

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ
(Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. ΙΙ)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΡΑΞΕΩΝ: 2.2.2.α. Αναμόρφωση Προπτυχιακών
Προγραμμάτων Σπουδών

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΕΡΓΟΥ: **Αναμόρφωση και προσαρμογή
του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών
του Τμήματος Σχεδιασμού και Τεχνολογίας
Ξύλου και
Επίπλου του Τ.Ε.Ι. Λάρισας στις
νέες απαιτήσεις**

ΦΟΡΕΑΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ: Τ.Ε.Ι. Λάρισας

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΡΓΟΥ: **Δρ. Βύρων Τάντος**
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΔΟΜΗ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΥΛΟΥ ΜΕΡΟΣ ΙΙ. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

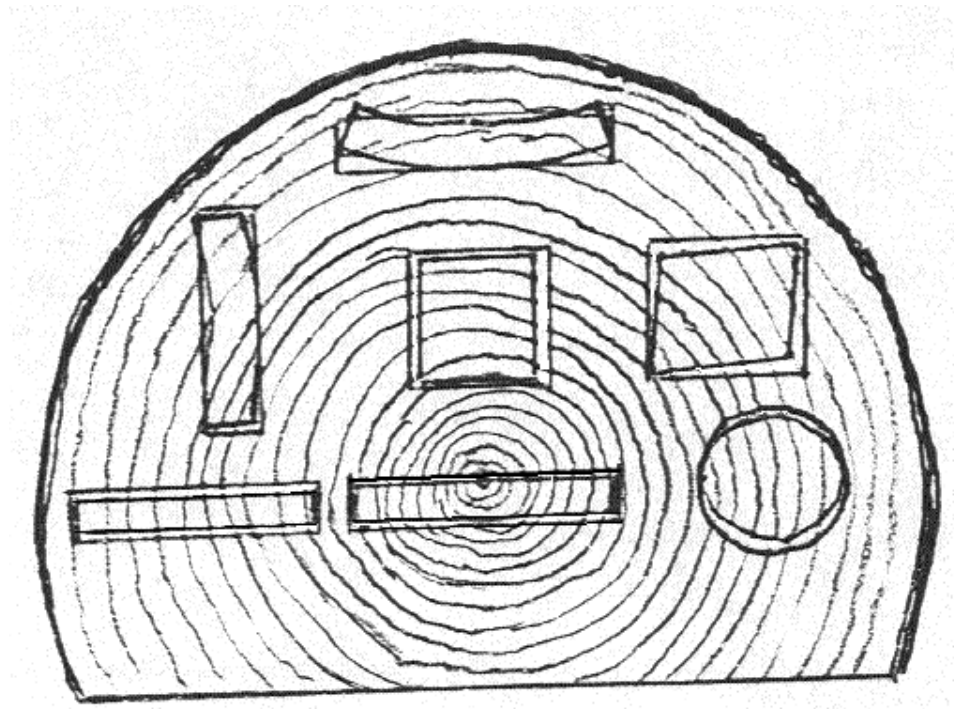
ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

Δρ. Γεωργίου Μαντάνη
Αναπληρωτή Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Λάρισας

ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2003

ΔΟΜΗ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ

ΜΕΡΟΣ ΙΙ. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ



Δρ. Γεωργίου Μαντάνη

Αναπληρωτή Καθηγητή
Τμήματος Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου - Επίπλου
Παράρτημα Καρδίτσας - Τ.Ε.Ι. Λάρισας

Σεπτέμβριος 2003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ..	5
1. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ.	8
2. ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΟΤΗΤΑ.	20
3. ΡΙΚΝΩΣΗ – ΔΙΟΓΚΩΣΗ.	29
4. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.	36
5. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.	45
6. ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.	53
7. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.	57
8. ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ.	60

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ & ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η έκδοση του παρόντος βιβλίου απευθύνεται στους Σπουδαστές του Τμήματος Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου–Επίπλου του Παραρτήματος Καρδίτσας του Τ.Ε.Ι. Λάρισας και καλύπτει το Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος στο μάθημα «Δομή & Ιδιότητες Ξύλου – Μέρος II. Ιδιότητες».

Πρωταρχικός στόχος του μαθήματος είναι οι Σπουδαστές να εμβαθύνουν τη γνωριμία τους με το ξύλο, ανακεφαλαιώνοντας ταυτόχρονα τις προηγούμενες γνώσεις τους γύρω από αυτό. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις ιδιότητες του ξύλου ως υλικού (π.χ. πυκνότητα, υγροσκοπικότητα, μηχανικές ιδιότητες, θερμικές ιδιότητες) και στις αλλοιώσεις που μπορούν να συμβούν στο ξύλο.

Η εμβάθυνση της γνώσης του Σπουδαστή γύρω από το ξύλο και τις ιδιοτήτες του είναι απαραίτητη από επιστημονικής άποψης, αλλά κυρίως από πρακτικής άποψης. Και αυτό διότι όλες οι ξύλινες κατασκευές που συναντάμε καθημερινά γύρω μας δείχνουν τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ της δομής του ξύλου, των ιδιοτήτων του και των δυνατοτήτων του ως υλικού επιπλοποιίας ή κατασκευαστικού υλικού.

Ο Συγγραφέας

Δρ. Γεώργιος Μαντάνης
Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Ι.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ξύλο βρίσκεται στην υπηρεσία του ανθρώπου από τότε που αυτός εμφανίσθηκε στη Γη. Το ξύλο έχει βοηθήσει σημαντικά στην επιβίωση του ανθρώπου από την εποχή του πρωτόγονου ανθρώπου, ενώ έχει συντελέσει αποφασιστικά στην ανάπτυξη του πολιτισμού. Οι βασικές ανάγκες του πρωτόγονου ανθρώπου (καύσιμη ύλη, θέρμανση) καλύφθηκαν από το ξύλο. Καθώς και οι μετέπειτα ανάγκες του ανθρώπου για στέγαση (καταφύγιο, σπίτι). Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο αριθμός των προϊόντων που παράγονται από το ξύλο με απλή μηχανική ή πολύπλοκη χημική μεταποίηση αυξάνεται συνεχώς. Θεωρητικά από το ξύλο είναι δυνατό να παραχθούν όσα προϊόντα παράγονται από το πετρέλαιο. Τα κυριότερα προϊόντα που σήμερα παράγονται από το ξύλο είναι: καυσόξυλο, ξυλάθρακες, πριστή ξυλεία, αντικολλητά, μοριοσανίδες, ινοσανίδες, σύνθετη ξυλεία, χαρτί, ρητίνη (ρετσίνι), αιθυλική αλκοόλη, τεχνητές και συνθετικές ίνες (τεχνητό μετάξι), φωτογραφικά φιλμ, πλαστικά, ταννίνες, τερεβινθέλαιο, οξικό οξύ, συνθετικό πετρέλαιο, πυρολυτικό λάδι, ξυλαέριο, πίσσα, πισσέλαιο, κ.ά.

Έτσι φθάσαμε σήμερα στο σημείο να παράγονται από το ξύλο πάνω από δύο χιλιάδες προϊόντα. Σε αυτό βοήθησε πάρα πολύ και η επιστήμη της **τεχνολογίας ξύλου**, η οποία είναι μια () εφαρμοσμένη επιστήμη που μελετά το ξύλο σαν πρώτη ύλη, μελετά δηλαδή τις μεθόδους παραγωγής των διαφόρων προϊόντων του, τη βελτίωση των μεθόδων παραγωγής του με εφαρμογή των νέων τεχνολογιών και τη δυνατότητα παραγωγής νέων (σύνθετων) προϊόντων από ξύλο.

Γενικά, τα προϊόντα του ξύλου διαιρούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- ⇒ **Κατηγορία Α:** Προϊόντα ξύλου που διατηρούν τη φυσική δομή του ξύλου.
- ⇒ **Κατηγορία Β:** Προϊόντα ξύλου που παράγονται μετά από χημική ή/και θερμομηχανική κατεργασία του ξύλου και που δεν διατηρούν τη φυσική δομή του, δηλαδή δεν είναι δυνατό να αναγνωρισθεί η προέλευσή τους.

Στην κατηγορία Α ανήκουν η πριστή ξυλεία και τα προϊόντα της, πάσσαλοι, στύλοι, στρωτήρες, ξυλεία μεταλλείων, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, επικολλητό ξύλο, σύνθετο ξύλο, μοριοπλάκες, κ.ά.

Στην κατηγορία Β ανήκουν οι ινοπλάκες (MDF), το χαρτί, η κυτταρίνη και τα προϊόντα της, διάφορα πλαστικά, συνθετικές ίνες, αιθανόλη, ακετόνη, γλυκόζη, συνθετική βανίλια, τερεβινθέλαιο, δεψικές ουσίες, κ.ά.

Θα πρέπει να τονισθεί εδώ ότι σε πολλές φτωχές χώρες του κόσμου (κυρίως χώρες Αφρικής και Ασίας), το ξύλο κατά μεγάλο ποσοστό εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ως η κύρια θερμαντική ύλη, κατά το πλείστον ως καυσόξυλο. Περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής ξύλου από τα δάση της Γης χρησιμοποιείται σήμερα ως καύσιμη ύλη.

Επισημαίνεται ότι η γνώση των ιδιοτήτων του ξύλου είναι απαραίτητη τόσο από επιστημονικής άποψης, όσο και από πρακτικής άποψης. Και αυτό γιατί η ακριβής γνώση των ιδιοτήτων του ξύλου βοηθά τον νέο Επιστήμονα ή Τεχνολόγο ξύλου να καταλάβει τη συμπεριφορά του ξύλου ως υλικού. Γιατί απλά οι κατασκευές του ξύλου που συναντάμε καθημερινά γύρω μας δείχνουν τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ των ιδιοτήτων του ξύλου και των δυνατοτήτων του ως υλικό επιπλοποιίας, κατασκευαστικό υλικό ή δομικό υλικό. Η επιλογή του κατάλληλου είδους ξύλου ή προϊόντος ξύλου για μία συγκεκριμένη χρήση (π.χ. ξυλεία θερμοκηπίων) προϋποθέτει ασφαλώς την παραπάνω γνώση.

Υπάρχουν επίσης σήμερα πρώτες ύλες που είναι ανταγωνιστικές του ξύλου και αυτές είναι το τσιμέντο, το αλουμίνιο, ο χάλυβας και τα πλαστικά.

Γενικά, το ξύλο έχει και θα εξακολουθήσει να έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα προαναφερθέντα προϊόντα (ανταγωνιστές του). Τα **πλεονεκτήματα** του ξύλου είναι τα ακόλουθα :

- ✓ Αναπαράγεται από τη φύση – είναι *ανανεώσιμη πρώτη ύλη* - σε αντίθεση με τις άλλες ορυκτές πρώτες ύλες (πετρέλαιο, μεταλλεύματα) που εξαντλούνται συνεχώς.
- ✓ Έχει μεγάλη αισθητική αξία, διότι είναι διαθέσιμο σε πολλούς συνδυασμούς χρωμάτων και σχεδίασης.
- ✓ Είναι ‘ζεστό’ υλικό με ιδιαίτερη αίσθηση στην αφή και στην όραση (λ.χ. σύγκριση ενός ξύλινου με ένα μεταλλικό ή πλαστικό έπιπλο).
- ✓ Είναι άριστο δομικό υλικό με μεγάλες κατασκευαστικές δυνατότητες και αρχιτεκτονική αξία.
- ✓ Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του.
- ✓ Είναι μονωτικό υλικό στη θερμότητα και στον ηλεκτρισμό.
- ✓ Δεν οξειδώνεται.

- ✓ Η κατεργασία του είναι σχετικά εύκολη και απαιτεί μικρή κατανάλωση ενέργειας.
- ✓ Δεν ρυπαίνει το περιβάλλον.

Το ξύλο, ωστόσο, παρουσιάζει και **μειονεκτήματα**, δηλαδή :

- ✓ Είναι *υγροσκοπικό* υλικό, δηλαδή ρικνώνεται και διογκώνεται με την απώλεια ή πρόσληψη υγρασίας από την ατμόσφαιρα.
- ✓ Είναι *ανισότροπο* υλικό, δηλαδή διαφέρει η δομή του, η μηχανική αντοχή του και οι ιδιότητές του στις τρεις κύριες κατευθύνσεις / τομές του (ανισοτροπία).
- ✓ Καίγεται σχετικά εύκολα.
- ✓ Προσβάλλεται από μύκητες, έντομα και μικροοργανισμούς και αλλοιώνεται.

Από τα μειονεκτήματα του ξύλου κρίνεται αναγκαία και επιτακτική η (σωστή) χρήση του, γεγονός που προϋποθέτει γνώση των ιδιοτήτων του, της δομής του, καθώς και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του. Με την καλή γνώση των παραπάνω είναι δυνατό να εξαλείψουμε ή να περιορίσουμε (ολικώς ή μερικώς) τα μειονεκτήματά του εφαρμόζοντας τους κατάλληλους χειρισμούς ή διεργασίες (π.χ. εμποτίζοντας το ξύλο με συγκεκριμένες χημικές ουσίες το καθιστούμε απρόσβλητο από μύκητες και έντομα ή το κάνουμε ανθεκτικό στη φωτιά).

Στα κεφάλαια που ακολουθούν εξετάζονται αναλυτικά οι κύριες ιδιότητες του ξύλου:

- ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ
- ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΟΤΗΤΑ
- ΡΙΚΝΩΣΗ & ΔΙΟΓΚΩΣΗ
- ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
- ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
- ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
- ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
- ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ

Τέλος, στο Παράρτημα εξηγούνται αναλυτικά όλες οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου που είναι χρήσιμες και απαραίτητες για τον νέο Επιστήμονα ή Τεχνολόγο ξύλου στην πράξη και στις διάφορες κατεργασίες και εφαρμογές του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Πυκνότητα του ξύλου είναι το μέτρο μάζας που περιέχεται (περικλείεται) σε ορισμένο όγκο του και εκφράζεται με το πηλίκο της μάζας διά του όγκου. Η πυκνότητα και το ειδικό βάρος εκφράζονται με τον ίδιο αριθμό.

Στις φυσικές επιστήμες ο υπολογισμός της πυκνότητας του ξύλου στηρίζεται πάντοτε στον υπολογισμό του βάρους και του όγκου του στο ίδιο ποσοστό υγρασίας. Όταν το ποσοστό υγρασίας είναι 0%, τότε το πηλίκο ξηρό βάρος προς ξηρό όγκο δίδει την **ξηρή πυκνότητα** (εξίσωση 1). Ο προσδιορισμός όμως του ξηρού όγκου είναι δύσκολος, γιατί το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό, και για το λόγο αυτό η πυκνότητα του ξύλου υπολογίζεται και από το πηλίκο του ξηρού βάρους προς το χλωρό όγκο (εξίσωση 2). Χλωρός όγκος (ή μέγιστος όγκος) είναι ο όγκος του ξύλου σε κατάσταση πλήρους διόγκωσης, δηλαδή ο όγκος του ξύλου με υγρασία από το *σημείο ινοκόρου* ⁽¹⁾ και πάνω. Η πυκνότητα αυτή ονομάζεται **βασική πυκνότητα**. Η ξηρή και η βασική πυκνότητα είναι συγκρίσιμα μεγέθη, διότι ο υπολογισμός τους στηρίζεται σε σταθερά μεγέθη βάρους και όγκου.

Η πυκνότητα του ξύλου πολλές φορές για πρακτικούς λόγους υπολογίζεται και με βάση το βάρος και τον όγκο του ξύλου σε κάποια συγκεκριμένη υγρασία (συνήθως 8%, 12%, 15%) ανάλογα με τον πρακτικό σκοπό που εξυπηρετείται (υπολογισμός του βάρους ορισμένου όγκου ξύλου σε συγκεκριμένη υγρασία). Το μέγεθος όμως αυτό δεν είναι συγκρίσιμο. Η πυκνότητα αυτή ονομάζεται **φαινομενική πυκνότητα** (εξίσωση 3).

$$\rho_o = \frac{W_o}{V_o} \quad (1)$$

$$R = \frac{W_o}{V_{\max}} \quad (2)$$

$$R_x = \frac{W_x}{V_x} \quad (3)$$

⁽¹⁾ **Σημείο ινοκόρου** (Σ.Ι.) του ξύλου είναι η θεωρητική εκείνη κατάσταση κατά την οποία τα κυτταρικά τοιχώματά του είναι πλήρως κορεσμένα με νερό και οι κυτταρικές κοιλότητες του άδειες. Σημειώνεται ότι το Σ.Ι. επιτυγχάνεται όταν η υγρασία ξύλου είναι περίπου 26-35% (μ.ό. 30%).

Όπου: ρ_0 = ξηρή πυκνότητα (g/cm^3)

R = βασική πυκνότητα (g/cm^3)

R_x = φαινομενική πυκνότητα (g/cm^3)

W_0 = ξηρό βάρος (g)

V_0 = ξηρός όγκος (cm^3)

V_{\max} = χλωρός (μέγιστος) όγκος (cm^3)

W_x = βάρος σε υγρασία X % (g)

V_x = όγκος σε υγρασία X % (cm^3)

Με την προϋπόθεση ότι αναφερόμαστε σε ξύλο χωρίς σφάλματα, η πυκνότητα είναι δείκτης της ποιότητας και της μηχανικής αντοχής του ξύλου.

Η πυκνότητα των διαφόρων ειδών ξύλου - υπολογισμένη με βάση το ξηρό βάρος και τον ξηρό όγκο - ποικίλλει από $0,10 \text{ g/cm}^3$ για το ξύλο μάλσα (*Ochroma lagopus*) μέχρι $1,30 \text{ g/cm}^3$ για τα τροπικά είδη ξύλου *Guaiacum officinale* και *Brosimum aubleti*, που είναι τα βαρύτερα είδη ξύλου και βυθίζονται μέσα στο νερό (πυκνότητα νερού = $1,00 \text{ g/cm}^3$).

Η πυκνότητα των ελληνικών ειδών ξύλου, γενικά, κυμαίνεται από $0,30 \text{ g/cm}^3$ έως $0,90 \text{ g/cm}^3$ (βλ. Πίνακα 1). Με βάση την ξηρή πυκνότητά τους, τα ελληνικά είδη διαχωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες ξύλου: τα *ελαφρά* ($0,30-0,45 \text{ g/cm}^3$), τα *μέτρια* ($0,45-0,65 \text{ g/cm}^3$), τα *βαριά* ($0,65-0,80 \text{ g/cm}^3$) και τα *πολύ βαριά* ($0,80-1,00 \text{ g/cm}^3$).

Η πυκνότητα της ξυλώδους ύλης (r_w) – πρακτικά δηλαδή της ύλης των κυτταρικών τοιχωμάτων του ξύλου με κανονική αναλογία σε λιγνίνη και κυτταρίνη - είναι σταθερή και κυμαίνεται από $1,35 \text{ g/cm}^3$ έως $1,60 \text{ g/cm}^3$ με μέσο όρο την τιμή $1,50 \text{ g/cm}^3$, που θεωρείται ως η **πυκνότητα ξυλώδους ύλης**. Επειδή όμως το ξύλο είναι δομημένο έτσι ώστε να μην αποτελείται από 100% συμπαγή ξυλώδη ύλη αλλά να περιέχει πολλούς κενούς χώρους (όπως λ.χ. κυτταρικές κοιλότητες, πόρους, κ.ά.) καθώς και ξύλο διαφορετικής πυκνότητας (πρώιμο/όψιμο και σομφό/εγκάρδιο), η πυκνότητα που υπολογίζουμε ουσιαστικά αποτελεί το μέσο όρο όλων των παραπάνω. Σίγουρα λοιπόν η μεγάλη διακύμανση της πυκνότητας των διαφόρων ειδών ξύλου οφείλεται και στη διαφορά της δομής και στη διαφορά περιεκτικότητας σε κενούς χώρους, πόρους, τριχοειδή, κ.ά. εντός της μάζας του ξύλου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Πυκνότητα των σπουδαιότερων ειδών ξύλου.

Είδος ξύλου	Πυκνότητα ξηρή	Πυκνότητα φαινομενική R ₁₂₋₁₅	Είδος ξύλου	Πυκνότητα ξηρή	Πυκνότητα φαινομενική R ₁₂₋₁₅
Ελάτη, κεφαληνιακή	0,40	-	Φιλύρα	0,50	0,54
Ελάτη, λευκή	0,41	0,44	Φράξος	0,66	0,70
Ερυθρελάτη	0,41	0,44	Ψευδοτσούγκα	0,49	0,52
Πεύκη, χαλέπιος	0,71	0,75	Λάρικα	0,57	0,60
Πεύκη, τραχεία	0,57	0,60	Πεύκη, ακτινωτή	-	0,50
Πεύκη κουκουναριά	0,52	0,56	Pitch Pine (Πιτς παϊν)	0,52	0,56
Πεύκη, μαύρη	0,52	0,55	Σεκβόια	0,36	0,39
Πεύκη, δασική	0,49	0,53	Ταξόδιο	0,48	0,52
Πεύκη, λευκόδερμος	0,47	0,53	Ευκάλυπτος, Margi	0,85	0,88
Κυπαρίσσι	0,55	0,60	" Globulus	0,72	0,77
Αρκέυθος, οξύκεδρος	0,57	0,69	" Rostrata	-	0,91
Ιταμος	0,64	0,67	Teak	0,63	0,67
Καρυδιά	0,64	0,69	Zebrano	0,69	0,78
Λεύκη, τρέμουσα	0,43	0,46	Palissander	0,80	0,87
Λεύκη, λευκή	0,46	0,50	Padauk	0,65	0,70
Λεύκη, μαύρη	0,39	0,41	Bubinga	0,75	0,87
Λεύκη, υβρίδιο I ₂₁₄	0,32	0,34	Afzelia	-	0,81
Λεύκη, καναδική	0,41	-	Iroko	0,60	0,62
Ιτιά, λευκή	0,49	0,52	Afara	0,57	0,60
Κλήθρα, κολλώδης	0,51	0,55	Ramin	0,55	0,60
Σημύδα	0,68	0,73	Idigbo	0,50	0,57
Γαύρος	0,78	0,82	Ako	-	0,55
Οστριά	0,87	0,90	Kosipo	0,65	0,70
Οξιά, δασική	0,70	0,74	Makore	0,59	0,62
Καστανιά	0,58	0,61	Sapele	0,62	0,65
Δρυς, απόδισκη	0,65	0,69	Sipo	0,59	0,63
Δρυς, ευθύφλοια	0,82	0,87	Tiama	0,52	0,59
Πουρνάρι	0,90	0,94	Μαόνι, Ν. Αμερικής	0,55	0,60
Φτελιά, πεδινή	0,63	0,67	Bete	0,60	0,62
Φτελιά, ορεινή	0,62	0,66	Obeche	0,35	0,38
Κελτίς	0,71	0,75	Balsa	0,10	0,16
Μουριά	0,61	0,66	Okoume	0,41	0,43
Πλατάνι	0,58	0,63	Aiele	0,45	0,50
Σορβιά	0,71	0,75	Niangon	0,65	0,70
Ακακία	0,70	0,76	Acajou	0,49	0,51
Ελιά	0,88	0,92	Seraya white	-	0,53
Σφενδάμι, ψευδοπλ.	0,59	0,63	Meranti	-	0,67
Σφενδάμι, πλαταν.	0,62	0,66	Dibetoy	0,56	0,60
Σφενδάμι, πεδινό	0,62	0,66	Opere	-	0,74
Ιπποκαστανιά	0,51	0,56	Makore	0,59	0,62

Πηγή: Τσουμής Γ. (1986)

Η πυκνότητα είναι επομένως δείκτης των κενών χώρων που υπάρχουν στη μάζα του ξύλου. Ο υπολογισμός του **ποσοστού κενών χώρων** γίνεται από τη σχέση:

$$C (\%) = 100 - 66,7 \rho_0 \quad (4)$$

όπου : C = Ποσοστό κενών χώρων του ξύλου (% του συνολικού όγκου)
 ρ_0 = Ξηρή πυκνότητα

Όσο μικρότερη είναι η πυκνότητα του ξύλου, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των κενών χώρων. Τυπικά στα διάφορα είδη ξύλου, το ποσοστό αυτό κυμαίνεται από 95% σε πολύ ελαφρά ξύλα έως 15% σε πολύ βαριά ξύλα.

Διαφορές πυκνότητας και ποσοστού κενών χώρων του ξύλου κυρίως οφείλονται στην κυτταρική συγκρότηση και στους τύπους ξυλωδών κυττάρων (τραχεΐδες, ίνες, μέλη αγγείων, ρητινοφόροι αγωγοί), στο πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων και στο μέγεθος των κυτταρικών κοιλοτήτων. Βέβαια η αξιολόγηση και η σχετική επίδραση των παραπάνω είναι δύσκολη και απαιτεί μικροσκοπική μελέτη. Σημαντικός παράγοντας των παραπάνω διαφορών μπορεί να είναι και το ποσοστό όψιμου ξύλου που έχει πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση ξυλώδους ύλης σε σύγκριση με το πρώιμο.

Παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα του ξύλου είναι οι ακόλουθοι:

Υγρασία

Το ξύλο σαν *υγροσκοπικό* υλικό (υγροσκοπική ύλη) έχει την ιδιότητα να προσλαμβάνει πάντοτε υγρασία. Όταν προσλαμβάνει υγρασία αυξάνεται ταυτόχρονα η μάζα και ο όγκος του. Αντίθετα, απώλεια υγρασίας προκαλεί τη μείωσή τους. Κατά συνέπεια η επίδραση της υγρασίας του ξύλου στην πυκνότητα είναι σημαντική και ακολουθεί μία ανάλογη σχέση.

Δομή

Οι διαφορές που παρατηρούνται στην πυκνότητα ξύλου διαφόρων ειδών οφείλονται κυρίως σε διαφορές δομής όπως λ.χ. διαφορετικό είδος ξυλωδών κυττάρων (κωνοφόρα: τραχεΐδες, ρητινοφόροι αγωγοί – πλατύφυλλα: ίνες, μέλη αγγείων), διαφορετική ποσοτική κατανομή αυτών, ποικίλο πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων και μέγεθος κυτταρικών κοιλοτήτων.

Η πολυπλοκότητα των μικροσκοπικών χαρακτηριστικών του ξύλου καθιστά δύσκολη την διατύπωση κανόνων επίδρασης των στοιχείων δομής στην πυκνότητα. Αυτό είναι δυνατό να γίνει μόνο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις μετρήσιμων μεγεθών.

Στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα, η πυκνότητα αυξάνεται ως ένα όριο, όταν αυξάνεται το πλάτος των ετησίων δακτυλίων, ενώ στα διασπορόπορα δεν υπάρχει σαφής σχέση. Στα κωνοφόρα, όταν αυξάνεται το πλάτος των ετησίων δακτυλίων, συνήθως μειώνεται η πυκνότητα.

Το όψιμο ξύλο έχει, γενικά, μεγαλύτερη πυκνότητα από το πρώιμο ξύλο, συνήθως τρεις ως τέσσερις φορές. Συνεπώς, όταν αυξάνεται το ποσοστό του όψιμου ξύλου, αυξάνεται σημαντικά και η πυκνότητα. Η σχέση αυτή είναι σαφής στα κωνοφόρα και στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα.

Εκχυλίσματα

Τα εκχυλίσματα είναι ουσίες (ρητίνες, λίπη, ταννίνες, κ.ά.), που αποτίθενται στις κοιλότητες και στους κενούς χώρους των κυττάρων και μπορούν να εκχυλισθούν (εκπλυθούν) χωρίς να μεταβληθεί η δομή του ξύλου. Εκχύλιση αυτών προκαλεί τη μείωση της πυκνότητας του ξύλου.

Ακόμα, η παρουσία πολλών εκχυλισμάτων στο εγκάρδιο ξύλο, αυξάνει την πυκνότητα του εγκάρδιου ξύλου.

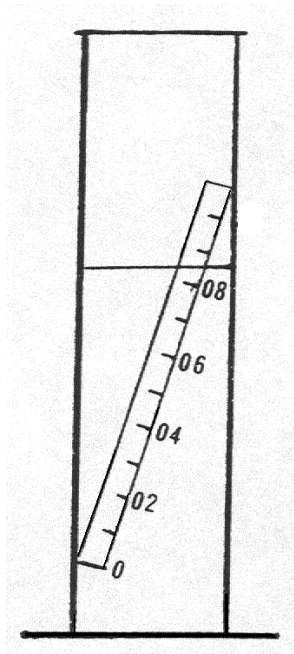
Χημική σύσταση

Τα χημικά συστατικά του ξύλου (κυτταρίνη, λιγνίνη, ημικυτταρίνες) έχουν διαφορετική πυκνότητα και κατά συνέπεια επηρεάζουν την πυκνότητα του ξύλου διαφορετικά. Η κυτταρίνη έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από τη λιγνίνη. Σε περιπτώσεις ξύλου ανώμαλης δομής, όπου η περιεκτικότητα κυτταρίνης και λιγνίνης παρουσιάζει σημαντικές αποκλίσεις από την κανονική, η επίδραση στην πυκνότητα ενδέχεται να είναι σημαντική. Η επίδραση της χημικής σύστασης στην πυκνότητα, γενικά, είναι σχετικά μικρή.

Υπολογισμός της πυκνότητας

Ο πιο απλός τρόπος για την εκτίμηση της πυκνότητας ενός δοκιμίου (τεμαχίου) ξύλου είναι να ζυγισθεί και μετά να βρεθεί ο όγκος του.

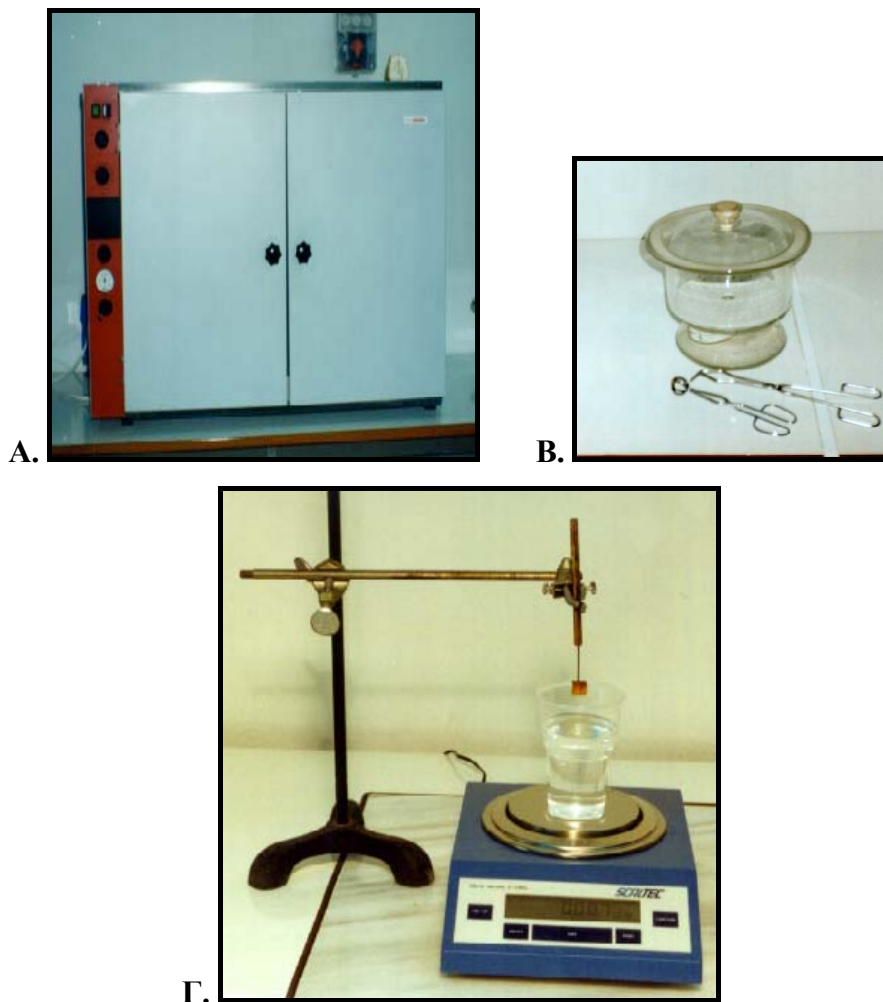
Η πιο γρήγορη εκτίμηση της πυκνότητας του ξύλου για τιμές πυκνότητας κάτω του $1,00 \text{ g/cm}^3$ αναπτύχθηκε από τον Dr. Paul (1946). Στη **μέθοδο Paul** χρησιμοποιείται ένας μικρός γυάλινος σωλήνας γεμάτος με νερό και δείγμα ξύλου μήκους 25 g και διατομής 2,5 X 2,5 cm. Το δείγμα ξύλου διαιρείται κατά μήκος σε 10 ίσα μέρη των 2,5 cm και βυθίζεται στο γυάλινο δοχείο με νερό. Το ποσοστό μήκους του δείγματος που βυθίζεται στο νερό (ακριβώς τη στιγμή της εμβάπτισης) εκφράζει την πυκνότητα του δείγματος, (βλ. Σχ. 1) λ.χ. εάν 8,5 διαιρέσεις του δείγματος είναι μέσα στο νερό, η πυκνότητα του ξύλου είναι περίπου $8,5 : 10 = 0,85 \text{ g/cm}^3$. Η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δοκίμια με μεγάλο ποσοστό υγρασίας ή με πυκνότητα μεγαλύτερη του $1,00 \text{ g/cm}^3$ (τροπικά ξύλα), διότι αυτά βυθίζονται μέσα στο νερό.



ΣΧΗΜΑ 1. Εκτίμηση της πυκνότητας ξύλου με τη μέθοδο Paul.

Για τον υπολογισμό της ξηρής πυκνότητας εφαρμόζουμε την κλασική εργαστηριακή μέθοδο ξήρανσης-ζύγισης και της εμβάπτισης σε νερό. Κατά την μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται εργαστηριακός κλίβανος (=πυριατήριο), ξηραντήρας και ζυγός ακριβείας. Παίρνουμε δείγμα ξύλου χωρίς σφάλματα - εάν είναι δυνατό από το στηθαίο ύψος του δένδρου - και το τοποθετούμε στον εργαστηριακό κλίβανο στους $103 \pm 2^\circ\text{C}$ (Σχ. 2A), ώσπου να αποκτήσει σταθερό βάρος (σε 24-48 ώρες περίπου). Η τελευταία ζύγιση μας δίνει το ξηρό βάρος. Για τον υπολογισμό του ξηρού όγκου το δείγμα μετά τη ζύγισή του τοποθετείται σε ξηραντήρα (Σχ. 2B) για κλιματισμό και μετά βυθίζεται για λίγα δευτερόλεπτα σε πολύ θερμή παραφίνη,

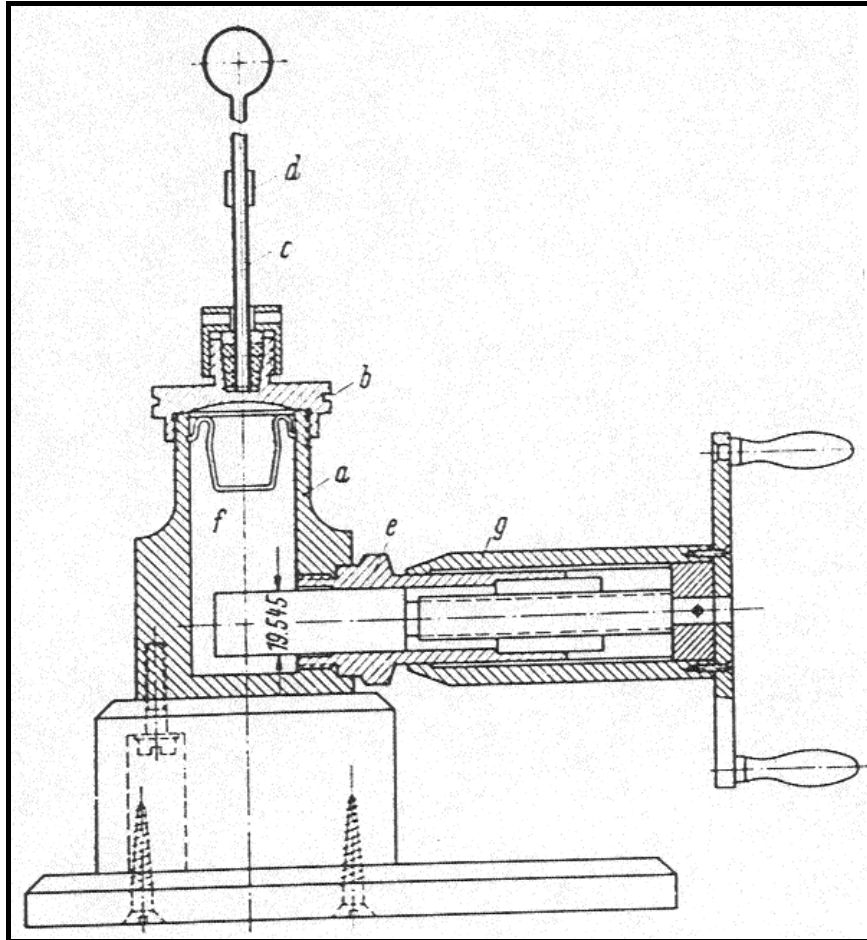
η οποία χωρίς να επηρεάσει τον όγκο του δείγματος, εμποδίζει την πρόσληψη νερού και στη συνέχεια με της μέθοδο της εμβάπτισης στο νερό (Σχ. 2Γ) υπολογίζεται ο ξηρός όγκος του δείγματος (Αρχή του Αρχιμήδη).



ΣΧΗΜΑ 2. Υπολογισμός πυκνότητας ξύλου στο εργαστήριο:
(Α): Εργαστηριακός κλίβανος (πυριατήριο), (Β) Ξηραντήρας και
(Γ) Ζυγός ακριβείας και μέθοδος εμβάπτισης με την αρχή του Αρχιμήδη.

Υπολογισμός της πυκνότητας του ξύλου με ακρίβεια γίνεται και με εμβάπτιση του ξύλου σε υδράργυρο χρησιμοποιώντας ειδική συσκευή, το **υδραργυρικό ογκόμετρο Breuil** (βλ. Σχ. 3). Δύο διαδοχικές μετρήσεις στη μικρομετρική κλίμακα C με και χωρίς το δείγμα ξύλου μας δίνει με αφαίρεση τον ακριβή όγκο του δείγματος ξύλου (Σχ. 3).

Η βασική πυκνότητα (ξηρό βάρος προς χλωρό όγκο) υπολογίζεται με ζύγιση του απόλυτα ξηρού βάρους του δείγματος W_0 και του βάρους W_{max} του ίδιου δείγματος κορεσμένου σε νερό. Για τον υπολογισμό αυτό κάνουμε τις ακόλουθες πράξεις: Υπολογίζουμε τη μέγιστη



ΣΧΗΜΑ 3. Συσκευή Breuil για ακριβή υπολογισμό της πυκνότητας ξύλου με εμβάπτιση σε υδράργυρο.

υγρασία που μπορεί να συγκρατήσει το δείγμα από τη σχέση $Y_{max} = \frac{W_{max} - W_0}{W_0}$ ή επειδή η διαφορά $W_{max} - W_0$ είναι ίδια με τον όγκο των κυτταρικών κοιλοτήτων $V_{\Sigma.I.} - V_w$, έχουμε :

$$Y_{max} = \frac{V_{\Sigma.I.} - V_w}{W_0} = \frac{V_{\Sigma.I.}}{W_0} - \frac{V_w}{W_0} = \frac{1}{R} - \frac{1}{r_w}$$

και επειδή η πυκνότητα ξυλώδους ύλης είναι $r_w = 1,50 \text{ g/cm}^3$ έχουμε,

$$Y_{\max} = \frac{1}{R} - 0,67 \quad (5)$$

- όπου :
- Y_{\max} = Μέγιστη υγρασία (%)
 - W_{\max} = Βάρος ξύλου κορεσμένου σε νερό
 - W_0 = Ξηρό βάρος ξύλου
 - $V_{\Sigma.I.}$ = Μέγιστος (χλωρός) όγκος ξύλου
 - V_w = Όγκος συμπαγούς ξύλου (χωρίς κοιλότητες)
 - R = Βασική πυκνότητα
 - r_w = Πυκνότητα ξυλώδους ύλης (=1,50 g/cm³)

Μεταβλητότητα της πυκνότητας

Η πυκνότητα του ξύλου παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα τόσο ανάμεσα σε διαφορετικά είδη ξύλου, όσο και στο ίδιο είδος. Οι αποκλίσεις στην πυκνότητα του ξύλου οφείλονται στη: (α) διαφορά της δομής και την (β) επίδραση εξωτερικών παραγόντων.

Χαρακτηριστική διαφορά στη δομή του ξύλου είναι η παρουσία διαφορετικών τύπων κυττάρων (τραχειδών, ινών), ρητινοφόρων αγωγών, αγγείων και ακτινών. Οι διαστάσεις των κυττάρων διαφέρουν και ειδικά το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων. Μερική επίδραση ασκούν επίσης κληρονομικοί παράγοντες, παράγοντες του κλιματεδαφικού περιβάλλοντος (έδαφος, θερμοκρασία, άνεμος, βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις) και άλλα αίτια.

Γενικά, η γνώση μας όσον αφορά τη μεταβλητότητα της πυκνότητας δεν είναι πλήρης. Στην Ευρώπη, η μέση πυκνότητα των κωνοφόρων και της οξιάς μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου, όπως επίσης και προς την κατεύθυνση Νότου προς Βορρά.

Γενική διαπίστωση είναι ότι η βάση των δένδρων περιέχει ξύλο μεγάλης πυκνότητας και ότι μικρότερη πυκνότητα έχει το ξύλο στο πάνω μέρος του δένδρου.

Η μεταβλητότητα της πυκνότητας σε εγκάρσια τομή του κορμού εκφράζεται σε μικρότερο βαθμό από ότι στο μήκος του κορμού και επηρεάζεται περισσότερο από το εύρος των ετησίων δακτυλίων και το ποσοστό (%) του όψιμου ξύλου. Στην πεύκη και τη λάρικα, η πυκνότητα αυξάνεται από το κέντρο του κορμού προς τα έξω, μέχρι μια ηλικία, στην οποία

οι ετήσιοι δακτύλιοι έχουν το μεγαλύτερο εύρος. Στη συνέχεια σχηματίζονται στενότεροι ετήσιοι δακτύλιοι με μικρότερη πυκνότητα.

Στα πλατύφυλλα κατά κανόνα μεγαλύτερη πυκνότητα έχει το ξύλο κοντά στο κέντρο του κορμού. Δένδρα που αναπτύσσονται σε πολύ πυκνή συστάδα παράγουν ξύλο μικρής πυκνότητας, ενώ αραίωση της συστάδας συνεπάγεται και αύξηση της πυκνότητας.

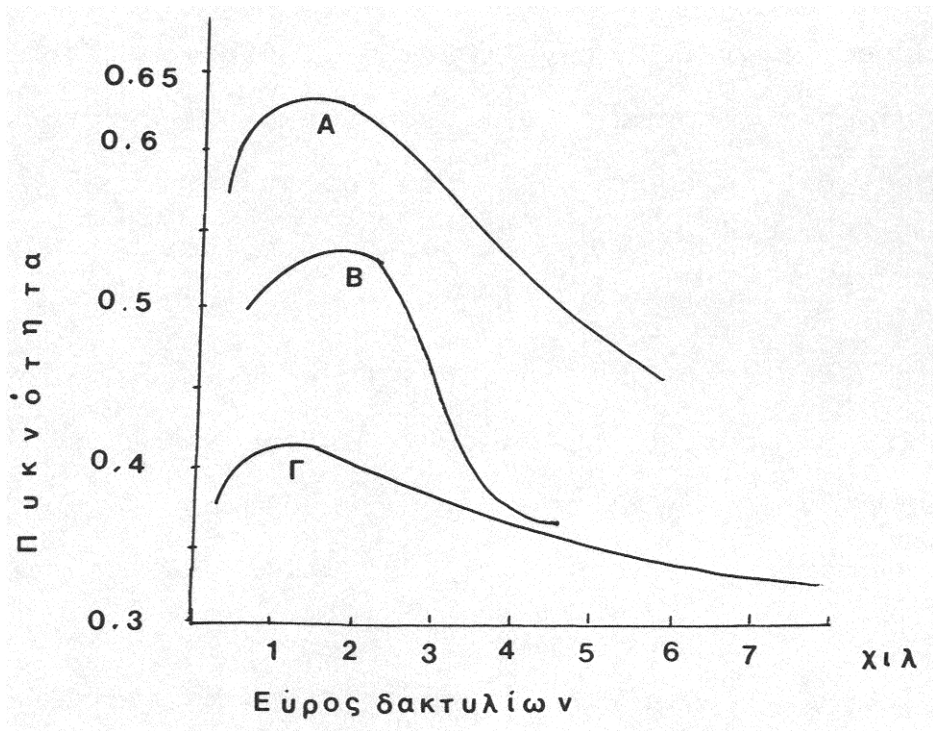
Το *θλιψιγενές ξύλο* (ξύλο κωνοφόρων με ανώμαλη δομή) είναι 20%-40% βαρύτερο από ότι το κανονικό ξύλο. Γενικά το ξύλο των κλαδιών είναι βαρύτερο από το ξύλο του κορμού. Η πυκνότητα του εγκάρδιου ξύλου είναι γενικά μεγαλύτερη όταν το χρώμα του είναι σκούρο (εναπόθεση εκχυλισμάτων). Για το λόγο αυτό τα σκοτεινού χρώματος τροπικά ξύλα έχουν μεγάλη πυκνότητα. Τα τροπικά ξύλα έχουν κατά μέσο όρο πυκνότητα 1,5-2,5 φορές μεγαλύτερη από τα ξύλα της εύκρατης και υποτροπικής ζώνης.

Ξύλα που περιέχουν μεγάλη ποσότητα ανόργανων ουσιών είναι βαρύτερα και σκληρότερα. Η παρουσία τυλώσεων σε μέλη αγγείων (πλατύφυλλα) και ρητινοφόρων αγωγών (κωνοφόρα) αυξάνουν την πυκνότητα.

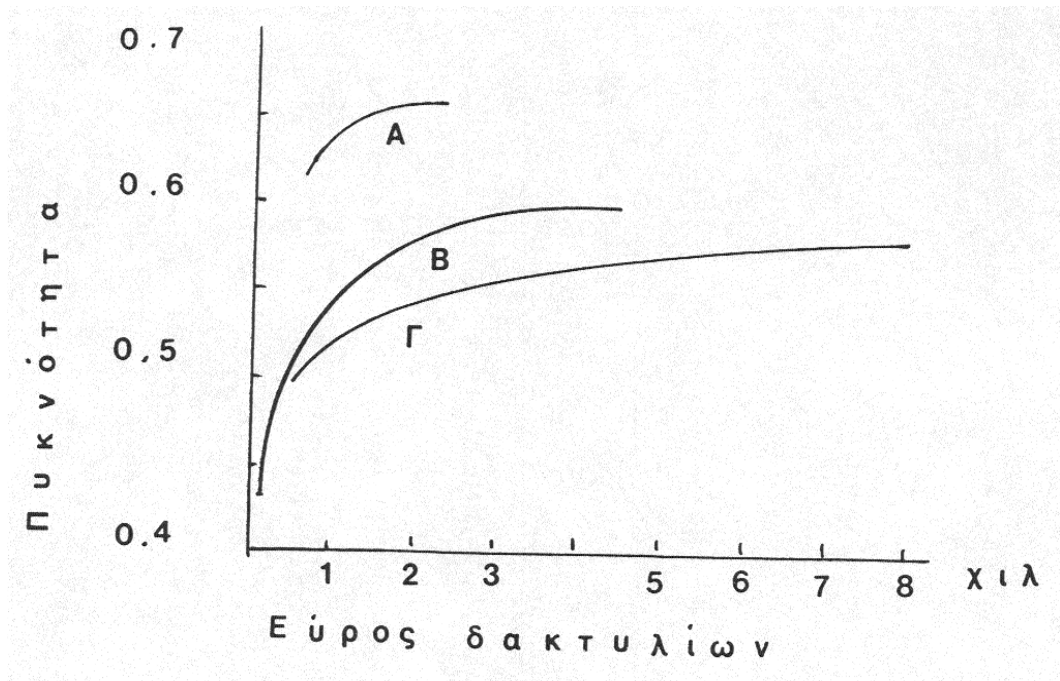
Στα κωνοφόρα και στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ της πυκνότητας πρώιμου και όψιμου ξύλου. Το όψιμο ξύλο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το πρώιμο γιατί τα κύτταρα του έχουν παχύτερα τοιχώματα. Έτσι στην ελάτη η σχέση *πυκνότητα όψιμου ÷ πυκνότητα πρώιμου* ξύλου είναι 2,8, ενώ στη μαύρη πεύκη είναι 2,0, στην ψευδοτσούγκα είναι 2,2, στη δρυ 2,0-2,9, στο φράξο 1,4-2,1 και στην καστανιά 1,3. Για το λόγο αυτό στα κωνοφόρα και στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα η πυκνότητα του ξύλου γενικά αυξάνεται όταν αυξάνεται το ποσοστό του όψιμου ξύλου.

Η πυκνότητα του πρώιμου ξύλου μειώνεται ελαφρά από την εντεριώνη προς το φλοιό ή παραμένει στο ίδιο επίπεδο, ενώ αντίστοιχα μειώνεται από τη βάση προς την κορυφή του δένδρου.

Η πυκνότητα του όψιμου ξύλου αυξάνεται από την εντεριώνη προς το φλοιό και μειώνεται από τη βάση προς την κορυφή του δένδρου. Στα κωνοφόρα, η πυκνότητα αυξάνεται με τη μείωση του εύρους των ετησίων δακτυλίων, ενώ για τα είδη πεύκης και λάρικας στην αρχή υπάρχει μια αύξηση και μετά μία μείωση (βλ. Σχ. 4) (Τσουμής, 1986). Αντίθετα, στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα, ευρείς ετήσιοι δακτύλιοι συνεπάγονται μεγάλη πυκνότητα ξύλου (Σχ. 5) (Τσουμής, 1986).



ΣΧΗΜΑ 4. Σχέση μεταξύ εύρους ετησίων δακτυλίων και πυκνότητας στα κωνοφόρα είδη: λάρικα (A), δασική πεύκη (B) και λευκή πεύκη (Γ).



ΣΧΗΜΑ 5. Σχέση μεταξύ εύρους ετησίων δακτυλίων και πυκνότητας στα δακτυλιόπορα λευκή δρυ (A), канаδική δρυ (B) και φράζο (Γ).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 1^ο Κεφαλαίου

1. Περιγράψτε τη σημασία του ξύλου στην εξέλιξη του ανθρώπου και στην ανάπτυξή του.
2. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα του ξύλου ως υλικού.
3. Να παραθέσετε τα μειονεκτήματα που έχει το ξύλο.
4. Από τι αποτελείται το ξύλο σε μικροσκοπικό επίπεδο και ποια είναι τα βασικά πολυμερή συστατικά του.
5. Ποια είναι η κυριότερη χρήση του ξύλου σήμερα.
6. Ποιες κατηγορίες προϊόντων ξύλου υπάρχουν και πως τις διακρίνουμε.
7. Αναφέρετε ορισμένα προϊόντα ξύλου που διατηρούν τη φυσική δομή του ξύλου.
8. Να εξηγήσετε τι είναι η πυκνότητα του ξύλου και σε τι μονάδες μετριέται. Δώστε τους τύπους των ειδών πυκνότητας που υπάρχουν.
9. Να περιγράψετε τη σημασία της πυκνότητας του ξύλου στην πράξη.
10. Τι είναι οι κενοί χώροι και πως υπολογίζεται το ποσοστό τους. Ερμηνεύστε τη σημασία αυτού του ποσοστού.
11. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την πυκνότητα του ξύλου και ποιο τρόπο ο καθένας.
12. Τι είναι ο κλίβανος και σε τι χρησιμεύει.
13. Περιγράψτε τη μέθοδο Paul.
14. Πως υπολογίζεται εργαστηριακά η πυκνότητα του ξύλου.
15. Παίρνουμε ένα δείγμα ξύλου που έχει τη μορφή κύβου, το τοποθετούμε μέσα σε κλίβανο με 103 βαθμούς Κελσίου και το αφήνουμε για 48 ώρες. Στη συνέχεια το βγάζουμε και το ζυγίζουμε με ζυγό ακριβείας. Είναι 1,45 g. Με ένα μικρόμετρο μετράμε μία πλευρά του. Έχει πλευρά μήκος ακριβώς 1,30 cm. Υπολογίστε την ξηρή πυκνότητά του.
16. Πόσες κατηγορίες ελληνικών ξύλων με βάση τη ξηρή πυκνότητα του ξύλου έχουμε μάθει (δώστε παραδείγματα).
17. Να εξηγήσετε την πυκνότητα της ξυλώδους ύλης και τη σημασία της.
18. Παραθέστε 3-4 παράγοντες στους οποίους οφείλεται γενικότερα η μεταβλητότητα της πυκνότητας των ξύλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΟΤΗΤΑ

Το ξύλο έχει την ιδιότητα να προσλαμβάνει υγρασία από το περιβάλλον. Η υγρασία αυτή προσλαμβάνεται είτε σε υγρή μορφή (επαφή με νερό) ή σε μορφή υδρατμών από την ατμόσφαιρα. Η ιδιότητα αυτή του ξύλου ονομάζεται **υγροσκοπικότητα**. Πρόκειται για σημαντική ιδιότητα του ξύλου, γιατί η υγρασία που συγκρατεί το ξύλο επηρεάζει καθοριστικά τις άλλες ιδιότητές του. Η υγροσκοπικότητα του ξύλου οφείλεται στη χημική σύνθεσή του, στο γεγονός δηλαδή ότι τα συστατικά του, κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, πηκτινικές ουσίες και (λιγότερο) λιγνίνη είναι ουσίες υγροσκοπικές. Εξαιτίας της ιδιότητάς του αυτής (υγροσκοπικότητας), το ξύλο περιέχει πάντοτε υγρασία είτε ως κορμός δένδρου, είτε ως στρογγύλη ξυλεία, είτε ως πριστή ξυλεία.

Η υγρασία του ξύλου επηρεάζει σημαντικά: (α) την πυκνότητα, (β) τις μηχανικές ιδιότητες, (γ) την κατεργασία, (δ) τη θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα και (ε) την ανθεκτικότητα του ξύλου στην προσβολή μυκήτων και εντόμων. Επίσης, είναι καθοριστικός παράγοντας για την ξήρανση του ξύλου, τον εμποτισμό του, την παραγωγή επίπλων, ξύλινων οικίων, δομικών ξύλινων στοιχείων και άλλων ξυλοκατασκευών.

Υγρασία του ξύλου (Y) ορίζεται ουσιαστικά το βάρος του νερού που περιέχεται (περικλείεται) στο ξύλο και εκφράζεται ως ποσοστό επί του απόλυτα ξηρού βάρους του ξύλου:

$$Y = \frac{W_x - W_o}{W_o} \times 100 \quad (6)$$

όπου: Y = Υγρασία του ξύλου (%)

W_x = Αρχικό βάρος ή 'υγρό' βάρος (g)

W_o = Απόλυτα ξηρό βάρος (g)

Η μέγιστη υγρασία που μπορεί να συγκρατήσει το ξύλο εξαρτάται από τους κενούς χώρους που υπάρχουν στη μάζα του, που εξαρτώνται άμεσα από την πυκνότητα (εξίσωση 4). Τη μέγιστη υγρασία του ξύλου σε σχέση με την πυκνότητα μπορούμε να την υπολογίσουμε από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$Y_{\max} = 100 \left(\frac{r_w - R}{r_w R} \right) = 100 \left(\frac{1,5 - R}{1,5 R} \right) = 100 \left(\frac{1}{R} - 0,67 \right)$$

$$\text{και } Y_{\max} = 100 \left(\frac{r_w - \rho_0}{r_w \rho_0} \right) + \Sigma.I. = 100 \left(\frac{1,5 - \rho_0}{1,5 \rho_0} \right) = 100 \left(\frac{1}{R} - 0,67 \right) + 30 \quad (7)$$

όπου: Y_{\max} = Μέγιστη υγρασία του ξύλου (%)

R = Βασική πυκνότητα (g/cm^3)

ρ_0 = Ξηρή πυκνότητα (g/cm^3)

r_w = Πυκνότητα ξυλώδους ύλης ($1,50 \text{ g/cm}^3$)

$\Sigma.I.$ = Σημείο ινοκόρου (%)

Με βάση την Εξίσωση 7 και τις τιμές ξηρής πυκνότητας του Πίν. 1, η μέγιστη υγρασία ξύλου ελάτης ($\rho_0 = 0,40 \text{ g/cm}^3$) είναι 213%, ξύλου οξιάς ($\rho_0 = 0,70 \text{ g/cm}^3$) είναι 106% και ξύλου οστριάς ($\rho_0 = 0,87 \text{ g/cm}^3$) είναι 78%.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι όσο αυξάνεται η πυκνότητα του ξύλου, τόσο μειώνεται η μέγιστη υγρασία (Y_{\max}) που μπορεί να συγκρατήσει το ξύλο και αυτό είναι συνέπεια της μείωσης του ποσοστού των κενών χώρων του.

Υπολογισμός της υγρασίας ξύλου

Η υγρασία του ξύλου υπολογίζεται με τις ακόλουθες τρεις μεθόδους:

(1) Μέθοδος ξήρανσης και ζύγισης

Κατά την κλασική αυτή μέθοδο που είναι και πολύ ακριβής, τα δείγματα πρέπει να έχουν 15-22 mm πάχος κατά την κατεύθυνση των ινών και να παίρνονται από απόσταση 30 cm από το άκρο του πριστού. Επίσης πρέπει να είναι απαλλαγμένα από τυχόν σφάλματα. Κάθε δείγμα ζυγίζεται σε ζυγό ακριβείας (Σχ. 2Γ) και στη συνέχεια τοποθετείται στο πυριατήριο (Σχ. 2Α) σε θερμοκρασία 100-103°C όπου παραμένει μέχρις ότου χάσει όλη την υγρασία του και αποκτήσει σταθερό βάρος. Η σωστή εφαρμογή απαιτεί καλό εξαερισμό του κλιβάνου και σταθερή θερμοκρασία. Ο απαιτούμενος χρόνος για την ξήρανση δείγματος 100g μέχρι σταθερού βάρους είναι 24-72 ώρες και εξαρτάται από την αρχική υγρασία του ξύλου, το μέγεθός του και την πυκνότητά του. Ωστόσο, καλύτερα είναι το ίδιο δείγμα να

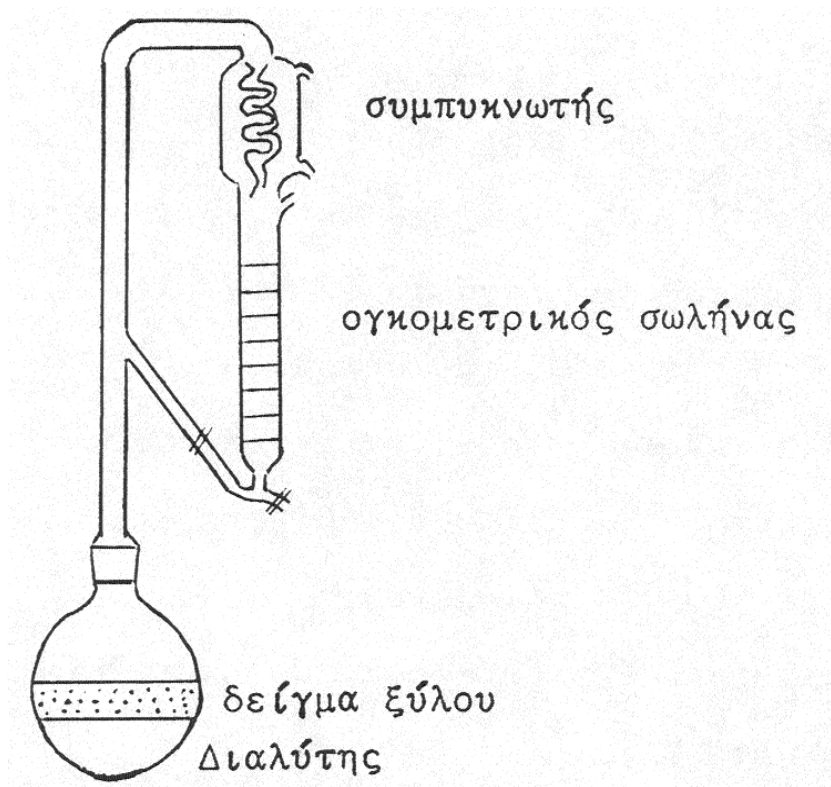
τεμαχισθεί σε μικρά ξυλοτεμαχίδια και να επαναληφθεί η ίδια διαδικασία ξανά (μέτρηση επιβεβαίωσης). Σε αυτή την περίπτωση θα απαιτηθεί λιγότερος χρόνος ξήρανσης (4-12 ώρες) λόγω του μικρού μεγέθους του ξύλου. Η μέθοδος αυτή δεν είναι κατάλληλη για μέτρηση υγρασίας ξύλου πεύκων με υψηλή περιεκτικότητα σε πτητικά εκχυλίσματα (βλ. μέθοδο απόσταξης).

Έχοντας υπολογίσει το αρχικό (ή 'υγρό') βάρος του δείγματος και το ξηρό βάρος του, μπορούμε χρησιμοποιώντας την Εξίσωση 6 να υπολογίζουμε την υγρασία.

(2) Μέθοδος απόσταξης

Κατά την μέθοδο αυτή λαμβάνεται δείγμα 20-50 g σε μορφή ξυλοτεμαχιδίων ή πριονιδιού, ζυγίζεται με ακρίβεια και τοποθετείται σε συσκευή απόσταξης (Σχ. 6) σε ανάμιξη με διαλύτη που δεν διαλύεται σε νερό (λ.χ. τολουόλιο, τριχλωροαιθυλένιο).

Η συσκευή θερμαίνεται συνήθως με ηλεκτρική αντίσταση. Η συσκευή απόσταξης είναι εφοδιασμένη με συμπυκνωτή που καταλήγει σε αριθμημένο σωλήνα (Σχ. 6). Το νερό που περιέχεται μέσα στο ξύλο συμπυκνώνεται και συγκεντρώνεται στον αριθμημένο σωλήνα,



ΣΧΗΜΑ 6. Συσκευή απόσταξης για τον υπολογισμό της υγρασίας ξύλου.

ενώ ο διαλύτης επιστρέφει στο δοχείο. Η απόσταξη συνεχίζεται μέχρις ότου σταματήσει εντελώς η συμπύκνωση. Ο απαιτούμενος χρόνος είναι 12-24 ώρες.

Γνωρίζοντας το αρχικό βάρος του δείγματος ('υγρό' βάρος) και την ποσότητα της υγρασίας που συμπυκνώθηκε, είναι εύκολος ο υπολογισμός της υγρασίας με την Εξίσωση 6.

Η μέθοδος της απόσταξης συνιστάται για μέτρηση υγρασίας ξύλου πεύκης (τραχείας, χαλεπίου, βαλκανικής). Και αυτό διότι εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας του ξύλου αυτού σε πτητικά ρητινώδη εκχυλίσματα (2-5%), με χρήση της μεθόδου ξήρανσης-ζύγισης αυτά εξαερώνονται κατά την ξήρανση και δίνουν εσφαλμένα αποτελέσματα υγρασίας.

(3) Μέθοδος ηλεκτρικών υγρόμετρων

Η χρήση των ηλεκτρικών υγρόμετρων άρχισε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Τα ηλεκτρικά υγρόμετρα σήμερα βρίσκουν ευρεία χρήση στις βιομηχανίες ξύλου και επίπλου. Οι ηλεκτρικές μέθοδοι κάνουν εφαρμογή των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του ξύλου που εξαρτώνται από την υγρασία του.

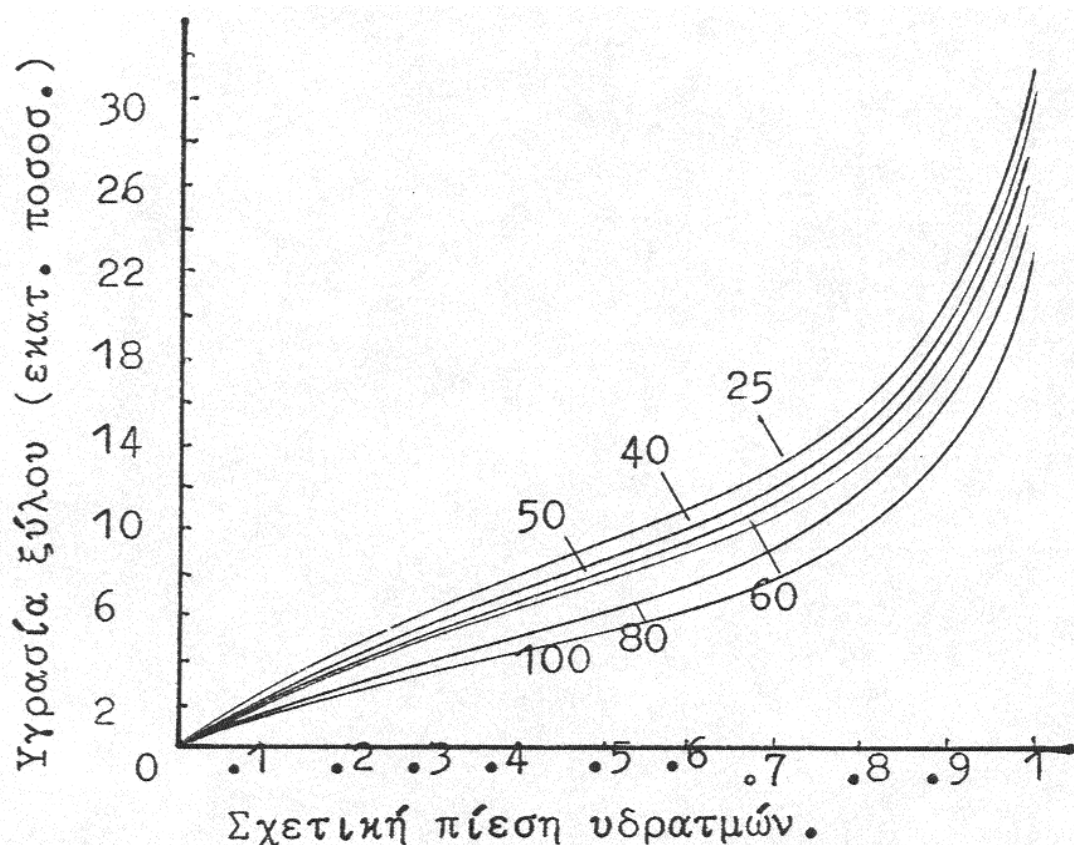
Υπάρχουν κυρίως υγρόμετρα που στηρίζονται στην **ηλεκτρική αντίσταση** του ξύλου και εκείνα που στηρίζονται στις διηλεκτρικές ιδιότητες του ξύλου. Τα πρώτα έχουν επικρατήσει λόγω της μεγαλύτερης ακρίβειάς τους. Η μέτρηση στηρίζεται στο γεγονός ότι για υγρασία ξύλου μεταξύ της ξηρής κατάστασης και του σημείου ινοκόρου υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ του λογάριθμου της ηλεκτρικής αντίστασης και της ποσότητας της υγρασίας του ξύλου. Με τα ηλεκτρικά υγρόμετρα υπολογίζεται με καλή ακρίβεια η υγρασία του ξύλου μεταξύ 7-25%. Η ακρίβεια για μέτρηση υγρασίας ξύλου για επίπεδα υγρασίας 35-100% είναι πολύ μικρή.

Η απαιτούμενη επαφή του ξύλου με το υγρόμετρο σαν στοιχείο αντίστασης στο ηλεκτρικό κύκλωμα του υγρόμετρου επιτυγχάνεται με ηλεκτρόδια με μορφή βελόνων ή καρφιών που τοποθετούνται μέσα στο ξύλο ή επίπεδων πλακών που έρχονται σε πλήρη επαφή με την επιφάνεια του ξύλου. Η προσεκτική χρήση των ηλεκτρικών υγρόμετρων, ο έλεγχος και η διόρθωση του οργάνου πριν από τη χρήση (calibration) και η διόρθωση ανάλογα με την κατηγορία πυκνότητας ξύλου (κλίμακα 1,2,3, κ.ο.κ.) είναι βασικές προϋποθέσεις για να λαμβάνονται μετρήσεις υγρασίας με ακρίβεια.

Προσρόφηση και ισοδύναμη υγρασία

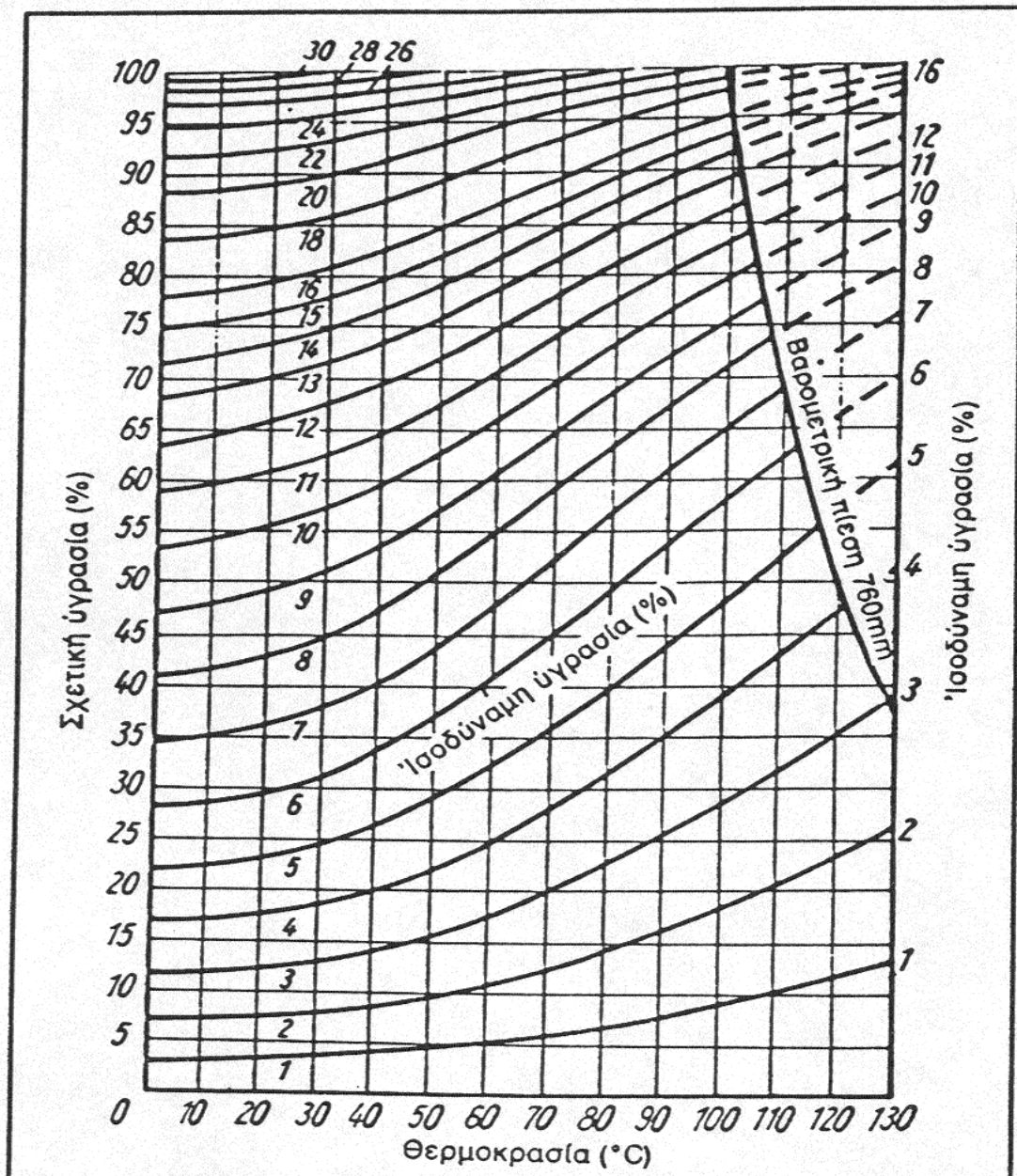
Αν πάρουμε ένα δοκίμιο ξύλου σε απόλυτα ξηρή κατάσταση και το εκθέσουμε στο περιβάλλον, θα προσροφήσει υγρασία (υδρατμούς) από την ατμόσφαιρα μέχρις ότου φθάσει σε μια υγρασία ισορροπίας με το περιβάλλον (=υγρασία ισορροπίας). Το φαινόμενο αυτό καλείται **προσρόφηση** και επηρεάζεται από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του ξύλου. Το αντίθετο φαινόμενο δηλαδή η απώλεια υγρασίας από το ξύλο (λ.χ. από ξύλο με υγρασία 80%) με εξάτμιση από την εκτεθειμένη επιφάνειά του λέγεται **εκρόφηση**.

Στο Σχήμα 7 δείχνεται η σχέση μεταξύ υγρασίας ξύλου και σχετικής πίεσης υδρατμών σε διάφορες θερμοκρασίες για ξύλο ερυθρελάτης. Οι ισοθερμικές καμπύλες σιγμοειδούς σχήματος είναι σχεδόν ίδιες για τα περισσότερα προσροφητικά υλικά, όπως και για το ξύλο. Οι καμπύλες αυτές βεβαιώνουν ότι η προσροφητική δύναμη (υγροσκοπικότητα) του ξύλου επηρεάζεται από παράγοντες, όπως επίπεδο υγρασίας ξύλου (Σ.Ι.), σχετική υγρασία αέρα, μεταβολές θερμοκρασίας και είδος (δομή) του ξύλου.

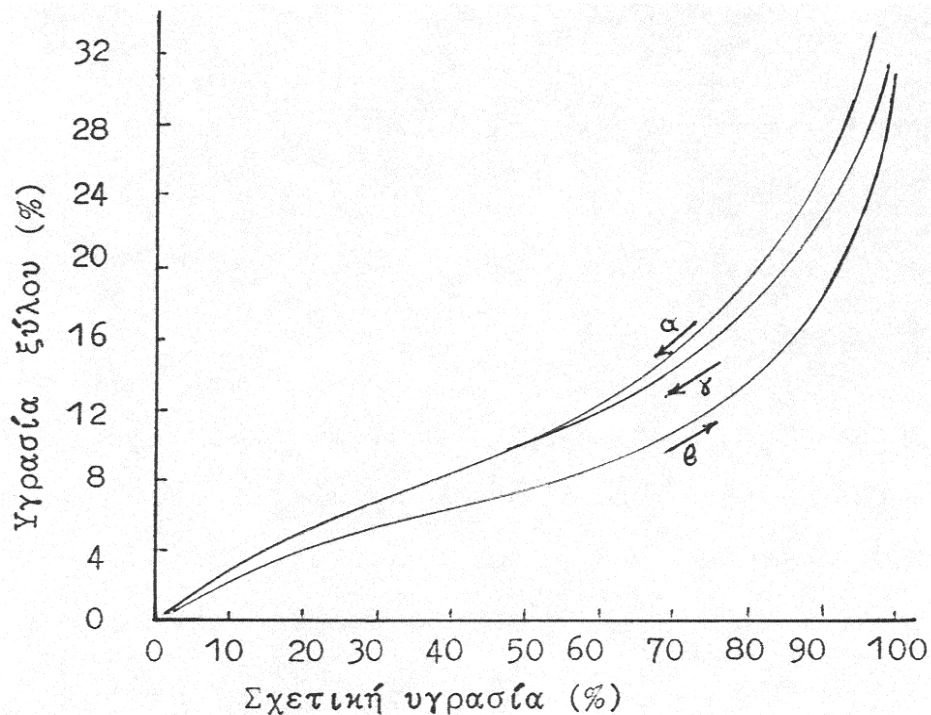


ΣΧΗΜΑ 7. Ισοθερμικές καμπύλες υγρασίας ξύλου και σχετικής πίεσης υδρατμών σε διάφορες θερμοκρασίες (Πηγή: Τσουμής 1986).

Στο Σχήμα 8 δείχνονται παραστατικότερα οι τιμές υγρασίας ισορροπίας (=ισοδύναμης υγρασίας) για διάφορους συνδυασμούς θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του αέρα. Η ισοδύναμη υγρασία (που κανονικά πετυχαίνεται σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας αέρα, που δεν είναι δυνατό να υπάρξουν σε ελεύθερη ατμόσφαιρα λόγω των συνεχών μεταβολών των ατμοσφαιρικών συνθηκών) εξαρτάται από το αν το ξύλο έφθασε στην υγρασία αυτή από μία υψηλότερη ή μία χαμηλότερη σχετική υγρασία. Σίγουρα όμως οι καμπύλες προσρόφησης και εκρόφησης του ξύλου δεν είναι επαναλήψιμες.



ΣΧΗΜΑ 8. Καμπύλες ισοδύναμης υγρασίας για διάφορες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας αέρα (Πηγή: Τσουμής 1986).



ΣΧΗΜΑ 9. Φαινόμενο υστέρησης του ξύλου. (α): Καμπύλη πρώτης εκρόφησης (χλωρού) ξύλου, (β): Καμπύλη προσρόφησης και (γ): Καμπύλη δεύτερης εκρόφησης ξύλου.

Επίσης, η ισοδύναμη υγρασία παρουσιάζει διαφορές όταν το ξύλο χάνει (εκροφά) υγρασία για πρώτη φορά – όταν δηλαδή είναι χλωρό ξύλο – ή προσλαμβάνει (προσροφά) μετά από ξήρανσή του (βλ. Σχ. 9), ή ακόμα εκροφά υγρασία που είχε προηγούμενα προσροφήσει. Με βάση τις καμπύλες του Σχ. 9 γίνεται εμφανές ότι η ισοδύναμη υγρασία είναι μεγαλύτερη στην εκρόφηση παρά στην προσρόφηση και η διαφορά που παροσιάζεται ονομάζεται **υστέρηση** και είναι φαινόμενο χαρακτηριστικό των κυτταρινικών ουσιών. Αυτό με απλά λόγια σημαίνει ότι η υγροσκοπικότητα του ξύλου ελαττώνεται μετά την αρχική ξήρανσή του. Αυτό μάλλον γίνεται, διότι δεσμεύονται ελεύθερα υδροξύλια της (άμορφης) κυτταρίνης και των ημικυτταρινών, δηλαδή των πλέον υδρόφιλων συστατικών του ξύλου. Έτσι μειώνεται ο αριθμός των διαθέσιμων υδροξυλίων (-OH) στην επόμενη προσρόφηση.

Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία είναι παράγοντες που μεταβάλλονται συνεχώς στην ελεύθερη ατμόσφαιρα. Συνεπώς δεν είναι δυνατό το ξύλο που εκτίθεται στον αέρα να αποκτήσει σταθερή υγρασία. Για πρακτικούς λόγους είναι δυνατό για ένα τόπο έχοντας από μετεωρολογικές παρατηρήσεις τις μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας και με χρήση των καμπυλών ισοδύναμης υγρασίας του

Σχ. 8 να υπολογισθεί μια αντιπροσωπευτική **υγρασία ισορροπίας** για το συγκεκριμένο τόπο. Η υγρασία αυτή είναι η υγρασία ξύλου ξηρού στον αέρα (σε υπόστεγο) και κυμαίνεται για τη χώρα μας από 8-19% (Αθήνα 7,8-14%, Λάρισα 9,5-18%, Θεσσαλονίκη 9,7-15,3%) (Πιν. 2). Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να υπολογισθεί η υγρασία σε οποιοδήποτε χώρο όπου επικρατούν περίπου σταθερές συνθήκες. Έτσι, για κατοικίες με κεντρική θέρμανση (θερμοκρασία 22°C, σχετική υγρασία 40%), η υγρασία ξύλου πατωμάτων, επίπλων και κουφωμάτων φθάνει το 8%. Με τον τρόπο αυτό εξηγείται γιατί έπιπλα που έγιναν με ξύλο ξηραμένο μερικώς μέχρι το 18-20%, όταν τοποθετήθηκαν σε σπίτι, η σταδιακή ξήρανσή τους μέχρι 8-9% προκάλεσε σφάλματα ραγαδώσεων και στρεβλώσεων. Αυτό παρατηρείται συχνά στην Ελλάδα ειδικά στα κουφώματα και τα έπιπλα. Για εξωτερικές κατασκευές σε καλυμμένους χώρους (μπαλκόνια, υπόστεγα) παρατηρούνται επίσης αντίστοιχα φαινόμενα που οφείλονται σε λανθασμένη ξήρανση. Για τις κατασκευές αυτές, καθώς και για ξυλεία που προορίζεται για σκεπές, αποθήκες, θερμοκήπια ή άλλες κατασκευές ξύλου που δεν τοποθετούνται μέσα σε σπίτι, η τελική υγρασία ξύλου μετά τη φυσική ή τεχνητή ξήρανση πρέπει να φτάνει το επίπεδο του 12-15%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Διακύμανση υγρασίας ξύλου ξηρού στον αέρα σε διάφορα μέρη της Ελλάδας (τιμές υγρασίας ισορροπίας).

A/A	Τόπος	Ελάχιστη τιμή (%)	Μέγιστη τιμή (%)
1	Θεσσαλονίκη	9,7	15,3
2	Αθήνα	7,8	14,0
3	Γιάννενα	10,5	17,0
4	Λάρισα	9,5	18,0
5	Τρίκαλα	8,9	17,1
6	Χαλκίδα	9,2	15,9
7	Πάτρα	11,6	15,4
8	Τρίπολη	8,9	16,8
9	Καλαυιάτα	9,8	14,7
10	Κέρκυρα	11,9	15,1
11	Ζάκυνθος	10,4	14,8
12	Μυτιλήνη	10,6	19,2
13	Σύρος	9,4	14,2
14	Χανιά	10,2	14,7
15	Αλεξανδρούπολη	9,8	15,6
16	Ρόδος	9,7	14,5
17	Κοζάνη	8,7	16,8

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 2^ο Κεφαλαίου

1. Να εξηγήσετε τι είναι η υγροσκοπικότητα του ξύλου και που οφείλεται.
2. Τι επηρεάζει σημαντικά η υγρασία του ξύλου.
3. Έστω ότι το αρχικό υγρό βάρος ενός δείγματος ξύλου ήταν 125 g και το ξηρό είναι 95 g, πόση είναι η υγρασία του (%).
4. Από τι εξαρτάται η μέγιστη υγρασία του ξύλου. Πόση είναι η μέγιστη υγρασία των ακόλουθων ξύλων: (α) καστανιάς, $\rho_0=0,60$ (β) ελιάς, $\rho_0=0,90$ (γ) ιτιάς, $\rho_0=0,42$
5. Περιγράψτε πως θα υπολογίσετε την υγρασία του ξύλου με τη μέθοδο της ξήρανσης και ζύγισης.
6. Δείγμα ξύλου έχει αρχικό (υγρό) βάρος 130 g. Μετά από ξήρανση σε κλίβανο για 24 ώρες, αποκτά ξηρό βάρος 112 g και ξηρό όγκο 130 cm^3 . Ποια είναι η υγρασία του δείγματος και ποια η ξηρή πυκνότητα του. Ποιο ελληνικό ξύλο θα μπορούσε να είναι.
7. Που και πως χρησιμοποιούνται τα ηλεκτρικά υγρόμετρα. Δώστε τις βέλτιστες συνθήκες για τη σωστή χρήση τους.
8. Να ορίσετε την προσρόφηση και την εκρόφηση.
9. Περιγράψτε με απλά λόγια τι είναι η ισοδύναμη υγρασία, και δώστε τους παράγοντες που την επηρεάζουν άμεσα.
10. Τι είναι η υστέρηση και γιατί συμβαίνει.
11. Ποιες είναι οι ιδανικές τελικές υγρασίες που πρέπει να έχει η ξυλεία μετά από ξήρανση: (α) για παραγωγή επίπλου (β) για παραγωγή εξώπορτας.
12. Βιομηχανία επίπλων χρησιμοποιεί ξυλεία για ξήρανση (τον χειμώνα) σε αποθήκη μη κλιματιζόμενη και μη θερμαινόμενη. Τι προβλήματα θα προκύψουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΡΙΚΝΩΣΗ - ΔΙΟΓΚΩΣΗ

Η ελάττωση (μείωση) των διαστάσεων του ξύλου, όταν αποβάλλει υγρασία κάτω από το σημείο ινοκόρου (30-32%) ονομάζεται **ρίκνωση** του ξύλου. Αντίθετα, το ξύλο αυξάνει τις διαστάσεις του, όταν η υγρασία του αυξάνεται από μία χαμηλή υγρασία ή υγρασία 0% μέχρι το σημείο ινοκόρου. Η αύξηση αυτή λέγεται **διόγκωση**. Στις μεταβολές αυτές, έχουμε αντίστοιχα, μείωση και αύξηση των διαστάσεων του ξύλου και στις τρεις κατευθύνσεις του (εγκάρσια, ακτινική, εφαπτομενική κατεύθυνση). Για μεταβολές της υγρασίας πάνω από το σημείο ινοκόρου, δηλαδή μέσα στις κυτταρικές κοιλότητες του ξύλου, δεν παρατηρούνται μεταβολές στις διαστάσεις του ξύλου.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη ρίκνωση - διόγκωση

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη ρίκνωση – διόγκωση του ξύλου είναι οι παρακάτω:

Υγρασία

Το μέγεθος της ρίκνωσης ή διόγκωσης του ξύλου είναι ανάλογο με την υγρασία που αποβάλλεται ή προσλαμβάνεται (σχέση ανάλογη). Η σχέση αυτή είναι σχεδόν ευθύγραμμη. Η σχέση της ρίκνωσης-διόγκωσης με την υγρασία επηρεάζεται και από το επίπεδο πυκνότητας του ξύλου.

Πυκνότητα

Η ρίκνωση ή διόγκωση αυξάνονται ανάλογα, όταν αυξάνεται και η πυκνότητα του ξύλου. Δηλαδή ξύλα με μεγάλη πυκνότητα ρικνώνονται και διογκώνονται σε μεγαλύτερο βαθμό. Η επίδραση της πυκνότητας εξηγείται απλά από τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ξυλώδους ύλης και το μεγαλύτερο πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων σε ξύλα με μεγάλη πυκνότητα και αντιστρόφως. Πρακτικά, όταν προσλαμβάνεται ή αποβάλλεται υγρασία, οι κυτταρικές κοιλότητες μένουν σχεδόν αμετάβλητες.

Δομή

Η δομή του ξύλου είναι η κύρια αιτία διαφορετικής συμπεριφοράς της ρίκνωσης-διόγκωσης του ξύλου στις τρεις κατευθύνσεις του (*ανισοτροπία*). Διαφορές δομής στο ξύλο (λ.χ. τύποι ξυλωδών κυττάρων, πάχος τοιχωμάτων, ποσοστό όψιμου/πρώιμου ξύλου, πορώδες του

ξύλου) μπορεί να επηρεάζουν τις ιδιότητες αυτές και σε ορισμένα είδη ξύλου ενδεχομένως και με περίπλοκο τρόπο.

Εκχυλίσματα

Υψηλή περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα συντελεί σε μείωση της ρίκνωση-διόγκωσης. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι τα εκχυλίσματα είναι γενικά είναι ουσίες υδρόφοβες και καταλαμβάνουν μέρος των κενών χώρων του ξύλου. Απομάκρυνσή τους με εκχύλιση προκαλεί σημαντική αύξηση της ρίκνωση και διόγκωσης του ξύλου.

Χημική σύσταση

Η χημική σύσταση του ξύλου επηρεάζει κάπως τις ιδιότητες αυτές, ειδικά η περιεκτικότητα σε κυτταρίνη (που έχει θετική επίδραση) και σε λιγνίνη (που έχει περιοριστική δράση). Απομάκρυνση της λιγνίνης με χημικό τρόπο προκαλεί την αύξηση της ρίκνωσης και της διόγκωσης του ξύλου.

Ανισοτροπία στη ρίκνωση - διόγκωση

Η ρίκνωση και η διόγκωση του ξύλου δεν είναι ίδιες στις διάφορες αυξητικές κατευθύνσεις του ξύλου. Οι μεγαλύτερες μεταβολές στις διαστάσεις παρατηρούνται στην εφαπτομενική κατεύθυνση (εφαπτομενική ρίκνωση και διόγκωση). Η ακτινική ρίκνωση και διόγκωση είναι σημαντικά μικρότερη (περίπου 40-60% της εφαπτομενικής), ενώ η κατά μήκος του άξονα (αξονική ρίκνωση και διόγκωση) είναι τόσο μικρή που από πρακτικής άποψης δεν λαμβάνεται καθόλου υπόψη.

Η μέγιστη εφαπτομενική ρίκνωση και διόγκωση από τη χλωρή κατάσταση στην απόλυτα ξηρή και αντιστρόφως είναι κατά μ.ο. για τα ευρωπαϊκά είδη ξύλου 6-12%. Η αντίστοιχη ακτινική ρίκνωση είναι κατά μ.ο. 2,5-7%. Η αξονική ρίκνωση από τη χλωρή κατάσταση είναι μόνον 0,1-0,6%.

Γενικά η εφαπτομενική και ακτινική ρίκνωση αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας του ξύλου. Ωστόσο, ο **συντελεστής ανισοτροπίας** (=εφαπτομενική ρίκνωση ÷ ακτινική ρίκνωση ή εφαπτομενική διόγκωση ÷ ακτινική διόγκωση) μικραίνει με την αύξηση της πυκνότητας. Δηλαδή, βαρύτερα ξύλα έχουν μικρότερη ανισοτροπία.

Η διαφορά μεταξύ ακτινικής και εφαπτομενικής ρίκνωσης εξηγείται μερικώς από την περιοριστική επίδραση των ακτινών στην ακτινική κατεύθυνση. Ακόμα εξηγείται και από τη

διαφορετική ελικοειδή διάταξη των μικροϊνιδίων στα εφαπτομενικά και ακτινικά κυτταρικά τοιχώματα. Επίσης, η παρουσία πολυάριθμων βοθρίων στα ακτινικά τοιχώματα των αξονικών τραχειδών προκαλεί αποκλίσεις των μικροϊνιδίων και κατά συνέπεια μικρότερη ακτινική ρίκνωση. Ένας άλλος σημαντικός λόγος είναι η μεγαλύτερη πυκνότητα του όψιμου ξύλου από το πρώιμο, συνεπώς και η μεγαλύτερη ρίκνωση και διόγκωση κατά την εφαπτομενική διεύθυνση των αυξητικών δακτυλίων. Γενικά οι παράγοντες που συνεπιδρούν στη διαφορετική εφαπτομενική ρίκνωση και διόγκωση - κυρίως παράγοντες δομής - είναι πολυσύνθετοι.

Η μικρή αξονική ρίκνωση και διόγκωση του ξύλου οφείλεται καθαρά στη διαφορετική διάταξη των μικροϊνιδίων στις τρεις στρώσεις του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος S_1 , S_2 και S_3 . Στις στρώσεις S_1 και S_3 η διεύθυνση των μικροϊνιδίων είναι σχεδόν κάθετη προς το μήκος του κυττάρου, ενώ στη μεσαία στρώση S_2 είναι σχεδόν παράλληλη με το μήκος του. Κατά τη διόγκωση του ξύλου, η μεσαία στρώση τείνει να διογκωθεί αλλά οι δύο άλλες την εμποδίζουν λόγω της διαφορετικής διάταξης των μικροϊνιδίων. Η μικρή απόκλιση των μικροϊνιδίων της μεσαίας στρώσης S_2 από την παραλληλότητα με τον άξονα του κυττάρου προκαλεί την μικρή κατά μήκος ρίκνωση και διόγκωση.

Υπολογισμός ρίκνωσης - διόγκωσης

Ο υπολογισμός της ρίκνωσης και διόγκωσης γίνεται σαν ποσοστό της αρχικής διάστασης, δηλαδή για την ρίκνωση της χλωρής διάστασης (σημείο ινοκόρου και πάνω), ενώ για τη διόγκωση της ξηρής διάστασης.

$$\rho = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100 \quad (8)$$

$$\delta = \frac{L_1 - L_2}{L_2} \times 100 \quad (9)$$

όπου : ρ = ρίκνωση επί τοις εκατό της χλωρής διάστασης (%)

δ = διόγκωση επί τοις εκατό της ξηρής διάστασης (%)

L_1 = χλωρή διάσταση (cm)

L_2 = ξηρή διάσταση (cm)

Από τις σχέσεις (8) και (9) έχουμε :

$$L_1 - L_2 = \rho L_1 = \delta L_2$$

$$\rho = \frac{L_1 - L_2}{L_1} = 1 - \frac{L_2}{L_1}$$

$$\delta = \frac{L_1 - L_2}{L_2} = \frac{L_2}{L_1} - 1$$

$$\rho = \frac{\delta}{1 + \delta} \quad (10)$$

$$\delta = \frac{\rho}{1 - \rho} \quad (11)$$

Πρακτική σημασία της ρίκνωσης - διόγκωσης

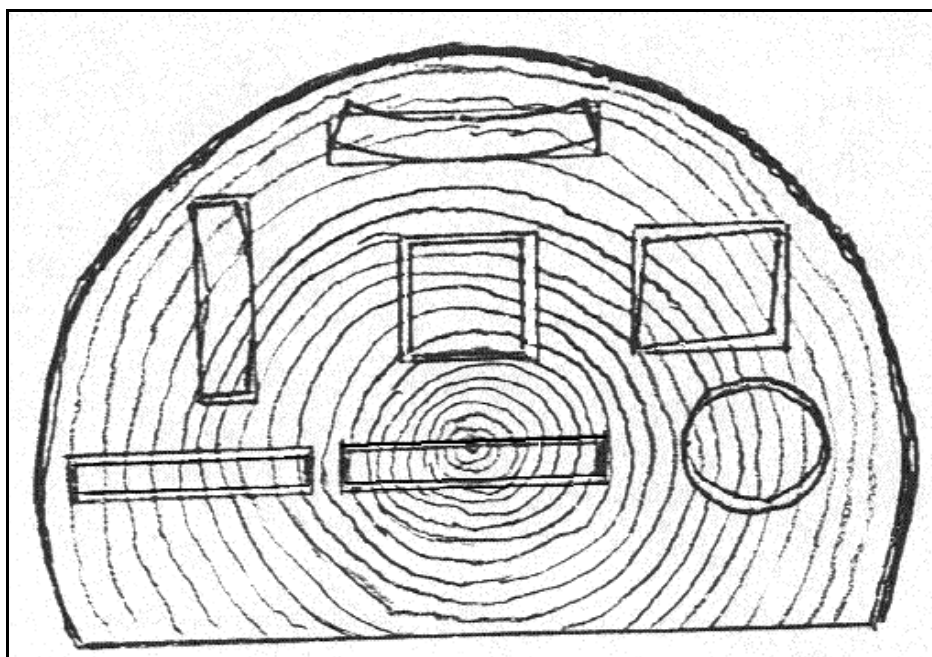
Η ιδιότητα του ξύλου να ρικνώνεται και να διογκώνεται με την απώλεια ή την πρόσληψη υγρασίας από την ατμόσφαιρα είναι η βασική αιτία για πολλά σφάλματα που γίνονται σε κατασκευές ξύλου και έπιπλα όταν μεταβάλλονται οι καιρικές συνθήκες. Αυτά τα σφάλματα είναι κυρίως: ραγάδωση, στρέβλωση, κελύφωση, κυψελίδωση και κατάρρευση.

Είναι συχνό το φαινόμενο οι πόρτες, τα παράθυρα και τα συρτάρια να σφηνώνουν και να μη ανοίγουν το χειμώνα ή να μικραίνουν οι διαστάσεις τους το καλοκαίρι και να δημιουργούν ανοίγματα από ραγαδώσεις και στρεβλώσεις. Επίσης, στα πατώματα και στα ταβάνια ή τα ξύλινα χωρίσματα δωματίων είναι δυνατό λόγω προσρόφησης υγρασίας να ανασηκώνονται, ή λόγω ρίκνωσης να δημιουργούν ανοίγματα στους αρμούς ή και ραγάδες.

Πολλές φορές τα σφάλματα αυτά οφείλονται και στην παρουσία ξύλου ανώμαλης δομής (εφελκυσμογενές ή θλιψιγενές ξύλο) και στην ανομοιόμορφη κατανομή υγρασίας στο ξύλο λόγω μη επαρκούς ξήρανσης. Η παρουσία τέτοιων σφαλμάτων σε έπιπλα είναι δυνατό να κάνει ένα έπιπλο άχρηστο ή να υποβαθμίσει σημαντικά την εμφάνισή του.

Κατά την τεχνητή ξήρανση του ξύλου είναι δυνατό από αδέξιους χειρισμούς να προηγηθούν σημαντικά σφάλματα λόγω απότομης και γρήγορης ρίκνωσης και διόγκωσης, όπως λ.χ. ραγάδωση άκρων και επιφάνειας, εσωτερικές ραγαδώσεις (κυψελίδωση), εσωτερικές τάσεις, και πλήρη κατάρρευση (=πλήρη μεταβολή της εξωτερικής μορφής του ξύλου).

Στο Σχ. 10 δείχνονται οι μεταβολές στο σχήμα τεμαχίων ξύλου λόγω ρίκνωσης και διόγκωσης ανάλογα με την αυξητική κατεύθυνση του ξύλου.



ΣΧΗΜΑ 10. Επίδραση διαφοράς εφαπτομενικής και ακτινικής ρίκνωσης και διόγκωσης στο σχήμα διάφορων διατομών κορμοτεμαχίου.

Αντιμετώπιση της ρίκνωσης - διόγκωσης στην πράξη

Οι μεταβολές των διαστάσεων του ξύλου κατά τη ρίκνωση και διόγκωση αναφέρονται για μεταβολές υγρασίας του ξύλου κάτω από το σημείο ινοκόρου. Το μέγεθος της μεταβολής υγρασίας καθορίζει και το μέγεθος των μεταβολών στις διαστάσεις του ξύλου. Συνεπώς ο πιο εύκολος και πρακτικός τρόπος για να περιορίσουμε τη ρίκνωση και τη διόγκωση είναι η σωστή και επιμελημένη ξήρανση του ξύλου μέχρι το ποσοστό υγρασίας του χώρου στον οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σαν κατασκευή, δηλαδή 8% περίπου για εσωτερικούς χώρους, και 12-15% για εξωτερικούς χώρους.

Στην πράξη μπορεί να γίνεται επάλειψη της κατασκευής ξύλου αρχικά με λινέλαιο και άλλα συντηρητικά του ξύλου και υποστρώματα για να ακολουθήσει η εφαρμογή βερνικιών ή ελαιοχρωμάτων. Η όλη αυτή διαδικασία μειώνει σημαντικά τις διαστασιακές μεταβολές του ξύλου με τη μεταβολή της υγρασίας στην ατμόσφαιρα, διότι οι ουσίες αυτές ενεργούν σαν

μονωτικά. Δεν εμποδίζουν όμως το ξύλο σιγά-σιγά να αποκτήσει τη μέση υγρασία του χώρου στον οποίο βρίσκεται.

Ορισμένα προϊόντα ξύλου όπως λ.χ. κόντρα-πλακέ, αντικολλητά, μοριοπλάκες (νοβοπάν) και ινοπλάκες (MDF) παρουσιάζουν περιορισμένη ρίκνωση και διόγκωση, διότι έχει λάβει χώρα κατά την παραγωγή τους ανακατανομή της διεύθυνσης των ινών του ξύλου. Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους τα προϊόντα αυτά βρίσκουν ευρεία εφαρμογή σε έπιπλα και άλλες κατασκευές όπου η σταθερότητα των διαστάσεων παίζει σπουδαίο ρόλο.

Για τη μείωση της ρίκνωσης και διόγκωσης του ξύλου χρησιμοποιούνται και ειδικότερες μέθοδοι εμποτισμού και χημικές μέθοδοι, όπως :

- ⇒ Εμποτισμός ξύλου με υδατοδιαλυτά άλατα, πολυαιθυλενική γλυκόλη και συνθετικές ρητίνες. Ξύλο εμποτισμένο με υδατοδιαλυτά άλατα χλωριούχου νατρίου, μαγνησίου ή ζαχαρόζης παρουσιάζει ρίκνωση μειωμένη μέχρι το 50%. Τα άλατα όμως αυτά είναι υγροσκοπικά και εμφανίζονται στην επιφάνεια του ξύλου (μειονέκτημα).
- ⇒ Η χρησιμοποίηση της πολυαιθυλενικής γλυκόλης σε υδατικό διάλυμα έχει καλύτερα αποτελέσματα και βρίσκει εφαρμογή σε ξυλόγλυπτα, κοντάκια όπλων, κ.ά.
- ⇒ Περιορισμένη εφαρμογή για εξειδικευμένες χρήσεις - λόγω κυρίως του μεγάλου κόστους - βρίσκουν οι θερμοσκληρυνόμενες συνθετικές ρητίνες και κυρίως η φαινόλη-φορμαλδεΐδη. Οι ουσίες αυτές με τη μορφή υδατικών διαλυμάτων χρησιμοποιούνται για εμποτισμό του ξύλου και όταν εισαχθούν στα κυτταρικά τοιχώματα σκληρύνονται με πολυμερισμό. Το ξύλο αυτό παρουσιάζει πολύ καλή σταθερότητα στις διαστάσεις αλλά έχει μεγάλο κόστος παραγωγής.
- ⇒ Από τις χημικές μεθόδους γνωστή είναι η αντικατάσταση των υδροξυλίων της κυτταρίνης με ακετυλικές ομάδες. Με τη μέθοδο αυτή η ρίκνωση μπορεί να μειωθεί μέχρι 75%, έχει όμως μεγάλο κόστος.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 3^ο Κεφαλαίου

1. Να εξηγήσετε τι είναι ρίκνωση του ξύλου.
2. Να εξηγήσετε τι είναι διόγκωση του ξύλου.
3. Γιατί λέμε ότι το ξύλο είναι ανισότροπο υλικό.
4. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τη ρίκνωση-διόγκωση και με ποιο τρόπο ο καθένας.
5. Παίρνουμε ένα δείγμα ξύλου που έχει τη μορφή κύβου και το τοποθετούμε μέσα σε νερό. Το αρχικό του πάχος ήταν 3,2 cm. Το αφήνουμε μέσα για 24 ώρες και μετά το βγάζουμε. Με ένα μικρόμετρο μετράμε ξανά το πάχος του. Έχει ακριβώς 3,56 cm. Υπολογίστε τη διόγκωσή του (%).
6. Που οφείλεται η ανισοτροπία του ξύλου. Ποσοστιαία πως θα κατατάσσατε τη διόγκωση / ρίκνωση του ξύλου στις τρεις κατευθύνσεις του.
7. Δώστε τον ορισμό του συντελεστή ανισοτροπίας.
8. Υποθέτουμε ότι ένα δείγμα ξύλου είχε 12% διόγκωση, πόση θα είναι η ρίκνωσή του περίπου.
9. Με συντομία δώστε την πρακτική συμπεριφορά της ρίκνωσης και της διόγκωσης του ξύλου. Είναι προβληματική αυτή? Μπορούμε να την αντιμετωπίσουμε?
10. Γιατί η ξήρανση ως χειρισμός του ξύλου είναι τόσο σημαντικός?

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το ξύλο όπως και τα άλλα υλικά όταν θερμαίνεται αυξάνονται οι διαστάσεις του και αντίστροφα όταν ψύχεται μειώνονται. Το φαινόμενο ονομάζεται, αντίστοιχα, **διαστολή** και **συστολή**. Η σχέση διαστολής και θερμοκρασίας είναι περίπου ευθύγραμμη και στις τρεις αυξητικές κατευθύνσεις. Για τη μέτρηση της διαστολής του ξύλου χρησιμοποιείται ο *συντελεστής διαστολής*, ο οποίος αναφέρεται σε απόλυτα ξηρό βάρος και μετράει την επιμήκυνση της μονάδας μήκους, όταν η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 1°C. Ο συντελεστής διαστολής έχει ανάλογη (ευθύγραμμη γραμμική) σχέση με την πυκνότητα του ξύλου.

Εξαιτίας της δομής του ξύλου, η διαστολή και συστολή του είναι διαφορετική στις τρεις αυξητικές κατευθύνσεις. Από πρακτική άποψη, οι μεταβολές αυτές είναι πολύ μικρές σε σχέση με τη ρίκνωση και διόγκωση, που παρουσιάζονται λόγω μεταβολής της υγρασίας του ξύλου. Το γεγονός αυτό καθώς και η χαμηλή θερμική αγωγιμότητα του ξύλου, έχουν μεγάλη σημασία σε περίπτωση πυρκαγιάς ξύλινων κατασκευών. Ξύλινοι δοκοί και κολώνες μίας κατασκευής - σε περίπτωση πυρκαγιάς - υποστηρίζουν το βάρος της κατασκευής για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς να καταρρεύσουν. Κάτω από τις ίδιες συνθήκες, μπορεί το ξύλο μεγάλων διαστάσεων να είναι ανθεκτικότερο στη φωτιά από ότι ο χάλυβας.

Ο υπολογισμός της διαστολής ξύλου για μεταβολή θερμοκρασίας από θ_1 σε θ_2 (βαθμοί Κελσίου) γίνεται από τη σχέση :

$$\Delta = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \quad (12)$$

όπου: Δ = διαστολή (cm/cm)

L_1 = αρχικό μήκος (cm)

L_2 = τελικό μήκος (cm)

Ειδική θερμότητα

Ειδική θερμότητα του ξύλου είναι το ποσό θερμότητας που χρειάζεται για να αυξηθεί η θερμοκρασία της μονάδας της μάζας του κατά 1°C και μετριέται σε μονάδες Kcal/Kg °C.

Εάν ποσότητα θερμότητας Q Cal (θερμίδων) χρειάζεται για να αυξήσουμε τη θερμοκρασία ποσότητας ξύλου M γραμμαρίων από θ_1 σε θ_2 °C, η ειδική θερμότητα του ξύλου είναι:

$$C = \frac{Q}{M(\theta_2 - \theta_1)} \quad (13)$$

Η ειδική θερμότητα του ξύλου είναι χαμηλή και το γεγονός αυτό είναι σημαντικό για πολλούς τεχνικούς λόγους, όπως για την ξήρανση του ξύλου, τον εμποτισμό του και την υδρόλυση του. Σε σύγκριση ωστόσο με άλλα υλικά (σίδηρο, αλουμίνιο, σκυρόδεμα), το ξύλο έχει μεγαλύτερη ειδική θερμότητα. (βλ. Πίνακα 3)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Θερμοαγωγιμότητα και ειδική θερμότητα διαφόρων υλικών.

Υλικό	Πυκνότητα g/cm ³	Ειδική θερμότητα Kcal/Kg °C	Θερμοαγωγιμότητα Kcal/m h °C
Ξύλο πεύκης	0,50	0,60	0,104
Ξύλο δρυός	0,70	0,50	0,149
Ξύλο μπάλσα	0,16	0,70	0,045
Ινοπλάκες μονωτικές	0,24	0,60	0,052
Ξυλοκάρβουνο	0,40	0,24	0,074
Μάρμαρο	2,60	0,21	2,232
Πλαστικά αφρώδη	0,20	0,30	0,030
Πλίνθοι κοινοί	1,75	0,22	0,625
Πλάκες τσιμεντάσβεστου	1,40	0,20	0,521
Σκυρόδεμα ελαφρύ	1,40	0,23	0,887
Γυαλί	2,50	0,20	0,818
Σίδηρος	7,87	0,11	69,05
Αλουμίνιο	2,70	0,22	203,88

Πηγή: Τσουμής (1986)

Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη μικρή θερμοαγωγιμότητα του είναι σοβαρό πλεονέκτημα, γιατί κάνει το ξύλο κατάλληλο για διάφορες χρήσεις, όπως λ.χ. λαβές, σπέρτα, κ.ά. Η ειδική θερμότητα είναι ανεξάρτητη από το είδος ξύλου και από την πυκνότητα, αλλά αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του.

Θερμική αγωγιμότητα του ξύλου

Το ξύλο, όπως και όλα τα κυτταρινικής σύστασης υλικά, είναι φτωχός αγωγός της θερμότητας, λόγω (α) της μικρής ποσότητας ελεύθερων ηλεκτρονίων που τυπικά μεταδίδουν

την ενέργεια και (β) της πορώδους δομής του. Έτσι το ξύλο έχει μικρή θερμική αγωγιμότητα (**θερμοαγωγιμότητα**) πράγμα που σημαίνει ότι παρουσιάζει μεγάλη θερμομονωτική αξία. Για το λόγο αυτό, το ξύλο και τα προϊόντα του βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή σαν μονωτικά υλικά σε εφαρμογές κατασκευής κτιρίων, επίπλων, βαρελιών, κ.ο.κ.

Για τον υπολογισμό της θερμοαγωγιμότητας του ξύλου χρησιμοποιούμε το *συντελεστή θερμοαγωγιμότητας* λ . Ο συντελεστής λ είναι το ποσό της θερμότητας σε θερμίδες Cal το οποίο περνάει στη μονάδα του χρόνου (sec) από σώμα πάχους 1 cm από τη μία του πλευρά στην άλλη μέσα από διατομή 1 cm², όταν διατηρείται διαφορά θερμοκρασίας 1°C ανάμεσα στις δύο επιφάνειες (μετριέται σε μονάδες Cal/cm sec °C).

Η θερμοαγωγιμότητα του ξύλου στην ακτινική διεύθυνση είναι 5-10% μεγαλύτερη από ότι στην εφαπτομενική. Η αξονική αγωγιμότητα είναι περίπου 2-3 φορές μεγαλύτερη από ότι η ακτινική και εφαπτομενική για υγρασία ξύλου μεταξύ 8-15%. Η θερμοαγωγιμότητα επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες: (α) πυκνότητα ξύλου: αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας, (β) υγρασία ξύλου: αυξάνεται με την αύξηση της υγρασίας, (γ) θερμοκρασία: αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Επίσης, ξύλα με σκούρο χρώμα έχουν μεγαλύτερη θερμοαγωγιμότητα, ενώ ξύλα με ρητίνη έχουν μικρότερη θερμοαγωγιμότητα.

Από πρακτικής άποψης, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η θερμοαγωγιμότητα είναι αντίστροφη έννοια της **θερμομονωτικότητας**. Το ξύλο είναι θερμομονωτικό στην εγκάρσια διεύθυνση. Τα ελαφρά ξύλα είναι πιο θερμομονωτικά. Το ξύλο όταν είναι ξηρό είναι πιο θερμομονωτικό. Το ξύλο είναι περισσότερο θερμομονωτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Από τον Πιν. 3 με σύγκριση του συντελεστή θερμοαγωγιμότητας του ξύλου και των άλλων υλικών προκύπτει ότι το συμπαγές ξύλο είναι πιο θερμομονωτικό από τα συμπαγή πλαστικά, 20 φορές πιο μονωτικό από το μάρμαρο, και 2.000 φορές πιο μονωτικό από το αλουμίνιο.

Μια άλλη σύγκριση από άποψη εφαρμογής γίνεται στα παρακάτω παραδείγματα με την εφαρμογή του κανονισμού για τη θερμομόνωση των κτιρίων:

- ⇒ Αν καλύψουμε την εσωτερική επιφάνεια ενός κοινού τοίχου από τούβλα με ραμποτέ ξυλεία πάχους 1 cm και κενό αέρα 4-5 cm, τότε πετυχαίνουμε μείωση σε θερμικές απώλειες κατά 25% περίπου.

- ⇒ Μια σιδερένια πόρτα έχει 40% περισσότερη απώλεια θερμότητας από μια ξύλινη.
- ⇒ Τοποθέτηση μαρμαρίνου δαπέδου 3cm πάνω σε πάκα οπλισμένου σκυροδέματος δημιουργεί 50% περισσότερες θερμικές απώλειες από ένα ξύλινο πάτωμα δρυός πάχους 2,4 cm, ξύλινο ψευδοπάτωμα 1,8 cm και κενό 5 cm.

Το ξύλο ως πηγή ενέργειας

Το ξύλο ως προϊόν φωτοσύνθεσης αποτελεί αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας. Η αξία του ως πηγή ενέργειας βασίζεται στη χημική του σύσταση. Το ξύλο αποτελείται από άνθρακα (48-50%), υδρογόνο 6%, οξυγόνο 44-45% και μικρές ποσότητες άλλων στοιχείων. Η ενεργειακή του αξία επηρεάζεται και από την παρουσία εκχυλισμάτων, όπως λ.χ. ρητίνες (ρετσίνι πεύκων).

Ο ήλιος ακτινοβολεί πάνω σε όλη τη Γη ποσότητα ενέργειας ίση περίπου με 120 δισεκατομμύρια μεγαβάτ (MW). Από αυτή την ποσότητα, 27% καταναλώνεται με την φωτοσύνθεση των φυτών και παράγονται ετησίως 200 δισεκατομμύρια τόνοι οργανικής ουσίας (*βιομάζας*) χωρίς κατανάλωση ενέργειας από τον άνθρωπο.

Η αξιοποίηση του ξύλου σαν πηγή ενέργειας περιλαμβάνει τις παρακάτω μεθόδους:

(1) Καύση

Καύση είναι η ιδιότητα του ξύλου να καίγεται (=αποικοδομείται θερμικά) και αυτό το κάνει κατάλληλο για θερμαντικούς σκοπούς. Κατά την καύση του ξύλου με την αύξηση της θερμοκρασίας, πρώτα εξατμίζεται η υγρασία του ξύλου στους 100°C και ακολουθούν εξαέρωση πτητικών ουσιών στους 95-150°C, επιφανειακή απανθράκωση και βραδεία έξοδος εύφλεκτων αερίων στους 150-200°C, ταχύτερη έξοδος αερίων και στη συνέχεια ανάφλεξη και πυράκτωση στους 220-370°C, ταχεία ανάφλεξη αερίων και σχηματισμός πυρακτωμένων ανθράκων στους 370-500°C.

Στην θερμοκρασία των 275°C παρουσία οξυγόνου μπορεί να γίνει *αυτόματη ανάφλεξη* του ξύλου. Το ίδιο μπορεί να παρουσιασθεί από βραδεία οξειδωση και από δράση μυκήτων, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται. Αυτό μπορεί να συμβεί σε σωρούς ξυλόσκονης ή πριονιδιού.

Ξύλα με μικρότερη πυκνότητα είναι περισσότερο εύφλεκτα. Με την αύξηση της θερμοκρασίας το ξύλο γίνεται περισσότερο εύφλεκτο. Όσο μικρότερες είναι οι διαστάσεις του ξύλου, τόσο ευκολότερη είναι η ανάφλεξη και καύση του.

Πρέπει να γνωρίζουμε ότι ξύλινες κατασκευές μεγάλης διατομής (δοκοί, ζευκτά), παρουσιάζουν σημαντική αντοχή στην καύση, μεγαλύτερη από κοινές μεταλλικές κατασκευές, γιατί το ξύλο λόγω της μικρής θερμοαγωγιμότητας και της μεγάλης ειδικής θερμότητας του, απανθρακώνεται μόνο στο επιφανειακό στρώμα που σαν θερμομονωτικό καθυστερεί την καύση, ενώ οι μεταλλικές κατασκευές κάμπτονται και υποχωρούν σε υψηλές θερμοκρασίες (800-1000°C) που αναπτύσσονται κατά την πυρκαγιά. Επίσης, υπάρχουν αντιπυρικές χημικές ουσίες με τις οποίες εμποτίζουμε το ξύλο και το κάνουμε αρκετά ανθεκτικό στη φωτιά.

Υπολογίζεται ότι η μισή περίπου παραγωγή ξύλου από τα δάση του πλανήτη μας χρησιμοποιείται σαν καυσόξυλο. Στις προηγμένες τεχνολογικά χώρες το ποσοστό αυτό είναι μόνον 10%, ενώ στις φτωχές χώρες της Αφρικής και της Ασίας φθάνει και το 90%. Στην Ελλάδα, 75% περίπου της παραγωγής των δασών μας είναι καυσόξυλα.

Το ποσό της θερμότητας που παράγεται κατά την πλήρη καύση από μάζα 1 γραμμαρίου ξηρού ξύλου ονομάζεται **θερμαντική αξία (ΘΑ)** ή θερμότητα καύσης. Η ΘΑ του ξύλου κυμαίνεται από 3.900-5.100 Kcal/Kg. Ξύλα πλατύφυλλων έχουν μικρότερη ΘΑ από ξύλα κωνοφόρων. Οι μέσες τιμές είναι, αντίστοιχα, 4.350 (πλατύφυλλα) και 4.700 (κωνοφόρα) Kcal/Kg. Ξύλα με ρητίνη όπως τα πεύκα έχουν μεγαλύτερη ΘΑ λόγω της μεγάλης ΘΑ της ρητίνης (8.500 Kcal/Kg). Η λιγνίνη έχει περίπου ΘΑ 6.100 Kcal/Kg, ενώ η κυτταρίνη έχει μικρότερη, 4.150-4.350 Kcal/Kg.

Στον Πιν. 4 δείχνεται η ΘΑ και το ποσοστό ανόργανων στοιχείων (τέφρας) διαφόρων ειδών ξύλου της χώρας μας. Η ΘΑ ξύλου ξηρού στον αέρα είναι 15% περίπου μικρότερη από τις τιμές του Πιν. 4, οι οποίες αναφέρονται σε απόλυτα ξηρό βάρος. Η πυκνότητα σε σχέση με τη δομή του ξύλου επηρεάζει και τη διάρκεια καύσης. Έτσι, η δρυς αν και έχει μικρότερη ΘΑ από την πεύκη και την ελάτη, παρόλαυτα είναι προτιμότερη για καύση σε τζάκια και σόμπες, γιατί έχει μεγαλύτερη διάρκεια καύσης λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητάς της. Για τη χρήση αυτή, σημασία έχει επίσης και η ποσότητα τέφρας που απομένει μετά την πλήρη καύση του ξύλου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Θερμαντική αξία και ποσοστό τέφρας διάφορων ειδών ξύλου.

Είδος ξύλου	Θερμαντική αξία απόλυτα ξηρού ξύλου Kcal/Kg	Ποσοστό ανόργανων στοιχείων (τέφρα) %
Δρυς, πλατύφυλλη	4.694	0,67
Δρυς, απόδισκη	4.698	0,68
Δρυς, χνοώδης	4.681	0,68
Οξιά	4.701	0,62
Ακακία	4.624	0,64
Καστανιά	4.568	0,73
Λεύκη	4.725	0,67
<i>μ.ό. πλατυφύλλων</i>	<i>4.670</i>	<i>0,67</i>
Πεύκη, τραχεία	4.842	0,40
Πεύκη, μαύρη	4.860	0,46
Πεύκη, θαλασσία	4.856	0,43
Πεύκη, χαλέπιος	4.831	0,54
Ελάτη	4.894	0,41
<i>μ.ό. κωνοφόρων</i>	<i>4.857</i>	<i>0,45</i>

Πηγή: Φιλίππου, 1986

Πρέπει να γνωρίζουμε ότι κατά την καύση του ξύλου σε τζάκια χάνεται περίπου το 90% της ΘΑ του ξύλου, ενώ στις κοινές θερμάστρες το 30-70%. Σε σύγχρονες εγκαταστάσεις μπορεί να αξιοποιηθεί μέχρι και το 80% της θερμαντικής αξίας του ξύλου.

(2) Πυρόλυση

Πυρόλυση είναι μία φυσικοχημική μέθοδος διάσπασης της οργανικής ύλης που γίνεται με θέρμανση χωρίς την παρουσία αέρα. Η θερμοκρασία φθάνει τους 350-1000°C και τα προϊόντα που λαμβάνονται ανάλογα με τη μέθοδο πυρόλυσης είναι, ξυλάνθρακες (ξυλοκάρβουνα) και μίγμα υγρών και αερίων προϊόντων, τα οποία χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας και χημικών προϊόντων. Η πυρόλυση διακρίνεται σε ανθρακοποίηση, καταστρεπτική απόσταξη και υγροποίηση.

(2α) Ανθρακοποίηση

Κατά την *ανθρακοποίηση*, παράγεται ξυλάνθρακας σε θερμοκρασία 350-500°C. Η διαδικασία διαρκεί από λίγες ώρες μέχρι 7 ημέρες ανάλογα με το είδος ξύλου, το ποσοστό υγρασίας και τον τύπο εγκατάστασης. Στην Ελλάδα παράγονται ξυλάνθρακες κυρίως από δρυ και ελιά με απόδοση 15-30%. Η απόδοση σε σύγχρονες εγκαταστάσεις φθάνει το 30-40%. Η ΘΑ του παραγόμενου ξυλάνθρακα είναι 5.500-8.000 Kcal/Kg.

(2β) Καταστρεπτική απόσταξη

Η *καταστρεπτική απόσταξη* γίνεται σε θαλάμους από κεραμικό υλικό ή λέβητες από ανοξείδωτο χάλυβα με σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας. Τα υγρά και αέρια που παράγονται συμπυκνώνονται και διαχωρίζονται, ενώ ο σχηματιζόμενος ξυλάνθρακας παραμένει στον πυθμένα του λέβητα. Τα αέρια που δεν συμπυκνώνονται, κυρίως CO, H₂, CO₂ και υδρογονάνθρακες χρησιμοποιούνται σαν καύσιμα. Τα υγρά προϊόντα (συνθετικό πετρέλαιο) χρησιμοποιούνται σαν καύσιμη ύλη ή διαχωρίζονται με απόσταξη σε διάφορα προϊόντα (μεθανόλη, οξικό οξύ, πίσσα, πισσέλαιο, εστέρες, ακετόνη).

(2γ) Υγροποίηση

Κατά την *υγροποίηση* το ξύλο - και κυρίως υπολείμματα συγκομιδής και κατεργασίας ξύλου - μετατρέπονται με ειδική πυρόλυση σε υγρά καύσιμα (συνθετικό πετρέλαιο) με υψηλή ΘΑ. Με ταχεία πυρόλυση (υγροποίηση) παράγονται ξυλάνθρακες, πυρολυτικό λάδι και ξυλαέριο. Το πυρολυτικό λάδι έχει ΘΑ 6.800-7.800 Kcal/Kg. Η υγροποίηση του ξύλου τα τελευταία έτη έχει βρει σημαντική εφαρμογή σε βιομηχανική κλίμακα (Καναδάς, Η.Π.Α., Βρετανία).

(3) Αεριοποίηση

Κατά την *αεριοποίηση*, το ξύλο μετατρέπεται εξ' ολοκλήρου σε αέριο (ξυλαέριο) σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (1000-1100°C) παρουσία καταλυτών και ορισμένης ποσότητας αέρα και οξυγόνου. Το ξυλαέριο που παράγεται χρησιμοποιείται σε συσκευές καύσης υγραερίου για μαγειρική και θέρμανση ή σε μεγάλους καυστήρες για παραγωγή ατμού. Χρησιμοποιείται επίσης για κίνηση μηχανών εσωτερικής καύσης. Η τελευταία χρήση ήταν πολύ διαδεδομένη σε αυτοκίνητα στη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου πολέμου. Το ξυλαέριο χρησιμοποιείται για παραγωγή μεθανόλης, μεθανίου και ακόρεστων υδρογονανθράκων. Η μεθανόλη χρησιμοποιείται σε διάφορες χώρες για κίνηση αυτοκινήτων, κυρίως σε μίξη με βενζίνη.

(4) Υδρολύση

Κατά την υδρολύση του ξύλου γίνεται επιλεκτική διάσπαση με ανόργανα οξέα ή ένζυμα των πολυσακχαριτών του ξύλου σε απλά σάκχαρα. Η κυτταρίνη ($\approx 45\%$) υδρολύεται σε γλυκόζη, και οι ημικυτταρίνες (25-30%) υδρολύονται σε γλυκόζη, ξυλόζη, μαννόζη, γαλακτόζη και αραβινόζη. Στη συνέχεια η γλυκόζη και άλλες εξόζες μετατρέπονται με αλκαλική ζύμωση σε αιθανόλη.

Η χρησιμοποίηση ξύλου - αντί άλλων υλικών όπως λ.χ. αλουμίνιο, σίδηρο - σημαίνει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, διότι η πριστή ξυλεία απαιτεί πολύ λιγότερη ποσότητα ενέργειας για να παραχθεί από ότι χρειάζονται τα άλλα υλικά. Π.χ. με κατανάλωση ενέργειας 1000 θερμικών KW, μπορούμε να παράγουμε τις ακόλουθες ποσότητες πρώτων υλικών: 12 g αλουμινίου, 40 g χαλκού, 60 g χάλυβα, 80 g σιδήρου, 250 g συνθετικών υλών, 400 g τσιμέντου, 500 g πλίνθων και 1200 g πριστής ξυλείας. Με την ίδια δηλαδή κατανάλωση ενέργειας, παράγουμε πριστή ξυλεία 100 φορές μεγαλύτερη ποσότητα από αλουμίνιο, 3 φορές από τσιμέντο, κ.ο.κ. Με βάση τα στοιχεία αυτά, υπολογίστηκε η κατανάλωση ενέργειας για την κατασκευή ενός υπόστεγου 2.200 τ.μ. με εναλλακτικά κατασκευαστικά υλικά το ξύλο, το χάλυβα, το σκυρόδεμα και συνδυασμό σκυροδέματος και αλουμινίου. Οι ανάγκες σε ενέργεια για την κατασκευή του υπόστεγου - αναγόμενης σε λίτρα πετρελαίου - περιλαμβάνει την ενέργεια που απαιτείται για: α) την παραγωγή της πρώτης ύλης και από αυτή των κατασκευαστικών υλικών και β) την κατασκευή του υπόστεγου. Η συνολική ενέργεια υπολογίστηκε στις ακόλουθες ποσότητες :

— Για την ξύλινη κατασκευή	: 35.000 πετρέλαιο (λίτρα)
— Για την χαλύβδινη κατασκευή	: 74.000 πετρέλαιο (λίτρα)
— Για την κατασκευή από σκυρόδεμα	: 95.000 πετρέλαιο (λίτρα)
— Για την κατασκευή από σκυρόδεμα και αλουμίνιο	: 114.000 πετρέλαιο (λίτρα)

Δηλαδή για την ξύλινη κατασκευή απαιτείται το 1/2 με 1/3 της ποσότητας πετρελαίου από αυτή που χρειάζονται τα άλλα υλικά. Τα δεδομένα αυτά πρέπει να επηρεάσουν σημαντικά τη σύνταξη προγραμμάτων οικονομικής και βιομηχανικής ανάπτυξης των χωρών με στόχο τον περιορισμό της σπατάλης που γίνεται σε ενέργεια. Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί επιτακτική ανάγκη αφού τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου προβλέπεται να εξαντληθούν σε 50-70 έτη και του άνθρακα σε 100 έτη.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 4^ο Κεφαλαίου

1. Περιγράψτε τη διαστολή και τη συστολή του ξύλου.
2. Τι ονομάζουμε θερμοαγωγιμότητα. Πως χαρακτηρίζετε το ξύλο από αυτήν την άποψη.
3. Γιατί το ξύλο είναι φτωχός αγωγός της θερμότητας.
4. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τη θερμοαγωγιμότητα του ξύλου και με ποιο τρόπο ο καθένας.
5. Είναι πλεονέκτημα η θερμομονωτικότητα του ξύλου. Δώστε παραδείγματα της πράξης.
6. Γιατί το ξύλο είναι πηγή ενέργειας.
7. Ποια είναι η σπουδαιότερη χρήση του από αυτή την άποψη (ως πηγής ενέργειας).
8. Τι είναι η θερμαντική αξία του ξύλου και από ποιους παράγοντες επηρεάζεται.
Δώστε κάποιες εφαρμογές.
9. Παραθέστε 2-3 μεθόδους αξιοποίησης του ξύλου για ενεργειακό σκοπό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το ξύλο σαν *ανισότροπο* και *ανομοιογενές* υλικό έχει διαφορετική μηχανική αντοχή στις διάφορες κατευθύνσεις του. Τυπικά, η αντοχή του σε δυνάμεις που δρουν αξονικά είναι μεγαλύτερη, ενώ υπάρχουν μικρές διαφορές στην ακτινική και εφαπτομενική διεύθυνση.

Οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου επηρεάζονται από τους εξής παράγοντες:

- ⇒ Υγρασία: Μείωση της υγρασίας του ξύλου κάτω από το σημείο ισοκόρου, αυξάνει την μηχανική αντοχή του. Η σχέση τους δηλαδή είναι αντιστρόφως ανάλογη.
- ⇒ Πυκνότητα: Η πυκνότητα αποτελεί τον καλύτερο δείκτη ποιότητας και μηχανικής αντοχής του ξύλου. Μεγάλη πυκνότητα σημαίνει μεγάλη μηχανική αντοχή.
- ⇒ Θερμοκρασία: Η μηχανική αντοχή ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Μεγάλες θερμοκρασίες είναι δυνατό να προκαλέσουν (χημική) αλλοίωση του ξύλου και να ελαττώσουν την αντοχή του σημαντικά.
- ⇒ Σφάλματα δομής: Η παρουσία σφαλμάτων στο ξύλο προκαλεί μείωση της μηχανικής του αντοχής. Μεγαλύτερη μείωση προκαλούν σφάλματα όπως λ.χ. ρόζοι, στρεψοϊνία, ραγάδες και θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο. Προσβολή του ξύλου από μύκητες ή έντομα έχει επίσης δυσμενή επίδραση.
- ⇒ Διάρκεια φόρτισης. Η διάρκεια φόρτισης έχει σημαντική (αντιστρόφως ανάλογη) επίδραση στη μηχανική αντοχή του ξύλου, δηλαδή λ.χ. στο μέγεθος του φορτίου που μπορεί να βαστάξει μία ξύλινη κατασκευή. Μόνιμη φόρτιση ελαττώνει την αντοχή του σε ποσοστό 50-75%..

Οι κύριες μηχανικές αντοχές του ξύλου περιγράφονται παρακάτω:

Αντοχή σε εφελκυσμό

Το ξύλο βρίσκεται σε τάσεις εφελκυσμού, όταν οι δυνάμεις που ενεργούν πάνω του, τείνουν να το απομακρύνουν (επιμηκύνουν). Ανάλογα με την κατεύθυνση διακρίνουμε τον **αξονικό** και τον **εγκάρσιο εφελκυσμό**. Το ξύλο έχει αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό 30-50 φορές μεγαλύτερη από την αντοχή του σε εγκάρσιο εφελκυσμό (Σχ. 11).



ΣΧΗΜΑ 11. Δοκίμιο ξύλου σε αξονικό εφελκυσμό (α) και εγκάρσιο εφελκυσμό (β).

Η αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό του ξύλου κυμαίνεται από 500 Kp/cm² ⁽¹⁾ μέχρι 1600 Kp/cm² περίπου, ενώ για ορισμένα τροπικά ξύλα φθάνει τα 3000 Kp/cm². Η αντοχή του σε εγκάρσιο εφελκυσμό κυμαίνεται από 10-70 Kp/cm². Στον Πιν. 5 αναφέρονται οι αντοχές των ελληνικών και μερικών τροπικών ειδών ξύλου.

Για να συγκρίνουμε το ξύλο με άλλα υλικά σε σχέση με την πυκνότητα (βάρος προς βάρος), χρησιμοποιούμε το πηλίκο: *αξονικός εφελκυσμός ÷ πυκνότητα*. Από μία τέτοια σύγκριση, βλέπουμε ότι το ξύλο είναι ανθεκτικότερο από άλλα υλικά σε αξονικό εφελκυσμό. Π.χ. για την ερυθρελάτη η σχέση αυτή είναι $870/0,40 = 2120$, για τη μαύρη πεύκη $1040/0,52 = 2000$, και για την οξιά $1230/0,70 = 1750$, όταν για το σκυρόδεμα είναι $40/2,5 = 16$, για το γυαλί $500/2,5 = 200$, για το αλουμίνιο $2500/2,8 = 900$ και για το χάλυβα $4650/7,9 = 590$.

Στην πράξη σε κατασκευές ξύλου, οι τάσεις εφελκυσμού αναπτύσσονται μαζί με τάσεις διάτμησης, στις οποίες το ξύλο παρουσιάζει μειωμένη αντοχή.

Αντοχή σε θλίψη

Όταν το ξύλο βρίσκεται κάτω από τάσεις θλίψης, οι δυνάμεις που ενεργούν πάνω του τείνουν να το συνθλίψουν, δηλαδή οι δυνάμεις ενεργούν αντίθετα από ότι στον εφελκυσμό. Ανάλογα με την κατεύθυνση διακρίνουμε την **αξονική** και την **εγκάρσια θλίψη**. (Σχ. 12).



ΣΧΗΜΑ 12. Δοκίμιο ξύλου σε αξονική θλίψη (α) και εγκάρσια θλίψη (β).

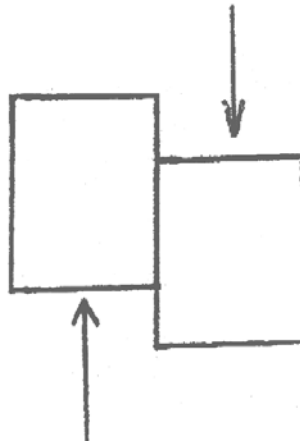
¹ Μονάδα μέτρησης της μηχανικής τάσης είναι η μονάδα Kp/cm².

Η αντοχή σε αξονική θλίψη είναι 10-15 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με την εγκάρσια και κυμαίνεται από 250-950 Kp/cm². Η εγκάρσια θλίψη κυμαίνεται μεταξύ 10 και 200 Kp/cm². Η αξονική θλίψη του ξύλου είναι μικρότερη των μετάλλων. Φόρτιση σε αξονική θλίψη παρατηρείται σε ξύλινα υποστηρίγματα υπόστεγων, όπου έχει σημασία η σχέση μήκος / διάμετρος του υποστηρίγματος. Υποστηρίγματα μεγάλου μήκους λυγίζουν, γιατί δεν είναι δυνατό να εφαρμοσθεί απόλυτα κεντρική φόρτιση. Φόρτιση σε εγκάρσια θλίψη συνήθως παρατηρείται σε στρωτήρες σιδηροδρόμων.

Αντοχή σε διάτμηση

Το ξύλο βρίσκεται σε τάσεις διάτμησης, όταν οι δυνάμεις τείνουν να προκαλέσουν ολίσθηση του μέρους του σώματος που φορτίζεται, σε παράπλευρο μέρος του ίδιου σώματος. (βλ. Σχ. 13). Διακρίνεται σε αξονική, εγκάρσια, λοξή και κυλιόμενη διάτμηση.

Όταν ξύλινα μέλη φορτίζονται σε αξονική θλίψη ή κάμψη, τότε αναπτύσσονται και τάσεις αξονικής διάτμησης. Η αξονική διάτμηση του ξύλου κυμαίνεται από 50-200 Kp/cm² περίπου. Η αντοχή σε αξονική διάτμηση έχει μεγαλύτερη πρακτική σημασία, διότι με την επίδραση διατμητικών τάσεων, το ξύλο συνήθως υποχωρεί με αυτόν τον τρόπο.



ΣΧΗΜΑ 13. Δοκίμιο ξύλου κάτω από τάσεις διάτμησης.

Η αντοχή σε εγκάρσια διάτμηση είναι 3-4 φορές μεγαλύτερη της αξονικής διάτμησης, αλλά δεν έχει πρακτική σημασία, γιατί το ξύλο υποχωρεί νωρίτερα σε αξονική διάτμηση ή εγκάρσια θλίψη.

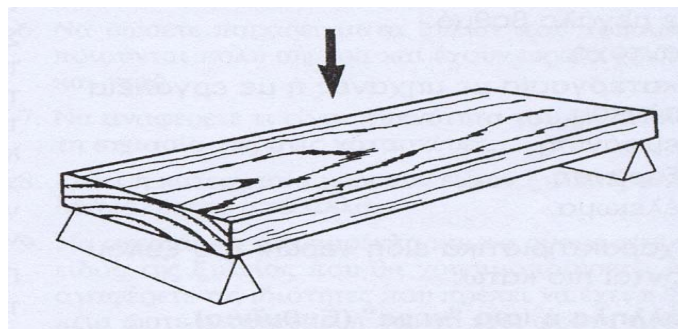
Όταν αναπτύσσονται φορτία αξονικής θλίψης ή εφελκυσμού στο ξύλο, τότε σχηματίζονται λοξά επίπεδα ολίσθησης στα κυτταρικά τοιχώματα, κυρίως σε γωνία 45° (τάση λοξής διάτμησης).

Αντοχή σε κάμψη

Το ξύλο στις περισσότερες κατασκευές του φορτίζεται κυρίως με δυνάμεις που προκαλούν κάμψη. Για το λόγο αυτό η αντοχή σε κάμψη, και ειδικότερα σε στατική κάμψη είναι η σπουδαιότερη μηχανική ιδιότητά του.

Η αντοχή σε κάμψη εκτιμάται με το **μέτρο θραύσης (ΜΘ)**, το οποίο δείχνει τις μέγιστες τάσεις των ινών των εξωτερικών πλευρών του ξύλου, όταν η δοκός θραύεται με την επίδραση φορτίου που ασκείται σιγά σιγά και για μικρό χρονικό διάστημα. Το μέτρο θραύσης του ξύλου κυμαίνεται μεταξύ $600-1600 \text{ Kp/cm}^2$ περίπου. Στο ξύλο, η αντοχή σε κάμψη είναι ανάλογη της αντοχής σε αξονικό εφελκυσμό.

Στο Σχ. 14 φαίνεται η στατική κάμψη ξύλινης σανίδας που στηρίζεται στα δύο άκρα της.



ΣΧΗΜΑ 14. Φόρτιση σανίδας ξύλου σε στατική κάμψη

Η πιο απλή φόρτιση δοκού είναι η περίπτωση του Σχ. 14. Οι τάσεις εφελκυσμού είναι μέγιστες στην κάτω επιφάνεια, ελαττώνονται βαθμιαία προς το κέντρο και μηδενίζονται στο ουδέτερο επίπεδο. Οι τάσεις θλίψης εμφανίζονται με τον ίδιο τρόπο στην επάνω επιφάνεια. Αντίθετα, οι τάσεις διάτμησης είναι μέγιστες στο ουδέτερο επίπεδο και μηδενίζονται επιφανειακά.

Σε σύγκριση με τα μέταλλα, το ξύλο έχει τη μικρότερη αντοχή σε κάμψη. Έχει όμως μεγαλύτερη ελαστικότητα και την καλύτερη σχέση *αντοχής ÷ βάρους*.

Ελαστικότητα

Από άποψη ελαστικότητας, το ξύλο έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα από άλλα υλικά, δηλαδή κάμπτεται περισσότερο κάτω από ορισμένο φορτίο. Ωστόσο, αν ληφθεί υπόψη η πυκνότητά του, το ξύλο κατέχει ενδιάμεση θέση ανάμεσα στα υλικά. Η ελαστικότητα μετριέται με το **μέτρο ελαστικότητας (ME)**, που προσδιορίζεται από στατικές ή δυναμικές δοκιμές αντοχής, και που συνήθως στην αξονική διεύθυνση κυμαίνεται μεταξύ 25.000-170.000 Kp/cm². Το ME στην εγκάρσια διεύθυνση είναι μόνον 3.000-6.000 Kp/cm². Το μέτρο ελαστικότητας συνήθως προέρχεται από στατική κάμψη, αν και μπορεί να προσδιοριστεί δυναμικά με ταλάντωση δειγμάτων ξύλου με ηχητικά κύματα.

Αντοχή σε κρούση

Η αντοχή σε κρούση αναφέρεται σε απότομη (δυναμική) φόρτιση και έχει σημασία για ορισμένες χρήσεις του ξύλου, όπως λ.χ. λαβές (στειλιάρια) εργαλείων, αθλητικά είδη, κιβώτια συσκευασίας, όπου το ξύλο παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή σε δυναμικά φορτία παρά σε στατικά. Έτσι μία ξύλινη δοκός μπορεί να βαστάξει περίπου διπλάσιο φορτίο σε δυναμική φόρτιση από ότι σε στατική. Επίσης, η κάμψη (παραμόρφωση) δοκού σε δυναμική φόρτιση είναι περίπου διπλάσια από ότι σε στατική.

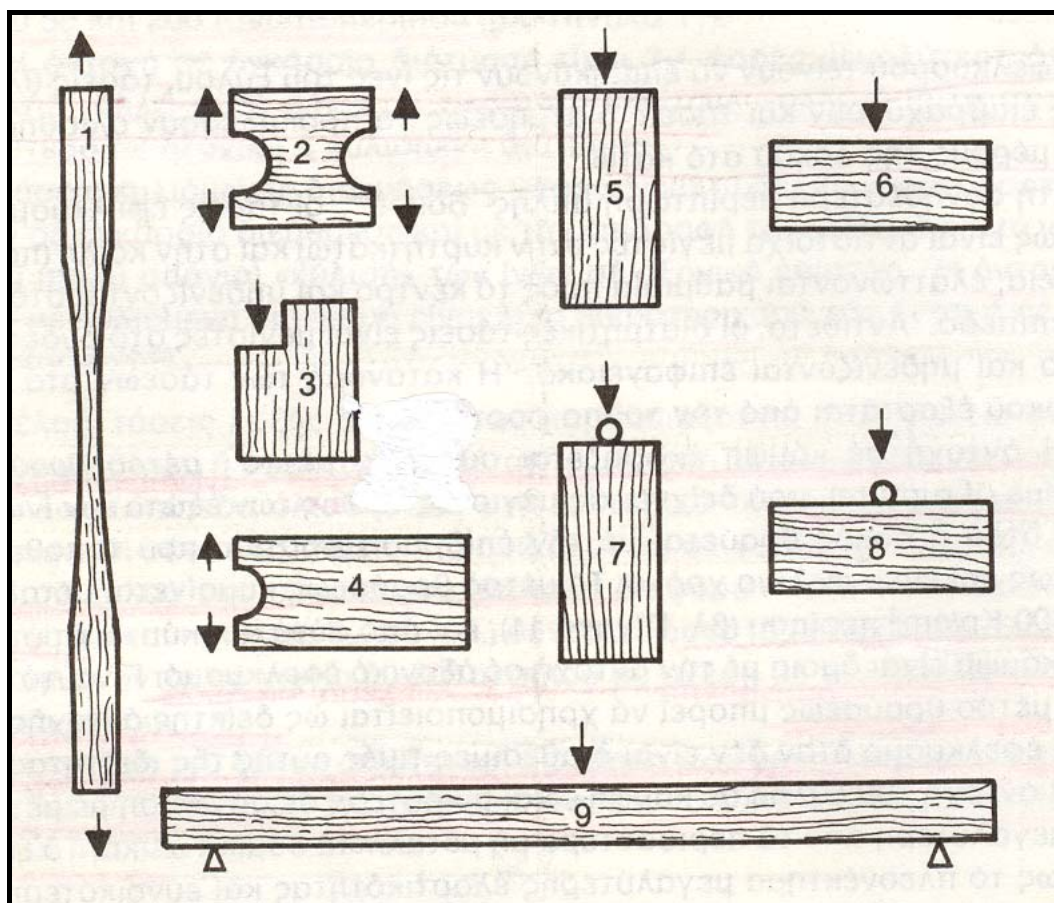
Αντοχή σε σχίση

Το ξύλο δοκιμάζεται σε αντοχή σε σχίση όταν οι εξωτερικές δυνάμεις δρουν πάνω του με μορφή σφήνας (Σχ. 15.3). Το ξύλο έχει πολύ μικρή αξονική αντοχή σε σχίση, δηλαδή σχίζεται εύκολα. Η αντοχή του σε σχίση κυμαίνεται μεταξύ 3-10 Kp/cm², είναι δηλαδή πολύ χαμηλή. Η ιδιότητα του ξύλου να σχίζεται εύκολα είναι τόσο πλεονέκτημα για ορισμένες χρήσεις (λ.χ. σχίσιμο καυσοξύλων), όσο και σοβαρό μειονέκτημά του (λ.χ. σχίσιμο ξύλου σε κατασκευές μετά από κάρφωμα ή βίδωμα). Η αντοχή σε σχίση είναι ιδιότητα ανάλογη με την αντοχή σε εφελκυσμό εγκάρσια με τις ίνες. Τα κωνοφόρα και τα ελαφρά πλατύφυλλα παρουσιάζουν μικρή αντοχή σε σχίση σε σχέση με τα βαρύτερα πλατύφυλλα.

Σκληρότητα

Ως σκληρότητα του ξύλου νοείται η αντίστασή του στην είσοδο ξένων σωμάτων στη μάζα του. Η αντίσταση αυτή είναι 1,2 με 2 φορές μεγαλύτερη στην αξονική διεύθυνση (**αξονική σκληρότητα**) από ότι στην εγκάρσια διεύθυνση (**εγκάρσια σκληρότητα**) (Σχ. 15.7, 15.8).

Η ιδιότητα αυτή έχει άμεση εφαρμογή σε ορισμένες χρήσεις του ξύλου, όπως λ.χ. παρκέτα, πατώματα, αθλητικά είδη, κ.ά. Επίσης, η ευκολία κατεργασίας του ξύλου εξαρτάται άμεσα από την σκληρότητα του. Η κατάταξη των σπουδαιότερων ελληνικών ειδών με βάση τη σκληρότητα γίνεται ως εξής: **σκληρά**: ίταμος, δρυς, φτελιά, ακακία, φράξος, πλατάνι, οξιά, γαύρος, ελιά, **μέτρια**: πεύκη, ελάτη, αρκέυθος, καρυδιά και **μαλακά**: λεύκη, ιτιά, φιλύρα, και καστασιά.



ΣΧΗΜΑ 15. Σχηματική παράσταση δειγμάτων ξύλου και μηχανικών τάσεων.

- (1): Αξονικός εφελκυσμός, (2): Εγκάρσιος εφελκυσμός, (3): Διάτμηση,
(4): Σχίση, (5): Αξονική θλίψη, (6): Εγκάρσια θλίψη, (7): Αξονική σκληρότητα,
(8): Εγκάρσια σκληρότητα και (9): Στατική κάμψη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Μηχανικές αντοχές διαφόρων ειδών ξύλου (σε Kp/cm²).

ΕΙΔΟΣ ΞΥΛΟΥ	ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ		ΘΛΙΨΗ		ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΜΨΗ	
		└		└	ΜΘ	ΜΕ
Ελάτη, κεφαλληνιακή	-	17	369	-	939	-
Ελάτη, λευκή	793	14	335	48	676	98.000
Ερυθρελάτη	857	15	331	42	610	93.000
Πεύκη, μαύρη	1.040	20	398	-	1.049	120.000
Πεύκη, δασική	1.040	30	550	77	1.000	120.000
Πεύκη, λευκόδερμη	1.118	-	408	-	704	-
Κυπαρίσσι	-	-	540	-	550	-
Καρυδιά	1.000	36	720	120	1.470	125.000
Λεύκη, τρέμουσα	1.108	28	477	27	783	109.000
Λεύκη, υβρίδιο I-214	-	16	281	-	630	-
Οξιά	1.331	36	475	81	1.065	134.000
Καστανιά	1.350	-	500	-	770	90.000
Δρυς, απόδισκος	1.282	31	474	71	993	123.500
Φτελιά, πεδινή	800	40	560	100	890	110.000
Σφενδάμι	820	35	580	150	1.120	94.000
Φράξος	1.650	70	520	110	1.200	134.000
Ευκάλυπτος	900	-	510	100	900	122.000
IROKO	790	26	695	-	1.130	115.000
SAPELE	875	25	600	85	1.105	100.000
ΟΚΟΥΜΕ	580	18	390	54	720	30.000
ΜΑΗΟΓΑΝΥ	-	25	500	98	850	85.000
TEAK	1.200	42	660	260	1.340	140.000
TIAMA	-	21	475	-	775	101.000

Πηγή : Τσουμής (1984)

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 5^ο Κεφαλαίου

1. Να αναφέρετε τις κυριότερες μηχανικές ιδιότητες του ξύλου.
2. Να σχεδιάσετε τις σπουδαιότερες μηχανικές φορτίσεις που μπορεί να δεχθεί το ξύλο.
3. Αναφέρετε τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές αντοχές του ξύλου και εξηγήστε την επιρροή τους.
4. Δώστε εφαρμογές της πράξης για αξονική θλίψη.
5. Δώστε εφαρμογές της πράξης για στατική κάμψη.
6. Τι γνωρίζετε για την αντοχή του ξύλου σε σχίση.
7. Να αναφέρετε τις κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα ελληνικά είδη ξύλου με βάση τη σκληρότητά τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Μελετώντας τις *ακουστικές ιδιότητες* του ξύλου, έχει πρακτική σημασία η παραγωγή ήχου με (α) άμεση κρούση του ξύλου ή (β) η συμπεριφορά του όταν ήχοι που παράγονται από άλλες πηγές προσπίπτουν στην ξύλινη επιφάνεια με μορφή ηχητικών κυμάτων. Στην πρώτη περίπτωση, το ξύλο χρησιμοποιείται ως μουσικό όργανο που παράγει ήχο, όπως λ.χ. το ξυλόφωνο και τα σήμαντρα των εκκλησιών και των μοναστηριών. Στη δεύτερη περίπτωση που είναι πρακτικά πιο ενδιαφέρουσα το ξύλο χρησιμοποιείται ως αντηχείο. Για τη σωστή χρησιμοποίηση του ξύλου ως πηγής ήχου σε μουσικά όργανα, καθώς και σε κατασκευές όπου επιδιώκεται υψηλή ηχομόνωση, πρέπει να γνωρίζουμε ότι οξύς ήχος παράγεται από ξύλο με μεγάλη πυκνότητα, μεγάλη ελαστικότητα, μικρό ποσοστό υγρασίας και μεγάλες διαστάσεις. Αντίθετα, ξύλο με μικρή ελαστικότητα, μικρή πυκνότητα, μεγάλο ποσοστό υγρασίας και μικρές διαστάσεις παράγει βαρείς ήχους. Τα δεδομένα αυτά λαμβάνονται υπόψη σε προκατασκευές σπιτιών και άλλων κτιρίων με ξύλινο σκελετό και *κατασκευαστικά 'σάντουιτς'* που χρησιμοποιούνται σε πατώματα, τοίχους, σκάλες και στέγες για να επιτευχθεί ικανοποιητική ηχομόνωση, με τη μείωση ή την εξάλειψη των ανεπιθύμητων ήχων.

Το ξύλο ως αντηχείο

Ιδιαίτερα πρακτικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμπεριφορά επιφάνειας ξύλου, όταν ηχητικά κύματα που παράγονται από άλλη πηγή προσπίπτουν πάνω σε αυτή. Τότε ένα μέρος της ηχητικής ενέργειας ανακλάται με ταυτόχρονη ενίσχυση του ήχου και το υπόλοιπο απορροφάται.

Όταν ο ήχος ανακλάται από την ξύλινη επιφάνεια, τότε έχουμε το φαινόμενο της **συνήχησης** (ή συντονισμού), οπότε το ξύλο χρησιμοποιείται ως **αντηχείο**. Το αντηχείο δεν μεταβάλλει το ύψος του ήχου, αλλά ενισχύει την ένταση και αυξάνει τη διάρκειά του. Η στιλβωμένη επιφάνεια ξύλου αυξάνει την απόδοση του αντηχείου. Σημασία έχει επίσης και το σχήμα του αντηχείου. Τα χαρακτηριστικά αυτά λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά τη χρησιμοποίηση του ξύλου σε μουσικά όργανα (βιολιά, κιθάρες, μουζούκια). Χρησιμοποιείται κυρίως ξύλο ερυθρελάτης, και δευτερευόντως, ελάτης, δασικής πεύκης και σφενδαμιού. Το ξύλο ερυθρελάτης χρησιμοποιείται γιατί η σημαντική σχέση $\text{μέτρο ελαστικότητας} \div \text{ξηρή}$

πυκνότητα είναι μεγάλη (ΜΕ 93.000 Κρ/cm² πυκνότητα 0,45 g/cm³). Το ξύλο δεν πρέπει να έχει σφάλματα, πρέπει να είναι ευθύνο, με ομοιόμορφη δομή, με στενούς αυξητικούς δακτυλίους (μέχρι 2 mm), με μικρό ποσοστό όψιμου ξύλου (μέχρι 25%) και να προέρχεται από δένδρα μεγάλης ηλικίας (130-150 ετών). Έχει αποδειχθεί ότι ξύλο ερυθρελάτης με οδοντωτούς δακτυλίους θεωρείται πολύ καλό για μουσικά όργανα. Ενίσχυση της απόδοσης του αντηχείου επιτυγχάνεται επίσης με χημικό εμπότισμό του ξύλου ή/και λεπτή κατά θέσεις διάτρηση του ξύλου. Γνωστοί κατασκευαστές βιολιών, όπως λ.χ. Stradivari, Amati κ.α. χρησιμοποιούν μόνο ξύλο ερυθρελάτης.

Απορρόφηση ήχου

Όπως τονίστηκε παραπάνω, όταν ηχητικά κύματα προσπίπτουν σε επιφάνεια ξύλου, τότε ένα μέρος της ηχητικής ενέργειας εισέρχεται μέσα στη μάζα του ξύλου. Η επανειλημμένη διάθλαση και ανάκλαση των ηχητικών κυμάτων μπορεί να προκαλέσει την απορρόφηση μέρους της ενέργειας αυτής. Με τον τρόπο αυτό μετατρέπεται η ηχητική ενέργεια σε θερμική, κάτι που δεν είναι επιθυμητό για ξύλο που προορίζεται για μουσικά όργανα.

Το ξύλο λόγω της πορώδους δομής του απορροφά περισσότερη ηχητική ενέργεια σε σχέση με άλλα υλικά. Τη σύγκριση αυτή την κάνουμε χρησιμοποιώντας το συντελεστή απορρόφησης, ο οποίος εκφράζει το εκατοστιαίο ποσοστό της προσπίπτουσας ηχητικής ενέργειας που απορροφάται (Πίν. 6). Ωστόσο, το ξύλο έχει μικρό συντελεστή απορρόφησης ήχου, μικρότερο του 10% και για το λόγο αυτό δεν είναι ηχομονωτικό υλικό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Απορρόφηση ήχου (Συντελεστής απορρόφησης ήχου, %).

Υλικό	Συχνότητα (cps)		
	125	500	2000
Τοίχος (από ξύλο)	8	6	6
Τοίχος (από τούβλο)	2	3	5
Δάπεδο (από ξύλο)	5	3	3
Δάπεδο (από τσιμέντο)	1	2	2
Γυαλί	3	3	2
Πλάκες ξυλερίου	13	36	70
Μονωτικές ινοπλάκες	39	52	59

Όσο μικρότερη είναι η πυκνότητα και η ελαστικότητα του ξύλου και όσο μεγαλύτερη είναι η υγρασία και η θερμοκρασία του, τόσο περισσότερο ηχοαπορροφητικό γίνεται το ξύλο. Το ξύλο επίσης απορροφά περισσότερο ήχους με χαμηλές συχνότητες, ενώ η στιλβωμένη επιφάνεια ξύλου απορροφά μικρότερο ποσοστό ήχου.

Το ξύλο δεν ικανοποιεί τις ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου σε ότι αφορά την ηχομόνωση σε διάφορες ξύλινες κατασκευές, όπως κατοικίες, αίθουσες πολλαπλών εκδηλώσεων, κ.ο.κ. Για το λόγο αυτό προκύπτει έντονα η ανάγκη βελτίωσης της ηχομονωτικής συμπεριφοράς του ξύλου στις κατασκευές αυτές. Αυτό επιτυγχάνεται με σχεδιασμό κατασκευαστικών 'σάντουιτς' σε τοίχους, πατώματα, στέγες και πόρτες, όπου δημιουργούνται κενά ανάμεσα στις επάλληλες στρώσεις των σάντουιτς από ηχομονωτικά υλικά. Τέτοια υλικά είναι οι μονωτικές ινοπλάκες (ινοπλάκες ξύλου χαμηλής πυκνότητας, μικρότερης του $0,20 \text{ g/cm}^3$), ηχοαπορροφητικός αφρός πολυουρεθάνης, ορυκτοβάμβακας, υαλοβάμβακας και φελλός. Η διάτρηση των ινοπλακών αυξάνει την ηχομονωτική ικανότητά τους.

Η **ταχύτητα διάδοσης** του ήχου στη μάζα του ξύλου είναι $3.500-5.000 \text{ m/sec}$ στην αξονική διεύθυνση, ενώ σε εγκάρσια διεύθυνση είναι $1,3-2,5$ φορές μικρότερη. Η ταχύτητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho_0}} \quad (13)$$

όπου: C = ταχύτητα διάδοσης του ήχου (10 m/sec)

E = μέτρο ελαστικότητας (Kp/cm^2)

ρ_0 = ξηρή πυκνότητα (g/cm^3)

Είναι φανερό ότι η ταχύτητα διάδοσης του ήχου εξαρτάται από την ελαστικότητα του ξύλου και από την πυκνότητά του. Η ταχύτητα του ήχου σε άλλα υλικά είναι: αέρας 340 m/sec , φελλός $430-530 \text{ m/sec}$, νερό 1.440 m/sec , σίδηρος 5.000 m/sec και γυαλί $5.000-6.000 \text{ m/sec}$.

Τα σφάλματα του ξύλου, και ειδικά το σάπιο ξύλο και οι ραγάδες, επηρεάζουν σημαντικά το ύψος του ήχου που παράγεται με κρούση. Η ιδιότητα αυτή χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των σφαλμάτων αυτών σε ιστάμενα δένδρα στο δάσος, καθώς και σε εγκατεστημένους στύλους ηλεκτρικού ρεύματος (Τσουμής 1984).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 6^ο Κεφαλαίου

1. Με ποιους τρόπους παράγεται ήχος από το ξύλο.
2. Ποια είναι η σπουδαιότερη εφαρμογή του ξύλου από την άποψη των ακουστικών ιδιοτήτων του.
3. Τι σημαίνει ότι το ξύλο είναι αντηχείο.
4. Ποια είδη ξύλου χρησιμοποιούνται για παραγωγή μουσικών οργάνων.
5. Ποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ξύλου θεωρούνται πλεονέκτημα από την άποψη αυτή (για μουσικά όργανα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι πιο σημαντικές από τις ηλεκτρικές ιδιότητες του ξύλου είναι η **ηλεκτρική αντίσταση**, δηλαδή η αντίσταση του στη διόδο συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και οι **διηλεκτρικές ιδιότητες** κάτω από την επίδραση εναλλασσόμενου ρεύματος υψηλής συχνότητας.

Ηλεκτρική αντίσταση

Η *ηλεκτρική αντίσταση* του ξύλου είναι το αντίστροφο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Χρησιμοποιείται κυρίως στα ηλεκτρικά υγρόμετρα για την εύρεση της περιεχομένης υγρασίας του ξύλου (κυρίως για υγρασίες από 5-25% περίπου).

Το απόλυτα ξηρό ξύλο είναι *μονωτικό σώμα* (δηλαδή δεν επιτρέπει τη διόδο ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από τη μάζα του). Συνεπώς, η ηλεκτρική αντίσταση του ξηρού ξύλου είναι πολύ υψηλή. Η ηλεκτρική αντίσταση του ξύλου επηρεάζεται κυρίως από την υγρασία του, και δευτερευόντως από την πυκνότητα, την κατεύθυνση διόδου του ρεύματος μέσα στο ξύλο, τη δομή του ξύλου, και τη θερμοκρασία του.

Η επίδραση όμως της υγρασίας είναι πολύ μεγαλύτερη από την επίδραση των άλλων παραγόντων. Η ηλεκτρική αντίσταση μειώνεται με την αύξηση της υγρασίας του ξύλου, ειδικά σε επίπεδο υγρασίας κάτω από το σημείο ινοκόρου. Έτσι κάτω από το σημείο ινοκόρου, όταν αυξάνεται η υγρασία του ξύλου, η ηλεκτρική αντίσταση μειώνεται εκατομμύρια φορές, ενώ από το σημείο ινοκόρου έως τη μέγιστη υγρασία που μπορεί να συγκρατήσει το ξύλο, η μείωση της ηλεκτρικής αντίστασης είναι πολύ μικρή (όχι πάνω από 50 φορές). Ξύλο απόλυτα ξηρό δεν επιτρέπει τη διόδο του ρεύματος μέσα από τη μάζα του και μπορεί να συγκριθεί με τα καλύτερα μονωτικά υλικά, όπως λ.χ. την πορσελάνη και την παραφίνη. Ορισμένα βαριά ξύλα, όπως λ.χ. το τροπικό *Lignum vitae*, χρησιμοποιούνται ως μονωτικό για τον ηλεκτρισμό υλικό. Πρέπει να τονισθεί ακόμα ότι ξύλο κορεσμένο με υγρασία συμπεριφέρεται περίπου όπως το νερό.

Η αξονική ηλεκτρική αντίσταση του ξύλου είναι περίπου 210 φορές μεγαλύτερη από την εγκάρσια. Η αντίσταση ξηρού ξύλου αυξάνεται με τη μείωση της θερμοκρασίας του ξύλου.

Το ξύλο λόγω της πολύ μικρής ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιείται για τη μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος, για την κατασκευή ηλεκτρικών μονωτήρων και λαβών ηλεκτρικών εργαλείων. Ο εμποτισμός του ξύλου με υδατοδιαλυτά άλατα ή πηκτικό ελαττώνει σημαντικά την ηλεκτρική αντίσταση του (=αυξάνει την ηλεκτρική αγωγιμότητα). Αντίθετα, ο εμποτισμός του με φαινολικές ρητίνες ή παραφίνη αυξάνει την ηλεκτρική αντίσταση του ξύλου, γιατί μειώνεται η υγροσκοπικότητα του ξύλου.

Διηλεκτρικές ιδιότητες

Οι διηλεκτρικές ιδιότητες του ξύλου είναι η διηλεκτρική σταθερά και ο συντελεστής ισχύος. Η **διηλεκτρική σταθερά** (ή ηλεκτρική διαπερατότητα) είναι μέτρο της μονωτικής αξίας του ξύλου κάτω από την επίδραση εναλλασσόμενου ρεύματος. Η διηλεκτρική σταθερά του κενού ισούται με τη μονάδα (1), ενώ του ξηρού ξύλου κυμαίνεται μεταξύ 2 και 3. Η σταθερά αυτή αυξάνεται με την πυκνότητα, την υγρασία και τη θερμοκρασία του ξύλου, ενώ μειώνεται όταν αυξάνεται η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος. Στη σχέση διηλεκτρικής σταθεράς και υγρασίας του ξύλου στηρίζεται η λειτουργία των ηλεκτρικών υγρομέτρων για τη μέτρηση της περιεχομένης υγρασίας του ξύλου. Στα υγρόμετρα αυτά όμως η ακρίβεια των μετρήσεων δεν είναι μεγάλη, διότι οι μετρήσεις επηρεάζονται από την πυκνότητα του ξύλου. Εφαρμογές των διηλεκτρικών ιδιοτήτων του ξύλου έχουμε και (α) στη συγκόλληση του ξύλου (ειδικά στις επικολλητές κατασκευές ξύλου) και (β) στην ξήρανσή του με εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής συχνότητας.

Ο **συντελεστής ισχύος** του ξύλου είναι μέτρο της ταχύτητας με την οποία καταναλώνεται (απορροφάται) η ηλεκτρική ενέργεια από το ξύλο στη μονάδα του χρόνου, όταν βρίσκεται σε διηλεκτρικό πεδίο ρεύματος υψηλής συχνότητας. Η ενέργεια αυτή εμφανίζεται με τη μορφή θερμότητας και εξαρτάται κυρίως από την υγρασία του ξύλου. Σε υγρασία 15% ή μεγαλύτερη, ο συντελεστής ισχύος μπορεί να είναι μεγαλύτερος από 6%, ανάλογα με τη συχνότητα του ρεύματος (μεγαλύτερος συντελεστής σε μεγαλύτερη συχνότητα). Σε μικρότερη υγρασία, ο συντελεστής αυτός είναι 2-6%. Σε απόλυτα ξηρό ξύλο έχουμε τη μικρότερη απορρόφηση. Ο συντελεστής ισχύος αυξάνεται με την πυκνότητα του ξύλου και είναι μεγαλύτερος παράλληλα προς τις ίνες του ξύλου. Η ιδιότητα αυτή έχει σημασία κατά την ξήρανση ή συγκόλληση του ξύλου με ρεύμα υψηλής συχνότητας.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 7^ο Κεφαλαίου

1. Τι είναι ηλεκτρική αντίσταση του ξύλου.
2. Γιατί λέμε ότι το ξύλο είναι μονωτικό υλικό.
3. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τις ηλεκτρικές ιδιότητες του ξύλου και με ποιο τρόπο.
4. Δώστε μία εφαρμογή της ηλεκτρικής αντίστασης στην πράξη και εξηγήστε ανάλογα.
5. Δώστε παραδείγματα χειρισμού του ξύλου που βασίζονται σε ηλεκτρικές ιδιότητες του ξύλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ

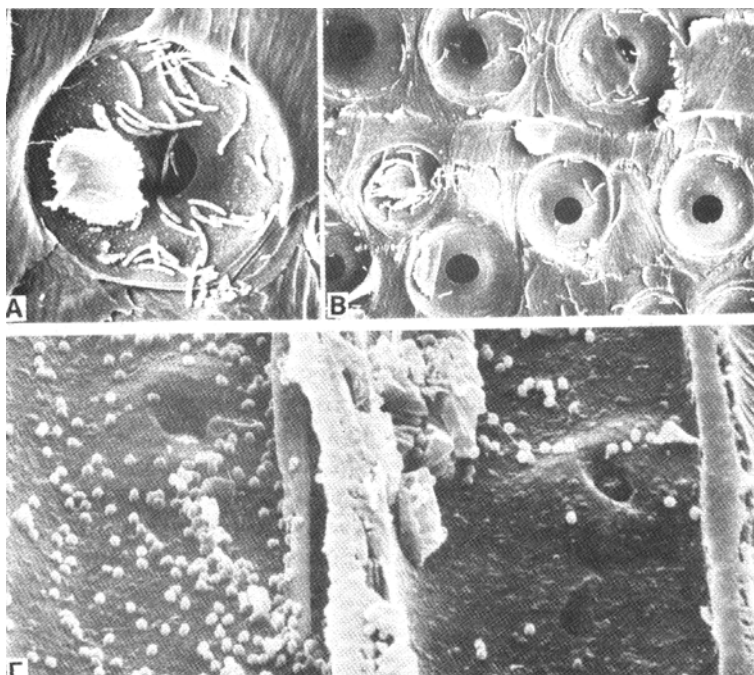
Εξωτερικοί παράγοντες (π.χ. βακτήρια, μύκητες, έντομα, τερμίτες, θαλάσσιοι οργανισμοί), αλλά και κλιματικοί, μηχανικοί, χημικοί και θερμικοί παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν **αλλοίωση** της εμφάνισης, της δομής και της χημικής σύστασης του ξύλου. Ο βαθμός αλλοίωσης ποικίλλει και μπορεί να είναι από απλή χρωματική αλλαγή μέχρι πλήρης αχρήστευση του ξύλου. Οι παραπάνω αλλοιώσεις μπορούν να λάβουν χώρα όταν το ξύλο είναι ακόμα ιστάμενο ως κορμός (στο ζωντανό δένδρο), είτε είναι με τη μορφή στρογγύλης ή πριστής ξυλείας, είτε σε ξύλινη κατασκευή ή τελική χρήση.

Βακτήρια

Πρόκειται για μικρούς φυτικούς οργανισμούς, συνήθως μονοκύτταρους, οι οποίοι υπάρχουν σε μεγάλους πληθυσμούς και μπορούν να αναπτύσσονται σε περιβάλλον με πολύ λίγο ή καθόλου οξυγόνο μέσα σε νερό ή μέσα σε υγρό έδαφος. Τα κυριότερα είδη βακτηρίων που προσβάλλουν το ξύλο ανήκουν στα γένη *Bacillus*, *Aerobacter* και *Rseudomonas*.

Η επίδραση βακτηρίων στο ξύλο είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τους μύκητες και τα έντομα. Προσβολές ξύλου από βακτήρια έχουμε μόνο σε ξύλινες κατασκευές μέσα σε νερό ή μέσα σε υγρό έδαφος, όπως λ.χ. σε αποβάθρες, μαρίνες, σκάφη, μεταλλεία, ψυκτικούς πύργους και περιφράξεις.

Η προσβολή των βακτηρίων περιορίζεται σε διάτρηση ή καταστροφή των μεμβρανών των βοθρίων (Εικ. 1), διάβρωση των κυτταρικών τοιχωμάτων και κατανάλωση του περιεχομένου των παρεγχυματικών κυττάρων (θρεπτικών στοιχείων). Η προσβολή των βακτηρίων προκαλεί αύξηση της διαπερατότητας του ξύλου και μείωση της μηχανικής αντοχής σε κρούση, θλίψη και κάμψη. Η μείωση της μηχανικής αντοχής μπορεί να είναι σημαντική, μόνο εάν η δράση των βακτηρίων είναι μακροχρόνια.



ΕΙΚΟΝΑ 1. Μικροσκοπική εμφάνιση προσβολής βακτηρίων σε ξύλο.
(A,B): Σε βοθρία πεύκης, (Γ): Σε υγρό εγκάρδιο ελάτης
(Πηγή: Τσουμής, 1984).

Η προκαλούμενη αύξηση της διαπερατότητας του ξύλου από τη δράση των βακτηρίων (Εικ. 1) χρησιμοποιείται ως βιολογική μέθοδος βελτίωσης του εμποτισμού του ξύλου ειδών με μικρή διαπερατότητα, όπως είναι η ελάτη και η ερυθρελάτη, με εμποτιστικές ουσίες. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, κορμοτεμάχια ερυθρελάτης που πρόκειται να εμποτισθούν αποφλοιώνονται και αποθηκεύονται σε νερό για 10-12 εβδομάδες, πριν η υγρασία του ξύλου κατέβει κάτω από το σημείο ινοκόρου.

Σε βακτήρια αποδίδεται και η δημιουργία του 'υγρού εγκαρδίου' ζωντανών δένδρων ελάτης και λεύκης, καθώς και μεταχρωματισμοί, μαλάκυνση εξωτερικών στρωμάτων ξύλου και υπερβολική ρίκνωση.

Τα βακτήρια μπορεί να δράσουν ταυτόχρονα με τους μύκητες ή να ευνοήσουν προσβολές μυκήτων.

Μύκητες

Οι μύκητες είναι φυτικοί οργανισμοί χωρίς χλωροφύλλη, οι οποίοι τρέφονται με οργανικό υλικό άλλων φυτών και ζώων. Οι μύκητες αρχίζουν τον κύκλο της ζωής τους με σπόρια, αόρατα με το μάτι, τα οποία κάτω από ευνοϊκές συνθήκες βλαστάνουν στο υπόστρωμα και παράγουν πολλές λεπτές υφές (*μυκήλια*). Σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης του μύκητα δημιουργούνται καρποσώματα, τα οποία απελευθερώνουν εκατομμύρια σπόρια για τη συνέχιση του κύκλου ζωής και τη διάδοσή τους.

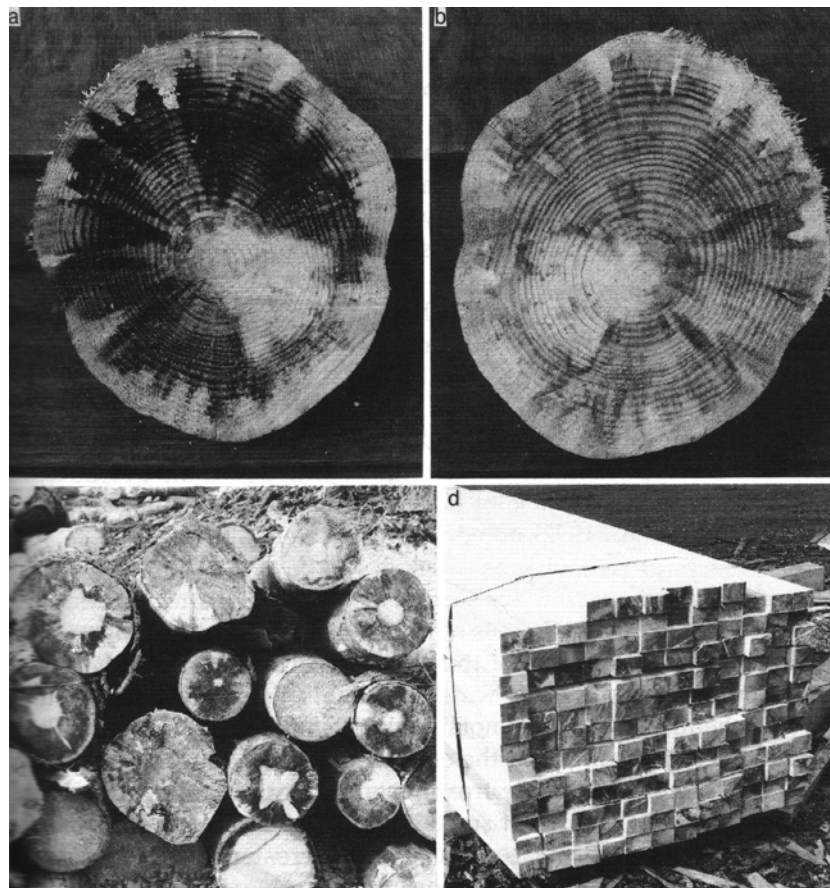
Οι μύκητες προσβάλλουν το ξύλο και προκαλούν μεταχρωματισμό ή σήψη (=σάπισμα). Έτσι διακρίνονται ανάλογα σε χρωστικούς μύκητες και σπητικούς μύκητες.

(1) Χρωστικοί μύκητες

Οι *χρωστικοί μύκητες* δεν προκαλούν σήψη στο ξύλο, αλλά μεταχρωματισμό, δηλαδή αλλαγή του αρχικού χρώματος του ξύλου. Τρέφονται με υδατάνθρακες που υπάρχουν μέσα στα παρεγχυματικά κύτταρα και ιδιαίτερα στις ακτίνες του ξύλου. Προσβάλλουν συνήθως το σομόφο ξύλο κορμών ή πριστών πεύκης, ερυθρελάτης και σπανιότερα οξιάς, δρυός, φράξου και λεύκης.

Η **κυάνωση** (bluestain) ξύλου πεύκης είναι η πιο γνωστή και σοβαρή προσβολή χρωστικών μυκήτων που παρατηρείται στη χώρα μας (Εικ. 2). Μύκητες του γένους *Ceratocystis* προσβάλλουν το ξύλο μετά την υλοτομία των δένδρων και μέχρις ότου η υγρασία του ξύλου μειωθεί κάτω του 18%. Το ξύλο γίνεται κυανότεφορο έως κυανόμαυρο σε όλη την έκταση του σομοφού ή σε ακανόνιστες θέσεις. Η αλλαγή του χρώματος δεν είναι επιφανειακή, αλλά σε βάθος και προκαλεί σημαντική μείωση της εμπορικής αξίας του ξύλου, όταν αυτό δεν βάφεται, όπως σε κατασκευές κουφωμάτων, πατωμάτων και επίπλων.

Η κυάνωση, ωστόσο, στο ξύλο πεύκης δεν είναι σήψη. Το κυανωμένο ξύλο διατηρεί την αντοχή του και μπορεί να υποστεί κατεργασία και βαφή. Η μόνη δυσμενής επίδραση που παρατηρείται είναι η μείωση της αντοχής σε κρούση κατά 15-30%. Ξύλο με έντονη κυάνωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε κατασκευή, εκτός περιπτώσεων που υποβάλλεται σε κρούση, όπως λ.χ. σκάλες, ικριώματα, αθλητικά είδη και στείλιάρια.



ΕΙΚΟΝΑ 2. Κυάνωση ξύλου πεύκης: (α): σε εγκάρσια τομή κορμού, (β): προσβολή σε βάθος, (γ): στοιβάδα κορμών πεύκης με κυάνωση (δ): πριστά που προέκυψαν από πρίση κυανωμένων κορμών.

Ακόμα, η αλλαγή του φυσικού χρώματος στο κυανωμένο ξύλο μειώνει την αισθητική αξία του, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί την εντύπωση ότι το ξύλο έχει σαπίσει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποκλείεται η κυανωμένη ξυλεία από σοβαρές κατασκευές, όπως λ.χ. έπιπλα και κουφώματα. Η τιμή της ξυλείας αυτής και των προϊόντων της μειώνεται μέχρι και 50%.

Από τη συνολική παραγωγή πεύκης στην Ελλάδα, κυανώνεται περίπου το 80%, ενώ η συνολική παραγωγή πεύκης είναι περίπου 156.000 m³ το χρόνο (στοιχεία έτους 1997). Υπολογισμοί σε συγκεκριμένη μελέτη έδειξαν ότι η οικονομική ζημιά που προκαλείται από την κυάνωση κάθε χρόνο είναι της τάξης των 4 δισεκατομμυρίων δρχ. σε τιμές του 1998 (Κακαράς 2000).

Το ξύλο κυανώνεται από τη στιγμή που θα υλοτομηθεί στο δάσος μέχρις ότου γίνει πριστή ξυλεία και ξηραθεί σε υγρασία κάτω του 16%. Οι μύκητες κυανόχρωσης δραστηριοποιούνται σε θερμοκρασία 20°C και προσβάλλουν το ξύλο σε μορφή κυρίως κορμών, αλλά και πριστών, αν οι συνθήκες φυσικής ξήρανσης δεν είναι κατάλληλες. Για να

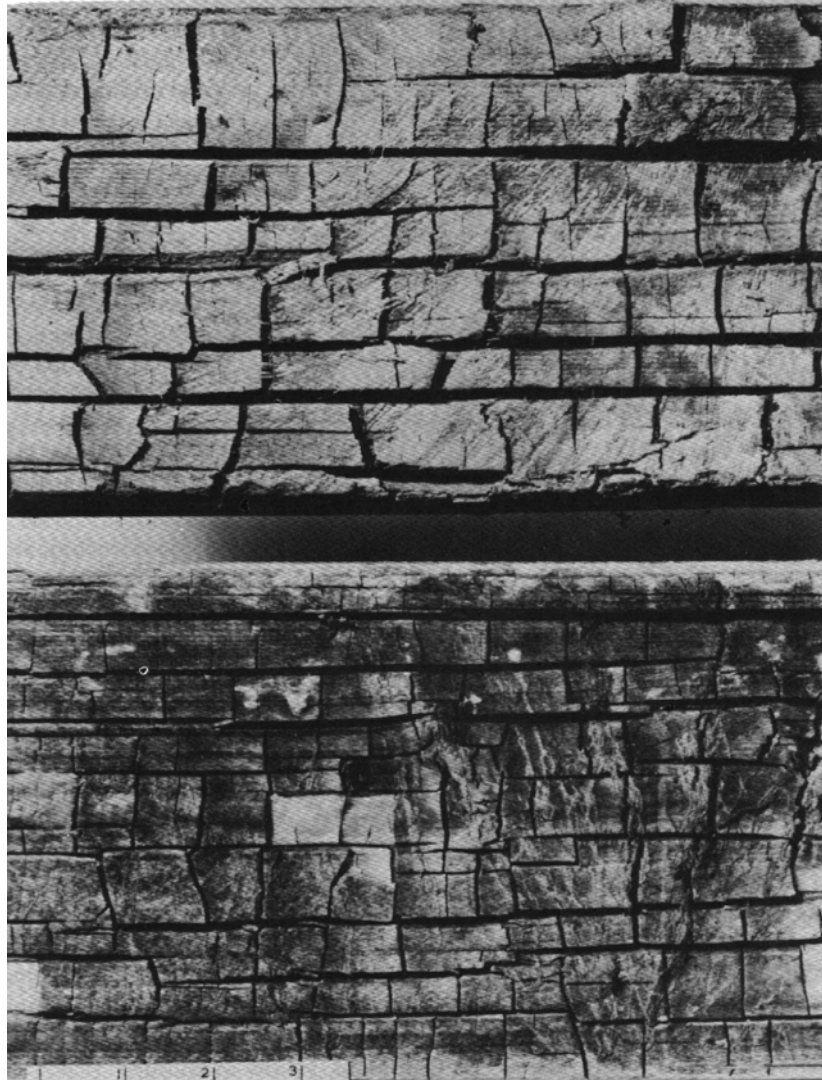
αποφύγουμε την κυάνωση του ξύλου, θα πρέπει: (α) οι υλοτομίες να διενεργούνται στο δάσος κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από 20°C, (β) η διακίνηση των κορμών για πρίση και ξήρανση στο πριστήριο να γίνονται το συντομότερο δυνατόν, (γ) οι κορμοί πρέπει να διατηρούνται μέχρι να πρισθούν μέσα σε νερό ή με συνεχή κατακλιση, ώστε η υγρασία του ξύλου να παραμένει σε ποσοστό πάνω από 20%, (δ) μετά την πρίση, τα πριστά πρέπει να οδηγούνται για ξήρανση σε ειδικά ξηραντήρια ή να γίνεται φυσική ξήρανση σε χώρο με καλό αερισμό και σωστή στοίβαξη των πριστών και (ε) να υπάρχει δυνατότητα ψεκασμού των κορμών, αμέσως μετά την υλοτομία, με ειδικά μυκητοκτόνα διαλύματα. Δυστυχώς στην Ελλάδα οι υλοτομίες γίνονται το καλοκαίρι, οι κορμοί παραμένουν στο δάσος για μήνες και στα πριστήρια επίσης, χωρίς προστασία με αποτέλεσμα να προσβάλλεται μεγάλο μέρος της παραγωγής.

Μία άλλη περίπτωση μεταχρωματισμού είναι η **ευρωτίαση** (=μούχλιασμα) που προκαλείται από προσβολή μυκήτων (γένη *Penicillium*, *Trichoderma*) στην επιφάνεια του ξύλου και δημιουργεί μεταχρωματισμό που κατά περίπτωση μπορεί να είναι επιφανειακός ή να προχωράει σε βάθος. Ξύλο με ευρωτίαση (μούχλα) παρουσιάζει προβλήματα στη συγκόλληση, ενώ αποκλείεται η χρήση του για ξύλινες συσκευασίες.

(2) Σηπτικοί μύκητες

Ανάλογα με το είδος του μύκητα έχουμε τριών ειδών σήψεις στο ξύλο: (α) τις **καστανές σήψεις**, (β) τις **λευκές σήψεις** και (γ) τις **μαλακές σήψεις**. Οι μύκητες των καστανών και λευκών σήψεων ανήκουν στους βασιδιομύκητες, ενώ των μαλακών σήψεων στους ασκομύκητες. Οι μύκητες καστανών σήψεων καταναλώνουν κυρίως υδατάνθρακες, δηλαδή κυτταρίνη και ημικυτταρίνες, αλλά αλλοιώνουν και τη λιγνίνη χωρίς να την καταναλώνουν. Όσο προχωράει η σήψη, το ξύλο γίνεται σκοτεινότερο, γιατί παραμένει μεγαλύτερο ποσοστό συστατικών με σκοτεινό χρώμα (βλ. λιγνίνη). Το ξύλο γίνεται καστανό, ρικνώνεται, ραγαδώνεται, καταρρέει και με μικρή πίεση θραύεται και γίνεται σκόνη (Εικ. 3).

Οι μύκητες που προκαλούν λευκές σήψεις μπορούν να αποσυνθέτουν υδατάνθρακες, αλλά και λιγνίνη. Όσο προχωρεί η σήψη, το ξύλο γίνεται ανοικτότερο στο χρώμα και αποκτά σπογγώδη υφή με ινώδη εμφάνιση. Τα πλατύφυλλα είδη είναι ιδιαίτερα ευπαθή στους μύκητες λευκών σήψεων.

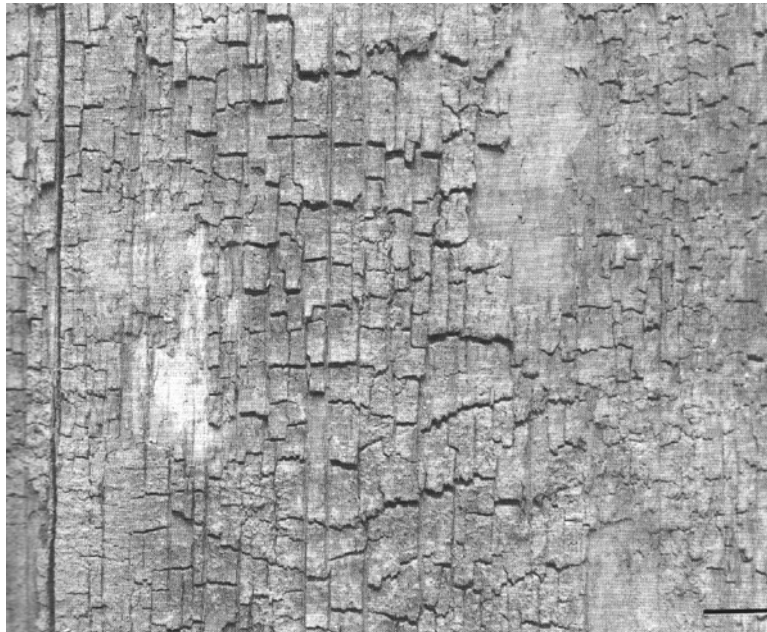


EIKONA 3. Τυπική εμφάνιση καστανής σήψης σε ξύλο.

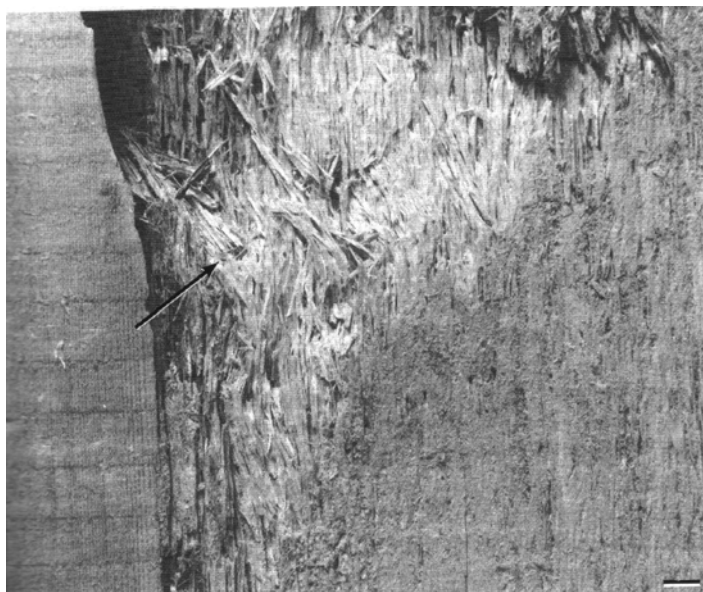
(πάνω εικ.): Τυπική καστανή σήψη από προσβολή *Seprula*.

(κάτω εικ.): Καστανή σήψη από προσβολή *Coniophora*.

Οι μύκητες μαλακών σήψεων προσβάλλουν το ξύλο, όταν αυτό βρίσκεται σε υγρές περιοχές, όπως σε επαφή με το έδαφος και σε μεταλλεία. Αποσυνθέτουν και καταναλώνουν κυρίως κυτταρίνη και ημικυτταρίνες και πολύ λιγότερο τη λιγνίνη. Οι μύκητες αυτοί προσβάλλουν περισσότερα είδη ξύλου από ότι οι μύκητες καστανών και λευκών σήψεων, και ειδικά τα πλατύφυλλα είδη. Ξύλο προσβεβλημένο από μύκητες μαλακής σήψης, διατηρεί το αρχικό του σχήμα, αλλά στην επιφάνεια γίνεται σκοτεινότερο και πιο μαλακό και με την εξέλιξη της προσβολής διαβρώνεται. Κατά τη διάρκεια της ξήρασης, το προσβεβλημένο ξύλο αποκτά ραγάδες, σχισμές και γίνεται πολύ εύθραυστο.



EIKONA 4. Μαλακή σήψη σε στόλο εμποτισμένο με πινσέλλαιο στη ζώνη εδάφους.



EIKONA 5. Μαλακή σήψη σε στόλο ηλεκτρικού ρεύματος (κάτω από τη γραμμή εδάφους).

Οι σπουδαιότεροι από τους μύκητες που προσβάλλουν το ξύλο μετά την υλοτομία των δένδρων και τις διάφορες κατασκευές είναι οι ακόλουθοι:

Ξυλεία κωνοφόρων

- *Lentinus lepideus*. Προσβάλλει στρωτήρες σιδηροδρόμων, στύλους ακόμη και εμποτισμένους με πισσέλαιο, ξυλεία μεταλλείων και οικοδομών. Δημιουργεί καστανή σήψη με υπόλευκες υφές, κολλώδη υφή και χαρακτηριστική οσμή.
- *Lenzites sepiaria*. Προσβάλλει κορμούς δένδρων, περιφράξεις, στύλους, γέφυρες. Προκαλεί καστανή σήψη. Σε δοκούς κατασκευών η σήψη συνήθως περιορίζεται στο εσωτερικό, με ανέπαφο το εξωτερικό στρώμα.
- *Peniophora gigantea*. Απαιτεί μεγάλη υγρασία για αυτό και προσβάλλει υγρούς κείμενους κορμούς και προκαλεί καστανή σήψη με χρώμα ανοικτό καστανοκίτρινο.
- *Polystictus abietinus*. Δημιουργεί λευκή σήψη με πολύ σπογγώδη υφή κατά το τελικό στάδιο της προσβολής στο σομόφο κατακεείμενων κορμών. Στο αρχικό στάδιο είναι δυσδιάκριτη η προσβολή γιατί προκαλείται πολύ ελαφρύς κιτρινοκαστανός μεταχρωματισμός και ελαφρά μαλάκυνση του ξύλου.

Ξυλεία πλατυφύλλων

- *Daedalia quercina*. Προκαλεί καστανή σήψη κυρίως στη δρύ αλλά και σε άλλα πλατύφυλλα. Το προσβεβλημένο ξύλο αποκτά χρώμα ερυθροκαστανό και θρυμματίζεται εύκολα.
- *Polystictus versicolor*. Προσβάλλει ξύλο που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος και προκαλεί τις σημαντικότερες ζημιές από όλους τους μύκητες σε ξυλεία πλατυφύλλων. Σε είδη με ανθεκτικό εγκάρδιο, όπως η δρύς, προσβάλλει μόνο το σομόφο, ενώ σε άλλα λιγότερο ανθεκτικά, όπως η οξιά μπορεί να προκαλέσει πλήρη καταστροφή.
- *Stereum purpureum*. Προσβάλλει κυρίως κορμούς οξιάς και λεύκης που έχουν πρόσφατα υλοτομηθεί. Προκαλεί λευκή σήψη.

Ξύλινες κατασκευές και οικοδομές

- *Coniophora cerabella*. Προσβάλλει ξύλινες οικοδομές στα σημεία που υπάρχει διαρροή νερού, υγρά μεταλλεία, ξύλα σε επαφή με το έδαφος. Προκαλεί καστανή σήψη και το ξύλο θρυμματίζεται εύκολα, ενώ στο αρχικό στάδιο δημιουργεί κιτρινοκαστανές θέσεις.
- *Serpula lacrymans*. Προκαλεί καστανή σήψη και το ξύλο σε προχωρημένο στάδιο σήψης θρυμματίζεται εύκολα. Σχηματίζει υφές μεγάλου μήκους, μέχρι 25μ. για τη μεταφορά της υγρασίας. Εμφανίζεται κυρίως στο ψυχρότερο τμήμα της εύκρατης ζώνης.

- *Phellinus megaloporus*. Προσβάλλει κυρίως ξύλο δρυός αλλά και καστανιάς σε οικοδομές όπου υπάρχει διαρροή νερού, σε μεταλλεία κλπ. Απαιτεί θερμό και υγρό περιβάλλον χωρίς φως. Προκαλεί λευκή σήψη και δημιουργεί λευκές ίνες, ενώ το ξύλο γίνεται ελαφρό και μαλακό χωρίς να θρυμματίζεται με το χέρι.

Πως αναπτύσσονται οι μύκητες

Οι μύκητες για να προσβάλλουν το ξύλο θα πρέπει να βρουν τροφή, οξυγόνο, και κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας.

Τροφή για τους μύκητες είναι τα συστατικά του ξύλου: κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και θρεπτικές ουσίες κυττάρων. Ανάλογα με τη χημική σύσταση του ξύλου, τα διάφορα είδη παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή στις προσβολές μυκήτων (βλ. Παράρτημα). Είδη που περιέχουν τοξικά εκχυλίσματα έχουν μεγάλη αντοχή.

Δείκτης της αντοχής του ξύλου στους μύκητες είναι το χρώμα και η πυκνότητα. Σκοτεινότερο χρώμα σημαίνει μεγαλύτερη αντοχή. Ο συνδυασμός σκοτεινού χρώματος και μεγάλης πυκνότητας ενισχύει την ανθεκτικότητα (δρύς, καστανιά, σκούρα τροπικά σιδηρόξυλα). Από μόνη της η πυκνότητα δεν επηρεάζει καθοριστικά την αντοχή στους μύκητες. Έτσι το ξύλο των πεύκων και του κυπαρισσιού, που δεν είναι ιδιαίτερα βαρύ, παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στη σήψη από ορισμένα βαριά ξύλα όπως η οξιά, η σημύδα, το σφενδάμι. Το εγκάρδιο ξύλο έχει μεγαλύτερη αντοχή από το σομόφο γιατί εκεί γίνεται η εναπόθεση των εκχυλισμάτων και γι αυτό έχει και σκοτεινότερο χρώμα.

Η υγρασία του ξύλου για να μπορεί να αναπτυχθεί ο μύκητας, πρέπει να είναι πάνω από 20%. Ιδανικές είναι οι συνθήκες όταν η υγρασία είναι 25-35%.

Οι μύκητες χρειάζονται επίσης οξυγόνο που το παίρνουν από τον αέρα που υπάρχει στις κυτταρικές κοιλότητες. Όταν οι κυτταρικές κοιλότητες είναι γεμάτες με νερό δεν υπάρχει χώρος για οξυγόνο και έτσι δεν αναπτύσσονται οι μύκητες. Για το λόγο αυτό και τα ξύλα προστατεύονται από τους μύκητες όταν αποθηκεύονται μέσα στο νερό δεξαμενών ή λιμνών. Στην Ελλάδα χρησιμοποιούμε την υγρή αποθήκευση ή τον καταιονισμό για την προστασία των κορμών οξιάς και κωνοφόρων από μύκητες και ραγαδώσεις. Πρέπει όμως ο καταιονισμός να είναι πλήρης και συνεχής.

Η καταλληλότερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των μυκήτων είναι 20-25°C. Η δράση των μυκήτων μειώνεται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 10°C και υψηλότερες των 30°C και αναστέλλεται εντελώς στους 0°C και στους 40°C. Θανάτωση των μυκήτων γίνεται κατά την τεχνητή ξήρανση με συνδυασμό υψηλών θερμοκρασιών και υψηλής σχετικής υγρασίας.

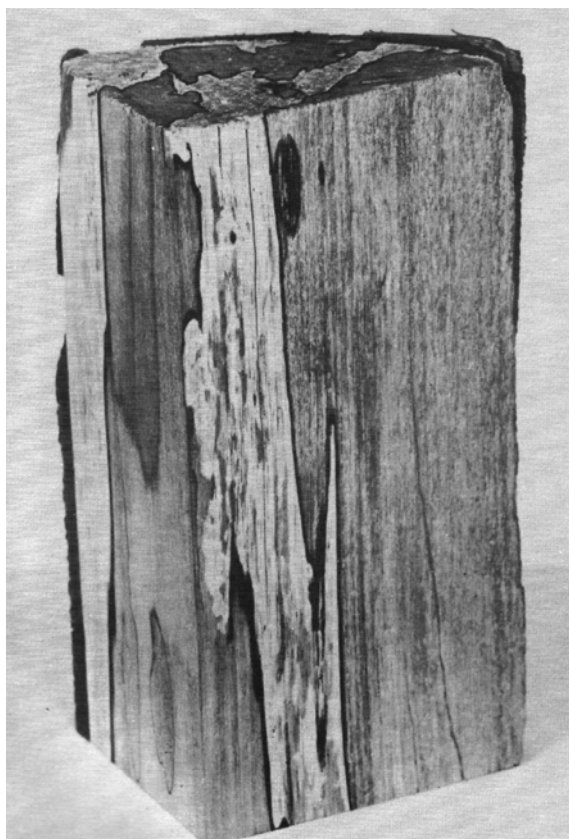
Αναγνώριση της προσβολής μυκήτων

Η αναγνώριση της προσβολής μυκήτων στο αρχικό στάδιο είναι δύσκολη. Ειδικά, η δημιουργία μικρών θηλάκων καστανής σήψης κάτω από την επιφάνεια του ξύλου είναι ιδιαίτερα δύσκολο να επισημανθεί. Η δημιουργία τέτοιων εσωτερικών θηλάκων καστανής σήψης παρατηρείται μερικές φορές κατά τη φυσική ξήρανση ερυθρελάτης, ψευδοτσούγκας, ελάτης. Η προσβολή αυτή μπορεί να επεκταθεί αν το ξύλο ξαναυγρανθεί κατά τη χρήση του.

Στα δικά μας δεδομένα η χρησιμοποίηση προσβεβλημένης στο αρχικό στάδιο ελάτης σε κατασκευές σκεπών ενέχει αυτόν τον κίνδυνο.

Η κατά θέσεις εμφάνιση φλεβών ή λωρίδων μεταχρωματισμένου ξύλου πρέπει να θεωρείται ύποπτη προσβολής και να ελέγχεται. Χρειάζεται ωστόσο προσοχή για να μη θεωρηθεί προσβολή κυάνωσης ή ευρωτίασης ως κανονική σήψη. Αν διαπιστωθεί προσβολή σήψης, τότε εντοπίζεται η έκταση προσβολής με τη βοήθεια μυτερού μαχαιριδίου.

Οι προσβεβλημένες ίνες ξύλου σπάνε και αποχωρίζονται εύκολα. Η παρουσία στενών σκοτεινού χρώματος γραμμών στο ξύλο είναι μια βέβαιη ένδειξη προσβολής.



***EIKONA 6.** Προσβολή ξύλου σημύδας από μύκητες λευκής σήψης.*

Συνέπειες προσβολής μυκήτων

Οι μύκητες που προσβάλλουν το ξύλο αλλοιώνουν το χρώμα, τη δομή, τη χημική σύσταση και τις ιδιότητες του ξύλου. Οι αλλοιώσεις αυτές αναφέρονται στα αρχικά στάδια προσβολών, γιατί σε προχωρημένα στάδια το ξύλο αχρηστεύεται:

- Το χρώμα γίνεται ανοικτότερο στη λευκή σήψη και σκοτεινότερο στην καστανή σήψη.
- Η πυκνότητα του ξύλου μειώνεται ανάλογα με το στάδιο προσβολής.
- Οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου ελαττώνονται ακόμη και στο αρχικό στάδιο προσβολής. Μείωση της αντοχής του ξύλου σε κρούση μέχρι και το 1/3 έως 1/2 προκαλείται στα αρχικά στάδια, προτού εμφανισθεί η μείωση του βάρους του ξύλου. Όταν το βάρος μειωθεί κατά 10% η αντοχή σε κρούση σχεδόν μηδενίζεται. Η αντοχή σε κάμψη, σε θλίψη και εφελκυσμό, καθώς και η αντοχή σε διάτμηση και η σκληρότητα, επηρεάζονται σε μικρότερο βαθμό. Οι καστανές σήψεις επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες περισσότερο από ότι οι λευκές σήψεις.

- Η υγροσκοπικότητα του ξύλου μεταβάλλεται σημαντικά. Το προσβεβλημένο ξύλο προσροφά περισσότερη υγρασία υπό μορφή υδρατμών και νερό όταν διαβρέχεται.
- Η ρίκνωση του ξύλου είναι πολύ μεγαλύτερη της κανονικής σε περίπτωση καστανής σήψης.

Τρόποι αποφυγής της σήψης του ξύλου

Το ξύλο προσβάλλεται από μύκητες είτε όταν είναι ζωντανό στη μορφή δένδρου, είτε ως κορμός, είτε ως πριστή ξυλεία, είτε τέλος όταν χρησιμοποιηθεί σε κατασκευές.

(1) Ιστάμενα ζωντανά δένδρα

Το ξύλο των ιστάμενων δένδρων προσβάλλεται από μύκητες, είτε μέσω τραυματισμένου φλοιού, είτε μέσω ασθενούς ριζικού συστήματος. Άρα θα πρέπει να μη τραυματίζεται ο φλοιός ή το ριζικό σύστημα των δένδρων. Από τη στιγμή που τα σπόρια των μυκήτων εισέλθουν στον κυρίως κορμό, τότε η προσβολή εξαπλώνεται πολύ εύκολα και μπορεί να προσβάλλει όλο το εγκάρδιο. Όταν κλαδιά δένδρων σπάνε από άνεμο, χιόνι κλπ. τότε πρέπει να κόβονται όσο γίνεται πλησιέστερα προς τον κορμό και να καλύπτεται η τομή με αντισηπτική και υδατοαπωθητική ουσία.

(2) Στρογγύλη ξυλεία

Ορισμένα μέτρα προφύλαξης αναφέρθηκαν στην κύανωση του ξύλου. Η οξιά που αποτελεί και ένα σπουδαίο είδος που φύεται στην Ελλάδα, υφίσταται σοβαρές ζημιές προσβολών μυκήτων. Προσβολή σε αρχικό στάδιο προκαλεί μεταχρωματισμό κατά θέσεις, γνωστό ως άναμμα της οξιάς. Πρέπει να υλοτομείται το χειμώνα και να διακινείται το ταχύτερο δυνατό από το δάσος σε δεξαμενές νερού του πριστηρίου.

Χρήσιμη είναι η επάλειψη των τομών των κορμών με διάλυμα 5% πενταχλωροφαινολικού νατρίου και μετά με διάλυμα παραφίνης.

(3) Πριστή ξυλεία σε αποθήκευση

Σοβαροί κίνδυνοι προσβολής πριστής ξυλείας υπάρχουν κατά τη φάση της φυσικής ξήρανσης, εάν δεν ακολουθούνται βασικοί κανόνες τεχνολογίας:

- Η πριστοπλατεία πρέπει να είναι ανοικτή στον ορίζοντα χωρίς βλάστηση από χόρτα, θάμνους, επίπεδο, χωρίς λιμνάζοντα νερά, χωρίς σωρούς από πριονίδια και υπολείμματα πρίσεως, τα οποία αποτελούν πηγή μόλυνσης. Αυτό είναι κάτι που παρατηρείται σε πολλά ελληνικά πριστήρια. Τα υπολείμματα πρίσεως πρέπει να απομακρύνονται το συντομότερο δυνατό.
- Η στοιβάξη των πριστών πρέπει να είναι σχολαστική επιμελημένη και με τέτοιο τρόπο, ώστε ο αέρας να κυκλοφορεί ελεύθερα γύρω από κάθε πριστό. Προς τούτο χρησιμοποιούνται πήχεις 2,5 x 2,5 cm και αφήνονται οριζόντια διαστήματα μεταξύ των πριστών.
- Οι στοιβάδες πρέπει να απέχουν από το έδαφος 40 cm και να είναι καλυμμένες. Η καλύτερη περίπτωση φυσικής ξήρανσης είναι τα ανοικτά υπόστεγα.

(4) Ξύλο σε κατασκευές

Η διάρκεια ζωής μίας ξύλινης κατασκευής εξαρτάται από τους εξής παράγοντες: (α) το είδος του ξύλου, (β) τις συνθήκες του περιβάλλοντος όπου εκτίθεται η κατασκευή και (γ) το μέγεθος της φόρτισης που δέχεται η κατασκευή. Συγκριτικά, οι περισσότερες κατασκευές ξύλου καταστρέφονται από προσβολές μυκήτων ή εντόμων, παρά από τη χρήση, τη μηχανική φόρτιση και άλλους παράγοντες.

Το σομό ξύλο όλων των ειδών εύκολα προσβάλλεται από μύκητες και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνθήκες υψηλού κινδύνου, χωρίς προηγουμένως να έχει συντηρηθεί. Είδη που έχουν μεγάλο ποσοστό εγκάρδιου, όπως η δρύς, είναι γενικά πιο ανθεκτικά από είδη όπως η οξιά, ο φράξος, τα οποία δεν έχουν σαφώς καθορισμένο εγκάρδιο. Μόνο σε μερικά είδη το εγκάρδιο είναι τόσο ανθεκτικό για να χρησιμοποιείται ανεμπότιστο σε επαφή με το υγρό έδαφος. Τέτοια ξύλα είναι για τα δικά μας δεδομένα, η καστανιά, το κυπαρίσσι, ο κέδρος, η δρύς, και από τα τροπικά, το Teak, το Iroko, το Azobe.

Όταν χρησιμοποιούνται λιγότερο ανθεκτικά ξύλα, τότε πρέπει να προστατεύονται από την επίδραση υγρασίας, ή να υφίστανται χειρισμό με κάποιο συντηρητικό.

Όταν ένα ελάχιστα ανθεκτικό ξύλο (βλ. σελ. 71), χρησιμοποιείται σε επαφή με το έδαφος, τότε δεν αρκεί απλή προστασία επάλειψης του ξύλου με βούρτσα, αλλά χειρισμός υπό πίεση μέσα σε κύλινδρο ή ανοικτή δεξαμενή. Ο χειρισμός με βούρτσα είναι κατάλληλος για κατασκευές, όπου το ξύλο δεν έρχεται σε επαφή με το έδαφος, ωστόσο για εξωτερικές κατασκευές πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε 3-4 έτη.

Έντομα

Τα ξυλοφάγα έντομα προσβάλλουν το ξύλο γιατί τρέφονται από τα συστατικά του και ζουν μέσα στο ξύλο τον περισσότερο χρόνο της ζωής τους. Για να καταλάβουμε τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να αποφύγουμε προσβολές εντόμων σε κατασκευές ξύλου, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουμε μια προσβολή όταν πια είναι γεγονός, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τα έντομα και τη ζωή τους.

Το κάθε έντομο έχει ένα βιολογικό κύκλο. Στο πρώτο στάδιο το τέλειο έντομο εναποθέτει τα αυγά του σε σχισμή ή εσοχή στην επιφάνεια του ξύλου. Μετά την επώαση προκύπτει η προνύμφη (Larva), η οποία αρχίζει τη διάνοιξη οπών και στοών μέσα στο ξύλο, για διάστημα που ποικίλει ανάλογα με το είδος του εντόμου και το κλίμα από 1 έως και 5 χρόνια. Στη συνέχεια η προνύμφη μεταβάλλεται σε νύμφη (Pupa) κοντά στην επιφάνεια του ξύλου. Μετά από μερικές εβδομάδες, από την νύμφη βγαίνει το τέλειο έντομο, το οποίο πετώντας βρίσκει το ταίρι του, γίνεται η σύζευξη και γεννά τα αυγά του σε σχισμή ξύλου ή σε πόρους. Έτσι κλείνει ένας κύκλος ζωής με τη συνεχή επανάληψη του οποίου εξαπλώνεται η προσβολή του εντόμου στην κατασκευή.

Η προσβολή των εντόμων συνίσταται στην διάνοιξη των οπών και στοών με διαμέτρους από 0,025 έως 2,5 cm. Η προσβολή αυτή γίνεται αποκλειστικά από την προνύμφη και πολλές φορές είναι τόσο έντονη που μετατρέπει σε σκόνη το εσωτερικό των κατασκευών και αφήνεται εξωτερικά ένα στρώμα ξύλου πολύ λεπτού πάχους. Το στάδιο της προνύμφης διαρκεί πολύ περισσότερο από τα άλλα στάδια. Σε εύκρατα κλίματα, για να συμπληρωθεί ολόκληρος ο βιολογικός κύκλος του εντόμου χρειάζονται από 1-10 χρόνια ή και περισσότερα ανάλογα με το είδος του ξύλου και τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Τα έντομα ευνοούνται από μεγάλες θερμοκρασίες και μικρά ποσοστά υγρασίας. Πολλές φορές έντομα αναπτύσσονται κάτω από το φλοιό κορμών και στη συνέχεια εισέρχονται στο ξύλο. Για το λόγο αυτό γρήγορη αποφλοιώση, κατεργασία και ξήρανση του ξύλου είναι πολύ καλά προστατευτικά μέτρα.

Τα σπουδαιότερα έντομα που προσβάλλουν ξυλεία και ξύλινες κατασκευές είναι τα ακόλουθα:

Anobium punctatum (κοινό σαράκι ή ξυλοφάγο έντομο επίπλων)

Όπως όλα τα κολεόπτερα φέρει δύο σκληρά εξωτερικά φτερά, τα οποία καλύπτουν και προστατεύουν τα πραγματικά φτερά. Το τέλειο έντομο έχει πολύ μικρό μέγεθος 2,5-5 mm. Οι προνύμφες είναι μικρές, υπόλευκες με καμπύλο σχήμα. Προσβάλλει κατασκευές ξύλου σε εσωτερικούς χώρους όπως έπιπλα, έργα τέχνης, ξύλινες σκάλες, ταβάνια, πατώματα, σκεπές.

Στην αρχή η προσβολή είναι δύσκολο να εντοπισθεί και μπορεί να περάσουν είκοσι και περισσότερα χρόνια μέχρις ότου γίνει φανερή. Έντονη προσβολή υπό μορφή επιδημίας παρατηρείται σε έπιπλα που κατασκευάστηκαν μπροστά από 60 χρόνια, οπότε το ξύλο εξωτερικά παραμένει άθικτο, ενώ εσωτερικά είναι γεμάτο πριονίδι και αυγοειδή περιττώματα. Ο βιολογικός κύκλος συνήθως διαρκεί 2 χρόνια, αλλά μερικές φορές και 10 χρόνια και περισσότερα. Οι τρύπες εξόδου του τέλειου εντόμου είναι κυκλικές με διάμετρο 1,5 mm και έχουν διαγνωστική σημασία.

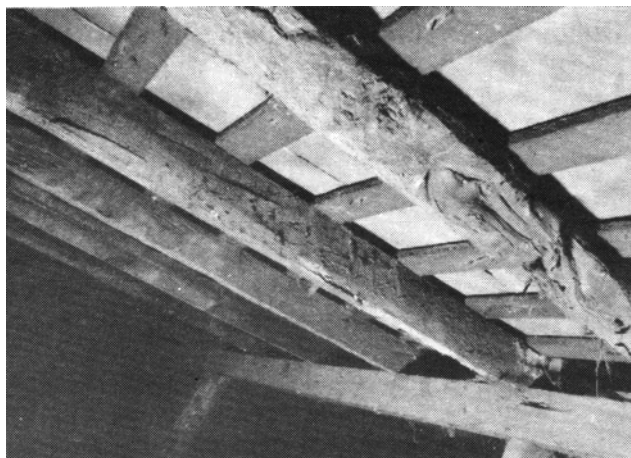
Xestobium rufovilosum (ρολόϊ του θανάτου)

Είναι κολεόπτερο έντομο που προκαλεί χαρακτηριστικό ήχο στη σιωπή της νύχτας, γι αυτό και οι Βρεττανοί το ονομάζουν deathwatch beetle, δηλ. ρολοϊ του θανάτου. Το τέλειο έντομο έχει χρώμα καστανό έως σοκολάτας, με μήκος 8mm. Οι προνύμφες έχουν υπόλευκο χρώμα και καμπύλο σχήμα. Προσβάλλει κυρίως το σομό της δρυός, που προηγουμένως έχει προσβληθεί ελαφρά από σηπτικούς μύκητες. Η προσβολή ευνοείται από συνθήκες μεγάλης υγρασίας. Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 1-4 χρόνια και οι οπές εξόδου είναι κυκλικές με διάμετρο 3mm περίπου. Οι στοές είναι γεμάτες με απορρίμματα σε μορφή δίσκου.

Άλλα έντομα της ίδιας οικογένειας που βρέθηκαν στην Ελλάδα είναι οι *Nicobium castaneum* και *Ernobius molis*.

Hylotrypes bajulus (υλότρυπος, ξυλοφάγος παλαιών σπιτιών)

Το τέλειο έντομο είναι μαύρο με μήκος 10-20 mm με δύο μακριές κεραίες. Οι προνύμφες είναι υπόλευκες. Προσβάλλει αποκλειστικά κατασκευές από σομό ξηρό ξύλο κωνοφόρων, κυρίως στέγες, αλλά και πόρτες παράθυρα, υποδομή πατωμάτων από ελάτη, περιφράξεις.



ΕΙΚΟΝΑ 7. Προσβολή στέγης από το έντομο υλότρυπος.

Επάνω: Πριν την απομάκρυνση λεπτής επιφανειακής στρώσης ξύλου.

Κάτω: Μετά την απομάκρυνση λεπτής επιφανειακής στρώσης ξύλου

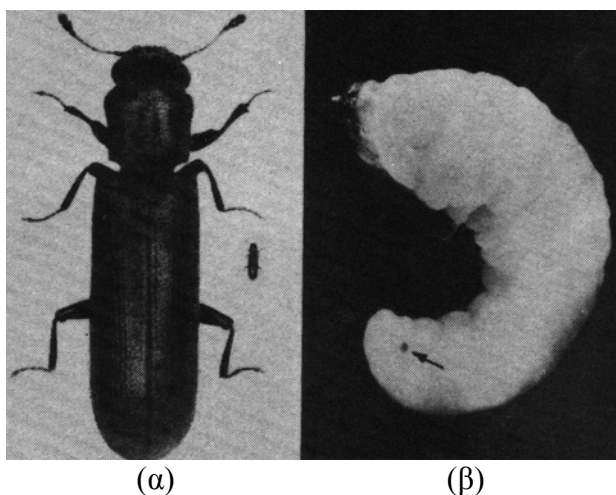
Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 2-3 χρόνια και μερικές φορές φθάνει τα 10-20 χρόνια. Οι τρύπες εξόδου έχουν διάμετρο 6-10mm (Εικ. 7). Οι προνύμφες, όταν ανοίγουν στοές μέσα στο ξύλο, προκαλούν χαρακτηριστικό θόρυβο, που έχει διαγνωστική σημασία.

Lyctus linearis, *L. brunneus* (παρκετοέντομο)

Ανήκει στα κολεόπτερα και το τέλειο έντομο έχει χρώμα ερυθροκαστανό έως μαύρο με μήκος 2-7 mm. Οι προνύμφες μοιάζουν με του *Anobium punctatum*. Οι οπές εξόδου έχουν

διάμετρο 1,5 mm. Είναι επικίνδυνα έντομα και ειδικότερα το πρώτο προσβάλλει μόνο πλατύφυλλα και ιδιαίτερα το σομόφο ξύλο ειδών που έχουν μεγάλους πόρους (αγγεία) για να εναποθέσουν τα αυγά τους, όπως δρύς, φράξος, φτελιά, καρυδιά, ακακία, καστανιά, κερασιά μαόνι, χίκори, ιρόκο. Το δεύτερο προσβάλλει το εγκάρδιο ειδών που έχουν πολύ άμυλο, όπως το μαόνι, η ακακία. Επίσης προσβάλλουν το κόντρα-πλακέ από σημύδα και κλήθρα.

Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 1-2 χρόνια, αλλά ελαττώνεται σε θερμαινόμενους χώρους και στα τροπικά κλίματα διαρκεί μόνο 2-3 μήνες.



EIKONA 8. *Lyctus brunneus*: α) Τέλειο έντομο
β) Προνύμφη

Η προνύμφη ανοίγει στοές και παράγει πολύ λεπτή σκόνη ξύλου, η οποία σε προχωρημένο στάδιο προσβολής ωθείται προς την επιφάνεια του ξύλου, όπου δημιουργεί μικρούς σωρούς.

Τα έντομα αυτά προσβάλλουν την πιστή ξυλεία πλατυφύλλων κατά τη διάρκεια φυσικής ξήρανσης και αποθήκευσης στο πιστήριο και στις μονάδες επίπλων και άλλων κατασκευών. Η προσβολή γίνεται σε τεμάχια πιστών, ημικατεργασμένα τεμάχια επίπλων και άλλων κατασκευών μέχρι να βαφούν, ή σε μορφή κόντρα πλακέ, ξυλοφύλλων, φρίζας ή κατεργασμένα παρκέτα.

Το σοβαρό πρόβλημα που μπορεί να προκύψει για τον τελικό χρήστη, τον κατασκευαστή επίπλων, τον παρκετοποιό, τον έμπορο ξυλείας και τον ιδιοκτήτη του πιστηρίου, είναι η περίπτωση προσβολής που έγινε σε κάποιο από τα στάδια παραγωγής των επίπλων ή άλλων προϊόντων και η προσβολή γίνεται αντιληπτή από τον αγοραστή του προϊόντος, μετά πάροδο 2-3 χρόνων. Τότε ο αγοραστής μπορεί να εγείρει αξιώσεις από τον κατασκευαστή των

επίπλων, ζητώντας αποζημίωση ή αντικατάσταση και έτσι δυσφημείται η μονάδα παραγωγής.

Xyloterus lineatus

Ανήκει στα κολεόπτερα. Το τέλειο έντομο έχει μήκος 2-3 mm με μαύρο θώρακα και φτερά με χαρακτηριστικές μαύρες και καστανές ταινίες. Προσβάλλει κωνοφόρα και δημιουργεί στοές μικρού μήκους με μαύρο χρώμα.

Urocerus (Sirex) gigas

Είναι υμενόπτερο με 4 μεμβρανώδη φτερά. Το τέλειο έντομο έχει μήκος 18-35 mm και το θηλυκό είναι μεγαλύτερο του αρσενικού. Οι προνύμφες είναι υπόλευκες, κυλινδρόμορφες. Προσβάλλει κωνοφόρα, σε μορφή κατακείμενων κορμών. Ο βιολογικός κύκλος διαρκεί 2-3 χρόνια και οι οπές εξόδου έχουν διάμετρο 5mm.

Camponotus herculeanus

Τα αρσενικά δεν έχουν φτερά, με μήκος 8-11 mm και τα θηλυκά με φτερά και μήκος 19 mm. Έχουν χρώμα μαύρο και συγχέονται με τους τερμίτες. Οι προνύμφες είναι κιτρινωπές; και προσβάλλει κυρίως κωνοφόρα.

Τερμίτες

Ανήκουν στα ισόπτερα και υπάρχουν 5.000 είδη. Προκαλούν πολύ μεγάλες ζημιές, ιδίως σε τροπικές χώρες. Διακρίνονται σε υπόγειους τερμίτες (*Reticulitermes lucifugus*) και σε τερμίτες ξηρών ξύλων (*Calotermes flavicollis*). Οι υπόγειοι τερμίτες εγκαθίστανται κατά κοινωνίες μόνιμα μέσα στο έδαφος και σε συνθήκες υγρασίας και σκότους. Από εκεί μέσα από σκοτεινές στοές προσβάλλουν ξύλα κωνοφόρων και πλατυφύλλων σε χρήση, όπως στύλους, πασσάλους, ξυλεία ορυχείων, ξύλινες γέφυρες, ξύλινα σπίτια, παλαιά ιστορικά κτίρια. Η βασίλισσα ζει πολλά χρόνια (70-80) και γεννά χιλιάδες αυγά κάθε μέρα.

Οι τερμίτες των ξηρών ξύλων προσβάλλουν απ' ευθείας το ξύλο μέσα στο οποίο κατασκευάζουν στοές, αφήνοντας στην εξωτερική επιφάνεια, ένα λεπτό στρώμα ξύλου. Στην Ελλάδα περισσότερο επικίνδυνος είναι ο τερμίτης ξηρών ξύλων. Συνήθως η προσβολή τερμιτών σχετίζεται με την παρουσία σηπτικών μυκήτων.

Θαλάσσιοι οργανισμοί

Ξύλινες κατασκευές μέσα σε θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό, όπως πλοία, βάρκες, πάσσαλοι προκυμαίων, κορμοί που αποθηκεύονται στο νερό κλπ. προσβάλλονται έντονα από ζωικούς οργανισμούς που ανήκουν στο φύλο Μαλάκια (*Mollusca*) και στο φύλο Αρθρόποδα (κλάση *Crustacea*). Τα σπουδαιότερα γένη που ανήκουν στα μαλάκια είναι: *Teredo*, *Bancina*, *Xylophaga*, *Martesia* και στα αρθρόποδα: *Limnoria*, *Chelura*, *Sphaeroma* κ.α.

Οι οργανισμοί αυτοί προκαλούν σοβαρές ζημιές, ειδικά σε ζεστά κλίματα (Εικ. 9). Οι οργανισμοί *Teredo* και *Bankia* αναπαράγονται με αυγά και δημιουργούν προνύμφες, οι οποίες εγκαθίστανται στο ξύλο, όπου αναπτύσσονται σε σχήμα σκουληκιού (σκουλήκια των πλοίων: shipworms). Η αρχική οπή εισόδου είναι στενή και κάθετη στην επιφάνεια, ενώ στη συνέχεια δημιουργούν στοές παράλληλες προς τις ίνες του ξύλου και με ασβεστώδη επένδυση. Το μήκος των κυμαίνεται από 1cm μέχρι 1m και το πάχος 3-5 mm. Από το πίσω μέρος του σώματός των προσροφούν νερό, από το οποίο δεσμεύουν το οξυγόνο και το πλαγκτόν για τροφή και στη συνέχεια αποβάλλουν το νερό.

Για την αποφυγή προσβολών οι κατασκευές πλοίων μετακινούνται από το αλμυρό σε γλυκό νερό για 2-3 εβδομάδες. Ενδείκνυται επίσης η χρησιμοποίηση ανθεκτικών τροπικών ξύλων, ο κατάλληλος εμποτισμός του ξύλου και η επικάλυψη του ξύλου με πλαστικό, μέταλλο ή τσιμέντο.

Τα είδη των γενών *Xylophaga* και *Martesia* δημιουργούν μικρότερες στοές (μέχρι 4 και 7 cm). Οι οργανισμοί του γένους *Xylophaga*, έχουν μικρότερο μήκος από τους *Teredo* και δημιουργούν στοές χωρίς ασβεστώδη επικάλυψη. Οι παραπάνω οργανισμοί φθάνουν μέχρι και τη Β. Ευρώπη, εκτός από το είδος *Martesia* το οποίο εμφανίζεται σε τροπικά νερά.

Τα αρθρόποδα διαφέρουν σημαντικά από τα μαλάκια στην εμφάνιση (μοιάζουν με ψείρες) και είναι πολύ μικρότεροι οργανισμοί. Τα είδη *Limnoria* και ειδικά το *L. lignorum*, βρίσκονται σε όλα τα μέρη του κόσμου. Έχουν μήκος 1,5-3mm και ανοίγουν στοές μέχρι 15mm μήκος. Οι προνύμφες δεν μπορούν να μετακινηθούν στο νερό, γι αυτό και η επέκταση της προσβολής γίνεται από υπάρχουσα εστία.

Τα είδη *Chelura* είναι λίγο μεγαλύτερα από τα *Limnoria*, ενώ κατά τα άλλα έχουν αρκετές ομοιότητες και συνήθως δρουν από κοινού. Τα είδη *Sphaeroma* βρίσκονται συνήθως σε θερμά αλμυρά νερά, αλλά μπορούν να προσβάλλουν ξύλο και σε γλυκά νερά.

Τα ξύλα της εύκρατης ζώνης δεν παρουσιάζουν αντίσταση στην προσβολή θαλασσινών οργανισμών, γι αυτό και είναι απαραίτητος ο εμποτισμός τους υπό πίεση με κατάλληλα ισχυρά εμποτιστικά.

Ορισμένα τροπικά ξύλα παρουσιάζουν αντίσταση σε προσβολές θαλασσινών μικροοργανισμών και αυτό οφείλεται κυρίως στα τοξικά εκχυλίσματα, καθώς και σε μεγάλη περιεκτικότητα πυριτικών ενώσεων που περιέχουν. Τέτοια τροπικά ξύλα είναι: Afrosmosia, Afzelia, Albizia, Ekki, Esia, Greenheart, Idigno, Iroko, Jarrah, Makore, Muninga, Padauk andaman, Teak κ.ά.



EIKONA 9. Έντονη προσβολή ξύλου από το θαλάσσιο μικροοργανισμό *Sphaeroma*.

Φυσική διάρκεια του ξύλου

Η χημική σύσταση του ξύλου, η οποία ποικίλει από είδος σε είδος, αλλά και στο ίδιο είδος μεταξύ σομού και εγκάρδιου, διαφοροποιεί τη συμπεριφορά του ξύλου σε προσβολές μυκήτων και εντόμων. Μεταξύ των ειδών ξύλου υπάρχουν μεγάλες διαφορές ως προς τη φυσική αντοχή ή διάρκειά του, δηλαδή ως προς το χρόνο που το ξύλο διατηρεί την αξία χρήσης του χωρίς προστατευτικό εμποτισμό.

Η φυσική αντοχή ή διάρκεια του ξύλου εξαρτάται από τις συνθήκες χρήσης του ξύλου (εσωτερικές κατασκευές, εξωτερικές κατασκευές στο ύπαιθρο, σε επαφή με το έδαφος, μέσα

στο νερό) και από το είδος και την ποσότητα των εκχυλισμάτων που περιέχονται στο ξύλο. Τα εκχυλίσματα είναι φυσικές συντηρητικές ουσίες που προστατεύουν το ξύλο από προσβολές μυκήτων, εντόμων και άλλων οργανισμών. Η παρουσία τους προσδίδει σκοτεινό χρώμα στο ξύλο, άρα ξύλα με σκούρο χρώμα έχουν γενικά μεγαλύτερη φυσική διάρκεια. Τα εκχυλίσματα υπάρχουν στο εγκάρδιο ξύλο και το σομφό ξύλο περιέχει ουσίες που είναι διαθέσιμες στους μύκητες, όπως είναι το άμυλο. Άρα το εγκάρδιο ξύλο έχει μεγαλύτερη φυσική διάρκεια από το σομφό.

Η πυκνότητα του ξύλου όταν συνδυάζεται με σκούρο χρώμα ενισχύει τη φυσική διάρκεια του. Ξύλα μεγαλύτερων διαστάσεων παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια. Επίσης ξύλα με τον ίδιο όγκο, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια όταν έχουν κυκλική διατομή, μικρότερη όταν έχουν τετράγωνη και ακόμα μικρότερη όταν έχουν ορθογώνια διατομή.

Στις τροπικές χώρες προκαλούνται μεγάλες ζημιές στο ξύλο και τις κατασκευές από έντομα, ενώ στην εύκρατη ζώνη μεγαλύτερες είναι οι ζημιές που προκαλούνται από μύκητες σε σύγκριση με εκείνες των εντόμων.

Με βάση τη φυσική αντοχή του εγκαρδίου ξύλου διαφόρων ειδών από προσβολές μυκήτων όταν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος, διακρίνονται οι εξής πέντε κατηγορίες:

- Πολύ ανθεκτικά: Ίταμος, άρκευθος, κυπαρίσσι, Iroko, Teak, Afrosmosia, Afzelia, Opepe, Guarea, Ekki, Makore, Padauk, Mansonia. (διάρκεια πάνω από 25 χρόνια).
- Ανθεκτικά: Δρύς, καστανιά, ακακία, ελιά, Agba, Idigno, Dark red meranti, Utile, Niangon, Karri, μαόνι Αμερικής, Dahoma, Kempas (διάρκεια 15-25 χρόνια)
- Μέτρια ανθεκτικά: Καρυδιά, ψευδοτσούγκα, λάρικα, αφρικανικό μαόνι, Tiama, Sapele (διάρκεια 10-15 χρόνια).
- Ελάχιστα ανθεκτικά: Δασική πεύκη, μαύρη πεύκη, ελάτη, ερυθρελάτη, φτελιά, σφενδάμι, πλάτανος, γαύρος, Afara, Avodire, White seraya, Abura, Obeche (διάρκεια 5-10 χρόνια).
- Μη ανθεκτικά: Οξιά, λεύκη, σημύδα, σκλήθρο, ιπποκαστανιά, ιτιά, φράξος, φιλύρα, Pamin, Balsa, Ceiba, και το σομφό ξύλο των περισσότερων ειδών (διάρκεια κάτω από 5 χρόνια).

Κλιματικοί παράγοντες

Το ξύλο όταν είναι εκτεθειμένο για μεγάλο χρονικό διάστημα σε εξωτερικές συνθήκες, υφίσταται την επίδραση των κλιματικών παραγόντων (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχή, χιόνι, αέρας, φως), οι οποίοι προκαλούν αλλοίωση, η οποία προκαλεί το φαινόμενο

της γήρανσης του ξύλου, το οποίο σε μακροσκοπική παρατήρηση περιλαμβάνει μεταβολή του χρώματος, ραγαδώσεις, στρεβλώσεις, επιφανειακή διάβρωση του ξύλου. Η επανειλημμένη ρίκνωση και διόγκωση του ξύλου στην επιφάνεια προκαλεί αποκόλληση των αυξητικών δακτυλίων, ραγαδώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων κ.ά.

Το ηλιακό φως και ειδικά η υπεριώδης ακτινοβολία προκαλεί μικροραγάδες στα κυτταρικά τοιχώματα, καταστροφή στις μεμβράνες των βοθρίων. Προκαλεί επίσης χημικές μεταβολές με αργό ρυθμό. Οι αλλοιώσεις αυτές υποβοηθούν την καταστροφική δράση του νερού, το οποίο προκαλεί και τις πιο σημαντικές αλλοιώσεις στο ξύλο.

Η υψηλή θερμοκρασία υποβοηθάει τη δράση του νερού ως παράγοντα αλλοίωσης, ενισχύοντας τη ρίκνωση και διόγκωση του επιφανειακού ξύλου. Ο άνεμος προκαλεί επιφανειακή διάβρωση και απομακρύνει επιφανειακές ίνες ξύλου, ενώ ενισχύει τη δράση του νερού.

Με την μακροχρόνια γήρανση του ξύλου απομακρύνονται συνεχώς επιφανειακά στρώματα ξύλου με πολύ αργό ρυθμό, ο οποίος εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Η επαπτομενική επιφάνεια δέχεται μεγαλύτερη αλλοίωση από τους κλιματικούς παράγοντες σε σχέση προς την ακτινική. Τέλος, αλλοίωση του ξύλου προκαλείται και από τη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Μηχανικοί παράγοντες

Το ξύλο που χρησιμοποιείται σε κατασκευές, όπου δέχεται μηχανικές φορτίσεις, υφίσταται σταδιακή αλλοίωση. Τέτοιες κατασκευές είναι οι στρωτήρες σιδηροδρόμων, γέφυρες, γλισιέρες σε διάφορες μηχανές, πατώματα, σκάλες, σαΐτες υφαντουργίας κ.α. Η αλλοίωση η οποία προκαλείται εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος της φόρτισης, από το είδος του ξύλου, την περιεκτικότητα σε υγρασία. Στους στρωτήρες, στις γέφυρες, στα πατώματα, η αλλοίωση προκαλείται από τις δυνάμεις τριβής, που προέρχονται από την κίνηση οχημάτων και ανθρώπων πάνω στις ξύλινες κατασκευές. Η δράση αυτή ενισχύεται από τη δράση σηπτικών μυκήτων.

Με εμποτισμό του ξύλου με κατάλληλες εμποτιστικές ουσίες αποτρέπεται η προσβολή μυκήτων και περιορίζεται ο ρυθμός απόξεσης των επιφανειακών ινών του ξύλου. Υπάρχουν ορισμένα είδη ξύλου που αντέχουν σε δυνάμεις τριβής και ενδείκνυται η εφαρμογή τους σε

τέτοιες κατασκευές. Τέλος υπάρχει και τεχνολογία συμπίεσης του ξύλου και αύξησης της πυκνότητάς του και της αντοχής του σε τριβή, για ειδικές εφαρμογές.

Μεγαλύτερη αντοχή σε μηχανικές φορτίσεις παρουσιάζει η εγκάρσια επιφάνεια του ξύλου, μικρότερη η ακτινική και ακόμη μικρότερη η εφαπτομενική.

Χημικοί παράγοντες

Το ξύλο παρουσιάζει σημαντική αντοχή σε χημικά διαλύματα (οξέα ή αλκάλια) μικρής πυκνότητας και χαμηλής θερμοκρασίας. Η ιδιότητα αυτή καθιστά το ξύλο κατάλληλο για διάφορες χρήσεις όπως δοχεία κιβώτια αποθήκευσης τροφών, και χημικών ουσιών στην βιομηχανία δέρματος, χρωμάτων σαπουνιών κ.α. Αντίθετα ισχυρά οξέα και αλκάλια προκαλούν σημαντική αλλοίωση στο ξύλο. Παρατεταμένη έκθεση του ξύλου σε αλκάλια διαλύει τις ημικυτταρίνες και τη λιγνίνη και αποσυνθέτει το ξύλο. Η επίδραση αυτή αξιοποιείται στη βιομηχανία χαρτοπολτού για την αποϊνώση του ξύλου.

Το ξύλο, γενικά, αντέχει σε αραιά διαλύματα οξέων περισσότερο από τον χάλυβα.

Με την επίδραση των χημικών ουσιών, είναι δυνατό να παρατηρηθεί μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου. Με την επίδραση αλκαλίων ελαττώνεται το μέτρο ελαστικότητας, η αντοχή σε κάμψη και η εγκάρσια θλίψη. Έντονος εμποτισμός ξύλου πεύκης με CCA (συγκράτηση 17%), και επαναξήρανση σε ξηραντήριο προκαλεί σημαντική μείωση της αντοχής σε στατική κάμψη. Ωστόσο, συνήθης εμποτισμός του ξύλου υπό πίεση με διάφορα συντηρητικά δεν επηρεάζει τις μηχανικές αντοχές του ξύλου σημαντικά και κατά συνέπεια δεν ασκεί αρνητική επίδραση στις εφαρμογές του.

Ξύλα τα οποία περιέχουν ταννίνες είναι δυνατό να υποστούν μεταχρωματισμό κατά θέσεις κατά τη χρήση καρφιών, κοχλιών και άλλων μεταλλικών αντικειμένων σε διάφορες κατασκευές σε συνθήκες υγρασίας. Τέτοια ξύλα είναι η δρύς, η καστανιά, η ψευδοτσούγκα κ.α. Γενικά θα πρέπει τα μεταλλικά αντικείμενα που χρησιμοποιούνται σε επαφή με το ξύλο σε εξωτερικές και υγρές περιοχές, να είναι γαλβανισμένα (επιμεταλλωμένα).

Κατά την φυσική ή τεχνητή ξήρανση του ξύλου, το χρώμα του γίνεται σκοτεινότερο λόγω οξειδώσεως του περιεχομένου των κυττάρων. Χαρακτηριστική είναι η αλλαγή του χρώματος του σκλήθρου αμέσως μετά την υλοτομία του σε κοκκινωπό, το οποίο στη συνέχεια ξεθωριάζει.

Θερμότητα

Το ξύλο λόγω της χημικής του σύστασης υφίσταται χημική αποσύνθεση κάτω από την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών. Οι καταστροφές που προκαλούνται κάθε χρόνο από πυρκαγιές δασών και ξύλινων κατασκευών είναι τεράστιες. Θέρμανση του ξύλου σε θερμοκρασία πυριαντηρίου ($103\pm 2^{\circ}\text{C}$) για μεγάλη διάρκεια, προκαλεί χημική αποσύνθεση όπως συμβαίνει και με θέρμανση μικρής διάρκειας και μεγάλης θερμοκρασίας. Προϊόντα αποσύνθεσης είναι: μονοξείδιο του άνθρακα, φορμικό οξύ, οξικό οξύ, μεθάνιο, κ.ά. Οι συνέπειες για το ξύλο και την κατασκευή εξαρτώνται από την διάρκεια της επίδρασης, τον τρόπο θέρμανσης, το είδος και τις διαστάσεις του ξύλου και μπορεί να είναι: απώλεια βάρους, ελάττωση μηχανικής αντοχής, διαφοροποίηση της δομής του ξύλου, μαλάκυνση, ελάττωση της υγροσκοπικότητας κ.α.

Από τα χημικά συστατικά του ξύλου ανθεκτικότερη στη θερμότητα είναι η λιγνίνη. Οι ημικυτταρίνες αποσυντίθενται σε $200\text{-}260^{\circ}\text{C}$ και η λιγνίνη σε $280\text{-}500^{\circ}\text{C}$.

Το ξύλο μεγάλων διαστάσεων παρουσιάζει αντίσταση στην εξάπλωση της φωτιάς και μπορεί να σταματήσει να καίγεται, εκτός και εάν επιδράσει πρόσθετη θερμότητα. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε επιφανειακή απανθράκωση του ξύλου, η οποία δρα ως μονωτικό και συντελεί στο να μην υποχωρούν δοκοί ξύλου μεγάλων διαστάσεων σε μια κατασκευή, ενώ μεταλλικές δοκοί υποχωρούν μόλις το μέταλλο αποκτήσει τη θερμοκρασία πυρκαγιάς.

Η αντοχή του ξύλου σε φωτιά αυξάνεται με εμποτισμό του ξύλου με κατάλληλες χημικές ουσίες που επιβραδύνουν την καύση του ξύλου (fire retardants).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 8^ο Κεφαλαίου

1. Όταν λέμε ότι το ξύλο αλλοιώνεται τι εννοούμε. Ποιες είναι οι βασικές κατηγορίες των αλλοιώσεων του ξύλου.
2. Ποιες συνθήκες ευνοούν την ανάπτυξη των μυκήτων στο ξύλο. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ χρωστικών και σηπτικών μυκήτων.
3. Να σχεδιάσετε και να περιγράψετε τα στάδια του κύκλου των ξυλοφάγων εντόμων.
4. Ποιο έντομο κάνει τη μεγαλύτερη ζημιά σε παρκέτα και τι γνωρίζετε για αυτό.
5. Ποιος εχθρός κάνει τη μεγαλύτερη ζημιά στην ξυλεία των οικοδομών και των σπιτιών και τι γνωρίζετε για αυτόν.
6. Να αναφερθούν οι κυριότεροι εξωτερικοί παράγοντες που αλλοιώνουν το ξύλο και ποιες είναι οι επιδράσεις πάνω του.
7. Να αναφερθούν οι κατηγορίες του ξύλου με βάση την ανθεκτικότητά τους στους κλιματικούς παράγοντες (μεγαλύτερη φυσική διάρκεια).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κακαράς Ι.** (2000). Δομή & Ιδιότητες του Ξύλου. Μέρος Α – Στοιχεία δομής του ξύλου. Σημειώσεις Τμήματος Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου-Επίπλου, Καρδίτσα (Τ.Ε.Ι. Λάρισας).
- Μαντάνης Γ.** (1999). Επιστήμη του Ξύλου. Μέρος Ι. Δομή του Ξύλου & Μέρος ΙΙ. Ιδιότητες του Ξύλου (αδημοσίευτη).
- Φιλίππου Ι.** (1986). Χημική Τεχνολογία του Ξύλου. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Τσουμής Γ.** (1983). Επιστήμη του Ξύλου. Τόμος Α – Δομή και Ιδιότητες. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Fengel D. & G. Wegener** (1984). Wood: Chemistry, Ultrastructure and Reactions. Walter de Gruyter. Berlin/New York.
- Tsoumis G.** (1968). Wood as Raw Material. Pergamon Press. New York.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ & ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΕΥΛΟΥ

ΓΕΝΙΚΑ

Περισσότερα από 70.000 διαφορετικά είδη ξύλου είναι γνωστά στον άνθρωπο. Από αυτά περίπου 400 είδη ξύλου κυκλοφορούν στο διεθνές εμπόριο και χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές. Πολλά από τα είδη αυτά αξιοποιούνται στη χώρα που αναπτύσσονται, χωρίς να εξάγονται.

Η σωστή και πλήρης αξιοποίηση του ξύλου απαιτεί τη δυνατότητα αναγνώρισης της ταυτότητάς του, τη γνώση των ιδιοτήτων του (φυσικών, χημικών, μηχανικών), της δομής του και της συμπεριφοράς του στα διάφορα στάδια κατεργασίας / επεξεργασίας του.

ΚΟΙΝΑ & ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΟΝΟΜΑΤΑ

Τα επίσημα ονόματα που αναφέρονται είναι τα προτεινόμενα από τις βρετανικές προδιαγραφές (BS881 και BS589, 1974, Nomenclature of Commercial Timbers), καθώς και τα κοινά ονόματα που καθιερώθηκαν στην ελληνική και διεθνή αγορά.

Τα εμπορικά ονόματα των ειδών ξύλου καθιερώθηκαν στις εμπορικές συναλλαγές και πάντοτε περιέχουν τα κοινά ή τα επίσημα ονόματα.

Πολλά από τα εμπορικά ονόματα έχουν δοθεί από τους εμπόρους στην προσπάθειά τους να διαδώσουν και να καταστήσουν δημοφιλή τα διάφορα είδη ξύλου. Ορισμένα εμπορικά ονόματα που αναφέρονται στο χρώμα είναι παραπλανητικά. Ογδόντα (80) διαφορετικά τροπικά ξύλα φέρουν το εμπορικό όνομα σιδηρόξυλο (ironwood). Η Queensland walnut είναι από την οικογένεια Lauraceae, η Αφρικάνικη καρυδιά (African walnut) από την οικογένεια Meliaceae. Κανένα από τα δύο αυτά είδη δεν είναι αληθινή καρυδιά. Τα είδη Tasmanian oak, Australian silky oak δεν είναι δρύς. Στις περιπτώσεις τέτοιων παραπλανητικών κοινών και εμπορικών ονομάτων, τα ονόματα αυτά βρίσκονται σε παρένθεση. Όλα τα κοινά και εμπορικά ονόματα παρέχονται στην αρχή με κεφαλαία γράμματα.

ΆΛΛΑ ΟΝΟΜΑΤΑ

Για το κάθε είδος ξύλου, μετά το κοινό – εμπορικό όνομα σε κεφαλαία γράμματα, παρέχονται άλλα ονόματα που καθιερώθηκαν τοπικά και εμφανίζονται και στα έγγραφα διακίνησης.

Ξύλα του ίδιου είδους μπορεί να διαφέρουν στην ποιότητα ανάλογα με τις κλιματεδαφικές συνθήκες, τις μεθόδους συγκομιδής, την ταχύτητα κατεργασίας και την ικανότητα του προσώπου που ενεργεί την ποιοτική ταξινόμηση. Πολλές φορές διαφορετικά είδη με κάποιες ομοιότητες πωλούνται ως ένα είδος.

Για τους παραπάνω λόγους η μόνη σωστή ταξινόμηση που εξασφαλίζει τον αγοραστή είναι η βοτανική ονομασία του κάθε είδους, η οποία δίδεται από ειδικό Επιστήμονα ή Τεχνολόγο ξύλου.

ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το βοτανικό όνομα κάθε είδους ξύλου δίδεται στη λατινική γλώσσα μετά τα κοινά – εμπορικά και τα άλλα ονόματα. Η διάκριση σε πλατύφυλλο ή κωνοφόρο δίδεται με τα αρχικά Π και Κ σε παρένθεση μετά το κοινό όνομα.

Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική κάθε είδος δένδρου φέρει το επίσημο επιστημονικό όνομα της βοτανικής ταξινόμησης, αποτελούμενο από δύο ονόματα, το πρώτο είναι το γένος και το δεύτερο είναι ένα επίθετο που δείχνει το συγκεκριμένο είδος του γένους, π.χ. *Pinus sylvestris*. Εκτός από το διπλό όνομα του κάθε είδους, δίδεται επίσης το όνομα της οικογένειας για ακριβέστερη ενημέρωση. Το βοτανικό όνομα κάθε είδους ξύλου είναι το μόνο αναμφισβήτητο και κοινά αποδεκτό σε περίπτωση διαφωνίας.

ΚΥΡΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ

Αναφέρονται τα προϊόντα ξύλου (πριστή ξυλεία, πελεκητή ξυλεία, στύλοι, καπλαμάδες) με τη μορφή των οποίων το συγκεκριμένο είδος απαντάται στη διεθνή αγορά

ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ – ΔΟΜΗ - ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Παρέχονται γενικά στοιχεία που αναφέρονται στις φυσικές ιδιότητες του ξύλου όπως, το χρώμα, το βάρος, τη σκληρότητα, τη στιλπνότητα, την υφή, την οσμή και τη γεύση. Παρέχονται επίσης στοιχεία δομής που είναι ορατά με γυμνό μάτι, ιδιαίτερα σφάλματα του ξύλου, η χημική σύσταση, εάν αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη σωστή αξιοποίηση.

Σε ότι αφορά την προέλευση, αναφέρονται οι περιοχές στις οποίες αναπτύσσεται το δασικό δένδρο από το οποίο προέρχεται η ξυλεία.

ΒΑΡΟΣ ΞΥΛΟΥ & ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Η εκτίμηση του πόσο βαρύ ή ελαφρύ είναι ένα ξύλο είναι πολύτιμη πληροφορία για τη γνώση της ταυτότητας του ξύλου και τη σωστή αξιοποίησή του.

Η πυκνότητα είναι μέτρο της μάζας που περιέχεται σε ορισμένο όγκο ξύλου και εκφράζεται με το πηλίκο μάζας προς τον όγκο του. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα του ξύλου είναι: η ποσότητα του νερού που περιέχεται στη μάζα του, η δομή του ξύλου, τα εκχυλίσματα και η χημική σύσταση του ξύλου.

Η πυκνότητα του κάθε είδους δίδεται σε υγρασία 0% και 12% συνήθως.

Για να υπολογίσουμε πρακτικά το βάρος ενός ξύλου σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό υγρασίας (από 5% έως 25%), έχοντας δεδομένο το βάρος του σε ποσοστό υγρασίας 12%, προσθέτουμε ή αφαιρούμε 0,5% του συγκεκριμένου βάρους για κάθε 1% πάνω ή κάτω από το 12%.

Η εκτίμηση του βάρους κάθε ξύλου σε σχέση με την πυκνότητα παρέχεται στον ακόλουθο πίνακα:

Κατηγορία ξύλου με βάση την πυκνότητα	Βάρος σε Kg/m³ σε υγρασία 12%	Πυκνότητα σε υγρασία 12%
Εξαιρετικά ελαφρύ	Κάτω από 300	0,30 ή λιγότερο
Ελαφρύ	300-450	0,30-0,45
Μέτριο	450-650	0,45-0,65
Βαρύ	650-800	0,65-0,80
Πολύ βαρύ	800-1.000	0,80-1,00
Εξαιρετικά βαρύ	Πάνω από 1.000	1,00 και πάνω

ΥΦΗ & ΣΧΕΛΙΑΣΗ ΞΥΛΟΥ

Ο όρος υφή του ξύλου (texture) αναφέρεται στις διαφορές των στοιχείων δομής όπως αυτά παρουσιάζονται σε εγκάρσιες επιφάνειες. Οι διαφορές αυτές αναφέρονται στο μέγεθος των κυττάρων και στην κατανομή των κυττάρων στο πρώιμο και όψιμο ξύλο και στις διαφορές πυκνότητας μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου. Η υφή διακρίνεται σε:

- **Τραχεία**, όταν έχουμε μεγάλη διάμετρο κυττάρων (πορώδες ή χονδρόπορο ξύλο)
- **Λεπτή**, όταν έχουμε μικρές διαμέτρους κυττάρων (λεπτόπορο ξύλο)
- **Ομοιόμορφη**, όταν τα κύτταρα κατανέμονται ομοιόμορφα μέσα στον ετήσιο δακτύλιο, όπως συμβαίνει με τα διασπορόπορα ξύλα με λεπτές ακτίνες, και
- **Ανομοιόμορφη**, όταν τα κύτταρα κατανέμονται ανομοιόμορφα μέσα στον ετήσιο δακτύλιο, όπως συμβαίνει στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα με πλατιές ακτίνες και σε κωνοφόρα με απότομη μετάβαση από πρώιμο σε όψιμο ξύλο.

Ο όρος **σχεδίαση** (grain) του ξύλου αναφέρεται στις κατά μήκος τομές του ξύλου (παράλληλα προς τον άξονα του δένδρου) και δημιουργείται από την κατανομή των δομικών στοιχείων του ξύλου, δηλαδή του εγκάρδιου και σομφού ξύλου, των κυττάρων, των ακτίνων και των ρητινοφόρων αγωγών. Ο συνδυασμός της σχεδίασης με το χρώμα προσδίδει σε ορισμένα ξύλα ελκυστική εμφάνιση.

Η σχεδίαση δηλώνει ακόμη και την κατεύθυνση των δομικών στοιχείων μέσα στο ξύλο. Με βάση την κατεύθυνση των δομικών στοιχείων μέσα στο ξύλο διακρίνουμε:

- την **ευθυΐνια** (straight grain), όταν τα κύτταρα του ξύλου κατανέμονται παράλληλα προς τον άξονα του δένδρου (ευθύϊνα ξύλα).
- την **απλή στρεψοΐνια** (spiral grain), όταν τα κύτταρα του ξύλου ακολουθούν σπειροειδή διάταξη γύρω από τον άξονα του δένδρου (στρεψοΐνια ξύλα). Η στρεψοΐνια είναι σοβαρό σφάλμα του ξύλου γιατί μειώνει τη μηχανική αντοχή, ευνοεί τη ραγάδωση και στρέβλωση και δυσχεραίνει τη μηχανική κατεργασία του ξύλου.
- τη **σύνθετη στρεψοΐνια**, όταν η διεύθυνση των ινών μέσα στο ξύλο εναλλάσσεται κατά διαστήματα. Η σύνθετη στρεψοΐνια είναι σφάλμα του ξύλου, μπορεί όμως να προσδίδει στο ξύλο ελκυστική σχεδίαση, όπως στο μαόνι.
- Τη **λοξοΐνια** (diagonal grain) ή τεχνητή στρεψοΐνια, όταν η πρίση δεν γίνεται παράλληλα προς την εντεριώνη του κορμού και οι ίνες του ξύλου τέμνονται υπό γωνία.
- Την **κυματοειδή σχεδίαση** (wavy grain), όταν οι ίνες του ξύλου σχηματίζουν κυματοειδείς πτυχώσεις σε κανονική σειρά.
- Την **κατσαρή σχεδίαση** (curly grain), όταν οι ίνες σχηματίζουν κυματοειδείς πτυχώσεις σε ακανόνιστη σειρά.

Συνδυασμοί διαφόρων σχεδιάσεων, χρωστικών ανωμαλιών, σφαλμάτων δομής και μεθόδων κοπής του ξύλου δημιουργούν εντυπωσιακές εικόνες ξύλου, όπως συνδυασμός

κυματοειδούς σχεδίασης και σγουρής σχεδίασης δημιουργεί εικόνα φτερών μέλισσας (beeswing) ή καθίσματος με πλάτη βιολιού (fiddleback). Συνδυασμός κυματοειδούς σχεδίασης με στρεψοϊνία δημιουργεί εικόνα κηλίδων (block mottled), κ.ο.κ.

ΣΤΙΛΠΝΟΤΗΤΑ

Η ιδιότητα των κυττάρων ορισμένων ειδών ξύλου να αντανακλούν το φως, τους προσδίδει **φυσική στιλπνότητα**, η οποία είναι συνήθως πιο έντονη στην ακτινική τομή (quartered sawn surfaces) λόγω της εμφάνισης των ακτίνων. Αυτός είναι και ένας επιπρόσθετος λόγος για τον οποίο τα διακοσμητικά ξυλόφυλλα, οι ξυλεπενδύσεις και τα παρκέτα επιδιώκεται να έχουν ακτινικές τομές.

Φυσική στιλπνότητα έχουν τα ξύλα ερυθρελάτης, φράξου, πλατάνου, φιλύρας και λεύκης.

ΜΕΤΑΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΞΥΛΟΥ ΑΠΟ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Πολλά ξύλα λόγω της χημικής τους σύστασης αποκτούν μαύρες – μελανές κηλίδες όταν έρχονται σε επαφή με σιδηρούχα σύμπλοκα (ανόργανη ύλη, ορυκτά), είτε μέσα στο έδαφος ή σε υγρές περιοχές. Αυτό οφείλεται σε αντίδραση μεταξύ του σιδήρου και των ταννινών ή των πολυφαινολών που υπάρχουν στο ξύλο. Τα σπουδαιότερα ξύλα που προσβάλλονται είναι **δρύς, καστανιά, afrormozia, makore, idigbo, kapur, obeche, Rhodesian teak και καρυδιά**. Τα κωνοφόρα περιέχουν λίγες ταννίνες, αλλά ορισμένα περιέχουν παρόμοιες ουσίες και επηρεάζονται, όπως το **όρεγκον παϊν (ψευδοτσούγκα) και η σεκβόια**. Αντίδραση μεταξύ σιδηρούχων ορυκτών και άλλων χημικών όπως λ.χ. τροπολόνης προκαλούν κόκκινες κηλίδες στο ξύλο western red cedar και καφέ κηλίδες στο yellow cedar.

ΟΣΜΗ

Η οσμή του ξύλου οφείλεται στην πτητικότητα των εκχυλισμάτων, τα οποία βρίσκονται κυρίως στο εγκάρδιο ξύλο. Χαρακτηριστική είναι η αρωματική οσμή του κυπαρισσιού και του κέδρου, όπως και η ρητινώδης οσμή του πεύκου. Τα περισσότερα ξύλα χάνουν την οσμή τους κατά τη διάρκεια της κατεργασίας τους. Πολύ λίγα διατηρούν την οσμή τους.

Η οσμή του ξύλου είναι δυνατό να αποτελεί πλεονέκτημα ή μειονέκτημα ανάλογα με το προϊόν που θα παραχθεί απ αυτό. Π.χ. η καμφορά και ο κέδρος χρησιμοποιούνται ως εντομοαπωθητικά σε ντουλάπες ρούχων, ενώ για κιβώτια φρούτων και τροφίμων το ξύλο

δεν πρέπει να έχει καμία οσμή ή γεύση. Όταν το ξύλο προσβληθεί από μύκητες και αποσυντεθεί αποκτά δυσάρεστη οσμή.

ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Η παρουσία οξικού οξέως στη δρύ και στην καστανιά μπορεί να προκαλέσει τη διάβρωση μετάλλων κάτω από συνθήκες υγρασίας.

ΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ

Η φυσική διάρκεια του ξύλου αναφέρεται στην αντοχή του ξύλου στις προσβολές μυκήτων όταν είναι σε επαφή με το έδαφος ή σε υγρούς εσωτερικούς χώρους, όπου η υγρασία του ξύλου μπορεί να ξεπεράσει το 20%.

Η κατάταξη που φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί, αφορά το εγκάρδιο ξύλο, ενώ το σομόφο ξύλο των διαφόρων ειδών έχει διάρκεια από 2-3 χρόνια μέχρι 10 χρόνια.

Χαρακτηρισμός του ξύλου με βάση τη φυσική διάρκεια (εγκάρδιο ξύλο)	Διάρκεια ζωής σε επαφή με το έδαφος (χρόνια)
Πολύ ανθεκτικό	Πάνω από 25 χρόνια
Ανθεκτικό	15-25
Μέτρια ανθεκτικό	10-15
Όχι ανθεκτικό	5-10
Εύφθαρτο (προσβάλλεται γρήγορα και εύκολα από μύκητες)	Λιγότερο από 5 χρόνια

Ξύλα τα οποία χρησιμοποιούνται εξωτερικά και δεν είναι σε επαφή με το έδαφος έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Εκτός από την αντοχή του ξύλου σε μύκητες, δίνονται πληροφορίες για τη συμπεριφορά του ξύλου σε ξυλοφάγα έντομα. Τα πιο επικίνδυνα για το ξύλο έντομα είναι τα ακόλουθα:

- **Anobium punctatum** (σαράκι ή ξυλοφάγο έντομο επίπλων), *Xestobium rufovilosum* (ρολόι του θανάτου) και *Plitinus pectinicornis*. Τα έντομα αυτά προσβάλλουν έπιπλα από

οξιά, σημύδα, λεύκη και άλλα πλατύφυλλα, καθώς και από κωνοφόρα όπως τη δασική πεύκη, την ελάτη και την ερυθρελάτη.

- **Lyctus linearis και Lyctus brunneus** (λύκτοι ή παρκετοέντομα). Τα έντομα αυτά προσβάλλουν ξυλεία κυρίως πλατυφύλλων σε πριστήρια, αποθήκες και μονάδες επίπλων. Προσβάλλονται ιδιαίτερα τα ξύλα που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε άμυλο, όπως: καρυδιά, φράξος, φτελιά, χίκори και από τα τροπικά obeche (ayous), afara, mahogany, antiaris, iroko, gamin. Η περιεκτικότητα του ξύλου σε άμυλο επηρεάζεται από την εποχή της υλοτομίας, από τη διάρκεια αποθήκευσης του ξύλου σε μορφή κορμών και από το είδος της ξήρανσης.
- **Helotrypes bajulus** (υλότρυπος). Προσβάλλει κυρίως στέγες από λευκή ξυλεία (ελάτη πεύκη, λάρικα, ερυθρελάτη, ψευδοτσούγκα).
- **Τερμίτες** (τάξη ισόπτερων), οι οποίοι προσβάλλουν ξύλα και κατασκευές ιδίως σε τροπικές χώρες.
- **Θαλασσινοί οργανισμοί** (μαλάκια), οι οποίοι προσβάλλουν όλα τα ξύλα της εύκρατης ζώνης αν χρησιμοποιηθούν μέσα στο θαλασσινό νερό. Ορισμένα τροπικά ξύλα που περιέχουν πυρίτιο ή τοξικά εκχυλίσματα αντέχουν σε προσβολές μαλακίων.

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Για την εκτίμηση της μηχανικής αντοχής και συνεπώς της καταλληλότητας του ξύλου για συγκεκριμένη εφαρμογή, απαιτείται η γνώση των σημαντικότερων μηχανικών αντοχών του ξύλου. Οι ιδιότητες αυτές για τις σπουδαιότερες εφαρμογές του ξύλου σε δομικές κατασκευές, σε χονδροξυλουργική (στέγες), μικροξυλουργική και έπιπλα είναι οι ακόλουθες:

- A. Μέτρο θραύσης σε στατική εγκάρσια κάμψη.
- B. Μέτρο ελαστικότητας. Είναι ίσως το πιο κρίσιμο κριτήριο γιατί εκφράζει τη μηχανική αντοχή ξύλινης δοκού ή υποστηρίγματος.
- Γ. Αντοχή σε κρούση ή αιφνίδια φόρτιση.
- Δ. Αντοχή σε θλίψη παράλληλα προς τις ίνες που εκφράζει τη δυνατότητα υποστηρίγματος μικρού ύψους να φέρουν φορτίο.

Ο Πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει την ταξινόμηση των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου με βάση την οποία κατατάσσονται όλα τα είδη ξύλου.

Ταξινόμηση μηχανικών ιδιοτήτων	Αντοχή σε κάμψη N/mm ²	Μέτρο ελαστικότητας N/mm ²	Μέγιστη αντοχή σε θλίψη N/mm ²	Αντοχή σε κρούση m
Πολύ χαμηλή	Κάτω από 50	Κάτω από 10000	Κάτω από 20	Κάτω από 0.6
Χαμηλή	50-85	10000-12000	20-35	0.6-0.9
Μέτρια	85-120	12000-15000	35-55	0.9-1.2
Υψηλή	120-175	15000-20000	55-85	1.2-1.6
Πολύ υψηλή	Πάνω από 175	Πάνω από 20000	Πάνω από 85	Πάνω από 1.6

Πέραν αυτών χρησιμοποιούνται ως μέτρο σύγκρισης τα ακόλουθα τρία (3) γνωστά για τις αντοχές τους είδη ξύλου:

- ⇒ **Σάμπα** με χαμηλές αντοχές – μέτρο ελαστικότητας (ME): 5.600 N/mm².
- ⇒ **Οξιά** με καλές μηχανικές αντοχές – μέτρο ελαστικότητας (ME): 12.600 N/mm².
- ⇒ **Green heart** με πολύ μεγάλες μηχανικές αντοχές – μέτρο ελαστικότητας (ME): 21.000 N/mm².

Εκτός από τις μηχανικές αντοχές, δίνεται και η πυκνότητα κάθε ξύλου σε υγρασία 0% και σε υγρασία 12%. Η πυκνότητα είναι δείκτης της μηχανικής αντοχής και της ανθεκτικότητας του ξύλου.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΞΥΛΟΥ

Συμπεριφορά στη ξήρανση και σταθερότητα μετά την ξήρανση

Η συμπεριφορά του ξύλου κατά την ξήρανση, αλλά και ο βαθμός σταθερότητας των διαστάσεων του ξύλου μετά τη ξήρανση και κατά τη διάρκεια της χρήσης του σε διάφορες κατασκευές αποτελούν πολύ χρήσιμα δεδομένα για τη σωστή κατεργασία και αξιοποίηση του ξύλου.

Ο χαρακτηρισμός της ταχύτητας ξήρανσης κάθε ξύλου στηρίζεται στο χρόνο που απαιτείται για να ξηραθεί σανίδα πάχους 25mm σε ξηραντήριο, από την υγρή κατάσταση (υγρασία πάνω από 60%) σε ποσοστό υγρασίας 12%. Ο Πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει την κατάταξη του ρυθμού ξήρανσης.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (25mm, από υγρή κατάσταση σε Y=12%)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (σε εβδομάδες)
Ταχεία	Μέχρι 1,5 εβδομάδες
Αρκετά ταχεία	1,5-2,5
Σχετικά αργή	2,5-3,5
Αργή	3,5-4
Πολύ αργή	Πάνω από 4

Η εκτίμηση της μεταβλητότητας των διαστάσεων ή της σταθερότητας των διαστάσεων του ξύλου μετά την ξήρανση (movement in service) στηρίζεται στο άθροισμα της ακτινικής και εφαπτομενικής μεταβολής που προκαλείται όταν με σταθερή τη θερμοκρασία στους 25 βαθμούς Κελσίου, μεταβληθεί η σχετική υγρασία από 90% στο 60%. Οι συνθήκες αυτές ανταποκρίνονται στα δεδομένα των φυσικών μεταβολών που υφίστανται οι κατασκευές ξύλου κατά τη χρήση τους.

Ο χαρακτηρισμός της μεταβολής των διαστάσεων φαίνεται στον Πίνακα που ακολουθεί:

ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ
Μικρή	Κάτω του 3%
Μέτρια	3-4,5%
Μεγάλη	Πάνω από 4,5%

Σημείωση: Δεν υπάρχει άμεση σχέση της ρίκνωσης κατά την ξήρανση του ξύλου και της μεταβολής των διαστάσεων κατά τη χρήση του ξύλου σε κατασκευές. Ξύλο που παρουσιάζει μεγάλη ρίκνωση κατά την ξήρανση μπορεί να εμφανίζει μικρή μεταβολή διαστάσεων στη συνέχεια.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΞΥΛΟΥ ΣΤΟΝ ΕΜΠΟΤΙΣΜΟ

Ο χειρισμός του ξύλου με διάφορα εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα συντηρητικά και ελαιώδεις ουσίες και ρητίνες που το καθιστούν αδιάβροχο, βρίσκει σήμερα εκτεταμένη εφαρμογή στην πράξη γιατί αυξάνει τη διάρκεια ζωής του εντυπωσιακά. Ο εμποτισμός του σομού ξύλου (το εξωτερικό τμήμα του κορμού) όλων των ειδών είναι εύκολος με εξαίρεση την ελάτη και την ερυθρελάτη. Για το λόγο αυτό, ξύλα σε στρόγγυλη μορφή κορμιδίων, που περιέχουν διαπερατό στα συντηρητικά στρώμα σομού ξύλου είναι προτιμότερα από άλλα ανθεκτικά στον εμποτισμό ξύλα.

Τα διάφορα είδη ξύλου ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος της διαπερατότητας του σομού και εγκάρδιου ξύλου κατά τη διαδικασία εμποτισμού υπό πίεση με πισσέλαιο ή υδατοδιαλυτά συντηρητικά.

- **Διαπερατά:** Εμποτίζονται πλήρως.
- **Μέτρια ανθεκτικά:** Αρκετά εύκολα εμποτίζονται πλευρικά (εφαπτομενικά) σε ένα βάθος 18mm σε περίπου 3 ώρες εμποτισμού.
- **Ανθεκτικά:** Δύσκολο να εμποτισθούν περισσότερο από 6 mm ακόμη και μετά από μακρά περίοδο εμποτισμού.
- **Εξαιρετικά ανθεκτικά:** Αδύνατο να εμποτισθούν σε οποιοδήποτε βάθος μετά από παρατεταμένη εφαρμογή πίεσης.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΚΑΜΨΗ

Η κάμψη (καμπύλωση) του ξύλου μετά από άτμιση είναι μία παλιά μέθοδος που χρησιμοποιείται για παραγωγή καμπύλων στοιχείων επίπλων και μικροαντικειμένων, η οποία συμβάλλει σημαντικά στην ποιοτική αναβάθμιση του παραγόμενου επίπλου. Η γνώση της συμπεριφοράς του κάθε ξύλου στη διαδικασία καμπύλωσης έχει πρακτική σημασία.

Η συμπεριφορά του ξύλου στη διαδικασία καμπύλωσης εκτιμάται από την ελάχιστη ακτίνα καμπύλωσης, στην οποία σημαντικός αριθμός πετυχημένων καμπυλώσεων μπορεί να γίνει σε δείγματα ξύλου πάχους 25 mm χωρίς σφάλματα. Τα δείγματα ξύλου πρέπει πρώτα να έχουν υποστεί άτμιση σε περιβάλλον κορεσμένο με ατμό σε ατμοσφαιρική πίεση για χρονικό διάστημα περισσότερο των 45 λεπτών αμέσως πριν την καμπύλωση.

Η ακτίνα καμπύλωσης εξαρτάται και από τη χρησιμοποίηση ή όχι λάμας υποστήριξης, καθώς και από την άσκηση πίεσης στα άκρα του δείγματος. Εναλλακτική εκτίμηση της συμπεριφοράς κάποιου ξύλου στην κάμψη μπορεί να γίνει με κρύα κάμψη επικολλητών σανίδων με υγρασία 12%.

Ο Πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα δεδομένα της κατάταξης των ειδών ξύλου.

Ακτίνα καμπύλωσης στην οποία η θραύση δεν υπερβαίνει το 5% των δειγμάτων (σε mm)	Ταξινόμηση ιδιοτήτων καμπύλωσης βαθμός καμπύλωσης (το δείγμα υποστηρίζεται από λάμα)
Λιγότερο από 150 mm	Πολύ καλά
150-250	Καλά
260-500	Μέτρια
510-750	Φτωχά
Πάνω από 750	Πολύ φτωχά

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Η συμπεριφορά του ξύλου κατά την κατεργασία του με διάφορα μηχανήματα (κοπή, πλάνισμα, τρύπημα, μορφοποίηση, λείανση) εξαρτάται από την πυκνότητα, τη δομή, τη χημική σύσταση και την ποιότητα του ξύλου.

Η αντίσταση την οποία προβάλλει το κάθε ξύλο κατά την κατεργασία του και η στόμωση (άμβλυνση) των κοπτικών εργαλείων διαφέρουν σημαντικά από είδος σε είδος. Ο βαθμός στόμωσης των εργαλείων διακρίνεται σε χαμηλό, μέσο, υψηλό, και πολύ υψηλό βαθμό στόμωσης.

Η σωστή και αποτελεσματική μηχανική κατεργασία επιβάλλει τη γνώση της συμπεριφοράς του κάθε ξύλου στις διάφορες φάσεις κατεργασίας του και την ανάλογη προσαρμογή των τεχνικών χαρακτηριστικών της μηχανικής κατεργασίας. Το κάθε ξύλο απαιτεί διαφορετικό χειρισμό στις διάφορες φάσεις της κατεργασίας του.

Η κατάταξη των ειδών ξύλου σε ότι αφορά τη συμπεριφορά τους κατά τη μηχανική κατεργασία αναφέρεται σε ξύλο ξηραμένο σε ποσοστό υγρασίας 12%. Όπου αυτό είναι εφικτό, παρέχονται πληροφορίες για την ιδιαίτερη συμπεριφορά και τις απαιτούμενες ρυθμίσεις στην κοπή, το πλάνισμα, το τρύπημα και το σκάλισμα του ξύλου. Αυτό δεν είναι πάντοτε δυνατό γιατί οι περισσότερες μηχανές πλάνισης ξύλου έχουν σταθερές θέσεις μαχαιριών και γωνίες κοπής μεταξύ 30-35 μοίρες, οι οποίες είναι κατάλληλες για τα περισσότερα κωνοφόρα.

Εάν για το πλάνισμα δύσκολων ξύλων (ξύλα με σύνθετη στρεψοϊνία) δεν είναι δυνατή η αλλαγή της κεφαλής πλάνισης, τότε η μείωση της γωνίας κοπής στις 20-15 μοίρες, μπορεί να πραγματοποιηθεί, τροχίζοντας την άκρη του μαχαιριού από την εμπρόσθια πλευρά (δηλ. από την πλευρά που σχηματίζεται η γωνία κοπής) και δημιουργώντας μία επιπλέον γωνία (front bevel angle) 15 μοιρών.

Τα πολύ σκληρά και βαριά ξύλα (αφρορμόζια, βενγκέ, κοτιμπέ, μπιλίγκα, ντουσιέ, παλίσσανδρος, παντούκ, έβενος, αμάρανθος) πολύ εύκολα ‘καίγονται’ στην επιφάνεια κατά την κατεργασία τους και ειδικά κατά το άνοιγμα οπών γεγονός που οδηγεί σε άσχημο φινίρισμα ή ανεπιτυχή συγκόλληση.

Παρέχονται επίσης πληροφορίες για τη συμπεριφορά κάθε ξύλου στο κάρφωμα και στο βίδωμα, καθώς και στη συγκόλληση. Για τις κατεργασίες αυτές, τα ξύλα χαρακτηρίζονται ως: **καλά, μέτρια και δύσκολα**. Ειδικότερα για τη συγκόλληση, υπάρχουν ξύλα που ‘λεκιάζουν’ από την αντίδραση της κόλλας με το ξύλο, όπως **δρύς, δεσποτάκι, όρεγκον παϊν, καρυδιά, καστανιά, μπιλίγκα, ντουσιέ, σαπέλι, σίπο, βεγκέ** και απαιτούν ειδικό χειρισμό. Άλλα πάλι που απορροφούν πολλή κόλλα κατά τη συγκόλληση, όπως **λεύκη, οξιά, σάμπα** και **σφενδάμι**.

Ξύλα που περιέχουν πολύ λάδι ή ρετσίνι και επηρεάζουν όλες τις φάσεις κατεργασίας και φινιρίσματος είναι: **πιτς παϊν, σουηδικό πεύκο** και **τίκ**.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΟΡΜΩΝ

Οι κορμοί μετατρέπονται σε πριστή ξυλεία ή ξυλόφυλλα με κατά μήκος τομές. Ανάλογα με την κατεύθυνση του επιπέδου πρίσης ή κοπής του κορμού ως προς την εντεριώνη διακρίνουμε:

- την **εφαπτομενική τομή**, όταν το επίπεδο πρίσης δεν περνάει από την εντεριώνη αλλά εφάπτεται κάποιου ετησίου δακτυλίου με γωνία μικρότερη των 45 μοιρών (flat sawn). Η τομή αυτή δημιουργεί ελκυστική ατρακτοειδή σχεδίαση, η οποία προκαλείται από τους ετησίους δακτυλίους. Η καρυδιά, το τήκ και το Brazilian rosewood κατεργάζονται στην τομή αυτή.
- την **ακτινική τομή** (quarter sawn ή rift sawn), όταν η γραμμή κοπής είναι κάθετη προς τους ετησίους δακτυλίους και παράλληλη προς τις ακτίνες. Για να δημιουργήσουμε ακτινικές τομές τεμαχίζουμε τον κορμό κατά μήκος σε τμήματα, συνήθως σε 4 τεταρτημόρια. Η ακτινική τομή δημιουργεί εικόνα παράλληλων γραμμών ή ραβδώσεων, όπως η χρυσαλίδα στη δρύ, βροχή στην οξιά και δαντέλα στο πλατάνι..

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΟΙΝΩΝ & ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΩΝ ΞΥΛΟΦΥΛΛΩΝ

Ο διακοσμητικός καπλαμάς παράγεται με **οριζόντια** ή **κατακόρυφη παλινδρομική τομή μαχαιριού** εναντίον τεμαχίου ξύλου, το οποίο έχει διαμορφωθεί κατάλληλα σε πρίσμα, ώστε να επιτυγχάνεται ακτινική τομή. Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι εκτύλιξης κορμών:

- **Περιστροφική τομή**, με περιστροφή του κορμού εναντίον ενός μαχαιριού σε τηρολέξα και παραγωγή συνεχούς φύλλου ξύλου.
- **Έκκεντρη περιστροφική τομή**, με έκκεντρη στερέωση και περιστροφή του κορμού ή του μισού κορμού ή τεταρτημορίου ή τμήματος του κορμοτεμαχίου σε τόρνο. Με την έκκεντρη τομή επιτυγχάνεται παραγωγή διακοσμητικού ξυλοφύλλου.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΕ ΒΑΦΗ & ΦΙΝΙΡΙΣΜΑ

Η βαφή, η στίλβωση ή το βερνίκωμα του ξύλου επηρεάζονται από τη χημική σύσταση του ξύλου, την περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα, σε ρητίνες, σε έλαια, καθώς και τη δομή του ξύλου (λεπτόπορα ή χονδρόπορα ξύλα) και την παρουσία σφαλμάτων δομής, όπως στρεψοϊνία, ανώμαλη δομή, κ.α. Στα χονδρόπορα ξύλα και στα ξύλα με σφάλματα δομής απαιτείται πιο λεπτομερής προεργασία με περισσότερα χέρια υποστρώματος βερνικιού (γέμισμα των πόρων).