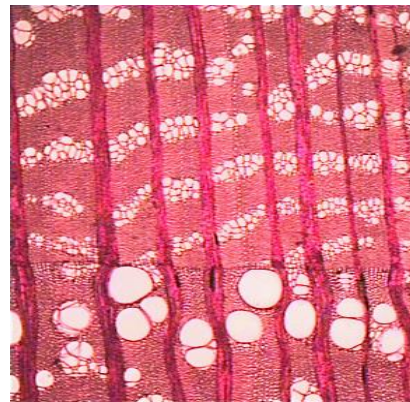




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΔΟΜΗ ΞΥΛΟΥ



Γεωργίου Ι. Μαντάνη

*Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου
Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού*

Καρδίτσα – Ιούλιος 2019

Σημείωση: Το παρόν αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του κ. Γεωργίου Ιγν. Μαντάνη, Καθηγητή του Παν. Θεσσαλίας και **απαγορεύεται** ρητά οποιαδήποτε μερική ή ολική φωτοτύπηση ή αναπαραγωγή του χωρίς τη γραπτή άδεια του συγγραφέα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	11
2. ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.	20
3. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	24
4. ΥΠΟΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΔΟΜΗ	39
5. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	43
6. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΔΟΜΗΣ.	51
7. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΞΥΛΟΥ.	55
8. ΔΟΜΗ ΦΛΟΙΟΥ.	61
9. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣ	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

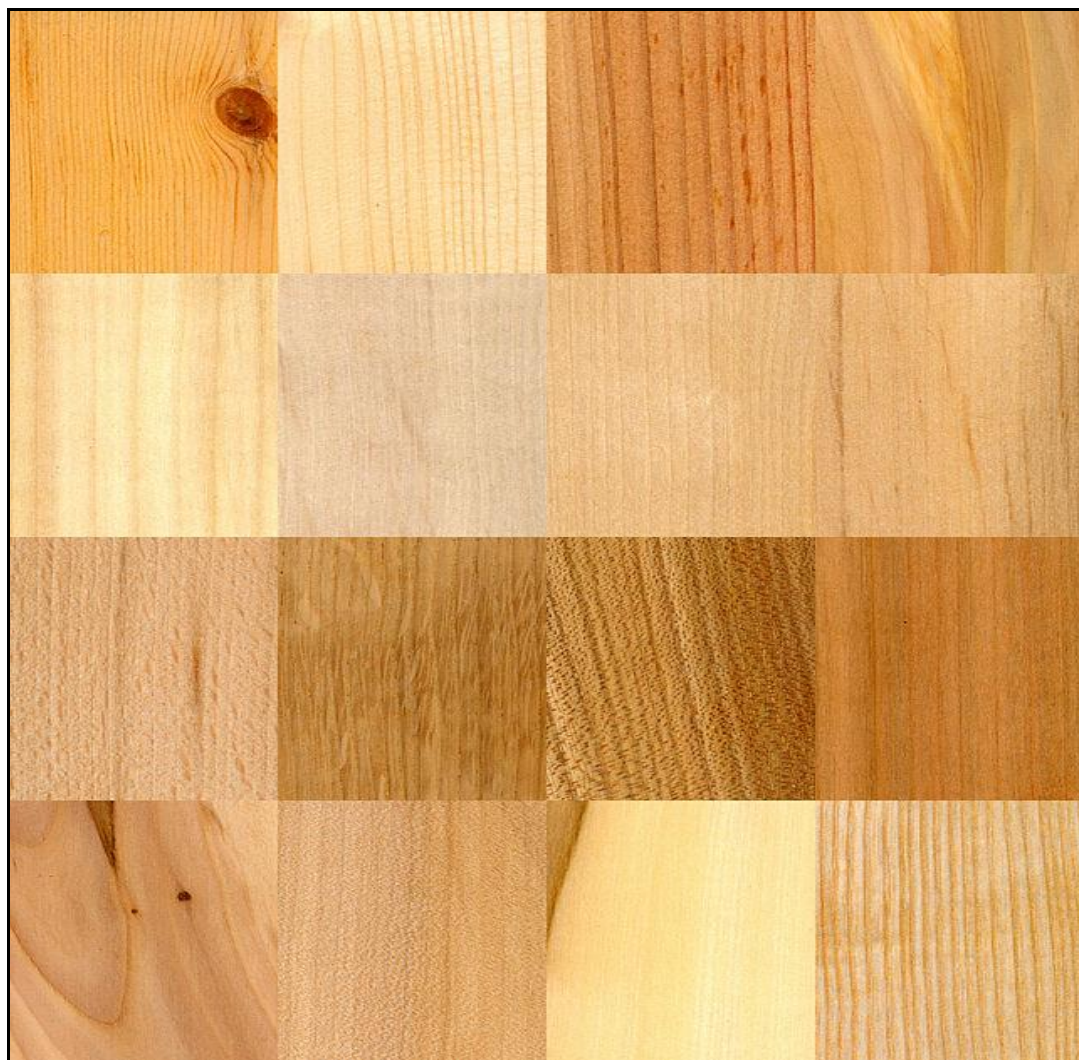
I. ΤΟ ΞΥΛΟ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ.	87
II. ΤΟΜΕΣ ΞΥΛΟΥ & ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ.	97
III. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΞΥΛΟΥ & ΚΛΕΙΔΕΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ.	103
IV. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΕΙΔΩΝ ΞΥΛΟΥ.	115

Εξώφυλλο: αριστερή φωτ.- Σόκορο (εγκάρσια τομή) κορμού ερυθρελάτης (*Picea abies*) κν. λευκόξυλο
δεξιά φωτ.- Εγκάρσια μικροσκοπική εμφάνιση ξύλου φτελιάς (*Ulmus minor*) κν.καραγάτσι

«Γίνε άνθρωπος της αξίας, όχι της επιτυχίας»

Albert Einstein, κορυφαίος επιστήμων της Θεωρητικής Φυσικής

Τα σπουδαιότερα ευρωπαϊκά είδη ξύλου με χαρακτηριστική σχεδίαση και χρώμα.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν σύγγραμμα απευθύνεται στους φοιτητές των ελληνικών ΑΕΙ, ιδίως του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Παν/μίου Θεσσαλίας, καθώς και στον οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο μεταπτυχιακό φοιτητή/τρια, πολίτη ή επαγγελματία και καλύπτει σήμερα το προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του εν λόγω τμήματος, για το υποχρεωτικό μάθημα «Δομή Ξύλου».

Πρωταρχικός στόχος είναι οι εκπαιδευόμενοι να εμβαθύνουν τη γνωριμία τους με το ξύλο (βιολογικά και τεχνολογικά) ανακεφαλαιώνοντας τις προηγούμενες γνώσεις τους γύρω απ' αυτό. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη δομή του ξύλου ως υλικού (λ.χ. μακροσκοπικά και φυσικά χαρακτηριστικά), στη μικροσκοπική και υπομικροσκοπική δομή του, τη χημική σύστασή του, καθώς και στα σφάλματα της δομής του ξύλου, π.χ. ρόζοι, ραγάδες, στρεψοϊνία κ.α. Παρέχονται επίσης πληροφορίες που αφορούν στην ονοματολογία και την αναγνώριση των σπουδαιότερων ειδών ξύλου (κωνοφόρα-πλατύφυλλα), τα οποία χρησιμοποιούνται στην ελληνική αγορά, καθώς και τεχνικές πληροφορίες για τα κυριότερα τροπικά είδη ξύλου.

Η εμβάθυνση της γνώσης του φοιτητή ή του οποιοδήποτε τελικού χρήστη (επαγγελματία, τεχνολόγου, μηχανικού, σχεδιαστή, αρχιτέκτονα) γύρω από το ξύλο είναι απαραίτητη τόσο από επιστημονικής και τεχνικής άποψης αλλά κυρίως και από πρακτική άποψη. Κι αυτό, διότι όλες οι ξύλινες κατασκευές (εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου), έπιπλα ή/και ξύλινες δημιουργίες που συναντάμε καθημερινά γύρω μας δείχνουν τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ της δομής του ξύλου, των ιδιοτήτων του και των δυνατοτήτων του ως υλικού επιπλοποιίας ή κατασκευαστικού υλικού.

Ο υπογράφων το παρόν



Καθ. Γεώργιος Ι. Μαντάνης
Παν/μιο Θεσσαλίας
email: mantanis@uth.gr

Στην πανέμορφη συνοδοιπόρο μου στη ζωή, στη σύζυγό μου Βούλα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ξύλο είναι προϊόν βιολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα δένδρα. Ουσιαστικά το ξύλο ως προϊόν του φαινομένου της *φωτοσύνθεσης* αποτελεί αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας. Από την ηλιακή ενέργεια που φτάνει στη Γη από τον Ήλιο, μέσω της φωτοσύνθεσης (*photosynthesis*) των δένδρων και των φυτών, παράγονται ετησίως περισσότεροι από 200 δισεκατομμύρια τόνοι οργανικής ουσίας (*βιομάζας*). Περίπου 50% αυτής της βιομάζας παράγεται στην ξηρά. Το ξύλο αποτελεί μέρος αυτής της παραγόμενης βιομάζας χωρίς καμία κατανάλωση ενέργειας από τον άνθρωπο. Πρώτες ύλες για την παραγωγή του ξύλου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), που τα δένδρα παραλαμβάνουν από την ατμόσφαιρα και το νερό με τα ανόργανα άλατα που παραλαμβάνουν από το έδαφος. Από άποψη δομής, το ξύλο είναι ένα υλικό που συγκροτείται (δομείται) από *ιστούς ξυλωδών κυττάρων*. Από χημικής άποψης, το ξύλο αποτελείται από τρεις πολύπλοκες πολυμερείς ενώσεις (δομικά συστατικά): την *κυτταρίνη*, τη *λιγνίνη* και τις *ημικυτταρίνες*. Στο ξύλο, ωστόσο, υπάρχουν σε μικρότερη ποσότητα και άλλες ενώσεις (μη δομικά συστατικά) που ονομάζονται *εκχυλίσματα*. Σαν αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια, που παρήχθη κατά τη φωτοσύνθεση, το ξύλο έχει μεγάλη αξία ως πηγή ενέργειας. Αυτή η αξία του βασίζεται κυρίως στη χημική σύστασή του. Τα στοιχεία που αποτελούν το ξύλο είναι ο άνθρακας (C, 48-50%), το οξυγόνο (O_2 , 43-45%) και το υδρογόνο (H_2 , 6%).

Το ξύλο έχει το πλεονέκτημα ότι απαντάται σε όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου και είναι *ανανεώσιμο υλικό (renewable material)*, δηλ. ένα υλικό που ανανεώνεται συνεχώς και ποτέ δεν εξαντλείται, σε αντίθεση με τις ορυκτές πρώτες ύλες (*fossil fuels*), λ.χ. πετρέλαιο, μεταλλεύματα και γαιάνθρακας, που αργά αλλά σταθερά εξαντλούνται στον πλανήτη μας.

Το ξύλο βρίσκεται στην υπηρεσία του ανθρώπου από τότε που αυτός εμφανίσθηκε στη Γη. Το ξύλο έχει βοηθήσει σημαντικά στην επιβίωση του ανθρώπου από την παλαιολιθική εποχή, ενώ έχει συντελέσει αποφασιστικά στην ανάπτυξη του πολιτισμού. Οι βασικές ανάγκες του πρωτόγονου ανθρώπου (καύσιμη ύλη, θέρμανση) καλύφθηκαν από το ξύλο, καθώς και οι μετέπειτα ανάγκες του για στέγαση (καταφύγιο, σπίτι). Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο αριθμός των προϊόντων που παράγονται από το ξύλο με απλή μηχανική ή σύνθετη θερμοχημική μεταποίηση αυξάνεται συνεχώς. Θεωρητικά από το ξύλο είναι δυνατό να παραχθούν όσα προϊόντα παράγονται από το πετρέλαιο. Τα κυριότερα προϊόντα που προέρχονται σήμερα από το

ξύλο είναι τα εξής: καυσόξυλα, ξυλάθρακες, πριστή και δομική ξυλεία, έπιπλα και ξύλινες κατασκευές, αντικολλητά (*plywood*) και καπλαμάδες (*veneers*), μοριοπλάκες, ινοπλάκες (*MDF*), *OSB*, σύνθετη δομική ξυλεία (*glulam, LVL, SCL, PSL*), χαρτί και χαρτοπολλτός, ρητίνη (ρετσίνι), pellets και μπρικέτες ως καύσιμα, αιθέρια έλαια και αρώματα, αιθυλική αλκοόλη, τεχνητές και συνθετικές ίνες (τεχνητό μετάξι), φωτογραφικά φιλμ, σελοφάν, πλαστικά, θερμοπλαστικά (*WPC*), ταννίνες, τερεβινθέλαιο, συνθετικό πετρέλαιο, πυρολυτικό λάδι (*bio-oil*) και ξυλαέριο ως καύσιμα, πίσσα και πισσέλαιο, μεθανόλη, οξικό οξύ, νέα προϊόντα κυτταρίνης (*nanocellulose*), φαρμακευτικά σκευάσματα και αντικαρκινικά φάρμακα, και πολλά άλλα.

Ωστόσο, σε πολλές φτωχές χώρες του κόσμου (Αφρική-Ασία-Λ.Αμερική), το ξύλο κατά μεγάλο ποσοστό (85-90%) εξακολουθεί και σήμερα να αποτελεί τη βασική θερμαντική ύλη και χρησιμοποιείται κατά το πλείστον ως *καυσόξυλο*. Περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής ξύλου χρησιμοποιείται σήμερα ως καύσιμη ύλη (κυρίως καυσόξυλα, ξυλάνθρακες).

Από επιστημονικής άποψης, η αξιοποίηση του ξύλου προϋποθέτει την ακριβή γνώση της δομής του. Ως δομή του ξύλου ουσιαστικά νοείται η *αρχιτεκτονική κατασκευή* του ξύλου. Η κατασκευή αυτή αποτελείται κυρίως από τα *δομικά* συστατικά του (κυτταρίνη, λιγνίνη, ημικυτταρίνες), αλλά και από άλλες *συνοδές* ενώσεις. Η γνώση της δομής του ξύλου είναι απαραίτητη, τόσο από επιστημονικής άποψης, όσο και από πρακτικής άποψης. Κι αυτό γιατί η ακριβής γνώση της δομής του ξύλου βοηθά το νέο επιστήμονα ή τεχνολόγο ή σχεδιαστή επίπλου, ή επαγγελματία, να καταλάβει τη συμπεριφορά του ξύλου ως υλικού. Γιατί απλά οι κατασκευές του ξύλου που συναντάμε καθημερινά γύρω μας δείχνουν τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ της δομής του ξύλου, των ιδιοτήτων του και των δυνατοτήτων του ως υλικό επιπλοποιίας, κατασκευαστικό υλικό ή δομικό υλικό. Η επιλογή του κατάλληλου είδους ξύλου για μία συγκεκριμένη χρήση (λ.χ. έπιπλο) προϋποθέτει ασφαλώς την παραπάνω γνώση. Επιπρόσθετα, η γνώση της δομής του ξύλου και η δυνατότητα αναγνώρισης των διαφορετικών ειδών ξύλου (λ.χ. πεύκη, ελάτη, οξιά, καστανιά, κ.α.), που μπορεί να γίνει μόνο μετά από γνώση των *μακροσκοπικών, μικροσκοπικών* και *φυσικών χαρακτηριστικών* του είναι πολύτιμη, αφού δεν έχει μόνον επιστημονική σημασία. Μπορεί συνάμα, ή ανεξάρτητα, να έχει εμπορική ή οικονομική σημασία για τις βιοτεχνίες ή βιομηχανίες του κλάδου ξύλου και επίπλου, ιστορική σημασία σε επιστήμες όπως η αρχαιολογία, η παλαιοντολογία και η δενδροκλιματολογία, ή ακόμα και *τεχνική* σημασία για μηχανικούς ή αρχιτέκτονες που χρησιμοποιούν το ξύλο ως κατασκευαστικό ή δομικό υλικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του ξύλου είναι τα στοιχεία δομής του κορμού στα δένδρα⁽¹⁾ (Εικ. 1Α), που είναι ορατά με γυμνό μάτι ή με απλό μεγεθυντικό φακό. Η εμφάνιση των μακροσκοπικών χαρακτηριστικών διαφέρει στις διάφορες τομές του ξύλου ως προς τον κατακόρυφο άξονα του κορμού. Οι τρεις (3) βασικές τομές του ξύλου ονομάζονται αντίστοιχα: **εγκάρσια**, **ακτινική** και **εφαπτομενική** τομή και φαίνονται χαρακτηριστικά στις Εικ. 1Β, 1Γ. Η εγκάρσια τομή (*cross section*) τέμνει κάθετα τον κύριο άξονα του κορμού. Η ακτινική τομή (*radial section*) διέρχεται από το κέντρο του κορμού, που λέγεται *εντεριώνη*. Η εφαπτομενική τομή (*tangential section*) προκύπτει από τομή εφαπτομενικά στους *αυξητικούς δακτύλιους* (κύκλους) του κορμού. Η εφαπτομενική και η ακτινική τομή είναι κατά μήκος τομές. Η ακτινική λέγεται και «*ισόβενη*». Η εφαπτομενική τομή εκτείνεται συνήθως σε μικρή έκταση, ενώ τα χαρακτηριστικά της είναι περισσότερο έντονα, βλ. «*παραβολές*» (Εικ. 1Γ), όσο απομακρυνόμαστε από την εντεριώνη. Λέγεται και «*φαρδύβενη*».

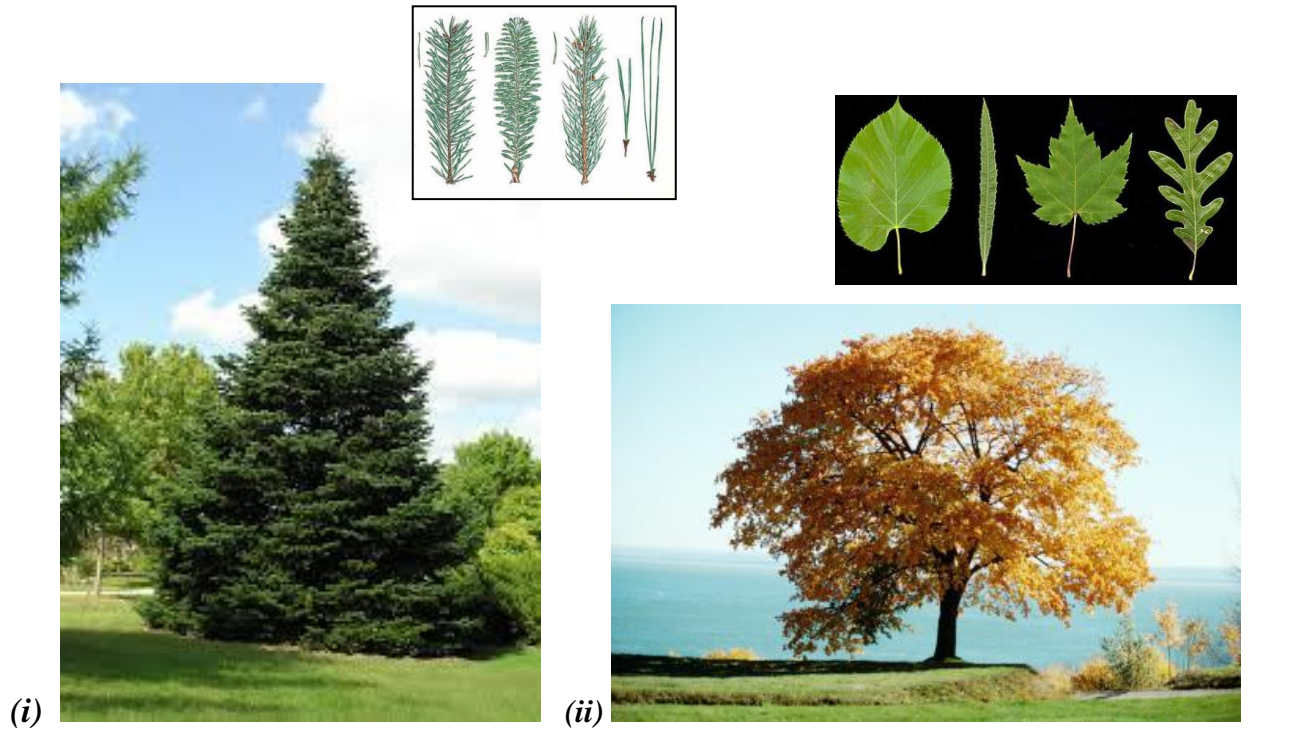
Η μακροσκοπική εμφάνιση του ξύλου, όπως μελετάται στα επόμενα κεφάλαια, αφορά ξύλο με κανονική δομή. Ξύλο με μη τυπική (*ακανόνιστη*) δομή έχει διαφορετική μακροσκοπική και μικροσκοπική εμφάνιση και θα παρουσιαστεί εκτεταμένα στο Κεφ. 9.

Χαρακτηριστικά εγκάρσιας τομής

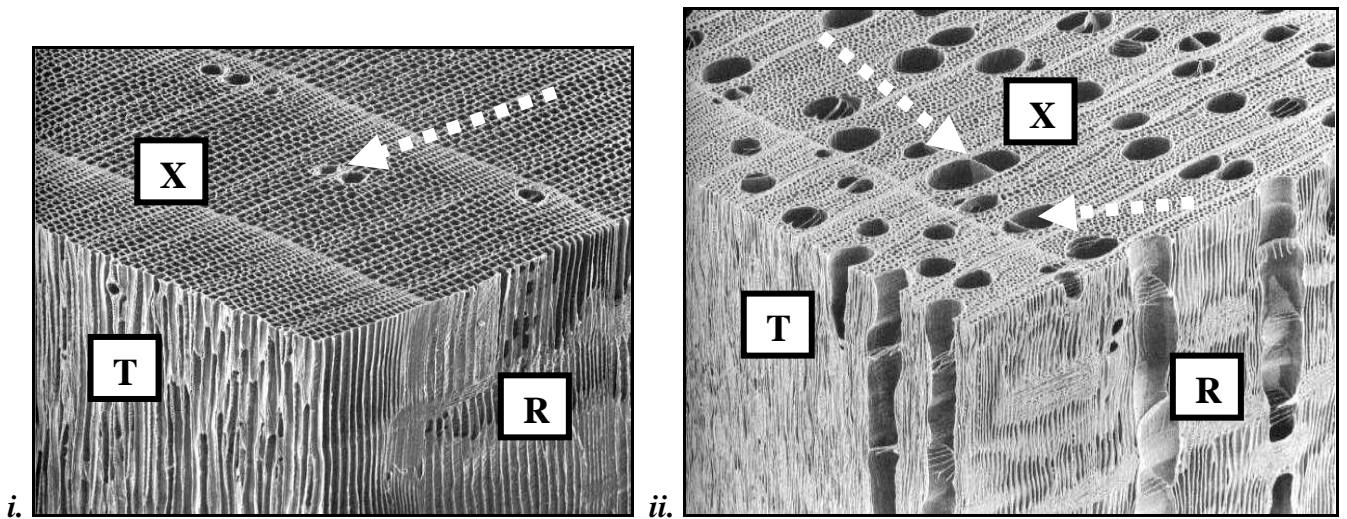
Στην εγκάρσια τομή διακρίνουμε από το κέντρο του κορμού προς την περιφέρεια, την **εντεριώνη**, το **ξύλο** (ή ξύλωμα) και το **φλοιό** (Εικ. 2Α). Η εντεριώνη στο ξύλο *κωνοφόρων* είναι μικρή, συνήθως κυκλικής διατομής και σκοτεινότερου χρώματος από το ξύλο. Στο ξύλο *πλατυφύλλων* παρατηρούνται διαφορές. Στη δρυ η εντεριώνη είναι αστεροειδής, στην οξιά είναι τριγωνική, στο φράξο και το σφενδάμι είναι ελλειψοειδής και στην καρδιά είναι κυκλική.

⁽¹⁾ **Κωνοφόρα δένδρα** από βοτανικής άποψης ονομάζονται τα είδη που φέρουν «*κώνους*» και ανήκουν στην κλάση *Γυμνόσπερμα*. Τυπικά τέτοια είδη είναι τα πεύκα, η ελάτη, η ερυθρελάτη, το κυπαρίσσι, η ψευδοτσούγκα, ο ίταμος, ο άρκευθος, η λάρικα, ο κέδρος και άλλα.

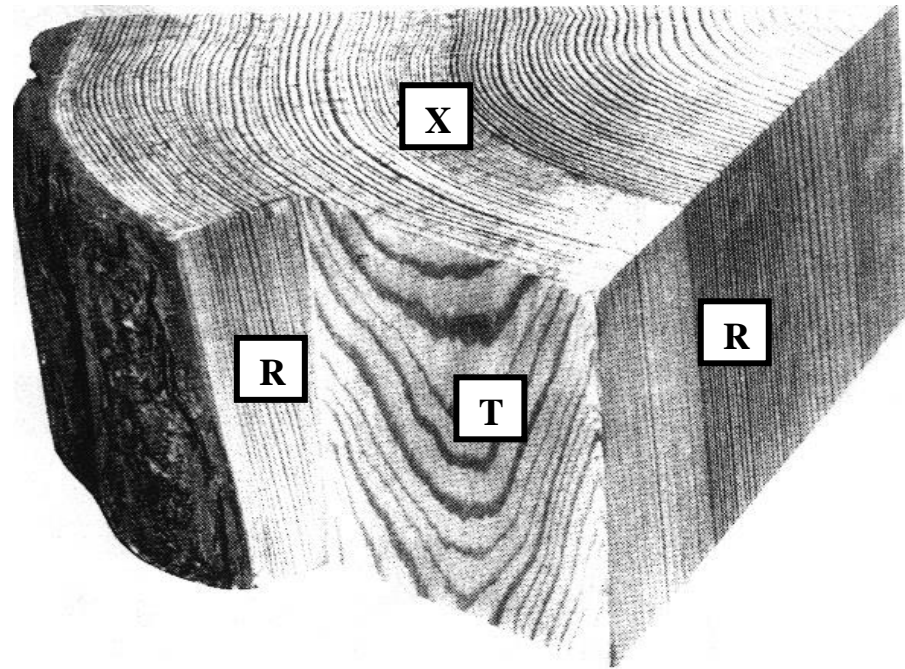
Πλατύφυλλα δένδρα από βοτανικής άποψης ονομάζονται τα είδη που φέρουν «*πλατιά φύλλα*» και που ανήκουν στην κλάση *Αγγειόσπερμα*. Τυπικά τέτοια είδη είναι οι δρύες, η καστανιά, η οξιά, το πλατάνι, η λεύκη, το σφενδάμι, η φτελιά, η ακακία, η ελιά, το φλαμούρι, ο ευκάλυπτος, η ιτιά, η σημύδα, ο φράξος και πολλά άλλα. Πέρα από τη βοτανική διαφορά τους, τα είδη ξύλου των παραπάνω δύο κλάσεων δένδρων διαφέρουν σημαντικά: (i) στα ανατομικά κυτταρικά στοιχεία τους (*κύτταρα*) και (ii) στη χημική σύνθεσή τους.



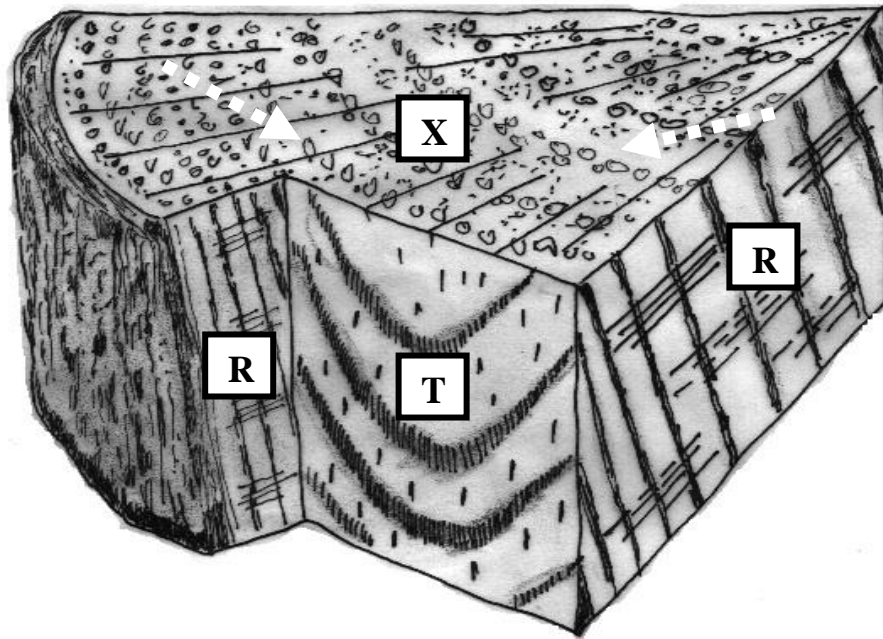
ΕΙΚ. 1Α. Τυπική εξωτερική εμφάνιση κωνοφόρου (i), και πλατύφυλλου δέντρου (ii) & φύλλων τους.



ΕΙΚ. 1Β. Μικροσκοπική όψη των τομών ξύλου σε κωνοφόρο (i), και πλατύφυλλο είδος (ii).
 (X): Εγκάρσια τομή (κωνοφόρου & πλατύφυλλου) ξύλου, χωρίς ή με πόρους (βέλη). Στο κωνοφόρο ξύλο μπορεί να υπάρχουν ρητινοφόροι αγωγοί (βέλος) ή όχι.
 (R): Ακτινική τομή κωνοφόρου (αριστερή εικόνα), και πλατύφυλλου είδους (δεξιά εικόνα).
 (T): Εφαπτομενική τομή κωνοφόρου ξύλου (*Picea* sp.), και πλατύφυλλου ξύλου (*Betula* sp.).



(i)

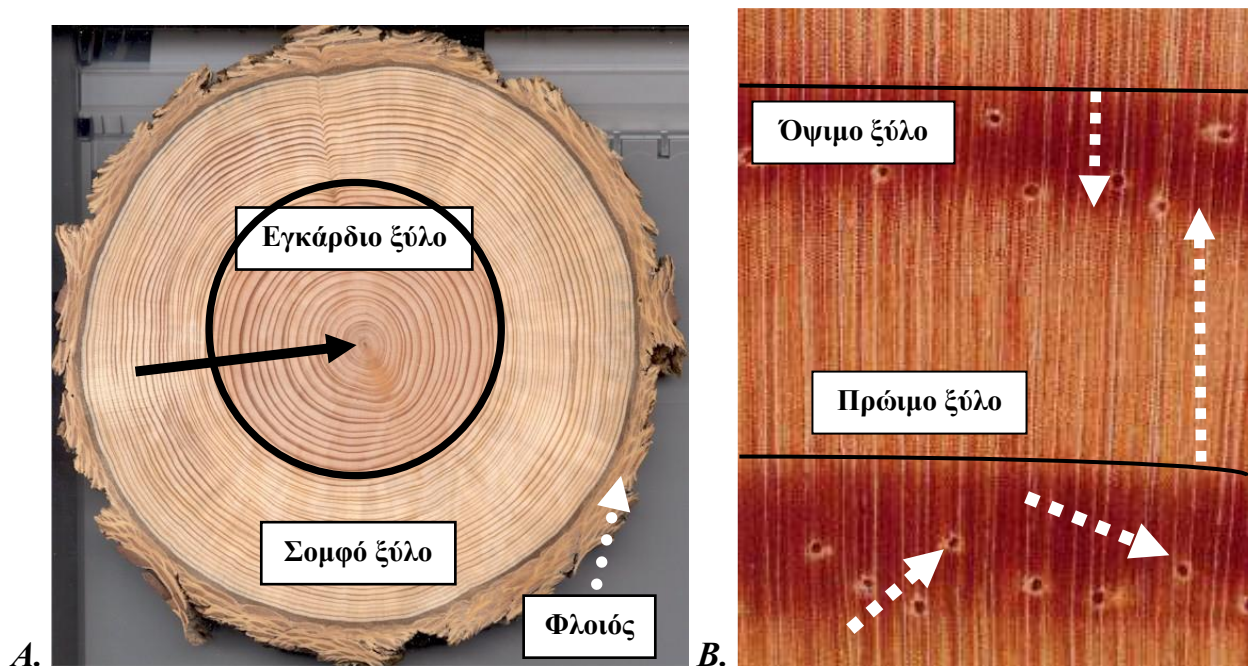


(ii)

ΕΙΚ. 1Γ. Μακροσκοπική όψη των τομών ξύλου σε κωνοφόρο (i), και πλατύφυλλο είδος (ii).
 (X): Εγκάρσια τομή κωνοφόρου & πλατύφυλλου ξύλου, χωρίς πόρους (στα κωνοφόρα), και πάντα με πόρους (βλ. βέλη) στα πλατύφυλλα ξύλα. Οι πόροι μπορεί να έχουν κάποια διάταξη (βλ. Εικ. 3).
 (R): Ακτινική τομή κωνοφόρου (i) και πλατύφυλλου (ii) ξύλου. Είναι σαν «παράλληλες γραμμές».
 (T): Εφαπτομενική τομή κωνοφόρου ξύλου (i) και πλατύφυλλου ξύλου (ii). Οι σχηματισμοί είναι σαν γεωμετρικές «παραβολές» και ονομάζονται εφαπτομενικές τομές ή «φαρδύβεννα νερά».

Στο ξύλο είναι χαρακτηριστική η παρουσία *ομόκεντρων στρώσεων* που ονομάζονται **αυξητικοί δακτύλιοι** (Εικ. 2Α, 2Β). Η παρουσία τους οφείλεται στο μηχανισμό αύξησης των δένδρων. Τα δένδρα αυξάνουν με απόθεση επάλληλων μανδύων ξύλου. Σε κάθε αυξητική περίοδο στην εύκρατη ζώνη, δηλ. σε ένα έτος, αποτίθεται ένας μανδύας. Πολλές φορές λόγω εναλλαγής των καιρικών συνθηκών στην ίδια αυξητική περίοδο είναι δυνατό να σχηματισθούν περισσότεροι του ενός μανδύες (*ψευδείς δακτύλιοι*). Μετρώντας τον αριθμό των κανονικών αυξητικών δακτυλίων στη βάση ενός δένδρου είναι δυνατό να εκτιμήσουμε την ηλικία του δένδρου (Εικ. 2Α).

Ωστόσο, η εκτίμηση της ηλικίας τροπικών ξύλων (*tropical woods*) με την εν λόγω μέθοδο δεν είναι εφικτή, διότι δεν διακρίνονται καθαρά οι αυξητικοί δακτύλιοι, ή είναι διπλοί και τριπλοί.



ΕΙΚ. 2. (Α) Μακροσκοπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής του ξύλου κωνοφόρων, βλ. εντεριώνη (άκρη βέλους), εγκάρδιο & σομφό ξύλο, αυξητικοί δακτύλιοι, φλοιός (Β) Μικροσκοπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής του ξύλου κωνοφόρων (*πεύκο*), βλ. αυξητικός δακτύλιος (γραμμές), πρώιμο & όψιμο, ρητινοφόροι αγωγοί (βέλη).

Σε κάθε αυξητικό δακτύλιο το ξύλο που παράγεται στην αρχή της αυξητικής περιόδου, δηλαδή την άνοιξη, ονομάζεται **πρώιμο** ή *εαρινό ξύλο* (*earlywood*), ενώ το ξύλο που παράγεται το καλοκαίρι ονομάζεται **όψιμο** ή *θερινό ξύλο* (*latewood*). Στα περισσότερα είδη υπάρχουν

διαφορές μεταξύ του πρώιμου και του όψιμου ξύλου ως προς την πυκνότητα, το χρώμα, τη δομή και άλλα χαρακτηριστικά. Στα κωνοφόρα, το όψιμο ξύλο είναι πυκνότερο και σκοτεινότερου χρώματος από το πρώιμο ξύλο (βλ. Εικ. 2B), ενώ στα πλατύφυλλα είναι χαρακτηριστική η παρουσία μικρών οπών (βλ. *αγγεία*) στην εγκάρσια επιφάνεια, που λέγονται **πόροι** (Εικ. 3).

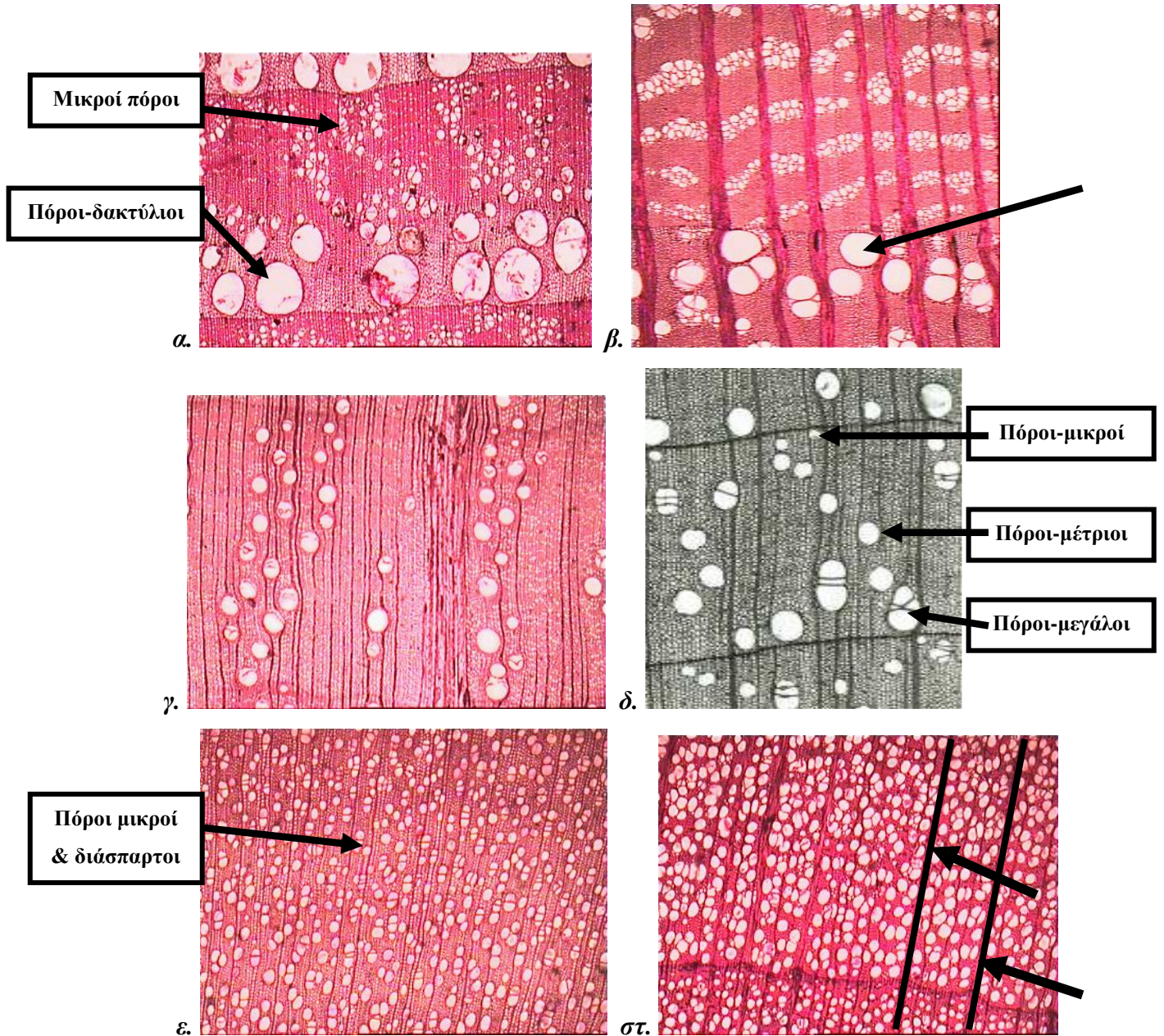
Με βάση το μέγεθος και τη διάταξη των πόρων εντός του αυξητικού δακτυλίου τα πλατύφυλλα χωρίζονται σε: **δακτυλιόπορα** και **διασπορόπορα**. Στα δακτυλιόπορα, οι πόροι στο πρώιμο ξύλο είναι μεγάλοι και διατάσσονται σε μορφή *δακτυλίου* (Εικ. 3α, 3β). Στα διασπορόπορα, οι πόροι έχουν περίπου το ίδιο μέγεθος και είναι ομοιόμορφα διάσπαρτοι (Εικ. 3ε, 3στ) μέσα στον αυξητικό δακτύλιο. Επίσης, υπάρχει και μία τρίτη ενδιάμεση κατηγορία στα πλατύφυλλα, τα **ημιδιασπορόπορα** που έχουν πόρους ποικίλλου μεγέθους και διάταξης (Εικ. 3γ, 3δ).

Το πλάτος των αυξητικών δακτυλίων εξαρτάται από την ηλικία του δένδρου, τις συνθήκες αύξησης και από κληρονομικούς παράγοντες. Όσο μεγαλώνει η ηλικία του δένδρου, τόσο στενότεροι γίνονται οι αυξητικοί ή ετήσιοι δακτύλιοι. Οι καλύτερες κλιματεδαφικές συνθήκες ευνοούν την αύξηση του δένδρου και συνεπώς την παραγωγή δακτυλίων μεγάλου πλάτους. Ορισμένα υβρίδια (π.χ. κλώνοι λεύκης) αυξάνουν ταχύτερα για γενετικούς λόγους.

Το πλάτος των αυξητικών δακτυλίων σε ορισμένες περιπτώσεις έχει στενή σχέση με τις κλιματικές συνθήκες και κυρίως με το *ύψος βροχής* στις ξηρές περιοχές και το *ύψος της θερμοκρασίας* στα υψηλά όρη. Η σχέση αυτή αποτελεί τη βάση της επιστήμης της *δενδροχρονολογίας* με την οποία είναι δυνατό να καθοριστούν οι κλιματικές συνθήκες παλαιών εποχών από τη μελέτη των αυξητικών δακτυλίων δένδρων πολύ μεγάλης ηλικίας.

Καθώς αυξάνεται η ηλικία του δένδρου, οι παλαιότεροι αυξητικοί δακτύλιοι σταδιακά παύουν να λαμβάνουν μέρος στη διακίνηση και αποθήκευση των τροφών. Η διαφοροποίηση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα διάφορες μεταβολές στη δομή και στη χημική σύσταση του ξύλου και σε ορισμένες περιπτώσεις συνοδεύεται και από αλλαγή του χρώματος. Με βάση τη λειτουργική αυτή διαφοροποίηση, το κεντρικό τμήμα του κορμού ονομάζεται **εγκάρδιο ξύλο** (*heartwood*) και αυτό που το περιβάλλει και έχει συνήθως ανοιχτότερο χρώμα, **σομφό ξύλο** (*sapwood*) (Εικ. 2Α). Δασικά είδη που έχουν εγκάρδιο ξύλο με σκουρότερο χρώμα από το σομφό είναι, από τα κωνοφόρα, τα πεύκα, το κυπαρίσσι, ο ίταμος, ο κέδρος, και από τα πλατύφυλλα, οι δρύες, η

καστανιά, η φτελιά, ο φράξος, η καρυδιά, η οξιά που σχηματίζει και το ερυθρό (κοκκινωπό) εγκάρδιο.



ΕΙΚ. 3. Εγκάρσιες επιφάνειες (τομές) ξύλου των πλατυφύλλων ειδών.
 (α, β): Δακτυλιόπορα είδη (καστανιά - φτελιά)
 (γ, δ): Ημιδιασπορόπορα είδη (πυρναίρι - καρυδιά)
 (ε, στ): Διασπορόπορα είδη (λεύκη - οξιά)

Άλλα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του ξύλου που διακρίνονται στην εγκάρσια τομή είναι οι ακτίνες (Εικ. 3στ, βλ. βέλη) και οι ρητινοφόροι αγωγοί (Εικ. 2Β, κάτω βέλη). Οι ακτίνες

διακρίνονται σαν γραμμές ποικίλου πάχους με κατεύθυνση από την εντεριόνη προς το φλοιό. Οι ακτίνες παίζουν σημαντικό ρόλο στα ζωντανά δένδρα (βλ. κυκλοφορία βιοχημικών ουσιών, αποθήκευση θρεπτικών). Πλατιές ακτίνες που διακρίνονται με γυμνό μάτι έχουν ορισμένα πλατύφυλλα (δρύες, οξιά, πλατάνι), ενώ στα κωνοφόρα και σε ορισμένα πλατύφυλλα (π.χ. καστανιά, λεύκη), οι ακτίνες είναι πολύ λεπτές και μη ορατές με γυμνό μάτι.

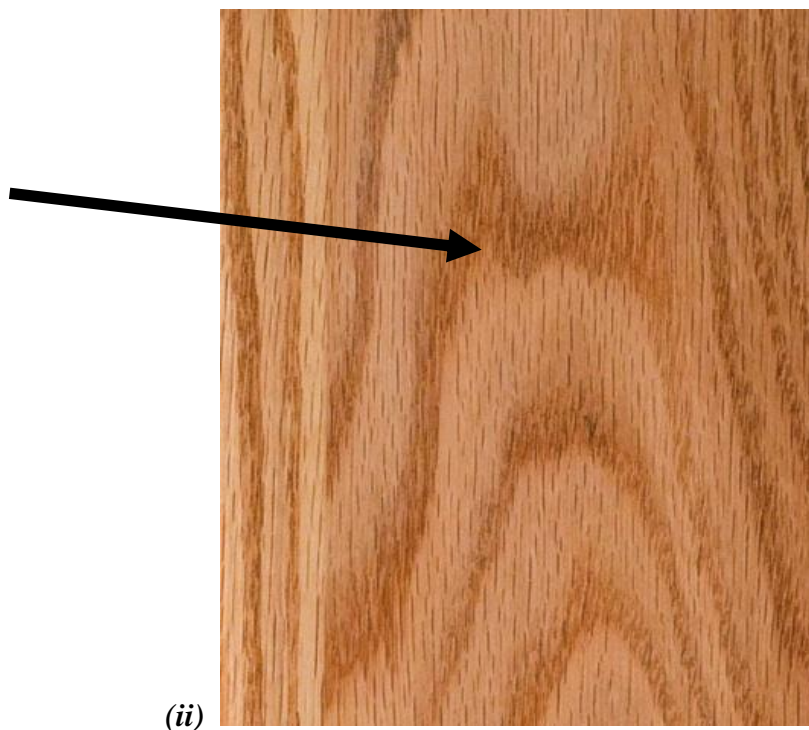
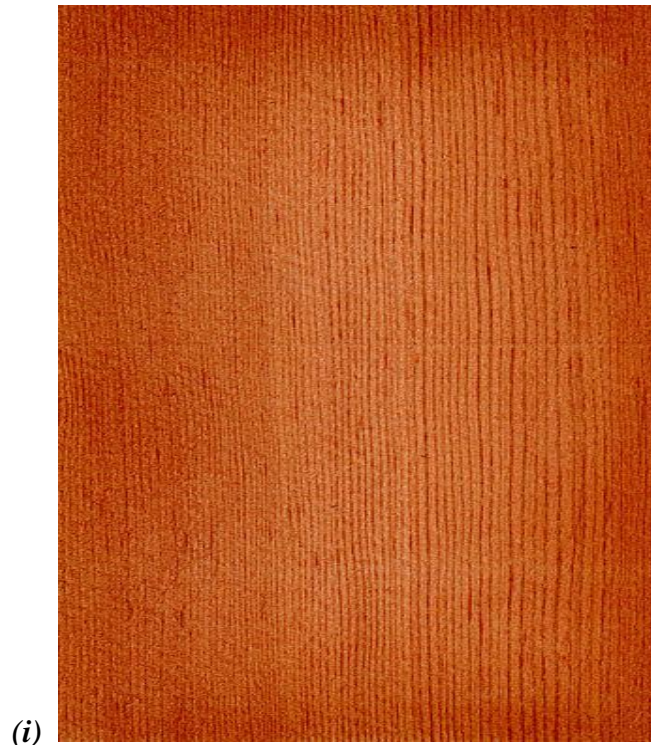
Οι ρητινοφόροι αγωγοί **δεν** βρίσκονται σε όλα τα κωνοφόρα ξύλα. Εμφανίζονται βέβαια σαν μικρά στίγματα (ή οπές) στην εγκάρσια τομή ορισμένων κωνοφόρων, κυρίως των πεύκων (χαλέπιος, τραχεία, μαύρη, λευκόδερμη πεύκη κ.α.), ερυθρελάτης, ψευδοτσούγκας (Εικ. 2B), αλλά όχι πάντα σε όλα τα είδη (π.χ. το έλατο δεν έχει ρητινοφόρους αγωγούς).

Μεταξύ του ξύλου (δηλ. σομού) και του φλοιού υπάρχει το *κάμβιο (cambium)*, το οποίο είναι ένας *μεριστικός ιστός* που με διαίρεση των κυττάρων του παράγει νέο ξύλο και φλοιό. Το κάμβιο είναι ορατό μόνο με το μικροσκόπιο.

Ο φλοιός βρίσκεται στο εξωτερικό μέρος του κορμού και των κλαδιών και αντιπροσωπεύει το 5-10% του συνολικού όγκου του δένδρου. Διακρίνεται σε **εσωτερικό φλοιό** και **εξωτερικό φλοιό**. Ο εσωτερικός φλοιός (*inner bark*) είναι στενότερος, έχει ανοικτότερο χρώμα και είναι χυμώδης. Αποστολή του στο δένδρο είναι να μεταφέρει ουσίες (βλ. *σάκχαρα*) από τα φύλλα προς τις ρίζες. Ο εξωτερικός φλοιός (*outer bark*) είναι πιο παχύς, ξερός και έχει σκοτεινότερο χρώμα. Ο εξωτερικός φλοιός έχει ως αποστολή να προστατεύει το ζωντανό δένδρο, κυρίως να μειώνει την *εξάτμιση (απώλεια) ύδατος* προς το περιβάλλον. Γενικά, η εμφάνιση του εξωτερικού φλοιού κάθε δένδρου είναι χαρακτηριστική και έχει διαγνωστική σημασία.

Χαρακτηριστικά ακτινικής τομής

Στην ακτινική τομή το εγκάρδιο και το σομό ξύλο, οι αυξητικοί δακτύλιοι, το πρώιμο και το όψιμο ξύλο και η εντεριόνη εμφανίζονται σαν επιμήκεις γραμμές (Εικ. 3A, i). Οι πόροι των πλατυφύλλων και οι ρητινοφόροι αγωγοί των κωνοφόρων εμφανίζονται σαν λεπτές επιμήκεις γραμμές ή σαν πολύ μικρές αυλακώσεις. Οι ακτίνες εμφανίζονται σαν ακανόνιστες κηλίδες (Εικ. 1Γ). Στις δρύες, οι ακτίνες σε ακτινική τομή δημιουργούν χαρακτηριστική σχεδίαση που είναι γνωστή σαν *χρυσάλιδα* (Εικ. 4A). Χαρακτηριστική είναι επίσης και η ακτινική τομή του της οξιάς που μοιάζει σαν *βροχή* (Εικ. 4Γ).



ΕΙΚ. 3Α. Χαρακτηριστικές εμφανίσεις ξύλου: σε ακτινική τομή (i) ψευδοτσούγκας (*Oregon pine*), και σε εφαπτομενική τομή (ii) κόκκινης δρυός (*Quercus rubra*).

Χαρακτηριστικά εφαπτομενικής τομής

Στην εφαπτομενική τομή, το πρώιμο και όψιμο ξύλο παρουσιάζουν μία *παραβολοειδή σχεδίαση*, όταν υπάρχει διαφορά χρώματος μεταξύ τους (Εικ. 1Γ, 4Δ). Επίσης, οι ακτίνες παρουσιάζονται σαν (ατρακτοειδείς) *επιμήκεις γραμμές* (Εικ. 1Γ), ενώ οι πόροι και οι ρητινοφόροι αγωγοί εμφανίζονται όπως και στην ακτινική τομή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στην περιγραφή του ξύλου βοηθούν σημαντικά ορισμένα *φυσικά χαρακτηριστικά*, δηλαδή χαρακτηριστικά που γίνονται «ορατά» με τις αισθήσεις μας (όραση, αφή, οσμή), όπως είναι π.χ. το χρώμα, η οσμή, η γεύση, η υφή, η σχεδίαση, η στιλπνότητα, η σκληρότητα και το βάρος.

Χρώμα

Το *χρώμα* του ξύλου οφείλεται σε οργανικές ουσίες που υπάρχουν μέσα στο ξύλο σε ορισμένους χώρους (κενούς χώρους, κυτταρικές κοιλότητες). Οι ουσίες αυτές ονομάζονται *εκχυλίσματα*, διότι είναι δυνατό να «εκχυλισθούν» και να απομακρυνθούν από το ξύλο με νερό και με οργανικούς *πολικούς* ή *μη πολικούς* διαλύτες (αιθανόλη, ακετόνη, τολουόλιο, αιθέρας).

Το φυσικό χρώμα των ειδών ξύλου ποικίλει από λευκό (λεύκη) μέχρι μαύρο (έβενος). Τα περισσότερα ελληνικά ξύλα έχουν χρώματα σε απόχρωση του καστανού. Το φυσικό χρώμα του ξύλου γίνεται σκοτεινότερο όταν εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα, γιατί οξειδώνονται τα οργανικά συστατικά του. Σε ορισμένα είδη, όπως στη κλήθρα και την ακακία, το χρώμα σκουραίνει αμέσως μετά την υλοτομία του δένδρου.

Τεχνητή μεταβολή του χρώματος του ξύλου μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους, όπως λ.χ. με άτμιση, με βαφή και με λευκαντικές ουσίες. Στη χώρα μας, κυρίως η οξιά, και η καρυδιά συνήθως ατμίζονται για να γίνει σκούρο και ομοιόμορφο το χρώμα τους (βλ. *άτμιση*).

Οσμή

Η *οσμή* (*odour*) οφείλεται στην *πητικότητα* των εκχυλισμάτων που βρίσκονται κυρίως στο εγκάρδιο ξύλο, δηλ. στην εύκολη εξαέρωσή τους. Χαρακτηριστική είναι η αρωματική οσμή του κυπαρισσιού και του άρκευθου (ή «*κέδρου*»), καθώς και η ρητινώδης οσμή της πεύκης (οσμή ρετσινιού).

Η οσμή του ξύλου μπορεί να αποτελεί πλεονέκτημα ή μειονέκτημα ανάλογα με το προϊόν που θα παραχθεί από αυτό και την τελική χρήση ή εφαρμογή του στην πράξη. Όταν το ξύλο προσβληθεί από μύκητες και αποσυντεθεί αποκτά πολύ δυσάρεστη οσμή.

Γεύση

Η *γεύση* του ξύλου επίσης οφείλεται σε πτητικές ουσίες (εκχυλίσματα) διαφορετικής κατηγορίας. Ξύλα που περιέχουν ταννίνες (λ.χ. καστανιά, δρυς, ακακία) έχουν πικρή γεύση.

Υφή

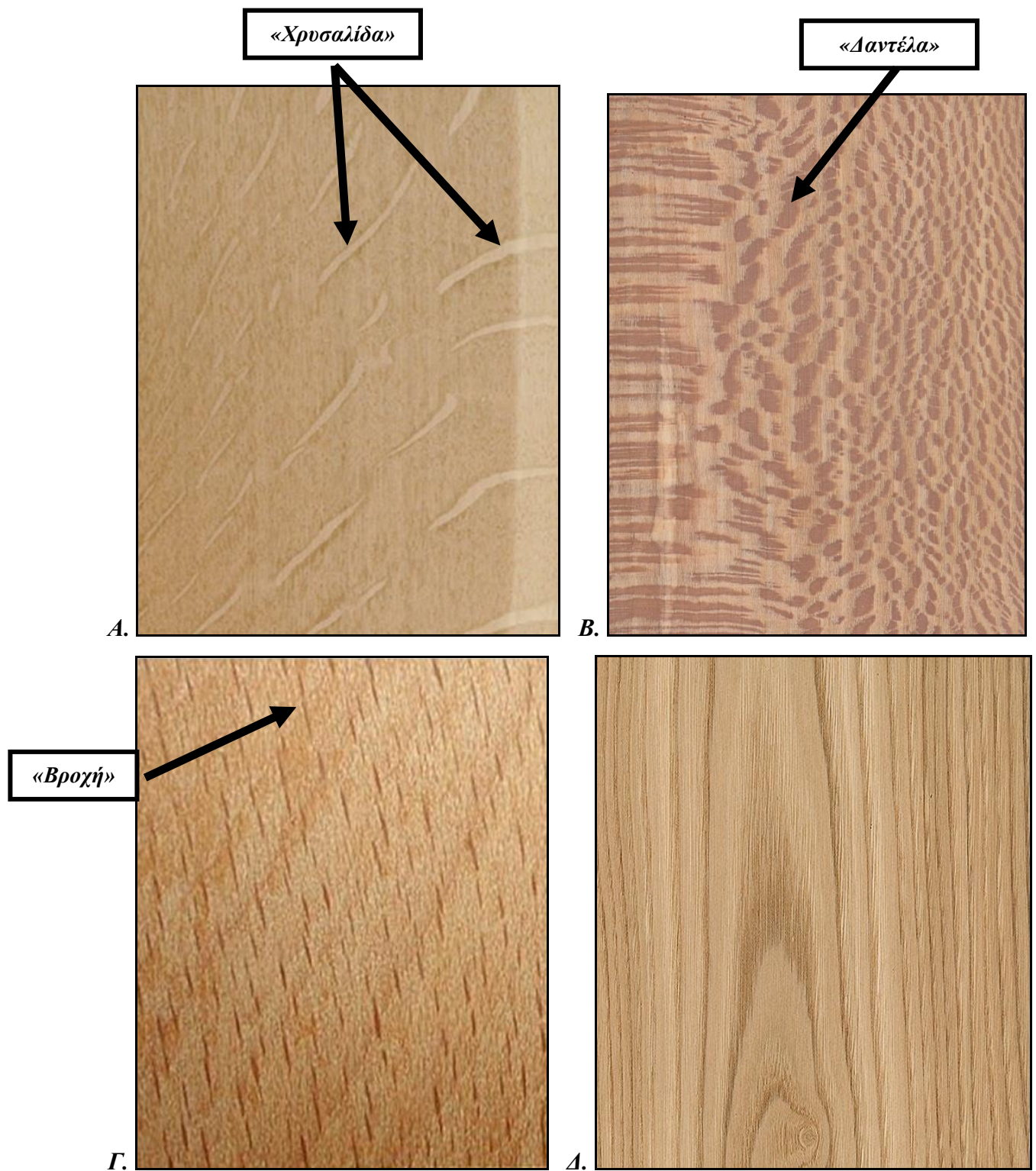
Ο όρος *υφή* αναφέρεται στις διαφορές δομής, όπως αυτές εμφανίζονται στην εγκάρσια τομή (*σόκορο*) του ξύλου. Οι διαφορές αυτές αναφέρονται στο μέγεθος των κυττάρων και στην κατανομή των κυττάρων στο πρώιμο και όψιμο ξύλο και στις διαφορές πυκνότητας μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου. Η υφή διακρίνεται σε: (α) *τραχεία*, όταν έχουμε μεγάλη διάμετρο κυττάρων (πορώδες ή χονδρόπορο ξύλο), (β) *λεπτή*, όταν έχουμε μικρές διαμέτρους κυττάρων (λεπτόπορο ξύλο), (γ) *ομοιόμορφη*, όταν τα κύτταρα κατανέμονται ομοιόμορφα μέσα στον ετήσιο δακτύλιο, όπως συμβαίνει με τα διασπορόπορα ξύλα με λεπτές ακτίνες, και (δ) *ανομοιόμορφη*, όταν τα κύτταρα κατανέμονται ανομοιόμορφα μέσα στον ετήσιο δακτύλιο, όπως συμβαίνει στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα με πλατιές ακτίνες και σε κωνοφόρα με απότομη μετάβαση από το πρώιμο στο όψιμο ξύλο.

Σχεδίαση

Η *κατανομή* των μακροσκοπικών χαρακτηριστικών (εγκάρδιο/σομφό, αυξητικοί δακτύλιοι, πρώιμο/όψιμο, ακτίνες) του ξύλου στην ακτινική τομή και στην εφαπτομενική τομή του ονομάζεται *σχεδίαση*. Η σχεδίαση των ακτινικών τομών («*ισόβεννα νερά*») συνήθως είναι πιο ελκυστική και για το λόγο αυτό επιδιώκεται η δημιουργία τέτοιων τομών κατά την παραγωγή λεπτών ξυλόφυλλων (Εικ. 4Α, 4Γ) που χρησιμοποιούνται ως διακοσμητικά. Σε ορισμένα είδη προτιμάται και η σχεδίαση της εφαπτομενικής τομής («*φαρδύβεννα νερά*»), όπως λ.χ. στο φράξο (*δεσποτάκι*), το σφενδάμι, τη φτελιά (*καραγάτσι*), την καστανιά (Εικ. 4Δ). Σημειώνεται ότι η έκφραση «*νερά*» είναι συνώνυμη με τον τεχνικό όρο *σχεδίαση* στην ελληνική αγορά.

Στιλπνότητα

Το φυσικό χαρακτηριστικό ορισμένων ειδών να αντανακλούν το φως ονομάζεται *στιλπνότητα*. Είναι η φυσική γυαλάδα τους. Τα ξύλα αυτά έχουν φυσική στιλπνότητα που είναι μεγαλύτερη στην ακτινική τομή λόγω της εμφάνισης των ακτίνων. Αυτός είναι ένας επιπρόσθετος λόγος για τον οποίο τα διακοσμητικά ξυλόφυλλα, οι ξυλεπενδύσεις και τα παρκέτα επιδιώκεται να έχουν ακτινικές τομές. Η στιλπνότητα επηρεάζεται και από τη γωνία φωτισμού.



ΕΙΚ. 4. Σχεδίαση του ξύλου («νερά» του ξύλου), εφαπτομενική ή ακτινική.

A: Ακτινική τομή δρυός (oak), γνωστή ως «χρυσάλιδα».

B: Ακτινική τομή πλατανιού (lacewood), γνωστή ως «δαντέλα».

Γ: Ακτινική τομή οξιάς (beech), γνωστή ως «βροχή».

Δ: Εφαπτομενική (χαρακτηριστική) τομή καστανιάς (chestnut).

Φυσική στιλπνότητα έχουν τα είδη ξύλου της ερυθρελάτης, του φράξου (*κν. δεσποτάκι*), του πλατανιού, της ελάτης, της φιλύρας (*κν. φλαμούρι*), της λεύκης κ.ά.

Σκληρότητα

Σκληρότητα είναι ένα φυσικό χαρακτηριστικό που δείχνει πόσο σκληρό ή μαλακό είναι το ξύλο. Όταν χρησιμοποιείται για διαγνωστικούς λόγους, τότε η εκτίμηση της σκληρότητας μπορεί να γίνει κατά προσέγγιση με πίεση του ξύλου με το νύχι μας. Τυπικά, η σκληρότητα (*hardness*) του ξύλου είναι *μηχανική* ιδιότητα και προσδιορίζεται με ειδικές μεθόδους στο εργαστήριο.

Βάρος

Το *βάρος* είναι ιδιότητα σημαντική που επιστημονικά είναι μετρήσιμη ως *πυκνότητα* (*density*), αφού δείχνει την ποσότητα της ξυλώδους μάζας που περικλείεται στη μονάδα του όγκου. Συνήθως μετριέται σε *ξηρή στον αέρα* κατάσταση (υγρασία, 12-15%). Το βάρος αποτελεί επίσης διαγνωστικό (φυσικό) χαρακτηριστικό του ξύλου. Για την αναγνώριση των διαφόρων ειδών χρησιμοποιείται το βάρος του ξύλου σαν βασικό κριτήριο. Η εκτίμηση γίνεται με απλή ανύψωση με το χέρι και απαιτεί σχετική εμπειρία. Βέβαια πρέπει πάντοτε να λαμβάνουμε υπόψη εάν το ξύλο είναι εγκάρδιο ή σομόφο, καθώς και την περιεκτικότητά του σε υγρασία. Πάντα πρώτη ενέργειά μας πρέπει να είναι η εκτίμηση του βάρους ενός δείγματος.

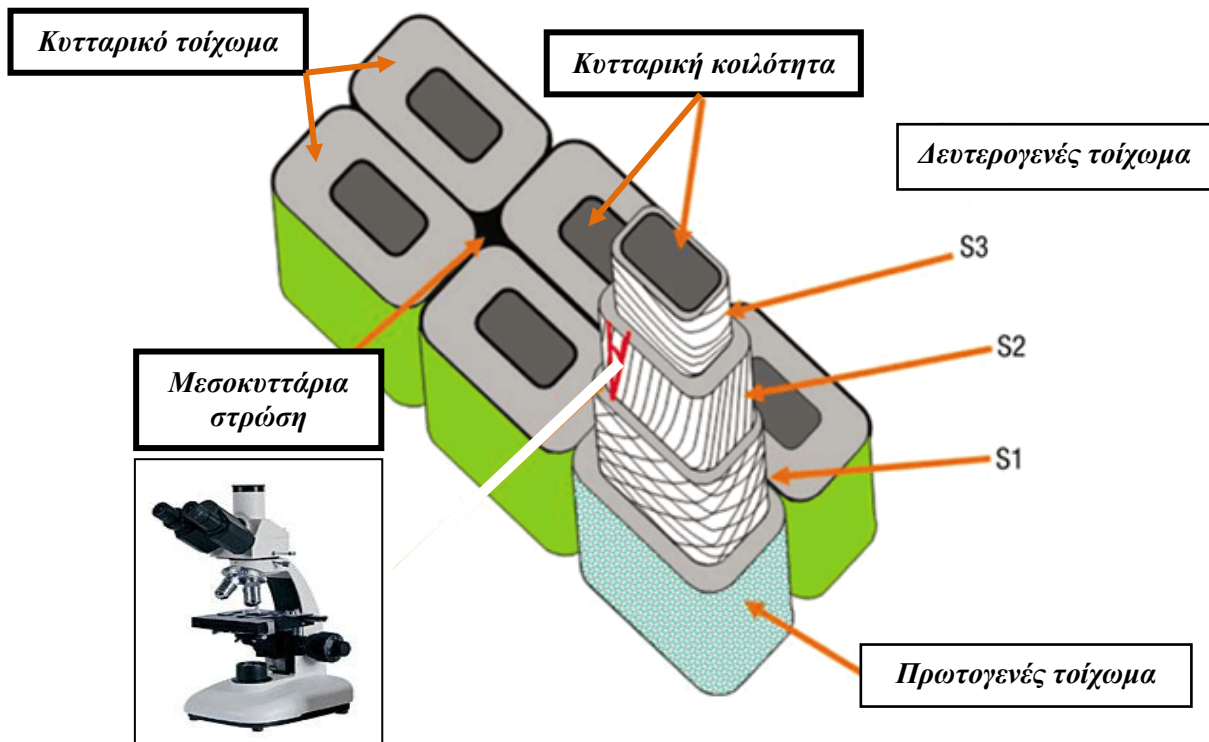
Τα ελληνικά είδη ξύλου έχουν *βάρος* που κυμαίνεται από περ. 0,30 έως 0,90 g/cm³, σε υγρασία 12% περίπου. Γενικά, από όλα τα είδη ξύλου παγκοσμίως το ελαφρύτερο ξύλο είναι το *Ochroma lagopus* (Balsa) με πυκνότητα 0,08-0,10 g/cm³ και το βαρύτερο είδος είναι το Black Ironwood (*Krugiodendron ferreum*) με πυκνότητα 1,36 g/cm³. Εξίσου εξαιρετικά βαριά είναι και τα είδη ξύλου: Itin (*Prosopis kuntzei*), African Blackwood (*Dalbergia melanoxylon*) και το Lignum Vitae (*Guaiacum officinale*).

Τα είδη ξύλου που η πυκνότητά τους είναι μεγαλύτερη της μονάδας (>1 g/cm³) βυθίζονται μέσα στο νερό· είναι είδη που είναι πολύ σκληρά *σαν σίδερο*, και λέγονται στο εμπόριο *σιδηρόξυλα* (*iron woods*). Τέτοια σιδηρόξυλα (εκτός από τα προαναφερθέντα) είναι και τα τροπικά είδη Iπέ, Snakewood, Verawood, Kingwood, Desert Ironwood, Quebracho, Azobé (Ekki).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Εάν παρατηρήσουμε το ξύλο στο μικροσκόπιο θα δούμε ότι αποτελείται από μικρές μονάδες που ονομάζονται *κύτταρα*. Τα κύτταρα από τα οποία δομείται το ξύλο λέγονται *ξυλώδη κύτταρα*. Η πρώτη παρατήρηση κυττάρων φελλού (φλοιού δρυός) στο μικροσκόπιο έγινε το 1665 από τον ερευνητή εκείνης της πρώιμης εποχής, Robert Hooke (Αγγλία).

Τα κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους κατά διαφόρους τρόπους και συγκροτούν τους *ιστούς* του ξύλου. Όπως θα δούμε παρακάτω υπάρχουν διάφοροι τύποι κυττάρων. Τα κύτταρα ξύλου κωνοφόρων διαφέρουν ως προς τη γενική μορφολογία από τα κύτταρα των πλατυφύλλων. Τα περισσότερα κύτταρα είναι επιμήκη και έχουν το μεγάλο τους άξονα παράλληλο προς τον άξονα του κορμού, με εξαίρεση τα κύτταρα των ακτίνων που κατευθύνονται από την εντεριόνη προς το φλοιό. Σε κάθε κύτταρο διακρίνεται η **κυτταρική κοιλότητα** και το **κυτταρικό τοίχωμα** (Εικ. 5). Επίσης, τα ξυλώδη κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους με τη **μεσοκυττάρια στρώση** (βλ. Εικ. 5).

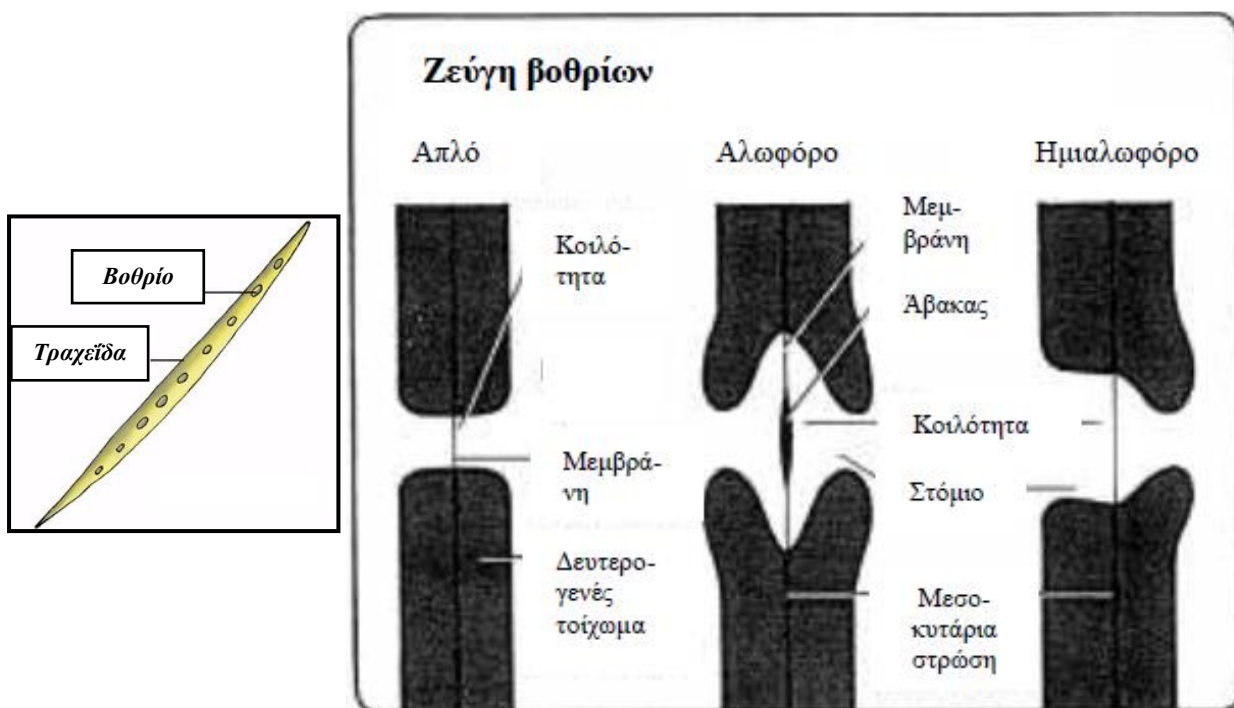


ΕΙΚ. 5. Σχηματική παράσταση ξυλώδους κυττάρου, με όλα τα μέρη του, σε εγκάρσια τομή (διακρίνονται και το πρωτογενές & το δευτερογενές τοίχωμα). Η παρατήρηση γίνεται στο απλό ή το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

Τα περισσότερα ξυλώδη κύτταρα δεν έχουν πρωτόπλασμα και πυρήνα, δηλαδή είναι νεκρά (εκτός από τα παρεγχυματικά κύτταρα). Αυτό συμβαίνει, διότι 2-3 βδομάδες μετά από την ημέρα παραγωγής τους από το κάμβιο αρχίζει η βαθμιαία εξαφάνιση του πρωτοπλάσματος και του πυρήνα.

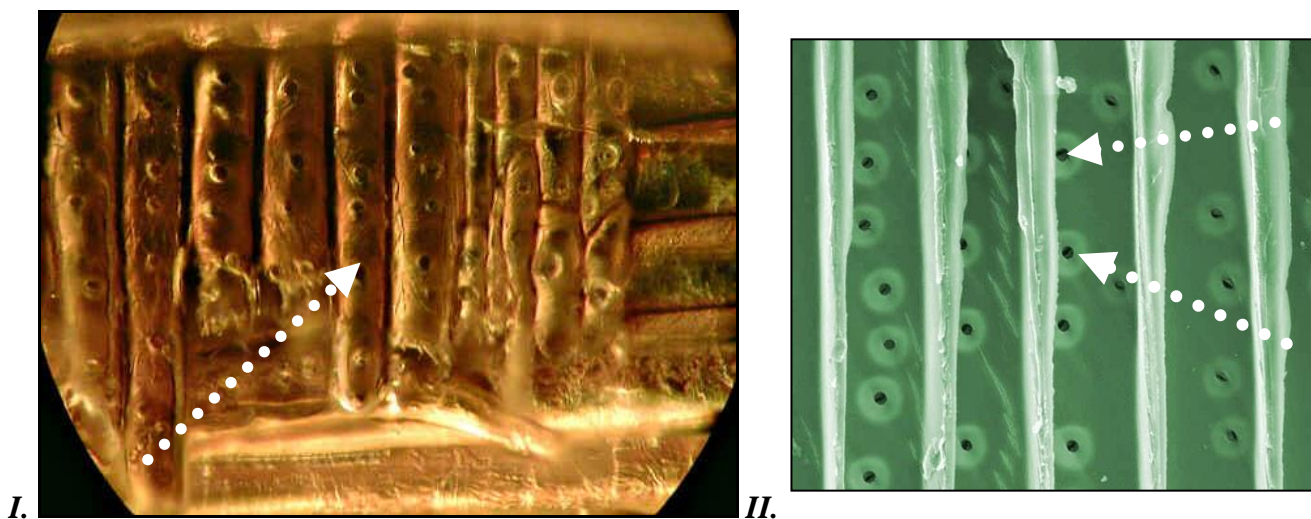
Το κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται από το πρωτογενές τοίχωμα, το οποίο είναι συνέχεια της μεσοκυττάριας στρώσης, και το δευτερογενές τοίχωμα που βρίσκεται προς την κυτταρική κοιλότητα. Το δευτερογενές έχει τρεις στρώσεις: τις στρώσεις S₁, S₂, και S₃ (Εικ. 5).

Στο δευτερογενές τοίχωμα των ξυλωδών κυττάρων παρατηρούνται ασυνέχειες (ή οπές) που λέγονται **βοθρία** (Εικ. 6, *αριστερά*). Τα βοθρία (*pits*) παρατηρούνται σ' όλες τις τομές, είναι όμως περισσότερο ευκρινή σε ακτινικές και εφαπτομενικές τομές. Σε κάθε βοθρίο διακρίνονται τα εξής μέρη: το **στόμιο**, η **κοιλότητα** και η **διαχωριστική μεμβράνη** (Εικ. 6). Ανάλογα με τη μορφή της κοιλότητας, τα βοθρία διακρίνονται σε απλά βοθρία, αλωφόρα βοθρία και ημιαλωφόρα βοθρία. Στα απλά, η κοιλότητα έχει σταθερό άνοιγμα, ενώ στα αλωφόρα βοθρία, η κοιλότητα γίνεται στενότερη προς το στόμιο έχοντας έτσι το σχήμα χοάνης.



ΕΙΚ. 6. Σχηματική απεικόνιση για τα διάφορα ζεύγη βοθρίων και τα μέρη τους.
Τύποι βοθρίων (απλό βοθρίο - αλωφόρο βοθρίο - ημιαλωφόρο βοθρίο).

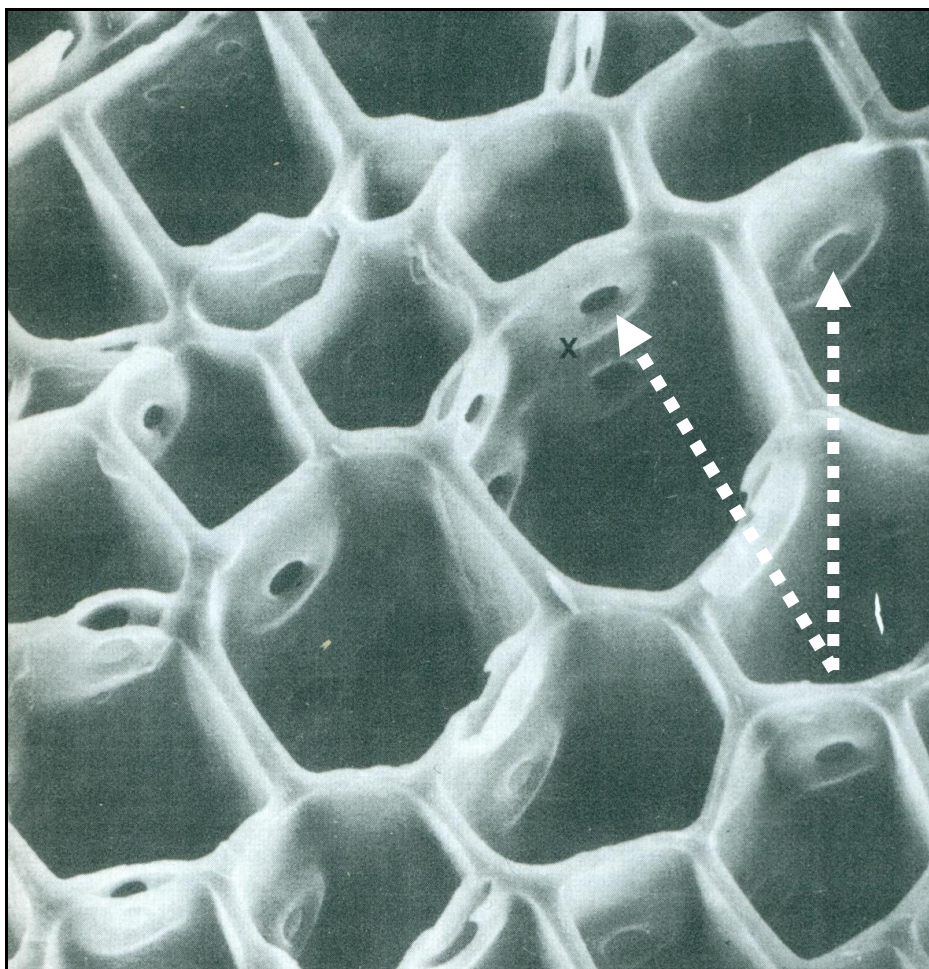
Τα βοθρία εμφανίζονται ανά δύο (σε ζεύγη), δηλ. σε δύο γειτονικά κύτταρα έτσι, ώστε να δημιουργείται μία δίοδος επικοινωνίας μεταξύ των κυττάρων. Τα ζεύγη των βοθρίων αποτελούνται, είτε από όμοια βοθρία (*απλά* ή *αλωφόρα*), είτε από απλά και αλωφόρα βοθρία, οπότε ονομάζονται *ημιαλωφόρα* (Εικ. 6). Τα ημιαλωφόρα βοθρία που εμφανίζονται σε ακτινικές τομές κωνοφόρων μεταξύ αξονικών τραχεϊδών και παρεγχυματικών κυττάρων, έχουν μεγάλη σπουδαιότητα στην αναγνώριση των διαφόρων ειδών ξύλου. Το στόμιο και η κοιλότητα των βοθρίων αντιστοιχούν στο δευτερογενές τοίχωμα των κυττάρων. Η διαχωριστική μεμβράνη (*margo*) αποτελείται από το πρωτογενές τοίχωμα και τη μεσοκυττάρια στρώση. Στα αλωφόρα βοθρία των κωνοφόρων, το κεντρικό τμήμα της μεμβράνης παρουσιάζει μία πάχυνση που ονομάζεται *άβακας* (βλ. Εικ. 6). Στα κωνοφόρα είδη, αλωφόρα βοθρία βρίσκονται τυπικά στις τραχεϊδες, ενώ πολλά *απλά* βοθρία συναντάμε συχνά στα παρεγχυματικά κύτταρα (βλ. Εικ. 7Α).



ΕΙΚ. 7Α. Μικροσκοπική εμφάνιση διαφόρων τύπων βοθρίων, **I.** Απλά βοθρία σε ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα, **II.** Αποφραγμένα αλωφόρα βοθρία σε ελάτη, (βλ. άβακα).

Στα ζωντανά δένδρα, τα βοθρία διευκολύνουν τη διακίνηση των τροφών, ενώ σε πριστή ξυλεία επηρεάζουν τη διακίνηση υγρασίας ή/και εμποτιστικών διαλυμάτων κατά τη διενέργεια προστατευτικού εμποτισμού. Η διακίνηση γίνεται μέσω των διαχωριστικών μεμβρανών, που είναι διαπερατές. Παρατηρείται, ωστόσο, πολλές φορές *απόφραξη* των βοθρίων με μετακίνηση της μεμβράνης από την κεντρική της θέση προς το στόμιο, οπότε ο *άβακας* (*torus*) φράζει τη δίοδο επικοινωνίας (βλ. Εικ. 7B, II). Συνήθως αυτό συμβαίνει σε ξύλο ελάτης και ερυθρελάτης· έτσι, έχουμε *πλήρη απόφραξη*, οπότε και ο εμποτισμός του ξύλου με προστατευτικές ουσίες

γίνεται αδύνατος. Αυτή η φραγή των βοθρίων γίνεται, είτε κατά τη μετατροπή του σομφού ξύλου σε εγκάρδιο ξύλο, είτε κατά τη βαθμιαία ξήρανση του ξύλου (κάτω από υγρασία 30%).



ΕΙΚ. 7B. Εγκάρσια τομή ερυθρελάτης, βλ. εγκάρσια τομή τραχειίδων, αλωφόρα βοθρία (X).

Ανατομικά στοιχεία του ξύλου των κωνοφόρων

Η δομή του ξύλου των κωνοφόρων ειδών είναι σχετικά απλή. Το ξύλο των κωνοφόρων χαρακτηρίζεται από δύο συστήματα ιστών σε σχέση με τον κατά μήκος άξονα του δένδρου: το αξονικό σύστημα και το οριζόντιο σύστημα. Το αξονικό σύστημα αποτελείται από τις αξονικές τραχειίδες και το αξονικό παρέγχυμα, ενώ το οριζόντιο σύστημα δομείται από τις ακτινικές τραχειίδες και το ακτινικό παρέγχυμα το οποίο δομεί τις εντεριόνιες ακτίνες του ξύλου.

Τα στοιχεία αυτά δομής διαχωρίζονται σε βασικά στοιχεία που συγκροτούν τον κύριο όγκο του ξύλου που είναι οι αξονικές τραχειίδες και το ακτινικό παρέγχυμα και σε μη βασικά στοιχεία, τα

οποία εμφανίζονται μόνο σε ορισμένα είδη ξύλου και είναι οι ακτινικές τραχεΐδες, το αξονικό παρέγχυμα και οι ρητινοφόροι αγωγοί.

(1) Τραχεΐδες

Οι τραχεΐδες διακρίνονται σε *αξονικές* και *ακτινικές* τραχεΐδες. Οι αξονικές τραχεΐδες είναι κύτταρα εξειδικευμένα στη μεταφορά υδατοδιαλυτών αλάτων και νερού, και διατάσσονται παράλληλα προς τον κατά μήκος άξονα του κορμού.

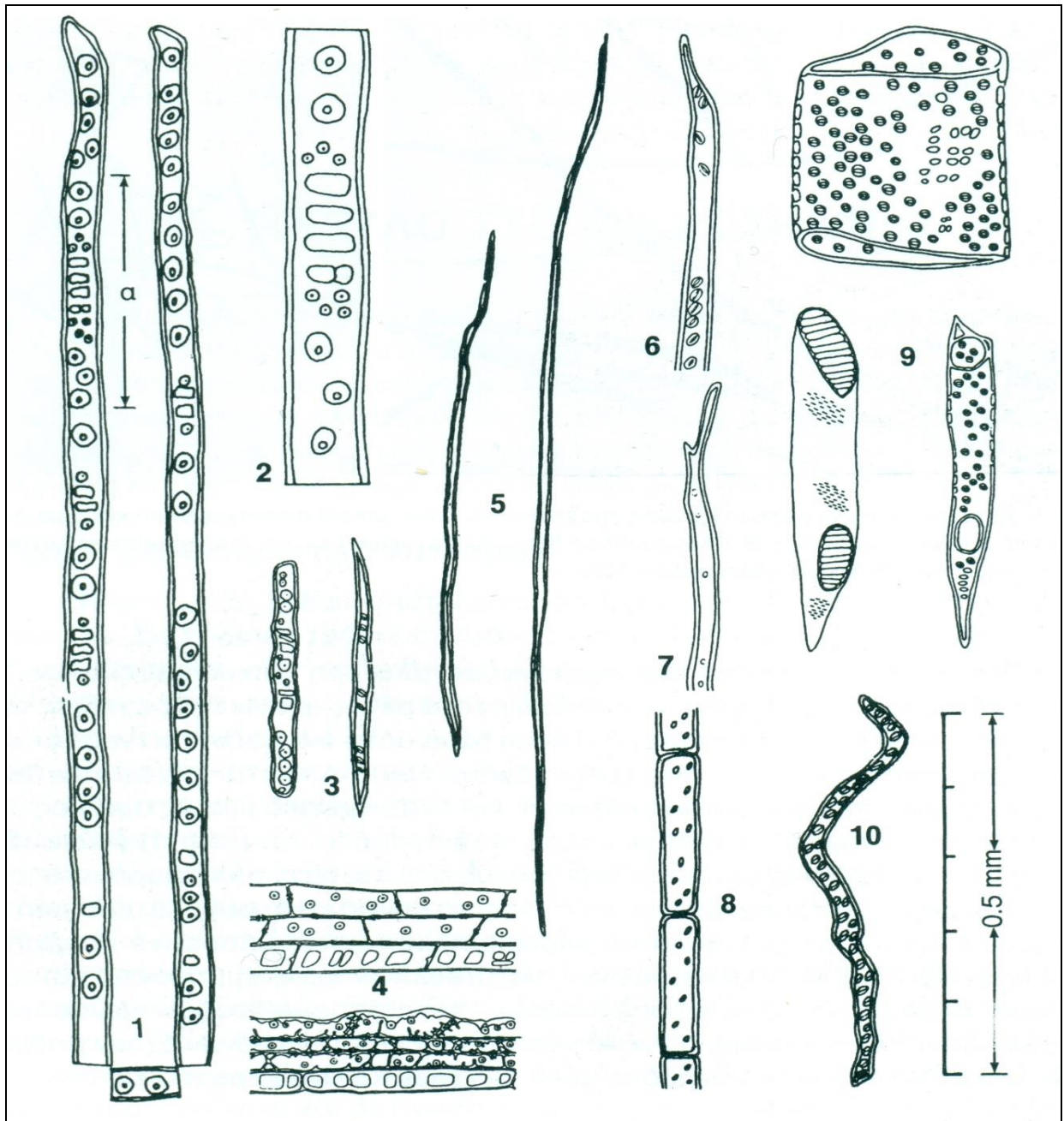
Είναι κύτταρα ινόμορφα, επιμήκη, με οξύληκτα άκρα (Εικ. 8-1) και αποτελούν το 90% και περισσότερο του ξύλου των κωνοφόρων. Οι τραχεΐδες έχουν τοιχώματα λιγνοποιημένα και φέρουν συνήθως αλωφόρα βοθρία. Το μήκος τους κυμαίνεται από 2 mm μέχρι 5 mm και είναι συνήθως 70-120 φορές μεγαλύτερο της διαμέτρου τους, που συνήθως είναι από 0,02 μέχρι 0,04 mm.

Από λειτουργικής άποψης στα κωνοφόρα, οι αξονικές τραχεΐδες στα ζωντανά δένδρα είναι *αγωγά στοιχεία* (δηλ. μεταφέρουν νερό και διαλυτά άλατα), καθώς και *στερεωτικά στοιχεία* (δηλ. δομούν τον κορμό του δένδρου με στερεωτικό τρόπο).

Οι τραχεΐδες του πρώιμου ξύλου έχουν λεπτότερα τοιχώματα και είναι μεγαλύτερες από τις τραχεΐδες του όψιμου ξύλου. Έχουν επίσης μεγαλύτερα και περισσότερα βοθρία. Οι ακτινικές τραχεΐδες βρίσκονται στις παρυφές των ακτίνων (Εικ. 8-4), έχουν σχήμα περισσότερο ή λιγότερο πρισματικό με το ένα άκρο οξύ και μήκος από 0,1 μέχρι 0,2 mm. Τα αλωφόρα βοθρία τους, που είναι του ίδιου τύπου με αυτά των αξονικών τραχεΐδων, έχουν μικρότερο μέγεθος.

(2) Παρεγχυματικά κύτταρα

Τα παρεγχυματικά κύτταρα συγκροτούν παρεγχυματικούς ιστούς (*παρέγχυμα*), που ανάλογα με την κατεύθυνσή του ως προς τον άξονα του κορμού διακρίνεται σε *αξονικό* και *ακτινικό* παρέγχυμα (Εικ. 8-8). Τα κύτταρα αυτά είναι πολύ μικρά σε σχέση με τις τραχεΐδες, έχουν σχήμα ορθογώνιου παρελληλεπίπεδου και φέρουν απλά βοθρία. Το μήκος τους κυμαίνεται από 0,1 μέχρι 0,2 mm περίπου, και το πλάτος τους από 0,01 μέχρι 0,05 mm.



ΕΙΚ. 8. Τύποι κυττάρων ξύλου κωνοφόρων και πλατυφύλλων. (1): Αξονική τραχεΐδα. (2): Μεγέθυνση του τμήματος (α). (3): Αξονικές τραχεΐδες πρώιμου και όψιμου ξύλου. (4): Ακτινικές τραχεΐδες. (5): Ίνες δρυός. (6 & 7): Τμήματα ινών (σε μεγέθυνση). (8): Ακτινικό παρέγχυμα (με απλά βοθρία). (9): Μέλη αγγείων, με απλή και κλιμακωτή διάτρηση. (10): Αξονική τραχεΐδα πλατύφυλλου (δρυός).

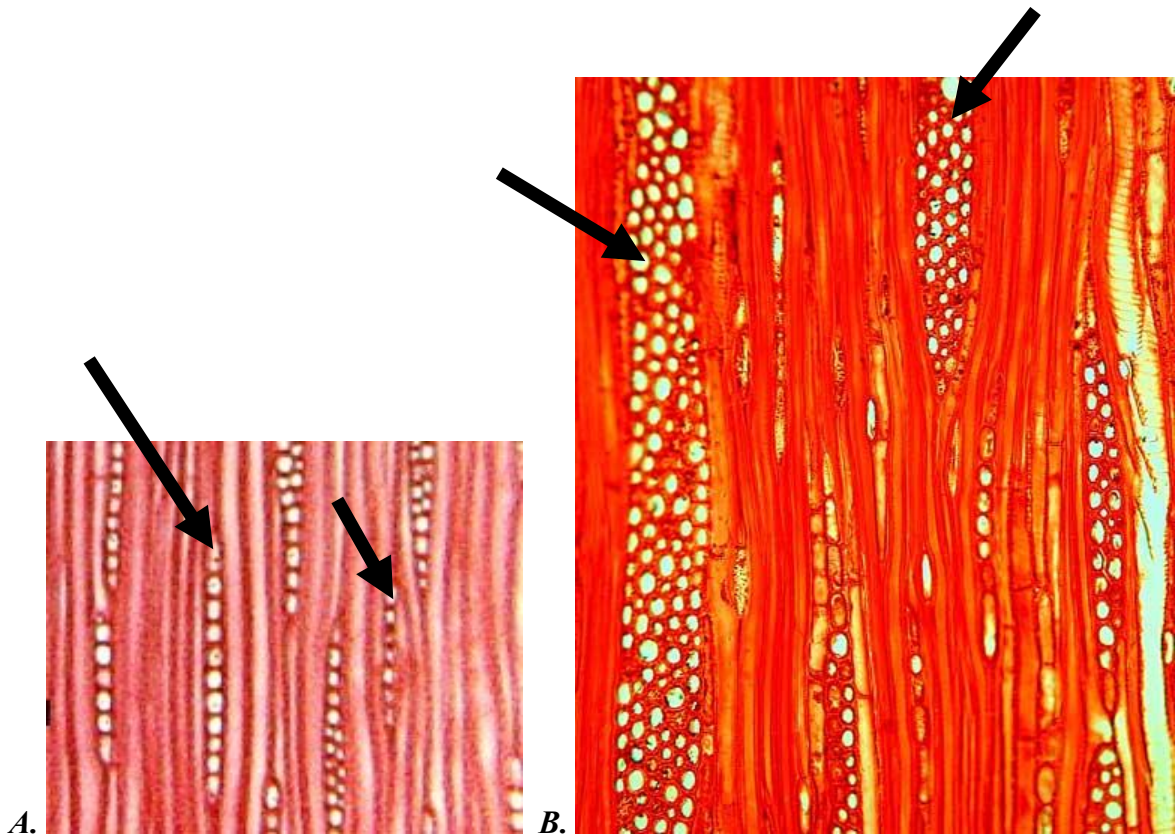
Πηγή: (6)

Το αξονικό παρέγχυμα εμφανίζεται με τη μορφή κατακόρυφων γραμμών ή λωρίδων μεταξύ των αξονικών τραχεϊδών (Εικ. 13Α). Τα παρεγχυματικά κύτταρα χρησιμεύουν για την αποθήκευση διαφόρων ουσιών (άμυλο, λίπη, ελαιορητίνες, λιπίδια, ταννίνες) και έχουν συνεπώς αποθηκευτικό ρόλο.

Αξονικό παρέγχυμα δεν φέρουν όλα τα κωνοφόρα ξύλα. Σε μερικά είδη, όπως στα είδη πεύκης, ερυθρελάτης και ίταμου απουσιάζουν εντελώς. Σ' άλλα είδη, όπως στο κυπαρίσσι, σεκόγια, τούγια, ελάτη, λάρικα, ψευδοτσούγκα απαντώνται συχνά ή σε ορισμένες περιπτώσεις.

Τα ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα συγκροτούν τις **ακτίνες**, οι οποίες είναι ταινιοειδείς σειρές κυττάρων που εκτείνονται οριζόντια από την εντεριώνη προς το κάμβιο. Οι ακτίνες των κωνοφόρων αποτελούνται από παρεγχυματικά κύτταρα με ακτινική τοποθέτηση και από *ακτινοτραχεΐδες*. Όταν οι ακτίνες αποτελούνται αποκλειστικά από ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα, ή μόνο από ακτινοτραχεΐδες, ονομάζονται *ομοιοκύτταρες ακτίνες* (Εικ. 9Β). Όταν στο σχηματισμό των ακτίνων συμμετέχουν ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα και ακτινοτραχεΐδες, οι ακτίνες ονομάζονται *ετεροκύτταρες ακτίνες* (Εικ. 9Α). Ανάλογα με τον αριθμό των κυττάρων κατά πλάτος, οι ακτίνες στην εφαπτομενική τομή χαρακτηρίζονται ως *μονόσειρες*, *δίσειρες*, *τρίσειρες* ή *πολύσειρες* ακτίνες (Εικ. 9Α, 9Β).

Στα κωνοφόρα, οι μονόσειρες ακτίνες σπάνια αποτελούνται αποκλειστικά από ακτινικές τραχεΐδες. Συνήθως αποτελούνται από ακτινικό παρέγχυμα και ακτινικές τραχεΐδες. Οι ακτινικές τραχεΐδες καταλαμβάνουν μία ή περισσότερες σειρές στα περιθώρια των ακτίνων και σπανιότερα μία σειρά στο μέσο της ακτίνας. Οι *ατρακτοειδείς ακτίνες* που ονομάζονται έτσι από το ατρακτοειδές σχήμα τους σε εφαπτομενική τομή, αποτελούνται από τα ίδια στοιχεία όπως και οι μονόσειρες ακτίνες, αλλά περικλείουν επιπρόσθετα και έναν ή περισσότερους ρητινοφόρους αγωγούς. Το ξύλο κωνοφόρων παρουσιάζει συνήθως μονόσειρες ή δίσειρες ακτίνες, και επιπλέον τα είδη ξύλου που περιέχουν ρητινοφόρους αγωγούς παρουσιάζουν και *ατρακτοειδείς ακτίνες* (βλ. Εικ. 10Β).



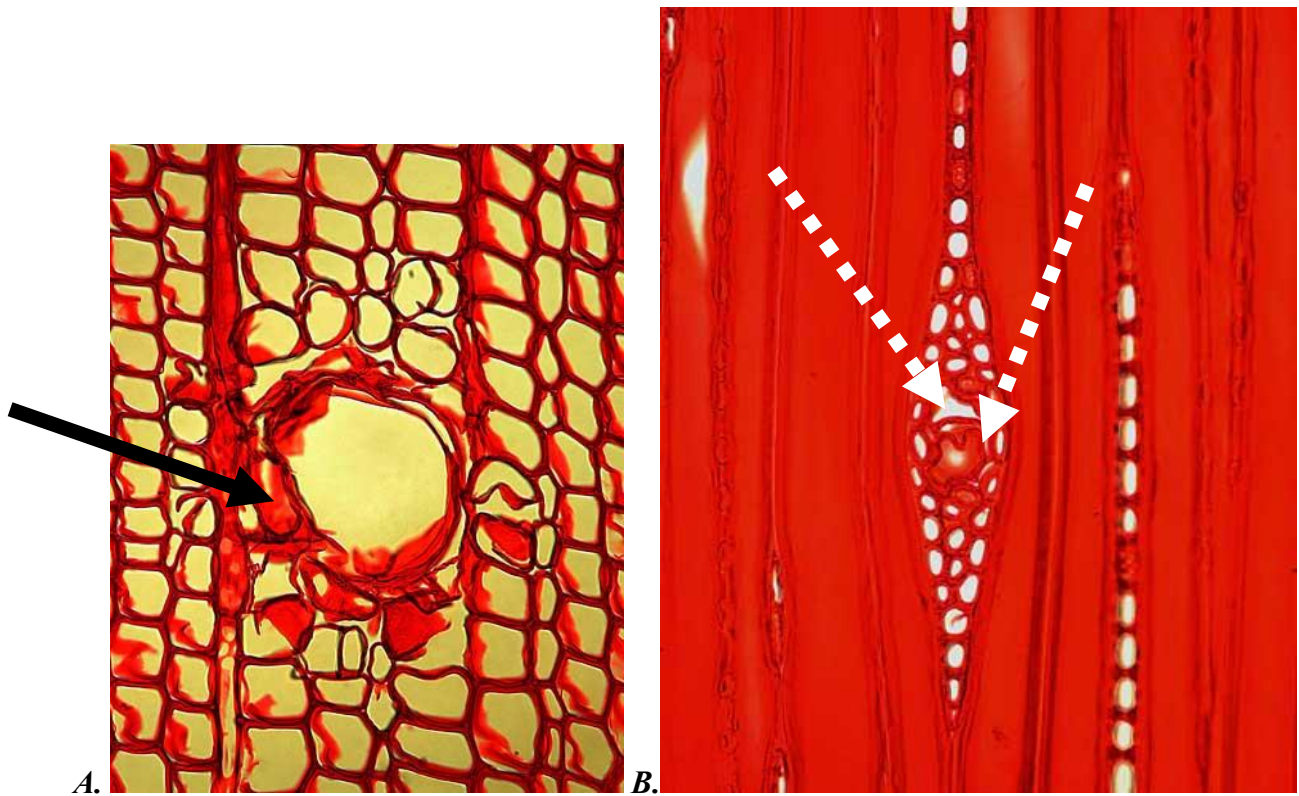
ΕΙΚ. 9. Μικροσκοπική εμφάνιση των ακτίνων (σημ. εξαρτάται από τις λωρίδες κυττάρων που εμπεριέχονται): **(Α)** Μονόσειρες ακτίνες, **(Β)** Πολύσειρες ακτίνες (βέλη)- (σημ.: η εμφάνιση των ακτίνων είναι στην εφαπτομενική τομή του ξύλου).

Ρητινοφόροι αγωγοί

Οι ρητινοφόροι αγωγοί (που δεν θεωρούνται ξεχωριστός τύπος κυττάρου των κωνοφόρων αλλά κενά ή κενοί χώροι) είναι μεσοκυττάρια αγωγοί που βρίσκονται μεταξύ των κυττάρων του ξύλου ορισμένων ειδών κωνοφόρων (πεύκα, ερυθρελάτη, ψευδοτσούγκα και λάρικα) και περιβάλλονται από λεπτότοιχα παρεγχυματικά κύτταρα (επιθηλιακά κύτταρα) από τα οποία εκκρίνεται **ρητίνη** (ρετσίνι).

Οι αγωγοί αυτοί διακρίνονται σε *αξονικούς ρητινοφόρους* που βρίσκονται μεταξύ των αξονικών τραχεϊδών και σε *ακτινικούς ρητινοφόρους* αγωγούς που εγκλείονται ανάμεσα στις ακτίνες (Εικ. 10Α, 10Β). Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι *αγωγά στοιχεία* που μεταφέρουν ρητίνη.

Οι αξονικοί και οι ακτινικοί ρητινοφόροι αγωγοί (*resin canals, resin ducts*) συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας ένα δίκτυο αγωγών μέσα στο ξύλο. Οι αξονικοί έχουν συνήθως μεγαλύτερη διάμετρο από τους ακτινικούς.



ΕΙΚ. 10. Ρητινοφόροι αγωγοί. **(Α)** Αξονικός ρητινοφόρος αγωγός (εγκάρσια τομή) με λεπτά επιθηλιακά κύτταρα (βέλος), **(Β)** Ακτινικός ρητινοφόρος αγωγός σε ατρακτοειδή ακτίνα (σε εφαπτομενική τομή).

Το μέγεθος, η διάταξη και ο αριθμός των ρητινοφόρων αγωγών στην εγκάρσια τομή του ξύλου έχει μεγάλη σπουδαιότητα για την αναγνώριση των διαφόρων ειδών ξύλου. Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους διακρίνονται σε κανονικούς και τραυματικούς ρητινοφόρους αγωγούς. Οι κανονικοί σχηματίζονται από το σχίσσιμο της μεσοκυττάριας στρώσης μίας ομάδας επιμήκων καμβιακών θυγατρικών κυττάρων, τα οποία στη συνέχεια εξελίσσονται σε επιθηλιακά κύτταρα (σχιζογενείς ρητινοφόροι αγωγοί). Είναι μετακαμβιακοί σχηματισμοί οι οποίοι δεν διακόπτουν τη συνέχεια του καμβίου, ούτε αλλάζουν τη φύση των καμβιακών κυττάρων.

Οι τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί δημιουργούνται λόγω τραυματισμού του δένδρου, ακόμα και σε είδη που δεν σχηματίζουν κανονικούς ρητινοφόρους αγωγούς. Παράγονται σχιζογενώς όπως οι κανονικοί ρητινοφόροι, και διακρίνονται σε αξονικούς και ακτινικούς (Εικ. 10B). Έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τους κανονικούς και τα επιθηλιακά τους κύτταρα είναι παχύτερα (Εικ. 10B, μικρά μαύρα βέλη).

Ο μηχανισμός παραγωγής της ρητίνης (ρετσινιού) δεν είναι απόλυτα γνωστός. Στην Ελλάδα η ρητίνη ορισμένων πευκών (*χαλέπιος πεύκη, τραχεία πεύκη*) συλλέγεται με τη δημιουργία τομών στον κορμό του δέντρου και σχίσση (τραυματισμό) των ρητινοφόρων αγωγών (βλ. *ρητίνευση*).

Ρητινοφόροι αγωγοί εκτός από τα είδη πεύκης (μαύρη, δασική, τραχεία, χαλέπιος, ρόμπολο, κ.α.) απαντώνται και στην ερυθρελάτη, την ψευδοτσούγκα (*Oregon pine*), τη λάρικα (*Larix sp.*).

Ανατομικά στοιχεία του ξύλου των πλατυφύλλων

Τα ανατομικά στοιχεία (*κύτταρα*) του ξύλου των πλατυφύλλων ειδών διακρίνονται σε: μέλη αγγείων, ίνες και παρεγχυματικά κύτταρα.

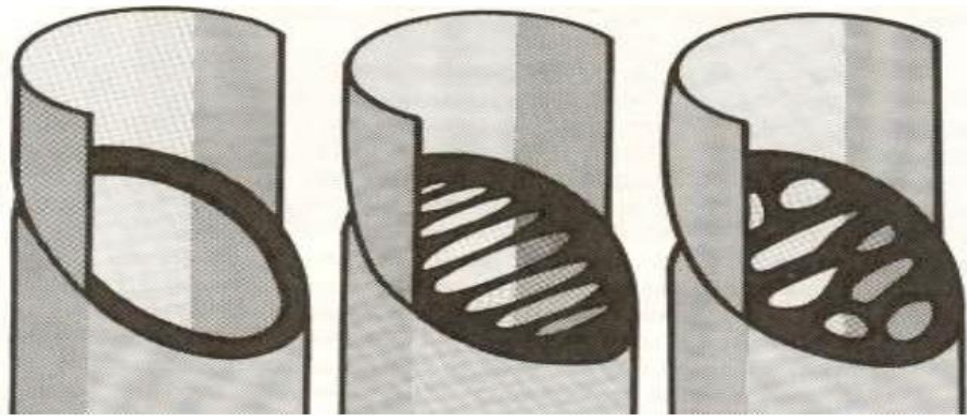
(1) Μέλη αγγείων

Τα *μέλη αγγείων* είναι κύτταρα σε μορφή σωλήνα, τα οποία ενώνονται στα άκρα και σχηματίζουν αγωγούς μεγάλου μήκους που ονομάζονται *αγγεία (vessels)*. Τα άκρα των μελών αγγείων φέρουν μόνο μια οπή (*απλή διάτρηση*) (Εικ. 11Α), ή περισσότερες (*κλιμακωτή ή πολλαπλή διάτρηση*) (Εικ. 11Β, 11Γ). Τα μέλη αγγείων έχουν μήκος 0,2-1,3 mm και διάμετρο 0,1-0,5 mm.

Από λειτουργικής άποψης, τα μέλη αγγείων των πλατυφύλλων είναι κύτταρα που έχουν *αγωγική λειτουργία* και ρόλο, δηλ. μεταφέρουν θρεπτικές ουσίες και νερό.

Τα *δακτυλιόπορα* πλατύφυλλα φέρουν στο πρώιμο ξύλο μεγάλα αγγεία – που είναι γνωστά ως *πόροι* – τα οποία είναι εύκολα ορατά με γυμνό μάτι (Εικ. 12Α) σε ορισμένα είδη, βλ. δρύες. Ωστόσο, στα πλατύφυλλα τα περισσότερα είδη ξύλου ανήκουν στα *διασπορόπορα* είδη (Εικ. 12Β), δηλ. φέρουν μικρού μεγέθους *πόρους (αγγεία)* που διατάσσονται σε μία ομοιόμορφα διασπαρμένη διάταξη στην εγκάρσια τομή, η οποία είναι εύκολα διακριτή.

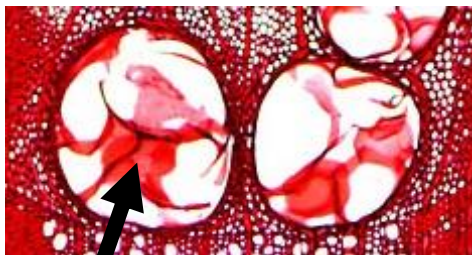
Στην εσωτερική επιφάνεια των μελών αγγείων σε ορισμένα πλατύφυλλα υπάρχουν *σπειροειδείς παχύνσεις*, οι οποίες έχουν διαγνωστική αξία για την αναγνώριση των ειδών αυτών. Τα μέλη αγγείων έχουν συνήθως αλωφόρα βοθρία, αν και μερικές φορές έχουν και απλά βοθρία.



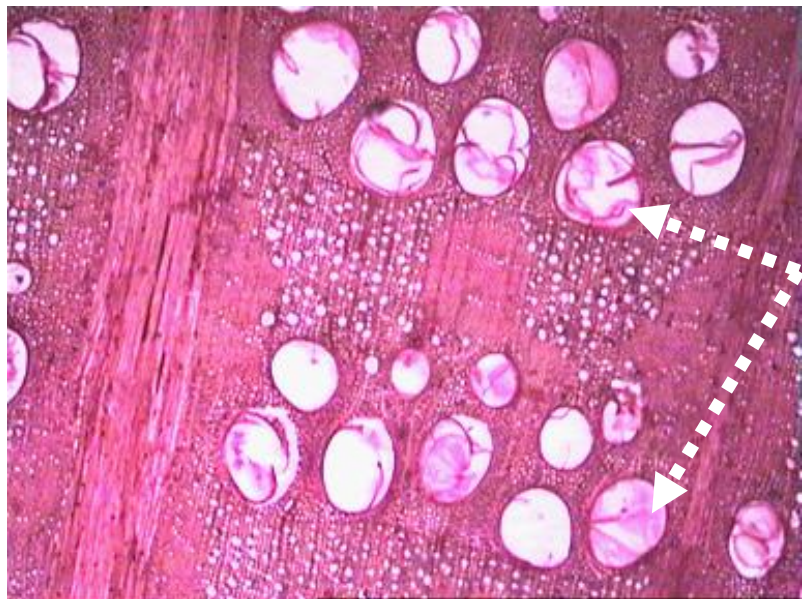
A.

B.

Γ.



Δ.



E.

ΕΙΚ. 11. Μέλη αγγείων, **(A)**: με απλή διάτρηση άκρων, **(B)**: με κλιμακωτή διάτρηση άκρων, και **(Γ)**: με πολλαπλή διάτρηση άκρων. **(Δ)**: Τυλώσεις σε αγγεία, **(E)**: Εμφάνιση πολλών τυλώσεων σε πρόιμο ξύλο λευκής δρυός (βέλη).

Όταν τα αγγεία παύουν να είναι αγωγά στοιχεία (κυρίως μετά τη μετατροπή του σομού ξύλου σε εγκάρδιο ξύλο), τότε τα αγγεία αποφράσσονται από διάφορες ουσίες των γειτονικών παρεγχυματικών κυττάρων (άμυλο, ρητίνες). Οι αποφράξεις αυτές λέγονται **τυλώσεις** (tyloses) και παρατηρούνται σε λίγα είδη ξύλου, λ.χ. ακακία, μουριά, λευκές δρύες (Εικ. 11Δ, 11E).

Η αναλογία των αγγείων στο ξύλο είναι σπουδαίο στοιχείο από πρακτικής άποψης, διότι επηρεάζει όλες τις ιδιότητές του. Αύξηση στην αναλογία των αγγείων μπορεί να οδηγήσει σε ελάττωση της πυκνότητας του ξύλου, εάν τα άλλα χαρακτηριστικά του ξύλου δεν διαφέρουν, διότι αυξάνει το πορώδες του ξύλου και ως εκ τούτου μπορεί να ελαττώσει τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου. Στα πλατύφυλλα, κατά τη διάρκεια του εμποτισμού κάτω από πίεση ή της πολτοποίησης, η διείσδυση του συντηρητικού ή του μέσου πολτοποίησης στο ξύλο λαμβάνει χώρα κυρίως διαμέσου των αγγείων.



ΕΙΚ. 12. (Α): Εγκάρσια τομή δακτυλιόπορου είδους, διακρίνονται μέλη αγγείων στο πρώιμο (ως πόροι-δακτύλιοι). (Β): Εγκάρσια εμφάνιση τυπικού διασπορόπορου, με πλήθος πολύ μικρών πόρων (αγγείων). (Γ): Ακτινική τομή πλατύφυλλου ξύλου (φαίνονται: μέλη αγγείων, ίνες, ακτίνες). (Δ): Εφαπτομενική τομή δακτυλιόπορου ξύλου (διακρίνονται: ένα μέλος αγγείου, μονόσειρες ακτίνες, ίνες).

(2) Ίνες

Οι ίνες (*fibres*) είναι πολύ λεπτά κύτταρα, επιμήκη και με κλειστά άκρα. Μοιάζουν με τις αξονικές τραχειίδες του όψιμου ξύλου των κωνοφόρων (Εικ. 8-5). Οι ίνες αποτελούν το 50% και περισσότερο του ξύλου των πλατυφύλλων και συγκροτούν κυρίως *στερεωτικούς* ιστούς. Επιτελούν, συνεπώς, *στερεωτική* αποστολή. Οι διαστάσεις τους είναι: μήκος 1-2 mm και διάμετρος 0,001-0,005 mm. Φέρουν και απλά και αλωφόρα βοθρία.

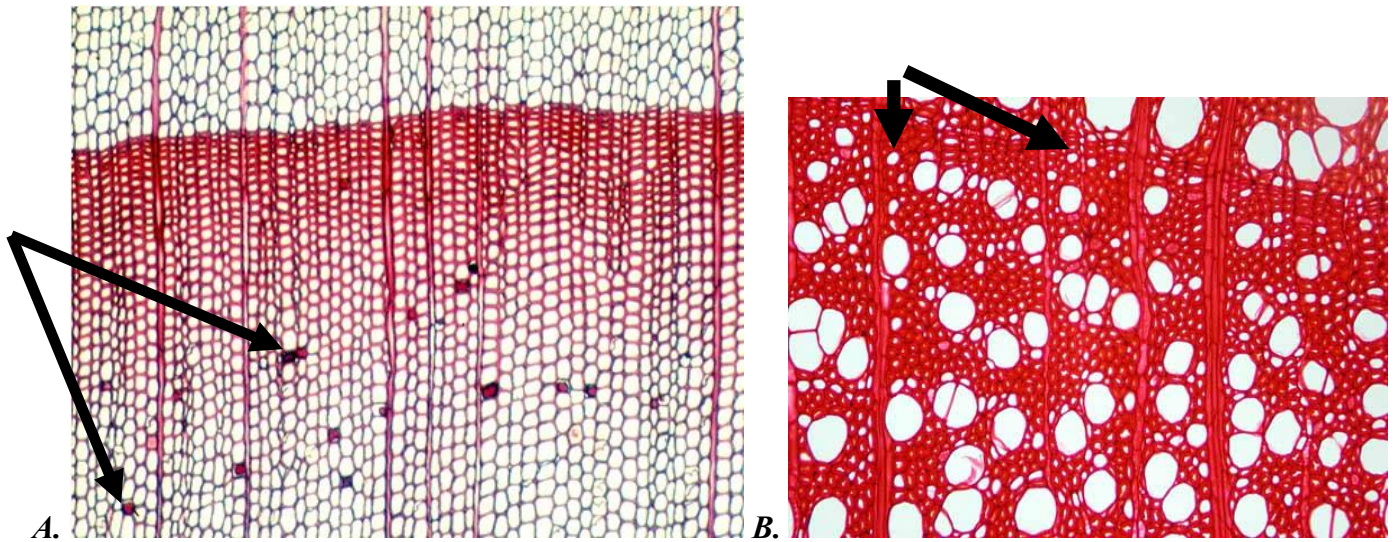
Η αναλογία των ινών καθορίζει την αξία ενός είδους για πολλές τελικές χρήσεις. Για παράδειγμα, υψηλή αναλογία ινών στο ξύλο είναι απαραίτητη για καλές μηχανικές ιδιότητες του χαρτοπολτού και του χαρτιού. Γενικά οι ίνες έχουν παχύτερα τοιχώματα από τα παρεγχυματικά κύτταρα και τα αγγεία. Η υψηλότερη αναλογία ινών καθορίζει και το βαθμό καταλληλότητας ενός είδους ξύλου για παραγωγή χαρτοπολτού και ινοπλακών (MDF, HDF).

Το μήκος ίνας (*fibre length*) είναι ένα σπουδαίο χαρακτηριστικό του ξύλου που επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες του χαρτιού. Το στοιχείο αυτό αποτελεί καθοριστικό κριτήριο για τη χρησιμοποίηση ειδών ξύλου στην παραγωγή συγκεκριμένων τύπων χαρτιού. Για τους λόγους αυτούς είναι σημαντική η μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν το μήκος ινών, ειδικά στα πλατύφυλλα είδη (βλ. ξυλεία από *δασικές φυτείες -forest plantations-*) και η έρευνα για τις δυνατότητες γενετικής βελτίωσης του χαρακτηριστικού αυτού του ξύλου.

(3) Παρεγχυματικά κύτταρα

Τα γενικά χαρακτηριστικά τους είναι παρόμοια με αυτά που περιγράψαμε στα παρεγχυματικά κύτταρα των κωνοφόρων. Τα παρεγχυματικά κύτταρα δομούν το *παρέγχυμα*. Ο ρόλος του αξονικού παρεγχύματος είναι *αποθηκευτικός* (Εικ. 13B). Το αξονικό παρέγχυμα είναι άφθονο στα πλατύφυλλα και είτε βρίσκεται κοντά στα αγγεία (*παρατραχειακό παρέγχυμα*), είτε σε αρκετή απόσταση από αυτό (*αποτραχειακό παρέγχυμα*), βλ. Εικ. 13B. Ακριβείς λεπτομέρειες για τους τύπους αξονικού παρεγχύματος δίνονται στις Εικ. Π3.3 και Π3.4.

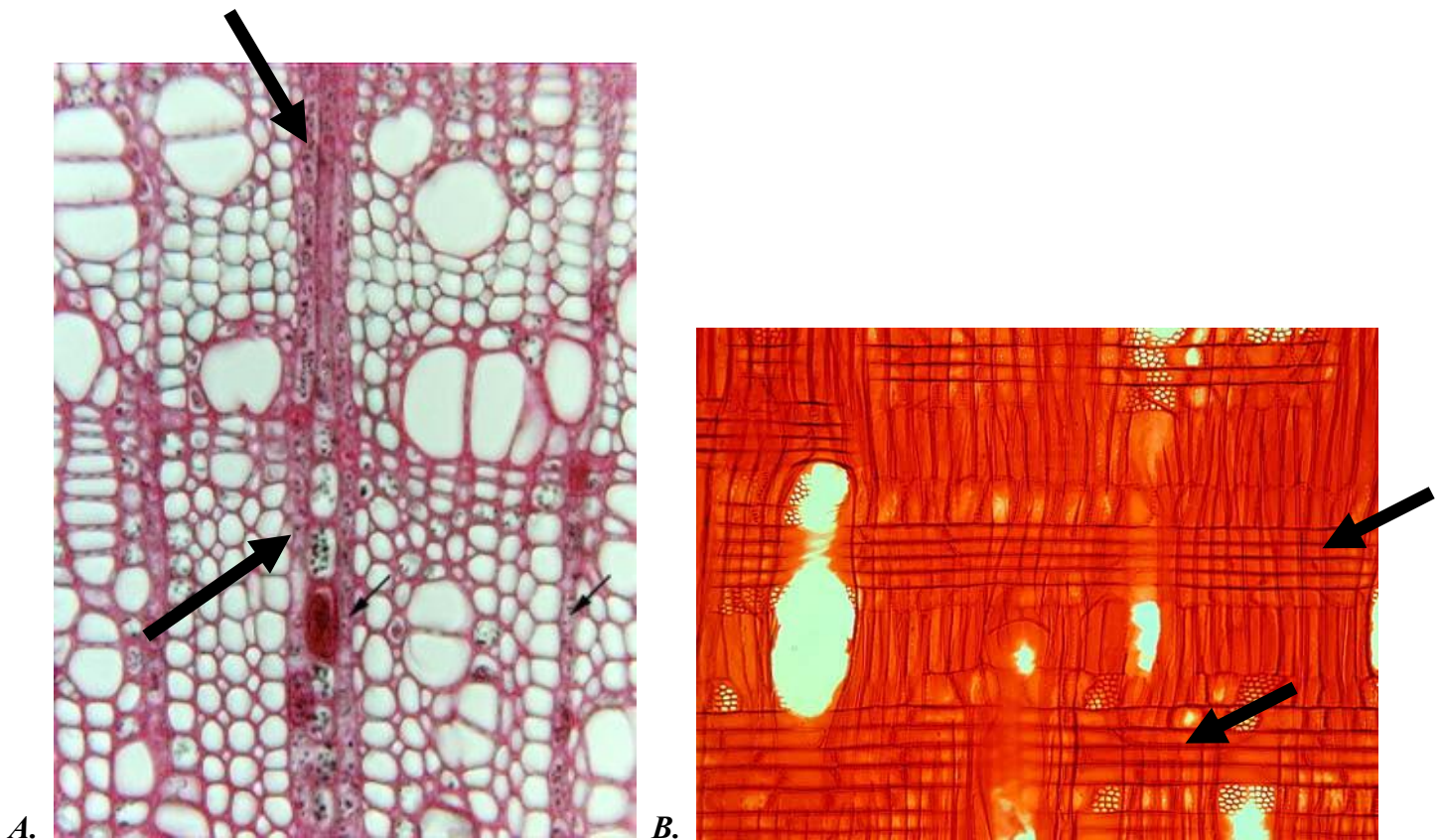
Το ακτινικό παρέγχυμα συγκροτεί κυρίως τις *ακτίνες* (Εικ. 14A, 14B). Στα πλατύφυλλα ξύλα εμφανίζονται όλων των ειδών οι ακτίνες (*μονόσειρες, δίσειρες, πολύσειρες*) (βλ. Εικ. 13B). Μπορεί ενίοτε να περιέχουν και κρυστάλλους (Εικ. 15B). Οι ακτίνες στα πλατύφυλλα αποτελούν το 5-20% της συνολικής ξυλώδους μάζας του δένδρου. Το αντίστοιχο ποσοστό στα κωνοφόρα είδη είναι περίπου 5-10%.



ΕΙΚ. 13. Παρεγχυματικά κύτταρα του ξύλου (αξονικό παρέγχυμα):

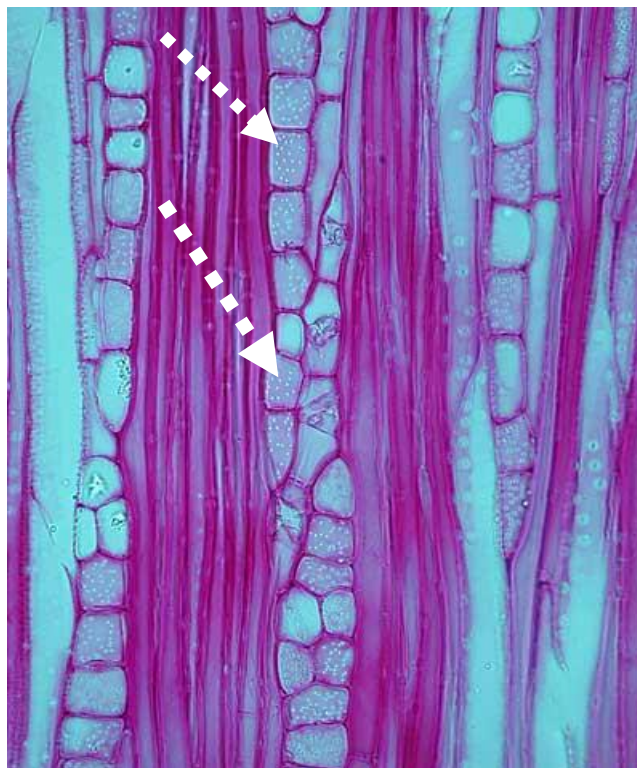
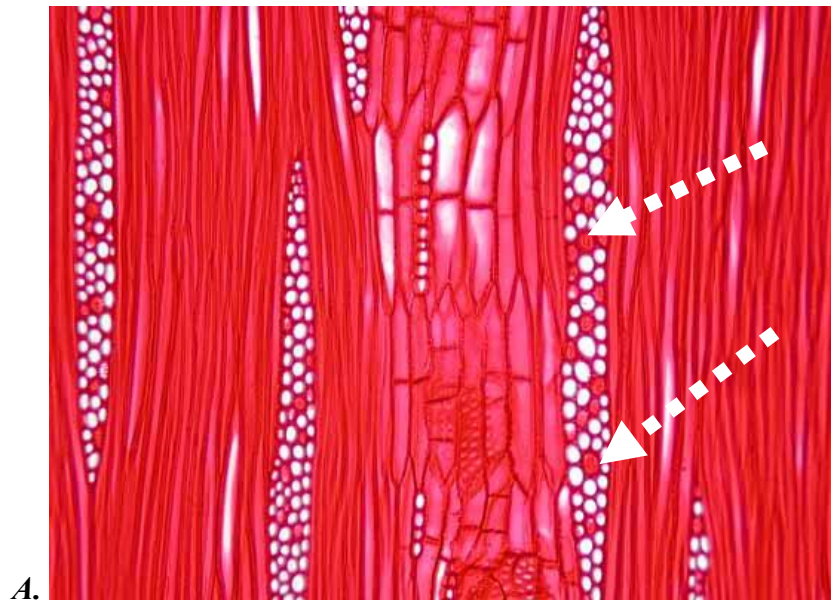
(A): Αξονικά παρεγχυματικά κύτταρα σε κωνοφόρο ξύλο (εγκάρσια τομή),

(B): Αποτραχειακό αξονικό παρέγχυμα σε εγκάρσια τομή ξύλου οξιάς.



ΕΙΚ. 14. A) Ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα σε ζωντανό δέντρο σημύδας (birch).

B) Ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα όπως φαίνονται σε ακτινική τομή.



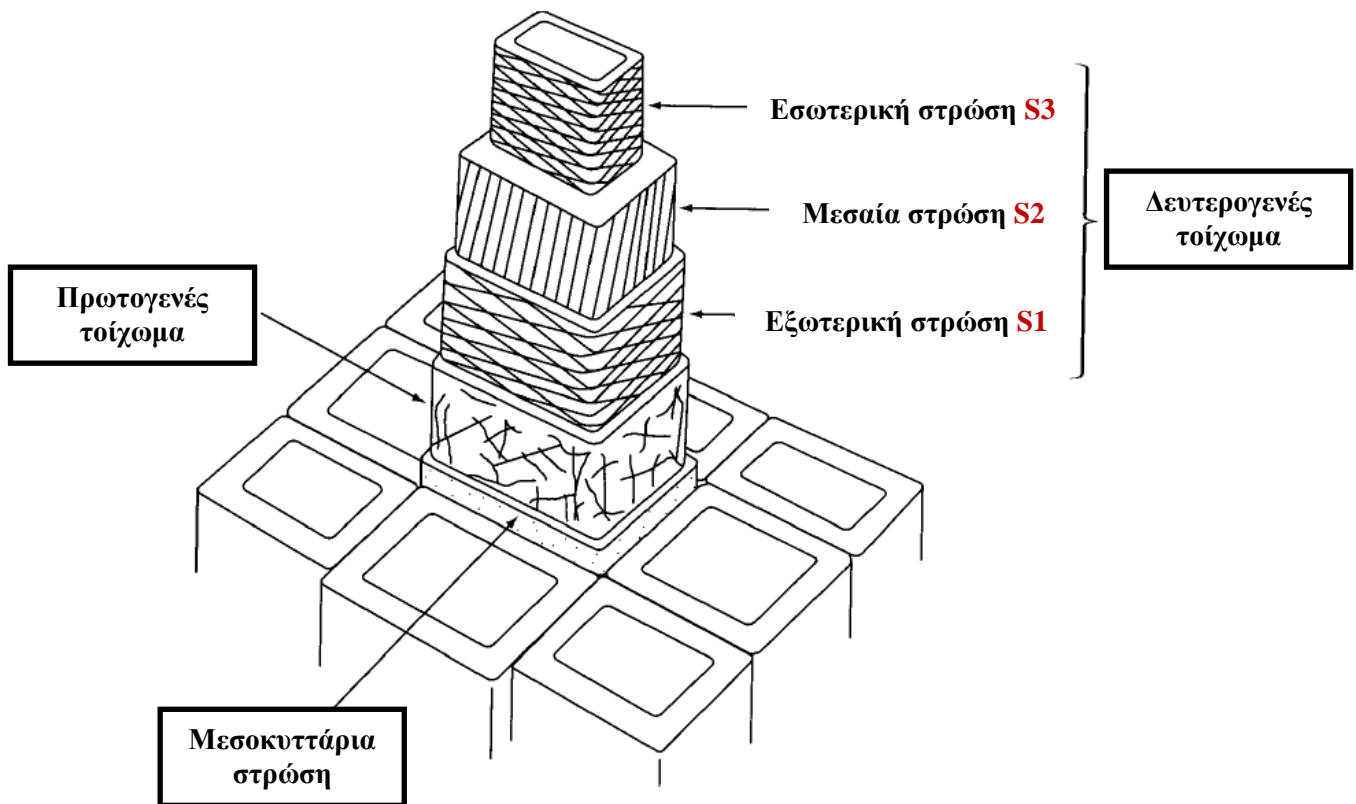
ΕΙΚ. 15. Πρόσθετα στοιχεία για τα παρεγχυματικά κύτταρα:

(Α) Παρεγχυματικά κύτταρα ως αποθήκες θρεπτικών ουσιών (σε εφαπτομενική τομή).

(Β) Κρύσταλλοι εντός ακτινικών παρεγχυματικών κυττάρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΠΟΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΔΟΜΗ

Όσα αναλύθηκαν στο Κεφ. 3 αφορούν τη μελέτη του ξύλου στο *απλό μικροσκόπιο*. Ωστόσο, το ξυλώδες κύτταρο **δεν** είναι η μικρότερη *δομική μονάδα* του ξύλου. Εμπειριστατωμένη μελέτη του ξύλου με πιο σύγχρονα μέσα, όπως π.χ. το ηλεκτρονικό και το πολωτικό μικροσκόπιο αποκαλύπτει ότι τα κυτταρικά τοιχώματα του ξύλου αποτελούνται από πολύ μικρότερες δομικές μονάδες σε μορφή κυλινδρικών νημάτων, διαμέτρου 100-300 Å (1 Å, *μονάδα Angstrom*: 10^{-10} m). Οι δομικές αυτές μονάδες, τα **μικροϊνίδια** (*microfibrils*), βρίσκονται στο πρωτογενές και στο δευτερογενές τοίχωμα των ξυλωδών κυττάρων. Η διάταξη των μικροϊνιδίων στο δευτερογενές τοίχωμα του ξύλου (*secondary cell wall*) γίνεται σε τρεις στρώσεις: τις S₁, S₂, και S₃, όπως απεικονίζονται στην Εικ. 16.

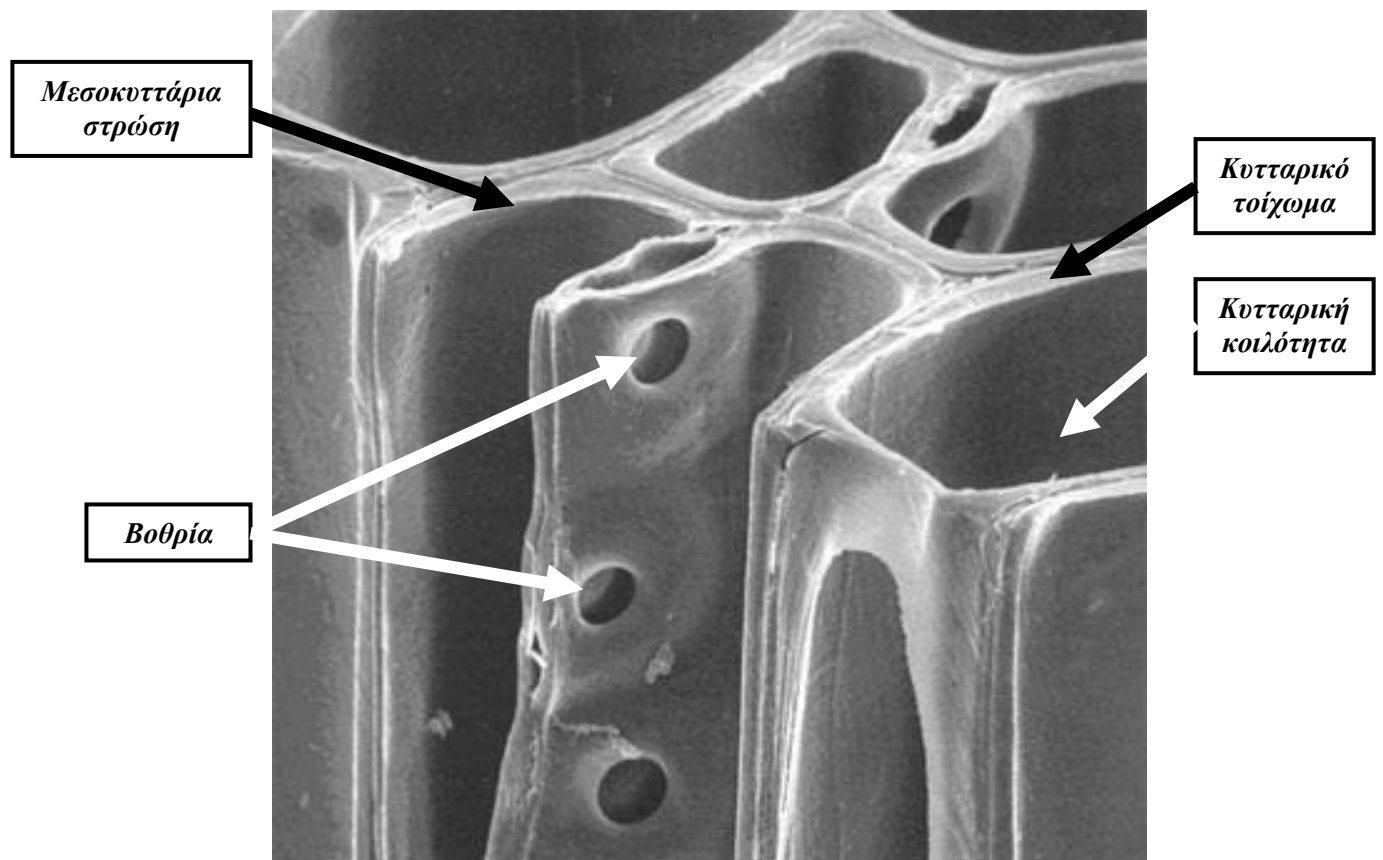


ΕΙΚ. 16. Αναλυτική γραφική παράσταση του δευτερογενούς τοιχώματος.

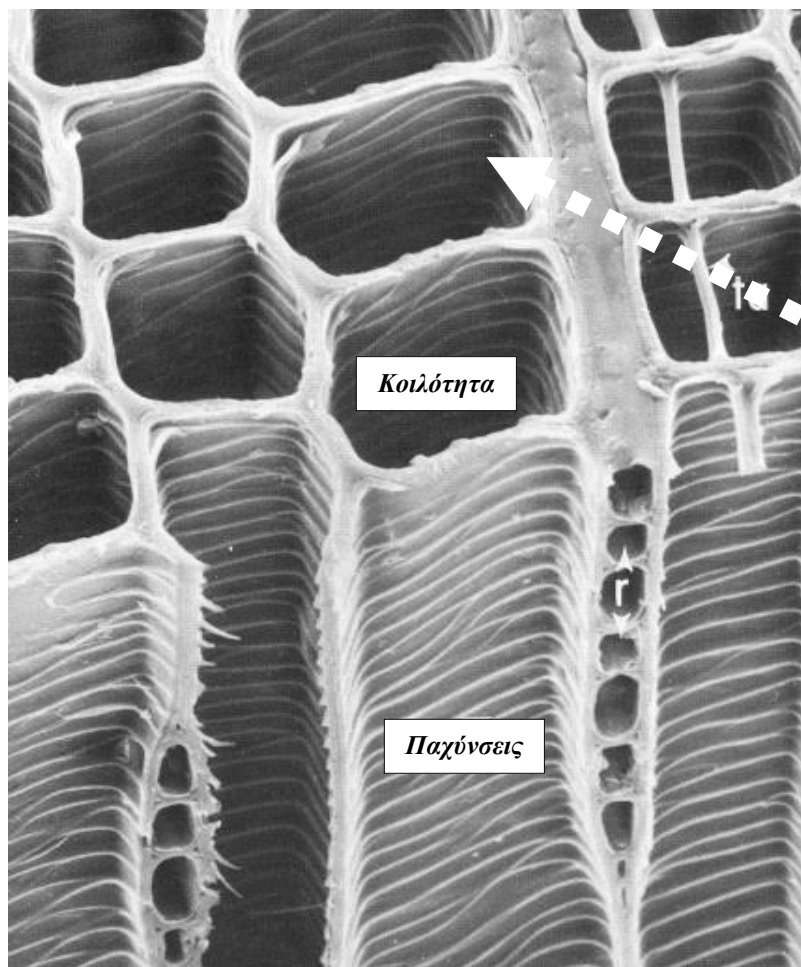
Στις στρώσεις S₁ και S₃, τα μικροϊνίδια διατάσσονται *σχεδόν κάθετα* προς τον κατά μήκος άξονα του κυττάρου (Εικ. 16). Στη στρώση S₂, η διάταξη αυτών είναι περίπου *παράλληλη*. Η S₂ στρώση αποτελεί περίπου το 70-80% του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος και

συγκροτείται από 30-150 υποστρώσεις μικροϊνιδίων. Οι S₁ και S₃ στρώσεις είναι λεπτές και με αραιή διάταξη των μικροϊνιδίων, σε 1-6 υποστρώσεις. Η μεσοκυττάρια στρώση δεν παρουσιάζει μια συγκεκριμένη δομή.

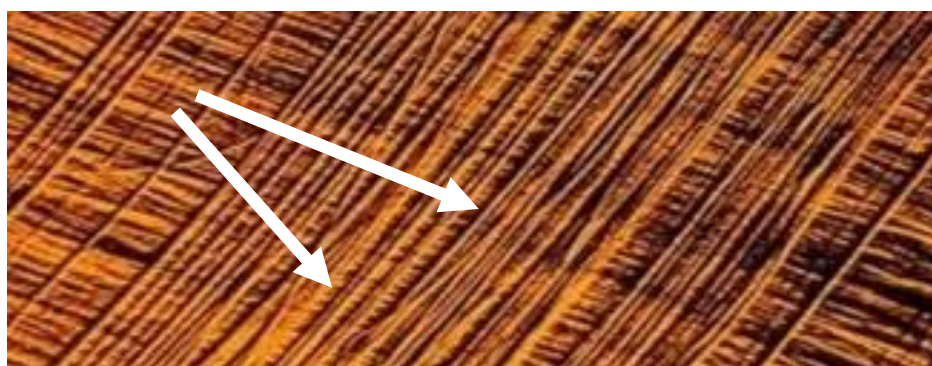
Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, σε ορισμένα είδη ξύλου διακρίνονται πάνω στη στρώση S₃ σπειροειδείς παχύνσεις (*spiral thickenings*) που αποτελούνται από μικροϊνίδια (Εικ. 18Α). Επίσης, διακρίνεται μία άμορφη στρώση χωρίς μικροϊνίδια επάνω στην S₃ ή επάνω στις σπειροειδείς παχύνσεις, η οποία έχει μορφή ογκωμάτων, όταν παρατηρείται από το εσωτερικό της κυτταρικής κοιλότητας. Η στρώση αυτή, γνωστή σαν *κοκκώδης στρώση*, είναι άγνωστης χημικής σύστασης και έχει διαγνωστική σημασία για ορισμένα είδη ξύλου, όπως λ.χ. για τον κέδρο και την οξιά. Επίσης, το πρωτογενές κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται από *αλυσίδες κυτταρίνης (cellulose chains)* που διασταυρώνονται και πλέκονται μεταξύ τους (Εικ. 18Β).



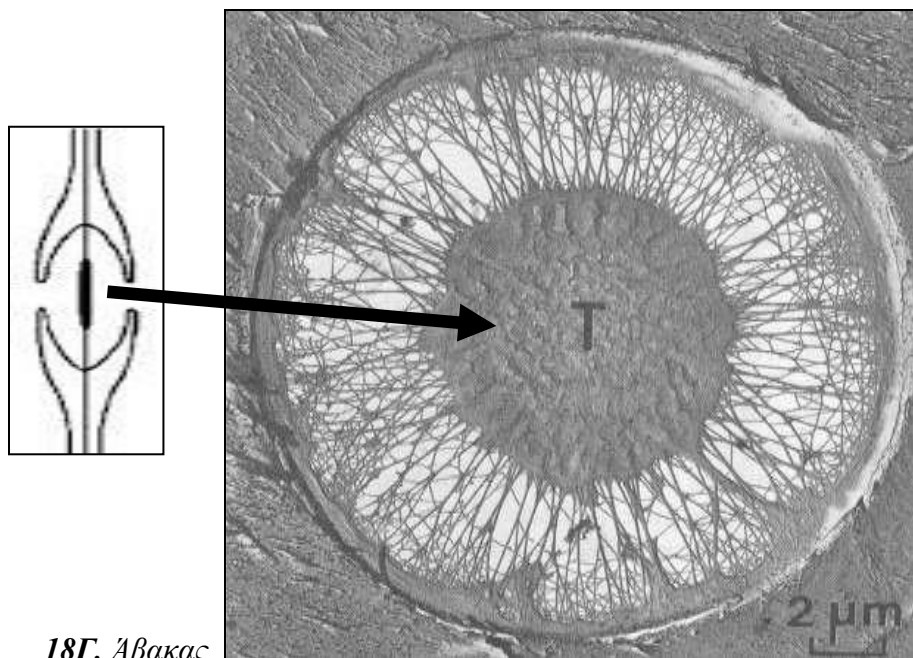
ΕΙΚ. 17. Κυτταρικό τοίχωμα ξυλώδους κυττάρου στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.



18A. Τραχεΐδες με σπειροειδείς παχύνσεις σε ξύλο ψευδοτσούγκας (*Pseudotsuga menz.*)



18B. Το πρωτογενές κυτταρικό τοίχωμα στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Διακρίνονται αλυσίδες κυτταρίνης που διακλαδώνονται μεταξύ τους.



18Γ. Άβακας

ΕΙΚ. 18. Δομή κυτταρικού τοιχώματος στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο:

(Α): Μέλη αγγείων, διακρίνονται καθαρά σπειροειδείς παχύνσεις.

(Β): Υπομικροσκοπική εμφάνιση του πρωτογενούς κυτταρικού τοιχώματος.

(Γ): Μembrάνη αλωφόρου βοθρίου σε κωνοφόρο είδος (T: άβακας).

Η κοκκώδης στρώση όπως και η μεσοκυττάρια στρώση δεν έχουν μικροϊνίδια. Μικροϊνίδια δημιουργούνται και στις τυλώσεις. Η διάταξη των στρώσεων των μικροϊνιδίων διατηρείται και στα τοιχώματα των βοθρίων. Παρατήρηση με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο δείχνει ότι η μεμβράνη μοιάζει με τροχό ποδηλάτου και ο άβακας (*torus*) φαίνεται να συγκροτείται από μικροϊνίδια και δέσμες μικροϊνιδίων (βλ. Εικ. 18Γ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Το ξύλο (*wood*) ως προϊόν βιολογικών διεργασιών είναι ένα σύνθετο και *ετερογενές υλικό* που αποτελείται από συστατικά τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους στη χημική σύσταση. Το ξύλο αποτελείται από άνθρακα 48-51%, οξυγόνο 43-45%, υδρογόνο 5-7%, άζωτο 0,1-0,3% και ανόργανες ουσίες 0,2-0,6%. Η περιεκτικότητα του ξύλου σε άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο ελάχιστες διαφορές παρουσιάζει στο ξύλο των διαφόρων δασικών ειδών. Αντίθετα, σημαντικές διαφορές υπάρχουν για το άζωτο και τις ανόργανες ουσίες. Η περιεκτικότητα ορισμένων τροπικών ξύλων σε ανόργανα μπορεί να φτάσει και το 8%.

Τα χημικά συστατικά του ξύλου είναι τα ακόλουθα:

- **Υδρογονάνθρακες:** Στην κατηγορία αυτή (*πολυσακχαρίτες*) ανήκουν η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες, το άμυλο και οι πηκτινικές ουσίες. Το συνολικό ποσοστό του ξύλου σε πολυσακχαρίτες είναι 65-75%. Ειδικότερα, η κυτταρίνη απαντάται σε ποσοστό 40-50% σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα, οι ημικυτταρίνες σε ποσοστό περίπου 20% στα κωνοφόρα και 15- 35% στα πλατύφυλλα.
- **Φαινολικές ουσίες:** Στην κατηγορία αυτή ανήκει η λιγνίνη, η οποία απαντάται σε ποσοστό 25-35% στα κωνοφόρα και 17-25% στα πλατύφυλλα, καθώς και οι ταννίνες και τα στιλβένια (κατηγορίες εκχυλισμάτων).
- **Τερπένια:** Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το κολοφώνιο, το τερεβινθέλαιο και τα ρητινικά οξέα.
- **Οξέα:** Στο ξύλο βρίσκονται κορεσμένα και ακόρεστα λιπαρά οξέα, κυρίως σε μορφή εστέρων με γλυκερίνη (λίπη, έλαια) ή με πολυαλκοόλες (κηροί). Από τα μη λιπαρά οξέα, σε σχετικά μεγάλη αναλογία (1-5%) υπάρχει στο ξύλο το οξικό οξύ (ενωμένο κυρίως με τις ημικυτταρίνες) και άλλα μονοβασικά και υδροξυβασικά οξέα.
- **Αλκοόλες:** Στην κατηγορία αυτή υπάγονται αλιφατικές αλκοόλες και αρωματικές αλκοόλες, κυρίως στερόλες.
- **Πρωτεΐνες:** Απαντώνται στο κάμβιο και τα παρεγχυματικά κύτταρα, σε ποσοστό συνήθως μικρότερο του 1%.
- **Ανόργανες ουσίες:** Το σύνολο των ανόργανων ενώσεων ονομάζεται *τέφρα* και απομένει ως υπόλειμμα μετά από την πλήρη καύση του ξύλου. Απαντάται σε ποσοστό 0,1 έως

0,5% για δασικά είδη της εύκρατης ζώνης και μέχρι 8% για είδη της τροπικής ζώνης. Η τέφρα του ξύλου περιέχει κυρίως ασβέστιο (Ca), κάλιο (K), μαγνήσιο (Mg) και σε πολύ μικρό ποσοστό νάτριο (Na), μαγγάνιο (Mn), πυρίτιο (Si), κ.ά.

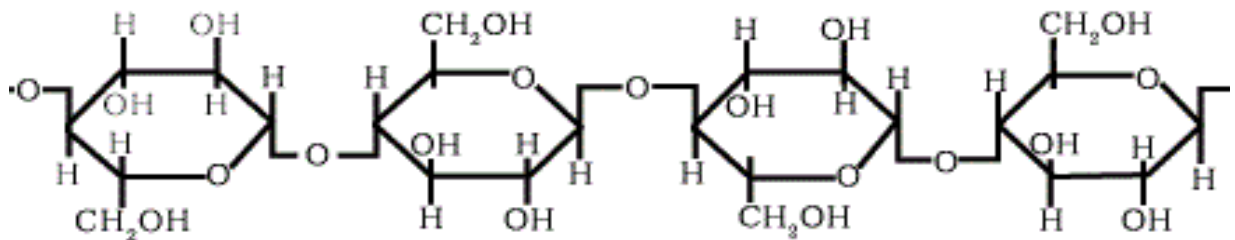
Για τη μελέτη των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων των συστατικών του ξύλου πρέπει να γίνει πρώτα διαχωρισμός των συστατικών αυτών. Για το σκοπό αυτό γίνονται πολύπλοκες χημικές αναλύσεις σε κατάλληλα προετοιμασμένα δείγματα ξύλου (βλ. *χημική τεχνολογία*).

Τα **δομικά συστατικά** του ξύλου, τα συστατικά δηλαδή που συγκροτούν τη δομή του είναι η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες και η λιγνίνη, και εξετάζονται παρακάτω:

Κυτταρίνη

Κυτταρίνη είναι η σπουδαιότερη και η αφθονότερη οργανική ουσία που υπάρχει στη φύση. Απαντάται παντού σε μεγάλες ποσότητες και αποτελεί το σπουδαιότερο συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων του ξύλου. Βρίσκεται στο ξύλο σε ποσοστό 40-45%, ενώ στο βαμβάκι 95-99% (καθαρότερη μορφή κυτταρίνης). Η κυτταρίνη (*cellulose*) είναι πολυσακχαρίτης μακρομοριακής δομής, της οποίας η στοιχειώδης μονάδα δόμησης των μακρομορίων της είναι το μονοσάκχαρο *γλυκόζη*. Η κυτταρίνη διακρίνεται σε κρυσταλλική κυτταρίνη (που σχηματίζει κρυστάλους) (*crystalline cellulose*) και άμορφη κυτταρίνη (*amorphous cellulose*).

Ο εμπειρικός τύπος της κυτταρίνης είναι $(C_6H_{10}O_5)_n$ και προκύπτει από το μόριο της *γλυκόζης* ($C_6H_{12}O_6$) με την αφαίρεση ενός μορίου νερού. Η *γλυκόζη* είναι μονοσάκχαρο που σχηματίζεται από το CO_2 της ατμόσφαιρας με φωτοσύνθεση. Ο βαθμός πολυμερισμού της κυτταρίνης στο ξύλο εκτιμάται ότι είναι περίπου 8.000 έως 10.000.

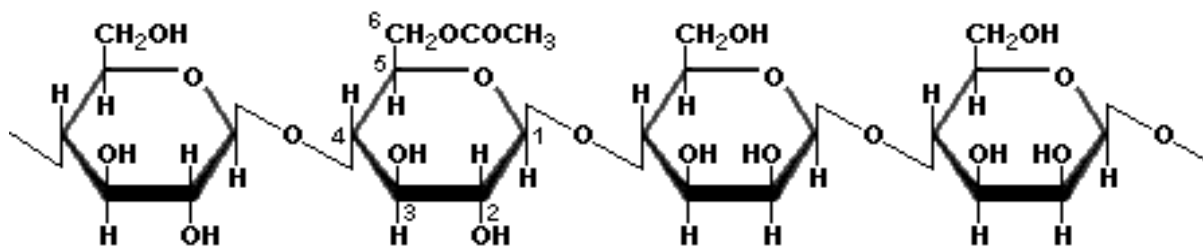


ΕΙΚ. 19α. Μοριακή δομή της κυτταρίνης.

Ημικυτταρίνες

Οι ημικυτταρίνες διαφέρουν από την κυτταρίνη στο ότι: (α) είναι άμορφες, (β) έχουν μικρότερο βαθμό πολυμερισμού (περίπου: 150-200), (γ) διαλύονται σε αλκαλικά διαλύματα και (δ) υδρολύονται πολύ εύκολα με αραιά διαλύματα οξέων. Οι ημικυτταρίνες απαντώνται στη φύση πάντοτε μαζί με την κυτταρίνη, και ίσως και τη λιγνίνη. Ο όρος ημικυτταρίνες είναι συλλογικός και αναφέρεται σε μίγμα πολυσακχαριτών που έχουν ως βάση τα μονοσάκχαρα της γλυκόζης, της μαννόζης και της ξυλόζης, και σε μικρότερη αναλογία της γαλακτόζης, αραβινόζης και ραμνόζης, κ.α. Οι δύο (2) κύριες κατηγορίες τους είναι: οι γλυκομαννάνες και οι ξυλάνες.

Οι ημικυτταρίνες (*hemicelluloses*) είναι οι πλέον υδρόφιλες ουσίες του ξύλου. Ο διαχωρισμός τους από την κυτταρίνη βασίζεται στο ότι διαλύονται σε διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 17,5%, ενώ η κυτταρίνη παραμένει αδιάλυτη.



ΕΙΚ. 19β. Μοριακή δομή των ημικυτταρινών (δομή της γλυκομαννάνης).

Λιγνίνη

Η λιγνίνη είναι ουσία αρωματικής φύσης της οποίας η ακριβής δομή δεν είναι ακόμα γνωστή. Είναι το συστατικό που διακρίνει το ξύλο από τις άλλες κυτταρινικές ουσίες που παράγονται από τη φύση. Η λιγνίνη βρίσκεται πάντοτε μαζί με την κυτταρίνη, ενώ η κυτταρίνη εμφανίζεται και χωρίς τη λιγνίνη, όπως λ.χ. στο βαμβάκι.

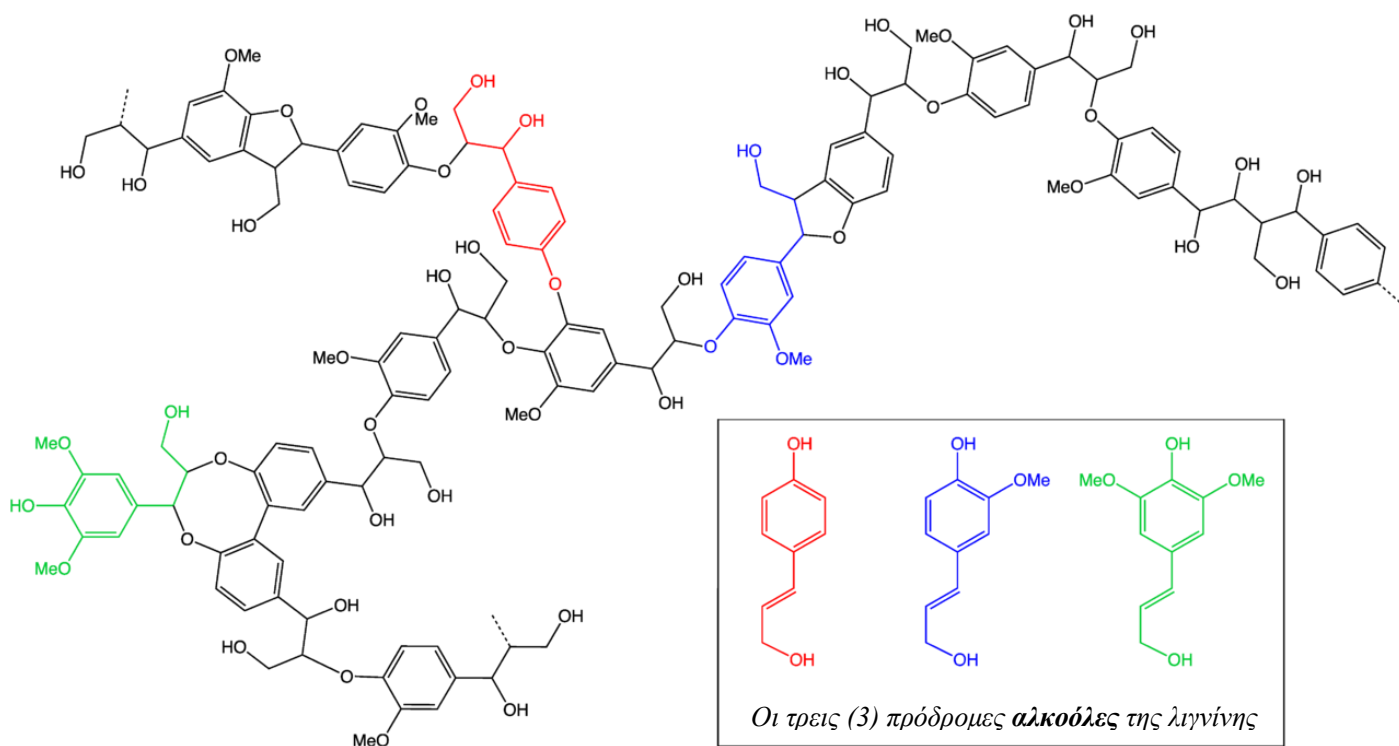
Η λιγνίνη (*lignin*) στο ξύλο παίζει το ρόλο της συγκολλητικής ουσίας, είναι η πλέον υδρόφοβη ουσία του και είναι πολύ ανθεκτική. Το ποσοστό της λιγνίνης στο ξύλο ποικίλει από 17-35%. Ο βιολογικός προορισμός της είναι η ενίσχυση της μηχανικής αντοχής των κυτταρικών τοιχωμάτων. Έτσι, τα λιγνοποιημένα κύτταρα μπορούν να παραλληλισθούν με τα πλαστικά που είναι ενισχυμένα με ίνες γυαλιού ή με το μπετόν που περιβάλλει το σκελετό του χάλυβα. Η

λιγνίνη συγκεντρώνεται κυρίως στη μεσοκυττάρια στρώση, συγκρατεί τα μικροϊνίδια και βελτιώνει την αντοχή τους σε θλίψη. Η απόθεση της λιγνίνης (**λιγνοποίηση**) συμπληρώνεται μέχρι την πλήρη ανάπτυξη των κυττάρων.

Η λιγνίνη είναι αδιάλυτη στους γνωστούς διαλύτες και δεν υδρολύεται. Οι ιδιότητες αυτές της λιγνίνης εξηγούν γιατί δεν είναι ακόμη γνωστή η ακριβής δομή της.

Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι υπάρχουν χημικοί δεσμοί μεταξύ της λιγνίνης και των πολυσακχαριτών του ξύλου (κυτταρίνη, ημικυτταρίνες). Το μεγαλύτερο ποσοστό της λιγνίνης βρίσκεται στη μεσοκυττάρια στρώση και το ποσοστό της μειώνεται προοδευτικά προς την κυτταρική κοιλότητα.

Η λιγνίνη στερείται κρυσταλλικότητας, είναι δηλαδή *άμορφο* πολυμερές. Τα μοριακά βάρη της λιγνίνης είναι πολύ μεγάλα (100.000-200.000). Η λιγνίνη είναι πολύ λιγότερο υδρόφιλη από ότι οι πολυσακχαρίτες του ξύλου. Αυτό οφείλεται τόσο στο μικρότερο αριθμό υδροξυλίων (-OH) που περιέχει, όσο και στο ίδιο *φαινολικό* χαρακτήρα της.



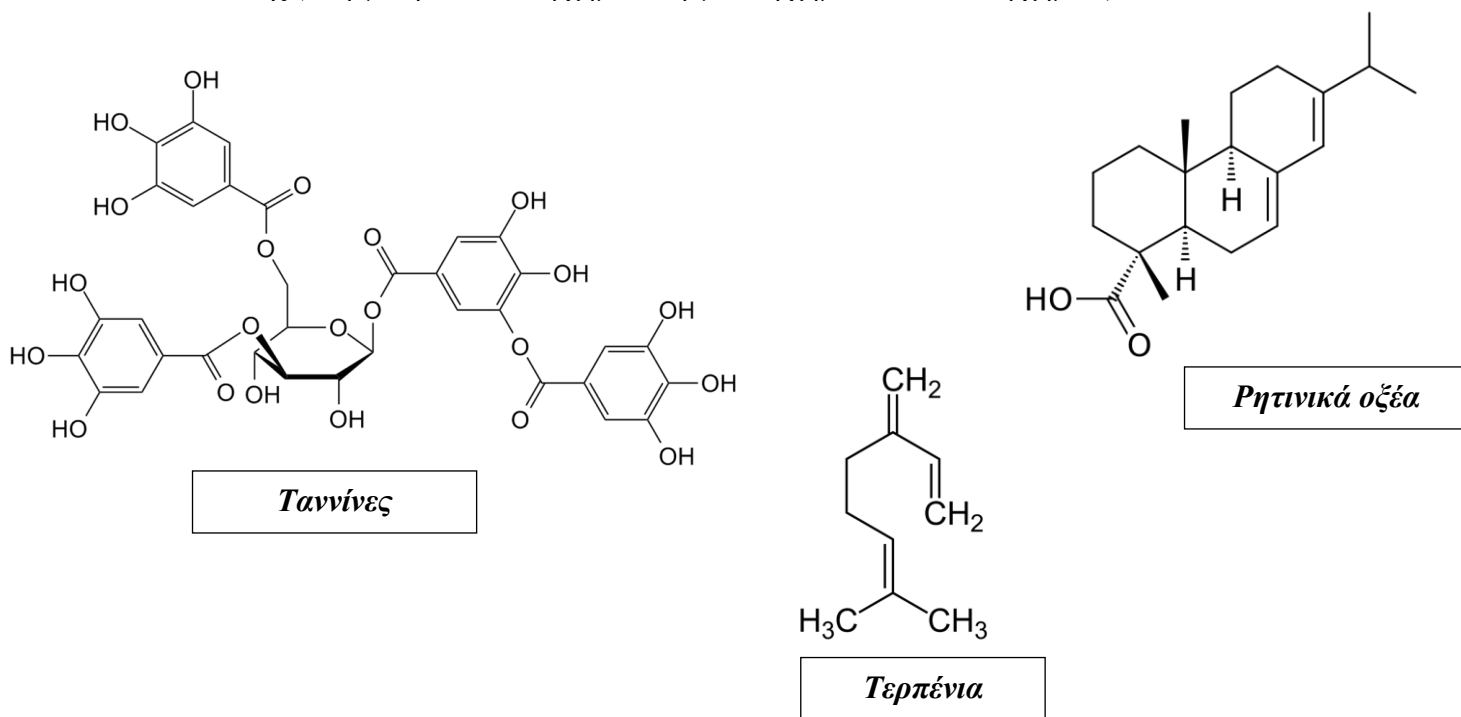
ΕΙΚ. 19γ. Πιθανή μακρομοριακή δομή της λιγνίνης του ξύλου (βλ. *lignin model*).

Εκχυλίσματα

Εκτός από τις παραπάνω οργανικές ουσίες που συγκροτούν τη δομή του ξύλου (δομικά συστατικά), οι ιστοί του ξύλου περιέχουν και χημικές ουσίες (Εικ. 19δ) που **δεν** συμμετέχουν στη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων (μη δομικά συστατικά) και συνήθως *εκχυλίζονται* από το ξύλο με νερό και ουδέτερους διαλύτες και ονομάζονται **εκχυλίσματα**. Τα εκχυλίσματα (*extractives*) αποτίθενται στους κενούς χώρους και τις κυτταρικές κοιλότητες.

Το ποσοστό των εκχυλισμάτων σε είδη ξύλου της εύκρατης ζώνης είναι μικρό, π.χ. 1-5%, και είναι αυξημένο στις ρίζες και στους τραυματικούς ιστούς. Αντίθετα, το ποσοστό των εκχυλισμάτων σε ξύλο ορισμένων τροπικών ειδών μπορεί να φθάσει μέχρι και 20-25%!

Τα σπουδαιότερα εκχυλίσματα είναι τα ακόλουθα: *τερεβινθέλαιο* (κν. νέφτι), *αιθέρια έλαια* (π.χ. καμφορά), *ρητινικά οξέα* (συστατικά του ρετσινιού των κωνοφόρων), *ταννίνες* (δεψικές ουσίες, βλ. επεξεργασία δερμάτων), *λιπαρά οξέα*, *πρωτεΐνες* (αζωτούχες ενώσεις) και άλλες ενώσεις. Η χημεία των εκχυλισμάτων είναι πολύ περίπλοκη και αποτελεί αντικείμενο ειδικής έρευνας και ανάλυσης (*ενόργανη αναλυτική χημεία, οργανική χημεία, συνθετική χημεία*).



ΕΙΚ. 19δ. Διάφορες κατηγορίες (ομάδες) εκχυλισμάτων του ξύλου.

Κατανομή χημικών συστατικών στα κυτταρικά τοιχώματα

Για τη μελέτη της σύστασης των κυτταρικών τοιχωμάτων και της κατανομής των χημικών συστατικών στα κυτταρικά τοιχώματα, χρησιμοποιούνται μέθοδοι χημικής ανάλυσης του ξύλου μετά από κονιορτοποίησή του και απομάκρυνση των εκχυλισμάτων. Επίσης, χρησιμοποιούνται και σύγχρονες μέθοδοι με χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, χρωματογραφίας, κ.α.

Η μελέτη της χημικής σύστασης των κυτταρικών τοιχωμάτων δεν έχει ολοκληρωθεί. Η *σύνθετη μεσοκυττάρια στρώση* (μεσοκυττάρια στρώση + πρωτογενές τοίχωμα) περιέχει λιγνίνη 70-80%, καθώς και πηκτινικές ουσίες. Συγκεκριμένα, η μεσοκυττάρια στρώση αποτελείται κυρίως από λιγνίνη και ημικυτταρίνες, χωρίς καθόλου κυτταρίνη. Στο πρωτογενές τοίχωμα των κυτταρικών τοιχωμάτων, ενώ στα αρχικά στάδια εξέλιξης του υπάρχει μόνο κυτταρίνη, στο στάδιο λιγνοποίησης αποθέτονται σημαντικά ποσά λιγνίνης. Στο πρωτογενές τοίχωμα απαντώνται επίσης και ημικυτταρίνες. Στο δευτερογενές τοίχωμα, η λιγνίνη φθάνει το 15-20% και είναι συγκεντρωμένη μεταξύ των μικροϊνιδίων. Στο δευτερογενές τοίχωμα συγκεντρώνεται κυρίως η κυτταρίνη και σημαντικό ποσοστό ημικυτταρινών.

Μελέτη της κατανομής κυτταρίνης και ημικυτταρινών στα κυτταρικά τοιχώματα κυττάρων δασικής πεύκης, ερυθρελάτης και σημύδας, έδειξε ότι στη σύνθετη μεσοκυττάρια στρώση η κυτταρίνη κατέχει το 40%, και οι ημικυτταρίνες το 60%, ενώ στο δευτερογενές τοίχωμα η κατανομή είναι αντίστροφη.

Επίδραση χημικών συστατικών στις ιδιότητες του ξύλου

Η χημική σύσταση του ξύλου και η κατανομή των χημικών συστατικών στα κυτταρικά τοιχώματα έχουν μεγάλη επίδραση στις ιδιότητες του ξύλου και ασκούν σημαντικό ρόλο στις τελικές χρήσεις του.

Η κυτταρίνη είναι το χημικό συστατικό του ξύλου που το καθιστά κατάλληλο για παραγωγή χαρτιού και εκατοντάδων άλλων προϊόντων. Στην κυτταρίνη οφείλεται η μεγάλη αντοχή του ξύλου σε εφελκυσμό παράλληλα προς τον κατά μήκος άξονα του κορμού. Αυτό εξηγείται από τη διάταξη των μικροϊνιδίων και των αλυσίδων μορίων κυτταρίνης παράλληλα προς τον άξονα του κυττάρου - και του κορμού κατ' επέκταση - στη στρώση S₂ του δευτερογενούς τοιχώματος.

Η υψηλή αντοχή του ξύλου σε θλίψη, καθώς και η ελαστικότητά του, οφείλονται στην ύπαρξη των ημικυτταρινών και της λιγνίνης στη μεσοκυττάρια στρώση. Τα συστατικά αυτά είναι εκείνα που συνδέουν τα ξυλώδη κύτταρα μεταξύ τους.

Η ιδιότητα του ξύλου να προσλαμβάνει υδρατμούς από την ατμόσφαιρα (υγροσκοπικότητα) οφείλεται στα *ελεύθερα υδροξύλια* (OH^-) των μορίων κυρίως των ημικυτταρινών, και επίσης της *άμορφης κυτταρίνης* που είναι πολύ ευάλωτη στην υγρασία.

Το ξύλο έχει επίσης την ιδιότητα να ρικνώνεται ή να διογκώνεται, αντίστοιχα, κατά την απώλεια ή την πρόσληψη υγρασίας από την ατμόσφαιρα. Σε ξύλο με κανονική δομή (π.χ. πεύκο), η αξονική ρίκνωση είναι 0,4%, η ακτινική 4,5% και η εφαπτομενική 8%. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη σχεδόν αξονική διάταξη των μικροϊνιδίων στη στρώση S_2 . Η διάταξη των μικροϊνιδίων στην S_1 και S_3 που είναι σχεδόν κάθετη προς τον άξονα του κυττάρου περιορίζει την ακτινική και εφαπτομενική ρίκνωση και διόγκωση (βλ. Εικ. 16).

Τα εκχυλίσματα, τέλος, επηρεάζουν το χρώμα, την οσμή και την ανθεκτικότητα του ξύλου σε προσβολές από βακτήρια, μύκητες και έντομα. Σε μικρότερο βαθμό επηρεάζουν την υγροσκοπικότητα και την ευφλεκτικότητα του ξύλου. Αρνητικά επηρεάζουν την παραγωγή χαρτοπολλτού από το ξύλο, ειδικά για τα είδη κωνοφόρων που περιέχουν πολλή ρητίνη (*κν. ρετσίνι*) κάτι που δεν είναι επιθυμητό και δυσχεραίνει την όλη θερμοχημική διαδικασία πολτοποίησης του ξύλου (*chemical pulping*).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΔΟΜΗΣ

Τα στοιχεία δομής του ξύλου μεταβάλλονται από δένδρο σε δένδρο ακόμα και μέσα στο ίδιο δένδρο. Η μεταβλητότητα αυτή αναφέρεται στην οριζόντια και την κατακόρυφη κατεύθυνση του δένδρου.

Οι παράγοντες που προκαλούν τη μεταβλητότητα δομής του ξύλου είναι: (α) η ηλικία του καμβίου και (β) η επίδραση παραγόντων του περιβάλλοντος, όπως λ.χ. φως, θερμοκρασία, υγρασία και άνεμος. Έχει παρατηρηθεί ότι μεγάλη κόμη του δένδρου καθυστερεί το σχηματισμό εγκάρδιου ξύλου, ενώ κόμη μεγάλου ύψους ευνοεί το σχηματισμό πρώιμου ξύλου. Επίσης το πλάτος του πρώιμου ξύλου επηρεάζεται από την ποσότητα υγρασίας στην αρχή της αυξητικής περιόδου, ενώ το πλάτος του όψιμου ξύλου από το ύψος των βροχοπτώσεων του καλοκαιριού. Διάφοροι δασοκομικοί χειρισμοί επηρεάζουν έμμεσα τη μεταβλητότητα της δομής, αφού επηρεάζουν το κλιματεδαφικό περιβάλλον του δάσους.

Η μεταβλητότητα δομής ξύλου μεταξύ δένδρων του ίδιου είδους μπορεί να οφείλεται: (i) στην επίδραση του μικροπεριβάλλοντος του κάθε δένδρου και (ii) στις γενετικές διαφορές μεταξύ των δένδρων. Συνεπώς, οι δυνατότητες παρέμβασης του ανθρώπου για να ελέγξει τη δομή και την ποιότητα του ξύλου περιορίζεται μόνο σε δασοκομικούς χειρισμούς και στη γενετική βελτίωση των δασικών δένδρων.

Οριζόντια μεταβλητότητα

Στην οριζόντια κατεύθυνση παρατηρείται μία γενική μεταβολή των χαρακτηριστικών δομής του ξύλου και της χημικής σύστασης των κυτταρικών τοιχωμάτων από την εντεριώνη προς το φλοιό μέχρις ότου φθάσουν σε ένα τυπικό επίπεδο, το οποίο διατηρούν στη συνέχεια για πολλά χρόνια. Σε πολύ μεγάλη ηλικία τα χαρακτηριστικά αυτά αρχίζουν πάλι να μεταβάλλονται Ταυτόχρονα λαμβάνουν χώρα μεταβολές κατά τη μετατροπή του σομού ξύλου σε εγκάρδιο ξύλο. Γενικά διακρίνονται τα παρακάτω τρία στάδια εξέλιξης: α) **Ανώριμο στάδιο** το οποίο ενδεικτικά διαρκεί 20 και πλέον χρόνια, β) **Ώριμο στάδιο** κατά το οποίο παράγεται ώριμο ξύλο τυπικής δομής, η έναρξη παραγωγής του οποίου για πολλά είδη συμπίπτει με την αρχή σχηματισμού του εγκάρδιου ξύλου και γ) **Υπερώριμο στάδιο** που αρχίζει σε πολύ μεγάλη

ηλικία και χαρακτηρίζεται από ξύλο με πολύ στενούς αυξητικούς δακτύλιους, λίγο όψιμο ξύλο, κύτταρα μικρότερα με λεπτά τοιχώματα, λιγότερη κυτταρίνη και περισσότερη λιγνίνη.

Στα κωνοφόρα, οι πρώτοι αυξητικοί δακτύλιοι έχουν λιγότερο αναπτυγμένο όψιμο ξύλο. Στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα, παρατηρείται στη ζώνη του ανώριμου ξύλου μια βαθμιαία ανάπτυξη της δακτυλιόπορης δομής.

Σε ότι αφορά τη μορφολογία των κυττάρων στις τραχεΐδες και τις ίνες παρατηρείται μια ταχεία αύξηση του μήκους στα πρώτα χρόνια ανάπτυξης του δένδρου και στη συνέχεια η αύξηση συνεχίζεται βαθμιαία με ελαττωμένο ρυθμό αύξησης μέχρις ότου αποκτηθεί το μέγιστο μήκος. Ο χρόνος που απαιτείται για την απόκτηση του μέγιστου μήκους ποικίλει από είδος σε είδος και κυμαίνεται από 6-8 έτη, μέχρι και 200-300 έτη. Σε *ταχυαυγή* είδη (λεύκη, ευκάλυπτος, ακτινωτή πεύκη), ο χρόνος αυτός είναι περίπου 10-15 έτη.

Στον ίδιο αυξητικό δακτύλιο, τα κύτταρα του όψιμου ξύλου κωνοφόρων και πλατύφυλλων έχουν μεγαλύτερο μήκος του πρώιμου.

Σε ότι αφορά τη χημική σύσταση έχει βρεθεί ότι στα κωνοφόρα ξύλα η περιεκτικότητα κυτταρίνης αυξάνεται από την εντεριώνη προς τα έξω, όπως επίσης και το μήκος των τραχεΐδων. Το αντίθετο συμβαίνει με την περιεκτικότητα λιγνίνης που μειώνεται από την εντεριώνη προς τα έξω.

Κατακόρυφη μεταβλητότητα

Η *κατακόρυφη μεταβλητότητα* εντός του κορμού είναι συνέπεια της διαφορετικής δομής των αυξητικών δακτυλίων. Το *πλάτος αυξητικού δακτυλίου* (*growth-ring width*) αυξάνεται από την κορυφή του δένδρου προς τη βάση της κόμης, όπου αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή, και μετά μειώνεται βαθμιαία προς τις ρίζες.

Το ποσοστό όψιμου ξύλου και η περιεκτικότητα του ξύλου σε κυτταρίνη μειώνονται από τη βάση του δένδρου προς την κορυφή. Το μήκος των κυττάρων αυξάνεται από τη βάση του δένδρου προς την κορυφή μέσα σε κάθε αυξητικό μανδύα, μέχρις ότου αποκτήσει τη μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώνεται προς την κορυφή.

Μεταβολές κατά το σχηματισμό εγκάρδιου ξύλου

Ο σχηματισμός του εγκάρδιου ξύλου συνοδεύεται από σειρά μεταβολών που επηρεάζουν σημαντικά την εμφάνιση και τις ιδιότητες του ξύλου. Έτσι το χρώμα του ξύλου γίνεται συνήθως σκοτεινότερο. Τα παρεγχυματικά κύτταρα χάνουν το πρωτόπλασμα και τον πυρήνα τους με συνέπεια να πεθαίνουν λόγω της βαθμιαίας εναπόθεσης τοξικών ουσιών, των εκχυλισμάτων. Τα αλωφόρα βοθρία αποφράσσονται, ενώ στα μέλη αγγείων των πλατυφύλλων προκαλούνται τυλώσεις.

Η διεργασία σχηματισμού του εγκάρδιου ξύλου δεν είναι πλήρως γνωστή. Η διαφορά μεταξύ εγκάρδιου ξύλου και σομού ξύλου είναι καθαρά λειτουργική. Το εγκάρδιο δε συμμετέχει στη διακίνηση και αποθήκευση τροφών. Το ποσοστό εγκάρδιου σε εγκάρσια επιφάνεια είναι μεγαλύτερο στη βάση του δένδρου. Από τα ελληνικά είδη ξύλου, χρωματιστό εγκάρδιο έχουν: η πεύκη, το κυπαρίσσι, ο ίταμος, ο άρκευθος (κν. κέδροσ), η δρυς, η καστανιά, η φτελιά, ο φράξος, η καρυδιά, η οξιά (*ερυθρό εγκάρδιο*), το πλατάνι, η ελιά, η ιτιά και άλλα.

Το πλάτος του σομού ξύλου είναι ένα χαρακτηριστικό σταθερό για ορισμένα είδη και για το λόγο αυτό έχει και διαγνωστική αξία, όπως λ.χ. η μαύρη πεύκη έχει σομό μικρότερου πλάτους από τη δασική πεύκη.

Ξύλο κλαδιών και ριζών

Το ξύλο των κλαδιών έχει τις ακόλουθες σημαντικές διαφορές από το ξύλο του κορμού των δένδρων:

- ✚ Τα κλαδιά περιέχουν κατά κανόνα ξύλο με ανώμαλη δομή, δηλαδή θλιψιγενές ξύλο στα κωνοφόρα, εφελκυσμογενές ξύλο στα πλατύφυλλα (βλ. σφάλματα δομής).
- ✚ Η εγκάρσια τομή των κλαδιών είναι συνήθως έκκεντρη, οι ετήσιοι δακτύλιοι είναι στενότεροι και οι ακτίνες πολύ περισσότερες.
- ✚ Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι στενότεροι και περισσότεροι. Τα κύτταρα έχουν μικρότερο μήκος και είναι στενότερα. Τα αγγεία είναι περισσότερα (στα πλατύφυλλα είδη).

Το ξύλο των ριζών παρουσιάζει τις ακόλουθες διαφορές σε σχέση με το ξύλο του κορμού:

- ✚ Η δομή του ξύλου των ριζών μεταβάλλεται με την απόσταση από τον κορμό.
- ✚ Οι ρίζες έχουν συνήθως έκκεντρο και παραμορφωμένη εγκάρσια τομή.
- ✚ Οι ετήσιοι δακτύλιοι δεν διακρίνονται εύκολα και είναι στενότεροι.
- ✚ Δεν παρατηρείται συνήθως η δακτυλιόπορη εμφάνιση στους δακτυλίους των ριζών.
- ✚ Το όψιμο ξύλο μειώνεται σταδιακά όσο απομακρυνόμαστε από τον κορμό μέχρις ότου εξαφανισθεί.
- ✚ Σε ορισμένα είδη, όπως λ.χ. λευκές δρύες και ακακία, οι ρίζες δεν σχηματίζουν εγκάρδιο ξύλο.
- ✚ Τα κύτταρα του ξύλου των ριζών έχουν μεγαλύτερο μήκος και διάμετρο.
- ✚ Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι γενικά λιγότεροι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΞΥΛΟΥ

Για τη μελέτη της δομής του ξύλου είναι απαραίτητη η γνώση του μηχανισμού αύξησης του δένδρου. Η αύξηση του δένδρου γίνεται προς δύο κατευθύνσεις: *καθ' ύψος* και *κατά διάμετρο*. Η αύξηση και στις δύο περιπτώσεις οφείλεται στη δράση εξειδικευμένων *μεριστωματικών ιστών*. Η καθ' ύψος ή **πρωτογενής αύξηση** οφείλεται στη δραστηριότητα των πρωτογενών κορυφαίων μεριστωματικών ιστών ή *αρχεφύτρων*, που βρίσκονται στις κορυφές των βλαστών και των ριζών, ενώ η κατά διάμετρο ή **δευτερογενής αύξηση** οφείλεται στη δραστηριότητα δευτερογενών μεριστωμάτων και κυρίως στη δράση του *καμβίου* (βλ. Εικ. 20).



ΕΙΚ. 20. Εμφάνιση του καμβίου και της καμβιακής ζώνης σε ξύλο πεύκης (*P. sylvestris*).

Διακρίνονται: αυξητικοί δακτύλιοι, τραχεΐδες, ρητινοφόροι αγωγοί και ο φλοιός (προς τα έξω: ο εξωτερικός φλοιός --- προς τα μέσα: ο εσωτερικός φλοιός).

Πρωτογενής αύξηση

Στα ανώτερα φυτά, η πρωτογενής αύξηση αρχίζει από επικόρυφους μεριστικούς ιστούς (*αρχέφυτρα*), οι οποίοι είναι ομάδες αδιαφοροποίητων, ίσης διαμέτρου κυττάρων που με τη διαίρεσή τους παράγουν τους νεαρούς βλαστούς και τις ρίζες.

Δευτερογενής αύξηση

Η κατά διάμετρο αύξηση του δένδρου ή δευτερογενής αύξηση αρχίζει με το σχηματισμό του **καμβίου** από τη διαίρεση των κυττάρων του οποίου παράγεται *ξύλο* (ή *ξύλωμα*) προς την εσωτερική πλευρά και *φλοιός* προς την εξωτερική πλευρά του καμβίου. Το *κάμβιο* (*cambium*) είναι ένας μονόστρωμος μανδύας δευτερογενών μεριστωματικών κυττάρων που βρίσκεται μεταξύ του σομού ξύλου και του φλοιού. Το κάμβιο εκτείνεται σε όλο το μήκος του άξονα του φυτού από τα αρχέφυτρα του κορμού και των κλαδιών μέχρι τις αντίστοιχες περιοχές των ριζών. Με περικλινείς διαιρέσεις των κυττάρων του καμβίου παράγονται τα **μητρικά** κύτταρα του ξύλου και του φλοιού που στη συνέχεια ξαναδιαίρονται και τα θυγατρικά τους κύτταρα διαφοροποιούνται σε κύτταρα ξύλου και κύτταρα φλοιού. Από τα θυγατρικά κύτταρα που παράγονται κατά τη διαίρεση ενός καμβιακού κυττάρου το ένα εξελίσσεται σε κύτταρο ξύλου ή φλοιού, ενώ το άλλο παραμένει σαν **καμβιακό** και ξαναδιαίρεείται. Η εναλλαγή παραγωγής κυττάρων ξύλου ή φλοιού δεν είναι κανονική, η συχνότητα διαιρέσεων προς την κατεύθυνση του ξύλου είναι μεγαλύτερη, έτσι ώστε στη διάρκεια μίας αυξητικής περιόδου να παράγονται περισσότερα κύτταρα ξύλου και λιγότερα φλοιού.

Κατά την παρατήρηση μίας εγκάρσιας τομής κορμού είναι δύσκολο να διακρίνει κανείς τον καμβιακό δακτύλιο από τα γύρω στρώματα των θυγατρικών κυττάρων, που βρίσκονται σε διάφορα στάδια διαφοροποίησης (*καμβιακή ζώνη*).

Το κάμβιο τυπικά αποτελείται από δύο τύπους κυττάρων: (α) τα **καμβιακά**, τα οποία είναι κύτταρα επιμήκη, πρισματικά με λεπτά άκρα και (β) τα **αρχικά των ακτίνων**, που είναι κύτταρα βραχέα, σχεδόν ισοδιαμετρικά. Από τα καμβιακά κύτταρα προέρχονται τα αγωγά και λοιπά στοιχεία του ξύλου (τραχεΐδες, αγγεία, αξονικό παρέγχυμα, ίνες) και τα στοιχεία του φλοιού (ηθμώδη κύτταρα, ηθμοσωλήνες, συνοδά κύτταρα, παρέγχυμα, ίνες). Από τα αρχικά των ακτίνων προέρχεται το ακτινικό παρέγχυμα (*εντεριώνιες ακτίνες*).

Εξέλιξη κυττάρων ξύλου

Τα στάδια εξέλιξης των κυττάρων του ξύλου είναι τα ακόλουθα:

1) Στάδιο παραγωγής

Στο στάδιο αυτό λαμβάνει χώρα η πρώτη διαίρεση των κυττάρων του καμβίου για παραγωγή κυττάρων ξύλου ή φλοιού. Σε κάθε αυξητική περίοδο παράγονται περισσότερα κύτταρα ξύλου από ότι κύτταρα φλοιού.

2) Στάδιο μεγέθυνσης

Τα κύτταρα αυξάνουν σε όλες τις διαστάσεις μέχρι να φθάσουν το τελικό σχήμα και μέγεθος. Γενικά, παρατηρείται μεγάλη διακύμανση στο μέγεθος και σχήμα των κυττάρων του ώριμου ξύλου που λαμβάνεται από τον ίδιο τύπο καμβιακού κυττάρου. Έτσι από τα καμβιακά κύτταρα διαφοροποιούνται οι τραχεΐδες και το αξονικό παρέγχυμα. Κατά το στάδιο αυτό της μετακαμβιακής εξέλιξης, κατ' αρχήν γίνεται αύξηση κατά διάμετρο που είναι ιδιαίτερα εμφανής στις τραχεΐδες του πρώιμου ξύλου των κωνοφόρων. Στα κωνοφόρα η αύξηση της διαμέτρου ακτινικά είναι ιδιαίτερα εμφανής, ενώ εφαπτομενικά είναι αμελητέα. Η κατά διάμετρο αύξηση είναι λιγότερο εμφανής στις τραχεΐδες του όψιμου ξύλου και στα παρεγχυματικά κύτταρα.

Η περιφερειακή αύξηση του κορμού του δένδρου γίνεται με την παραγωγή νέων καμβιακών κυττάρων που σχηματίζονται με αντικλινείς διαιρέσεις του αρχικού καμβίου και όχι με αύξηση της εφαπτομενικής διαμέτρου τους.

Κατά το επόμενο στάδιο της επιμήκυνσης των κυττάρων, η κατά μήκος αύξηση ακολουθεί την προοδευτική μεταβολή στο μήκος των καμβιακών κυττάρων από το κέντρο του κορμού προς την περιφέρεια. Πέρα απ' αυτό, ενώδη στοιχεία των διαφόρων κατηγοριών ξύλου αυξάνουν περισσότερο ή λιγότερο σε σχέση με το μέγεθος των καμβιακών κυττάρων από το οποίο προήλθαν, λ.χ. οι τραχεΐδες των κωνοφόρων αυξάνουν λίγο περισσότερο από 10-15% του μήκους των καμβιακών κυττάρων. Τα παρεγχυματικά κύτταρα δεν επιμηκώνονται.

3) Στάδιο απόθεσης δευτερογενούς τοιχώματος (στάδιο λιγνοποίησης)

Μετά το στάδιο της μεγέθυνσης ή αύξησης των κυττάρων του ξύλου, λαμβάνει χώρα η απόθεση του δευτερογενούς τοιχώματος, το πάχος του οποίου εξαρτάται από τον τύπο του κυττάρου, από την εποχή παραγωγής του (πρώιμο ή όψιμο ξύλο), από το είδος του δένδρου και άλλους

παράγοντες. Όπως είναι γνωστό, τα κύτταρα του ξύλου σε ορισμένη κατάσταση είναι *νεκροί σχηματισμοί* και αποτελούνται από το κυτταρικό τοίχωμα και την κυτταρική κοιλότητα.

Το δευτερογενές τοίχωμα είναι το τελευταίο στρώμα που σχηματίζεται από το πρωτόπλασμα, εναποτίθεται εσωτερικά του πρωτογενούς τοιχώματος και η εναπόθεσή του αρχίζει όταν συμπληρωθεί το στάδιο μεγέθυνσης των κυττάρων του ξύλου. Η απόθεση ξεκινάει από το κέντρο του κυττάρου και επεκτείνεται προς τα άκρα. Σ' αυτό το στάδιο της πάχυνσης του κυτταρικού τοιχώματος σχηματίζονται και τα βοθρία.

Κατά το στάδιο αυτό (*στάδιο λιγνοποίησης*), που είναι το τελευταίο στάδιο διαφοροποίησης των κυττάρων του ξύλου, λαμβάνει χώρα απόθεση *λιγνίνης* στα κυτταρικά τοιχώματα. Η λιγνίνη παράγεται όταν τα κύτταρα είναι ακόμα ζωντανά. Με τη συμπλήρωση της λιγνοποίησης το πρωτόπλασμα του κυττάρου έχει κατά κανόνα αναλωθεί και το κύτταρο νεκρώνεται. Εξαιρέση αποτελούν τα παρεγχυματικά κύτταρα του σομού που παραμένουν ζωντανά διατηρώντας το πρωτόπλασμα και τον πυρήνα μετά τη λιγνοποίησή τους. Η λιγνοποίηση λαμβάνει χώρα όταν συμπληρωθεί η επιμήκυνση των κυττάρων και αρχίσει η απόθεση του δευτερογενούς τοιχώματος. Η λιγνοποίηση είναι μέρος του μηχανισμού που περιορίζει την αύξηση του κυττάρου.

Ο χρόνος που χρειάζεται για να παραχθεί ένα νέο κύτταρο ξύλου μπορεί να είναι και μία ημέρα, ενώ για να συμπληρωθούν τα παραπάνω στάδια εξέλιξης χρειάζονται 20 περίπου ημέρες.

Εποχιακή δραστηριότητα του καμβίου

Είναι γνωστό πως στα δένδρα της εύκρατης ζώνης το κάμβιο παραμένει το χειμώνα σε *νάρκη*. Η καμβιακή δραστηριότητα αρχίζει την άνοιξη και εκδηλώνεται με την έναρξη των διαιρέσεων των καμβιακών κυττάρων. Η ενεργοποίηση αυτή του καμβίου λαμβάνει χώρα όταν υπάρχουν η κατάλληλη θερμοκρασία για το μεταβολισμό, οι ουσίες εκείνες που ρυθμίζουν την αύξηση, διαθέσιμοι υδατάνθρακες, ανόργανα θρεπτικά συστατικά, καθώς και επάρκεια νερού για τις φυσιολογικές λειτουργίες της αύξησης.

Η έναρξη της διαίρεσης των καμβιακών κυττάρων ελέγχεται από αυξητικές ορμόνες (*αυξίνες*) που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες σε πρωτογενείς *μεριστωματικούς ιστούς*, όπως αυτούς των νεαρών οφθαλμών, βλαστών και φύλλων. Στο κάμβιο παρατηρείται μία περιοδική

δραστηριότητα. Η αύξηση των νεαρών βλαστών & ριζών δεν είναι συνεχής αλλά εναλλάσσεται με περιόδους λανθάνουσας κατάστασης, δηλαδή σε κύκλους συνήθως *ετήσιους* στις εύκρατες περιοχές και περισσότερο συχνούς στις τροπικές που συνδέονται με ξηρές και υγρές περιόδους. Συνεχής αύξηση δεν παρατηρείται ακόμη και εκεί όπου οι συνθήκες περιβάλλοντος είναι άριστες.

Η περιοδικότητα της αύξησης φαίνεται να είναι ένα χαρακτηριστικό που κληρονομείται, αλλά παράλληλα καθορίζεται και από μία αλληλεπίδραση των εσωτερικών φυσικών λειτουργιών του δένδρου με παράγοντες περιβάλλοντος όπως είναι το μέγεθος της φωτοπερίόδου, η θερμοκρασία και οι εδαφικές συνθήκες. Ιδιαίτερα η διάρκεια της ημέρας πιστεύεται ότι επηρεάζει σημαντικά την καμβιακή δραστηριότητα. Ο χρόνος που η αύξηση σταματάει το φθινόπωρο φαίνεται να σχετίζεται με τη σταθερή ελάττωση της διάρκειας της ημέρας εκείνη την εποχή.

Αυξητικοί δακτύλιοι

Οι στρώσεις του ξύλου που αποτίθενται γύρω από την εντεριώνη σε κάθε αυξητική περίοδο χαρακτηρίζονται ως *αυξητικοί δακτύλιοι*. Ο αριθμός των αυξητικών δακτυλίων σε μια εγκάρσια τομή κοντά στο έδαφος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βρεθεί η ηλικία του δένδρου, εάν προστεθεί σε αυτόν ο αριθμός των ετών που χρειάστηκε το δένδρο για να φθάσει το ύψος της τομής.

Ο αυξητικός δακτύλιος δεν πρέπει να ονομάζεται ετήσιος δακτύλιος, ενώ πολλές φορές σε μία εγκάρσια τομή ξύλου απαντούν και διπλοί ετήσιοι δακτύλιοι, δηλαδή ένας ετήσιος δακτύλιος που αποτελείται από δύο ή περισσότερους αυξητικούς δακτύλιους. Επίσης, παρατηρούνται *ασυνεχείς δακτύλιοι*, όταν δεν σχηματίζονται σε ολόκληρη την περιφέρεια γύρω από την εντεριώνη, αλλά σε ορισμένες μόνο περιοχές και οφείλονται σε τοπική αναστολή της δραστηριότητας του καμβίου λόγω τοπικού τραυματισμού ή άλλων αιτιών.

Σχηματισμός πρώιμου και όψιμου ξύλου

Η αύξηση που λαμβάνει χώρα σε κάθε αυξητική περίοδο γίνεται αντιληπτή από τη *δομική διαφορά* των κυττάρων του πρώιμου και του όψιμου ξύλου. Τα μεγάλης διαμέτρου κύτταρα του πρώιμου ξύλου παράγονται στην αρχή κάθε αυξητικής περιόδου (την άνοιξη), όταν γίνεται η

καθ' ύψος αύξηση και υπάρχει έντονη σύνθεση αυξητικών ορμονών στην κόμη. Ελάττωση στην ποσότητα των παραγόμενων αυξητικών ορμονών έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού αύξησης και την παραγωγή κυττάρων όψιμου ξύλου με μικρή διάμετρο. Καθώς το περιβάλλον ελέγχει την αύξηση της κόμης, η επίδραση του στο σχηματισμό και στο μέγεθος των κυττάρων είναι έμμεση. Ο σχηματισμός όμως του όψιμου ξύλου στα κωνοφόρα χαρακτηρίζεται από ελάττωση της ακτινικής διαμέτρου των τραχειδών και από ανάλογη αύξηση του δευτερογενούς τοιχώματος των κυττάρων.

Το μέγεθος του κυττάρου ρυθμίζεται κατά κύριο λόγο από τις αυξητικές ορμόνες, ενώ το πάχος του κυτταρικού τοιχώματος εξαρτάται από την ποσότητα των προϊόντων της φωτοσύνθεσης που καταναλώνονται κατά τα διάφορα στάδια διαφοροποίησης του φυλλώματος. Με την ωρίμανσή του, το φύλλωμα αφ' ενός μεν παράγει περισσότερα προϊόντα φωτοσύνθεσης, αφ' ετέρου χρησιμοποιεί μικρότερο μέρος αυτών, οπότε η περίσσεια των προϊόντων καταναλώνεται στο σχηματισμό κυτταρικών τοιχωμάτων. Εάν λοιπόν η θεωρία των ορμονών για το σχηματισμό του ξύλου γίνει αποδεκτή, η επίδραση του περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι έμμεση, αφού επιδρά στην αύξηση της κόμης που είναι η κύρια πηγή παραγωγής αυξινών υπεύθυνων για το μέγεθος της τραχειΐδας και για την παραγωγή προϊόντων φωτοσύνθεσης που συμμετέχουν στην ανάπτυξη του κυτταρικού τοιχώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΔΟΜΗ ΦΛΟΙΟΥ

Ο φλοιός αποτελείται από τους ιστούς που βρίσκονται στο εξωτερικό μέρος του καμβίου. Από τα μέσα προς τα έξω αποτελείται από το *δευτερογενή φλοιό*, το *φλοιώμα*, το *περίδερμα* και την *επιδερμίδα* (Εικ. 21Α).

Το περίδερμα αποτελείται από τρεις στρώσεις: το *φέλλωμα* προς τα έξω, το *φελλοκάμβιο* και το *φελλόδερμα*. Το φελλοκάμβιο είναι *μεριστικός* ιστός από τον οποίο παράγονται οι δύο άλλες στρώσεις (Εικ. 21Β). Στη φελλοδρύ (είδος *Quercus suber*), το μεγάλου πάχους φέλλωμα είναι ο κοινός φελλός του εμπορίου (Εικ. 21Γ).

Το περίδερμα σχηματίζεται για να προστατεύσει την επιδερμίδα, η οποία διαρηγνύεται από την πρώτη αυξητική περίοδο. Η προστατευτική επίδραση διαρκεί ορισμένα χρόνια. Στη συνέχεια σχηματίζονται νέα περιδέρματα από ζωντανά παρεγχυματικά κύτταρα του πρωτογενούς και του δευτερογενούς φλοιού. Με τον τρόπο αυτό σε δένδρα μεγάλης ηλικίας, ο φλοιός αποτελείται από δευτερογενή φλοιό και περίδερμα γιατί έχουν ήδη αποπέσει οι υπόλοιποι ιστοί.

Κύτταρα φλοιού

A) Φλοιός κωνοφόρων ειδών

Τα κύτταρα του φλοιού των κωνοφόρων παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες με τα κύτταρα του ξύλου. Διακρίνονται σε *ηθμώδη*, *παρεγχυματικά* και *λευκωματώδη* κύτταρα. Σε ορισμένα είδη υπάρχουν και ίνες.

Τα ηθμώδη κύτταρα είναι αντίστοιχα των αξονικών τραχειϊδών του ξύλου. Αυτά έχουν λεπτά τοιχώματα που αποτελούνται μόνο από το πρωτογενές τοίχωμα και δεν περιέχουν λιγνίνη. Σαν αγωγά κύτταρα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω των ηθμωδών θέσεων, οι οποίες είναι αντίστοιχες με τα βοθρία του ξύλου.

Τα λευκωματώδη κύτταρα βρίσκονται πάντα σε επαφή με τα ηθμώδη κύτταρα. Είναι κύτταρα παρεγχυματικής φύσης και έχουν αντίστοιχη λειτουργία και ρόλο.

Τα λευκωματώδη κύτταρα διακρίνονται σε αξονικά και ακτινικά. Στο φλοιό των κωνοφόρων υπάρχουν και ρητινοφόροι αγωγοί.

B) Φλοιός πλατυφύλλων ειδών

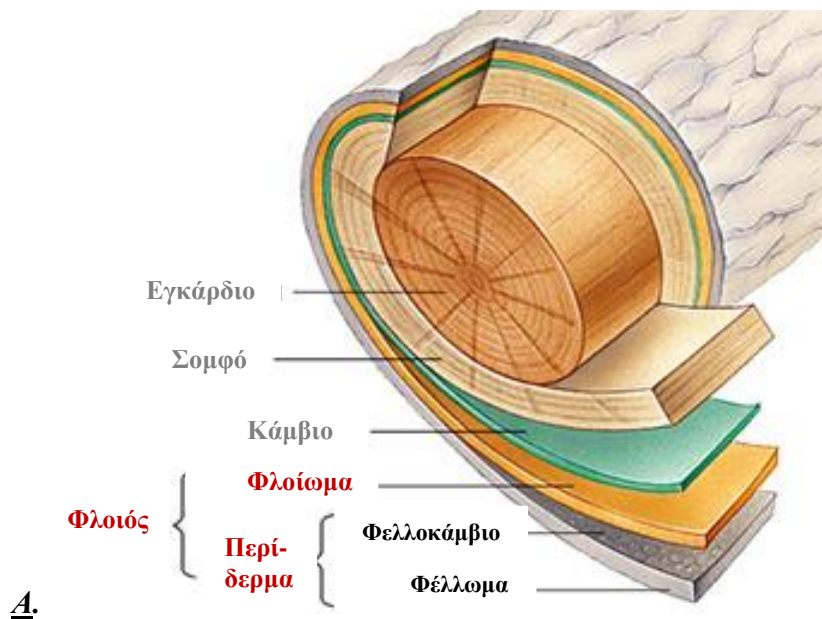
Στο φλοιό των πλατυφύλλων υπάρχουν οι *ηθμώδεις σωλήνες*, τα *συνοδά κύτταρα*, *ίνες* και *παρεγχυματικά κύτταρα*.

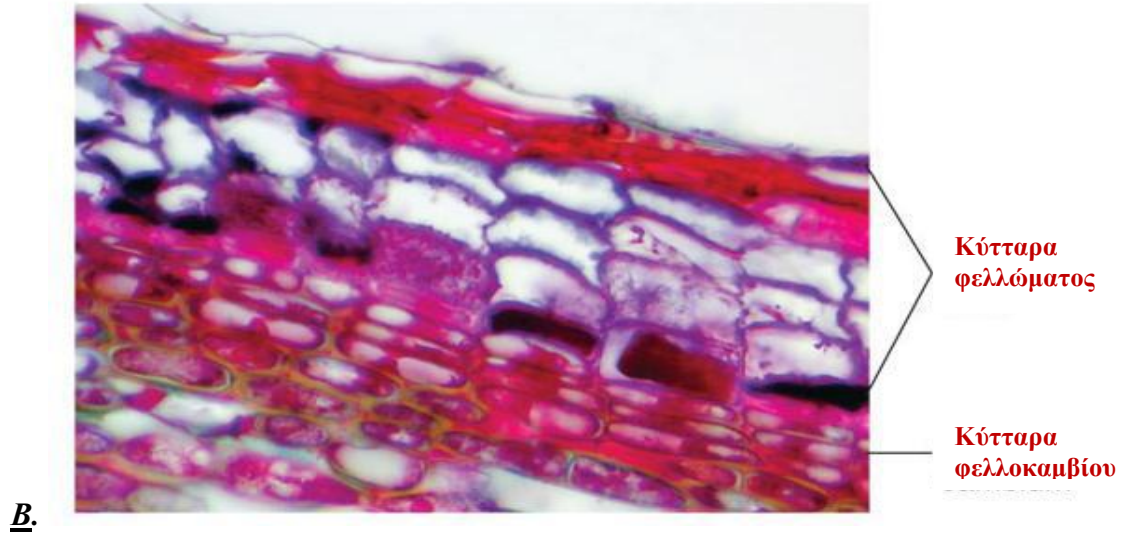
Οι ηθμώδεις σωλήνες που είναι αντίστοιχοι με τα αγγεία πλατυφύλλων αποτελούνται από μέλη ηθμωδών σωλήνων και είναι κατά αντιστοιχία *αγωγά στοιχεία* του φλοιού.

Το αξονικό παρέγχυμα του φλοιού είναι αφθονότερο στα πλατύφυλλα παρά στα κωνοφόρα. Το ακτινικό παρέγχυμα συγκροτεί τις ακτίνες, οι οποίες σε μικρή απόσταση από το κάμβιο χάνουν την τυπική μορφή τους και βαθμιαία εξαφανίζονται.

Η δομή του φλοιού αλλοιώνεται σε μικρή απόσταση από το κάμβιο. Τα αγωγά κύτταρα (ηθμώδη και ηθμώδεις σωλήνες) διακινούν τις τροφές μόνο για μία αυξητική περίοδο, μετά την οποία πεθαίνουν. Επειδή είναι λεπτότοιχα και δεν περιέχουν λιγνίνη, συνθλίβονται λόγω και της πίεσης που προέρχεται από τη διαίρεση του καμβίου.

Παράλληλα, τα παρεγχυματικά κύτταρα του φλοιού διογκώνονται, τα τοιχώματά τους παχύνονται και λιγνοποιούνται. Ο μετασχηματισμός αυτός των παρεγχυματικών κυττάρων συντελεί σημαντικά στην αποδιοργάνωση του φλοιού. Για τους λόγους αυτούς είναι αδύνατο να διακριθούν αυξητικοί δακτύλιοι στο φλοιό.





B.



Γ.

ΕΙΚ. 21. Εικόνες της δομής του φλοιού:

A) Τυπικά μέρη φλοιού: εξωτερικά του καμβίου, διακρίνουμε το φλοιώμα, και το περίδερμα (που περιέχει το φελλοκάμβιο και το φέλλωμα).

B) Σε φλοιό κωνοφόρου, διακρίνουμε κύτταρα του φελλώματος (εξωτερικά) και κύτταρα του φελλοκαμβίου. **Γ)** Σε φλοιό φελλοδρυός (*Quercus suber*), διακρίνουμε παχύ εξωτερικό φλοιό (κν. φελλό, δηλ. μεγάλου πάχους φέλλωμα), και στην εικόνα δεξιά πως είναι τα κύτταρα του φελλού, σε εγκάρσια τομή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣ

Κάθε απόκλιση από την κανονική δομή του ξύλου, η οποία ταυτόχρονα υποβαθμίζει και την αξία χρήσης του θεωρείται ως *σφάλμα δομής* του ξύλου (*wood defect*).

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα σπουδαιότερα σφάλματα δομής του ξύλου:

Ξύλο ακανόνιστης δομής

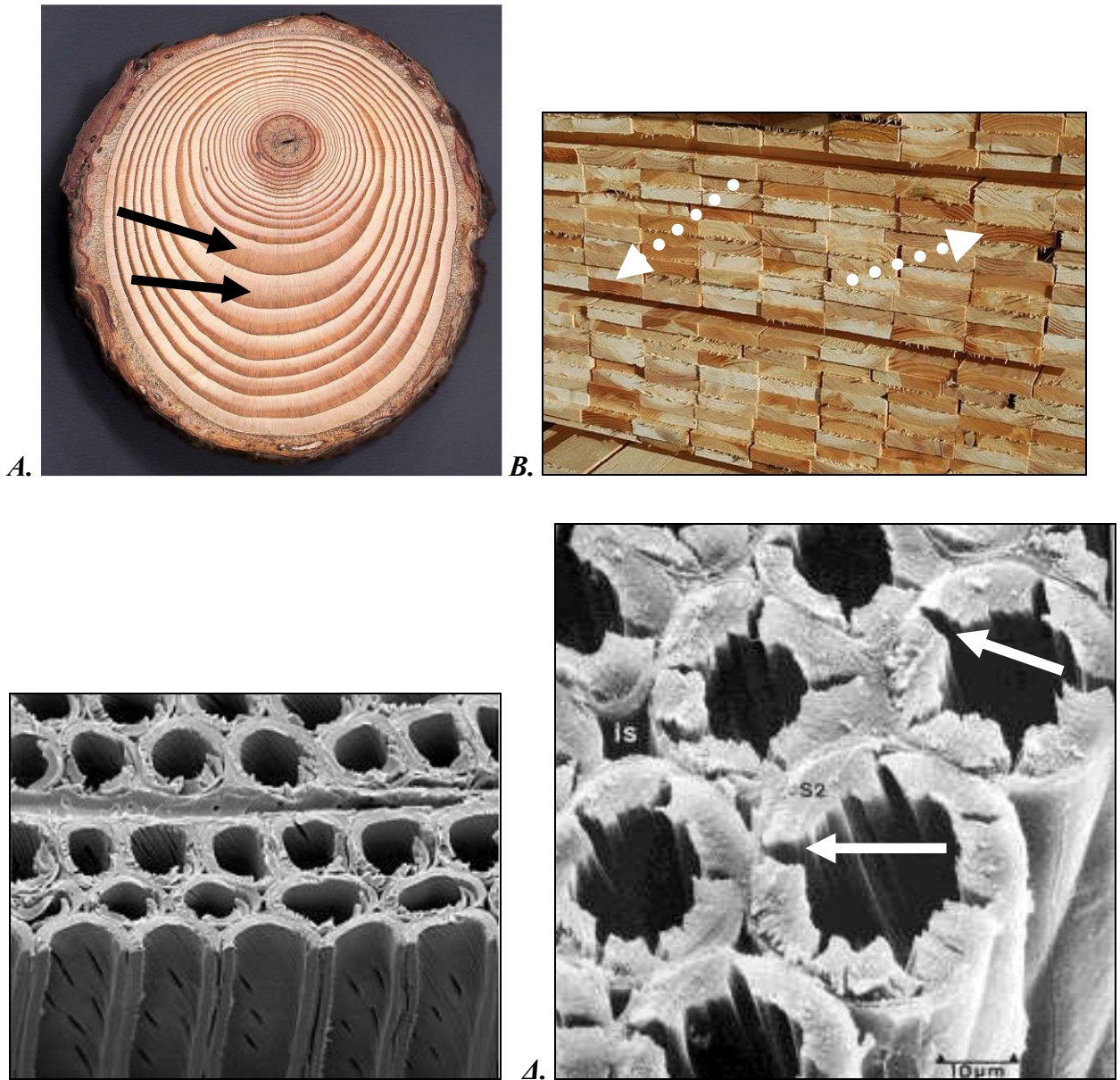
Το **θλιψιγενές ξύλο** και το **εφελκυσμογενές ξύλο** είναι τύποι ξύλου *ακανόνιστης δομής* (*reaction wood*) που δημιουργείται στον κορμό, όταν αυτός αποκλίνει από την τυπική κατακόρυφη θέση, καθώς και στα κλαδιά. Ονομάζεται επίσης και ξύλο *μη τυπικής δομής*.

Συνήθως το θλιψιγενές ξύλο δημιουργείται στα κωνοφόρα (Εικ. 22Α, 22Β), ενώ το εφελκυσμογενές στα πλατύφυλλα (Εικ. 24). Οι όροι που δόθηκαν οφείλονται στην παρατήρηση ότι το θλιψιγενές ξύλο παρουσιάζεται συνήθως στην κοίλη πλευρά του υπό κλίση κορμού ή κλαδιού, όπου αναπτύσσονται τάσεις θλίψης. Το εφελκυσμογενές ξύλο παρουσιάζεται συνήθως στην κυρτή πλευρά του υπό κλίση κορμού ή κλαδιού, όπου αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού.

Τα αίτια που δημιουργούν το θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο δεν είναι ακριβώς γνωστά.

Το *θλιψιγενές ξύλο* (*compression wood*) παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά σε σύγκριση με το ξύλο τυπικής δομής:

- ✚ Είναι ερυθρό, δηλ. είναι σκοτεινότερο του ξύλου που το περιβάλλει (Εικ. 22Α).
- ✚ Έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και μικρότερη μηχανική αντοχή.
- ✚ Είναι πιθανό να προκαλέσει απότομη θραύση του πριστού ξύλου σε κατασκευές υπό φόρτιση (βλ. Εικ. 23).
- ✚ Η κατά μήκος ρίκνωση είναι πολύ μεγαλύτερη και μπορεί να φθάσει το 10% σε σχέση με το κανονικό ξύλο που έχει 0,1-0,6%.
- ✚ Οι τραχειίδες του θλιψιγενούς ξύλου είναι μικρότερου μήκους των κανονικών και τα τοιχώματά τους είναι πολύ μεγάλου πάχους και φέρουν ραγαδώσεις (βλ. Εικ. 22Δ).
- ✚ Έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιγνίνη και μικρότερη σε κυτταρίνη (μόνο 30%).



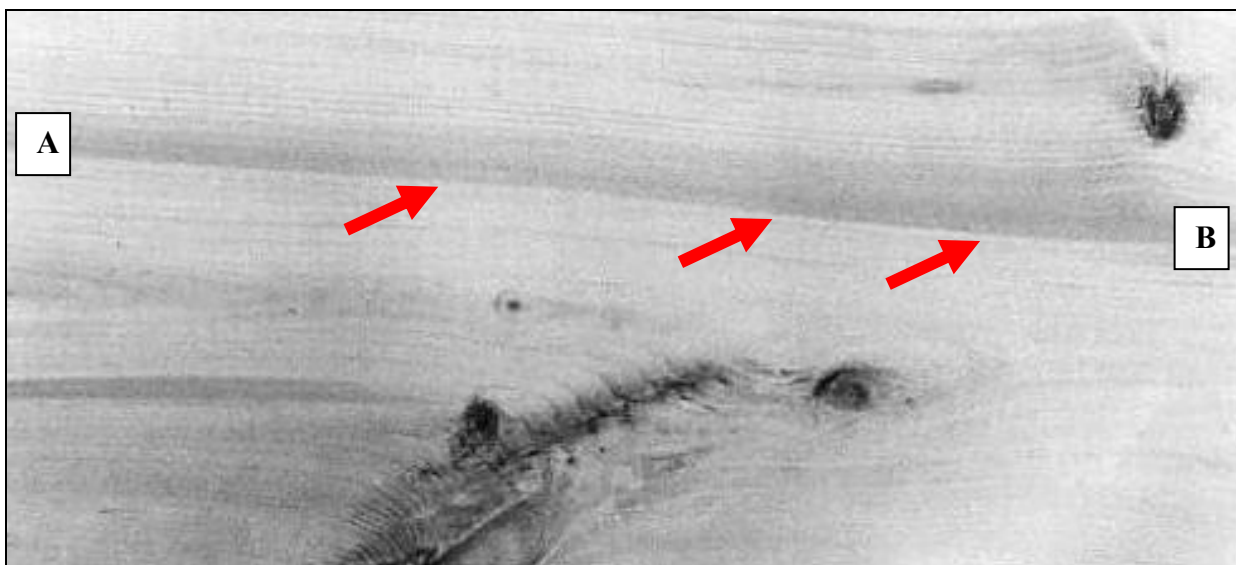
ΕΙΚ. 22. Θλιψιγενές ξύλο (*compression wood*) σε κωνοφόρα είδη:

(Α): Μακροσκοπική εμφάνιση θλιψιγενούς ξύλου σε ελάτη (έντονα ερυθρό- βέλη).

(Β): Εμφάνιση στοίβας ερυθρελάτης (με κοκκινωπό χρώμα - θλιψιγενές ξύλο).

(Γ): Τυπική μικροσκοπική εμφάνιση κυτταρικών τοιχωμάτων σε θλιψιγενές ξύλο.

(Δ): Τραχεΐδες θλιψιγενούς ξύλου σε είδος πέγκης, χωρίς στρώση S3 (βλ. ρήξεις).



ΕΙΚ. 23. Θλιψιγενές ξύλο σε πριστό πεύκης (βλ. γραμμή A-B).

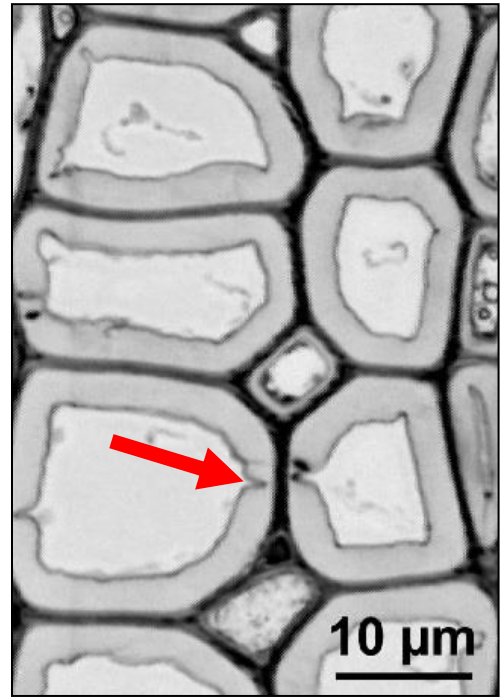
Το εφελκυσμογενές ξύλο (*tension wood*) έχει τα εξής χαρακτηριστικά σε σχέση με το κανονικό ξύλο:

- Έχει χρώμα ανοικτότερο του ξύλου που το περιβάλλει και δίνει την εντύπωση στιλβωμένης επιφάνειας.
- Έχει μεγαλύτερη πυκνότητα, ενώ η μηχανική αντοχή του είναι άλλοτε μικρότερη και άλλοτε μεγαλύτερη του κανονικού ξύλου.
- Η κατεργασία του με μηχανήματα και η είσοδος καρφιών είναι δύσκολη, ενώ η εμφάνιση της πριστής επιφάνειας είναι τραχιά.
- Η κατά μήκος ρίκνωση είναι μεγαλύτερη του κανονικού και φθάνει μέχρι 1,5%.
- Οι ίνες του είναι σε μεγαλύτερη ποσοτική αναλογία, τα τοιχώματά του είναι παχύτερα και εμφανίζουν στη στρώση S_2 του δευτερογενούς τοιχώματος, μία ζελατινώδη στρώση *G* (*gelatinous fibres*) (βλ. Εικ. 24Δ).
- Εμφανίζεται στην πλευρά, όπου οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι πλατύτεροι, ενώ πάντοτε η εντερώνη παρουσιάζει έκκεντρη θέση.
- Έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη (περίπου 55-60%).

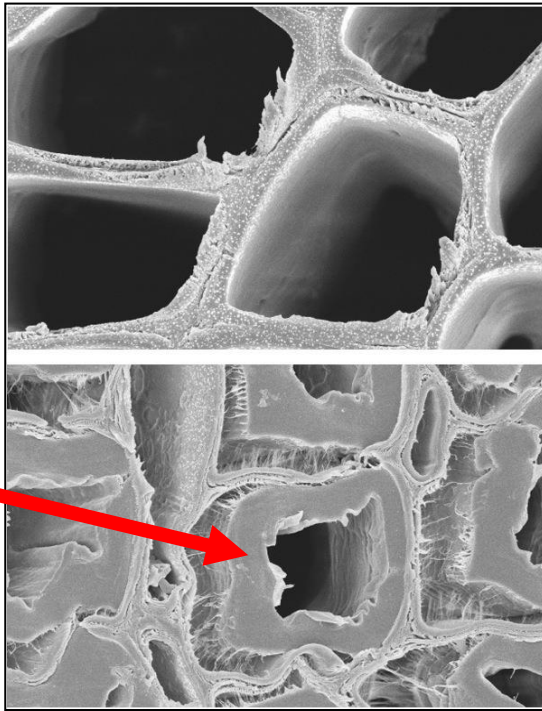
Οι παραπάνω λόγοι αποδεικνύουν πόσο σοβαρά *σφάλματα δομής* είναι το θλιψιγενές ξύλο και το εφελκυσμογενές ξύλο. Κατασκευές από τέτοιο ξύλο είναι επικίνδυνες από άποψη αντοχής και εμφανίζουν τάσεις *στρεβλώσεων* και *ραγαδώσεων* (Εικ. 23).



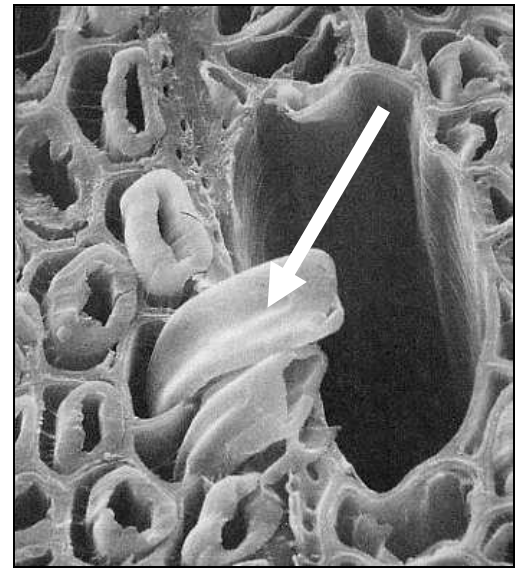
A.



B.



Γ.



Δ.

ΕΙΚ. 24. Εφελκυσμογενές ξύλο (*tension wood*) σε πλατύφυλλα είδη.

(A): Εφελκυσμογενές ξύλο σε στρογγύλη δρυός, σε μακροσκοπική εμφάνιση.

(B): Φάση λιγνοποίησης σε τοιχώματα εφελκυσμογενούς ξύλου (λεύκης).

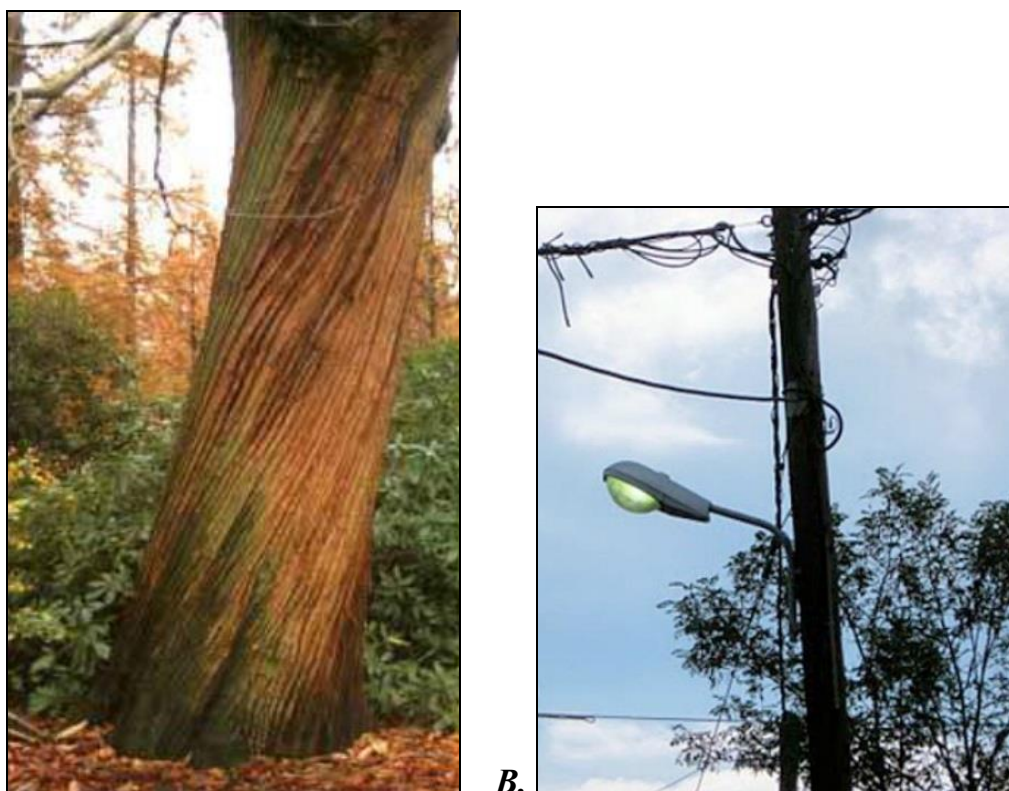
(Γ): Ανατομία δευτερογενούς τοιχώματος σε εφελκυσμογενές ξύλο (βλ. πολύ παχιά

κυτταρικά τοιχώματα). (Δ): Ζελατινώδης στρώση G σε ξύλο λεύκης (*porlar*).

Στρεψοΐνια

Η *στρεψοΐνια* (*spiral grain*) είναι ένα σημαντικό σφάλμα του ξύλου κατά το οποίο οι ίνες αντί της κανονικής κατακόρυφης διάταξης ακολουθούν μια σπειροειδή διάταξη γύρω από τον άξονα του κορμού. Στους κορμούς των δένδρων ξεχωρίζει από τις *σπειροειδείς ραγάδώσεις* (Εικ. 25Α).

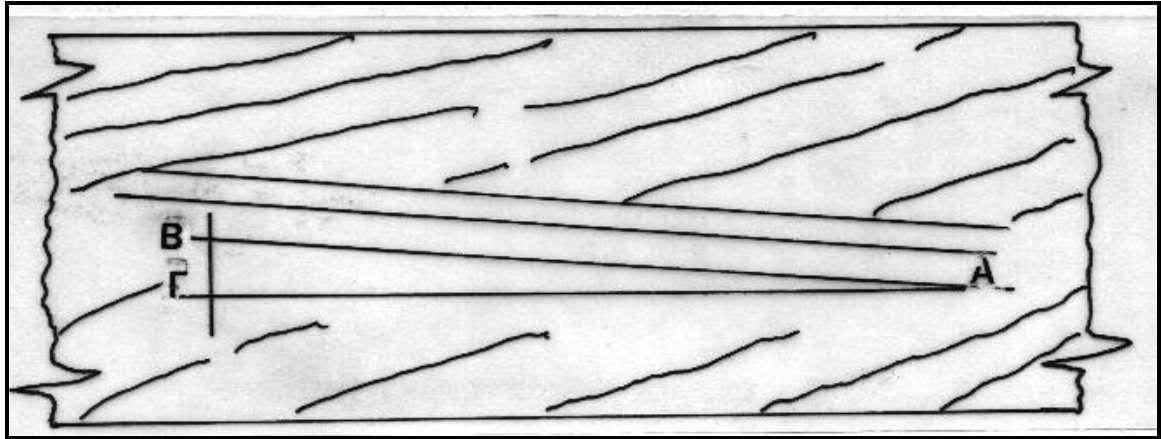
Το σφάλμα της στρεψοΐνιας ελαττώνει πολύ τη μηχανική αντοχή του ξύλου και προκαλεί *ραγάδωση* και *στρέβλωση*. Στο πριστό ξύλο, η στρεψοΐνια διαπιστώνεται κατά τη σχίση ή από τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά, τα οποία ακολουθούν λοξή διαδρομή. Ο υπολογισμός της γίνεται με μέτρηση της απόκλισης των ινών από τον επιμήκη άξονα του πριστού και εκφράζεται επί τοις εκατό του μήκους (βλ. Εικ. 26 & τύπο 1 παρακάτω).



ΕΙΚ. 25. Α) Στρεψοΐνια σε ιστάμενο κορμό καστανιάς. Β) Εμποτισμένοι στύλοι ηλεκτρισμού (βλ. κορμό πεύκης: στον οποίο συχνά διακρίνουμε σφάλμα στρεψοΐνιας).

- Μέτρηση στρεψοΐνιας (Εικ. 26):

$$\text{Στρεψοΐνια} = \frac{\text{ΒΓ}}{\text{ΑΓ}} \times 100 (\%) \quad (1)$$



ΕΙΚ. 26. Σχηματική παράσταση για τον υπολογισμό της στρεψοϊνίας.

Για την εύρεση της κατεύθυνσης των ινών χρησιμοποιείται ειδικός χαρακτήρας, ο οποίος σύρεται ελεύθερα πάνω στην επιφάνεια του πριστού.

Όταν η κατεργασία του ξύλου δεν γίνεται παράλληλα προς την κατεύθυνση των ινών, τότε προκαλείται στρεψοϊνία με τεχνητό τρόπο και η επίδραση πάνω στις ιδιότητες του ξύλου είναι ανάλογη. Το σφάλμα αυτό λέγεται *λοξοϊνία* και είναι αναπόφευκτο κατά την πρίση ισχυρά κωνικόμορφων κορμοτεμαχίων.

Η ακριβής αιτία που προκαλεί τη στρεψοϊνία δεν είναι σήμερα γνωστή. Η κληρονομικότητα πρέπει να παίζει σημαντικό ρόλο. Η αιτία της στρεψοϊνίας έχει αποδοθεί επίσης στην στροφική δράση των ανέμων, στην περιστροφή της Γης και στην κίνηση του Ήλιου.

Αποκλίσεις από την κανονική μορφή του δένδρου

Από την επίδραση παραγόντων του περιβάλλοντος (άνεμος, χιόνι, κατολισθήσεις, παγετοί, ξηρασία) είναι δυνατό το δένδρο να αναπτυχθεί υπό κλίση, να καμφθεί ή να διχαλωθεί. Στις περιπτώσεις αυτές έχουμε απόκλιση από την τυπική κανονική μορφή του δένδρου κατά την οποία ο κορμός είναι κατακόρυφος με μορφή που πλησιάζει προς την κυλινδρική και με κυκλική διατομή.

Η **κωνικομορφία** είναι μία περίπτωση τέτοιας ακανονιστίας, η οποία εκτιμάται με την ελάττωση της διαμέτρου του κορμού σε σχέση με το ύψος του. Αυτή επηρεάζεται από το μικροπεριβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται το δένδρο. Επηρεάζεται επίσης και από την αύξηση

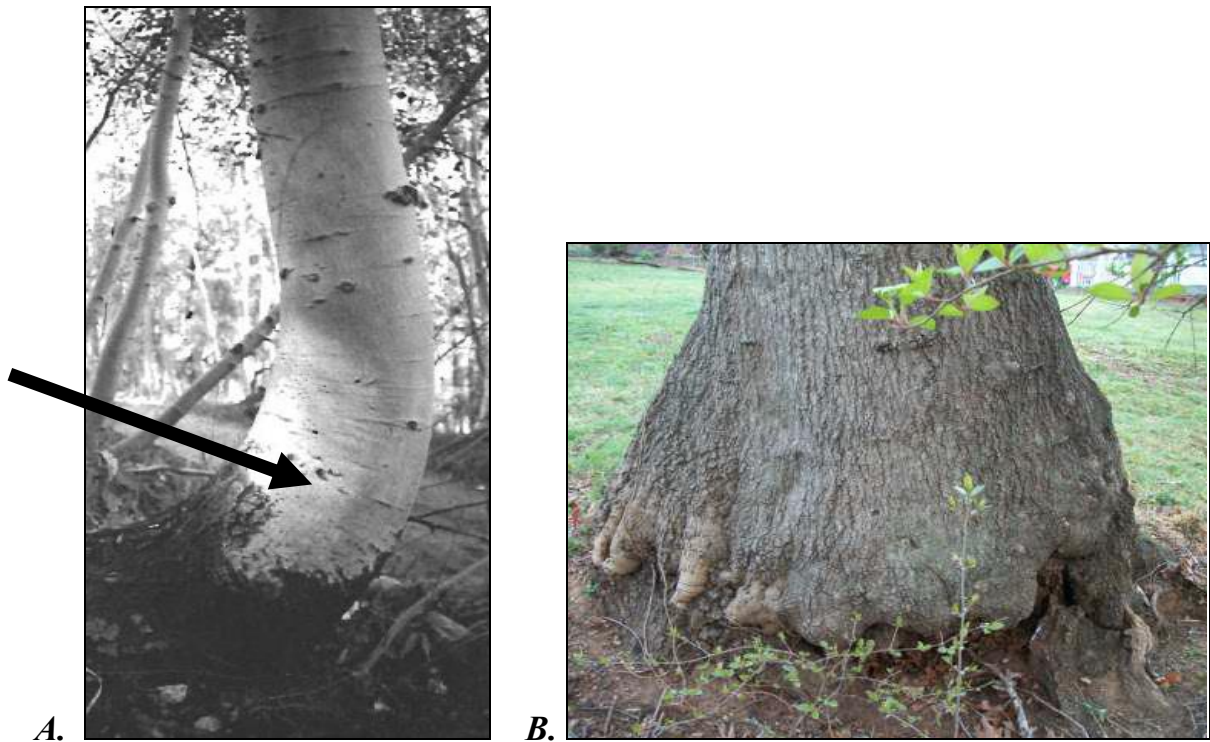
του χώρου ανάπτυξης του δένδρου ή από τη δημιουργία πολύ κλειστών συστάδων. Οι συχνές κλαδεύσεις περιορίζουν την κωνικομορφία.

Ένα άλλο συχνό σφάλμα είναι η **γονατοειδής βάση** (Εικ. 27Α) που μπορεί να προέρχεται από μετακίνηση του εδάφους ή τον άνεμο. Τυπικά απαντάται σε εδάφη που έχουν ισχυρή κλίση (λ.χ. απότομες πλαγιές) και στα ελληνικά είδη ελάτης, πεύκης και λεύκης (σπανιότερα).

Στην ίδια κατηγορία σφαλμάτων αναφέρεται και η **διόγκωση βάσης** (Εικ. 27Β) του κορμού λόγω των ισχυρών τάσεων που δέχεται ο κορμός στη βάση του (συχνά σε δρύες και ελιές).

Σε ότι αφορά τη διατομή του κορμού, θεωρείται ως σφάλμα κάθε απόκλιση από την κυκλική διατομή. Τέτοιες αποκλίσεις οφείλονται στις επιδράσεις του περιβάλλοντος ή προέρχονται από κληρονομική αιτία. Οι πιο συνηθισμένες αποκλίσεις είναι η *ωσειδής*, η *ελλειψοειδής*, η *ακανόνιστη έκκεντρη διατομή* (Εικ. 28Δ) και η *κυματοειδής διατομή* (Εικ. 28Γ).

Τα παραπάνω σφάλματα όταν εμφανίζονται αυξάνουν το ποσοστό φθοράς στην κατεργασία του ξύλου, μειώνουν τη μηχανική αντοχή του ξύλου και προκαλούν στρεβλώσεις.



ΕΙΚ. 27. Α) Γονατοειδής βάση, και Β) Διόγκωση βάσης του κορμού.



ΕΙΚ. 28. (Α): Κανονική στρογγυλή διατομή σε κορμό κωνοφόρου (πέυκου).

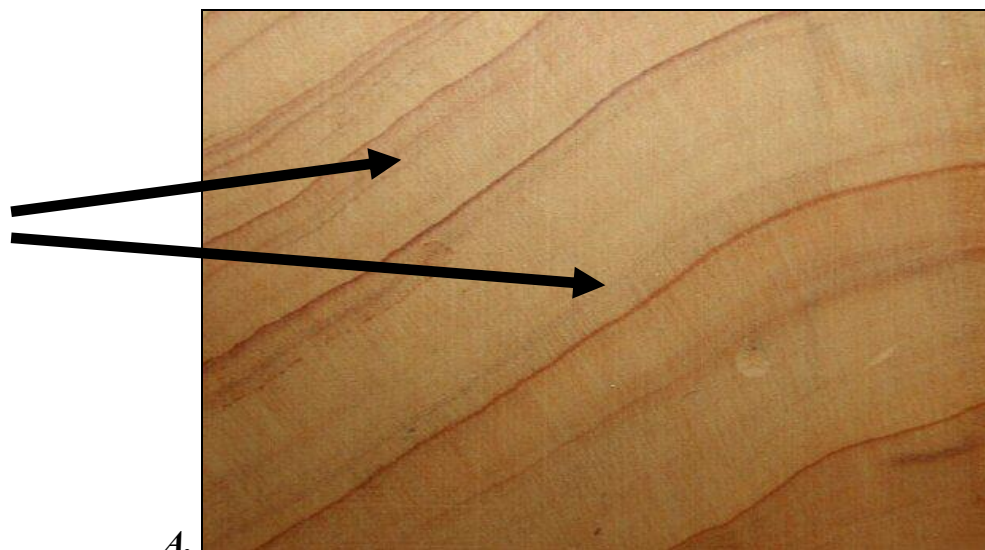
(Β): Ακανόνιστη διατομή κορμού σε ακακία. **(Γ):** Κυματοειδής διατομή

κορμού γαύρου. **(Δ):** Έκκεντρη διατομή κορμού σε ελάτη (*Abies sp.*).

Ακανονιστίες αυξητικών δακτυλίων

Κάθε απόκλιση των αυξητικών δακτυλίων από την κυκλική διάταξη αποτελεί σφάλμα. Τυπικά σφάλματα αυτής της κατηγορίας είναι: (α) οι ψευδείς δακτύλιοι, (β) οι οδοντωτοί δακτύλιοι, και (γ) οι ασυνεχείς δακτύλιοι.

Ψευδείς δακτύλιοι είναι η περίπτωση κατά την οποία μέσα στο εύρος ενός αυξητικού δακτυλίου αναπτύσσονται δύο ή και περισσότεροι δακτύλιοι (βλ. Εικ. 29Α).



ΕΙΚ. 29. (Α): Ψευδείς αυξητικοί δακτύλιοι σε άρκευθο (*Juniperus sp.*).

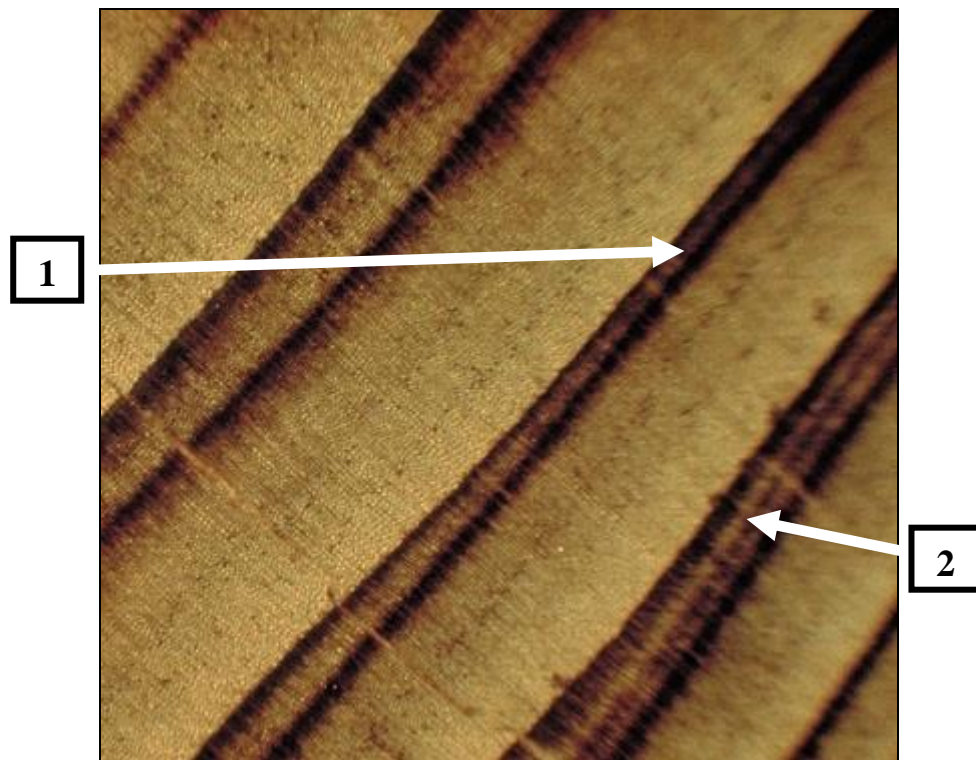
(Β): Οδοντωτοί δακτύλιοι σε κόκκινη ερυθρελάτη (*red spruce*).

Ο σχηματισμός των ψευδών δακτυλίων (*false rings*) οφείλεται στην εναλλαγή περιόδων ανομβρίας και βροχοπτώσεων στην ίδια αυξητική περίοδο. Επίσης, δημιουργούνται με την καταστροφή του φυλλώματος από παγετούς και έντομα και την επαναβλάστηση στην ίδια

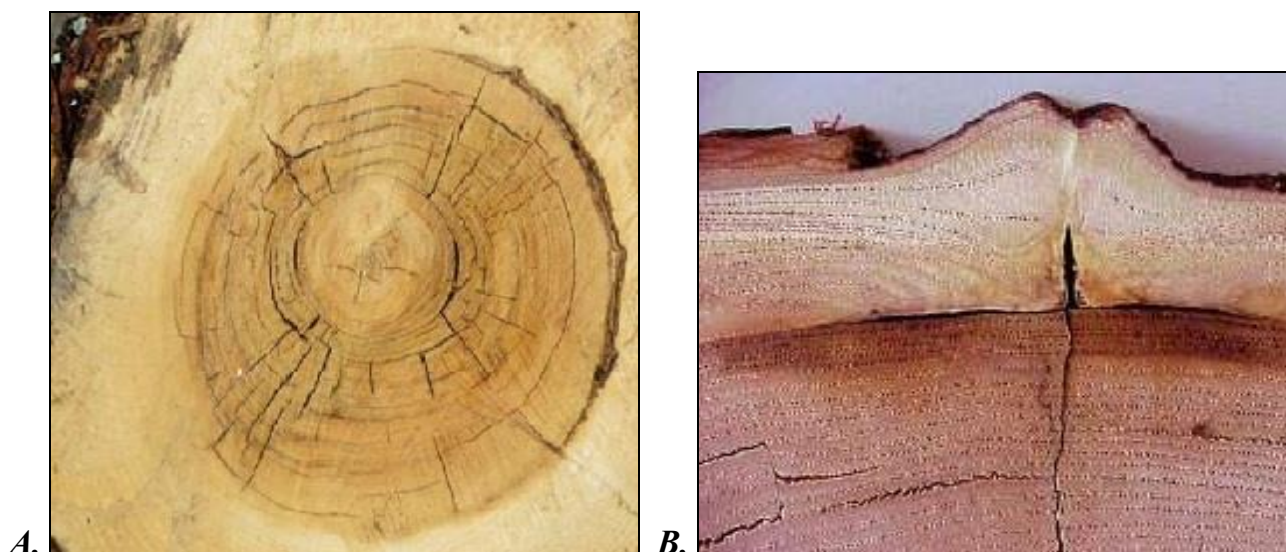
αυξητική περίοδο. Διακρίνονται από τους κανονικούς αυξητικούς δακτύλιους, γιατί έχουν ασαφή όρια και περιέχονται στο εύρος ενός κανονικού δακτυλίου.

Οι **οδοντωτοί δακτύλιοι** (Εικ. 29B) (*indented rings*) εμφανίζονται κυρίως στην ερυθρελάτη (*Picea sp.*). Ξύλο με οδοντωτούς δακτυλίους έχει, γενικά, εξαιρετικές ακουστικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται στην κατασκευή μουσικών οργάνων (βιολί, μπουζούκι, κ.ά.).

Ασυνεχείς δακτύλιοι (*discontinuous rings*) είναι εκείνοι που δεν συνεχίζονται πλήρως γύρω από την εντεριόνη (βλ. Εικ. 30). Αυτό προκαλείται συνήθως από πιθανό τοπικό τραυματισμό του καμβίου ή αναστολή της λειτουργίας του για κάποιο λόγο.



ΕΙΚ. 30. Ασυνεχής αυξητικός δακτύλιος (θέση 1) και ψευδής αυξητικός δακτύλιος (θέση 2) σε ξύλο κυπαρισσιού.

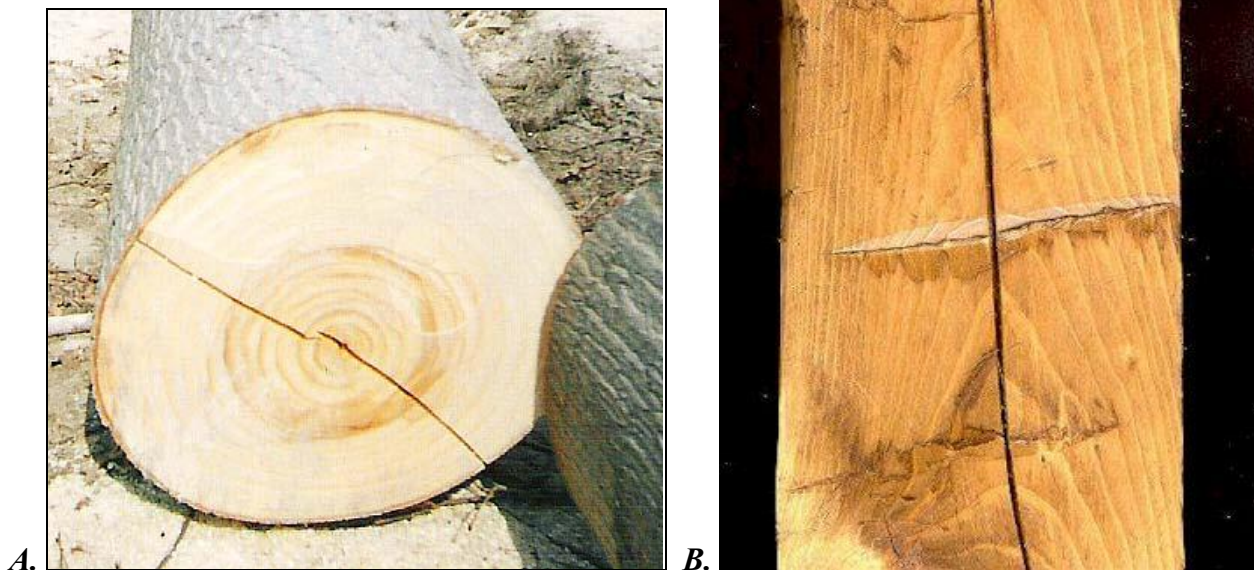


ΕΙΚ. 31. (A) Περιφερειακές ραγάδες σε στρόγγυλη ξυλεία.
 (B) Τοξοειδείς ραγάδες σε ξύλο καστανιάς.

Οι περιπτώσεις των ακανονιστιών στους αυξητικούς δακτυλίους δεν υποβαθμίζουν σημαντικά την αξία χρήσης του ξύλου και από την άποψη αυτή δεν χαρακτηρίζονται σαν σοβαρά σφάλματα δομής (βλ. π.χ. οδοντωτοί δακτύλιοι).

Ραγάδες

Όταν υπάρχει διακοπή της συνέχειας των ιστών του ξύλου δημιουργούνται **ραγάδες**. Αυτές έχουν τη μορφή «σχισμών». Οι ραγάδες διακρίνονται σε θλιψιγενείς, τοξοειδείς, περιφερειακές, διαμετρικές και αστεροειδείς. Είναι συνήθως ορατές εύκολα. Μπορεί όμως και να δημιουργούνται κατά τη ρίψη, μετά την υλοτομία των δέντρων (Εικ. 32Α). Θλιψιγενείς ραγάδες δημιουργούνται εγκάρσια στους αυξητικούς δακτυλίους από κάμψη των δένδρων λόγω επίδρασης διαφόρων φορτίων (π.χ. χιόνι, άνεμος). *Περιφερειακές* ή *τοξοειδείς* ραγάδες (Εικ. 31Α, 31Β) δημιουργούνται εξαιτίας αυξητικών τάσεων μεταξύ αυξητικών δακτυλίων ή μέσα στον αυξητικό δακτύλιο και ακολουθούν παράλληλη διαδρομή με αυτούς. Ο αποχωρισμός των ιστών του ξύλου είναι μερικός (τοξοειδείς ραγάδες) ή σε ολόκληρη την περιφέρεια (περιφερειακές ραγάδες). *Διαμετρικές* (Εικ. 32Β), ή *αστεροειδείς* ραγάδες δημιουργούνται από αυξητικές τάσεις στην οριζόντια διεύθυνση εντεριώνης-φλοιού, συνήθως στη βάση του κορμού. Οι ραγάδες αποτελούν πολύ σημαντικό σφάλμα διότι μειώνουν την μηχανική αντοχή του ξύλου, και επίσης καθιστούν δύσκολη ή προβληματική την κατεργασία του με μηχανικά μέσα.



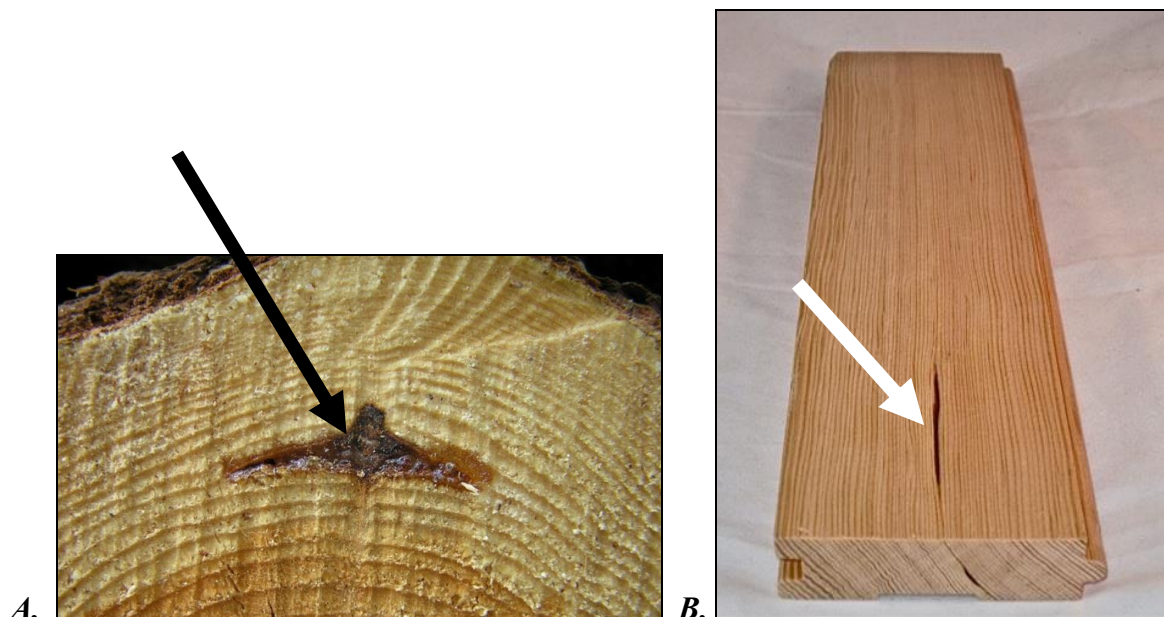
ΕΙΚ. 32. *A) Εμφάνιση ραγάδας σε εγκάρσια τομή στρογγυλής ξυλείας λεύκης (αμέσως μετά την υλοτομία), και B) Διαμετρική ραγάδα σε πριστό δρύος.*

Ρητινοθύλακες

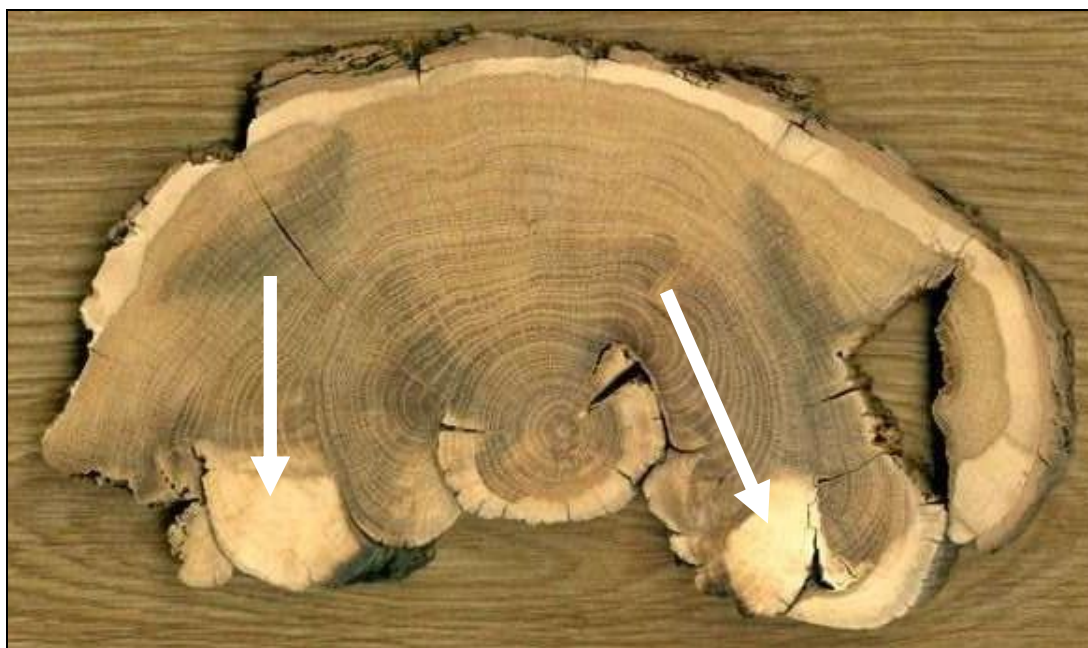
Οι ρητινοθύλακες είναι επιμήκη (φακοειδή) ανοίγματα στα όρια συνήθως των αυξητικών δακτυλίων που είναι γεμάτα με ρητίνη (ρετσίνι). Αιτία σχηματισμού τους φαίνεται να είναι πιθανοί κραδασμοί ή κάμψη του δένδρου, που οδηγεί σε θραύση των αγωγών και τη συγχώνευσή τους σε ένα θύλακα (ρετσινιού). Το σφάλμα αυτό παρατηρείται σε κωνοφόρα (κυρίως στα πεύκα και στην ερυθρελάτη), που φέρουν ρητινοφόρους αγωγούς (Εικ. 33A, 33B).

Σφάλματα από τραυματισμό δένδρων

Τραυματισμός του ζωντανού δένδρου είναι δυνατό να προέλθει από πολλούς εξωτερικούς παράγοντες. Τα δένδρα στην προσπάθειά τους να επουλώσουν την πληγή, αντιδρούν και παράγουν ξύλο με ανώμαλη δομή (τραυματικό ή επουλωτικό ξύλο). Συγκεκριμένα, δημιουργείται ένας επουλωτικός ιστός από λεπτότοιχα παρεγχυματικά κύτταρα με ακανόνιστο σχήμα και μέγεθος. Κατά τη διεργασία αυτή είναι δυνατό να κλεισθεί μέσα στον κορμό ένα τμήμα του φλοιού και να έχουμε *έγκλεισμα φλοιού*. Επίσης είναι πιθανό αλλά σπανιότερα να έχουμε και *εγκλεισμένο σομφό* (Εικ. 34) ακανόνιστα μέσα στο εγκάρδιο ξύλο του κορμού.



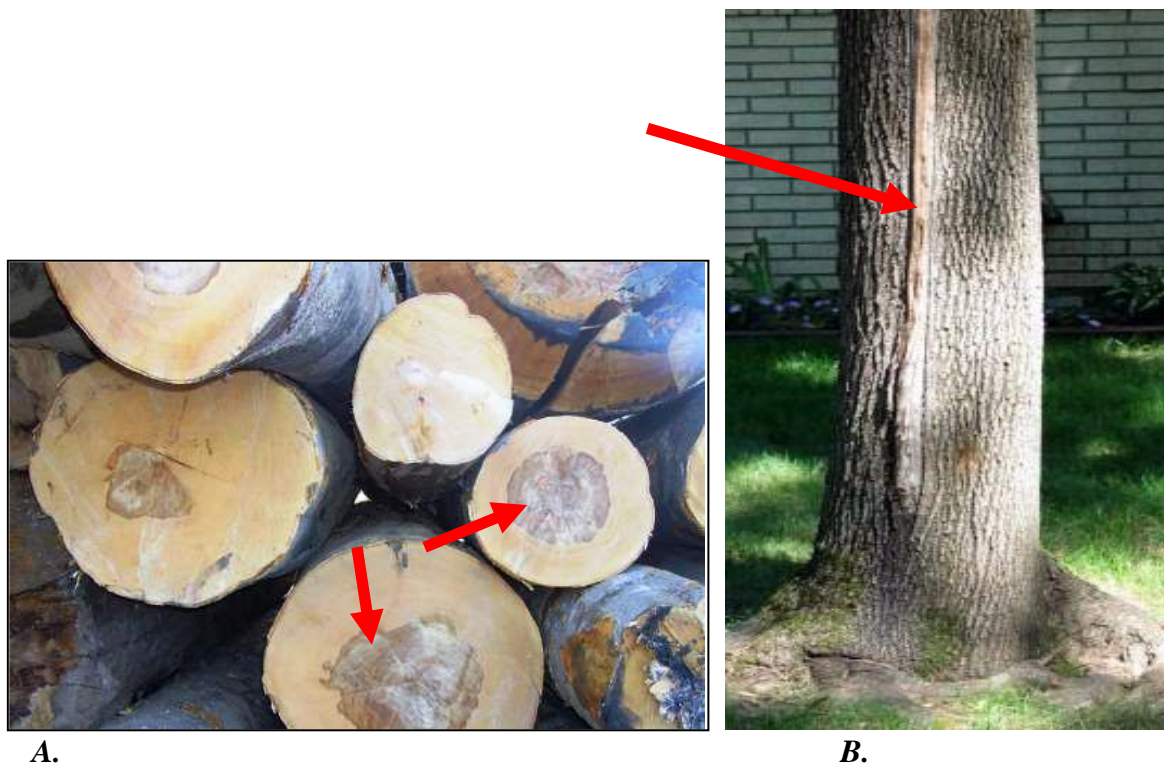
ΕΙΚ. 33. Ρητινοθύλακες σε ξύλο κωνοφόρων ειδών: (Α) Μεγάλου μεγέθους ρητινοθύλακας σε στρογγυλή ξυλεία πεύκου. (Β) Ρητινοθύλακας σε πριστό *Oregon pine* (ψευδοτσούγκας) στην ακτινική τομή του (βλ. παρκέτο με ισόβεννα νερά).



ΕΙΚ. 34. Εγκλεισμένο σομφό σε κορμοτεμάχιο λευκής δρυός.

Ορισμένα αίτια δημιουργίας του τραυματικού ξύλου είναι τα ακόλουθα. Η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει καύση του φλοιού σε νεαρά και λεπτόφλοια δένδρα. Οι παγετοί μπορεί να προκαλέσουν είτε παγοεγκάρδιο, είτε παγοραγάδες στο κάτω μέρος του κορμού. Το παγοεγκάρδιο είναι συνηθισμένο σε πλατύφυλλα είδη, ειδικά στην οξιά (Εικ. 35Α). Οι

παγοραγάδες είναι ακτινικές ραγάδες και προκαλούνται από τη δημιουργία τάσεων λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας σομού και εγκάρδιου ξύλου (Εικ. 35B).



A.

B.

ΕΙΚ. 35. (A): Παγοεγκάρδιο σε κορμούς οξιάς. (B): Παγοραγάδα σε κορμό δέντρου.

Τραυματικά σφάλματα προκαλούνται από κεραυνούς, πυρκαγιές, χαλάζι και προσβολές εντόμων και ζώων. Κατά τη διάρκεια υλοτομικών εργασιών, ειδικά σε επιλογικές υλοτομίες με ρίψη και μετατόπιση προκαλούνται σοβαροί τραυματισμοί στα δέντρα. Για τα ελληνικά δεδομένα, επειδή στα δάση μας κυριαρχούν οι επιλογικές υλοτομίες και η μεταφορά του ξύλου από το υλοτόμιο στους χώρους συγκέντρωσης γίνεται με ζώα κατά τους θερινούς μήνες, οι τραυματισμοί ειδικά των νεαρών δένδρων είναι σοβαροί. Σοβαροί επίσης τραυματισμοί γίνονται στα δάση μας κατά τη διάνοιξη και συντήρηση των δασικών δρόμων από τη ρίψη των εκχωμάτων και κυρίως των βράχων προς τα κατάντη. Σ' αυτό συμβάλλουν και οι μεγάλες κλίσεις των ορεινών εδαφών μας. Επίσης, μείωση των ζημιών θα μπορούσε να γίνει και με τη διάνοιξη στενότερων δασικών δρόμων.

Μεταχρωματισμοί του ξύλου

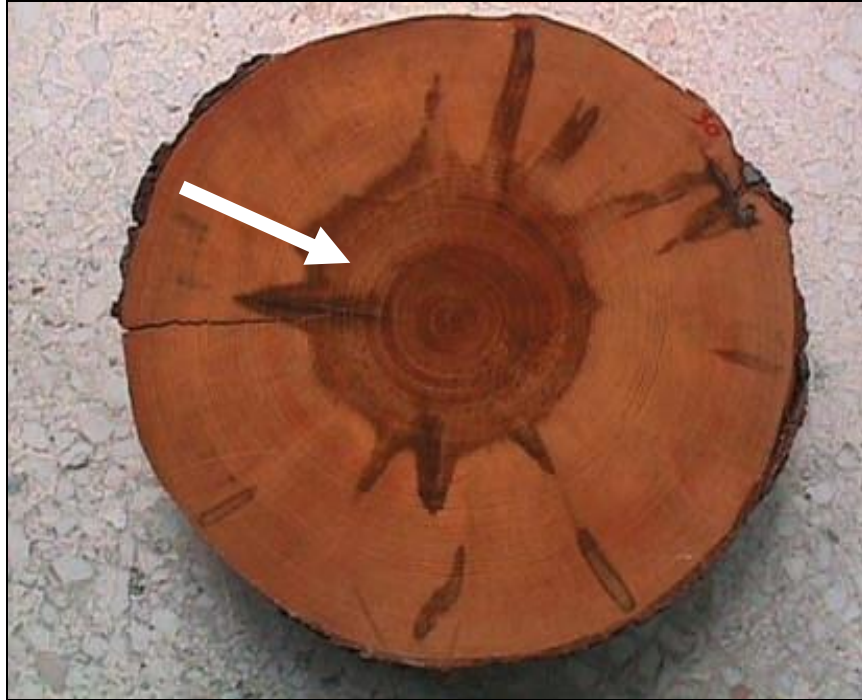
Κάθε αλλαγή του φυσιολογικού χρώματος του ξύλου των ζωντανών δέντρων θεωρείται σαν *χρωματικό σφάλμα (discolouration)*. Ορισμένα από αυτά οφείλονται σε προσβολή βακτηρίων ή μυκήτων, σε δημιουργία επουλωτικού ιστού, σε έκκριση ρητίνης και άλλων εκχυλισμάτων, ενώ για άλλους μεταχρωματισμούς του ξύλου δεν έχουν δοθεί ερμηνείες ή εξηγήσεις.

Μία σημαντική χρωματική ανωμαλία είναι το **ερυθρό εγκάρδιο** της οξιάς (Εικ. 36Α). Το φαινόμενο δεν έχει εξηγηθεί απόλυτα. Στην Εικ. 36Α παρατηρούμε κοκκινωπό εγκάρδιο, το οποίο έχει *ακανόνιστο* σχήμα. Κατά μία άποψη αποδίδεται στην είσοδο αέρα από σπασμένα κλαδιά και στην πτώση της υγρασίας κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο. Το ερυθρό εγκάρδιο της οξιάς εμποτίζεται δύσκολα, διότι έχει προκληθεί σε αυτό φραγή των αγγείων. Το κοκκινωπό εγκάρδιο της οξιάς αντιμετωπίζεται εύκολα με τη λεγόμενη *άτμιση (steaming)* του ξύλου σε θερμές-υγρές συνθήκες, που έχει ως αποτέλεσμα τόσο τη δραματική άμβλυνση των αντιαισθητικών χρωματικών ανωμαλιών, όσο και την ποιοτική βελτίωση του ξύλου της οξιάς. Μετά την άτμιση, η ατμισμένη οξιά αποκτά ως ξυλεία ένα ομοιόμορφο *ροζέ* χρωματισμό. Στο εμπόριο υπάρχει όμως και *μη ατμισμένη* οξιά, η οποία έχει ανοιχτότερο (λευκωπό) χρώμα.

Μεταχρωματισμός του κεντρικού τμήματος κορμών, όπως λ.χ. λεύκης ή ελάτης, μπορεί να προκαλείται από προσβολή βακτηρίων, η οποία έχει σαν συνέπεια τη δημιουργία του **υγρού εγκάρδιου**. Το υγρό εγκάρδιο έχει χρώμα σκούρο τερφνό αμέσως μετά την υλοτομία, το οποίο και διατηρείται σε μικρότερη ένταση μετά την ξήρανσή του (Εικ. 36Β).



ΕΙΚ. 36Α. Ερυθρό (ακανόνιστο) εγκάρδιο σε κορμό οξιάς (*Fagus sylvatica*).



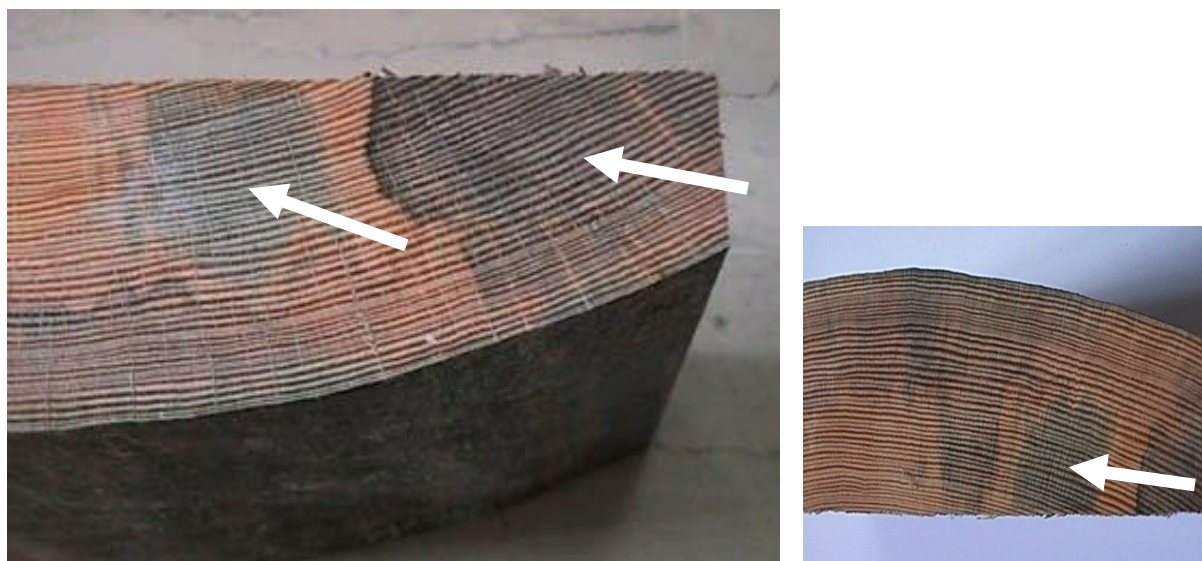
ΕΙΚ. 36B. Υγρό εγκάρδιο σε στρογγυλή ξυλεία ελάτης (*Abies sp.*)

Τα αίτια δημιουργίας του υγρού εγκάρδιου δεν έχουν ακόμα εξακριβωθεί.

Μία άλλη περίπτωση χρωματιστού εγκάρδιου είναι το **ορφνό εγκάρδιο** του φράξου. Ο σχηματισμός του δεν έχει εξηγηθεί. Παράγοντες που ευνοούν το σχηματισμό του είναι η υψηλή υγρασία εδάφους, καθώς και πιθανά τραύματα στο φλοιό.

Η πιο συνηθισμένη περίπτωση μεταχρωματισμού ξύλου που παρατηρείται κυρίως στο σομφό ξύλο των κωνοφόρων, και κυρίως της μαύρης και δασικής πεύκης, είναι η **κυάνωση** (Εικ. 36Γ) που προκαλείται από προσβολή *μυκήτων κυανόχρωσης* του γένους *Ceratocystis*. Τα δένδρα προσβάλλονται αμέσως μετά την υλοτόμησή τους και κατά την πρίση του ξύλου προτού να γίνει η ξήρανση, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες περιεχόμενης υγρασίας (πάνω από 30%), οξυγόνου και θερμοκρασίας (23-30°C). Το προσβεβλημένο ξύλο γίνεται κυανότεφο έως κυανόμαυρο. Το κυανωμένο ξύλο πεύκης αποκλείεται από τις σπουδαιότερες χρήσεις του, όπως λ.χ. έπιπλα, ξυλεπενδύσεις και παρκέτα. Η χρήση του περιορίζεται σε κατασκευές όπου χρησιμοποιείται φθινό ξύλο. Εκτός από αυτό, οι κατασκευαστές και καταναλωτές δεν προτιμούν την κυανωμένη ξυλεία πεύκης, γιατί θεωρούν ότι το ξύλο είναι σάπιο και δεν έχει αντοχή. Στην πραγματικότητα, η κυάνωση (*bluestain*) δεν επηρεάζει σημαντικά τις τεχνικές

ιδιότητες του ξύλου. Μετά την πίση, η προσβολή των πριστών αποφεύγεται αν γίνει τεχνητή ξήρανση ή εμφύσηση σε μυκητοκτόνο διάλυμα και στη συνέχεια ξήρανση με φυσικό τρόπο.



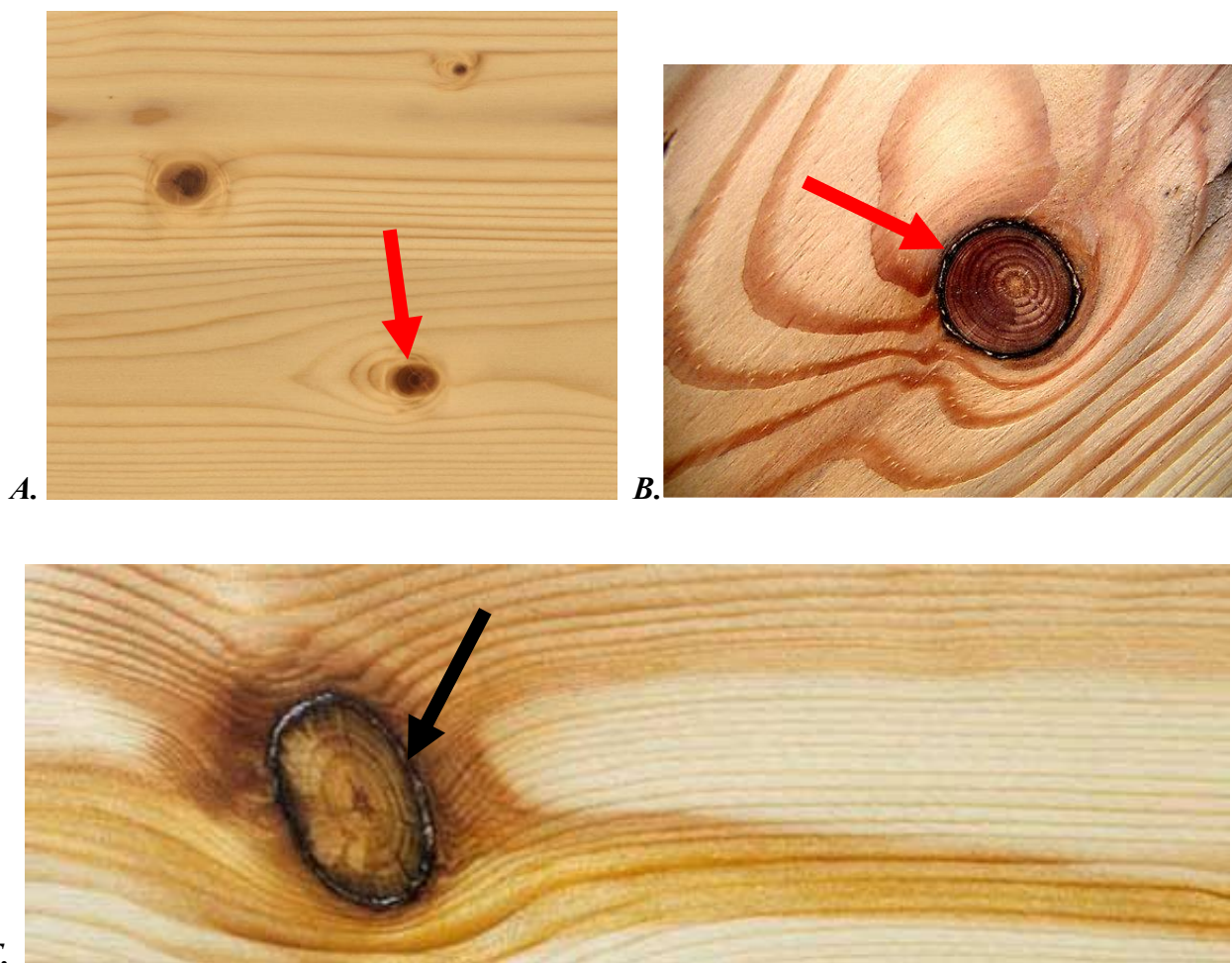
ΕΙΚ. 36Γ. Δοκίμια ξύλου μαύρης πεύκης με εκτεταμένη κυάνωση («μαύρες κηλίδες»).

Μεταχρωματισμός του ξύλου παρατηρείται και στον επουλωτικό ιστό που δημιουργείται κατά τον τραυματισμό δένδρου ή την προσβολή του από μύκητες ή έντομα.

Ρόζοι και εντεριώνη

Σαν σφάλματα δομής του ξύλου θεωρούνται τόσο οι *ρόζοι* (*knots*), όσο και η *εντεριώνη* (*pith*) του, παρόλο που και τα δύο αποτελούν χαρακτηριστικά που υπάρχουν ή δημιουργούνται κατά την ομαλή ανάπτυξη του δένδρου με τελείως φυσικό τρόπο.

Κατά την κατά πάχος αύξηση του κορμού, τα κατώτερα τμήματα των κλαδιών «κλείνονται μέσα» στον κορμό και δημιουργούν τους ρόζους. Τους διακρίνουμε σε: **σύμφυτους ρόζους** (Εικ. 37Α) που συνήθως δεν είναι πρόβλημα, οι οποίοι συναυξάνονται με τον κορμό και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του, και σε **χαλαρούς** ή **ξερούς** ρόζους που περιέχονται μέσα στον κορμό σαν *ξένα σώματα* (Εικ. 37Β, 37Γ), δημιουργούν πολλά προβλήματα τόσο κατά την πίση και την κοπή, όσο και στις τελικές χρήσεις ή διεργασίες (πλάνισμα, ξεχόνδρισμα, κόλλημα, φινίρισμα). Οι ξεροί ρόζοι μειώνουν πολύ την όλη ποιότητα και αντοχή της ξυλείας.

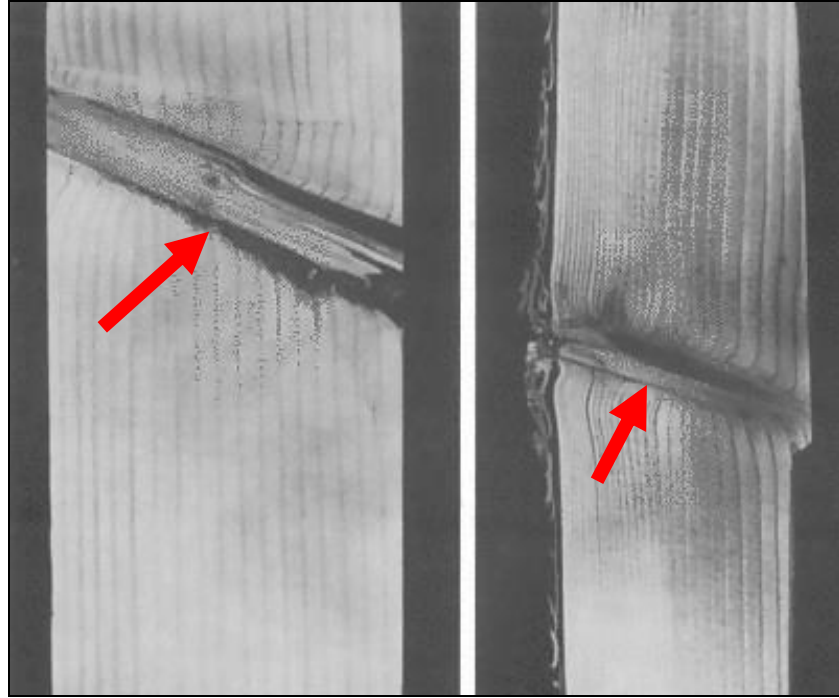


ΕΙΚ. 37. Τυπική εμφάνιση ρόζων σε πριστή ξυλεία. (Α): Σύμφυτος ρόζος

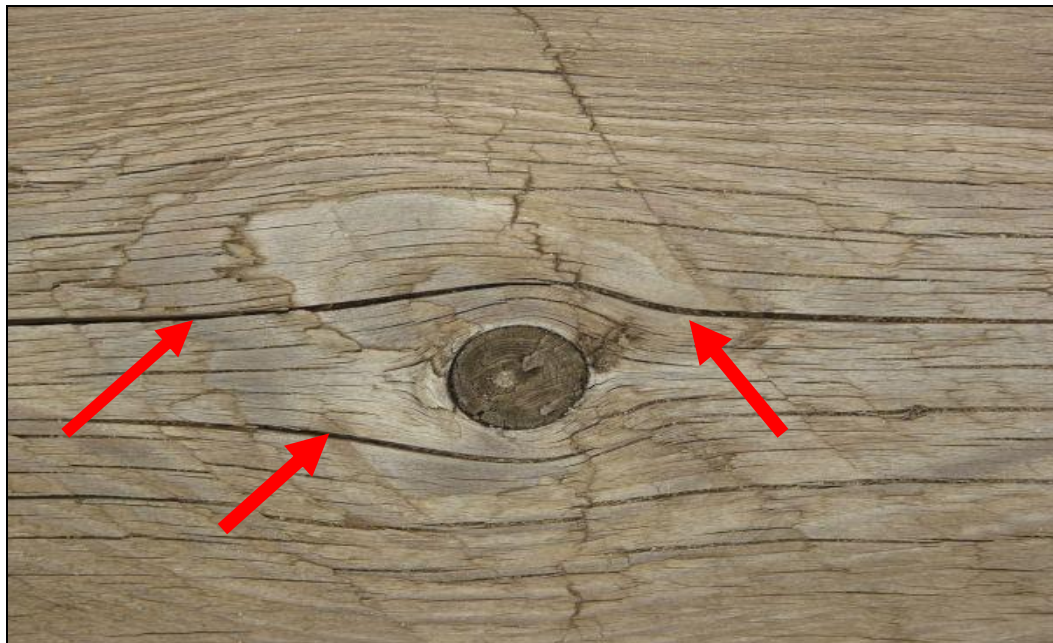
(Β): Χαλαρός ή ξερός ρόζος και (Γ): Πριστό πεύκου με κατά μήκος τομή ξερού ρόζου.

Οι σύμφυτοι ρόζοι είναι τα ζωντανά κλαδιά που ενσωματώνονται στον κύριο κορμό με συνεχόμενους αυξητικούς μανδύες. Οι χαλαροί ρόζοι είναι τα (ξερά) νεαρά κλαδιά που σαν ξένα σώματα περικλείονται από τον κορμό και πέφτουν από τη θέση τους μετά την πρίση και την ξήρανση των πριστών. Οι ρόζοι αυτοί είναι πιθανό να είναι σάπιοι (Εικ. 37Γ).

Οι ρόζοι θεωρούνται πολύ σοβαρό σφάλμα, διότι προκαλούν σημαντική μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου. Η παρουσία τους δημιουργεί αποκλίσεις από την ευθυΐνια (Εικ. 39), ενώ οι ίδιοι περιλαμβάνουν ξύλο θλιψιγενές ή εφελκυσμογενές. Προκαλούν ακόμα προβλήματα κατά την ξήρανση του ξύλου, τη μηχανική κατεργασία και τη συγκόλληση του ξύλου.



ΕΙΚ. 38. Κατά μήκος τομή ρόζων σε πριστά πεύκης: (αριστερά) κατά το μισό σύμφυτος ρόζος, και το άλλο μισό ξερός ρόζος - (δεξιά) σάπιος ρόζος σε πριστό.



ΕΙΚ. 39. Δημιουργία ραγάδων σε πριστό εξαιτίας της παρουσίας ξερού ρόζου (σημ.: ο ρόζος δημιουργεί και την απόκλιση από την ευθυΐνια).

Οι ρόζοι αποτελούν το κυριότερο κριτήριο για την ποιοτική ταξινόμηση της ξυλείας σε ποιότητες. Η εργασία αυτή γίνεται είτε οπτικά, είτε με ειδικές μηχανές οι οποίες υπολογίζουν τη μηχανική αντοχή των πριστών και ανάλογα τα κατατάσσουν σε κλάσεις αντοχής π.χ. C18, C22, C24, κατά το πρότυπο EN 338 (βλ. Εικ. 40Α). Μέγιστη σημασία έχουν ιδίως: α) το μέγεθος των ρόζων, β) η απόσταση μεταξύ τους και γ) το ποσοστό της επιφάνειας που καλύπτουν σε εγκάρσια τομή του πριστού (ποσοστό ροζοβρίθειας) κ.α.

Οι συνθήκες αύξησης των δένδρων επηρεάζουν το είδος, το μέγεθος και τον αριθμό των ρόζων. Συνεπώς, με διάφορους δασοκομικούς χειρισμούς, όπως λ.χ. κλάδευση των δένδρων είναι δυνατό μέχρι ενός ορίου να ελέγχεται η ροζοβρίθεια. Η ρύθμιση της απόστασης των φωτόφιλων ειδών, έτσι ώστε να σκιάζονται τα κατώτερα κλαδιά, έχει σαν αποτέλεσμα την ξήρανση και τη βαθμιαία πτώση τους. Σε ορισμένες περιπτώσεις συνιστάται και η κλάδευση των δένδρων (Εικ. 40B) για παραγωγή άρροζου ξύλου («καθαρό» ξύλο).



A.



B.

ΕΙΚ. 40. (Α): Ποιοτική ταξινόμηση ξυλείας (οπτική), με βάση αριθμό/επιφάνεια ρόζων κ.α.

(Β): Περιοδική κλάδευση των δένδρων, για παραγωγή άρροζου «καθαρού» ξύλου.

Τέλος, η εντεριώνη θεωρείται σφάλμα, διότι έχει διαφορετική δομή. Η παρουσία της σε ξυλεία κατασκευών συνοδεύεται συνήθως με την παρουσία ρόζων και ραγάδων και συνεπάγεται τη μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου (Εικ. 41Α).



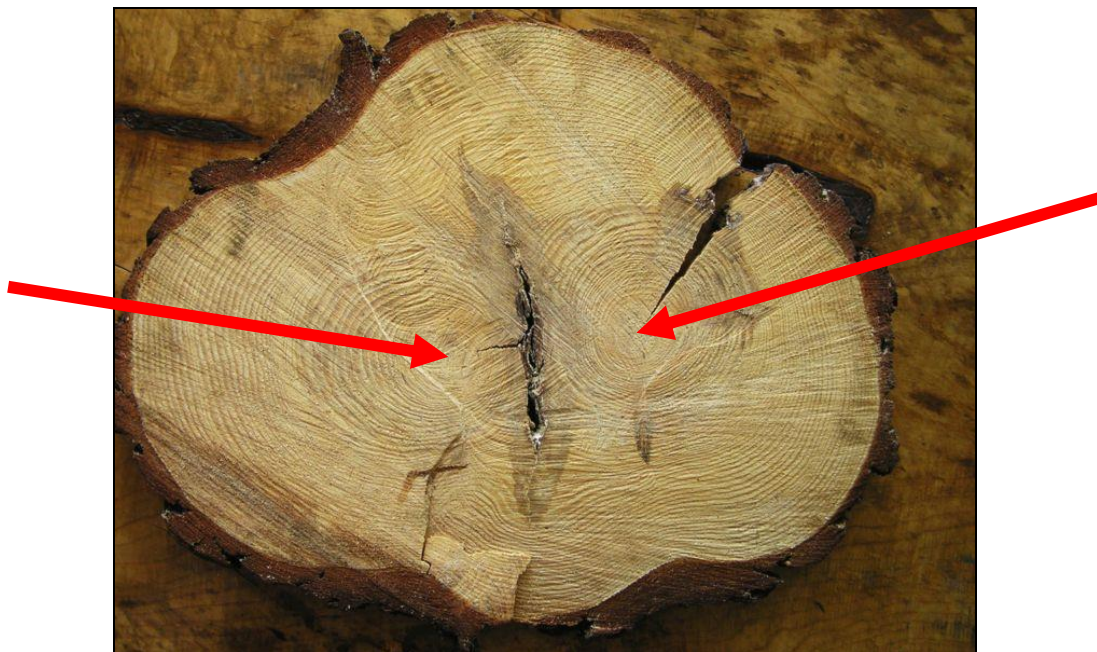
A.



B.

ΕΙΚ. 41. (A). Κατά μήκος τομή εντεριώνης σε πιστό οξιάς (ακατάλληλο), (B). Ραγάδα σε πιστό ακριβώς στην εντεριώνη (λόγω των αντίθετων τάσεων κατά την ξήρανση).

Μία άλλη ακανονιστία που παρατηρείται, είναι όταν ο κορμός έχει δύο ή περισσότερες εντεριώνες, και ονομάζεται **διπυρήνωση** (Εικ. 42), ή **πολυπυρήνωση**. Αυτή προκαλείται από την ενσωμάτωση κλαδιών μέσα στον κορμό και από τη φύτευση δύο φυταρίων στον ίδιο λάκκο, οπότε πάλι τα φυτάρια σιγά-σιγά ενσωματώνονται, και αναπτύσσονται μαζί σε έναν κορμό.



ΕΙΚ. 42. Διπυρήνωση (δηλ. δύο εντεριώνες) σε ξυλεία πεύκης (*Pinus sp.*).

Η έκκεντρη τοποθέτηση της εντεριώνης (Εικ. 43) εμφανίζεται στην απόκλιση από την τυπική κυκλική διατομή και δημιουργεί προς την μία πλευρά στενότερους αυξητικούς δακτυλίους. Το σφάλμα αυτό προέρχεται από απόκλιση του κορμού από την κατακόρυφη θέση, καθώς και από την μονόπλευρη ανάπτυξη της κόμης. Η παρουσία αυτής πολλές φορές συνοδεύεται με ξύλο ακανόνιστης δομής και αποκλίσεις από την ευθυΐνια.



ΕΙΚ. 43. Έκκεντρη τοποθέτηση της εντεριώνης σε κορμό δρύος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αδαμόπουλος Σ. (2013). Δομή Ξύλου (θεωρία και εργαστηριακές ασκήσεις). Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου, Καρδίτσα (Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας).
2. Κακαράς Ι. (2001). Δομή & Ιδιότητες του Ξύλου. Μέρος Α - Στοιχεία δομής του ξύλου & CD (Το ξύλο ως υλικό). Διδακτικές σημειώσεις Τμήματος Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου, Καρδίτσα (Τ.Ε.Ι. Λάρισας).
3. Μαντάνης Γ. (2003). Δομή & Ιδιότητες του Ξύλου. Μέρος Α. Δομή και Μέρος Β. Ιδιότητες. Διδακτικές σημειώσεις. Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, Παράρτημα Καρδίτσας, Τ.Ε.Ι. Λάρισας.
4. Μπιρμπίλης Δ. (2011). Σημειώσεις εργαστηρίου «Δομή Ξύλου». Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου, Καρδίτσα (Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας).
5. Φιλίππου Ι. (2014). Χημεία και Χημική Τεχνολογία του Ξύλου. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
6. Τσουμής Γ. (2009). Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Τόμος Α. Δομή και Ιδιότητες. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

ΠΗΓΕΣ INTERNET

7. Ιστοσελίδα: www.wood-database.com
8. Ιστοσελίδα: <http://www.woodanatomy.ch>
9. Ιστοσελίδα: http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/web/lab/webchap15wood/chapter_15.htm
10. Ιστοσελίδα: http://www.roser-swiss.com/en-furniere-holzarten_a-z.html
11. Ιστοσελίδα: <http://users.teilar.gr/~mantanis/Edu.htm>
12. Ιστοσελίδα: <http://users.teilar.gr/~mantanis/Domi.htm>
13. Ιστοσελίδα: <https://e-class.teilar.gr/courses/FURN112/>
14. Ιστοσελίδα: http://www.wfdt.teilar.gr/material/Lessons/shmeiwseis_domis.pdf
15. Ιστοσελίδα: <http://insidewood.lib.ncsu.edu>
16. Ιστοσελίδα: http://www.fria.gr/woodtech/tools/paraskevopoulou_low_res.pdf
17. Ιστοσελίδα: <http://delta-intkey.com/wood/en/index.htm>
18. Ιστοσελίδα: http://www.decospan.com/en/Wood_veneer/Wood_species
19. Πτυχιακή εργασία Σ. Περιστεράκη: <http://users.teilar.gr/~mantanis/Edu.files/Peristeraki.pdf>
20. Ιστοσελίδα: <https://info.frim.gov.my/woodid/Identification.cfm>

Παράρτημα Ι.

«ΤΟ ΞΥΛΟ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ»

Γενικά

Για την πλήρη αναγνώριση ενός είδους ξύλου είναι απαραίτητη η γνώση της δομής του. Μπορούμε να αναγνωρίσουμε ένα είδος ξύλου χρησιμοποιώντας τα **μακροσκοπικά χαρακτηριστικά** ή τα **μικροσκοπικά χαρακτηριστικά** του. Η μακροσκοπική αναγνώριση στηρίζεται ωστόσο και στα φυσικά χαρακτηριστικά του ξύλου (π.χ. βάρος, χρώμα, σχεδίαση, οσμή, σκληρότητα), αλλά και στα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά, ειδικά αυτά της εγκάρσιας επιφάνειας (π.χ. ακτίνες, πρώιμο και όψιμο ξύλο, εγκάρδιο και σομφό ξύλο, ρητινοφόροι αγωγοί, πόροι, κ.ο.κ.). Για τον εντοπισμό των φυσικών χαρακτηριστικών του ξύλου, εκτός από τις αισθήσεις μας, χρησιμοποιούμε και ορισμένα τέστ, όπως λ.χ. χάραξη της επιφάνειας του ξύλου με το νύχι, αίσθηση του βάρους, κ.ά. Χρησιμοποιούμε επίσης και μικρό μεγεθυντικό φακό με τον οποίο παρατηρούμε λείες εγκάρσιες τομές ξύλου, τις οποίες δημιουργούμε με κοφτερό μαχαίρι ή ξυράφι.

Αν θελήσουμε να παρατηρήσουμε το είδος και το μέγεθος των κυττάρων του ξύλου, το είδος και τις λεπτομέρειες των ακτίνων και των βοθρίων και άλλα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του ξύλου, τότε πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το μικροσκόπιο εφαρμόζοντας εργαστηριακές μεθόδους προετοιμασίας λεπτών δειγμάτων.

Ιδιαίτερες δυσκολίες παρουσιάζονται κατά την αναγνώριση ξύλου των κλαδιών, των ριζών, του ξύλου που προσβλήθηκε από μύκητες ή βακτήρια, του ξύλου με ανώμαλη δομή, καθώς και του ξύλου που βρίσκεται σε τάφους μέσα στο έδαφος ή σε ναυάγια πλοίων. Για τις περιπτώσεις αυτές εφαρμόζονται ειδικές μέθοδοι και τεχνικές.

Η αναγνώριση του ξύλου βρίσκει εφαρμογή στο εμπόριο, σε μονάδες κατεργασίας ξύλου, στους καταναλωτές προκειμένου να επιλέξουν το καταλληλότερο είδος για τις κατασκευές τους, σε επιστήμες, όπως λ.χ. αρχαιολογία, δενδροχρονολογία, εγκληματολογία, κ.ά.

Προετοιμασία παρασκευασμάτων ξύλου

Η μικροσκοπική παρατήρηση του ξύλου γίνεται είτε με μικρές λεπτές τομές ξύλου ή με αποϊνωμένο ξύλο.

Η τεχνική δημιουργίας τέτοιων μικροτομών αποτελείται από τα ακόλουθα στάδια:

- Προετοιμασία ξύλου
- Τομή
- Χρώση
- Στερέωση μικροτομών

1. Προετοιμασία ξύλου

Το ξύλο πρέπει να υποστεί μία διαδικασία μαλάκυνσης προκειμένου να καταστεί δυνατή η δημιουργία μικροτομών ξύλου με τη βοήθεια ειδικής συσκευής. Τα κύρια στάδια της διαδικασίας μαλάκυνσης είναι τα ακόλουθα:

- ✚ Πρώτα δημιουργούμε μικρούς κύβους ξύλου διαστάσεων 1x1x1cm κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι πλευρές του κύβου να αντιστοιχούν σε ακτινική, εφαπτομενική και εγκάρσια τομή του ξύλου. Η εγκάρσια τομή είναι κάθετη προς τον άξονα του δένδρου, η ακτινική τομή είναι κατά μήκος τομή, διέρχεται από την εντεριόνη και ακολουθεί την κατεύθυνση μίας ακτίνας, ενώ η εφαπτομενική τομή είναι κατά μήκος τομή, δηλαδή κάθετη προς την εγκάρσια τομή και εφάπτεται ενός αυξητικού δακτυλίου. Τα στοιχεία δομής του ξύλου είναι διαφορετικά στις τρεις αυτές τομές.
- ✚ Στη συνέχεια εμβαπτίζουμε τους κύβους ξύλου πλήρως μέσα σε νερό ή τους βράζουμε με αποσταγμένο νερό σε κάψα rytech μέχρις ότου τα δείγματα ενυδατωθούν και βυθισθούν. Με το βράσιμο απομακρύνεται ο αέρας από τα αγγεία. Καλύτερα αποτελέσματα έχουμε εάν το δείγμα μεταφέρεται από το βραστό νερό σε κρύο νερό για λίγα λεπτά.
- ✚ Αποθηκεύουμε τα δείγματα σε διάλυμα ίσων μερών γλυκερίνης και αιθυλικής αλκοόλης ή γλυκερίνης, αιθυλικής αλκοόλης και νερού με αναλογία 1:2:3.

Σε περιπτώσεις πολύ σκληρών ξύλων, η μαλάκυνση επιτυγχάνεται με υδροφθορικό οξύ (HF) ή με διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου και οξικού οξέος ή με ατμό.

Μέθοδος υδροφθορικού οξέος

Μετά την πλήρη διαβροχή των κύβων ξύλου, τους τοποθετούμε σε διάλυμα υδροφθορικού οξέος και νερού σε αναλογία 2:1 ή 1:1, όπου παραμένουν για 2 ημέρες έως μερικές βδομάδες, ανάλογα με το είδος του ξύλου και την περιεκτικότητά του σε πυρίτιο (λ.χ. για δρυ 2 ημέρες, για ίταμο 4 ημέρες, για Teak 6 ημέρες). Στη συνέχεια και αφού απομακρύνουμε το πυρίτιο από την επιφάνεια του ξύλου, τοποθετούμε τα δείγματα σε μίγμα γλυκερίνης–αλκοόλης για μερικές ημέρες. Ο χειρισμός αυτός γίνεται μόνο στα πολύ σκληρά ξύλα που περιέχουν πυρίτιο.

Μέθοδος οξικού οξέος και υπεροξειδίου του υδρογόνου

Τοποθετούμε τα δείγματα σε γυάλινο δοχείο που περιέχει μίγμα οξικού οξέος και υπεροξειδίου του υδρογόνου σε αναλογία 1:1 και είναι συνδεδεμένο με υδρόψυκτο συμπυκνωτή. Βράζουμε ήπια το διάλυμα για μία ώρα και στη συνέχεια παίρνουμε τα δείγματα του ξύλου, τα οποία καθαρίζουμε σχολαστικά με νερό και είναι έτοιμα για τομές. Για πολύ σκληρά ξύλα, το βράσιμο διαρκεί 1-2 ώρες ή και περισσότερο χρόνο. Συνέχιση του βρασμού πέραν του κανονικού προκαλεί αποΐνωση του ξύλου.

Μία άλλη μέθοδος μαλάκυνσης του ξύλου επιτυγχάνεται με πρόσπτωση ατμού στην επιφάνεια του δείγματος κατά τη διάρκεια τομής (μέθοδος ατμού).

Άλλες χημικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μαλάκυνση του ξύλου είναι οι ακόλουθες:

- Θεϊκό οξύ, ζεστό 0,5-5%
- Υδροξείδιο του καλίου (KOH), ζεστό, 2-4% σε αλκοόλη
- Υδροξείδιο του νατρίου (NaOH), ζεστό 0,5-5%, σε νερό
- Διάλυμα αλκοόλης-γλυκερίνης
- Γλυκερίνη (χειρισμός ξύλου με βράσιμο σε γλυκερίνη)
- Υπεροξείδιο του υδρογόνου (H₂O₂)
- Φαινόλη σε 130–140°C
- Ουρία σε 150–160°C

Οι διάφορες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για μαλάκυνση του ξύλου, είναι δυνατό να προκαλέσουν διόγκωση και παραμόρφωση των ιστών, καθώς και μεταβολή της χημικής σύστασης του ξύλου σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Οι μεταβολές όμως αυτές δεν αλλάζουν τη δομή και τη μορφολογία των ξυλωδών κυττάρων και ιστών.

Εάν επιθυμούμε να δημιουργήσουμε τομές ξύλου προσβεβλημένου από μύκητες ή άλλους μικροοργανισμούς, τότε πρέπει να εμποτίσουμε το δείγμα με παραφίνη ή συνθετική ρητίνη για να ισχυροποιήσουμε τους ευπαθείς ιστούς του δείγματος και να είναι δυνατή η κατεργασία τους για τομή.

2. Τομή

Οι μικροτομές ξύλου γίνονται με χρήση ειδικής συσκευής που ονομάζεται **μικροτόμος**⁽¹⁾. Οι τομές πρέπει να είναι εγκάρσιες, ακτινικές και εφαπτομενικές. Κατά τη διενέργεια των τομών πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθοι κανόνες:

- ❖ Το μαχαίρι πρέπει να σχηματίζει γωνία 8-15° με την επιφάνεια του δείγματος.
- ❖ Το μαχαίρι πρέπει να σχηματίζει γωνία 45° σε σχέση με τους αυξητικούς δακτυλίους και τις ακτίνες.
- ❖ Η επιφάνεια του δείγματος κατά τη διάρκεια της τομής πρέπει να διατηρείται υγρή και οι μικροτομές να πιέζονται ελαφρά πάνω στην επιφάνεια του μαχαιριού με κατάλληλη βούρτσα για να παραμένουν επίπεδες και να μη περιστρέφονται.
- ❖ Οι μικροτομές μεταφέρονται με τη βοήθεια της βούρτσας σε γυάλινο δίσκο που περιέχει 70% αλκοόλη.
- ❖ Το πάχος των τομών πρέπει να είναι μέχρι 20 μm. Το ιδανικό πάχος είναι 15 μm.
- ❖ Οι γωνίες του μαχαιριού φαίνονται στην παρακάτω Εικ. ΠΙ.1. Η γωνία α πρέπει να είναι 3-5° με τη μικρότερη τιμή για μαλακά ξύλα και τη μεγαλύτερη για σκληρά ξύλα.

⁽¹⁾ Μικροτόμος

Μικροτόμος είναι εργαστηριακή συσκευή δημιουργίας λεπτών τομών ξύλου για παρατήρηση σε μικροσκόπιο. Τυπικά αποτελείται από: μαχαίρι τομής, μηχανισμό στερέωσης του μαχαιριού και μηχανισμό συγκράτησης του δείγματος (βλ. Εικ. ΠΙ.1). Υπάρχει σύστημα ρύθμισης της γωνίας και κλίσης του μαχαιριού, της επιθυμητής θέσης του δείγματος και της ανύψωσης του με ακρίβεια 1μm. Το δείγμα σταθεροποιείται με σφιγκτήρες σε κατάλληλη θέση και ανάλογα με τον τύπο μικροτόμου, κατά την τομή κινείται είτε το δείγμα προς το ακίνητο μαχαίρι, είτε το μαχαίρι προς το ακίνητο δείγμα. Η ακόνιση του μαχαιριού είναι βασική προϋπόθεση για την παραγωγή μικροτομών ξύλου και γίνεται είτε χειρωνακτικά σε ακονόπετρα λεπτής υφής, είτε σε αυτόματο μηχανήμα.

3. Χρώση

Για να είναι εύκολη η παρατήρηση των διαφόρων μικροσκοπικών στοιχείων του ξύλου γίνεται χρώση των μικροτομών με *χρωστικές ουσίες*, οι οποίες χρωματίζουν ορισμένα χημικά συστατικά του ξύλου με αποτέλεσμα να είναι ευκρινής η διαφορά των δομικών στοιχείων στο μικροσκόπιο. Τέτοιες χρωστικές ουσίες είναι κυρίως η *σαφρανίνη*, η οποία χρωματίζει τη λιγνίνη κόκκινη, η *αιματοξυλίνη*, η οποία χρωματίζει την κυτταρίνη *κυανή-ρόδινη*, και η *fast green (acid diamino triphenyl methane)*, η οποία χρωματίζει την κυτταρίνη *πράσινη*. Για τη χρώση εφελκυσμογενούς ξύλου χρησιμοποιείται ο συνδυασμός σαφρανίνης και fast green, ενώ για τη χρώση θλιψιγενούς ξύλου χρησιμοποιείται ο συνδυασμός σαφρανίνης και αιματοξυλίνης.

Για χρώση μικροτομών ξύλου με σαφρανίνη και αιματοξυλίνη ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία:

1. Απομάκρυνση της περίσσειας αλκοόλης με σταγονόμετρο
2. Κάλυψη της τομής με σαφρανίνη για 2 min
3. Προσθήκη αλκοόλης 50%
4. Πλύσιμο με απεσταγμένο νερό μέχρι να γίνει αποχρωματισμός του νερού
5. Κάλυψη με αιματοξυλίνη για 2 min
6. Πλύσιμο με νερό της βρύσης μέχρι να αποχρωματισθεί το νερό
7. Πλύσιμο διαδοχικά με αλκοόλη 50%, 70%, 95% και καθαρή αλκοόλη
8. Αντικατάσταση της αλκοόλης με ξυλόλιο
9. Τοποθέτηση σε αντικειμενοφόρο πλάκα και στερέωση.

Η χρώση με σαφρανίνη γίνεται με τη παραπάνω μέθοδο, αλλά χωρίς τα στάδια 3, 5 και 6. Η σαφρανίνη προετοιμάζεται με μίξη ίσων μερών κορεσμένου διαλύματος σαφρανίνης σε καθαρή αλκοόλη και κορεσμένου υδατικού διαλύματος σαφρανίνης που περιέχει *ανιλίνη* (3 cm^3 ανιλίνης σε 90 cm^3 νερού). Το διάλυμα παραμένει μερικούς μήνες πριν χρησιμοποιηθεί. Οι μικροτομές παραμένουν μέσα στο διάλυμα μερικές ώρες. Η υπόλοιπη σαφρανίνη επαναχρησιμοποιείται.

4. Στερέωση μικροτομών

Οι μικροτομές στερεώνονται επάνω σε *αντικειμενοφόρο πλάκα* με τη βοήθεια φυσικής ή συνθετικής ρητίνης. Επάνω στο παρασκεύασμα τοποθετείται καθαρή *καλυπτρίδα* και τυχόν φυσαλίδες αέρα που δημιουργούνται, απομακρύνονται με μικρής έντασης θέρμανση της

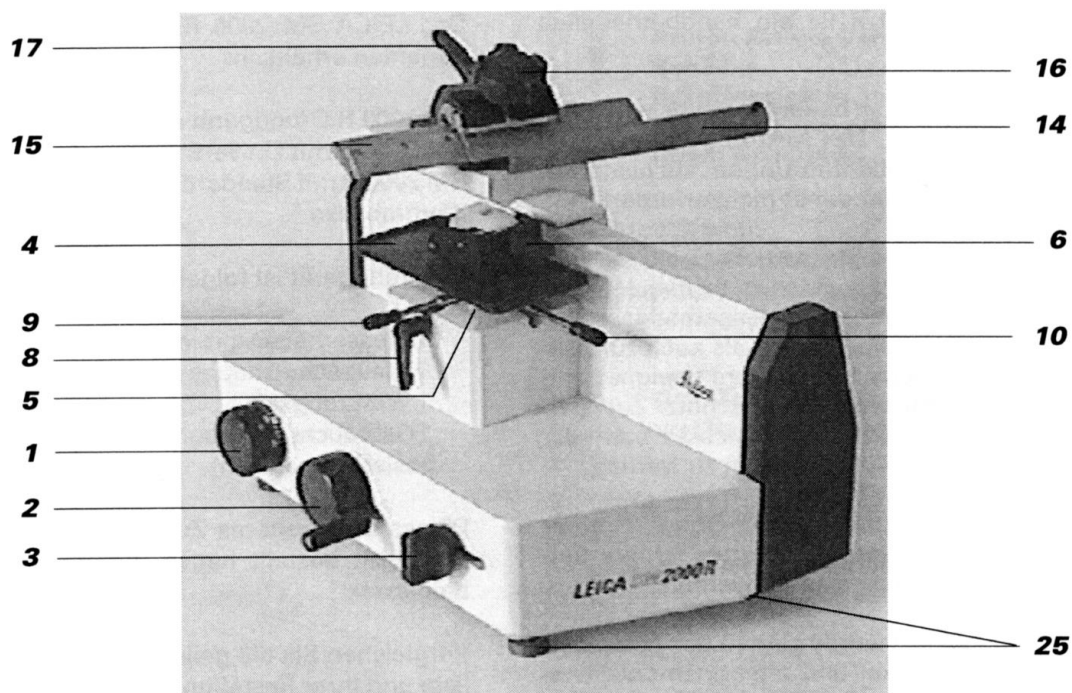
αντικειμενοφόρου πλάκας. Μετά η καλυπτρίδα πιέζεται προσεκτικά και τοποθετείται κάτω από βάρος μέχρις ότου σκληρυνθεί η ρητίνη. Για προσωρινή στερέωση (έγκλειση) των τομών, χρησιμοποιείται γλυκερίνη 100% ή διαλυμένη σε νερό ή αλκοόλη (50%). Για στερέωση διάρκειας 3-15 ετών χρησιμοποιείται παχύρρευστη γλυκερίνη και για μόνιμη στερέωση χρησιμοποιείται βάλαμο του Καναδά ή πολυβυνιλική αλκοόλη.

Αποΐνωση

Μικροσκοπική παρατήρηση του ξύλου γίνεται επίσης και σε *αποϊνωμένο ξύλο*. Ωστόσο, απαιτείται στην περίπτωση αυτή να γίνει αποΐνωση του ξύλου. Έτσι γίνεται παρατήρηση των μεμονωμένων ξυλωδών κυττάρων στο μικροσκόπιο. Για αυτό το ξύλο τεμαχίζεται σε μικρά λεπτά ξυλόφυλλα πάχους 1 mm και μήκους 1-2 cm και τοποθετείται σε δοκιμαστικό σωλήνα. Στη συνέχεια προστίθεται διάλυμα ίσων μερών οξικού οξέος και υπεροξειδίου του υδρογόνου (20%) και το διάλυμα θερμαίνεται μέσα σε πυριατήριο σε θερμοκρασία 60°C για 48 ώρες. Εάν χρησιμοποιήσουμε υψηλότερη θερμοκρασία 70°C και πυκνότερο υπεροξείδιο επιταχύνουμε την αποΐνωση σε 4-8 ώρες.

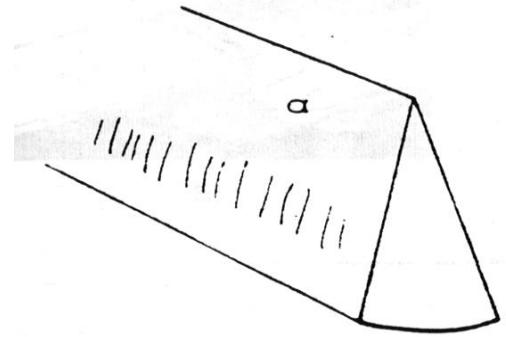
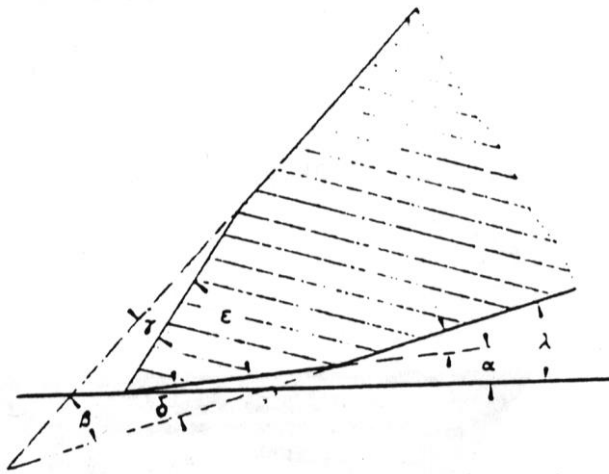
Ακολουθεί απομάκρυνση του διαλύματος και επανειλημμένη πλύση με νερό. Η αποΐνωση γίνεται με ισχυρή ανάδευση. Εάν θέλουμε να διατηρήσουμε τις ίνες για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα τις τοποθετούμε σε καθαρή αλκοόλη.

Για να κάνουμε μικροσκοπική παρατήρηση των κυττάρων, λαμβάνουμε ποσότητα αιωρήματος κυττάρων και το διηθούμε. Στη συνέχεια πιέζουμε την αντικειμενοφόρο πλάκα επάνω στα κύτταρα και το διηθητικό χαρτί με αποτέλεσμα ορισμένα κύτταρα να προσκολληθούν και μετά την ξήρανσή τους να είναι δυνατή η μικροσκοπική παρατήρηση. Για προετοιμασία μόνιμων παρασκευασμάτων, ακολουθούμε τις τεχνικές που περιγράψαμε για τις μικροτομές ξύλου.

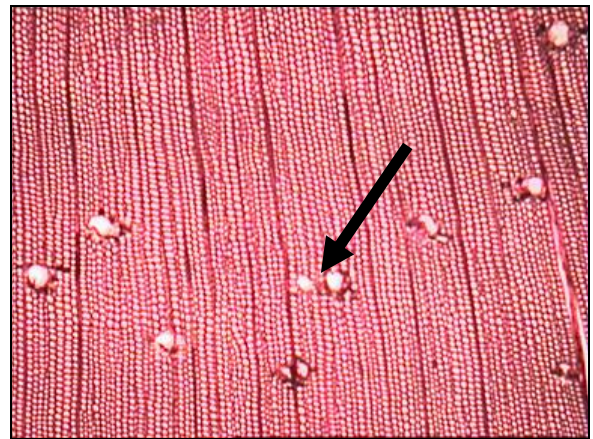
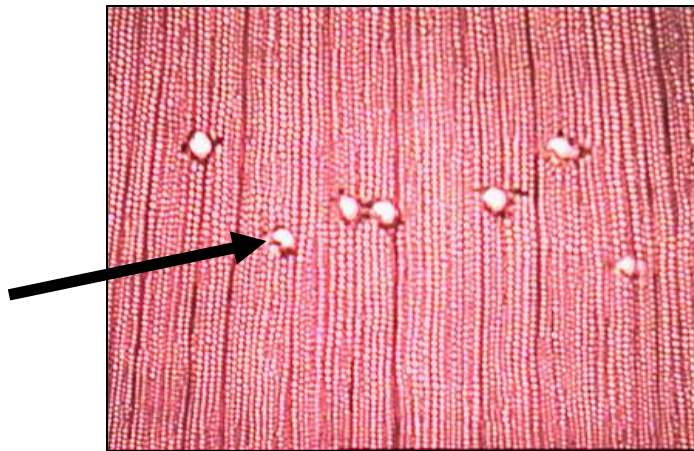


ΕΙΚ. Π1.1. Μικροτόμος ολίσθησης για διενέργεια μικροτομών ξύλου.

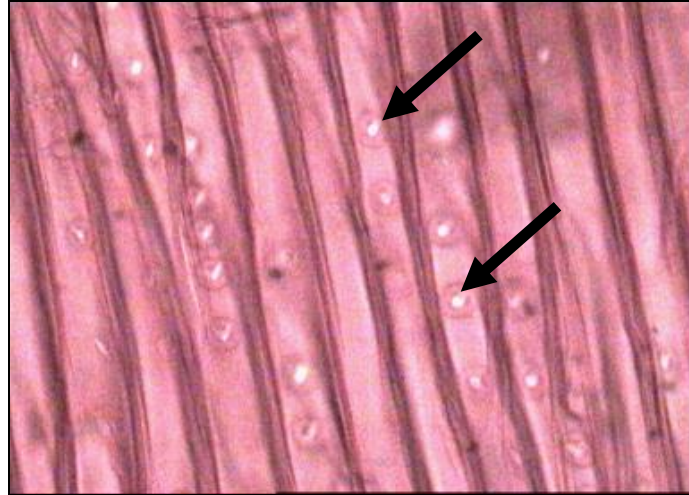
- 1 Κομβίο ρύθμισης πάχους δοκιμίου
- 2 Τροχός αδρομερούς τροφοδοσίας
- 3 Χειροκίνητη τροφοδοσία
- 4 Συσκευή στερέωσης δείγματος
- 5 Κύλινδρος δείγματος
- 6 Στάνταρτ σύστημα στερέωσης δείγματος
- 7 Μοχλός καθορισμού κατεύθυνσης δείγματος
- 8 Κοχλίας ρύθμισης κατεύθυνσης δείγματος – άξονας χ
- 9 Κοχλίας ρύθμισης κατεύθυνσης δείγματος – άξονας ψ
- 10 Βάση ολίσθησης μαχαιριού
- 13 Σύστημα στερέωσης μαχαιριού
- 14 Μοχλός ρύθμισης γωνίας κοπής
- 15 Κλίμακα γωνίας κοπής



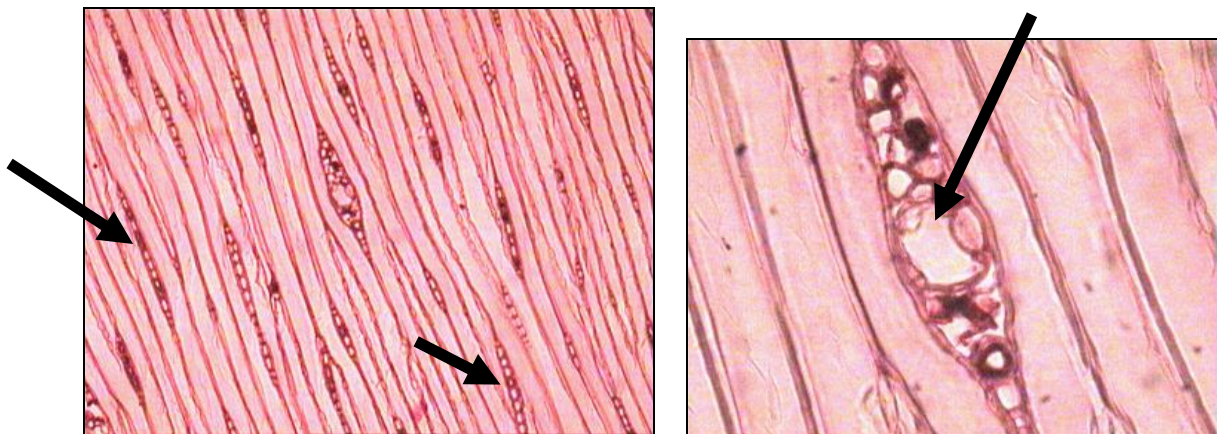
ΕΙΚ. Π1.2. Γωνίες ακμής μαχαιριού μικροτόμου: $\alpha = \lambda - \delta =$ ελεύθερη γωνία, $\beta =$ γωνία μαχαιριού, $\gamma =$ επάνω γωνία ακόνισης, $\delta = \delta' =$ κάτω γωνία ακόνισης.



A. Εγκάρσιες τομές πεύκου (βλ. ρητινοφόροι αγωγοί, μονόσειρες ακτίνες).



B. Ακτινική τομή πεύκου (βλ. αλωφόρα βοθρία).

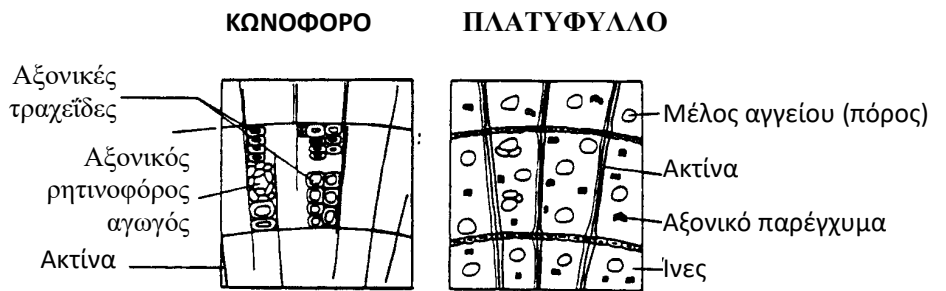
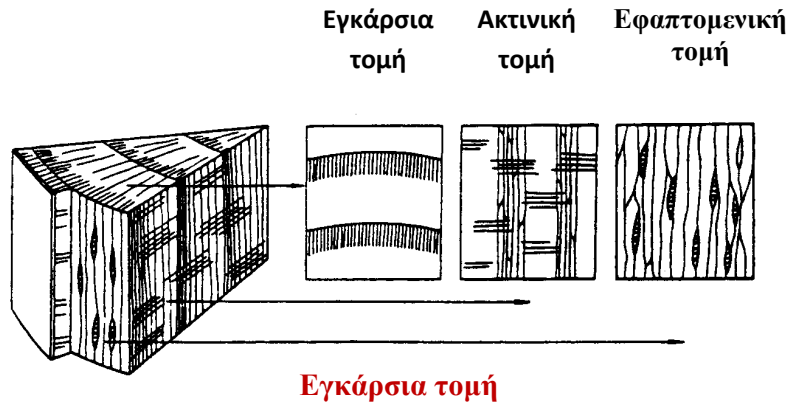


Γ. Εφαπτομενικές τομές (βλ. μονόσειρες ακτίνες, ατρακτοειδής ρητινοφόρος αγωγός).

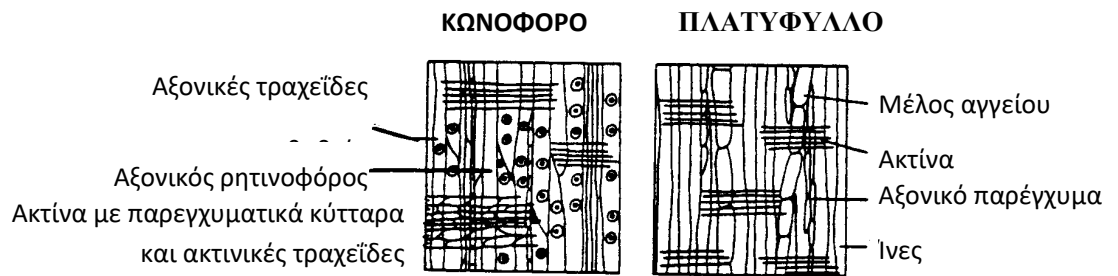
ΕΙΚ. ΠΙ.3. Διαφορετικές μικροτομές ξύλου πεύκης στις 3 κατευθύνσεις (τομές).

Παράρτημα ΙΙ.

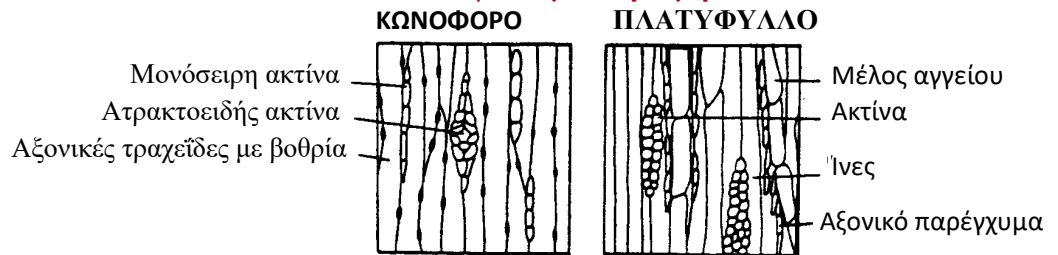
**«ΤΟΜΕΣ ΕΥΛΟΥ & ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ
ΕΜΦΑΝΙΣΗ»**



Ακτινική τομή

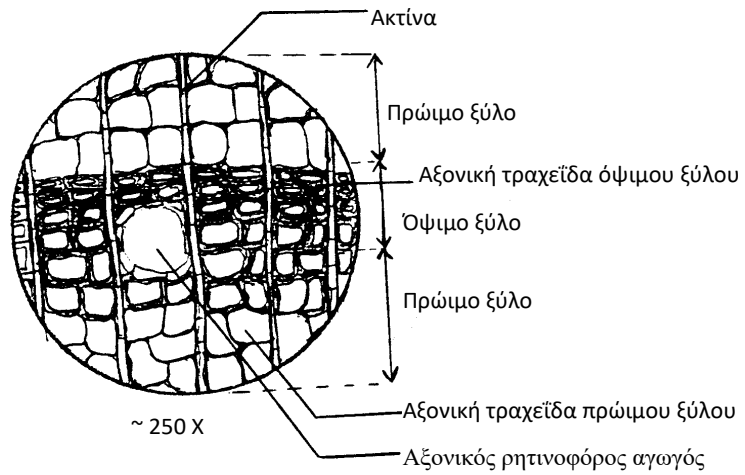


Εφαπτομενική τομή

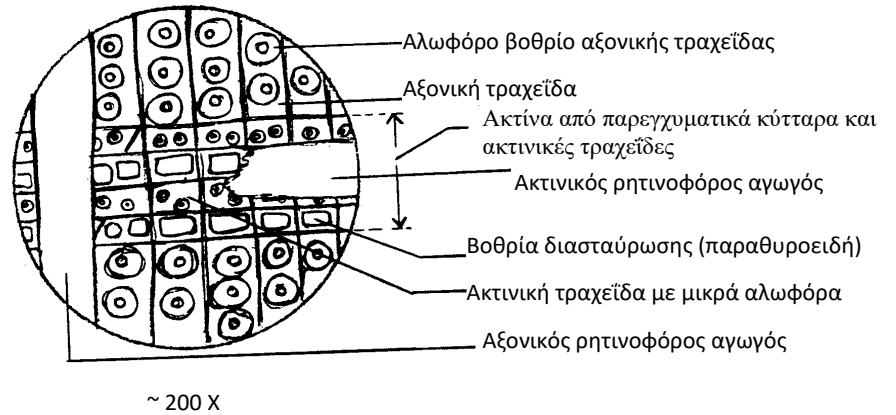


ΕΙΚ. Π2.1. Σχεδιαγράμματα τομών ξύλου και βασικά μικροσκοπικά χαρακτηριστικά της εγκάρσιας, ακτινικής και εφαπτομενικής τομής ξύλου κωνοφόρων και πλατυφύλλων ειδών.

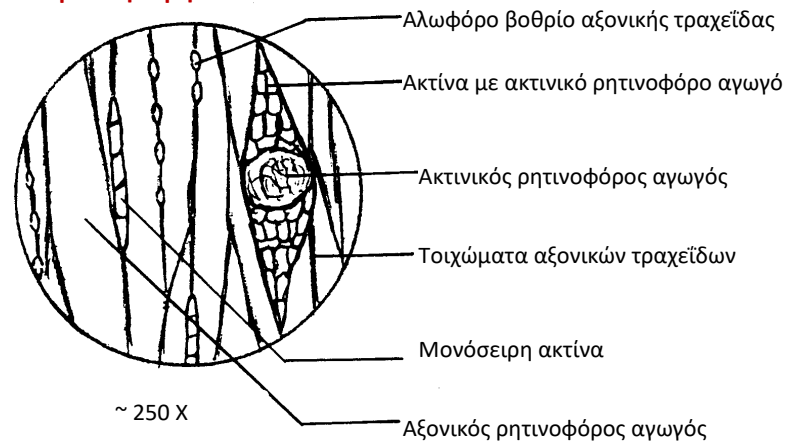
Εγκάρσια τομή



Ακτινική τομή

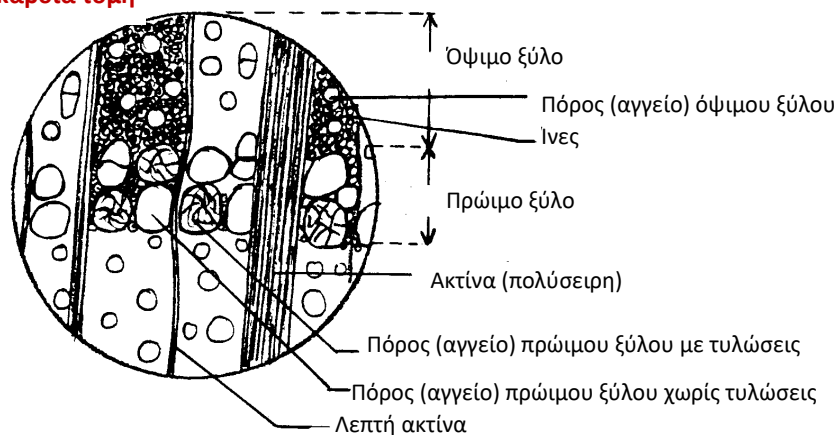


Εφαπτομενική τομή

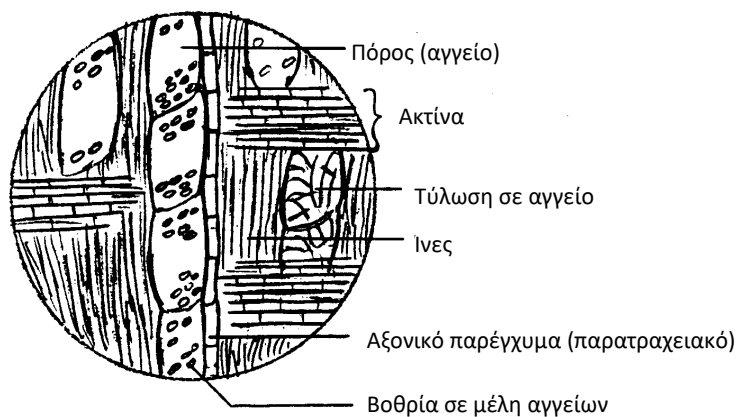


ΕΙΚ. Π2.2. Μικροσκοπική εμφάνιση ξύλου κωνοφόρου είδους.

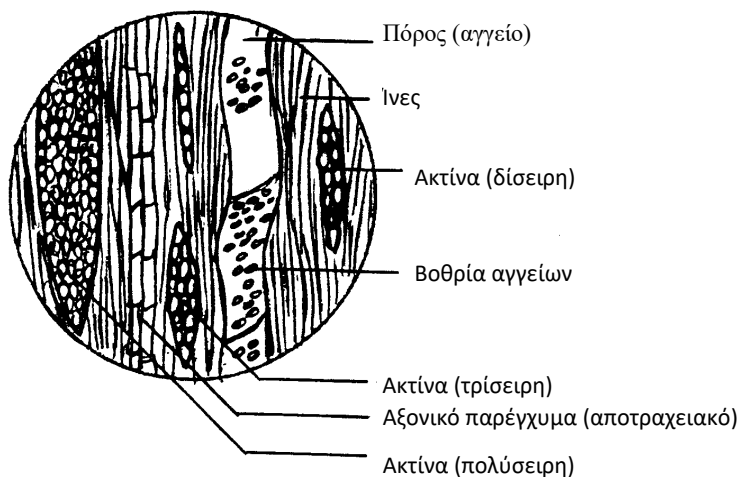
Εγκάρσια τομή



Ακτινική τομή

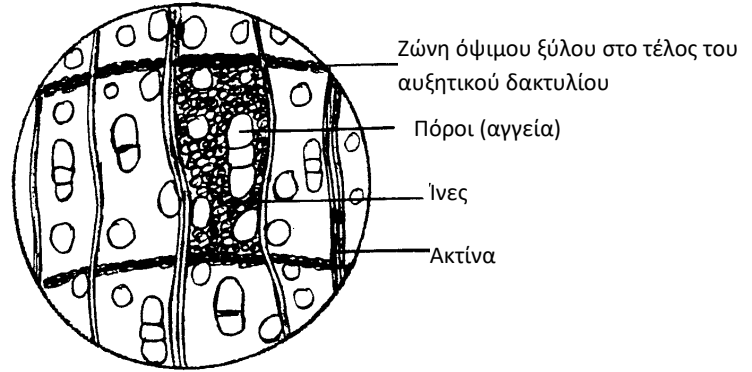


Εφαπτομενική τομή

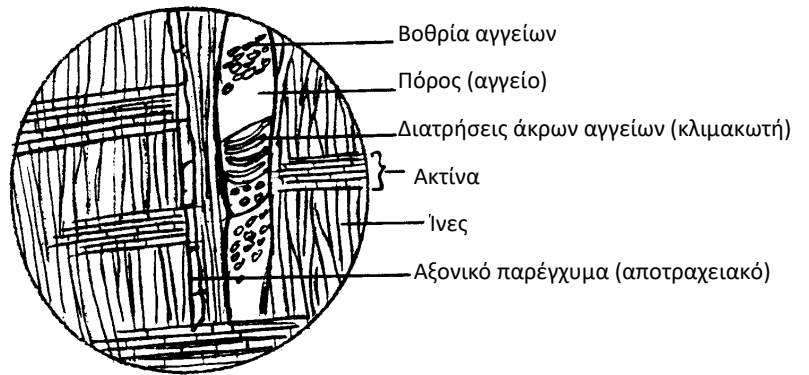


ΕΙΚ. Π2.3. Μικροσκοπική εμφάνιση ξύλου δακτυλιόπορου πλατύφυλλου.

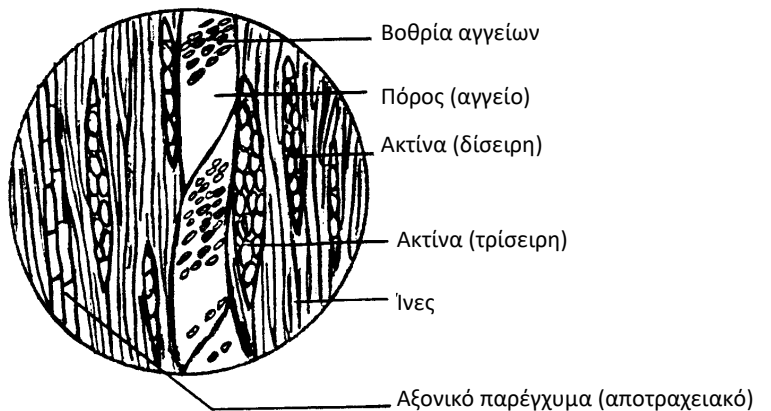
Εγκάρσια τομή



Ακτινική τομή



Εφαπτομενική τομή



ΕΙΚ. Π2.4. Μικροσκοπική εμφάνιση ξύλου διασπορόπορου πλατύφυλλου.

Παράρτημα ΙΙΙ.

«ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΞΥΛΟΥ & ΚΛΕΙΔΕΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ»

Γενικά για την αναγνώριση

Στα προηγούμενα κεφάλαια περιλαμβάνονται πληροφορίες για τη δομή του ξύλου. Το παράρτημα αυτό (III) αναφέρεται ειδικότερα στην αναγνώριση του ξύλου, δηλαδή στην αναγνώριση του είδους του ξύλου, της βοτανικής ταυτότητάς του δηλαδή, με βάση τα σπουδαιότερα μακροσκοπικά, μικροσκοπικά και φυσικά χαρακτηριστικά του.

Γενικά, η καλή γνώση της δομής του ξύλου μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση του ξύλου. Ωστόσο, πολύ μεγάλη παρατηρητικότητα απαιτείται για τη διάκριση των διαφορών που σε ορισμένες περιπτώσεις δεν είναι εύκολα φανερές και ορατές.

Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι μπορεί κανείς έχοντας ένα δείγμα ξύλου - οποιοδήποτε μικρό ή μεγάλο δείγμα - να προσδιορίσει την ταυτότητα του ξύλου, δηλαδή να αναγνωρίσει αν αυτό είναι κωνοφόρο ή πλατύφυλλο, κι ακόμα αν είναι λ.χ. πεύκο, δρυς, οξιά, καρυδιά ή λεύκη.

Η αναγνώριση ξύλου (*wood identification*) ως κλάδος της επιστήμης του ξύλου (*wood science*) δεν έχει μόνον επιστημονική σημασία. Μπορεί συνάμα ή ανεξάρτητα να έχει εμπορική ή οικονομική σημασία για τις βιοτεχνίες ή βιομηχανίες ξύλου και επίπλου, ιστορική σημασία σε επιστήμες όπως λ.χ. η αρχαιολογία, η παλαιοντολογία και η денδροκλιματολογία ή τεχνική σημασία για μηχανικούς, αρχιτέκτονες, τεχνολόγους, που χρησιμοποιούν το ξύλο ως υλικό κατασκευών ή δομικό υλικό.

Κλειδές αναγνώρισης του ξύλου

Η αναγνώριση του ξύλου ουσιαστικά βασίζεται στη διάκριση των κυριότερων μακροσκοπικών και μικροσκοπικών χαρακτηριστικών του ξύλου που μπορούν να απεικονίζονται κυρίως στην εμφάνιση της εγκάρσιας επιφάνειας (τομής) του ξύλου. Πολύ συχνά ωστόσο και τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά της ακτινικής και της εφαπτομενικής επιφάνειας του ξύλου μπορούν να βοηθήσουν τη διαδικασία της αναγνώρισης. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της εγκάρσιας τομής σχετίζονται άμεσα με τα ακόλουθα στοιχεία, και μπορούν να βοηθήσουν καθοριστικά στην αναγνώριση του είδους, ήτοι:

- ✚ Αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί (ύπαρξη ή όχι, μέγεθος, αριθμός, διάταξη αυτών).
- ✚ Πόροι (αγγεία): μέγεθος αυτών, διάταξη και κατανομή, αριθμός ανά 1 mm² επιφάνειας, μέσες διαμέτροι, τυλώσεις ή όχι, κρύσταλοι ή όχι κ.α. Τυχόν σχεδίαση (φλογοειδής ή όχι, εφαπτομενικές ταινίες, ομάδες ή αλυσίδες, κ.α.) πρέπει επίσης να καταγραφεί.
- ✚ Όρια (μετάβαση) μεταξύ του πρώιμου και του όψιμου ξύλου (ομαλή, απότομη κ.α.)
- ✚ Χρωματικές διαφορές μεταξύ του εγκάρδιου και του σομφού ξύλου, ή όχι.
- ✚ Ακτίνες: τύπος ακτίνων, μεγέθη, διάταξη των, αριθμός ακτίνων ανά 1 εφαπτ. mm, πλάτη και ύψη.
- ✚ Αξονικό παρέγχυμα: εμφάνιση ή όχι, τύπος παρεγχύματος και διάταξη, κ.α.
- ✚ Εμφάνιση ψευδών ή ασυνεχών αυξητικών δακτυλίων.

Επιπρόσθετα, η αναγνώριση του ξύλου μπορεί να βασισθεί και στην αξιολόγηση των φυσικών χαρακτηριστικών του ξύλου. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι τα παρακάτω:

- ✚ Χρώμα, βάρος (ή πυκνότητα), οσμή (ή μυρωδιά), σκληρότητα, και στιλπνότητα.

Ειδικότερα, η ακριβής μέτρηση της φαινομενικής πυκνότητας (R_{12}) είναι πολύ σημαντική.

Η επιτυχημένη αναγνώριση των μικροσκοπικών και μακροσκοπικών χαρακτηριστικών του ξύλου απαιτεί, ωστόσο, την καλή γνώση της δομής του ξύλου, ενώ η διάκριση των φυσικών χαρακτηριστικών του ξύλου, εκτός από τις καλές αισθήσεις του ερευνητή ή μελετητή, κυρίως της όρασης και της όσφρησής του· πρόσθετα όμως απαιτεί μεγάλη γνώση της ανατομίας του ξύλου (*wood anatomy*) και σημαντική εμπειρία.

Επίσης θα πρέπει να τονιστεί ότι το χρώμα του ξύλου είναι δύσκολο να περιγραφεί με ακρίβεια. Το χρώμα μπορεί να αλλάζει με τον καιρό και το χρόνο αποθήκευσης και μπορεί να είναι λευκωπό, κιτρινοκαφέ, ανοιχτό ή σκούρο καφέ, κοκκινωπό, σκούρο καστανό, κ.ο.κ.

Η μυρωδιά του ξύλου μπορεί να φθίνει και να είναι λιγότερο έντονη και αισθητή με το πέρασμα του χρόνου ή μπορεί να αλλάζει με τις καιρικές συνθήκες ή την υγρασία. Το βάρος και η σκληρότητα του ξύλου μπορούν να εκτιμηθούν εμπειρικά με το νύχι, αντίστοιχα, και βοηθούν την αναγνώριση του ξύλου μέχρι κάποιο βαθμό.

Φυσική στιλπνότητα (=ικανότητα του ξύλου να αντανακλά το φως) ή γυαλάδα, έχουν λίγα είδη ξύλου, που είναι εντονότερη στην ακτινική επιφάνεια (τομή). Τέτοια είδη είναι τα είδη ξύλου της ερυθρελάτης, του φράξου, του φλαμουριού, της λεύκης, του πλατανιού κ.α.

Ωστόσο, η αναγνώριση του ξύλου απαραίτητα προϋποθέτει τη γνώση και τη χρήση βοηθητικών εργαλείων που ονομάζονται **κλείδες αναγνώρισης** του ξύλου (ή αλλιώς *διχοτομικές κλείδες*).

Οι κλείδες αναγνώρισης χρησιμοποιούνται με μία απλή μέθοδο, αρκετά διαδεδομένη στις φυσικές επιστήμες, όπου ο πληθυσμός των ειδών ξύλου *διχοτομείται* (διαχωρίζεται) προοδευτικά σε συνεχώς μικρότερες ομάδες με κοινά χαρακτηριστικά, έως ότου η αφαιρετική αυτή μέθοδος καταλήξει σε 2 ή 3 είδη ξύλου που έχουν αρκετά κοινά γνωρίσματα και παρόμοια εμφάνιση.

Στη συνέχεια, η μελέτη και ανάλυση και των φυσικών χαρακτηριστικών του ξύλου, όπως λ.χ. του χρώματος, του βάρους, της οσμής, της σχεδίασης (*νερά*) μπορεί να οδηγήσει με βεβαιότητα τον ερευνητή στην ακριβή αναγνώριση του είδους ξύλου που αναζητείται.

Τυπικά, οι κλείδες αναγνώρισης περιγράφουν χαρακτηριστικά που φαίνονται μόνον στις εγκάρσιες επιφάνειες του ξύλου που συνήθως έχουν και τη μεγαλύτερη διαγνωστική σημασία και αξία. Ωστόσο, σε ορισμένα είδη η εμφάνιση των ακτίνων σε ακτινική τομή (δρύες, πλατάνι) ή σε εφαπτομενική τομή (φράξος, σφενδάμι) δημιουργεί τύπους σχεδίασης («*νερά*») που για τον έμπειρο τεχνολόγο ή ερευνητή είναι εύκολα και γρήγορα αναγνωρίσιμη με γυμνό μάτι.

Η παραπάνω μεθοδολογία σίγουρα εκτός της πολύ καλής γνώσης της δομής του ξύλου, προϋποθέτει και πολύ καλή παρατηρητικότητα και σχετική εμπειρία στο αντικείμενο αυτό.

Οι βασικές **κλειδες** βασίζονται σε προοδευτική διχοτόμηση ενός πληθυσμού ειδών σε συνεχώς μικρότερες μονάδες. Οι βασικές κλειδες αναγνώρισης είναι οι ακόλουθες:

1^η Βασική Κλειδα: ΥΠΑΡΧΟΥΝ ή ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΟΡΟΙ;

- Δεν υπάρχουν πόροι (ΚΩΝΟΦΟΡΑ) (Εικ. Π3.1, Α).
- Υπάρχουν πόροι (ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ).

Με την 1^η βασική κλειδα διαχωρίζουμε τον ελληνικό πληθυσμό ειδών ξύλου σε **κωνοφόρα** είδη (=ξύλα που δεν έχουν πόρους) και σε **πλατύφυλλα** είδη (=ξύλα που έχουν πόρους).

2^η Βασική Κλειδα: ΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ & Η ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΠΟΡΩΝ;

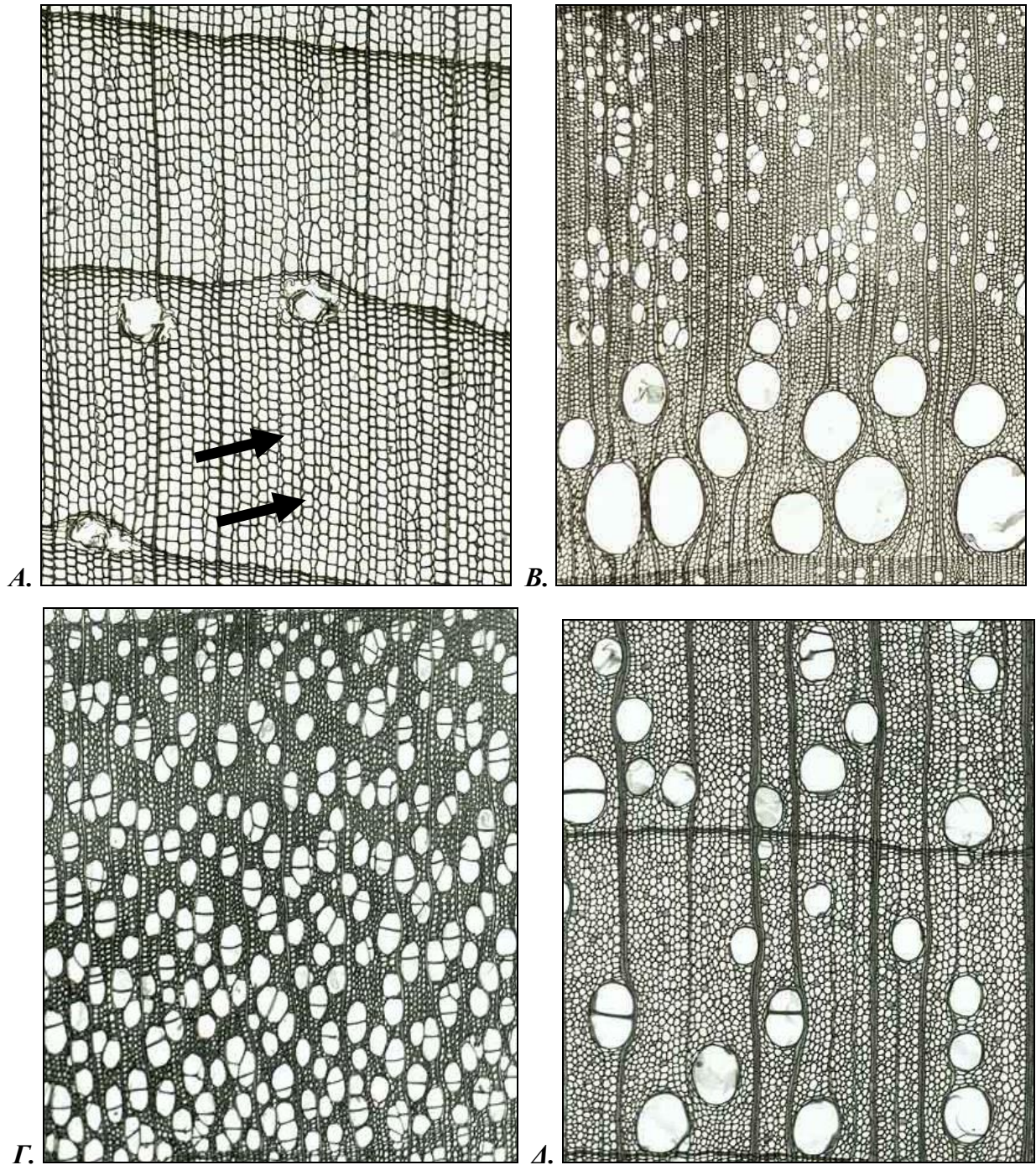
Με την 2^η βασική κλειδα διαχωρίζουμε τον ελληνικό πληθυσμό πλατυφύλλων ξύλων σε:

- **Δακτυλιόπορα**, που οι πόροι του πρώιμου ξύλου έχουν μορφή δακτυλίου και είναι πολύ μεγαλύτεροι από τους πόρους του όψιμου ξύλου (Εικ. Π3.1, Β).
- **Διασπορόπορα**, που οι πόροι τους φαίνεται να έχουν ίδιο περίπου μέγεθος και να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι στην εγκάρσια επιφάνεια (Εικ. Π3.1, Γ).
- **Ημιδιασπορόπορα**, που είναι η ενδιάμεση κατηγορία των δακτυλιόπορων και διασπορόπορων, με τους πόρους τους να έχουν εμφανείς διαφορές μεγέθους και να παρουσιάζουν ανομοιόμορφη κατανομή μέσα στον αυξητικό δακτύλιο (Εικ. Π3.1, Δ).

Επιπρόσθετες **κλειδες αναγνώρισης** χρησιμοποιούνται εντός της κάθε κλάσης (κωνοφόρα, πλατύφυλλα) για την περαιτέρω διχοτόμηση των ειδών ξύλου και την τελική αναγνώρισή τους.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των πλατυφύλλων ξύλων (βλ. διάταξη πόρων, τύποι αξονικού παρεγχύματος) αναλύονται με λεπτομέρεια στις Εικ. Π3.2, Π3.3 και Π3.4 παρακάτω.

Οι επιπλέον κλειδες για τα κωνοφόρα και τα πλατύφυλλα ξύλα παρουσιάζονται στη συνέχεια.



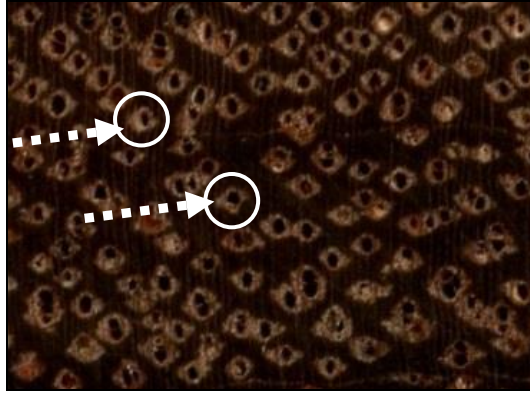
ΕΙΚ. Π3.1. Τυπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής ξύλου:

(Α): Κωνοφόρου (βλ. τραχεΐδες, -βέλη).

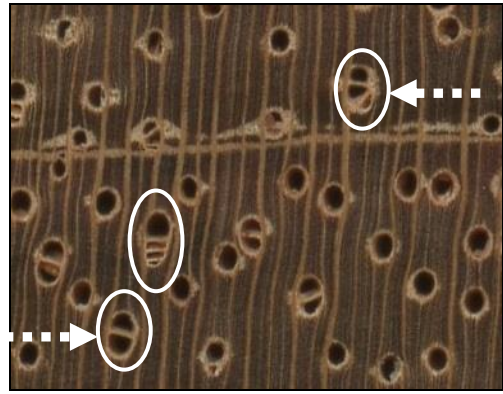
(Β): Δακτυλιόπορου πλ. (βλ. μεγάλοι πόροι-πρώιμο & μικροί πόροι-όψιμο).

(Γ): Διασπορόπορου πλ. (βλ. ίδιου μεγέθους πόροι, ομοιόμορφα διάσπαρτοι).

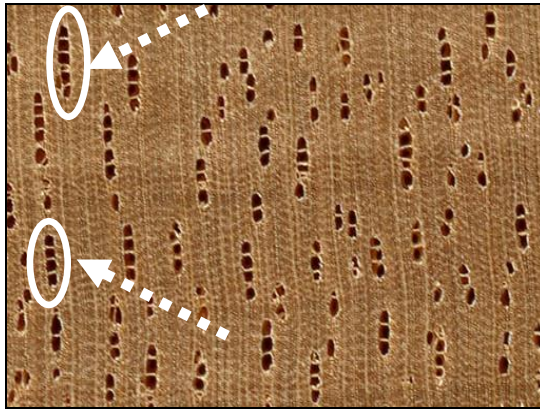
(Δ): Ημιδιασπορόπορου πλ. (βλ. πόροι τριών μεγεθών & χωρίς διάταξη).



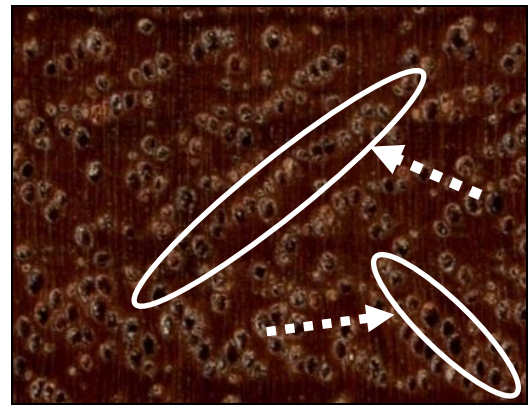
A. Μόνοι πόροι.



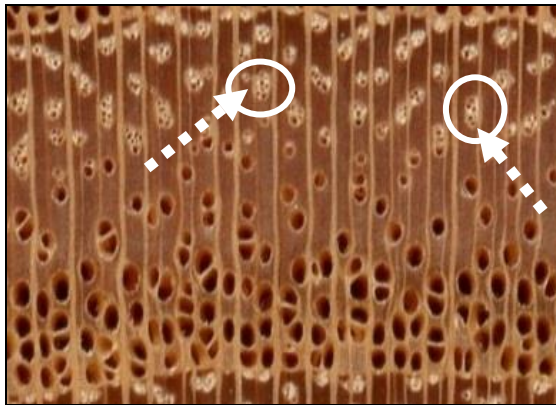
B. Πόροι σε αθροίσματα των 2-3.



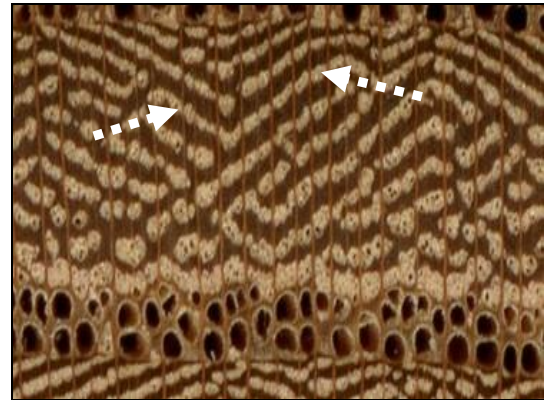
Γ. Πόροι σε αλυσίδες των 3-6.



Δ. Πόροι σε διαγώνιες σειρές.



E. Πόροι σε ομάδες.



ΣΤ. Πόροι σε εφαπτομενικές ζώνες.

ΕΙΚ. Π3.2. Διάταξη πόρων στην εγκάρσια τομή των πλατυφύλλων ειδών:

(A): Μόνοι πόροι (solitary).

(B): Πόροι σε αθροίσματα των 2-3 (in multiples).

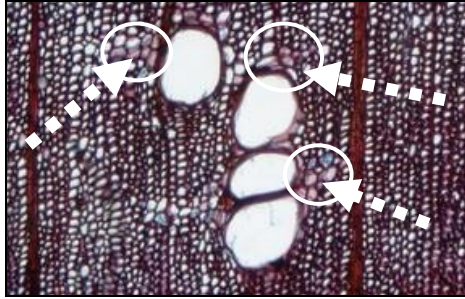
(Γ): Πόροι σε αλυσίδες των 3-6 (in chains).

(Δ): Πόροι σε διαγώνιες σειρές (in diagonal rows).

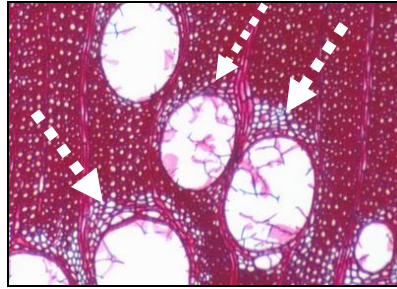
(E): Πόροι σε ομάδες (in clusters).

(ΣΤ): Πόροι σε εφαπτομενικές ζώνες (in tangential bands).

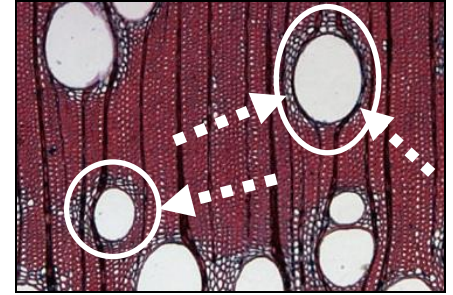
Πηγές: ^{7,1}



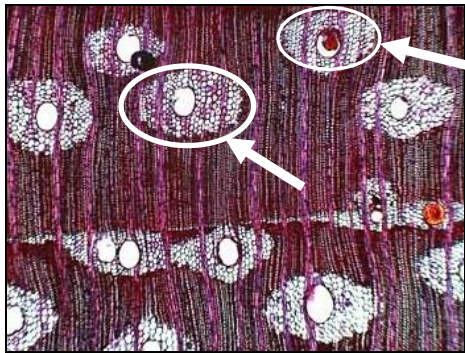
A. Κατά θέσεις



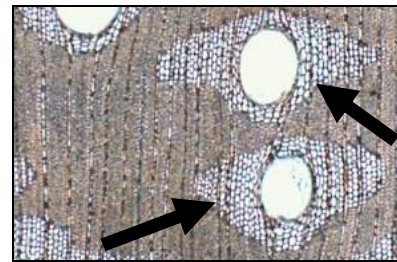
B. Μονόπλευρο



Γ. Κυκλικό



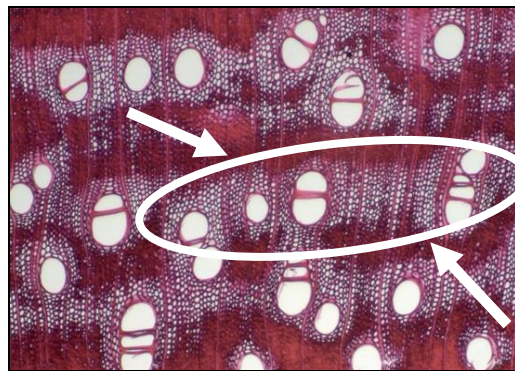
Δ. Πτερυγοειδές



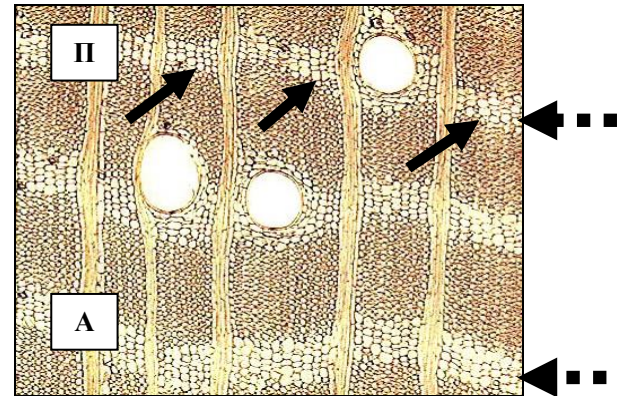
E. Κυκλικό προς πτερυγοειδές



ΣΤ. Πτερυγοειδές ενωμένο



Z. Κυκλικό-πτερυγοειδές ταινιοειδές



H. Ταινιοειδές (banded)

ΕΙΚ. Π3.3. Αξονικό παρέγχυμα: τύποι παρατραχειακού παρεγχύματος:

(A): Κατά θέσεις (diffuse, scanty).

(B): Μονόπλευρο (semi-vasicentric).

(Γ): Κυκλικό (vasicentric).

(Δ): Πτερυγοειδές (aliform).

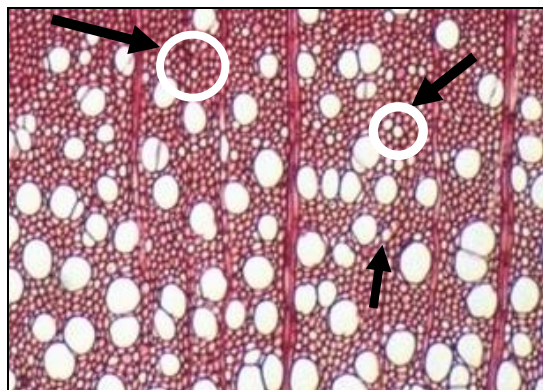
(E): Κυκλικό προς πτερυγοειδές (aliform-lozenge).

(ΣΤ): Πτερυγοειδές ενωμένο (aliform-winged).

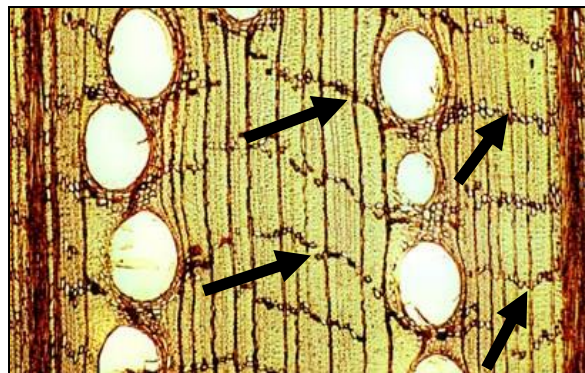
(Z): Κυκλικό-πτερυγοειδές ταινιοειδές (confluent).

(H): Ταινιοειδές (banded), μικτό παρατραχειακό (B) & αποτραχειακό (A).

Πηγές: 17, 15, 1



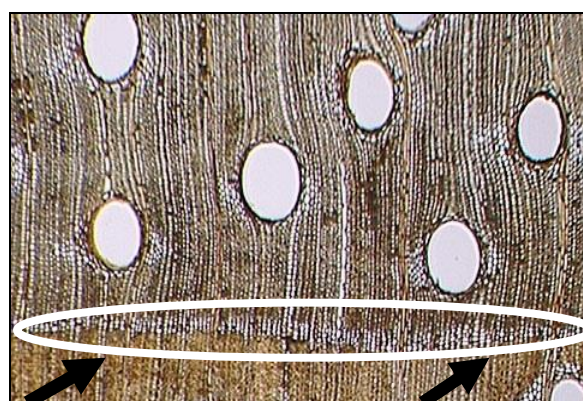
A. Διάσπαρτο.



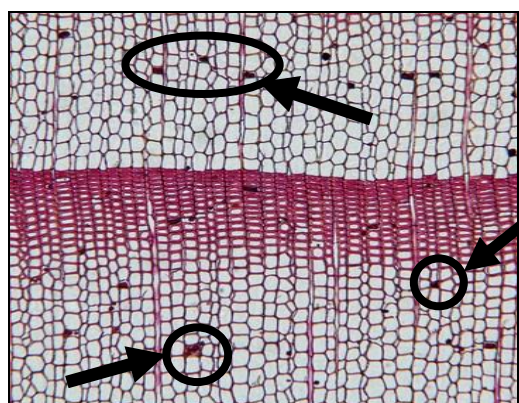
B. Διάσπαρτο σε ασυνεχείς γραμμές.



Γ. Ταινιοειδές (banded).



Δ. Οριακό (τελικό).



E. Διάσπαρτο (σε κωνοφόρο είδος).

ΕΙΚ. Π3.4. Αξονικό παρέγχυμα: τύποι αποτραχειακού παρεγχύματος:

(A): Διάσπαρτο (diffuse, scattered).

(B): Διάσπαρτο σε ασυνεχείς γραμμές (diffuse-in-aggregates).

(Γ): Ταινιοειδές (banded).

(Δ): Οριακό τελικό (marginal).

(E): Διάσπαρτο (σε κωνοφόρο είδος).

Πηγές: 17, 15, 1

ΕΙΔΗ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ

Κλείδα αναγνώρισης: Υπάρχουν αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί;

ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΑΝΤΟΤΕ

ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΡΗΤΙΝΟΦΟΡΟΙ ΑΓΩΓΟΙ

❖ **ΠΕΥΚΗ** (Μαύρη, Δασική, Τραχεία, Χαλέπιος, Λευκόδερμη, Βαλκανική, Κουκουναριά)

❖ **ΕΡΥΘΡΕΛΑΤΗ**

**Ξενικά εισαγόμενα είδη*

❖ **ΨΕΥΔΟΤΣΟΥΓΚΑ** (OREGON PINE)

❖ **ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΑ ΠΕΥΚΑ** (PITCH PINE, ΠΕΥΚΟ CAROLINA)

❖ **ΛΑΡΙΚΑ** (Ευρωπαϊκή & Σιβηρική)

ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ

ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΡΗΤΙΝΟΦΟΡΟΙ ΑΓΩΓΟΙ

❖ **ΕΛΑΤΗ**

❖ **ΚΥΠΑΡΙΣΣΙ**

❖ **ΑΡΚΕΨΘΟΣ** (κν. 'κέδρος')

- ΚΕΔΡΟΣ ΛΙΒΑΝΟΥ
- ΙΤΑΜΟΣ
- ΤΣΟΥΓΚΑ
- ΤΟΥΓΙΑ ('Δυτικός κόκκινος κέδρος')
- ΣΕΚΟΓΙΑ

ΕΙΔΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΠΟΡΩΝ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ

**ΠΟΡΟΙ ΟΨΙΜΟΥ ΞΥΛΟΥ
ΜΕ ΦΛΟΓΟΕΙΔΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ**

**ΠΟΡΟΙ ΟΨΙΜΟΥ ΞΥΛΟΥ
ΧΩΡΙΣ ΦΛΟΓΟΕΙΔΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ**

Πλατιές & ευδιάκριτες ακτίνες

❖ **ΔΡΥΕΣ** (Λευκή δρυς,
Κόκκινη δρυς)

Λεπτές, μη ορατές ακτίνες

❖ **ΚΑΣΤΑΝΙΑ**

**Πόροι όψιμου ξύλου
σε ομάδες των 2-3**

❖ **ΦΡΑΞΟΣ**
(Δεσποτάκι)

❖ **ΜΟΥΡΙΑ**

**Πόροι όψιμου σε
κυματοειδείς ζώνες**

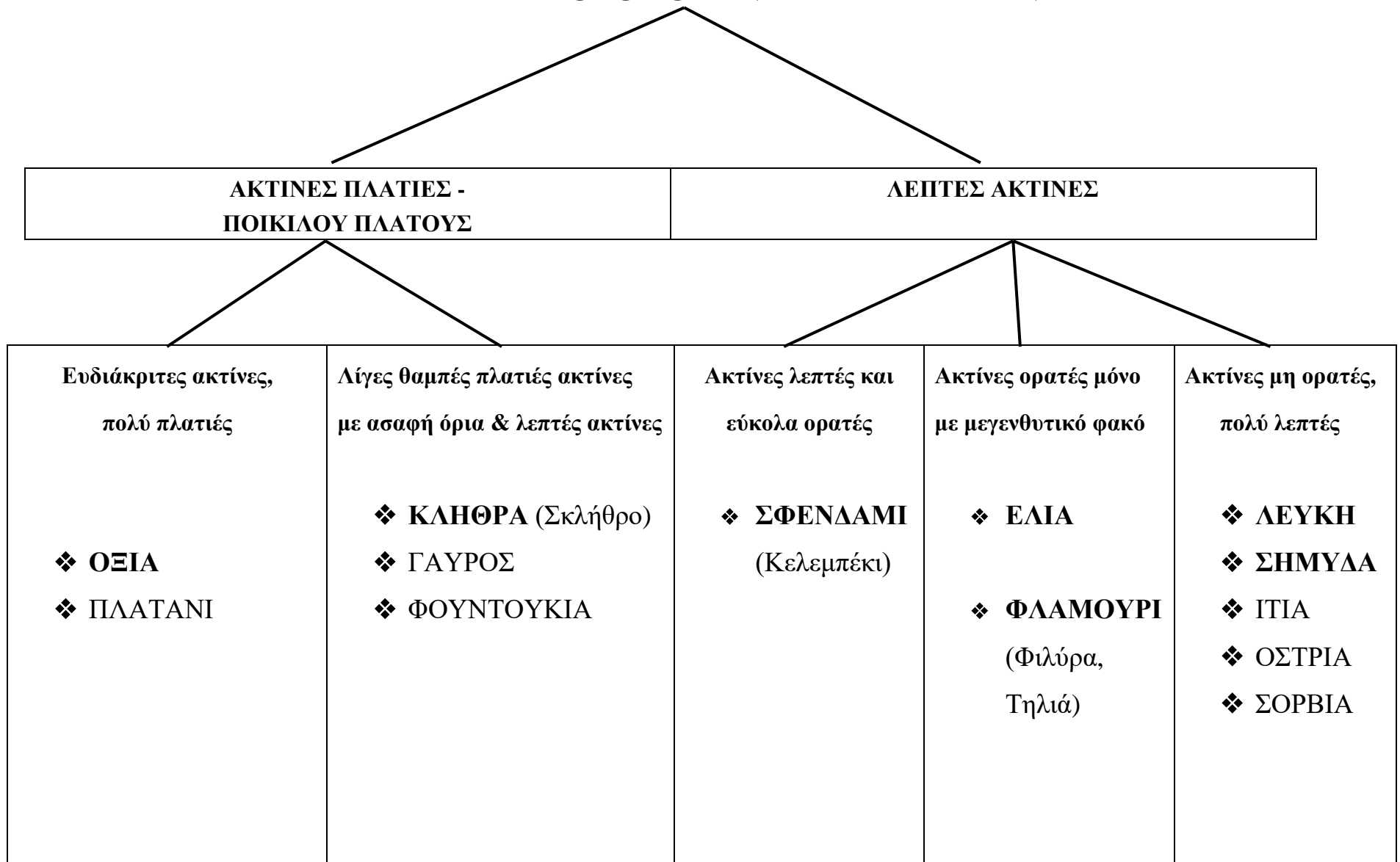
❖ **ΦΤΕΛΙΑ**
(Καραγάτσι)

❖ **ΚΕΛΤΙΣ**

**Πόροι όψιμου σε
ομάδες μη διακριτές,
με πολλές τυλώσεις**

❖ **ΑΚΑΚΙΑ**

ΕΙΔΗ ΔΙΑΣΠΟΡΟΠΟΡΩΝ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ



Παράρτημα IV.

**«ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ
ΕΙΔΩΝ ΞΥΛΟΥ»**

ΚΩΝΟΦΟΡΑ

Υπάρχουν πάντοτε αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί	ΠΕΥΚΑ ΕΡΥΘΡΕΛΑΤΗ	<p>Ρητινοφόροι αγωγοί σχετικά μεγάλοι & πολλοί. Διακρίνονται με γυμνό μάτι σαν μικρά στίγματα. Χρωματιστό εγκάρδιο ξύλο και έντονη οσμή ρητίνης (ρετσινιού).</p> <p>Ρητινοφόροι αγωγοί μέτριοι ή μικροί, φαίνονται μόνο με φακό. Εγκάρδιο και σομφό δεν διαφέρουν στο χρώμα. Ξύλο λευκωπό, μαλακό και στιλπνό και ξύλο ελαφρύ (R_{12}: 0,40-0,42).</p>
Δεν υπάρχουν αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί	ΕΛΑΤΗ ΙΤΑΜΟΣ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙ ΑΡΚΕΥΘΟΣ	<p>Ξύλο λευκωπό και μαλακό. Εγκάρδιο και σομφό δεν διαφέρουν στο χρώμα. Ξύλο ελαφρύ (R_{12}: 0,44-0,46).</p> <p>Ξύλο μέτριου βάρους ως βαρύ, σκληρό (R_{12}: 0,65-0,67). Χωρίς αρωματική οσμή. Εγκάρδιο καστανό, σομφό ανοιχτότερου χρώματος.</p> <p>Ξύλο μέτριου βάρους, και σκληρό (R_{12}: 0,59-0,61). Εγκάρδιο καστανοκίτρινο. Παρουσία ψευδών δακτυλίων. Χαρ/κή οσμή κυπαρισσιού.</p> <p>Ξύλο μέτριου βάρους ως βαρύ, σκληρό. Χαρακτηριστική οσμή <i>κέδρου</i>. Καστανό εγκάρδιο. Παρουσία ψευδών ή ασυνεχών δακτυλίων (R_{12}: 0,58-0,60).</p>

ΔΑΚΤΥΛΙΟΠΟΡΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ

<p>Πόροι όψιμου ξύλου με φλογοειδή σχεδίαση</p>	<p>ΔΡΥΕΣ</p>	<p>Ακτίνες πλατιές, ευδιάκριτες με γυμνό μάτι, σχηματίζουν τη «<i>χρυσάλιδα</i>» σε ακτινικές τομές. Ξύλο βαρύ και σκληρό (R₁₂: 0,65-0,70).</p>
	<p>ΚΑΣΤΑΝΙΑ</p>	<p>Ακτίνες λεπτές, ορατές με φακό. Ξύλο μετρίου βάρους, μάλλον μαλακό (R₁₂: 0,58). Εγκάρδιο χρυσοκαστανό.</p>
<p>Απουσιάζει η φλογοειδής σχεδίαση</p>	<p>ΦΡΑΞΟΣ</p>	<p>Πόροι όψιμου λίγοι ή σε μικρές ομάδες 2-3. Ακτίνες λεπτές, φαίνονται με φακό. Εγκάρδιο κιτρινωπό. Ξύλο μετρίου βάρους (R₁₂: 0,65-0,67).</p>
	<p>ΦΤΕΛΙΑ</p>	<p>Πόροι όψιμου ξύλου πολλοί, σε εφαπτομενικές ζώνες (κυματοειδείς ή όχι), συνήθως συνεχείς (R₁₂: 0,65-0,72).</p>
	<p>ΚΕΛΤΙΣ</p>	<p>Πόροι όψιμου ξύλου πολλοί, σε εφαπτομενικές ζώνες. Ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι. Εγκάρδιο σταχτοκίτρινο (R₁₂: 0,73-0,75).</p>
	<p>ΜΟΥΡΙΑ</p>	<p>Πόροι όψιμου ξύλου σε ομάδες. Χρώμα σκοτεινό. Τυλώσεις λίγες. Εγκάρδιο καστανοκίτρινο (R₁₂: 0,65-0,70).</p>
	<p>ΑΚΑΚΙΑ</p>	<p>Πόροι όψιμου ξύλου σε ομάδες. Χρώμα σκοτεινό. Τυλώσεις άφθονες. Όρια πόρων πρώιμου δεν</p>

	ΑΪΛΑΝΘΟΣ	<p>διακρίνονται με φακό. Πολύ σκληρό ξύλο. Εγκάρδιο χρυσοκαστανό (R₁₂: 0,85-0,90).</p> <p>Πόροι όψιμου σε ομάδες. Χρώμα ανοιχτό. Τυλώσεις άφθονες. Ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι. Εγκάρδιο κιτρινοσταχτί (R₁₂: 0,53-0,55).</p>
--	-----------------	---

ΗΜΙΔΙΑΣΠΟΡΟΠΟΡΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ

<p>Πόροι με ανομοιόμορφη κατανομή σε κάθε αυξητικό δακτύλιο και με εμφανείς διαφορές μεγέθους μεταξύ αρχής και τέλους του δακτυλίου.</p>	ΠΟΥΡΝΑΡΙ	<p>Πόροι όψιμου σε ακτινικές φλογοειδείς ταινίες. Σύνθετες ακτίνες (πλατιές, θαμπές). Εγκάρδιο χρυσοκαστανό ή καστανό. Ξύλο πολύ βαρύ και πολύ σκληρό (R₁₂: 0,90-0,95).</p>
	ΚΑΡΥΔΙΑ	<p>Πόροι με λοξή διάταξη ή σε μικρές ομάδες. Ακτίνες λεπτές, δυσδιάκριτες με φακό. Εγκάρδιο ανοιχτοκαστανό. Ξύλο με χρώμα καρυδί και μετρίου βάρους (R₁₂: 0,63-0,65).</p>

ΔΙΑΣΠΟΡΟΠΟΡΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ

Ακτίνες με διαφορετικά πλάτη	Πλατιές ακτίνες ευδιάκριτες	ΟΞΙΑ	Πλατιές ακτίνες, κατέχουν το 1/6 ή 1/8 της εγκάρσιας επιφάνειας, στενές ακτίνες πολλές. Χρώμα ξύλου λευκωπό ή ροζέ (βλ. άτμιση). Ξύλο βαρύ (R ₁₂ : 0,70-0,75).
		ΠΛΑΤΑΝΙ	Πλατιές ακτίνες πολλές (κατέχουν το 1/3-1/4 της εγκάρσιας επιφάνειας) και στενές λίγες. Εγκάρδιο προς το καστανό. Ξύλο μετρίου βάρους (R ₁₂ : 0,58-0,60).
Πλατιές ακτίνες θαμπές (σύνθετες) με ασαφή όρια		ΓΑΥΡΟΣ	Αυξητικοί δακτύλιοι κυματοειδείς. Χρώμα κιτρινωπό προς το σταχτί. Ξύλο βαρύ και πολύ σκληρό (R ₁₂ : 0,78-0,80).
		ΚΛΗΘΡΑ	Πόροι πολλοί. Ξύλο κοκκινωπό μετά από έκθεση στο περιβάλλον. Μοιάζει με την οξιά. Ξύλο μετρίου βάρους (R ₁₂ : 0,50-0,52).
		ΦΟΥΝΤΟΥΚΙΑ	Πόροι λιγότεροι, με τάση για ακτινική διάταξη. Ξύλο λευκωπό ως κοκκινόλευκο, μετρίως βαρύ (R ₁₂ : 0,63-0,65).
Μόνο λεπτές ακτίνες	Ακτίνες ορατές	ΣΦΕΝΔΑΜΙ	Ξύλο μετρίου βάρους (R ₁₂ : 0,62-0,68), κιτρινοκόκκινο ως σταχτί. Εγκάρδιο και σομφό με ίδιο χρώμα.
	Ακτίνες διακρίνονται	ΦΛΑΜΟΥΡΙ (ή ΦΙΛΥΡΑ)	Λευκωπό ξύλο σαν τη λεύκη. Πόροι σε ακτινική διάταξη. Ξύλο μετρίου βάρους (R ₁₂ : 0,52-0,55) και μαλακό. Εγκάρδιο και σομφό με το ίδιο χρώμα.

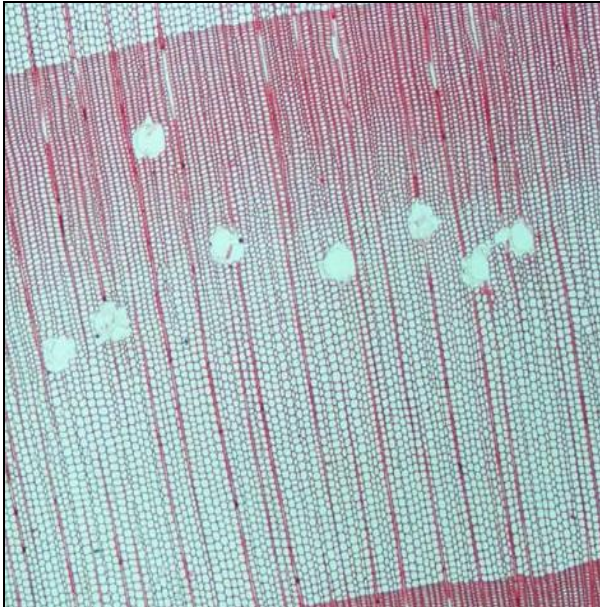
εύκολα με φακό	ΕΛΙΑ	Πόροι χωρίς ακτινική διάταξη. Όρια δακτυλίων ασαφή. Ακτίνες στενότερες από τους πόρους. Ξύλο πολύ βαρύ και σκληρό (R ₁₂ : 0,88-0,92). Χαρ/κό χρώμα.
Ακτίνες διακρίνονται δύσκολα ακόμα και με φακό	ΣΟΡΒΙΑ	Βαριά είδη ξύλου Πόροι πολλοί, μόνοι, πολύ μικροί. Εγκάρδιο καστανοκοκκινωπό. Ξύλο βαρύ (R ₁₂ : 0,75).
	ΣΗΜΥΔΑ	Πόροι διάσπαρτοι στο δακτύλιο. Εγκάρδιο και σομφό με ίδιο χρώμα. Ξύλο καστανοκίτρινο (R ₁₂ : 0,64-0,70).
	ΟΣΤΡΙΑ	Πόροι με ακτινικές ή λοξές γραμμές. Ξύλο καστανοκοκκινωπό, πολύ βαρύ (R ₁₂ : 0,90-0,92) και πολύ σκληρό.
	ΙΠΠΟ-ΚΑΣΤΑΝΙΑ ΛΕΥΚΗ	Ελαφρά ή μέτρια είδη ξύλου Πόροι πολύ μικροί. Αυξητικοί δακτύλιοι ασαφείς. Ξύλο λευκοκίτρινο, μετρίου βάρους (R ₁₂ : 0,54-0,55). Πόροι λίγο μεγαλύτεροι. Αυξητικοί δακτύλιοι διακρίνονται. Ξύλο πολύ ελαφρύ (R ₁₂ : 0,35-0,38). Λευκωπό χρώμα και πολύ μαλακό.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΕΙΔΩΝ ΞΥΛΟΥ

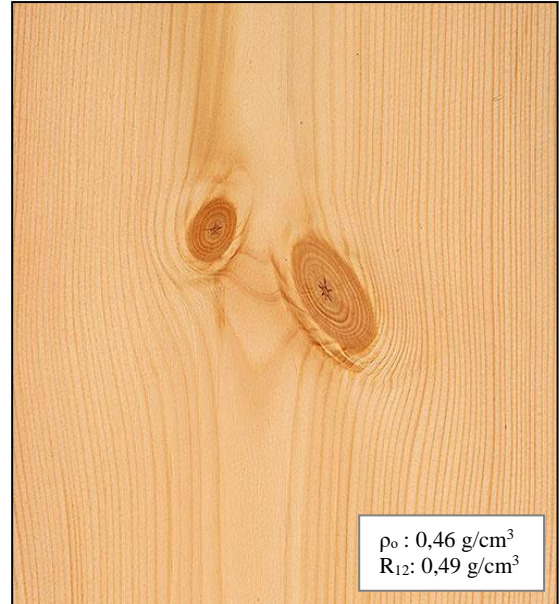
1. Δασική Πεύκη (*Pinus sylvestris*), κν. σουηδικό πεύκο, ευρωπαϊκό πεύκο, κόκκινη ξυλεία.

Κωνοφόρο. Πάντοτε πολύ απότομη η μετάβαση μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου. Μεγάλοι σε μέγεθος ρητινοφόροι αγωγοί, με παχιά τοιχώματα τα επιθηλιακά κύτταρα. Μεγάλη διακύμανση της πυκνότητας του ξύλου, ανάλογη της προέλευσης.

Εγκάρσια τομή



Σχεδίαση ξύλου

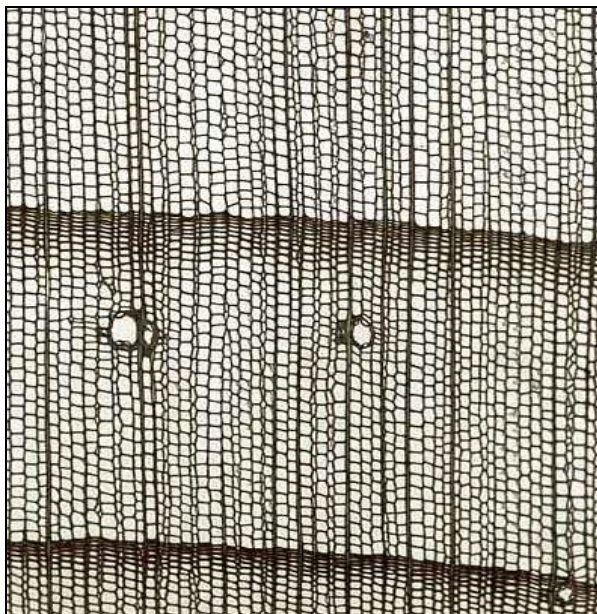


Πηγές: 8, 10

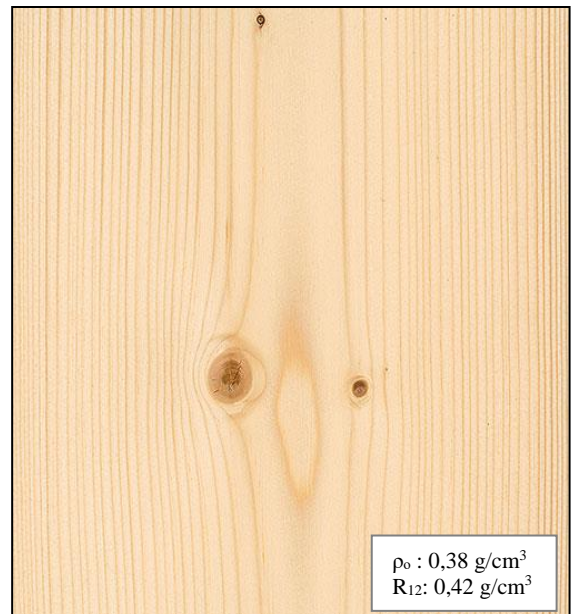
2. Ερυθρελάτη (*Picea abies*), κν. λευκή ξυλεία, λευκή ελάτη, ασπρόξυλο, spruce.

Κωνοφόρο. Σχετικά ασαφή τα όρια πρώιμου και όψιμου ξύλου. Λίγοι και μικρότεροι σε μέγεθος ρητινοφόροι αγωγοί που συνορεύουν με 8 έως 12 επιθηλιακά κύτταρα, κυρίως στο πρώιμο.

Εγκάρσια τομή



Σχεδίαση ξύλου



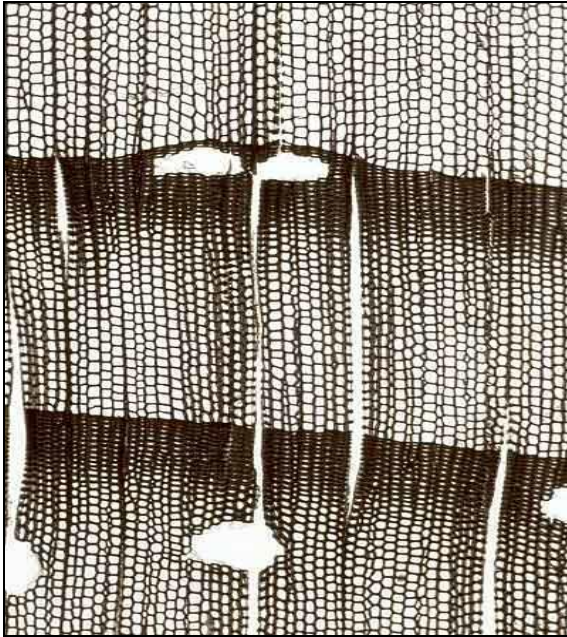
Πηγές: 8, 10

3. **Μαύρη Πεύκη** (*Pinus nigra*), κν. *πέυκο της Πίνδου, μαύρο πέυκο, Austrian pine.*

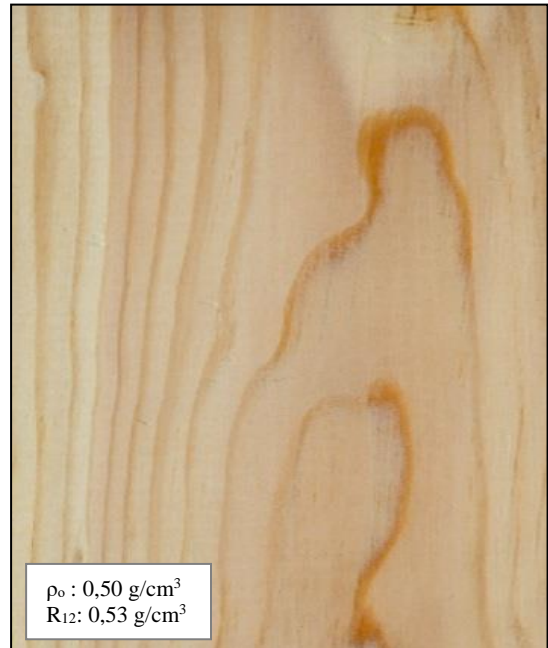
Κωνοφόρο. Εμφανής η διάκριση των αυξητικών δακτυλίων. Πολύ απότομη η μετάβαση μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου. Μεγάλοι σε μέγεθος οι ρητινοφόροι αγωγοί, που βρίσκονται κυρίως στο όψιμο ξύλο. Συνήθως με μεγαλύτερη πυκνότητα σε σχέση με τη δασική πεύκη.

Εγκάρσια τομή

Πηγές: 8,2



Σχεδίαση ξύλου

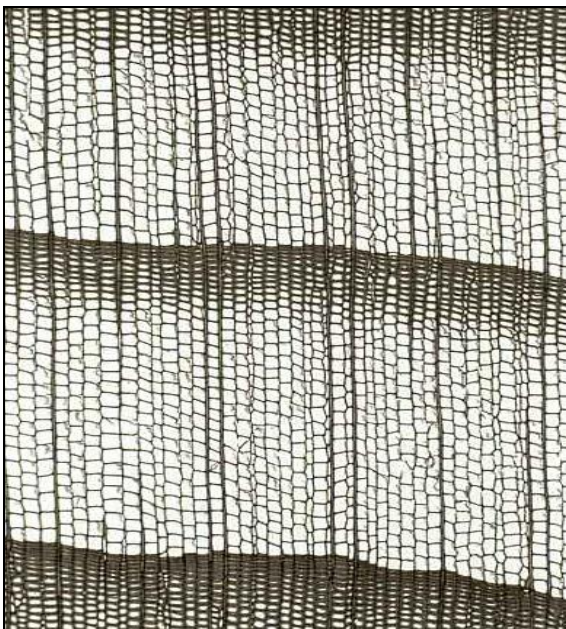


4. **Ελάτη ή Έλατο** (*Abies cephalonica*), κν. *ελατόξυλο, ελληνικό έλατο, έλατο, true fir.*

Κωνοφόρο. Ασαφή τα όρια πρώιμου-όψιμου. Μονόσειρες ακτίνες κυριαρχούν. Δεν υπάρχουν ρητινοφόροι αγωγοί, σπάνια τραυματικοί. Δεν υπάρχουν ψευδείς αυξητικοί δακτύλιοι.

Εγκάρσια τομή

Πηγές: 8,2



Σχεδίαση ξύλου

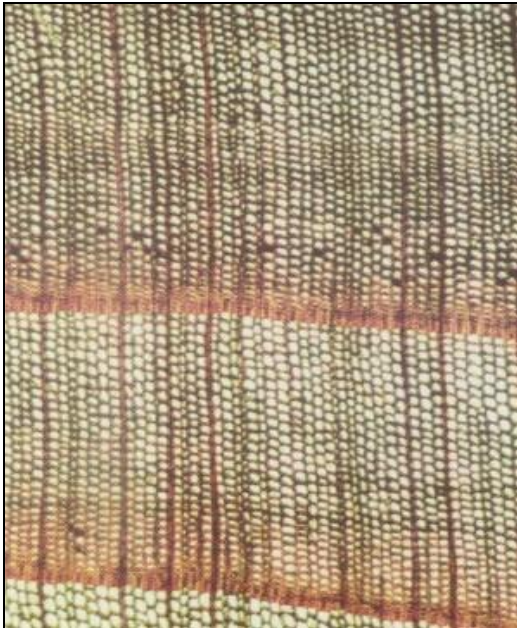


5. **Κυπαρίσσι** (*Cupressus sempervirens*), κν. κυπαρίσσι, κυπάρισσος, Greek cypress.

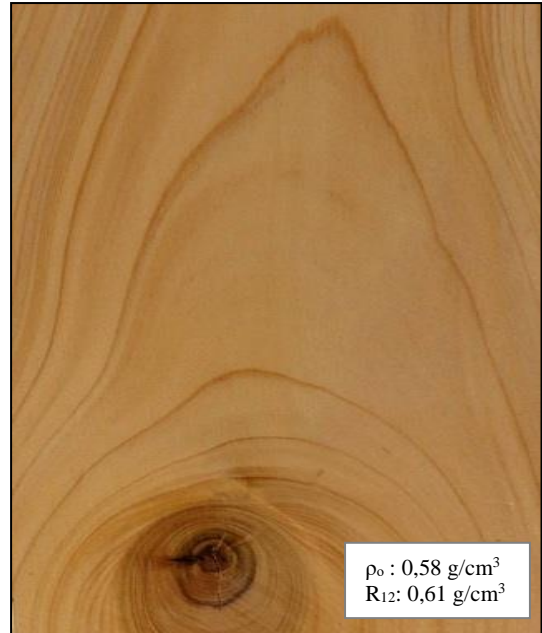
Κωνοφόρο. Ασαφή τα όρια πρώιμου-όψιμου. Δεν υπάρχουν ρητινοφόροι αγωγοί. Άφθονα αζονικά παρεγχυματικά κύτταρα, σε εραπτομενικές σειρές. Συχνοί οι ψευδείς αυξητικοί δακτύλιοι.

Εγκάρσια τομή

Πηγές: 16,2



Σχεδίαση ξύλου

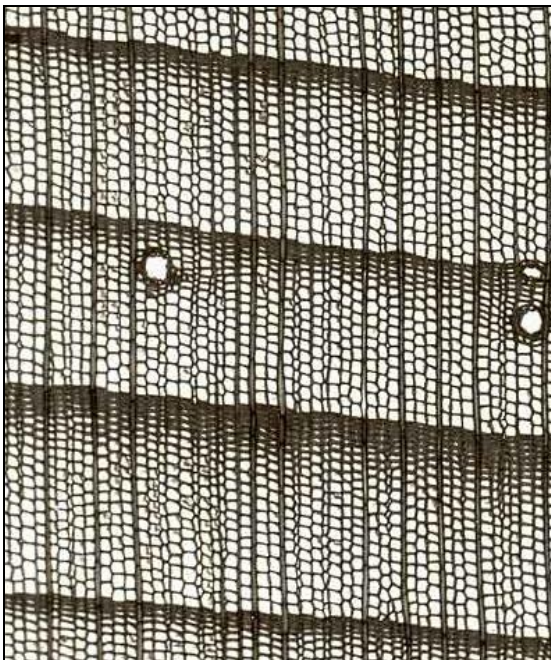


6. **Ψευδοτσούγκα** (*Pseudotsuga menziensis*), κν. Oregon pine, Douglas fir, πέυκο Oregon.

Πολύ απότομη η μετάβαση πρώιμου-όψιμου ξύλου. Ρητινοφόροι αγωγοί κυρίως στο όψιμο (μεγάλου μεγέθους). Μόνον μονόσειρες ακτίνες. Σπειροειδείς παχύνσεις στα τοιχώματα κυττάρων.

Εγκάρσια τομή

Πηγές: 8,2



Σχεδίαση ξύλου



7. **Pitch Pine (*Pinus sp.*)**, κν. πεύκα Αμερικής, *Southern pines*, καρολίνα πάϊν, *pitch pine*.

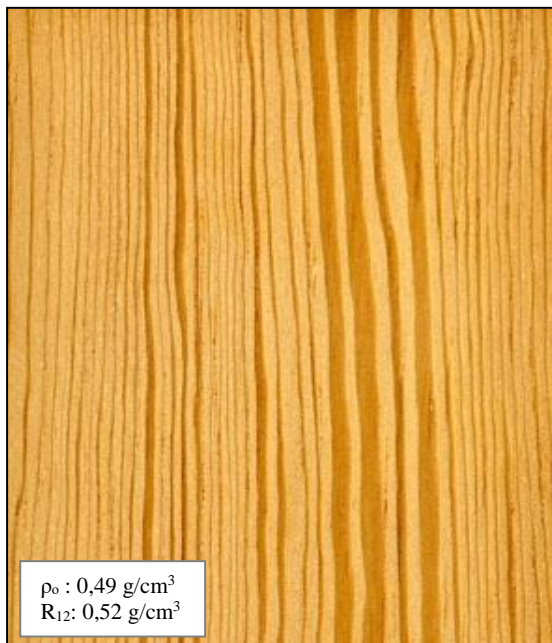
Απότομη η μετάβαση πρώιμου-όψιμου ξύλου. Ρητινοφόροι αγωγοί μεγάλοι, συγκεντρωμένοι μόνον στο όψιμο ξύλο (συνορεύουν με παχιά επιθηλιακά κύτταρα). Χαρακτηριστική οσμή pitch.

Εγκάρσια τομή

Πηγές: 15, 10



Σχεδίαση ξύλου

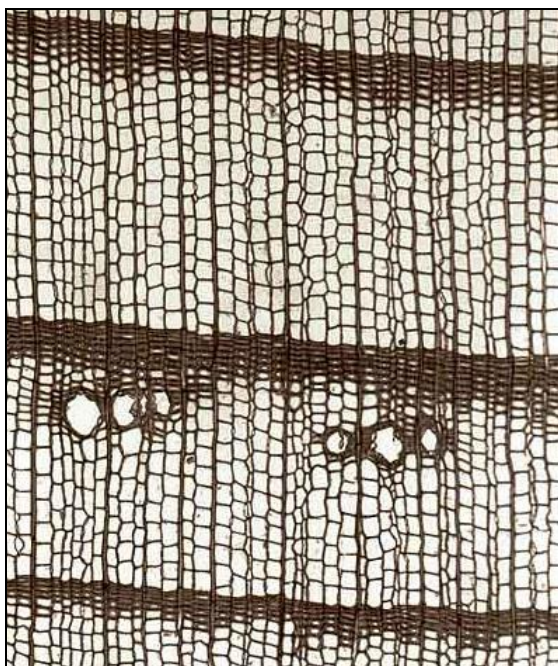


8. **Λάρικα ή Ευρωπαϊκή Λάρικα (*Larix decidua*)**, κν. λάρικα, λάρτζινο, λάριζ, *larch*.

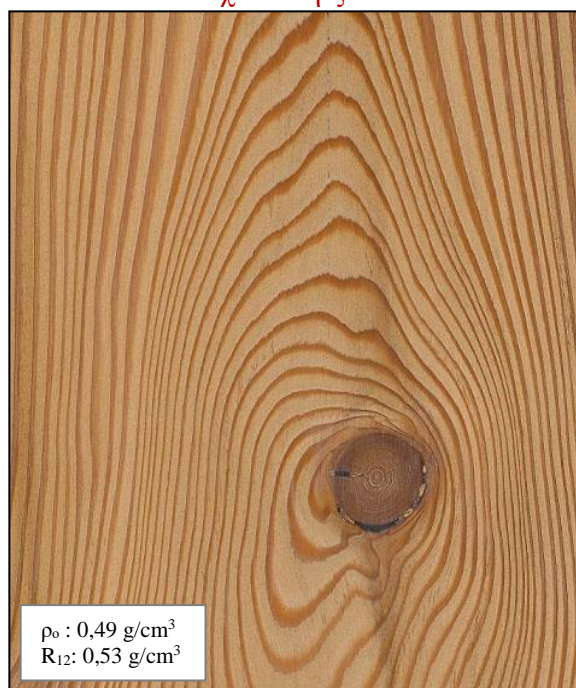
Απότομη η μετάβαση πρώιμου-όψιμου. Λίγοι οι ρητινοφόροι αγωγοί (μέτριου μεγέθους), που συνορεύουν με παχιά επιθηλιακά κύτταρα. Χαρακτηριστικά δίσειρα βοθρία σε τραχεΐδες (εφαπτ.).

Εγκάρσια τομή

Πηγές: 8, 10



Σχεδίαση ξύλου



9. **Δρυς, λευκή** (*Quercus sp.*), κν. δρυς, δρυόζυλο, λευκή δρυς, ευρωπαϊκή δρυς, white oak.

Δακτυλιόπορο. Μεγάλοι δακτύλιοι-πόροι στο πρώιμο, μικροί δακτύλιοι στο όψιμο σε φλογοειδή σχεδίαση. Τυλώσεις υπάρχουν στους δακτυλιόπορους του εγκάρδιου. Πολύ παχιές ακτίνες, εμφανείς και με γυμνό μάτι. Αποτραχειακό παρέγχυμα σε ακτινικές ή εφαπτομενικές λωρίδες.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15,7



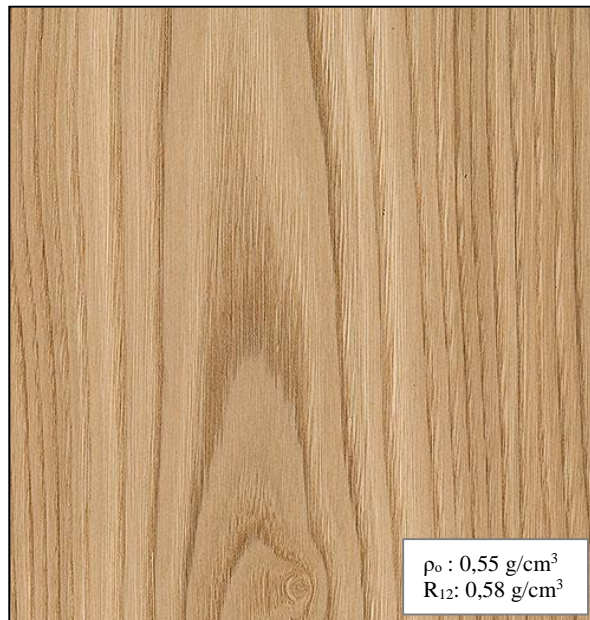
10. **Καστανιά** (*Castanea sativa*), κν. καστανιά, ευρωπαϊκή καστανιά, european chestnut.

Δακτυλιόπορο. Μεγάλοι δακτύλιοι στο πρώιμο, μικροί δακτύλιοι στο όψιμο σε μια φλογοειδή σχεδίαση. Τυλώσεις στο εγκάρδιο ξύλο. Λεπτές μονόσειρες ακτίνες. Αποτραχειακό παρέγχυμα σε ακτινικές ή εφαπτομενικές λωρίδες. Σπανιότερα εμφανίζεται παρατραχειακό παρέγχυμα.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15,10



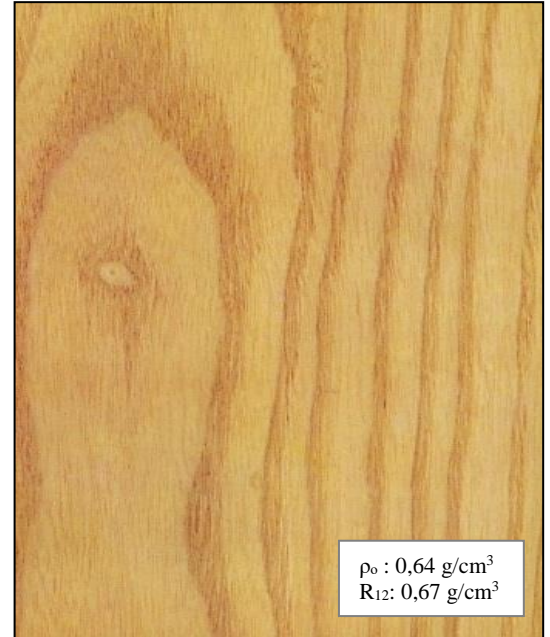
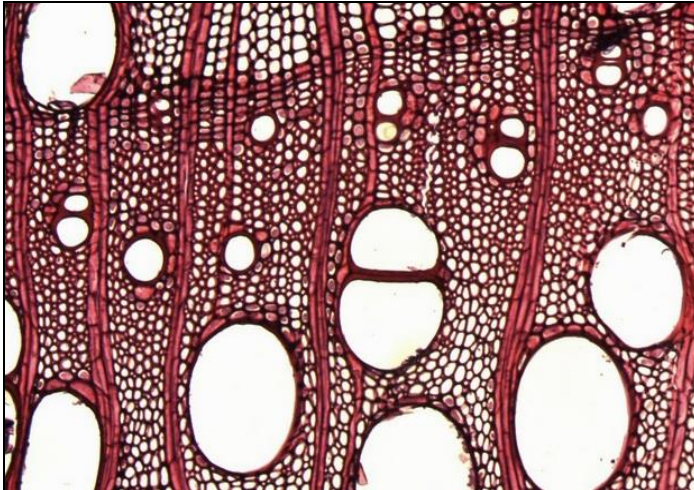
11. Φράζος (*Fraxinus sp.*), κν. δεσποτάκι, φράζος, μελιά, μέλιος, μελία, ash wood.

Δακτυλιόπορο. Δακτύλιοι στο πρώιμο σε ομάδες των 1-2 (μεσαίου μεγέθους). Μικροί οι δακτύλιοι στο όψιμο, σε ομάδες των 1-2, σπανιότερα 3 πόρων, σε ακτινικές διατάξεις. Με παρατραχειακό παρέγχυμα ή σε εφαπτομενικές λωρίδες. Τυλώσεις στο εγκάρδιο: αρκετές.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



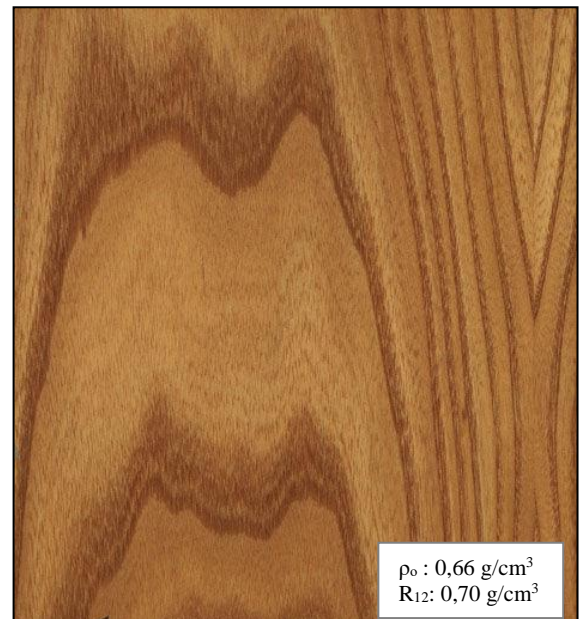
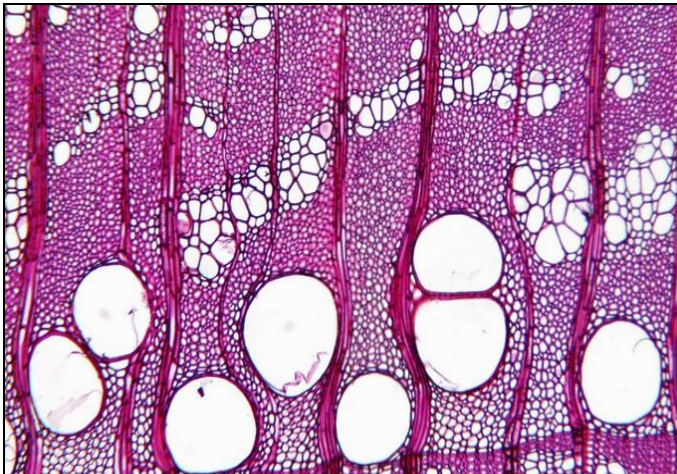
12. Φτελιά (*Ulmus sp.*), κν. φτελιάς, караγάτσι, φτελιά, φτελιός, πτελέα, elm wood.

Δακτυλιόπορο. Δακτύλιοι πρώιμοι σε ομάδες των 1-3. Δακτύλιοι στο όψιμο, σε πυκνές ομάδες (δί- έως τετράσειρες) σε διάταξη σε εφαπτομενικές λωρίδες (κυματοειδείς). Με παρατραχειακό παρέγχυμα άφθονο στο πρώιμο ξύλο, και σπανιότερα στο όψιμο. Σπάνια τυλώσεις στο πρώιμο.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 10



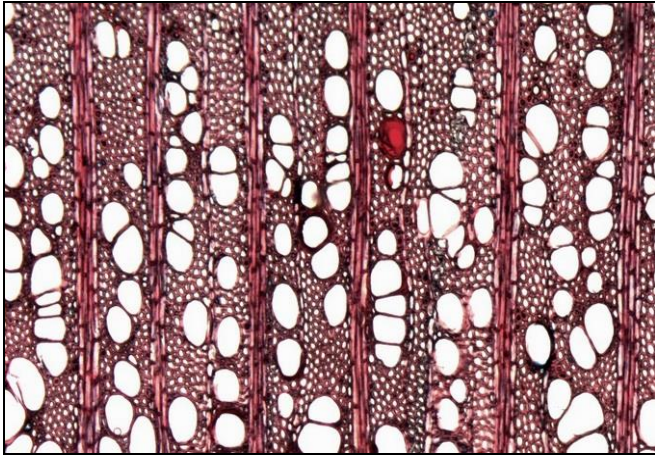
13. Κερασιά (*Prunus sp.*), κν. κερασιά, cherry, ευρωπαϊκή κερασιά, αμερικάνικη κερασιά.

Διασπορόπορο προς ημιδιασπορόπορο. Μόνοι πόροι, σε ακτινικές αλυσίδες (clusters). Αυξητικοί δακτύλιοι εμφανείς, με έντονη μετάβαση από το όψιμο στο πρόιμο. Εμφανή απόθεση κόμμεως (gum) στο εγκάρδιο ζύλο. Με αποτραχειακό αζονικό παρέγχυμα, κυρίως διάσπαρτο.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



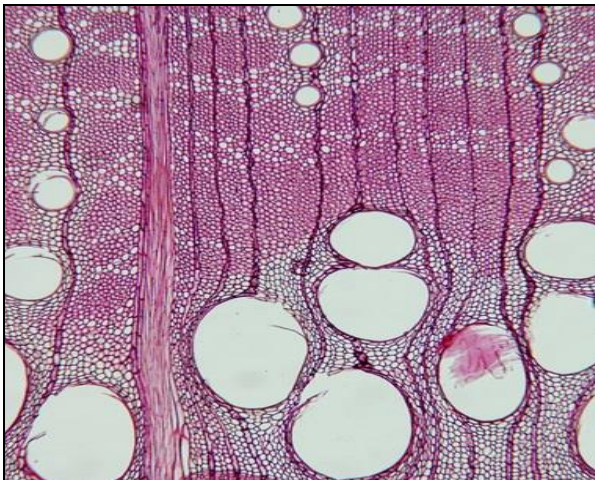
14. Δρυς, κόκκινη (*Quercus sp.*), κν. αμερικάνικη δρυς, κόκκινη ή ερυθρά δρυς, red oak.

Δακτυλιόπορο. Μεγάλοι δακτύλιοι στο πρόιμο, μικροί δακτύλιοι στο όψιμο σε μια χαλαρή φλογοειδή σχεδίαση. Πολύ ελάχιστες τυλώσεις ή καθόλου τυλώσεις στους «δακτυλιόπορους» του εγκάρδιου (σε σχέση με λευκή δρυ). Χαρακτηριστικός κοκκινωπός χρωματισμός.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



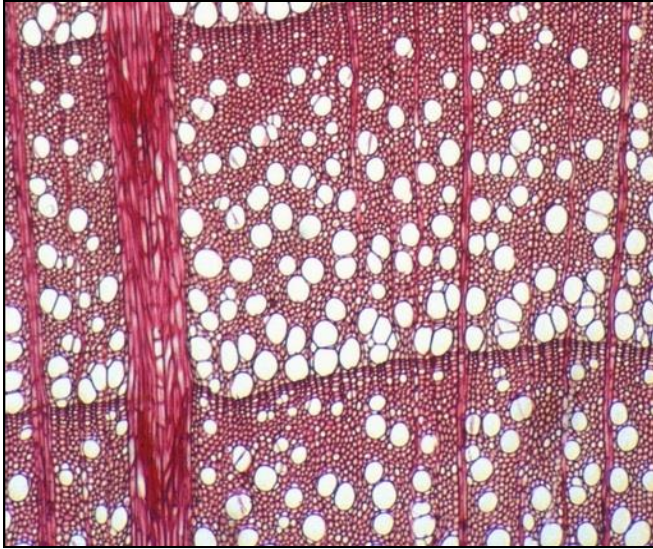
15. Οξιά (*Fagus sylvatica*), κν. ευρωπαϊκή οξιά, οξιά, δασική οξιά, beech.

Διασπορόπορο. Μεγάλος αριθμός μόνων πόρων και αθροισμάτων πόρων στο πρώιμο. Πόροι μετρίου μεγέθους. Αριθμός πόρων: 100-140/mm². Ακτίνες ποικίλες, με διαφορετικά πάχη. Διακρίνονται έντονα, λίγες πολύ πλατιές, ευδιάκριτες ακτίνες (6- έως 15-σειρες). Διάσπαρτο αποτραχειακό παρέγχυμα, ή σε μικρές εφαπτομενικές ζώνες.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 10



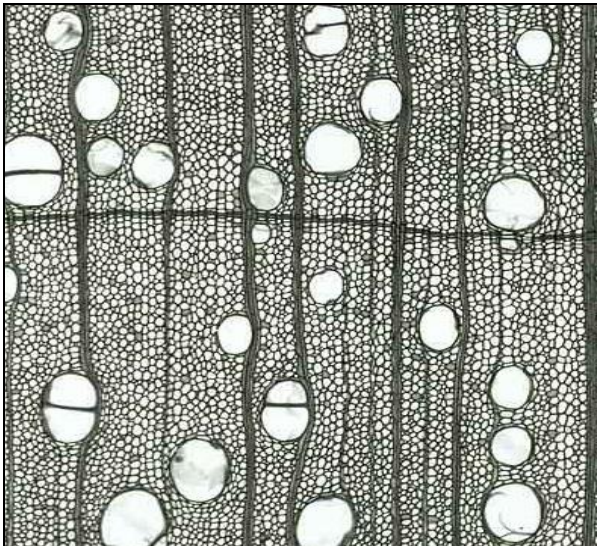
16. Καρυδιά (*Juglans regia*), κν. ελληνική καρυδιά, ιταλική καρυδιά, european walnut.

Ημιδιασπορόπορο. Πόροι σε τρία διαφορετικά μεγέθη, διάσπαρτοι. Μόνοι και μεγάλοι σε μέγεθος πόροι. Αριθμός πόρων: 5-10/mm². Οι ακτίνες είναι 2- μέχρι 4-σειρες. Υπάρχουν λίγες τυλώσεις στο εγκάρδιο. Αποτραχειακό αζονικό παρέγχυμα: διάσπαρτο ή σε εφαπτομενικές ζώνες.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 8, 10



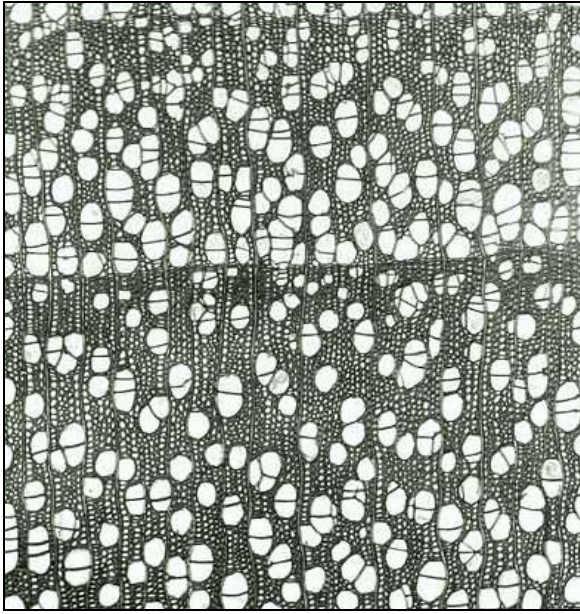
17. Λεύκη (*Populus sp.*), κν. λεύκη, ελληνική λεύκα, λεύκα, γνήσια λεύκη, poplar.

Διασπορόπορο. Πόροι συνήθως μόνοι, ή 2-3 μαζί σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 40-60/mm². Χαρακτηριστικά μονόσειρες ακτίνες, πολύ λεπτές, μη εμφανείς. Μετάβαση πρώιμου-όψιμου δυσδιάκριτη. Αποτραχειακό αζονικό παρέγχυμα διάσπαρτο. Ξύλο έντονα λευκωπό.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 8, 7



ρ_0 : 0,32 g/cm³
 R_{12} : 0,35 g/cm³

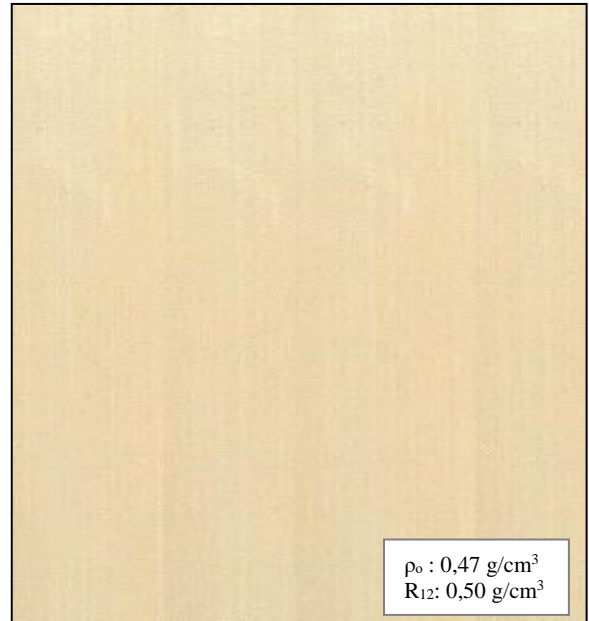
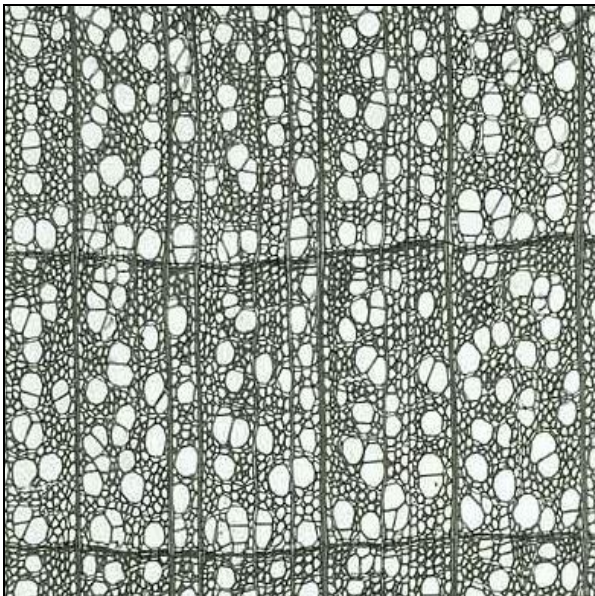
18. Φλαμούρι (*Tilia sp.*), κν. φιλύρα, φλαμούρι, φλαμουριά, τηλιά, lime, basswood, linden.

Διασπορόπορο. Πόροι σε αθροίσματα των 2-3-4-5, σε ακτινική διάταξη, ίσως και λοξή. Αριθμός πόρων: 80-120/mm². Χαρακτηριστικές 2- έως 4-σειρες ακτίνες, εμφανείς. Αποτραχειακό παρέγχυμα συχνά κοντό και μιας σειράς. Ξύλο έντονα λευκωπό και μέτριο σε πυκνότητα.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 8, 7



ρ_0 : 0,47 g/cm³
 R_{12} : 0,50 g/cm³

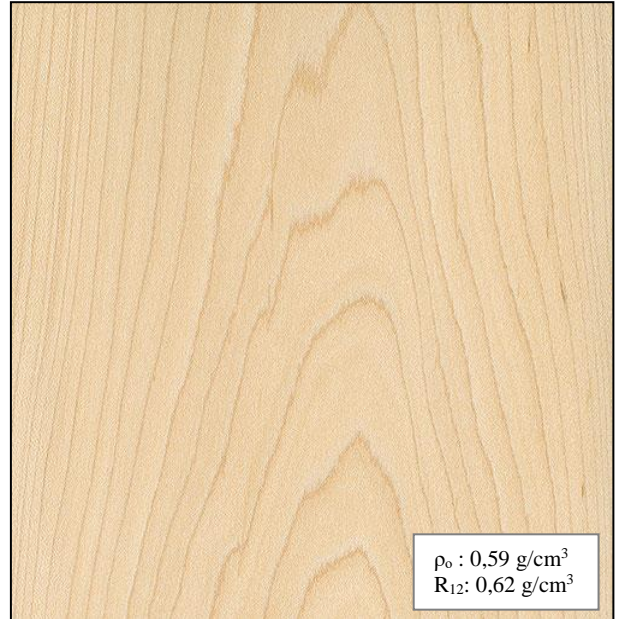
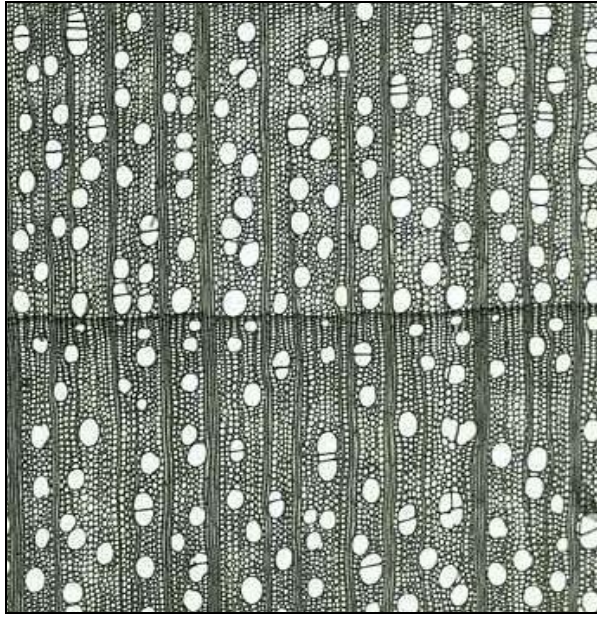
19. Σφενδάμι (*Acer sp.*), κν. σφενδάμι, κελεμπέκι, σφένδαμος, σφεντάμι, maple.

Διασπορόπορο. Πόροι ομοιόμορφα διάσπαρτοι: μόνοι ή σε ομάδες 2-4, σε κοντές ακτινικές διατάξεις. Αριθμός πόρων: 38-45/mm². Ακτίνες εμφανείς, 3- έως 5-σειρες (λεπτές & μέτριες). Αποτραχειακό αζονικό παρέγχυμα διάσπαρτο. Με σπειροειδείς παχύνσεις στα μέλη αγγείων.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 8, 10



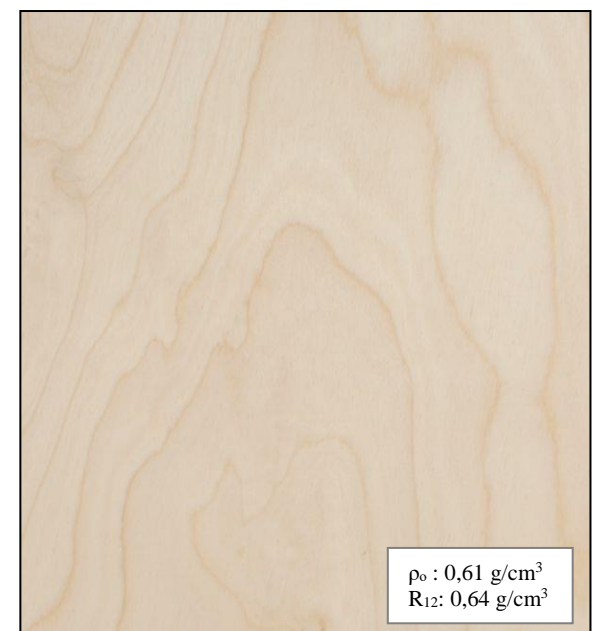
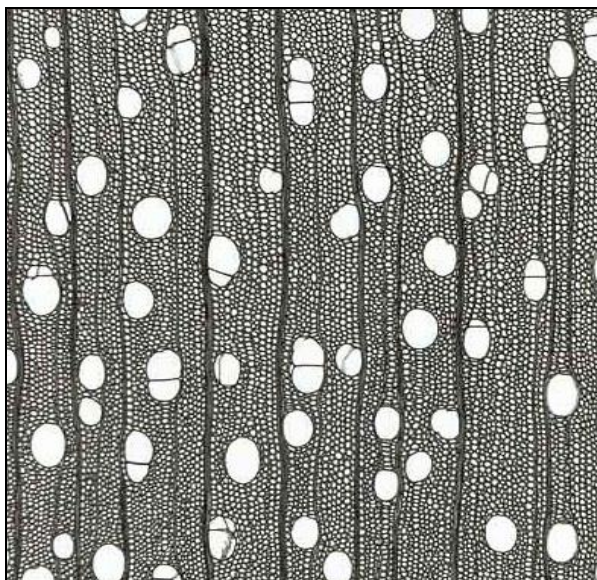
20. Σημύδα (*Betula sp.*), κν. ευρωπαϊκή σημύδα, σημύδα, birch, birke, betula.

Διασπορόπορο. Πόροι σχεδόν ομοιόμορφα διάσπαρτοι: μόνοι ή σε ομάδες των 2-4 σε ακτινικές διατάξεις, ή αθροίσματα. Αριθμός πόρων: 40-60/mm². Ακτίνες λεπτές: 2- έως 4-σειρες, πολλές επίσης μονόσειρες ακτίνες. Αποτραχειακό αζονικό παρέγχυμα διάσπαρτο.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 8, 10



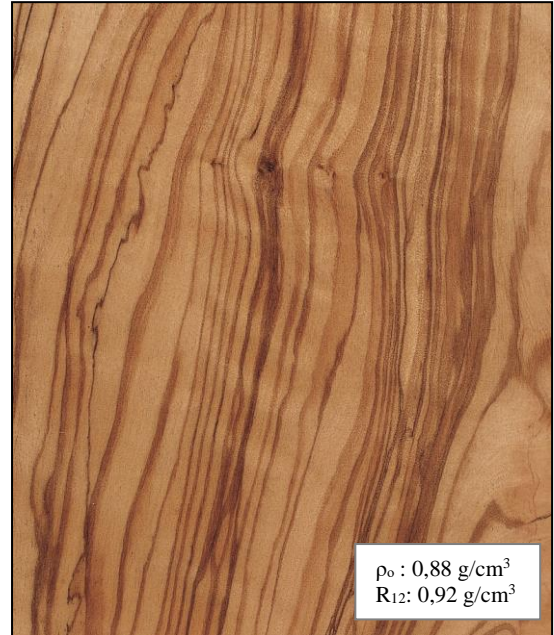
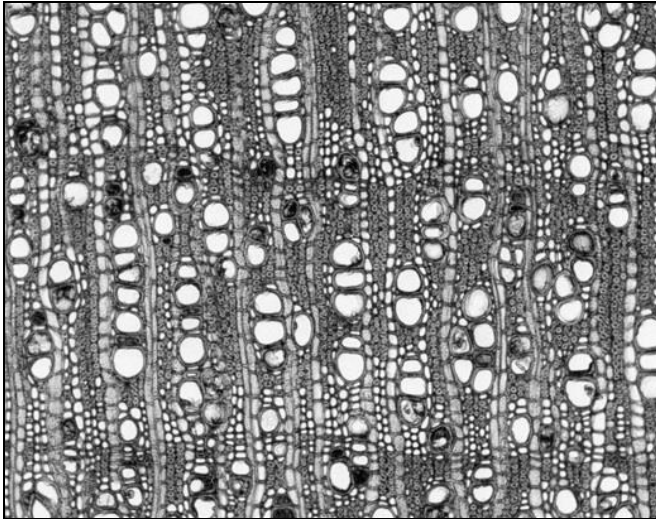
21. Ελιά (*Olea europaea*), κν. ελιά, ευρωπαϊκή ελιά, olive wood, olive.

Διασπορόπορο. Αυξητικοί δακτύλιοι εμφανείς και πολύ στενοί. Πόροι πολύ μικροί χωρίς διάταξη, ίσως ακτινική. Αριθμός πόρων: 70-90/mm². Ακτίνες στενότερες από τους πόρους, 1- έως 3-σειρες (λεπτές). Πολύ άφθονο παρατραχειακό αζονικό παρέγχυμα, κυκλικό ή κατά θέσεις. Όχι τυλώσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



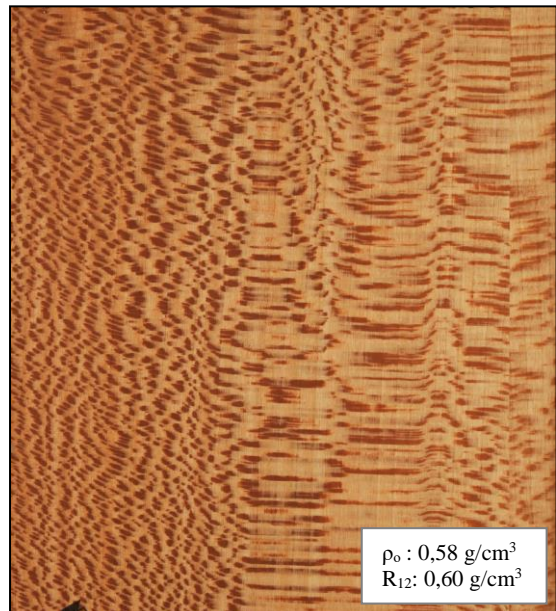
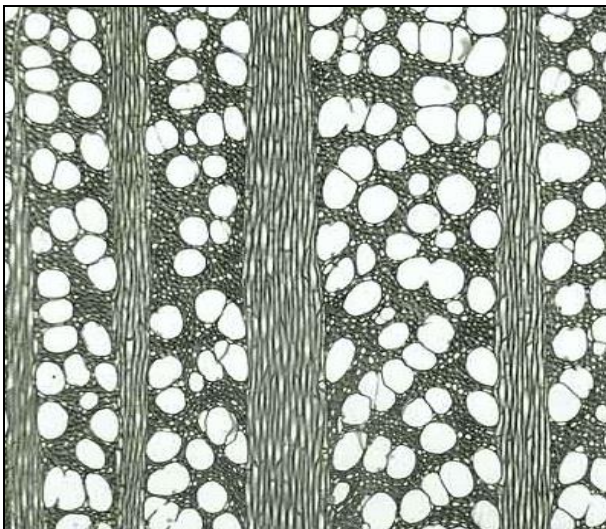
22. Πλατάνι (*Platanus orientalis*), κν. πλάτανος, πλατάνι, lacewood, plane.

Διασπορόπορο. Μεγάλος αριθμός μόνων πόρων ή 2-3, ή σε ομάδες στο πρώιμο. Αριθμός πόρων: 60-90/mm². Ακτίνες ποικίλων μεγεθών, με χαρακτηριστικές πολύ παχιές ακτίνες, 4- έως 10-σειρες. Λίγο αποτραχειακό παρέγχυμα, κυρίως διάσπαρτο. Λίγες τυλώσεις στα αγγεία.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 8, 18



23. Ακακία (*Robinia pseudoacacia*), κν. ακακία, ψευδοακακία, false acacia, black locust.

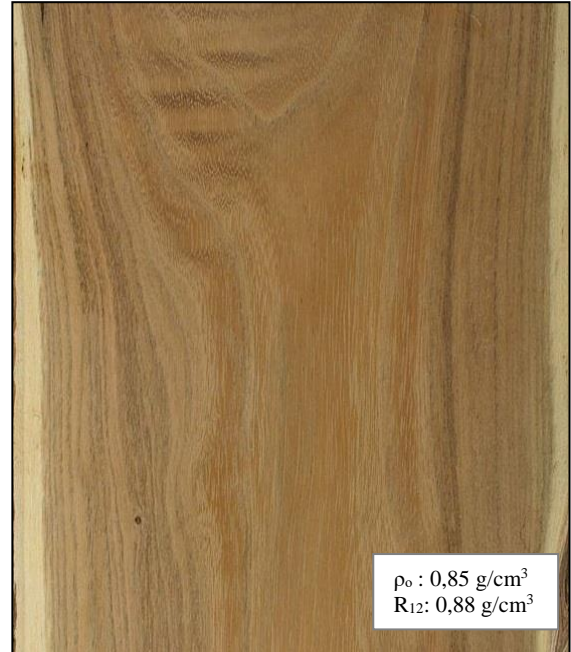
Δακτυλιόπορο. Πυκνοί οι δακτυλιόποροι στο πρώιμο. Μόνοι πόροι ή 2-3, ή σε ομάδες (clusters) στο όψιμο. Αξονικό παρατραχειακό παρέγχυμα άφθονο στο πρώιμο ξύλο, κυρίως κυκλικό και περυγοειδές. Ακτίνες εμφανείς: 2- έως 4-σειρες. Τυλώσεις άφθονες στο πρώιμο & το όψιμο.

Εγκάρσια τομή



Πηγές: 17,3

Σχεδίαση ξύλου



ρ_0 : 0,85 g/cm³
R₁₂: 0,88 g/cm³

24. Πουρνάρι (*Quercus coccifera*), κν. πουρνάρι, πρίνος, περνιά, kermes or holly oak.

Ημιδιασπορόπορο. Πόροι μέτριοι σε μέγεθος, πόροι 3 μεγεθών σε λοξές φλογοειδείς ταινίες. Πολύ παχιές ακτίνες, εμφανείς και με γυμνό μάτι: 4- έως 8-σειρες. Παρατραχειακό αξονικό παρέγχυμα, κυκλικό ή μονόπλευρο. Αποτραχειακό παρέγχυμα διάσπαρτο σε ασυνεχείς γραμμές.

Εγκάρσια τομή



Πηγές: 17,4

Σχεδίαση ξύλου



ρ_0 : 0,90 g/cm³
R₁₂: 0,94 g/cm³

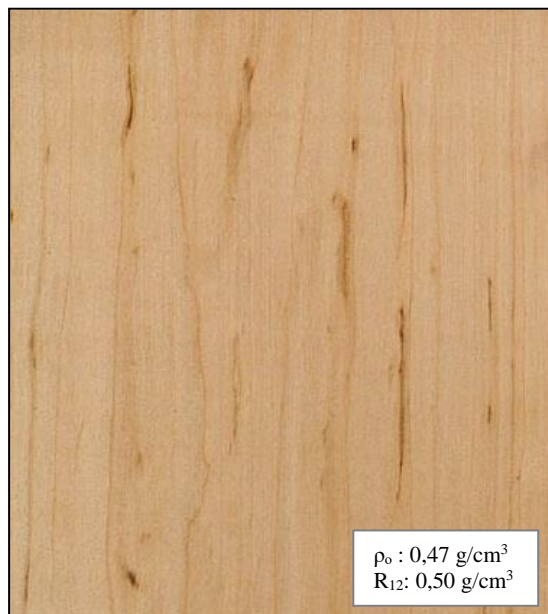
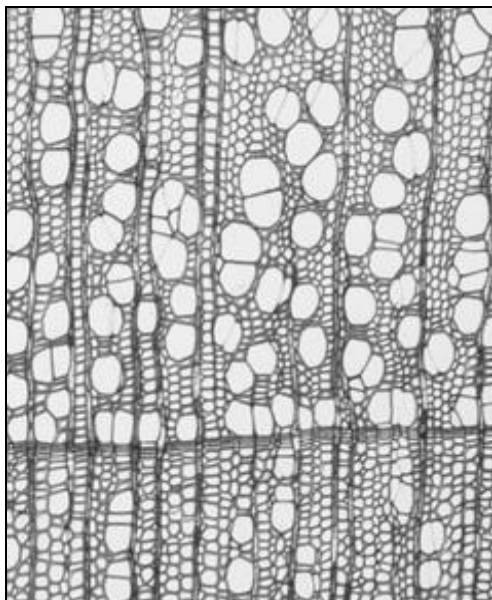
25. Κλήθρα (*Alnus sp.*), κν. σκλήθρο, σκλήθρα, κλήθρα, κλέθρα, alder.

Διασπορόπορο. Πολλοί πόροι, σε ακτινικές αλυσίδες (4-6) ή πυκνές ομάδες. Αριθμός πόρων: 50-90/mm². Ακτίνες ομοιοκύτερες και λεπτές (αριθμ. 4-12/mm), σχεδόν μόνον μονόσειρες. Λίγες, πολύ παχιές και θαμπές ακτίνες. Αποτραχειακό παρέγχυμα διάσπαρτο ή σε ασυνεχείς γραμμές.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 17



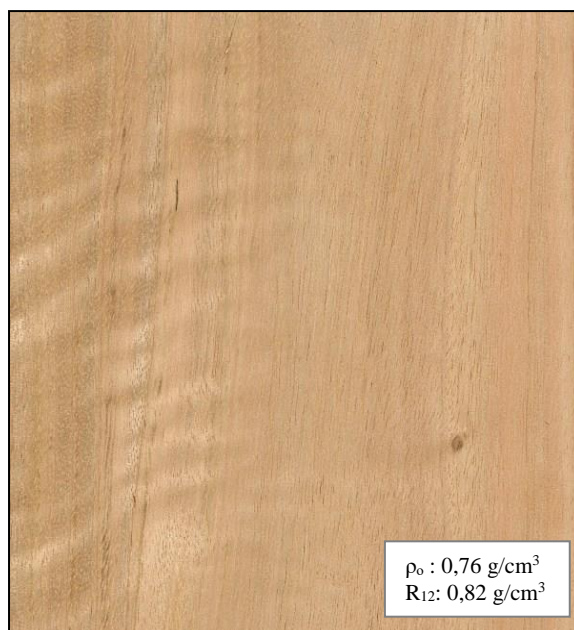
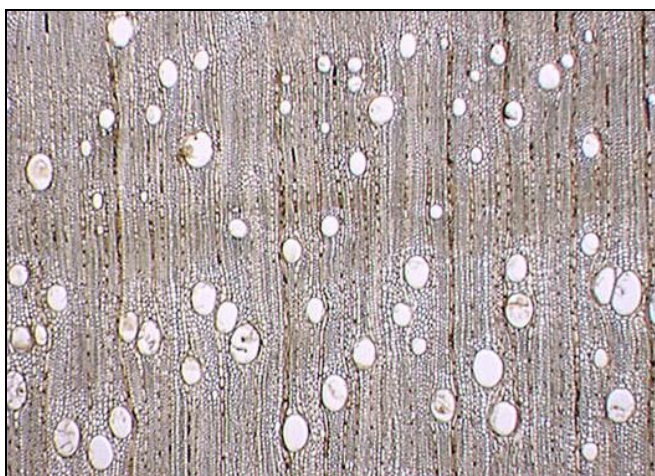
26. Ευκάλυπτος (*Eucalyptus globulus*), κν. ευκάλυπτος, ευκάλυπτος Τασμανίας, blue gum.

Διασπορόπορο. Πόροι σχεδόν αποκλειστικά μόνοι, σε χαρ/κή διαγώνια διάταξη. Αριθμός πόρων: 4-6/mm². Ακτίνες λεπτές (αριθμ. 10-14/mm), κυρίως 1- έως 3-σειρες. Αποτραχειακό παρέγχυμα διάσπαρτο. Παρατραχειακό παρέγχυμα: κυκλικό ή κατά θέσεις. Άφθονες τυλώσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 17, 7



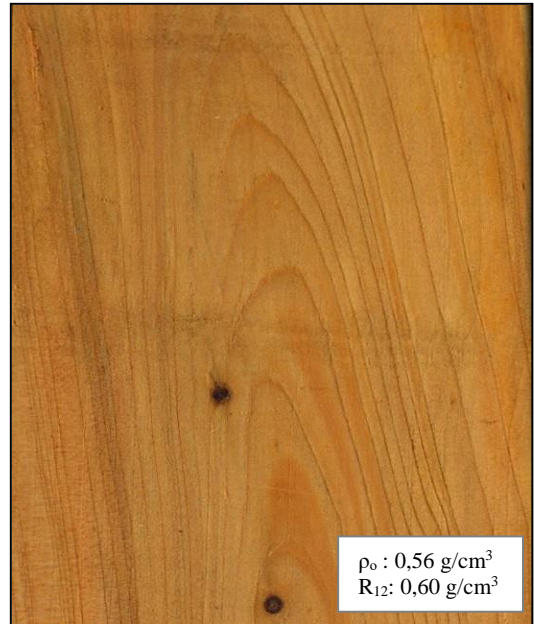
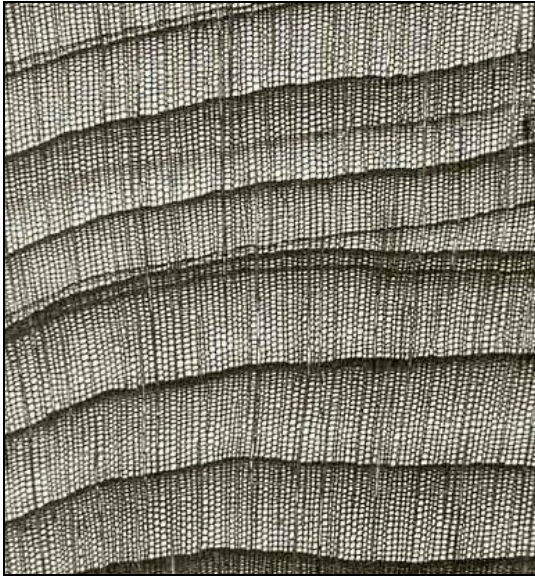
27. Άρκευθος (*Juniperus sp.*), κν. άρκευθος, «κέδρος», οξύκεδρος, είδη *Juniperus*.

Κωνοφόρο. Εμφανής η διάκριση των αυξ. δακτυλίων. Ομαλή μετάβαση μεταξύ πρώιμου-όψιμου. Χωρίς ρητινοφόρους αγωγούς. Συχνοί οι ασυνεχείς αυξητικοί δακτύλιοι. Ομοιοκύτταρες, πολύ λεπτές ακτίνες. Αξονικό παρέγχυμα διάσπαρτο ή σε εφαπτομενικές ζώνες. Χαρ/κή οσμή «κέδρου».

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 8, 18



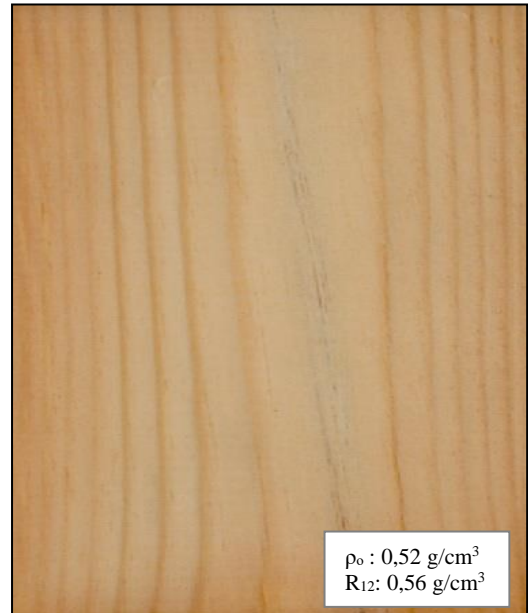
28. Λευκόδερμη πεύκη ή Ρόμπολο (*Pinus leucodermis*), κν. ρόμπολο, Bosnian pine.

Κωνοφόρο. Απότομη η μετάβαση πρώιμου-όψιμου. Λίγοι ρητινοφόροι αγωγοί, μετρίου μεγέθους (80-100 μm). Χωρίς ψευδείς δακτυλίδες. Χωρίς αξονικό παρέγχυμα. Χαρακτηριστική αρωματική οσμή ρόμπολου.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 16, 2



29. Τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*), κν. τραχεία πεύκη, κυπριακό πεύκο, Calabrian pine.

Κωνοφόρο. Απότομη η μετάβαση πρώιμου-όψιμου. Πολυάριθμοι ρητινοφόροι αγωγοί, μεγάλου μεγέθους (120-170 μm), συγκεντρωμένοι κυρίως στο όψιμο ξύλο. Συχνοί οι ψευδείς αυξητικοί δακτύλιοι. Χωρίς αζονικό παρέγχυμα. Χαρακτηριστική οσμή «ρετσινιού».

Εγκάρσια τομή



Σχεδίαση ξύλου



Πηγές: 16, 2

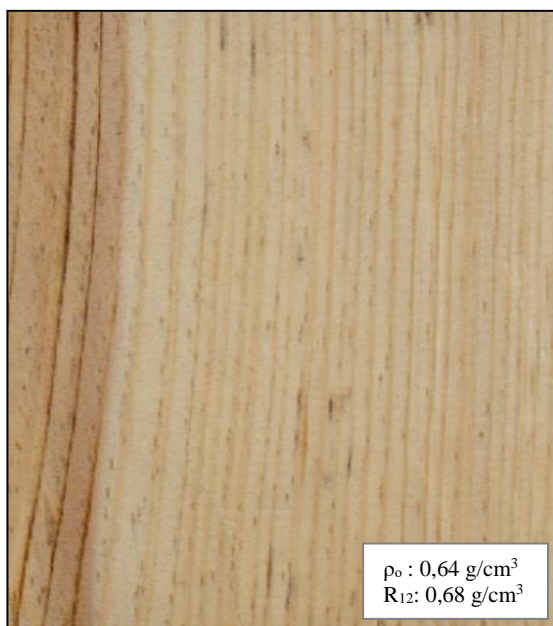
30. Χαλέπιος πεύκη (*Pinus halepensis*), κν. χαλέπιος πεύκη, Aleppo pine.

Κωνοφόρο. Απότομη η μετάβαση πρώιμου-όψιμου. Πολυάριθμοι ρητινοφόροι αγωγοί, μεγάλου μεγέθους (120-170 μm). Συχνοί οι ψευδείς αυξητικοί δακτύλιοι. Χωρίς αζονικό παρέγχυμα. Χαρακτηριστική οσμή «ρετσινιού». Το πεύκο με την υψηλότερη πυκνότητα (βάρους).

Εγκάρσια τομή



Σχεδίαση ξύλου



Πηγές: 16, 2

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΞΥΛΟΥ

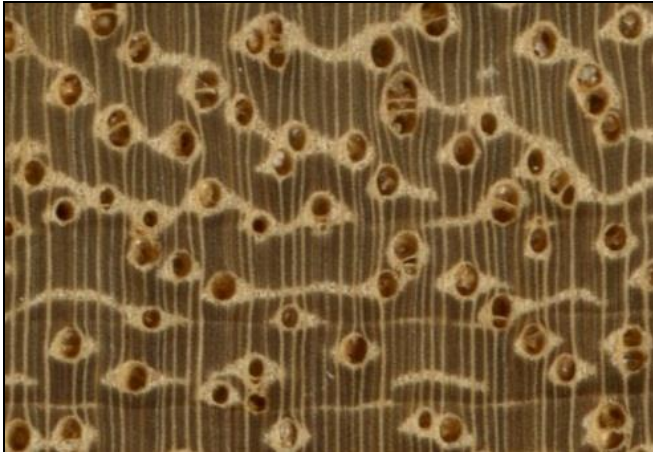
1. **Iroko** (*Milicia excelsa*, syn. *Chlorophora excelsa*), κν. *Iroko*, *Kambala*, *Odum*, *ιρόκο*.

Διασπορόπορο. Αυξητικοί δακτύλιοι δυσδιάκριτοι. Αριθμός πόρων: 3-8/mm². Χαρακτηριστικά έντονες τυλώσεις. Ακτίνες πολλές, 4- έως 10-σειρες. Αξονικό παρέγχυμα, παρατραχειακό, έντονα ενωμένο περφυροειδές και επίσης ταινιοειδές. Κρύσταλλοι. Καφετί έως κιτρινωπό κατά θέσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



ρ_0 : 0,60 g/cm³
 R_{12} : 0,64 g/cm³

Τεχνική περιγραφή: Το εγκάρδιο είναι χρυσό-κίτρινο μέχρι σκούρο καφετί στο χρώμα. Συχνά παρουσιάζονται μεγάλες ποσότητες άλατος ανθρακικού ασβεστίου που δημιουργούν στο ξύλο σκοτεινότερες ζώνες, ενώ ο συνδυασμός με τις ήδη προϋπάρχουσες κίτρινες ζώνες του σομού προσδίδουν μια πολύ ελκυστική εμφάνιση. Το ξύλο αναφέρεται να είναι μέτρια σκληρό· μπορεί να συγκριθεί με το είδος *Teak* στις περισσότερες ιδιότητές του. Το ξύλο έχει πολύ καλή διαστασιακή σταθερότητα και διατηρεί τη μορφή του μετά την κατασκευή. Το εγκάρδιο ξύλο είναι «πολύ ανθεκτικό» σε φυσική διάρκεια. Το ξύλο αν και είναι μέτριας σκληρότητας, είναι παρ' όλα αυτά ανθεκτικό. Η σκόνη του είναι έντονα ερεθιστική. Ανταποκρίνεται καλά στο βίδωμα και στο τρύπημα. Απαιτείται προετοιμασία της επιφάνειας για να γίνει καλύτερα η συγκόλληση, όπου καλό είναι να αποφεύγονται οι κόλλες καζεΐνης γιατί χρωματίζουν το ξύλο. Για να έχει επιτυχία η βαφή θα πρέπει να γίνει σωστή προετοιμασία της επιφάνειας, καθώς και γέμισμα των πόρων του ξύλου. Στο πλάνισμα, το τόννεμα και στο φινίρισμα η ανταπόκρισή του είναι καλή. Έχει καλή αντοχή σε στατική κάμψη, καθώς και σε θλίψη και μέτρια αντοχή σε σκληρότητα και κρούση, ενώ λεκιάζει πολύ εύκολα. Δεν έχει κάποια χαρακτηριστική οσμή, αλλά περιέχει ουσίες που δημιουργούν δερματίτιδες όταν έρχονται σε επαφή με το δέρμα. Έχει αυξημένη φωτοευαισθησία και αλλάζει εύκολα και γρήγορα χρώμα όταν χρησιμοποιείται σε εξωτερικές κατασκευές. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή επίπλων, ειδικότερα πάγκων εργαστηρίων, καθώς είναι πολύ ανθεκτικό στα χημικά αντιδραστήρια. Επίσης στην κατασκευή δαπέδων, скаλών, σκαφών (*decks*) και πλοίων, ενώ έχει εφαρμογές σε εξωτερικούς χώρους, ιδίως σε εξωτερικά κουφώματα αλλά και σε κατασκευές σε λιμάνια. Χρησιμοποιείται και ως διακοσμητικός καπλαμάς σε επενδύσεις τοίχων.

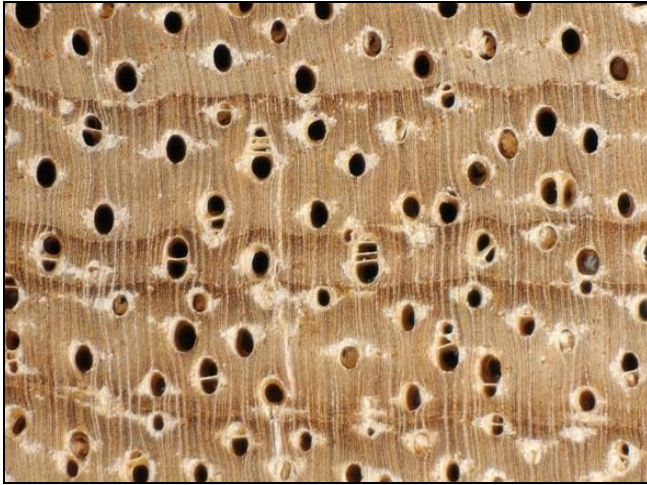
2. **Limba** (*Terminalia superba*), κν. *Limba*, *black Limba*, *Afara*, *Fraké*, *λίμπα*.

Διασπορόπορο. Αυξητικοί δακτύλιοι ασαφείς. Μόνοι πόροι, ή σε ομάδες των 2-3 σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 3-4/mm². Αποκλειστικά μονόσειρες ακτίνες. Αξονικό παρέγχυμα παρατραχειακό, έντονα ενωμένο περυγοειδές και ενίοτε ταινιοειδές. Αρκετές τυλώσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



ρ_0 : 0,52 g/cm³
 R_{12} : 0,54 g/cm³

Τεχνική περιγραφή: Λευκωπό ξύλο, μέτριο σε βάρος και αρκετά μαλακό. Χρώμα έως ανοικτό κίτρινο. Το εγκάρδιό του μπορεί να έχει λίγες γκριζόμαυρες λωρίδες. Ξύλο ευθύινο (ίσια νερά) με λεπτή υφή. Δεν έχει φυσική διάρκεια στο χρόνο, μικρής ανθεκτικότητας και δεν αντέχει στη σήψη. Προσβάλλεται εύκολα από τα έντομα του είδους *Lyctus* (κν. λύκτος, σαράκι). Το εγκάρδιο μπορεί να είναι εύθραυστο αλλά το σομφό παρουσιάζει αντοχή σε κρούση, μικρή σκληρότητα και μικρή αντοχή σε θλίψη. Παρουσιάζει γρήγορη φυσική ξήρανση, με τάση για ραγαδώσεις. Τεχνητή ξήρανση εύκολη. Πολύ σταθερό (όταν ξηραθεί καλά), με μικρή κινητικότητα μετά την ξήρανση. Έχει πολύ χαμηλό βαθμό καμπύλωσης. Όπως είναι αναμενόμενο, έχει πολύ εύκολη μηχανική κατεργασία με πολύ μικρή άμβλυση στα εργαλεία και κοπτικά. Καλή συγκόλληση, ορισμένες φορές με δυσκολία. Βάφεται εύκολα και δίνει πολύ καλή τελική επιφάνεια αν χρησιμοποιηθεί υλικό υποστρώματος βερνικιού (filler). Είναι είδος τροπικό, εισαγόμενο από χώρες της Αφρικής και στην ελληνική αγορά έχει τις ακόλουθες εφαρμογές: εσωτερικές ξυλουργικές κατασκευές, έπιπλα, τσαντάνια, σκεύη κουζίνας, θρανία, γραφεία, μουσικά όργανα, διακοσμήσεις (προφίλ), φέρετρα, ελαφρές κατασκευές. Το μαύρο εγκάρδιο του *Limba* χρησιμοποιείται ως διακοσμητικός καπλαμάς.

Πηγές: 2, 3, 19

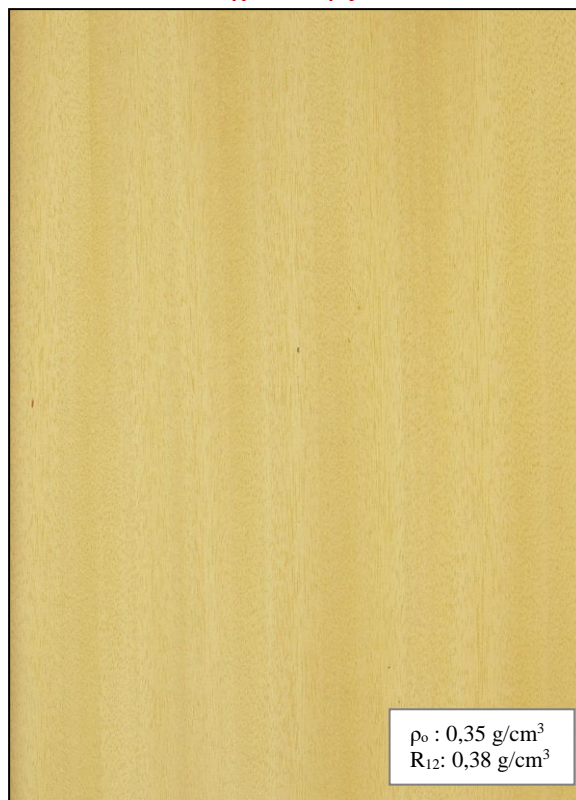
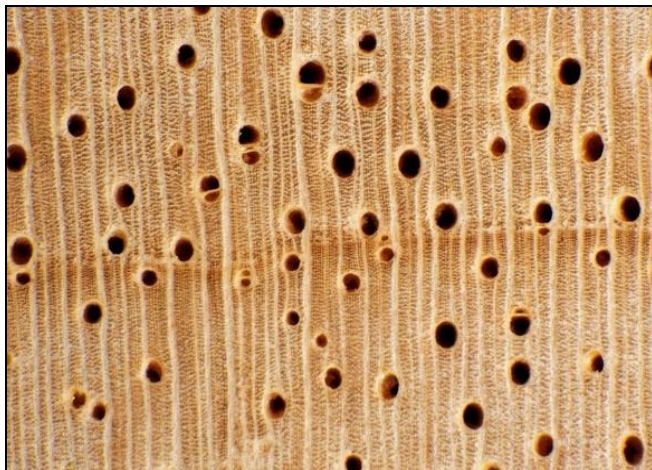
3. **Ayous** (*Triplochiton scheroxylon*), κν. *Obeche*, *Samba*, *Ayous*, αγιούζ.

Διασπορόπορο. Αυξητικοί δακτύλιοι εμφανείς. Μόνοι συνήθως πόροι, ή σε ομάδες των 1-2. Αριθμός πόρων: 3-8/mm². Πολλές, δύο-μεγεθών ακτίνες: 4- έως 8-σειρες. Αζονικό παρέγχυμα, αποτραχειακό διάσπαρτο σε γραμμές & παρατραχειακό κυκλικό ή μονόπλευρο. Αρκετές τυλώσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



ρ_0 : 0,35 g/cm³
 R_{12} : 0,38 g/cm³

Τεχνική περιγραφή: Ξύλο ελαφρύ, με χρώμα κρεμ λευκωπό ως ωχρό κιτρινωπό, με λεπτή υφή. Εύθραυστο εγκάρδιο ξύλο με αντίθετα νερά, χωρίς ιδιαίτερη σχεδίαση. Ομοιάζει κάπως με τη λεύκη. Καθόλου ανθεκτικό από πλευράς φυσικής διάρκειας. Το σομφό εύκολα προσβάλλεται από έντομα του είδους *Lyctus* (κν. λύκτος, σαράκι). Δεν αντέχει στους τερμίτες και κτανώνεται εύκολα όταν έρθει σε επαφή με μέταλλα σε υγρό περιβάλλον. Ξύλο με χαμηλή αντοχή σε κάμψη και θλίψη, και με πολύ χαμηλή αντίσταση σε κρούση. Παρουσιάζει καλή και πολύ γρήγορη ξήρανση, προσβάλλεται από χρωστικούς μύκητες και πρέπει να στοιβάζεται μετά την πρίση. Έχει μικρή μεταβλητότητα διαστάσεων μετά την ξήρανση. Το σομφό του είναι εύκολα διαπερατό κατά τον εμποτισμό, και παρουσιάζει μέτρια έως φτωχή συμπεριφορά σε κάμψη με άτμιση. Δεν αμβλύνει τα κοπτικά εργαλεία και έχει εύκολη μηχανική κατεργασία. Δεν συγκρατεί τα καρφιά. Παρουσιάζει καλή συγκόλληση και καλή βαφή, αρκεί να γίνει πρώτα γέμισμα των πόρων του με υλικό προεργασίας. Στην ελληνική αγορά σήμερα το Ayous έχει ευρεία εφαρμογή όπου ανθεκτικότητα και μηχανική αντοχή δεν παίζουν σημαντικό ρόλο όπως π.χ. εσωτερικά συρταριών, σκελετοί ντουλαπιών, εσωτερική ξυλουργική, μοντέλα (μακέτες), κορνίζες και πλαίσια κάδρα. Αντικολλητά (κόντρα-πλακέ) σε εσωτερικές στρώσεις και πίσω πλευρές, διακοσμητικός καπλαμάς, τεχνητός καπλαμάς μετά από χειρισμό βαφής-εκτύπωσης (printing) και συγκόλλησης.

Πηγές: 2, 3, 19

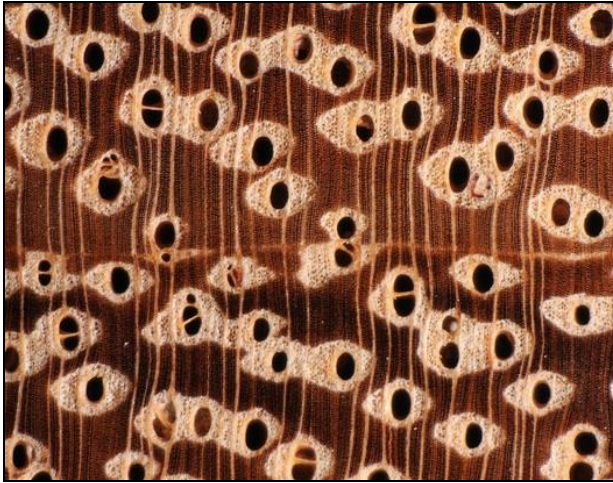
4. **Doussie ή Afzelia** (*Afzelia pachyloba*, *A. africana*), κν. *Afzelia*, *Doussie*, *Lingue*, ντουσιέ.

Διασπορόπορο. Μόνοι πόροι, ή σε ομάδες 2-3 σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 4-5/mm². Ακτίνες λεπτές, 1- έως 3-σειρες. Αξονικό παρέγχυμα παρατραχειακό, έντονα ενωμένο περυγοειδές και ενίοτε ταινιοειδές. Οριακό (τελικό) αζ. παρέγχυμα. Άφθονοι κρύσταλλοι. Όχι τυλώσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 10



ρ_0 : 0,76 g/cm³
R₁₂: 0,80 g/cm³

Τεχνική περιγραφή: Είναι βαρύ ξύλο και το σποφό του είναι πολύ ανοιχτόχρωμο, χλωμό κίτρινο και οριοθετείται αισθητά από το εγκάρδιο. Το εγκάρδιο ξύλο είναι σαφώς σκουρότερο, ανοιχτού καφέ έως σκούρου καφέ, ενώ μετά από έκθεση στον ήλιο γίνεται καφεκόκκινο. Θα πρέπει να τονιστεί ότι το συγκεκριμένο ξύλο είναι αρκετά φωτοευαίσθητο και αλλάζει εντελώς χρώμα μετά από έκθεση στον ήλιο ή σε δυνατό φως. Είναι αρκετά σκληρό. Έχει μεγάλη σταθερότητα, αρκεί να ξηραθεί σωστά. Το Doussie είναι εξαιρετικά ανθεκτικό από άποψη φυσικής διάρκειας, ιδιαίτερα το εγκάρδιο ξύλο, ενώ είναι αρκετά ανθεκτικό σε επιθέσεις από έντομα και τερμίτες. Λόγω της μεγάλης σκληρότητας που παρουσιάζει, είναι δύσκολο στη μηχανική κατεργασία του, καθώς αμβλύνει τα κοπτικά μέσα. Δεν επιδέχεται τόσο εύκολα κατεργασία με το χέρι. Ωστόσο, δίνει καταπληκτικά αποτελέσματα. Χρειάζεται προσοχή στην κοπή για να αποφευχθούν τυχόν σχισίματα ινών ή κομματιών. Η διαδικασία του κολλήματος είναι δύσκολη, ενώ για να καρφωθεί ή να βιδωθεί χρειάζεται απαραίτητα προτρύπημα. Δεν λεκιάζει εύκολα και επιδέχεται πολύ καλό φινίρισμα. Έχει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες, είναι πολύ ανθεκτικό σε στατική κάμψη, ενώ επίσης έχει μεγάλη αντοχή σε κρούση και θλίψη. Έχει μικρή κινητικότητα μετά την κατασκευή. Υπόκειται σε χρωματικές αλλοιώσεις εξαιτίας της χρωστικής ουσίας Afzelin που περιέχει. Η ξυλόσκονή του προκαλεί ερεθισμούς. Το είδος αυτό χρησιμοποιείται σε βαριές κατασκευές, όπως πατώματα, πλαίσια παραθύρων, πόρτες, σκάλες, δεξαμενές, καθώς και σε εξωτερικούς χώρους (αποβάθρες, λιμάνια). Πολύ συχνή είναι η χρήση του σε παρκέτα και κατασκευές επίπλων, καθώς προτιμάται ιδιαίτερα από τους τεχνίτες.

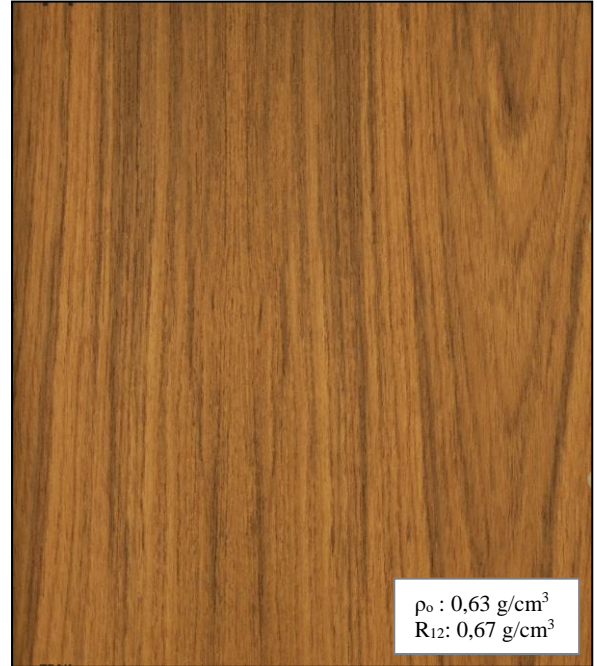
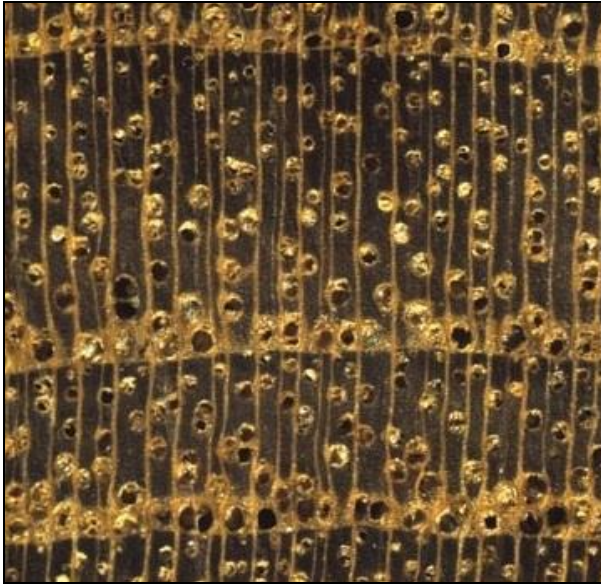
5. **Teak** (*Tectona grandis*), κν. *Teak, jati, genuine Teak, τικ.*

Δακτυλιόπορο, προς ημιδιασπορόπορο (plantations timber). Πόροι σε ομάδες των 2-3, ή σε αθροίσματα με ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 4-8/mm². Ακτίνες ομοιοκύτταρες: 2- έως 4-σειρες. Παρέγχυμα παρατραχειακό, κυκλικό, κατά θέσεις. Τυλώσεις. Πολλές αποθέσεις πυριτίου.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 17, 18



Τεχνική περιγραφή: Το εγκάρδιο έχει ομοιόμορφο σκοτεινό χρυσό-καφέ χρώμα χωρίς σημάδια, αλλά τις περισσότερες φορές το εγκάρδιο αυτού του είδους είναι σκοτεινό χρυσο-κίτρινο, το οποίο μετατρέπεται σε καφετί με σκοτεινότερα, καφέ σοκολατί σημάδια μετά από έκθεση στον ήλιο. Έχει μετρίως υψηλή πυκνότητα. Αναφέρεται να είναι μέτρια ως αρκετά σκληρό. Το είδος Teak έχει εξαιρετική υψηλή διαστασιακή σταθερότητα και διατηρεί τη μορφή του μετά την κατασκευή. Η φυσική του αντοχή στις προσβολές από μύκητες και τερμίτες είναι εξαιρετικά υψηλή στο εγκάρδιο, ενώ το Teak oil που περιέχει λειτουργεί ως φυσική απωθητική ουσία για τα ξυλοφάγα έντομα. Είναι από τα καλύτερα είδη που υπάρχουν. Είναι δύσκολο στη μηχανική κατεργασία, ενώ επεξεργάζεται καλά με εργαλεία χειρός. Συστήνεται όμως η χρήση κοπτικών μέσων με δόντια από κράματα βολφραμίου. Η κοπή του γίνεται δύσκολα και αμβλύνει πάρα πολύ τα κοπτικά μέσα. Καρφώνεται και βιδώνεται σχετικά εύκολα (με προτρύπημα), όμως δεν συγκρατεί το ίδιο καλά τις βίδες και τα καρφιά. Επίσης ανταποκρίνεται καλά στη χάραξη, στο πλάνισμα και το τόννεμα αμβλύνοντας όμως γρήγορα τα κοπτικά μέσα. Η διαδικασία του κολλήματος, του βαψίματος και του φινιρίσματος γίνεται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Το Teak έχει υψηλή αντοχή σε θλίψη, μέτρια αντοχή σε κάμψη και μέτρια αντοχή σε κρούση και σχίση. Έχει υψηλή ανθεκτικότητα στη φωτιά και τα οξέα. Περιέχει υψηλό ποσοστό πυριτικών ενώσεων. Δεν λεκιάζει εύκολα, δημιουργείται όμως συχνά πρόβλημα εξαιτίας του ελαίου που εκκρίνει και γι' αυτό συστήνεται η απομάκρυνσή του με διαλύτη. Έχει χαρακτηριστική οσμή όταν είναι φρεσκοκομμένο. Σήμερα το Teak έχει στη χώρα μας εκτεταμένη χρήση στην κατασκευή εξωτερικών πατωμάτων, ειδικά σε χώρους υψηλής αισθητικής, καθώς και στην κατασκευή σκαφών (boat decks) και πλοίων. Επίσης χρησιμοποιείται ως διακοσμητικός καπλαμάς, όπως επίσης και σε ξυλεπενδύσεις, γραφεία υψηλής αξίας και πάγκους εργαστηρίων.

6. **Azobé (*Lophira alata*), κν. Azobé, Ekki, Bongossi, αζομπέ.**

Διασπορόπορο. Πόροι σε ομάδες των 2-3, ή σε αθροίσματα με ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 3-7/mm². Ακτίνες ομοιοκύτταρες: 1- έως 3-σειρες. Αξονικό παρέγχυμα παρατραχειακό, τυχαίο-κατά θέσεις. Πολλοί κρύσταλλοι εμφανείς. Καφέ προς μωβ, με εμφανείς λευκές γραμμώσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 17, 18



Τεχνική περιγραφή: Τροπικό είδος της δυτικής & κεντρικής Αφρικής (Καμερούν, Νιγηρία, Γκάνα, Κονγκό, Γκαμπόν, Μπενίν κ.α.). Είδος εξαιρετικά βαρύ, με χρώμα σκούρο κόκκινο προς βαθύ σοκολατί καφέ, με ευκρινείς λευκές γραμμές (βλ. εκχυλίσματα στους πόρους). Ξύλο με αντίθετα νερά (σύνθετη στρεψοϊνία) και ανομοιόμορφη, τραχεία υφή. Πολύ ανθεκτικό γενικά (ένα από τα πιο ανθεκτικά τροπικά ξύλα). Πολύ ανθεκτικό και στους μύκητες. Μέτρια ανθεκτικό στους τερμίτες στην Αφρική. Είδος με πολύ μεγάλη αντοχή σε κάμψη και θλίψη, υψηλό MOE και υψηλή αντοχή σε κρούση. Ξύλο εξαιρετικά αργό και δύσκολο στην ξήρανση με συχνά σφάλματα ρωγμών, ραγάδων, και παραμορφώσεων. Απαιτεί προσεγμένη και καλή στοίβαξη. Παρατηρείται μεγάλη μεταβλητότητα διαστάσεων μετά την ξήρανση. Δεν εμποτίζεται, και είναι πολύ δύσκολο για κάμψη με άτμιση. Πολύ δύσκολο στην κατεργασία με εργαλεία χειρός και μηχανήματα και με πολύ υψηλό βαθμό άμβλυνσης εργαλείων. Για πλάνισμα απαιτούνται μαχαίρια από ισχυρό κράμα με γωνία μαχαριού 40°-45° (μειωμένη γωνία κοπής και συμπληρωματική γωνία). Απαιτεί μεγάλη δύναμη τροφοδοσίας. Καίγεται επιφανειακά κατά το τρύπημα. Για κάρφωμα και βίδωμα απαιτείται πάντοτε προτρύπημα. Ικανοποιητική συγκόλληση. Καλή βαφή, καλό φινιρίσμα. Χρησιμοποιείται σήμερα γενικά σε βαριές κατασκευές: προβλήτες και αποβάθρες λιμανιών, γέφυρες (δάπεδα), ειδικά σε στρωτήρες σιδηροδρόμων, βιομηχανικά δάπεδα, ράουλα, ξυλουργική και κατασκευές με αντοχή σε οξέα.

Πηγές: 2, 3, 19

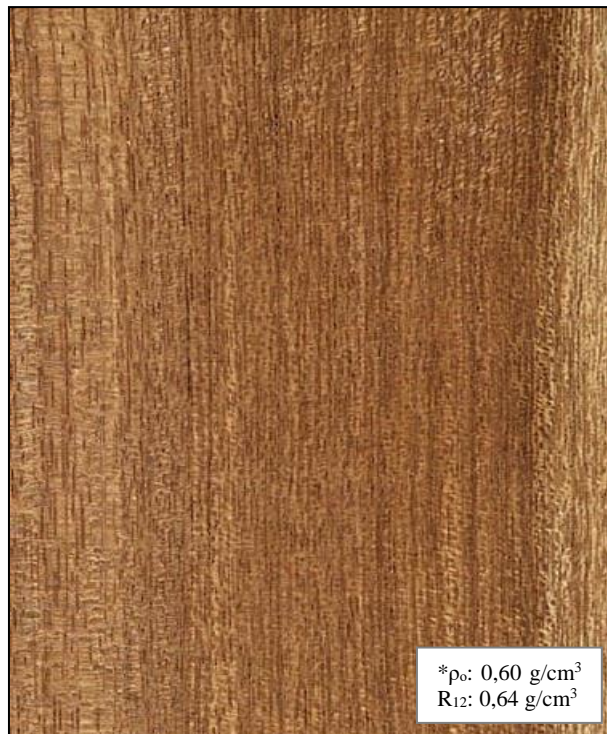
7. **Niangon** (*Tarrieta utilis* & *Tarietta densiflora*), κν. Niangon, Nyankom, νιαγκόν.

Διασπορόπορο. Πόροι σε ομάδες των 2-3, σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 3-4/mm². Πολλές ακτίνες (αρ. 3-6/mm): 3- έως 8-σειρες. Παρατραχειακό παρέγχυμα, κυκλικό. Αποτραχειακό παρέγχυμα, διάσπαρτο σε ασυνεχείς γραμμές. Κρύσταλλοι εμφανείς. «Νερά» τυπικά Niangon.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 17, 17



Τεχνική περιγραφή: Τροπικό είδος της δυτικής Αφρικής (Γκάνα, Λιβερία, Γκαμπόν, Ακτή Ελεφαντοστού, Σιέρρα Λεόνε, κ.α.). Το εγκάρδιο ξύλο είναι ανοιχτό ροζ έως κόκκινο προς καφετί που σκουραίνει μετά από έκθεση στον ήλιο. Η πυκνότητά του είναι μέτρια και κυμαίνεται από 0,60 έως 0,70 g/cm³. Τα είδη *Tarrieta* έχουν μέτρια έως υψηλή σκληρότητα. Το εγκάρδιο ξύλο είναι «μέτρια ανθεκτικό» από άποψη φυσικής διάρκειας και ιδιαίτερα ανθεκτικό σε έντομα και μύκητες. Το σομόφο ξύλο προσβάλλεται από το έντομο *Lyctus*. Η κατεργασία του εν λόγω ξύλου με τη χρήση εργαλείων χειρός είναι αρκετά εύκολη, ωστόσο παρατηρείται μια μέτρια άμβλυνση στα κοπτικά μέσα. Η ξήρασή του χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα εύκολη και γρήγορη, αν και ορισμένες φορές παρατηρούνται τάσεις στρεβλώσεων. Σχίζεται κατά το κάρφωμα και γι' αυτό απαιτείται πάντα προτρύπημα. Το Niangon θεωρείται σχετικά εύκολο στην κατεργασία του και έχει καλές ιδιότητες. Περιέχει υψηλό ποσοστό κολλώδους εκχυλίσματος που αφενός κάνει την επιφάνειά του κολλώδη, αφετέρου δε, καθιστά ορισμένες κατεργασίες, π.χ. πλάνισμα, αρκετά δύσκολες. Επίσης η συγκόλληση απαιτεί πρώτα χειρισμό της επιφάνειάς του με αλκαλικά διαλύματα για να διαλυθεί το εν λόγω εκχύλισμα. Αρκετά σκληρό ξύλο, με καλή αντοχή σε κάμψη και θλίψη και με χαμηλή αντίσταση σε κρούση. Όσον αφορά τις χρήσεις του, το Niangon είναι ιδιαίτερα εύχρηστο στην επιπλοποιία και σε τονρευτές κατασκευές. Χρησιμοποιείται ευρέως στην κατασκευή εξωτερικών κουφωμάτων, ως διακοσμητικός καπλαμάς σε υψηλής αισθητικής κατασκευές εσωτερικού χώρου, σε αντικολλητά και σε σχετικά λίγες εξωτερικές κατασκευές (παγκάκια, κ.α.).

***Σημείωση:** Στη χώρα μας εισάγεται και το είδος *Tarrieta densiflora* που είναι βαρύτερο και σκληρότερο (R₁₂: 0,70-0,74 g/cm³).

8. African Mahogany (*Khaya* sp.), κν. *Khaya*, *African mahogany*, αφρικάνικο μαόνι.

Διασπορόπορα (υπάρχουν 4 διαφορετικά είδη *Mahoganies*). Πόροι μόνοι, ή σε ομάδες των 2-3, σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 3-7/mm². Πολλές ακτίνες (αρ. 8-12/mm): 2- έως 5-σειρες. Παρέγχυμα παρατραχειακό: κυκλικό ή κατά θέσεις. Κρύσταλλοι εμφανείς. Μαονοειδή «νερά».

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 7, 18



* ρ_0 : 0,54 g/cm³
R₁₂: 0,57 g/cm³

Τεχνική περιγραφή: Το εγκάρδιο είναι ανοιχτό ροζ-καφέ και φτάνει σε μια σκοτεινή κοκκινωπή απόχρωση, με μωβ σκιές, όταν εκτίθεται στον ήλιο. Τα 4 είδη έχουν μέτρια πυκνότητα που κυμαίνεται από 0,54 έως 0,67 g/cm³. Το ξύλο είναι μέτρια ως αρκετά σκληρό. Έχει καλή διαστασιακή σταθερότητα και διατηρεί τη μορφή του μετά την κατασκευή, αρκεί να έχει γίνει σωστή ξήρανση. Προκαλείται μικρή μεταβλητότητα διαστάσεων μετά την ξήρανση. Αναφέρεται να είναι ευαίσθητο στην επίθεση από τα έντομα *Longhorn* και *Buprestid*, ενώ είναι ανθεκτικό στην προσβολή τερμιτών. Το σομό ξύλο είναι ευαίσθητο στις επιθέσεις των εντόμων και των μυκήτων, ενώ το εγκάρδιο είναι «μέτρια ανθεκτικό» σε φυσική διάρκεια. Ξηραίνεται γρήγορα με λίγη υποβάθμιση, εκτός του ξύλου με μη τυπική δομή (*tension wood*) το οποίο υφίσταται ισχυρή παραμόρφωση. Προκαλείται μέτρια άμβλυνση εργαλείων κατά την κατεργασία, ενώ το ξύλο με ανώμαλη δομή, το εύθραυστο εγκάρδιο και αυτό με αντίθετα νερά προκαλούν εριώδη επιφάνεια (μάλλιασμα). Απαιτείται μειωμένη γωνία κοπής, π.χ. 15^ο-20^ο. Καρφώνεται χωρίς τη δημιουργία προβλημάτων, όμως κάποιες φορές δημιουργούνται σκουρόχρωμοι λεκέδες λόγω της αντίδρασης του με το σίδηρο (Fe). Η κόλληση, η βαφή και το λουστράρισμα προσδίδουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στο πλάνισμα και το τόννεμα οι επιφάνειες που προκύπτουν είναι λείες με υψηλή ποιότητα, και στο φινίρισμα η ανταπόκρισή του είναι εξαιρετική. Αναφέρεται να έχει καλές μηχανικές ιδιότητες, συγκρίσιμες μ' αυτές της ευρωπαϊκής οξιάς. Έχει μέτρια αντοχή σε στατική κάμψη, σε θλίψη και σε σκληρότητα, ενώ δεν λεκιάζει. Σήμερα χρησιμοποιείται στην κατασκευή επίπλων, γραφείων και στο εσωτερικό των καμπίνων των σκαφών. Χρησιμοποιείται ευρέως σε αντικολλητά (κόντρα-πλακέ) και ως διακοσμητικός καπλαμάς.

***Σημείωση:** Δεν ισχύει για τα είδη *Khaya gaudifolia* και *K. senegalensis* που πωλούνται στην ελληνική αγορά ως «βαριά» αφρικάνικα μαόνια-*mahoganies* (R₁₂: 0,64-0,67 g/cm³).

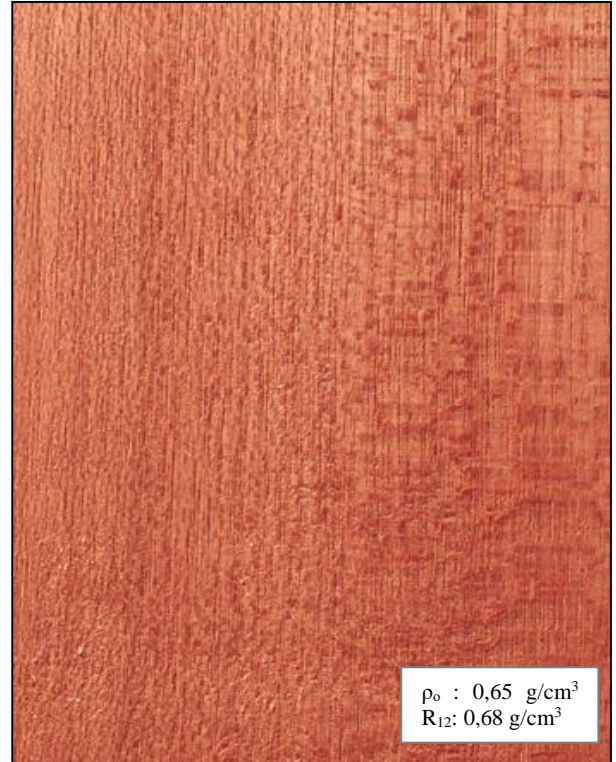
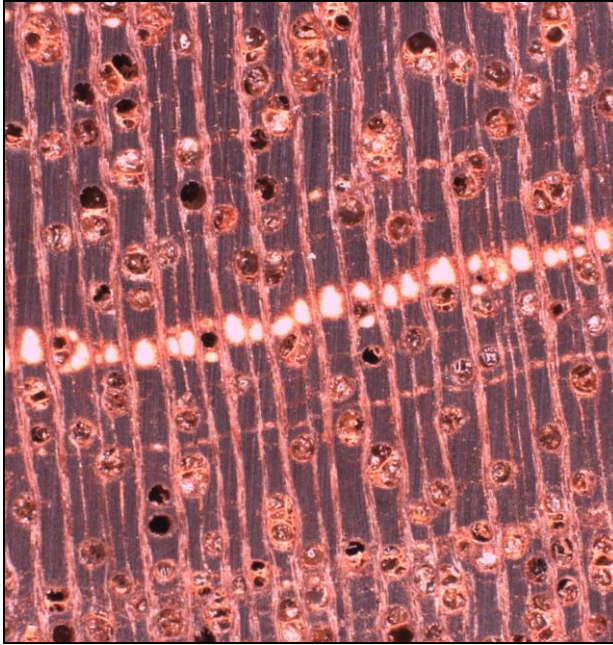
9. **Dark Red Meranti** (*Shorea sp. sub. Rubroshorea*), κν. *lauan*, σκούρο κόκκινο μεράντι.

Διασπορόπορο. Μεγάλοι ή πολύ μεγάλοι πόροι, συνήθως μόνοι, ή 2-3. Αριθμός πόρων: 4-8/mm². Ακτίνες (αριθμ. 4-9/mm): 3- έως 6-σειρες. Αξονικό παρέγχυμα, παρατραχειακό (κυρίως κυκλικό ή περυγοειδές)· επίσης και αποτραχειακό παρέγχυμα (ταινιοειδές) που περιέχει πολλούς αξονικούς κομμοφόρους αγωγούς. Αρκετοί κρύσταλλοι. Πολλές τυλώσεις. Κοκκινωπές αποχρώσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 20, 18



ρ_0 : 0,65 g/cm³
 R_{12} : 0,68 g/cm³

Τεχνική περιγραφή: Τροπικό είδος της Ν.Α. Ασίας (Ταϊλάνδη, Λάος, Μαλαισία, Ινδονησία, Βιετνάμ, Φιλιππίνες). Ξύλο βαρύ που η πυκνότητά του ποικίλλει (0,60-0,76 g/cm³). Με εγκάρδιο σκούρο κόκκινο-καφέ, με ερυθρές αποχρώσεις, με ορατές λεπτές ρίγες από κόμμι. Ξύλο με αντίθετα νερά και σχεδόν τραχεία υφή. Όλα τα είδη Dark Red Meranti είναι από «μέτρια ανθεκτικά» έως «ανθεκτικά» σε φυσική διάρκεια. Εμποτίζεται πολύ δύσκολα. Το σομφό ξύλο του μπορεί να προσβληθεί από το έντομο *Lyctus*. Ξύλο με μέτρια αντοχή σε κάμψη και θλίψη και χαμηλή αντίσταση σε κρούση. Με αργή ξήρανση και με τάση για υποβάθμιση, ρωγμές και ραγάδες. Παρατηρείται μικρή μεταβλητότητα των διαστάσεων του μετά την ξήρανση. Φτωχή συμπεριφορά στην καμπύλωση με άτμιση. Καλή κατεργασία με εργαλεία χειρός και μηχανήματα, όμως με αρκετά υψηλή άμβλυνση κοπτικών. Κατά την κοπή του ξύλου δημιουργείται εριώδης επιφάνεια. Καλό κάρφωμα και βίδωμα. Καλή βαφή, καλό φινίρισμα. Πολλές οι εφαρμογές του στην Ν.Α. Ασία· εισάγεται στη χώρα μας και χρησιμοποιείται σε εσωτερικές και εξωτερικές ξύλινες κατασκευές, εξοπλισμό καταστημάτων, πατώματα (decks). Επίσης, ως αντικολλητό (κόντρα-πλακέ), και σε ειδικές κατασκευές ως διακοσμητικός καπλαμάς. Η σπουδαιότερη χρήση του σήμερα στην ελληνική αγορά είναι στην κατασκευή εξωτερικών ξύλινων κουφωμάτων.

Πηγές: 2, 3, 19

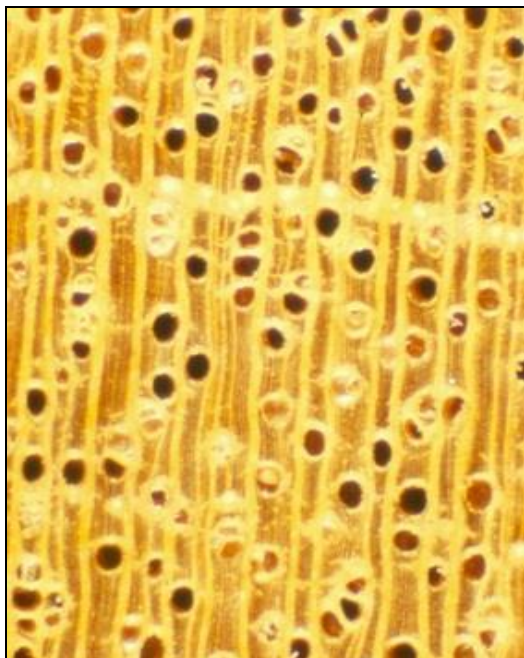
10. Yellow Meranti (*Shorea sp. sub. Richetia*), κν. *yellow meranti*, γ. *lauan*, κίτρινο μεράντι.

Διασπορόπορο. Μέτριοι πόροι, συνήθως μόνοι, ή 2-3 σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 4-9/mm². Ακτίνες (αριθμ. 5-9/mm): 3- έως 6-σειρες, ετεροκύτταρες. Αξονικό παρέγχυμα παρατραχειακό, κυκλικό ή πτερυγοειδές, ή και ενωμένο. Με πολλούς κομμοφόρους αγωγούς εμφανείς. Αρκετοί κρύσταλλοι. Λίγες τυλώσεις εμφανείς. Κιτρινωπό χρώμα.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



Τεχνική περιγραφή: Τροπικό είδος της Ν.Α. Ασίας (Μαλαισία, Ινδονησία, Φιλιππίνες, Μπρουνέι). Το εγκάρδιο ξύλο είναι ανοιχτό κίτρινο ή κίτρινο-καφετί, ενώ μερικές φορές συναντάται με μια πρασινωπή χροιά, που σκουραίνει μετά από έκθεση στον ήλιο. Αντίθετα το σομφό ξύλο, καθότι χλωμότερο στο χρώμα, συναντάται με μία γκριζωπή χροιά. Το συγκεκριμένο ξύλο έχει μέτρια σκληρότητα. Το εν λόγω είδος παρόλο που δεν διαθέτει υψηλή σκληρότητα, θεωρείται πολύ σταθερό, καθότι εμφανίζει αμελητέες διαστασιακές μεταβολές κατά το στάδιο της επεξεργασίας. Το εγκάρδιο ξύλο είναι «ελάχιστα ανθεκτικό». Το σομφό παρουσιάζει ευαισθησία σε προσβολές εντόμων και ειδικά εντόμων *Lyctus*, ενώ είναι μη ανθεκτικό στους θαλάσσιους μικροοργανισμούς. Λόγω της μέτριας πυκνότητας και σκληρότητας, το ξύλο κατεργάζεται εύκολα είτε με μηχανήματα είτε με εργαλεία χειρός. Επίσης επιδέχεται φινιρίσμα και συγκολλείται με ευκολία. Δεν μετακινείται μετά τη συγκόλληση ή μετά τη δημιουργία συνδέσεων. Στην περαιτέρω επεξεργασία του (βίδωμα, τρύπημα) δεν συναντάται καμία δυσκολία. Επίσης, επιδέχεται με ιδιαίτερη ευκολία βαφές και λούστρο. Διαθέτει καλή αντοχή στην στατική κάμψη, στη θλίψη και στην σκληρότητα, ενώ δεν λεκιάζει εύκολα. Το συγκεκριμένο είδος εκτός των άλλων δεν έχει κάποια χαρακτηριστική οσμή. Οι χρήσεις του περιλαμβάνουν: κατασκευές επίπλων, panels, ξυλόφυλλα, κόντρα-πλακέ και ζυλεπενδύσεις.

Πηγές: 2, 3, 19

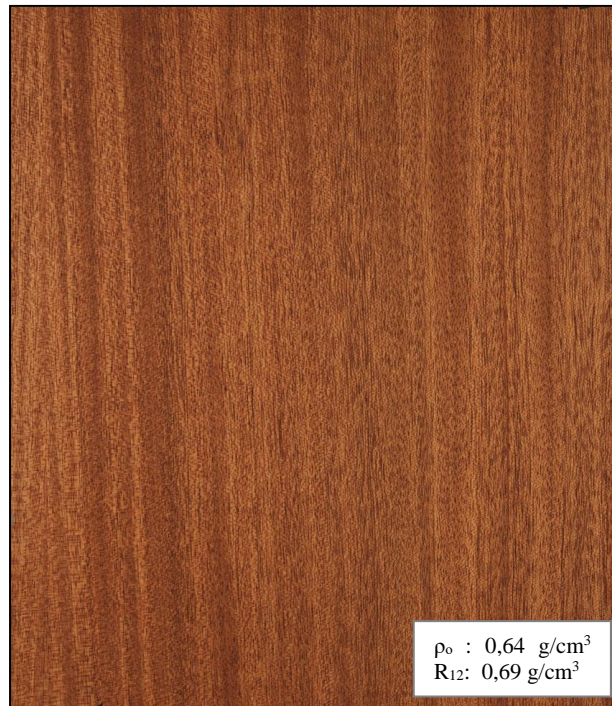
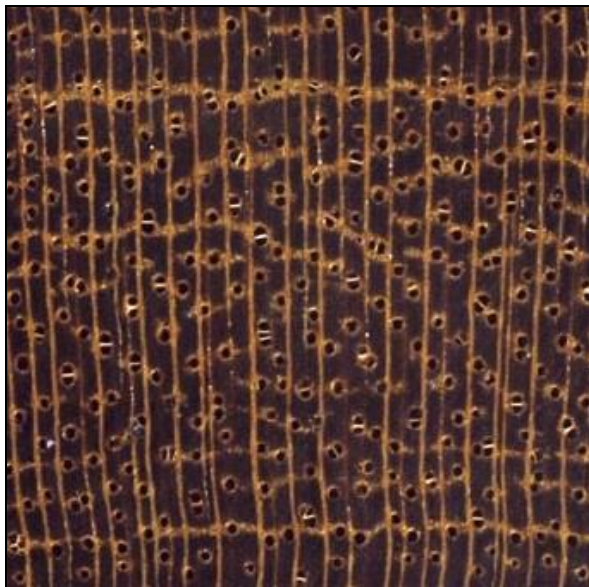
11. **Sapele** (*Entandrophragma cylindricum*), κν. *Sapele*, *Sapelli*, *Sapeli*, *σαπέλε*.

Διασπορόπορο. Μεγάλου μεγέθους πόροι, συνήθως μόνοι ή 2-3 σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 9-16/mm². Ακτίνες (αριθμ. 4-7/mm): 2- έως 5-σειρες, ετεροκύτταρες. Αξονικό παρέγχυμα αποτραχειακό, διάσπαρτο σε ταινιοειδείς γραμμές και οριακό. Λίγο παρατραχειακό (κυκλικό). Με αποθέσεις κοκκινωπού χρώματος. Αρκετοί κρύσταλλοι. Χωρίς αποθέσεις πυριτίου.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 17, 18



Τεχνική περιγραφή: Είδος της τροπικής Αφρικής (σε όλες τις χώρες της δυτικής και κεντρικής Αφρικής). Το εγκάρδιο είναι ρόδινο όταν κόβεται, αλλά μετατρέπεται σε ένα κόκκινο-καφέ ή πορφυρό καφετί χρώμα μετά από την έκθεσή του στον ήλιο. Έχει μέτρια πυκνότητα και αναφέρεται να είναι μέτρια σκληρό. Το ξύλο έχει μέτρια διαστασιακή σταθερότητα και παρουσιάζει μια μέση κινητικότητα μετά την κατασκευή. Το εγκάρδιο ξύλο είναι «μέτρια ανθεκτικό» από άποψη φυσικής διάρκειας και είναι ευάλωτο στις επιθέσεις ξυλοφάγων εντόμων και μικροοργανισμών. Είναι εύκολο στη μηχανική κατεργασία και επεξεργάζεται καλά με όλα τα εργαλεία χειρός. Η κοπή γενικά γίνεται χωρίς δυσκολίες και αμβλύνει ελάχιστα τα κοπτικά μέσα (πλην ξύλου με ανώμαλη δομή). Καρφώνεται και βιδώνεται εύκολα και συγκρατεί καλά τις βίδες και τα καρφιά. Έχει την τάση να σχίζεται και το πλάνισμά του είναι δύσκολο, οπότε χρειάζεται προσοχή. Ανταποκρίνεται επίσης πολύ καλά στο κόλλημα παρά την έκκριση κόμμεος. Επίσης οι διαδικασίες της χάραξης και του τορνέματος διεκπεραιώνονται άνετα, ενώ στο βάψιμο και το φινίρισμα η ανταπόκρισή του είναι καλή. Το ξύλο αναφέρεται να έχει καλή αντοχή σε κάμψη, σε κρούση και σε θλίψη. Οι περισσότερες από τις ιδιότητές του είναι ίδιες μ' εκείνες της οζιάς. Δεν λεκιάζει εύκολα, εκτός αν έρθει σε επαφή με σίδηρο. Έχει χαρακτηριστική μυρωδιά που μοιάζει με αυτή του κέδρου. Ορισμένοι κορμοί με κυματοειδή υφή παράγουν καπλάμα με πολύ υψηλή διακοσμητική αξία. Το Sapele χρησιμοποιείται στην παραγωγή διακοσμητικών καπλαμάδων, και σε ζυλεπενδύσεις, κόντρα-πλακέ, σπανιότερα σε παρκέτα, έπιπλα και μουσικά όργανα.

Πηγές: 2, 3, 19

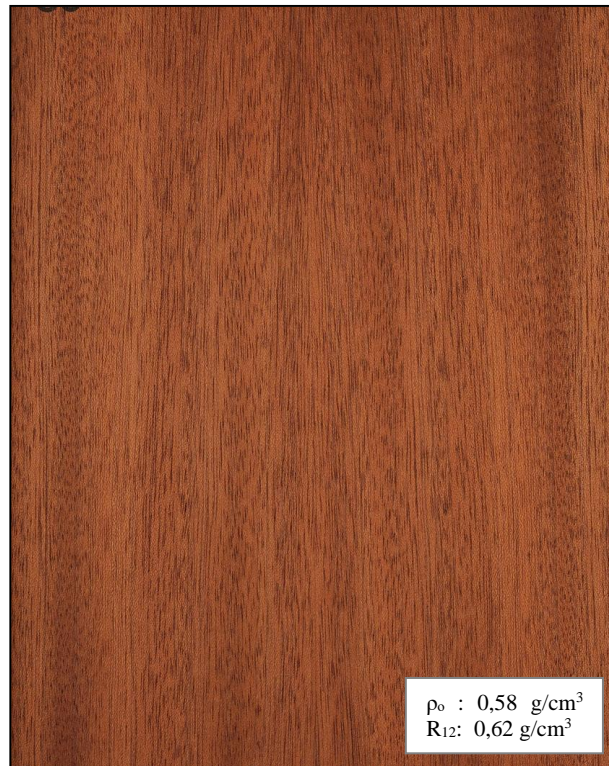
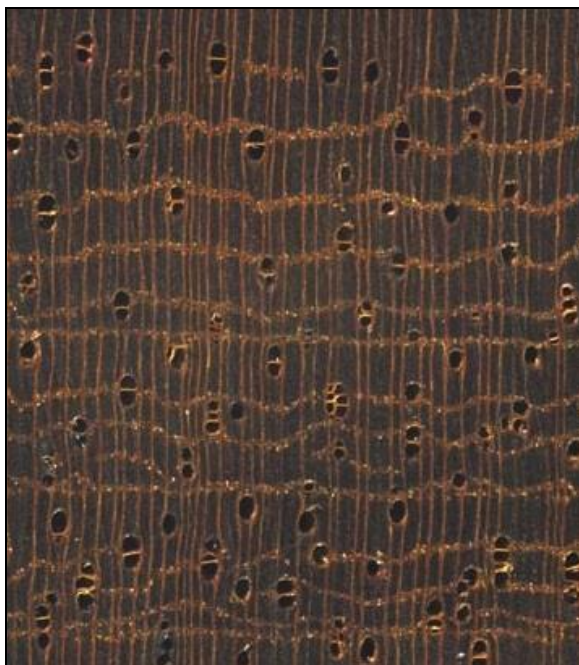
12. **Sipo** (*Entandrophragma utile*), κν. *Sipo*, *Utile*, *Sipo Mahogany*, *σίπο*.

Διασπορόπορο. Πόροι συνήθως σε αθροίσματα των 2 ή 3, σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 3-6/mm². Ακτίνες (αριθμ. 5-7/mm): 2- έως 4-σειρες. Αξονικό παρέγχυμα κυρίως ταινιοειδές, αποτραχειακό (οριακό), ή παρατραχειακό (κυκλικό ή κατά θέσεις). Με πολλές αποθέσεις (εκχυλίσματα) σκούρου κοκκινωπού χρώματος. Αρκετοί κρύσταλλοι. Χωρίς αποθέσεις πυριτίου.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 17, 18



ρ_0 : 0,58 g/cm³
 R_{12} : 0,62 g/cm³

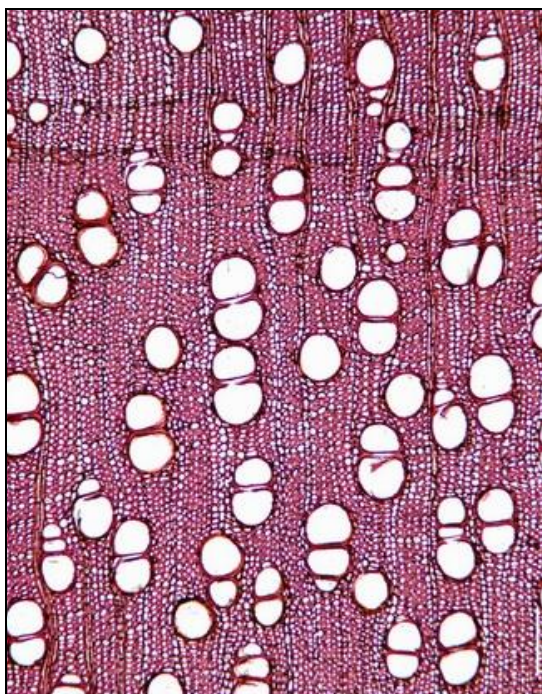
Τεχνική περιγραφή: Τροπικό είδος της δυτικής και της κεντρικής Αφρικής. Το εγκάρδιο ξύλο συναντάται σε ομοιόμορφο κόκκινο χρώμα, ενίοτε σε πορφυρό-καφετί, το οποίο είναι σαφώς οριοθετημένο από το ανοιχτό καφέ σομφό ξύλο. Η πυκνότητά του είναι μέτρια. Το συγκεκριμένο ξύλο δεν θεωρείται ιδιαίτερα σκληρό. Το *Sipo* δεν είναι και τόσο σταθερό μετά την κατεργασία του και δεν διατηρεί ακέραιες τις αρχικές του διαστάσεις. Έχει μια ελαφρά οσμή που μοιάζει με αυτή των ειδών *Juniperus* («κέδρου»). Το εγκάρδιο ξύλο είναι «μετρίως ανθεκτικό». Το σομφό ξύλο παρουσιάζει ευαισθησία όταν εκτίθεται σε προσβολές εντόμων. Η κατεργασία του εν λόγω είδους δεν παρουσιάζει δυσκολίες, εκτός και αν το ξύλο έχει «αντίθετα» νερά. Ωστόσο, στο πλάνισμα δεν είναι ιδιαίτερα εύκολο, αντίθετα το κόλλημα πραγματοποιείται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Εκτός των άλλων, συγκρατεί ικανοποιητικά τα καρφιά και τις βίδες. Η ξήρασή του είναι αρκετά εύκολη όχι όμως ιδιαίτερα γρήγορη και παρουσιάζει μικρές τάσεις στρέβλωσης. Το εγκάρδιο ξύλο δεν επιδέχεται εύκολα εμποτισμό σε αντίθεση με το σομφό. Το *Sipo* έχει καλές μηχανικές ιδιότητες. Ένα βασικό μειονέκτημά του είναι η διαβρωτική επίδραση σε επαφή με μέταλλα. Το *Sipo* είναι εύχρηστο στην επιπλοποιία, ιδιαίτερα στην παραγωγή διακοσμητικών καπλαμάδων, αντικολλητών και ζυλεπενδύσεων, και σπανιότερα δαπέδων και τορνευτών.

Πηγές: 2, 3, 19

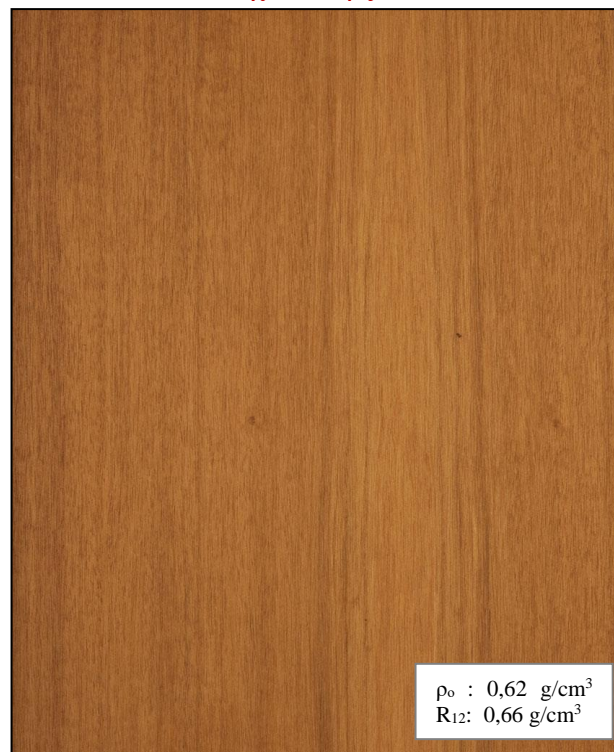
13. **Beté** (*Mansonia altissima*), κν. *Beté*, *Mansonia*, «αφρικανική καρυδιά».

Διασπορόπορο. Πόροι, μόνοι ή σε ομάδες των 2-3 σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 20-40/mm². Ακτίνες (αριθμ. 7-9/mm): 2- έως 4-σειρες. Χωρίς αποθέσεις πυριτίου. Αξονικό παρέγχυμα αποτραχειακό, διάσπαρτο σε ασυνεχείς γραμμές. Μοιάζει με την καρυδιά.

Εγκάρσια τομή



Σχεδίαση ξύλου



Πηγές: 15, 18

Τεχνική περιγραφή: Τροπικό είδος της δυτικής και της κεντρικής Αφρικής. Το εγκάρδιο ποικίλλει από κίτρινο-καφέ μέχρι σκοτεινό γκριζο-καφέ προς μωβ. Το πορφυρό του χρώμα αναφέρεται να εξασθενεί μετά από παρατεταμένη έκθεση στον ήλιο. Το ξύλο αναφέρεται να είναι αρκετά σκληρό, με μέτρια διαστασιακή σταθερότητα και με μικρή κινητικότητα μετά την κατασκευή. Είναι «πολύ ανθεκτικό» στους μύκητες (class 1) και «ανθεκτικό» στους τερμίτες, δεν είναι όμως κατάλληλο για χρήσεις σε επαφή με το έδαφος. Έχει μέτρια σκληρότητα και μέτρια πυκνότητα. Είναι σχετικά εύκολο στη μηχανική κατεργασία και επεξεργάζεται πολύ καλά με όλα τα εργαλεία χειρός. Η κοπή του δεν παρουσιάζει δυσκολίες, ενώ αμβλύνει μέτρια τα κοπτικά μέσα. Καρφώνεται, βιδώνεται και κολλιέται χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα και δεν λεκιάζει. Ανταποκρίνεται πολύ καλά στις διαδικασίες της χόραξης, του πλανίσματος, του τρνέματος και του φινιρίσματος δίνοντας εξαιρετικά αποτελέσματα. Το ξύλο αναφέρεται να έχει υψηλή αντοχή σε κάμψη, μέση αντοχή σε κρούση και υψηλή αντοχή σε θλίψη. Επίσης παρουσιάζει διάβρωση δημιουργώντας κάποιες φορές προβλήματα όταν έρθει σε επαφή με μέταλλα. Η λεπτή σκόνη που παράγεται από τις διαδικασίες κατεργασίας του είναι εξαιρετικά ενοχλητική, ειδικά όταν εισπνέεται. Περιέχει την ουσία mansonin. Η χρήση μασκών στην κατεργασία του είναι απαραίτητη. Χρησιμοποιείται σήμερα στις κατασκευές γραφείων και επίπλων και κυρίως στην παραγωγή διακοσμητικών καπλαμάδων· συχνά στην αγορά πωλείται ως «καρυδιά» εξαιτίας της ομοιότητάς του με το ελληνικό γνήσιο είδος της καρυδιάς *Juglans*.

Πηγές: 2, 3, 19

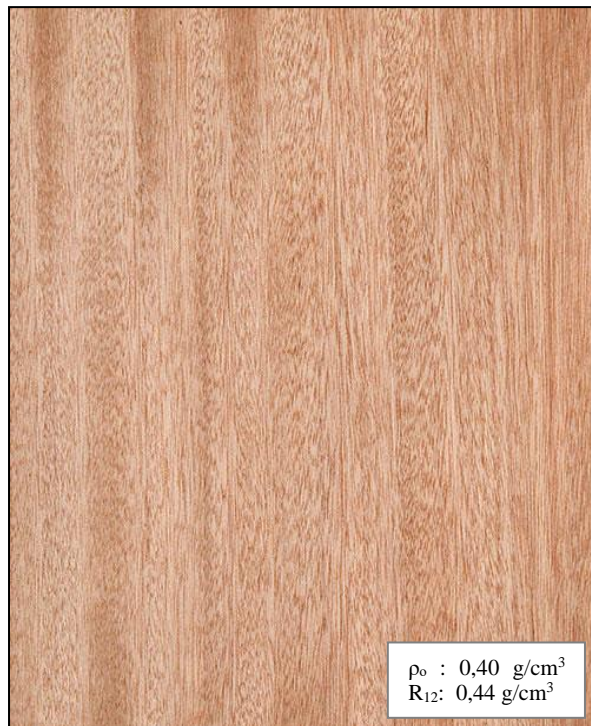
14. **Okoumé** (*Aucoumea klaineana*), κν. *Okoumé*, Gaboon, οκουμέ.

Διασπορόπορο. Πόροι σε ομάδες των 2-3 σε ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 6-16/mm². Αρκετές τυλώσεις. Ακτίνες (αριθμ. 5-9/mm), κυρίως 2- ή 3-σειρες. Με έντονες αποθέσεις πυριτίου (Si) στα ακτινικά κύτταρα. Σπάνιο το αζονικό παρέγχυμα, ή παρατραχειακό κατά θέσεις.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 15, 18



ρ_0 : 0,40 g/cm³
R₁₂: 0,44 g/cm³

Τεχνική περιγραφή: Τροπικό είδος της δυτικής και της κεντρικής Αφρικής. Το εγκάρδιο είναι ροζ προς ανοιχτό καφέ, ιδιαίτερα όταν είναι φρεσκοκομμένο, ενώ με την πάροδο του χρόνου γίνεται κόκκινο-καφέ. Το σομφό και το εγκάρδιο δεν ξεχωρίζουν σαφώς μεταξύ τους. Οι ίνες είναι ευθείες ή συστρεφόμενες χωρίς να σχηματίζουν κάποια ιδιαίτερη μορφή, παρ' ότι παρατηρούνται ελαφρές ακανόνιστες ραβδώσεις στις επιφάνειες. Δεν έχει κάποια ξεχωριστή οσμή. Οι επιφάνειες του είναι συνήθως γυαλιστερές. Παρ' ότι είναι μαλακό, πριονίζεται δύσκολα και προκαλεί άμβλυνση των εργαλείων. Η κατεργασία είναι σχετικά ικανοποιητική, διότι οι συστρεφόμενες ίνες (και βλ. ενώσεις πυριτίου) προκαλούν ζημιές στα εργαλεία και τα κοπτικά μέσα. Ξηραίνεται καλά χωρίς σημαντική φθορά, αλλά μπορεί να στρεβλώσει. Καλό θα είναι να χρησιμοποιηθεί κάλυψη, για να αποφευχθεί η αποσύνθεση. Για να βαφεί και να καλυφθεί με βερνίκι θα πρέπει πρώτα να γυαλιστεί και να χρησιμοποιηθεί γόμωση, για να γίνει λεία η επιφάνεια. Συγκρατεί καλά καρφιά και βίδες. Τεμαχίζεται εύκολα σε ξυλόφυλλα, αλλά η ποιότητα του ποικίλει. Η μηχανική αντοχή του εξαρτάται από την προέλευση. Μπορεί να συγκολληθεί καλά, όμως εμποτίζεται δύσκολα. Είναι «ελάχιστα ανθεκτικό» σε μύκητες και τερμίτες, και «ανθεκτικό» σε έντομα (*dry borers*). Χρησιμοποιείται σε ελαφρές κατασκευές, για έπιπλα, κυρίως για ξυλόφυλλα και αντικολλητά, σε μέρη οχημάτων, σε εσωτερικές επενδύσεις, μουσικά όργανα και παιχνίδια, ενώ συναντάται και σε κιβώτια και ξυλόγλυπτα.

Πηγές: 2, 3, 19

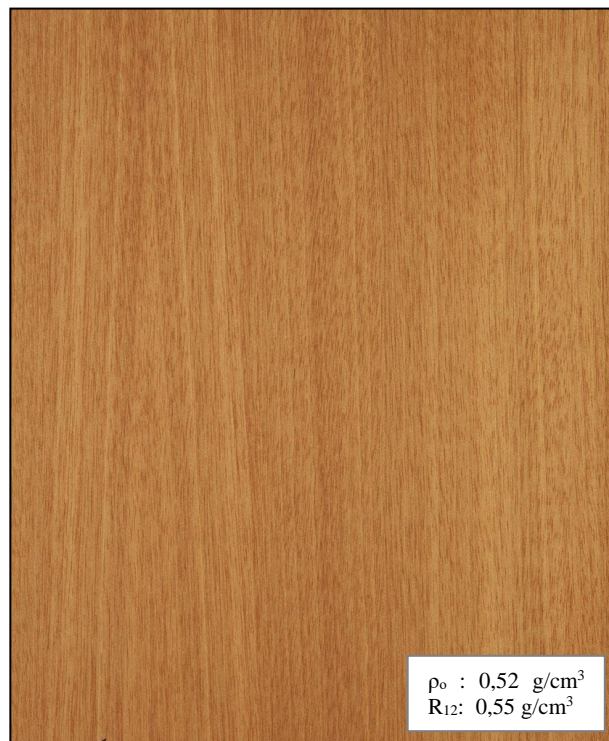
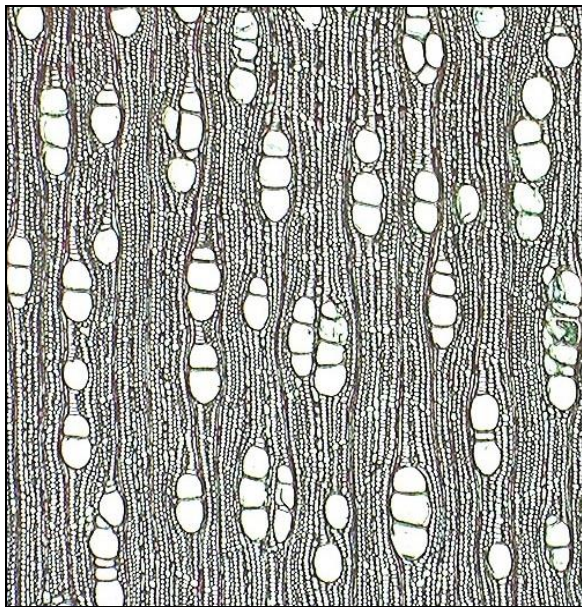
15. **Aniegre ή Anigre** (*Aningeria sp.*), κν. *Anigre, Anigré, Aniegre, Aningeria, ανιγκρέ.*

Διασπορόπορο. Πόροι σε ομάδες των 2-3 και σε αλυσίδες των 3-5 με καθαρή ακτινική διάταξη. Αριθμός πόρων: 14-20/mm². Ακτίνες (αριθμ. 7-12/mm), κυρίως 2- έως και 4-σειρες. Με έντονες αποθέσεις πυριτίου (Si) στις ακτίνες. Ταινιοειδές αζονικό παρέγχυμα: οριακό ή σχεδόν οριακό.

Εγκάρσια τομή

Σχεδίαση ξύλου

Πηγές: 17, 18



Τεχνική περιγραφή: Τροπικό είδος της Αφρικής, κυρίως της ανατολικής. Το εγκάρδιο ξύλο είναι χλωμό ρόδινο ή καφέ-κόκκινο, που σκουραίνει ελαφρώς με την έκθεση στον ήλιο ή στο φως λόγω φωτοευαισθησίας. Το ξύλο αναφέρεται ότι μοιάζει στην εμφάνιση με αυτό της σημύδας. Έχει χαμηλή έως μέτρια σκληρότητα. Παρόλο που δεν είναι αρκετά σκληρό, η σταθερότητά του κυμαίνεται από μέτρια έως καλή. Το εγκάρδιο είναι «ελάχιστα ανθεκτικό» σε φυσική διάρκεια και είναι «ευάλωτο» στην επίθεση από μύκητες και τερμίτες. Λόγω μέτριας σκληρότητας, το ξύλο κατεργάζεται εύκολα είτε με μηχανήματα, είτε με εργαλεία χειρός αμβλύνοντας μέτρια τα κοπτικά μέσα (βλ. Si). Συγκολλείται χωρίς δυσκολία και δεν μετακινείται μετά τη συγκόλληση ή μετά τη δημιουργία συνδέσεων. Στη συντήρησή του δεν δημιουργούνται προβλήματα, ενώ η διαδικασία του βιδώματος και του τρυπήματος γίνεται εύκολα και γρήγορα. Επιδέχεται άνετα φινιρίσμα με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Έχει μέτρια αντοχή σε στατική κάμψη, επίσης μέτρια αντοχή σε θλίψη και σε σκληρότητα, ενώ ένα μειονέκτημα που παρουσιάζει είναι ότι λεκιάζει σχετικά εύκολα. Η μυρωδιά του μοιάζει κάπως με αυτή του «κέδρου» χωρίς να είναι πολύ έντονη. Λόγω της εύκολης κατεργασίας, χρησιμοποιείται αρκετά συχνά στην επιπλοποιία, ενώ χρησιμοποιείται και στην κατασκευή πατωμάτων και επίπλων. Περισσότερο χρησιμοποιείται για την κατασκευή καπλαμάδων και επενδύσεων σε έπιπλα και επιφάνειες.

Πηγές: 2, 3, 19

ΓΛΩΣΣΑΡΙ

Άβακας (*torus*): το κεντρικό τμήμα (*μεμβράνη*) σε αποφραγμένα βοθρία του ξύλου.

Αγγεία (*vessels*): βλ. μέλη αγγείων ή πόροι.

Ακτινική τομή (*radial section*): είναι η τομή (κατεύθυνση) του ξύλου, που προκύπτει από τομή που γίνεται *πάνω* στις ακτίνες, δηλ. στη διεύθυνση εντεριώνης – φλοιού. Η κατεύθυνση αυτή λέγεται και *ισόβενη*, διότι απεικονίζονται σε αυτή σχεδόν παράλληλες, λεπτές επιμήκεις γραμμές (βλ. *ισόβεννα νερά*).

Άμυλο (*starch, amyllum*): πολυσακχαρίτης που απαντάται στο ξύλο, κυρίως στα παρεγγυματικά κύτταρα. Αποτελεί κύριο *φωτοσυνθετικό* υλικό (*photosynthetic*) και σε ξηρό ξύλο βρίσκεται αποθηκευμένο σε κύτταρα του αξονικού παρεγγύματος, σε πολύ μικρές ποσότητες (<1%).

Ακτίνες (*rays*): ονομάζονται *εντεριόνιες ακτίνες* και ξεκινούν από την εντεριόνη και κατευθύνονται προς τον φλοιό. Εμφανείς «*γραμμές*» στην εγκάρσια τομή του ξύλου, που αποτελούνται από *ακτινικά* παρεγγυματικά κύτταρα, στο ακτινικό σύστημα του δένδρου (*radial system*), υπεύθυνες για τη μηχανική συνοχή του κορμού, τη μεταφορά των βιοχημικών ουσιών και συχνά για την αποθήκευση των θρεπτικών ουσιών στο δένδρο. Ανάλογα με τον αριθμό κυττάρων από τα οποία δομούνται (στη διάμετρο) διαχωρίζονται σε: *μονόσειρες, δίσειρες, τρίσειρες, τετράσειρες* και *πολύσειρες* ακτίνες.

Ακτινικό παρέγγυμα (*axial parenchyma*): ιστός παρεγγυματικών κυττάρων που υπάρχει στο οριζόντιο σύστημα της δομής του ξύλου και συγκροτεί τις εντεριόνιες ακτίνες.

Ανανεώσιμα υλικά (*renewable materials*): φυσικά υλικά, όπως ξύλο, μη πετροχημικά, *οικολογικά* και συνεχώς παραγόμενα στον πλανήτη, που *δεν προκαλούν μόλυνση ή ρύπανση* και δεν εξαντλούνται με το πέρασμα του χρόνου. Π.χ. το ξύλο είναι ένα ανανεώσιμο υλικό, και αυτό αποτελεί και το μεγαλύτερο πλεονέκτημά του σε σύγκριση με τα περισσότερα από τα λοιπά ανταγωνιστικά υλικά.

Αξονικές τραχειΐδες (*axial tracheids*): βλ. και τραχειΐδες. Τα κύτταρα τραχειΐδων που βρίσκονται στο *οριζόντιο σύστημα* δομής των κωνοφόρων ξύλων, και διατάσσονται παράλληλα με την κατεύθυνση του κορμού. Είναι τα κυριότερα κύτταρα των κωνοφόρων (90-95% του όγκου τους), επιμήκη και ινόμορφα, με μήκος έως και 5-6 mm. Έχουν στηρικτικό και αγωγό ρόλο στα κωνοφόρα είδη.

Αξονικό παρέγγυμα (*axial parenchyma*): ιστός παρεγγυματικών κυττάρων που υπάρχει στο αξονικό (κάθετο) σύστημα της δομής του ξύλου. Αποτελεί ιστό με σημαντικές βιολογικές λειτουργίες στο ζωντανό δένδρο. Διαχωρίζεται, ανάλογα με την διάταξη του σε παρέγγυμα *παρατραχειακό* και *αποτραχειακό*. Βλ. αναλυτικά στις Εικ. Π3.3 και Π3.4.

Αποτραχειακό παρέγγυμα (*apotracheal parenchyma*): το αξονικό παρέγγυμα που βρίσκεται μακριά από τα *αγγεία* (πόρους). Διαχωρίζεται ανάλογα με την διάταξη σε παρέγγυμα *αποτραχειακό: διάσπαρτο, διάσπαρτο σε ασυνεχείς γραμμές, ταινιοειδές* και *οριακό* (βλ. αναλυτικά Εικ. Π3.4).

Αυξητικοί δακτύλιοι (*growth rings*): το εξωτερικό μέρος του ξυλώματος στον κορμό, που έχει συνήθως ανοιχτότερο χρώμα. Βρίσκεται μεταξύ εγκάρδιου ξύλου και καμβίου. Το ξύλο αυτό είναι το «*λειτουργικό μέρος*» όταν βρίσκεται ακόμα στο ζωντανό δένδρο και συμμετέχει στις λειτουργίες του. Οι δακτύλιοι αυτοί δεν πρέπει να ονομάζονται ετήσιοι.

Βιομάζα (*biomass*): το βιολογικό λιγνοκυτταρινικό υλικό (*lignocellulosic*) το οποίο παράγεται κυρίως από τους φυτικούς οργανισμούς (βλ. δένδρα, θάμνους, φυτά, βρύα, λειχήνες κ.α.) διαμέσου της

φωτοσύνθεσης. Ειδικά για τα δένδρα, λέγεται και *ξυλώδη βιομάζα* όταν αναφέρεται στο μέρος εκείνο της βιομάζας που αποτελείται από αξιοποιήσιμη *ξυλώδη ύλη*.

Βοθρία (*pits*): ασυνέχειες στο δευτερογενές τοίχωμα του ξύλου. Είναι σαν «οπές» μεταξύ των ξυλωδών κυττάρων, που βοηθούν στην επικοινωνία των κυττάρων μεταξύ τους και τη μεταφορά ουσιών στο ζωντανό δένδρο. Τα βοθρία αποτελούνται από συγκεκριμένα μέρη, και υπάρχουν στα είδη ξύλου τρεις διακριτοί τύποι (απλά, αλωφόρα και ημιαλωφόρα βοθρία). Απαντώνται συνήθως σε ζεύγη (δύο μαζί).

«**Βροχή**»: ιδιαίτερη πολύ χαρακτηριστική *σχεδίαση* που απαντάται στην *οξιά* στην ακτινική κατεύθυνση. Λέγονται και «*νερά βροχής*» και έχουν αισθητική αξία (σημ. απαντάται και σε άλλα είδη).

Δακτυλιόπορα είδη (*ring-porous*): κατηγορία των πλατυφύλλων ειδών ξύλου, που η δομή τους ξεχωρίζει από την ύπαρξη μεγάλων πόρων (αγγείων) στο πρώιμο ξύλο και πολύ μικρότερων πόρων στο όψιμο ξύλο, π.χ. λευκή δρυς, κόκκινη δρυς, καστανιά, φράξος, ακακία, φτελιά, μουριά κ.α.

«**Δαντέλα**»: ιδιαίτερη και σπάνια, χαρακτηριστική *σχεδίαση* που απαντάται στο *πλατάνι* στην ακτινική κατεύθυνση. Αυτή η σχεδίαση απαντάται και σε άλλα είδη (βλ. οξιά, κλήθρα, σφενδάμι κ.α.).

Δευτερογενές τοίχωμα (*secondary wall*): το βασικό τοίχωμα στη δομή του ξύλου, που αποτελείται από κυτταρίνη (ινίδια) και το σύμπλοκο λιγνίνης και ημικυτταρινών. Αποτελείται από τρεις διαφορετικές στρώσεις: την S₁, την S₂ (η κυριότερη στρώση από όλες), και την S₃.

Διασπορόπορα είδη (*diffuse-porous*): η μεγαλύτερη κατηγορία των πλατυφύλλων ειδών ξύλου, που η δομή τους χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πόρων (αγγείων) ομοιόμορφου μεγέθους, που βρίσκονται διάσπαρτοι στο πρώιμο και όψιμο ξύλο, π.χ. οξιά, λεύκη, σφενδάμι, φλαμούρι, ελιά, σημύδα, κ.α.

Διάταξη πόρων (*pores arrangement*): τύποι διάταξης με την οποία διατάσσονται οι πόροι (*αγγεία*) στην εγκάρσια τομή των πλατυφύλλων ξύλων. Ανάλογα με την διάταξη, οι πόροι μπορεί να διαχωρίζονται: *i. μόνοι* (*solitary*), *ii. σε αθροίσματα των 2-3* (*in multiples*), *iii. σε αλυσίδες των 4-8* (*in chains*), *iv. σε διαγώνιες σειρές* (*in diagonal rows*), *v. σε ομάδες* (*in clusters*), και *vi. σε εφαπτομενικές ζώνες* (*in tangential bands*). Βλ. αναλυτικά στην Εικ. Π3.2.

Δίσειρη ακτίνα (*biseriate ray*): η ακτίνα, που κατά πλάτος, αποτελείται από δύο σειρές κυττάρων.

Δομή ξύλου (*wood structure*): επιστημονικό πεδίο της επιστήμης ξύλου (*wood science*), που μελετά την *αρχιτεκτονική σύνθεση* της μικροσκοπικής και υπομικροσκοπικής δομής του ξύλου των δένδρων. Η δομή του ξύλου απαιτεί γνώσεις βιολογίας, φυσικής και χημείας (ενόργανης) και αποκαλύπτει την πολύπλοκη συγκρότηση των ξυλωδών ιστών, το ρόλο, τη λειτουργία και τη σημασία τους. Τα χαρακτηριστικά που αναδεικνύονται στη συνέχεια βοηθούν και στην αναγνώριση (*ταυτοποίηση*) των ειδών.

Εγκάρδιο ξύλο (*heartwood*): το κεντρικό μέρος του ξυλώματος στον κορμό, που έχει συνήθως σκούρο χρώμα. Βρίσκεται αμέσως μετά την εντεριώνη. Το ξύλο αυτό είναι το «*μη λειτουργικό μέρος*» όταν βρίσκεται ακόμα στο ζωντανό δένδρο και *δεν* συμμετέχει στις λειτουργίες του. Σε ένα ζωντανό δένδρο, το εγκάρδιο ξύλο έχει «*αποσυρθεί*» από την ενεργό δράση και λειτουργία και είναι συνήθως γεμάτο συντηρητικές ουσίες που λέγονται *εκχυλίσματα*. Είναι πάντα σκληρότερο και βαρύτερο, σε σύγκριση με το σομό ξύλο, έχει πολύ σκουρότερους χρωματισμούς και πάντοτε περιέχει λιγότερη υγρασία.

Εκχυλίσματα (*extractives*): συνοδές ουσίες, κυρίως οργανικές ενώσεις κατά κανόνα *προστατευτικές* του ξύλου που του προσδίδουν χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα, την οσμή, τη φυσική διάρκεια και τη βιολογική ανθεκτικότητα έναντι μυκήτων και εντόμων. Ορισμένες εξ' αυτών είναι *τοξικές* (ειδικά στα τροπικά είδη) και αποτελούν χημικά τις πλέον πολύτιμες ουσίες του ξύλου με πλήθος εφαρμογών στην

εποχή μας (φάρμακα, χημικά σκευάσματα, αρώματα κ.α.). Λέγονται *εκχυλίσματα*, διότι μπορούν να εκπλυθούν (*εκχυλιστούν*) από το ξύλο μετά εκχύλιση με *διαλύτες*. Παράγονται από ζωντανά κύτταρα (στα όρια σομφού-εγκάρδιου) και τοποθετούνται στους κενούς χώρους του εγκάρδιου ξύλου για προστατευτικό σκοπό, για μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και άλλες βιολογικές διεργασίες.

Εντεριώνη (*pith*): το κεντρικό μέρος στον κορμό του δένδρου, μετά το εγκάρδιο ξύλο. Η εντεριώνη είναι σαν μία *κουκίδα* σχεδόν στο κέντρο, που συνήθως δεν είναι στέρεα και έχει κάποιο σχήμα, π.χ. κυκλική, τριγωνική, αστεροειδής κ.α. Δεν είναι συμπαγές ξυλώδες τμήμα του κορμού, αποπίπτει εύκολα, και αποτελεί *σφάλμα δομής* στα παραγόμενα πριστά και ξυλοτεμάχια.

Εφαπτομενική τομή (*longitudinal section*): είναι η τομή (κατεύθυνση) του ξύλου, που προκύπτει από τομή που γίνεται εφαπτομενικά στους αυξητικούς δακτυλίους. Η κατεύθυνση αυτή λέγεται και *φαρδύβενη*, διότι απεικονίζονται σε αυτή *παραβολοειδείς γραμμές* (βλ. *φαρδύβεννα νερά*).

Ημιδιασπορόπορα είδη (*semi-diffuse porous*): μικρή κατηγορία πλατυφύλλων ειδών ξύλου, που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μέτριων, μικρών και πολύ μικρών πόρων (αγγείων) στη δομή τους χωρίς μια συγκεκριμένη διάταξη, λ.χ. καρυδιά, πουρνάρι, teak δασικών φυτειών (*plantations*), κ.α. Λέγονται επίσης και ημιδακτυλιόπορα είδη (*semi-ring porous*).

Ίνες (*fibres*): ο κυριότερος τύπος ξυλωδών κυττάρων που απαντώνται μόνο στη δομή των πλατύφυλλων ξύλων (περίπου 50% του συνολικού όγκου). Είναι κύτταρα ινόμορφα, πολύ λεπτά (πάχους 0,001-0,05 mm), με μήκος 1 έως 2 mm και κλειστά άκρα, που έχουν μηχανικό και στηρικτικό ρόλο.

Ισόβεννα νερά: η σχεδίαση ή «*τα νερά*» του ξύλου στην ακτινική τομή. Τα αντίστοιχα ξυλοτεμάχια ή πριστά, με ισόβεννα νερά λέγονται *ακτινικής κοπής* (*quartersawn*).

Κάμβιο (*wood cambium*): ζώνη γνωστή και ως *καμβιακή ζώνη*, μεταξύ εσωτερικού φλοιού και σομφού ξύλου, που αποτελείται από *μεριστωματικά κύτταρα* υπεύθυνα για τη συνεχή αναπαραγωγή νέων κυττάρων ξύλου και κυττάρων φλοιού στα δένδρα. Το κάμβιο δημιουργεί συνεχώς δύο τύπους κυττάρων (*i. τα αρχικά κυττάρων ή καμβιακά, ii. τα αρχικά ακτίνων*).

Κομμοφόροι αγωγοί (*gum canals*): αγωγοί όπως οι ρητινοφόροι αγωγοί, που απαντώνται όμως στη δομή των πλατύφυλλων ξύλων και περιέχουν (μεταφέρουν) ποσότητες κόμμεος (*gum*).

Καυσόξυλα (*firewood*): ξυλεία που χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη για θερμαντικούς και άλλους σκοπούς. Τα καυσόξυλα, ή αλλιώς *καυσοξυλεία*, έχουν σχήματα περίπου κυλινδρικά και μικρά μήκη. Στις φτωχές χώρες του πλανήτη, το μεγαλύτερο (80-90%) μέρος της υλοτομούμενης ξυλείας χρησιμοποιείται ως *καύσιμη ύλη* (δηλ. κυρίως ως καυσόξυλο και ξυλοκάρβουνο).

Κορμός (*stem*): το κυρίως κυλινδρικό μέρος του δένδρου που αποτελείται από το ξύλωμα (ξύλο) και τον φλοιό. Ο κορμός ουσιαστικά είναι το μέρος του όλου δέντρου όταν αυτό αποκλαδωθεί και απομακρυνθούν όλα τα κλαδιά και τα φύλλα. Οι κορμοί πρέπει τάχιστα να αποφλοιώνονται και να οδηγούνται προς πρίση (κοπή), με σκοπό την άμεση ξήρανση του ξύλου (φυσική ή τεχνητή).

Κυτταρικές κοιλότητες (*cell lumina*): οι κοιλότητες που υπάρχουν στα ξυλώδη κύτταρα, οι οποίες είτε είναι άδειες εντελώς, είτε φέρουν χυμώδη υγρά και θρεπτικές ουσίες που μετακινούνται, είτε υγρασία στο ζωντανό δένδρο, είτε μπορεί να έχουν «*μπλοκαριστεί*» από ουσίες βλ. *εκχυλίσματα*.

Κυτταρίνη (*cellulose*): η κυριότερη ένωση και το βασικότερο πολυμερές του ξύλου. Απαντάται στους ξυλώδεις ιστούς μαζί με τη λιγνίνη και τις ημικυτταρίνες, και δομεί τα κυτταρικά τοιχώματα (*cell walls*) του ξύλου. Είναι πολυσακχαρίτης (*polysaccharide*) με βασική μονάδα δόμησης τη γλυκόζη (*glucose*).

Κωνοφόρα δένδρα (*conifers*): δένδρα που από βοτανικής άποψης ανήκουν στην κλάση *Γυμνόσπερμα*, λ.χ. πεύκα, έλατο, ερυθρελάτη, λάρικα, κέδρος, κ.α. Η ξυλεία κωνοφόρων (*softwoods*) είναι πολύ σημαντική από οικονομικής άποψης αφού χρησιμεύει για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων δομικής και επικολλητής ξυλείας, καθώς και χαρτιού-χαρτοπολτού. Τα ξύλα αυτά λέγονται *κωνοφόρα ξύλα*.

Λιγνίνη (*lignin*): βασικό πολυμερές του ξύλου, φαινολικής σύνθεσης και όχι πολυσακχαρίτης. Απαντάται σε μεγάλο ποσοστό στη μεσοκυττάρια στρώση και δρα ως «*συγκολλητική ουσία*» των ξυλωδών κυτταρινικών ινών.

Μεγεθυντικός φακός (*hand lens*): φακός που μεγενθύνει τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά. Μπορεί ο φακός αυτός, μετά από καθαρή τομή, να βοηθήσει στην *αποτύπωση* των χαρ/κών του ξύλου.

Μέλη αγγείων (*vessel members, vessel segments*): τύπος ξυλωδών κυττάρων που απαντώνται στη δομή των πλατύφυλλων ξύλων. Είναι αγωγά κύτταρα που μεταφέρουν ουσίες στο ζωντανό δένδρο και έχουν μορφή σωλήνα. Πολλά μέλη αγγείων ενώνονται όλα μαζί και σχηματίζουν ένα *αγγείο* (*vessel*).

Μεσοκυττάρια στρώση (*middle lamella*): η ενδιάμεση στρώση μεταξύ των κυτταρικών τοιχωμάτων.

Μικροϊνίδια (*microfibrils*): δομικές μονάδες από αλυσίδες κυτταρίνης, που δομούν το πρωτογενές και το δευτερογενές τοίχωμα των ξυλωδών κυττάρων. Η μικρότερη δομική μονάδα στα ξυλώδη κύτταρα.

Μονόσειρη ακτίνα (*uniseriate ray*): η ακτίνα, που κατά πλάτος, αποτελείται από μία σειρά κυττάρων.

«**Νερά**»: η σχεδίαση του ξύλου στην ακτινική ή την εφαπτομενική τομή (βλ. σχεδίαση).

Ξυλώδη κύτταρα (*wood cells*): τα κύτταρα που δομούν το ξύλο. Κάθε *ξυλώδης κύτταρο* έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά: i) δεν έχει πρωτοπλάστες, και ii) συγκροτείται από κυτταρικό τοίχωμα (*cell wall*), κυτταρική κοιλότητα (*lumen*) και μεσοκυττάρια στρώση (*middle lamella*).

Όσμη (*odour*): φυσικό χαρακτηριστικό του ξύλου, δηλ. η μυρωδιά του που οφείλεται κυρίως στα *πτητικά εκχυλίσματά* του (δηλ. ουσίες που εύκολα εξαερώνονται σε κανονικές συνθήκες περ/ντος).

Όψιμο ξύλο (*latewood*): μέρος του ξύλου εντός του κάθε αυξητικού δακτυλίου, δηλ. το μέρος των ξυλωδών κυττάρων που δημιουργούνται την κύρια αυξητική περίοδο, δηλ. κάθε καλοκαίρι. Λέγεται και *θερινό ξύλο* και είναι πάντοτε βαρύτερο σε σύγκριση με το πρώιμο (εαρινό) ξύλο.

Παρατραχειακό παρέγχυμα (*paratracheal parenchyma*): το αξονικό παρέγχυμα που βρίσκεται κοντά ή δίπλα στα *αγγεία* (πόρους). Διαχωρίζεται ανάλογα με την διάταξη σε παρέγχυμα παρατραχειακό: *κατά θέσεις, μονόπλευρο, κυκλικό, πτερυγοειδές, κυκλικό προς πτερυγοειδές, πτερυγοειδές ενωμένο, ταινιοειδές* και ορισμένα άλλα σπανιότερα (βλ. Εικ. Π3.3).

Παρεγχυματικά κύτταρα (*parenchyma cells*): τύπος ξυλωδών κυττάρων που συγκροτούν το παρεγχυμα, και απαντώνται στα κωνοφόρα και στα πλατύφυλλα ξύλα. Χρησιμεύουν κυρίως για αποθηκευτικούς σκοπούς (βλ. λιπίδια, άμυλο), ή δομούν τις εντερώνιες ακτίνες. Χωρίζονται σε *ακτινικά* και *αξονικά* παρεγχυματικά κύτταρα. Το αξονικό παρέγχυμα έχει *διάταξη* που είναι αναγνωρίσιμη.

Πλατύφυλλα δένδρα (*angiosperms*): δένδρα που έχουν «*πλατιά*» φύλλα, και από βοτανικής άποψης ανήκουν στην κλάση *Αγγειόσπερμα*, π.χ. δρύες, οξιά, καστανιά, φτελιά, καρυδιά, φράξος, σφενδάμι, σημύδα, ελιά, κ.α. Η ξυλεία πλατύφυλλων (*hardwoods*) απαντάται σε μεγαλύτερη ποικιλία ειδών και ποιοτήτων, και επίσης συμπεριλαμβάνει και τα περισσότερα από τα τροπικά είδη (*tropical timbers*) που είναι πολύτιμα, με πολλές εφαρμογές και χρήσεις. Τα ξύλα αυτά λέγονται και *πλατύφυλλα ξύλα*.

Πόροι (pores): οπές που διακρίνονται στην εγκάρσια τομή όλων των πλατύφυλλων ξύλων. Ουσιαστικά είναι ξυλώδη κύτταρα που λέγονται *αγγεία* και φαίνονται σαν οπές (βλ. μέλη αγγείων).

Προϊόντα ξύλου (wood products): τα προϊόντα που προέρχονται σήμερα από το ξύλο είτε με μηχανική είτε με χημική κατεργασία ή επεξεργασία, λ.χ. καυσόξυλα, ξυλάθρακες, πριστή ξυλεία, έπιπλα, αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτί και χαρτοπολτός, ρετσίνι κ.α.

Πρώιμο ξύλο (earlywood): μέρος του ξύλου εντός του κάθε αυξητικού δακτυλίου. Το μέρος των ξυλωδών κυττάρων που δημιουργούνται στην αρχή της αυξητικής περιόδου, δηλ. κάθε άνοιξη. Λέγεται *εαρινό* ξύλο και είναι πάντοτε αραιότερο και ελαφρύτερο σε σχέση με το όψιμο ξύλο.

Ρητινοφόροι αγωγοί (resin canals, resin ducts): αγωγοί που δεν αποτελούν ξεχωριστό τύπο ξυλωδών κυττάρων, και που απαντώνται μόνο σε ορισμένα κωνοφόρα είδη π.χ. *πέυκα*, *ερυθρελάτη*, *ψευδοτσούγκα*, *λάρικα*. Θεωρούνται ότι καταλαμβάνουν κενά ή κενούς χώρους στη δομή του ξύλου και ως αγωγή στοιχεία, είναι υπεύθυνα για τη μεταφορά ρετσινιού (*ρητίνης*) είτε αζονικά είτε ακτινικά. Διακρίνονται συνεπώς σε *αζονικούς* και *ακτινικούς* ρητινοφόρους αγωγούς.

Σκληρότητα (hardness): φυσικό χαρακτηριστικό του ξύλου, που δείχνει πόσο σκληρό ή μαλακό είναι ένα είδος. Προσδιορίζεται με τεχνικές μεθόδους (*Brinell*, *Janka*) και θεωρείται ως *μηχανική* ιδιότητα του ξύλου, ειδικά σε χρήσεις όπως παρκέτα, αθλητικά δάπεδα, εξωτερικά πατώματα (*decks*).

Σομό ξύλο (sapwood): το εξωτερικό μέρος του ξυλώματος στον κορμό, που έχει συνήθως ανοιχτότερο χρώμα. Βρίσκεται μεταξύ εγκάρδιου ξύλου και καμβίου. Το ξύλο αυτό είναι το «*λειτουργικό μέρος*» όταν βρίσκεται ακόμα στο ζωντανό δένδρο και συμμετέχει στις λειτουργίες του. Σε ένα ζωντανό δένδρο, το σομό ξύλο είναι υπεύθυνο: α) για τη μεταφορά νερού και θρεπτικών συστατικών (*sap*) από τις ρίζες στα ανώτερα μέρη του δένδρου (κλαδιά, φύλλα), και β) στη σύνθεση και στην αποθήκευση των βιοχημικών (*biochemicals*) του δένδρου.

Στιλπνότητα (luster): η φυσική γυαλάδα που έχει το ξύλο, δηλ. η ικανότητα να αντανακλά το φως. Είναι ένα φυσικό χαρακτηριστικό του ξύλου, πιο έντονο στην ακτινική του τομή. Φυσική στιλπνότητα έχουν τα ανοιχτόχρωμα κυρίως είδη π.χ. *ερυθρελάτη*, *δεσποτάκι* (φράξος), *πλατάνι*, *φλαμούρι*, *λευκή*.

Σχεδίαση (texture): τα λεγόμενα «*νερά*» του ξύλου, δηλ. η όλη *εμφάνιση* του ξύλου είτε στην ακτινική είτε στην εφαπτομενική κατεύθυνσή (τομή) του. Είναι ένα βασικό *φυσικό* χαρακτηριστικό του ξύλου.

Τραχεΐδες (tracheids): ο βασικός τύπος ξυλωδών κυττάρων που απαντώνται στη δομή των κωνοφόρων ειδών (κατά >90%). Είναι κύτταρα με μεγάλο μήκος (2 έως 5 mm), ινόμορφα και με οξύληκτα άκρα.

Τροπικά ξύλα (tropical woods): είδη ξύλου που προέρχονται από τα τροπικά δάση του πλανήτη μας (δυτική και κεντρική Αφρική, Βραζιλία, Ν.Α. Ασία, κ.α.) και είναι εισαγόμενα στην ελληνική αγορά. Τα είδη αυτά ανήκουν κατά βάση στα πλατύφυλλα ξύλα και έχουν, τα περισσότερα εξ' αυτών, πολύ ιδιαίτερες ιδιότητες και χαρακτηριστικά (χρώμα, οσμή, σχεδίαση, περιεκτικότητα εκχυλισμάτων, υψηλή φυσική διάρκεια, κ.α.). Τέτοια είδη είναι λ.χ. *Teak*, *Iroko*, *Doussie*, *Limba*, *African Mahogany*, κ.α.

Ξύλο (wood): το ξύλο ή ξύλωμα (*xylem*) που παράγεται στα δένδρα ως προϊόν της φωτοσύνθεσης. Είναι το κύριο μέρος του *κυρίως κορμού* και των *κλαδιών* του δένδρου. Αποτελείται από ξυλώδη κύτταρα που διενεργούν συγκεκριμένες *αποστολές* στα δένδρα, από τη φύση. Κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και τα εκχυλίσματα είναι οι ενώσεις που χημικά το συνθέτουν. Αποτελεί πεδίο έρευνας διαφόρων επιστημών (βιολογία, χημεία, φυσική, επιστήμη ξύλου, τεχνολογία κατασκευών, αρχιτεκτονική, μηχανολογία, συντήρηση & αναπαλαίωση, αρχαιολογία).

Ξυλόφυλλα (*veneers*): φύλλα ξύλου, ή αλλιώς *ξυλόφυλλα*, τα οποία αποτελούν προϊόντα του ξύλου και έχουν συνήθως πάχη μικρότερα από 3 mm. Τα φυσικά ξυλόφυλλα παράγονται σε ειδικές μηχανές κοπής, είτε με περιστροφική είτε με παλινδρομική τομή. Συνήθως επικολλούνται ως επιφάνειες πάνω σε άλλα προϊόντα ξύλου (πριστά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες) για λόγους υψηλής αισθητικής αξίας. Υπάρχουν και τα τεχνητά (συνθετικά) ξυλόφυλλα.

Ξύλωμα (*xylem*): βλ. ξύλο.

Σόκορο: βλ. *εγκάρσια τομή* του ξύλου.

Φαρδύβεννα νερά: η σχεδίαση ή «τα νερά» του ξύλου στην εφαπτομενική τομή. Τα αντίστοιχα ξυλοτεμάχια ή πριστά, με φαρδύβεννα νερά λέγονται *εφαπτομενικής κοπής* (*plainsawn*).

Φλοιός (*bark*): το κατ' εξοχήν προστατευτικό περίβλημα του κορμού στα δένδρα. Ο φλοιός χωρίζεται σε: α) *εσωτερικό φλοιό* που είναι χυμώδες και μαλακός, με αποστολή τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών (*σακχάρων*) από τα φύλλα προς τις ρίζες και τα μέρη του κορμού, και β) *εξωτερικό φλοιό* που είναι σκληρότερος και ξηρότερος, με αποστολή την προστασία του εσωτερικού φλοιού, καθώς και τον περιορισμό της εξάτμισης του νερού από το δένδρο.

Φωτοσύνθεση (*photosynthesis*): είναι η πολύπλοκη βιολογική-χημική διεργασία που λαμβάνει χώρα στους ανώτερους φυτικούς οργανισμούς (βλ. δένδρα), με την οποία η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε *χημική ενέργεια* που μπορεί να αποθηκευτεί. Η παραγόμενη ενέργεια που *βιοχημικώς* συντίθεται με τη συλλογή και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα (*carbon sequestration*) και νερού βρίσκεται στα δένδρα είτε ως *ύλη* (ξυλώδης, βλ. υδατάνθρακες) είτε ως *βιοχημικά προϊόντα* (*biochemicals*). Το πολύτιμο για τη ζωή, οξυγόνο (O₂), είναι το κυριότερο παραπροϊόν αυτής της διαδικασίας. Η φωτοσύνθεση αποτελεί την θεμελιωδέστερη διεργασία για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη Γη.

Φωτοσυνθετικό υλικό (*photosynthate*): το κατ' εξοχήν πολύτιμο υλικό που βοηθά στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης στα δένδρα. Το υλικό αυτό, το οποίο και αποθηκεύεται επί μακρόν στα δένδρα, στα λεγόμενα *παρεγχυματικά κύτταρα* (*parenchyma cells*) αποτελείται από άμυλο (*starch*) και λιπίδια (*lipids*). Παράγεται από εξειδικευμένα κύτταρα στο σομόφο ξύλο του δένδρου.

«Χρυσαλίδα»: ιδιαίτερη και πολύ χαρακτηριστική *σχεδίαση* ξύλου, που απαντάται συχνά στα είδη της δρυός στην ακτινική κατεύθυνση. Λέγονται και «*νερά χρυσαλίδας*» και έχουν αισθητική αξία.

