



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΛΑΡΙΣΑΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ & ΕΠΙΠΛΟΥ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ & ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΞΥΛΙΝΩΝ
ΣΠΙΤΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ»*



ΜΩΡΑΪΤΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ
& ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΥΛΟΥ

Επιβλέποντες καθηγητές
Καθ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΚΑΡΑΣ &
Καθ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΝΤΑΝΗΣ

ΚΑΡΔΙΤΣΑ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ξεκινώντας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους εκείνους που συνέβαλαν στη δημιουργία, ολοκλήρωση και τελειοποίηση της πτυχιακής εργασίας. Ευχαριστούμε θερμά τους καθηγητές μας, Δρ. Ι. Κακαρά και Δρ. Γ. Μαντάνη για την ουσιαστική καθοδήγησή τους πάνω στο σκελετό που θα έπρεπε να στηριχτεί η πτυχιακή μας εργασία, όπως και τους υπόλοιπους καθηγητές του Τμήματος αλλά και συμφοιτητές μας που υποστήριξαν και μας βοήθησαν όλα τα χρόνια των σπουδών μας.

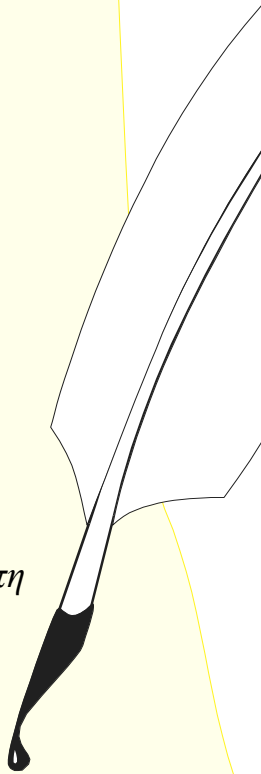
Με εκτίμηση

Μωραΐτης Αναστάσιος

Παπαδόπουλος Παύλος

ΑΦΙΕΡΩΜΕΝΗ

Στους γονείς μας, για την υπομονή και την πίστη που υπέδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μας, καθώς και κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και ολοκλήρωσης αυτής της εργασίας!



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΣΠΙΤΙΩΝ	7
1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ.....	7
1.2. ΤΟ ΞΥΛΟ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	11
2.1. ΤΟ ΞΥΛΟ.....	11
2.2. ΟΙΚΙΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ.....	16
2.3. ΚΟΡΜΟΣΠΙΤΑ	19
2.3.1. <i>Ιστορική εξέλιξη</i>	19
2.3.2. <i>Πλεονεκτήματα</i>	20
2.3.3. <i>Προδιαγραφές</i>	21
2.3.4. <i>Τεχνολογία κατασκευής κορμόσπιτων με οριζόντια τοποθέτηση κορμών</i>	23
2.4. ΣΠΙΤΙΑ ΤΥΠΟΥ ΠΑΝΕΛ.....	26
2.4.1. <i>Σκελετός - Στήσιμο στη βάση</i>	26
2.4.2. <i>Στέγη</i>	27
2.4.3. <i>Ηλεκτρολογικά/Υδραυλικά</i>	28
2.4.4. <i>Κουφώματα-Ντουλάπες</i>	29
2.4.5. <i>Διαφορά ανάμεσα σε ένα σπίτι με κορμούς και σε ένα ξύλινο σπίτι τύπου πάνελ</i>	30
2.5. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΜΕ ΞΥΛΙΝΟΥΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥΣ ΣΤΥΛΟΥΣ ΩΣ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	32
2.6. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΠΙΤΙΩΝ ΑΠΟ ΕΛΑΦΡΥ ΞΥΛΙΝΟ ΣΚΕΛΕΤΟ.....	33
2.7. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΜΕ ΣΚΕΛΕΤΟ ΤΥΠΟΥ «TRUSS FRAMED SYSTEM»	35
2.8. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΑΠΟ ΜΠΑΜΠΟΥ (BAMBOO).....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΧΡΗΣΕΙΣ ΞΥΛΙΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	41
3.1. ΞΥΛΙΝΑ ΣΠΙΤΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	41
3.2. ΤΟ ΞΥΛΟ ΩΣ ΒΑΣΙΚΟ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	44
3.3. ΔΟΜΗΣΗ ΜΕ ΞΥΛΟ	47
3.3.1. <i>Γενικά</i>	47
3.3.2. <i>Εφαρμογές ξύλινων κατασκευών</i>	52
3.3.3. <i>Συντήρηση ξύλινου σπιτιού</i>	55
3.3.4. <i>Το ξύλο στην πυρκαγιά</i>	57
3.4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	58
3.5. ΦΙΝΙΡΙΣΜΑ.....	60
3.5.1. <i>Εισαγωγή</i>	60
3.5.2. <i>Σταθερότητα διαστάσεων ξύλου σε χρήση</i>	64
3.5.3. <i>Προβλήματα των ξύλινων κατασκευών</i>	67
3.5.4. <i>Η εφαρμοζόμενη τεχνολογία στην Ελλάδα</i>	69
3.6. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΞΥΛΙΝΑ ΣΠΙΤΙΑ.....	72
3.6.1. <i>Προστασία σε περίπτωση πυρκαγιάς</i>	72
3.6.2. <i>Αντισεισμική προστασία</i>	73
3.6.3. <i>Θεμελίωση και στατική</i>	73
3.6.4. <i>Θερμομόνωση</i>	74
3.6.5. <i>Ηχομόνωση</i>	74
3.6.6. <i>Συντήρηση</i>	75
3.6.7. <i>Συνδυασμός υλικών</i>	75
3.6.8. <i>Κατασκευή</i>	76
3.6.9. <i>Οικοδομική άδεια</i>	76
3.6.10. <i>Δανειοδοτήσεις - Επιδότησεις</i>	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΣΤΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	77
4.1. ΠΩΣ ΟΡΙΖΕΤΑΙ Ο ΣΕΙΣΜΟΣ	77
4.2. Η ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	78
4.3. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΞΥΛΙΝΟ ΣΚΕΛΕΤΟ	81

4.4.	ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΕΛΑΦΡΥ ΞΥΛΙΝΟ ΣΚΕΛΕΤΟ (ΤΥΠΟΥ ΣΛΑΤΦΟΡΜΑΣ) ΣΕ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ΣΤΗ Β. ΑΜΕΡΙΚΗ.....	83
4.5.	ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ	86
4.6.	ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	88
4.7.	ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΞΥΛΙΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	89
4.8.	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.....	93
4.9.	ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ.....	93
4.10.	ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΒΛΑΒΕΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	94
4.11.	ΟΙ ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ.....	97
4.12.	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ	98
4.13.	ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ.....	99
4.13.1.	<i>Σύσφιγξη συνδέσμων.....</i>	99
4.13.2.	<i>Προσθήκη συνδέσμων - Προσθήκη υλικού και μελών</i>	100
4.13.3.	<i>Αντικατάσταση</i>	101
4.13.4.	<i>Ενίσχυση</i>	101
4.13.5.	<i>Ενίσχυση του ζύλου</i>	103
4.13.6.	<i>Ρωγμοπέδες.....</i>	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ		106
5.1.	ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΞΥΛΟΥ.....	106
5.2.	ΞΥΛΙΝΑ ΣΠΙΤΙΑ & ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΑΔΕΙΑ	107
5.2.1.	<i>Έκδοση οικοδομικής άδειας.....</i>	108
5.2.2.	<i>Μελέτες.....</i>	109
5.3.	ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ CE ΣΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΞΥΛΟΥ.....	110
5.4.	Ο ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 5 ΚΑΙ Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	115
5.4.1.	<i>Σκοπός και πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 5</i>	115
5.4.2.	<i>Απαραίτητα κανονιστικά κείμενα για την χρήση του EN 1995</i>	116
5.4.3.	<i>Ο Ευρωκώδικας 5 στην Ελλάδα.....</i>	118
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		123
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		127

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η επιλογή του θέματος «*Ιδιαιτερότητες και απαιτούμενες προσαρμογές τεχνολογίας κατασκευής ξύλινων σπιτιών στην Ελλάδα*» αποτέλεσε μεγάλη πρόκληση στο να γράψουμε μια μελέτη, η οποία να αναφέρεται σε ζητήματα των ημερών, όπως η προστασία και η ενημέρωση του καταναλωτή, καθώς και ζητήματα σχετικά με τη διασφάλιση ποιότητας των προϊόντων στην κατασκευή ξύλινης κατοικίας, που είναι από τα σπουδαιότερα πράγματα στη ζωή του καθένα μας, όταν σύμφωνα με τα όνειρά μας και τις οικονομικές δυνατότητές μας προσπαθούμε να δούμε την καλύτερη λύση.

Το ξύλινο σπίτι είναι μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική επιλογή αν λάβουμε υπ' όψιν μας την τιμή, τον απαιτούμενο χρόνο και την ποιότητα. Επίσης λόγω της ελαστικότητας του ξύλου και του μικρού βάρους όλης της κατασκευής είναι η καλύτερη αντισεισμική κατασκευή.

Επιπροσθέτως, η χρησιμοποίηση καθαρά φυσικών υλικών, μας εξασφαλίζει, ότι θα έχουμε μία οικολογική κατοικία.

Οι πληροφορίες που αποκομίζει ο αναγνώστης διαβάζοντας αυτή την πτυχιακή εργασία πιστεύουμε ότι είναι σημαντικές και μπορούν να τον βοηθήσουν στο να απαντήσει τυχόν ερωτήματα και απορίες που τον απασχολούν και που σχετίζονται με το συγκεκριμένο θέμα.

Λέξεις κλειδιά: Ξύλο, ξυλόσπιτα, κορμόσπιτα, ξύλινες κατασκευές, πάνελ, δόμηση με ξύλο, φινίρισμα, αντισεισμικές κατοικίες, σεισμική συμπεριφορά, στατική σύνδεση, άδεια οικοδόμησης, Ευρωπαϊκές προδιαγραφές, Ευρωκώδικας 5.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη, στην προσπάθεια να αναλύσει τις ιδιαιτερότητες και απαιτούμενες προσαρμογές τεχνολογίας κατασκευής ξύλινων σπιτιών στην Ελλάδα, ξεκινά με την ιστορική εξέλιξη του ξύλου και τη χρήση αυτού στη σύγχρονη κατασκευή (Κεφ. 1).

Συνεχίζοντας στο Κεφάλαιο 2, αναλύεται η έννοια του ξύλου, οι οικίες από ξύλο, όπως τα κορμόσπιτα και τα σπίτια τύπου πάνελ, καθώς και η διαφορά ανάμεσά τους. Στο κεφάλαιο αυτό δηλαδή εμφανίζονται τα υλικά και η κατασκευή των ξύλινων κατοικιών.

Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται αναφορά στα ξύλινα σπίτια στην Ελλάδα και αναλύονται : η ιδιότητά του ξύλου, ως βασικό δομικό υλικό, η δόμηση με ξύλο, ο απαιτούμενος σχεδιασμός, το φινίρισμα και επίσης παρουσιάζονται γενικές πληροφορίες για τα ξύλινα σπίτια.

Στο επόμενο Κεφάλαιο (Κεφ. 4) περιγράφεται η στατική προσέγγιση σύνδεσης και αναλύεται η σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων και των κατασκευών με ξύλινο σκελετό, ο σχεδιασμός τους, η συμπεριφορά τους απέναντι σε σεισμικές βλάβες και οι μέθοδοι επισκευών και ενισχύσεων των ξύλινων κατασκευών.

Το Κεφάλαιο 5 αναφέρεται στη νομοθεσία που σχετίζεται με τις κατασκευές των ξύλινων κατασκευών αλλά και του ξύλου. Εδώ παρουσιάζονται ο ποιοτικός έλεγχος προϊόντων του ξύλου, η άδεια οικοδόμησης, οι ευρωπαϊκές προδιαγραφές, καθώς επίσης και ο Ευρωκώδικας 5.

Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από την περιγραφή και ανάλυση, όσων αναφέρθηκαν για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ

ΞΥΛΙΝΩΝ ΣΠΙΤΙΩΝ

1.1. Ιστορική εξέλιξη

Το πρώτο υλικό που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για να κατασκευάσει την κατοικία του ήταν το ξύλο, το οποίο μέχρι σήμερα αποτελεί βασικό στοιχείο δομής σε όλες τις κατασκευές. Το ξύλο έχει μεγάλη εφαρμογή στη διαμόρφωση, τόσο των εξωτερικών χώρων ενός σπιτιού - πόρτες, παράθυρα, κάγκελα, όσο και των εσωτερικών χώρων - δάπεδα, έπιπλα και έπιπλα κουζίνας, ψευδοροφές, χωρίσματα κλπ. Η μεγάλη αντοχή, η σχετικά εύκολη συντήρησή του και η ποικιλότητα των χρήσεών του, αποτελούν τις βασικές συνιστώσες, οι οποίες χαρακτηρίζουν τη σπουδαιότητά του.

Οι παλιές κατοικίες, για παράδειγμα, στις οποίες το ξύλο παίζει σημαντικό ρόλο στην όλη αρχιτεκτονική κατασκευή τους, διατηρούνται σε καλή κατάσταση για εκατοντάδες χρόνια. Υπάρχουν κατασκευές από κορμούς δένδρων άνω των 1000 ετών, που σώζονται μέχρι σήμερα. Για χιλιάδες χρόνια το ξύλινο σπίτι αποτελεί τη βασική κατοικία για εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο.¹

Τα ξύλινα σπίτια αποτελούν σχετικά νέο προϊόν για τη χώρα μας, η οποία ως γνωστόν ακολουθεί τις εξελίξεις. Το ξύλο είναι ίσως το πιο παρεξηγημένο υλικό, κυρίως ως προς την ανθεκτικότητα, το κόστος, και τη συντήρηση. Η εμμονή που έχουμε αναπτύξει με το τσιμέντο και η δυσπιστία προς κάτι καινούριο έχουν στερήσει από τα ξύλινα σπίτια τη θέση που τους αξίζει στην ελληνική αγορά. Δεν είναι τυχαίο, ότι στην Αμερική, τον Καναδά και τις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες πάρα πολλοί είναι εκείνοι που εμπιστεύονται το ξύλο σαν υλικό για το εξοχικό τους αλλά και για τη μόνιμη κατοικία τους.

¹ <http://econord.co.gr>

1.2. Το Ξύλο στη σύγχρονη κατασκευή

Οι κάτοικοι του πλανήτη Γη συνειδητοποιούν εντονότερα, μετά το τέλος του 20ου αιώνα, την επείγουσα ανάγκη εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων καθώς και του περιορισμού κατασπατάλησης των διαθέσιμων υλικών αποθεμάτων. Μεταξύ των κύριων δομικών υλικών, δηλαδή του χάλυβα, του οπλισμένου σκυροδέματος και του ξύλου μόνον το τελευταίο προέρχεται από πλήρως ανανεώσιμη και φυσική πηγή.

Αρκεί, όπως ήδη ισχύει στην Ευρωπαϊκή Ένωση, να αναδασώνεται το ποσοστό των δασών που υλοτομούνται.

Ήδη η παγκόσμια δομική τεχνολογία ενισχύει και αυξάνει τη συμμετοχή του ξύλου, είτε με την φυσική του μορφή, είτε μετά από βιομηχανική επεξεργασία, στο σχεδιασμό και την κατασκευή φερόντων δομικών συστημάτων.

Οι νέοι πανευρωπαϊκοί δομικοί κανονισμοί, οι Ευρωκώδικες, συμπεριλαμβάνουν το ξύλο ισότιμα με τον χάλυβα και το οπλισμένο σκυρόδεμα, ως υλικό σχεδιασμού φορέων, για την αντιμετώπιση στατικών δυναμικών ή και θερμικών φορτίων. Έτσι, δικαιώνεται η σημασία που δινόταν στη σπουδαιότητα του ξύλου για τις κατασκευές στις περασμένες γενιές, μέσω της ταύτισης του ονόματός του (*ύλη*), με την γενικότερη έννοια του “υλικού” (Τσουμής, 1983). Είναι αληθές, ότι το ξύλο, ζωντανό υλικό, υπό ορισμένες προϋποθέσεις προσβάλλεται από βιολογικούς παράγοντες (π.χ. κυρίως μύκητες εφ’ όσον η περιεχόμενη υγρασία του είναι μεγαλύτερη του 20%, κυρίως μεταξύ 20-40%).

Εντούτοις, είναι εξίσου αλήθεια, ότι εξουδετερώνοντας τον βιολογικό παθολογικό παράγοντα, η αντοχή στο χρόνο της ξύλινης κατασκευής είναι εντυπωσιακά μακρόχρονη, μετρούμενη με εκατοντάδες και χιλιάδες χρόνια. Αδιάψευστη απόδειξη αυτού αποτελούν οι χιλιάδες ιστορικές και μνημειακές κατασκευές ανά τον κόσμο, που συνεχίζουν, να λειτουργούν ικανοποιητικά μετά από ζωή αρκετών αιώνων.

Η εξάπλωση, μετά τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο, διεθνώς, της χρήσης του οπλισμένου σκυροδέματος σε ορισμένες χώρες περιορισμένης τεχνολογικής ανάπτυξης περιόρισε ή και εξαφάνισε τα δομικά συστήματα με άλλα δομικά υλικά και κυρίως το ξύλο. Ο τεχνικός κόσμος (αρχιτέκτονες, μηχανικοί κα) αυτών των περιοχών αποστασιοποιήθηκε από τον σχεδιασμό της ξύλινης φέρουσας κατασκευής και έχασε την εμπιστοσύνη του σε αυτήν. Αντίθετα, ιδιαίτερα στο τελευταίο μισό του 20^{ου} αιώνα, ανεπτύχθη πολύ η δυνατότητα

προστασίας από βιολογικούς παράγοντες, καθώς και από την πυρκαγιά των ξύλινων φορέων και κατασκευών.

Όπως συμβαίνει με το πετρέλαιο, τον χάλυβα και το αλουμίνιο, το ξύλο, ως υλικό, είναι πλέον προσιτό με ευκολία και με απόλυτα συναγωνίσιμους όρους μακριά από τα διεθνή κέντρα παραγωγής του. Το γεγονός αυτό συνδυαζόμενο με τις σύγχρονες δυνατότητες βιολογικής και αντιπυρικής προστασίας του ξύλου έδωσε νέα ώθηση στο σχεδιασμό και χρήση των ξύλινων φορέων σχεδόν παγκόσμια.

Η παρατηρούμενη δυσκολία, δυσπιστία και υστέρηση στη χρήση των κατασκευών με ξύλινους φορείς σε ορισμένες περιοχές του κόσμου (βλ. Ελλάδα) πρέπει μάλλον να αποδοθεί στην αντίστοιχη έλλειψη ενημέρωσης και εφαρμοζόμενης πολιτικής.

Ο σχεδιασμός φερόντων συστημάτων κατασκευών από ξύλο, όπως και με τον χάλυβα, σε αντίθεση με το συμβατικό δομικό σύστημα, προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες επιλογής φορέων, επικαλύψεων, τελειωμάτων και λεπτομερειών με μοιραίο επακόλουθο την μεγάλη ελευθερία σχηματοποίησης μορφών και όγκων στο χώρο.

Απαιτεί δε, διάφορο από το συμβατικό σύστημα, τρόπο προσέγγισης και μεθοδολογίας κατά το στάδιο, τόσο της αρχικής σύνθεσης, όσο και της τεχνικής επεξεργασίας. Η λεπτομερής επεξεργασία, κατά το στάδιο της προμελέτης, εμπεριέχουσα τις αποφάσεις επιλογής βασικών δομικών υλικών (π.χ. φέροντος οργανισμού) των τύπων των μορφών των φορέων (π.χ. τοξωτός, αρθρωτός, πλαισιωτός κλπ), καθώς και των κυρίων, τουλάχιστον, τύπων λεπτομερειών (π.χ. σχέση και σύνδεση εξωτερικού περιβλήματος με τον φέροντα οργανισμό) είναι αναγκαία. Μόνον έτσι διασφαλίζεται το γεγονός ότι το τελικό αποτέλεσμα λειτουργικά, μορφολογικά και κοστολογικά θα είναι σύμφωνο με τη διατυπωμένη από την προμελέτη πρόθεση.

Όλη αυτή η περιγραφείσα, αναγκαία διαδικασία, κατά το στάδιο της αρχικής σύνθεσης (ή προμελέτης) απαιτεί σύγχρονη απ' αρχής συνεργασία των βασικών ειδικοτήτων περί την δομική τέχνη: του Αρχιτέκτονα, του Πολιτικού Μηχανικού και του Μηχανολόγου, τουλάχιστον.

Η ξύλινη κατασκευή, σε αντίθεση με τη συμβατική και περισσότερο από την χαλύβδινη, παρουσιάζει μια τελική, ολοκληρωμένη εμφάνιση των μελών της (όπως π.χ. φέροντα στοιχεία, τοιχώματα, πατώματα κ.λπ.) από την σύνθεσή τους στο εργοστάσιο ή το εργοτάξιο με πολύ περιορισμένη δυνατότητα περαιτέρω επικαλύψεων, επενδύσεων και τελειωμάτων.

Αν η πιο πάνω διαπίστωση συνδυασθεί με το γεγονός της «εν ξηρώ αρθρωτής» μεθόδου σύνθεσης των ξύλινων κατασκευών, γίνεται αντιληπτή η ανάγκη της ακρίβειας (της τάξεως λίγων χιλιοστών ανοχής) στο σχεδιασμό, τον υπολογισμό, την προετοιμασία και προκατασκευή, καθώς και στην ανέγερση μιας τέτοιας κατασκευής.

Ένας ακόμη σπουδαίος παράγοντας, προϋποθέσεων και προδιαγραφών προστίθεται στους στόχους, που πρέπει να πληρούνται κατά το στάδιο της (αρχικής συνήθως) μελέτης μιας κατασκευής από ξύλο (ή χάλυβα): Ο βαθμός προστασίας από την φωτιά, τις επιδράσεις του περιβάλλοντος και την γήρανση σε μια ξύλινη κατασκευή εξαρτάται απόλυτα από τις αποφάσεις του σχεδιασμού και μόνον συμπληρωματικά και βοηθητικά στηρίζεται στα τυχόν βερνίκια, τις επενδύσεις και άλλες επικαλύψεις.

Έτσι, μια κατάλληλη μορφή και προεξοχή της στέγασης μπορεί να λύσει οριστικά το πρόβλημα της προστασίας και συντήρησης του γείσου και της όψης ολοκλήρου.

Έτσι, η κατάλληλη επιλογή του κύριου φορέα και ο σχεδιασμός των διατομών του μπορεί, να εξασφαλίσει την απαιτούμενη αντοχή στην πυρκαγιά χωρίς άλλη χημική προστασία.

Έτσι, ο κατάλληλος σχεδιασμός μιας όψης μπορεί, να εξασφαλίσει μακροχρόνια εύρυθμη λειτουργία, χωρίς διαπερατότητα αέρα και υγρασιών, και με δυνατότητα εύκολης και χαμηλού κόστους συντήρησης².

² <http://www.wands.gr>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

2.1. Το Ξύλο

Ένα από τα πρώτα υλικά, που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν από χιλιάδες χρόνια είναι το ξύλο. Για την ομορφιά του, τις αισθητικές του ιδιότητες, την ευκολία κατεργασίας και τις πολλαπλές του εφαρμογές, όλοι μας έχουμε θετικές γνώμες και αντιλήψεις. Απεναντίας, για τις μηχανικές του αντοχές, τις θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες, όπως και για την αντοχή του στο χρόνο και καταπόνηση, έχει διαπιστωθεί, ότι η κοινή γνώμη είναι αποπροσανατολισμένη και σε γενικές γραμμές ο καταναλωτής είναι ελλιπώς πληροφορημένος για τις ιδιότητες του ξύλου.

Η τεχνολογία και η επιστήμη μας επιτρέπουν να κατασκευάζουμε και να χρησιμοποιούμε υλικά με μηχανικές, μονωτικές κ.ά. ιδιότητες ασύγκριτες με αυτές του ξύλου. Αλύγιστα ατσάλια, άθραυστα μέταλλα, μη διαπερατά στον ήχο υλικά, υπάρχουν σε πολλά εργαστήρια, όπως και διατίθενται από ειδικευμένες βιομηχανίες.

Η κρίσιμη ερώτηση όμως είναι η σχέση κόστους και ιδιοτήτων της κατασκευής. Σαφώς τα «νήματα άνθρακα» υπερτερούν πολλαπλώς στις μηχανικές κ.ά ιδιότητες του ξύλου, αλλά σκεφτείτε το κόστος και την τιμή πώλησης μιας καρέκλας από ξύλο και από νήματα άνθρακα.

Αφήνοντας όμως στην άκρη την παραπάνω υπερβολή, η οποία θέλει μόνο, να τονίσει τη σχέση "αποτελέσματος - κόστους", η λάθος επιλογή υλικών, πέρα από την αισθητική τους άποψη, σημαίνει αρκετές χιλιάδες ευρώ διαφορά, με ελάχιστο ή και κανένα πρακτικό όφελος.

Έχοντας λοιπόν σκοπό την πληροφόρηση για τις "γνωστές" αλλά και "άγνωστες" ιδιότητες του ξύλου, όπως και για τις παρεξηγημένες, ακολουθούν παραδείγματα και απλές αποδείξεις από την καθημερινή ζωή μας και με ελάχιστους τεχνικούς όρους.

1. Αντογή στο χρόνο και την υγρασία

Δεν είναι υπερβολή, ότι το ξύλο ανθίσταται στο χρόνο έως και αρκετούς αιώνες, χωρίς μάλιστα να ρυπαίνει το περιβάλλον. Απόδειξη είναι:

α) οι μεγάλες ηλικίες των δένδρων, ακόμα και αυτών των «νεκρών» τα οποία δεν έχουν μηχανισμούς προστασίας.

β) τα άθικτα ξύλινα καράβια στο βυθό της θάλασσας ηλικίας 2000 και 3000 χρόνων, τα οποία υφίστανται την πιο απλή προστασία έναντι των εντόμων και μυκήτων: Παντελής έλλειψη οξυγόνου!

Επίσης, όλοι μας έχουμε δει την βιομηχανία και τους νόμιμους διαχειριστές δασών, να διακινούν και να αποθηκεύουν τα ξύλα σε ποτάμια και λίμνες.

Αυτά σημαίνουν, ότι με ένα απλό και φτηνό λούστρο παρέχεται άψογη προστασία των ξύλοκατασκευών για πολλά χρόνια.

2. Αντογή στην καταπόνηση, θλίψη, κάμψη, εφελκυσμό και κρούσεις

Σε αυτό το σημείο και ειδικότερα στη σχέση “αντοχή του ξύλου – κόστος” επικρατούν ορισμένες παρεξηγήσεις. Πιο συγκεκριμένα, η μηχανική αντοχή του ξύλου είναι υποτιμημένη και δυστυχώς αυτό μεταφράζεται σε άσκοπες δαπάνες από τον ανενημέρωτο αγοραστή.

Παραδείγματος χάρη, είναι κοινή αντίληψη και επιβεβαίωση ότι το ξύλο σπάει. Σαφώς και σπάει, αλλά πότε; ποιο ξύλο και ποιο το κόστος του σε σχέση με άλλα ανθεκτικότερα υλικά;

Το γεγονός ότι οι λαβές πολλών εργαλείων, όπως στα σφυριά, σκεπάρνια, αξίνες κ.λ.π, κατασκευάζονται από ξύλο ακόμα και σε χώρες με προηγμένες τεχνολογίες και βιομηχανίες δεν είναι καθόλου τυχαίο.

Επίσης, παρατηρήστε τις διαφορές σε διάμετρο και ύψος των στύλων της ΔΕΗ και ΟΤΕ μεταξύ ξύλινων και άλλων υλικών. Η ελαστικότητα του ξύλου επιτρέπει τη χρήση μικρότερων διατομών και μεγαλύτερων υψών. Γι' αυτό τον λόγο τα καλύτερα κατάρτια πλοίων σε σχέση με το κόστος τους συνεχίζουν, να είναι τα ξύλινα.

Άλλο ένα παράδειγμα ισχυρών αντοχών και διογκωτικών τάσεων του ξύλου (βλ. *διόγκωση*) είναι μία παλιά τεχνική θρυμματισμού των πετρωμάτων:

Πριν την ανακάλυψη του δυναμίτη, όπως και αργότερα για όσους δεν ήθελαν να πληρώσουν το ακριβό εκρηκτικό, έσπαγαν βράχια με την εξής μέθοδο: Εισχωρούσαν ξηρά ξύλα, έχοντάς τα εκθέσει σε υψηλές θερμοκρασίες, σε σχισμές ή τρύπες του βράχου. Μετά, προσθέτοντας νερό στο ξύλο με τις διογκώσεις του δημιουργούσε ρήγματα στο πέτρωμα.

Επίσης, αυτό θα πρέπει, να μας θυμίζει και το γνωστό εμπότισμό στο νερό των εργαλείων με ξύλινη λαβή πριν την έναρξη εργασιών.

3. Πυροπροστασία

Ο ενδεχόμενος κίνδυνος πυρκαγιάς, ο οποίος συνήθως πλανάται στην αγορά ξύλινων κατασκευών, είναι υπερβολικός σε σημείο υπέρμετρης παραπλάνησης.

Η κυριότερη και σημαντικότερη ιδιότητα του ξύλου στο θέμα της πυρασφάλειας είναι το γεγονός ότι, όταν καίγεται το εξωτερικό μέρος της διατομής, το εσωτερικό της διατηρεί αέραια την αντοχή του! Και όμως αυτό αγνοείται ...

Ας δούμε επίσης και τις περιπτώσεις ανάφλεξης αναλυτικά:

α) Στάδιο οικοδομής-σκελετός

Γνωρίζοντας, ότι ισχυρή φωτιά σε μέσης σκληρότητας ξύλο εκμηδενίζει τις μηχανικές του ιδιότητες με ταχύτητα 2,5cm ανά ώρα, ένα δοκάρι 25cmX25cm σε μια ώρα πυρκαγιάς θα έχει χάσει μόνο το 10% των μηχανικών ιδιοτήτων του. Επίσης, σκεφτείτε, ότι ένα «χοντρό κούτσουρο» κρατάει όλη την νύχτα σ' ένα τζάκι! Και πόση ώρα χρειάζεται για να πάρει φωτιά; Για επιβεβαίωση, απλά, προσπαθήστε να ξεκινήσετε το τζάκι σας με δοκάρια χωρίς κανένα προσάναμμα.

β) Τελιωμένο σπίτι, επιπλωμένο και διακοσμημένο

Εδώ ο κίνδυνος είναι ο ίδιος, όπως και σε κάθε άλλη κατασκευή οικίας. Τα υλικά διακόσμησης, έπιπλα, χαλιά, κουρτίνες, ηλεκτρικές συσκευές κλπ, είναι αυτά απ' όπου ξεκινάει και τροφοδοτείται κάθε πυρκαγιά. Άλλωστε, ας μην ξεχνάμε, ότι στις ΗΠΑ, στον Καναδά, Φινλανδία, Σουηδία, Νορβηγία, Αυστρία, Γερμανία, Ελβετία, Αυστραλία, σιβηρική και λοιπή Ρωσία κ.α. σχεδόν όλα τα σπίτια είναι ξύλινα.

γ) Εκούσια καταστροφή με πυρκαγιά

Εδώ το ξύλο υπερτερεί έναντι των άλλων δομικών υλικών, γιατί το υπόλοιπο και άθικτο μέρος μιας ξύλινης κατασκευής δεν αχρηστεύεται. Με έναν ξυλοτεχνίτη δύναται η αντικατάσταση σ' ένα, δύο, τρία δοκάρια και σε λοιπά μέρη σε αντίθεση με το σκυρόδεμα.

4. Θερμομόνωση / ηχομόνωση

Το ξύλο είναι διαθέτει αναμφίβολα μ' έναν από τους μικρότερους συντελεστές θερμομόνωσης.

Πίνακας 1. Συν/στές θερμομόνωσης διαφόρων υλικών και ξύλου.

	Ξύλο	Σκυρόδεμα	Κεραμίδι Τούβλο	Γυψοσανίδα	Γυαλί	Μέταλλο
Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας Kcal / mh°C	0,12	1,75	0,45	0,50	0,81	35 - 70

Στην καθημερινότητα, οι παραπάνω συντελεστές επιβεβαιώνονται με την απλή παρατήρηση.

Πόσες φορές όλοι μας έχουμε αγγίξει και μεταφέρει με γυμνά χέρια ξύλα φλεγόμενα στην άλλη άκρη τους; Πόσες φορές έχουμε σπρώξει τα ξύλα στο τζάκι, τα οποία καίγονταν για πολλές ώρες;

Στις ξυλοκατασκευές λοιπόν, τα παραπάνω μεταφράζονται σε ζέστη το χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι χωρίς το επιπλέον κόστος της θέρμανσης ή του κλιματιστικού.

Επιπλέον, αυτά σημαίνουν, ότι, όταν ο ήλιος σφυροκοπεί για πολλές ώρες την εξωτερική επιφάνεια ενός ξύλινου τοίχου ή ξύλινου κουφώματος από την άλλη πλευρά δεν θα γίνεται αντιληπτό.

Επίσης, συγκρίνοντας το ξύλο στον τομέα της ηχομόνωσης, ιδιότητα σχετικά παράλληλη της θερμομόνωσης, εκεί που το ξύλο διαφέρει είναι το κόστος. Πολλές φορές μικρότερο!

5. Προτιμώντας το ξύλο συνηγορούμε στην προστασία και αειφορική ανάπτυξη των δασών

Ίσως η παραπάνω αλήθεια ξαφνιάζει γιατί στην κοινή αντίληψη η υλοτομία είναι συνδεδεμένη με την καταστροφή των δασών. Η πραγματικότητα όμως είναι διαφορετική.

Καταρχάς, πρέπει να ξεχωρίσουμε την παράνομη και ληστρική υλοτομία από την νόμιμη και ελεγχόμενη ομόφωνα με την επιστήμη της *δασοπονίας*. Σύμφωνα με την εύλογη μορφή δασικής εκμετάλλευσης πρέπει να φυτεύονται περισσότερα δένδρα από αυτά που υλοτομήθηκαν. Διαφορετικά, ο δασοκτήμονας θα υποβάθμιζε - έχανε α) την ιδιοκτησία του και β) την παραγωγική ικανότητα της περιουσίας του.



Εικ 2.1. Δασικό οικοσύστημα

Για να διακινηθεί λοιπόν ένα φορτίο ξυλείας, πρέπει, το φορτίο να είναι νόμιμο, πόσο μάλλον να γίνουν εισαγωγές / εξαγωγές σε άλλο κράτος και στις νόμιμες υλοτομίες, οι κορμοί υφίστανται καταμέτρηση ελέγχονται και σφραγίζονται.

Φανταστείτε, επίσης, την περίπτωση όπου ο κάθε έμπορας δασικών προϊόντων είχε το δικό του δάσος, όπως ο γεωργός το περιβόλι του. Θα ήταν προσεγμένο και προστατευόμενο. Ποιος τρελός θα κατάστρεφε τους βιοποριστικούς του πόρους;

Η διαφορά με την πραγματικότητα είναι, ότι η εμπορική αλυσίδα έχει περισσότερους κρίκους και δύσκολα φαίνεται ή έρχεται στη σκέψη μας η σχέση των πωλήσεων ξύλου με την προστασία και ανάπτυξη των δασικών πόρων.

Τελειώνοντας, παραθέτουμε ορισμένους από τους προβληματισμούς σχετικά με τη δημιουργία υπερβολικών και ψευδών αντιλήψεων για το ξύλο γενικότερα.

Μήπως γιατί το εμπορικό του κέρδος είναι περιορισμένο και οι υλοτόμοι, ξυλουργοί, ξυλοτεχνίτες κ.α. δεν διέθεταν τη δυνατότητα πληροφόρησης του αγοραστικού κοινού;

Μήπως με την ανάπτυξη της βιομηχανίας συνθετικών και πολυμερών προϊόντων και τη διαφημιστική τους καταγίδα το ξύλο παραγκωνίστηκε και «υποβαθμίστηκε» στην συνείδησή μας;

Μήπως οι ιδιότητες του ξύλου είναι τόσο γνωστές, τόσο χρήσιμες και συνέχεια "κάτω από την μύτη μας" ώστε να ψάχνουμε όπως ο μύωπας τα γυαλιά του όταν τα φοράει;

Μήπως είναι τόσο απλό που η λογική μας αδυνατεί να το συλλάβει λόγω της απλότητάς του;

2.2. Οικίες από Ξύλο

Στην Ευρώπη, στη Β. Αμερική αλλά και στην Ελλάδα η δόμηση με ξύλο και σύνθετα υλικά του, παρουσιάζει σημαντική αύξηση τα τελευταία 10-15 έτη. Αυτό διότι, το ξύλο σαν δομικό υλικό προσφέρει αισθητική ομορφιά και αντισεισμική, θερμομονωτική συμπεριφορά, όπως επίσης την ευκολία στην κατεργασία εφαρμογής του.

Στην Ελλάδα, ως σειсмоγενής χώρα, το ξύλο υιοθετείται όλο και περισσότερο από κατασκευαστικές εταιρείες και ιδιαίτερα στη χρήση δημοσίων χώρων (γυμναστήρια, ξενοδοχεία κλπ). Αυτό οφείλεται, αφενός στην προτίμηση του κοινού για το ξύλο και αφετέρου στην δυνατότητα της επιστήμης / τεχνολογίας, η οποία δύναται να παρέχει πρωτότυπες κατασκευές σε ελκυστικό κόστος.

Στις ορεινές περιοχές, οι κορμοκατοικίες αυξάνονται με αλματώδη ρυθμό για τέσσερις βασικούς λόγους: α) υγιεινή διαβίωση, β) θερμομόνωση, γ) γρηγορότερη παράδοση και δ) αντισεισμικότητα.

Ενώ στην κοινή γνώμη επικρατεί η αντίληψη, ότι οι ξυλοκατασκευές είναι επικίνδυνες στην περίπτωση πυρκαγιάς, μαθηματικά αποδεικνύεται, όπως και εξασφαλίζεται, η πυρασφάλεια των κατασκευών.

Με τη θέρμανση τα περισσότερα υλικά και ειδικά τα μέταλλα χάνουν τις μηχανικές τους ιδιότητες. Απεναντίας, μέχρι να αποτεφρωθεί το ξύλο, δεν αλλοιώνονται οι μηχανικές του ιδιότητες. Συνεπώς, σε περίπτωση φωτιάς το θέμα είναι η κούρσα χρόνου, στα

μέταλλα για το λύγισμα για το δε ξύλο η αποτέφρωσή του. Αυξάνοντας λοιπόν τις διατομές ξύλων εξασφαλίζεται η απαραίτητη πυρασφάλεια και μάλιστα με μικρό κόστος.

Αξιοσημείωτη είναι η εφαρμογή της επιστήμης στο σχεδιασμό πολύπλοκων κατασκευών σε συνδυασμό με την ευκολία του ξύλου στην κατεργασία και τοποθέτησή του, για να δώσουν διακοσμητικά και λειτουργικά έργα. Παραδείγματος χάριν, δέκα-οκτάγωνη κρεμαστή στέγη, με δεκαέξι (16) διαφορετικές κλίσεις, η οποία απαιτεί ιδιόρρυθμες κοπές - ενώσεις, ελαφριά και ελαστικά υλικά, να μην δύναται, να κατασκευασθεί από άλλα δομικά υλικά, αλλά με πολύ μεγαλύτερο κόστος.

Επίσης, ο σχεδιασμός της ξύλινης κατοικίας έπαψε, να είναι εισαγόμενο προϊόν και ελληνικές εταιρείες, με ελληνικό τεχνολογικό και τεχνικό προσωπικό δύνανται να σχεδιάζουν και να παραδίδουν δομικές κατασκευές ξύλου σχετικά μεγάλης κλίμακας³.

Σε γενικές γραμμές, στην Ελλάδα αγνοούνται οι δυνατότητες, όπως και τα σπουδαία πλεονεκτήματα κατασκευών ξύλου, ενώ στον υπόλοιπο κόσμο δημιουργούνται κτίσματα όπως αυτό στην Εικ. 2.2.



Εικ.2.2. Ξύλινο σπίτι

Εν μέρει, ο Έλληνας καταναλωτής έχει κάθε δικίωμα να δυσπιστεί στον τομέα αυτόν για τον λόγο ότι στην Ελλάδα δίνεται η ευκαιρία σε κάθε κερδοσκόπο, έμπορο ή μάστορα να ασκεί το δικαίωμα πώλησης και κατασκευής ξύλινων κατασκευών και φινλανδικών κορμοκατοικιών. Αυτό είναι πολύ κακό και επιστημονικά απαράδεκτο!

Ευτυχώς για τον αγοραστή απαιτείται άδεια από την πολεοδομία, όπου μελέτες στατικών κλπ πρέπει να υποβληθούν και υπάρχει σχετική επίβλεψη ελλήνων μηχανικών για την οικοδόμηση π.χ. φινλανδικών κατασκευών ή άλλων³.

³ <http://www.wands.g>

Γενικά πρέπει, να γίνει μια σωστότερη ενημέρωση και να εξεταστούν τέτοιες εναλλακτικές λύσεις, όπως τα ξύλινα σπίτια, για την κατασκευή σπιτιού δεδομένου ότι:

- ▶ Με μια απλή συντήρηση εξωτερικά κάθε πέντε ή έξι χρόνια έχει **απεριόριστη διάρκεια ζωής**, ενώ το κτιστό έχει 80-100 χρόνια στη χειρότερη περίπτωση. Αυτό επιτυγχάνεται με υλικά τελευταίας τεχνολογίας, φιλικά προς το περιβάλλον άρα και προς τον άνθρωπο-χρήστη.
- ▶ "**Κτίζονται**" ξύλο-ξύλο και συνδέονται με κούμπωμα και βίδες. Αυτό σε συνδυασμό με τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου, καθιστούν τα ξύλινα σπίτια **100% αντισεισμικά**. Τεράστιο πλεονέκτημα στη χώρα μας. Η πολιτικής του ελληνικού κράτους θα έπρεπε να είναι υπέρ του ξύλου (όχι κατά!).
- ▶ Τεχνολογίες όπως π.χ. σύνθετη-επικολητή ξυλεία και η μεγάλη πρόοδος στον τομέα των υλικών συντήρησης εξασφαλίζουν τη **μεγάλη ανθεκτικότητα** του ξύλινου σπιτιού αλλά και την υγεία, καθώς ο εμποτισμός με ανθυγιεινά υλικά (χημικά) δεν γίνεται και είναι πλέον ξεπερασμένος.
- ▶ Το ξύλο είναι το **καλύτερο φυσικό θερμομονωτικό υλικό**, αφού τα ξυλώδη κύτταρα, που το αποτελούν, περικλείουν σταθερές ποσότητες αέρα δημιουργώντας έτσι μεγάλες δυνατότητες διατήρησης σταθερής θερμοκρασίας. Με απλά λόγια ο ξύλινος τοίχος δεν απορροφά θερμότητα, οπότε ελαχιστοποιούνται οι απώλειες.
- ▶ Ο κίνδυνος πυρκαγιάς **δεν είναι** μεγαλύτερος σε σχέση με μία συμβατική κατοικία, όπως λανθασμένα πιστεύεται· το πλεονέκτημα των ξύλινων σπιτιών έναντι ενός κτιρίου από σκυρόδεμα είναι, ότι σε περίπτωση πυρκαγιάς του κτιρίου από μπετόν λόγω του σιδήρου, που δένει το σκυρόδεμα, αναπτύσσει υψηλές θερμοκρασίες με αποτέλεσμα μη αναστρέψιμες ζημιές. Αντίθετα στο ξύλινο σπίτι ακόμη και αν καούν κάποια ξύλα, δεν αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες με αποτέλεσμα να περιορίζεται η ζημιά στην αντικατάσταση μόνο των κατεστραμμένων τμημάτων.
- ▶ Τίποτα δε συγκρίνεται με τη **ζεστασιά του ξύλου** που φυσικώς την αποπνέει. Όπως λέγεται εξάλλου είναι το μοναδικό υλικό με "**προσωπικότητα**".
- ▶ Δεν έχουν καμία σχέση με προκατασκευασμένα, αφού "**κτίζονται**" ξύλο-ξύλο και συνδέονται με κούμπωμα και βίδες. Αυτό σε συνδυασμό με τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου, καθιστούν τα ξύλινα σπίτια 100% αντισεισμικά .

- ▮ Δεν υπάρχει κανένας περιορισμός στο σχέδιο του ξύλινου σπιτιού, ούτε στα τετραγωνικά μέτρα της επιφάνειας του.⁴

2.3. Κορμόσπιτα

2.3.1. Ιστορική εξέλιξη

Η κατασκευή σπιτιών από κορμούς στη Φινλανδία έχει ξεκινήσει πολλούς αιώνες πριν. Οι νομάδες, που ζούσαν στις νότιες ακτές του κόλπου της Φινλανδίας, μετακινήθηκαν προς τα βόρεια στη σημερινή Φινλανδία. Σιγά - σιγά δημιουργήθηκε η ανάγκη για κατασκευή μονιμότερης και πιο οργανωμένης κατοικίας. Οι πρώτες κατασκευές χρησιμοποιήθηκαν για κατοικίες, για αποθήκευση ξυλείας και άλλων αγαθών.

Η γνώση που είχαν στις ξύλινες κατασκευές βοήθησε στην ανάπτυξη και τη σταδιακή εξέλιξη των κτηρίων από κορμούς. Στην αρχή, οι κατασκευές ήταν πολύ απλές με σχεδόν ακατέργαστους κορμούς και απλές συνδέσεις, γι' αυτό το λόγο εσωτερικά επένδυναν τους τοίχους με σανίδες, οι οποίες παράλληλα ενίσχυαν τα κτήρια. Αργότερα, εξελίχθηκαν σε καλοσχηματισμένους ορθογώνιους ή στρογγυλούς κορμούς με εγκοπές για τη μεταξύ τους σύνδεση. Μέσα από τη συνεχή εξέλιξη και αξιοποίηση των κορμών και με την πάροδο του χρόνου διαμορφώθηκε μεγάλη ποικιλία ξύλινων σπιτιών.

Η Φινλανδία είναι μια χώρα που τα 2/3 της καλύπτονται από δάση. Ο δασικός της τομέας εδώ και αρκετούς αιώνες παρουσιάζει συνεχή αναπτυξιακή πορεία. Τα έσοδα από την καλλιέργεια και εκμετάλλευση του ξύλου είναι από τα κυριότερα της χώρας. Οι Φινλανδοί αγαπούν πολύ τη φύση και έχουν μεγάλη ευαισθησία για το περιβάλλον. Το δάσος για τους Φινλανδούς αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ύπαρξής τους και είναι χαρακτηριστικό της ταυτότητάς τους.

Τα δέντρα που προορίζονται γι' αυτό το σκοπό καλλιεργούνται με αποκλειστικό στόχο την υλοτόμηση. Ο αειφορικός τρόπος εκμετάλλευσης των δασών συμβάλλει από τη μια πλευρά στην προστασία του περιβάλλοντος και από την άλλη στην ανάπτυξη και διατήρηση του δασικού κεφαλαίου, έτσι ώστε τα αποθέματα για υλοτόμηση συνεχώς να αυξάνουν. Εδώ, πρέπει, να τονιστεί ιδιαίτερα, ότι η εξέλιξη των γεωλογικών ερευνών έχει

⁴ <http://www.xilokatoikia.gr>

συμβάλει, ώστε η αναδάσωση να γίνεται με επιστημονικά κριτήρια και συγχρόνως να αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι στην προστασία και ανάπτυξη των δασών.

Η Φινλανδία έχει δεσμευτεί με διεθνείς συμφωνίες για την προστασία του δασικού της πλούτου, αλλά και για τη γενικότερη προστασία του περιβάλλοντος από τυχόν περιβαλλοντικές παρενέργειες της παραγωγικής διαδικασίας.⁵

2.3.2. Πλεονεκτήματα

Τα σπίτια από κορμούς δέντρων μεγαλωμένων στην αλπική ζώνη της Φινλανδίας είναι φτιαγμένα με υψηλής ποιότητας υλικά. Τα δέντρα αυτά λόγω του συνεχούς πολικού ψύχους (-30°C) και της υψηλής σχετικής υγρασίας αναπτύσσονται πολύ αργά και έτσι δημιουργούν πολύ συμπαγή μάζα ξύλου.

Το ξύλο, ένα **ανανεώσιμο φυσικό** και **μη τοξικό** προϊόν, κάνει τις ξύλινες κατοικίες οικολογικές και αντισεισμικές, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας, αφού είναι άριστο θερμομονωτικό υλικό, με αποτέλεσμα τα σπίτια να διατηρούνται δροσερά το καλοκαίρι και ζεστά το χειμώνα.

Οι τοίχοι από κορμούς δέντρων εξισώνουν τις διακυμάνσεις θερμότητας και υγρασίας του αέρα στο εσωτερικό τους. Έρευνες έχουν αποδείξει, ότι ο αέρας στο εσωτερικό των ξύλινων κατοικιών είναι πιο υγιεινός απ' ό,τι σε άλλες κατοικίες. Επιπλέον, οι ξύλινες κατοικίες είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στο χρόνο, καθώς οι ανάλογες κατασκευές στη Φινλανδία, με απλή συντήρηση, διατηρούνται εδώ και πεντακόσια (500) χρόνια!

Το ξύλο μπορεί να συνδυαστεί με όλα τα φυσικά υλικά. Μπορεί να προσαρμοστεί με κάθε είδος επίπλωσης. Δημιουργεί μια ευχάριστη και ζεστή ατμόσφαιρα, ένα ιδανικό περιβάλλον.⁶

Υπάρχουν διάφοροι τύποι κορμών

- Τετράγωνος μασίφ κορμός
- Συγκολλητός κορμός
- Συμπαγής συγκολλητός κορμός
- Στρογγυλός μασίφ (συμπαγής) κορμός, και

⁵ <http://econord.co.gr>

⁶ <http://www.aristotehnimata.gr>

- ▮ Στρογγυλός συγκολλητός κορμός

2.3.3. Προδιαγραφές

Η ξύλινη κατασκευή είναι η ιδανικότερη λύση για μια πολυτελή και υψηλής ποιότητας κατοικία. Η ελευθερία αρχιτεκτονικής, παράλληλα με την έλλειψη τεχνιτών και χημικών υλικών, επιβλαβών για τον άνθρωπο, δίνει ένα αποτέλεσμα πέρα των προσδοκιών μας. Αν συμπεριλάβουμε το χαμηλό σχετικά κόστος, τον μικρό χρόνο που χρειάζεται για την κατασκευή και την αμελητέα συντήρηση που απαιτείται, καταλαβαίνουμε, πως είναι μια από τις ιδανικότερες λύσεις για τη σωστή και υγιεινή διαβίωση μας σε ένα φυσικό περιβάλλον.

Ο μοντέρνος εξοπλισμός με μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας, ελεγχόμενα από Η/Υ, εγγυώνται την άριστη επεξεργασία των κορμών. Οι κορμοί που προέρχονται από την βόρεια Ευρώπη ή την Λαπωνία αναπτύσσονται σε πολύ αργούς ρυθμούς λόγω της περιορισμένης ηλιοφάνειας και των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία ξυλείας, η οποία είναι πολύ σκληρή, συμπαγής, με μεγάλη μηχανική αντοχή σε συμπίεση και σε κάμψη.



Απαραίτητη επεξεργασία, κυρίως για την χώρα μας, είναι η δημιουργία σύνθετης – αντικολλητής (laminated) ξυλείας. Οι σύνθετοι – αντικολλητοί (laminated) κορμοί είναι προϊόν, το οποίο δημιουργείται ενώνοντας μαζί δύο έως έξι μέρη του κορμού (ανάλογα με την διατομή του κορμού) έτσι ώστε η καρδιά του (εγκάρδιο ξύλο) να είναι αυτή που θα βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά. Οι γραμμές των κολλήσεων είναι κάθετες και το ποσοστό υγρασίας, το οποίο είναι συγκεκριμένο και απαραίτητο, είναι 12% με 14%.



Λόγω της μεθόδου αυτής, ο σύνθετος – αντικολλητός (laminated) κορμός, δεν θα ραγίσει (cracks) και δεν θα στρεβλώσει ποτέ όπως οι απλοί πλανισμένοι κορμοί. Επίσης απαιτεί και ελάχιστη συντήρηση.

Η αντοχή της συγκεκριμένης ξυλείας σε περίπτωση πυρκαγιάς είναι προβλέψιμη και αποδεδειγμένη. Σε εργαστηριακές δοκιμές που έχουν γίνει στη Φινλανδία και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες από εγκεκριμένα δημόσια και ιδιωτικά ινστιτούτα (Technical Research Center of Finland – VTT), καθώς και σε έρευνες που έγιναν σε καμένα σπίτια, αποδείχτηκε, ότι το ξύλο δεν μπορεί να αναφλεγεί εύκολα. Χωρίς την παρουσία φλόγας ή παρατεταμένης προθέρμανσης, η συγκεκριμένη ξυλεία, δεν μπορεί να αναφλεγεί αυτόνομα παρά μόνο, αν φθάσει σε θερμοκρασίες, όπου ο χάλυβας χάνει σχεδόν όλη του την αντοχή του. Οι συμβατικές κατασκευές με την επίδραση της θερμότητας χάνουν την αντοχή τους κυρίως λόγω της διαστολής – συστολής, φαινόμενο που δεν παρατηρείται στο ξύλο, καθώς είναι πολύ κακός αγωγός της θερμότητας. Όταν το ξύλο τελικά αναφλεγεί, αυτό γίνεται αργά με πολύ μικρή ταχύτητα απανθράκωσης, χωρίς να χάνει την αντοχή του σε μικρό χρονικό διάστημα, όπως συμβαίνει στις συμβατικές από χάλυβα και σκυρόδεμα κατασκευές.

Το μικρό βάρος της κατασκευής από κορμούς σε συνδυασμό με την μεγάλη ελαστικότητά τους έχει ως αποτέλεσμα, να κάνει πιο ήπια τα δυναμικά φορτία ταλάντωσης της κατασκευής, συνεπώς είναι πολύ δύσκολο, να τα επηρεάσει ένας σεισμός.

Η θερμομόνωση της κατασκευής από κορμούς είναι μοναδική. Το ξύλο έχει πολύ μικρή θερμοχωρητικότητα ως υλικό, σε αντίθεση με τα συμβατικά δομικά υλικά. Το ξύλο είναι 9 φορές πιο μονωτικό από το μπετόν, 700 φορές από τον σίδηρο και 1800 φορές από το αλουμίνιο. Σε έρευνες έχει αποδειχθεί, ότι οι κατασκευές από κορμούς έχουν 25% έως 45% λιγότερη κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση ή την ψύξη τους.⁷

2.3.4. Τεχνολογία κατασκευής κορμόσπιτων με οριζόντια τοποθέτηση κορμών

Οι κατοικίες που κατασκευάζονται από κορμούς δένδρων έχουν ως πρώτη ύλη κατάλληλα επεξεργασμένους κορμούς με διάμετρο 12 έως 25cm. Η ξυλεία που χρησιμοποιείται είναι κυρίως δασική πεύκη, ερυθρελάτη, ελάτη, λάρικα (Εικ. 2.3).



Εικ. 2.3. Κατοικία με οριζόντια τοποθέτηση κορμών.

Η εξωτερική τοιχοποιία των κορμόσπιτων αποτελείται από κορμίδια, τα οποία επεξεργάζονται από ειδικά μηχανήματα, όπου κυλινδρομορφώνονται και ταυτόχρονα

⁷ <http://www.allwood.gr>

δημιουργούνται κατά μήκος προεξοχές και εσοχές έτσι, ώστε με την οριζόντια τοποθέτηση του ενός επάνω στο άλλο, να προκύπτει η πλήρης εφαρμογή τους (Εικ. 2.4).



Εικ. 2.4. 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 διαφόρων ειδών προϊόντα όπως: μοριοσανίδες, ινοσανίδες, ξυλεπένδυση, τσιμεντοσανίδες, γυψοσανίδες.

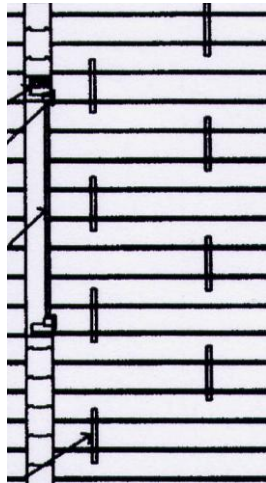
Ο σκελετός της στέγης κατασκευάζεται από κορμούς ή από δοκούς πριστής ή επικολλητής ξυλείας.

Οι κορμοί πρέπει να είναι ευθυτενείς χωρίς βασικά σφάλματα στρεψοϊνίας, κωνικομορφίας, έντονης ροζοβριθείας, έντονων ραγαδώσεων 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 περνάνε ανοξειδωτες μεταλλικές ράβδοι (ντίτζες), οι οποίες φέρουν σπείρωμα, όπου βιδώνονται παξιμάδια και σφίγγονται οι κορμοί (Εικ. 2.5.). Εναλλακτική σύνδεση των κορμιδίων ανά 2 γίνεται με ξύλινες καβίλιες (Σχήμα 1).



Εικ. 2.5. Σύνδεση με ανοξείδωτες μεταλλικές ράβδους.



Σχήμα 1. 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 διάμετρός τους. Κορμόσπιτα χρησιμοποιούνται κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες.

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

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

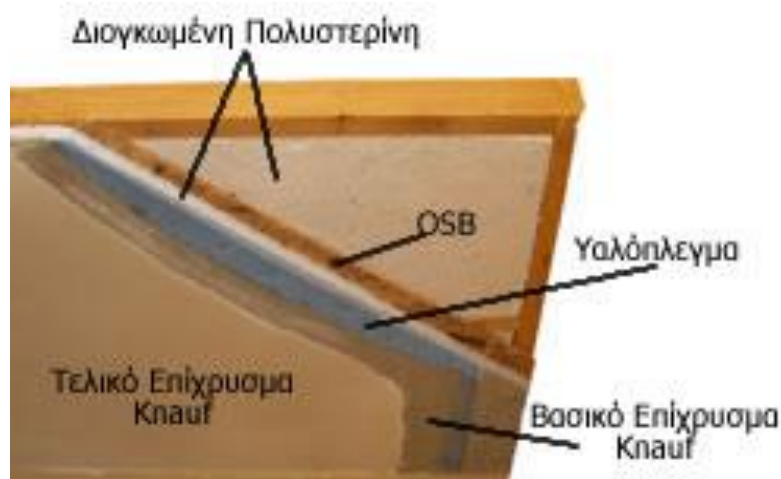
2.4. Σπίτια τύπου πάνελ

Η διαδικασία κατασκευής και η γραφειοκρατία που απαιτείται για ένα προκατασκευασμένο σπίτι, δεν διαφέρει από τη συμβατική κατοικία.

Καταρχάς, απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας. Ο μηχανικός θα πρέπει, να εξασφαλίσει τοπογραφικό του οικοπέδου, βεβαίωση από την πολεοδομία, ότι το οικόπεδο είναι άρτιο και οικοδομήσιμο, κάτοψη του ακινήτου και προϋπολογισμό των έργων.

2.4.1. Σκελετός - Στήσιμο στη βάση

Στο στάδιο αυτό τα τμήματα του προκατασκευασμένου σπιτιού μεταφέρονται στο οικόπεδο, στήνονται στη βάση (θεμελίωση, κατασκευασμένη σύμφωνα με την στατική μελέτη) και αγκυρώνονται με αυτή.



Εικ. 2.6. Μέρη τοιχοποιίας.

Σχεδιάζεται και τοποθετείται η τοιχοποιία, η οποία αποτελείται από:

- ▶ Πυκνό σκελετό με κατακόρυφα καδρόνια.
- ▶ Εσωτερικά OSB, διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 10cm. για τη θερμομόνωση και ηχομόνωση, καθώς και γυψοσανίδα.

- ▮ Εξωτερικά, θερμοπρόσοψη, η οποία αποτελείται από OSB και εξηλασμένη-διογκωμένη πολυστερίνη, υαλόπλεγμα, και δύο στρώσεις από ακρυλικό σοβά αδιάβροχο⁸.



Εικ. 2.7. Σκελετός και τοιχοποιία ξύλινου σπιτιού.

2.4.2. Στέγη



Εικ. 2.8. Ραμποτέ ξύλινου σπιτιού.

Ο σκελετός κατασκευάζεται από ξυλεία αντοχής, η επένδυση είναι ραμποτέ και η στεγάνωση επιτυγχάνεται με μεμβράνη (ασφαλτόπανο).

Η μόνωση γίνεται με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 5mm, με πηγάκια (νεροδιόχτες) καδρόνια 5X5cm και τελική επικάλυψη από ρωμαϊκό κεραμίδι.

⁸ <http://www.easyhomeprokat.gr>

Ο χρωματισμός ολοκληρώνεται με συντηρητικά βερνίκια μεγάλης διείσδυσης και αντοχής στην εμφανή ξυλεία.⁹



Εικ. 2.9. Ολοκληρωμένες ξύλινες στέγες.

2.4.3. Ηλεκτρολογικά/Υδραυλικά



Εικ. 2.10. υδραυλική εγκατάσταση.

Στο στάδιο αυτό γίνεται η ηλεκτρολογική και υδραυλική εγκατάσταση στο προκατασκευασμένο σπίτι.

Η ηλεκτρική εγκατάσταση είναι πλήρης με μεταλλικό πίνακα και αυτόματες ασφάλειες. Η εγκατάσταση γίνεται χρησιμοποιώντας χωνευτές βάσεις σύμφωνα με τους κανονισμούς του κράτους. Η καλωδίωση περνάει μέσα από σωλήνες SIBI (PVC) με ανάλογες διατομές σύμφωνα με τις

πολεοδομικές διατάξεις.

Οι υδραυλικές εγκαταστάσεις είναι από εγκεκριμένους πλαστικούς ή πολυστρωματικούς σωλήνες με βάση το αλουμίνιο (ύδρευση και θέρμανση), ενώ οι αποχετεύσεις είναι από σωλήνες PVC. Όλες οι σωληνώσεις περνούν μέσα από τον τοίχο και το δάπεδο¹⁰.



Εικ. 2.11. Ηλεκτρολογική και υδραυλική εγκατάσταση.

⁹ <http://www.easyhomeprokat.gr>

¹⁰ <http://www.easyhomeprokat.gr>

2.4.4. Κουφώματα-Ντουλάπες

Στο στάδιο αυτό τοποθετούνται τα κουφώματα, οι εσωτερικές και εξωτερικές πόρτες και τα παράθυρα.



Εικ. 2.12. Κουφώματα

Τα εξωτερικά κουφώματα μπορούν να είναι από αλουμίνιο με διπλά τζάμια και λάστιχα ασφαλείας. Είναι δυνατή η επιλογή μεταξύ παντζουριών αλουμινίου ή ρολών. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα τοποθέτησης σύγχρονων ξύλινων κουφωμάτων, υψηλής ποιότητας από μασίφ ξύλο φινιρισμένο με βερνίκι, καθώς και κουφωμάτων από PVC.

Η εξωτερική πόρτα της κυρίας εισόδου είναι ασφαλείας με μεταλλική ατσάλινη κάσα, διπλής θωράκισης και κλειδαριές ασφαλείας πέντε σημείων. Οι εσωτερικές πόρτες με οβάλ κάσα, από πλακάτζ και MDF στο στρογγύλεμα, με λάστιχα και οβάλ πρεβάζια. Υπάρχει και η δυνατότητα τοποθέτησης πόρτας από MDF πρεσαριστό.¹¹



Εικ. 2.13. Κιόσκι.

¹¹ <http://www.easyhomeprokat.gr>

2.4.5. Διαφορά ανάμεσα σε ένα σπίτι με κορμούς και σε ένα ξύλινο σπίτι τύπου πάνελ

Κατ' αρχήν και οι δύο τύποι σπιτιών ανήκουν στην κατηγορία των ξύλινων σπιτιών, αφού και στα δύο το βασικό υλικό κατασκευής είναι το ξύλο. Οι ομοιότητές όμως σταματούν κάπου εδώ.

Ξύλινο σπίτι με κορμούς ή κορμόσπιτο



Εικ. 2.14. Ξύλινοι κορμοί.

Το σπίτι με κορμούς (log house, Blockbohlen haus) φτιάχνεται με ξύλινους κορμούς οι οποίοι τοποθετούνται ο ένας επάνω στον άλλο και με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται οι εξωτερικοί τοίχοι και τα εσωτερικά χωρίσματα. Ειδικές εγκοπές στις άκρες των κορμών διασφαλίζουν την ένωση των τοίχων μεταξύ τους (Εικ. 2.15). Επικουρικά χρησιμοποιούνται και μεταλλικές συνδέσεις.

Οι κορμοί είναι επεξεργασμένοι και διακρίνονται στις παρακάτω κύριες κατηγορίες με βάση το σχήμα τους (προφίλ): στρογγυλός κορμός και ορθογώνιος κορμός.



Εικ. 2.15. Ορθογώνιος κορμός.

Εκτός από το σχήμα, ένας άλλος τρόπος διάκρισης είναι, αν πρόκειται για μασίφ (ολόσωμο) ή συγκολλητό κορμό. Ο συγκολλητός κορμός αποτελείται από ξυλοτεμάχια πάχους 4-5cm. περίπου, τα οποία είναι κολλημένα μεταξύ τους με ειδικές κόλλες σε ειδικές πρέσες. Η διαμόρφωση του προφίλ του κορμού γίνεται μετά τη συγκόλληση με ειδικά μηχανήματα (φρέζες).

Ξύλινο σπίτι τύπου πάνελ ή σάντουιτς

Το ξύλινο σπίτι τύπου πάνελ ή σάντουιτς φτιάχνεται με ξύλινες δοκούς και κολώνες. Οι κολώνες και οι δοκοί τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργούν ένα βασικό πλαίσιο. Στο εσωτερικό του πλαισίου τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό και αυτό κλείνει με διάφορες επενδύσεις εσωτερικά (γυψοσανίδα, ξύλο κ.α.) και εξωτερικά.



Εικ. 2.16. Κατασκευή πάνελ.

Η κατασκευή των πάνελ γίνεται, είτε στο εργοστάσιο (προκατασκευή) πάνω σε ειδικά τραπέζια μονταρίσματος, είτε απευθείας στο χώρο του έργου (χωρίς προκατασκευή). Στην περίπτωση της προκατασκευής, οι έτοιμοι τοίχοι μεταφέρονται στο χώρο του έργου με δυνατότητα χρήσης μικρού ή μεγάλου γερανού για τη μεταφορά τους και γίνονται οι απαραίτητες εργασίες σύνδεσης μεταξύ τους.

2.5. Κατοικίες με ξύλινους κατακόρυφους στύλους ως φέροντα στοιχεία

Ως φέροντα στοιχεία χρησιμοποιούνται στύλοι ξυλείας χωρίς σφάλματα στρεψοΐνιας και κωνικομορφίας, κυρίως από δασική πεύκη, ερυθρελάτη, ελάτη, εμποτισμένοι υπό πίεση με υδατοδιαλυτά άλατα βορίου, οι οποίοι τοποθετούνται κατακόρυφα και πακτώνονται στο έδαφος με ειδικό τρόπο θεμελίωσης (Εικ. 2.17).



Εικ. 2.17. Κατοικία με κάθετους στύλους ως φέροντα στοιχεία.

Η διάμετρος των στύλων εξαρτάται από το ύψος της κατοικίας. Για κατοικία ενός ορόφου η διάμετρος κορμού είναι 11-13cm, για διώροφη κατοικία η διάμετρος κορμού είναι 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.

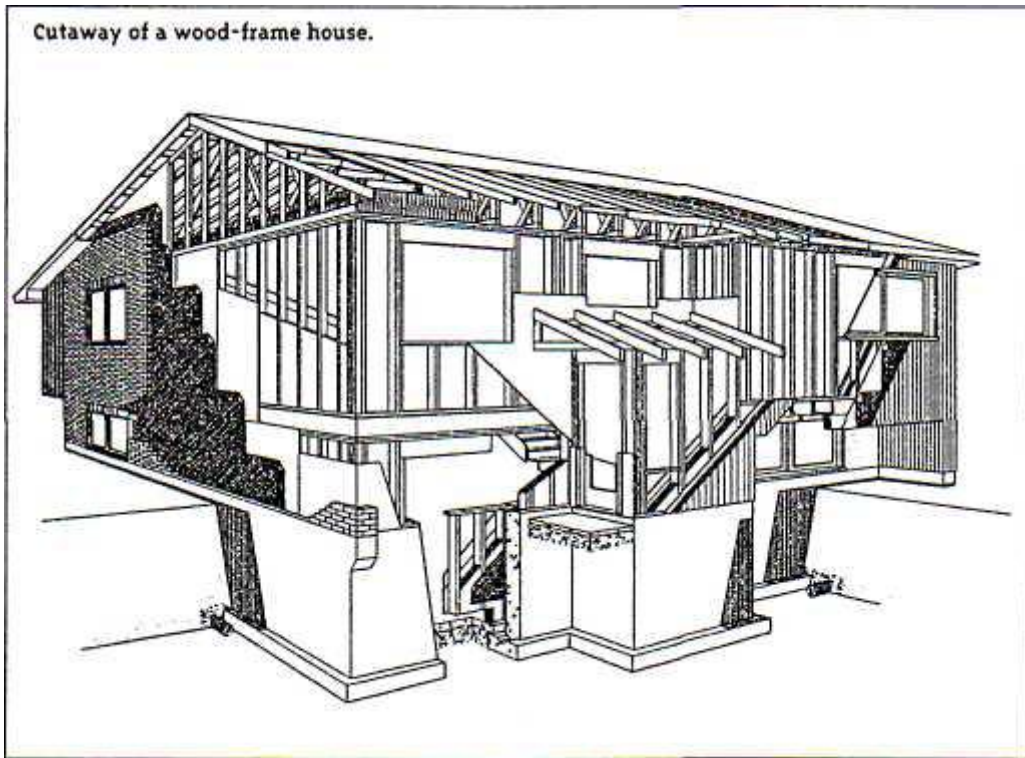
Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι: το χαμηλό κόστος, η αντοχή στις ακραίες καιρικές συνθήκες και η αντοχή σε σεισμούς. Πέραν αυτού, η εν λόγω κατασκευή προσφέρει μεγάλες δυνατότητες αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και ευνοεί τις κατασκευές σε πετρώδη εδάφη, λόφους, πλαγιές, παραθαλάσσια μέρη.

2.6. Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών από ελαφρύ ξύλινο σκελετό

Η τεχνολογία του ελαφρού ξύλινου σκελετού είναι ευρέως διαδεδομένη και δοκιμασμένη για 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 2).



Σχήμα 2. Κατοικία από ελαφρύ ξύλινο σκελετό.

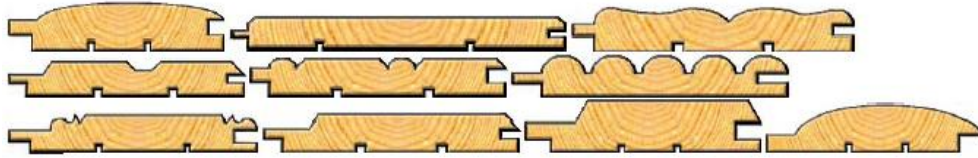
(Πηγή: *Canada Mortgage and Housing Corporation, Canadian Wood-Frame House Construction, 1997*).

Τα πλαίσια του σκελετού στερεώνονται στο κάτω μέρος τους κατά τη διάρκεια του στησίματος του σκελετού, επάνω σε ξύλινους στρωτήρες διατομής τουλάχιστον 5x10cm, οι οποίοι πακτώνονται στη βάση από μπετόν 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 μπετόν κατά τρόπο, ώστε μετά την τοποθέτηση της εξωτερικής επένδυσης του σκελετού οι εξωτερικοί τοίχοι να προεξέχουν κατά 2cm από την βάση μπετόν, 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 πριστή ξυλεία κωνοφόρων, πεύκης, ελάτης, ερυθρελάτης, ψευδοτσούγκας, λάρικας. Η εξωτερική επικάλυψη αποτελείται από σανίδες τύπου ραμποτέ από πεύκη, ψευδοτσούγκα (Εικ. 2.18) ή αντικολλητά εξωτερικής χρήσεως από ανθεκτικά

είδη. Μπορεί επίσης να είναι εμποτισμένα υπό πίεση με υδατοδιαλυτά συντηρητικά αλάτων χαλκού, βορίου και με αντιτυρικές ουσίες που το καθιστούν βραδύκαυστο υλικό.



Εικ. 2.18. Επένδυση τύπου ραμποτέ σε διάφορα προφίλ.

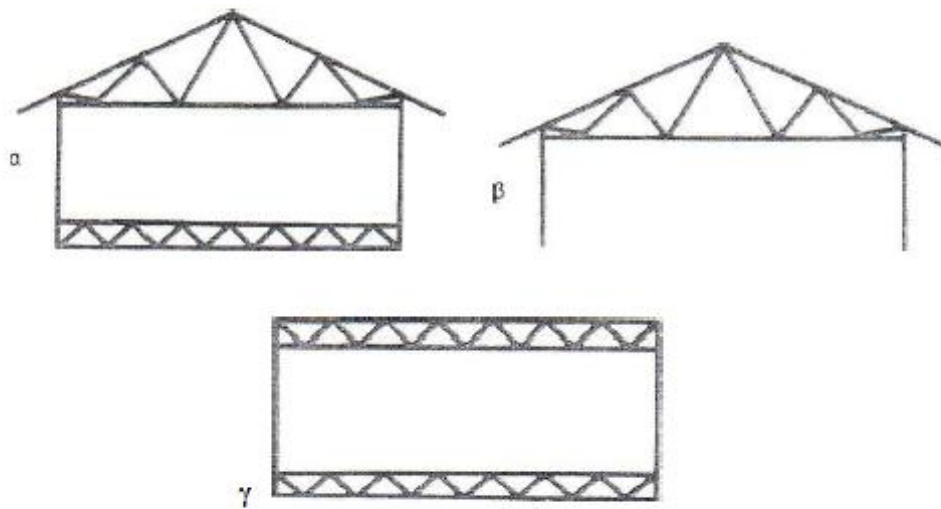
Όλα τα ξύλινα στοιχεία τα οποία αποτελούν την κατασκευή της κατοικίας συνδέονται μεταξύ τους με τα εξής υλικά σύνδεσης: καρφιά, αγκυρόβιδες, ξυλόβιδες, ηλωφόρες μεταλλικές πλάκες και λάμες συνδέσεων, τα οποία πρέπει, να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές, για να έχουν μεγάλη αντοχή.

2.7. Κατοικίες με σκελετό τύπου «Truss Framed System»

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 3α,β,γ). Δηλαδή, όλη η εγκάρσια τομή του φέροντος σκελετού του πατώματος, των εξωτερικών τοίχων και της στέγης είναι δεμένη 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 3 α,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.

2.8. 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 35m με διάμετρο 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 10 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 αειφορικής διαχείρισης.

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



Εικ. 2.19. Προκατασκευασμένη κατοικία από μπαμπού.

Μια σημαντική εφαρμογή του μπαμπού είναι: τα προκατασκευασμένα σπίτια (Εικ. 2.19). 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 πάνελ (Εικ. 2.20).



Εικ. 2.20. Κατασκευή των πάνελ.

Οι στύλοι από μπαμπού ταξινομούνται, ποιοτικά, ευθυγραμμίζονται, καθαρίζονται και αλείφονται με άμμο (Εικ. 2.21). 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. 2.21. α) Ταξινόμηση και καθαρισμός των κορμιδίων (στύλων) μπαμπού.



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



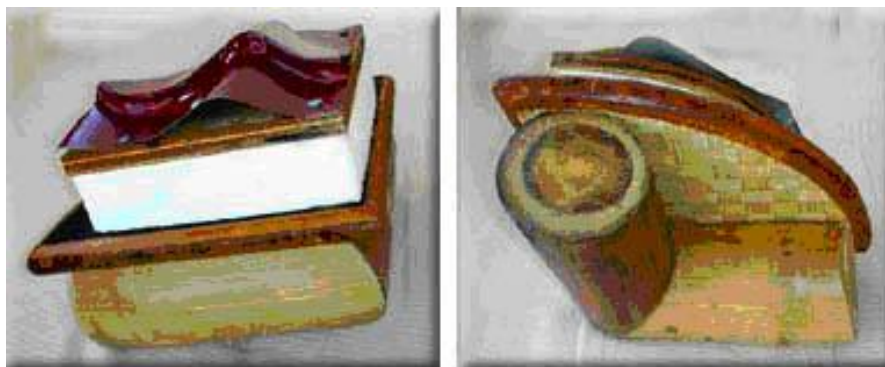
γ) Επίστρωση μυκητοκτόνου και φυσική ξήρανση

Για όλες τις συνδέσεις σκελετού, στέγης και θεμελίωσης χρησιμοποιούνται ενισχυμένες χαλύβδινες πλάκες που συνδέονται με μπουλόνια (Εικ. 2.22), για να αποκτήσει η όλη κατασκευή αντοχή σε τυφώνες, σεισμούς.



Εικ. 2.22. Συνδέσεις με ενισχυμένες χαλύβδινες πλάκες και μπουλόνια.

Για την στέγη κατασκευάζονται πάνελ 3 στρώσεων από κόντρα πλακέ (Εικ. 2.23).



α)

β)

Εικ. 2.23. 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. 2.23α). Ειδικό πάνελ 3 στρώσεων χρησιμοποιείται και για ταβάνι (Εικ. 2.23β).

Η τοιχοποιία αποτελείται από σάντουιτς τριών στρώσεων (κόντρα πλακέ, μόνωση, κόντρα πλακέ ή επιφάνεια μπαμπού) και στερεώνεται, είτε έξω από τους ορθοστάτες των μπαμπού, είτε εσωτερικά συμπεριλαμβάνοντας και αυτούς (Εικ. 2.24).



Εικ. 2.24. Τοιχοποιία κατοικίας από μπαμπού α) το πάνελ τοιχοποιίας 3 στρώσεων στερεώνεται έξω από τους ορθοστάτες μπαμπού, β) οι ορθοστάτες εσωκλείονται στο πάνελ τοιχοποιίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΧΡΗΣΕΙΣ ΞΥΛΙΝΟΥ

ΣΠΙΤΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3.1. Ξύλινα σπίτια στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα σήμερα δεν υπάρχει αναπτυγμένο πεδίο υποστήριξης της ξύλινης κατασκευής, ούτε σε μελετητικό επίπεδο, ούτε σε βιοτεχνικό, βιομηχανικό, τεχνολογικό και εργατοϋπαλληλικό. Επαναλαμβανόμενα συμβάντα αναφέρονται, κυρίως από παλινοστούντες ομογενείς, που ζητούν επίμονα ξύλινες κατασκευές έως ξύλινα κτίρια και δέχονται συμβουλές και οδηγίες από αρχιτέκτονες, μηχανικούς και κατασκευαστές πως πιο σωστό και ασφαλές είναι, να μιμηθούν την ξύλινη κατασκευή με οπλισμένο σκυρόδεμα ή έστω, εν ανάγκη, χάλυβα! Ας μην λησμονείται, εξάλλου, το γεγονός ότι η ξύλινη στέγη του κτίσματος του Πρωτάτου στις Καρυές του Αγίου Όρους με τα ανεκτίμητα, μοναδικά φρέσκα του Πανσέληνου υποκαταστάθηκε από μια μίμηση στέγης με οπλισμένο σκυρόδεμα βάζοντας σε σοβαρό κίνδυνο το μνημείο και αυτή τη στιγμή γίνεται προσπάθεια αποκατάστασής της. Το ίδιο συνέβη στην αποκατάσταση της Τράπεζας στην Ιερά Μονή του Οσίου Λουκά. Δεν υπάρχει τεχνογνωσία. Πολύ λίγοι μελετητές και αντιστοίχως λίγοι κατασκευαστές έχουν εξειδικευτεί και εξοπλιστεί για την πραγμάτωση (σε επίπεδο μελέτης ή και κατασκευής) ενός δομικού έργου με ξύλινα στοιχεία. Εδώ, δε, πρέπει, να αναφερθεί, ότι πράγματι η ενασχόληση με τη μελέτη κυρίως αλλά και με την εκτέλεση μιας σοβαρού επιπέδου και μεγέθους ξύλινης κατασκευής, παρουσιάζει κάποια χαρακτηριστικά διαφοροποίησης από την αντίστοιχη δραστηριότητα, που αφορά μια συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα, οπτοπλινθοδομή και σοβά. Η επικρατήσασα στη συμβατική κατασκευή συνήθεια ο αρχιτέκτων, μόνος, να συνθέτει λειτουργικές κατόψεις, όγκους και προσόψεις, χωρίς ιδιαίτερη ενασχόληση με τους φορείς, τις συνδέσεις, τις εγκαταστάσεις και γενικότερα τη λεπτομέρεια του δομήματος και αργότερα να παραδίδει προαποφασισθέν σύνολο στον πολιτικό μηχανικό και μηχανολόγο για τυπική επίλυση υποστυλώματος — δοκού — πλάκας και εντός της οπτοπλινθοδομής εγκαταστάσεων, δεν μπορεί να ισχύει πλέον. Ούτε υπάρχει κάποιο επίχρισμα, να καλύψει όλες τις ατέλειες, ελλείψεις, διορθώσεις και συναρμογές. Στην ξύλινη κατασκευή συνήθως ο φορέας είναι και η τελική εμφάνιση εαυτού και του δομήματος. Και ο ξύλινος φορέας δεν εξυπακούεται (όπως ένα τυπικά σύστημα δοκού —

πλάκας — υποστυλώματος οπλισμένου σκυροδέματος), αλλά σχεδιάζεται, εκάστοτε, ανάλογα με την απαίτηση, την έμπνευση, την απαιτούμενη αισθητική κλπ. Και αντίστοιχα διαφοροποιούνται οι εκάστοτε προτεινόμενες λεπτομέρειες συνδεσμολογίας, μονώσεων επικαλύψεων κ.λπ. Γίνεται, δε, προφανές, ότι η όλη υπόσταση, μορφολογία και λεπτομερειακή επεξεργασία του έργου εξαρτάται από τις πιο πάνω αποφάσεις, που δεν μπορούν, παρά να έχουν αποφασισθεί από τα αρχικά στάδια των μελετών, τόσο του αρχιτέκτονα, όσο και του πολιτικού μηχανικού (συχνότατα δε και του μηχανολόγου) σε στενή συνεργασία μεταξύ τους. Τυπικά επαναλαμβανόμενα και αναφερόμενα παραδείγματα, όπου ο μελετητής προσκομίζει στον κατασκευαστή ή και παραγωγό ξύλινων στοιχείων σκαριφήματα προθέσεων για μια ξύλινη κατασκευή αναμένοντας τη λύση, τονίζουν την επικρατούσα σύγχυση και παρεξήγηση. Υπάρχει σύγχυση ως προς την κλίμακα της ξύλινης κατασκευής. Με τη μακρόχρονη αποστασιοποίηση από την ξύλινη φέρουσα κατασκευή είναι φυσικό να έχει χαθεί η αίσθηση της κλίμακας, ως προς τις ικανότητες των διατομών, ως προς τα χαρακτηριστικά των διαφόρων φορέων, ως προς τις ιδιότητες της εκάστοτε πρέπουσας επεξεργασίας, ως προς τη λεπτομέρεια και τέλος ως προς τον αναγκαίο βαθμό της ακρίβειας στο σχεδιασμό και την πραγμάτωση της, όπου ένα λάθος αποκοπής ή διάτρησης, π.χ. ενός φορέα, δύσκολα αναστρέφεται. Δεν αμείβεται επαρκώς η μελέτη της ξύλινης κατασκευής. Με τη γενικότερη καθιερωμένη τάξη αμοιβών των μελετητών στη συμβατική κατασκευή και με τις επιπρόσθετες εκπτώσεις, που η αγορά συχνά επιβάλλει, είναι αδύνατον, να καλυφθεί η πλέον προσεκτική και διευρυμένη εργασία, η οποία απαιτείται για ένα πλήρες σύνολο μελετών, που χρειάζονται για την κατασκευή ενός σύγχρονου έργου μεσαίας ή μεγάλης κλίμακας από ξύλο. Συνέπεια αυτής της διαπίστωσης είναι, ότι μετά την έλλειψη προτύπων και εμπειρίας, την αδυναμία της υποστήριξης από την αγορά, την περιορισμένη τεχνογνωσία, η χαμηλή αμοιβή είναι ένας τελικός, καθοριστικός παράγοντας, που ωθεί τον έστω και κατ' αρχήν ενθουσιώδη μελετητή, να σκεφθεί δεύτερη φορά, εάν πρέπει να αναλάβει τον κόπο και την ευθύνη μιας τέτοιας μελέτης. Δεν υπάρχει αρκετή υποστήριξη από τους αντίστοιχους εκπαιδευτικούς φορείς. Το ξύλο και η ξύλινη κατασκευή δεν διδάσκεται ή διδάσκεται ελάχιστα στα ελληνικά ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο καθώς και στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο τα μαθήματα είναι λίγα, απευθυνόμενα κυρίως στους πολιτικούς μηχανικούς, ως μαθήματα επιλογής. Όπως γίνεται φανερό από τα μεταπτυχιακά μαθήματα του Ε.Μ.Π., σε μερικά από τα υπόλοιπα ανώτατα τεχνολογικά ιδρύματα της χώρας η ξύλινη κατασκευή δεν διδάσκεται. Κατά συνέπεια, τα προγράμματα

σπουδών στα ελληνικά ΑΕΙ είναι ανεπαρκή όσον αφορά τη διδασκαλία για το ξύλο και τις ξύλινες κατασκευές γενικότερα και αυτό αποτελεί μια μεγάλη αδυναμία.

Ήδη ολόκληρη η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει σε ισχύ νέους, σύγχρονους ενιαίους δομικούς κανονισμούς, τους Ευρωκώδικες. Ο Ευρωκώδικας 5 στο πρώτο μέρος του ορίζει τους κανονισμούς για το σχεδιασμό (Design) των ξύλινων κατασκευών, ενώ στο δεύτερο μέρος του, τους κανονισμούς για την *πυρασφαλή ξύλινη κατασκευή*. Ένα μεγάλο πλήθος Ευρωπαϊκών προτύπων στηρίζει τους Ευρωκώδικες αυτούς. Οι Έλληνες μελετητές μπορούν και πρέπει έγκαιρα, να ενημερωθούν και να εγκλιματισθούν μέσω προσωπικής προσπάθειας, βοηθημάτων, σεμιναρίων κ.ά, με το πεδίο της ξύλινης κατασκευής, όπως ήδη έχει γίνει, π.χ., στη γειτονική Ιταλία. Μια άλλη όμως σπουδαία περιοχή εφαρμογών ξύλινων κατασκευών πρέπει να αναφερθεί. Εκείνη, που αφορά την ενασχόληση με τις επεμβάσεις, αποκαταστάσεις και ενισχύσεις των πολλών, συχνά μοναδικών ιστορικών κατασκευών από ξύλο. Σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες, όπως π.χ. Γαλλία, Ιταλία, Σκανδιναβικές χώρες, Αγγλία, ιδιαίτερες σχολές συντηρούν και αναπτύσσουν την τεχνογνωσία γύρω από το αντικείμενο αυτό. Με αυτόν τον τρόπο συμβάλουν ουσιαστικά στην προσπάθεια διατήρησης και συντήρησης της πολύτιμης πολιτιστικής κληρονομιάς κάθε χώρας της Ευρώπης γενικότερα και του κόσμου ολόκληρου. Στην Ελλάδα ελάχιστα στοιχεία σε σύγκριση με τον αντίστοιχο πλούτο της παράδοσης και εμπειρίας στην όλη μεγάλη προσπάθεια αναγνώρισης, κατανόησης και συντήρησης των ιστορικών κατασκευών αφορούν την ξύλινη κατασκευή. Ελπίζουμε ότι στα επόμενα χρόνια η ανάγκη ανάπτυξης του τομέα της σύγχρονης ή και ιστορικής ξύλινης κατασκευής θα αναγνωρισθεί από το πλατύ επιστημονικό και τεχνικό κόσμο με αντίστοιχη, ισάξια και ισότιμη ως προς τη φέρουσα λιθοδομή ή το οπλισμένο σκυρόδεμα, δραστηριότητα¹².

¹² <http://www.wands.gr>

3.2. Το ξύλο ως βασικό δομικό υλικό

Επιλέγοντας το ξύλο ως βασικό δομικό υλικό, το σπίτι των ονείρων μας θα είναι πλήρως φυσικό και οικολογικό, με μεγάλη αντοχή στο χρόνο, άριστη σεισμική συμπεριφορά και εξαιρετική θερμομόνωση. Επίσης, τα ξύλινα σπίτια διακρίνονται για την ελκυστική τους αρχιτεκτονική και τον οικολογικό τους χαρακτήρα, μια και τα ξύλα, που χρησιμοποιούνται, προέρχονται από δασικά οικοσυστήματα κυρίως στη Βόρεια Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική, όπου η συνεχής δενδροφύτευση και αναδάσωση προβλέπονται από αυστηρά νομοθετήματα.

Το πιο δημοφιλές είδος ξυλείας, που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των προκατασκευασμένων σπιτιών, τουλάχιστον για την Ευρώπη, είναι η άριστης ποιότητας σκανδιναβική πεύκη (*Pinus sylvestris*). Οι ψυχρές κλιματολογικές συνθήκες, που αναπτύσσονται μέσα στα όρια του Αρκτικού κύκλου, έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ιδιαίτερα σκληρής και συμπαγούς ξυλείας, με μεγάλο ειδικό βάρος, μεγάλη μηχανική αντοχή στη σύνθλιψη και την κάμψη, με μικρή υδατοαπορροφητικότητα και με αργό ρυθμό καύσης. Οι κορμοί προέρχονται από δένδρα ηλικίας 80-120 ετών. Η προτίμηση των Ιαπώνων στα ξύλινα σπίτια αποδεικνύει την υψηλή ανθεκτικότητά τους στους σεισμούς και στα δομικά προβλήματα που προκύπτουν από αυτούς.

Η ζωή σε ξύλινο σπίτι ασκεί θετική επιρροή στην υγεία του ανθρώπου. Πρώτον, το ξύλο είναι ένα οικολογικά καθαρό υλικό, το οποίο δεν περιέχει τοξικές ουσίες για τον άνθρωπο, ενώ δεν παράγει ούτε κατά τη χρήση του βλαβερές ουσίες. Δεν συσσωρεύει ηλεκτροστατική ενέργεια, η οποία με τη σειρά της μπορεί να προκαλέσει, ως πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, συνεχή συσσώρευση σκόνης, η οποία είναι μεγάλος αλλεργιογόνος παράγοντας για τον άνθρωπο. Εξάλλου, το ξύλο διατηρεί την ευνοϊκή στάθμη υγρασίας του αέρα στο εσωτερικό, συμβάλλοντας στην πρόληψη των παθήσεων του αναπνευστικού συστήματος.

Το ξύλο είναι ένα ζωντανό υλικό. Γι' αυτό έχει ευνοϊκή βιοενεργητική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, δημιουργώντας ευνοϊκές συναισθηματικές καταστάσεις και συμβάλλοντας στη δημιουργία μιας ατμόσφαιρας θαλωφής και χαλάρωσης. Κατά γενική

ομολογία ιδιοκτητών ξύλινων σπιτιών, πουθενά δεν μπορούν να κοιμηθούν τόσο αναπαυτικά και ξεκούραστα, όπως στα ξύλινα σπίτια τους!

Τα θεμέλια που χρησιμοποιούνται στα ξύλινα σπίτια μπορούν, να είναι κάπως ελαφρύτερης κατασκευής, επειδή τα φορτία, που στηρίζονται πάνω σε αυτά, δηλαδή τα διάφορα μέρη της οικοδομής, είναι μικρότερα σε σχέση με τις συνηθισμένες κατασκευές. Επιτρέπουν έτσι και μία ευπρόσδεκτη μείωση του κόστους κατασκευής των θεμελίων της τάξης του 20-25%.

Η φωτιά είναι μία από τις μεγαλύτερες απειλές για κάθε κτίριο. Το ζητούμενο στην περίπτωση πυρκαγιάς είναι καταρχήν η διάσωση της ανθρώπινης ζωής και όχι η διατήρηση της κατασκευαστικής ακεραιότητας του κτιρίου. Είναι ευνόητο, ότι δεν υπάρχουν κατασκευές, που είναι αδιάβλητες στην πύρινη κόλαση, όπως δυστυχώς διαπιστώσαμε όλοι μας το καλοκαίρι του 2007.

Ειδικά για τα ξύλινα σπίτια, όμως, υπάρχουν και χρησιμοποιούνται με μεγάλη επιτυχία και αποτελεσματικότητα ειδικές επικαλυπτικές ουσίες, οι οποίες δεν επιτρέπουν στο ξύλο να αναφλέγεται εύκολα. Αν συγκρίνουμε τη θερμική συμπεριφορά του ξύλου με κάποιου άλλου υλικού, όπως στην περίπτωση μίας μεταλλικής κατασκευής, μπορούμε να διακρίνουμε ορισμένες βασικές διαφορές. Η ξύλινη κατασκευή ύστερα από εκτεταμένη έκθεση στη φωτιά παραμένει στατικά ανθεκτική λόγω της δομής του κορμού. Όταν π.χ. καίγεται ένας ξύλινος δοκός, προσβάλλεται μόνο η εξωτερική πλευρά του, ενώ η εσωτερική παραμένει άθικτη και συνεχίζει να αντέχει στις πιέσεις. Το μέταλλο όμως όταν θερμανθεί, λυγίζει από το ίδιο του το βάρος καταστρέφοντας έτσι όλη την κατασκευή στο σύνολό της.

Σε εργαστηριακές δοκιμές που έχουν γίνει στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Αγγλία, την Αυστρία κ.α., έχει αποδειχθεί, ότι το ξύλο για να αναφλεχθεί χρειάζεται πολύ μεγάλη εστία φωτιάς για παρατεταμένο χρονικό διάστημα και με την προϋπόθεση, ότι υπάρχει αρκετό οξυγόνο για την καύση. Το ξύλο δεν μπορεί, να αναφλεγεί αυτόνομα παρά μόνο, αν σημειωθούν θερμοκρασίες 450°-500°C, όπου ακόμα και ο χάλυβας χάνει το μεγαλύτερο μέρος από την αντοχή του. Αξίζει επίσης, να σημειωθεί, ότι λόγω κακής αγωγιμότητας του ξύλου, σε περίπτωση πυρκαγιάς ο ξύλινος τοίχος (ή το δοκάρι) δεν επιτρέπει την άνοδο της θερμοκρασίας σε γειτονικούς χώρους, στους οποίους δεν έχει εκδηλωθεί φωτιά, αποτρέποντας έτσι την αυτόματη ανάφλεξη αντικειμένων, όπως κουρτίνες και έπιπλα.

Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο είναι η απουσία επικίνδυνων τοξικών αερίων στα ξύλινα σπίτια κατά την καύση οικοδομικών υλικών, όπως συνήθως συμβαίνει σε άλλες δομικές κατασκευές, γεγονός που επιτρέπει στους παρευρισκόμενους εκείνη τη στιγμή, να εγκαταλείψουν εγκαίρως τον χώρο, χωρίς να κινδυνεύουν, να χάσουν τις αισθήσεις τους από την εισπνοή τοξικών καυσαερίων.

Τα ξύλινα σπίτια (στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα σπίτια από ολόκληρους κορμούς δέντρων, γνωστά και ως κορμόσπιτα) κατασκευάζονται με μεγάλη προσοχή στη λεπτομέρεια, με υψηλής ποιότητας υλικά και μοντέρνο σχεδιασμό, ώστε να ικανοποιήσουν και τον πιο απαιτητικό σύγχρονο αγοραστή.

Διαθέτουν εξαιρετική θερμομόνωση και αντισεισμικότητα, ενώ η αντοχή του ξύλου και η συμπεριφορά του σε περίπτωση πυρκαγιάς είναι σε κάθε περίπτωση προβλέψιμες. Το ξύλο είναι το πιο ζεστό δομικό υλικό, οπότε με τα κατάλληλα θερμομονωτικά υλικά (στην τοιχοποιία, τη στέγη και στο μεσοπάτωμα) υπάρχει απόλυτη ζέστη τον χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι με ελάχιστα έξοδα ρύθμισης και ενίσχυσης της εσωτερικής θερμοκρασίας (air condition, τζάκι κ.ά.).

Η εξήγηση είναι απλή: το ξύλο λειτουργεί ως ένας φυσικός και βιολογικός ρυθμιστής της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να δημιουργείται στο εσωτερικό του κτιρίου ένα ισορροπημένο «μικροκλίμα» και μία ευχάριστη ατμόσφαιρα, που δεν επηρεάζεται από τον καιρό, που επικρατεί στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η θερμομόνωση της κατασκευής από κορμούς δέντρων είναι 9 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το μπετόν, 700 φορές σε σχέση με το σίδηρο και 1.800 φορές σε σχέση με το αλουμίνιο. Σε έρευνες έχει αποδειχθεί ότι οι ξύλινες κατασκευές απαιτούν από 25% έως 45% λιγότερη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ή ψύξη.

Το ξύλο είναι ένα μακρόβιο υλικό. Ένα σωστά κατασκευασμένο και προστατευμένο από τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις σπίτι θα προσφέρει χαρά, προστασία και ασφάλεια στους κατοίκους του για πολλές γενιές (πάνω από 100 χρόνια τουλάχιστον). Δεν είναι τυχαίο, ότι οι αρχαίοι ελληνικοί ναοί κατασκευάζονταν στην αρχή από ξύλο, όπως πολλά στοιχεία των ναών αυτών το μαρτυρούν.

Σε πολλές χώρες, οι οποίες παράγουν ξύλο (ΗΠΑ, Βόρεια Αμερική και Βόρεια Ευρώπη), το ξύλο και τα προϊόντα του αποτελούν βασικό δομικό υλικό για την κατασκευή σπιτιών. Επίσης, είναι ενδεικτικό, ότι υπάρχουν κορμόσπιτα (σπίτια στα οποία οι τοίχοι

αποτελούνται από κορμούς δέντρων σε οριζόντια τοποθέτηση), που κατασκευάστηκαν τον 14ο αιώνα και είναι ακόμα και σήμερα κατοικήσιμα!

Σήμερα, σε ολόκληρο τον κόσμο υπάρχουν πολλά παραδείγματα, που αποδεικνύουν τη μακροβιότητα της ξύλινης κατασκευής, δηλαδή σπίτια, που έχουν διατηρηθεί σε άριστη κατάσταση για παραπάνω από έναν αιώνα. Η συντήρηση του ξύλινου σπιτιού δεν είναι έργο ιδιαίτερα δύσκολο, αλλά απαιτεί προσοχή και μεθοδικότητα από τον ιδιοκτήτη του.¹³

3.3. Δόμηση με ξύλο



Εικ. 3.1. Δομικό υλικό, ξύλο.

3.3.1. Γενικά

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό μιας ξύλινης κατασκευής και ιδιαίτερα τη σύνθεση του φέροντος οργανισμού της είναι οι εξής:

- ▶ Απαιτήσεις λειτουργίας και χρήσεως
- ▶ Αισθητικές απαιτήσεις

¹³ <http://www.ecocity.gr>

- ▮ Οι δυνατότητες μεταφοράς, συναρμολόγησης και ανέγερσης
- ▮ Η οικονομικότητα

Στους παραπάνω βασικούς παράγοντες σχεδιασμού πρέπει, να προστεθούν τέσσερις ακόμη συντελεστές, που λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό της ξύλινης κατασκευής και που εξαρτώνται από τη ποιότητα και τη μορφή του υλικού, που έχουμε στη διάθεσή μας.

- ▮ Οι (ενδογενείς) δυνατότητες, που έχει κάθε συγκεκριμένη μορφή, για να καλύψει ένα δεδομένο άνοιγμα και να φέρει τα δεδομένα φορτία.
- ▮ Ο διαθέσιμος εξοπλισμός για τη μεταφορά, συναρμολόγηση, και ανέγερση κυρίως των βασικών φορέων της κατασκευής.
- ▮ Οι δυνατότητες γεφύρωσης, που έχουν τα υλικά, που θα χρησιμοποιηθούν, για να διαμορφώσουν τις οριζόντιες επιφάνειες της κατασκευής (πέτωμα στέγης, σανίδωμα πατώματος κλπ),
- ▮ Οι δυνατότητες, που μας προσφέρει η μορφή του φέροντος οργανισμού (και κατ' επέκταση ολόκληρου του κτιρίου), για να εξασφαλισθεί η απαραίτητη ακαμψία της κατασκευής.

Τύποι ξυλείας στη δόμηση

Ανάλογα με την προέλευσή της, η ξυλεία χωρίζεται σε:

- ▮ *σκληρή ξυλεία*, που προέρχεται από πλατύφυλλα δένδρα.
- ▮ *μαλακή ξυλεία*, που προέρχεται από κωνοφόρα δένδρα.

Προτιμάται λόγω διαθεσιμότητας και μεγάλων μηκών, κυρίως ξυλεία κωνοφόρων δέντρων, π.χ. πεύκα.

Φυσικό ξύλο

Στρογγυλή ξυλεία:

- ▮ Το ξύλο του κορμού χρησιμοποιείται αυτούσιο ως ξύλινος κύλινδρος.
- ▮ Χρησιμοποιείται για ηλεκτροφόρους στύλους, πασσάλους, ιστούς πλοίων.

Πελεκητή ξυλεία:

- ▶ Το ξύλο του κορμού ορθογωνίζεται πρόχειρα.
- ▶ Χρησιμοποιείται σε απλές κατασκευές (κυρίως για στέγες).

Πριστή ξυλεία:

- ▶ Προκύπτει από τους κορμούς, που πριονίζονται σε τετραγωνικές ή ορθογωνικές διατομές.

Χαρακτηριστικά δομικής ξυλείας

- ▶ Ο τρόπος κοπής καθορίζει την κατεύθυνση των ινών του ξύλου και το σχήμα των ρόζων.
- ▶ Τεχνικό χαρακτηριστικό του ξύλου είναι η *ανισοτροπία* του, δηλ. να έχει διαφορετική συμπεριφορά κατά τη διεύθυνση των ινών σε σύγκριση με τη διεύθυνση την κάθετη προς τις ίνες του.

Τύποι ξυλείας ανάλογα με τις διαστάσεις:

- ▶ Σκουρέτα 1,0-1,2cm
- ▶ Μισόταβλες 1,8-2,0cm
- ▶ Τάβλες ή σανίδες 2,5-10cm
- ▶ Ποντισέλια 3-4cm
- ▶ Πόντοι 4-5cm
- ▶ Παχοσανίδες ή μαδέρια: 5-7cm
- ▶ Καδρόνια ορθογώνιας ή τετραγωνικής διατομής: Συνήθεις διαστάσεις διατομών 20x26 ή 30cm
- ▶ Πριστή ξυλεία: συνήθη μήκη 4-6m

Το ξύλο στο εμπόριο

Ελληνικής προέλευσης

- ▶ Έλατο, χρησιμοποιείται κυρίως ως οικοδομική ξυλεία, καυσόξυλα κ.α.
- ▶ Πεύκο, χρησιμοποιείται κυρίως ως οικοδομική ξυλεία, ξυλεία εμποτισμού, κ.α.
- ▶ Οξιά, χρησιμοποιείται κυρίως στην επιπλοποιία και ως καυσόξυλο.
- ▶ Ελιά, χρησιμοποιείται κυρίως ως καυσόξυλο και σε τορνευτά.
- ▶ Καρυδιά, χρησιμοποιείται για επιπλοποιία και επενδύσεις, θεωρείται από τα πιο ακριβά.
- ▶ Καστανιά, χρησιμοποιείται σπάνια ως δομικό υλικό (δοκοί κ.α.).
- ▶ Μαύρη πεύκη, άριστο ξύλο που χρησιμοποιείται κυρίως σε επικολλητή ξυλεία, ξυλεία εμποτισμού και σε ξυλοκατασκευές.

Ευρωπαϊκής προέλευσης

- ▶ Οξιά, χρησιμοποιείται ευρέως στην επιπλοποιία και στην κατασκευή δαπέδων και πάγκων.
- ▶ Δρυς, χρησιμοποιείται στη ναυπηγική, στη βιομηχανία επίπλων και παρκέτων.
- ▶ Καρυδιά, χρησιμοποιείται για έπιπλα και επενδύσεις.
- ▶ Σουηδικό πεύκο, αποτελεί το κυριότερο οικοδομικό υλικό.
- ▶ Έλατο, χρησιμοποιείται ευρέως στην οικοδομική ξυλεία και σε ξυλοκατασκευές εσωτερικές.

Αμερικανικής προέλευσης

- ▶ Πιτς Πάιν (Pitch pine), χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, κυρίως για κουφώματα, στη ναυπηγική, στα ελαφρά πατώματα και στην επένδυση τοίχων (ραμποτέ).

- ▶ Όρεγκον Πάιν (Oregon pine) , χρησιμοποιείται σε βαριές οικοδομικές κατασκευές, δοκάρια και στέγες.

Εισαγόμενη ξυλεία από Αφρικανικές χώρες

- ▶ Iroko, χρησιμοποιείται ευρέως για δάπεδα, επιπλοποιία.
- ▶ Teak, χρησιμοποιείται σε ειδικές κατασκευές.
- ▶ Niangon, εφαρμόζεται για εξωτερική και εσωτερική χρήση, για πατώματα και για ναυπηγικές εργασίες και σε κουφώματα.

Σχεδιασμός ξύλινης κατασκευής

- ▶ Πριν δημιουργηθούν τα διάφορα επίπεδα (πατώματα, εξώστες, δώματα) και οι στέγες, διαστρώνονται τα επιφανειακά δομικά στοιχεία, όπως είναι οι σανίδες, τα μαδέρια, τα κόντρα-πλακέ, τα πάνελ, οι λαμαρίνες και τα κεραμίδια. Τα στοιχεία αυτά στηρίζονται σε πλέγμα γραμμικών ξύλινων στοιχείων.
- ▶ Η ικανότητα κάθε δομικού επιφανειακού στοιχείου, να γεφυρώνει μια ορισμένη απόσταση για ένα ορισμένο φορτίο, καθορίζει τον εμβάτη του πρώτου κάναβου της διαδοκίδωσης της ξύλινης κατασκευής.
- ▶ Η ικανότητα των οριζοντίων γραμμικών στοιχείων (δοκοί, δοκίδες, τεγίδες), να φέρουν ένα ορισμένο φορτίο για ένα ορισμένο άνοιγμα, δίνουν τον δεύτερο και μεγαλύτερο εμβάτη για τον κάναβο των υποστυλωμάτων της κατασκευής.
- ▶ Τα ξύλινα στοιχεία συνδέονται, είτε μεταξύ τους, είτε με άλλα μέλη του κτίσματος, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ακαμψία της κατασκευής στις οριζόντιες παραμορφώσεις. Αυτό μπορεί, να επιτευχθεί και με τη βοήθεια πρόσθετων στοιχείων ή με τη δημιουργία διαφραγμάτων πάνω στα επίπεδα, που πρέπει, να προστατευτούν από τις παραμορφώσεις.

3.3.2. Εφαρμογές ξύλινων κατασκευών



Εικ. 3.2. Ξύλινες κατασκευές.

Οι ξύλινες κατασκευές εφαρμόζονται κυρίως στην κατασκευή εξοχικής κατοικίας σε ορεινές κατά κύριο λόγο περιοχές, σε προκατασκευές και σε μικρότερης κλίμακας κατασκευές, όπως είναι τα σπιτάκια κήπου κλπ. Στο εξωτερικό έχουν κατασκευαστεί πολυώροφα ξύλινα κτίρια για ξενοδοχειακή κυρίως χρήση αλλά και για την κατασκευή κύριας κατοικίας.

Στάδια κατασκευής

Ενδεικτική κατασκευή ξύλινου σπιτιού από σκανδιναβική πεύκη

- ⇒ Για την κατασκευή ξύλινων φινλανδικών σπιτιών χρησιμοποιείται ξυλεία φινλανδικού πεύκου. Οι κορμοί, που χρησιμοποιούνται, μπορούν, να είναι στρογγυλοί, τετράγωνοι, τετράγωνοι επικολλητοί, αμερικανικού τύπου, πλανισμένοι και αντικολλητοί.
- ⇒ Η στέγη μπορεί, να είναι με εμφανή ή όχι δοκάρια, με κεραμίδι, ασφαλτοκεράμιδο ή μεταλλική επικάλυψη. Αρχικά τοποθετούνται οι δοκοί, κατόπιν η επένδυση οροφής και το φράγμα υγρασίας, η

μόνωση και η αδιάβροχη μεμβράνη, το σύστημα εξαερισμού, οι σανίδες οροφής και τα κεραμίδια.

- ⇒ Τα κουφώματα κλείνουν με αεροστεγές σφράγισμα σιλικόνης.
- ⇒ Τα πατώματα μπορούν να είναι ξύλινα, ωστόσο δεν αποκλείεται η χρήση άλλων συμβατικών υλικών.
- ⇒ Για την τοιχοποιία εφαρμόζονται διπλοί τοίχοι με ασφαυτόπανο ενδιάμεσα, μόνωση-πετροβάμβακας και κατόπιν το ξύλο, το οποίο μπορεί, να συνδυαστεί με σοβά, γυψοσανίδα ή πέτρα.
- ⇒ Η τοποθέτηση των κορμών γίνεται σύμφωνα με το σχέδιο κατασκευής. Η μόνωση εφαρμόζεται ανάμεσα στα ξύλα και οι κορμοί συνδέονται μεταξύ τους με ξύλινες ράβδους. Η κατασκευή στερεώνεται με ανοξείδωτες ντίζες, που τοποθετούνται σε προκαθορισμένα σημεία.
- ⇒ Η κατασκευή γίνεται εξ' ολοκλήρου από εξειδικευμένα συνεργεία της κατασκευάστριας εταιρείας.

Ηχομόνωση

Όσο αυξάνεται το πάχος του κορμού, αυξάνεται και η ηχομόνωση. Το σύνηθες πάχος κορμού, που χρησιμοποιείται στις κατοικίες, έχει ηχομόνωση 35db, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα αύξησης των διαστάσεων (120x170mm., 145x170mm) με αποτέλεσμα η ηχομόνωση να φθάνει τα 60 db, προδιαγραφή που ικανοποιεί ακόμη και τις απαιτήσεις ξενοδοχείων. Κατά την κατασκευή των ενδιάμεσων ορόφων εφαρμόζεται και η κατάλληλη μόνωση, ενώ το ίδιο γίνεται και στην τοιχοποιία, όπου εφαρμόζονται ειδικά πάνελ, που ταιριάζουν αισθητικά με τους κορμούς. Η ηχομόνωση, που συνήθως έχουν τα παράθυρα αυτής της κατασκευής, είναι 38db, σε περίπτωση που τοποθετηθούν διπλά τζάμια.

Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα:

- Το ξύλο είναι το πιο φιλικό στο περιβάλλον δομικό υλικό
- Είναι ανανεώσιμο, φυσικό οργανικό υλικό
- Είναι αισθητικά ασυναγώνιστο, με μεγάλη ποικιλία χρωμάτων, υφής, σχεδίασης
- Δίνει αίσθημα ζεστασιάς στην αφή και στην όραση
- Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του
- Είναι μονωτικό στη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό
- Έχει καλές ακουστικές ιδιότητες
- Η κατεργασία του γίνεται με μικρή κατανάλωση ενέργειας
- Είναι εύκολη η σύνδεσή του
- Δεν ρυπαίνει το περιβάλλον
- Δεσμεύει μεγάλες ποσότητες άνθρακα

Μειονεκτήματα:

- Ως βιολογικό υλικό, έχει μεταβλητή δομή και η ποιότητά του επηρεάζεται από κληρονομικούς παράγοντες, αλλά και από το περιβάλλον της αύξησής του
- Είναι υγροσκοπικό υλικό
- Είναι ανισότροπο υλικό
- Καίγεται σχετικά δύσκολα
- Σαπίζει

3.3.3. Συντήρηση ξύλινου σπιτιού

Σε γενικές γραμμές στο ξύλινο σπίτι πρέπει, να εφαρμόζεται βερνίκι ανά 5-6 χρόνια, ενώ οι απαιτήσεις αυξάνονται, όταν βρίσκεται σε παραθαλάσσια περιοχή.

Αερισμός

Ο αερισμός αποτελεί βασική προϋπόθεση τήρησης των προδιαγραφών υγιεινής του εσωτερικού χώρου και διατήρησης των υλικών σε καλή κατάσταση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Με το σωστό αερισμό εμποδίζεται η συγκέντρωση υγρασίας και η δημιουργία μικροοργανισμών, που προκαλούν το σάπισμά του ξύλου, ενώ ο αερισμός των θερμομονωτικών υλικών εμποδίζει την απορρόφηση υγρασίας.

Η ξύλινη επιφάνεια γενικά απαιτεί βερνίκωμα ανά 4-5 χρόνια. Η αντοχή της ξύλινης κατασκευής επηρεάζεται από το κλίμα της περιοχής και τους μικροοργανισμούς ενώ, όπως είναι γνωστό, πολλοί διατηρούν επιφυλάξεις για την ασφάλεια της κατασκευής σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Η παθολογία και η προστασία του ξύλου

Το ξύλο πρέπει να προστατεύεται από την σήψη, τους μικροοργανισμούς και την φωτιά. Επίσης, πρέπει, να ελέγχεται, όταν εκτίθεται σε ακραίες καταστάσεις ατμοσφαιρικών συνθηκών.

Η σήψη

Η σήψη προκαλείται από χαμηλές μορφές φυτικής ζωής, γνωστές ως *σηπτικοί μύκητες* που η τροφή τους είναι το ξύλο. Η ανάπτυξη των μυκήτων αυτών βασίζεται σε τέσσερις παράγοντες: την επαρκή υγρασία, τον αέρα, την ευνοϊκή θερμοκρασία και την τροφή. Αν εξαφανίσουμε έναν από αυτούς τους παράγοντες, δεν μπορεί, να παρουσιασθεί στο ξύλο η σήψη.

Συνήθως ο πιο εύκολα ελεγχόμενος παράγοντας στα κτίρια είναι η υγρασία. Η έλλειψη αέρα, επίσης, εμποδίζει την σήψη. Γι' αυτό, οι ξύλινοι πάσσαλοι διαφόρων κατασκευών θα αντέξουν για πολύ καιρό, εάν το έδαφος ή το νερό τα έχει τελείως καλύψει, αποκλείοντας έτσι τον αερισμό τους. Βαθιά θαμμένο ξύλο σήπεται πολύ αργά.

Ξύλα θαμμένα σε άργιλο υπολογίσθηκαν να έχουν ηλικία 100.000 ετών και είναι ακόμα σε πολύ καλή κατάσταση.

Οι μύκητες ευδοκιμούν σε ένα πλατύ φάσμα θερμοκρασιών, αλλά αναπτύσσονται καλύτερα στους 27°C περίπου. Σε χαμηλές θερμοκρασίες αδρανούν, αλλά επανακτούν δραστηριότητα με την αύξηση της θερμοκρασίας. Κατά την αποξήρανση του ξύλου σε κλίβανο οι ψηλές θερμοκρασίες σκοτώνουν τους μύκητες ($\theta > 60^{\circ}\text{C}$). Αλλά το ξύλο μπορεί να ξαναπροσβληθεί εάν εκτεθεί σε ευνοϊκές για τη σήψη συνθήκες. Όταν οι συνθήκες αυτές δεν μπορούν να αποφευχθούν, η σήψη μπορεί να προληφθεί με την επεξεργασία του ξύλου με διάφορα συντηρητικά. Αυτό κάνει το ξύλο τοξικό στους μύκητες, χωρίς κίνδυνο για τους ανθρώπους και τα ζώα. Έτσι οι μύκητες δεν βρίσκουν «τροφή».

Το σομό ξύλο στερείται αντίστασης στη σήψη, αλλά το εγκάρδιο ξύλο μερικών ειδών έχει πολύ καλή αντίσταση, επειδή κατά τον σχηματισμό των κυττάρων του έχουν αποθηκευθεί φυσικά συντηρητικά. Μερικοί μύκητες πάλι ενεργοποιούνται μόνο σε ζωντανά δένδρα. Μόλις το δένδρο κοπεί η περιοχή σήψης παύει να επεκτείνεται.

Έντομα και θαλάσσιοι οργανισμοί

Οι ξύλινες κατασκευές μπορούν, να προσβληθούν επίσης από τερμίτες και μερικά άλλα ξυλοφάγα έντομα. Αυτό αντιμετωπίζεται με προφυλαγμένη κατασκευή. Οι τερμίτες των οποίων μερικά μικρόσωμα είδη υπάρχουν και στην Ελλάδα, έρχονται συνήθως μέσα από το έδαφος, οπότε ένα προσεκτικό «φράγμα» από υλικά, όπως το μπετόν ή τα μέταλλα, μεταξύ του εδάφους και της κατασκευής, θα την προφυλάξουν αποτελεσματικά. Επίσης, τα αποτελεσματικά συντηρητικά εναντίον της σήψης είναι γενικά αποτελεσματικά και εναντίον των εντόμων.

Το ξύλο, ακόμα, προσβάλλεται από μερικούς θαλάσσιους οργανισμούς. Αποτελεσματική προστασία μπορεί να επιτευχθεί με τον υψηλό διαποτισμό με πίεση του ξύλου με συντηρητικά. Γι' αυτό σε θαλασσινές ξυλοκατασκευές προτιμάμε την χρήση ξυλείας πεύκου εμποτισμένου με άλατα χαλκού-βορίου ή τα τροπικά είδη ξύλου Iroko, Azobē και Wenge.

3.3.4. Το ξύλο στην πυρκαγιά

Η εξέλιξη της τεχνολογίας των δομικών υλών και κατασκευών τα τελευταία χρόνια επέτρεψε τη χρήση δομικών στοιχείων, που αποτελούνται και από μη άκαυστα υλικά (εύφλεκτα). Αποφασιστική σημασία έχει η μηχανική του αντίσταση στη φωτιά. Κατά την δεκαετία του 1960 αποδείχθηκε, ότι το μη καιόμενο υλικό, δεν είναι κατ' ανάγκη και το ασφαλέστερο. Την αρχή αυτή την δέχτηκε η κτιριοδομία για την αντιμετώπιση της πυρκαγιάς, με αποτέλεσμα να διαμορφωθούν και ανάλογα οι διάφοροι οικοδομικοί κανονισμοί.

Από το 1965 οι νέοι αγγλικοί οικοδομικοί κανονισμοί δέχονται την χρήση δομικών υλικών που καίγονταν, αλλά υποδεικνύουν συγκεκριμένα κριτήρια, κανόνες και μεθόδους χρήσεως και ελέγχου. Η εμπειρία απέδειξε, ότι ορισμένες μεταλλικές κατασκευές, που δεν καίγονται, μπορεί, να καταρρεύσουν στη διάρκεια της πυρκαγιάς απότομα, γι' αυτό και η παλαιότερη παρατήρηση, ότι ξύλινοι φέροντες οργανισμοί καιόμενοι αυτοπροστατεύονταν μέχρι και να αυτοσβεσθούν, όταν σβήσουν και οι φλόγες, διατηρώντας συγχρόνως όλες τις ιδιότητες αντοχών τους στα μη καμένα τμήματα, αποδείχθηκε σωστή στην πράξη.

Τα τελευταία 30 χρόνια στην Βόρεια Αμερική και σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες συνεχείς πειραματισμοί πάνω σε φορείς από μέταλλο, ξύλο ή σύνθετο ξύλο και μπετόν, διαμόρφωσαν μια σαφή εικόνα της συμπεριφοράς αυτών των υλικών στην πυρκαγιά.

Εφόσον πρώτιστο ρόλο στην πυρκαγιά παίζει η ασφάλεια της ζωής των ανθρώπων και των αγαθών τους, ο πρώτος παράγων, που έχει σημασία, είναι η διατήρηση της αντοχής των φερόντων στοιχείων ενός κτιρίου κατά τη διάρκεια της φωτιάς για ένα ικανό διάστημα.

Για να γίνει αντιληπτό, γιατί το ξύλο συμπεριφέρεται τόσο καλά στην πυρκαγιά, είναι απαραίτητο, να αναφερθούν μερικές ιδιότητες του υλικού, που το ξεχωρίζουν από τα άλλα δομικά υλικά.

3.4. Σχεδιασμός

Οι οικίες ξύλου, στην αντίληψη των περισσότερων, είναι το κλασικό Φινλανδικό ξύλινο σπίτι με κορμούς δένδρων και αυτό συνήθως μέσα στα χιόνια. Αυτό είναι αληθές για το κλασικό παραδοσιακό Φινλανδικό σπίτι και αποτελεί ένα μόνον τύπο από τους πολλούς των οικιών ξύλου.

Στην πραγματικότητα, οι οικίες ξύλου είναι κατασκευές οι οποίες προσαρμόζονται και ακολουθούν:

- την σύγχρονη τεχνολογία κάθε εποχής,
- την μόδα, νέες τάσεις, design κάθε εποχής και περιοχής.

Αν δεν παρατηρείται κάτι τέτοιο στην Ελληνική αγορά, αυτό οφείλεται στην έλλειψη ενημέρωσης και παρουσίασης των δυνατοτήτων των οικιών ξύλου. Βέβαια, αφού στον κάθε πρώην έμπορο αυτοκινήτων, λαχανικών και πουλερικών του επιτρέπεται να εμπορεύεται και να κατασκευάζει 'οικίες ξύλου' λογικό είναι...

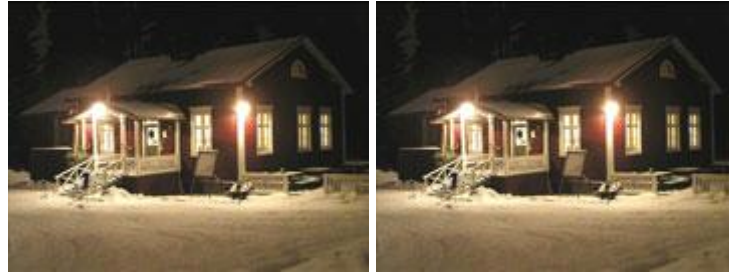
Αν λοιπόν επεκταθούμε λίγο πιο πέρα από τον ελληνικό χώρο, θα δούμε, υπέρ-σύγχρονες και μοντέρνες κατασκευές με αρχιτεκτονικά της εποχής μας, σύγχρονο design, με το δικό τους 'στυλ' γούστο και φινέτσα.

Όσον αφορά στο design, υπάρχουν διάφορες κατηγορίες, που η κάθε μία έχει τα δικά της ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ.

Συνεπώς, βλέπουμε, ότι το ξύλο χάρη στην επιστήμη, που ονομάζεται «τεχνολογία ξύλου», είναι δομικό υλικό, το οποίο μπορεί, να μας δώσει κάθε επιθυμητή κατασκευή. Δηλαδή, δεν είναι ΜΟΝΟ ΤΟ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΩΝ ΦΙΝΛΑΝΔΙΚΩΝ ΟΙΚΙΩΝ και ξύλινο σπίτι δεν σημαίνει μόνο κατοικία με κορμούς δένδρων μέσα στο δάσος.



Εικόνα 3.3. Παραδοσιακό Αρκτικό ή Φινλανδικό σπίτι με ολόσωμους κορμούς δένδρων.



Εικόνα 3.4. Κλασικό ξύλινο σπίτι, Αμερικάνικου και κεντρικής Ευρώπης τύπου.



Εικόνα 3.5. Προσαρμοσμένες οικίες ξύλου στην τοπική αρχιτεκτονική.



Εικόνα 3.6. Μοντέρνα και μεικτές κατασκευές.



Εικόνα 3.7. Υπερ-μοντέρνα, φουτουριστική.



Εικόνα 3.8. Μεγάλες σύγχρονες κατασκευές ξύλου, όπως εκθεσιακά κέντρα.

3.5. Φινίρισμα

3.5.1. Εισαγωγή

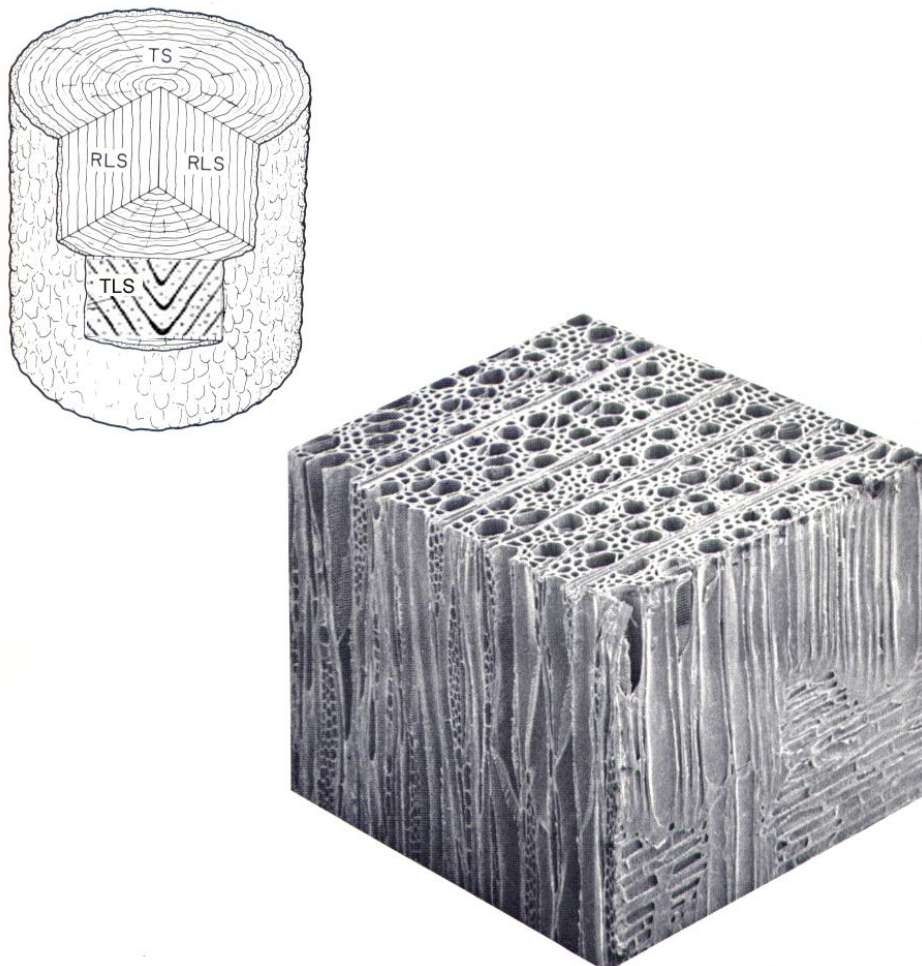
Το ξύλο είναι οικολογικό προϊόν αειφορικής διαχείρισης. Είναι προϊόν ζεστό, μονωτικό, δεν οξειδώνεται, διαθέτει αισθητική υπεροχή, έχει εντυπωσιακή μηχανική αντοχή και ελαστικότητα σε σχέση με το βάρος του, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, με αντοχή στη φωτιά, όταν έχει μεγάλες διαστάσεις, με τεράστιες δυνατότητες αξιοποίησης. Η φύση παράγει το ξύλο δεσμεύοντας CO₂ από την ατμόσφαιρα. Το ξύλο είναι πηγή ενέργειας. Η κατεργασία του είναι εύκολη και τα υπολείμματα αξιοποιούνται χωρίς να ρυπαίνουν το περιβάλλον. Ας μη ξεχνάμε, ότι η φύση δουλεύει 50 και 100 χρόνια, για να παραχθεί η ξυλεία του πεύκου και του έλατου, του κέδρου και του κυπαρισσιού, 500 και 1000 χρόνια για να παραχθεί η ξυλεία της σεκόγιας (*red wood*). Όποιος ζει σε ξύλινο σπίτι, απολαμβάνει τη ζεστασιά και το άρωμα του ασύγκριτου αυτού υλικού.

Το ξύλο έχει όμως και μειονεκτήματα.

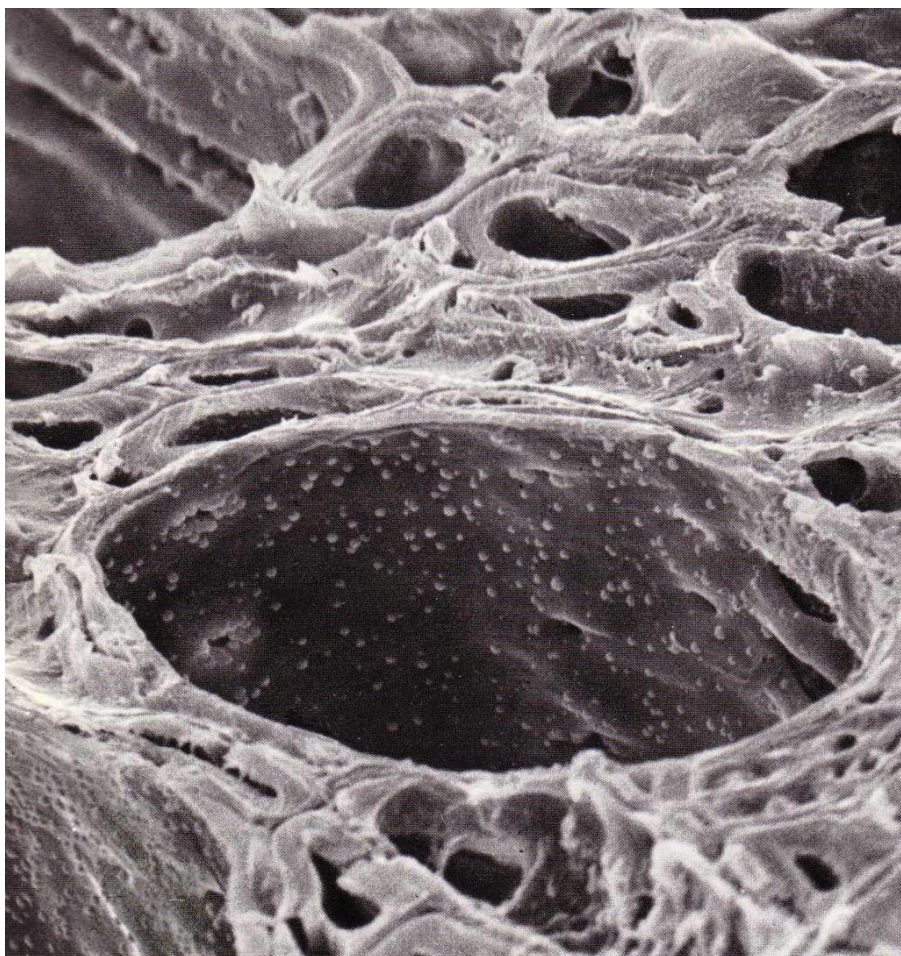
- Είναι *υγροσκοπικό υλικό* δηλ. προσλαμβάνει υγρασία από την ατμόσφαιρα και διογκώνεται και αποβάλλει υγρασία και ρικνώνεται. Η πρόσληψη και η αποβολή υγρασίας είναι πολλαπλάσια (20 φορές μεγαλύτερη) στην αξονική κατεύθυνση, δηλ. από τις εγκάρσιες τομές (σόκορα) σε σχέση προς την πλευρική (ακτινική και εφαπτομενική) κατεύθυνση. Η λεπτομέρεια αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία για τα εξωτερικά κουφώματα. Στις Εικόνες 3.9. και 3.10. θαυμάζει κανείς σε τεράστιες μεγεθύνσεις την εσωτερική αρχιτεκτονική του ξύλου, όταν το βλέπει στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και

ερμηνεύει την πολυπλοκότητα της δομής του ξύλου, καθώς και τις διόδους αξονικής και εγκάρσιας πρόσληψης και αποβολής υγρασίας, δηλ. τα κύτταρα, τις μικρές οπές επικοινωνίας των κυττάρων μεταξύ τους (βοθρία και διατρήσεις). Είναι, επίσης, *ανισότροπο υλικό*, δηλ. τόσο η δομή του, όσο και η μηχανική αντοχή του και οι ιδιότητές του, διαφέρουν στις διάφορες κατευθύνσεις μέσα στη μάζα του.

- Καίγεται και προσβάλλεται από έντομα, μύκητες και άλλους μικροοργανισμούς.
- Η σωστή χρήση του προϋποθέτει γνώση των ιδιοτήτων του, της δομής του, της χημικής του σύστασης, καθώς και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του.



Εικόνα 3.9. Εγκάρσια και πλευρικές τομές σε πλατύφυλλο



Εικόνα 3.10. Εγκάρσια τομή σε οξιά – αγγεία (X.3.600)

Υπάρχουν πάνω από 2000 είδη δένδρων, από τα οποία οι επιστήμονες έχουν δημιουργήσει 2500 προϊόντα. Πολλά από αυτά είναι δομικά προϊόντα ξύλου, δοκιμασμένα επί αιώνες, όπως αποδεικνύεται από ανασκαφές Μινωικής εποχής στο Ακρωτήριο της Σαντορίνης, για τα οποία οι μηχανικοί, οι εργολάβοι και τεχνίτες, που τα χρησιμοποιούν, πρέπει, να συνεργάζονται με τους επιστήμονες ξύλου, που τα γνωρίζουν.

Τα ξύλο είναι 1700 φορές πιο μονωτικό από το αλουμίνιο, 380 φορές από το χάλυβα, 15 φορές από το μπετόν, ενώ απαιτείται ελάχιστη ενέργεια για την παραγωγή του. Αυτό είναι το ξύλο ως υλικό!

Οι αρχαίοι Έλληνες κατασκεύαζαν τις στέγες των ναών από κυπαρίσσι και κέδρο. Δημιούργησαν από την Μινωική εποχή και παλαιότερα (δηλ. πάνω από 3.500 χρόνια) ξύλινη αρχιτεκτονική, η οποία ανθεί σήμερα σε ευρωπαϊκές χώρες. Στο Μουσείο της Ακρόπολης σώζονται μέχρι σήμερα τα ξύλινα εμπόλια (ξύλινοι πίροι), με τα οποία με ταυτόχρονη μολυβδοχόηση, ο Ικτίνος και ο Καλλικράτης συνέδεαν τα επί μέρους τμήματα των κιόνων (δηλ. τους σφονδύλους) του Παρθενώνα. Ένα από τα επτά θαύματα του

αρχαίου κόσμου, το χρυσελεφάντινο άγαλμα του Διός με ύψος 12,40m, ήταν από ξύλο εβένου, που δημιούργησε ο μεγάλος γλύπτης Φειδίας (440-430 π.Χ.) και συντηρείτο επί αιώνες με κεδρέλαιο μέχρι να το καταστρέψει η αρρωστημένη μανία των Χριστιανών τον 4ο αι. μ.Χ. Τόσο άφθαρτο είναι το ξύλο αν γνωρίζει κανείς να το χρησιμοποιεί και να το συντηρεί!

Εμείς σήμερα δυστυχώς ταυτίζουμε το ξύλο με κάτι το φθαρτό, το ξύλινο, γι 'αυτό και πολλά από τα παράνομα κτίσματα είναι πρόχειρα και ξύλινα. Εμείς χρησιμοποιούμε το ξύλο ως δομικό υλικό, κυρίως στο να καλουπώνουμε το μπετόν, με το οποίο πνίξαμε τις πόλεις και τα χωριά μας. Λόγοι συμφέροντος και κέρδους στο μπετόν και στο μέταλλο επέβαλαν την πολιτική αυτή. Δεν είναι τυχαίο, ότι στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία της ICAP για το 2006, τα κουφώματα αλουμινίου κατέχουν το 74% της αγοράς, τα ξύλινα το 15% και τα συνθετικά το 11% και αυτά, όταν η πρώτη ύλη του αλουμινίου, ο βωξίτης εξαντλείται το 2050 (Τσουμής 1991), για την εξόρυξή του αποψιλώνονται δάση και είναι το πλέον ρευματοβόρο υλικό, αφού για την παραγωγή του καταναλώνεται το 5% της συνολικής ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

Είναι όμως γεγονός, ότι μπορούμε, να εξαλείψουμε ή να περιορίσουμε πολλά από τα μειονεκτήματά του εφαρμόζοντας διάφορους χειρισμούς, όπως:

α) εμποτισμό με διάφορες χημικές ουσίες και έλαια, που το καθιστούν υλικό με σταθερές διαστάσεις, βραδυφλεγές ή απρόσβλητο από μύκητες και έντομα,

β) άτμιση, που το απολυμαίνει, το κάνει πιο όμορφο και το καθιστά πιο ευκατέργαστο και με πλαστικότητα,

γ) ξήρανση, που του προσδίδει διαστασιακή σταθερότητα,

δ) θερμική τροποποίηση και χημική τροποποίηση, που βελτιώνουν πολλές ιδιότητες, όπως μείωση της υγροσκοπικότητάς του, αύξηση της μηχανικής και φυσικής του αντοχής κ.α.

Για την ελάττωση της υγροσκοπικότητας και των διαστασιακών μεταβολών του ξύλου έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι, που κύρια περιλαμβάνουν εισαγωγή χημικών ουσιών στη μάζα του. Μια κατηγορία τέτοιων ουσιών είναι οι υδροαπωθητικές (υδρόφοβες) ουσίες (*water repellents*), όπως ρητίνες, έλαια, παραφίνες. Οι ουσίες αυτές εισάγονται μέσα στο ξύλο με εμποτισμό με αποτέλεσμα η εξωτερική και η εσωτερική επιφάνεια του ξύλου, να μετατρέπεται από υδρόφιλη σε υδρόφοβη. Από τις ουσίες αυτές η παραφίνη προσδίδει υδρόφοβες ιδιότητες στο ξύλο, ενώ η ρητίνη χρησιμεύει κυρίως για

την εξασφάλιση κάποιου δεσμού με το ξύλο. Ένα τυπικό υδρόφοβο οργανικό διάλυμα περιέχει ρητίνη σε ποσοστό 10-15% και παραφίνη σε ποσοστό 0,5-1% σε οργανικό διαλύτη. Στο διάλυμα μπορεί, να προστεθούν και άλλες ουσίες, όπως μυκητοκτόνες, εντομοκτόνες και χρωστικές ουσίες.

3.5.2. Σταθερότητα διαστάσεων ξύλου σε χρήση

Όταν το ξύλο υποστεί μια πρώτη ξήρανση και έλθει σε ισορροπία με τις συνθήκες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας), στη συνέχεια σε κάθε μεταβολή των συνθηκών του περιβάλλοντος, μεταβάλλονται και οι διαστάσεις του ξύλου, αλλά σε μικρότερα μεγέθη σε σχέση με την πρώτη ξήρανση. Με άλλα λόγια, μετά την πρώτη ξήρανση, το ξύλο εμφανίζει μια μειωμένη μεταβλητότητα των διαστάσεων (δηλ. μειώνεται η υγροσκοπικότητα του ξύλου), την οποία εκτιμούμε με το άθροισμα της ακτινικής και εφαπτομενικής μεταβολής, που προκαλείται, όταν με σταθερή τη θερμοκρασία στους 25°C μεταβάλλουμε τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας από το 60% στο 90% και αντίστροφα. Οι συνθήκες αυτές ανταποκρίνονται στα δεδομένα των φυσικών μεταβολών, που υφίστανται οι κατασκευές ξύλου κατά τη χρήση τους. Δεν υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της ρίκνωσης κατά την ξήρανση του ξύλου και της μεταβολής των διαστάσεων κατά τη χρήση του ξύλου σε κατασκευές. Ένα ξύλο, που παρουσιάζει μεγάλη ρίκνωση κατά την ξήρανση, μπορεί, να εμφανίζει μικρή μεταβολή διαστάσεων στη συνέχεια. Το φαινόμενο της μείωσης της υγροσκοπικότητας του ξύλου μετά την πρώτη ξήρανση λέγεται *υστέρηση* και οφείλεται στη μείωση των ιόντων υδροξυλίου της κυτταρίνης και λιγνίνης, που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της πρώτης ξήρανσης. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο αριθμός των διαθέσιμων υδροξυλίων στην επόμενη πρόσληψη υγρασίας.

Το φαινόμενο αυτό δεν εμφανίζεται με την ίδια ένταση σε όλα τα ξύλα, γιατί εξαρτάται από την πυκνότητα, τη δομή και τη χημική σύσταση του ξύλου. Ο χαρακτηρισμός της μεταβολής των διαστάσεων του ξύλου σε κάθε μεταβολή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας, φαίνεται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί:

Πίνακας 2. Ποσοστό μεταβολής διαστάσεων

Μεταβλητότητα διαστάσεων	Ποσοστό μεταβολής διαστάσεων
ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ	Κάτω του 2%
ΜΙΚΡΗ	2- 2,9%
ΜΕΤΡΙΑ	3-4,5%
ΜΕΓΑΛΗ	πάνω από 4,5%

Με βάση τα παραπάνω κατατάσσουμε τα σπουδαιότερα είδη ξύλων, που χρησιμοποιούμε στην Ελλάδα σε κλίμακα μεταβλητότητας διαστάσεων μετά την πρώτη ξήρανση (κλίμακα διαστασιακής σταθερότητας ξύλου σε χρήση), όπως δείχνει ο Πίνακας 3 που ακολουθεί.

Πίνακας 3. Μεταβλητότητα διαστάσεων των βασικότερων ξύλων σε χρήση

Μεταβλητότητα Διαστάσεων	Είδος ξύλου
ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ (κάτω του 2%)	<i>Έβενος Αφρικής, Ελιά, Έβενος του Μακασάρ, Ire (ironwood), Padauk african (πάρα πολύ μικρή μεταβολή διαστάσεων, κατάλληλο για υποδαπέδια θέρμανση), Αχλαδιά (Pyrus communis, κατάλληλο για όργανα ακριβείας, μουσικά όργανα), Pine yellow (white pine), Rengas (Borneo rosewood), South American Cedar (Brazilian cedar. Δεν είναι πραγματικός κέδρος), Tata Juba (bagasse. Είναι πολύ σταθερό),</i>
ΜΙΚΡΗ (κάτω του 3%)	<i>Δρυς ευρωπαϊκή, Ασπρο δεσποτάκι Αυστραλίας (όχι το πραγματικό), Ιτιά, Καρυδιά Αμερικής, Καστανιά Αμερικής, Καστανιά ευρωπαϊκή, Κλήθρα, Λεύκη καναδική, Οξιά Ιαπωνίας, Πλάτανος ο ευρωπαϊκός, Ιπποκαστανιά, Ianoba, Κυπαρίσσι, Douglas fir (Oregon pine), Έβενος, Feijo (jenny wood), Tiama, Zebrawood (Goncalo alves), Gum red American (red gum), Tsuga (Hemlock western), Framire (Idigno), Iroko, Kaki (Japanese ebony), Λάρικα (ευρωπαϊκή και ιαπωνική), Ρείκι (Arbutus, Madrona), Mahogany african (Khaya, είναι το πραγματικό mahogany)), Mahogany american (Swietenia ..), Makore, Σφένδαμος, Marblewood, Meranti, Merbaw, Moabi, muninga, Ayous (Obeche, wawa, samba), Opepe (bilinga), Padauk Andaman, Padauk Burma, Pecan, Pitch pine, Πλάτανος ο ευρωπαϊκός (παράγει το Lacewood: διακοσμητικός καπλαμάς), Prima vera, Purplewood (violetwood), Red beech (Nothofagus fusca. Δεν είναι πραγματική οξιά), Red tulip oak (Δεν είναι πραγματική δρυς), Rosewood Brazilian, Rosewood Honduras, Rosewood Indian, Sassafras, Satine, Satinwood, Sequoia</i>

	(<i>Californian redwood</i>), <i>Silver ash</i> (Όχι φράζος), <i>Silver beech</i> (Όχι οξιά), <i>Siris Yellow</i> , <i>Southern white cedar</i> (<i>chamaecyparis thyoides</i>), <i>Ερυθρελάτη Ιαπωνίας</i> (<i>Spruce Japanese</i>), <i>Spruce Sitca</i> , <i>Tasmanian Myrtle</i> (Όχι πραγματική Μυρτιά), <i>Tawa</i> , <i>Teak</i> , <i>Tulipwood Brazilian</i> , <i>Vinhatico</i> , <i>Virginian pensil cedar</i> (<i>Juniperus virginiana</i>), <i>Καρυδιά Αμερικής</i> (<i>Juglans nigra</i>), <i>Wenge</i> , <i>Western red cedar</i> (<i>Thuja plicata</i>), <i>Whitewood american</i> (<i>Poplar</i>), <i>Ιτιά</i> , <i>Yellow cedar</i> , <i>Ίταμος</i> (<i>Yew: Taxus baccata</i>), <i>Zebrano</i> .
ΜΕΤΡΙΑ (3-4,5%)	<i>Δασική Πεύκη</i> (Σουηδικό ξύλο), <i>Δρυς Αμερικής λευκή</i> (κατεργάζεται πιο εύκολα από την Ευρωπαϊκή δρυ), <i>Δρυς Αμερικής κόκκινη</i> (δεν είναι κατάλληλη για εξωτερικές χρήσεις), <i>Δρυς Ιαπωνίας</i> , <i>Ελάτη</i> , <i>Ερυθρελάτη</i> , <i>Καρυδιά η ευρωπαϊκή</i> , <i>Καρυδιά Ν. Αμερικής</i> , <i>Κέδρος Λιβάνου</i> , <i>Κέδρος Άτλαντος</i> , <i>Κερασιά Αμερικής</i> , <i>Κερασιά η ευρωπαϊκή</i> , <i>Κερασιά Ιαπωνίας</i> , <i>Λευκή ελάτη</i> , <i>Λεύκη η ευρωπαϊκή</i> , <i>Οξιά Αμερικής</i> , <i>Ορεινή σφένδαμος</i> (<i>Maple rock</i>), <i>Σφένδαμος Ιαπωνίας</i> , <i>Φτελιά η λευκή</i> , <i>Katie</i> , <i>Φτελιά</i> , <i>Okoume</i> (<i>Gaboon</i>), <i>Jarra</i> (<i>Eucalyptus marginata</i>), <i>Lignum vitae</i> (<i>Ironwood: Το πιο βαρύ ξύλο, με πυκνότητα 1,23 gr/cm3</i>), <i>Τήλιο ή φλαμούρι</i> (<i>Lime European</i>), <i>Bete</i> (<i>Mansonia</i>), <i>Mutenye</i> (<i>benge</i>), <i>New Guinea walnut</i> , <i>Niangon</i> , <i>Kosipo</i> (<i>Omu</i>), <i>Peroba rosa</i> , <i>Peroba white</i> .
ΜΕΓΑΛΗ (πάνω από 4,5%)	<i>Γάυρος</i> , <i>Οξιά η ευρωπαϊκή</i> , <i>Azobe</i> (<i>Ekki</i>), <i>Αρκουδοπούρναρο</i> (<i>Holly, Ilex spp.</i>), <i>Γάυρος</i> (<i>Hornbean European: Carpinus betula</i>), <i>Ivorywood red</i> , <i>Keruing</i> , <i>Olea east African</i> , <i>Ramin</i> , <i>Rata</i> (<i>Metrosideros robusta</i> , <i>New Zealand Ironwood</i> , <i>Rewarewa</i> (<i>New Zealand honeysuckle</i>), <i>Sen</i> (<i>Πολύ μεγάλη μεταβλητότητα διαστάσεων</i>), <i>Sterculia brown</i> , <i>StinKwood</i> (<i>Laurel</i>)

Ο Πίνακας 3 μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο οδηγό για τη σωστή αξιοποίηση των διαφόρων ειδών ξύλου. Απαιτείται όμως προσοχή, διότι κάθε φορά πρέπει, να συνεκτιμώνται και άλλοι παράγοντες ανάλογα με το είδος της κατασκευής και τις συνθήκες του περιβάλλοντος, στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί η κατασκευή. Π.χ. για κατασκευή μιας πεζογέφυρας σε εξωτερικό χώρο με εναλλαγές υγρασίας και θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας πρέπει, να επιλεγούν είδη ξύλων, που έχουν μεγάλη πυκνότητα, μεγάλη μηχανική αντοχή, αντοχή σε προσβολές εντόμων και μυκήτων και διαστασιακή σταθερότητα. Τέτοια ξύλα είναι τα τροπικά σιδερόξυλα, με πυκνότητα γύρω στο 1 g/cm³ και από αυτά τα πιο κατάλληλα είναι το Ipē, το Azobe, το Iroko. Για υποδαπέδια θέρμανση σε σπίτια κατάλληλο είναι μεταξύ των άλλων ειδών και το Padauk African με πυκνότητα 0,72 g/cm³ και πάρα πολύ μικρή μεταβλητότητα των διαστάσεων (είδος με πολύ μεγάλη διαστασιακή σταθερότητα).

Για να αντιληφθούμε την πρακτική σημασία του θέματος, θα αναλύσουμε το ακόλουθο παράδειγμα:

Έστω ότι κατασκευάζουμε κουφώματα στην περιοχή Αττικής από σουηδικό ξύλο (δασική πεύκη), το οποίο ξηράθηκε κανονικά στο 10-12%. Για την Αττική οι ακραίες τιμές ισοδυνάμου υγρασίας μέσα στο έτος, είναι περίπου 8% το καλοκαίρι και 14% το χειμώνα, δηλ. εάν ξηράνουμε το ξύλο της πεύκης με φυσικό τρόπο στην ύπαιθρο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, αυτό θα αποκτήσει τελική υγρασία 8%, ενώ, εάν το ξηράνουμε το χειμώνα, θα αποκτήσει 14%. Με βάση τον πίνακα 1 η μεταβλητότητα διαστάσεων της δασικής πεύκης είναι μέση, δηλ. 3-4,5%. Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι το συνολικό πλάτος 100cm μιας εξωτερικής πόρτας, για ακραίες μεταβολές σχετικής υγρασίας από 60% σε 90% με σταθερή τη θερμοκρασία στους 25°C θα μπορούσε να υποστεί μια μεταβολή διαστάσεων κατά 3 έως 4,5cm. Οι μεταβολές όμως αυτές των καιρικών συνθηκών είναι ακραίες αλλά και αν τυχόν λάβουν χώρα δεν παραμένουν σταθερές για μεγάλο χρονικό διάστημα, ώστε να προλάβει το ξύλο να ισορροπήσει στις συνθήκες αυτές και να αποκτήσει σταθερές διαστάσεις. Το πιθανότερο είναι, εάν αφήσουμε την πόρτα χωρίς καμία προστασία (χωρίς φινιρίσμα), ότι θα έχουμε μια μεταβολή των διαστάσεων κατά 5-10mm. Η μεταβολή αυτή, θα είναι ακόμη μικρότερη, εάν οι επιφάνειες του ξύλου έχουν παράλληλα νερά (ακτινική τομή), σχεδόν το μισό της μεταβολής, που θα πάθαινε το ίδιο ξύλο με όχι παράλληλα νερά (εφαπτομενική τομή). Αυτό όμως δεν γίνεται, γιατί τα κουφώματα υφίστανται βαφή με συντηρητικά έλαια, βερνίκια ή ριπολίνες, που μονώνουν το ξύλο από το περιβάλλον, δηλ. εμποδίζουν ή περιορίζουν την αυξομείωση της υγρασίας του ξύλου με την μεταβολή των καιρικών συνθηκών. Συνεπώς, με την προϋπόθεση, ότι έχουμε ξηράνει το ξύλο αρχικά στο 8-10%, το μέγεθος της μεταβολής των διαστάσεων εξαρτάται αποκλειστικά από τη μέθοδο φινιρίσματος. Είναι επίσης γεγονός, ότι η παλιά μέθοδος βαφής των κουφωμάτων με ριπολίνες παρείχαν καλύτερη προστασία στην κατασκευή, από ότι πολλά από τα σύγχρονα υλικά προστασίας και επικάλυψης των κουφωμάτων, όταν αυτά δεν χρησιμοποιούνται σωστά. Και αυτό διότι η συμπίεση του κόστους επιβάλλει την γρήγορη διαδικασία φινιρίσματος.

3.5.3. Προβλήματα των ξύλινων κατασκευών

Θα μπορούσαμε, να εντοπίσουμε δύο κατηγορίες προβλημάτων, που σχετίζονται με τις ξύλινες κατασκευές στο μεσογειακό περιβάλλον:

Στην πρώτη κατηγορία έχουμε τα προβλήματα, που δημιουργούνται από τη φύση της πρώτης ύλης και ειδικότερα:

- Το πρόβλημα της υγροσκοπικότητας του ξύλου και της ρίκνωσης – διόγκωσης που ακολουθεί την αποβολή και πρόσληψη υγρασίας και μάλιστα σε διαφορετικά μεγέθη προς τις διάφορες κατευθύνσεις. Αποτέλεσμα αυτής της ιδιαιτερότητας του ξύλου είναι, ότι προκαλούνται μεταβολές των διαστάσεων πάχους, πλάτους, μήκους των επιμέρους στοιχείων σε διαφορετικά ποσοστά, που με τη σειρά τους υποβαθμίζουν τις κατασκευές.
- Το πρόβλημα της προσβολής του ξύλου από μύκητες, που προκαλούν σήψη ή μεταχρωματισμό και από έντομα που σαρακώνουν τις κατασκευές και τις υποβαθμίζουν.
- Σημαντικό πρόβλημα είναι επίσης η δυσκολία του ξύλου ως υλικού. Για να το χρησιμοποιήσει κανείς σωστά, πρέπει, να το γνωρίζει καλά. Δεν είναι λίγα τα ξύλα και τα προϊόντα ξύλου, που χρησιμοποιούνται. Το καθένα έχει τις ιδιαιτερότητές του και απαιτεί διαφορετικό χειρισμό κατεργασίας, συντήρησης, βαφής. Ωστόσο, η εφαρμογή της προηγμένης τεχνολογίας στην κατεργασία του ξύλου εξασφαλίζει πλήρη εφαρμογή, στεγανότητα και μηχανική αντοχή σε καταπονήσεις.

Στη δεύτερη κατηγορία έχουμε τα προβλήματα, που δημιουργούνται από το μεσογειακό κλίμα, το οποίο μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή, αλλά και στον ίδιο τόπο χρονικά λαμβάνουν χώρα απότομες μεταβολές καιρικών φαινομένων με βροχή, αέρα, ήλιο ακόμη και την ίδια ημέρα. Οι παράγοντες υποβάθμισης αλλάζουν επίσης στις κατασκευές, που εκτίθενται σε παραθαλάσσιο περιβάλλον. Η θαλάσσια αύρα υποβαθμίζει τις ξύλινες κατασκευές με την υψηλή υγρασία και τα άλατα που περιέχει. Οι κλιματικές συνθήκες στην Ελλάδα είναι πιο δύσκολες από αυτές, που επικρατούν στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη σε ότι αφορά την υποβάθμιση των ξύλινων κατασκευών και την γήρανση του ξύλου.

Όλα αυτά τα προβλήματα απαιτούν ειδικούς χειρισμούς και τεχνολογίες, τόσο στην κατεργασία, όσο και στο φινίρισμα, αλλά και στο σχεδιασμό των κατασκευών και των κατοικιών.

3.5.4. Η εφαρμοζόμενη τεχνολογία στην Ελλάδα

Ο κλάδος ξύλινων κατασκευών στη χώρα μας είναι δραστήριος και αποτελεσματικός παρά τον αθέμιτο ανταγωνισμό, που δέχεται από τα οργανωμένα συμφέροντα των ανταγωνιστικών υλικών αλουμινίου, μετάλλου και πλαστικών. Όπως είπαμε όμως, οι ξύλινες κατασκευές καλύπτουν μόνο το 15% της συνολικής παραγωγής στη χώρα μας. Το φαινόμενο αυτό είναι κυρίως αποτέλεσμα αθέμιτου ανταγωνισμού από την πλευρά των μεγάλων εταιρειών αλουμινίου και μετάλλου, αλλά οφείλεται σε κάποιο ποσοστό και σε σφάλματα στο φινίρισμα, που γίνονταν κυρίως στο παρελθόν, αλλά μέχρι ένα ποσοστό γίνονται και σήμερα.

Πιο συγκεκριμένα, αρκετοί κατασκευαστές παραδίδουν τις ξύλινες κατασκευές κατεργασμένες με πολύ καλό τρόπο και με άριστο υλικό, αλλά μέχρι το στάδιο της λείανσης, δηλ. χωρίς την προληπτική τελική συντήρηση και βαφή. Αυτό είναι μεγάλο λάθος για τους ακόλουθους λόγους:

Το ατελές φινίρισμα του ξύλου έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση των μειονεκτημάτων του ξύλου ως υγροσκοπικού και ανισότροπου υλικού, δηλ. στο παράθυρο και την εξωτερική πόρτα με κακό φινίρισμα, μετά από λίγα χρόνια σπάει το υλικό επικάλυψης (βαφής), το ξύλο προσλαμβάνει υγρασία και σιγά-σιγά μεταχρωματίζεται (σκουραίνει τοπικά), διογκώνεται και ρικνώνεται, σαπίζει και υποβαθμίζεται, σφίγγει (σφηνώνει) το χειμώνα και χαλαρώνει το καλοκαίρι. Αυτός είναι ένας λόγος, για τον οποίο κάποιοι καταναλωτές προτιμούν το κούφωμα αλουμινίου από το ξύλινο, παρότι γνωρίζουν, ότι το ξύλο είναι βιολογικό υλικό, θερμομονωτικό και υπερέχει αισθητικά. Αυτό το δεδομένο εκμεταλλεύεται και η ανταγωνιστική διαφήμιση από την πλευρά του αλουμινίου. Η σωστή προσέγγιση είναι, ότι το ξύλο πρέπει, να φεύγει από το εργοστάσιο παραγωγής πλήρως έτοιμο, συντηρημένο και βαμμένο και με εγγύηση 10ετούς διάρκειας, όπως αναλύεται στη συνέχεια. Πολλές οργανωμένες μονάδες έχουν κερδίσει την αγορά παράγοντας σωστές και εγγυημένες κατασκευές, γιατί ακολουθούν τη σωστή τεχνολογία κατεργασίας, συντήρησης και βαφής, η οποία πολύ περιληπτικά έχει ως εξής:

- Γίνεται επιλογή των κατάλληλων ξύλων για εξωτερικές κατασκευές, όπως Iroko, Meranti, Niangon, δρυς, πεύκο. Το ξύλο επιλέγεται ως προς την ποιότητά του, ξηραίνεται με τεχνητό τρόπο στο 8 έως 10% και μετατρέπεται σε τρικολλητό με χρήση κόλλας εξωτερικών εφαρμογών.

- Ακολουθείται η γνωστή σύγχρονη διαδικασία κατεργασίας με χρήση μηχανημάτων ακριβείας με τις σωστές συνδέσεις, διπλές πατούρες κλπ.
- Ακολουθεί συναρμολόγηση και λείανση. Τέλος, εφαρμόζεται η συντήρηση και βαφή (εφαρμογή επικαλύψεων) κυρίως με ακρυλικά βερνίκια εξωτερικής χρήσεως ή ακρυλικές λάκες εξωτερικής χρήσεως, σε τρία στάδια:

A. Για τα βερνίκια (κυρίως στα ξύλα Iroko, Niangon, δρυ)

1^ο στάδιο: Έγχρωμο υδροδιαλυτό μυκητοκτόνο συντηρητικό εμποτισμού.

2^ο στάδιο: Αστάρι βερνικιού με εμβάπτιση ή με πιστόλι βαφής. Τα σόκορα και οι αρμοί με πηγάκια αλείφονται με αλοιφή σφράγισης των πόρων.

3^ο στάδιο: Εφαρμογή του κυρίως υδροδιαλυτού ακρυλικού βερνικιού, το οποίο είναι ελαστικό, ανθεκτικό στις εξωτερικές συνθήκες με διάφορα πρόσθετα, όπως αλκύδια, οξειδία του σιδήρου για προστασία από UV ακτινοβολία, με πρόσθετα πολουρεθανικής διασποράς και άλλων ρητινών για αντοχή σε χτυπήματα και στο χαλάζι κ.α. Για επιπρόσθετη προστασία από γρατζουνιές και χημικά και για κατασκευές δίπλα στη θάλασσα μπορεί, να εφαρμοσθεί πάνω από το ακρυλικό βερνίκι και άχρωμο βερνίκι πιστολιού δύο συστατικών πολουρεθάνης.

B. Για την ακρυλική λάκα (κυρίως στα ξύλα πεύκου, Meranti)

1^ο στάδιο: Λευκό υδροδιαλυτό μυκητοκτόνο εμποτιστικό, που δρα και ως μονωτικό.

2^ο στάδιο: Αστάρι λάκας (γεμιστικό) ακρυλικό υδροδιαλυτό πιστολιού, με το οποίο τα νερά του ξύλου καλύπτονται πλήρως. Το αστάρι μπορεί, να χρωματιστεί.

3^ο στάδιο: Υδροδιαλυτή ακρυλική καλυπτική λάκα εξωτερικής χρήσεως με UV δράση σε διάφορα χρώματα.

Αν πάμε πίσω στη δεκαετία του '60 του '50 και πιο πίσω στην περίοδο του μεσοπολέμου, το μοναδικό υλικό βαφής των ξύλινων κατασκευών ήταν η *λαδομπογιά* (ριπολίνη) και το αποτέλεσμα ήταν καλύτερο. Υπήρχαν οι μπογιατζήδες, που γνώριζαν καλά την τεχνική βαφής, που εν συντομία ήταν η εξής: Μετά τη λείανση περνιόταν ένα ή δύο χέρια λινέλαιο, ακολουθούσε άλλο χέρι λινέλαιο σε μίξη με σκόνη τσίγκου (σκόνη αλουμινίου), λίγο διαλυτικό και προσθήκη λίγου στεγνωτικού. Την επόμενη μέρα

περνιόταν η λευκή βελατούρα με πινέλο, η οποία κόλλαγε καλά στην επιφάνεια του ξύλου λόγω του τσίγκου. Μετά το στέγνωμα ακολουθούσε σε δύο χέρια η τελική βαφή λαδομπογιάς αραιωμένης με νέφτι στο επιθυμητό χρώμα. Η τεχνική αυτή είναι πολύ αποτελεσματική και μεγάλης διάρκειας. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός, ότι ακόμη και σήμερα σώζονται εξωτερικές ξύλινες κατασκευές, που βάρθηκαν με τον τρόπο αυτό πριν από 40 και 50 χρόνια.

Οι μέθοδοι που περιγράφηκαν συνοπτικά και αναλύονται στις λεπτομέρειές τους από τις κατασκευαστικές εταιρείες, είναι πολύ καλές, δοκιμασμένες, αποτελεσματικές, αποτελούν πορίσματα μακρών ερευνητικών εφαρμογών. Οι μέθοδοι αυτές παρέχουν απόλυτη προστασία, για δεκάδες χρόνια. Δεν αντιμετωπίζουν όμως καίρια την άμεση επίδραση καιρικών φαινομένων (βροχή, ήλιος, αέρας, χαλάζι, χιόνι), ειδικά σε παραθαλάσσιες κατασκευές. Και αυτό διότι η επέμβασή μας είναι κυρίως επιφανειακή και σε μικρό βάθος 1-2mm μέσα στο ξύλο. Συνεπώς, στα σημεία, που η υγρασία, το νερό της βροχής, το χιόνι παραμένουν σε μίξη με τη σκόνη, την κάπνα και τους διαφόρους ρύπους, όπως στις τραβέρσες, στις εγκάρσιες τομές (τα άκρα), στα πηγάκια, τους νταμπλάδες, εκεί τα πράγματα δυσκολεύουν, διότι μετά από 5-6 χρόνια το φιλμ της επικάλυψης θα σπάσει και το ξύλο τοπικά θα εκτεθεί σε επαφή με τη βροχή και τον αέρα. Στο σημείο αυτό, εάν δεν επέμβουμε με συντήρηση της εξωτερικής κατασκευής, αρχίζει η σταδιακή υποβάθμιση με μεταχρωματισμό, διόγκωση – ρίκνωση και μετά από πολλά χρόνια ραγάδωση, σήψη. Πού βρίσκεται η λύση;

Εδώ προτείνεται ειδικός χειρισμός στα ξύλινα κουφώματα μετά την τελική κατεργασία μορφοποίησης, με εμποτισμό ελαίων και συντηρητικών ξύλου σε μεγαλύτερο βάθος 5 και 10mm πριν την εφαρμογή των επικαλύψεων βερνικιών ή λάκας ή ριπολίνης. Μια τέτοια διαδικασία απαιτεί ειδική εγκατάσταση θαλάμου ή κυλίνδρου μέσα, στην οποία τοποθετείται η κατασκευή αμέσως μετά τη συναρμολόγηση και λείανση. Το πρόγραμμα εμποτισμού γίνεται με κατάλληλο συνδυασμό κενού και πίεσης και θερμοκρασίας, ανάλογα με το επιδιωκόμενο βάθος εμποτισμού, τη συγκράτηση του εμποτιστικού και το είδος του ξύλου. Μετά από τον εμποτισμό με έλαια ακολουθούν το 2ο και 3ο στάδιο που περιγράψαμε παραπάνω, με τη δυνατότητα εφαρμογής προγράμματος ψεκασμού πάλι σε περιβάλλον κενού σε ειδική εγκατάσταση. Η εφαρμογή του 2ου και 3ου σταδίου επικαλύψεων απαιτεί ειδικό χειρισμό πρόσθετων για την επιτυχή συγκόλληση των υλικών επικάλυψης (βερνίκι, λάκα) με το υποκείμενο εμποτισμένο με λάδια ξύλο.

3.6. Γενικές πληροφορίες για τα ξύλινα σπίτια

3.6.1. Προστασία σε περίπτωση πυρκαγιάς

Η αντοχή και η συμπεριφορά του ξύλου σε περίπτωση πυρκαγιάς είναι προβλέψιμες. Σε εργαστηριακές δοκιμές, που έχουν γίνει σε διάφορες χώρες, όπως Αμερική, Αγγλία, Αυστρία κι άλλες, καθώς και έρευνες που έγιναν σε καμένα σπίτια, έχει αποδειχθεί, ότι το ξύλο είναι δύσκολο, να αναφλεγεί, δηλαδή χρειάζεται πολύ μεγάλη εστία φωτιάς για παρατεταμένο χρονικό διάστημα και με προϋπόθεση, ότι υπάρχει αρκετό οξυγόνο για την καύση. Χωρίς την παρουσία πηγής φλογών ή κάποια παρατεταμένη προθέρμανση, το ξύλο δεν μπορεί, να αναφλεγεί αυτόνομα παρά μόνον, αν φθάσει σε θερμοκρασίες 450°C - 500°C, θερμοκρασία, που ο χάλυβας χάνει το μεγαλύτερο μέρος από την αντοχή του. Το μπετόν με την επίδραση της θερμότητας χάνει την αντοχή του, αλλά και τα σίδερα μέσα του χάνουν την αντοχή τους, διαστέλλονται, ρηγματώνουν το μπετόν και στη συνέχεια συστέλλονται με αποτέλεσμα την δημιουργία κενών μεταξύ μπετόν και σίδηρου. Συνεπώς το αποτέλεσμα είναι η κατάρρευση ή η ακαταλληλότητα της κατασκευής για περαιτέρω χρήση. Όταν το ξύλο αναφλεγεί, καίγεται αργά με ταχύτητα απανθράκωσης 0,67 του χιλιοστού ανά λεπτό, χωρίς να χάνει την αντοχή του απότομα και γρήγορα, όπως συμβαίνει με το χάλυβα, αλλά αργά σταδιακά ανάλογα με τη μείωση της διατομής του και καθώς είναι κακός αγωγός της θερμότητας, οι ξύλινες κατασκευές, δίπλα στις εστίες φωτιάς, παραμένουν αναλλοίωτες διατηρώντας τις αντοχές τους. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός, ότι στο ξύλο με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και η αντοχή του λόγω της μείωσης της εσωτερικής υγρασίας του. Επίσης, σημαντικό είναι ότι, όταν εκλείψουν εξωτερικά πηγές υψηλής θερμοκρασίας, η καύση αυτοπεριορίζεται. Ειδικές επαλείψεις του ξύλου με εμποτιστικά υλικά μπορούν, να αυξήσουν ακόμα περισσότερο την αντοχή του στη φωτιά. Το συμπέρασμα είναι, ότι σε περίπτωση πυρκαγιάς, μία ξύλινη κατασκευή, θα διατηρεί την αντοχή της ανάλογα με το πάχος του κάθε ξύλου, που έχει παραμείνει άκαυτο, συνεπώς με μία λείανση των καμένων επιφανειών ή αντικατάσταση των καμένων ξύλων, η κατοικία μπορεί, να συνεχίσει να χρησιμοποιείται χωρίς κανένα πρόβλημα.

3.6.2. Αντισεισμική προστασία

Η επιλογή ξύλινων κατασκευών, που κάνουν οι κατεξοχήν σεισμογενείς χώρες π.χ. Ιαπωνία, αποτελεί απόδειξη των πλεονεκτημάτων των ξύλινων σπιτιών στη συμπεριφορά τους κατά τη διάρκεια του σεισμού και στην αντιμετώπιση των προβλημάτων, που προκύπτουν από αυτούς. Το πολύ μικρό βάρος των ξύλινων κατασκευών σε συνδυασμό με τον υψηλό βαθμό ελαστικότητάς τους έχει ως αποτέλεσμα, να κάνει πιο ήπια τα δυναμικά της ταλάντωσης του κτιρίου, συνεπώς είναι πάρα πολύ δύσκολο, να καταρρεύσουν. Ο τελευταίος αλλά σημαντικός παράγοντας, που πρέπει, να συνυπολογιστεί, είναι, ότι σε περίπτωση κατάρρευσης ξύλινου σπιτιού, το ξύλο αποδεικνύεται ασφαλέστερο υλικό, επειδή είναι ελαφρύτερο από οποιοδήποτε άλλο.

3.6.3. Θεμελίωση και στατική

Η αλληλουχία της στήριξης ενός οικοδομήματος είναι οι πλάκες, που στηρίζονται στα δοκάρια και τα δοκάρια με τη σειρά τους στις κολώνες. Το ξύλινο σπίτι ακολουθεί την ίδια στατική λογική με τη διαφορά, ότι όλα τα στοιχεία είναι ξύλινα. Η θεμελίωση των ξύλινων κατασκευών είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα (επενδυμένο με πέτρα, εμφανή τούβλα) ή λιθοδομή ή οποιοδήποτε άλλο αποδεκτό υλικό. Το βάρος των ξύλινων κατοικιών είναι πολύ μικρότερο από ότι μιας συμβατικής κατασκευής, γι' αυτό και δεν απαιτείται ιδιαίτερα ενισχυμένη θεμελίωση ακόμα και σε ασθενή εδάφη. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής βάσεως με υπόγειο σύμφωνα πάντα με την οικοδομική άδεια. Όσον αφορά στη στατική των ξύλινων κατοικιών, τις αντοχές σε βάρος των κομματιών, που ασκούνται σε αυτές, όπως η ανεμοπίεση και βάρος χιονιού, ελέγχονται από ειδικό στατικό πρόγραμμα σε H/Y με αποτέλεσμα την απόλυτη ασφάλεια.

3.6.4. Θερμομόνωση

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 100m² περίπου θα έρθει στο εσωτερικό του στην επιθυμητή θερμοκρασία των 22°C με εξωτερική θερμοκρασία 0...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 περισσότερο 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. 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...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. Τα θερμαντικά σώματα, που προτείνονται, είναι οι θερμοπομποί.

3.6.5. Ηχομόνωση

Ο μικρότερος κορμός με πάχος 95x170mm, που χρησιμοποιείται στις κατοικίες, έχει ηχομόνωση 35db. Όσο αυξάνουμε το πάχος του κορμού π.χ. 120x170mm, 135x170mm, κ.λ.π. αυξάνεται και η ηχομόνωση, που μπορεί, να υπερκαλύψει απαιτήσεις ξενοδοχείων και καταλυμάτων, που η ηχομόνωση πρέπει, να είναι 39...60db ανάλογα της φύσης των χώρων, που περικλείει ο τοίχος. 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.

3.6.6. Συντήρηση

Οι κορμοί της τοιχοποιίας εμποτίζονται με ειδικά χημικά, ακίνδυνα για τον άνθρωπο που σκοπό έχουν την προστασία τους από τους μύκητες, έντομα κ.α. Τα υπόλοιπα τμήματα του σπιτιού εμποτίζονται με ανάλογο προστατευτικό υγρό. Αργότερα, με την αποπεράτωση της κατασκευής περνάμε το σπίτι με ειδικό βερνίκι εμποτισμού εσωτερικής-εξωτερικής χρήσης εξωτερικά, αλλά και εσωτερικά, αν το επιθυμούμε. Αυτή είναι η μόνη προστασία, που χρειάζονται τα ξύλινα σπίτια. Τα βερνίκια αυτά με την πάροδο του χρόνου απορροφούνται από το ξύλο, με αποτέλεσμα μετά από τρία έως επτά χρόνια, (ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες), που θα χρειαστεί ένα πέρασμα μόνο εξωτερικά για συντήρηση, δεν χρειάζεται, να ξύσουμε τις επιφάνειες, αλλά το περνάμε χωρίς προεργασία με πινέλο ή οποιοδήποτε άλλο τρόπο. Τα βερνίκια αυτά διατίθενται σε διάφορους χρωματισμούς όπως απόχρωση όρεγκον, καρυδιάς κ.λ.π. Σημαντικό είναι, ότι τα βερνίκια αυτά είναι απολύτως φιλικά προς τον άνθρωπο. Τα βερνίκια κρούστας απαγορεύονται. Η αεριζόμενη και αναπνέουσα κατασκευή της σκεπής είναι πολύ σημαντική για τη μακροβιότητα του ξύλινου σπιτιού, επειδή αφήνει τους υδρατμούς που δημιουργούνται στο εσωτερικό να βγουν έξω. Σε παραθαλάσσιες περιοχές με τη χρήση ισχυρών εμποτιστικών υλικών μπορούμε, να προστατεύσουμε το ξύλινο σπίτι αποτελεσματικά, χωρίς να επηρεαστεί η ανθεκτικότητά του.

3.6.7. Συνδυασμός υλικών

Είναι δυνατό να συνδυαστούν διαφορετικά δομικά υλικά σε μια ξύλινη κατασκευή πέραν της δεδομένης χρήσης του ξύλου, όπως πέτρα, τούβλο, μπετόν κ.λ.π. σύμφωνα με την αρχιτεκτονική πρόταση. Μπορούμε, να χρησιμοποιήσουμε τα υλικά αυτά μαζί με το ξύλο στην εξωτερική τοιχοποιία και στην εσωτερική τοιχοποιία.

3.6.8. Κατασκευή

Η κατασκευή γίνεται εξ' ολοκλήρου από εξειδικευμένα συνεργεία. Επίσης, μπορούν να τοποθετηθούν θερμαντικά σώματα, τζάκι, είδη υγιεινής, πλακάκια, ντουλάπια κουζίνας κ.λ.π. Ο χρόνος κατασκευής είναι πολύ μικρός, περίπου δύο μήνες για σπίτι 100m² και το σπίτι παραδίδεται προς χρήση.

3.6.9. Οικοδομική άδεια

Οι κατοικίες από κορμούς δέντρων εκπληρώνουν όλους τους κανονισμούς και προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελλάδας. Η άδεια, που εκδίδεται, είναι μία κανονική οικοδομική άδεια μόνιμης κατασκευής, όπως και για τα συμβατικά κτίρια. Οι άδειες εκδίδονται από την αρμόδια τοπική πολεοδομική υπηρεσία. Η έκδοση της άδειας γίνεται από εξειδικευμένο μηχανικό της εταιρίας, που συνοδεύεται από τις ανάλογες μελέτες, ή από μηχανικό του πελάτη.

3.6.10. Δανειοδοτήσεις - Επιδοτήσεις

Οι ξύλινες κατοικίες δανειοδοτούνται από όλες τις δημόσιες και ιδιωτικές τράπεζες με στεγαστικά δάνεια, όπως και στις συμβατικές κατοικίες. Επίσης, μπορούν, να επιδοτηθούν από αναπτυξιακά προγράμματα επαγγελματικής δραστηριότητας, όπως τουρισμού κ.α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΣΤΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Το ξύλο είναι ένα κατεξοχήν αντισεισμικό υλικό, διότι η συμπεριφορά του σε μηχανικές καταπονήσεις για το όριο ελαστικότητας και θραύσεως είναι άριστη. Είναι αποδεδειγμένο, ότι το ελάχιστο κόστος κατασκευής μίας οικίας, με αντοχή σε σεισμούς της τάξεως των 6 έως 9 ρίχτερ μπορεί, να επιτευχθεί μόνο με την επιλογή του ξύλου ως δομικού υλικού, γεγονός που αποδεικνύει για μία ακόμη φορά την καταλληλότητα των κορμοκατοικιών για τον Ελλαδικό χώρο.

Τα ξύλινα κτίρια είναι η ασφαλέστερη κατασκευή, που μπορεί κανείς, να τύχει κατά τη διάρκεια ενός σεισμού. Το ξύλο είναι ελαστικό και κινείται με τη δύναμη του σεισμού. Αν όντως ένα ξύλινο κτίριο καταρρεύσει, δημιουργούνται μεγάλα κενά επιβίωσης. Επιπλέον, ένα ξύλινο κτίριο έχει λιγότερη συμπυκνωμένη μάζα όταν καταρρεύσει. Τα κτίρια από τούβλα θα σπάσουν σε πολλά ατομικά τούβλα. Τα τούβλα αυτά θα προκαλέσουν πολλούς τραυματισμούς, αλλά λιγότερα πολτοποιημένα πτώματα σε σύγκριση με πλάκες από μπετόν.

4.1. Πώς 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. 4.1).

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



Εικ. 4.1. Παγκόσμιος χάρτης σεισμικής δραστηριότητας 1973-2006 (Πηγή: Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).

4.2. 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 λιθοσφαιρική 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 στην Κεφαλονιά. Προκάλεσε τεράστιες υλικές καταστροφές κυρίως στην Κεφαλονιά, Ζάκυνθο και Ιθάκη με αποτέλεσμα να σκοτωθούν 476 άνθρωποι και να τραυματιστούν άλλοι 2.412. 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.

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, όπου εκδηλώνεται ο σεισμός (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Η κλίμακα Richter και οι προκαλούμενες ζημιές

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

Η κλίμακα Mercalli	Συνέπειες
Βαθμός 1:	Δεν γίνεται αισθητός.
Βαθμός 2:	Αισθητός από μερικούς ανθρώπους που βρίσκονται σε ανάπαυση στους ψηλότερους ορόφους κτιρίων.
Βαθμός 3 :	Αισθητός μέσα στα σπίτια. Μπορεί να μην αναγνωριστεί ως σεισμός. Δονήσεις σαν να περνάει ελαφρύ φορτηγό.
Βαθμός 4 :	Τίθενται σε κίνηση κρεμασμένα αντικείμενα. Τζάμια τρίζουν. Σταματημένα αυτοκίνητα κλυδωνίζονται. Δονήσεις σαν να περνάει βαρύ φορτηγό. Κρότος παραθύρων, χτύπος στις πόρτες.
Βαθμός 5 :	Αισθητός στην ύπαιθρο. Αυτοί που κοιμούνται ξυπνούν. Αιώρηση κρεμασμένων αντικειμένων. Ανατροπή μερικών μικρών αντικειμένων
Βαθμός 6 :	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.
Βαθμός 7 :	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.
Βαθμός 8:	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.
Βαθμός 9 :	Γενική καταστροφή στις κακές κατασκευές. Σοβαρές βλάβες στην τοιχοποιία των καλών κατασκευών. Υπόγειοι αγωγοί σπάζουν.
Βαθμός 10:	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.
Βαθμός 11 :	Μεγάλες ρωγμές στο έδαφος. Οι σιδηροτροχιές κάμπτονται έντονα. Υπόγειοι αγωγοί καταστρέφονται εντελώς.
Βαθμός 12 :	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 την 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 στην 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 την 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.

4.3. Σεισμική συμπεριφορά των κτηρίων 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 ιαπωνικών και κινέζικων 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 μπετόν 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 Prieta 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 βάσει κανόνων και αρχών, όσον αφορά στην 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 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 (ευπλαστικότητα) 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-μέταλλου 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.

4.4. Συμπεριφορά των κατασκευών από ελαφρύ ξύλινο σκελετό (τύπου πλατφόρμας) σε σεισμούς στη Β. Αμερική

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

- Αλάσκα 1964, San Fernando - California 1971, Edgumbe - New Zealand 1987, Saguenay, Quebec 1988, Loma Prieta, California 1989 Northridge, California 1994 και Kobe Japan 1995. Όπου ήταν δυνατό η συμπεριφορά των κτιρίων συσχετίστηκε 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. Επιπροσθέτως, 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 παγκοσμίως.

Στοιχεία σεισμού	Μέγεθος Σεισμού	Αριθμός ανθρώπων που σκοτώθηκαν (ΟΛΙΚΟΣ)	Αριθμός ανθρώπων που σκοτώθηκαν σε ξύλινα σπίτια	Αριθμός ξύλινων σπιτιών που δέχτηκαν χτύπημα σεισμού
Alaska 1964	8.4	130	<10	
San Fernando 1971	6.7	63	4	100.000
Edgcumbe 1987	6.3	0	0	7.000
Saguenay, 1988	5.7	0	0	10.000
Loma Prieta 1989	7.1	66	0	50000
Northridge 1994	6.7	60	16+4	200.000
Hyogo-ken Nambu (Kobe) 1995	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 στην 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).
- 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. 4.2), (Ceccotti, Thelaudersson, 2000).



Εικ. 4.2. Κατοικία με σοβαρή ατέλεια αδύνατης κατασκευής ισογείου (San Fernando Earthquake, 1971)

4.5. Σεισμική συμπεριφορά ξύλινων κατασκευών στην Ιαπωνία

Η Ιαπωνία έχει μακρά ιστορία σε ξύλινες κατασκευές. Το παλαιότερο υπάρχον ξύλινο κτίριο στο Horyuji Kondo κατασκευάστηκε τον 7ο 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 7ο αι. και είναι το παλαιότερο ξύλινο κτήριο 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. 4.3).



Εικ. 4.3. Ξύλινη εκκλησία του 7ου 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 ρόλο 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. 4.4).



Εικ. 4.4 Μακέτα του ναού που δείχνει την κατασκευή του ξύλινου σκελετού.

2. Κτίριο Todaiji Daibutsuden

Το κτίριο με τον μεγάλο Βούδα κατασκευάστηκε αρχικά τον 8^ο 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. 4.5).

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^ο αιώνα χρησιμοποιήθηκαν επικολλητές δοκοί και μεταλλικές συνδέσεις.



Εικ. 4.5. 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.

4.6. Σεισμική συμπεριφορά ξύλινων κατασκευών στην Ελλάδα

Η Ανατολική 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, κτίρια, 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 κλασσικά 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 βαθιά 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.

4.7. 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, ομότιμο 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. κεντρική Θεσσαλία, Αττική, Ήπειρος) με τις χαρακτηριστικές, έντονες και συχνές αλλαγές θερμοκρασίας και υγρασίας περιβάλλοντος. Επιπόλαιος 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 ή/και όταν η κατασκευή υπόκειται σε σεισμική καταπόνηση.

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

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

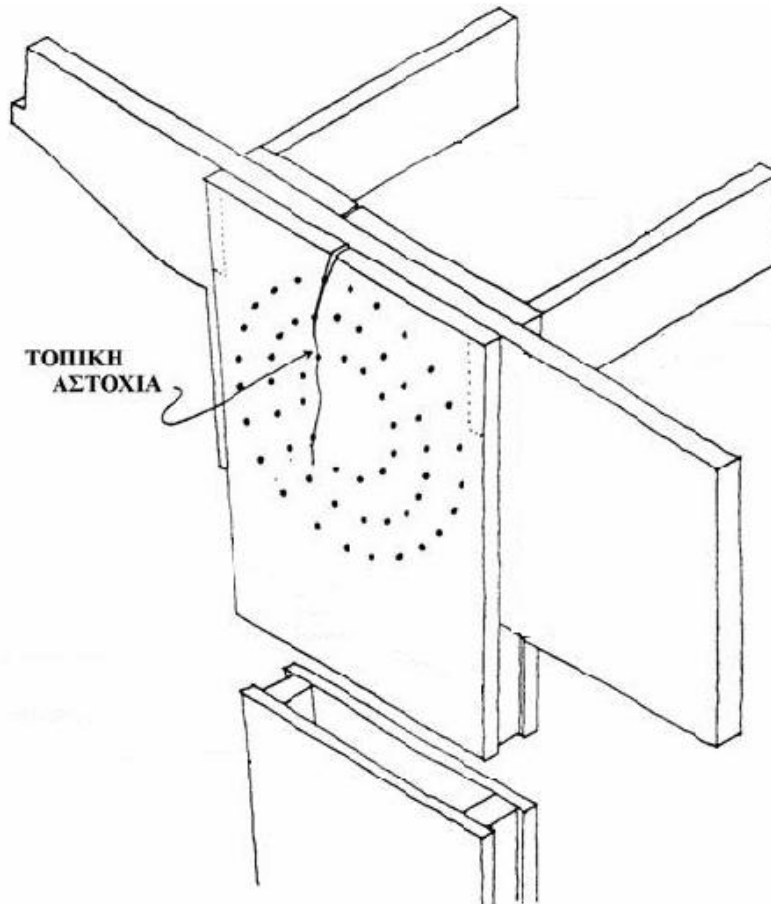
δ. Κάτω από την έντονη καταπόνηση που προκαλείται από τους σεισμούς, τα ξύλινα φέροντα στοιχεία μπορεί να υποστούν σημαντικές παραμορφώσεις που εύκολα μεταφέρονται στα υπόλοιπα μέλη του κτιρίου. Πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό των συνδέσεων μεταξύ των φερόντων και μη φερόντων μελών,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

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

ζ. Στο σχήμα 1 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 μπλοκάρει από το άλλο στοιχείο με αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών (παράλληλων προς τις ίνες) στα ευαίσθητα σημεία (οπές μπουλονιών) όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4. Ξύλινο πλαίσιο (συγκολλητή ξυλεία). Τοπική αστοχία οφειλόμενη στην παρεμπόδιση των μεταβολών της ρίκνωσης και διόγκωσης του ξύλου από τα μπουλονία και τους πύρους.

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

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

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

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

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

4.8. 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).

4.9. Συμπεριφορά των διαφόρων συνδέσεων σε κυκλική φόρτιση

Η απόδοση των μηχανικών συνδέσεων σε κυκλική φόρτιση μετριέται με την ολκιμότητα, την εξασθένιση 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 σχισίματος 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 σχίσσιμο των άκρων και ενισχύεται η ολκιμότητα της σύνδεσης και η απορρόφηση της σεισμικής ενέργειας (Ceccotti, 2000).

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

Πηγή: (Κατσαραγάκης, 2000).

Οι συνδέσεις με ήλους και ξυλόβιδες παρουσιάζουν κατά την κυκλική φόρτιση ενδιάμεση πλαστική συμπεριφορά. Το μήκος διεύθυνσης 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 κάμψης των ήλων (Σχήμα 5), είτε λόγω εξολκείσεως. 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 5. Αστοχία ηλώσεως λόγω κάμψης.

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 πίρου (slenderness). Συνδέσεις με λεπτούς πίρους 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 πύροι 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 περισσότερων βλήτρων και φτάνει στο άκρο του στοιχείου, με συνέπειες τόσο στην αντοχή όσο και στην ανθεκτικότητα των μελών και της σύνδεσης.

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 συνδέσμων 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 σεισμούς.

4.11. 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, στο 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.

4.12. 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).

4.13. 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 ικανότητάς 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.

4.13.1. Σύσφιγξη συνδέσμων

Συνδέσεις με κοχλίες, βλήτρα ή διαφόρων τύπων συνδέσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν βλήτρα (Σχήμα 6), πρέπει να επιθεωρούνται προσεκτικά μετά από έναν σεισμό και αν χρειάζεται να συσφίγγονται. Μια χαλάρωση, που ενδεχομένως παρατηρείται μετά από έναν σεισμό, μπορεί να μην 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), 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 6. Ενίσχυση ξύλινου δομικού στοιχείου.

4.13.2. Προσθήκη συνδέσμων - Προσθήκη υλικού και μελών

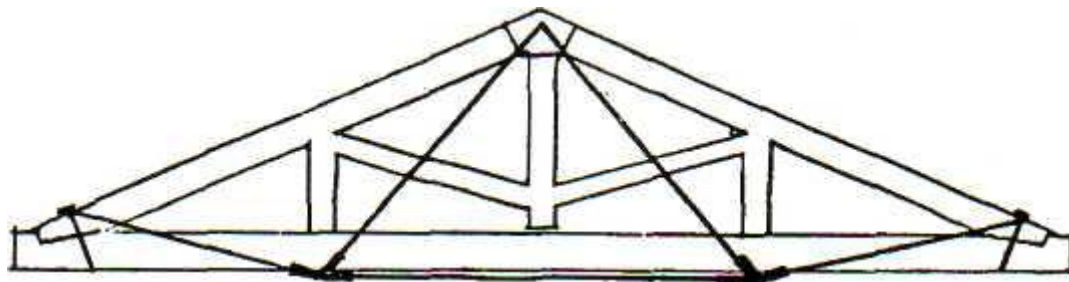
Ο όρος «προσθήκη» υποδηλώνει εδώ μια ποικιλία τεχνικών, από την προσθήκη νέων μέσων συνδέσεως στον κόμβο με τη βλάβη, έως την προσθήκη νέων δομικών μελών σ' έναν φορέα με μεγάλες βλάβες.

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 προδιατήρησης, εφαρμογή των συνδέσμων.), λαμβάνοντας ιδιαίτερος υπόψη την κατάσταση του ξύλου. Τοπικές βλάβες των ιών 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, κοιλίωση, βλήτρα, συγκόλληση) ξύλινων τμημάτων.

Ειδική φροντίδα πρέπει να δίνεται στη συνεργασία της προσθήκης με το ενισχυόμενο τμήμα (Σχήμα 7), ώστε να εξασφαλίζεται η από κοινού ανάληψη των φορτίων π.χ. πριν από την ήλωση ενός ξύλινου πέλματος στην εφελκυσόμενη 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 7. 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 ηλουμένων επιφανειών άρα, για

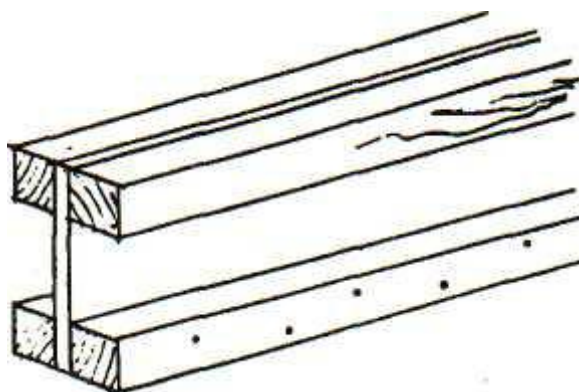
τον σχετικό υπολογισμό πρέπει να εφαρμοστούν οι οδηγίες και απαιτήσεις του Κανονισμού για τις σύνθετες διατομές και να μην αντιμετωπιστεί η επισκευασθείσα διατομή σαν ενιαία.

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.

4.13.3. Αντικατάσταση

Μέσα συνδέσεως, τμήματα συνθέτων διατομών ή δομικά μέλη με βαριές βλάβες μπορούν, συνήθως εύκολα, ν' αφαιρεθούν και ν' αντικατασταθούν από νέα στοιχεία (Σχήμα 8).

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



Σχήμα 8. Αντικατάσταση του ρηγματωμένου θλιβομένου πέλματος και προσθήκη ήλων σε ηλωτή σύνθετη διατομή.

4.13.4. 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 9).

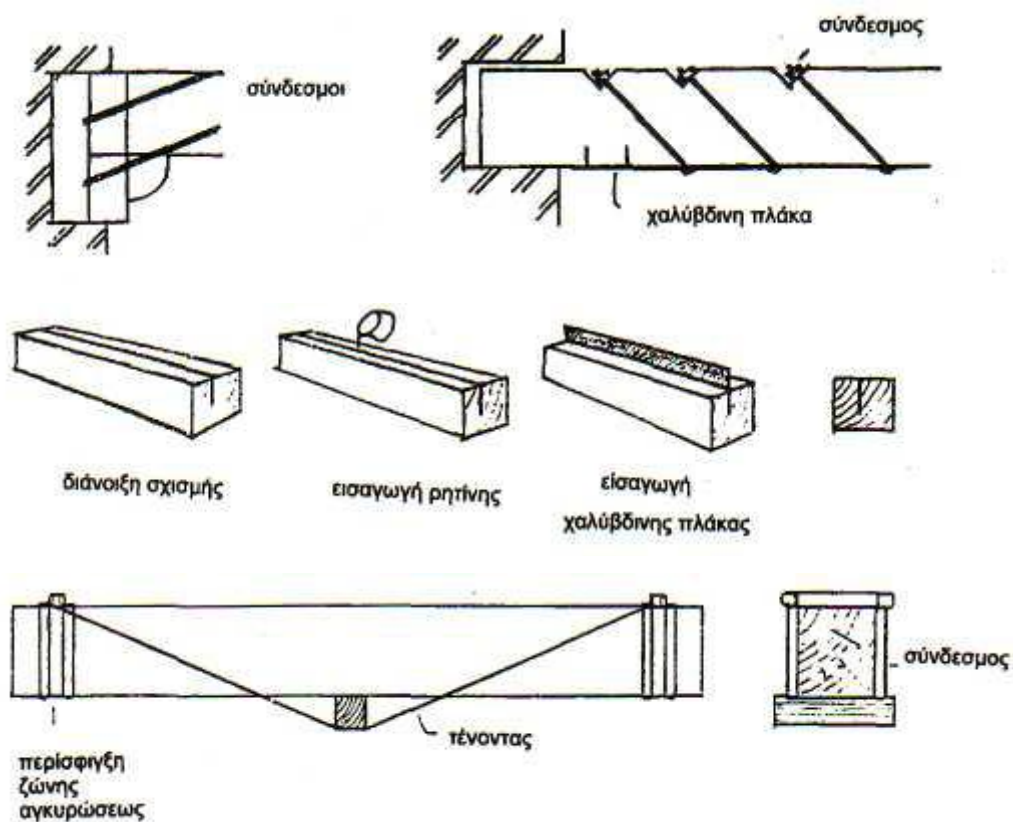
Η χρήση τενόντων προσφέρει εντυπωσιακά αποτελέσματα, αλλά πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, ιδίως σε ότι αφορά στα εξής σημεία:

- 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.

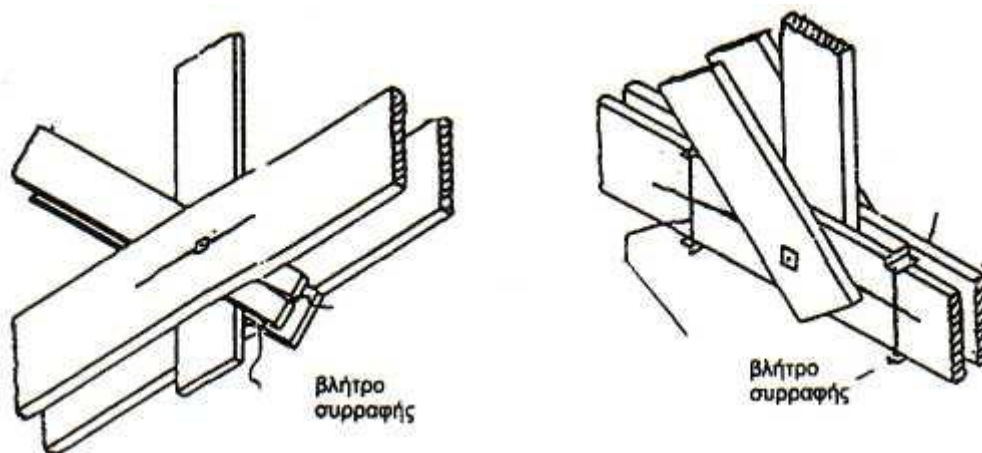
Εκτός από την ασφαλή αγκύρωση, πρέπει να εξασφαλίζεται η όσο γίνεται ομοιόμορφη κατανομή των τάσεων στο ξύλο, η οποία επιτυγχάνεται με προσεκτική σχεδίαση των σχετικών εξαρτημάτων και με ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή και τη διάταξη των μέσων συνδέσεως.

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

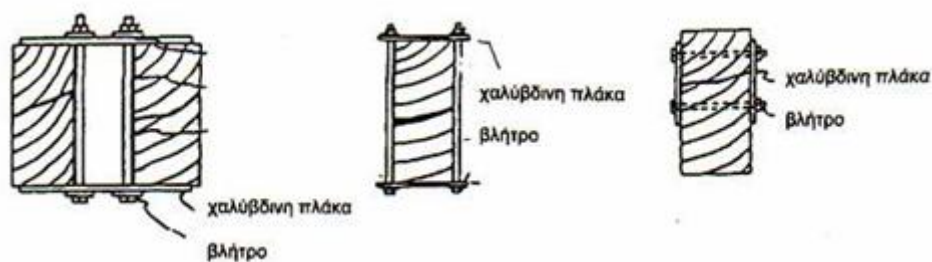
Στα Σχήματα 9 μέχρι 11 παρουσιάζονται χαρακτηριστικές μέθοδοι ενισχύσεως ξύλινων κατασκευών (Κατσαραγάκης, 1990).



Σχήμα 9. Χαρακτηριστικά παραδείγματα ενισχύσεων ξύλινων κατασκευών.



Σχήμα 10. Αντιμετώπιση ρηγματώσεων.



Σχήμα 11. Επισκευή με σύσφιγξη (Κατσαραγάκης, 1990)

4.13.5. 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, αποσχίσεων, οπών που διακλαδώνονται στη μάζα του. Το ξύλο μπορεί να προστατευθεί προληπτικώς από την εμφάνιση των παραπάνω συμπτωμάτων με κατάλληλες επαλείψεις της επιφάνειάς 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.

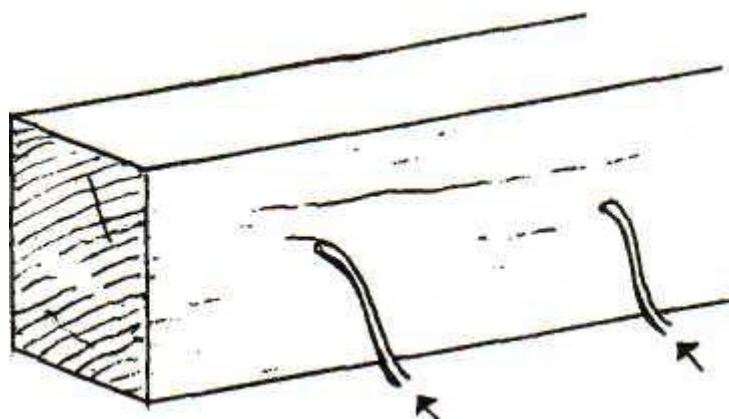
Στις μεθόδους συντηρήσεως περιλαμβάνονται, ο εμποτισμός σε κενό ή υπό πίεση, ο ψεκάσμος και η εμβάπτιση.

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 12). 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 13). 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 12. Ενέσεις ρητίνης σε ξύλο που έχει υποστεί γήρανση .



Σχήμα 13. Επισκευή φθαρμένης δοκού με εποξειδικό σκυρόδεμα και ράβδο συνθετικού γυαλιού (Κατσαραγάκης, 1990).

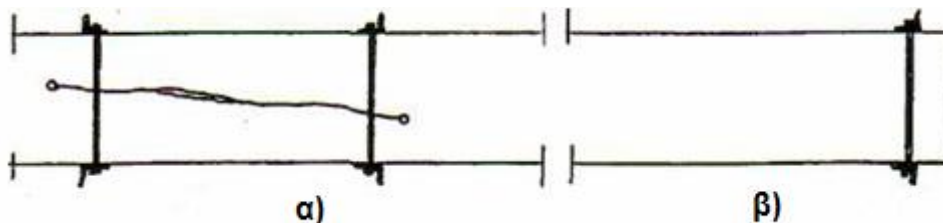
4.13.6. Ρωγμοπέδες

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 14).

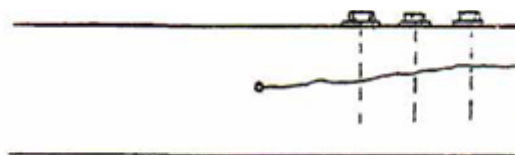
Η ανάπτυξη μιας υπάρχουσας ρωγμής ή η παρεμπόδιση της εμφανίσεως μιας νέας ρωγμής μπορεί να παρεμποδιστεί με κατάλληλη σύσφιγξη (Σχήμα 14).

Τέλος, μια ρωγμή μπορεί να «συρραφτεί» με τη χρήση μεγάλων κοχλιών (*στριφώνια*, σχ. 15), οι οποίοι έχουν σύνθετη λειτουργία ως:

- ▮ συνδετήρες των δύο χωρισμένων μερών του ξύλου,
- ▮ σφιγκτήρες, 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 14. α) Διάτρηση άκρου της ρωγμής και σύσφιγξη περιοχής ρηγματώσεως και β) περιοχή ευάλωτης στη ρηγμάτωση .



Σχήμα 15. Κοχλίες συρραφής ρωγμής (Κατσαραγάκης, 1990).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

5.1. Ποιοτικός έλεγχος προϊόντων ξύλου



Εικ. 5.1. Κορμοί.

Με τον ποιοτικό έλεγχο των προϊόντων ξύλου προσδιορίζονται οι βασικές ιδιότητες των προϊόντων που απαιτούνται για τον έλεγχο της ποιότητας των κατασκευών, τον έλεγχο συμμόρφωσης του προϊόντος στις απαιτήσεις των οδηγιών του Ε.Κ. αλλά και την επιλογή του καταλληλότερου προϊόντος για κάθε χρήση.

Ο ποιοτικός έλεγχος διενεργείται σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται στα ευρωπαϊκά πρότυπα (EN) ή (στη περίπτωση μόνο που δεν υπάρχουν αντίστοιχα ευρωπαϊκά) σύμφωνα με εθνικά πρότυπα.

Οδηγίες του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (Ε.Κ.) που αφορούν τους τομείς ξύλου και επίπλου είναι οι:

-89/106/EEC η οποία αναφέρεται στην καταλληλότητα των προϊόντων των δομικών κατασκευών (στον οποίο υπάγονται και τα προϊόντα ξύλου).

-2001/95/EC η οποία αναφέρεται στην ασφάλεια των προϊόντων που διατίθενται στην αγορά (στα οποία υπάγονται τα έπιπλα).

Μερικά από τα πλέον συχνότερα χρησιμοποιούμενα Ευρωπαϊκά πρότυπα (EN) στον προσδιορισμό των κυριότερων ιδιοτήτων των προϊόντων ξύλου είναι τα παρακάτω:

-EN 310:1993 Ξυλοπλάκες-Προσδιορισμός του μέτρου ελαστικότητας σε κάμψη και αντοχή σε κάμψη

- EN 312:2003 Μοριοπλάκες – Προδιαγραφές
- EN 317:1993 Μοριοπλάκες και ινοπλάκες - Προσδιορισμός της κατά πάχος διόγκωσης μετά από εμβάπτιση σε νερό
- EN 318:2002 Ξυλοπλάκες - Προσδιορισμός των διαστασιακών μεταβολών σε συνάρτηση με τις μεταβολές της σχετικής υγρασίας
- EN 319:1993 Μοριοπλάκες και ινοπλάκες - Προσδιορισμός της αντοχής σε εφελκυσμό κάθετα προς την επιφάνεια
- EN 322:1993 Ξυλοπλάκες - Προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας
- EN 323:1993 Ξυλοπλάκες - Προσδιορισμός της πυκνότητας
- EN 382:1993 Ινοπλάκες - Προσδιορισμός της επιφανειακής προσρόφησης - Μέρος 1: Μέθοδος ελέγχου για ινοπλάκες ξηράς μεθόδου.
- EN 120:1992 Ξυλοπλάκες - Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε φορμαλδεΐδη - Μέθοδος perforator
- EN 13446:2002 Ξυλοπλάκες - Προσδιορισμός της δύναμης εξαγωγής των στερεωτικών
- EN 13986:2004 Ξυλοπλάκες για δομική χρήση - Χαρακτηριστικά, αποτίμηση της συμμόρφωσης και σήμανση
- EN 14322:2004 Ξυλοπλάκες - Επενδυμένες με μελαμίνη για εσωτερικές χρήσεις - Ορισμός, απαιτήσεις και ταξινόμηση
- EN 14323:2004 Ξυλοπλάκες - Επενδυμένες με μελαμίνη για εσωτερικές χρήσεις - Μέθοδοι ελέγχου

5.2. Ξύλινα σπίτια & οικοδομική άδεια

Τα ξύλινα σπίτια απαιτούν την έκδοση οικοδομικής άδειας από την πολεοδομία της περιοχής. Η άδεια θα πρέπει να συνταχθεί από εγκεκριμένο μηχανικό και τα στάδια της μελέτης είναι τα ίδια όπως σε μια συμβατική κατασκευή. Δηλαδή: αρχιτεκτονική μελέτη, στατική μελέτη, τοπογραφικό και μηχανολογική μελέτη.

Ο χρόνος που απαιτείται για την έκδοση της άδειας ποικίλει και εξαρτάται κυρίως από τον φόρτο εργασίας της πολεοδομίας. Συνήθως κυμαίνεται από 2,5-4 μήνες.

Το κόστος της άδειας εξαρτάται από το συνολικό εμβαδόν της κατοικίας. Το κόστος αυτό δεν διαφέρει από αυτό των συμβατικών κτιρίων.

Τα ελάχιστα οικοδομικά ένησημα που απαιτούνται από το ΙΚΑ για την αποπεράτωση της κατοικίας, προκύπτουν από την μελέτη της άδειας και είναι περίπου κατά 60% λιγότερα από αυτά της συμβατικής κατοικίας. Τα ένησημα χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή της βάσης της οικίας.

Πολλά από τα σχέδια που εμφανίζονται σε ξένα περιοδικά και σε σελίδες στο Internet είναι πιθανόν να μην μπορούν να εφαρμοστούν στην Ελλάδα, λόγω περιορισμών που ορίζονται είτε από τον Γενικό Πολεοδομικό Κανονισμό (ΓΟΚ), είτε από ειδικούς κανόνες και περιορισμούς που ισχύουν σε μια περιοχή. Για παράδειγμα, σε πολλά νησιά των Κυκλάδων υπάρχει συγκεκριμένο τυπολόγιο και αισθητική που θα πρέπει να ακολουθούν όλα τα σπίτια για λόγους αρχιτεκτονικής παράδοσης. Σε πολλές περιοχές δεν επιτρέπονται οι απότομες επικλινείς στέγες κ.α.¹⁴

5.2.1. Έκδοση οικοδομικής άδειας

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

Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία για να εκδοθεί η οικοδομική άδεια μιας προκατασκευασμένης κατασκευής συμπίπτει με όσα ισχύουν και για τις συμβατικές. Αρμόδια για τη χορήγηση άδειας οικοδομής είναι η Πολεοδομική Υπηρεσία στην οποία υπάγεται το ακίνητο.

Τα δικαιολογητικά αυτά συνοψίζονται στα εξής:

- Αίτηση στην οποία είναι ενσωματωμένα σε ενιαίο τεύχος έντυπα με τις δηλώσεις αναθέσεις – ανάληψης, φύλλο ελέγχου.
- Ειδικό έντυπο προϋπολογισμού.
- Τοπογραφικό διάγραμμα και διάγραμμα κάλυψης.
- Αρχιτεκτονική μελέτη.
- Στατική μελέτη και διάφορες άλλες εγκρίσεις ανάλογα με τη χρήση, την επιφάνεια και την περιοχή.
- Μελέτη παθητικής πυροπροστασίας.

¹⁴ <http://www.timbertrager.gr>

- Αποδεικτικό κατάθεσης της αμοιβής του μελετητή μηχανικού.
- Αιτιολογημένη έκθεση του μελετητή μηχανικού.
- Μελέτη θερμομόνωσης.
- Μελέτες υδραυλικών εγκαταστάσεων και αποχετεύσεων, ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, ενεργητικής πυροπροστασίας, αερίων καυσίμων, όπου απαιτούνται, σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς .
- Τίτλος ιδιοκτησίας και πρόσφατο πιστοποιητικό ιδιοκτησίας για κάθε οικόπεδο γήπεδο, άρτιο κατά παρέκκλιση ή εκτός σχεδίου.
- Συμβολαιογραφική δήλωση γκαράζ ή αποδεικτικό καταβολής της απαιτούμενης εισφοράς.

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

5.2.2. Μελέτες

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

- Στατική μελέτη.
- Μελέτη θερμομόνωσης.
- Εδαφοτεχνική έρευνα, όπου χρειάζεται.
- Μελέτη παθητικής πυροπροστασίας, η οποία μπορεί να είναι ενσωματωμένη στην αρχιτεκτονική μελέτη.
- Μελέτες ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, υδραυλικών εγκαταστάσεων και αποχετεύσεων.
- Όταν απαιτείται, μελέτη αερίου καυσίμου, εγκεκριμένη από την ΕΠΑ ή τη ΔΕΠΑ, και μελέτη υγραερίου.
- Εγκεκριμένη μελέτη ενεργητικής πυροπροστασίας από την αρμόδια Πυροσβεστική υπηρεσία.
- Συμβολαιογραφική δήλωση των χώρων στάθμευσης που απαιτούνται για το έργο και μεταγραφή της ή αποδεικτικό καταβολής της απαιτούμενης εισφοράς.
- Υπεύθυνη δήλωση του Ν.1599/86 του/των μηχανικών που εκπόνησαν τις μελέτες σύμφωνα με την παρ. 6 του άρθρου 2 του Ν.3212/2003.

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

A) Αίτηση (χορηγείται από την Υπηρεσία).

B) Ακριβές φωτοαντίγραφο της οικοδομικής άδειας εις διπλούν.

Γ) Υπεύθυνες δηλώσεις του Ν.1599/86 των επιβλεπόντων μηχανικών ότι το σπίτι κατασκευάστηκε σύμφωνα με όσα προβλέπονται στην αντίστοιχη μελέτη.

Δ) Παραστατικά αμοιβής επίβλεψης και κρατήσεων που έγιναν για την έκδοση της άδειας οικοδομής.

E) Τεχνική έκθεση μηχανικού.

ΣΤ) Υπεύθυνη δήλωση του ιδιοκτήτη, στην οποία θα δηλώνονται ότι το σπίτι κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην αντίστοιχη μελέτη.¹⁵

5.3. Ευρωπαϊκά πρότυπα για την εφαρμογή του CE στα προϊόντα ξύλου

Ουσιαστικό μέσο για την διασφάλιση της διαδικασίας σήμανσης προσφέρει η εφαρμογή της τυποποίησης, η οποία αποτελεί βασικό παράγοντα στην οργάνωση της κοινωνίας και μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλα τα θέματα της ανθρώπινης δραστηριότητας συνεπώς και στην αξιολόγηση των προϊόντων ξύλου (Anec 1999, Μπαρμπούτης 1999). Η εφαρμογή της τυποποίησης ως γνωστόν, γίνεται με την καθιέρωση και εφαρμογή ορισμένων κανόνων που ονομάζονται πρότυπα. Από το 1983 την ευθύνη ουσιαστικά για την εκπόνηση και έκδοση των προτύπων που εφαρμόζονται στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει η CEN (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης), που είναι ο αρμόδιος οργανισμός μελέτης, προετοιμασίας και υιοθέτησης κοινών Ευρωπαϊκών Προτύπων (EN). Πρότυπα εκπονεί και εκδίδει επίσης ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) ο οποίος συνεργάζεται στενά με την CEN. Οι εθνικοί φορείς τυποποίησης των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι υποχρεωμένοι να αποδεχθούν τα EN δίνοντας σε αυτά την μορφή του εθνικού προτύπου, ενώ έχουν επίσης την δυνατότητα να εκδώσουν

¹⁵ <http://www.woodisland.gr/yphresies.html>

και δικά τους πρότυπα. Στην χώρα μας όμως δεν εκδόθηκαν ποτέ εθνικά πρότυπα σχετικά με τα προϊόντα ξύλου, ενώ η αποδοχή των EN από τον Ελληνικό φορέα τυποποίησης (ΕΛΟΤ) δεν υποδηλώνει ότι έχει ολοκληρωθεί και η διαδικασία απόδοσής τους στην Ελληνική γλώσσα (Μπαρμπούτης 2001). Αλλά και στις περιπτώσεις που έγινε απόδοση ελληνικής ορολογίας μέσω αυτής της διαδικασίας, αυτή δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι ήταν πάντοτε ικανοποιητική.

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα δημιουργούνται όταν διαπιστώνεται σχετική ανάγκη ή για να βοηθήσουν την συμμόρφωση προς την ευρωπαϊκή νομοθεσία που αναφέρεται στην λειτουργία της ενιαίας αγοράς. Η νομοθεσία αυτή περιλαμβάνει τις οδηγίες της Νέας Προσέγγισης που ορίζουν τις ουσιώδεις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα προϊόντα ώστε να μπορούν να πωλούνται στην Ε.Ε (Ευρωπαϊκής Ένωση 2006). Ένας από τους καλύτερους τρόπους για να πετύχουν οι κατασκευαστές των προϊόντων το τεκμήριο συμμόρφωσης προς τις απαιτήσεις αυτές είναι να χρησιμοποιούν τα πρότυπα που εκπονούνται ειδικά για τον σκοπό αυτό και τα οποία καλούνται

Εναρμονισμένα Πρότυπα

Ανάλογα πρότυπα για τα προϊόντα ξύλου, εκπονούνται βάση της οδηγίας 89/106/EEC η οποία αναφέρεται στα δομικά προϊόντα. Μέχρι σήμερα έχουν εκπονηθεί από τις επιτροπές της CEN, συνολικά περισσότερα από 12.000 EN, πολλά από τα οποία έχουν εκπονηθεί προς υποστήριξη της κοινοτικής νομοθεσίας.

Στην δημιουργία των ευρωπαϊκών προτύπων, σύμφωνα με το σκεπτικό της ίδρυσης του οργανισμού, μπορεί να συμμετέχει οποιοσδήποτε έχει συμφέρον ή επηρεάζεται από ένα πρότυπο καθώς και εκπρόσωποι από την βιομηχανία, τον δημόσιο τομέα, τον πανεπιστημιακό κλάδο και από ειδικές ομάδες συμφερόντων. Μετά την σύνταξη των προτύπων αυτά εγκρίνονται από τους εκπροσώπους των χωρών της Ε.Ε., κατόπιν ψηφοφορίας και εφόσον, τουλάχιστον το 71% των ψηφοφόρων, εκφραστούν θετικά. Κατόπιν τα πρότυπα δημοσιεύονται σε τρεις γλώσσες ενώ όλες οι χώρες της Ε.Ε. υποχρεούνται, εντός του χρόνου που ορίζεται (συνήθως μέχρι 6 μήνες), να τα αποδεχτούν ως εθνικά πρότυπα και να αποσύρουν τα αντίστοιχα πρότυπα που τυχόν υπήρχαν (Οδηγία 98/34 ΕΚ).

Η αναζήτηση αλλά και η προμήθεια (έναντι αμοιβής) ενός προτύπου που έχει εκδοθεί από την CEN, τον ISO ή κάποιο φορέα τυποποίησης, μπορεί να γίνει με μεγάλη ευκολία, ηλεκτρονικά μέσω των μηχανών αναζήτησης των εθνικών φορέων τυποποίησης

ή της CEN καθώς και μέσω των τεχνικών επιτροπών που έχουν δημιουργήσει η CEN και ο ISO για την εκπόνηση των προτύπων.

Για την εκπόνηση προτύπων που αφορούν τις ξυλοπλάκες (σύνθετα προϊόντα ξύλου), όπως είναι οι μοριοπλάκες, οι ινοπλάκες, τα αντικολλητά κ.α., η CEN έχει δημιουργήσει την τεχνική επιτροπή TC112.

Ανάμεσα στα πρότυπα που έχει εκπονήσει αυτή η τεχνική επιτροπή είναι και το πρότυπο EN 13986:2004 με τίτλο «*Wood-based panels for use in construction- Characteristics, evaluation of conformity and marking*» (για το οποίο ο ΕΛΟΤ έχει αποδώσει το τίτλο “*Πετάσματα με βάση το ξύλο για δομική χρήση - Χαρακτηριστικά, αξιολόγηση της συμμόρφωσης και σήμανση*”).

Ο σκοπός της εκπόνησης του προτύπου αυτού είναι ο καθορισμός των ειδικών χαρακτηριστικών των ξυλοπλακών και των κατάλληλων μεθόδων ελέγχου των χαρακτηριστικών αυτών, ώστε να καθίσταται δυνατή η αξιολόγηση της συμμόρφωσης των προϊόντων αυτών σύμφωνα με τις προβλεπόμενες απαιτήσεις για την CE σήμανσή τους.

Το πρότυπο αυτό αποτελεί συνεπώς, το βασικό οδηγό στη διαδικασία αξιολόγησης και σήμανσης των προϊόντων αυτών. Για την επίτευξη όμως της διαδικασίας αυτής απαιτείται η εφαρμογή και πολλών άλλων προτύπων. Έτσι στην εισαγωγή του προτύπου EN 13986:2004 αναφέρονται άλλα 50 πρότυπα που είναι απαραίτητα για την εφαρμογή του. Δεν απαιτούνται όμως όλα αυτά τα πρότυπα για την αξιολόγηση κάθε προϊόντος. Ανάλογα με το τύπο του προϊόντος και τις προβλεπόμενες συνθήκες χρήσεως κάθε προϊόντος, στο πρότυπο αυτό δίδονται οι απαιτήσεις για ορισμένα χαρακτηριστικά του, καθώς και τα πρότυπα βάσει των οποίων θα εκλεχθούν τα χαρακτηριστικά αυτά.

Αν θέλουμε λοιπόν να αξιολογήσουμε τη συμμόρφωση μιας μη επενδυμένης μοριοπλάκας (παραγόμενη με τη μέθοδο της στρωμάτωσης) που προορίζεται για χρήση σε εσωτερικούς χώρους σε μη δομικές εφαρμογές, σύμφωνα με το πρότυπο EN 13986:2004 θα πρέπει να ελέγξουμε τα εξής χαρακτηριστικά.

1. Αντοχή σε στατική κάμψη σύμφωνα με το πρότυπο EN 310 (μέθοδος ελέγχου) και το EN 326-1 (απόδοση των αποτελεσμάτων).

2. Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (εσωτερική συγκόλληση) σύμφωνα με το πρότυπο EN 319 (μέθοδος ελέγχου) και το EN 326-1 (απόδοση των αποτελεσμάτων).

3. Έκλυση φορμαλδεΐδης σύμφωνα με το πρότυπο EN 120 (μέθοδος ελέγχου) και το EN 312 (απόδοση των αποτελεσμάτων) σε περίπτωση όπου η περιεχόμενη υγρασία των μοριοπλακών υπερβαίνει το 6,5%.

Ανάλογα με τις τιμές των αποτελεσμάτων η μοριοπλάκα θα καταταγεί στη κατηγορία E1 ή E2 (σημ. η κατηγορία E2 έχει σήμερα απαγορευτεί)

4. Αντίδραση στη φωτιά σύμφωνα με το πρότυπο EN 13501-1 (μέθοδος ελέγχου) και το EN 312.

5. Η διαπερατότητα σε υδρατμούς, που μπορεί να προσδιορισθεί ως συντελεστής αντίστασης στους υδρατμούς σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 12572:2001 ή από τις τιμές που δίδονται σύμφωνα με το πρότυπο EN 12524.

6. Η ηχομόνωση (EN ISO 140-3) και η ηχοαπορρόφηση (EN ISO 354) θα προσδιορισθούν μόνο όταν η μοριοπλάκα πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε ανάλογες χρήσεις.

7. Η θερμική αγωγιμότητα θα προσδιορισθεί μόνο για χρήσεις όπου απαιτείται, σύμφωνα με το πρότυπο EN 12664.

8. Η ανθεκτικότητα σε βιολογικούς κινδύνους σύμφωνα με την ταξινόμηση που δίδεται στο πρότυπο EN 335.

9. Η περιεκτικότητα σε πενταχλωροφαινόλη θα προσδιορισθεί σύμφωνα με το πρότυπο CEN/TR 14823 και εάν είναι >5 ppm θα πρέπει να αναφέρεται στη σήμανση. Η συμμόρφωση της μοριοπλάκας με τις απαιτήσεις αυτού του προτύπου θα πρέπει να αποδεικνύεται από τον κατασκευαστή με τον εργοστασιακό ποιοτικό έλεγχο.

Οι πλήρεις πληροφορίες της σήμανσης θα πρέπει να εμφανίζονται στο προϊόν ή στην συσκευασία του ή σε έγγραφο που θα συνοδεύει το προϊόν, και θα πρέπει να αναφέρουν τις σχετικές ιδιότητες ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται το συγκεκριμένο προϊόν. ως εξής:

A. με βάση τις τεχνικές κατηγορίες η σήμανση θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- την αναφορά σε αυτό το πρότυπο
- την τεχνική κατηγορία του προϊόντος
- την κατηγορία αντίδρασης στη φωτιά: A2, B, C, D, E ή F
- την κατηγορία φορμαλδεΐδης E1 ή E2
- την περιεκτικότητα σε πενταχλωροφαινόλη εάν είναι >5 ppm

B. με βάση τις τιμές των ιδιοτήτων που προβλέπονται να υπολογισθούν ανάλογα με την κατηγορία χρήσης του προϊόντος, η σήμανση θα πρέπει να περιλαμβάνει τις τιμές όλων αυτών των ιδιοτήτων.

Παράδειγμα CE σήμανσης για ινοπλάκα μέσης πυκνότητας (MDF) για εσωτερική χρήση σε ξηρές συνθήκες ως μη δομικό στοιχείο, όπως δίδεται από το πρότυπο, φαίνεται στην Εικόνα 5.1.

CE					
AnyCo, PO Box 21, B-1050 A town 04					
EN 13986 MDF E1 D-s2,d0					
Relevant thickness range		√			
Thickness (mm)	10 to 12	> 12 to 19	> 19 to 30	> 30 to 45	> 45
Density (kg/m ³)	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600
Internal bond (N/mm ²)	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50
Bending strength (N/mm ²)	22	20	18	17	15
Swelling in thickness 24 h (%)	15	12	10	8	6
Modulus of elasticity in bending (N/mm ²)	2 500	2 200	2 100	1 900	1 700

Εικόνα 5.2. Παράδειγμα CE σήμανσης για MDF πάχους 15 mm

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN), με τα πρότυπα που εκπονεί δίνει λοιπόν, τα απαραίτητα μέσα για την επίτευξη του στόχου των οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που αποβλέπουν στην ασφαλή και ελεύθερη κυκλοφορία των προϊόντων ξύλου. Η θεωρία όμως από μόνη της δεν είναι επαρκής για την διασφάλιση της σήμανσης. Μια αξιόπιστη εφαρμογή, απαιτεί την ύπαρξη εξειδικευμένου επιστημονικού προσωπικού και την ανάπτυξη ενός κατάλληλου μηχανισμού ελέγχου. Τίθεται συνεπώς ένα ερώτημα. Διαθέτει η χώρα μας τις κατάλληλες υποδομές για την εξασφάλιση της αξιόπιστης εφαρμογής του;

Δυστυχώς, απαιτείται έντονη προσπάθεια για να δοθεί μια καταφατική απάντηση, αντίθετη από αυτή που μας οδηγεί η ανάλογη εμπειρία από την ελληνική πραγματικότητα.

5.4. Ο Ευρωκώδικας 5 και ο σχεδιασμός ξύλινων κατασκευών

Το ξύλο χρησιμοποιείται εδώ και πολλούς αιώνες στη δόμηση. Οι σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις (νέα υλικά υψηλής αξιοπιστίας με πρώτη ύλη το ξύλο), οι νέοι κανονισμοί και τα κανονιστικά πρότυπα παραγωγής των υλικών και μελέτης των ξύλινων κατασκευών, καθιστούν το ξύλο ισότιμο και ανταγωνιστικό ως προς τα λοιπά δομικά υλικά. Παραλλήλως όμως, και σε συνδυασμό με τις ιδιομορφίες του ξύλου, επιβάλλουν την απόκτηση υψηλότερης γνώσης από τον ειδικό μηχανικό ή μηχανικό ξύλου.

5.4.1. Σκοπός και πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 5

Ο Ευρωκώδικας 5 (EN 1995), χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό έργων πολιτικού μηχανικού που αφορούν ξύλινες κατασκευές. Καλύπτει απαιτήσεις μηχανικής αντοχής, λειτουργικότητας, ανθεκτικότητας και πυρασφάλειας των ξύλινων κατασκευών για το φέροντα οργανισμό των οποίων έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία από φυσική ξυλεία (στρόγγυλη, πελεκητή, ή πριστή) και βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα ξύλου όπως :

- επικολλητή ξυλεία,
- ξυλεία επικολλημένων ξυλοφύλλων (LVL) και
- διαφόρων τύπων ξυλοπλάκες (αντικολλητή ξυλεία, OSB, μοριοπλάκες, ινοπλάκες κλπ.).

Ο Ευρωκώδικας 5 (EN 1995) αποτελείται από τα παρακάτω επιμέρους κανονιστικά κείμενα:

- EN 1995-1-1 Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια
- EN 1995-1-2 Γενικοί κανόνες – Δομικός σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς
- EN 1995-2 Γέφυρες

5.4.2. Απαραίτητα κανονιστικά κείμενα για την χρήση του EN 1995

Η χρήση του EN 1995 γίνεται σε συνδυασμό με τα εξής κανονιστικά κείμενα:

1. EN 1990:2002, «Ευρωκώδικας – Βάσεις σχεδιασμού».

2. EN 1991, «Δράσεις στις κατασκευές».

3. EN 1998, «Αντισεισμικός Σχεδιασμός», για τις ξύλινες κατασκευές σε σεισμικές περιοχές,

4. EN 1993, «Ευρωκώδικας 3: Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα».

Χρησιμοποιείται συχνά για τον έλεγχο των μεταλλικών πλακών σε συνδέσεις χάλυβα με ξύλο, για τον έλεγχο μεταλλικών χιαστί συνδέσμων ακαμψίας, καθώς και μεταλλικών δομικών στοιχείων τα οποία μπορεί να συνδυάζονται με ξύλινα για την μόνωση μικτών φορέων (μεταλλικά υποστυλώματα, με ξύλινα ζυγώματα, μεταλλικοί ελκυστήρες με ξύλινους αμείβοντες κ.α.).

5. Πρότυπα ENs για τα δομικά προϊόντα σχετικά με τις ξύλινες κατασκευές.

Επισημαίνεται ότι όλα τα στοιχεία για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπου ξυλείας και των προϊόντων ξύλου (αντοχές, πυκνότητα, μέτρα ελαστικότητας και διάτμησης) βρίσκονται στα αντίστοιχα ENs και όχι στο κυρίως σώμα του Ευρωκώδικα 5¹⁶. Τα ENs που συνοδεύουν τον Ευρωκώδικα είναι μέχρι τώρα περίπου 70 και συνεχώς αυξάνονται.

6. Το Εθνικό Προσάρτημα στο οποίο περιλαμβάνονται πληροφορίες για τις παραμέτρους που αφήνονται ανοιχτές στους Ευρωκώδικες προκειμένου να συμπληρωθούν με Εθνική Επιλογή.

Τα άρθρα του EN 1995-1-1 που επιτρέπουν εθνική επιλογή είναι τα ακόλουθα :

2.3.1.2(2)Α Κατάταξη φορτίων σε κατηγορίες διάρκειας φορτίσεως.

2.3.1.3(1)Α Κατάταξη κατασκευών σε κατηγορίες λειτουργίας.

2.4.1 (1)Α Επί μέρους συντελεστές για τις ιδιότητες των υλικών.

6.4.3(8) Δοκοί με αμφιπλεύρως μειούμενη διατομή, καμπύλες δοκοί και δοκοί με καμπύλη-τριγωνική κορωνίδα.

7.2 (2) Οριακές τιμές βελών κάμψης.

7.3.3(2) Οριακές τιμές ταλαντώσεων.

8.3.1.2(4) Ηλώσεις ξύλου με ξύλο: κανόνες για ηλώσεις στο σόκορο του ξύλου

¹⁶ Η δυσκολία αυτή στην εφαρμογή του EN 1995, αντισταθμίζεται από το γεγονός ότι στοιχεία για νέα υλικά καλύπτονται από νέα ENs χωρίς να χρειαστούν αλλαγές στο κυρίως σώμα των Ευρωκωδίκων.

8.3.1.2(7) Ηλώσεις ξύλου με ξύλο: είδη ξύλου ευαίσθητα στο σχίσσιμο.

9.2.4.1(7) Μέθοδος σχεδιασμού διαφραγμάτων τοίχων.

9.2.5.3(1) Τροποποιητικοί συντελεστές για την εξασφάλιση δυσκαμψίας συστημάτων δοκών ή δικτυωμάτων.

10.9.2(3) Ανέγερση δικτυωμάτων με ηλοφόρες πλάκες: μέγιστη τοξοειδής παραμόρφωση.

10.9.2(4) Ανέγερση δικτυωμάτων με ηλοφόρες πλάκες: μέγιστη απόκλιση από την κατακόρυφο.

Η μέχρι σήμερα εμπειρία στον τομέα των ξύλινων κατασκευών στην Ελλάδα δεν είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή συμπερασμάτων που να αντικρούουν τις συνιστώμενες εκ μέρους του Ευρωκώδικα τιμές των εθνικώς προσδιοριζόμενων παραμέτρων. Βάσει του ανωτέρω αιτιολογείται η αποδοχή των συνιστώμενων τιμών για τις εξής περιπτώσεις :

2.4.1 (1)Α Επί μέρους συντελεστές για τις ιδιότητες των υλικών

6.4.3 (8) Δοκοί με αμφιπλεύρως μειούμενη διατομή, καμπύλες δοκοί και δοκοί με καμπύλη- τριγωνική κορωνίδα

8.3.1.2(4) Ηλώσεις ξύλου με ξύλο: κανόνες για ηλώσεις στο σόκορο του ξύλου

8.3.1.2(7) Ηλώσεις ξύλου με ξύλο: είδη ξύλου ευαίσθητα στο σχίσσιμο

9.2.4.1(7) Μέθοδος σχεδιασμού διαφραγμάτων τοίχων

9.2.5.3(1) Τροποποιητικοί συντελεστές για την εξασφάλιση δυσκαμψίας συστημάτων δοκών ή δικτυωμάτων.

Για τα υπόλοιπα άρθρα, (περίπτωση εθνικών επιλογών διαφορετικών από τις συνιστώμενες από τον Ευρωκώδικα 5), χρησιμοποιήθηκε η διεθνής βιβλιογραφία και εμπειρία.

5.4.3. Ο Ευρωκώδικας 5 στην Ελλάδα

Πολύ σύντομα η χώρα μας θα υποχρεωθεί να χρησιμοποιήσει για τις ξύλινες κατασκευές τον Ευρωκώδικα 5. Κατά πόσο όμως είναι εύκολο να ενταχθεί ο κανονισμός αυτός στην ελληνική πραγματικότητα;

Οι Ευρωκώδικες αποτελούν Ευρωπαϊκά Πρότυπα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN) και έχουν σκοπό να εναρμονίσουν όλους τους κανονισμούς των Κρατών Μελών που αφορούν στη στατική επάρκεια των κατασκευών. Οι Ευρωκώδικες συνοδεύονται από μεγάλο αριθμό επιμέρους προτύπων (ENs) στα οποία υπάρχουν τεχνικές προδιαγραφές για τα δομικά υλικά και τις μεθόδους δοκιμών τους. Το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN1995 ή Ευρωκώδικας 5, όπως είναι ευρύτερα γνωστός, πραγματεύεται το σχεδιασμό των ξύλινων κατασκευών και έχει 3 μέρη:

- το πρώτο Μέρος (1-1), περιλαμβάνει γενικούς κανόνες για τον υπολογισμό κτηρίων,
- το δεύτερο Μέρος (1-2), αφορά στο σχεδιασμό των ξύλινων κτηρίων έναντι πυρκαγιάς,
- και το τρίτο Μέρος (2), αφορά στις γέφυρες.

Ο Ευρωκώδικας 5 αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία της ειδικότητας του πολιτικού μηχανικού και σύντομα θα αρχίσει να εφαρμόζεται και στη χώρα μας. Εμφανίζει όμως κάποιες "ιδιαιτερότητες" γεγονός που κάνει να φαίνεται η εφαρμογή του στην ελληνική πραγματικότητα αρκετά δύσκολη.

Σε γενικές γραμμές και με μια πρώτη ματιά, ο Ευρωκώδικας 5 μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας δυσνόητος και δύσχρηστος κανονισμός.

Πράγματι, δεν υπάρχουν αρκετά διευκρινιστικά σχήματα και επεξηγήσεις, ενώ π.χ. υπάρχουν πολλοί άγνωστοι μέχρι τώρα συντελεστές, που δεν χρησιμοποιούνται στα άλλα υλικά, (συντελεστές κλάσης υγρασίας, διάρκειας φόρτισης, διανομής φορτίων κ.λ.π.)

Αυτό όμως συμβαίνει γιατί ο Ευρωκώδικας 5 είναι γραμμένος για χώρες (Γερμανία, Αγγλία κ.λ.π.), που έχουν ήδη αναπτύξει ένα σύστημα προδιαγραφών και ερευνητικών εργασιών που αφορούν στις ξύλινες κατασκευές με πολλά πρόσθετα βοηθήματα, και σχετικές υποστηρικτικές προδιαγραφές καθώς και για μηχανικούς που έχουν ήδη καλή γνώση ξύλινων κατασκευών. Δυστυχώς, οι έλληνες πολιτικοί μηχανικοί

και αρχιτέκτονες δεν είναι το ίδιο εξοικειωμένοι με τις ιδιότητες του ξύλου και των προϊόντων του, με την ορολογία η οποία παρουσιάζει πολλές δυσκολίες και ιδιαιτερότητες, με τον υπολογισμό και κυρίως με τον σχεδιασμό των ξύλινων κατασκευών.

Ο Ευρωκώδικας 5 λοιπόν έχει αυτήν την μορφή, γιατί η αρμόδια Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αποφάσισε να συμπεριληφθούν μόνο οι βασικοί κανόνες σχεδιασμού και υπολογισμού με τους οποίους όλες οι Ευρωπαϊκές χώρες έπρεπε καταρχήν να συμφωνούν. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στις Εθνικές Επιτροπές και Οργανισμούς της κάθε χώρας, να αποφασίσουν ελεύθερα, ποια θα είναι τα καταλληλότερα στοιχεία που πρέπει να πλαισιώσουν και να συμπληρώσουν τον Ευρωκώδικα 5, ανάλογα με τις τοπικές, ιδιαίτερες συνθήκες κάθε χώρας, τις παραδόσεις της, το είδος της ξυλείας και των κατασκευών της.

Θα αναρωτηθεί κανείς: πώς η Ελλάδα που έχει έλλειψη παλαιότερων κανονισμών και κανονιστικής παράδοσης για το ξύλο θα μπορέσει να κάνει σωστή χρήση του Ευρωκώδικα 5;

Η απάντηση είναι εύκολη. Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Αγγλία και η Γαλλία, οι οποίες θα εναρμονιστούν με τον Ευρωκώδικα 5, και οι οποίες έχουν ήδη μεγάλη εμπειρία και πολλά βοηθήματα με την μορφή εγχειριδίων και συμπληρωματικών κανονιστικών διατάξεων θα βοηθήσουν να αντιμετωπίσουν οι χώρες όπως η Ελλάδα, την έλλειψη γνώσης στο συγκεκριμένο θέμα. Παράλληλα πρέπει να ετοιμαστούν αντίστοιχα εγχειρίδια στα ελληνικά. Ήδη έχουν συγκροτηθεί ομάδες εργασίας οι οποίες ασχολούνται με την προώθηση της εφαρμογής του Ευρωκώδικα 5 στην Ελλάδα, από το ΥΠΕΧΩΔΕ (Επιτροπή Ευρωκωδίκων, για την Μετάφραση του Ευρωκώδικα 5 και την σύνταξη προσαρτήματος των εθνικώς προσδιοριζόμενων παραμέτρων), από τον ΕΛΟΤ, (Τεχνική Επιτροπή ΤΕ 92, «Ξύλο και ξύλινες κατασκευές», με αντικείμενο την τυποποίηση της ορολογίας, των απαιτήσεων των μεθόδων δοκιμών για το ξύλο και τα προϊόντα ξύλου, την σύνταξη Ελληνικών Προδιαγραφών για τη διαβάθμιση εγχώριας δομικής ξυλείας κ.α.), από το ΤΕΕ (Ομάδα εργασίας για την σύνταξη Οδηγού Δομικών Υλικών για το Ξύλο).

Ο Ευρωκώδικας 5 είναι αδύνατον να εφαρμοστεί χωρίς ένα σημαντικό αριθμό Ευρωπαϊκών Προτύπων (περίπου 70), τα οποία ονομάζονται ENs. Ούτε μια απλή αμφιέριστη δοκός δεν μπορεί να υπολογισθεί αφού ο απαραίτητος πίνακας με τις κατηγορίες αντοχές των ξύλων βρίσκεται σε σχετικό EN και όχι στο κυρίως σώμα του Ευρωκώδικα. Όπως είναι γνωστό, τα ENs διατίθενται από τους Εθνικούς Οργανισμούς Πιστοποίησης (βιβλιοθήκη ΕΛΟΤ), με Ευρωπαϊκά καθορισμένες τιμές. Η φωτοτύπηση τους κοστίζει αρκετά και η πρόσβαση σε αυτά είναι δύσκολη ιδιαίτερα για τους μηχανικούς εκτός Αθηνών.

Όμως, τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα ENs είναι λίγα, άρα όταν αποκτηθούν τα βασικά, μπορούν να αντιμετωπιστούν οι περισσότερες τρέχουσες εφαρμογές των ξύλινων κατασκευών. Παρόλα αυτά, η πρόσβαση σε αυτά αλλά και το κόστος τους πρέπει να είναι τέτοιο ώστε κάθε μηχανικός στην άκρη της Ελλάδας να μπορεί να κάνει την δουλειά του.

Ο τρόπος υπολογισμού με τον Ευρωκώδικα 5, των ξύλινων μελών και ιδιαίτερα των συνδέσεων είναι πολύ πιο πολύπλοκος και χρονοβόρος από ότι με τους παλαιότερους κανονισμούς (DIN) και η πιθανότητα να γίνει αριθμητικό λάθος στις πράξεις μεγάλη.

Για παράδειγμα, χρειάζονται 6 αρκετά πολύπλοκες εξισώσεις για τον υπολογισμό μιας απλής μονότητης σύνδεσης ξύλου με ξύλου. (π.χ. EC5:6.2.1a - f).

Όμως, τώρα πλέον, όλοι οι μηχανικοί χρησιμοποιούν υπολογιστές και αυτό προφανώς έχει ληφθεί υπ' όψιν από την Επιτροπή σύνταξης του Ευρωκώδικα 5. Ακόμα και με απλά προγράμματα όπως το Excel, τα οποία μπορούν να ετοιμαστούν εύκολα από τον οποιοδήποτε μηχανικό, η ταχύτητα και η ακρίβεια των υπολογισμών εξασφαλίζεται πλήρως. Αυτοί οι «δύσχηστοι και πολύπλοκοι» τύποι υπολογισμού, αποφασίστηκε να παραμείνουν στον Ευρωκώδικα καθώς περιγράφουν πολύ καλύτερα την συμπεριφορά των ξύλινων φορέων και των συνδέσεων τους αφού προκύπτουν από τα τελευταία ερευνητικά αποτελέσματα.

Στον Ευρωκώδικα 5 δεν υπάρχουν οδηγίες για το σχεδιασμό και υπολογισμό κατασκευών σε σεισμογενείς περιοχές. Δυστυχώς και στον τελευταίο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό έχουν συμπεριληφθεί ελάχιστα στοιχεία για τις ξύλινες κατασκευές. Ευτυχώς όμως υπάρχουν αρκετά στοιχεία σε σχετικό κεφάλαιο του Ευρωκώδικα 8, πιθανώς γιατί σε κάποιες χώρες το ξύλο αντιμετωπίζεται ως ισάξιο δομικό υλικό με το χάλυβα και το οπλισμένο σκυρόδεμα.

Το μεγαλύτερο όμως πρόβλημα που υπάρχει για την εφαρμογή του Ευρωκώδικα 5 είναι έλλειψη στην Ελληνική αγορά βαθμονομημένου ως προς την αντοχή ξύλου είτε εγχώριου είτε εισαγόμενου, σύμφωνα με τους νέους Κανονισμούς.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει βαθμονομημένη φυσική ξυλεία ούτε με τους παλιούς Κανονισμούς. Για τα προϊόντα ξύλου, όπως είναι το συγκολλητό ξύλο, τα πράγματα είναι καλύτερα γιατί οι περισσότερες βιομηχανίες στην Ευρώπη, και κάποιες λιγότες όμως στην Ελλάδα, έχουν ήδη υιοθετήσει τους νέους Κανονισμούς και παράγουν βαθμονομημένο ως προς την αντοχή συγκολλητό ξύλο σύμφωνα με τις προδιαγραφές των σχετικών ENs που συνοδεύουν τον Ευρωκώδικα 5. Η Ιταλία και η Πορτογαλία, χώρες επίσης χωρίς προηγούμενες εθνικούς κανονισμούς για το ξύλο, έχουν ήδη ξεκινήσει εδώ και αρκετά χρόνια να οργανώνονται για την διαβάθμιση σε κλάσεις αντοχής των εγχώριων

ειδών ξύλου. Η Ελλάδα, ευρωπαϊκή χώρα με αξιόλογο και ως προς την ποιότητα και ως προς την ποσότητα, εγγώριο δασικό πλούτο, πρέπει, έστω και την τελευταία στιγμή, να προχωρήσει αμέσως στην καταγραφή, περιγραφή, αξιολόγηση και αποτίμηση του δασικού της πλούτου και των δασικών προϊόντων, καθώς και των δυνατοτήτων ανάπτυξης και βελτίωσης της υπάρχουσας παραγωγής της χώρας. Πρέπει επίσης, πολύ σύντομα, έχουμε ήδη καθυστερήσει, εισαγωγείς, παραγωγοί, πανεπιστημιακοί και οι ειδικές επιτροπές που έχουν συσταθεί να συνεργαστούν για την καθιέρωση ελληνικού συστήματος πιστοποίησης και διαδικασιών ελέγχου της δομικής ξυλείας και για την ενημέρωση και προετοιμασία του τεχνικού και εμπορικού κόσμου καθώς ο Ευρωκώδικας 5 θα αρχίσει να εφαρμόζεται πολύ σύντομα.

Πρέπει να τονιστεί ότι το ξύλο, είναι το μόνο δομικό υλικό του οποίου η αντοχή, τα μηχανικά χαρακτηριστικά, ΔΕΝ ΜΠΟΡΟΥΝ να προσδιοριστούν μέσω μικρών δοκιμών, δηλαδή μικρών, καθαρών από φυσικά ελαττώματα κομματιών ξύλου, σε εργαστήρια όπως γίνεται με το οπλισμένο σκυρόδεμα και το χάλυβα.

Τα φυσικά ελαττώματα του ξύλου, όπως το μέγεθος, ο αριθμός και η διάταξη των ρόζων, η στρεψοίγια, οι ρηγματώσεις κ.λ.π. αποτελούν τον κρισιμότερο παράγοντα καθορισμού των μηχανικών ιδιοτήτων της φυσικής και της συγκολλητής ξυλείας. Γι αυτό, κάθε ξύλινο στοιχείο, πρέπει να κατατάσσεται σε κατηγορία αντοχής στο εργοστάσιο παραγωγής του, όταν διαμορφωθούν οι τελικές του διαστάσεις (διατομή και μήκος). Πρέπει δηλαδή να διαβαθμίζεται όλο το ξύλινο μέλος, όπως θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή και στο σόκορο του πρέπει να υπάρχει σφραγίδα στην οποία να αναγράφονται με σαφήνεια η κλάση αντοχής του, το είδος του, το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας καθώς και άλλες πληροφορίες που αφορούν τον κανονισμό, τον βαθμονομητή και τον οργανισμό πιστοποίησης του. Η διαβάθμισή αυτή μπορεί να γίνει είτε οπτικά, από ειδικούς εκπαιδευμένους ελεγκτές είτε μέσω ειδικών μηχανών.

Μια βασική αρχή των έργων πολιτικού μηχανικού είναι ότι κανονισμοί πρέπει να συνδυάζονται με σαφείς προδιαγραφές που αφορούν στις κατηγορίες αντοχής των χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών, αλλιώς κάθε υπολογισμός είναι είτε μη ασφαλής είτε αντιοικονομικός. Η προφανής αυτή αρχή δεν ήταν δυνατόν μέχρι τώρα να εφαρμοστεί για τις ξύλινες κατασκευές. Η χρήση ιδιαίτερα συντηρητικών τιμών αντοχής που αναγκαστικά οδηγούνταν και οδηγούνται οι πολιτικοί μηχανικοί να χρησιμοποιούν, αφού δεν έχουν καμία πιστοποίηση για την αντοχή του ξύλου που θα προδιαγράψουν ή θα χρησιμοποιήσουν, σε αντίθεση με το Ω.Σ. και τον χάλυβα, επιβαρύνει ιδιαίτερα την

οικονομία, την ασφάλεια της κατασκευής, και τελικά την ανταγωνιστικότητα του ξύλου ως δομικό υλικό.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, υπάρχει δρόμος ακόμα που πρέπει να γίνει ώστε η εφαρμογή του Ευρωκώδικα 5 να αποφέρει τους ανάλογους καρπούς. Η αρχή - βέβαια - έχει γίνει. Απομένει μόνο η συνέχιση των προσπαθειών ώστε σύντομα οι μηχανικοί της χώρας μας να μπορούν να αξιοποιήσουν στο έπακρο τις δυνατότητες που τους δίνει ο Ευρωκώδικας 5 και το ξύλο να ξαναποκτήσει την θέση που του ανήκει στις κατασκευές στην Ελλάδα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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).

Αντί Επιλόγου...

Το σπίτι του ανθρώπου είναι η συνέχεια του εαυτού του. Την ψυχολογική αντίληψη του χώρου από τον άνθρωπο θα μπορούσαμε να την ονομάσουμε αίσθημα κυριαρχίας σε αυτό. Αυτό έχει να κάνει με την ίδια την κοσμοθεωρία μας και έχει βαθιές ρίζες στον πολιτισμό μας.

Το σπίτι δεν είναι απλά ένα αντικείμενο, είναι ύλη που δημιουργήθηκε από το ίδιο το άτομο και για το λόγο αυτό περιέχει και πνευματική υπόσταση.

Το σπίτι είναι “ανθρωπομορφικός χώρος. Είναι πλήρες από την έννοια “άνθρωπος” και πρέπει να είναι αρμονικά κείμενο με τη βίοσφαιρα.

Το δέντρο περιέχει “αισθητήριες ιδιότητες”, διότι έχει άμεση σχέση με τα δικά μας αισθήματα αφής, όρασης, ακοής, όσφρησης, και γεύσης. Αυτές του οι ιδιότητες που συμπεριλαμβάνουν το χρώμα, την οσμή, την αντήχηση κ.τ.λ., εν μέρει μπορούν να εξηγηθούν επιστημονικά. Για παράδειγμα, ο συναισθηματικός ορισμός: “ζεστό” δέντρο είναι ρεαλιστικός διότι το δέντρο το αισθανόμαστε με την αφή ζεστό, ιδιαίτερα σε σύγκριση με άλλα υλικά όπως το μέταλλο και το μπετόν. Θα μπορούσαμε να σας εξηγήσουμε με επιστημονικούς όρους το χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του αποξηραμένου δέντρου. Αυτό όμως δε θα άλλαζε το γεγονός της θερμής αύρας που εκπέμπει, και που κατακλύζει τις σκέψεις με φιλικά αισθήματα.

Θα ‘λεγε κανείς ότι η ψυχολογική έλξη που ασκούν τα ξύλινα αντικείμενα δημιουργείται από την αμοιβαία επίδραση δύο ζωτικών στοιχείων, της φύσης και της ανθρωπότητας.

Το δέντρο είναι ένα άμεσο και μη καταβαλλόμενο προϊόν της δημιουργίας της φύσης.

Ο άνθρωπος ζει με αισθήματα και αισθήσεις . Είναι παράλληλα ένα βιολογικό ον που χρειάζεται ζωτικό χώρο να κινηθεί, αλλά και πνευματικό ον, που σκέφτεται, αισθάνεται.

Τα αντικείμενα που βρίσκονται γύρω μας είναι ικανά να προσδώσουν χρώμα στις αισθήσεις μας, να βελτιώσουν τη διάθεσή μας, ή αντίθετα να μας καταπιέσουν. Είναι αναγκαία η μέγιστη αρμονία με το περιβάλλον στο οποίο κινούμαστε, ώστε να είναι άνετο και ευχάριστο για τη διαμονή μας.

Ένα σπίτι από φυσικό ξύλο εντάσσεται αρμονικά σε οποιαδήποτε τοπίο, είναι οικολογικό, ευχάριστο για τα μάτια και φέρει την ενέργεια του ζωντανού δάσους.

Αναβιώνοντας σήμερα τις αιώνιες παραδόσεις οικοδόμησης με ξύλο, θέλουμε να σας χαρίσουμε την ομορφιά, την ελπίδα, την αρμονία και ένα οικολογικά καθαρό σπίτι για εσάς και την οικογένειά σας. Θα βιώσετε τη μεγαλύτερη δυνατή ικανοποίηση κατά την επικοινωνία σας με τη φύση. Θα εισάγετε στη ζωή σας τη θέρμη και τη φρεσκάδα του δάσους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- ANEC (1999). ANEC TRAINING MANUAL, ANEC99/SECT/02, Brussels, Belgium
EN 13986:2004 «Wood-based panels for use in construction- Characteristics, evaluation of conformity and marking
- Benson Tedd, 1990. The timber frame home. Design – Construction – Finishing. The Tauton press, U.S.A.
- Berglund M, 1986. Stone, Log and Earth Houses, U.S.A.
- Lincoln William 1986. World Woods in colour. S. Davies Ltd. ISBN 0-85442-028-2.
- Neufert / Neff Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός και Εφαρμογές. 1998., ISBN 960- 209- 342- 0
- Olsen R, 2006. Log Houses of World, New York.
- Touliatos, 2000. Seismic disaster prevention in the history of structures in Greece from the book Ceccotti A. and Thelander S, 2000, Seismic behaviour of timber buildings, Venezia.
- Wolfgang Natsch . Κατασκευές Ξύλινων Κουφωμάτων. 1996., ISBN 960- 331- 127- 8

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ανακοινώσ. 3ου Συνεδρίου «Ελληνική Γλώσσα και Ορολογία», Αθήνα, σελ. 165-172.
ΕΛ. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 040 της 11/02/1989 σ. 0012 - 0026
- Ευρωπαϊκή Ένωση (2006). Δραστηριότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης- Σύνοψη της Νομοθεσίας. Τεχνική εναρμόνιση. <http://europa.eu/scadplus/leg/el/s06011.htm>
- Κακαράς Ιωάννης 2009. Τεχνολογία ξύλου. Εκδόσεις ΙΩΝ. 2009
- Κακαράς Ι, 2004. Τεχνολογία Δομικών κατασκευών Ξύλου, ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Κακαράς Ι, 2004. Τεχνολογία Ξύλου II , ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Κακαράς Ι. 2000. Το ξύλο ως υλικό. CD-ROM, ΕΠΕΑΕΚ.
- Κακαράς Ι, 1996. Ξύλο Έπιπλο 153, Ξύλινα σπίτια. Διεθνή πρακτική προκατασκευών και η Ελληνική πραγματικότητα.
- Κατσαραγάκης Ε, 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".
- Μπαρμπούτης Ι. (2001). Τυποποίηση και ορολογία νέων προϊόντων ξύλου.
- Μπαρμπούτης Ι., 1999. Προϊόντα ξύλου – Τυποποίηση, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Α.Π.Θ.

- Νταλός Γ, 2004, Τεχνολογία Ξύλου ΙΙΙ, ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
- Οδηγία 98/34 ΕΚ (1998). Οδηγία του Ευρ. Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την καθιέρωση μιας διαδικασίας πληροφόρησης στον τομέα των τεχνικών προτύπων και κανονισμών. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L204/37-48.
- Οδηγία 89/106/ΕΟΚ (1988) του Συμβουλίου για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών. 31989L0106
- Τσουμής Γ. 1983. Επιστήμη και τεχνολογία του ξύλου. Α.Π.Θ. 1983.

Διαδίκτυο

- http://users.teilar.gr/~mantanis/articles/T2006_01.pdf *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.wands.gr/index.php>
- <http://www.xilokatoikia.gr/index.html>
- <http://econord.co.gr/punahonkahistory.php>
- <http://www.aristotehnimata.gr/adoutus.html>
- <http://www.allwood.gr/>
- <http://www.easyhomeprokat.gr/easy/content>
- http://www.timbertrager.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=64