

51
701

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ

- 1) ΤΑΓΚΛΗ ΕΙΡΗΝΗ
- 2) ΚΑΚΟΣΑΙΟΥ ΣΟΦΙΑ
- 3) ΧΟΥΛΗ ΕΥΛΑΜΠΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΜΕΤΑΞΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΑΘΗΝΑ 1997

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ

- 1) ΤΑΓΚΛΗ ΕΙΡΗΝΗ
- 2) ΚΑΚΟΣΑΙΟΥ ΣΟΦΙΑ
- 3) ΧΟΥΛΗ ΕΥΛΑΜΠΙΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΜΕΤΑΞΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 1997

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΘΕΜΑ

«Εργαστηριακή έρευνα των ιδιοτήτων διαφόρων τύπων ξυλείας για
επιστρώσεις δαπέδων.

Ανάπτυξη διαφόρων τύπων ξύλου που κυκλοφορούν στην Ελληνική
Αγορά.

Εργαστηριακές δοκιμές της ποιότητας των ξύλων δηλ. περιεχόμενη
φυσική υγρασία, πυκνότητα, δοκιμές σε κρούση, λυγισμό, θλίψη,
παράλληλα και κάθετα στις ίνες και έλεγχος ελαττωμάτων (ρόζοι,
πρεψίνια κ.λπ.) και τέλος ανάπτυξη - ανάλυση των διαφόρων
ασθενειών του ξύλου.»

ΑΘΗΝΑ 1997

BIBΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΕΛ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
-----------------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	6
1.1. Ανόργανα συστατικά	6
1.2. Οργανικά συστατικά.....	6
1.3. Εκχυλίσματα	7
1.4. Επιδράσεις στις ιδιότητες και χρήσεις του ξύλου.....	7
1.5. Ανώριμο, ώριμο και υπερώριμο ξύλο	9
1.6. Έλεγχος της ποιότητας του ξύλου	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	12
2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα.....	12
2.1.1. Υγρασία	12
2.1.2. Δομή.....	15
2.1.3. Εκχυλίσματα	19
2.1.4. Χημική Σύσταση.....	19
2.2. Προσδιορισμός της πυκνότητας.....	20
2.3. Σημασία της πυκνότητας.....	22

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΟΤΗΤΑ	24
3.1. Υγρασία του ξύλου ζωντανών δέντρων.....	24
3.2. Υγρασία του ξύλου ως υλικού.....	25
3.3. Μέγιστη υγρασία	27
3.4. Προσδιορισμός της υγρασίας του ξύλου	29
3.4.1. Ξήρανση και ζύγιση.....	29
3.4.2. Απόσταξη.....	30
3.4.3. Ηλεκτρικά υγρόμετρα.....	31
3.5. Σημασία της υγρασιμότητας	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΡΙΚΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΓΚΩΣΗ.....	35
4.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη ρικνώση και τη διογκώση	36
4.1.1. Υγρασία	36
4.1.2. Πυκνότητα.....	37
4.1.3. Δομή.....	38
4.1.4. Εκχυλίσματα	38
4.1.5. Χημική σύσταση	39
4.2. Προσδιορισμός ρικνώσεως και διογκώσεως.....	39
4.3. Σημασία της ρικνώσεως και διογκώσεως	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	46
5.1. Βασικές έννοιες.....	46
5.2. Ιδιότητες.....	50
5.2.1. Αντοχή σε εφελκυσμό.....	50
5.2.2. Αντοχή σε θλίψη.....	55
5.2.3. Αντοχή σε διάτμηση.....	56
5.2.4. Αντοχή σε κάμψη.....	57
5.2.5. Αντοχή σε σχίση	58
5.2.6. Αντοχή σε κρούση	59
5.2.7. Ελαστικότητα.....	59
5.2.8. Σκληρότητα.....	60
5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες.....	61
5.3.1. Υγρασία	61
5.3.2. Πυκνότητα.....	63
5.3.3. Θερμοκρασία	64
5.3.4. Διάρκεια φορτίσεως.....	68
5.3.5. Ελαττώματα του ξύλου.....	69
5.4. Προσδιορισμός των μηχανικών ιδιοτήτων.....	73
5.4.1. Δειγματοληψία.....	73
5.4.2. Διεξαγωγή δοκιμών - Αποτελέσματα.....	74
5.4.3. Βασικές και επιτρεπόμενες τάσεις.....	82
5.5. Άλλοι τρόποι προσδιορισμού των μηχανικών ιδιοτήτων.....	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	88
6.1. Το ξύλο ως πηγή ήχου	88
6.2. Προσπίπτοντα ηχητικά κύματα.....	88
6.3. Ταχύτητα διαδόσεως ήχου.....	90

6.4. Επίδραση ελαττωμάτων του ξύλου.....	91
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣ.....	92
------------------------------	-----------

7.1. Αυξητικές ακανονιστίες.....	92
7.1.1. Αποκλίσεις δέντρων από την τυπική εξωτερική μορφή.....	92
7.1.2. Αποκλίσεις από την ευθυμία.....	94
7.1.3. Ακανόνιστη διάταξη αυξητικών δακτυλίων.....	97
7.1.4. Ξύλο με ακανόνιστη δομή (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές).....	99
7.1.5. Διακοπή συνέχειας ιστών.....	106
7.1.6. Χρωματικές ανωμαλίες.....	108
7.1.7. Τραυματικές ακανονιστίες.....	110
7.2. Φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά.....	113
7.2.1. Ρόζοι.....	113
7.2.2. Εντεριώνη.....	115

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

ΞΥΛΙΝΑ ΔΑΠΕΔΑ.....	116
---------------------------	------------

8.1. Κατασκευαστικές προδιαγραφές επιστρώσεως δαπέδων.....	117
8.2. Παρκέτο.....	118
8.3. Υπόστρωμα και περιεκτικότητα σε υγρασία.....	120
8.4. Παρκέτο - Επιλογή υλικού και τοποθέτηση.....	121
8.5. Παρκέ.....	124
8.6. Η τακτοποίηση.....	125
8.7. Η αντικατάσταση ενός μικρού σανιδιού.....	126
8.8. Το λουστράρισμα (βερνίκωμα).....	128

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΙΚΑ ΞΥΛΑ.....	130
---------------------------------------	------------

9.1. Αναγνώριση.....	130
9.2. Προέλευση, Ιδιότητες, Χρήσεις.....	133

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το ξύλο υπηρετεί τον άνθρωπο από τότε που αυτός εμφανίστηκε στη Γη, και έχει αποφασιστικά συντελέσει στην επιβίωσή του και στην ανάπτυξη του πολιτισμού. Αλλά και στη σύγχρονη εποχή, παρ' όλο που είναι διαθέσιμα άλλα ανταγωνιστικά υλικά (μέταλλα, σκυρόδεμα, πλαστικά), το ξύλο εξακολουθεί να είναι πρώτη ύλη μεγάλου αριθμού προϊόντων. Η αξία του διατηρείται σε πολλές παραδοσιακές χρήσεις, και μεγαλώνει σταθερά με τη χρησιμοποίησή του στην παραγωγή νέων προϊόντων για την ικανοποίηση αυξανόμενων αναγκών του ανθρώπου.

Τα προϊόντα που παράγονται από ξύλο μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες, εκείνα στα οποία διατηρείται η φυσική δομή του - και άλλα που παράγονται με μηχανική ή χημική μεταποίηση μέχρι που να μην αναγνωρίζεται η προέλευσή τους. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται γνωστά προϊόντα, όπως πριστή (οικοδομική) ξυλεία, στρωτήρες σιδηροδρόμων, στύλοι (τηλεπικοινωνίας, ηλεκτρισμού), ξυλεία μεταλλείων, αντικολλητά (κόντρα - πλακέ), μοριοπλάκες (μοριοσανίδες) κ.ά., και στη δεύτερη ινοπλάκες (ινοσανίδες), χαρτί, συνθετικές ίνες, φωτογραφικά φιλμ, πλαστικά, βερνίκια, εκρηκτικές ύλες, αλκοόλες (αιθανόλη, μεθανόλη), οξεικό οξύ, συνθετική βανίλια, συνθετικό πετρέλαιο και πολλά άλλα προϊόντα χημικής κατεργασίας.

Επίσης, το ξύλο είναι καύσιμη ύλη και χρησιμοποιείται για θέρμανση, μαγειρική και παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες. Σε πολλές χώρες, το ξύλο εξακολουθεί να είναι η κύρια θερμαντική ύλη. Η μισή περίπου παραγωγή ξύλου από τα δάση της Γης, χρησιμοποιείται ως καυσόξυλο. Με το ενεργειακό πρόβλημα, το ξύλο, που είναι ανανεώσιμο φυσικό προϊόν, αποκτά μεγαλύτερη σημασία ως καύσιμη ύλη.

Οι πολλαπλές αυτές υπηρεσίες οφείλονται σε ορισμένα πλεονεκτήματα: Το ξύλο είναι αισθητικά ασυναγώνιστο υλικό, γιατί είναι διαθέσιμο σε μεγάλη ποικιλία χρωμάτων, υφής και σχεδιάσεως. Δίνει ένα αίσθημα «ζεστασιάς» στην αφή και στην όραση, που δεν το έχουν τα ψυχρά ανταγωνιστικά του υλικά. Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του. Είναι μονωτικό στη θερμότητα και στον ηλεκτρισμό, έχει μικρή θερμική συστολή και διαστολή, και καλές ακουστικές ιδιότητες (χρησιμοποιείται για μουσικά όργανα). Δεν οξειδώνεται (έχει σημαντική

αντοχή σε αραιά διαλύματα οξέων). Η κατεργασία του είναι σχετικά εύκολη, με μικρή κατανάλωση ενέργειας. Η σύνδεσή του (με μεταλλικούς συνδετήρες ή συγκολλητικές ουσίες) είναι επίσης εύκολη. Είναι η κύρια πηγή κυτταρίνης, που αποτελεί τη βάση πολυάριθμων προϊόντων. Βρίσκεται σ' όλο τον κόσμο και είναι ανανεώσιμη πρώτη ύλη, σε αντίθεση με το πετρέλαιο, τα μεταλλεύματα και τον γαιάνθρακα, που βαθμιαία αλλά σταθερά εξαντλούνται. Δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, γιατί (κάτω από κατάλληλες συνθήκες), αποσυντίθεται. Είναι πηγή ενέργειας - δίνει θερμότητα με απ' ευθείας καύση ή παράγει υγρά και αέρια προϊόντα που είναι καύσιμα υλικά ή χρησιμοποιούνται για κίνηση μηχανών.

Αλλά το ξύλο έχει και μειονεκτήματα: Είναι υγροσκοπικό υλικό - συγκρατεί υγρασία όταν έρχεται σε επαφή με νερό ή με υδρατμούς της ατμόσφαιρας. Η πρόσληψη ή απώλεια υγρασίας, μέσα σε όρια, μεταβάλλουν τις διαστάσεις του. Είναι ανισότροπο υλικό - παρουσιάζει διαφορετική μηχανική αντοχή και διαφορετική μεταβολή διαστάσεων σε διαφορετικές αυξητικές διευθύνσεις (ανάλογα με τη θέση του μέσα στο δέντρο). Καίεται και σαπίζει. Έχει μεταβλητή δομή (και ιδιότητες), γιατί είναι βιολογικό προϊόν που παράγεται από πολλά είδη δέντρων, και η παραγωγή του επηρεάζεται από το περιβάλλον αυξήσεως και την κληρονομικότητα.

Η καλή γνώση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων είναι προϋπόθεση ορθολογικής αξιοποιήσεως του ξύλου, όπως και οποιουδήποτε άλλου υλικού. Η γνώση αυτή επιτρέπει βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος που παράγεται στο δάσος, καλύτερη χρήση των πολυάριθμων διαθέσιμων ειδών ξύλου, περιορισμό των μειονεκτημάτων του, παραγωγή προϊόντων της καλύτερης δυνατής ποιότητας και ελάττωση της σπατάλης του ξύλου.

Η δυνατότητα βελτιώσεως της ποιότητας στο δάσος έχει βασική σημασία και μπορεί να πραγματοποιηθεί, μέσα σε όρια, με δασοκομικά και άλλα μέτρα, όπως είναι κλάδευση, ρύθμιση αυξητικού χώρου, προστασία από δυνατό αέρα, μικροοργανισμούς και άλλους δυσμενείς παράγοντες, επιλογή και πολλαπλασιασμό γενετικά άριστων ατόμων, προσεκτική συγκομιδή κ.ά.

Σχετικά με τα μειονεκτήματα του ξύλου πρέπει να σημειωθούν τα εξής: η υγροσκοπικότητα είναι μειονέκτημα κυρίως γιατί σχετίζεται με την αυξομείωση των διαστάσεών του, που σε ορισμένες περιπτώσεις προκαλεί προβλήματα σε προϊόντα και κατασκευές - αλλ' αυτή η μεταβολή διαστάσεων μπορεί να

περιοριστεί σε βαθμό που να μην υπάρχουν ανεπιθύμητες συνέπειες για την πράξη (με κατάλληλη ξήρανση πριν από τη χρήση και με άλλα μέτρα). Η ανισοτροπία του ξύλου δεν είναι πάντοτε μειονέκτημα (η ανισοτροπία της μηχανικής αντοχής είναι πλεονέκτημα για ορισμένους τρόπους φορτίσεως), και πρακτικά εξουδετερώνεται σε μεταποιημένα προϊόντα, όπως αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες και χαρτί. Το ξύλο καίεται - αλλά υπάρχουν δυνατότητες αντιπυρικής προστασίας του. Το ξύλο σαπίζει - αλλά πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι εμπότισμός με τοξικές χημικές ουσίες μπορεί να επιμηκύνει πολλαπλάσια τη διάρκειά του, και ότι για να υπάρξει σήψη χρειάζεται ορισμένες προϋποθέσεις: θερμοκρασία, υγρασία, αέρας και τροφή για τους μύκητες. Αν ένας παράγοντας απουσιάζει (π.χ. υγρασία), το ξύλο διαρκεί αιώνια, όπως αποδεικνύεται από έπιπλα που βρέθηκαν σε τάφους Φαραώ διατηρημένα σε εξαιρετική κατάσταση. Αλλά και πολλή υγρασία έχει προστατευτική επίδραση, γιατί τότε δεν υπάρχει ο απαραίτητος αέρας για τη ζωή μικροοργανισμών. (Αρχαία ξύλινα πλοία και άλλα ξύλινα αντικείμενα διατηρήθηκαν βυθισμένα στη θάλασσα, σε ποτάμια ή λίμνες). Τέλος, η μεταβλητότητα δομής και ιδιοτήτων δεν είναι πάντοτε μειονέκτημα (η μεγάλη ποικιλία των διαθέσιμων ειδών ξύλου είναι πλεονέκτημα), αντιμετωπίζεται στην πράξη με ποιοτική ταξινόμηση και υπάρχει σε όλα τα φυσικά προϊόντα.

Τελικά, μπορεί να διατυπωθεί το συμπέρασμα ότι το ξύλο έχει μειονεκτήματα, αλλά υπάρχουν δυνατότητες για την αντιμετώπιση και τον περιορισμό τους, ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή αξιοποίηση αυτού του πολύτιμου φυσικού υλικού.

Ο περιορισμός της σπατάλης του ξύλου αποτελεί ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα που σχετίζεται με την αξιοποίησή του. Είναι προβληματικό αν τελικά αξιοποιείται το 1/4 του όγκου που παράγεται από τα δέντρα του δάσους. Ο φλοιός, τα πρέμνα, οι ρίζες, τα κλαδιά και σε ορισμένες περιπτώσεις δέντρα κατώτερης ποιότητας, εγκαταλείπονται στο δάσος. Σε ορισμένες βιομηχανίες (πριστήρια, εργοστάσια παραγωγής ξυλοφύλλων και χαρτοπολτού), το ποσοστό του ξύλου που μεταποιείται σε προϊόντα μπορεί να είναι μικρότερο από 50% του όγκου που έρχεται για κατεργασία σε «κυλινδρική» μορφή (ως «στρογγυλή» ξυλεία). Το υπόλοιπο μετατρέπεται σε διάφορα υπολείμματα (πριονίδια, εξακρίδια, υπολείμματα παραγωγής ξυλοφύλλων, κ.ά.), που όχι μόνο σημαίνουν σπατάλη

πρώτης ύλης αλλά μπορεί να δημιουργούν και προβλήματα ρυπάνσεως του περιβάλλοντος ιδίως σε βιομηχανίες χημικής κατεργασίας του ξύλου.

Στον τομέα αυτόν γίνεται μεγάλη προσπάθεια και έχουν πραγματοποιηθεί επιτυχίες. Το καλύτερο παράδειγμα είναι η σχετικά νέα βιομηχανία μοριοπλακών, η οποία αξιοποιεί υπολείμματα άλλων βιομηχανιών και συγκομιδής του ξύλου στο δάσος. Επιδίωξη είναι η αξιοποίηση ολόκληρης της «βιομάζας» που παράγεται από τα δέντρα του δάσους, δηλαδή όχι μόνο του κορμού των δέντρων, αλλά και του πρέμνου, των ριζών, του φλοιού και των φύλλων. Ο φλοιός αξιοποιείται σε προϊόντα και άλλες χρήσεις. Από φύλλα παράγονται βιταμινούχες ζωοτροφές, φαρμακευτικές και άλλες χημικές ουσίες.

Η πρόοδος που έχει πραγματοποιηθεί και οι προοπτικές για το μέλλον βασίζονται στο γεγονός ότι το ξύλο αποτελεί αντικείμενο έντονου επιστημονικού ενδιαφέροντος με το οποίο επιδιώκεται καλύτερη γνωριμία του ως υλικού και εφαρμογή συγχρονισμένων μεθόδων στη βιομηχανική αξιοποίησή του. Οι επιδιώξεις αυτές αποτελούν αντικείμενο της Επιστήμης και Τεχνολογίας του Ξύλου, που διδάσκεται σε Πανεπιστήμια και απασχολεί ερευνητές σε όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου. Πρόκειται για σχετικά νέο κλάδο της εφαρμοσμένης επιστήμης που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία 60 περίπου χρόνια, και παρ' όλα αυτά έχει γίνει πολύ σημαντική πρόοδος, ιδίως με την έρευνα που γίνεται σε ειδικά εργαστήρια που λειτουργούν σε διάφορες χώρες (Η.Π.Α., Βρετανία, Καναδά, Γερμανία, Αυστραλία κ.ά.). Μπορεί να υποστηριχτεί, ότι η μελέτη του ξύλου άρχισε στην Ελλάδα, από τον Αριστοτέλη και τον Θεόφραστο, αλλά για μια μακρότατη περίοδο, εκτός από μακροσκοπικές και εμπειρικές παρατηρήσεις για τη δομή και τις ιδιότητές του, άλλες μελέτες δεν ήταν δυνατό να γίνουν. Μικροσκοπικά, η δομή ερευνήθηκε μετά την εφεύρεση του μικροσκοπίου (πρώτος ο Άγγλος Hooke παρατήρησε κύτταρα φελλού το 1605), και οι πρώτες τεχνικές μελέτες ιδιοτήτων έγιναν τον 18^ο αιώνα. Σήμερα, στην έρευνα του ξύλου χρησιμοποιούνται όλα τα συγχρονισμένα μέσα ερεύνης των Φυσικών Επιστημών, αλλά η πρόοδος ιδίως στον τομέα της αξιοποίησεως σχετίζεται και με την γενικότερη ανάπτυξη της τεχνολογίας.

Η ανάγκη επιστημονικού ενδιαφέροντος για το ξύλο είναι ευνόητη αν ληφθεί υπόψη ότι το υλικό αυτό παράγεται και καταναλώνεται σε πολύ μεγάλες ποσότητες, που προβλέπεται να αυξηθούν ακόμα περισσότερο στο μέλλον. Για να

ικανοποιηθούν αυτές οι ανάγκες χρειάζεται να αυξηθεί η παραγωγή από δάση και φυτείες, και να γίνεται πληρέστερη και καλύτερη αξιοποίησή του.

Στην Ελλάδα, η κατανάλωση ξύλου επίσης είναι μεγάλη και προβλέπεται να αυξηθεί στο μέλλον - εκτός από τα καυσόξυλα στα οποία υπάρχει τάση ελαττώσεως.

Η συνολική ετήσια παραγωγή ξύλου είναι 2,5 - 3 εκατομμύρια κυβικά μέτρα, αλλά το μεγαλύτερο μέρος (3/4 περίπου) είναι καυσόξυλα. Η συνολική κατανάλωση (εγχώρια παραγωγή και εισαγωγές ξύλου και προϊόντων του, ύστερα από αναγωγή τους σε κ.μ. «στρογγυλής» ξυλείας) είναι 4,5 - 5 εκατομμύρια κ.μ. Έτσι υπάρχει έλλειμμα 2 περίπου εκατομμυρίων κ.μ., που καλύπτεται με εισαγωγές ξυλείας και προϊόντων ξύλου - κυρίως στρογγυλής τροπικής ξυλείας, πριστής ξυλείας κωνοφόρων, ξυλοπολτού και χαρτιού.

Παρά τη μικρή εγχώρια παραγωγή, η ανάπτυξη της βιομηχανίας ξύλου στη χώρα μας είναι σημαντική. Υπάρχουν πολλά εργοστάσια, που παράγουν πριστή ξυλεία, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, επικολλητό (σύνθετο) ξύλο, δαπέδα (παρκέτα κ.λπ.), σπίρτα, κιβώτια (φρούτων κ.λπ.) κ.ά., αλλά μερικά εργοστάσια (ξυλοφύλλων και αντικολλητών) χρησιμοποιούν εισαγόμενη τροπική ξυλεία. Τα παραγόμενα προϊόντα ικανοποιούν ανάγκες της εγχώριας καταναλώσεως (όλες ή μερικές), έχουν αντικαταστήσει αντίστοιχες εισαγωγές, και σε μερικές περιπτώσεις μικρές ποσότητες (κυρίως ξυλόφυλλα και αντικολλητά) εξάγονται σε άλλες χώρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

1.1. Ανόργανα συστατικά

Τα ανόργανα στοιχεία που αποτελούν τη μάζα του ξύλου είναι άνθρακας (C), υδρογόνο (H), οξυγόνο (O) και μικρές ποσότητες αζώτου (N). Οι διαφορές ανάμεσα σε διαφορετικά είδη ξύλου δεν είναι σημαντικές. Από σχετικές αναλύσεις έχουν βρεθεί τα ακόλουθα ποσοστά των παραπάνω στοιχείων (με βάση το ξηρό βάρος του ξύλου): άνθρακας 49-50%, υδρογόνο 6%, οξυγόνο 44-45%, άζωτο 0,1-1,0%. Εκτός απ' αυτά, τέφρα ξύλου περιέχει διάφορα μεταλλικά στοιχεία, κυρίως ασβέστιο (Ca), κάλι (K) και μαγνήσιο (Mg). Η τέφρα συνήθως είναι 0,2-1,0%, αλλά σε ορισμένα (ιδίως τροπικά ξύλα) μπορεί να φτάσει ως 5% περίπου. Η τέφρα μπορεί να περιέχει και άλλα ανόργανα στοιχεία σε πολύ μικρές ποσότητες (ιχνοστοιχεία). Σε μερικά τροπικά ξύλα, το μεγαλύτερο μέρος της τέφρας είναι πυρίτιο (SiO_2).

1.2. Οργανικά συστατικά

Ο άνθρακας, το υδρογόνο και το οξυγόνο ενώνονται και σχηματίζουν τα κύρια οργανικά συστατικά του ξύλου - κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και μικρές ποσότητες από πηκτινικές ουσίες. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των οργανικών αυτών συστατικών γίνεται με ορισμένες εργαστηριακές μεθόδους και διαλυτικά μέσα. Όταν η εργαστηριακή μεθοδολογία διαφέρει, διαπιστώνονται διαφορές στη χημική σύσταση ακόμα και για το ίδιο δείγμα ξύλου. Έτσι, τα ποσοστά οργανικών συστατικών που δίνονται στη βιβλιογραφία, συχνά παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις. Αποτελέσματα με βάση καθιερωμένες (standard) μεθόδους δείχνουν ότι τα ποσοστά των οργανικών συστατικών διαφόρων ειδών ξύλου κυμαίνονται στα ακόλουθα ποσοστά (κατά προσέγγιση και με βάση το ξηρό βάρος του ξύλου):

κυτταρίνη 40-45%, χωρίς αξιόλογες διαφορές ανάμεσα σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα, λιγνίνη 25-35%, σε κωνοφόρα και 17-25% σε πλατύφυλλα, ημικυτταρίνες 20% σε κωνοφόρα και 15-35% σε πλατύφυλλα. Πηκτινικές ουσίες υπάρχουν σε μικρές ποσότητες.

1.3. Εκχυλίσματα

Εκχυλίσματα είναι ουσίες (κυρίως οργανικές) που δεν συμμετέχουν στη δομή της ξυλώδους ύλης, αλλά βρίσκονται στα τοιχώματα ή στις κοιλότητες των κυττάρων. Ονομάζονται εκχυλίσματα γιατί μπορούν ν' απομακρυνθούν (εκχυλιστούν), τουλάχιστο ένα μέρος τους, με ουδέτερα διαλυτικά μέσα, όπως νερό (κρύο ή ζεστό), αλκοόλη, βενζόλιο, ακετόνη, αιθέρα κ.ά.

Η χημική σύσταση των εκχυλισμάτων ποικίλλει, γιατί στις ουσίες αυτές περιλαμβάνονται ρητίνες, λίπη, ταννίνες, άμυλο, σάκχαρα κ.ά. Επίσης, το ποσοστό των εκχυλισμάτων ποικίλλει από λιγότερο του 1% ως 20% περίπου. Διαφορές υπάρχουν όχι μόνο ανάμεσα σε διαφορετικά είδη, αλλά και μέσα σ' ένα δέντρο, ιδίως ανάμεσα σε σομφό και εγκάρδιο ξύλο.

Σε κυτταρικές κοιλότητες βρίσκονται και ανόργανες ουσίες (ασβέστιο, πυρίτιο κ.λπ.) με μορφή κρυστάλλων κ.ά. Όπως και τα εκχυλίσματα, οι ουσίες αυτές δεν αποτελούν δομικά συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων αλλά είναι διαλυτές στα παραπάνω διαλυτικά μέσα. Στην κατηγορία αυτή είναι δυνατό να περιληφθούν και τα ανόργανα συστατικά της τέφρας του ξύλου.

1.4. Επιδράσεις στις ιδιότητες και χρήσεις του ξύλου

Τα χημικά συστατικά που αποτελούν την ξυλώδη ύλη (κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη) και η φυσική μορφή με την οποία βρίσκονται στη μάζα του ξύλου, επηρεάζουν ουσιαστικά τις ιδιότητες και τη χρήση του. Η σχέση αυτή εξετάζεται ειδικότερα σε άλλα κεφάλαια που ακολουθούν. Παρακάτω δίνονται μόνο μερικά παραδείγματα.

- Η δυνατότητα παραγωγής χαρτιού και πολλών χημικών προϊόντων βασικά οφείλεται στην κυτταρίνη.
- Η μηχανική αντοχή του ξύλου σχετίζεται στενά με την υποδομή του. Η κυτταρίνη είναι αιτία για την πολύ μεγάλη αντοχή του σε αξονικό εφελκυσμό, που προέρχεται από την σχεδόν αξονική διάταξη των μικροϊνιδίων και των αλυσίδων μορίων κυτταρίνης στη στρώση S_2 (που είναι η παχύτερη). Οι ημικυτταρίνες και η λιγνίνη συνδέουν τα κύτταρα μεταξύ τους και υποστηρίζουν τον κυτταρινικό σκελετό συνεισφέροντας ελαστικότητα και αντοχή σε συμπίεση (θλίψη).
- Η υγροσκοπικότητα του ξύλου οφείλεται κυρίως στα ελεύθερα $-OH$ της κυτταρίνης, αλλά και στις ημικυτταρίνες και τις πηκτινικές ουσίες που είναι υδρόφιλες. (Νερό συγκρατεί και η λιγνίνη αλλά είναι λιγότερο υδρόφιλη).
- Η πρόσληψη (ή απώλεια) υγρασίας από τα κυτταρικά τοιχώματα έχει ως αποτέλεσμα την αυξομείωση των διαστάσεων του ξύλου. Η συμπεριφορά αυτή, που ονομάζεται ρικνωση και διόγκωση, είναι ανισότροπη, δηλαδή διαφορετική στην αξονική, στην ακτινική και στην εφαπτομενική διεύθυνση (σε σχέση με τον κορμό του δέντρου). Η ανισοτροπία αυτή, οφείλεται στη διάταξη των μικροϊνιδίων στα κυτταρικά τοιχώματα. Η σχεδόν παράλληλη με τον άξονα του κυττάρου διάταξή τους στη στρώση S_2 συντελεί σε πολύ μικρή αξονική ρικνωση και διόγκωση, ενώ η σχεδόν εγκάρσια διάταξη στις στρώσεις S_1 και S_3 έχει ανασταλτική επίδραση για την αυξομείωση των διαστάσεων στην εγκάρσια (ακτινική και εφαπτομενική) διεύθυνση. Αν όλα τα μικροϊνίδια είχαν αξονική διάταξη, όπως στη στρώση S_2 , η διόγκωση του ξύλου θα ήταν απεριόριστη. Απόκλιση από την τυπική γωνία των μικροϊνιδίων στη στρώση S_2 (μεγαλύτερη γωνία) συντελεί σε αύξηση της αξονικής ρικνώσεως και διογκώσεως και μείωση της αξονικής μηχανικής αντοχής του ξύλου.
- Η λιγνίνη δίνει επίσης σταθερότητα διαστάσεων, γιατί μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα κατέχει χώρους, που θα κατέχονταν από νερό. Απομάκρυνση της λιγνίνης συντελεί σε αύξηση της ρικνώσεως.
- Τα εκχυλίσματα έχουν σημαντική επίδραση στις ιδιότητες και χρήσεις του ξύλου. Επηρεάζουν το χρώμα, την οσμή, τη γεύση, τη διάρκεια (αντοχή σε μύκητες και έντομα), την υγροσκοπικότητα, τη διαπερατότητα από υγρά και αέρια, την ξήρανση, τη συγκόλληση, την παραγωγή ξυλοπολτού και χαρτιού

κ.ά. Τοξικά εκχυλίσματα αυξάνουν τη διάρκεια. Ξύλα με μικρή περιεκτικότητα εκχυλισμάτων συγκρατούν περισσότερη υγρασία. Απομάκρυνση εκχυλισμάτων αυξάνει την ικανότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων να συγκρατούν υγρασία με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ρίκνωση και η διόγκωση, δηλαδή η διαστασιακή αστάθεια του ξύλου. Η συμπεριφορά του ξύλου κατά την πολτοποίηση και του πολτού κατά την παραγωγή χαρτιού (ή άλλων προϊόντων) επηρεάζεται από το είδος και το ποσό των εκχυλισμάτων. Ορισμένα εκχυλίσματα επηρεάζουν τις χημικές αντιδράσεις, αυξάνουν την κατανάλωση χημικών ουσιών (π.χ. λευκαντικών), ελαττώνουν την απόδοση σε πολτό και την ποιότητά του, δημιουργούν προβλήματα στην πολτοποίηση (π.χ. οι ρητίνες) και στα μηχανήματα κατεργασίας. Τέλος, μερικά εκχυλίσματα (π.χ. ρητίνες, ταννίνες) είναι αξιόλογα δασικά προϊόντα.

1.5. Ανώριμο, ώριμο και υπερώριμο ξύλο

Ανώριμο είναι το ξύλο που βρίσκεται κοντά στην εντεριώνη. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το ξύλο αυτό δεν είναι τυπικό από άποψη δομής αυξητικών δακτυλίων, μορφολογίας κυττάρων, χημικής συστάσεως και δομής των κυτταρικών τοιχωμάτων. Η παραγωγή του σχετίζεται με την ηλικία, επομένως τέτοιο ξύλο υπάρχει σε όλα τα δέντρα και κατέχει ένα κεντρικό κύλινδρο (γίνεται κώνος στην κορυφή), του οποίου ο άξονας θεωρητικά συμπίπτει με την εντεριώνη. Η διάμετρος του κυλίνδρου είναι τόσο μεγαλύτερη όσο ταχύτερα μεγαλώνει ένα δέντρο στη νεαρή ηλικία, και όσο περισσότερο διαρκεί αυτή η πρώτη νεαρή ή ανώριμη περίοδος. Γενικά το ανώριμο ξύλο χαρακτηρίζεται από γρήγορη μεταβολή της δομής του μεταξύ διαδοχικών αυξητικών δακτυλίων.

Η περίοδος παραγωγής ανώριμου ξύλου ακολουθείται από την ενήλικη ή ώριμη περίοδο, στην οποία παράγεται ώριμο ξύλο που χαρακτηρίζεται από «τυπική» δομή. Η αρχή της περιόδου παραγωγής τέτοιου ξύλου μπορεί να συμπίπτει σε πολλά είδη, με την αρχή μετατροπής των πρώτων αυξητικών δακτυλίων (του ανώριμου ξύλου) σε εγκάρδιο.

Τέλος, υπερώριμο ξύλο παράγεται από δέντρα πολύ μεγάλης ηλικίας. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το ξύλο αυτό είναι επίσης άτυπο, σε σύγκριση

με ξύλο της προηγούμενης περιόδου, και χαρακτηρίζεται από πολύ στενούς αυξητικούς δακτυλίους με λίγο όψιμο ξύλο, περιέχει λιγότερη κυτταρίνη και περισσότερη λιγνίνη, και έχει κύτταρα μικρότερου μήκους με σχετικώς λεπτά τοιχώματα.

Η μεγάλη (γηραιά) ηλικία πολλές φορές συνοδεύεται και από μεταβολές του εσωτερικού (παλαιότερου) εγκάρδιου ξύλου. Οι μεταβολές αυτές προχωρούν βαθμιαία από την εντεριώνη προς τα έξω και περιλαμβάνουν χημική διαφοροποίηση των εκχυλισμάτων, σχηματισμό μακροσκοπικά δυσδιάκριτων ραγαδώσεων, ή προσβολή από μύκητες. Έτσι παλαιότερο εγκάρδιο ξύλο (κοντά την εντεριώνη) μπορεί, με το πέρασμα του χρόνου, να διαφέρει ποιοτικά από εγκάρδιο που σχηματίζεται αργότερα.

1.6. Έλεγχος της ποιότητας του ξύλου

Η μεταβλητότητα της δομής, οφείλεται στο ότι το ξύλο είναι βιολογικό προϊόν και τα δέντρα που το παράγουν επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, που δρουν μέσα και έξω απ' αυτά και μεταβάλλονται στη διάρκεια της (μακροχρόνιας) ζωής τους. Έτσι το ξύλο δεν μπορεί να έχει τη σταθερή δομή τεχνητών (βιομηχανικών) προϊόντων που κατασκευάζονται με ελεγχόμενες συνθήκες παραγωγής. Έλεγχος συνθηκών παραγωγής, επομένως και έλεγχος της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος, μπορεί να εφαρμοστεί και στο δάσος (το βιολογικό εργοστάσιο που παράγεται το ξύλο). Αλλά σε αντίθεση με τα βιομηχανικά εργοστάσια, όπου η ποιότητα παραγωγής μπορεί να ελεγχθεί με ακρίβεια, η δυνατότητα ελέγχου της ποιότητας του ξύλου είναι περιορισμένη, λόγω επιδράσεως της κληρονομικότητας και του μικροπεριβάλλοντος κάθε δέντρου - και το μικροπεριβάλλον είναι δύσκολο να ρυθμιστεί κατά βούληση.

Η γνώση της μεταβλητότητας της δομής του ξύλου και των παραγόντων που την επηρεάζουν αποτελεί το υπόβαθρο κάθε δυνατού ελέγχου ποιότητας. Τέτοιος έλεγχος μπορεί να γίνει με τα δασοκομικά μέτρα που αναφέρθηκαν και που επιδρούν στο μικροπεριβάλλον, και με γενετική βελτίωση κληρονομούμενων χαρακτηριστικών. Έχει αναγνωρισθεί, ότι ορισμένα χαρακτηριστικά δομής κληρονομούνται, όπως π.χ. το μήκος τραχειϊδών και ινών, το ποσοστό όψιμου

ξύλου (επομένως και η πυκνότητα), η περιεκτικότητα κυτταρίνης και λιγνίνης, η ποσότητα και η ποιότητα εκχυλισμάτων, η διάμετρος του ανώριμου ξύλου, η σχεδίαση, διάφορα ελαττώματα δομής (ρόζοι, στρεψοϊνία) και άλλα. Η πραγματοποίηση τέτοιων αντικειμενικών σκοπών είναι δύσκολη, κυρίως γιατί η γενετική βελτίωση χαρακτηριστικών των δασικών δέντρων χρειάζεται πολλά χρόνια, αλλά είναι αναμφισβήτητο ότι τέτοιες επιστημονικές προσπάθειες είναι αναγκαίες για τη μελλοντική βελτίωση της παραγωγής των δασών.

3.1. Βελτιώσεις που επιδιώκουν την ποσότητα

Η ποσότητα του ξύλου που παράγεται από ένα δέντρο από διάφορους προφύλους που επιδιώκουν να αυξήσουν την παραγωγή του ξύλου και οι προφύλοι αυτοί είναι:

3.1.1. Ύψος

Το ύψος είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή του ξύλου. Τα δέντρα που είναι ψηλότερα παράγουν περισσότερο ξύλο από ό,τι τα μικρότερα. Η αύξηση του ύψους των δέντρων μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια της γενετικής βελτίωσης. Τα δέντρα που είναι ψηλότερα παράγουν περισσότερο ξύλο από ό,τι τα μικρότερα. Η αύξηση του ύψους των δέντρων μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια της γενετικής βελτίωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Η πυκνότητα είναι μέτρο της μάζας που περιέχεται σε ορισμένο όγκο ξύλου (ή άλλου υλικού) και εκφράζεται με το πηλίκο μάζας και όγκου. Η πυκνότητα είναι πρακτικά συνώνυμη με το ειδικό βάρος (πηλίκο βάρους και όγκου).

2.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα

Η πυκνότητα (και το ειδικό βάρος) του ξύλου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν τη μάζα (το βάρος) και τον όγκο του. Οι παράγοντες αυτοί είναι: υγρασία, δομή, εκχυλίσματα και χημική σύσταση.

2.1.1. Υγρασία

Το ξύλο είναι ύλη υγροσκοπική, δηλαδή έχει την ιδιότητα να προσλαμβάνει υγρασία. Πρόσληψη υγρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μάζας και του όγκου του, και απώλεια υγρασίας τη μείωσή τους. Είναι ευνόητο, ότι συγκρίσιμα στοιχεία μπορούν να προκύψουν μόνο αν είναι γνωστή η υγρασία κατά τον προσδιορισμό της μάζας και του όγκου. Ανάλογα με την κατάσταση υγρασίας του ξύλου διακρίνονται: ξηρή πυκνότητα, βασική πυκνότητα και φαινομενική πυκνότητα.

$$r_0 = \frac{M_0}{V_0} \quad (1)$$

$$R = \frac{M_0}{V_g} \quad (2)$$

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

όπου ρ_0 = ξηρή πυκνότητα (g/cm^3)

R = βασική πυκνότητα (g/cm^3)

R_x = φαινομενική πυκνότητα (g/cm^3)

M_0 = μάζα σε υγρασία μηδέν (g)

M_x = μάζα σε υγρασία X (g)

V_0 = όγκος σε υγρασία μηδέν (cm^3)

V_g = χλωρός (μέγιστος) όγκος (cm^3)

V_x = όγκος σε υγρασία X (cm^3)

Η ξηρή πυκνότητα, προσδιορίζεται με βάση τη μάζα και τον όγκο σε ξηρή κατάσταση, δηλαδή με υγρασία πρακτικά μηδενική. Η σχέση αυτή (1) είναι μέτρο της ξηρής μάζας ξύλου που περιέχεται σε ορισμένο ξηρό όγκο. Επειδή όμως ο προσδιορισμός του ξηρού όγκου είναι δύσκολος (γιατί το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό), η πυκνότητα προσδιορίζεται και από τη σχέση ξηρής μάζας και χλωρού όγκου. Αυτή λέγεται βασική πυκνότητα (2) και είναι, όπως και η ξηρή πυκνότητα, συγκρίσιμο μέγεθος, γιατί στις υγρομετρικές αυτές καταστάσεις η μάζα και ο όγκος του ξύλου είναι σταθερά. Η φαινομενική πυκνότητα (3) προσδιορίζεται με βάση τη μάζα και τον όγκο σε κατάσταση υγρασίας που δεν είναι ακριβώς γνωστή, π.χ. ξηρή στον αέρα ή χλωρή. Με αυτή την έννοια, η φαινομενική πυκνότητα εξυπηρετεί πρακτικούς σκοπούς (επιτρέπει την εκτίμηση του βάρους ορισμένου όγκου ξύλου), αλλά δεν είναι συγκρίσιμο μέγεθος - εκτός αν η υγρασία καθορίζεται όπως στην περίπτωση ξύλου ξηρού στον αέρα, όταν η μάζα και ο όγκος προσδιορίζονται σε σταθερή υγρασία (12% και μερικές φορές 15%) με ελεγχόμενες συνθήκες.

Η επίδραση του τρόπου προσδιορισμού δείχνεται στο Σχήμα 1 και η σχέση πυκνότητας - υγρασίας στο Σχήμα 2*.

* Η ξηρή πυκνότητα είναι δυνατό να υπολογιστεί όταν είναι γνωστή η βασική και αντίστροφα.

2.1.2. Δομή

Το ξύλο είναι κατασκευασμένο από νεκρά κύτταρα, που αποτελούνται από κυτταρικά τοιχώματα και κυτταρικές κοιλότητες. Μερικές φορές ανάμεσα στα κύτταρα υπάρχουν μεσοκυττάριοι αγωγοί (π.χ. ρητινοφόροι) ή μεσοκυττάριοι χώροι.

Η πυκνότητα της ξυλώδους ύλης που δομεί τα κυτταρικά τοιχώματα είναι πρακτικά σταθερή, $1,50 \text{ g/cm}^3$ περίπου (με βάση απόλυτα ξηρή μάζα και όγκο). Ανάλογα με το ποσοστό της ξυλώδους ύλης (κυτταρικών τοιχωμάτων) και κενών χώρων (κυτταρικών κοιλοτήτων κ.λπ.) σε ορισμένο όγκο, η πυκνότητα του ξύλου μεταβάλλεται. Η διακύμανση είναι πολύ μεγάλη. Π.χ. η πυκνότητα ρ_0 του τροπικού ξύλου *Ochroma lagopus* (balsa) είναι $0,1 \text{ g/cm}^3$ και του επίσης τροπικού *Guaiacum officinale* $1,3 \text{ g/cm}^3$ περίπου. Τα είδη ξύλου που παράγονται από ελληνικά δασικά δέντρα έχουν ξηρή πυκνότητα που κυμαίνεται μεταξύ $0,3$ και $0,9 \text{ g/cm}^3$ περίπου.

Η πυκνότητα του ξύλου είναι μέτρο της ποσότητας ξυλώδους ύλης που περιέχεται σε ορισμένο όγκο αλλά είναι και δείκτης των κενών χώρων. Το ποσοστό των κενών χώρων μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$C = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_w} \right) \times 100 \quad (4)$$

όπου C = ποσοστό κενών χώρων (% του συνολικού όγκου)

ρ_0 = ξηρή πυκνότητα (g/cm^3)

ρ_w = πυκνότητα ξυλώδους ύλης (g/cm^3)

$$\text{Αν } \rho_w = 1,50, \text{ η σχέση γίνεται: } C = 100 - 66,7 \rho_w \quad (5)$$

Το ποσοστό κενών χώρων κυμαίνεται από 95% σε πολύ ελαφρά ως 15% περίπου σε πολύ βαριά ξύλα.

Διαφορές πυκνότητας (και κενών χώρων) προέρχονται από διαφορές δομής, που αναφέρονται στην κυτταρική συγκρότηση και ειδικότερα στους τύπους κυττάρων (τραχειίδες, ίνες, μέλη αγγείων, παρεγχυματικά κύτταρα), στην

ποσοτική κατανομή τους, στο πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων και στο μέγεθος των κυτταρικών κοιλοτήτων.

Η αξιολόγηση της επιδράσεως των μικροσκοπικών αυτών χαρακτηριστικών είναι δύσκολη. Για το λόγο αυτό, ο συσχετισμός πυκνότητας και δομής εξετάζεται από την άποψη παραγόντων που μπορούν εύκολα να εκτιμηθούν, όπως είναι το πλάτος αυξητικών δακτυλίων και το ποσοστό όψιμου ξύλου.

Πίνακας 1: Πυκνότητα και Ρίκνωση

Είδος	Πυκνότητα (g/cm ³)		Ρίκνωση (%)				Πηγή
	r ₀	R12-15	Αξ.	Ακτ.	Εφ.	Ογκ.	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Ελάτη, κεφαλληνιακή	0,40	-	-	3,3	7,4	10,5	69
Ελάτη, λευκή	0,41	0,44	0,1	3,8	7,6	11,7	15
Ελάτη, υβριδογενής	0,41	-	0,1	3,1	7,3	-	62(69)
Ερυθρελάτη	0,41	0,44	0,3	3,6	7,8	12,0	15
Πεύκη, χαλέπιος	0,71	0,75	0,2	4,9	7,1	12,2	16(69)
Πεύκη, τραχεία	0,57	0,60	0,3	4,8	7,2	12,3	45
Πεύκη, κουκουναριά	0,52	0,56	0,1	4,0	6,4	10,8	16
Πεύκη, μαύρη	0,52	0,55	0,3	4,1	7,7	12,5	45
Πεύκη, δασική	0,49	0,53	0,4	4,0	7,7	12,4	15
Πεύκη, λευκόδερμη	0,47	0,53	0,5	4,1	6,0	10,3	65(24)
Πεύκη, βαλκανική	0,41	-	-	4,8	6,0	10,8	12
Κυπαρίσσι, αειθαλές	0,55	0,60	0,2	3,5	4,8	8,5	30
Άρκευθος, οξύκεδρος	0,57	0,69	-	2,8	5,9	9,7	69(61)
Ίταμος	0,64	0,67	-	3,7	5,3	8,4	75
Καρυδιά	0,64	0,69	0,5	5,4	7,5	13,9	15
Λεύκη, τρέμουσα	0,43	0,46	-	3,5	8,5	12,8	75
Λεύκη, λευκή	0,46	0,50	-	4,1	9,8	14,5	75
Λεύκη, μαύρη	0,39	0,41	0,3	5,2	8,3	14,3	15
Λεύκη, υβρίδιο «robusta»	-	-	-	-	-	15,0	44

Λεύκη, υβρίδιο «I-214»	0,32	0,34	-	-	-	9,7	44
Λεύκη, «καναδική»	0,41	-	-	-	-	13,1	44
Ιτιά, λευκή	0,49	0,52	0,5	3,9	6,8	11,5	15
Κλήθρα, κολλώδης	0,51	0,55	0,5	4,4	7,3	12,6	15
Σημύδα	0,68	0,73	0,6	5,3	7,8	14,2	15
Γαύρος, βετουλοειδής	0,78	0,82	0,5	6,8	11,5	19,7	15
Οστρυά	0,87	0,90	-	7,8	10,9	18,3	75
Οξιά, δασική	0,70	0,74	0,3	5,8	11,8	17,6	15
Καστανιά	0,58	0,61	0,6	4,3	6,4	11,6	15
Δρυς, απόδισκη (και ποδισκοφόρα)	0,65	0,69	0,4	4,0	7,8	12,2	30
Δρυς, ευθύφλοια	0,82	0,87	0,3	5,3	13,0	19,2	16
Δρυς, αειθαλής (Αριά)	0,90	0,92	-	7,4	10,6	19,2	75
Φτελιά, πεδινή	0,63	0,67	0,3	4,6	8,3	13,8	15
Φτελιά, ορεινή	0,62	0,66	0,5	5,9	9,1	16,0	15
Κελτίς	0,71	0,75	-	7,4	10,7	20,0	75
Μουριά, λευκή	0,61	0,66	-	4,9	9,9	15,9	75
Πλάτανος	0,58	0,63	0,5	4,5	8,7	13,7	30
Σορβιά, πλατανόφυλλη	0,71	0,75	-	7,6	9,2	16,8	75
Ακακία	0,70	0,76	0,1	4,0	6,5	10,8	16
Αϊλανθος	0,63	0,67	-	3,9	7,6	11,5	75
Σφενδάμι, ψευδοπλάτανο	0,59	0,63	0,5	3,0	8,0	11,5	30
Σφενδάμι, πλατανοειδές	0,62	0,66	0,5	3,2	8,4	12,1	30
Σφενδάμι, πεδινό	0,62	0,66	-	5,0	8,9	14,0	75
Ιπποκαστανιά	0,51	0,56	-	3,3	6,8	11,0	75
Φιλύρα	0,50	0,54	-	5,5	9,1	14,4	75
Φράξος	0,66	0,70	0,2	5,2	8,3	14,0	16
Ψευδοτσούγκα	0,49	0,52	0,3	5,0	7,8	13,5	15
Λάρικα	0,57	0,60	0,3	3,3	7,8	11,8	15
Πεύκη (Pinus radiata)	-	0,50	-	3,4	6,7	10,7	13
Πεύκη (Pitch pine)	0,52	0,56	0,4	4,0	7,5	11,5	15
Σεκβοΐα (Sequoia)	0,36	0,39	0,3	2,4	5,0	7,7	30

Ταξόδιο (Taxodium)	0,48	0,52	0,4	3,8	6,2	10,4	15
Ευκάλυπτος (E. marginata)	0,85	0,88	0,5	6,2	9,9	16,6	75
Ευκάλυπτος (E. globulus)	0,72	0,77	-	5,0	11,0	-	76(3)
Ευκάλυπτος (E. rostrata)	-	0,91	-	5,0	8,0	-	4
Ευκάλυπτος (E. viminalis)	-	0,81	-	6,0	9,0	-	4
Teak	0,63	0,67	0,6	3,0	5,8	9,4	76
Zebrano	0,69	0,78	-	5,1	8,0	13,5	76
Amazakoue	0,75	0,78	0,1	4,2	8,0	13,3	76
Palissander	0,80	0,87	-	2,7	5,8	8,7	76
Padauk	0,65	0,70	-	3,0	4,7	8,5	76
Bubinga	0,75	0,87	-	6,2	7,7	12,7	76
Atzelia	-	0,81	-	2,6	4,3	-	4
Iroko	0,60	0,62	0,1	3,8	5,5	9,4	76
Afara	0,57	0,60	0,2	4,7	5,5	10,4	76
Ramin	0,55	0,60	-	4,0	9,4	14,3	76
Idigbo	0,50	0,57	-	3,0	4,5	8,1	76
Antiaris, Ako	-	0,55	-	3,5	5,8	-	4
Difou	-	0,85	-	3,5	5,8	-	4
Kosipo	0,65	0,70	-	4,3	6,0	11,0	76
Makore	0,59	0,62	0,2	4,7	6,3	11,2	76
Sapele	0,62	0,65	-	5,4	0,7	12,6	76
Sipo	0,59	0,63	0,3	5,0	7,9	11,8	76
Tiama	0,52	0,59	-	5,1	7,6	12,4	76
Μαόνι, Ν. Αμερικής (Swietenia)	0,55	0,60	0,3	3,2	5,1	8,6	76
Bete	0,60	0,62	0,1	4,0	6,0	10,3	76
Obeche	0,35	0,38	0,2	3,3	5,6	9,1	76
Balsa	0,13	0,16	0,6	2,4	4,4	7,5	76
Okoume	0,41	0,43	0,2	3,8	5,7	9,7	76
Aiele	0,45	0,50	-	6,0	8,7	15,5	76
Niangon	0,65	0,70	-	3,6	8,2	12,0	4

Acajou	0,49	0,51	0,2	3,2	5,7	9,1	76
Seraya (Lauan) white	-	0,53	-	-	-	-	14
Meranti (Seraya) dark-red	-	0,67	-	4,5	8,2	-	14
Dibetou	0,56	0,60	-	3,9	6,5	11,1	76
Opepe	-	0,74	-	-	7,5	-	14

2.1.3. Εκχυλίσματα

Εκχυλίσματα είναι διάφορες ουσίες (κόμμεα, λίπη, ρητίνες, σάκχαρα, έλαια, αλκαλοειδή, ταννίνες κ.ά.), που δεν συμμετέχουν στη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων, αλλά είναι τοποθετημένα στα τοιχώματα και στις κοιλότητες των κυττάρων, και μπορούν να εκπλυθούν (εκχυλισθούν) χωρίς να μεταβληθεί η δομή του ξύλου. Το ποσοστό των εκχυλισμάτων ποικίλλει από λιγότερο του 1% ως 20% και περισσότερο (με βάση το ξηρό βάρος του ξύλου). Η παρουσία εκχυλισμάτων αυξάνει την πυκνότητα του εγκάρδιου ξύλου. Απομάκρυνσή τους ελαττώνει την πυκνότητα.

2.1.4. Χημική Σύσταση

Η πυκνότητα του ξύλου επηρεάζεται από τη χημική σύσταση των κυτταρικών τοιχωμάτων, γιατί η πυκνότητα των διαφόρων χημικών συστατικών του ξύλου είναι διαφορετική. Η πυκνότητα της κυτταρίνης είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με την πυκνότητα της λιγνίνης (σε ξύλο πεύκου βρέθηκε πυκνότητα α-κυτταρίνης 1,528 g/cm³ και λιγνίνης 1,335 g/cm³). Η επίδραση αυτού του παράγοντα δεν είναι μεγάλη, γιατί οι διαφορές πυκνότητας δεν είναι σημαντικές, και γιατί κανονικά δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε διαφορετικά είδη ξύλου από άποψη χημικής συστάσεως. Π.χ. η περιεκτικότητα κυτταρίνης είναι 40-45% (με βάση ξηρό βάρος ξύλου), περίπου όμοια σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα. Επίδραση της χημικής συστάσεως υπάρχει ιδίως σε ξύλο με ακανόνιστη δομή (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές), όπου η περιεκτικότητα κυτταρίνης ή λιγνίνης μπορεί να παρουσιάζει σημαντικές αποκλίσεις από την κανονική.

2.2. Προσδιορισμός της πυκνότητας

Η πυκνότητα προσδιορίζεται με μέτρηση της μάζας και του όγκου ή με άλλες μεθόδους.

Για τον προσδιορισμό της (απόλυτα) ξηρής μάζας, το δείγμα του ξύλου τοποθετείται σε πυριατήριο (μικρό θερμαινόμενο θάλαμο ή κλίβανο) με θερμοκρασία $103 \pm 2^\circ \text{C}$ ώσπου να αποκτήσει σταθερό βάρος. (Χρειάζονται 12-48 ώρες για 100g ξύλου, ανάλογα με το είδος και τις διαστάσεις του δείγματος). Η τελευταία ζύγιση δίνει την ξηρή μάζα. Ο προσδιορισμός του όγκου μπορεί να γίνει με μέτρηση των διαστάσεων του δείγματος, αν το σχήμα του είναι κανονικό αλλά συνήθως γίνεται με εμβάπτιση σε νερό (αρχή του Αρχιμήδη). Για τον προσδιορισμό ξηρού όγκου, το δείγμα τοποθετείται σε πυριατήριο ώσπου να αποκτήσει σταθερό βάρος και αμέσως κατόπι εμβαπτίζεται λίγα δευτερόλεπτα, σε πολύ θερμή παραφίνη. Έτσι, συγκρατιέται στην επιφάνεια του ένα πολύ λεπτό στρώμα παραφίνης, που το προφυλάγει από πρόσληψη νερού (και επηρεασμό του όγκου του) όταν αμέσως κατόπι εμβαπτίζεται σε νερό. Ο προσδιορισμός χλωρού όγκου γίνεται με απ' ευθείας εμβάπτιση σε νερό. Και στις δύο περιπτώσεις το δείγμα συγκρατιέται κατάλληλα και εμβαπτίζεται με προσοχή ώστε να μην εφάπτεται στα τοιχώματα του δοχείου. Πριν από την εμβάπτιση γίνεται ισορρόπηση της ζυγαριάς, και μετά την εμβάπτιση η ισορροπία επαναφέρεται με προσθήκη σταθμών. Το βάρος των σταθμών σε γραμμάρια δείχνει τον όγκο του δείγματος σε κυβικά εκατοστά. Σε ηλεκτρικές ζυγαριές, ο όγκος υπολογίζεται από τη διαφορά των ενδείξεων πριν και μετά την εμβάπτιση.

Για μικρά δείγματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί υδράργυρος αντί νερού, οπότε δεν έχει σημασία η υγροσκοπικότητα του ξύλου. Στην περίπτωση αυτή, η μάζα του εκτοπιζόμενου υδραργύρου (g) μετατρέπεται σε κυβ. εκατοστά όγκου με διαίρεσή της με την πυκνότητα του υδραργύρου (που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία εργασίας). Υδράργυρος χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του όγκου και με ειδική συσκευή - το υδραργυρικό ογκόμετρο Breuil. Το δείγμα εμβαπτίζεται σε υδράργυρο, που ο εκτοπιζόμενος όγκος του, επομένως και ο όγκος του δείγματος, προσδιορίζεται μικρομετρικά.

Ο προσδιορισμός πυκνότητας με βάση ξηρά μάζα και χλωρό όγκο (R) μπορεί να γίνει και μόνο με ζύγιση του δείγματος σε κατάσταση απόλυτα ξηρή (M_0) και κορεσμένη με νερό (M_n). Από τις δύο ζυγίσεις υπολογίζονται η μέγιστη υγρασία που μπορεί να συγκρατήσει το δείγμα από τις σχέσεις:

$$Y_{\max} = \frac{M_n - M_0}{M_0} \times 100 \quad (6)$$

$$\text{ή } Y_{\max} = \frac{V_g - V_w}{M_0} \times 100 = \left(\frac{V_g - V_w}{M_0} \right) \times 100 = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r_w} \right) \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Av } r_w = 1,50 \text{ g/cm}^3$$

$$Y_{\max} = \left(\frac{1}{R} - 0,67 \right) \times 100 \quad (8)$$

$$\text{και } R = \frac{100}{Y_{\max} + 0,67} \quad (9)$$

όπου Y_{\max} = μέγιστη υγρασία (%)

M_n = μάζα κορεσμένου ξύλου (g)

M_0 = μάζα σε υγρασία μηδέν (g)

V_g = χλωρός (μέγιστος) όγκος (cm^3)

V_w = όγκος ξυλώδους ύλης (cm^3)

R = βασική πυκνότητα (g/cm^3)

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

Ο όγκος δειγμάτων προσδιορίζεται και με ογκομέτρηση του νερού που εκτοπίζεται μέσα σε δοχείο εφοδιασμένο με δείκτη αναγνώσεως της στάθμης του

νερού πριν και μετά την εμβύθιση (συσκευή Niethammer), ή και σε κοινό ογκομετρικό σωλήνα.

Πρόχειρη εκτίμηση της πυκνότητας μπορεί να γίνει με τον εξής τρόπο (μέθοδος Paul): Κατασκευάζεται αντιπροσωπευτικό πρισματικό δείγμα (π.χ. 2,5 X 2,5 X 25 εκ. ή 1 X 1 X 10 εκ.) και το μήκος του διαιρείται με μολύβι σε 10 ίσα μέρη. Το δείγμα εμβαπτίζεται όρθιο μέσα σε δοχείο με νερό. Η σχέση του τμήματος που παραμένει μέσα στο νερό προς το συνολικό μήκος του δείγματος, τη στιγμή της εμβαπτίσεως, δίνει με προσέγγιση την πυκνότητά του. Η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε πολύ βαριά ξύλα (π.χ. τροπικά ξύλα με πυκνότητα μεγαλύτερη από 1 g/cm³) ή δείγματα που περιέχουν πολλή υγρασία, γιατί αυτά βυθίζονται στο νερό.

Η πυκνότητα του ξύλου και η μεταβλητότητά της μέσα σε αυξητικούς δακτυλίους, προσδιορίζεται και με ειδικά όργανα με τα οποία γίνεται συνεχής «σάρωση» (scanning) εγκαρσίων τομών ή φωτογραφικών αποτυπωμάτων τους (φιλμ) και καταγραφή της πυκνότητας με μέτρηση της απορροφήσεως ραδιενεργού ακτινοβολίας (ακτίνων β ή X) σε διάφορες θέσεις ενός αυξητικού δακτυλίου. Ταχύτερη και ακριβέστερη είναι η μέθοδος με ακτίνες X. Ακτινογραφίες ξύλου σαρώνονται με συσκευή που δίνει συνεχές διάγραμμα της μεταβλητότητας της πυκνότητας.

2.3. Σημασία της πυκνότητας

Η πυκνότητα σχετίζεται στενά με τις άλλες τεχνικές ιδιότητες και επομένως έχει μεγάλη σημασία ως δείκτης ποιότητας του ξύλου. Από την πυκνότητα επηρεάζεται η υγροσκοπικότητα, η ρίκνωση και η διόγκωση, οι μηχανικές, θερμικές ακουστικές, ηλεκτρικές και άλλες βασικές ιδιότητες, όπως και ιδιότητες που σχετίζονται με τη βιομηχανική επεξεργασία του ξύλου (κατεργασία με μηχανές, ξήρανση κ.ά.). Πρέπει όμως να σημειωθεί, ότι η αξία της πυκνότητας ως ποιοτικού δείκτη αναφέρεται σε ξύλο χωρίς ελαττώματα και ότι η πυκνότητα είναι μόνο δείκτης. Διαφορές στην κυτταρική συγκρότηση ή την περιεκτικότητα

εκχυλισμάτων συντελούν ώστε ξύλα με την ίδια πυκνότητα να έχουν διαφορετικές άλλες ιδιότητες.

Μία άλλη σημασία της πυκνότητας είναι η χρησιμότητά της ως δείκτη ποσοτικής παραγωγής, γιατί είναι μέτρο της μάζας ξυλώδους ύλης που περιέχεται μέσα σε ορισμένο όγκο. Η άποψη αυτή ενδιαφέρει τις βιομηχανίες ξυλοπολυτού, χαρτιού, ινοπλακών κ.ά., αλλά και την παραγωγή ξύλου στο δάσος.

3.2. Υπόβαθρο των ξύλων των δέντρων

Το υλικό που είναι ξύλο των δέντρων αποτελείται από 20% ως 30% κυρίως από κυτταρίνη, που αποτελεί το υλικό που παράγεται στον οργανισμό του δέντρου, ή είναι από ξύλο που προέρχεται από άλλα είδη δέντρων ή από άλλα είδη υλικών που είναι οξυγονωμένα ή άλλα υλικά που είναι οξυγονωμένα.

Οι κυτταρίνες που αποτελούν το ξύλο των δέντρων είναι οξυγονωμένες. Η κυτταρίνη που αποτελεί το υλικό που παράγεται στον οργανισμό του δέντρου, ή είναι από ξύλο που προέρχεται από άλλα είδη δέντρων ή από άλλα είδη υλικών που είναι οξυγονωμένα ή άλλα υλικά που είναι οξυγονωμένα.

Η κυτταρίνη αποτελείται από 20% ως 30% κυρίως από κυτταρίνη, που αποτελεί το υλικό που παράγεται στον οργανισμό του δέντρου, ή είναι από ξύλο που προέρχεται από άλλα είδη δέντρων ή από άλλα είδη υλικών που είναι οξυγονωμένα ή άλλα υλικά που είναι οξυγονωμένα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΟΤΗΤΑ

Υγροσκοπικότητα είναι η ιδιότητα του ξύλου να προσλαμβάνει υγρασία από το περιβάλλον. Η υγρασία μπορεί να προσλαμβάνεται σε υγρή μορφή (επαφή με νερό) ή σε μορφή υδρατμών από την ατμόσφαιρα. Η υγροσκοπικότητα οφείλεται στη χημική συγκρότηση του ξύλου κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, πηκτινικές ουσίες, λιγνίνη και ορισμένα εκχυλίσματα είναι υγροσκοπικές ουσίες. Η υγροσκοπικότητα είναι η αιτία που το ξύλο πάντοτε περιέχει υγρασία, ως σώμα των ζωντανών δέντρων και ως υλικό. Πρόκειται για σπουδαία ιδιότητα, γιατί η υγρασία που συγκρατεί το ξύλο επηρεάζει σημαντικά τις άλλες ιδιότητές του.

3.1. Υγρασία του ξύλου ζωντανών δέντρων

Η υγρασία του ξύλου ζωντανών δέντρων κυμαίνεται από 30% ως 300% περίπου. Η μεταβλητότητα αυτή επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το είδος του δέντρου, η θέση του ξύλου μέσα στον κορμό (ιδίως αν είναι εγκάρδιο ή σομφό), η εποχή του έτους και άλλοι.

Σε κωνοφόρα, το εγκάρδιο ξύλο έχει μικρότερη υγρασία από το σομφό. Π.χ. σε ερυθρελάτη μετρήθηκε υγρασία 40-50% περίπου σε εγκάρδιο και 160% σε σομφό, σε δασική πεύκη 30-40% περίπου σε εγκάρδιο και 100-200%, σε μαύρη πεύκη 35-40% και 100-150%, σε ψευδοσούγκα 35-65% και 85-130% κ.ο.κ. Σε πλατύφυλλα δεν υπάρχουν τόσο έντονες διαφορές ή μπορεί να συμβαίνει το αντίθετο. Ο μέσος όρος υγρασίας του εγκάρδιου ξύλου 27 αμερικανικών ειδών κωνοφόρων βρέθηκε 55,4% και του σομφού 148,9%, και 34 πλατυφύλλων 81,4% και 82,7% αντίστοιχα. Διαφορές υπάρχουν ανάμεσα σε διαφορετικά είδη αλλά και σε δέντρα του ίδιου είδους.

Η κατακόρυφη μεταβλητότητα της υγρασίας είναι επίσης εντονότερη σε κωνοφόρα, στα οποία παρατηρείται αύξησή της από τη βάση προς την κορυφή

του δέντρου. Σε πλατύφυλλα, οι διαφορές είναι σχετικά μικρές και συνήθως δεν διακρίνεται ορισμένη τάση αυξήσεως ή μειώσεως της υγρασίας.

Η επίδραση της εποχής του έτους δεν είναι σαφής. Παρατηρήθηκε μεγαλύτερη υγρασία το χειμώνα και μικρότερη το φθινόπωρο, παρά το θέρος (π.χ. στην οξιά μέση υγρασία 92,2% τον Ιανουάριο και 66,6% τον Σεπτέμβριο και στη λεύκη 120-130% το χειμώνα και 65-70% το θέρος). Υπάρχουν όμως και άλλες παρατηρήσεις, ότι η υγρασία είναι μεγαλύτερη το φθινόπωρο παρά την άνοιξη, ή δεν έχουν διαπιστωθεί σημαντικές εποχιακές διαφορές. Εκτός από την επίδραση του είδους, οι διακυμάνσεις της υγρασίας επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες, την ηλικία των δέντρων και την ποιότητα τόπου.

Η υγρασία σε ξύλο κλαδιών βρέθηκε ότι είναι μεγάλη (δασική πεύκη 120%, ερυθρελάτη 85%, ελάτη 70%), και ότι ελαττώνεται από το κάτω μέρος προς το πάνω μέρος του κορμού και από τη βάση προς την κορυφή των κλαδιών.

Η υγρασία είναι δυνατό να επηρεάζεται από παθολογικά αίτια. Π.χ. στην ελάτη παρουσιάζεται «υγρό εγκάρδιο» και στη λεύκη επίσης υγρό «καστανό εγκάρδιο». Η παρουσία τους αποδίδεται σε βακτήρια. Στην ελάτη, παρ' όλο που το ξύλο φαίνεται κάθυγρο, η υγρασία του μπορεί να μη διαφέρει ή να είναι μικρότερη από την υγρασία του σομφού. Στη λεύκη μετρήθηκε υγρασία ως 254%.

3.2. Υγρασία του ξύλου ως υλικού

Ανεξάρτητα από την υγρασία που περιέχει το ξύλο στο ζωντανό δέντρο (επομένως και αμέσως μετά από την υλοτομία), επαφή του με την ατμόσφαιρα έχει ως συνέπεια την απώλεια υγρασίας. Η ποσότητα που τελικά συγκρατεί εξαρτάται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες στις οποίες είναι εκτεθειμένο (θερμοκρασία, σχετική υγρασία). Με τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδος, η χαμηλότερη υγρασία ξύλου εκτεθειμένου στην ατμόσφαιρα (κάτω από στέγη ώστε να μην επηρεάζεται από άμεση επίδραση ήλιου, βροχής, χιονιού) είναι 8% περίπου. Η μεγαλύτερη υγρασία (πολύ ελαφρού) ξύλου, κορεσμένου με νερό, μπορεί να φθάσει ως 1000% περίπου.

Πως συγκρατιέται η υγρασία μέσα στο ξύλο

Η υγρασία βρίσκεται στο ξύλο με δύο μορφές : ως υγρό νερό στα κυτταρικά τοιχώματα και ως υγρό ή με μορφή υδρατμών στις κυτταρικές κοιλότητες. Σε κατάσταση κορεσμού δεν υπάρχουν υδρατμοί αλλά μόνο υγρό νερό.

Βασική αιτία εισόδου νερού (υγρασίας) στη μάζα ξηρού ξύλου είναι η έλξη μορίων νερού από υδροξύλια των χημικών δομικών συστατικών του, ιδίως της κυτταρίνης. Στην αρχή δημιουργείται μονομοριακό στρώμα νερού, που βαθμιαία γίνεται πολυμοριακό. Το μονομοριακό στρώμα συγκρατιέται από τα υδροξύλια με ισχυρούς δεσμούς (γέφυρες) υδρογόνου. Το πολυμοριακό στρώμα (με «πάχος» ως 6 μόρια νερού) εισέρχεται και συγκρατιέται με τη δράση δευτερευουσών ελκτικών δυνάμεων. Η είσοδος νερού προκαλεί απώθηση αλυσίδων μορίων κυτταρίνης στις άμορφες περιοχές και απώθηση κρυσταλλικών και μικροινιδίων με συνέπεια την έναρξη διογκώσεως του ξύλου. Συμπληρωματικά, νερό μπορεί να προσληφθεί με τριχοειδή συμπύκνωση σε κενά που υπάρχουν στο κυτταρικό τοίχωμα, ανοίγματα μεμβρανών βοθρίων και μικρά στόμια βοθρίων - που όλα δρουν ως τριχοειδή. Μετά τον κορεσμό των τοιχωμάτων (υγρό) νερό μπορεί να εισέλθει και στις κυτταρικές κοιλότητες.

Ο διαχωρισμός των παραπάνω φάσεων με τις οποίες συγκρατιέται το νερό μέσα στο ξύλο (μονομοριακό στρώμα, πολυμοριακό στρώμα, τριχοειδής συμπύκνωση) δεν είναι σαφής. Μια θεωρητική διάκριση, που είναι πρακτικά χρήσιμη, είναι η διάκριση του νερού που συγκρατιέται από τα κυτταρικά τοιχώματα και από τις κυτταρικές κοιλότητες. Η θεωρητική κατάσταση που τα τοιχώματα είναι κορεσμένα με νερό και οι κυτταρικές κοιλότητες εντελώς κενές, ονομάζεται όριο κορεσμού των ινών ή σημείο ινοκόρου. Το ποσοστό της υγρασίας που το ξύλο συγκρατεί στο όριο αυτό διαφέρει σε διαφορετικά είδη και κυμαίνεται από 20 έως 40% περίπου.

Πίνακας 2: Διακύμανση της Υγρασίας Ξύλου Ξηρού στον Αέρα σε Διάφορα Μέρη της Ελλάδας

α/α Τόπος	Μήνες											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1 Αθήνα	13,6	13,5	12,2	11,0	10,1	9,1	7,8	8,2	9,1	11,7	13,5	14,0
2 Αλεξανδρούπολη	15,6	15,5	13,6	13,1	13,1	11,7	9,8	10,0	11,3	12,5	15,0	15,5
3 Βόλος	14,8	13,8	14,0	13,0	12,8	11,8	10,8	10,8	10,9	13,5	15,0	14,8
4 Γιάννενα	15,5	15,2	14,3	12,7	12,8	11,6	10,5	10,6	11,9	15,0	16,8	17,0
5 Ζάκυνθος	13,9	13,7	13,5	12,9	11,7	11,1	10,4	10,7	11,2	13,5	14,6	14,8
6 Ήρακλειο	13,1	12,9	12,1	11,6	11,5	11,4	10,6	10,8	11,4	12,0	12,9	13,8
7 Θεσσαλονίκη	14,7	14,5	13,2	12,7	11,9	10,6	9,7	9,8	10,9	13,5	14,6	15,3
8 Καβάλα	17,0	14,8	13,6	13,0	12,5	10,7	9,5	9,2	10,6	13,1	15,8	17,1
9 Καλαμάτα	14,1	13,6	13,1	12,4	11,9	10,9	9,8	10,2	11,1	13,3	14,2	14,7
10 Κέρκυρα	15,0	14,8	14,6	14,4	13,9	13,2	11,9	11,9	13,0	13,6	13,7	15,1
11 Κοζάνη	16,8	13,4	11,7	10,8	11,1	9,9	9,5	8,7	9,9	10,1	14,8	15,6
12 Λάρισα	17,1	15,9	14,2	12,8	12,1	10,5	9,5	9,5	10,9	14,5	16,9	18,0
13 Μυτιλήνη	13,1	12,6	12,0	11,4	10,9	9,7	9,2	9,6	10,0	11,6	13,0	13,1
14 Όρεστιάδα	17,0	15,8	12,8	12,4	11,8	10,8	9,8	9,5	11,2	13,5	17,0	17,4
15 Πάτρα	14,8	14,5	13,6	13,0	12,3	11,9	11,6	11,7	11,1	13,6	14,5	15,4
16 Πάρνηθα	21,9	19,2	16,0	13,5	12,1	10,6	10,1	10,5	12,2	15,5	18,8	23,0
17 Πετρούλι	16,9	16,7	14,7	13,4	12,7	12,1	11,4	11,3	12,8	13,7	16,0	17,0
18 Ρόδος	14,4	14,6	13,1	13,1	11,8	10,5	9,7	9,7	10,7	11,5	14,2	14,5
19 Σύρος	13,4	13,2	12,6	11,9	11,0	10,3	9,4	10,7	12,5	13,7	14,2	11,8
20 Τρίκαλα	16,8	15,3	13,4	12,1	11,8	10,1	8,9	8,9	10,6	14,2	16,6	17,1
21 Τρίπολη	16,6	15,7	13,7	12,0	11,1	10,7	8,9	8,9	10,6	13,2	15,8	16,8
22 Φλώρινα	19,0	17,2	15,5	12,5	12,0	11,8	10,8	10,4	12,5	14,0	15,8	18,0
23 Χαλκίδα	15,9	14,9	13,8	11,8	10,8	10,0	9,2	9,4	10,6	13,0	14,6	15,9
24 Χανιά	14,3	13,7	13,0	12,4	12,0	11,0	10,2	10,6	11,3	13,0	14,1	14,7

*Τίτλος: Ισορροπική υγρασία (%) με βάση τις μέσες μηνιαίες τιμές σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας^{18,58}.

3.3. Μέγιστη υγρασία

Η μέγιστη υγρασία που μπορεί να συγκρατήσει το ξύλο (όταν τόσο τα κυτταρικά τοιχώματα όσο και οι κυτταρικές κοιλότητες είναι κορεσμένα), εξαρτάται από το διαθέσιμο χώρο μέσα στη μάζα του. Ο διαθέσιμος χώρος, με μορφή κενών κυτταρικών κοιλοτήτων, εκφράζεται πρακτικά με την ξηρή πυκνότητα, αλλά σ' αυτόν πρέπει να προστεθεί και ο χώρος που κατέχεται από νερό μέσα στα

τοιχώματα. Η μέγιστη υγρασία έχει μεγάλη διακύμανση και ο υπολογισμός (σε σχέση με την πυκνότητα) μπορεί να γίνει, κατά προσέγγιση, από τις σχέσεις:

$$Y_{\max} = 100 \left(\frac{r_w - R}{r_w R} \right) = 100 \left(\frac{1,50 - R}{1,50 R} \right) = 100 \left(\frac{1}{R} - 0,67 \right) \quad (10)$$

$$\text{και } Y_{\max} = 100 \left(\frac{r_w - r_0}{r_w r_0} \right) + f = 100 \left(\frac{1,50 - r_0}{1,50 r_0} \right) = 100 \left(\frac{1}{r_0} - 0,67 \right) + 30 \quad (11)$$

όπου Y_{\max} = μέγιστη υγρασία (%)

R = βασική πυκνότητα ξύλου (g/cm^3)

r_0 = ξηρή πυκνότητα ξύλου (g/cm^3)

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

f = σημείο ινοκόρου (%).

Από τη σχέση (10), η μέγιστη υγρασία ξύλων με πυκνότητα (R) $0,70 \text{ g/cm}^3$, $0,40 \text{ g/cm}^3$ και $0,10 \text{ g/cm}^3$, υπολογίζεται αντίστοιχα σε 76%, 183% και 933%. Γραφικά, η σχέση μέγιστης υγρασίας - πυκνότητας φαίνεται στο Σχήμα 3. Η μέγιστη υγρασία διαφέρει όχι μόνο ανάμεσα σε διαφορετικά είδη αλλά και στο ίδιο είδος ξύλου, ιδίως ανάμεσα σε εγκάρδιο και σομφό ξύλο.

Σχήμα 3 Σχέση μέγιστης υγρασίας και πυκνότητας. (Υπολογισμός από τις εξισώσεις 10 και 11 με βάση 1. ξηρή και 2. Βασική πυκνότητα).

3.4. Προσδιορισμός της υγρασίας του ξύλου

Η υγρασία που περιέχεται μέσα στο ξύλο μπορεί να προσδιοριστεί με διάφορες μεθόδους, που διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες. Στις πρώτες, η υγρασία χωρίζεται από το ξύλο, ενώ στις δεύτερες μετριέται μια ιδιότητα που σχετίζεται με την υγρασία. Οι κυριότερες άμεσες μέθοδοι είναι (α) ξήρανση και ζύγιση και (β) απόσταξη. Έμμεσα, η υγρασία μετριέται κυρίως (γ) με ηλεκτρικά υγρόμετρα.

3.4.1. Ξήρανση και ζύγιση

Με αυτή τη μέθοδο η υγρασία προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$Y = \frac{M_x - M_0}{M_0} \times 100 \quad (12)$$

ή απλούστερα

$$Y = \left(\frac{M_x}{M_0} - 1 \right) \times 100 \quad (13)$$

όπου Y = υγρασία (%)

M_x = αρχική μάζα (g)

M_0 = απόλυτα ξηρή μάζα (g)

Για τον προσδιορισμό χρειάζεται ζυγαριά ακριβείας (0,005 g) με δυναμικότητα τουλάχιστον 200 g και αεριζόμενο πυριατήριο (μικρός φορητός κλίβανος) μέσα στο οποίο η θερμοκρασία μπορεί να διατηρείται σταθερή σε $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Το δείγμα του ξύλου έχει μέγεθος και σχήμα που μπορούν να ποικίλλουν. Π.χ. στην περίπτωση πριστής ξυλείας (σανίδια), το δείγμα έχει πάχος 1 - 1,5 εκ.

και παίρνεται σε απόσταση τουλάχιστον 30 εκ. από τα άκρα. Αν επιδιώκεται ο προσδιορισμός της κατανομής της υγρασίας μέσα στη μάζα του ξύλου, το δείγμα τεμαχίζεται ανάλογα. Σε άλλες περιπτώσεις, για να αποφεύγεται καταστροφή προϊόντων (στύλων, στρωτήρων σιδηροδρόμων, επίπλων κ.ά.), το δείγμα παίρνεται με ειδικό τρυπάνι. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο, πρέπει να χρησιμοποιούνται καλά τροχισμένα εργαλεία, γιατί αλλιώς αναπτύσσεται θερμοκρασία που εξατμίζει την υγρασία. Επίσης, πρέπει ν' αποφεύγονται ρόζοι, και τυχόν αγκίδες που εξέχουν μετά το πριόνισμα να απομακρύνονται με σμυριδόχαρτο.

Το δείγμα ζυγίζεται μόλις είναι έτοιμο (M_x) και ύστερα τοποθετείται μέσα στο πυριατήριο (σε θερμοκρασία $103 \pm 2^\circ\text{C}$) ώσπου να αποκτήσει σταθερό βάρος (M_0). Ο απαιτούμενος χρόνος ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος του δείγματος, το είδος ξύλου, τον αριθμό δειγμάτων μέσα στο πυριατήριο και τον αερισμό του. Σε πολλές περιπτώσεις, αρκεί το δείγμα να μείνει μια νύχτα, αλλά το πρόβλημα αυτό μπορεί σύντομα να λυθεί εμπειρικά. Μετά την απομάκρυνση από το πυριατήριο, το δείγμα δεν πρέπει να ζυγίζεται αμέσως αλλά να τοποθετείται σε ειδικό δοχείο (ξηραντήρα), πάνω από το χλωριούχο ασβέστιο (CaCl_2) ή πεντοξειδίο του φωσφόρου (P_2O_5) ώσπου να εξισωθεί η θερμοκρασία του με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Αν το δείγμα ζυγιστεί θερμό, προκύπτει σφάλμα, γιατί ο αέρας πάνω από τη θέση του στη ζυγαριά θερμαίνεται, γίνεται ελαφρότερος, και το βάρος του ξύλου βρίσκεται μικρότερο από το πραγματικό.

Η μέθοδος προσδιορισμού της υγρασίας με ξήρανση και ζύγιση είναι εργαστηριακή αλλά εφαρμόζεται και στην πράξη.

3.4.2. Απόσταξη

Η μέθοδος αποστάξεως είναι εργαστηριακή και χρησιμοποιείται όταν επιδιώκεται ο ακριβής προσδιορισμός της υγρασίας ξύλων που περιέχουν πτητικά εκχυλίσματα (έλαια, ρητίνες κ.ά.) ή έχουν εμποτιστεί. Οι ουσίες αυτές εξατμίζονται μέσα στο πυριατήριο και επομένως η εφαρμογή της προηγούμενης μεθόδου δεν δίνει ακριβή αποτελέσματα.

Το δείγμα παίρνεται όπως και στην προηγούμενη μέθοδο και σχίζεται σε τεμαχίδια με μικρό μήκος και πάχος (μικρότερο από το πάχος ενός σπέρτου αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν οποιαδήποτε τεμαχίδια ή πριονίδια). Ένα

αντιπροσωπευτικό δείγμα βάρους 20-50 g ζυγίζεται αμέσως σε ζυγαριά ακριβείας (M_x), και ύστερα τοποθετείται σε δοχείο με υγρό που δεν αναμιγνύεται με το νερό, συνήθως τολουόλη (C_7H_8) ή ξυλόλη (C_8H_{10}). Η απόσταξη γίνεται με ειδική συσκευή και διαρκεί $\frac{1}{2}$ ώρα περίπου. Η υγρασία του δείγματος συγκεντρώνεται σε αριθμημένο σωλήνα ως νερό (σε υγρή μορφή) και, όπως είναι γνωστό, ο όγκος του σε cm^3 μετρά το βάρος του σε g. Η υγρασία του ξύλου μπορεί να προσδιοριστεί από τη σχέση (13), όταν βρεθεί το απόλυτα ξηρό βάρος του ξύλου (M_0), με αφαίρεση του βάρους του νερού που έχει συγκεντρωθεί στον αριθμημένο σωλήνα από το αρχικό βάρος (M_x).

3.4.3. Ηλεκτρικά υγρόμετρα

Η μέτρηση της υγρασίας με ηλεκτρικά υγρόμετρα βασίζεται στη μεταβολή των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του ξύλου όταν μεταβάλλεται η υγρασία του. Υπάρχουν δύο κύριων τύπων ηλεκτρικά υγρόμετρα και βασίζονται (α) στην ηλεκτρική αντίσταση (στη δίοδο συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος) και (β) στις διηλεκτρικές ιδιότητες του ξύλου (με την επίδραση εναλλασσόμενου ρεύματος). Ο δεύτερος τύπος περιλαμβάνει επίσης δύο είδη υγρομέτρων (i) ηλεκτροχωρητικότητας (βασίζονται στη σχέση υγρασίας και διηλεκτρικής σταθεράς) και (ii) απώλεια ισχύος (υψίσυχνου ρεύματος). Στην πράξη συνήθως χρησιμοποιούνται τα υγρόμετρα ηλεκτρικής αντιστάσεως. Τα όργανα αυτά έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια, γιατί η ηλεκτρική αντίσταση μεταβάλλεται περισσότερο με την υγρασία του ξύλου και επηρεάζεται λιγότερο από την πυκνότητά του.

Η μέτρηση της υγρασίας του ξύλου με ηλεκτρικά υγρόμετρα παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε σύγκριση με τις προηγούμενες μεθόδους.

Πλεονεκτήματα: 1. Ταχύτερη μέτρηση υγρασίας

2. Εύκολη μέτρηση πολλών δειγμάτων (ή θέσεων σε ένα δείγμα).

3. Μέτρηση χωρίς καταστροφή ξύλου.

4. Όργανα ελαφρά, φορητά (εκτός από το υγρόμετρο ηλεκτροχωρητικότητας).

5. Δαπάνη μετρήσεως μικρότερη.

Μειονεκτήματα: 1. Σχετικά μικρότερη ακρίβεια.

2. Μετρήσεις πάνω από το σημείο ινοκόρου (30%) δεν είναι αξιόπιστες.
3. Υγρόμετρα ηλεκτρικής αντιστάσεως δεν έχουν ακρίβεια όταν η υγρασία είναι μικρότερη από 7%.
4. Μετρήσεις επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, όπως είδος, πυκνότητα, θερμοκρασία ξύλου κ.ά.
5. Μετρήσεις επηρεάζονται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.



Εικόνα 1

Ηλεκτρικό υγρόμετρο (αντιστάσεως)

Τα μειονεκτήματα των ηλεκτρικών υγρομέτρων περιορίζονται με την καλή χρήση τους - σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή κάθε οργάνου και με γνώση της επιδράσεως που έχουν διάφοροι παράγοντες στην ακρίβειά τους. Καλή χρήση μπορεί να εξασφαλίσει ακρίβεια $\pm 1 - 2\%$ (σε σύγκριση με τη μέθοδο ξηράνευσης και ζυγίσεως). Στην αντίθετη περίπτωση, οι διαφορές μπορεί να είναι μεγάλες.

Η ακρίβεια των υγρομέτρων επηρεάζεται βασικά από τους παράγοντες που επιδρούν στις ηλεκτρικές ιδιότητες του ξύλου. Εκτός από την υγρασία, αυτοί είναι: είδος ξύλου, πυκνότητα, θερμοκρασία, διεύθυνση ινών και περιεχόμενες χημικές ουσίες (π.χ. συντηρητικά). Επίσης, η ένδειξη ενός οργάνου επηρεάζεται

από την κατανομή της υγρασίας και το πάχος του δείγματος, τον τύπο και επαφή των ηλεκτροδίων και την επιμέλεια του χειριστή.

Η επίδραση του είδους του ξύλου (οφείλεται σε διαφορές δομής και πυκνότητας) χρειάζεται ανάλογη διόρθωση του οργάνου. Η θερμοκρασία επιδρά γιατί επηρεάζει την ηλεκτρική αντίσταση (όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, η αντίσταση ελαττώνεται). Η διεύθυνση των ινών έχει σημασία για όργανα ηλεκτρικής αντιστάσεως (κυρίως για υγρασία μεγαλύτερη από 20%) και συνιστάται η ροή του ρεύματος να είναι παράλληλη με τις ίνες.

Μεγάλη επιφανειακή υγρασία (π.χ. από βροχή ή δροσιά) συνεπάγεται πολύ μεγάλες ενδείξεις. Επίσης, ανομοιόμορφη κατανομή μέσα στο δείγμα, εκτός που δεν είναι δυνατό να μετρηθεί, δίνει αποτελέσματα πολύ διαφορετικά από τη μέση υγρασία.

Το πάχος του δείγματος δεν θα είχε επίδραση, αν η υγρασία του ήταν ομοιόμορφη, αλλά αυτό δεν συμβαίνει στη διάρκεια ξηράνσεως ξύλου. Ακριβέστερα θεωρούνται τα υγρόμετρα ηλεκτρικής αντιστάσεως και συνιστάται τα ηλεκτρόδια να εισχωρούν σε βάθος $1/4 - 1/5$ του πάχους του δείγματος.

Τα ηλεκτρόδια των υγρομέτρων ηλεκτρικής αντιστάσεως συνήθως έχουν μορφή βελονών (καρφιών) και μερικές φορές η επιφάνειά τους είναι σκεπασμένη με μονωτικό - εκτός από την κορυφή. Αντίθετα, τα ηλεκτρόδια υγρομέτρων υψισύχνου ρεύματος εφάπτονται στην επιφάνεια του δείγματος. Στην πρώτη περίπτωση, τα ηλεκτρόδια πρέπει να εισέρχονται στο καθορισμένο βάθος, και στη δεύτερη να πιέζονται στην επιφάνεια του δείγματος. Τα ηλεκτρόδια δεν πρέπει να τοποθετούνται πολύ κοντά στις παρυφές του δείγματος αλλά να υπάρχει απόσταση τουλάχιστον ίση με το πάχος του.

Η σημασία του επιμελούς χειρισμού είναι ευνόητη. Τα ηλεκτρικά υγρόμετρα έχουν αξιόλογα πλεονεκτήματα για την πράξη, αλλά η αξιοποίησή τους προϋποθέτει καλή χρήση. Εκτός από όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, χρειάζεται προσοχή και στα εξής: έγκαιρη αντικατάσταση συσσωρευτών, διατήρηση καθαρών ηλεκτροδίων, έλεγχος του οργάνου πριν από κάθε χρήση, απαραίτητες διορθώσεις (σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή ή με βάση επιμελημένες συγκριτικές μετρήσεις με άλλες μεθόδους), ορθή ανάγνωση και προσεκτική μεταχείριση για να αποφεύγονται ζημιές στο μηχανισμό του οργάνου.

Γενικά, και ανεξάρτητα από τη μέθοδο προσδιορισμού της υγρασίας, είναι ανάγκη να γίνεται κατάλληλη επιλογή δειγμάτων (και θέσεων μετρήσεως) και να γίνεται αρκετός αριθμός μετρήσεων. Τα δείγματα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικά. Π.χ. μετρήσεις σε δείγματα που είναι περισσότερο εκτεθειμένα σε θερμότητα, υγρασία και αερισμό είναι φανερό ότι οδηγούν σε συμπεράσματα που δεν έχουν ακρίβεια - και δεν πρέπει να γενικεύονται.

3.5. Σημασία της υγροσκοπικότητας

Η υγροσκοπικότητα είναι σπουδαία ιδιότητα του ξύλου. Η επίδρασή της σε άλλες ιδιότητες εξετάζεται σε άλλα κεφάλαια. Στο προηγούμενο κεφάλαιο συζητήθηκε η επίδρασή της στην πυκνότητα. Σε επόμενα κεφάλαια εξετάζεται η σχέση της υγρασίας με τη διαστασιακή αστάθεια του ξύλου (ρίκνωση και διόγκωση), τις μηχανικές και άλλες ιδιότητες.

Αλλά η υγρασία έχει σημασία και σε διάφορες επεξεργασίες του ξύλου σε βιοτεχνίες και βιομηχανίες, όπως στην ξήρανση, συγκόλληση, συντήρηση, κατεργασία με μηχανές, χημική κατεργασία, βαφή, στίλβωση κ.ά.

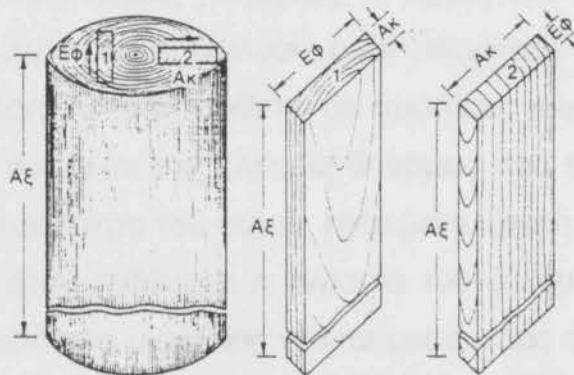
Η υγροσκοπικότητα είναι σημαντικό μειονέκτημα. Αν το ξύλο δεν ήταν υγροσκοπικό θα ήταν μια ιδανική πρώτη ύλη. Πρακτικά εφαρμόσιμες μέθοδοι για εξάλειψη της υγροσκοπικότητας δεν υπάρχουν. Για την ορθολογική αξιοποίηση του ξύλου, είναι αναγκαία η γνώση των σχέσεων της υγρασίας με άλλες ιδιότητες και επεξεργασίες, ώστε σε κάθε περίπτωση να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για να αποφεύγονται, όσο είναι δυνατό, δυσμενείς συνέπειες στην πράξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΡΙΚΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΓΚΩΣΗ

Ρίκνωση είναι η ελάττωση των διαστάσεων του ξύλου όταν η υγρασία του ελαττώνεται κάτω από το σημείο ισοκόρου και διογκωση η αύξηση των διαστάσεών του όταν η υγρασία αυξάνεται μέχρι το σημείο αυτό. Μεταβολές της υγρασίας πάνω από το σημείο ισοκόρου, άσχετα με το μέγεθός τους, δεν έχουν καμία επίδραση στις διαστάσεις του ξύλου.

Το ξύλο είναι ανισότροπο υλικό από άποψη ρικνώσεως και διογκώσεως, δηλαδή η αυξομείωση των διαστάσεών του, για την ίδια μεταβολή υγρασίας, είναι διαφορετική σε διαφορετικές αυξητικές διευθύνσεις. Συγκεκριμένα, η αυξομείωση (ρίκνωση, διογκωση) είναι ελάχιστη στην αξονική διεύθυνση (παράλληλα με τον κορμό του δέντρου), πολύ μεγαλύτερη ακτινικά (στη διεύθυνση εντεριώνης - φλοιού) και ακόμα μεγαλύτερη σε διεύθυνση εφαπτομενική με τους αυξητικούς δακτυλίους.



Εικόνα 2

Αξονική, εφαπτομενική και ακτινική διεύθυνση σε κορμοτεμάχιο και παράγωγα πριστά. Ανάλογα με τη θέση στο κορμοτεμάχιο, η διάταξη των αυξητικών δακτυλίων (και η σχεδίαση) διαφέρουν στα παράγωγα (1, 2). Επειδή στο (1) η πλατιά επιφάνεια προέρχεται με κατεργασία εφαπτομενική στους αυξητικούς δακτυλίους, το πριστό λέγεται και «εφαπτομενικό» (flat-sawn), ενώ στο (2) «ακτινικό» (quarter-sawn). Σε όλες τις περιπτώσεις υπάρχουν οι τρεις διευθύνσεις (επιφάνειες)

4.1. Παράγοντες που επηρεάζουν τη ρίκνωση και τη διόγκωση

Η ρίκνωση και η διόγκωση του ξύλου επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η υγρασία, πυκνότητα, δομή, εκχυλίσματα, χημική σύσταση και μηχανικές τάσεις. Οι παράγοντες πυκνότητα, δομή και εκχυλίσματα (πολύ λίγο και η χημική σύσταση των κυτταρικών τοιχωμάτων) είναι καθοριστικοί των διαφορών που υπάρχουν ανάμεσα σε διαφορετικά είδη ξύλου.

4.1.1. Υγρασία

Το μέγεθος της ρικνώσεως ή διογκώσεως είναι ανάλογο με την υγρασία που αποβάλλεται ή προσλαμβάνεται από το ξύλο όταν η υγρασία κυμαίνεται από μηδέν ως το σημείο ινοκόρου και αντίστροφα. Η σχέση είναι πρακτικά ευθύγραμμη και ισχύει για όλες τις αυξητικές διευθύνσεις (αξονική, ακτινική, εφαπτομενική), επομένως και για τις μεταβολές του όγκου. Στην πραγματικότητα, όπως αποδεικνύεται από ακριβείς μετρήσεις, η σχέση δεν είναι εντελώς ευθύγραμμη, π.χ. σε μικρές υγρασίες η ρίκνωση είναι μικρότερη από αυτήν που δίνεται με ευθύγραμμη σχέση. Αυτό αποδίδεται σε συμπίεση του νερού μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα, που οφείλεται στις ελκτικές δυνάμεις που το συγκρατούν. Εξαιτίας της συμπίεσεως, η πυκνότητα του νερού είναι μεγαλύτερη όταν η υγρασία είναι μικρή και ελαττώνεται όταν αυξάνεται η υγρασία του ξύλου. Επομένως, ο χώρος που κατέχει η ίδια ποσότητα υγρασίας γίνεται μικρότερος όσο η υγρασία ελαττώνεται. Σύμφωνα με υπολογισμούς, η πυκνότητα του νερού που προσροφάται στην αρχή από ξηρό ξύλο είναι $1,30 \text{ g/cm}^3$ και γίνεται $1,115 \text{ g/cm}^3$ περίπου στο σημείο ινοκόρου.

Έχει παρατηρηθεί ότι η σχέση ρικνώσεως ή διογκώσεως και υγρασίας επηρεάζεται από το μέγεθος των δοκιμίων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό τους. Μεγάλα δοκίμια δεν δίνουν ακριβή αποτελέσματα γιατί μπορεί να υπάρχουν ανομοιομορφίες στην κατανομή της υγρασίας. Έτσι δημιουργούνται τάσεις που επηρεάζουν τις αυξομειώσεις των διαστάσεων, και μπορεί αυτή να είναι η αιτία που σε ορισμένες περιπτώσεις, παρατηρείται ρίκνωση ή διόγκωση και πέρα από το σημείο ινοκόρου. Γι' αυτό το λόγο, ο προσδιορισμός της

ρικνώσεως και διογκώσεως συνιστάται να γίνεται με δείγματα ορισμένων διαστάσεων, ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα.

4.1.2. Πυκνότητα

Η ρίκνωση και η διογκωση αυξάνονται όταν αυξάνεται η πυκνότητα του ξύλου, δηλαδή ξύλα με μεγαλύτερη πυκνότητα ρικνώνονται και διογκώνονται περισσότερο. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη περιεκτικότητα ξυλώδους ύλης (μεγαλύτερο πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων) σε ξύλα με μεγάλη πυκνότητα και στο ότι η αυχομείωση των εγκάρσιων διαστάσεων των κυττάρων γίνεται προς τα έξω. Όταν προσλαμβάνεται (ή αποβάλλεται) υγρασία, η κυτταρική κοιλότητα μένει σχεδόν αμετάβλητη.

Πίνακας 3: Διαστάσεις Προτύπων (Standard) Δειγμάτων Προσδιορισμού Φυσικών και Μηχανικών Ιδιοτήτων του Ξύλου σε Διάφορες Χώρες (και προτεινόμενες για διεθνή καθιέρωση - ISO) cm

Είδος δοκιμής	Ήν. Πολ. Αμερικής		Γερμανία	Γαλλία	Άγγλία	ISO
	A	B				
Δείγματα πρισματικά						
Πυκνότητα	5 x 5 x 15	5 x 5 x 15	—	2 x 2 x 2	—	2 x 2 x 2-3
Ρίκνωση όγκου	5 x 5 x 15	5 x 5 x 15	—	2 x 2 x 2	—	—
Ρίκνωση ακτινική-εφαπτομενική	2,5 x 2,5 x 10	2,5 x 2,5 x 10	3 x 3 x 1,5	—	—	—
Ρίκνωση άξονική	—	—	3 x 3 x 10	—	—	—
Θλίψη, άξονική	5 x 5 x 20	2,5 x 2,5 x 10	2 x 2 x 3**	2 x 2 x 6	2 x 2 x 6	—
Θλίψη, εγκάρσια	5 x 5 x 15	5 x 5 x 15	5 x 5 x 15	—	—	2 x 2 x 3-6
Κάμψη, στατική	5 x 5 x 76	2,5 x 2,5 x 41	2 x 2 x 36***	2 x 2 x 34	2 x 2 x 30	2 x 2 x 30-38
Κάμψη, δυναμική	5 x 5 x 76	5 x 5 x 76	—	—	2 x 2 x 30	2 x 2 x 30
Κρούση (Toughness)	2 x 2 x 28	2 x 2 x 28	—	2 x 2 x 30	—	—
Σκληρότητα	5 x 5 x 15	5 x 5 x 15	—	ελάχιστο ύψος 3cm	—	5 x 5 x 15
Δείγματα ειδικού σχήματος						
Έφελκυσμός, άξονικός	2,5 x 2,5 x 45	—	5 x 1,5 x 45	—	—	(βλ. ISO 3347)
Έφελκυσμός, εγκάρσιος	5 x 5 x 6,3	—	—	2 x 2 x 7	—	(βλ. ISO 3346)
Διάτμηση	5 x 5 x 6,3	—	3 x 6 x 8	—	2 x 2 x 2	—
Σχίση	5 x 5 x 9,4	—	—	2 x 2 x 4,5	2 x 2 x 4,5	—

* Τά δείγματα είναι καθαρά (χωρίς ελαττώματα)

** Συνηθισμένη διάσταση. Προβλέπονται και άλλα δείγματα με πλευρά διατομής 2,5cm και ύψος μέχρι 12cm. *Επίσης με όρθογώνια αλλά όχι τετραγωνική διατομή.

*** Επίσης 3 x 3 x 54 και 4 x 4 x 72 cm.

Η σχέση της πυκνότητας με τη ρικνωση και διογκωση επηρεάζεται βασικά από την προηγούμενη (σχέση υγρασίας με τη ρικνωση και διογκωση), γιατί ξύλα με μεγαλύτερη πυκνότητα περιέχουν περισσότερη υγρασία στα κυτταρικά τοιχώματα. Π.χ. στην ίδια περιεκτικότητα υγρασίας, έστω 15%, 1 κυβ. μέτρο ξύλου με πυκνότητα $0,80 \text{ g/cm}^3$ περιέχει 120 Kg νερού, ενώ 1 κυβ. μέτρο ξύλου με πυκνότητα $0,40 \text{ g/cm}^3$ περιέχει 60 Kg νερού.

Η πυκνότητα επηρεάζει και τον συντελεστή ανισοτροπίας ρικνώσεως ή διογκώσεως. Ο συντελεστής αυτός (πηλίκο εφαπτομενικής / ακτινικής ρικνώσεως ή διογκώσεως) γίνεται μικρότερος όσο η πυκνότητα είναι μεγαλύτερη. Αυτό σημαίνει ότι σε ξύλα με μεγάλη πυκνότητα, η διαφορά εφαπτομενικής και ακτινικής ρικνώσεως ή διογκώσεως είναι μικρότερη, δηλαδή τα ξύλα αυτά έχουν μικρότερη ανισοτροπία.

Η σχέση πυκνότητας - ρικνώσεως βρέθηκε να μην ισχύει σε πολύ παλιά ξύλα, διατηρημένα στο έδαφος, στη θάλασσα και σε παγετώνες, χιλιάδες χρόνια. Π.χ. σε δρυ που διατηρήθηκε 1000 χρόνια περίπου στη θάλασσα (βυθισμένο πλοίο) μετρήθηκε πυκνότητα $0,13 \text{ g/cm}^3$ και εφαπτομενική ρικνωση 62,16%. Στα ξύλα αυτά, εκτός από την ελάττωση της πυκνότητας, διαπιστώθηκαν αλλοιώσεις στη δομή και στη χημική σύσταση.

4.1.3. Δομή

Η δομή του ξύλου είναι η βασική αιτία της ανισοτροπίας του από άποψη ρικνώσεως και διογκώσεως. Η επίδρασή της αναλύεται πιο κάτω. Επίσης σε διαφορές δομής (τύποι κυτάρων, πάχος τοιχωμάτων κ.λπ.) οφείλεται η επίδραση της πυκνότητας.

4.1.4. Εκχυλίσματα

Μεγάλη περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα συντελεί στην ελάττωση της ρικνώσεως και διογκώσεως. Η ελάττωση είναι ανάλογη με το χώρο που κατέχουν τα εκχυλίσματα στα κυτταρικά τοιχώματα. Απομάκρυνση των εκχυλισμάτων προκαλεί αύξηση της ρικνώσεως και διογκώσεως.

4.1.5. Χημική σύσταση

Η επίδραση της χημικής συστάσεως των κυτταρικών τοιχωμάτων είναι μικρή, αφού δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ διαφορετικών ειδών ξύλου, ιδίως από άποψη περιεκτικότητας σε κυτταρίνη. Η λιγνίνη έχει περιοριστική επίδραση: απομάκρυνσή της αυξάνει τη ρίκνωση και τη διόγκωση. Αλλά η λιγνίνη σχετίζεται και με την πυκνότητα (το ποσοστό της μειώνεται όταν αυξάνεται η πυκνότητα), και γι' αυτό το λόγο θα μπορούσε να θεωρηθεί πρόσθετη αιτία της μεγαλύτερης ρικνώσεως και διογκώσεως ξύλων με μεγαλύτερη πυκνότητα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Η μικρή ρίκνωση ορισμένων ξύλων, π.χ. Teak, οφείλεται σε εκχυλίσματα αλλά αποδίδεται και σε χαμηλή περιεκτικότητα υδρολυόμενων ημικυτταρινών*.

4.2. Προσδιορισμός ρικνώσεως και διογκώσεως

Η ρίκνωση του ξύλου υπολογίζεται με βάση τις διαστάσεις του σε χλωρή κατάσταση (πάνω από το σημείο ινοκόρου) και αντίθετα η διογκωση με βάση τις διαστάσεις του σε ξηρή κατάσταση. Οι τιμές εκφράζονται ανά μονάδα αρχικής διαστάσεως (χλωρής ή ξηρής), ή επί τοις εκατό της αρχικής διαστάσεως. Οι υπολογισμοί γίνονται με τις επόμενες σχέσεις:

$$\beta = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \quad (14)$$

$$\text{ή } \beta\% = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \times 100 \quad (15)$$

* Το ίδιο υποστηρίζεται για την ακακία με βάση παρατηρήσεις ότι έχει μικρή ρίκνωση (ακτινική 2,8%, εφαπτομενική 4,7%, αλλά αυτό δεν επιβεβαιώνεται από τον Πίνακα 1).

$$\text{και } \alpha = \frac{l_1 - l_2}{l_2} \quad (16)$$

$$\text{ή } \alpha\% = \frac{l_1 - l_2}{l_2} \times 100 \quad (17)$$

όπου β = ρίκνωση και α = διόγκωση (cm/cm ή %)

l_1 = χλωρή (αρχική) και l_2 = ξηρή (τελική) διάσταση (cm).

Οι σχέσεις αυτές μπορούν να γραφούν:

$$\beta = 1 - \frac{l_2}{l_1} \quad (18)$$

$$\text{και } \alpha = \frac{l_1}{l_2} - 1 \quad (19)$$

Από αυτές προκύπτει ότι:

$$\alpha = \frac{\beta}{1-\beta} \quad (20)$$

$$\text{και } \beta = \frac{\alpha}{1+\alpha} \quad (21)$$

Είναι ευνόητο ότι η ρίκνωση και η διόγκωση υπολογιζόμενες με βάση τις ίδιες διαστάσεις, δεν είναι ίσες, και ότι η μία μπορεί να υπολογιστεί από την άλλη.

Πίνακας 4: Αντιστοιχία Τιμών Ρίκνωσης και Διόγκωσης (%)

Διόγκωση	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	5,0	10,0
Ρίκνωση	0,09	0,19	0,39	0,59	0,79	0,99	1,96	4,76	9,09

Επίσης ισχύει:

$$l_1 - l_2 = \beta l_1 = \alpha l_2 \quad (22)$$

δηλαδή η μεταβολή διαστάσεων ($l_1 - l_2$) είναι δυνατό να υπολογιστεί από την διάσταση σε χλωρή κατάσταση και τη ρίκνωση, ή από τη διάσταση σε ξηρή κατάσταση και τη διόγκωση.

Οι διαστάσεις μήκους (αξονικές, ακτινικές ή εφαπτομενικές) μετρούνται με μικρομετρικό όργανο όταν απαιτείται ακρίβεια. Ο όγκος είναι δυνατό να υπολογιστεί από τις γραμμικές διαστάσεις, όταν πρόκειται για κανονικό σχήμα, ή με εμβάπτιση σε νερό. Για πρακτικούς σκοπούς, η ογκομετρική ρίκνωση (και η διόγκωση) μπορεί να υπολογιστεί με άθροιση των μερικών ρίκνώσεων, ή και μόνο από την εφαπτομενική και ακτινική, δηλαδή:

$$\beta_v = \beta_t + \beta_r + \beta_1 \approx \beta_1 + \beta_r \quad (23)$$

$$\text{και } \alpha_v = \alpha_t + \alpha_r + \alpha_1 \approx \alpha_1 + \alpha_r \quad (24)$$

Με μεγαλύτερη ακρίβεια η ογκομετρική ρίκνωση και διόγκωση μπορούν να υπολογιστούν από τις σχέσεις:

$$\beta_v = 1 - (1-\beta_t)(1-\beta_r)(1-\beta_1) \quad (25)$$

$$\alpha_v = (1+\alpha_t)(1+\alpha_r)(1+\alpha_1) - 1 \quad (26)$$

$$(\beta_v, \beta_t, \beta_r, \beta_1 \text{ και } \alpha_v, \alpha_t, \alpha_r, \alpha_1 \text{ σε δεκαδικά}) \quad (27)$$

Αν υποθεθεί (κατά προσέγγιση είναι σωστό) ότι όταν αυξάνεται η υγρασία, η ρίκνωση ελαττώνεται και η ξηρή διάσταση (l_2) αυξάνεται προς τη χλωρή (l_1) με ευθύγραμμη σχέση, είναι δυνατό να εκτιμηθούν τα ακόλουθα μεγέθη, που παρουσιάζουν πρακτικό ενδιαφέρον:

(α) Η ρίκνωση που αντιστοιχεί σε ορισμένη μεταβολή υγρασίας κάτω από το σημείο ινοκόρου. Αυτή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\beta_{\delta} = \frac{\beta Y_{\delta}}{f} \quad (28)$$

όπου β_{δ} = ρίκνωση για μεταβολή υγρασίας Y_{δ}

β = ολική ρίκνωση

f = σημείο ινοκόρου

(β_{δ} , β , f και Y_{δ} επί τοις εκατό ή σε δεκαδικά).

Παράδειγμα: Αν $\beta = 8\%$ (0,08), $Y_{\delta} = 14\% - 8\% = 6\%$ (0,06) και $f = 30\%$ (0,30), $\beta_{\delta} = 1,6\%$ (0,016 cm/cm).

(β) Η μεταβολή διαστάσεων που αντιστοιχεί σε ορισμένη μεταβολή υγρασίας. Αυτή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I_{\delta} = \frac{\beta Y_{\delta} I_1}{f} \quad (29)$$

όπου I_{δ} = μεταβολή διαστάσεως

β = ολική ρίκνωση

Y_{δ} = μεταβολή υγρασίας

f = σημείο ινοκόρου

I_1 = αρχική διάσταση

(β , Y_{δ} , f επί τοις εκατό ή σε δεκαδικά, και αντίστοιχα I_1 σε δεκαδικά ή ακέραιος αριθμός).

Παράδειγμα: Αν $\beta = 8\%$ (0,08), $Y_{\delta} = 6\%$ (0,06), $f = 30\%$ (0,30) και $I_1 = 0,08$ (8cm), $I_{\delta} = 0,128$ cm.

4.3. Σημασία της ρικνώσεως και διογκώσεως

Η ρίκνωση και η διόγκωση μπορούν να γίνουν σοβαρό εμπόδιο στην αξιοποίηση του ξύλου γιατί υποβαθμίζουν την ποιότητα κατασκευών και προϊόντων του. Υποβάθμιση μπορεί να προέλθει από απλή αυξομείωση διαστάσεων, ανισοτροπία ή διαφορετική ρίκνωση και διογκωση στη μάζα του ξύλου με την επίδραση διαφορών κατανομής υγρασίας ή πυκνότητας. Έτσι, προκαλούνται ποικίλα ελαττώματα, όπως ανοίγματα ή σφήνωση αρμών, μεταβολή του σχήματος εγκάρσιων διατομών, στρέβλωση, ραγάδωση και, σε ειδικές περιπτώσεις, κελύφωση, κυψελίδωση και κατάρρευση. Όλα αυτά μπορούν να παρουσιαστούν σε ξύλο με κανονική δομή, αλλά το μέγεθός τους μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από την παρουσία αυξητικών ακανονιστιών, όπως είναι ξύλο με ακανόνιστη δομή (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές), ρόζοι κ.ά.

Ανοίγμα ή σφήνωση αρμών μπορούν να προέλθουν από αντίστοιχη μείωση ή αύξηση των διαστάσεων. Αύξηση διαστάσεων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα δυσκολίες στη χρησιμοποίηση (άνοιγμα, κλείσιμο) θυρών, παραθύρων και συρταριών, ενώ η μείωση δημιουργεί διάκενα.

Μεταβολή του σχήματος εγκάρσιων διατομών ξυλοτεμαχίων προέρχεται από διαφορετική εφαπτομενική και ακτινική ρίκνωση και διογκωση.

Στρέβλωση μπορεί επίσης να προέλθει από διαφορές εφαπτομενικής και ακτινικής ρικνώσεως και διογκώσεως. Π.χ. σανίδια με μεγάλο πλάτος στην εφαπτομενική διεύθυνση έχουν φυσική τάση στρεβλώσεως. Στρέβλωση μπορεί να προέλθει και από διαφορές κατανομής υγρασίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι στρεβλώσεως.

Ραγάδωση είναι αποτέλεσμα άνισης μεταβολής διαστάσεων στην επιφάνεια και στο εσωτερικό ενός ξυλοτεμαχίου. Ραγάδες παρουσιάζονται μετά από ξήρανση (φυσική ή τεχνητή) στα άκρα ή σε άλλες θέσεις ξυλοτεμαχίων (λόγω ταχύτερης απώλειας υγρασίας) είναι επιφανειακές ή διαμπερείς, και συνήθως ακολουθούν την διαδρομή ακτίνων, που σχηματίζουν επίπεδα με μειωμένη αντοχή.

Κελύφωση, κυψελίδωση και κατάρρευση παρουσιάζονται κυρίως όταν γίνεται τεχνητή ξήρανση του ξύλου. Κελύφωση είναι όρος που αναφέρεται στην παρουσία τάσεων μέσα στη μάζα ξύλου χωρίς εξωτερικά να εκδηλώνεται οποιαδήποτε ακανονιστία. Το ελάττωμα φαίνεται μετά από επανάπριση, οπότε τα πριστά τείνουν να κάμπτονται αντίστροφα. Κυψελίδωση είναι ο σχηματισμός εσωτερικών ραγάδων που μερικές φορές παρουσιάζονται σε ξύλα με πλατιές ακτίνες (δρυ κ.ά.). Τέλος, κατάρρευση είναι ακανόνιστη μεταβολή της εξωτερικής μορφής (διατομής) πριστού και οφείλεται σε ισχυρή παραμόρφωση των κυττάρων του ξύλου. Τα ελαττώματα αυτά παρουσιάζονται κυρίως όταν υγρό ξύλο ξηραίνεται απότομα.

Η εμφάνιση ραγαδώσεως, κελυφώσεως, κυψελιδώσεως και καταρρεύσεως μπορεί να εξηγηθεί ως εξής:

Ας υποθεθεί, ότι πριστό ξυλοτεμάχιο (π.χ. ένα σανίδι με σχετικά μεγάλο πάχος) με υγρασία μεγαλύτερη από το σημείο ινοκόρου σε όλη τη μάζα του, βρίσκεται εκτεθειμένο σε συνθήκες που ευνοούν ταχεία εξάτμιση (μεγάλη θερμοκρασία, μικρή σχετική υγρασία). Ένα λεπτό ή παχύτερο εξωτερικό στρώμα (ανάλογα με τις συνθήκες) ξηραίνεται, η υγρασία του κατεβαίνει κάτω από το σημείο ινοκόρου και αρχίζει η ρίκνωσή του. Επειδή το εσωτερικό του ξυλοτεμαχίου εξακολουθεί να έχει υγρασία μεγαλύτερη από το σημείο ινοκόρου, εμποδίζει τη ρίκνωση του εξωτερικού στρώματος. Έτσι, το εξωτερικό στρώμα τείνει να τανυστεί, δηλαδή αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού. Όταν οι τάσεις αυτές γίνουν μεγαλύτερες από την αντοχή του ξύλου σε εγκάρσιο εφελκυσμό το εξωτερικό στρώμα θραύεται κατά θέσεις, δηλαδή δημιουργείται ραγάδωση.

Αν οι τάσεις εφελκυσμού δεν είναι τόσο μεγάλες ώστε να προκαλέσουν θραύση των ιστών του εξωτερικού στρώματος (ραγάδωση), έχει όμως ξεπεραστεί το όριο ελαστικότητας, προκαλείται μόνιμη παραμόρφωση σε εφελκυσμό. Όπως εξηγήθηκε προηγουμένως, αυτό προκαλεί ρίκνωση μικρότερη από την κανονική. Όσο η ξήρανση προχωρεί, βαθμιαία η υγρασία του εσωτερικού κατεβαίνει κάτω από το σημείο ινοκόρου. Έτσι αρχίζει και αυτό να ρικνώνεται, αλλά δεν μπορεί να ρικνωθεί κανονικά, γιατί συγκρατιέται από το εξωτερικό στρώμα που έχει μόνιμα παραμορφωθεί σε εφελκυσμό - επομένως, έχει μόνιμα επιμηκυνθεί. Τώρα, το εξωτερικό στρώμα, καθώς βρίσκεται σε εφελκυσμό εξασκεί πίεση (θλίψη) στο

εσωτερικό. Σε μερικές περιπτώσεις, μεγάλη πίεση μπορεί να προκαλέσει κατάρρευση. (Αυτό μπορεί να προκύψει και από ταχεία έξοδο της υγρασίας, οπότε τα κύτταρα παραμορφώνονται, γιατί «ξεφουσκώνουν» σαν αεροθάλαμοι).

Η παρεμπόδιση του εσωτερικού στρώματος να ρικνωθεί κανονικά έχει ως αποτέλεσμα να βρεθεί το στρώμα αυτό σε τάση εφελκυσμού - και να εξασκεί πίεση στο εξωτερικό στρώμα. Στην περίπτωση αυτή, οι τάσεις εφελκυσμού μπορούν να προκαλέσουν εσωτερική ραγάδωση, δηλαδή κυψελίδωση.

Αν δεν γίνει κατάρρευση ή κυψελίδωση (γιατί οι τάσεις που αναπτύσσονται δεν είναι αρκετά ισχυρές), η κατάσταση της μόνιμης παραμορφώσεως σε εφελκυσμό ή θλίψη μπορεί να προκαλέσει κελύφωση.

Εκτός από τα παραπάνω, διαφορετική ρίκνωση και διόγκωση πρώιμου και όψιμου ξύλου (λόγω διαφορετικής πυκνότητας), σε συνδυασμό με κακή κατάσταση εργαλείων κατεργασίας (π.χ. μαχαιριών πλάνης), μπορεί να προκαλέσει μερική αποκόλληση του πρώιμου ξύλου ή ανύψωσή του πάνω από το όψιμο, ιδίως σε εφαπτομενικές επιφάνειες (raised grain).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου είναι μέτρο της μηχανικής αντοχής του, δηλαδή της αντιστάσεώς του σε εξωτερικές δυνάμεις που τείνουν να παραμορφώσουν τη μάζα του. Η αντίσταση του ξύλου στις δυνάμεις αυτές εξαρτάται από το μέγεθος τους και τον τρόπο φορτίσεως. Με βάση τον τρόπο φορτίσεως, διακρίνουμε μηχανική αντοχή σε εφελκυσμό, θλίψη (συμπίεση), διάτμηση, κάμψη, σχίση, κρούση κ.ά.

Σε αντίθεση με τα μέταλλα ή άλλα υλικά με ομοιογενή δομή, το ξύλο έχει διαφορετική μηχανική αντοχή σε διαφορετικές αυξητικές διευθύνσεις (αξονικά - εγκάρσια), δηλαδή και από μηχανική άποψη είναι ανισότροπο υλικό.

5.1. Βασικές έννοιες

Πριν από τη συζήτηση των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου είναι χρήσιμη η εξήγηση ορισμένων βασικών εννοιών που αφορούν γενικά στη μηχανική αντοχή των υλικών.

Δύναμη είναι κάθε δράση που τείνει να κινήσει ένα σώμα που αδρανεύει, ή να μεταβάλλει το σχήμα και το μέγεθός του ή, αν το σώμα κινείται, να μεταβάλλει την ταχύτητα ή τη διεύθυνση της κινήσεώς του. Η δύναμη ή φορτίο εκφράζεται σε Kilopond (Kp).

Ένα σώμα που ισορροπεί, όταν βρεθεί κάτω από την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων που τείνουν να μεταβάλουν τη μορφή του, προβάλλει αντίσταση. Η αντίσταση αυτή, δηλαδή οι εσωτερικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μέσα στη μάζα του σε αντίδραση προς τις δυνάμεις που δρουν εξωτερικά, ονομάζονται εσωτερικές τάσεις ή απλά τάσεις. Οι τάσεις αυτές είναι ίσες και αντίθετες προς τις εξωτερικές δυνάμεις που τις προκαλούν.

Διακρίνουμε ολική τάση, που εκφράζεται σε Κρ, όπως η δύναμη, και τάση ανά μονάδα επιφάνειας ή μονάδα τάσεως, που εκφράζεται σε μονάδες δυνάμεως ανά μονάδα επιφάνειας (Κρ/cm²) και υπολογίζεται από τη σχέση:

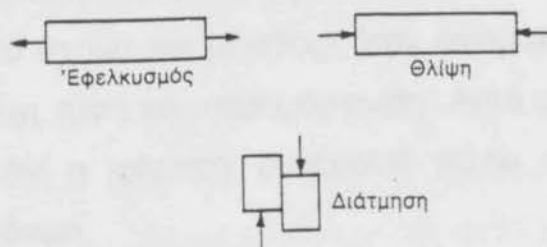
$$S = \frac{P}{A} \quad (30)$$

όπου S = τάση ανά μονάδα επιφάνειας ή μονάδα τάσεως (Κρ/cm²)

P = δύναμη ή φορτίο (Κρ)

A = φορτιζόμενη επιφάνεια (cm²)

Οι τάσεις είναι τριών ειδών ή συνδυασμοί τους. Οι τρεις θεμελιώδεις τάσεις είναι εφελκυσμός, θλίψη και διάτμηση. Ένα σώμα βρίσκεται σε τάση εφελκυσμού όταν οι δυνάμεις που ενεργούν τείνουν να το επιμηκύνουν (Εικ. 3). Αν οι εξωτερικές δυνάμεις ενεργούν αντίθετα, το σώμα βρίσκεται σε τάση θλίψεως και τείνει να επιβραχυνθεί. Τέλος, αν οι δυνάμεις τείνουν να προκαλέσουν ολίσθηση ενός μέρους του φορτιζόμενου σώματος σε παράπλευρο μέρος του ίδιου σώματος, το σώμα βρίσκεται σε τάση διατμήσεως.



Εικόνα 3: Οι τρεις θεμελιώδεις τάσεις

Με την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων που προκαλούν τις παραπάνω τάσεις, το φορτιζόμενο σώμα τείνει να μεταβάλλει σχήμα και μέγεθος. Η μεταβολή αυτή είναι γνωστή ως παραμόρφωση. Η παραμόρφωση μετριέται σε εκατοστόμετρα (cm) και διακρίνεται σε ολική παραμόρφωση και σε παραμόρφωση ανά μονάδα μήκους, που είναι το πηλίκο της ολικής με το αρχικό μήκος του σώματος, δηλαδή:

$$\Delta = L \times \delta \quad \text{ή} \quad \delta = \frac{\Delta}{L} \quad (31)$$

όπου Δ = ολική παραμόρφωση (cm)

L = αρχικό μήκος του σώματος (cm)

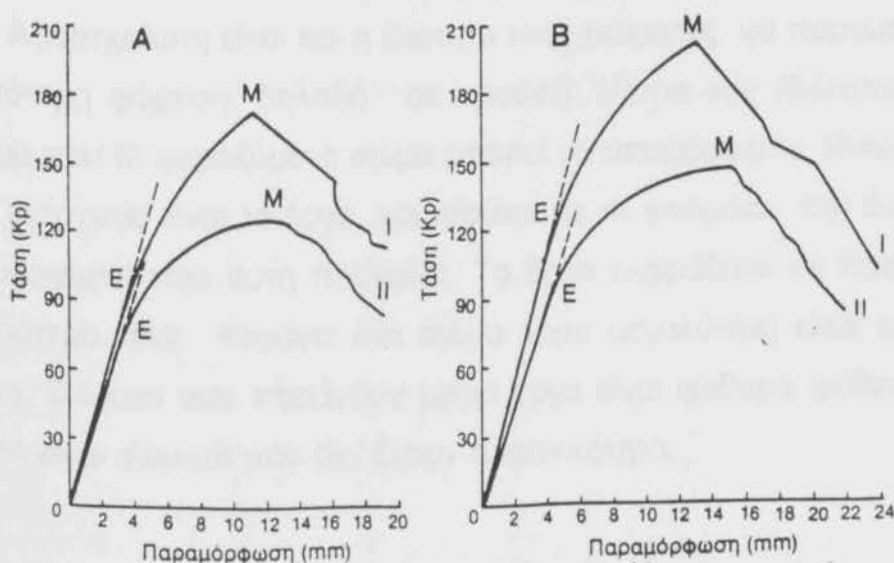
δ = παραμόρφωση ανά μονάδα μήκους

ή μονάδα παραμορφώσεως (cm/cm).

Σε πολλά υλικά κατασκευών, περιλαμβανομένου και του ξύλου, η σχέση μεταξύ τάσεως και παραμορφώσεως είναι ευθύγραμμη, με την προϋπόθεση ότι η τάση δεν είναι πολύ μεγάλη, δηλαδή μέχρι ένα ορισμένο όριο (Νόμος Hooke). Το όριο αυτό ονομάζεται όριο ελαστικότητας. Πάνω από το όριο αυτό, αύξηση της τάσεως προκαλεί σχετικά μεγαλύτερη παραμόρφωση, ώσπου το φορτιζόμενο σώμα να υποχωρήσει (Σχ. 4).

Ελαστικότητα είναι η ιδιότητα ενός σώματος να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση (αρχικό σχήμα και μέγεθος) όταν απομακρύνεται το φορτίο που προκαλεί την αντίστοιχη τάση και παραμόρφωση. Αυτό συμβαίνει κάτω από το όριο ελαστικότητας. Αν η φόρτιση συνεχιστεί πάνω από το όριο αυτό, η παραμόρφωση είναι μόνιμη.

Η σχέση μεταξύ τάσεως και παραμορφώσεως καθορίζει το μέτρο ελαστικότητας (συντελεστής ελαστικότητας, μέτρο Young). Αυτό υπολογίζεται από τη σχέση:



Σχήμα 4: Σχέσεις τάσεων - παραμορφώσεων σε στατική κάμψη (δοκίμια 2 X 2 X 34 εκ.)

A. Οξιά και Β. Δρυς. I. Κατάσταση ξηρή στον αέρα (υγρασία 12%). II. Χλωρό ξύλο (υγρασία: οξιά 79%, δρυς 69%). E. Όριο ελαστικότητας: M. Μέγιστο φορτίο.

$$E = \frac{S}{\delta} \quad (32)$$

όπου E = μέτρο ελαστικότητας (Kp/cm^2)

S = τάση ανά μονάδα επιφάνειας ή μονάδα τάσεως (Kp/cm^2)

δ = μονάδα παραμορφώσεως (cm/cm)

Το μέτρο ελαστικότητας ισχύει μόνο μέχρι το όριο ελαστικότητας. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέτρο αυτό, τόσο περισσότερο δύσκαμπτο (stiff) είναι ένα σώμα (δηλαδή μπορεί να αντέξει σε μεγάλη τάση χωρίς μεγάλη παραμόρφωση). Συνήθως, το μέτρο ελαστικότητας προσδιορίζεται από φόρτιση σε κάμψη.

Αντίθετη από την έννοια της ελαστικότητας είναι η έννοια της πλαστικότητας. Ιδανικό πλαστικό σώμα είναι εκείνο που διατηρεί όλη την παραμόρφωση και μετά την απομάκρυνση του φορτίου. Τέτοιο υλικό δεν υπάρχει, όπως δεν υπάρχει και ιδανικά ελαστικό υλικό.

Αξιοσημείωτη είναι και η ιδιότητα ενός σώματος να παρουσιάζει αντίσταση σε απότομη φόρτιση, δηλαδή σε κρούση. Μέτρο της ιδιότητας αυτής είναι η ενέργεια που το φορτιζόμενο σώμα μπορεί να απορροφήσει. Όπως είναι γνωστό, μέτρο ενέργειας είναι το έργο, και ισούται με το γινόμενο της δυνάμεως επί την παραμόρφωση που αυτή προκαλεί. Το έργο εκφράζεται σε $Krcm$ ή Krm . Όσο περισσότερο έργο παράγει ένα σώμα τόσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή του σε κρούση. Σώματα που παράγουν μικρό έργο είναι ψαθυρά (εύθραυστα). Επίσης, ψαθυρά είναι σώματα που δεν έχουν πλαστικότητα.

5.2. Ιδιότητες

Στις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου περιλαμβάνονται η αντοχή του σε διάφορους τρόπους φορτίσεως και η ελαστικότητα. Στο κείμενο που ακολουθεί κάθε ιδιότητα εξετάζεται χωριστά και γίνεται συζήτηση για την επίδραση διαφόρων παραγόντων.

5.2.1. Αντοχή σε εφελκυσμό

Η αντοχή του ξύλου σε εφελκυσμό διαφέρει σημαντικά αν η φόρτιση είναι αξονική (παράλληλα με τις ίνες) ή εγκάρσια. Η αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό είναι μεγαλύτερη - μέχρι 50 φορές και περισσότερο (Βλ. Πιν. 5). Στην εγκάρσια διεύθυνση δεν είναι σαφής η επίδραση ακτινικής ή εφαπτομενικής φορτίσεως.

Οι τιμές αντοχής σε αξονικό εφελκυσμό διαφόρων ξύλων κυμαίνονται μεταξύ 500 και $1.600 Kp/cm^2$ περίπου, ενώ οι εγκάρσιες μεταξύ 10 και $70 Kp/cm^2$. Σε ορισμένα τροπικά είδη, η αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό μπορεί να φτάσει μέχρι $3.000 Kp/cm^2$.

Πίνακας 5: Μηχανικές ιδιότητες

Είδος	Έμφελκυσμός		Θλίψη		Στατική κάμψη		Διά- τμηση	Σκληρότητα		Στρέ- ψη	Σχίσση	Κρούση	Πηγή**
		⊥		⊥	ΜΘ	ΜΕ			⊥				
	Έλατη, κεφαλληνιακή	—	17	369	—	939	—	—	—	202	—	—	0,35
Έλατη, λευκή	793	14	335	48	676	98000	56	320	175	122	3,1	(0,60)	22(66)
Έλατη, υβριδογενής	994	—	439	—	888	108000	—	—	—	—	—	0,38	59
Έρυθρελάτη	857	15	311	42	610	93000	54	259	156	125	3,2	(0,50)	22(66)
Πεύκη, χαλέπιος	—	—	550	—	1190	—	—	—	—	—	—	—	26
Πεύκη, τραχεία	—	21	447	—	1044	—	—	—	331	—	6,3	0,27	47
Πεύκη, κουκουναριά	—	—	340	—	560	—	—	—	—	—	—	—	26
Πεύκη, μαύρη	(1040)	20	398	—	1049	(120000)	(100)	—	267	—	5,6	0,27	47(66)
Πεύκη, δασική	1040	30	550	77	1000	120000	100	300	250	160	(3,6)	(0,70)	32(66)
Πεύκη, λευκόδερμη	1118	—	408	—	704	—	—	—	—	—	—	0,44	61
Κυπαρίσσι, άειθαλές	—	—	540	—	550	—	—	620	—	—	—	—	32
Καρυδιά	1000	36	720	120	1470	125000	70	720	540	300	(4,6)	0,95	(22)32
Λεύκη, τρέμουσα	1108	28	477	(27)	783	109000	79	323	264	161	7,2	(0,40)	22(66)
Λεύκη, λευκή	—	—	340	—	550	—	—	—	—	—	—	—	66
Λεύκη, μαύρη	(770)	19	277	—	504	77000	54	241	158	109	4,1	(0,50)	22(66)
Λεύκη, υβρίδιο «robusta»	855	15	359	—	655	109500	78	282	197	136	5,5	—	22
Λεύκη, υβρίδιο «I-214»	—	16	281	—	630	—	—	—	152	—	—	0,18	47
Λεύκη, «καναδική»	—	30	362	862	—	—	—	—	212	—	—	0,32	47

Είδος	Έμφελκυσμός		Θλίψη		Διάτμηση	Στατική κάμψη		Σκληρότητα		Κρούση	Πηγή
		⊥		⊥		ΜΘ	ΜΕ		⊥		
	Ψευδοτσούγκα	893	15	432	65	55	769	124000	381	281	(0,53)
Λάριξ	1070	23	550	75	90	990	138000	380	350	0,60	22
Πεύκη	851	35	411	71	105	758	92000	397	292	—	20
Πεύκη (Pitch pine)	—	33	590	84	105	1030	140000	420	390	0,61	22
Σεκβόια (Sequoia)	770	20	370	45	65	580	79000	320	180	0,23	32
Ταξόδιο (Taxodium)	—	19	450	63	—	740	100000	360	230	0,34	22
Ευκάλυπτος (E. marginata)	900	—	650	—	—	1050	136000	790	—	—	66
Ευκάλυπτος (E. globulus)	900	—	510	100	—	900	122000	490	—	—	67
Ευκάλυπτος (E. rostrata)	—	—	690	—	144	1010	135000	—	—	—	8
Ευκάλυπτος (E. viminalis)	—	—	630	—	152	1100	140000	—	—	—	8
Teak	1200	42	660	260	90	1340	140000	670	280	0,60	67
Zebrano	—	35	500	—	79	1000	115000	510	270	0,59	67
Amazakoué	1325	40	805	—	127	1345	171000	880	385	1,12	67
Palissander	—	60	600	—	150	1190	125000	670	350	0,85	67
Padauk	—	22	748	—	79	1375	127000	830	440	0,65	67
Bubinga	—	42	700	—	100	1425	130000	—	—	0,53	67
Afzelia	—	—	680	—	162	1250	153000	—	—	—	8
Iroko	790	26	695	—	110	1130	115000	600	330	0,25	67
Afara	1050	21	625	80	75	1110	125000	580	240	0,50	67
Ramin	—	—	710	—	108	1300	155000	250	—	—	67

Πίνακας 5: (συνέχεια)

Είδος	Έμφελκυσμός		Θλίψη		Διάτμηση	Στατική κάμψη		Σκληρότητα		Κρούση	Πηγή
	II	I	II	I		ΜΘ	ΜΕ	II	I		
Idigbo	—	24	475	—	90	770	90000	590	380	0,35	67
Antiaris, Ako	—	—	415	—	105	700	95000	—	—	—	8
Difou	—	—	942	—	191	1620	(148000)	—	—	(0,34)	8(14)
Kosipo	—	19	505	—	60	900	81000	—	—	0,62	67
Makoré	775	21	535	—	85	980	140000	440	255	0,32	67
Sapele	875	25	600	85	85	1105	100000	760	630	0,70	67
Sipo	1100	22	580	90	95	990	115000	460	150	0,40	67
Tiama	—	21	475	—	98	775	101000	610	430	0,44	67
Μαόνι, Ν. Αμερικής	—	25	500	98	99	850	85000	440	320	0,53	67
Bete	1190	23	655	—	80	1310	120000	760	580	0,65	67
Obeche	495	13	400	—	55	735	68000	310	200	0,30	67
Balsa	750	10	94	10	11	190	26000	100	45	0,22	67
Okoumé	580	18	390	54	60	720	30000	300	120	0,25	67
Aiéle	—	20	389	—	—	685	110000	470	—	0,33	67
Niangon	—	—	(600)	—	160	(1401)	(119000)	—	—	—	8(14)
Acajou	615	20	460	70	80	870	100000	330	140	0,40	67
Seraya (Lauan), white	—	—	500	—	—	916	118000	—	—	—	67
Meranti (Seraya), dark-red	—	—	530	—	—	920	119000	—	—	—	21
Dibetou	1060	19	520	85	90	825	130000	510	430	0,87	67
Opepe	—	—	(600)	—	—	(1300)	141000	—	—	0,40	14(21)

Είδος	Έμφελκυσμός		Θλίψη		Στατική κάμψη		Διάτμηση	Σκληρότητα		Στρέψη	Σχίσση	Κρούση	Πηγή
	II	I	II	I	ΜΘ	ΜΕ		II	I				
Ίτιά, λευκή	821	25	262	(35)	546	100000	68	206	166	124	(6,4)	(0,70)	22(66)
Κλήθρα, κολλώδης	940	20	550	65	850	117000	45	440	—	—	5,3	0,54	22
Σημούδα	1370	70	510	(110)	1470	165000	120	490	—	200	(5,2)	0,85	22(32)
Γαῦρος, βετουλοειδής	1560	39	550	170	1400	150000	172	915	780	310	10,2	(0,82)	22(66)
Όστρυά	—	20	470	65	850	77000	45	440	—	—	—	—	32
Όξιά, δασική	1331	36	475	81	1065	134000	126	631	491	224	9,1	(0,80)	22(66)
Καστανιά	1350	—	500	—	770	90000	80	510	320	115	(2,6)	0,57	22(32)
Δρῦς, ἀπόδισκη	1282	31	474	71	993	123500	115	630	471	178	9,2	(0,75)	22(66)
Δρῦς, ποδισκοφόρα	1115	31	444	80	929	125000	118	734	557	178	9,0	(0,75)	22(66)
Δρῦς, εὐθύφλοια	1105	34	430	117	1101	118000	130	536	466	193	9,1	—	(22)32
Φτελιά, πεδινή	800	40	560	100	890	110000	70	640	510	—	—	0,60	32
Πλάτανος	—	53	460	65	990	105000	100	—	—	—	—	0,70	32
Άκακία	1360	43	719	(190)	1045	113000	128	870	770	250	—	0,67	22(32)
Σφενδάμι, ψευτοπλάτανο	820	35	580	150	1120	94000	90	670	520	260	4,0	0,65	22
Σφενδάμι, πλατανοειδές	1000	35	530	100	1370	113000	90	750	520	—	4,0	0,65	22
Ίπποκαστανιά	810	—	380	—	635	54000	—	350	—	170	3,2	0,35	22
Φιλύρα	850	50)	520	(18)	1060	74000	45	300	—	150	(2,6)	0,50	22(32)
Φράξος	1650	70	520	110	1200	134000	128	760	—	190	(6,9)	0,68	22(32)

Μεμονωμένα κύτταρα (τραχειίδες κωνοφόρων, ίνες πλατυφύλλων) παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη αξονική αντοχή ($2.000 - 13.000 \text{ Kp/cm}^2$), και η αντοχή αλυσίδων μορίων κυτταρίνης έχει υπολογιστεί θεωρητικά σε 75.000 Kp/cm^2 . Η διαδοχική ελάττωση της αντοχής μεταξύ αλυσίδων κυτταρίνης και ξύλου οφείλεται σε αποκλίσεις των αλυσίδων και των μικροϊνιδίων από την παραλληλότητα με τον άξονα του κορμού του δέντρου, και σε ουσίες μικρής αντοχής που παρεμβάλλονται μεταξύ αλυσίδων, μικροϊνιδίων και κυττάρων. Οι ουσίες αυτές είναι ημικυτταρίνες, λιγνίνη, πηκτινικές ουσίες και εκχυλίσματα.

Έχει παρατηρηθεί ότι το μήκος των κυττάρων σχετίζεται με την αντοχή του ξύλου σε αξονικό εφελκυσμό - συγκεκριμένα, ότι μακρόινα ξύλα (γενικά, ξύλα κωνοφόρων σε σύγκριση με πλατύφυλλα) έχουν μεγαλύτερη αντοχή. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στο μήκος των κυττάρων και στη διάταξη των μικροϊνιδίων. Έχει διαπιστωθεί, ότι η γωνία μεταξύ μικροϊνιδίων και άξονα (μήκους) κυττάρου είναι οξύτερη (δηλαδή, η παραλληλία είναι μεγαλύτερη) σε μακρύτερα και αμβλύτερη σε βραχύτερα κύτταρα.

Με τις παραπάνω τιμές αξονικού εφελκυσμού και μάλιστα τις μεγαλύτερες, η αντοχή του ξύλου μπορεί να συγκριθεί με μέταλλα και άλλα υλικά. Αλλά η σύγκριση είναι ευνοϊκότερη για το ξύλο όταν γίνει συσχετισμός με την πυκνότητα. Ο Πίνακας 6 (στήλη 3) δίνει τη σχέση αξονικού εφελκυσμού, με τη σχετική πυκνότητα από την οποία φαίνεται ότι, βάρος προς βάρος, το ξύλο υπερέρχει σε σύγκριση με πολλά άλλα υλικά εκτός από ορισμένα πλαστικά. Η ίδια σχέση (αξονικός εφελκυσμός / ξηρή πυκνότητα) δίνεται με άλλη μορφή στη στήλη 4. Η σχέση αυτή ονομάζεται «θραυόμενο μήκος» (breaking length), εκφράζεται σε χιλιόμετρα (km) και δείχνει το μήκος μιας ταινίας υλικού που θραύεται με το βάρος της. Το θραυόμενο μήκος σε διαφορετικά είδη ξύλου είναι 7-30 Km, σε αλουμίνιο 9 Km, σε χάλυβα 6 Km, σε μετάξι 25 Km κ.ο.κ.

Η μεγάλη αντοχή του ξύλου σε αξονικό εφελκυσμό σπάνια αξιοποιείται σε ξύλινες κατασκευές. Αυτό συμβαίνει γιατί συνήθως μαζί με τις τάσεις αξονικού εφελκυσμού αναπτύσσονται και τάσεις διατμήσεως. Η αντοχή του ξύλου σε διάτμηση είναι συγκριτικά πολύ μικρή (μόνο 6-10% περίπου). Επίσης, η αντοχή του ξύλου σε αξονικό εφελκυσμό ελαττώνεται σημαντικά όταν υπάρχουν ρόζοι, στρεψοϊνία ή άλλες ακανονιστίες δομής. Τάσεις αξονικού εφελκυσμού αναπτύσσονται στην πράξη μόνο σε ειδικές περιπτώσεις όπως σε έλικες

ελικοπτέρων και αεροπλάνων, αλλά και στις περιπτώσεις αυτές συνεμφανίζονται καμπτικές και διαμητικές ροπές.

Πίνακας 6: Πυκνότητα και Μηχανική Αντοχή Ξύλου και Άλλων Υλικών

Υλικό	Πυκνότητα	Εφ (Α) (Kp/cm ²)	Εφ (Α) Πυκνότητα (Kp/cm ²)	ΘΜ (Km)	ΜΕ (Kp/cm ²)	ΜΕ Πυκνότητα (Kp/cm ²)	ΘΑ (Kp/cm ²)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ξύλα:							
Έρυθρελάτη	0,41	870	2.120	21,2	112.000	273.000	390
Πεύκη, μαύρη	0,52	1.040	2.000	20,0	127.000	224.000	450
Δρύς, απόδισκη	0,65	1.000	1.540	15,4	128.000	197.000	560
Όξιά, δασική	0,70	1.230	1.760	17,6	156.000	223.000	570
Σκυρόδεμα	2,5	40	16	0,2	500.000	200.000	700
Γυαλί	2,5	500	200	2,0	700.000	285.000	500
Άλουμίνιο	2,8	2.500	900	9,0	700.000	250.000	—
Χυτοσίδηρος	7,8	1.400	180	1,8	2.100.000	265.000	1.220
Χάλυβας (0,06% C)	7,9	4.650	590	5,9	2.050.000	265.000	8.150
Πλαστικά:							
Πολυβινιλικά	1,5	600	400	4,0	25.000	17.00	560
Πολυεστέρες	1,8	2.800	1.560	15,6	185.000	100.000	2.750
Έποξειδικές ρητίνες	1,8	11.200	6.200	62,0	460.000	255.000	4.070
Ένισχυμένα μέ ίνες C	1,5	10.600	7.050	70,5	1.835.000	1.220.000	10.600

* Πυκνότητα (σχετική, ξηρή), Εφ (Α), άξονικός έφελκυσμός, ΜΕ, μέτρο έλαστικότητας, ΘΜ, Θραυτόμενο μήκος, ΘΑ, άξονική θλίψη.

Η ανάπτυξη τάσεων εφελκυσμού εγκάρσια με τις ίνες αποφεύγεται με προσοχή σε ξύλινες κατασκευές, γιατί η αντοχή του ξύλου, όταν φορτίζεται με αυτό τον τρόπο, είναι πολύ μικρή, αλλά και σχηματισμός ραγαδώσεων, λόγω ρικνώσεως στην ξήρανση, μπορεί πρακτικά να μηδενίσει αυτή την αντοχή.

5.2.2. Αντοχή σε θλίψη

Η αντοχή του ξύλου σε θλίψη επίσης διαφέρει αν η φόρτιση γίνεται παράλληλα με τις ίνες ή εγκάρσια. Η αντοχή σε αξονική θλίψη είναι μεγαλύτερη, μέχρι 15 φορές περίπου, και κυμαίνεται μεταξύ 250 και 950 Kp/cm², ενώ οι εγκάρσιες τιμές κυμαίνονται μεταξύ 10 και 200 Kp/cm². (Βλ. Πιν. 5). Έχει παρατηρηθεί, ότι σε κωνοφόρα η αντοχή σε εφαπτομενική θλίψη είναι μεγαλύτερη από την ακτινική, ενώ σε πλατύφυλλα συμβαίνει το αντίθετο.

Η αντοχή του ξύλου σε αξονική θλίψη είναι μικρότερη σε σύγκριση με μέταλλα, αλλά μεγαλύτερη σε σύγκριση με άλλα δομικά υλικά (π.χ. λίθους). Επίσης, το ξύλο διαφέρει από άλλα υλικά (μέταλλα, ορυκτά) γιατί η αντοχή του σε θλίψη είναι μικρότερη (1/2 περίπου) από την αντοχή σε εφελκυσμό. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη δομή του ξύλου. Ο σκελετός του ξύλου αποτελείται από αλυσίδες μορίων κυτταρίνης, που δίνουν πολύ μεγάλη αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό, ενώ για την αντοχή σε θλίψη συνεισφέρουν η λιγνίνη και οι ημικυτταρίνες. Οι ουσίες αυτές περιβάλλουν τον κυτταρινικό σκελετό και ειδικότερα η λιγνίνη συνδέει τα κύτταρα μεταξύ τους.

Υποχώρηση του ξύλου σε αξονική θλίψη προέρχεται από θραύση μεσοκυττάρων στρώσεων, σχίσση ή διάτμηση παράλληλα με τις ίνες, κάμψη κυττάρων ή αναδίπλωση και θραύση κυτταρικών τοιχωμάτων, σε γωνία 45-60°. Τα βοθρία είναι θέσεις μειωμένης αντοχής. Αντίθετα, φόρτιση σε εγκάρσια θλίψη προκαλεί παραμόρφωση της διατομής κυττάρων, ελάττωση του μεγέθους ή εξαφάνιση των κυτταρικών κοιλοτήτων - που, όσο αυξάνεται η φόρτιση, προχωρεί προοδευτικά από τα επιφανειακά στρώματα προς το εσωτερικό του ξύλου. Το ξύλο δεν υποχωρεί σε εγκάρσια θλίψη αλλά αυξάνεται τοπικά η πυκνότητά του, με την προϋπόθεση ότι το φορτίο δρα σε όλη την επιφάνεια. Αν εφαρμόζεται μόνο σε μέρος της, οι ίνες θραύονται στις παραυφές.

Φόρτιση σε εγκάρσια θλίψη γίνεται π.χ. σε στρωτήρες σιδηροδρόμων, ενώ αξονική θλίψη παρουσιάζεται σε ξύλινα υποστηρίγματα υποστέγων κ.λπ. Στη δεύτερη περίπτωση έχει σημασία η σχέση μήκους και διαμέτρου του ξύλινου μέλους. Όταν η σχέση αυτή (πηλίκιο) είναι μικρότερη από 11:1, η αντοχή του υποστηρίγματος εξαρτάται αποκλειστικά από την αντοχή του ξύλου σε αξονική θλίψη, αλλά όταν είναι μεγαλύτερη έχει σημασία και η δυσκαμψία του ξύλου (μέτρο ελαστικότητας). Υποστηρίγματα μεγάλου μήκους «λυγίζουν» όταν δεν είναι

πρακτικά δυνατό να εφαρμοστεί απόλυτα κεντρική φόρτιση. Έτσι, η αντοχή τους ελαττώνεται σημαντικά εκτός αν υποστηρίζονται πλευρικά.

Ορισμένα είδη ξύλων έχουν «ικανότητα προειδοποίησης» που εκδηλώνεται με χαρακτηριστικό θόρυβο πριν από την υποχώρησή τους, όταν φορτίζονται σε αξονική θλίψη. Τέτοια είδη είναι: ερυθρελάτη, λάρικα, πεύκη, οξιά, σημύδα, δρύς και ακακία.

5.2.3. Αντοχή σε διάτμηση

Η διάτμηση μπορεί να διακριθεί σε αξονική, εγκάρσια, λοξή και κυλιόμενη.

Αξονικές διατμητικές τάσεις παρουσιάζονται όταν ξύλινα μέλη φορτίζονται σε αξονική θλίψη ή κάμψη. Η αντοχή σε αξονική διάτμηση κυμαίνεται μεταξύ 50 και 200 Kp/cm² περίπου (Βλ. Πιν. 5).

Η αντοχή σε εγκάρσια διάτμηση είναι 3-4 φορές μεγαλύτερη από την αξονική, αλλά αυτή δεν έχει πρακτική σημασία, γιατί το ξύλο υποχωρεί πρωτίτερα σε αξονική ή κυλιόμενη διάτμηση.

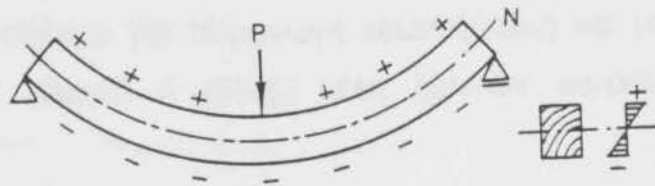
Τάσεις κυλιόμενης διατμήσεως μπορούν να προέλθουν από φορτία που δρουν σε εγκάρσια διεύθυνση και με την επίδρασή τους είναι δυνατό να προκληθεί (πολύ σπάνια) «κύλιση» των ινών σε αξονικό επίπεδο. Η αντοχή του ξύλου σε κυλιόμενη διάτμηση είναι λίγο μικρότερη από την αντοχή σε αξονική διάτμηση.

Τέλος, τάσεις λοξής διατμήσεως παρουσιάζονται όταν γίνεται φόρτιση σε αξονική θλίψη ή εφελκυσμό. Με την επίδραση τέτοιων φορτίων, σχηματίζονται λοξά επίπεδα ολισθήσεως στα κυτταρικά τοιχώματα και μεταξύ των κυττάρων. Οι μέγιστες τάσεις παρουσιάζονται σε γωνία 45° περίπου, αλλά η δομή του ξύλου στο σύνολό της (ύπαρξη διαφόρων τύπων κυττάρων, ακτίνων, όψιμου και πρώιμου ξύλου κ.ά.) συντελεί ώστε τα επίπεδα υποχωρήσεως να εκδηλώνονται σε γωνία 60-70° περίπου σε σχέση με τον άξονα του φορτιζόμενου μέλους.

Η αντοχή του ξύλου σε αξονική διάτμηση έχει μεγαλύτερη πρακτική σημασία. Με την επίδραση διατμητικών τάσεων, το ξύλο συνήθως υποχωρεί με αυτό τον τρόπο.

5.2.4. Αντοχή σε κάμψη

Η αντοχή σε στατική κάμψη είναι η σπουδαιότερη μηχανική ιδιότητα, γιατί στις περισσότερες κατασκευές το ξύλο υποβάλλεται σε φορτίσεις που προκαλούν κάμψη. Τυπική είναι η χρησιμοποίηση ξύλου σε μορφή δοκού που κάμπτεται με εξωτερικές δυνάμεις οι οποίες δρουν κάθετα με τον άξονά της. Με την επίδρασή τους αναπτύσσονται οι τρεις θεμελιώδεις τάσεις - εφελκυσμού, θλίψεως και διατμήσεως (Σχ. 5). Οι τάσεις αυτές είναι αξονικές. Τάσεις εφελκυσμού τείνουν να επιμηκύνουν τις ίνες του ξύλου, τάσεις θλίψεως να τις επιβραχύνουν και τάσεις διατμήσεως να προκαλέσουν ολίσθηση του πάνω μέρους της δοκού στο κάτω.



Σχήμα 5:

Τάσεις σε δοκό που κάμπτεται με επίδραση του φορτίου P. (+) τάσεις θλίψεως και (-) τάσεις εφελκυσμού. N = ουδέτερο επίπεδο (μέγιστη τάση διατμήσεως). Η κατανομή των τάσεων θλίψεως εφελκυσμού δείχνεται γραφικά (δεξιά) σε συσχέτιση με τη διατομή της δοκού.

Στη συνηθέστερη περίπτωση απλής δοκού, οι τάσεις εφελκυσμού και θλίψεως είναι αντίστοιχα μέγιστες στην κυρτή (κάτω) και στην κοίλη (πάνω) επιφάνεια, ελαττώνονται βαθμιαία προς το κέντρο και μηδενίζονται στο ουδέτερο επίπεδο. Αντίθετα, οι διατμητικές τάσεις είναι μέγιστες στο ουδέτερο επίπεδο και μηδενίζονται επιφανειακά. Η κατανομή των τάσεων στο μήκος της δοκού εξαρτάται από τον τρόπο φορτίσεως.

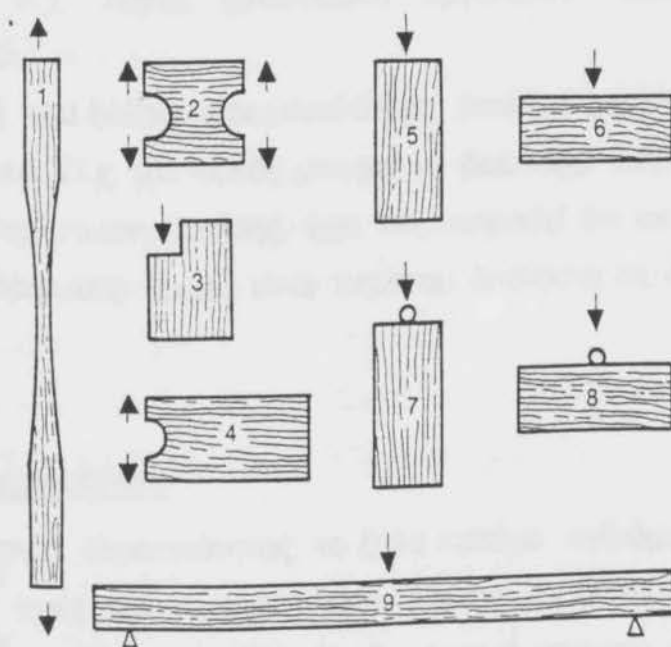
Η αντοχή σε κάμψη εκφράζεται συνήθως με το μέτρο θραύσεως (modulus of rupture), που δείχνει τις μέγιστες τάσεις των εξώτατων ινών του ξύλου όταν η δοκός θραύεται με την επίδραση φορτίου που τοποθετείται βραδέως και ενεργεί λίγο χρόνο. Το μέτρο θραύσεως κυμαίνεται μεταξύ 550 και 1.600 Kp/cm² περίπου (Βλ. Πίν. 5), και από αυτό προκύπτει ότι η αντοχή σε κάμψη είναι όμοια με την αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό. Γι' αυτό το λόγο, το μέτρο θραύσεως μπορεί

να χρησιμοποιείται ως δείκτης αντοχής σε αξονικό εφελκυσμό όταν δεν είναι διαθέσιμες τιμές αυτής της ιδιότητας.

Η αντοχή του ξύλου σε κάμψη είναι μικρότερη σε σύγκριση με μέταλλα, αλλά μεγαλύτερη από τα περισσότερα μη μεταλλικά δομικά υλικά. Το ξύλο έχει όμως το πλεονέκτημα μεγαλύτερης ελαστικότητας και ευνοϊκότερη σχέση αντοχής και βάρους.

5.2.5. Αντοχή σε σχίση

Η αντοχή σε σχίση αναφέρεται σε εξωτερικές δυνάμεις που δρουν με μορφή σφήνας. Λόγω της δομής του, το ξύλο έχει μικρή αξονική αντοχή σε σχίση, δηλαδή σχίζεται εύκολα. Αυτό είναι πλεονέκτημα για ορισμένες χρήσεις του ξύλου (π.χ. σχίσιμο για παραγωγή καυσοξύλων) και μειονέκτημα για άλλες (π.χ. όταν με καρφιά ή βίδες, μέλη ξύλινων κατασκευών σχίζονται και καταστρέφονται).



Σχήμα 6:

Σχηματική παράσταση δειγμάτων και τρόπου φορτίσεως για τον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου. Τα σχήματα των δειγμάτων (ιδίως 2, 3, 4) ανταποκρίνονται σε αμερικανικές προδιαγραφές : 1. Αξονικός εφελκυσμός, 2. Εγκάρσιος εφελκυσμός, 3. Διάτμηση, 4. Σχίση, 5. Αξονική θλίψη, 6. Εγκάρσια θλίψη, 7. Αξονική σκληρότητα, 8. Εγκάρσια σκληρότητα, 9. Στατική κάμψη. Τα δείγματα δείχνονται σχηματικά - όχι με κλιμάκια.

Διαφορετικά είδη ξύλων έχουν διαφορετική αντοχή σε σχίση. Τα κωνοφόρα και ελαφρά πλατύφυλλα (ελάτη, ερυθρελάτη, λεύκη) έχουν μικρή αντοχή σε αντίθεση με βαρύτερα πλατύφυλλα (σφενδάμι, σημύδα, πλάτανος, ακακία, γαύρος). Επίσης, η αντοχή είναι μικρότερη όταν το φορτίο εφαρμόζεται στην εγκάρσια επιφάνεια και σε ακτινική διεύθυνση (λόγω παρουσίας των ακτίνων).

Η αντοχή σε σχίση είναι ιδιότητα ανάλογη με την αντοχή σε εφελκυσμό εγκάρσια με τις ίνες. Ο προσδιορισμός της γίνεται με δείγματα που έχουν ομοιότητα (Σχ. 6) και εκφράζεται συμβατικά σε Kp/cm (κιλοπόντ ανά εκ. πλάτους σχιζόμενης επιφάνειας).

5.2.6. Αντοχή σε κρούση

Η αντοχή σε κρούση αναφέρεται σε απότομη (δυναμική) φόρτιση, σε αντίθεση με τις προηγούμενες περιπτώσεις, στις οποίες η φόρτιση είναι στατική ή γίνεται βαθμιαία. Η ιδιότητα αυτή έχει σημασία ιδίως για ορισμένες χρήσεις του ξύλου, όπως π.χ. λαβές (στειλιάρια) εργαλείων, αθλητικά είδη, κιβώτια συσκευασίας κ.ά.

Η αντοχή του ξύλου είναι μεγαλύτερη όταν τα φορτία είναι απότομα παρά όταν είναι στατικά. Π.χ. μία δοκός μπορεί να βαστάξει περίπου διπλάσιο φορτίο στην πρώτη περίπτωση. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι σε απότομη φόρτιση, η κάμψη (παραμόρφωση) δοκού είναι περίπου διπλάσια σε σύγκριση με στατική φόρτιση.

5.2.7. Ελαστικότητα

Από άποψη ελαστικότητας, το ξύλο κατέχει ενδιάμεση θέση ανάμεσα σε άλλα υλικά. Οι τιμές του μέτρου ελαστικότητας κυμαίνονται μεταξύ 25.000 και 170.000 Kp/cm^2 περίπου (Βλ. Πίν. 5). Συγκριτικά στοιχεία που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 6 (στήλη 5) δείχνουν ότι το ξύλο έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα από άλλα υλικά (κάμπτεται περισσότερο κάτω από ορισμένο φορτίο). Αν ληφθεί υπόψη η πυκνότητα (στήλη 6), οι τιμές για το ξύλο δεν διαφέρουν σημαντικά από εκείνες για σκυρόδεμα, γυαλί, και ορισμένα μέταλλα και πλαστικά. Το μέτρο ελαστικότητας είναι διαφορετικό στις τρεις αυξητικές διευθύνσεις (αξονική,

εφαπτομενική και ακτινική). Οι παραπάνω τιμές αναφέρονται στην αξονική διεύθυνση, ενώ στην εγκάρσια κυμαίνονται μόνο από 3.000 ως 6.000 Kp/cm² περίπου. Ανάμεσα στην επαπτομενική και ακτινική διεύθυνση δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές.

Το μέτρο ελαστικότητας προσδιορίζεται από στατικές ή δυναμικές δοκιμές αντοχής. Συνήθως προέρχεται από στατική κάμψη. Οι τιμές που προσδιορίζονται από δυναμική κάμψη είναι λίγο μεγαλύτερες (κατά μέσο όρο, 2,5% περίπου), και αυτές που προσδιορίζονται από στατική κάμψη (με απλή δοκό) είναι λίγο μικρότερες από τις πραγματικές γιατί μέρος της κάμψεως προέρχεται από παραμόρφωση σε διάτμηση. Ακριβέστερες τιμές μπορούν να προσδιοριστούν από δοκιμές αξονικού εφελκυσμού, αλλά η διεξαγωγή τους παρουσιάζει πρακτικές δυσκολίες. Τιμές μέτρου ελαστικότητας που προέρχονται από αξονική θλίψη είναι μικρότερες από τις προηγούμενες.

Εκτός από δοκιμές δυναμικής κάμψεως, το μέτρο ελαστικότητας μπορεί να προσδιοριστεί δυναμικά και με ταλάντωση δειγμάτων ξύλου με ηχητικά κύματα.

5.2.8. Σκληρότητα

Η σκληρότητα είναι μέτρο της αντιστάσεως του ξύλου στην είσοδο ξένων σωμάτων στην μάζα του. Η αντίσταση αυτή είναι μεγαλύτερη, μέχρι διπλάσια περίπου, σε αξονική διεύθυνση παρά πλευρικά, αλλά ανάμεσα σε ακτινικές και επαπτομενικές επιφάνειες δεν υπάρχει σημαντική διαφορά. Με τη σκληρότητα σχετίζεται η αντοχή του ξύλου σε αποτριβή και χάραξη με διάφορα αντικείμενα, όπως και η ευκολία ή δυσκολία κατεργασίας του με εργαλεία και μηχανές. Είναι σημαντική ιδιότητα για πολλές χρήσεις, π.χ. πατώματα, έπιπλα, αθλητικά είδη, μολύβια κ.ά.

Υπάρχουν ξύλα σχετικώς μαλακά (λεύκη, ιτιά, φιλύρα, καστανιά, πεύκη), με μέτρια σκληρότητα (πεύκη, ελάτη, άρκευθος, καρυδιά) και σκληρά (ίταμος, δρυς, φτελιά, ακακία, φράξος, οξιά, πλάτανος, γαύρος, σφενδάμι, σημύδα, ελιά). Στα τροπικά ξύλα περιλαμβάνονται είδη πολύ μαλακά (balsa) και πολύ σκληρά.

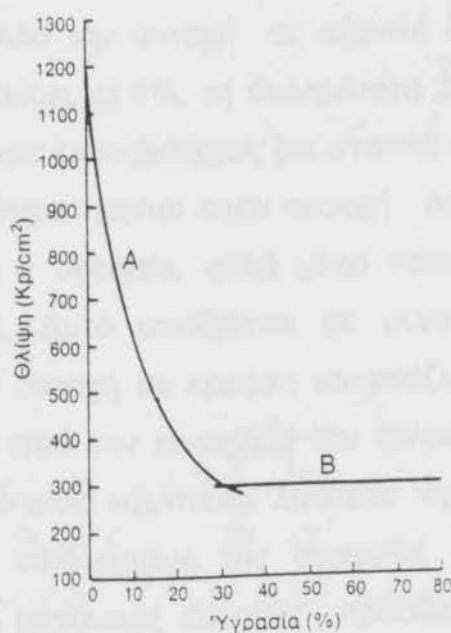
Η σκληρότητα μπορεί να διακριθεί σε στατική και δυναμική.

5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες

Οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, από τους οποίους σπουδαιότεροι είναι: υγρασία, πυκνότητα, θερμοκρασία, διάρκεια φορτίσεως και ελαττώματα.

5.3.1. Υγρασία

Η υγρασία επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες όταν μεταβάλλεται κάτω από το σημείο ισοκόρου. Όταν ελαττώνεται η υγρασία, η μηχανική αντοχή αυξάνεται, και αντίστροφα (Σχ. 7, Πίν. 7). Η αύξηση οφείλεται στα κυτταρικά τοιχώματα που γίνονται περισσότερο συμπαγή. Οι δομικές μονάδες τους, δηλαδή τα μικροϊνίδια, πλησιάζουν και οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ αλυσίδων μορίων κυτταρίνης γίνονται ισχυρότερες. Επίσης, αύξηση προέρχεται από τη ρίκνωση. Με την απώλεια υγρασίας από τα κυτταρικά τοιχώματα, η μάζα ξυλώδους ύλης που περιέχεται σε ορισμένο όγκο ξύλου αυξάνεται.



Σχήμα 7:

Επίδραση της υγρασίας στην αντοχή σε αξονική θλίψη ξύλου οξιάς. Η αντοχή ελαττώνεται όταν αυξάνεται η υγρασία - μέχρι το σημείο ισοκόρου (A. $\log\psi = 3,046 - 0,0283X^2$, B. $\psi = 269,11$. Σημείο ισοκόρου 31,58%)

Πίνακας 7: Επίδραση Υγρασίας στη Μηχανική Αντοχή*

Είδος	Εφελκ.	Θλίψη	Στατική κάμψη		Διάτμηση	Σχίση	Σκληρότητα	
			ΜΘ	ΜΕ				⊥
%								
Ελάτη λευκή	35,3	64,2	45,7	16,0	33,3	10,7	73,0	32,6
Ερυθρελάτη	41,2	68,1	38,6	58,5	45,9	28,0	66,0	40,5
Πεύκη, δασική	-	120,0	117,4	13,2	66,7	-	-	-
Σημύδα	-	121,7	145,0	27,0	71,4	-	95,0	-
Καστανιά	57,0	78,6	-	-	33,3	-	-	-
Οξιά	34,0	63,2	43,1	22,8	38,5	15,0	45,4	41,0
Δρυς, απόδισκη	43,1	56,0	28,1	28,9	25,0	35,3	28,0	19,8

* Αύξηση μηχανικής αντοχής μετά από ξήρανση στον αέρα με βάση την αντοχή χλωρού ξύλου (Πειραματικά αποτελέσματα).

Το μέγεθος της επιδράσεως της υγρασίας είναι διαφορετικό σε διαφορετικές ιδιότητες. Σύμφωνα με σχετικές έρευνες, μεταβολή της υγρασίας κατά 1%, μεταβάλλει την αντοχή σε αξονική θλίψη 6%, την αντοχή σε στατική κάμψη (μέτρο θραύσεως) 5%, τη σκληρότητα 2,5-4% (περισσότερο στην αξονική διεύθυνση), το μέτρο ελαστικότητας (σε στατική κάμψη) 2% κ.λπ.

Εξαίρεση παρατηρείται στην αντοχή σε κρούση, η οποία δεν αυξάνεται όταν ελαττώνεται η υγρασία, αλλά μένει πρακτικά αμετάβλητη (μερικές φορές ελαττώνεται λίγο). Αυτό αποδίδεται σε μεγαλύτερη πλαστική παραμόρφωση χλωρού ξύλου. Η αντοχή σε κρούση επηρεάζεται όχι μόνο από το μέγεθος του φορτίου αλλά και από την ευκαμψία του ξύλου. Ξηρό ξύλο μπορεί να βαστάξει μεγαλύτερο φορτίο αλλά κάμπτεται λιγότερο πριν από τη θραύση του.

Λόγω της επιδράσεως της υγρασίας και για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα, οι μηχανικές ιδιότητες προσδιορίζονται σε σταθερή υγρασία και συγκεκριμένα σε χλωρή κατάσταση (πάνω από τα σημεία ινοκόρου) ή σε κατάσταση ξηρή στον αέρα (συνήθως 12% και μερικές φορές 15%).

Τιμές αντοχής που βασίζονται σε διάφορες τιμές υγρασίας διορθώνονται για να είναι δυνατή η σύγκρισή τους. Δίνεται η ακόλουθη σχέση:

$$P = P_{12} \left(\frac{P_{12}}{P_g} \right)^{-\left(\frac{M-12}{M_p-12} \right)} \quad (33)$$

όπου P = αντοχή σε υγρασία M

M = υγρασία (%)

M_p = σημείο ινοκόρου

P₁₂ = αντοχή σε υγρασία 12%

P_g = αντοχή χλωρού ξύλου (υγρασία > M_p)

Επίσης, διόρθωση γίνεται με τη σχέση:

$$\log A_3 = \log A_1 + \left(\frac{Y_1 - Y_3}{Y_1 - Y_2} \right) \cdot \log \frac{A_2}{A_1} \quad (34)$$

όπου A₁, A₂ και Y₁, Y₂ γνωστά ζεύγη τιμών αντοχής και υγρασίας, και A₃ η τιμή που αντιστοιχεί σε υγρασία Y₃. Η διόρθωση αυτή βασίζεται σε παρατηρήσεις σύμφωνα με τις οποίες, μέσα σε ορισμένα όρια, η σχέση μεταξύ των λογαρίθμων των τιμών μιας ιδιότητας και των αντίστοιχων τιμών υγρασίας είναι ευθύγραμμη.

Προϋπόθεση διορθώσεως είναι ότι η υγρασία είναι ομοιόμορφη σε όλη τη μάζα του ξύλου. Είναι ευνόητο ότι οι διορθώσεις αφορούν σε υγρασίες κάτω από το σημείο ινοκόσμου.

5.3.2. Πυκνότητα

Η πυκνότητα είναι ο καλύτερος και απλούστερος δείκτης της μηχανικής αντοχής ξύλου χωρίς ελαττώματα. Όταν αυξάνεται η πυκνότητα αυξάνεται και η μηχανική αντοχή. Αυτό συμβαίνει γιατί η πυκνότητα είναι μέτρο της ξυλώδους μάζας που περιέχεται σε ορισμένο όγκο. Μεγαλύτερη πυκνότητα προέρχεται από μεγαλύτερη περιεκτικότητα κυττάρων με παχιά τοιχώματα και μικρές κοιλότητες - και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη αντοχή πυκνότερου ξύλου.

Η σχέση πυκνότητας και μηχανικής αντοχής διαφέρει μεταξύ ιδιοτήτων και ειδών ξύλου, αλλά τις περισσότερες φορές είναι ευθύγραμμη. Διαφορές μεταξύ ειδών οφείλονται σε διαφορετική κυτταρική συγκρότηση αλλά και διαφορετική

περιεκτικότητα εκχυλισμάτων, με αποτέλεσμα ξύλα της ίδιας πυκνότητας να έχουν διαφορετική μηχανική αντοχή, και αντίστροφα. Για το λόγο αυτό, η πυκνότητα δεν είναι μέτρο ακριβείας αλλά, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δείκτης μηχανικής αντοχής.

Η πυκνότητα σχετίζεται καλύτερα με τη μηχανική αντοχή μέσα στο ίδιο είδος, ιδίως όταν εγκάρδιο και σομφό ξύλο συγκρίνονται χωριστά. Στην περίπτωση αυτή ισχύει η σχέση:

$$\frac{S}{S'} = \left(\frac{g}{g'} \right)^n \quad (35)$$

όπου S και S' τιμές μηχανικής αντοχής που αντιστοιχούν σε πυκνότητες g και g' . Ο εκθέτης n κυμαίνεται μεταξύ 1,25 και 2,50 ανάλογα με την ιδιότητα. Π.χ. είναι 1,25 για την αξονική θλίψη και το μέτρο ελαστικότητας, 1,50 για την αντοχή σε στατική κάμψη (μέτρο θραύσεως), και 2,50 για την εγκάρσια θλίψη και τη σκληρότητα.

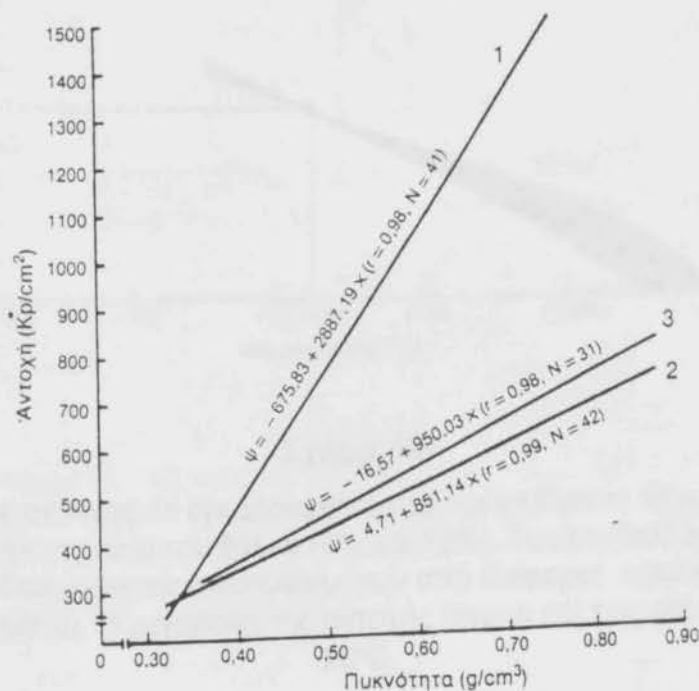
5.3.3. Θερμοκρασία

Η μηχανική αντοχή του ξύλου γενικά ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.

Η ελάττωση της αντοχής επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η υγρασία του ξύλου, το ύψος της θερμοκρασίας και η διάρκεια επιδράσεώς της, ο τρόπος φορτίσεως, ο τρόπος θερμάνσεως, το είδος του ξύλου, οι διαστάσεις του ξύλινου μέλους κ.ά. Επίσης, ελάττωση μπορεί να προκληθεί από τη δημιουργία ελαττωμάτων, π.χ. ραγάδων, που μπορεί να προέλθουν από τις μεταβολές υγρασίας που συνοδεύουν τις μεταβολές υγρασίας που συνοδεύουν τις μεταβολές θερμοκρασίας.

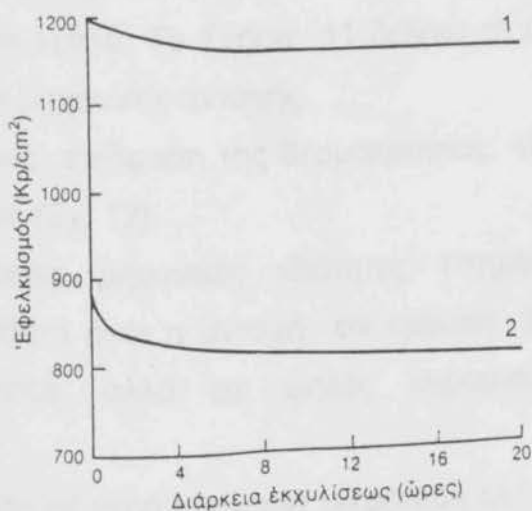
Με πρακτικά σταθερή υγρασία, η σχέση αντοχής - υγρασίας είναι ευθύγραμμη (ή σχεδόν ευθύγραμμη) σ' ένα σημαντικό εύρος θερμοκρασίας. Σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, η αντοχή είναι περισσότερο από δύο φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντοχή σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ σε πολύ

μεγάλες θερμοκρασίες η αντοχή σχεδόν μηδενίζεται (Σχ. 10), λόγω χημικής αποσυνθέσεως του ξύλου.



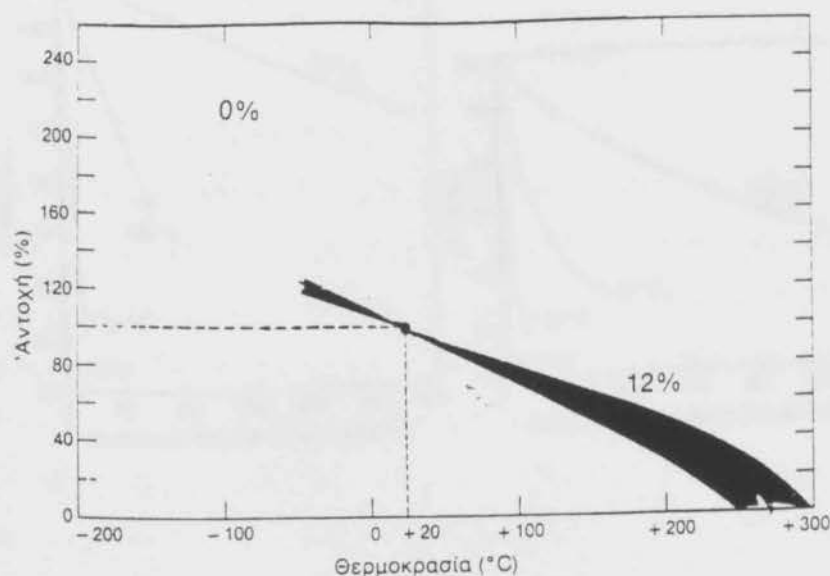
Σχήμα 8:

Σχέση μηχανικής αντοχής (ψ) και πυκνότητας (χ) διαφόρων ειδών ξύλου της εύκρατης ζώνης. 1. Στατική κάμψη, 2. Αξονική θλίψη, 3. Σκληρότητα.



Σχήμα 9:

Επίδραση της απομακρύνσεως εκχυλισμάτων στην αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό: 1. Σημύδα (εκχύλιση με αιθανόλη - βενζόλιο και 2. Ερυθρελάτη (εκχύλιση με ζεστό νερό)



Σχήμα 10:

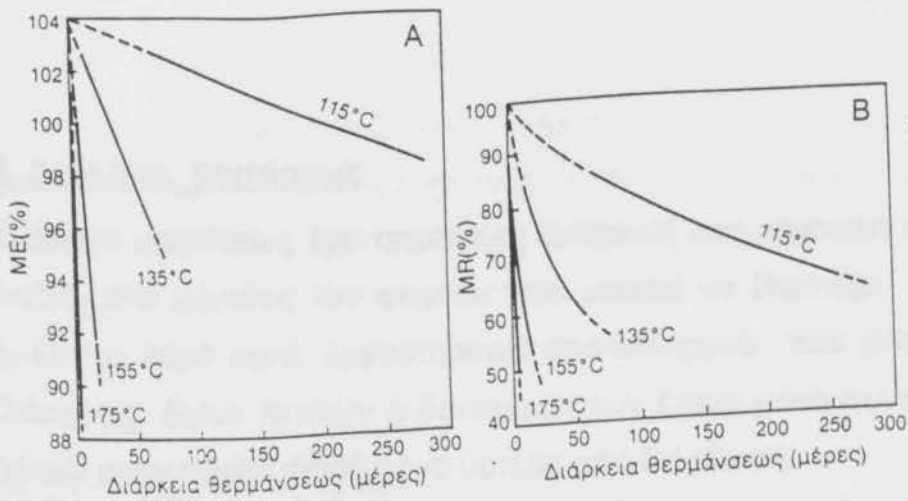
Ελάττωση της αντοχής σε εγκάρσια θλίψη με την επίδραση θερμοκρασίας - σε συσχετισμό με την υγρασία του ξύλου (0% και 12%). Το μεταβαλλόμενο πλάτος των ταινιών δείχνει διακυμάνσεις αποτελεσμάτων από διάφορες έρευνες (διάφορα είδη ξύλου, μικρά δείγματα). Η μεταβολή της αντοχής δίνεται επί τοις εκατό της τιμής της σε 20°C.

Η διάρκεια επιδράσεως έχει μεγάλη σημασία. Θερμοκρασίες μικρότερες από 95°C δεν έχουν δυσμενή επίδραση όταν το ξύλο εκτίθεται για μικρή χρονική περίοδο, αλλά θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 65°C έχουν (μόνιμα) δυσμενείς συνέπειες όταν η διάρκεια επιδράσεως είναι μεγάλη. Θερμοκρασία 200°C επιδρά μειωτικά σε λίγα λεπτά. Το Σχήμα 11 δείχνει τη σχέση θερμοκρασίας, διάρκειας επιδράσεως και μηχανικής αντοχής.

Η μειωτική επίδραση της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη όσο η υγρασία είναι μεγαλύτερη (Σχ. 12).

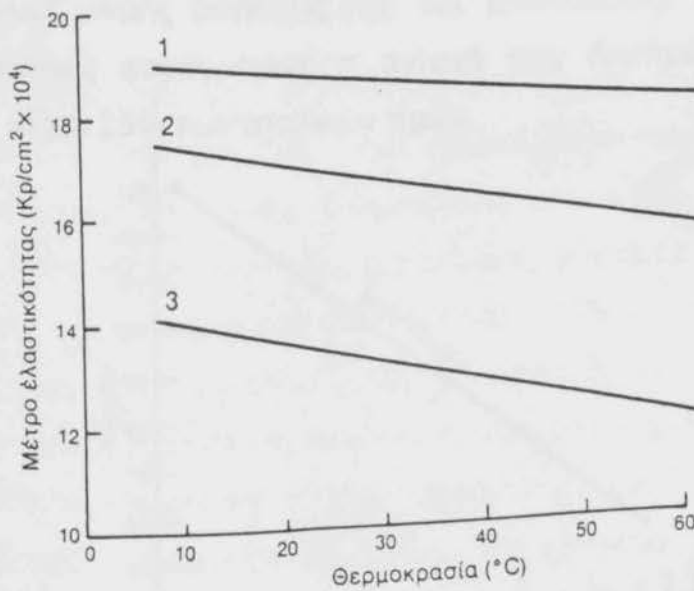
Οι διάφορες μηχανικές ιδιότητες επηρεάζονται με διαφορετικό τρόπο. Ιδιαίτερα ευαίσθητη είναι η αντοχή σε κρούση. Σε χαμηλές υγρασίες, η αντοχή αυτή ελαττώνεται, αλλά σε ψηλές υγρασίες αυξάνεται με αυξανόμενη θερμοκρασία.

Θέρμανση σε νερό προκαλεί μικρότερη ελάττωση αντοχής σε σύγκριση με άτμιση, αλλά η μικρότερη επίδραση προκαλείται με θερμό αέρα. Ξύλα μικρών διαστάσεων επηρεάζονται περισσότερο. Επανεπιλημμένες επιδράσεις μεγάλων θερμοκρασιών δρουν αθροιστικά.



Σχήμα 11:

Ελάττωση της αντοχής (Α. ME = μέτρο ελαστικότητας και Β. MR = μέτρο θραύσεως) με την επίδραση θερμοκρασίας. (Οι σχέσεις βασίζονται σε τέσσερα κωνοφόρα και δύο πλατύφυλλα είδη ξύλων και σε μικρά δείγματα εκτεθειμένα σε ξηρή θερμότητα). Δείχνονται οι μεταβολές της αντοχής επί τοις εκατό της τιμής της σε 23°C.



Σχήμα 12:

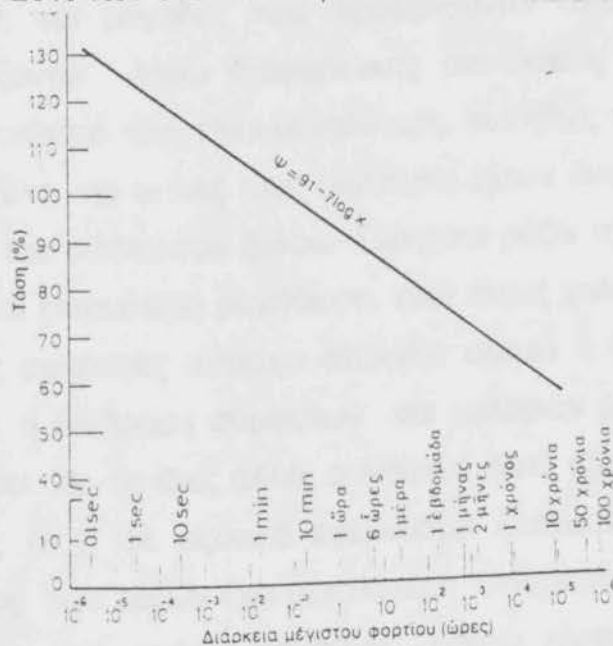
Επίδραση θερμοκρασίας (και υγρασίας) στο μέτρο ελαστικότητας δασικής πεύκης (1. Υγρασία 0%, 2. 15%, 3. 30%).

Παγωμένο ξύλο, κορεσμένο με νερό, βρέθηκε να έχει μεγαλύτερη αντοχή σε στατική κάμψη (μέτρο θραύσεως), αλλά η αντοχή σε κρούση είναι σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση με ξύλο σε θερμοκρασία δωματίου (ξηρό στον αέρα).

5.3.4. Διάρκεια φορτίσεως

Η διάρκεια φορτίσεως έχει σημαντική επίδραση στη μηχανική αντοχή του ξύλου, δηλαδή στο μέγεθος του φορτίου που μπορεί να βαστάξει μία ξύλινη κατασκευή. Για το λόγο αυτό, εργαστηριακά αποτελέσματα που βασίζονται σε φόρτιση διάρκειας λίγων λεπτών ή δευτερολέπτων έχουν μόνο συγκριτική αξία και δεν ισχύουν στην πράξη παρά μόνο ύστερα από διόρθωση.

Το μέγεθος της μεταβολής των μηχανικών ιδιοτήτων σε σχέση με το χρόνο επηρεάζεται, όταν οι άλλες συνθήκες είναι ίδιες, από τον τρόπο φορτίσεως, δηλαδή αν το φορτίο είναι διαρκές (μόνιμο) ή εναλλακτικό (περιοδικό). Με την επίδραση μόνιμου φορτίου, το ξύλο (όπως και άλλα υλικά) παρουσιάζει το φαινόμενο ερπυσμού (creep), δηλαδή η παραμόρφωσή του αυξάνεται με το πέρασμα του χρόνου. Εναλλακτικά φορτία προκαλούν κόπωση (fatigue). Και στις δύο περιπτώσεις, η μηχανική αντοχή ελαττώνεται. Έρευνες έχουν δείξει ότι μόνιμη φόρτιση ελαττώνει την αντοχή σε 50-75% των τιμών που υπολογίζονται από στατικές δοκιμές μικρής διάρκειας (Σχ. 13). Εναλλακτικά φορτία έχουν ανάλογη επίδραση, μερικές φορές όμως η αντοχή που διατηρείται (όριο κοπώσεως) ελαττώνεται μέχρι 25% των στατικών τιμών.



Σχήμα 13:

Επίδραση της διάρκειας φορτίσεως στην αντοχή διαφόρων ειδών ξύλων σε στατική κάμψη (μέτρο θραύσεως). Αντοχή 100% αντιστοιχεί σε συνθήκες εργαστηριακών δοκιμών - 1 λεπτό περίπου. Τα ξύλα είναι διάφορα κωνοφόρα και πλατύφυλλα σε κατάσταση χλωρή ή ξηρή στον αέρα.

Γενικά, η συμπεριφορά του ξύλου σε φορτίσεις διάρκειας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες που σχετίζονται με το ξύλο (είδος, πυκνότητα, υγρασία) και τις συνθήκες φορτίσεως (μέγεθος φορτίου, διάρκεια, ρυθμός εναλλαγής κ.λπ.). Η αντίσταση στην κόπωση αυξάνεται με την πυκνότητα και ελαττώνεται με την υγρασία του ξύλου. Η υγρασία έχει ανάλογη επίδραση και στον ερπυσμό.

5.3.5. Ελαττώματα του ξύλου

Τα ελαττώματα (ακανονιστίες δομής) του ξύλου ελαττώνουν τη μηχανική αντοχή του. Ο βαθμός επιδράσεως εξαρτάται από το είδος της ακανονιστίας, το μέγεθος, τη θέση της στο φορτιζόμενο ξυλοτεμάχιο και τον τρόπο φορτίσεως. Από άποψη μηχανικής αντοχής τα σπουδαιότερα ελαττώματα είναι: ρόζοι, αποκλίσεις από την ευθυμία (στρεψοΐνια, λοξοΐνια), ραγάδες, θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο. Δευτερογενείς προσβολές από μύκητες, έντομα και άλλους παράγοντες που υποβαθμίζουν το ξύλο επίσης έχουν δυσμενή επίδραση.

α. Ρόζοι

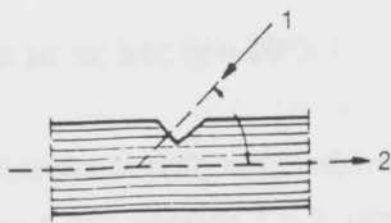
Η δυσμενή επίδραση των ρόζων οφείλεται κυρίως σε τοπικές αποκλίσεις από την ευθυμία, και ραγάδες που προκαλούνται από την παρουσία τους. Ραγάδες σχηματίζονται λόγω διαφορετικής ρικνώσεως και διογκώσεως των ρόζων, γιατί η πυκνότητά τους είναι μεγαλύτερη, συνήθως περιέχουν θλιψιγενές ή εφελκυσμογενές ξύλο, και οι ίνες τους (κύτταρα) έχουν διαφορετική διεύθυνση σε σχέση με τις ίνες του υπόλοιπου ξύλου. Σύμφυτοι ρόζοι προκαλούν μεγαλύτερες αποκλίσεις ινών και εντονότερη ραγάδωση, ενώ στους χαλαρούς (αποπίπτοντες), εκτός από τέτοιες συνέπειες υπάρχει απουσία υλικού ή διακοπή της συνέχειας ιστών. Συγκριτικά, η επίδραση σύμφυτων και χαλαρών ρόζων μπορεί να είναι όμοια ή να διαφέρει. Με τις ίδιες άλλες συνθήκες, αυτό εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο φορτίσεως (π.χ. σε αξονικό εφελκυσμό διαπιστώθηκε ίδια επίδραση). Γενικά, η διάμετρος των ρόζων έχει μεγαλύτερη επίδραση από τον αριθμό τους. Η επίδραση οπών από πτώση χαλαρών ρόζων είναι διαφορετική από την επίδραση οπών που ανοίγονται τεχνητά.

Η παρουσία ρόζων ελαττώνει σημαντικά την αντοχή του ξύλου σε αξονικό εφελκυσμό, γιατί η απόκλιση των ινών που προκαλούν τείνει να κάνει τη φόρτιση εγκάρσια. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η αντοχή του ξύλου σε εγκάρσιο

εφελκυσμό είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τον αξονικό. Η αντοχή σε αξονική θλίψη ελαττώνεται λιγότερο, ενώ η αντοχή σε εγκάρσια θλίψη μπορεί να αυξάνεται λόγω παρουσίας σύμφυτων ρόζων. (Αυτό έχει πρακτική σημασία όταν το ξύλο χρησιμοποιείται για κατασκευές όπως είναι οι στρωτήρες σιδηροδρόμων). Η αντοχή σε κάμψη (μέτρο θραύσεως) ελαττώνεται αλλά επηρεάζεται σημαντικά από τη θέση των ρόζων. Ρόζοι που βρίσκονται κοντά στη μέση της εφελκυσόμενης (κάτω) πλευράς έχουν τη δυσμενέστερη επίδραση. Η επίδραση είναι μικρότερη όταν οι ρόζοι βρίσκονται στη μέση της θλιβόμενης (πάνω) πλευράς, και πολύ μικρή όταν βρίσκονται ανάμεσα στις δύο πλευρές ή κοντά στα άκρα της δοκού. Η αντοχή σε οριζόντια διάτμηση επηρεάζεται λίγο ή καθόλου, ή μπορεί να αυξάνεται, γιατί οι ρόζοι διακόπτουν τη συνέχεια ραγάδων, που ελαττώνουν σημαντικά αυτή την αντοχή. Επίσης αυξάνεται η αντοχή του ξύλου σε σχίση και η σκληρότητα. Η ελαστικότητα (μέτρο ελαστικότητας) ελαττώνεται. Γενικά, ρόζοι (ή άλλα ελαττώματα) στις παρυφές ξύλινων μελών έχουν μεγαλύτερη δυσμενή επίδραση από ισομεγέθεις ρόζους που βρίσκονται ολόκληροι στο εσωτερικό τους.

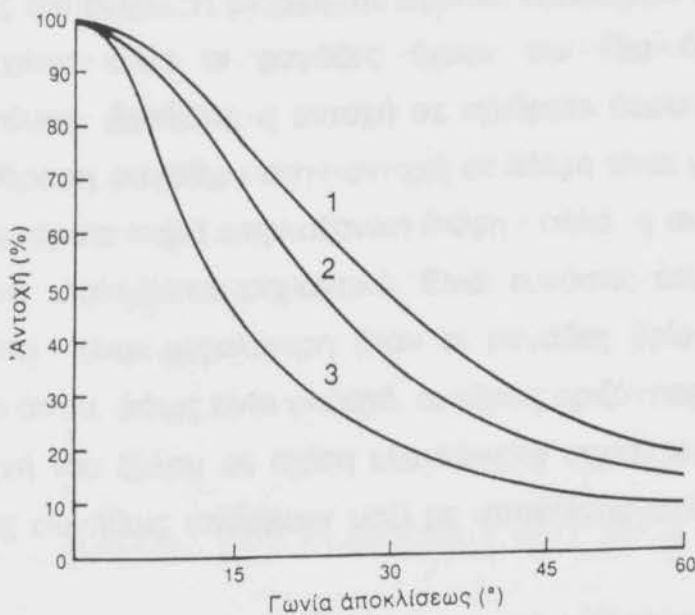
β. Αποκλίσεις από την ευθυμία

Η επίδραση της αποκλίσεως από την ευθυμία δηλαδή της αποκλίσεως των ινών από την παραλληλότητα προς τον άξονα φορτιζόμενου ξυλοτεμαχίου, βασικά οφείλεται στη διαφορετική μηχανική αντοχή του ξύλου παράλληλα και εγκάρσια προς τις ίνες. Επειδή η πρώτη είναι μεγαλύτερη (π.χ. η αντοχή σε εφελκυσμό και θλίψη), είναι ευνόητο ότι φόρτιση με απόκλιση (Σχ. 14) ελαττώνει την αντοχή τόσο περισσότερο όσο η γωνία είναι μεγαλύτερη. Περισσότερο επηρεάζεται η αντοχή σε εφελκυσμό και λιγότερο η αντοχή σε θλίψη. Η ελάττωση της αντοχής σε κάμψη είναι ενδιάμεση (Σχ. 15). Απόκλιση από την ευθυμία ελαττώνει και το μέτρο ελαστικότητας, αλλά η σημαντικότερη επίδραση εκδηλώνεται στην αντοχή σε κρούση. Έχει παρατηρηθεί στην οξιά, ότι γωνία αποκλίσεως 5° ελαττώνει αυτή την αντοχή κατά 10% και γωνία 10° μέχρι 50%. Η επίδραση αποκλίσεως από την ευθυμία στην αντοχή σε οριζόντια διάτμηση συνήθως είναι ελάχιστη - μάλιστα αυτή η αντοχή είναι δυνατό να αυξηθεί.



Σχήμα 14:

Φόρτιση με απόκλιση του φορτίου (1) από τη διεύθυνση των ινών του ξύλου (2)



Σχήμα 15:

Επίδραση απόκλισεως από την ευθεία στην αντοχή σε 1. (αξονική) θλίψη, 2. Κάμψη και 3. (αξονικό) εφελκυσμό

Η ελάττωση της αντοχής σε διαφορετικούς τρόπους φορτίσεως μπορεί να προσδιοριστεί από τη σχέση :

$$\sigma_{\gamma} = \frac{\sigma_{\parallel} \sigma_{\perp}}{\sigma_{\parallel} \mu^{\eta \gamma} + \sigma_{\perp} \sigma_{\parallel} \mu^{\eta \gamma}}$$

όπου σ_{γ} = αντοχή με γωνία γ

σ_{\parallel} = αντοχή παράλληλα με τις ίνες ($\gamma = 0^{\circ}$)

σ_{\perp} = αντοχή κάθετα με τις ίνες ($\gamma = 90^{\circ}$)

Για τον εκθέτη n δίνονται οι εξής τιμές: αξονικός εφελκυσμός 1,5-2, αξονική θλίψη 2-2,5, στατική κάμψη 1,5-2, κρούση 1,5-2, μέτρο ελαστικότητας 2.

γ. Ραγάδες

Η επίδραση των ραγάδων εξαρτάται από την διεύθυνσή τους και τον τρόπο φορτίσεως του ξύλου. Η αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό δεν επηρεάζεται ή επηρεάζεται ελάχιστα όταν οι ραγάδες έχουν την ίδια διεύθυνση με τις εφελκύνουσες δυνάμεις. Αντίθετα, η αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό ελαττώνεται σημαντικά. Η επίδραση ραγάδων στην αντοχή σε θλίψη είναι μικρή - συγκριτικά μικρότερη στην εγκάρσια παρά στην αξονική θλίψη - αλλά η αντοχή σε οριζόντια (αξονική) διάτμηση ελαττώνεται σημαντικά. Είναι ευνόητο, ότι κατά τη φόρτιση δοκών η επίδραση είναι μεγαλύτερη όταν οι ραγάδες βρίσκονται κοντά στο ουδέτερο επίπεδο όπου, όπως είναι γνωστό, οι τάσεις οριζόντιας διατμήσεως είναι μέγιστες. Η αντοχή του ξύλου σε σχίση ελαττώνεται σημαντικά όταν υπάρχουν ραγάδες. Ραγάδες συνήθως υπάρχουν μαζί με αποκλίσεις από την ευθυμία και ρόζους.

Θλιψιγενείς ραγάδες ελαττώνουν σημαντικά την αντοχή του ξύλου σε κρούση, αλλά και σε στατική κάμψη, ιδίως όταν βρίσκονται στην εφελκυσόμενη πλευρά δοκού.

δ. Θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο

Η παρουσία θλιψιγενούς ή εφελκυσμογενούς ξύλου επηρεάζει τη μηχανική αντοχή άλλοτε αρνητικά και άλλοτε θετικά, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές. Τα αποτελέσματα επηρεάζονται από τον τρόπο φορτίσεως και την έκταση αυτών των ακανονιστιών. Το θλιψιγενές ξύλο έχει μικρότερη ελαστικότητα και μικρότερη αντοχή σε κάμψη και κρούση, ενώ εφελκυσμογενές (σε οξιά) βρέθηκε να έχει πολύ μικρή αντοχή σε αξονική θλίψη αλλά μεγαλύτερη σε αξονικό εφελκυσμό και κρούση. Οι σχέσεις των μηχανικών ιδιοτήτων με την πυκνότητα και την υγρασία που ισχύουν για ξύλο με κανονική δομή, δεν ισχύουν για θλιψιγενές ή εφελκυσμογενές ξύλο του ίδιου είδους. Γενικά, οι ακανονιστίες αυτές πρέπει να θεωρηθεί ότι επηρεάζουν αρνητικά τη μηχανική

αντοχή, γιατί μπορεί να προκαλέσουν και ραγάδες ή στρέβλωση όταν μεταβάλλεται η υγρασία (λόγω πολύ μεγαλύτερης αξονικής ρικνώσεως), επομένως πρέπει να αποφεύγονται σε φέροντα στοιχεία, ιδίως σε περιπτώσεις έντονης παρουσίας.

Άλλες ακανονιστικές δομές, όπως το «νεαρό» (άτυπο) ξύλο που βρίσκεται κοντά στην εντεριώνη, και η ίδια η εντεριώνη, ελαττώνουν τη μηχανική αντοχή.

ε. Σήψη και άλλες αλλοιώσεις δομής

Προσβολή ξύλου από μύκητες, έντομα και θαλασσινούς ξυλοφάγους οργανισμούς μπορεί να μηδενίσει τη μηχανική αντοχή, αλλά και στα αρχικά στάδια προσβολής υπάρχει δυσμενής επίδραση. Προσβολή από μύκητες, σε αρχικό στάδιο, ελαττώνει ιδίως την αντοχή σε κρούση. Φυτικά παράσιτα (π.χ. ιξός) επίσης ελαττώνουν την αντοχή. Οποσδήποτε, ξύλο που έχει προσβληθεί πρέπει να αποφεύγεται για κατασκευές στις οποίες χρειάζεται μεγάλη αντοχή.

5.4. Προσδιορισμός των μηχανικών ιδιοτήτων

Οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου προσδιορίζονται με μικρά δείγματα (χωρίς ελαττώματα), ή μέλη ξύλινων κατασκευών (δοκάρια, σανίδια κ.λπ.), ή ολόκληρες ξύλινες κατασκευές (π.χ. ζευκτά στέγης). Τα μικρά δείγματα δίνουν δυνατότητα ευρύτερης δειγματοληψίας (μελέτης περισσότερων δειγμάτων) και συστηματικής μελέτης της επιδράσεως διαφόρων παραγόντων (υγρασίας, πυκνότητας, δομής αυξητικών δακτυλίων κ.λπ.) στη μηχανική αντοχή.

Η συζήτηση που ακολουθεί αναφέρεται κυρίως σε μικρά δείγματα. Η δειγματοληψία γίνεται από κορμούς δέντρων (έχει το μειονέκτημα ότι πολύ μικρός αριθμός δέντρων μπορεί να μελετηθεί) ή από τυχαία δείγματα πριστού ξύλου (π.χ. πριστής ξυλείας σε πριστήριο).

5.4.1. Δειγματοληψία

Δεν υπάρχει διεθνώς αναγνωρισμένη μέθοδος δειγματοληψίας του υλικού.

Η καθιέρωση ορισμένων προδιαγραφών (standard) είναι επιθυμητή για να μπορεί να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων σχετικών μελετών, αφού μάλιστα το ξύλο είναι αντικείμενο διεθνούς εμπορίου. Για το σκοπό αυτό έγιναν από χρόνια προσπάθειες με πρωτοβουλία του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών και διατυπώθηκαν ορισμένες προτάσεις, αλλ' αυτές όπως και πρόσφατες προτάσεις της Διεθνούς Οργανώσεως Προδιαγραφών (International Organization for Standardization), δεν είναι γενικά παραδεκτές.

Ανεξάρτητα από τη μέθοδο δειγματοληψίας, έχει μεγάλη σημασία ο αριθμός των δειγμάτων που εξετάζονται για τον προσδιορισμό κάθε ιδιότητας. Ο αριθμός αυτός εξαρτάται από τη μεταβλητότητά της, και υπολογίζεται με όσα είναι γνωστά από τη Στατιστική.

5.4.2. Διεξαγωγή δοκιμών - Αποτελέσματα

Οι δοκιμές για τον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου (και άλλων υλικών) γίνονται με ειδικές μηχανές με τις οποίες είναι δυνατή η φόρτιση δείγματος με γνωστό (μετρούμενο) φορτίο που τοποθετείται βαθμιαία ή απότομα. Η φόρτιση γίνεται με κατακόρυφη μετακίνηση χαλύβδινης πλάκας, υδραυλικά ή μηχανικά (με κοχλίες), ή με πτώση βάρους. Το δείγμα συγκρατείται με ειδικά εξαρτήματα ή αρπάγες και η παραμόρφωση μετριέται με ειδικά όργανα.

Τα αποτελέσματα σχετίζονται με τα φορτία, τις παραμορφώσεις και τις διαστάσεις των δειγμάτων, και διατυπώνονται ως εξής:

Η αντοχή σε εφελκυσμό (αξονικό και εγκάρσιο) προσδιορίζεται από τη βασική σχέση:

$$S = \frac{P}{A} \quad (36)$$

όπου S = τάση σε αξονικό (ή εγκάρσιο) εφελκυσμό (Kp/cm^2)

P = μέγιστο φορτίο (Kp)

A = ελάχιστη διατομή δείγματος (cm^2)

Από τη δοκιμή σε αξονική θλίψη προσδιορίζονται οι εξής ιδιότητες:

α. Οριακή τάση των ινών σε αξονική θλίψη από τη σχέση :

$$S' = \frac{P'}{A} \quad (37)$$

όπου S' = οριακή τάση ινών (Kp/cm^2)

P' = φορτίο στο όριο ελαστικότητας (Kp)

A = εγκάρσια διατομή δείγματος (cm^2)

β. Μέτρο ελαστικότητας σε αξονική θλίψη από τη σχέση:

$$E = \frac{P' L}{A D} \quad (38)$$

όπου E = μέτρο ελαστικότητας (Kp/cm^2)

P' = φορτίο στο όριο ελαστικότητας (Kp)

L = απόσταση ακίδων συγκρατήσεως του δείγματος (cm)

A = εγκάρσια διατομή δείγματος (cm^2)

D = παραμόρφωση στο όριο ελαστικότητας (cm)

γ. Μέγιστη αντοχή σε αξονική θλίψη από τη σχέση:

$$C = \frac{P}{A} \quad (39)$$

όπου C = μέγιστη αντοχή (Ko/cm^2)

P = μέγιστο φορτίο (Kp)

A = εγκάρσια διατομή δείγματος (cm^2)

Η ιδιότητα αυτή χρησιμοποιείται συνήθως για να εκφράσει την αντοχή σε αξονική θλίψη.

Η αντοχή σε εγκάρσια θλίψη προσδιορίζεται ως οριακή τάση ινών από τη σχέση (40) με τη διαφορά ότι $A =$ φορτιζόμενη επιφάνεια - και η αντοχή σε (αξονική) διάτμηση από τη σχέση (36) με τη διαφορά ότι $A =$ επιφάνεια διατμήσεως.

Από τη δοκιμή σε στατική κάμψη προσδιορίζονται οι εξής ιδιότητες:

α. Οριακή τάση των ινών σε στατική κάμψη από τη σχέση:

$$S' = \frac{1,5 P' l}{b d^2} \quad (40)$$

όπου $S' =$ οριακή τάση ινών (Kp/cm^2)

$P' =$ φορτίο στο όριο ελαστικότητας (Kp)

$l =$ μήκος δοκού μεταξύ σημείων υποστηρίξεως (cm)

$b =$ πλάτος δοκού (cm)

$d =$ ύψος δοκού (cm)

β. Μέτρο θραύσεως από την ίδια σχέση (40) με τη διαφορά ότι αντί P' τοποθετείται P , δηλαδή το μέγιστο φορτίο που μπορεί να βαστάξει η δοκός.

γ. Μέτρο ελαστικότητας σε στατική κάμψη από τη σχέση:

$$E = \frac{P' l^3}{4D b d^3} \quad (41)$$

όπου $E =$ μέτρο ελαστικότητας (Kp/cm^2) και $D =$ απόκλιση από το ουδέτερο επίπεδο στο όριο ελαστικότητας (cm). Η έννοια των άλλων παραμέτρων καθορίστηκε προηγουμένως.

δ. Οριακό έργο σε στατική κάμψη. Η ιδιότητα αυτή μετρά το έργο που μπορεί να απορροφήσει το ξύλο κάτω από την επίδραση φορτίων που αυξάνονται βαθμιαία, χωρίς να υποστεί μόνιμη παραμόρφωση (δηλαδή μέχρι το όριο ελαστικότητας). Επίσης, είναι δείκτης αντοχής σε αιφνίδια φόρτιση. Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$W' = \frac{P'D}{2lbd} \quad (42)$$

όπου W' = οριακό έργο ($Krcm/cm^3$). Η έννοια των άλλων παραμέτρων όπως και προηγουμένως.

ε. Μέγιστο έργο σε στατική κάμψη. Η ιδιότητα αυτή εκφράζει επίσης την αντοχή του ξύλου σε αιφνίδια φόρτιση, η οποία όμως προκαλεί τουλάχιστο μικρή μόνιμη παραμόρφωση. Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$W = \frac{A}{lbd} \times c \quad (43)$$

όπου W = μέγιστο έργο ($Krcm/cm^3$)

A = επιφάνεια κάτω από την καμπύλη τάσεως - παραμορφώσεως, που περιλαμβάνεται ανάμεσα στο μηδέν, στο μέγιστο φορτίο και στον οριζόντιο άξονα και μετριέται με εμβαδόμετρο (cm^2).

l, b, d = όπως και προηγουμένως (cm)

(Αντί lbd μπορεί να τοποθετηθεί V = όγκος της δοκού μεταξύ των σημείων υποστηρίξεως, cm^3).

c = διορθωτικός παράγοντας που η τιμή του εξαρτάται από την κλίμακα του διαγράμματος φορτίου - παραμορφώσεως ($Krcm/cm^2$). (Π.χ. αν $1\ cm$ στον άξονα των τεταγμένων αντιπροσωπεύει $150\ Kr$ και στον άξονα των τετμημένων $0,04\ cm$, $c = 150 \times 0,04 = 6$).

δ. Οριακό έργο σε στατική κάμψη. Η ιδιότητα αυτή μετρά το έργο που μπορεί να απορροφήσει το ξύλο κάτω από την επίδραση φορτίων που αυξάνονται βαθμιαία, χωρίς να υποστεί μόνιμη παραμόρφωση (δηλαδή μέχρι το όριο ελαστικότητας). Επίσης, είναι δείκτης αντοχής σε αιφνίδια φόρτιση. Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$W' = \frac{P'D}{2lbd} \quad (42)$$

όπου W' = οριακό έργο ($Krcm/cm^3$). Η έννοια των άλλων παραμέτρων όπως και προηγουμένως.

ε. Μέγιστο έργο σε στατική κάμψη. Η ιδιότητα αυτή εκφράζει επίσης την αντοχή του ξύλου σε αιφνίδια φόρτιση, η οποία όμως προκαλεί τουλάχιστο μικρή μόνιμη παραμόρφωση. Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$W = \frac{A}{lbd} \times c \quad (43)$$

όπου W = μέγιστο έργο ($Krcm/cm^3$)

A = επιφάνεια κάτω από την καμπύλη τάσεως - παραμορφώσεως, που περιλαμβάνεται ανάμεσα στο μηδέν, στο μέγιστο φορτίο και στον οριζόντιο άξονα και μετριέται με εμβαδόμετρο (cm^2).

l, b, d = όπως και προηγουμένως (cm)

(Αντί lbd μπορεί να τοποθετηθεί V = όγκος της δοκού μεταξύ των σημείων υποστηρίξεως, cm^3).

c = διορθωτικός παράγοντας που η τιμή του εξαρτάται από την κλίμακα του διαγράμματος φορτίου - παραμορφώσεως ($Krcm/cm^2$). (Π.χ. αν $1\ cm$ στον άξονα των τεταγμένων αντιπροσωπεύει $150\ Kp$ και στον άξονα των τετμημένων $0,04\ cm$, $c = 150 \times 0,04 = 6$).

Από τη δοκιμή σε στατιστική κάμψη μπορεί επίσης να προσδιοριστεί η μέγιστη αντοχή σε αξονική διάτμηση (J) από τη σχέση :

$$J = \frac{0,75 P}{bd} \quad (44)$$

Η αντοχή σε σχίση προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$C = \frac{P}{W} \quad (45)$$

όπου C = τάση σε σχίση (Kp/cm)

P = φορτίο που προκαλεί θραύση του δοκιμίου (Kp)

W = πλάτος του δείγματος (cm)

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε κρούση προβλέπονται δύο ειδικές δοκιμές, που διεξάγονται με απλή ή πολλαπλή φόρτιση δείγματος με μορφή δοκού.

Στην πρώτη περίπτωση επιδιώκεται η θραύση του δοκιμίου με εφάπαξ κρούση σφύρας που έχει μορφή εκκρεμούς. Η δοκιμή διεξάγεται με διάφορους τρόπους. Σύμφωνα με αμερικάνικη μέθοδο, η αντοχή μετριέται από τη μεταβολή της αρχικής γωνίας με την οποία απελευθερώνεται το εκκρεμές λόγω παρεμβολής του θραυόμενου δείγματος. Η αρχική γωνία είναι 30°, 45° ή 60°, και η θέση του βαριδίου που είναι τοποθετημένο στην άκρη του εκκρεμούς μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος του ξύλου. Ενδεικτικές τιμές αντοχής του ξύλου σε κρούση, με αυτή τη μέθοδο, υπολογίζονται από την αρχική και τελική γωνία του εκκρεμούς από πίνακες ή από τη σχέση:

$$T = W (\eta\mu A_2 - \eta\mu A_1) \quad (46)$$

όπου T = αντοχή σε κρούση, έργο ($Krcm/cm^3$)

W = βάρος του βαριδίου του εκκρεμούς (Kp)

l = απόσταση μεταξύ του άξονα υποστηρίξεως του δείγματος και του κέντρου του βαριδίου (cm)

A_1 = αρχική γωνία ($^\circ$)

A_2 = τελική γωνία μετά τη θραύση του δείγματος ($^\circ$)

Με τη μέθοδο (γερμανικές προδιαγραφές DIN 52189, ISO 3348), η μηχανή μετρά απ' ευθείας το έργο κρούσεως και απ' αυτό υπολογίζεται ο συντελεστής α από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{A}{F} \quad (47)$$

όπου α = συντελεστής κρούσεως ($Krcm/cm^2$)

A = έργο κρούσεως ($Krcm$)

F = διατομή δείγματος (cm^2)

Στην περίπτωση πολλαπλής φορτίσεως, το δείγμα φορτίζεται σε δυναμική κάμψη (impact bending) με βαρίδιο που έχει σταθερό βάρος και πέφτει από διαδοχικά αυξανόμενο ύψος. Η φόρτιση συνεχίζεται μέχρι θραύσεως του δείγματος, ενώ αυτογραφικό όργανο καταγράφει τους κραδασμούς του, δηλαδή τις αποκλίσεις του ουδέτερου επιπέδου από την αρχική θέση του για κάθε πτώση του βαριδίου. Από τη δοκιμή αυτή προσδιορίζονται οι εξής ιδιότητες από τις αντίστοιχες σχέσεις:

α. Οριακή τάση ινών

$$S = \frac{3WHl}{Dbd^2} \quad (48)$$

β. Μέτρο ελαστικότητας

$$E = \frac{WHl^3}{2D^2bd^3} \quad (49)$$

γ. Οριακό έργο

$$W' = \frac{WH}{V} \quad (50)$$

όπου $S' =$ οριακή τάση ινών (Kp/cm^2)

$W =$ βάρος βαριδίου (Kp)

$H =$ ύψος πτώσεως του βαριδίου - περιλαμβάνεται και η παραμόρφωση της δοκού (cm)

$l =$ μήκος δοκού μεταξύ σημείων υποστηρίξεως (cm)

$D =$ απόκλιση από το ουδέτερο επίπεδο στο όριο ελαστικότητας (cm)

b και $d =$ πλάτος και ύψος δοκού (cm), αντίστοιχα.

$E =$ μέτρο ελαστικότητας (Kp/cm^2)

$W' =$ οριακό έργο ($Kp \cdot cm/cm^3$)

$V =$ όγκος της δοκού μεταξύ των σημείων υποστηρίξεως (cm^3)

Μερικές φορές, μέτρο - αντοχής σε κρούση θεωρείται το μέγιστο ύψος του βαριδίου που προκαλεί θραύση του δείγματος.

Ο προσδιορισμός της (στατικής) σκληρότητας παρουσιάζει δυσκολίες επειδή το ξύλο είναι ετερογενές υλικό. Από τις μεθόδους που έχουν προταθεί συνηθέστερη είναι η μέθοδος Janka, στην οποία η σκληρότητα μετρείται με το φορτίο που χρειάζεται για την εισαγωγή χαλύβδινης σφαίρας με διάμετρο 1,128 εκ. (0,444 ίντσας) στην (εγκάρσια, ακτινική ή εφαπτομενική) επιφάνεια του δείγματος και σε βάθος ίσο με τη μισή διάμετρό της. Στη θέση αυτή, η περίμετρος της εσοχής που δημιουργείται στο ξύλο καθορίζει επιφάνεια ενός cm^2 . Η σκληρότητα εκφράζεται σε Kp/cm^2 .

Υπάρχει και άλλη μεθοδολογία, και συγκεκριμένα:

Η μέθοδος Brinell: χαλύβδινη σφαίρα με διάμετρο 10mm πιέζεται μέσα στο ξύλο με φορτίο 50 kp (100 Kp για πολύ σκληρά ξύλα και 10 Kp για πολύ μαλακά).

Το μέγιστο φορτίο τοποθετείται σε 15 δευτερόλεπτα, διατηρείται σταθερό 30 δευτερόλεπτα, και ελαττώνεται στο μηδέν σε 15 δευτερόλεπτα. Η σκληρότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$H = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (51)$$

όπου H = σκληρότητα (Kp/mm^2)

P = μέγιστο φορτίο (Kp)

D = διάμετρος σφαίρας (mm)

d = διάμετρος εσοχής (mm)

Η μέθοδος Chalais - Meudon (γαλλική προδιαγραφή): Χαλύβδινος κύλινδρος με διάμετρο 30 mm πιέζεται με μέγιστο φορτίο 200 Kp σε ακτινική επιφάνεια και σε χρόνο 5 δευτερολέπτων. Ο «δείκτης σκληρότητας» N υπολογίζεται από τη σχέση:

$$N = \frac{1}{t} \quad (52)$$

όπου $t = 15 - 0,5 \sqrt{900 - \beta^2}$

(t = βάθος και β = πλάτος εσοχής mm)

Τέλος, προσδιορίζεται η δυναμική σκληρότητα με πτώση χαλύβδινης σφαίρας (πυκνότητας $7,8 \text{ g/cm}^3$ και διαμέτρου $25 \pm 0,05 \text{ mm}$) από ύψος 50 εκ. Η αντοχή (H) προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$H = \frac{4m h}{\pi d^2} \quad (53)$$

όπου m = μάζα της σφαίρας (Kg)

h = ύψος πτώσεως σφαίρας (m)

d = μέση διάμετρος εσοχής στο ξύλο (cm)

5.4.3. Βασικές και επιτρεπόμενες τάσεις

Οι τιμές των διαφόρων μηχανικών ιδιοτήτων που υπολογίζονται από τις εργαστηριακές δοκιμές που περιγράφηκαν, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσιες για στατικούς υπολογισμούς ξύλινων κατασκευών, γιατί είναι ευνόητο ότι ισχύουν μόνο για τις συνθήκες με τις οποίες έγιναν οι δοκιμές (μικρά δείγματα χωρίς ελαττώματα, μικρή διάρκεια φορτίσεως). Για πρακτικούς σκοπούς, οι εργαστηριακές τιμές διορθώνονται και οι διορθωμένες τιμές ονομάζονται επιτρεπόμενες τάσεις. Η χρησιμοποίηση επιτρεπόμενων τάσεων εξυπηρετεί την αξιοποίηση του ξύλου με βάση επιστημονικά δεδομένα αντί της εμπειρίας. Συγκεκριμένα, μπορεί να γίνεται ο υπολογισμός των αναγκαίων διαστάσεων των μελών μιας κατασκευής χωρίς σπατάλη υλικού με σύγχρονη εξασφάλιση καλής λειτουργίας και ασφάλειας. Έτσι γίνεται πρακτική αξιοποίηση της μελέτης των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου.

Οι επιτρεπόμενες τάσεις δεν υπολογίζονται απ' ευθείας από τις εργαστηριακές τιμές. Πρώτα υπολογίζονται οι βασικές τάσεις και απ' αυτές, με συμπληρωματικές διορθώσεις, οι επιτρεπόμενες. Ο υπολογισμός των βασικών τάσεων βασίζεται 1) στη μεταβλητότητα της μηχανικής αντοχής του ξύλου, 2) στην επίδραση της διάρκειας φορτίσεως, 3) στη δυνατότητα τυχαίας υπερφορτίσεως και 4) στην εμπειρία σχετικά με τη συμπεριφορά ενός είδους ξύλου σε παρόμοιες κατασκευές - σε συνδυασμό και με αποτέλεσμα δοκιμών πραγματικών κατασκευών ή μελών μεγάλων διαστάσεων. Για τον υπολογισμό των επιτρεπόμενων τάσεων λαμβάνονται συμπληρωματικά υπόψη 5) η ποιότητα του ξύλου (ελαττώματα, δηλαδή ακανονιστίες δομής, και δευτερευόντως άλλα δομικά χαρακτηριστικά, π.χ. πλάτος αυξητικών δακτυλίων) και 6) οι συνθήκες χρησιμοποίησής του, ιδίως αν ευνοείται η προσβολή από μύκητες (σήψη). Είναι φανερό ότι οι βασικές τάσεις είναι επιτρεπόμενες τάσεις ξύλου χωρίς ελαττώματα,

που χρησιμοποιείται κάτω από συνθήκες που δεν ευνοούν τη φθορά του. Βέβαια, αυτό είναι ιδανική κατάσταση ή συμβαίνει σε σπάνιες περιπτώσεις.

Οι βασικές τάσεις, επομένως και οι επιτρεπόμενες, υπολογίζονται με βάση τα αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών της μηχανικής αντοχής του ξύλου σε χλωρή κατάσταση. Αυτό γίνεται για μεγαλύτερη ασφάλεια των κατασκευών (οι τιμές αυτές είναι μικρότερες), γιατί σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιείται χλωρή ξυλεία ή ξυλεία που δεν έχει ξηρανθεί με επιμέλεια. Αλλά και αν χρησιμοποιείται ξυλεία ξηρή στον αέρα, η αντοχή της δεν είναι πάντοτε μεγαλύτερη, γιατί σπάνια μπορούν να αποφευχθούν ελαττώματα (π.χ. ραγάδες), ιδίως όταν ξηραίνεται ξυλεία μεγάλου πάχους και όταν περιέχονται άλλα ελαττώματα (π.χ. ρόζοι). Πρέπει όμως να σημειωθεί, ότι με διόρθωση τάσεων που βασίζονται σε χλωρό ξύλο μπορούν να υπολογιστούν τάσεις για ξύλο ξηρό στον αέρα. Οι τάσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για στατικούς υπολογισμούς κατασκευών από μέλη μικρών διαστάσεων, που μπορούν να ξηρανθούν χωρίς ελαττώματα.

Βασικές και επιτρεπόμενες τάσεις συνήθως χρειάζονται για ορισμένες ιδιότητες - κάμψη, θλίψη και διάτμηση. Συγκεκριμένα, υπολογίζονται το μέτρο θραύσεως (αντοχή σε στατική κάμψη), η μέγιστη αντοχή σε αξονική θλίψη, η αντοχή σε εγκάρσια θλίψη και η αντοχή σε αξονική (οριζόντια) διάτμηση. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το μέτρο θραύσεως είναι δείκτης και της αντοχής σε αξονικό εφελκυσμό. Για την εκτίμηση του μεγέθους (βέλους) κάμψεως, πίνακες επιτρεπόμενων τάσεων περιλαμβάνουν και τιμές του μέτρου ελαστικότητας. Οι τιμές αυτές δεν είναι διορθωμένες τάσεις, αλλά μέσες τιμές εργαστηριακών δοκιμών. Από αυτές υπολογίζονται και ελάχιστες τιμές από τη μεταβλητότητα αυτής της ιδιότητας.

Πίνακας 8: Ποιοτική Ταξινόμηση Ξυλείας Κατασκευών

Ποιότητα I. Ξυλεία με ιδιαίτερα μεγάλη αντοχή σε φέροντα στοιχεία.

Επιτρέπονται: κυάνωση, λειψάδες μέχρι 1,5% της διατομής, μεμονωμένοι ρόζοι σε σχέση με διαμέτρου/πλευράς διατομής μέχρι 1/5 αλλά σε (μαδέρια) με διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 5 εκ. στρεψοϊνία μέχρι 10:1 (μέγιστη απόκλιση 10 εκ. από τον άξονα του πριστού σε μήκος 1 μ.), λοξοϊνία 7:1, κύρτωση μέχρι 5 mm σε μήκος 2 μ. ή 1/400 στο συνολικό μήκος θλιβόμενου μέλους.

Απαγορεύονται: ραγάδες από κεραυνούς, παγοραγάδες, στοές εντόμων, προσβολές ιξού, περιφερειακές ραγάδες, καστανές και ερυθρές μεταχρωματισμένες θέσεις, σήψη.

Αλλα χαρακτηριστικά: ελάχιστη πυκνότητα (σε υγρασία 20%) 0,38 (ελάτη, ερυθρελάτη) ως 0,42 (πεύκη) για άρροζο ξύλο, και 0,40 ως 0,45 αντίστοιχα για ξύλο με ρόζους. Πλάτος αυξητικών δακτυλίων μεγαλύτερο από 4 mm επιτρέπεται το πολύ στο μισό της διατομής.

Ποιότητα II. Ξυλεία με συνηθισμένη αντοχή σε φέροντα στοιχεία

Επιτρέπονται: κυάνωση, καστανές ή ερυθρές μεταχρωματισμένες θέσεις (σκληρές, με καλή συγκράτηση καρφιών), λειψάδες μέχρι 3%, σε 10% του υλικού, μεμονωμένοι ρόζοι σε σχέση διαμέτρου/πλευράς διατομής μέχρι 1/3 αλλά (σε μαδέρια) με διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 7 εκ., στρεψοϊνία μέχρι 20:1, (λοξοϊνία 12:1), κύρτωση με μέγιστη απόκλιση 8 mm σε μήκος 2 μ. ή 1/250 στο συνολικό μήκος θλιβόμενου μέλους.

Απαγορεύονται: ραγάδες από κεραυνούς, παγοραγάδες, οπές εντόμων, προσβολές ιξού, περιφερειακές ραγάδες, σήψη.

Ποιότητα III. Ξυλεία με μικρή αντοχή σε φέροντα στοιχεία

Επιτρέπονται: ισχύουν τα ίδια με τη διαφορά ότι επιτρέπονται μεμονωμένοι ρόζοι σε σχέση διαμέτρου/πλευράς διατομής μέχρι 1/2, στρεψοϊνία μέχρι 33:1 (λαξοϊνία 20:1) και κύρτωση μέχρι 15mm σε μήκος 2 μ.

Απαγορεύονται: ισχύουν τα ίδια με την ποιότητα II.

Πίνακας 9: Επιτρεπόμενες Τάσεις (Κρ/cm²)
(Γερμανικές Προδιαγραφές DIN 1052)*

Τάση	Κωνοφόρα			Δρυς & Οξιά **
	III	II	I	
Κάμψη, στατική	70	100	130	120
Εφελκυσμός, αξονικός	0	85	105	100
Θλίψη, αξονική	60	85	110	100
Θλίψη, εγκάρσια	20	20	20	30
Διάτμηση, αξονική	9	9	9	10

* Ισχύουν για ευρωπαϊκά κωνοφόρα, δρυ και οξιά. Άλλα είδη ξύλου δεν αναφέρονται στις προδιαγραφές, αλλά τάσεις είναι δυνατό να προσδιορίζονται από τοπικές τεχνικές υπηρεσίες.

** Μέση ποιότητα (II)

Πίνακας 10: Επιτρεπόμενες Τάσεις Θλίψεως (Κρ/cm²)

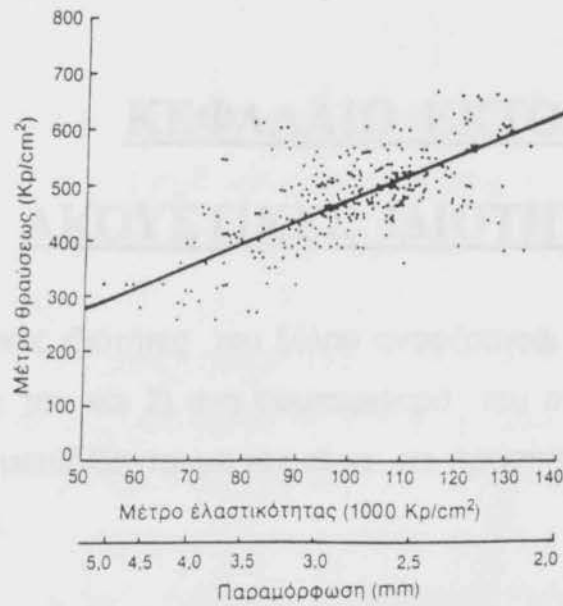
Φόρτιση με Γωνία και Ποιότητα Ξύλου II
(Γερμανικές Προδιαγραφές DIN 1052)

Γωνία (α ⁰)	Κωνοφόρα		Δρυς & Οξιά
			100
0	85		88
10	74		76
20	63		65
30	52		55
40	43		46
50	35		39
60	29		34
70	24		31
80	21		30
90	20		

5.5. Άλλοι τρόποι προσδιορισμού των μηχανικών ιδιοτήτων

Προσδιορισμός των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου έχει επιχειρηθεί και με άλλους τρόπους και συγκεκριμένα με μεθόδους που δεν καταστρέφουν το υλικό μελέτης, πράγμα που αποτελεί μειονέκτημα της δειγματοληψίας που περιγράφηκε προηγουμένως. Σ' αυτές τις «μη καταστρεπτικές» (non-destructive) μεθόδους χρησιμοποιούνται ειδικές μηχανές, ηχητικά κύματα κ.ά. Η χρησιμοποίηση μηχανών βασίζεται στη σχέση που έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει ανάμεσα στο μέτρο θραύσεως και στο μέτρο ελαστικότητας. Η σχέση αυτή κάνει δυνατό τον προσδιορισμό της αντοχής ξύλινων μελών (π.χ. σανιδιών) με απλή δίοδο από μηχανή στην οποία φορτίζονται σε κάμψη. Μικρή παραμόρφωση (βέλος κάμψεως) σημαίνει μεγάλη αντοχή σε στατική κάμψη - και αντίστροφα. Ένας μικρός ηλεκτρονικός υπολογιστής υπολογίζει την επιτρεπόμενη τάση που σημειώνεται αυτόματα στο ξύλο με χρώμα διαφορετικό για κάθε «ποιότητα». Με τον τρόπο αυτό γίνεται ταξινόμηση του ξύλου σε κλάσεις μηχανικής αντοχής (stress grading) αυτόματα, συνεχώς και χωρίς καταστροφή υλικού. Επίσης, η μηχανική ταξινόμηση έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να γίνεται ανεξάρτητα από το είδος του ξύλου, πράγμα που συντελεί σε καλύτερη αξιοποίηση. Μηχανές χρησιμοποιούνται σε μερικές χώρες (Η.Π.Α., Αυστραλία, Βρετανία κ.ά.) αλλά σε περιορισμένη έκταση. Κυρίως, η ταξινόμηση γίνεται με οπτικά κριτήρια (ελαττώματα ξύλου, πλάτος δακτυλίων), αν και είναι σχετικά κοπιαστική (γιατί πρέπει να ελεγχθούν όλες οι επιφάνειες) και συνήθως συντηρητική.

Σε ερευνητικά εργαστήρια γίνονται μελέτες της μηχανικής αντοχής και μεμονωμένων ινών (κυττάρων) ξύλου. Έχει βρεθεί ότι η αντοχή ινών επηρεάζει την αντοχή ξυλοπολτού και χαρτιού.



Σχήμα 16:

Σχέση του μέτρου θραύσεως με το μέτρο ελαστικότητας και την παραμόρφωση (βέλος κάμψεως) σε δασική πεύκη και ερυθρελάτη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι ακουστικές ιδιότητες του ξύλου αναφέρονται 1) στην παραγωγή ήχων με άμεση κρούση του και 2) στη συμπεριφορά του σε ήχους που παράγονται από άλλες πηγές, μεταδίδονται με τον αέρα και προσπίπτουν στο ξύλο με μορφή ηχητικών κυμάτων.

6.1. Το ξύλο ως πηγή ήχου

Το ξύλο σπάνια χρησιμοποιείται ως πηγή ήχου. Παράδειγμα είναι το «ξυλόφωνο» - ένα μουσικό όργανο που αποτελείται από ξύλινα ελάσματα με διαφορετικό μέγεθος. Μουσικοί φθόγγοι παράγονται με κρούσεις των ελασμάτων με κρουστήρες που συνήθως είναι ξύλινοι. Επίσης, το ξύλο χρησιμοποιείται για «σήμαντρα» σε μοναστήρια και εκκλησίες.

Το ύψος του ήχου που παράγεται, δηλαδή αν είναι οξύς ή βαρύς, καθορίζεται από τη συχνότητα της παλμικής κινήσεως του κρουόμενου ξύλου. Η συχνότητα εξαρτάται από τις διαστάσεις, την υγρασία, την πυκνότητα και την ελαστικότητα (μέτρο ελαστικότητας σε κάμψη) του ξύλου. Ξυλοτεμάχια με μεγαλύτερες διαστάσεις, μικρότερη υγρασία, μεγαλύτερη πυκνότητα και ελαστικότητα παράγουν οξύτερους ήχους.

Ήχοι που παράγονται από ξύλο μπορεί να είναι ανεπιθύμητοι, όπως π.χ. ο θόρυβος από ξύλινα δάπεδα ή σκάλες.

6.2. Προσπίπτοντα ηχητικά κύματα

Όταν ηχητικά κύματα που παράγονται από μια άλλη πηγή προσπίπτουν σε ξύλο, μέρος της ηχητικής ενέργειας ανακλάται και μέρος εισέρχεται μέσα στη

μάζα του. Το ξύλο μπορεί να τεθεί σε παλμική κίνηση. Ο αρχικός ήχος ενισχύεται (συνήχηση) ή υφίσταται μερική ή ολική απορρόφηση.

α. Συνήχηση - Αντηχεία

Το φαινόμενο της συνηχήσεως ή συντονισμού παρατηρείται π.χ. όταν το ξύλο χρησιμοποιείται ως αντηχείο. Η απόδοσή του επηρεάζεται από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συχνότητα της παλμικής κινήσεως, το σχήμα του αντηχείου και την κατάσταση της επιφάνειάς του (π.χ. η στίλβωση έχει ευνοϊκή επίδραση). Το αντηχείο δεν μεταβάλλει το ύψος του ήχου που προσπίπτει, αλλά ενισχύει την ένταση και αυξάνει τη διάρκειά του.

Η χρησιμοποίηση του ξύλου ως αντηχείου σε έγχορδα μουσικά όργανα, ιδίως βιολιά, έχει ιδιαίτερη σημασία. Υπάρχει προτίμηση για ξύλο ερυθρελάτης (έχει μεγάλη ελαστικότητα σε σχέση με την πυκνότητά του), ευθύνο, από ακτινική τομή, με ομοιόμορφη δομή, στενούς αυξητικούς δακτυλίους (μέχρι 2 mm), μικρό ποσοστό όψιμου ξύλου (μέχρι 25%) και από μεγάλα δέντρα (με ηλικία 130-150 χρόνια και διάμετρο μεγαλύτερη από 40 εκ.). Ξύλο ερυθρελάτης με οδοντωτούς δακτυλίους θεωρείται πολύ καλό για μουσικά όργανα. Ξύλο ερυθρελάτης χρησιμοποίησαν οι περίφημοι Ιταλοί κατασκευαστές βιολιών (Stradivari, Amati, Guarneri κ.ά.). Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι το μουσικό τους σχετίζεται επίσης με το πάχος και την καμπυλότητα του αντηχείου, και με ειδική κατεργασία του ξύλου (χημικό εμπότισμό, λεπτή διάτρηση κατά θέσεις). Εκτός από ερυθρελάτη, αντηχεία μουσικών οργάνων κατασκευάζονται από ελάτη και βασική πεύκη. Επίσης χρησιμοποιούνται πλατύφυλλα (π.χ. σφενδάμι) και τροπικά ξύλα.

β. Απορρόφηση ήχου

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, μέρος της ηχητικής ενέργειας που προσπίπτει στο ξύλο, εισέρχεται στη μάζα του. Η ενέργεια αυτή είναι δυνατό να απορροφηθεί (τουλάχιστο μερικά) λόγω επανειλημμένης διαθλάσεως και αντανάκλασεως των ηχητικών κυμάτων. Έτσι προκαλείται τριβή των μορίων που αποτελούν τη μάζα του ξύλου με αποτέλεσμα να μετατρέπεται η ηχητική ενέργεια σε θερμική.

Η ικανότητα απορροφήσεως ήχου μετριέται με τον συντελεστή απορροφήσεως, που εκφράζει το ποσοστό (%) της προσπίπτουσας ηχητικής ενέργειας που απορροφάται. Το ξύλο πλεονεκτεί από άλλα υλικά, λόγω της πορώδους δομής του, αλλά έχει σχετικά μικρό συντελεστή απορροφήσεως, μικρότερο από 10%. Ειδικότερα, ο συντελεστής απορροφήσεως επηρεάζεται από την πυκνότητα του ξύλου και από άλλους παράγοντες, όπως ελαστικότητα, υγρασία, θερμοκρασία, ένταση και συχνότητα ήχου, και κατάσταση της επιφάνειας του ξύλου: ξύλα με μικρότερη πυκνότητα και ελαστικότητα, και μεγαλύτερη υγρασία και θερμοκρασία απορροφούν περισσότερο ήχο, και επίσης η απορρόφηση είναι μεγαλύτερη σε ήχους με μικρότερη συχνότητα και μικρότερη από στιλβωμένες επιφάνειες.

Η ηχομονωτική ικανότητα του ξύλου είναι δυνατό να βελτιωθεί σημαντικά (μέχρι 90%) σε ξύλινες κατασκευές (π.χ. «τοιίχους» ή διαχωρίσματα προκατασκευασμένων σπιτιών) με τη δημιουργία κενών χώρων ανάμεσα σε παράλληλες επιφάνειες. Επίσης, ορισμένα προϊόντα ξύλου με μικρή πυκνότητα, ή και με διατρήσεις έχουν αυξημένη ηχομονωτική ικανότητα (π.χ. μονωτικές ινοπλάκες).

6.3. Ταχύτητα διαδόσεως ήχου

Η ταχύτητα διαδόσεως του ήχου στη μάζα του ξύλου κυμαίνεται από 3.500 ως 5.000 m/sec περίπου στην αξονική διεύθυνση (διαφέρει σε διάφορα είδη ξύλου). Στην εγκάρσια διεύθυνση, η ταχύτητα θεωρητικά είναι 3,5-5,5 φορές μικρότερη. (Με βάση πειραματικά δεδομένα 1,3-2,2 φορές μικρότερη, αλλ' αυτό αποδίδεται σε αποκλίσεις των ινών από την ευθυμία στα δείγματα που μελετήθηκαν). Η ταχύτητα του ήχου σε άλλα υλικά είναι: αέρας 340 m/sec, φελλός 430-530 m/sec, νερό 1.440 m/sec, σίδηρος 5.000 m/sec, γυαλί 5.000-6.000 m/sec.

Η ταχύτητα υπολογίζεται θεωρητικά από τη σχέση:

$$C = \sqrt{\frac{E}{\rho_0}}$$

(54)

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

E = μέτρο ελαστικότητας (Kg/cm^2)

ρ_0 = πυκνότητα (ξηρή, g/cm^3)

Επομένως η ταχύτητα εξαρτάται από την ελαστικότητα του ξύλου (ή άλλου στερεού σώματος) και την ποσότητα της ύλης που τίθεται σε παλμική κίνηση, δηλαδή από την πυκνότητά του.

Η σχέση της αξονικής προς την εγκάρσια ταχύτητα είναι μεγαλύτερη όσο ξηρότερο είναι το ξύλο και περισσότερο ανομοιόμορφη η δομή του. Με την προϋπόθεση ομοιόμορφης δομής, μεγαλύτερη σχέση κάνει το ξύλο καταλληλότερο για μουσικά όργανα.

Η υγρασία ελαττώνει την ταχύτητα (βασική αιτία είναι η μικρή ταχύτητα μέσα στο νερό) και συντελεί στην ταχύτερη απόσβεση του ήχου. Επίσης, η ταχύτητα ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.

6.4. Επίδραση ελαττωμάτων του ξύλου

Οι ακουστικές ιδιότητες επηρεάζονται από ελαττώματα του ξύλου. Η σχέση αυτή αξιοποιείται με τη χρησιμοποίηση ακουστικών μεθόδων για την ανίχνευση ελαττωμάτων, π.χ. σήψεως, ραγάδων κ.λπ. Αυτό γίνεται και εμπειρικά με κρούση και εκτίμηση του ύψους του ήχου που παράγεται, π.χ. για ανίχνευση σήψεως σε ιστάμενα δέντρα στο δάσος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣ

Στα προηγούμενα κεφάλαια εξετάστηκαν τα χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής. Αποκλίσεις από την κανονική δομή δεν είναι σπάνιες, γιατί τα δέντρα είναι ζωντανοί οργανισμοί, και κατά τη διάρκεια της μακροχρόνιας ζωής τους βρίσκονται κάτω από την επίδραση διαφόρων παραγόντων που μπορούν να προκαλούν ακανονιστίες στην αύξηση τους. Αυξητικές ακανονιστίες που ελαττώνουν, περισσότερο ή λιγότερο, την αξία χρήσεως του ξύλου για τεχνικές κατασκευές, επειδή έχουν δυσμενή επίδραση στην εμφάνιση και στις ιδιότητές του, ονομάζονται ελαττώματα (σφάλματα). Στα ελαττώματα υπάγονται επίσης μερικά φυσικά χαρακτηριστικά των δέντρων - συγκεκριμένα, τα κλαδιά (τα οποία σε ξύλο ως υλικό παρουσιάζονται ως ρόζοι) και η εντεριώνη.

7.1. Αυξητικές ακανονιστίες

Οι ακανονιστίες που περιλαμβάνονται στο κεφάλαιο αυτό είναι: 1. Αποκλίσεις δέντρων από την τυπική εξωτερική μορφή, 2. Αποκλίσεις από την ευθυμία, 3. Ακανόνιστη διάταξη αυξητικών δακτυλίων, 4. Ξύλο με ακανόνιστη δομή (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές), 5. Διακοπή της συνέχειας ιστών ξύλου, 6. Χρωματικές ανωμαλίες και 7. Ακανονιστίες από τραυματισμό.

7.1.1. Αποκλίσεις δέντρων από την τυπική εξωτερική μορφή

Τυπικά ένα δέντρο είναι κατακόρυφο και πρακτικά κυλινδρόμορφο (τουλάχιστο σε τμήματα του κορμού) με κυκλική διατομή. Στις αποκλίσεις απ' αυτή την τυπική μορφή περιλαμβάνονται: κλίση του κορμού (με διατήρηση της ευθυτένειάς του), κάμψη, διχάλωση, γονατοειδής (πιστολοειδής) βάση, κωνικομορφία, διόγκωση της βάσεως και απόκλιση από την κυκλική διατομή - που μπορεί να είναι ελλειψοειδής, κυματοειδής ή ακανόνιστη.

Κλίση, κάμψη, διχάλωση και γονατοειδής (πιστολοειδής) βάση (Εικ. 44) προέρχονται από την επίδραση διαφόρων παραγόντων του περιβάλλοντος, που δρουν μηχανικά (άνεμος, χιόνι, μετακίνηση του εδάφους), φυσιολογικά (φως) ή με καταστροφή του επικόρυφου βλαστού (παγετός, ξηρασία, έντομα, μύκητες, ζώα, άνθρωποι). Η δημιουργία γονατοειδούς βάσεως είναι συνηθισμένη σε εδάφη με ισχυρή κλίση.

Η κωνικομορφία είναι μια φυσική τάση των κορμών των δέντρων που γίνεται ελάττωμα όταν είναι έντονη. Μέτρο κωνικομορφίας είναι η ελάττωση της διαμέτρου του κορμού με το ύψος του. Η κωνικομορφία επηρεάζεται κυρίως από τον αυξητικό χώρο των δέντρων - είναι εντονότερη σε δέντρα που αυξάνονται σε ελεύθερο χώρο παρά σε κλειστές συστάδες. Έτσι αυτή αυξάνεται με το μέγεθος της κόμης και ενισχύεται από καλλιεργητικές υλοτομίες (π.χ. αραιώσεις), ενώ αντίθετα το κλάδεμα την ελαττώνει. Το μέγεθος της κωνικομορφίας ενισχύεται επίσης από ισχυρούς ανέμους και επηρεάζεται από την ηλικία: οι κορμοί είναι περισσότερο κωνικόμορφοι σε νεαρή ηλικία. Άλλοι παράγοντες, όπως είδος δέντρου και ποιότητα τόπου, επίσης επιδρούν στην κωνικομορφία.



Εικόνα 4:

Γονατοειδής βάση σε ελάτη

Αύξηση δέντρων σε ελεύθερο χώρο ενισχύει τη διόγκωση της βάσεως του κορμού τους. Αυτό θεωρείται ότι προέρχεται από αυξημένες μηχανικές τάσεις

στη βάση, λόγω φορτίσεως της κόμης από άνεμο ή άλλους παράγοντες. Η διόγκωση ευνοείται σε υγρούς τόπους, αλλά πολλές φορές μπορεί να αποτελεί δείκτη εσωτερικής σήψεως.

Αποκλίσεις από την τυπική κυκλική διατομή είναι δυνατό να οφείλονται σε κληρονομικές (γενετικές) αιτίες, όπως π.χ. η κυματοειδής διατομή του γαύρου (Carpinus), αλλά συνήθως προέρχονται από επιδράσεις του περιβάλλοντος και ιδίως από ισχυρούς ανέμους, με την επίδραση των οποίων δημιουργούνται ελλειψοειδείς ή ακανόνιστες διατομές και μερικές φορές με σχήμα που μοιάζει με ταυ (T) ή διπλό ταυ (I).

Γενικά, οι παραπάνω αποκλίσεις από την τυπική εξωτερική μορφή, όταν δεν έχουν ως αποτέλεσμα την πλήρη αχρήστευση, προκαλούν αύξηση του ποσοστού φθοράς κατά την κατεργασία και έχουν δυσμενή επίδραση στις ιδιότητες του ξύλου. Ιδιαίτερα επηρεάζεται η μηχανική αντοχή και ευνοείται η στρέβλωση (στράβωμα) του ξύλου, γιατί οι αποκλίσεις αυτές προκαλούν αποκλίσεις από την ευθυμία, και συνήθως συνοδεύονται από παρουσία ξύλου με ακανόνιστη δομή (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές).

7.1.2. Αποκλίσεις από την ευθυμία

Εδώ περιλαμβάνεται κυρίως η στρεψοΐνια. Στρεψοΐνια είναι η στρέψη (σπειροειδής διάταξη) των ινών (κυττάρων) του ξύλου γύρω από τον άξονα του κορμού του δέντρου. Το ελάττωμα αυτό μερικές φορές διακρίνεται στο φλοιό, αλλά συνήθως γίνεται φανερό μετά την αποφλοιώση, γιατί αυτή ευνοεί την επιφανειακή ξήρανση του ξύλου και προκαλεί δημιουργία σπειροειδών ραγάδων (Εικ. 5). Η στρεψοΐνια είναι κοινό ελάττωμα τόσο σε κωνοφόρα όσο και σε πλατύφυλλα. Δέντρα απόλυτα ευθύνα είναι πολύ σπάνια.

Το μέγεθος της στρεψοΐνιας μπορεί να διαφέρει σε διάφορα τμήματα του κορμού ή στον κορμό και στα κλαδιά, και μπορεί να μεταβάλλεται από την εντεριώνη προς τον φλοιό. Επίσης, η διεύθυνση μπορεί να μεταβάλλεται (δεξιόστροφη, αριστερόστροφη).

Η αιτία της στρεψοΐνιας δεν είναι γνωστή. Αυτή έχει αποδοθεί σε στροφική δράση ανέμων, στην περιστροφή της γης και στην κίνηση του ήλιου, και έχει συσχετιστεί με δυσμενείς συνθήκες αυξησεως και με το μέγεθος του αυξητικού χώρου· μικρότερη απόσταση ανάμεσα σε δέντρα, που ευνοεί την αύξηση σε ύψος

και τη φυσική αποκλάδωση, παρατηρήθηκε ότι ελαττώνει τη στρεψοϊνια στο κατώτερο τμήμα του κορμού. Πάντως, διαπιστώνονται σημαντικές διαφορές στην έκταση της στρεψοϊνιας ανάμεσα σε δέντρα που αυξάνονται κάτω από τις ίδιες γενικές συνθήκες, και αυτό δείχνει ότι η κληρονομικότητα παίζει σημαντικό ρόλο. Έχει παρατηρηθεί, ότι η στρεψοϊνια διαβιβάζεται κληρονομικά με σπόρους, και γι' αυτό πρέπει να αποφεύγεται η συλλογή σπόρων από στρεψοϊνα δέντρα για αναδασώσεις.



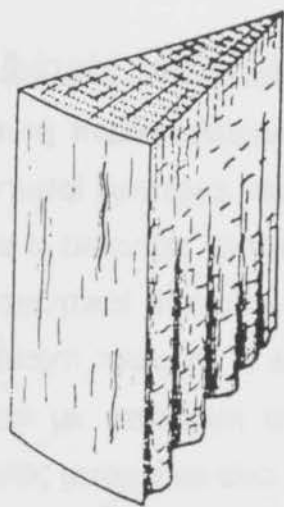
Εικόνα 5:

Στρεψοϊνια σε στύλους (η διαδρομή δείχνεται από τις ραγάδες)

Η στρεψοϊνια είναι σημαντικό ελάττωμα για πολλούς λόγους: ελαττώνει τη μηχανική αντοχή (γωνία 7° περίπου μπορεί να την ελαττώσει ως και 50%), ευνοεί ραγάδωση και στρέβλωση ξυλείας και προϊόντων ξύλου (ξυλοφύλλων, αντικολλητών κ.λπ.), και προκαλεί δυσχέρειες στη μηχανική κατεργασία. Στρεψοϊνοι στύλοι έχουν τάση περιστροφής όταν μεταβάλλεται η υγρασία τους.

Σε μερικές περιπτώσεις, η διεύθυνση των ινών εναλλάσσεται κατά διαστήματα· μερικά χρόνια (σε μερικούς αυξητικούς δακτυλίους), οι ίνες παρουσιάζουν διάταξη προς ορισμένη διεύθυνση, ύστερα αυτή αντιστρέφεται και στη συνέχεια επανέρχεται στην αρχική. Η διάταξη αυτή ονομάζεται σύνθετη στρεψοϊνια (Εικ. 6) και είναι ελάττωμα για τους λόγους που αναφέρθηκαν

παραπάνω σε σχέση με την απλή στρεψοΐνια. Μπορεί όμως να είναι και πλεονέκτημα, γιατί προκαλεί ελκυστική σχεδίαση σε (ακτινικές) επιφάνειες (π.χ. η σχεδίαση του μαονιού οφείλεται σε σημαντικό βαθμό σε σύνθετη στρεψοΐνια).



Εικόνα 6:

Σύνθετη στρεψοΐνια

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι απόκλιση από την ευθύνια είναι δυνατό να παραχθεί τεχνητά από ευθύινα δέντρα. Αυτό συμβαίνει όταν η κατεργασία του ξύλου δε γίνεται παράλληλα με τις ίνες (π.χ. πρίση παράλληλα με την εντεριώνη σε κωνικόμορφους κορμούς) ή όταν τα δέντρα παρουσιάζουν αποκλίσεις από την τυπική εξωτερική μορφή. Το ελάττωμα ονομάζεται λοξοΐνο και διακρίνεται καλύτερα σε ακτινικές επιφάνειες. Η επίδραση της λοξοΐνιας, στις ιδιότητες του ξύλου είναι ανάλογη με την επίδραση της στρεψοΐνιας.



Εικόνα 7:

Μέτρηση στρεψοΐνιας σε σανίδι (20 εκ. σε 1 μ. δηλ. 1:5 ή 11°).

Οι αποκλίσεις από την ευθεία μετριοούνται (α) με τη γωνία που σχηματίζεται από την διεύθυνση των ινών και τον άξονα του κορμού, (β) από τη σχέση της μονάδας αποκλίσεως από τον άξονα και του μήκους στο οποίο αυτή αναφέρεται (Εικ. 7) και (γ) από το μήκος στο οποίο συμπληρώνεται με ολόκληρη στροφή.

7.1.3. Ακανόνιστη διάταξη αυξητικών δακτυλίων

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται εκκεντρότητα, ψευδείς δακτύλιοι, ασυνεχείς δακτύλιοι, οδοντωτοί δακτύλιοι, και διπυρήνωση ή πολυπυρήνωση.

Εκκεντρότητα είναι η έκκεντρη τοποθέτηση της εντεριώνης στην εγκάρσια τομή, με αποτέλεσμα οι αυξητικοί δακτύλιοι να είναι πλατύτεροι προς τη μια και στενότεροι προς την απέναντι πλευρά. Η εκκεντρότητα συνήθως αναγνωρίζεται εξωτερικά γιατί σχετίζεται με απόκλιση από την τυπική κυκλική διατομή του δέντρου. Αιτία εκκεντρότητας μπορεί να είναι η μονόπλευρη ανάπτυξη της κόμης, αλλά συνηθέστερα αυτή προέρχεται από απόκλιση του κορμού από την κατακόρυφη θέση και κατά κανόνα υπάρχει στα κλαδιά. Η εκκεντρότητα προκαλεί μεγαλύτερη φθορά στην κατεργασία του ξύλου, λοξοϊνία, και πολλές φορές συνδέεται με την παρουσία ξύλου με ακανόνιστη δομή, που (όπως εξηγείται πιο κάτω) συνήθως βρίσκεται στην περιοχή των πλατύτερων αυξητικών δακτυλίων.

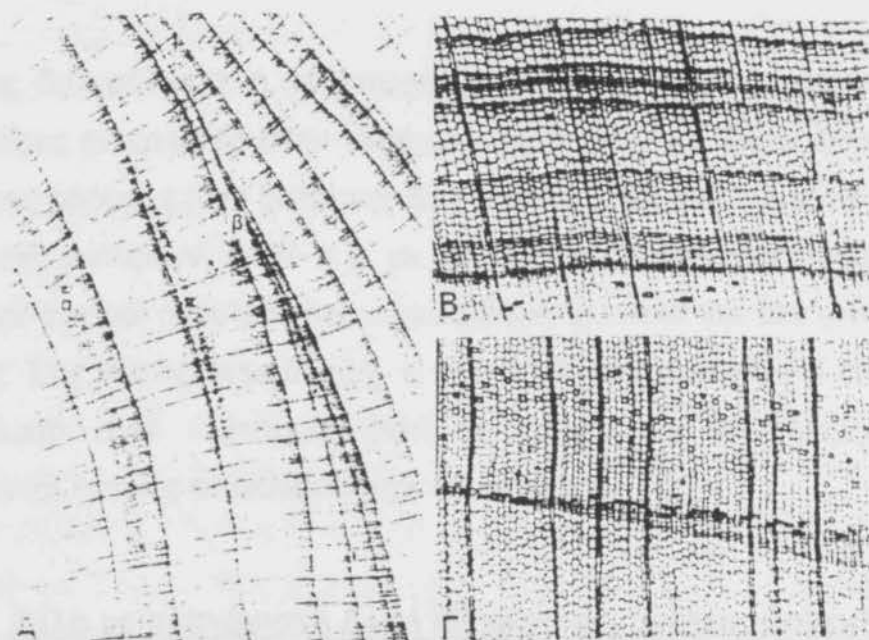
Ψευδείς δακτύλιοι δημιουργούνται όταν κατά τη διάρκεια μιας αυξητικής περιόδου παράγονται φαινομενικά δύο ή σπάνια περισσότεροι αυξητικοί δακτύλιοι. Αυτό μπορεί να προέλθει από καταστροφή του φυλλώματος (προσβολή από έντομα, μύκητες ή όψιμο παγετό) και νέα ανάπτυξη του μέσα στην ίδια αυξητική περίοδο. Ξηρή άνοιξη που ακολουθείται από θερινές βροχές ή διαδοχικές περίοδοι μεγάλης ανομβρίας και βροχών επίσης μπορούν να προκαλέσουν ψευδείς δακτυλίους σε δέντρα που αναπτύσσονται σε ξηρές περιοχές. Οι κλιματικές συνθήκες της νότιας Ελλάδας ευνοούν τη δημιουργία τέτοιων δακτυλίων. Οι ψευδείς δακτύλιοι (μανδύες) μπορεί να μην εκτείνονται σ' ολόκληρο τον κορμό, δηλαδή μπορεί να είναι ασυνεχείς (αξονικά ή εφαπτομενικά).

Η διάκριση ψευδών και κανονικών αυξητικών δακτυλίων μπορεί να γίνει μακροσκοπικά ή (σε δύσκολες περιπτώσεις) μικροσκοπικά. Όπως είναι γνωστό, τα όρια των κανονικών δακτυλίων καθορίζονται από απότομη κατάληψη του όψιμου ξύλου, ενώ στους ψευδείς η κατάληψη των ορίων είναι βαθμιαία (Εικ. 8) ή δημιουργείται ακανόνιστο ταινιοειδές αξονικό παρέγχυμα. Είναι ευνόητο, ότι δύο

ή περισσότεροι ψευδείς περιλαμβάνονται μέσα στα όρια ενός κανονικού δακτυλίου.

Ασυνεχείς δακτύλιοι είναι εκείνοι που δεν σχηματίζουν ολόκληρο κύκλο γύρω από την εντεριώνη (Εικ. 8). Αυτό μπορεί να προέλθει από τοπικό τραυματισμό του κομβίου ή τοπική αναστολή της δραστηριότητας του. Τέτοια αναστολή παρατηρείται πολλές φορές σε δέντρα με μεγάλη κλίση, που δημιουργούν μονόπλευρη κόμη, αλλά η παρουσία ασυνεχών δακτυλίων σε κατακόρυφα δέντρα με κανονική αύξηση κάνει δύσκολη την εξήγηση του φαινομένου. Τοπική ασυνέχεια δακτυλίων μπορεί να διαρκέσει ένα ή περισσότερα χρόνια. Σε μια περίπτωση (κυρτωμένου δέντρου *Sequoia sempervirens*) μετρήθηκαν 52 ασυνεχείς δακτύλιοι.

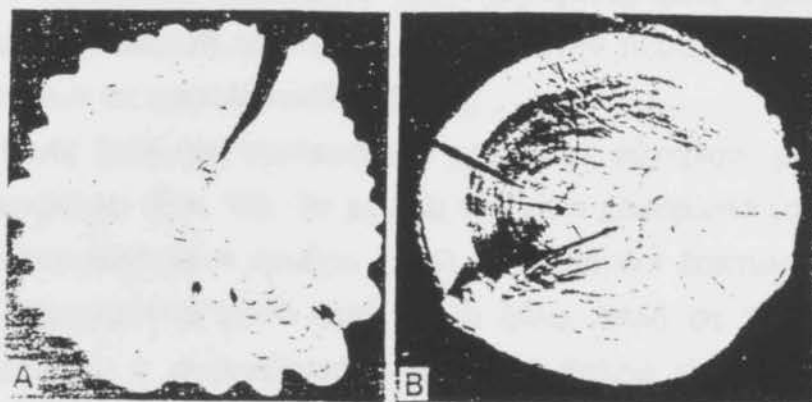
Ψευδείς και ασυνεχείς δακτύλιοι αποτελούν αυξητικές ακανονιστίες, αλλά δεν έχουν αποδειγμένη δυσμενή επίδραση στην αξία χρήσεως του ξύλου και επομένως δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως ελαττώματα. Η πρακτική σημασία τους μάλλον σχετίζεται με ανακρίβειες στον προσδιορισμό της ηλικίας δέντρων ή φυταρίων.



Εικόνα 8:

Ασυνεχείς (Αβ, Γ) και ψευδείς (Αα, Β) δακτύλιοι σε άρκευθο (*Jumperus*). Α. μακροσκοπική και Β,Γ μικροσκοπική εμφάνιση (Α 10X, Β και Γ 50X)

Οδοντωτοί δακτύλιοι (Εικ. 9) υπάρχουν μερικές φορές σε κωνοφόρα, ιδίως στην ερυθρελάτη, για άγνωστη αιτία. Τέτοιο ξύλο θεωρείται ότι έχει καλές ακουστικές ιδιότητες και το προτιμούν για την κατασκευή μουσικών οργάνων. Η ακανονιστία αυτή δεν επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου.



Εικόνα 9:

A. Οδοντωτοί δακτύλιοι (ερυθρελάτη) και B. Διπυρήνωση (μουριά)

Τέλος, διπυρήνωση ή πολυπυρήνωση υπάρχει όταν παρουσιάζονται δύο ή περισσότερες εντεριώνες στην εγκάρσια τομή (Εικ. 9). Αυτό παρατηρείται σε διχαλωμένους κορμούς (στη βάση της διχαλώσεως), μπορεί όμως να προέλθει και από σύμφυση φυταρίων, όταν π.χ. σε αναδασώσεις σπέρνονται όχι ένας αλλά περισσότεροι σπόροι ή φυτεύονται περισσότερα φυτάρια και δεν γίνεται έγκαιρα καθαρισμός. Στις θέσεις συμφύσεως, ο φλοιός ενσωματώνεται. Η διπυρήνωση ή πολυπυρήνωση είναι ελάττωμα, διότι σε ξυλεία και άλλα προϊόντα ξύλου δημιουργούνται τοπικές αποκλίσεις από την ευθυμία.

7.1.4. Ξύλο με ακανόνιστη δομή (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές)

Θλιψιγενές ή εφελκυσμογενές ξύλο δημιουργείται, κατά κανόνα, σε κορμούς που αποκλίνουν από την τυπική, κατακόρυφη θέση και στα κλαδιά των δέντρων. Θλιψιγενές ξύλο σχηματίζεται μόνο στα κωνοφόρα και εφελκυσμογενές μόνο στα πλατύφυλλα. Οι αντίστοιχοι όροι προέρχονται από παρατηρήσεις ότι σε κυρτωμένους κορμούς κωνοφόρων, θλιψιγενές ξύλο συνήθως σχηματίζεται προς

την κάτω πλευρά που «θλίβεται» (συμπιέζεται), ενώ σε κυρτωμένους κορμούς πλατυφύλλων εφελκυσμογενές ξύλο σχηματίζεται προς την πάνω πλευρά που εφελκύεται (Εικ. 12). Η ορολογία υποδηλώνει συσχέτιση των αυξητικών αυτών ακανονιστιών με μηχανικές τάσεις θλίψεως και εφελκυσμού, αλλ' αυτό δεν είναι εντελώς σωστό, όπως εξηγείται πιο κάτω.

Τόσο το θλιψιγενές όσο και το εφελκυσμογενές ξύλο σχετίζονται, κατά κανόνα, με έκκεντρη αύξηση και παρουσιάζονται στην περιοχή των πλατύτερων αυξητικών δακτυλίων σε ημισεληνοειδείς θέσεις.

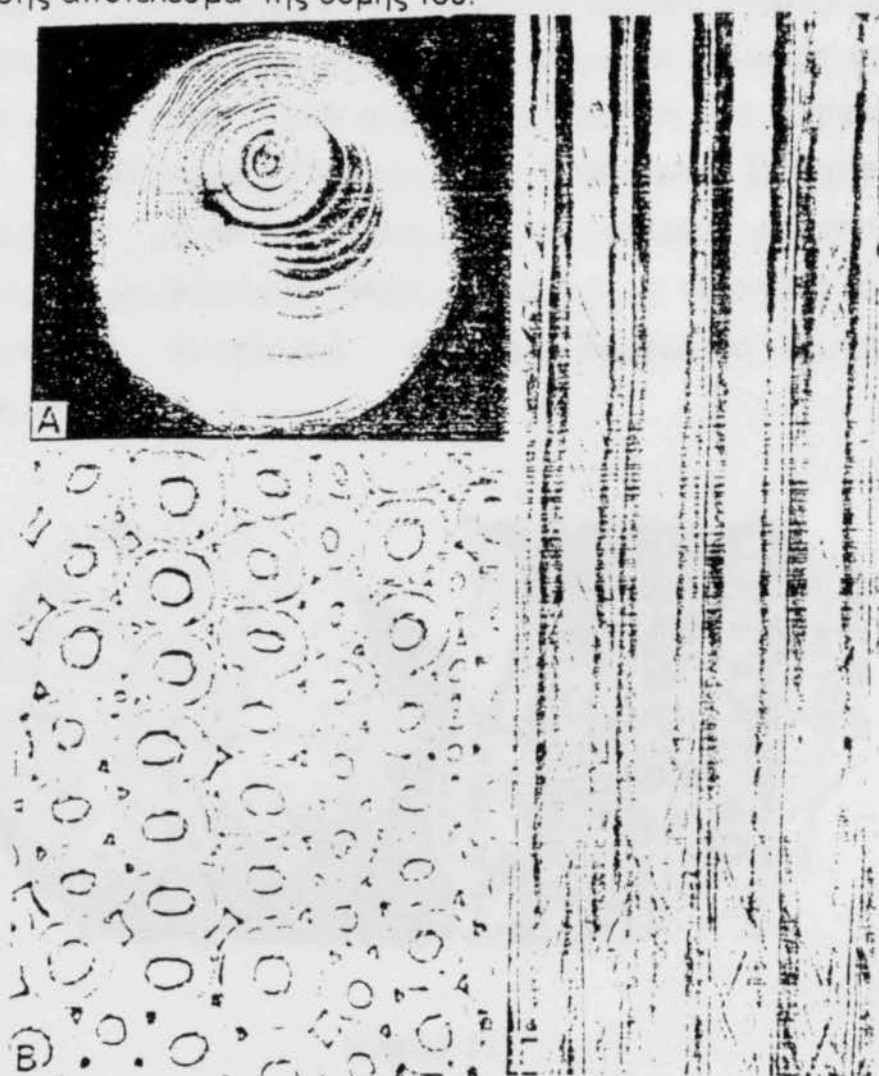
Το θλιψιγενές ξύλο έχει σκοτεινότερο χρώμα σε σύγκριση με το κανονικό ξύλο που το περιβάλλει (Εικ. 10). Το χρώμα του είναι ερυθρωπό (στη γερμανική γλώσσα ονομάζεται Rotholz = ερυθρό ξύλο). Οι αυξητικοί δακτύλιοι δίνουν την εντύπωση ότι αποτελούνται μόνο από όψιμο ξύλο, αλλά σε περιπτώσεις όχι έντονου σχηματισμού, η αναγνώριση θλιψιγενούς ξύλου είναι δύσκολη χωρίς μικροσκοπιο.

Μικροσκοπικά, το θλιψιγενές ξύλο διαφέρει από το κανονικό ως εξής: Οι τραχείδες έχουν κυκλική διατομή και γι' αυτό σχηματίζονται μεταξύ τους μεσοκυττάρια χώροι. Τα τοιχώματα των τραχειδών είναι παχιά και έχουν ραγαδώσεις, που διακρίνονται ιδίως σε ακτινικές ή εφαπτομενικές τομές. Οι ραγαδώσεις αυτές έχουν σπειροειδή διάταξη και σχηματίζουν γωνία 40-60° με τον άξονα του κυττάρου. Οι τραχείδες θλιψιγενούς ξύλου έχουν μικρότερο μήκος από τις κανονικές (κατά 10-40° περίπου).

Από άποψη δομής των κυτταρικών τοιχωμάτων, οι τραχείδες θλιψιγενούς ξύλου χαρακτηρίζονται από έλλειψη της στρώσεως S_3 . Η στρώση S_1 συνήθως είναι παχύτερη από το κανονικό. Τα μικροϊνίδια της στρώσεως S_2 συνήθως σχηματίζουν γωνία 40-60° (έχουν μετρηθεί και μικρότερες γωνίες 20-25°). Η γωνία αυτή συμπίπτει με τη διεύθυνση των ραγαδώσεων που αναφέρθηκαν προηγουμένως και που παρουσιάζονται στη στρώση S_2 . Πρέπει να σημειωθεί, ότι οι ραγαδώσεις αυτές δεν σχηματίζονται με την ξήρανση αλλ' υπάρχουν στο ζωντανό δέντρο. Σπειροειδείς παχύνσεις, όταν υπάρχουν σε κανονικές τραχείδες (π.χ. στον Ιταμο), υπάρχουν και σε τραχείδες θλιψιγενούς ξύλου, αλλ' είναι τοποθετημένες στη στρώση S_2 αντί της S_3 .

Το θλιψιγενές ξύλο περιέχει περισσότερη λιγνίνη και λιγότερη κυτταρίνη σε σύγκριση με το κανονικό ξύλο. Το κανονικό ξύλο περιέχει 40-45% κυτταρίνη. Μικρότερη περιεκτικότητα είναι χημικό κριτήριο υπάρξεως θλιψιγενούς ξύλου.

Το θλιψιγενές ξύλο διαφέρει επίσης από το κανονικό από άποψη φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων. Έχει μεγαλύτερη πυκνότητα (μέχρι 40%), μεγαλύτερη αξονική ρίκνωση (μέχρι 6-10% σε σύγκριση με 0,4% που κατά μέσο όρο έχει ξύλο κανονικής δομής, ενώ η ακτινική και η εφαπτομενική ρίκνωση είναι μικρότερες από το κανονικό), και διαφορετική, συνήθως μικρότερη, μηχανική αντοχή. Το θλιψιγενές ξύλο είναι εύθραυστο (σπάζει με χαρακτηριστικά απότομες επιφάνειες), και γενικά η παρουσία του δεν δίνει εμπιστοσύνη σε ξύλινες κατασκευές από μηχανική άποψη. Η αύξηση της πυκνότητας οφείλεται στα παχύτερα τοιχώματα των τραχειδών του θλιψιγενούς ξύλου και η μεγαλύτερη αξονική ρίκνωση στη μεγαλύτερη γωνία των μικροϊνιδίων στη στρώση S_2 . Η μηχανική συμπεριφορά του είναι επίσης αποτέλεσμα της δομής του.

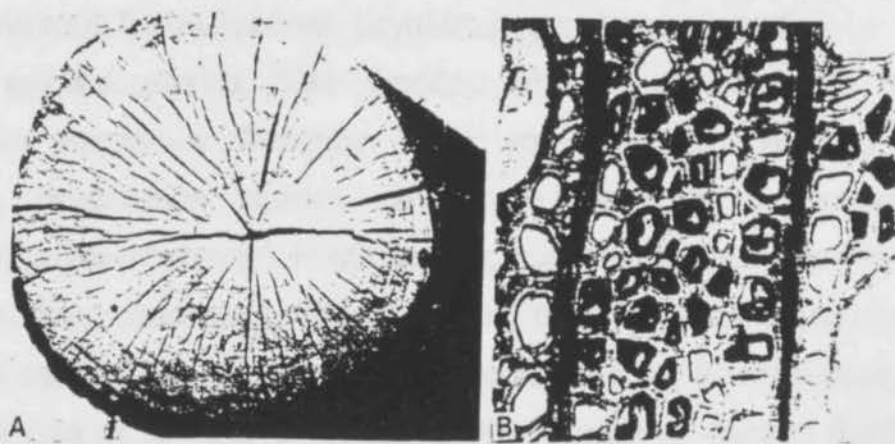


Εικόνα 10:

Θλιψιγενές ξύλο. Α. Μακροσκοπική εμφάνιση σε ελάτη (το τμήμα με τους πλατύτερους δακτύλιους και το σκοτεινότερο χρώμα). Β,Γ. μικροσκοπική εμφάνιση σε ερυθρελάτη : Β. εγκάρσια τομή με τη χαρακτηριστική κυκλική διατομή των κυττάρων (αξονικών τραχειδών) και τους μεσοκυττάριους χώρους. Γ. αξονική εμφάνιση με τις επίσης χαρακτηριστικές ραγάδες (Β, Γ (600X))

Το θλιψιγενές ξύλο, σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι σοβαρό ελάττωμα. Η ανώμαλη ρίκνωσή του προκαλεί ραγάδωση και στρέβλωση. Απότομη θραύση ξύλινων κατασκευών συνήθως οφείλεται στην παρουσία αυτού του ελαττώματος. Το θλιψιγενές ξύλο επηρεάζει ακόμη και τη χημική αξιοποίηση του ξύλου· παράγει λιγότερη κυτταρίνη και πολύ με μικρότερη μηχανική αντοχή (ιδίως όταν το ξύλο πολτοποιείται με όξινη μέθοδο).

Το εφελκυσμογενές ξύλο είναι δυσκολότερο να αναγνωρισθεί μακροσκοπικά. Όπως αναφέρθηκε, συνήθως παρουσιάζεται σε ημισεληνοειδείς θέσεις, όπως και το θλιψιγενές, αλλά και σε θέσεις με ακανόνιστο σχήμα. Είναι πυκνότερο από το κανονικό ξύλο που το περιβάλλει, αλλά σε αντίθεση με το θλιψιγενές έχει ανοιχτότερο χρώμα (στη γερμανική γλώσσα ονομάζεται *Weissholz* = άσπρο ξύλο). Τα χαρακτηριστικά αυτά διακρίνονται καλύτερα σε ξύλα με σκοτεινότερο χρώμα και μετά από επιφανειακή ξήρανση (σε εγκάρσιες τομές ή πρέμνα (Εικ. 11))· σε χλωρό ξύλο μπορεί να μη διακρίνονται. Σε περιπτώσεις που υπάρχει αμφιβολία, μπορεί να εξυπηρετήσει η επάλειψη χρωστικών ουσιών (χλωροϊδωδιούχου ψευδάργυρου, φλορογλυκινόλης), με τις οποίες το θλιψιγενές ξύλο χρωματίζεται διαφορετικά γιατί έχει διαφορετική χημική σύσταση (περισσότερη κυτταρίνη).



Εικόνα 11:

Εφελκυσμογενές ξύλο σε λεύκη. Α. μακροσκοπική εμφάνιση (λευκωπό χρώμα), Β. μικροσκοπική (ίνες με σκοτεινό περιεχόμενο - ζελατινώδη στρώση, μετά από χρώση, 300X)

Το εφελκυσμογενές ξύλο διακρίνεται μικροσκοπικά, γιατί διαφέρει από κανονικό ξύλο από άποψη δομής των ινών. Τα τοιχώματα των ινών είναι παχιά και μερικές φορές δεν διακρίνονται κυτταρικές κοιλότητες ή ελαττώνονται σε σχισμές. Σε παρασκευάσματα που δεν έχουν χρωματιστεί, μια εσωτερική στρώση των τοιχωμάτων έχει υαλώδη ή ζελατινώδη όψη, και γι' αυτό οι ίνες του εφελκυσμογενούς ξύλου ονομάζονται ζελατινώδεις. Χρώση με τις χρωστικές που αναφέρθηκαν προηγουμένως ή άλλες, δίνει διαφορετικό χρώμα στη ζελατινώδη στρώση, κι έτσι γίνεται εύκολη η αναγνώριση εφελκυσμογενούς ξύλου. Εκτός από τις ζελατινώδεις ίνες, το εφελκυσμογενές ξύλο συνήθως έχει περισσότερες ίνες, μικρότερα και λιγότερα αγγεία και περισσότερες ακτίνες. Οι ζελατινώδεις ίνες (οξιάς) βρέθηκαν μακρύτερες από τις ίνες ξύλου κανονικής δομής.

Η υπομικροσκοπική δομή των ινών του εφελκυσμογενούς ξύλου ποικίλλει. Η ζελατινώδης στρώση μπορεί να βρίσκεται πάνω στη στρώση S_3 ή να την αντικαθιστά, ή να αντικαθιστά τις στρώσεις S_2 και S_3 , δηλαδή να βρίσκεται πάνω στη στρώση S_1 . Τα μικροϊνίδια της ζελατινώδους στρώσεως τείνουν να είναι παράλληλα προς τον άξονα του κυττάρου.

Αντίθετα με το θλιψιγενές, το εφελκυσμογενές ξύλο έχει περισσότερη κυτταρίνη, γιατί η ζελατινώδης στρώση έχει μεγάλη πρακτικότητα κυτταρίνης. Επίσης σε αντίθεση με το θλιψιγενές, ο βαθμός κρυσταλλικότητας εφελκυσμογενούς ξύλου βρέθηκε μεγαλύτερος από το κανονικό.

Το εφελκυσμογενές ξύλο διαφέρει από το κανονικό και από άποψη φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων. Όπως το θλιψιγενές, έχει λίγο μεγαλύτερη πυκνότητα, μεγαλύτερη αξονική ρίκνωση (μέχρι 1,5% ή περισσότερο) και διαφορετική μηχανική αντοχή. Η αύξηση της πυκνότητας οφείλεται στην παρουσία της ζελατινώδους στρώσεως. Η αύξηση της αξονικής ρικνώσεως είναι δύσκολο να εξηγηθεί αφού, όπως αναφέρθηκε, τα μικροϊνίδια της ζελατινώδους στρώσεως είναι παράλληλα με τον άξονα του κυττάρου. Η μηχανική αντοχή βρέθηκε άλλοτε μεγαλύτερη και άλλοτε μικρότερη ανάλογα με τον τρόπο φορτίσεως και το είδος του ξύλου. Επίσης, έχει σημασία το ποσοστό των ζελατινωδών ινών. Όπως στην περίπτωση θλιψιγενούς ξύλου, ξύλινες κατασκευές που περιέχουν εφελκυσμογενές ξύλο δεν δίνουν εμπιστοσύνη από μηχανική άποψη. Η ξαφνική θραύση ξύλινων αντικειμένων (σπίρτα, σκάλες κ.λπ.) είναι πολύ πιθανό να

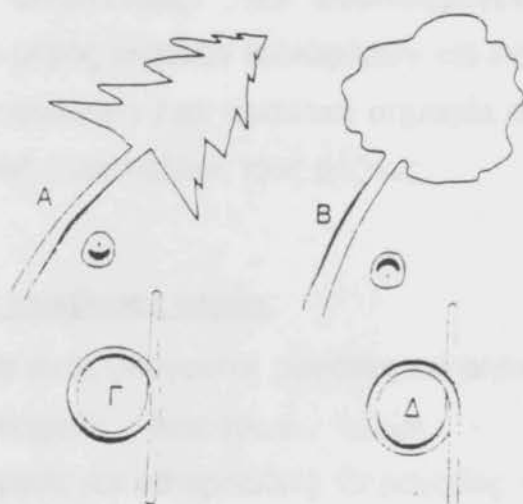
οφείλεται στην παρουσία εφελκυσμογενούς ή θλιψιγενούς ξύλου, αλλά και σε αποκλίσεις από την ευθυμία ή σε συνδυασμό αυτών των ελαττωμάτων.

Εκτός από τα παραπάνω, η κατεργασία εφελκυσμογενούς ξύλου είναι δύσκολη. Τα πριόνια υπερθερμαίνονται και παράγονται τραχιές, χνουδωτές επιφάνειες. Το κάρφωμα είναι δύσκολο. Η αυξημένη ρίκνωση προκαλεί ραγαδώσεις, στράβωμα και θραύσεις ξύλινων κατασκευών. Η εύκολη θραύση σπέρτων, που κατασκευάζονται π.χ. από ξύλο λεύκης, οφείλεται σε εφελκυσμογενές ξύλο - αλλά και σε αποκλίσεις από την ευθυμία. Σε τεχνητή ξήρανση, η παρουσία εφελκυσμογενούς ξύλου μπορεί να προκαλέσει ελαττώματα, όπως κατάρρευση (collapse), που εκδηλώνεται με καταστροφή του πρισματικού σχήματος ξυλοτεμαχίων (σανιδιών κ.λπ.). Τέλος, ξυλοπολιτός που παράγεται από εφελκυσμογενές ξύλο έχει περισσότερη κυτταρίνη, αλλ' η μηχανική αντοχή του είναι μικρότερη.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η αιτία του θλιψιγενούς και του εφελκυσμογενούς ξύλου δεν είναι καλά γνωστή. Με κυκλική κάμψη νεαρών βλαστών (σε σχήμα βρόχου) δείχτηκε ότι δεν υπάρχει απόλυτη συσχέτιση ανάμεσα σ' αυτές τις ακανονιστίες και σε αντίστοιχες μηχανικές τάσεις. Παρατηρήθηκε ότι θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο δεν σχηματίστηκαν μόνο στις περιοχές αντίστοιχων τάσεων, αλλ' η εμφάνισή τους καθοριζόταν μάλλον από γεωτροπισμό. Είναι όμως περίεργο ότι η δράση του εκδηλώθηκε αντίθετα σε κωνοφόρα και σε πλατύφυλλα. Έτσι αποδεικνύεται, ότι η ορολογία δεν είναι ακριβής από άποψη αιτιολογίας του φαινομένου, χρησιμοποιείται όμως γιατί έχει καθιερωθεί. Πάντως, είναι γεγονός ότι αυτοί οι ακανόνιστοι ιστοί ασκούν μετά το σχηματισμό τους, τάσεις θλίψεως και εφελκυσμού, τείνοντας να ανορθώσουν δέντρα που αποκλίνουν από την τυπική θέση. Πράγματι, κυρτωμένα δέντρα βαθμιαία μπορεί να ανορθώνονται και μάλιστα μερικά ξεπερνούν την κατακόρυφη θέση και κάμπτονται προς την άλλη πλευρά.

Ο σχηματισμός ξύλου με ακανόνιστη δομή έχει συσχετιστεί και με γρήγορη αύξηση. Το ποσό τέτοιου ξύλου και η ταχύτητα ανορθώσεως παρατηρήθηκε ότι σχετίζονται με την ταχύτητα αυξήσεως. (Η εκτεταμένη παρουσία εφελκυσμογενούς ξύλου σε ταχυαυξή υβρίδια λεύκης μπορεί να έχει αυτή την αιτία). Επίσης έχει παρατηρηθεί ότι ο σχηματισμός ξύλου με ακανόνιστη δομή σχετίζεται με

μεταβολές στη χημική σύσταση του χυμού. Με χρήση φυτοορμονών έγινε δυνατός τεχνητός σχηματισμός θλιψιγενούς ξύλου.



Εικόνα 12:

Θέσεις σχηματισμού θλιψιγενούς και εφελκυσμογενούς ξύλου. Α, Β σε κυρτωμένους κορμούς (Α κωνοφόρο, Β πλατύφυλλο) και Γ, Δ μετά από κυκλική κάμψη (Οι περιοχές ακανονιστίας δείχνονται με μαύρο χρώμα).

Από δασοπονική άποψη, πρέπει να σημειωθεί ότι ο σχηματισμός ξύλου με ακανόνιστη δομή μπορεί να επηρεαστεί, μέσα σε όρια, με δασοκομικά μέτρα που προφυλάγουν τα δέντρα από την επίδραση εξωτερικών παραγόντων που μπορούν να τα κάμψουν, ιδίως από δυνατό αέρα. Τέτοια μέτρα είναι η ρύθμιση της αποστάσεως κατά τη φύτευση δέντρων, εγκατάσταση προστατευτικών (αντανεμικών) φρακτών (από δέντρα), και έγκαιρη και με κατάλληλη ένταση αραίωση, ώστε να αποφεύγεται απότομη απελευθέρωση δέντρων μεγάλου ύψους και μικρής διαμέτρου, πράγμα που ευνοεί την κάμψη και την ταχύτερη διαμετρική αύξηση. Πειράματα έχουν δείξει, ότι για σχηματισμό ξύλου με ακανόνιστη δομή δεν χρειάζεται ούτε μεγάλη ούτε μακροχρόνια απόκλιση από την κατακόρυφη θέση· αποκλίσεις 1-2° και διάρκεια 24 ωρών ή μικρότερη προκάλεσαν το σχηματισμό του. Πάντως, η παρουσία τέτοιου ξύλου δεν περιορίζεται σε κυρτωμένα ή κεκλιμένα δέντρα και η ποσότητά του δεν φαίνεται να σχετίζεται με το μέγεθος αποκλίσεως. Μερικές φορές, θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο μπορεί να υπάρχει και σε κατακόρυφα δέντρα, που έχουν υποβληθεί σε

κραδασμούς ή προσωρινή απόκλιση από την κατακόρυφη θέση. Ξύλο με ακανόνιστη δομή δεν περιορίζεται στο σημείο κάμψεως αλλά συνήθως εκτείνεται και στο ευθύ (κατακόρυφο) τμήμα του κορμού σε αρκετό ύψος.

Η παρουσία θλιψιγενούς και εφελκυσμογενούς ξύλου στα κλαδιά (θλιψιγενές στο κάτω μέρος κλαδιών κωνοφόρων και εφελκυσμογενές στο πάνω μέρος κλαδιών πλατυφύλλων) έχει πρακτική σημασία από άποψη αξιοποίησεως του ξύλου, γιατί τα κλαδιά αποτελούν τους ρόζους.

7.1.5. Διακοπή συνέχειας ιστών

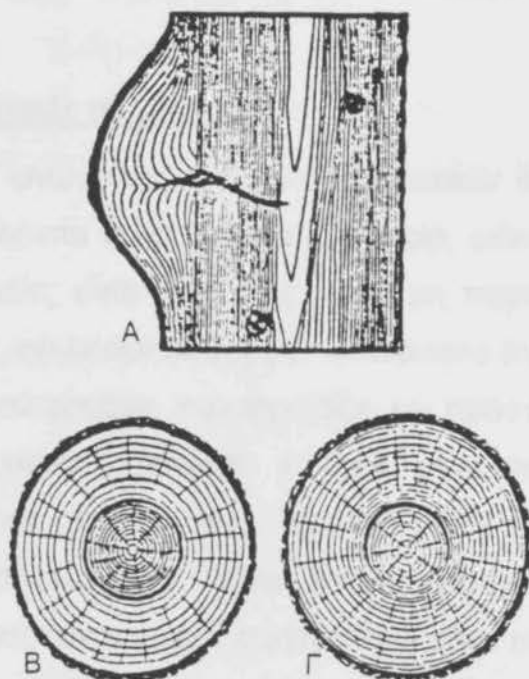
Στην κατηγορία αυτή υπάγονται ραγάδες και ρητινοθύλακες.

Ραγάδες υπάρχουν διαφόρων ειδών - θλιψιγενείς, τοξοειδείς, περιφερειακές, διαμετρικές και αστεροειδείς. Οι ραγάδες αυτές δεν είναι εξωτερικά ορατές αλλά φαίνονται μετά την υλοτομία των δέντρων.

Θλιψιγενείς ραγάδες προέρχονται από ισχυρές τάσεις θλίψεως που αναπτύσσονται στην κάτω πλευρά δέντρων που κάμπτονται με την επίδραση φορτίων χιονιού ή ανέμου. Με το πέρασμα των χρόνων, στις θέσεις αυτές σχηματίζονται εξογκώματα λόγω ταχύτερης αυξήσεως (Εικ. 13). Στις επιφάνειες κατεργασμένου ξύλου, οι θλιψιγενείς ραγάδες παρουσιάζονται (ιδίως μετά από πλάνισμα) σαν λεπτές πτυχές ή γραμμές εγκάρσιες προς τους αυξητικούς δακτυλίους, ή δεν διακρίνονται μακροσκοπικά. Μικροσκοπική εξέταση δείχνει θραύση των κυτταρικών τοιχωμάτων.

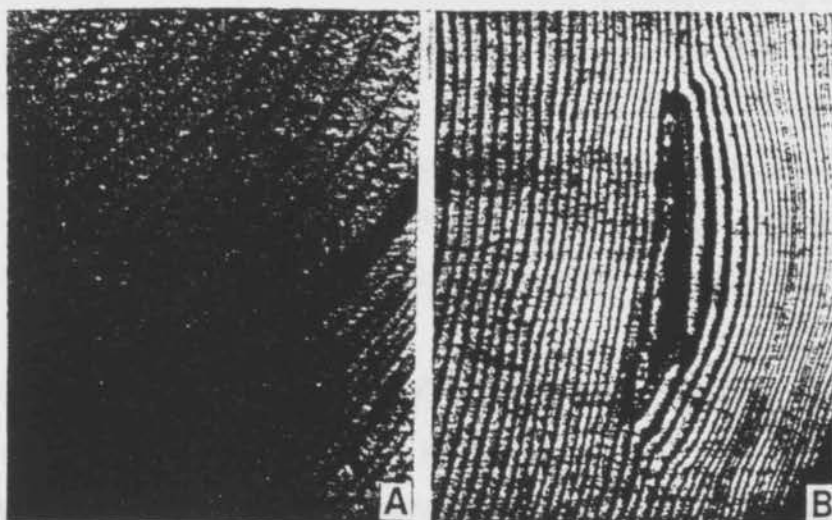
Τοξοειδείς ή περιφερειακές ραγάδες δημιουργούνται με αποχωρισμό ιστών παράλληλα με τη διαδρομή ενός αυξητικού δακτυλίου. Όταν ο αποχωρισμός γίνεται σ' όλη τη διαδρομή (περιφέρεια), η ραγάδα ονομάζεται περιφερειακή, ενώ όταν είναι μερική, τοξοειδής (Εικ. 13, 14). Και στις δύο περιπτώσεις, ο αποχωρισμός μπορεί να ακολουθεί τα όρια δύο αυξητικών δακτυλίων ή να εκδηλώνεται μέσα σ' ένα δακτύλιο. Η αιτία του φαινομένου δεν είναι γνωστή. Πολλές φορές, αυτές οι ραγάδες βρίσκονται στα όρια αυξητικών δακτυλίων με ανόμοιο πλάτος και γι' αυτό υποτίθεται ότι μπορεί να οφείλονται σε απότομη μεταβολή της δομής του ξύλου. Η μεταβολή αυτή προκαλεί χαλαρότερη συνοχή, που ευνοεί τον αποχωρισμό σε δέντρα που υποβάλλονται σε κάμψη ή στρέψη με την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων. Τέτοιες ραγάδες έχουν επίσης αποδοθεί σε αυξητικές τάσεις και πλήγωση των δέντρων.

Διαμετρικές ή αστεροειδείς ραγάδες, σε αντίθεση με τις προηγούμενες έχουν διεύθυνση από την εντεριώνη προς το φλοιό. Οι ραγάδες αυτές συνήθως παρουσιάζονται στη βάση του κορμού και θεωρείται ότι προέρχονται από αυξητικές τάσεις. Όπως και οι προηγούμενες (τοξοειδείς, περιφερειακές), υπάρχουν μέσα σε ζωντανά δέντρα και διευρύνονται μετά την υλοτομία.



Εικόνα 13:

Ραγάδες. Α. θλιψιγενής (με εξόγκωμα), Β. περιφερειακή, Γ. τοξοειδής



Εικόνα 14:

Περιφερειακή ραγάδα (ελάτη) και Β. ρητινοθύλακας (πεύκη)

Ρητινοθύλακες βρίσκονται σε κωνοφόρα με ρητινοφόρους αγωγούς. Πρόκειται για επιμήκη, φακοειδή ανοίγματα (διαφορετικών μεγεθών), γεμάτα με ρητίνη, που συνήθως παρουσιάζονται στα όρια αυξητικών δακτυλίων (Εικ. 14). Μικροσκοπική εξέταση δείχνει ότι τα τοιχώματά τους έχουν επένδυση από ακανόνιστα παρεγχυματικά κύτταρα (όμοια με επιθυλιακά). Οι ρητινοθύλακες πιστεύεται ότι προέρχονται από κραδασμούς ή κάμψη δέντρων.

7.1.6. Χρωματικές ανωμαλίες

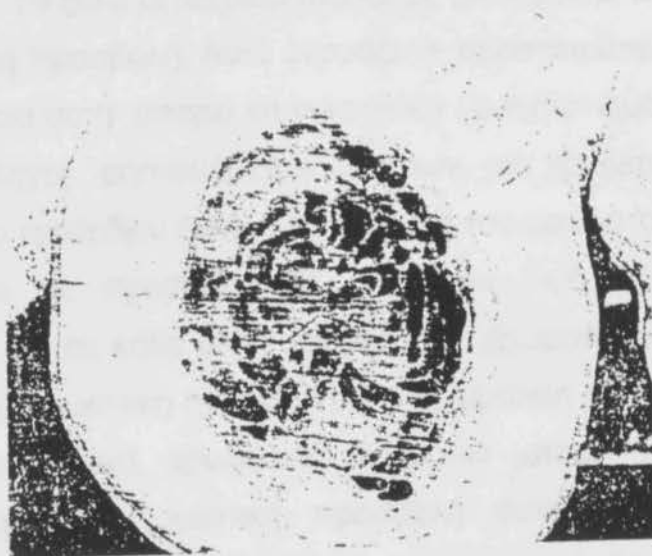
Χρωματικές ανωμαλίες του ξύλου ζωντανών δέντρων δεν είναι σπάνιες. Πολλές φορές οφείλονται σε παράσιτα (βακτήρια, μύκητες) ή τραυματισμό, αλλά μερικές φορές οι αιτίες είναι άγνωστες. Στις μη παρασιτικές περιλαμβάνονται : χρωματικές κηλίδες, εγκλεισμένο σομφό, ακανόνιστο (κόκκινο) εγκάρδιο της οξιάς, καστανό εγκάρδιο του φράξου, παγοεγκάρδιο και προστατευτικό ξύλο.

Χρωματικές κηλίδες (mineral streaks) είναι σκοτεινόχρωμες κηλίδες, με διάφορα σχήματα και μεγέθη, που παρουσιάζονται μερικές φορές σε σφενδάμι, πλάτανο και άλλα πλατύφυλλα. Χημική ανάλυση δείχνει ότι στις θέσεις αυτές η περιεκτικότητα τέφρας (ανοργάνων συστατικών) είναι πολύ μεγάλη. Αντίστοιχα, το ξύλο είναι σκληρότερο από το κανονικό, αμβλύνει ταχύτερα τα μηχανήματα κατεργασίας (π.χ. πριόνια), προβάλλει αντίσταση σε προστατευτικό εμποτισμό, και μπορεί να προκαλέσει ραγαδώσεις κατά την ξήρανση. Οι κηλίδες αυτές αποδίδονται σε τραυματισμό δέντρων από πτηνά ή σε άγνωστες αιτίες.

Εγκλεισμένο σομφό ονομάζεται ξύλο που μοιάζει στο χρώμα με σομφό, αλλά βρίσκεται μέσα σε εγκάρδιο, σε ακανόνιστες θέσεις. Στην κυριολεξία, δεν πρόκειται για σομφό, γιατί το ξύλο αυτό δεν περιέχει ζωντανά (παρεγχυματικά) κύτταρα. Το φαινόμενο αποδίδεται σε άγνωστες αιτίες ή τραυματισμό. Πρέπει όμως να σημειωθεί, ότι ανάλογη εμφάνιση μπορεί να προέλθει από μυκητική προσβολή.

Το ακανόνιστο (κόκκινο) εγκάρδιο της οξιάς (Rotkern, red heart) είναι η σπουδαιότερη χρωματική ανωμαλία. Η παρουσία του ελαττώνει σημαντικά την αξία χρήσεως του ξύλου. Η μακροσκοπική εμφάνισή του δίνει την εντύπωση μυκητικής προσβολής (ανομοιόμορφο χρώμα, ακανόνιστη περιφέρεια (Εικ. 15)). Αλλά η απουσία υφών σε μικροσκοπική εξέταση, και το γεγονός ότι τέτοιο εγκάρδιο σχηματίζεται σ' όλα τα δέντρα μετά από ορισμένη ηλικία, ενισχύουν την

άποψη ότι δεν πρόκειται για παθολογικό φαινόμενο αλλά για μια μορφή φυσιολογικού εγκάρδιου ξύλου. Το φαινόμενο αποδίδεται στην είσοδο αέρα (π.χ. από σπασμένα κλαδιά) και στην πτώση της υγρασίας κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο, αλλά σαφής εξήγηση δεν υπάρχει. Πάντως, οι μεταβολές που γίνονται κατά τον σχηματισμό αυτού του εγκάρδιου ξύλου είναι ίδιες με αυτές που γίνονται κατά τον σχηματισμό κανονικού εγκάρδιου ξύλου (θάνατος παρεγχυματικών κυττάρων, σχηματισμός τυλώσεων και απόθεση εκχυλισμάτων). Το ακανόνιστο εγκάρδιο της οξιάς βρέθηκε ότι έχει λίγο μικρότερη αντοχή σε προσβολές μυκήτων σε σύγκριση με το σομφό που το περιβάλλει, αλλ' εμποτίζεται δυσκολότερα γιατί τα αγγεία είναι φραγμένα με τυλώσεις.



Εικόνα 15:

Ακανόνιστο εγκάρδιο σε οξιά

Το καστανό εγκάρδιο του φράξου (*Braubkerbm brown heart*) είναι ανάλογο με το προηγούμενο εγκάρδιο της οξιάς. Έχει παρατηρηθεί, ότι η εμφάνισή του ευνοείται από μεγάλη υγρασία του εδάφους (ιδίως λιμνάζοντα νερά) και από τραύματα του φλοιού. Πρόκειται όμως για υγιές ξύλο και η μηχανική αντοχή δεν επηρεάζεται.

Το καστανό εγκάρδιο του φράξου, όπως και το ακανόνιστο (κόκκινο) εγκάρδιο της οξιάς, περιέχουν λίγα εκχυλίσματα. Αυτά δεν εμποτίζουν τα τοιχώματα όλων των κυττάρων, όπως συμβαίνει σε κανονικό εγκάρδιο, αλλά

περιορίζονται στα παρεγχυματικά κύτταρα, στα οποία καλύπτουν τα τοιχώματα ή βρίσκονται στις κυτταρικές κοιλότητες με μορφή σταγόνων.

Μια άλλη μορφή εγκάρδιου ξύλου, που προέρχεται από ασυνήθιστα χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) παρουσιάζεται στην οξιά και σε άλλα πλατύφυλλα. Στην οξιά, το παγοεγκάρδιο έχει χρώμα σταχτο-κόκκινο, και παρουσιάζεται ξαφνικά σε δέντρα σχετικά μικρής ηλικίας σε περιόδους με πολύ ψυχρό χειμώνα. Το εγκάρδιο αυτό δεν έχει ή έχει μόνο λίγες τυλώσεις και μπορεί να εμποτιστεί εύκολα, αλλ' έχει μικρή διάρκεια όταν χρησιμοποιείται ανεμπότιστο.

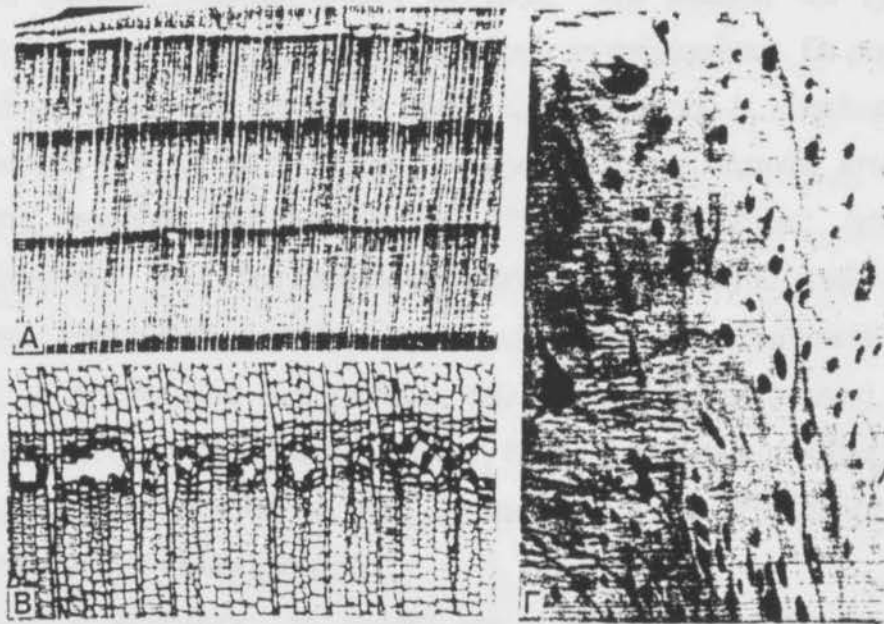
Χρωματική ανωμαλία μπορεί επίσης να προέλθει από τοπική συγκέντρωση εκχυλισμάτων, ύστερα από μηχανικό τραυματισμό ή βιολογική προσβολή του ξύλου ενός δέντρου. Το ξύλο μεταχρωματίζεται σε μια «ζώνη» που περιβάλλει την πληγή ή την μυκητική προσβολή. Αυτό ονομάζεται προστατευτικό ξύλο (protection wood). Στην κατηγορία αυτή μπορεί να ενταχθούν : ο εμποτισμός με ρητίνη ιστών ξύλου κοντά στις πληγές ρητινευόμενων δέντρων, μια χρωματισμένη ζώνη στις παρυφές σηπόμενου εγκάρδιου ξύλου, ή μεταβολή του χρώματος γύρω από οπές που δημιουργούνται με προσαυξητικές τρυπάνες κ.ά. Σ' όλες αυτές τις περιπτώσεις, όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση χρωματικής ανωμαλίας, είναι δυνατό να συνυπάρχει μυκητική προσβολή, ή η χρωματική ανωμαλία να οφείλεται σε τέτοια προσβολή. Γενικά, χρωματική ανωμαλία μπορεί να υπάρχει χωρίς μυκητική προσβολή, αλλά μυκητική προσβολή συνοδεύεται πάντοτε από χρωματική ανωμαλία είτε κατά θέσεις είτε με τη μορφή εγκάρδιου ξύλου.

7.1.7. Τραυματικές ακανονιστίες

Ο τραυματισμός δέντρων μπορεί να προκαλεί χρωματικές ανωμαλίες, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αλλά προκαλεί και ακανονιστίες δομής. Γενικά, τα δέντρα αντιδρούν με τη δημιουργία επουλωτικού ιστού από λεπτότοιχα παρεγχυματικά κύτταρα, με ακανόνιστο σχήμα και μέγεθος, σε μια προσπάθεια επουλώσεως του τραύματος. Ανάλογα με το μέγεθος του τραύματος και τη ζωτικότητα του δέντρου, το τραύμα μπορεί βαθμιαία να επουλωθεί, αλλά μερικές φορές περικλείονται τμήματα φλοιού που σχηματίζουν φλοιοθύλακες ή λιθοθύλακες.

Ειδικότερα, τραυματισμός κωνοφόρων δέντρων προκαλεί δημιουργία τραυματικών ρητινοφόρων αγωγών, ακόμα και σε είδη που δεν υπάρχουν

κανονικοί ρητινοφόροι αγωγοί, όπως π.χ. στην ελάτη. Κατά κανόνα, οι τραυματικοί αγωγοί είναι αξονικοί. Σε εγκάρσιες τομές, φαίνονται τοποθετημένοι σε σειρές με εφαπτομενική διεύθυνση (Εικ. 16), και μπορεί να υπάρχουν σε οποιαδήποτε θέση ενός αυξητικού δακτυλίου, ενώ οι κανονικοί είναι σχετικά διάσπαρτοι και συνήθως βρίσκονται στο εξωτερικό τμήμα (τέλος) του δακτυλίου. Τα επιθηλιακά κύτταρα των τραυματικών ρητινοφόρων αγωγών είναι παχύτοιχα. Οι αγωγοί αυτοί παράγονται σχιζογενώς όπως και οι κανονικοί.



Εικόνα 16:

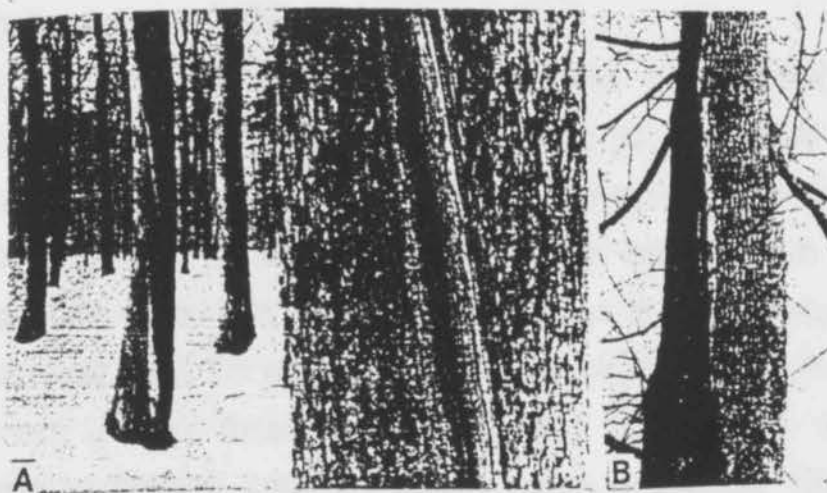
A, B. Τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί. (A. μακροσκοπική εμφάνιση σε ερυθρελάτη - στον τελευταίο δακτύλιο και σε σχεδόν συνεχή εφαπτομενική διάταξη, και B. μικροσκοπική εμφάνιση σε ελάτη, 40X), Γ. εμφάνιση προσβολής ιξού σε πριστό ελάτης.

Τραυματισμός δέντρων μπορεί να προκληθεί από πολλούς οργανικούς ή ανόργανους παράγοντες. Στους οργανικούς παράγοντες περιλαμβάνονται άνθρωποι, ζώα, έντομα και φυτά. Άνθρωποι μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς δέντρων με τις εργασίες συγκομιδής του ξύλου, όταν αυτές δεν γίνονται με την απαιτούμενη προσοχή. Επίσης, τραυματισμοί ευνοούνται από επιλογικές υλοτομίες. Ζώα προκαλούν ζημιές όταν τρίβονται πάνω σε δέντρα, ή με φάγωμα φλοιού και ξύλου. Τραυματισμοί από έντομα (που ανήκουν στο γένος *Agromyza*) έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό ακανόνιστων μικρών κηλίδων από παρεγχυματικά κύτταρα, που ονομάζονται παρεγχυματικές κηλίδες. Τέτοιες κηλίδες παρατηρούνται στην ιτιά, στη λεύκη, στη σημύδα και σε άλλα πλατύφυλλα.

Μεγάλες ζημιές είναι δυνατό να προκληθούν από ισό, που προκαλεί ογκώματα (καρκινώματα) και με τις ρίζες τρυπά το ξύλο (Εικ. 16).

Στους ανόργανους παράγοντες περιλαμβάνονται ο ήλιος, ο παγετός, ο κεραυνός, το χαλάζι και η φωτιά. Ο ήλιος μπορεί να προκαλέσει φλοιόκαυση με τοπική καταστροφή του καμβίου σε σχετικά νεαρά δέντρα με λείο φλοιό. Παγετοί προκαλούν παγοραγάδες, που συνήθως παρουσιάζονται στο κάτω μέρος του κορμού (μερικές φορές σε ρίζες και κλαδιά) και έχουν αξονική διεύθυνση (σε στρεψοΐνα δέντρα ακολουθούν τη στρεψοΐνια). Οι ραγάδες έχουν μικρό πλάτος, αλλά έχει μετρηθεί μήκος ως 14 μέτρα. Η εμφάνισή τους είναι χαρακτηριστική γιατί με το πέρασμα του χρόνου ο επουλωτικός ιστός σχηματίζει «χείλη» στις παρυφές της πληγής (Εικ. 17). Οι παγοραγάδες αποδίδονται σε θερμική διαστολή των εξωτερικών στρωμάτων του σομφού, ενώ ο όγκος του εσωτερικού παραμένει αμετάβλητος. Η ραγάδωση του εξωτερικού επεκτείνεται εσωτερικά με τη βοήθεια των ακτίνων του ξύλου, γιατί οι ακτίνες δημιουργούν επίπεδα μειωμένης αντοχής στην ακτινική διεύθυνση. Παγοραγάδες είναι δυνατό να παρουσιαστούν σε όλα τα είδη δέντρων. Η δρυς και δέντρα με «υγρό» εγκάρδιο (π.χ. ελάτη) είναι ευπαθή.

Τέλος, ο κεραυνός, το χαλάζι και η φωτιά (πυρκαϊές δασών) επίσης προκαλούν τραυματισμούς δέντρων.



Εικόνα 17:

Παγοραγάδες, Α. δρυς και Β. σφενδάμι

7.2. Φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά

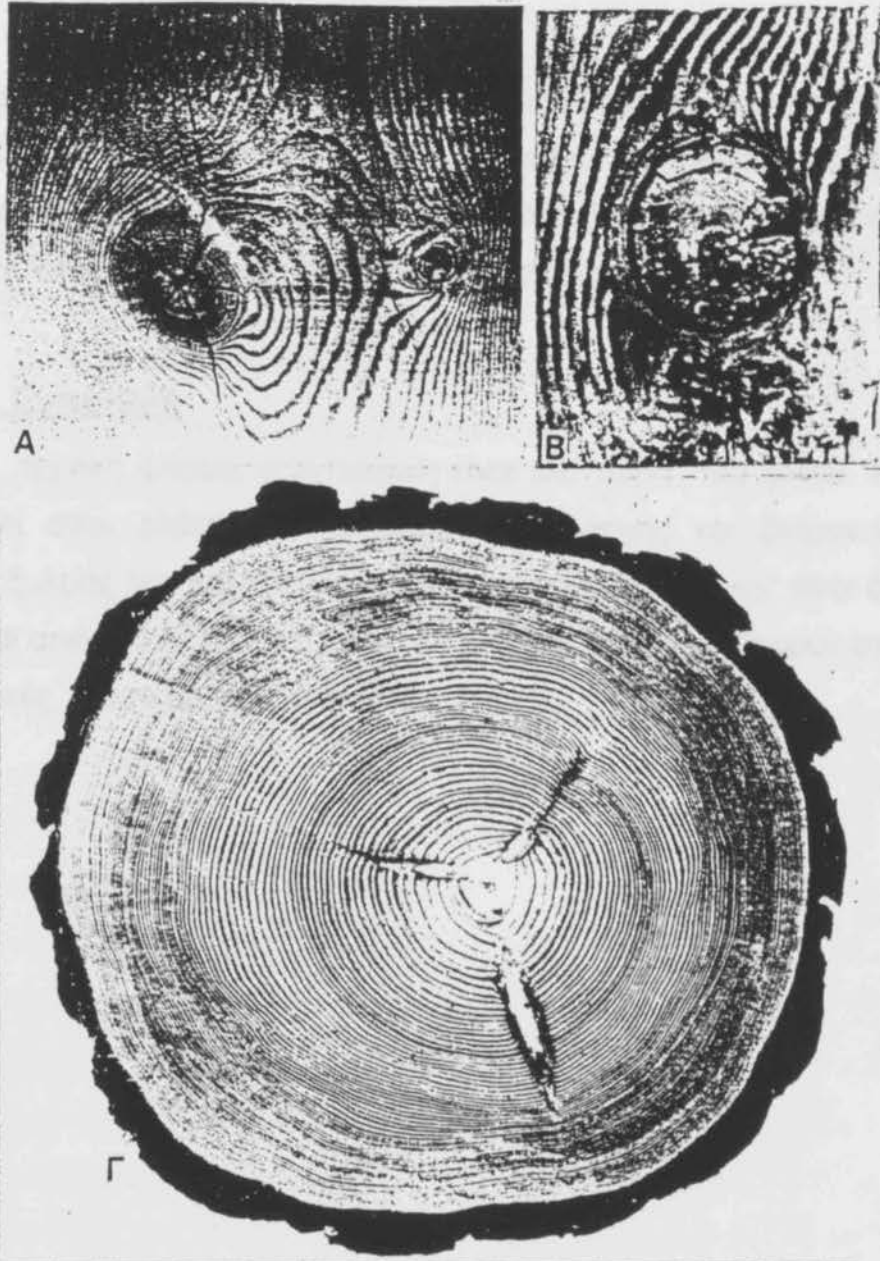
Όταν το ξύλο εξετάζεται ως υλικό για διάφορα προϊόντα ή κατασκευές, ορισμένα φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά των δέντρων - συγκεκριμένα, οι ρόζοι (τα κλαδιά) και η εντεριώνη - αποτελούν ελαττώματα.

7.2.1. Ρόζοι

Ρόζος είναι το κάτω μέρος (βάση) ενός κλαδιού που κλείνεται μέσα στον κορμό με την διαμετρική αύξηση του δέντρου. Επειδή κλαδιά υπάρχουν σε όλα τα δέντρα, ρόζοι επίσης υπάρχουν πάντοτε στο ξύλο που προέρχεται από την κατεργασία ενός κορμού, εκτός αν έχει προηγηθεί έγκαιρη φυσική ή τεχνητή αποκλάδωση, που έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή άρροζου ξύλου.

Υπάρχουν δύο είδη ρόζων. Όταν τα κλαδιά είναι νεκρά (ξηρά), απλώς κλείνονται μέσα στον κορμό σαν ξένα σώματα, ενώ όταν τα κλαδιά είναι ζωντανά, ενσωματώνονται στον κορμό με συνεχόμενους αυξητικούς μανδύες. Στην πρώτη περίπτωση, οι ρόζοι ονομάζονται χαλαροί· αυτοί μετά την κατεργασία κορμοτεμαχίων (π.χ. πρίση) και την ξήρανση, είναι δυνατό να πέσουν γιατί το ξύλο τους ρικνώνεται περισσότερο. Στην δεύτερη περίπτωση, οι ρόζοι, ενσωματώνονται και ονομάζονται σύμφυτοι (Εικ. 18). Στη δεύτερη περίπτωση, οι ρόζοι διαφέρουν στο μέγεθος και στο σχήμα, που επηρεάζονται και από τη διεύθυνση τομής των κλαδιών.

Οι ρόζοι επηρεάζουν την εμφάνιση και τις ιδιότητες του ξύλου, και αποτελούν το σπουδαιότερο κριτήριο ποιοτικής ταξινομήσεώς του. Η επίδρασή τους στην εμφάνιση θεωρείται, κατά κανόνα, μειονεκτική, παρ' όλο που κατάλληλη χρησιμοποίηση ξύλου με ρόζους μπορεί να έχει διακοσμητική αξία. Η παρουσία ρόζων προκαλεί αποκλίσεις από την ευθυμία και οι ίδιοι περιέχουν θλιψιγενές ή εφελκυσμογενές ξύλο. Για τους λόγους αυτούς, οι ρόζοι έχουν δυσμενή επίδραση στη μηχανική αντοχή, ανάλογα με το μέγεθος, το είδος και τη θέση τους στη φορτιζόμενη κατασκευή, όπως και με τον τρόπο φορτίσεως. Επίσης η παρουσία ρόζων έχει δυσμενή επίδραση στην ξήρανση, στην κατεργασία με εργαλεία και μηχανές, και στην συγκόλληση του ξύλου.



Εικόνα 18:

Ρόζοι: Α. σύμφυτοι, Β. αποπίπτων, Γ. παραγωγή άρροζου ξύλου μετά από κλάδευση (Α, Β: ελάτη, Γ. δασική πεύκη).

Ο αριθμός και το μέγεθος των ρόζων μπορούν να επηρεαστούν από τις συνθήκες αυξήσεως ενός δέντρου, και επομένως είναι δυνατό, μέσα σε όρια, να ελεγχθούν με δασοκομικά μέτρα, κυρίως με τη ρύθμιση της αποστάσεως των δέντρων γιατί, ιδίως σε φωτόφιλα είδη, η σκιά ευνοεί την ξήρανση και πτώση των

κλαδιών από το κατώτερο τμήμα του κορμού. Όταν τα αποτελέσματα τέτοιων μέτρων δεν είναι ικανοποιητικά, τα δέντρα πρέπει να κλαδεύονται τεχνητά, αλλ' αυτό πρέπει να γίνεται έγκαιρα, όταν η διάμετρος δεν είναι μεγαλύτερη από 10 εκ. περίπου, για να υπάρχει δυνατότητα παραγωγής άρροζου ξύλου.

7.2.2. Εντεριώνη

Από τεχνική άποψη, η εντεριώνη είναι ελάττωμα του ξύλου. Η παρουσία της συντελεί στην ελάττωση της μηχανικής αντοχής και διάρκειας, και στη στρέβλωση ξυλείας και κατασκευών, γιατί η κυτταρική δομή της είναι διαφορετική, περιβάλλεται από άτυπο (νεαρό) ξύλο, και μερικές φορές υπάρχουν στην περιοχή της διαμετρικές ή αστεροειδείς ραγάδες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

ΞΥΛΙΝΑ ΔΑΠΕΔΑ

Για να μιλήσουμε πιο απλά, με τον όρο δάπεδο εννοούμε το υλικό με το οποίο επενδύεται ή καλύπτεται το επάνω μέρος ενός πατώματος. Πάτωμα λέγεται η κατασκευή που χωρίζει οριζόντια τους ορόφους ενός σπιτιού.

Ένα πάτωμα είναι «ντυμένο» από την επάνω του μεριά με το δάπεδο και από την κάτω με την οροφή, για την οποία θα μιλήσουμε αργότερα.

Τα δάπεδα των κυρίων χώρων έχουν κατά κανόνα επιστρώσεις. Αυτές μπορεί να είναι πλακοστρώσεις από φυσικούς κατεργασμένους λίθους, πλακίδια, ξύλινα παρκέτα, πλαστικά και μοκέττα. Η επιλογή των επιστρώσεων πρέπει να γίνεται με αισθητικά κριτήρια, αλλά παράλληλα να λαμβάνονται υπόψη και τα εξής χαρακτηριστικά:

- η ικανοποιητική αντοχή τους σε φθορά και η μικρή τους συντήρηση.
- η συμπεριφορά τους ανάλογα με τις προβλεπόμενες χρήσεις και τις κλιματικές καταπονήσεις.
- η επίτευξη μιας ικανοποιητικής θερμοκρασίας τους σε γυμνό πόδι, και πιθανώς η ηχομόνωση που προσφέρουν κατά των ήχων βηματισμού.
- η καταλληλότητά τους για τη συγκεκριμένη κατασκευή του δαπέδου.

Ο μεγαλύτερος αριθμός βλαβών παρατηρήθηκε αποκλειστικά σε δάπεδα με πλακοστρώσεις ή παρκέτα. Συγκριτικά με αυτά τα δύο είδη δαπέδων, οι βλάβες που παρουσιάστηκαν σε πλαστικές επιστρώσεις και μοκέττες ήταν ελάχιστες, επειδή οι πλακοστρώσεις και τα παρκέτα επηρεάζουν πολύ πιο έντονα από οποιοδήποτε άλλο είδος επίστρωσης την κατασκευή ολόκληρου του δαπέδου.

Ένα από τα πρώτα υλικά που χρησιμοποιήθηκε όχι μόνο για επένδυση αλλά και γι' αυτή καθ' αυτή την κατασκευή του δαπέδου και του πατώματος είναι το ξύλο. Σήμερα, αυτός ο τύπος δαπέδου, βρίσκει εφαρμογή σε σπίτια απλά ή κάποιας ηλικίας, όπου παρουσιάζεται με τη μορφή σανίδων από ξύλο ελάτου, που καρφώνονται η μια δίπλα στην άλλη πάνω στις ξύλινες δοκούς του πατώματος. Σε μοντέρνα σπίτια ή διαμερίσματα κάποιας αξίας, εμφανίζεται συχνά σε σχήμα «σκακιέρας» ή «ψαροκόκκαλο» φτιαγμένο με μικρά σανιδάκια, δηλαδή το παρκέ.

8.1. Κατασκευαστικές προδιαγραφές επιστρώσεως δαπέδων

1. Η επιλογή των πλακών επίστρωσης δαπέδων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις αναμενόμενες καταπονήσεις της επιφάνειάς τους.
2. Το υπόστρωμα για επιστρώσεις που πρόκειται να γίνουν με πλάκες, πρέπει να είναι καθαρό και επίπεδο.
3. Όταν η τοποθέτηση των πλακιδίων γίνεται με κόλλα, θα πρέπει πρώτ' απ' όλα το υπόστρωμα να είναι στεγνό. Κατόπιν περνιέται με ένα διάλυμα συνθετικών ρητινών, και ύστερα διαστρώνεται η κόλλα με οδοντωτή σπάτουλα σε πάχος τουλάχιστον 3mm.
4. Η επιφάνεια όπου διαστρώνεται η κόλλα πρέπει να είναι τόση, όση χρειάζεται για να προλάβουμε να κολλήσουμε έναν ορισμένο αριθμό πλακιδίων στο δάπεδο, χωρίς αυτή να ξεραθεί. Τα πλακίδια πρέπει να πατιούνται καλά επάνω στην κόλλα, ώστε να μπορεί να καλύπτεται τουλάχιστον το 80% της επιφάνειας της πλάτης τους.
5. Κόλλες με αιωρήματα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για επιφάνειες που καταπονούνται από υγρασία.
6. Η περιεκτικότητα σε υγρασία ενός παρκέτου την ώρα της τοποθέτησης πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή της πρακτικής υγρασίας. Για το σκοπό αυτό, πρέπει να γίνονται οι κατάλληλες μετρήσεις.
7. Το παρκέτο τοποθετείται μόνον επάνω σε στεγνό υπόστρωμα. Η περιεκτικότητα σε υγρασία ενός γαρμπιλομωσαϊκού που χρησιμοποιείται σαν υπόστρωμα για παρκέτα, πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από το 1,5απλάσιο της πρακτικής περιεκτικότητας σε υγρασία. Γι' αυτό πρέπει να γίνονται οι κατάλληλες μετρήσεις.
8. Το υπόστρωμα κολλητών παρκέτων πρέπει να είναι στεγνό και ανθεκτικό.
9. Η κόλλα πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του DIN 281: Κόλλες παρκέτων, και να διαστρώνεται με την μορφή κρύας επάλειψης.

- 10.Επάνω σε μια προάλειψη, περνιέται η κόλλα πρώτα με το μυστρί και ύστερα «χτενίζεται» με μια οδοντωτή σπάτουλα, έτσι ώστε να προκύπτει μια ομοιόμορφη στρώση πάχους τουλάχιστον 3mm.
- 11.Η επιφάνεια όπου διαστρώνεται η κόλλα πρέπει να είναι τόση, όση χρειάζεται για να προλάβουμε να κολλήσουμε ένα συγκεκριμένο αριθμό τετραγωνικών μέτρων παρκέτου χωρίς αυτή να μας ξεραθεί.
- 12.Τα μικρά κομμάτια του παρκέτου πρέπει να πατιούνται καλά επάνω στην κόλλα, για να μπορεί να καλύπτει αυτή το 80% τουλάχιστον της πίσω επιφάνειάς τους.
- 13.Το παρκέτο, είτε τοποθετείται κολλητά, είτε κολυμπητό πρέπει στα σημεία όπου το υπόστρωμά του έχει αρμούς να εμφανίζει και αυτό τους ίδιους αρμούς διαστολής. Το ίδιο ισχύει και για όλες του τις ενώσεις με τα άλλα δομικά στοιχεία (π.χ. τοίχους) και για την επιφάνειά του, όταν αυτή υπερβαίνει ορισμένες μέγιστες διαστάσεις. Οι αρμοί διαστολής έχουν πλάτος τουλ. 1,5 cm, ενώ η μεγαλύτερη απόσταση ανάμεσά τους δεν υπερβαίνει τα 6m. Όταν υπάρχει υποδαπέδια θέρμανση, η απόσταση μειώνεται στα 5m.
- 14.Αφού κολλήσει καλά το παρκέτο, πρέπει να τριφτεί ομοιόμορφα και να περαστεί με βερνίκι. Το βερνίκι πρέπει να είναι ανάλογο της χρήσης του χώρου και να προσδίδει στο παρκέτο ομοιόμορφη εμφάνιση και αντοχή.

8.2. Παρκέτο

Τα ξύλινα δάπεδα αποτελούνται από ανωδομή (στοιχεία κύριου δαπέδου) και υποδομή (ξύλινα ή άλλα στοιχεία) πάνω στην οποία τοποθετείται η ανωδομή. Τα ξύλινα δάπεδα μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το μήκος των επί μέρους στοιχείων του ξύλου που αποτελούν την ανωδομή: (1) δάπεδα που αποτελούνται από στοιχεία (σανίδια) μεγάλου μήκους (μέχρι 6m.) τα οποία συνδέονται πλευρικά συνήθως με κατάλληλες εσοχές και εξοχές, και (2) δάπεδα που αποτελούνται από ξύλινα στοιχεία, μικρού μήκους (μέχρι 60 εκ.) και ονομάζονται παρκέτα. Τα παρκέτα διακρίνονται σε μεγάλο πάχους (δάπεδα κλασικού τύπου) και μικρού πάχους (δάπεδα μωσαϊκού τύπου). Στα δάπεδα

κλασικού τύπου, η πλευρική συνένωση γίνεται με εσοχές και εξοχές, ενώ στα δάπεδα μωσαϊκού τύπου με απλή επαφή μεταξύ τους.

Κύρια εγχώρια είδη που χρησιμοποιούνται για δάπεδα είναι δρυς, οξιά και καστανιά από τα πλατύφυλλα, και πεύκη από τα κωνοφόρα. Άλλα είδη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι σφενδάμι, σημύδα, φράξος, καρυδιά, ερυθρελάτη, ελάτη, ψευδοτσούγκα, λάρικα κ.ά. Από τα τροπικά ξύλα χρησιμοποιούνται τα είδη Azobe, Teak, Afromosia, Iroko, Bete, Makore, Wenge, Bubinga, Opepe, Sapele κ.λπ. Η σκληρότητα παίζει σημαντικό ρόλο στην εκλογή ξύλου για δάπεδα.

Σανίδια δαπέδων μεγάλου μήκους έχουν πλάτος 6-14 εκ. και πάχος 17-26 mm. Στα παρκέτα κλασικού τύπου το μήκος των στοιχείων ποικίλλει από 20 ως 60 εκ., το πάχος τους από 17 ως 22mm και το πλάτος τους από 30 ως 70 mm. Τα παρκέτα μωσαϊκού τύπου έχουν μήκος 120 mm, πλάτος 24 ή 30mm και πάχος 8mm.

Τα παρκέτα ταξινομούνται κατά διαστάσεις και ποιότητα με βάση το χρώμα (ομοιόμορφο ή ανομοιόμορφο, π.χ. παρουσία εγκάρδιου και σομφού στο ίδιο στοιχείο), την παρουσία χρυσαλίδας (στη δρυ), τη σχεδίαση, την παρουσία ελαττωμάτων (μικρών ρόζων) κ.λπ. Στη χώρα μας διακρίνονται, εμπειρικά, τρεις ποιότητες (στη Γαλλία και Ιταλία 6, στη Γιουγκοσλαβία 5, στις Η.Π.Α. 7 - τρεις με ακτινική και τέσσερις με εφαπτομενική σχεδίαση κ.λπ.).

Τα παρκέτα τοποθετούνται πάνω στην υποδομή (ψευτοπάτωμα) με διάφορα σχήματα (παράλληλα, ορθογώνια, γωνιακά ή «ψαροκόκκαλο» κ.λπ.). Τα μωσαϊκά παρκέτα είναι διαθέσιμα σε τετράγωνες «πλάκες» (καδρέτα), με τα στοιχεία κολλημένα σε φύλλο χαρτιού ή συγκρατημένα με πλαστική κλωστή. Τα παρκέτα καρφώνονται στην υποδομή (στην Ελλάδα συνήθως χρησιμοποιείται ελάτη) ή συγκολλούνται πάνω στο σκυρόδεμα του πατώματος. Μερικές φορές τα ξύλινα δάπεδα εμποτίζονται (πριν από την τοποθέτηση) για προστασία από έντομα. Μετά την τοποθέτηση, λειαίνονται επιφανειακά και επικαλύπτονται με ειδικά βερνίκια.

8.3. Υπόστρωμα και περιεκτικότητα σε υγρασία

Οι βλάβες που παρατηρήθηκαν σε δάπεδα με παρκέτα, δημιουργήθηκαν κυρίως εξαιτίας των βλαβερών επιδράσεων του υποστρώματος.

Να έχουμε υπόψη ότι,

- Από τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην οικοδομή, το ξύλο παρουσιάζει τα εντονότερα φαινόμενα διόγκωσης και συρρίκνωσης. Η περιεκτικότητά του σε υγρασία, τη στιγμή της τοποθέτησης και μετά, είναι επομένως από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν αποφασιστικά το είδος της κατασκευής και την τοποθέτηση του παρκέτου.
- Το μέγεθος της συρρίκνωσης και της διόγκωσής του αυξάνει, όσο αυξάνεται και η πυκνότητα του ξύλου. Ένα βαρύ επομένως ξύλο «δουλεύει» περισσότερο, έχει δηλαδή μεγαλύτερη κινητικότητα από ένα ελαφρύ.
- Οι αναμενόμενες μεταβολές του μήκους ενός τοποθετημένου παρκέτου, εξαρτώνται από τη μια πλευρά από το ποσοστό υγρασίας που είχε το ξύλο τη στιγμή της τοποθέτησής του σε συνάρτηση με το πρακτικό ποσοστό υγρασίας, αφού τοποθετήθηκε. Από την άλλη πλευρά, το πρακτικό ποσοστό υγρασίας δεν είναι σταθερό, αλλά υπόκειται ανάλογα με τη μεταβαλλόμενη σχετική υγρασία του αέρα σε εξαιρετικά υψηλές διακυμάνσεις. Επί πλέον επιδρούν και άλλοι παράγοντες, όπως το είδος και η συχνότητα της θέρμανσης του χώρου, η χρονική περίοδος και ορισμένες φορές η άμεση ηλιακή ακτινοβολία.
- Ένα δρύινο παρκέτο «δουλεύει» με έναν ετήσιο ρυθμό μέχρι και 2,6cm/m, εφόσον αυτές οι διαστολές δεν εμποδιστούν.
- Σε παρκέτα πάνω από υποδαπέδιες θερμάνσεις, τα ξύλα στεγνώνουν (όταν η θέρμανση βρίσκεται σε λειτουργία) ακόμα πιο έντονα, πράγμα που σημαίνει ότι οι διαστολές τους από τη συρρίκνωση και τη διόγκωση αναλογικά αυξάνονται.
- Ακόμη και αν αποθηκευθούν τα ξύλα του παρκέτου πριν από την τοποθέτησή τους γι' αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα στο συγκεκριμένο χώρο, αυτό δεν μας διασφαλίζει ότι η περιεκτικότητά τους σε υγρασία θα αναλογεί στη μέση διαρκή υγρασία του χώρου. Γι' αυτό, πρέπει ο έλεγχος του ποσοστού της υγρασίας τους να γίνεται με μετρήσεις.

- Αύξηση του ποσοστού υγρασίας του παρκέτου μπορεί να επέλθει μετά την τοποθέτησή του, εάν το υπόστρωμά του (γαρμπιλομωσαϊκό ή πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα) περιέχει ακόμη πολύ υγρασία. Αυτό είναι κάτι στο οποίο πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, κυρίως σε νέα κτίρια, επειδή τα δομικά στοιχεία που αποτελούν συνήθως το υπόστρωμά του, όταν έχουν μάλιστα μεγάλο πάχος, αργούν να στεγνώσουν (αυτό βέβαια εξαρτάται και από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στο χώρο).

Έτσι προκύπτει σαν

κατασκευαστική λύση για την πρόληψη βλάβης στο ευπαθές σημείο ότι,

- Η περιεκτικότητα σε υγρασία ενός παρκέτου την ώρα της τοποθέτησης πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή της πρακτικής υγρασίας. Για το σκοπό αυτό πρέπει να γίνονται οι κατάλληλες μετρήσεις.
- Το παρκέτο μπορεί να τοποθετηθεί μόνον επάνω σε στεγνό υπόστρωμα. Η περιεκτικότητα σε υγρασία ενός γαρμπιλομωσαϊκού που χρησιμοποιείται σαν υπόστρωμα για παρκέτο, πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από το 1,5πλάσιο της πρακτικής περιεκτικότητας σε υγρασία. Για το σκοπό αυτό πρέπει να γίνονται οι κατάλληλες μετρήσεις.
- Πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα που έρχονται σε επαφή με το έδαφος, πρέπει να στεγανοποιούνται σε όλη τους την επιφάνεια, συμπεριλαμβανομένων και των ενώσεών τους, με μια στεγανωτική στρώση.
- Όλα τα κατώφλια μπαλκονοπορτών πρέπει να διαμορφώνονται έτσι, ώστε να αποκλείεται η είσοδος του νερού στους εσωτερικούς χώρους.

8.4. Παρκέτο - Επιλογή υλικού και τοποθέτηση

Ορισμένες βλάβες που παρατηρήθηκαν σε παρκέτα, οφείλονταν στη λανθασμένη επιλογή του υλικού ή στην κακότεχνη τοποθέτησή του.

Να έχουμε υπόψη ότι,

- Τα συνηθέστερα είδη παρκέτων περιγράφονται όσον αφορά την εμφάνισή τους, τα μεγέθη τους και τις απαιτήσεις σε ποιότητα, στο DIN 280, Φύλλα 1-5.

- Ανάλογα με το είδος του παρκέτου, το είδος και τη μορφή του υποστρώματος και τη λειτουργία του χώρου, μπορεί το παρκέτο να καρφώνεται επάνω σε καδρόνια ή να τοποθετείται κολλητό επάνω σε υποστρώματα, γαρμπιλομωσαϊκά κ.λπ., ή και κολυμπητό. Εδώ θα αναπτύξουμε ορισμένες λεπτομέρειες μόνον για παρκέτα που τοποθετούνται κολλητά και αποτελούνται από τετράγωνα μικρά κομμάτια, κυρίως επειδή σ' αυτά ειδικά τα παρκέτα διαπιστώθηκαν και οι περισσότερες βλάβες. Αυτά τα τετράγωνα μικρά κομμάτια, έχουν λείο σόκορο, δεν συνδέονται δηλαδή μεταξύ τους θηλυκωτά, και η τοποθέτησή τους εξαρτάται αποκλειστικά από το κόλλημά τους στο υπόστρωμα. Ανάλογη λοιπόν είναι και η σημασία που δίνεται στο υπόστρωμα (πρέπει δηλαδή να είναι επίπεδο, στεγνό, ανθεκτικό, χωρίς ρωγμές και κενά) και στο είδος της κόλλησης.
- Προαλείψεις της επιφάνειας του υποστρώματος υποβοηθούν την πρόσφυση της κόλλας σ' αυτό.
- Όταν το παρκέτο τοποθετείται κολυμπητά επάνω σ' ένα μονωτικό υπόστρωμα και προβλεφθούν οι ανάλογοι αρμοί διαστολής κάθε 5 m στα σωστά τους πλάτη, όπως επίσης και σ' όλες τις περιμετρικές τους ενώσεις με τους τοίχους, η κατασκευή αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί και όταν έχουμε υποδαπέδια θέρμανση.
- Η ιδιαίτερα μεγάλη διόγκωση και συρρίκνωση του ξύλου και οι αναπόφευκτες διακυμάνσεις του ποσοστού υγρασίας του αέρα του εσωτερικού χώρου, δημιουργούν μεγάλες μεταβολές μήκους στο τοποθετημένο παρκέτο. Εάν τώρα αυτές οι μεταβολές του μήκους τους εμποδιστούν από τους γειτονικούς τοίχους, το παρκέτο θ' ανασηκωθεί.
- Η καταπόνηση ενός τέτοιου δαπέδου σε τριβή είναι ανομοιόμορφη. Είναι αυξημένη κυρίως στα σημεία όπου υπάρχουν πόρτες, σε κλιμακοστάσια, διαδρόμους κ.λπ., και όπου έχουμε συχνές, σημειακές φορτίσεις και καταπονήσεις, η φορά των οποίων εναλλάσσεται συνεχώς (εναλλασσόμενη ταχύτητα βαδίσματος ή μεταφοράς καροτσιών, βαγονέττων, η ύπαρξη άμμου επάνω σ' αυτό κ.λπ.).
- Η αντοχή του ξύλου σε φθορά αυξάνεται όσο αυξάνεται και η πυκνότητά του. Έτσι έχουμε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα διάφορα είδη ξύλων. Μερικές

φορές μάλιστα, οι διαφορές αυτές μπορούν να προκύψουν και σε ένα και μόνο είδος ξύλου.

- Το βερνίκι που προστατεύει το ξύλο, καταστρέφεται με τον χρόνο, ιδίως αν πρόκειται για χώρους που καταπονούνται ιδιαίτερα από την υγρασία, όπως είναι τα δάπεδα των εισόδων κατοικιών, στα οποία πατάμε μόλις μπορούμε στο σπίτι με βρεγμένα παπούτσια. Κι αυτό, επειδή η αντίσταση του βερνικιού σε φθορά μειώνεται αισθητά όταν αυξάνεται το ποσοστό υγρασίας. Ο μόνος λοιπόν τρόπος για την αντιμετώπιση του προβλήματος, είναι η χρησιμοποίηση ιδιαίτερα ανθεκτικών ξύλων και βερνικιών, που διατηρούνται περισσότερο χρόνο και η τακτική τους συντήρηση.

Έτσι προκύπτει σαν

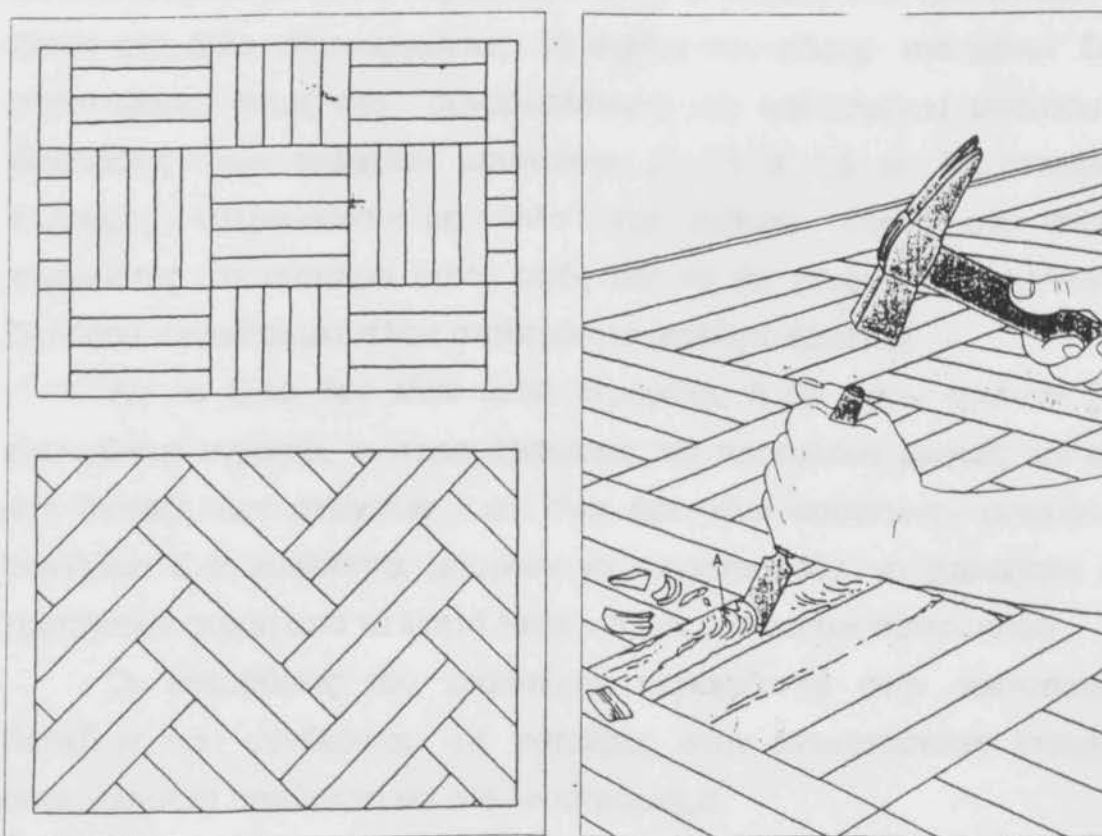
κατασκευαστική λύση για την πρόληψη βλάβης στο ευπαθές σημείο ότι,

- Το υπόστρωμα κολλητών παρκέτων πρέπει να είναι στεγνό και ανθεκτικό.
- Η κόλλα πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του DIN 281: «κόλλες παρκέτων», και να διαστρώνεται με τη μορφή κρύας επάλειψης.
- Επάνω σε μια προάλειψη περνιέται η κόλλα πρώτα με το μυστρί και ύστερα «χτενίζεται» με μια οδοντωτή σπάτουλα, έτσι ώστε να προκύπτει μια ομοιόμορφη στρώση πάχους τουλάχιστον 3 mm.
- Η επιφάνεια όπου διαστρώνεται η κόλλα πρέπει να είναι τόση, όση χρειάζεται για να προλάβουμε να κολλήσουμε ένα συγκεκριμένο αριθμό τετραγωνικών μέτρων παρκέτου χωρίς αυτή να μας ξεραθεί.
- Τα μικρά κομμάτια του παρκέτου πρέπει να πατιούνται καλά επάνω στην κόλλα για να μπορεί να καλύπτει αυτή το 80% τουλάχιστον της πίσω επιφάνειάς τους.
- Το παρκέτο, είτε τοποθετείται κολλητό, είτε κολυμπητό, πρέπει στα σημεία όπου το υπόστρωμά του έχει αρμούς να εμφανίζει και αυτό τους ίδιους αρμούς διαστολής. Το ίδιο ισχύει και για όλες του τις ενώσεις με τα άλλα δομικά στοιχεία (π.χ. τοίχους) και για την επιφάνειά του, όταν αυτή υπερβαίνει ορισμένες μέγιστες διαστάσεις. Οι αρμοί διαστολής πρέπει να έχουν ένα πλάτος τουλάχιστον 1,5 cm, ενώ γενικά η μεγαλύτερη απόσταση ανάμεσά τους δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 6m. Όταν μάλιστα υπάρχει και υποδαπέδια θέρμανση, η απόσταση αυτή μειώνεται στα 5 m.

- Αφού κολλήσει καλά το παρκέτο, πρέπει να τριφτεί ομοιόμορφα και να περαστεί με βερνίκι. Το βερνίκι πρέπει να είναι ανάλογο της χρήσης του χώρου, και να προσδίδει στο παρκέτο ομοιόμορφη εμφάνιση και αντοχή.

8.5. Παρκέ

Το δάπεδο σ' αυτή την περίπτωση, γίνεται με μικρά σανίδια από σκληρό και καλό ξύλο (δρυς, καρυδιά, βελανιδιά, κερασιά, έλατο κ.λπ.)· οι διαστάσεις τους κυμαίνονται μεταξύ 4 X 20 εκ. και 8 X 30 εκ. Μπορούν να συναρμολογηθούν με διάφορους τρόπους, δημιουργώντας γεωμετρικά σχέδια. Τα πιο συνηθισμένα είναι αυτά που λέγονται «κατά κεφαλήν» («σπασμένο μπαστούνι») και «ψαροκόκκαλο» (Εικ. 19).



Εικόνα 19:

Τα δύο κυριώτερα είδη παρκέ (αριστερά). Επάνω ο τύπος «κατά κεφαλήν»· τα στοιχεία βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο, κολλημένα στο πάτωμα· κάτω ο τύπος «ψαροκόκκαλο», όπου τα στοιχεία είναι συναρμωσμένα μεταξύ τους. Για να αφαιρέσουμε ένα σανιδάκι από το παρκέ του τύπου «κατά κεφαλήν» (δεξιά) χωρίς να βλάψουμε τα άλλα, πρέπει να το κόψουμε με ένα σκαρπέλο όπως φαίνεται στο Α. Τα δύο κομμάτια που θα μείνουν, ξεκολλούν εύκολα.

Εκτός απ' αυτά υπάρχουν πολλά άλλα πιο σύνθετα, που στα παραλληλόγραμμα στοιχεία εναλλάσσονται ξύλινες «ψηφίδες» διαφόρων σχημάτων (τετράγωνες, ρομβοειδείς, τραπεζοειδείς κ.λπ.).

Τα παρκέ («ψαροκόκκαλο») έχουν τα στοιχεία «δεμένα» μεταξύ τους με πατούρες. Οι κορυφές του σχεδίου, ιδιαίτερα στις κατασκευές μιας κάποιας ηλικίας, ακουμπούν επάνω σε λεπτές ξύλινες δοκίδες τις τεγίδες (λέγονται «τρεχούμενα») στερεωμένες στο πάτωμα. Τα σανιδάκια στερεώνονται επάνω στα «τρεχούμενα» με ακέφαλα καρφιά. Στις πιο σύγχρονες κατασκευές τα «τρεχούμενα» βρίσκονται ενσωματωμένα στο μπετόν, στο επίπεδο του πατώματος και τα στοιχεία του παρκέ τοποθετούνται όπως είδαμε προηγουμένως. Στην περίπτωση αυτή το πάτωμα είναι πολύ πιο ανθεκτικό και αθόρυβο. Στις σύγχρονες οικοδομές για να ανταπεξέλθουν στο υψηλό κόστος αυτής της κατασκευής, έπαψαν να χρησιμοποιούν στοιχεία με πατούρες, τα οποία αντικατέστησαν με απλά παραλληλεπίπεδα σανιδάκια που τοποθετούνται το ένα δίπλα στο άλλο, δημιουργώντας τα σχέδια που είδαμε πιο πάνω. Σε μερικές περιπτώσεις, όπως στη συναρμολόγηση του «σπασμένου μπαστουνιού», οι διαστάσεις των στοιχείων μειώνονται σε 2,5 X 1,5 εκ. Τα στοιχεία, χωρίς πατούρες στερεώνονται με κόλλα κατ' ευθείαν επάνω στο τσιμέντο του πατώματος· το σύστημα αυτό, εκτός απ' το ότι μειώνει την ηχητικότητα του δαπέδου, εγγυάται μια τέλεια σταθερότητα (κολλητό δάπεδο).

Αν το ξύλο δεν είναι καλά ξεραμένο, ή αν κάτω από το ξύλο έχει εγκλωβιστεί υγρασία, οι παραμορφώσεις του προκαλούν ρωγμές και ανωμαλίες στη διάταξη των στοιχείων· αν είναι βρεγμένο φουσκώνει, (σκευρώνει). Τα σανιδάκια είναι ευαίσθητα, μπορούν να καταστραφούν, να χαραχτούν ή και να τρυπήσουν ακόμη από τα λεπτά τακούνια των γυναικείων παπουτσιών.

Οι επεμβάσεις του ερασιτέχνη περιορίζονται στην τακτοποίηση των δαπέδων που συνδέονται με πατούρες, στην αντικατάσταση στοιχείων στα συγκολλημένα πατώματα και στο λουστράρισμα.

8.6. Η τακτοποίηση

Στα παρκέ που τα στοιχεία τους συνδέονται με πατούρες, το πέραςμα του χρόνου μπορεί να προκαλέσει μετακινήσεις (σκασίματα) στα σανίδια· στο

δάπεδο σχηματίζονται ρωγμές που σαν αποτέλεσμα έχουν την απώλεια της σταθερότητας. Αν το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται σε μεγάλη έκταση θα πρέπει να ξηλωθεί όλο το δάπεδο και ένας ειδικευμένος τεχνίτης να αναλάβει τα υπόλοιπα. Αν, αντίθετα, το φαινόμενο περιορίζεται σε σημεία κοντά στις πηγές θερμότητας (σώματα καλοριφέρ, σόμπες κ.λπ.) ή σε μέρη που είναι πολύ εκτεθειμένα στις ακτίνες του Ηλίου, η επισκευή είναι εύκολη και για τον ερασιτέχνη.

Για να εξαφανίσουμε τις χαραμάδες, θα πρέπει να σπρώξουμε τα σανίδια ώστε να πλησιάσουν μεταξύ τους· αυτό θα γίνει προς το κέντρο του δωματίου. Η δουλειά αυτή γίνεται με το σφυρί και ένα προστατευτικό κομμάτι ξύλο. Αρχίζουμε απ' τα σανίδια που βρίσκονται πιο μακριά απ' την πηγή της θερμότητας όπου οι χαραμάδες είναι πιο στενές. Με συχνά πυκνά χτυπήματα του ξύλου, πρώτα στη μικρή και ύστερα στη μεγάλη πλευρά του σανιδιού, το σπρώχνουμε στη θέση του. Περνάμε ύστερα στο διπλανό, πάντα κατά τη φορά του σχεδίου, μέχρι να φτάσουμε στο σοβατεπί, το οποίο θα έχουμε ήδη ξεκολλήσει απ' τον τοίχο. Συμπληρώνουμε τη σύμπτυξη των τελευταίων σανιδιών και, στο κενό διάστημα που απομένει, ανάμεσα στο δάπεδο και στον τοίχο, σφηνώνουμε ένα πηχάκι από μαλακό ξύλο, αφού το κόψουμε στο κατάλληλο μέγεθος. Ξαναβάζουμε το σοβατεπί και τελειώσαμε.

Η δουλειά αυτή πρέπει να γίνεται ήρεμα χωρίς δυνατά χτυπήματα στα σανίδια, που θα προκαλούσαν μετακινήσεις στα υπόλοιπα στοιχεία και συνεπώς παραμορφώσεις του δαπέδου. Για να αποφύγουμε αυτή την εκδοχή μπορούμε να «τραβήξουμε» επάνω στο πάτωμα ένα σπάγγο (ράμμα) που θα ενώνει τις άκρες μιας σειράς σανιδών. Αυτή θα είναι η ευθεία που θα ακολουθήσουμε.

8.7. Η αντικατάσταση ενός μικρού σανιδιού

Στην περίπτωση του παρκέ, που τα στοιχεία του συνδέονται με πατούρες, δεν είναι σκόπιμο να επέμβουμε. Όταν είναι στερεωμένα με κόλλα, η εργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί ευκολότερα. Στα δάπεδα τύπου «κατά κεφαλή», συστήνεται η αντικατάσταση και των 5 στοιχείων που σχηματίζουν ένα τετράγωνο. Ιδιαίτερα αν το ξύλο δεν είναι καλής ποιότητας, η μεγαλύτερη ζημιά, όπως είπαμε,

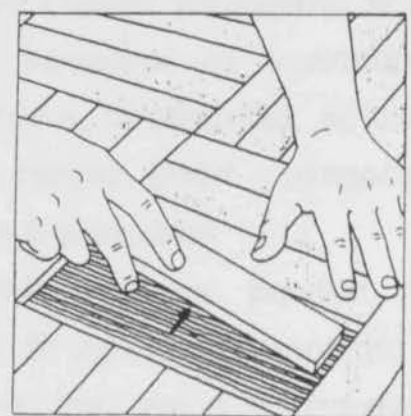
μπορεί να γίνει απ' την πίεση που προκαλούν τα συγκεντρωμένα βάρη. Για να επανέλθει το ξύλο στην αρχική του θέση κάνουμε τα εξής:

με ένα συρμάτινο σφουγγαράκι τρίβουμε την περιοχή γύρω από το σημάδι, ώστε να φύγει το βερνίκι. Σκεπάζουμε μόνο τα σημάδια με ένα σφουγγάρι βουτηγμένο σε ζεστό νερό· επαναλαμβάνουμε αρκετές φορές. Όταν το ξύλο αφού φουσκώσει γυρίσει στην αρχική του θέση, τρίβουμε πάλι με το συρμάτινο σφουγγαράκι και με γυαλόχαρτο. Περνάμε ύστερα με κερί ή ρετουσάρουμε το βερνίκι.

Αν, αντίθετα, το σανίδι είναι τελείως καταστραμμένο προχωρούμε στην αντικατάστασή του. Ο καλύτερος τρόπος είναι να διαλύσουμε με το σκαρπέλο το σανίδι που πρόκειται να αντικαταστήσουμε (Εικ. 19). Στην περίπτωση του σχεδίου «κατά κεφαλήν», αφαιρούμε με τον ίδιο τρόπο και τα άλλα στοιχεία του πλαισίου. Καθαρίζουμε προσεκτικά το χώρο από υπολείμματα ξύλου και κόλλας με μια ξύστρα και με διαλυτικά υγρά. Προμηθευόμαστε τα ανταλλακτικά σανίδια. Αλείβουμε την κόλλα με μια οδοντωτή σπάτουλα, χωρίς να βγούμε από τα όρια του πλαισίου (Εικ. 19α). Στερεώνουμε τα στοιχεία με τη βοήθεια μιας ματσόλας, φροντίζοντας να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο·



Εικόνα 19α: Για να αλείψουμε την ειδική κόλλα, χρησιμοποιούμε μια οδοντωτή σπάτουλα: όπως φαίνεται από Α, κατά μήκος των σανιδιών που πρόκειται να στερεώσουμε. Προσοχή μην αφήσουμε την ποσότητα που περισσεύει.



Εικόνα 19β: Για την τοποθέτηση των σανιδιών τα στερεώνουμε το ένα μετά το άλλο σε κάθε πλαίσιο. Πριν τα περάσουμε τελειωτικά στο πάτωμα, πρέπει να τα σπρώξουμε κατά τη φορά του βέλους, ώστε να περισσέψει χώρος για το τελευταίο.

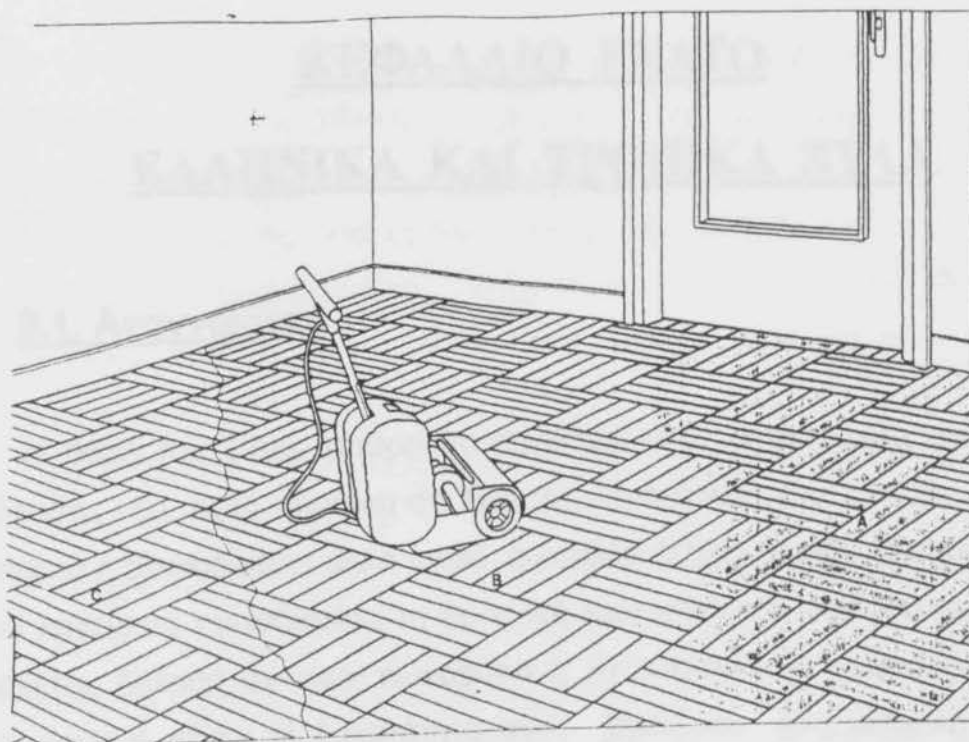
αποτελειώνουμε με γυαλόχαρτο, κερι ή βερνίκι.

8.8. Το λουστράρισμα (βερνίκωμα)

Όταν ένα δάπεδο από παρκέ παρουσιάζει φανερά ίχνη γεράσματος, η «θεραπεία» γίνεται με προσεκτικό τρίψιμο. Πρέπει βέβαια να έχει προηγηθεί η «τακτοποίηση» των στοιχείων και η αντικατάσταση όπου είναι απαραίτητη.

Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να αδειάσουμε το δωμάτιο για μερικές ημέρες, προκειμένου να εργαστούμε ελεύθερα. Για τη λείανση του παρκέ χρειάζονται ακριβά μηχανήματα που δεν είναι απαραίτητο να διαθέτει ο ερασιτέχνης. Σε μερικές περιπτώσεις (περιοχές που το παρκέ χρησιμοποιείται πολύ) μπορούμε να το νοικιάσουμε· σε άλλες, θα πρέπει να καλέσουμε έναν τεχνίτη που θα φροντίσει για την ισοπέδωση και τη λείανση του δαπέδου με τις ειδικές μηχανές για πατώματα. Στις γωνίες και στα δύσκολα σημεία που η μηχανή δεν μπορεί να φτάσει, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα εύκαμπτο δίσκο (τριβίδι) που θα εφαρμόσουμε στο ηλεκτρικό τρυπάνι ή απλά, ένα κομμάτι γυαλόχαρτο που θα τυλίξουμε γύρω από ένα ξύλινο τάκο. Πριν αρχίσουμε το λουστράρισμα καθαρίζουμε σχολαστικά το πάτωμα απ' τα πριονίδια, τα ροκανίδια, τις σκόνες κάθε λογής (μπορεί να γίνει και με μια ηλεκτρική σκούπα, οπότε η αναρρόφηση γίνεται με το εξάρτημα «ρύγχος», από κάθε διάκενο ή χαραμάδα).

Για το λουστράρισμα, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε βερνίκια πολύ ανθεκτικά («διαρκείας»), που όταν στεγνώσουν θα έχουν τη σκληρότητα του μαρμάρου. Ανάμεσα στα προϊόντα που υπάρχουν στην αγορά, άριστα είναι τα πολυουραιθανικά διαφανή βερνίκια σε δύο διαλύματα. Ανακατέβουμε τα δύο συνθετικά του βερνικιού στις αναλογίες που συστήνει ο κατασκευαστής. Με ένα πινέλο, απλώνουμε το βερνίκι «τραβώντας» το καλά. Αρχίζουμε από το βάθος του δωματίου και προχωρούμε προς την πόρτα της εισόδου. Τα πολυουραιθανικά βερνίκια ανάλογα με τη θερμοκρασία του χώρου απαιτούν από 24 έως 36 ώρες για να στεγνώσουν. Όταν στεγνώσουν, τρίβουμε το δάπεδο με λεπτό γυαλόχαρτο και τα περνάμε ένα δεύτερο χέρι.



Εικόνα 20:

Οι τρεις φάσεις του φινιρίσματος ενός δαπέδου παρκέ. Α. ένα δάπεδο «άγριο» όπως το βρίσκουμε σ' ένα ακατοίκητο διαμέρισμα. Β. το παρκέ, μετά τη λείανση με το ειδικό μηχάνημα. C. Το παρκέ λουστραρισμένο. Στις γωνίες, το τρίψιμο πρέπει αναγκαστικά να γίνεται με το χέρι. Χρησιμοποιούμε σύνθεση δύο πολυουραιθανικών βερνικιών

Πίνακας 11: Η φροντίδα των Δαπέδων

ΤΥΠΟΣ	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ		ΣΤΟΚΑΡΙΣΜΑ	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
	ΠΑΛΙΑ	ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΑ		
ΞΥΛΟ συμπεριλαμβανομένου του παρκέ	Αφαιρούμε το βερνίκι με ένα διαλυτικό. Πλένουμε και ξύνουμε με γυαλόχαρτο ή συρμάτινο σφουγγαράκι και οινόπνευμα ή κατάλληλο απορρυπαντικό. Ξεπλένουμε και στεγνώνουμε	Γυαλοχαρτάρουμε και καθαρίζουμε τη σκόνη. Πλένουμε και στεγνώνουμε	Ρητίνες ή πολυουραιθανικός στόκος για ξύλο	Καθαρίζουμε με υγρό πανί. Αφαιρούμε τις σκόνες. Περνάμε 2-3 φορές το χρόνο ένα χέρι παρκετίνη για ξύλο. Γυαλίζουμε πριν στεγνώσει με το χέρι ή με παρκετέζα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΙΚΑ ΞΥΛΑ

9.1. Αναγνώριση

Η δομή του ξύλου μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση της βοτανικής προέλευσής του. Αυτό σημαίνει ότι έχοντας μόνο ξύλο - ένα έπιπλο, μια σανίδα, ένα σπέρτο ή οποιοδήποτε άλλο μικρό ή μεγάλο δείγμα, ακόμα και πριονόσκονη - μπορεί κανείς να προσδιορίσει τη βοτανική ταυτότητα του δέντρου από το οποίο προέρχεται, δηλαδή αν είναι κωνοφόρο ή πλατύφυλλο, κι ακόμα αν είναι π.χ. πεύκο, δρυς ή οξιά. Η δυνατότητα αυτή βασίζεται στη μεταβλητότητα των δομικών χαρακτηριστικών του ξύλου ανάμεσα σε γένη, είδη και άλλες βοτανικές ταξινομικές ομάδες.

Η διαγνωστική αξία του ξύλου είναι μικρότερη σε σύγκριση με εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των δέντρων (φύλλα, άνθη, καρπούς, σπόρους κ.λπ.), γιατί τα δομικά χαρακτηριστικά τους έχουν μικρότερη μεταβλητότητα. Έτσι, η αναγνώριση βοτανικών ειδών (π.χ. των ειδών πεύκου) δεν είναι πάντοτε δυνατή από μόνο το ξύλο τους, αλλά τα γένη συνήθως μπορούν να διακριθούν. Η διάκριση μπορεί να βασιστεί σε μακροσκοπικά ή μικροσκοπικά χαρακτηριστικά.

Η αναγνώριση της βοτανικής ταυτότητας του ξύλου δεν έχει μόνο επιστημονική σημασία. Η απάντηση στο ερώτημα «τι είδος ξύλου είναι αυτό;» ενδιαφέρει το εμπόριο, βιοτεχνίες και βιομηχανίες ξύλου, την αρχαιολογία, την τέχνη, τη γυρεολογία, την παλαιοντολογία, παλαιομετεωρολογία, δεντροχρονολογία και δεντροκλιματολογία, την εξιχνίαση εγκλημάτων, μηχανικούς, αρχιτέκτονες, δασολόγους - και τον πολύ κόσμο που χρησιμοποιεί το ξύλο ως υλικό κατασκευών και προϊόντων ή ως καύσιμο.

Η αναγνώριση είναι δυνατό να βασίζεται σε μακροσκοπικά ή μικροσκοπικά (ή συνδυασμένα) χαρακτηριστικά και γίνεται με τη βοήθεια «κλειδών». Στο κείμενο που ακολουθεί, δίνονται κλειδες για μακροσκοπική αναγνώριση με βάση δομικά χαρακτηριστικά που περιγράφηκαν παραπάνω. Ειδικότερα, χρησιμοποιούνται οι όροι: εγκάρσια, εφαπτομενική και ακτινική επιφάνεια, αυξητικοί δακτύλιοι, πρώιμο, όψιμο, εγκάρδιο και σομφό ξύλο, ακτίνες (πλατιές, λεπτές, σύνθετες), αγγεία

(πόροι - μονοί, πολλαπλοί), δακτυλιόπορα, διασπορόπορα και ημιδιασπορόπορα (ημιδακτυλιόπορα) ξύλα, ρητινοφόροι αγωγοί (κανονικοί, τραυματικοί), τυλώσεις, φλογοειδής σχεδίαση (σε εγκάρσιες τομές αυξητικών δακτυλίων δρυός και καστανιάς), χρυσαλίδα, παρέγχυμα, υφή (τραχιά, λεπτή, ανομοιόμορφη), θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο, ψευδείς και ασυνεχείς δακτύλιοι, παρεγχυματικές κηλίδες, «κόκκινο» εγκάρδιο (οξιάς) και στρεψοίγια.

Στις κλείδες περιλαμβάνεται το ειδικό βάρος (με την έννοια της τεχνικής πυκνότητας), για να δοθεί μια συγκριτική ιδέα του βάρους διαφόρων ξύλων. Επειδή, το ε.β. επηρεάζεται από την υγρασία, πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές που περιέχονται στις κλείδες αναφέρονται σε υγρασία 12% (υγρασία που, κατά μέσο όρο, συγκρατεί τελικά το ξύλο σε ελεύθερη ατμόσφαιρα, κάτω από στέγη). Επίσης περιλαμβάνεται η σκληρότητα. Τόσο το βάρος όσο και η σκληρότητα εκτιμούνται στις κλείδες εμπειρικά - η σκληρότητα με το νύχι, όπως γίνεται και με τα ορυκτά. Με βάση το ειδικό βάρος διακρίνονται ξύλα: πολύ ελαφρά με ε.β. μικρότερο από 0,30, ελαφρά 0,30-0,45, με μέτριο βάρος 0,45-0,65, βαριά 0,65-0,80, πολύ βαριά 0,80-1,00 και εξαιρετικά βαριά με ε.β. μεγαλύτερο από 1,00. Το ε.β. σχετίζεται με τη σκληρότητα (βαρύτερα ξύλα έχουν μεγαλύτερη σκληρότητα) και με άλλες ιδιότητες, ιδίως με τη μηχανική αντοχή του ξύλου.

Η αναγνώριση βασίζεται σε διχοτομικές κλείδες. Η μέθοδος αυτή είναι συνηθισμένη στις Φυσικές Επιστήμες, όταν υπάρχει ένας μεγάλος πληθυσμός (ζώα, φυτά, ορυκτά, ξύλα) με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Οι κλείδες ονομάζονται διχοτομικές, γιατί διχοτομούν (διαχωρίζουν) τον πληθυσμό αυτό σε ομάδες με κοινά χαρακτηριστικά. Η έννοια των κλειδών γίνεται κατανοητή με ένα παράδειγμα.

Αν έχουμε π.χ. έναν αριθμό δειγμάτων διαφορετικών ξύλων μπορούμε σε μια πρώτη προσπάθεια να τα χωρίσουμε σε όσα έχουν πόρους (αγγεία) και σε όσα δεν έχουν - με την απλή κλείδα:

A. Πόροι υπάρχουν

B. Πόροι δεν υπάρχουν

Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται τα ξύλα των πλατυφύλλων δέντρων (Αγγειόσπερμο) και στη δεύτερη των κωνοφόρων (Γυμνόσπερμο).

Στη συνέχεια τα ξύλα των πλατυφύλλων μπορούν να ταξινομηθούν σε δακτυλιόπορα και διασπορόπορα με την κλείδα:

α. Πόροι πρώιμου ξύλου μεγαλύτεροι από τους πόρους του όψιμου ξύλου.

β. Πόροι χωρίς μεγάλες διαφορές διαμέτρου και με σχεδόν ομοιόμορφη κατανομή σε όλο το πλάτος κάθε αυξητικού δακτυλίου.

Με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή με διαδοχικές αντιθέσεις των ίδιων χαρακτηριστικών, η διαδικασία συνεχίζεται ώσπου να καταλήξει με χαρακτηριστικά που περιγράφουν ένα συγκεκριμένο γένος ή είδος.

Πετυχημένη χρησιμοποίηση των κλειδών προϋποθέτει, εκτός από τη γνώση της δομής, μεγάλη παρατηρητικότητα για τη διάκριση διαφορών που πολλές φορές δεν είναι αμέσως φανερές, όπως και χαρακτηριστικών που δεν είναι εύκολο να περιγραφούν. Π.χ. το χρώμα είναι δύσκολο να περιγραφεί ακριβώς (δεν υπάρχουν κατάλληλες λέξεις) και δεν είναι σταθερό - μπορεί να αλλάξει με τον καιρό (και ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες) ή με ειδική κατεργασία (π.χ. άτμιση). Επίσης, η μυρουδιά είναι δύσκολο να περιγραφεί και αλλάζει με τον καιρό (γίνεται λιγότερο έντονη ή παύει να είναι αισθητή) - γι' αυτό μπορεί να χρειάζεται ν' απομακρύνεται η εκτεθειμένη επιφάνεια (κάθε φορά γίνεται βαθύτερα, καινούργια τομή).

Οι κλείδες που ακολουθούν αναφέρονται σε τυπικά δείγματα. Ξύλο πολύ κοντά στην εντεριώνη των δέντρων, ή από κλαδιά και ρίζες, παρουσιάζει μικρές ή μεγαλύτερες διαφορές δομής. Επίσης, η δομή επηρεάζεται από την αύξηση των δέντρων. Π.χ. ξύλα δακτυλιόπορων πλατυφύλλων με πολύ στενούς αυξητικούς δακτυλίους μπορεί να ομοιάζουν με διασπορόπορα.

Συνήθως, οι κλείδες περιγράφουν τα χαρακτηριστικά όπως φαίνονται σε εγκάρσιες επιφάνειες, γιατί αυτή η εμφάνιση του ξύλου έχει μεγαλύτερη διαγνωστική σημασία. Για τον ίδιο λόγο, όλες οι φωτογραφίες που συνοδεύουν τις κλείδες είναι φωτογραφίες εγκάρσιων επιφανειών (σε γραμμική μεγέθυνση 10X περίπου).

Ακολουθούν πέντε κλείδες από τις οποίες οι τέσσερις αναφέρονται στα ελληνικά και η πέμπτη στα τροπικά ξύλα. Αναλυτικά, τα αντικείμενα των κλειδών είναι:

A. Ελληνικά ξύλα

1. Κωνοφόρα
2. Πεύκα

3. Δακτυλιόπορα πλατύφυλλα
4. Διασπορόπορα πλατύφυλλα

B. Τροπικά ξύλα

Στις κλείδες δίνονται τα κοινά και τα επιστημονικά (λατινικά) ονόματα των γενών και ειδών των αντίστοιχων δέντρων. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα τροπικά ξύλα συνήθως έχουν πολλά κοινά (εμπορικά) ονόματα. Στις κλείδες περιλαμβάνεται το γνωστότερο κοινό όνομα.

9.2. Προέλευση, Ιδιότητες, Χρήσεις

Πληροφορίες για τη γεωγραφική προέλευση, τις ιδιότητες και τις χρήσεις συμπληρώνουν την περιγραφή των δομικών χαρακτηριστικών και δίνουν μια πληρέστερη εικόνα κάθε είδους ξύλου.

Γεωγραφική προέλευση: Στα τροπικά ξύλα σημειώνεται η χώρα (ή χώρες) καταγωγής. Στα ελληνικά αναφέρονται οι κυριότερες (γενικές) περιοχές όπου παράγεται ξύλο των αντίστοιχων ειδών. Σε είδη που δεν παράγουν αξιόλογη ποσότητα ξύλου δεν αναφέρεται η προέλευση. Πρέπει να σημειωθεί ότι, παρ' όλο που υπάρχει μεγάλη ποικιλία στην ελληνική δασική βλάστηση, μόνον λίγα είδη δασικών δέντρων παράγουν σημαντικά ποσά ξύλου. Τα σπουδαιότερα ξυλοπαραγωγά είδη είναι: μαύρη πεύκη, ελάτη, δρυς, οξιά, και λεύκη (η τελευταία από φυτείες). Δευτερεύουσα σημασία έχουν τραχία, χαλέπιος, δασική και λευκόδερμη πεύκη, κυπαρίσσι, καστανιά, πλάτανος, φτελιά, φράξος, καρυδιά, γαύρος. Τα υπόλοιπα είδη έχουν πολύ μικρή ή ασήμαντη παραγωγή, ή δεν παράγουν τίποτα (π.χ. ίταμος, σορβιά, ιπποκαστανιά, αίλανθος). Επίσης, μικροποσά παράγουν φυτείες ευκαλύπτων.

Ιδιότητες: Οι πληροφορίες για τις ιδιότητες είναι γενικές και συμπληρώνουν όσα αναφέρονται στις κλείδες για το ειδικό βάρος και τη σκληρότητα. Ρόζοι και άλλα ελαττώματα, όπως και το πλάτος των αυξητικών δακτυλίων, μπορεί να επηρεάζουν σημαντικά τη μηχανική αντοχή και κατεργασία, επομένως και τις χρήσεις όλων των ξύλων. Ανάμεσα στις ιδιότητες μερικές φορές αναφέρεται και η ρίκνωση.

Χρήσεις: Οι πληροφορίες είναι επίσης γενικές. Μέσα σε ορισμένα όρια, οι χρήσεις μπορούν να αλλάζουν. Καινούργιες χρήσεις δημιουργεί η ανάπτυξη νέων βιομηχανιών (ή βιοτεχνιών) και αντίθετα άλλες χρήσης περιορίζονται ή παύουν να υπάρχουν (π.χ. όταν γίνεται αντικατάσταση του ξύλου από άλλα υλικά). Αξιοσημείωτες είναι οι δυνατότητες που δημιουργούν καινούργιες βιομηχανίες. Π.χ. παλαιότερα, το ξύλο της λεύκης είχε πολύ περιορισμένη αξία, ενώ τώρα έχει μεγάλη ζήτηση για ξυλόφυλλα (καπλαμάδες), αντικολλητά (κόντρα-πλακέ), κιβώτια φρούτων, μοριοπλάκες κ.λπ., γιατί έχουν δημιουργηθεί και στον τόπο μας πολλές τέτοιες βιομηχανίες. Ξύλα κωνοφόρων (πεύκο, ελάτη κ.λπ.), μικρών διαστάσεων και κατώτερης ποιότητας, που πριν λίγα χρόνια είχαν αξία μόνο για καυσόξυλα, χρησιμοποιούνται τώρα για μοριοπλάκες. Καυσόξυλα οξιάς και καστανιάς χρησιμοποιούνται για ινοπλάκες, που παλαιότερα δεν κατασκευαζόταν στην Ελλάδα, καυσόξυλα δρυός και άλλων πλατυφύλλων είναι κατάλληλα για μοριοπλάκες κ.ά. Το ξύλο των ευκαλύπτων χρησιμοποιείται εκτεταμένα στην Αυστραλία, Πορτογαλία και αλλού για χαρτί. Μαζί με άλλα, μπορεί μελλοντικά να χρησιμοποιηθεί και στη χώρα μας, αλλά πρέπει να υπάρχουν μεγάλες ποσότητες (σε χαμηλές τιμές) και να ιδρυθούν ξυλοβιομηχανίες χημικού πολτού. Η αξία ενός ξύλου δεν είναι επομένως στατική. Εξαρτάται από τεχνικές εξελίξεις και βιομηχανικές (και βιοτεχνικές) δυνατότητες, από την ποιότητα και τις διαστάσεις του, και από τις διαθέσιμες ποσότητες σε μια ορισμένη περιοχή.

A. Ελληνικά Ξύλα

ΠΕΥΚΑ (Pinus spp.)

Προέλευση: Πεύκα υπάρχουν σ' όλη την Ελλάδα - χαλέπιος, τραχεία και κουκουναριά σε χαμηλά υψόμετρα (κοντά στη θάλασσα), τα υπόλοιπα (ψυχόβια) σε ορεινές περιοχές. Το κυριότερο είδος, η μαύρη πεύκη, προέρχεται κυρίως από την Β. Πίνδο, Πελοπόννησο και Δ. και Α. Μακεδονία.

Ιδιότητες: Υπάρχουν διαφορές μεταξύ ειδών. Η μαύρη, δασική, χαλέπιος και τραχεία έχουν σχετικά μεγαλύτερη μηχανική αντοχή (και σκληρότητα), σε σύγκριση με άλλα είδη (βαλκανική, κουκουναριά) και με την ελάτη και ερυθρελάτη.

Η χαλέππιος και η τραχεία έχουν μεγαλύτερη διάρκεια. Γενικά, το σομφό ξύλο των πεύκων είναι ευαίσθητο σε προσβολές - συχνά παρουσιάζει κυάνωση. Κατεργασία καλή. Εύκολη ξήρανση. Εμποτισμός σομφού εύκολος.

Χρήσεις: Οικοδομικές κατασκευές, πατώματα, κιβώτια, ιστοί πλοίων, στύλοι και στρωτήρες σιδηρόδρομων (με εμποτισμό), κιβώτια, βαρέλια, έπιπλα, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός, αντικολλητά (κόντρα πλακέ), βάρκες και ξυλεία μεταλλείων (χαλέπιος, τραχεία), ξυλόγλυπτα (λευκόδερμη).

ΕΡΥΘΡΕΛΑΤΗ (*Picea abies* = *P. Excelsa*)

Προέλευση: Ροδόπη

Ιδιότητες: Δεν είναι πολύ διαφορετικές από ορισμένα πεύκα (π.χ. δασική). Ξύλο σχετικά μαλακότερο, διάρκεια μικρότερη. Κατεργασία καλή. Ξηραίνεται εύκολα. Εμποτισμός δύσκολος.

Χρήσεις: Οικοδομικές κατασκευές, ιστοί πλοίων και στύλοι, πατώματα, μουσικά όργανα, κιβώτια, ναυπηγικές κατασκευές, χαρτοπολτός, μοριοπλάκες, ινοπλάκες.

ΕΛΑΤΗ (*Abies* spp.)

Προέλευση: Πίνδος, Πελοπόννησος.

Ιδιότητες και Χρήσεις: Γενικά όμοιες με το ξύλο της ερυθρελάτης.

ΚΥΠΑΡΙΣΣΙ: (*Cupressus sempervirens*)

Προέλευση: Ρόδος, Κρήτη (φυσικά δάση). Αναδασώσεις σε διάφορες περιοχές.

Ιδιότητες: Μεγάλη φυσική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων. Μηχανική αντοχή μέτρια. Ξηραίνεται εύκολα. Κατεργασία καλή.

Χρήσεις: Έπιπλα, ιστοί, στρωτήρες σιδηροδρόμων, τονρευτά, οικοδομικές κατασκευές, πατώματα, κιβώτια, στύλοι, χαρτοπολτός.

ΙΤΑΜΟΣ (*Taxus baccata*)

Ιδιότητες: Μεγάλη φυσική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων. Ελαστικό, με μεγάλη αντοχή σε κρούση. Από τα καλύτερα κωνοφόρα για κάμψη (με άτμιση). Κατεργασία καλή. Ξηραίνεται καλά και αρκετά γρήγορα με ασήμαντη φθορά.

Χρήσεις: Έπιπλα, τόξα, εργαλεία μέτρησης, торνευτά, διακοσμητικά, μικροαντικείμενα (Σπάνιο σε μεγάλες διαστάσεις).

ΑΡΚΕΥΘΟΣ (*Juniperus spp.*)

Ιδιότητες: Μεγάλη φυσική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων. Μέτρια μηχανική αντοχή. Κατεργασία καλή - με μικρή άμβλυνση εργαλείων, τείνει να σχίζεται όταν καρφώνεται. Ξηραίνεται αργά με τάση να δημιουργεί σχισμές.

Χρήσεις: Τорνευτά, ξυλόγλυπτα, μικροαντικείμενα, μουσικά όργανα, παιχνίδια. Όταν είναι διαθέσιμο σε μεγάλες διαστάσεις: έπιπλα, οικοδομικές κατασκευές, πατώματα, στύλοι, ξυλόφυλλα.

ΨΕΥΔΟΤΣΟΥΓΚΑ Oregon pine (*Pseudotsuga menziesii*)

Προέλευση: Β. Αμερική

Ιδιότητες: Μηχανική αντοχή καλή σε σχέση με το βάρος του - ιδίως σε στατική κάμψη. Ρίκνωση μικρή. Μέτρια ανθεκτικό σε προσβολές. Παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό. Κατεργασία καλή (πιο δύσκολη από τα πεύκα). Ξηραίνεται καλά και γρήγορα χωρίς σοβαρή φθορά. Όταν έχει ρόζους τείνει να σχίζεται. Συγκράτηση καρφιών και συγκόλληση ικανοποιητική.

Χρήσεις: Οικοδομικές κατασκευές, στύλοι, πάσσαλοι, ξυλόφυλλα και αντικολλητά, ναυπηγικές κατασκευές, στρωτήρες σιδηροδρόμων, βαρέλια, κιβώτια, έπιπλα, χαρτοπολτός.

PITCH PINE (*Pinus palustris* κ.ά.).

Προέλευση: Η.Π.Α.

Ιδιότητες: Μέτριο βάρος και μέτρια μηχανική αντοχή, σχεδόν όπως της ψευδοτσούγκα. Ξηραίνεται σχετικά εύκολα με μικρή φθορά. Μέτρια αντοχή σε προσβολές (έντομα, μύκητες, θαλασσινούς ξυλοφάγους οργανισμούς). Το σομφό εμποτίζεται εύκολα, το εγκάρδιο όχι. Η κατεργασία δεν είναι δύσκολη αλλά η παρουσία ρητίνης συχνά δημιουργεί προβλήματα. Συγκρατεί καρφιά και ξυλόβιδες αρκετά καλά. Βαφή και συγκόλληση ικανοποιητική. (Ξύλο ανάλογο της χαλεπίου και τραχείας πεύκης).

Χρήσεις: Οικοδομικές κατασκευές, στύλοι, ξυλεία μεταλλείων, στρωτήρες σιδηροδρόμων, ξυλόφυλλα, ξυλέριο, βαγόνια, αγροτικά εργαλεία, ναυπηγικές κατασκευές, παιγνίδια.

ΔΡΥΣ (*Quercus* spp.)

Προέλευση: Μακεδονία, Θράκη, Ήπειρος, Πελοπόννησος

Ιδιότητες: Μεγάλη μηχανική αντοχή, μέτρια σταθερότητα διαστάσεων. Πολύ καλό για κάμψη (με άτμιση). Ανθεκτικό σε προσβολές - εκτός από το σομφό που συνήθως εμποτίζεται για εξωτερικές χρήσεις. Το εγκάρδιο παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό. Οι «ερυθρές» δρύες (*Q. Cerris*, *Q. Macedonica*) έχουν μικρότερη φυσική διάρκεια (αντοχή σε μύκητες και έντομα) αλλά εμποτίζονται ευκολότερα. Κατεργασία και συγκόλληση καλή, συγκρατεί σταθερά καρφιά και βίδες. Ξηραίνεται αργά και δύσκολα. Οι «αιθαλείς» δρύες (*Q. Ilex*, *Q. Coccitera*) έχουν μέτρια διάρκεια και η κατεργασία τους είναι δύσκολη (αμβλύνουν εργαλεία).

Χρήσεις: Η δρυς είναι πολύ δημοφιλές ξύλο και χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια για οικοδομικές και ναυπηγικές κατασκευές. Άλλες χρήσεις: έπιπλα, πατώματα (παρκέτα), πάσσαλοι, στρωτήρες σιδηροδρόμων, βαρέλια (εκτός από τις «ερυθρές»). Οι «αιθαλείς» δρύες : αγροτικά εργαλεία, τورνευτά, κάρα, κάρβουνα (για ζωγραφική και άλλες τεχνικές χρήσεις).

ΚΑΣΤΑΝΙΑ (*Castanea vesca* = *C. sativa*)

Προέλευση: Μακεδονία (Χαλκιδική).

Ιδιότητες: Μεγάλη φυσική διάρκεια, σχετικά μαλακό, μηχανική αντοχή μικρότερη από τη δρυ αλλά μεγαλύτερη σταθερότητα διαστάσεων. Κατεργασία καλή. Ξηραίνεται αργά.

Χρήσεις: Πατώματα (παρκέτα), έπιπλα, πάσσαλοι, στύλοι, δοκοί, ξυλεία μεταλλείων, οικιακά σκεύη, βαρέλια, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός.

ΦΤΕΛΙΑ (*Ulmus spp.*)

Προέλευση: Διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Ιδιότητες : Μηχανική αντοχή μικρότερη από δρυ, ελαστικό, κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Μέτρια σταθερότητα διαστάσεων. Προσβάλλεται από έντομα. Παρουσιάζει μέτρια αντίσταση στον εμποτισμό (εμποτίζεται για εξωτερικές χρήσεις). Κατεργασία καλή - το πλάνισμα δημιουργεί προβλήματα όταν το ξύλο είναι στρεψόινο. Καρφώνεται καλά. Ξηραίνεται αρκετά γρήγορα αλλά χρειάζεται προσοχή.

Χρήσεις: Έπιπλα, ξυλόφυλλα, πλοία, торνευτά, μουσικά όργανα, αγροτικά εργαλεία, κάρα, κιβώτια, κατασκευές μέσα σε νερό.

ΜΟΥΡΙΑ (*Morus alba, M. nigra*)

Ιδιότητες: Μεγάλη φυσική διάρκεια. Κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Κατεργασία καλή με τα περισσότερα εργαλεία. Ξηραίνεται σχετικά δύσκολα.

Χρήσεις: Πάσσαλοι, έπιπλα, αγροτικά εργαλεία, βαρέλια, торνευτά.

ΑΚΑΚΙΑ (*Robinia pseudoacacia*)

Ιδιότητες: Μεγάλη φυσική διάρκεια. Μηχανική αντοχή όμοια με τη δρυ (αντοχή σε κρούση όμοια με το φράξο). Εξαιρετικό για κάμψη. Ανθεκτικό σε αποτριβή. Έχει σταθερότητα διαστάσεων. Κατεργασία ικανοποιητική, δεν καρφώνεται εύκολα. Ξηραίνεται αργά, χρειάζεται προσοχή. Παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στον εμποτισμό.

Χρήσεις: Έπιπλα, πάσσαλοι, γεωργικά εργαλεία, σκάλες, στρωτήρες σιδηροδρόμων, αθλητικά είδη, ξυλεία μεταλλείων, κάρα, βαγόνια.

ΑΙΛΑΝΘΟΣ (*Ailanthus altissima* = *A. glandulosa*)

Ιδιότητες: Μοιάζει με το φράξο σε πολλές μηχανικές ιδιότητες. Κατεργασία ικανοποιητική, αλλά συχνά περιέχει εφελκυσμογενές ξύλο.

Χρήσεις: Απλά έπιπλα, χαρτοπολτός κ.ά.

ΦΡΑΞΟΣ (*Fraxinus* spp.)

Προέλευση: Διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Ιδιότητες: Μηχανική αντοχή καλή ιδίως σε κρούση, ελαστικότερο από τη δρυ. Εξαιρετικό για κάμψη (με άτμιση). Ευαίσθητο στην υγρασία (από άποψη διάρκειας). Παρουσιάζει μέτρια αντίσταση στον εμποτισμό. Κατεργασία καλή όταν είναι ξηρό. Μέτρια σταθερότητα διαστάσεων. Ξηραίνεται καλά και αρκετά γρήγορα.

Χρήσεις: Αθλητικά είδη, χειρολαβές εργαλείων και όπλων, μέρη οχημάτων, πλοία, έπιπλα, πατώματα (παρκέτα), γεωργικά εργαλεία, τεχνητά μέλη, σκάλες, δοκοί.

ΚΑΡΥΔΙΑ (*Juglans regia*)

Προέλευση : Διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Ιδιότητες: Καλή αντοχή σε σχίση και κρούση. Κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Μέτρια σταθερότητα διαστάσεων. Ανθεκτικό σε μύκητες και έντομα. Το σομφό εμποτίζεται εύκολα. Κατεργασία καλή, στιλβώνεται πολύ καλά. Ξηραίνεται καλά, μάλλον αργά .

Χρήσεις: Έπιπλα (σε ξυλόφυλλα ή συμπαγές), εσωτερικές επενδύσεις, τορνευτά, ξυλόγλυπτα, αθλητικά είδη, κοντάκια όπλων, μουσικά όργανα.

ΟΞΙΑ (*Fagus* spp.)

Προέλευση: Μακεδονία, Θράκη, Στερεά Ελλάδα, Θεσσαλία.

Ιδιότητες: Μικρή σταθερότητα διαστάσεων (μεγάλη ρίκνωση). Πολλές μηχανικές ιδιότητες καλύτερες από τη δρυ. Κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Δεν είναι ανθεκτικό σε μύκητες και έντομα. Εμποτίζεται καλά εκτός από το «κόκκινο»

εγκάρδιο. Κατεργασία εύκολη. Ξετυλίγεται καλά (για ξυλόφυλλα). Συγκόλληση και στίλβωση καλή. Ξηραίνεται αρκετά γρήγορα αλλά τείνει να σχίζεται και να στραβώνει.

Χρήσεις: Έπιπλα (συνήθως ύστερα από άτμιση ως «φουρνιστή» οξιά), στρωτήρες σιδηροδρόμων, πατώματα (παρκέτα), ξυλόφυλλα, αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός, λαβές εργαλείων, «σαΐτες» υφαντουργίας, μέρη πιάνων, πλοία, καυσόξυλα, παιχνίδια.

ΠΛΑΤΑΝΟΣ (*Platanus orientalis*)

Προέλευση: Διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Ιδιότητες: Ελαφρότερο και σε μικρότερη μηχανική αντοχή από την οξιά. Δεν είναι ανθεκτικό όταν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. Κατεργασία σχετικά δύσκολη.

Έχει τάση να στραβώνει όταν ξηραίνεται.

Χρήσεις: Κιβώτια, μικροαντικείμενα, τορνευτά, έπιπλα, ράβδοι (στέκες) μπιλιάρδου, εργαλεία, «σαΐτες» υφαντουργίας, καυσόξυλα.

ΓΑΥΡΟΣ (*Carpinus betulus*, *C. orientalis* = *C. duinensis*)

Προέλευση: Διάφορες περιοχές της Ελλάδας

Ιδιότητες: Καλή μηχανική αντοχή κυρίως σε κρούση και σχίση. Πολύ καλό για κάμψη (με άτμιση). Ανθεκτικό στην αποτριβή. Ευαίσθητο σε ευνοϊκές συνθήκες προσβολής. Εμποτισμός σχετικά εύκολος. Κατεργασία εύκολη όταν είναι χλωρό. Καρφώνεται, βάφεται και στιλβώνεται καλά. Ξηραίνεται καλά και αρκετά γρήγορα.

Χρήσεις: λαβές εργαλείων, ξύλινα μέρη μηχανών, κάρρα, πατώματα, ξύλινα μέρη πιάνων, τορνευτά, «σαΐτες» υφαντουργίας, καυσόξυλα.

ΚΛΗΘΡΑ (*Alnus glutinosa*)

Ιδιότητες: Μέτρια ρίκνωση. Μικρή μηχανική αντοχή. Δεν είναι κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Ευαίσθητο σε προσβολές εντόμων. Εμποτίζεται εύκολα. Ξηραίνεται καλά και αρκετά γρήγορα. Κατεργασία καλή (όταν είναι ξηρό) με καλά τροχισμένα εργαλεία.

Χρήσεις: Αντικολλητά (εσωτερικά φύλλα), έπιπλα (βάφεται για απομίμηση πολύτιμων ειδών, όπως καρυδιάς, μαονιού κ.λπ.), κιβώτια, μολύβια, παιγνίδια, τورνευτά, χαρτοπολτός, μικροαντικείμενα.

ΦΟΥΝΤΟΥΚΙΑ (*Corylus avellana*, *C. colurna*)

Ιδιότητες: Ξύλο σκληρό, ευθύνο ξηραίνεται και στιλβώνεται καλά. Η κατεργασία με μηχανές είναι γενικά καλή, αλλά σε τόρνο και διάτρηση χρειάζεται προσοχή, όπως και όταν χρησιμοποιούνται καρφιά και βίδες.

Χρήσεις: Πάσσαλοι, μπαστούνια, τورνευτά, κάρβουνο καλής ποιότητας (για σχεδίαση και πυρίτιδα).

ΣΦΕΝΔΑΜΙ (*Acer* spp.)

Ιδιότητες: Μέτρια ρίκνωση. Μηχανική αντοχή όμοια με τη δρυ. Μέτρια ελαστικότητα, μεγάλη αντοχή σε αποτριβή, κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Πολύ ευαίσθητο σε μύκητες. Το σομφό προσβάλλεται από έντομα. Ακατάλληλο για εξωτερικές χρήσεις χωρίς εμποτισμό. Εμποτιζεται εύκολα. Κατεργασία καλή. Στίλβωση και συγκόλληση χωρίς δυσκολία. Χρειάζεται προσοχή στην ξήρανση (προστασία από μεταχρωματισμό).

Χρήσεις: Έπιπλα, ξυλόφυλλα, σκεύη καθημερινής χρήσης, πατώματα, αθλητικά είδη, ξυλόγλυπτα, μουσικά όργανα, λαβές εργαλείων, «σαΐτες» υφαντουργίας, παιγνίδια.

ΣΟΡΒΙΑ (*Sorbus* spp.)

Ιδιότητες: Ξύλο, σκληρό, ελαστικό, όμοιο με τη δρυ σε πολλές μηχανικές ιδιότητες, με καλύτερη αντοχή σε σχίση και κρούση. Μέτρια διάρκεια - πρέπει να εμποτιζεται όταν χρησιμοποιείται για εξωτερικές κατασκευές. Κατεργασία δύσκολη (καλή με τόρνο). Πρέπει να ξηραίνεται αργά. Διατηρεί το αρχικό σχήμα ύστερα από προσεκτική ξήρανση.

Χρήσεις: Κάρα, τورνευτά, ξυλόγλυπτα, εργαλεία.

ΣΗΜΥΔΑ (*Betula verrucosa* = *B. pendula*)

Προέλευση: Ροδόπη, Αριδαία

Ιδιότητες: Μηχανική αντοχή καλύτερη από τη δρυ. Ξύλο ελαστικό, κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Ευαίσθητο σε μύκητες, προσβάλλεται από έντομα. Εμποτίζεται εύκολα. Κατεργασία καλή όταν ξηρανθεί. Συγκόλληση, βαφή, και στίλβωση καλή. Ξηραίνεται αρκετά καλά και γρήγορα με μικρή φθορά.

Χρήσεις: Έπιπλα, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, торνευτά, αθλητικά είδη, μουσικά όργανα, παιγνίδια, χαρτοπολτός, παιγνίδια, κιβώτια, βάρκες.

ΦΙΛΥΡΑ (*Tilia* spp.)

Ιδιότητες: Μηχανική αντοχή αρκετά καλή σε σχέση με το βάρος του. Μέτρια ρίκνωση. Ευαίσθητο σε προσβολές εντόμων. Εμποτίζεται εύκολα. Κατεργασία εύκολη. Ξηραίνεται καλά και γρήγορα με μικρή φθορά.

Χρήσεις: Ξυλόγλυπτα, торνευτά, παιχνίδια, μολύβια, αθλητικά είδη (ρακέτες τένις) κυψέλες, μουσικά όργανα, μέρη πιάνων, αντικολλητά σπέρτα, εσωτερικά επίπλων, κάρβουνα (για ζωγραφική και άλλες τεχνικές χρήσεις).

ΟΣΤΡΥΑ (*Ostrya sarpinitolia*)

Ιδιότητες και χρήσεις όμοιες με το γαύρο.

ΕΛΙΑ (*Olea europaea*)

Ιδιότητες: Μεγάλη διάρκεια. Καλή κατεργασία. Ξηραίνεται χωρίς προβλήματα.

Χρήσεις: Έπιπλα, торνευτά, κάρα, χειρολαβές, μικροαντικείμενα, καυσόξυλα.

ΙΠΠΟΚΑΣΤΑΝΙΑ (*Aesculus hippocastanum*)

Ιδιότητες: Μικρή ρίκνωση. Κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Προσβάλλεται από μύκητες και έντομα. Εμποτίζεται εύκολα. Κατεργασία εύκολη. Ξηραίνεται γρήγορα με λίγη φθορά. Συγκόλληση, βαφή και στίλβωση καλή.

Χρήσεις: Κιβώτια, παιχνίδια, κουτιά για πούρα, τεχνητά μέλη, εσωτερικά επίπλων, σχεδιαστήρια, ρακέτες τένις, τορνευτά.

ΛΕΥΚΗ (*Populus spp.*)

Προέλευση: (Φυτείες υβριδίων: Μακεδονία, Θράκη, Θεσσαλία).

Ιδιότητες: Μέτρια ρίκνωση. Μηχανική αντοχή καλή σε σχέση με το βάρος του. Ακατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Κατεργασία καλή αλλά επηρεάζεται (όπως και άλλες ιδιότητες) από συχνά εκτεταμένη παρουσία εφελκυσμογενούς ξύλου. Ξηραίνεται καλά και σχετικά γρήγορα (πολλές φορές παραμένουν στο εσωτερικό υγρές θέσεις). Βαφή και συγκόλληση καλή. Ευαίσθητο σε προσβολές από μύκητες και έντομα.

Χρήσεις: κιβώτια, εσωτερικά επίπλων, σπέρτα, τεχνητά μέλη, φθηνές οικοδομικές κατασκευές, παιχνίδια, μικροαντικείμενα, χωρίσματα μπαταριών, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, ξυλέριο, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός.

ΙΤΙΑ (*Salix spp.*)

Ιδιότητες: Μηχανική αντοχή όχι πολύ μεγάλη (καλή σε κρούση). Ευαίσθητο σε προσβολές από μύκητες και έντομα. Το σομφό εμποτίζεται καλά, το εγκάρδιο όχι. Κατεργασία εύκολη (δυσκολεύει η παρουσία εφελκυσμογενούς ξύλου). Συγκόλληση καλή. Ξηραίνεται καλά και σχετικά γρήγορα χωρίς ειδικές δυσκολίες (παραμένουν υγρές θέσεις).

Χρήσεις: Κιβώτια, εσωτερικά επίπλων, τεχνητά μέλη, φθηνές οικοδομικές κατασκευές, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός, καλάθια, γεωργικά εργαλεία, πάσσαλοι, αθλητικά είδη.

ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ (*Eucalyptus spp.*)

Προέλευση: (Φυτείες: Ν. Ελλάδα).

- E. ΡΥΓΧΩΤΗ (E. camaldulensis = E. rostrata)

Ιδιότητες: Μεγάλη διάρκεια σε επαφή με το έδαφος και αντοχή στους τερμίτες. Μεγάλη μηχανική αντοχή (όταν δεν είναι στρεψόινο). Προιόνιζεται χωρίς δυσκολία. Κατεργασία καλή με εργαλεία και μηχανές, πλάνισμα κάπως δύσκολο. Στιλβώνεται καλά. Ξηραίνεται ικανοποιητικά όταν προέρχεται από μεγάλα δέντρα. Υλικό από δέντρα σχετικά μικρής ηλικίας δημιουργεί προβλήματα (σε μορφή εφαπτομενικών σανιδίων) - τείνει να στραβώνει, να σχίζεται και να παρουσιάζει «κατάρρευση» (collapse). Χρειάζεται προσοχή και ειδικά προγράμματα για τεχνητή ξήρανση.

Χρήσεις: Ξύλινες κατασκευές (ιδίως όταν η διάρκεια έχει σημασία), αποβάθρες, γέφυρες, στρωτήρες σιδηροδρόμων, πάσσαλοι, αγροτικά εργαλεία, κάρτα).

- E. ΓΟΜΦΟΚΕΦΑΛΗ (E. gomphocerhala)

Ιδιότητες: Μεγάλη διάρκεια και μηχανική αντοχή. Ξηραίνεται αργά με τάση να ραγαδώνεται (σχίζεται). Δεν οξειδώνει μέταλλα. Πλούσιο σε ταννίνη.

Χρήσεις: Στρωτήρες σιδηροδρόμων, κάρτα.

- E. ΣΦΑΙΡΟΕΙΔΗΣ (E. globulus)

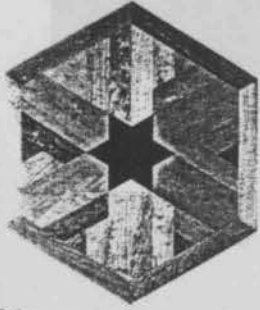
Ιδιότητες: Δεν έχει μεγάλη διάρκεια. Κάμπτεται (με άτμιση) πολύ καλά. Μεγάλη μηχανική αντοχή. Κατεργασία δύσκολη επειδή είναι σκληρό και συχνά στρεψόινο. Ξηραίνεται δύσκολα με τάση να ραγαδώνεται (σχίζεται) και να παρουσιάζει «κατάρρευση». Συνιστάται φυσική ξήρανση πριν από τεχνητή. Ακτινικά πριστά προτιμούνται από εφαπτομενικά.

Χρήσεις: Ελαφρές και βαριές ξύλινες κατασκευές, βαγόνια, πλοία, λαβές εργαλείων, στύλοι, πάσσαλοι, στρωτήρες σιδηροδρόμων, καυσόξυλα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Αντωνίου Α. Λοίζου, Ξύλινοι Κατασκευαί
- 2) Κατοικίες από ξύλο, Wilfried Lewitjki, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Μεταφρ. Δημ. Μαλασπίνας
- 3) Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Γ.Θ. Τσάμης
- 4) Τοίχοι - Δάπεδα - Οροφές. Παύλος Χραμπάνης
- 5) U.S. Forest Project
Laboratory. 1961. Wood
Floors for Dwellings
AGR. Handbook No 204
- 6) Κ.Ε.Π.Ε. (Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών). 1976.
Πρόγραμμα Αναπτύξεως 1976-1980. Τομέας Δασών. Αθήνα.
- 7) Κόντος Π. 1929. Δασική Ελληνική Ιστορία. Αθήναι.
- 8) Lehmann, W.F. and H.E. Wahlgren. 1978. Status and prospects of
residue utilization in board product manufacture in the United States and
Canada. For. Prod. J. 28(7): 24-29.
- 9) Madas, A. 1974. World Consumption of Wood. Akademiai Kiado, Budapest.
- 10) Mantel K. 1964. History of the international science of forestry with
special consideration of Central Europe. In international Review of
Forestry Research (J. A. Romberger and P. Mikola, eds.), pp. 1-37.
Academic Press. N.Y. and London.
- 11) Meadows D.L. 1972. The Limits of Growth. Univers. Books, N.Y.

- 12) Panshin A. and C. De Zeew. 1980. Testbook of Wood Technology. (4th ed.). McGraw-Hill, New York.
- 13) Sakkas G. 1979. An Economic Appraisal of Forestry and Forest Products Industries in Greece 1950-1990. PhD diss., Dept. Forestry and Wood Science. Univ. College N. Wales, U.K.
- 14) Schultz, H. 1974. Unsere Enkel und Ihr Wald. Holz Roh- Werkstoff 32: 205-211.
- 15) Tsoumis G. 1974. Wood and wood products. The Encyclopaedia Britannica 19: 916-925.
- 16) Τσούμης Γ. 1978. Δάσος και Δασολογία. Έκδοση Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
- 17) Τσούμης Γ. 1978. Συγκομιδή Δασικών Προϊόντων. Θεσσαλονίκη.
- 18) Tsoumis G. 1980. Forest Utilization in Greece. Thessaloniki.
- 19) Υπουργείο Γεωργίας, 1981. Απολογισμός Δραστηριοτήτων Δασικών Υπηρεσιών Υπουργείου Γεωργίας, Αθήνα.
- 20) Φιλίππου Ι. 1981. Η βιομηχανία ξύλου στην Ελλάδα. Πρακτικά Συνεδρίου Μηχανοποίηση στη Δασική Κάρπωση, σελ. 428-454. Θεσσαλονίκη.
- 21) Youngs. R.L. 1981. Forest products research - Needs and prospects. Proceedings XVII IUFRO World Congress (Div. 5:47-57), Kyoto.



Monaco

$\frac{3}{4}$ " \times 28"

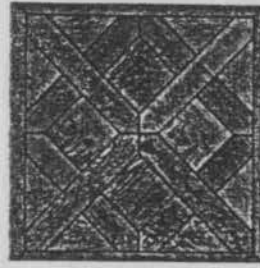
Shown: Cherry w/Wenge



Camelot

$\frac{3}{4}$ " \times 24" \times 24"

Shown: Cherry w/Wenge
& Quartered Oak



Palace

$\frac{3}{4}$ " \times 36" \times 36"

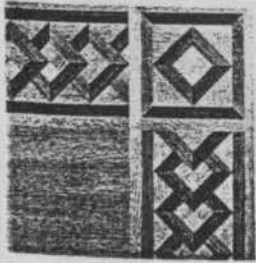
Shown: Quartered Oak



Continental

$\frac{3}{4}$ " \times 30" \times 30"

Shown: Cherry



Buckingham

$\frac{5}{16}$ " \times 12" \times 22"

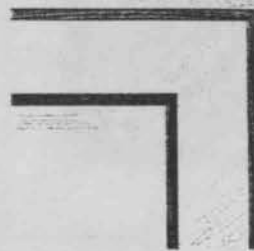
Shown: Quartered
Oak & Walnut



Greek Key

$\frac{5}{16}$ " \times 8" \times 28"

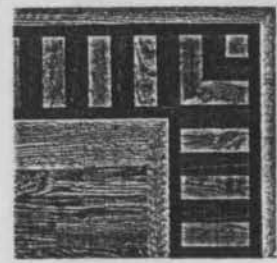
Shown: Oak & Walnut



Byzantine

$\frac{5}{16}$ " \times 12" \times 17"

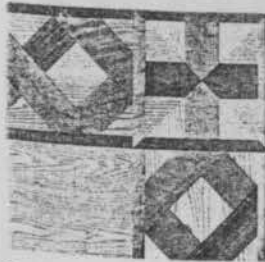
Shown: Ash & Walnut



Versailles

$\frac{5}{16}$ " \times 12" \times 28"

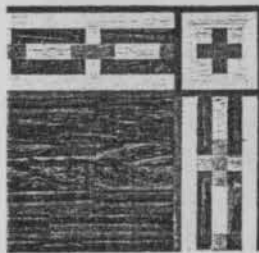
Shown: Walnut, Cherry & Oak



Sorbonne

$\frac{5}{16}$ " \times 12" \times 20"

Shown: Ash & Cherry



St. Croix

$\frac{5}{16}$ " \times 9" \times 27"

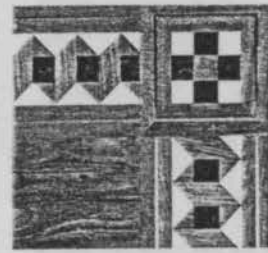
Shown: Quartered Oak
& Brazilian Cherry



Chelsea

$\frac{5}{16}$ " \times 9" \times 17"

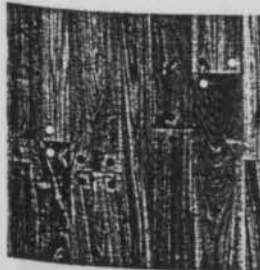
Shown: Quartered Oak
& Wenge



Florentine

$\frac{5}{16}$ " \times 12" \times 24"

Shown: Brazilian Cherry, Burl
Walnut, Birds Eye
Maple & Brass



Plank with Plugs

$\frac{3}{4}$ " \times 3", 4", 5" \times RL

Plain Oak,
Quartered Oak, Ash,
Walnut, Cherry

Shown: Walnut



Plank

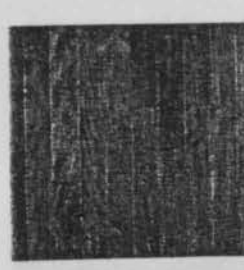
$\frac{3}{4}$ " \times RW \times RL

Plain Oak,
Quartered Oak, Ash,
Walnut, Cherry
3", 4", 5"

Teak

$3\frac{1}{2}$ " & $5\frac{1}{2}$ "

Shown: Cherry

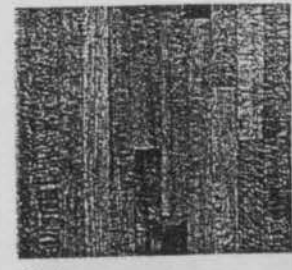


Designer Plank

$\frac{3}{4}$ " \times 3" \times RL

Brazilian Walnut
Brazilian Cherry
Purpleheart
Tropical Walnut
Tropical Cherry

Shown: Purpleheart



Strip

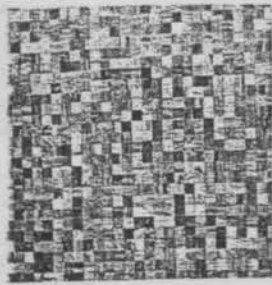
$\frac{3}{4}$ " \times $2\frac{1}{4}$ " \times RL

Plain Oak, Quartered
Oak, Walnut, Cherry

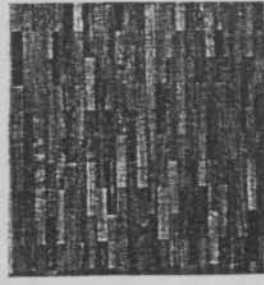
Shown: Quartered Oak



Aztec
 $\frac{1}{2}'' \times 19'' \times 19''$
 32 SF/ctn
Shown: Tropical Walnut



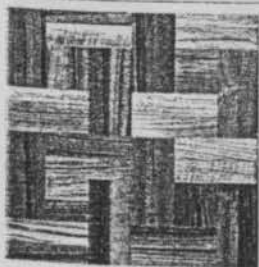
Domino
 $\frac{5}{16}'' \times 19'' \times 19''$
 50 SF/ctn
Shown: Red Oak



Ashlar
 $\frac{5}{16}'' \times 19'' \times 19''$
 43 SF/ctn
 Also available in $\frac{3}{4}''$
 Tongue & Groove
 (See Herringbone II)
Shown: Tropical Walnut



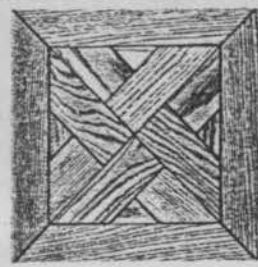
Straightline
 $\frac{5}{16}'' \times 19'' \times 19''$
 50 SF/ctn
 Also available in $\frac{3}{4}''$
 Tongue & Groove
 (see Herringbone II)
Shown: Red Oak



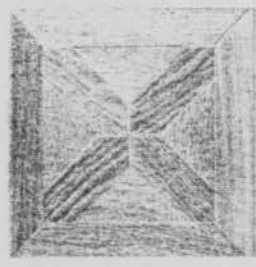
Haddon Hall
 $\frac{1}{4}'' \times 12'' \times 12''$
 Teak Neutral



Lexington
 $\frac{5}{16}'' \times 12'' \times 12''$
 Teak Neutral



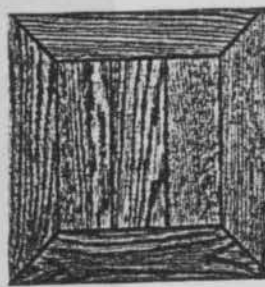
Parisian
 $\frac{3}{4}'' \times 12'' \times 12''$
 Oak Golden Brown
 Tropical Walnut Neutral
Shown: Oak



Salzburg
 $\frac{3}{4}'' \times 12'' \times 12''$
 Oak White
 Tropical Cherry Neutral
Shown: Oak



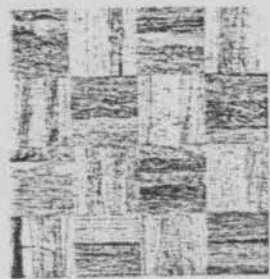
Monticello I
 $\frac{5}{16}'' \times 13'' \times 13''$
 46 SF/ctn
Shown: Tropical Cherry



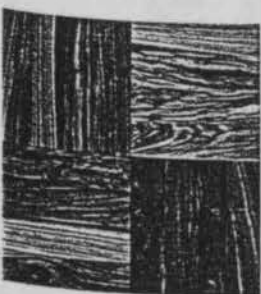
Monticello II
 $\frac{3}{4}'' \times 11\frac{1}{4}'' \times 11\frac{1}{4}''$
 25 SF/ctn
Shown: Plain Oak



Canterbury
 $\frac{5}{16}'' \times 13'' \times 13''$
 46 SF/ctn
Shown: Tropical Walnut



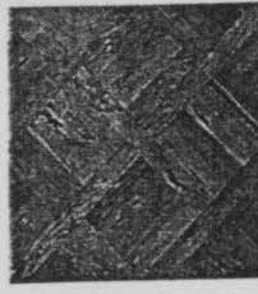
Fingerblock I
 $\frac{5}{16}'' \times 19'' \times 19''$
 50 SF/ctn
Shown: Red Oak



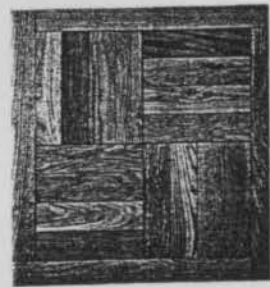
Fingerblock II
 $\frac{3}{4}'' \times 6\frac{3}{4}'' \times 6\frac{3}{4}''$
 thru $18'' \times 18''$
Shown: Walnut



Haddon Hall
 $\frac{5}{16}'' \times 15'' \times 15''$
 32 SF/ctn
Shown: Tropical Walnut



European Marie Antoinette
 $\frac{3}{4}'' \times 9'' \times 9''$ single
 slat centers with $\frac{3}{4}'' \times$
 $2\frac{1}{4}'' \times 20\frac{1}{4}''$ bands.
Shown: Cherry



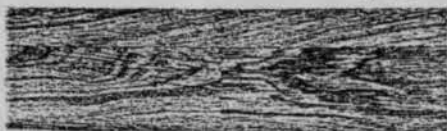
Wellington
 $\frac{3}{4}'' \times 22\frac{1}{2}'' \times 22\frac{1}{2}''$
 24 SF/ctn
Shown: Plain Oak



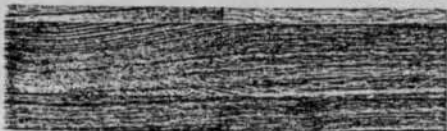
ΔΡΥΣ EXTRA



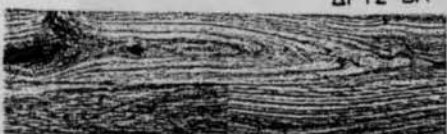
ΔΡΥΣ Α



ΔΡΥΣ ΑΒ



ΔΡΥΣ ΒΑ



ΔΡΥΣ ΒΒ



ΙΡΟCΟ: Σε καφέ αποχρώσεις αποτελεί εγγύηση για ζεστό περιβάλλον.



ΔΟΥCΣΙΕ:
Τροπικοί καφεκόκκινοι τόνοι για μοντέρνο και φιλόξενο χώρο.



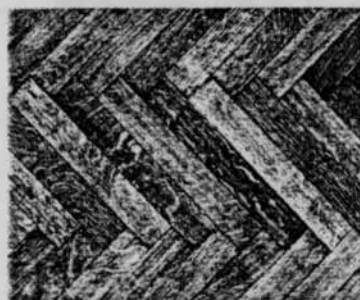
ΔΡΥC: Κλασική αντίληψη και διαχρονικότητα στο χώρο σας.



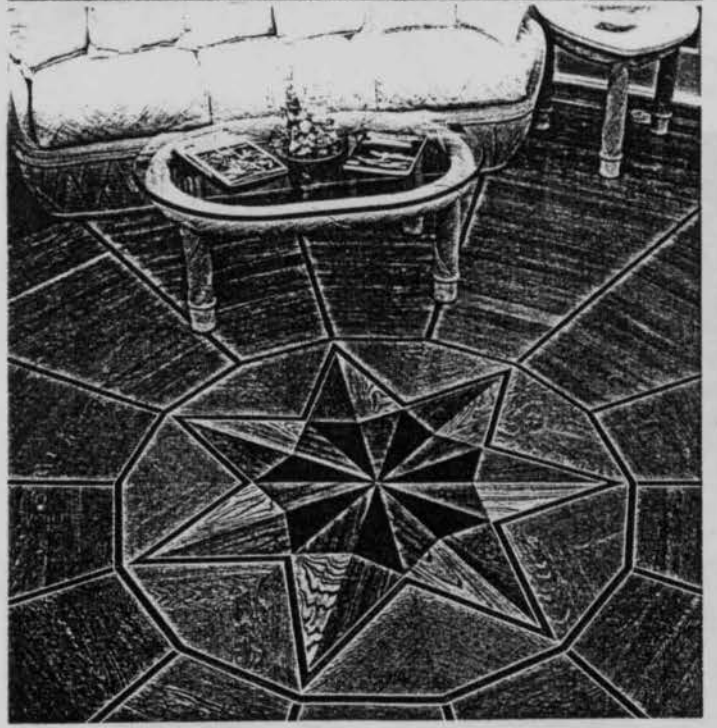
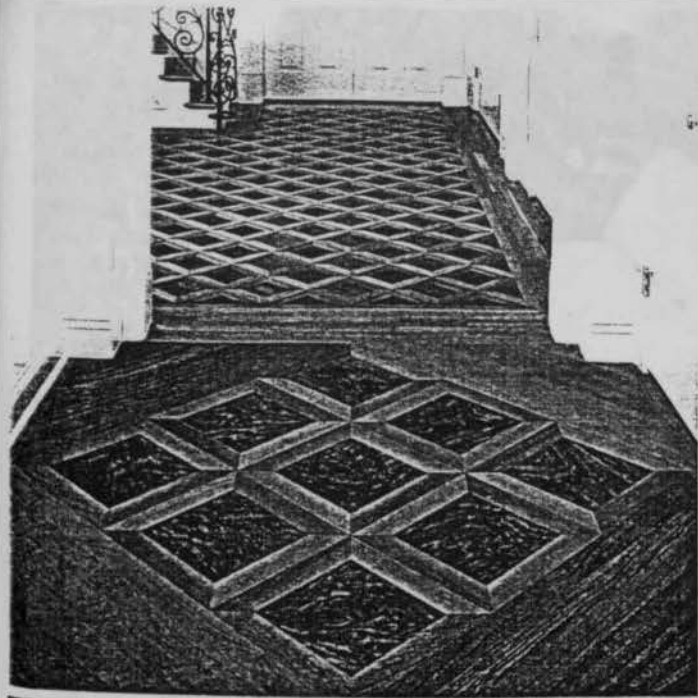
ΕΛΕΥΘΕΡΟ



ΨΑΘΑ

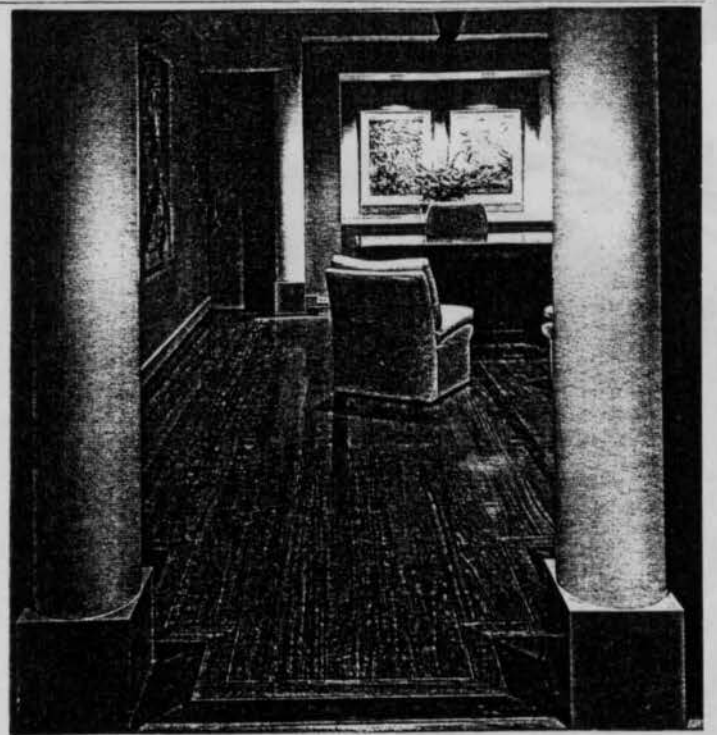
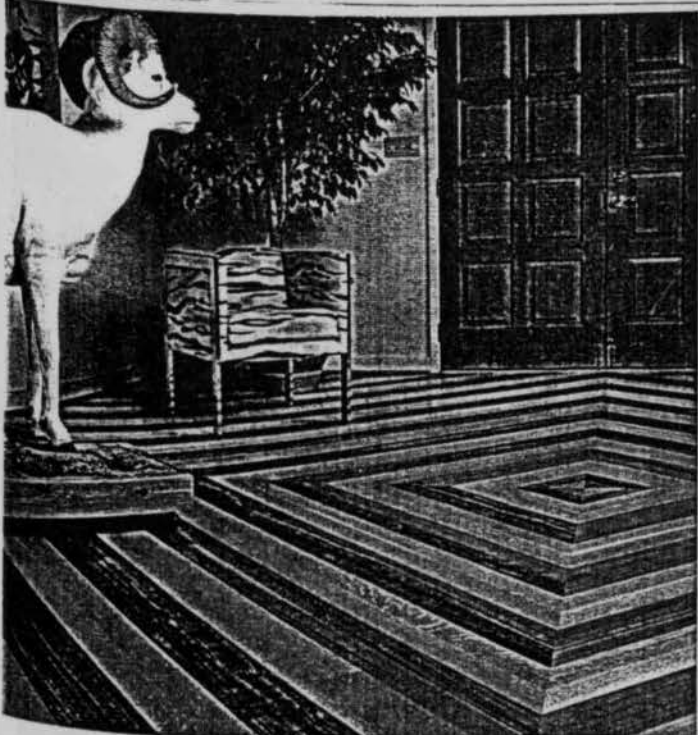


ΨΑΡΟΚΟΚΚΑΛΟ



Walnut Fontainebleau

*Mixed Species
Custom Design*

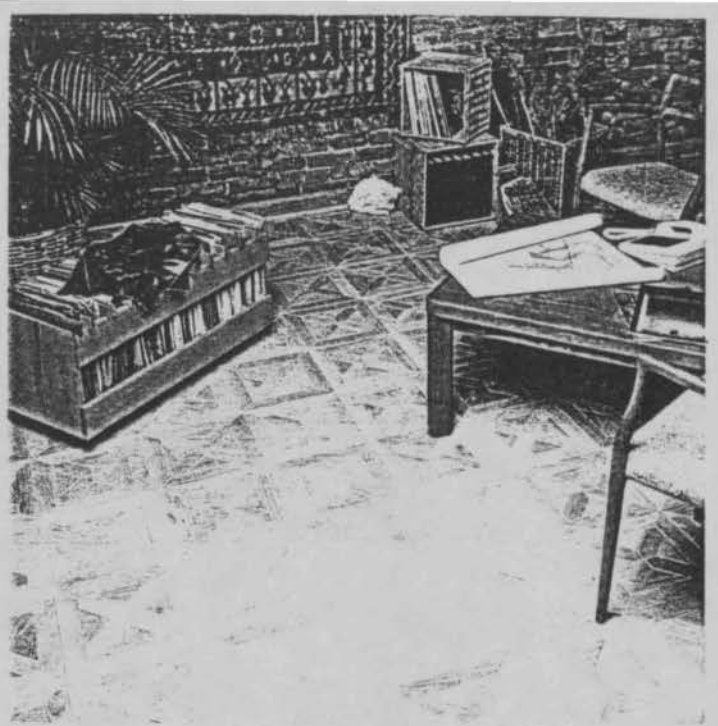


*Quartered Oak &
Walnut Plank*

*Brazilian Cherry Plank
with Walnut.*



*Oak Parisian
Golden Brown Finish*



*Oak Salzburg
White Finish*

