

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΞΥΛΙΝΟΥ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ ΕΜΠΟΤΙΣΜΕΝΟΥ ΜΕ ΦΥΣΙΚΑ ΕΛΑΙΑ»



ΠΡΟΒΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής:

Δρ. Σωτήριος Καραστεργίου
Καθηγητής ΤΕΙ Θεσσαλίας

Μαΐος 2016 ΚΑΡΔΙΤΣΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Εγώ ο Προβιάς Γεώργιος δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο: «Κατασκευή ξύλινου κουφώματος εμποτισμένο με φυτικά έλαια» είναι δική μου, και βεβαιώνω ότι:

- Σε όλες περιπτώσεις έχω συμβουλευτεί δημοσιευμένη εργασία τρίτων, αυτό επισημαίνεται με σχετική αναφορά στα επίμαχα σημεία και στη βιβλιογραφία,
- Σε όλες περιπτώσεις μμεταφέρω λόγια τρίτων, αυτό επισημαίνεται με σχετική αναφορά στα επίμαχα σημεία· με εξαίρεση τέτοιες περιπτώσεις, το υπόλοιπο κείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί δική μου δουλειά,
- Αναφέρω ρητά όλες τις πηγές βοήθειας που χρησιμοποίησα, και
- Σε περιπτώσεις που τμήματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας έγιναν από κοινού με τρίτους, αναφέρω ρητά ποια είναι η δική μου συνεισφορά και ποια των τρίτων.

Τέλος, γνωρίζω πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο, ακαδημαϊκό και ποινικό αδίκημα και είμαι ενήμερος για την επέλευση των νομικών και λοιπών συνεπειών».

Καρδίτσα, 09-05-2016

Προβιάς Γεώργιος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο . ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	7
1.1. Το ξύλο ως υλικό	7
1.2. Πριστή ξυλεία	14
1.3. Επικολλητό ξύλο	21
1.4. Εμποτισμός ξύλου	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.5. Ξύλινο κούφωμα	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο . ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΜΠΟΤΙΣΜΕΝΟΥ ΞΥΛΙΝΟΥ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ ...	50
2.1. Εμποτισμός ξυλείας	50
2.2. Κατασκευή κουφώματος	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία συντάχθηκε για την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, με σκοπό να αποτελέσει την πτυχιακή μου διατριβή. Το θέμα της είναι **«Κατασκευή ξύλινου κουφώματος εμποτισμένου με φυσικά έλαια»** και σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της συμπεριφοράς στην κατεργασία εμποτισμένης ξυλείας μαύρης πεύκης με έλαια (κραμβέλαιο) για την κατασκευή <γερμανικού> κουφώματος.

Τα κουφώματα που συναντάμε τριγύρω μας είναι κατασκευασμένα από πλαστικό (PVC), αλουμίνιο και ελάχιστα από ξύλο και αυτό οφείλεται στην άγνοια που υπάρχει για το ξύλο ως υλικό. Το ξύλο είναι προϊόν βιολογικών διεργασιών και παράγεται από τη φύση συνεχώς, με την προϋπόθεση ότι ο άνθρωπος διαχειρίζεται το δάσος σύμφωνα με τις αρχές της δασολογικής επιστήμης και της αειφορίας. Είναι άριστο δομικό υλικό με τεράστιες κατασκευαστικές δυνατότητες και μεγάλη αρχιτεκτονική αξία. Έχει μεγάλη αισθητική αξία, καθώς είναι διαθέσιμο σε ατέλειωτους συνδυασμούς χρωμάτων και σχεδιάσεων. Ως υλικό είναι ζεστό με μια ιδιαίτερη αίσθηση στην αφή και την όραση. Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του. Είναι μονωτικό υλικό στην θερμότητα και τον ηλεκτρισμό. Δεν οξειδώνεται και δεν ρυπαίνει το περιβάλλον.

Στην παρούσα εργασία αξιοποιήθηκε ελληνική ξυλεία μαύρης πεύκης, η οποία εμποτίστηκε με κραμβέλαιο με μεθόδους πίεσης και κενού και χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή κουφώματος 'γερμανικού' τύπου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική μου εργασία στο Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, νιώθω ευγνωμοσύνη προς τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σωτήρη Καραστεργίου και τον καθηγητή κ. Ιωάννη Κακαρά για την απρόσκοπτη και αδιάλειπτη βοήθεια που μου παρείχαν. Η συνεργασία μαζί τους ήταν μία ανεκτίμητη εμπειρία, καθώς με την άρτια επιστημονική τους επάρκεια και την πολύτιμη εμπειρία τους συνέβαλαν έτσι ώστε κάτι που φάνταζε αδύνατο στην αρχή να γίνει πραγματικότητα.

Εν συνεχεία θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ιδιοκτήτες της εταιρίας TSIGAS AE Βιομηχανία Ξύλινων Κουφωμάτων, που κάνοντας την πρακτική μου άσκηση εκεί μου παραχώρησαν τα μηχανήματα και κάποια από τα υλικά έτσι ώστε να κατασκευάσω το κούφωμα που ήταν το θέμα της πτυχιακής μου εργασίας καθώς και όλους τους εργαζομένους της εταιρίας που με βοήθησαν ο καθένας ξεχωριστά με τον τρόπο του.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους φίλους μου και όλους αυτούς που με στήριζαν σε όλη αυτή την μακροχρόνια φοιτητική προσπάθεια.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ξύλο χρησιμοποιείτε στην κατασκευή κουφωμάτων εδώ και πάρα πολλά χρόνια εξαιτίας των καλών θερμομονωτικών του ιδιοτήτων. Αρχικά, τα ξύλινα παράθυρα τα οποία ονομάζονται πλέον «παραδοσιακά» κατασκευάζονταν από ξυλεία ελληνικής προέλευσης όπως καστανιά, πεύκη, κλπ. Το προφίλ των υαλοστασίων ήταν στα 45 χιλιοστά και τα τζάμια (κρύσταλλα) ήταν μονά (ένα φύλλο τζαμιού). Η βαφή γινόταν με λινέλαιο και λαδομπογιά και εφαρμόζονταν με πινέλο. Από άποψη κατασκευής, το προφίλ τους είχε μία «πατούρα» για να πατήσει το τζαμιόκι στη κάσα και αργότερα με την εξέλιξη των υλικών προστέθηκε και μία γκινισιά στο ύψος της πατούρας όπου τοποθετούνταν και λάστιχο για επιπλέον μόνωση.

Με την εξέλιξη των υλικών και της τεχνολογίας στα ξυλουργικά μηχανήματα, καθώς επίσης και με τις σύγχρονες απαιτήσεις των προδιαγραφών στην κατασκευή των οικιών, όπως η ανάγκη για μεγαλύτερη θερμομόνωση και ενεργειακή απόδοση, ήρθε και η εξέλιξη του ξύλινου παραθύρου.

Πλέον τα σύγχρονα ξύλινα παράθυρα (γνωστά και ως παράθυρα 'γερμανικού τύπου') έχουν σχεδόν τελειοποιήσει τα μειονεκτήματα που είχαν παλιότερα και μπορούν να καλύψουν τις νέες απαιτήσεις των κανονισμών.

Τα ξύλα που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι κατά κύριο λόγο τροπικά (π.χ. *niagon*, *meranti*) και είναι επικολλητά (3 κομμάτια ξύλου) με προφίλ 68 χιλιοστών, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι στρεβλώσεις κάτι που στο παρελθόν ήταν συχνό φαινόμενο. Οι μηχανισμοί των παραθύρων δεν είναι μόνο ανοιγόμενοι, αλλά προσφέρουν επίσης και ανάκληση στο ένα φύλλο του παραθύρου. Τα τζάμια είναι ενεργειακά και κατασκευάζονται με νέες τεχνολογίες για την επίτευξη καλύτερης μόνωσης. Μεγάλη εξέλιξη έχει υπάρξει και στις βαφές των παραθύρων, όπου πλέον αποτελούνται από τρεις στρώσεις υλικού, ώστε να προστατεύσουν και να μονώσουν το ξύλο από εξωτερικούς παράγοντες (ήλιος, βροχή, υγρασία). Οι βαφές σήμερα εφαρμόζονται με πιστόλια υψηλής πίεσης, με τη χρήση ή μη ρομποτικών βραχιόνων και είναι συχνά ηλεκτροστατικές.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της συμπεριφοράς κατά την κατασκευή ενός ξύλινου κουφώματος 'γερμανικού τύπου', το οποίο κατασκευάστηκε από εμποτισμένη με φυτικό έλαιο (κραμβέλαιο) ξυλεία ελληνικής μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.1. Το ξύλο ως υλικό

Το ξύλο είναι ανανεώσιμο υλικό που παράγεται από τη φύση. Το ξύλο βρίσκεται στην υπηρεσία του ανθρώπου από τότε που αυτός εμφανίστηκε στη γη και τον βοήθησε αφάνταστα στην επιβίωση και την εξέλιξή του.

Από την παλαιολιθική εποχή και εν συνεχεία στα αρχαία χρόνια δεν υπήρχε μέρα που ο άνθρωπος να μην έχει έρθει σε επαφή με το ξύλο. Από το ξύλο ο άνθρωπος έφτιαξε την πρώτη του κατοικία, τα πρώτα εργαλεία και τα όπλα του, επίσης του παρείχε θέρμανση, τροφή, προστασία και αμέτρητα άλλα πράγματα που δεν μπορεί να σκεφτεί το μυαλό μας. Το ξύλο ήταν, είναι και θα είναι ένας από τους παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στη σταδιοδρομία και την εξέλιξη του ανθρώπου. Όπως προαναφέραμε το ξύλο είναι ένα ανανεώσιμο υλικό που παράγεται από τη φύση και παράγει μηδενικό ενεργειακό αποτύπωμα. Αποτελεί προϊόν βιολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα δέντρα και ουσιαστικά το ξύλο ως προϊόν μέσω του φαινομένου της φωτοσύνθεσης αποτελεί μια αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας. Οι πρώτες ύλες για την παραγωγή του ξύλου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που τα δέντρα παραλαμβάνουν από την ατμόσφαιρα και το νερό με τα ανόργανα άλατα που απορροφούν από το έδαφος. Από άποψη δομής το ξύλο είναι ένα υλικό που συγκροτείται (δομείται) από ιστούς ξυλωδών κυττάρων. Από χημικής άποψης το ξύλο αποτελείται από τρεις περίπλοκες πολυμερείς ενώσεις (δομικά συστατικά), δηλ. την κυτταρίνη, τη λιγνίνη και τις ημικυτταρίνες. Ωστόσο, στο ξύλο υπάρχουν σε μικρότερη αναλογία και άλλες ενώσεις (μη δομικά συστατικά) που ονομάζονται εκχυλίσματα, πηκτινικές και ανόργανες ουσίες.

Τα βασικά στοιχεία που αποτελούν το ξύλο είναι ο άνθρακας σε ποσοστό (48-50%), το οξυγόνο (43-45%) και το υδρογόνο (6%). Μεγάλο πλεονέκτημα του ξύλου είναι ότι απαντάται σε όλες τις χώρες του κόσμου και είναι ανανεώσιμη πρώτη ύλη, δηλ., είναι υλικό που ανανεώνεται συνεχώς και δεν εξαντλείται σε αντίθεση με ορυκτές πρώτες ύλες (π.χ. πετρέλαιο, μεταλλεύματα, κλπ.) που αργά αλλά σταθερά εξαντλούνται.

Το ξύλο χρησιμοποιείται και ως καύσιμη ύλη. Περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής ξύλου χρησιμοποιείται σήμερα ως καύσιμη ύλη. Η πολύπλοκες χημικές συστάσεις και δομή του ξύλου το καθιστούν την πολυτιμότερη ανανεώσιμη ύλη από την οποία ο άνθρωπος μπορεί να παράγει σήμερα πάνω από δυο χιλιάδες προϊόντα μετά από μηχανική και χημική κατεργασία. Σε αυτόν τον τομέα βοήθησε σημαντικά και η επιστήμη της *Τεχνολογίας του Ξύλου* η οποία είναι σχετικά νέα εφαρμοσμένη επιστήμη που μελετάει το ξύλο ως πρώτη ύλη, δηλαδή τις μεθόδους παραγωγής διαφόρων προϊόντων από ξύλο καθώς και τη βελτίωση των μεθόδων παραγωγής με εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας και τη δυνατότητα νέων προϊόντων.

Τα προϊόντα ξύλου διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- A)** εκείνα που διατηρούν την φυσική δομή του ξύλου, όπως πριστή ξυλεία, πάσσαλοι, στύλοι, ξυλεία μεταλλείων, ξυλόφυλλα, αντικολλητή, επικολλητή, μοριοπλάκες, κλπ. και
- B)** εκείνα που παράγονται μετά από μηχανική ή χημική κατεργασία και δεν διατηρούν την φυσική δομή του ξύλου όπως χαρτί, ινοπλάκες (MDF), κυτταρίνη, σύνθετες ίνες, πλαστικά, νεύτι, χρωστικές ουσίες, κλπ.

Για να αξιοποιηθεί πλήρες το ξύλο ως υλικό πρέπει πρώτα να διαθέτουμε ακριβή γνώση της δομής του. Βασική είναι η διάδοση της γνώσης για τη δομή του ξύλου διότι σχετίζεται με τις ιδιότητές του. Χαρακτηριστικές ιδιότητες είναι η πυκνότητα, η υγρασκοπικότητα, οι μηχανικές ιδιότητες και η ανισοτροπία. Αυτές οι ιδιότητες διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος του δέντρου, τη θέση της κοπής του κορμού, τις διάφορες διευθύνσεις τομής και τα φυσικά σφάλματα του ξύλου.

Ανισοτροπία ονομάζεται η διαφορετική αύξηση των διαστάσεων του ξύλου στις διάφορες κατευθύνσεις (αξονικά, εφαπτομενικά, ακτινικά) όταν το ξύλο απορροφά υγρασία. Για τη σωστή επιλογή ενός είδους ξυλείας για μια κατασκευή πρέπει να γνωρίζουμε τη δομή του, την ανισοτροπία του και τις ιδιότητές του για την συγκεκριμένη χρήση για την οποία το θέλουμε.

Δομή ξύλου

Η γνώση της δομής εξηγεί την συμπεριφορά του ξύλου ως υλικό, επιτρέπει την επιλογή του κατάλληλου είδους για κάθε χρήση, κάνει δυνατή την αναγνώριση διαφορετικών ειδών και συντελεί στην βελτίωση του ξύλου που παράγεται από το δάσος. Το ξύλο είναι ένα φυσικό οργανικό υλικό με κυτταρική δομή, αποτελείται από ίνες σωληνωτών κυττάρων που συνενώνονται μεταξύ τους με λυγνίνη σε δέσμες.

Χαρακτηριστικά του ξύλου

Τα χαρακτηριστικά του ξύλου διατηρούνται σε δύο κατηγορίες: τα *μακροσκοπικά* και τα *μικροσκοπικά* χαρακτηριστικά.

Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά είναι εκείνα που διακρίνονται με γυμνό μάτι ή φακό που μεγεθύνει 10-15 φορές. Η εμφάνιση των μικροσκοπικών χαρακτηριστικών εξαρτάται από την διεύθυνση της τομής από την οποία προήλθε η παρατηρούμενη επιφάνεια.

Σε ένα κομμάτι ξύλου μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής φυσικά χαρακτηριστικά: χρώμα, στιλπνότητα, οσμή, γεύση, υφή, σχεδίαση, βάρος, σκληρότητα, εντεριώνη, εγκάρδιο - σομφό ξύλο, φλοιός, αυξητικοί δακτύλιοι, σφάλματα (ρόζοι, ραγάδες, στρεψοίδια κ.α.).

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά ονομάζονται εκείνα που μπορούμε να διακρίνουμε μόνο με τη χρήση μικροσκοπίου. Αν τοποθετήσουμε ένα κομμάτι ξύλου στο μικροσκόπιο θα παρατηρήσουμε τα εξής χαρακτηριστικά: ιστούς, κυτταρικές κοιλότητες κυτταρικά τοιχώματα, βοθρία, κάμβιο.

Ιδιότητες ξύλου

Η γνώση των ιδιοτήτων του ξύλου όπως και οποιοδήποτε άλλου υλικού όπως (χάλυβας, σκυρόδεμα, κλπ.) είναι βασική προϋπόθεση σωστής αξιοποίησής του σε διάφορα προϊόντα της κατασκευής. Παρακάτω αναφέρονται οι πιο σημαντικές ιδιότητες του ξύλου.

- *Πυκνότητα*

Είναι μέτρο της μάζας που περιέχεται σε ορισμένο όγκο ξύλου και εκφράζεται με τον τύπο $\rho = m/v$.

- *Υγροσκοπικότητα*

Είναι η ιδιότητα του ξύλου να προσλαμβάνει υγρασία από το περιβάλλον.

- *Ρίκνωση - Διόγκωση*

Ρίκνωση είναι η ελάττωση των διαστάσεων του ξύλου όταν η υγρασία του ελαττώνεται κάτω από το σημείο ισοκόρου (σχετική υγρασία <30%). Διόγκωση είναι η αύξηση των διαστάσεων του ξύλου όταν η υγρασία αυξάνεται μέχρι το σημείο ισοκόρου.

- *Μηχανικές ιδιότητες*

Είναι το μέτρο της μηχανικής αντοχής του ξύλου, δηλαδή της αντιστάσεως του σε εξωτερικές δυνάμεις που τείνουν να παραμορφώσουν την μάζα του.

- *Θερμικές ιδιότητες*

Η Θερμότητα επηρεάζει τις ιδιότητες του ξύλου (υγροσκοπικότητα, ρίκνωση-διόγκωση, ακουστικές και ηλεκτρικές ιδιότητες και διάρκεια του ξύλου).

- *Ακουστικές ιδιότητες*

Είναι η παραγωγή ήχου με άμεση κρούση.

- *Ηλεκτρικές ιδιότητες*

Είναι η αντίσταση στην διόδο συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και οι διηλεκτρικές ιδιότητες κάτω από την επίδραση εναλλασσόμενου ρεύματος υψηλής συχνότητας.

- *Αλλοίωση ξύλου*

Διάφοροι εξωτερικοί παράγοντες φυτικοί (βακτήρια, μύκητες) ζωικοί (έντομα, θαλασσινοί οργανισμοί) κλιματικοί, μηχανικοί, χημικοί κ.α., μπορούν να προκαλέσουν αλλοίωση της εμφάνισης της δομής και της χημικής σύστασης του ξύλου.

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Το ξύλο ως υλικό έχει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα έναντι των ανταγωνιστικών σε αυτό υλικών, τα οποία αναφέρουμε παρακάτω.

Πλεονεκτήματα

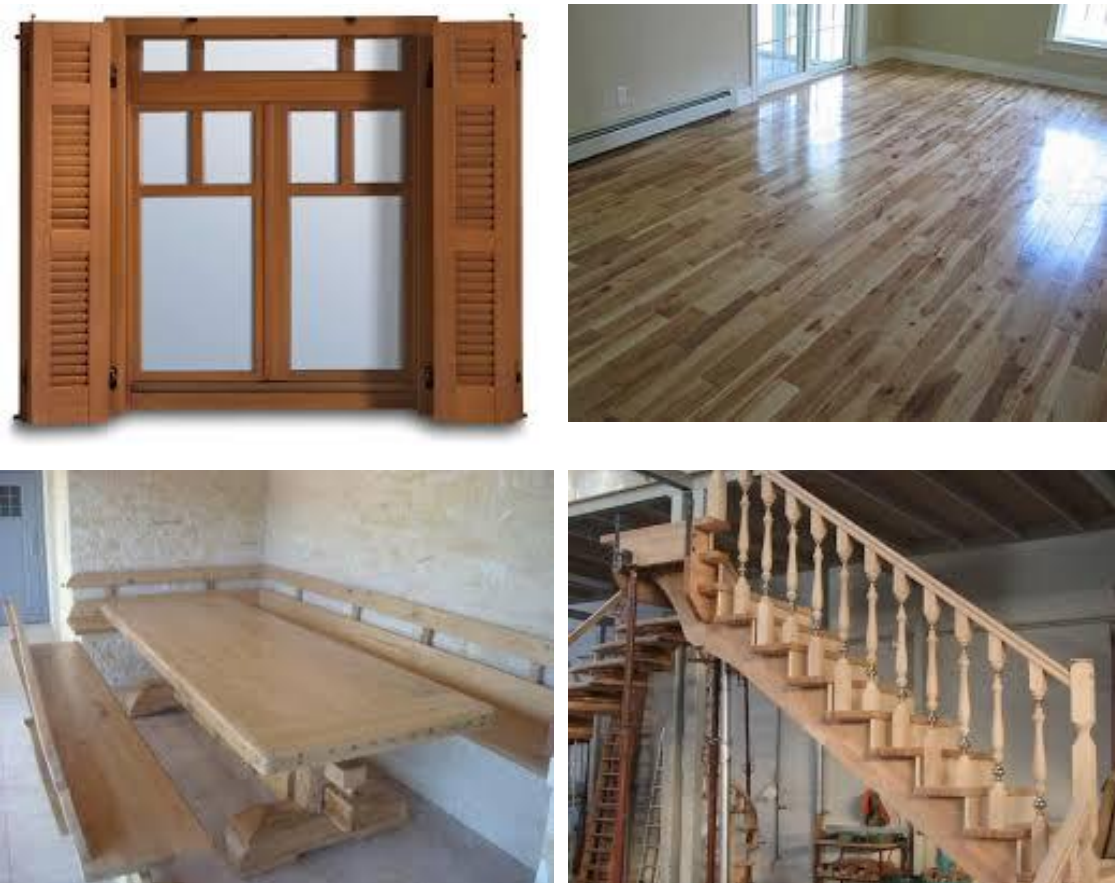
- 1) Δομικό υλικό ανανεώσιμο από την φύση.
- 2) Υψηλές αντοχές σε σχέση με το βάρος του.
- 3) Μηδενικό ενεργειακό αποτύπωμα, δεν ρυπαίνει το περιβάλλον.
- 4) Μεγάλη ποικιλία χρωμάτων, υφής και σχεδίασης.
- 5) Κακός αγωγός του ηλεκτρισμού.
- 6) Καλές ακουστικές ιδιότητες.
- 7) Καλές θερμομονωτικές ιδιότητες.
- 8) Αντοχή σε διαλύματα οξέων.
- 9) Σχετικά εύκολη επεξεργασία με μικρή κατανάλωση ενέργειας.

Μειονεκτήματα

- 1) Υγροσκοπικότητα εξαιτίας της οποίας οι διαστάσεις μεταβάλλονται.
- 2) Ανισότροπο υλικό (οι παραπάνω μεταβολές των διαστάσεων δεν προκύπτουν ομοιόμορφα).
- 3) Κίνδυνος προσβολής από μύκητες, έντομα κ.α.
- 4) Μεταχρωματισμοί (σε ορισμένα είδη ξύλου).
- 5) Καίγεται.
- 6) Απαιτείται συχνή συντήρηση.
- 7) Δυσκολία πιστοποίησης σε σχέση με άλλα υλικά.

Χρήσεις ξύλου

Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά το ξύλο έχει χρησιμοποιηθεί και συνεχίζει να χρησιμοποιείται σε αμέτρητες κατασκευές όπως κατοικίες, υπόστεγα, σκεπές, σκάλες, κουφώματα, ταβάνια, πατώματα, γέφυρες, σκάφη, έπιπλα, εργαλεία, όπλα, όργανα γυμναστικής, αξεσουάρ ένδυσης και άλλες πολλές ακόμα κατασκευές (Εικ. 1).



Εικ. 1. Διάφορες κατασκευές από ξύλο.

Μια πολύ σημαντική και αξιοσημείωτη χρήση του ξύλου είναι το ξύλινο κούφωμα, το οποίο αποτελεί μια κατασκευή με εξαιρετικές θερμομονωτικές ιδιότητες, εντυπωσιακή σχεδίαση 'νερών' ξύλου, αντοχή στο χρόνο (περίπου 40-60 χρόνια) σε σχέση με κουφώματα κατασκευασμένα από άλλα υλικά (π.χ. pvc - αλουμινίου). Επίσης, το ξύλινο κούφωμα είναι μια οικολογική κατασκευή που συντελεί στο να μη ρυπαίνεται ο πλανήτης.

Ξύλο Μαύρης Πεύκης

Η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*) είναι δένδρο ψηλό (20-45m) με κόμη πυραμιδοειδή μέχρι ομπρελοειδή, με κορμό ευθυτενή, με κλάδωση κατά κανόνα σπονδυλωτή και φλοιό αρχικά γυαλιστερό, στη συνέχεια με ξηρό φλοιό που σχίζεται βαθιά (Εικ. 2). Δημιουργεί βαθύ και έντονο ριζικό σύστημα.



Εικ. 2. Δένδρο Μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*)

Η μαύρη πεύκη παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία στα χαρακτηριστικά της. Έτσι διακρίνουμε διάφορες ποικιλίες ή φυλές. Η μαύρη πεύκη είναι είδος ημισκιάφυτο, το περισσότερο ανθεκτικό στη σκιά είδος ελληνικής πεύκης, μετά την πενταβέλονη και ψυχρόβιο, λιτοδίαιτο, με αντοχή στους ανέμους, με σχετική προσαρμοστικότητα στο περιβάλλον. Σχηματίζει δάση στα βουνά της Ηπειρωτικής Ελλάδας, της Πελοποννήσου και των νησιών Εύβοιας, Θάσου, Μυτιλήνης και Σάμου.

Η μαύρη πεύκη εκμεταλλεύεται κυρίως για το ξύλο της που είναι μέτρια σκληρό και μέτρια βαρύ, με λιγότερη ρετσίνη σε σχέση με το ξύλο άλλων πεύκων, καλής ποιότητας και χρησιμοποιείται για οικοδομικές κατασκευές, στην επιπλοποιία, στην ναυπηγική, για ινοπλάκες, μοριοπλάκες, καπλαμάδες, κόντρα πλακέ, ξυλοπολτό, κ.ά. Σε ορεινές περιοχές μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε χώρους αναψυχής.

Το ξύλο της μαύρης πεύκης (Εικ. 3) έχει πολύ καλή δομή, το όψιμο ξύλο είναι έντονο και τα όρια πρώιμου-όψιμου είναι απότομα, έχει σχετικά μεγάλους ρητινοφόρους αγωγούς διακρίνοντας με γυμνό μάτι, είναι ξύλο ελαφρύ ως μέτριο με ειδικό βάρος 0,46-0,80, μπορούμε να το χαρακτηρίσουμε και βαρύ ξύλο και μέτριο σε σκληρότητα. Η ξήρανση του είναι εύκολη είτε αυτή είναι φυσική είτε είναι τεχνητή, εμποτίζεται με εμποτιστικές ουσίες πολύ εύκολα (το μόνο πρόβλημα εδώ είναι τα ποσοστά ρητίνης που υπάρχουν στο ξύλο). Έχει καλή συμπεριφορά στην

κατεργασία χωρίς να αμβλύνει τα κοπτικά και χρησιμοποιείται για ξύλινα σπίτια, σκεπές, πόρτες, παράθυρα, στύλοι, έπιπλα, κουτιά, κυψέλες, κλπ.



Εικ. 3. Ξύλο μαύρης πεύκης

1.2. Πριστή ξυλεία

Η συγκομιδή του ξύλου περιλαμβάνει την υλοτομία των δέντρων και την μετατόπιση τους ως τον κοντινότερο δασόδρομο, όπου φορτώνεται σε φορτηγά και μεταφέρεται στα πριστήρια.

Οι υλοτομίες στα δάση δε γίνονται αυθαίρετα, υπάρχουν κανόνες και πρότυπα από τους οργανισμούς διαχείρισης των δασών που πρέπει να ακολουθούν πιστά οι υλοτόμοι προτού προβούν στην διαδικασία της υλοτομίας. Για παράδειγμα η ποσότητα του ξύλου που απομακρύνεται κάθε χρόνο από ένα δάσος πρέπει να είναι ίση με την συνολική ετήσια προσαύξηση που έλαβε χώρα σε όλο το δάσος. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται συνέχεια της παραγωγής, που είναι βασική απαίτηση της επιστήμης της δασοπονίας.

Διαδικασία πρίσης

Ένα πριστήριο αποτελείται από την κορμοπλατεία, το κυρίως πριστήριο και την πριστοπλατεία. Όταν οι κορμοί φτάσουν στο πριστήριο τοποθετούνται στο πρώτο μέρος του πριστηρίου την κορμοπλατεία (Εικ.4). Η κορμοπλατεία είναι ένας εξωτερικός ειδικά διαμορφωμένος χώρος που αποθηκεύονται προσωρινά οι κορμοί μέχρι να εισαχθούν για πριση. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής τους οι κορμοί καταιώνίζονται με νερό για τη διατήρηση της υγρασίας τους πάνω από το σημείο ινοκόρου (σημείο ινοκόρου είναι η κατάσταση εκείνη που το ξύλο βρίσκεται σε υγρασία πάνω από 30%).



Εικ. 4. Κορμοπλατεία

Στη συνέχεια οι κορμοί οδηγούνται με τη βοήθεια αλυσομεταφορέων, κλάρκ και άλλους τρόπους μεταφοράς στο κυρίως πριστήριο (Εικ.5), όπου εκεί με τη βοήθεια μεγάλων μηχανημάτων πρίσης όπως είναι το πολυπρίονο, το ταινιοπρίονο, το δισκοπρίονο και το πολυδισκοπρίονο, οι κορμοί κόβονται κατά πλάτος, πάχος και μήκος και δημιουργούνται τετραγωνισμένες πλάκες ξύλου με συγκεκριμένες

διαστάσεις (πριστή ξυλεία) (Εικ.6). Πριν την πριστή και σε όσα είδη είναι εφικτό, πραγματοποιείται αποφλοιώση.



Εικ. 5. Μεταφορά κορμών



Εικ. 6. Διαδικασία πρίσης με ταινιοπρίονο

Από την πρίση παράγονται διάφορα υπολείμματα (Εικ. 7), τα οποία είτε χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας μέσω καύσης, είτε για παραγωγή άλλων προϊόντων (μοριοσανίδες, MDF, πέλλετς, κλπ.)



Εικ. 7. Υπολείμματα πρίσης

Επίσης, υπάρχουν αρκετοί κορμοί ορισμένων ειδών ξύλου και συγκεκριμένα κωνοφόρων όπως είναι το Έλατο και κάποια είδη Πεύκης, που έχουν μεγάλα μήκη και τηρούν ορισμένες προδιαγραφές και τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κορμόσπιτων (Εικ. 8).



Εικ. 8. Κορμόσπιτο.

Η πιστή ξυλεία που εξάγεται από το κυρίως πριστήριο οδηγείται στα ξηραντήρια (ειδικά διαμορφωμένοι χώροι που με την επίδραση της σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας του χώρου μειώνεται η υγρασία του ξύλου και καταλήγει σε ένα επιθυμητό επίπεδο για την κατάλληλη χρήση). Η επιθυμητή αυτή υγρασία κυμαίνεται από 8-10% για κατασκευές που χρησιμοποιούνται για εσωτερικούς χώρους και 12-15% για κατασκευές που χρησιμοποιούνται για εξωτερικούς χώρους.

Η ξήρανση του ξύλου επιτυγχάνεται με δυο τρόπους. Ο ένας είναι η φυσική ξήρανση, δηλαδή τα πριστά στοιβάζονται σε ντάνες με διαχωριστικούς πήχες ανάμεσα τους σε εξωτερικούς χώρους και στην συνέχεια με τη βοήθεια των καιρικών συνθηκών μειώνεται η υγρασία τους (Εικ. 9). Επειδή αυτό είναι πολύ χρονοβόρο εφαρμόζεται η τεχνητή ξήρανση όπου τα πριστά στοιβάζονται πάλι με τον ίδιο τρόπο μέσα σε ειδικούς κλίβανους τα λεγόμενα ξηραντήρια όπου εκεί ο άνθρωπος καθορίζει τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία του αέρα αυτόματα (Εικ. 10). Ο δεύτερος τρόπος είναι καλύτερος και πιο γρήγορος αλλά απαιτεί ειδικά διαμορφωμένες εγκαταστάσεις και δαπανά μεγάλα ποσά ενέργειας.



Εικ. 9. Χώρος φυσικής ξήρανσης ξυλείας.



Εικ. 10. Θάλαμος τεχνητής ξήρανσης

Μετά την ξήρανση (φυσική ή τεχνητή) και εφόσον τα πριστά έχουν μια συγκεκριμένη υγρασία, αποθηκεύονται στο τελευταίο μέρος του πριστηρίου την πριστοπλατεία. Η πριστοπλατεία αποτελείται από στεγασμένους ή ημιστεγασμένους χώρους (Εικ. 11) και εκεί τοποθετείται σε στοιβάδες (ντάνες) η πριστή ξυλεία μέχρι να διατεθεί στο εμπόριο.



Εικ. 11. Πριστοπλατεία

Ορισμένα είδη πριστής ξυλείας (κυρίως κωνοφόρων) που προορίζονται για εξωτερικές κατασκευές πριν φύγουν από το πριστήριο περνούν από τη διαδικασία του εμποτισμού. Για το σκοπό αυτό τα πριστά τοποθετούνται σε ειδικούς θαλάμους κυλινδρικής διατομής γεμάτοι με το κατάλληλο εμποτιστικό υγρό όπου με την εφαρμογή υψηλής πίεσης και κενού, διοχετεύεται το εμποτιστικό υγρό στη μάζα του ξύλου. Ο εμποτισμός αυξάνει τη διάρκεια χρήσης του ξύλου σε εξωτερικές χρήσεις.

Είδη και διαστάσεις πριστής ξυλείας

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν προδιαγραφές που να καθορίζουν ορισμένες διαστάσεις πριστών ανάλογα με το είδος και την τελική τους χρήση. Η παραγόμενη εγχώρια πριστή ξυλεία προσαρμόζεται στις απαιτήσεις της κατανάλωσης, οι οποίες σε ότι

αφορά τις διαστάσεις διαφέρουν ανά γεωγραφική περιοχή. Στα ελληνικά πριστήρια παράγονται τα ακόλουθα προϊόντα πριστής δομικής ξυλείας, δηλ. ξυλείας που χρησιμοποιείτε σε δομικές κατασκευές (στέγες, πατώματα, ξυλότυποι, πέργολες, πόρτες, παράθυρα κ.λπ.)

- Η πελεκητή ξυλεία (τετραγωνισμένη στρογγυλή) αποτελείται από πολύ λεπτά κορμίδια (λατάκια) διατομής μέχρι 10 χ 10 και μήκους μέχρι 6m (Εικ. 12).



Εικ. 12. Λατάκια πέυκης

- Η πελεκητή ξυλεία από λεπτή στρογγύλη ξυλεία διατομής μέχρι 25 χ 25 και μήκους μέχρι 12m γνωστή ως 'τράβα' (Εικ. 13).



Εικ. 13. Πελεκητή ξυλεία.

- Σανίδια τάβλες πάχους 24mm και μήκους 2-6m (Εικ. 14).



Εικ. 14. Τάβλες πέυκης.

- Λεπτά σανίδια μισόταβλες πάχους από 16-18mm και μήκους 2-6m (Εικ.15).



Εικ. 15. Μισόταβλες

- Σκουρέτα (πολύ λεπτά σανίδια) πάχους 12mm (Εικ. 16).



Εικ. 16. Σκουρέτα.

- Καδρόνια με διατομές (3-8) χ (3-8)cm σε μεγάλη ποικιλία συνδυασμών με επικρατέστερους 3 χ 4, 4 χ 4, 5 χ 5, 5 χ 7, 6 χ 6, 6 χ 8, 8 χ 8 και μήκη 2-6m (Εικ. 17).



Εικ. 17. Καδρόνια ελάτης.

- Μαδέρια πάχους 5cm πλάτους 20 – 30cm και μήκους 3-6m (Εικ. 18).



Εικ. 18. Μαδέρια ελάτης.

- Δοκοί σε ποικιλία διατομών ανάλογα με το άνοιγμα των κατασκευών, όπως 7 χ 12, 8 χ 14, 8 χ 15, 9 χ 18, 10 χ 20, 12 χ 22cm και μήκη από 3-15m (Εικ. 19).



Εικ. 19. Δοκοί Πεύκης.

- Κολώνες (ορθοστάτες) διατομής 10 χ 10cm , 12 χ 12cm, 14 χ 14cm και μήκη από 3-7m.

Τα είδη ξύλου που κατεργάζονται στην Ελλάδα για παραγωγή πριστής δομικής ξυλείας είναι.

- Η κεφαλληνιακή ελατή
- Η μαύρη πεύκη
- Η δασική πεύκη
- Η ερυθρελάτη σε μικρές ποσότητες
- Η καστανιά σε μικρές ποσότητες
- Το κυπαρίσσι σε πολύ μικρές ποσότητες
- Η λεύκη

Στην ελληνική αγορά εισάγονται τεράστιες ποσότητες ξυλείας δομικές εφαρμογές. Λόγω της έλλειψης ελέγχου ο κάθε εισαγωγέας εισάγει δομική ξυλεία από οποία χώρα επιθυμεί και ανάλογα με τα προϊόντα που ζητάει η αγορά, χωρίς να ελέγχετε η καταλληλότητα του είδους ξύλου και της ποιότητας. Έτσι υπάρχει στην ελληνική αγορά πελεκητή ξυλεία ερυθρελάτης σε μικρές διατομές από ανώριμο ξύλο (ξύλο μη τυπικής δομής) ακατάλληλο για κατασκευή στεγών και ξυλότυπων, το οποίο στις χώρες προέλευσης δε βρίσκει τέτοιες εφαρμογές.

Τα πλατύφυλλα διαμορφώνονται σε μια πληθώρα διαστάσεων, λόγω της εφαρμογής τους στην επιπλοποιία, π.χ. η οξυά παράγεται με ελάχιστο ύψος 0,40m, ελάχιστο πλάτος 11cm, και πάχος 25-90mm.

Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο μέρος της πιστής ξυλείας εισάγεται από διάφορες χώρες. Η εισαγόμενη πεύκη έχει κυρίως τα ακόλουθα μεγέθη, πάχος 8, 19, 38, 44, 50, 63, 75mm, πλάτος 75, 125, 150 και 175mm και μήκος 1,8 έως 6,3m ανά 30cm. Η εισαγόμενη ξυλεία ερυθρελάτης έχει κυρίως τις διαστάσεις της εγχώριας ξυλείας κωνοφόρων.

1.3. Επικολλητό ξύλο

Σύνθετο ή επικολλητό ξύλο ονομάζεται το ξύλο που παράγεται με την συγκόλληση δύο τουλάχιστον στρώσεων ξύλου, με τις ίνες παράλληλες μεταξύ τους (Εικ. 20). Οι στρώσεις του ξύλου μπορεί να ποικίλουν ως προς το είδος, τον αριθμό, το μέγεθος το σχήμα και το πάχος. Περισσότερα για το επικολητό ξύλο θα αναφέρουμε στο επόμενο κεφάλαιο.



Εικ. 20. Επικολλητό ξύλο.

Η επικολλητή ξυλεία εμφανίστηκε πρώτη φορά τον 16^ο αιώνα για κατασκευή τοξοτών φορέων με μεγάλα ανοίγματα που συναρμολογήθηκαν με μεταλλικούς σφικτήρες. Στη Γερμανία έγινε για πρώτη φορά με συγκολλητικές ουσίες το 1906 η συγκόλληση και αργότερα στην Ελβετία και τις Σκανδιναβικές χώρες αλλά η παραγωγή φερόντων στοιχείων μεγάλης έκτασης άρχισε στις Η.Π.Α. λίγο πριν από τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο 1935 και στη διάρκεια του, σε σχηματισμό με την εμφάνιση των συνθετικών ρητινών. Εκείνη την περίοδο και αργότερα κατασκευάστηκαν με τέτοια στοιχεία πολλά κτίρια, όπως γυμναστήρια, εκκλησίες, θέατρα, υπόστεγα αεροπλάνων κ.α., αλλά και κατασκευές για πολεμικές ανάγκες, όπως ναρκαλιευτικά πλοία, έλικες ελικοπτέρων και αεροπλάνων κ.α. Σήμερα, επικολλητά προϊόντα για ποικίλες χρήσεις παράγονται βιομηχανικά σε πολλές χώρες (Εικ. 21).



Εικ. 21. Οροφή από επικολλητή ξυλεία

Πρώτες ύλες

Οι παράγοντες που έχουν σημασία για την παραγωγή επικολλητών κατασκευών είναι το είδος, η ποιότητα, οι διαστάσεις, η υγρασία και ο τρόπος κατεργασίας του ξύλου. Τα είδη που χρησιμοποιούνται ποικίλουν ανάλογα με την διαθεσιμότητα τους και τον προορισμό της κατασκευής. Για παράδειγμα για αθλητικά είδη χρησιμοποιείτε φράξος, για κοντάκια όπλων καρυδιά, για φέροντα στοιχειά ελάτη, ερυθρελάτη, ψευδοτσούγκα, λάρικα, δασική πεύκη, δρυς, φτελιά, μαόνι και τικ, αλλά η επιλογή δεν περιορίζεται μόνο σε αυτά τα είδη. Θεωρητικά οποιοδήποτε είδος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με την προϋπόθεση ότι προσαρμόζεται στη διαδικασία παραγωγής και τις απαιτήσεις της κατασκευής. Στην περίπτωση αυτή επιλέγονται είδη με όμοια συμπεριφορά σε ρίκνωση-διόγκωση. Αλλά και για ένα ορισμένο είδος η ιδιότητα αυτή έχει σημασία με την έννοια ότι διαφέρει ανάλογα με την κατεύθυνση των αυξητικών δακτυλίων. Συνδυασμός ξυλοτεμαχίων με εφαπτομενική και ακτινική διάταξη δακτυλίων δεν συνίστανται αν η κατασκευή θα είναι εκτιθέμενη σε μεταβολές υγρασίας.

Τρόπος κατασκευής

Η γενική ανάγκη για χρησιμοποίηση τεχνικής ξυλείας μεγάλων σχετικά διαστάσεων με καλές μηχανικές αντοχές και διαστασιακή σταθερότητα οδήγησε στην δημιουργία επικολλητού ξύλου. Το επικολλητό ή σύνθετο ξύλο παράγεται με την συγκόλληση δυο ή περισσότερων στρώσεων ξύλου με τις ίνες πρακτικά παράλληλες και χαρακτηρίζεται από την δυνατότητα ύπαρξης μεγάλου μήκους σε σχέση με το πάχος και το πλάτος με τις ίνες παράλληλα με το μήκος.

Ξήρανση και διαλογή

Η ποιότητα του ξύλου καθορίζεται από ελαττώματα και αυξητικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τη μηχανική αντοχή του επικολλητού ξύλου όπως και στο συμπαγές ξύλο. Μερικά σφάλματα όμως όπως οι ρόζοι και οι ρητινοθύλακες έχουν κακή επίδραση στη συγκόλληση. Για κατασκευές με μεγάλη κάμψη χρειάζεται ευθύινο ξύλο, χωρίς σημαντικά ελαττώματα και το εγκάρδιο ξύλο είναι προτιμότερο για κατασκευές εκτεθειμένες σε καιρικές συνθήκες. Η ξήρανση του ξύλου είναι

προτιμότερο να γίνεται τεχνητά με διάφορα μηχανήματα. Η υγρασία του ξύλου δεν πρέπει να διαφέρει μεταξύ των διαφόρων στρώσεων πέραν του 3% με 5%. Το ξύλο όταν είναι έτοιμο να κολληθεί δεν πρέπει να είναι πολύ ζεστό (μόλις έχει βγει από την ξήρανση) αλλά ούτε και πολύ ψυχρό (αποθηκευμένο τον χειμώνα σε χώρους που δεν θερμαίνονται), διότι επηρεάζεται δυσμενώς η συγκόλληση (Εικ. 22).



Εικ. 22. Ξηραντήριο

Κοπή και πλάνισμα

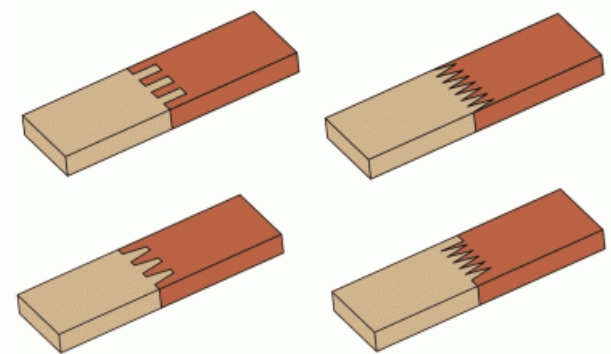
Η κοπή γίνεται σε σανίδες μικρού πάχους εξαρτημένου από την επιθυμητή τελική μορφή των στοιχείων. Οι σανίδες εξετάζονται εκ νέου από ειδικευμένους τεχνίτες και κατατάσσονται σε κατηγορίες ποιότητας. Οι καλύτερες προορίζονται για τις εξωτερικές πλευρές, όπου οι καμπτικές τάσεις είναι μεγαλύτερες. Στο ολόσωμο ξύλο συμβαίνει το αντίθετο. Η καρδιά του δένδρου έχει μεγαλύτερη αντοχή από την περίμετρο με αποτέλεσμα η διατομή να παρουσιάζεται εξασθενημένη ακριβώς στην περιοχή που εξασκούνται οι μεγαλύτερες τάσεις. Η ξυλεία πριν τη συγκόλληση θα πρέπει να πλανιστεί με ραμποτέζα (Εικ. 23).



Εικ. 23. Μηχάνημα πλάνισης (ραμποτέζα)

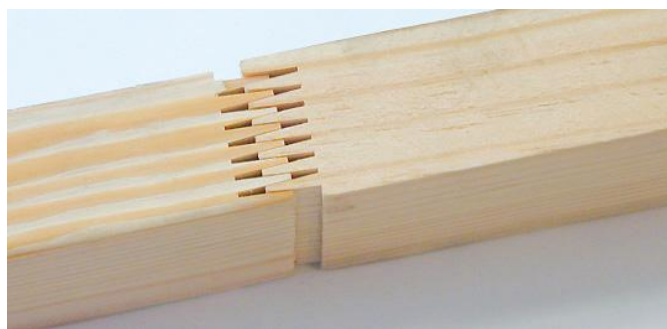
Τρόπος σύνδεσης

Οι τρόποι που μπορούν να συνδεθούν τα πριστά κατά μήκος, πλάτος ή πάχος είναι αρκετοί. Για παράδειγμα, ένας τρόπος είναι η σύνδεση με πατούρα, σύνδεση με γκινισιά, κάθετη σύνδεση, σύνδεση με φάλτσο (45°), σύνδεση με χελιδονοουρά, σύνδεση μισοχαρακτού με μόρσο, σύνδεση με κρυφή γκινισοπίχη, σύνδεση με καβίλιες, σύνδεση με μπισκότο, σύνδεση των άκρων με δακτυλοειδή μορφή (Finger joint). Ο τελευταίος τρόπος σύνδεσης είναι αυτός που χρησιμοποιείται για την παράγωγή επικολλητού ξύλου στις δομικές κατασκευές (Εικ. 24).



Εικ. 24. Διάφοροι τρόποι κατά μήκος σύνδεσης ξύλου.

Αρκετοί τρόποι σύνδεσης κατά μήκος πριστών τεμαχίων έχουν σχεδιαστεί, εφαρμοστεί και απορριφτεί εξαιτίας είτε της δυσκολίας δημιουργίας και συγκόλλησής τους, είτε διότι παρουσίασαν χαμηλές μηχανικές αντοχές. Η μορφή των δακτύλων της συνδέσεως αυτού του τύπου μπορεί να είναι κεκλιμένη ή απλή. Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής του συγκολλημένου ξύλου τα δόντια μπορεί να βρίσκονται στην άνω ή στην πλαϊνή επιφάνεια ή σε κεκλιμένο επίπεδο. Το μέγεθος των δακτύλων που έχουν δοκιμαστεί ποικίλει από 3 έως 80mm. Δάκτυλοι με μήκος 3 έως 7mm χρησιμοποιήθηκαν για επικολλητή ξυλεία που θα κατεργαστεί στην επιπλοποιία ενώ δάκτυλοι με μήκος 7,4 μέχρι 80mm έχουν καλύτερη γεωμετρία και αντοχή σε εφελκυσμό και χρησιμοποιούνται για σύνδεσης επικολλητών που προορίζονται για δομικές κατασκευές (Εικ.24). Σήμερα σε βιομηχανική παραγωγή το μήκος των δακτύλων φτάνει συνήθως μέχρι τα 20mm.



Εικ. 25. Δακτυλοειδής σύνδεση (Finger joint).

Οι τρεις βασικοί συντελεστές παραγωγής που εμπλέκονται στην τεχνολογία κατασκευής της καταμήκος συγκολλημένης ξυλείας με δακτυλιοειδή μορφή και επηρεάζουν τις ιδιότητες της είναι οι εξής:

α) Είδος του ξύλου

Βασικά χαρακτηριστικά του ξύλου αποτελούν η δομή του (πρώιμο, όψιμο, ανώριμο ξύλο, ελαττώματα δομής), η πυκνότητα και η περιεχομένη υγρασία. Η πυκνότητα επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την συγκόλληση. Η υγρασία τη στιγμή της συγκόλλησης δεν συνιστάτε να είναι μεγαλύτερη από 15%, ενώ μεταξύ γειτονικών στρώσεων δεν πρέπει να διαφέρει πάνω από 3%. Η κατάλληλη περιεχόμενη υγρασία του ξύλου όταν πραγματοποιείται ψυχρή συγκόλληση είναι 8-12%.

β) Η συγκολλητική ουσία

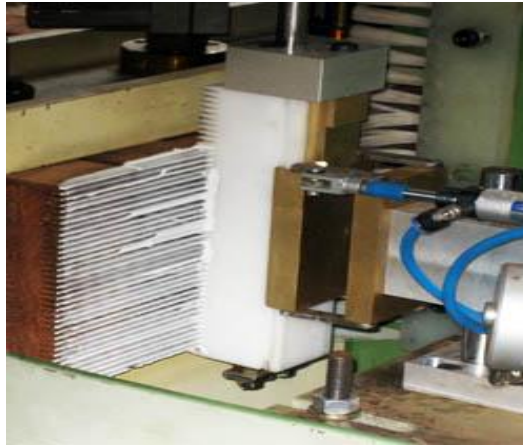
Το είδος και το ποσοστό της συγκολλητικής ουσίας επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις ιδιότητες της συγκολλημένης ξυλείας

γ) Μορφολογία της παραγόμενης εγκοπής (προφίλ)

Η μορφολογία της παραγόμενης εγκοπής περιγράφεται από τα εξής βασικά χαρακτηριστικά των δακτύλων: το μήκος, το βήμα, το πάχος της κορυφής και τη γωνιά. Από αυτά το πάχος του δακτύλου θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας όσων αφορά την μηχανική συμπεριφορά της τομής.

Επάλειψη με κόλλα

Η προετοιμασία της κόλλας προϋποθέτει ξεχωριστό εργαστηριακό χώρο, εξοπλισμό με μηχανήματα ζυγίσεως, δοκιμών, μετρήσεων αναλογιών, αντοχής κλπ. Η επάλειψη με κόλλα γίνεται σε ειδικές μηχανές όπου οι σανίδες εισέρχονται αφού πρώτα καθαριστούν προσεκτικά. Με κατάλληλη ρύθμιση επιτυγχάνεται ισόπαχο στρώμα κόλλας σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Για να είναι επιτυχής η συγκόλληση η επιφάνεια συγκόλλησης πρέπει να είναι επικαλυμμένη με μια λεπτή στρώση που να αποτελείται από ένα μόριο κόλλας. Η επάλειψη επιτυγχάνεται με διάφορα μέσα όπως με πινέλο, με ρόλο, με σπάτουλα, με ψεκασμό και με ειδικά μηχανήματα επάλειψης κόλλας (Εικ. 27).



Εικ. 27. Σύστημα αυτόματης επάλειψης κόλλας.

Άσκηση πίεσης (πρεσάρισμα)

Η άσκηση πίεσης επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μηχανημάτων που εφαρμόζουν μηχανική πίεση (πρέσες) πάνω στα κατεργαζόμενα στοιχεία ανάλογα με τον τύπο, για σύσφιξη - συγκόλληση συνδέσμων, μοντάρισμα επίπλων, επένδυση επιφανειών, παραγωγή προϊόντων ξύλου (επικολλητό ξύλο, αντικολλητά, μοριοσανίδες, OSB, MDF, κλπ.).

Για την κατασκευή επικολλητού ξύλου χρησιμοποιούνται θερμές υδραυλικές πρέσες, ψυχρές υδραυλικές πρέσες (Εικ. 28) και πρέσες πλευρικής συγκόλλησης με μεγάλη επιφάνεια συγκόλλησης. Τα υπό συγκόλληση ξυλοτεμάχια πριστών έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις έτσι ώστε το προϊόν μετά την κατάλληλη συμπίεση να έχει τις τελικές διαστάσεις.



Εικ. 28. Μονώροφη ψυχρή υδραυλική πρέσα για επικολλητή ξυλεία

Τελικές εργασίες

Μετά την αφαίρεση της πίεσης τα συγκολλημένα στοιχεία τοποθετούνται για μερικές μέρες σε χώρους με σταθερές κλιματολογικές συνθήκες. Κατά την τελευταία φάση της κατασκευής του, ο φορέας από σύνθετο ξύλο, πλανίζεται από τις δύο μεριές σε ειδικές πλανιστικές μηχανές και διαμορφώνονται οι γωνίες του, φάλτσο η στρόγγυλο ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται (Εικ.30).



Εικ. 30. Επικολητό ξύλο για ξυλόσπιτα

Ιδιότητες επικολητής ξυλείας

Η επικολητή ξυλεία έχει κάποια πλεονεκτήματα έναντι του μασίφ ξύλου. Η επικολητή ξυλεία μπορεί να παραχθεί σε διαστάσεις και μεγέθη που δεν μπορούν να παραχθούν από μασίφ ξύλο. Αυτό δίνει πολλές δυνατότητες στην αρχιτεκτονική σχεδίαση. Άλλο πλεονέκτημα είναι ότι η επικολητή ξυλεία μπορεί να παραχθεί από στοιχεία μικρών διαστάσεων. Μια σημαντική ιδιότητα του επικολητού ξύλου είναι ότι έχει βελτιωμένη μηχανική αντοχή, γιατί η ξήρανση του είναι πιο εύκολη οπότε αποφεύγουμε την δημιουργία ελαττωμάτων και υπάρχει δυνατότητα ενίσχυσης των θέσεων που χρειάζονται μεγαλύτερη αντοχή. Επιπλέον, η διάρκεια ζωής μεγαλώνει γιατί υπάρχει δυνατότητα καλύτερου εμποτισμού οπότε δεν υπάρχει εύκολη προσβολή μυκήτων. Μια τελευταία ιδιότητα είναι ότι τα στοιχεία μεγάλου πάχους παρουσιάζουν αντοχή στη φωτιά.

Το επικολητό ξύλο όμως έχει μερικά μειονεκτήματα. Για παράδειγμα μεγαλύτερο κόστος από την πριστή ξυλεία λόγω επιπλέον κατεργασίας που δαπανά μεγάλα ποσά ενέργειας, ακόμη η αντοχή του επικολητού εξαρτάται άμεσα από την επιτυχής συγκόλληση και γι' αυτό απαιτεί ειδικά μηχανήματα και εξειδικευμένο προσωπικό, τέλος μεγάλα καμπύλα στοιχεία δημιουργούν προβλήματα στην μεταφορά.

Εφαρμογές σε δομικές κατασκευές - χρήσεις

Το επικολητό ξύλο καμπυλωμένο ή μη με τις κατάλληλες διαστάσεις, κατάλληλη υγρασία, κατάλληλο είδος ξύλου, κατάλληλο είδος κόλλας, κατάλληλο είδος σύνδεσης και κατάλληλη αντοχή για την κατασκευή που προορίζεται χρησιμοποιείται

σε ειδικά δάπεδα εργοστασίων, γηπέδων, κολυμβητήριων, γέφυρες (Εικ. 31), στέγες, κερκίδες, κουφώματα (Εικ. 32), περιφράξεις, σκάλες, κιόσκια, έπιπλα, πάγκους κουζίνας και τέλος φέροντα στοιχεία μικρών ή μεγάλων κτηρίων και σκελετούς προκατασκευασμένων ξύλινων σπιτιών (Εικ. 33).



Εικ. 31. Γέφυρα από επικολλητό ξύλο.



Εικ. 32. Επικολλητή ξυλεία κουφωμάτων.



Εικ. 33. Κολυμβητήριο.

Διαστάσεις που υπάρχουν στο εμπόριο

Η επικολλητή ξυλεία που προορίζεται για δομικές κατασκευές η οποία υπάρχει στο εμπόριο είναι από είδη κωνοφόρων και πιο συγκεκριμένα από μαύρη ή σουηδική Πεύκη και Έλατο και πωλείται σε συγκεκριμένες διαστάσεις που αναφέρονται παρακάτω (Πιν.1)

Πίνακας 1. Διαστάσεις επικολλητής ξυλείας για δομικές κατασκευές.

ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ	ΔΙΑΤΟΜΗ (mm)	ΜΗΚΟΣ (m)
Πεύκη & Ελάτη	60x120	6 7 8 10 12 13,5
	70x140	
	80x130	
	80x140	
	80x160	
	80x180	
	80x220	
	90x90	
	90x126	
	90x150	
	80x210	
	100x100	
	100x140	
	115x115	
	120x120	
	150x150	

Τιμές επικολλητής ξυλείας

Οι τιμές της επικολλητής ξυλείας για δομικές κατασκευές που υπάρχει στο εμπόριο διαφέρουν κατά πολύ από τις τιμές της πριστής ξυλείας ανά κυβικό μέτρο. Παρατηρείται ότι υπάρχει αύξηση περίπου 25% (Πίν. 2).

Πίνακας 2. Σύγκριση τιμών επικολλητής και πριστής ξυλείας

ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΕΣ / m ³
Πριστή ξυλεία ελάτης	400-500
Επικολλητή ξυλεία ελάτης	650
Πριστή ξυλεία πεύκης	500-550
Επικολλητή ξυλεία πεύκης	700-750

Οι τιμές αλλάζουν όταν τα μήκη των επικολλητών πριστών αυξάνονται κατά πολύ από τα συνήθη μήκη. Επίσης, υπάρχει στο εμπόριο επικολλητή ξυλεία ελάτης και Πεύκης εμποτισμένη με άλατα (συνήθως βορικά άλατα) ή και με έλαια. Χαρακτηριστικό της ξυλείας αυτής είναι το πράσινο χρώμα που την ξεχωρίζει και δείχνει ότι έχει εμποτιστεί.

Επικολλητή ξυλεία κουφωμάτων (τριολλητή ξυλεία)

Το επικολλητό ξύλο για κατασκευές κουφωμάτων αποτελείται από 3 στρώσεις τεμαχίων ξύλου (τριολλητό ξύλο) με αντίθετα στραμμένους τους δακτυλίους (Εικ. 33). Η ανάγκη για κατασκευή κουφωμάτων αρίστης ποιότητας με μειωμένη ρίκνωση και διόγκωση και καλή διαστασιακή σταθερότητα και παράλληλα οι καλές ιδιότητες της επικολλητής ξυλείας οδήγησαν στη δημιουργία της τριολλητής ξυλείας κουφωμάτων.



Εικ. 34. Διάταξη στρώσεων τριολλητού ξύλου

Τα είδη ξύλου που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τριολλητών για κουφώματα είναι το έλατο, το σουηδικό πεύκο, η κόκκινη δρυς, η καστανιά, το κόκκινο meranti, το piagon, και το iroko.

Στην ελληνική αγορά τα τριολλητά υπάρχουν σε συγκεκριμένες διατομές και μήκη σε μορφή μπάρας. Η ξήρανση που έχουν υποστεί είναι περίπου στο 10-13% (κατάλληλη υγρασία για κουφώματα) και τα περισσότερα από αυτά είναι εισαγόμενα

και είναι πιστοποιημένα κατά ISO 9001, 2000. Στον παρακάτω Πίν. 3, παρουσιάζονται οι διαστάσεις τρικολλητής ξυλείας για κουφώματα που κυκλοφορεί στο εμπόριο.

Πίνακας 3. Διαστάσεις τρικολλητής ξυλείας για κουφώματα.

ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ	ΔΙΑΤΟΜΕΣ (mm)				ΜΗΚΗ
Πεύκο	86 x 62	86 x 72	115 x 72	145 x 72	ΑΠΟ 0,6-6m ANA 10cm
Έλατο	86 x 62	86 x 72	115 x 72	145 x 72	
Κόκκινη Δρύς	86 x 62	86 x 72	115 x 72	145 x 72	
Meranti	86 x 62	86 x 72	115 x 72	145 x 72	
Niagon	86 x 62	86 x 72	115 x 72	145 x 72	
Iroko	86 x 62	86 x 72	115 x 72	145 x 72	

Οι τιμές της τρικολλητής ξυλείας ποικίλει ανάλογα με το είδος ξύλου, την ποιότητα του, τη χώρα προέλευσης και το αν φέρει την κατάλληλη πιστοποίηση. Στον Πίν. 4 παρουσιάζονται οι τιμές ορισμένων ειδών ξύλου που υπάρχουν στην ελληνική αγορά.

Πίνακας 4. Τιμές τρικολλητής ξυλείας.

ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ	ΤΙΜΗ / m ³
Πεύκο	500-650
Έλατο	450-550
Κόκκινη Δρύς	1700-1900
Meranti	900-1050
Niagon	1300-1400
Iroko	1900-2000

Το ξύλο λόγω της χημικής του σύστασης και της δομής του, αποτελεί τροφή για τους μύκητες, τα έντομα, θαλάσσιους ξυλοφάγους οργανισμούς, τους τερμίτες, τα βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς. Όπως αναφέρθηκε το ξύλο είναι υγροσκοπικό και ανισότροπο υλικό, το οποίο με την επίδραση των καιρικών παραγόντων ρικνώνεται και διογκώνεται και με την πάροδο του χρόνου υφίσταται υποβάθμιση, γνωστή ως γήρανση. Η δράση των παραπάνω καταστρεπτικών παραγόντων είναι δυνατό να περιορισθεί ή και να εξαλειφθεί ακόμη, με την εισαγωγή κατάλληλων χημικών ουσιών μέσα στην μάζα του ξύλου. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται εμποτισμός.

Οι εμποτιστικές ουσίες μπορεί να είναι βιοκτόνες ουσίες (εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα) ή διάφορα έλαια και αντιπυρικές ουσίες ή συνδυασμός αυτών. Μέσω του εμποτισμού με αυτές τις ουσίες κατορθώνουμε οι ξύλινες κατασκευές να είναι διαστασιακά πιο σταθερές, γεγονός που αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής της κατασκευής. Για την καταλληλότητα των εμποτιστικών ουσιών και τις μεθόδους εφαρμογής τους υπάρχουν εθνικές και διεθνείς προδιαγραφές οι οποίες πρέπει να τηρούνται αυστηρά.

Η αναγκαιότητα προστασίας του ξύλου έγινε αντιληπτή στον άνθρωπο από αρχαίους χρόνους, αφού το ξύλο ήταν το κύριο υλικό με το οποίο ο άνθρωπος κατασκευάζει το σπίτι του, τα εργαλεία του, τα όπλα του. Ο Μωυσής αναφέρει ότι ο Νώε άλειψε την κιβωτό εσωτερικά και εξωτερικά με κατράμι. Σύμφωνα με όσα αναφέρουν ο Όμηρος ο Θεόφραστος και άλλοι αρχαίοι συγγραφείς για τη συντήρηση των κατασκευών κυρίως στην ξυλοναυπηγική οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν καννάβαρι (θειούχος χαλκός), πίσσα, έλαια, ρητίνες, λίπη, κερία, κεδρέλαιο, άλμη και θαλασσινό νερό. Η βιομηχανική συντήρηση του ξύλου και παράλληλα του εμποτισμού άρχισε να αναπτύσσεται με την βιομηχανική επανάσταση από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα που συμβάδισε με την ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας και την επιστήμη της τεχνολογίας του ξύλου.

Στην Ελλάδα το πρώτο εμποτιστήριο ιδρύθηκε το 1939 από τον Δασολόγο Ι. Κοκκίνη στην Κατερίνη το οποίο εμποτίζε στρωτήρες σιδηροδρόμων με πισσέλαιο και λειτουργούσε μέχρι πριν από λίγα χρόνια. Τις δεκαετίες του 1960 και του 1970 ιδρύθηκαν σταδιακά στην Καλαμπάκα από τους δασολόγους Ν. Παπαλεξίου και Ι. Κακκαρά οι πρώτες μονάδες εμποτισμού ξυλείας με πισσέλαιο σε ανοιχτές δεξαμενές και εμποτισμού ξυλείας-στύλων υπό πίεση σε κύλινδρο με υδατοδιαλυτά άλατα και μονάδα ξυλοκατασκευών από εμποτισμένο με άλατα ξύλο.

Καινοτόμος για την εποχή του στον τομέα εμποτισμού ξύλου με άλατα υπήρξε και η βιομηχανία ξύλου ΑΒΕΞ στην Πάτρα (εγκατάσταση εμποτιστηρίου το 1973). Στη συνέχεια αναπτύχθηκε σταδιακά έντονη δραστηριότητα στον τομέα του προληπτικού εμποτισμού και κατασκευών από εμποτισμένο ξύλο. Τα εμποτιστήρια πισσέλαιου εμποτίζουν στύλους ΔΕΗ, ΟΤΕ, στρωτήρες σιδηροδρόμων με κρεοζωτέλαιο με την μέθοδο κενών κυττάρων εφαρμόζοντας τις προδιαγραφές των αντίστοιχων οργανισμών. Τα εμποτιστήρια αλάτων εμποτίζουν ξυλεία και κατασκευές ξύλου με υδατοδιαλυτές εμποτιστικές ουσίες αλάτων, χαλκού, βορίου κ.λπ. εφαρμόζοντας είτε τη μέθοδο των πλήρων κυττάρων, είτε τη μέθοδο της απλής εμβάπτισης της ξυλείας σε υδατικό διάλυμα. Εμποτίζεται κυρίως δομική ξυλεία ελάτης, πεύκης, υποδομής

πατωμάτων, υπαίθριες κατασκευές, περίφραξης, υπαίθρια δάπεδα, πάτωμα γεφυρών, ειδικές περιπτώσεις θεμελίωσης κ.α.

Η ζήτηση σε εμποτισμένη ξυλεία αυξάνεται συνεχώς στην Ελλάδα. Πριν από λίγα χρόνια δεν υπήρχε ιδιωτικό πιστήριο που να εμποτίζει την απλή ξυλεία με την μέθοδο της απλής εμβάπτισης ενώ σήμερα υπάρχουν αρκετά ιδιωτικά πιστήρια ξυλείας αλλά και εμπορικές επιχειρήσεις ξυλείας που εμποτίζουν την οικοδομική ξυλεία με την μέθοδο αυτή.

Εμποτιστικές ουσίες

Υπάρχουν ορισμένα είδη ξύλου που είναι εμποτισμένα από τη φύση τους με ουσίες που αυξάνουν την φυσική διάρκειά τους και είναι δύσκολο να δεχτούν εμποτισμό, αυτές οι ουσίες ονομάζονται εκχυλίσματα. Τα εκχυλίσματα είναι συνοδές ουσίες μη δομικά συστατικά και το ποσοστό τους στα είδη ξύλου ποικίλες από 2-10% ενώ σε ξύλο τροπικών ειδών μπορεί να φτάσει έως 20-25%. Τα εκχυλίσματα είναι από την φύση τους ουσίες που προστατεύουν το ξύλο από προσβολές μυκήτων και εντόμων και προσδίδουν στο ξύλο σκούρο χρώμα. Όσο πιο σκούρο είναι το χρώμα τόσο πιο εντονότερη είναι η προστασία που παρέχεται στο ξύλο. Τα εκχυλίσματα αποτίθενται στα κυτταρικά τοιχώματα των κυττάρων του εγκάρδιου ξύλου με αποτέλεσμα να αποκτά πιο σκούρο χρώμα ώστε να είναι ανθεκτικότερο του σομφού. Επίσης καθοριστικός παράγοντας για την αντοχή του ξύλου παίζουν η ποσότητα και το είδος των εκχυλισμάτων. Για παράδειγμα βλέπουμε ότι τα τροπικά ξύλα αντέχουν πολύ περισσότερο από τα ελληνικά ή τα ευρωπαϊκά, αυτό συμβαίνει διότι η ποσότητα των εκχυλισμάτων που περιέχουν είναι σχεδόν πενταπλάσια από ότι στα ελληνικά. Και όσο αναφορά το είδος τους, υπάρχουν εκχυλίσματα που διαλύονται στο νερό. Έτσι, όταν η ξυλεία βρέχεται τότε τα εκχυλίσματα διαλύονται και η προστασία του ξύλου μειώνεται σημαντικά. Οι διάφορες κατηγορίες εφαρμογής του ξύλου από άποψη κινδύνου προσβολής καθορίζουν και τη μέθοδο εμποτισμού καθώς και το είδος του εμποτιστικού υγρού.

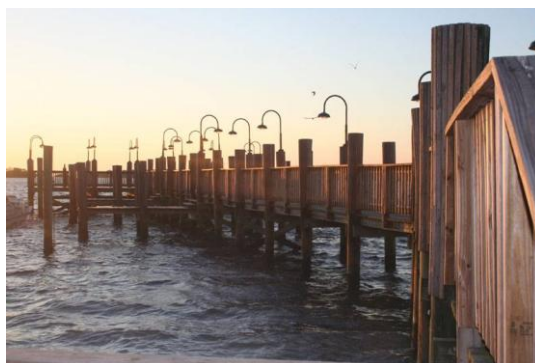
Οι εξωτερικές ξύλινες κατασκευές ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- 1) Ξύλινες κατασκευές μέσα στο έδαφος ή σε επαφή με το έδαφος, πάσσαλοι, στύλοι ΟΤΕ, ΔΕΗ, στρωτήρες σιδηροδρόμων κ.α. (Εικ. 35).



Εικ. 35. Στρωτήρες σιδηροδρόμων

- 2) Ξύλινες κατασκευές μέσα στο θαλασσινό νερό ή σε επαφή με αυτό. Ξύλινες αποβάθρες πλοίων, ξύλινες προβλήτες κ.α. (Εικ. 36).



Εικ. 36. Ξύλινη προβλήτα

- 3) Εξωτερικές ξύλινες κατασκευές που δεν έρχονται σε επαφή με το έδαφος, αλλά δέχονται τη βροχή, τον άνεμο, το χιόνι και την ηλιακή ακτινοβολία, εξωτερικές επενδύσεις τοίχων, κυψέλες, σκάλες, πέργκολες, εξωτερικά δάπεδα, φράχτες κ.α. (Εικ. 37).



Εικ. 37. Εξωτερική επένδυση κατοικίας

- 4) Ξύλινες κατασκευές που στεγάζονται και δεν δέχονται άμεσα την επίδραση της βροχής και του ήλιου, μπαλκόνια, σκάλες, στέγες, κουφώματα κ.α.
- 5) Ξύλινες κατασκευές σε εσωτερικούς χώρους, έπιπλα, πατώματα, ντουλάπες, ταβάνια, επενδύσεις κ.α.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι το ξύλο και οι ξύλινες κατασκευές όταν το χρησιμοποιούμενο ξύλο δεν είναι ανθεκτικό χρειάζεται έναν ειδικό χειρισμό δηλαδή έναν προληπτικό εμποτισμό με έλαια και μυκητοκτόνα –εντομοκτόνα συντηρητικά που κάθε φορά είναι διαφορετικά ανάλογα με το είδος και τις απαιτήσεις της ξύλινης κατασκευής. Ο εμποτισμός του ξύλου υπό πίεση αυξάνει την φυσική αντοχή του ξύλου, δηλαδή την διάρκεια ζωής του 5-15 φορές ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, το είδος του εμποτιστικού και την μέθοδο του εμποτισμού. Ο εμποτισμός του σομού ξύλου των περισσότερων ειδών είναι εύκολος με εξαίρεση την ελάτη και την ερυθρελάτη. Εμποτίζουμε το σομό διότι το εγκάρδιο των περισσότερων ειδών λόγω των εκχυλισμάτων που αποτίθενται στα κυτταρικά τοιχώματα και της απόφραξης βοθρίων επικοινωνίας των κυττάρων μεταξύ τους, εμποτίζεται με μεγαλύτερη δυσκολία ενώ υπάρχουν και ξύλα μη διαπερατά. Στην

κατηγορία των μη διαπερατών ξύλων υπάγονται τα τροπικά είδη πολύ μεγάλης πυκνότητας πάνω από 1g/cm^3 , γνωστά ως σιδηρόξυλα και είναι το *azobe,ipe,wege* κ.α

Οι εμποτιστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου διακρίνονται σε έλαια, ελαιοδιαλυτές ουσίες (οργανικά διαλύματα), υδατοδιαλυτές ουσίες, καπνογόνα και δηλητηριώδη αέρια

➤ Έλαια

Στα έλαια ανήκουν το πισέλαιο ή κρεόζωτο που παράγεται με ξηρή απόσταξη των λιθανθράκων και αποτελείται από μεγάλο αριθμό στρωματικών ενώσεων. Είναι ένα άριστο εμποτιστικό του ξύλου το οποίο χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο για πολλές δεκάδες χρόνια. Αυξάνει τη διάρκεια ζωής του ξύλου ως 10-40 και περισσότερα χρόνια. Κύριο μειονέκτημα του είναι το άσχημο μαύρο χρώμα, η δυσάρεστη οσμή και η αδυναμία βαφής του εμποτισμένου ξύλου. Χρησιμοποιείται συνήθως για τον εμποτισμό υπό πίεση στύλων ΟΤΕ-ΔΕΗ, στρωτήρων σιδηροδρόμων κ.α. Δεν χρησιμοποιείται σε καμία περίπτωση για εμποτισμό ξυλείας που προορίζεται για εσωτερικές κατασκευές.

➤ Ελαιοδιαλυτές ουσίες (οργανικά διαλύματα)

Τα οργανικά διαλύματα είναι εντομοκτόνες - μυκητοκτόνες και συχνά υδρόφοβες ουσίες που διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν.

- Η πενταχλωροφαινόλη ($\text{C}_6\text{Cl}_5\text{OH}$)
- Ο ναφθιονικός χαλκός ($\text{C}_{11}\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$)
- Οργανομεταλλικά σύμπλοκα όπως *TRIBUTIN OXIDE* ή το *TBT*

Στη κατηγορία των οργανικών διαλυμάτων περιλαμβάνονται και τα υδρόφοβα διαλύματα τα οποία είναι μίγμα συνθετικών ρητινών και παραφίνης. Τα διαλύματα αυτά αποτρέπουν την πρόσληψη νερού από το ξύλο και συνήθως περιέχουν εντομοκτόνες και μυκητοκτόνες ουσίες. Χρησιμοποιούνται συνήθως για συντήρηση εξωτερικών ή στεγασμένων ξυλουργικών κατασκευών.

➤ Υδατοδιαλυτές ουσίες

Στην κατηγορία αυτή ανήκει ένας μεγάλος αριθμός συντηρητικών ουσιών οι οποίες είναι υδατικά διαλύματα μεταλλικών αλάτων και φθοριούχων ενώσεων, όπως χαλκού, βορίου, χρωμίου, αρσενικού και ψευδαργύρου. Τα εμποτιστικά αυτά δημιουργούν χημικούς δεσμούς με το ξύλο και σχηματίζουν αδιάλυτα σύμπλοκα με αποτέλεσμα να μην εκπλύνονται και έτσι το εμποτισμένο ξύλο να διατηρεί την τοξικότητα του σε μύκητες και έντομα. Πιο συγκεκριμένα τα επιμέρους στοιχεία του συντηρητικού αντιδρούν μεταξύ τους και με την κυτταρίνη και τη λιγνίνη του ξύλου και σχηματίζουν ανόργανα ή οργανικά μεταλλικά σύμπλοκα τα οποία αντιστέκονται

στην έκπλυση και απομάκρυνση των αλάτων. Η δέσμευση αυτή των υδατοδιαλυτών αλάτων από το ξύλο συνεχίζει κατά την διάρκεια της ξήρανσης του εμποτισμένου ξύλου και για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο μετά τον εμποτισμό να ακολουθήσει φυσική ή τεχνητή ξήρανση για να γίνει διάθεση και χρήση του εμποτισμένου ξύλου μόνο όταν ολοκληρωθεί η ξήρανση στο 12-14%. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η προστασία των εργαζομένων στην παραγωγή, ενώ παρέχεται μόνιμη προστασία στο ξύλο. Το εμποτισμένο ξύλο μπορεί να βαφεί και να συγκολληθεί μόνο όταν είναι ξηραμένο, επίσης δεν έχει δυσάρεστη οσμή ενώ αποκτά ένα ελαφρύ γκριζοπράσινο χρώμα.

Στην παγκόσμια αγορά κυκλοφορούν αρκετά σκευάσματα τα οποία είναι τυποποιημένα και με εγγυημένη αποτελεσματικότητα. Το σπουδαιότερο από άποψη τοξικότητας εμποτισμού της κατηγορίας αυτής είναι ο συνδυασμός αλάτων, χαλκού, χρωμίου, αρσενικού γνωστό σαν CCA. Το CCA περιορίζεται τα τελευταία χρόνια στην παγκόσμια αγορά λόγω της τοξικότητας του και της ρύπανσης που προκαλεί στο περιβάλλον, λόγω της περιεκτικότητας σε αρσενικό. Άλλα υδατοδιαλυτά άλατα που βρίσκουν εφαρμογή στην πράξη είναι.

- . Άλατα χρωμίου, χαλκού, βορίου (CCB)
- . Οξείδια χαλκού, χρωμίου (ACC)
- . Αμμωνιακά άλατα χαλκού, αρσενικού (ACA)
- . Άλατα χρωμίου, ψευδαργύρου, χλωρίου (CZC)
- . Άλατα χρωμίου, ψευδαργύρου, αρσενικού (CZA)
- . Άλατα βορίου, φθορίου, χρωμίου, αρσενικού (BFCA)

➤ Υδραποθητικές ουσίες

Οι υδραποθητικές ή υδροφόρες ουσίες είναι διάφορα έλαια, παραφίνες, κεριά που διαλυόμενα σε οργανικό διαλύτη μας δίνουν τα υδρόφοβα διαλύματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα ως εμποτιστικά για την προστασία των ξύλινων κατασκευών από την δράση του νερού και της υγρασίας. Τέτοιες υδραποθητικές ουσίες είναι το λινέλαιο, το κεδρέλειο, το teak oil, το παραφινέλαιο, το γνήσιο κερί και το κατράμι.

➤ Καπνογόνες ουσίες

Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται για κατασταλτική καταπολέμηση εντόμων σε ήδη προσβεβλημένη ξυλεία και όχι για μόνιμη προστασία του ξύλου. Τα καπνογόνα είναι εντομοκτόνα επαφής με έντονη υπολειμματική δράση, η καταπολέμηση γίνεται μέσα σε κλειστούς χώρους. Η χημική ουσία ανάβεται και παράγεται σύννεφο καπνού ο οποίος εκτίθεται σε όλες τις επιφάνειες του ξύλου με αποτέλεσμα να θανατώνει τα τέλεια έντομα, τα αυγά, τις κάμπιες και αυτά που πρόκειται να εξέλθουν από το ξύλο τις επόμενες εβδομάδες. Στην κατηγορία αυτή ανήκει το εξαχλωροκυκλοεξάνιο.

➤ Δηλητηριώδη αέρια

Μια άλλη μορφή εντομοκτόνων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κλειστούς χώρους είναι τα δηλητηριώδη αέρια. Το πιο συνηθισμένο είναι το βρωμιούχο μεθύλιο. Τα αέρια αυτά διεισδύουν μέσα στο ξύλο και θανατώνουν τα έντομα σε όλα τα στάδια σε αντίθεση με τα καπνογόνα που επικάθονται στην επιφάνεια των κατασκευών. Λόγω της διαφοράς αυτής τα δηλητηριώδη αέρια ενώ απολυμαίνουν την κατασκευή δεν παρέχουν μελλοντική προστασία όπως συμβαίνει με τα καπνογόνα. Τέλος τα δηλητηριώδη αέρια είναι τοξικά για τον άνθρωπο και τα ζώα και πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο από εξειδικευμένα άτομα.

Μέθοδοι εμποτισμού

Οι κατηγορίες μεθόδων εμποτισμού είναι οι εξής.

- 1) Μέθοδοι χωρίς εφαρμογή πίεσης
- 2) Μέθοδοι με εφαρμογή χαμηλής πίεσης
- 3) Μέθοδοι με εφαρμογή υψηλής πίεσης

1) Μέθοδοι εμποτισμού χωρίς εφαρμογή πίεσης

α) Επάλειψη με βούρτσα ή πινέλο και ψεκασμός.

Αυτήν τη μέθοδο τη χρησιμοποιούμε όταν η ξύλινη κατασκευή δε βρίσκεται σε περιβάλλον αυξημένου κινδύνου. Η εφαρμογή ενός συντηρητικού με επάλειψη ή ψεκασμό είναι ένας οικονομικός και απλός τρόπος συντήρησης μόνο που πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε 3-4 χρόνια, διότι η συντήρηση είναι επιφανειακή.

β) Εμβάπτιση και Καταιονισμός

Η εμβάπτιση του ξύλου ή ξύλινων κατασκευών γίνεται μέσα σε ανθεκτικές δεξαμενές γεμάτες με συντηρητικά οι οποίες διαθέτουν υδραυλικό σύστημα συγκράτησης του ξύλου κάτω από την επιφάνεια του συντηρητικού. Ο χρόνος εμβάπτισης διαρκεί από μερικά λεπτά (10-20 min) έως μερικές ώρες. Χρησιμοποιούνται όλα τα είδη συντηρητικών και το βάθος διείσδυσης εξαρτάται από το είδος του συντηρητικού, το είδος του ξύλου και τον χρόνο εμβάπτισης.

γ) Μέθοδος διάχυσης

Για την εφαρμογή της μεθόδου διάχυσης το ξύλο πρέπει να έχει υγρασία πάνω από 60% και τα εμποτιστικά (υδατοδιαλυτά άλατα) να είναι σε μορφή πάστας. Η πάστα

εφαρμόζεται στην επιφάνεια του ξύλου, το οποίο σκεπάζεται καλά με ανθεκτικό πλαστικό για να διατηρηθεί η υγρασία του ξύλου και αφήνεται για μερικές εβδομάδες για να γίνει ο εμποτισμός με διάχυση (με όσμωση). Με την μέθοδο αυτή εμποτίζονται με επιτυχία και δύσκολα στον εμποτισμό είδη όπως ερυθρελάτη, τσούγκα κ.α.

δ) Μέθοδος θερμού - ψυχρού λουτρού

Ο εμποτισμός του ξύλου με την μέθοδο θερμού και ψυχρού λουτρού εφαρμόζεται σε δύο ανοιχτές δεξαμενές από τις οποίες η μία περιέχει συντηρητικό σε υψηλή θερμοκρασία και η άλλη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η ξυλεία τοποθετείται διαδοχικά στο θερμό λουτρό για 2-3 ώρες και αμέσως μετά στο ψυχρό για άλλες 2-3-ώρες. Ο εμποτισμός γίνεται και στο θερμό και στο ψυχρό λουτρό, διότι η απότομη αλλαγή θερμοκρασίας από το θερμό (θερμοκρασία υγρού 85-95°C) στο ψυχρό δημιουργεί υποπίεση στις κυτταρικές κοιλότητες (δηλ. στα κενά) του ξύλου η οποία διευκολύνει την διείσδυση του εμποτιστικού. Η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως για τον εμποτισμό στύλων και ξυλείας με πισσέλαιο.

2) Μέθοδοι εμποτισμού με εφαρμογή χαμηλής πίεσης

α) Μέθοδος του διπλού κενού

Κατά την μέθοδο του διπλού κενού ο εμποτισμός του ξύλου στηρίζεται στην διαφορά μεταξύ ενός μερικού κενού που δημιουργείται μέσα σε κλειστό κύλινδρο και της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Η μέθοδος περιλαμβάνει τα εξής στάδια.

- 1) τοποθέτηση του ξύλου σε κλειστό κύλινδρο
- 2) εφαρμογή αρχικού κενού για ορισμένη χρονική περίοδο πριν από την είσοδο του συντηρητικού
- 3) είσοδος του συντηρητικού
- 4) σταδιακή αφαίρεση του αρχικού κενού και αύξηση πίεσης στον κύλινδρο μέχρι την ατμοσφαιρική πίεση. Το στάδιο αυτό διαρκεί συνήθως λίγα λεπτά κατά την διάρκεια των οποίων γίνεται η διείσδυση του συντηρητικού μέσα στο ξύλο.
- 5) απομάκρυνση του συντηρητικού από το ξύλο.
- 6) εφαρμογή τελικού κενού για να απομακρυνθεί το πλεονάζον συντηρητικό που έχει συγκεντρωθεί από το ξύλο (να στραγγίσει το ξύλο).

Η μέθοδος ενδείκνυται για περιπτώσεις κωνοφόρων που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές κατασκευές και για είδη με μεγάλη αντίσταση στον εμποτισμό.

β) Μέθοδος εκτόπισης των χυμών

Η μέθοδος εφαρμόζεται σε έμφλοιους χλωρούς στύλους οι οποίοι εμποτίζονται με υδατοδιαλυτά άλατα μέσω μιας διαδικασίας εκτόπισης των χυμών του ξύλου από το εμποτιστικό. Κατά την μέθοδο *Bouchetie*, που στηρίζεται στην αρχή αυτή, οι μεν στύλοι τοποθετούνται στην επιφάνεια του εδάφους και η δεξαμενή με το εμποτιστικό διάλυμα αλάτων τοποθετείται σε υπερυψωμένη βάση 10μ. πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Το εμποτιστικό οδηγείται από τη δεξαμενή στο ένα άκρο του ξύλου μέσω σωλήνα ο οποίος προσαρμόζεται ερμητικά στην εγκάρσια τομή με τη βοήθεια μεταλλικής υποδοχής. Η υδροστατική πίεση που δημιουργείται λόγω της διαφοράς ύψους προκαλεί την εκτόπιση των χυμών στον στύλο κατά την αξονική κατεύθυνση με ταυτόχρονη αντικατάσταση από διάλυμα αλάτων. Οι εκτοπιζόμενοι χυμοί εξέρχονται από το άλλο άκρο του στύλου. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται σε διάστημα ολίγων ημερών (8-14 ημέρες) ανάλογα με το είδος του ξύλου. Η πίεση που αναπτύσσεται φθάνει περίπου τις 1.5 *Atm*. Με τη μέθοδο αυτή το σομό ξύλο του στύλου εμποτίζεται πλήρως ενώ το εγκάρδιο ελάχιστα ή καθόλου.

3) Μέθοδοι εμποτισμού με εφαρμογή υψηλής πίεσης

α) Μέθοδος των πλήρων κυττάρων

Στη μέθοδο των πλήρων κυττάρων οι κενοί χώροι του ξύλου γεμίζουν με συντηρητικό σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό. Κατά τη μέθοδο αυτή το ξύλο τοποθετείται σε ειδικό κύλινδρο όπου μετά το κλείσιμο του κυλίνδρου εφαρμόζεται το εξής πρόγραμμα.

- ✓ Αρχικό κενό 600 *torr* περίπου, που διατηρείται για σχεδόν 30 λεπτά της ώρας.
- ✓ Ενώ διατηρείται το κενό, στην συνέχεια ο κύλινδρος γεμίζει με το συντηρητικό και μετά την πλήρωση αφαιρείται το κενό και ασκείται πίεση 7-8 *Atm* περίπου ή και περισσότερο. Η πίεση αυτή διατηρείται μέχρις ότου συγκρατηθεί από το ξύλο η επιθυμητή ποσότητα συντηρητικού. Στο διάστημα αυτό το συντηρητικό διατηρείται σε θερμοκρασία 85-99 °C εάν πρόκειται για πισσέλειο ή συνήθως στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αν πρόκειται για υδατοδιαλυτά εμποτιστικά.
- ✓ Τέλος η πίεση αφαιρείται συγχρόνως με την αφαίρεση του συντηρητικού και εφαρμόζεται μικρό κενό 400 *torr* για 10 λεπτά της ώρας περίπου για να απομακρυνθεί το διάλυμα από την επιφάνεια του ξύλου.

Η μέθοδος των πλήρων κυττάρων εφαρμόζεται συνήθως με υδατοδιαλυτά συντηρητικά.

β) Μέθοδος κενών κυττάρων

Κατά την μέθοδο των κενών κυττάρων γνωστή ως μέθοδος *Rueping* το ξύλο τοποθετείται σε ειδικό κύλινδρο όπου μετά το κλείσιμο του κυλίνδρου εφαρμόζεται το εξής πρόγραμμα.

- ✓ Ασκείται μικρή πίεση (1,5 – 4 *Atm*) περίπου για 15-30 λεπτά της ώρας.
- ✓ Στην συνέχεια και ενώ παραμένει η πίεση εισάγεται το συντηρητικό και αυξάνεται η πίεση στις 7-8 *Atm* και μέχρι 10-14 *Atm*. Η πίεση διατηρείται επί μία ώρα ή και περισσότερο μέχρις ότου συγκρατηθεί η επιθυμητή ποσότητα συντηρητικού.
- ✓ Τέλος αφαιρείται η πίεση συγχρόνως με το συντηρητικό και εφαρμόζεται κενό 600 *Torr* για 10 λεπτά. Το κενό αυτό σε συνδυασμό με την αρχική πίεση βοηθάει την έξοδο του πλεονάζοντος συντηρητικού από το ξύλο, δηλαδή του συντηρητικού που υπάρχει στις κυτταρικές κοιλότητες.

4) Άλλοι μέθοδοι εμποτισμού

α) Μέθοδος διαδοχικών και εναλλασσόμενων πιέσεων.

Στη μέθοδο αυτή εφαρμόζεται κενό και πίεση σε πολλούς κύκλους.

β) Μέθοδος υγραερίων

Στη μέθοδο υγραερίων διαλύτης είναι ένας τύπος υγραερίων όπως βουτάνιο το οποίο σε κατάσταση ατμοσφαιρικής πίεσης είναι αέριο. Αναμιγνύουμε το βουτάνιο με έναν οργανικό διαλύτη και κρατάμε το μίγμα υπό πίεση για να μην αεροποιηθεί ο διαλύτης. Κατά τα άλλα εφαρμόζεται η μέθοδος των πλήρων κυττάρων με ελαφρές τροποποιήσεις.

γ) Μέθοδος πολύ υψηλών πιέσεων (περίπου 70 *Atm*).

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για είδη πολύ δύσκολα στον εμποτισμό όπως ευκάλυπτος. Ο εμποτισμός με πολύ υψηλή πίεση είναι μέθοδος πλήρων κυττάρων.

δ) Μέθοδος Boulton

Η μέθοδος Boulton είναι ένας συνδυασμός ξήρανσης χλωρού ξύλου και εμποτισμού. Η ξήρανση γίνεται μέσα στον κύλινδρο όπου αρχικά διοχετεύεται πισέλαιο θερμοκρασίας 85-105 κελσίου και στην συνέχεια εφαρμόζεται κενό. Η φάση της ξήρανσης διαρκεί 12-36 ώρες και στη συνέχεια γίνεται εμποτισμός με τη μέθοδο των πλήρων κυττάρων.

Παράγοντες που επηρεάζουν την διαπερατότητα του ξύλου

Ο εμποτισμός του ξύλου με υγρά συντηρητικά επηρεάζεται από ένα σημαντικό αριθμό παραγόντων που κυρίως αναφέρονται στη δομή του ξύλου, στην προετοιμασία της ξυλείας για εμποτισμό, στη μέθοδο εμποτισμού, και στο είδος του εμποτιστικού.

1.5. Ξύλινο κούφωμα

Κουφώματα ονομάζουμε τις αυτοτελές κατασκευές οι οποίες κλείνουν τα ανοίγματα των τοίχων των οικοδομών. Τα κουφώματα διακρίνονται σε πόρτες, παράθυρα, υαλοστάσια και χρησιμεύουν για την ασφάλεια, την κυκλοφορία μέσα στην οικοδομή, το φωτισμό, τον αερισμό και τη θερμοηχομόνωση των οικοδομών.

Τα κουφώματα ως προς την χρήση τους διακρίνονται σε τρεις μεγάλες ομάδες.

- Τα εξωτερικά κουφώματα, τα οποία τοποθετούνται σε εξωτερικούς τοίχους.
- Τα εσωτερικά κουφώματα, τα οποία τοποθετούνται σε εσωτερικούς χώρους και διαχωριστικές κατασκευές.
- Τα κουφώματα ειδικών προδιαγραφών τα οποία μπορεί να είναι εσωτερικά ή εξωτερικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούν.

Ως προς τη λειτουργία, τα παράθυρα επιτρέπουν την οπτική επαφή, το φωτισμό και τον αερισμό, αποκλείοντας τη φυσική διέλευση ανθρώπων και αντικείμενων, λειτουργεία για την οποία προορίζονται οι πόρτες.

Τα κουφώματα είναι ιδιαίτερα δύσκολες κατασκευές γιατί πρέπει να ικανοποιούν πολλές απαιτήσεις και οι ιδιότητες τους είναι συνάρτηση των ιδιοτήτων των υλικών από τα οποία αποτελούνται, της ποιότητας κατασκευής και του τρόπου λειτουργίας.

Ένα σύγχρονο κούφωμα θα πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Θερμομόνωση
- Ηχομόνωση
- Πυραντοχή - πυραντίσταση
- Άνεμος, ήλιος, υγρασία
- Μηχανικές αντοχές
- Οπτική επαφή, φωτισμός, θέα
- Καθαρισμός
- Σταθερότητα διαστάσεων
- Αισθητική

Παράθυρο ονομάζεται το δομικό στοιχείο του οικοδομήματος το οποίο καθιστά δυνατή την επαφή και την επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον. Ανάλογα με τα κτήρια που κάθε φορά χρησιμοποιούνται έχουμε διάφορους τύπους παράθυρων. Ανάλογα με τη θέση στην πρόσοψη του κτηρίου αυτό μπορεί να είναι.

- α) Μεμονωμένα παράθυρα
- β) Τοίχοι – παράθυρα
- γ) Σύστημα πρόσοψης

Ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο υλικό έχουμε τους ακόλουθους τύπους παραθύρων.

- α) Ξύλινα παράθυρα
- β) Σύνθετα παράθυρα (ξύλου – αλουμινίου)
- γ) Συνθετικά παράθυρα
- δ) Παράθυρα αλουμινίου
- ε) Μεταλλικά παράθυρα

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας έχουμε τους ακόλουθους τύπους παραθύρων.

- α) Σταθερά
- β) Στρεφόμενα
- γ) Ανατρεπόμενα πάνω
- δ) Στρεφόμενα – ανατρεπόμενα
- ε) Στρεφόμενα σε οριζόντιο άξονα με κεντρική έδραση
- στ) Στρεφόμενα σε κάθετο άξονα με κεντρική έδραση
- ζ) Ανατρεπόμενα κάτω
- η) Κάθετα συρόμενο παράθυρο
- θ) Οριζόντια συρόμενο παράθυρα

Τα τελευταία χρόνια ο τρόπος με τον οποίο κατασκευάζονται τα ξύλινα παράθυρα έχει αλλάξει κατά πολύ, συνεπώς έχει αλλάξει και η αντοχή τους στον χρόνο. Η διαδικασία παραγωγής που ακολουθείτε και τα υλικά που χρησιμοποιούνται βασίζονται πάνω σε συγκεκριμένες προδιαγραφές. Η ξυλεία που χρησιμοποιείτε είναι τριών στρώσεων (τρικολλητή ξυλεία) έτσι ώστε η κατασκευή να είναι διαστασιακά πιο σταθερή, οι κόλλες που χρησιμοποιούνται είναι κατηγορίας D4 εξωτερικής χρήσης, οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται είναι προηγμένης τεχνολογίας πολλών σημείων και ανοξείδωτοι, τέλος οι βαφές που χρησιμοποιούνται είναι υδατοδιαλυτές (δηλαδή έχουν βάση το νερό) είναι υψηλών προδιαγραφών και έχουν εγγύηση περίπου 7-10 χρόνια ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής (Εικ.38).



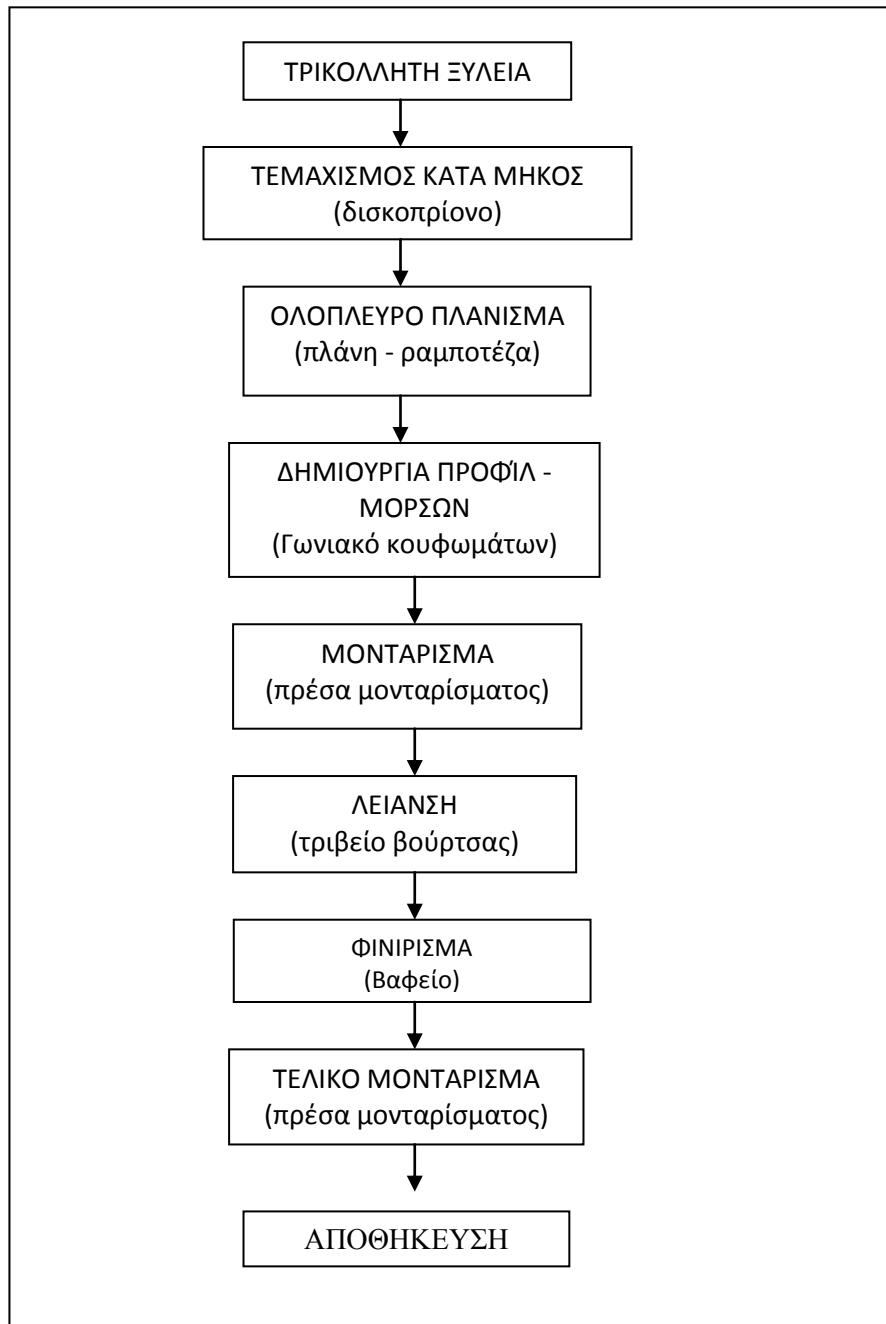
***Εικ. 38.** Τομή σύγχρονου ξύλινου παραθύρου*

Τεχνολογία παραγωγής

Για την κατασκευή ενός σύγχρονου κουφώματος, απαιτούνται ατ ακόλουθα υλικά:

- Επικολλητή (τρικολλητή) ξυλεία από κατάλληλα είδη ξύλου.
- Συγκολλητική ουσία εξωτερικής χρήσεως.
- Υδατοδιαλυτά ακρυλικά βερνίκια εμποτισμού και λάκες εξωτερικής χρήσεως.
- Μηχανισμοί ασφαλείας για το χειρισμό του παραθύρου, πόμολα, μεντεσέδες, βίδες, κ.α.
- Υαλοπίνακες.

Στο Σχ. 1. παρουσιάζονται τα στάδια κατασκευής ενός κουφώματος.



Σχ. 1. Στάδια κατασκευής κουφωμάτων.

Στάδια κατασκευής κουφωμάτων

Στάδιο 1. Η ξυλεία που προμηθεύεται ο κατασκευαστής είναι τρικολητή ξηραμένη στο 12-13%. Η πιο σύνηθης διατομή που χρησιμοποιείτε στα κουφώματα είναι 68x80mm, οπότε η ξυλεία έχει αρχική διατομή 72x85mm. Οι διατομές που υπάρχουν στο εμπόριο είναι 5mm μεγαλύτερες σε σχέση με την τελική διατομή έπειτα κόβετε κατά μήκος με υπερδιάσταση περίπου 5cm σε σχέση με το τελικό μήκος.

Στάδιο 2. Η ξυλεία πλανίζεται (πλανιά-γωνιά) (Εικ.39) έτσι ώστε να εφάπτεται απόλυτα στον οδηγό της ραμποτέζας και έπειτα περνιούνται τα κομμάτια από τη ραμποτέζα για να δημιουργηθεί η τελική διατομή (Εικ.40).



Εικ. 39. Πλάνιση τρικολλητού



Εικ. 40. Κατεργασία τρικολλητού σε ραμποτέζα.

Στάδιο 3. Στη συνέχεια τα κομμάτια οδηγούνται στη γωνιακή σβούρα (γωνιακό κουφωμάτων) όπου τα κομμάτια τοποθετούνται ένα-ένα και ξεκινάει με μια συγκεκριμένη σειρά η δημιουργία του προφίλ μόρσου. Αρχικά συγκρατείτε το κομμάτι πάνω στο τραπέζι εργασίας με πνευματική βεντούζα, μετά το σάπορτ κινείτε αυτόματα ή χειροκίνητα και περνάει από το δισκοπρίονο όπου κόβεται κατά μήκος στην τελική διάσταση(Εικ.41) και εν συνέχεια περνάει από την πρώτη σβούρα όπου δημιουργείτε το ανάλογο μόρσο (θηλυκό ή αρσενικό) (Εικ.42).

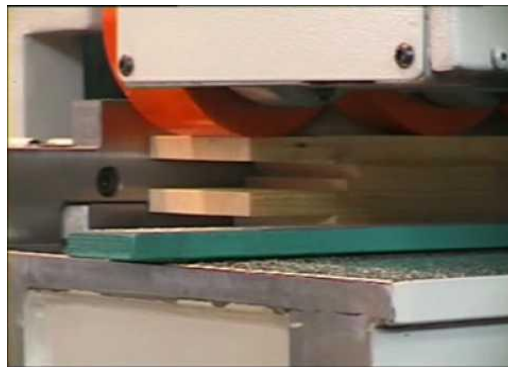


Εικ. 41. Τελική κοπή κατά μήκος.



Εικ. 42. Δημιουργία μόρσου.

Η διαδικασία αυτή ακολουθείτε δυο φορές έτσι ώστε να διαμορφωθούν και τα δυο άκρα, στην συνέχεια το κομμάτι αποσυγκρατήτε από το πρώτο τραπέζι εργασίας και οδηγείτε στο δεύτερο τραπέζι εργασίας όπου με τη βοήθεια προωθητήρα το κομμάτι κινείται στη δεύτερη σβούρα όπου διαμορφώνεται το κατάλληλο προφίλ (προφίλ κάσας ή τζαμλικιού) κατά μήκος του ξύλου (Εικ.43).



Εικ. 43. Δημιουργία προφίλ.

Στάδιο 4. Μετά το γωνιακό μηχάνημα το κομμάτια οδηγούνται στο μονταριστικό μηχάνημα όπου εκεί γίνεται επάλειψη με κόλλα στα άκρα (αυτόματα ή χειροκίνητα) και συναρμολογούνται κάσες και τζαμλίκια (Εικ.44).



Εικ. 44. Μοντάρισμα κουφωμάτων.

Στάδιο 5. Αφού σκληρυνθεί η κόλλα τα τζαμλίκια οδηγούνται πάλι στο γωνιακό όπου εκεί από την τρίτη σβούρα δημιουργείτε το περιμετρικό προφίλ για την υποδοχή των μηχανισμών και των λάστιχων (Εικ.45).



Εικ. 45. Τοποθέτηση παραθύρου για περιμετρικό προφίλ.

Στάδιο 6. Στη συνέχεια τζαμλίκια και κάσες οδηγούνται στο τριβείο (αυτόματο ή χειρωνακτικό τρίψιμο) όπου στοκάρονται τυχόν σφάλματα και λειάνονται.

Στάδιο 7. Εν συνεχεία τζαμλίκια, κάσες και παρελκόμενα (πηχάκια τζαμιού, αρμοκάλυπτρα, περβάζια) μεταφέρονται στο βαφείο (Εικ.46), όπου ακολουθεί η διαδικασία φινιρίσματος με πιστόλι βαφής, αντλία βαφής ή ρομποτικό σύστημα βαφής, οι βαφές που χρησιμοποιούνται είναι ακριλικές υδατοδιαλυτές (Εικ.47).



Εικ. 46. Τοποθέτηση κουφωμάτων για βαφή



***Εικ. 47.** Κουφώματα μετά την βαφή*

Στάδιο 8. Τέλος, τα κουφώματα οδηγούνται στο χώρο του τελικού μονταρίσματος όπου τοποθετούνται τζάμια, σιλκόνες τζαμιού, σιδερικά, μηχανισμοί, λάστιχα, σήτες και πόμολα. Σε αυτό το στάδιο γίνεται ένας οπτικός ποιοτικός έλεγχος και τα κουφώματα κλείνουν ένα-ένα και τοποθετούνται σε παλέτα όπου φορτώνονται και οδηγούνται στην οικοδομή όπου γίνεται και η τελική εργασία η τοποθέτηση (Εικ.48).



***Εικ. 48.** Τελικό κούφωμα*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΜΠΟΤΙΣΜΕΝΟΥ ΞΥΛΙ- ΝΟΥ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ

2.1. Εμποτισμός ξυλείας

Για την κατασκευή του κουφώματος χρησιμοποιήθηκε ξυλεία ελληνικής μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*) προερχόμενη από την περιοχή των Γρεβενών. Η ξυλεία ξηράνθηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα στο χώρο φυσικής ξήρανσης του Τμήματος Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου – Επίπλου (Εικ. 49), και απέκτησε περιεχόμενη υγρασία 15%.



Εικ. 49. Χώρος φυσικής ξήρανσης

Στη συνέχεια η πριστή ξυλεία (πλάκες διατομής περίπου 80x250mm) οδηγήθηκε στο εργαστήριο Μηχανικής Κατεργασίας Ξύλου του Τμήματος, όπου και διαμορφώθηκε με κοπή με δισκοπρίονο το μήκος της (Εικ. 50). Στα πριστά δώθηκε υπερδιάσταση περίπου 10cm.



Εικ. 50. Κοπή πριστών κατά μήκος

Στο ίδιο στάδιο οι πλάκες κόπηκαν στην πριονοκορδέλα (Εικ.51) ώστε να δημιουργηθούν ‘ταβλάκια’ διατομής 27x90mm (Εικ.52), τα οποία εν συνεχεία θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή τρικολλητού ξύλου.



Εικ. 51. Κοπή πριστών σε πριονοκορδέλα (αριστερά) και προπλάνισμα (δεξιά)



Εικ. 52. Τελική κοπή δημιουργία τάβλας

Ακολούθως, τα ‘ταβλάκια’ πλανίστηκαν (πλανιά – γωνιά) (Εικ. 53) και πέρασαν ξεχονδιστήρα όπου διαμορφώθηκε η τελική τους διάσταση για τον εμποτισμό.

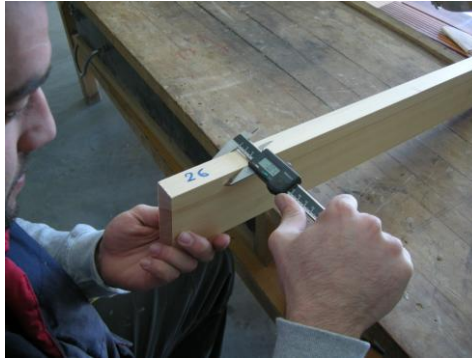


Εικ. 53. Πλάνισμα (πλανιά – γωνιά)

Στη συνέχεια ακολούθησε η διαδικασία του εμποτισμού. Αρχικά τα ‘ταβλάκια’ ζυγίστηκαν (Εικ. 54) και ογκομετρήθηκαν (Εικ. 55) για να προσδιορισθεί η συγκράτηση του εμποτιστικού μέσου.



Εικ. 54. Ζύγιση με ψηφιακό ζυγό ακριβείας



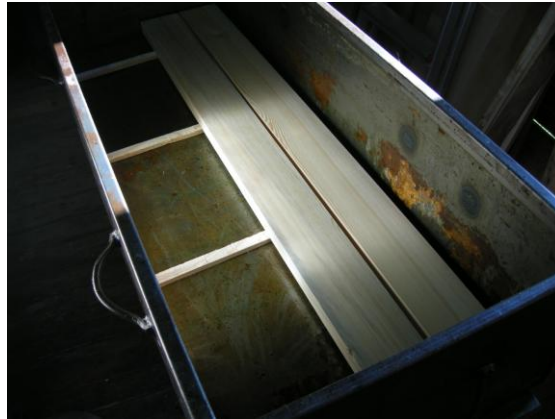
Εικ. 55. Μέτρηση διαστάσεων με ψηφιακό ταχύμετρο

Ο εμποτισμός πραγματοποιήθηκε σε ειδικό εργαστηριακό θάλαμο του Εργαστηρίου Τεχνολογίας Ξύλου (Εικ. 55).



Εικ. 55. Εργαστηριακός θάλαμος εμποτισμού ξυλείας.

Ως εμποτιστικό υγρό χρησιμοποιήθηκε κραμβέλαιο σε θερμοκρασία δωματίου, το οποίο προέρχεται από τους σπόρους του φυτού της ελαιοκράμβης. Τα ‘ταβλάκια’ τοποθετήθηκαν σε μεταλλική δεξαμενή με ενδιάμεσους διαχωριστικούς πήχεις (Εικ.56). Προκειμένου να αποφευχθεί το φαινόμενο της άνωσης, τοποθετήθηκε μεταλλικό πλέγμα και βάρος στην επιφάνεια των ξύλων, πριν πληρωθεί η δεξαμενή με το εμποτιστικό υγρό (Εικ.57).



Εικ. 56. Τοποθέτηση ξύλων σε μεταλλική δεξαμενή



Εικ. 57. Τοποθέτηση μεταλλικού πλέγματος και βάρους

Στη συνέχεια η μεταλλική δεξαμενή πληρώθηκε με το εμποτιστικό υγρό (κραμβέλαιο) (Εικ.58) και τοποθετήθηκε στο θάλαμο εμποτισμού (Εικ.59).



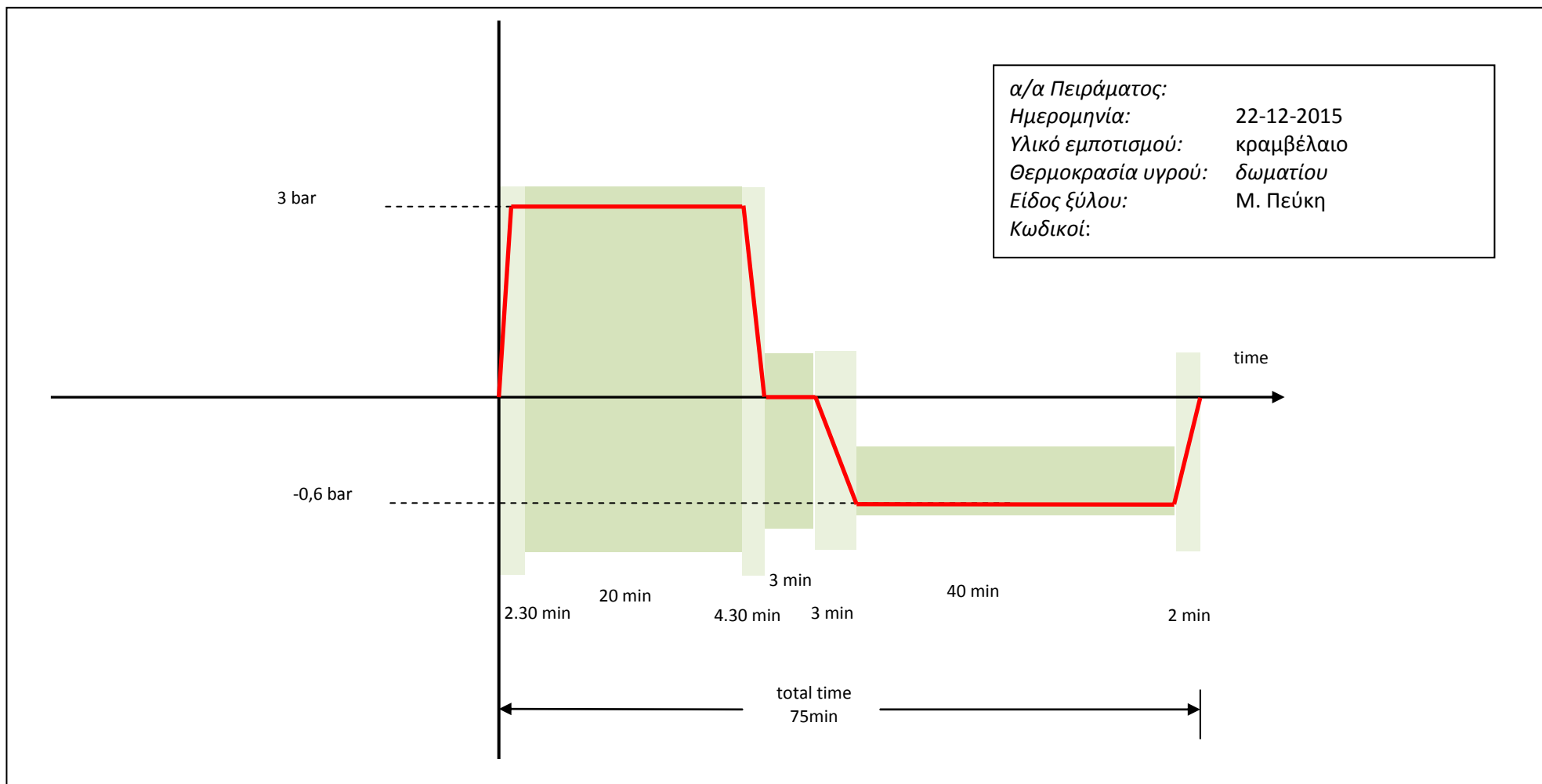
Εικ. 58. Πλήρωση της δεξαμενής με εμποτιστικό υγρό (κραμβέλαιο)



Εικ. 59. Τοποθέτηση δεξαμενής στον θάλαμο εμποτισμού

Για τον εμποτισμό της μαύρης πεύκης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των κενών κυττάρων (Lowry). Στο Σχ. 2 παρουσιάζεται το διάγραμμα εμποτισμού που ακολουθήθηκε και το οποίο περιελάμβανε τα ακόλουθα στάδια:

- εισαγωγή μεταλλικής δεξαμενής με τα ξύλα στο θάλαμο και ερμητικό κλείσιμο αυτού,
- αύξηση της πίεσης στα 3bar και διατήρηση αυτής για 20min,
- αφαίρεση πίεσης και διατήρηση κανονικών συνθηκών για 3min,
- εφαρμογή κενού 0,6bar για 40min, και
- αφαίρεση υποπίεσης και εξαγωγή ξύλων.



Σχ. 2. Διάγραμμα εμποτισμού μάρης πεύκης

Στη συνέχεια αφού εξήλθε η μεταλλική δεξαμενή από το θάλαμο και απομακρύνθηκε το εμποτιστικό υγρό (κραμβέλαιο), αφαιρέθηκαν τα εμποτισμένα ξύλα και αφέθηκαν να στραγγίσουν. Ακολούθησε η επαναζύγιση των εμποτισμένων ξύλων και ο προσδιορισμός της συγκράτησης του ελαίου με τη βοήθεια του τύπου:

$$OR = (M_2 - M_1) / V$$

Όπου,

M_2 = βάρος κλιματισμένου δοκιμίου μετά τον εμποτισμό, kg

M_1 = βάρος κλιματισμένου δοκιμίου πριν τον εμποτισμό, kg

V = όγκος κλιματισμένου δοκιμίου πριν τον εμποτισμό, m^3

Μετά την εφαρμογή του παραπάνω τύπου η συγκράτηση του ελαίου προσδιορίστηκε στα $110 kg/m^3$ ξυλείας.

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας του εμποτισμού, τα ‘ταβλάκια’ πλανίστηκαν για δεύτερη φορά (πλανιά – γωνιά), διότι λόγω της άσκησης πίεσης και κενού που δέχτηκαν κατά τον εμποτισμό, τα ξύλα παρουσίασαν κάποιες τάσεις ανισορροπίας (στρεβλώσεις). Στη συνέχεια πέρασαν από ξεχονδριστήρα έτσι ώστε να διαμορφώσουν τελική διατομή $24 \times 86 mm$ και να δημιουργηθούν επίπεδες επιφάνειες. Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιήθηκε επιφανειακό χειρισμός (καθαρισμός) με διαλύτη φυσικής προέλευσης - τερεβινθέλαιο (νέφτι) με σκοπό την απομάκρυνση του ελαίου σε βάθος $1-2 mm$ από την επιφάνεια του ξύλου.



Εικ. 60. Καθαρισμός επιφανειών με νέφτι.

2.2. Κατασκευή κουφώματος

Αρχικά κατασκευάστηκε η τρικολλητή ξυλεία για την οποία χρησιμοποιήθηκαν τα εμποτισμένα με κραμβέλαιο ταβλάκια. Ως συγκολλητική ουσία χρησιμοποιήθηκε λευκή κόλλα PVA κατηγορίας D4 (κατάλληλη για εξωτερική χρήση) (Εικ.61).



Εικ. 61. Κόλλα που χρησιμοποιήθηκε.

Στη συνέχεια έγινε επάλειψη της κόλλας με ρολό (Εικ.62).



Εικ. 62. Επάλειψη κολλάς με ρολό.

Τα προς συγκόλληση στοιχεία μεταφέρθηκαν σε χειροκίνητη πρέσα και συμπίεστηκαν για 6 ώρες μέχρι σκλήρυνσης της συγκολλητικής ουσίας (Εικ. 63).



Εικ. 63. Προετοιμασία πριν την άσκηση πίεσης (αριστερά) και άσκηση πίεσης (δεξιά).

Οι τρικολλητές μπάρες πλανίστηκαν σε πλάνη και ολόπλευρα σε ραμποτέζα (Εικ. 64) με σκοπό να αποκτήσουν κάθετες, επίπεδες και ακριβείς διαστάσεις που ήταν 68x80mm (Εικ.65).



Εικ. 64. Κατεργασία (ολόπλευρο πλάνσμα) τρικολλητών στην ραμποτέζα.



Εικ. 65. Τελική διατομή τρικολλήτων

Ακολουθώντας τα τρικολλητά οδηγήθηκαν στη γωνιακή κουφωμάτων για τη δημιουργία των διάφορων προφίλ και μόρσων. Για την ακριβή κατεργασία όλων των στοιχείων του κουφώματος διαστάσεων 1.050 x 745mm, διαμορφώθηκε η ανάλογη κατάσταση κοπών (Πίν. 5.)

Πιν. 5. Κατάσταση κοπών

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΠΩΝ		
Περιγραφή	Μήκος σε mm	Τεμάχια
ΓΚ φύλλο μπόι αριστερό	952,5	1
ΓΚ φύλλο μπόι δεξί	952,5	1
ΓΚ φύλλο τραβέρσα πάνω μέρος	660,0	1
ΓΚ φύλλο τραβέρσα κάτω μέρος	660,0	1
ΓΚ κάσα αριστερό μπόι	1050,0	1
ΓΚ κάσα τραβέρσα δεξί μπόι	1050,0	1
ΓΚ κάσα πανωκάσι	745,0	1
ΓΚ κάσα κατωκάσι	745,0	1

Ο παραπάνω πίνακας αποθηκεύθηκε στη μνήμη του υπολογιστή της γωνιακής μηχανής κουφωμάτων, η οποία τον διάβασε και δημιουργήσε σε κάθε στοιχείο ξεχωριστά το τελικό μήκος, το κατάλληλο μόρσο και προφίλ. Πριν από αυτό όμως, κόπηκαν σε δισκοπρίονο όλα τα στοιχεία του κουφώματος στο μήκος που αναγράφεται στον παραπάνω πίνακα με υπερδιάσταση 5mm (Εικ.66).



Εικ. 66. Πρόκοψη κατά μήκος σε δισκοπρίνο

Ακολουθώντας τα τρικολητά οδηγήθηκαν στην γωνιακή μηχανή κουφωμάτων (Εικ.67), όπου δημιουργήθηκαν τα μόρσα (Εικ.68) και εν συνεχεία τα εσωτερικά προφίλ κάθε στοιχείου (Εικ.69), ακολουθώντας την διαδοχική σειρά που αναγράφεται στον παραπάνω πίνακα (Πιν.4).



Εικ. 67. Γωνιακή μηχανή κουφωμάτων.



Εικ. 68. Τεμαχισμός κατά μήκος και δημιουργία μόρσου.



Εικ. 69. Αυτόματη προώθηση για δημιουργία εσωτερικού προφίλ.

Μετά τη δημιουργία των μόρσων και των προφίλ τα στοιχεία του κουφώματος οδηγήθηκαν ένα - ένα καθώς έβγαιναν από το γωνιακό μηχάνημα μέσω ράουλων μεταφοράς (Εικ.70) στο τμήμα του μονταρίσματος, όπου εκεί παρέμειναν μέχρι να συναρμολογηθούν (Εικ.71).



Εικ. 70. Μεταφορά στοιχείων με ράουλα.



Εικ. 71. Προσωρινή αποθήκευση.

Κατά το στάδιο του μονταρίσματος, τοποθετήθηκε κόλλα στα άκρα των στοιχείων (Εικ. 72) και ακολούθησε συναρμολόγηση (Εικ. 73) και συμπίεση αυτών. Ως κόλλα όπως και στην περίπτωση κατασκευής της τρικολλητής ξυλείας, χρησιμοποιήθηκε PVA κατ. D4



Εικ. 72. Εφαρμογή κόλλας σε θρυλικά μόρσα (αριστερά) και αρσενικά μόρσα (δεξιά).



Εικ. 73. Συναρμολόγηση στοιχείων.

Πριν τη συναρμολόγηση της κάσας τρυπήθηκε με κάθετο τρυπάνι μεντεσέ το αριστερό μπόϊ διότι το παράθυρο άνοιγε αριστερά (βλέπουμε τη φορά κοιτώντας από μέσα), έτσι ώστε να είναι έτοιμες οι υποδοχές για να τοποθετηθούν οι μεντεσέδες (Εικ.74).



Εικ. 74. Τρύπημα με κάθετο τρυπάνι μεντεσέ.

Στη συνέχεια τοποθετήθηκε η κάσα και το τζαμλίκι στο μονταριστικό μηχάνημα κουφωμάτων, όπου ασκήθηκε πλευρικά υδραυλική πίεση, (Εικ.75) έτσι ώστε να γωνιαστεί (Εικ.76) και να πατήσουν απόλυτα οι συνδέσεις του παραθύρου.



***Εικ. 75.** Άσκηση υδραυλικής πίεσης*



***Εικ. 76.** Γώνιασμα παραθύρου.*

Το παράθυρο έμεινε υπό υδραυλική πίεση στο μονταριστικό μηχάνημα για περίπου 3-4 min (Εικ.76).



***Εικ. 77.** Το τζαμλίκι υπό πίεση για μικρό χρονικό διάστημα.*

Τέλος, σε αυτό το στάδιο αφαιρέθηκε το παράθυρο από το μονταριστικό μηχάνημα και καθαρίστηκε με ένα σφουγγάρι η περίσσια κόλλας που είχε εμφανιστεί (Εικ.78).



Εικ. 78. Καθαρισμός κόλλας

Μετά από χρονικό διάστημα 3-4 ωρών και αφού είχε στεγνώσει η συγκολλητική ουσία, το τζαμλίκι του κουφώματος οδηγήθηκε στο γωνιακό μηχάνημα όπου συγκρατήθηκε με πνευματικές βεντούζες (Εικ.79) και δημιουργήθηκε το περιμετρικό προφίλ (περιφερική πατούρα) για την υποδοχή μηχανισμών και λάστιχων (Εικ.80).



Εικ. 79. Συγκράτηση τζαμλικιού με πνευματικές βεντούζες.



Εικ. 80. Δημιουργία περιμετρικού προφίλ.

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε το τζαμλίκι πάνω στην κάσα για να παρατηρηθεί μήπως έχει προκύψει κάποιο λάθος κατά τη μέχρι τώρα κατασκευή (Εικ.81).



Εικ. 81. Δοκιμή τζαμλικιού πάνω στην κάσα.

Στη συνέχεια το κούφωμα μαζί με τα παρελκόμενα (παχάκια τζαμιού, καλύπτρα νεροσταλάχτη και αρμοκάλυπτρα) οδηγήθηκε στο μηχάνημα λείανσης (τριβείο βούρτσας), όπου έγινε η λείανση. Το κούφωμα πέρασε δυο φορές από το τριβείο βούρτσας και μας έδωσε ένα πολύ καλό αποτέλεσμα. Κατόπιν το κούφωμα οδηγήθηκε στο χώρο του τελικού μονταρίσματος όπου τοποθετήθηκαν τα σιδερικά (μεντεσέδες, αντικρινά και νεροσταλάχτης αλουμινίου) και λάστιχα στην κάσα του κουφώματος (Εικ.82).



Εικ. 82. Κάτω μεντεσές κάσας.

Εν συνεχεία τρυπήθηκε το τζαμλίκι σε ειδικό πάγκο τρυπήματος κουφωμάτων, έτσι ώστε να είναι έτοιμη η υποδοχή για το πόμολο και τοποθετήθηκαν σε αυτό οι κατάλληλοι μηχανισμοί (ανοιγόμενος με ανάκληση) (Εικ. 82), μεντεσέδες, λάστιχα και πόμολο. Σε αυτό το σημείο ολοκληρώθηκε και η κατασκευή του κουφώματος το οποίο παρουσιάζεται στην Εικ. 83.



Εικ. 82. Τοποθέτηση μηχανισμού.



Εικ. 83. Ολοκληρωμένο το κούφωμα σε ανάκληση.

Το κούφωμα δε φινιρίστηκε διότι δεν ήταν μέσα στο σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ενδεικτικά σε εμποτισμένα δοκίμια τρικολλητής ξυλείας εφαρμόστηκαν κάποιες υδατοδιαλυτές βαφές (λάκα και βερνίκι) (Εικ.84).



Εικ. 84. Εφαρμογή διαφόρων βαφών σε εμποτισμένο με (κραμβέλαιο) ξύλο.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του κουφώματος αναφέρονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα υλικών (Πιν.6).

Πιν. 6. Πίνακας υλικών

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ mm	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
Ταβλάκια μαύρης πεύκης	27x90x1010	24 Τεμ.
Πηχάκια τζαμιού	15x20,5x870	2 Τεμ.
	15x20,5x580	2 Τεμ.
Καλύπτρα νεροσταλάχτη (τυποποιημένο προφίλ)	582,0	1 Τεμ.
Νεροσταλάχτης αλουμινίου	578,0	1 Τεμ.
Μηχανισμός για αριστερό παράθυρο (ανοιγόμενος με ανάκληση)	900,0	1 Τεμ.
Λάστιχο κάσας	2500,0	1 Τεμ.
Λάστιχο για τζαμλήκι	3000,0	1 Τεμ.
Τζάμι (5/19/4 ασημί διάκενο)	816,0x524,0	1 Τεμ.
Καλύμματα μεντεσέδων (ασημί)	-	2 Τεμ.
Πόμολο (ασημί)	-	1 Τεμ.
Κόλλα κατηγορίας D4	-	1000 ml
Κραμβέλαιο	-	2780,0 ml
Νέφτι	-	1000 ml

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βουλγαρίδης, Η. 1986. Προστασία ξύλου σε υπηρεσία από προσβολές μυκήτων και εντόμων. Δασικά Χρονικά 1986, (7-12): 48-64.
- Κακαράς, Ι. 2008. Τεχνολογία ξύλου. ΙΩΝ Εκδοτική, Αθήνα 2008.
- Κακαράς, Ι. 2013. Τεχνολογία ξύλινων δομικών κατασκευών. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2013.
- Καραστεργίου, Σ. Σύγχρονες Μορφές Κατεργασίας Ξύλου. Σημειώσεις Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου - Επίπλου. Καρδίτσα 2010.
- Μαντάνης, Γ. 2004. Εισαγωγή στη Δομή Ξύλου. Σημειώσεις, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου - Επίπλου. Καρδίτσα 2004.
- Μαντάνης, Γ. 2004. Εισαγωγή στις Ιδιότητες του Ξύλου. Σημειώσεις, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου - Επίπλου. Καρδίτσα 2004.
- Μαντάνης, Γ. 2004. Χημική Τεχνολογία Ξύλου. Σημειώσεις, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου - Επίπλου. Καρδίτσα 2004.
- Τσουμής, Γ. 2009. Τόμος Α - Δομή και Ιδιότητες Ξύλου. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη 2009.
- Τσουμής, Γ. 2009. Τόμος Β - Τεχνολογία Ξύλου. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη 2009.

Ιστοτόποι

- <http://www.craftsmanspace.com/knowledge/finger-woodworking-joints.html>https://woodgears.ca/box_joint/fingerjoint.html
- <http://lonestardusts.com>
- http://www.wikiwand.com/it/Pinus_nigra
- http://www.bausola.com/welcome_en.lasso
- <http://www.dreamstime.com/stock-image-mason-preparing-cement-image13541141>
- <http://www.lamello.com/en/home/join-wood/glueing-system/lk-glue-pistols.html>
- http://www.mixonasia.com/finger_joint.html
- https://www.ostermann.eu/nl_BE/jowatherm-93074-1
- <http://www.eurotechnica.gr/data/home.php?cat=835>
- <http://www.drdom.gr/>
- <http://winco.gr/wood%20sidel.html>
- <http://www.greekarchitects.gr>

http://www.tsinavos.gr/products/tables_mpeto
<http://athna.all.biz/ksylea-oikodhoms-elatkia-latkia-enai-korms-pekoy-g24697#.VxPZvDB97IU>
http://modawood.gr/products.php?id_category=66&id_subcategory=250
<http://woodandronas.gr/skoureto.html>
<http://www.touratzis.gr/warehouse-timber-ConstructionTimber.html>
<http://www.woodandronas.gr/kadroni.html>
<http://www.kounouvelis.gr/index.php/our-products/syntheti-xyleia/synthetoi-dokoi-kolones>
<http://www.phorum.gr/viewtopic.php?f=29&t=85095&start=15>
<http://www.ua.all.biz/brus-bgg1054349/fltr-119-8811>
<http://www.stamoulis-sa.com/xyleia-stegis/>
<http://archive.in.gr/Reviews/image.asp?lngReviewID=12770&lngImageGalleryID=62807&lngPage=6>
<http://www.zorabg.com/pages/eng/proekti.htm>