασκευασμένων ή όχι. Επίσης, η εταιρία αναλαμβάνει ξύλινες κατασκευές για εξωτερικούς χώρους όπως παγκάκια, κιόσκια, αίθρια, κτλ.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Καρφιά και ξυλόβιδες.

### **Προσωπικό**

Το προσωπικό της Έλατον ΕΠΕ είναι, ως επί το πλείστον, Ελληνικής καταγωγής, αλλά κατά καιρούς έχει φιλοξενηθεί εξειδικευμένο προσωπικό του εξωτερικού (Γερμανία, Σουηδία) για την αρτιότερη εκπαίδευση του μόνιμου προσωπικού στο αντικείμενο και την βελτίωση της παραγωγής.

### **Διάστημα παράδοσης**

Η εταιρία παραδίδει μια κατοικία σε διάστημα 3-4 εβδομάδων περίπου ανάλογα με τον τύπο της, τα τετραγωνικά της, τα υλικά από τα οποία κατασκευάζεται, αλλά και το μέρος όπου θα τοποθετηθεί. Μπορεί να κατασκευαστεί μια κατοικία 40m<sup>2</sup> κάθε μήνα.



Αντιπροσωπευτική κατοικία της Έλατον Ε.Π.Ε.

## **Γ2. ΔΕΝΔΡΟΚΑΤΟΙΚΙΑ Ε.Π.Ε**

### **Γενικά**

Η Δενδροκατοικία ΕΠΕ είναι εμπορική εταιρία ξύλινων κατοικιών. Ιδρύθηκε το 1997 και εδρεύει στη Θεσσαλονίκη.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**



## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Η εταιρία χρησιμοποιεί κορμίδια ορθογωνικής και κυκλικής διατομής πεύκης.

### **Άλλα προϊόντα ξύλου**

Η εταιρία χρησιμοποιεί επικολλητή ξυλεία με την μορφή κορμών για την ανέγερση μιας ξύλινης κατοικίας. Χρησιμοποιεί επίσης επικολλητή ξυλεία και για άλλα κατασκευαστικά μέρη μιας κατοικίας, όπως για παράδειγμα για τον κορφιάτη της στέγης.

### **Συναφή υλικά**

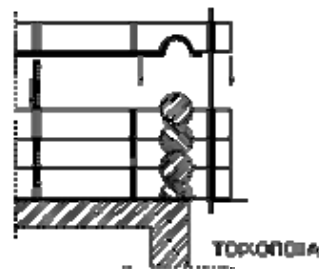
Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι υαλοβάμβακας, πετροβάμβακας, εξηλασμένη πολυστερίνη και μεμβράνες από P.V.C.

Ο υαλοβάμβακας χρησιμοποιείται για τη μόνωση της στέγης και των δαπέδων και βρίσκεται κλεισμένος σε στεγανά φύλλα πολυμερών (μεμβράνες). Ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται για τη μόνωση της καμινάδας του τζακιού, ενώ η εξηλασμένη πολυστερίνη χρησιμοποιείται για τη μόνωση του δαπέδου της κατοικίας σε μπετό, όταν πάνω σε αυτό τοποθετείται κεραμικό πλακίδιο ή οτιδήποτε άλλο εκτός ξύλου. Ακόμη χρησιμοποιούνται μεμβράνες από P.V.C - C.P.E.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Η επιχείρηση ασχολείται με την ανέγερση κορμόσπιτων από ολόσωμους κορμούς κυκλικής διατομής, από κορμούς ορθογωνικής διατομής και από επικολλητούς ορθογωνικής διατομής κορμούς. Ακόμη, χρησιμοποιεί για εσωτερική τοιχοποιία σκελετό από πριστή ξυλεία και πάνελς.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**



Τοίχοποιία από ολόσωμους κορμούς δένδρων δασικής πεύκης, τοποθετημένους σε οριζόντιες επάλληλες στρώσεις με ενδιάμεση πάκτωση κάθε σειράς στις προηγούμενες με ξύλινες καβίλιες, με αμοιβαία απότμηση των κορμών στις γωνίες και στις διασταυρώσεις (κλείδωμα). Εξωτερικά στις προεξοχές των τοίχων τοποθετούνται κατακόρυφα μεταλλικές ντίτζες M16 μήκους όσο το ύψος του τοίχου, που συσφίγγονται πάνω και κάτω με περικόχλια.

#### Προσωπικό

Στον χώρο των γραφείων απασχολούνται 6 άτομα, επιστήμονες τεχνικοί, πωλητές και γραμματείς. Στο κατασκευαστικό τμήμα απασχολούνται 12 άτομα τεχνίτες και βοηθοί, με περιστασιακή αύξηση ανάλογα των απαιτήσεων μέχρι και το διπλάσιο.

#### Διάστημα παράδοσης

Το χρονικό διάστημα αποπεράτωσης - παραλαβής από την έναρξη των εργασιών για μια μέσου μεγέθους Δενδροκατοικία είναι περίπου 4 - 5 μήνες.



Αντιπροσωπευτική κατοικία της Δενδροκατοικίας Ε.Π.Ε.

### **Γ3. ΚΟΡΜΟΣ Ε.Π.Ε**

#### Γενικά

Η Κορμός ΕΠΕ ιδρύθηκε πριν δεκαπέντε χρόνια στη Θεσσαλονίκη.

#### Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Η τοιχοποιία της ξύλινης κατοικίας γίνεται από ξυλεία δασικής πεύκης, που αναπτύσσεται στις πολικές περιοχές της βόρειας Φινλανδίας. Η πεύκη αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως μεγάλη αντοχή σε θλίψη, σε κάμψη, σε εφελκυσμό, ελάχιστη υδατοαπορρόφηση, αυξημένη θερμομόνωση, αργό ρυθμό καύσης, ώστε να χαρακτηρίζεται ανθεκτικό στη φωτιά δομικό υλικό. Κάποιες κατασκευές εντός σπιτιού είναι δυνατό να γίνονται από ελάτη.

### **Άλλα προϊόντα ξύλου**

Χρησιμοποιούνται ακόμα για την κατασκευή ξύλινης κατοικίας προϊόντα του ξύλου, όπως επικολλητή ξυλεία.

### **Συναφή υλικά**

Μονωτικά υλικά που χρησιμοποιεί η εταιρία είναι ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας, η πολουρεθάνη, το πισσοχόχαρτο, τα ασφαλτόπανα.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Εμπορεύεται κυρίως ξύλινες κατοικίες από ολόσωμους κορμούς αλλά μπορούν να κατασκευάσουν και κατοικίες από ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και πάνελς.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Οι συνδέσεις που χρησιμοποιεί η εταιρία είναι ντίζες, μεταλλικές λάμες, ξυλόβιδες.

### **Προσωπικό**

Η επιχείρηση απασχολεί είκοσι άτομα. Το συνεργείο έχει εκπαιδευτεί από Φινλανδούς συνεργάτες της εισαγωγικής εταιρίας.

### **Διάστημα παράδοσης**

Το διάστημα που μεσολαβεί από την παραγγελία μέχρι την παράδοση μιας ξύλινης κατοικίας είναι περίπου πέντε μήνες.

## **Γ4. EU.RO.CO A.E.**

### **Γενικά**

Η εταιρία EU.RO.CO A.E ιδρύθηκε πριν δώδεκα χρόνια και εδρεύει στη Θεσσαλονίκη.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Για την κατασκευή του σκελετού μιας ξύλινης κατοικίας χρησιμοποιείται πριστή ξυλεία ελάτης.

### **Άλλα προϊόντα ξύλου**

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Στην κατασκευή μιας ξύλινης κατοικίας χρησιμοποιούνται και άλλα προϊόντα ξύλου όπως O.S.B. και αντικολλητά. Ακόμη χρησιμοποιούνται τσιμεντοσανίδες και επικολλητή ξυλεία.

### **Συναφή υλικά**

Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιεί η εταιρία είναι ο πετροβάμβακας, η εξηλασμένη πολυστερίνη, τα ασφαλτόπανα και οι μεμβράνες πολυμερών P.V.C.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Η εταιρεία κατασκευάζει κατοικίες με ελαφρύ ξύλινο σκελετό.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Οι συνδέσεις γίνονται κυρίως με ξυλόβιδες, καρφιά, μεταλλικά ελάσματα.

### **Προσωπικό**

Η επιχείρηση απασχολεί δεκαπέντε άτομα στο εργοστάσιο, δεκαπέντε στα εργοτάξια και ορισμένο διοικητικό προσωπικό. Το προσωπικό δεν έχει εκπαιδευτεί εκτός Ελλάδος.

### **Διάστημα παράδοσης**

Η εταιρεία μπορεί να τοποθετήσει έως 100 κατοικίες το χρόνο. Το διάστημα που μεσολαβεί από την παραγγελία μιας ξύλινης κατοικίας μέχρι την παράδοση της είναι περίπου είκοσι μέρες.

## **Γ.5. ECO DOMUS**

### **Γενικά**

Η Eco Domus είναι τεχνικά κατασκευαστική εταιρία η οποία εδρεύει στη Θεσσαλονίκη. Δραστηριοποιείται στον κατασκευαστικό κλάδο δίνοντας έμφαση στις ξύλινες κατασκευές.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Για την κατασκευή ξύλινων κατοικιών η εταιρία Eco Domus χρησιμοποιεί πριστή ξυλεία κωνοφόρων πολικής ζώνης (κυρίως και δασικής πεύκης). Τα δέντρα αυτά, αναπτύσσονται στην πολική ζώνη και μεγαλώνουν πολύ αργά, λόγω των καιρικών συνθηκών, που επικρατούν στην περιοχή, με αποτέλεσμα να δημιουργείται συμπαγής ξυλεία, υψηλής ανθεκτικότητας και εξαιρετικών μηχανικών ιδιοτήτων. Το ποσοστό

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

υγρασίας των συγκεκριμένων ειδών μετά από ξήρανση ανέρχεται στο 18%. Όσον αφορά το είδος της ελάτης και της πεύκης, αναπτύσσονται στην πολική ζώνη της βόρειας Αμερικής, Ασίας και Ευρώπης και το ύψος της μεν πρώτης φτάνει τα 40-50m της δε δεύτερης στα 25m. Το ξύλο της πεύκης είναι ρητινώδες αρωματικό και έχει λεπτές ίνες.

### **Άλλα προϊόντα ξυλείας**

Η εταιρία Eco Domus εκτός από την πιστή ξυλεία κωνοφόρων (πεύκης και ελάτης), χρησιμοποιεί και προϊόντα ξύλου όπως O.S.B., το οποίο τοποθετείται στην σκεπή.

### **Συναφή υλικά**

Εσωτερικά στον τύπο Canadian (τύπος ξύλινης κατοικίας της εταιρίας) τοποθετείται μεμβράνη αντιανεμική, πετροβάμβακας πάχους τουλάχιστον 50mm και βάρους 50kg/m<sup>3</sup> καθώς επίσης και μεμβράνη υδρατμών. Σαν μόνωση μεταξύ των κορμών στις κατοικίες από ολόσωμους κορμούς τοποθετείται υαλοβάμβακας.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Εμπορεύεται κατοικίες από ενισχυμένο ξύλινο σκελετό και πάνελς, αλλά και από ολόσωμους κορμούς κυκλικής και ορθογωνικής διατομής.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Οι συνδέσεις που χρησιμοποιεί η εταιρία είναι ντίζες, μεταλλικές λάμες, εκατέρωθεν πίρους και μικρό ποσοστό ξυλόβιδες.

### **Προσωπικό**

Το δυναμικό προσωπικό στην Ελλάδα αντιστοιχεί σε ένα μέσο όρο 8 ατόμων, ενώ στο εξωτερικό όπου εδρεύει το εργοστάσιο είναι περίπου 10 άτομα.

### **Διάστημα παράδοσης**

Στο διάστημα του ενός χρόνου η εταιρία παραδίδει κατά μέσο όρο 6 κατοικίες. Ο αριθμός μπορεί να θεωρηθεί μικρός, αλλά η στρατηγική της εταιρίας το επιδιώκει για την σωστή κατασκευή των κατοικιών.



Κατασκευή πρότυπης κατοικίας.

## **Γ6. LORD HELLAS**

### **Γενικά**

Η Lord Hellas εμπορεύεται κατοικίες με ξύλινο σκελετό σε μορφή πλαισίου και επένδυση από μοριοσανίδα και γυψοσανίδα. Τα γραφεία της εταιρίας βρίσκονται στη Θεσσαλονίκη.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Για την κατασκευή ξύλινων κατοικιών χρησιμοποιείται μασίφ ξυλεία ελάτης, για εσωτερικά τοιχία στήριξης και περιμετρικά τοιχεία.

### **Προϊόντα ξυλείας**

Χρησιμοποιούνται μοριοσανίδες.

### **Συναφή υλικά**

Για τη μόνωση των κατοικιών χρησιμοποιείται ανθυγρή μεμβράνη (PE) και ανάγλυφος θερμοσοβάς στα περιμετρικά τοιχεία καθώς και ορυκτοβάμβακας ο οποίος εσωκλείεται μεταξύ των μοριοσανίδων και του σκελετού στήριξης στα εσωτερικά τοιχεία στήριξης.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Κατοικίες με ξύλινο σκελετό σε μορφή πλαισίου και επένδυση από μοριοσανίδα και γυψοσανίδα.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Για τον ξύλινο σκελετό και τα πλαίσια χρησιμοποιούνται ξυλόβιδες.

## **Γ7. ΚΑΛΑΘΑΣ**

### **Γενικά**

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Η εταιρία Καλαθάς λειτουργεί από το 2000 με έδρα τη Θεσσαλονίκη. Πρόκειται για ατομική εταιρία, η οποία κάνει εμπόριο εισαγόμενων ξύλινων κατοικιών από εργοστάσιο της Ρουμανίας.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Η εταιρία χρησιμοποιεί για την κατασκευή των κατοικιών της πιστή ξυλεία ελάτης.

### **Άλλα προϊόντα**

Στις κατοικίες αυτές τοποθετούνται τσιμεντοσανίδες όπου απαιτείται.

### **Συναφή υλικά**

Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιεί η εταιρεία είναι ο πετροβάμβακας, το πισσόχαρτο, τα ασφαλτόπανα και η εξηλασμένη πολυστερίνη.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

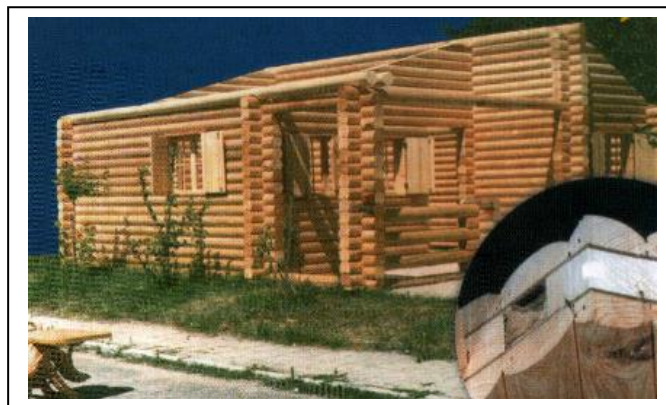
Εμπορεύεται κορμόσπιτα από ολόσωμους κορμούς κυκλικής διατομής ή ορθογώνια στοιχεία μασίφ ξύλου, καθώς επίσης και κατοικίες με ελαφρύ ξύλινο σκελετό και πάνελ.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Μεταλλικές ντίζες, ξυλόβιδες, καρφιά, μεταλλικά ελάσματα.

### **Προσωπικό**

Η εταιρία δεν διαθέτει δικό της προσωπικό, αλλά συνεργάζεται με εξωτερικά συνεργεία και ελεύθερους επαγγελματίες (Ελληνες και αλλοδαπούς)



Κατοικία της εταιρίας με κορμίδια κυκλικής διατομής.

## **F8. ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ Ε.Ε**

### **Γενικά**

Η εταιρία Τασοπούλου Ε.Ε. έχει 12 χρόνια παράδοση στην κατασκευή ξύλινων κατοικιών. Τα γραφεία της βρίσκονται στη Θεσσαλονίκη.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Η εταιρία χρησιμοποιεί για την επένδυση και σκελετό από μασίφ ξυλεία ελάτης στην κατασκευή των κατοικιών της.

### **Συναφή υλικά**

Εσωτερικά στην τοιχοποιία, αλλά και σε άλλα μέρη της κατοικίας τοποθετείται πετροβάμβακας. Επίσης χρησιμοποιείται πισσόχαρτο στη σκεπή.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Κατασκευή παραδοσιακών ξύλινων κατοικιών με ξύλινη επένδυση.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Οι συνδέσεις σκελετού και επένδυσης των κατοικιών γίνονται με καρφιά, ξυλόβιδες μεταλλικά ελάσματα.

## **F9. LAPP PINE HOMES Ε.Π.Ε**

### **Γενικά**

Η Lapp pine homes ΕΠΕ είναι εταιρία εμπορίας ξύλινων κατοικιών. Ιδρύθηκε στα τέλη του 2001 και είναι αντιπροσωπεία της εταιρείας Lapp pine group, η οποία συνεργάζεται με τέσσερα εργοστάσια κατασκευής κορμόσπιτων. Εδρεύει στη Νάουσα Ημαθίας.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Η ξυλεία που χρησιμοποιείται για την κατασκευή ξύλινων κατοικιών είναι Γιαπωνέζικης πεύκης (αρκτικού κύκλου) είδος (red heard pine). Υπάρχει δυνατότητα επιλογής κορμιδίων. Διατίθενται κατεργασμένα μασίφ, κορμίδια κυκλικής και ορθογωνικής διατομής και κορμίδια επικολλητής ξυλείας.





### **Άλλα προϊόντα**

Τα προϊόντα ξυλείας που χρησιμοποιεί η εταιρία στις κατοικίες είναι τα αντικολλητά και κάποιες φορές εφόσον χρειαστεί ξυλοπλάκες τύπου O.S.B και επικολλητή ξυλείας.

### **Συναφή υλικά**

Χρησιμοποιούνται ο πετροβάμβακας, ο υαλοβάμβακας και η πολουρεθάνη. Για την προστασία της ξυλείας στη σκεπή χρησιμοποιείται υδραπωθητική μεμβράνη. Άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι τα πισσόχαρτα, τα ασφαλτόπανα, οι ταινίες τύπου αφρολέξ και διάφορες άλλες υδραπωθητικές μεμβράνες που τοποθετούνται σε άλλα μέρη κατά την ανέγερση της κατοικίας.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Κορμόσπιτα από κορμίδια κυκλικής και ορθογωνικής διατομής και κορμίδια επικολλητής ξυλείας.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Μεταλλικές ανοξείδωτες ντίτζες, ξυλόβιδες.

### **Προσωπικό**

Το συνεργείο ανέγερσης των ξύλινων κατοικιών της Lapp pine είναι ελληνικής υπηκοότητας και έχει εκπαιδευτεί εντός και εκτός Ελλάδας από Φινλανδούς ειδικούς. Η επιχείρηση απασχολεί μόνιμα δέκα άτομα, αλλά κατά διαστήματα και ανάλογα με τις εργασίες που αναλαμβάνει, προσλαμβάνει και άλλο προσωπικό.

### **Διάστημα παράδοσης**

Κυμαίνεται περίπου στους 3-4 μήνες.



Αντιπροσωπευτική κατοικία της Lapp pine homes.



Εσωτερικός χώρος κατοικίας της Lapp Pine Group.

## **Γ10. ΡΟΜΒΟΣ Α.Ε.**

### **Γενικά**

Η Ρόμβος Α.Ε. είναι κατασκευαστική εταιρία ξύλινων κατοικιών, η οποία ιδρύθηκε το 2000. Η μονάδα κατασκευών της εταιρίας βρίσκεται στη Κρύα Βρύση Γιαννιτσών.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Τα είδη της πριστής ξυλείας που χρησιμοποιούνται είναι η πεύκη και ερυθρελάτη.

### **Άλλα προϊόντα**

Χρησιμοποιούνται αντικολλητά.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Ο τύπος των προκατασκευασμένων κατοικιών που παράγει είναι από ελαφρύ ξύλινο σκελετό και ξυλεία επενδύσεως.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Η εταιρία χρησιμοποιεί, ξυλόβιδες, καρφιά, μεταλλικές λάμες.

### **Προσωπικό**

Η επιχείρηση απασχολεί πέντε άτομα μόνιμο προσωπικό και με βάση τις εργασίες που χρειάζεται να γίνουν προσλαμβάνει κατά καιρούς και άλλα άτομα. Το προσωπικό είναι εκπαιδευμένο στην Ελλάδα.

### **Διάστημα παράδοσης**

Κυμαίνεται περίπου στους 5 μήνες.

## **Γ11. ΜΠΛΟΥΜΑΣ**

### **Γενικά**

Κατασκευαστική εταιρία η οποία εδρεύει στην Θεσσαλονίκη. Εκτός από τις ξύλινες κατοικίες κατασκευάζει και έπιπλα κήπου , αποθήκες, σάουνες.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Χρησιμοποιεί Δασική πεύκη.

### **Άλλα προϊόντα**

Χρησιμοποιούνται ξυλοπλάκες τύπου O.S.B και M.D.F.

### **Συναφή υλικά**

Χρησιμοποιούνται ο πετροβάμβακας, ο υαλοβάμβακας.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Ο τύπος ξύλινων κατοικιών έχει την τεχνολογία του σκελετού πλατφόρμας και σύνθεση σάντουιτς.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Οι συνδέσεις γίνονται κυρίως με καρφιά, ξυλόβιδες και μεταλλικές λάμες χρησιμοποιούνται ελάχιστα.

### **Προσωπικό**

Η επιχείρηση απασχολεί 25 άτομα συνολικά.

### **Διάστημα παράδοσης**

Ο αριθμός που μπορεί να παραδώσει η εταιρία είναι περίπου στις 50 κατοικίες το χρόνο.

## **Γ12. BUILD A WOOD**

### **Γενικά**

Η εταιρία BUILD A WOOD βρίσκεται στο 18χιλ. Θεσσαλονίκης - Επανομής.

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Η εταιρία χρησιμοποιεί για την κατασκευή των κατοικιών της πιστή ξυλεία ελάτης και πεύκο.

### **Άλλα προϊόντα**

Ξυλοπλάκες OSB.

### **Συναφή υλικά**

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Χρησιμοποιούνται ο πετροβάμβακας, ο υαλοβάμβακας και η πολυουρεθάνη.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Κορμόσπιτα με κορμούς κυκλικής και ορθογωνικής διατομής, κατοικίες από ελαφρύ ξύλινο σκελετό και σύνθεση σάντουιτς.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Οι συνδέσεις γίνονται κυρίως με ξυλόβιδες, ξύλινες καβίλιες και μεταλλικούς πύρους.

### **Προσωπικό**

Η επιχείρηση απασχολεί 4 - 10 άτομα από τους οποίους ορισμένοι είναι εποχιακοί εργαζόμενοι.

### **Διάστημα παράδοσης**

Χρόνος παράδοσης μιας κατοικίας κυμαίνεται στους 3-4 μήνες.

## **F13. DREAM HOUSE**

### **Γενικά**

Εισαγόμενα προϊόντα και το είδος ξυλείας είναι από Δασική πεύκη αρκτικού κύκλου όπου η εταιρία για κάθε δέντρο που κόβει τοποθετεί αλλά δυο.

### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Τεχνολογία ξύλου που χρησιμοποιούμε για κορμόσπιτα αποκλειστικά είναι 5 τύποι δεσίματος όπου οι εξωτερικοί τοίχοι αλλά και η εσωτερικοί έχουν υποστεί τεχνική ξήρανση και απολύμανση ώστε να νεκρώνεται ο κάθε βιώσιμος οργανισμός που μπορεί να καταστρέψει το ξύλο αλλά επίσης και οι προνύμφες.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Είδος συνδέσεων σκελετού ο κλασσικός μισοχαρακτός σύνδεσμος.



### **Προσωπικό**

Ο αριθμός εργαζόμενων για ένα σπίτι 150m<sup>2</sup> είναι γύρω στα 5 άτομα συν οι τεχνίτες που θα έρθουν για τα έξτρα όπως κουζίνα - πλακάκια – θέρμανση – ηλεκτρολογικά κ.α.

### **Διάστημα παράδοσης**

Το χρονικό διάστημα παραλαβής από την έναρξη των εργασιών για μια κατοικία 150m<sup>2</sup> είναι περίπου 4 - 5 μήνες.

## **Γ14. ΣΕΛΗΝΑΣ Α.Β.Ε.Ε.**

### **Γενικά**

Η Σεληνάς Α.Β.Ε.Ε. είναι κατασκευαστική εταιρία όπου εισάγει τη ξυλεία. *Εδρεύει στη Νέα Αρτάκη Εύβοιας βόρεια της Χαλκίδας σε ιδιόκτητη έκταση 5 στρεμμάτων, όπου διατηρεί την έκθεση.* Η εταιρία κατασκευάζει σπίτια είτε από ολόσωμους κορμούς είτε από κατασκευή πάνελ (προφίλ κορμού έσω / έξω και ενδιάμεσα μόνωση πετροβάμβακας).

### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Η Σεληνάς Α.Β.Ε.Ε. εισάγει Δασική πεύκη (Pinus Silvestris) από τα δάση της περιοχής του Kuusamon Φινλανδίας, εντός του αρκτικού κύκλου. Η ποιότητα της Δασικής πεύκης και ιδίως της πεύκης που αναπτύσσεται μέσα στα όρια του αρκτικού κύκλου, είναι η καλύτερη της Ευρώπης γιατί οι ψυχρές κλιματολογικές συνθήκες επιδρούν στα δένδρα και στο χόμα με αποτέλεσμα τη δημιουργία της πολικής ξυλείας, η οποία είναι σκληρή, συμπαγής με θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες, με μεγάλη μηχανική αντοχή σε θλίψη, κάμψη και εφελκυσμό και με αργό ρυθμό καύσης.

Οι κορμοί προέρχονται από δένδρα ηλικίας 80 - 120 ετών.

### **Άλλα προϊόντα**

Κόντρα πλακέ θαλάσσης και επένδυση προφίλ κορμού (στρογγυλού ή ορθογώνιου) εσωτερικά και εξωτερικά της τοιχοποιίας.

### **Συναφή υλικά**

Για μόνωση μπαίνει πετροβάμβακας.

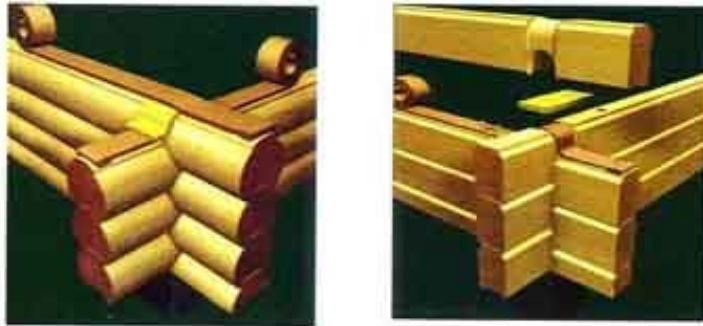
### **Τεχνολογία που χρησιμοποιείται**

Οι κορμοί έχουν υποστεί την ανάλογη επεξεργασία στο φινλανδικό εργοστάσιο, το οποίο είναι εξοπλισμένο με μηχανήματα ελεγχόμενα από Η/Υ, τα οποία εγγυούνται

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

την άριστη επεξεργασία, κοπή και εφαρμογή των κορμών. Οι κορμοί ελέγχονται ένας προς ένα με laser με σκοπό την ιδανική ποιότητα. Έχουν περαστεί από ειδικά μηχανήματα όπου παίρνουν την κυκλική ή ορθογωνική μορφή τους, και έχουν δημιουργηθεί εσοχές και εξοχές, κατά μήκος των κορμών, που σκοπό έχουν την καλή εφαρμογή και σταθεροποίηση κατά την τοποθέτηση του ενός κορμού πάνω στον άλλον.

Τα πάνελ είναι ο συνηθέστερος τρόπος κατασκευής σπιτιού. Κατασκευάζονται από ένα πυκνό σκελετό από ορθοστάτες 5x10cm ανά 50cm. Στη συνέχεια τοποθετείται αναπνέουσα μεμβράνη, κόντρα πλακέ θαλάσσης και επένδυση προφίλ κορμού (στρογγυλού ή ορθογώνιου) εσωτερικά και εξωτερικά της τοιχοποιίας. Τα πάνελ είναι «εύπλαστο» δομικό



υλικό καθώς μας επιτρέπει τόσο τη δημιουργία πολυγωνικών κατασκευών όσο και το συνδυασμό του ξύλου και με άλλα υλικά όπως π.χ. πέτρα.

Τα πάνελ είναι ελαφριές κατασκευές και συνιστώνται για κατασκευή ορόφου σε ήδη υπάρχουσα συμβατική κατασκευή καθώς δεν την επιβαρύνουν με μεγάλο φορτίο.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Οι κορμοί συνδέονται μεταξύ τους με καβίλιες και ανοξείδωτες βίδες ανά διαστήματα σε προκαθορισμένες θέσεις, για να γίνει η κατασκευή πιο άκαμπτη και συμπαγής.

### **Προσωπικό**

Η εταιρεία συνεργάζεται με εξειδικευμένους τεχνίτες οι οποίοι γνωρίζουν καλά τη τέχνη του ξύλου. Ο αριθμός των εργαζομένων συνήθως ανέρχεται σε 5 ως 8 άτομα στη ξυλοκατασκευή, ακολουθούν συνεργεία για εγκατάσταση ηλεκτρικών και υδραυλικών παροχών, πλακάδες, ελαιοχρωματιστές.

### **Διάστημα παράδοσης**

Το χρονικό διάστημα παράδοσης μιας κατοικίας κυμαίνεται στους 2 με 3 μήνες.



Αντιπροσωπευτική κατοικία της εταιρίας Σεληνάς Α.Β.Ε.Ε.

### **Γ15. ELELOUGHOUSES -WILDANDFREE**

#### **Γενικά**

Η εταιρία τα τελευταία 12 χρόνια δραστηριοποιείται στην [κατασκευή ξύλινων φινλανδικών οικολογικών κατοικιών από ολόκληρους κορμούς δέντρων](#), γνωστών διεθνώς ως «[log houses](#)», τις κατασκευές από ξύλο και τις [σάουνες](#). Εδρεύει στη Φινλανδία ενώ επεκτείνει συνεχώς το δίκτυο συνεργατών της στην Ελλάδα.

#### **Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται**

Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε κορμούς με ορθογώνιο, στρογγυλό ή ημιστρόγγυλο σχήμα καθώς επίσης και διαφορετικές διατομές των παραπάνω κορμών ή επικολλητών κορμών που καλύπτουν όλες τις ανάγκες, με κριτήρια την αισθητική, την αρχιτεκτονική, την στατική, την θερμομόνωση, την λειτουργικότητα και το κόστος.

#### **Άλλα προϊόντα**

Πριστή ξυλεία κωνοφόρων.

#### **Συναφή υλικά και εφαρμοζόμενη τεχνολογία**

Το ξύλο είναι από τη φύση το καλύτερο θερμομονωτικό υλικό λόγω της υφής του, επειδή αποτελείται από πολλά ινώδη κύτταρα που περικλείουν μεταξύ τους μικρές ποσότητες ακίνητου αέρα. Ταυτόχρονα, με την τοποθέτηση μονωτικών υλικών ανάμεσα στους κορμούς επιτυγχάνουμε ακόμα μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση. Σε έρευνες έχει αποδειχθεί ότι τα σπίτια με κορμούς δένδρων έχουν 24 έως 46% λιγότερη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η καλή θερμομόνωση του ξύλου λειτουργεί αντιστρόφως, με αποτέλεσμα τη δροσιά. Η σκεπή είναι αεριζόμενη σε όλη της την επιφάνεια και σε συνδυασμό με το πάχος της

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

μόνωσης που μπορεί να είναι από 100 έως 190mm (πετροβάμβακας ή ορυκτός βάμβακας), έχει ως αποτέλεσμα την άριστη συμπεριφορά σε συνθήκες κρύου ή ζέστης.

Οι κορμοί της τοιχοποιίας περνούν από ειδικά μηχανήματα όπου παίρνουν την κυκλική ή ορθογωνική μορφή τους και ταυτόχρονα δημιουργούνται εσοχές και εξοχές, κατά μήκος των κορμών, που αποσκοπούν στην πλήρη εφαρμογή και σταθεροποίηση κατά την οριζόντια τοποθέτηση του ενός πάνω στον άλλο.

### **Είδος συνδέσεων σκελετού**

Οι συνδέσεις των κορμών στις γωνίες γίνονται με ανάλογη δημιουργία εσοχών, έτσι ώστε να διασταυρώνονται και να δένονται μεταξύ τους. Ανάμεσα στους κορμούς παρεμβάλλεται μόνωση για να εξασφαλιστεί η στεγανότητα. Επίσης στους κορμούς της τοιχοποιίας τοποθετούνται βίδες με μήκος όσο το ύψος του τοίχου και πύροι ανά διαστήματα σε προκαθορισμένες θέσεις, για να γίνει η κατασκευή πιο άκαμπτη και πιο συμπαγής.

### **Διάστημα παράδοσης**

Ο χρόνος που απαιτείται από την ημέρα παραγγελίας ενός ξύλινου σπιτιού, μέχρι την ολοκλήρωση του είναι περίπου 3 μήνες, ανεξάρτητα από το μέγεθος της κατασκευής σε τετραγωνικά.



Αντιπροσωπευτικές κατοικίες της εταιρίας Eleloughouses - Wildandfree.



## Γ16. WANDS A. ΒΑΣΙΛΑΙΝΑΣ

### Γενικά

Η Wands A. Βασιλείνας είναι τεχνική κατασκευαστική εταιρεία που δραστηριοποιείται στον χώρο των οικολογικών κατασκευών και αντιπροσωπεύει κατ' αποκλειστικότητα τον φινλανδικό οίκο Kontio. Η Wood and Stone (Wands) είναι τεχνική επιχείρηση με ειδίκευση στις κατασκευές ξύλου για την ανέγερση ξύλινων κατοικιών, στέγαση επαγγελματικών χώρων, εστιατόρια, ξενοδοχεία και ειδικές κατασκευές όπως πολυεδρικές στέγες.

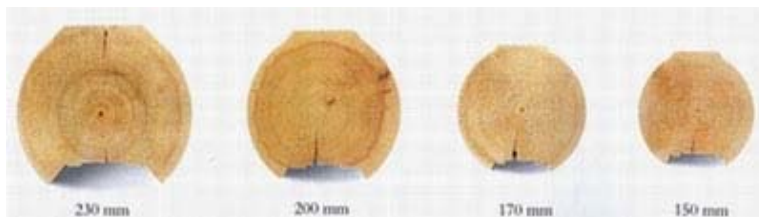
### Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται

Η Wands προσφέρει ολοκληρωμένες λύσεις που ξεκινούν από τον σχεδιασμό και καταλήγουν στην παράδοση ενός πλήρους εξοπλισμένου κτιρίου από: κορμούς δένδρων, (Φινλανδικές οικίες,) από επεξεργασμένους κορμούς Δασικής Πεύκης (*Pinus Sylvestris*) με υγρασία 18% έως 22% ανάλογα με την διατομή.

Ορθογώνιοι επικολητοί



Τετράγωνοι επικολητοί



Στρογγυλοί

### Άλλα προϊόντα

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Στις ειδικές κατασκευές και τις πολυεδρικές στέγες χρησιμοποιούνται και διάφορες ξυλοπλάκες από O.S.B, M.D.F.

### Συναφή υλικά

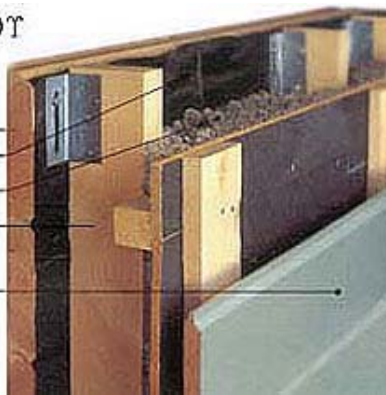
Ενδιάμεσα και οριζόντια των κορμών τοποθετείται κυτταρινούχα μόνωση πάχους 15mm, ενώ στις γωνίες είναι διπλή. Στα κατασκευαστικά πάνελ χρησιμοποιείται μεμβράνη υδρατμών και πετροβάμβακας.

### Τεχνολογία που χρησιμοποιείται

Κατοικίες από κορμούς με διατομή κυκλική, ορθογωνική, τετράγωνη. Πάνελ, αμερικάνικου τύπου (Timber frame). Κορμούς και πάνελ σε συνδυασμό.

#### ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

ΡΑΜΠΟΤΕ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ  
ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΥΔΡΑΤΜΩΝ  
ΜΟΝΩΣΗ (ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ)  
ΙΘΑΡΓΙ ΣΚΑΡΩΜΑ  
ΡΑΜΠΟΤΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ



### Είδος συνδέσεων σκελετού

Η σύνδεση των κορμών γίνεται με κατακόρυφες ξύλινες καβίλιες 30x30mm με ελάχιστη οριζόντια απόσταση 2000mm. Στις γωνίες και όπου απαιτείται τοποθετούνται ανοξείδωτες ντίζες διαμέτρου 16mm, με ανοξείδωτο παξιμάδι το οποίο είναι «τυφλό» στα εμφανή σημεία αντιολισθητικούς συνδέσμους, μεταλλικά ελάσματα ξυλόβιδες και καρφιά.



### Προσωπικό

## «Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

Οι εργασίες εκτελούνται από μόνιμο ειδικευμένο προσωπικό ενώ ο ποιοτικός έλεγχος από μηχανικό ξύλου βάση σχετικής εκπαίδευσής του στην Φινλανδία.



Αντιπροσωπευτικές κατοικίες της εταιρίας Wands.

### **Δ) Επεξηγήσεις τεχνικής ορολογίας**

#### **1) Οι ινοσανίδες**

Αποτελούνται από συμπιεσμένες ίνες ξύλου οι οποίες παράγονται μετά από πολτοποίηση. Το υλικό των ινών, ξηραμένο ή όχι ανάλογα με την μέθοδο παραγωγής διαστρώνεται σε μεγάλες επιφάνειες και ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος, εφαρμόζεται ή όχι συμπίεση σε πρέσα. Χωρίζονται στις μονωτικές (L.D.F - χαμηλής πυκνότητας, από 0.02 έως 0.4gr/cm<sup>3</sup>) και στις πιεσμένες (M.D.F και H.D.F - μέσης και υψηλής πυκνότητας, από 0.4 έως 1.4gr/cm<sup>3</sup>).

#### **2) Οι μοριοσανίδες τύπου - O.S.B (Oriented Strand Board)**

Το προϊόν O.S.B είναι ξυλοπλάκα που παράγεται από ξυλοτεμαχίδια μεγάλου μήκους (Strand), εμποτισμένα με ρητίνη εξωτερικής χρήσεως και διαστρωμένα σε προσανατολισμένη διάταξη, σε 3 έως 5 στρώσεις, έτσι ώστε τα ξυλοτεμαχίδια κάθε στρώσης να κατευθύνονται κάθετα προς αυτά της επόμενης στρώσης. Ανάλογη αρχή όπως είναι γνωστό εφαρμόζεται στα αντικολλητά. Τα ξυλοτεμαχίδια του O.S.B έχουν μήκος 7.5mm ή μεγαλύτερο και πλάτος 16mm.

### **3) Αντικολλητά (κόντρα πλακέ)**

Είναι τα προϊόντα του ξύλου που παράγονται με τη συγκόλληση περιττού αριθμού ξυλοφύλλων (3,5,7 και άνω), έτσι ώστε η κατεύθυνση των ινών δυο διαδοχικών ξυλοφύλλων να είναι κάθετη μεταξύ τους. Πλεονεκτούν έναντι των υπόλοιπων προϊόντων και έχουν πληθώρα εφαρμογών σε κατασκευές ακριβείας σε ξυλοκατασκευές όπου απαιτείται μεγάλη αντοχή και σταθερότητα διαστάσεων.

### **4) Η επικολλητή ξυλεία (Clue lam)**

Παράγεται με συγκόλληση δυο τουλάχιστον στρώσεων ξύλου με τις ίνες παράλληλες μεταξύ τους. Οι στρώσεις του ξύλου μπορεί να ποικίλουν ως προς το είδος, τον αριθμό, το μέγεθος το σχήμα το πάχος.

### **5) Σύνθετη πριστή ξυλεία από ξυλόφυλλα – L.V.L (Laminated Veneer Lumber)**

Η σύνθετη πριστή ξυλεία L.V.L (Laminated Veneer Lumber) αποτελείται από πολλά ξυλόφυλλα συγκολλημένα σε πρέσα με τις ίνες των ξυλοφύλλων παράλληλες μεταξύ τους.

Οι διαστάσεις του προϊόντος είναι όπως της πριστής ξυλείας. Οι πιο σπουδαίες εφαρμογές του προϊόντος L.V.L είναι η κατασκευή δοκών τύπου I (beam) με νεύρωση από κόντρα πλακέ.

**6) Ξυλοδοκοί από συγκολλημένες λωρίδες ξυλοφύλλων - P.S.L (Parallel Strand Lumber)**

Παράγεται από τη συγκόλληση προσανατολισμένων λωρίδων ξυλοφύλλων προερχομένων από κωνοφόρα δέντρα σε συνδυασμό με συγκολλητικές ουσίες και συμπιεσμένα σε πρέσα συνεχούς ροής. Χρησιμοποιείται σε ξυλοκατασκευές.

**7) Ξυλεία από συγκολλημένα πλανίδια - L.S.L (Laminated Strand Lumber)**

Παράγεται από συγκολλημένο ξύλο και μοιάζει με μοριοπλάκα με προσανατολισμένα ξυλοτεμαχίδια, τη λεγόμενη O.S.B (Oriented Strand Board), με διαφορά ό,τι το μήκος των ξυλοτεμαχιδίων είναι πολύ μεγαλύτερο του O.S.B (200 έως 300mm έναντι 75 έως 150mm του O.S.B).

**8) Πολύστρωμη αντικολλητή ξυλόπλακα από συμπαγές φυσικό ξύλο - S.W.P (Solid Wood Panels)**

Πρόκειται για επιφάνεια ξυλοπλάκας με πολλές στρώσεις μασίφ ξύλου, οι οποίες επικολλώνται η μία επί της άλλης σε αντικολλητή διάταξη. Η συνηθέστερη επιλογή των στρώσεων γίνεται από συνδυασμό του κόντρα πλακέ και ξυλοπλακών που παράγονται με πλαγιοσυγκόλληση (συγκόλληση στις ράχες) πριστών πάχους τουλάχιστο 27mm.

**9) Ξυλοδοκοί με εγκάρσια διατομή τύπου I (beam) ή διπλού ταφ.**

Η δοκός I αποτελείται από δύο μέρη παράλληλα μεταξύ τους που συνδέονται με μια ξυλοπλάκα. Τα παράλληλα μέρη του συνήθως κατασκευάζονται είτε από συμπαγές ξύλο, από επικολλητή ξυλεία είτε από ξυλοδοκό L.V.L. Η ξυλοπλάκα που ενώνει αυτά τα δυο μέρη κατασκευάζεται από αντικολλητά ή από ξυλοπλάκα τύπου O.S.B.

**Αγκυρώσεις:** τα σημεία στερέωσης των συνδέσμων ακαμψίας.

**Ανακυκλιζόμενη φόρτιση:** φόρτιση που μεταβάλλεται από εφελκυσμό σε θλίψη (οι δυνάμεις ή οι ροπές αλλάζουν πρόσημο).

**Άντυγα:** το τοίχωμα της οπής από την οποία διέρχεται ο σύνδεσμος.

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

**Βλήτρα:** μεταλλική ράβδος με κεφαλή και σπείρωμα στο άλλο άκρο στο οποίο βιδώνει περικόγλιο, ή με σπείρωμα σε όλο το μήκος.

**Δικτυώματα:** επίπεδος φορέας που σχηματίζεται με ράβδους.

**Δισκοειδή και οδοντωτά ενθέματα:** μεταλλικοί δακτύλιοι ή δίσκοι που τοποθετούνται μεταξύ των συνδεομένων μελών σε προετοιμασμένες εγκοπές και αναλαμβάνουν τις διαβιβαζόμενες διατρητικές δυνάμεις.

**Εξολκευση:** αποξήλωση, ξεκάρφωμα.

**Ήλοι:** τα καρφιά.

**Ηλοφόρες πλάκες :** πλάκες στις οποίες με κοπή και κάμψη σχηματίζεται ένας αριθμός αιχμηρών στελεχών.

**Περικόγλιο:** το παξιμάδι.

**Πλαστικές αρθρώσεις:** συνδέσεις κόμβων που αναπτύσσουν περιορισμένη κινητικότητα.

**Πλαστιμότητα:** η ικανότητα ενός μέλους ή μιας σύνδεσης να αναλαμβάνει φορτία χωρίς να αυξάνεται η ένταση του, αλλά να αυξάνεται η παραμόρφωση.

**Προδιάτρηση:** είναι η διάνοιξη οπής στη θέση που θα τοποθετηθεί ο ήλος ώστε να διευκολύνεται το κάρφωμα και να αποφεύγονται σχισίματα του ξύλου.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Bergiund M, 1986, Stone, Log ant Earth Houses, U.S.A.
- Touliatos, 2000, Seismic disaster prevention in the history of structures in Greece from the book Ceccotti A. ant Thelaudersson S, 2000, Seismic behaviour of timber buildings, Venezia.
- Olsen R, 2006, Log Houses of World, New York.
- Κακαράς I, 2004 Τεχνολογία Δομικών κατασκευών Ξύλου, ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Κακαράς I, 2004 Τεχνολογία Ξύλου II , ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Κακαράς I, 1996, Ξύλο Έπιπλο 153, Ξύλινα σπίτια. Διεθνή πρακτική προκατασκευών και η Ελληνική πραγματικότητα.
- Κατσαραγάκης E, 2000, Ξύλινες κατασκευές , Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Αθήνα.
- Κατσαραγάκης Σ, 2004, Πτυχιακή Εργασία, Ξύλινες δομικές κατασκευές στο Λεκανοπέδιο της Αττικής, ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Κοτρώνη Π. και Τσολή Β, 2004 Πτυχιακή Εργασία, Υφιστάμενη κατάσταση του κλάδου των επιχειρήσεων εμπορίας και κατασκευής ξύλινων κατοικιών την κεντρική Μακεδονία, ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Μαντάνης Γ, 2004, Εισαγωγή στην Δομή του Ξύλου, ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Μητρόπουλος Μ, Γαντέ Δ, 1990, Σπουδαστική εργασία Ε.Μ.Π., "ΛΕΥΚΑΣ".
- Νταλός Γ, 2004, Τεχνολογία Ξύλου III, ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Πολυβού Κ, 1988, Διδακτορική εργασία, "Ακρωτήρι Θήρας Οικοδομική Τέχνη και Μορφολογικά στοιχεία στην Υστεροκυκλαδική Αρχιτεκτονική".

«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

- Ρίζος Δ, 1998, Ξύλινες κατασκευές και τα αντικολλητά ξύλα (Plywood) Αθήνα.
- <http://www.aristotehnimata.gr>
- <http://www.auertech.at>
- <http://www.bambootechnologies.com>
- <http://www.binder-hotbausysteme.com>
- <http://www.binderholz.com>
- <http://www.bloumas.gr>
- <http://www.builawood.gr>
- <http://www.cormos.gr>
- <http://www.dentrokatoikia.gr>
- <http://www.dreamhouse.gr>
- <http://www.earthuakenet.gr>
- <http://www.ecodomus.gr>
- <http://www.econordic.gr>
- <http://www.ei.wikimedia.org>
- <http://www.elaton.gr>
- <http://www.eleloughouses-wildandfree.gr>
- <http://www.euroco.gr>
- <http://www.finnforest.de>
- <http://www.geophysies.geol.gr>
- <http://www.germantimber.com>
- <http://www.haris.jeppee.comdiplomatiki/index.html>
- <http://www.holz-pfeifer.com>
- <http://www.lapp-pine.gr>



«Τεχνολογία ξύλινης κατοικίας με έμφαση στην αντισεισμική προστασία»

- <http://www.lordhellas.gr>
- <http://www.monument.gr//gr> wood 1997/touliatos.html
- <http://www.oasp.gr>
- <http://www.orientalarchitecture.com/directory.htm#japan>.
- <http://www.selinas.gr>
- <http://www.teilar.gr/~xylep>. Κορμόσπιτα: Σφάλματα που συμβαίνουν συχνά κατά την κατασκευή τους. Δρ. Ι Κακαράς, Δρ Γ. Μαντάνης. Καθηγητές του Τμήματος Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- <http://www.vernikoslines.com>
- <http://www.wands.gr>
- <http://www.worfsystems.de>