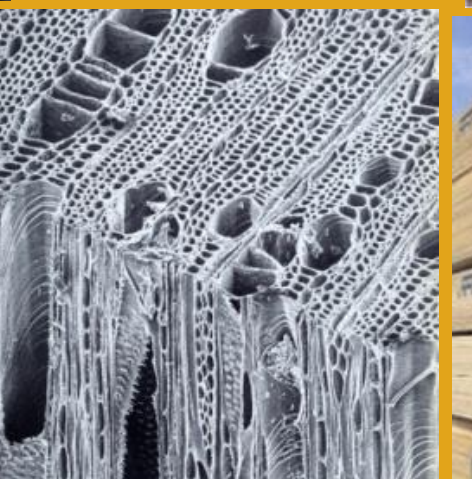
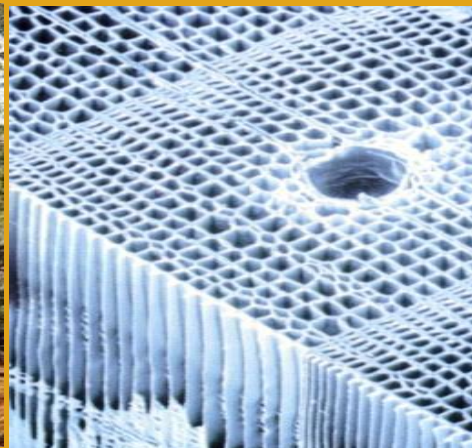


Ηλίας Β. Βουλγαρίδης
Καθηγητής ΑΠΘ

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ



Φωτογραφίες εξώφυλλου

Πάνω και προς τα δεξιά:

- Ρίψη δέντρου ερυθρελάτης στο δάσος.
- Στερεοσκοπική εμφάνιση ξύλου πεύκης σε εγκάρσια και ακτινική τομή, όπως φαίνεται σε στερεοσκοπικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEM).
- Δοκιμή δείγματος ξύλου σε μηχανή αντοχής για τον προσδιορισμό της μηχανικής αντοχής του σε στατική κάμψη.

Μέσον και προς τα δεξιά:

- Διαμόρφωση κορμού δέντρου ελάτης σε κορμοτεμάχια μετά την υλοτομία του στο δάσος.
- Στερεοσκοπική εμφάνιση αλωφόρου βοθρίου κωνοφόρου ξύλου με τον άβακα (στο μέσο) και τη μεμβράνη του βοθρίου, όπως φαίνεται σε ακτινική τομή κάτω από στερεοσκοπικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEM).
- Στύλοι εξηλεκτρισμού(ΔΕΗ) και τηλεπικοινωνιών (ΟΤΕ) και πάσσαλοι.

Κάτω και προς τα δεξιά:

- Ξυλεία ελάτης συγκεντρωμένη στο δασόδρομο μετά την υλοτομία των δέντρων και την μετατόπιση του παραγόμενου ξύλου.
- Στερεοσκοπική εμφάνιση δακτυλιοπόρου πλατυφύλλου ξύλου σε εγκάρσια και ακτινική τομή, όπως φαίνεται σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEM).
- Πριστή ξυλεία, ξηρή στον αέρα, για διάθεσή της στο εμπόριο και αξιοποίησή της με δευτερογενείς μηχανικές και άλλες επεξεργασίες σε ποικίλα προϊόντα.

Ποιότητα και χρήσεις του ξύλου

Συγγραφή

Ηλίας Β. Βουλγαρίδης

Κριτικός αναγνώστης

Ιωάννης Φιλίππου

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ: Δημήτριος Κουτσιανίτης

ISBN: 978-960-603-251-6

Copyright © ΣΕΑΒ, 2015



Το παρόν έργο αδειοδοτείται υπό τους όρους της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 3.0. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής επισκεφτείτε τον ιστότοπο <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/gr/>

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου

www.kallipos.gr

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου,

τη σύζυγό μου Χρύσα και τα

παιδιά μου Κώστα και Έλενα

Περιεχόμενα

Φωτογραφίες εξώφυλλου	i
Πίνακας συντομεύσεων-ακρωνύμια	vii
Ευρετήριο αντιστοίχισης ελληνικών και ξενόγλωσσων επιστημονικών όρων.....	viii
Πρόλογος.....	xiii
Εισαγωγή	1
Βιβλιογραφία.....	7
1. Παραγωγή και αξιοποίηση ξύλου.....	8
1.1. Γενικά.....	8
1.2. Δασική παραγωγή στην Ελλάδα.....	10
1.3. Το ξύλο ως υλικό.....	12
1.3.1. Γενικά	12
1.3.2. Βασικές αρχές στις χρήσεις του ξύλου	14
1.3.3. Προϊόντα του ξύλου και χρήσεις τους.....	15
1.3.4. Μακροσκοπική εμφάνιση και μικροσκοπική δομή του ξύλου.....	17
Βιβλιογραφία.....	32
2. Ποιότητα ξύλου και σχέση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του με τις ιδιότητες και τις χρήσεις του.....	34
2.1. Γενικά για την ποιότητα ξύλου	34
2.2. Σχέση της ποιότητας, της δομής και της χημικής σύστασης του ξύλου με τις ιδιότητες και τις χρήσεις του ...	37
2.2.1. Ποιότητα, δομή και αξιοποίηση του ξύλου.....	37
2.2.2. Σχέση δομής και χημικής σύστασης με τις ιδιότητες του ξύλου	42
2.2.3. Σχέση δομής και χημικής σύστασης με τις χρήσεις του ξύλου	44
2.3. Ιδιότητες του ξύλου και σημασία τους ως ποιοτικών χαρακτηριστικών στην αξιοποίηση του ξύλου.....	46
2.3.1. Πυκνότητα.....	46
2.3.2. Υγροσκοπικότητα	47
2.3.3. Ρίκνωση, διόγκωση και διαστασιακή σταθερότητα (shrinkage, swelling and movement).....	48
2.3.4. Αλλοίωση του ξύλου από βιολογικούς και αβιοτικούς παράγοντες (wood deterioration from biological and non-biological factors)	49
2.3.5. Διαπερατότητα	52
2.3.6. Ευκολία εμποτισμού	54
2.3.7. Μηχανική κατεργασία.....	55
2.3.8. Ευκολία ξήρανσης.....	56
2.3.9. Δυνατότητα κάμψης	57
2.3.10. Μηχανικές ιδιότητες.....	58
Βιβλιογραφία.....	62
3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου.....	64
3.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής	64
3.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου ακανόνιστης δομής	70

3.3. Δευτερογενή ποιοτικά χαρακτηριστικά	72
3.4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω κατεργασιών	76
3.5. Ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω χρήσεων	79
Βιβλιογραφία	90
4. Συνθήκες αυξήσεως των δασικών δένδρων και επιδράσεις στην ποιότητα του παραγόμενου κορμόξυλου	91
4.1. Γενικά.....	91
4.2. Επιδράσεις των συνθηκών αυξήσεως στην ποιότητα του παραγόμενου ξύλου	93
4.2.1. Επίδραση της ταχύτητας αυξήσεως	93
4.2.2. Ανώριμο ξύλο	95
4.3. Εμφάνιση ελαττωμάτων (σφαλμάτων) κατά τη διάρκεια αύξησης των δένδρων και επιδράσεις στην ποιότητα ξύλου	98
4.3.1. Φυσικά ελαττώματα	98
4.4. Χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής χωρίς σφάλματα και επιδράσεις στην ποιότητα του	114
4.4.1. Γενικά	114
4.4.2. Μεταβλητότητα δομής του ξύλου (Variation of wood structure).....	115
Βιβλιογραφία.....	120
5. Αλλοίωση του ξύλου σε χρήση και συνέπειες στην ποιότητα του	123
5.1. Παράγοντες αλλοίωσης του ξύλου.....	123
5.2. Βιολογικοί παράγοντες αλλοίωσης	124
5.2.1. Φυτικοί οργανισμοί	124
5.3. Αβιοτικοί παράγοντες αλλοίωσης.....	134
5.4. Αλλοίωση (αρχαιολογικού) ξύλου	139
Βιβλιογραφία.....	144
6. Ελαττώματα ξύλου και ποιοτική ταξινόμηση ξυλείας	145
6.1. Γενικά.....	145
6.2. Ακατέργαστη ξυλεία	148
6.3. Προδιαγραφές στύλων ΟΤΕ και ΔΕΗ.....	154
6.3.1. Στύλοι ΟΤΕ	154
6.3.2. Στύλοι ΔΕΗ	158
6.4. Τεχνικές προδιαγραφές ξύλινων στρωτήρων και ξυλείας υποθημάτων (βάθρων) συσκευασιών καυσίμων της στρατιωτικής υπηρεσίας	162
6.4.1. Ξύλινοι Στρωτήρες	162
6.4.2. Τεχνικές προδιαγραφές ξυλείας υποθημάτων (βάθρων) συσκευασιών καυσίμων	163
Βιβλιογραφία.....	164
7. Χρήσεις του παραγόμενου ξύλου από τα δάση της εύκρατης ζώνης	172
7.1. Ξύλα εύκρατης ζώνης (Ευρωπαϊκά, Βόρειο-Αμερικάνικα ξύλα) με εμπορική σημασία	172
7.1.1 Κωνοφόρα (Gymnosperms, Softwoods).....	172
7.1.2. Πλατύφυλλα (Angiosperms, Hardwoods).....	184
7.2. Παραμεσόγειοι αειθαλείς ή φυλλοβόλοι πλατύφυλλοι θάμνοι και δένδρα.....	213
Βιβλιογραφία.....	227

8. Χρήσεις του παραγόμενου ξύλου από τροπικά δάση	228
ΤΡΟΠΙΚΑ ΞΥΛΑ (σε παρένθεση τα κοινά εμπορικά ονόματα).....	228
Βιβλιογραφία.....	258
9. Αξιοποίηση ξύλου, ποιότητα προϊόντων και περιβάλλον	259
9.1. Αλληλεπίδραση περιβαλλοντικών συνθηκών και παραγωγής ξύλου	259
9.2. Παραγωγή ακατέργαστου ξύλου (στρόγγυλης ξυλείας και στοιβαζόμενου ξύλου)	261
9.3. Κατεργασία του ξύλου στις δασικές βιομηχανίες.....	262
9.4. Χρήσεις του ξύλου και των προϊόντων του.....	263
9.5. Απόσυρση του ξύλου και των προϊόντων του μετά τη χρήση τους.....	263
Βιβλιογραφία.....	265

Πίνακας συντομεύσεων-ακρωνύμια

κ.μ.	κυβικά μέτρα (m ³)
ha	εκτάριο
Π.Υ.	περιεχόμενη υγρασία
κ.ά.	και άλλα/και άλλοι (για βιβλιογραφία)
π.χ.	παραδείγματος χάριν
κ.λπ.	και λοιπά
εκ.	εκατοστά
μ.	μέτρα
Υπ. Γε.	Υπουργείο Γεωργίας
SEM	Scanning Electron Microscope
TEM	Transmission Electron Microscope
ΑΠΘ	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
LVL	Laminated Veneer Lumber-Σύνθετη πριστή ξυλεία από επικολλητά ξυλόφυλλα
LSL	Laminated Strand Lumber-Σύνθετη ξυλεία από συγκολλημένα πλανίδια ξύλου
PSL	Parallel Strand Lumber-Ξυλοδοκοί από συγκολλημένες λωρίδες ξυλοφύλλων

Ευρετήριο αντιστοίχισης ελληνικών και ξενόγλωσσων επιστημονικών όρων

Ελληνόγλωσσοι όροι	Ξενόγλωσσοι όροι	Ελληνόγλωσσοι όροι	Ξενόγλωσσοι όροι
Άβακας βοθρίου	torus	Αθλητικά είδη	athletic equipment
Αΐλανθος	tree of heaven	Ακακία	black locust
Ακανόνιστο εγκάρδιο	abnormal heartwood	Ακτίνα	ray
Ακτινικές σχεδιάσεις	radial figures	Ακτινική τομή	radial section
Ακτινικές τραχεΐδες	radial tracheids	Αλλοίωση ξύλου	wood deterioration
Αλλοίωση του ξύλου	wood deterioration	Αλωφόρο βοθρίο	bordered pit
Αντικολλητά (κόντρα-πλακέ)	plywood	Αλληλεπίδραση μεταξύ παραγόντων	interaction between parameters
Αντιπυρικές ουσίες	fire retardants	Ανώριμο ξύλο	juvenile wood, immature wood
Αξονικές τραχεΐδες	axial tracheids	Αξιοποίηση ξύλου	wood utilization
Αξονικό παρέγχυμα	axial (longitudinal) parenchyma	Αξονικός-ή-ό	axial, longitudinal
Απόκλιση ινών	deviation of fibers	Αποπίπτοντες (χαλαροί) ρόζοι	encased (loose) knots
Απόσυρση προϊόντων ξύλου	disposal of wood products	Απόφραξη βοθρίου	pit aspiration
Αποτραχειακό	apotracheal	Αριά	holm oak
Άρκευθος	juniper, cedar	Ασυνεχείς δακτύλιοι	discontinuous rings
Αυγά εντόμων	insect eggs	Αύξηση δέντρου	tree growth
Αυξητικό σφάλμα	growth defect	Αυξητικός δακτύλιος	growth ring
Βακτήρια	bacteria	Βακτήρια κοιλοτήτων	cavitation bacteria
Βακτήρια στοών	tunneling bacteria	Βαθμός κρυσταλλικότητας	degree of crystallinity
Βαρέλια	barells	Βοθριακά τοιχώματα	pit walls
Βοθριακή κοιλότητα	pit cavity	Βοθριακή μεμβράνη	pit membrane
Βοθρίο	pit	Βοθρίο, απλό	simple pit
Βοθρίο διασταυρώσεως	cross-field pits	Βοθρίο, ημιαλωφόρο	semi-bordered pit
Γαύρος	hornbeam	Γήρανση	weathering
Γλυκόζη	glucose	Γονατοειδής (πιστολοειδής) βάση	pistol-butted stem
Δακτυλιόπορα	ring porous	Δενδροκλιματολογία	dendroclimatology
Δενδροχρονολογία	dendrochronology	Δευτερογενές τοίχωμα	secondary wall
Δευτερογενή σφάλματα	secondary defects	Διαβρωτικά βακτήρια	erosion bacteria
Διακόσμηση (φινίρισμα)	finishing	Διαμετρικές ή αστεροειδείς ραγάδες	heart shakes or heart checks
Διασπορόπορα	diffuse porous	Διαπερατότητα	permeability
Διάτμηση	shear strength	Διάτρηση	drilling
Διόγκωση της βάσεως	butt-swell	Διπυρήνωση/ πολυπυρήνωση	double/multipath formation
Διχάλωση	forking	Δομή ξύλου	wood structure
«Δοχεία» συσκευασίας	containers	Δρυς	oak
Εγκάρδιο ξύλο	heartwood	Εγκάρσια τομή	transverse section
Εγκλεισμένο σομό	included sapwood	Εγκλεισμένος φλοιός	included bark

Εκκεντρότητα	eccentricity	Ελάτη	fir
Ελιά	olive-tree	Εμποτισμός	impregnation
Εκχυλίσματα	extractives	Ελικοειδείς παχύνσεις	helical thickenings
Εντεριώνη	pith	Έντομο	insect
Έντομο επίπλων	common furniture beetle	Εξωτερικές επενδύσεις	cladding
Επανάριση	re-sawing	Επιθηλιακά κύτταρα	epithelial cells
Έπιπλα	furniture	Επιπτώσεις στο περιβάλλον	environmental effects
Επουλωτικός ιστός	callus	Ερυθρελάτη	spruce
Εφαπτομενική τομή	tangential section	Εφαπτομενικές σχεδιάσεις	tangential figures
Εφελκυσμογενές ξύλο	tension wood	Εφελκυσμός	tension
Ημιδακτυλιόπορα	semi-ring porous	Ημικυτταρίνες	hemicelluloses
Θαλασσινοί ξυλοφάγοι οργανισμοί	marine wood borers	Θλίψη	compression
Θλιψιγενές ξύλο	compression wood	Θλιψιγενείς ραγάδες	compression failures
Ιδιότητες ξύλου	wood properties	Ίνες	fibers
Ινοπλάκες, Ινοσανίδες	fiberboards	Ίπποκαστανιά	horse-chestnut
Ίταμος	yew	Ίτιά	willow
Κάμψη	bending	Καρυδιά	walnut
Καστανές σήψεις	brown rots	Καστανιά	chestnut
Κατακόρυφη μεταβλητότητα	vertical variability	Κατεργασία ξύλου	wood processing
Κεντρικό (ανώριμο) ξύλο	core (juvenile) wood	Κελτίς	hackberry
Κηλίδες ανόργανων συστατικών	mineral streaks	Κιβώτια	boxes
Κλήθρα	alder	Κλίση	leaning
Κορμός	stem	Κορμοτεμάχιο	log
Κρούση	toughness	Κυάνωση	blue stain, sap stain
Κυματοειδής στρεψοΐνια	wavy grain	Κυπαρίσσι	cypress
Κυτταρική κοιλότητα	cell cavity	Κυτταρικό τοίχωμα	cell wall
Κύτταρο	cell	Κυτταρίνη	cellulose
Κωνικομορφία	taper	Κωνοφόρα	conifers, softwoods
Λάριξ	larch	Λείανση	sanding
Λευκές σήψεις	white rots	Λεύκη	poplar
Λιγνίνη	lignin	Λιγνοποίηση	lignification
Μαλακές σήψεις	soft rots	Μέλη αγγείων	vessel members
Μεμβράνη βοθρίου (διαχωριστική)	margo, membrane	Μεσοκυττάρια στρώση	middle lamella
Μεσοκυττάριοι χώροι	intercellular spaces	Μεταβλητότητα δομής ξύλου	variation of wood structure
Μεταχρωματισμός	discoloration	Μέτρο ελαστικότητας (ME)	modulus of elasticity (MOE)
Μέτρο θραύσεως (ΜΘ)	modulus of rupture (MOR)	Μικροϊνίδιο	microfibril

Μικροδομή, υποδομή	ultrastructure	Μοριοπλάκα με διακοσμητικά πλανίδια	waferboard
Μοριοπλάκες (μοριοσανίδες)	particleboards	Μουριά	mulberry
Μουσικά όργανα	musical instruments	Μύκητες	fungi
Μυκητική προσβολή	fungal attack	Νύμφη	rupa
Ξήρανση	drying	Ξηρές σήψεις	dry rots
Ξύλα εύκρατης ζώνης	woods of temperate zones	Ξυλεία μεταλλείων	mine timber
Ξύλο	wood	Ξύλο κανονικής δομής	normal wood
Ξύλο ακανόνιστης δομής	abnormal wood, reaction wood	Ξυλέριο	excelsior
Ξύλινα δάπεδα	flooring	Ξύλινα σπίτια	wooden houses
Ξυλόγλυπτα	carvings	Ξυλουργικές κατασκευές	wooden structures
Ξυλουργική	joinery	Ξυλοπολτός	wood pulp
Ξυλοφάγο έντομο παλιών σπιτιών	housebeetle	Ξυλόφυλλα (καπλαμάδες)	veneers
Οδοντωτοί δακτύλιοι	indented rings	Οξιά	beech
Οστριά	hophorn beam	Οριακό παρέγχυμα	marginal parenchyma
Οριζόντια μεταβλητότητα	horizontal variability	Όριο ελαστικότητας	proportional limit
Όριο κορεσμού ινών (σημείο ινοκόρου)	fiber saturation point	Όψιμο ξύλο	latewood
Παγοραγάδες	frost checks	Παγοεγκάρδιο	frost-heartwood
Παλλέτες	pallets	Παραγωγή	production
Παραγωγή ακατέργαστου ξύλου	roundwood production	Παραγωγή ξύλου	wood production
Παραμεσόγειοι θάμνοι και δέντρα	Mediterranean shrubs and trees	Παρατραχειακό	paratracheal
Παρέγχυμα	parenchyma	Παρεγχυματικά κύτταρα	parenchymatous cells
Παρεγχυματικές κηλίδες	parenchymatous flecks	Παρεγχυματικά κύτταρα ακτίνων	parenchymatous ray cells
Παραμόρφωση	strain	Παρκετοέντομο	lyctus
Πεύκη	pine	Πηχοπλάκες (πλακάς)	blockboards
Πλάγια μεταβλητότητα	oblique variability	Πλάνιση	planing
Πλατάνι	plane	Πλατύφυλλα	hardwoods
Ποιότητα ξύλου	wood quality	Ποιότητα στρωτήρων σιδηροδρόμων	quality of railway sleepers
Ποιότητα στύλων	quality of poles	Ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου	wood quality characteristics
Ποιοτική ταξινόμηση	quality grading	Πόρος	pore
Πρίση	sawing	Πριστή (πριονιστή) ξυλεία	sawn timber
Πουρνάρι	kermes oak	Προϊόντα ξύλου	wood products
Προϊόντα σε στρόγγυλη μορφή	roundwood products	Προϊόντα χημικής αξιοποίησης	products of chemical utilization
Προνύμφη	larva	Προσβολή από έντομα	insect attack
Προστατευτικό ξύλο	protection wood	Πρώιμο ξύλο	earlywood
Πτερυγοειδές παρέγχυμα	confluent parenchyma	Πτερυγοειδές ενωμένο παρέγχυμα	confluent, aliform parenchyma

Ραγάδες	checks	Ρητινοθύλακες	resin pockets
Ρητινοφόρος αγωγός	resin canal (duct)	Ρίζα	root
Ρόζοι	knots	«Ρολόγι του θανάτου» (ξυλοφάγο έντομο)	beetle death-watch
Σημύδα	birch	Σήψη	rot
Σκληρότητα	hardness	“Σκουλήκια πλοίων”	“shipworm”
Σομφό ξύλο	sapwood	Σορβιά (εδώδιμη)	service tree
Σπίρτα	matches	Στατική κάμψη	static bending
Στόμιο βοθρίου	pit aperture (pore)	Στρεβλότητα	crook
Στρεψοΐνια	spiral grain	Στρογγύλη ξυλεία	roundwood, logs
Στρώση ογκωμάτων	warty layer	Στρωτήρες σιδηροδρόμων	railroad ties
Στύλοι ΔΕΗ	power transmission poles	Στύλοι ΟΤΕ	telecommunication poles
Συγκοινωνιακά μέσα	transporation	Συγκολλημένοι δοκοί (επικολλητό ξύλο)	laminated wood
Συγκόλληση	gluing	Συγκομιδή ξύλου	timber harvesting
Συμφυείς (σύμφυτοι) ρόζοι	intergrown (tight) knots	Σύνδεση (ξύλινων μερών)	joining
Σύνθετη μεσοκυττάρια στρώση	compound middle lamella	Σύνθετη στρεψοΐνια	interlocked grain
"Συνθετικό μετάξι"	rayon	Συνθήκες αύξησης των δασικών δέντρων	growth conditions of forest trees
Συντελεστής ανισοτροπίας ρίκνωσης	coefficient of shrinkage anisotropy	Σφάλματα ξύλου	wood defects
Σφενδάμι	maple	S ₁ , S ₂ & S ₃ στρώσεις	S ₁ , S ₂ & S ₃ layers
Ταινιοειδές παρέγχυμα	banded parenchyma	Τάση	stress
Ταχύτητα αύξησης των δέντρων	growth rate	Τέλειο έντομο	adult
Τερμίτες	termites	Τεχνητή στρεψοΐνια ή λοξοΐνια	diagonal grain
Τομή (εγκάρσια, ακτινική, εφαπτομενική)	cutting (cross-cut, radial, tangential)	Τοξοειδείς ή περιφερειακές ραγάδες	cup or ring shakes
Τόρνευση	turning	Τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί	traumatic resin canals
Τραχειίδα	tracheid	Τριχοειδείς	capillary
Τροπικά ξύλα	tropical woods	Τύλωση	tylosis
Υγρές σήψεις	wet rots	Υγρό εγκάρδιο (υγρό) ξύλο	wetwood, nasskern
Υπερώριμο ξύλο	overmature wood	Υπο-μικροσκοπική δομή	sub-microscopic structure
Φιλύρα	lime	Φλοιοθύλακες	bark pockets
Φλοιόκαυση	bark burn	Φλοιός	bark
Φουντουκιά	hazel	Φράξος	ash
Φτελιά	elm	Φυσική αντοχή (ανθεκτικότητα)	wood durability
Φυσική γήρανση	natural weathering	Φυσικοί παράγοντες	physical factors

Χαρακτηριστικά ξύλου	wood characteristics	Χαρτί	paper
Χαρουπιά	Carob tree	Χρήσεις του ξύλου	uses of wood
Ψευδής δακτύλιος	false ring	Ψευδοτσούγκα	Oregon pine, Douglas fir
Ωριμο (τυπικό) ξύλο	Mature (adult) wood		

Πρόλογος

Στο διδακτικό αυτό βοήθημα επιχειρείται η ανάλυση της έννοιας της «ποιότητας» του παραγόμενου ξύλου από τα δάση, των παραγόντων που την επηρεάζουν από τον χρόνο φύτευσης των δασικών ειδών ή φυσικής αναγέννησης του δάσους ως την απόσυρση ενός ξύλινου αντικειμένου ή προϊόντος από τη χρήση του, η παρουσίαση των ελαττωμάτων (σφαλμάτων από υλοχρηστική άποψη), των κυριότερων χαρακτηριστικών δομής, των ιδιοτήτων και των χρήσεων των πιο εμπορικών ξύλων στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες του κόσμου και των σχέσεων μεταξύ ποιότητας ξύλου και ιδιοτήτων και χρήσεών του. Η μεγαλύτερη ή μικρότερη εμπορική σημασία του κάθε ξύλου κωνοφόρων και πλατύφυλλων δασοπονικών ειδών εξαρτάται από τη διαθεσιμότητά του σε κάθε περιοχή, από την ποιότητά του και από τη δυνατότητα και καταλληλότητα αξιοποίησής του σε ποικιλία χρήσεων.

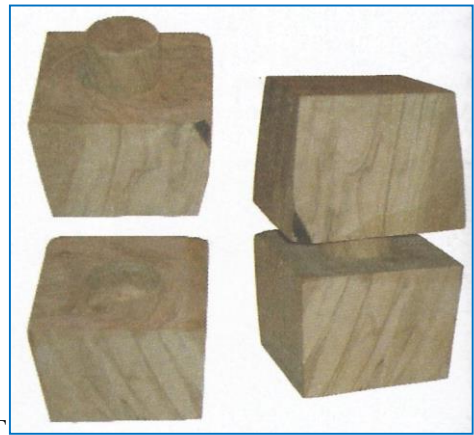
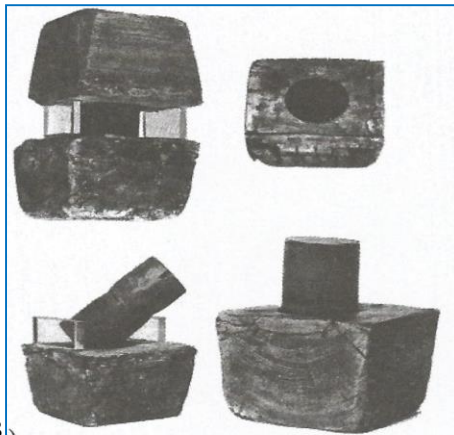
Είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της δομής και της χημικής σύστασης του ξύλου με την ποιότητα, τις ιδιότητες και τη συμπεριφορά του καθώς και με τις χρήσεις του. Παρόλο που το ξύλο μεταξύ των διάφορων ειδών παρουσιάζει ομοιότητες, υπάρχουν τέτοιες διαφορές δομής που διαφοροποιούν σε σημαντικό βαθμό τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά και το βαθμό καταλληλότητάς του για κάθε χρήση. Το ξύλο των διάφορων δασοπονικών ειδών δεν είναι εξίσου κατάλληλο στις διάφορες χρήσεις τους. Για το λόγο αυτό, το κάθε ξύλο πρέπει να αντιμετωπίζεται κατά την αξιοποίησή του στην πράξη ως διαφορετικό υλικό και να γίνεται εξαντλητική μελέτη της δομής του, της συμπεριφοράς του σε διάφορες συνθήκες και των ιδιοτήτων του ώστε η επιλογή του για μια συγκεκριμένη χρήση να είναι επιτυχής.

Μεγάλη σημασία στον τρόπο αξιοποίησης του ξύλου έχει επίσης και η παρουσία σφαλμάτων (π.χ. στρεψοϊνία, ξύλο ακανόνιστης δομής, όπως θλιψιγενές ή εφελκυσμογενές ξύλο, κωνικομορφία, ρόζοι, κ.ά.) καθώς και η ένταση του κάθε σφάλματος. Η παρουσία σφαλμάτων χειροτερεύει την ποιότητα του ξύλου και αυτή η χειροτέρευση είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του σφάλματος. Είναι ευνόητο ότι η παρουσία σφαλμάτων επηρεάζει σημαντικά τον βαθμό καταλληλότητας του ξύλου για ορισμένες χρήσεις.

Το βοήθημα αυτό φιλοδοξεί να καλύψει ένα κενό που υπάρχει στην ελληνική βιβλιογραφία και που αναφέρεται στην ποιότητα του παραγόμενου ξύλου ως πρώτης ύλης για ποικίλα προϊόντα και στη σχέση της με τις ιδιότητες και τις χρήσεις του ξύλου και ιδιαίτερα των ξύλων με εμπορική και οικονομική σημασία. Απευθύνεται πρωτίστως στους φοιτητές των Σχολών/Τμημάτων Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος των ΑΕΙ και Δασοπονίας και Ξυλοπονίας των ΤΕΙ που επιλέγουν στο πρόγραμμα σπουδών τους σχετικό μάθημα με την ποιότητα και τις χρήσεις του ξύλου με στόχο να αποκτήσουν αυτοί επαρκείς γνώσεις για την ποιοτική αξιολόγηση της ξυλείας, τις ιδιότητες και τη συμπεριφορά των διάφορων ξύλων στα διάφορα προϊόντα και κατασκευές και για την επιτυχή επιλογή ξύλου σε κάθε συγκεκριμένη χρήση. Μπορεί, όμως, να αποτελέσει και ένα πολύτιμο βοήθημα στον κάθε δασολόγο, μηχανικό, αρχιτέκτονα και άλλους επιστήμονες που θα απασχοληθούν σε βιομηχανίες, βιοτεχνίες, δασικές επιχειρήσεις, δασικούς συνεταιρισμούς και άλλους φορείς που εμπλέκονται στην αλυσίδα προμήθεια - εμπορία - αξιοποίηση του ξύλου, σε άλλα στελέχη και εργαζόμενους που απασχολούνται σε τέτοιες επιχειρήσεις αλλά και στους καταναλωτές που προμηθεύονται ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα ξύλου και τα χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση.

Εισαγωγή

Το ξύλο των δασικών δένδρων αποτέλεσε πρωταρχικό και κυρίαρχο υλικό στην ιστορική διαδρομή του ανθρώπου από την αρχή της εμφάνισής του. Η χρήση του ξύλου υπήρξε ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματα του πρωτόγονου ανθρώπου. Το χρησιμοποίησε για να ανάψει φωτιά και να φτιάξει τις πρώτες σχεδίες και ναυπηγικές κατασκευές. Οι Αιγύπτιοι ήταν ίσως οι πρώτοι που έφτιαξαν μεγάλα ξύλινα πλοία. Ξύλινα έλκθηρα για τη μεταφορά μεγάλων φορτίων κατασκευάστηκαν πριν το 7000 π.Χ. Το αλέτρι δημιουργήθηκε στη Μέση Ανατολή για πρώτη φορά το 300 π.Χ., ενώ οι Σουμέριοι ήταν αυτοί που έφτιαξαν τον τροχό του αγγειοπλάστη. Η τέχνη της επένδυσης με λεπτά φύλλα ξύλου (καπλαμάδες) είναι γνωστή από το 3000 π.Χ. και η δημιουργία ξύλινων δαπέδων άρχισε από τα αρχαία ακόμη χρόνια. Οι Σκανδιναβοί ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν το ξύλο για εσωτερικές επενδύσεις. Στην αρχαιότητα, παραδείγματα χρησιμοποίησης του ξύλου, που αναφέρονται στο χρυσελεφάντινο άγαλμα του Δία και σε κατακόρυφες συνδέσεις των κιόνων του Παρθενώνα, δείχνονται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1 Α: Αναπαράσταση χρυσελεφάντινου αγάλματος του Δία με τον θρόνο κατασκευασμένο από χρυσό, ξύλο εβένου και ελεφαντόδοντο, πολύτιμους λίθους και ένθετα γυάλινα κοσμήματα. Β: Πόλοι και εμπόλια του Μουσείου Ακρόπολης για εξασφάλιση της μη κατακόρυφης μετατόπισης των σφονδύλων των κιόνων του Παρθενώνα από τον άξονά τους, κατασκευασμένα πιθανώς από ξύλο αρκεύθου, κυπαρισσιού ή αγριελιάς. Γ: Ξύλινος πόλος και εμπόλια κατασκευασμένα από αγριελιά (Κακαράς, 2012).

Σήμερα, παρά τον ανταγωνισμό του από άλλα υλικά, όπως μέταλλα, πλαστικά, τσιμέντο, κ.ά., το ξύλο εξακολουθεί να αποτελεί μοναδική και πολύτιμη πρώτη ύλη για τον άνθρωπο. Η αξία του διατηρείται και μεγαλώνει σταθερά με τη χρησιμοποίησή του στην παραγωγή νέων προϊόντων για την ικανοποίηση των ολοένα και αυξανόμενων αναγκών του ανθρώπου (Tsoumis, 1991). Αυτό γίνεται φανερό από τη συνεχή αύξηση της κατανάλωσης και των χρήσεών του και σε εθνική και σε παγκόσμια κλίμακα.

Μεταξύ του 10ου και 18ου αιώνα το ξύλο ήταν το επικρατέστερο υλικό. Χρησιμοποιήθηκε στην οικοδομική τέχνη, για εργαλεία, μηχανήματα, ανεμόμυλους, νερόμυλους, κάρα, παπούτσια, κρεβάτια, βαρέλια κ.λπ. Η ανακάλυψη του χαρτιού και της τυπογραφίας άλλαξε ολόκληρη την ιστορία της ανθρωπότητας (Nair, 1998).

Το ξύλο έχει πολλά πλεονεκτήματα ως υλικό αλλά και μειονεκτήματα τα οποία συνοπτικά μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

Πλεονεκτήματα

- Κατεργάζεται εύκολα.
- Είναι ανανεώσιμο υλικό και υπάρχει παντού.
- Υπερέχει αισθητικά (έχει ποικιλία χρωμάτων, υφής και σχεδίασης).
- Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του.
- Είναι μονωτικό (ακουστικά, ηχητικά, θερμικά).
- Είναι κύρια πηγή κυτταρίνης.
- Δεν ρυπαίνει το περιβάλλον και είναι σχετικά φθηνό.

Μειονεκτήματα

- Είναι υγροσκοπικό υλικό και οι διαστάσεις του μεταβάλλονται με την πρόσληψη ή απώλεια υγρασίας.
- Είναι ανισότροπο υλικό και παρουσιάζει μεταβλητότητα δομής και ιδιοτήτων.
- Προσβάλλεται από μικροοργανισμούς (αλλοιώνεται, σαπίζει).
- Καίγεται σχετικά εύκολα.
- Η παραγωγή του επηρεάζεται από το περιβάλλον και την κληρονομικότητα.

Στη χώρα μας τα κυριότερα εγχώρια είδη ξύλου που χρησιμοποιούνται σε διάφορα προϊόντα και κατασκευές κατά σειρά σπουδαιότητας από άποψη παραγωγής και οικονομικής σημασίας και κατά κατηγορία είναι για τα κωνοφόρα η πεύκη (μαύρη, δασική, λευκόδερμη, χαλέπιος, τραχεία, κ.ά.), η ελάτη, η ερυθρελάτη και για τα πλατύφυλλα η οξιά, η δρυς, η λεύκη και η καστανιά (Εικ. 2, Εικ. 3). Μικρότερες ποσότητες ξύλου παράγουν από τα κωνοφόρα το κυπαρίσσι, η άρκευθος και ο ίταμος και από τα πλατύφυλλα η καρυδιά, το πλατάνι, η φτελιά, το σφενδάμι, η σημύδα, η φιλύρα, η κλήθρα, ο γαύρος, η φουντουκιά, η σορβιά, η οστριά, η ελιά, η ιπποκαστανιά, η ακακία, η μουριά, ο ευκάλυπτος, η ιτιά, τα αείφυλλα πλατύφυλλα κ.ά.



Α **Β**
Εικόνα 2 Παραγωγικά σε ξύλο φυσικά δάση ελάτης (Α) και οξιάς (Β) στην Ελλάδα (Βουλγαρίδης, 2015).



Α **Β**
Εικόνα 3. Τεχνητή φυτεία ευκαλύπτου (Α) στη Βραζιλία (Wimmer, 2015) και λεύκης στην Ελλάδα (ΚΑΠΕ, 2014) για παραγωγή στρογγύλης ξυλείας και ξύλου θρυμματισμού.

Εκτός όμως από τα εγχώρια είδη ξύλου, στη χώρα μας εισάγονται και ξενικά είδη σε στρόγγυλη μορφή ή σε πριστή ξυλεία τα οποία κατεργάζονται παραπέρα για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων ξύλου. Οι εισαγωγές αυτές περιλαμβάνουν είδη δρυός, οξιάς, λεύκης, ακακίας, πεύκης, ερυθρελάτης, ελάτης, ψευδοτσούγκας, λάρικας, κ.ά από την Ευρώπη και τη Β. Αμερική και πολλά πλατύφυλλα τροπικά ξύλα (Teak, Zebrano, Amazakoue, Palissander, Padouk, Bulinga, Afzelia, Iroko, Afara, Ako, Difou, Ramin, Framire, Kosipo, Makore, Tiama, Sapele, Sipo, Bete, Balsa, Canarium, Okoume, Obeche, Acajou, Seraya, Lauan, Bilinga, Meranti, Dïbetou, Niagon, Abura, κ.α.). Μεγάλες ποσότητες ξύλου εισάγονται επίσης με τη μορφή ξυλοπολτού για παραγωγή χαρτιού (Βουλγαρίδης, 2000).

Το ποσοστό βιομηχανικής ξυλείας από τη συνολική εγχώρια παραγωγή (από δημόσια και μη δημόσια δάση) των περίπου 3.000.000 κ.μ. ετησίως, είναι πολύ μικρό (περίπου το 1/3), ενώ το υπόλοιπο είναι καυσόξυλο. Οι ανάγκες της χώρας μας σε βιομηχανική ξυλεία είναι πολύ μεγαλύτερες και χρειάζονται περίπου άλλα 2.000.000 κ.μ. και παραπάνω σε ξύλο και προϊόντα ξύλου κάθε χρόνο ώστε αυτές οι ανάγκες να καλυφθούν. Παγκοσμίως, η ετήσια παραγωγή ξύλου από τα δάση της γης για την ικανοποίηση των αναγκών του ανθρώπου προσεγγίζει τα 4 δισεκατομμύρια κ.μ. (Εικ. 4), ενώ οι προβλέψεις δείχνουν ότι η κατανάλωση ξύλου αυξάνεται συνεχώς (Parikka, 2004), τα φυσικά δάση δεν μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες σε ξύλο λόγω του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού και ένα σημαντικό ποσοστό καλύπτεται από φυτείες ταχυαυξών δασοπονικών ειδών (Σχ. 1) (Βουλγαρίδης, 2000; Wimmer, 2015). Η σημασία των δασικών φυτειών και οι προοπτικές τους στην παραγωγή βιομηχανικής ξυλείας σε παγκόσμιο επίπεδο, σύμφωνα με τρία σενάρια, δείχνεται στο Σχ. 2 (Whiteman & Brown, 1999; FAO, 2001).

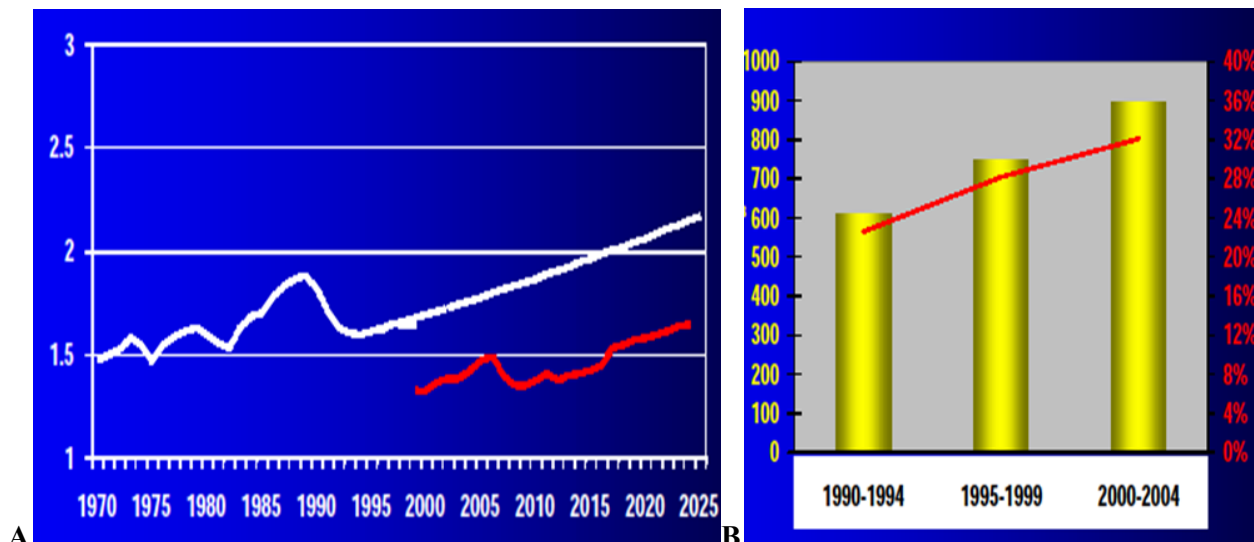


Εικόνα 4 Ετήσια κατανάλωση ξύλου παγκοσμίως (βιομηχανική ξυλεία ~ 1,7 δισεκατομμύρια κ.μ., καυσόξυλο ~ 1,8 δισεκατομμύρια κ.μ.) (Wimmer, 2015).

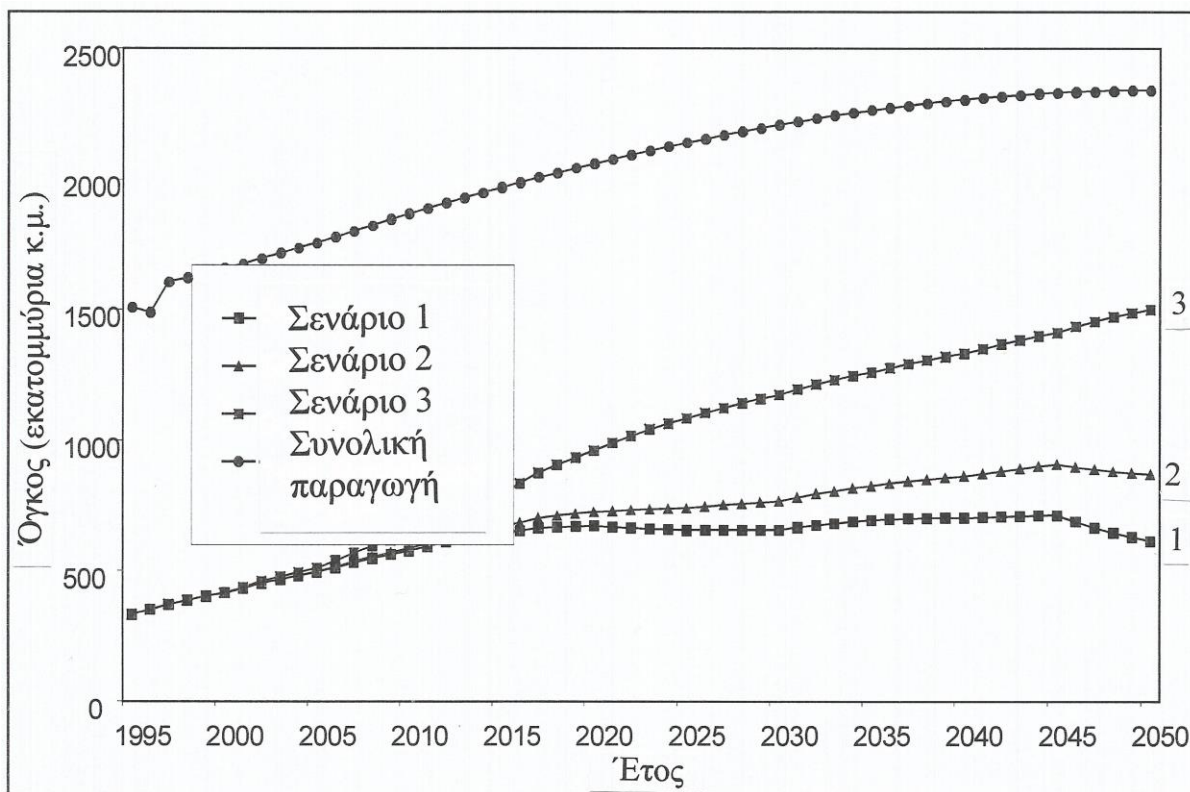
Το ξύλο είναι το μόνο βιολογικό υλικό που παράγεται σε τόσο μεγάλες διαστάσεις από κωνοφόρα και πλατύφυλλα δασικά δέντρα και μπορεί να αξιοποιηθεί σε χιλιάδες προϊόντα, όπως και το πετρέλαιο. Σήμερα, παρά τον ανταγωνισμό άλλων υλικών, όπως π.χ. τσιμέντο, μέταλλα (αλουμίνιο, χάλυβας, κ.ά.), πλαστικά, κ.λπ., το ξύλο εξακολουθεί να είναι κυρίαρχη πρώτη ύλη επειδή είναι ανανεώσιμο υλικό και, σε ορισμένες χρήσεις, είναι ασυναγώνιστο.

Το ξύλο αποτέλεσε και αποτελεί το κυριότερο υλογενές προϊόν των δασών. Χρειάζεται, όμως, σήμερα να επισημανθεί ότι τα εναπομείναντα δάση επιτελούν πολλές και αλληλένδετες λειτουργίες - κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές. Προσφέρουν θέσεις εργασίας, έσοδα και πρώτες ύλες (όπως π.χ. ξύλο, δασική βιομάζα, ρητίνη, φελλός, δένδρα Χριστουγέννων) για τη βιομηχανία και την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, καθώς και πολλά άλλα μη ξυλώδη προϊόντα (π.χ. μανιτάρια, καρπούς, φαρμακευτικές πρώτες ύλες, τροφή για μέλισσες και για την άγρια ζωή κ.λπ.) και ανεκτίμητα αγαθά και υπηρεσίες (δασική αναψυχή, εμπλουτισμό του ατμοσφαιρικού αέρα με οξυγόνο, αγροτουρισμό, κυνήγι, προστασία του εδάφους, των οικισμών και υποδομών, ρύθμιση και παροχή γλυκού νερού, διατήρηση βιοποικιλότητας κ.ά.). Τα δάση δρουν ως «παγίδες» για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το κυριότερο αέριο θερμοκηπίου, όταν όμως αυτά υλοτομούνται, καίγονται ή καταστρέφονται από επιβλαβείς οργανισμούς,

αποτελούν πηγή CO₂. Ο FAO εκτιμά ότι τα δάση και οι δασικές εκτάσεις, παγκοσμίως, μπορούν να αποθηκεύσουν περισσότερους από ένα τρισεκατομμύριο τόνους άνθρακα - το διπλάσιο, δηλαδή, του ποσού που βρέθηκε στην ατμόσφαιρα. Παράλληλα, τα δάση ρυθμίζουν τις καιρικές συνθήκες, όχι μόνο σε τοπικό και περιφερειακό, αλλά και σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο.



Σχήμα 1 Προβλέψεις αναγκών σε βιομηχανική ξυλεία παγκοσμίως (σε δισεκατομμύρια κ.μ.) με βάση την αύξηση του πληθυσμού και παραγωγή ξύλου από φυσικά δάση (κόκκινη γραμμή) που δείχνει το άνοιγμα μεταξύ ζήτησης και παραγωγής (A), και αύξηση των φυτειών με ταχυσυζή είδη (B) για παραγωγή περισσότερου ξύλου (σε εκατομμύρια κ.μ.) προς κάλυψη των αναγκών (από 26% σε 36% της συνολικής παραγωγής ξύλου από το 1990 έως 2004) (Wimmer, 2015).



Σχήμα 2 Δυνατότητες παραγωγής βιομηχανικής ξυλείας από δασικές φυτείες για τη χρονική περίοδο 1995-2050, σύμφωνα με τρία σενάρια (Σενάριο 1: Γίνονται αναδασώσεις μόνον όσων δασικών εκτάσεων υλοτομούνται. Σενάριο 2: Γίνονται νέες αναδασώσεις με ρυθμό 1,2 εκατομμύρια ha ετησίως που αντιστοιχεί στο 1 % των δασικών φυτειών που υπάρχουν. Σενάριο 3: Οι νέες αναδασώσεις μέχρι το 2010 διατηρούνται στα 4,71 εκατομμύρια ha ετησίως και από το 2010 και έπειτα μειώνονται κατά 940.000 ha στην αρχή κάθε επόμενης 10ετίας, μέχρι που μηδενίζονται το 2050) (Whiteman & Brown, 1999; FAO, 2001).

Σήμερα τα δάση καλύπτουν περίπου το 31% της χερσαίας επιφάνειας της γης και η έκτασή τους φαίνεται να παρουσιάζει συνεχή μείωση. Η χώρα μας έχει σήμερα μειωμένο ποσοστό δασοκάλυψης (περίπου 25%) με παραγωγικά δάση σε σχέση με το απώτερο παρελθόν, αλλά πολλά από αυτά τα δάση είναι υποβαθμισμένα. Ένα επιπλέον ποσοστό, περίπου 24%, αποτελεί τις λεγόμενες «δασικές εκτάσεις», οι οποίες έχουν προκύψει από ισχυρά υποβαθμισμένα δάση. Πρέπει να σημειωθεί ότι η χώρα μας είναι ισχυρά ελλειμματική σε ξύλο, αφού πάνω από 2.000.000 κυβικά μέτρα ισοδύναμης στρογγύλης ξυλείας εισάγονται είτε σε μορφή στρογγύλης ή πριστής ξυλείας, στύλων ΟΤΕ/ΔΕΗ και πασσάλων) είτε σε μορφή μεταποιημένων προϊόντων (μοριοπλάκες, ινοπλάκες, όλη η ποσότητα χαρτοπολτού που γίνεται χαρτί διαφόρων τύπων για τις εγχώριες ανάγκες, κ.ά.), και πάνω από 1,5 δισεκατομμύρια ευρώ δαπανώνται ετησίως γι' αυτές τις εισαγωγές. Η εγχώρια παραγωγή τεχνικά χρήσιμου ξύλου είναι περιορισμένη και καλύπτει μόνο το 1/3 των αναγκών της χώρας μας. Σε διεθνές επίπεδο, η επιβίωση ενός μεγάλου μέρους του πληθυσμού που, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της Παγκόσμιας Τράπεζας, ανέρχεται σε περισσότερους από 1,6 δισεκατομμύρια ανθρώπους, εξαρτάται από τα δάση. Ο κλάδος των δασικών προϊόντων αποτελεί πηγή οικονομικής ανάπτυξης και απασχόλησης, με την παγκόσμια διακίνηση των δασικών προϊόντων να ανέρχεται στο ύψος των 270 δισεκατομμυρίων δολαρίων.

Τα δάση και τα δασικά οικοσυστήματα αντιμετωπίζουν σήμερα μεγάλες απειλές. Απαραίτητα μέτρα που μπορούν να συμβάλουν στην προσπάθεια διατήρησης αλλά και αξιοποίησης του φυσικού πλούτου της χώρας μας και όχι μόνο, στο πλαίσιο πάντα της αειφορικής διαχείρισης, σχετίζονται με:

1. την καλλιέργεια, διατήρηση, αναβάθμιση και βελτίωση των υπαρχόντων δασών και δασικών εκτάσεων και την αξιοποίησή τους με βάση την αρχή της αειφορίας και της πολλαπλής χρήσης (δάση παραγωγικά σε ξύλο, ρητίνη κ.λπ., δάση αναψυχής, περιαστικά και αστικά δάση, δασοβοτανικοί κήποι, προστατευτικά δάση, δάση μεικτών λειτουργιών).
2. την επαναδημιουργία και διατήρηση φυτωρίων για την εφαρμογή ενός ευρέος εθνικού προγράμματος δασώσεων και αναδασώσεων, και για περιβαλλοντικούς λόγους αλλά και για μελλοντική παραγωγή ξύλου, όπου η Ελλάδα είναι ισχυρά ελλειμματική.
3. την ανάπτυξη, δημιουργία και προώθηση της καλλιέργειας ταχυαυξών και άλλων δασοπονικών ειδών για παραγωγή ξύλου (π.χ. αγριοκερασιά, είδη πλατανιού, παυλώνια, κ.ά.), όπως έγινε με τη λεύκη στο παρελθόν με επιτυχία, καθώς και πολύτιμων ειδών (π.χ. καρυδιά, σφενδάμι, κ.ά.) για παραγωγή πολύτιμου ξύλου, δημιουργία σποροπαραγωγών κήπων και τράπεζας γενετικών πόρων και εφαρμογή σύγχρονων βιοτεχνολογικών μεθόδων για δημιουργία δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού και χρησιμοποίησή του στην πράξη.
4. την ανάπτυξη και εφαρμογή μεθόδων και συστημάτων για ουσιαστική βελτίωση της προστασίας των δασών από τις πυρκαγιές, με έμφαση στην πρόληψη αλλά και στην ανάπτυξη αποτελεσματικότερων συστημάτων κατάσβεσης των δασικών πυρκαγιών.
5. τη συνειδητοποίηση του ευρύτερου κοινού για τον ευεργετικό και ζωτικό ρόλο των δασών σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο και την οργάνωση ουσιαστικής και αποτελεσματικής συμμετοχής εθελοντών στην προστασία των δασών.
6. την έρευνα και την εκπόνηση μελετών για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα στο άμεσο μέλλον και τον ευεργετικό ρόλο των δασών.
7. τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου νομικού πλαισίου για την προστασία της βιοποικιλότητας σε συνδυασμό με ευρωπαϊκές και διεθνείς προσεγγίσεις.
8. την πιστοποίηση, την αειφορική διαχείριση και εκμετάλλευση των δασών για την ικανοποίηση βασικών αναγκών του ανθρώπου σε συνδυασμό και σε αρμονία με το βασικό περιβαλλοντικό τους ρόλο.
9. τη διαμόρφωση κεντρικής δασικής πολιτικής για τη χώρα και επαναπροσδιορισμό της σύμφωνα με τις σημερινές προκλήσεις και τις διαφαινόμενες εξελίξεις για το περιβάλλον, την ποιότητα ζωής του ανθρώπου και τη βιοποικιλότητα (Βουλγαρίδης, 2012).

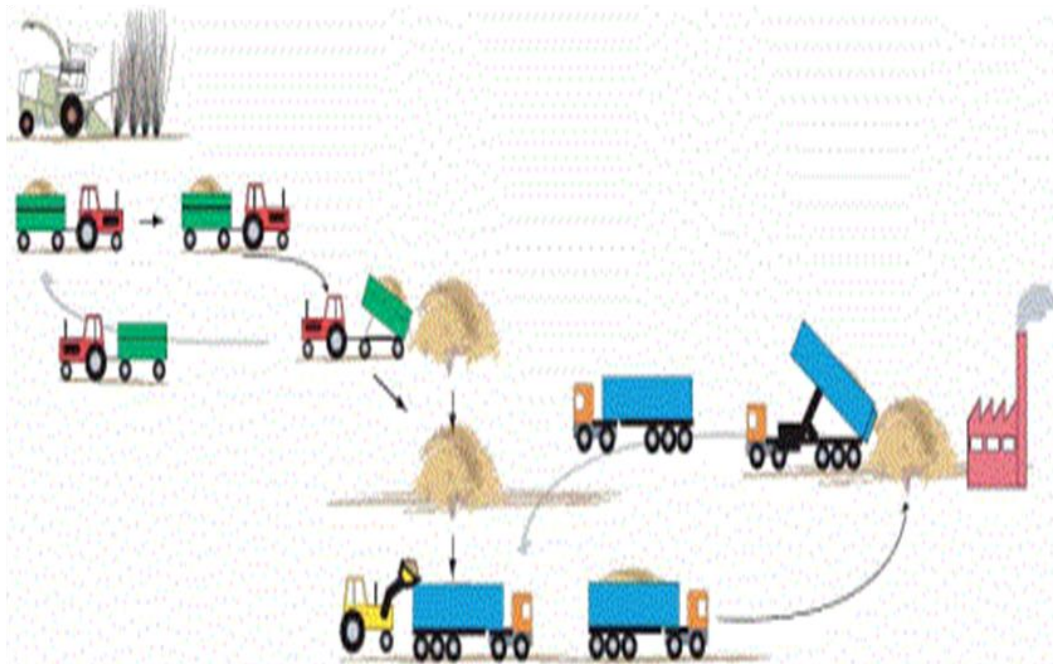
Η χώρα μας, ως ισχυρά ελλειμματική σε παραγωγή ξύλου χρειάζεται να καταβάλλει συνεχείς προσπάθειες δημιουργίας τεχνητών δασών και ιδιαίτερα φυτειών με ταχυαυξή δασοπονικά είδη (λεύκη, πλατάνι, ευκάλυπτος, αγριοκερασιά, ιτιά, παυλώνια, κ.ά.) ώστε να καλύψει μέρος των αναγκών της (Εικ. 5). Στο παρελθόν (τις δεκαετίες του 1970 και 1980) οι δημόσιες και ιδιωτικές φυτείες κλώνων λεύκης (I-214) έδιναν παραγωγή βιομηχανικής ξυλείας περί τα 300.000 κ.μ. ετησίως, ποσότητα ίση περίπου με το μισό της ετήσιας παραγωγής όλων των δημοσίων ελληνικών δασών (650.000 κ.μ.). Ο περίτροπος χρόνος τέτοιων ταχυαυξών ειδών διακρίνεται σε μεγάλο (10-12 έτη) για παραγωγή τεχνικής ξυλείας μεγάλων διαστάσεων, μέσο (5-6 ετών) για παραγωγή βιομηχανικής ξυλείας μικρότερων διαστάσεων και μικρό (1-2) ετών για παραγωγή ξύλου που προορίζεται, μετά από θρυμματισμό, για μοριοπλάκες, ινοπλάκες και ξυλοπολτό (Σχ. 3).

Η μοναδική αυτή πρώτη ύλη, το ξύλο, θα παράγεται όσο υπάρχουν στον κόσμο παραγωγικά δάση και θα καλύπτει σημαντικές ανάγκες του ανθρώπου. Το μέλημα του καθενός ξεχωριστά αλλά και όλου του κόσμου, ιδιαίτερα σήμερα που καιροφυλακτεί η κλιματική αλλαγή με ανυπολόγιστες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην έμβια ζωή, επιβάλλεται να είναι όχι μόνο η διατήρηση των υπαρχόντων δασών, αλλά και η καλλιέργεια, η βελτίωση και η αύξησή τους. Χωρίς δάση δεν θα εκλείψει μόνο το πολύτιμο ξύλο αλλά θα απειληθεί η περιβαλλοντική ισορροπία στο παγκόσμιο σύστημα και η ίδια η επιβίωση του ανθρώπου.



Εικόνα 5 Συγκομιδή φυτείας λεύκης μέσω περιτρόπου χρόνου (5-6 ετών) σε αρδεύσιμη γη για παραγωγή ξύλου θρυμματισμού (ΚΑΠΕ, 2014).

Συγκομιδή Αποθήκευση Μεταφορά Παράδοση



Σχήμα 3 Αλληλουχία εργασιών κατά την εφοδιαστική δασοπονικών καλλιιεργειών μικρού περιτρόπου χρόνου (1-2 ετών) και βιομηχανική αξιοποίηση των παραγόμενων τεμαχιδίων ξύλου (ΚΑΠΕ, 2014).

Βιβλιογραφία

- Βουλγαρίδης, Η. (2000). Παραγωγή και αξιοποίηση βιομάζας σε σχέση με την προστασία του δάσους και του περιβάλλοντος. *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου*, Κοζάνη, 17-20 Οκτ. 2000: 506-517.
- Βουλγαρίδης, Η. (2012). Η δασική επιστήμη μπροστά στα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Στο βιβλίο *Το Δάσος: Μια Ολοκληρωμένη Προσέγγιση* (Επιμέλεια: Α. Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος, & Γ. Κατσαδωράκης), WWF Ελλάς, 2012: 8-10.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- FAO (2001). Future production from forest plantations (Ed. D.J. Mead). Forest plantations thematic papers Workink Paper FP/13, FAO, Rome, Italy.
- Κακαράς, Ι. (2012). *Τεχνολογία Ξύλινων Δομικών Κατασκευών: Ξύλινες Κατασκευές, Κουφώματα, Πατώματα, Στέγες, Εξωτερικές Ξύλινες Κατασκευές*. Εκδοτικός οίκος ΟΜΙΛΟΣ ΙΩΝ, Αθήνα.
- ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) 2014. bisoplan.bioenarea.eu/html-files-gr/paragraphs/03-01-03.html
- Nair, M.N.B. (1998). *Wood Anatomy and Major Uses of Wood*. Faculty of Forestry. University Putra, Malaysia.
- Parikka, M. (2004). Global biomass fuel resources. *Biomass and Bioenergy* 27: 613–620.
- Tsoumis, G. T. (1991). *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Van Nostrand Reinhold, N.Y.
- Whiteman, A. & Brown, C. (1999). The potential role of forest plantations in meeting future demands for industrial wood products. *International Forestry Review*, Vol. 1(3): 143-152.
- Wimmer, R. (2015). Wood Quality– Causes, Methods, Control. <https://botanik.boku.ac.at/wood/woodquality>.

1. Παραγωγή και αξιοποίηση ξύλου

Σύνοψη

Αναφέρεται στα δασικά προϊόντα, στη δασική παραγωγή στην Ελλάδα και στα παραγωγικά σε ξύλο δάση και δασοπονικά είδη, στη μοναδικότητα του ξύλου ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ποικίλων προϊόντων (πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα), στα κυριότερα βιομηχανικά και βιοτεχνικά προϊόντα και κατασκευές ξύλου που παράγονται μετά από μηχανικές, φυσικές και χημικές επεξεργασίες, στα μακροσκοπικά και φυσικά χαρακτηριστικά του ξύλου, στα κυριότερα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά υπο-μικροσκοπικής δομής (μικροδομής) κωνοφόρων και πλατύφυλλων ξύλων, που σχετίζονται με τις φυσικές, μηχανικές και χημικές ιδιότητες και τις διάφορες χρήσεις του ξύλου.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία: 1. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 2. Jane, F.W. 1970. *The Structure of Wood*. 3. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 4. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 5. Tsoumis, G. 1968. *Wood as Raw Material*. 6. Tsoumis, G. 1992. *Harvesting Forest Products*. 7. Hoadley, R.B. 1980. *Understanding Wood*. 8. Hoadley, R.B. 1990. *Identifying Wood*. 9. Evert, R.F. 2006. *Esau's Plant Anatomy*. 10. Meylan, B.A. and Butterfield, B.G. 1972. *Three-dimensional Structure of Wood*. 11. Grösser, D. 1977. *Die Holzer Mitteleuropas*. 12. Panshin, A.J. and De Zeeuw, C. 1980. *Textbook of Wood Technology*. 13. Φιλίππου, Ι. 2014. *Χημεία και Χημικά Προϊόντα Ξύλου*.

Αεξιλόγιο: Παραγωγή ξύλου, συγκομιδή ξύλου, δομή ξύλου, υπο-μικροσκοπική δομή, μακροσκοπικά, φυσικά και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά ξύλου, ιδιότητες ξύλου, προϊόντα ξύλου, timber harvesting, wood structure, wood properties, wood characteristics, wood products.

1.1. Γενικά

Η σχέση του δάσους με τον άνθρωπο υπήρξε στενή από την αρχή της εμφανίσεώς του μέχρι σήμερα και έχει συντελέσει στην ίδια την επιβίωσή του.

Ο άνθρωπος, από τα πρώτα βήματά του, βρήκε στα δέντρα και στα δάση τροφή και καταφύγιο, άναψε φωτιά με ξύλο, το χρησιμοποίησε ως πηγή ενέργειας για θέρμανση και μαγειρική και το αξιοποίησε, μέχρι σήμερα, για την εξυπηρέτησή του με τη μορφή ποικίλων προϊόντων (από ρόπαλα, αγροτικά εργαλεία και σπίτια μέχρι χαρτί, φωτογραφικά φιλμ και διάφορα χημικά προϊόντα).

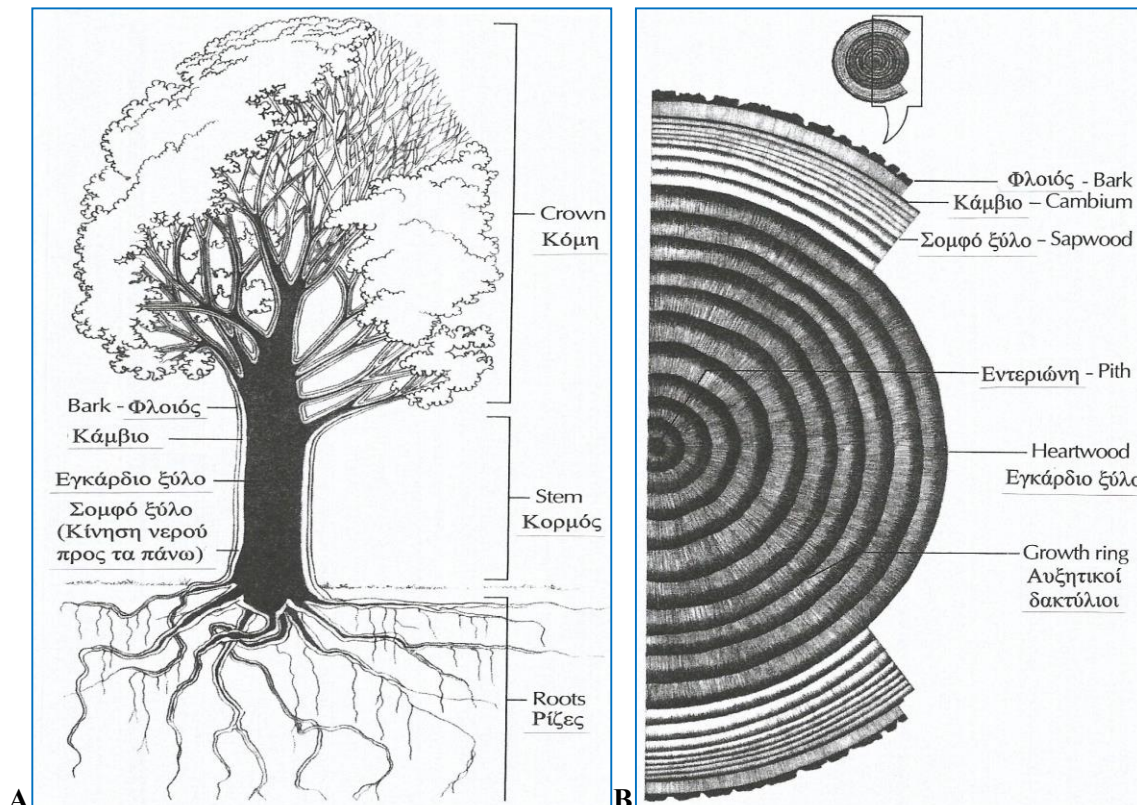
Το δάσος ως φυσικό και ανανεώσιμο αγαθό προσέφερε και προσφέρει σημαντικές και ζωτικές υπηρεσίες στον άνθρωπο. Οι πολλαπλές ωφέλειές του μπορούν να συνοψιστούν στα εξής: αντιδιαβρωτική προστασία του εδάφους, βελτίωση του κλίματος και του περιβάλλοντος, πρόληψη καταστροφών και προστασία οικισμών από πλημμύρες, υδατικό ισοζύγιο, δασική αναφυχή, άγρια ζωή, κ.ά., που είναι ανεκτίμητα, "μη υλογενή", όπως χαρακτηρίζονται, προϊόντα. Επίσης, άλλα προϊόντα, "υλογενή", μπορούν να παραχθούν από δασικά δέντρα και θάμνους, όπως ξύλο, ρητίνη πευκών, Χριστουγεννιάτικα δένδρα, ερεϊκόριζες για πίτες καπνιστών από το είδος ερείκη, μαστίχη από το είδος πιστάκη, φελλός από φελλοδρύ, φύλλωμα, φλοιός, καρποί, κ.ά. Από το ξύλο παράγονται, με κατάλληλες και ειδικές επεξεργασίες, χιλιάδες προϊόντων πολλά από τα οποία αποτελούν είδη πρώτης ανάγκης (π.χ. χαρτί, ξύλινα έπιπλα, σπίρτα, κ.ά.) (Βουλγαρίδης, 1994).

Από τα υλογενή προϊόντα των δασών το κυριότερο είναι το ξύλο (Σχ. 1.1.). Το ξύλο αποτελεί την πρώτη ύλη διαφόρων προϊόντων πρωτογενούς βιομηχανικής κατεργασίας (στύλοι, πριστή ξυλεία, αντικολλητά, ξυλοπολτός, κ.λπ.), τα οποία αποτελούν υλικά για την παραγωγή άλλων προϊόντων δευτερογενούς κατεργασίας (π.χ. έπιπλα, χαρτί). Τόσο τα πρωτογενή όσο και τα δευτερογενή προϊόντα μπορεί να παράγονται με μηχανική ή χημική κατεργασία. Εκτός από τη χρήση του για παραγωγή προϊόντων, το ξύλο χρησιμοποιείται και ως καύσιμη ύλη (πηγή ενέργειας).

Εκτός από το ξύλο, σημασία ως υλικό έχει και ο φλοιός των δασικών δέντρων. Η αξιοποίηση του φλοιού είναι πολύ περιορισμένη ως ανύπαρκτη, αλλά στην προσπάθεια πληρέστερης αξιοποίησεως της "βιομάζας" που παράγεται στο δάσος, γίνονται προσπάθειες να αναπτυχθεί η χρήση του. Ανάλογες προσπάθειες γίνονται για την αξιοποίηση του φυλλώματος (βελονών, φύλλων).

Ορισμένα δάση παράγουν ρητίνη. Στην Ελλάδα, ρητίνη παράγεται με "ρητίνευση" ζωντανών δένδρων χαλεπίου πεύκης (σπάνια και τραχείας), αλλά σε άλλες χώρες παράγεται και με απόσταξη ξύλου ή ως υποπροϊόν της παραγωγής ξυλοπολτού. Εκτός από τη ρητίνη, τα δασικά δένδρα παράγουν άλλα χρήσιμα εκκρίματα και εκχυλίσματα (καουτσούκ, διάφορα κόμμεα, ταννίνες, χρωστικές, κ.λπ.).

Τέλος, άλλα υλογενή δασικά προϊόντα είναι: Χριστουγεννιάτικα δένδρα, βέργες καλαθοπλαστικής, καρποί, ογκώματα ερείκης (ερεϊκόρριζες) που χρησιμοποιούνται για να κατασκευάζονται "πίπες" καπνιστών, διακοσμητικά (καλλωπιστικά), θεραπευτικά και αρωματικά φυτά, φυτόχωμα, μανιτάρια, ζωοτροφές, κ.ά.



Σχήμα 1.1 Κύρια μέρη ενός δασικού δένδρου (A) και βασικά χαρακτηριστικά εγκάρσιας τομής του παραγόμενου ξύλου του κορμού (B). Στο ζωντανό δένδρο, νερό και ανόργανα άλατα ανεβαίνουν κατά μήκος του σομφού ενώ τα θρεπτικά συστατικά σε διάλυμα κατεβαίνουν κατά μήκος του εσωτερικού φλοιού και αποθηκεύονται στα παρεγχυματικά κύτταρα του σομφού ξύλου. Το εγκάρδιο ξύλο δεν συμμετέχει στη διακίνηση διαλυμάτων (Hoadley, 1990).

Στον τομέα της αξιοποίησης των δασών έχουν επιτευχθεί πολλά μέχρι σήμερα και αυτό οφείλεται στην ανάπτυξη της επιστήμης της Δασολογίας και Ξυλοπονίας καθώς και στην επιστημονική διαχείριση των δασών. Βασική αρχή της διαχείρισης αυτής είναι η αειφορία των καρπώσεων, δηλαδή η συνεχής παραγωγή ξύλου και άλλων προϊόντων και υπηρεσιών (υγιεινών, προστατευτικών, τουριστικών, περιβαλλοντικών, κ.λπ.), από τα δάση. Η αρχή αυτή εξασφαλίζει από τη μια πλευρά τη συνεχή προσφορά του δάσους σε προϊόντα και υπηρεσίες και από την άλλη τη διατήρηση, συντήρηση και βελτίωση των δασών που, ως γνωστόν, ανήκουν όχι μόνον στην παρούσα αλλά και στις επερχόμενες γενιές.

Δάση υπάρχουν σε όλο τον κόσμο αλλά κατανέμονται ανομοιόμορφα πάνω στη γη. Υπάρχουν χώρες με πολλά δάση (π.χ. Καναδάς, Σκανδιναβικές χώρες) και χώρες με εκτεταμένους ερήμους (π.χ. στη Β. Αφρική). Οι ευνοϊκές επιδράσεις, που έχει το δάσος στο περιβάλλον, στην αισθητική, στον πολιτισμό και στην οικονομική ανάπτυξη μιας περιοχής είναι προφανείς.

Σήμερα, η ετήσια παραγωγή ξύλου από τα δάση της γης για την ικανοποίηση των αναγκών του ανθρώπου προσεγγίζει τα 3,5-4 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, ενώ οι προβλέψεις δείχνουν ότι η κατανάλωση ξύλου αυξάνεται συνεχώς (Τσουμής, 1983; Παρίκκα, 2004). Πάντως, η ικανοποίηση των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών του ανθρώπου σε ξύλο και προϊόντα ξύλου δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να οδηγήσει σε μείωση και καταστροφή των δασών. Ιδιαίτερα σήμερα, όπου το περιβάλλον υποβαθμίζεται και οι κίνδυνοι που απειλούν τα δάση είναι αυξανόμενοι (π.χ. εμπορική και όχι επιστημονική και αειφορική διαχείριση, "όξινη βροχή" σε βιομηχανικές περιοχές, δασικές πυρκαγιές, εκχερσώσεις, κ.ά.), χρειάζονται γενναία μέτρα για την προστασία, τη διατήρηση και τη βελτίωση των δασών όχι μόνο σε τοπική και εθνική κλίμακα αλλά και σε διεθνές επίπεδο.

Το δάσος λοιπόν μπορεί να χαρακτηριστεί ένα ανεκτίμητο φυσικό αγαθό, που αποτελεί πηγή πολλών και χρήσιμων προϊόντων ενώ μόνο ευνοϊκές επιδράσεις έχει στο περιβάλλον, στη διατήρηση και στην

ποιότητα της ζωής. Για τους λόγους αυτούς, η επιστημονική διαχείριση και εκμετάλλευσή του, η προστασία, συντήρηση και ανάπτυξή του είναι υποχρέωση όλων μας αλλά και του καθενός χωριστά για έναν καλύτερο κόσμο του σήμερα, αλλά και των μελλοντικών γενεών.

1.2. Δασική παραγωγή στην Ελλάδα

Ιστορικές μαρτυρίες αποδεικνύουν ότι στη χώρα μας, αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου υπήρχε πλούσια δασική βλάστηση, αλλά για διάφορους λόγους, που συνδέονται α) με την κατανάλωση ξύλου χωρίς επιστημονική διαχείριση, β) την εκχέρσωση για αγροτικές καλλιέργειες, γ) την αλόγιστη βόσκηση και δ) τις δασικές πυρκαγιές, το μεσογειακό δάσος ελαττώθηκε σε έκταση, υποβαθμίστηκε ή εξαφανίστηκε (Τσουμής, 1985).

Σήμερα η χώρα μας δεν χαρακτηρίζεται από επαρκείς εκτάσεις με συγκροτημένα δάση ενώ σημαντικό μέρος της καλύπτεται από υποβαθμισμένα δάση και δασικές εκτάσεις. Αποτέλεσμα τούτου είναι και το γεγονός ότι η χώρα μας είναι ισχυρά ελλειμματική σε ξύλο και προϊόντα ξύλου και εισάγει σημαντικές ποσότητες στρόγγυλης και πριστής ξυλείας, χαρτόμαζας, κ.ά. που αντιστοιχούν συνολικά σε 2.000.000 κυβικά μέτρα περίπου ισοδύναμης στρόγγυλης ξυλείας το έτος.

Το ποσοστό δασοκάλυψης (25,4%) των βιομηχανικών δασών θεωρείται σχετικά μικρό για ορεινή χώρα. Στη σύνθεση των δασών μας κυριαρχούν τα πλατύφυλλα είδη σε ποσοστό 57% έναντι του ποσοστού 43% κωνοφόρων ειδών (Πίνακας 1.1). Τα δάση μας είναι υποβαθμισμένα. Η αναλογία του σπερμοφυούς προς το πρεμνοφυές δάσος είναι 44:56. Τα εμφανιζόμενα ως διφυή δάση πλατύφυλλων στην πραγματικότητα είναι πρεμνοφυή. Ένα πρόσθετο ποσοστό 23,9% της έκτασης της χώρας καλύπτεται από μη βιομηχανικά (όχι παραγωγικά σε ξύλο) δάση που συγκροτούνται κυρίως από αείφυλλα πλατύφυλλα (Υπ. Γε., 1992; Ντάφης, 1994).

Δάση	Πλατύφυλλα		Κωνοφόρα		Ποσοστό στο σύνολο της χώρας*, %
	Δασικό είδος	Έκταση, Ha	Δασικό είδος	Έκταση, Ha	
Βιομηχανικά	Δρύες	1.471.839	Πεύκη (χαλέπιος, τραχεία, μαύρη, δασική, λευκόδερμος, κουκουναριά)	878.876	25,4
	Οξυά	336.640	Ελάτη	543.308	
	Πλάτανος	86.579	Ελάτη+Μαύρη πεύκη	4.762	
	Καστανιά	33.081	Ερυθρελάτη	2.754	
	Σημύδα	1.437			
	Σύνολο	1.929.576		1.429.610	
	Ποσοστό %	57,4 %		42,6 %	
Μη βιομηχανικά	3.153.882 Ha –κυρίως αείφυλλα πλατύφυλλα				23,9
Σύνολο	6.513.068 Ha				49,3

* Συνολική έκταση της χώρας: 13.195.140 Ha

Πίνακας 1.1 Έκταση βιομηχανικών και μη βιομηχανικών δασών στην Ελλάδα (Υπ. Γε., 1992).

Στο δάσος διαμορφώνονται δύο κύριες κατηγορίες ξύλου:

α. Η βιομηχανική ξυλεία που περιλαμβάνει:

(1) Την ξυλεία κατασκευών, η οποία ονομάζεται και «στρογγύλη ξυλεία», τεχνική ξυλεία ή τεχνικό ξύλο, και περιλαμβάνει κορμοτεμάχια σχετικά μεγάλων διαστάσεων (μήκους μέχρι 15 μ. και διαμέτρου συνήθως πάνω από 20 εκ.) που προορίζονται για πρίση αλλά και για άλλες χρήσεις (π.χ. ξυλεία μεταλλείων, κιβωτίων, δαπέδων, σπέρτων, πελεκητή ξυλεία, στύλοι ΔΕΗ, ΟΤΕ, κ.λπ.), και

(2) Το ξύλο θρυμματισμού (ή βιομηχανικό ξύλο), το οποίο χρησιμοποιείται ύστερα από τη μετατροπή του σε τεμαχίδια με θρυμματισμό για μοριοπλάκες, ινοπλάκες και χαρτί. Στην περίπτωση αυτή το ξύλο είναι μικρού μήκους 0,80-1,20 μ. και μπορεί να είναι στρόγγυλο (διαμέτρου 6-35 εκ.) ή σχιστό.

β. τα καυσόξυλα που είναι τεμάχια, στρόγγυλα ή σχιστά, μήκους 0,80-1,50 μ. και διαμέτρου >5 εκ. τα οποία δεν περιλαμβάνονται στις παραπάνω κατηγορίες και προορίζονται για οικιακές ανάγκες (θέρμανση, μαγείρεμα, κ.λπ.).

Από το σύνολο των δημοσίων δασών της χώρας παράγονται 2.707.000 κ.μ. ξυλείας ετησίως (786.000 κ.μ. βιομηχανική ξυλεία και 1.921.000 κ.μ. καυσόξυλα, αναλογία 29:71) (Πίνακας 1.2). Στις ποσότητες αυτές

εκτιμάται ότι πρέπει να προστεθούν άλλα 400.000 κ.μ. βιομηχανική ξυλεία και 650.000 κ.μ. καυσόξυλα που προέρχονται από ιδιωτικά δάση και φυτείες, κοινοτικά, μοναστηριακά και άλλα μη δημόσια δάση (Voulgaridis, 1996) (Εικ. 1.1).

Κατηγορία ξύλου	Πλατύφυλλα		Κωνοφόρα		Σύνολο	
	m ³	%	m ³	%	m ³	%
Βιομηχανική ξυλεία	380.000	48,3	406.000	51,7	786.000	29
Καυσόξυλα	1.615.000	84,1	306.000	15,9	1.921.000	71
Σύνολο	1.995.000	73,7	712.000	26,3	2.707.000	100

*Περιλαμβάνονται και τα ατελώς συλλεγόμενα καυσόξυλα.

Πίνακας 1.2 Ετήσια παραγωγή ξύλου (λήμμα) των δημοσίων ελληνικών δασών*.

Οι κατηγορίες και οι διαστάσεις της ξυλείας κατασκευών δείχνονται στον Πίνακα 1.3. Συνολικά, η ετήσια κατανάλωση ξύλου και προϊόντων ξύλου στην Ελλάδα ανέρχεται περί τα 3.100.000 κ.μ. ισοδύναμης στρόγγυλης ξυλείας (χωρίς να συνυπολογίζονται οι παραγόμενες ποσότητες καυσοξύλων). Η συμμετοχή επομένως της εγχώριας παραγωγής βιομηχανικής ξυλείας ανέρχεται μόνο στο 30-35% των αναγκών της χώρας (Πετευναράκης, 1992; Βουλγαρίδης κ.ά., 1995). Από τα στοιχεία αυτά είναι εμφανές το σοβαρό έλλειμμα της χώρας σε ξύλο και προϊόντα ξύλου και οι σημαντικές ποσότητες πολύτιμου συναλλάγματος που απαιτούνται για εισαγωγές.

Τα κυριότερα δασοπονικά είδη που παράγουν ξύλο στην Ελλάδα και οι χρήσεις του ξύλου αυτού δείχνονται στον Πίνακα 1.4. Άλλα είδη που παράγουν μικρές ποσότητες ξύλου είναι: κυπαρίσσι, σημύδα, πλατάνι, σφενδάμι, καρυδιά, αριά και άλλα αείφυλλα πλατύφυλλα, κ.ά.

α/α	Κατηγορία	Μήκος, μ.	Μέση διάμετρος, εκ.
1	Στρογγύλη ξυλεία μεγάλου μήκους	2-7	20
2	Στρογγύλη ξυλεία μικρού μήκους	μέχρι 2 μ.	20
3	Στύλοι ΔΕΗ	9-15	19-32
4	Στύλοι ΟΤΕ	5,5-8	12,5-19*
5	Λεπτή ξυλεία μεταλλείων πεύκης (γαρντιούρα)	3	10-21
6	Ξυλεία μεταλλείων πεύκης	2-3	12-16
7	Λεπτή ξυλεία κορμιδιών (βελέσια) πεύκης, ελάτης	2-2,5	(διάμετρος κορυφής) 6-9
8	Ξυλεία μεταλλείων (μπουδέλια) καστανιάς	1,8-4,5	14-22
9	Ξυλεία μεταλλείων (γαρντιούρα) καστανιάς	1,5-2,5	9-13
10	Καπρούλια (υποστηρίγματα θερμοκηπίων, δενδροκαλλιεργειών κ.λπ.) καστανιάς	2-4	7-8
11	Πάσσαλοι καστανιάς	1,3-2,5	5,5-7
12	Καπνόβεργες καστανιάς	2-3	4,5
13	Στρογγύλη ξυλεία-οικοδομήσιμη καστανιάς	2-6	11
14	Στρογγύλια καστανιάς: α. χοντρά	1-2	16
	β. λεπτά	1-2	11-16

*Ελάχιστη διάμετρος κορυφής σε απόσταση 1,80μ. (ΔΕΗ) και 1,5μ. (ΟΤΕ) από τη βάση.

Πίνακας 1.3 Κατηγορίες και διαστάσεις ξυλείας κατασκευών.



Εικόνα 1.1 1. Παραγωγικό σε ξύλο δάσος ερυθρελάτης, 2. Επιλογικές υλοτομίες (εφαρμοζόμενες στην Ελλάδα), 3. Αποψιλωτικές υλοτομίες (εφαρμοζόμενες, συνήθως, στο εξωτερικό), 4. Στρογγύλη ξυλεία (ξυλεία κατασκευών), 5. Στοιβαζόμενη ξυλεία –Ξύλο θρυμματισμού (βιομηχανικό ξύλο) και κανσόξυλο, 6. Παραγωγή πριστής ξυλείας από κορμοτεμάχια, ξηρής στον αέρα, για διάθεσή της στο εμπόριο, 7 και 8. Μετατόπιση στρογγύλης ξυλείας (7) και στοιβαζόμενου ξύλου (8) από το δάσος στο δασόδρομο με ζώα, 9. Συγκομιδή ξύλου στο δάσος με πολυμηχάνημα, στο εξωτερικό (Βουλγαρία, 2015).

1.3. Το ξύλο ως υλικό

1.3.1. Γενικά

Το ξύλο (wood, holz) των δασικών δένδρων αποτέλεσε πρωταρχικό και κυρίαρχο υλικό στην ιστορική διαδρομή του ανθρώπου από την αρχή της εμφάνισής τους. Σήμερα, παρά τον ανταγωνισμό του από άλλα υλικά, όπως μέταλλα, πλαστικά, τσιμέντο, κ.ά. εξακολουθεί και θα εξακολουθήσει να αποτελεί μοναδική

ανανεώσιμη και πολύτιμη πρώτη ύλη για τον άνθρωπο. Αυτό γίνεται φανερό από τη συνεχή αύξηση της κατανάλωσης και των χρήσεών του σε παγκόσμια κλίμακα.

Το κύτταρα του ξύλου παράγονται από έναν περιφερειακό μεριστικό ιστό, το κάμβιο, κατά τη διάρκεια της αυξητικής δραστηριότητας των δέντρων (για την εύκρατη ζώνη από Μάρτιο μέχρι Σεπτέμβριο) και αναρίθμητα τέτοια κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους και συγκροτούν το ξύλο (Σχ. 1.2).

Το ξύλο αξιοποιείται σε πολυάριθμα προϊόντα, τα οποία μπορούν να διακριθούν (α) σε προϊόντα όπου διατηρείται η φυσική δομή του ξύλου (π.χ. πριστή ξυλεία), (β) σε προϊόντα που παράγονται με μηχανική και χημική, κυρίως, επεξεργασία και στα οποία δεν διακρίνεται η φυσική δομή του ξύλου (π.χ. χαρτί).

Κάθε μορφή αξιοποίησης βασίζεται στην ιδιαίτερη δομή, τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του κάθε ξύλου. Ο όρος ξύλο με τη γενική έννοια δεν αντικατοπτρίζει ένα υλικό με σταθερή δομή, χαρακτηριστικά και συμπεριφορά. Υπάρχουν βέβαια βασικές ομοιότητες μεταξύ διαφόρων ειδών ξύλου αλλά και μεγάλες διαφοροποιήσεις δομής, ιδιοτήτων και συμπεριφοράς. Οι διαφοροποιήσεις αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι το ξύλο δεν παράγεται βιομηχανικά αλλά είναι βιολογικό προϊόν και παράγεται στη φύση.

Κατηγορία	Είδος ξύλου/Παραγωγή	Χρήσεις
ΚΩΝΟΦΟΡΑ	Πεύκη (μαύρη, δασική, λευκόδερμος, χαλέπιος, τραχεία, κ.ά.)	Οικοδομικές κατασκευές, πατώματα, κιβώτια, στύλοι, στρωτήρες, έπιπλα, βαρέλια, βάρκες, ιστοί πλοίων, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός, αντικολλητά, ξυλεία μεταλλείων (χαλέπιος, τραχεία), ξυλόγλυπτα (λευκόδερμος)
	Παραγωγή: 250.000 κ.μ. (μαζί με ερυθρελάτη)	Οικοδομικές κατασκευές, πατώματα, κιβώτια, στύλοι, έπιπλα, ιστοί, στρωτήρες, торνευτά, χαρτοπολτός, μοριοπλάκες, ινοπλάκες
	Ερυθρελάτη	Όπως και η ελάτη. Επιπλέον μουσικά όργανα, ναυπηγικές κατασκευές.
ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ	Παραγωγή: 450.000 κ.μ.	Έπιπλα (ύστερα από άτμιση), στρωτήρες, πατώματα, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός, λαβές εργαλείων, μέρη μουσικών οργάνων, πλοία, παιγνίδια, καυσόξυλα.
	Δρυς (διάφορα είδη) Παραγωγή: 1.200.000 κ.μ.	Οικοδομικές και ναυπηγικές κατασκευές, έπιπλα, πατώματα, πάσσαλοι, στρωτήρες, βαρέλια, торνευτά, κάρα, καυσόξυλα, κάρβουνα.
	Λεύκη Παραγωγή: Περί τα 500.000 κ.μ.	Οικοδομικές κατασκευές, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, κιβώτια, εσωτερικά έπιπλων, σπύρτα, τεχνητά μέλη, παιγνίδια, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός.
	Παραγωγή: 30.000 κ.μ.	Πατώματα, έπιπλα, πάσσαλοι, στύλοι, δοκοί, ξυλεία μεταλλείων, οικιακά σκεύη, βαρέλια, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτός.

Πίνακας 1.4 Κυριότερα ελληνικά είδη ξύλου και χρήσεις τους (Τσουμής, 1983).

Η μεγάλη σημασία και η μοναδικότητα του ξύλου ως πρώτης ύλης για διάφορα προϊόντα οφείλεται σε ορισμένα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει, σε σύγκριση με άλλα υλικά, τα οποία μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

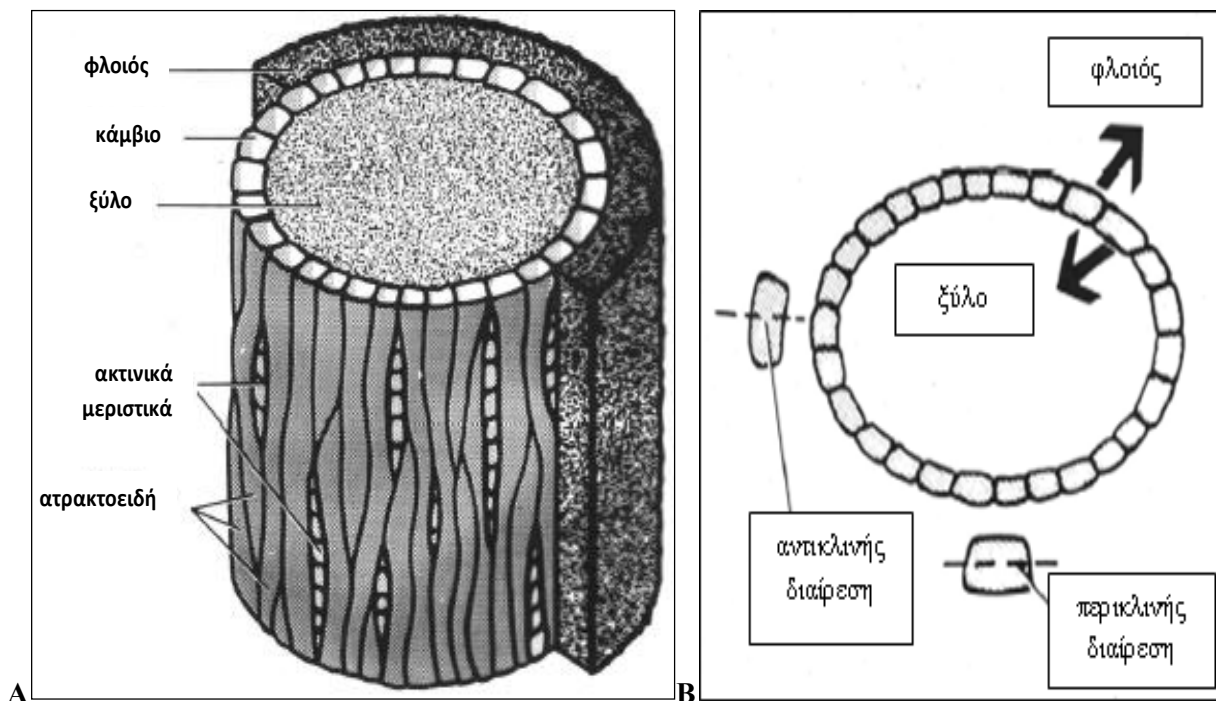
α. Το ξύλο είναι ανανεώσιμο βιολογικό υλικό και παράγεται από μεγάλο αριθμό δασικών δένδρων σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό και, το σπουδαιότερο, μπορούν να γίνουν κατάλληλες ανθρώπινες επεμβάσεις με σκοπό την καλλιέργεια, ενίσχυση και βελτίωση των υπάρχοντων δασών, των φυσικών αυτών "εργοστασίων" παραγωγής ξύλου, ή την ίδρυση νέων δασών.

β. Αποτελεί πηγή πολλών προϊόντων, από τα οποία ένας μεγάλος αριθμός είναι είδη πρώτης ανάγκης.

γ. Παρουσιάζει αισθητική υπεροχή, ποικιλία χρωμάτων, υφής και σχεδίασης.

δ. Είναι υλικό ευκατέργαστο, έχει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του, καλές μονωτικές ιδιότητες (ακουστικές, θερμικές, ηλεκτρικές) και αποτελεί κυρίαρχη πηγή κυτταρίνης.

ε. Παράγεται σε μεγάλες σχετικά διαστάσεις, παρουσιάζει αντιρρυπαντική συμπεριφορά και έχει μικρή σχετικά τιμή.



Σχήμα 1.2 Α. Τρισδιάστατη παράσταση του καμβίου με ατρακτοειδή και ακτινικά μεριστικά κύτταρα. Β. Με περικλινείς διαιρέσεις των ατρακτοειδών και ακτινικών μεριστικών κυττάρων του καμβίου παράγονται νέα κύτταρα ξύλου και εσωτερικού φλοιού. Β. Με αντικλινείς διαιρέσεις παράγονται νέα καμβιακά κύτταρα για να μπορεί το κάμβιο να παρακολουθεί την αύξηση της διαμέτρου του δέντρου (Αδαμόπουλος, 2014).

Το ξύλο όμως παρουσιάζει και μειονεκτήματα. Είναι υγροσκοπικό υλικό και οι διαστάσεις του μεταβάλλονται με πρόσληψη ή απώλεια υγρασίας, παρουσιάζει μεταβλητότητα δομής και ιδιοτήτων και είναι ανισότροπο υλικό, προσβάλλεται από μικροοργανισμούς (μύκητες, έντομα, βακτήρια, θαλασσινοί οργανισμοί) και αλλοιώνεται ή σαπίζει, καίγεται και η παραγωγή του επηρεάζεται από το περιβάλλον και την κληρονομικότητα. Η αντιμετώπιση των μειονεκτημάτων αυτών αποτέλεσε πρόκληση για τους επιστήμονες και την τεχνολογία με αποτέλεσμα να υπάρχει εντυπωσιακή πρόοδος στην αξιοποίηση του ξύλου. Η πρόκληση όμως αυτή εξακολουθεί να υπάρχει και σήμερα και, για ένα υλικό όπως το ξύλο, θα υπάρχει και στο μέλλον.

Για τη σωστή αξιοποίηση του ξύλου σε διάφορα προϊόντα, αποτελεί βασική προϋπόθεση η λεπτομερής γνώση της αρχιτεκτονικής κατασκευής (δομής) του, και της συμπεριφοράς του σε κάθε επεξεργασία. Πρέπει, επίσης, να τονισθεί ότι η αξιοποίηση του ξύλου σε διάφορα προϊόντα αρχίζει από το δάσος και συγκεκριμένα από το υλοτόμιο, όπου γίνεται η ρίψη των δένδρων και η διαμόρφωσή τους σε βιομηχανική ξυλεία και σε καυσόξυλα. Από τη στιγμή υλοτομίας ενός δένδρου και της παραγωγής των δασικών προϊόντων στο υλοτόμιο μέχρι την επεξεργασία του ξύλου στο εργοστάσιο, μεσολαβεί, πολλές φορές, μεγάλο χρονικό διάστημα και έχει καθοριστική σημασία στο διάστημα αυτό το κάθε κορμοτεμάχιο ξύλου να μην έχει υποστεί υποβάθμιση της ποιοτικής του κατάστασης.

1.3.2. Βασικές αρχές στις χρήσεις του ξύλου

Οι χρήσεις του ξύλου είναι ποικίλες αλλά και οι συνθήκες χρήσεως ποικίλουν και το προϊόν εκτίθεται περισσότερο ή λιγότερο σε παράγοντες αλλοίωσης, βιολογικούς ή αβιοτικούς. Οι πιο δύσκολες συνθήκες χρησιμοποίησης του ξύλου είναι όταν αυτό βρίσκεται σε επαφή με υγρό έδαφος ή νερό, ενώ οι λιγότερο δύσκολες θεωρούνται οι περιπτώσεις που τα προϊόντα ξύλου χρησιμοποιούνται σε εσωτερικούς χώρους.

Η μηχανική αντοχή, οι ιδιότητες και η διάρκεια των προϊόντων ξύλου εξαρτώνται από το είδος ξύλου, τις συνθήκες παραγωγής και τους διάφορους χειρισμούς που εφαρμόζονται στο ξύλο (π.χ. σωστή ξήρανση, ενδεδειγμένος εμποτισμός, ανθεκτικές επιφανειακές επικαλύψεις). Ένα προϊόν ή μια ξύλινη κατασκευή μπορεί να αποτύχει και μόνο από το γεγονός ότι κατά τη συναρμολόγηση του προϊόντος, το ξύλο είχε μεγαλύτερη υγρασία από την κανονική. Η χρησιμοποίηση ευπαθούς σε προσβολές μυκήτων ξύλου (π.χ. οξιά, λεύκη) σε δύσκολες συνθήκες είναι ανεπιτυχής επιλογή, γιατί η φυσική διάρκειά του δεν υπερβαίνει τα πέντε χρόνια, ενώ ο εμποτισμός του με προστατευτικές ουσίες αυξάνει τη διάρκεια σημαντικά (σε 40-50 χρόνια).

Ανεπιτυχής συγκόλληση, ακατάλληλες συνδέσεις, μη ελεγχόμενες συνθήκες παραγωγής κ.λπ., δεν οδηγούν σε ποιοτικώς αποδεκτά προϊόντα.

Οι συνθήκες χρήσεως των προϊόντων ευνοούν άλλοτε περισσότερο, άλλοτε λιγότερο και άλλοτε καθόλου την ανάπτυξη μυκήτων, εντόμων και άλλων οργανισμών αλλοίωσης του ξύλου. Η σήψη του ξύλου από μύκητες, οι μεταχρωματισμοί του, η αλλοίωσή του από έντομα, κ.λπ., είναι σοβαρά σφάλματα που μπορούν να δημιουργηθούν δευτερογενώς και εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες ανάπτυξης. Προχωρημένες αλλοιώσεις οδηγούν σε αντικατάσταση της ξύλινης κατασκευής. Αβιοτικοί παράγοντες (νερό, ηλιακή ακτινοβολία, μηχανικοί παράγοντες, κ.ά.) επίσης αλλοιώνουν το ξύλο εφόσον το ξύλο εκτίθεται σ' αυτούς. Για όλες αυτές τις περιπτώσεις, χρειάζεται να εφαρμοσθούν κατάλληλοι προληπτικοί χειρισμοί πριν από την τοποθέτηση της ξύλινης κατασκευής στην οριστική της θέση.

1.3.3. Προϊόντα του ξύλου και χρήσεις τους

Το ξύλο αποτελεί πρώτη ύλη διαφόρων προϊόντων πρωτογενούς βιομηχανικής κατεργασίας όπως στύλοι, πριστή ξυλεία, ξυλόφυλλα (καπλαμάδες), αντικολλητά (κόντρα-πλακέ), μοριοπλάκες, ινοπλάκες, ξυλοπολτός, κλπ., τα οποία αποτελούν υλικά για την παραγωγή άλλων προϊόντων δευτερογενούς κατεργασίας όπως π.χ. έπιπλα και χαρτί, πολυμερή κυτταρίνης, χημικά, ενέργεια. Τόσο τα πρωτογενή όσο και τα δευτερογενή προϊόντα μπορεί να παράγονται με μηχανικές, φυσικές και χημικές επεξεργασίες ή με συνδυασμό των παραπάνω κατεργασιών. Ιδιαίτερα για τα χημικά προϊόντα και τα βιοκαύσιμα, ο αριθμός των προϊόντων που παράγεται από το ξύλο είναι πολύ μεγάλος και υποστηρίζεται ότι είναι ίδιος με εκείνα τα προϊόντα που παράγονται από πετρέλαιο.

Τα προϊόντα του ξύλου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν αυτά στα οποία διατηρείται η φυσική δομή του ξύλου και στη δεύτερη κατηγορία αυτά όπου δεν διατηρείται η φυσική αυτή δομή.

A. Προϊόντα στα οποία διατηρείται η φυσική δομή του ξύλου

α. Πριστή (πριονιστή) ξυλεία (sawn timber). Προκύπτει από πρίση (πριόνιση) στρόγγυλων κορμοτεμαχίων σε διάφορα πάχη, πλάτη και μήκη ανάλογα με τις απαιτήσεις της αγοράς. Η πριστή ξυλεία χρησιμοποιείται ως έχει ή μετά από δευτερογενή μηχανική κατεργασία για διάφορα προϊόντα. Στρωτήρες, ξυλεία οικοδομών (σκαλωσιές, στέγες, αποθήκες, κ.ά.) και άλλα πριστά τεμάχια αποτελούν προϊόντα πρωτογενούς μηχανικής κατεργασίας του ξύλου. Άλλα προϊόντα (π.χ. έπιπλα) απαιτούν και δευτερογενή μηχανική κατεργασία. Η πρίση του ξύλου γίνεται με ταινιοπρίονα, πολυπρίονα και δισκοπρίονα.

β. Ξυλόφυλλα (καπλαμάδες) - Αντικολλητά (κόντρα-πλακέ) - Πηχοπλάκες (πλακάς) - (veneers–plywood–blockboards). Τα ξυλόφυλλα παράγονται με εκτύλιξη (το κορμοτεμάχιο στρέφεται γύρω από τον άξονά του και ταυτόχρονα κόβεται με ένα μεγάλο μαχαίρι σε συνεχές φύλλο) και με παλινδρομική τομή (το μαχαίρι κάνει παλινδρομικές κινήσεις και κάθε φορά κόβει ένα φύλλο ξύλου συγκεκριμένων διαστάσεων). Τα ξυλόφυλλα χρησιμοποιούνται ευρύτατα ως επενδύματα μοριοπλακών για την επιπλοποιία, στην κατασκευή αντικολλητών και πηχοπλακών κ.ά. Η παραγωγή αντικολλητών προϋποθέτει την προετοιμασία ξυλοφύλλων με μηχανική κατεργασία και τη συγκόλλησή τους. Οι πηχοπλάκες εκτός από την εξωτερική επένδυση με ξυλόφυλλα περιλαμβάνουν μεσαία στρώση από μικρά, πριστά τεμάχια ξύλου.

γ. Προϊόντα σε στρόγγυλη μορφή (roundwood products). Τα προϊόντα αυτά περιλαμβάνουν κυρίως στύλους τηλεπικοινωνίας (ΟΤΕ) και εξηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Σε πολλές περιπτώσεις, προϊόντα σε στρόγγυλη μορφή χρησιμοποιούνται και ως ξυλεία μεταλλείων, πασσάλους, υποστηρίγματα, οικήματα, υπαίθριες κατασκευές, κ.ά.

δ. Συγκολλημένοι δοκοί (επικολλητό ξύλο, laminated wood) - Ξυλουργικές κατασκευές. Οι συγκολλημένοι δοκοί αποτελούνται από πριστά τεμάχια ξύλου που προκύπτουν με μηχανική κατεργασία και τα οποία συγκολλούνται, για να παραχθούν δοκοί επιθυμητών διαστάσεων. Το επικολλητό ξύλο μπορεί να υποστεί δευτερογενή μηχανική κατεργασία εφόσον υπάρχει τέτοια απαίτηση για την παραγωγή ορισμένων προϊόντων (π.χ. επίπλων, καθισμάτων, κ.ά.). Οι ξυλουργικές κατασκευές περιλαμβάνουν ποικιλία προϊόντων (π.χ. επενδύσεις, κάγκελα μπαλκονιών, κουφώματα, πόρτες, έργα τέχνης, οικήματα, υπαίθριες κατασκευές, σε πριστή μορφή, κ.ά.).

ε. Νέα σύνθετα προϊόντα-Ξυλοδοκοί LVL, LSL, PSL, κ.λπ. (Γρηγορίου, 2010).

στ. Έπιπλα (furniture). Η επιπλοποιία είναι ένας μεγάλος και δυναμικός κλάδος, όπου χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες ξυλείας κάθε χρόνο. Στην κατασκευή επίπλων πέρα από την πρωτογενή μηχανική κατεργασία επικρατεί η εξαντλητική δευτερογενής μηχανική κατεργασία, επειδή μπορούν να αξιοποιηθούν και μικρά τεμάχια ξύλου.

ζ. Μοριοπλάκες (μοριοσανίδες, νοβοπάν, particleboards). Οι μοριοπλάκες παράγονται σε μορφή πλάκας με συγκόλληση μικρών τεμαχιδίων ξύλου, τα οποία προκύπτουν με θρυμματισμό του ξύλου.

η. Άλλα προϊόντα. Εκτός από τα παραπάνω και σε πολλά άλλα προϊόντα η φυσική δομή του ξύλου διατηρείται, όπως κιβώτια, βαρέλια, σπέρτα, μουσικά όργανα, αθλητικά είδη, ξυλόγλυπτα, αγροτικά εργαλεία, τεχνητά μέλη (ανθρώπων), μαυροπίνακες, ξυλότυποι, μπαστούνια, παιχνίδια, τακούνια, οδοντογλυφίδες, φέρετρα, περιφράξεις, κορνίζες, μολύβια, καλούπια, παλλέτες, συνδετήρες, μοντέλα, σε συγκοινωνιακά μέσα (πλοία, βάρκες, βαγόνια τρένων, αυτοκίνητα, αεροπλάνα), κ.ά.

Ειδικότερα, τα προϊόντα δευτερογενούς μηχανικής κατεργασίας περιλαμβάνουν:

Έπιπλα (furniture) διαφόρων τύπων για την κατασκευή των οποίων χρησιμοποιούνται συμπαγές ξύλο από διαφορετικά δασοπονικά είδη, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, επικολητό ξύλο, μοριοπλάκες, ινοπλάκες.

Ξυλουργικές κατασκευές (wooden structures, wooden houses, joinery, cladding): πόρτες, παράθυρα, κουφώματα, ξύλινα σπίτια, υπαίθριες κατασκευές, παιδικές χαρές, αποθήκες, σχολεία, θερμοκήπια, υπόστεγα, στέγες, οροφές, εξωτερικές ή εσωτερικές επενδύσεις σπιτιών, περιφράξεις εξωστών (κάγκελα μπαλκονιών), κ.ά.

Ξύλινα δάπεδα (flooring): υποδομή και ανωδομή.

Κιβώτια (boxes), βαρέλια (barrels) και άλλα «δοχεία» συσκευασίας υγρών ή στερεών υλικών (containers): Τα κιβώτια χρησιμοποιούνται για φρούτα, τρόφιμα, συσκευές, όπλα, πυρομαχικά, κ.ά.

Στρωτήρες σιδηροδρόμων (railroad ties) συνήθως μετά από προστατευτικό εμποτισμό.

Ξυλεία μεταλλείων (mine timber) σε κυλινδρική ή πρισματική μορφή για υποστήριξη οροφών και πλευρών των στοών των μεταλλείων.

Συγκοινωνιακά μέσα (transportation): Σε πλοία, βάρκες, βαγόνια τρένων, αυτοκίνητα, αεροπλάνα, κ.ά. Σε ορισμένες περιπτώσεις το τελικό προϊόν είναι αποκλειστικά από ξύλο (π.χ. ξύλινες βάρκες ή ξύλινα πλοία), ενώ σε άλλες περιπτώσεις ως εσωτερικές ή εξωτερικές επενδύσεις, δάπεδα, έπιπλα, οροφές, χώροι αναψυχής, σκεπές, πόρτες, καθίσματα, κ.ά.

Παλλέτες (pallets), που χρησιμοποιούνται ευρέως ως βάσεις στοίβασης προϊόντων και εμπορευμάτων (τρόφιμα παντός είδους, λαχανικά, ποτά, αναψυκτικά, οικοδομικά υλικά, κ.ά.).

Σπέρτα (matches), κυρίως από ξύλο λευκής αλλά και από άλλα δασοπονικά είδη όπως ιτιά, σημύδα, ερυθρελάτη.

Μουσικά όργανα (musical instruments): έγχορδα, πνευστά, κρουστά).

Αθλητικά είδη (athletic equipment), όπως τόξα, βέλη, ρακέτες τένις και πινγκ-πονγκ, σκι, κ.λπ.

Ξυλόγλυπτα (carvings).

Ξυλέριο (excelsior): λωρίδες πάχους 0,03-0,5 χιλ., πλάτους 0,5-4 χιλ. και μήκους τουλάχιστο 80 χιλ. Χρησιμοποιείται κυρίως ως υλικό συσκευασίας και για την κατασκευή δομικών πλακών (πλάκες ξυλερίου-τσιμέντου).

Ξυλάλευρο (wood flour), σε τρία μεγέθη κόκκων με το μικρότερο να έχει διάμετρο 0,25 χιλ. Χρησιμοποιείται ως πρόσθετο υλικό για μείωση του κόστους σε πλαστικά, συνθετικά καλύμματα δαπέδων, μονωτικά τούβλα, πρεσσαριστά αντικείμενα. Επίσης, ως απορροφητικό ελαίων, στην παραγωγή δυναμίτη μαζί με άλλες χημικές ουσίες, στη σαπωνοποιία, ως ήπιο αποξεστικό, για τον καθαρισμό αργυρών αντικειμένων, κλπ.

Άλλα προϊόντα: Περιλαμβάνουν ποικίλα άλλα προϊόντα, όπως αγροτικά εργαλεία, τόξα, τεχνητά μέλη ανθρώπων, μαυροπίνακες, ξυλότυποι, συνδετήρες («μανταλάκια»), μπαστούνια, μοντέλα και καλούπια, κουταλάκια παγωτού, μολύβια, επιστημονικά όργανα, τακούνια, έλκηθρα, υδατοδεξαμενές, οδοντογλυφίδες, φέρετρα, παιχνίδια, συνδετήρες, κουτιά τσιγάρων ή πούρων, βούρτσες, περιφράξεις, επίστρωση δαπέδων με εγκάρσιες τομές κορμοτεμαχίων, στροφεία, κορνίζες, εργαλεία σχεδίασης, ικριώματα, ξύλινα «κεραμίδια» και λεπτές πλάκες εξωτερικής επίστρωσης ξύλινων σπιτιών.

Όλα τα παραπάνω προϊόντα παράγονται με τις βασικές μηχανικές ή άλλες κατεργασίες [πρίση (sawing) για παραγωγή πριστής ξυλείας, τομή (cutting) για παραγωγή ξυλοφύλλων ή τεμαχιδίων, ξήρανση (drying), συγκόλληση (gluing), μερικές φορές εμποτισμό (impregnation)] και στη συνέχεια με πρόσθετες κατεργασίες (μηχανικές, φυσικές) που περιλαμβάνουν:

Επανάπριση (re-sawing) των πριστών με πριόνια για παραγωγή μικρότερων διαστάσεων πριστών που είναι κατάλληλα για την παραγωγή του συγκεκριμένου προϊόντος.

Πλάνιση (planing) με μηχανικό τρόπο (χειροκίνητες πλάνες ή ειδικά μηχανήματα) για παραγωγή λείων επιφανειών με τις οποίες τονίζεται η σχεδίαση του ξύλου και βελτιώνεται η αισθητική.

Τόρνωση (turning) με ειδικά μηχανήματα (τόρνοι) για παραγωγή καμπύλων μορφών επιφάνειας.

Διακόσμηση (finishing) επιφανειών με ειδικά μηχανήματα («σβούρες») με τα οποία διαμορφώνονται οι παρυφές επίπλων, κορνιζών ή άλλων προϊόντων ώστε να βελτιωθεί η αισθητική τους.

Διάτρηση (drilling) με τρυπάνια.

Σύνδεση (joining) ξύλινων μελών με μεταλλικούς συνδετήρες (συνήθως με καρφιά και βίδες).

Κάμψη (bending) του ξύλου ύστερα από άτμιση ή μεταχείριση του ξύλου με αμμωνία, ουρία, κ.λπ. για να παραχθούν κυρτά ή κοίλα μέλη και να αξιοποιηθούν σε καθίσματα και άλλα προϊόντα.

Λείανση (sanding) της εξωτερικής επιφάνειας του ξύλου με ειδικά αποξεστικά μέσα ώστε να μειωθεί η τραχύτητα και να προετοιμασθεί η επιφάνεια για βαφή και στύλβωση με διάφορες βαφές και βερνίκια με σκοπό την προστασία ή/και τη διακόσμηση του ξύλου.

B. Προϊόντα στα οποία δεν διατηρείται η φυσική δομή του ξύλου

α. Ινοπλάκες (ινοσανίδες, fiberboards). Οι ινοπλάκες παράγονται σε μορφή πλάκας μετά από την εξής διαδικασία: θρυμματισμός ξύλου σε τεμαχίδια - αποϊνώση ξύλου - συγκόλληση ινών (κυττάρων) ξύλου με συγκολλητικές ουσίες, εφαρμογή πίεσης και θερμοκρασίας - κλιματισμός, παρύφωση και άλλες επεξεργασίες. Όλα τα προϊόντα σε μορφή πλάκας (αντικολλητά, πηχοσανίδες, μοριοσανίδες, ινοσανίδες) χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην επιπλοποιία αλλά και σε άλλες χρήσεις (π.χ. δάπεδα, επενδύσεις, ναυπηγική, συγκοινωνιακά μέσα κ.λπ.).

β. Ξυλοπολτός (wood pulp) και χαρτί (paper). Η παραγωγή του πολτού και χαρτιού βασίζεται κυρίως στο ξύλο, το οποίο είναι φυσική και ανανεώσιμη πηγή κυτταρίνης. Τα στάδια παραγωγής του είναι με τη σειρά: αποφλοιώση ξύλου, θρυμματισμός, πολτοποιήση με μηχανικό, ημχημικό ή χημικό τρόπο, κατεργασία του πολτού (διήθηση, καθαρισμός, συμπύκνωση, λεύκανση, μηχανική κατεργασία ινών, χρωματισμός, προσθήκη διάφορων ουσιών), στρωμάτωση ινών και παραγωγή χαρτιού, τελικές κατεργασίες. Από τα προϊόντα ξύλου, το χαρτί θεωρείται ένα από τα είδη πρώτης ανάγκης.

γ. Προϊόντα χημικής αξιοποίησης (products of chemical utilization). Εκτός από τον ξυλοπολτό (wood pulp) και το χαρτί, πολλά άλλα προϊόντα μπορούν να παραχθούν από το ξύλο με χημική τροποποίηση ή διαφοροποίηση. Τέτοια προϊόντα είναι: (1) τεχνητές ίνες ("συνθετικό μετάξι", rayon) που παράγονται από διαλύματα παραγώνων κυτταρίνης και χρησιμοποιούνται στην υφαντική, μικροκυτταρίνη και ναοκυτταρίνη, (2) φιλμ, (3) βερνίκια, (4) πλαστικά από διαλύματα κυτταρίνης επίσης, (5) εκρηκτικές ύλες από νιτρική κυτταρίνη, (6) λιγνίνη, η οποία αποτελεί πρώτη ύλη διαφόρων προϊόντων (π.χ. συνθετική βανίλια, φάρμακα, διαλυτικά, συνθετικές ίνες, συνδετικό υλικό στην οδοποιία, κεραμική, παραγωγή ζωοτροφών, παραγωγή ταννινών, παραγωγή συνθετικού καουτσούκ, κ.ά.), (7) ξυλάνθρακες (ξυλοκάρβουνο) με ανθρακοποίηση, (8) διάφορα υγρά και αέρια (π.χ. πίσσα, οξικό οξύ, μεθανόλη, ακετόνη, φαινόλες, κ.ά.) με καταστρεπτική απόσταξη (εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας 400-900 °C σε ειδικούς λέβητες), (9) καύσιμα υγρά και αέρια με υγροποίηση (π.χ. βιοέλαιο ή ξυλέλαιο), (10) αέρια (μονοξειδίο και διοξειδίο του άνθρακα, μεθάνιο, υδρογόνο, κ.ά.) με αεριοποίηση (εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας 1000 °C ή και περισσότερο και παρουσία οξυγόνου, αέρα ή ατμού), (11) σάκχαρα και άλλα προϊόντα (π.χ. γλυκερίνη, ζύμη, αιθανόλη, φουρφουρόλη, κ.ά.) με υδρόλυση.

Το ξύλο είναι ένα θαυμάσιο βιολογικό υλικό και χρησιμεύει για την παραγωγή πολλών προϊόντων από τα οποία ένας αριθμός είναι είδη πρώτης ανάγκης. Παρουσιάζει πλεονεκτήματα που το κάνουν ασυναγώνιστο υλικό αλλά και μειονεκτήματα τα οποία πρέπει και μπορούν κατάλληλα να αντιμετωπισθούν. Η σωστή και ολοκληρωμένη αξιοποίησή του προϋποθέτει την καλή γνώση της δομής, των ιδιοτήτων, των σφαλμάτων του (φυσικών και δευτερογενών) και των ιδιαιτέρων χαρακτηριστικών και συμπεριφοράς κάθε είδους ξύλου. Σήμερα, που η κατανάλωση ξύλου αυξάνεται διεθνώς, η έκταση των δασών μειώνεται σε παγκόσμια κλίμακα και το περιβάλλον υποβαθμίζεται συνεχώς χρειάζεται όσο ποτέ άλλοτε η συμμετοχή όλων στην προστασία των δασών καθώς και η πλήρης και ολοκληρωμένη αξιοποίηση του ξύλου που θα βασίζεται στην πολύ καλή γνώση του ανανεώσιμου αυτού υλικού και την εφαρμογή της διαθέσιμης τεχνολογίας. Κι αυτό γιατί τα δάση είναι χρήσιμα όχι μόνο για το ξύλο που παράγουν αλλά και για την προσφορά ποικίλων άλλων ανεκτίμητων προϊόντων για τα οποία δίκαια μπορούν να χαρακτηρισθούν ως "πηγή ενέργειας". Το ανανεώσιμο αυτό βιολογικό υλικό, το ξύλο, αποτελεί πολύτιμη πρώτη ύλη για την παραγωγή χιλιάδων προϊόντων, χρήσιμων στον άνθρωπο, ένας αριθμός των οποίων αποτελεί είδη πρώτης ανάγκης (π.χ. χαρτί, έπιπλα, κ.ά.).

1.3.4. Μακροσκοπική εμφάνιση και μικροσκοπική δομή του ξύλου

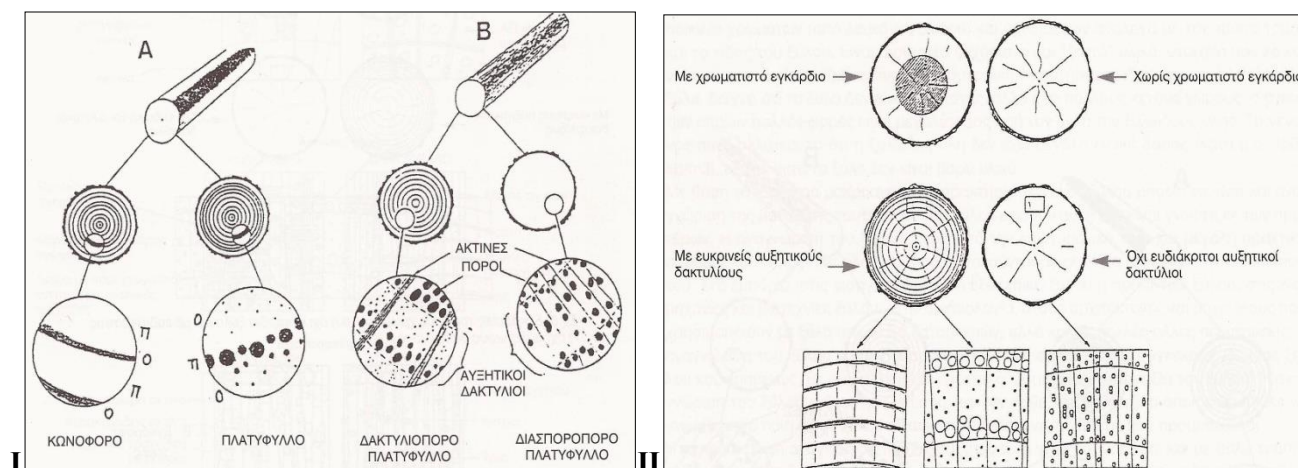
1.3.4.1. Μακροσκοπική εμφάνιση

Μακροσκοπικά το ξύλο εμφανίζεται ως συμπαγές υλικό αλλά χωρίς μεγάλο βάρος, με ποικιλία χρωμάτων (από λευκό ως μαύρο) και σχεδιάσεων ανάλογα με τον τρόπο τομής και το είδος του ξύλου. Είναι αισθητά ευχάριστο και "ζεστό" υλικό, στοιχεία που το κάνουν ασυναγώνιστο. Προσεκτική μακροσκοπική

παρατήρηση, ιδιαίτερα σε πλατύφυλλα ξύλα, δείχνει ότι το ξύλο δεν είναι συμπαγές αλλά έχει πολλούς κενούς χώρους, ο όγκος των οποίων πολλές φορές είναι μεγαλύτερος από τον όγκο της ξυλώδους ύλης. Για το λόγο αυτό, το ειδικό βάρος του ξύλου είναι σχετικά μικρό (από 100 kg/m³, για το ελαφρύτερο τροπικό ξύλο Balsa, έως το πολύ 1300 kg/m³, για τα πολύ βαριά τροπικά ξύλα). Σημειώνεται ότι η συμπαγής ξυλώδης ύλη (ξύλο χωρίς τους κενούς χώρους) ανέρχεται για όλα τα ξύλα περί τα 1500 kg/m³).

Η μακροσκοπική εμφάνιση του ξύλου αποδίδεται σε ορισμένα μακροσκοπικά και φυσικά χαρακτηριστικά. Με βάση τα κύρια μακροσκοπικά και φυσικά χαρακτηριστικά τα ξύλα διακρίνονται σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα και άλλες μικρότερες κατηγορίες και έτσι είναι δυνατή η αναγνώρισή τους (Σχ. 1.3, Εικ. 1.2).

Με τον όρο μακροσκοπικά χαρακτηριστικά εννοούμε ότι φαίνεται σε μια επιφάνεια ξύλου (εγκάρσια, ακτινική, εφαπτομενική) με γυμνό μάτι ή με φακό χεριού μεγέθυνσης x10. Η επιφάνεια ξύλου όπου φαίνονται τα περισσότερα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά είναι η εγκάρσια. Τα φυσικά χαρακτηριστικά γίνονται αντιληπτά με την όραση (χρώμα, σχεδίαση, υφή, στιλπνότητα), με το χέρι (πυκνότητα), με το νύχι (σκληρότητα) και με την όσφρηση και γεύση.

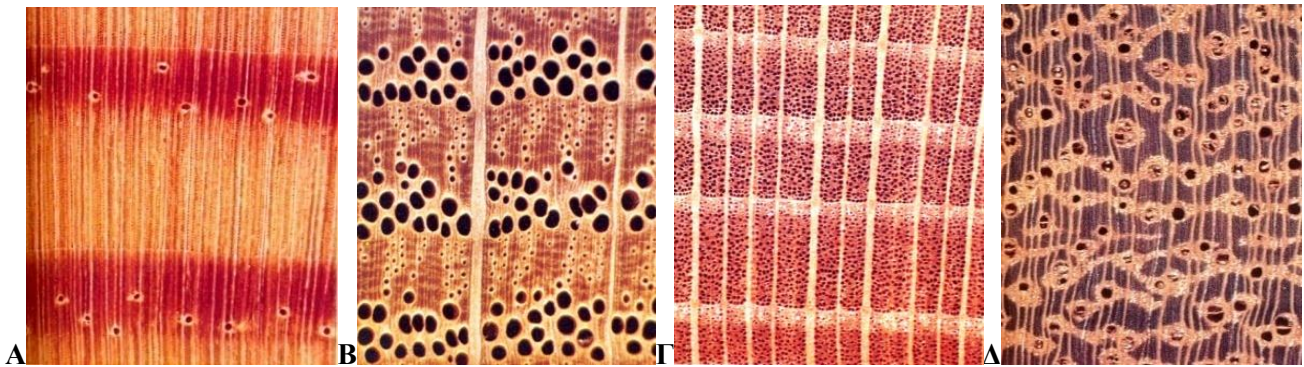


Σχήμα 1.3 I: Διάκριση των ξύλων σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα (A) και των πλατύφυλλων σε δακτυλιόπορα και διασπορόπορα (B). (Π: πρόϊμο ξύλο. Ο: όψιμο ξύλο). II: Εμφάνιση χρωματιστού εγκαρδίου ξύλου σε ορισμένα κωνοφόρα και πλατύφυλλα είδη, σε εγκάρσια τομή (Edlin, 1969; Βουλγαρίδης κ.ά., 1998).

Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά

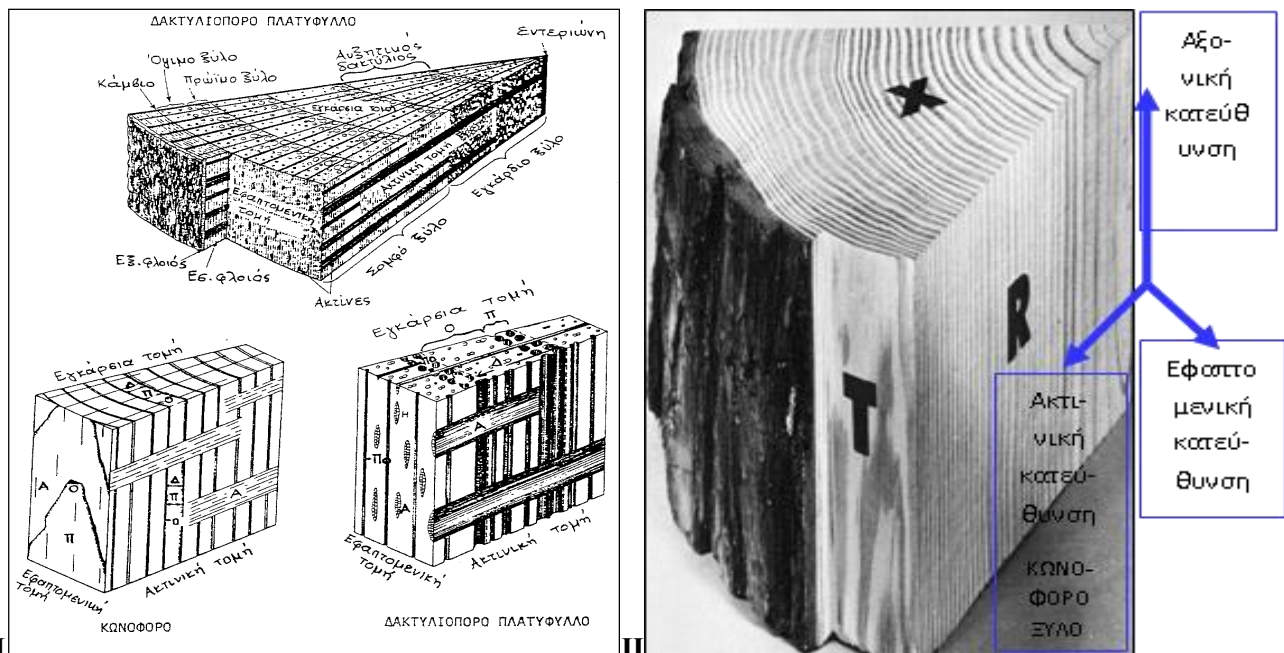
Τα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνουν (Βουλγαρίδης κ.ά., 1998):

- α. **Πόροι ή αγγεία (vessel members)**, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά το μέγεθος, το σχήμα, τον αριθμό, τη διάταξη, την κατανομή, τα βοθρία, τυχόν τυλώσεις, κ.ά., σε πλατύφυλλα είδη (βλ. Σχ. 1.3, 1.4 και Εικ. 1.2).
- β. **Αξονικοί και ακτινικοί ρητινοφόροι αγωγοί (axial and radial resin canals)**, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά το μέγεθος, το σχήμα, τον αριθμό και τη διάταξη, σε ορισμένα κωνοφόρα είδη (πεύκη, ερυθρελάτη, λάριξ, ψευδοτσούγκα)(βλ. Εικ. 1.2 Α).
- γ. **Πρόϊμο-όψιμο ξύλο (earlywood-latewood)**, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τη διαφοροποίηση μεταξύ τους συχνά ως προς το χρώμα, την πυκνότητα, σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα, και επιπλέον ως προς το μέγεθος και τη διάταξη των πόρων σε πλατύφυλλα είδη (βλ. Σχ. 1.3, 1.4 και Εικ. 1.2 Α-Γ).
- δ. **Ακτίνες (rays)**, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά το πλάτος, το ύψος, την εμφάνισή τους σε διάφορες τομές και τη συγκρότησή τους. Οι ακτίνες φαίνονται μακροσκοπικά σε πολλά πλατύφυλλα είδη (π.χ. δρυς, οξιά, πλατάνι) (βλ. Σχ. 1.3, 1.4 και Εικ. 1.2 Β, Γ).
- ε. **Αξονικό παρέγχυμα (axial parenchyma)**, κυρίως σε πλατύφυλλα είδη, με διαφοροποιήσεις στην εμφάνιση (παρτραχειακό, αποτραχειακό, ταινιοειδές, οριακό, πτερυγοειδές, κ.λπ.) (βλ. Σχ. 1.5).
- ζ. **Εγκάρδιο-σομφό ξύλο (heartwood – sapwood)**, συχνά με χρωματική διαφορά (βλ. Σχ. 1.3 και Εικ. 1.3).
- η. **Εντεριώνη (pith)**, με διάφορα σχήματα και μεγέθη.



Εικόνα 1.2 Μακροσκοπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής ενός κωνοφόρου (Α) με ρητινοφόρους αγωγούς (πέυκη), ενός δακτυλιόπορου πλατύφυλλου (Β) με μεγάλους πόρους στο πρώιμο ξύλο και μικρούς στο όψιμο ξύλο και πλατειές ακτίνες (φυλλοβόλος δρυς) και ενός τυπικού διασπορόπορου πλατύφυλλου (Γ) με μικρούς, ίδιου περίπου μεγέθους και ομοιόμορφα κατανομημένους πόρους σε όλο το πλάτος του αυξητικού δακτύλιου και πλατειές ακτίνες (οξιά), Δ: Εγκάρσια τομή τροπικού διασπορόπορου πλατύφυλλου ξύλου με πλούσιο αξονικό παρέγχυμα (παρατραχειακό πτερυγιοειδές ενωμένο) (Hoadley, 1990).

Οι τρεις επιφάνειες πάνω στις οποίες γίνονται οι παρατηρήσεις (εγκάρσια, ακτινική, εφαπτομενική) φαίνονται στο Σχ. 1.4.



Σχήμα 1.4 (Α) Εμφάνιση βασικών μακροσκοπικών χαρακτηριστικών στις τρεις βασικές τομές του ξύλου (X,R,T) [(Π. Πρώιμο ξύλο (earlywood), Ο. Όψιμο ξύλο (latewood), Α. Ακτίνα (ray), Πο. Πόρος (pore), Δ. Αυξητικός δακτύλιος (growth ring)]. (Β): Εμφάνιση κωνοφόρου ξύλου στις τρεις βασικές κατευθύνσεις (Αδαμόπουλος, 2014).

Το εγκάρδιο ξύλο των δένδρων συμβαίνει να είναι άλλες φορές χρωματιστό και άλλες όχι (Σχ. 1.3, Εικ. 1.3). Επίσης, οι αυξητικοί δακτύλιοι δεν είναι ευδιάκριτοι σε όλα τα ξύλα. Στα κωνοφόρα (conifers) και δακτυλιόπορα (ring porous) πλατύφυλλα είδη (hardwood species), οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι ευκρινείς ενώ στα διασπορόπορα (diffuse porous) πλατύφυλλα, γενικά, δεν διακρίνονται εύκολα ή είναι αδιάκριτοι (βλ. Εικ. 1.2).

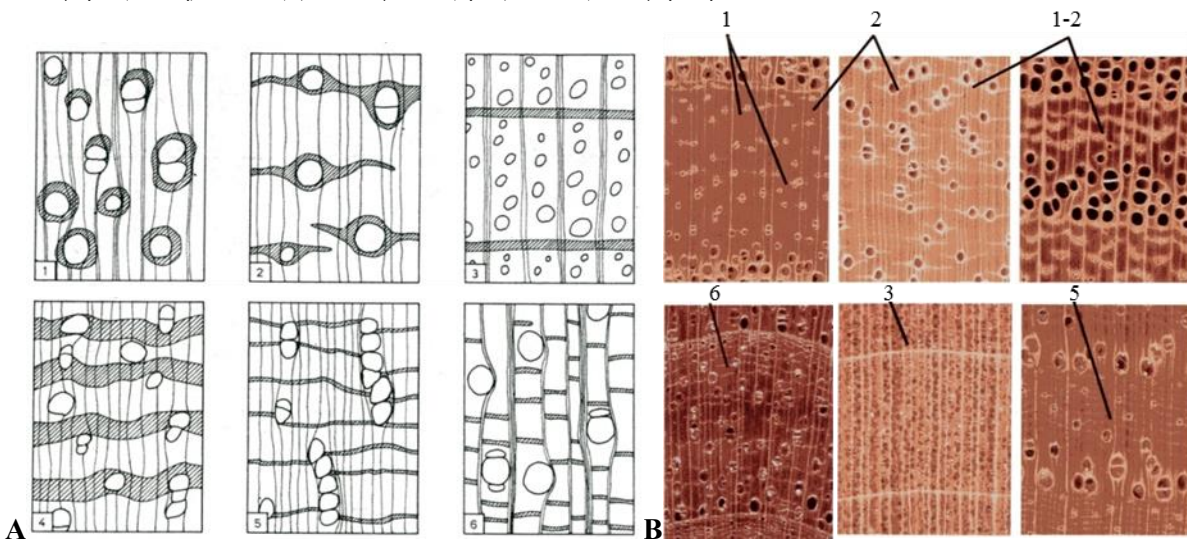
Επίσης, το αξονικό παρέγχυμα έχει διαφορετική μακροσκοπική εμφάνιση σε εγκάρσιες τομές (Σχ. 1.5). Για τα ελληνικά είδη ξύλου οι βασικοί τύποι αξονικού παρεγχύματος είναι το παρατραχειακό (σε επαφή με τους πόρους) και το αποτραχειακό (χωρίς να είναι σε επαφή με τους πόρους) παρέγχυμα.

Φυσικά χαρακτηριστικά

Στα φυσικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβάνονται το χρώμα, η σχεδίαση (βλ. Σχ. 1.6 και Εικ. 1.4), η υφή, η πυκνότητα, η σκληρότητα, η φυσική στυλπνότητα (κυρίως σε ακτινικές επιφάνειες), η οσμή και η γεύση.



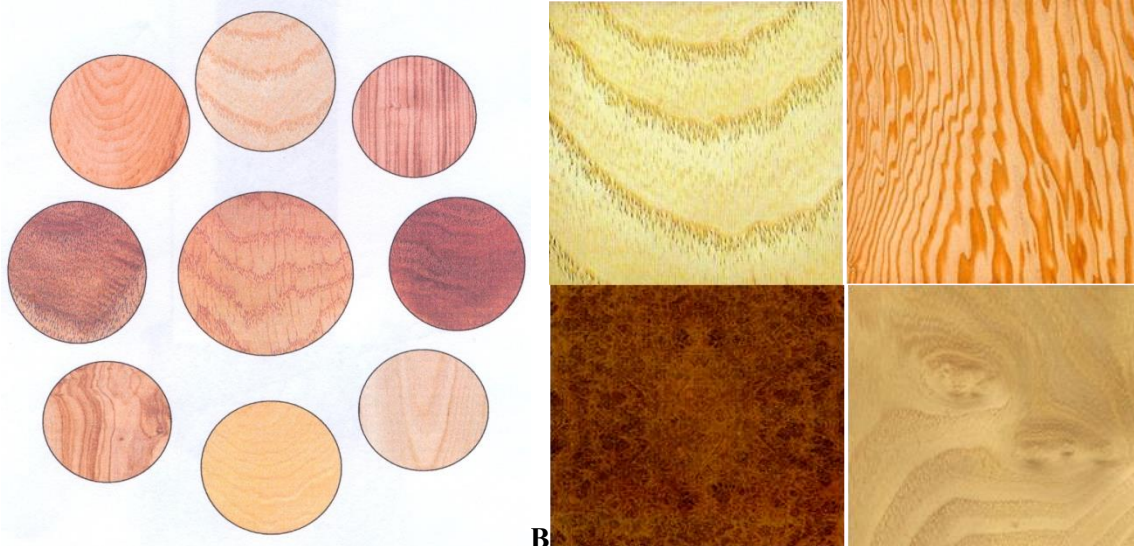
Εικόνα 1.3 Α. Χρωματιστό εγκάρδιο ξύλο (κεντρικά) και σομφό ξύλο, ανοικτού χρώματος (περιφερειακά), όπως φαίνεται σε εγκάρσιες τομές κορμοτεμαχίων τροπικής ζυλίας (Φρόγκος 2011). Χρωματιστό εγκάρδιο και σομφό ξύλο σε (Β) κωνοφόρο (πέυκη) και σε (Γ) πλατύφυλλο (δρυς) είδος (Βουλγαρίδης, 2015).



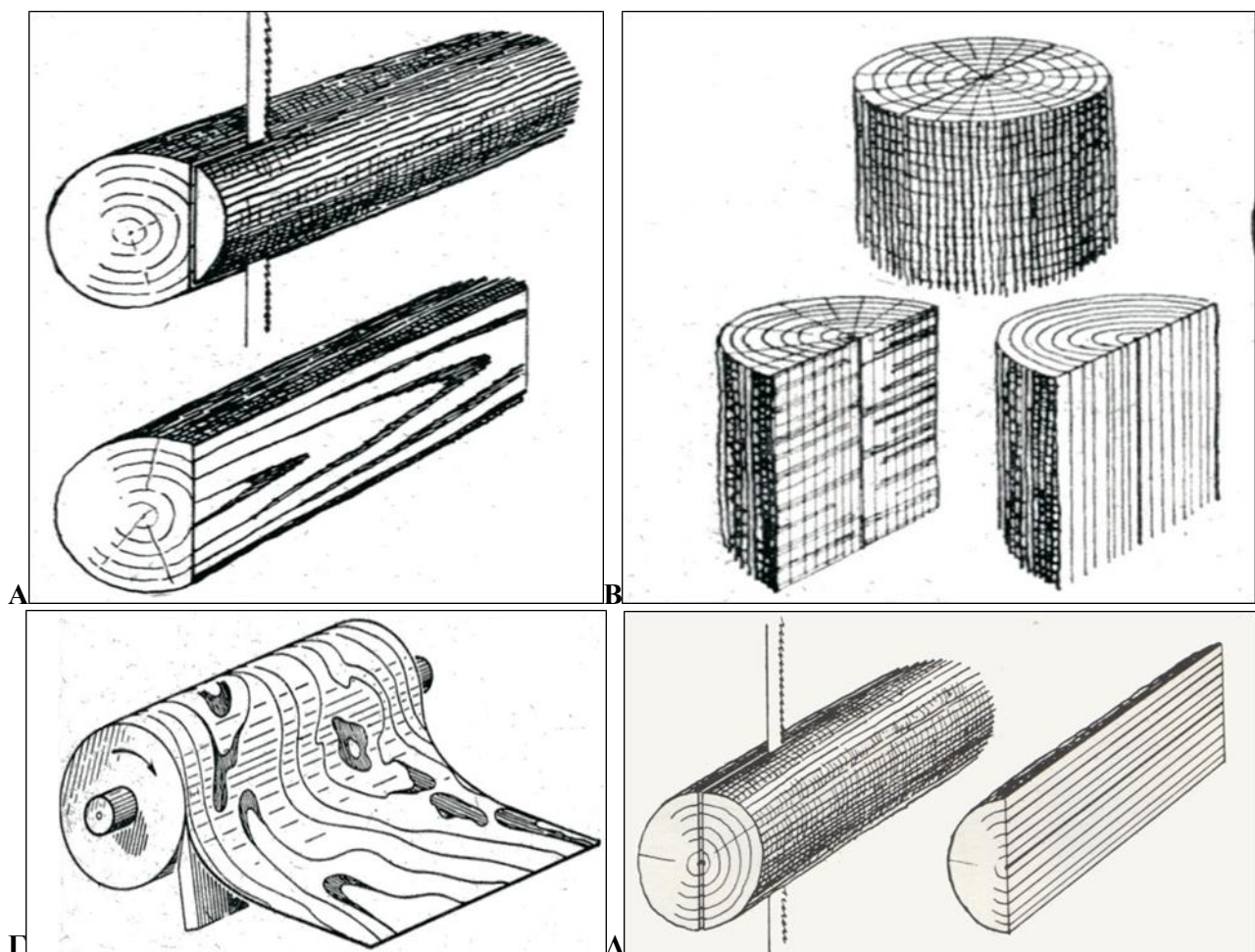
Σχήμα 1.5 Α. Τύποι αζονικού παρεγγύματος σε διάφορα είδη ξύλου (1. παρατραχειακό, κυκλικό ή μονόπλευρο, 2. Παρατραχειακό (paratracheal), περυγιοειδές ή ενωμένο περυγιοειδές, 3. Οριακό – αρχικό ή τελικό (marginal), 4. Ταινιοειδές (banded)-συνεχείς πλατειές ταινίες, 5. ταινιοειδές-συνεχείς λεπτές ταινίες, 6. αποτραχειακό (apotracheal), διάσπαρτο σε αθροίσματα) (Σχεδίαση Βουλγαρίδη). Β. Φωτογραφίες εγκάρσιας τομής ξύλων με διάφορους τύπους αζονικού παρεγγύματος (οι αριθμοί αντιστοιχούν στους τύπους παρεγγύματος του Α) (Hoadley, 1990).

1.3.4.2. Μικροσκοπική δομή του ξύλου

Εκεί που αποκαλύπτεται το μεγαλείο της αρχιτεκτονικής κατασκευής του ξύλου είναι η μικροσκοπική παρατήρηση του ξύλου. Ξύλο σε μορφή πολύ λεπτών τομών που προετοιμάζονται με κατάλληλες τεχνικές και στις τρεις τομές (εγκάρσια, ακτινική, εφαπτομενική) μπορούν να παρατηρηθούν σε απλό μικροσκόπιο (πάχος τομών ~10-15μ) ή, με πάχος τομών ~ 3-5μ, σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο με διερχόμενα ηλεκτρόνια (TEM). Επίσης, πολύ μικρά τεμάχια ξύλου μετά από λείανση ή σχίση μπορούν να παρατηρηθούν σε απλά ή ηλεκτρονικά στερεοσκοπικά μικροσκόπια- SEM.



A **B**
Εικόνα 1.4 Διάφορα φυσικά χρώματα και σχεδιάσεις ξύλων σε αξονικές τομές ξύλου (Βουλγαρίδης, 2015).



Α **Β** **Γ** **Δ**
Σχήμα 1.6 Παραγωγή και εμφάνιση των τριών βασικών επιφανειών (εφαπτομενικών, ακτινικών και εγκάρσιων σχεδιάσεων) μετά από μηχανική κατεργασία με πρίση Α,Β,Δ, και με εκτόλιξη (Γ) του ξύλου. Παραγωγή εφαπτομενικών επιφανειών με εκτόλιξη (Γ) και πρίση (Α) και ακτινικών επιφανειών με πρίση του ξύλου (Δ). Β: Εγκάρσιες (οριζόντια) και ακτινικές (αξονικά) επιφάνειες ξύλου (Edlin, 1969).

Στο μικροσκόπιο αποκαλύπτεται ότι το ξύλο αποτελείται από εκατομμύρια κύτταρα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζουν διάφορους ιστούς και συγκροτούν το ξύλο. Τα περισσότερα κύτταρα έχουν αξονική κατεύθυνση ενώ ένα μικρό ποσοστό (κύτταρα ακτίνων) έχει ακτινική κατεύθυνση. Στα

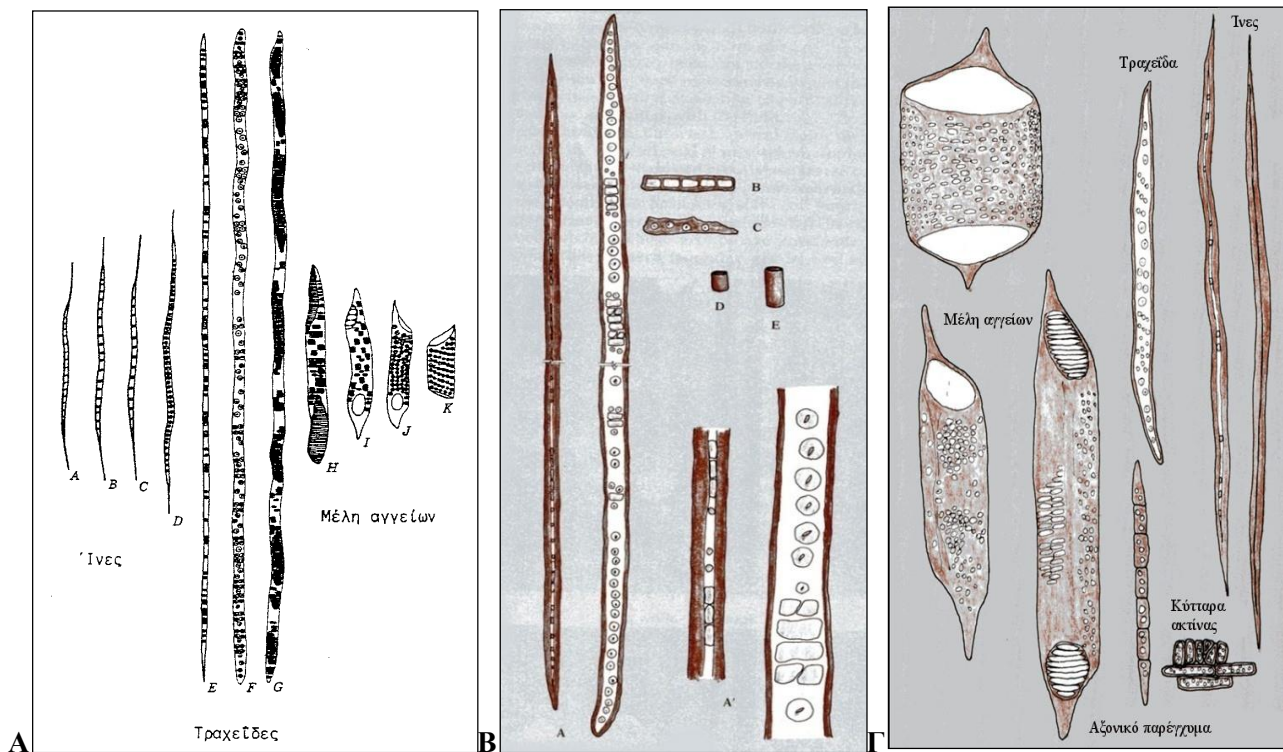
κωνοφόρα ξύλα κυριαρχούν οι αξονικές τραχειίδες (ποσοστό ~ 95%) ενώ στα πλατύφυλλα ξύλα οι ίνες και τα μέλη αγγείων σε διάφορα ποσοστά (30-60% για κάθε είδος κυττάρου). Οι τύποι κυττάρων χωριστά για κωνοφόρα και πλατύφυλλα είναι τα εξής (βλ. Σχ. 1.7):

Κωνοφόρα

- α. Αξονικές τραχειίδες (axial tracheids)
- β. Παρεγχυματικά κύτταρα (parenchymatous cells)
- γ. Ακτινικές τραχειίδες – radial tracheids (σε ορισμένα είδη)

Πλατύφυλλα

- α. Μέλη αγγείων (vessel members)
- β. Ίνες (fibers)
- γ. Παρεγχυματικά κύτταρα (parenchymatous cells)
- δ. Αξονικές τραχειίδες πλατύφυλλων-axial tracheids of hardwoods (σε ορισμένα είδη)



Σχήμα 1.7 Α. Συγκριτική παρουσίαση κύριων τύπων αξονικών κυττάρων του ξύλου (A, B, C, D: Ίνες πλατύφυλλων. E, F, G: Αξονικές τραχειίδες κωνοφόρων. H, I, J, K: Μέλη αγγείων πλατύφυλλων). Β. Αξονικές τραχειίδες (A) κωνοφόρων ειδών όψιμου και πρώιμου ξύλου και μεγέθυνσή τους (A'), αντίστοιχα. Διακρίνονται τα αλωφόρα βοθρία (bordered pits) και τα βοθρία διασταυρώσεως (cross-field pits) στα κυτταρικά τοιχώματα. Γ. Κύτταρα πλατύφυλλων ειδών: Ίνες, μέλη αγγείων με ανοικτά άκρα, τραχειίδες πλατύφυλλων, παρεγχυματικά κύτταρα ακτίων (ray cells) και αξονικό παρέγχυμα (longitudinal parenchyma cells) [(Evert, 2006 (A); Hoadley, 1980 (B,Γ))].

Η εμφάνιση του ξύλου κάτω από το μικροσκόπιο δείχνεται στα Σχ. 1.8 - 1.11 και στις Εικ. 1.5 – 1.7. Η μικροσκοπική παρατήρηση δίνει λεπτομερή στοιχεία της δομής του ξύλου και κάνει την αναγνώρισή του πιο εύκολη σε σύγκριση με τη μακροσκοπική αναγνώριση, αλλά αυτή μπορεί να γίνει μόνο εργαστηριακά και μετά από προετοιμασία κατάλληλων μικροτομών.

Τεράστιο ενδιαφέρον όχι μόνο από επιστημονική άποψη αλλά και από άποψη σωστής αξιοποίησης του ξύλου παρουσιάζει η δομή της ξυλώδους ύλης (μικροδομή, υποδομή του ξύλου, ultrastructure), η οποία δεν είναι ορατή με απλό μικροσκόπιο αλλά κυρίως με ακτίνες X, πολωτικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, χημικές μεθόδους κ.λπ. Την ξυλώδη ύλη αποτελούν:

- α. Τα κυτταρικά τοιχώματα (cell walls)
- β. Η μεσοκυττάρια στρώση (middle lamella) που συνδέει μεταξύ τους τα κύτταρα, και
- γ. Οι τυλώσεις (tylosis), όπου υπάρχουν, σε πλατύφυλλα είδη.

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από παρατηρήσεις της μικροδομής (υποδομή, ultrastructure) του ξύλου μπορούν να συνοψισθούν στα εξής (Βουλγαρίδης, 2006):

α. Η ξυλώδης ύλη αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη (~ 42-45%), λιγνίνη (~20-30%) και ημικυτταρίνες (~27-30%). Εκχυλίσματα (extractives), όπως π.χ. ταννίνες, ρητίνες, λίπη, σάκχαρα, κ.λπ.) υπάρχουν μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα ή στις κυτταρικές κοιλότητες σε μικρότερα (~ 0,5%) ή μεγαλύτερα ποσοστά (φθάνουν μέχρι 20-30%) αλλά δεν συμμετέχουν στη δομή του ξύλου επειδή μπορούν να εκπλυθούν με διάφορους διαλύτες και δεν συνυπολογίζονται στην ξυλώδη ύλη. Η τέφρα ανέρχεται σε μικρά ποσοστά (π.χ. 0,2-1,0%, σπάνια 5% σε ορισμένα τροπικά ξύλα) και περιλαμβάνει διάφορα μεταλλικά στοιχεία.

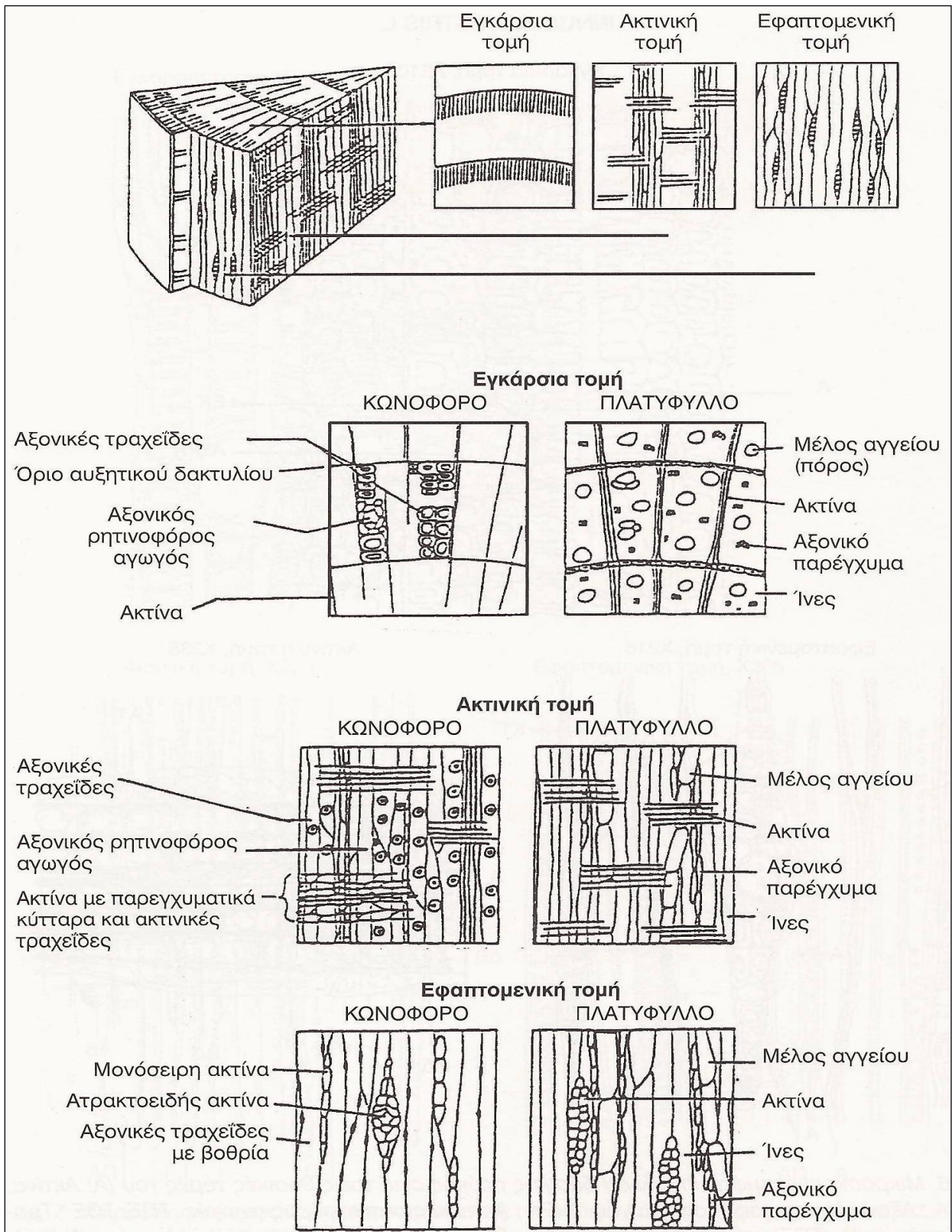
β. Η κυτταρίνη (cellulose) και οι ημικυτταρίνες (hemicelluloses), είναι υδατάνθρακες και χαρακτηρίζονται μαζί οι δύο με τον όρο ολοκυτταρίνη. Το μόριο της κυτταρίνης παράγεται από την ένωση πολλών μορίων (~8.000-10.000) γλυκόζης, των ημικυτταρινών από την ένωση μορίων (κατά μέσο ~150) άλλων μονοσακχάρων (π.χ. μααννόζη, ξυλόζη), ενώ η λιγνίνη (lignin) είναι αρωματικής φύσεως ουσία.

γ. Η κυτταρίνη έχει κρυσταλλικές ιδιότητες και τα μόριά της δημιουργούν λεπτότατα "νήματα", τα μικροϊνίδια (microfibrils), που αποτελούν την ελάχιστη ορατή δομική μονάδα της ξυλώδους ύλης (Σχ. 1.12). Σύμφωνα με την επικρατέστερη θεωρία, κάθε μικροϊνίδιο αποτελείται από πολλές αλυσίδες (μόρια) κυτταρίνης και έχει μεγάλο μήκος και μικρή διάμετρο. Στα μικροϊνίδια, διακρίνονται κρυσταλλικές περιοχές (κρυσταλλίτες) στις οποίες οι αλυσίδες κυτταρίνης είναι παράλληλες μεταξύ τους και συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρούς χημικούς δεσμούς (γέφυρες υδρογόνου) και άμορφες περιοχές στις οποίες η διάταξη των αλυσίδων δεν είναι παράλληλη και ο σύνδεσμος είναι χαλαρός (Σχ. 1.14). Η σχέση κρυσταλλικών και άμορφων περιοχών ονομάζεται βαθμός κρυσταλλικότητας (degree of crystallinity) και κυμαίνεται μεταξύ 70-90%. Τα μικροϊνίδια μαζί με μη κυτταρινικά συστατικά (ημικυτταρίνες και λιγνίνη) συγκροτούν τα κυτταρικά τοιχώματα με τρόπο που μπορεί να παραλληλισθεί με σιδηροπαγές σκυρόδεμα (η κυτταρίνη μπορεί να θεωρηθεί σαν οπλισμός και τα μη κυτταρινικά συστατικά σαν σκυρόδεμα).

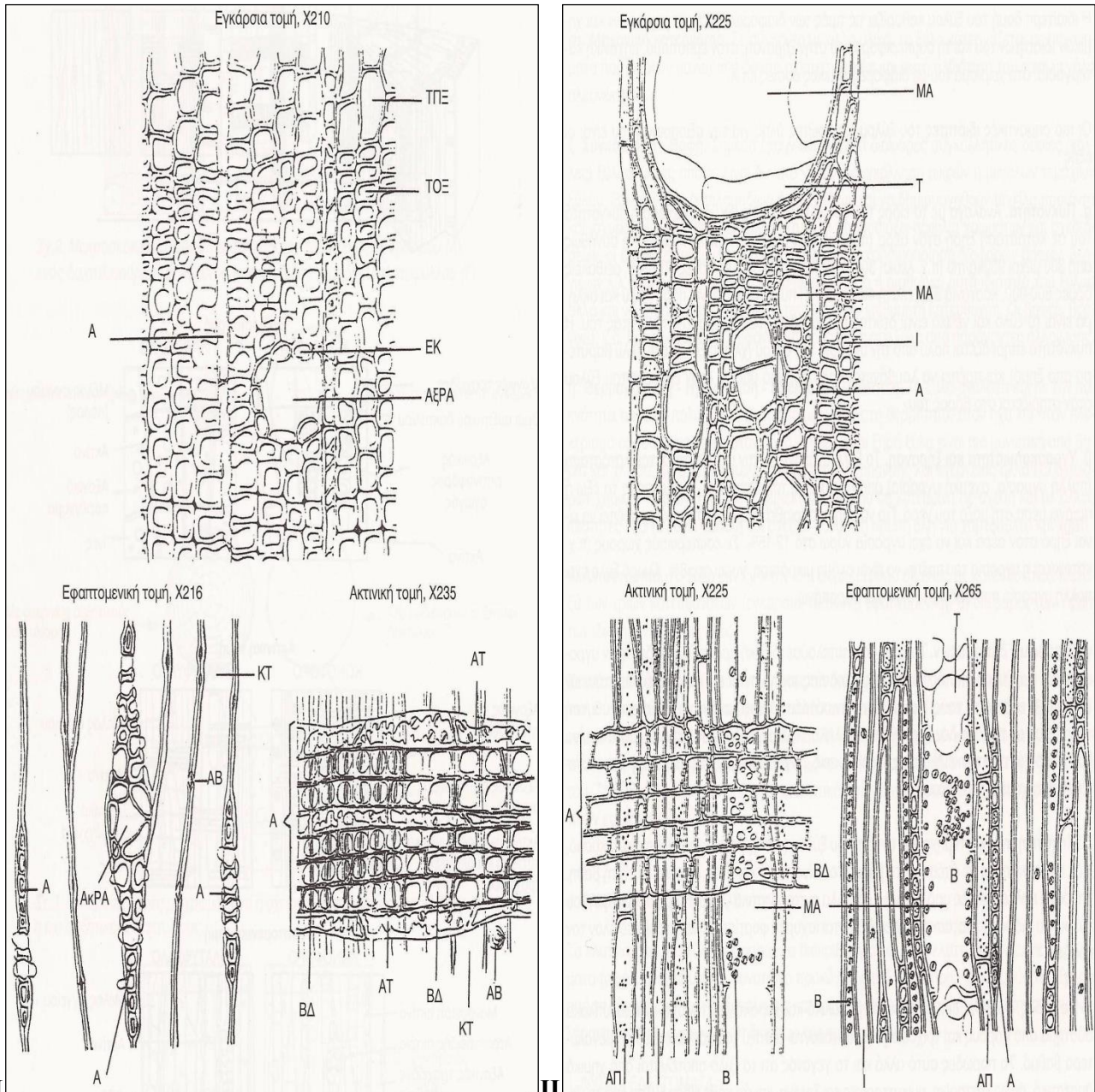
δ. Τα μικροϊνίδια και ο διαφορετικός τρόπος διάταξής τους στις τρεις κύριες στρώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων (Σχ. 1.14) είναι υπεύθυνοι παράγοντες για την τιμή πολλών ιδιοτήτων του ξύλου (π.χ. μηχανική αντοχή, διαστασιακές μεταβολές, ανισοτροπία, κ.λπ.). Ρυθμιστικός παράγοντας των τιμών των ιδιοτήτων του ξύλου αποτελεί η μεσαία στρώση, η οποία είναι η πιο παχειά στρώση των κυτταρικών τοιχωμάτων. Στη στρώση αυτή (στρώση S2) τα μικροϊνίδια διατάσσονται σχεδόν παράλληλα με τον άξονα του κυττάρου (γωνία 10-20°) ενώ στις δύο άλλες στρώσεις (S1 και S2) τα μικροϊνίδια διατάσσονται σχεδόν κάθετα με τον άξονα του κυττάρου (γωνία 50-90°).

ε. Τα βοθρία (pits), τα οποία είναι ασυνέχειες δευτερογενών κυτταρικών τοιχωμάτων, αποκαλύπτονται σε πλήρη λεπτομέρεια από άποψη δομής καθώς και οι διαφοροποιήσεις τους μεταξύ κωνοφόρων και πλατύφυλλων και μεταξύ διαφορετικών τύπων βοθρίων (Σχ. 1.15, Σχ. 1.16). Οι λεπτομέρειες αυτές των βοθρίων αλλά και οι μεταβολές που συμβαίνουν σ' αυτά κατά την ξήρανση διευκολύνουν ορισμένες λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στα ζωντανά δένδρα (π.χ. επικοινωνία μεταξύ κυττάρων) και επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα διάφορων χειρισμών του ξύλου κωνοφόρων (π.χ. ξήρανσης, εμποτισμού, πολτοποίησης, κ.λπ.) κατά την αξιοποίησή του (Εικ. 1.8).

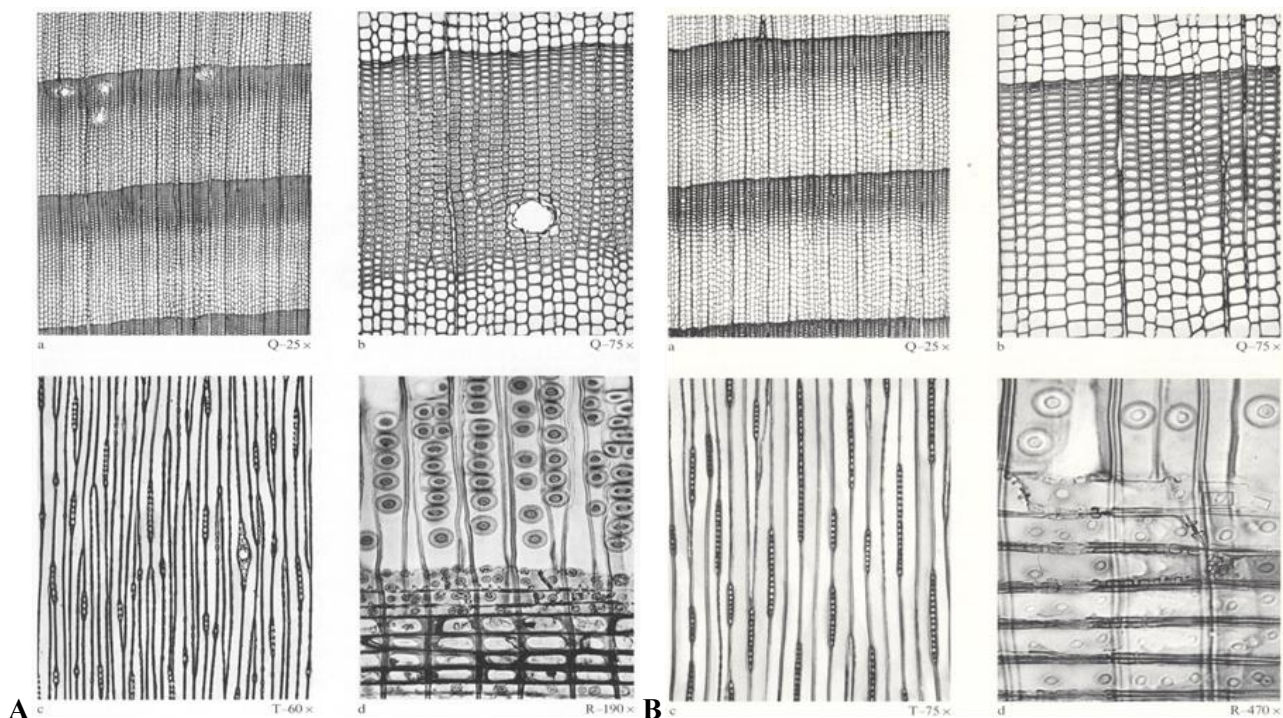
στ. Οι τυλώσεις (tylosis) είναι αποφράξεις μελών αγγείων σε πλατύφυλλα ξύλα (Εικ. 1.9) και προέρχονται από ζωντανό πρωτόπλασμα γειτονικών παρεγχυματικών κυττάρων που διέρχεται μέσω των βοθρίων και εναποτίθεται στις κοιλότητες των μελών αγγείων (Σχ. 1.17). Κατά το σχηματισμό των τυλώσεων δημιουργούνται μικροϊνίδια. Οι τυλώσεις αυτές δημιουργούν προβλήματα στη διαπερατότητα (permeability) και στον εμποτισμό (impregnation) του ξύλου.



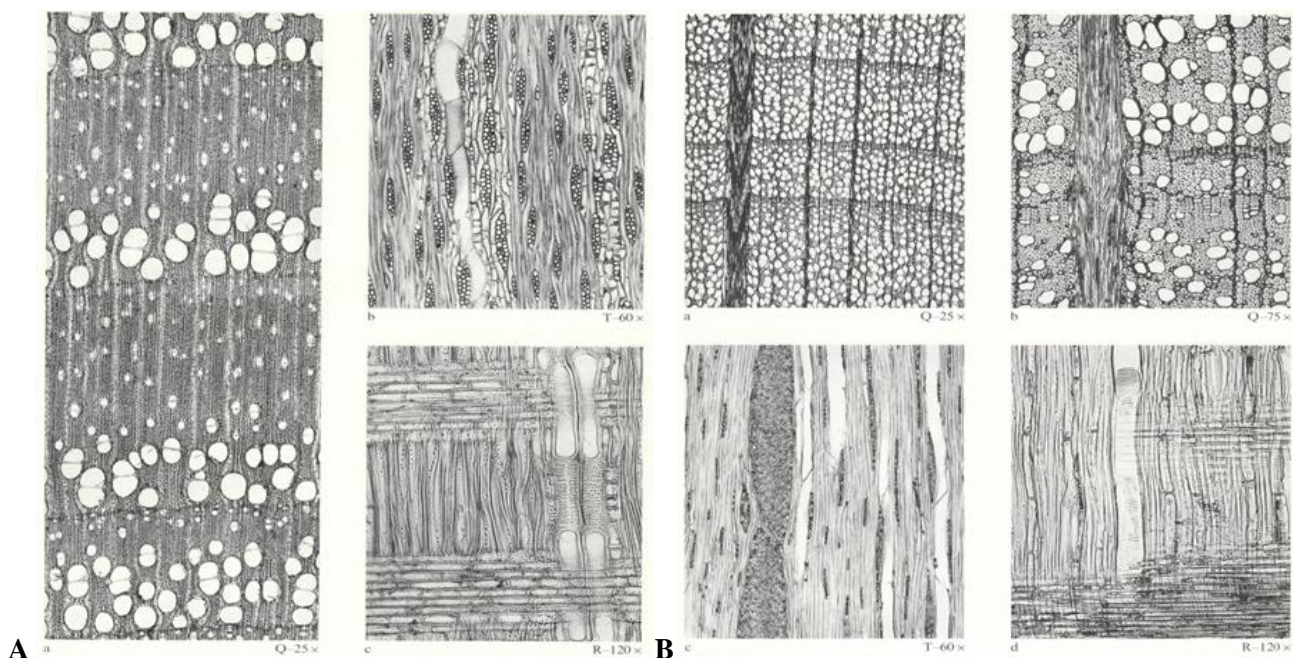
Σχήμα 1.8 Εμφάνιση ορισμένων βασικών μικροσκοπικών χαρακτηριστικών του ξύλου σε εγκάρσια (transverse), ακτινική (radial) και εφαπτομενική (tangential) τομή (Βουλγαρίδης, 1997).



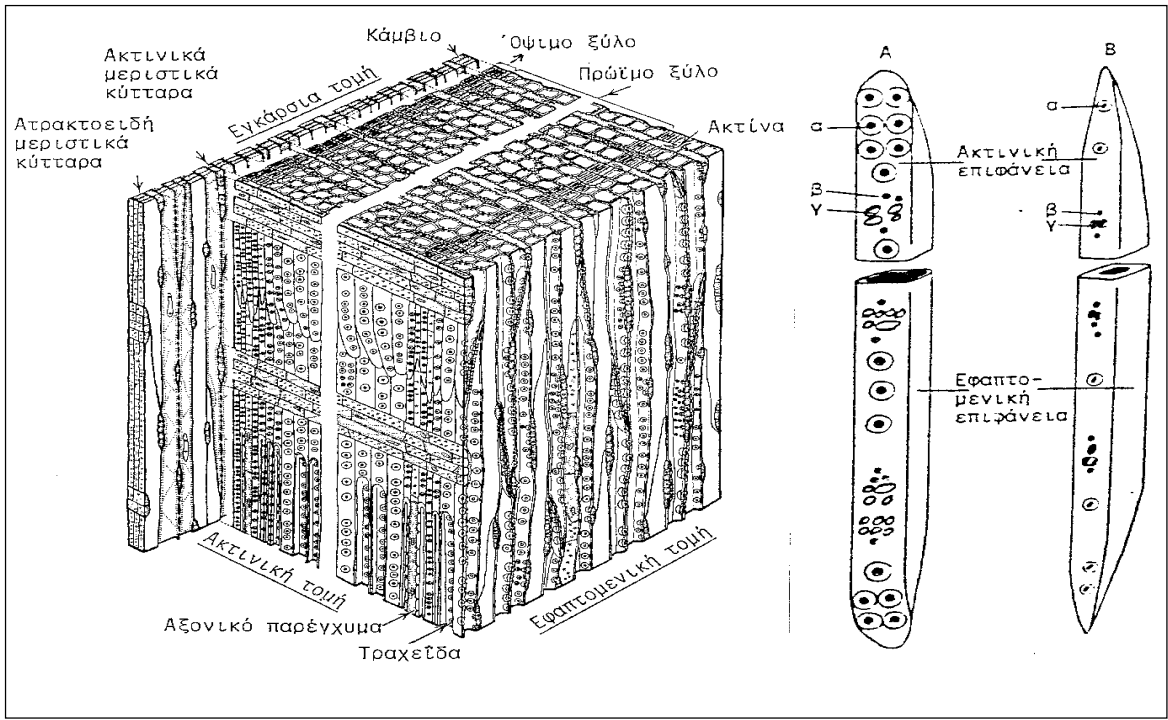
Σχήμα 1.9 (I): Μικροσκοπική εμφάνιση ξύλου δασικής πεύκης στις τρεις βασικές τομές του (Α: ακτίνα, ΑΞΡΑ: Αξονικός ρητινοφόρος αγωγός, ΑκΡΑ: Ακτινικός ρητινοφόρος αγωγός, ΤΠΕ, ΤΟΞ: Τραχεΐδα πρώιμου (ΤΠΕ) και όψιμου (ΤΟΞ) ξύλου, ΕΚ: Επιθηλιακά κύτταρα (epithelial cells), ΑΒ: Αλωφόρο βοθρίο, ΒΔ: Βοθρία διασταυρώσεως, ΚΤ: Κοτταρική κοιλότητα τραχεΐδας). (II): Μικροσκοπική εμφάνιση ξύλου καστανιάς στις τρεις βασικές τομές του (Α: Ακτίνα, Ι: Ίνα, ΜΑ: Μέλος αγγείου, Τ: Τύλωση, ΒΔ: Βοθρία διασταυρώσεως, Β: Βοθρία, ΑΠ: Αξονικό παρέγχυμα) (Βουλγαρίδης, 1997).



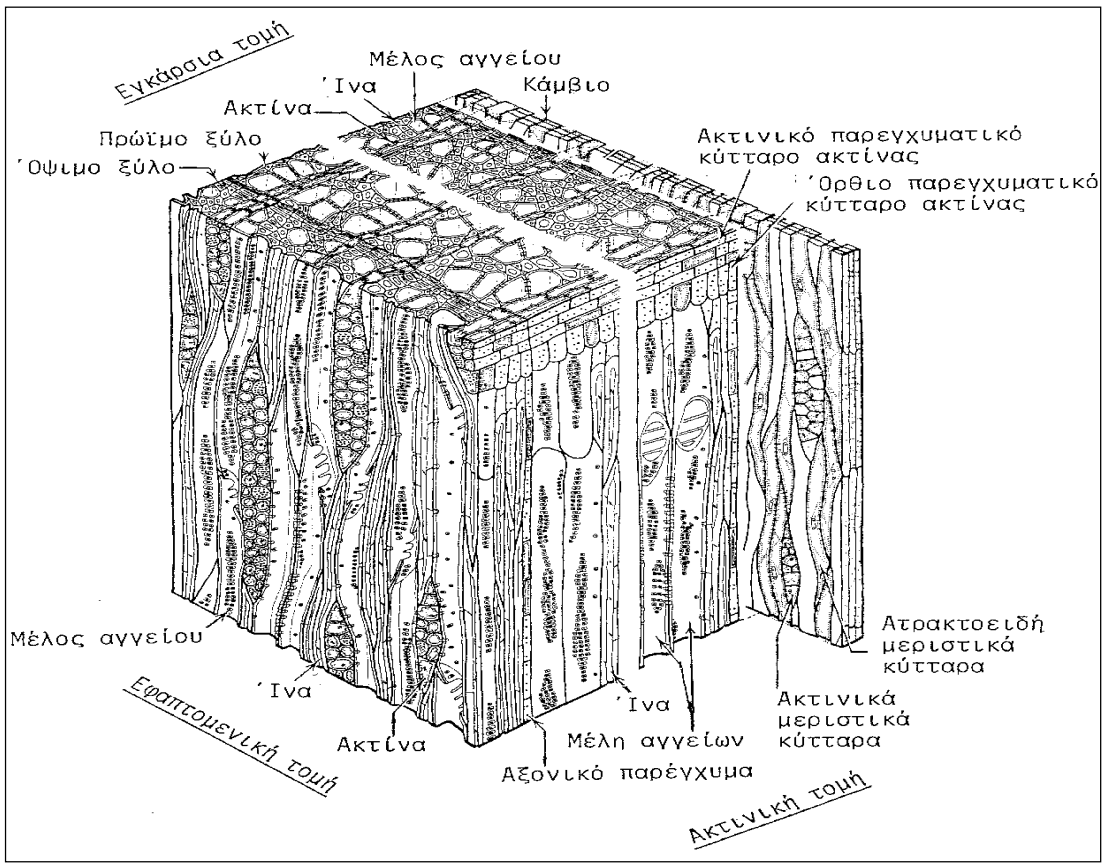
Εικόνα 1.5 Εγκάρσια (a,b), εφαπτομενική (c) και ακτινική τομή (d) ξύλου κωνοφόρων ξύλων με κανονικούς ρητινοφόρους αγωγούς (A.δασική πέυκη) και χωρίς κανονικούς ρητινοφόρους αγωγούς (B.ελάτη) σε απλό μικροσκόπιο (Grösser, 1977).



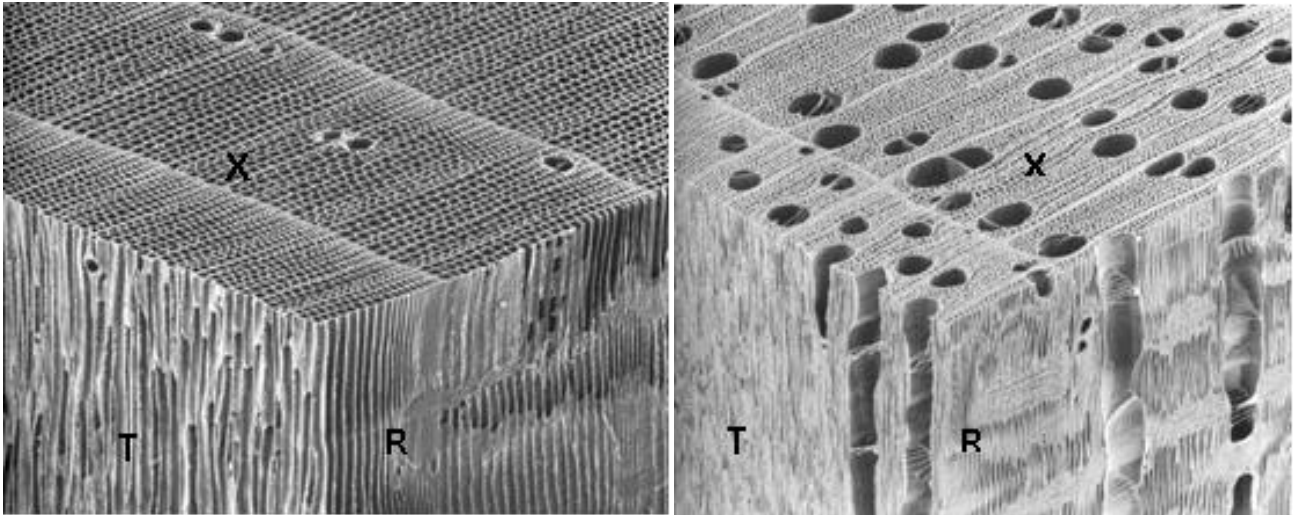
Εικόνα 1.6 Εγκάρσια [για φράζο(A), (a, b) για οξιά(B)], εφαπτομενική (b για φράζο, c για οξιά) και ακτινική τομή (c για φράζο, d για οξιά) δακτυλιόπορων (π.χ. φράζος) και διασπορόπορων πλατύφυλλων (π.χ. οξιά) ξύλων, σε απλό μικροσκόπιο (Grösser, 1977).



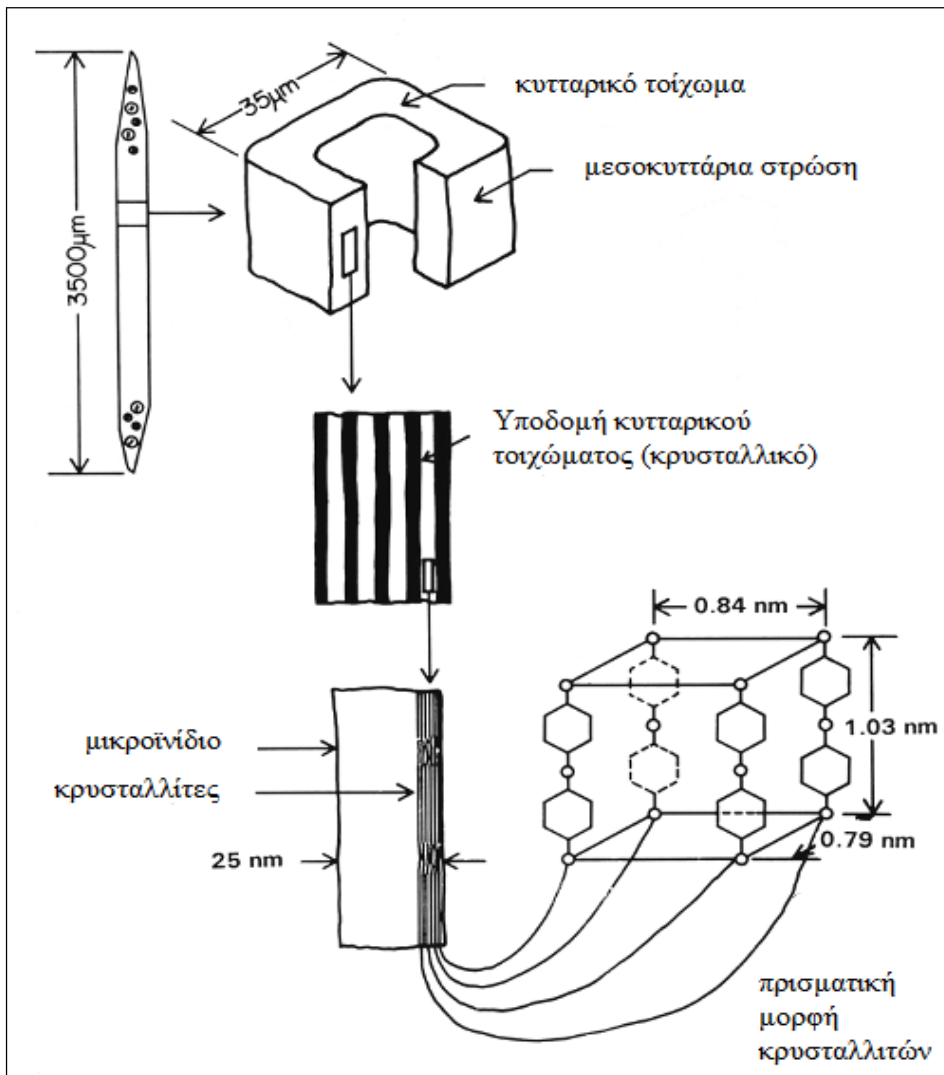
Σχήμα 1.10 Στερεοσκοπική εμφάνιση και συγκρότηση κωνοφόρου ξύλου *Thuja occidentalis* (ρητινοφόροι αγωγοί και ακτινικές τραχειίδες δεν υπάρχουν). Α, Β: Στερεοσκοπική εμφάνιση τραχειδών πρώιμου (Α) και όψιμου (Β) ξύλου. α. αλωφόρα βοθρία μεταξύ αξονικών τραχειδών, β. αλωφόρα βοθρία μεταξύ αξονικών και ακτινικών τραχειδών, γ. ημιαλωφόρα βοθρία – πευκοειδή - μεταξύ αξονικών τραχειδών και παρεγχυματικών κυττάρων των ακτίνων) (Esau, 1965; Siau, 1984; Evert, 2006).



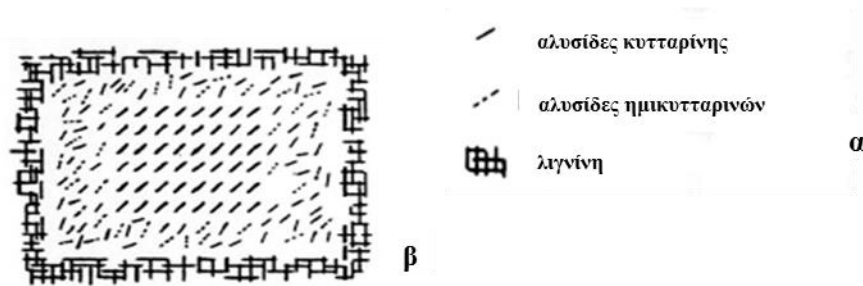
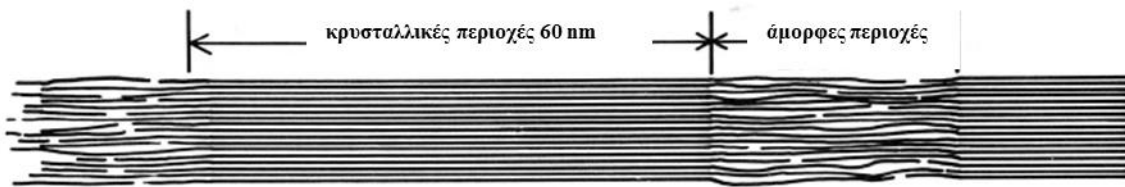
Σχήμα 1.11 Στερεοσκοπική εμφάνιση και συγκρότηση πλατυφύλλου ξύλου *Liriodendron tulipifera* (Esau, 1965; Evert, 2006).



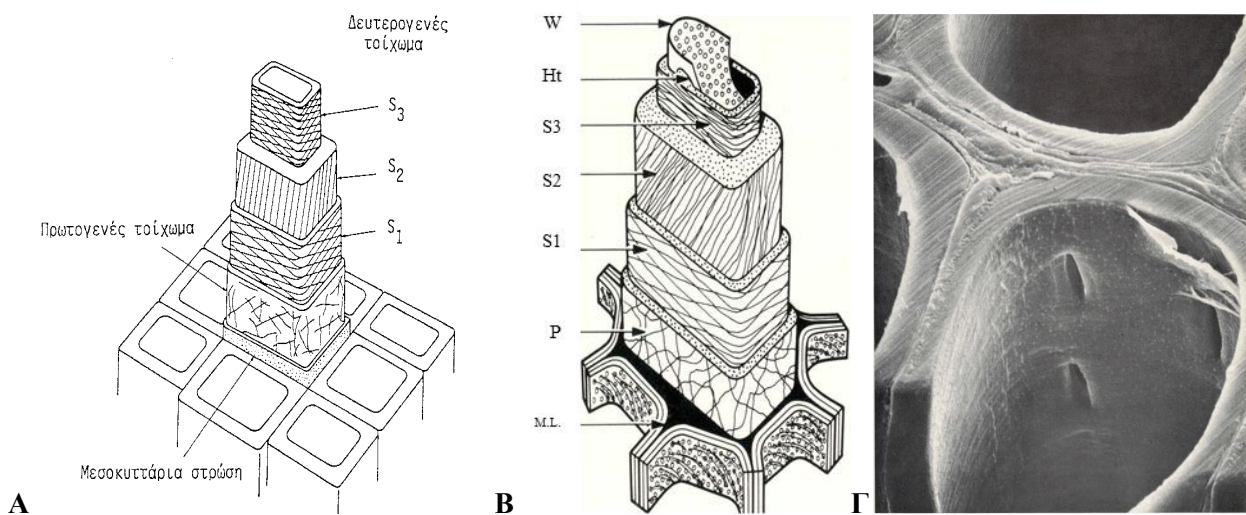
Εικόνα 1.7 Τρισδιάστατη μικροσκοπική εμφάνιση ξύλου σε στερεοσκοπικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (SEM). Αριστερά (83X): κωνοφόρο-ερυθρελάτη (*Picea jezoensis*) με ρητινοφόρους αγωγούς. Δεξιά (72X): διασπορόπορο πλατύφυλλο-σημύδα (*Betula maximo-wicziana*). X: εγκάρσια τομή (transverse section), R: ακτινική τομή (radial section), T: εφαπτομενική τομή (tangential section) (Αδαμόπουλος, 2014).



Σχήμα 1.12 Η ελάχιστη δομική μονάδα του ξύλου, το μικροϊνίδιο (microfibril), που αποτελείται από αλυσίδες κυτταρίνης (Αδαμόπουλος, 2014).

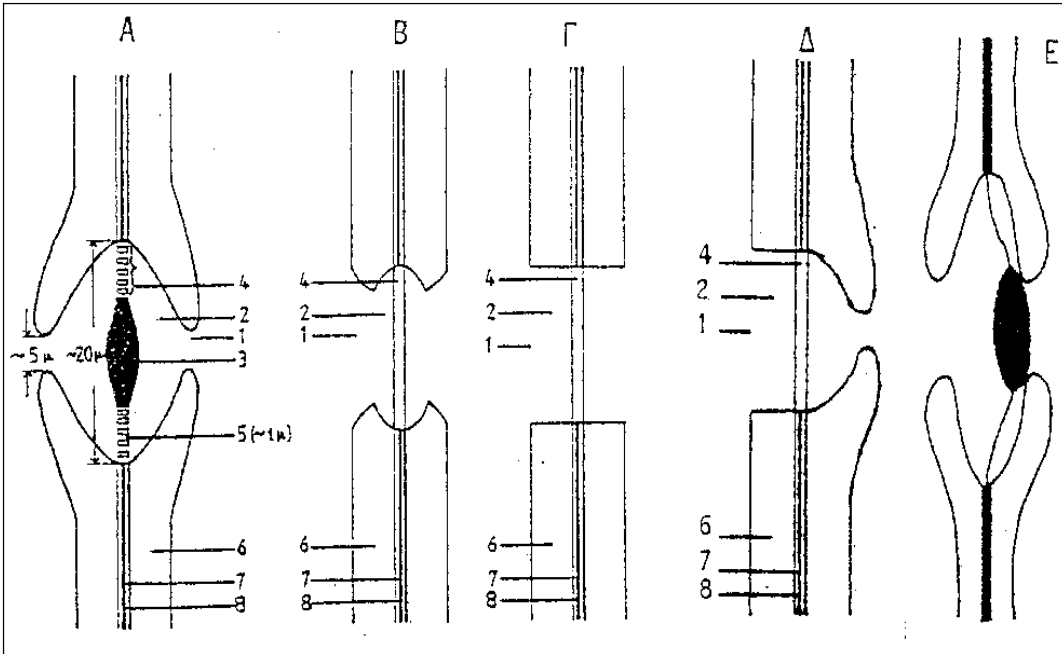


Σχήμα 1.13 Αξονική τομή μικροϊνιδίου με κρυσταλλικές και άμορφες περιοχές (α) και εγκάρσια τομή όπου ο κρυσταλλικός πυρήνας περιβάλλεται από άμορφη στρώση και λιγνίνη (β) (Αδαμόπουλος, 2014).

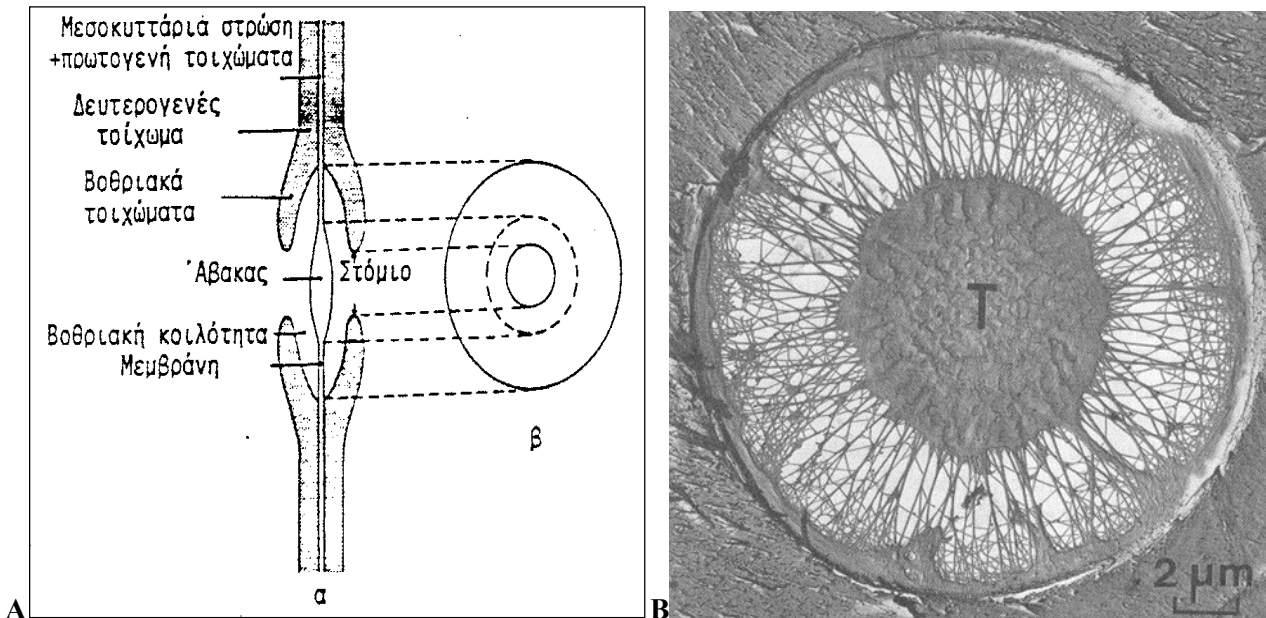


Σχήμα 1.14 Διαγράμματα (Α,Β) του κυτταρικού τοιχώματος με τη διάταξη των μικροϊνιδίων σε κάθε στρώση. Γ: Εικόνα SEM εγκάρσιας τομής κωνοφόρου που δείχνει τη σύνδεση των κυτταρικών τοιχωμάτων τριών αξονικών τραχειϊδών και τις στρώσεις τους καθώς και τρία στόμια βοθρίων στο εσωτερικό τοιχώματος (Στο Σχ. Β: ML, μεσοκυττάρια στρώση-middle lamella; P, πρωτογενές τοίχωμα-primary wall; S1, S2 και S3, εξωτερική, μεσαία και εσωτερική στρώση του δευτερογενούς τοιχώματος - outer, middle and innermost layer of the secondary wall; Ht, ελικοειδείς παχύνσεις - helical thickenings; W, στρώση ογκωμάτων-warty layer) (Α: Dinwoodie , 1975; Β, Γ: Meylan & Butterfield, 1972).

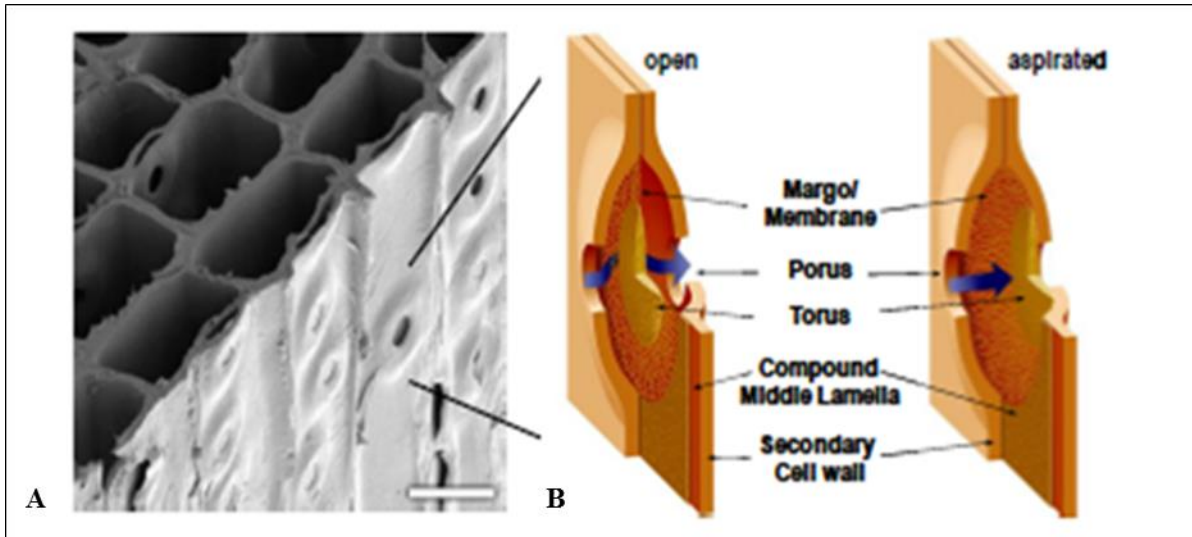
Η δομή ενός συγκεκριμένου είδους ξύλου δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται καθ' ύψος του δένδρου και κατ' ακτίνα (εντεριώνη προς φλοιό). Μεταβάλλονται η μορφολογία των κυττάρων (μήκος, διάμετρος, πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων), η δομή των αυξητικών δακτυλίων (ποσοστό πρώιμου-όψιμου ξύλου, αναλογία και κατανομή των κυττάρων, μορφολογία κυττάρων) και η χημική σύσταση και η μικροδομή.



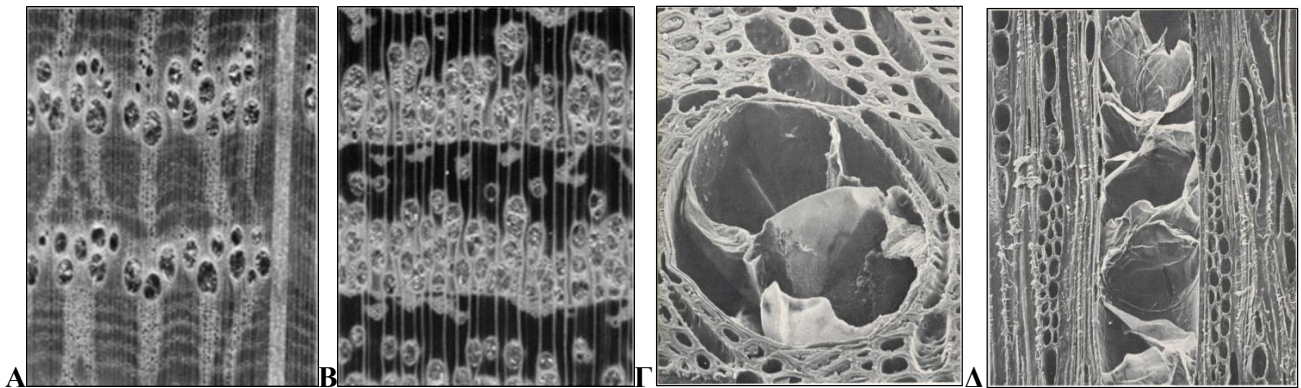
Σχήμα 1.15 Τομή (εγκάρσια ή εφαπτομενική) αλωφόρου βοθρίου κωνοφόρου (A) και πλατυφύλλου (B), ενός απλού βοθρίου (Γ) και ενός ημιαλωφόρου βοθρίου (Δ). Ε : απόφραξη (aspiration) αλωφόρου βοθρίου κωνοφόρου [1, στόμιο (aperture, pore). 2, βοθριακή κοιλότητα (pit cavity). 3, άβακας (torus). 4, διαχωριστική μεμβράνη (margo, membrane). 5, τριχοειδές μεμβράνης (capillary). 6, δευτερογενές τρίχωμα (secondary cell wall). 7, πρωτογενές τρίχωμα (primary cell wall). 8, μεσοκυττάρια στρώση (middle lamella)] (Σχεδίαση Βουλγαρίδη).



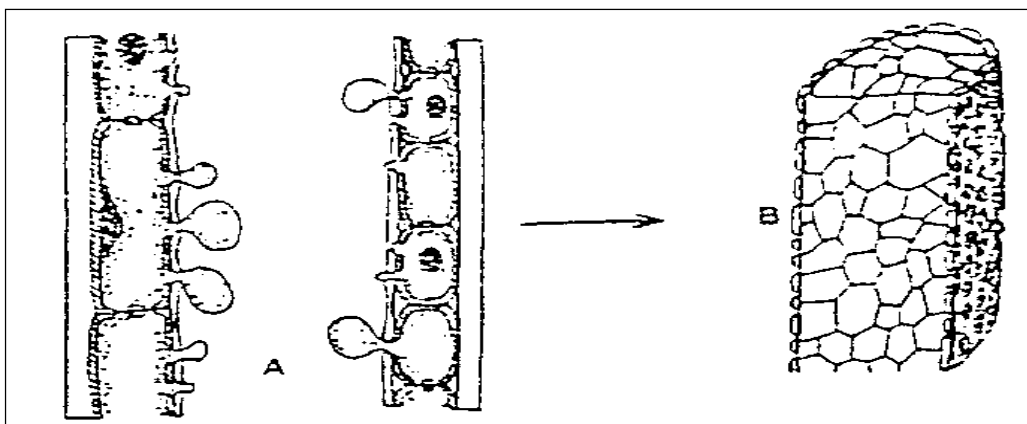
Σχήμα 1.16 Α. Αλωφόρο βοθρίο κωνοφόρον σε εγκάρσια ή εφαπτομενική τομή (α) και ακτινική όψη του (β). Μεσοκυττάρια στρώση+πρωτογενή τοιχώματα (middle lamella + primary cell walls = compound middle lamella), δευτερογενές τοίχωμα (secondary cell wall), βοθριακά τοιχώματα (pit walls), άβακας (torus), στόμιο (aperture, pore), βοθριακή κοιλότητα (pit cavity), μεμβράνη (margo, membrane) (Grösser, 1977) Β. Εικόνα SEM μεμβράνης αλωφόρου βοθρίου κωνοφόρου σε ακτινική τομή (T: άβακας) (Tsoumis, 1991).



Εικόνα 1.8 Α. Στερεοσκοπική εμφάνιση(SEM) κωνοφόρου με αλωφόρα βοθρία σε εγκάρσια και ακτινική τομή. Β. Τα ανοικτά αλωφόρα βοθρία των κωνοφόρων ξύλων δρουν ως δίοδοι επικοινωνίας μεταξύ γειτονικών αζονικών τραχειδών με τα στόμια (pores, pit apertures) των βοθρίων (pits) και τις διάτρητες μεμβράνες (margo/membrane). Μετά την απόφραξη (aspiration), ο άβακας (torus) κλείνει το ένα από τα δύο στόμια και εμποδίζει την κίνηση των υγρών (Κλίμακα: 20 μm) (Lehnringer et al., 2009).

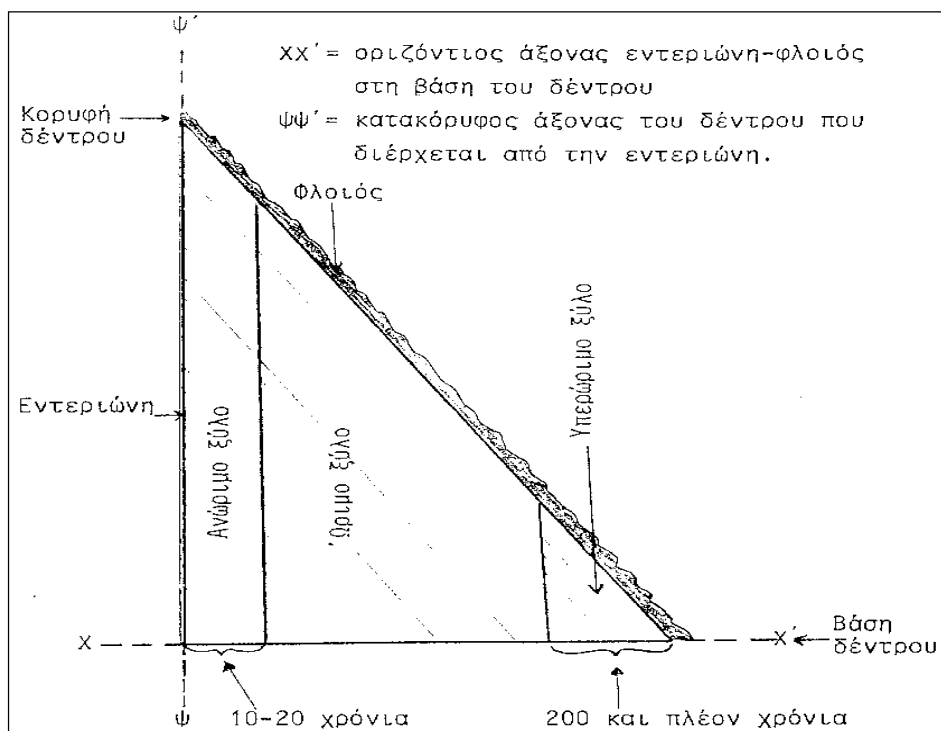


Εικόνα 1.9 Μακροσκοπική εμφάνιση τυλώσεων σε μέλη αγγείων λευκής δρυός (Α) και ακακίας (Β) σε εγκάρσια τομή (Hoadley, 1990) και τυλώσεις σε μέλος αγγείου πλατυφύλλου ξύλου (*Metrosideros robusta*) κάτω από στερεοσκοπικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, Γ: Εγκάρσια τομή, μεγέθυνση (X 1150). Δ: Εφαπτομενική τομή, μεγέθυνση (X 575) (Meylan & Butterfield, 1972). Οι τυλώσεις εμποδίζουν την κίνηση των υγρών μέσα στο ξύλο πλατύφυλλων ειδών.



Σχήμα 1.17 Σχηματισμός τυλώσεων στα μέλη αγγείων πλατύφυλλων: Α. Έναρξη σχηματισμού (δίοδος πρωτοπλάσματος γειτονικών παρεγγυματικών κυττάρων δια μέσου των στομιών των βοθρίων στην κοιλότητα μέλους αγγείου). Β. Μέλος αγγείου εντελώς αποφραγμένο με τυλώσεις (Desch, 1981).

Ενδιαφέρον από άποψη αξιοποίησης του ξύλου αποτελεί η παρουσία, σε όλες τις περιπτώσεις ανώριμου ξύλου το οποίο εντοπίζεται στους πρώτους 10-20 αυξητικούς δακτυλίους και χαρακτηρίζεται από γρήγορη μεταβολή της δομής. Το ξύλο αυτό είναι χαμηλότερης ποιότητας από το υπόλοιπο ώριμο ξύλο και καλά είναι να αξιοποιείται χωριστά (Σχ. 1.18). Επίσης, το ξύλο των κλαδιών και ριζών είναι διαφοροποιημένο από άποψη δομής σε σύγκριση με το ξύλο κορμού και η διαφορετική δομή του φλοιού προκαλεί δυσκολίες για ταυτόχρονη αξιοποίησή του με ξύλο κορμού.



Σχήμα 1.18 Διάκριση του ξύλου του κορμού ενός δένδρου σε ανάριμο, ώριμο και υπερώριμο ξύλο (Βουλγαρίδης, 2006).

Μεταβλητότητα δομής του ξύλου παρατηρείται όχι μόνο μέσα στο ίδιο δένδρο αλλά και μεταξύ δένδρων του ίδιου είδους λόγω διαφορετικού μικροπεριβάλλοντος στο οποίο αυξάνεται κάθε δένδρο, ποιότητας τόπου, υπερθαλάσσιου ύψους και γεωγραφικής θέσεως.

Βιβλιογραφία

- Αδαμόπουλος, Σ. (2014). *Δομή Ξύλου (Θεωρία και Εργαστηριακές Σημειώσεις)*. ΤΕΙ Θεσσαλίας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, Καρδίτσα.
- Βουλγαρίδης, Η. (1994). Το δάσος, το ξύλο και η σημασία τους στην επιβίωση του ανθρώπου. *Πρακτικά 4ου Πανδυτικομακεδονικού Συνεδρίου*, 17-18 Σεπ. 1994, Γρεβενά : 151-169.
- Βουλγαρίδης, Η. Β. (1997). Προστασία και συντήρηση ξύλινων κατασκευών. *Πρακτικά Διημερίδας "Το ξύλο σε Υπάρχουσες Δομικές Κατασκευές: Παλιές και Νέες Τεχνολογίες"*, 27-28 Φεβ. 1997, Θεσσαλονίκη, Ειδική Έκδοση "Μνημείο και Περιβάλλον" 4 / 1997 Π : 61-81.
- Βουλγαρίδης, Η. (2006). *Ποιότητα Ξύλου (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ 201.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- Βουλγαρίδης, Η., Ευθυμίου, Π., Πασιαλής, Κ., Κακαράς, Ι. (1995). Παραγωγή και δυνατότητες αξιοποίησης των δασικών προϊόντων από τα δάση του νομού Δράμας και της ευρύτερης περιοχής. (Χρηματοδότηση έργου: Επιμελητήριο Δράμας), Επιτροπή Ερευνών Α.Π.Θ. 1995, Θεσσαλονίκη.
- Βουλγαρίδης, Η., Πασιαλής, Κ.Ν., Βασιλείου, Β.Γ. (1998). *"Αναγνώριση ξύλου"* (Πανεπιστημιακές παραδόσεις). Θεσσαλονίκη.
- Γρηγορίου, Α. (2010). *Νέα Σύνθετα Προϊόντα Ξύλου. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις*, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.

- Desch, H.E. (1981). *Timber: Its Structure, Properties and Utilisation* / H.E. Desch; revised by J.M. Dinwoodie. London: Macmillan, 1981.
- Dinwoodie, J. M. (1975). Timber - a review of the structure - mechanical property relationship. *Journal of Microscopy* 104(1): 3-32.
- Edlin, H.L. (1969). *What Wood Is That? : A Manual of Wood Identification*. Thames and Hudson Ltd., London.
- Esau, K. (1965). *Plant Anatomy (2nd ed.)*. J. Wiley and Sons, N.Y.
- Evert, R.F. (2006). *Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body – Their Structure, Function, and Development (3rd ed.)*. J. Wiley and Sons, New Jersey.
- Grösser, D. (1977). *Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Hoadley, R.B. (1980). *Understanding wood*. The Taunton Press, Inc., Connecticut, U.S.A.
- Hoadley, R.B. (1990). *Identifying Wood. Accurate Results with Simple Tools*. The Taunton Press, Inc., Connecticut, U.S.A.
- Lehninger, C. H., Richter, K., Schwarze, F.W.M.R. and Militz. (2009). H. A review on promising approaches for liquid permeability improvement in softwoods. *Wood Fiber Sci.* 41(4): 373-385.
- Φράγκος, Χ. (2011). Ξυλεία 04/03/2011Άρθρα/Κατασκευή. ΠΡΟΪΟΝΤΑ SAWN TIMBER ΠΙΠΙΟΝΙΣΜΕΝΗ ΞΥΛΕΙΑ ΤΡΟΠΙΚΗ ΞΥΛΕΙΑ ΒΡΑΖΙΛΙΑΣ.
- Meylan, B.A. and Butterfield, B. G. 1972. *Three Dimensional Structure of Wood: A Scanning Electron Microscope Study*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Ντάφης, Σ. (1994). Το μεσογειακό δάσος και η προστασία του. *Επιστ. Επετ. Τμήματος ΔΦΠ*. Τόμος ΛΖ/1994 : 159-170.
- Parikka, M. (2004). Global biomass fuel resources. *Biomass and Bioenergy* 27: 613–620.
- Πετειναράκης, Ι. (1992). Ολοκληρωμένη έρευνα για τη βιομηχανία ξύλου στην Ελλάδα. *Επιστ. Επετ. Τμήματος ΔΦΠ*, Τόμος ΛΕ : 941-1015.
- Siau, J.F. (1984). *Transport Processes in Wood. Springer Series in Wood Science* (Ed. T.E. Timell), Springer-Verlag, Berlin/N.Y.
- Τσουμής, Γ. (1983). *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση του Ξύλου. (Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου)*. Θεσσαλονίκη.
- Τσουμής, Γ. (1985). Η καταστροφή των δασών στην περιοχή της Μεσογείου. *Επιστ. Επετ. Τμήματος ΔΦΠ*, Α.Π.Θ., Τόμος ΚΗ(11) : 265-301.
- Tsoumis, G. (1991). *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Chapman and Hall, N.Y.
- Υπουργείο Γεωργίας (Υπ.Γε.) (1992). Αποτελέσματα Πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών. Γεν. Γραμ. Δασών και ΦΠ, Γεν. Δ/ση Δασών και Φ.Π., Αθήνα, σελ. 135.
- Voulgaridis, E. (1996). Wood protection in Greece. *4th meeting of Cost Action E2: Wood Durability*, 17-19 Oct. 1996. Athens, GR, pp 18.

2. Ποιότητα ξύλου και σχέση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του με τις ιδιότητες και τις χρήσεις του

Σύνοψη

Αναφέρεται στην έννοια της ποιότητας του ξύλου, τι εκφράζει για το ξύλο, πως αυτή καθορίζεται, από τι εξαρτάται και πως επηρεάζεται κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των δασικών δέντρων αλλά και από τους χειρισμούς και τις κατεργασίες του ξύλου μετά την υλοτομία και τη μεταφορά της ξυλείας στα εργοστάσια για παραγωγή ημιτελικών και τελικών προϊόντων. Παρουσιάζονται οι σχέσεις της ποιότητας με τα διάφορα ανατομικά χαρακτηριστικά του ξύλου κωνοφόρων και πλατύφυλλων ειδών και οι σχέσεις της δομής και της χημικής σύστασης με τις ιδιότητες και τις χρήσεις του ξύλου. Επίσης, παρουσιάζονται ορισμένες βασικές ιδιότητες του ξύλου (πυκνότητα, υγρασκοπικότητα, διαστασιακές μεταβολές, διαπερατότητα, αλλοιώσεις του ξύλου από βιολογικούς και αβιοτικούς παράγοντες, φυσική αντοχή, ευκολία εμποτισμού, μηχανικές ιδιότητες, μηχανική κατεργασία, ευκολία ξήρανσης, δυνατότητα κάμψης) και η σημασία τους στην αξιοποίησή του.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία: 1. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 2. Jane, F.W. 1970. *The Structure of Wood*. 3. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 4. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 5. Tsoumis, G. 1968. *Wood as Raw Material*. 6. Tsoumis, G. 1992. *Harvesting Forest Products*. 7. Eaton, R.A. and Hale, M.D.C. 1993. *Wood Decay, Pests and Protection*. 8. Wilkinson, J.G. 1979. *Industrial Timber Preservation*. 9. Goodell, B., Nicholas, D.D. and Schultz, T.P. 2003. *Wood Deterioration and Preservation*. 10. Megraw, R.A. 1985. *Wood Quality Factors in Loblolly Pine*. 11. Siau, J.F. 1984. *Transport Processes in Wood*.

Λεξιλόγιο: Ποιότητα ξύλου, δομή ξύλου, ιδιότητες ξύλου, φυσική αντοχή, παράγοντες αλλοίωσης του ξύλου, εμποτισμός ξύλου, αξιοποίηση ξύλου, wood quality, wood structure, wood properties, wood deterioration, wood durability, wood impregnation, wood utilization.

2.1. Γενικά για την ποιότητα ξύλου

Η ποιότητα του παραγόμενου ξύλου από τα δάση, που αξιοποιείται σε διάφορες ξύλινες κατασκευές και άλλα προϊόντα σχετίζεται:

- (α) με τον τρόπο δόμησης και τις ιδιότητες του κάθε ξύλου που είναι ένα σύνολο “χαρακτηριστικών ποιότητας” διαφοροποιημένων σε κάθε περίπτωση.
- (β) με την παρουσία διαφόρων ελαττωμάτων σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό στο ξύλο όπως π.χ. ρόζοι, στρεψοίνια, κωνικομορφία, θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο, σήψη, καμπυλότητα κ.α., τα οποία υποβαθμίζουν την ποιότητα του ξύλου.

Κατά την τεχνολογική αξιοποίηση του ξύλου σε διάφορα προϊόντα η ποιότητα ξύλου μπορεί να εκτιμηθεί με χρησιμοποίηση ορισμένων βασικών και μετρήσιμων κριτηρίων. Η μεγαλύτερη δυσκολία στη διαδικασία της ποιοτικής εκτίμησης του ξύλου ως υλικού κατασκευών είναι το γεγονός ότι η ποιότητα του ξύλου διαφοροποιείται όχι μόνο μεταξύ δασοπονικών ειδών και μεταξύ δέντρων του ίδιου είδους, αλλά και σε κάθε μεμονωμένο δέντρο (Savidge, 2003).

Επειδή τα συνθετικά μέρη ενός δέντρου και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δεν διαμορφώνουν το πολύτιμο ξύλο των κορμών προς αποκλειστικό όφελος του ανθρώπου, αλλά με βάση βιολογικούς και φυσικούς κανόνες, υποστηρίζεται ότι η ποιότητα του παραγόμενου ξύλου χρειάζεται να εξετάζεται ισορροπημένα σε σχέση με τρεις βασικούς άξονες (Savidge, 2003):

- (α) με την ανάγκη να εκπληρωθούν οι μοναδικές φυσιολογικές ανάγκες του κάθε δέντρου, ιδιαίτερα η επιβίωση του και η επιτυχής ολοκλήρωση του κύκλου ζωής του.
- (β) με τη συνεισφορά του δέντρου (και του ξύλου) σε ένα υγιές και λειτουργικό δασικό οικοσύστημα (ή δασική φυτεία) και κατ' επέκταση στη βιόσφαιρα και στο κλίμα στην επιφάνεια του εδάφους, και
- (γ) με τη χρησιμοποίηση της φυσικά ανανεώσιμης πρώτης ύλης, του ξύλου, από τον άνθρωπο για την παραγωγή πολλών και ποικίλων προϊόντων αναγκαίων για την επιβίωσή του.

Η πρόκληση στη διαχείριση ενός δάσους είναι οι παραπάνω τρεις άξονες να λαμβάνονται υπόψη ισότιμα και ισορροπημένα ώστε όλες οι ανάγκες να ικανοποιούνται στο άριστο αν και ο τρίτος ανθρωποκεντρικός άξονας έχει κυριαρχήσει, λόγω της πολύτιμης και ανανεώσιμης πρώτης ύλης, του ξύλου, για τον άνθρωπο. Σήμερα η προσπάθεια καθιέρωσης αυστηρής αειφορικής διαχείρισης, παραγωγής και

διακίνησης των δασικών προϊόντων σε μεμονωμένα κράτη αλλά και σε όλο τον κόσμο (Ευσταθιάδης, 2005) θεωρείται ότι μπορεί να συμβάλλει σε μια πιο ισορροπημένη θεώρηση των παραπάνω τριών αξόνων.

Η διαμόρφωση και η παραγωγή ξύλου αρχίζει με την εγκατάσταση του δάσους αλλά η αξιοποίηση του ξύλου σε διάφορα προϊόντα αρχίζει από τη συγκομιδή του, που περιλαμβάνει τη ρίψη των δένδρων, τη διαμόρφωσή τους (αποκλάδωση, αποκορύφωση, τεμαχισμός, αποφλοιώση, διαμόρφωση στοιβαζόμενου ξύλου, σχίση), τη μετατόπιση στους δασοδρόμους και τόπους συγκέντρωσης και τη μεταφορά του στα εργοστάσια.

Μέχρι το στάδιο της συγκομιδής του ξύλου, η αναμονή για την αύξηση και ανάπτυξη των δένδρων ώστε αυτά να είναι κατάλληλα για υλοτομία είναι μεγάλη και φθάνει τα 100 ή περισσότερα χρόνια εκτός από ορισμένες περιπτώσεις όπως π.χ. ταχυαυξή είδη, αειφύλλα πλατύφυλλα, πρεμνοφυή δάση, κ.ά. Σε όλο αυτό το διάστημα ο άνθρωπος μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του παραγόμενου ξύλου σε μικρό σχετικά βαθμό με επιλογή καλού γενετικού υλικού και με δασοκομικά μέτρα όπως καλλιέργεια, αραιώσεις, κλαδεύσεις, προστασία από προσβολές, κ.ά. Ο περιορισμένος αυτός έλεγχος στην ποιότητα του ξύλου κατά τη διάρκεια αύξησης και ανάπτυξης των δένδρων οφείλεται στο γεγονός ότι υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες οι οποίοι δεν μπορούν να ελεγχθούν ή ελέγχονται περιορισμένα, π.χ. εδαφικές συνθήκες, κλιματικές συνθήκες ξηρασία, κ.λπ.

Μετά από αναμονή τόσων ετών και ανάλογα με τις συνθήκες που επεκράτησαν και τα καλλιεργητικά και άλλα μέτρα που εφαρμόστηκαν στο δάσος, η ποιότητα του ξύλου των δένδρων για υλοτομία έχει διαμορφωθεί σε άριστη, καλή, μέτρια ή κακή και, στο τελικό αυτό στάδιο, δεν μπορεί πλέον να βελτιωθεί άλλο η ποιοτική κατάσταση του ξύλου του κορμού των δένδρων. Είναι όμως δυνατό, κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, της μεταφοράς και της επεξεργασίας του ξύλου για διάφορα προϊόντα, να διατηρηθεί με κατάλληλα μέτρα η ποιότητα του παραγόμενου ξύλου στο ανώτατο δυνατό επίπεδο, όπως δηλαδή έχει διαμορφωθεί στο δάσος μετά από πάροδο πολλών ετών, ή και να βελτιωθούν οι ιδιότητές του έπειτα από εξειδικευμένους χειρισμούς.

Ένας από τους στόχους της συγκομιδής του ξύλου είναι η κάθε φάση εργασίας στο δάσος αλλά και μέχρι το εργοστάσιο να γίνεται έτσι ώστε να μην υποβαθμίζεται το ξύλο από άποψη ποιότητας και από άποψη χρήσης. Για να φθάσουμε από την κατάσταση του "ιστάμενου δένδρου" στην "κορμοπλατεία" της ξυλοβιομηχανίας μεσολαβούν πολλές επιμέρους φάσεις εργασίας και η εκτέλεση κάθε φάσεως σχετίζεται περισσότερο ή λιγότερο και με την ποιότητα του ξύλου.

Με βάση τα παραπάνω, ο δασεργάτης-υλοτόμος χρειάζεται να γνωρίζει όχι μόνο τη χρήση εργαλείων και μηχανημάτων καθώς και των μεθόδων συγκομιδής αλλά και ορισμένες βασικές ιδιότητες του ξύλου, τα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν από το ξύλο και τις απαιτήσεις των ξυλοβιομηχανιών για τις οποίες προορίζεται η πολύτιμη πρώτη ύλη που παράγει. Η αρχή ότι το μοναδικό αυτό υλικό, το ξύλο, που χρειάζεται περίπου έναν αιώνα για να παραχθεί από τη φύση και χρησιμεύει για την παραγωγή εκατοντάδων χρήσιμων προϊόντων πρέπει να αξιοποιηθεί κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, είναι κυρίαρχη μέχρι και την τελευταία επεξεργασία του.

Ο όρος ποιότητα ξύλου (wood quality) εκφράζει την ποιοτική κατάσταση του ξύλου σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, από τη διαμόρφωσή του στο δάσος και τη συγκομιδή του μέχρι την επεξεργασία, τη διαμόρφωσή του σε τελικά προϊόντα και τη χρήση του, και αναφέρεται σε επιθυμητά χαρακτηριστικά και ιδιότητες που ικανοποιούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις απαιτήσεις συγκεκριμένων χρήσεων. Η ποιοτική αυτή κατάσταση του ξύλου είναι συνάρτηση διαφόρων παραγόντων που προκύπτουν ή έχουν σχέση με τα εξής:

- α. το συγκεκριμένο δασοπονικό είδος και τις ιδιαιτερότητες της δομής του,
- β. τις συνθήκες αύξησης και καλλιέργειας των δασικών δέντρων για παραγωγή ξύλου και τις επιδράσεις κληρονομικών και εξωγενών παραγόντων,
- γ. τις συνθήκες υλοτομίας, μετατόπισης και παραμονής του ξύλου στο δάσος ή σε τόπους συγκέντρωσης,
- δ. τους χειρισμούς και τις κατεργασίες του ξύλου στο εργοστάσιο,
- ε. τις συνθήκες χρήσεως των τελικών προϊόντων.

Το ξύλο κάθε δασοπονικού είδους εκτός από ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά κοινά για όλα τα ξύλα, παρουσιάζει διαφοροποιήσεις και ιδιαιτερότητες στη δομή του που έχουν αντίκτυπο στις ιδιότητες του, στις δυνατότητες μηχανικών, φυσικών και χημικών κατεργασιών και στην καταλληλότητα του για διάφορες χρήσεις. Με τον όρο "ξύλο" δεν μπορούμε να εννοούμε ένα μόνο υλικό αλλά πολλά υλικά, όσα είναι και τα δασικά δένδρα, επειδή ακριβώς υπάρχουν μεταξύ τους διαφοροποιήσεις δομής. Η ακριβής γνώση αυτών των ιδιαιτεροτήτων του κάθε ξύλου αποτελεί προϋπόθεση για την ερμηνεία της συμπεριφοράς του και τη σωστή αξιοποίησή του.

Η φύση και συγκεκριμένα οι κλιματικές και εδαφικές συνθήκες έχουν τον καταλυτικό ρόλο στην αύξηση και ανάπτυξη των δέντρων καθώς και στον τρόπο παραγωγής και στην ποιότητα του ξύλου. Τα δάση αποτελούν, μεταξύ άλλων, τα βιολογικά εργοστάσια παραγωγής ξύλου από διάφορα δασοπονικά είδη, τα οποία όμως δεν παράγουν και δεν είναι προορισμένα να παράγουν τυποποιημένο προϊόν (ξύλο). Η παρέμβαση του ανθρώπου κατά τη μακροχρόνια διάρκεια παραγωγής του ξύλου στο δάσος (π.χ. 100-150 χρόνια) είναι σχετικά περιορισμένη και εντοπίζεται σε ορισμένα δασοκομικά μέτρα (καλλιέργεια, λίπανση, άρδευση, κλάδευση, υλοτομίες) και σε γενετικές βελτιώσεις. Οι παρεμβάσεις αυτές επηρεάζουν την ταχύτητα αύξησης των δέντρων (πλάτος αυξητικών δακτυλίων, πλάτος πρώιμου και όψιμου ξύλου), τις διαστάσεις και άλλα χαρακτηριστικά των κυττάρων και των κυτταρικών τοιχωμάτων, τη συχνότητα και το βαθμό εμφάνισης σφαλμάτων και, γενικά, τη δομή και τις ιδιότητες του παραγόμενου ξύλου και κατ' επέκταση την ποιότητα του ξύλου.

Κληρονομικά χαρακτηριστικά των δασικών δένδρων μπορούν να επηρεάσουν τη συχνότητα εμφάνισης και την ένταση ορισμένων σφαλμάτων (π.χ. στρεψοϊνία) και κατά συνέπεια την ποιότητα του ξύλου. Παράγοντες εξωγενείς, όπως πληγώσεις από ζώα, έντομα ή από υλοτομικές εργασίες, παράσιτα (π.χ. ιξός), προσβολές από μύκητες, εδαφικές και κλιματικές συνθήκες καθώς και άλλοι παράγοντες δημιουργούν κατά τη μακροχρόνια διάρκεια ζωής των δένδρων διάφορα σφάλματα που προκαλούν με τη σειρά τους σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου ξύλου.

Από τη συγκομιδή του ξύλου στο δάσος μέχρι την μεταφορά του στο εργοστάσιο μεσολαβούν διάφορες επιμέρους φάσεις, όπως τρόπος ρίψεως, τεμαχισμού και αποφλοιώσης, χρόνος και συνθήκες παραμονής του ξύλου στο υλοτόμιο ή στον τόπο συγκέντρωσης, τρόπος μετατόπισης και μεταφοράς, που μπορούν να υποβαθμίσουν άμεσα την ποιότητα του ξύλου ή να δημιουργήσουν περισσότερο ή λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες υποβάθμισης της ποιότητας του ξύλου.

Χειρισμοί και κατεργασίες του ξύλου στο εργοστάσιο, όπως χρόνος παραμονής του ξύλου στην κορμοπλατεία και μέτρα προστασίας του, μέθοδοι και συνθήκες μηχανικής κατεργασίας του ξύλου, κατάσταση μηχανημάτων, κατεργασίες άτμισης, ξήρανσης και εμποτισμού, επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα του ξύλου και των κάθε λογής προϊόντων που παράγονται από αυτό.

Τέλος, το ξύλο με τη μορφή κάθε είδους προϊόντος βρίσκεται σε διαφορετικές συνθήκες χρήσεως, οι οποίες ευνοούν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό την αλλοίωση και υποβάθμιση της αρχικής ποιοτικής κατάστασης του ξύλου. Οι συνθήκες αυτές χρήσεως του ξύλου, περιλαμβάνουν επαφή ή όχι με το έδαφος ή το νερό, έκθεση σε εξωτερικές συνθήκες αλλά χωρίς επαφή με το έδαφος, σε ημι-εξωτερικές συνθήκες, σε συνθήκες εσωτερικών χώρων με ξηρό ή υγρό περιβάλλον, σε συνθήκες καταπόνησης κατά τη διάρκεια χρήσεως του προϊόντος, δυνατότητα προσβολής από έντομα, μύκητες και άλλους οργανισμούς, κ.ά.

Σύμφωνα με τις ISO 8402 (1986), ποιότητα ορίζεται **"το σύνολο των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος ή υπηρεσίας που σχετίζονται με την ικανότητά του να ικανοποιεί συγκεκριμένες ή αυτονόητες απαιτήσεις"**. Στην περίπτωση όμως του ξύλου, ο όρος ποιότητα χρησιμοποιείται συχνά για να εκφράσει το μέγεθος ακόμη και μιας μόνο ιδιότητας ή χαρακτηριστικού που είναι η βασικότερη απαίτηση για μια συγκεκριμένη χρήση.

Η ποιότητα ξύλου θα μπορούσε να προσδιορισθεί ως ο βαθμός ικανοποίησης των απαιτήσεων για την παραγωγή συγκεκριμένων προϊόντων. Ο βαθμός ικανοποίησης των απαιτήσεων του τελικού χρήστη καθορίζει την ποιότητα του τελειοποιημένου προϊόντος. Παράλληλα, χρειάζεται να διαμορφωθούν κανόνες διαβάθμισης της ποιότητας σε αντιστοιχία με τις ανάγκες των τελικών καταναλωτών. Οι κανόνες αυτοί είναι σήμερα, πολύ γενικοί και δεν εξασφαλίζουν την μη εμφάνιση σφαλμάτων στο προϊόν πάνω από τα επιτρεπτά όρια πριν αυτό φθάσει στον τελικό χρήστη. Ένα σύστημα λεπτομερούς ταξινόμησης για κάθε προϊόν ξύλου θεωρείται απαραίτητο για να εγγυάται ένα αποδεκτό επίπεδο αποτελεσματικότητας (Johanson *et al.*, 1994).

Η μεγάλη μεταβλητότητα στα χαρακτηριστικά και στις ιδιότητες του ξύλου ως υλικού καθώς και του τελειοποιημένου προϊόντος δείχνει σαφώς μία μεγάλη δυνατότητα αριστοποίησης. Όμως, η έλλειψη επαφής μεταξύ των "κρίκων" της αλυσίδας "δάσος - εργοστάσιο - τελική χρήση" κάνει δύσκολη την επίτευξη αριστοποίησης. Η αξιοποίηση του ξύλου πάσχει από το γεγονός ότι γίνεται προσπάθεια αριστοποίησης μόνο σε κάθε "κρίκο" της αλυσίδας και όχι συνολικά από το δάσος στον τελικό χρήστη.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η έννοια της ποιότητας του ξύλου διαφοροποιείται ανάλογα και με τον τρόπο αξιοποίησής του και το τελικό προϊόν για το οποίο προορίζεται. Για το λόγο αυτό είναι εξαιρετικά δύσκολο να προσδιορισθεί η έννοια αυτή ικανοποιητικά έτσι ώστε να ανταποκρίνεται επιτυχώς σε όλες τις περιπτώσεις. Για να προσδιορισθεί όμως η ενδεδειγμένη ποιότητα ξύλου για ένα συγκεκριμένο

τελικό προϊόν χρειάζεται να είναι γνωστά τα ιδιαίτερα ανατομικά χαρακτηριστικά του κάθε είδους ξύλου καθώς και οι σχέσεις μεταξύ ιδιοτήτων του ξύλου και των δομικών χαρακτηριστικών του.

Η πολυπλοκότητα των ποικίλων αυτών χαρακτηριστικών και των σχέσεών τους με τις ιδιότητες του ξύλου αν και είναι εξαιρετικά δύσκολο να εξειδικευθεί σε πολλές περιπτώσεις, η λεπτομερής διερεύνησή της αποτελεί προϋπόθεση για σωστή αξιοποίηση του ξύλου. Για παράδειγμα, μεταξύ ειδών πεύκης (μεταξύ της *Pinus tecunumanii* και της ομάδας πευκών *P. patula*, *P. taeda*, *P. elliottii*) σε τρεις περιοχές της Ν. Αφρικής παρατηρήθηκαν οι παρακάτω διαφορές (Malan, 1992) που αποτελούν δείγμα της πολυπλοκότητας της δομής του ξύλου ως βιολογικού υλικού όταν μάλιστα επιχειρείται να αξιοποιηθεί σε εκατοντάδες προϊόντα κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο:

- Διαφορές στο ρυθμό αύξησης μικρές, όχι στατιστικά σημαντικές
- Ποσοστό όψιμου ξύλου στην *P. tecunumanii* το μισό ή το 1/3 και πλάτος πρώιμου ξύλου μεγαλύτερο σε σύγκριση με τις άλλες τρεις πεύκες.
- Πυκνότητα ξύλου μεταξύ των συγκρινόμενων πευκών χωρίς σημαντικές διαφορές, γεγονός που οφείλεται στη 2πλάσια σχεδόν πυκνότητα του πρώιμου ξύλου της *P. tecunumanii* συγκριτικά με τις άλλες πεύκες που έχουν μεγαλύτερο ποσοστό όψιμου ξύλου (πυκνότητα του όψιμου ξύλου με μικρές διαφορές).
- Η διάμετρος και οι κοιλότητες των τραχειδών βρέθηκαν μεγαλύτερες και τα κυτταρικά τοιχώματα παχύτερα στην *P. tecunumanii* ενώ το μήκος τραχειδών ακολούθησε την ίδια πορεία αύξησης σε όλες τις πεύκες.
- Καλύτερη (ταχύτερη) αύξηση από άλλα εγχώρια είδη κωνοφόρων ιδιαίτερα σε καλά εδάφη, χωρίς εμφάνιση παγετών. Παραγωγή καλής οικοδομικής ξυλείας και χαρτοπολλτού.
- Μεταβλητότητα μεταξύ αυξητικών δακτυλίων και μέσα σε κάθε αυξητικό δακτύλιο μικρότερη, πράγμα που είναι επιθυμητό.

Έρευνες στην Αυστρία για δένδρα δασικής πεύκης, ηλικίας 100 περίπου ετών (Wimmer, 1992), έδειξαν ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των περισσότερων ανατομικών χαρακτηριστικών που εξετάστηκαν (μήκος τραχειδών, διάμετρος τραχειδών πρώιμου και όψιμου ξύλου και πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων κατά την ακτινική και εφαπτομενική διεύθυνση, ποσοστό όψιμου ξύλου, γωνία μικροϊνιδίων (Σχ. 2.1 Α). Η πυκνότητα επηρεάζεται ισχυρότερα από το ακτινικό πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων των τραχειδών του όψιμου ξύλου και το μήκος τραχειδών (Σχ. 2.1Β). Όλες οι μηχανικές ιδιότητες έχουν ισχυρές σχέσεις με την πυκνότητα και το ποσοστό όψιμου ξύλου. Αν αποκλεισθεί η επίδραση της πυκνότητας στις μηχανικές ιδιότητες, άλλα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά που τις επηρεάζουν φαίνεται να είναι το εφαπτομενικό πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων και η γωνία μικροϊνιδίων. Η ογκομετρική ρίκνωση βρέθηκε να σχετίζεται στενά με την πυκνότητα αλλά και με το ακτινικό πάχος των τραχειδών όψιμου ξύλου και την εφαπτομενική διάμετρο τραχειδών του όψιμου ξύλου.

2.2. Σχέση της ποιότητας, της δομής και της χημικής σύστασης του ξύλου με τις ιδιότητες και τις χρήσεις του

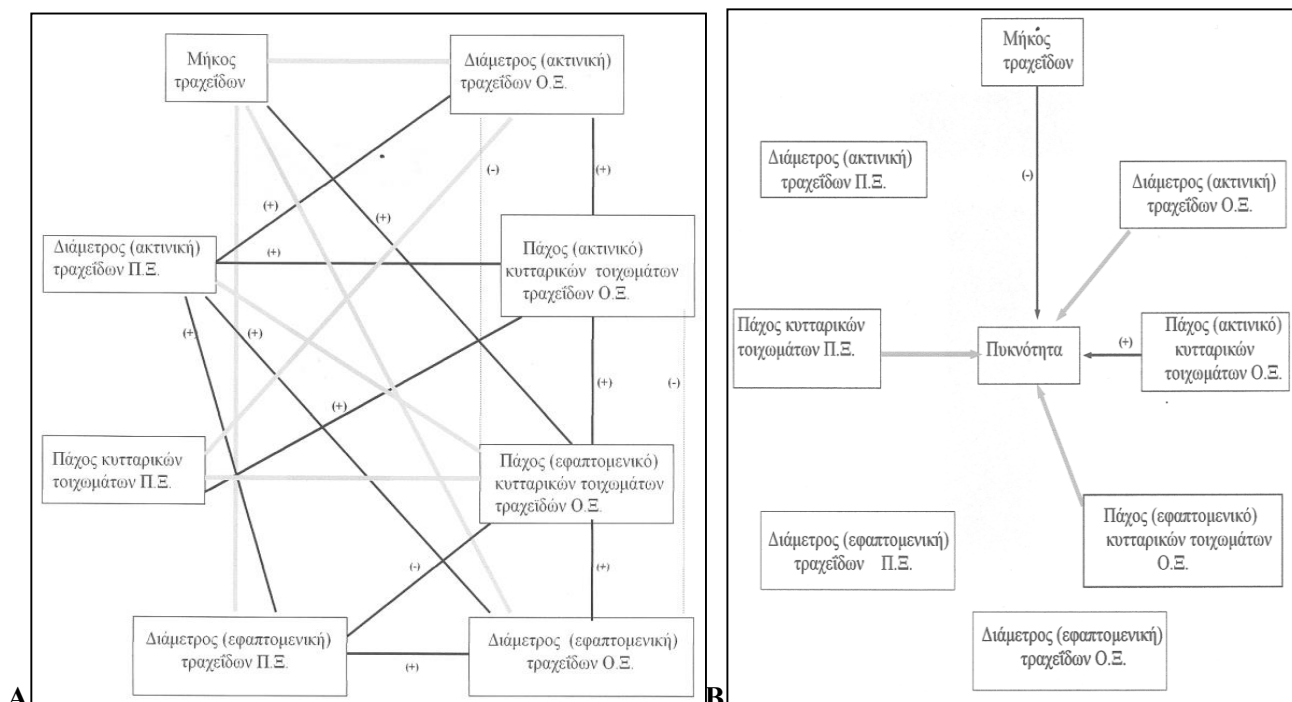
2.2.1. Ποιότητα, δομή και αξιοποίηση του ξύλου

Η ποιότητα του παραγομένου ξύλου από τα δασικά δένδρα εξαρτάται πρωτίστως από τον τρόπο με τον οποίο δομείται το ξύλο (βλ. Κεφ. 1ο). Διαφορές δομής σε υψηλό βαθμό παρουσιάζονται μεταξύ **κωνοφόρων** (π.χ. ελάτη, πεύκη, ερυθρελάτη, κ.α.) και **πλατύφυλλων** ειδών (π.χ. δρυς, καστανιά, οξιά, λεύκη, κ.α.). Οι διαφορές αυτές μεταξύ των δύο αυτών μεγάλων κατηγοριών ξύλου συνοψίζονται στα εξής:

1. Τα κωνοφόρα έχουν γενικά ομοιόμορφη δομή, με τις τραχειίδες να καταλαμβάνουν το 92-94 % και παραπάνω του όγκου του ξύλου. Τα πλατύφυλλα παρουσιάζουν πολυπλοκότερη δομή, με τις ίνες και τα μέλη αγγείων (τα μόνα κύτταρα με ανοικτά άκρα) να μοιράζονται τα ποσοστά του όγκου του ξύλου και, σε μερικές περιπτώσεις, τα παρεγχυματικά κύτταρα να καταλαμβάνουν πολύ υψηλά ποσοστά (π.χ. σε ορισμένα είδη δρυός 30 % και πλέον) (Πίν. 2.1 και 2.2).
2. Όλα τα κωνοφόρα έχουν μονόσειρες ή, σε ορισμένες περιπτώσεις, και δίσειρες ακτίνες που αποτελούνται από παρεγχυματικά κύτταρα, και στις περιπτώσεις των γενών *Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga* και *Tsuga*, και από ακτινικές τραχειίδες. Στις περιπτώσεις κωνοφόρων ειδών με κανονικούς ρητινοφόρους αγωγούς στο ξύλο, εμφανίζονται και ακτίνες σε ατρακτοειδή μορφή που περιλαμβάνουν στο μέσο του ύψους τους ακτινικούς ρητινοφόρους αγωγούς. Σε πολλά πλατύφυλλα είδη εκτός από μονόσειρες υπάρχουν και πλατύτερες ακτίνες, μέχρι και πολύσειρες πλάτους 30 και πλέον κυττάρων (π.χ. δρυς, οξιά) αποτελούμενες αποκλειστικά από παρεγχυματικά κύτταρα. Υπάρχουν

και πλατύφυλλα είδη με αποκλειστικά μονόσειρες (π.χ. λεύκη, ιτιά, ιπποκαστανιά, κ.ά.) (Tsoumis, 1991).

- Αξονικό παρέγχυμα δεν αφθονεί στα κωνοφόρα είδη, υπάρχει όμως σε μικρό βαθμό στα γένη *Taxodium*, *Chamaecyparis*, *Thuja*, *Cupressus*, *Sequoia* και μερικές φορές στα είδη *Tsuga*, *Larix*, *Pseudotsuga* και *Abies* (Butterfield, 2003). Σε πολλά πλατύφυλλα, το αξονικό παρέγχυμα είναι άφθονο, π.χ. ο συνολικός όγκος ακτινικού και αξονικού παρεγχύματος φθάνει και το 40 % στη δρυ (Tsoumis, 1991).
- Στα κωνοφόρα οι αξονικές τραχειίδες παίζουν διπλό ρόλο στο δέντρο αλλά και στο ξύλο ως πρώτη ύλη (στερεωτικό και αγωγό), ενώ στα πλατύφυλλα διαχωρίζονται οι ρόλοι με τις ίνες να προσδίδουν μηχανική αντοχή (στερεωτικός ρόλος) και τα μέλη αγγείων να παίζουν τον αγωγό ρόλο (Πίν. 2.3).
- Ορισμένα κωνοφόρα παρουσιάζουν κανονικούς αξονικούς και ακτινικούς ρητινοφόρους αγωγούς στο δεύτερο ήμισυ του κάθε αυξητικού δακτυλίου που συνδέονται μεταξύ τους και αποτελούν το αγωγό σύστημα για την παραγόμενη ρητίνη σε συγκεκριμένα δασοπονικά είδη (πεύκη, ερυθρελάτη, λάριξ, ψευδοτσούγκα).



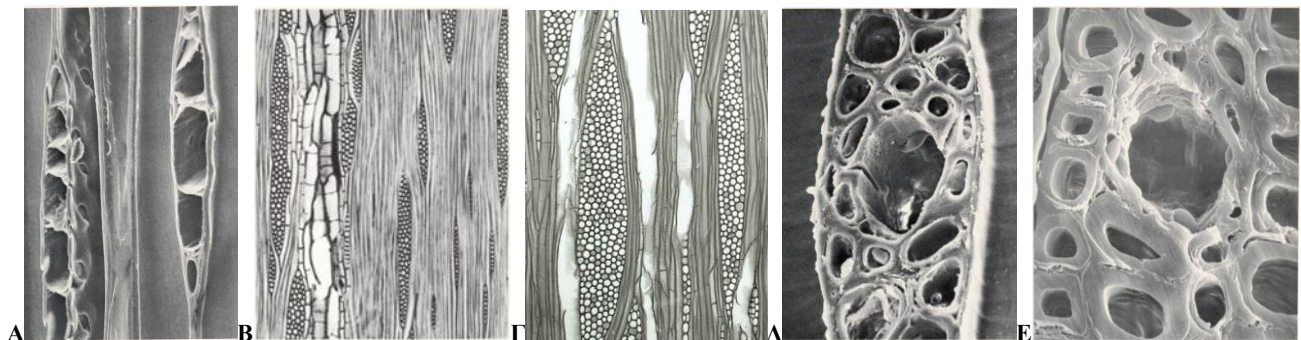
Σχήμα 2.1 Α. Θετικές (+) και αρνητικές (-) ευθύγραμμες σχέσεις μεταξύ ανατομικών χαρακτηριστικών (συμπαγής γραμμή: r και R^2 = σημαντικά. Άτονη γραμμή: r =σημαντικό, R^2 =όχι σημαντικό. Σπικτική γραμμή: r =όχι σημαντικό, R^2 =σημαντικό. Ο.Ξ.: όψιμο ξύλο, Π.Ξ.: πρόιμο ξύλο. Β. Θετικές (+) και αρνητικές (-) ευθύγραμμες σχέσεις μεταξύ πικνότητας και ανατομικών χαρακτηριστικών. (Συμπαγής γραμμή με βέλος: r και R^2 =σημαντικά. Άτονη γραμμή με βέλος: r =σημαντικό, R^2 =όχι σημαντικό. Ο.Ξ.=όψιμο ξύλο, Π.Ξ.=πρόιμο ξύλο) (Wimmer, 1992).

Είδος	Ποσοστό κυττάρων % του συνολικού όγκου του ξύλου				
	Αξονικές τραχειίδες	Ακτινές (συνολικός όγκος)	Ακτινές (σύνθετες)	Αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί	Αξονικό παρέγχυμα
<i>Abies alba</i>	92,6	7,45	-	-	-
<i>Pinus nigra</i>	94,1	5,49	0,76	0,38	-
<i>Pinus sylvestris</i>	93,0	6,41	0,93	0,58	-
<i>Picea abies</i>	94,1	5,95	0,77	0,14	-
<i>Larix deciduas</i>	93,4	6,13	0,66	0,42	-
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	92,4	7,22	0,84	0,35	-
<i>Cupressus sempervirens</i>	94,2	5,58	-	-	0,20
<i>Juniperus excelsa</i>	91,5	8,26	-	-	0,26

Πίνακας 2.1 Ποσοστό συμμετοχής κυττάρων στη συγκρότηση ξύλου κωνοφόρων (Petric & Scukanek, 1973).

Είδος	Ποσοστό κυττάρων % του συνολικού όγκου του ξύλου			
	Αγγεία	Ίνες	Ακτίνες	Αξονικό παρέγχυμα
<i>Populus deltoides</i>	33,0	53,1	13,7	0,2
<i>Salix nigra</i>	38,1	54,4	7,4	0,1
<i>Acer saccharium</i>	21,4	68,0	13,3	0,1
<i>Platanus occidentalis</i>	51,9	28,9	19,2	-
<i>Fagus grandifolia</i>	21,4	56,7	20,4	-
<i>Tilia Americana</i>	55,6	36,1	6,1	2,2
<i>Robinia pseudacacia</i>	14,8	57,9	20,9	6,4
<i>Quercus rubra</i>	21,6	43,5	21,4	13,5
<i>Ulmus americana</i>	48,0	34,7	11,3	6,0

Πίνακας 2.2 Ποσοστό συμμετοχής κυττάρων στη συγκρότηση ξύλου πλατύφυλλων (Panshin & De Zeeuw, 1980).



Εικόνα 2.1 Μονόσειρες ακτίνες (A) σε πεύκη (*Pinus radiata*), 1-σειρες έως 4-σειρες ακτίνες σε ξύλο ακακίας (B), πολύσειρες ακτίνες σε πλατάνι (Γ), ακτινικός ρητινοφόρος αγωγός μέσα σε ακτίνα (Δ) και αξονικός σε εγκάρσια τομή (E) ψευδοτσούγκας. A, B, Γ, Δ: Εφαπτομενικές τομές, A, Δ, E : SEM. B, Γ: Σε απλό μικροσκόπιο – Grösser, 1977 (B, Γ) και Meylan & Butterfield, 1972 (A, Δ, E).

Κύτταρα	Κύρια λειτουργία	Πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων
Παρεγχυματικά κύτταρα	Αποθήκευση	
Τραχειίδες	Στερέωση, κίνηση υγρών	
Ίνες	Στερέωση	
Αγγεία (πόροι)	Κίνηση υγρών	

Πίνακας 2.3 Κύρια λειτουργία και πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων των διαφόρων τύπων κυττάρων κωνοφόρων και πλατύφυλλων (Διασκευή από Dinwoodie, 1975).

Η διάκριση σε μαλακά ξύλα (softwoods) και σκληρά ξύλα (hardwoods) που αντιστοιχεί στα κωνοφόρα και πλατύφυλλα είδη είναι παλαιά (από τους μεσαιωνικούς χρόνους) και όχι ακριβής. Υπάρχουν πράγματι κωνοφόρα είδη με μικρή σχετικά πυκνότητα (μαλακά ξύλα) και πλατύφυλλα με μεγάλη πυκνότητα (σκληρά ξύλα) αλλά αυτό δεν ισχύει για όλα τα κωνοφόρα και πλατύφυλλα είδη (Butterfield, 2003). Υπάρχουν κωνοφόρα είδη με μεγαλύτερη πυκνότητα (πιο σκληρά) από πολλά πλατύφυλλα είδη, και πλατύφυλλα είδη (π.χ. λεύκη, φιλύρα, Balsa, Okoume, κ.ά.) ελαφρότερα από ορισμένα κωνοφόρα είδη.

Διαφοροποιήσεις δομής παρουσιάζονται όχι μόνο μεταξύ των δύο κατηγοριών ξύλου (κωνοφόρα-πλατύφυλλα) αλλά και μεταξύ κωνοφόρων ή μεταξύ πλατύφυλλων ειδών, μεταξύ δέντρων του ίδιου είδους καθώς και μέσα στο ίδιο δέντρο (Tsoumis, 1991).

Τα ανατομικά χαρακτηριστικά του ξύλου που επηρεάζουν την ποιότητα του ξύλου κάθε δέντρου περιλαμβάνουν (βλ. Κεφ. 1ο):

1. το είδος και η αναλογία των διαφόρων τύπων των κυττάρων που συγκροτούν το ξύλο (βλ. Πίν. 2.1 και 2.2) καθώς και ο τρόπος συγκρότησης του ξύλου,
2. η μορφολογία των κυττάρων (σχήμα, μέγεθος, κλειστά ή ανοικτά άκρα), το είδος, η θέση και ο αριθμός των βοθρίων, το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων και η διάμετρος των κυτταρικών κοιλοτήτων (Πίν. 2.4, 2.5),
3. οι διαστάσεις των μικροτριχοειδών στο ξύλο (Πίν. 2.5) και η φύση του πορώδους,
4. η χημική σύσταση της ξυλώδους ύλης (μεσοκυττάρια στρώση, κυτταρικά τοιχώματα, τυλώσεις) σε κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και λιγνίνη,
5. χαρακτηριστικά της υποδομής της ξυλώδους ύλης, όπως το πάχος των τριών στρώσεων (S_1 , S_2 , S_3) στο δευτερογενές τοίχωμα (Πίν. 2.5), τη διάταξη των μικροϊνιδίων στο πρωτογενές και δευτερογενές τοίχωμα (στις 3 στρώσεις και τις υποστρώσεις) και η γωνία που σχηματίζουν με τον άξονα του κυττάρου, η γωνία των μικροϊνιδίων της S_2 στρώσης που είναι η παχύτερη (Πίν. 2.5) και ο ρυθμιστής πολλών ιδιοτήτων του ξύλου, ο βαθμός κρυσταλλικότητας, κ.ά.

Συνδυασμός των παραπάνω χαρακτηριστικών δημιουργούν την ιδιαίτερη δομή του ξύλου κάθε δέντρου και καθορίζουν τη συμπεριφορά του ως πρώτης ύλης και την ποιότητά του (Butterfield, 2003).

Είδος	Πρώιμο ξύλο		Όψιμο ξύλο	
	Ακτινική, μm	Εφαπτομενική, μm	Ακτινική, μm	Εφαπτομενική, μm
<i>Sequoia sempervirens</i>	56,6	39,8	25,5	39,9
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	48,1	37,2	24,8	33,1
<i>Pinus silvestris</i>	30,2	25,3	20,8	23,5
<i>Picea abies</i>	39,3	32,7	13,1	32,1

Πίνακας 2.4 Μέσες τιμές εγκάρσιων διαστάσεων (ακτινική, εφαπτομενική) τραχειδών πρώιμου και όψιμου ξύλου σε κωνοφόρα δασοπονικά είδη (Βουλγαρίδης, 1996).

Χαρακτηριστικά κυττάρου	Τριχοειδές	Διάσταση, μm
Μήκος αξονικής τραχειίδας		3.500
Διάμετρος τραχειίδας		33
Πάχος διπλού κυτταρικού τοιχώματος (όψιμο ξύλο)		10
Διάμετρος κυτταρικής κοιλότητας	N	20-30
Πάχος μεσοκυττάριας στρώσης (όψιμο ξύλο)		1-4
Πάχος πρωτογενούς τοιχώματος		0,1
Πάχος S_1 στρώσης (όψιμο ξύλο)		1
Πάχος S_2 στρώσης (όψιμο ξύλο)		4-10
Πάχος S_3 στρώσης (όψιμο ξύλο)		1
Διάμετρος βοθριακών κοιλοτήτων (σε αλωφόρα βοθρία)	N	6-30
Ισοδύναμη ακτίνα τριχοειδών μεμβράνης	N	0,01-0,4
Ρητινοφόροι αγωγοί		
-αξονικοί	N	150-200
-ακτινικοί	N	80
Στόμια βοθρίων	N	3-5

Πίνακας 2.5 Διαστάσεις τριχοειδών και άλλων κυτταρικών χαρακτηριστικών σε κωνοφόρα (Βουλγαρίδης, 1996).

Σημειώνεται ότι διαφοροποιήσεις δομής στο ξύλο κάθε δέντρου παρατηρούνται (α) σε οριζόντια διεύθυνση κυρίως μεταξύ κεντρικού τμήματος του κορμού (ανώριμο ξύλο) και περιφερειακού ξύλου (ώριμο ξύλο) και μέσα σε κάθε αυξητικό δακτύλιο μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου, και (β) σε κατακόρυφη διεύθυνση (βάση-κορυφή). Οποιοσδήποτε παράγοντας επηρεάζει το πλάτος του αυξητικού δακτυλίου (δηλαδή το ρυθμό αύξησης) διαφοροποιεί και τα πλάτη του πρώιμου και όψιμου ξύλου (στα κωνοφόρα και δακτυλιόπορα πλατύφυλλα κυρίως) και προκαλεί διαφοροποιήσεις δομής και ιδιοτήτων, και κατ' επέκταση ποιότητας ξύλου. Η επίδραση του ρυθμού αύξησης είναι διαφορετική σε κωνοφόρα και σε πλατύφυλλα

δακτυλιόπορα είδη. Σε κωνοφόρα είδη, με την αύξηση του πλάτους του αυξητικού δακτυλίου μειώνεται συνήθως το ποσοστό όψιμου ξύλου και παράγεται ξύλο μικρότερης πυκνότητας, στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα όμως αυξάνεται το ποσοστό του πυκνότερου όψιμου ξύλου καθώς και η πυκνότητα (Tsoumis, 1991). Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το ρυθμό αύξησης είναι κλιματικοί (εδάφη, κλίμα), δασοκομικά μέτρα και υλοχρηστικές παρεμβάσεις (αραιώσεις, επιλογικές υλοτομίες), άρδευση, λίπανση αλλά και γενετικοί παράγοντες.

Το ξύλο είναι βιολογικό προϊόν και παράγεται από τα δένδρα, σε μεγάλες σχετικά διαστάσεις (μήκος, διάμετρος) που είναι και επιθυμητές για αξιοποίηση, ύστερα από πολλά χρόνια (συνήθως μετά από 100 χρόνια ή περισσότερο και για ταχυσυζή είδη μετά από 15-20 χρόνια περίπου). Κατά την διάρκεια της παραγωγής του ξύλου, τα δένδρα επηρεάζονται από εξωτερικούς και εσωτερικούς παράγοντες. Οι εξωτερικοί παράγοντες έχουν σχέση με το περιβάλλον (κλιματικές συνθήκες, έδαφος, υψόμετρο, κλίση εδάφους και προσανατολισμός, μικροπεριβάλλον, κ.ά.) ενώ οι εσωτερικοί με τα γενετικά χαρακτηριστικά των δασικών δένδρων (Βουλγαρίδης, 1994).

Η επίδραση των παραπάνω παραγόντων είναι συνεχής σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός δένδρου με αποτέλεσμα να παράγεται το βιολογικό υλικό "ξύλο" με διαφοροποιήσεις στη δομή του (μεταβλητότητα δομής) κατά την οριζόντια και κατακόρυφη κατεύθυνση. Γενετικά χαρακτηριστικά των δένδρων έχουν επίσης επίδραση στη δομή του (π.χ. στο μήκος κυττάρων, περιεκτικότητα σε χημικά συστατικά, ποσότητα και είδος εκχυλισμάτων, κ.ά.) και στην εμφάνιση ορισμένων σφαλμάτων σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό.

Από τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι οι συνθήκες παραγωγής του ξύλου στο δάσος είναι εντελώς διαφορετικές από εκείνες των βιομηχανικών υλικών. Τα τεχνητά προϊόντα παράγονται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες και έχουν ομοιόμορφη δομή σε όλη τη μάζα τους. Αντίθετα, οι συνθήκες του περιβάλλοντος δεν μπορούν να ελεγχθούν. Ορισμένα δασοκομικά μέτρα, όπως αραιώσεις, κλαδεύσεις, λιπάνσεις, υλοτομίες, φυτευτικός σύνδεσμος, αρδεύσεις, κ.ά., επηρεάζουν μέχρι ενός σημείου το μικροπεριβάλλον και κατ'επέκταση τη δομή και την ποιότητα του ξύλου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι έγκαιρη κλάδευση των δένδρων (σε διάμετρο 15 εκ. περίπου) παράγει στη συνέχεια καλύτερης ποιότητας (άροζο) ξύλο και ότι έλεγχος του πλάτους των αυξητικών δακτυλίων με διάφορα μέτρα (φυτευτικός σύνδεσμος, αραιώσεις, αρδεύσεις, επιλογικές υλοτομίες) έχει αντίκτυπο στη δομή του παραγόμενου ξύλου. Επίσης, με γενετική βελτίωση ορισμένων κληρονομούμενων χαρακτηριστικών των δένδρων είναι δυνατός ο μερικός έλεγχος της δομής και της ποιότητας του παραγόμενου ξύλου. Πρέπει να σημειωθεί ότι τέτοιες προσπάθειες βελτίωσης της ποιότητας του ξύλου είναι επίπονες και μακροχρόνιες αλλά θεωρούνται απαραίτητες.

Όπως προαναφέρθηκε, οι ιδιότητες ενός ξύλου απορρέουν από τον τρόπο δόμησής του και καθορίζουν τις διάφορες χρήσεις του. Κάθε συγκεκριμένη χρήση του ξύλου απαιτεί ορισμένες προϋποθέσεις τις οποίες σπανίως ικανοποιούν όλα τα ξύλα. Έτσι πρέπει να γίνει επιλογή εκείνων που είναι διαθέσιμα, παρουσιάζουν τις απαιτούμενες προϋποθέσεις και επεξεργάζονται σχετικά ευκολότερα.

Η δόμηση του ξύλου, η χημική του σύσταση, η περιεκτικότητά του σε εκχυλίσματα και η ύπαρξη ή όχι σφαλμάτων προσδιορίζουν τις φυσικές, μηχανικές και χημικές ιδιότητες του ξύλου καθώς επίσης και τη συμπεριφορά του κατά την αξιοποίηση και χρήση του είτε σε φυσική μορφή είτε σε μεταποιημένη. Η ιδιαίτερη δομή κάθε ξύλου διαφοροποιεί τις τιμές των ιδιοτήτων του και τη συμπεριφορά του που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό και τον τρόπο αξιοποίησής του σε διάφορες χρήσεις. Έτσι ελαφρά και μαλακά ξύλα δεν συνιστώνται για δάπεδα, ενώ βαριά και σκληρά ξύλα αποφεύγονται σε ελαφρές κατασκευές (π.χ. τακούνια ή πέλματα ειδών υπόδησης, μονωτικές κατασκευές, κ.ά.). Ξύλα με μικρή φυσική αντοχή αποφεύγονται να χρησιμοποιούνται για περιφράξεις, σε επαφή με το έδαφος ή σε άλλες υπαίθριες κατασκευές χωρίς να εμποτιστούν.

Ανάλογα με την εμφάνιση διαφόρων σφαλμάτων στα κορμοτεμάχια αλλά και του βαθμού έντασης των σφαλμάτων η ξυλεία θα μπορούσε να διακριθεί αδρομερώς στις παρακάτω ποιοτικές κατηγορίες κατά φθίνουσα σειρά:

Ποιοτική κλάση I	:	Κορμοτεμάχια που προορίζονται για παραγωγή διακοσμητικών ξυλοφύλλων
Ποιοτική κλάση II	:	Κορμοτεμάχια που προορίζονται για παραγωγή ξυλοφύλλων για αντικολλητά
Ποιοτική κλάση III	:	Κορμοτεμάχια που προορίζονται για πρίση και παραγωγή πριστής ξυλείας διαφόρων ποιοτικών κατηγοριών, π.χ. III/A, III/B, κ.λπ.
Ποιοτική κλάση IV	:	Κορμοτεμάχια που προορίζονται για ξυλεία μεταλλείων
Ποιοτική κλάση V	:	Ξύλο θρυμματισμού που αξιοποιείται στις βιομηχανίες ξύλου για παραγωγή χαρτοπολτού, μοριοπλακών, ινοπλακών, κ.λπ.
Ποιοτική κλάση VI	:	Ξύλο που χρησιμοποιείται ως καυσόξυλο

Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός έντασης του σφάλματος τόσο η ποιοτική κατάσταση του ξύλου υποβαθμίζεται, π.χ. η μείωση της μηχανικής αντοχής ξύλου δασικής πεύκης μειώνεται από 10 % σε 80 % όταν η αναλογία επιφάνειας των ρόζων στο σύνολο της εγκάρσιας επιφάνειας μεγαλώνει από 0-25 % σε 76-100 %, αντίστοιχα (Τσουμής, 1983).

Η σταθερότητα των διαστάσεων, η συμπεριφορά στην ξήρανση, η μηχανική αντοχή, η διαπερατότητα, το μέγεθος ανισοτροπίας, η ευκολία στύλβωσης, βαφής και συγκόλλησης καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό και τα συγκεκριμένα προγράμματα χειρισμού και κατεργασιών καθώς και την επιλογή των προϊόντων και των χρήσεων του ξύλου. Κάθε ιδιότητα του ξύλου αποτελεί και ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό που πρέπει να είναι γνωστό με λεπτομέρεια σε κάθε περίπτωση ώστε η αξιοποίηση του συγκεκριμένου ξύλου να είναι επιτυχής. Τα ποιοτικά αυτά χαρακτηριστικά έχουν διαφορετική σημασία και βαρύτητα μεταξύ χρήσεων. Η ικανοποίηση συγκεκριμένων απαιτήσεων μιας χρήσης διευκολύνει στην επιλογή του είδους ή των ειδών ξύλου για τη χρήση αυτή ενώ η ακριβής γνώση των ποιοτικών αυτών χαρακτηριστικών για κάθε ξύλο προσδιορίζει το βαθμό καταλληλότητας του ξύλου αυτού για μια συγκεκριμένη χρήση. Τα κύρια ποιοτικά αυτά χαρακτηριστικά του ξύλου περιγράφονται σε επόμενο κεφάλαιο.

2.2.2. Σχέση δομής και χημικής σύστασης με τις ιδιότητες του ξύλου

Οι ιδιότητες του ξύλου καθορίζονται από το συνδυασμό:

- (α) της μακροσκοπικής μορφολογίας και εμφάνισης του ξύλου (π.χ. εγκάρδιο-σομφό ξύλο, αυξητικοί δακτύλιοι, παρουσία ρόζων, ξύλο ακανόνιστης δομής και άλλων σφαλμάτων),
- (β) της ανατομίας και του τρόπου μικροσκοπικής δόμησης του ξύλου, και
- (γ) της χημικής του σύστασης (Pereira *et al.*, 2003).

Τα ιδιαίτερα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του κάθε ξύλου αντιστοιχούν και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά, π.χ. ένα χρωματιστό εγκάρδιο υποδηλώνει καλή φυσική αντοχή, μεγάλο ποσοστό όψιμου ξύλου υποδηλώνει μεγαλύτερη πυκνότητα ξύλου και ότι αυτό συνεπάγεται, κ.λπ. Η εμφάνιση σφαλμάτων στο ξύλο για αξιοποίηση σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό είναι από τεχνική άποψη ανεπιθύμητη αλλά δεν είναι δυνατό να αποφευχθεί εντελώς. Γενικά, τα σφάλματα υποβαθμίζουν την ποιότητα του παραγόμενου ξύλου ανάλογα με την έκταση και την έντασή τους και έχουν αρνητική επίδραση στις ιδιότητές του, π.χ. πολλοί και μεγάλοι ρόζοι υποδηλώνουν χαμηλή ποιότητα του παραγόμενου ξύλου, μικρότερης μηχανικής αντοχής ξύλο και έχουν και άλλες αρνητικές επιδράσεις. Σπάνια, και από αισθητικής άποψης, ορισμένα σφάλματα μπορούν να παράγουν ελκυστικές σχεδιάσεις και να αξιοποιηθούν κατάλληλα σε επιφάνειες επίπλων, όπως π.χ. στην περίπτωση των ρόζων, διαφόρων ογκωμάτων, ιδιαίτερα στην καρυδιά (Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004; Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2007).

Ο τρόπος μικροσκοπικής δόμησης του ξύλου είναι καθοριστικά υπεύθυνος της συμπεριφοράς και των ιδιοτήτων του ξύλου που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για διάφορα προϊόντα. Ξύλο που περιλαμβάνει σε μεγάλο ποσοστό κύτταρα με παχιά κυτταρικά τοιχώματα και στενές κυτταρικές κοιλότητες παρουσιάζει λιγότερους κενούς χώρους και μεγαλύτερη πυκνότητα σε σύγκριση με ξύλο που συγκροτείται κυρίως από κύτταρα με λεπτά κυτταρικά τοιχώματα και μεγάλες κυτταρικές κοιλότητες. Η αναλογία των κυττάρων που συγκροτεί το ξύλο επηρεάζει την πυκνότητα γιατί οι διάφοροι τύποι κυττάρων διαφέρουν στο πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων, το μέγεθος των κυτταρικών κοιλοτήτων, κ.λπ. Συνέπειες μιας μεγαλύτερης πυκνότητας του ξύλου είναι, γενικά, μεγαλύτερη μηχανική αντοχή, μεγαλύτερες διαστασιακές μεταβολές, περισσότερη απόδοση ξυλώδους ύλης κατ' όγκο, λιγότερη θερμομονωτική και ηχομονωτική αξία, μεγαλύτερη απόδοση θερμότητας κατ' όγκο όταν καίγεται για παραγωγή ενέργειας, κ.ά.

Ανάλογα με τον τύπο των κυττάρων που συγκροτούν το ξύλο αλλά και με άλλα χαρακτηριστικά (π.χ. απόφραξη αλωφόρων βοθρίων κωνοφόρων, τυλώσεις σε πλατύφυλλα είδη (Σχ. 2.2), τυλωσοειδή, παρουσία εγκαρδίου ξύλου κ.λπ.) επηρεάζεται θετικά ή αρνητικά η διαπερατότητα του ξύλου σε ρευστά (υγρά αέρια).

Ο τρόπος αύξησης του ξύλου, η συγκρότησή του από διάφορους τύπους κυττάρων, η διαφοροποίηση της δομής του μεταξύ των ειδών αλλά και στο ίδιο είδος, τα διαφορετικά ποσοστά εκχυλισμάτων, η διαφορετική εμφάνιση των χαρακτηριστικών του σε διαφορετικές τομές, η αναλογία των κυττάρων που το συγκροτούν και άλλα χαρακτηριστικά δημιουργούν ένα αξιοθαύμαστο βιολογικό υλικό με ποικιλία χρωμάτων, ελκυστικών σχεδιάσεων, υφής και αισθητικής αξίας. Από την άποψη αυτή αλλά και για άλλα πλεονεκτήματα, το ξύλο αποτελεί μοναδική πρώτη ύλη.

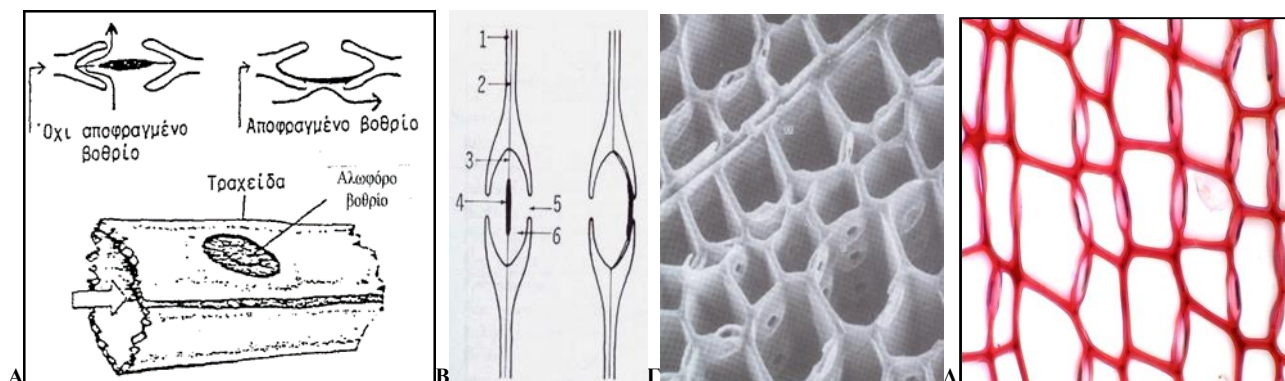
Είναι ανάγκη να σημειωθεί ότι διαφοροποίηση της δομής του ξύλου από την τυπική (κανονική) κατάσταση έχει άμεσο αντίκτυπο στις ιδιότητές του.

Η χημική σύσταση του ξύλου και η περιεκτικότητά του σε κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και εκχυλίσματα καθώς και η κατανομή τους στην ξυλώδη ύλη και η διάταξη των μικροϊνιδίων στα κυτταρικά

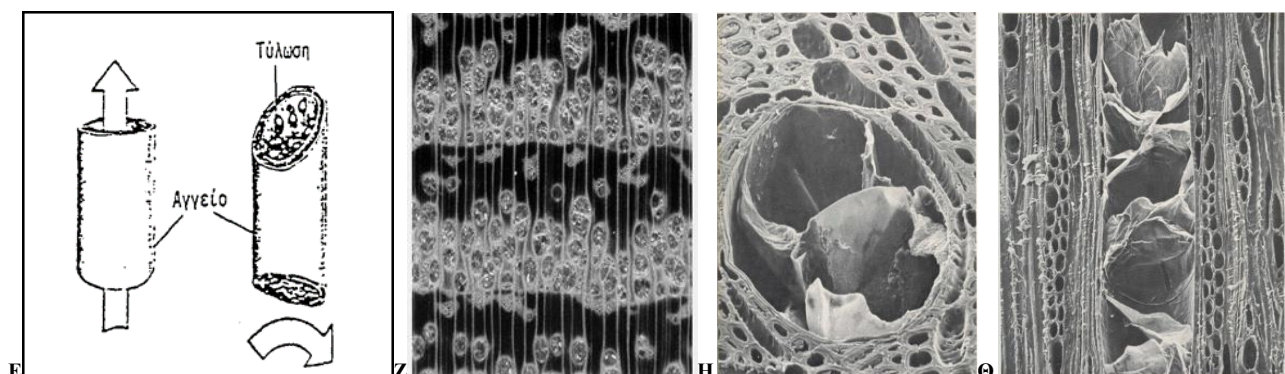
τοιχώματα ερμηνεύουν τη συμπεριφορά και επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά πολλές ιδιότητές του (Pereira *et al.*, 2003).

Το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό επειδή η κυτταρίνη και οι ημικυτταρίνες είναι υδρόφιλες. Ο υδρόφιλος χαρακτήρας των συστατικών αυτών οφείλεται στα ελεύθερα υδροξύλια (-OH), τα οποία μπορούν να δεσμεύουν και να συγκρατούν μόρια νερού με χημικούς δεσμούς (δεσμούς υδρογόνου). Επίσης, είναι δυνατή η αποδέσμευση μορίων νερού από τα -OH εφόσον οι δεσμοί υδρογόνου υπερνικούνται λόγω μεταβολής των συνθηκών του περιβάλλοντος (υψηλότερη θερμοκρασία, χαμηλότερη σχετική υγρασία). Είδη ξύλου που περιέχουν μεγαλύτερο ποσοστό λιγνίνης είναι λιγότερο υδρόφιλα.

ΚΩΝΟΦΟΡΑ



ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ



Σχήμα 2.2 Α. Μείωση της διαπερατότητας του ξύλου σε ρευστά λόγω απόφραξης των αλωφόρων βοθρίων σε κωνοφόρα (Α) και παρουσίας τυλώσεων σε μέλη αγγείων σε πλατύφυλλα (Ε). Β. Μη αποφραγμένο (αριστερά) και αποφραγμένο (δεξιά) αλωφόρο βοθρίο κωνοφόρων ξύλων. Γ. Στερεοσκοπική εμφάνιση (SEM) αλωφόρων βοθρίων κωνοφόρων ξύλων σε ακτινικά τοιχώματα. Δ. Αποφραγμένα αλωφόρα βοθρία πέικης σε εγκάρσια τομή με τις μεμβράνες να έχουν μετακινηθεί από την κεντρική τους θέση και με τον άβακα να έχει κλείσει το ένα από τα δύο στόμια, σε απλό μικροσκόπιο. Ζ, Η, Θ. Τυλώσεις σε πλατύφυλλα είδη που αποφράζουν τα αγωγά στοιχεία του ξύλου, τα αγγεία, και εμποδίζουν τον εμποτισμό του. (Α,Ε: , Wilkinson, 1979; Β, Γ: Τσουμής, 1983; Δ: Αδαμόπουλος, 2014; Ζ: Hoadley, 1990; Η, Θ: Meylan & Butterfield, 1972).

Η υγροσκοπικότητα του ξύλου (πρόσληψη ή απώλεια νερού) συνεπάγεται διαστασιακές μεταβολές δηλ. αύξηση ή μείωση των διαστάσεών του και του όγκου του. Λόγω της μικροδομής του ξύλου και κυρίως της διατάξεως των μικροϊνιδίων στις στρώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων, το μέγεθος των διαστασιακών μεταβολών διαφέρει μεταξύ ακτινικής, εφαπτομενικής και αξονικής κατεύθυνσης για την ίδια μεταβολή υγρασίας. Έτσι, το ξύλο είναι ανισότροπο υλικό. Ο κύριος ρυθμιστής του βαθμού ανισοτροπίας του ξύλου είναι η στρώση S_2 του δευτερογενούς τοιχώματος που είναι και η πιο παχιά στρώση.

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τις ιδιότητες του ξύλου είναι η διάταξη των μικροϊνιδίων. Η σχεδόν παράλληλη διάταξη των μικροϊνιδίων στην S_2 στρώση είναι και το αίτιο των ασημαντών διαστασιακών μεταβολών κατά την αξονική κατεύθυνση ενώ η σχεδόν εγκάρσια διάταξή τους στις στρώσεις S_1 και S_3 εμποδίζει τις υπερβολικές διαστασιακές μεταβολές κατά την ακτινική και

εφαπτομενική κατεύθυνση. Η λιγνίνη γενικά παίζει σταθεροποιητικό ρόλο των διαστάσεων του ξύλου γιατί είναι λιγότερο υδρόφιλη από την κυτταρίνη αλλά και επειδή αποτελεί συμπληρωματικό υλικό των κυτταρικών τοιχωμάτων και καταλαμβάνει χώρους οι οποίοι αλλιώς θα ήταν διαθέσιμοι στο νερό. Επίσης, η διάταξη αυτή των μικροϊνιδίων στην S₂ στρώση προσδίδει μεγάλη αντοχή του ξύλου σε αξονικό εφελκυσμό ενώ το συμπληρωματικό υλικό (λιγνίνη, ημικυτταρίνες) και τα εκχυλίσματα συνεισφέρουν στην αντοχή σε θλίψη. Λόγω της αξονικής κυρίως τοποθέτησης των κυττάρων του ξύλου, η αντοχή σε σχίση παράλληλα με τον άξονα του δένδρου είναι μικρότερη από την εγκάρσια σχίση, η αξονική σκληρότητα μεγαλύτερη της πλευρικής, η αξονική διάτμηση μικρότερη της εγκάρσιας, η αξονική θλίψη μεγαλύτερη της εγκάρσιας, κ.λπ. (Τσουμής, 1983).

Η περιεκτικότητα του ξύλου σε εκχυλίσματα επηρεάζει πολλές ιδιότητές του. Τα εκχυλίσματα προσδίδουν σκοτεινότερο χρώμα στο ξύλο και επηρεάζουν την οσμή και γεύση του ξύλου. Αποτελούν το κύριο αίτιο της αυξημένης φυσικής αντοχής του ξύλου σε προσβολές μυκήτων και εντόμων γιατί πολλά από τα εκχυλίσματα είναι τοξικά στους οργανισμούς αυτούς. Εξωτερικοί παράγοντες, όπως φως ή νερό, μπορούν να προκαλέσουν χημικές ή άλλες μεταβολές στα εκχυλίσματα και να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητους επιφανειακούς μεταχρωματισμούς του ξύλου, π.χ. σε εξωτερικές ή ημι-εξωτερικές κατασκευές καστανιάς (εξωτερικές επενδύσεις σπιτιών, κουφώματα, ξυλουργικές κατασκευές). Μεγάλο ποσοστό εκχυλισμάτων συνεισφέρει στην καλύτερη διαστασιακή σταθερότητα του ξύλου γιατί ένα μέρος καταλαμβάνει χώρους μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα οι οποίοι αλλιώς θα ήταν διαθέσιμοι στο νερό. Τα εκχυλίσματα επηρεάζουν επίσης την υγροσκοπικότητα (το ξύλο συγκρατεί λιγότερη υγρασία), τη διαπερατότητα σε υγρά και αέρια (την ελαττώνει), τις διαστασιακές μεταβολές (η αύξηση ή μείωση των διαστάσεων του ξύλου είναι μικρότερη) (Βουλγαρίδης κ.ά., 1980, Adamopoulos & Voulgaridis, 2003), τη μηχανική αντοχή του ξύλου (την αυξάνει), την αντοχή σε καύση (Tsoumis, 1991), τη θερμαντική αξία (π.χ. η ρητίνη την αυξάνει), τις ηλεκτρικές ιδιότητες, την πυκνότητα του ξύλου (την αυξάνει) (Βουλγαρίδης κ.ά., 1980). Επίσης, επηρεάζεται ο ρυθμός διαβροχής των επιφανειών ξύλου και, επομένως, η εφαρμογή χρωμάτων, βερνικιών και άλλων επιφανειακών επικαλύψεων και συγκολλητικών ουσιών.

2.2.3. Σχέση δομής και χημικής σύστασης με τις χρήσεις του ξύλου

Οι ιδιότητες ενός ξύλου απορρέουν από τον τρόπο δόμησής του και καθορίζουν τις διάφορες χρήσεις του. Κάθε συγκεκριμένη χρήση του ξύλου απαιτεί ορισμένες προϋποθέσεις τις οποίες σπανίως ικανοποιούν όλα τα ξύλα. Έτσι, πρέπει να γίνει επιλογή εκείνων που είναι διαθέσιμα, παρουσιάζουν τις απαιτούμενες προϋποθέσεις και χειρίζονται (επεξεργάζονται) σχετικά ευκολότερα.

Σχετικά με την αλληλεξάρτηση δομής-ιδιοτήτων-χρήσεων του ξύλου μπορούν να αναφερθούν τα παρακάτω:

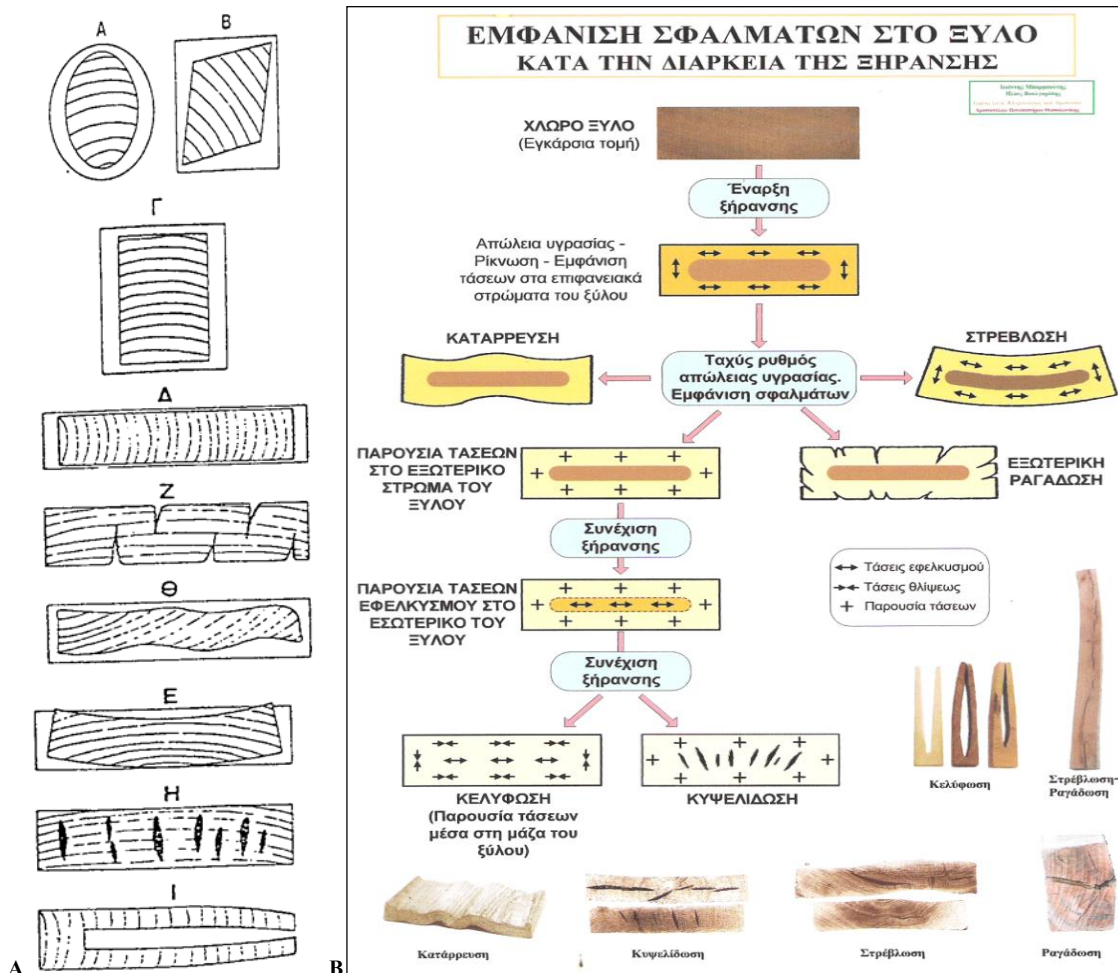
Το ξύλο πριν από οποιαδήποτε χρήση, είναι ανάγκη να ξηραίνεται σε χαμηλά επίπεδα υγρασίας (8-15%) ανάλογα με την τελική τοποθέτησή του. Χρησιμοποίηση υγρού ξύλου σε μια κατασκευή συνεπάγεται μείωση των διαστάσεων του λόγω συνεχιζόμενης αποβολής της υγρασίας του, εμφάνιση σφαλμάτων (ραγάδωση, στρέβλωση, άνοιγμα αρμών, κ.λπ.) και υποβάθμιση της κατασκευής. Η συμπεριφορά αυτή του ξύλου είναι αποτέλεσμα της δομής, της ανισοτροπίας στη ρίκνωση και διόγκωση και της χημικής σύστασής του. Η ξήρανση είναι ένας πολύ σημαντικός και αναγκαίος χειρισμός του ξύλου πριν από τυχόν άλλες επεξεργασίες του ή χρήσεις του. Ο ρυθμός ξήρανσης ή το πρόγραμμα ξήρανσης που εφαρμόζεται καθορίζεται κυρίως από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά δομής του κάθε ξύλου, την τάση δημιουργίας σφαλμάτων και τη συμπεριφορά του γενικά κατά την ξήρανση που είναι απόρροια της δομής του (Σχ. 2.3).

Το ξύλο λόγω της δομής του είναι περισσότερο ή λιγότερο διαπερατό σε υγρά με αποτέλεσμα να εμποτίζεται με προστατευτικές ουσίες εύκολα, μέτρια, δύσκολα ή και να μην είναι δυνατός ο εμποτισμός του. Ξύλα που έχουν μικρή φυσική αντοχή μπορεί να εμποτίζονται εύκολα και, έτσι, μετά από εμποτισμό να αυξάνεται σημαντικά η διάρκειά τους. Άλλα ξύλα με μέτρια ή μεγάλη φυσική αντοχή μπορεί να εμποτίζονται πολύ δύσκολα και, έτσι, να μην είναι δυνατή η παραπέρα ενίσχυση της φυσικής αντοχής τους με εμποτισμό.

Η χημική σύνθεση του ξύλου έχει σημαντική επίδραση στην παραγωγή ξυλοπολτού. Τα εκχυλίσματα και το εγκάρδιο ξύλο θεωρούνται εμπόδια στη διαδικασία πολτοποίησης. Η διείσδυση των υγρών και ο εμποτισμός του εγκαρδίου ξύλου με τις χημικές ουσίες πολτοποίησης γίνεται πολύ δύσκολα επειδή η διαπερατότητα του εγκαρδίου ξύλου είναι πολύ μικρή και, έτσι, αυτό οδηγεί σε απόρριψη μεγάλων ποσοτήτων ξυλώδους ύλης πριν το τελικό στάδιο παραγωγής ξυλοπολτού. Τα εκχυλίσματα μπορούν να επηρεάσουν τις χημικές αντιδράσεις κατά την πολτοποίηση, να υποβαθμίσουν την ποιότητα του πολτού, να μειώσουν την απόδοση και να δημιουργήσουν προβλήματα στα μηχανήματα κατεργασίας (π.χ. οι ρητίνες). Η παρουσία εκχυλισμάτων παράγει ξυλοπολτό σκοτεινότερου χρώματος, αυξάνει την κατανάλωση χημικών

πολτοποίησης, μειώνει την απόδοση σε ξυλοπολτό και τη διαλυτότητα της λιγνίνης, δυσκολεύει τη διαδικασία λεύκανσης και αυξάνει το κόστος παραγωγής. Κατά τη διαδικασία πολτοποίησης, τα περισσότερα εκχυλίσματα απομακρύνονται αλλά ορισμένες ποσότητες παραμένουν και δημιουργούν προβλήματα που σχετίζονται με τη λευκότητα και τη διαβροχή του πολτού. Τα εκχυλίσματα μειώνουν τη διάρκεια ζωής του μηχανολογικού εξοπλισμού λόγω επιταχυνόμενης διάβρωσής τους (Pereira *et al.*, 2003).

Με την παραγωγή ξυλοπολτού, η περιεκτικότητα σε κυτταρίνη σχετίζεται θετικά, ενώ η περιεκτικότητα σε λιγνίνη αρνητικά. Σημασία όμως έχει και ο τύπος της δομής της λιγνίνης. Γενικά, το ξύλο των πλατύφυλλων ειδών πολτοποιείται ευκολότερα από τα κωνοφόρα και αυτό αποδίδεται στη διαφορετική σύνθεση της λιγνίνης. Στα πλατύφυλλα κυριαρχούν οι τύποι λιγνίνης S και G (syringyl- και guaiacyl- τύποι λιγνίνης) και στα κωνοφόρα ο τύπος G-λιγνίνη. Ο ρυθμός απολιγνοποίησης, η κατανάλωση χημικών πολτοποίησης και η απόδοση σε ξυλοπολτό στη διαδικασία πολτοποίησης εξαρτάται πάρα πολύ και από τη χημική δομή της λιγνίνης και είναι ευθέως ανάλογη της αναλογίας S(syringyl λιγνίνης)/G(guaiacyl λιγνίνης). Υψηλές S/G αναλογίες λιγνίνης σχετίζονται με κατανάλωση μικρότερων ποσοτήτων αλκάλων (Pereira *et al.*, 2003).



Σχήμα 2.3 (Α): Μεταβολή σχήματος εγκαρσίων διατομών (A,B,Γ,Δ) λόγω ανισότροπης ρίκνωσης του ξύλου και δημιουργία σφαλμάτων (Z,Θ,E,H,I) κατά την ξήρασή του. E: Στρέβλωση. Σ, H: Ραγαδώσεις εξωτερικές (Z) και εσωτερικές (H). Θ: Κατάρρευση. I: Κελύφωση (Βουλγαρίδης, 1983). (B): Ανάπτυξη εσωτερικών τάσεων και ερμηνεία της δημιουργίας διαφόρων σφαλμάτων στο ξύλο από απώλεια υγρασίας (ξήρανση) του ξύλου (Μπαρμπούτης & Βουλγαρίδης, 2005).

Η διαφοροποίηση της χημικής σύστασης του ξύλου σε κλαδιά, θλιψηγενές και εφελκυσμογενές ξύλο ασφαλώς επηρεάζει τη διαδικασία παραγωγής ξυλοπολτού, την απόδοση και την ποιότητά του.

Τα εκχυλίσματα που περιέχει το ξύλο αποτελούν συχνά αξιόλογα προϊόντα, όπως π.χ. οι ρητίνες των πεύκων, οι ταννίνες, κ.ά. Επίσης, τα εκχυλίσματα επηρεάζουν την ξήρανση και την συγκόλληση ξύλου, τεμαχιδίων ή ινών ξύλου. Ο πολυμερισμός ορισμένων συγκολλητικών ουσιών εμποδίζεται από τα εκχυλίσματα και δυσκολεύεται η διαδικασία συγκόλλησης (Pereira *et al.*, 2003). Εκχυλίσματα φαινολικού τύπου (π.χ. ταννίνες) από διάφορα δασοπονικά είδη έχουν διερευνηθεί για χρησιμοποίησή τους ως

συγκολλητικές ουσίες είτε αμιγείς είτε σε συνδυασμό με συνθετικές συγκολλητικές ουσίες σε μοριοπλάκες, ινοπλάκες και αντικολλητά (Voulgaridis *et al.*, 1985; Grigoriou *et al.*, 1987; Passialis *et al.*, 1988; Passialis *et al.*, 1993), καθώς και ως προστατευτικές ουσίες σε συμπαγές ξύλο (Passialis *et al.*, 1993; Voulgaridis & Passialis, 1999). Ως προστατευτικές ουσίες του ξύλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η παραγόμενη ρητίνη των πευκών ή τα παράγωγά της (Voulgaridis, 1993).

Πολλά εκχυλίσματα του ξύλου (κυρίως αλκαλοειδή) έχουν χρησιμοποιηθεί στη φαρμακευτική, ενώ, σε ορισμένες περιπτώσεις, εκχυλίσματα ξύλου έχουν θεωρηθεί επικίνδυνα στην υγεία και παρουσιάζουν διάφορες αλλεργιογόνες, καρκινογενετικές ή ακόμη και θανατηφόρες (π.χ. ορισμένα αλκαλοειδή) δράσεις (Τσουμής, 1980, Pereira *et al.*, 2003).

Η δομή του περιδέρματος της φελλοδρυός καθορίζει τον τρόπο απόληψης των πωμάτων φελλού από το φέλλωμα του φλοιού και την αξιοποίησή του σε πολλά προϊόντα (πώματα φιαλών κρασιού και σαμπάνιας, εσωτερικές και εξωτερικές επενδύσεις και μονώσεις, δάπεδα, προϊόντα σε μορφή πλάκας μετά από μετατροπή του σε τεμαχίδια και συγκόλλησή τους, κ.ά.).

Η διαφοροποίηση της δομής και των ιδιοτήτων του ξύλου λόγω ορισμένων ακανονιστιών (π.χ. θλιψιγενές, εφελκυσμογενές ξύλο) επιβάλλει την αποφυγή ταυτόχρονης χρησιμοποίησης ξύλου τυπικής και ακανόνιστης δομής. Ταυτόχρονη χρησιμοποίησης φλοιού και ξύλου είναι επίσης προβληματική λόγω σημαντικών διαφορών δομής.

Οι διαφορές δομής του ξύλου που υπάρχουν μεταξύ δασοπονικών ειδών έχουν διαγνωστική αξία και κάνουν δυνατή την αναγνώριση της βοτανικής ταυτότητας των ειδών. Η αναγνώριση αυτή ενδιαφέρει βιοτεχνίες, βιομηχανίες ξύλου, εισαγωγείς ξύλου, επιστήμονες, διάφορες υπηρεσίες (τελωνεία, αρχαιολογικές υπηρεσίες για αναγνώριση ξύλινων ευρημάτων, εγκληματολογικές υπηρεσίες για εξιχνίαση εγκλημάτων, κ.λπ.).

Η οριζόντια μεταβλητότητα των αυξητικών δακτυλίων ενός δένδρου αποτελεί τον καθρέπτη των κλιματικών συνθηκών που επικράτησαν κατά τη διάρκεια της ηλικίας του δένδρου. Με βάση αυτή τη σχέση αναπτύχθηκε η επιστήμη της δενδροκλιματολογίας (dendroclimatology) που διερευνά τις σχέσεις ορισμένων χαρακτηριστικών δομής του ξύλου των δένδρων και του κλίματος. Επίσης, με βάση τη δομή των αυξητικών δακτυλίων δένδρων πολύ μεγάλης ηλικίας σε συνδυασμό και με ξύλινα αρχαιολογικά ευρήματα αναπτύχθηκε και η επιστήμη της δενδροχρονολογίας (dendrochronology) με σκοπό την χρονολόγηση των ευρημάτων αυτών.

Η πυκνότητα του ξύλου, που είναι αποτέλεσμα της δομής του, επηρεάζει πολλές άλλες ιδιότητες και είναι δείκτης ποιότητας του ξύλου. Μεγάλη πυκνότητα αυξάνει τη μηχανική αντοχή αλλά δυσκολεύει τη μηχανική κατεργασία του ξύλου. Πυκνό ξύλο προτιμάται για δάπεδα επειδή είναι σκληρό, για θερμαντικούς σκοπούς επειδή καταλαμβάνει μικρότερο όγκο και παράγει περισσότερη θερμότητα ανά μονάδα όγκου, κ.λπ. Ελαφρύ ξύλο είναι περισσότερο θερμομονωτικό και ηχομονωτικό, είναι κατάλληλο για σχετικά ελαφρές κατασκευές (π.χ. μεσαία στρώση ελαφρών αντικολλητών, κιβώτια, κορνίζες, ξύλινα σανδάλια, κ.ά.), κ.λπ. Η πυκνότητα είναι και δείκτης ποσοτικής παραγωγής. Μεγάλη πυκνότητα σημαίνει περισσότερη μάζα ξυλώδους ύλης ανά μονάδα όγκου (Βουλγαρίδης, 2006).

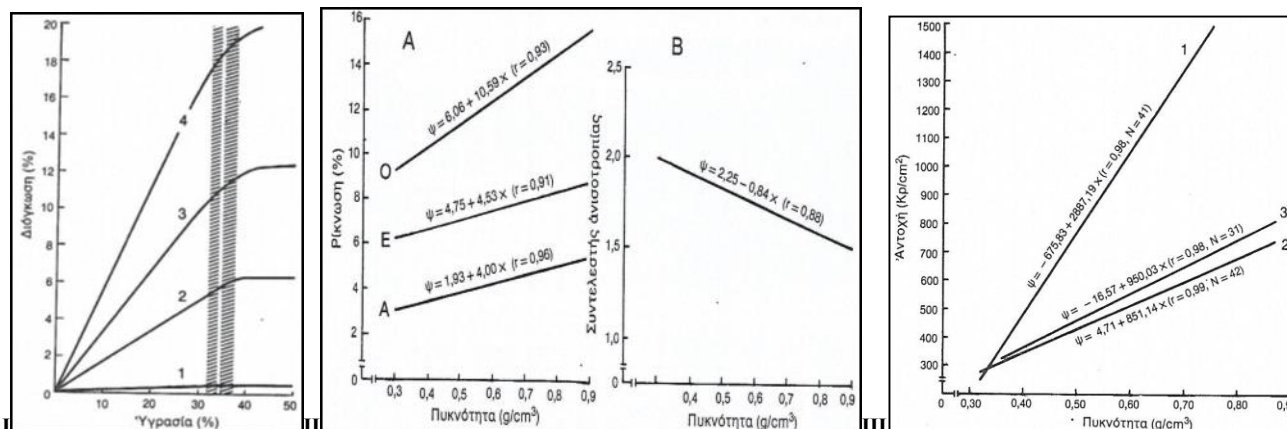
2.3. Ιδιότητες του ξύλου και σημασία τους ως ποιοτικών χαρακτηριστικών στην αξιοποίηση του ξύλου

2.3.1. Πυκνότητα

Πυκνότητα ξύλου είναι η μάζα της ξυλώδους ύλης που περιέχεται στη μονάδα του όγκου (g/cm^3 ή kg/m^3). Αριθμητικά ισούται με το ειδικό βάρος του ξύλου όπου είναι και καθαρός αριθμός. Επειδή το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό και χαρακτηρίζεται από μεταβολή διαστάσεων όταν μεταβάλλεται η υγρασία του κάτω από το σημείο ινοκόρου, η μάζα και ο όγκος του μεταβάλλονται ανάλογα με την ποσότητα του νερού που προσλαμβάνει ή αποβάλλει. Είναι πολύ σημαντικό, επομένως, οι τιμές πυκνότητας να προσδιορίζονται στη συγκεκριμένη υγρομετρική κατάσταση που βρίσκεται το ξύλο ώστε να είναι δυνατή σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ειδών ξύλου. Έτσι, με βάση την υγρομετρική κατάσταση του ξύλου διακρίνονται οι εξής πυκνότητες:

1. Ξηρή πυκνότητα (R_o) = Απόλυτα ξηρή μάζα (M_o)/Απόλυτα ξηρός όγκος (V_o)
2. Βασική πυκνότητα (R) = Απόλυτα ξηρή μάζα (M_o)/Χλωρός όγκος (V_g)
3. Φαινομενική πυκνότητα (R_z) = Μάζα σε υγρασία z (M_z)/Όγκος σε υγρασία z (V_z), όπου $z = 1-30\%$
4. Χλωρή πυκνότητα (R_x) = Μάζα σε υγρασία x /Όγκος σε υγρασία $x = M_x/V_x = M_x/V_g$, όπου $x > 30\%$, ενώ $V_x = V_g$.

Η πρακτική σημασία της πυκνότητας έγκειται στο γεγονός ότι αποτελεί δείκτη ποσοτικής και ποιοτικής παραγωγής. Μεγάλη πυκνότητα σημαίνει μεγαλύτερη περιεκτικότητα μάζας στον ίδιο χώρο, παραγωγή περισσότερου ξυλοπολτού ανά μονάδα όγκου κ.α. Επίσης η πυκνότητα σχετίζεται και με διάφορες ιδιότητες του ξύλου όπως: παχύτερα κυτταρικά τοιχώματα, μεγαλύτερη μηχανική αντοχή (στατική κάμψη, θλίψη, διάτμηση, κρούση κ.λπ.), δυσκολότερη ξήρανση, εμποτισμό και πολτοποίηση, μεγαλύτερη ρίκνωση, διόγκωση και ανισοτροπία κ.λπ. Για να είναι όμως η πυκνότητα αξιόπιστος ποιοτικός δείκτης θα πρέπει να αναφέρεται σε ξύλο κανονικής δομής χωρίς σφάλματα και με μικρή περιεκτικότητα εκχυλισμάτων.



Σχήμα 2.4 I. Ανισοτροπία διόγκωσης σε ξύλο οξιάς (1. αξονικά, 2. ακτινικά, 3. εφαπτομενικά, 4. σε όγκο) κάτω του σημείου ινοκόρου (30-35%). II. A. Σχέσεις πυκνότητας και ακτινικής (A), εφαπτομενικής (E) και ογκομετρικής (O) ρίκνωσης και B. πυκνότητας και συντελεστή ανισοτροπίας. III Σχέσεις πυκνότητας και μηχανικής αντοχής σε στατική κάμψη (1), αξονική θλίψη (2) και σκληρότητα (3) (Τσουμής, 1983).

Η πυκνότητα ξύλου διαφέρει τόσο μεταξύ διαφορετικών δασοπονικών ειδών (100-1300 Kg/m³) (βλ. Πίν. 2.21), όσο και μεταξύ δέντρων του ίδιου είδους, ακόμα και στο ίδιο δέντρο σε κατακόρυφη ή οριζόντια διεύθυνση. Η πυκνότητα όψιμου ξύλου μπορεί να είναι μεταξύ 1,2-3,4 φορές μεγαλύτερη εκείνης του πρώιμου ξύλου (Βουλγαρίδης, 2008). Ανάλογα με την πυκνότητά του, το ξύλο διακρίνεται σε 6 κατηγορίες (από 1: πολύ ελαφρύ έως 6: εξαιρετικά βαρύ) (Πίν. 2.6).

Κατηγορία ξύλου	Πυκνότητα (Kg/m ³)
Πολύ ελαφρύ (1)	< 320
Ελαφρύ (2)	320-450
Μέτριο (3)	450-650
Βαρύ (4)	650-800
Πολύ βαρύ (5)	800-1.000
Εξαιρετικά βαρύ (6)	> 1.000

Πίνακας 2.6 Πυκνότητα ξύλου με περιεχόμενη υγρασία 12% (HMSO, 1972; Βουλγαρίδης, 2006).

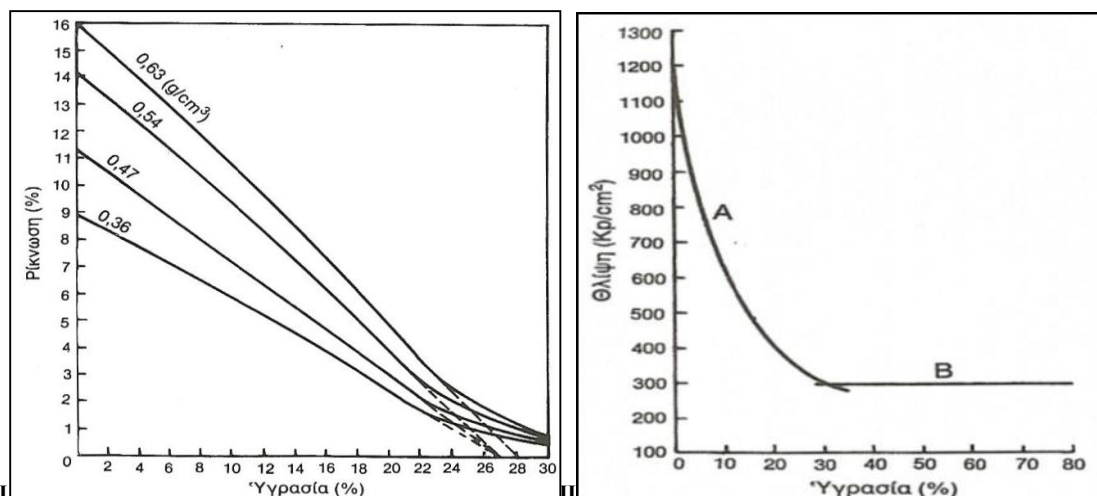
2.3.2. Υγροσκοπικότητα

Το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό, δηλαδή έχει την ικανότητα λόγω των μορίων κυτταρίνης και των ελεύθερων υδροξυλίων (-OH) να έλκει και να προσροφά μόρια νερού (προσρόφηση, absorption) από την ατμόσφαιρα. Ανάλογα με την αρχική υγροσκοπική του κατάσταση (πολλή υγρασία, λίγη υγρασία) και τις συνθήκες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) όπου βρίσκεται τοποθετημένο, αποβάλλει (εκρόφηση, desorption) ή προσλαμβάνει μόρια νερού και αποκτά την ισοδύναμη υγρασία ή την υγρασία ισορροπίας με το περιβάλλον (equilibrium moisture content).

Η ισοδύναμη υγρασία κυμαίνεται για τις διάφορες περιοχές και εποχές στην Ελλάδα από 8% - 23%. Η υγρασία του ξύλου εκφράζεται επί τοις % του απόλυτα ξηρού βάρους του ξύλου. Για να χρησιμοποιηθεί το ξύλο στην πράξη πρέπει να είναι ξηρό στον αέρα και να έχει υγρασία γύρω στο 12-15%, που είναι μία μέση ισοδύναμη υγρασία για τη χώρα. Σε εσωτερικούς χώρους (π.χ. κατοικίες, χώροι εργασίας) η υγρασία του πρέπει να είναι ακόμη μικρότερη, γύρω στο 8%. Χλωρό ξύλο, που μόλις έχει υλοτομηθεί στο δάσος, έχει πολλή υγρασία που φθάνει 100% ή και παραπάνω (Βουλγαρίδης, 1983).

Σε σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας 100% (κορεσμένη ατμόσφαιρα) η ισοδύναμη υγρασία του ξύλου είναι περί το 30% για τα διάφορα ξύλα και στο σημείο αυτό (σημείο ινοκόρου ή όριο κορεσμού ινών, fiber saturation point) τα κυτταρικά τοιχώματα είναι κορεσμένα με νερό, ενώ οι κυτταρικές κοιλότητες άδειες.

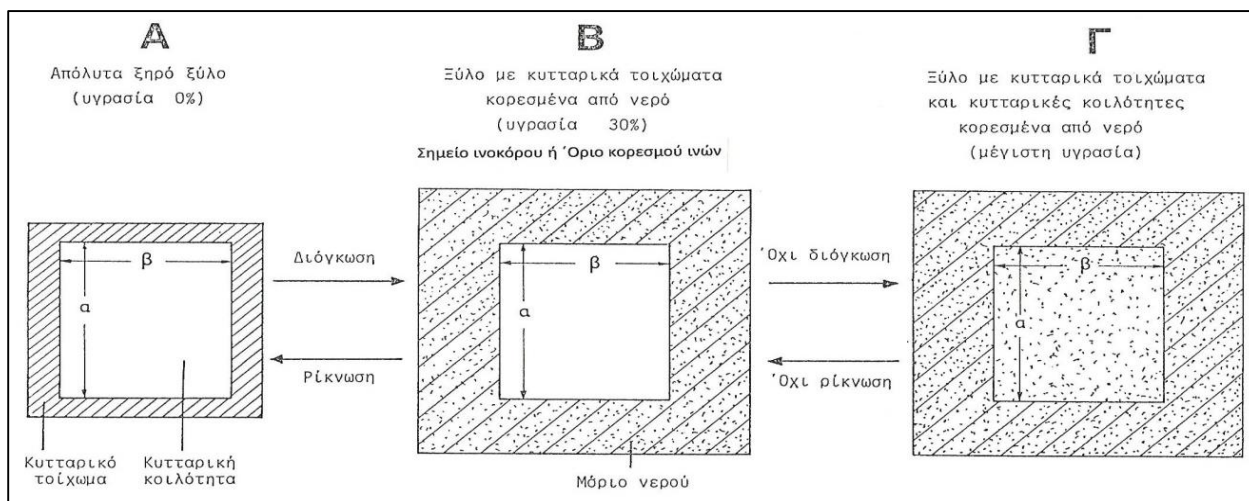
Το σημείο ινοκόρου έχει μεγάλη πρακτική σημασία γιατί κάτω από το όριο αυτό και μέχρι την απόλυτα ξηρή κατάσταση (περιεχόμενη υγρασία 0%) πολλές ιδιότητες του ξύλου μεταβάλλονται (ρίκνωση και διόγκωση, μηχανικές ιδιότητες, θερμαντικές, ηλεκτρικές, κ.ά.) Στο Σχ. 2.5 παρουσιάζεται η επίδραση της υγρασίας του ξύλου στη ρίκνωση και στις μηχανικές ιδιότητες (Τσουμής, 1983).



Σχήμα 2.5 Επίδραση της υγρασίας του ξύλου (κάτω του σημείου ινοκόρου) στη ρίκνωση ξύλων διαφορετικής πυκνότητας (I) και στην αντοχή σε αξονική θλίψη (II) στο τμήμα A. Υγρασία >30% δεν επηρεάζει τη μηχανική αντοχή του ξύλου (II) στο τμήμα B, πάνω από το σημείο ινοκόρου (Τσουμής, 1983).

2.3.3. Ρίκνωση, διόγκωση και διαστασιακή σταθερότητα (shrinkage, swelling and movement)

Το ξύλο θα αποτελούσε ιδανική πρώτη ύλη αν δεν ήταν υγροσκοπικό. Εξαιτίας όμως της ιδιότητάς του αυτής προσλαμβάνει και αποβάλλει υγρασία με αποτέλεσμα να μεταβάλλονται οι διαστάσεις του και μάλιστα ανισότροπα. Αυτό συμβαίνει όταν η υγρασία αυξάνεται ή μειώνεται κάτω από το σημείο ινοκόρου (30%), ενώ πάνω από το όριο αυτό δεν παρατηρούνται αλλαγές στις διαστάσεις του (Σχ. 2.6). Έτσι, αν το ξύλο δεν ξηραθεί κατάλληλα, είναι δυνατό να εμφανιστούν πολλά σφάλματα στην κατασκευή στην οποία χρησιμοποιείται όπως στρεβλώσεις, ραγαδώσεις κ.λπ. (βλ. Σχ. 2.3).



Σχήμα 2.6 Διαστασιακές μεταβολές (ρίκνωση, διόγκωση) στο κύτταρο ξύλου σε σχέση με τις μεταβολές της υγραμετρικής του κατάστασης. Το κυτταρικό τοίχωμα ρικνώνεται από την κατάσταση B προς A και διογκώνεται από την A προς B, ενώ οι διαστάσεις της κυτταρικής κοιλότητας (α,β) παραμένουν σταθερές. Οι διαστάσεις του κυτταρικού τοιχώματος (και της κυτταρικής κοιλότητας) από Γ προς B και από B προς Γ δεν μεταβάλλονται (Βουλγαρίδης, 1983).

Η ταξινόμηση των ξύλων σε πέντε κατηγορίες (1-5) ανάλογα με το μέγεθος της συνολικής ρίκνωσης (από χλωρή σε απολύτως ξηρή κατάσταση) ή της μερικής ρίκνωσης (από χλωρή σε κατάσταση ξηρή στον αέρα, ήτοι σε περιεχόμενη υγρασία 12 % δείχνεται στον Πίνακα 2.7.

Η διαστασιακή σταθερότητα του ξύλου εξαρτάται από την πυκνότητά του. Όσο πιο βαρύ είναι το ξύλο τόσο οι διαστασιακές μεταβολές είναι μεγαλύτερες, ενώ μεγάλη πυκνότητα συνεπάγεται μεγαλύτερη ανισοτροπία.

Κωδικός κατηγορίας	Ρίκνωση (%)			
	Εφαπτομενική		Ακτινική	
	Ολική ρίκνωση	Από 30% ως υγρασία 12%	Ολική ρίκνωση	Από 30% ως υγρασία 12%
1	0,0 - 3,5	0,0 - 2,5	0,0 - 2,0	0,0 - 1,0
2	3,6 - 5,0	2,6 - 4,0	2,1 - 3,0	1,1 - 2,0
3	5,1 - 6,5	4,1 - 5,5	3,1 - 4,0	2,1 - 3,0
4	6,6 - 8,0	5,6 - 7,0	4,1 - 5,0	3,1 - 4,0
5	> 8,1	> 7,1	> 5,1	> 4,1

Πίνακας 2.7 Ταξινόμηση ξύλων σε πέντε κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος της ρίκνωσης (Bolza & Keating, 1972).

Στην πράξη έχει μεγάλη σημασία η διαστασιακή σταθερότητα των διαφόρων ξύλων, η οποία υπολογίζεται με το άθροισμα της ακτινικής και εφαπτομενικής ρίκνωσης που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες μεταβολές σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας (60-90% για τις βόρειες χώρες της Ευρώπης και 43-80% για τη χώρα μας) (Πίν. 2.8). Όσο μικρότερο είναι το άθροισμα αυτό τόσο πιο διαστασιακά σταθερό είναι το ξύλο (Βουλγαρίδης, 1987).

Διαστασιακή σταθερότητα	Ακτινική + Εφαπτομενική ρίκνωση (%)
I - Μεγάλη	< 3
II - Μέτρια	3-4,5
III - Μικρή	> 4,5

Πίνακας 2.8 Μεταβολή διαστάσεων ξύλου εκτεθειμένου σε υγρασία 90 % και 60 % (HMSO, 1972).

Με βάση το άθροισμα της ακτινικής και εφαπτομενικής διαστασιακής μεταβολής που αντιστοιχεί σε μεταβολές σχετικής υγρασίας μεταξύ 80 % και 43 % (διαστασιακή σταθερότητα), τα κυριότερα ελληνικά ξύλα μπορούν να καταταγούν στις εξής κατηγορίες (Βουλγαρίδης, 1987):

A. Ξύλα με μεγάλη διαστασιακή σταθερότητα (μέχρι 3): *Picea abies*, *Juniperus excelsa* (εγκάρδιο), *Taxus bacata*, *Cupressus sempervirens*, *Quercus cerris* (σομφό), *Castanea sativa*, *Morus alba* (εγκάρδιο), *Salix carpea* (εγκάρδιο).

B. Ξύλα με μέτρια διαστασιακή σταθερότητα (μεταξύ 3 και 4,25): *Abies borissi-regis*, *Pinus nigra*, *Pinus silvestris*, *Pinus leucodermis*, *Juniperus excelsa* (σομφό), *Quercus sessiliflora* (σομφό), *Q. cerris*, *Ulmus campestris*, *Fraxinus ornus*, *Celtis australis*, *Platanus orientalis*, *Acer campestris*, *Fagus silvatica* (ατμισμένη), *Betula verrucosa*, *Tilia parvifolia*, *Corylus avellana*, *Populus tremula*, *Salix carpea*, *Juglans regia*.

Γ. Ξύλα με μικρή διαστασιακή σταθερότητα (>4,25): *Quercus conferta*, *Q. sessiliflora* (εγκάρδιο), *Q. macedonica*, *Q. ilex*, *Fagus silvatica* (όχι ατμισμένη), *Ostria carpinifolia*, *Tilia argentea*.

Πρέπει να σημειωθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η κατάταξη ενός ξύλου σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες είναι οριακή. Η κατάταξη αυτή ισχύει για τις πυκνότητες του ξύλου που προσδιορίστηκαν. Για τις οριακές περιπτώσεις, μεγαλύτερη ή μικρότερη πυκνότητα του ίδιου ξύλου (λόγω μεταβλητότητας) είναι δυνατό να οδηγήσει στην αμέσως ανώτερη ή κατώτερη βαθμίδα.

2.3.4. Αλλοίωση του ξύλου από βιολογικούς και αβιοτικούς παράγοντες (wood deterioration from biological and non-biological factors)

Τα διάφορα ξύλα αλλοιώνονται κατά τη διάρκεια χρήσεώς τους από βιολογικούς και αβιοτικούς παράγοντες κατά τη χρήση του (Σχ. 2.7). Η ταχύτητα και ο βαθμός αλλοίωσης του ξύλου εξαρτάται από τις συνθήκες χρήσεως και από το δασοπονικό είδος.

2.3.4.1. Φυσική αντοχή (φυσική ανθεκτικότητα, durability)

Με τον όρο φυσική αντοχή εννοούμε την αντίσταση που προβάλλουν τα διάφορα ξύλα σε βιολογικές προσβολές και προσδιορίζεται με τοποθέτηση του ξύλου σε επαφή με το έδαφος. Για τον προσδιορισμό της αντοχής αυτής χρησιμοποιείται το εγκάρδιο ξύλο επειδή το σομό ξύλο των περισσότερων ειδών είναι ευπρόσβλητο σε βιολογικές προσβολές δηλ. σε μύκητες, έντομα, βακτήρια, θαλασσινούς οργανισμούς (Σχ. 2.7).

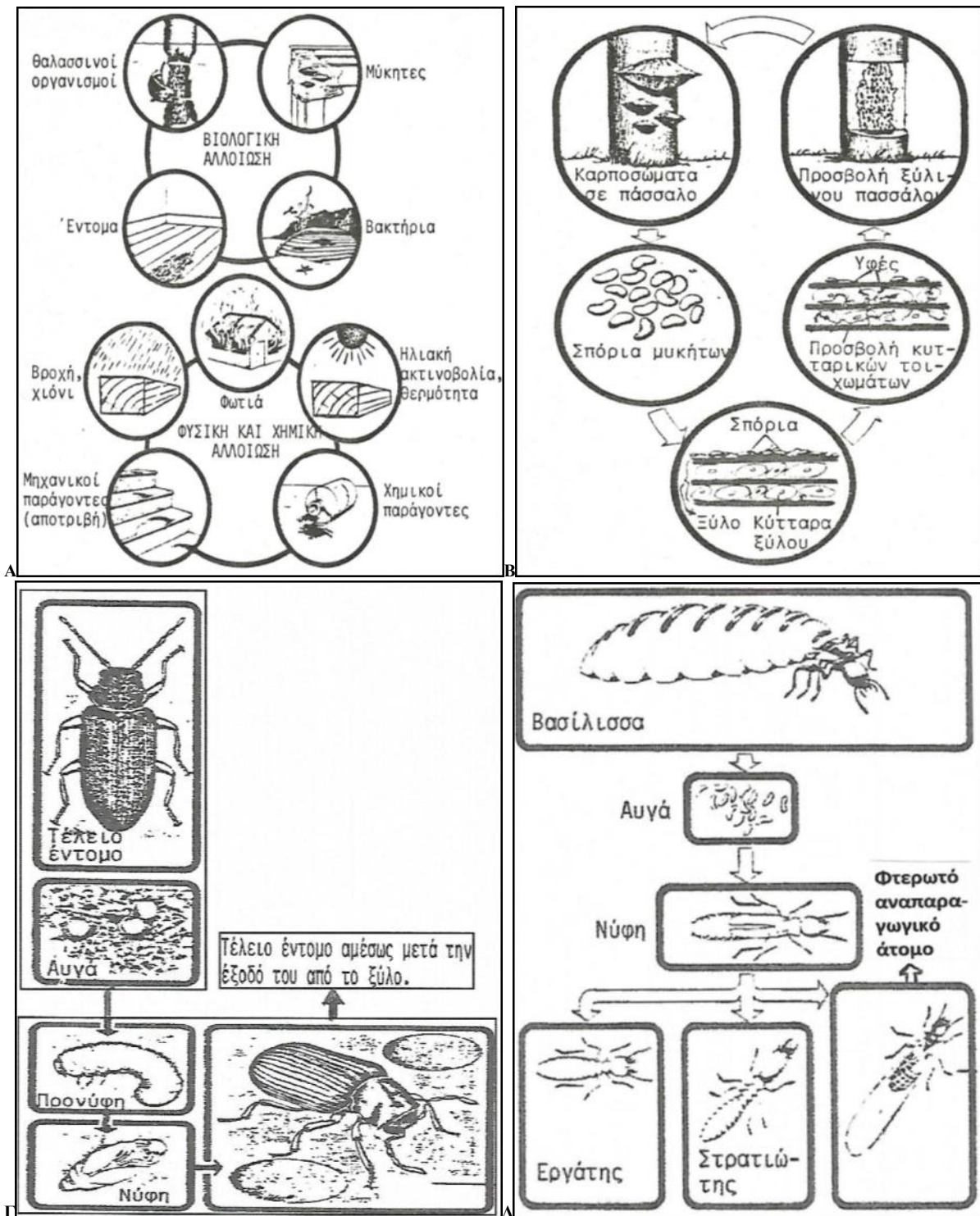
Η φυσική αντοχή του ξύλου ποικίλει μεταξύ διαφορετικών ειδών αλλά ακόμα και σε διαφορετικά μέρη του ίδιου κορμοτεμαχίου (εγκάρδιο, σομό ξύλο). Η φυσική αντοχή του ξύλου είναι μεγαλύτερη όσο περισσότερα τοξικά εκχυλίσματα περιέχει το ξύλο και πρακτικά αυτό φαίνεται όταν το ξύλο έχει σκοτεινότερο χρώμα (Βουλγαρίδης, 2008). Διακρίνονται συνήθως πέντε κατηγορίες φυσικής ανθεκτικότητας του ξύλου (Πίν. 2.9).

Όταν επιλέγεται ένα ξύλο για μια κατασκευή η οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε συνθήκες στις οποίες θα είναι εκτεθειμένη σε βιολογικούς παράγοντες αλλοίωσης, είναι πολύ σημαντικό να αποφασιστεί ο τρόπος με τον οποίο θα επιτευχθεί η επιδιωκόμενη διάρκεια χρήσης του ξύλου. Συνήθως γίνεται επιλογή ανάμεσα σε ένα ξύλο μεγάλης φυσικής αντοχής και ενός με μικρότερη φυσική αντοχή το οποίο όμως να μπορεί να εμποτίζεται με σχετική ευκολία για να αποκτήσει την απαιτούμενη φυσική αντοχή μετά από τον προστατευτικό εμποτισμό που θα υποστεί για τη συγκεκριμένη χρήση (HMSO, 1972, 1977).






2.3.4.2. Αντίσταση σε προσβολές μυκήτων και εντόμων

Η ξυλεία κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μπορεί να προσβληθεί από διάφορα είδη χρωστικών και σηπτικών μυκήτων καθώς και από ποικίλα ξυλοφάγα έντομα (βλ. Σχ. 2.8), τα οποία εμφανίζουν διαφορετική επιλεκτικότητα ως προς το δασοπονικό είδος που θα προσβάλλουν αλλά διαφοροποιούνται και ως προς τις συνθήκες κάτω από τις οποίες προσβάλλουν το ξύλο. Άλλοτε προσβάλλουν ιστάμενα ή κατακείμενα δένδρα (στο δάσος ή στις κορμοπλατείες εργοστασίων) και άλλοτε ξύλα τα οποία βρίσκονται σε χρήση πολλά χρόνια σε εξωτερικές, ημι-εξωτερικές ή εσωτερικού χώρου συνθήκες. Η δραστηριοποίηση των εντόμων μέσα στα δένδρα ή στα κορμοτεμάχια, εξαφανίζεται σταδιακά (όταν η ξυλεία υλοτομηθεί και ξηραθεί) αλλά η απόδειξη προσβολής της ξυλείας από έντομα είναι εμφανής με την παρουσία οπών που έχουν δημιουργήσει μόνιμα στην επιφάνεια του ξύλου.

Ορισμένα ξύλα προσβάλλονται ευκολότερα από άλλα (βλ. Πίν. 2.20) και, γενικά, το σομό ξύλο όλων των δασοπονικών ειδών είναι πιο ευπαθές από το εγκάρδιο ξύλο (Department of Scientific and Industrial Research, 1956).



Σχήμα 2.7 Βιολογικοί (μύκητες, έντομα, βακτήρια, θαλασσινοί οργανισμοί) και αβιοτικοί (νερό, ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία, άνεμος, φωτιά, μηχανικοί και χημικοί παράγοντες) παράγοντες αλλοίωσης του ξύλου (Α). Βιολογικός κύκλος μυκήτων (Β), ζυλοφάγων εντόμων (Γ) και εντόμων-τερμιτών (Δ) (Wilkinson, 1979).

Κατηγορία ξύλου σε φυσική αντοχή έναντι βιολογικών προσβολών	Διάρκεια ζωής (έτη)	
Πολύ ανθεκτικά: Ίταμος, άρκευθος, Iroko, Teak, Afzelia, Afrormosia, Opepe, Guarea, Ekki, Makore, Padauk, Mansonia (ΠΑ)	> 25	
Ανθεκτικά: Δρυς, καστανιά, ακακία, ελιά, agba, idigbo, dark-red Meranti, Utile, Niangon, Karri, Dahoma, Kempas, μαόνι Αμερικής (Α)	15-25	
Μετρίως ανθεκτικά: Καρυδιά, ψευδοτσούγκα, λάριξ, αφρικανικό μαόνι, Tiama, Sapele (ΜΑ)	10-15	
Όχι ανθεκτικά: Δασική πεύκη, μαύρη πεύκη, ελάτη, ερυθρελάτη, φτελιά, σφενδάμι, πλάτανος, γαύρος, Afara, Avodiré, Abura, Obeche, white Seraya (ΟΑ)	5-10	
Καθόλου ανθεκτικά: Οξιά, λεύκη, σημύδα, σκλήθρο, ιτιά, ιπποκαστανιά, φράξος, φιλύρα, Ramin, Balsa, Ceiba, κ.ά., και το σομόφο ξύλο των περισσότερων ειδών (ΚΑ)	< 5	

Πίνακας 2.9 Φυσική αντοχή (ανθεκτικότητα) των ξύλων (HMSO, 1977; Wilkinson 1979).

2.3.4.3. Αντίσταση σε προσβολές θαλασσινών οργανισμών

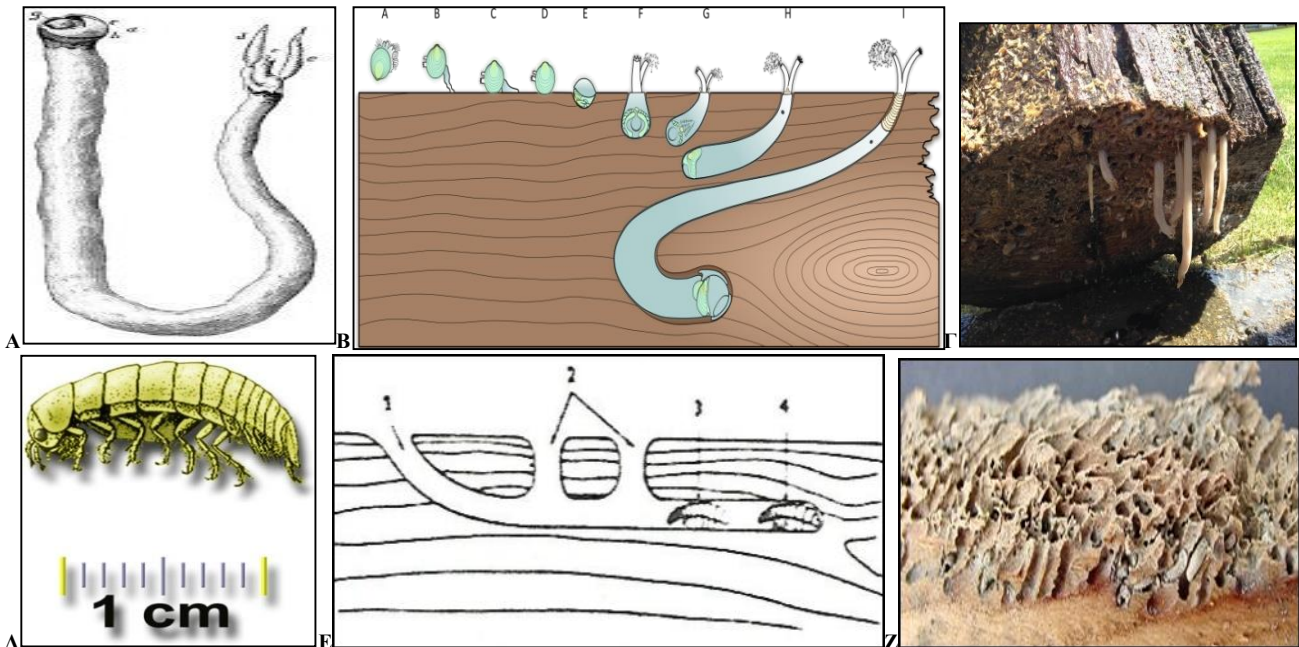
Διάφοροι ξυλοφάγοι θαλασσινοί οργανισμοί που ανήκουν στο φύλο Μαλάκια (*Teredo*, *Bankia*, *Martesia*, κ.ά.) και στο φύλο Αρθρόποδα (*Limnoria*, *Spheroma*, κ.ά.) προσβάλλουν ξύλινες κατασκευές, που χρησιμοποιούνται μέσα σε θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό (Σχ. 2.8). Ορισμένα τροπικά ξύλα (π.χ. γένη *Ocotea*, *Xylia*, *Podocarpus*, κ.ά.) δείχνουν μεγάλη φυσική αντοχή σε προσβολές θαλασσινών οργανισμών που αποδίδεται σε τοξικά εκχυλίσματα που περιέχουν και σε μεγάλη περιεκτικότητα πυριτικών ενώσεων.

2.3.5. Διαπερατότητα

Η διαπερατότητα (permeability) είναι μέτρο της ευκολίας με την οποία κινούνται τα ρευστά (υγρά, αέρια) σε πορώδη υλικά, όπως το ξύλο, κάτω από την επίδραση διαφοράς πίεσης (Bolton, 1976). Η διαπερατότητα παρουσιάζει μεγάλη μεταβλητότητα μεταξύ ειδών (Πίν. 2.10) και στο ίδιο είδος ξύλου, ιδιαίτερα μεταξύ σομού και εγκάρδιου ξύλου (Πίν. 2.11) καθώς και μεγάλη ανισοτροπία στις τρεις κατευθύνσεις (Πίν. 2.12).

Σε πολλά είδη το σομόφο ξύλο είναι περισσότερο διαπερατό από το εγκάρδιο (βλ. Πίν.2.11). Η μεγαλύτερη διαπερατότητα του σομού σε σχέση με το εγκάρδιο έχει μεγάλη πρακτική σημασία όταν το ξύλο εμποτίζεται με προστατευτικές ουσίες, ιδιαίτερα σε στύλους και πασσάλους, γιατί το σομόφο είναι το εξωτερικό (περιφερειακό) τμήμα του ξύλου και δεν παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε προσβολές από μύκητες και έντομα, ενώ το χρωματιστό εγκάρδιο έχει καλή φυσική αντοχή σε προσβολές από μικροοργανισμούς.

Η διαπερατότητα του ξύλου έχει μεγάλη πρακτική σημασία σε όλες εκείνες τις περιπτώσεις αξιοποίησής του όπου επιχειρείται εισαγωγή διαφόρων υγρών μέσα στη μάζα του. Εισαγωγή χημικών ουσιών στο ξύλο γίνεται για αύξηση της αντοχής του ξύλου σε μύκητες, έντομα, φωτιά ή για βελτίωση άλλων ιδιοτήτων του (μείωση υγροσκοπικότητας, μείωση διαστασιακών μεταβολών, κ.ά.). Στην περίπτωση χημικής πολτοποίησης του ξύλου γίνεται επίσης χρήση χημικών ουσιών για την απομάκρυνση της λιγνίνης. Η κίνηση των υγρών μέσα στο ξύλο έχει επίδραση στη συγκόλληση και στις επιφανειακές επικαλύψεις του ξύλου. Επιπλέον, η διαπερατότητα σχετίζεται και με την έξοδο των υγρών από το ξύλο γεγονός που αντιμετωπίζεται πάντα στην πράξη κατά τη διαδικασία ξήρανσης του ξύλου. Όσο πιο μεγάλη είναι η διαπερατότητα του ξύλου τόσο πιο εύκολα γίνεται η ξήρασή του ή η εισαγωγή υγρών στη μάζα του.



Σχήμα 2.8 Α. Θαλασσινοί ξυλοφάγοι οργανισμοί: *Teredo* (Α) και *Limnoria* (Δ). Β. Τρόπος προσβολής ξύλου με διάνοιξη στοών από *Teredo* (σκουλήκια πλοίων, shipworms) με εξέλιξη των νεαρών προνυμφών (από Α σε Ι) και από *Limnoria* (Ε). Στοές *Limnoria* στο ξύλο (1. Είσοδος. 2,3. Οπές αναπνοής. 3, 4. Αρσενικό και θηλυκό άτομο. Γ,Ζ: Προσβολές ξύλου από *Teredo* (Γ) και *Limnoria* (Ζ) (Βουλγαρίδης, 2015).

Είδος	Αξονική διαπερατότητα (cm ² s ⁻¹ atm ⁻¹)
Κωνοφόρα	
Ίταμος	0,001
Ερυθρελάτη	0,42
Λάριξ, ευρωπαϊκή	1,6
Δασική πεύκη	2,1
Ελάτη (<i>Abies grandis</i>)	1,6
Πλατύφυλλα	
Ευκάλυπτος (<i>Eucalyptus diversicolor</i>)	0.001
<i>Ocotea rodiaei</i> (Greenheart)	0.04
Δρυς, απόδισκη	4,7
Φράξος	11
Ορεπε	31
Φτελιά	140
Οξιιά	1300

Πίνακας 2.10 Μεταβλητότητα αξονικής διαπερατότητας εγκάρδιου ξύλου σε διάφορα είδη (Smith and Lee, 1958).

Είδος	Αξονική διαπερατότητα (cm ² s ⁻¹ atm ⁻¹)	
	Σομό	Εγκάρδιο
Timbersweet (<i>Nectandra</i> ή <i>Ocotea</i> spp.)	4700	0,71
Ιτιά (<i>Salix Fragilis</i>)	1800	0,007
Tiama (<i>Endadrophragma angolense</i>)	1200	4,9
Λεύκη (<i>Populus canescens</i>)	1000	0,32
Pitch pine (<i>Pinus palustris</i>)	370	0,03
Δασική πεύκη (<i>Pinus sylvestris</i>)	230	2,1

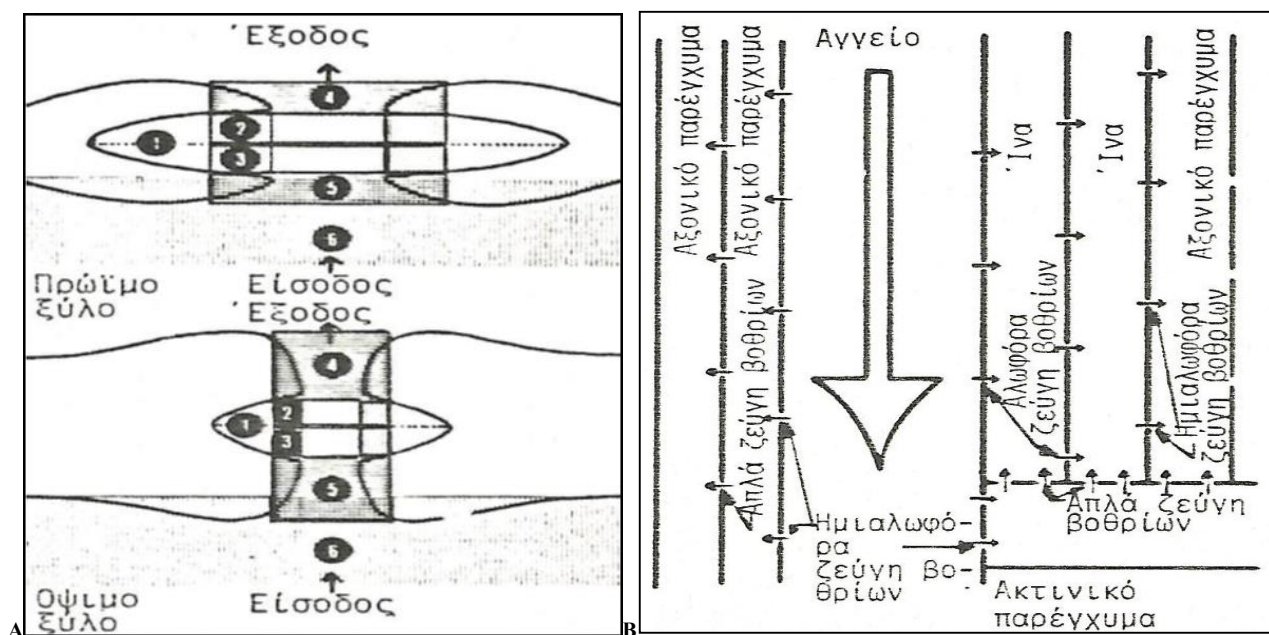
Πίνακας 2.11 Μεταβλητότητα διαπερατότητας στο ξύλο ανάλογα με τη θέση του στο δέντρο (Βουλγαρίδης, 1996).

Είδος	Διαπερατότητα (cm ² s ⁻¹ atm ⁻¹)		
	Αξονική	Ακτινική	Εφαπτομενική
Οξιά	1300	0,03	0,02
Δασική πεύκη	7	0,17	0,012
Ερυθρελάτη	1,7	0,04	0,001

Πίνακας 2.12 Μεταβλητότητα διαπερατότητας σε σχέση με την κατεύθυνση των ινών (Βουλγαρίδης, 1996).

2.3.6. Ευκολία εμποτισμού

Το ξύλο μπορεί να προστατευτεί από βιολογικούς παράγοντες αλλοίωσης, όπως είναι οι μύκητες, τα έντομα, οι θαλασσινοί ξυλοφάγοι οργανισμοί, φωτιά κ.λπ. με προστατευτικό εμποτισμό, δηλαδή εισαγωγή κατάλληλων συντηρητικών χημικών ουσιών μέσα στη μάζα του. Η ευκολία με την οποία το ξύλο μπορεί να εμποτιστεί με συντηρητικές ουσίες έχει μεγάλη πρακτική σημασία όταν αυτό πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε συνθήκες ιδανικές για την ανάπτυξη μυκήτων, εντόμων ή θαλάσσιων οργανισμών όπως συμβαίνει π.χ. στους στύλους και τους πασσάλους. Όσο πιο μεγάλη είναι η διαπερατότητα του ξύλου τόσο και πιο εύκολος και αποτελεσματικός είναι ο εμποτισμός του (τα εμποτιστικά γυρά διεισδύουν σε μεγαλύτερο βάθος μέσα στο ξύλο και οι ποσότητες που συγκρατούνται από αυτό είναι μεγαλύτερες).



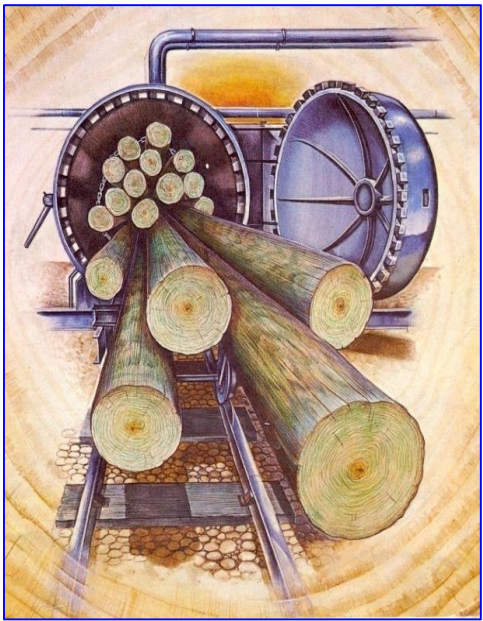
Σχήμα 2.9 Μοντέλο κίνησης των υγρών μέσα σε πρώιμο και όψιμο ξύλο κωνοφόρων (A) και σε πλατύφυλλα (B). Η τριχοειδής κίνηση των υγρών στα κωνοφόρα γίνεται μέσω των κυτταρικών κοιλοτήτων των τραχειϊδών και των μη αποφραγμένων βοθρίων, ενώ στα πλατύφυλλα, κυρίως, μέσω των αγγείων και στη συνέχεια στα γειτονικά κύτταρα. Αγωγή στοιχεία στο A: 1. Τριχοειδή μεμβρανών βοθρίων. 2,3. Τριχοειδή μεταξύ άβακα και βοθριακών τοιχωμάτων στην έξοδο και είσοδο του υγρού. 4,5. Στόμια του ζεύγους βοθρίων στην έξοδο και είσοδο. 6. Κυτταρική κοιλοότητα τραχειϊδας (A. Bolton, 1976; B. Siau, 1984).

Ξύλα που να έχουν μεγάλη φυσική αντοχή και να έχουν μεγάλη χρηστική διάρκεια χωρίς να έχουν υποστεί εμποτισμό σε συνθήκες χρήσεως που ευνοούν την αλλοίωσή τους από βιολογικούς παράγοντες είναι λίγα και δεν είναι πάντα διαθέσιμα. Έτσι, χρησιμοποιούνται συνήθως ξύλα που έχουν μικρή ή μέτρια φυσική αντοχή αλλά που είναι εύκολα διαθέσιμα και εύκολα στον εμποτισμό και μόνο μετά από κατάλληλο προστατευτικό εμποτισμό με συντηρητικές ουσίες ώστε να αποκτήσουν την απαιτούμενη ανθεκτικότητα για τη συγκεκριμένη χρήση.

Τα διάφορα ξύλα δεν εμποτίζονται με την ίδια ευκολία. Ανάλογα με το βαθμό ευκολίας του εμποτισμού τους, τα ξύλα διακρίνονται σε 4 κατηγορίες (βλ. Πίν. 2.13).

Το είδος του συντηρητικού, η ποσότητα του συντηρητικού που συγκρατείται και το βάθος διεισδύσεως του συντηρητικού μέσα στο ξύλο είναι καθοριστικοί παράγοντες για την αποτελεσματικότητα του εμποτισμού σε κάθε συγκεκριμένη χρήση. Ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει τη συγκράτηση και τη διεισδύση είναι η δομή του ξύλου επειδή η είσοδος και η κίνηση του συντηρητικού μέσα στο ξύλο

εξαρτάται κυρίως από τα δομικά χαρακτηριστικά του (κυτταρικές κοιλότητες, είδος, μορφολογία και αριθμός βοθρίων, αναλογία κυτταρικών τύπων κ.λπ.), που αποτελούν διόδους (τριχοειδή) για το συντηρητικό υγρό. Η δομή του ξύλου έχει σημασία και για την ευκολία ή δυσκολία κίνησης των διαφόρων τύπων συντηρητικών υγρών μέσα στο ξύλο, π.χ. για τα έλαια, τις ελαιοδιαλυτές ουσίες και τα οργανικά διαλύματα απαιτούνται ανοικτά τριχοειδή επειδή η κίνησή τους βασίζεται σε τριχοειδή κυρίως κίνηση ενώ οι υδατοδιαλυτές ουσίες συνδυάζουν με την τριχοειδή κίνηση και κίνηση με διάχυση και είναι δυνατό να διεισδύσουν και μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα. Γενικά, το σομόφο ξύλο εμποτίζεται ευκολότερα από το εγκάρδιο. Αυτό κάνει ευκολότερο και περισσότερο ομοιόμορφο τον εμποτισμό στύλων και πασσάλων (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1996).

Ευκολία εμποτισμού	Περιγραφή	
Διαπερατό (Δ)	Το ξύλο μπορεί εύκολα να εμποτιστεί πλήρως χωρίς δυσκολία.	
Μέτρια διαπερατό (ΜΔ)	Το ξύλο εμποτίζεται σχετικά εύκολα και επιτυγχάνεται πλευρική διείσδυση του εμποτιστικού σε βάθος 0,63 - 1,9 cm μέσα σε 2-3 ώρες κάτω από πίεση.	
Σχετικά αδιαπέραστο (ΣΑ)	Το ξύλο δύσκολα εμποτίζεται και χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να εμποτισθεί (επιτυγχάνεται πλευρική διείσδυση μεταξύ 0,32 και 0,63 cm). Με τη δημιουργία επιφανειακών εντομών (incising) ή μικρο-οπών επιτυγχάνεται καλύτερος εμποτισμός.	
Αδιαπέραστο (Α)	Ένα μικρό μέρος συντηρητικού απορροφάται μόνο μετά από πίεση. Πλευρικά εμποτίζεται ελάχιστα και σε μικρό βαθμό αξονικά.	

Πίνακας 2.13 Ευκολία εμποτισμού ξύλων σε στρόγγυλη μορφή (HMSO, 1977; Wilkinson, 1979).

2.3.7. Μηχανική κατεργασία

Σε σύγκριση με άλλα υλικά, το ξύλο κατεργάζεται με μηχανήματα που φέρουν μαχαίρια ή δόντια σχετικά εύκολα και αυτή η ιδιότητα του είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα.

Όλα τα ξύλα δεν κατεργάζονται με την ίδια ευκολία. Όσο αυξάνεται η πυκνότητα του ξύλου αυξάνεται και η ενέργεια που απαιτείται για τη μηχανική κατεργασία, ενώ όσο αυξάνει η υγρασία και η θερμοκρασία του ξύλου, ελαττώνεται η ενέργεια που απαιτείται. Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την απαιτούμενη ενέργεια είναι η κατεύθυνση τομής(εγκάρσια, ακτινική, εφαπτομενική) καθώς επίσης και άλλοι παράγοντες εκτός ξύλου όπως η μορφολογία των δοντιών και των μαχαιριών, το πλάτος και το βάθος της τομής και η ταχύτητα τροφοδοσίας (Τσουμής κ.ά., 1976).

Η αντίσταση στη μηχανική κατεργασία του ξύλου μπορεί να διακριθεί σε πέντε κατηγορίες (βλ. Πίνακα 2.14).

Αντίσταση στη μηχανική κατεργασία του ξύλου	
Πολύ μικρή	(Α)
Μικρή	(Β)
Μέτρια	(C)
Υψηλή	(D)
Πολύ υψηλή	(E)

Πίνακας 2.14 Μηχανική κατεργασία του ξύλου (HMSO, 1972).

2.3.8. Ευκολία ξήρανσης

Το ξύλο ανάλογα με την υγροσκοπική του κατάσταση (πολύ υγρασία, λίγη υγρασία) και τις συνθήκες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) όπου βρίσκεται τοποθετημένο, βγάζει προς τα έξω ή παίρνει μέσα στη μάζα του νερό. Για να χρησιμοποιηθεί το ξύλο στην πράξη θα πρέπει να ξηραίνεται. Η τελική του υγρασία θα πρέπει να είναι κατά μέσο όρο 12-15% όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο ύπαιθρο αλλά στεγασμένο και 7-10% για εσωτερικούς χώρους.

Όλα τα ξύλα δεν ξηραίνονται με τον ίδιο ρυθμό και δεν παρουσιάζουν κατά τη διάρκεια της ξήρανσης την ίδια ένταση σφαλμάτων. Την κατάταξη των ξύλων ανάλογα με το ρυθμό ξήρανσης δείχνει ο Πίνακας 2.15. Ιδιαίτερα στην τεχνητή ξήρανση, όπου χρησιμοποιούνται διάφορα προγράμματα ξηράνσεως, πρέπει να γίνει στην αρχή πειραματισμός και επιλογή του κατάλληλου προγράμματος για κάθε συγκεκριμένο είδος ξύλου. Γενικά, τα πυκνά ξύλα ξηραίνονται δυσκολότερα και παρουσιάζουν μεγαλύτερα προβλήματα στην ξήρανση από τα ελαφρά ξύλα. Πυκνά ξύλα χρειάζονται πιο ήπιο πρόγραμμα ξήρανσης από ελαφρά, ενώ ξύλα που έχουν την ίδια πυκνότητα δεν σημαίνει ότι συμπεριφέρονται όμοια επειδή είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν μικρότερες ή μεγαλύτερες διαφορές δομής, διαπερατότητας και ανισοτροπίας (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 2008). Ενδεικτικά δίνονται διάφορα προγράμματα τεχνητής ξήρανσης στον Πίνακα 2.16, όπου για κάθε πρόγραμμα παρουσιάζονται η υγρασία του ξύλου, η θερμοκρασία του ξηρού και υγρού θερμομέτρου καθώς και η σχετική υγρασία στο θάλαμο τεχνητής ξήρανσης από την αρχή ως το τέλος της χρονικής διάρκειας του προγράμματος ξήρανσης.

Ευκολία ξήρανσης		Διάρκεια
Γρήγορη	Γ	<1,5 εβδομάδα
Αρκετά γρήγορη	ΑΓ	1,5 - 2,5 εβδομάδες
Αργή	Α	2,5 - 4 εβδομάδες
Πολύ αργή	ΠΑ	>4 εβδομάδες

Πίνακας 2.15 Ρυθμός ξήρανσης ξύλινης σανίδας, πάχους 2,5 cm, σε ξηραντήριο από χλωρή κατάσταση σε κατάσταση ξηρή στον αέρα (περιεχόμενη υγρασία 12 %) (HMSO, 1972).

Κωδικός προγράμματος ξήρανσης/ Είδη ξύλου που αντιστοιχούν στο πρόγραμμα	Υγρασία ξύλου (%)	Θερμοκρασία (°C)		Σχετική υγρασία (%)
		Ξηρό	Υγρό	
1/Ακακία, σφενδάμι, φτελιά, Antiaris, Kosipo, Sapele, Sipo	Χλωρό	35	30,5	70
	60	35	28,5	60
	40	40	31	50
	30	45	32,5	40
	20	50	35	35
	15	60	40,5	30
2/Δρυς (ευθύφλοια), Zebrano	Χλωρό	40	37,5	85
	40	40	36,5	80
	30	45	40,5	75
	25	50	44	70
	20	55	46	60
	15	60	47,5	50
3/Δρυς, ευκάλυπτος, Ramin	Χλωρό	40	37,5	85
	60	40	36,5	80
	40	45	40,5	75
	35	45	39,5	70
	30	45	38,5	65
	25	50	42	60
	20	60	47,5	50
15	65	48,5	40	
4/Καστανιά, οξιά, φράξος	Χλωρό	40	37,5	85
	60	40	36,5	80
	40	40	53	70
	35	45	37,5	60
	30	45	35	50
	25	50	36,5	40
	20	60	40,5	30
15	65	44	30	

5/Γαύρος, καρυδιά, λεύκη, πλάτανος, Afzelia, Avodiré, Dibetou, Gaboon, Iroko, Lovo, Niangon, Okoumé, Palissander	Χλωρό	50	47	85	
	60	50	46	80	
	40	50	45	75	
	30	55	47,5	65	
	25	60	49	55	
	20	70	54,5	45	
6/Σημύδα, μαόνι (Khaya), Meranti	Χλωρό	50	45	75	
	60	50	44	70	
	40	50	42	60	
	30	55	43,5	50	
	25	60	46	45	
	20	70	52,5	40	
7/	Χλωρό	50	47	85	
	60	50	46	80	
	40	55	51	80	
	30	60	54,5	75	
	25	70	62,5	70	
	20	75	62,5	55	
8/Τιά, ιπποκαστανιά, κελτίς, λάριξ, φιλύρα, Αιιέ, Balsa, Bété (Mansonia), Teak	Χλωρό	60	55,5	80	
	50	60	54,5	75	
	40	60	52	65	
	30	65	53,5	55	
	20	75	57,5	40	
	9/Afara, Afrormosia, Framire, Idigbo, Meranti (κίτρινο), Padauk	Χλωρό	60	53	70
50		60	50,5	60	
40		60	47,5	50	
30		65	48,5	40	
20		75	52	30	
10/Ελάτη, ερυθρελάτη, πεύκη (P. radiata), Abura		Χλωρό	70	65	80
	50	75	67	70	
	30	80	68,5	60	
	20	90	69	40	
	11/Obeche	Χλωρό	80	72	70
		40	90	69	40
12/Πεύκη (δασική, θαλασσία, μαύρη)	Χλωρό	90	81	70	
	50	95	78	50	

Πίνακας 2.16 Προγράμματα τεχνητής ξήρανσης (Τσουμής, 1983).

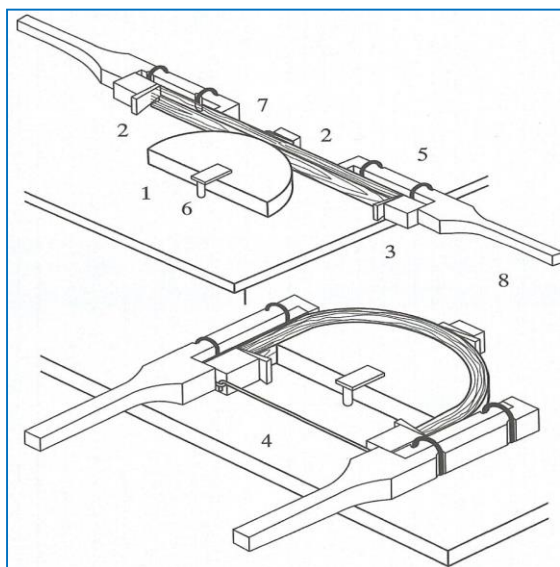
2.3.9. Δυνατότητα κάμψης

Ο πιο σημαντικός παράγοντας για τη δυνατότητα κάμψης του ξύλου είναι η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας που μπορεί να αποκτήσει ένα ξύλο συγκεκριμένου πάχους και χωρίς σφάλματα. Η ακτίνα αυτή ποικίλει ανάλογα με το σημείο όπου το ξύλο κάμπτεται, αν υπάρχει υποστηρικτικός ιμάντας μετά από μαλάκυνση ή κρύα κάμψη σε μορφή λεπτού επικολητού με περιεχόμενη υγρασία 12%. Στην αναλογία R/S, όπου R είναι η ακτίνα και S το πάχος του ξύλου, η θραύση του ξύλου δεν υπερβαίνει το 5%.

Η κατάταξη των ξύλων με βάση την δυνατότητα κάμψης τους, βασίζεται κυρίως στην ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας κανονικού δείγματος πάχους 2,5 cm σε περιεχόμενη υγρασία 25% (βλ. Πίν. 2.17). Τα δείγματα εκτίθενται σε κορεσμένο αέρα κάτω από την επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης για μια περίοδο όχι λιγότερη από 45 λεπτά πριν καμφθούν (HMSO, 1972, 1977). Η δυνατότητα και ο βαθμός κάμψης του ξύλου εξαρτάται από το δασοπονικό είδος (γενικά τα κωνοφόρα και πολλά τροπικά πλατύφυλλα ξύλα κάμπτονται δυσκολότερα σε σύγκριση με ορισμένα πλατύφυλλα, όπως φράξος, οξιά, φτελιά, δρυς, ακακία, καρυδιά και πλατάνι), τα σφάλματα (το ξύλο πρέπει να είναι ευθύινο, χωρίς ρόζους και αρχικά στάδια σήψεως) και την περιεχόμενη υγρασία του ξύλου (να έχει περί τα 25-30% κατά τη διαδικασία κάμψεως) (Findlay, 1975). Στο Σχ. 2.10 δείχνεται ένας απλός τρόπος καμπύλωσης του ξύλου με χειρωνακτικό τρόπο.

Δυνατότητα κάμψης		Ακτίνα κάμψης, cm (για την οποία η θραύση δεν υπερβαίνει το 5%)
Πολύ καλή	(ΠΚ)	< 15
Καλή	(Κ)	15-25
Μέτρια	(ΜΕ)	26-40
Μικρή	(ΜΙ)	41-75
Πολύ μικρή	(ΠΜ)	> 75

Πίνακας 2.17 Κάμψη ξύλου, πάχους 2,5 cm, υποστηριζόμενο, περιεχόμενης υγρασίας περί τα 25 % (HMSO, 1972, 1977).



Σχήμα 2.10. Απλή συσκευή καμπύλωσης ατμισμένου ξύλου με χειρωνακτικό τρόπο. 1:καλούπι, 2: σφήνες, 3: τάκοι, 4: μεταλλική μπάρα συγκράτησης, 5: λάμα καμπύλωσης, 6: σφιγκτήρας, 7: τεμάχιο ξύλου, 8: χερούλι (Κακαράς, 2009).

2.3.10. Μηχανικές ιδιότητες

Οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου είναι μέτρο της μηχανικής αντοχής του, δηλαδή της αντιστάσεως του σε εξωτερικές δυνάμεις που τείνουν να παραμορφώσουν τη μάζα του. Η αντίσταση του ξύλου στις δυνάμεις αυτές εξαρτάται από το μέγεθος τους και τον τρόπο φορτίσεως. Με βάση τον τρόπο φορτίσεως, διακρίνουμε μηχανική αντοχή σε εφελκυσμό, θλίψη, διάτμηση, στατική κάμψη, σχίση, κρούση, ελαστικότητα και σκληρότητα. Οι κυριότερες μηχανικές ιδιότητες περιγράφονται με συντομία παρακάτω (HMSO, 1972, 1977):

- (1) Μέτρο θραύσεως σε στατική κάμψη–ΜΘ (Modulus of rupture -MOR) είναι η μέγιστη μηχανική αντοχή (αντίσταση) σε στατική κάμψη που αντιστοιχεί στο μέγιστο φορτίο που μπορεί να αντέξει το ξύλο. Διακρίνεται και αντοχή στο όριο ελαστικότητας (οριακή τάση ιών σε στατική κάμψη).
- (2) Μέτρο ελαστικότητας–ΜΕ (Modulus of elasticity, stiffness). Εκφράζει την ελαστικότητα ενός σώματος δηλ. την ιδιότητα να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση ένα σώμα όταν απομακρύνεται το φορτίο που επιδρά και να μην υφίσταται μόνιμη παραμόρφωση. Μεγαλύτερο ΜΕ είναι επιθυμητό και αυτό σημαίνει μικρότερο βέλος κάμψεως της δοκού.
- (3) Μέγιστο έργο σε στατική κάμψη (total work = energy consumed to total fracture) είναι το μέγιστο έργο που απορροφά το ξύλο για να υποχωρήσει σε στατική κάμψη.
- (4) Αντοχή σε κρούση (impact bending, toughness) είναι η αντοχή του ξύλου σε απότομη (δυναμική) φόρτιση.
- (5) Αντοχή σε αξονική θλίψη (maximum compressive strength, parallel to grain) είναι η αντοχή του ξύλου σε δυνάμεις που τείνουν να το συμπιέσουν Διακρίνονται αξονική, ακτινική και εφαπτομενική θλίψη.
- (6) Σκληρότητα (hardness) είναι η αντοχή του ξύλου στην είσοδο ξένων σωμάτων στη μάζα του. Διακρίνονται αξονική, ακτινική και εφαπτομενική σκληρότητα.
- (7) Αντοχή σε διάτμηση (shearing strength). είναι η αντοχή του ξύλου σε δυνάμεις οι οποίες δρουν έτσι ώστε ένα τμήμα του ξύλου να τείνει να ολισθήσει σε άλλο. Διακρίνονται αξονική, ακτινική και εφαπτομενική διάτμηση.
- (8) Αντοχή σε σχίση (resistance to cleavage, splitting) είναι η αντοχή του ξύλου σε δυνάμεις που δρούν με μορφή σφήνας και τείνουν να το σχίσουν. Διακρίνονται αξονική, ακτινική και εφαπτομενική σχίση.

Η μηχανική αντοχή του ξύλου σε κατάσταση ξηρή στον αέρα (περιεχόμενη υγρασία 12 %) μπορεί να διακριθεί σε πέντε κατηγορίες (πολύ μικρή, μικρή, μέτρια, μεγάλη, πολύ μεγάλη), όπως δείχνει ο Πίνακας 2.18.

	Αντοχή σε στατική κάμψη N/mm ²	Μέτρο ελαστικότητας kN/mm ²	Αξονική θλίψη N/mm ²	Αντοχή σε κρούση m
Πολύ μικρή	< 50	< 10	< 20	< 0,6
Μικρή	50 – 85	10 – 12	20 – 35	0,6 – 0,9
Μέτρια	85 – 120	12 – 15	35 – 55	0,9 – 1,2
Μεγάλη	120 – 175	15 – 20	55 – 85	1,2 – 1,6
Πολύ μεγάλη	> 175	> 20	> 85	> 1,6

Πίνακας 2.18 Μηχανικές ιδιότητες σε ξυλεία περιεχόμενης υγρασίας 12% (HMSO, 1972).

Επίσης, η ταξινόμηση των ξύλων σε επτά κατηγορίες (από τη μεγαλύτερη σε μηχανική αντοχή S1 στη μικρότερη S7) ανάλογα με τις τιμές των μηχανικών τους ιδιοτήτων τους σε χλωρή κατάσταση (> 30 % περιεχόμενη υγρασία) και σε κατάσταση ξηρή στον αέρα (12 % περιεχόμενη υγρασία) φαίνεται στον Πίνακα 2.14 (Bolza & Keating, 1972).

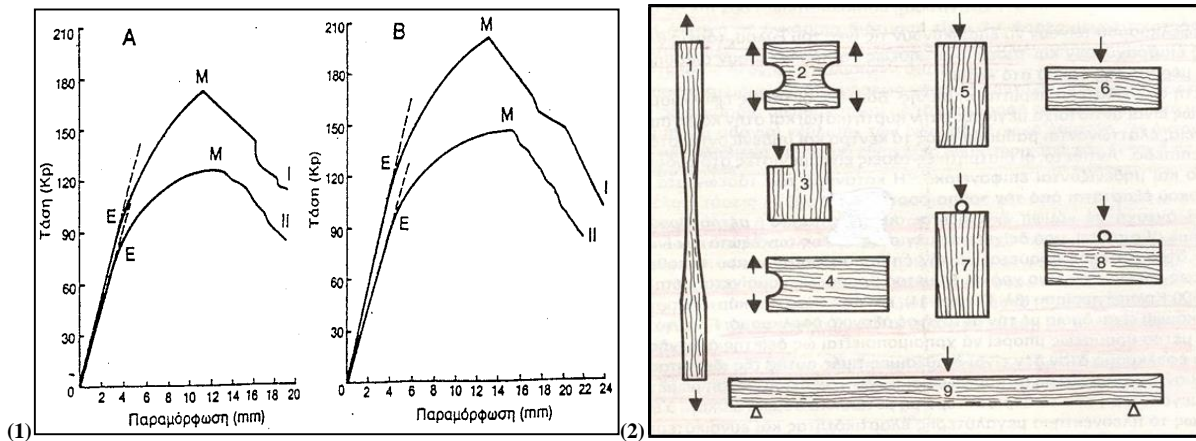
Σε αντίθεση με τα μέταλλα ή άλλα υλικά με ομοιογενή δομή, το ξύλο έχει διαφορετική μηχανική αντοχή σε διαφορετικές αυξητικές διευθύνσεις (αξονικά, εγκάρσια), δηλαδή είναι ανισότροπο υλικό.

Οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, από τους οποίους σπουδαιότεροι είναι: υγρασία, πυκνότητα, θερμοκρασία, διάρκεια φορτίσεως και ελαττώματα του ξύλου (Tsoumis, 1991).

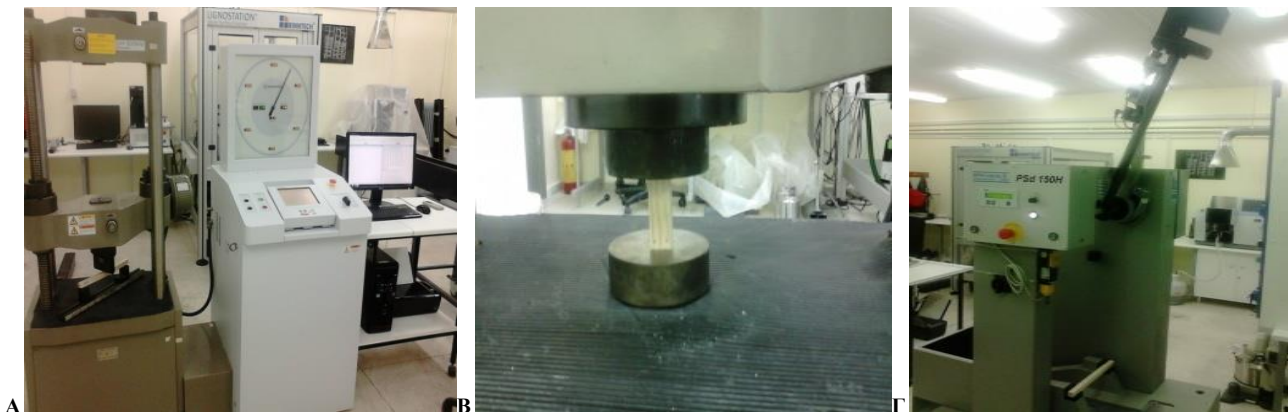
Κωδ.	Υγρασία	Μηχανική ιδιότητα							
		Μέτρο θραύσεως (ΜΘ)		Μέτρο Ελαστικότητας (ΜΕ) x 10 ³		Αξονική θλίψη		Διάτμηση	
		N/mm ²	kg/cm ²	N/mm ²	kg/cm ²	N/mm ²	kg/cm ²	N/mm ²	kg/cm ²
S1	Χλωρή 12%	103	1050	16,2	166	51,7	527	13,1	134
		158	1620	18,7	191	81,3	830	18,7	191
S2	Χλωρή 12%	86,1	879	14,2	145	43,4	443	11,0	112
		134	1370	16,3	166	71,0	725	16,7	171
S3	Χλωρή 12%	73,0	745	12,4	126	36,5	372	9,09	92,8
		115	1160	14,2	145	62,0	632	15,0	153
S4	Χλωρή 12%	62,0	633	10,7	109	31,0	316	7,72	78,7
		93,7	956	12,4	126	53,4	545	13,1	134
S5	Χλωρή 12%	51,7	527	9,1	92,8	25,8	264	6,54	66,8
		79,2	808	10,7	109	46,2	471	11,7	120
S6	Χλωρή 12%	43,4	443	7,92	80,8	21,7	222	5,51	56,2
		67,2	685	9,10	92,8	40,0	408	10,3	105
S7	Χλωρή 12%	36,5	373	6,89	70,3	18,3	186	4,62	47,1
		56,8	580	7,92	80,8	34,4	352	9,09	92,8

Πίνακας 2.19 Ταξινόμηση των ξύλων ανάλογα με το μέγεθος της μηχανικής αντοχής τους σε N/mm² και σε kg/cm² (Bolza & Keating, 1972).

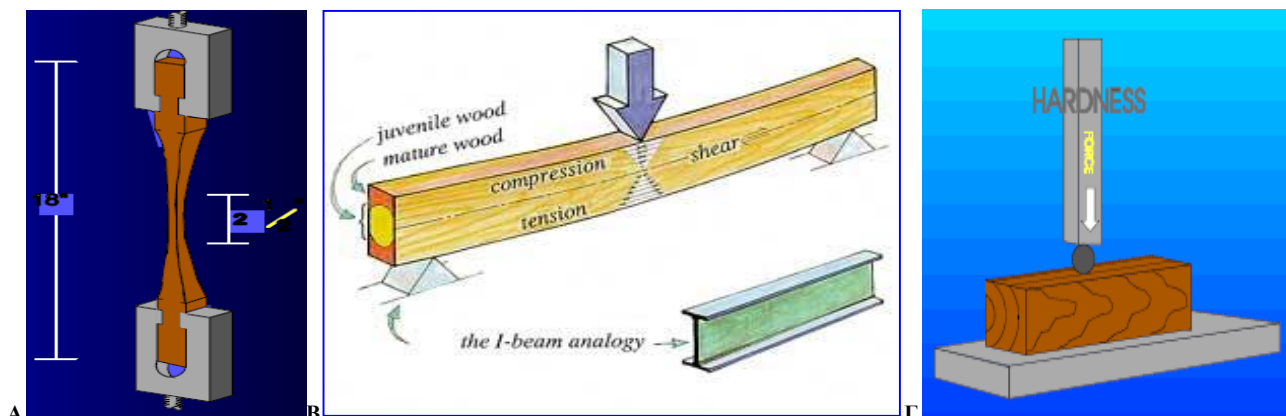
Το ξύλο συμπεριφέρεται ως ελαστικό σώμα μέχρι το όριο ελαστικότητας (ΟΕ) μέχρι το οποίο η παραμόρφωσή του είναι αντιστρεπτή, ενώ από το ΟΕ και πάνω (μέχρι το όριο θραύσεως) παρουσιάζει και μόνιμη παραμόρφωση (μη αντιστρεπτή) (Σχ. 2.11). Χλωρό ξύλο έχει μικρότερη μηχανική από ξηρό ξύλο (Πίν. 2.19, Σχ. 2.11). Η μηχανική αντοχή του ξύλου είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την αξιοποίησή του σε διάφορες κατασκευές που δέχονται ισχυρές φορτίσεις. Σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές (ASTM, DIN, BS, EN, ISO, κ.ά.), με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων δειγμάτων ξύλου, υγρασίας 12 %, χωρίς σφάλματα και με τη βοήθεια ειδικών μηχανών μέτρησης της μηχανικής αντοχής του ξύλου προσδιορίζονται οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου (Βουλγαρίδης, 2006) (Σχ. 2.11, Εικ. 2.2 και Σχ. 2.12).



Σχήμα 2.11 (1) Σχέσεις τάσεως (stress) – παραμορφώσεως (strain) σε στατική κάμψη (δοκίμια 2x2x34 εκ). Α. Οξιά και Β. Δρυς. Ι. Κατάσταση ξηρή στον αέρα (υγρασία 12%). ΙΙ. Χλωρό ξύλο (υγρασία: οξιά 79%, δρυς 69%). Ε. Όριο ελαστικότητας (Proportional limit). Μ. Εφαρμογή μέγιστου φορτίου – όριο θραύσεως. (2) Μορφολογία και διαστάσεις δειγμάτων ξύλου για μέτρηση των διαφόρων μηχανικών ιδιοτήτων (1): Αξονικός εφελκυσμός, (2): Εγκάρσιος εφελκυσμός, (3): Διάτμηση, (4): Σχίσση, (5): Αξονική θλίψη, (6): Εγκάρσια θλίψη, (7): Αξονική σκληρότητα, (8): Εγκάρσια σκληρότητα και (9): Στατική κάμψη (Τσουμής, 1983).



Εικόνα 2.2 Μηχανές προσδιορισμού μηχανικής αντοχής του ξύλου σε δοκιμή μέτρησης στατικής κάμψης (Α), αξονικής θλίψης (Β) και κρούσης (Γ) (Βουλγαρίδης, 2015).



Σχήμα 2.12 Τρόπος συγκράτησης δειγμάτων ξύλου και εφαρμογή δυνάμεων για μέτρηση της μηχανικής αντοχής σε αξονικό εφελκυσμό (Α), στατική κάμψη (Β) και σκληρότητα κατά την εφαπτομενική κατεύθυνση (Γ) (Wimmer, 2015).

Οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως είναι το είδος του ξύλου, η υγρασία, η πυκνότητα, η θερμοκρασία, η διάρκεια φορτίσεως και τα ελαττώματα του ξύλου:

Υγρασία: Η υγρασία επιδρά στις μηχανικές ιδιότητες όταν μεταβάλλεται κάτω από το σημείο ισοκόρου. Όταν ελαττώνεται, η μηχανική αντοχή αυξάνεται και αντίστροφα (βλ. Σχ. 2.5). Το μέγεθος της επιδράσεως είναι διαφορετικό σε διάφορες ιδιότητες.

Πυκνότητα: Η πυκνότητα είναι ο καλύτερος και απλούστερος δείκτης της μηχανικής αντοχής ξύλου χωρίς ελαττώματα. Όταν αυξάνεται η πυκνότητα αυξάνεται και η μηχανική αντοχή (Σχ. 2.4). Η σχέση πυκνότητας και μηχανικής αντοχής διαφέρει μεταξύ ιδιοτήτων και ειδών ξύλου, αλλά τις περισσότερες φορές είναι ευθύγραμμη.

Θερμοκρασία: Η μηχανική αντοχή του ξύλου γενικά ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία. Σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, η αντοχή είναι περισσότερο από δύο φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντοχή σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ σε πολύ μεγάλες θερμοκρασίες η αντοχή σχεδόν μηδενίζεται λόγω χημικής αποσύνθεσης του ξύλου. Η διάρκεια επίδρασης της θερμοκρασίας έχει επίσης πολύ μεγάλη σημασία.

Διάρκεια φορτίσεως: Η διάρκεια φορτίσεως έχει σημαντική επίδραση στη μηχανική αντοχή του ξύλου, δηλαδή στο μέγεθος του φορτίου που μπορεί να αντέχει μια ξύλινη κατασκευή. Μεγάλη σημασία στην περίπτωση αυτή έχει και το αν το φορτίο είναι διαρκές (μόνιμο) ή εναλλακτικό (περιοδικό).

Ελαττώματα του ξύλου: Τα ελαττώματα (σφάλματα) του ξύλου ελαττώνουν τη μηχανική αντοχή του. Ο βαθμός επιδράσεως εξαρτάται από το είδος του σφάλματος (ρόζοι, ραγάδες, θλιμυγενές και εφελκυσμογενές ξύλο κ.λπ.), το βαθμό του σφάλματος, τη θέση του σφάλματος στο φορτιζόμενο ξυλοτεμάχιο και τον τρόπο φορτίσεως της ξύλινης δοκού (Tsoumis, 1991).

Ορισμένες βασικές ιδιότητες (πυκνότητα, ρίκνωση, σταθερότητα διαστάσεων, φυσική αντοχή, μηχανικές ιδιότητες) για έναν αριθμό ευρωπαϊκών και τροπικών ξύλων παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.20, όπου φαίνεται και η μεταβλητότητα των διαφόρων ποιοτικών χαρακτηριστικών μεταξύ διαφορετικών ειδών.

α/ α	Είδος ξύλου	Πυκνότητα σε Π.Υ. 12% kg/m ³	Συνολική ρίκνωση όγκου %	Σταθερότητα %		Μηχανικές Ιδιότητες			Φυσική ανθεκτικότητα εγκάρδιου ξύλου
				Εφαπτο-μενική	Ακτινική	Στατική κάμψη	Θλίψη προς τις ίνες	Μέτρο ελαστικότητας	
1	Δρυς (απόδισκη και ποδισκοφόρα)	700	19	2,5	1,5	97	52	10.100	Ανθεκτικό
2	Καστανιά	540	12	1,3	0,7	79	44	8.200	» »
3	Λεύκη (καναδική)	430	13	2,8	1,2	72	37	8.600	Όχι ανθεκτικό
4	Οξιά	720	18	3,1	1,7	118	56	12.600	» »
5	Ελάτη	420	11	1,4	0,5	66	33	9.600	Λίγο ανθεκτικό
6	Πεύκη (δάσική ή μαύρη)	510	13	2,1	0,9	83	47	10.000	» »
7	Ερυθρελάτη	470	12	2,1	1,0	60	30	9.100	» »
8	Ακαίου	530	9	1,5	0,9	78	46	9.000	Μέτρια ανθεκτικό
9	Balsa	150	8	2,0	0,6	23	16	3.200	Όχι ανθεκτικό
10	Bete	590	10	2,3	1,3	122	59	10.900	Πολύ ανθεκτικό
11	Iroko	640	9	1,0	0,5	90	55	9.400	» »
12	Makore	620	11	1,8	1,1	101	53	10.100	» »
13	Obeche	380	9	1,3	0,8	54	28	5.500	Λίγο ανθεκτικό
14	Okoume	430	10			71	38	7.900	» »
15	Ramin	660	14	3,1	1,5	134	72	14.000	Όχι ανθεκτικό
16	Sipo	660	12	1,6	1,4	103	60	10.800	Ανθεκτικό
17	Teak	640	9	1,2	0,7	106	60	10.000	Πολύ ανθεκτικό

* Η αντοχή σε στατική κάμψη χαρακτηρίζεται πολύ μικρή (< 50 N/mm²), μικρή (50-85 N/mm²), μέτρια (85-120 N/mm²), μεγάλη (120-175 N/mm²), και πολύ μεγάλη (>175 N/mm²) (βλ. Πίν. 2.18).

** Η σταθερότητα του ξύλου σχετίζεται με το άθροισμα των ποσοστών εφαπτομενικής και ακτινικής ρίκνωσης όταν η σχετική υγρασία του αέρα μειώνεται από 90% σε 60% σε θερμοκρασία 25°C. Χαρακτηρίζεται μεγάλη (όταν εφ. + ακτ. ρίκνωση < 3%), μέτρια (3-4,5%) και μικρή (>4,5%) (βλ. Πίν. 2.8).

*** Η κατάταξη των ξύλων ανάλογα με τη φυσική ανθεκτικότητα του εγκάρδιου σε προσβολές μυκήτων όταν αυτό είναι σε επαφή με το έδαφος γίνεται ως εξής: Όχι ανθεκτικό (<5 χρόνια), λίγο ανθεκτικό (5-10 χρόνια), μέτρια ανθεκτικό (10-15 χρόνια), ανθεκτικό (15-25 χρόνια), πολύ ανθεκτικό (>25 χρόνια) (βλ. Πίν. 2.9).

Πίνακας 2.20 Βασικές ιδιότητες κύριων ελληνικών και τροπικών ξύλων (Βουλγαρίδης, 1997).

Βιβλιογραφία

- Αδαμόπουλος, Σ. (2014). *Δομή Ξύλου (Θεωρία και Εργαστηριακές Σημειώσεις)*. ΤΕΙ Θεσσαλίας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, Καρδίτσα.
- Adamopoulos, S., & Voulgaridis, E. (2003). Dimensional changes of extracted and non-extracted small wood specimens of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). *Holz als Roh-und Werkstoff* 61: 264-268.
- Βασιλείου, Β. & Αϊδινίδης, Ε. (2004). *Το Ξύλο της Καρυδιάς και η Τεχνολογία Αξιοποίησής του*. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Βασιλείου, Β. & Αϊδινίδης, Ε. (2007). Παράγοντες που επιδρούν στην ποσοτική και ποιοτική απόδοση κορμοτεμαχίων ευρωπαϊκής καρυδιάς σε διακοσμητικά ξυλόφυλλα. *Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών – Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος»*, Χλόη Καστοριάς, 7-10 Οκτ. 2007, Τόμος II: 125-134.
- Βουλγαρίδης, Η., (1983). Υγροσκοπικότητα του ξύλου και σημασία στις ξυλουργικές κατασκευές. *Πρακτικά 5ου Συνεδρίου Επίπλου – Διακόσμησης – Εξοπλισμού FURNIDEC 1983*, Θεσσαλονίκη.
- Βουλγαρίδης, Η. Β. (1987). Μελέτες προσφόρησης-εκρόφησης και διαστασιακής σταθερότητας του ξύλου τριάντα ελληνικών δασικών δένδρων. *Επιστ. Επετ. Τμήματος ΔΦΠ*, Τόμος Λ: 61-131.
- Βουλγαρίδης, Η. (1994). Το δάσος, το ξύλο και η σημασία τους στην επιβίωση του ανθρώπου. *Πρακτικά 4ου Πανδυτικομακεδονικού Συνεδρίου*, 17-18 Σεπ. 1994, Γρεβενά: 151-169.
- Βουλγαρίδης, Η. (1996). *Συντήρηση και βελτίωση Ξύλου. (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)*. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Βουλγαρίδης, Η. Β. (1997). Προστασία και συντήρηση ξύλινων κατασκευών. *Πρακτικά Δημερίδας “Το ξύλο σε Υπάρχουσες Δομικές Κατασκευές: Παλιές και Νέες Τεχνολογίες”*, 27-28 Φεβ. 1997 Θεσσαλονίκη, Ειδική Έκδοση “Μνημείο και Περιβάλλον” 4 / 1997 II : 61-81.
- Βουλγαρίδης, Η. (2006). *Ποιότητα Ξύλου (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, pp 201.
- Βουλγαρίδης, Η. (2008). *Ευρωπαϊκά και Τροπικά Ξύλα με Εμπορική Σημασία: Δομή, Ιδιότητες, Χρήσεις (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)*. Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, pp 152.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- Βουλγαρίδης, Η., Κέζος, Ν., & Πασιαλής, Κ. (1980). Επίδραση εκχυλισμάτων στη ρίκνωση και πυκνότητα ξύλου πλατυφύλλου δρυός. *Επιστ. Επετ. ΓΔ Σχολής*, Τόμος ΚΓ (Παράρτημα): 231-241.
- Bolza, E. & Keating, D. (1972). *African Timber –The Properties, Uses and Characteristics of 700 Species*. Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation (CSIRO), Melbourne, Australia.
- Bolton, A. J. (1976). Biological implications of a model describing liquid flow through conifer wood. *Leiden Botanical Series* No. 3: 222-237.
- Butterfield, B.G. (2003). Wood anatomy in relation to wood quality. *In Wood Quality and its Biological Basis* (Editors: J.R. Barnett and G. Ieronimidis), Blackwell Publishing Ltd, UK: 30-52.
- Department of Scientific and Industrial Research. (1956). *A handbook of hardwoods*. Forest Products Research. London.
- Dinwoodie, J. M. (1975). Timber - a review of the structure-mechanical property relationship. *Journal of Microscopy* 104(1): 3-32.
- Ευσταθιάδης, Ν. (2005). Η Πιστοποίηση της Αειφορικής Δασικής Παραγωγής κατά την Αξιοποίηση και Διακίνηση Προϊόντων Ξύλου στην Ελλάδα σε Σχέση με τη Διεθνή Πρακτική. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Grigoriou, A., Voulgaridis, E., & Passialis, C. (1987). Plywood bonding agents from bark extractives of *Pinus halepensis* Mill. *Holzforschung u. Holzverwertung* 38(1): 9-11.
- Grösser, D. (1977). *Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- HMSO (1972). *A Handbook of Hardwoods*. BRE, Dept. Environment, HMSO, London.
- HMSO (1977). *A Handbook of Softwoods*. BRE, Dept. Environment, HMSO, London.
- Hoadley, R.B. (1980). *Understanding wood*. The Taunton Press, Inc., Connecticut, U.S.A.
- Hoadley, R.B. (1990). *Identifying Wood. Accurate Results with Simple Tools*. The Taunton Press, Inc., Connecticut, U.S.A.
- ISO 8402: (1986). Quality – Vocabulary.
- Johansson, G., Kliger, I.R., & Perstoper., M. (1994). Quality of structural timber-product specification system required by end-users. *Holz als Roh-u. Werkstoff* 52(1): 42-48.

- Κακαράς, Ι. (2009). *Τεχνολογία Ξύλου: Πρίση, Ξήρανση, Εμποτισμός, Καμπύλωση, Καπλαμάς*. Εκδοτικός οίκος ΟΜΙΛΟΣ ΙΩΝ, Αθήνα.
- Malan, F. S. (1992). The quality and basic wood properties of four provenances of south African grown *Pinus tecunumanii*. *All-Division 5 IUFRO Conference "Forest Products"*, Aug. 23-28, Vol. 1.
- Meylan, B. A. & Butterfield, B. G. (1972). *Three Dimensional Structure of Wood: A Scanning Electron Microscope Study*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Μπαρμπούτης, Ι. & Βουλγαρίδης, Η. (2005). Εμφάνιση σφαλμάτων στο ξύλο κατά τη διάρκεια ξήρανσης. Αφίσα.
- Panshin, A.J., & De Zeeuw, C. (1980). *Textbook of Wood Technology (4th edition)*. McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Passialis, C., Grigoriou, A., & Voulgaridis, E.V. (1993). Utilization of oleoresin and bark extractives from *Pinus halepensis* Mill. *In wood products. Foresterranee 93, International Seminar on Mediterranean Forest Products Technology*, 13-14 May 1993, Avignon, France, foret mediterranee XVI (1): 19-27, 1995.
- Passialis, C., Grigoriou, A., & Voulgaridis, E.V. (1988). Verleirung von Spanplatten mit Rindenextrakten der *Pinus halepensis* Mill. *Holzforschung u. Holzverwertung* 40(3): 50-52.
- Pereira, H., Graca, J., & Rodrigues, J. C. (2003). Wood chemistry in relation to quality. *In Wood Quality and its Biological Basis* (Editors: J.R.Barnett and G. Ieronimidis), Blackwell Publishing Ltd, UK : 53-86.
- Petric, B., & Scukanec V. (1973). Volume percentage of tissues in wood of conifers grown in Yugoslavia. *IWA Bull.* 2: 3-7.
- Smith, D. N. & Lee, E. (1958). The Longitudinal Permeability of some Hardwoods and Softwoods. Forest Products Research Special Report No. 13, HMSO, London.
- Savidge, R. A. (2003). Tree growth and wood quality. *In Wood Quality and its Biological Basis* (Editors: J.R.Barnett and G. Ieronimidis), Blackwell Publishing Ltd, UK (2003): 1-29
- Siau, J. F. 1984. Transport Processes in Wood. *Springer Series in Wood Science* (Ed. T.E. Timell), Springer Verlag, Berlin/N.Y.
- Τσουμής, Γ. (1980). Ανθυγιεινές επιδράσεις από την κατεργασία ξύλου. *Ιατρική* 38: 75-77.
- Τσουμής, Γ. (1983). *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση του Ξύλου. (Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου)*. Θεσσαλονίκη.
- Tsoumis, G. (1991). *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Chapman and Hall, N.Y.
- Τσουμής, Γ., Βουλγαρίδης, Η., & Πασιαλής, Κ. (1976). *Μηχανική κατεργασία του ξύλου (Σημειώσεις)*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, pp. 40.
- Voulgaridis, E. (1993). Oleoresin and gum rosin from *Pinus halepensis* Mill. As basic constituents in water repellent formulations applied to wood. *Holz als Roh-u. Werkstoff* 51 : 324-328.
- Voulgaridis, E., Grigoriou, A., & Passialis, C. (1985). Investigations on bark extractives of *Pinus halepensis* Mill. *Holz als Roh - u. Werkstoff* 43: 269-272.
- Voulgaridis, E. V., & Passialis, C. (1999). Natural resins and extractives as protective agents of wood against water uptake. *Proceedings Cost Action E2: Wood Durability Final Conference "Advances in Wood Preservation in Europe"*, EMPA, St. Gallen, Switzerland, 25-27 January, 1999.
- Wilkinson, J. G. (1979). *Industrial Timber Preservation. Associated business*. Press, London.
- Wimmer, R. (1992). Multivariate structure-property relations for pine wood. *All Division 5 IUFRO Conference "Forest Products"*, Aug. 23-28, 1992. Vol. 1.
- Wimmer, R. (2015). Wood Quality – Causes, Methods, Control. [https://botanik.boku.ac.at/wood/wood quality](https://botanik.boku.ac.at/wood/wood%20quality).

3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου

Σύνοψη

Παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου, τα οποία διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: α) ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής (δομή αυξητικών δακτυλίων, μορφολογία κυττάρων, χημική σύσταση και υποδομή του ξύλου, εγκάρδιο-σομφό ξύλο, ανώριμο ξύλο, φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά), β) ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου ακανόνιστης δομής (θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο, στρεψοϊνία, αποκλίσεις των δέντρων από την τυπική εξωτερική μορφή, ραγάδες, χρωματικές ανωμαλίες, κ.λπ.), γ) δευτερογενή ποιοτικά χαρακτηριστικά από τη ρίψη και διαμόρφωση δέντρων, τη μετατόπιση και μεταφορά των κορμοτεμαχίων, την παραμονή ξύλου σε θέσεις συγκέντρωσης), δ) ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω κατεργασιών του ξύλου, ε) ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω διαφόρων χρήσεων του ξύλου και συνθηκών χρήσεων και γίνεται παρουσίαση βασικών προϊόντων και κατασκευών του ξύλου.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία : 1. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 2. Jane, F.W. 1970. *The Structure of Wood*. 3. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 4. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 5. Tsoumis, G. 1968. *Wood as Raw Material*. 6. Tsoumis, G. 1992. *Harvesting Forest Products*. 7. Eaton, R.A. and Hale, M.D.C. 1993. *Wood Decay, Pests and Protection*. 8. Cartwright, K.ST.G. and W.P.K. Findlay 1969. *Decay of Wood and its Prevention*. 9. Goodell, B., Nicholas, D.D. and Schultz, T.P. 2003. *Wood Deterioration and Preservation*. 10. Megraw, R.A. 1985. *Wood Quality Factors in Loblolly Pine*. 11. Findlay, W.P.K. 1978. *Timber properties and uses*. 12. Κακαράς, Ι. 2012. *Τεχνολογία Ξύλινων Δομικών Κατασκευών*. 13. U.S. F.P.L. 1974. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. 14. Timell, T.E. *Compression Wood in Conifers, Vol. 1, 2 and 3*.

Λεξιλόγιο: Ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου, κανονική δομή ξύλου, ξύλο ακανόνιστης δομής, αυξητικά ποιοτικά χαρακτηριστικά, δευτερογενή σφάλματα, αλλοίωση του ξύλου από βιολογικούς παράγοντες, αξιοποίηση ξύλου, χρήσεις του ξύλου, *wood quality characteristics, normal and abnormal wood, growth defects, secondary defects, wood deterioration from biological factors, wood utilization, wood uses*.

Τα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την ποιότητα του ξύλου μπορούν να προέλθουν από διάφορα αίτια και είναι δυνατό να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες (Βουλγαρίδης, 2006):

- α. Χαρακτηριστικά που προέρχονται από την κανονική αύξηση των δένδρων (ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής).
- β. Χαρακτηριστικά που προέρχονται από οποιαδήποτε απόκλιση από την κανονική αύξηση των δένδρων και σχετίζονται με την επίδραση εξωγενών ή άλλων παραγόντων (ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου ακανόνιστης δομής).
- γ. Ποιοτικά χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στο ξύλο στις διάφορες φάσεις ρίψεως, διαμορφώσεως, μετακίνησης και αποθήκευσής του από την υλοτομία των δένδρων μέχρι την έναρξη κατεργασίας του στο εργοστάσιο (δευτερογενή ποιοτικά χαρακτηριστικά).
- δ. Χαρακτηριστικά που προέρχονται από τις διάφορες φυσικοχημικές και μηχανικές κατεργασίες στα εργοστάσια ξύλου (ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω κατεργασιών).
- ε. Χαρακτηριστικά που εμφανίζονται κατά την διάρκεια χρήσεως του ξύλου κάτω από την επίδραση βιολογικών και αβιοτικών παραγόντων (ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω χρήσεων).

3.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής

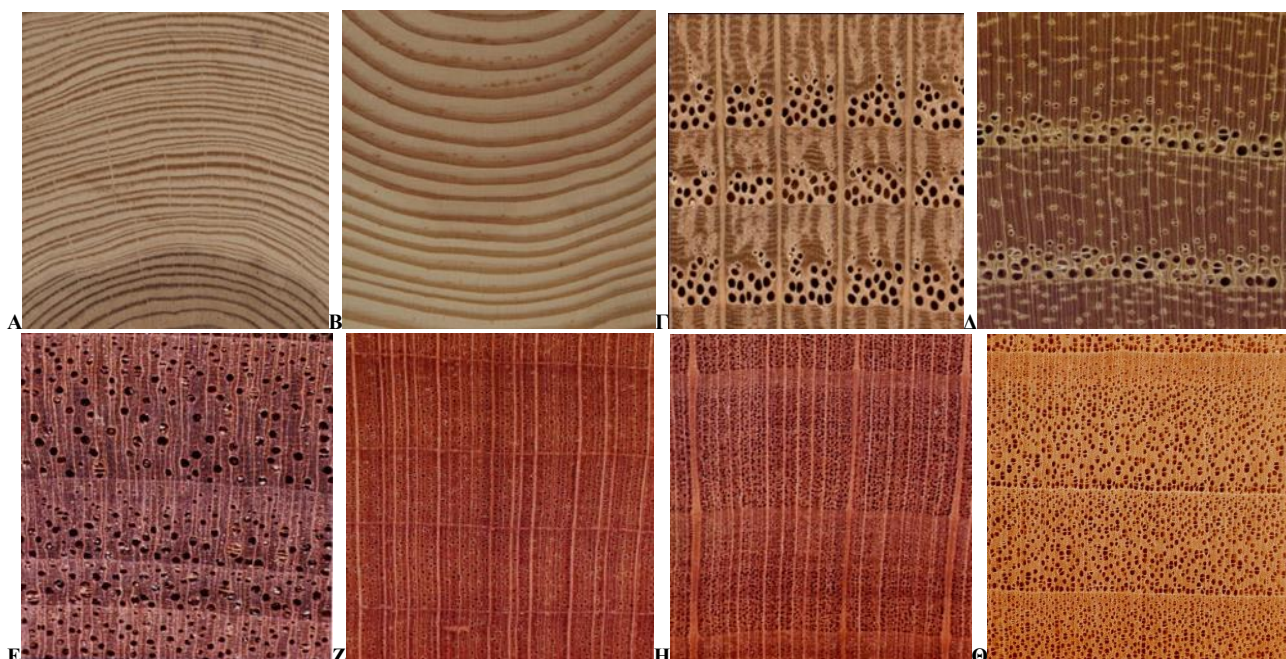
Τα ποιοτικά αυτά χαρακτηριστικά συνοψίζονται στα εξής (Tsoumis, 1991; Desch & Dinwoodie, 1996):

- α. **Δομή των αυξητικών δακτυλίων** (πλάτος δακτυλίων, πλάτος πρώιμου και όψιμου ξύλου, είδη κυττάρων, μορφολογία τους, αναλογία και κατανομή τους στη συγκρότηση ξύλου μέσα σε κάθε αυξητικό δακτύλιο, θέση των δακτυλίων στο δένδρο) (Εικ. 3.1).
- β. **Χαρακτηριστικά μορφολογίας των κυττάρων** που αναφέρονται στο μήκος και στη διάμετρο των στοιχείων αυτών, γεωμετρικό σχήμα, πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων, είδος, αριθμός, μέγεθος και χαρακτηριστικά βοθρίων. Επίσης, η αναλογία των κυττάρων μεταξύ τους, ο τρόπος σύνδεσης και συγκρότησης του ξύλου, η κατεύθυνση των κυττάρων σε σχέση με τον άξονα του δένδρου αποτελούν παραμέτρους που προσδίδουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά εμφάνισης και συμπεριφοράς του ξύλου (βλ. κεφ. 1ο). Τα βοθρία, ιδιαίτερα τα αλωφόρα βοθρία των κωνοφόρων με τις διάτρητες μεμβράνες και τα βοθρία

διασταυρώσεως, έχουν μεγάλη σημασία σε διάφορους χειρισμούς του ξύλου με νερό ή χημικές προστατευτικές και άλλες ουσίες (Εικ. 3.2).

γ. Διαφοροποιήσεις στη χημική σύσταση και στη μικροκατασκευή (υποδομή) του ξύλου. Τα χημικά συστατικά του ξύλου (κυτταρίνη, λιγνίνη, ημικυτταρίνες, εκχυλίσματα) διαφοροποιούνται σε οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση μέσα στον κορμό του δένδρου (Σχ. 3.1 Α, Β) Η γωνία των μικροϊνιδίων διαφέρει μεταξύ των στρώσεων S_1 , S_2 και S_3 του δευτερογενούς τοιχώματος (Εικ. 3.1 Γ) και, ιδιαίτερα στη στρώση S_2 , μεταβάλλεται και αυτό επηρεάζει σημαντικά πολλές από τις ιδιότητες του ξύλου. Διαφοροποιήσεις παρατηρούνται και στο βαθμό κρυσταλλικότητας αφού η περιεκτικότητα σε κυτταρίνη μεταβάλλεται εγκάρσια των κυτταρικών τοιχωμάτων (Σχ.3.1 Β).

δ. Εγκάρδιο-Σομφό ξύλο (heartwood-sapwood). Η μετατροπή σομφού ξύλου σε εγκάρδιο είναι βιολογική εκδήλωση και γίνεται σε όλα τα δέντρα μετά από κάποια ηλικία. Η έναρξη της μετατροπής αυτής μπορεί να συμπίπτει με την αρχή της ενήλικης ή ώριμης περιόδου του δένδρου. Σε πολλά δασοπονικά είδη η διάκριση σομφού και εγκαρδίου ξύλου είναι εύκολη λόγω του διαφορετικού (σκοτεινότερου) χρώματος του εγκαρδίου (πέυκη, κυπαρίσσι, άρκευθος, ίταμος, ακακία, αϊλανθος, μουριά, δρυς, καστανιά, φτελιά, κ.ά.), ενώ σε άλλα είδη (π.χ. οξιά, ερυθρελάτη) δεν διακρίνεται διαφορά (Εικ. 3.3).



Εικόνα 3.1 Μακροσκοπική εμφάνιση αυξητικών δακτυλίων και πρόϊμο-όψιμο ξύλο σε μαύρη πέυκη (Α), ψευδοτσούγκα (Β), φυλλοβόλο δρυ (Γ), φράζος (Δ), καρδιά (Ε), σφενδάμι(Ζ), οξιά (Η) και λεύκη (Θ) (Βουλγαρίδης, 2015).

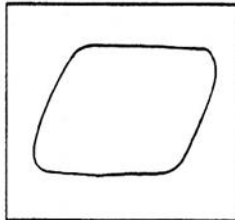
Σχετικές έρευνες σε δέντρα ερυθρελάτης έδειξαν ότι η ηλικία του δένδρου και ο ρυθμός της κατά διάμετρο αύξησης επηρεάζουν σημαντικά το πλάτος της ζώνης ή τη σχετική επιφάνεια του σομφού ξύλου (Σχ. 3.2Α). Όσο μεγαλύτερος ο ρυθμός αύξησης τόσο μεγαλύτερο και το πλάτος της ζώνης του σομφού ξύλου (Sellin, 1996, Σχ. 3.2Β). Οι μεταβολές που έχουν παρατηρηθεί κατά το σχηματισμό σομφού σε εγκάρδιο ξύλο συνοψίζονται στα εξής:

1. Συσσώρευση εκχυλισμάτων
2. Μεταβολή χρώματος προς το σκοτεινότερο (όχι πάντοτε)
3. Θάνατος παρεγχυματικών κυττάρων (απώλεια πρωτοπλάσματος και πυρήνα)
4. Απόφραξη αλωφόρων βοθρίων (στα κωνοφόρα)
5. Σχηματισμός τυλώσεων (σε πλατύφυλλα) και τυλωσοειδών (σε κωνοφόρα με ρητινοφόρους αγωγούς)
6. Εξαφάνιση (υδρόλυση) αμύλου που υπάρχει σε παρεγχυματικά κύτταρα
7. Σημαντική μείωση της υγρασίας του εγκαρδίου ξύλου στα κωνοφόρα (από 150% σε 40-50% κατά μ.ό.)
8. Παύση της συμμετοχής του εγκαρδίου στη διακίνηση τροφών.

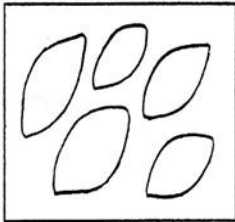
ε. Ανώριμο ξύλο (juvenile wood, immature wood). Οι πρώτοι αυξητικοί δακτύλιοι κοντά στην εντεριόνη (συνήθως 8-20 αυξητικοί δακτύλιοι) σχηματίζουν το «ανώριμο ξύλο», το οποίο αποτελεί έναν κεντρικό κύλινδρο στον κορμό και παρουσιάζει διαφοροποιημένη δομή και ιδιότητες από το ξύλο που παράγεται

αργότερα «ώριμο ξύλο» (mature wood) με αποτέλεσμα να είναι κατώτερης ποιότητας ξύλο (βλ. κεφ. 4ο). Ανώριμο ξύλο παράγεται από όλα τα δέντρα και ο σχηματισμός του είναι ανεξάρτητος από τον ρυθμό αύξησης. Υπάρχουν, όμως, διαφορές μεταξύ των δένδρων και ειδών ως προς τη διάμετρο του κυλίνδρου του ανώριμου ξύλου και τη διάρκεια σχηματισμού του.

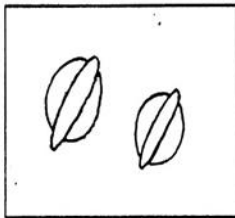
Τύποι ημιαλωφόρων βοθρίων
κωνοφόρων-Βοθρία διασταυρώ-
σεως (cross-field pits)



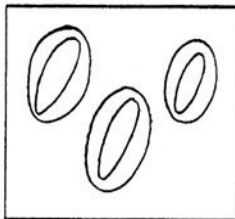
Παραθυροειδή
Δασική
Μαύρη
Βαλκανική πεύκη



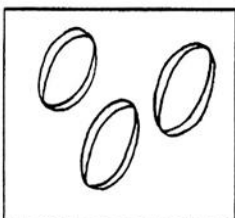
Πευκοειδή
Χαλέπιος, τραχεία
Λευκόδερμη
Κουκουναριά



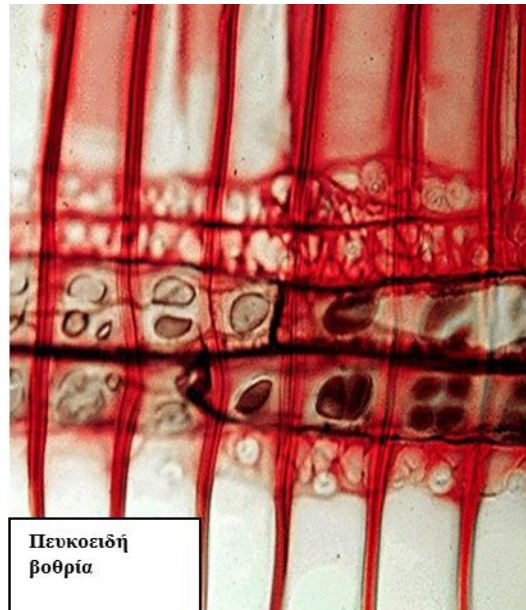
Ερυθρελάτοιδη
Ερυθρελάτη
Λάρικα
Ψευδοτσούγκα



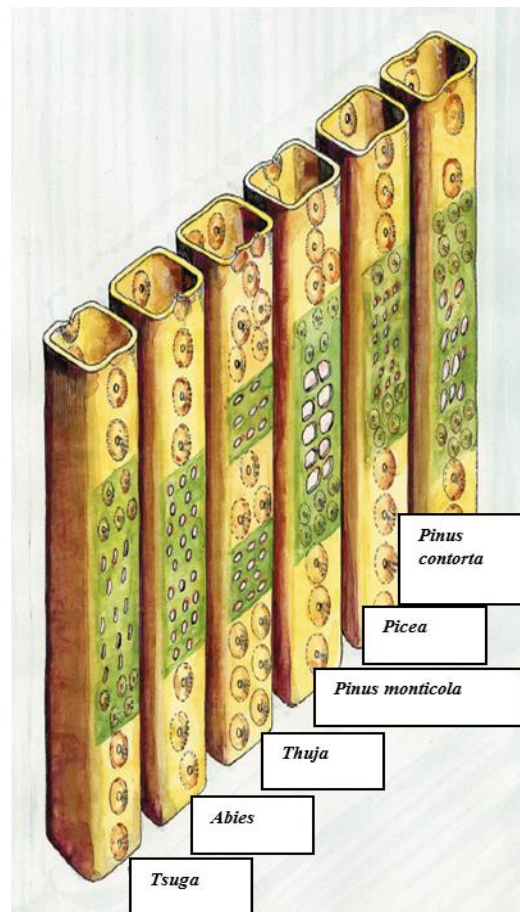
Κυπαρισσοειδή
Κυπαρίσσι
Αρκευθος
Tsuga
Chamaecyparis



Ταξοδιοειδή
Ελάτη
Thuja
Sequoia
Taxodium

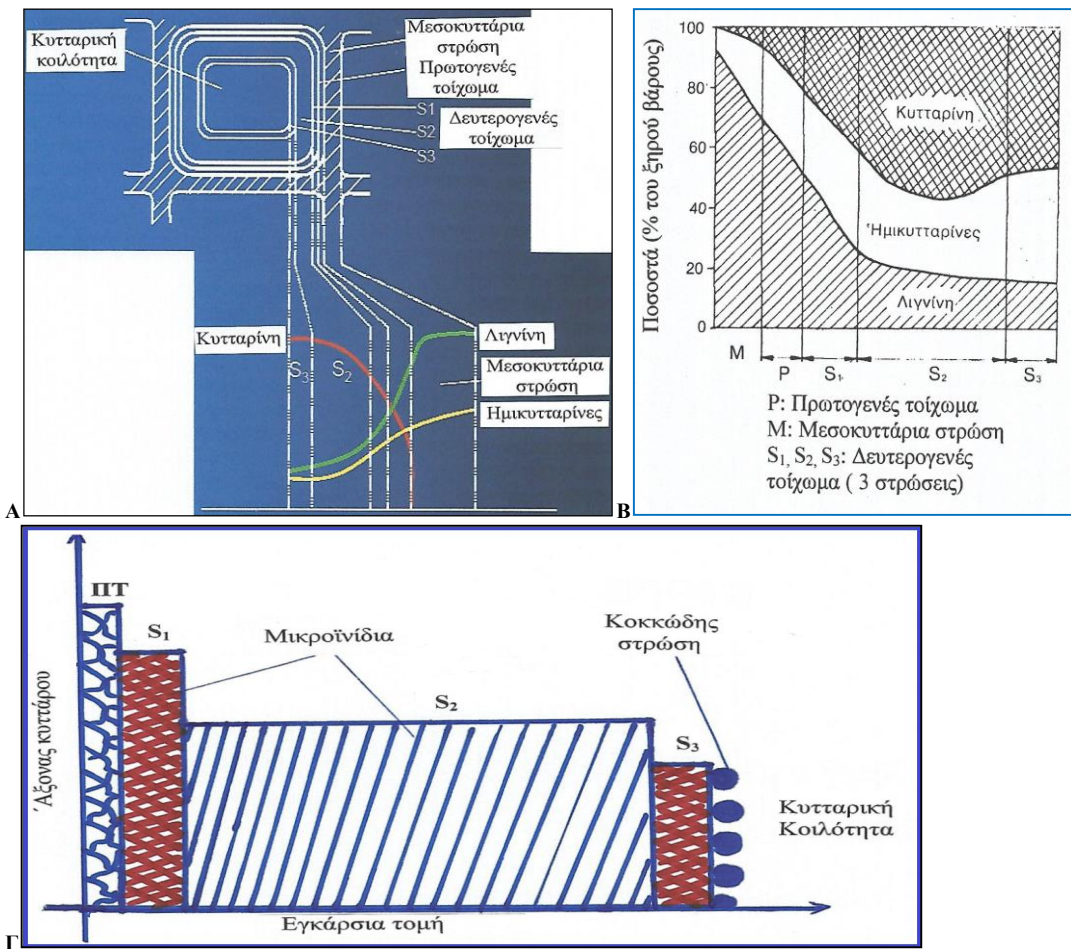


Πευκοειδή
βοθρία



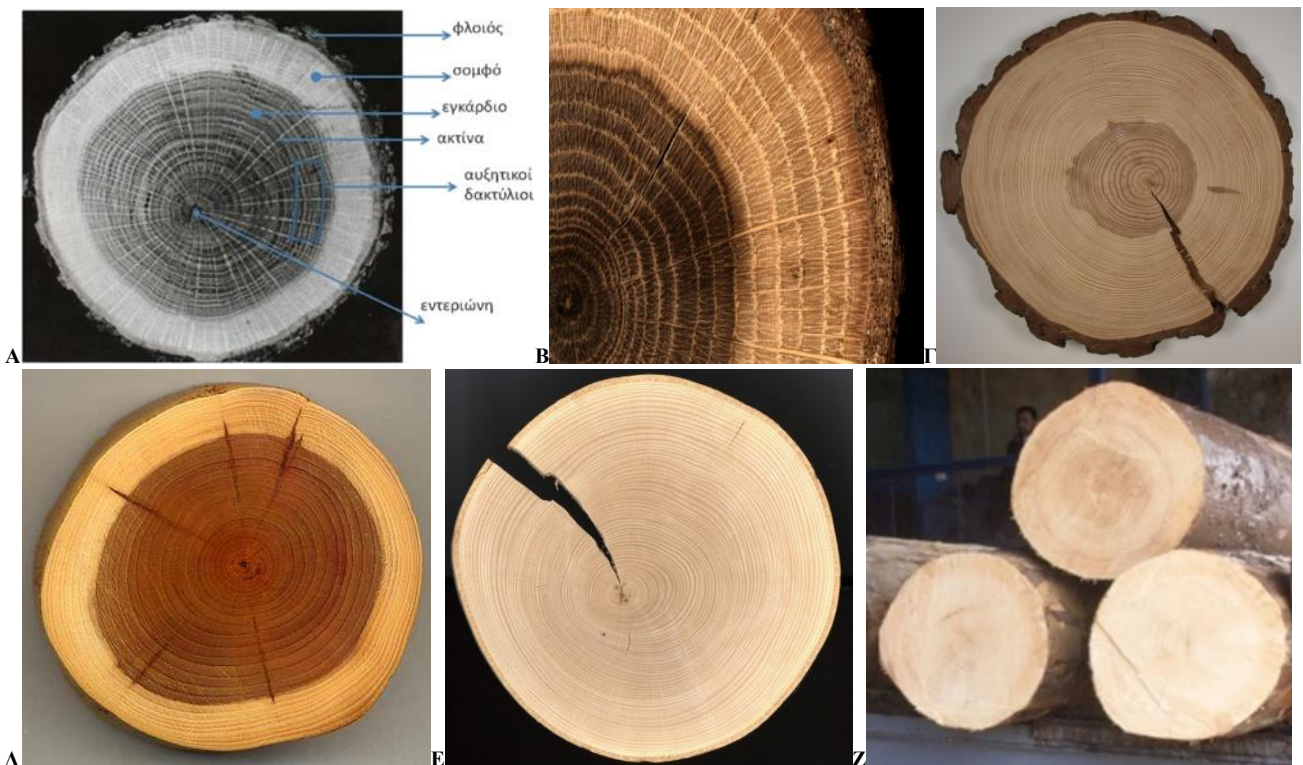
Εικόνα 3.2 Τύποι ημιαλωφόρων ζευγών βοθρίων σε κωνοφόρα (Αδαμόπουλος, 2014).

- Οι διαφορές δομής και ιδιοτήτων του ανώριμου με το ανώριμο ξύλο συνοψίζονται στα εξής (Σχ. 3.3):
- μικρότερο μήκος κυττάρων και, γενικά, μικρότερες διαστάσεις κυττάρων και λεπτότερα κυτταρικά τοιχώματα,
 - ταχέως μεταβαλλόμενη δομή στο ανώριμο ξύλο και διαφοροποιημένο ποσοστό όψιμου ξύλου,
 - μεγαλύτερη γωνία μικροϊνιδίων στη μεσαία στρώση, χαμηλότερο ποσοστό κυτταρίνης και μικρότερος βαθμός κρυσταλλικότητας,
 - χαμηλότερη συνήθως μηχανική αντοχή και ελαστικότητα,
 - χαμηλότερη απόδοση σε χημικό χαρτοπολτό κατώτερης ποιότητας,
 - συχνότερη εμφάνιση σφαλμάτων (στρεβλότητα, περισσότεροι ρόζοι, ραγάδες) σε διάφορα προϊόντα μηχανικής κατεργασίας (π.χ. πριστή ξυλεία, ξυλόφυλλα),
 - χαμηλότερη ποιότητα προϊόντων σε μορφή πλάκας (μοριοπλάκες, ινοπλάκες) που προέρχονται από ανώριμο ξύλο σε ότι αφορά ορισμένες ιδιότητες (π.χ. διαστασιακή σταθερότητα, κατά πάχος διόγκωση).

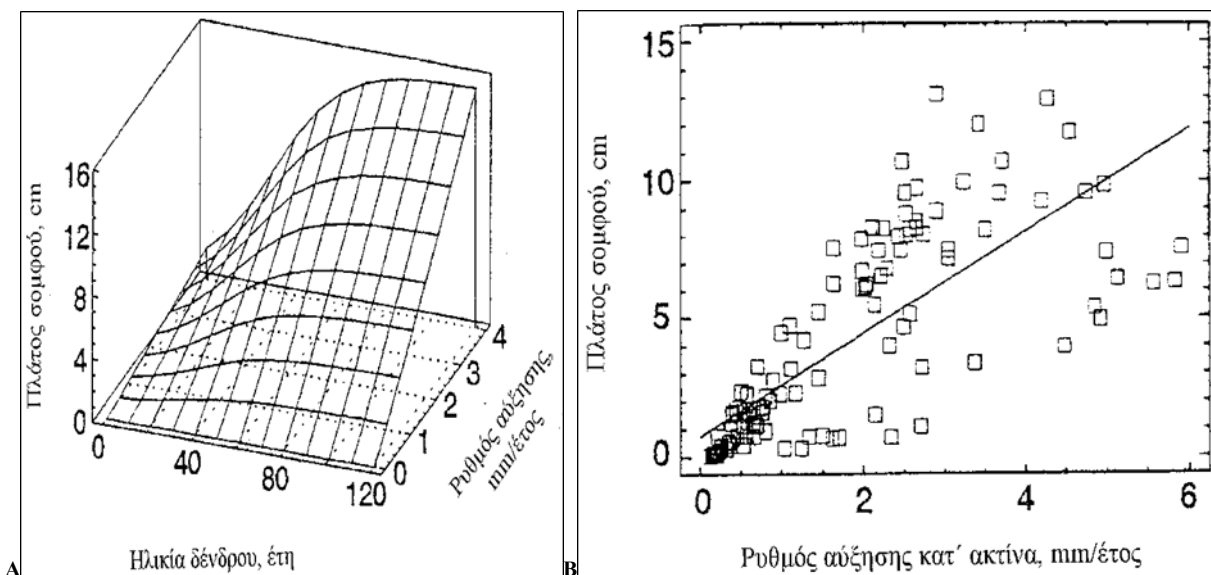


Υπόμνημα				
Στρώσεις κυτταρικού τοιχώματος	ΠΤ (Πρωτ. τοίχωμα)	S1 στρώση	S2 στρώση	S3 στρώση
Γωνία μικροϊνιδίων		50 ⁰ -90 ⁰	20 ⁰ -30 ⁰	50 ⁰ -90 ⁰
Αριθμός υποστρώσεων		4-6	30-150	0-6
Πάχος (μm)	0,23-0,34	0,12-0,35	1,77-3,68	0,10-0,15

Σχήμα 3.1 Α, Β. Κατανομή κυτταρίνης (cellulose), ημικυτταρινών (hemicelluloses) και λιγνίνης (lignin) στο πρωτογενές (primary wall) και δευτερογενές (secondary wall) κυτταρικό τοίχωμα και στη μεσοκυττάρια στρώση (middle lamella) των κυττάρων του ξύλου Γ. Χαρακτηριστικά υποδομής των κυτταρικών τοιχωμάτων (A. Wimmer, 2015; B. Tsoumis, 1991. Γ. Σχεδίαση Βουλγαρίδη).



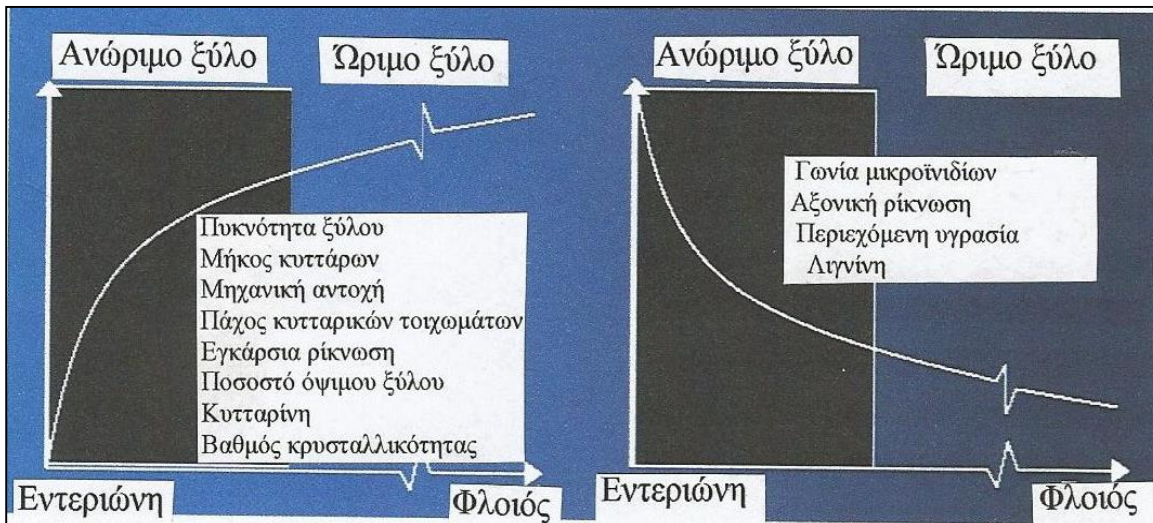
Εικόνα 3.3 Χρωματιστό εγκάρδιο ξύλο (κεντρικό τμήμα) και σομφό ξύλο (περιφερειακά) ανοιχτότερου χρώματος, σε φυλλοβόλο δρυ (Α, Β), πεύκη (Γ) και ίταμο (Δ). Ε, Ζ: Εγκάρδιο ξύλο ίδιου χρώματος με το σομφό ξύλο σε οξιά (Ε) και ερυθρελάτη (Ζ) (Βουλγαρίδης, 2015).



Σχήμα 3.2 Α. Πλάτος (κατ' ακτίνα) σομφού ξύλου ερυθρελάτης σε σχέση με την ηλικία του δένδρου και το μέσο ρυθμό αύξησης κατά διάμετρο. Β. Ευθύγραμμη σχέση πλάτους σομφού ξύλου (Σζ) και ρυθμού αύξησης (Πα) κατά διάμετρο για δέντρα ερυθρελάτης ($\Sigma\zeta = 1,85 \Pi\alpha + 0,743$, $R^2 = 0,58$) (Sellin, 1996).

Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις δομής στο ανώριμο ξύλο συνεπάγονται και διαφοροποιημένες τιμές φυσικών, μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων σε σύγκριση με το ώριμο ξύλο. Από τεχνική άποψη, οι διαφορές δομής και ιδιοτήτων μεταξύ ανώριμου και ώριμου ξύλου δεν είναι επιθυμητές διότι είναι δυνατό να προκαλέσουν δευτερογενή σφάλματα κατά τις μηχανικές και φυσικές κατεργασίες του ξύλου. Όμως, δεν είναι δυνατό να αποκλεισθεί ο σχηματισμός του ανώριμου ξύλου κατά τη διάρκεια αύξησης και ανάπτυξης των δασικών δένδρων. Ο διαχωρισμός του ανώριμου από το ώριμο ξύλο κατά την αξιοποίησή του δεν είναι εύκολος κατά την πρίση, και όταν γίνεται με ειδικά σχέδια πρίσης συνεπάγεται πρόσθετη δαπάνη. Στην

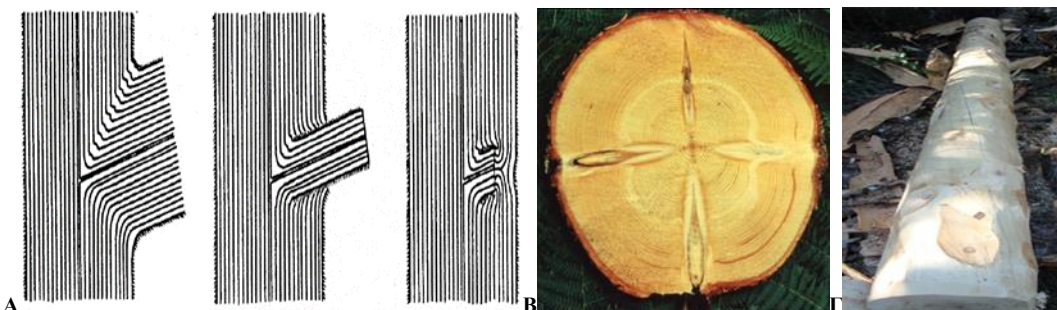
περίπτωση εκτύλιξης των κορμών για παραγωγή ξυλοφύλλων, ο διαχωρισμός αυτός είναι εύκολος και οφείλεται στον τρόπο μηχανικής κατεργασίας (εκτύλιξη) καθώς και στο γεγονός ότι τα παραγόμενα ξυλοφύλλα από τον κεντρικό κύλινδρο του κορμού που εκτυλίσσεται είναι πολύ χαμηλής ποιότητας και έτσι διακόπτεται η εκτύλιξη του κεντρικού αυτού κυλίνδρου που συμπίπτει περίπου με την περιοχή του ανώριμου ξύλου.



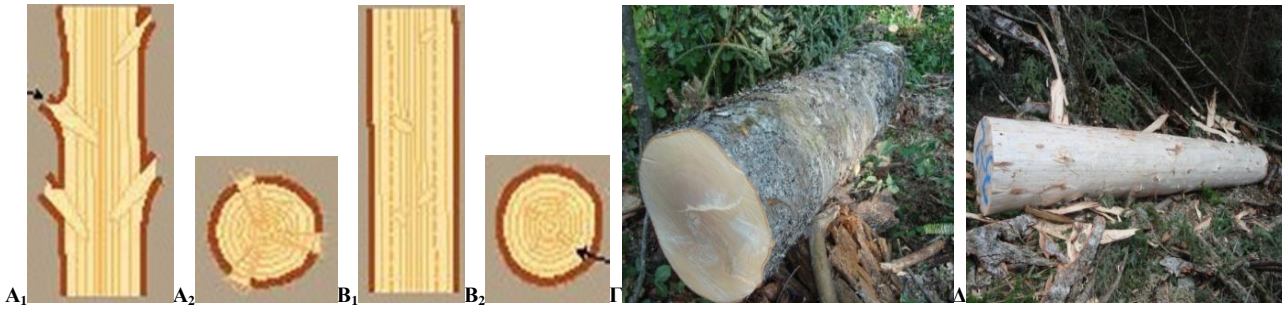
Σχήμα 3.3 Διαφορές δομικών χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων μεταξύ ανώριμου και ώριμου ξύλου (Wimmer, 2015).

στ. Φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά. Τα κυριότερα φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά, τα οποία επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα του ξύλου, από τεχνική πάντοτε άποψη, είναι:

- 1) ο εγκλεισμός νεκρών ή ζωντανών κλαδιών στο ξύλο του κορμού κατά την διάρκεια αύξησης των δένδρων που δημιουργεί τους χαλαρούς ή τους σύμφυτους ρόζους (knots), αντίστοιχα (Εικ. 3.4 και 3.5).
- 2) η εντεριώνη (pith) που συμπίπτει με τον κατακόρυφο άξονα του δένδρου, έχει διαφορετική δομή από το ξύλο (αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα) και περιβάλλεται από νεαρό (άτυπο) ξύλο. Εμφανίζεται με διάφορα σχήματα (κυκλικό, ελλειψοειδές, τριγωνικό, αστεροειδές, κ.ά.) στα διάφορα δασοπονικά είδη και δεν μπορεί να αποφευχθεί ο σχηματισμός του. Η εντεριώνη αποτελεί περιοχή αδυναμίας της συνοχής του ξύλου ως υλικού, επιτείνει τη δημιουργία ραγάδων στην πριστή ξυλεία και, από τεχνική άποψη, είναι ανεπιθύμητη (βλ. Εικ. 3.4B).



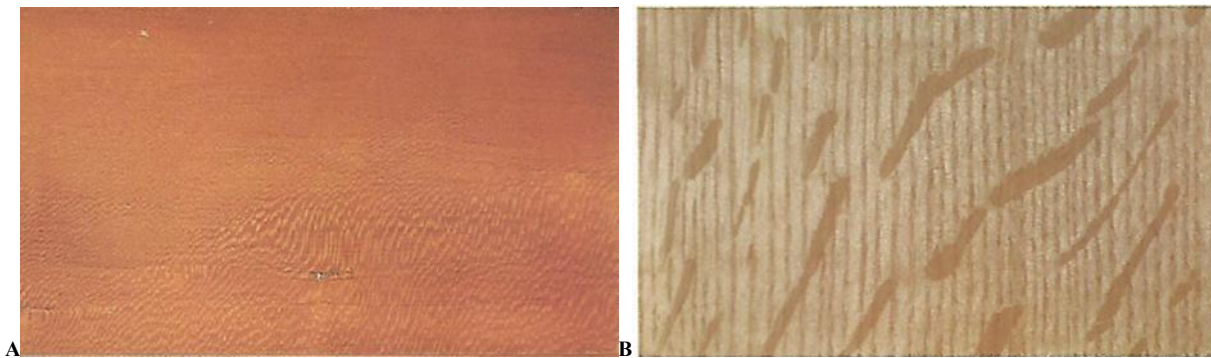
Εικόνα 3.4 Α. Δημιουργία σύμφυτου ρόζου από εγκλεισμό ζωντανών κλαδιών (αριστερά), χαλαρού ρόζου από εγκλεισμό ξηρών κλαδιών (μέσο) και άρροζου ξύλου μετά από τεχνητή κλάδευση (δεξιά). Β. Εγκάρσια τομή κορμού ελάτης, που δείχνει πως ενσωματώνονται τα κλαδιά στο ξύλο του κορμού κατά την αύξηση του δέντρου και δημιουργούν τους ρόζους. Διακρίνεται η εντεριώνη (στο κέντρο), το εγκάρδιο ξύλο (κεντρικό τμήμα), μια ενδιάμεση ζώνη ανοικτότερου χρώματος μεταξύ εγκαρδίου και σομφού ξύλου και σομφό ξύλο (εξωτερικό τμήμα). Γ. Ρόζοι και στρεψοδία σε κορμοτεμάχιο ελάτης.



Εικόνα 3.5 Παραγωγή κορμοξύλου με ρόζους (A_1 , A_2) και άρροζου ξύλου μετά από κλάδευση (B_1 , B_2) - βλ. βέλη (Από αρχείο Εργαστηρίου Υλοχρηστικής). Γ, Δ : Κορμοτεμάχιο χωρίς ρόζους (οξιά) (Γ) ή με μικρούς και λίγους ρόζους (ελάτη) (Δ) (Κουτσιανίτης, 2015).

Παρουσία ρόζων και εντεριώνης επηρεάζουν δυσμενώς την ποιότητα του ξύλου επειδή έχουν διαφορετική δομή από το ξύλο που περιβάλλει τα χαρακτηριστικά αυτά.

Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά ποιότητας και οι διαφοροποιήσεις τους μεταξύ δασοπονικών ειδών, μεταξύ δένδρων του ίδιου είδους αλλά και μέσα σε κάθε δένδρο επηρεάζουν σημαντικά τις φυσικές, μηχανικές και χημικές ιδιότητες του ξύλου και στη συνέχεια τον τρόπο αξιοποίησής του. Επιπλέον, ορισμένα φυσικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν περισσότερο ή λιγότερο την εμφάνιση του ξύλου που είναι και αυτή στοιχείο ποιότητας. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι το χρώμα του ξύλου που κυμαίνεται από λευκό μέχρι μαύρο και περιλαμβάνει πολλές ενδιάμεσες αποχρώσεις, η σχεδίαση η οποία αναφέρεται στην εμφάνιση του ξύλου σε αξονικές επιφάνειες (ακτινικές, εφαπτομενικές), η υφή (αναφέρεται στην εμφάνιση της εγκάρσιας επιφάνειας), η φυσική στιλπνότητα κ.ά. Η ποικιλία χρωμάτων και σχεδιάσεων αλλά και η δυνατότητα τροποποίησης του χρώματος του ξύλου με βαφές και βερνίκια χωρίς κατ' ανάγκη να εξαφανίζεται η ελκυστική σχεδίασή του (νερά), αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα του ξύλου ως υλικού και ικανοποιεί πλείστες επιθυμίες των καταναλωτών. Η εμφάνιση της γνωστής "χρυσαλίδας" σε ακτινικές επιφάνειες δρυός (Εικ. 3.6) ή των εναλλαγών πρώιμου και όψιμου ξύλου σε εφαπτομενικές επιφάνειες είναι ασυναγώνιστα ποιοτικά στοιχεία υπέρ του ξύλου.



Εικόνα 3.6 Σχεδίαση ακτινικής τομής ξύλου φυλλοβόλου δρυός («χρυσαλίδα») που προτιμάται σε δάπεδα (A) και ακτινική τομή ξύλου αγριοκερασιάς (B) (Hoadley, 1990).

Η ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών ξύλου κανονικής δομής θα ακολουθήσει στο κεφ. 4^ο.

3.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά ξύλου ακανόνιστης δομής

Τα δασοπονικά είδη κατά τη μακροχρόνια περίοδο ανάπτυξής τους και κάτω από τις επιδράσεις των κλιματικών και εδαφικών συνθηκών, αυξητικών τάσεων που αναπτύσσονται καθώς και επιδράσεων από βιολογικούς παράγοντες, είναι δυνατό να παρουσιάζουν διαφόρων ειδών αποκλίσεις από την κανονική δομή στο ξύλο τους οι οποίες, όπως είναι ευνόητο, υποβαθμίζουν πάντοτε την ποιότητα του παραγόμενου ξύλου στο δάσος.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτής της κατηγορίας περιλαμβάνουν (Tsoumis, 1991; Desch and Dinwoodie, 1996) (Εικ. 3.7 και 3.8).



Εικόνα 3.7 Σφάλματα ξύλου σε ελάτη (Α-Μ) και οξιά (Ν-Π). Α: Κλαδοβρίθεια σε δέντρο που δεν υπέστη τεχνητή κλάδευση. Β, Γ: Ρόζοι. Δ: Στρεψοίγια και επιφανειακές ραγαδώσεις σε κορμοτεμάχιο ελάτης λόγω επιφανειακής ξήρανσης μετά την αποφλοιώση, Ε: Αποκλίσεις κορμών από την τυπική κατακόρυφη θέση. Ζ: Δημιουργία πολυελαίου στη βάση του δέντρου. Η: Διχάλωση που προκαλεί διπυρήνωση. Θ: Διπυρήνωση σε εγκάρσια τομή λόγω διχάλωσης. Ι: Θλιψιγενές ξύλο. Κ: Περιφερειακή ραγάδα σε καστανιά. Λ: Ραγάδα σε ξύλο λεύκης μετά τη ρίψη. Μ: Υγρό εγκάρδιο ελάτης. Ν, Ξ: Εφελκυσμογενές ξύλο και εκκεντρότητα σε ξύλο οξιάς. Ο: Ερυθρό εγκάρδιο σε ξύλο οξιάς. Π: Ερυθρό εγκάρδιο ακανόνιστης διατομής και σήψη σε ξύλο οξιάς (Βουλγαρίδης, 2015).

- 1) Παρουσία θλιψιγενούς ξύλου (compression wood) στα κωνοφόρα (Εικ. 3.7 Ι) και εφελκυσμογενούς ξύλου (tension wood) στα πλατύφυλλα. Το ξύλο αυτό είναι ακανόνιστης δομής (reaction wood) και επηρεάζει δυσμενώς την ποιότητα του ξύλου σε βαθμό που η ταυτόχρονη αξιοποίησή του με κανονικής δομής ξύλο πρέπει να αποφεύγεται.

- 2) Στρεψοΐνια (spiral grain) ή απόκλιση των ινών από την ευθυΐνια ή συστροφή των ινών. Μεγαλύτερη γωνία του μήκους ινών σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα του δένδρου καθιστά σοβαρότερο το σφάλμα (Εικ. 3.7 Δ).
- 3) Αποκλίσεις των δένδρων από την τυπική εξωτερική μορφή (κλίση, κάμψη, διχάλωση, γονατοειδής ή πιστολοειδής βάση, διόγκωση βάσεως, κωνικομορφία, ελλειψοειδείς, ακανόνιστες και κυματοειδείς διατομές).
- 4) Ακανόνιστη διάταξη αυξητικών δακτυλίων με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται εκκεντρότητα (έκκεντρη τοποθέτηση της εντεριώνης στην εγκάρσια τομή), ψευδείς και ασυνεχείς δακτύλιοι, διπυρήνωση ή πολυπυρήνωση.
- 5) Ραγάδες που προέρχονται από ισχυρές τάσεις θλίψεως (θλιψιγενείς) καθώς και από αυξητικές τάσεις (ραγάδες τοξοειδείς ή περιφερειακές, διαμετρικές ή αστεροειδείς ραγάδες) και ρητινοθύλακες (σε κωνοφόρα).
- 6) Χρωματικές ανωμαλίες (χρωματικές κηλίδες, εγκλεισμένο σομφό, «υγρό εγκάρδιο» (π.χ. σε ελάτη, λεύκη) (Εικ. 3.8 Α,Β), ακανόνιστο-κόκκινο εγκάρδιο της οξιάς (Εικ. 3.8 Γ,Δ) , καστανό εγκάρδιο φράξου, παγοεγκάρδιο) και τραυματικές ακανονιστίες που μπορούν να προέλθουν από οργανικούς και ανόργανους παράγοντες.



Εικόνα 3.8 Εμφάνιση «υγρού εγκάρδιου» με κανονική (κυκλική) διατομή (Α) και ακανόνιστη διατομή (Β) στη βάση κορμοτεμαχίων υβριδογόνου ελάτης. Κορμοτεμάχιο οξιάς χωρίς ερυθρό εγκάρδιο (Γ) και με ακανόνιστο ερυθρό εγκάρδιο (Δ) (Α, Β, Γ : Κουτσιανίτης, 2015; Δ: Αδαμόπουλος, 2014).

3.3. Δευτερογενή ποιοτικά χαρακτηριστικά

Μέχρι την υλοτομία των δένδρων, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου ξύλου χαρακτηρίζονται πρωτογενή και οφείλονται στον τρόπο και τις συνθήκες αύξησης και ανάπτυξης των δασικών δένδρων. Ο κύκλος αυτός κατά τον οποίο παράγεται το ξύλο από διάφορα δασοπονικά είδη είναι μακροχρόνιος (100-150 χρόνια) και τελειώνει με την υλοτομία των δένδρων, τη διαμόρφωσή τους σε κορμοτεμάχια (στρόγγυλη ξυλεία) ή σε ξυλεία μικρών διαστάσεων (βιομηχανικό, κιβωτιοποιίας, καυσόξυλο) και τη μετακίνηση και μεταφορά τους σε μονάδες επεξεργασίας και αξιοποίησης (βιομηχανίες και βιοτεχνίες ξύλου).

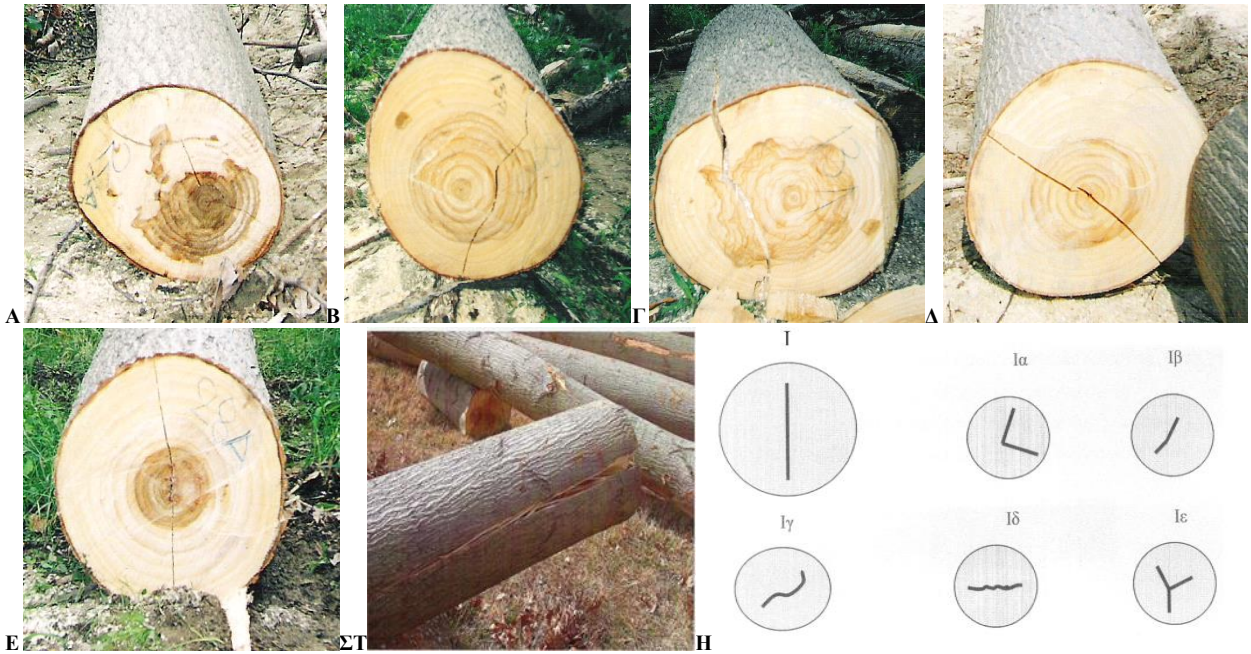
Από τη στιγμή της υλοτομίας των δένδρων μέχρι την έναρξη κατεργασίας του ξύλου στα εργοστάσια μεσολαβεί ελάχιστος χρόνος (μέρες) ή και καθόλου αλλά συχνά ο κύκλος αυτός διαρκεί πολλούς μήνες ή και πάνω από ένα έτος. Κατά τη διάρκεια του κύκλου αυτού παρατηρούνται οι εξής φάσεις (Εικ. 3.9, 3.10, 3.11):

- 1) **Ρίψη των δένδρων.** Ο τρόπος υλοτομιών στη χώρα μας (επιλογικές υλοτομίες) ευνοεί την πρόκληση ζημιών στα απομένοντα μικρά και μεγάλα δέντρα του δάσους καθώς ένα δένδρο υλοτομείται ανάμεσα σε άλλα δέντρα (Εικ. 3.9). Με την πτώση του το δένδρο μπορεί να εκφλοιώσει άλλα ιστάμενα δέντρα, να σπάσει μικρά δέντρα ή κλαδιά και κορυφές μεγάλων δένδρων. Έτσι, αχρηστεύεται ένας αριθμός δένδρων που δεν είναι ώριμα ακόμη για υλοτομία, ενώ οι πληγώσεις (εκφλοιώσεις) δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες εισόδου μυκήτων που οδηγούν σιγά-σιγά σε σήψη του εγκάρδιου ξύλου ιστάμενων δένδρων. Ζημιές, όμως, μπορούν να προκληθούν και στα ίδια τα υλοτομούμενα δέντρα από μη κατάλληλη τεχνική ρίψεως και πτώση του δένδρου σε ανώμαλη επιφάνεια του εδάφους. Χρειάζεται, επομένως, προσοχή ώστε να μην προκαλούνται θραύσεις στο ίδιο το δένδρο είτε λόγω κακής τεχνικής της ρίψεως είτε λόγω της πτώσης του δένδρου με δύναμη στο έδαφος είτε για άλλους λόγους (Εικ. 3.10) αλλά να ελαχιστοποιούνται και οι πληγώσεις και οι θραύσεις στα εναπομένοντα δέντρα. Και στις δύο περιπτώσεις, προκύπτει είτε άμεση υποβάθμιση της ποιότητας του ξύλου που έχει παραχθεί μετά από αναμονή δεκαετιών και σπατάλη πολύτιμου ξύλου είτε μετά από βαθμιαία υποβάθμιση του ξύλου που σχηματίζεται στα πληγωμένα δέντρα.

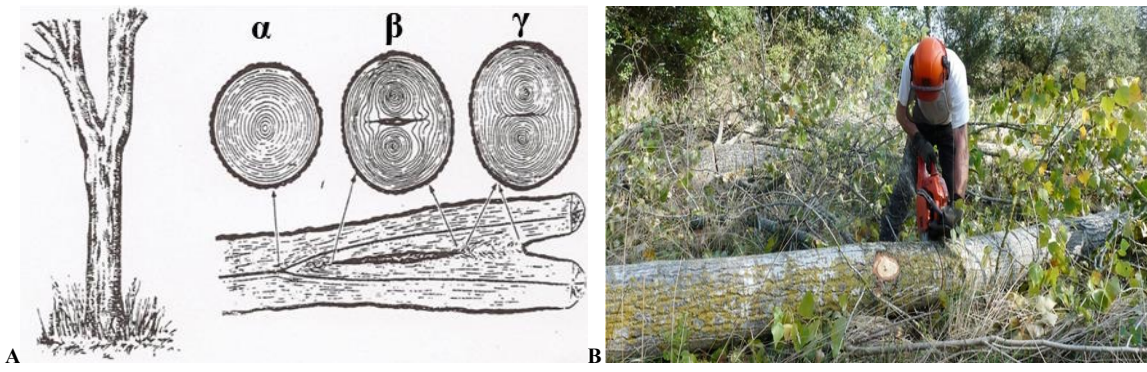
- 2) **Διαμόρφωση των δένδρων σε δασικά προϊόντα** (αποκλάδωση, τεμαχισμός, αποφλοιώση, κ.λπ.) που πρέπει να γίνεται με ορισμένους κανόνες για να μην προκύπτουν πρόσθετα σφάλματα με συνέπεια να υποβαθμίζεται η ποιότητα του ξύλου ή να γίνεται σπατάλη ξύλου. Ιδιαίτερα ο τεμαχισμός των κορμών σε κορμοτεμάχια αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές φάσεις για την αξιοποίηση του ξύλου κατά την οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα φυσικά ελαττώματα του ξύλου (Εικ. 3.11) και ο τρόπος κατανομής τους στα παραγόμενα κορμοτεμάχια, τα προϊόντα στα οποία πρόκειται να αξιοποιηθεί το ξύλο, να μην γίνονται λοξές τομές, να αποφεύγονται σχίσσεις των κορμοτεμαχίων κατά τον τεμαχισμό, να γίνονται ακριβείς μετρήσεις, διανομή των ελαττωμάτων σε λιγότερα κορμοτεμάχια και αν είναι δυνατό στην υπερδιάσταση, κ.λπ. Επίσης, πρέπει να επιδιώκεται ποιοτικά καλή αποκλάδωση και αποφλοιώση (να μην αφήνονται κλαδιά να προεξέχουν από τον κορμό κατά την αποκλάδωση ή τμήματα φλοιού κατά την αποφλοιώση που ευνοούν την ανάπτυξη εντόμων και μυκήτων, κ.λπ.) (βλ. Εικ. 3.9 Δ, Ζ, Η).
- 3) **Μετατόπιση και μεταφορά.** Το ξύλο είναι δυνατό να υποβαθμισθεί κατά τη μετατόπισή του από το υλοτόμιο στο δασόδρομο ή στον τόπο συγκεντρώσεως είτε κατά την πρόσδεση και αποσύνδεσή του με μεταλλικά μέρη είτε κατά τη μετακίνησή του (σύρση) μέσα στο δάσος (βλ. Εικ. 3.9 Θ). Κατά τη μετατόπιση μπορούν να προκληθούν πληγώσεις και σε ιστάμενα δέντρα που βρίσκονται δεξιά και αριστερά των συρτοδρόμων. Οι συνθήκες μεταφοράς αλλά και ο χρόνος μεταφοράς του ξύλου ή προϊόντων ξύλου, ιδιαίτερα όταν γίνονται εισαγωγές ξυλείας από χώρες του εξωτερικού, είναι δυνατό να επηρεάσουν δυσμενώς την ποιοτική κατάσταση της ξυλείας.
- 4) **Παραμονή του ξύλου** στα υλοτόμια, δασοδρόμους, πλατείες συγκέντρωσης, κορμοπλατείες και σανιδοπλατείες των εργοστασίων ξύλου. Σε όλες τις παραπάνω θέσεις η παραμονή του ξύλου πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή. Επειδή όμως αυτό δεν είναι δυνατό πολλές φορές να επιτευχθεί, χρειάζεται λήψη κατάλληλων μέτρων ώστε να ελαχιστοποιηθεί η υποβάθμιση της ποιότητας του ξύλου. Τα μέτρα αυτά μπορούν να περιλάβουν:
- (α) Κατάλληλη επιλογή της θέσης ή του γηπέδου για προσωρινή αποθήκευση ή παραμονή της ξυλείας (όχι υγρές θέσεις αλλά ούτε και εκτεθειμένοι στον ήλιο για να μην ευνοείται η προσβολή από μύκητες και η ραγάδωση).
 - (β) Τοποθέτηση κορμοτεμαχίων με τάξη πάνω σε υποστηρίγματα και όχι απευθείας στο έδαφος. Προφύλαξη από έντονη επιφανειακή ραγάδωση (βλ. Εικ. 3.7 Δ).
 - (γ) Προφύλαξη των άκρων (εγκάρσιων διατομών) των παραγόμενων κορμοτεμαχίων, ιδιαίτερα μεγάλης αξίας ξύλων, με παραφίνη ή άλλες ανθυγροσκοπικές ουσίες ή με σιδερένιους συνδετήρες (Εικ. 3.12). Οι ραγαδώσεις ή το σχίσσιμο των κορμών και κορμοτεμαχίων αμέσως μετά τη ρίψη ή κατά τον τεμαχισμό των κορμών, αντίστοιχα, είναι δυνατό να σχετίζονται με γενετικούς λόγους ή με την ποιότητα τύπου. Το 35% των κορμών ευκαλύπτου που σχίζονται μετά τη ρίψη αποδίδεται σε γενετικούς λόγους (π.χ. μη κατάλληλη επιλογή κλώνων) (Wimmer, 2015), αλλά μπορούν να επιταθούν ή να δημιουργηθούν και από την απώλεια υγρασίας, την ανισοκατανομή υγρασίας μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών στρωμάτων του ξύλου και την ανάπτυξη ισχυρών εσωτερικών τάσεων λόγω ανισοτροπίας ρίκνωσης και διόγκωσης.
 - (δ) Ραντισμός των κορμοτεμαχίων με κατάλληλα μυκητοκτόνα ή εντομοκτόνα για αποφυγή προσβολών. Ιδιαίτερο πρόβλημα στην Ελλάδα αποτελεί η κυάνωση που προκαλείται από χρωστικούς μύκητες κυρίως σε ξυλεία πεύκης που βρίσκεται στο δάσος, σε κορμοπλατείες, αλλά και αμέσως μετά την πρίση και στοιβάσή της για φυσική ξήρανση (Τσουμής & Βουλγαρίδης, 1978; Κακαράς, 1984; Κακαράς & Κατενίδης, 1986) (Εικ. 3.13 Α-Ι).
 - (ε) Συνεχής ή περιοδικός ψεκασμός κορμοτεμαχίων με νερό ή τοποθέτησή τους σε υδατοδεξαμενές (Εικ. 3.13-ΙΙ), λίμνες, ποτάμια για αποφυγή προσβολών της ξυλείας από χρωστικούς και σηπτικούς μύκητες και έντομα καθώς και από ραγαδώσεις (Τσουμής, 1987). Αυτό ενδιαφέρει ιδιαίτερα ευπαθή εγχώρια (π.χ. οξιά) ή τροπικά δασοπονικά είδη.



Εικόνα 3.9 Διαδικασία ρίψεως και διαμορφώσεως ενός δέντρου ελάτης. Α,Β: ρίψη και πτώση του δέντρου, Γ: επιπεδοποίηση βάσης, Δ: αποκλάδωση, Ε: τεμαχισμός, Ζ: αποφλοιώση, Η: αποφλοιωμένο κορμοτεμάχιο, Θ: μετατόπιση κορμοτεμαχίου από το υλοτόμιο στο δασόδρομο (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.10 A-Z : Εμφάνιση ραγαδώσεων σε εγκάρσιες τομές (A,B,Γ,Δ,E) και κατά μήκος του κορμού (ΣΤ) κλώνων λεύκης I-214 κατά την πτώση των δένδρων αμέσως μετά τη ρίψη ή κατά τον τεμαχισμό των κορμών. Η. Επικρατέστεροι τύποι ραγαδώσεων διερχόμενοι από την εντεριώνη που παρατηρήθηκαν κατά την πτώση δένδρων του κλώνου I-214 ή κατά τον τεμαχισμό των κορμών σε περιοχή του Ν. Σερρών (Γιαγλή, 2005; Γιαγλή & Βουλγαρίδης, 2007).



Εικόνα 3.11 Α. Παράδειγμα τεμαχισμού κορμού δέντρου με διχάλωση. Ο τεμαχισμός του κορμού πρέπει να γίνεται στη θέση α και όχι στις θέσεις β ή γ για να αποφεύγεται η διπυρήνωση και να παράγονται καλύτερης ποιότητας κορμοτεμάχια. Β. Τεμαχισμός κορμού ελάτης (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.12 Ραγαδώσεις ή σχίσσιμο των άκρων και κατά μήκος των κορμοτεμαχίων και προφύλαξη με συνδετήρες (δεξιά) (Wimmer, 2015).

Μυκητικές προσβολές μπορούν να εκδηλωθούν στις παρακάτω περιπτώσεις εφόσον οι συνθήκες θερμοκρασίας (άριστο 25°C) και υγρασίας του ξύλου (άριστο ~ 35%, λίγο πάνω από το σημείο ινοκόρου=30%) είναι ευνοϊκές:

- Σε κορμοτεμάχια, πριστή ξυλεία και τεμαχίδια ξύλου που δεν έχουν ακόμη ξηραθεί και βρίσκονται σε επίπεδα υγρασίας μεγαλύτερα από 22%.
- Σε στύλους, πασσάλους, γέφυρες, ξυλεία μεταλλείων, στρωτήρες σιδηροδρόμων, κ.ά., ιδιαίτερα στο τμήμα του ξύλου που είναι σε επαφή με το έδαφος ή υγραίνεται συχνά.
- Ξύλινες κατασκευές σε συγκοινωνιακά μέσα (αυτοκίνητα, βάρκες, πλοία, βαγόνια τρένων, αεροπλάνα).
- Ξύλινα σπίτια, εξωτερικές επενδύσεις, υπαίθριες κατασκευές, κ.ά.

Ένας αριθμός μυκήτων παρουσιάζει εκλεκτικότητα και προσβάλλουν συγκεκριμένα είδη ξύλου ή κατηγορίες ξύλου (κωνοφόρα, πλατύφυλλα), ενώ άλλοι μύκητες προσβάλλουν αδιακρίτως κωνοφόρα και πλατύφυλλα είδη. Προκαλούν καστανές, λευκές και μαλακές σήψεις (brown, white and soft rots) ανάλογα με τα οργανικά συστατικά του ξύλου που καταναλώνουν οι μύκητες, τον τρόπο και τις συνθήκες προσβολής και προσβάλλουν ξύλινες κατασκευές, ιδιαίτερα όταν αυτές είναι σε επαφή με το έδαφος ή το νερό και όταν η υγρασία του ξύλου διατηρείται σε υψηλά επίπεδα για μεγάλα χρονικά διαστήματα (Εικ. 3.14 και Εικ. 3.15).

Προσβολή ξύλου σε χρήση από ξυλοφάγα έντομα παρατηρείται σε εξωτερικούς αλλά και εσωτερικούς (π.χ. έπιπλα, δάπεδα, κουφώματα, πόρτες, στέγες, κ.ά.) χώρους χρήσεως του ξύλου (Εικ. 3.16 Α-Μ), ενώ ξύλο σε επαφή με θαλασσινό νερό μπορεί να προσβληθεί από θαλασσινούς ξυλοφάγους οργανισμούς (Εικ. 3.16 Ν, Ξ, Ο).

Σε όλες τις περιπτώσεις προσβολών από βιολογικούς οργανισμούς και ανάλογα με τις συνθήκες προσβολής (περισσότερο ή λιγότερο ευνοϊκές), το ξύλο υφίσταται βαθμιαία σοβαρές αλλοιώσεις της δομής, της χημικής σύστασής και των ιδιοτήτων του και στα τελικά στάδια της προσβολής αποδιοργανώνεται πλήρως και παύει πλέον να εξυπηρετεί τη συγκεκριμένη χρήση.



Εικόνα 3.13 I. Μακροσκοπική εμφάνιση κνάνωσης σομφού ξύλου σε εγκάρσια τομή μαύρης πεύκης (Α) και κορμοτεμαχίων ελάτης (C), που προκαλείται από χρωστικούς μύκητες οι οποίοι μεταχρωματίζουν αντιαισθητικά το ξύλο χωρίς να το σαπίζουν. Μικροσκοπική εμφάνιση που δείχνει συγκέντρωση των υφών των μυκήτων στις ακτίνες (B) και υφή μύκητα να κατευθύνεται στο επόμενο κύτταρο μέσω του στομιού ζεύγους βοθρίων (D) στη μαύρη πεύκη (A,B,D: Τσουμής & Βουλγαρίδης, 1978; C. Tsoumis, 1991). II και III. Αποθήκευση κορμοτεμαχίων οξιάς (II) και τσόγκας (III) σε υδατοδεξαμενές πριν οδηγηθούν σε πρίση για πρόληψη προσβολών από μύκητες σήψεως (II. Βουλγαρίδης, 2015).

3.4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω κατεργασιών

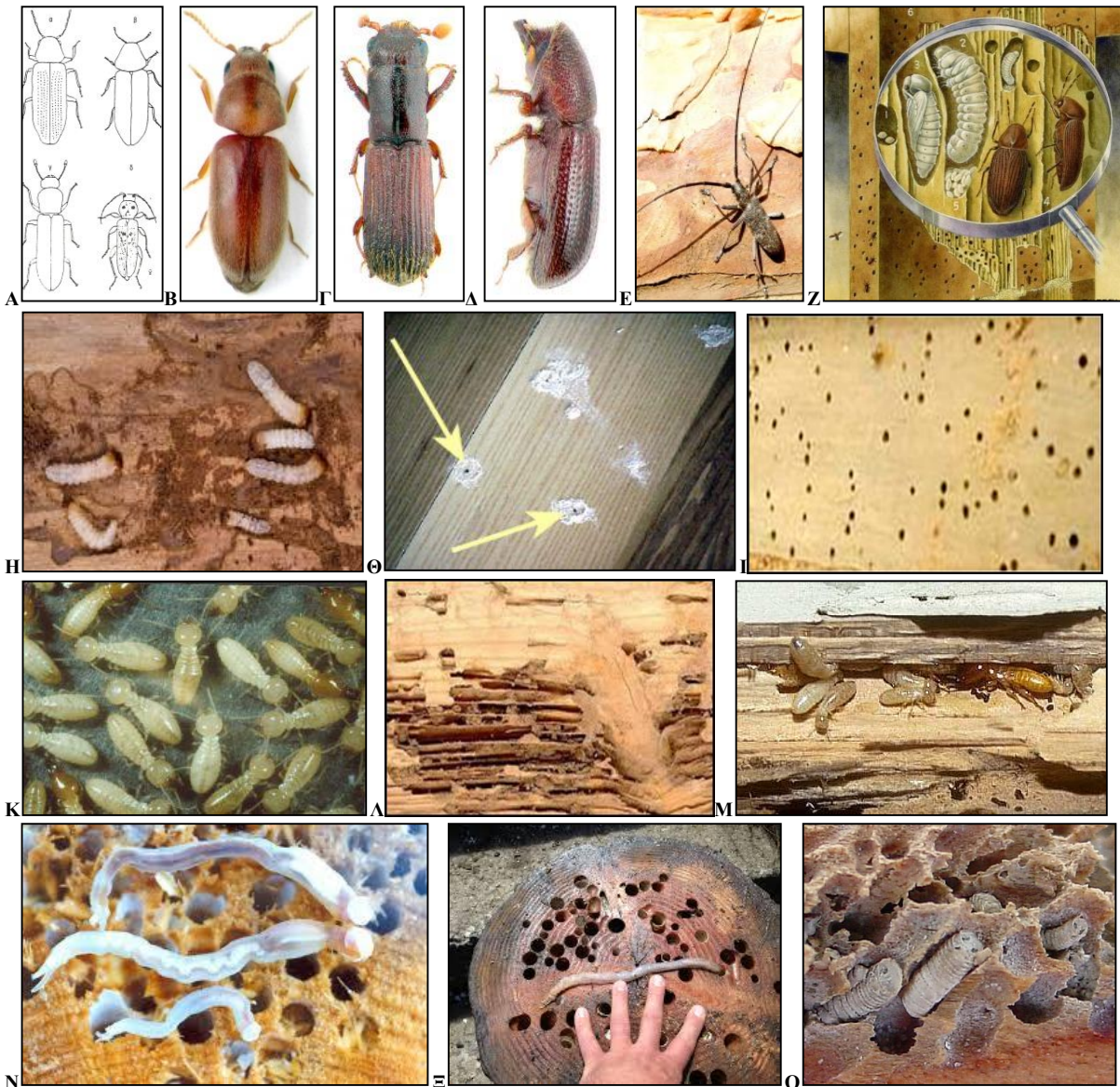
Το ξύλο υφίσταται διάφορες φυσικές, μηχανικές και χημικές επεξεργασίες ώστε να αξιοποιηθεί κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο και να παραχθούν προϊόντα καλής ποιότητας και υψηλής προστιθέμενης αξίας. Το είδος των ποικίλων μηχανημάτων κατεργασίας ξύλου και το επίπεδο συντήρησής τους, το είδος των διαφόρων χημικών ουσιών, συγκολλητικών ουσιών και επιφανειακών επικαλύψεων του ξύλου, η εφαρμογή συγκεκριμένων μεθόδων και συνθηκών κατεργασιών, ο ποιοτικός έλεγχος της παραγωγής και η εφαρμογή προδιαγραφών σε όλη την παραγωγική διαδικασία καθώς και στο τελικό προϊόν έχουν πολύ μεγάλη σημασία στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.



Εικόνα 3.14 Μακροσκοπική εμφάνιση προσβολής από σηπτικούς μύκητες (Α) σε εγκάρσιες τομές κορμοτεμαχίων. Β. Προσβολή κορμοτεμαχίου από μύκητα και δημιουργία καρποσώματος. Γ. Προσβολή κυτταρικών τοιχωμάτων από την εσωτερική πλευρά σε μικροσκοπικό επίπεδο. Γ-Α. Σήψη ξύλινων κατασκευών- βάσεις ξύλινων οικημάτων (Γ,Δ), στρωτήρων σιδηροδρόμων (Ε,Ζ), στύλων τηλεπικοινωνιών και εξηλεκτρισμού (Η-Κ) και ξύλινου φράκτη κήπου (Λ). Παρατήρηση την ευαίσθητη περιοχή μωκητικής προσβολής σε στύλους, πάνω και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (Η,Θ), την πλήρη αποδιοργάνωση του ξύλου μετά από σήψη (Ι) και την πτώση στύλου ΔΕΗ λόγω σήψεως (Κ)(Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.15 Διάκριση των σήψεων σε καστανές (Α), λευκές (Β) και μαλακές σήψεις (Γ), σε τελικά στάδια. Το ξύλο αποδιοργανώνεται πλήρως (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.16 A-E: Κύρια είδη ξυλοφάγων τέλειων εντόμων (στο A: α. *Anobium punctatum*, β. *Xestovium rufovillosum*, γ. *Lyctus brunneus*, δ. *Xylotrupes bajulus*), βιολογικός τους κύκλος μέσα στο ξύλο (Z), δράση των προνυμφών ξυλοφάγων εντόμων στο εσωτερικό προβεβλημένου ξύλου (H), που είναι το καταστρεπτικό στάδιο και μικρο-οπές με ξυλόσκονη στην επιφάνεια προσβεβλημένου από ξυλοφάγα έντομα ξύλο (Θ, Ι). K, Λ, M: Έντομα-τερμίτες (K) και δράση υπόγειων τερμιτών στο εσωτερικό ξύλου (Ξ,Ο). N, Ξ, O: Ξυλοφάγοι θαλασσινοί οργανισμοί *Teredo* (N,Ξ) και *Limnoria* (O) ((Βουλγαρίδης, 2015).

Οι μηχανικές κατεργασίες του ξύλου περιλαμβάνουν πλήθος ξυλουργικών μηχανημάτων (πίσεως, παραγωγής ξυλοφύλλων, θρυμματισμού, κ.ά.) και λειτουργιών (πίση με πριόνια, κοπή με μαχαίρια, πλάνιση, τόννευση, διάτρηση, κ.ά.), και μπορούν να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Κακή συντήρηση των μηχανημάτων, μη κανονική ακόνιση των δοντιών πριονιών και των ακμών μαχαιριών, εφαρμογή ακατάλληλης μεθόδου πίσεως, κ.λπ. οδηγούν σε υποβαθμισμένα ποιοτικά προϊόντα και μεγαλύτερη φθορά.

Οι φυσικές και χημικές κατεργασίες του ξύλου περιλαμβάνουν την ξήρανση, άτμιση, εμποτισμό, συγκόλληση, επιφανειακούς χρωματισμούς και επικαλύψεις, χημικές επεξεργασίες ξυλοτεμαχιδίων για παραγωγή χαρτοπολτού, κ.λπ. και μπορούν να έχουν εξαιρετικά θετική επίδραση στην παραγωγή προϊόντων ποιότητας. Αντίθετα η εφαρμογή μη ενδεδειγμένων προγραμμάτων επεξεργασιών και χρησιμοποίηση ακατάλληλων ουσιών μπορούν να οδηγήσουν σε μη ικανοποίηση των προδιαγραφών που ισχύουν από τα προϊόντα ή και σε πλήρη αποτυχία των παραγόμενων προϊόντων και κατασκευών.

3.5. Ποιοτικά χαρακτηριστικά λόγω χρήσεων

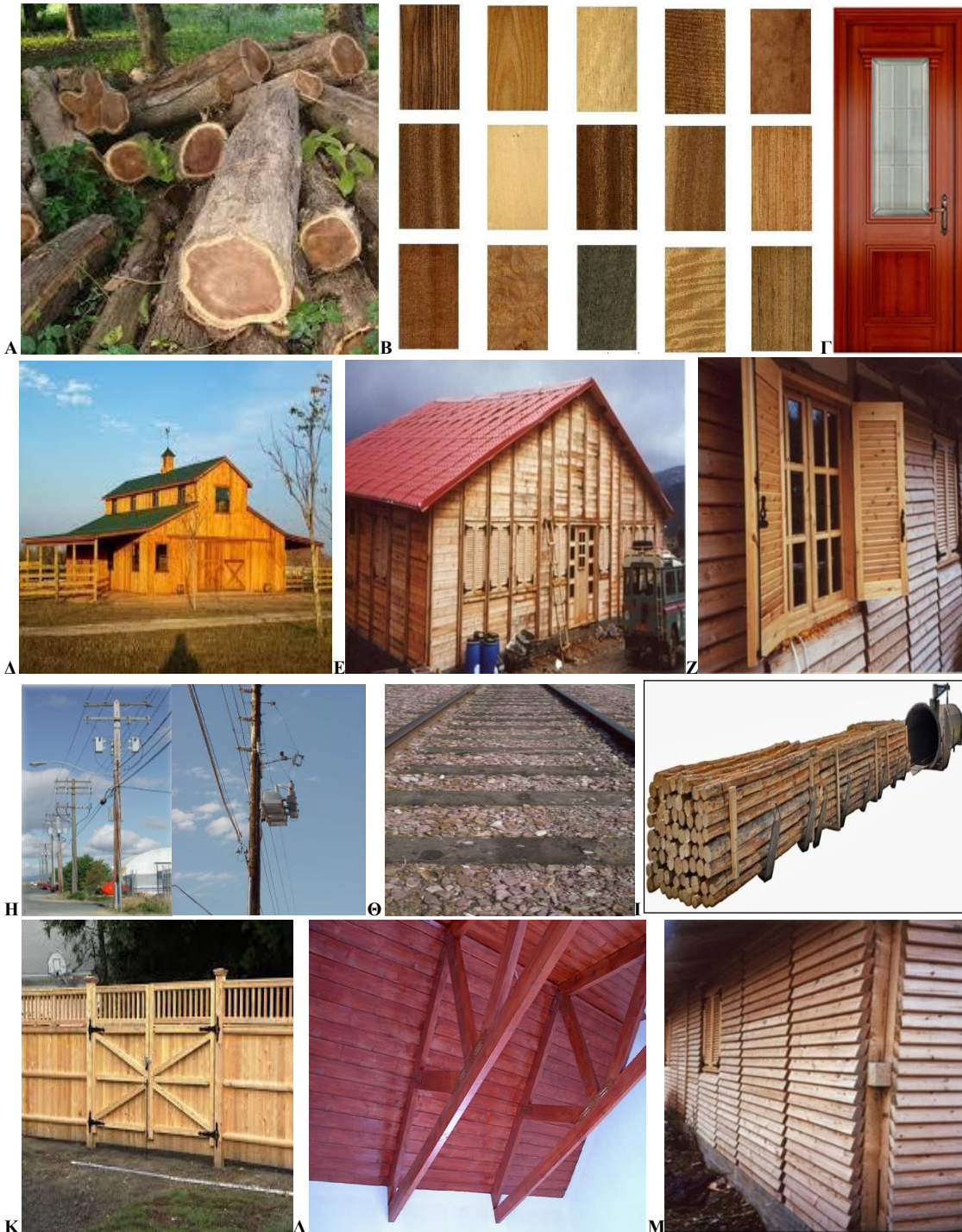
Η μορφή αξιοποίησης του ξύλου σε διάφορα προϊόντα βασίζεται στην ιδιαίτερη δομή, τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του κάθε είδους ξύλου. Όλα τα είδη ξύλου μπορούν να αξιοποιηθούν αλλά κάθε είδος είναι περισσότερο κατάλληλο για ορισμένα προϊόντα σε σύγκριση με άλλα ξύλα λόγω των διαφοροποιήσεων μεταξύ τους ως προς τη δομή, τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητές τους (Βουλγαρίδης, 2005). Μία κωδικοποίηση των βασικών χρήσεων του ξύλου, κυρίως για προϊόντα μηχανικής κατεργασίας, δίνεται από τους Bolza and Keating (1972), όπως δείχνει ο Πίνακας 3.1 και οι Εικόνες 3.17 έως 3.25. Στις Εικόνες 3.17-3.25 παρουσιάζονται διάφορα βασικά προϊόντα ξύλου και κατασκευές, που αναφέρονται στην παραγωγή πιστής ξυλείας, διακοσμητικών ξυλοφύλλων και ξυλοφύλλων για παραγωγή αντικολλητών, σε εξωτερικές και ημι-εξωτερικές κατασκευές (ξύλινα σπίτια, επενδύσεις, κιόσκια, φράκτες, κ.ά.), σε στρωτήρες σιδηροδρόμων και στύλους εξηλεκτρισμού και τηλεπικοινωνιών, στην παραγωγή ξυλοτεμαχιδίων, πελλετών και προϊόντων σε μορφή πλάκας (αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, τσιμεντοπλάκες), στην παραγωγή ξυλοπολτού και χαρτιού, σε έπιπλα και άλλα προϊόντα εσωτερικών χώρων και εσωτερικής διακόσμησης, σε δάπεδα, μουσικά όργανα, ξυλόγλυπτα, σπίρτα, ξύλινα παιχνίδια, διακοσμητικά ξύλινα κουτιά, μοντέλα, διάφορα μικροαντικείμενα και στην παραγωγή πασσάλων.

Κωδ.	Περιγραφή	Κωδ.	Περιγραφή
1	Δομική ξυλεία (βαριά)	17	Εσωτερική διακόσμηση
2	Δομική ξυλεία (ελαφρά)	18	Πηχοπλάκες
3	Δάπεδα (βαριά)	19	Σπίρτα
4	Δάπεδα (ελαφρά)	20	Ξύλινα σπίτια, Υπαίθριες κατασκευές, Ξυλουργικές κατασκευές
5	Ξυλεία μεταλλείων	21	Στρωτήρες
6	Ναυπηγική	22	Μοριοπλάκες-Ινοπλάκες
7	Μέρη οχημάτων	23	Στύλοι (ΔΕΗ,ΟΤΕ) και πάσσαλοι
8	Επιπλοποιία	24	Ξυλόγλυπτα
9	Λαβές, σκάλες	25	Δεξαμενές
10	Αθλητικά είδη	26	Διαχωριστικά μπαταριών
11	Αγροτικά εργαλεία	27	Παιχνίδια, μικροαντικείμενα
12	Ξυλόφυλλα, αντικολλητά	28	Τορνευτά
13	Ξυλοπολτός - Χαρτί	29	Ξυλέριο
14	Μουσικά όργανα	30	Κατασκευές αποστράγγισης, Κατασκευές αναρρίχησης
15	Κουτιά, κιβώτια	31	Συσκευασίες τροφίμων
16	Προϊόντα ακριβείας	32	Μοντέλα, καλούπια

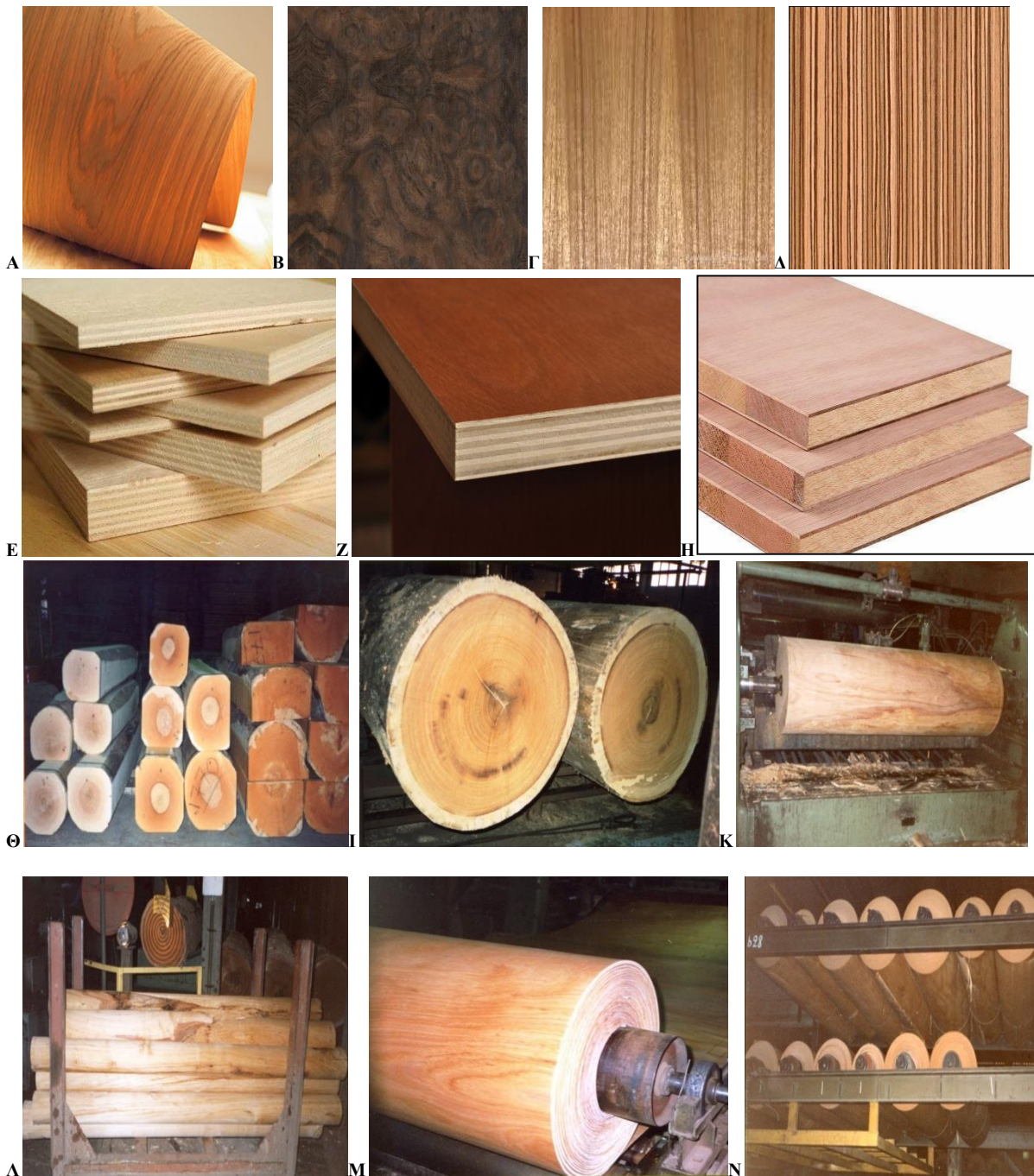
Πίνακας 3.1 Κωδικοποίηση βασικών χρήσεων των ξύλων (Bolza & Keating, 1972).



Εικόνα 3.17 Κορμοτεμάχια για πρίση (Α), εφαπτομενικός, κατά τεταρτημόριο και ακτινικός τρόπος πρίσεως για παραγωγή ακτινικής σχεδίασης (Β), ανάπτυξη δέντρου από το φυτάριο και δημιουργία κορμοξύλου, πρίση κορμοτεμαχίου και παραγωγή πριστής ξυλείας και ξυλοτεμαχιδίων (Γ), πρίση εφαπτομενικά με τους αυξητικούς δακτυλίους (πάνω) και διαμόρφωση κορμοτεμαχίων για παραγωγή διακοσμητικών ξυλοφύλλων (κάτω), (Δ), δυνατότητες εφαρμογής τρόπων πρίσης και παραγωγής πριστών σε εγκάρσια τομή κορμοτεμαχίου (Ε) και πριστή ξυλεία (Γ,Ζ,Η) Βουλγαρίδης, 2015; Δ. Βουλγαρίδης κ.ά., 2002).



Εικόνα 3.18 Παραγόμενη ξυλεία από τα δάση (Α), διάφοροι φυσικοί χρωματισμοί και σχεδιάσεις(Β) και αξιοποίησή του ξύλου σε διάφορες χρήσεις (πόρτες και κουφώματα (Γ), ξύλινα σπίτια (Δ-Ζ), στύλοι ΟΤΕ και ΔΕΗ (Η) και στρωτήρες σιδηροδρόμων (Θ) μετά από εμποτισμό(Ι), ξύλινη αυλόπορτα (Κ), εξωτερικές επενδύσεις μπαλκονιού (Λ) και ξύλινου σπιτιού (Μ) (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.19 Διακοσμητικά ξυλόφυλλα (καπλαμάδες) (Α-Δ) για επικαλύψεις προϊόντων σε μορφή πλάκας (μοριοπλακών, ινοπλακών, αντικολλητών, πηχοπλακών, κ.ά.). Ε,Ζ,Η: Αντικολλητά (κόντρα-πλακέ) (Ε,Ζ) και πηχοπλάκες (Η). Διαμορφωμένα κορμοτεμάχια για παραγωγή διακοσμητικών ξυλοφύλλων (Θ) και κορμοτεμάχια τροπικών ξύλων για εκτύλιξη και παραγωγή συνεχούς ξυλοφύλλου για αντικολλητά (Ι), εκτύλιξη (Κ), απομένοντα κεντρικά τμήματα των κορμοτεμαχίων κατά την εκτύλιξη για αξιοποίησή τους σε άλλες χρήσεις (Λ), επανατύλιξη συνεχούς ξυλοφύλλου σε ρολό (Μ) και αποθήκευση (Ν) (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.20 Παραγωγή ξυλοτεμαχιδίων (Κ) σε θρυμματιστή για παραγωγή πελλετών (Β,Γ), προϊόντων σε μορφή πλάκας (Α-Ι) και ξυλοπολτού (Κ,Λ) και χαρτιού (Μ,Ν). Α, Ε: Μοριοπλάκες, μη επενδεδυμένες (Α) και επενδεδυμένες (Ε). Ζ: Μοριοπλάκα ειδικού τύπου με διακοσμητικά πλανίδια (waferboard), Η: Παραγωγή ξυλερίου και συνδυασμός ξυλοτεμαχιδίων με τσιμέντο για παραγωγή τσιμεντοπλακών. Θ,Ι: Ινοπλάκες μη επενδεδυμένες (Θ) και επενδεδυμένες (Ι) (Βουλγαρίδης, 2015).



Βίλα στην Κηφισιά



Εξώπορτα εκτεθειμένη



Εξωτερική πόρτα οικίας



Χαγιάτι παραθαλάσσιο



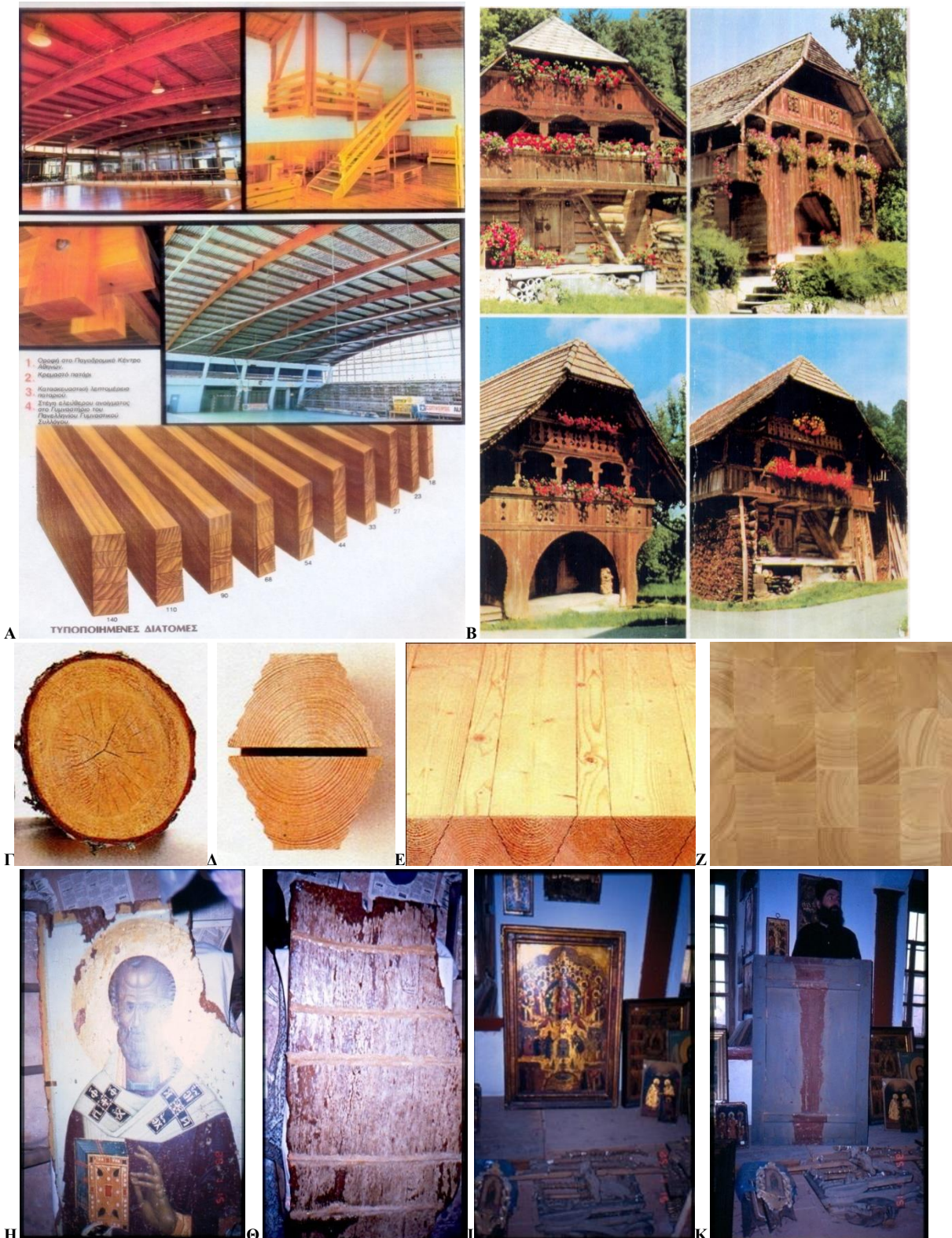
Εσωτερική διακόσμηση



Μπαλκόνι ξύλινο



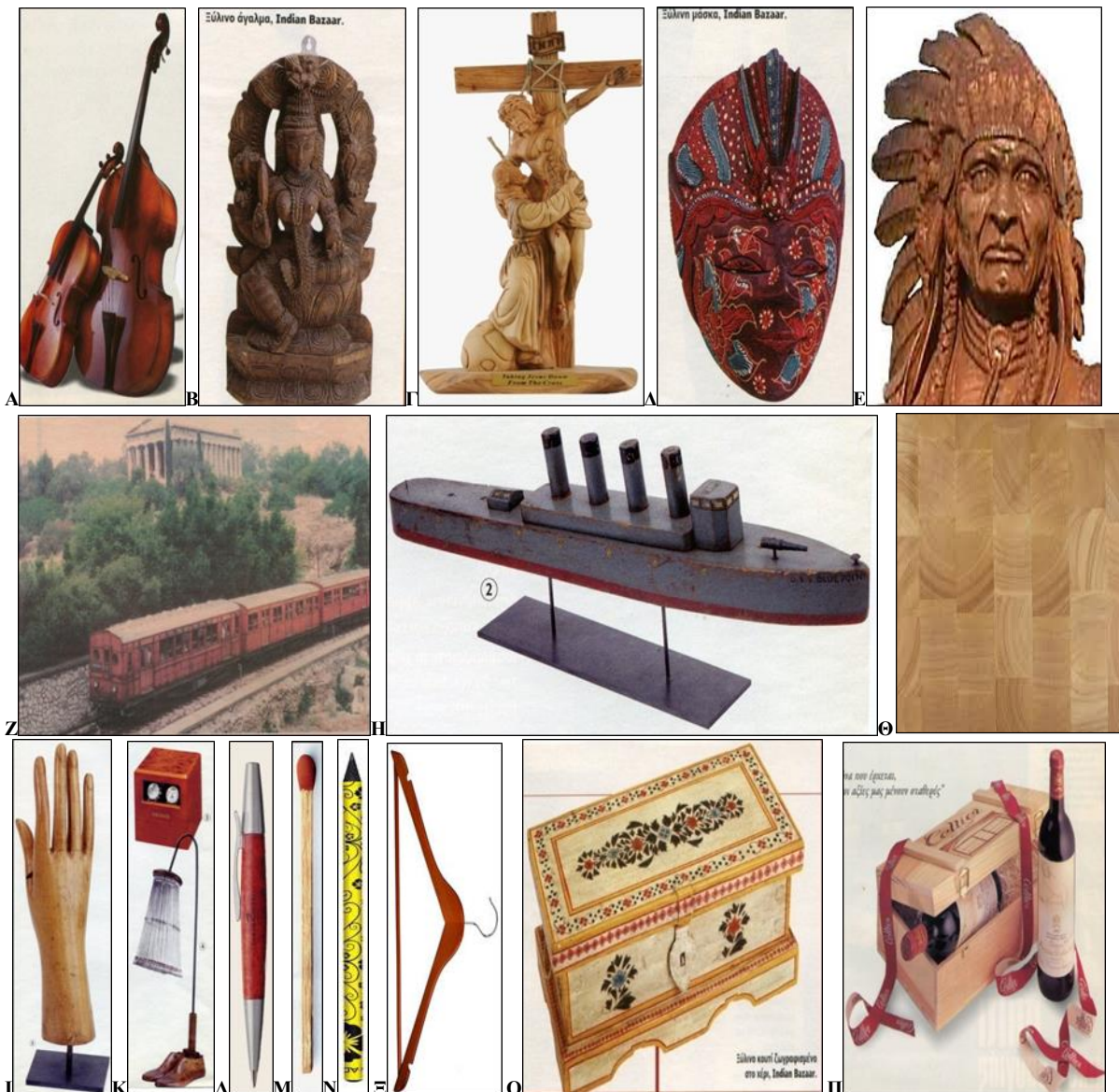
Εικόνα 3.21 Κατασκευές εξωτερικές, ημι-εξωτερικές (εξωτερικές ζύλινες επενδύσεις, κιόσκια, μπαλκόνια, εξωτερική πόρτα, εξώπορτα), και εσωτερική διακόσμηση (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.22 Χρησιμοποίηση συγκολλημένων δοκών ξύλου μεγάλου μήκους σε οροφές, πατάρι εσωτερικού χώρου και τυποποιημένες διατομές (Α) και εξωτερικές ξύλινες επενδύσεις στη Γερμανία, ηλικίας πάνω από 100 χρόνια (Β). Γ,Δ,Ε: Διαμόρφωση κορμοτεμαχίου κατά μήκος και παραγωγή επίπεδων επιφανειών. Ζ: δάπεδο (παρκέ). Η-Κ: Συντήρηση και στερέωση (βλ. λεπτομέρεια στερέωσης στις πίσω όψεις) πολύτιμων ξύλινων εικόνων μονών του Αγίου Όρους μετά από προσβολή τους από ξυλοφάγα έντομα (Βουλγαρίδης, 2015).



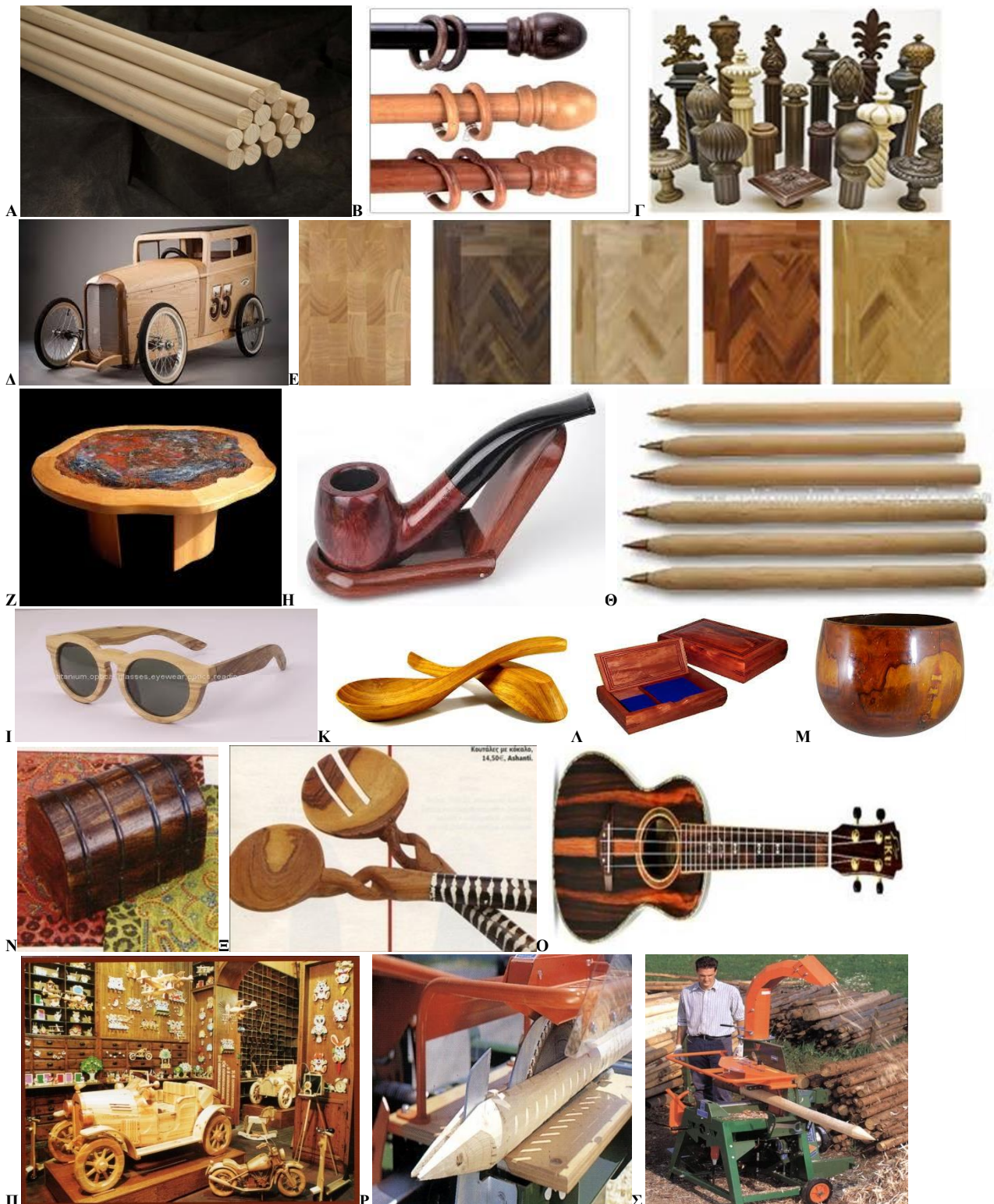
Εικόνα 3.23 Έπιπλα εσωτερικών χώρων και εσωτερική διακόσμηση (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.24 Μουσικά όργανα(A), ξυλόγλυπτα (B,Γ,Ε), ξύλινη μάσκα (Δ), ξύλινα τρένα του ΗΣΑΠ, που διατηρήθηκαν σε λειτουργία ως το τέλος της 10ετίας του 1980 (Ζ), ξύλινο μοντέλο πλοίου (Η), δάπεδο (παρκέ) (Θ), μοντέλο ξύλινου χεριού (Α), κουτί κουρδίσματος αυτόματων ρολογιών και φωτιστικό με ορισμένα ξύλινα μέρη (Κ), στυλό, σπέρτο, μολύβι και ξύλινη κρεμάστρα (Λ,Μ,Ν,Ξ), διακοσμητικό ξύλινο κουτί Ο, ξύλινο κουτί συσκευασίας κρασιού (Π) (Βουλγαρίδης, 2015).

Το ξύλο και τα προϊόντα του συνεχίζουν και κατά τις χρήσεις τους να υφίστανται τις επιδράσεις βιολογικών και αβιοτικών παραγόντων σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό και να αλλοιώνονται με την πάροδο του χρόνου. Ο βαθμός αλλοίωσης του ξύλου σε χρήση εξαρτάται:

- (α) από το συγκεκριμένο δασοπονικό είδος και τη θέση του ξύλου στο δένδρο (σομόφ-εγκάρδιο ξύλο).
- (β) από τις συνθήκες χρήσεως, π.χ. σε επαφή με το έδαφος ή το νερό, εκτεθειμένο στους φυσικούς παράγοντες αλλοίωσης (βροχή, ηλιακή ακτινοβολία, άνεμος, θερμοκρασία) χωρίς να είναι σε επαφή με το έδαφος ή το νερό, σε ημιεξωτερικές κατασκευές (π.χ. κουφώματα, πλαίσια παραθύρων, πόρτες), σε εσωτερικούς χώρους (π.χ. έπιπλα), μέσα στο νερό ποταμών, λιμνών, θαλασσών (Εικ. 3.26) ή βαθειά μέσα στο έδαφος, κ.λπ. (Voulgaridis, 2005).
- (γ) από τους προληπτικούς χειρισμούς του ξύλου για προστασία από παράγοντες αλλοίωσης (π.χ. εμποτισμός, επιφανειακές επικαλύψεις, χημική τροποποίηση, κ.ά.).



Εικόνα 3.25 Κορτινόξυλα και διακοσμητικά πόμοια (Α,Β,Γ), ξύλινο αυτοκίνητο (Δ), παρκέτα διαφόρων χρωματισμών και σχεδιάσεων (Ε), διακοσμητικό τραπέζι (Ζ), καπνοσίριγγα (Η), μολύβια (Θ), γυαλιά ηλίου (Ι), κουτάλες (Κ,Ξ), διάφορα ξύλινα κουτιά (Λ,Μ,Ν) και κιθάρα (Ο). Π. Διάφορα ξύλινα διακοσμητικά μικροαντικείμενα από βιτρίνα της Βενετίας (Κ). Ρ, Σ. Παραγωγή πασσάλων και διαμόρφωση αιχμηρού άκρου (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 3.26 Εγκάρσια τομή πασσάλου από ξύλο *Juniperus* (Α) από το λιμναίο οικισμό Δισπηλιού Καστοριάς(Β) σε καλή κατάσταση μετά από 5.500 χρόνια λόγω της πολύ καλής φυσικής αντοχής του μετά από μακροχρόνια παραμονή του μέσα στο νερό (Voulgaridis, 2005; Βουλγαρίδης, 2015).

Είναι φανερό ότι το ίδιο είδος ξύλου διαρκεί περισσότερο κατά τη χρήση του σε εσωτερικούς χώρους παρά όταν εκτίθεται σε εξωτερικές συνθήκες. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρήσεων του ξύλου, είναι απαραίτητο ένα είδος προληπτικής προστασίας, ιδιαίτερα σε είδη που είναι ευπαθή σε αλλοιώσεις και μη ανθεκτικά σε προσβολές από βιολογικούς παράγοντες (μύκητες, έντομα, κ.λπ.). Σε δύσκολες συνθήκες χρήσεως (π.χ. σε επαφή με το έδαφος ή σε υγρές συνθήκες) γίνεται συνήθως εμποτισμός του ξύλου με τοξικές για βιολογικούς παράγοντες αλλοίωσης ουσίες και εφαρμόζονται μέθοδοι εφαρμογής των συντηρητικών χωρίς εφαρμογή πίεσης ή, σε δύσκολες συνθήκες χρησιμοποίησης και για καλύτερα αποτελέσματα, με εφαρμογή πίεσης ή/και κενού (Βουλγαρίδης, 1996).

Η προληπτική προστασία του ξύλου συντελεί:

- (α) στη διατήρηση της ποιότητας του ξύλου ή του προϊόντος και της αξίας χρήσεως για όσο το δυνατό περισσότερο χρόνο.
- (β) στην επιμήκυνση της διάρκειας χρήσης του ξύλου και στην αποφυγή αντικαταστάσεων των ξύλινων κατασκευών σε σύντομα χρονικά διαστήματα λόγω σοβαρών αλλοιώσεων.
- (γ) στην έμμεση εξοικονόμηση πρώτων υλών σε ξύλο. Εκτιμάται ότι στη χώρα μας για στύλους ΔΕΗ και ΟΤΕ και στρωτήρες ΟΣΕ η εξοικονόμηση αυτή ανέρχεται σε 25.000 m³ τεχνικής ξυλείας ετησίως (Βουλγαρίδης, 1997).

Οι αλλοιώσεις του ξύλου κατά τη διάρκεια χρήσεών του περιλαμβάνουν:

- (α) προσβολές από σπηπτικούς μύκητες (κυρίως σε υγρές θέσεις, σε επαφή με το έδαφος ή το νερό, κ.λπ.).
- (β) προσβολές από ξυλοφάγα έντομα, ακόμη και σε προϊόντα εσωτερικών χώρων.
- (γ) προσβολές από θαλασσινούς οργανισμούς σε ξύλινες ναυπηγικές ή άλλες κατασκευές που βρίσκονται σε επαφή με θαλασσινό νερό.
- (δ) από βακτήρια (κυρίως σε χρήσεις μέσα σε νερό).
- (ε) εξωτερικές ραγδώσεις, τραχύτητα επιφανειών, απομάκρυνση επιφανειακών στρωμάτων ξύλου, επιφανειακοί μεταχρωματισμοί, χαλάρωση συνδέσεων ξύλου με μεταλλικούς κοχλιοτούς ήλους (π.χ. σε στρωτήρες), αλλοιώσεις από επίδραση χημικών, φωτιά, κ.λπ.

Τα μέτρα καταστολής είναι δαπανηρά στην περίπτωση σοβαρών αλλοιώσεων του ξύλου σε χρήση ενώ η προληπτική προστασία είναι ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος για τη μακροπρόθεσμη διατήρηση της ποιοτικής κατάστασης του προϊόντος και της αξίας χρήσης του.

Βιβλιογραφία

- Αδαμόπουλος, Σ. (2014). *Δομή Ξύλου (Θεωρία και Εργαστηριακές Σημειώσεις)*. ΤΕΙ Θεσσαλίας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, Καρδίτσα.
- Bolza, E., & Keating, D. (1972). *African Timber –The Properties, Uses and Characteristics of 700 Species*. Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation (CSIRO), Melbourne, Australia.
- Βουλγαρίδης, Η. Β. (1995). Το ξύλο ως πρώτη ύλη για διάφορα προϊόντα. Στο βιβλίο «*Βιομηχανικός Σχεδιασμός Αντικειμένων Πόλης*», Εκδόσεις Ζήτη (Υπεύθυνοι έκδοσης: Ανασιάδου-Τζημοπούλου, Μ. και Σαρηγιάννης, Ι.), ΑΠΘ, Τμήμα Αρχιτεκτόνων και Δήμος Καλαμαριάς, Θεσσαλονίκη: 179-198.
- Βουλγαρίδης, Η. (1996). *Συντήρηση και Βελτίωση Ξύλου. (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)*. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Βουλγαρίδης, Η. Β. (1997). Προστασία και συντήρηση ξύλινων κατασκευών. *Πρακτικά Δημερίδας “Το ξύλο σε Υπάρχουσες Δομικές Κατασκευές: Παλιές και Νέες Τεχνολογίες”*, 27-28 Φεβ. 1997 Θεσσαλονίκη, Ειδική Έκδοση “Μνημείο και Περιβάλλον” 4 / 1997 Π: 61-81.
- Βουλγαρίδης, Η. (2006). *Ποιότητα Ξύλου (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, pp 201.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- Βουλγαρίδης, Η., Πασιαλής, Κ., & Γρηγορίου, Α. (2002). Επίδραση των συνθηκών αποθήκευσης κορμοτεμαχίων τροπικής ξυλείας στην ποσοτική και ποιοτική απόδοση πριστής ξυλείας και ξυλοφύλλων. *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου*, Τρίπολη, 26-29 Μαΐου 2002: 449-457.
- Γιαγλή, Κ. (2005). Μελέτη της Εμφάνισης Ραγαδώσεων σε Κορμούς Λεύκης (Κλώνου Ι – 214) κατά τη Ρίψη και τον Τεμαχισμό τους στην Περιοχή του Λευκώνα Σερρών. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα ΔΦΠ, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Γιαγλή, Κ., & Βουλγαρίδης, Η. (2007). Μελέτη εμφάνισης ραγαδώσεων σε ξύλο κορμών λεύκης (κλώνου Ι-214) μετά τη ρίψη και τεμαχισμό τους σε λευκώνα της περιοχής του Ν. Σερρών. *13ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο «Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος»*, Χλόη Καστοριάς, 7-10/10/2007, Πρακτικά, Τόμος Π: 135-146.
- Desch, H. E., & Dinwoodie, J. M. (1996). *Timber: Structure, Properties, Conversion and Use* (7th ed.). Macmillan Press Ltd., London.
- Hoadley, R. B. (1990). *Identifying Wood. Accurate Results with Simple Tools*. The Taunton Press, Inc., Connecticut, U.S.A.
- Κακαράς, Ι. (1984). Προστασία πριστής ξυλείας πεύκης από κυάνωση με εμποτισμό. *Δασικά Χρονικά* Νοέ-Δεκ. 1984: 30-36.
- Κακαράς, Ι., & Κατενίδης, Κ. (1986). Προστασία ξύλου μαύρης πεύκης με αποθήκευση κορμοτεμαχίων σε νερό. *Αγροτικά Θέματα*: 6: 4-13.
- Κουτσιανίτης, Δ. (2015). Έρευνα Ποσοτικής και Ποιοτικής παραγωγής Ξύλου Ελάτης και Οξιάς. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Sellin, A. (1996). Sapwood amount in *Picea abies* (L.) Karst. determined by tree age and radial growth rate. *Holzforschung* 50: 291-296.
- Τσουμής, Γ. (1987). *Συγκομιδή Δασικών Προϊόντων*. Θεσσαλονίκη.
- Tsoumis, G. (1991). *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Chapman and Hall, N.Y.
- Τσουμής, Γ., & Βουλγαρίδης, Η. (1978). Μελέτη της κυανώσεως στη μαύρη πεύκη, Ι. Πρόληψη της προσβολής στο δάσος. *Γεωτεχνικά Β* (1): 3-11.
- Voulgaridis, E. V. (2005). Biodeterioration decay patterns of old wood buried in the ground or waterlogged. The case of Dispilio, Kastoria, Greece. 3rd FAITH event Dispilio, Kastoria, 12-18 Sept. 2005 “First Aid for Wetland Cultural Heritage Finds: Tradition and Innovation”, pp. 15.
- Wimmer, R. (2015). Wood Quality-Causes, Methods, Control. [https://botanik.boku.ac.at/wood/wood quality](https://botanik.boku.ac.at/wood/wood%20quality).

4. Συνθήκες αύξησης των δασικών δένδρων και επιδράσεις στην ποιότητα του παραγόμενου κορμόξυλου

Σύνοψη

Περιγράφονται οι συνθήκες αύξησης των δασικών δέντρων στο δάσος, οι επιδράσεις των συνθηκών αυτών στην ποιότητα των κορμών των δέντρων, οι οποίοι διακρίνονται σε τρεις ποιοτικές κλάσεις. Οι επιδράσεις των συνθηκών αύξησης αναφέρονται στην ταχύτητα αύξησης των δέντρων, στη δημιουργία ανώριμου ξύλου και στη διαφοροποίηση της δομής και των ιδιοτήτων του ξύλου. Περιγράφονται και αναλύονται, στη συνέχεια, τα φυσικά ελαττώματα (σφάλματα) που παρουσιάζονται κατά την αύξηση των δέντρων, όπως ξύλο ακανόνιστης δομής (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές ξύλο), αποκλίσεις του κορμού των δέντρων από την τυπική μορφή, αποκλίσεις των αυξητικών δακτυλίων από την τυπική μορφή, στρεψοϊνία, διακοπή της συνέχειας των ιστών του ξύλου, μεταχρωματισμοί, φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά, κ.ά., και οι επιδράσεις τους στην ποιότητα του ξύλου. Τέλος, αναλύονται τα χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής χωρίς σφάλματα, η μεταβλητότητα δομής, ιδιοτήτων και χημικής σύστασής του και οι επιδράσεις τους στην ποιότητά του.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία: 1. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 2. Jane, F.W. 1970. *The Structure of Wood*. 3. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 4. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 5. Tsoumis, G. 1968. *Wood as Raw Material*. 6. Meylan, B.A. and Butterfield, B.G. 1972. *Three-dimensional Structure of Wood*. 7. Goodell, B., Nicholas, D.D. and Schultz, T.P. 2003. *Wood Deterioration and Preservation*. 8. Megraw, R.A. 1985. *Wood Quality Factors in Loblolly Pine*. 9. Cartwright, K.S.T.G. and W.P.K. Findlay 1969. *Decay of Wood and its Prevention*. 10. Panshin, A.J. and De Zeeuw, C. 1980. *Textbook of Wood Technology*. 11. Φιλίππου, Ι. 2014. *Χημεία και Χημικά Προϊόντα Ξύλου*. 12. Timell, T.E. *Compression Wood in Conifers, Vol. 1, 2 and 3*.

Λεξιλόγιο: Συνθήκες αύξησης των δασικών δέντρων, ταχύτητα αύξησης των δέντρων, ποιότητα του παραγόμενου ξύλου, αυξητικοί δακτύλιοι, ανώριμο και ώριμο ξύλο, αυξητικά σφάλματα και ποιότητα ξύλου, αποκλίσεις των κορμών από την τυπική μορφή, θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο, στρεψοϊνία, διακοπή της συνέχειας των ιστών, ραγάδες, ρόζοι, χρωματικές ανωμαλίες, μεταχρωματισμοί, χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής, μεταβλητότητα δομής και ιδιοτήτων, *growth conditions and quality of wood, growth rate, deviations from typical tree form, growth rings, juvenile and mature wood, growth defects and wood quality, reaction wood, compression and tension wood, spiral grain, checks, knots, discolorations, characteristics of normal wood, variation of wood structure*.

4.1. Γενικά

Η ποιότητα του παραγόμενου κορμοξύλου των δασικών δένδρων, που είναι και το πιο πολύτιμο σε σύγκριση με το ξύλο των κλαδιών και ριζών, διαμορφώνεται στο δάσος κάτω από την επίδραση εδαφικών και κλιματολογικών παραγόντων, ανθρώπινων και άλλων επεμβάσεων που διαρκούν από 1-3 δεκαετίες για ταχυνωτή είδη (π.χ. λεύκη) και πρεμνοφυή δάση ως πολλές δεκαετίες (μέχρι 100 και παραπάνω χρόνια) για άλλα σπερμοφυή δάση (οξιά, δρυς, πεύκη, ελάτη, ερυθρελάτη, κ.ά.). Κάτω από τη μακροχρόνια και συνεχή αυτή επίδραση των παραπάνω παραγόντων στα ζωντανά δένδρα του δάσους, γίνεται φανερό ότι η ποιότητα του παραγόμενου κορμοξύλου επηρεάζεται σημαντικά. Ο άνθρωπος με τις ποικίλες παρεμβάσεις του στο δάσος μπορεί να επηρεάσει προς θετική κατεύθυνση την ποιότητα του παραγόμενου κορμοξύλου σε μικρό, πάντως, βαθμό.

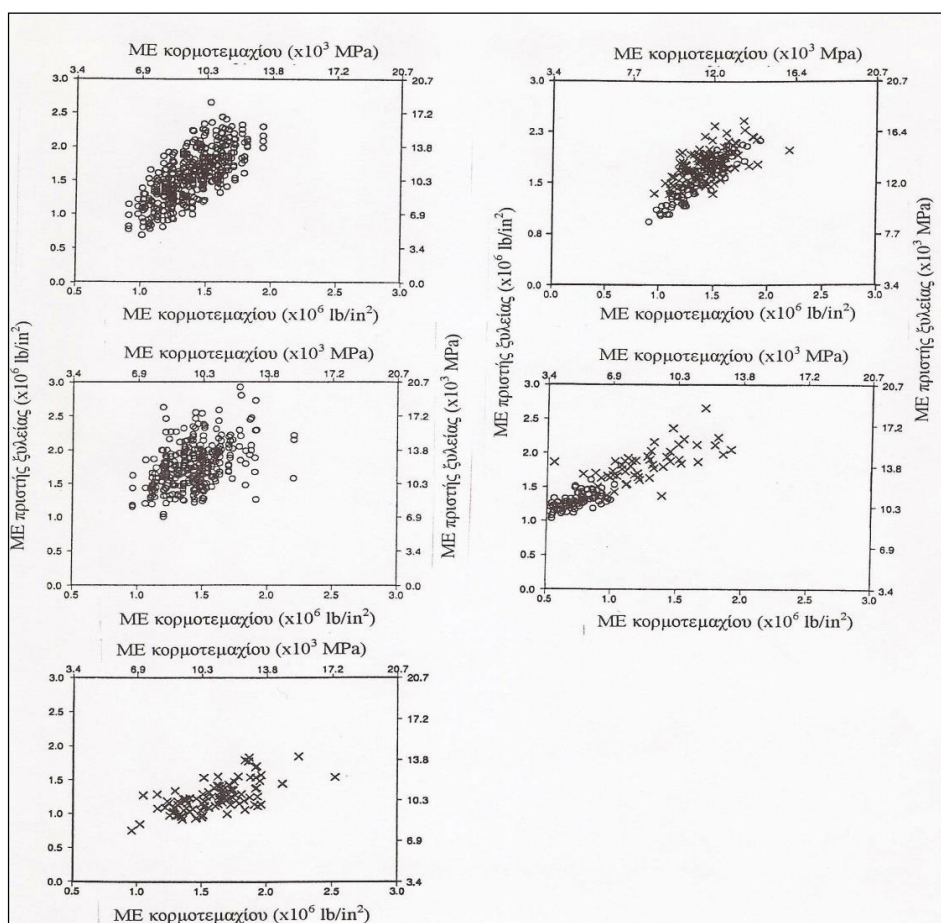
Στοιχεία που συνδέονται με την ποιοτική κατάσταση ενός δένδρου και κατά συνέπεια του κορμοξύλου περιλαμβάνουν: δασοπονικό είδος, στηθιαία διάμετρο, ύψος δένδρου, εμπορευσιμο όγκο κορμοξύλου, κατάσταση και χαρακτηριστικά κόμης, ταξινόμηση δένδρου από χρηστική άποψη, δείκτες ποιότητας (παρουσία και ένταση εξωτερικών σφαλμάτων), κ.ά. Ως παράδειγμα αναφέρεται η προσπάθεια εκτίμησης της ποιοτικής κατάστασης δένδρων πεύκης που προορίζονται για πρίση (στις Η.Π.Α. ελάχιστη διάμετρος 22,5 cm για κωνοφόρα και 27,5 cm για πλατύφυλλα) και η διάκρισή της σε τρεις κλάσεις ανάλογα με τις διαστάσεις, κλαδοβρίθεια, ευθυτένεια και άλλα σφάλματα του κορμού (Clark III & McMinn, 1997):

Κλάση 1: Δένδρα υψηλής ποιοτικής στάθμης με απόδοση $\geq 40\%$ σε πολύ καλής ποιότητας ξυλεία (No.1 και BTR ξυλεία).

Κλάση2: Δένδρα μέσης ποιοτικής στάθμης με απόδοση $\geq 20\%$ αλλά $\leq 40\%$ σε πολύ καλής ποιότητας ξυλεία.

Κλάση3: Δένδρα χαμηλής ποιοτικής στάθμης (κάτω της μέσης) με απόδοση $< 20\%$ σε πολύ καλής ποιότητας ξυλεία.

Δένδρα καλής ποιοτικής κατάστασης είναι επιθυμητά σε ένα παραγωγικό σε ξύλο δάσος διότι έχουν μεγαλύτερη απόδοση σε ξυλεία αντίστοιχης ποιότητας. Η αξία μιας συστάδας ή ενός δάσους εκφράζεται, μεταξύ άλλων, και από την απόδοση του κορμοξύλου σε υψηλής ποιότητας ξυλεία καθώς και από τις ιδιότητες του παραγόμενου ξύλου. Η πρόβλεψη απόδοσης ενός κορμού ή κορμοτεμαχίου σε πιστή ξυλεία βασίζεται μέχρι σήμερα σε οπτική εκτίμηση των εξωτερικών (επιφανειακών) ποιοτικών χαρακτηριστικών του κορμού (παρουσία και ένταση σφαλμάτων).



Σχήμα 4.1 Σχέση μεταξύ μέτρου ελαστικότητας (ME) του κορμοτεμαχίου που προσδιορίζεται στο δάσος με μη καταστρεπτικές μεθόδους και ME της παραγόμενης πιστής ξυλείας (A. ερυθρελάτη - eastern spruce, B. ελάτη - balsam fir, Γ. πεύκη - southern pine, Δ. ερυθρελάτη (o) και ελάτη (x) E. ψευδοτσούγκα - Douglas fir (x) και τσούγκα - western hemlock (o))(Green & Ross, 1997).

Ακριβέστερη εκτίμηση της ποιότητας και ποσότητας της παραγόμενης πιστής ξυλείας από στρόγγυλη ξυλεία είναι επιθυμητή, ιδιαίτερα για οικοδομική ξυλεία, και μπορεί να γίνει εφόσον η οπτική εκτίμηση της ποιότητας ενός κορμοτεμαχίου συνδυασθεί με εκτίμηση και άλλων ποιοτικών χαρακτηριστικών στο εσωτερικό του ξύλου ή ποιοτικών δεικτών (π.χ. μέτρο ελαστικότητας). Πειράματα έδειξαν ότι υπάρχει καλή συσχέτιση μεταξύ μέτρου ελαστικότητας (ME) του κορμοτεμαχίου που προσδιορίζεται στο δάσος με μη καταστρεπτικές μεθόδους και ME της παραγόμενης πιστής ξυλείας (Green & Ross, 1997; Ross *et al.*, 1997, βλ. Σχ. 4.1). Ενθαρρυντικά αποτελέσματα προέκυψαν και από πειράματα διάδοσης υπερήχων κατά μήκος κορμοτεμαχίων ερυθρελάτης και δασικής πεύκης ως μεθόδου ανίχνευσης εσωτερικών σφαλμάτων και επομένως εκτίμησης της ποιότητας του ξύλου (Han, 1996). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι μπορεί να

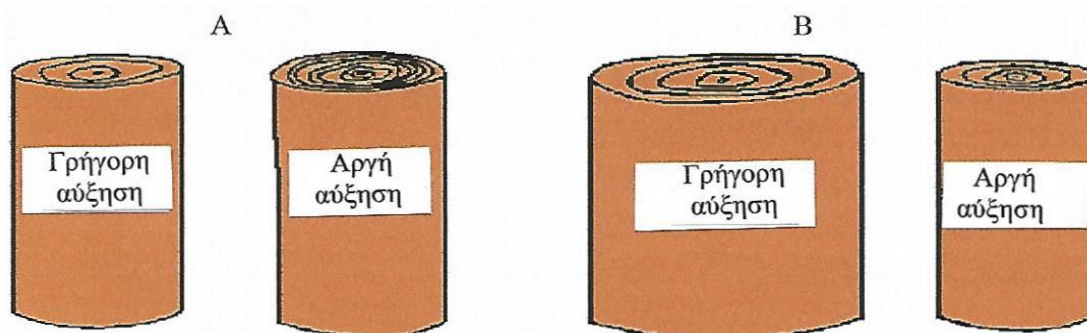
διαμορφωθεί και εφαρμοσθεί στο μέλλον βελτιωμένο σύστημα ταξινόμησης των κορμοτεμαχίων που προορίζονται για παραγωγή οικοδομικής ξυλείας. Δείχνει, επίσης, την αναγκαιότητα παρακολούθησης όλων των φάσεων της παραγωγικής διαδικασίας από την αύξηση και ανάπτυξη των δένδρων που σχηματίζουν το ξύλο μέχρι το τελικό προϊόν ξύλου και τις χρήσεις του αλλά και της σύνδεσης που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των διαφόρων φάσεων μεταξύ τους με σκοπό την αριστοποίηση της παραγωγής και την εξασφάλιση υψηλής ποιότητας στα τελικά προϊόντα ξύλου.

4.2. Επιδράσεις των συνθηκών αυξήσεως στην ποιότητα του παραγόμενου ξύλου

Οι συνθήκες αυξήσεως των δασικών δένδρων περιλαμβάνουν:

- α. τις εδαφικές συνθήκες (τύπος εδάφους, γονιμότητα, κλίση)
- β. τις κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχή, χιόνι, άνεμος, παγετός, προσανατολισμός της συστάδας ή του δάσους, υψόμετρο).
- γ. τις δασικές συνθήκες (πρεμνοφυή-σπερμοφυή δάση, σύνθεση του δάσους, φυτευτικός σύνδεσμος, διαχειριστική μορφή, νέες συνθήκες που δημιουργούν διάφορα δασοκομικά μέτρα, όπως π.χ. κλαδεύσεις, αραιώσεις, καλλιεργητικά μέτρα, υλοτομίες, κοινωνική θέση των δένδρων μέσα στο δάσος, μικροπεριβάλλον).

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες μπορούν να επιδράσουν θετικά ή αρνητικά στην αύξηση και ανάπτυξη των δένδρων με αποτέλεσμα να παράγεται ξύλο καλύτερης ή κατώτερης ποιότητας (Σχ. 4.2). Πολλοί παράγοντες όπως έδαφος, ύψος βροχής, θερμοκρασία, φυτευτικός σύνδεσμος, δασοκομικά μέτρα, κ.ά., επηρεάζουν την ταχύτητα αυξήσεως των δένδρων με αποτέλεσμα να παράγεται ξύλο με στενότερους ή πλατύτερους αυξητικούς δακτυλίους και με διαφορετικό ποσοστό πρώιμου και όψιμου ξύλου, η μορφολογία των κυττάρων (μήκος, διάμετρος, πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων, κ.ά.) και η μικροδομή των κυτταρικών τοιχωμάτων να διαφοροποιείται και, γενικά, να μεταβάλλεται η δομή του παραγόμενου ξύλου και οι ιδιότητές του σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Λαμβανομένου υπόψη ότι οι παράγοντες που συνθέτουν το περιβάλλον αύξησης των δένδρων δεν παραμένουν σταθεροί χρονικά και ούτε επαναλαμβάνονται ακριβώς από χρόνο σε χρόνο, γίνεται αντιληπτή η πολυπλοκότητα των μεταβολών της δομής και των ιδιοτήτων του ξύλου διαχρονικά και η αδυναμία μας να τυποποιήσουμε την πορεία αύξησης των δένδρων και κατ' επέκταση την ποιότητα του παραγόμενου ξύλου στο δάσος.



Σχήμα 4.2 Ένα ταχυνωτές δέντρο χρειάζεται λιγότερα χρόνια για να φθάσει την ίδια διάμετρο σε σύγκριση με ένα βραδυνωτές αλλά έχει περισσότερο ανώριμο ξύλο (A). Ταχυνωτή δέντρα παράγουν κορμούς μεγαλύτερης διαμέτρου από βραδυνωτή ίδιας ηλικίας (B) (Wimmer, 2015).

4.2.1. Επίδραση της ταχύτητας αυξήσεως

Στο ίδιο δασοπονικό είδος έχουν διαπιστωθεί μεγάλες διαφορές στην ποιότητα και τις ιδιότητες του ξύλου που οφείλονται σε παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αύξησης των δένδρων όπως περιοχή και θέση, τύπος εδάφους και τοπογραφία, υψόμετρο, κλίμα, κ.λπ. αλλά και στην ποικιλότητα του είδους (Buckley, 1997).

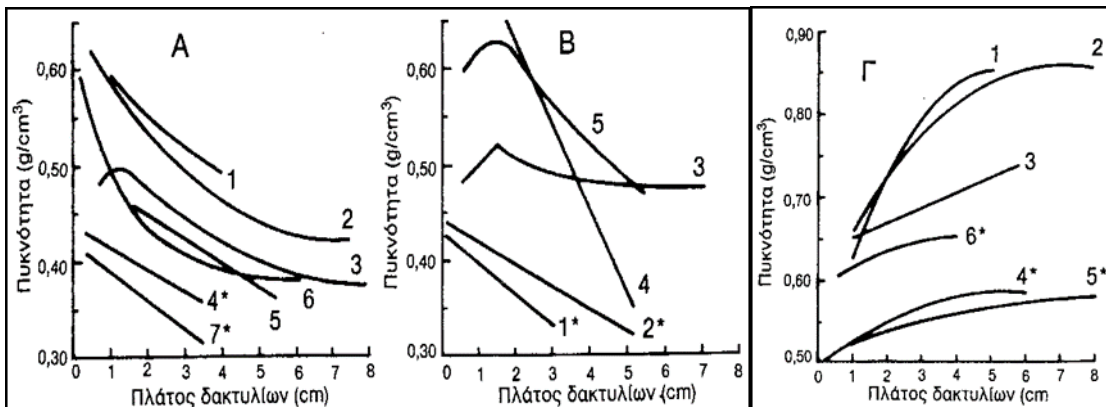
Ταχεία αύξηση των δένδρων επηρεάζει:

- το πλάτος των αυξητικών δακτυλίων, το ποσοστό όψιμου ξύλου, την πυκνότητα και, επομένως, τις μηχανικές ιδιότητες
- την αναλογία (ποσοστό) του ανώριμου ξύλου
- τις διαστάσεις των ρόζων
- τη διόγκωση της βάσης
- τη στρεψοϊνία, την απόκλιση των ινών και τις ραγάδες

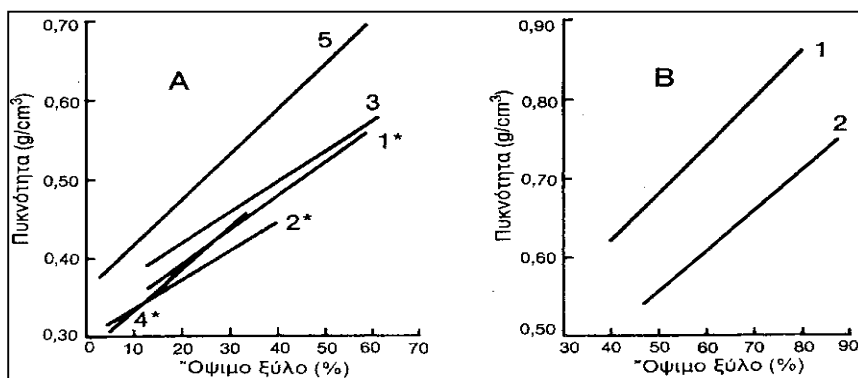
Έρευνες σε κωνοφόρα ξύλα με ταχεία αύξηση (*Picea abies*, *Abies alba*, *A. grandis*, *Pseudotsuga menziesii*) (Grammel, 1992) έδειξαν ότι ο ρυθμός αύξησης επηρεάζει σε εξαιρετικά υψηλό βαθμό τις ιδιότητες του ξύλου. Ταχεία αύξηση των παραπάνω κωνοφόρων δένδρων είχε ως αποτέλεσμα παραγωγή ξύλου μικρότερης πυκνότητας, με μεγάλη διάμετρο ρόζων και υψηλό ποσοστό ανώριμου ξύλου, χαρακτηριστικά που υποβαθμίζουν την ποιότητα του ξύλου και που σε εξαιρετικές περιπτώσεις όπως π.χ. η παρουσία μεγάλων ρόζων, μπορούν να οδηγήσουν και σε αποκλεισμό της αξιοποίησης του ξύλου σε οικοδομικές κατασκευές. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να επηρεάσουν όχι μόνο τις φυσικομηχανικές αλλά και τις χημικές ιδιότητες (π.χ. μικρότερη παραγωγή κυτταρίνης, μείωση βαθμού λευκότητας του πολτού, κ.ά.).

Τα παραπάνω αποτελέσματα σημαίνουν ότι η επιλογή ενός πιο ταχυσυρόντος δασοπονικού είδους ή ποικιλίας δεν είναι πάντοτε και η καλύτερη. Σταθερή δασική πολιτική πρέπει να παραμένει η παραγωγή ξύλου υψηλής ποιότητας σε όσο το δυνατό μεγαλύτερες ποσότητες έστω και αν η αρχική δαπάνη δεν είναι η χαμηλότερη, όπως συνιστά η δασική οικονομία. Από την άλλη πλευρά, η δασοκομία πρέπει να είναι σε θέση να αναπτύξει και παρουσιάσει δασοκομικά μοντέλα τα οποία εγγυώνται ιδιότητες ξύλου υψηλής αξίας, σταθερότητα των δασών και δασοσυστάδων αλλά, συγχρόνως, και οικολογική ισορροπία.

Γενικά στα κωνοφόρα, η σχέση πλάτους αυξητικών δακτυλίων και ποσοστού όψιμου ξύλου διαφέρει μεταξύ των ειδών και η συσχέτιση μεταξύ τους είναι χαλαρή. Πάντως, για ορισμένα είδη, το ποσοστό όψιμου ξύλου είναι μεγαλύτερο σε δακτυλίους με μικρό πλάτος (0,5-2 mm) συγκριτικά με πλατύτερους δακτυλίους. Στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα η σχέση μεταξύ πλάτους δακτυλίων και ποσοστού όψιμου ξύλου είναι ισχυρή αλλά εκδηλώνεται αντίστροφα σε σύγκριση με τα κωνοφόρα. Με την αύξηση του πλάτους των δακτυλίων αυξάνεται και το ποσοστό όψιμου ξύλου ενώ το πλάτος πρώιμου ξύλου φαίνεται να παραμένει σχεδόν ίδιο (Τσουμής, 1983). Στα διασπορόπορα πλατύφυλλα, σχέσεις πλάτους αυξητικών δακτυλίων και ποσοστού οψίμου ξύλου δεν είναι εύκολο να διαπιστωθούν επειδή δεν διακρίνονται όρια μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου. Σχέσεις μεταξύ πλάτους αυξητικών δακτυλίων, ποσοστού όψιμου ξύλου και πυκνότητας δείχνονται στα Σχήματα 4.3 και 4.4.



Σχήμα 4.3 Σχέση πυκνότητας και ταχύτητας αυξήσεως (Α. Επτά εγχώρια κωνοφόρα, Β. Πέντε ξενικά κωνοφόρα, Γ. Έξι δακτυλιόπορα πλατύφυλλα) (Τσουμής, 1983).



Σχήμα 4.4 Σχέση όψιμου ξύλου και πυκνότητας (Α. πέντε κωνοφόρα, Β. Δύο είδη φυλλοβόλων δρυών) (Τσουμής, 1983).

Οι σχέσεις μεταξύ πυκνότητας και ταχύτητας αύξησης δεν είναι πάντοτε σαφείς. Σε έναν αριθμό ευρωπαϊκών προδιαγραφών η ταχύτητα αύξησης χρησιμοποιείται αντί της πυκνότητας ως οπτικός δείκτης της μηχανικής αντοχής ξυλείας κατασκευών αλλά η αξία της ως τέτοιου δείκτη αμφισβητείται. Από σχετικές έρευνες που έγιναν σε ταχυσυζή είδη (*Pinus radiata*, *P. pinaster*, *Populus*, *Eucalyptus globulus*) δεν διαπιστώθηκε ότι η ταχύτητα αύξησης επηρεάζει την πυκνότητα σε σημαντικό βαθμό ώστε να μπορεί αυτήνα χρησιμοποιηθεί ως αξιόπιστος δείκτης στην πρόβλεψη της ποιότητας ξυλείας κατασκευών από την άποψη της μηχανικής αντοχής (Fernandez-Golfín Seco & Diez Barra, 1996).

Η λεύκη (διασπορόπορο πλατύφυλλο) αξίζει ιδιαίτερη μνεία επειδή διάφορες ποικιλίες της παράγουν τεχνικό ξύλο σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα (10-20 χρόνια) το οποίο μπορεί να υποκαταστήσει άλλα είδη ξύλων που δεν είναι διαθέσιμα και εισάγονται σε μια ελλειμματική σε ξύλο χώρα όπως η Ελλάδα. Στην προσπάθεια να αυξηθεί η παραγωγή σε ξύλο πλατυφύλλων, οι φυτείες λεύκης προσφέρουν την καλύτερη εναλλακτική λύση. Γεωργική γη που εγκαταλείπεται μπορεί να αξιοποιηθεί επιτυχώς με τη δημιουργία φυτειών λεύκης, όπως εξάλλου έχει γίνει στο παρελθόν και στη χώρα μας. Έχουν δημιουργηθεί και καλλιεργηθεί διάφοροι κλώνοι λεύκης, οι οποίοι όμως διαφέρουν από άποψη παραγωγικότητας και ποιότητας ξύλου. Σημαντική επίδραση στις ιδιότητες του παραγόμενου ξύλου λεύκης έχουν η ποιότητα τόπου και ο φυτευτικός σύνδεσμος. Οι διαφοροποιήσεις στη δομή και τις ιδιότητες του ξύλου επηρεάζουν και την τελική χρήση καθώς και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, π.χ. πριστής ξυλείας, ξυλοφύλλων, μοριοπλακών, χαρτοπολτού, και χαρτιού. Ορισμένα ενδιαφέροντα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε φυτείες λεύκης είναι ο όγκος του παραγόμενου ξύλου, κλαδομορφία (αριθμός και μέγεθος κλαδιών), διόγκωση βάσεως, ποσοστό μαύρου εγκαρδίου, πυκνότητα, εμφάνιση εφελκυσμογενούς ξύλου, μήκος και πάχος ινών κ.ά.

Σχετικές έρευνες στη Γερμανία (Becker & Gruss, 1992) έδειξαν ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ξύλου λεύκης διαφέρουν σημαντικά μεταξύ κλώνων και ηλικιών της φυτείας κάθε κλώνου. Η εμφάνιση μαύρου εγκαρδίου στον κορμό του κλώνου AS (Androscoggin) ήταν η μικρότερη σε σύγκριση με τους κλώνους ML (Muhle-Larsen) και SP (Scott Panley), γεγονός που έχει ευνοϊκή επίδραση στη λευκότητα του πολτού. Σε φυτείες του κλώνου ML ηλικίας 15-20 χρόνων, η εμφάνιση εφελκυσμογενούς ξύλου ήταν συγκριτικά μικρότερη, γεγονός που έχει επίδραση στις συνθήκες πολτοποίησης και στην ποιότητα των ξυλοφύλλων. Ο κλώνος ML είχε τη μεγαλύτερη παραγωγή ξύλου σε όγκο αλλά χαμηλή παραγωγή κυτταρίνης στις βιομηχανίες χαρτοπολτού. Στις νεαρές φυτείες (5-10 ετών) των παραπάνω τριών κλώνων, μακρύτερες ίνες μετρήθηκαν στον κλώνο ML, πράγμα που έχει μεγάλη σημασία στην ποιότητα του χαρτοπολτού και χαρτιού. Διαφορές όμως στο μήκος ινών δεν παρατηρήθηκαν στις φυτείες ηλικίας 20 ετών μεταξύ των τριών κλώνων. Η ποιότητα τόπου έχει έμμεση επίδραση στην ποιότητα του ξύλου επειδή επηρεάζει το ρυθμό αύξησης και τις διαστάσεις του δένδρου και κατ' επέκταση την πυκνότητα και το μήκος ινών.

4.2.2. Ανώριμο ξύλο

Ανώριμο ξύλο δημιουργείται πάντοτε και σε όλα τα ξύλα. Ανώριμο ξύλο θεωρείται το κεντρικό τμήμα του κορμού σε μορφή κυλίνδρου με κωνική κορυφή το οποίο σχηματίζεται κοντά στην εντεριώνη, στους πρώτους 8-20 αυξητικούς δακτυλίους ή και περισσότερους (30-35). Από σχετικές έρευνες στην Ελλάδα, ανώριμο ξύλο σχηματίζεται στους πρώτους 18-20 αυξητικούς δακτυλίους στην πλατύφυλλη δρυ (Voulgaridis, 1990), στους πρώτους 7-11 στην ακακία (Adamopoulos & Voulgaridis, 2002). Το ξύλο αυτό χαρακτηρίζεται από ταχεία μεταβολή των χαρακτηριστικών του μεταξύ διαδοχικών αυξητικών δακτυλίων μέχρι την έναρξη της ώριμης ηλικίας και το σχηματισμό ώριμου (τυπικού) πλέον ξύλου. Οι ταχείες αυτές μεταβολές κατά την οριζόντια έννοια (εντεριώνη→φλοιός) περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, και τα εξής:

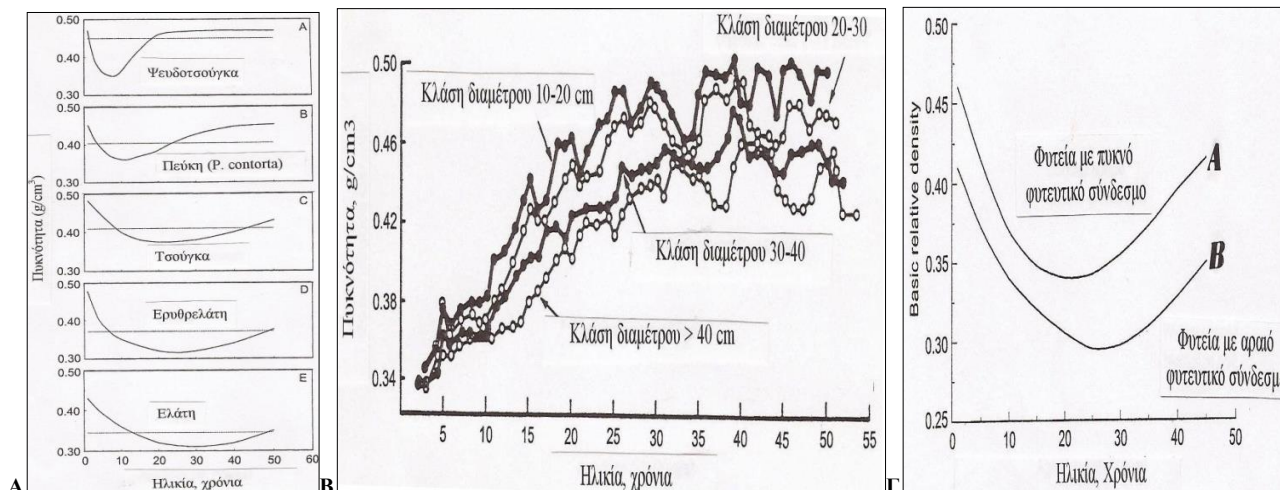
- α. Αύξηση μήκους ή και άλλων διαστάσεων (διάμετρος) των κυττάρων καθώς και του πάχους των κυτταρικών τοιχωμάτων.
- β. Μεταβολές στο ποσοστό όψιμου ξύλου (αύξηση) στα κωνοφόρα και στην κατανομή των πόρων (μελών αγγείων) στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα (βαθμιαία αναπτύσσεται ο δακτυλιόπορος χαρακτήρας).
- γ. Αύξηση του ποσοστού κυτταρίνης και του βαθμού κρυσταλλικότητας και μείωση της λιγνίνης.
- δ. Μείωση της γωνίας μικροϊνιδίων της S_2 στρώσεως των κυτταρικών τοιχωμάτων.

Είναι φανερό ότι οι παραπάνω μεταβολές επηρεάζουν σημαντικά τις ιδιότητες του ξύλου (πυκνότητα, υγροσκοπικότητα, διαστασιακές μεταβολές, μηχανικές ιδιότητες, διαπερατότητα, κ.ά.). Γενικά, το ανώριμο ξύλο είναι κατώτερο ποιοτικά από το ώριμο ξύλο και θα ήταν επιθυμητό να γινόταν αποχωρισμός ανώριμου (άτυπου) και ώριμου (τυπικού) ξύλου κατά την αξιοποίηση των κορμοτεμαχίων αλλά αυτό πρακτικά δεν είναι πάντοτε δυνατό. Ένα παράδειγμα ξεχωριστής αξιοποίησης των δύο αυτών κατηγοριών ξύλου μπορεί να γίνει

επιτυχώς κατά την παραγωγή ξυλοφύλλων με εκτύλιξη, όπου παραμένει ένας κεντρικός πυρήνας του κορμοτεμαχίου (ουσιαστικά το ανώριμο ξύλο) που δεν εκτυλίσσεται σε ξυλόφυλλα.

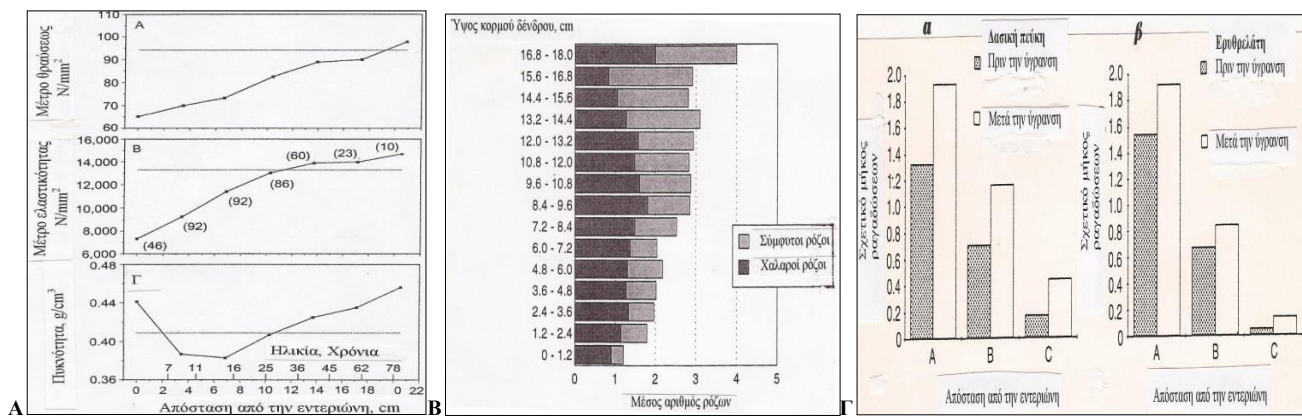
Όπως αναφέρθηκε, η διάμετρος του κυλίνδρου που ταυτίζεται με το ανώριμο ξύλο είναι τόσο μεγαλύτερη όσο ταχύτερα μεγαλώνει ένα δένδρο στη νεαρή ηλικία και όσο περισσότερο διαρκεί αυτή η νεαρή περίοδος (Τσουμής, 1983). Επομένως, σε ταχυσυζή είδη, σε νεαρές φυτείες και πρεμνοφυή δάση που υλοτομούνται κάθε 25-30 χρόνια, το ποσοστό του ανώριμου ξύλου είναι υψηλό και η ποιότητα του παραγόμενου ξύλου χαμηλή. Η ποιότητα και οι ιδιότητες του ανώριμου ξύλου φαίνεται ότι θα αποτελέσουν πεδίο εκτεταμένων ερευνών στο μέλλον επειδή οι πρώτες ύλες σε ξύλο θα προέρχονται από νεότερα δένδρα μικρότερης διαμέτρου και το ποσοστό του ανώριμου ξύλου θα είναι υψηλότερο σε σύγκριση με την παραγωγή των δασών προηγούμενης γενεάς (Kennedy, 1995; Perstorper *et al.*, 1995b; Sauter, 1997).

Έρευνες σε πέντε είδη κωνοφόρων (Kennedy, 1995) έδειξαν ότι οι μεταβολές της πυκνότητας από την εντεριώνη προς το φλοιό δεν ταυτίζονται μεταξύ των ειδών. Στην ψευδοτσούγκα και πεύκη (*Pinus contorta*), τα διαγράμματα "πυκνότητα-ηλικία" παρουσιάζουν ομοιότητες (υψηλή πυκνότητα στους πρώτους αυξητικούς δακτυλίους, ελάχιστες τιμές στους δακτυλίους 6-10 και αύξηση της πυκνότητας μετά μέχρι τους 20-25 δακτυλίους στην ψευδοτσούγκα και μέχρι τους 30-35 στην πεύκη). Τα είδη αυτά παρουσιάζουν απότομη μετάβαση από το πρώιμο στο όψιμο ξύλο. Τα άλλα τρία είδη (τσούγκα, ερυθρελάτη, ελάτη) με βαθμιαία μετάβαση από το πρώιμο στο όψιμο ξύλο παρουσιάζουν διαγράμματα "πυκνότητας-ηλικίας" όμοια μεταξύ τους αλλά διαφορετικά των προηγούμενων της ψευδοτσούγκας και πεύκης (βλ. Σχ. 4.5 Α). Η επίδραση της ταχύτητας αύξησεως στην πυκνότητα ξύλου ψευδοτσούγκας βρέθηκε να είναι μικρότερη από εκείνη της ηλικίας (βλ. Σχ. 4.5 Β), ενώ αραιότερος φυτευτικός σύνδεσμος είχε ως αποτέλεσμα παραγωγή ξύλου μικρότερης πυκνότητας (Σχ. 4.5 Γ). Οι τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων και συγκεκριμένα του μέτρου θραύσεως (ΜΘ) και του μέτρου ελαστικότητας (ΜΕ) εμφανίζονται χαμηλότερες στο ανώριμο ξύλο (Σχ.4.6 Α) ενώ είναι αναμενόμενη η μικρότερη απόδοση του ξύλου αυτού σε χημικό χαρτοπολτό καθώς και η μείωση ορισμένων μηχανικών ιδιοτήτων (π.χ. αντοχή σε σχίση) του χαρτοπολτού (Πίν. 4.1).



Σχήμα 4.5 Α. Σχέση πυκνότητας και ηλικίας πέντε κωνοφόρων ειδών στο στήθιαίο ύψος. (Οι οριζόντιες στικτές γραμμές αναφέρονται σε μέσες τιμές πυκνότητας μεγάλης ηλικίας δένδρων των ίδιων ειδών). **Β.** Οριζόντια μεταβλητότητα πυκνότητας σε 96 δένδρα ψευδοτσούγκας τεσσάρων κλάσεων διαμέτρου **Γ.** Οριζόντια μεταβλητότητα πυκνότητας σε δένδρα με πυκνό (Α) και αραιό (Β) φυτευτικό σύνδεσμο (Kennedy, 1995).

Η χαμηλή ποιότητα του ανώριμου ξύλου, εκδηλώνεται στη συμπεριφορά και τις ιδιότητες και άλλων προϊόντων π.χ. πριστής ξυλείας, ξυλοφύλλων, κ.ά. Έρευνες σε ξύλο ερυθρελάτης και δασικής πεύκης έδειξαν ότι η συχνότητα και βαθμός στρεβλότητας των πριστών τεμαχίων ήταν μεγαλύτερη όταν αυτά προέρχονταν από ανώριμο ξύλο (Perstorper *et al.*, 1995b; Sauter, 1997). Σε δασική πεύκη παρατηρήθηκαν περισσότεροι ρόζοι σε ξύλο με μεγαλύτερο ποσοστό ανώριμου ξύλου γεγονός που οδηγεί σε παραγωγή πριστής ξυλείας κατώτερης ποιότητας (Sauter, 1997, Σχ. 4.6 Β). Η ποιότητα της πριστής ξυλείας από φυτείες δασικής πεύκης με ταχύτερη αύξηση ήταν γενικά χαμηλότερη από αντίστοιχες φυτείες με μικρότερη αύξηση (Sauter, 1997). Πριστή ξυλεία που προέρχονταν από ανώριμο ξύλο ερυθρελάτης και δασικής πεύκης παρουσίασε μεγαλύτερη αναλογία ραγάδων σε σύγκριση με ώριμο ξύλο και μάλιστα η αναλογία αυτή ήταν μεγαλύτερη όσο η θέση του πριστού τεμαχίου ήταν πιο κοντά στην εντεριώνη (Sandberg, 1996, Σχ. 4.6 Γ).



Σχήμα 4.6 Α. Σχέση μέτρου θραύσεως (ΜΘ) σε στατική κάμψη, μέτρου ελαστικότητας (ΜΕ) και πυκνότητας με την ηλικία και την απόσταση από την εντεριώνη σε ξύλο τσούγκας περιεχόμενης υγρασίας 8%. (Οι οριζόντιες στικτές γραμμές αναφέρονται σε μέσες τιμές μεγάλης ηλικίας δένδρων διορθωμένες σε περιεχόμενη υγρασία 8%. Οι αριθμοί σε παρένθεση δηλώνουν τον αριθμό δοκιμών σε κάθε περίπτωση) (Kennedy, 1995). Β. Μέσος αριθμός σύμφυτων και χαλαρών ρόζων στο σομφό ξύλο πριστών που προέρχονται από διαφορετικά ύψη του κορμού δένδρων δασικής πεύκης. Στα τμήματα του κορμού με περισσότερο ποσοστό ανώριμου ξύλου (π.χ. σε μεγαλύτερα ύψη) αριθμοί ρόζων είναι μεγαλύτεροι (Sauter, 1997). Γ. Σχετικό μήκος ραγαδώσεων σε πριστά τεμάχια δασικής πεύκης (Α) και ερυθρελάτης (Β) μετά από ξήρανση και μετά από 3 κύκλους ύγρανσης-ξήρανσης (Α,Β,С: Μικρότερη προς μεγαλύτερη απόσταση του πριστού από την εντεριώνη (Sandberg, 1996).

Είδος*	Παραγωγή (Απόδοση) %	Πυκνότητα	Παραγωγή x Πυκνότητα	Λόγοι μηχανικής αντοχής πολτού Ανώριμου/Ωριμου		
				Σχίση	Εφελκυσμός	Διάτρηση
Ψευδοτσούγκα				0.70	1.10	1.07
-Ανώριμο ξύλο Κορυφή (d=2.5-10cm)	45.5					
-Ωριμο ξύλο	47.0					
Ψευδοτσούγκα				0.71	1.15	1.17
-Ανώριμο ξύλο (Δακτύλιοι 1-10)	45.6	0.411	0.84			
-Ωριμο ξύλο	47.2	0.473	1.00			
Ψευδοτσούγκα				0.70		1.0
-Ανώριμο ξύλο (Δακτύλιοι 1-15)	2% λιγότερο από το ώριμο ξύλο					
Πεύκη				0.71	1.15	1.17
-Ανώριμο ξύλο (Δακτύλιοι 1-20)	45.0	0.363	0.87			
-Ωριμο ξύλο	47.5	0.393	1.00			
Τσούγκα				0.85	0.84	0.96
-Ανώριμο ξύλο (Δακτύλιοι 1-20)	44.1					
-Ωριμο ξύλο	45.9					
Ερυθρελάτη				0.83	0.97	0.94
-Ανώριμο ξύλο (Κορυφή, d=2,5-10cm)	44.8					
-Ωριμο ξύλο	46.5					

*Ψευδοτσούγκα: *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Douglas-fir). Πεύκη: *Pinus contorta* Dougl. (Lodgepole pine). Τσούγκα : *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg. (Western hemlock). Ερυθρελάτη: *Picea glauca* (Moench.) Voss; (Engelmann), *P. engelmannii* Parry ex Engelm (White spruce), *P. sitchensis* (Bong.) Carr (Sitka spruce), *P. mariana* (Mill.) B.S.P. (Black spruce).

Πίνακας 4.1 Συγκριτική παραγωγή και μηχανική αντοχή χημικού χαρτοπολτού από ανώριμο και ώριμο ξύλο (Kennedy, 1995).

Χρησιμοποίηση ανώριμου ξύλου της *Pinus taeda* στην παραγωγή μοριοπλακών (flakeboards, particleboards) και ινοπλακών (Pugel *et al.*, 1990) έδειξε ότι οι μηχανικές ιδιότητες (μέτρο θραύσεως, μέτρο ελαστικότητας, εσωτερική αντοχή) των πλακών αυτών ήταν συγκρίσιμες με εκείνες που βασίζονταν σε ώριμο ξύλο. Όμως οι πλάκες από ανώριμο ξύλο παρουσίασαν μικρότερη διαστασιακή σταθερότητα, μεγαλύτερη κατά πάχος διόγκωση και γραμμική διόγκωση, ιδιαίτερα όταν το υλικό προέρχονταν από δένδρα ταχείας αύξησης. Από τα παραπάνω είδη ξυλοπλακών, οι ιδιότητες των ινοπλακών διέφεραν λιγότερο μεταξύ ανώριμου και ώριμου ξύλου ως πρώτης ύλης.

4.3. Εμφάνιση ελαττωμάτων (σφάλματων) κατά τη διάρκεια αύξησης των δένδρων και επιδράσεις στην ποιότητα ξύλου

Τα ελαττώματα του ξύλου μπορούν να διακριθούν σε φυσικά ελαττώματα που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια αύξησης των δένδρων και διαμόρφωση του ξύλου και σε ελαττώματα (σφάλματα) που είναι δυνατό να προκύψουν από διάφορους χειρισμούς του ξύλου από το υλοτόμιο μέχρι την έναρξη της κατεργασίας του, κατά την μηχανική κατεργασία και την ξήρανσή του αλλά και κατά την διάρκεια της χρήσεώς του.

4.3.1. Φυσικά ελαττώματα

Τα φυσικά ελαττώματα οφείλονται σε ακανονιστίες αυξήσεως του ξύλου και σε φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά. Τα δένδρα κατά τη διάρκεια της μακροχρόνιας ζωής τους βρίσκονται κάτω από την επίδραση διαφόρων εξωτερικών παραγόντων (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος, έδαφος, μετακίνηση εδάφους, κλίση εδάφους, περιστροφή γης, κ.λπ.) αλλά και κληρονομικών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί δεν μπορούν να ελεγχθούν ή ελέγχονται μερικώς, έτσι ώστε η παρουσία φυσικών ελαττωμάτων στο ξύλο να είναι σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό αναπόφευκτη.

Οι αυξητικές αυτές ακανονιστίες, από άποψη αξιοποίησης του ξύλου, θεωρούνται ελαττώματα ή σφάλματα επειδή δημιουργούν τοπικές διαφοροποιήσεις στη δομή ξύλου του κορμού που αποτελεί και τη βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων και έχουν δυσμενή επίδραση στις χρήσεις του. Τα ελαττώματα αυτά έχουν διάφορα αίτια και αποδίδονται κυρίως στις επιδράσεις των διαφόρων παραγόντων του περιβάλλοντος, σε κληρονομικά χαρακτηριστικά και στον τρόπο αύξησης του δέντρου.

Στις αυξητικές ακανονιστίες περιλαμβάνονται: αποκλίσεις του κορμού των δένδρων από την τυπική ευθυτενή και κυλινδρική μορφή, ξύλο ακανόνιστης δομής, αποκλίσεις των αυξητικών δακτυλίων από την τυπική τους μορφή, στρεψοίνια, ραγάδες και ρητινοθύλακες, μεταχρωματισμοί και ακανονιστίες από πηλώσεις. Στα φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνονται η εντεριώνη και οι ρόζοι.

Οι αυξητικές ακανονιστίες περιλαμβάνουν:

4.3.1.1. Αποκλίσεις του κορμού των δέντρων από την τυπική μορφή

Ο κορμός ενός δέντρου στην τυπική του μορφή έχει κυκλική διατομή, είναι ευθυτενής και πρακτικά κυλινδρόμορφος. Οι αποκλίσεις του κορμού από την τυπική αυτή μορφή περιλαμβάνουν:

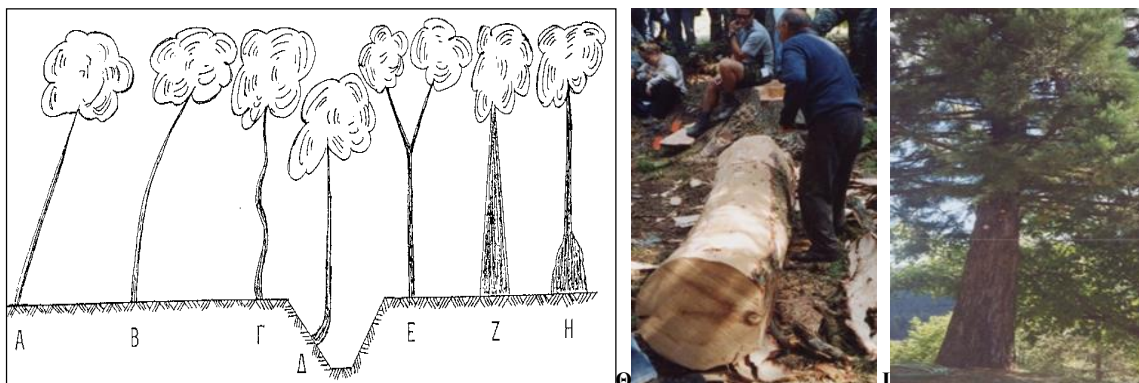
- α. **κλίση** (leaning): Ο κορμός είναι ευθυτενής αλλά παρουσιάζει κλίση.
- β. **κάμψη** (bending): Ο κορμός δεν είναι ευθυτενής και παρουσιάζει κάμψη.
- γ. **στρεβλότητα** (crook): Ο κορμός δεν είναι ευθυτενής και κάμπτεται σε δύο ή περισσότερες θέσεις.
- δ. **διχάλωση** (forking): Ο κορμός διακλαδίζεται σε δύο.
- ε. **γονατοειδής ή πιστολοειδής βάση** (pistol-butted stem): Η βάση του κορμού παρουσιάζει κάμψη. Είναι συχνή σε εδάφη με μεγάλη κλίση.
- στ. **κωνικομορφία** (taper): Η μείωση της διαμέτρου του κορμού καθ' ύψος είναι έντονη. Περισσότερο έντονη κωνικομορφία παρουσιάζουν δέντρα που αυξάνονται σε ελεύθερο χώρο, νεαρά δέντρα, δέντρα με μεγάλη κάμψη, δέντρα που είναι εκτεθειμένα σε ισχυρούς ανέμους, κ.λπ. Παράγοντες όπως είδος δέντρου, ποιότητα τόπου, κλάδεμα, κ.ά. επηρεάζουν το βαθμό κωνικομορφίας.
- ζ. **διόγκωση της βάσεως** (butt-swell): Η βάση του κορμού είναι διογκωμένη, συνήθως σε δέντρα που αυξάνονται σε ελεύθερο χώρο. Αποδίδεται κυρίως σε αυξημένες μηχανικές τάσεις που αναπτύσσονται στη βάση.

Οι παραπάνω αποκλίσεις φαίνονται στο Σχήμα 4.7. Αιτία των αποκλίσεων αυτών θεωρούνται διάφοροι αβιοτικοί παράγοντες του περιβάλλοντος (άνεμος, χιόνι, μετακίνηση εδάφους, κλίση εδάφους, φως, παγετοί, ξηρασία, κ.λπ.) ή βιολογικοί παράγοντες (ζώα, άνθρωποι, μύκητες, έντομα).

Αποκλίσεις παρατηρούνται και στο σχήμα της εγκάρσιας διατομής, και είναι δυνατό να σχηματίζονται ελλειψοειδείς, αυγοειδείς, διπλοταφοειδείς, ακανόνιστοι κυκλοειδείς, κυματοειδείς, κ.λπ.

διατομές (Σχ. 4.11, 4.12). Αίτια των αποκλίσεων αυτών θεωρούνται κυρίως οι ισχυροί άνεμοι (Μουλόπουλος και Τσουμής 1960) αλλά μπορεί να είναι και κληρονομικής φύσεως (π.χ. κυματοειδείς διατομές γαύρου).

Στις παραπάνω αποκλίσεις του κορμού από την τυπική του μορφή παρουσιάζονται μεταβολές δομής και, στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι συνήθης η παρουσία ξύλου ακανόνιστης δομής. Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις η χαμηλή ποιότητα των κορμοτεμαχίων και της πριστής ξυλείας που παράγεται από αυτά είναι προφανής.



Σχήμα 4.7 Αποκλίσεις των δένδρων από την τυπική εξωτερική μορφή (Α. Κλίση κορμού. Β, Γ. Κάμψη. Δ. Γονατοειδής βάση. Ε. Διχάλωση. Ζ, Ι. Έντονη κωνικομορφία. Η. Διόγκωση βάσεως, Θ. Καμπύλο κορμοτεμάχιο από κάμψη κορμού) (Α-Η: Σχεδίαση Βουλγαρίδη; Βουλγαρίδης, 2015).



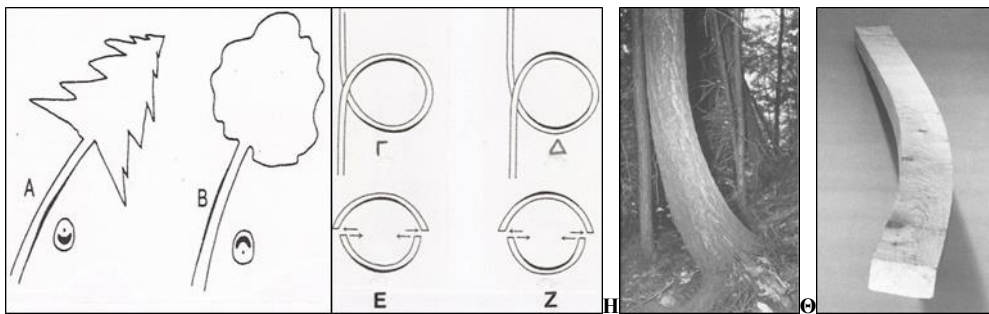
Σχήμα 4.8 Αριστερά: Τύποι εγκάρσιων διατομών δένδρων και πρέμων λεύκης (1,2. Ελλειψοειδής, 3. Ωοειδής, 4. Διπλοταφοειδής, 5. Κυκλοειδής ακανόνιστος, 6. Κυκλικός). Δεξιά: Τύποι εγκάρσιας διατομής του κορμού μιας λεύκης σε διάφορα ύψη (1 έως 8) από το έδαφος. Διακρίνεται υγρό (μαύρο) εγκάρδιο (Μουλόπουλος & Τσουμής, 1960).

4.3.1.2. Ξύλο ακανόνιστης δομής (reaction wood)

Το ξύλο ακανόνιστης δομής χαρακτηρίζεται από διαφοροποίηση της δομής και της χημικής σύστασής του σε σύγκριση με τυπικό, κανονικό ξύλο με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι ιδιότητές του και γενικά η αξιοποίησή του. Ο σχηματισμός τέτοιου ξύλου προέρχεται από τυχόν απόκλιση των κορμών των δέντρων από την τυπική κατακόρυφη θέση τους και την προσπάθειά τους να διατηρηθούν στη θέση αυτή, πράγμα που το επιτυγχάνουμε κάμψη τους (Σχ. 4.9 Α) (Barnett & Jeronimidis, 2003). Ξύλο ακανόνιστης δομής παρουσιάζεται και στα κλαδιά των δέντρων.

Το ξύλο ακανόνιστης δομής περιλαμβάνει το θλιψιγενές ξύλο (compression wood) που εμφανίζεται σε κωνοφόρα και το εφελκυσμογενές ξύλο (tension wood) που εμφανίζεται σε πλατύφυλλα. Σε μια εγκάρσια τομή ενός καμπτόμενου κορμού, το ξύλο ακανόνιστης δομής εμφανίζεται συνήθως μονόπλευρα (προς τη μία πλευρά) ενώ η εντεριώνη είναι έκκεντρα τοποθετημένη. Το ξύλο στην αντίθετη πλευρά από εκείνη που σχηματίζεται το ξύλο ακανόνιστης δομής είναι γνωστό ως αντίθετο ξύλο (opposite wood). Η ορολογία (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές ξύλο) αποδίδεται στο γεγονός ότι στα κωνοφόρα το ξύλο ακανόνιστης δομής εμφανίζεται στη θλιβόμενη πλευρά ενώ στα πλατύφυλλα στην εφελκυσόμενη πλευρά (Σχ. 4.9 Α). Όπως έδειξαν, όμως, σχετικά πειράματα με κυκλική κάμψη νεαρών βλαστών, θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο εμφανίσθηκαν και στην εφελκυσόμενη ή θλιβόμενη πλευρά αντίστοιχα. Πάντως, η εκδήλωση του φαινομένου ήταν, περιέργως, αντίθετη σε κωνοφόρα και σε πλατύφυλλα (Σχ. 4.9 Β) (Timell, 1986; Tsoumis, 1991; Barnett & Jeronimidis, 2003).

Το ξύλο ακανόνιστης δομής χαρακτηρίζεται από διαφοροποίηση της δομής και της χημικής σύστασής του σε σύγκριση με τυπικό, κανονικό ξύλο με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι ιδιότητές του και γενικά η αξιοποίησή του και να εμφανίζονται δευτερογενή σφάλματα, όπως π.χ. κατά την πρίση (Σχ. 4.9 Γ). Ο σχηματισμός τέτοιου ξύλου προέρχεται από τυχόν απόκλιση των κορμών των δέντρων από την τυπική κατακόρυφη θέση τους και στην προσπάθειά τους να διατηρηθούν στη θέση αυτή, πράγμα που το επιτυγχάνουν με κάμψη τους (Σχ. 4.9 Η). Ξύλο ακανόνιστης δομής παρουσιάζεται και στα κλαδιά των δέντρων.



Σχήμα 4.9 A-Z: Θέσεις σχηματισμού θλιψιγενούς και εφελκυσμογενούς ξύλου. A, B. σε κυρτωμένους κορμούς (A. κωνοφόρο, B. πλατύφυλλο) και Γ, Δ. μετά από κυκλική κάμψη. Οι περιοχές ακανονιστίας δείχνονται με μαύρο χρώμα. Αν οι βρόχοι κοπούν σε πάνω και κάτω μισά (ημικύκλια), τα πάνω μισά τείνουν να ανοίξουν και τα κάτω μισά να κλείσουν και στις δύο περιπτώσεις (E, Z). Έτσι, οι διαφορετικές κατανομές θλιψιγενούς και εφελκυσμογενούς ξύλου είναι συμπληρωματικές με τις διαφορετικές τους συμπεριφορές και παράγουν όμοια αποτελέσματα (A, B: Τσουμής, 1983; Γ, Δ, E, Z: Jane, 1970). H, Θ: Παραγωγή ξύλου ακανόνιστης δομής σε κεκλιμένο δένδρο τσούγκας (H). Εμφάνιση σφάλματος (στρέβλωσης) σε πριστό τεμάχιο (Θ) λόγω παρουσίας θλιψιγενούς ξύλου (Hoadley, 1990).

Η δημιουργία ξύλου ακανόνιστης δομής έχει συνδεθεί με διάφορα αίτια (μηχανικές τάσεις, λόγω αύξησης του δέντρου, επίδρασης ανέμων, κ.λπ., γεωτροπισμός, ρυθμός αύξησης, μεταβολές στη χημική σύσταση του χυμού, κ.ά.) αλλά η εξήγηση του φαινομένου δεν είναι ακόμη σαφής. Το ξύλο ακανόνιστης δομής δεν περιορίζεται στο σημείο κάμψης του κορμού αλλά επεκτείνεται και σε αρκετό ύψος στο ευθύ τμήμα του κορμού (Μπόγρη & Βουλγαρίδης, 2001; Τομπαζιώτης & Βουλγαρίδης, 2005).

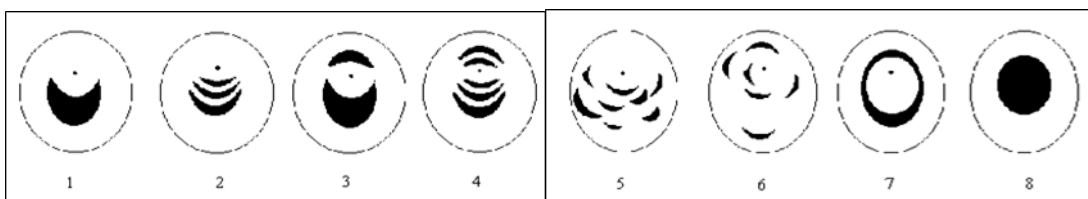
Λόγω διαφορετικής δομής και ιδιοτήτων, το ξύλο ακανόνιστης δομής δημιουργεί προβλήματα αξιοποίησης και θεωρείται σοβαρό σφάλμα στην πράξη. Με ορισμένα δασοκομικά μέτρα (π.χ. φυτευτικός σύνδεσμος, αραιώσεις, αντιανεμικοί φράχτες, κ.ά.) μπορεί να επηρεαστεί η έκταση της δημιουργίας ξύλου ακανόνιστης δομής που προέρχεται από κάμψεις των δέντρων λόγω κυρίως της επιδράσεως του ανέμου.

Τα χαρακτηριστικά και ιδιότητες του ξύλου ακανόνιστης δομής έχουν συνοπτικά ως εξής:

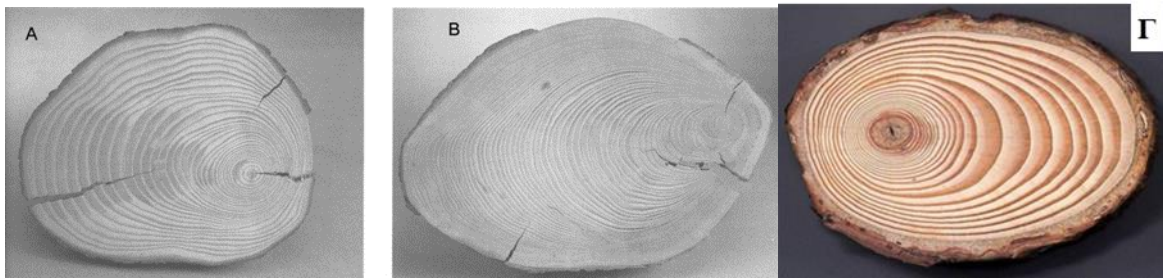
A. Θλιψιγενές ξύλο (compression wood, rotholz)

Γενική εμφάνιση - Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά

Εμφάνιση σε εγκάρσια τομή κατά ημισεληνοειδείς θέσεις, χρώμα σκοτεινότερο (ερυθρωπό), πλατείς αυξητικοί δακτύλιοι οι οποίοι φαίνονται να αποτελούνται από πολύ όψιμο ξύλο (Εικ. 4.1). Στο πανεπιστημιακό δάσος Περτουλίου διακρίθηκαν στην ελάτη οκτώ τύποι θλιψιγενούς ξύλου με βάση τη μακροσκοπική του εμφάνιση σε εγκάρσιες τομές της βάσης των κορμών των δέντρων αλλά δύο από αυτούς (τύπος 2 και 4) εμφανίστηκαν συχνότερα (σε ποσοστό 44,6 % επί συνόλου 266 δέντρων). Ο τύπος 1 εμφανίστηκε σε ποσοστό 7,1 %, ο τύπος 6 σε ποσοστό 6,8 %, ο τύπος 7 σε ποσοστό 10,2 %, ο τύπος 8 σε ποσοστό 7.5 % και οι τύποι 2 και 6 μαζί σε ποσοστό 2,3 % (Σχ. 4.10). Το 13,5 % των δέντρων ελάτης δεν παρουσίασε θλιψιγενές ξύλο (Τομπαζιώτης & Βουλγαρίδης, 2005), ενώ σε άλλη έρευνα που έγινε στο ίδιο δάσος αλλά σε άλλο Τμήμα, το ποσοστό αυτό ήταν 34,5 % (Μπόγρη & Βουλγαρίδης, 2001). Στο 62,4 % των δέντρων, το θλιψιγενές ξύλο ήταν χαμηλής έντασης (μέχρι 5 % της εγκάρσιας επιφάνειας), ενώ μόνο στο 4,2 % των δέντρων παρουσιάστηκε υψηλής (15-20 %) και πολύ υψηλής (πάνω από 20 %) έντασης θλιψιγενές ξύλο (Τομπαζιώτης & Βουλγαρίδης, 2005). Κατά την κατακόρυφη διεύθυνση του κορμού των δέντρων, το θλιψιγενές ξύλο έφτανε συχνά σε μεγάλα ύψη μέσα στον κορμό (μέχρι 75 % του ύψους του και παραπάνω) αλλά με μειούμενη ένταση (Μπόγρη & Βουλγαρίδης, 2001; Τομπαζιώτης & Βουλγαρίδης, 2005).



Σχήμα 4.10 Τύποι θλιψιγενούς ξύλου σε εγκάρσιες διατομές κορμών δέντρων ελάτης στο πανεπιστημιακό δάσος Περτουλίου. 1. Ημισεληνοειδές, μονόπλευρο, συνεχές. 2. Ημισεληνοειδές, μονόπλευρο, ασυνεχές. 3. Ημισεληνοειδές, αμφίπλευρο, συνεχές. 4. Ημισεληνοειδές, αμφίπλευρο, ασυνεχές. 5. Σημειακό, μονόπλευρο. 6. Σημειακό, αμφίπλευρο. 7. Περικεντρικό, δακτυλιοειδές. 8. Κεντρικό, ενιαίο (Τομπαζιώτης & Βουλγαρίδης, 2005).



Εικόνα 4.1 Μακροσκοπική εμφάνιση θλιψιγενούς ξύλου σε εγκάρσια τομή ξύλου τσούγκας (A), ερυθρελάτης (B) (Hoadley, 1990) και πεύκης (Γ) (Panshin & De Zeeuw, 1980).

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά

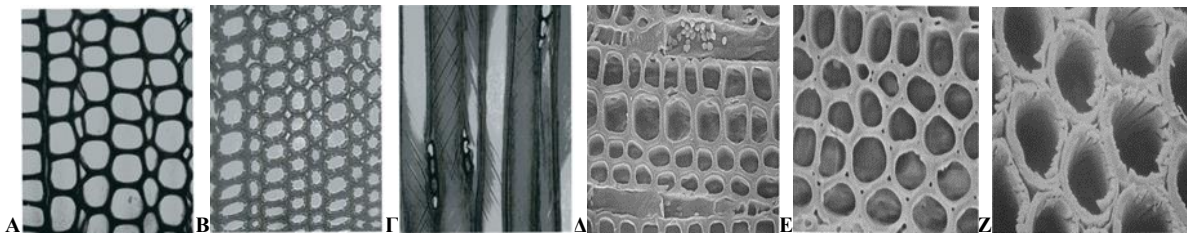
Τραχειίδες με κυκλική ή ελλειψοειδή διατομή, μεσοκυττάριοι χώροι υπάρχουν λόγω μη καλής επαφής των τραχειϊδών, κυτταρικά τοιχώματα παχεία με ραγαδώσεις που σχηματίζουν γωνία 45° ή και μεγαλύτερη με τον άξονα του κυττάρου (Εικ. 4.2, 4.3, 4.4), μήκος τραχειϊδών μικρότερο.

Μικροδομή κυτταρικών τοιχωμάτων

Λείπει η S₃ στρώση από το δευτερογενές τοίχωμα. Γωνία μικροϊνιδίων της S₂ στρώσεως περί τις 45°. Περιέχει περισσότερη λιγνίνη και λιγότερη κυτταρίνη (Εικ. 4.4).

Ιδιότητες και αξιοποίηση

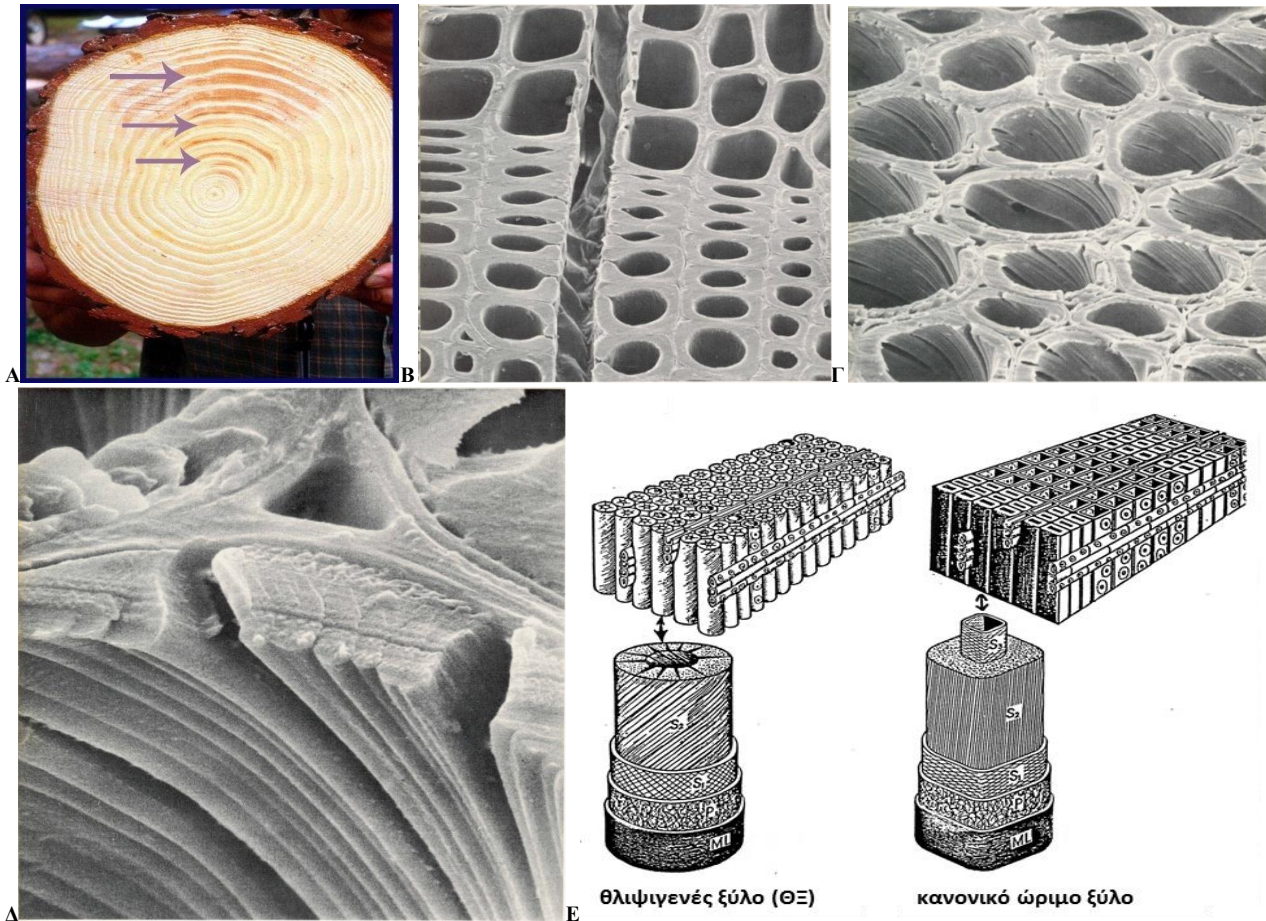
Πυκνότερο και σκληρότερο ξύλο. Αξονική ρίκνωση μεγάλη (μέχρι 6% ή και περισσότερο), ακτινική και εφαπτομενική ρίκνωση μικρότερες. Αμφιβόλου μηχανικής αντοχής (συνήθως μικρότερη αντοχή) και εύθραυστο ξύλο. με την ξήρανση ραγαδώνεται και στρεβλώνει εύκολα. Παράγει λιγότερη κυτταρίνη και μικρότερης μηχανικής αντοχής ξυλοπολτό.



Εικόνα 4.2 Εμφάνιση σε απλό μικροσκόπιο (A, B, Γ) και σε στερεοσκοπικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο-SEM (Δ, Ε, Ζ) θλιψιγενούς ξύλου σε εγκάρσια (B, E, Z) και εφαπτομενική τομή (Γ) σε σύγκριση με ξύλο κανονικής δομής σε εγκάρσια τομή (A, Δ). Παρατήρησε τις σχεδόν κυκλικής διατομής τραχειίδες (B, E, Z), μικροραγαδώσεις κυτταρικών τοιχωμάτων (Γ, Ζ), μεσοκυττάριους χώρους (B, E) και πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων (B, E, Z) στο θλιψιγενές ξύλο. Δ, Ε, Ζ. Ξύλο πεύκης (*Pinus radiata*) με ήπιας έντασης (E) και υψηλής έντασης (Z) θλιψιγενές ξύλο (A, B, Γ: Hoadley, 1990; Δ, Ε, Ζ: Barnett & Jeronimidis, 2003).



Εικόνα 4.3 (1). Εμφάνιση εγκάρσιας τομής θλιψιγενούς ξύλου σεκβόιας σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο με διερχόμενο φως (TEM). Ι. Μεσοκυττάριος χώρος, Ρ. Μικροραγάδωση στο κυτταρικό τοίχωμα, Β. Αποφραγμένο βοθρίο. (Panshin & De Zeeuw, 1980). (2). Μembrάνες βοθρίων, σε εγκάρσια τομή, σε θλιψιγενές ξύλο λάρικας με άβακα (A, 2400X), αποφραγμένο βοθρίο σε ξύλο σεκβόιας (*Sequoia sempervirens*, 1500X)(B) και αλωφόρο βοθρίο, χωρίς άβακα, σε ξύλο δρυός (*Quercus rubra*, 7200X)(C) (Tsoumis, 1991).



Εικόνα 4.4 Μακροσκοπική εμφάνιση (Α με βέλη) και μικροσκοπικά ή υπο-μικροσκοπικά χαρακτηριστικά (σε SEM) του θλιψιγενούς ξύλου (Γ, Δ, Ε) σε κωνοφόρα. Β. Εγκάρσια τομή με κανονική δομή με πρώιμο και όψιμο ξύλο. Γ, Δ. Εγκάρσια τομή θλιψιγενούς ξύλου (ΘΞ), όπου φαίνονται οι τραχειίδες με παχεία κυτταρικά τοιχώματα και με κυκλική ή ελλειψοειδή διατομή, οι μεσοκυττάριοι χώροι και οι μικρο-ραγαδώσεις στα κυτταρικά τοιχώματα. Ε. Η S₂ στρώση μπορεί να είναι απόσα στα κυτταρικά τοιχώματα του ΘΞ (Α, Ε: Αδαμόπουλος, 2014; Β, Γ, Δ: Meylan & Butterfield, 1972).

Β. Εφελκυσμογενές ξύλο (tensionwood, weissholz)

Γενική εμφάνιση - Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά

Εμφάνιση σε εγκάρσια τομή κατά ημισεληνοειδείς θέσεις, αλλά και με ακανόνιστο σχήμα, χρώμα ανοιχτότερο (Εικ. 4.5 Α). Δύσκολα αναγνωρίζεται. Για την ασφαλή αναγνώριση γίνεται χρήση χρωστικών (π.χ. φλωρογλυκινόλη, χλωροϊωδιούχος ψευδάργυρος) επειδή διαφοροποιείται αισθητά το εφελκυσμογενές από το κανονικό ξύλο από άποψη χρώματος.

Μικροσκοπικά χαρακτηριστικά

Τοιχώματα ινών παχεία και κυτταρικές κοιλότητες στενές σαν σχισμές ή και δύσκολο να διακριθούν (Εικ. 4.5 Γ-Ζ, Εικ. 4.6). Εσωτερική στρώση των τοιχωμάτων των ινών με όψη υαλώδη ή ζελατινώδη (ζελατινώδεις ίνες - gelatinous fibers) (Εικ. 4.5 Γ-Ζ, Εικ. 4.6).

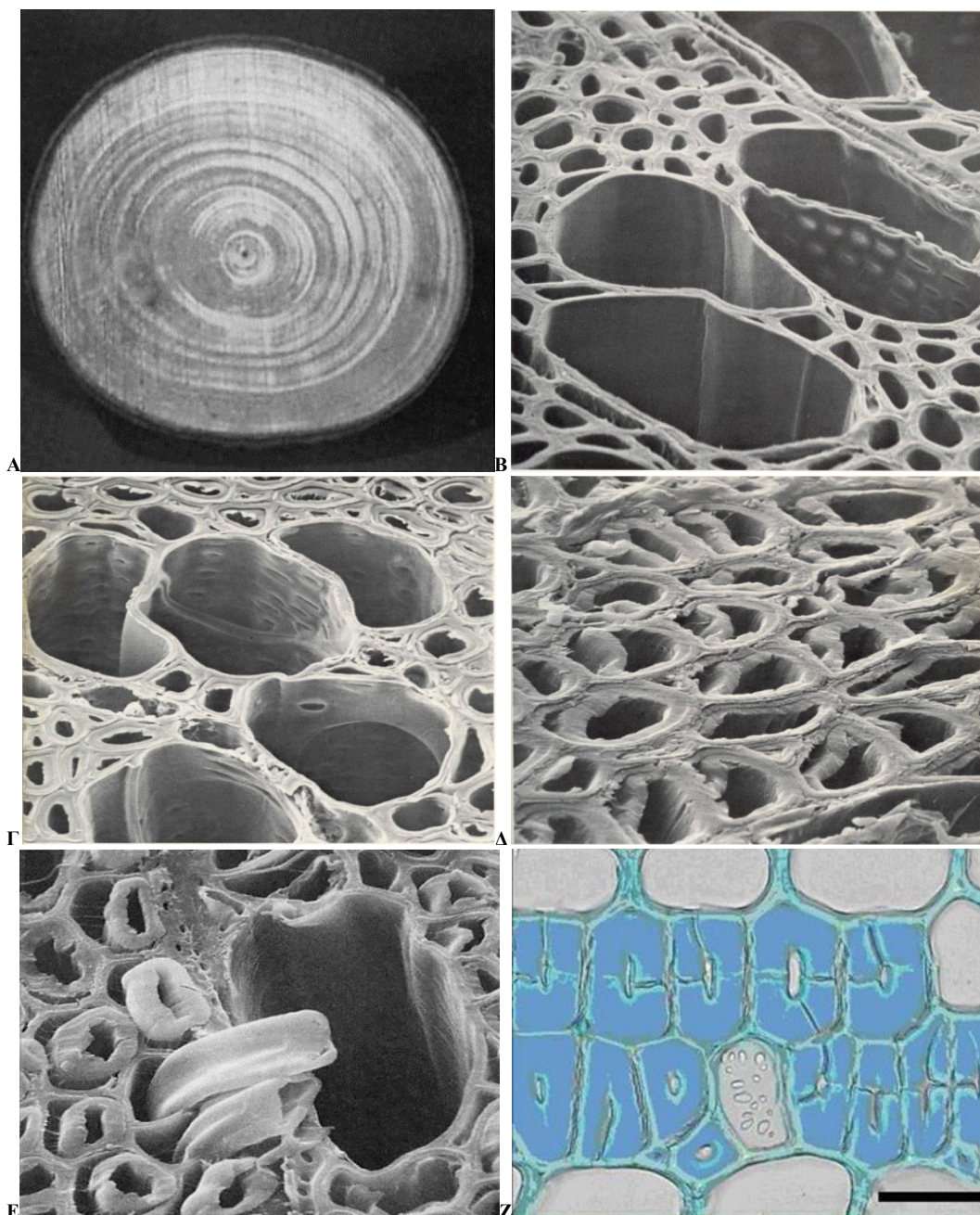
Μικροδομή κυτταρικών τοιχωμάτων των ζελατινώδων ινών

Η ζελατινώδης στρώση βρίσκεται επί της S₃ ή επί της S₂ ή ακόμη και επί της S₁, δηλ. μπορεί να αντικαθιστά την S₃ ή τις S₂ και S₃. (Εικ. 4.6). Μικροϊνίδια ζελατινώδους στρώσεως με τάση να είναι παράλληλα με τον άξονα του κυττάρου. Κυτταρίνη περισσότερη και λιγνίνη λιγότερη λόγω της ζελατινώδους στρώσεως. Βαθμός κρυσταλλικότητας μεγαλύτερος σε σύγκριση με κανονικό ξύλο.

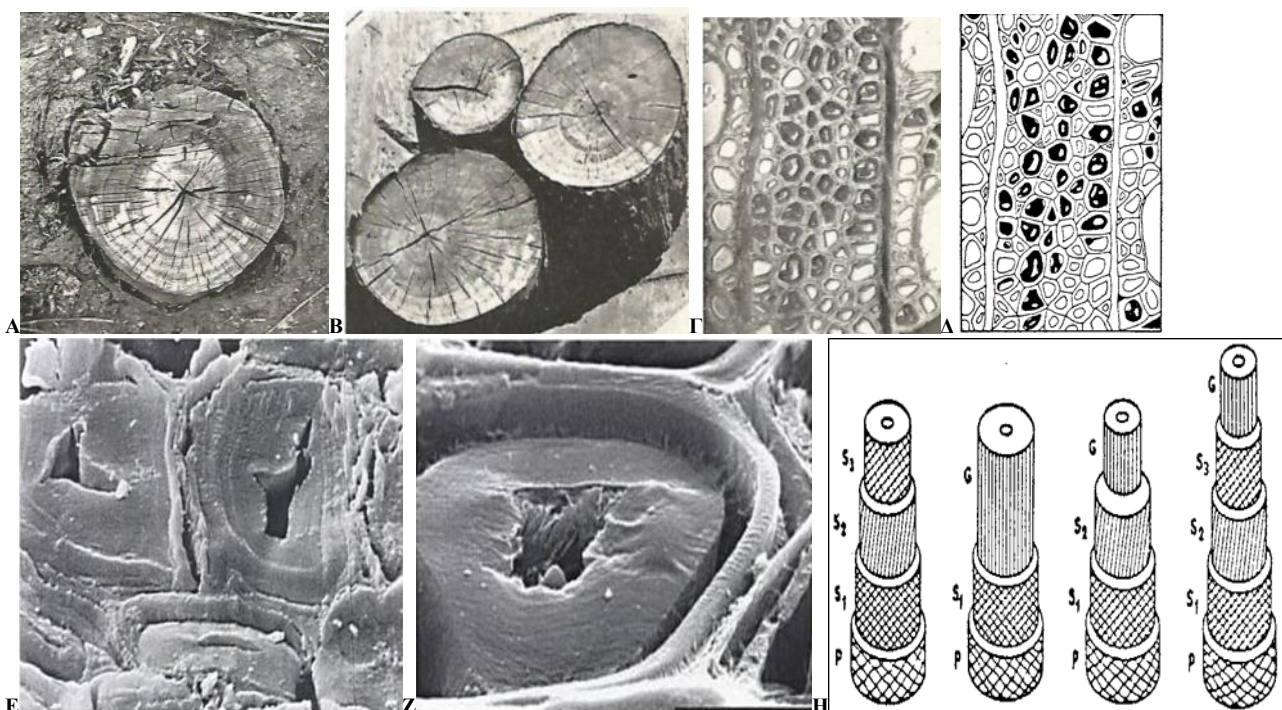
Ιδιότητες και αξιοποίηση

Πυκνότερο και σκληρότερο ξύλο. Αξονική ρίκνωση (1,5% ή περισσότερο) μεγαλύτερη, πράγμα δυσεξήγητο λόγω της παράλληλης διάταξης των μικροϊνιδίων της ζελατινώδους στρώσεως με τον άξονα του κυττάρου. Ξύλο αμφιβόλου μηχανικής αντοχής (άλλοτε μεγαλύτερη άλλοτε μικρότερη, εξαρτάται από τον τρόπο φόρτισης, το είδος ξύλου και το ποσοστό των ζελατινώδων ινών). Μηχανική κατεργασία δύσκολη (τα πριόνια υπερθερμαίνονται), παραγόμενη επιφάνεια μετά από πρίση τραχεία, χνουδωτή. Κάρφωμα δύσκολο.

Εμφάνιση σφαλμάτων, όπως π.χ. ραγαδώσεις, στρεβλώσεις, θραύσεις, μεταβολή του πρισματικού σχήματος των τεμαχίων (κατάρρευση), κ.ά., συχνή. Παραγόμενος ξυλοπολτός με περισσότερη κυτταρίνη αλλά μικρότερης μηχανικής αντοχής.



Εικόνα 4.5 Μακροσκοπική (A) και μικροσκοπική εμφάνιση (B-E σε SEM, Z σε απλό μικροσκόπιο) εφελκυσμογενούς ξύλου (ΕΞ) σε πλατύφυλλα ξύλα. Α. Λευκόπο χρώμα ΕΞ σε ξύλο λεύκης. Β. Εγκάρσια τομή πλατυφύλλου ξύλου κανονικής δομής (χωρίς ΕΞ). Γ-Ζ. Εγκάρσιες τομές με εφελκυσμογενές ξύλο και με εμφανή τη ζελατινώδη στρώση στο εσωτερικό των παχύτοιχων ινών (βλ. αποχωρισμό της ζελατινώδους στρώσης στο (E) και παχύτοιχες ζελατινώδεις ίνες μετά από χρώση (Z) (A και Z :Αδαμόπουλος, 2014; B έως E: Meylan & Butterfield, 1972).



Εικόνα 4.6 Μακροσκοπική εμφάνιση εφελκυσμογενούς ξύλου (λευκή περιοχή) σε λεύκη (A, B), ζελατινώδεις ίνες και ζελατινώδης στρώση ("μαύρο" χρώμα) σε μικροσκοπική φωτογραφία (Γ) και σκίτσο (Δ). Ε. Εγκάρσια τομή εφελκυσμογενούς ξύλου στην οξιά (*Fagus sylvatica*), όπου φαίνεται η μείωση της διαμέτρου της κυτταρικής κοιλότητας των ιστών. Ζ. Αξονική ρίκνωση της ζελατινώδους στρώσεως των ινών (Γ) κατά την ξήρανση σε *Populus* CV 14551. Φαίνεται το μεγαλύτερο ποσοστό ρίκνωσης της στρώσης αυτής σε σύγκριση με το δευτερογενές κυτταρικό τοίχωμα (κλίμακα = 10 μm). Η. Αριστερά: Τοποθέτηση στρώσεων S₁, S₂ και S₃ πάνω στο πρωτογενές τοίχωμα (P) σε κανονικής δομής ξύλο. Δεξιά: Θέση της ζελατινώδους στρώσεως (G) στο κυτταρικό τοίχωμα, η οποία μπορεί να αντικαθιστά την S₂ και S₃ ή μόνο την S₃ ή να τοποθετείται πάνω στην S₃ (A-Δ: Μουλόπουλος & Τσουμής, 1960; E, Z: Barnett & Jeronimidis, 2003; H: Hoadley, 1990).

Γ. Ξύλο ακανόνιστης δομής και ποιότητα ξύλου

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το ξύλο ακανόνιστης δομής (θλιψιγενές, εφελκυσμογενές ξύλο) έχει διαφοροποιημένη δομή και ιδιότητες από το γειτονικό, κανονικής δομής ξύλο και οι επιδράσεις στην ποιότητα του ξύλου για εμπορική αξιοποίηση είναι σαφώς αρνητικές. Οι ιδιότητες αυτές που διαφοροποιούνται είναι φυσικές (πυκνότητα, διαπερατότητα, ρίκνωση και διόγκωση), μηχανικές (αντοχή σε στατική κάμψη, θλίψη, εφελκυσμό, κρούση, σκληρότητα, ελαστικότητα) και χημικές (περιεκτικότητα σε κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και λιγνίνη).

Ορισμένες ιδιότητες δεν είναι κατ' ανάγκη χειρότερες σε σύγκριση με το ξύλο κανονικής δομής και μπορεί να είναι και καλύτερες (π.χ. αντοχή σε θλίψη του θλιψιγενούς ξύλου, αντοχή σε εφελκυσμό του εφελκυσμογενούς ξύλου, περισσότερη κυτταρίνη στο εφελκυσμογενές ξύλο), αλλά συνολικά συγκρινόμενο με ξύλο κανονικής δομής χαρακτηρίζεται ποιοτικά κατώτερο (Barnett & Jeronimidis, 2003).

Το κύριο πρόβλημα που συνδέεται με την ποιότητα και την αξιοποίηση του ξύλου ακανόνιστης δομής είναι οι διαφοροποιημένες διαστασιακές μεταβολές του (ρίκνωση και διόγκωση) σε σύγκριση με το γειτονικό κανονικής δομής ξύλο (Σχ. 4.16 Γ). Το πρόβλημα στην αξιοποίηση του ξύλου δημιουργείται όχι τόσο από αυτή καθ' εαυτή την παρουσία του ξύλου ακανόνιστης δομής όσο από το γεγονός ότι αυτό περιορίζεται σε μια πλευρά (σε μία ή περισσότερες θέσεις) του κορμού και δεν καταλαμβάνει ολόκληρο τον κορμό. Έτσι οι διαφοροποιημένες διαστασιακές μεταβολές μέσα στο ίδιο το τεμάχιο ξύλου δημιουργεί σφάλματα (στρεβλώσεις, ραγαδώσεις) σε κορμοτεμάχια, πριστά τεμάχια, ξυλόφυλλα, κλπ. κατά την ξήρανση (Barnett & Jeronimidis, 2003).

Η δημιουργία ξύλου ακανόνιστης δομής είναι ουσιαστικής βιολογικής σημασίας για το δέντρο και το βοηθά να διατηρήσει κατακόρυφο τον κύριο κορμό του και, σε πολλά δέντρα, να ελέγξει τις γωνίες των κλαδιών του και τη δομή της συστάδας. Αν και η τάση δημιουργίας ξύλου ακανόνιστης δομής ενός δέντρου είναι κάτω από γενετικό έλεγχο, δεν είναι πρακτικό να επιχειρείται η δημιουργία δέντρων που να μην μπορούν να σχηματίσουν τέτοιο ξύλο. Η επιλογή δέντρων με καλούς, ευθυτενείς κορμούς και χωρίς να έχουν

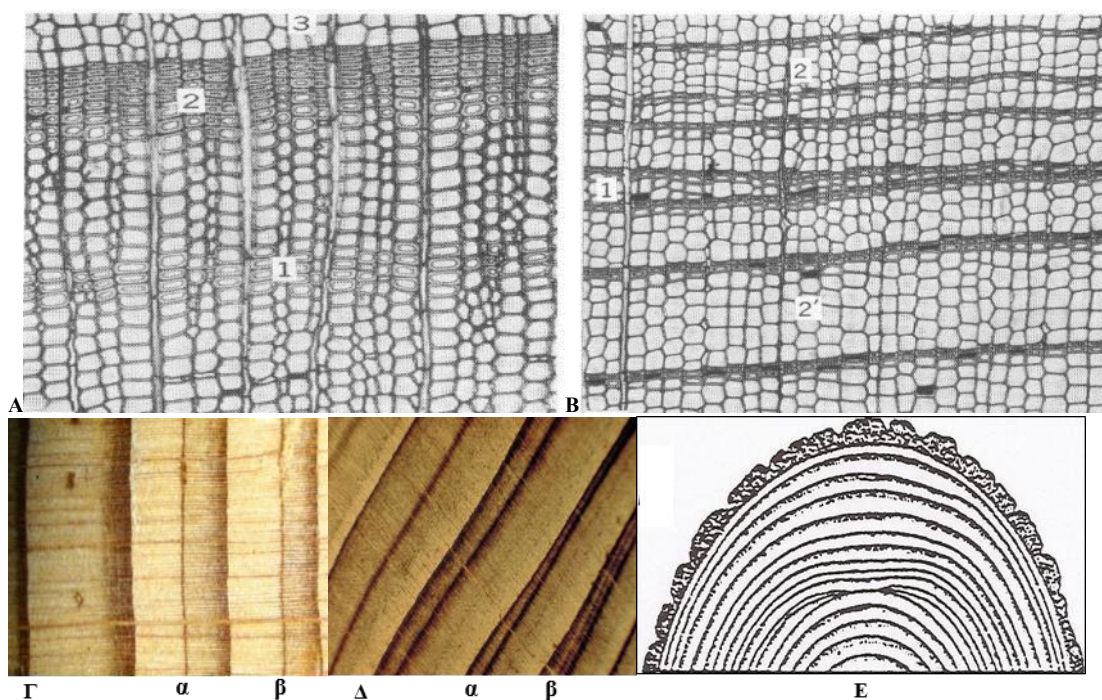
τάση σχηματισμού μεγάλου ποσοστού και μεγάλης έντασης ξύλου ακανόνιστης δομής αποτελεί μια καλή προσέγγιση στο πρόβλημα. Πολύ ενδιαφέρονσα, πάντως, είναι η κατανόηση και η ελαχιστοποίηση σχηματισμού μη αναγκαίου ξύλου ακανόνιστης δομής σε ταχυσυζή δέντρα.

4.3.1.3. Αποκλίσεις αυξητικών δακτυλίων από την τυπική μορφή

Στις αποκλίσεις αυτές περιλαμβάνονται:

α. **Ψευδείς δακτύλιοι** (false rings): Ψευδείς δακτύλιοι είναι η δημιουργία δύο ή περισσότερων αυξητικών δακτυλίων αντί ενός σε μια αυξητική περίοδο. Συνήθως, τα όρια των ψευδών δακτυλίων δεν είναι τόσο σαφή όσο των κανονικών δακτυλίων (Εικ. 4.7 Α, Γ). Η δημιουργία τέτοιων δακτυλίων μπορεί να οφείλεται σε εναλλαγές περιόδων ξηρασίας και βροχοπτώσεων ή σε καταστροφή του φυλλώματος από έντομα, μύκητες, όψιμων παγετών, κ.ά. και επανέκπτυξη των φύλλων στην ίδια αυξητική περίοδο.

β. **Ασυνεχείς δακτύλιοι** (discontinuous rings): Ο ασυνεχής δακτύλιος δεν ολοκληρώνει τον κύκλο γύρω από την εντεριώνη και καταλήγει αναγκαστικά σε κάποια σημεία ορίων του προηγούμενου αυξητικού δακτυλίου (Εικ. 4.7 Β, Δ, Ε). Μπορεί να προέρχονται από τοπική αναστολή (κυρίως σε κεκλιμένα δέντρα με μονόπλευρη κόμη) ή τραυματισμό του καμβίου αλλά έχουν παρατηρηθεί και σε κανονικά αυξανόμενα δέντρα.



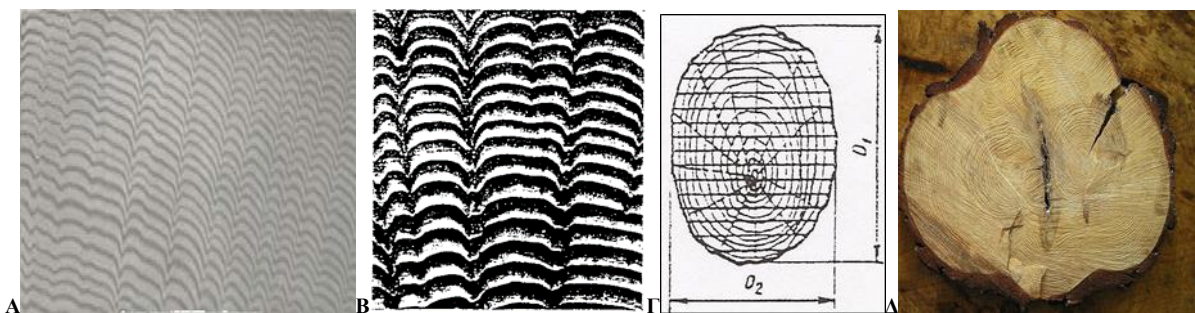
Εικόνα 4.7 Α. Ψευδής (1) και κανονικός αυξητικός δακτύλιος σε *Taxodium distichum* και Β. Ασυνεχής δακτύλιος (1) σε ψευδοτσούγκα, σε μικροσκοπικό επίπεδο. Γ. Δύο ψευδείς δακτύλιοι (α, β: στο δεξιό της εικόνας). Δ. Ασυνεχής (α) και ψευδής (β) δακτύλιος (Γ, Δ : σε μακροσκοπικό επίπεδο)(Wimmer, 2015). Ε. Ασυνεχείς δακτύλιοι που συγκλίνουν στον 5ο δακτύλιο(Βουλγαρίδης, 2015).

γ. **Οδοντωτοί δακτύλιοι** (indented rings): Σε ορισμένα κωνοφόρα και κυρίως στην ερυθρελάτη δημιουργούνται οδοντωτοί δακτύλιοι (Εικ. 4.8) χωρίς να είναι γνωστά τα αίτια. Τέτοιοι δακτύλιοι πιστεύεται ότι βελτιώνουν τις ακουστικές ιδιότητες της ερυθρελάτης.

δ. **Εκκεντρότητα** (eccentricity): Στην απόκλιση αυτή, η εντεριώνη είναι τοποθετημένη έκκεντρα με αποτέλεσμα οι αυξητικοί δακτύλιοι να είναι στη μια πλευρά πλατείς και στην αντίθετη πλευρά στενοί (Εικ. 4.8 Γ, βλ. και Εικ. 4.1 Γ). Η εκκεντρότητα συνδέεται συνήθως με παρουσία ξύλου ακανόνιστης δομής (βλ. Εικ. 4.1 Γ). Εκκεντρότητα είναι πιθανή όταν υπάρχει απόκλιση του κορμού από την τυπική κυκλική του διατομή.

ε. **Διπυρήνωση ή πολυπυρήνωση** (double - or multipith formation): Σε εγκάρσια διατομή του κορμού, η εμφάνιση δύο ή περισσότερων εντεριωτών ονομάζεται διπυρήνωση ή πολυπυρήνωση αντίστοιχα. Εμφανίζεται στη βάση διχάλωσης του κορμού ή όταν δύο ή περισσότερα φυτάρια μεγαλώνουν μαζί και με την πάροδο του χρόνου ενσωματώνονται σε ένα (Εικ. 4.8 Δ).

Η εκκεντρότητα και η διπυρήνωση αποτελούν σοβαρά σφάλματα στην αξιοποίηση του ξύλου ενώ ψευδείς ασυνεχείς και οδοντωτοί δακτύλιοι δεν επηρεάζουν ουσιαστικά την αξία χρήσεως του ξύλου.



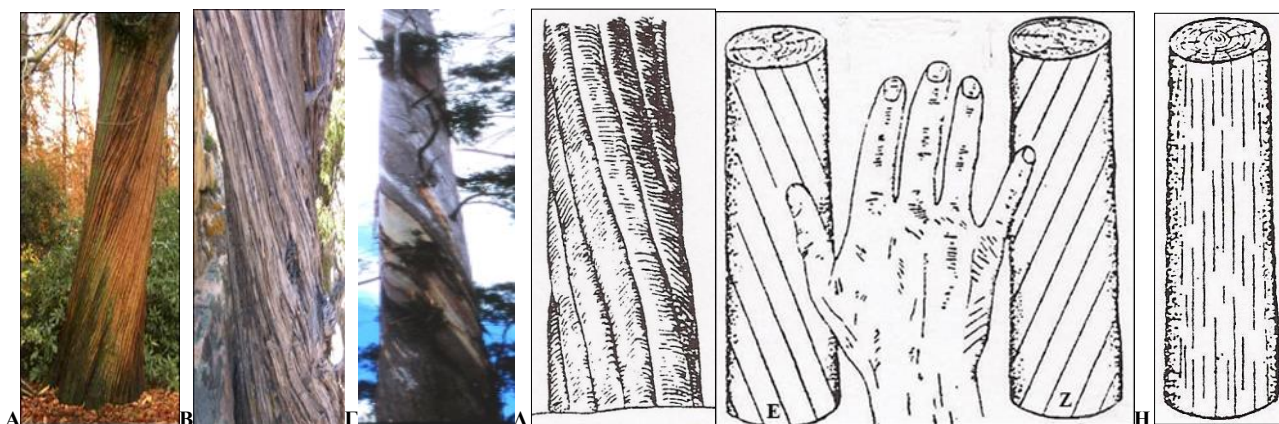
Εικόνα 4.8 Οδοντωτοί δακτύλιοι (A, B) σε ερυθρελάτη, εκκεντρότητα (Γ) και διπυρήνωση (Δ) (Βουλγαρίδης, 2015).

4.3.1.4. Στρεψοΐνια (spiral grain)

Στρεψοΐνια είναι η απόκλιση των ινών (κυττάρων) από την ευθυΐνια, δηλ. η σπειροειδής διάταξη των κυττάρων του ξύλου σε σχέση με τον άξονα του δέντρου (Σχ. 4.26). Σε ορισμένες περιπτώσεις η στρεψοΐνια διακρίνεται από το φλοιό που έχει κι αυτός σπειροειδή διάταξη (Σχ. 4.26). Σε αποφλοιωμένα κορμοτεμάχια, δημιουργούνται κατά την ξήρανση ραγάδες με σπειροειδή διάταξη, παράλληλη με τον άξονα των κυττάρων.

Η φυσική στρεψοΐνια διακρίνεται: (α) σε απλή στρεψοΐνια, (β) σε σύνθετη στρεψοΐνια (interlocked grain) και (γ) σε κυματοειδή στρεψοΐνια (wavy grain). Στην απλή στρεψοΐνια τα κύτταρα διατάσσονται σπειροειδώς μόνο προς τα δεξιά (δεξιόστροφη στρεψοΐνια) ή μόνο προς τα αριστερά (αριστερόστροφη στρεψοΐνια) (Εικ. 4.9). Στη σύνθετη στρεψοΐνια, αριστερόστροφη και δεξιόστροφη στρεψοΐνια εναλλάσσονται κατά διαστήματα (σε διαφορετικούς αυξητικούς δακτυλίους). Η κυματοειδής διάταξη των κυττάρων χαρακτηρίζει την κυματοειδή στρεψοΐνια. Απόκλιση από την ευθυΐνια μπορεί να προέλθει και τεχνητά: (i) με πρίση κορμών άτυπης διατομής (ii) με πρίση ευθύινων αλλά κωνικόμορφων κορμών παράλληλα προς την εντεριώνη και (iii) με πρίση ευθύινων κορμών με γωνία και όχι παράλληλα με τους αυξητικούς δακτυλίους (τεχνητή στρεψοΐνια ή λοξοΐνια, diagonal grain).

Στο πανεπιστημιακό δάσος Πετρουλίου και σε δείγμα 201 δέντρων υβριδογενούς ελάτης παρατηρήθηκε αρκετά μεγάλη συχνότητα εμφάνισης στρεψοΐνιας σε αποφλοιωμένους κορμούς (σε ποσοστό 58 % των δέντρων) με δεξιόστροφη (55 %) ή αριστερόστροφη (45 %) φορά. Το μέγεθος της στρεψοΐνιας κυμαίνονταν μεταξύ 1-12° με το μεγαλύτερο ποσοστό των στρεψοΐνων κορμών βρέθηκε να παρουσιάζει στρεψοΐνια 3-6° (54,3 %) και 6-9° (35,4 %) (Ντάσιου & Πασιαλής, 2002). Μελέτες στρεψοΐνιας σε κορμοτεμάχια ερυθρελάτης στο δάσος Ελατιάς Δράμας έδειξαν ότι η συχνότητα εμφάνισης στρεψοΐνιας ήταν μικρότερη σε σύγκριση με την ελάτη (13,6 – 15 % σε σύνολο 484 κορμοτεμαχίων σε δύο θέσεις του δάσους), το μέγεθος της στρεψοΐνιας ίδιο (1-12°) ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό των στρεψοΐνων κορμοτεμαχίων (63-67 %) παρουσίασαν στρεψοΐνια 3-6° (Δήμου, 2005).



Εικόνα 4.9 Α. Σπειροειδής διάταξη φλοιού σε στρεψοΐνια δέντρα (A, B, Γ, Δ). Αριστερόστροφη (B, Γ, E) και δεξιόστροφη (A, Z) στρεψοΐνια. Η. Ευθύινος κορμός δένδρου (Βουλγαρίδης, 2015).

Η στρεψοϊνία μετρείται με τους παρακάτω τρόπους:

(α) με μέτρηση της γωνίας του άξονα των κυττάρων με τον άξονα του δέντρου (Σχ. 4.11)

(β) με το μήκος του κορμού στο οποίο συμπληρώνεται μία ολόκληρη στροφή κυττάρων, και

(γ) από τη σχέση της μονάδας αποκλίσεως από τον άξονα του δέντρου και του μήκους στο οποίο η μονάδα αυτή αναφέρεται (Σχ.4.27).

Η στρεψοϊνία μπορεί να μετρηθεί σε μία μόνο πλευρά μιας πρισματικής σανίδας (απλή απόκλιση) ή σε δύο πλευρές (συνδυασμένη απόκλιση) (Σχ. 5.28). Η συνδυασμένη απόκλιση υπολογίζεται με τον τύπο:

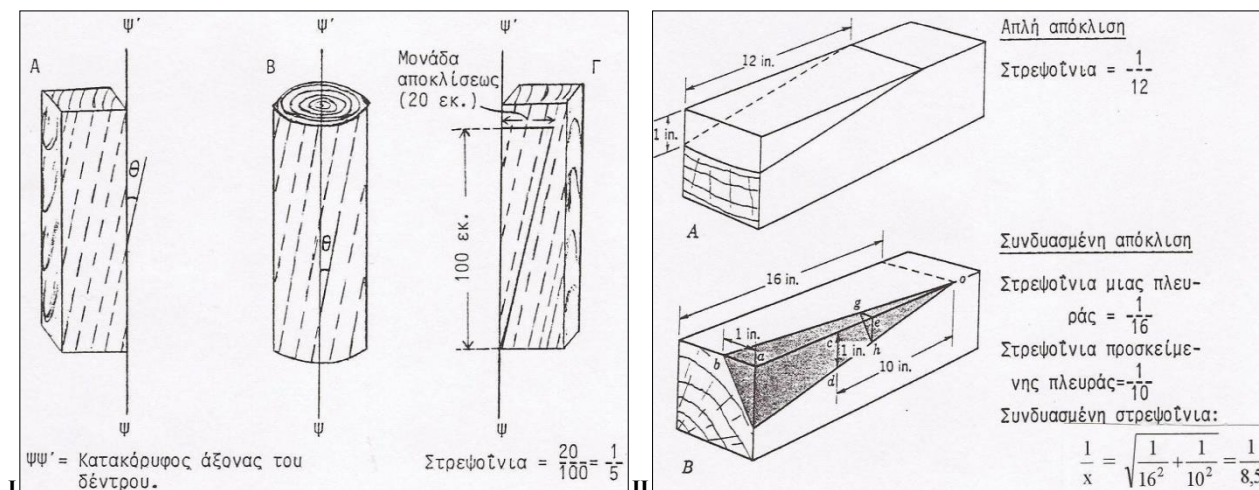
$$\frac{1}{x} = \sqrt{\frac{1}{16^2} + \frac{1}{10^2}} = \frac{1}{8,5} \text{ βλ. Σχ. 4.11}$$

Η στρεψοϊνία είναι σοβαρό ελάττωμα του ξύλου για τους παρακάτω λόγους: ελαττώνει τη μηχανική αντοχή σε σημαντικό βαθμό, δυσκολεύει τη μηχανική κατεργασία, ευνοεί ραγιδώσεις και στρεβλώσεις σε ξυλεία και προϊόντα ξύλου (π.χ. ξυλόφυλλα, αντικολητά), προκαλεί συστροφή στρεψοϊνων στύλων όταν μεταβάλλεται η υγρασία τους, διαφοροποιεί το μέγεθος των διαστασιακών μεταβολών και το βαθμό ανισοτροπίας του ξύλου, κ.λπ.

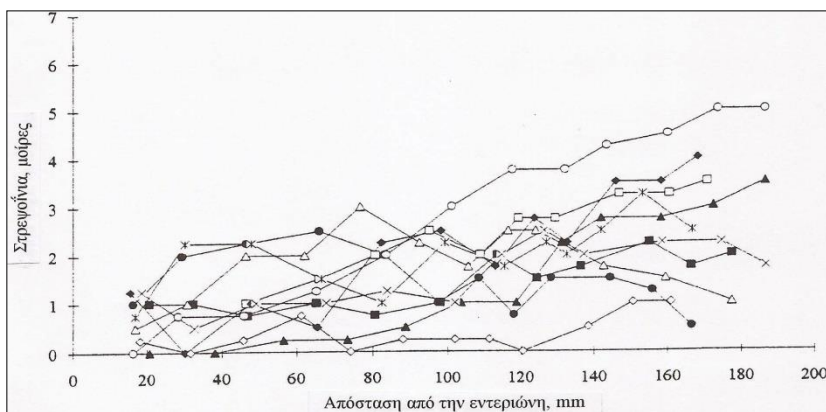
Η φυσική στρεψοϊνία αποδίδεται σε διάφορα αίτια όπως κληρονομικά χαρακτηριστικά, περιστροφή της γης και κίνηση του ήλιου, στροφική δράση των ανέμων, δυσμενείς συνθήκες αυξήσεως, ανάπτυξη της κόμης, κ.ά. (Tsoumis, 1968) αλλά δεν έχει αξιολογηθεί επακριβώς η επίδραση του κάθε παράγοντα. Σχετικές έρευνες σε είδη δρυός έδειξαν ότι η επίδραση της κληρονομικότητας στο βαθμό στρεψοϊνίας ήταν σημαντική ενώ δεν βρέθηκε να υπάρχει σχέση μεταξύ ρυθμού αύξησης και βαθμού στρεψοϊνίας (Aebischer & Denne, 1996). Ο βαθμός στρεψοϊνίας φαίνεται να αυξάνει με την ηλικία (Σχ. 4.12).

Ο βαθμός στρεψοϊνίας μπορεί να διαφοροποιείται στο ίδιο δένδρο από την εντεριόνη προς το φλοιό. Σε κωνοφόρα του Β. ημισφαιρίου έχει παρατηρηθεί μια βαθμιαία μεταβολή της στρεψοϊνίας από αριστερόστροφη στο κεντρικό τμήμα του κορμού (κοντά στην εντεριόνη) σε δεξιόστροφη στο εξωτερικό τμήμα του, ενώ το αντίστροφο έχει παρατηρηθεί σε κωνοφόρα του Ν. ημισφαιρίου (Σχ. 4.13 Α, Β).

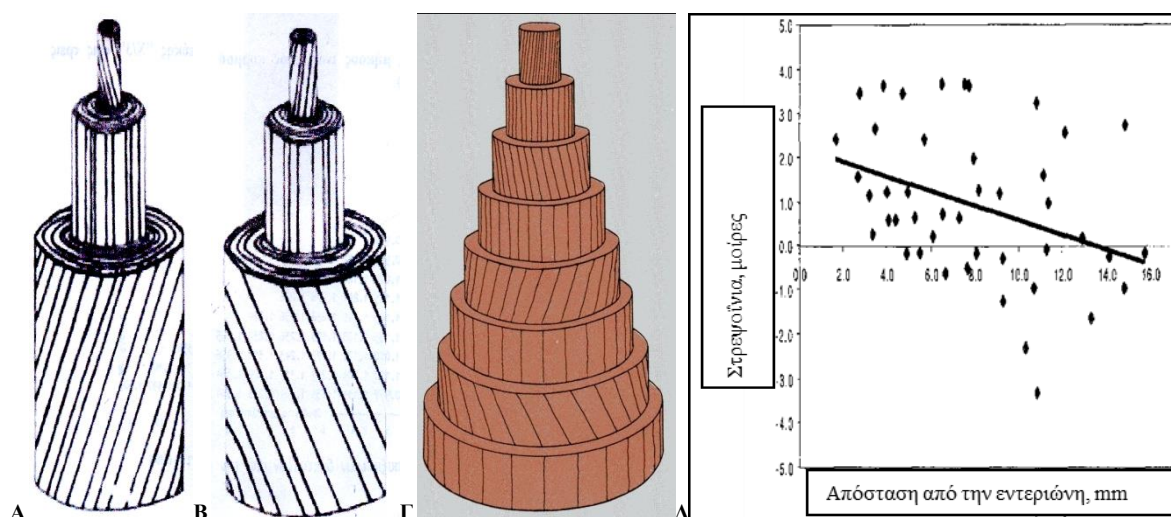
Σε ορισμένα δασοπονικά είδη εμφανίζεται στο ξύλο σύνθετη στρεψοϊνία ήτοι συνεχής εναλλαγή δεξιόστροφης και αριστερόστροφης στρεψοϊνίας (Σχ. 4.13 Γ), η οποία μπορεί να δημιουργεί ελκυστική σχεδίαση σε ακτινικές και εφαπτομενικές επιφάνειες του ξύλου. Η μεταβολή του βαθμού στρεψοϊνίας και της φοράς είναι συνήθης στα δασοπονικά είδη (Σχ. 4.13 Δ).



Σχήμα 4.11 (I): Μέτρηση απλής στρεψοϊνίας σε πριστά τεμάχια (Α, Γ) και σε αποφλοιωμένο κορμοτεμάχιο (Β) με το μέγεθος της γωνίας θ (Α, Β) ή με χρησιμοποίηση μονάδας αποκλίσεως (Γ) (Σχεδίαση Βουλγαρίδη). (II): Απλή (Α) και συνδυασμένη (Β) στρεψοϊνία και τρόπος μέτρησής τους. Στη συνδυασμένη στρεψοϊνία τα τμήματα α-β, c-d και g-h παριστούν τις αποκλίσεις μιας πλευράς, της προσκείμενης πλευράς και το συνδυασμό των δύο, αντίστοιχα (Panshin & De Zeeuw, 1980).



Σχήμα 4.12 Μεταβλητότητα στρεψοΐνιας δέκα δένδρων δρυός σε σχέση με την απόσταση από την εντεριόνη και σε ύψος 2m από τη βάση (Aebisher & Denne, 1996).



Σχήμα 4.13 A, B: Μοντέλα στρεψοΐνιας (spiral grain). Μεταβολή αριστερόστροφης (A) στρεψοΐνιας στο κεντρικό τμήμα του κορμού σε δεξιόστροφη στο εξωτερικό τμήμα του (A) και αντίστροφα (B) (Sepulveda, 2001). Γ. Σύνθετη στρεψοΐνια (Hoadley, 1990). Δ. Μεταβολή βαθμού και φοράς στρεψοΐνιας κατά την ακτινική κατεύθυνση σε κορμούς ερυθρελάτης, ηλικίας 135 ετών (Sepulveda, 2001).

Συναφής με τη φυσική στρεψοΐνια είναι και η έννοια της λοξοΐνιας, η οποία όμως δημιουργείται τεχνητά (με πρίση ή κοπή του ξύλου υπό γωνία σε σχέση με τον άξονα του κορμοτεμαχίου).

4.3.1.5. Διακοπή της συνέχειας των ιστών του ξύλου (ραγάδες και ρητινοθύλακες)

Ραγάδες δημιουργούνται διαφόρων ειδών (θλιψιγενείς, τοξοειδείς ή περιφερειακές, διαμετρικές ή αστεροειδείς) στα ζωντανά δέντρα (Τσουμής, 1983) και οφείλονται κυρίως σε ισχυρές τάσεις θλίψεως (θλιψιγενείς ραγάδες) ή σε αυξητικές τάσεις (τοξοειδείς, διαμετρικές ραγάδες) (Σχ. 4.14).

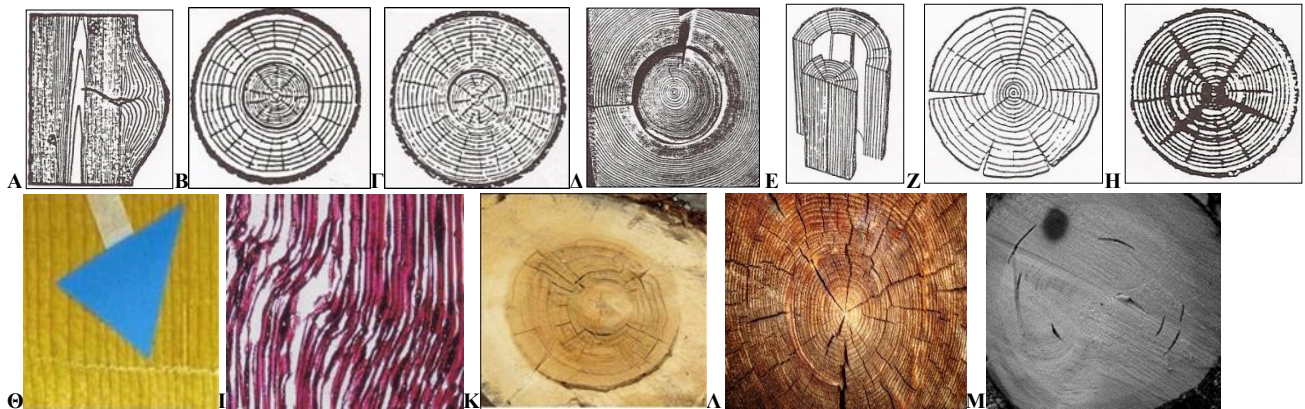
Οι θλιψιγενείς ραγάδες (compression failures) δημιουργούνται εγκάρσια των αυξητικών δακτυλίων μετά από κάμψη των δέντρων λόγω επιδράσεως διαφόρων φορτίων (π.χ. χιόνι, άνεμος). Στις ραγάδες αυτές παρατηρούνται μικροσκοπικά θραύσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων (Σχ. 4.14 A, Θ, I).

Τοξοειδείς ή περιφερειακές ραγάδες (cup or ring shakes) δημιουργούνται μεταξύ αυξητικών δακτυλίων ή μέσα σε 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) (Σχ. 4.14 B, Γ, K). Το σφάλμα της αποκόλλησης των αυξητικών δακτυλίων (τοξοειδείς ή περιφερειακές ραγάδες), γνωστό ως «πλόχα», εμφανίζεται συχνά στο κατώτερο συνήθως τμήμα των κορμών καστανιάς. Η συχνότητα εμφάνισής του αυξάνεται με την ηλικία του δέντρου και με την αύξηση του χρόνου παραμονής των κορμοτεμαχίων στο υλοτόμιο μετά τη ρίψη και τεμαχισμό των δέντρων. Η αποκόλληση των αυξητικών δακτυλίων φαίνεται να συμβαίνει εφαιπτομενικά είτε μέσα στο πρώιμο ξύλο είτε στην περιοχή του όψιμου ξύλου, κοντά ή στα όρια με το πρώιμο ξύλο (Εικ. 4.10, Μπιρμπίλης & Βουλγαρίδης, 2005).

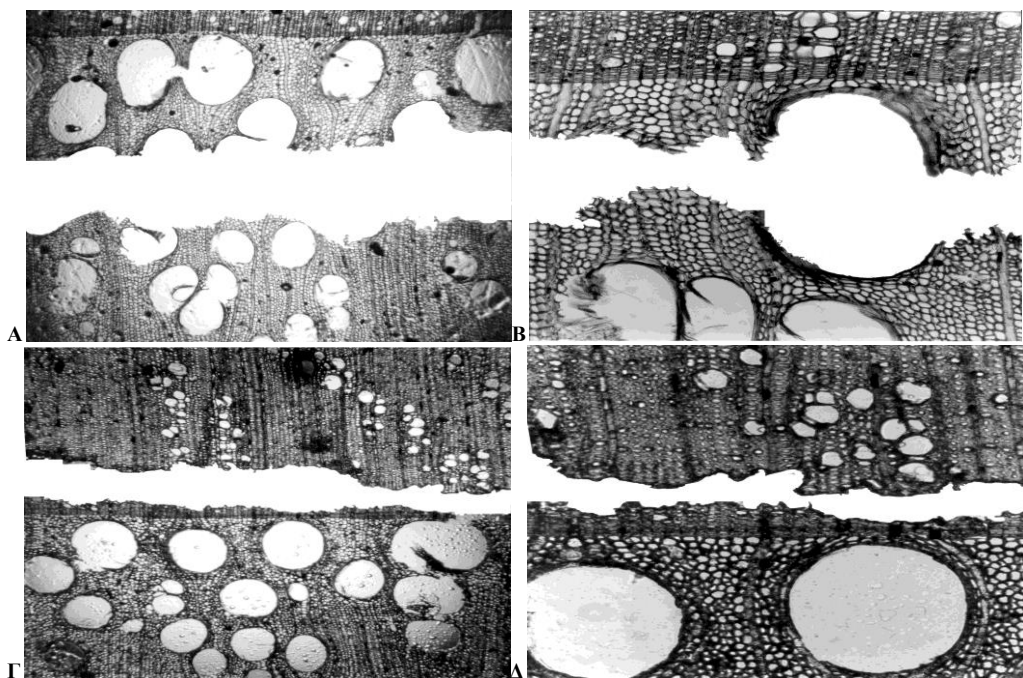
Αποκόλληση των αυξητικών δακτυλίων στην καστανιά, στα όρια πρώιμου-όψιμου ξύλου αναφέρεται και από άλλους συγγραφείς (Fonti & Frey, 2002; Fonti et al., 2002; Fonti & Macchioni, 2003). Εμφάνιση αποκόλλησης αυξητικών δακτυλίων αναφέρεται και για άλλα είδη (δρυς, καρυδιά, κωνοφόρα είδη) κοντά στα όρια πρώιμου-όψιμου ξύλου αλλά κυρίως μέσα στη ζώνη του όψιμου ξύλου (McGiness, 1968; Meyer & Lawrence, 1968; Kandeel & McGiness, 1970).

Διαμετρικές ή αστεροειδείς ραγάδες (heart shakes or heart checks) δημιουργούνται με κατεύθυνση "εντεριώνη-φλοιός" (Σχ. 4.14 Ζ, Η, Κ, Λ).

Οι ρητινοθύλακες (resin pockets) είναι αξονικά φακοειδή ανοίγματα γεμάτα με ρητίνη, παρουσιάζονται συνήθως στα όρια αυξητικών δακτυλίων και εμφανίζονται σε κωνοφόρα που έχουν ρητινοφόρους αγωγούς (βλ. Σχ. 4.14 Μ).



Σχήμα 4.14 Διακοπή της συνέχειας των ιστών του ξύλου. Α. Θλιψιγενής ραγάδα, Β, Γ. περιφερειακή και τοξοειδής ραγάδα, αντίστοιχα. Δ, Ε. Περιφερειακές ραγάδες και αποκόλληση μερών του ξύλου. Ζ, Η. Διαμετρικές ή αστεροειδείς ραγάδες. Θ, Ι. Μακροσκοπική (Θ) και μικροσκοπική εμφάνιση θλιψιγενούς ραγάδας σε εφαπτομενική τομή ψευδοτσούγκας (Ι). Κ. Εφαπτομενικές και ακτινικές ραγάδες με μερική αποκόλληση εγκαρδίου σε κλάδο καστανιάς. Λ. Ακτινικές ραγάδες. Μ. Ρητινοθύλακες σε ερυθρελάτη (Α έως Η, Κ, Λ: Βουλγαρίδης, 2015; Θ, Ι, Μ: Αδαμόπουλος, 2014).



Εικόνα 4.10 Μικροσκοπική εμφάνιση της εφαπτομενικής αποκόλλησης των αυξητικών δακτυλίων σε ξύλο καστανιάς. Α (X 43), Β (X 78): Μέσα στο πρώιμο ξύλο, Γ: Προς το τέλος του όψιμου ξύλου (αριστερά) και ακριβώς στα όρια πρώιμου-όψιμου ξύλου (δεξιό άκρο) (X 52), Δ. Προς το τέλος της περιοχής του όψιμου ξύλου (X 121). Διακρίνονται θραύσεις τοιχωμάτων μελών αγγείων, ινών και παρεγχυματικών κυττάρων στο πρώιμο ξύλο (Β) (Μπιρμπίλης & Βουλγαρίδης, 2005).

Ραγαδώσεις διαφόρων τύπων παρατηρήθηκε ότι προκαλούνται συχνά στο ξύλο του κορμού των δέντρων φυτειών λεύκης είτε κατά την πτώση του δένδρου είτε κατά τον τεμαχισμό του κορμού σε κορμοτεμάχια. Επικρατέστεροι τύποι ραγαδώσεων εμφανίστηκαν να είναι οι ραγαδώσεις που διέρχονται από την εντεριώνη (Εικ. 4.11, βλ. και κεφ. 3ο, Εικ. 3.10) (Γιαγλή, 2005; Γιαγλή & Βουλγαρίδης, 2007). Η εμφάνιση τέτοιων ραγαδώσεων εικάζεται ότι μπορεί να σχετίζεται με το μέγεθος του δένδρου, τη μικρή πυκνότητα και μηχανική αντοχή του ξύλου σε συνδυασμό με το μεγάλο βάρος του κορμού λόγω πολύ υψηλής περιεχόμενης υγρασίας (μετρήθηκε περιεχόμενη υγρασία περί τα 140% σε ξύλο κλώνου λεύκης I-214, Γιαγλή, 2005), με την ανομοιόμορφη συσσώρευση τάσεων κατά μήκος των κορμών που απελευθερώνονται κατά τη ρίψη και τεμαχισμό, με τη συχνή παρουσία εφελκυσμογενούς ξύλου που συμβάλλει στην ανομοιόμορφη κατανομή των τάσεων εντός του κορμού και με άλλους παράγοντες (Mattheck & Walther, 1992; Thibaut & Gril, 2003; Okuyama *et al.*, 2004).



Εικόνα 4.11 Εμφάνιση ραγαδώσεων κατά μήκος του κορμού (Α) και σε εγκάρσιες τομές (Β, Γ) κλώνων λεύκης I-214 κατά την πτώση των δένδρων αμέσως μετά τη ρίψη ή κατά τον τεμαχισμό των κορμών σε περιοχή του Ν. Σερρών (Γιαγλή, 2005).

4.3.1.6. Μεταχρωματισμοί

Ο όρος μεταχρωματισμοί αναφέρεται σε εμφάνιση μη φυσιολογικού χρώματος του ξύλου που οφείλεται στις επιδράσεις ορισμένων βιοτικών παραγόντων (βακτήρια, μύκητες, έντομα, σε τραυματισμούς κάθε είδους, σε αβιοτικούς παράγοντες (π.χ. μεγάλη υγρασία του εδάφους, παγετοί) αλλά και σε άγνωστα αίτια. Μεταχρωματισμοί του ξύλου προκαλούνται πάντοτε μετά από μυκητικές προσβολές. Ανάλογα με τα είδη μυκήτων που προσβάλλουν το ξύλο, ο μεταχρωματισμός μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο καστανό και περισσότερο ή λιγότερο λευκωπό (καστανές και λευκές σήψεις, αντίστοιχα) (Εικ. 4.12, βλ. και κεφ. 3ο).

Στους μεταχρωματισμούς περιλαμβάνονται: ακανόνιστο εγκάρδιο, υγρό εγκάρδιο, εγκλεισμένο σομφό, κηλίδες ανόργανων συστατικών, παγοεγκάρδιο, προστατευτικό ξύλο.

Το ακανόνιστο εγκάρδιο (abnormal heartwood) σχηματίζεται σε οξιά και φράξο, είναι ακανόνιστο περιφερειακά, διαφορετικό σε χρώμα (κόκκινο στην οξιά, καστανό στο φράξο). Τα αίτια του σχηματισμού τέτοιου εγκαρδίου είναι ασαφή αλλά επικρατεί η άποψη ότι δεν πρόκειται για παθολογικό αλλά για φυσιολογικό εγκάρδιο (βλ. κεφ. 3ο).

Το υγρό εγκάρδιο (wetwood, Nasskern) αναφέρεται κυρίως στην ελάτη και λεύκη, έχει κυκλική διατομή αλλά μπορεί να είναι και ακανόνιστο (βλ. κεφ. 3ο). Το χρώμα είναι ανοιχτό καστανό στην ελάτη και καστανό ή μαύρο στη λεύκη. Η ορολογία "υγρό εγκάρδιο" προέρχεται από σχετικά αυξημένη υγρασία του ξύλου αυτού αλλά πάντως μικρότερη του σομφού ξύλου. Η παρουσία του υγρού εγκαρδίου έχει συνδεθεί με δράση βακτηρίων, πληγώσεων, παγοραγάδων, κ.ά. Μελέτη του υγρού εγκαρδίου ελάτης Περτουλίου έδειξε ότι οι ιδιότητες του εγκαρδίου αυτού, όταν εμφανίζεται με κυκλική διατομή, δεν διαφέρουν από τις ιδιότητες φυσιολογικού εγκαρδίου ενώ παρουσία υφών μυκήτων ή βακτηρίων υπήρχε μόνο σε δέντρα μεγάλης ηλικίας, όπου συνήθως εμφανίζεται με ακανόνιστη διατομή. Η καθολική εμφάνιση «υγρού εγκαρδίου» στην ελάτη και μάλιστα όταν αρχίζει η παραγωγή ώριμου ξύλου (σε ηλικία 12-14 ετών) δείχνει ότι δεν πρόκειται για παθολογικό εγκάρδιο (Πασιαλής, 1984).

Εγκλεισμένο σομφό (included sapwood) είναι ξύλο ίδιου χρώματος με το σομφό, εγκλεισμένο ακανόνιστα σε εγκάρδιο ξύλο και εγκλεισμένος φλοιός (included bark).

Κηλίδες ανόργανων συστατικών (mineral streaks) είναι σκοτεινόχρωμες θέσεις σε διάφορα μεγέθη και σχήματα και εμφανίζονται σε ορισμένα πλατύφυλλα (π.χ. σφενδάμι, πλατάνι). Οι κηλίδες αυτές περιέχουν πολύ μεγαλύτερο ποσοστό ανόργανων συστατικών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσκολίες στη μηχανική κατεργασία, ταχεία άμβλυση μαχαιριών ή δοντιών, δυσκολίες στον εμποτισμό, σφάλματα κατά την ξήρανση, κ.λπ.

Το παγοεγκάρδιο (frost-heartwood) εμφανίζεται σε διάφορα πλατύφυλλα και προέρχεται από παγετούς. Στην οξιά, το εγκάρδιο αυτό είναι σταχτοκόκκινο, έχει μικρή διάρκεια αλλά εμποτίζεται εύκολα.

Προστατευτικό ξύλο (protection wood) σχηματίζεται γύρω από πληγή ή μυκητική προσβολή του ξύλου και χαρακτηρίζεται από υψηλή συγκέντρωση εκχυλισμάτων.



Εικόνα 4.12 Μεταχρωματισμοί που οφείλονται σε προσβολές σηπτικών μυκήτων Α,Β: Καστανές σήψεις, Γ: Σήψη στη βάση ιστάμενου δέντρου και δημιουργία κοιλότητας στο εσωτερικό του, Δ-Ε: Λευκές σήψεις (Βουλγαρίδης, 2015).

4.3.1.7. Ακανονιστίες από πληγώσεις και τραυματισμούς

Οι πληγώσεις των δέντρων (Εικ. 4.13 Δ), από διάφορα αίτια (εκφλοιώσεις των κορμών ή κλάδων κατά θέσεις από τις εργασίες συγκομιδής, παρασιτισμοί από ιξό, πληγώσεις από ζώα και πτηνά, κ.ά.) προκαλούν συνήθως μεταχρωματισμούς του ξύλου αλλά είναι δυνατό να δημιουργούν και ακανόνιστους ιστούς η ακανονιστίες δομής. Στις ακανονιστίες αυτές περιλαμβάνονται: επουλωτικός ιστός, φλοιοθύλακες (Εικ. 4.13 Ε), τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί (Εικ. 4.14), παρεγχυματικές κηλίδες, φλοιόσκονη, παγοραγάδες, προσβολή από ιξό σε ιστάμενα δέντρα (Εικ. 4.13 Α). και εμφάνιση οπών στο ξύλο που προέρχονται από τις ρίζες του παράσιτου φυτού, κ.ά. (Τσουμής, 1983).

Ο επουλωτικός ιστός (callus) δημιουργείται από αντίδραση του δέντρου για επούλωση του τραύματος. Τα κύτταρα του ιστού αυτού είναι παρεγχυματικά ακανόνιστης μορφής με λεπτά τοιχώματα. Κατά την επούλωση του τραύματος είναι δυνατό να εγκλεισθούν στο ξύλο τμήματα φλοιού που λέγονται φλοιοθύλακες (bark pockets) (βλ. Εικ. 4.13 Ε).



Εικόνα 4.13 Αποτυπώματα των ριζών του ιξού (*Viscum album*) στο ξύλο από προσβολή των ιστάμενων δέντρων ελάτης από το παράσιτο φυτό (Α). Β, Γ. Παγοραγάδες (Γ : σε ιπποκαστανιά). Δ. Πλήγωση (εκφλοιώωση) δέντρου. Ε. Φλοιοθύλακας. Ζ. Παρεγχυματικές κηλίδες σε *Prunus* (Β: Βουλγαρίδης, 2008; Α, Γ-Ζ: Αδαμόπουλος, 2014).

Τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί (traumatic resin canals) δημιουργούνται σε κωνοφόρα δέντρα μετά από τραυματισμό τους (Εικ. 4.14). Οι διαφορές των αγωγών με τους κανονικούς ρητινοφόρους αγωγούς είναι οι εξής:

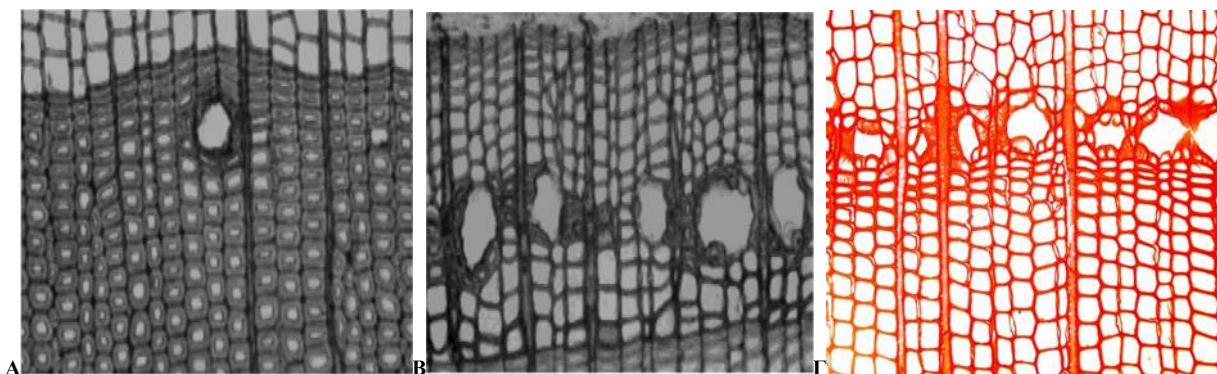
- (α) σε εγκάρσια τομή, οι τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί εμφανίζονται συνήθως σε εφαπτομενικές σειρές και οπουδήποτε μέσα στον αυξητικό δακτύλιο ενώ οι κανονικοί είναι διάσπαρτοι και βρίσκονται προς το τέλος (συνήθως μετά το πρώτο μισό) του αυξητικού δακτυλίου.
- (β) Οι τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί είναι κατά κανόνα αξονικοί και δημιουργούνται ακόμη και σε είδη που δεν έχουν κανονικούς ρητινοφόρους αγωγούς. Οι κανονικοί ρητινοφόροι αγωγοί είναι και ακτινικοί και αξονικοί.
- (γ) τα επιθηλιακά κύτταρα των τραυματικών ρητινοφόρων αγωγών είναι παχύτερα.

Οι τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί παράγονται με "σχίσση" μεσοκυττάρων στρώσεων όπως και οι κανονικοί (μετακαμβιακός και σχιζογενής).

Παρεγχυματικές κηλίδες (parenchyma flecks) είναι ακανόνιστοι ιστοί από παρεγχυματικά κύτταρα που παράγονται μετά από τραυματισμό του δέντρου από συγκεκριμένο γένος (*Agromyza*) σε ορισμένα πλατύφυλλα είδη (Εικ. 4.13 Ζ).

Η φλοιόκαυση (barkburn) προέρχεται από την επίδραση της θερμότητας του ήλιου σε νεαρά ή με λείο φλοιό δέντρα. Στην περίπτωση αυτή καταστρέφεται τοπικά και το κάμβιο.

Οι παγοραγάδες (frost checks) οφείλονται σε παγετούς που μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα διαφορετική συστολή των εξωτερικών και εσωτερικών στρωμάτων του σομφού ξύλου και να προκαλούν αξονικές θραύσεις μεγάλου μήκους αλλά μικρού πλάτους στον κορμό. Κατά την επούλωση τέτοιων θραύσεων, δημιουργούνται κατά μήκος της πληγής εξογκώματα σαν "χειλή" (Εικ. 4.13 Β, Γ).

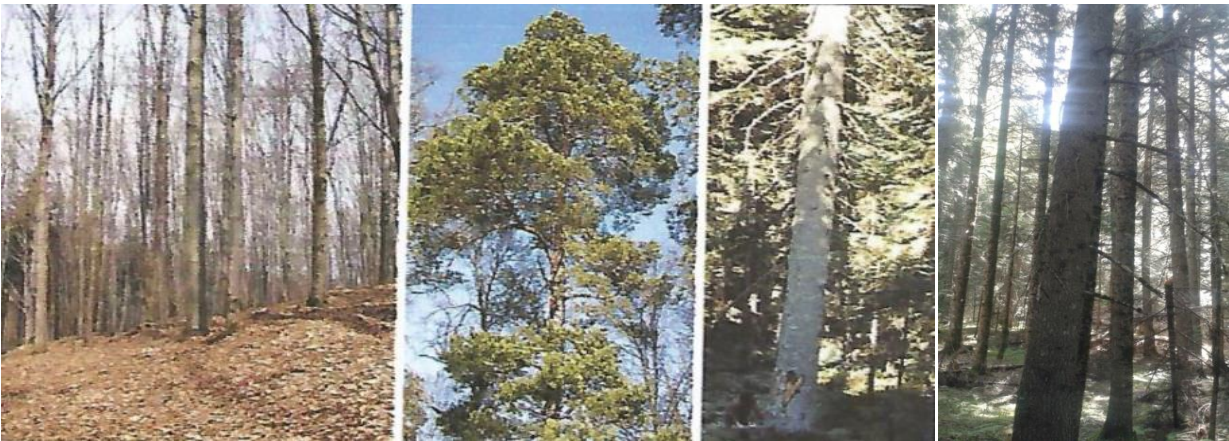


Εικόνα 4.14 Κανονικός αξονικός ρητινοφόρος αγωγός στην περιοχή του όψιμου ξύλου (Α) και τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί σε εφαπτομενική ακολουθία (Β, Γ) μετά από τραυματισμό του δέντρου. Γ. *Cedrus* (Α, Β: Wimmer, 2015; Γ. Αδαμόπουλος, 2014).

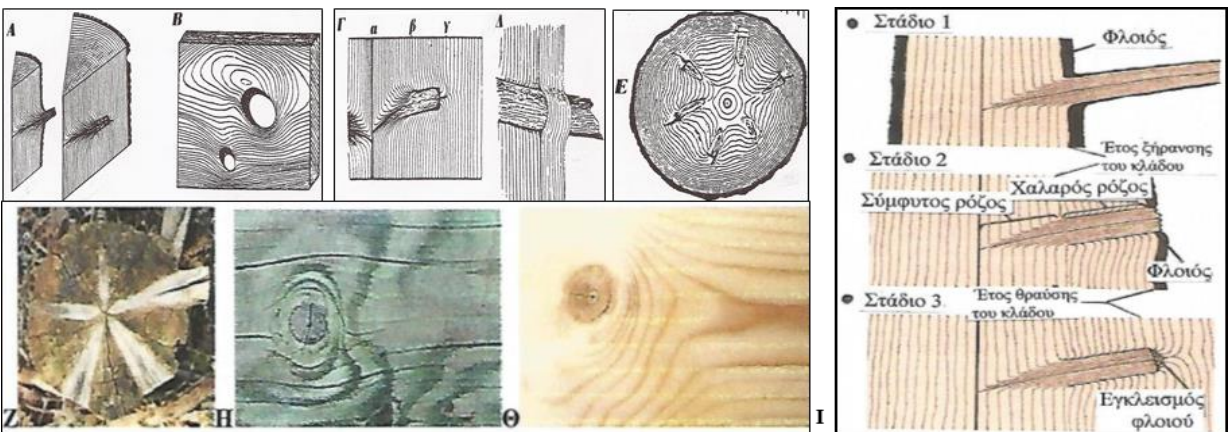
4.3.1.8. Φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά

Οι ρόζοι (knots), που είναι ενσωματωμένα κλαδιά στο ξύλο του κορμού (Εικ. 4.15, Σχ. 4.15) και η εντεριώνη (pith), αν και είναι φυσικά χαρακτηριστικά των δέντρων, αποτελούν σοβαρά ελαττώματα σε ξύλο που προορίζεται για κατασκευές και διάφορα προϊόντα. Κατά την ενσωμάτωση των κλαδιών στο ξύλο του κορμού, τα κλαδιά μπορεί να είναι ξηρά (νεκρά) ή χλωρά (ζωντανά) με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αποπίπτοντες ή χαλαροί ρόζοι (encased ή loose knots) και συμφυείς ή σύμφυτοι ρόζοι (intergrown ή tight knots), αντίστοιχα (Εικ. 4.15, Σχ. 4.15). Οι ρόζοι επηρεάζουν σημαντικά τις ιδιότητες του ξύλου και ιδιαίτερα τη μηχανική του αντοχή σε κατασκευές.

Τα παραπάνω σφάλματα αποτελούν χαρακτηριστικά πάνω στα οποία στηρίζεται η ποιοτική ταξινόμηση των κορμοτεμαχίων αλλά, σε μεγάλο βαθμό, και της παραγόμενης πιστής ξυλείας. Ο αριθμός, το μέγεθος και η έκταση των σφαλμάτων αυτών καθορίζουν την ποιότητα και την αξία χρήσεως των κορμοτεμαχίων. Αριθμός, είδος και μέγεθος ρόζων, βαθμός στρεψοϊνίας, κωνικομορφίας και καμπυλότητας, έκταση ξύλου ακανόνιστης δομής, χρωματικές ανωμαλίες, ραγάδες, κ.λπ. αποτελούν βασικά κριτήρια ποιοτικής ταξινόμησης των κορμοτεμαχίων. Ταξινόμηση στρογγύλης ξυλείας γίνεται και βάσει διαστάσεων (μήκος, διάμετρος) αλλά η ποιοτική ταξινόμηση συνδυάζει ελαττώματα και διαστάσεις.

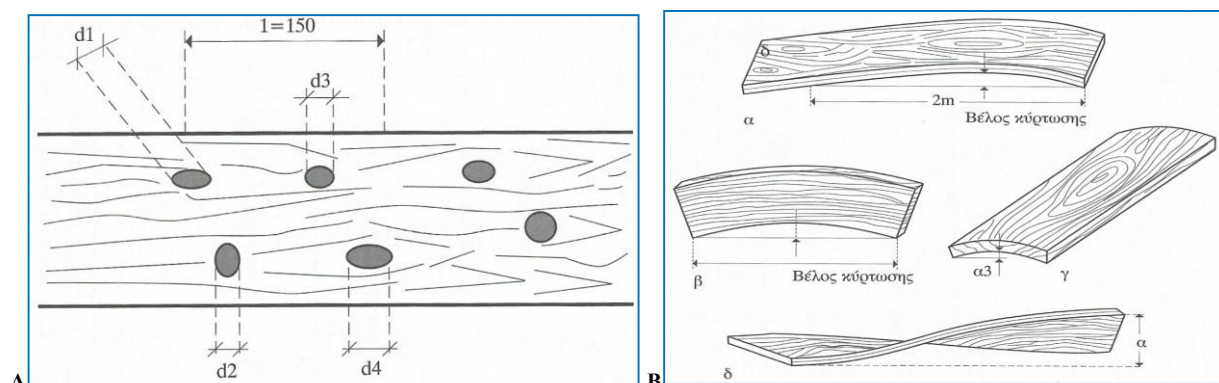


Εικόνα 4.15 Οι ρόζοι δημιουργούνται στην ξυλεία από ενσωμάτωση ζωντανών και νεκρών κλάδων. Από αριστερά προς τα δεξιά : Κορμοί δέντρων με κλαδιά χωρίς φύλλα σε δάσος οξιάς τον χειμώνα, δέντρο δασικής πεύκης με ζωντανούς κλάδους της κόμης και δέντρα ελάτης με ζωντανούς και νεκρούς κλάδους στο κάτω μέρος του κορμού (Βουλγαρίδης, 2015).



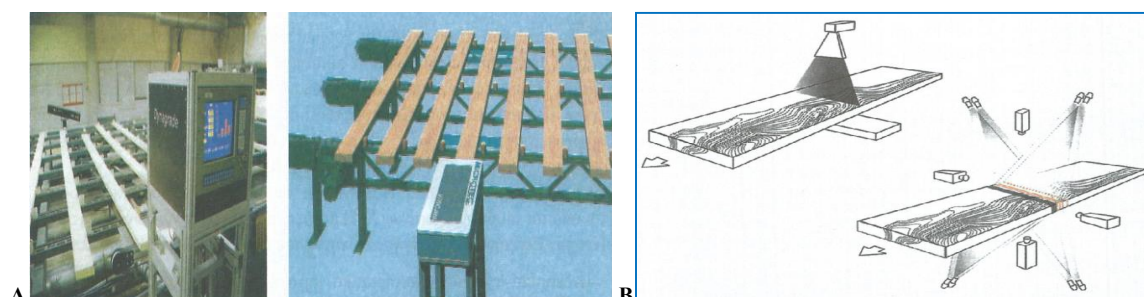
Σχήμα 4.15 Ρόζοι Α, Γ, Ζ, Ι. Ενσωμάτωση ρόζων στο ξύλο κορμού. Β. Δημιουργία οπών σε πιστή ξυλεία από αποπίπτοντες (χαλαρούς) ρόζους). Γ. Μέχρι τη θέση β ο κλάδος (και ο ρόζος που σχηματίζεται) είναι σύμφυτος ενώ από τη θέση β μέχρι τη θέση γ ο νεκρός κλάδος σχηματίζει χαλαρό ρόζο. Δ. Ο εγκλεισμός ξηρού κλαδιού ως ξένου σώματος δημιουργεί χαλαρό ρόζο. Ε. Παραγωγή άρροζου ξύλου μετά από κλάδευση. Η, Θ. Ρόζοι σε πιστή ξυλεία και απόκλιση των ινών γύρω τους (Βουλγαρίδης, 2015). Ι. Διαδικασία ενσωμάτωσης σύμφυτων και χαλαρών ρόζων στον κορμό δέντρου σε τρία στάδια (Hoadley, 1990).

Η παρουσία ρόζων και ακανόνιστης δομής του ξύλου στα κορμοτεμάχια αποκαλύπτονται και στην παραγόμενη πριστή ξυλεία, όπου ο αριθμός και το μέγεθος ή το άθροισμα των διαμέτρων μικρών ρόζων έχει σημασία ως ποιοτικό στοιχείο, ενώ παρατηρούνται και σφάλματα στρέβλωσης λόγω ακανόνιστης δομής (Σχ. 4.16).



Σχήμα 4.16 Υπολογισμός αθροίσματος διαμέτρων μικρών ρόζων σε μήκος 150 mm ως ποιοτικό στοιχείο (A) και τρόπος μέτρησης της παραμόρφωσης των πριστών (B), α: τοξοειδής, β: βακτηριοειδής, γ: σκαφοειδής, δ: περιστροφική (Κακαράς, 2009).

Ανίχνευση σφαλμάτων στο εσωτερικό των πριστών μπορεί να γίνει με κατάλληλες συσκευές, οι οποίες χρησιμοποιούνται και για ποιοτική ταξινόμηση πριστών (Σχ. 4.17).



Σχήμα 4.17 Συσκευές ποιοτικής ταξινόμησης πριστής ξυλείας (A) με σάρωση με ακτίνες X ή ακτίνες laser (B) (Κακαράς, 2009).

4.4. Χαρακτηριστικά ξύλου κανονικής δομής χωρίς σφάλματα και επιδράσεις στην ποιότητα του

4.4.1. Γενικά

Το ξύλο κανονικής δομής χωρίς σφάλματα δεν είναι ισότροπο υλικό και δεν παρουσιάζει απόλυτη ομοιογένεια και ομοιομορφία δομής σε όλη τη μάζα του, όπως συμβαίνει π.χ. με το αλουμίνιο, το χάλυβα, τα πλαστικά, κ.ά. Αυτό οφείλεται στη βιολογική προέλευση του ξύλου και στις επιδράσεις φυσικών και κλιματικών παραγόντων κατά τη διάρκεια αύξησης των δασικών δένδρων.

Σε ξύλο κανονικής δομής παρουσιάζεται διαφορετικότητα δομής αυξητικών δακτυλίων, ειδών κυττάρων και χαρακτηριστικών μορφολογίας τους, χημικής σύστασης και μικροδομής ενώ η παρουσία εγκαρδίου και σομού, κλαδιών και εντεριώνης είναι καθολική σε όλα τα δασικά είδη. Η πολύπλοκη αυτή δομή του ξύλου λόγω διαφορετικών τύπων κυττάρων και τρόπων σύνδεσής τους έχει αναλυθεί σε προηγούμενα κεφάλαια. Κάθε μικρή ή μεγάλη μεταβολή της δομής του ξύλου συνεπάγεται αντίστοιχη διαφοροποίηση των ιδιοτήτων του και προφανώς της ποιότητάς του. Είναι επιθυμητό, η μεταβλητότητα δομής του ξύλου να είναι μικρή μέσα σε ένα κορμοτεμάχιο ή πριστό τεμάχιο ώστε τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από αυτή στο τελικό προϊόν να ελαχιστοποιούνται.

Η κανονική μεταβλητότητα της δομής του ξύλου δεν μπορεί να αποφευχθεί. Ο βαθμός μεταβλητότητας της δομής διαφέρει μεταξύ των δασοπονικών ειδών. Ως εκ τούτου, για την ορθολογικότερη και πληρέστερη τεχνολογική αξιοποίηση του ξύλου σε διάφορα προϊόντα χρειάζεται ακριβής γνώση της

μεταβλητότητας της δομής για κάθε δασοπονικό είδος καθώς και της σχέσης της με συγκεκριμένες χρήσεις ώστε να είναι δυνατό να αντιμετωπισθεί πλήρως στην πράξη.

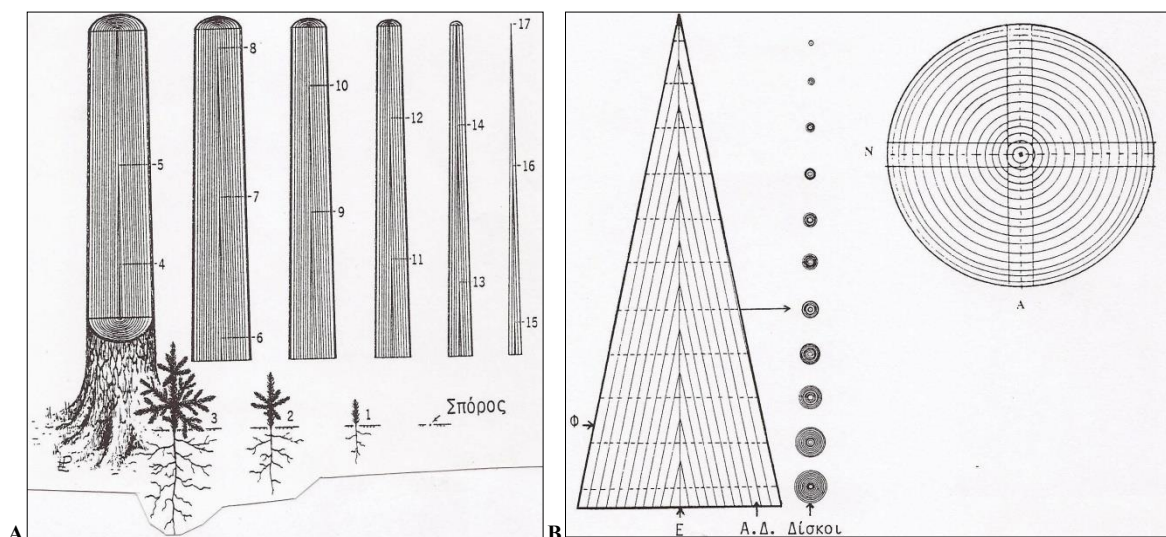
4.4.2. Μεταβλητότητα δομής του ξύλου (Variation of wood structure)

Τα χαρακτηριστικά του ξύλου (δομή, μικροδομή, χημική σύσταση) μεταβάλλονται, εντός ορίων, μέσα σε κάθε δένδρο και μεταξύ δένδρων του ίδιου είδους. Η μεταβλητότητα αυτή είναι βιολογική συνέπεια και μπορεί να διακριθεί σε κανονική μεταβλητότητα που αποδίδεται στον τρόπο αύξησης του δένδρου και σε πρόσθετη μεταβλητότητα που προέρχεται από διάφορα ελαττώματα του ξύλου.

4.4.2.1. Κανονική μεταβλητότητα

A. Μελέτη της μεταβλητότητας των χαρακτηριστικών του ξύλου ενός δένδρου

Η αύξηση του κορμού του δένδρου γίνεται με τοποθέτηση, κάθε χρόνο, ενός αυξητικού μανδύα πάνω στο ξύλο σε υπάρχοντες αυξητικούς μανδύες προηγούμενων ετών. Έτσι, το ξύλο του κορμού ενός δένδρου μπορεί να αποδοθεί σχηματικά σαν ένα σύνολο αλληπάληλων αυξητικών μανδύων (Σχ. 4.18 A, B).



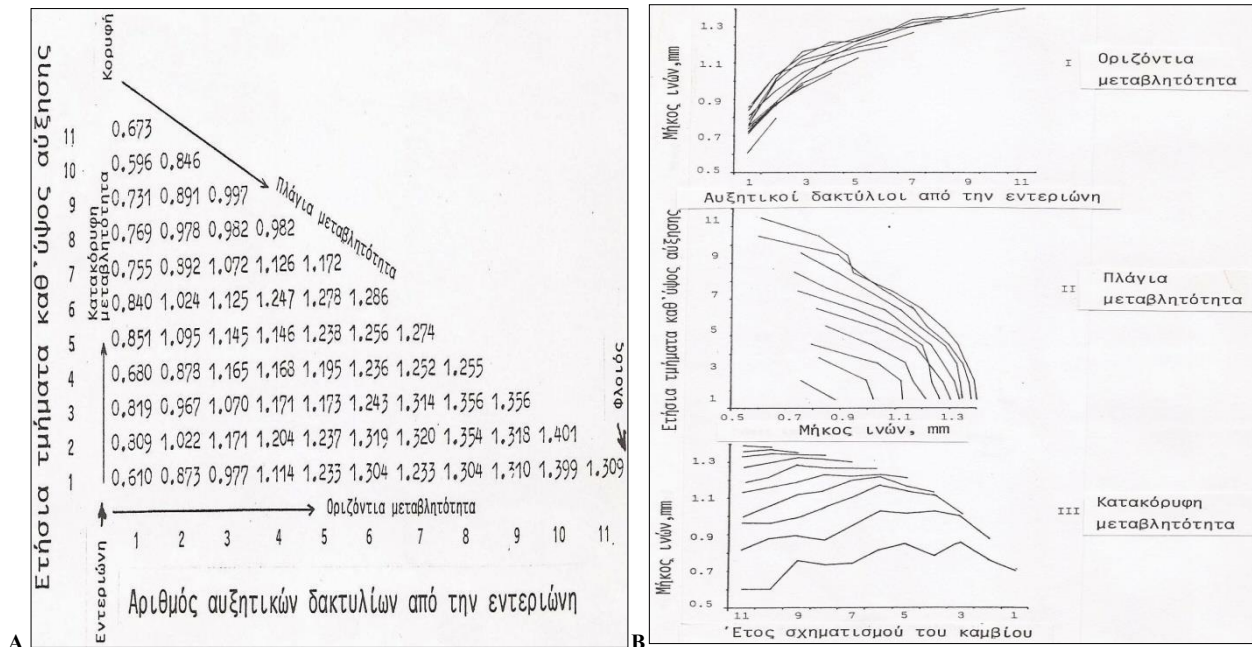
Σχήμα 4.18 A. Τρόπος αύξησης του κορμού ενός δένδρου κατά πάχος και καθ' ύψος και σχηματισμός αυξητικών δακτυλίων, συγκεντρικών σε εγκάρσια τομή ή με μορφή αλληπάληλων μανδύων σε ακτινική τομή (οι αριθμοί δείχνουν την ηλικία σε χρόνια) (Panshin & De Zeeuw, 1980). **B.** Τρόπος λήψης δειγμάτων (δίσκων) κατά μήκος του κορμού ενός δένδρου (κλώνος λεύκης $\times/3$). Και αποχωρισμός ακτινικών λωρίδων από κάθε δίσκο σταυροειδώς με κατεύθυνση τα 4 σημεία του οριζόντα (A, Δ, Β, Ν) για μέτρηση της πυκνότητας (α) και του μήκους ινών (β). E. Εντεριώνη, Φ. Φλοιός, A, Δ. Αυξητικοί δακτύλιοι (Κούκος, 1987).

Η μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών του ξύλου ενός δένδρου μπορεί να μελετηθεί σε τρεις κατευθύνσεις (Duff & Nolan, 1953,1957):

- σε οριζόντια κατεύθυνση (εντεριώνη-φλοιός) και σε διάφορα παράλληλα προς το έδαφος και κάθετα προς τον άξονα του δένδρου επίπεδα (οριζόντια μεταβλητότητα, horizontal variability). Στην κατεύθυνση αυτή γίνεται συσχέτιση του μεγέθους του χαρακτηριστικού με τον αριθμό των αυξητικών δακτυλίων από την εντεριώνη.
- σε κατακόρυφη κατεύθυνση (βάση-κορυφή) και σε διάφορα παράλληλα μεταξύ τους και προς τον άξονα του δένδρου αλλά κάθετα προς το έδαφος επίπεδα (κατακόρυφη μεταβλητότητα, vertical variability). Στην κατεύθυνση αυτή γίνεται συσχέτιση του μεγέθους του χαρακτηριστικού με το έτος σχηματισμού του καμβίου.
- σε πλάγια κατεύθυνση και σε διάφορα παράλληλα μεταξύ τους και προς το έδαφος επίπεδα. τα επίπεδα αυτά είναι επίσης πλάγια προς τον άξονα του δένδρου αλλά εφάπτονται με την επιφάνεια των αυξητικών μανδύων καθ' ύψος (πλάγια μεταβλητότητα- oblique variability). Στην περίπτωση αυτή σχετίζεται το μέγεθος του χαρακτηριστικού με τον αριθμό των ετήσιων τμημάτων αύξησης καθ' ύψος.

Για πλήρη μελέτη της μεταβλητότητας ενός δένδρου παίρνεται ένας δίσκος από κάθε μέσο της ετήσιας καθ' ύψος αύξησης από τον οποίο αποχωρίζονται ακτινικές λωρίδες και γίνεται μέτρηση των χαρακτηριστικών για κάθε αυξητικό δακτύλιο (Σχ. 4.18 Β). Αυτό είναι εύκολο να εφαρμοσθεί για κωνοφόρα όπου τα ετήσια τμήματα αύξησης καθ' ύψος είναι εμφανή αλλά για τα πλατύφυλλα χρειάζεται να υπάρχει εκ των προτέρων καταγραφή της ετήσιας αύξησης ή μπορεί να γίνει λήψη των δίσκων σε καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους.

Ένα παράδειγμα μελέτης της μεταβλητότητας του μήκους ινών ενός κλώνου λεύκης και στις τρεις κατευθύνσεις δίνεται στο Σχήμα 4.19.



Σχήμα 4.19 Α. Μέσες τιμές μήκους ινών ενός κορμού λεύκης "X/3" στις τρεις κατευθύνσεις. Β Μεταβλητότητα του μέσου μήκους ινών ενός κορμού του κλώνου λεύκης "X/3" στις τρεις κατευθύνσεις (Κούκος, 1987).

Β. Μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών του ξύλου ενός δένδρου

Ένας κορμός δένδρου μεγάλης ηλικίας μπορεί να διακριθεί σε τρία μέρη: το κεντρικό ή ανώριμο ξύλο (core wood or juvenile wood), το τυπικό ή ώριμο ξύλο (adult or mature wood), και το υπερώριμο ξύλο (overmature wood) (Σχ. 4.20 Α, Β).

Το ανώριμο ξύλο σχηματίζεται στη νεαρή ηλικία του δένδρου (μέχρι τα 20 χρόνια περίπου ή και περισσότερο) γύρω από την εντεριώνη. Έχει σχήμα κυλίνδρου μέχρι ένα ορισμένο ύψος πάνω από το οποίο γίνεται κόνος. Το ανώριμο ξύλο χαρακτηρίζεται "άτυπο" ξύλο επειδή τα χαρακτηριστικά του ξύλου μεταβάλλονται γρήγορα κατά την οριζόντια κατεύθυνση.

Το **ώριμο ξύλο** χαρακτηρίζεται "**τυπικό**" ξύλο επειδή τα χαρακτηριστικά του δεν μεταβάλλονται ή αυξομειώνονται λίγο μεταξύ διαδοχικών αυξητικών δακτυλίων. Η διάρκεια παραγωγής ώριμου ξύλου διαφέρει μεταξύ ειδών και φθάνει περίπου μέχρι τα 200 χρόνια ή και περισσότερο.

Το **υπερώριμο ξύλο** παράγεται σε μεγαλύτερη των 200 ετών ηλικία και χαρακτηρίζεται επίσης "**άτυπο**" ξύλο επειδή τα χαρακτηριστικά του αποκλίνουν από το τυπικό επίπεδο που βρίσκονται στο ώριμο ξύλο και μεταβάλλονται.

Κατά τη διάρκεια της ζωής του, το κάθε δέντρο σχηματίζει και το εγκάρδιο ξύλο, που μπορεί να είναι χρωματιστό ή ίδιου χρώματος με το σομφό ξύλο. Ο σχηματισμός εγκάρδιου ξύλου σε όλα τα δένδρα μετά από ορισμένη ηλικία είναι σημαντική μεταβολή σε οριζόντια αλλά και σε κατακόρυφη κατεύθυνση. Η έναρξη σχηματισμού εγκάρδιου ξύλου αρχίζει σε πολλά είδη ταυτόχρονα με την έναρξη παραγωγής ώριμου ξύλου (Σχ. 4.20 Α).

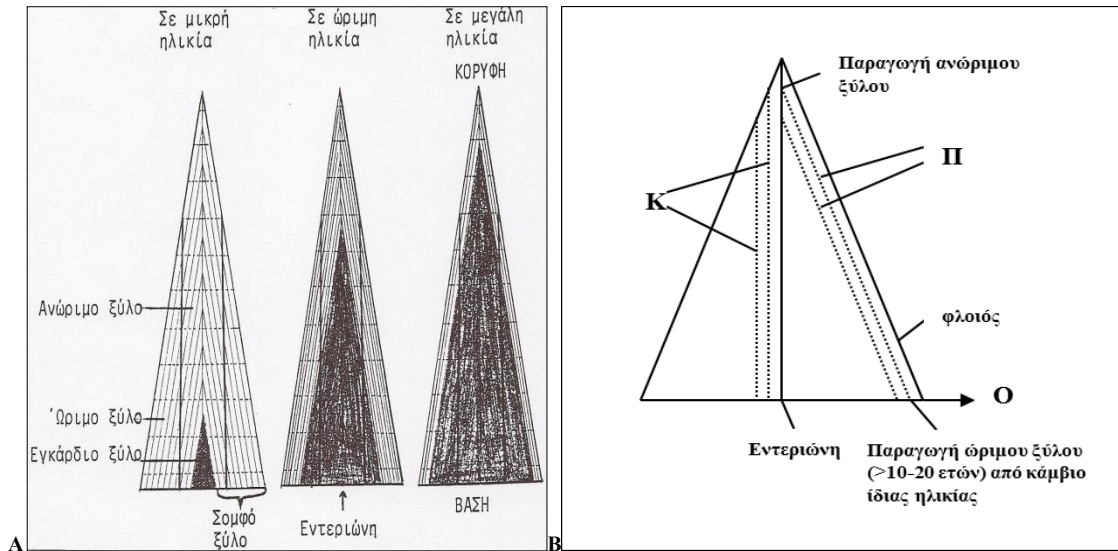
Η οριζόντια, κατακόρυφη και πλάγια μεταβλητότητα απεικονίζονται στο Σχήμα 4.20 Β.

Κατά την οριζόντια κατεύθυνση μπορούν να αναφερθούν ενδεικτικά οι παρακάτω μεταβολές:

Το μήκος τραχειδών των κωνοφόρων και ινών των πλατυφύλλων ακολουθούν γενικά μια πορεία μεταβλητότητας που περιλαμβάνει: ταχεία αύξηση του μήκους των κυττάρων για μια μικρή σχετικά χρονική

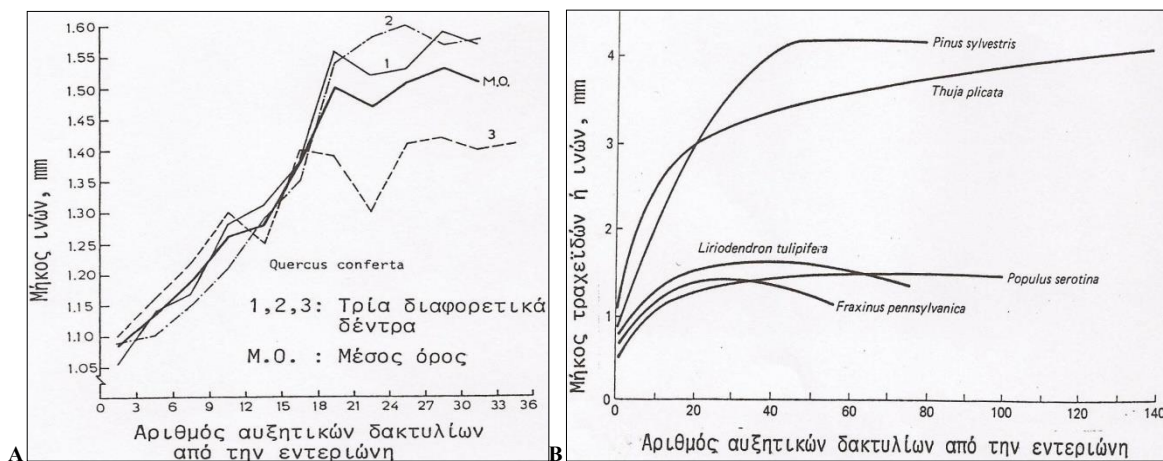
περίοδο, σταθεροποίησή του ή πολύ μικρή μεταβλητότητά του για μια μεγάλη χρονική περίοδο και, τέλος, ελάττωση του μήκους τους (Σχ. 4.21 Α, Β). Τα τρία αυτά στάδια συμπίπτουν με το σχηματισμό ανώριμου, ώριμου και υπερώριμου ξύλου. Η μεταβλητότητα του μήκους των ινών προς όλες τις κατευθύνσεις σε ξύλο κορμού ευκαλύπτου φαίνεται στο Σχήμα 4.22Α.

Άλλα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά που μεταβάλλονται είναι το μήκος αγγείων που συνήθως ακολουθεί την παραπάνω πορεία μεταβλητότητας (Voulgaridis, 1990), το πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων των τραχειδών και ινών (είναι λεπτότερα κοντά στην εντεριώνη), η διάμετρος των διαφόρων κυττάρων και κυτταρικών κοιλοτήτων, κ.λπ.



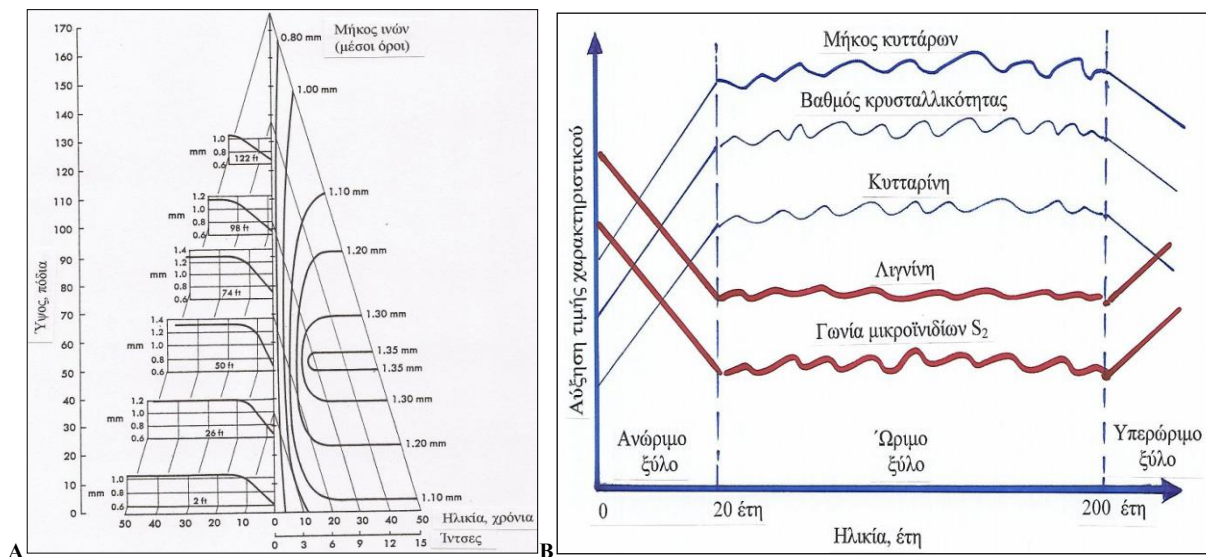
Σχήμα 4.20 Α. Ανώριμο, ώριμο και προοδευτική μετατροπή σομφού σε εγκάρδιο ξύλο κατά την διάρκεια της ζωής του δέντρου (Σχεδίαση Βουλγαρίδη). Β. Σχηματική απεικόνιση της οριζόντιας (Ο), κατακόρυφης (Κ) και πλάγιας (Π) κατεύθυνσης παρατήρησης των χαρακτηριστικών του ξύλου (Αδαμόπουλος, 2014).

Οι πρώτοι αυξητικοί δακτύλιοι των κωνοφόρων έχουν λιγότερο ποσοστό όψιμου ξύλου σε σύγκριση με τους μετέπειτα (τυπικούς) αυξητικούς δακτυλίους. Επίσης, σε ορισμένα κωνοφόρα, που χαρακτηρίζονται, σε τυπικό επίπεδο, από απότομη μετάβαση και έντονη αντίθεση πυκνότητας πρώιμου και όψιμου ξύλου, παρατηρείται στους πρώτους αυξητικούς δακτυλίους βαθμιαία μετάβαση και μικρή αντίθεση πυκνότητας μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου. Σε δακτυλιόπορα πλατύφυλλα είδη ο χαρακτηριστικός δακτυλιόπορος χαρακτήρας διαμορφώνεται βαθμιαία. Επίσης, άτυποι είναι και οι εξωτερικοί δακτύλιοι δένδρων μεγάλης ηλικίας.



Σχήμα 4.21 Α. Οριζόντια μεταβλητότητα μήκους ινών τριών δένδρων (1,2,3) πλατυφύλλου δρυός, ηλικίας 36 χρόνων, σε ύψος 30 cm από το έδαφος (στα πρώτα 20 περίπου χρόνια, που αντιστοιχούν στο ανώριμο ξύλο, η αύξηση του μήκους ινών είναι ταχεία) (Voulgaridis, 1990). Β. Τυπικές καμπύλες οριζόντιας μεταβλητότητας μήκους τραχειδών (επάνω) και μήκους ινών (κάτω) ορισμένων δασοπονικών ειδών (Panshin & De Zeeuw, 1980).

Η χημική σύσταση μεταβάλλεται επίσης κατά την κατεύθυνση εντεριώνη-φλοιός. Η κυτταρίνη και ο βαθμός κρυσταλλικότητας ακολουθούν τη γενική πορεία μεταβλητότητας του μήκους των κυττάρων ενώ η λιγνίνη και η γωνία μικροϊνιδίων της στρώσεως S_2 αντίστροφη πορεία. Γενικά ισχύει ότι κύτταρα μεγάλου μήκους έχουν μικρή γωνία μικροϊνιδίων και αντίστροφα (Σχ. 4.22 Β).



Σχήμα 4.22Α. Μεταβλητότητα μήκους ινών προς όλες τις κατευθύνσεις σε ξύλο κορμού ευκαλύπτου (*Eucalyptus regnans*) (Panshin & De Zeeuw, 1980). **Β.** Οριζόντια μεταβλητότητα (εντεριώνη → φλοιός) μήκους κυττάρων, χαρακτηριστικών μικροδομής (γωνία μικροϊνιδίων, βαθμός κρυσταλλικότητας) και χημικής σύστασης (κυτταρίνη, λιγνίνη) του ξύλου στον κορμό ενός δέντρου (Σχεδίαση Βουλγαρίδη).

Μεταβλητότητα υπάρχει και μέσα σε κάθε αυξητικό δακτύλιο. Μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου υπάρχουν διαφορές στο μήκος των κυττάρων (γενικά είναι μεγαλύτερο στο όψιμο ξύλο), στο πάχος των κυτταρικών τοιχωμάτων (συνήθως είναι παχύτερα στο όψιμο ξύλο), στο σχήμα και εμφάνιση των αλωφόρων βοθρίων (Σχ. 4.23 α), στη γωνία μικροϊνιδίων, στην πυκνότητα, στη χημική σύσταση, στο βαθμό κρυσταλλικότητας της κυτταρίνης, στην κατανομή των κυττάρων, κ.λπ. Η διαφοροποίηση των βοθρίων μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου στα κωνοφόρα προσδίδει μεγαλύτερη μηχανική αντοχή στα βοθρία του όψιμου ξύλου και συντελεί σε μικρότερο βαθμό απόφραξης τους στο όψιμο ξύλο με συνέπεια να εμποτίζεται ευκολότερα και καλύτερα (Σχ. 4.23 β-ε). Η μεταβολή των χαρακτηριστικών από το πρώιμο στο όψιμο ξύλο γίνεται άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο απότομα.

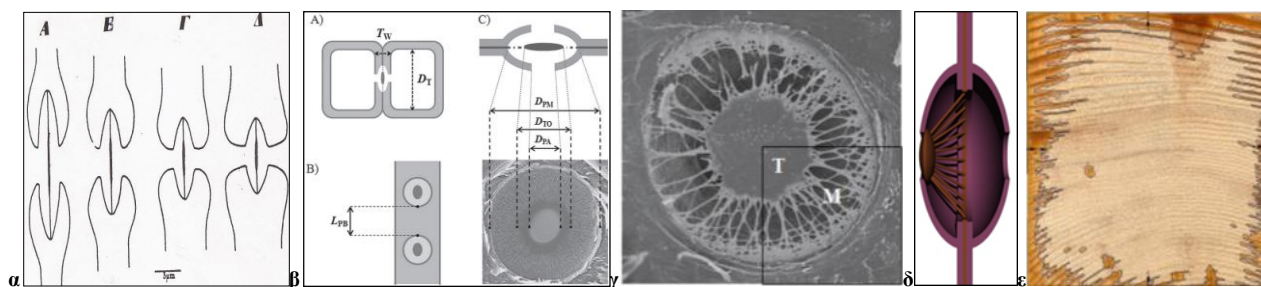
Κατά την οριζόντια κατεύθυνση, μεταβλητότητα υπάρχει και μεταξύ αυξητικών δακτυλίων που ανήκουν όχι μόνο σε διαφορετική ζώνη (ανώριμο, ώριμο, υπερώριμο ξύλο) αλλά και στην ίδια ζώνη. Το πλάτος των αυξητικών δακτυλίων, το ποσοστό όψιμου ξύλου και άλλα χαρακτηριστικά διαφοροποιούνται μεταξύ των αυξητικών δακτυλίων. Στα κωνοφόρα μεγάλο πλάτος αυξητικών δακτυλίων σχετίζεται συνήθως με μικρότερο ποσοστό όψιμου ξύλου ενώ το αντίστροφο συμβαίνει στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα. Οι σχέσεις αυτές και το ποσοστό πρώιμου και όψιμου ξύλου επηρεάζουν την πυκνότητα. Στα διασπορόπορα, δύσκολα συσχετίζονται τα δύο αυτά χαρακτηριστικά.

Η μορφή και η έκταση του εγκάρδιου ξύλου σε διάφορα στάδια της ηλικίας του δένδρου παρουσιάστηκε στο Σχ. 4.20. Στη νεαρή ηλικία, το λίγο εγκάρδιο περιλαμβάνεται μέσα στο ανώριμο ξύλο, αργότερα (στην ώριμη ηλικία), καλύπτει μεγάλο μέρος του ανώριμου και μέρος του ώριμου ξύλου και σε πολύ μεγάλη ηλικία κατέχει ακόμη περισσότερο όγκο. Σε οποιοδήποτε στάδιο, το σχήμα του εγκάρδιου ξύλου μέσα στο δένδρο είναι περίπου κώνος που περιβάλλεται από σομόφο ξύλο.

Ο μηχανισμός μετατροπής σομούφου σε εγκάρδιο και η θέση παραγωγής των εκχυλισμάτων δεν είναι ακόμη επαρκώς γνωστά. Αξίζει να σημειωθεί ότι το εγκάρδιο ξύλο αυξάνει με τη ηλικία και σχετίζεται με το είδος και τις συνθήκες αύξησης. Τα όρια εγκάρδιου-σομούφου ξύλου δεν συμπίπτουν αναγκαστικά με όρια αυξητικών δακτυλίων. Ο ρυθμός σχηματισμού του εγκάρδιου ξύλου ρυθμίζεται έτσι ώστε το πλάτος του σομούφου να είναι το άριστο για τις βιολογικές ανάγκες του συγκεκριμένου είδους.

Μεταβλητότητα σε διάφορα χαρακτηριστικά υπάρχει και σε κατακόρυφη και πλάγια κατεύθυνση. Χαρακτηριστικά όπως μήκος κυττάρων, ποσοστό όψιμου ξύλου, πλάτος αυξητικών δακτυλίων,

περιεκτικότητα σε κυτταρίνη, κ.ά. διαφέρουν καθ' ύψος του κορμού. Επίσης, στον ίδιο αυξητικό δακτύλιο υπάρχουν διαφορές στα χαρακτηριστικά καθ' ύψος του δένδρου. Είναι ευνόητο ότι η οριζόντια μεταβλητότητα έχει σαν συνέπεια και κατακόρυφη ή πλάγια μεταβλητότητα.



Σχήμα 4.23 α. Μορφολογία ζεύγους αλωφόρων βοθρίων σε ακτινική κατεύθυνση ενός αυξητικού δακτύλιου σε ξύλο δασικής πεύκης (Α. στο μέσο του πρώιμου ξύλου. Β. στο πρώιμο, κοντά στα όρια με το όψιμο ξύλο. Γ. στην αρχή του όψιμου ξύλου και Δ. στο μέσο του όψιμου ξύλου). Η μηχανική αντοχή του συστήματος «μεμβράνη-άβακας» αυξάνεται από το πρώιμο προς το όψιμο ξύλο και ο βαθμός απόφραξης των βοθρίων κατά την ξήρανση μειώνεται (α, δ: Βουλγαρίδης, 2015). β. Τραχειίδα κωνοφόρων και δομή των αλωφόρων βοθρίων. Α) διπλό κυτταρικό τοίχωμα, Β) ακτινική εμφάνιση κυτταρικού τοιχώματος αξονικής τραχειΐδας κωνοφόρων με βοθρία (LPB), C) εγκάρσια ή εφαπτομενική (πάνω) και ακτινική (κάτω) εμφάνιση της μεμβράνης του αλωφόρου βοθρίου (διάμετρος μεμβράνης-DPM, διάμετρος άβακα -DTO, διάμετρος στομίου βοθρίου-DPA). γ. Ακτινική εμφάνιση της πορώδους μεμβράνης αλωφόρου βοθρίου κωνοφόρων (βλ. τριχοειδή), T: άβακας (torus), M: μεμβράνη (margo) βοθρίου (β,γ: Bouche et al., 2014). δ. Απόφραξη αριστερού στομίου ζεύγους βοθρίου από τον άβακα σε εφαπτομενική τομή και μείωση της ευκολίας εμποτισμού του ξύλου. ε. Ο μειωμένος βαθμός απόφραξης των βοθρίων στο όψιμο σε σχέση με το πρώιμο ξύλο κωνοφόρων έχει ως συνέπεια το όψιμο ξύλο να εμποτίζεται καλύτερα (Βουλγαρίδης κ.ά., 2015).

Αίτια μεταβλητότητας της δομής σ' ένα δέντρο μπορούν να θεωρηθούν τα εξής:

- η ηλικία του καμβίου. Το κάμβιο παράγει διαφοροποιημένα κύτταρα σε διάφορα στάδια της ζωής του.
- το περιβάλλον και το μικροπεριβάλλον αυξήσεως του δένδρου. Διάφοροι παράγοντες του περιβάλλοντος όπως θερμοκρασία, άνεμος, φως, υγρασία, κ.ά. ή χειρισμοί (π.χ. δασοκομικά μέτρα) προκαλούν ερεθισμούς στο δένδρο με συνέπεια τη διαφοροποίηση της δομής του.
- εσωτερικές αυξητικές τάσεις που προέρχονται από την τοποθέτηση αλληπάλληλων αυξητικών μανδυών και προκαλούν επίσης ερεθισμούς στο δένδρο κατά την διάρκεια αυξήσεώς του.

Γ. Μεταβλητότητα μεταξύ δένδρων

Μεταβλητότητα μεταξύ δένδρων του ίδιου είδους επίσης υπάρχει αλλά εμπλέκονται διάφοροι παράγοντες και η συνεισφορά του κάθε παράγοντα είναι δύσκολο να αξιολογηθεί.

Οι παράγοντες αυτοί είναι α) το περιβάλλον και β) γενετικές διαφορές μεταξύ δένδρων. Ο διαχωρισμός των επιδράσεων του περιβάλλοντος και των γενετικών επιδράσεων δεν είναι εύκολος.

Στο περιβάλλον περιλαμβάνονται: ποιότητα τόπου, γεωγραφική περιοχή και υπερθαλάσσια ύψη, μικροπεριβάλλον. Διάφορα δασοκομικά μέτρα (αραιώσεις, λιπάνσεις, κλαδεύσεις, κ.ά.), υλοτομίες, ανταγωνισμός μεταξύ δένδρων τροποποιούν επίσης το μικροπεριβάλλον και έχουν αντίκτυπο στη μεταβλητότητα της δομής των δένδρων.

Δ. Ξύλο κλαδιών και ριζών

Η δομή του ξύλου των κλαδιών και των ριζών του δένδρου έχει πολλές ομοιότητες με το ξύλο του κορμού αλλά παρουσιάζει και διαφοροποιήσεις (Τσουμής, 1983).

Στο ξύλο των κλαδιών έχουν παρατηρηθεί: στενότεροι αυξητικοί δακτύλιοι και συνήθως έκκεντρη τοποθέτηση της εντεριώνης. Παρουσιάζουν συχνά ξύλο ακανόνιστης δομής. Τα κύτταρα έχουν μικρότερο μήκος, μικρότερη διάμετρο που διαφοροποιούνται κατά μήκος του κλαδιού. Η αναλογία των διαφόρων τύπων κυττάρων είναι διαφορετική και οι ακτίνες περισσότερες. Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι περισσότεροι και με μικρότερη διάμετρο.

Από τα κλαδιά προέρχονται οι ρόζοι (knots) οι οποίοι είναι βάσεις κλαδιών που εγκλείονται στο ξύλο του κορμού καθώς γίνεται αύξησή του κατά διάμετρο. Ο εγκλεισμός αυτός κλαδιών στο ξύλο του κορμού

είναι αναπόφευκτος τουλάχιστο μέχρι να γίνει φυσική ή τεχνητή αποκλάδωση. Οι σύμφυτοι ρόζοι είναι στενά συνδεδεμένοι με το γειτονικό ξύλο ενώ οι χαλαροί ρόζοι κλείνονται μέσα στον κορμό σαν ξένα σώματα και, κατά την πίση και ξήρανση των πριστών, είναι δυνατό να αποχωριστούν από το ξύλο και να αφήσουν στη θέση τους κενά. Και στις δύο περιπτώσεις προκαλούνται αποκλίσεις δομής στο γειτονικό ξύλο αλλά και οι ίδιοι ρόζοι έχουν διαφορετική δομή.

Στο ξύλο των ριζών υπάρχουν διαφορές ως προς το μήκος των κυττάρων (μικρότερο), τη διάμετρο (μεγαλύτερη), τα κυτταρικά τοιχώματα (λεπτότερα), την αναλογία των διαφόρων τύπων κυττάρων, τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά των κυτταρικών τοιχωμάτων (π.χ. βοθρία), τον αριθμό και μέγεθος των ρητινοφόρων αγωγών (λιγότεροι, περίπου ισομεγέθεις), τις ακτίνες (μπορεί να εμφανίζονται ψευτοπλατείες), την παρουσία τυλώσεων, κ.ά. Επίσης, παρατηρούνται: μικρή εντεριώνη ή μπορεί να μην υπάρχει, αυξητικοί δακτύλιοι όχι ευκρινείς, ξύλο ακανόνιστης δομής μπορεί να υπάρχει, εγκάρδιο ξύλο. Η εγκάρσια διατομή των ριζών είναι συνήθως ακανόνιστη και η δομή του ξύλου διαφοροποιείται μεταξύ των ριζών ενός δένδρου (μεταξύ κυρίων και πλευρικών ριζών, μεταξύ ριζών έξω ή μερικώς έξω από το έδαφος και ριζών μέσα στο έδαφος, κ.λπ.).

Τέλος, η εντεριώνη (pith) που βρίσκεται στο μέσο του κορμού και σε όλο το ύψος του έχει διαφορετική κυτταρική δομή από το ξύλο. Η εντεριώνη δεν πρέπει να περιλαμβάνεται σε πριστή ξυλεία ή σε προϊόντα από συμπαγές ξύλο.

4.4.2.2. Πρόσθετη μεταβλητότητα

Κατά την αύξηση του δένδρου είναι δυνατό να παρουσιασθούν αυξητικές ακανονιστίες, οι οποίες έχουν ήδη περιγραφεί, και, από άποψη αξιοποίησης του ξύλου, θεωρούνται ελαττώματα ή σφάλματα επειδή έχουν δυσμενή επίδραση στην ποιότητα του ξύλου και στις χρήσεις του. Τα ελαττώματα αυτά δημιουργούν τοπικές διαφοροποιήσεις στη δομή του ξύλου του κορμού το οποίο αποτελεί και τη βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων, χειροτερεύουν τις ιδιότητες του ξύλου σε σχέση με ξύλο κανονικής δομής και πρέπει να αποχωρίζονται από τα κορμοτεμάχια που παράγονται στο δάσος και να αξιοποιούνται ξεχωριστά.

Βιβλιογραφία

- Αδαμόπουλος, Σ. (2014). *Δομή Ξύλου (Θεωρία και Εργαστηριακές Σημειώσεις)*. ΤΕΙ Θεσσαλίας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, Καρδίτσα.
- Adamopoulos, S., & Voulgaridis, E. (2002). Within-tree variation in growth rate and cell dimensions in the wood of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). *IAWA Journal* 23 (2): 191-199.
- Aebicher, D. P., & Denne, M. P. (1996). Spiral grain in relation to ring width and cambial age in European oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Q. robur* L.). *Holzforschung* 50: 297-302.
- Barnett, J. R., & Ieronimidis, G. (2003). Reaction wood. In *Wood Quality and its Biological Basis* (Editors: J. R. Barnett & G. Ieronimidis), Blackwell Publishing Ltd, UK: 118-136.
- Becker, G., & Gruss, K. (1992). The variation of some wood properties of poplar clones (*Populus* spp.) and their influence on final wood product quality. *All-Division 5 IUFRO Conference "Forest Products"*, Aug. 23-28, 1992, Vol. 1.
- Bouche, P. S., Larter, M., Domec J-C., Burlett, R., Gasson, P., Jansen, S. & Delzon, S. (2014). A broad survey of hydraulic and mechanical safety in the xylem of conifers. *Journal of Experimental Botany*. http://jxb.oxfordjournals.org/open_access.html.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- Βουλγαρίδης, Η., Καραστεργίου, Σ., Αδαμόπουλος, Σ., Πασιαλής, Κ., Κορτσαλιουδάκης, Ν., Κουτσιανίτης, Δ., Φώτη, Δ., & Βουλγαρίδου, Ε. (2015). Επίδραση της διάτρησης με laser στις μηχανικές ιδιότητες και στον εμποτισμό ξύλου ελάτης και ερυθρελάτης. *16^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο*, Αργοστόλι Κεφαλονιάς, 4-7 Οκτ. 2015.
- Buckley, M. (1997). A comparison of American and European hardwoods- Resources, species, properties and applications. *J. Inst. Wood Science* 14(3): 140-146.
- Γιαγλή, Κ. (2005). Μελέτη της Εμφάνισης Ραγαδώσεων σε Κορμούς Λεύκης (Κλώνου Ι – 214) κατά τη Ρίψη και τον Τεμαχισμό τους στην Περιοχή του Λευκώνα Σερρών. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα ΔΦΠ, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

- Γιαγλή, Κ., & Βουλγαρίδης, Η. (2007). Μελέτη εμφάνισης ραγαδώσεων σε ξύλο κορμών λεύκης (κλώνου I-214) μετά τη ρίψη και τεμαχισμό τους σε λευκώνα της περιοχής του Ν. Σερρών. *13ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο «Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος»*, Χλόη Καστοριάς, 7-10/10/2007, Πρακτικά, Τόμος II: 135-146.
- Clark III, A., & McMinn, J. W. (1997). Link between southern pine silvicultural treatments and stand value. In "Role of Wood Production in Ecosystem Management", *Proceedings of Sustainable Forestry Working Group at the IUFRO All Division 5 Conference*, Pullman, Washington, July 1997: 37-45.
- Δήμου, Β. Γ. (2005). Εμφάνιση στρεψοΐνιαι σε κορμοτεμάχια ερυθρελάτης (*Picea excelsa* Link) του δάσους Ελατιάς της Δράμας. *Δασική Έρευνα* (Νέα Σειρά), Τόμος 18: 69-76.
- Duff, G. H., & Nolan, N. J. (1953). I. Growth and morphogenesis in the Canadian Forest species. *Can. J. Bot.* 31: 471-513.
- Duff, G. H., & Nolan, N. J. (1957). II. Specific increments and their relation to the quantity and activity of growth in *Pinus resinosa* Ait. *Can. J. Bot.* 35: 527-572.
- Fernandez-Golfín Seco, J. I., & Díez Barra, M. R. (1996). Growth rate as a predictor of density and mechanical quality of sawn timber from fast growing species. *Holz als Roh- u. Werkstoff* 54: 171-174.
- Fonti, P., & Frey, B. (2002). Is ray volume a possible factor influencing ring shake occurrence in chestnut wood? *Trees: Structure and Function*, 16 (8): 519-522.
- Fonti, P., Macchioni, N., & Thibaut, B. (2002). Ring shake in chestnut (*Castanea sativa* Mill.): State of the art. *Annals of Forest Science* 59 (2): 129-140.
- Fonti, P., & Macchioni, N. (2003). Ring shake in chestnut: Anatomical description, extent and frequency of failures. *Annals of Forest Science* 60: 403-408.
- Grammel, R. (1992). The importance of lasting wood properties and the forest management. *All-Division 5 IUFRO Conference "Forest Products"*, Aug. 23-28, 1992, Vol. 1.
- Green, D.W., & Ross., R.J. (1997). Linking log quality with product performance. In "Role of Wood Production in Ecosystem Management", *Proceedings of Sustainable Forestry Working Group at the IUFRO All Division 5 Conference*, Pullman, Washington, July 1997: 53-58.
- Han, H. (1996). Log quality evaluation by lengthwise ultrasonic transmission. *Holz als Roh- u. Werkstoff* 54: 7-10.
- Hoadley, R.B. (1990). *Identifying Wood. Accurate Results with Simple Tools*. The Taunton Press, Inc., Connecticut, U.S.A.
- Jane, F.W. (1970). *The Structure of Wood*. Adam and Charles Black, London.
- Κακαράς, Ι. (2009). *Τεχνολογία Ξύλου: Πρίση, Ξήρανση, Εμποτισμός, Καμπύλωση, Καπλαμάς*. Εκδοτικός οίκος ΟΜΙΛΟΣ ΙΩΝ, Αθήνα.
- Kandeel, S.A., & E.A.J. McGinnes (1970). Ultrastructure of ring shake in scarlet oak (*Quercus coccinea*, Muench). *Wood Sci.* 2: 171-178.
- Kennedy, R.W. (1995). Coniferous wood quality in the future: concerns and strategies. *Wood Sci. Techn.* 29 : 321-338.
- Κούκος, Π. (1987). Έρευνα Ποιοτικών Χαρακτηριστικών του Ξύλου Έξι Νέων Κλώνων Λεύκης σε Σχέση με το Γενότυπο, την Ηλικία και την Ταχύτητα Αυξήσεως των. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα ΔΦΠ, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Mattheck, C., & Walther, F. (1992). *A felling technique to avoid end-splitting of deciduous trees*. Karlsruhe Nuclear Research Centre, Institute for Material Research II, W – 7500 Karlsruhe, Germany.
- McGinnes, E.A.J. (1968). Extent of shake in black walnut, *Forest Product Journal* 18: 80-82.
- Megraw, R.A. (1985). *Wood Quality Factors in Loblolly Pine*. TAPPI Press, Atlanta, USA.
- Meylan, B.A., & Butterfield, B. G. (1972). *Three Dimensional Structure of Wood: A Scanning Electron Microscope Study*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Meyer, R.W., & Lawrence, L. (1968). Shake in coniferous wood: an anatomical study. *Forest Product Journal* 18: 51-56.
- Μουλόπουλος Χ., & Τσουμής, Γ. (1960). Αυξητικά ακανονιστικά ευρωπαϊκο-αμερικανικών υβριδίων λεύκης καλλιεργούμενων εν Μακεδονία. *Επιστημονική Επετηρίδα Γ/Δ Σχολής*, Α.Π.Θ., 5: 193-237.
- Μπιρμπίλης, Δ., & Βουλγαρίδης, Η. (2005). Μελέτη της αποκόλλησης των αυξητικών δακτυλίων στο ξύλο καστανιάς (*Castanea sativa* Mill.) – Πρακτικά 12ου Πανελλήνιου Δασολογικού Συνεδρίου «Δάσος και Νερό-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος», 2-5 Οκτωβρίου 2005, Δράμα.

- Μπόργη, Κ. Δ., & Βουλγαρίδης, Η. Β. (2001). Οριζόντια και κατακόρυφη εμφάνιση θλιψιγενούς ξύλου σε ξύλο κορμού δένδρων ελάτης (*Abies cephalonica* x *Abies alba*). *Δασική Έρευνα* (Νέα Σειρά), Τόμος 14: 73-82.
- Ντάσιου, Ζ., & Πασιαλής, Κ. (2002). Εμφάνιση στρεβοϊνίας σε ξύλο κορμών ελάτης του Πανεπιστημιακού Δάσους Περτουλίου. *Δασική Έρευνα* (Νέα Σειρά), Τόμος 15: 81-90.
- Okuyama, T., Doldan, J., Yamamoto, H., & Ona, T., 2004. Heart splitting at crosscutting of eucalypt logs. *Wood Science* (50): 1-6.
- Panshin, A. J., & DeZeeuw, C. (1980). *Textbook of Wood Technology* (4th edition). McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Πασιαλής, Κ. Ν. (1984). Το Υγρό Εγκάρδιο της Υβριδογενούς Ελάτης (*Abies cephalonica* x *A. alba*, *populus hybridogenus*) του Δάσους Περτουλίου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ.
- Perstorper, M., Pellicane, P. J., Kliger, I. R., & Johansson, G. (1995a). Quality of timber products from Norway spruce. Part 1. Optimization, key variables and experimental study. *Wood Sci. Techn.* 29: 157-170.
- Perstoper, M., Pellicane, P. J., Kliger, I. R., & Johansson, G. (1995b). Quality of timber products from Norway spruce. Part 2. Influence of spatial position and growth characteristics on warp. *Wood Sci. Techn.* 29: 339-352.
- Pugel, A. D., Price, E. W., & Hse, C. Y. (1990). Composites from southern pine juvenile wood. Part 2. Durability and dimensional stability. *Forest Products Journal* 40(3): 57-61.
- Ross, R. J., McDonald, K. A., Green, D. W., & Shad, K. C. (1997). Relationship between log and lumber modulus of elasticity. *Forest Products Journal* 47(2): 89-92.
- Sandberg, D. (1996). The influence of pith and juvenile wood on proportion of cracks in sawn timber when kiln dried and exposed to wetting cycles. *Holz als Roh- u. Werkstoff* 54: 152.
- Sauter, U. H. (1997). Potential of small dimensioned, low quality round wood of Scots pine for the production of valuable timber. In "Role of Wood Production in Ecosystem Management", *Proceedings of Sustainable Forestry Working Group at the IUFRO All Division 5 Conference*, Pullman, Washington, July 1997: 59-66.
- Sepulveda, P. (2001). Measurement of spiral grain with computed tomography. *J. Wood Sci.* 47: 289-293.
- Thibaut, B., & Gril, J. (2003). Growth stresses. In *Wood Quality and its Biological Basis* (Eds: J. R. Barnett and G. Ieronimidis), Blackwell Publishing Ltd, UK: 137-156.
- Timell, T. E. (1986). *Compression Wood in Gymnosperms. Vols I-III*. Springer, Berlin, Heiderberg, N.Y.
- Τομπαζιώτης, Μ., & Βουλγαρίδης, Η. (2005). Τύποι θλιψιγενούς ξύλου σε κορμούς δένδρων ελάτης. *Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Δάσος και Νερό-Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος»*, 2-5 Οκτωβρίου 2005, Δράμα, Ελλάδα.
- Τσουμής, Γ. (1983). *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση του Ξύλου. (Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου)*. Θεσσαλονίκη.
- Tsoumis, G. (1991). *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Chapman and Hall, N.Y.
- Voulgaridis, E. (1990). Wood cell morphology characteristics of some oak species and mediterranean shrubs. *Holz als Roh - u. Werkstoff* 48: 261-167.
- Wimmer, R. (2015). Wood Quality – Causes, Methods, Control. <https://botanik.boku.ac.at/wood/wood-quality>.

5. Αλλοίωση του ξύλου σε χρήση και συνέπειες στην ποιότητα του

Σύνοψη

Αναφέρεται στους παράγοντες αλλοίωσης του ξύλου (βιολογικούς και αβιοτικούς) και στο μηχανισμό δράσης του κάθε βιολογικού και φυσικού παράγοντα αλλοίωσης στην περίπτωση που το ξύλο βρίσκεται σε χρήση. Παρουσιάζονται οι προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες το ξύλο αλλοιώνεται από μύκητες, ξυλοφάγα έντομα, βακτήρια και θαλασσινούς οργανισμούς αλλά και από φυσικούς παράγοντες αλλοίωσης (νερό, υπερϊώδη ακτινοβολία, θερμοκρασία, άνεμος, μηχανικοί και χημικοί παράγοντες. Περιγράφονται τα τρία κυριότερα είδη σήψης (καστανές, λευκές και μαλακές σήψεις) που προκαλούνται από μύκητες σήψης καθώς και οι μεταχρωματισμοί (ευρωτίαση, κύνωση) που προκαλούνται από χρωστικούς μύκητες και αναφέρονται οι κυριότεροι μύκητες, ξυλοφάγα έντομα και θαλασσινοί οργανισμοί που προσβάλλουν το ξύλο σε χρήση. Γίνεται, επίσης, αναφορά και στην αλλοίωση του ξύλου μετά από παραμονή του για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα σε νερό ή σε μεγάλο βάθος μέσα στο έδαφος. Τέλος, παρουσιάζονται μικροσκοπικά οι αλλοιώσεις που υφίσταται το ξύλο και οι συνέπειες της αλλοίωσης στις ιδιότητές του.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία: 1. Cartwright, K. St. G. and Findlay, W.P.K. 1958. *Decay of timber and its Prevention*. 2. Boyce, J.S. 1961. *Forest Pathology*. 3. TRADA 1964. *Timber Pests and Their Control*. 4. Liese, W. (ed.) 1975. *Biological Transformation of Wood by Microorganisms*. 5. Nickolas, D.D. (ed.) 1973. *Wood Deterioration and Its Prevention by Preservative Treatments (Vols: I and II)*. 6. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 7. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 8. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 9. Tsoumis, G. 1968. *Wood as Raw Material*. 10. Kollmann, F. and Cote, W.A. 1968. *Principles of Wood Science and Technology, I: Solid Wood*. 11. Stamm, A.J. 1964. *Wood and Cellulose Science*. 12. Φιλίππου, Ι. 2015. *Χημική Τεχνολογία του Ξύλου*.

Λεξιλόγιο: αλλοίωση ξύλου, μύκητες, ξυλοφάγα έντομα, βακτήρια, θαλασσινοί οργανισμοί, σήψη, μεταχρωματισμός, γήρανση, φυσικοί παράγοντες αλλοίωσης, μικροσκοπία αλλοιώσεων, wood deterioration, fungi, insects, bacteria, marine borers, rot, discoloration, weathering, physical deteriorating factors, microscopy

5.1. Παράγοντες αλλοίωσης του ξύλου

Από επιστημονική άποψη, το ξύλο είναι ένα σύνθετο, τρισδιάστατο βιοπολυμερές υλικό που αποτελείται κυρίως από τα πολυμερή κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και λιγνίνη. Τα πολυμερή αυτά συγκροτούν την ξυλώδη ύλη (κυτταρικά τοιχώματα, μεσοκυττάρια στρώση, τυλώσεις) και είναι υπεύθυνα για τις περισσότερες φυσικές και χημικές ιδιότητες του ξύλου. Η προτίμηση του ξύλου ως υλικό σε ποικίλες κατασκευές οφείλεται στο ότι είναι σχετικά φθηνό, χρειάζεται λίγη ενέργεια για την κατεργασία του, είναι ανανεώσιμο και βρίσκεται παντού, παρουσιάζει ικανοποιητική μηχανική αντοχή και είναι αισθητικά ευχάριστο. Το ξύλο όμως έχει και ορισμένα μειονεκτήματα όπως η αλλοίωση του από βιοτικούς παράγοντες (βακτήρια, μύκητες, έντομα και θαλάσσιους οργανισμούς), οι διαστασιακές του μεταβολές (ρίκνωση και διόγκωση) όταν παίρνει ή χάνει υγρασία και η ιδιότητά του να καίγεται σχετικά εύκολα. Το ξύλο αλλοιώνεται και όταν εκτεθεί στην επίδραση αβιοτικών παραγόντων όπως π.χ. κλιματικών (νερό, ηλιακό φως, θερμοότητα, άνεμος) ή άλλων παραγόντων (μηχανικών, χημικών). Η αλλοίωση του ξύλου από τους κλιματικούς παράγοντες, γνωστή σαν “weathering” (γήρανση), είναι αργή διαδικασία και περιορίζεται στο επιφανειακό στρώμα του ξύλου αλλά με την πάροδο του χρόνου, καθώς τα επιφανειακά κύτταρα του ξύλου απομακρύνονται, προχωρεί βαθύτερα (Voulgaridis, 1980; Tsoumis, 1991; Βουλγαρίδης, 1984; Βουλγαρίδης, 1986).

Το είδος και ο βαθμός αλλοίωσης του ξύλου εξαρτάται από τις συγκεκριμένες συνθήκες χρησιμοποίησής του, το είδος των παραγόντων αλλοίωσης και τη φυσική αντοχή του ξύλου. Η φυσική αντοχή ή διάρκεια του ξύλου στους παραπάνω παράγοντες εκτιμάται με τον χρόνο στον οποίο το ξύλο διατηρεί την αξία χρήσης του χωρίς προστατευτικό εμποτισμό. Σε συνθήκες όπου δεν δρουν παράγοντες αλλοίωσης, το ξύλο μπορεί να διαρκέσει απεριόριστα. Τέτοιες όμως περιπτώσεις σπάνια υπάρχουν στην καθημερινή πρακτική.

Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των παραγόντων αλλοίωσης που συνεπάγονται φυσικές και χημικές μεταβολές στο ξύλο και μειώνουν τη διάρκεια ζωής κατά την υπηρεσία του χρησιμοποιείται πληθώρα εμποτιστικών χημικών ουσιών οι οποίες εισάγονται μέσα στη μάζα του με διάφορες τεχνικές ή χρησιμοποιείται θερμική τροποποίηση του ξύλου.

Η εισαγωγή συντηρητικών ουσιών στη μάζα του ξύλου το προστατεύει από την καταστρεπτική επίδραση των παραγόντων αλλοίωσης σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, το συντηρεί στην κατάσταση που είναι ή, σε άλλες περιπτώσεις, βελτιώνει σημαντικά τις ιδιότητές του με σκοπό την αύξηση της διάρκειάς του σε υπηρεσία και τη βελτίωσή του ως υλικού (Βουλγαρίδης, 1991; Voulgaridis, 2004).

Οι μύκητες και τα έντομα είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες αλλοίωσης του ξύλου. Οι οργανισμοί αυτοί προσβάλλουν ζωντανά δέντρα, κορμοτεμάχια που βρίσκονται στο δάσος ή είναι αποθηκευμένα στα εργοστάσια, αλλά πολλά είδη προσβάλλουν και πριστή ξυλεία ή άλλα προϊόντα ξύλου και ξύλο σε υπηρεσία. Η προσβολή προϊόντων ξύλου ή ξύλου σε υπηρεσία παρουσιάζει τεράστιο ενδιαφέρον γιατί προχωρημένη αλλοίωση του ξύλου συνεπάγεται σημαντικές δαπάνες για την αντικατάστασή του. Για την αντιμετώπιση του κινδύνου αλλοίωσης του ξύλου από μύκητες και έντομα έχει γίνει συνήθης πρακτική εδώ και πολλά χρόνια ο εμποτισμός του ξύλου με κατάλληλες προστατευτικές χημικές ουσίες οι οποίες πρέπει να είναι αποτελεσματικές αλλά όχι τοξικές στο περιβάλλον και τον άνθρωπο, και να έχουν μεγάλη διάρκεια και μικρό κόστος (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1986).

Τα διάφορα είδη ξύλου παρουσιάζουν διαφορετική ευαισθησία σε προσβολές μυκήτων και εντόμων. Η διαφορετική αυτή φυσική αντοχή των ειδών ξύλου οφείλεται κυρίως στη διαφορετική περιεκτικότητα τοξικών εκχυλισμάτων. Αύξηση της περιεκτικότητας εκχυλισμάτων προσδίδει στο ξύλο σκοτεινότερο χρώμα και μεγαλύτερη φυσική αντοχή (διάρκεια) στις προσβολές μυκήτων και εντόμων. Το εγκάρδιο ξύλο λόγω των περισσότερων εκχυλισμάτων που περιέχει από το σομφό είναι πολλές φορές σκοτεινότερο και πιο ανθεκτικό. Για πρακτικούς σκοπούς μπορεί να γίνει γενικά δεκτό ότι όσο το ξύλο έχει σκοτεινότερο χρώμα και είναι βαρύτερο, τόσο η φυσική αντοχή του σε προσβολές μυκήτων και εντόμων είναι μεγαλύτερη. Ορισμένα είδη μυκήτων και εντόμων προσβάλλουν μόνο κωνοφόρα, άλλα είδη μόνο πλατύφυλλα και άλλα κωνοφόρα και πλατύφυλλα. Μερικοί μύκητες ή έντομα περιορίζονται σε ένα ή σε πολύ λίγα είδη ξύλου.

Στη χώρα μας τα κυριότερα είδη ξύλου που χρησιμοποιούνται σε διάφορα προϊόντα και κατασκευές κατά σειρά σπουδαιότητας είναι από τα κωνοφόρα, η πεύκη (μαύρη, δασική, λευκόδερμος, χαλέπιος, τραχεία κ.ά.), η ελάτη και η ερυθρελάτη, και από τα πλατύφυλλα, η οξιά, η δρυς, η λεύκη και η καστανιά. Άλλα ελληνικά είδη που παράγουν ξύλο για διάφορες χρήσεις αλλά σε μικρές ποσότητες είναι από τα κωνοφόρα, το κυπαρίσσι, η άρκευθος, ο ίταμος, και από τα πλατύφυλλα η καρυδιά, το σφενδάμι, η σημύδα, η φιλύρα, η κλήθρα, ο γαύρος, η φουντουκιά, η σορβιά, η οστριά, η ελιά, η ιπποκαστανιά, η ακακία, η μουριά, ο ευκάλυπτος, η ιτιά και τα αείφυλλα πλατύφυλλα. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ποσοστό τεχνικού ξύλου από την εγχώρια παραγωγή είναι μικρό (περί το 25-30%) ενώ το υπόλοιπο είναι καυσόξυλο.

Εκτός όμως από τα εγχώρια είδη ξύλου, στη χώρα μας εισάγονται και ξενικά είδη σε στρογγύλη μορφή ή σε πριστή ξυλεία τα οποία κατεργάζονται παραπέρα για διάφορα προϊόντα ξύλου. Οι εισαγωγές αυτές περιλαμβάνουν είδη δρυός, πεύκης, ερυθρελάτης, ψευδοτσούγκας και πολλά πλατύφυλλα τροπικά ξύλα (Teak, Zebrano, Amazakoue, Palissander, Padauk, Bubinga, Afzelia, Iroko, Afara, Ako, Difou, Ramin, Framire, Kosipo, Makore, Tiama, Sapele, Sipo, μαόνι, Bete, Balsa, Canarium, Okoume, Obeche, Acajou, Seraya, Lauan, Bilinga, Meranti, Dibetou, Niangon, Abura, κ.ά.).

Από άποψη προστασίας του ξύλου και των προϊόντων του από βιολογικούς εχθρούς (π.χ. μύκητες, έντομα), η εισαγωγή μεγάλου αριθμού τροπικών πλατύφυλλων ξύλων στη χώρα μας έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί μπορεί να γίνει ταυτόχρονα και "εισαγωγή" μυκήτων και εντόμων που ζουν και αναπτύσσονται σε τροπικές χώρες αλλά μπορούν να προσβάλλουν και εγχώρια είδη ξύλου και να γίνουν επικίνδυνα. Ανεξάρτητα από το αν πρόκειται για εγχώρια ή εισαγόμενα ξύλα, η προστασία τους από βιολογικούς εχθρούς κατά τη διάρκεια της υπηρεσίας τους έχει την ίδια σημασία και είναι απαραίτητο να γίνεται με την χρησιμοποίηση των κατάλληλων κάθε φορά εμποτιστικών ουσιών ή με κατάλληλη θερμική τροποποίηση (Φιλίππου, 2014). Αξίζει να σημειωθεί ότι σε δύσκολες συνθήκες χρησιμοποίησης του ξύλου (π.χ. στρωτήρες, στύλοι, κ.λπ.) η αύξηση της διάρκειάς του μετά τον εμποτισμό είναι πολλαπλάσια της φυσικής αντοχής του και μπορεί να φθάσει από 1-10 χρόνια τα 30-70 χρόνια (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1991).

5.2. Βιολογικοί παράγοντες αλλοίωσης

5.2.1. Φυτικοί οργανισμοί

5.2.1.1. Μύκητες

Οι μύκητες είναι φυτικοί οργανισμοί αλλά διαφέρουν από τα περισσότερα φυτά στο ότι δεν περιέχουν χλωροφύλλη και γι' αυτό δεν έχουν τη δυνατότητα να παράγουν την τροφή τους με τη φωτοσύνθεση. Έτσι, προσβάλλουν φυτά και ζώα, τα αλλοιώνουν και τα μετατρέπουν σε διαλυτές μορφές τροφής, τις οποίες αφομοιώνουν με τα κύτταρά τους

Υπάρχουν πάνω από 5.000 είδη μυκήτων και το ετήσιο κόστος από τις προσβολές που προκαλούν στο ξύλο είναι τεράστιο. Οι μύκητες προσβάλλουν ιστάμενα δέντρα, κορμοτεμάχια ή ξυλεία κατά την αποθήκευση, ξήρανση ή μεταφορά τους και ξύλο ή προϊόντα ξύλου σε υπηρεσία. Στις ΗΠΑ εκτιμήθηκε ότι το 1975 το κόστος λόγω προσβολών του ξύλου από μύκητες ήταν 28 τρισεκατομμύρια δραχμές.

Οι μύκητες αρχίζουν τη ζωή τους με τα σπόρια (σπύγγουλα ή αυγοειδούς μορφής) τα οποία είναι ορατά μόνο με τη βοήθεια μικροσκοπίου. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες βλαστάνουν και παράγουν λεπτές υφές οι οποίες συνήθως με τη βοήθεια ενζύμων που εκκρίνουν προκαλούν χημικές αντιδράσεις με το υπόστρωμα με σκοπό τη μετατροπή του σε αφομοιώσιμες μορφές.

Για να δραστηριοποιηθούν και να αναπτυχθούν οι μύκητες σε ξύλο σε υπηρεσία χρειάζονται:

- τροφή (στην προκειμένη περίπτωση το ξύλο),
- κατάλληλη θερμοκρασία,
- υγρασία του υποστρώματος (του ξύλου) και
- αέρα (οξυγόνο).

Αν ένας από τους παραπάνω παράγοντες λείπει, οι μύκητες είτε πεθαίνουν είτε παραμένουν αδρανείς, μέχρι να επικρατήσουν καλύτερες συνθήκες. Στην πράξη, ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει τη δραστηριότητα των μυκήτων και ρυθμίζει το βαθμό προσβολής του ξύλου από τους μύκητες είναι η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου.

Κατά κανόνα, ένα υγρό ξύλο πάντα προσβάλλεται από μύκητες. Κάτω από 20% περιεχόμενη υγρασία το ξύλο θεωρείται αρκετά ξηρό ώστε να μην μπορούν να δραστηριοποιηθούν οι μύκητες. Το άριστο της περιεχόμενης υγρασίας για τη δραστηριότητα των μυκήτων είναι λίγο παραπάνω από το σημείο ισοκόρου (30-35%) περίπου. Σ' αυτήν την υγρομετρική κατάσταση τα κυτταρικά τοιχώματα είναι κορεσμένα και υπάρχουν μικρές ποσότητες ελεύθερου νερού στις κυτταρικές κοιλότητες, που διευκολύνουν την διάχυση των ενζύμων των υφών των μυκήτων προς τα τοιχώματα.

Οι μύκητες χρειάζονται οξυγόνο για την ανάπτυξή τους. Όταν το ξύλο περιέχει πολύ μεγάλες ποσότητες νερού, είναι κάτω από το νερό ή υγρό έδαφος και γενικά διατηρείται πολύ υγρό, τότε ο αέρας (οξυγόνο) περιορίζεται σε επίπεδα κάτω των ελάχιστων ορίων που χρειάζονται για τη δραστηριοποίηση των μυκήτων. Ο περιορισμός αυτός του οξυγόνου με τη διατήρηση της υγρασίας του ξύλου σε υψηλά επίπεδα χρησιμοποιείται και στην πράξη (αποθήκευση του ξύλου σε δεξαμενές, ραντισμός κορμοτεμαχίων) για προσωρινή προστασία του ξύλου από προσβολές μυκήτων.

Κατάλληλη θερμοκρασία είναι επίσης απαραίτητη για την ανάπτυξη των μυκήτων με άριστο το επίπεδο των 20-25°C. Κάτω από 0°C και πάνω από 30°C η δράση των μυκήτων αναστέλλεται εντελώς ενώ σε πολύ χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες οι μύκητες θανατώνονται. Στην πράξη, θάνατος των μυκήτων επέρχεται με την τεχνητή ξήρανση ή άτμιση του ξύλου όπου οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι σχετικά υψηλές. Η αποστείρωση όμως αυτή του ξύλου δεν το απαλλάσσει από μελλοντικές προσβολές κατά τη διάρκεια χρήσης του αν δεν ενισχυθεί η φυσική αντοχή του με προστατευτικό εμπότισμό.

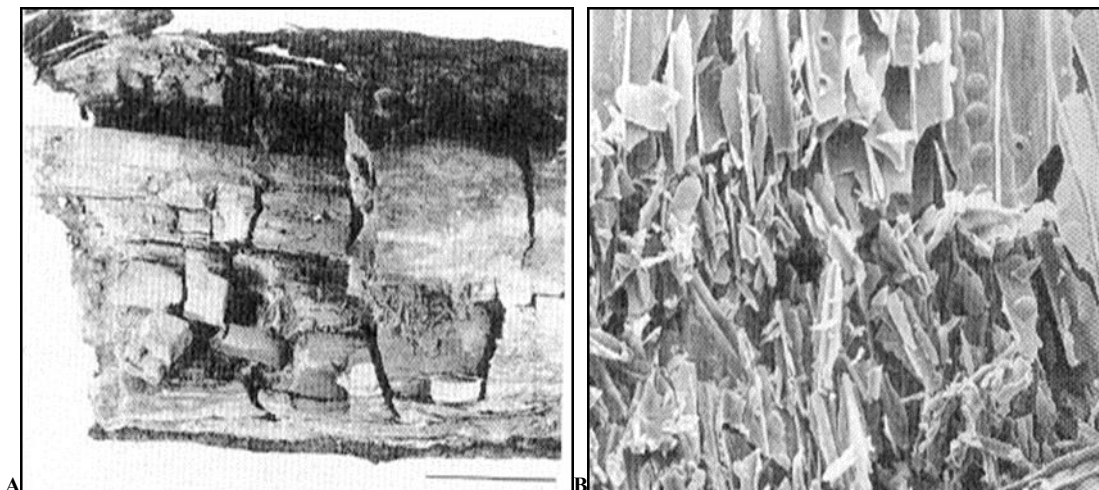
Στην περίπτωση των στύλων και πασσάλων, όπου ένα τμήμα του ξύλου είναι μέσα στο έδαφος, η προσβολή από μύκητες γίνεται κυρίως στην περιοχή αμέσως κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και στην περιοχή λίγο πάνω από το έδαφος, όπου υπάρχουν καλές συνθήκες για την ανάπτυξή τους. Στη ζώνη μεταξύ 10 και 30 εκ. κάτω από την επιφάνεια του εδάφους οι συνθήκες είναι ιδανικές για την ανάπτυξη των μυκήτων. Το υπέργειο τμήμα του στύλου σπάνια είναι υγρό για μεγάλο χρονικό διάστημα ώστε να αναπτυχθούν οι μύκητες, ενώ βαθιά στο έδαφος υπάρχει τροφή και υγρασία αλλά ανεπαρκείς ποσότητες οξυγόνου και όχι άριστη θερμοκρασία (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1991).

5.2.1.1.1. Είδη μυκητικών προσβολών

Οι μύκητες που προσβάλλουν το ξύλο κατά την υπηρεσία του προκαλούν σήψεις (σηπτικοί μύκητες) ή μεταχρωματισμούς (χρωστικοί μύκητες). Οι σήψεις διακρίνονται σε τρεις κυρίως τύπους, τις καστανές (brown rots), τις λευκές (white rots) και τις μαλακές (soft rots) σήψεις (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1991).

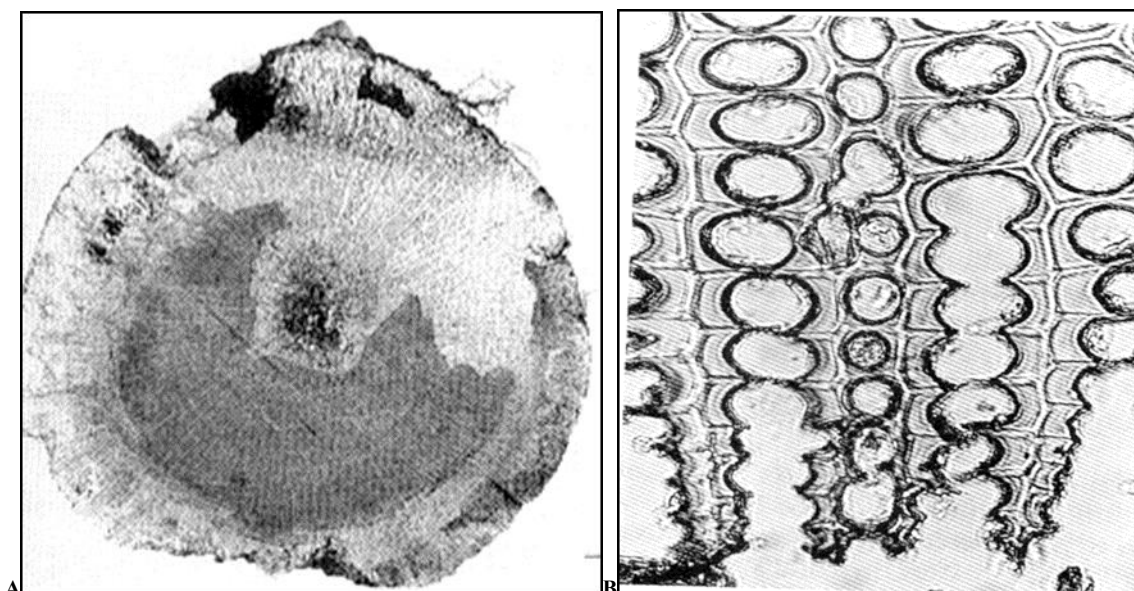
Οι μύκητες καστανών σήψεων ανήκουν στους Βασιδιομύκητες και καταναλώνουν κυρίως υδατάνθρακες (κυτταρίνη, ημικυτταρίνες) αλλά αλλοιώνουν και τη λιγνίνη χωρίς να την καταναλώνουν σε σημαντική έκταση. Όσο αυξάνει το ποσοστό της λιγνίνης τόσο μειώνεται η ικανότητα πέψης των πολυσακχαριτών από τους μύκητες των καστανών σήψεων. Με την πρόοδο της σήψης το ξύλο γίνεται σκοτεινότερο γιατί σχετικά μεγαλύτερο ποσοστό χημικών συστατικών (λιγνίνη, ταννίνες, κ.ά.) που έχουν σκοτεινό χρώμα παραμένει άθικτο στο ξύλο. Το ξύλο γίνεται καστανό, ρικνώνεται, ραγαδώνεται, υφίσταται κατάρρευση και με μικρή πίεση σπάζει και γίνεται σκόνη (Εικ. 5.1). Οι μύκητες καστανών σήψεων διακρίνονται σε δύο ομάδες ανάλογα με την περιεχόμενη υγρασία του ξύλου όπου αναπτύσσονται. Μύκητες

που προκαλούν τις “ξηρές σήψεις” (dry rots) αναπτύσσονται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα υγρασίας (29-40%) και ορισμένοι μπορούν να μεταφέρουν νερό από υγρότερες περιοχές του ξύλου σε ξηρότερες. “Υγρές σήψεις” (wet rots) προκαλούνται σε ξύλο με υψηλότερη περιεχόμενη υγρασία (40-50%).



Εικόνα 5.1 Μακροσκοπική εμφάνιση (A) καστανής σήψης και μικροσκοπική προσβολή των κυτταρικών τοιχωμάτων σε στερεοσκοπικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (B), όπου φαίνεται πόσο εύθρυπτο γίνεται το ξύλο σε τελικό στάδιο προσβολής (Blanchette et al., 1990; Bjordal, 2000).

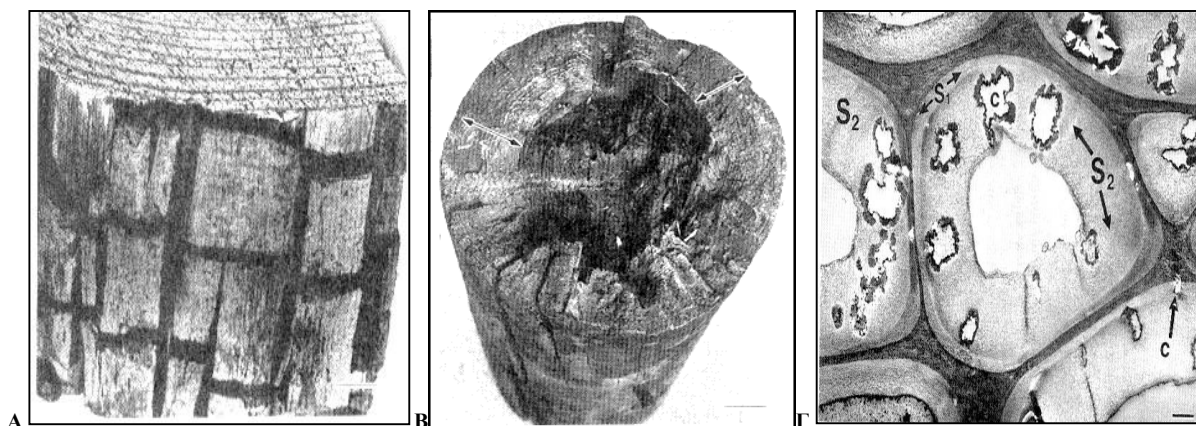
Οι μύκητες λευκών σήψεων ανήκουν επίσης στους Βασιδιομύκητες αλλά μπορούν να αποσυνθέσουν και να καταναλώσουν και υδατάνθρακες και λιγνίνη καθώς και άλλα συστατικά με σκοτεινό χρώμα. Υπάρχουν πάνω από 2.000 σε παγκόσμιο επίπεδο. Όσο προχωρεί η λευκή σήψη, το ξύλο γίνεται ανοιχτότερο, σπογγώδες με ινώδη εμφάνιση (Εικ. 5.2). Τα πλατύφυλλα θεωρούνται ιδιαίτερα ευπαθή στους μύκητες αυτούς και μερικά είδη (οξιτιά, φράξος) δείχνουν χαρακτηριστικές σκοτεινές ζώνες.



Εικόνα 5.2 Μακροσκοπική εμφάνιση (A) λευκής σήψης σε κορμοτεμάχιο δρυός (Blanchette et al., 1990) και μικροσκοπική προσβολή των κυτταρικών τοιχωμάτων από το εσωτερικό των κυτταρικών κοιλοτήτων (B) (Bjordal, 2000).

Οι μύκητες των μαλακών σήψεων ανήκουν στους Ασκομύκητες και *Fungi Imperfecti* και προσβάλλουν το ξύλο όταν αυτό βρίσκεται σε υγρές συνθήκες (π.χ. σε ψυκτικούς πύργους, στο έδαφος, σε μεταλλεία, κ.ά.). Αποσυνθέτουν και καταναλώνουν κυρίως υδατάνθρακες και, πολύ λιγότερο, τη λιγνίνη αλλά πάντως περισσότερο από τους μύκητες καστανών σήψεων. Οι μύκητες μαλακών σήψεων προσβάλλουν περισσότερα είδη ξύλου από τους μύκητες λευκών και καστανών σήψεων. Τα πλατύφυλλα είδη είναι

ιδιαίτερα ευπαθή σε προσβολές από τους μύκητες μαλακών σήψεων. Ξύλο που έχει προσβληθεί διατηρεί το αρχικό του σχήμα αλλά το επιφανειακό του στρώμα γίνεται, με την πρόοδο της προσβολής, σκοτεινότερο και μαλακό και διαβρώνεται. Τα επιφανειακά στρώματα του ξύλου κατά την ξήρανση ρυτιδώνονται, εμφανίζουν ραγαδώσεις και σχισμές και γίνονται εύθρυπτα.



Εικόνα 5.3 Μακροσκοπική εμφάνιση μαλακής σήψης σε τεμάχιο στύλου πεύκης μετά από ξήρανση (A) και σε βάση στύλου εξηλεκτρισμού μετά τη θραύση και πτώση του λόγω προσβολής (B) (Blanchette et al., 1990) και μικροσκοπική εμφάνιση της προσβολής σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (TEM) των κυτταρικών τοιχωμάτων στη S2 στρώση (Γ) (Nilsson & Daniel, 1990).

Οι υφές λευκών και καστανών σήψεων βρίσκονται στις κυτταρικές κοιλότητες ενώ των μαλακών σήψεων και στις κυτταρικές κοιλότητες και μέσα στα δευτερογενή κυτταρικά τοιχώματα. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι μύκητες προτιμούν τις πιο εύκολες διόδους μέσα στο ξύλο και τις περιοχές με τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά και γι' αυτό στην αρχή προσβάλλουν ακτίνες, ρητινοφόρους αγωγούς και αγγεία. Η διείσδυση των υφών από κύτταρο σε κύτταρο γίνεται αρχικά διαμέσου των βοθρίων, ενώ αργότερα και με διάτρηση των κυτταρικών τοιχωμάτων. Στην αρχή της προσβολής οι υφές των λευκών και καστανών σήψεων μπορούν να παρατηρηθούν σε κάθε κύτταρο όπου οι συνθήκες είναι ευνοϊκές. Με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έχουν παρατηρηθεί διαβρώσεις κυτταρικών τοιχωμάτων που προέρχονται από έκκριση ενζύμων κατά μήκος των υφών καθώς επίσης και από τις κορυφές τους. Μικροσκοπικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι μύκητες λευκών σήψεων λεπτύνουν βαθμιαία και συχνά ομοιόμορφα τα δευτερογενή κυτταρικά τοιχώματα και αρχίζουν τη διάβρωσή τους από τις επιφάνειες των κοιλοτήτων (βλ. Εικ. 5.2). Σε προσβολές καστανών σήψεων δε παρατηρείται τέτοια βαθμιαία λέπτυνση αλλά οι διάφορες στρώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων προσβάλλονται συγχρόνως και τα κύτταρα που έχουν προσβληθεί ρικνώνονται και καταρρέουν, γεγονός που οφείλεται στην αποσύνθεση της κυτταρίνης. Μικροσκοπικές και χημικές μελέτες έδειξαν ότι η αποσύνθεση των κυτταρικών τοιχωμάτων από μύκητες λευκών σήψεων γίνεται στις επιφάνειες που εκτίθενται ενώ στις καστανές σήψεις οι μύκητες διεισδύουν μέσα στα τοιχώματα από τα αρχικά στάδια προσβολής.

Ο τρόπος αλλοίωσης του ξύλου από μύκητες μαλακών σήψεων διαφέρει εκείνου των λευκών και καστανών σήψεων και, γενικά, η αλλοίωση περιορίζεται στα εξωτερικά στρώματα του ξύλου. Η αλλοίωση προχωρεί σε εσωτερικά στρώματα μόνον όταν καταστραφούν τα εξωτερικά. Στις μαλακές σήψεις εμφανίζονται μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα και γύρω από την υφή ή και στις επιφάνειες των κυτταρικών τοιχωμάτων χαρακτηριστικές κοιλότητες σχήματος αδραχτιού ή διαμαντιού.

Στους χρωστικούς μύκητες περιλαμβάνονται μύκητες που προκαλούν μεταχρωματισμό του ξύλου (αλλαγή αρχικού χρώματος). Οι μύκητες αυτοί δεν προκαλούν σήψη του ξύλου και τρέφονται με υδατάνθρακες που υπάρχουν μέσα στα παρεγχυματικά κύτταρα και ιδιαίτερα στις ακτίνες. Αναπτύσσονται σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και άλλων παραγόντων και μπορούν να προκαλέσουν μεταχρωματισμούς στο ξύλο ακόμα και σε διάστημα μιας μέρας. Τα κωνοφόρα είδη είναι πιο ευπαθή από τα πλατύφυλλα. Οι μύκητες προτιμούν το σομφό ξύλο ενώ το εγκάρδιο σπάνια προσβάλλεται επειδή κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του οι αποθηκευμένες θρεπτικές ουσίες των παρεγχυματικών κυττάρων μετακινούνται.

Οι πιο γνωστές προσβολές από χρωστικούς μύκητες είναι η κυάνωση και η ευρωτίαση. Η κυάνωση (sap-stain, blue-stain) είναι σοβαρότερη και, σε ξύλο που έχει προσβληθεί, είναι δυνατό όλο το σομφό να μεταχρωματιστεί και να γίνει κυανότερο μέχρι κυανόμαυρο λόγω των υφών ή χρωστικών που παράγονται

από τους μύκητες. Οι απώλειες λόγω κυάνωσης υπολογίζονται στις ΗΠΑ στο ποσό των 5.000.000 δολάρια κάθε χρόνο. Στην Ελλάδα, το πρόβλημα είναι επίσης σοβαρό και εμφανίζεται κυρίως στη μαύρη πεύκη είτε στα κορμοτεμάχια μετά την υλοτομία και κατά την αποθήκευσή τους στα εργοστάσια είτε μετά την κατεργασία. Άλλα είδη που προσβάλλονται στη χώρα μας από μύκητες κυάνωσης είναι είδη πεύκης, ερυθρελάτης, ελάτης, λεύκης και λιγότερο η οξιά και η δρυς. Στα κωνοφόρα λόγω της αποκλειστικής σχεδόν διάταξης των παρεγχυματικών κυττάρων η κυάνωση παρουσιάζεται συχνά σε σφηνοειδείς θέσεις. Οι μύκητες κυάνωσης (*Ceratocystis*, *Graphium*, κ.ά.) περνούν από κύτταρο σε κύτταρο κυρίως διά μέσου των βοθρίων και λιγότερο με διάτρηση κυτταρικών τοιχωμάτων.

Άλλοι μεταχρωματισμοί, όπως π.χ. η ευρωτίαση (μούχλα), μπορεί να είναι επιφανειακοί αλλά είναι δυνατό να προχωρήσουν και σε βάθος και να προκαλέσουν διάβρωση των κυτταρικών τοιχωμάτων. Οι μύκητες αυτοί αναπτύσσονται σε υγρές επιφάνειες του ξύλου και ανήκουν σε διάφορα γένη όπως *Penicillium*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, κ.ά. (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1986; Βουλγαρίδης, 1991).

5.2.1.1.2. Κυριότερα είδη μυκήτων σε σχέση με τις συνθήκες χρησιμοποίησης του ξύλου

Κάτω από ορισμένες συνθήκες ένας αριθμός μυκήτων είναι δυνατό να προσβάλλει ξύλο σε υπηρεσία και να το αλλοιώσει σε βαθμό που να χρειάζεται αντικατάστασή του. Οι κυριότεροι σηπτικοί μύκητες που προσβάλλουν ξυλεία και ξύλινες κατασκευές ανήκουν στα γένη *Lentinus*, *Lenzites*, *Polyporus*, *Coniophora*, *Poria*, *Merulius*, *Peniophora*, *Fomes*, *Trametes*, *Schizophyllum*, κ.ά. Πιο συγκεκριμένα τα κυριότερα είδη μυκήτων που συνδέονται με προσβολές κατά ομάδες προϊόντων ξύλου έχουν ως εξής:

1. Σε κορμοτεμάχια, πριστή ξυλεία, τεμαχίδια ξύλου που δεν έχουν ακόμη ξηραθεί: *Poria incrassata*, *P. cinerascens*, *Polyporus versicolor*, *Fomes pini*, *Peniophora gigantean*, *Lenzites saepiaria*, *Stereum purpureum*.
2. Σε στύλους, πασσάλους, γέφυρες, ξυλεία μεταλλείων, στρωτήρες σιδηροδρόμων κ.λπ. : *Lentinus lepideus*, *Lenzites trabea*, *L. saepiaria*, *Poria carbonica*, *P. monticola*, *P. radiculosa*, *P. vaillantii*, *P. xantha*, *Peniophora gigantean*, *Schizophyllum commune*, *Merulius tremellosus*, *Daedalea berkeleyi*, *Stereum hirsutum*, *S. frustulatum*, *Polystictus versicolor*, *Trametes squalens*, *Daedalea quercina*, *Coniophora cerebella*.
3. Ξύλινες κατασκευές σε συγκοινωνιακά μέσα (αυτοκίνητα, βάρκες, πλοία, βαγόνια τραίνων, αεροπλάνα). *Lenzites trabea*, *L. saepiaria*, *Poria monticola*, *P. xantha*, *P. oleracea*, *P. carbonica*, *Polyporus versicolor*, *P. palustris*, *Daedalea quercina*, *Stereum frustulatum*.
4. Ξύλινα σπίτια, οικοδομές: *Poria inorassata*, *P. vaillantii*, *P. monticola*, *Lenzites trabea*, *Paxillus panuoides*, *Coniophora puteana*, *Merulius lacrymans*, *Trametes serialis* (Βουλγαρίδης, 1986).

Ένας αριθμός μυκήτων παρουσιάζει εκλεκτικότητα και προσβάλλει μόνο κωνοφόρα ή μόνο πλατύφυλλα ενώ πολλοί μύκητες προσβάλλουν και κωνοφόρα και πλατύφυλλα.

Μεταχρωματισμός του σομού ξύλου (sapstain, bluestain) προκαλούν Ασκομύκητες του γένους *Ceratocystis* (*Ceratostomella*) αλλά και ένας αριθμός μυκήτων των *Fungi Imperfecti* (σε κωνοφόρα) από τους οποίους οι σπουδαιότεροι είναι: *Pullularia pullulans*, *Hormiscium gelatinosum*, *Gladosporium herbarum*, *Cadophora festigiata*, *Diplodia spp* και *Graphium spp*. (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1986; Βουλγαρίδης, 1991).

5.2.1.1.3. Συνέπειες μυκητικών προσβολών

Με τα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως γίνεται φανερό ότι η προσβολή του ξύλου από μύκητες επηρεάζει τις ιδιότητές του, πράγμα που έχει συνέπειες στην αξιοποίησή του. Η επίδραση αυτή αρχίζει από τα αρχικά στάδια της προσβολής αλλά η δομή και οι ιδιότητες του ξύλου διαφοροποιούνται όλο και πιο έντονα με την πρόοδο της προσβολής. Η δράση των μυκήτων είναι βιοχημική. Συγκεκριμένα, η σήψη του ξύλου προκαλεί μεταβολές στο χρώμα, δομή και χημική σύστασή του και οι οποίες περιγράφηκαν προηγουμένως.

Η πυκνότητα και η μηχανική αντοχή του ξύλου ελαττώνονται ανάλογα με το στάδιο της προσβολής. Γι' αυτό η μείωση του βάρους ή της μηχανικής αντοχής του ξύλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επιστημονικές μελέτες σαν μέτρο του βαθμού προσβολής. Οι μεταβολές της μηχανικής αντοχής στα αρχικά στάδια σήψης μπορούν να χρησιμεύσουν και για πρακτικό έλεγχο της υγείας του ξύλου. Από τις μηχανικές ιδιότητες, η αντοχή σε κρούση επηρεάζεται περισσότερο. Προσβολές από μύκητες καστανών σήψεων προκαλούν αύξηση της διαλυτότητας σε άλκαλι, η οποία αποδίδεται σε θραύσεις των αλυσίδων κυτταρίνης. Η διαπερατότητα του ξύλου από συντηρητικά υγρά και ο ρυθμός προσρόφησης του ξύλου αυξάνονται. Η ρίκνωση μπορεί να παραμένει κανονική ή να γίνεται μεγαλύτερη ιδίως σε καστανές σήψεις και κατά την

αξονική διεύθυνση. Άλλες ιδιότητες του ξύλου (θερμικές, ακουστικές, ηλεκτρικές) είναι φανερό ότι επίσης επηρεάζονται.

Προβλήματα παρουσιάζονται στην αξιοποίηση του ξύλου που έχει προσβληθεί από μύκητες καστανών σήψεων για παραγωγή ξυλοπολτού (χαμηλή ποσότητα, κακή ποιότητα ινών) ενώ στην περίπτωση των λευκών σήψεων η ποσότητα και η ποιότητα του παραγόμενου ξυλοπολτού είναι όμοιες με υγιές ξύλο.

Οι συνέπειες της κυάνωσης εντοπίζονται κυρίως στην αλλοίωση του χρώματος που παρατηρείται σε βάθος του ξύλου και έχει δυσμενή επίδραση από άποψη εμφάνισης σε διάφορες κατασκευές (πατώματα, έπιπλα). Αποτελέσματα σχετικών μελετών δείχνουν ότι οι μηχανικές ιδιότητες δεν επηρεάζονται πολύ (συνήθως ελαττώνονται λίγο) αλλά η αντοχή σε κρούση μειώνεται σημαντικά (15-30 % ή και περισσότερο) και γι' αυτό συνιστάται να αποφεύγεται έντονα κυανωμένο ξύλο σε κατασκευές που δέχονται απότομα φορτία (στειλιάρια εργαλείων, σκάλες, αθλητικά είδη, ικριώματα, μέλη μηχανών, κ.ά.). Η κυάνωση επηρεάζει τη διαπερατότητα του ξύλου από συντηρητικά υγρά ή νερό αλλά η επίδραση δεν είναι σαφής (βρέθηκε άλλοτε να αυξάνεται και άλλοτε να ελαττώνεται η συγκράτηση και το βάθος διείσδυσης των υγρών). Η παραγωγή ξυλοπολτού από κυανωμένο ξύλο δεν επηρεάζεται ποσοτικά αλλά χρειάζεται πρόσθετη δαπάνη για λεύκανση. Η βαφή σε ξηρό κυανωμένο ξύλο δεν επηρεάζεται αλλά είναι δυνατό η επανύγρανση του ξύλου με τη βαφή να δραστηριοποιήσει ζωντανές υφές των μυκήτων κυάνωσης και να προκαλέσει επιφανειακή αλλοίωση του χρώματος. Από άποψη δομής, το ξύλο δεν αλλοιώνεται εκτός από τις διόδους που δημιουργούν οι μύκητες στα βοθρία και, σπάνια, στα κυτταρικά τοιχώματα. Η ενζυματική δράση των μυκήτων κυάνωσης είναι περιορισμένη. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι η κυάνωση δεν είναι σήψη αλλά οι συνθήκες για την εμφάνιση κυάνωσης είναι κατάλληλες και για προσβολές από μύκητες σήψης. Υπάρχει επίσης και η άποψη ότι η κυάνωση μπορεί να προδιαθέσει το ξύλο για σήψη.

Οι συνέπειες άλλων μεταχρωματισμών (π.χ. ευρωτίαση) στις ιδιότητες του ξύλου εξαρτώνται από το είδος του μύκητα και τις συνθήκες της προσβολής. Επιφανειακοί μεταχρωματισμοί μπορούν να απομακρυνθούν με πλάνιση αλλά λόγω της δυσάρεστης οσμής του ξύλου δεν είναι κατάλληλο για ορισμένες χρήσεις (π.χ. υλικό συσκευασίας). Σε άλλες περιπτώσεις, τέτοιοι μεταχρωματισμοί προχωρούν σε βάθος και μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση κυτταρικών τοιχωμάτων. Επίσης, έχουν παρατηρηθεί επιδράσεις των μεταχρωματισμών αυτών στη συγκόλληση και στη διαπερατότητα του ξύλου

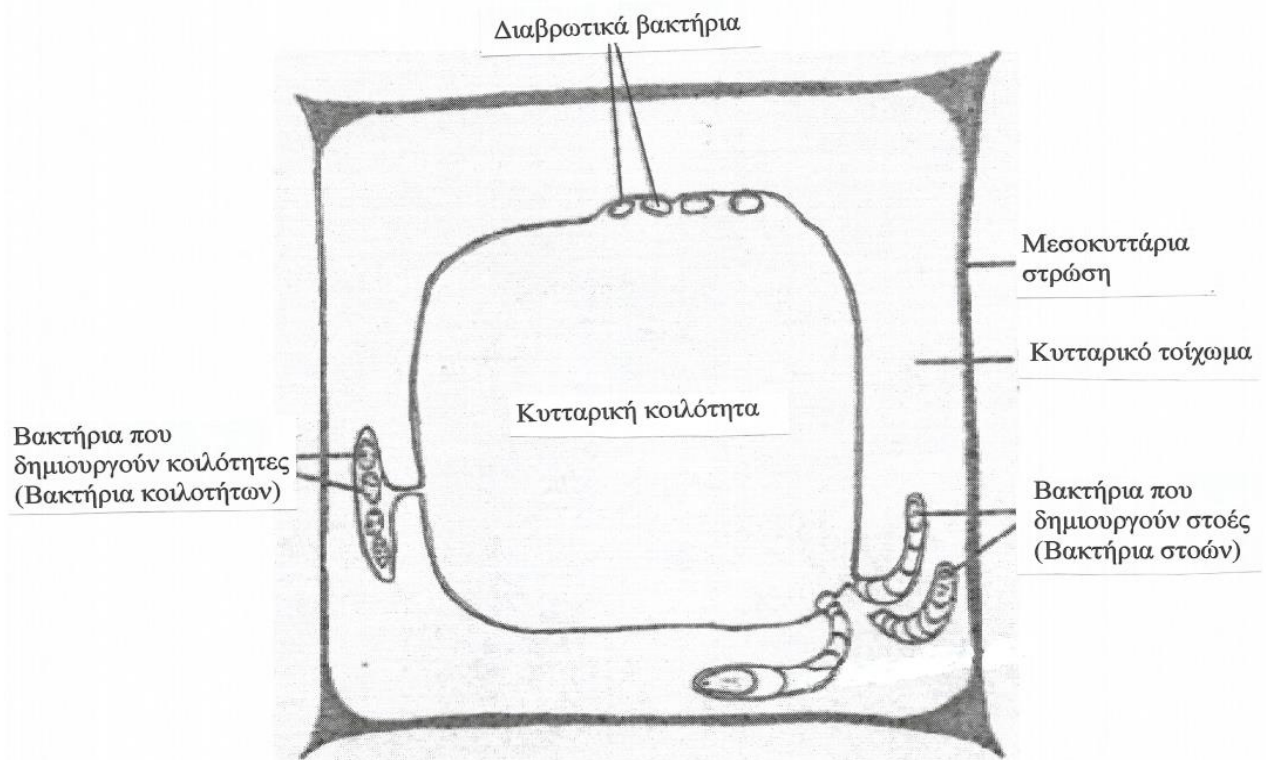
5.2.1.2. Βακτήρια

Τα βακτήρια είναι πολύ μικροί οργανισμοί (συνήθως ενός κυττάρου) και υπάρχουν σχεδόν παντού σε μεγάλους πληθυσμούς. Ο κίνδυνος αλλοίωσης του ξύλου από τα βακτήρια είναι πολύ μικρός σε σύγκριση με τους άλλους οργανισμούς αλλοίωσης (μύκητες, έντομα, θαλάσσιοι οργανισμοί). Συγκεκριμένα τα βακτήρια προσβάλλουν το ξύλο μόνον όταν αυτό είναι εξαιρετικά υγρό π.χ. σε περιπτώσεις μακροχρόνιας παραμονής τους στο νερό (ποταμοί, λίμνες, θάλασσα) ή μέσα στο έδαφος. Η παρουσία των βακτηρίων στις παραπάνω υγρές συνθήκες οφείλεται στην ικανότητά τους να αναπτύσσονται με λίγο ή καθόλου οξυγόνο (αναερόβια) ενώ οι μύκητες αδυνατούν να επιβιώσουν σε τέτοια περιβάλλοντα. Χρησιμοποίηση του ξύλου σε υγρές συνθήκες γίνεται σε μεταλλεία, αποβάθρες, ψυκτικούς πύργους, θαλάσσια σκάφη κ.ά.

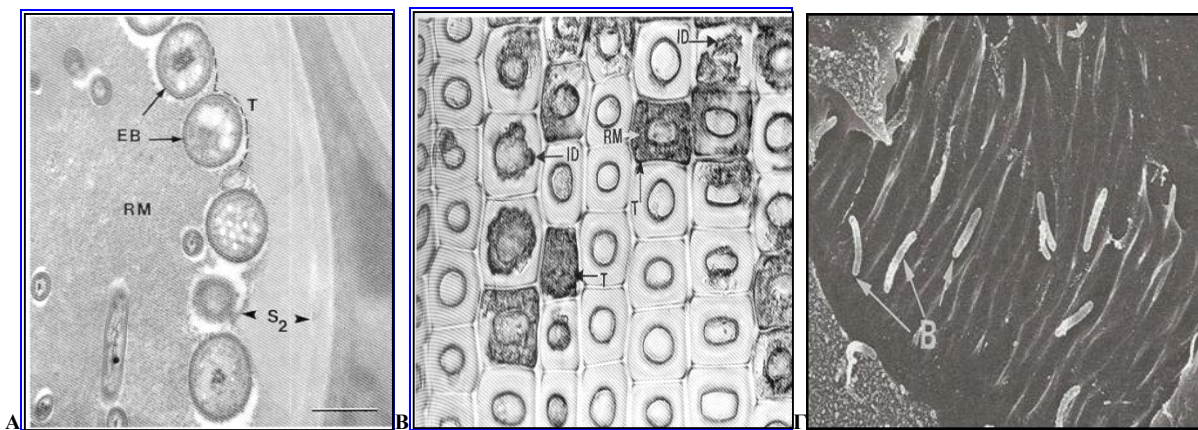
Διακρίνονται τρεις τύποι βακτηρίων ανάλογα με τη μορφή των προσβολών (Σχήμα 5.1, Εικόνες 5.4 και 5.5):

1. Βακτήρια που διαβρώνουν τα κυτταρικά τοιχώματα (διαβρωτικά βακτήρια, erosion bacteria).
2. Βακτήρια που δημιουργούν κοιλότητες μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα (βακτήρια κοιλοτήτων, cavitation bacteria).
3. Βακτήρια που δημιουργούν στοές μέσα στα κυτταρικά τοιχώματα (βακτήρια στοών, tunneling bacteria) (Wilkinson, 1979; Βουλγαρίδης, 1991).

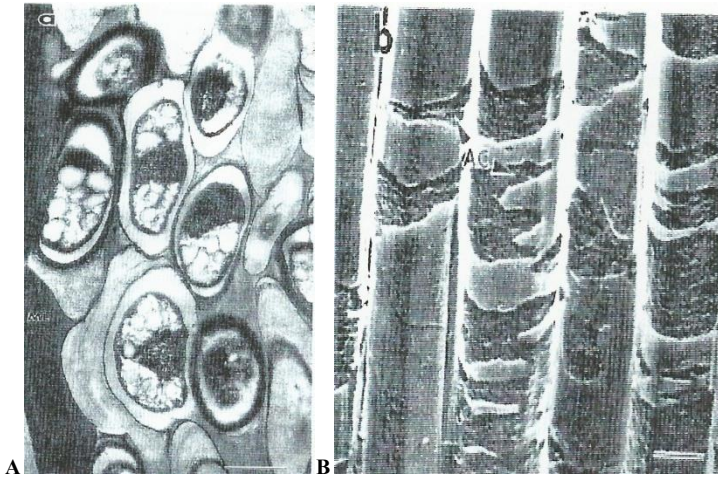
Η δράση των βακτηρίων είναι βιοχημική όπως και των μυκήτων. Έχει παρατηρηθεί σε κωνοφόρα ότι τα βακτήρια αυξάνουν σημαντικά τη διαπερατότητα του ξύλου όταν αυτό διατηρείται μέσα στο νερό για ορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. η αξονική διαπερατότητα αυξάνεται 100 ή και περισσότερες φορές σε σομό ξύλου δασικής πεύκης με επίδραση βακτηρίων). Η αύξηση αυτή της διαπερατότητας του ξύλου από τη δράση των βακτηρίων αποτελεί σε ορισμένες περιπτώσεις βιολογική μέθοδο για καλύτερα αποτελέσματα διείσδυσης εμποτιστικών ουσιών μέσα στο ξύλο ιδιαίτερα σε κωνοφόρα δύσκολα στον εμποτισμό (ερυθρελάτη, ψευδοτσούγκα, κ.ά.) Στην Ιρλανδία, π.χ. κορμοτεμάχια ερυθρελάτης που πρόκειται να εμποτιστούν, αποφλοιώνονται και αποθηκεύονται σε νερό περίπου 15°C για μερικές εβδομάδες (10-12).



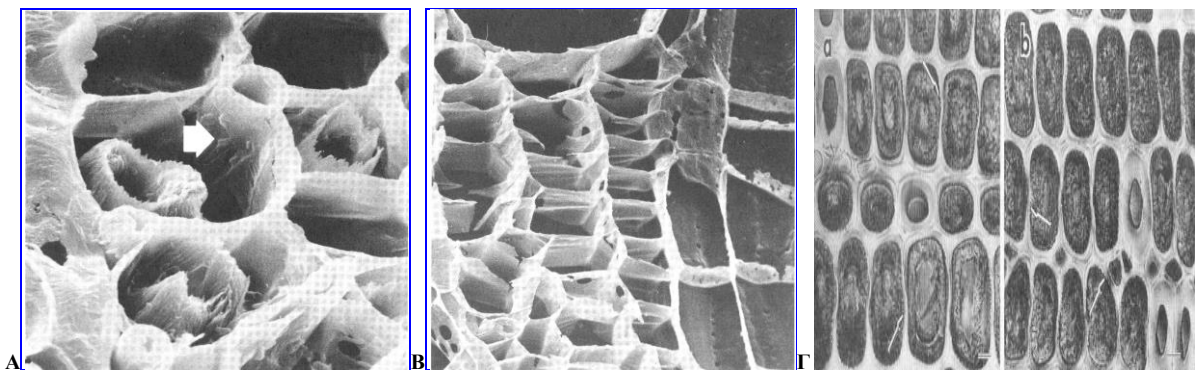
Σχήμα 1 Προβολή κυτταρικών τοιχωμάτων από τρεις τύπους βακτηρίων (α. διαβρωτικά, β. κοιλοτήτων και γ. στοών) (Δασακλή, 1998).



Εικόνα 5.4 A, B: Διαβρωτικά βακτήρια (EB) σε ξύλο πέυκης (1200 χρόνια) που αρχίζουν να διαβρώνουν τα κυτταρικά τοιχώματα από το εσωτερικό και προχωρούν προς τη S2 στρώση (TEM). B: Οι περισσότερες τραχειίδες είναι ακόμη υγιείς, ενώ παρατηρείται αρχική (ID) και προχωρημένη (T) αλλοίωση από διαβρωτικά βακτήρια (σε απλό μικροσκόπιο). Γ: Διαβρωτικά επιμήκη βακτήρια σε εσωτερική πλευρά των κυτταρικών τοιχωμάτων σε στόλο πέυκης (SEM) (Bjordal, 2000).



Εικόνα 5.5 Α: Προσβολή ξύλου από βακτήρια που δημιουργούν στοές στη S2 στρώση των κυτταρικών τοιχωμάτων σε δασική πεύκη σε ηλεκτρονικό (TEM) μικροσκόπιο (A) ή κοιλότητες σε ακτινωτή πεύκη (B) σε απλό μικροσκόπιο (Blanchette et al., 1990).



Εικόνα 5.6 Μικροσκοπική εμφάνιση προσβολής από βακτήρια των κυτταρικών τοιχωμάτων ξύλου οξιάς (εγκάρσιες τομές) σε στερεοσκοπικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Α. Προσβολή εσωτερικών επιφανειών του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος (βλ. βέλος). Β. Εμφάνιση κυτταρικών τοιχωμάτων μετά την ολοσχερή αποδόμηση του δευτερογενούς τοιχώματος από βακτήρια (παραμένει απρόσβλητη η μεσοκυττάρια στρώση και το πρωτογενές τοίχωμα) (Schmidt & Liese, 1982). Γ. Αλλοιωμένα κυτταρικά τοιχώματα ξύλου δασικής πεύκης από διαβρωτικά βακτήρια (Blanchette et al., 1990).

Η αύξηση της διαπερατότητας του ξύλου από τα βακτήρια οφείλεται στη δράση τους η οποία περιλαμβάνει διάτρηση ή καταστροφή μεμβρανών βοθρίων σε σομό ξύλο, διάβρωση κυτταρικών τοιχωμάτων και κατανάλωση του περιεχομένου των παρεγχυματικών κυττάρων. Οι αλλοιώσεις αυτές μπορούν να οδηγήσουν και σε ελάττωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου (κρούση, κάμψη, θλίψη). Η μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου μπορεί να είναι σημαντική αν η δράση των βακτηρίων είναι μακροχρόνια. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπως μεταχρωματισμοί, μαλάκυνση εξωτερικών στρωμάτων και υπερβολική ρίκνωση του ξύλου αποδίδονται επίσης στη δράση βακτηρίων. Σε βακτήρια έχει αποδοθεί από ορισμένους συγγραφείς και το “υγρό εγκάρδιο” ή “υγρό ξύλο” (wetwood, Nasskern) που παρουσιάζεται σε ζωντανά δέντρα διαφόρων ειδών (ελάτη, λεύκη, κ.ά.). Πάντως, οι ιδιότητες του “υγρού εγκαρδίου” ελάτης δεν είναι πάντα διαφοροποιημένες από τη φυσιολογική κατάσταση. Ορισμένοι συσχετίζουν την παρουσία του “υγρού εγκαρδίου” και με άλλα αίτια, όπως πληγώσεις, ηλικία, ασθενικά δέντρα, κλπ. Συσχέτιση του “υγρού εγκαρδίου” γίνεται και με διάφορα σφάλματα που εμφανίζονται κατά την ξήρανση τέτοιου ξύλου (ραγάδες, αποκόλληση δακτυλίων, κυψελίδωση, κατάρρευση, κ.λπ.) Το “υγρό εγκάρδιο” εμφανίζεται με σκοτεινότερο χρώμα και, μερικές φορές, με δυσάρεστη οσμή αλλά και τα δυο αυτά χαρακτηριστικά μπορούν πρακτικά να εξαφανιστούν ή να ελαττωθεί σημαντικά η έντασή τους κατά την ξήρανση πριστής ξυλείας ή άλλων προϊόντων ξύλου.

Τα κυριότερα είδη βακτηρίων που μπορούν να αναπτυχθούν στο ξύλο ανήκουν στα γένη *Bacillus*, *Aerobacter*, *Pseudomonas*, κ.ά. Σε πολλές περιπτώσεις, βακτήρια μπορούν να δράσουν ταυτόχρονα με μύκητες ή να ευνοήσουν μυκητικές προσβολές.

5.2.2. Ζωικοί οργανισμοί

5.2.2.1. Έντομα

Η αλλοίωση του ξύλου που μπορούν να προκαλέσουν τα έντομα είναι μηχανικής φύσεως σε αντίθεση με τη βιοχημική δραστηριότητα των βακτηρίων και μυκήτων. Κατά τη διάρκεια της προσβολής, τα έντομα απομακρύνουν πολύ μικρά τεμάχια ξύλου με μηχανικό τρόπο.

Τα έντομα μπορούν να προσβάλλουν, όπως και οι μύκητες, ζωντανά δέντρα, κορμοτεμάχια μετά την υλοτομία των δέντρων ή κατά την αποθήκευση τους αλλά και ξύλο σε υπηρεσία. Οι συνθήκες για την ανάπτυξη των εντόμων είναι ίδιες περίπου με εκείνες των μυκήτων αλλά τα έντομα δεν αντέχουν πολύ μεγάλες ή πολύ μικρές θερμοκρασίες και υγρασίες. Η ανάπτυξή τους ευνοείται σε σχετικά ζεστό περιβάλλον και μπορούν να προσβάλλουν ξύλο σε υπηρεσία με περιεχόμενη υγρασία πολύ πιο κάτω από το ελάχιστο όριο του 20 % που ισχύει για τους μύκητες. Έτσι, κατασκευές εσωτερικών χώρων (ιδιαίτερα των θερμαινόμενων), όπου το ξύλο έχει υγρασία 8-10 % περίπου και δεν υγραίνεται, δεν κινδυνεύουν να προσβληθούν από μύκητες αλλά από ξυλοφάγα έντομα.

Ο βιολογικός κύκλος των εντόμων περιλαμβάνει 4 στάδια: αυγά (eggs), προνύμφη (larva), νύμφη (pupa) και τέλειο έντομο (adult). Στο στάδιο της προνύμφης, το οποίο διαρκεί περισσότερο και είναι και το πιο καταστρεπτικό στάδιο, δημιουργούνται οπές και στοές στο ξύλο με ποικίλη διάμετρο τις οποίες γεμίζουν πολλές φορές με απορρίματα ή πολύ μικρά τεμαχίδια ξύλου. Στο στάδιο της νύμφης, το έντομο δεν τρέφεται αλλά μένει σε νάρκη και επομένως δεν καταστρέφει το ξύλο. Οι νύμφες μετατρέπονται σιγά σιγά σε τέλεια έντομα, τα οποία δεν τρέφονται με ξύλο παρά μόνο το διατρυπούν για να βγουν έξω και, στη μικρή διάρκεια της ζωής τους, αποθέτουν τα αυγά τους για να ξαναρχίσει ο ίδιος κύκλος ζωής. Ολόκληρος ο βιολογικός κύκλος μπορεί να διαρκέσει από λίγες μήνες ως 10 και περισσότερα χρόνια και εξαρτάται από το είδος του εντόμου, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και το είδος του ξύλου που προσβάλλεται. Ο βιολογικός κύκλος των τερμιτών παρουσιάζει κάποιες αποκλίσεις και περιγράφεται με συντομία παρακάτω.

Τα κυριότερα έντομα που προσβάλλουν ξυλεία ή ξύλινες κατασκευές ανήκουν στις τάξεις: Κολεόπτερα, Υμενόπτερα και Ισόπτερα.

Τα κολεόπτερα, τα οποία χαρακτηρίζονται από δυο σκληρά εξωτερικά φτερά (έλυτρα) για να σκεπάζουν και να προστατεύουν τα πραγματικά τους φτερά περιλαμβάνουν:

1. *Anobium punctatum* Deg. (common furniture beetle, “έντομο επίπλων”) - Οικογένεια *Anobiidae*. Προσβάλλει ξύλινες κατασκευές σε εσωτερικούς χώρους όπως έπιπλα, πατώματα, έργα τέχνης, επενδύσεις, οροφές, κουφώματα, κ.ά. Προτιμά συνήθως σομό ξύλο κωνοφόρων ή πλατυφύλλων σε κατάσταση ξηρή στον αέρα. Χαρακτηριστικά της προσβολής είναι: δημιουργία δικτύου οπών μικρού μήκους μέσα στο ξύλο γεμάτες με απορρίματα, οπές εξόδου κυκλικές διαμέτρου 1-2 mm, τεμαχίδια απορριμμάτων ελλειψοειδή, έξοδος τέλειων εντόμων μεταξύ Μαΐου-Αυγούστου, βιολογικός κύκλος 3-5 χρόνια.
2. *Xestobium rufovillosum* (death-watch beetle, “ρολόγι θανάτου”) - Οικογένεια: *Anobiidae*. Προσβάλλει σομό και εγκάρδιο ξύλο πλατυφύλλων σε εσωτερικές ξύλινες κατασκευές (δρυς, καστανιά, φτελιά, καρυδιά, κ.ά.) κατά προτίμηση προσβεβλημένου (έστω και ελαφρά) από μύκητες σήψης. Η προσβολή ευνοείται από συνθήκες μεγάλης σχετικά υγρασίας, π.χ. από συμπύκνωση υδρατμών, επαφή με υγρούς τοίχους, κλπ. Κωνοφόρα προσβάλλονται σπάνια και μόνο όταν βρίσκονται σε επαφή με προσβεβλημένα πλατύφυλλα. Χαρακτηριστικά της προσβολής είναι: χαρακτηριστικός θόρυβος από τα τέλεια έντομα που βρίσκονται μέσα στο ξύλο, δημιουργία κυκλικών οπών εξόδου, διαμέτρου περί τα 3 mm, γεμάτες με απορρίματα, τεμαχίδια απορριμμάτων δισκοειδή και σχετικά ευδιάκριτα, έξοδος τέλειων εντόμων την άνοιξη, βιολογικός κύκλος 3-10 χρόνια.
3. *Lyctus* (κυρίως *L. Linearis* Goetze, *L. Brunneus* Steph.) – παρκετόεντομο - Οικογένεια: *Lyctidae*. Προσβάλλει μόνο πλατύφυλλα είδη και ιδιαίτερα εκείνα που έχουν μεγάλη διάμετρο πόρων (αγγείων) για την τοποθέτηση αυγών και είναι πλούσια σε άμυλο. Προτιμά το σομό ξύλο και προσβάλλει πολλά είδη που έχουν εμπορική σημασία όπως δρυς, φτελιά, φράξος, καρυδιά, ορισμένα τροπικά ξύλα. Η προσβολή εμφανίζεται σε πριστή ξυλεία, ημιτελικά προϊόντα που προορίζονται για έπιπλα, έργα τέχνης, παρκέτα, επενδύσεις, αθλητικά είδη, αντικολλητά, κ.λπ. Χαρακτηριστικά της προσβολής είναι: οπές εξόδου κυκλικές 1-2 mm, στοές μικρού μήκους, τεμαχίδια απορριμμάτων μικρά, έξοδος τέλειων εντόμων τον Ιούνιο μέχρι Αύγουστο, βιολογικός κύκλος 1-2 χρόνια.
4. *Hylotrypes bajulus* L. (housebeetle, ξυλοφάγο έντομο παλιών σπιτιών) – Οικογένεια *Cerambycidae*. Προσβάλλει ξηρό σομό ξύλο κωνοφόρων ειδών, σε πόρτες, παράθυρα, οροφές αλλά και στύλους ή πασσάλους. Χαρακτηριστικά της προσβολής είναι: οπές εξόδου ωοειδείς (10 x 5 mm), απορρίματα

από λεπτά τεμαχίδια ξύλου αναμιγμένα με μεγαλύτερα κυλινδρικά τεμαχίδια, έξοδος τέλειων εντόμων τον Ιούλιο ως τον Σεπτέμβριο, Βιολογικός κύκλος μέχρι 11 χρόνια.

Άλλα ξυλοφάγα έντομα που ανήκουν στα κολεόπτερα και έχουν σημασία για τη χώρα μας είναι το *Anobium pertinax*, *Nicobium castaneum*, *Helobiaim perialis*, *Ernobius molis*, *Hesperophanes cinereus* (προσβάλλει κυρίως πλατύφυλλα), *Bostrychus capucinus* (προσβάλλει πλατύφυλλα), *Xyloterus lineatus* ((προσβάλλει κωνοφόρα), κ.ά.

Από τα Υμενόπτερα ενδιαφέροντα είναι τα έντομα *Urocerus (Sirex) gigas* L. (προσβάλλει ασθενικά αλλά και υγιή δέντρα, κατακείμενους κορμούς και κορμοτεμάχια πλατυφύλλων κυρίως ειδών), *Campronotus herculeanus* L. και *C. ligniperda* Latr. (προσβάλλουν κυρίως ξύλο κωνοφόρων που έχει προσβληθεί από μύκητες σήψεως).

Στα ισόπτερα ανήκουν χιλιάδες είδη τερμιτών, οι οποίοι προσβάλλουν ξυλεία και ξύλινες κατασκευές και προκαλούν μεγάλες ζημιές σε σπίτια. Αναπτύσσονται κυρίως σε τροπικά κλίματα αλλά σημαντικός αριθμός βρίσκεται σε υποτροπικές περιοχές και στα θερμότερα μέρη της εύκρατης ζώνης. Όλοι οι τερμίτες αποφεύγουν το φως. Τα έντομα αυτά τρώνε το εσωτερικό του ξύλου και αφήνουν ένα λεπτό επιφανειακό στρώμα, γι' αυτό μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες καταστροφές πριν γίνει η διάγνωσή τους. Διακρίνονται δυο κατηγορίες τερμιτών, οι υπόγειοι τερμίτες και οι τερμίτες ξηρών και υγρών ξύλων, τα κυριότερα είδη των οποίων είναι το *Reticulitermes lucifugus* Rossi και *Calotermes flavicollis*, αντίστοιχα. Οι υπόγειοι τερμίτες ζουν συνήθως μέσα στο έδαφος όπου προσβάλλουν κωνοφόρα και πλατύφυλλα είδη ξύλου σε χρήση (π.χ. στύλοι, πάσσαλοι, ξυλεία ορυχείων, ξύλινες γέφυρες, ξύλινα σπίτια, παλαιά ιστορικά κτίρια). Μπορούν όμως να προσβάλλουν και υπέργεια τοποθετημένα ξύλα στα οποία φτάνουν με στοές από πηλό που δημιουργούν από το έδαφος μέχρι το υπέργειο τμήμα του ξύλου. Οι τερμίτες ξηρών και υγρών ξύλων δεν κατασκευάζουν στοές από πηλό όπως οι προηγούμενοι αλλά προσβάλλουν απευθείας το ξύλο σε ξηρή κατάσταση ή σε σχετικά υψηλή περιεχόμενη υγρασία αντίστοιχα. Οι υπόγειοι τερμίτες είναι ευρύτερα διαδεδομένοι γεωγραφικά και οι πιο καταστρεπτικοί από οικονομική άποψη. Έχει αναφερθεί ότι το 95% των ζημιών από τερμίτες οφείλεται στους υπόγειους τερμίτες. Στην Ελλάδα προκύπτει από παρατηρήσεις ότι οι τερμίτες των ξηρών και υγρών ξύλων είναι πιο επικίνδυνοι από τους υπόγειους. Προσβολές ξύλινων κατασκευών (παρκέ δρυός ή πεύκης, κουφωμάτων) πολλών σπιτιών από τερμίτες βρέθηκαν στην Αθήνα, Θεσσαλονίκη και άλλες περιοχές. Γενικά, οι αποικίες των τερμιτών είναι πολύπλοκες κοινωνίες. Κάθε αποικία έχει βασίλισσα και βασίλισσα που είναι τα κυρίως αναπαραγωγικά άτομα (μερικές φορές υπάρχουν και συμπληρωματικά αναπαραγωγικά άτομα που αντικαθιστούν τη βασίλισσα, αν αυτή σκοτωθεί). Από τα χιλιάδες αυγά που γεννά η βασίλισσα προκύπτουν οι νύμφες που διαφοροποιούνται σε εργάτες (στείρα άφτερα, τυφλά άτομα που καταστρέφουν το ξύλο), στρατιώτες (προστατεύουν την αποικία) και φτερωτά αναπαραγωγικά άτομα τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν νέες κοινωνίες (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1986; Βουλγαρίδης, 1991).

5.2.2.1. Θαλάσσιοι οργανισμοί

Ξύλινες κατασκευές που χρησιμοποιούνται μέσα σε θαλασσινά ή υφάλμυρα νερά (π.χ. υποστηρίγματα αποβαθρών, ξύλινα σκάφη, στρογγύλη ξυλεία που αποθηκεύεται μέσα στο νερό, κλπ.) μπορεί να προσβληθούν από ορισμένους θαλάσσιους οργανισμούς οι οποίοι ανήκουν στο φύλο Μαλάκια (*Mollusca*) και στο φύλλο Αρθρόποδα (της κλάσης *Crustacea*). Στα Μαλάκια ανήκουν τα γένη *Teredo*, *Bankia*, *Xylophaga*, *Martesia*, κ.ά. και στα Αρθρόποδα τα γένη *Limnoria*, *Chelura*, *Sphaeroma*, κ.ά. Οι ζωικοί αυτοί οργανισμοί είναι ευρύτατα διαδεδομένοι και είναι πολύ καταστρεπτικοί, ιδιαίτερα σε ζεστά κλίματα. Όπως και τα έντομα, προσβάλλουν το ξύλο για καταφύγιο, τοποθέτηση αυγών και τροφή. Ορισμένοι οργανισμοί μπορούν να τρέφονται μερικά ή και αποκλειστικά με πλαγκτόν από τη θάλασσα.

Οι οργανισμοί *Teredo* και *Bankia* αναπαράγονται με αυγά από τα οποία προκύπτουν προνύμφες. Οι προνύμφες μετακινούνται στο νερό μέχρι να εγκατασταθούν στο ξύλο, όπου δημιουργούν μικρές οπές. Μετά την εγκατάστασή τους αναπτύσσονται γρήγορα σε σχήμα σκουληκιού, γι' αυτό και ονομάζονται “σκουλήκια πλοίων” (shipworms). Καθώς αναπτύσσονται δημιουργούν στοές, τα τοιχώματα των οποίων έχουν ασβεστώδη επένδυση ενώ η είσοδος της στοάς (αρχική οπή) ελάχιστα αυξάνεται έτσι ώστε εξωτερικά να μην είναι εμφανής ο βαθμός προσβολής του ξύλου.

Το μήκος των οργανισμών *Teredo* κυμαίνεται από λίγα εκατοστά μέχρι 1 μέτρο ή και περισσότερο και το πάχος τους από 3-5 χιλιοστά. Το μέγεθός τους επηρεάζεται από την ένταση της προσβολής (π.χ. όταν σε ένα κομμάτι ξύλου υπάρχει μεγάλος αριθμός οργανισμών τότε το μέγεθός τους περιορίζεται), τη φυσική αντοχή του ξύλου, το είδος του οργανισμού και τις συνθήκες ανάπτυξης. Στο ξύλο μπαίνουν κάθετα προς τη διεύθυνση των ινών αλλά μετά δημιουργούν στοές παράλληλα προς τις ίνες. Η διάτρηση του ξύλου γίνεται με τη βοήθεια ζεύγους οστράκων στο πάνω μέρος που έχουν οδοντοειδείς προεξοχές. Από το πίσω μέρος

μπορούν να προσροφούν νερό από το οποίο δεσμεύουν το οξυγόνο και το νερό και στη συνέχεια να αποβάλλουν το νερό. Τα κυριότερα είδη είναι : *Teredo navalis*, *T. urticulosa*, *T. pedicellatus*, *T. Megotara*, *T. norvegica*, κ.ά.

Οι οργανισμοί του γένους *Xylophaga* έχουν μικρότερο μήκος από τους *Teredo* και οι στοές που δημιουργούν στο ξύλο είναι μικρού μήκους (δεν ξεπερνούν τα 4 cm) και δεν έχουν ασβεστώδη επικάλυψη.

Τα είδη του γένους *Martesia* ανοίγουν οπές εισόδου διαμέτρου 3 mm ή λιγότερο στην επιφάνεια του ξύλου και δεν φτάνουν σε μέγεθος τους *Teredo* και *Bankia* (σπάνια υπερβαίνουν σε μήκος τα 7 cm και σε διάμετρο τα 2,5 cm). Οι οργανισμοί αυτοί εμφανίζονται σε τροπικά νερά ενώ οι προηγούμενοι φτάνουν μέχρι τη Β. Ευρώπη.

Τα αρθρόποδα είναι πολύ μικροί οργανισμοί σε σύγκριση με τα μαλάκια και διαφορετικοί στην εμφάνιση (μοιάζουν με ψείρες).

Τα είδη *Limnoria* (και ειδικότερα το *L. lignorum*) βρίσκονται σε όλα τα μέρη του κόσμου. Έχουν μήκος 1,5-3 cm, προσβάλλουν το ξύλο βαθμιαία από έξω προς τα μέσα και οι στοές που διανοίγονται σπάνια είναι βαθύτερες από 15 mm. Ολόκληρη η επιφάνεια του ξύλου προσβάλλεται από τους οργανισμούς και διαβρώνεται από τη θάλασσα ενώ καινούργιο ξύλο εκτίθεται και η προσβολή είναι συνεχής. Η προσβολή αρχίζει συνήθως να επεκτείνεται από υπάρχουσα εστία γιατί οι προνύμφες δεν μπορούν να μετακινηθούν στο νερό και τα ώριμα (τέλεια) έντομα μετακινούνται σε πολύ περιορισμένη κλίμακα. Η προσβολή του ξύλου αρχίζει αμέσως από τις προνύμφες οι οποίες είναι εφοδιασμένες με λεπτά δόντια σαν "λίμα".

Τα είδη *Chelura* μοιάζουν με τα είδη *Limnoria* σε εμφάνιση και τρόπο δράσης αλλά είναι λίγο μεγαλύτερα και συνήθως δρουν σε συνδυασμό με τα είδη *Limnoria*.

Τα είδη *Sphaeroma* βρίσκονται σε διάφορα μέρη του κόσμου αλλά κυρίως σε σχετικά θερμά νερά. Είναι μακρύτερα και πιο σωματώδη από τα είδη *Limnoria*. Αναφέρονται μήκη 12 cm και, για τις στοές, διάμετροι 12 mm και βάθος 8-10 cm. Έχει βρεθεί ότι μπορούν να προσβάλουν ξύλο και σε γλυκά νερά.

Οι σπουδαιότεροι θαλάσσιοι οργανισμοί προσβάλλουν το ξύλο όταν αυτό βρίσκεται σε αλμυρά ή υφάλμυρα νερά. Τα είδη *Limnoria* ζουν σε νερό που περιέχει 16-20 μέρη αλατιού σε 1000 μέρη νερού ενώ τα είδη *Teredo* πάνω από 5-9 μέρη αλατιού σε 1000 μέρη νερού. Η περιεκτικότητα του θαλασσινού νερού σε αλάτι είναι 35 μέρη στα 1000 μέρη νερού και γι' αυτό τα είδη *Limnoria* δεν προχωρούν κατά μήκος των εκβολών των ποταμών όσο τα είδη *Teredo*. Ένας πρακτικός και αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης της προσβολής είναι η μετακίνηση των ξύλινων κατασκευών από το αλμυρό νερό σε γλυκό νερό για αρκετό χρονικό διάστημα (περίπου 15 μέρες) ή στην ξηρά, όπου πεθαίνουν οι θαλάσσιοι οργανισμοί. Αναφέρεται ότι ξύλινες κατασκευές σε νερό που περιέχει λάσπη, ακαθαρσίες υπονόμων ή λύματα εργοστασίων δεν προσβάλλονται από θαλασσινούς οργανισμούς αλλά τέτοιες συνθήκες υπάρχουν σε πολύ περιορισμένη κλίμακα.

Τα ξύλα της εύκρατης ζώνης δεν παρουσιάζουν αντίσταση στην προσβολή όταν τοποθετηθούν χωρίς εμποτισμό σε περιοχές όπου υπάρχουν θαλασσινοί οργανισμοί. Ορισμένα τροπικά ξύλα δείχνουν μεγάλη φυσική αντοχή η οποία αποδίδεται κυρίως σε τοξικά εκχυλίσματα και σε σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα πυριτικών ενώσεων. Τέτοια ξύλα είναι: *Ocotea rodiaei*, *Syncarpia glomurifera*, *Xylia dolabriformis*, *Podocarpus totara*, *Eucalyptus marginata*, *Dicorynia paraensis*, *Eschweilera longipes*, κ.ά. Εμποτισμός του ξύλου με κατάλληλες προστατευτικές ουσίες έχει ως αποτέλεσμα σημαντική αύξηση της αντοχής του σε προσβολές θαλασσινών οργανισμών. Η προσβολή του ξύλου από θαλασσινούς οργανισμούς είναι δυνατό να συνδέεται και με προσβολές μυκήτων και βακτηρίων που μπορούν να δράσουν σε αλμυρά νερά. Αναφέρεται ότι οι μύκητες και τα βακτήρια μπορούν να προετοιμάσουν το ξύλο για προσβολή από θαλασσινούς οργανισμούς αλλά οι μύκητες (ασκομύκητες και ατελείς μύκητες προκαλούν μαλακές σήψεις) μπορούν να χρησιμεύουν και σαν τροφή των οργανισμών αυτών (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1986; Βουλγαρίδης, 1991).

Αποτελέσματα των προσβολών από βιολογικούς παράγοντες σε ξύλο σε χρήση και μακροσκοπικές φωτογραφίες αλλοίωσης έχουν παρουσιασθεί σε προηγούμενα κεφάλαια (κεφ. 3^ο και 4^ο).

5.3. Αβιοτικοί παράγοντες αλλοίωσης

5.3.1. Κλιματικοί παράγοντες

Σε εσωτερικούς χώρους στο ξύλο διατηρεί την εμφάνιση και τη δομή του για πολλά χρόνια, όπως για παράδειγμα στο εσωτερικό των πυραμίδων (βλ. Εικ. 5.12).

Όταν όμως το ξύλο είναι εκτεθειμένο αλλοιώνεται βαθμιαία κάτω από την επίδραση κλιματικών παραγόντων, π.χ. νερό που προέρχεται από τη βροχή, συμπύκνωση, ή υπάρχει στο χώρο χρησιμοποίησης του ξύλου, σχετική υγρασία, χιόνι, αέρας, θερμοκρασία, φως, κ.ά. Η μακροχρόνια επίδραση των παραγόντων

αυτών προκαλεί το φαινόμενο της “γήρανσης” του ξύλου (weathering) το οποίο σε μακροσκοπικές παρατηρήσεις περιλαμβάνει μεταβολή του χρώματος, εμφάνιση ραγαδώσεων, στρεβλώσεων, τραχύτητα της επιφάνειας και επιφανειακή διάβρωση του ξύλου (Voulgaridis, 1980; Βουλγαρίδης, 1986; Βουλγαρίδης, 1991) (Εικ. 5.7).



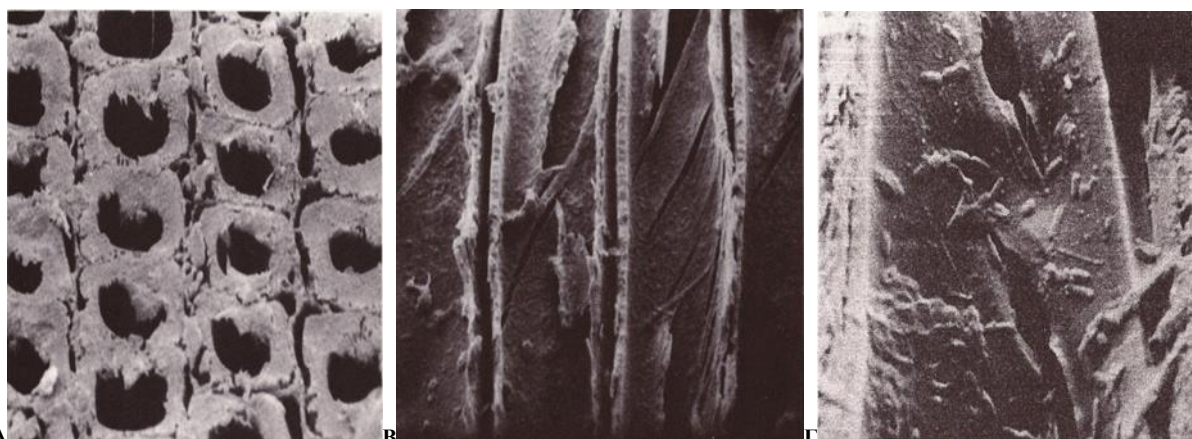
Εικόνα 5.7 Μακροσκοπική εμφάνιση επιφανειών ξύλου, οι οποίες λόγω φυσικής γήρανσης (natural weathering), εμφανίζονται αλλοιωμένες, μεταχρωματισμένες, τραχείες και με ραγαδώσεις. Α,Β,Γ: Εγκάρσιες επιφάνειες. Δ,Ε,Ζ: Πλευρικές (αξονικές) επιφάνειες. Η: Φυσική γήρανση στύλων ΔΕΗ. Θ,Ι: Αλλοιώσεις και απομάκρυνση τμημάτων ξύλου από υπαίθριο δάπεδο στη νέα παραλία Θεσσαλονίκης. Κ,Λ,Μ: Αλλοιώσεις εξωτερικών επενδύσεων και παραθυρόφυλλων (παντζουριών). Το βερνίκι των παραθυρόφυλλων σε οικία στον Πολύγυρο Χαλκιδικής έχει μερικώς (Α) ή ολικώς (Μ) απομακρυνθεί και οι επιφάνειες των ξύλων έχουν αλλοιωθεί λόγω της επίδρασης των φυσικών παραγόντων (Βουλγαρίδης, 2015).

Από τις καιρικές συνθήκες, το νερό σε υγρή μορφή αποτελεί τον πιο καταστρεπτικό παράγοντα της δομής του ξύλου στις παραπάνω κατασκευές από άποψης ταχύτητα της αλλοίωσης. Η καταστρεπτική

επίδραση του νερού σαν παράγοντα αλλοίωσης οφείλεται κυρίως στο ότι το ξύλο διογκώνεται όταν υγραίνεται και ρικνώνεται όταν ξηραίνεται. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο ρυθμός διόγκωσης του ξύλου όταν αυτό έρχεται σε επαφή με το νερό είναι μεγάλος στην αρχή ιδιαίτερα στα επιφανειακά στρώματα. Η εναλλαγή διόγκωσης και ρίκνωσης και οι ταχύτερες διαστασιακές μεταβολές των εξωτερικών στρωμάτων του ξύλου σε σύγκριση με τα εσωτερικά προκαλούν αλλοιώσεις της δομής οι οποίες μακροσκοπικά εμφανίζονται με τη μορφή ραγαδώσεων. Μικροσκοπική όμως παρατήρηση ύστερα από παρατεταμένη αλληλεπίδραση ξύλου και νερού αποκαλύπτει λύση του δεσμού μεταξύ των κυττάρων στο επιφανειακό στρώμα του ξύλου, πολυάριθμες «μικροραγάδες» στα κυτταρικά τοιχώματα, απομάκρυνση μεμβρανών των βοθρίων, κ.ά. (Banks & Voulgaridis, 1980; Voulgaridis & Banks, 1981, Εικ. 5.8).

Το ξύλο αλλοιώνεται σε αργό ρυθμό και κάτω από την επίδραση του ηλιακού φωτός και κυρίως από την υπερϊώδη ακτινοβολία η οποία προκαλεί μικροραγάδες στα κυτταρικά τοιχώματα, καταστροφή των μεμβρανών των βοθρίων και διεύρυνση των στομιών τους (Εικ. 5.9 Α). Με την επίδραση του ηλιακού φωτός συμβαίνουν και χημικές μεταβολές αλλά πάντως η διαδικασία αλλοίωσης του ξύλου είναι αργή και προχωρεί βραδύτατα σε βάθος του ξύλου. Η αλλοίωση του ξύλου από το ηλιακό φως υποβοηθά σημαντικά την καταστρεπτική δράση του νερού.

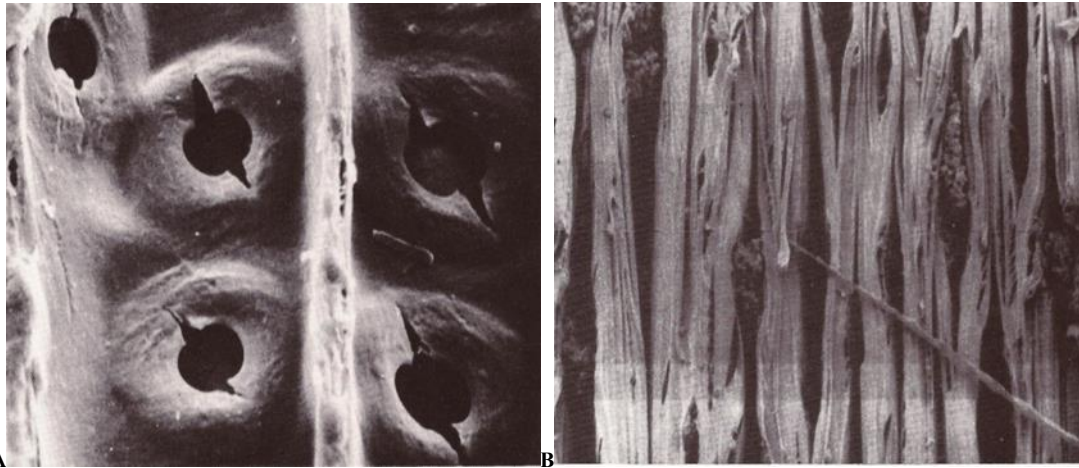
Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται στην επιφάνεια του ξύλου ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες δεν αποτελεί μόνη της σημαντικό παράγοντα αλλοίωσης όμως μπορεί να υποβοηθήσει τη δράση του νερού και κυρίως να αυξήσει το ρυθμό ρίκνωσης ή διόγκωσης με συνέπεια την αύξηση του ρυθμού αλλοίωσης του ξύλου.



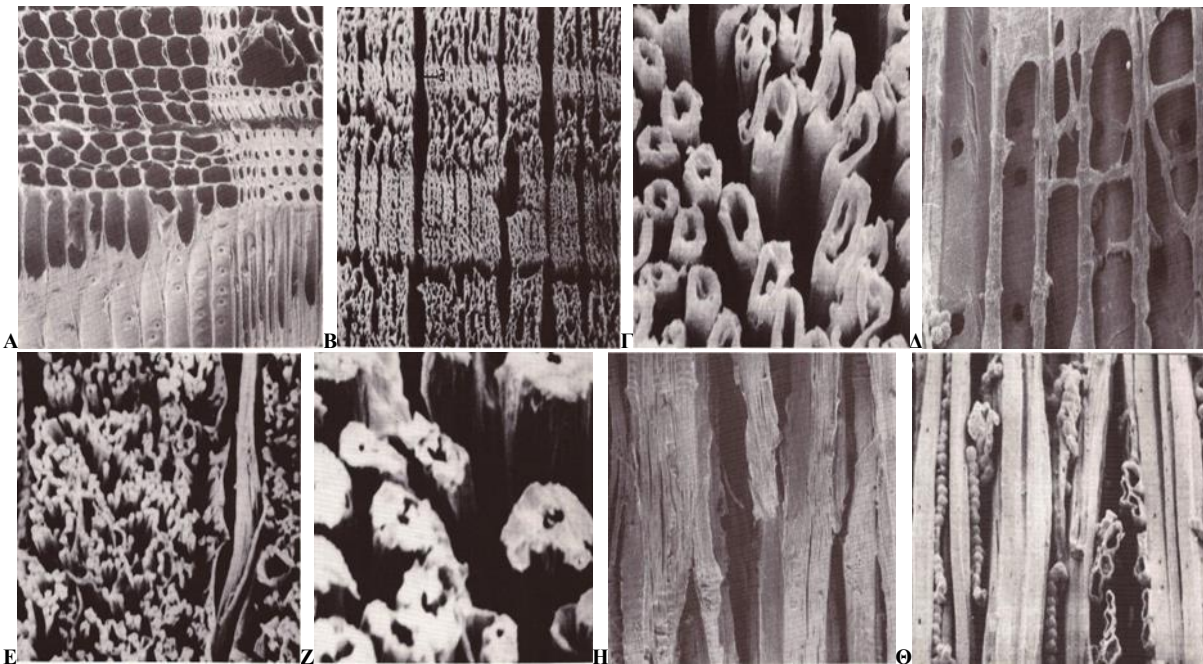
Εικόνα 5.8 Ραγαδώσεις και «μικροραγαδώσεις» σε εγκάρσια τομή (Α) και σε αξονικές τομές (Β,Γ) ως αποτέλεσμα αλληπάλληλων κύκλων ύγρανσης και ξήρανσης (20 κύκλοι) σε θερμοκρασία νερού 20οC εγκάρσιων δειγμάτων ξύλου δασικής πέυκης. Α, Β: Ραγαδώσεις που δημιουργήθηκαν μεταξύ τραχειδίων με αποτέλεσμα το διαχωρισμό μεταξύ τους και «μικροραγαδώσεις» στα δευτερογενή κυτταρικά τοιχώματα (Β). Γ: «Μικροραγαδώσεις» που δημιουργήθηκαν στα κυτταρικά τοιχώματα διερχόμενα από τα αλωφόρα βοθρία τραχειδίων (διακρίνονται και βακτήρια πάνω στα κυτταρικά τοιχώματα). Α: 700 X, Β: 750X, Γ: 2.200 X) (Banks & Voulgaridis, 1980; Voulgaridis & Banks, 1981).

Ο ισχυρός άνεμος μπορεί να προκαλέσει επιφανειακή διάβρωση με την παράσυρση και άλλων μικροϋλικών του εδάφους και πρόσπτωση τους πάνω στην επιφάνεια του ξύλου και να παρασύρει επιφανειακές ίνες του ξύλου (Εικ. 5.9 Β). Η επίδραση αυτή του ανέμου διευκολύνει επίσης τη δράση του νερού σαν παράγοντα αλλοίωσης (Voulgaridis, 1980; Voulgaridis & Banks, 1981).

Ο συνδυασμός δράσης διαφόρων κλιματικών παραγόντων επιταχύνει την αλλοίωση του επιφανειακού στρώματος του ξύλου η οποία περιλαμβάνει φυσικές και χημικές μεταβολές. Η συνδυασμένη αυτή δράση των κλιματικών παραγόντων προκαλεί εντυπωσιακή αλλοίωση σε ξύλο που δεν έχει εμποτιστεί με κατάλληλες προστατευτικές ουσίες ακόμη και σε μικρό χρονικό διάστημα. Είναι χαρακτηριστικό να σημειωθεί ότι με τη “γήρανση” απομακρύνονται συνεχώς επιφανειακά στρώματα ξύλου αλλά ο ρυθμός απώλειας είναι πολύ μικρός, π.χ. έχει υπολογιστεί ότι κάθε 20 χρόνια η απώλεια του επιφανειακού στρώματος του ξύλου που εκτίθεται στην ελεύθερη ατμόσφαιρα είναι περίπου 1 mm (Voulgaridis, 1980; Banks & Voulgaridis, 1980; Voulgaridis & Banks, 1981) (Εικ. 5.10). Πάντως ο ρυθμός αλλοίωσης εξαρτάται πολύ από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή και διαφέρει από τοποθεσία σε τοποθεσία.



Εικόνα 5.9 Α. «Μικροραγαδώσεις» σε αλωφόρα βοθρία τραχειϊδών σε ακτινική τομή σε ξύλο μαύρης πεύκης από την επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας. Β. Ραγαδώσεις και «μικροραγαδώσεις» μεταξύ τραχειϊδών και πάνω στα κυτταρικά τοιχώματα σε εφαπτομενική τομή πεύκης καθώς και επιφανειακή διάβρωση και απομάκρυνση τραχειϊδας λόγω της επίδρασης του ανέμου μετά από έκθεση του ξύλου στο ύπαιθρο για 1 έτος. Α: 2080 X, Β: 200X (Voulgaridis, 1980; Banks & Voulgaridis, 1980; Voulgaridis & Banks, 1981).



Εικόνα 5.10 Επίδρασεις συνδυασμού φυσικών παραγόντων (νερό, ακτινοβολία UV, θερμοκρασία, κ.ά.) σε δείγματα ξύλου δασικής πεύκης (B-D) και οξιάς (E-Θ) που εκτέθηκαν για 1 έτος στο ύπαιθρο, όπως αποκαλύπτονται σε στερεοσκοπικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. **Δασική πεύκη:** Α: Εγκάρσια και ακτινική επιφάνεια ξύλου χωρίς έκθεση στην ελεύθερη ατμόσφαιρα. Β: Ραγαδώσεις κατά μήκος των ακτίνων και στα όρια πρώιμου-όψιμου ξύλου. Γ: Διαχωρισμός των τραχειϊδών μεταξύ τους στο επιφανειακό στρώμα ξύλου. Δ: Ακτινική επιφάνεια όπου φαίνεται η αλλοίωση του ακτινικού παρεγχύματος, 600 X. **Οξιά:** Ε, Ζ: Διαχωρισμός των ινών μεταξύ τους στο επιφανειακό στρώμα ξύλου, 170 X και 2600 X. Η: Ραγαδώσεις μεταξύ ινών, 180 X. Θ: Ραγαδώσεις μεταξύ ινών και εκτεταμένη αλλοίωση του ακτινικού παρεγχύματος με παρουσία μυκήτων, 650 X (Voulgaridis, 1980; Banks & Voulgaridis; 1980, Voulgaridis & Banks, 1981).

5.3.2. Μηχανικοί παράγοντες

Επανελημμένες μηχανικές φορτίσεις προκαλούν αλλοίωση του ξύλου. Τέτοιες φορτίσεις δέχονται στρωτήρες σιδηροδρόμων, πατώματα, σκάλες, αποβάθρες, γέφυρες, κ.ά. Η αλλοίωση του ξύλου οφείλεται κυρίως στην επίδραση δυνάμεων τριβής που προέρχονται από την κίνηση οχημάτων και ανθρώπων πάνω στις ξύλινες κατασκευές. Οι τριβές αυτές έχουν την ίδια επίδραση που έχει ένα σμυριδόχαρτο όταν τρίβεται πάνω στο ξύλο, δηλαδή απομακρύνουν επιφανειακές ίνες του ξύλου. Σε υπαίθριες κατασκευές (π.χ. στρωτήρες,

γέφυρες) η δράση αυτή επιτυγχάνεται και από τους σπητικούς μύκητες που προκαλούν μαλάκυνση του ξύλου κατά τη διάρκεια προσβολής. Με εισαγωγή κατάλληλων προστατευτικών ουσιών στο ξύλο εμποδίζεται η προσβολή του από τους σπητικούς μύκητες και πετυχαίνεται μείωση του ρυθμού απόξεσης (απομάκρυνσης) των επιφανειακών ιών του ξύλου. Έτσι, είναι δυνατό να γίνει αντικατάσταση στρωτήρων λόγω αλλοίωσης που προέρχεται από δυνάμεις τριβής μάλλον παρά λόγω προσβολών από σπητικούς μύκητες.

Η αντοχή του ξύλου κάτω από την επίδραση μηχανικών φορτίσεων εξαρτάται από το είδος του, την υγρασία του, τον τρόπο και τις συνθήκες φόρτισης (π.χ. στο ύπαιθρο, σε εσωτερικούς χώρους) και το είδος της φορτιζόμενης επιφάνειας (μεγαλύτερη αντοχή παρουσιάζει η εγκάρσια επιφάνεια, μικρότερη η ακτινική και ακόμη πιο μικρή η εφαπτομενική) (Γσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1991).

5.3.3. Χημικοί παράγοντες

Το ξύλο είναι δυνατό να υποστεί χημικό μεταχρωματισμό κατά θέσεις που είναι αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων των ταννινών του ξύλου με καρφία, βίδες ή άλλα μεταλλικά αντικείμενα σε συνθήκες σχετικά υψηλής υγρασίας. Με τις αντιδράσεις αυτές σχηματίζονται ενώσεις μαύρου ή κυανόμαυρου χρώματος οι οποίες αλλοιώνουν τοπικά το χρώμα του ξύλου. Χημικός μεταχρωματισμός παρατηρείται σε ξύλα που είναι πλούσια σε ταννίνες όπως δρυς, καστανιά, κ.ά. όταν έρχονται σε επαφή με μεταλλικά αντικείμενα σε σχετικά υγρές συνθήκες. Η ψευδοτσούγκα από τα κωνοφόρα έχει επίσης αρκετές ποσότητες ταννινών οι οποίες αντιδρούν με όμοιο τρόπο. Σε περιπτώσεις που υπάρχει κίνδυνος χημικού μεταχρωματισμού συνιστάται να χρησιμοποιούνται καρφία, βίδες και άλλα μεταλλικά αντικείμενα που έρχονται σε επαφή με το ξύλο μετά από γαλβανισμό (επιμετάλλωση).

Το ξύλο χρησιμοποιείται συχνά, ακόμη και σήμερα, για δεξαμενές, ψυκτικούς πύργους, και χώρους αποθήκευσης διαφόρων χημικών υγρών σε βιομηχανίες δέρματος, χρωμάτων, χαρτοπολτού και χαρτιού, σαπουνιών, σε υφαντουργία, κ.ά. γιατί αποτελεί καλό μονωτικό, εύκολο στην κατεργασία υλικό, και παρουσιάζει ικανοποιητική αντίσταση στη διάβρωση η οποία προκαλείται από οξέα ή αλκάλια μικρής σχετικά πυκνότητας. Ισχυρά οξέα και αλκάλια προκαλούν σημαντική αλλοίωση του ξύλου. Ο βαθμός αυτής της αλλοίωσης εξαρτάται από το είδος του ξύλου, τη διαπερατότητά του, τη διάρκεια επίδρασης, τη θερμοκρασία και τον τύπο του χημικού. Συχνά, χημικές ουσίες αντιδρούν με το ξύλο και μεταβάλλουν το χρώμα το. Παρατεταμένη όμως έκθεση σε αλκάλια είναι δυνατό να διαλύσει τις ημικυτταρίνες και τη λιγνίνη και να μεταβάλλει το ξύλο σε μαλακό, πολτώδες υπόλειμμα. Η επίδραση αυτή των αλκαλίων αξιοποιείται στις βιομηχανίες χαρτοπολτού και χαρτιού για την αποίνωση του ξύλου.

Με την επίδραση χημικών ουσιών είναι δυνατό να παρατηρηθεί μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου πάνω από 50% μετά την επίδραση χημικών διαλυμάτων με πυκνότητα 10 % και σε θερμοκρασία 500°C. Με την επίδραση αλκαλίων ελαττώνεται το μέτρο ελαστικότητας, η αντοχή σε κάμψη και η εγκάρσια θλίψη. Μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου μπορεί επίσης να παρατηρηθεί και σε ορισμένες περιπτώσεις εισαγωγής προστατευτικών ουσιών στη μάζα του (εμποτισμού), π.χ. σε ξύλο πεύκης εμποτισμένο με CCA (συγκράτηση 17 kg/m³) και μετά από επαναξήρανση σε θερμοκρασία 82°C παρατηρήθηκε μείωση του μέτρου θραύσεως σε στατική κάμψη κατά 11 % και του μέγιστου έργου κατά 37 %. Συνήθως όμως ο βαθμός μείωσης της μηχανικής αντοχής του ξύλου μετά τον εμποτισμό του είναι μικρός και δεν επηρεάζει τη χρήση του. Σε περιπτώσεις που η μηχανική αντοχή του ξύλου αποτελεί αποφασιστικό παράγοντα (π.χ. σε γέφυρες, μεταλλεία, δοκούς, ξύλινες κατασκευές, κ.ά.) δίνεται ιδιαίτερη προσοχή.

Το χρώμα του ξύλου μπορεί να γίνει σκοτεινότερο κατά τη φυσική ή τεχνητή ξήρανση λόγω οξειδωσης των κυτταρικών περιεχομένων. Ένζυμα που υπάρχουν σε ορισμένα συστατικά των κυτταρικών περιεχομένων δημιουργούν, με την παρουσία οξυγόνου, σύμπλοκα με άλλα συστατικά και έτσι το ξύλο μπορεί να μεταχρωματιστεί επιφανειακά ή και σε ορισμένο βάθος. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται συχνά σε φρεσκοκομμένα ξύλα κατά τη διάρκεια ξήρανσής τους. Είναι χαρακτηριστική η αλλαγή του χρώματος του σκλήθρου σε κοκκινωπό αμέσως μετά την υλοτομία και την αποφλοιώση αν και στη συνέχεια το χρώμα αυτό ξεθωριάζει (Γσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1991).

5.3.4. Θερμότητα

Σε αντίθεση με την αργή διαδικασία αλλοίωσης του ξύλου από μύκητες, έντομα και θαλασσινούς οργανισμούς, η καταστροφή του ξύλου κάτω από την επίδραση μεγάλων θερμοκρασιών (φωτιά) μπορεί να είναι εξαιρετικά γρήγορη. Κάθε χρόνο, τεράστιες ποσότητες ξύλου καταστρέφονται σε αποθήκες ξυλείας και σε κατασκευές. Επίσης, μετά από εκτεταμένες πυρκαγιές δασών είναι ανάγκη να υλοτομηθούν μεγάλες ποσότητες ξύλου σε σύντομο χρονικό διάστημα για να μην καταστραφούν από τις προσβολές μυκήτων και

εντόμων που αναπτύσσονται αμέσως μετά. Όταν το ξύλο καίγεται, τα συστατικά του (κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη, εκχυλίσματα) μετατρέπονται σε τέφρα.

Οι συνέπειες για το ξύλο από την επίδραση της θερμότητας είναι ποικίλες ανάλογα με το ύψος της θερμοκρασίας, τη διάρκεια επίδρασης, τον τρόπο θέρμανσης, την υγρασία του ξύλου, κ.λπ. Οι συνέπειες αυτές περιλαμβάνουν: απώλεια υγρασίας και βάρους, μικροσκοπική διαφοροποίηση της δομής, μαλάκυνση, ελάττωση της υγροσκοπικότητας, αύξηση ρίκνωσης, ελάττωση της μηχανικής αντοχής. Με την επίδραση θερμότητας μπορούν να παραχθούν διάφορα προϊόντα όπως μονοξειδίο του άνθρακα, μεθάνιο, φορμικό οξύ, κατράμι, κ.ά. Θερμοκρασίες σχετικά χαμηλές αλλά μεγάλης διάρκειας μπορούν να προκαλέσουν ομοίου βαθμού χημική αποσύνθεση του ξύλου σε σύγκριση με υψηλές θερμοκρασίες αλλά μικρής διάρκειας. Υπολογίζεται ότι επίδραση σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών (60-80°C) για περίοδο 140 χρόνων περίπου επιφέρει μείωση της πυκνότητας του ξύλου κατά 40-50%. Εκτεταμένη αλλοίωση του ξύλου έχει παρατηρηθεί πρόσφατα στην εσωτερική ξύλινη διακόσμηση της Βουλής των Λόρδων στο παλάτι του Westminster η οποία άρχισε να λειτουργεί το 1847. Η αλλοίωση αυτή (αλλαγή χρώματος από ωχροκίτρινο σε βαθύ καστανό, μείωση της μηχανικής αντοχής, αύξηση του εύθρυπτου και εύθραυστου του ξύλου, όξινο PH) έχει αποδοθεί σε μακροχρόνια επίδραση σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών (πάνω από 80°C) από συστήματα θέρμανσης και φωτισμού του χώρου. Από τα χημικά συστατικά του ξύλου, η λιγνίνη είναι πιο ανθεκτική. Οι ημικυτταρίνες αποσυντίθενται σε 200-260°C και η λιγνίνη σε 280-500°C.

Είναι γνωστό ότι σε θερμοκρασία 500°C το ξύλο μετατρέπεται σε τέφρα και ότι σε μια πυρκαγιά η θερμοκρασία αυτή μπορεί να επιτευχθεί μέσα στα πρώτα 10 λεπτά. Το γεγονός ότι το ξύλο χρησιμοποιείται σαν βασικό υλικό σε κτίρια παρά την ιδιότητά του να καίγεται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες σε σύγκριση με άλλα υλικά οφείλεται στο ότι ξυλεία πάχους πάνω από 15 mm μπορεί να σταματήσει να καίγεται κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς, εκτός αν επιδράσει πρόσθετη θερμότητα φαινόμενο αυτό οφείλεται σε επιφανειακή απανθράκωση του ξύλου (πάχους λίγων χιλιοστών) η οποία δρα ως μονωτικό και συντελεί στο να μην υποχωρούν δοκοί ξύλου σε μια πυρκαγιά. Η αντοχή αυτή του ξύλου σε μια πυρκαγιά φαίνεται καθαρά σε περιπτώσεις που στη συγκρότηση ενός κτιρίου συμμετέχουν δοκοί ξύλου μαζί με μεταλλικούς δοκούς. Οι μεταλλικοί δοκοί υποχωρούν ολοκληρωτικά σε μια κρίσιμη θερμοκρασία ενώ οι δοκοί ξύλου (ανάλογα και με τις διαστάσεις τους) είναι δυνατό να μην υποχωρήσουν. Η αντοχή του ξύλου σε φωτιά μπορεί να αυξηθεί με εισαγωγή στη μάζα του κατάλληλων προστατευτικών ουσιών (fire retardants) (Τσουμής, 1983; Βουλγαρίδης, 1991; Φιλίππου, 2014).

Ξύλο που δεν έχει απανθρακωθεί κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς διατηρεί αμετάβλητη ή σχεδόν αμετάβλητη την αρχική μηχανική αντοχή του και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Επίσης, το ίδιο συμβαίνει και με ξύλο που προέρχεται από δέντρα τα οποία έχουν θανατωθεί από πυρκαγιά εφόσον γίνει γρήγορη υλοτομία, αποφλοιώση και αξιοποίηση του ξύλου και δεν υπάρξει μεταγενέστερη προσβολή του από μύκητες και έντομα.

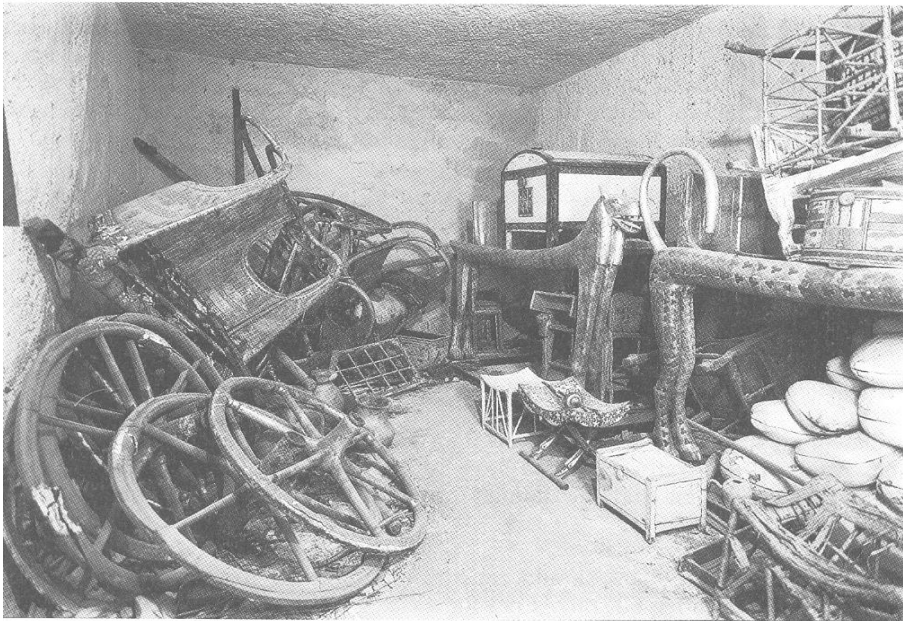
5.4. Αλλοίωση (αρχαιολογικού) ξύλου

Το ξύλο έχει αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη παρελθόντων ανθρώπινων πολιτισμών και έχει χρησιμοποιηθεί ως μοναδική πολλές φορές πρώτη ύλη για την κατασκευή προϊόντων και κατασκευών μεγάλων διαστάσεων (π.χ. πλοία, γέφυρες, σπίατα) αλλά και μικρών αντικειμένων. «Αρχαιολογικό» ξύλο με την ευρεία έννοια θεωρείται το ξύλο το οποίο αποκαλύπτεται με τη μορφή διαφόρων προϊόντων μετά από ανασκαφές ή ανελκύσεις ξύλινων κατασκευών από τη θάλασσα, λίμνες και ποτάμια, όπου παρέμεινε για μεγάλο χρονικό διάστημα (πολλές φορές για χιλιάδες χρόνια) και είναι υδατοκορεσμένο ή διατηρήθηκε σε ξηρά περιβάλλοντα (π.χ. στις πυραμίδες) (Schniewind, 1989).

Το ξύλο μπορεί να διατηρηθεί επί μακρόν χωρίς να αλλοιώνεται σημαντικά όταν οι συνθήκες δεν ευνοούν την ανάπτυξη βιολογικών οργανισμών που προσβάλλουν το ξύλο ή όταν δεν επικρατούν αβιοτικοί παράγοντες που καταστρέφουν το ξύλο, πολλές φορές με μεγάλη ταχύτητα (π.χ. στην περίπτωση της φωτιάς). Σε άλλες περιπτώσεις, η αλλοίωση του ξύλου μπορεί να γίνεται πολύ αργά (σε εκατοντάδες ή ακόμη και σε χιλιάδες χρόνια), όπως συμβαίνει με το «αρχαιολογικό» ξύλο, το οποίο βρίσκεται συνήθως θαμμένο βαθειά μέσα στο έδαφος ή βυθισμένο στον πυθμένα θαλασσών, λιμνών και ποταμιών και είναι κορεσμένο με νερό ενώ υφίσταται βακτηριακή και χημική αλλοίωση.

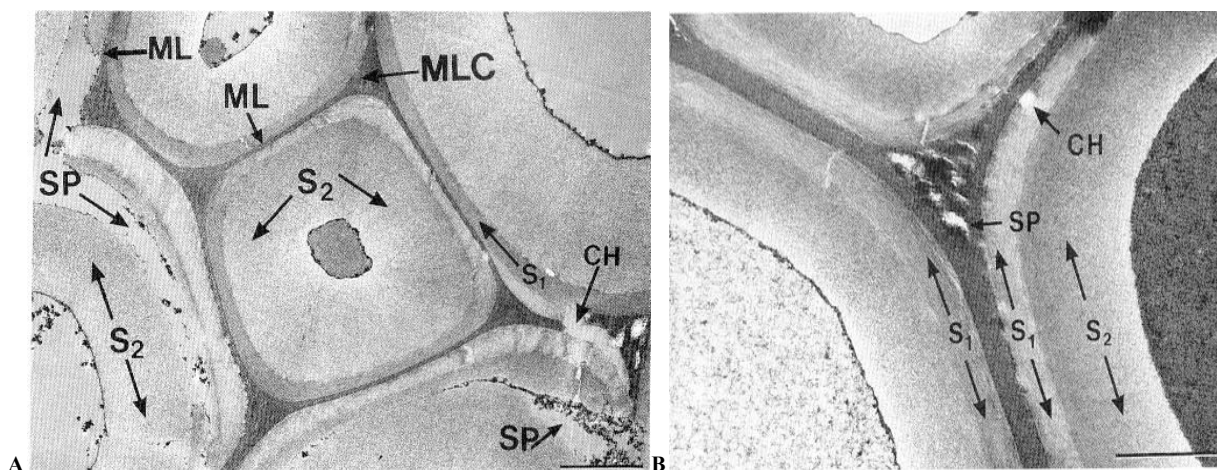
Η βιολογική αλλοίωση του ξύλου είναι ταχεία σε υγρά και ζεστά περιβάλλοντα και αργή σε ξηρά και κρύα περιβάλλοντα. Ο βαθμός αλλοίωσης του «αρχαιολογικού» ξύλου εξαρτάται από τις συνθήκες παραμονής του. Σε άλλες περιπτώσεις βρέθηκε «αρχαιολογικό» ξύλο με έντονη αλλοίωση που έλαβε χώρα σε μερικές εκατοντάδες χρόνια και σε άλλες διατηρήθηκε χωρίς σοβαρές αλλοιώσεις ακόμη και για χιλιάδες χρόνια. Σε ξηρά περιβάλλοντα το ξύλο μπορεί να διατηρηθεί για πολλά χρόνια χωρίς εμφανή σημεία

αλλοίωσης, όπως για παράδειγμα οι πυραμίδες της Αιγύπτου και το άγαλμα του Βούδα στην Β. Ινδία. Στην Εικόνα 5.11 φαίνονται σχεδόν άθικτα ξύλινα ευρήματα από τον τάφο του Τουταγχαμών, ενώ ορισμένες μικροσκοπικές αλλοιώσεις φαίνονται σε πυραμίδα (Εικ. 5.12).

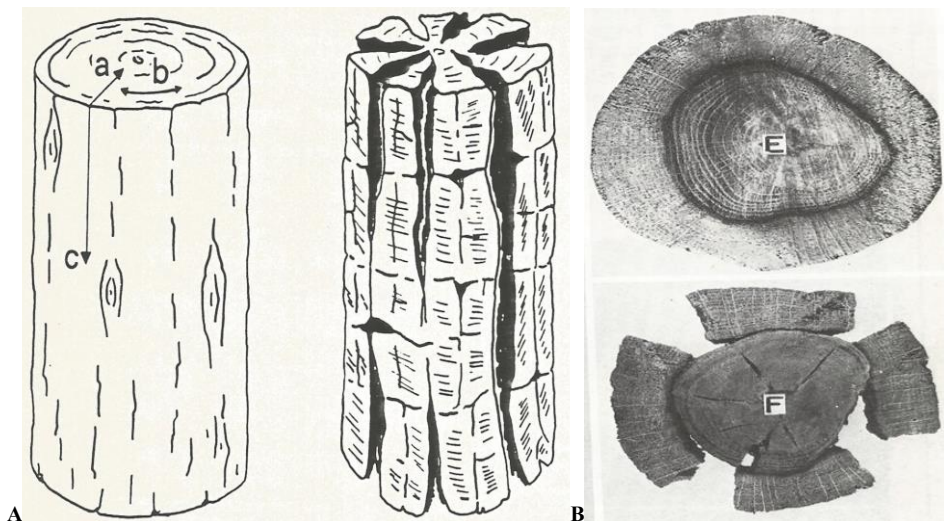


Εικόνα 5.11 Μοναδικές ξύλινες κατασκευές από τον ερμητικά κλειστό τάφο του Τουταγχαμών, ηλικίας 3.000 ετών, που διατηρήθηκαν σχεδόν άθικτες μετά την αποκάλυψή τους το έτος 1936 (Bjoridal, 2000).

Οι αλλοιώσεις του υδατοκορεσμένου «αρχαιολογικού» ξύλου οφείλονται κυρίως σε χημικές αλλοιώσεις (υδρόλυση) και σε αλλοιώσεις που αποδίδονται στη δράση αναερόβιων βακτηρίων. Το υδατοκορεσμένο «αρχαιολογικό» ξύλο, μετά την αποκάλυψή του, χρειάζεται άμεση προληπτική προστασία (συνήθως με διαλύματα πολυαιθυλενικής γλυκόλης) επειδή αν αφεθεί στην ατμόσφαιρα για ξήρανση καταστρέφεται η κατασκευή λόγω υπερβολικής ρίκνωσης (Σχ. 5.2). Στην Εικόνα 5.13 φαίνεται η αποκάλυψη του πλοίου του Oseberg της Νορβηγίας και η πολύ καλή κατάσταση τμήματος του πλοίου μετά από επιτυχή προληπτική προστασία του (Bjoridal, 2000).



Εικόνα 5.12 Μικροραγαδώσεις (CH) και μικροσχισμές (SP) στην εικόνα 5A και 5B, αντίστοιχα, στα κυτταρικά τοιχώματα ξύλου ακακίας σε πυραμίδα, ηλικίας 3.300 χρόνια, όπως φαίνεται σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (TEM) (Nilsson & Daniel, 1990).

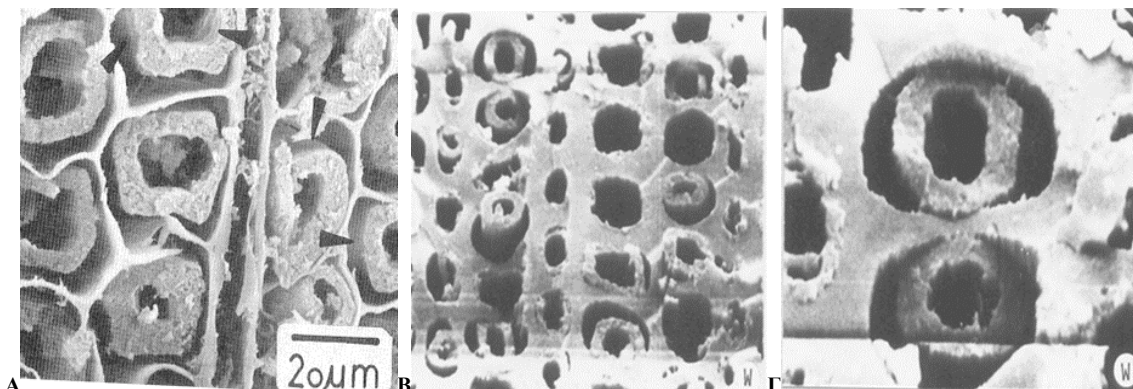


Σχήμα 5.2 A: Αριστερά : Αρχαιολογικό υδατοκορεσμένο ξύλο πριν την ξήρανση. Δεξιά: Εμφάνιση του ξύλου μετά την ξήρανσή λόγω μεγάλου βαθμού αλλοίωσης και μεγάλης ρίκνωσής του σε όλες τις κατευθύνσεις (a,b,c: ακτινική, εφαπτομενική) (De Jong, 1977). B: Αρχαιολογικό υδατοκορεσμένο ξύλο δρυός (1000 ετών) πριν την ξήρανση (E) και μετά την ξήρανση (F) μετά την οποία το σομόφο ξύλο έχει ρικνωθεί υπερβολικά (Borgin et al., 1979).

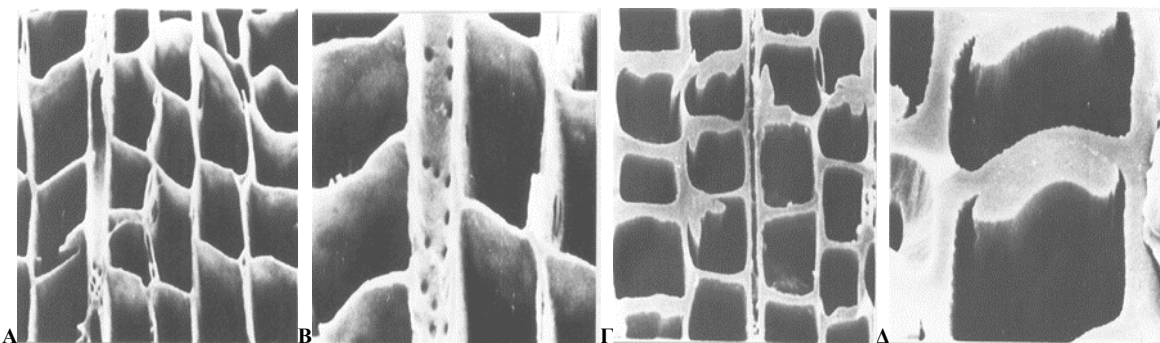


Εικόνα 5.13 A. Η αποκάλυψη του πλοίου των Vikings στην περιοχή Oseberg της Νορβηγίας (το έτος 1904) που βρέθηκε καλά διατηρημένο στον πυθμένα της θάλασσας μέσα στη λάσπη μετά από 1200 έτη. B. Μοναδική κατασκευαστική λεπτομέρεια του πλοίου μετά την αποκάλυψη και συντήρησή του (Bjordal, 2000).

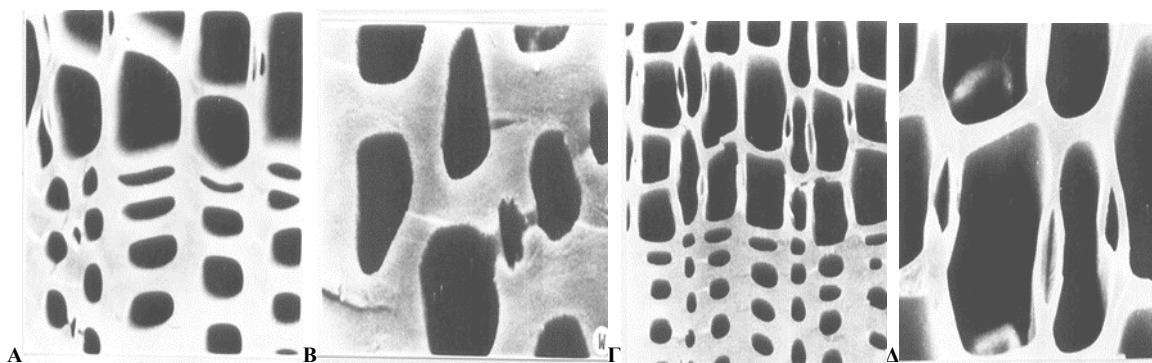
Αλλοιώσεις της δομής υδατοκορεσμένου αρχαιολογικού ξύλου σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό ή σε άλλες περιπτώσεις άθικτη δομή παρουσιάζονται στις Εικόνες 5.14-5.18.



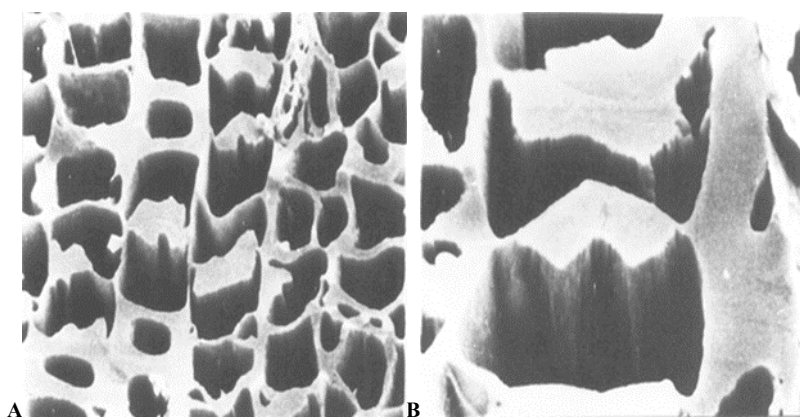
Εικόνα 5.14 Αλλοιωμένα κυτταρικά τοιχώματα (απόσπαση μερών του κυτταρικού τοιχώματος) λόγω υδρόλυσης σε ξύλο ερυθρελάτης που έμεινε βυθισμένο στο νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα (Hoffmann & Jones, 1990). B, Γ: Κυκλική απόσπαση μερών του κυτταρικού τοιχώματος σε δασική πεύκη (διάρκεια παραμονής 300 χρόνια) (Tsoumis, 1983).



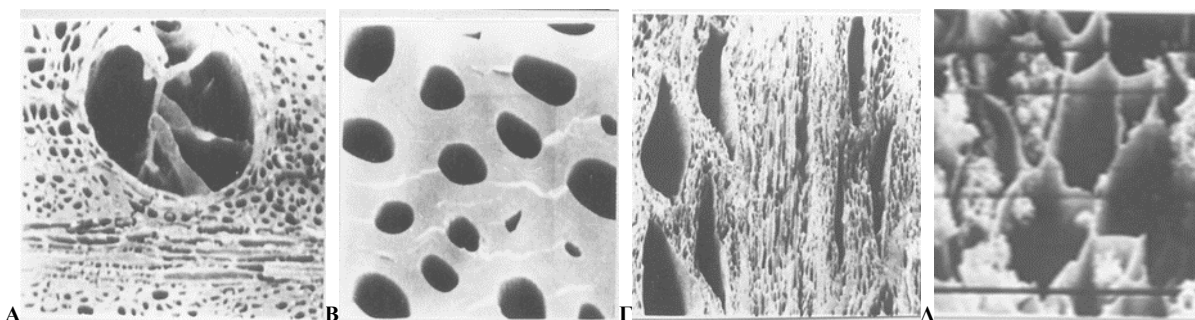
Εικόνα 5.15 Εγκάρσιες τομές «αρχαιολογικού ξύλου» ερυθρελάτης, ηλικίας 100,000 ετών (Α) και 900 ετών (Β). Στις Εικόνες Α και Β διατηρείται η δομή του ξύλου αλλά φαίνεται να έχουν απομακρυνθεί τμήματα των κυτταρικών τοιχωμάτων (βλ. λεπτά κυτταρικά τοιχώματα). Στις Εικόνες Γ και Δ φαίνεται να διατηρείται η δομή του ξύλου αλλά τμήματα των κυτταρικών τοιχωμάτων έχουν απομακρυνθεί (Tsoumis, 1983).



Εικόνα 5.16 Εγκάρσιες τομές «αρχαιολογικού ξύλου» δασικής πεύκης, ηλικίας 10.000 ετών (Α,Β) και 900 ετών (Γ, Δ), όπου φαίνεται εντυπωσιακά άθικτη η δομή του ξύλου (Tsoumis, 1983).



Εικόνα 5.17 Εγκάρσιες τομές «αρχαιολογικού ξύλου» δασικής πεύκης, ηλικίας 900 ετών, όπου διακρίνεται η ισχυρά αλλοιωμένη δομή του ξύλου (βλ. απομάκρυνση τμημάτων του δευτερογενούς τοιχώματος) (Tsoumis, 1983).



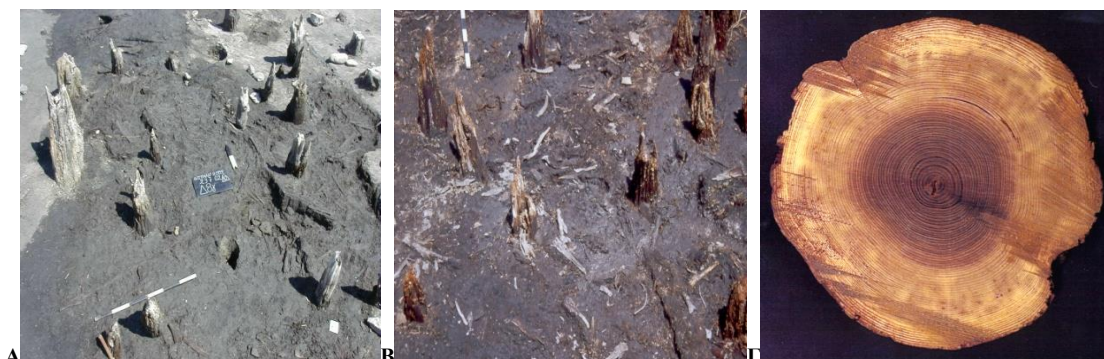
Εικόνα 5.18 Εγκάρσιες τομές «αρχαιολογικού ξύλου» δρυός, ηλικίας 1000 ετών. Γενικά, η δομή του εγκάρδιου ξύλου (A,B) φαίνεται να μην έχει επηρεασθεί, αλλά στο σομφό ξύλο (Γ,Δ) παρατηρούνται σοβαρές αλλοιώσεις (ακανόνιστοι φακοειδείς πόροι, εκτεταμένη λέπτυνση κυτταρικών τοιχωμάτων των ινών, σκληρές εναποθέσεις) (Tsoumis, 1983).

«Αρχαιολογικό ξύλο» ανακαλύφθηκε και στο Δισπηλιό Καστοριάς. Ανασκαφές αποκάλυψαν ένα μοναδικό προϊστορικό λιμναίο οικισμό, όπου το ξύλο χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα και σχεδόν αποκλειστικά. Ξύλινοι πάσσαλοι χρησιμοποιήθηκαν ως βασικό κατασκευαστικό στοιχείο για τη στήριξη του λιμναίου οικισμού (Voulgaridis, 2005). Τα ξύλινα ευρήματα ήταν θαμμένα στο έδαφος και υδατοκορεσμένα. Ξύλινοι πάσσαλοι, 12 cm σε διάμετρο κατά μέσο όρο, βρέθηκαν μετά από 5.000-7.000 χρόνια στον αποκαλυφθέντα λιμναίο οικισμό (Εικ. 5.19), σε αρκετά καλή κατάσταση στις περισσότερες περιπτώσεις, γεγονός που οφείλεται σε δύο λόγους:

- α. οι πάσσαλοι ήταν θαμμένοι στο έδαφος και κορεσμένοι από νερό, ώστε οι μύκητες να μην μπορούν να δραστηριοποιηθούν λόγω έλλειψης οξυγόνου,
- β. Το ξύλο των πασσάλων, το οποίο αναγνωρίστηκε ότι ήταν κυρίως το γένος *Juniperus*, έχει μεγάλη φυσική αντοχή (ανθεκτικότητα). Αλλά είδη που χρησιμοποιήθηκαν σε μικρότερη κλίμακα ήταν η πεύκη και η ελάτη. Τα πάνω μέρη των πασσάλων εμφανίστηκαν να είναι περισσότερο αλλοιωμένα από τα κατώτερα μέρη λόγω των πιο ευνοϊκών συνθηκών ανάπτυξης και δραστηριοποίησης των μυκήτων μετά τις ανασκαφές (Εικ. 5.20).



Εικόνα 5.19 Αναπαράσταση του λιμναίου οικισμού στο Δισπηλιό Καστοριάς.



Εικόνα 5.20 A, B: Πάσσαλοι από άρκευθο (*Juniperus spp*) που χρησιμοποιήθηκαν ως βάση κατοικιών πάνω από την επιφάνεια της λίμνης, όπως αποκαλύφθηκαν μετά τις ανασκαφές στο λιμναίο οικισμό του Δισπηλιού Καστοριάς. **Γ:** Εγκάρσια τομή πασσάλου από άρκευθο που δείχνει μικρή σχετικά αλλοίωση μετά από 5.500 χρόνια παραμονή του ως πασσάλου στήριξης κατοικιών (Chourmousiadis, 2002).

Βιβλιογραφία

- Banks, W.B., & Voulgaridis, E. (1980). The performance of water repellents in control of moisture absorption by wood exposed to the weather. *British Wood Preserving Association Ann. Conv.*, Cambridge, June 24-27, 1980: 43-53.
- Bjordal, C. G. (2000). Waterlogged archaeological wood, biodegradation and its implications for conservation. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Borgin, K., Tsoumis, G., & Passialis, C. (1979). Density and shrinkage of old wood. *Wood Sci. Technol.* 13: 49-57.
- Βουλγαρίδης, Η. (1984). Προστασία της ξυλείας σε εξωτερικές και ημι-εξωτερικές ξυλουργικές κατασκευές. *Γεωτεχνικά* 3: 41-48, 1984.
- Βουλγαρίδης, Η. (1986). Προστασία ξύλου σε υπηρεσία από προσβολές μυκήτων και εντόμων. *Λασιικά Χρονικά* 7-8, 9-10,11-12: 48-64.
- Βουλγαρίδης, Η. (1991). *Συντήρηση και Βελτίωση Ξύλου (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 280.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- Blanchette, R. A., Nilsson, Th., Daniel, G., & Abad, A. (1990). Biological degradation of wood. In *Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation* (Eds: R.M. Rowell & R.J. Barbour), Adv. Chem. Ser. No 225, American Chemical Society, Washington DC. pp.141-174.
- Chourmousiadis, G. Ch. (2002). *Dispilio 7,500 years after*. University Studio Press.
- Δασακλή, Ν. (1998). Συντήρηση Υδατοκορεσμένου Ξύλου. Η Περίπτωση της Προϊστορικής Ανασκαφής στο Δισπηλιό Καστοριάς. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, ΤΕΙ Αθήνας.
- De Jong, J. (1977). Conservation Techniques for Old Waterlogged Wood from Shipwrecks Found in the Netherlands. In *Biodeterioration Investigation Techniques* (Ed. A. Harry Walters Essex), Applied Science Publishers, Overdruk No. 113.
- Hoffmann, P., & Jones, M. A. (1990). Structure and degradation process for waterlogged archaeological wood. In *Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation* (Eds: R. M. Rowell & R. J. Barbour), Adv. Chem. Ser. No 225, American Chemical Society, Washington D.C. pp.35-65.
- Nilsson, Th., & Daniel, G. (1990). Structure and the aging process of dry archaeological wood. In *Archaeological Wood: Properties, Chemistry and Preservation* (Eds: R. M. Rowell & R. J. Barbour), Adv. Chem. Ser. No 225, American Chemical Society, Washington DC. pp. 67-86.
- Schniewind, A. P. (1989). Archaeological Wood. In *“Concise Encyclopedia of Wood and Wood-Based Materials”* (Ed. A.P. Schniewind). Pergamon Press, Oxford/NW: 14-18.
- Schmidt, O., & Liese, W., 1982. Bacterial Decomposition of woody cell walls. *The International Journal of Wood Preservation* 2(1): 13-19.
- Τσουμής, Γ. (1983). *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου (Επιστήμη και Τεχνολογία Ξύλου)*. Θεσσαλονίκη.
- Tsoumis, G. (1983). SEM observations on irradiated wood. *IAWA Bulletin* 4 (1): 41-45.
- Tsoumis, G. (1991). *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Φιλίππου, Ι. (2014). *Χημική Τεχνολογία του Ξύλου*. Θεσσαλονίκη.
- Voulgaridis, E. (1980). Physical Factors Affecting the Performance of Water Repellents Applied to Wood. Doctoral Thesis, University College of North Wales, Bangor, UK.
- Voulgaridis, E. (2004). Protection of wood in service from fungal and insect attack. (Unpublished Report) Aristotle University, Thessaloniki.
- Voulgaridis, E. (2005). Biodeterioration decay patterns of old wood buried in the ground or waterlogged. The case of Dispilio, Kastoria, Greece. 3rd FAITH event Dispilio “First Aid For Wetland Cultural Heritage Finds: Tradition and Innovation”, Kastoria, 12-18 Sept. 2005. pp 15.
- Voulgaridis, E. V., & Banks, W. B. (1981). Degradation of wood during weathering in relation to water repellent long term effectiveness. *J. Inst. Wood Sci.* 9(2): 72-83.
- Wilkinson, J.G. (1979). *Industrial Timber Preservation*. The Rentokil Library. Associated Business Press, London.

6. Ελαττώματα ξύλου και ποιοτική ταξινόμηση ξυλείας

Σύνοψη

Αναφέρεται στα σφάλματα του ξύλου που εμφανίζονται στη στρόγγυλη ξυλεία, που παράγεται από κωνοφόρα και πλατύφυλλα είδη μετά τη ρίψη και διαμόρφωση των υλοτομούμενων δέντρων και που αναλύθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια. Με βάση τα ελαττώματα αυτά, γίνεται ποιοτική ταξινόμηση της ακατέργαστης στρόγγυλης ξυλείας σε ποιοτικές κλάσεις. Σε κάθε ποιοτική κλάση περιγράφεται η ένταση των σφαλμάτων που επιτρέπεται να έχει. Ειδικότερα, παρουσιάζονται οι προδιαγραφές ποιοτικής ταξινόμησης στύλων ΟΤΕ και ΔΕΗ και στρωτήρων σιδηροδρόμων, καθώς και τα επιτρεπτά και απαγορευμένα ελαττώματα του ξύλου στα προϊόντα αυτά. Με βάση τα ελαττώματα και τις διαστάσεις γίνεται διάκριση διαφόρων κατηγοριών των παραπάνω προϊόντων.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία: 1. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 2. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 3. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 4. Tsoumis, G. 1968. *Wood as Raw Material*. 5. Tsoumis, G. 1992. *Harvesting Forest Products*. 6. Megraw, R.A. 1985. *Wood Quality Factors in Loblolly Pine*. 7. Kollmann, F. and Cote, W.A. 1968. *Principles of Wood Science and Technology, I: Solid Wood*. 8. Stamm, A.J. 1964. *Wood and Cellulose Science*.

Λεξιλόγιο: Στρόγγυλη ξυλεία, κορμοτεμάχια, σφάλματα ξύλου, ποιοτική ταξινόμηση στρόγγυλης ξυλείας, ποιότητα στύλων ΟΤΕ και ΔΕΗ, ποιότητα στρωτήρων σιδηροδρόμων, roundwood, logs, wood defects, roundwood grading, quality of telecommunication and power transmission poles, quality of railway sleepers.

6.1. Γενικά

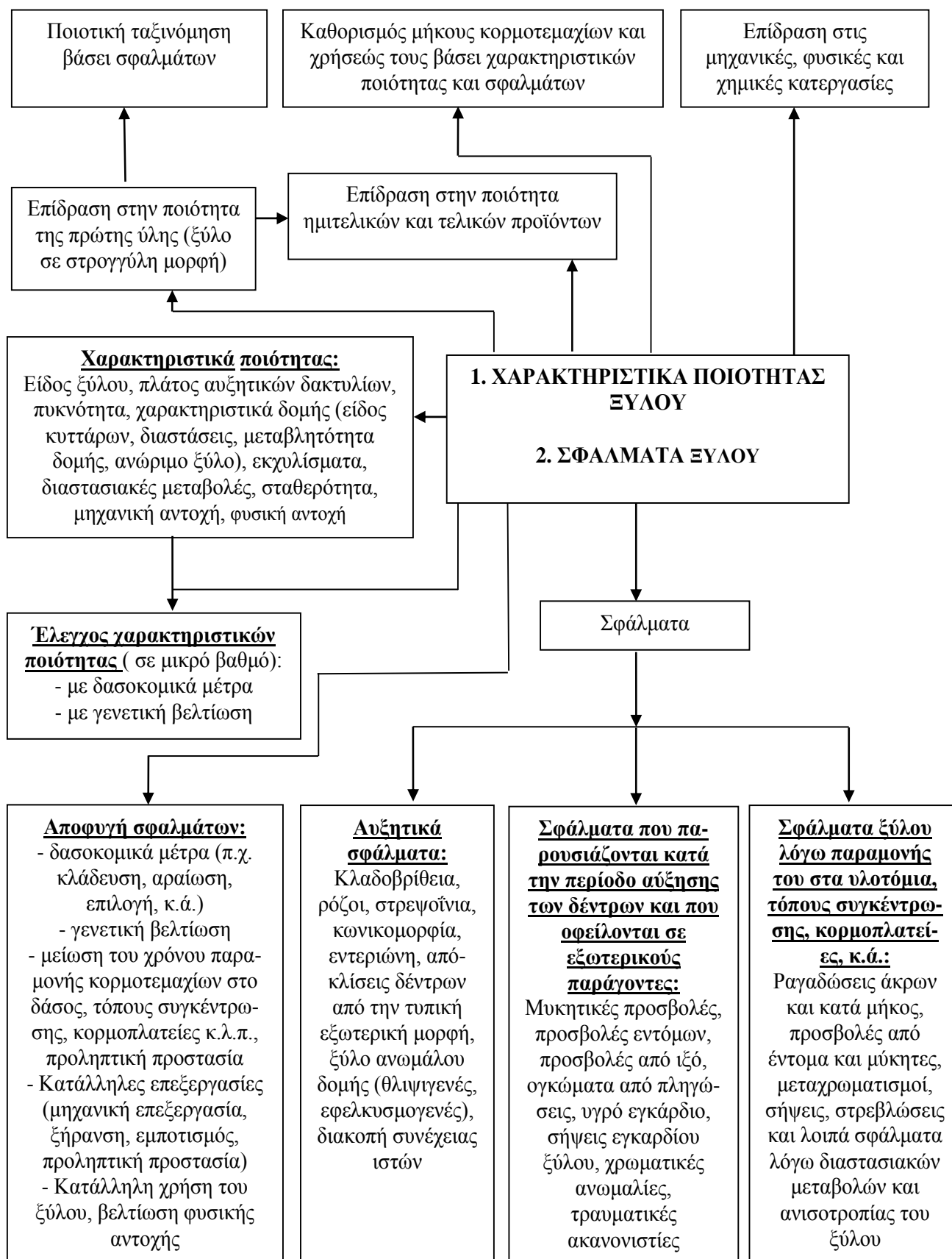
Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια (βλ. κεφ. 3ο και 4ο), η ποιότητα του παραγόμενου ξύλου από τα δάση και η καταλληλότητά του για διάφορες χρήσεις εξαρτάται (α) από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ποιότητας του κάθε δασοπονικού είδους και (β) από την παρουσία διαφόρων τύπων σφαλμάτων (Διάγραμμα 1). Τα χαρακτηριστικά αυτά και η παρουσία και η ένταση των σφαλμάτων επηρεάζουν την ποιότητα της πρώτης ύλης (στρόγγυλη ξυλεία) και, στη συνέχεια, την ποιότητα των ημιτελικών και τελικών προϊόντων. Μερικός έλεγχος των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών ποιότητας και αποφυγή ή ελαχιστοποίηση της παρουσίας και έντασης των σφαλμάτων μπορεί να γίνει με τη λήψη διαφόρων δασοκομικών μέτρων και με γενετική βελτίωση κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των δέντρων. Δευτερογενή σφάλματα στο παραγόμενο ξύλο (μετά την υλοτομία των δέντρων) μπορούν να αποφευχθούν με άμεση απομάκρυνση των κορμοτεμαχίων από τα υλοτόμια, τους τόπους και τις κορμοπλατείες συγκέντρωσης, κατάλληλη στοίβαση των κορμοτεμαχίων στις θέσεις αυτές εφόσον δεν γίνεται γρήγορη μετακίνηση των κορμοτεμαχίων στις βιομηχανίες ξύλου ή γρήγορη επεξεργασία μετά την μεταφορά τους στις κορμοπλατείες των εργοστασίων και με άμεση μηχανική επεξεργασία, ξήρανση και άλλες επεξεργασίες (Διάγραμμα 1).

Η παρουσία ελαττωμάτων (σφαλμάτων) στο ξύλο σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό αποτελεί κυρίαρχο κριτήριο ποιοτικής ταξινόμησης της ξυλείας. Άλλα συνοδευτικά και σημαντικά κριτήρια είναι οι διαστάσεις της ξυλείας, το δασοπονικό είδος και οι χρήσεις για τις οποίες το ξύλο προορίζεται.

Απουσία ελαττωμάτων θα ήταν επιθυμητή στη διαδικασία τεχνολογικής αξιοποίησης του ξύλου αλλά αυτό δεν συμβαίνει ή συμβαίνει σπάνια, επειδή το ξύλο είναι ένα φυσικό και ανανεώσιμο υλικό και ο τρόπος παραγωγής του ακολουθεί φυσικούς και βιολογικούς νόμους και δεν ελέγχεται τεχνητά.

Τα διάφορα ελαττώματα, που εμφανίζονται στο ξύλο, αξιολογούνται από άποψη μεγέθους, θέσεως, είδους ελαττωμάτων και έντασης και η ξυλεία κατατάσσεται σε ποιοτικές κατηγορίες. Η κατάταξη αυτή εφαρμόζεται είτε σε ακατέργαστη ξυλεία, που είναι τα πρωτογενή δασικά προϊόντα που παράγονται στο δάσος (στρόγγυλη ξυλεία που περιλαμβάνει και στύλους ΟΤΕ, ΔΕΗ και πασσάλους, ξύλο θρυμματισμού, καυσόξυλα) και σε προϊόντα πρωτογενούς μηχανικής κατεργασίας του ξύλου¹ όπως π.χ. πριστή ξυλεία, ξυλλόφυλλα, αντικολλητά, επικολλητά, στρωτήρες κ.α.

¹Τα προϊόντα δευτερογενούς μηχανικής κατεργασίας του ξύλου περιλαμβάνουν τα έπιπλα, ξυλουργικές κατασκευές κάθε φύσεως, δάπεδα, κιβώτια, βαρέλια, βάρκες και διαφόρων τύπων σκάφη, βαγόνια, έπιπλα, μουσικά όργανα, αθλητικά είδη, κλπ., ενώ στα προϊόντα χημικής αξιοποίησης του ξύλου περιλαμβάνεται ο χημικός ξυλοπολτός, προϊόντα κυτταρίνης, τεχνητές ίνες, λιγνίνη, κ.ά.



Διάγραμμα 1 Χαρακτηριστικά ποιότητας και σφάλματα του ξύλου, επίδρασή τους στην ποιότητα της στρογγύλης ξυλείας και των παραγόμενων προϊόντων ξύλου, έλεγχος χαρακτηριστικών ποιότητας και μέτρα αποφυγής σφαλμάτων.

Στην περίπτωση ακατέργαστης ξυλείας (στρόγγυλης ξυλείας), η αξιολόγηση των σφαλμάτων γίνεται επί της εξωτερικής επιφάνειας των κορμών ή κορμοτεμαχίων που αποφλοιώνονται στο δάσος (συνήθως πρακτική για τα κωνοφόρα στα ελληνικά δάση) ή παραμένουν έμφλοια (πλατύφυλλα) μέχρι την κατεργασία τους στις βιομηχανίες ξύλου.

Η αξιολόγηση αυτή δεν μπορεί να περιλάβει αναλυτική παρουσίαση των σφαλμάτων στο εσωτερικό του ξύλου αλλά η εξωτερική ποιοτική κατάσταση μπορεί να θεωρηθεί ισχυρός δείκτης και της ποιότητας του εσωτερικού ξύλου.

Η ταξινόμηση της ακατέργαστης στρόγγυλης ξυλείας μικρότερου ή μεγαλύτερου μήκους βάσει της ποιότητας λαμβάνει υπόψη τα παρακάτω κριτήρια:

- 1. Καμπυλότητα:** Εκφράζεται σε εκατοστά βέλους ανά μέτρο (μετρείται με διαίρεση του συνολικού βέλους σε εκατοστά με την απόσταση που χωρίζει τα δύο άκρα της καμπυλότητας εκφρασμένη σε μέτρα).
- 2. Στρεψοΐνια:** Εκφράζεται συνήθως σε μοίρες ή σε εκατοστά απόκλισης των ινών ανά μέτρο μήκους του κορμού ή του κορμοτεμαχίου.
- 3. Κωνικομορφία:** Εκφράζεται σε εκατοστά πτώσης της διαμέτρου ανά μέτρο μήκους του κορμού ή του κορμοτεμαχίου.
- 4. Ρόζοι (σύμφυτοι ή χαλαροί):** Ο βαθμός του σφάλματος εξαρτάται από τον αριθμό και το μέγεθος (διάμετρος) των ρόζων.
- 5. Έκκεντρη εντεριώνη.**
- 6. Ξύλο ακανόνιστης δομής** (θλιψιγενές ξύλο, εφελκυσμογενές ξύλο).
- 7. Περιμετρικές ακανονιστίες** (π.χ. μη κυκλική διατομή).
- 8. Ραγάδες περιφερειακές, κατά μήκος του κορμού, παγοραγάδες, κλπ.**
- 9. Μεταχρωματισμοί.**
- 10. Άλλα σφάλματα.**

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια και το βαθμό κάθε σφάλματος διακρίνονται συνήθως τρεις ποιότητες ακατέργαστης στρόγγυλης ξυλείας:

α. Ποιότητα Α: Ξύλο υγιές, με καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες, απαλλαγμένα σφαλμάτων ή με ασήμαντα ελαττώματα που δεν επηρεάζουν και δεν περιορίζουν τη χρησιμοποίησή τους για το σκοπό που προορίζονται.

β. Ποιότητα Β: Ξύλο συνήθους ποιότητας που περιλαμβάνει τα παρακάτω ελαττώματα σε μικρό σχετικά βαθμό: καμπυλότητα και στρεψοΐνια ασθενείς, χωρίς έντονη κωνικομορφία, χωρίς χονδρούς ρόζους αλλά με λίγους, μέσου μεγέθους ρόζους, εντεριώνη ελαφρά έκκεντρη, μικρές ανωμαλίες της περιμέτρου ή παρουσία άλλων ελαττωμάτων που αντισταθμίζονται από τη γενικά καλή ποιότητα του ξύλου.

γ. Ποιότητα Γ: Ξύλο με περισσότερα ελαττώματα που δεν μπορεί να ταξινομηθεί στις παραπάνω ποιότητες Α και Β, αλλά παρόλα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικές χρήσεις.

Στην περίπτωση των προϊόντων πρωτογενούς μηχανικής κατεργασίας η στρόγγυλη ξυλεία είτε ορθογωνίζεται σε ένα ή δύο πριστά είτε πριονίζεται για παραγωγή σανίδων και μαδεριών οπότε αποκαλύπτονται καλύτερα τα σφάλματα στις επιφάνειες των πριστών τεμαχίων² που αποτελούν εσωτερικό ξύλο.

Ειδικότερα για τους ρόζους, αυτοί εμφανίζονται στην εξωτερική κυλινδρική επιφάνεια της ακατέργαστης ξυλείας με «στρόγγυλη», «ελλειψοειδή» ή «επιμήκη» μορφή ανάλογα με τη γωνία του κλαδιού με τον άξονα του κορμού του δένδρου, ενώ σε ορθογωνισμένη πριστή ξυλεία εκτός των παραπάνω

² Τα ορθογωνισμένα πριστά τεμάχια έχουν διαστάσεις μήκους, πλάτους και πάχους. Το γινόμενο μήκος X πλάτος X πάχος δίνει τον όγκο του πριστού σε κ.μ. Διακρίνονται πραγματικές διαστάσεις (κατά τη στιγμή των μετρήσεων), ονομαστικές διαστάσεις (διαστάσεις ξηρής στον αέρα ξυλείας ανεξάρτητα αποκλίσεων) και χλωρές διαστάσεις (πριν την ξήρανση της ξυλείας με την απαραίτητη υπερδιάσταση). Κάθε ορθογωνισμένο πριστό τεμάχιο έχει δύο «όψεις» που είναι οι πλατύστερες επιφάνειες του και δύο «ράχες» που είναι οι στενότερες επιφάνειες και αντιστοιχούν στο πάχος της ξυλείας, καθώς και δύο «άκρα» που είναι οι εγκάρσιες επιφάνειες. Οι δύο όψεις ή ράχες μπορεί να είναι ακτινικές επιφάνειες, εφαπτομενικές επιφάνειες ή ενδιάμεσες. Στην περίπτωση που οι δύο όψεις (ή ράχες) είναι εφαπτομενικές επιφάνειες, η μία ονομάζεται «εσωτερική» και είναι πλησιέστερα στον άξονα του κορμού και η άλλη «εξωτερική» και είναι πλησιέστερα προς το φλοιό. Στην περίπτωση που το κυλινδρικό κορμοτεμάχιο ή ο κορμός απλώς ορθογωνίζεται το παραγόμενο τεμάχιο μπορεί να έχει όψεις και ράχες ίδιων διαστάσεων ή με μικρές διαφορές. Τέτοια πριστά μπορούν να παραχθούν και με άλλους τρόπους πρίσεως.

διακρίσεων και ανάλογα με τη θέση τους στις τέσσερις πλευρές και ακμές των πριστών οι ρόζοι διακρίνονται σε ρόζους «όψεως», «ράχεως», «γωνιακούς», «εγκάρσιους», «τεταρτημορίου», και «αφανείς».

Στην περίπτωση πριστών τεμαχίων η φυσική στρεψοϊνία πρέπει να διακρίνεται από την τεχνητή (λοξοϊνία), η οποία δημιουργείται από τον τρόπο πρίσεως και συγκεκριμένα από τη γωνία της επιφάνειας του μαχαιριού ή πριονιού με τον άξονα του κορμοτεμαχίου κατά την πρίση.

Κατά την αξιολόγηση των σφαλμάτων του ξύλου από ποιοτικής πλευράς μεγάλη σημασία έχει η ένταση του σφάλματος. Γενικά ισχύει ότι η εμφάνιση σφαλμάτων υποβαθμίζουν την ποιότητα του ξύλου και ότι όσο η ένταση του σφάλματος είναι ισχυρή τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποιοτική υποβάθμιση του ξύλου.

6.2. Ακατέργαστη ξυλεία

Οι δύο βασικές κατηγορίες ξυλείας που διαμορφώνονται στο δάσος είναι: Α. η βιομηχανική ξυλεία με διάκριση σε α: ξυλεία κατασκευών (στρόγγυλη ξυλεία) και β: ξύλο θρυμματισμού, και Β. τα καυσόξυλα. Η ποιοτική ταξινόμηση εφαρμόζεται στη στρόγγυλη ξυλεία.

Για τη διευκόλυνση των ενδοκοινοτικών συναλλαγών, την καθιέρωση συγκρίσιμων στατιστικών στοιχείων παραγωγής, εμπορίας και κατανάλωσης ακατέργαστης ξυλείας, η Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (Ε.Ο.Κ.) εξέδωσε απόφαση ταξινόμησης και καταμέτρησης της ακατέργαστης ξυλείας (βλ. Παράρτημα Ι-Εφημερίδα Ε.Ο.Κ. Φύλλο 432/1968) και συνέστησε εναρμόνιση των νομοθεσιών των κρατών-μελών. Σύμφωνα με την απόφαση αυτή η ξυλεία διακρίνεται σε **α) «ξυλεία μακρού μήκους» (στρόγγυλη ξυλεία)** που μετρείται σε κυβικά μέτρα με βάση το μήκος και τη μέση διάμετρο του κορμού ή του κορμοτεμαχίου ($V = \pi \times D^2 / 4 \times M$, όπου V =όγκος σε m^3 , D =διάμετρος σε m , $\pi=3,14$ και M =μήκος σε m) και **β) «ξυλεία καυσόξυλων»**, που μετρείται σε χωρικά μέτρα ή κατά βάρος σε χιλιόγραμμα.

Η ταξινόμηση της ακατέργαστης ξυλείας μπορεί να ταξινομηθεί ανάλογα α) με το είδος και της συνήθους ονομασίας της, β) με τις διαστάσεις και γ) με την ποιότητα. Κατά την ταξινόμηση βάσει ποιότητας, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω σφάλματα:

- **Καμπυλότητα** (εκατοστά/τρέχον μέτρο, cm/m),
- **Στρεψοϊνία** (εκατοστά απόκλισης ινών από τον άξονα του κορμού/μέτρο μήκους, cm/m),
- **Πτώση διαμέτρου (κωνικομορφία)** σε εκατοστά/μέτρο μήκους, cm/m),
- **Ρόζοι** (σύμφυτοι ή χαλαροί) σε εκατοστά της μικρότερης διαμέτρου (cm),
- **Έκκεντρη εντεριώνη και ξύλο ακανόνιστης δομής** (θλιψιγενές για κωνοφόρα, εφελκυσμογενές για πλατύφυλλα),
- **Ανωμαλίες περιμέτρου,**
- **Ραγάδες δακτυλίου, ραγάδες από ηλεκτροπληξία και από παγετό,**
- **Σχισμές** που προέρχονται από ιστάμενα ξηρά δέντρα ή ελαττώματα που οφείλονται στηναποξήρανση,
- **Αποχρωματισμοί,**
- **Άλλες ζημιές** από επιβλαβείς οργανισμούς.

Η ταξινόμηση της Ε.Ο.Κ. καταλήγει στην ταξινόμηση τριών κλάσεων ποιότητας (Α/CEE, Β/CEE, C/CEE) για τις οποίες περιγράφεται ο βαθμός των επιτρεπόμενων σφαλμάτων σε κάθε κλάση (Παράρτημα Ι). Η εναρμόνιση της εθνικής νομοθεσίας με την παραπάνω οδηγία της Ε.Ο.Κ. για ταξινόμηση της ακατέργαστης ξυλείας που προορίζεται για εμπορία στη χώρα μας και στα άλλα κράτη-μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Ε.Κ.) έγινε με την Υπουργική Απόφαση 290350/ΦΕΚ 573/19/8.1988 (βλ. Παράρτημα Ι).

Σύμφωνα με νεότερα ευρωπαϊκά πρότυπα για κωνοφόρα (EN 1927-1, 2008) και πλατύφυλλα (EN 1316-1, 1997), η ταξινόμηση διακρίνει τέσσερις ποιοτικές κλάσεις (Πίνακες 6.1 και 6.2) (Μαντάνης & Σκαρβέλης, 2008; Κουτσιανίτης, 2015) (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ και ΙΙΙ).

Ποιοτική κλάση Α	Πρώτης ποιότητας ξυλεία. Ξυλεία κατάλληλη για όλες σχεδόν τις εφαρμογές. Ξυλεία εξαιρετικά καθαρή, χωρίς σφάλματα ή με ελάχιστα σφάλματα ήσσονος σημασίας.
Ποιοτική κλάση Β	Ξυλεία μέσης έως πρώτης ποιότητας. Κορμοτεμάχια υγιή, ευθυτενή, κυλινδρόμορφα, επιτρέπονται ρόζοι και άλλα σφάλματα σε μικρό βαθμό.
Ποιοτική κλάση C	Ξυλεία χαμηλής έως μέτριας ποιότητας. Επιτρέπονται τα σφάλματα μέχρι του σημείου που δεν υποβαθμίζουν αισθητά τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες της ξυλείας.
Ποιοτική κλάση D	Ξυλεία χαμηλής ποιότητας. Μπορεί να υποστεί πρίση και να αξιοποιηθεί σε ορισμένες εφαρμογές. Ξυλεία με κρίσιμο αριθμό σφαλμάτων που δεν μπορεί να ενταχθεί σε καμία από τις προηγούμενες ποιοτικές κλάσεις Α, Β και C.

Πίνακας 6.1 Ποιοτικές κλάσεις ταξινόμησης στρόγγυλης ξυλείας κωνοφόρων.

Ποιοτική κλάση Α	Ξυλεία εξαιρετικής ποιότητας
Ποιοτική κλάση Β	Ξυλεία κανονικής ποιότητας
Ποιοτική κλάση C	Ξυλεία λιγότερο πολύτιμης ποιότητας
Ποιοτική κλάση D	Κορμοτεμάχια στρόγγυλης ξυλείας ή τμήματα αυτών των κορμοτεμαχίων που λόγω των σφαλμάτων που παρουσιάζουν δεν μπορούν να ενταχθούν σε καμιά από τις προηγούμενες ποιοτικές κλάσεις Α, Β και C. Περισσότερο από 40% του όγκου του κορμοτεμαχίου είναι αξιοποιήσιμο ως τεχνική ξυλεία.

Πίνακας 6.2 Ποιοτικές κλάσεις ταξινόμησης στρόγγυλης ξυλείας πλατυφύλλων (δρυός, οξιάς).

Στους Πίνακες 6.3 και 6.4 περιγράφονται τα επιτρεπόμενα σφάλματα και ο βαθμός των σφαλμάτων που επιτρέπονται στις 4 ποιοτικές κλάσεις κωνοφόρων και πλατυφύλλων ειδών, σύμφωνα με τα παραπάνω πρότυπα.

Στις Εικόνες 6.1 και 6.2 παρουσιάζονται διάφορες ποιοτικές κατηγορίες στρόγγυλης ξυλείας ελάτης και οξιάς, αντίστοιχα, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα για κωνοφόρα (EN 1927-1, 2008) και πλατύφυλλα (EN 1316-1, 1997). Τα κορμοτεμάχια ελάτης είναι αποφλοιωμένα, όπως συνηθίζεται να γίνεται στα ελληνικά δάση για να αποφεύγονται προσβολές από έντομα μετά την υλοτομία και κατά την παραμονή τους στα υλοτόμια, ενώ τα κορμοτεμάχια της οξιάς και άλλων πλατυφύλλων ειδών δεν αποφλοιώνονται.

Στην Ελλάδα δεν έχουν καθιερωθεί εθνικές προδιαγραφές ποιοτικής ταξινόμησης στρόγγυλης μέχρι σήμερα εκτός από εκείνες που ισχύουν για στύλους ΟΤΕ και ΔΕΗ, στρωτήρες σιδηροδρόμων και ξυλείας υποθημάτων (βάθρων) συσκευασιών καυσίμων του Στρατού και καθιερώθηκαν από τους αντίστοιχους Οργανισμούς. Ορισμένες προδιαγραφές που καταρτίστηκαν για χρησιμοποίησή τους στα ελληνικά δάση παραγωγικών Δασαρχείων (π.χ. Καστοριάς, Αρναίας, Δράμας, Γρεβενών, κ.ά.) είχαν ενδεικτικό και τοπικό περισσότερο χαρακτήρα. Επίσης, προδιαγραφές ποιοτικής ταξινόμησης για ξύλο οξιάς διαμορφώθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας το 1970 ενώ σχετική σύμβαση μεταξύ ελληνικού δημοσίου και της Αθηναϊκής χαρτοποιίας (ΦΕΚ 184/Α/19.10.1972) αναφερόταν σε ποιοτική ταξινόμηση ξυλείας κωνοφόρων (ερυθρελάτης, πεύκης) και λεύκης στην περιοχή Δράμας (Τσουμής, 1987).

Χαρακτηριστικά	Ποιοτική κλάση				
	A	B	C	D	
Ρόζοι <i>υγιείς</i> <i>νεκροί</i> <i>προσβεβλημένοι</i>	δεν επιτρέπονται	≤ 4 cm	≤ 8 cm	επιτρέπονται	
	δεν επιτρέπονται	≤ 3 cm	≤ 6 cm	επιτρέπονται	
	δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	≤ 3 cm	επιτρέπονται	
Σχήμα διατομής βάσης	κυκλική διατομή	μη κυκλική διατομή	μη κυκλική διατομή	μη κυκλική διατομή	
Εγκάρδιο	κανονική διατομή	κανονική διατομή	ακανόνιστη διατομή	ακανόνιστη διατομή	
Αυξητικά χαρακτηριστικά <i>στρεψοΐνια</i> <i>έκκεντρη εντεριώνη</i> <i>θλιψιγενές ξύλο</i> <i>καμπυλότητα</i> <i>κωνικομορφία</i>	≤ 3 cm/m	≤ 7 cm/m	≤ 10 cm/m	χωρίς όριο	
	≤ 10%	≤ 15%	χωρίς όριο	χωρίς όριο	
	δεν επιτρέπεται	≤ 10%	≤ 33%	χωρίς όριο	
	< 20 cm	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 3 cm/m	
	≥ 20 cm & < 35 cm	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 3,5 cm/m	
	≥ 35 cm	≤ 1 cm/m	≤ 2 cm/m	≤ 4,5 cm/m	
	< 20 cm	≤ 1,25 cm/m	≤ 2 cm/m	χωρίς όριο	
	≥ 20 cm & < 35 cm	χωρίς όριο	≤ 2,5 cm/m	χωρίς όριο	
	≥ 35 cm	χωρίς όριο	≤ 4 cm/m	χωρίς όριο	
	Ραγάδες <i>Ακτινικές</i> <i>Περιφερειακές</i>	< 35 cm	δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	≤ 1/2 της διατομής
≥ 35 cm		≤ 1/4 της διατομής	≤ 1/4 της διατομής	≤ 1/2 της διατομής	επιτρέπονται
< 35 cm		δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	≤ 1/2 της διατομής
≥ 35 cm		δεν επιτρέπονται	≤ 1/4 της διατομής	≤ 1/3 της διατομής	≤ 1/2 της διατομής
Ρητινοθύλακες	δεν επιτρέπονται	ένας ανά εγκάρσια διατομή	επιτρέπονται	επιτρέπονται	
Προσβολή από έντομα	δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	επιτρέπεται σε μικρή κλίμακα	
Πρώιμη σήψη	δεν επιτρέπεται	δεν επιτρέπεται	επιτρέπεται μέχρι ποσοστού 10% διατομής (<35 cm) & μέχρι 20% διατομής (≥35cm)	επιτρέπεται	
Σήψη	δεν επιτρέπεται	δεν επιτρέπεται	δεν επιτρέπεται	επιτρέπεται	
Κυάνωση	δεν επιτρέπεται	δεν επιτρέπεται	επιτρέπεται στο σομό ξύλο	επιτρέπεται	

Πίνακας 6.3 Επιτρεπόμενα σφάλματα του ξύλου σε κορμοτεμάχια κωνοφόρων ξύλων κατά ποιοτική κλάση (EN 1927-1, 2008).

Χαρακτηριστικά	Ποιοτική κλάση			
	A	B	C	D
Ελάχιστες διαστάσεις				
<i>ελάχιστο μήκος (m)</i>	3	3	2	χωρίς όριο
<i>ελάχιστη μέση άφλοια διάμετρος (cm)</i>	35	30	25	χωρίς όριο
Ρόζοι				
<i>καλυπτόμενοι ή μη, όπου από τους μη καλυπτόμενους</i>	δεν επιτρέπονται	3 ρόζοι/3 μ. Σύνολο διαμέτρου ≤ 200mm/3m (όπου 40 mm μέγιστο μη υγιών ρόζων/3μ)	Επιτρέπονται υγιείς ρόζοι Σύνολο διαμέτρου σάπιων ή μη υγιών ρόζων ≤ 120 mm/3μ.	επιτρέπονται
Στρεψοΐνια (cm/m)	≤ 5	≤ 9	επιτρέπεται	επιτρέπεται
Εκκεντρότητα (%)	≤ 10	≤ 20	επιτρέπεται	επιτρέπεται
Καμπυλότητα (cm/m)	≤ 2	≤ 4	≤ 8	επιτρέπεται
Απόκλιση από κυκλική εγκάρσια διατομή (%)	≤ 15	επιτρέπεται	επιτρέπεται	επιτρέπεται
Ακανόνιστη εγκάρσια διατομή	δεν επιτρέπεται	δεν επιτρέπεται	επιτρέπεται	επιτρέπεται
Ραγαδώσεις				
<i>ακτινικές</i>	δεν επιτρέπονται	επιτρέπονται	επιτρέπονται	επιτρέπονται
<i>περιφερειακές</i>	δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	επιτρέπονται	επιτρέπονται
Προσβολές από έντομα	δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	δεν επιτρέπονται	επιτρέπονται
Σήψη-τελικό στάδιο (Μ. διαμ.),% της διαμέτρου	≤10 στο εγκάρδιο	≤ 15 στο εγκάρδιο	≤ 25 στο εγκάρδιο	επιτρέπεται
Εφελκυσμογενές ξύλο	δεν επιτρέπεται	≤ 10%	≤ 33%	επιτρέπεται
Ερυθρό εγκάρδιο (% της διαμέτρου)				
<i>κυκλική διατομή (Μ. διαμ.)</i>	≤ 20	≤ 30	επιτρέπεται	επιτρέπεται
<i>ακανόνιστη διατομή (Μ. διαμ.)</i>	δεν επιτρέπεται	≤ 10	≤ 40	επιτρέπεται
Μεταχρωματισμός	δεν επιτρέπεται	δεν επιτρέπεται	επιτρέπεται	επιτρέπεται
Κατάσταση φλοιού (λείος, τραχύς, με προσβολές, με ογκώματα)	Λείος	τραχύς	τραχύς	προσβολές και ογκώματα

Πίνακας 6.4 Επιτρεπόμενα σφάλματα του ξύλου σε κορμοτεμάχια πλατυφύλλων ξύλων κατά ποιοτική κλάση (EN 1316-1, 1997).



Εικόνα 6.1 Α, Β, Γ: Ποιοτική ταξινόμηση κορμοτεμαχίων ελάτης στις ποιοτικές κλάσεις Β', Γ', και Δ', αντίστοιχα, σύμφωνα με το πρότυπο EN 1927-1 (2008). Δ. Στοιβαζόμενο ξύλο (ξύλο θρυμματισμού, καυσόξυλο) (Κουτσιανίτης 2015).



Εικόνα 6.2 Α, Β, Γ, Δ : Ποιοτική ταξινόμηση κορμοτεμαχίων οξιάς στις ποιοτικές κλάσεις Α', Β', Γ', και Δ', αντίστοιχα, σύμφωνα με το πρότυπο EN 1316-1 (1997). Ε, Ζ: Στοιβαζόμενο ξύλο (ξύλο θρυμματισμού, καυσόξυλο) (Κουτσιανίτης, 2015).

Σύνοψη όλων αυτών των προσπαθειών καθιέρωσης εθνικών προδιαγραφών ποιοτικής ταξινόμησης ακατέργαστης ξυλείας στα ελληνικά δάση παρουσιάζεται στο Παράρτημα IV και V χωριστά για κωνοφόρα (πέυκη, ελάτη, ερυθρελάτη) και για πλατύφυλλα (οξιά, δρυς, λεύκη). Τα κύρια κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση αυτή ήταν α) οι διαστάσεις (μήκος, διάμετρος) και β) ο βαθμός εμφάνισης των διαφόρων σφαλμάτων (ρόζοι, εγκλείσματα φλοιού, ρητινοθύλακες, στρεψοίνια, κωνικότητα, ελλειπτικότητα, μονόπλευρη καμπυλότητα, ραγάδες, παγορραγάδες, περιφερειακές ραγάδες, σήψη, διπλός πυρήνας, ψευδεγκάρδιο, στοές εντόμων, μεταχρωματισμοί, κ.λπ.).

Κριτήρια ποιοτικής ταξινόμησης αποφλοιωμένων κορμοτεμαχίων ελάτης σε 3 ποιότητες (Α', Β', Γ') προτάθηκαν μετά από έρευνα για το πανεπιστημιακό δάσος Περτουλίου και στηρίχθηκαν σε αυστριακούς κανόνες ταξινόμησης και στα σφάλματα που εμφανίζονταν στην ακατέργαστη ξυλεία ελάτης (Τσουμής, 1961, Πίν. 6.5). Τα κριτήρια αυτά εφαρμόστηκαν αργότερα σε μελέτη συγκομιδής ξύλου ελάτης στο πανεπιστημιακό δάσος Περτουλίου (Τσουμής, 1970). Σε μεταγενέστερη μελέτη (Πασιαλής, 1984), η «παράχρωση», που οφείλεται στο «υγρό εγκάρδιο» ελάτης, αναθεωρήθηκε ως σφάλμα επειδή θεωρήθηκε σχηματισμός κανονικού εγκαρδίου, εκτός από τις περιπτώσεις που αυτή συνδέεται με αρχικά στάδια σήψης και παρουσιάζει μη κυκλική διατομή. Σε άλλη μελέτη συγκομιδής ξύλου δρυός στο πανεπιστημιακό δάσος Ταξιάρχη Χαλκιδικής, διακρίθηκαν δύο ποιότητες (Α', Β') τεχνικού ξύλου (κορμοτεμάχια δρυός, μήκους >0,80 m) με βάση την εμφάνιση και την ένταση των σφαλμάτων (Τσουμής & Ευθυμίου, 1973).

Ειδικές κατηγορίες προϊόντων ξύλου καστανιάς (ξυλεία μεταλλείων- μπουδέλια και γαρνιτούρα, στύλοι ΟΤΕ, καπρούλια, πάσσαλοι, καπνόβεργες, στρόγγυλη ξυλεία-οικοδομήσιμη και στρογγύλια) με βάση τις διαστάσεις τους περιλαμβάνονται στο κεφ. 1.

Ποιότητα Α	Κορμοτεμάχια υγιή, ευθυτενή, κυλινδρόμορφα, χωρίς ή σχεδόν χωρίς ρόζους, χωρίς άλλα σφάλματα ή με μικρά τέτοια που να μην επηρεάζουν την αξία χρήσεως του ξύλου.
Ποιότητα Β	Κορμοτεμάχια συνήθη, υγιή, με σφάλματα όχι εκτεταμένα, που αντισταθμίζονται από τη γενικά καλή κατάσταση του ξύλου. Σκληρή παράχρωση μέχρι το 1/5 της διαμέτρου.
Ποιότητα Γ	Κορμοτεμάχια ροζοβριθή, ισχυρά ελλειπόμορφα, ισχυρά στρεψοίνια, με ασθένειες, αλλά όχι άχρηστα, με σήψη κατά θέσεις και περιφερειακές ραγάδες. Σκληρή παράχρωση απεριόριστη, ισχυρές προσβολές από ιξό (καρκινώματα), οπές από έντομα, παθολογικό ξύλο, ισχυρή εκκεντρότητα, κάμψη από τη βάση λόγω σπαθοειδούς μορφής του κορμού, ρόζοι απεριόριστοι σε αριθμό, μέγεθος και είδος.

Πίνακας 6.5 Κριτήρια ποιοτικής ταξινόμησης αποφλοιωμένων κορμοτεμαχίων ελάτης στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου (Τσουμής, 1961).

6.3. Προδιαγραφές στύλων ΟΤΕ και ΔΕΗ

Οι στύλοι ΟΤΕ και ΔΕΗ είναι πρωτογενή δασικά προϊόντα σε στρόγγυλη μορφή μεγάλου μήκους (ως 15 m) και η ποιοτική ταξινόμησή τους βασίζεται στα ίδια ποιοτικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται σε στρόγγυλη ξυλεία (κορμοτεμάχια) με ορισμένες επιμέρους προσθήκες και εξειδικεύσεις.

6.3.1. Στύλοι ΟΤΕ

Η προδιαγραφή του ΟΤΕ (Τ.Π. 042.4/15/6-83) καθορίζει την παραγωγή και επεξεργασία ξύλινων στύλων, που χρησιμοποιούνται στις εναέριες τηλεπικοινωνιακές γραμμές, καθώς επίσης και το είδος της ξυλείας, τις απαιτούμενες ιδιότητές της, τα μέσα και τη μέθοδο εμποτισμού της, τα απαιτούμενα μεγέθη στύλων, τη σήμανσή τους, τον ποιοτικό και ποσοτικό έλεγχο, κ.λπ.

Σχετικά με το δασοπονικό είδος, προβλέπεται να είναι πέυκη των παρακάτω ειδών: *Pinus silvestris*, *P. nigra* (προέλευσης Ευρώπης), *P. palustris*, *P. echinata*, *P. taeda*, *P. elliottii* (προέλευσης Β. Αμερικής) και *P. pinaster* (προέλευσης Ν. Αφρικής, Πορτογαλίας και άλλων μεσογειακών χωρών).

Η περίοδος υλοτομίας των δέντρων ορίζεται να είναι εκτός βλαστητικής δραστηριότητας (για τα δέντρα προέλευσης Β. Ευρώπης η χρονική περίοδος 1^η Νοεμβρίου - 1^η Μαρτίου) για να εξασφαλίζει τον απαιτούμενο χρόνο για την πλήρη φυσική ξήρανσή τους, από την κοπή τους μέχρι τον εμποτισμό τους. Οι κορμοί πρέπει να απομακρύνονται από τα δάση το ταχύτερο δυνατό και να στοιβάζονται σε ειδικούς χώρους (κορμοπλατείες) με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η επαφή τους με το έδαφος. και η προσβολή τους από μύκητες.

Οι ξύλινοι στύλοι, ανάλογα με τις διαστάσεις τους, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, «ασθενείς» και «ισχυρούς», που αντιστοιχούν στον τρόπο χρησιμοποίησής τους (βλ. Πίνακα. 6.6).

Μήκος στύλων* (μέτρα)	Κατηγορία στύλου	Διάμετρος κορυφής**ελάχιστη-μέγιστη(cm)	Ελάχιστη ανεκτή διάμετρος σε απόσταση 1,5 m από τη βάση (cm)	Ανοχή μήκους στύλων (cm)
5,5	«ασθενής»	9-12,5	12,5	±7,5
6,0	«ασθενής»	10-14	14,0	±7,5
6,5	«ασθενής»	11-14	15,0	±7,5
7,0	«ασθενής»	11-14	15,0	±7,5
6,5	«ισχυρός»	14-17	18,0	±7,5
7,0	«ισχυρός»	14-17	18,0	±7,5
8,0	«ισχυρός»	14-17	19,0	±10
9,0	«ισχυρός»	14-17	19,0	±10
10,0	«ισχυρός»	14-17	20,0	±10
11,0	«ισχυρός»	14-17	21,0	±10
12,0	«ισχυρός»	14-17	22,0	±10

*Σε απόσταση 20 cm κάτω από την ακμή της διέδρης γωνίας της κορυφής των στύλων.

**Από την περίμετρο της βάσεως των στύλων μέχρι την κάτω παρυφή της διέδρης γωνίας.

Πίνακας 6.6 Διαστάσεις στύλων ΟΤΕ και ανοχές.

6.3.1.1.Απαιτούμενες προϋποθέσεις

Α. Υλοτομία: Κάθε στύλος θα περιέχει τη φυσική βάση του δέντρου, δηλαδή θα πριονίζεται κάθετα προς τον άξονα του στύλου, όσο είναι δυνατό κοντά στο έδαφος. Κανένα τμήμα του ξύλου δε θα αποκόπτεται από τη βάση για ελάττωση του φυσικού μεγέθους.

Β. Αποφλοιώση: Μετά από την κοπή των δέντρων θα αφαιρείται τελείως ο εξωτερικός και ο εσωτερικός φλοιός χωρίς να απομακρύνεται σομό ξύλο. Όλοι οι κλάδοι θα αποκόπτονται με τέτοιο τρόπο, ώστε ο κορμός να μην παρουσιάζει οποιαδήποτε προεκβολή.

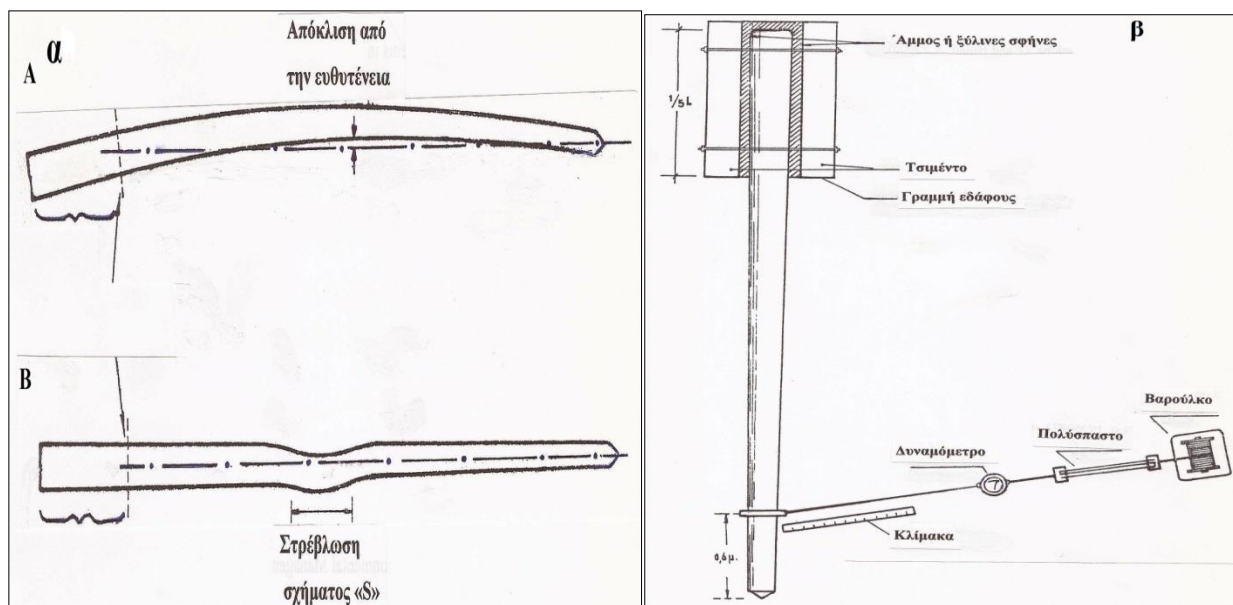
Γ. Μορφή στύλου: Οι στύλοι πρέπει να είναι ευθυτενείς, κατά τρόπο, ώστε η νοητή ευθεία, που ενώνει τα κέντρα κορυφής και εγκάρσιας τομής στη στάθμη πακτώσεως του στύλου, που απέχει από τη βάση το 1/5 του μήκους του, να μην εξέρχεται σε κανένα σημείο του στύλου. Κάθε απόκλιση από την ευθυτένεια, πρέπει να είναι προς το ίδιο επίπεδο σε όλο το μήκος του στύλου, χωρίς να σχηματίζεται «S» (Σχ. 6.1α). Η διάμετρος του στύλου πρέπει να αυξάνεται από την κορυφή προς τη βάση. Στην κορυφή οι στύλοι θα καταλήγουν σε διέδρη γωνία ~90 °, με ακμή κάθετη προς τον άξονα του στύλου. Οι στύλοι πρέπει να έχουν κυκλική εγκάρσια τομή, χωρίς να αποκλείεται ελαφρά ελλειπτικότητα, εφόσον οι άξονες της ελλείψεως, έχουν διαστάσεις σύμφωνα με τον Πίνακα 6.6.

Δ. Αντοχή κάμψης των στύλων: Η αντοχή σε κάμψη των ξηρών στον αέρα, εμποτισμένων και έτοιμων για χρήση στύλων, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 49,5 MPa (504,75 Kp/cm²). Η αντοχή (όριο θραύσεως) υπολογίζεται από τη σχέση:

$\sigma = L \times F / D^2$, όπου σ = αντοχή σε MPa, F= δύναμη θραύσεως σε Kp, D= διάμετρος στη γραμμή εδάφους, σε cm (στη στάθμη πακτώσεως), L= απόσταση από το σημείο εφαρμογής της δυνάμεως (60 cm από την κορυφή) μέχρι τη γραμμή του εδάφους σε cm. Η δοκιμαστική διάταξη περιγράφεται στο Σχήμα 6.1β.

Ε. Αυξητικοί δακτύλιοι-Όψιμο ξύλο: Οι στύλοι θα είναι καλά αναπτυγμένοι, δηλαδή το ξύλο πρέπει να υγιές, με 2,3 τουλάχιστο αυξητικούς δακτύλιους κατά μέσο όρο, σε κάθε cm σομού ξύλου, που μετριέται από την εξωτερική επιφάνεια, κάθετα προς τον άξονα του στύλου. Το πάχος της ζώνης που μετριούνται οι δακτύλιοι, θα είναι 5 cm από την περιφέρεια του στύλου, σε απόσταση 1,5 m από τη βάση. Κατ' εξαίρεση, γίνονται δεκτοί στύλοι με 1,6 ετήσιους δακτύλιους, κατά μέσο, όρο σε κάθε cm, εφόσον έχουν 50% τουλάχιστο όψιμο ξύλο (το σκουρότερο και σκληρότερο μέρος του αυξητικού δακτυλίου).

ΣΤ. Πάχος σομού ξύλου: Το πάχος σομού ξύλου θα είναι όσο απαιτείται για να επιτυγχάνεται το αναγκαίο βάθος διεισδύσεως του συντηρητικού υγρού.



Σχήμα 6.1 α. Απορριπτόμενοι στύλοι. Οι στύλοι απορρίπτονται όταν Α. Η ευθεία που ενώνει τα κέντρα κορυφής και εγκάρσιας τομής στη στάθμη πακτώσεως (γραμμή εδάφους) εξέρχεται του στύλου. Β. Η ευθεία δεν εξέρχεται του στύλου, αλλά εμφανίζεται στρέβλωση του κορμού σχήματος “S”. **β.** Δοκιμαστική διάταξη στύλου για δοκιμή αντοχής σε κάμψη.

Ζ. Ελαττώματα: Οι στύλοι απαγορεύεται να έχουν:

α. Οπές που προξενήθηκαν από αφαίρεση κλαδιών από πτηνά ή από έντομα.

β. Σχισμές ή διαμήκεις και περιφερειακές ρωγμές στην κορυφή.

γ. Σήψη.

δ. Κοιλότητες στην κορυφή και τη βάση.

ε. Ρήγματα, τα οποία μπορεί να προέρχονται από μηχανική βλάβη ή κακή μεταφορά. Κατ' εξαίρεση γίνονται δεκτοί στύλοι μόνο με **εγκοπές**, που οφείλονται σε άγκιστρα ή άρπαγες κ.λπ., εφόσον έχουν βάθος μικρότερο από 1 cm και δεν είναι στο ενδιάμεσο τμήμα του στύλου που ορίζεται μεταξύ 0,60 m από τη βάση και μέχρι μήκους 1,8 m από αυτή.

στ. Οπές που έγιναν από μηχανικά μέσα, εκτός από εκείνες που έγιναν για τους ελέγχους και οι οποίες πρέπει να κλείνονται αμέσως με εμποτισμένους πείρους.

ζ. Στρεψοΐνια, εφόσον υπερβαίνει τη μία στροφή ανά 3 m μήκους, για στύλους μέχρι 9 m και άνω και ανά 5 m για στύλους των 9 m και άνω.

η. Ακτινοειδείς ρωγμές που προήλθαν από το διαχωρισμό του ξύλου κατά μήκος των ινών στη βάση, αν είναι περισσότερες από 2 mm ή έχουν άνοιγμα μεγαλύτερο από 6 mm ή επεκτείνονται πέρα από 50 cm από τη βάση.

Όμως επιτρέπονται ακτινοειδείς ρωγμές στο ενδιάμεσο τμήμα του στύλου, που ορίζεται μεταξύ 2 m από τη βάση του και 2 m από την κορυφή του, εφόσον δεν είναι περισσότερες από 2 στην ίδια εγκάρσια τομή, δεν έχουν μήκος μεγαλύτερο από 1 m και το μεγαλύτερο άνοιγμα της ρωγμής δεν υπερβαίνει τα 5 mm σε πλάτος. Δύο ρωγμές που απέχουν μεταξύ τους λιγότερο από 1 cm θεωρούνται ως μία ρωγμή.

θ. Περιφερειακές ρωγμές που προέρχονται από διαχωρισμό του ξύλου κατά μήκος των ινών και μεταξύ των ετήσιων δακτυλίων στη βάση, εφόσον υπερβαίνουν τόξο 90° ή είναι περισσότερες από μία ή επεκτείνονται περισσότερο από 60 cm από τη βάση ή έχουν μεγαλύτερο πλάτος από 3 mm. Επίσης, περιφερειακές ρωγμές στην εξωτερική ζώνη της βάσεως (πάχος ζώνης 5 cm).

ι. Ρόζους, εφόσον η μικρότερη διάμετρος οποιουδήποτε ρόζου, υπερβαίνει τα 8 cm ή εφόσον το άθροισμα των μικρότερων διαμέτρων των ρόζων από 1,2 cm και άνω και σε μήκος στύλου 30 cm, υπερβαίνει το 1/3 του μήκους της περιφέρειας. Η σχηματιζόμενη ζώνη θα ξεετάζεται στο τμήμα του στύλου με τους περισσότερους ρόζους.

ια. Θύλακες και ρητινοθύλακες στο ενδιάμεσο τμήμα του στύλου που ορίζεται μεταξύ 0,60 m από τη βάση και μέχρι μήκους 1,8 m από αυτή. Στο υπόλοιπο τμήμα επιτρέπονται θύλακες και ουλές, με τον όρο, ότι το βάθος τους δεν υπερβαίνει το 1,5 cm, ότι η διεύθυνση του συντηρητικού κάτω από τους θύλακες θα είναι η απαιτούμενη και ότι ο υπόψη στύλος έχει καλή εμφάνιση.

ιβ. Ολιπιγενές ξύλο. Σε εξωτερική ζώνη πάχους 2,5 cm ορατό από οποιοδήποτε άκρο.

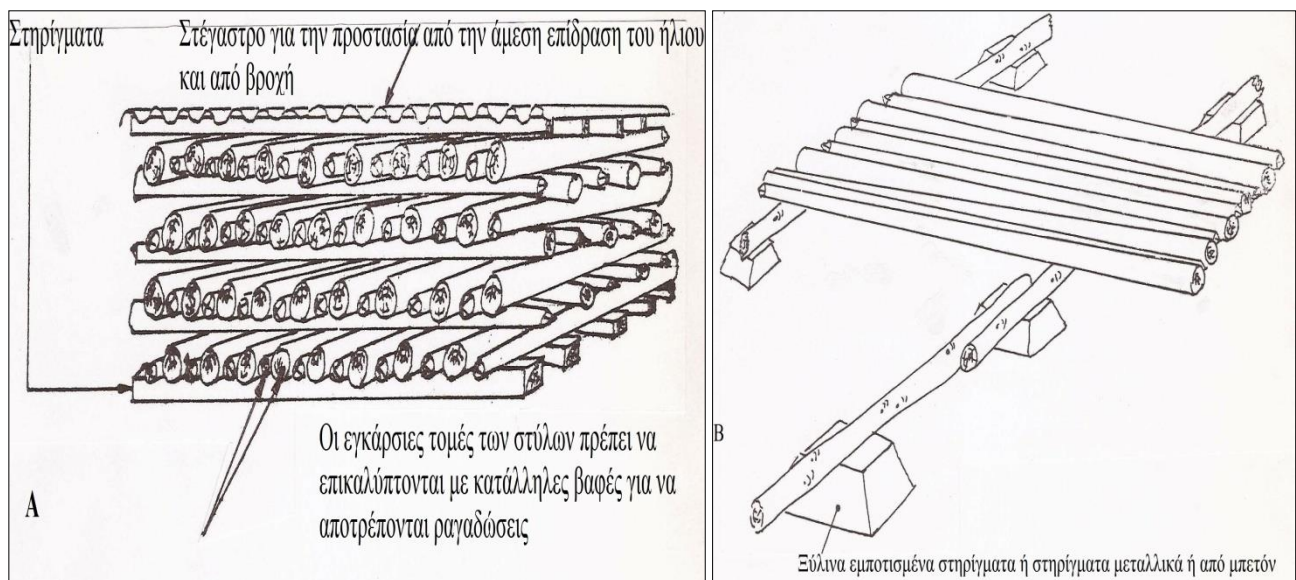
6.3.1.2.Στοιβάση, ξήρανση και προσδιορισμός περιεχόμενης εργασίας

Α. Στοιβάση

Οι στύλοι που θα στοιβάζονται για ξήρανση στον αέρα, πρέπει να τοποθετηθούν σε μεταλλικά, από μπετόν ή ξύλινα εμποτισμένα στηρίγματα, τοποθετημένα έτσι, ώστε οι στύλοι να μην έρχονται σε επαφή με τη βλάστηση που αναπτύσσεται στο έδαφος και να επιτρέπουν την ύπαρξη του αναγκαίου χώρου μεταξύ γειτονικών στρωμάτων και τεμαχίων, για ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα (Σχήμα 6.2 Α).

Β. Ξήρανση

Για όλα τα είδη ξυλείας η ξήρανση θα γίνεται με φυσικό τρόπο, στον αέρα. Παρ' όλα αυτά, για όλα τα είδη πεύκης, είναι αποδεκτή και τεχνητή ξήρανση, με ατμό θερμοκρασίας μέχρι 120° C, εφόσον το ξύλο δεν υπόκειται σε σχισμές και κυρτώσεις, σύμφωνα με σχετικές Αμερικανικές προδιαγραφές. Κατά τη διάρκεια της φυσικής ξήρανσης, οι στύλοι πρέπει να προστατεύονται από την κατευθείαν επίδραση των ηλιακών ακτινών (το καλοκαίρι) για να αποφεύγεται η απότομη ξήρανση και η δημιουργία ρωγμών. Οι κορυφές πρέπει να προστατεύονται με κατάλληλα μέσα, εάν οι κλιματικές συνθήκες το απαιτούν και τα εκτεθειμένα άκρα των στύλων πρέπει να προστατεύονται με ασφαλική ή άλλη εγκεκριμένη από τον ΟΤΕ διάλυση (Σχήμα 6.3).



Σχήμα 6.2 Α: Τρόπος στοιβάσης των στύλων για φυσική ξήρανση. Β: Τρόπος τοποθέτησης των στύλων για ποιοτικό έλεγχο.

Γ. Περιεκτικότητα σε υγρασία

Για να οδηγηθούν οι στύλοι για εμποτισμό, η περιεκτικότητά του σε υγρασία, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 25 %.

α. Πρόχειρη μέθοδος: Ο προσδιορισμός της περιεχομένης υγρασίας γίνεται σε τρυπανίδια που εξάγονται με δειγματοληπτικό κούλο τρυπάνι. Από κάθε στύλο εξάγεται μόνο ένα τρυπανίδιο σε κάποια θέση που βρίσκεται μεταξύ της μέσης και της βάσης του στύλου, που να απέχει περισσότερο από 1,5 m από την άκρη της βάσης. Η διάτρηση γίνεται με κατεύθυνση ακτινική και κάθετη προς το διαμήκη άξονα του κορμού. Το δοκίμιο λαμβάνεται από το σομόφο ξύλο και μέχρι βάθους 5 cm από την επιφάνεια του κορμού. Στη συνέχεια, χαράσσεται κατά μήκος του δοκιμίου με μολύβι μέσης σκληρότητας (F, HB), μία γραμμή η οποία πρέπει να παραμείνει ευδιάκριτη χωρίς να «απλώνει».

β. Ακριβής μέθοδος: Τα δοκίμια αμέσως μετά την εξαγωγή τους με τη μέθοδο (α), τοποθετούνται σε φιαλίδια γνωστού βάρους, σε ξηρή κατάσταση, που κλείνουν ερμητικά. Τα δοκίμια μπορεί να χωριστούν σε ομάδες συνολικού βάρους 8 gr το ελάχιστο σε κάθε φιαλίδιο. Το ταχύτερο δυνατό, ζυγίζονται σε ζυγό ακριβείας 0,01gr τουλάχιστον, μαζί με τα σταγονίδια τα οποία μπορεί να έχουν επικαθίσει στο φιαλίδιο ζυγίσεως και στη συνέχεια ξηραίνονται σε εξαερίζομενο κλίβανο, προθερμασμένο σε θερμοκρασία 100°C - 125°C, διατηρημένη σταθερή μέσα σε όρια $\pm 5^\circ\text{C}$. Στη συνέχεια ψύχονται μέσα σε ξηραντήρα και ζυγίζονται πάλι. Η διαδικασία θερμάνσεως στον κλίβανο και ψύξεως στον ξηραντήρα, επαναλαμβάνεται μέχρι να αποκτήσουν τα δοκίμια σταθερό βάρος. Η περιεκτικότητα σε υγρασία, υπολογίζεται από τον τύπο:

$C = B_0 - B / B \times 100$, όπου: C = περιεκτικότητα σε υγρασία επί τοις % του ξηρού ξύλου, B_0 = το αρχικό βάρος των δοκιμίων και B = το τελικό βάρος μετά την ξήρανση.

γ. Μέτρηση με υγρόμετρο: Η υγρασία μπορεί να μετρηθεί και με κατάλληλο όργανο (ηλεκτρονικό υγρόμετρο), με την προϋπόθεση ότι θα γίνει έλεγχος σ' αυτό με τη μέθοδο (β), μία φορά.

Η προδιαγραφή στη συνέχεια καθορίζει το είδος του συντηρητικού υγρού που θα χρησιμοποιηθεί, τον τρόπο εφαρμογής της προστατευτικής ουσίας, το πρόγραμμα εμποτισμού, την απαιτούμενη συγκράτηση και διείσδυση του συντηρητικού και τον έλεγχο καλού εμποτισμού. Επίσης, περιλαμβάνονται και ζητήματα σήμανσης της βάσεως και της παράπλευρης επιφάνειας.

Το τελευταίο κεφάλαιο της προδιαγραφής περιλαμβάνει τον «ποιοτικό έλεγχο- δειγματοληψία» όπου καθορίζονται: ο τόπος επιθεώρησης (πριν τον εμποτισμό και μετά τον εμποτισμό), τα μέσα επιθεώρησης και το βοηθητικό προσωπικό, ο έλεγχος στοίβασης (εμποτισμένων ή μη στύλων) και η μεταφορά των στύλων – συσκευασία.

Ο ποιοτικός έλεγχος των μη εμποτισμένων στύλων γίνεται με κατάλληλη τοποθέτηση των στύλων σε βάρθρα (βλέπε Σχήμα 6.2 Β). και περιλαμβάνει το είδος του ξύλου πεύκης, την περίοδο υλοτομίας, τις διαστάσεις, μορφή, υλοτομία, αποφλοιώση, αυξητικούς δακτυλίους και ελαττώματα, ξήρανση και υγρασία, την προώθηση των στύλων για εμποτισμό και ποιότητα του συντηρητικού.

Ο ποιοτικός έλεγχος σε εμποτισμένους στύλους περιλαμβάνει τη συγκράτηση του συντηρητικού, τη διείσδυση του συντηρητικού και το πάχος του σομού ξύλου, την αποκατάσταση οπών εξαγωγής δοκιμίων και λοιπών κακώσεων και τη μηχανική αντοχή.

6.3.2. Στύλοι ΔΕΗ

Η προδιαγραφή της ΔΕΗ (GR-49/10.11.81) καλύπτει την παραγωγή, επεξεργασία και εμποτισμό ξύλινων στύλων, ξυλοδοκών αγκυρώσεως και ξύλινων πασσάλων ενίσχυσης.

Για στύλους και πασσάλους ενίσχυσης, η προδιαγραφή προβλέπει να προέρχονται από τα είδη πεύκης *Pinus nigra*, *P. silvestris* (από Ευρώπη), *P. taeda*, *P. palustris*, *P. echinata* και *P.elliotti* (Β. Αμερική). Για δοκούς αγκυρώσεως, εκτός από τα παραπάνω είδη περιλαμβάνεται και η κεφαλληνιακή ελάτη (Ελλάδα), οξιά και δρυς (Ελλάδα, Ευρώπη, Β. Αμερική).

Ειδικά οι δοκοί αγκυρώσεως διαμέτρου 20 cm και μήκος 75 cm μπορούν να προέρχονται και από τα είδη *Pinus brutia*, *P. halepensis* (Ελλάδα, Ευρώπη).

Σε σχετική έρευνα που έγινε σε δασική περιοχή του Ν. Δράμας (θέση «Βαθύρεμα»), υλοτομήθηκαν 82 δέντρα δασικής πεύκης το έτος 2008 που είχαν στηθαία διάμετρο 25,5-42,5 cm και παρήχθησαν 82 στύλοι ΔΕΗ (Εικ. 6.3). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ένα υψηλό ποσοστό (90,25 %) των παραχθέντων στύλων ικανοποιούσαν τις προδιαγραφές που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ και ήταν κατάλληλοι να χρησιμοποιηθούν ως στύλοι ενώ ποσοστό 9,75 % των στύλων απορρίφθηκε (Koutsianitis & Voulgaridis, 2014). Οι στύλοι χρειάζονται αποτελεσματικό εμποτισμό ώστε η διάρκειά τους (ιδιαίτερα του τμήματος που είναι μέσα στο έδαφος) να είναι αυξημένη όταν τοποθετηθούν στην οριστική τους θέση.



Εικόνα 6.3 Παραγωγή στύλων ΔΕΗ από ελληνικά δάση μαύρης και δασικής πεύκης (Α:θέση «Βαθύρεμα» Δράμας). Β, Γ: Αποφλοιωμένοι στύλοι δασικής πεύκης (Koutsianitis & Voulgaridis, 2014).

6.3.2.1. Απαιτούμενες προϋποθέσεις σε κάμψη

Α. Αντοχή σε κάμψη

Σε οποιοδήποτε στύλο ή πάσσαλο ή δοκό σε πλήρες μέγεθος, ο οποίος παρουσιάζει ελαττώματα μέσα στα επιτρεπόμενα όρια, ή αντοχή θραύσεως σε κάμψη με 12% περιεχόμενη υγρασία του ξύλου θα προσδιορίζεται με τη μέθοδο του προβόλου, όπως προβλέπεται από την Αμερικανική προδιαγραφή ASTM D-1036/1973, δεν θα είναι μικρότερη της τιμής των 52 MPa.

Για την περίπτωση της τραχείας ή της χαλεπίου πεύκης, η αντοχή αυτή με περιεκτικότητα του ξύλου σε υγρασία μεγαλύτερη του ινοκόρου (25-30%), δηλαδή σε χλωρή κατάσταση, δεν θα είναι μικρότερη της τιμής των 15 MPa.

Β. Αυξητικοί δακτύλιοι - Όψιμο ξύλο - Πάχος σομού ξύλου

Για να εξασφαλισθεί η προηγούμενη απαίτηση μηχανικής αντοχής, τα δέντρα που θα επιλεγούν για στύλους ή πασσάλους ενισχύσεως θα πρέπει να έχουν μέσο ρυθμό ανάπτυξης, μετρημένο ακτινικά στη διατομή του κάτω άκρου των στύλων ή πασσάλων ενισχύσεως και στην εξωτερική ζώνη τους, 2,3 αυξητικούς δακτυλίους ανά εκατοστό οποιασδήποτε ακτίνας.

Το πάχος της εξωτερικής ζώνης στην οποία μετρούνται οι δακτύλιοι θα είναι 5 cm για στύλους ή πασσάλους ενισχύσεως, οι οποίοι σε απόσταση 1,80 m από το κάτω άκρο τους έχουν περίμετρο 95 cm το πολύ. Για όσους στύλους έχουν περίμετρο στην ίδια θέση μεγαλύτερη από 95 cm, το πάχος της εξωτερικής ζώνης, στην οποία θα μετρηθούν οι δακτύλιοι, θα είναι 7,6 cm. Κατ' εξαίρεση στύλοι ή πάσσαλοι ενισχύσεως, οι οποίοι εμφανίζουν λιγότερους από 2,3 μέχρι 1,5 ετήσιους δακτυλίους ανά εκατοστό ακτίνας, γίνονται αποδεκτοί μόνο αν έχουν 50 % ή περισσότερο όψιμο ξύλο.

Οι στύλοι ή πάσσαλοι ενισχύσεως, οι οποίοι δεν πληρούν τις προηγούμενες απαιτήσεις στη διατομή του κάτω άκρου τους, μπορούν να γίνουν δεκτοί, εάν διατηρηθούν σε απόσταση 1,80 m από το κάτω άκρο και στην ίδια κατεύθυνση, στην οποία έγινε η μέτρηση σ' αυτό και διαπιστωθεί ότι στη θέση της διατήσεως πληρούν τις απαιτήσεις αυτές.

Το πάχος του σομού ξύλου θα είναι τόσο, όσο είναι απαραίτητο για να επιτευχθεί το απαιτούμενο βάθος διεύθυνσης του συντηρητικού.

Γ. Απαγορευμένα ελαττώματα.

Τα ελαττώματα του ξύλου που αποτελούν αιτία απόρριψής τους, είναι ίδια με όσα αναφέρθηκαν για στύλους ΟΤΕ (βλέπε κεφ. 6.3.1). Σχετικά με τα επιτρεπόμενα ελαττώματα αναφέρεται ειδικότερα ότι:

(α) **Η στρεψοΐνια** επιτρέπεται εφόσον δεν υπερβαίνει την μισή στροφή ανά 3 m μήκους για δοκούς αγκυρώσεως, πασσάλους ενισχύσεως και στύλους μήκους 9 m, μισή στροφή ανά 5 m μήκους για στύλους μήκους 10 ως 14 m και μισή στροφή ανά 6 m μήκους για στύλους μήκους 15 m.

(β) **Κηλίδες σομού** επιτρέπονται εφόσον δεν συνοδεύονται από μαλάκυνση ή κάποια άλλη αποσάθρωση (σήψη) του ξύλου.

(γ) **Ακτινοειδείς ρωγμές** που δημιουργούνται από το διαχωρισμό του ξύλου κατά μήκος των ινών (σχισμές) και κατά τη διεύθυνση της ακτίνας, επιτρέπονται στη βάση εφόσον δεν είναι περισσότερες από τρεις και δεν εκτείνονται πέρα από 60 cm από τη βάση.

Επιπρόσθετα επιτρέπονται ακτινοειδείς ρωγμές στο ενδιάμεσο τμήμα του στύλου, που ορίζεται μεταξύ 3 m από το κάτω άκρο του και 2 m από την κορυφή του, καθώς και στο ενδιάμεσο τμήμα των δοκών αγκυρώσεως, που ορίζεται μεταξύ 0,3 m από το ένα άκρο και 0,3 m από το άλλο, με τους εξής όρους: (α) δεν είναι περισσότερες από 3 στην ίδια εγκάρσια τομή του στύλου ή της δοκού, (β) το μήκος τους δεν υπερβαίνει το 1 m, και (γ) το μεγαλύτερο άνοιγμα οποιασδήποτε ρωγμής δεν έχει πλάτος πάνω από 8 mm.

(δ) **Περιφερειακές ρωγμές**, που προέρχονται από το διαχωρισμό ξύλου κατά μήκος των ινών και μεταξύ των αυξητικών δακτυλίων, επιτρέπονται στη βάση με τον όρο ότι δεν βρίσκονται πλησιέστερα από 50 mm προς την περιφέρεια της βάσεως και δεν εκτείνονται σε μήκος περισσότερο από 1,5 m από το κάτω άκρο. Στην εξωτερική ζώνη της βάσεως πάχους 50 mm, επιτρέπονται περιφερικές ρωγμές μόνο, εάν το πλάτος του ανοίγματός τους δεν υπερβαίνει τα 3 mm και δεν εκτείνονται σε μήκος περισσότερο από 60 cm από το κάτω άκρο. Στις δοκούς αγκυρώσεως περιφερικές ρωγμές δεν επιτρέπονται.

(ε) **Προσβολή εντόμων** επιτρέπεται εάν περιορίζεται σε επιφανειακές χαραγές ή οπές με διάμετρο που δεν υπερβαίνει το 1,5 mm.

(στ) **Ρόζοι** επιτρέπονται με την προϋπόθεση ότι η διάμετρος ενός οποιουδήποτε ρόζου δεν υπερβαίνει τα 8 cm και το άθροισμα των διαμέτρων όλων των ρόζων, των οποίων η διάμετρος υπερβαίνει τα 1,2 cm, επί τρέχοντος μήκους στύλου ή πασσάλου ή δοκού 30 cm, δεν υπερβαίνει τα 20 cm.

(ζ) **Θύλακες και ρητινοθύλακες**. Η βάση ενός στύλου ή πασσάλου ενισχύσεως δεν επιτρέπεται να έχει θύλακες και ρητινοθύλακες μέχρι μήκους 2,5 από το κάτω άκρο. Στο υπόλοιπο τμήμα, επιτρέπονται θύλακες

και ρητινοθύλακες υπό τον όρο, ότι το βάθος τους δεν θα υπερβαίνει τα 15 mm και δεν θα εμποδιστεί η διείσδυση του συντηρητικού κάτω απ' αυτούς. Η διείσδυση του συντηρητικού κάτω από τους θύλακες θα είναι η απαιτούμενη.

(η) Θλιψιγενές ξύλο: Όπως στους στύλους ΟΤΕ.

(θ) Μεταγενέστερα του εμποτισμού ελαττώματα. Ελαττώματα που αναπτύχθηκαν μετά τον εμποτισμό και τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα την αποκάλυψη μη εμποτισμένου ξύλου, δεν γίνονται αποδεκτά.

(ι) Μηχανικές κακώσεις. Τοπικές εγκοπές στην επιφάνεια οποιουδήποτε στύλου που οφείλονται στη χρησιμοποίηση εργαλείων με άγκιστρα ή αρπάγες, δεν πρέπει να έχουν βάθος που να ξεπερνά τα 10 mm. Αιχμηρά άγκιστρα ή άλλα εργαλεία δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στη βάση ενός στύλου ή πασσάλου ενισχύσεως και μέχρι 2,5 m από το κάτω άκρο.

(ια) Μορφή. Οι στύλοι, οι πάσσαλοι ενισχύσεως και οι δοκοί αγκυρώσεως πρέπει να είναι ευθυτενείς, απαλλαγμένοι από στρεβλώσεις ή εντοπισμένη απόκλιση από το ευθυτενές, που να υπερβαίνει το 1/3 της μέσης διαμέτρου του στρεβλού τμήματος σε μήκος του στύλου ή πασσάλου ή δοκού αγκυρώσεως που να μην είναι μεγαλύτερο από 2 m (βλ. Σχήμα 6.3Α).

Οι στύλοι είναι δυνατόν να έχουν μια απλή κυμάτωση ή καμπυλότητα προς μία διεύθυνση σε τρόπο ώστε η ευθεία που συνδέει (1) την επιφάνεια του στύλου σε απόσταση 1,5m από το κάτω άκρο και (2) την ακμή του στύλου στην κορυφή, δεν απέχει από την επιφάνεια περισσότερο από 8 mm ανά τρέχον μέτρον της μεταξύ των σημείων (1) και (2) αποστάσεως (βλ. Σχήμα 6.3Β).

Οι στύλοι είναι δυνατόν να έχουν διπλό κυματισμό ή καμπύλωση επί δύο επιπέδων η αντίθετη καμπύλωση (καμπύλωση σε δύο διευθύνσεις στο αυτό επίπεδο) με την προϋπόθεση ότι η ευθεία που συνδέει (1) το μέσο του στύλου σε απόσταση 1,5 m από το κάτω άκρο και (2) το μέσο στην κορυφή, δεν προσεγγίζει την επιφάνεια του στύλου και απέχει απ' αυτήν τουλάχιστον 20 mm (βλ. Σχήμα 6.3Γ).

Δ. Μεγέθη και κατηγορίες στύλων

Οι στύλοι ΔΕΗ πρέπει να είναι σύμφωνοι με τις τυποποιημένες ελάχιστες διαστάσεις που δείχνει ο Πίνακας 6.7.

Κάθε διάμετρος υπολογίζεται με μέτρηση της αντίστοιχης περιμέτρου με τη βοήθεια μετροταινίας και με διαίρεση της τιμής της περιμέτρου αυτής δια $\pi=3,14$). Εάν στην προδιαγραφόμενη θέση μετρήσεως υπάρχει εξόγκωμα του ξύλου, γίνονται δύο μετρήσεις σε παραπλήσιες θέσεις με κανονική ανάπτυξη του ξύλου, Από τις δύο αυτές μετρήσεις υπολογίζεται με αναγωγή η διάμετρος στην προδιαγραφόμενη θέση. Για την αναγωγή αυτή η κωνικότητα του κορμού θεωρείται σταθερή στη γειτονιά των υπόψη μετρήσεων.

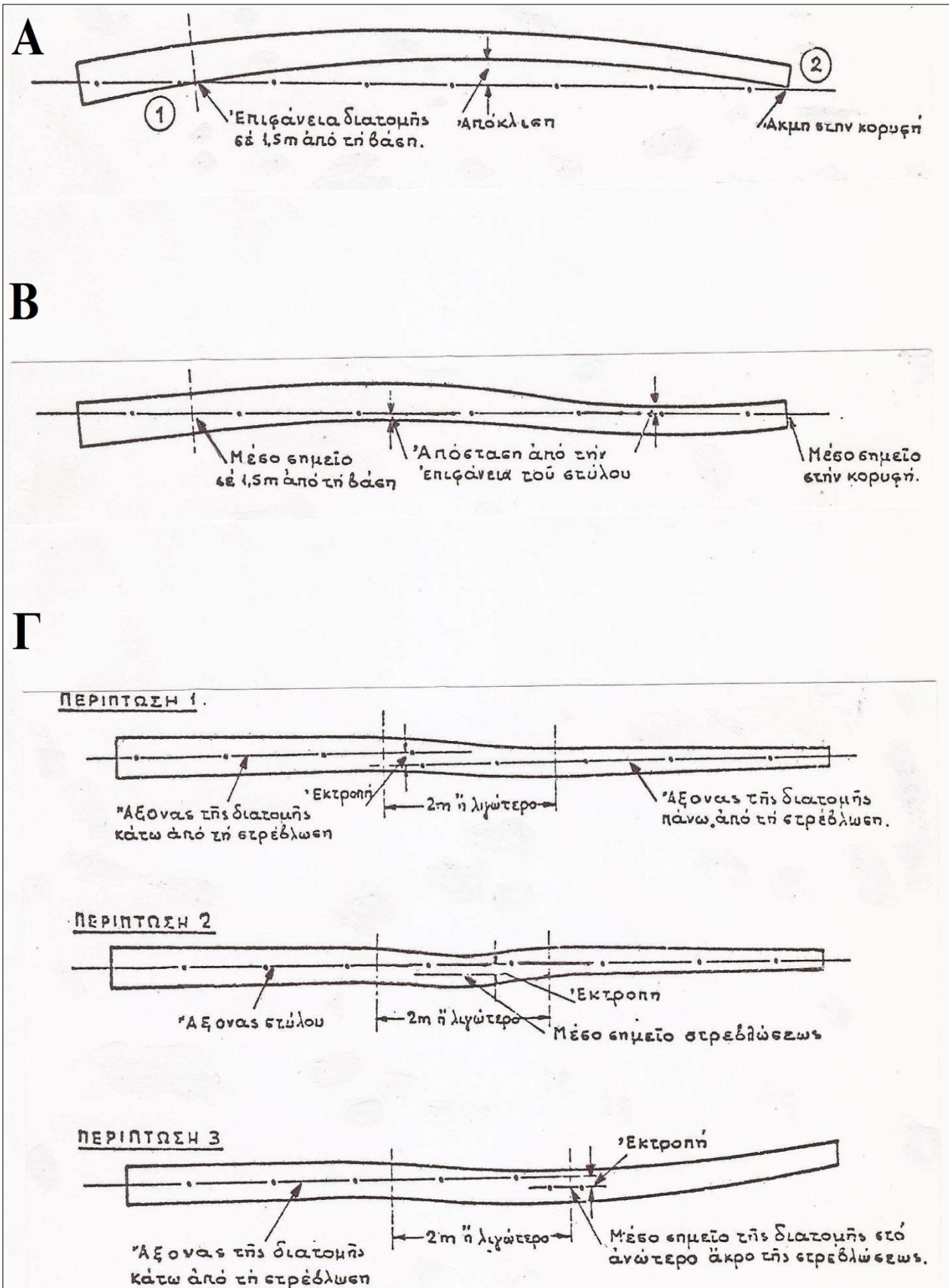
Η διαμόρφωση της κορυφής και της εγκοπής και η διάνοιξη οπών στους στύλους θα γίνουν πριν από τον εμποτισμό τους, σύμφωνα με την τελευταία αναθεώρηση του σχεδίου αριθ. Α-4009 της Προδιαγραφής αυτής. Οι εγκοπές στους στύλους που εμφανίζουν κυμάτωση ή καμπύλωση, θα γίνουν στο επίπεδο της μέγιστης καμπυλότητας και προς τα κοίλα του στύλου.

Τα τυποποιημένα μήκη των κομμένων στύλων υπόκεινται σε ανοχή -1%. Η ονομασία «**Βαρύς**», «**Μέσος**», και «**Ελαφρός**» είναι μια κατάλληλη κατάταξη σε κατηγορίες σύμφωνα με τη χρησιμοποίησή τους.

Οποιοσδήποτε κομμένος στύλος, ο οποίος δεν προσαρμόζεται προς την τυποποίηση του μήκους με την επιτρεπόμενη ανοχή ή εκείνος ο οποίος καθ' οποιονδήποτε τρόπο δεν συμφωνεί με τις καθοριζόμενες αντίστοιχες οριακές διαμέτρους, απορρίπτεται.

Ελάχιστη διάμετρος σε απόσταση 1,80 m από τη βάση			
Μήκος (m)	Βαρύς (cm)	Μέσος (cm)	Ελαφρός (cm)
9	26,0	22,5	19,0
10	27,0	23,5	20,0
11	28,0	24,5	21,0
12	29,0	25,5	22,0
13	30,0	26,5	23,0
14	31,0	27,5	24,0
15	32,0	28,5	25,0
Ελάχιστη διάμετρος κορυφής (cm)			
Μήκος	Βαρύς	Μέσος	Ελαφρός
Όλα τα μήκη	18,0	15,0	12,0

Πίνακας 6.7 Διαστάσεις και κατηγορίες στύλων ΔΕΗ.



Σχήμα 6.3 Μέτρηση των αποκλίσεων και των στρεβλώσεων στους ξύλινους στύλους. Α. Μέτρηση της απόκλισης σε ένα επίπεδο και σε μία διεύθυνση, Β. Μέτρηση της απόκλισης σε δύο επίπεδα (διπλή απόκλιση) ή σε δύο διευθύνσεις στο ίδιο επίπεδο, Γ. Μέτρηση στρεβλώσεως - Περίπτωση Ι, ΙΙ και ΙΙΙ).

Ε. Δοκοί αγκυρώσεως

Οι στρογγυλές δοκοί αγκυρώσεως θα έχουν τις πιο κάτω διαστάσεις. Κάθε δοκός θα φέρει στο μέσο της και στο κέντρο οπή διαμέτρου ως εξής:

Ελάχιστη διάμετρος στο μέσο της δοκού 20, 20 ή 26 cm, μήκος 75, 130 ή 200 cm και διάμετρος οπής 2,3 ή 2,7 ή 3,3 cm, αντίστοιχα.

Η διάνοιξη των οπών θα γίνει πριν τον εμποτισμό.

ΣΤ. Πάσσαλοι ενισχύσεως

Οι στρόγγυλοι πάσσαλοι ενισχύσεως θα έχουν τις ακόλουθες διαστάσεις: Ελάχιστη διάμετρος στο μέσο του πασσάλου 20 ή 26 cm και μήκος 320 ή 350 cm, αντίστοιχα.

Ζητήματα υλοτομίας, αποφλοιώσεως και αποκλάδωσης, καθαρισμού της επιφάνειας του κορμού, στοίβασης, ξήρανσης και περιεκτικότητας σε υγρασία αντιμετωπίζονται με ανάλογο τρόπο που περιγράφηκε για στύλους ΟΤΕ.

Η προδιαγραφή της ΔΕΗ όπως και του ΟΤΕ περιλαμβάνει στη συνέχεια ζητήματα σχετικά με τον προστατευτικό εμποτισμό των στύλων, τη σήμανσή τους και τον ποιοτικό έλεγχο (βλ. κεφ. 6.3).

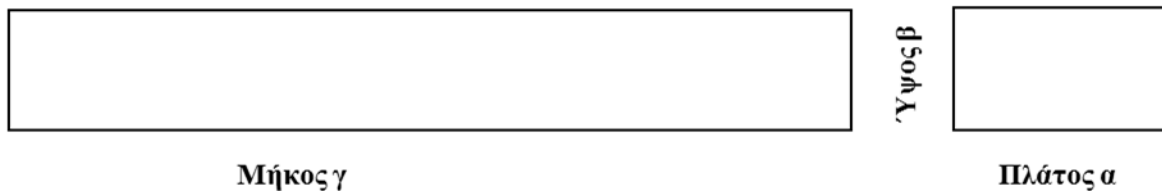
Ανάλογη παλαιότερη προδιαγραφή της ΔΕΗ (υπ' αριθμ. GR-50/66), αναφέρεται στο είδος της ξυλείας, τα επιτρεπόμενα σφάλματα, τις διαστάσεις, τον εμποτισμό και τον ποιοτικό έλεγχο εμποτισμένων ξύλινων βραχιόνων.

6.4. Τεχνικές προδιαγραφές ξύλινων στρωτήρων και ξυλείας υποθημάτων (βάθρων) συσκευασιών καυσίμων της στρατιωτικής υπηρεσίας

Οι ξύλινοι στρωτήρες και η ξυλεία υποθημάτων (βάθρων) συσκευασιών καυσίμων χρησιμοποιούνται σε ορθογωνική πριστή μορφή και προέρχονται μετά από μία πρώτη μηχανική επεξεργασία (πρίση).

6.4.1 Ξύλινοι Στρωτήρες

Οι διαστάσεις (α =πλάτος, β =ύψος, γ =μήκος) των ξύλινων στρωτήρων φαίνονται στο Σχήμα 6.4.



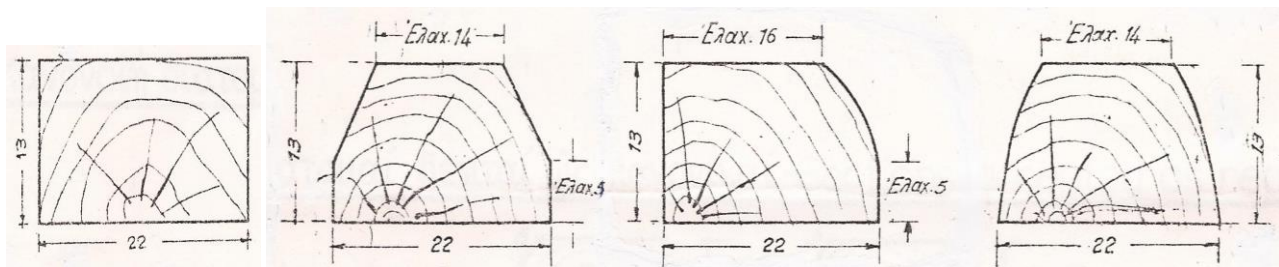
Σχήμα 6.4 Διαστάσεις μήκους (γ), πλάτους (α) και πάχους (β) των ξύλινων στρωτήρων.

Οι ζητούμενες ονομαστικές διαστάσεις α , β , γ δίνονται κάθε φορά στη διακήρυξη προμήθειας των στρωτήρων και στη σύμβαση παραγγελίας τους. Οι συνήθεις διαστάσεις $\alpha \times \beta \times \gamma$ είναι:

Κανονική γραμμή	0,20 x 0,22 x 2,60 m	Μετρική γραμμή	0,20 x 0,20 x 2,00 m
	0,24 x 0,24 x 2,60 m		0,22 x 0,22 x 2,00 m
	0,24 x 0,30 x 2,60 m		

Οι επιτρεπόμενες ανοχές επί των ονομαστικών διαστάσεων είναι στο πλάτος ή ύψος επιπλέον +0,02 m ή επί έλασσον -0,01 m. Η επί έλασσον ανοχή επιτρέπεται να υπάρχει μόνο στο πλάτος ή ύψος, όχι ταυτόχρονα και στις δύο διαστάσεις. Στο μήκος επιπλέον +0,05 m ή επί έλασσον -0,03 m.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές και άλλες διατομές γίνονται δεκτές ως κανονικές (Αρ. Σχ. 2669/11.11.1981). Μέσα σε ορισμένα όρια, επιτρέπονται φυσικές λοξοτομίες στις γωνίες της διατομής (Σχ. 6.5, βλ. προδιαγραφές ΟΣΕ, Αρ. Σχεδίου 8906/1974).



Σχήμα 6.5. Κανονική διατομή και φυσικές λοξοτομίες σε μία ή σε δύο γωνίες της διατομής που επιτρέπονται στους ξύλινους στρατηήρες (διαστάσεις σε cm).

6.4.2. Τεχνικές προδιαγραφές ξυλείας υποθημάτων (βάθρων) συσκευασιών καυσίμων

Οι προδιαγραφές αυτές (Αρ. Προδ./33-25-152/3-4-72) καλύπτουν τις απαιτήσεις της Στρατιωτικής Υπηρεσίας για την προμήθεια από το εμπόριο ξυλείας για δημιουργία υποθημάτων (βάθρων) συσκευασιών καυσίμων.

Οι διαστάσεις της πιστής ξυλείας για την κατασκευή των υποθημάτων (βάθρων) καθώς και η αναλογία (τεμάχια/ανά κατηγορία διάστασης, κατ' όγκο) δείχνονται στον Πίνακα 6.8.

α/α	Διαστάσεις ξυλείας, m (πάχοςxμήκοςxπλάτος)	Αναλογίες		Ανοχή διαστάσεων πλάτους και πάχους
		Τεμάχια	Κατ' όγκο, %	
1	0,025 x0,15 x3,5	48	42	±5%
2	0,070 x0,11 x3,5	24	43,3	±5%
3	0,070 x0,11 x 0,90	26	12	±5%
4	0,050 x0,10 x0,50	8	2,7	±5%
	Σύνολο	106	100,0	

Πίνακας 6.8. Διαστάσεις πιστής ξυλείας για κατασκευή υποθημάτων και αναλογίες μεταξύ των κατηγοριών της ξυλείας.

Η υπό προμήθεια ξυλεία πρέπει να ανταποκρίνεται στις παρακάτω απαιτήσεις:

- Η εγχώρια ξυλεία να προέρχεται από ελάτη ή πεύκη (ξυλεία χονδροξυλουργικής για συνήθεις κατασκευές). Η ξυλεία πρέπει να είναι υγιής. Επιτρέπονται τα παρακάτω ελαττώματα:
- Ένας μεγάλος ρόζος σύμφυτος, διαμέτρου μέχρι 60 mm ανά τρέχον μέτρο ή ένας επιμήκης σύμφυτος ρόζος διάμετρο μέχρι 2/3 του πάχους του πιστοτεμαχίου ή ένας μέσου μεγέθους ρόζος διαμετρής χαλαρός, διαμέτρου μέχρι 40 mm.
- Ένας ρητινοθύλακας ανά τρέχον μέτρο οποιασδήποτε διαστάσεως.
- Ρωγμές άκρου εφόσον το συνολικό μήκος τους δεν υπερβαίνει κατά 1,5 φορά το πλάτος του πιστοτεμαχίου.
- Μέση στρεψοϊνία με απόκλιση ινών που δεν υπερβαίνει το 10 % του μήκους.
- Το θλιμμενές ξύλο μπορεί να καταλαμβάνει μέχρι και το 40 % της επιφάνειας.
- Επιφανειακές ραγάδες με συνολικό μήκος που δεν υπερβαίνει το 30 % του μήκους του πιστοτεμαχίου.
- Μέτρια προσβολή από έντομα, ήτοι 4 στοές μη διαμερείς ανά τρέχον μέτρο.
- Οριζόντια κυρτότητα που δεν υπερβαίνει τα 2 cm ανά τρέχον μέτρο.
- Λειψάδες επεξεργασίας που δεν υπερβαίνουν συνολικά σε μήκος το μήκος του πιστοτεμαχίου και κάθε μία χωριστά σε πλάτος το πάχος του πιστοτεμαχίου.
- Πολύ μικροί ρόζοι σύμφυτοι ή μη διαμέτρου μέχρι 10 mm δεν λαμβάνονται υπόψη.

Άλλες απαιτήσεις περιλαμβάνουν:

- Η ξυλεία πρέπει να είναι εμποτισμένη με συντηρητικό υγρό αφού προηγουμένως υποστεί ξήρανση. Η ξήρανση μπορεί να πραγματοποιηθεί ή στον αέρα ή με τη χρήση ατμού.
- Πριν από τον εμποτισμό η περιεχόμενη σε υγρασία πρέπει να είναι μικρότερη από 22%.
- Για τον προσδιορισμό της μέσης περιεχόμενης υγρασίας (Π.Υ.) ενός βραχίονος, πρέπει να αποκοπεί δείγμα μήκους 1,5 έως 2 cm από την πλήρη διατομή του τεμαχίου σε απόσταση όχι μικρότερη των 25 cm του ενός άκρου. Εναλλακτικά μπορεί να ληφθεί δείγμα από προϊόντα διατήρησης συνολικού βάρους όχι μικρότερου από 8 g. Στα δείγματα αυτά γίνεται προσδιορισμός της Π.Υ. με ξήρανση και ζύγιση (πριν και μετά την ξήρανση).

Η προδιαγραφή περιλαμβάνει και θέματα εμποτισμού (τρόπος εμποτισμού, αποδεκτές προδιαγραφές, είδος συντηρητικού, έλεγχος αποτελεσμάτων εμποτισμού με δοκιμές και σήμανση) καθώς και άλλες σχετικές λεπτομέρειες.

Βιβλιογραφία

- ASTM (American Standards for Testing and Materials): D-1036/1973.
- European Standard EN 1316-1. (1997). Qualitative classification of softwood round timber – Part 1: Spruces and firs. European Committee for Standardization.
- European Standard EN 1927-1. (2008). Hardwood round timber - Qualitative classification – Part 1: Oak and beech. European Committee for Standardization.
- Κουτσιανίτης, Δ. (2015). Έρευνα Ποσοτικής και Ποιοτικής Παραγωγής Ξύλου Ελάτης και Οξιάς. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Koutsianitis, D., & Voulgaridis, E. (2014). Quality grading of wooden poles produced by Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in West Rodopi (N. Greece). *7th International Scientific and Technical Conference "INNOVATIONS IN FOREST INDUSTRY AND ENGINEERING DESIGN"*, Sofia and Yundola, Bulgaria, 13-15 November, 2014.
- Μαντάνης, Γ., & Σκαρβέλης, Μ. (2008). Ποιοτική ταξινόμηση της στρόγγυλης ξυλείας ελάτης και ερυθρελάτης. *Περιοδικό Επιπέλον*, τ. 36, 9/2008.
- Πασιαλής, Κ. Ν. (1984). Το Υγρό Εγκάρδιο της Υβριδογενούς Ελάτης (*Abies cephalonica* x *A. alba*, *populus hybridogenus*) του Δάσους Περτουλίου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Προδιαγραφή ΔΕΗ GR-49/10-11-81.
- Προδιαγραφή ΔΕΗ GR-50/66.
- Προδιαγραφή ΟΣΕ: Αρ, Σχ. 8906/1974 και Αρ. Σχ. 2669/11-11-1981.
- Προδιαγραφή υποθημάτων (βάθρων) συσκευασιών καυσίμων: 33-25-152/3-4-72.
- Τσουμής, Γ. (1961). Ποιοτική ταξινόμησης κορμοτεμαχίων και πριστής ξυλείας ελάτης εις το πριονιστήριον του Πανεπιστημιακού δάσους Περτουλίου. *Επιστημονική Επετηρίδα της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής*, VI: 103-139.
- Τσουμής, Γ. (1970). Προκαταρκτική τεχνικο-οικονομική μελέτη συγκομιδής ξύλου ελάτης εις το Πανεπιστημιακόν δάσος Περτουλίου. *Επετηρίς ΓΔ Σχολής* 13: 251-322.
- Τσουμής, Γ. (1987). *Συγκομιδή δασικών προϊόντων*. Θεσσαλονίκη.
- Τσουμής, Γ., & Ευθυμίου, Π. Ν. (1973). Μελέτη συγκομιδής ξύλου δρυός εις το Πανεπιστημιακόν δάσος Ταξιάρχου. *Επετηρίς ΓΔ Σχολής* 16: 273-296.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Εναρμόνιση της εθνικής νομοθεσίας με τις προδιαγραφές της Ε.Ο.Κ. (Εφημερίδα ΕΟΚ 432/1968) για τη μέτρηση και ταξινόμηση της στρογγύλης ξυλείας που προορίζεται για εμπορία στη χώρα μας και στα άλλα κράτη-μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων κατά την Υπουργική Απόφαση 290350/ΦΕΚ 573/19.8.1988.

5411

8

€ 0 0 4 5

12.1.07

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ



ΑΘΗΝΑ
19 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 1988

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ
573

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

1. Ταξινόμηση της ακατέργαστης ξυλείας. 1
2. Δομή άδειας άσκησης επαγγέλματος Κοινωνικού Λειτουργού στη Βασιλική Μαστρογιάννη του Δημητρίου. ... 2
3. Άδεια παροχής υπηρεσιών στον Αθανάσιο Δερμάνη. 3
4. Έγκριση της 12/14.6.88, πράξης του Διοικητικού Συμβουλίου του Β' Κρατικού Παιδικού Σταθμού Πατρών. 4
5. Διαπίστωση αριθμού προσωρινών θέσεων ιδιωτικού δικαίου αόριστου χρόνου στη Δ/νση Δασών Ν. Ημαθίας. 5
6. Παραχώρηση οικοπέδου στον Εκπολιτιστικό Σύλλογο Ένωσης Ποντίων Πανοράματος και σημείωση μεταβολής στα κτηματολογικά στοιχεία της Ο.Δ 1938 συν/σμού Πανοράματος. 6
7. Έγκριση απόφασης Κοινοτικού Συμβουλίου περί φηφίσιας του Ο.Ε.Υ. Κοινότητας Μουλκίου Ν. Κορινθίας. 7
8. Διαπίστωση αριθμού προσωρινών θέσεων ιδιωτικού δικαίου αόριστου χρόνου στη Δ/νση Γεωργίας Ν. Μεσσηνίας. ... 8
9. Τροποποίηση του Ο.Ε.Υ. του Δήμου Λουτροπόλεως Μεθάνων Ν. Πειραιά. 9
10. Έγκριση έκθεσης εκτίμησης περιουσιακών στοιχείων Κοινότητας Γαρδικίου Ν. Φθιώτιδας. 10
11. Διαπίστωση αριθμού προσωρινών θέσεων ιδιωτικού δικαίου αόριστου χρόνου στη Δ/νση Δασών Ν. Φλώρινας. 11
12. Τροποποίηση συντεταγμένων καθορισμού λατομικών περιοχών Νομού Χαλκιδικής. 12

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

Αριθ. 290350

(1)

Ταξινόμηση της ακατέργαστης ξυλείας.

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΕΜΠΟΡΙΟΥ
ΚΑΙ ΟΙ ΥΦΥΠΟΥΡΓΟΙ
ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις:

- α) Των άρθρων 22 παράγραφος 1 περίπτ. α) και 3 του ν. 992/1979 «Περί οργανώσεως των διοικητικών υπηρεσιών δια την εφαρμογήν της Συνθήκης Προσχωρήσεως των διοικητικών υπηρεσιών δια την εφαρμογήν της Συνθήκης Προσχωρήσεως της Ελλάδος εις τας Ευρωπαϊκάς Κοινότητες και ρυθμίσεως συναφών

θεσμικών και οργανωτικών θεμάτων» (ΦΕΚ 280 τ.Α') και β) Του άρθρου 1 παρ. 1 και 3 του ν. 1338/1983 «Εφαρμογή του κοινοτικού δικαίου» (ΦΕΚ 34 Α') όπως τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με το άρθρο 6 του ν. 1440/1984 «Συμμετοχή της Ελλάδος στο κεφάλαιο, στα αποθεματικά και στις προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων, στο κεφάλαιο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας Άνθρακος και Χάλυβος και του Οργανισμού Εφοδιασμού ΕΥΡΑΤΟΜ» (ΦΕΚ 70 τ.Α') και το άρθρο 7 του Ν. 1775/88 «Εταιρείες παροχής επιχειρηματικού κεφαλαίου και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 101/τ.Α'/ 24.5.88).

2. Την Α 9211/ΔΙΟΝΟΣΕ 1737/3.12.1987 κοινή απόφαση του Πρωθυπουργού και Υπουργού Εθνικής Οικονομίας «Ανάθεση αρμοδιοτήτων στους Υφυπουργούς Εθνικής Οικονομίας» (ΦΕΚ 702 τ.Β').

3. Την Α.Π. 260347/16.2.1987 κοινή απόφαση του Πρωθυπουργού και του Υπουργού Γεωργίας «Ανάθεση αρμοδιοτήτων Υπουργού Γεωργίας στον Υφυπουργό Γεωργίας Κώστα Τσιγαρίδα» (ΦΕΚ 83 τ.Β'), αποφασίζουμε:

Άρθρο 1

(Άρθρο 1 της οδηγίας 68/89/ΕΟΚ)

Σκοπός - πεδίο εφαρμογής

Με την απόφαση αυτή θεσπίζονται διατάξεις ταξινόμησης της ακατέργαστης ξυλείας που προορίζεται για εμπορία στη χώρα μας και στα άλλα Κράτη μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Ε.Κ.) ως ακατέργαστη ξυλεία «ταξινομημένη ΕΟΚ», σε συμμόρφωση προς την οδηγία αριθ. 68/89/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 23ης Ιανουαρίου 1968 «Περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των Κρατών μελών ως προς την ταξινόμηση της ακατέργαστου ξυλείας» (Ειδ. Έκδοση 03/τόμος 003/σελ. 13).

Άρθρο 2

(Άρθρο 2 της οδηγίας 68/89/ΕΟΚ)

Για την εφαρμογή της απόφασης αυτής ακατέργαστη ξυλεία είναι:

- α) Κορμοί χωρίς κορυφή και κλάδους.
- β) Κορμοί χωρίς κορυφή και κλάδους τεμαχισμένοι.
- γ) Κορμοί χωρίς κορυφή και κλάδους αποφλοιωμένοι.
- δ) Κορμοί χωρίς κορυφή και κλάδους αποφλοιωμένοι και τεμαχισμένοι κάθετα προς τον άξονα του κορμού.
- ε) Κορμοί χωρίς κορυφή και κλάδους τεμαχισμένοι κάθετα προς τον άξονα του κορμού και σχισμένοι κατά μήκος αυτών.

Άρθρο 3
(Άρθρο 3 της οδηγίας 68/89/ΕΟΚ)

1. Η ακατέργαστη ξυλεία, κατά την εμπορία της, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως «Ταξινομημένη ΕΟΚ» παρά μόνο αν έχει ταξινομηθεί και σημειωθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές του παραρτήματος της απόφασης αυτής.

2. Οι ονομασίες ταξινόμησης, οι οποίες περιέχονται στο παράρτημα της απόφασης αυτής, μπορεί να χρησιμοποιούνται μόνο σε ακατέργαστη ξυλεία, η οποία έχει ταξινομηθεί σύμφωνα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές του παραρτήματος της παρούσας απόφασης.

3. Για την εμπορία της ακατέργαστης ξυλείας ως «Ταξινομημένη ΕΟΚ» θα πρέπει να αναφέρεται κατά την δημοπράτησή της ή κατ' άλλο τρόπο διάθεσής της ότι αυτή διατίθεται ως «Ταξινομημένη ΕΟΚ».

Ειδικά η ξυλεία που μετρείται σε πραγματικά κυβικά μέτρα, κατά την διακίνησή της θα συνοδεύεται από πλήρες διαστασιολόγιο.

Άρθρο 4
(Άρθρο 4 της οδηγίας 68/89/ΕΟΚ)

Η χρήση της ταξινόμησης που προβλέπεται από την απόφαση αυτή μπορεί να καταστεί, με κοινή απόφαση των Υπουργών Γεωργίας και Εμπορίου που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, υποχρεωτική για την εμπορία μέρους ή όλης της ακατέργαστης ξυλείας της παραγωγής της χώρας μας.

Άρθρο 5
(Άρθρο 5 της οδηγίας 68/89/ΕΟΚ)

Η ταξινόμηση της ακατέργαστης ξυλείας σύμφωνα με την απόφαση αυτή γίνεται είτε κατά τις διαστάσεις είτε κατά την ποιότητα, όπως προβλέπεται στο Παράρτημα της απόφασης αυτής.

Άρθρο 6
Αρμόδια Αρχή

Αρμόδιες Αρχές για την εφαρμογή της απόφασης αυτής είναι οι δασικές υπηρεσίες του Υπουργείου Γεωργίας σε συνεργασία και με τις τελωνειακές αρχές, όπου απαιτείται.

Άρθρο 7
Παράρτημα

Κατωτέρω παρατίθεται το παράρτημα, το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της απόφασης αυτής και έχει ως εξής:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
1. ΜΕΤΡΗΣΗ

1.1. Γενικά

1.1.1. Η μέτρηση γίνεται είτε κατ' όγκο (σε πραγματικά ή χωρικά κυβικά μέτρα) είτε κατά βάρος.

1.1.2. Μόνο το μετρικό σύστημα χρησιμοποιείται για τη μέτρηση.

1.1.3. Τα όργανα μέτρησης ελέγχονται από τη δασική υπηρεσία και διατηρούνται σε καλή κατάσταση.

1.2. Τεχνική ξυλεία (Ξυλεία μακρού μήκους).

1.2.1. Η ακατέργαστη ξυλεία, της οποίας ο όγκος εκφράζεται συνήθως σε πραγματικά κυβικά μέτρα, καλείται τεχνική ξυλεία.

1.2.2. Η τεχνική ξυλεία ανώμαλου σχήματος μετρείται κατά

τμήματα.

1.2.3. Ο όγκος ενός ολοκλήρου τμαχίου εξευρίσκεται από το μήκος και τη διάμετρο, η οποία μετρείται με το φλοιό ή χωρίς αυτόν. Ο όγκος υπολογίζεται κατά προσέγγιση τουλάχιστον δύο δεκαδικών ψηφίων με χρήση ενός συνήθους πίνακα κυβισμού.

1.2.4. Η μέτρηση της διαμέτρου στρογγυλοποιείται στο κατώτερο εκατοστόμετρο. Στην περίπτωση που η διάμετρος μετράται με το φλοιό, ενεργείται μια λογική μείωση. Η μείωση, η οποία γίνεται, μνημονεύεται.

1.2.5. Σε περίπτωση μετρήσεων μέχρι 19 εκατοστομέτρων, συμπεριλαμβανομένων, η διάμετρος χωρίς φλοιό μετρείται με μία μόνο μέτρηση, με χρήση ενός δασικού παχύμετρου, όπως ο κορμός κείται επί του εδάφους (οριζόντια διάμετρος).

Στην περίπτωση μετρήσεων άνω των 20 εκατοστομέτρων χωρίς φλοιό, η διάμετρος καθορίζεται με δύο μετρήσεις καθέτους ή μια προς την άλλη (όσο είναι δυνατό κατά τη μέγιστη και ελάχιστη διάμετρο). Αν το σημείο το οποίο θα μετρηθεί συμπίπτει με τμήμα στο οποίο φύονται κλάδοι ή με άλλο ακανόνιστο τμήμα του κορμού, η διάμετρος ισούται με το μέσο όρο των μετρήσεων που έχουν γίνει σε κάθε μια από τις δύο πλευρές και σε ίση απόσταση από το σημείο που έπρεπε να μετρηθεί.

1.2.6. Η μέτρηση του μήκους στρογγυλοποιείται στο κατώτερο δεκαδικό ψηφίο. Για την τεχνική ξυλεία με διάμετρο στο μέσο 20 εκατοστομέτρων ή μικρότερης χωρίς φλοιό το μήκος στρογγυλοποιείται στο κατώτερο ακέραιο ή ήμισυ μέτρο. Αν υπάρχει εγκοπή υλοτομίας, το μήκος μετρείται από το μέσο της εγκοπής αυτής.

1.3. Ξυλεία σε χωρικά κυβικά μέτρα.

1.3.1. Ακατέργαστη ξυλεία, που ο όγκος της εκφράζεται συνήθως σε χωρικά κυβικά μέτρα ονομάζεται ξυλεία σε χωρικά κυβικά μέτρα.

1.3.2. Ο όγκος της ξυλείας σε χωρικά κυβικά μέτρα προσδιορίζεται από τις διαστάσεις (μήκος, πλάτος, ύψος) της κάθε στοιβάδας, στην οποία η ξυλεία αυτή στοιβάζεται.

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

2.1. Γενικά

2.1.1. Η ακατέργαστη ξυλεία μπορεί να ταξινομείται:

α) Κατά το είδος και την τρέχουσα ονομασία.

β) Κατά τις διαστάσεις.

γ) Κατά την ποιότητα.

2.2. Ταξινόμηση βάσει των διαστάσεων.

2.2.1. Για τη μέτρηση της διαμέτρου και του μήκους προς το σκοπό της ταξινόμησης εφαρμόζονται οι περιπτώσεις 1.2.4, 1.2.5, και 1.2.6.

2.2.2. Η ταξινόμηση με βάση τις διαστάσεις πραγματοποιείται, ανεξάρτητα από το μήκος και εφόσον αυτό είναι 2 μ. και άνω σε κλάσεις, σύμφωνα με τη διάμετρο στο μέσο χωρίς φλοιό, κατά τις ακόλουθες ονομασίες ταξινόμησης:

Κλάση	Διάμετρος
L0	Μικρότερων των 10 εκατοστομέτρων
L1	10 έως 19 εκατ.
L2	20 έως 29 εκατ.
L3	30 έως 39 εκατ.
L4	40 έως 49 εκατ.
L5	50 έως 59 εκατ.
L6	60 εκατ. και άνω

2.2.3. Η κλάση L0 χαρακτηρίζεται ως πολύ λεπτή ξυλεία. Η κλάση L1 χαρακτηρίζεται ως λεπτή ξυλεία. Οι κλάσεις L2 και L3 χαρακτηρίζονται ως μέτριου πάχους ξυλεία. Οι κλάσεις L4, L5 και L6 χαρακτηρίζονται ως χονδρή ξυλεία.

2.2.4. Η μακρού μήκους ξυλεία (8 μ. και άνω) δύναται επίσης να ταξινομηθεί με βάση το ελάχιστο μήκος και τη ελάχιστη διάμετρο χωρίς φλοιό στο λεπτό άκρο, η οποία ανταποκρίνεται σ' αυτό το μήκος, κατά τις ακόλουθες ονομασίες ταξινόμησης:

Κλάση	Ελάχιστο μήκος	Ελάχιστη διάμετρος στο λεπτό άκρο
H1	8 μ.	10 εκατ.
H2	10 μ.	12 εκατ.
H3	14 μ.	14 εκατ.
H4	16 μ.	17 εκατ.
H5	18 μ.	22 εκατ.
H6	18 μ.	30 εκατ.

Κατά παρέκκλιση των διατάξεων της περίπτωσης 1.2.3., η διάμετρος του λεπτού άκρου μετρείται μόνο μια φορά.

2.2.5. Ορισμένα είδη τεχνικής ξυλείας (στύλοι, πάσσαλοι, κ.α.) κατατάσσονται σε κλάσεις σύμφωνα με τη διάμετρο μετά φλοιού σε απόσταση 1 μέτρο από το παχύ άκρο κατά τις ακόλουθες ονομασίες ταξινόμησης:

Κλάση	Διάμετρος
P1	6 εκατ. και λιγότερο
P2	7 εκατ. έως 13 εκατ.
P3	14 εκατ. και άνω

Ειδικά για τους στύλους η μέτρηση της διαμέτρου θα γίνεται άνευ φλοιού.

2.2.6. Η ξυλεία σε χωρικά κυβικά μέτρα κατατάσσεται σε κλάσεις με βάση τη διάμετρο μετά φλοιού στο λεπτό άκρο κατά τις ακόλουθες ονομασίες ταξινόμησης:

Κλάση	Διάμετρος
S1	στρογγύλια διαμέτρου 3 έως 6 εκατ. (μικρά στρογγύλια).
S2	στρογγύλια διαμέτρου 7 έως 13 εκατ. (στρογγύλια).
S3	στρογγύλια διαμέτρου 14 εκατ. και πλέον και σχίζες (χονδρά στρογγύλια και σχίζες).

Όταν η ξυλεία σε χωρικά κυβικά μέτρα είναι αποφλοιωμένη, οι ανωτέρω διαμέτροι μειώνονται κατά 1 εκατ.

2.3. Ταξινόμηση με βάση την ποιότητα.

2.3.1. Η ταξινόμηση με βάση την ποιότητα λαμβάνει υπόψη τ' ακόλουθα κριτήρια:

- Καμπυλότητα: Η μέτρηση της καμπυλότητας πραγματοποιείται με διαίρεση του συνολικού βέλους εκπεφρασμένου σε εκ. και στο πλησιέστερο εκατοστόμετρο, με την απόσταση που χωρίζει τα δύο άκρα της καμπυλότητας, εκπεφρασμένης σε μέτρα με δεκαδικά ψηφία.

Η καμπυλότητα εκφράζεται σε εκατοστόμετρα ανά μέτρο.

- Στρεφοϊνία: Η έκταση του ελαττώματος αυτού μετρείται με την κατά μέτρον απόσταση, εκπεφρασμένη σε εκατοστόμετρα και στο πλησιέστερο εκατοστόμετρο μεταξύ κατεύθυνσης των ινών και μιάς ευθείας παράλληλης προς τον άξονα του μακρού ξύλου.

Η στρεφοϊνία εκφράζεται σε εκατοστόμετρα ανά μέτρο.

- Πτώση διαμέτρου: Η πτώση διαμέτρου μετρείται με διαίρεση της διαφοράς μεταξύ των διαμέτρων μακράς ξυλείας σ' ένα μέτρο από τα άκρα και αφού μετρηθεί σε εκατοστόμετρα και στρογγυλοποιηθεί στο κατώτερο εκατοστό, με την απόσταση, η οποία τις χωρίζει, εκπεφρασμένη σε μέτρα με δεκαδικά ψηφία.

Η πτώση της διαμέτρου εκφράζεται σε εκατοστόμετρα με δεκαδικά ψηφία, ανά μέτρο.

- Ρόζοι μη κεκαλυμμένοι, υγείς (ή καθαροί), αποσυντεθειμένοι (ή μαύροι). Η διάμετρος των ρόζων μετρείται σε χιλιοστόμετρα κατά την μικρότερη διαστάση τους.

- Ρόζοι κεκαλυμμένοι, εξογκώματα.

- Έκκεντρος εντεριώνη.

- Ξύλο από αντίδραση: Βαρυμορφωμένο, ξύλο εφελκυσμογέ- νές για τα πλατύφυλλα, ξύλο θλιφτιγές ή ερυθρόχρουν για τα κωνοφόρα.

- Ανωμαλίες περιμέτρου.

- Ραγάδες δακτυλίου, ραγάδες από ηλεκτροπληξίες, ραγάδες παγετού.

- Ξυλεία που προέρχεται από ιστάμενα ξηρά δένδρα και ελαττώματα που οφείλονται στην αποξηράνση, σχισμές.

- Αποχρωματισμοί.

- Άλλες ζημιές που προκαλούνται από επιβλαβείς οργανισμούς.

2.3.2. Όταν η ταξινόμηση γίνεται με βάση την ποιότητα, η ακατέργαστη ξυλεία κατατάσσεται σε κλάσεις ποιότητας σύμφωνα με τις ακόλουθες ταξινόμησης:

Κλάση Α/ΕΟΚ: Ξύλο υγείας, που παρουσιάζει ειδικές ανώτερες ιδιότητες, απαλλαγμένο ελαττωμάτων ή με ασήμαντα ελαττώματα που δεν περιορίζουν τη χρήση του.

Κλάση Β/ΕΟΚ: Ξύλο συνήθους ποιότητας, στο οποίο περιλαμβάνεται και η ξυλεία από ιστάμενα ξηρά δένδρα, παρουσιάζον ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα ελαττώματα: Ελαφρά καμπυλότητα και στρεφοϊνία, πτώση διαμέτρου λίγο έντονη, χωρίς χονδρούς ρόζους, μερικούς ρόζους υγείας μικρού ή μέσου μεγέθους, μειωμένο αριθμό ελαττωματικών ρόζων μικρής διάστασης, εντεριώνη ελαφρά έκκεντρο, μερικές ανωμαλίες της περιμέτρου ή ορισμένα άλλα μεμονωμένα ελαττώματα που αντισταθμίζονται από μια γενική καλή ποιότητα.

Κλάση Γ/ΕΟΚ: Ξυλεία, η οποία λόγω των ελαττωμάτων της δεν μπορεί να ταξινομηθεί ούτε στην κλάση Α/ΕΟΚ, ούτε στην κλάση Β/ΕΟΚ, αλλά η οποία εν τούτοις μπορεί να χρησιμοποιηθεί για βιομηχανικούς σκοπούς.

2.3.3. Η τεχνική ξυλεία των κλάσεων ποιότητας Α/ΕΟΚ, Β/ΕΟΚ και Γ/ΕΟΚ πρέπει να φέρει την ένδειξη της κλάσης της κατά τρόπο ανεξίτηλο.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 27 Ιουλίου 1988

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ
Ν. ΑΚΡΙΤΙΔΗΣ
ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ

ΕΘΝ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
Γ. ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΑΣ
Κ. ΤΣΙΓΑΡΙΔΑΣ

Αριθ. Γ6α/1724 (2)
Χορήγηση άδειας άσκησης επαγγέλματος Κοινωνικού Λειτουργού στη Βασιλική Μαστρογιάννη του Δημητρίου.

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΥΓΕΙΑΣ, ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΑΣΦΑΛΙΣΕΩΝ

Με την απόφαση του Υπουργού Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων Γ6α/1724/26.7.88 έχει χορηγηθεί στη Βασιλική Μαστρογιάννη του Δημητρίου άδεια άσκησης επαγγέλματος Κοινωνικού Λειτουργού.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 26 Ιουλίου 1988

Με εντολή Υπουργού
Ο Διευθυντής
Χ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 1927-1

March 2008

ICS 79.040

Supersedes ENV 1927-1:1998

English Version

Qualitative classification of softwood round timber - Part 1: Spruces and firs

Classement qualitatif des bois ronds résineux - Partie 1 :
Épicéas et sapins

Qualitäts-Sortierung von Nadel-Rundholz - Teil 1: Fichten
und Tannen

This European Standard was approved by CEN on 23 February 2008.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

© 2008 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved
worldwide for CEN national Members.

Ref. No. EN 1927-1:2008: E

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 1316-1

February 1997

ICS 79.040

Descriptors: Wood, sawlogs, hardwood, timber, oak wood, beech wood, grading, quality classes

English version

Hardwood round timber — Qualitative classification Part 1: Oak and beech

Bois ronds feuillus — Classement
qualitatif —
Partie 1: Chêne et hêtre

Laub-Rundholz — Qualitäts-Sortierung —
Teil 1: Eiche und Buche

This European Standard was approved by CEN on 1997-01-05. CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CEN

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

© 1997 All rights of reproduction and communication in any form and by any means reserved to CEN members
Ref. No. EN 1316-1 : 1997 E

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Προδιαγραφές ταξινόμησης ξυλείας από ελληνικά δάση

1. Κωνοφόρα (πεύκη, ελάτη, ερυθρελάτη)

a/a	Κατηγορία	Διαστάσεις		Παρατηρήσεις
		Διάμετρος (cm)	Μήκος (m)	
1	Στρόγγυλη ξυλεία Α	≥22 cm (μέση, άφλοια)	≥2 m με κλιμάκωση ανά 50 cm (υπερδιάσταση 3-5 cm)	Κορμοτεμάχια, άφλοια, υγιή, συνήθη. Επιτρέπονται: Συμφυείς ρόζοι δ<8 cm και αποπίπτοντες ή μερικώς σάπιοι δ<5 cm. Συμφυείς 8<δ<15 cm ή αποπίπτοντες 5<δ<10 cm, ένας/τρέχον m, εγκλείσματα φλοιού, ρητινοθύλακες. Στρεψοϊνία, κωνικότητα, ελλειπτικότητα, μονόπλευρη καμπυλότητα, ραγάδες, παγοραγάδες και περιφερειακές ραγάδες σε μικρό βαθμό. Στο εσωτερικό τμήμα κάθε είδους ελαττώματα αλλά όχι εκτεταμένα, σήψη στο σομόφ σε βάθος <1/10 της μέσης διαμέτρου, διπλός πυρήνας με απόσταση ανάμεσα στις εντεριώνες >1/4 της μέσης διαμέτρου.
2	Στρόγγυλη ξυλεία Β	»	»	Κορμοτεμάχια άφλοια με περισσότερα ελαττώματα (μέχρι 50% περισσότερα της κατηγορίας Α) και με την προϋπόθεση ότι το 50% της ξυλώδους μάζας θα παραμείνει κατάλληλο για πρίση
3	Στρόγγυλη ξυλεία Β	»	0,80-1,20— 1,50-1,80 m	»
4	Στρόγγυλη ξυλεία λεπτή (“γαρνιτούρα” μεταλλείων, πεύκης/ελάτης)	10-21 cm (μέση, άφλοια)	>3 m με κλιμάκωση ανά 50 cm (υπερδιάσταση 3-5 cm)	Κορμοτεμάχια άφλοια, υγιή, ευθυτενή, άρροζα, σχεδόν κυλινδρικόμορφα, χωρίς ή με μικρά ελαττώματα που δεν επηρεάζουν την αξία τους.
5	Στρόγγυλη ξυλεία λεπτή κορμιδίων πεύκης/ελάτης (βελέσια)	6-9 cm (μέση, άφλοια)	2-2,5 cm (υπερδιάσταση 3-5 cm)	»
6	Στρόγγυλη ξυλεία μεταλλείων πεύκης/ελάτης	12-16 cm (διάμετρος κορυφής)	2-2,5-3 cm	Κορμοτεμάχια υγιή. Επιτρέπονται οποιαδήποτε ελαττώματα.
7	Στύλοι ΔΕΗ (ελαφροί-μέσοι-βαρείς) και ΟΤΕ (ασθενείς-ισχυροί)	ΔΕΗ: <u>Κορυφής:</u> 12-18 cm, <u>Σε ύψος 1,80 m:</u> 20-32 cm ΟΤΕ: <u>Κορυφής:</u> ελάχιστη 9-14 cm, μέγιστη: 12,5-17 cm <u>Σε ύψος 1,5 m:</u> 12,5-19 cm	ΔΕΗ: 10-15 cm ΟΤΕ: ελάχιστο: 5,5-8 m μέγιστο: 5.6-8,1 m	Κορμοτεμάχια άφλοια, απόλυτα υγιή, ευθυτενή, κυλινδρικόμορφα, χωρίς στρεψοϊνία και άλλα ελαττώματα. Σε στύλους ΔΕΗ επιτρέπεται ένας ρόζος δ<8 cm/τρέχον m, με τον περιορισμό η διάμετρος ρόζων που βρίσκονται σε μήκος 30 cm δεν είναι αθροιστικά μεγαλύτερη από 21 cm. Περιορισμοί υπάρχουν επίσης σε ορισμένα χαρακτηριστικά (μακροσκοπικά) των κορμοτεμαχίων, στη διάμετρο και μήκος, στον τρόπο τεμαχισμού κ.ά.
8	Πελεκητή ξυλεία πεύκης/ελάτης (τετραγωνισμένη)	<20 cm	3-4-5-6-7 cm	Κορμοτεμάχια υγιή, ευθυτενή, κυλινδρικόμορφα, άρροζα ή σχεδόν άρροζα, χωρίς ή με λίγα ελαττώματα που δεν επηρεάζουν την αξία τους. Διαμορφώνονται στις διαστάσεις: 1. Μήκος 3m: πλευρές 7x7, 8x8, 8x9, 9x9 cm 2. Μήκος 4m: πλευρές 9x10, 10x10, 10x11, 11x11 cm 3. Μήκος 5-6-7 m, πλευρές: 12x13, 13x14, 14x15, 15x16 cm

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Προδιαγραφές ταξινόμησης ξυλείας από ελληνικά δάση 2. Πλατύφυλλα (οξιά, δρυς, λεύκη)

α/α	Κατηγορία	Διαστάσεις		Παρατηρήσεις
		Διάμετρος (cm)	Μήκος (m)	
1	Στρόγγυλη (>1,80 m)	≥22 cm (ελάχιστη, άφλοια)	≥1,80 m (με κλιμάκωση ανά 10 cm, υπερδιάσταση 5 cm)	Κορμοτεμάχια υγιή, με φλοιό, σνήθη. Επιτρέπονται: υγιείς συμφυείς ρόζοι δ<7 cm, αποπίπτοντες δ<4 cm. Μεγαλύτεροι ρόζοι (με διάμετρο μεγαλύτερη κατά 30% ή 20% ανάλογα με τη διάμετρο του κορμοτεμαχίου), ένας/τρέχον m. Εγκλείσματα φλοιού, διπλός πυρήνας, ελλειπτικότητα, ψευδεγκάρδιο υγιές, κάθε είδους ελαττώματα ή περιορισμένη σήψη στο κεντρικό τμήμα. Στρεψοΐνια, κωνικότητα, στοές εντόμων, σε μικρό σχετικά βαθμό. Ραγάδες με περιορισμένο βάθος, μεταχρωματισμός που δεν επηρεάζει την αντοχή του ξύλου.
2	Στρόγγυλη (1,30-1,50 m)	≥32 cm (ελάχιστη άφλοια)	1,30-1,50 m	»
3	Στρογγύλια Α' (οξιάς/δρυός)	≥25 cm (ελάχιστη, μέση, με φλοιό)	0,0-1,0-1,2-1,3-1,5 m (υπερδιάσταση 2cm)	»
4	Στρογγύλια Β' (οξιάς/δρυός)	15 cm (ελάχιστη, μέση, με φλοιό)	»	Κορμοτεμάχια υγιή, με φλοιό. Επιτρέπονται περισσότερα ελαττώματα, μέχρι 50% περισσότερο από τις προηγούμενες κατηγορίες.
5	Σχίζες οξιάς/δρυός	Πάχος κυκλικού τομέα ≥18cm και πλάτος ≥25cm	1,0-1,2-1,3-1,5-1,7m (υπερδιάσταση 2 cm)	Τεμάχια μορφής κυκλικού τομέα, υγιή. Επιτρέπονται: δυο ρόζοι όχι διαμπερείς <7 cm ή και τρεις σε σχίζες πλάτους >35cm, υγιές ψευδεγκάρδιο, καμπυλότητα μέχρι 5% του μήκους, ραγάδες άκρων όχι διαμπερείς συνολικού βάθους μέχρι 100% του πάχους της σχίζας, στρεψοΐνια σε μέτριο βαθμό.
6	Καυσόξυλα βιομηχανικής χρήσεως οξιάς/κωνοφόρων/λεύκης	6-36 cm	1,0-1,2 m	Κορμοτεμάχια στρόγγυλα ή σχιστά, με φλοιό, υγιή, από κορμούς και κλαδιά, καλά αποκλαδωμένα που δεν μπορούν να περιληφθούν σε άλλη κατηγορία.
7	Καυσόξυλα θερμάνσεως οξιάς/δρυός/κωνοφόρων/λεύκης	≥5 cm	»	Τεμάχια ξύλου κυλινδρικά ή σχιστά (με δ>35 cm σχίζονται), τελείως αποκλαδωμένα που δεν μπορούν να περιληφθούν σε άλλη κατηγορία.

7. Χρήσεις του παραγόμενου ξύλου από τα δάση της εύκρατης ζώνης

Σύνοψη

Παρουσιάζονται τα διάφορα ξύλα των δασοπονικών ειδών της εύκρατης ζώνης καθώς και των παραμεσόγειων θάμνων και δέντρων και περιγράφεται για κάθε είδος ξύλου χωριστά η δομή, οι ιδιότητες και οι χρήσεις του. Η περιγραφή αναφέρεται σε ξύλα κωνοφόρων και πλατύφυλλων δασοπονικών ειδών της εύκρατης ζώνης με εμπορική σημασία (13 γένη κωνοφόρων και 33 γένη πλατύφυλλων), στα οποία περιλαμβάνονται και τα ελληνικά ξύλα, και σε παραμεσόγειους αιθαλείς ή φυλλοβόλους πλατύφυλλους θάμνους και δέντρα (29 γένη). Για όλα τα παραπάνω ξύλα παρουσιάζονται έγχρωμες φωτογραφίες ακτινικών ή εφαπτομενικών σχεδιάσεων και, σε ορισμένες περιπτώσεις (στην καρυδιά), τρόποι παραγωγής διακοσμητικών ξυλοφύλλων και τελικά προϊόντα. Τέλος, δίνονται πίνακες με βασικές φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των ξύλων καθώς και με τις κυριότερες χρήσεις κατά δασοπονικό είδος.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία: 1. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 2. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 3. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 4. Kollmann, F. and Cote, W.A. 1968. *Principles of Wood Science and Technology, I: Solid Wood*. 5. Jane, F.W. 1970. *The Structure of Wood*. 6. USDA 1970. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, USDA Forest Service Agric. Handbook No. 22*. 7. Findlay, W.P.K. 1975. *Timber Properties and Uses*. 8. Βασιλείου, Β. και Ε. Αιδινίδης 2004. *Το Ξύλο της Καρυδιάς και η Τεχνολογία Αξιοποίησής του*. 9. Mcknight T. & Mullins E. 1981. *Canadian Woods: Their Properties and Uses*. 10. Titmuss F. H. 1971. *Commercial Timbers of the World*. 11. Wagenführ, R. and Chr. Scheiber. 1974. *Holzatlas*.

Λεξιλόγιο: ξύλα εύκρατης ζώνης, παραμεσόγειοι θάμνοι και δέντρα, δομή, ιδιότητες, χρήσεις, ακτινικές/εφαπτομενικές σχεδιάσεις, woods of temperate zones, Mediterranean shrubs and trees, structure, properties, uses, radial/tangential figures.

7.1. Ξύλα εύκρατης ζώνης (Ευρωπαϊκά, Βόρειο-Αμερικάνικα ξύλα) με εμπορική σημασία

Έχει επικρατήσει τα δέντρα να διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τα «σκληρά ξύλα» («hardwoods») που αναφέρονται στα πλατύφυλλα (Αγγειόσπερμα) και τα «μαλακά ξύλα» («softwoods») που αναφέρονται στα κωνοφόρα (Γυμνόσπερμα). Μερικά κωνοφόρα ωστόσο είναι σκληρότερα από ορισμένα πλατύφυλλα και ορισμένα πλατύφυλλα είναι μαλακότερα από ορισμένα κωνοφόρα. Η πυκνότητα του κάθε δασοπονικού είδους είναι δείκτης και της σκληρότητάς του (Rendle, 1969, 1970; Wagenführ & Scheiber, 1974; U.S.D.A., 1974; Mcknight & Mullins, 1981; Τσουμής, 2000).

7.1.1 Κωνοφόρα (Gymnosperms, Softwoods)

1. *Abies spp.* (ελάτη, fir)

Είδη: Τα ευρωπαϊκά είδη *A. alba* ή *A. pectinata* (λευκή ή κτενοειδής, silver fir), *A. cephalonica* (κεφαλληνιακή ελάτη, Grecian fir), *A. alba* X *A. cephalonica*, *populus hybridogenus* ή *A. borisiii regis* (υβριδογενής ελάτη) και τα αμερικανικά είδη *A. balsamea* (balsam fir), *A. fraseri* (Fraser fir) γνωστών ως eastern balsam firs *A. amabilis* (Pacific silver fir), *A. concolor* (white fir), *A. grandis* (grand fir), *A. lasiocarpa* (subalpine fir), *A. magnifica* (California red fir), *A. procera* (noble fir) γνωστών ως western firs.

Δομή: Το ξύλο είναι ανοιχτόχρωμο καστανοκίτρινο και το εγκάρδιο δεν έχει διαφορετικό χρώμα από το σομό. Είναι συνήθως ευθύινο με τραχιά και ανομοιόμορφη υφή. Τα όρια πρώιμου – όψιμου ξύλου σπάνια είναι απότομα. Δεν υπάρχουν ρητινοφόροι αγωγοί στο ξύλο (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

Ιδιότητες: Το ξύλο είναι ελαφρύ ως μέτριο σε βάρος. Η ξυλεία κατεργάζεται ικανοποιητικά και ξηραίνεται εύκολα. Είναι σχετικά μαλακό ως μέτριο σε σκληρότητα και έχει μικρή φυσική διάρκεια. Εμποτίζεται δύσκολα επειδή παρουσιάζεται μεγάλο ποσοστό απόφραξης των αλωφόρων βοθρίων κατά την ξήρανση που δυσκολεύει την τριχοειδή κίνηση των συντηρητικών υγρών μέσα στο ξύλο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, πατώματα, για ιστούς πλοίων και άλλες ναυπηγικές κατασκευές, για στύλους, κιβώτια, για παραγωγή ξυλοφύλλων, μοριοπλακών, ινοπλακών, για μουσικά όργανα (Τσουμής, 2000).

2. *Cedrus spp.* (κέδρος)

Είδη: *C. deodara* (Ιμαλαΐων), *C. libani* ή *C. libanotica* (Λιβάνου), *C. atlantica* (Άτλαντος), *C. brevifolia* (βραχύφυλλη).

Δομή: Το εγκάρδιο είναι φαιοκαστανό και το σομφό υπόλευκο.

Ιδιότητες: Ξύλο μέτρια βαρύ και σκληρό με αρωματική οσμή και ανθεκτικό.

Χρήσεις: Ναυπηγικές κατασκευές, στύλοι, πάσσαλοι, έπιπλα, ξυλόγλυπτα, κιβώτια, κ.ά.

3. *Chamaecyparis spp.*

Είδη: Τα αμερικανικά είδη *C. nootkatensis* (Alaska cedar), *C. lawsoniana* (Port-orford -cedar), *C. thyoides* (Atlantic white cedar).

Δομή: Το εγκάρδιο ξύλο έχει κίτρινο χρώμα με έντονη στιλπνότητα, ενώ το σομφό είναι στενό, ανοιχτού κίτρινου χρώματος και δύσκολα διακρίνεται από το εγκάρδιο. Έχει λεπτή υφή και είναι γενικά ευθύινο.

Ιδιότητες: Το ξύλο είναι μέτριου βάρους και σκληρότητας και παρουσιάζει μέτρια αντοχή σε κρούση. Ρικνώνεται λίγο και είναι διαστασιακά σταθερό, αλλά έχει μια ελαφρώς δυσάρεστη οσμή. Το εγκάρδιο ξύλο έχει μεγάλη φυσική διάρκεια (Tsoumis, 1968).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για εσωτερικές επενδύσεις, έπιπλα, μικρές βάρκες και μικροκατασκευές.

4. *Cupressus spp.* (κυπαρίσσι, cypress)

Είδη: *C. sempervirens* (αιθαλής, Mediterranean cypress), *C. arizonica* (Αριζόνας), *C. macrocarpa* (μακρόκαρπη).

Δομή: Έχει εγκάρδιο καστανοκίτρινο και σομφό ανοιχτό καστανοκίτρινο. Μπορεί να υπάρχουν ψευδείς ή ασυνεχείς αυξητικοί δακτύλιοι. Δεν έχει κανονικούς αξονικούς ρητινοφόρους αγωγούς, αλλά μπορεί να έχει τραυματικούς.

Ιδιότητες: Έχει μεγάλη φυσική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων. Η μηχανική του αντοχή είναι μέτρια, ξηραίνεται εύκολα και έχει καλή κατεργασία.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, σε ιστούς, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, στύλους, πατώματα, σε οικοδομικές κατασκευές, για χαρτοπολτό, για κιβώτια, торνευτά (Τσουμής, 2000).

5. *Juniperus spp.* (άρκευθος, cedar)

Είδη: Τα ευρωπαϊκά είδη *J. communis* (κοινή, common juniper), *J. Drupacea* (δρυπόδης, Syrian juniper), *J. excelsa* (υψηλή, Grecian juniper), *J. phoenicea* (φοινικική, Phoenician juniper), *J. Foeditissima* (δυσσομοτάτη), *J. Macrocarpa* (μακρόκαρπη), *J. Nana* (νανώδης), *J. oxycedrus* (οξύκεδρος) και η αμερικανική *J. virginiana* (easternredcedar).

Δομή: Το εγκάρδιο του είναι καστανοκόκκινο και το σομφό ανοιχτό καστανό. Μπορεί να υπάρχουν ψευδείς ή ασυνεχείς αυξητικοί δακτύλιοι. Δεν έχει κανονικούς αξονικούς ρητινοφόρους αγωγούς, αλλά ίσως έχει τραυματικούς. Το ξύλο έχει τη χαρακτηριστική μυρωδιά του κέδρου.

Ιδιότητες: Έχει μεγάλη φυσική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων και μέτρια μηχανική αντοχή. Η κατεργασία του είναι καλή και έχει ως συνέπεια μικρή άμβλυνση των εργαλείων που χρησιμοποιούνται. Ξηραίνεται αργά, με τάση να δημιουργεί σχισμές. Τείνει να σχίζεται όταν καρφώνεται.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για торνευτά, ξυλόγλυπτα, μικροαντικείμενα, μουσικά όργανα, παιχνίδια. Όταν είναι διαθέσιμο σε μεγάλες διαστάσεις χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, σε οικοδομικές κατασκευές, για πατώματα, για ξυλόφυλλα, για στύλους (Τσουμής, 2000).

6. *Larix spp.* (λάριξ, larch)

Είδη: Η ευρωπαϊκή *L. europaea* ή *L. decidua* (ευρωπαϊκή, European larch) και οι αμερικανικές *L. laricina* (tamarack, eastern larch), *L. occidentalis* (western larch).

Δομή: Το εγκάρδιο έχει χρώμα κόκκινο – καφέ και το σομφό είναι λευκωπό και στενό. Το ξύλο είναι ευθύινο και η υφή του μέτρια τραχιά αλλά ομοιόμορφη. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι εμφανείς με γυμνό μάτι και η μετάβαση από το πρώιμο στο όψιμο ξύλο είναι απότομη.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο που κατεργάζεται σχετικά καλά αλλά επειδή έχει κάπως τραχιά υφή δε δίνει τόσο καλές επιφάνειες. Η ζημιά που προκαλείται στα εργαλεία είναι αμελητέα. Είναι μέτρια βαρύ και έχει ικανοποιητική αντοχή σε κάμψη και σε συμπίεση, όμως χαμηλή αντοχή σε κρούση. Κατά την ξήρανση απαιτείται προσοχή γιατί υπάρχει πιθανότητα παραμόρφωσης (στρέβλωσης) και κατάρρευσης. Η ρίκνωση που υφίσταται κατά την ξήρανση είναι μέτρια. Εμποτίζεται δύσκολα με συντηρητικά. Το εγκάρδιο έχει μέτρια διάρκεια, αλλά ο εμποτισμός με συντηρητικά είναι απαραίτητος όταν το ξύλο εκτίθεται σε συνθήκες που ευνοούν τη σήψη (Tsoumis, 1968).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για στρωτήρες σιδηρόδρομων, πασσάλους, δοκούς, σε οικοδομικές κατασκευές, στη ναυπηγική, για κιβώτια και κουτιά, για χαρτοπολτό (Titmuss, 1971; Micknight & Mullins, 1981).

7. *Picea spp.* (ερυθρελάτη, spruce)

Είδη: Η ευρωπαϊκή ερυθρελάτη *P. Abies* ή *P. excelsa* (υψηλή, Norway spruce) και οι αμερικανικές *P. glauca* (white spruce), *P. rubens* (red spruce), *P. mariana* (black spruce), *P. engelmannii* (Engelmann spruce), *P. sitchensis* (sitca spruce).

Δομή: Το χρώμα του ξύλου είναι ανοιχτό καστανοκόκκινο και το εγκάρδιο δεν έχει διαφορετικό χρώμα από το σομφό. Τα όρια πρώιμου – όψιμου ξύλου δεν είναι απότομα. Υπάρχουν αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί μέτριοι σε μέγεθος ως μικροί και φαίνονται μόνο με φακό. Είναι σχετικά λίγοι, μόνοι ή σε ομάδες από 2-5, με εφαπτομενική διεύθυνση. Το ξύλο είναι στιλπνό και η στιλπνότητα του φαίνεται καλύτερα σε ακτινικές επιφάνειες.

Ιδιότητες: Μοιάζουν με αυτές ορισμένων πεύκων (π.χ. δασικής). Έχουν ξύλο σχετικά μαλακότερο, με μικρότερη διάρκεια και ελαφρό ως μέτριο σε βάρος. Η κατεργασία του είναι καλή και ξηραίνεται εύκολα. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές και παρουσιάζει δυσκολία κατά τον εμποτισμό.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, σε ιστούς πλοίων, για πατώματα, στύλους, κιβώτια, για χαρτοπολτό, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, σε ναυπηγικές κατασκευές, για μουσικά όργανα (Τσουμής, 2000).

8. *Pinus palustris*

Δομή: Το σομφό έχει χρώμα κιτρινωπό προς άσπρο και είναι συνήθως πλατύ στη δεύτερη περίοδο ανάπτυξης. Το εγκάρδιο είναι καστανοκίτρινο ή χρυσοκαστανό ή κοκκινοκαστανό με δυνατή οσμή ρητίνης, αμέσως μετά την υλοτομία ή την κατεργασία και παίρνει μορφή όταν το δέντρο έχει φτάσει σε ηλικία περίπου 20 ετών. Το σομφό είναι λευκωπό ή κιτρινωπό και σε γηραιά άτομα, τα οποία αυξάνουν αργά, μπορεί να έχει πλάτος 2,5-5εκ. Γενικά, το ξύλο έχει ένα σκούρο κίτρινο ως ανοιχτό κόκκινο – καφέ χρώμα με μια χαρακτηριστική και εμφανή μορφή, που οφείλεται στους αυξητικούς δακτυλίους. Είναι συνήθως ευθύινο και η υφή του είναι ομαλή και ομοιόμορφη. Τα όρια πρώιμου – όψιμου ξύλου είναι απότομα ως πολύ απότομα. Το όψιμο ξύλο είναι πυκνό και σκληρό. Πρόκειται για είδος που παράγει πολλή ρητίνη. Οι αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί είναι μεγάλοι και διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο βαρύ, δυνατό και δύσκαμπτο και έχει μεγάλη αντοχή σε κρούση. Ξηραίνεται σχετικά εύκολα αλλά απαιτείται προσοχή γιατί υπάρχει πιθανότητα στρέβλωσης. Κατεργάζεται εύκολα τόσο με εργαλεία όσο και με μηχανήματα αλλά η παρουσία ρητίνης δημιουργεί προβλήματα, εκτός εάν τα εργαλεία έχουν προηγουμένως λαδώθει. Συγκρατεί καρφιά και βίδες καλά και η βαφή και η συγκόλληση του είναι ικανοποιητική. Παρουσιάζει μέτρια αντοχή σε προσβολές από έντομα, μύκητες και θαλασσινούς οργανισμούς. Το σομφό εμποτίζεται εύκολα, το εγκάρδιο όμως όχι. Η ξυλεία είναι ανάλογη της τραχείας και της χαλεπίου πεύκης και έχει το πλεονέκτημα ότι προμηθεύεται σε μεγάλα μήκη.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, για στύλους, ως ξυλεία μεταλλείων, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, σε ναυπηγικές κατασκευές, για ξυλόφυλλα, για αγροτικά εργαλεία, βαγόνια, για παιχνίδια (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

9. *Pinus spp.* (πεύκη, pine)

Είδη: Ευρωπαϊκά είδη : *P. peuce* (βαλκανική, Macedonian pine), *P. pinaster* ή *P. maritima* (θαλασσία, maritime pine), *P. halepensis* (χαλέπιος, Aleppo pine), *P. brutia* (τραχεία, Calabrian pine, hard pine), *P. sylvestris* (δασική, Scots pine), *P. nigra* (μαύρη, Austrian black pine), *P. Leucodermis* ή *P. heldreichii* (λευκόδερμη, white bark pine), *P. pinea* (κουκουναριά, umbrella pine, parasol pine, stone pine), *P. strobus* (λευκή).

Αμερικανικά είδη : *P. strobus* (eastern white pine), *P. monticola* (western white pine), *P. lambertiana* (sugar pine) γνωστά ως soft pines (μαλακές πεύκες με πυκνότητα 0,35 g/m³), *P. palustris* (longleaf pine), *P. echinata* (shortleaf pine), *P. taeda* (loblolly pine), *P. eliottii* (slash pine), *P. rigida* (pitch pine) γνωστά ως southern pines (νότιες πεύκες και χαρακτηρίζονται σκληρές με πυκνότητα 0,55 g/cm³), και η ομάδα των μέτρια σκληρών πευκών με πυκνότητα 0,40 g/cm³, όπως η *P. contorta* (lodgepole pine), *P. banksiana* (jack pine), *P. ponderosa* (βαρύξυλος, ponderosa pine), *P. resinosa* (red pine).

Δομή : Το εγκάρδιο ξύλο έχει πάντα σκοτεινότερο χρώμα από το σομφό και μυρίζει ρητίνη. Υπάρχουν πάντοτε αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί, οι οποίοι είναι σχετικά μεγάλοι, συνήθως πολλοί, μόνοι ή σε ομάδες από 2-3, με εφαπτομενική διεύθυνση. Με γυμνό μάτι διακρίνονται σαν μικρά στίγματα σε εγκάρσιες επιφάνειες και σαν λεπτές ασυνεχείς γραμμές σε εφαπτομενικές και ακτινικές επιφάνειες.

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

σομφό ξύλο των πεύκων είναι ευαίσθητο σε προσβολές – συχνά παρουσιάζει κυάνωση. Η κατεργασία τους είναι ικανοποιητική και η ξήρανση τους εύκολη. Ο εμποτισμός του σομφού είναι κι αυτός εύκολος.

Χρήσεις : Χρησιμοποιούνται σε οικοδομικές κατασκευές, για πατώματα, κιβώτια, βαρέλια, για ιστούς πλοίων, στύλους και στρωτήρες σιδηρόδρομων (με εμποτισμό), για κατασκευή επίπλων, για μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολτό, αντικολητά (κόντρα πλακέ), για βάρκες και ως ξυλεία μεταλλείων (χαλέπιος, τραχεία), για ξυλόγλυπτα (λευκόδεμος) (Τσουμής, 2000).

10. *Pseudotsuga menziesii* ή *P. taxifolia* ή *P. douglasii* (ψευδοτσούγκα, Douglas fir)

Δομή : Το σομφό είναι λευκωπό, κιτρινωπό ή κοκκινόλευκο και στενό, συνήθως λιγότερο από 5 εκ. πλάτος. Το εγκάρδιο είναι ανοιχτό κοκκινοκάστανο αμέσως μετά την υλοτομία, ενώ αργότερα γίνεται κοκκινωπό ως κοκκινοκάστανο. Το πρώιμο και το όψιμο ξύλο έχουν μια εμφανή διαφορά στο χρώμα. Το όψιμο έχει σκουρότερους και περισσότερο ξεκάθαρα σχηματισμένους αυξητικούς δακτυλίους, οι οποίοι είναι ορατοί με γυμνό μάτι. Αυτή η διαφορά στο χρωματισμό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ξεχωριστού σχεδίου ινών, που είναι εμφανές όταν το κορμοτεμάχιο έχει κοπεί εγκάρσια ή σε ξυλόφυλλα περιστροφικής τομής. Επιπλέον, η μετάβαση από το πρώιμο στο όψιμο ξύλο είναι απότομη. Υπάρχουν αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί, μέτριοι σε μέγεθος ή μικροί, μάλλον πολλοί, σε μικρές ομάδες από 2-5 με εφαπτομενική διεύθυνση, οι οποίοι όμως είναι αμυδρά εμφανείς χωρίς φακό χεριού. Πρόσφατα κατεργασμένο ξύλο έχει χαρακτηριστική οσμή.

Ιδιότητες : Η κατεργασία είναι ικανοποιητική (πιο δύσκολη όμως από τα πεύκα), αλλά αν τυχόν το ξύλο έχει ρόζους, τείνει να σχίζεται. Η ξυλεία έχει μεγάλη διάρκεια και όταν είναι προστατευμένο αλλά και όταν εκτίθεται σε εξωτερικές συνθήκες. Για να πραγματοποιηθεί ικανοποιητικός εμποτισμός (γιατί εμποτίζεται δύσκολα) πρέπει το ξύλο να σχιστεί κατά σημεία προκειμένου να επεξεργαστεί με συντηρητικά σε συνθήκες πίεσης. Έχει μέτρια αντοχή σε προσβολές από έντομα, μύκητες και θαλασσινούς οργανισμούς. Συγκρατεί καρφιά και συγκολλάται ικανοποιητικά (Tsoumis 1968).

Χρήσεις : Επίσης, χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, για στύλους, πάσσαλους, ξυλόφυλλα και αντικολητά, σε ναυπηγικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, βαρέλια, κιβώτια, για χαρτοπολτό (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

11. *Sequoia spp.* (σεκβόια, redwood)

Είδη: Τα αμερικανικά είδη *S. sempervirens* (αιθαλής, redwood), *S. gigantea* (γιγαντιαία, gaint sequoia).

Δομή : Το εγκάρδιο είναι κοκκινωπό με ένα χαρακτηριστικό σχεδιασμό, αλλά το ξύλο δεν έχει κάποια χαρακτηριστική οσμή ή γεύση. Είναι ευθύινο και η υφή του είναι μέτρια ομαλή και ομοιόμορφη.

Ιδιότητες : Η ξυλεία του κατεργάζεται εύκολα και με εργαλεία και με μηχανήματα, αλλά είναι εύθραυστο και απαιτεί προεργασία προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Το εγκάρδιο παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στους ξυλοσηπτικούς οργανισμούς.

Χρήσεις : Χρησιμοποιείται για προστασία και μόνωση δοχείων με νερό και σιλό, σε διάφορες κατασκευές αλλά και στην ξυλουργική (Titmuss, 1971).

12. *Taxodium distichum* (ταξόδιο δίστιχο, baldcypress, swamp cypress, Gulf cypress, Louisiana cypress)

Δομή : Το χρώμα του ξύλου ποικίλει από ωχρό κιτρινοκαφέ μέχρι πολύ σκούρο κοκκινοκαφέ (σχεδόν μαύρο). Υπάρχει μια χαρακτηριστική αντίθεση στα χρώματα πρώιμου-όψιμου ξύλου που δίνει μια ιδιαίτερη σχεδίαση κυρίως σε εφαπτομενικές επιφάνειες. Είναι ξύλο ευθύινο, έχει λιπαρή υφή και μερικές φορές δυσάρεστη οσμή.

Ιδιότητες : Είναι ξύλο μετρίου βάρους ($d = 0,51 \text{ g/m}^3$), ξηραίνεται σχετικά εύκολα. Έχει καλή φυσική διάρκεια, μέτρια αντίσταση στον εμποτισμό και παρουσιάζει εύκολη κατεργασία, ικανοποιητική συγκόλληση και βαφή (Tsoumis, 1968).

Χρήσεις : Χρησιμοποιείται για διάφορες οικοδομικές κατασκευές, πασσάλους, στρωτήρες σιδηροδρόμων, βαρέλια, δεξαμενές για αποθήκευση χημικών, μέσα συσκευασίας τροφίμων επειδή δεν προσδίδει χρώμα και δεν αλλοιώνει τη γεύση στα τρόφιμα και είναι κατάλληλο για ξυλουργικά προϊόντα (HMSO, 1977).

13. *Taxus baccata* (ίταμος, yew)

Δομή: Έχει εγκάρδιο καστανό και σομφό ανοιχτό καστανό. Τα όρια πρώιμου – όψιμου ξύλου δεν είναι απότομα. Δεν έχει κάποια αρωματική οσμή. Δεν υπάρχουν κανονικά αξονικοί ρητινοφόροι αγωγοί, αλλά ίσως υπάρχουν τραυματικοί.

Ιδιότητες : Έχει μεγάλη φυσική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων. Είναι βαρύ και σκληρό, ελαστικό και με μεγάλη αντοχή σε κρούση. Θεωρείται από τα καλύτερα κωνοφόρα για κάμψη (με άτμιση). Κατεργάζεται εύκολα και ξηραίνεται καλά και αρκετά γρήγορα, με ασήμαντη φθορά.

Χρήσεις : Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, για εργαλεία μέτρησης, για τόξα, τορνευτά, διακοσμητικά, μικροαντικείμενα (Τσουμής, 2000).

14. *Thuja* spp. (τούγια)

Είδη : Οι αμερικανικές *T. plicata* ή *T. gigantea* (πτυχωτή ή γιγάντια, western red cedar) και *T. occidentalis* (northern white cedar).

Δομή: Το εγκάρδιο είναι κοκκινωπό ή ροζ – καφέ ως βαθύ καφέ, ενώ το σομφό είναι σχεδόν άσπρο και είναι στενό, συνήθως με πλάτος μικρότερο από 2,5 εκ. Το ξύλο είναι ευθύινο και η υφή του είναι μεν ομοιόμορφη αλλά κάπως τραχιά. Έχει μια πολύ χαρακτηριστική οσμή.

Ιδιότητες: Είναι μαλακό ξύλο και σχίζεται εύκολα. Είναι ελαφρύ και όχι ιδιαίτερα δυνατό, εξαρτάται όμως και από την κατασκευή στην οποία θα χρησιμοποιηθεί. Ξηραίνεται εύκολα και παρουσιάζει μικρή ρίκνωση. Επεξεργάζεται εξαιρετικά και δίνει λείες επιφάνειες. Όταν ξηραίνεται φυσικά παίρνει με τον καιρό ένα χρώμα ασημί – γκρι, που είναι πολύ ελκυστικό και χρησιμοποιείται για παρκέτα. Βάφεται και συγκολλείται καλά. Παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στον εμποτισμό, ιδιαίτερα το εγκάρδιο. Για κωνοφόρο, είναι εξαιρετικά ανθεκτικό σε ξυλοφάγους μύκητες και όταν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. Το εγκάρδιο περιέχει εκχυλίσματα που προσδίδουν στο ξύλο το χρώμα, την οσμή του και την υψηλή διάρκεια του (Tsoumis 1968).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, για παρκέτα, πόρτες, κουφώματα, σε εξωτερικές κατασκευές, για πλοία, βάρκες, κανό, για δοκάρια και στύλους, κιβώτια, κασόνια, για παρασκευή χαρτοπολτού με τη μέθοδο Kraft (Titmuss, 1971; U.S.D.A., 1974; Micknight & Mullins, 1981).

15. *Tsuga* (τσούγκα, hemlock)

Είδη: Τα αμερικανικά είδη *T. canadensis* (καναδική, eastern hemlock, Canada hemlock), *T. heterophylla* (western hemlock, Pacific hemlock), *T. mertensiana* (mountain hemlock)

Δομή: Πρόκειται για ξύλο με εγκάρδιο που έχει χρώμα ανοιχτό καφέ ή κίτρινο με μια κόκκινη χροιά. Οι ίνες είναι πολύ ακανόνιστες και η υφή είναι γενικά ομαλή. Οι αυξητικοί του δακτύλιοι είναι ιδιαίτερα ευδιάκριτοι.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο με μέτρια σκληρότητα, ευκαμψία και αντοχή σε κρούση και μέτρια ελαφρύ. Είναι πολύ δύσκολο στις διαδικασίες ξήρανσης και τείνει να στρεβλώνει και να συστρέφεται. Δεν είναι εύκολο ξύλο στην κατεργασία είτε με εργαλεία είτε με μηχανήματα και οι ακανόνιστες ίνες του ίσως είναι υπεύθυνες για το σημαντικό βαθμό φθοράς του (Tsoumis, 1968).

Χρήσεις : Η ξυλεία του δεν είναι σημαντική στην παγκόσμια αγορά, αλλά χρησιμοποιείται από την τοπική αγορά για κατασκευές σκαλωσιών, πατωμάτων και στεγών, σε οικοδομικές κατασκευές, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, για κουπιά, παλέτες, κιβώτια (Titmuss, 1971; U.S.D.A., 1974).

Τιμές φυσικών (πυκνότητα, ρίκνωση, διαπερατότητα, διαστασιακή σταθερότητα) και μηχανικών ιδιοτήτων (εφελκυσμός, στατική κάμψη, θλίψη, διάτμηση, σκληρότητα, σχίση, κρούση) για διάφορα κωνοφόρα ξύλα παρουσιάζονται στους πίνακες 7.1 και 7.2 αντίστοιχα. Αξονικές τομές (ακτινικές, εφαπτομενικές) των κωνοφόρων ξύλων φαίνονται στην Εικόνα 7.1.

Είδος	Πυκνότητα g/cm ³		Συνολική ρίκνωση (%)			Διαπερατότητα (c.c./sec cm ² atm/cm), k _a			Διαστασιακή σταθερότητα	
	r ₀	R ₁₂₋₁₅	Αξον.	Ακτ.	Εφ.	Αξον.	Ακτ.	Εφ.	RH	
									90-60%	80-43%
ΚΩΝΟΦΟΡΑ									Σ-E*	
<i>Abies alba</i>	0,41	0,44	0,1	3,8	7,6	16				
<i>A. cephalonica</i>	0,40	-		3,3	7,4					
<i>A. borisii-regis</i>	0,41	-	0,1	3,1	7,3					3,52-3,06
<i>Picea excelsa</i>	0,41	0,44	0,3	3,6	7,8	0,42			2,2	2,50
<i>Pinus halepensis</i>	0,71	0,75	0,2	4,9	7,1					
<i>P. brutia</i>	0,57	0,60	0,3	4,8	7,2					
<i>P. nigra</i>	0,52	0,55	0,3	4,1	7,7	200			2,5	3,42-3,27
<i>P. leucodermis</i>	0,47	0,53	0,5	4,1	6,0					3,08-
<i>P. peuce</i>	0,41	-	-	4,8	6,0					
<i>P. pinea</i>	0,52	0,56	0,1	4,0	6,4					
<i>P. sylvestris</i> Κυανομένο σομφό	0,49	0,53	0,4	4,0	7,7	230			3,0	3,28-3,22 2,70
<i>Cupressus sempervirens</i>	0,55	0,60	0,2	3,5	4,8					2,55
<i>Juniperus oxycedrus</i>	0,57	0,69	-	2,8	5,9					
<i>J. excelsa</i>										3,03-2,59
<i>Taxus baccata</i>	0,64	0,67	-	3,7	5,3	<0,001				-2,56
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,49	0,52	0,3	5,0	7,8	3,6			2,7	
<i>Larix</i>	0,57	0,60	0,3	3,3	7,8	1,6			2,5	
<i>Pinus radiata</i>	-	0,50	-	3,4	6,7				3,2	
<i>Pinus rigida</i> (pitch pine)	0,52	0,56	0,4	4,0	7,5					
<i>Sequoia sempervirens</i>	0,36	0,39	0,3	2,4	5,0	130				
<i>Thuja</i>									2,7	
<i>Tsuga canadensis</i>										
<i>Cedrus</i>										
<i>Taxodium</i>	0,48	0,52	0,4	3,8	6,2					
<i>Chamaecyparis</i>										

* Σ-E : Σομφό ξύλο-Εγκάρδιο ξύλο, Σ- : μόνο σομφό ξύλο και -E : μόνο εγκάρδιο ξύλο (τιμές χωρίς παύλα μπροστά ή πίσω). Τιμές μονές χωρίς παύλα μπροστά ή πίσω : ξύλο χωρίς διάκριση σε σομφό ή εγκάρδιο.

Πίνακας 7.1 Τιμές φυσικών ιδιοτήτων (πυκνότητα, ρίκνωση, διαπερατότητα, διαστασιακή σταθερότητα) κωνοφόρων ξύλων (Smith & Lee, 1958; HMSO, 1969, 1977; Τσουμής, 2000; Βουλγαρίδης, 1987).

Είδος	Εφελκυσμός, N/mm ²		Στατική κάμψη, N/mm ²			Θλίψη, N/mm ²		Διάτ- μηση, N/m m ²	Σκληρότη- τα, N/mm ²		Σχίση, N/mm ²	Κρού- ση (J/cm ²)
		⊥	ΜΘ	ΟΤΙ	ΜΕ		⊥			⊥		
ΚΩΝΟΦΟΡΑ												
<i>Abies alba</i>	79	1,4	68		9800	34	4,8	5,6	32	18	0,31	6,0
<i>A. cephalonica</i>		1,7	94			37				20		3,5
<i>A. borisii-regis</i>	99		89		10800	44						3,8
<i>Picea excelsa</i>	86	1,5	61		9300	31	4,2	5,4	26	16	0,32	5,0
<i>Pinus halepensis</i>			119			55						
<i>P. brutia</i>		2,1	104			45				33	0,63	2,7
<i>P. nigra</i>	104	2,0	105		12000	40		10		27	0,56	2,7
<i>P. leucodermis</i>	112		70			41						4,4
<i>P. peuce</i>												
<i>P. pinea</i>			56			34						
<i>P. sylvestris</i>	104	3,0	100		12000	55	7,7	10	30	25	0,36	7,0
<i>Cupressus sempervirens</i>			55			54			62			
<i>Juniperus oxycedrus</i>												
<i>Taxus baccata</i>												
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	89	1,5	77		12400	43	6,5	5,5	38	28		5,3
<i>Larix</i>	107	2,3	99		13800	55	7,5	9,0	38	35		6,0
<i>Pinus radiata</i>	85	3,5	76		9200	41	7,1	11	40	29		
<i>Pitch pine</i>		3,3	103		14000	59	8,4	11	42	39		6,1
<i>Sequoia sempervirens</i>	77	2,0	58		7900	37	4,5	6,5	32	18		2,3
<i>Thuja</i>												
<i>Tsuga canadensis</i>												
<i>Cedrus</i>												
<i>Taxodium</i>		1,9	74		10000	45	6,3		36	23		3,4
<i>Chamae-cyparis</i>												

*||, ⊥ : παράλληλα και κάθετα με τις ίνες. ΜΘ, ΟΤΙ, ΜΕ: Μέτρο θραύσεως, οριακή τάση ινών, μέτρο ελαστικότητας

Πίνακας 7.2 Τιμές μηχανικών ιδιοτήτων κωνοφόρων ξύλων* (HMSO, 1969, 1972; Τσουμής, 1983).



Abies pinsapo



Abies amabilis



Abies grandis



Abies balsam



Abies lasiocarpa



Cedrus deodora



Chamaecyparis thyoides



Chamaecyparis lawsoniana



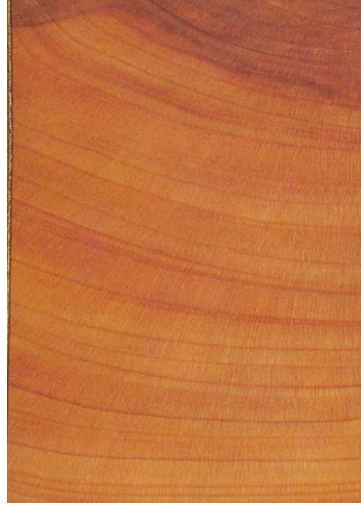
Cupressus sempervirens



Cupressus macrocarpa



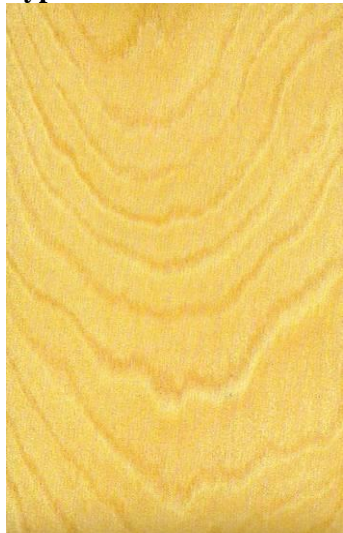
Cupressus lawsoniana



Cupressus arizonica



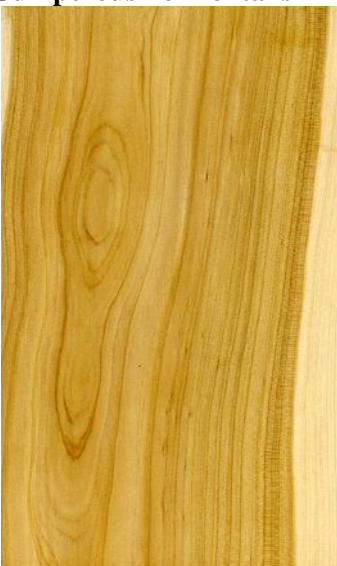
Juniperus horizontalis



Juniperus occidentalis



Juniperus deppeana



Juniperus pinchotii



Juniperus californica



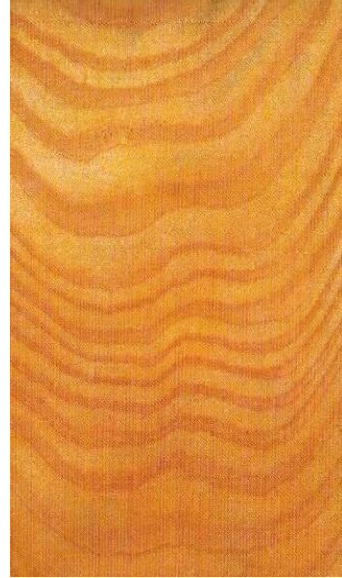
Juniperus communis



Larix laricina



Larix lyallii



Larix occidentalis



Picea abies



Picea sitchensis



Picea rubens



Pinus elliotii



Pinus aristata



Pinus halepensis



Pinus radiata



Pinus albicaulis



Pinus caribaea



Pinus contorta



Pinus longaeva



Pinus strobus



Pinus taeda



Pinus palustris



Pinus rigida



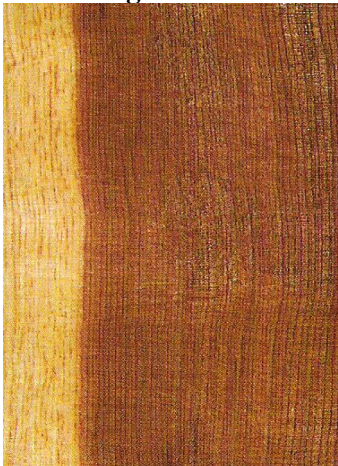
Pseudotsuga menziesii



Pseudotsuga macrocarpa



Sequoia sempervirens



Sequoiadendron giganteum



Taxodium ascendens



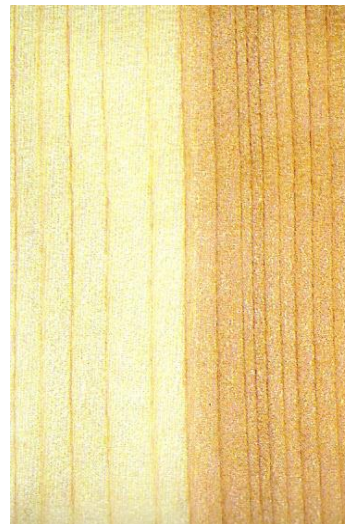
Taxodium distichum



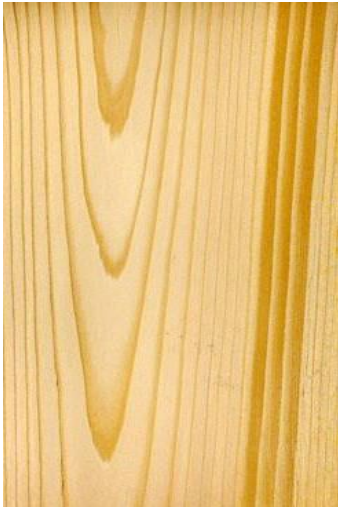
Taxus brevifolia



Thuja occidentalis



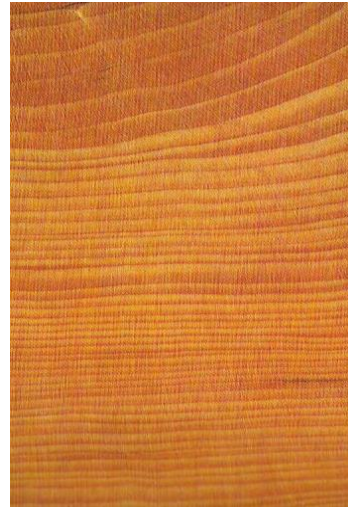
Thuja plicata



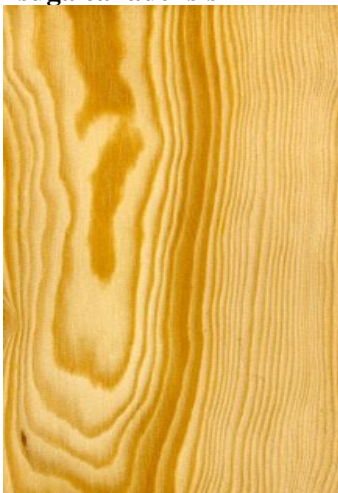
Tsuga canadensis



Tsuga caroliniana



Tsuga heterophylla



Tsuga mertensiana



Tsuga sieboldii

Εικόνα 7.1 Εμφάνιση (σχεδίαση) κωνοφόρων ξύλων σε αζονικές τομές (Βουλγαρίδης, 2015; Wagenführ & Scheiber, 1974).

7.1.2. Πλατύφυλλα (Angiosperms, Hardwoods)

1. *Acer spp.* (σφενδάμι, maple)

Είδη: Στο γένος *Acer* περιλαμβάνονται πολλά είδη : *A. pseudoplatanus* (ψευδοπλατάνι), *A. platanoides* (πλατανοειδές), *A. heldreichii* (του Χελδράιχ), *A. obtusatum* (αμβλύ), *A. intermedium* (διάμεσο), *A. campestre* (πεδινό), *A. monspessulanum* (μονσπεσουλανό), *A. reginae amaliae* (Βασιλίσσης Αμαλίας), *A. creticum* ή *A. orientale* (κρητικό), *A. tataricum* (ταταρικό), *A. negundo* (νεγούνδιο), και τα αμερικανικά είδη *A. saccharum* (σακχαρούχο, sugar maple), *A. nigrum* (black maple), *A. saccharinum* (silver maple), *A. rubrum* (red maple), *A. negundo* (box-elder), *A. macrophyllum* (bigleaf maple).

Δομή: Το ξύλο είναι χρώματος ανοιχτού καφέ κιτρινοκοκκινωπού ή προς το σταχτί, είναι συνήθως ευθύινο και η υφή του είναι ομαλή και ομοιόμορφη. Το σομφό και το εγκάρδιο δε διαφέρουν στο χρώμα. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο, του οποίου οι πόροι είναι διάσπαρτοι περισσότερο ή λιγότερο ομοιόμορφα σε κάθε αυξητικό δακτύλιο. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Το ξύλο είναι μέτριο σε βάρος ως βαρύ και μέτριας σκληρότητας ως σκληρό. Κατεργάζεται ικανοποιητικά, αν κι εφόσον τα εργαλεία είναι σε καλή κατάσταση και κοφτερά. Αντιδρά καλά σε κάθε μορφή διακοσμητικής επεξεργασίας και αποκτά μια ιδιαίτερη γυαλάδα, όταν καλύπτεται με βερνίκι. Παρουσιάζει αρκετά μεγάλη διάρκεια μετά από εμποτισμό, αλλιώς είναι ακατάλληλο για εξωτερικές χρήσεις και εμποτίζεται εύκολα. Ξηραίνεται καλά, είτε με φυσική είτε με τεχνητή ξήρανση, χρειάζεται όμως προσοχή για να προστατευτεί από πιθανό μεταχρωματισμό. Εμφανίζει μέτρια ρίκνωση και μεγάλη μηχανική αντοχή. Έχει μέτρια ελαστικότητα, μεγάλη αντοχή σε αποτριβή και είναι κατάλληλο για κάμψη (μετά από άτμιση).

Στιλβώνεται και συγκολλάται χωρίς δυσκολία. Είναι πολύ ευαίσθητο σε μύκητες και επιπλέον το σομφό προσβάλλεται από έντομα.

Χρήσεις: Στην επιπλοποιία, για σκεύη καθημερινής χρήσης, για πατώματα και ξυλεπενδύσεις, για ξυλόγλυπτα, μουσικά όργανα και παιχνίδια, για λαβές εργαλείων, αθλητικά είδη, σαίτες υφαντουργίας (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

2. *Aesculus spp.*

Είδη: *A. hippocastanum* (ιπποκαστανιά), και τα αμερικανικά είδη *A. octandra* (yellow buckeye), *A. glabra* (Ohio buckeye).

Δομή: Τα χρώμα του ξύλου είναι άσπρο ως κιτρινωπό με μια ροζ απόχρωση και το εγκάρδιο με το σομφό δεν ξεχωρίζουν σαφώς και ξεκάθαρα. Οι ίνες του είναι συνήθως διασταυρωμένες ή κυματοειδείς, αλλά η υφή του είναι ομαλή και ομοιόμορφη. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους πολύ μικρούς. Οι αυξητικοί του δακτύλιοι είναι ασαφείς.

Ιδιότητες: Είναι ξυλεία που κατεργάζεται εύκολα. Παρουσιάζει μικρή ρίκνωση και είναι κατάλληλη για κάμψη (μετά από άτμιση). Εμποτίζεται εύκολα και ξηραίνεται γρήγορα, με μικρή φθορά. Η συγκόλληση, η βαφή και η στίλβωση είναι ικανοποιητικές. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές μυκήτων και εντόμων.

Χρήσεις: Για κατασκευή κιβώτιων, παιχνιδιών, μικρών αντικειμένων τέχνης (π.χ. κουτιά για πούρα), σε εσωτερικά επίπλων, για торνευτά, σχεδιαστήρια, ρακέτες τένις, τεχνητά μέλη (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

3. *Ailanthus altissima* ή *A. glandulosa* (αϊλανθος αδενώδης, Tree-of-heaven)

Δομή: Το σομφό ξύλο έχει χρώμα κιτρινωπό και το εγκάρδιο κιτρινοσταχτί (μερικές φορές πρασινωπό). Οι αυξητικοί δακτύλιοι έχουν συνήθως μεγάλο πλάτος. Είναι είδος δακτυλιόπορο με παρατραχειακό κυκλικό παρέγχυμα (στο όψιμο ξύλο) και ακτίνες που διακρίνονται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Έχει μέτριο βάρος και σκληρότητα. Παρουσιάζει ικανοποιητική κατεργασία αλλά μερικές φορές περιέχει εφελκυσμογενές ξύλο.

Χρήσεις: Απλά έπιπλα, χαρτοπολτός κ.ά.

4. *Alnus spp.* (κλήθρα, alder)

Είδη: *A. glutinosa* (κολλώδης κλήθρα, European alder, black alder) και το αμερικανικό είδος *A. rubra* (red alder)

Δομή: Το ξύλο του, αμέσως μετά την υλοτομία, έχει λευκωπό χρώμα αλλά γρήγορα γίνεται κοκκινωπό. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με πολλούς πόρους, διάσπαρτους περισσότερο ή λιγότερο ομοιόμορφα σε κάθε αυξητικό δακτύλιο.

Ιδιότητες: Πρόκειται για ξύλο μέτριο σε βάρος και σκληρότητα. Κατεργάζεται εύκολα όταν έχει προηγουμένως ξηραθεί και με την προϋπόθεση ότι τα εργαλεία είναι καλά τροχισμένα. Η ξήρανση είναι ικανοποιητική και γίνεται αρκετά γρήγορα, ενώ παρουσιάζεται μέτρια ρίκνωση. Έχει μικρή μηχανική αντοχή και δεν είναι εύκολο σε κάμψη (μετά από άτμιση). Εμποτίζεται εύκολα και είναι ευαίσθητο σε προσβολές εντόμων.

Χρήσεις: Για παρασκευή αντικολλητών (τα εσωτερικά φύλλα) και χαρτοπολτού, για κατασκευή επίπλων (βάφεται για απομίμηση πολυτίμων ειδών όπως μαονιού, καρυδιάς κλπ.), για κιβώτια, μολύβια, παιχνίδια, για торνευτά και άλλα μικροαντικείμενα (Τσουμής, 2000).

5. *Betula spp.* (σημύδα, birch)

Είδη: *B. verrucosa* ή *B. pendula* (θηλώδης ή κρεμοκλαδής, English birch, Swedish birch) και τα αμερικανικά είδη *B. alleghaniensis* (yellow birch), *B. lenta* (sweet birch), *B. papyrifera* (paper birch), *B. nigra* (river birch), *B. populifolia* (gray birch), *B. Papyrifera var. commutata* (western paper birch).

Δομή: Το ξύλο της είναι ανοιχτό καφετί, με ευθείες ίνες και ομοιόμορφη υφή. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με αυξητικούς δακτυλίους που δεν είναι εμφανείς με γυμνό μάτι. Οι πόροι είναι μοναχικοί ή σε μικρές ακτινικές ομάδες και συνήθως δεν είναι ορατοί χωρίς τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού χεριού. Μπορεί να υπάρχουν παρεγχυματικές κηλίδες.

Ιδιότητες: Δε θεωρείται ξυλεία με μεγάλη φυσική διάρκεια σε εξωτερικές κατασκευές, αλλά κατεργάζεται εύκολα είτε χειρωνακτικά είτε με μηχανήματα (αφού ξηραθεί) και δίνει ομοιόμορφες και λείες επιφάνειες. Η εξασθένιση που προκαλείται στα εργαλεία είναι αμελητέα. Είναι ξύλο ελαστικό, κατάλληλο για κάμψη (μετά από άτμιση). Έχει μηχανική αντοχή καλύτερη από τη δρυ. Συγκολλάται, βάφεται και στιλβώνεται καλά και το γεγονός ότι χαρακτηρίζεται από έλλειψη ιδιαίτερου χρώματος και σχεδίου το κάνει κατάλληλο για μιμητισμό, με την απαραίτητη επεξεργασία, άλλων ξύλων, ανώτερων και σπανιότερων. Ξηραίνεται αρκετά καλά και γρήγορα με μικρή φθορά και εμποτίζεται εύκολα. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές μυκήτων και εντόμων.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, για χαρτοπολτό, ξυλόφυλλα και αντικολλητά, για торνευτά, αθλητικά είδη και μουσικά όργανα, για κατασκευή πλοίων και βαρκών, για παιχνίδια, παπούτσια, κιβώτια (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

6. *Caprinus spp.* (γαύρος, hornbeam)

Είδη: *C. betulus* (βετουλοειδής, European hornbeam), *C. orientalis* ή *C. duinensis* (ανατολικός, eastern hornbeam) και το αμερικανικό είδος *C. caroliniana* (American hornbeam, blue beech).

Δομή: Το ξύλο του είναι λευκωπό ή γενικά ανοιχτόχρωμο. Εμφανίζεται να είναι είτε ευθύνο είτε στρεψόνο και η υφή του είναι ομαλή και ομοιόμορφη. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με μικρούς πόρους, ενίοτε ορατούς χωρίς φακό, με ομοιόμορφη διασπορά και διάταξη σε μικρές, ακτινικές ομάδες. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι εμφανείς με γυμνό μάτι και τα κυματοειδή όρια τους αποτελούν ένα χαρακτηριστικό στοιχείο αναγνώρισης. Οι ακτίνες του είναι διάφορων μεγεθών. Έχει παρέγχυμα αποτραχειακό διάσπαρτο (σε λεπτές εφαπτομενικές γραμμές).

Ιδιότητες: Οι δυνατότητες κατεργασίας του ξύλου εξαρτώνται από το ποσοστό των συστρεφόμενων ινών, αλλά γενικά θεωρείται δύσκολο στην κατεργασία. Είναι μέτριας διάρκειας όταν εκτίθεται σε εξωτερικές συνθήκες και όταν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος, αλλά για τις κατασκευές όπου χρησιμοποιείται η διάρκεια δεν έχει μεγάλη σημασία. Παρουσιάζει καλή μηχανική αντοχή, κυρίως σε σχίση και κρούση. Είναι πολύ καλό για κάμψη (με άτμιση) και ανθεκτικό στην αποτριβή, αλλά ευαίσθητο σε ευνοϊκές συνθήκες προσβολής. Καρφώνεται, βάφεται και στιλβώνεται ικανοποιητικά και η ξήρανση του είναι καλή και σχετικά γρήγορη.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για λαβές εργαλείων, σε ξύλινα μέρη μηχανών και πιάνων, για κάρα, πατώματα και ψηφιδωτά, για σαΐτες υφαντουργίας και торνευτά αλλά και στο μοντελισμό, καθώς επίσης και ως καυσόξυλα (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

7. *Carya spp.* (hickory) – Αμερικανικά είδη

Είδη: Τα είδη χωρίζονται στις εξής 2 υποκατηγορίες:

α. Pecan hickory: *C. cordiformis*, *C. illinoensis*, *C. aquatica*, *C. myristicaeformis*.

β. True hickory: *C. ovata* (ωόμορφη), *C. glabra*, *C. laciniosa*, *C. tomentosa*

Δομή: Το σομφό ξύλο έχει λευκωπό χρώμα, σχετικά μεγάλο πλάτος, ενώ το εγκάρδιο είναι σκοτεινότερο και μερικές φορές κοκκινωπό (Tsoumis, 1968).

Ιδιότητες: Είναι βαρύ και σκληρό ξύλο και ορισμένες φορές παρουσιάζει πολύ μεγάλη ρίκνωση.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε λαβές εργαλείων (που απαιτούν καλή αντοχή σε κρούση), παρκέτα, διακοσμητικά ξυλόφυλλα, ενώ η ξυλεία χαμηλότερης ποιότητας χρησιμοποιείται για παλέτες. Επίσης, για αθλητικά είδη, στύλους, γεωργικά εργαλεία, σκάλες, ξυλόκαρφα, εξοπλισμό γυμναστηρίων και έπιπλα.

8. *Castanea spp.* (καστανιά, chestnut)

Είδη: *C. sativa* ή *C. vesca* ή *C. vulgaris* (European chestnut) και το αμερικανικό είδος *C. dentata* (αμερικανική καρδιά, American chestnut).

Δομή: Το εγκάρδιο του είδους ποικίλει σε χρωματισμό από ανοιχτό ως σκούρο καφέ ή χρυσοκαστανό και το σομφό ανοιχτό καστανό. Το ξύλο είναι συνήθως ευθύνο και η υφή του είναι τραχιά και μάλλον ανώμαλη. Πρόκειται για δακτυλιόπορο πλατύφυλλο με πόρους ωοειδείς που είναι συνήθως μοναχικοί και διατάσσονται ακτινικά. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι αρκετά εμφανείς με γυμνό μάτι και χαρακτηρίζονται από τους μεγάλους πόρους του πρωίμου ξύλου, οι οποίοι είναι συνήθως γεμάτοι με τυλώσεις. Οι ακτίνες είναι ομοιόμορφες και πολλές, λεπτές και φαίνονται μόνο με φακό.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο με μεγάλη φυσική διάρκεια, σχετικά μαλακό, μέτριο σε βάρος και με μικρή μηχανική αντοχή. Παρουσιάζει αρκετά μεγάλη διαστασιακή σταθερότητα. Κατεργάζεται εύκολα είτε με εργαλεία είτε με μηχανήματα και τεμαχίζεται το ίδιο εύκολα. Είναι εύαλωτο σε προσβολές εντόμων, αλλά αντέχει σε μυκητιακές προσβολές. Θεωρείται ότι είναι ξύλο ανθεκτικό στη φωτιά.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για πατώματα (παρκέτα), για κατασκευή επίπλων, για πασσάλους, δοκούς, στύλους, ως ξυλεία μεταλλείων, για οικιακά σκεύη και βαρέλια, για μοριοπλάκες, ινοπλάκες και χαρτοπολτό, στην ξυλογλυπτική (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

9. *Celtis spp.* (κελτίς, hackberry)

Είδη: *C. australis* (νότια κελτίς, hackberry), *C. tournefortii* (κελτίς Τουρνεφορτίου), *C. occidentalis* (hackberry), *C. laevigata* (sugar berry).

Δομή: Το σομφό ξύλο ποικίλει από ωχρό κίτρινο σε πρασινοκίτρινο έως γκριζοκίτρινο. Το εγκάρδιο έχει συνήθως σκοτεινότερο χρώμα. Η δομή του ξύλου μοιάζει με της φτελιάς.

Ιδιότητες: Το ξύλο είναι μετρίου βάρους και σκληρότητας έως και σκληρό. Σχετικά ανθεκτικό σε κάμψη και κρούση, λιγότερο ανθεκτικό σε αξονική θλίψη και μικρής ελαστικότητας. Ρικνώνεται σημαντικά αλλά παρουσιάζει καλή διαστασιακή σταθερότητα μετά από ξήρανση.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται πολύ στην επιπλοποιία και στα κοντέινερ.

10. *Eucalyptus spp.* (ευκάλυπτος, eucalypt)

Είδη: *E. rostrata* (ρυγχωτή), *E. gophoccephala* (γομφοκέφαλος), *E. globulus* (σφαιροειδής).

Δομή: Έχει κόκκινο εγκάρδιο και σταχτί σομό, ενίοτε με διακοσμητική σχεδίαση (νερά). Συχνά το ξύλο είναι στρεψόνο και υπάρχουν κομμοφόροι αγωγοί. Πρόκειται για διασπορόπορο δέντρο με πόρους μόνους, μικρούς, με ακτινική διάταξη, ίσους σε μέγεθος και διακρίνονται μόνο με φακό. Οι αυξητικοί δακτύλιοι δε διακρίνονται. Οι ακτίνες είναι πολύ λεπτές και διακρίνονται μόνο με φακό.

Ιδιότητες: Παρουσιάζει μεγάλη διάρκεια σε επαφή με το έδαφος και έχει μεγάλη αντοχή στους τερμίτες. Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή (όταν δεν είναι στρεψόνο). Πριονίζεται χωρίς δυσκολία, κατεργάζεται καλά με εργαλεία και μηχανές αλλά το πλάνισμα είναι κάπως δύσκολο. Στιλβώνεται καλά και ξηραίνεται ικανοποιητικά, όταν προέρχεται από μεγάλα δέντρα. Υλικό από δέντρα σχετικά μικρής ηλικίας δημιουργεί προβλήματα (σε μορφή εφαπτομενικών σανιδιών) – τείνει να στραβώνει, να σχίζεται και να παρουσιάζει «κατάρρευση». Χρειάζεται προσοχή και ειδικά προγράμματα για τεχνητή ξήρανση.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ξύλινες κατασκευές (ιδίως όταν η διάρκεια έχει σημασία), σε αποβάθρες, γέφυρες, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, για πασσάλους, αγροτικά εργαλεία, κάρτα (Τσουμής, 2000).

11. *Fagus spp.* (οξυά, beech)

Είδη: *F. silvatica* (δασική οξυά, European beech), *F. moesiaca* (μοισιακή οξυά), *F. orientalis* (ανατολική οξυά). Επίσης, η αμερικανική οξυά *F. grandifolia* (American beech).

Δομή: Το χρώμα ποικίλει από σχεδόν άσπρο του σομού ξύλου ως κόκκινο-καφέ ή κόκκινο του εγκάρδιου ξύλου, το οποίο γίνεται σκουρότερο όταν εκτεθεί στον αέρα. Είναι ευθύνο ξύλο και έχει λεπτή και ομοιόμορφη υφή. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι αρκετά ορατοί χωρίς φακό και τελειώνουν σε στενή ζώνη όψιμου ξύλου με σκοτεινότερο χρώμα. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους που δεν είναι συνήθως ορατοί με γυμνό μάτι, αλλά φαίνονται με μεγεθυντικό φακό χεριού. Είναι πολλοί και διαφέρουν σε σχήμα. Οι πλατιές ακτίνες είναι λίγες και κατέχουν μικρό μέρος της εγκάρσιας επιφάνειας, περίπου το ένα δέκατο αυτής. Οι στενές ακτίνες είναι πολλές. Η οξυά συχνά παρουσιάζει ακανόνιστο (κόκκινο) εγκάρδιο το οποίο είναι μία μορφή φυσιολογικού και όχι παθολογικού εγκαρδίου επειδή οι μεταβολές που γίνονται κατά τον σχηματισμό του είναι ίδιες με αυτές του κανονικού εγκαρδίου (π.χ. θάνατος παρεγχυματικών κυττάρων, σχηματισμός τλώσεων, απόθεση εκχυλισμάτων).

Ιδιότητες: Κατεργάζεται εύκολα με εργαλεία και μηχανήματα κοπής. Παρουσιάζει μικρή σταθερότητα διαστάσεων (έχει μεγάλη ρίκνωση και διόγκωση). Είναι μέτριο σε βάρος ως βαρύ, με μέτρια σκληρότητα ως σκληρό και κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Ξηραίνεται αρκετά γρήγορα, αλλά τείνει να σχίζεται και να στρεβλώνει επειδή παρουσιάζει μεγάλη ρίκνωση και γι' αυτό χρειάζεται προσοχή κατά την ξήρανση. Ενδεικνύται για παραγωγή ξυλοφύλλων. Εμποτίζεται ικανοποιητικά, εκτός από το κόκκινο εγκάρδιο και συγκολλιέται και στιλβώνεται καλά και είναι εξαιρετικό για τερνευτά. Δεν είναι ανθεκτικό σε μύκητες και έντομα.

Λόγω της ευαισθησίας του σε προσβολές από βιολογικούς παράγοντες αλλοίωσης συνιστάται να απομακρύνεται και να μεταφέρεται γρήγορα από το δάσος στα εργοστάσια για επεξεργασία. Εάν πρόκειται να παραμείνει το υλοτομημένο ξύλο στο δάσος ή σε τόπους συγκέντρωσης για αρκετό χρονικό διάστημα, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, καθώς και στις κορμοπλατείες των εργοστασίων πριν από την επεξεργασία θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας (π.χ. συνεχής ραντισμός με νερό, παραμονή των κορμοτεμαχίων μέσα στο νερό, ραντισμός με μυκητοκτόνα, κ.ά.). Ο ραντισμός με νερό ή η παραμονή των κορμοτεμαχίων μέσα σε δεξαμενές με νερό είναι συνήθεις πρακτικές σε κορμοπλατείες εργοστασίων μέχρι την επεξεργασία τους επειδή αλλιώς αλλοιώνεται η ξυλεία κυρίως από μύκητες («αναμμένη ξυλεία»).

Το ξύλο της οξυάς ατμίζεται («φουρνίζεται») κατά κανόνα ώστε να αποκτήσει ομοιόμορφο και ελκυστικό χρώμα (ρόδινο ως κοκκινωπό) και χρησιμοποιείται στη χώρα μας κατά 90 % ή και παραπάνω στην επιπλοποιία. Η άτμιση λαμβάνει χώρα σε ειδικά διαμορφωμένους υδατοστεγείς και αεροστεγείς θαλάμους με επίδραση ατμού θερμοκρασίας περί τους 100 °C και διαρκεί περί τις 60 ώρες ανάλογα με την ένταση του χρώματος που επιθυμούμε να προσδώσουμε. Η άτμιση επιπλέον αποστειρώνει το ξύλο της οξυάς από ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς αλλοίωσης χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η ξυλεία γίνεται απρόσβλητη όταν εκτεθεί σε ευνοϊκές για ανάπτυξη βιολογικών παραγόντων αλλοίωσης μετά την άτμιση. Υποστηρίζεται,

επίσης, ότι η άτμιση διευκολύνει τη μηχανική κατεργασία της ξυλείας και ελαττώνει την τάση εμφάνισης σφαλμάτων αλλά αυτό μένει να τεκμηριωθεί απολύτως και ερευνητικά.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων (συνήθως ύστερα από άτμιση ως «φουρνιστή» οξιά), για στρωτήρες σιδηρόδρομων μετά από εμποτισμό, παρκέτα, ξυλόφυλλα, αντικολλητά, για μοριοπλάκες, ινοπλάκες και χαρτοπολτό, σε λαβές εργαλείων, σαίτες υφαντουργίας, σε μέρη πιάνων, σε πλοία, ως καυσόξυλα, για κατασκευή παιχνιδιών και αθλητικών ειδών. Μη ατμισμένη οξιά χρησιμοποιείται σε σκελετούς ορισμένων επίπλων (π.χ. καναπέδες, πολυθρόνες, κ.ά.) που επενδύονται με ύφασμα (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

12. *Fraxinus spp.* (φράξος, ash)

Είδη: *F. ornus* (όρνος, flowering ash ή Manna-ash), *F. excelsior* (υψηλή, European ash), *F. oxycarpa* ή *F. oxyphylla* (οξύκαρπη ή οξύφυλλη), και τα αμερικανικά είδη *F. americana* (white ash), *F. pensylvanica* (green ash), *F. quadrangulata* (blue ash), *F. nigra* (black ash), *F. profunda* (pumpkin ash), *F. latifolia* (Oregon ash)

Δομή: Το χρώμα του ξύλου ποικίλει από άσπρο ως ανοιχτό καφέ, με ένα εμφανές χαρακτηριστικό σχέδιο και με μικρή διαφορά χρώματος μεταξύ σομφού και εγκάρδιου. Είναι ευθύινο, με υφή κάπως τραχιά. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι συνήθως εμφανείς με γυμνό μάτι. Είναι δακτυλιόπορο φυλλοβόλο πλατύφυλλο και οι μεγαλύτεροι πόροι του όψιμου ξύλου είναι ορατοί χωρίς τη βοήθεια μεγεθυντικού φακού. Οι πόροι του πρώιμου ξύλου είναι σε μικρή απόσταση μεταξύ τους και συνήθως σε πολλές εφαπτομενικές σειρές. Οι πόροι του όψιμου είναι λίγιοι, μόνοι ή σε μικρές ομάδες ανά 2-3. Τυλώσεις υπάρχουν, αλλά δεν είναι άφθονες. Οι ακτίνες είναι ορατές μόνο με φακό. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό κυκλικό (συνήθως γύρω από ομάδες πόρων του όψιμου ξύλου) και τείνει να ενώνεται κοντά στο τέλος των αυξητικών δακτυλίων.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο σκληρό και ελαστικό. Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή, ιδίως σε κρούση και είναι εξαιρετικό για κάμψη (μετά από άτμιση). Η κατεργασία του είναι μέτρια εύκολη και η τραχύτητα του μπορεί να προκαλέσει προβλήματα κατά τη λείανση του στα μηχανήματα, γενικά όμως οι ζημιές στα εργαλεία είναι μικρές. Κατεργάζεται ευκολότερα όταν είναι ξηρό. Ξηραίνεται καλά και αρκετά γρήγορα. Έχει μέτρια σταθερότητα διαστάσεων και παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό. Είναι ξύλο που έχει αρκετά μεγάλη διάρκεια ζωής, αλλά είναι ευαίσθητο στην υγρασία και ιδιαίτερα το σομφό είναι ευπαθές στην προσβολή εντόμων.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε αθλητικά είδη, χειρολαβές εργαλείων και όπλων, σε μέρη οχημάτων και πλοίων, για κατασκευή επίπλων, παρκέτων, για σκάλες, για γεωργικά εργαλεία, δοκούς, σε φέρετρα, για τεχνητά μέλη (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

13. *Gleditsia triacanthos* (honey locust)

Δομή: Το σομφό ξύλο καταλαμβάνει συνήθως μεγάλο πλάτος και έχει κιτρινωπό χρώμα σε αντίθεση με το ανοιχτό κόκκινο ως κοκκινοκαφέ του εγκάρδιου.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο πολύ βαρύ και σκληρό, ανθεκτικό σε κάμψη και σε κρούση και με μεγάλη φυσική διάρκεια ακόμα κι όταν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος.

Χρήσεις: Όταν είναι διαθέσιμο, συνήθως περιορίζεται σε τοπική χρήση για πασσάλους και πριστή ξυλεία κατασκευών. Περιστασιακά μπορεί να εμφανιστεί, σε συνδυασμό με άλλα είδη, σε ξυλεία για παλέτες και κιβώτια.

14. *Ilex spp.* (αρκουδοπούρναρο)

Είδη: *I. aquifolium* και το αμερικανικό είδος *I. opaca* (American holly).

Δομή: Το ξύλο του έχει εγκάρδιο χρώματος γκριζωπού ως λευκού ή χρυσοκαστανού ή καστανού και σομφό ανοιχτού καστανού. Οι ίνες του είναι ακανόνιστες και η υφή του είναι ομαλή και ομοίμορφη. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μικρούς αλλά ορατούς με φακό χεριού, σε άνισες ακτινικές, φλογοειδείς ταινίες που περνούν από δακτύλιο σε δακτύλιο. Οι ετήσιοι δακτύλιοι δε φαίνονται με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες είναι πλατιές, θαμπές (σύνθετες) και στενές. Έχει καρπούς οι οποίοι είναι δηλητηριώδεις.

Ιδιότητες: Πρόκειται για ξύλο βαρύ και σκληρό, που ρικνώνεται πολύ και παρουσιάζει τάση στρέβλωσης κατά την ξήρανση. Οι ιδιότητες κατεργασίας είναι ικανοποιητικές και γυαλίζεται και βάφεται καλά. Δεν είναι ξύλο με μεγάλη φυσική διάρκεια, όταν εκτίθεται σε εξωτερικούς χώρους και είναι ευαίσθητο σε προσβολές εντόμων.

Χρήσεις: Είναι κατάλληλο για ξυλογλυπτική λόγω του ότι οι ίνες του είναι πολύ κοντά μεταξύ τους. Χρησιμοποιείται ακόμη για κατασκευή ψηφιδωτών, για μικρά διακοσμητικά αντικείμενα και τορνευτά, σε δάπεδα, για μπαστούνια (από κλαδιά), για μαθηματικά εργαλεία, σε χειρολαβές μαστίγιων, στη χαρακτηριστική, ξυλουργική και τοπογραφία. Τα νεαρά του φύλλα χρησιμοποιούνταν για την καταπολέμηση του πυρετού και

για τους ρευματισμούς και οι καρποί του για χριστουγεννιάτικη διακόσμηση. Γενικώς όμως δεν χρησιμοποιείται ευρέως. (Titmuss, 1971; Βουλγαρίδης, 1994).

15. *Juglans spp.* (καρυδιά, walnut)

Είδη: Διάφορες προελεύσεις *J. regia* (βασιλική καρυδιά), *J. nigra* (αμερικάνικη μαύρη καρυδιά, black walnut), *J. cinerea* (butternut) και άλλες καρυδιές της αμερικανικής ηπείρου, της Ιαπωνίας και της Ασίας (αναφέρονται άλλα 23 είδη) (Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004).

Δομή: Το ξύλο της ποικίλει σε χρώμα με ένα γκρι-καφέ φόντο, που χαρακτηρίζεται από σκούρες ακανόνιστες λωρίδες. Το εγκάρδιο είναι ανοιχτό καστανό, πολλές φορές σκοτεινότερο σε θέσεις. Το σομφό είναι λευκωπό ή ανοιχτό καστανό. Έχει μια ελαφριά, διακριτική οσμή. Είναι γενικά ευθύινο, αλλά η υφή του είναι μέτρια τραχιά. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο, με ετήσιους δακτυλίους συχνά ορατούς με γυμνό μάτι, των οποίων τα όρια καθορίζονται από γραμμές παρεγχύματος. Έχει πόρους με λοξή διάταξη, μόνους ή σε μικρές ομάδες (συνήθως 2-3, μέχρι 4). Το μέγεθος τους μικραίνει βαθμιαία από την αρχή προς το τέλος του αυξητικού δακτυλίου (ξύλο ημιδιασπορόπορο ή ημιδακτυλιόπορο). Οι ακτίνες είναι λεπτές και δύσκολα διακρίνονται με φακό. Παρατηρούνται πολλές τυλώσεις (U.S.D.A., 1974; Τσουμής, 2000).

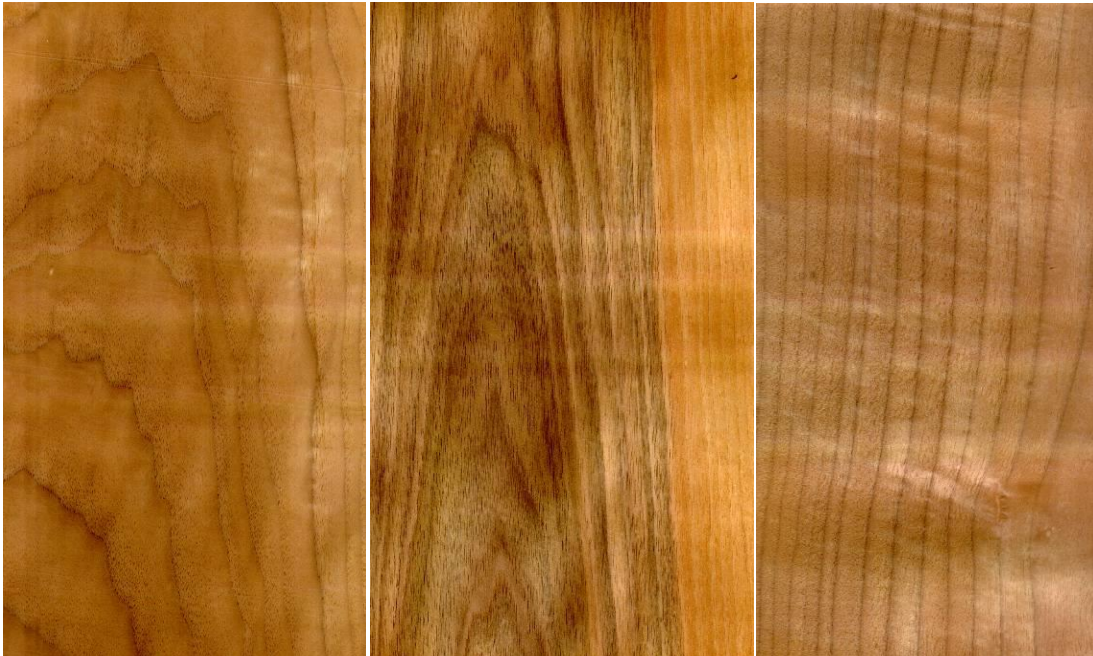
Ιδιότητες: Είναι ξύλο με μέτριο βάρος και σκληρότητα, μέτρια εύκολο στην κατεργασία, τεμαχίζεται, κόβεται σε ξυλόφυλλα και σκαλίζεται ικανοποιητικά. Συγκολλάται και λειαινεται καλά και βάφεται και στιλβώνεται εξαιρετικά. Έχει καλή αντοχή σε σχίση και κρούση και είναι κατάλληλο για κάμψη (μετά από άτμιση). Παρουσιάζει μέτρια σταθερότητα διαστάσεων. Ξηραίνεται μάλλον αργά χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα, αλλά απαιτεί μεγάλη προσοχή κατά τη διαδικασία ώστε να αποφευχθούν σφάλματα, ιδιαίτερα η εμφάνιση κυνελίδωσης σε πριστά μεγάλου πάχους. Ατμίζεται σχετικά εύκολα με σκοπό την εξομάλυνση των χρωματικών διαφορών, όταν αυτό είναι επιθυμητό, και την αποστείρωση. Το σομφό εμποτίζεται εύκολα. Γενικά είναι ανθεκτικό σε μύκητες και έντομα (Titmuss, 1971; U.S.D.A., 1974; Τσουμής, 2000).

Το ξύλο της καρυδιάς θεωρείται από τα πολυτιμότερα ξύλα της επιπλοποιίας και της ξυλουργικής σε όλο τον κόσμο. Παρουσιάζει ποικιλία χρωματισμών, αποχρώσεων και ελκυστικών σχεδιάσεων (βλ. Εικ. 7.2) και η συμμετοχή του ξύλου όχι μόνο του κορμού αλλά και της ρίζας, των ογκωμάτων και των διχαλώσεων σε διακοσμήσεις (μαρκετερί) είναι ιδιαίτερα επιθυμητή. Η έλλειψη ξύλου αυθεντικής καρυδιάς οδηγεί στη χρησιμοποίηση πλήθους άλλων ξύλων, κυρίως τροπικών, που έχουν ορισμένες ομοιότητες χρώματος και σχεδίασης αλλά συνήθως διαφορετικές άλλες ιδιότητες με το ξύλο της καρυδιάς, και παρουσιάζονται στο εμπόριο με οικειοποίηση της ονομασίας «καρυδιά». Αναφέρονται 32 τέτοια υποκατάστατα ξύλα και μερικά από τα τροπικά ξύλα είναι : *Lovoa spp.*, *Mansonia altissima*, *Terminalia superba*, *Guiburtia ehie*, *G. arnoldiana*, *Aningeria spp.*, *Ocotea bullata*, *Pterocarpus angolensis*, *Goula edulis*, *Poga oleosa*, *Antrocaryon spp.*, *Endiandra spp.*, *Albizia spp.*, *Dracontomelum dao*, κ.ά. (Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004; Αϊδινίδης & Βασιλείου, 2005).

Η χώρα μας και η ελληνική επιπλοποιία δεν αξιοποίησαν ουσιαστικά μέχρι σήμερα τις δυνατότητες του ξύλου της καρυδιάς ως πρώτης ύλης και αρκέστηκαν στην αξιοποίηση διάσπαρτων ατόμων που υπήρχαν σε διάφορες περιοχές της χώρας ή σε εισαγωγές τροπικών ξύλων ως υποκατάστατα ξύλα χωρίς στρατηγική για ίδρυση φυτειών και για παραγωγή ξύλου αυθεντικής καρυδιάς σε συνεχή βάση. Το κέντρο διακίνησης του ξύλου καρυδιάς σε ευρωπαϊκό και σε παγκόσμιο επίπεδο συνεχίζει να είναι η Ιταλία. Είναι απαραίτητο, έστω και αργά, να γίνει αντιληπτή η σημασία και η δυναμική του ξύλου της καρυδιάς στην εγχώρια βιομηχανία και βιοτεχνία επίπλων και να προκληθεί το ενδιαφέρον για συστηματική καλλιέργεια της καρυδιάς και παραγωγή πολύτιμου και μεγάλης αξίας ξύλου στο άμεσο μέλλον από ιδιώτες και άλλους φορείς καθώς και από την πολιτεία (Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004).

Χρήσεις: Κατασκευή επίπλων (σε μορφή διακοσμητικών ξυλοφύλλων ή ως συμπαγές ξύλο), εσωτερικές επενδύσεις, τορνευτά, ξυλόγλυπτα, αθλητικά είδη και μουσικά όργανα. Είναι αναντικατάστατο υλικό για κοντάκια και λαβές όπλων, σε διακοσμήσεις (μαρκετερί) (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000; Vassiliou & Voulgaridis, 2004; Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2007). Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων (σε μορφή διακοσμητικών ξυλοφύλλων ή ως συμπαγές ξύλο), σε εσωτερικές επενδύσεις, για τορνευτά, ξυλόγλυπτα, αθλητικά είδη και μουσικά όργανα, και είναι αναντικατάστατο υλικό για κοντάκια και λαβές όπλων, σε διακοσμήσεις (μαρκετερί) (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000,).

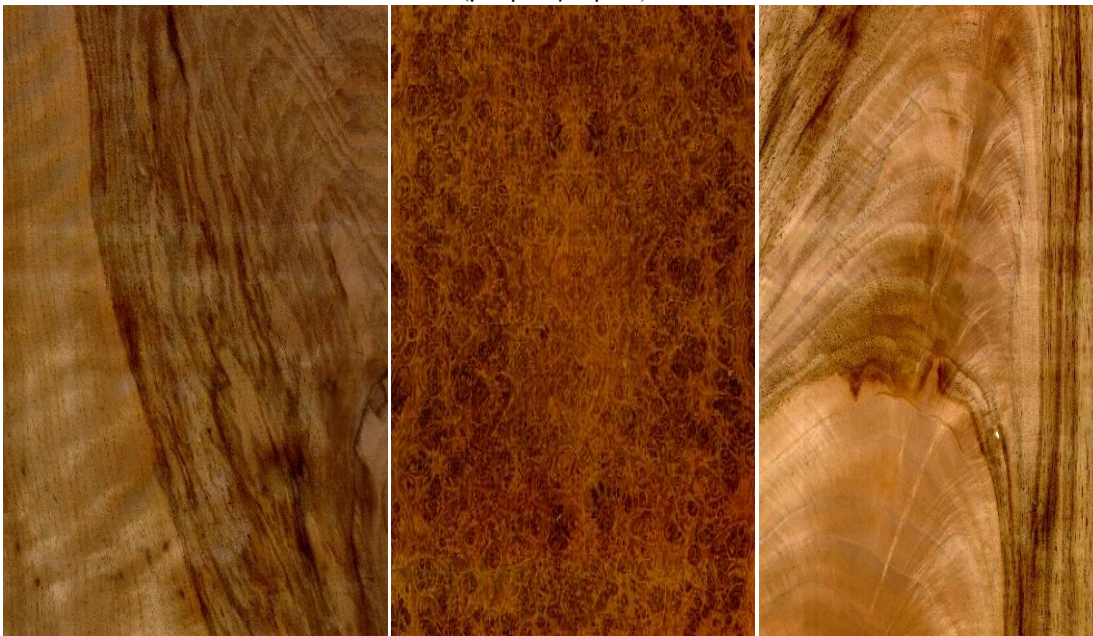
Σχεδιάσεις που προέρχονται από τομές (ακτινικές, εφαπτομενικές) ξύλου και ρίζας καρυδιάς, τρόποι παραγωγής και συναρμολογήσεων των ξυλοφύλλων καθώς και προϊόντα που προέρχονται από καρυδιά δείχνονται στις Εικόνες 7.2-7.8 (Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004; Βουλγαρίδης & Βασιλείου, 2006; Voulgaridis & Vassiliou, 2004).



Τυπική εφαπτομενική τομή

Εφαπτομενική τομή
(μαύρο εγκάρδιο)

Τυπική ακτινική τομή



Ακανόνιστη σχεδίαση

Τυπική σχεδίαση ρίζας

Τυπική σχεδίαση διχάλας

Εικόνα 7.2 Εμφάνιση βασικών ειδών σχεδίασης ξυλοφύλλων καρδιάς (*Juglans regia L.*) (από Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004).

A



Κλάση 5. Exclusive (AAA Fancy)



Κλάση 4. Super deluxe (AA Fancy)



Κλάση 3. Deluxe (A Fancy)



Κλάση 2. Half Deluxe (Fancy)

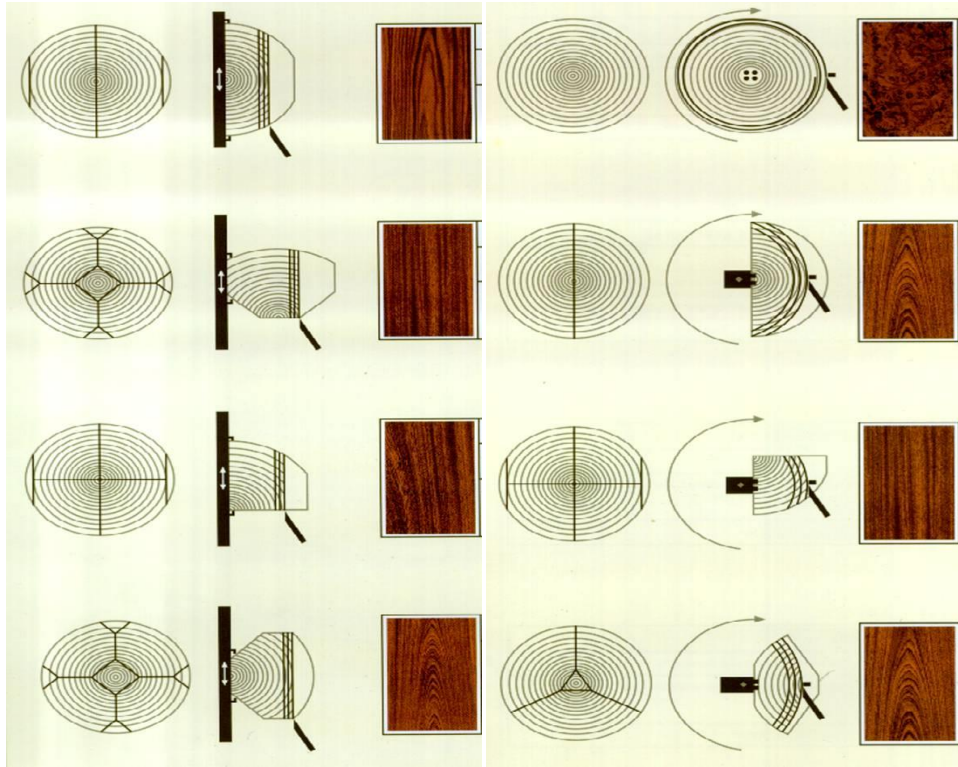


Κλάση 1. Standard

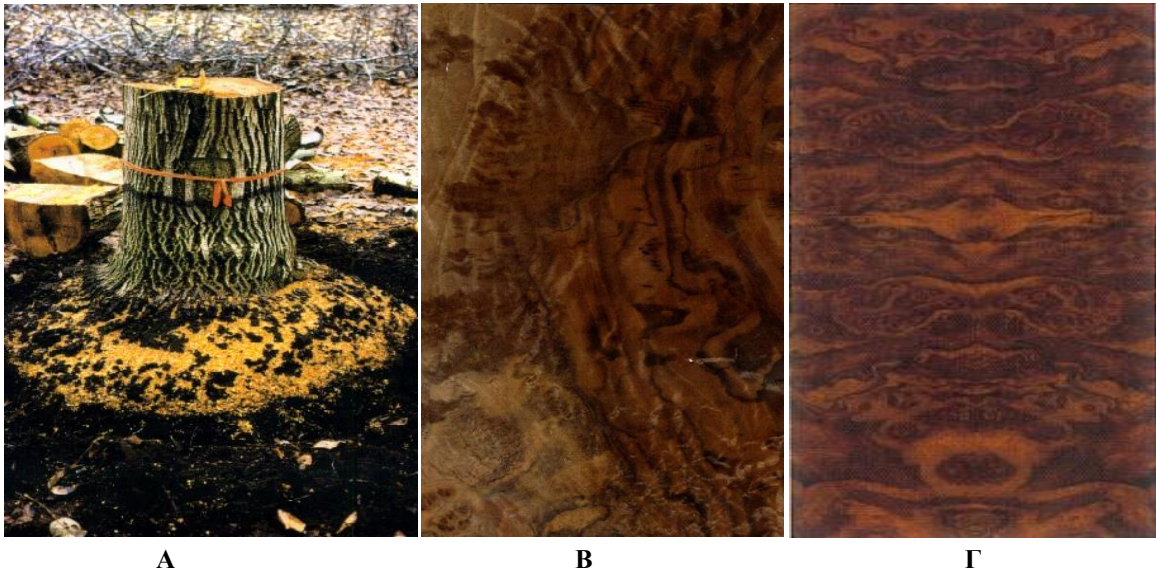
B



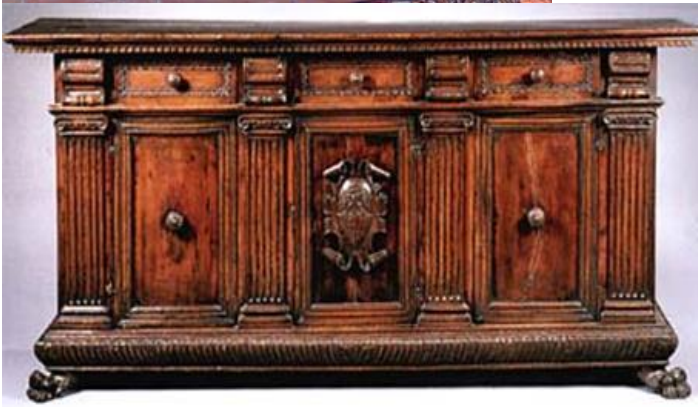
*Εικόνα 7.3 Α. Ποιοτική ταξινόμηση τεμαχισμένων προπλασμάτων καρδιάς κοντακιών όπλων σε μια βιομηχανία.
Β. Σύστημα ποιοτικής ταξινόμησης πλήρως διαμορφωμένων κοντακιών καρδιάς (από Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004).*



Εικόνα 7.4 Διάφορες τεχνικές παραγωγής ξυλόφυλλων καρδιάς (Gottwald, 1993; Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004).



Εικόνα 7.5 Α: Ρίζα ευρωπαϊκής καρδιάς προέλευσης Αζερμπαιτζάν (Fausto, 2000; ;Βασιλείου & Αιδινίδης, 2004).
 Β, Γ: Ξυλόφυλλα ρίζας καρδιάς (Β: ευρωπαϊκή καρδιά, Γ: μαύρη καρδιά)- (Βασιλείου & Αιδινίδης, 2004).



Εικόνα 7.7 (Αριστερά): Γαλλία, στυλ Λουδοβίκου 15ου, μασίφ ξυλόγλυπτη καρυδιά, μέσα 18ου αιώνα. (Πάνω δεξιά) : Ιταλική Αναγέννηση, μασίφ ξυλόγλυπτη καρυδιά, 16ος αιώνας, Διαστάσεις: 220x107x55.3cm. (Κάτω δεξιά): Μαρκετερί επίπλο (Colombo tarsicio-Italy) (Βασιλείου & Αιδινίδη, 2004).



Εικόνα 7.8 Α. Μουσικά όργανα (Πάνω: Ευλόφυλλα ρίζας καρυδιάς, Κάτω: Μπουζούκι, ελληνική καρυδιά-Μαρκετερί Σαχίνης, Θεσσαλονίκη). Β. Άγαλμα. Ξύλο ευρωπαϊκής καρυδιάς (Becchi, 2000; Βασιλείου & Αιδινίδη, 2004).

16. *Liquidambar styraciflua* (sweetgum)-Αμερικανικό είδος

Δομή: Το ξύλο στην περιοχή του σομφού είναι ανοιχτόχρωμο ενώ στο εγκάρδιο γίνεται κοκκινωπό προς καφέ και παρουσιάζει σύνθετη ή εναλασσόμενη κατεύθυνση ινών ή στρεψοϊνία (εναλλάσσεται δεξιά και αριστερά).

Ιδιότητες: Χρειάζεται προσεκτική ξήρανση αλλά η ειδική σχεδίαση (ribbon stripe) που προκαλείται από τη σύνθετη στρεψοϊνία είναι ελκυστική και επιθυμητή για εσωτερικές διακοσμήσεις και έπιπλα. Έχει μέτριο βάρος και σκληρότητα και μέτρια αντοχή σε κάμψη και σε κρούση (Tsoumis, 1968).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για πριστή ξυλεία, ξυλόφυλλα, αντικολλητά (κόντρα πλακέ), στρωτήρες σιδηροδρόμων, βαρέλια, καύσιμη ύλη και παραγωγή ξυλοπολτού.

17. *Liriodendron tulipifera* (yellow-poplar) – Αμερικανικό είδος

Δομή: Το σομφό ξύλο είναι λευκό και το εγκάρδιο ξύλο κιτρινο-καφέ, μερικές φορές με γραμμώσεις πράσινου, μαύρου, μπλε, ρόδινου ή κόκκινου χρώματος οι οποίες δεν επηρεάζουν τις ιδιότητες του ξύλου. Είναι γενικά ευθύνο, με ομοιόμορφη υφή (Tsoumis, 1968).

Ιδιότητες: Έχει μέτρια πυκνότητα, σκληρότητα, ρίκνωση και μηχανική αντοχή. Ξηραίνεται εύκολα.

Χρήσεις: Κυρίως στην επιπλοποιία, εσωτερικές και εξωτερικές επενδύσεις, μεσαίες στρώσεις σε αντικολλητά, μουσικά εργαλεία, κοντάκια όπλων (από επιλεγμένα δένδρα με σχετικά μεγαλύτερη πυκνότητα), κιβώτια, παλλέτες, κ.ά.

18. *Lithocarpus densiflorus* (tanoak) – Αμερικανικό είδος

Δομή: Το σομφό ξύλο αμέσως μετά την υλοτομία έχει ένα ανοιχτό κοκκινωπό ως καφέ χρώμα το οποίο όμως με την πάροδο του χρόνου γίνεται σκοτεινότερο και σχεδόν δεν διακρίνεται από το εγκάρδιο που επίσης τείνει να αποκτά ένα όλο και πιο σκούρο κοκκίνοκαφέ χρώμα.

Ιδιότητες: Είναι βαρύ και σκληρό με σχετικά μεγάλη ογκομετρική ρίκνωση και τάση για κατάρρευση αν δεν γίνει προσεκτική ξήρανση. Μπορεί να προσβληθεί από σήψεις αλλά το σομφό εμποτίζεται εύκολα. Είναι ευθύνο με καλή συμπεριφορά κατά την κατεργασία του (Tsoumis, 1968).

Χρήσεις: Επειδή είναι σκληρό και δεν χαράσσεται εύκολα, αποτελεί εξαιρετική επιλογή για δάπεδα (παρκέτα). Εμποτισμένο χρησιμοποιείται για στρωτήρες σιδηροδρόμων. Επίσης, έχει αποδειχθεί κατάλληλο και για βάσεις του μπέιζμπολ όπως και για ξυλόφυλλα (και διακοσμητικά) και για έπιπλα.

19. *Magnolia spp.* – Αμερικανικά είδη

Είδη: *M. grandiflora* (southern magnolia), *M. virginiana* (sweetbay), *M. acuminata* (cucumber-tree).

Δομή: Το σομφό ξύλο είναι κιτρινωπό προς λευκό ενώ το εγκάρδιο καφετί με μια ελαφρά απόχρωση κίτρινου ή πράσινου. Το ξύλο γενικά έχει ομοιόμορφη υφή και είναι ευθύνο (Tsoumis, 1968).

Ιδιότητες: Έχει μέτριο βάρος και σχετικά μικρό ποσοστό ρίκνωσης. Παρουσιάζει λίγο μικρή αντοχή σε κάμψη και σε θλίψη, μέτρια σκληρότητα και ελαστικότητα και σχετικά μεγάλη αντοχή σε κρούση.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται κυρίως στην επιπλοποιία, για κιβώτια, παλέτες, στόρια, παράθυρα, πόρτες, ξυλόφυλλα και σε μύλους.

20. *Morus spp.* (μουριά)

Είδη: *M. alba* (λευκή, white mulberry), *M. nigra* (μαύρη, black mulberry).

Δομή: Το εγκάρδιο έχει χρώμα κίτρινο ως κόκκινο – καφέ, πορτοκαλοκίτρινο ή κιτρινοκαστανό και γίνεται καστανοκόκκινο όταν εκτεθεί στον αέρα, ενώ το σομφό είναι καστανοκίτρινο. Οι ίνες του είναι ακανόνιστες και η υφή του τραχιά και ανομοιόμορφη. Πρόκειται για δακτυλιόπορο πλατύφυλλο με αυξητικούς δακτυλίους που είναι συνήθως εξαιρετικά εμφανείς με γυμνό μάτι και των οποίων τα όρια καθορίζονται από τους μεγάλους πόρους του πρωίμου ξύλου. Οι πόροι του όψιμου ξύλου είναι διατεταγμένοι σε διασκορπισμένες ομάδες. Οι περιφέρειες των πόρων του πρωίμου ξύλου διακρίνονται με γυμνό μάτι σε εγκάρσιες επιφάνειες και ευκολότερα σε ακτινικές επιφάνειες. Δεν παρατηρούνται πολλές τυλώσεις. Το παρέγχυμα δε διακρίνεται. Οι ακτίνες είναι πλατιές και ορατές με γυμνό μάτι, εμφανείς στην ακτινική επιφάνεια και ετερογενείς.

Ιδιότητες: Το ξύλο παρουσιάζει μεγάλη φυσική διάρκεια αλλά δεν είναι ανθεκτικό στους ξυλοσηπτικούς μύκητες. Είναι κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση). Κατεργάζεται εύκολα με τα περισσότερα εργαλεία παρά την ανομοιόμορφη υφή του. Η συμπεριφορά του κατά την ξήρανση είναι περίεργη και δύσκολη και απαιτείται προσοχή.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, για πασσάλους, αγροτικά εργαλεία, βαρέλια, για τορνευτά. Ενίοτε χρησιμοποιείται και για διακοσμητικούς σκοπούς λόγω της παρουσίας κάποιας ασημένιας σχεδίασης των ινών σε κάποιες πριονισμένες επιφάνειες (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

21. *Nyssa spp.* (tupelo) – Αμερικανικά είδη

Είδη: *N. aquatica* (water tupelo), *N. sylvatica* (black tupelo), *N. sylvatica var. biflora* (sour gum, swamp tupelo), *N. ogeche* (ogeechee plum).

Δομή: Το εγκάρδιο ξύλο ανοιχτό καφέ προς γκρι και ενώνεται βαθμιαία με το ανοιχτότερου χρώματος σομφό. Έχει ομοιόμορφη, λεπτή υφή και παρουσιάζει σύνθετη στρενοϊνία.

Ιδιότητες: Έχει μέτριο βάρος και σκληρότητα και είναι αρκετά ανθεκτικό σε κρούση. Εξαιτίας της στρενοϊνίας χρειάζεται προσοχή στην ξήρανση (Tsoumis, 1968).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται στην παραγωγή πριστής ξυλείας, ξυλοφύλλων, ξυλοπολτού, για στρωτήρες σιδηροδρόμων, στη βαρελοποιία, για κατασκευή κιβωτίων, παλετών, καλάθιων, τελάρων και στην επιλοποιία.

22. *Olea europaea* (ελιά, olive tree)

Δομή: Το εγκάρδιο είναι καστανοπρασινωπό, σκοτεινότερο κατά θέσεις. Το σομφό είναι πρασινωπό. Οι ίνες μπορεί να είναι ευθείες ή επιτόλαια συστρεφόμενες, ιδίως σε μεγάλα δέντρα. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με αυξητικούς δακτυλίους που είναι ορατοί με γυμνό μάτι και είναι στενοί. Ξεχωρίζουν μεταξύ τους με σκοτεινές ζώνες στα όρια, που στο μέσο τους πιθανόν έχουν παρέγχυμα. Οι πόροι είναι πολύ μικροί, ορατοί με φακό χεριού και εμφανίζονται χωρίς ακτινική διάταξη, με διαφορετική κατανομή (περισσότεροι, λιγότεροι) στον ίδιο αυξητικό δακτύλιο ή σε γειτονικούς. Οι ακτίνες είναι στενότερες από τους πόρους, ετερογενείς και φαίνονται μόνο με φακό. Το παρέγχυμα είναι άφθονο, παρατραχειακό, κυκλικό συνήθως γύρω από ομάδες πόρων.

Ιδιότητες: Πρόκειται για ξύλο βαρύ και σκληρό, κάπως λιπαρό στην αφή. Κατεργάζεται εύκολα και δεν προκαλεί ζημιές στα μηχανήματα. Ξηραίνεται χωρίς προβλήματα, είτε φυσικά είτε τεχνητά. Έχει ικανοποιητική διάρκεια, αλλά δεν ενδείκνυται για εξωτερικές, μη προστατευόμενες χρήσεις.

Χρήσεις: Οικονομικά είναι πιο σημαντικό για τις ελιές και το λάδι, αλλά χρησιμοποιείται και για έπιπλα, τορνευτά, μικροαντικείμενα, στον μοντελισμό, στη χαρακτηριστική, για χειρολαβές, για κάρα, ως καυσόξυλα, κάρβουνα (Titmuss, 1971; Βουλγαρίδης, 1994).

23. *Ostrya spp.* (οστριά, hophornbeam)

Είδη: *O. carpinifolia* (European hophornbeam), *O. virginiana* (American hophornbeam).

Δομή: Το ξύλο της είναι καστανοκιτρινωπό. Είναι διασπορόπορο, με πόρους που έχουν τάση να σχηματίζουν ακτινικές ή λοξές γραμμές, που δίνουν την εντύπωση σχεδιάσεως. Το παρέγχυμα είναι αποτραχειακό, διάσπαρτο σε αθροίσματα (ασυνεχείς εφαπτομενικές γραμμές).

Ιδιότητες: Είναι σκληρό και βαρύ ξύλο. Έχει καλή μηχανική αντοχή, ιδίως σε σχίση και κρούση. Είναι πολύ καλό για κάμψη (με άτμιση) και είναι ανθεκτικό στην αποτριβή. Κατεργάζεται εύκολα όταν είναι χλωρό και καρφώνεται, βάφεται και στιλβώνεται καλά. Ξηραίνεται καλά και αρκετά γρήγορα και ο εμποτισμός του είναι σχετικά εύκολος. Είναι ευαίσθητο σε ευνοϊκές συνθήκες προσβολής.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για πατώματα, ξύλινα μέρη μηχανών, για λαβές εργαλείων, σαΐτες υφαντουργίας, κάρα, σε ξύλινα μέρη πιάνων, για τορνευτά, ως καυσόξυλα (Τσουμής, 2000).

24. *Platanus spp.* (πλατάνι, plane)

Είδη: *P. orientalis* (ανατολικό πλατάνι, oriental plane), *P. orientalis* var. *cretica* και το αμερικανικό είδος *P. occidentalis* (American sycamore)

Δομή: Έχει εγκάρδιο ανοιχτό ή σκοτεινό καστανό ή καστανοκοκκινωπό, το οποίο δε διακρίνεται πάντοτε καθαρά από το σομφό. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους ανομοιόμορφα διάσπαρτους σε κάθε αυξητικό δακτύλιο. Οι αυξητικοί δακτύλιοι τελειώνουν σε στενή ζώνη όψιμου ξύλου με σκοτεινότερο ή ανοιχτότερο χρώμα. Έχει πολλές ακτίνες, οι οποίες κατέχουν σχετικά μεγάλο μέρος της εγκάρσιας επιφάνειας – περίπου το ένα τρίτο.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο με μέτρια σκληρότητα, ελαφρότερο και με μικρότερη μηχανική αντοχή από την οξιά. Η κατεργασία του είναι σχετικά εύκολη και έχει τάση να στρεβλώνει όταν ξηραίνεται. Δεν είναι ανθεκτικό όταν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, κιβωτίων, εργαλείων, για σαΐτες υφαντουργίας, μικροαντικείμενα, τορνευτά, για ράβδους (στέκες) μπιλιάρδου, ως καυσόξυλα (Τσουμής, 2000).

25. *Populus spp.* (λεύκη, poplar)

Είδη: *P. tremula* (τρέμουσα, European aspen), *P. alba* (λευκή, white poplar), *P. nigra* (μαύρη, black poplar), *P. thevestina* ή *P. nigra* var. *thevestina* (πυραμιδοειδής), οι αμερικανικές λεύκες *P. tremuloides* (quaking aspen), *P. grandidentata* (bigtooth aspen), *P. deltoides* (δελτοειδής, eastern cottonwood, eastern poplar), *P. balsamifera* (balsam poplar, Tacamahaca poplar), *P. trichocarpa* (black cottonwood), *P. heterophylla* (swamp cottonwood, swamp poplar) και πολλά υβρίδια λεύκης.

Δομή: Το σομφό με το εγκάρδιο δεν ξεχωρίζουν σαφώς και το ξύλο έχει ένα χρώμα κιτρινωπό ως καφετί – λευκό. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με πολυάριθμους πόρους που όμως είναι μικροί και γι' αυτό

μη ορατοί με γυμνό μάτι. Ο κορμός του δέντρου περιέχει σε μεγάλα ποσά ένα πικρό αλκαλοειδές που ονομάζεται σαλαχίνη (Titmuss, 1971).

Ιδιότητες: Πρόκειται για ξύλο που παρουσιάζει περιέργη συμπεριφορά κατά τις διαδικασίες ξήρανσης, γιατί έχει τάση να στρεβλώνει και να συστρέφεται και πολλές φορές μένουν στο εσωτερικό υγρές θέσεις. Παρουσιάζει μέτρια ρίκνωση και η μηχανική του αντοχή είναι καλή, σε σχέση με το βάρος του. Θεωρείται κατάλληλο για κάμψη (μετά από άτμιση). Επειδή είναι μαλακό, κατεργάζεται και σκαλίζεται εύκολα, προκαλούνται όμως πιθανές δυσκολίες από την παρουσία εφελκυσμογενούς ξύλου. Όταν λειαινεται δίνει μια καθαρή, απαλή αλλά όχι γυαλιστερή επιφάνεια. Δέχεται αρκετά καλά τα βερνίκια και τις βαφές και συγκολλείται καλά. Είναι ξύλο με μέτρια φυσική διάρκεια, ιδιαίτερα όταν εκτίθεται σε εξωτερικές καιρικές συνθήκες και είναι δύσκολο να εμποτιστεί με συντηρητικά. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές από μύκητες και έντομα (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε εσωτερικά επίπλων, σε φτηνές οικοδομικές κατασκευές, για κιβώτια, σπέρτα, χωρίσματα μπαταριών, για τεχνητά μέλη και μικροαντικείμενα, για ξυλόφυλλα και αντικολητά, για μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτοπολλά, για ξυλαέριο (Τσουμής, 2000).

26. *Prunus spp.* (προύνος, cherry)

Είδη: *P. spinosa* (ακανθώδης, τσαπουρνιά), *P. insititia* (αγριοκορομηλιά), *P. divaricate* (δικρανώδης), *P. pseudoarmeniaca* (ψευδοαρμενική, αγριοκορομηλιά), *P. prostrata* (κατακλινή), *P. mahaleb* (αγριοκερασιά), *P. laurocerasus* (δαφνοκέραση) και το αμερικανικό είδος *P. serotina* (blackcherry).

Δομή: Το χρώμα του ξύλου είναι ωχρό προς το ροζ έως καφετί καθώς γίνεται σκοτεινότερο με την έκθεση στο φως. Το σομφό είναι ανοιχτόχρωμο και διακρίνεται εύκολα από το εγκάρδιο. Είναι ευθύινο με λεπτή και ομοιόμορφη υφή.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο μετρίου βάρους με μηχανική αντοχή ελαφρώς μικρότερη από την ευρωπαϊκή οξυά. Ξηραίνεται αρκετά εύκολα, αλλά παρουσιάζει έντονη τάση στρέβλωσης. Το εγκάρδιο ξύλο έχει μέτρια φυσική αντοχή.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται πολύ ως διακοσμητικό ξύλο σε μικρές διαστάσεις λόγω της τάσης στρέβλωσής. Είναι κατάλληλο για έπιπλα, ξυλοπλάκες και διακοσμητικές συνδέσεις. Λόγω της ευκαμψίας του χρησιμοποιείται σε παιχνίδια, μέρη μουσικών οργάνων, σαίτες υφαντουργίας και τορνευτά.

27. *Quercus spp.* (δρυς, oak)

Οι φυλλοβόλοι δρύες χωρίζονται σε λευκές και σε ερυθρές δρύες (white oaks, red oaks), οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς ορισμένα χαρακτηριστικά δομής (οι πόροι του όψιμου ξύλου στις ερυθρές δρύες είναι λιγότεροι και μπορούν να απεριθμηθούν με φακό χειρός και το ύψος των ακτίνων σε εφαπτομενική τομή είναι συνήθως μικρότερο των 2 εκ.). Επίσης, στο γένος ανήκουν και είδη αιθαλών δρυών, οι οποίες δεν ρίχνουν τα φύλλα τους το χειμώνα.

Είδη: Στην Ελλάδα και Ευρώπη απαντούν οι παρακάτω δρύες :

Λευκές δρύες : *Q. sessiliflora* ή *Q. petraea* (απόδισκος δρυς, sessile oak, durmast oak), *Q. pedunculata* ή *Q. robur* (ποδισκοφόρος δρυς, English oak), *Q. pubescens* ή *Q. lanuginosa* (χνοώδης δρυς, pubescent oak), *Q. pedunculiflora* (χνοώδης ποδισκοφόρος δρυς), *Q. conferta* ή *Q. farnetto* (πυκνανθή ή πλατύφυλλος δρυς, broadleaved oak), *Q. aegilops* (βαλανιδιά, valonian oak, Grecian oak).

Ερυθρές: *Q. cerris* (ευθύφλοιος δρυς, Turkeyoak, mossy oak), *Q. macedonica* ή *Q. trojana* (μακεδονική δρυς), *Q. euboica* (ευβοική δρυς), *Q. infectoria* (βαφική δρυς).

Αιθαλείς δρύες : *Q. coccifera* (πρίνος), *Q. ilex* ή *Q. smilax* (αριά), *Q. suber* (φελλόδρυς, cork oak).

Τα αμερικανικά είδη δρυός περιλαμβάνουν :

Λευκές δρύες : *Q. alba* (white oak), *Q. prinus* (chestnut oak), *Q. stellata* (post oak), *Q. lyrata* (overcup oak), *Q. michauxii* (swamp chestnut oak), *Q. macrocarpa* (bur oak), *Q. muehlenbergii* (chinkapin oak), *Q. bicolor* (white oak), *Q. virginiana* (live oak).

Ερυθρές: *Q. rubra* (northern red oak), *Q. coccinea* (scarlet oak), *Q. shumardii* (Shumard oak), *Q. palustris* (pin oak), *Q. nuttallii* (Nuttall oak), *Q. falcate* (southern red oak), *Q. nigra* (water oak), *Q. laurifolia* (laurel oak), *Q. phellos* (willow oak).

Δομή: Το εγκάρδιο του είναι χρυσοκαστανό ή καστανό και το σομφό ανοιχτό καστανό. Το όψιμο ξύλο παρουσιάζει φλογειδή σχεδίαση (σε εγκάρσιες επιφάνειες). Πρόκειται για δακτυλιόπορο πλατύφυλλο. Έχει ακτίνες πλατιές, πολύ ευδιάκριτες, που σε εφαπτομενικές επιφάνειες έχουν ύψος μέχρι 2 εκ. ή μεγαλύτερο και σε ακτινικές σχηματίζουν μεγάλες ανοιχτόχρωμες κηλίδες («χρυσάλιδα»). Υπάρχουν και στενές ακτίνες που διακρίνονται με φακό.

Ιδιότητες: Το ξύλο τους έχει μεγάλη μηχανική αντοχή και μέτρια σταθερότητα διαστάσεων. Είναι πολύ καλό για κάμψη (με άτμιση). Είναι ανθεκτικό σε προσβολές – εκτός από το σομό που συνήθως εμποτίζεται για εξωτερικές χρήσεις. Το εγκάρδιο όμως παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό. Οι «ερυθρές» δρυς (*Q. cerris*, *Q. macedonica*) έχουν μικρότερη φυσική διάρκεια (αντοχή σε μύκητες και έντομα) αλλά εμποτίζονται ευκολότερα. Το ξύλο κατεργάζεται και συγκολλείται καλά και συγκρατεί σταθερά καρφιά και βίδες. Ξηραίνεται αργά και δύσκολα. Οι «αιθαλείς» δρύες (*Q. ilex*, *Q. coccifera*) έχουν μέτρια διάρκεια και η κατεργασία τους είναι δύσκολη (αμβλύνουν τα εργαλεία).

Χρήσεις: Το ξύλο της δρυός είναι πολύ δημοφιλές και χρησιμοποιείται από αρχαιοτάτων χρόνων σε οικοδομικές και ναυπηγικές κατασκευές. Άλλες χρήσεις της είναι για κατασκευή επίπλων, για παρκέτα, για πασσάλους, στρωτήρες σιδηρόδρομων, βαρέλια (εκτός από τις ερυθρές). Οι αιθαλείς δρύες χρησιμοποιούνται για αγροτικά εργαλεία, κάρα, τورνευτά, για κάρβουνα (για ζωγραφική και άλλες χρήσεις) (Τσουμής, 2000).

28. *Robinia pseudoacacia* (ψευδακακία, black locust)

Δομή : Το σομό είναι στενό, κιτρινωπό και όχι ξεκάθαρα καθορισμένο. Το εγκάρδιο, όταν το ξύλο είναι φρεσκοκομμένο, μπορεί να έχει διάφορες αποχρώσεις, από χρυσοκαστανό, πρασινωπό μέχρι βαθύ καφέ. Οι κομμένες επιφάνειες του ξύλου έχουν μεταξένια αίσθηση και οι εγκάρσιες παρουσιάζουν μια εμφάνιση που χαρακτηρίζεται από την έντονη παρουσία αυξητικών δακτυλίων. Η υφή του είναι τραχιά και μάλλον ανώμαλη και είναι συνήθως ευθύνη. Πρόκειται για δακτυλιόπορο πλατύφυλλο. Παρατηρούνται μονές ή διπλές σειρές πόρων στο πρώιμο ξύλο. Οι περιφέρειες των πόρων του πρώιμου ξύλου δε διακρίνονται με φακό. Υπάρχουν άφθονες τυλώσεις. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι σε εγκάρσιες επιφάνειες, μερικές φορές δύσκολα σε ακτινικές επιφάνειες. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό κυκλικό (γύρω από ομάδες πόρων του όψιμου ξύλου), συχνά πτερυγοειδές και σπάνια ενωμένο συνήθως ορατό.

Ιδιότητες: Έχει μεγάλη φυσική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων. Είναι πολύ σκληρό και πολύ βαρύ και έχει ικανοποιητική πυκνότητα. Είναι πολύ σταθερό ξύλο αφού ξηραθεί, αλλά η ξήρανση πρέπει να γίνει αργά και με προσοχή για να αποφευχθεί υποβάθμιση από στρέβλωση και ρίκνωση. Παρουσιάζει μεγάλη μηχανική αντοχή (όμοια με τη δρυ) και αντέχει σε κραδασμούς (αντοχή σε κρούση όμοια με φράξο). Είναι εξαιρετικό για κάμψη και ανθεκτικό σε αποτριβή. Κατεργάζεται ικανοποιητικά, αλλά σε περίπτωση που πρόκειται να καρφωθεί απαιτείται προεργασία. Βάφεται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα, αλλά παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στον εμποτισμό. Είναι ευάλωτο σε προσβολές εντόμων, ιδιαίτερα το σομό, αλλά γενικά έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Έχει μεγάλη ανθεκτικότητα στη σήψη, ιδίως το εγκάρδιο ξύλο.

Χρήσεις: Θεωρείται διακοσμητικό είδος - χρησιμοποιείται σε έπιπλα, ξυλόφυλλα, τورνευτά -, αλλά και σε βαριές κατασκευές, στη ναυπηγική, ως ξυλεία μεταλλείων, για πασσάλους, γεωργικά εργαλεία, σκάλες, σε στρωτήρες σιδηρόδρομων, βαγόνια, κάρα, αθλητικά είδη (Titmuss, 1971; U.S.D.A., 1974; Τσουμής, 2000).

29. *Salix spp.* (τιλιά, willow)

Είδη: *S. alba* (λευκή, white willow), *S. fragilis* (εύθραυστη, crack willow), *S. amygdalina* ή *S. triandra* (αμυγδαλόφυλλη), *S. pentandra* (πενταστήμων), *S. purpurea* (πορφυρά), *S. incana* ή *S. elaeagnos* (πολιά), *S. viminalis* (πλόκιμη), *S. caprea* (αίγειος), *S. cinerea* (σποδώδης), *S. aurita* (ωτοφόρα) και η αμερικανική *S. nigra* (black willow).

Δομή: Έχει ξύλο με κόκκινο – καφέ εγκάρδιο και λευκωπό σομό. Είναι συνήθως ευθύνη με ομαλή και ομοιόμορφη υφή. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με ετήσιους δακτυλίους αρκετά εμφανείς χωρίς φακό. Οι πόροι είναι πολυάριθμοι αλλά μικροί στο μέγεθος, όποτε δε φαίνονται με γυμνό μάτι. Είναι διάσπαρτοι περισσότερο ή λιγότερο ομοιόμορφα σε κάθε αυξητικό δακτύλιο. Οι ακτίνες είναι πολυάριθμες, αλλά ούτε αυτές φαίνονται, ακόμη και με φακό χεριού.

Ιδιότητες: Η ξυλεία του κατεργάζεται εύκολα αλλά η παρουσία εφελκυσμογενούς ξύλου προκαλεί δυσκολίες. Ξηραίνεται καλά και σχετικά γρήγορα χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα, όμως παραμένουν υγρές θέσεις. Δεν έχει πολύ μεγάλη μηχανική αντοχή, εξαιρείται δε η αντοχή σε κρούση, που είναι αρκετά καλή. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές από μύκητες και έντομα. Όσον αφορά τον εμποτισμό, το σομό εμποτίζεται ικανοποιητικά, ενώ το εγκάρδιο όχι. Δε θεωρείται ξύλο με μεγάλη φυσική διάρκεια, ειδικά όταν εκτίθεται σε εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε φτηνές οικοδομικές κατασκευές, σε εσωτερικά επίπλων, για τεχνητά μέλη, αθλητικά είδη, γεωργικά εργαλεία, για καλάθια, κιβώτια, πασσάλους, για παρασκευή ξυλοφύλλων, αντικολλητών, χαρτοπολτού, μοριοπλακών και ινοπλακών (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

30. *Sassafras albidum* (sassafras) – Αμερικανικό είδος

Δομή: Το σομόφο ξύλο έχει ανοιχτό κίτρινο χρώμα και το εγκάρδιο ποικίλει από θαμπό γκρι-καφέ ως σκούρο καφέ με ενίοτε κόκκινες αποχρώσεις. Επίσης, έχει χαρακτηριστική οσμή όταν είναι πρόσφατα κομμένο.

Ιδιότητες: Έχει μέτριο βάρος και σκληρότητα και σχετικά μικρή αντοχή σε κάμψη και θλίψη. Έχει όμως μεγάλη αντοχή σε κρούση και μεγάλη φυσική διάρκεια, ακόμα και όταν εκτίθεται σε συνθήκες που μπορούν να προκαλέσουν σήψη (Tsoumis, 1968).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για την κατασκευή μικρών σκαφών και τοπικά για πασσάλους, στρωτήρες σιδηροδρόμων και σε μύλους.

31. *Sorbus spp.* (σορβιά, service tree)

Είδη: *S. aucuparia* (αουκουπάρια, rowantree), *S. domestica* (οικιακή, service tree or European mountain ash), *S. aria* (αρία, whitebeam tree), *S. torminalis* (αντιδυσητική, wild service tree), *S. chamaemespilus* (χαμαιμέσπιλη).

Δομή: Το ξύλο έχει εγκάρδιο καστανοκόκκινο και σομόφο ανοιχτό καστανό. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πολύ μικρούς πόρους, μόνους, και με διάμετρο ίση με το πλάτος των ακτινών και οι οποίοι είναι περισσότερο ή λιγότερο ομοιόμορφα διάσπαρτοι σε κάθε αυξητικό δακτύλιο. Οι ακτίνες δύσκολα διακρίνονται ή δε φαίνονται ούτε με φακό.

Ιδιότητες: Έχει ξύλο σκληρό, μέτριο σε βάρος ως βαρύ, ελαστικό, όμοιο με τη δρυ σε πολλές μηχανικές ιδιότητες, με καλύτερη όμως αντοχή σε σχίση και κρούση. Παρουσιάζει μέτρια διάρκεια – πρέπει να εμποτίζεται όταν χρησιμοποιείται σε εξωτερικές κατασκευές. Η κατεργασία του είναι δύσκολη, αλλά είναι καλή με τόρνο. Πρέπει να ξηραίνεται αργά και μετά από προσεκτική ξήρανση διατηρεί το αρχικό σχήμα του.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή εργαλείων, κάρων, τονρευτών, ξυλόγλυπτων (Τσουμής, 2000).

32. *Tilia spp.* (φιλύρα, lime)

Είδη: *T. cordata* ή *T. parvifolia* (καρδιόσχημη ή μικρόφυλλη, small-leaved limetree), *T. platyphyllos* ή *T. grandifolia* (πλατύφυλλη, large-leaved limetree), *T. tomentosa* ή *T. argentea* (πιληματώδης, silver limetree) και τα αμερικανικά είδη *T. americana* (American basswood), *T. heterophylla* (white basswood).

Δομή: Το ξύλο είναι ανοιχτόχρωμο και ποικίλει από μπεζ ως ανοιχτό καφέ, με μικρή αντίθεση μεταξύ του σομόφου και του εγκάρδιου ξύλου. Το εγκάρδιο είναι ελαφρώς κιτρινωπό ως καφέ με σποραδικές σκουρότερες λωρίδες. Το σομόφο είναι μπεζ ή ωχρό καφέ, φαρό και συγχωνεύεται βαθμιαία με το εγκάρδιο. Όταν είναι ξηρό, το ξύλο δεν έχει κάποια χαρακτηριστική οσμή ή γεύση. Έχει ομαλή και ομοιόμορφη υφή και είναι συνήθως ευθύινο. Οι αυξητικοί του δακτύλιοι δεν είναι εμφανείς. Είναι διασπορόπορο (U.S.D.A., 1974; Τσουμής, 2000).

Ιδιότητες: Πρόκειται για ξύλο μαλακό και ελαφρύ και κατεργάζεται καλά με εργαλεία και μηχανήματα, αλλά σε ειδικές μηχανικές επεξεργασίες απαιτείται προσοχή. Ξηραίνεται ικανοποιητικά, χωρίς ιδιαίτερη υποβάθμιση, αλλά παρουσιάζει μεγάλη ρίκνωση. Παρ' αυτά, σπάνια στρεβλώνει κατά τη χρήση του. Συγκολλείται καλά και δέχεται καρφιά και βίδες. Μπορεί να καλυφθεί με διάφορα βερνίκια και βαφές ικανοποιητικά. Δεν παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στην αποσύνθεση, όταν εκτίθεται σε ανάλογες συνθήκες (U.S.D.A., 1974; McKnight & Mullins, 1981).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων (κυρίως εσωτερικά μέρη), για κορνίζες, πίνακες, για παιχνίδια, ξυλόγλυπτα, στο μοντελισμό. Τα ξυλόφυλλα του χρησιμοποιούνται για καλάθια και παρόμοια δοχεία, αλλά και για την παρασκευή χαρτοπολτού (U.S.D.A., 1974; McKnight & Mullins, 1981).

33. *Ulmus spp.* (φτελιά, elm)

Είδη: *U. campestris* ή *U. carpinifolia* ή *U. procera* (πεδινή, English oak, field oak), *U. montana* ή *U. glabra* (ορεινή, wych elm, mountain elm), *U. pendunculata* ή *U. effusa* ή *U. laevis* (ποδισκοφόρα), και τα αμερικανικά είδη *U. americana* (American elm), *U. rubra* (slippery elm), *U. thomasii* (rock elm), *U. alata* (winged elm), *U. crassifolia* (cedar elm), *U. serotina* (September elm).

Δομή: Το εγκάρδιο έχει χρώμα κόκκινο – καφέ και το σομόφο ανοιχτό καστανό. Η υφή του ξύλου είναι τραχιά και ανομοιόμορφη και είναι συνήθως στρεψόινο. Πρόκειται για δακτυλιόπορο πλατύφυλλο με αυξητικούς δακτυλίους, που είναι ορατοί με γυμνό μάτι. Τα όρια τους καθορίζονται από τους μεγάλους πόρους του πρώιμου ξύλου. Οι πόροι του όψιμου ξύλου είναι πολλοί, σχηματίζουν εφαπτομενικές ζώνες συνήθως συνεχείς και ευθείες. Οι πόροι του πρώιμου ξύλου βρίσκονται σε 1-3 σειρές. Οι ακτίνες δε διακρίνονται ή σπάνια διακρίνονται με γυμνό μάτι και είναι σπάνια ψηλότερες από 1 χιλ. Το όψιμο ξύλο δεν έχει φλογοειδή σχεδίαση.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο σκληρό και με μεγάλη ελαστικότητα, με μέτριο βάρος ως βαρύ, καθόλου εύθραυστο. Κατεργάζεται εύκολα, αλλά οι συστρεφόμενες ίνες δημιουργούν προβλήματα κατά το πριόνισμα. Είναι

κατάλληλο για κάμψη (με άτμιση) και παρουσιάζει μέτρια σταθερότητα διαστάσεων. Χρειάζεται προσοχή κατά την ξήρανση, γιατί υπάρχει κίνδυνος υποβάθμισης. Παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στον εμποτισμό (εμποτίζεται για εξωτερικές χρήσεις), αλλά καρφώνεται καλά. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές μυκήτων και εντόμων, αλλά είναι είδος που αντέχει και διαρκεί για πολύ σε κατασκευές μέσα στο νερό.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, σε πλοία, για ξυλόφυλλα, για торνευτά, μουσικά όργανα, σε κατασκευές μέσα σε νερό, για αγροτικά εργαλεία, κιβώτια, κάρα, φέρετρα, βαγόνια (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

Τιμές φυσικών (πυκνότητα, ρίκνωση, διαπερατότητα, διαστασιακή σταθερότητα) και μηχανικών ιδιοτήτων (εφελκυσμός, στατική κάμψη, θλίψη, διάτμηση, σκληρότητα, σχίση, κρούση) για διάφορα πλατύφυλλα ξύλα της εύκρατης ζώνης παρουσιάζονται στους πίνακες 7.3 και 7.4 αντίστοιχα. Αξονικές τομές (ακτινικές, εφαπτομενικές) των πλατύφυλλων ξύλων φαίνονται στην Εικόνα 7.9.

Είδος	Πυκνότητα g/cm ³		Συνολική Ρίκνωση (%)			Διαπερατότητα (c.c./sec cm ² atm/cm), k _a			Διαστασιακή σταθερότητα	
	r ₀	R ₁₂₋₁₅	Αξ.	Ακτ.	Εφ.	Αξον.	Ακτ.	Εφ.	RH	
									90-60%	80-43%
ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ										
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,59	0,63	0,5	3,0	8,0				4,2	
<i>Acer platanoides</i>	0,62	0,66	0,5	3,2	8,4				4,2	
<i>Acer campestris</i>	0,62	0,66	-	5,0	8,9				4,2	4,09
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0,51	0,56	-	3,3	6,8	62			2,3	
<i>Alnus glutinosa</i>	0,51	0,55	0,5	4,4	7,3					
<i>Betula pendula</i>	0,68	0,73	0,6	5,3	7,8				4,7	
<i>Caprinus betulus</i>	0,78	0,82	0,5	6,8	11,5				4,6	
<i>Castanea sativa</i>	0,58	0,61	0,6	4,3	6,4	0,08			2	2,81-2,91
<i>Eucalyptus marginata</i>	0,85	0,88	0,5	6,2	9,9				4,4	
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,72	0,77	-	5,0	11,0					
<i>Eucalyptus rostrata</i>	-	0,91	-	5,0	8,01					
<i>Eucalyptus viminalis</i>	-	0,81	-	6,0	9,0					
<i>Fagus sylvatica</i>	0,70	0,74	0,3	5,8	11,8	1300			4,8	5,16-4,22
<i>Fraxinus spp.</i>	0,66	0,70	0,2	5,2	8,3	11			4	3,66
<i>Ilex aquifolium</i>									5,8	
<i>Juglans regia</i>	0,64	0,69	0,5	5,4	7,5				3,6	4,14-3,71
<i>Morus alba</i>	0,61	0,66	-	4,9	9,9					-2,38
<i>Olea europea</i>										
<i>Ostrya carpinifolia</i>	0,87	0,90	-	7,8	10,9					5,18
<i>Platanus orientalis</i>	0,58	0,63	0,5	4,5	8,7					4,06
<i>Populus tremula</i>	0,43	0,46	-	3,5	8,5				4	3,21
<i>Populus alba</i>	0,46	0,50	-	4,1	9,8				4	2,82
<i>Populus nigra</i>	0,39	0,41	0,3	5,2	8,3				4	2,82
<i>Populus I - 214</i>	0,32	0,34	-	-	-					2,82
<i>Quercus pendunculata</i>	0,65	0,69	0,4	4,0	7,8	4,7			4	
<i>Quercus cerris</i>	0,82	0,87	0,3	5,3	13,0	0,28			4,6	2,48-3,83
<i>Quercus ilex</i>	0,90	0,92	-	7,4	10,6					5,55
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,70	0,76	0,1	4,0	6,5					
<i>Salix alba</i>	0,49	0,52	0,5	3,9	6,8	1800			0,5 (rad)	
<i>Sorbus spp.</i>	0,71	0,75	-	7,6	9,2					
<i>Tilia spp.</i>	0,50	0,54	-	5,5	9,1	160			3,8	
<i>Ulmus campestris</i>	0,63	0,67	0,3	4,6	8,3					4,16-4,21
<i>Ulmus montana</i>	0,62	0,66	0,5	5,9	9,1	140				

*Σ-Ε : Σομφό ξύλο-Εγκάρδιο ξύλο, Σ- : μόνο σομφό ξύλο και -Ε : μόνο εγκάρδιο ξύλο (τιμές χωρίς παύλα μπροστά ή πίσω). Τιμές μονές χωρίς παύλα μπροστά ή πίσω : ξύλο χωρίς διάκριση σε σομφό ή εγκάρδιο.

Πίνακας 7.3 Τιμές φυσικών ιδιοτήτων (πυκνότητα, ρίκνωση, διαπερατότητα, διαστασιακή σταθερότητα) πλατύφυλλων ξύλων (Smith & Lee, 1958; HMSO 1969, 1972; Τσουμής, 2000; Βουλγαρίδης, 1987).

Είδος	Εφελκυσμός N/mm ²		Στατική κάμψη N/mm ²			Θλίψη N/mm ²		Διάτμηση, N/mm ²	Σκληρότητα, N/mm ²		Σχίσση N/mm ²	Κρούση (J/cm ²)
		⊥	ΜΘ	ΟΤΙ	ΜΕ		⊥			⊥		
ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ												
<i>Acer pseudoplatanus</i>	82	3,5	112		9.400	58	15	9	67	52	0,4	6,5
<i>Acer platanoides</i>	100	3,5	137		11.300	53	10	9	75	52	0,4	6,5
<i>Aesculus hippocastanum</i>	81		63,5		5.400	38			35		0,3	3,5
<i>Alnus glutinosa</i>	94	2	85		11.700	55	6,5	4,5	44		0,5	5,4
<i>Betula pendula</i>	137	7	147		16.500	51	11	12	49		0,5	8,5
<i>Caprinus betulus</i>	156	4	140		15.000	55	17	17	91,5	78	1	8,2
<i>Castanea sativa</i>	135		77		9.000	50		8	51	32	0,26	5,7
<i>Eucalyptus spp.</i>												
<i>E. globulus</i>	90		90		12.200	51	10		49			
<i>E. marginata</i>	90		105		13.600	65			79			
<i>E.rostrata</i>			101		13.500	69		14,4				
<i>E. viminalis</i>			110		14.000	63		15,2				
<i>Fagus sylvatica</i>	133	3,6	106,5		13.400	47,5	8	12,6	63	49	0,9	8,0
<i>Fraxinus spp.</i>	165	7	120		13.400	52	11	12,8	76		0,69	6,8
<i>Ilex aquifolium</i>												
<i>Juglans regia</i>	100	3,6	147		12.500	72	12	7	72	54	0,46	9,5
<i>Morus alba</i>												
<i>Olea europea</i>												
<i>Ostrya carpinifolia</i>		2	85		7.700	47	6,5	4,5	44			
<i>Platanus orientalis</i>		5,3	99		10.500	46	6,5	10				7,0
<i>Populus spp.</i>												
<i>P.alba</i>			55			34						
<i>P.tremula</i>	110	2,8	78,3		10.900	47,7	27	7,9	32,3	26,4	0,72	4,0
<i>P.nigra</i>	77	1,9	50,4		7.700	27,7		5,4	24,1	15,8	0,41	5,0
<i>P.υβρίδιο robusta</i>	85,5	1,5	65,5		10.950	35,9		78	28,2	19,7	0,55	
<i>P. υβρίδιο I-214</i>		1,6	63			28,1				15,2		1,8
<i>P. καναδική</i>		3				36,2	86,2			21,2		
<i>Quercus spp.</i>												
<i>Q. petraea</i>	128	3,1	99,3		12.350	47,4	7,1	11,5	63	47,1	0,92	7,5
<i>Q. pendunculata</i>	111	3,1	92,9		12.500	44,4	8	11,8	73,4	55,7	0,91	7,5
<i>Q. cerris</i>	110	3,4	110		11.800	43	11,7	13	53,6	46,6	0,9	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	136	4,3	104		11.300	71,9	19	12,8	87	77		6,7
<i>Salix spp.</i>												
<i>S. alba</i>	82	2,5	54,6		10.000	26,2	3,5	6,8	20,6	16,6	0,64	7,0
<i>Sorbus spp.</i>												
<i>Tilia spp.</i>	85	5	106		7.400	52	1,8	4,5	30		0,26	5,0
<i>Ulmus spp.</i>												

*||, ⊥ : παράλληλα και κάθετα με τις ίνες. ΜΘ, ΟΤΙ, ΜΕ: Μέτρο θραύσεως, οριακή τάση ινών, μέτρο ελαστικότητας

Πίνακας 7.4 Τιμές μηχανικών ιδιοτήτων πλατύφυλλων ξύλων (HMSO, 1969, ,1972; Τσουμής, 2000).



Acer baratum



Acer davidii



Acer glabrum



Acer negundo



Acer pseudoplatanus



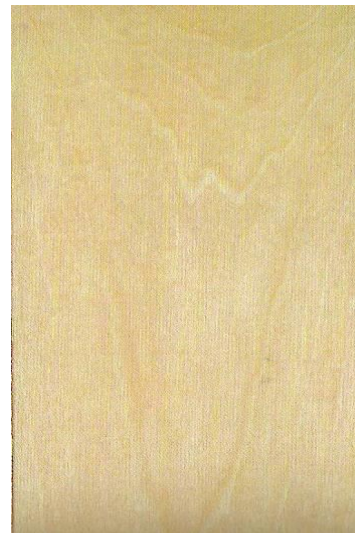
Acer saccharinum



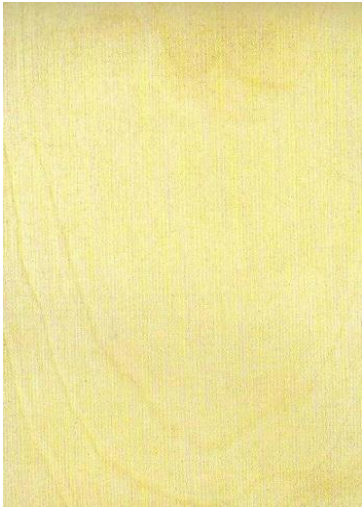
Acer saccharum



Acer platanoides



Acer circinatum



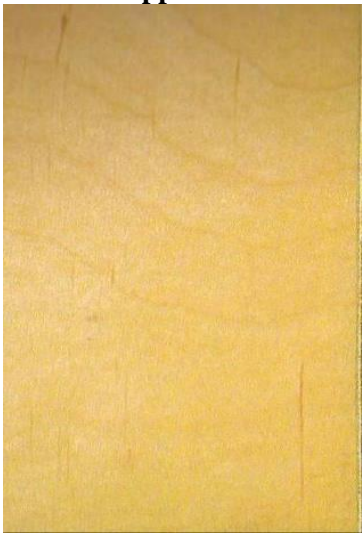
Aesculus hippocastanum



Aesculus californica



Ailanthus altissima



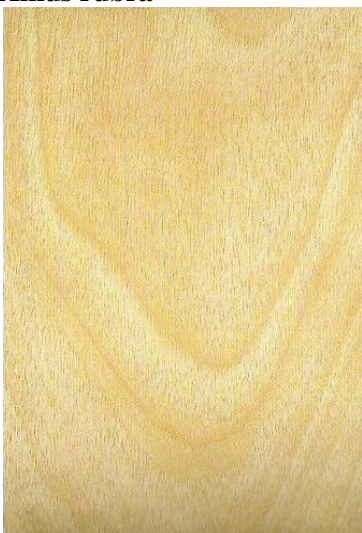
Alnus rubra



Alnus cordata



Alnus glutinosa



Betula alleghanensis



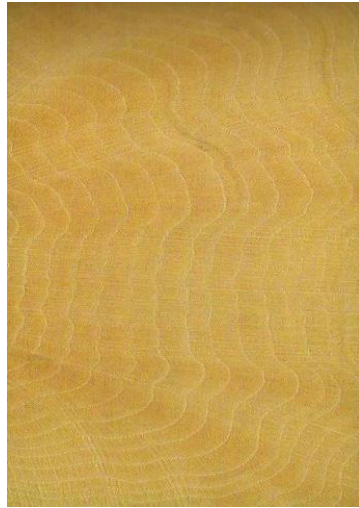
Betula lenta



Betula pendula



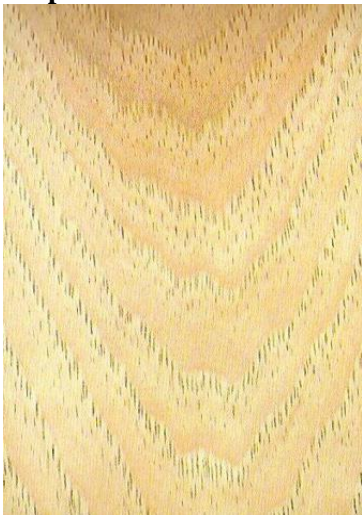
Carpinus betulus



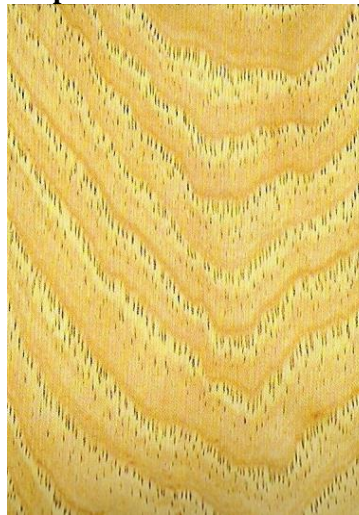
Carpinus caroniana



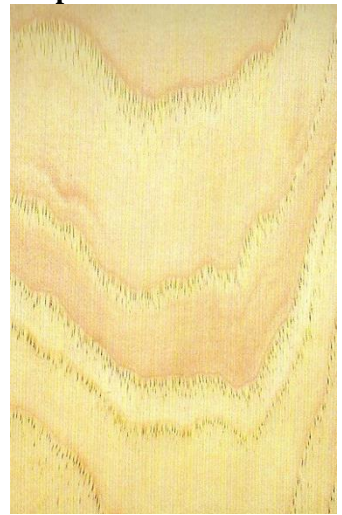
Carpinus tschonoskii



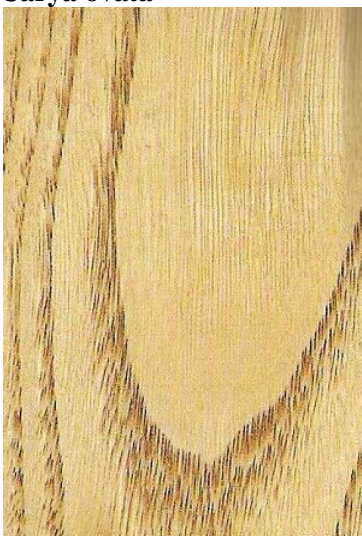
Carya ovata



Carya alba



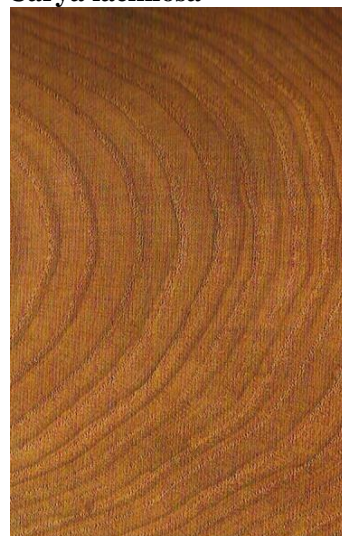
Carya laciniosa



Castanea tomentosa



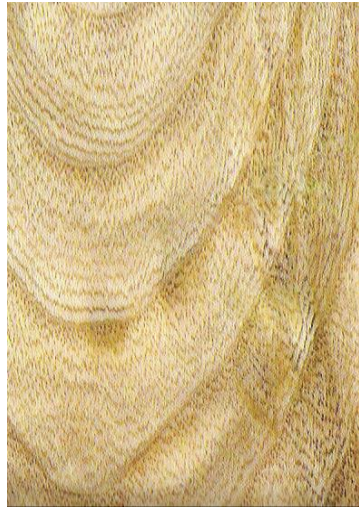
Castanea sativa



Castanea pumila



Celtis australis



Celtis occidentalis



Cornus nutallii



Eucalyptus globulus



Eucalyptus gracilis



Eucalyptus grandis



Eucalyptus gunnii



Eucalyptus marginata



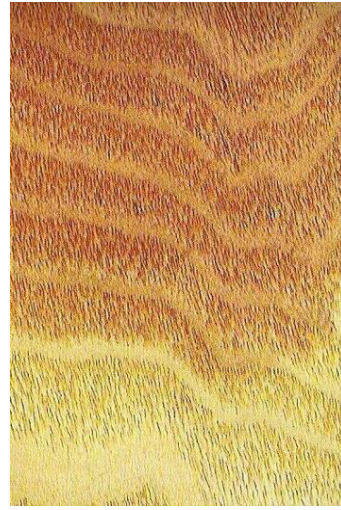
Eucalyptus viminalis



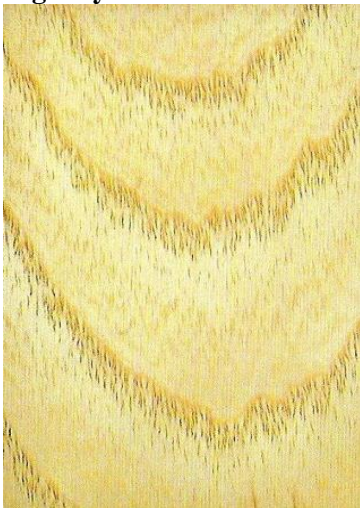
Fagus sylvatica



Fagus grandifolia



Gleditsia triachanthos



Fraxinus americana



Fraxinus holotricha



Fraxinus quadrangulata



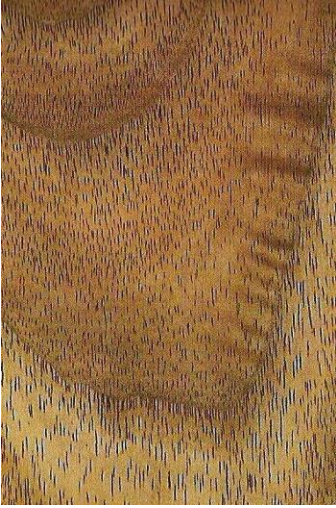
Fraxinus ornus



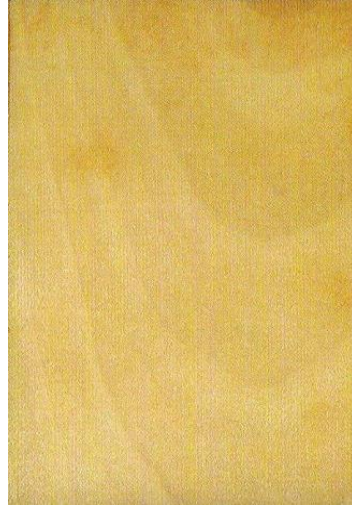
Ilex opaca



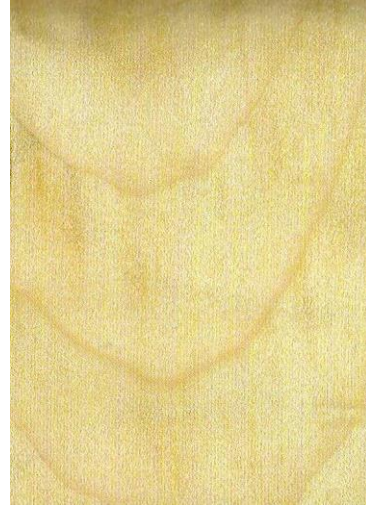
Ilex vomitoria



Juglans nigra



Liquidambar styraciflua



Liriodendron tulipifera



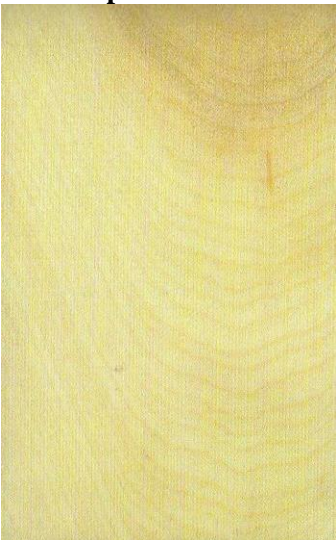
Lithocarpus densiflora



Magnolia grandiflora



Morus alba



Nyssa sylvatica



Nyssa aquatica



Olea europaea



Ostrya virginiana



Platanus occidentalis



Platanus wrightii



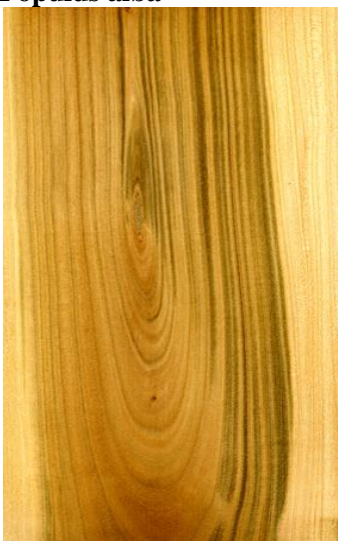
Populus alba



Populus tremuloides



Populus deltoides



Prunus americana



Prunus pensylvanica



Prunus serotina



Prunus sibirica



Quercus agrifolia



Quercus microcarpa



Quercus mongolica



Quercus ilex



Quercus frainetto



Quercus macrocarpa



Robinia pseudoacacia



Salix alba



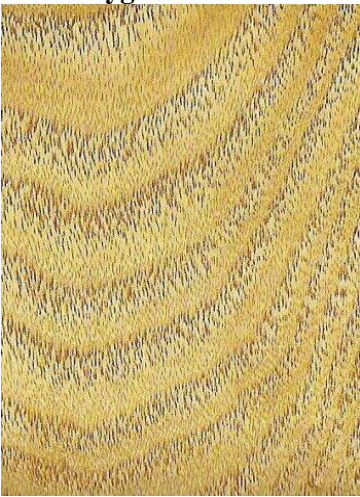
Salix amygdaloides



Salix fragilis



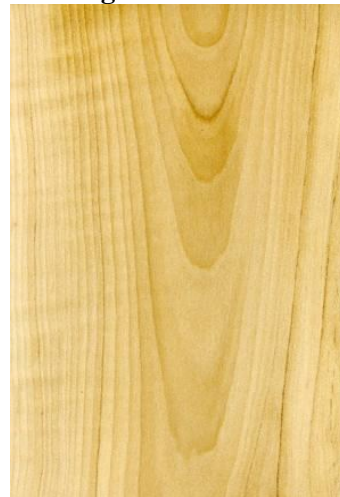
Salix nigra



Sassafras albinum



Sorbus americana



Sorbus sinthesis



Sorbus vestita



Tilia americana



Tilia vulgaris



Ulmus americana



Ulmus laevis



Ulmus procera



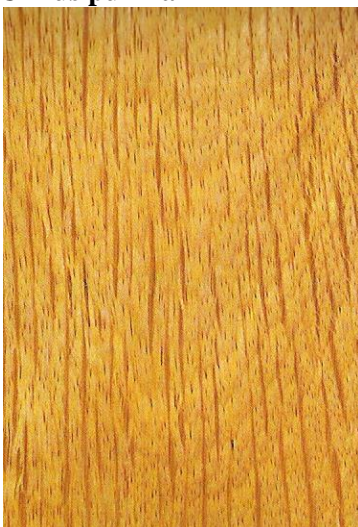
Ulmus pumila



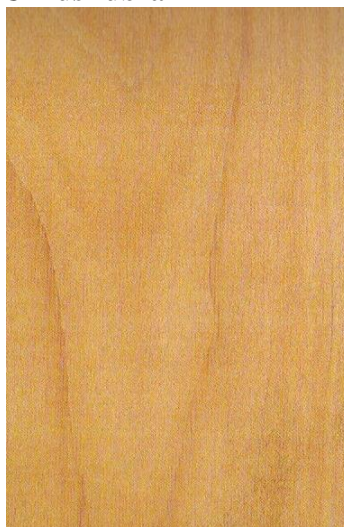
Ulmus rubra



Ulmus thomasi



Lithocarpus densiflora



Pyrus communis

Εικόνα 7.9 Εμφάνιση (σχεδίαση) πλατύφυλλων ξύλων σε αξονικές τομές (Βουλγαρίδης, 2015; Wagenführ & Scheiber, 1974).

7.2. Παραμεσόγειοι αειθαλείς ή φυλλοβόλοι πλατύφυλλοι θάμνοι και δένδρα

Παραμεσόγειοι πλατύφυλλοι θάμνοι ή και δέντρα κυρίως της ευμεσογειακής και της θερμότερης περιοχής της παραμεσογειακής ζώνης βλάστησης καταλαμβάνουν σημαντική δασική έκταση στη χώρα μας. Σύμφωνα με νεότερα στοιχεία Εθνικής Απογραφής Δασών το ποσοστό δασοκάλυψης των μη βιομηχανικών δασών (συνήθως αείφυλλα πλατύφυλλα) ανέρχεται σε 23,9% ενώ των βιομηχανικών δασών σε 25,4% στη συνολική επιφάνεια της χώρας.

Η παραγωγή βιομάζας των πλατύφυλλων αυτών ειδών είναι αξιόλογη, αλλά η αξιοποίησή τους περιορίζεται μέχρι σήμερα σε πολύ μικρές ποσότητες τεχνικού ξύλου (κυρίως από αριά), παραγωγή καυσοξύλων και κάρβουνου, στη χρησιμοποίηση ερεικοριζών για την παραγωγή καπνοσυρίγγων, στην παραγωγή μικροαντικειμένων (π.χ. ξυλόγλυπτα, στη ζωγραφική, μπαστούνια, στυλεοί, αγροτικά εργαλεία κ.α.) και σε άλλες δευτερεύουσες χρήσεις (καρποί, καλλωπιστικά κλαδιά, άνθη και φύλλα, μαστίχη, για θεραπευτικές χρήσεις κ.λ.π.). Πολλές εκτάσεις αείφυλλων πλατύφυλλων αξιοποιούνται ως βοσκόμενες εκτάσεις, ενώ δεν παραγνωρίζεται το γεγονός ότι η συνεισφορά τους για την προστασία του εδάφους σε πολλές ξηρές και πυρόπληκτες μεσογειακές περιοχές είναι ανεκτίμητη.

Η μελέτη του ξύλου των προαναφερθέντων πλατύφυλλων ειδών της χώρας μας δεν έχει τύχει ιδιαίτερης προσοχής μέχρι σήμερα, γεγονός που σχετίζεται με τη μικρή παραγωγή τους σε ξύλο και την ασήμαντη εμπλοκή τους στο εμπόριο και στην αξιοποίηση του ξύλου.

Καλύτερη αξιοποίηση του παραγόμενου ξύλου από τα παραμεσογειακά πλατύφυλλα προϋποθέτει ασφαλώς μελέτη της δομής και των ιδιοτήτων του για κάθε είδος χωριστά αλλά και καθ'ομάδες ή συνολικά ώστε να αντιμετωπίζεται περισσότερο επιτυχώς μια μαζική αξιοποίησή τους, π.χ. σε μοριοπλάκες, ινοπλάκες κ.λ.π.

Περί τα 29 γένη παραμεσόγειων θάμνων και δέντρων με ιδιαίτερη σημασία για τη χώρα μας περιγράφονται παρακάτω ως προς την προέλευσή τους, την περιγραφή του θάμνου ή του δέντρου, τα χαρακτηριστικά του ξύλου και τις χρήσεις του, καθώς και τις χρήσεις καρπών, φύλλων, σπερμάτων κλπ. (Βουλγαρίδης, 1994).

1. *Arbutus spp.*

Προέλευση: Το γένος περιλαμβάνει 20 είδη της παραμεσόγειας περιοχής, του Μεξικού και της Β. Αμερικής. Στην Ευρώπη και στη χώρα μας φύονται 2 είδη και ένα υβρίδιο μεταξύ τους.

Περιγραφή: Περιλαμβάνονται αειθαλή δέντρα ή θάμνοι, με απολεπιζόμενο κοκκινωπό, καστανωπό ή σταχτόλευκο φλοιό.

(A) *Arbutus unedo* (κουμαριά, strawberry tree)

Προέλευση: Απαντά στις παραμεσόγειες περιοχές και στις ακτές του Ατλαντικού, από Μικρά Ασία ως Ν.Δ. Ιρλανδία. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι μεγάλος θάμνος ύψους 1,5-3 m ή ενίοτε μικρό δέντρο ύψους ως 12 m. Το ξηρόφλοιο του είναι σταχτοκόκκινο, τραχύ και λεπιδωτό.

Δομή-Ιδιότητες ξύλου: Το ξύλο έχει χρώμα λευκό ως κοκκινόλευκο και είναι σκληρό και βαρύ.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για μικροαντικείμενα, καυσόξυλα και στη χαρτική. Δίνει άνθρακα καλής ποιότητας. Οι καρποί του είναι εδώδιμοι (όχι πολύ εύγευστοι) και χρησιμοποιούνται σε αλκοολούχα ποτά (Ισπανία, Κορσική). Ο φλοιός έχει χρησιμοποιηθεί στη βυρσοδεψία. Επίσης χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό.

(B) *Arbutus andrachne* (γλιστροκουμαριά, greek strawberry tree)

Προέλευση: Βρίσκεται στις παραμεσόγειες περιοχές από τη Ν. Αλβανία και την Ελλάδα ως τη Ν. Κριμαία και την Παλαιστίνη. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι θάμνος, ενίοτε μικρό δέντρο. Ο φλοιός του είναι τελειώς λείος και κοκκινοκαστανός. Το θέρος απολεπίζεται σε ράκη, σαν χαρτί και εμφανίζεται ένας νέος, λείος και λευκωπός φλοιός.

Χαρακτηριστικά: Έχει ξύλο κοκκινοκαστανό, σκληρό.

Χρήσεις: Όπως η κουμαριά.

2. *Buxus sempervirens* (πυξός, ο αειθαλής – πυξάρι, common box tree)

Προέλευση: Απαντά στη Ν. Ευρώπη, στη Β. Αφρική και στη Μικρά Ασία. Στην Ελλάδα, σε δάση στην ηπειρωτική περιοχή και στα νησιά Εύβοια, Λέσβο, Σύρο και Κρήτη.

Περιγραφή: Είναι θάμνος αειθαλής, σπάνια μικρό δέντρο ύψους ως 8 m. Ο φλοιός του είναι στην αρχή κιτρινοσταχτής, ρηγά σχισμένος, ενώ αργότερα σχηματίζεται ξηρόφλοιο που απολεπίζεται σε λεπτά λέπια. Οι

κλαδίσκοι του είναι τετράπλευροι. Αναπτύσσεται σε ξηρά εδάφη, κυρίως ασβεστολιθικών και οφειτικών πετρωμάτων. Αντέχει σε μεγάλη σκίαση.

Χαρακτηριστικά: Το ξύλο είναι ωχροκίτρινο, πολύ σκληρό, βαρύ και με μεγάλη διάρκεια. Έχει ομοιόμορφη υφή, χωρίς στύλβη και είναι δύσχιστο και ανθεκτικό.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται στην ξυλογλυπτική, στη χαρακτηριστική, στην τυπογραφία, για δάπεδα, εσωτερικές επενδύσεις, χειρολαβές, για μαθηματικά εργαλεία, κυλίνδρους, πλάκες ξυλογραφίας, για μπαστούνια, μαστίγια, αδράχτια, για πνευστά μουσικά όργανα. Τα φύλλα και τα σπέρματα είναι ισχυρά καθαρτικά και χρησιμοποιούνται στον καθαρισμό του αίματος, κατά των ρευματισμών και στην κτηνιατρική.

3. *Celtis australis* (κελτίς, η νότια, nettle tree)

Προέλευση: Βρίσκεται στις παραμεσόγειες περιοχές, στη Δ. και Β. Αφρική, στη Ν. Ισπανία, στη μεσημβρινή Γαλλία, στην Ιταλία, στην Βαλκανική χερσόνησο, στη Μικρά Ασία και Περσία ως τα Ιμαλάια. Προς βορρά ως τους νότιους πρόποδες των ανατολικών Άλπεων, στην Κροατία και στη Ν. Ουγγαρία. Στην Ελλάδα, σποραδικά από την Κρήτη και βορειότερα.

Περιγραφή: Πρόκειται για φυλλοβόλο δέντρο ύψους 10-15 m, ενίοτε 25 m. Η κόμη του είναι πλατιά κυκλική και τα κλαδιά του χοντρά, με κατεύθυνση λοξή προς τα πάνω. Ο φλοιός του είναι σταχτόχρωμος, λείος και διατηρείται έτσι και σε μεγαλύτερη ηλικία. Χρειάζεται βαθύ, γόνιμο και μέτρια υγρό έδαφος. Έχει όμως δυνατότητα προσαρμογής και σε ξηρό, φτωχό, άβαθες έδαφος. Αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία, αλλά όχι σε όψιμα και μεγάλης διάρκειας χειμωνιάτικα ψύχη.

Χαρακτηριστικά: Είναι ξύλο βαρύ και σκληρό, ανάλογο της φτελιάς και του φράξου και ευθύινο. Το εγκάρδιο είναι σταχτοκίτρινο και το σομφό κιτρινωπό ως σταχτί. Πρόκειται για δακτυλιόπορο πλατύφυλλο, με πόρους που στο πρώιμο ξύλο είναι διατεταγμένοι σε 1-4 σειρές. Το όψιμο ξύλο παρουσιάζει φλογοειδή σχεδίαση. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για την κατασκευή επίπλων, για αθλητικά είδη, μπαστούνια, βέργες όπλων, για κιβώτια, χειρολαβές, στην ξυλουργική, για κάρβουνο. Οι καρποί είναι εδώδιμοι και τα σπέρματα περιέχουν γλυκό έλαιο. Ο φλοιός δίνει κίτρινες χρωστικές.

4. *Ceratonia siliqua* (χαρουπιά, carob-locust tree)

Προέλευση: Στην παραμεσόγεια περιοχή και στη Ν. Πορτογαλία. Στην Ελλάδα, κοντά στις ακτές σε πετρώδεις και προσήλιες θέσεις στην Αττική, στην Εύβοια, στην Πάρο, στη Νάξο, στην Κρήτη κ.α.

Περιγραφή: Είναι αιθαλές δέντρο ύψους 7-10 m, με ισχυρό κορμό και πλατιά κόμη. Ο φλοιός του είναι κοκκινοσταχτής.

Χαρακτηριστικά: Το εγκάρδιο είναι κοκκινωπό και το σομφό κιτρινόλευκο. Το ξύλο είναι βαρύ, σκληρό και διαρκές.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για αγροτικά σκεύη, κάρα, μικροαντικείμενα, για λεπτουργήματα, για δάπεδα. Τα φύλλα και ο φλοιός περιέχουν τανίνες και χρησιμοποιούνται στη βυρσοδεψία. Τα σπέρματα είναι πολύτιμη τροφή για ζώα αλλά και για ανθρώπους (σε περιόδους ένδειας).

5. *Cercis siliquastrum* (κερκίς η κερατοειδής, κουτσουπιά, Judas tree)

Προέλευση: Απαντά στις παραμεσόγειες χώρες. Στην Ελλάδα βρίσκεται στην ευμεσογειακή ζώνη βλαστήσεως.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος θάμνος ή δέντρο ύψους 5-9 m. Οι κλαδίσκοι του είναι κόκκινοι και ο φλοιός του είναι σταχτόμαυρος.

Χαρακτηριστικά: Έχει εγκάρδιο καστανόχρωμο και σομφό υποκίτρινο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για τοννευτά και μικροαντικείμενα. Επίσης, είναι εξαιρετικό καλλωπιστικό.

6. *Colutea arborescens* (κολουτέα η δενδρώδης, φούσκα, bladder senna)

Προέλευση: Απαντά στη Ν. Ευρώπη και στη Β. Αφρική. Προς τα βόρεια μέχρι τη Ν.Δ. Γερμανία και την Ελβετία. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλαστήσεως και στη θερμότερη περιοχή της παραμεσογειακής ζώνης.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος θάμνος ύψους ως 6 m, με νεαρούς κλαδίσκους χνοώδεις.

Χαρακτηριστικά: Το ξύλο του έχει χρώμα κιτρινωπό.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται ως καθαρτικό (το αφέψημα των φύλλων).

7. *Cornusmas* (κρυνιά, cornelian cherry)

Προέλευση: Βρίσκεται στη Ν. και Κεντρική Ευρώπη, στην Κριμαία, στη Ν. Ρωσία, στον Καύκασο και στη Δ. Ασία. Στην Ελλάδα, παντού μέσα στα δάση.

Περιγραφή: Πρόκειται για φυλλοβόλο μεγάλο θάμνο ή μικρό δέντρο, ύψους 3-8 m. Η κόμη του είναι σφαιρική και ο φλοιός του κιτρινότεφος. Απαιτεί εδάφη ελαφριά.

Χαρακτηριστικά: Έχει εγκάρδιο κοκκινοκαστανό και σομφό κιτρινόλευκο. Το ξύλο του είναι σκληρό και βαρύ, ελαστικό και μεγάλης διάρκειας.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για μπαστούνια και τορνευτά. Οι καρποί του είναι εδώδιμοι και χρησιμοποιούνται στην παρασκευή ποτών, μαρμελάδας και ζελέ, ενώ τα κλαδιά του στην καλαθοπλεκτική.

8. *Coronilla emeroides* ή *C. emerus subsp. emeroides* (κορονίλλη, η ημεροειδής)

Προέλευση: Βρίσκεται στις παραμεσόγειες περιοχές. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης και στη θερμότερη περιοχή της παραμεσογειακής ζώνης.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος θάμνος ύψους ως 2 m με γωνιώδεις, πράσινους κλαδίσκους.

Χαρακτηριστικά: Το ξύλο του έχει χρώμα κιτρινωπό.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική.

9. *Cotinus coggygria* ή *Rhus cotinus* (κότινος ο κογγύγριος, χρυσόξυλο, venetian sumach)

Προέλευση: Απαντά στη Ν. Ευρώπη και ανατολικά μέχρι τη Μέση Κίνα και τα Ν.Δ. Ιμαλάια. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος θάμνος ύψους 2-3 m και σπάνια 5 m με βραχείς, γυμνούς κλαδίσκους.

Χαρακτηριστικά: Έχει εγκάρδιο που είναι χρυσοπράσινο και σομφό λευκωπό και στενό. Είναι ξύλο σκληρό, εύσχιστο, με στιλπνότητα. Στο εμπόριο είναι γνωστό ως χρυσόξυλο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για παρασκευή χρωστικών, στη βυρσοδεψία, για βαφή δερμάτων και μαλλιών.

10. *Crataegus monogyna* (κράταιγος, η μονόγυνη, common hawthorn)

Προέλευση: Απαντά στη Ν. και Κεντρική Ευρώπη, στην Κριμαία, στη Ν. Ρωσία, στον Καύκασο, στη Δ. Ασία και στη Β. Αφρική. Στην Ελλάδα, σε δάση και θαμνώνες.

Περιγραφή: Είναι ακανθώδης φυλλοβόλος θάμνος ή μικρό δέντρο, ύψους ως 10 m, με αγκάθια μήκους 0,7-2 cm. Η κόμη του είναι πολύ πλατιά και γυρτή προς τα κάτω. Ο φλοιός είναι αρχικά λείος, γυαλιστερός, ανοιχτοσταχτόχρωμος, ενώ αργότερα σχηματίζεται ξηρόφλοιο βαθιά σχισμένο, καστανωπό. Βρίσκεται σε γόνιμα, δροσερά, πλούσια σε ασβέστιο εδάφη καθώς και σε ξηρά, αμμώδη και πετρώδη.

Χαρακτηριστικά: Έχει ξύλο σαρκόχρωμο, πολύ σκληρό και βαρύ. Έχει λεπτή και ομοιόμορφη υφή και είναι ευθύινο. Είναι δύσχιστο, χωρίς στιλπνότητα και στιλβώνεται καλά. Είναι ικανοποιητικά διαρκές για εξωτερική χρήση, ξηραίνεται εύκολα και παρουσιάζει μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων, αφού ολοκληρωθούν οι διαδικασίες της ξήρανσης.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για τορνευτά, εργαλεία και εξαιρετικά μπαστούνια, σε τμήματα μηχανών, ως καλλωπιστικός θάμνος και για φράχτες.

11. *Erica arborea* (ερείκη η δενδρώδης, ρείκι, tree heath)

Προέλευση: Βρίσκεται στις παραμεσόγειες περιοχές, στη Ν.Δ. Ευρώπη, στα βουνά του Θιβέτ, στην Α. Αφρική και στην Υεμένη. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι αειθαλής θάμνος ή μικρό δέντρο ύψους ως 7 m, με ραβδόμορφα, όρθια κλαδιά.

Χαρακτηριστικά: Το ξύλο έχει εγκάρδιο κοκκινόχρωμο και σομφό ανοιχτόχρωμο. Είναι σκληρό και βαρύ.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για τορνευτά, ως άνθρακας, για ριζικά ογκώματα και πίτες καπνιστών (κύρια χρήση).

12. *Laburnum anagyroides* ή *Cytisus laburnum* (λαβούρνο, το αναγυροειδές, golden chain)

Προέλευση: Βρίσκεται στη Μέση και Ν. Ευρώπη. Στην Ελλάδα, στην Πίνδο (στο πανεπιστημιακό δάσος Περγουλίου), πιθανόν και αλλού.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος μεγάλος θάμνος ή μικρό δέντρο. ύψους 3-6 m. Οι κλαδίσκοι του είναι κυλινδρικοί, σταχτοπράσινοι και στην αρχή τριχωτοί, ενώ αργότερα γυμνοί. Ο φλοιός είναι λείος, καστανολαδής ή μαυρωπός.

Χαρακτηριστικά: Έχει σομφό πολύ στενό και κιτρινόλευκο, ενώ το εγκάρδιο είναι κιτρινοκαστανό, πρασινοκαστανό ως μαυροκαστανό. Πρόκειται για ξύλο σκληρό, ελαστικό, εύκαμπτο, που στιλβώνεται πολύ καλά και είναι μικρής διάρκειας.

Χρήσεις: Είναι περιζήτητο για τορνευτά.

13. *Laurus nobilis* (δάφνη, η ευγενής. laurel, sweet bay)

Προέλευση: Είναι ενδημικό είδος της Μικράς Ασίας. Σήμερα βρίσκεται μέσα σε δάση σε όλες τις παραμεσόγειες περιοχές. Στην Ελλάδα, σποραδικά στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι αειθαλής θάμνος ή δέντρο, ύψους 2-20 m και με κωνική κόμη.

Χαρακτηριστικά: Έχει ξύλο με χαρακτηριστική οσμή και χρώμα λευκωπό. Είναι ξύλο σκληρό, βαρύ και με ομοιόμορφη υφή.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για δάπεδα, ξυλόγλυπτα και τორνευτά, ως υποστηρίγματα φυτών (αμπελιών κ.α.). Τα φύλλα του θεωρούνται σύμβολα νίκης, αλλά χρησιμοποιούνται και στη μαγειρική. Στο παρελθόν τα εκχυλίσματα των φύλλων της (δαφνέλαιο) χρησιμοποιήθηκαν στη σαπυνοποιία, στις βιομηχανίες τροφίμων και στη φαρμακευτική ως αντιρρευματικά, εφιδρωτικά, χολαγωγά, ηπατικά, αντιδιαρροικά και τονωτικά της λειτουργίας της πέψης. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε στην αρωματοποιία και ως μελισσοτροφικό.

14. *Myrtus communis* (μυρτιά, η κοινή, myrtle)

Προέλευση: Απαντά στις παραμεσόγειες περιοχές και στη Ν.Δ. Ευρώπη. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλαστήσεως.

Περιγραφή: Είναι αειθαλής θάμνος, πολύκλαδος, ύψους 2-5 m και με κοκκινοκαστανό φλοιό.

Χαρακτηριστικά: Έχει ξύλο σκληρό και δύσκολο στην κατεργασία.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για τორνευτά. Τα φύλλα της, τα άνθη και οι καρποί είναι πλούσια σε αρωματικά έλαια και χρησιμοποιούνται στην αρωματοποιία. Οι καρποί της έχουν χρησιμοποιηθεί ως καρυκεύματα και ζύμη για ποτά. Ο φλοιός και οι ρίζες περιέχουν τανίνες και χρησιμοποιούνται στη βυρσοδεψία, γιατί προσδίδουν άρωμα.

15. *Nerium oleander* (πικροδάφνη, oleander, rose bay tree)

Προέλευση: Βρίσκεται στις παραμεσόγειες χώρες και στη Ν. Πορτογαλία. Στην Ελλάδα, κοντά σε όχθες ποταμών και σε υγρές θέσεις στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι μεγάλος αειθαλής θάμνος ύψους ως 4 m, με δηλητηριώδη, γαλακτώδη χυμό.

Χαρακτηριστικά: Έχει ξύλο με χρώμα υπόλευκο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική (τα φύλλα θεωρούνται καρδιοτονωτικά, αντισυφιλιδικά, αντιψωριακά και διουρητικά) και ως καλλωπιστικό. Είναι δηλητηριώδες.

16. *Olea europaea var. silvestris* (αγριελιά, olive tree)

Προέλευση: Στις παραμεσόγειες περιοχές κοντά στις ακτές, στην Ισπανία, Πορτογαλία, Ν. Γαλλία, Ιταλία, Βαλκανική χερσόνησο, στην Παλαιστίνη, Τυνησία, Μαρόκο, Αλγέρι, στα νησιά της Μεσογείου, στις Ν. ακτές της Κριμαίας και στα Κανάρια νησιά. Στην Ελλάδα είναι κοινό είδος της ευμεσογειακής ζώνης βλάστησης.

Περιγραφή: Γενικώς, είναι αειθαλές δέντρο ύψους 10 (20) m με πλατιά κόμη. Ο φλοιός του στην αρχή είναι λείος, σταχτοπράσινος και αργότερα σχηματίζεται ξηρόφλοιο με σκοτεινότερο χρώμα. Είναι δέντρο αιωνόβιο και παρουσιάζει αργή αύξηση. Εμφανίζονται δυο ποικιλίες του είδους: Η καλλιεργήσιμη ελιά, (*O. Europaea var. europaea*), η οποία είναι δέντρο ύψους ως 10 μ. με καρπό πλούσιο σε λάδι και εδώδιμο και η αγριελιά (*O. Europaea var. silvestris*), η οποία είναι πολύκλαδος θάμνος ή μικρό δέντρο, σπάνια ως 20 μ. ύψος, με καρπό λιγότερο σαρκώδη και φτωχό σε λάδι.

Δομή-Ιδιότητες: Το εγκάρδιο είναι καστανοπρασινωπό, σκοτεινότερο κατά θέσεις. Το σομόφ είναι πρασινωπό. Οι ίνες μπορεί να είναι ευθείες ή επιπόλαια συστρεφόμενες, ιδίως σε μεγάλα δέντρα. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με αυξητικούς δακτυλίους που είναι ορατοί με γυμνό μάτι και είναι στενοί. Ξεχωρίζουν μεταξύ τους με σκοτεινές ζώνες στα όρια, που στο μέσο τους πιθανόν έχουν παρέγχυμα. Οι πόροι είναι πολύ μικροί, ορατοί με φακό χεριού και εμφανίζονται χωρίς ακτινική διάταξη, με διαφορετική κατανομή (περισσότεροι, λιγότεροι) στον ίδιο αυξητικό δακτύλιο ή σε γειτονικούς. Οι ακτίνες είναι στενότερες από τους πόρους, ετερογενείς και φαίνονται μόνο με φακό. Το παρέγχυμα είναι άφθονο, παρατραχειακό, κυκλικό (συνήθως γύρω από ομάδες πόρων). Πρόκειται για ξύλο βαρύ και σκληρό, κάπως λιπαρό στην αφή. Κατεργάζεται εύκολα και δεν προκαλεί ζημιές στα μηχανήματα. Ξηραίνεται χωρίς προβλήματα, είτε φυσικά είτε τεχνητά. Έχει ικανοποιητική διάρκεια, αλλά δεν ενδείκνυται για εξωτερικές, μη προστατευόμενες χρήσεις.

Χρήσεις: Οικονομικά είναι πιο σημαντικό για τις ελιές και το λάδι, αλλά χρησιμοποιείται και για έπιπλα, τორνευτά, μικροαντικείμενα, στον μοντελισμό, στη χαρακτική, για χειρολαβές, για κάρτα, ως καυσόξυλα, κάρβουνα.

17. *Paliurus spina – christi* ή *P. australis* (παλιούρος, αγκάθι του Χριστού, παλιούρι, Christ's thorn, Jerusalem thorn).

Προέλευση: Απαντά στις παραμεσόγειες περιοχές (εκτός από τα νησιά), στη Βαλκανική χερσόνησο και στις ακτές της Μαύρης Θάλασσας. Στην Ελλάδα, στη θερμότερη περιοχή της παραμεσογειακής ζώνης βλαστήσεως.

Περιγραφή: Είναι θάμνος φυλλοβόλος, πυκνόκλαδος, αγκαθωτός και με κόμη πλατιά, ύψους ως 5 m. Ο φλοιός του είναι σταχτόχρωμος.

Δομή-Ιδιότητες: Έχει ξύλο κιτρινωπό, σκληρό και βαρύ.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για φράχτες.

18. *Phillyrea latifolia* (φιλλυρέα η πλατύφυλλη, φιλλύκι, mock privet, jasmine box)

Προέλευση: Βρίσκεται στις παραμεσόγειες χώρες και στην Πορτογαλία. Στην Ελλάδα, στη ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι αειθαλής θάμνος ή ενίοτε μικρό δέντρο ύψους 4-15 m. Οι νεαροί κλαδίσκοι του, οι οφθαλμοί και ο μίσχος είναι χνοώδεις ως πιληματώδεις. Ο φλοιός του είναι αρχικά λείος, λευκοσταχτόχρωμος, ενώ αργότερα έχει σκουρότερο ξηρόφλοιο με οριζόντιες και κατά μήκος σχισμές.

Δομή-Ιδιότητες: Έχει εγκάρδιο καστανόχρωμο και σομόφο υποκίτρινο. Το ξύλο είναι σκληρό και βαρύ.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για μικροέπιπλα και για άνθρακα καλής ποιότητας.

19. *Pistacia spp.* (Πιστάκια)

(A) *Pistacia lentiscus* (πιστάκια, λεντίσκος, σχίνος, mastic tree, lentisc)

Προέλευση: Απαντά στις παραμεσόγειες χώρες και στην Πορτογαλία. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι αειθαλής θάμνος ή μικρό δέντρο με ύψος 1-8 m, πολύκλαδος, αρωματικός και ρητινοβριθής.

Δομή-Ιδιότητες: Έχει εγκάρδιο κιτρινοκοκκινωπό και σομόφο κιτρινόλευκο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για μικροαντικείμενα, торνευτά και για άνθρακα καλής ποιότητας. Με εντομές των στελεχών του παράγεται βαλσαμώδης χυμός, η γνωστή μαστίχη, ο οποίος χρησιμοποιείται και για βερνίκια, στην αρωματοποιία, στη φαρμακευτική, στην οδοντιατρική και ως γευστικό.

(B) *Pistacia terebinthus* (πιστάκια, τερέβινθος, κοκορεβιθιά, terebinth, turpentine tree)

Προέλευση: Απαντά στις παραμεσόγειες χώρες και στην Πορτογαλία. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης και στη θερμότερη περιοχή της παραμεσογειακής.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος θάμνος, ενίοτε μικρό δέντρο ύψους ως 5 m.

Δομή – Ιδιότητες: Έχει εγκάρδιο συνήθως καστανόχρωμο. Είναι ξύλο σκληρό, με λεπτή υφή και στιλβώνεται καλά.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για μικροαντικείμενα, торνευτά, κάρβουνα και δάπεδα. Παράγει γλυκό κόμμα που στερεοποιείται στον αέρα και χρησιμοποιείται στην ιατρική. Από τους καρπούς εκχυλίζεται έλαιο και από τα φύλλα ερυθρές χρωστικές. Ο φλοιός του είναι πλούσιος σε τανίνες.

20. *Prunus spinosa* (πρόννος ο ακανθώδης, τσαπουρνιά, blackthorn, sloe)

Προέλευση: Απαντά σχεδόν σε όλη την Ευρώπη (εκτός από μεγάλο μέρος της Σκανδιναβίας και της Β. Ρωσίας), στην Β.Α. Αφρική, στον Καύκασο, στην Τουρκία και στη Β.Α. Περσία. Στην Ελλάδα, σε θαμνώδεις θέσεις της ηπειρωτικής περιοχής της, στα νησιά του Ιονίου και η ποικιλία *eriphora* στη Θάσο και στη Σαμοθράκη.

Περιγραφή: Πρόκειται για μικρό, φυλλοβόλο, ακανθώδη θάμνο, ύψους 1-3 m. Ο φλοιός του είναι σταχτόμαυρος, στην αρχή λείος, ενώ αργότερα σχηματίζεται ρηχά σχισμένο ξηρόφλοιο. Αναπτύσσεται σε ηλιαζόμενες θέσεις, σε ξηρά, πετρώδη, ασβεστούχα εδάφη.

Δομή- Ιδιότητες: Έχει κοκκινοκάστανο εγκάρδιο και κοκκινωπό σομόφο. Το ξύλο είναι σκληρό και βαρύ, αλλά μικρής σχετικά διάρκειας (λόγω προσβολών από έντομα). Στιλβώνεται καλά.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για торνευτά, μπαστούνια, χειρολαβές, πίπες, για κατασκευή επίπλων (όταν είναι σε μεγάλες διαστάσεις) και παρκέτων. Οι ώριμοι καρποί είναι εδώδιμοι και χρησιμοποιούνται για παραγωγή γευστικού ποτού (είδος τζιν) και ζελέ. Τα φύλλα του έχουν χρησιμοποιηθεί παλιότερα για τσάι.

21. *Pyrus amygdaliformis* (πύρος η αμυγδαλόμορφη, γκορτσιά, almond-leaved tree)

Προέλευση: Βρίσκεται στην παραμεσόγεια περιοχή (από την Ισπανία ως την Τουρκία).

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλο δέντρο ή θάμνος με σφαιρική κόμη. Τα κλαδιά του ενίοτε είναι αγκαθωτά, αλλιώς διευθύνονται προς τα πάνω.

Δομή – Ιδιότητες: Το ξύλο έχει κοκκινωπό χρώμα και ομοιόμορφη υφή. Είναι βαρύ και σκληρό, χωρίς χρωματιστό εγκάρδιο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για έπιπλα και ξυλόφυλλα, όταν είναι σε μεγάλες διαστάσεις, για μουσικά όργανα, εργαλεία σχεδίασεως, ξυλόγλυπτα. Οι καρποί του είναι εδώδιμοι και χρησιμοποιούνται στη μαγειρική και ως γευστικό. Τα εκχυλίσματα του είναι πλούσια σε βιταμίνη Ε και χρησιμοποιούνται για κρέμες προσώπου. Στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκαν και στη φαρμακευτική.

22. *Quercus ilex* – *Quercus coccifera* (Αειθαλείς δρύες : αριά – πουρνάρι, holm oak – kermes or holly oak)

Δομή – Ιδιότητες: Ημιδιασπορόπορα, με πόρους σε ακτινικές, φλογοειδείς ταινίες, με ακτίνες πλατειείς (σύνθετες) και στενές. Εγκάρδιο χρυσοκαστανό ή καστανό, σομόφο ανοιχτό καστανό. Έχουν ξύλο πολύ

σκληρό και βαρύ, δύσκολο στην κατεργασία (αμβλύνει τις ακμές των κοπτικών μέσων). Έχει μέτρια διάρκεια.

Χρήσεις: Χρησιμοποιούνται για αγροτικά εργαλεία, κάρρα, κάρβουνα, για τοννευτά, στη ζωγραφική, για παραγωγή τανινών και χρωστικών (από το φλοιό), ως ζωοτροφή (τα βαλανίδια τους).

(A) *Quercus ilex* ή *Q. smilax* (αριά)

Προέλευση: Απαντά στις παραμεσόγειες περιοχές. Στην Ελλάδα, σχεδόν παντού στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι δέντρο αειθαλές, ύψους 5-20 m. Έχει πλατιά κόμη και σφαιρόμορφη. Ο φλοιός του στην αρχή είναι ανοιχτοσταχτής, λείος, γυαλιστερός, ενώ αργότερα σχηματίζεται σταχτοκαστανό ξηρόφλοιο με επιμήκεις και οριζόντιες σχισμές. Είναι είδος θερμόφιλο, ημισκιάφυτο. Αντέχει στα ψύχη λιγότερο από το πουρνάρι και είναι υγροβιότερο. Προτιμά νωπά, βαθιά εδάφη με αρκετές θρεπτικές ουσίες.

(B) *Quercus coccifera* (πουρνάρι)

Προέλευση: Απαντά στην ανατολική παραμεσόγεια περιοχή. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη και στην κατώτερη υποζώνη της παραμεσογειακής ζώνης βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι δέντρο αειθαλές, ύψους 10-15 (20) m, συνήθως με μορφή θάμνου. Ο φλοιός του στην αρχή είναι λείος, ανοιχτοσταχτής και αργότερα σχηματίζεται σταχτοκαστανό ξηρόφλοιο, όχι βαθιά σχισμένο. Είναι είδος θερμόβιο και φωτόφιλο, με περιορισμένες απαιτήσεις από το έδαφος.

23. *Rhamnus alaternus* (ράμνος αλάτερνος, κιτρινόξυλο, mediterranean buckthorn)

Προέλευση: Βρίσκεται στις παραμεσόγειες περιοχές και στην Κριμαία. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Πρόκειται για αειθαλή θάμνο ύψους 2-3(5) m, με γυμνούς κλαδίσκους, οι οποίοι αρχικά είναι πράσινοι και αργότερα κοκκινωποί, χωρίς αγκάθια.

Δομή-Ιδιότητες: Έχει ξύλο βαρύ και σκληρό, με χρώμα κοκκινοκαστανό.

Χρήσεις: Δεν έχει ειδικές χρήσεις και συνήθως χρησιμοποιείται για κάρβουνα. Οι καρποί του χρησιμοποιήθηκαν ως καθαρτικά στην ιατρική και για χρωστικές (πρασινωπές). Το σιρόπι από τους καρπούς χρησιμοποιήθηκε στην κτηνιατρική.

24. *Rhus coriaria* (ρους βυρσοδεσική, ρούδι, sicilian sumach)

Προέλευση: Βρίσκεται στις παραμεσόγειες περιοχές και στην Πορτογαλία. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή και τη θερμότερη περιοχή της παραμεσογειακής ζώνης βλαστήσεως.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος θάμνος ύψους ως 3 m με αραιούς, παχείς και τριχωτούς κλαδίσκους.

Δομή-Ιδιότητες: Έχει εγκάρδιο πρασινοκαστανό και σομφό ανοιχτότερου χρώματος.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται στη βυρσοδεξία (ο φλοιός, τα κλαδιά και τα φύλλα), στη μαγειρική (στο παρελθόν), ως ποτό (από τους καρπούς).

25. *Rosa canina* (ροδή, κυνοροδή, briar, dog-rose)

Προέλευση: Βρίσκεται στη Ν. Ευρώπη και στη Β.Δ. Αφρική και σε όλη την Ελλάδα.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος, αναρριχητικός θάμνος. Τα κλαδιά του είναι συνήθως λεπτά και εύκαμπτα με αραιά, λεπτά και κόκκινα αγκάθια.

Δομή-Ιδιότητες: Το χρώμα του σομφού είναι ερυθρόλευκο και του εγκαρδίου καστανωπό.

26. *Sambucus nigra* (κουφοξυλιά, elder)

Προέλευση: Απαντά στην Ευρώπη και στη Δ. Ασία. Στην Ελλάδα, παντού σποραδικά.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος μεγάλος θάμνος ή μικρό δέντρο ύψους ως 10 m. Ο κορμός του είναι στραβός και η κόμη σφαιρική. Το ξηρόφλοιο είναι μαλακό, ανοιχτοκαστανό, δικτυωτά βαθιά σχισμένο. Η εντεριώνη των είναι κλαδιών λευκωπή.

Δομή-Ιδιότητες: Το ξύλο έχει χρώμα λευκοκίτρινο και είναι σκληρό και με μεγάλη αντοχή. Στην ξήρανση είναι δύσκολο και παρουσιάζει τάση στρέβλωσης.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για μικροαντικείμενα (παιχνίδια, χτένες). Αντικαθιστά το πυξάρι σε ορισμένες μικροκατασκευές. Η εντεριώνη χρησιμοποιείται σαν υλικό στήριξης για τη δημιουργία μικροτομών στη βοτανική και για τον καθαρισμό ευαίσθητων κατασκευών (ρολόγια) από λάδια και σκόνη. Τα άνθη και οι καρποί του χρησιμοποιούνται για ζύμες ποτών. «Κρασί» από κουφοξυλιά χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν για το βήχα. Οι καρποί του είναι πλούσιοι σε βιταμίνη C. Ο φλοιός του χρησιμοποιείται για καθαρτικό και για χρωστικές (μαύρες). Από τα φύλλα του βγαίνουν πράσινες χρωστικές, από τους καρπούς μπλε, λιλά ή ιώδεις.

27. *Spartium junceum* (σπάρτο σχινοειδές, σπάρτο, spanish broom)

Προέλευση: Απαντά στις παραμεσόγειες περιοχές και στη Ν.Δ. Ευρώπη. Στην Ελλάδα, στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι φυλλοβόλος θάμνος ύψους 1-3 m με κλαδιά άφθονα, όρθια, πράσινα και σχοινόμορφα.

Δομή-Ιδιότητες: Έχει εγκάρδιο καστανό και σομό ανοιχτότερου χρώματος.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία (τα άνθη περιέχουν εκλεκτής ποιότητας αιθέριο έλαιο), στη φαρμακευτική, ως μελισσοτροφικό και ως καλλωπιστικό. Τα σπέρματα είναι δηλητηριώδη.

28. *Tamarix gallica* (τάμαριξ, αρμυρίκι)

Προέλευση: Βρίσκεται στη Ν.Α. Ευρώπη και στην Κεντρική Ασία. Στην Ελλάδα, παντού σε παραθαλάσσιους τόπους.

Περιγραφή: Είναι αείφυλλος θάμνος ή μικρό δέντρο.

Δομή-Ιδιότητες: Το χρώμα του ξύλου είναι κιτρινοκαστανό.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται στην ποτοποιία (ο φλοιός) για αρωματισμό και πίκραση του ζύθου, ως καλλωπιστικό σε παραθαλάσσιες περιοχές.

29. *Vitex agnus castus* (λυγαριά, chaste tree)

Προέλευση: Απαντά στη Ν. Ευρώπη. Στην Ελλάδα, κοντά σε όχθες των ποταμών στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης.

Περιγραφή: Είναι θάμνος ύψους 1-4 m, με κλαδιά πηληματώδη, αμβλέως τετραγωνικά.

Δομή-Ιδιότητες: Το ξύλο έχει χρώμα καστανωπό.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται ως αρωματικό, φαρμακευτικό και μελισσοτροφικό. Το αιθέριο έλαιο από τους ανθοφόρους βλαστούς είναι κατάλληλο για την αρωματοποιία και τη σαπωνοποιία. Οι ανθοφόροι βλαστοί χρησιμοποιούνται και στη φαρμακευτική. Το αιθέριο έλαιο είναι μικροβιοκτόνο. Τα λεπτά, μακριά και ευλύγιστα κλαδιά της χρησιμοποιούνται στην καλαθοπλεκτική.

Τιμές φαινομενικής πυκνότητας των ξύλων διαφόρων παραμεσογείων πλατύφυλλων δένδρων και θάμνων παρουσιάζονται στον πίνακα 7.5. Αξονικές τομές (ακτινικές, εφαπτομενικές) του ξύλου ορισμένων παραμεσογείων πλατύφυλλων θάμνων και δένδρων φαίνονται στην Εικόνα 7.10.

Στους πίνακες 7.6 και 7.7 παρουσιάζεται η κατάταξη των κωνοφόρων (πίνακας 7.6) και πλατύφυλλων (πίνακας 7.7) ξύλων της εύκρατης ζώνης σε κατηγορίες ανά ιδιότητα (πυκνότητα, φυσική αντοχή, δυνατότητα εμποτισμού, αντίσταση σε προσβολή εντόμων, μηχανική κατεργασία, δυνατότητα κάμψης και μηχανική αντοχή σε στατική κάμψη). Τέλος, στον πίνακα 7.8 παρουσιάζονται οι χρήσεις των διαφόρων κωνοφόρων και πλατύφυλλων ξύλων της εύκρατης ζώνης με διάκριση των βασικών χρήσεων του κάθε ξύλου (BX) και των δυνατών χρήσεων (ΔX).

Είδος (παραμεσόγειοι θάμνοι και δέντρα)	Πυκνότητα, g/cm ³ (R 12-15)	Είδος (παραμεσόγειοι θάμνοι και δέντρα)	Πυκνότητα, g/cm ³ (R 12-15)
<i>Arbutus unedo</i>	0,82	<i>Olea europaea</i>	1,00
<i>Arbutus andrachne</i>	0,77	<i>Paliurus spina – christi</i>	0,90
<i>Buxus sempervirens</i>	0,92	<i>Phillyrea latifolia</i>	0,76
<i>Celtis australis</i>	0,70	<i>Pistacia terebinthus</i>	0,83
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,74	<i>Pistacia lentiscus</i>	0,83
<i>Cercis siliquastrum</i>	0,62	<i>Prunus spinosa</i>	1,00
<i>Colutea arborescens</i>	0,84	<i>Pyrus amygdaliformis</i>	0,72
<i>Cornus mas</i>	1,01	<i>Quercus ilex</i>	0,80-1,10
<i>Coronilla emeroides</i>	0,91	<i>Quercus coccifera</i>	0,80-1,10
<i>Cotinus coggygria</i>	0,66	<i>Rhamnus alaternus</i>	0,76
<i>Crataegus monogyna</i>	0,71	<i>Rhus coriaria</i>	0,54
<i>Erica arborea</i>	0,84	<i>Rosa canina</i>	0,89
<i>Laburnum anagyroides</i>	0,65	<i>Sambucus nigra</i>	0,70
<i>Laurus nobilis</i>	0,62	<i>Spartium junceum</i>	0,77
<i>Myrtus communis</i>	0,82	<i>Tamarix gallica</i>	0,73
<i>Nerium oleander</i>	0,52	<i>Vitex agnus castus</i>	-

Πίνακας 7.5 Τιμές φαινομενικής πυκνότητας παραμεσογείων πλατύφυλλων θάμνων και δένδρων (Βουλγαρίδης, 1994).

Είδος	Πυκνότητα	Φυσική αντοχή	Δυνατότητα εμποτισμού	Αντίσταση σε προσβολή εντόμων	Μηχανική κατεργασία	Δυνατότητα κάμψης	Μηχανικές ιδιότητες	
							Μ.Θ.	Μ.Ε.
ΚΩΝΟΦΟΡΑ								
<i>Abies spp.</i>	2	ΟΑ	ΜΔ	ΑΒ,JB,WW	C	-	ΜΘ1	ΜΕ2
<i>Cupressus sempervirens</i>	3	ΠΑ	-		C	-	ΜΘ1	-
<i>Juniperus spp.</i>	3	ΑΝ	ΑΔ	ΡΒ,Τ	C	ΠΜ	-	-
<i>Larix laricina</i>	3	ΜΑ	ΣΑ	ΑΒ	B	ΜΕ	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Picea abies</i>	2	ΟΑ	ΣΑ	ΑΒ,ΛΒ,WW	C	-	ΜΘ1	ΜΕ2
<i>Pinus palustris</i>	2	ΜΑ	ΣΑ	ΛΒ,Τ,JB	B	-	-	-
<i>Pinus spp</i>	3	ΟΑ	ΜΔ	ΑΒ,FB	C	-	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	3	ΜΑ	ΣΑ	ΑΒ,ΛΒ,JB	-	-	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Sequoia sempervirens</i>	2	ΑΝ	ΜΔ	ΑΒ,ΛΒ	-	-	ΜΘ1	ΜΕ2
<i>Taxus baccata</i>	3	ΑΝ	ΣΑ	FB	C	-	ΜΘ1	ΜΕ2
<i>Thuja spp.</i>	-	ΑΝ	ΣΑ	JB,FB	-	ΜΙ	-	-
<i>Tsuga canadensis</i>	-	ΟΑ	ΣΑ	ΑΒ,FB	-	ΜΙ	-	-

*Για την κατάταξη των ξύλων σε κατηγορίες κατά ιδιότητα βλ. Κεφ. 2 (Για πυκνότητα, σε ββάθμια κλίμακα: Πολύ ελαφρύ=1, ελαφρύ=2, μέτριο=3, βαρύ=4, πολύ βαρύ=5, εξαιρετικά βαρύ=6. Για φυσική αντοχή, σε 5βάθμια κλίμακα: ΠΑ=πολύ ανθεκτικά, Α=ανθεκτικά, ΜΑ=μέτρια ανθεκτικά, ΟΑ=όχι ανθεκτικά, ΚΑ=καθόλου ανθεκτικά. Για δυνατότητα εμποτισμού, σε 4βάθμια κλίμακα: Δ=διαπερατά, ΜΔ=μετρίως διαπερατά, ΣΑ=σχετικά αδιαπέρατα και Α=αδιαπέρατα. Για αντίσταση σε προσβολή εντόμων: ΑΒ: Ambrosia Beetles, ΛΒ: Lophorn Beetles, WW: Wood-Wasps, JP: Jewel Beetles, ΡΒ: Powder-post Beetles, FB: Furniture Beetles (Έντομα επίπλων), Τ: Termites (τερμίτες). Για μηχανική κατεργασία σε 5βάθμια κλίμακα: από πολύ μικρή αντίσταση (Α) μέχρι πολύ υψηλή αντίσταση (Ε). Για δυνατότητα κάμψης σε 5βάθμια κλίμακα: από πολύ καλή (ΠΚ) μέχρι πολύ μικρή (ΠΜ). Για μηχανική αντοχή, σε 3 κατηγορίες ή σε 5βάθμια κλίμακα (HMSO, 1977 για κωνοφόρα; HMSO, 1972 για πλατύφυλλα: πολύ μικρή, μικρή, μέτρια, μεγάλη και πολύ μεγάλη) ή σε 7βάθμια κλίμακα για τροπικά ξύλα: από S₁ έως S₇ (Bolza & Keating, 1972).

Πίνακας 7.6 Ιδιότητες κωνοφόρων ξύλων: Κατάταξη των κωνοφόρων ξύλων της εύκρατης ζώνης σε κατηγορίες ανά ιδιότητα (πυκνότητα, φυσική αντοχή, δυνατότητα εμποτισμού, αντίσταση σε προσβολή εντόμων, μηχανική κατεργασία, δυνατότητα κάμψης και μηχανική αντοχή σε στατική κάμψη) (HMSO, 1977).

Είδος	Πυκνότητα	Φυσική αντοχή	Δυνατότητα εμποτισμού	Αντίσταση σε προσβολή εντόμων	Μηχανική κατεργασία	Δυνατότητα κάμψης	Μηχανικές ιδιότητες	
							Μ.Θ.	Μ.Ε.
ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ								
<i>Acer spp.</i>	3	ΟΑ	ΣΑ	FB	C	ME	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Aesculus hippocastanum</i>	3	Φ	Δ	PB,FB	B	-	ΜΘ1	ΜΕ1
<i>Alnus glutinosa</i>	3	Φ	Δ	AB,PB,FB	B	ΜΙ	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Betula pendula</i>	4	Φ	ΜΔ	AB,LB,FB	C	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Caprinus betulus</i>	5	Φ	Δ	LB,FB	D	ΜΕ	ΜΘ2	ΜΕ1
<i>Castanea sativa</i>	3	ΑΝ	ΑΔ	AB,PB,FB	C	ΜΙ	ΜΘ1	ΜΕ2
<i>Eucalyptus spp.</i>	4→5	ΠΑ	ΑΔ	PB,T	E	ΠΚ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Fagus sylvatica</i>	4	Φ	ΑΔ	AB,LB,FB	C	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Fraxinus spp.</i>	4	Φ	ΜΔ	AB,PB,FB	C	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Ilex aquifolium</i>	-	Φ	-	LB,PB	D	-	-	-
<i>Juglans regia</i>	3	ΜΑ	ΣΑ	AB,LB,PB,FB	C	ΠΚ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Morus alba</i>	3	-	-	-	-	Κ	-	-
<i>Olea europea</i>	5	ΠΑ	-	-	E	Κ	-	-
<i>Ostrya carpinifolia</i>	5	-	-	-	-	-	ΜΘ3	ΜΕ2
<i>Platanus orientalis</i>	3	Φ	Δ	FB	C	-	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Populus spp.</i>	2→3	Φ	ΜΔ	LB,FB	C	ΜΙ	ΜΘ1	ΜΕ2
<i>Quercus spp.</i>	5	ΑΝ	ΑΔ	AB,LB,PB	C	ΜΕ	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4	ΑΝ	ΑΔ	PB,FB	C	ΜΙ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Salix spp.</i>	3	Φ	ΣΑ	LB,PB,FB	B	ΜΙ	ΜΘ1	ΜΕ2
<i>Sorbus spp.</i>	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia spp.</i>	3	Φ	Δ	FB	B	ΜΙ	ΜΘ3	ΜΕ1
<i>Ulmus spp.</i>	3	ΟΑ	ΜΔ	AB,FB,PB	C	ΜΕ	-	-

*Για την κατάταξη των ξύλων σε κατηγορίες κατά ιδιότητα βλ. Κεφ. 2 και Πίνακα 7.6.

Πίνακας 7.7 Ιδιότητες πλατύφυλλων ξύλων: Κατάταξη των πλατύφυλλων ξύλων της εύκρατης ζώνης σε κατηγορίες ανά ιδιότητα (πυκνότητα, φυσική αντοχή, δυνατότητα εμποτισμού, αντίσταση σε προσβολή εντόμων, μηχανική κατεργασία, δυνατότητα κάμψης και μηχανική αντοχή σε στατική κάμψη) (HMSO, 1972).

ΧΡΗΣΕΙΣ ΕΙΔΗ	Αθλητικά είδη	Αντικολλητά	Βαγόνια	Βαρέλια	Επιπλα	Εργαλεία αγρτ.	Ινοσανίδες	Ιστοί πλοίων	Κάρρα	Κιβότια	Κυψέλες	Μέρη οχημάτων	Μεταλλεία	Μικροαντικεμί.	Μολύβια	Μοριοσανίδες	Μουσ. όργανα	Ναυπηγικές εργ.	Ξυλεία θερμικ.	Ξυλόγλυπτα	Ξυλόφυλλα	Οικ. σκεύη	Οικοδομ. κατασκ.	Παιχνίδια	Πάσσαλοι	Πατόματα	Σαΐτες υφαντ.	Σπίρτα	Στρασίφρες	Στύλοι	Τεχνητά μέλη	Τόξα	Τορνευτά είδη	Χαρτοπολτός	Χειρολαβές όπλ.		
	ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ																																				
<i>Platanus orientalis</i>	ΔΧ				ΔΧ	ΔΧ				ΔΧ				ΔΧ			ΔΧ				ΔΧ	ΔΧ				ΔΧ	ΔΧ							ΔΧ			
<i>Populus spp.</i>		ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ			ΔΧ				ΔΧ		ΔΧ				ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ				ΔΧ							ΔΧ		
<i>Quercus spp.</i>	ΔΧ			ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ									ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ					ΔΧ	ΔΧ		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	ΔΧ		ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ				ΔΧ						ΔΧ					ΔΧ		ΔΧ			ΔΧ	ΔΧ							
<i>Salix spp.</i>	ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ						ΔΧ					ΔΧ		ΔΧ		ΔΧ			ΔΧ			ΔΧ				ΔΧ		
<i>Sorbus spp.</i>						ΔΧ			ΔΧ											ΔΧ															ΔΧ		
<i>Tilia spp.</i>	ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ										ΔΧ		ΔΧ						ΔΧ					ΔΧ							ΔΧ		
<i>Ulmus spp.</i>					ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ	ΔΧ							ΔΧ			ΔΧ	ΔΧ								ΔΧ					ΔΧ			

ΔΧ Όλες οι δυνατές χρήσεις του κάθε είδους. ΒΧ Βασικές χρήσεις του είδους.

Πίνακας 7.8 Χρήσεις διαφόρων ειδών ξύλου (κανοφόρων, πλατύφυλλων) (Webster, 1978).



Arbutus unedo



Arbutus menziensis



Buxus sempervirens



Celtis australis



Ceratonia siliqua



Cercis canadensis



Cercis siliquastrum



Cornus mas



Cotinus coggygria



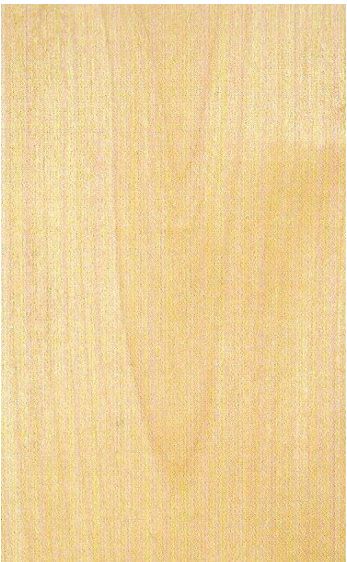
Cotinus obovatus



Corylus avellana



Erica arborea



Crataegus douglasii



Olea europaea



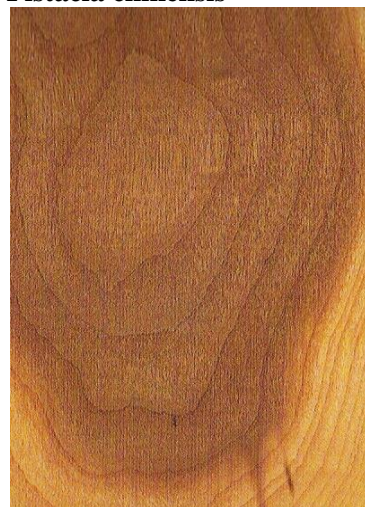
Pistacia chinensis



Laburnum anagyroides



Prunus cerasus



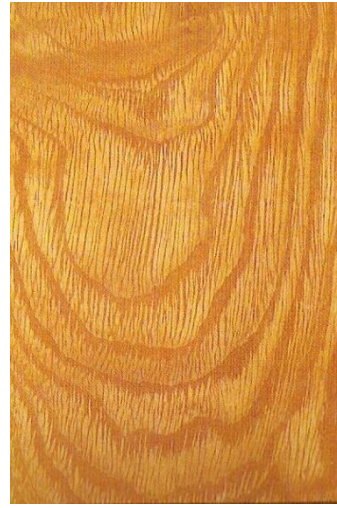
Prunus nigra



Pyrus communis



Quercus ilex



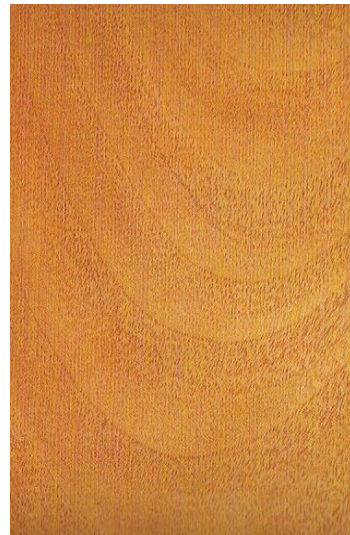
Rhamnus cathartica



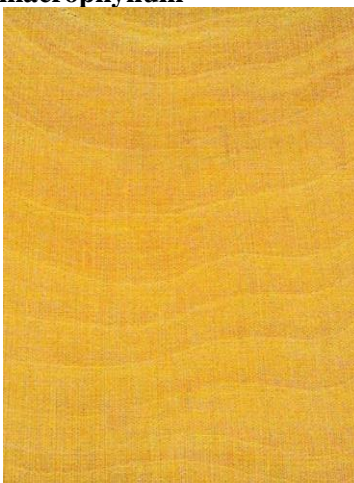
**Rhododendron
macrophyllum**



Rhus javanica



Rhus ovata



Sambucus cerulea



Tamarix aphylla



Vitex orinosensis

Εικόνα 7.10 Εμφάνιση (σχεδίαση) παραμεσόγειων αειθαλών ή φυλλοβόλων πλατύφυλλων θάμνων και δέντρων (Βουλγαρίδης, 2015).

Βιβλιογραφία

- Αϊδινίδης, Ε., & Βασιλείου, Β. (2005). Τα υποκατάστατα είδη ξύλων της καρυδιάς στην επιπλοποιία. *Δασική Έρευνα* 18: 55-68.
- Βασιλείου, Β., & Αϊδινίδης, Ε. (2004). *Το Ξύλο της Καρυδιάς και η Τεχνολογία Αξιοποίησής του*. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Βασιλείου, Β., & Αϊδινίδης, Ε. (2007). Παράγοντες που επιδρούν στην ποσοτική και ποιοτική απόδοση κορμοτεμαχίων ευρωπαϊκής καρυδιάς σε διακοσμητικά ξυλόφυλλα. *Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών – Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος»*, Χλόη Καστοριάς, 7-10 Οκτ. 2007, Τόμος II : 125-134.
- Βουλγαρίδης, Η. (1987). Μελέτες προσρόφησης-εκρόφησης και διαστασιακής σταθερότητας του ξύλου τριάντα ελληνικών δασικών δένδρων. *Επιστ. Επετ. Τμήμ. ΔΦΠ*, ΑΠΘ, Τόμος Λ' (2): 59-131.
- Βουλγαρίδης Η. (1994). Μακροσκοπική διχοτομική κλείδα αναγνωρίσεως ξύλου αείφυλλων και άλλων παραμεσόγειων θάμνων και δένδρων. *Επιστ. Επετ. Τμήμ. ΔΦΠ*, ΑΠΘ, Τόμος 37: 213-243.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- HMSO. (1969). *The Strenght Properties of Timber*. Dept. Environment, Forest Products Research, Bulletin No. 50, HMSO, London.
- HMSO. (1972). *A Handbook of Hardwoods*. BRE, Dept. Environment, HMSO, London.
- HMSO. (1977). *A Handbook of Softwoods*. BRE, Dept. Environment, HMSO, London.
- Mcknight T. & Mullins E. (Editors) (1981). *Canadian Woods: Their Properties and Uses* (3rd Edition). Canada.
- Rendle, B. J. (1969). *World Timbers (Vol. I: Europe and Africa, Vol. II: North and South America)*. Ernest Benn, London.
- Rendle, B. J. (1970). *World Timbers (Vol. III: Asia, Australia and New Zealand)*. Ernest Benn, London.
- Smith, D. N., & Lee, E. (1958). The Longitudinal Permeability of some Hardwoods and Softwoods. Forest Products Research Special Report No. 13, HMSO, London.
- Titmuss F. H. (1971). *Commercial Timbers of the World*. Technical press, London.
- Τσουμής, Γ. (2000). *Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Τόμος Α' Δομή και Ιδιότητες. Τόμος Β' Βιομηχανική Αξιοποίηση*. Θεσσαλονίκη.
- Tsoumis, G. (1967). *Wood as Raw Material*. Pergamon Press, London/NW.
- Vassiliou, V., & Voulgaridis, E. (2004). Wood properties and utilisation of walnut (*Juglans regia* L.) grown in Greece. *Proceedings 5th International Walnut Symposium*, Nov., 9th – 13th, Sorrento (Naples, Italy).
- Voulgaridis, E., & Vassiliou, V. (2004). The walnut wood and its utilisation to high value products. *Proceedings 5th International Walnut Symposium*, Nov., 9th – 13th, Sorrento (Naples, Italy).
- U.S.D.A. (1974). *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*, U.S.D.A. For. Serv., Agriculture handbook 72, Washington.
- Wagenführ, R., & Chr. Scheiber. (1974). *Holzatlas*. VEB Fachbuchverlag Leipzig, Germany.
- Webster, C. (1978). *Timber Selection by Properties: The Species for the Job. Part I and Part II*. Department of the Environment, BRE Report, HMSO, London.

8. Χρήσεις του παραγόμενου ξύλου από τροπικά δάση

Σύνοψη

Παρουσιάζεται ένας αριθμός ξύλων των δασοπονικών ειδών της τροπικής ζώνης, που έχουν εμπορική σημασία σε διεθνές επίπεδο, από άποψη ονομασίας, δομής, ιδιοτήτων και χρήσεων. Η περιγραφή αναφέρεται πλατύφυλλα τροπικά ξύλα, τα οποία εισάγονται από διάφορες χώρες του Β. ημισφαιρίου για φυσικές, μηχανικές και χημικές επεξεργασίες με σκοπό την παραγωγή προϊόντων ξύλου υψηλής προστιθέμενης αξίας. Για τα τροπικά αυτά ξύλα παρουσιάζονται έγχρωμες φωτογραφίες ακτινικών ή εφαπτομενικών σχεδιάσεων και δίνονται πίνακες με βασικές φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των ξύλων καθώς και με τις κυριότερες χρήσεις κατά δασοπονικό είδος.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία: 1. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 2. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 3. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 4. Kollmann, F. and Cote, W.A. 1968. *Principles of Wood Science and Technology, I: Solid Wood*. 5. Titmuss F. H. 1971. *Commercial Timbers of the World*. 6. USDA 1970. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, USDA Forest Service Agric. Handbook No. 22*. 7. Findlay, W.P.K. 1975. *Timber Properties and Uses*. 8. Bolza, E. and Keating, D. 1972. *African Timber –The Properties, Uses and Characteristics of 700 Species*. 9. Scheiber, Chr. 1965. *Tropenhölzer*. 10. Kukachka, B.F. 1969. *Properties of Imported Tropical Woods. Conference on Tropical Hardwoods*. 11. Chudnoff, M. 1984. *Tropical Timbers of the World*.

Λεξιλόγιο: τροπικά ξύλα, δομή, ιδιότητες, χρήσεις, ακτινικές/εφαπτομενικές σχεδιάσεις, tropical woods, structure, properties, uses, radial/tangential figures.

ΤΡΟΠΙΚΑ ΞΥΛΑ (σε παρένθεση τα κοινά εμπορικά ονόματα)

Το ξύλο πολλών τροπικών δασοπονικών ειδών μεταφέρεται σε μορφή κορμοτεμαχίων, συνήθως μεγάλης διαμέτρου, και σε άλλες χώρες πέραν της τροπικής ζώνης, όπως για παράδειγμα σε χώρες του Β. ημισφαιρίου, όπου κατεργάζεται για την παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας (π.χ. διακοσμητικά ξυλόφυλλα). Ένας αριθμός ξυλοβιομηχανιών στην Ευρώπη και στην Ελλάδα στηρίχθηκε για πολλά έτη στην κατεργασία τροπικής ξυλείας. Πολλά από τα πλατύφυλλα τροπικά ξύλα θεωρούνται ότι έχουν ελκυστικές σχεδιάσεις, πολύ καλές φυσικές και μηχανικές ιδιότητες καθώς και φυσική ανθεκτικότητα σε βιολογικούς και αβιοτικούς παράγοντες αλλοίωσης. Ένας αριθμός τροπικών ξύλων έχει μεγάλη πυκνότητα (μεταξύ 1000-1300 Kg/m³) και λόγω και της φυσικής ανθεκτικότητάς τους (ορισμένα και σε θαλασσινούς ξυλοφάγους οργανισμούς) προτιμώνται σε εξωτερικές κατασκευές (π.χ. βιομηχανικά δάπεδα, στρωτήρες σιδηροδρόμων, θαλάσσιες κατασκευές). Ο μεγάλος αριθμός τροπικών δασοπονικών ειδών προσφέρει ποικιλία ειδών ξύλου με ποικίλες σχεδιάσεις, χρωματισμούς και διαφοροποιημένες ιδιότητες μεταξύ τους ώστε να παρέχει πολλές δυνατότητες επιλογής για συγκεκριμένες χρήσεις. Τα τελευταία 60 χρόνια κυριάρχησαν κατά καιρούς στην αγορά, κυρίως στην επιπλοποιία, διάφορα τροπικά ξύλα, όπως για παράδειγμα το μαόνι και τα μαονοειδή (π.χ. Kosipo, Sipo, Sapele, Tiama, Niangon), η αφρικανική καρδιά (Mansonia), το Teak, το Iroko, κ.ά. Η βιβλιογραφία είναι πλούσια στην παρουσίαση των ιδιοτήτων και των χρήσεων πολλών τροπικών ξύλων από διάφορες τροπικές χώρες (Rendle, 1969; Kukachka, 1969; Bolza & Keating, 1970; Rao & Purkayastha, 1972; Wagenführ & Scheiber, 1974; Chudnoff, 1984; Nair, 1998). Στη συνέχεια δίνονται ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά, ιδιότητες και χρήσεις για τριάντα επτά πλατύφυλλα τροπικά ξύλα, τα οποία είναι τα πιο γνωστά στο διεθνές εμπόριο ξυλείας.

1. *Acacia hockii* (Mulla)

Δομή : Το ξύλο μπορεί να είναι άσπρο, κίτρινο-καφέ ή κοκκινωπό. Τραχιά δομή με σκοτεινές διαγραμμίσεις. Ανώμαλη επιφάνεια. Μπορεί να αναπτυχθεί σε δάση της σαβάνας, σε ποτάμια, σε κοιλάδες, σε βραχώδεις λόφους και σε πάνω από 2100 m ύψος.

Ιδιότητες: Το ξύλο είναι μαλακό και εύκολο στην κατεργασία, βγάζει καλό λουστράρισμα. Ευπαθής στις επιθέσεις από κάμπιες, αλλά ανθεκτική στους τερμίτες. Γρήγορη εξαγωγή και μετατροπή απαραίτητη για την πρόληψη από την επίθεση από μύκητες. Κολλώδεις ιδιότητες καλές. Καλές ιδιότητες πρόσκρουσης. Το δέντρο περιέχει 80% αραβική ρητίνη, χρωματιστές ουσίες και ένζυμα. Ο φλοιός περιέχει 18-20% τανίνη. Το σομόφο ξύλο είναι διαπερατό και το εγκάρδιο ανθεκτικό στον εμποτισμό. Καλές ιδιότητες κρούσης.

Χρήσεις: Η ξυλεία είναι κατάλληλη για πατώματα, οχήματα, έπιπλα, χερούλια, για την κατασκευή κοντραπλακέ και δοκαριών καθώς επίσης χρησιμοποιείται πολύ και στην ξυλουργική (Bolza & Keating 1972).

2. *Adina* spp. (Haldu)

Δομή: Το σομφό ξύλο είναι 1-2 ίντσες (25-50 χιλ.) φαρδύ, όχι καλά καθορισμένο από το εγκάρδιο το οποίο είναι κίτρινο συχνά με φλογερά καφέ ή μαύρα σημάδια. Μερικές φορές σκοτεινό γκρι ή κοκκινωπό. Εξαιρετική, ομοιόμορφη υφή. Η εξωτερική επιφάνεια μπορεί να είναι σπειροειδής ή ευθεία. Οι ετήσιοι δακτύλιοι είναι δυσδιάκριτοι. Το ξύλο είναι λιπαρό στην αφή με χαρακτηριστική λαδερή μυρωδιά.

Ιδιότητες: Το ξύλο δύσκολα λειαινείται και πριονίζεται όταν είναι γλωρό, αλλά πριονίζεται εύκολα όταν είναι ξερό εξ' αιτίας της γλιστερής φύσης. Επεξεργάζεται με μηχανές εύκολα, αλλά τα χειρωνακτικά εργαλεία ίσως να γλιστρήσουν πάνω στην επιφάνεια. Μετατροπές και λουστράρισμα συστηματικά αλλά είναι εύθραυστο στην προεξοχή του ξύλου. Το ξύλο προσαρμόζεται εύκολα αν ξεραθεί αργά. Το ξύλο είναι σκληρό με καλές ιδιότητες στην αλλοίωση και την τριβή, σταθερό, απρόσβλητο στους τερμίτες και ανθεκτικό στις θαλασσινές κάμπιες. Δεν κολλάει εύκολα, αλλά κρατάει τα καρφιά και τις βίδες καλά.

Χρήσεις: Το ξύλο είναι κατάλληλο για την κατασκευή πατωμάτων, επίπλων, αθλητικών ειδών, στύλων και πασσάλων. Επίσης χρησιμοποιείται ως ξυλεία μεταλλείων και για торνευτά (Bolza & Keating, 1972).

3. *Albizia glaberrima* (Kassakassa)

Δομή: Το σομφό ξύλο έχει πάχος 2-3 ίντσες (50-75mm), είναι άσπρο και ξεχωρίζει από το εγκάρδιο του οποίου το χρώμα ποικίλει από κοκκινοκαφετί έως γκρι και ορισμένες φορές εμφανίζονται σκούρες ραβδώσεις. Έχει ελκυστική μορφή. Η υφή του είναι εντελώς τραχεία, η διεύθυνση των ινών είναι ευθεία με μερικές διακλαδώσεις. Εμφανίζεται εύθραυστος πυρήνας.

Ιδιότητες: Δουλεύεται καλά στις περισσότερες περιπτώσεις με μικρές αμβλίες επιδράσεις. Δεν κάμπτεται εύκολα. Για να εμποδίσουμε την σχίση του όταν κόβεται απαιτείται μείωση της γωνίας κοπής. Ξηραίνεται εύκολα σε χαμηλή θερμοκρασία. Κρατάει καλά καρφιά και βίδες και μπορεί να καρφωθεί και να κολληθεί ικανοποιητικά. Το σομφό ξύλο είναι διαπερατό στα συντηρητικά ενώ το εγκάρδιο είναι αδιαπέραστο. Είναι ευαίσθητο σε επιθέσεις θαλάσσιων κάμπιων, έχουν ήπια ανοχή στους τερμίτες αλλά είναι φθαρτό στο έδαφος. Έχει ελαστική και σκληρή ξυλεία. Έχει καλή τελική επεξεργασία αν είναι κορεσμένο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφρές οικοδομικές κατασκευές, σε πατώματα, ως ξυλεία μεταλλείων, στην κατασκευή επίπλων, ως υλικό εσωτερικής διακόσμησης και για κατασκευή παιχνιδιών (Bolza & Keating, 1972).

4. *Allophylus* spp. (Losin, Teba)

Δομή: Το σομφό ξύλο τις περισσότερες φορές είναι στενό αλλά μπορεί να ξεπερνάει τη 1 ½ ίντσα (28mm) φάρδος. Έχει χρώμα άσπρο-γκρι και δεν διαχωρίζεται εμφανώς από το εγκάρδιο το οποίο μπορεί να έχει χρώμα καφέ με ροζ απόχρωση στις πρωτοκομμένες επιφάνειες και κίτρινο-καφέ σε επιφάνειες που βρίσκονται σε έκθεση. Εμφανίζονται ελκυστικά σημάδια στις ακτινικές τομές. Η υφή του είναι καλή και η διεύθυνση των ινών του είναι πλεγμένη.

Ιδιότητες: Πριονίζεται καλά αλλά με αργούς ρυθμούς. Δουλεύεται πολύ εύκολα και δημιουργεί λείες επιφάνειες. Απαιτείται κορεσμός πριν από το λουστράρισμα για πρωτογενή προϊόντα. Καρφώνεται εύκολα χωρίς να σχίζει το ξύλο και κρατάει καρφιά και βίδες. Είναι υποκείμενος στους τερμίτες και σε θαλάσσιες κάμπιες. Χρειάζεται προσοχή για να αποτρέψουμε έλλειψη υγρασίας από τον κορμό. Το σομφό ξύλο είναι διαπερατό αλλά το εγκάρδιο δεν κατεργάζεται με συντηρητικά. Βάφεται εύκολα.

Χρήσεις: Βρίσκει εφαρμογές στην ξυλουργική, στην παραγωγή μοριοσανίδων, δοκαριών, παιχνιδιών, επίπλων, κιβωτίων, κουτιών. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για торνευτά, ως υλικό πατώματος, ως υλικό εσωτερικής διακόσμησης και για торνευτά (Bolza & Keating, 1972).

5. *Anoxyxis klaineana* (Bodioa)

Δομή: Το σομφό είναι ανοιχτότερο από το κόκκινο-καφέ ή κίτρινο-καφέ εγκάρδιο. Η υφή του είναι μέτρια έως καλή και η διεύθυνση των ινών είναι ευθεία. Ο κορμός είναι ευθύς και κυλινδρικός και ξεπερνάει τα 80 πόδια (24m) σε ύψος. Έχει διογκωμένη βάση.

Ιδιότητες: Είναι πολύ σκληρό αλλά πριονίζεται εύκολα. Λουστράρεται, βάφεται και κολλάει καλά. Πρέπει να ανοίξουμε τρύπες πριν από το κάρφωμα ή το βίδωμα. Ανθεκτικό στην στρέψη. Έχει καλές ξηραντικές ιδιότητες αλλά ορισμένες φορές συρρικνώνεται. Αποφλοιώνεται εύκολα. Είναι υποκείμενο στην μούχλα. Ανθεκτικό στους τερμίτες.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται ως υλικό πατώματος, για ξυλεία στα ορυχεία, για χερούλια, σκάλες, αθλητικά είδη, για αγροτικά εργαλεία, κοντραπλακέ, για κουτιά και κιβώτια, ως υλικό εσωτερικής δόμησης, στην ξυλουργική, για στύλους και πάσσαλους και τέλος για παιχνίδια και торνευτά (Bolza & Keating, 1972).

6. *Afzelia africana* (Afzelia, Lingue)

Δομή: Το σομφό είναι ωχρό κίτρινο ή καφέ και έχει πλάτος 2,5 – 5 εκ. Ξεχωρίζει απότομα από το εγκάρδιο, το οποίο είναι ανοιχτό καφέ και γίνεται κόκκινο – καφέ όταν εκτίθεται στον ατμοσφαιρικό αέρα, ενίοτε με ανοιχτότερου χρώματος λωρίδες. Το ξύλο είναι στρεψόδινο, η υφή είναι τραχιά και οι αυξητικοί δακτύλιοι δεν είναι εμφανείς. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους που είναι μέτριοι ως μεγάλοι, λίγοι μόνοι, οι περισσότεροι πολλαπλοί, σχεδόν όλοι με τυλώσεις και διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι. Μέσα στους πόρους ή σε ρωγμές άπαντα σε μεγάλες ποσότητες μια χρωστική που καλείται αφζελίνη, η οποία όταν εκτεθεί σε συνθήκες υγρασίας προκαλεί μεταχρωματισμό υφασμάτων, χαρτιού και άλλων υλικών. Το παρέγχυμα δεν είναι τόσο έντονο και διακρίνεται εύκολα με φακό. Οι ακτίνες διακρίνονται με φακό (Bolza & Keating, 1972; Traboulay, 1998; Τσουμής, 2000).

Ιδιότητες: Είναι ξύλο βαρύ, σκληρό και με μεγάλη πυκνότητα. Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε κρούση και σε θραύση, σε ξηρή κατάσταση. Αντέχει σε κάμψη (μετά από άτμιση). Είναι μέτρια δύσκολο στην κατεργασία και όταν πρόκειται να καρφωθεί, χρειάζεται προεργασία. Δέχεται βερνίκια και βαφές, αλλά προκαλεί προβλήματα η αφζελίνη. Ξηραίνεται καλά με μέτρια υποβάθμιση. Το σομφό παρουσιάζει μέτρια αντίσταση στον εμποτισμό, σε αντίθεση με το εγκάρδιο που παρουσιάζει μεγάλη. Συγκολλιέται καλά. Είναι ξυλεία με μεγάλη διάρκεια ζωής, που ξεκινά από 25 χρόνια και μπορεί να φτάσει, ανάλογα με τις συνθήκες χρήσης, ως και 50 χρόνια (Bolza & Keating, 1972; Traboulay, 1998).

Χρήσεις: Η ξυλεία είναι ακατάλληλη για πολύ εξαιτίας της μεγάλης πυκνότητας της. Χρησιμοποιείται ως ξυλεία κατασκευών, για έπιπλα, παρκέτα, ως ξυλεία μεταλλείων, στη ναυπηγική, για χειρολαβές, σκάλες, για ξυλόφυλλα, αντικολλητά, σε εσωτερικές κατασκευές, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, δοκούς, στύλους, για παιχνίδια, μικροαντικείμενα, τορνευτά και στον μοντελισμό (Bolza & Keating, 1972; Traboulay, 1998) .

7. *Aningeria spp* (Aningre)

Δομή: Το εγκάρδιο έχει χρώμα ανοιχτό κιτρινωπό μέχρι κρεμ, καστανό, μερικές φορές με ρόδινη απόχρωση. Ξύλο ευθύνο, μερικές φορές με κυματοειδή σχεδίαση και φυσική στιλνότητα. Η υφή του είναι ομοιόμορφη, λεπτή μέχρι τραχειά.

Ιδιότητες: Η αντοχή του ξύλου σε κάμψη και θλίψη είναι μέτρια, λίγο μικρότερη από την αντοχή της ευρωπαϊκής οξυάς. Συμπεριφέρεται καλά στην συγκόλληση, βάφεται και φινίρεται πολύ καλά και συγκρατεί αρκετά καλά καρφιά και βίδες. Εμποτίζεται καλά με πίεση και εμφανίζει μέτρια συμπεριφορά στην άτμιση και καμπύλωση. Ξηραίνεται χωρίς προβλήματα, το εγκάρδιο έχει μεγάλη αντοχή σε μύκητες και έντομα αλλά παρουσιάζει μικρή τάση εμφάνισης κυάνωσης ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια φυσικής ξήρανσης. Εμφανίζει μικρή μεταβλητότητα διαστάσεων. Το ξύλο μερικών ειδών περιέχει πυρίτιο σε μικρές ποσότητες ικανές όμως να δημιουργήσουν προβλήματα φθοράς των κοπτικών εργαλείων.

Χρήσεις: Εμφανίζεται στην ευρωπαϊκή αγορά κυρίως ως ξυλόφυλλο (καπλαμάς) επενδύσεων και σπάνια ως αντικολλητό ή συμπαγές (μασίφ) ξύλο. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή επίπλων, μικροεπίπλων, ντουλαπιών και ξυλουργικών υψηλής ποιότητας.

Η εμφάνιση αξονικών τομών τροπικών ξύλων ανιγκρέ και ψευδοανιγκρέ δείχνονται στην Εικόνα 8.1 (Βασιλείου & Αϊδινίδης, 2004).



Aningeria. robusta



Aningeria altissima



Aningeria spp.



**Chrysophyllum
africanum**
Λογκί



Gambeya Africana
Ακότιο



Alstonia congensis
Εμιέν



**Balfurodendron
riedelianum**
Αβόριο



Scottellia coriacea
Οντόκο



Cariniana brasiliensis
Ταουαρί



Cariniana pyriformis
Ταουαρί



Planchonella pachycarpa
Κοκιμπάο

Εικόνα 8.1 Σχεδιάσεις των τροπικών ξύλων ανιγκρέ και ψευδο-ανιγκρέ (Βασιλείου και Αϊδινίδης, 2004).

8. *Antiaris welwitschii* (Antiaris, Ako)

Δομή: Το χρώμα του ξύλου είναι κιτρινωπό. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους μέτριους σε μέγεθος, όχι παρά πολλούς, μόνους και πολλαπλούς, οι οποίοι διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι και δεν έχουν τυλώσεις. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι ασαφείς. Οι ακτίνες δύσκολα διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό κυκλικό ή μονόπλευρο, όχι έντονο και διακρίνεται με φακός.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο που κατεργάζεται αρκετά εύκολα, αλλά συχνά σχίζονται τα άκρα. Εμποτίζεται εύκολα και μπορεί να συγκολληθεί καλά, αλλά καρφώνεται με δυσκολία. Η συμπεριφορά του στην ξήρανση εξαρτάται από την προέλευση. Το σομόφο μπορεί να μεταχρωματίζεται.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφρές οικοδομικές κατασκευές, στη ναυπηγική, για γεωργικά εργαλεία, κιβώτια, σπέρτα, για ξυλόφυλλα και αντικολλητά, σε εσωτερικές επενδύσεις, για αθλητικά είδη, ξυλουργικά, ξυλόγλυπτα (Τσουμής, 2000).

9. *Aucoumea klaineana* (Okoume, Gaboon)

Δομή: Το σομόφο είναι σχεδόν άσπρο ή ωχρό γκρι, με πάχος 25-75 χιλ. Το εγκάρδιο είναι ροζ προς ανοιχτό καφέ, ιδιαίτερα όταν είναι φρεσκοκομμένο, ενώ με την πάροδο του χρόνου παίρνει ένα κόκκινο – καφέ χρώμα. Το σομόφο και το εγκάρδιο δεν ξεχωρίζουν σαφώς μεταξύ τους. Η υφή είναι ομαλή ως μέτρια και 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 ή γεύση. Οι επιφάνειες τους είναι συνήθως γυαλιστερές. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι εμφανείς καθώς και οι πόροι, οι οποίοι είναι πολυάριθμοι και ομοιόμορφα κατανομημένοι, έχουν σχήμα οβάλ και είναι είτε μόνοι τους είτε σε ακτινικές ομάδες. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο. Οι ακτίνες διακρίνονται μόνο με φακό (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; U.S.D.A., 1974; Traboulay, 1998; Τσουμής, 2000).

Ιδιότητες: Παρ' ότι είναι μαλακό, πριονίζεται δύσκολα και προκαλεί άμβλυση των εργαλείων. Η κατεργασία γενικά είναι ικανοποιητική, όμως οι συστρεφόμενες ίνες προκαλούν ζημιές στα εργαλεία. Ξηραίνεται καλά χωρίς σημαντική φθορά, αλλά μπορεί να στρεβλώσει. Καλό θα ήταν να χρησιμοποιηθεί κάλυψη, για να αποφευχθεί η αποσύνθεση. Για να βαφτεί 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 τους ποικίλει. Η μηχανική αντοχή του εξαρτάται από την προέλευση. Μπορεί να συγκολληθεί καλά, αλλά εμποτίζεται δύσκολα. Είναι μέτρια ανθεκτικό σε μύκητες, έντομα και τερμίτες, αλλά με την κατάλληλη μεταχείριση και χρήση εμποτιστικών ουσιών μπορεί να βελτιωθεί η κατάσταση του για τις χρήσεις που προορίζεται. Όταν τα κορμοτεμάχια βρίσκονται στο δάσος παρουσιάζουν κυάνωση (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; U.S.D.A., 1974; Τσουμής, 2000).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφρές οικοδομικές κατασκευές, για έπιπλα, πατώματα, για ξυλόφυλλα και αντικολλητά, σε μέρη οχημάτων, για χαρτοπολτό, σε εσωτερικές επενδύσεις, για μουσικά όργανα, παιχνίδια, τορνευτά, για κιβώτια, ξυλουργικά, ξυλόγλυπτα (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; Traboulay, 1998; Τσουμής, 2000).

10. *Baphia kirchii* (Camwood)

Δομή: Το σομόφο ξύλο είναι στενό και λευκό – κίτρινο. Το εγκάρδιο είναι καφέ – μοβ, με όμορφη εμφάνιση αλλά όχι ιδιαίτερο σχήμα. Η υφή είναι καλή και ομοιόμορφη, αυξάνεται κατακόρυφα ή ελαφρώς κυματιστά. Έχει άφθονα αποθέματα κόκκινης κόλλας στο εγκάρδιο ξύλο μαζί με κάποια λευκά αποθέματα. Παρατηρείται χαρακτηριστικό πιπεράτο άρωμα. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι συνήθως διακεκριμένοι από μια στενή λωρίδα ακραίου παρεγχύματος.

Ιδιότητες: Η ξήρανση με αέρα είναι πολύ γρήγορη με μικρή αλλοίωση. Το ξύλο είναι σκληρό και βαρύ, δύσκολο στην επεξεργασία προκαλεί άμεση αλλοίωση των δοντιών από τα πριόνια. Πολύ ανθεκτικό με καλές ιδιότητες. Το ξύλο δίνει πολύ καλά αποτελέσματα και γυαλίζεται. Μόνο σπάνια είναι επιρρεπές στους τερμίτες και στους θαλάσσιους οργανισμούς. Το εγκάρδιο ξύλο είναι αδιαπέραστο στην διείσδυση χημικών ουσιών. Παράγει καλά καυσόξυλα και ξυλοκάρβουνα.

Χρήσεις: Το ξύλο χρησιμοποιείται για την κατασκευή πλοίων, οχημάτων, αθλητικών ειδών, για χερούλια, σκάλες, ως υλικό πατωμάτων και ως ξυλεία ορυχείων. Επίσης χρησιμοποιείται για αγροτικά εργαλεία, μουσικά όργανα, για στύλους, πασσάλους και παιχνίδια (Bolza & Keating, 1972).

11. *Canarium schweinfurthii* (Aiele)

Δομή: Το χρώμα του ξύλου είναι σχετικά ανοιχτότερο, σταχτοκίτρινο με ελαφρά ρόδινη απόχρωση. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους πολλούς, μικρούς ως μέτριους σε μέγεθος, οι περισσότεροι με τυλώσεις ή λευκωπά εγκλείσματα και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο με μέτριο βάρος και σκληρότητα. Ξηραίνεται αργά και μπορεί να παρουσιάσει σχισμές και κατάρρευση. Πριονίζεται δύσκολα γιατί περιέχει πυρίτιο, αλλά η κατεργασία με άλλα εργαλεία και μηχανές είναι ικανοποιητική. Συγκρατεί καρφιά και βίδες. Στιλβώνεται και μπορεί να συγκολληθεί καλά. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές μυκήτων και εντόμων και παθαίνει κυάνωση. Το σομόφο εμποτίζεται καλά, το εγκάρδιο όμως παρουσιάζει αντίσταση.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφρές οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, στη ναυπηγική, για γεωργικά εργαλεία, κιβώτια, στύλους, για ξυλόφυλλα και χαρτοπολτό, σε εσωτερικές επενδύσεις, για παιχνίδια, τورνευτά, ξυλουργικά, για μοριοπλάκες και ινοπλάκες (Τσουμής, 2000).

12. *Chlorophora excelsa* (Iroko)

Δομή: Το σομόφο έχει πάχος ως 10 εκ. και ξεχωρίζει εμφανώς από το εγκάρδιο, το οποίο είναι ελαφρώς κίτρινο, χρυσίζον πορτοκαλί ως καφέ και σκουραίνει κατά την έκθεση του στην ατμόσφαιρα. Η υφή είναι μάλλον τραχιά και το ξύλο είναι στρεψόδιο, ελαφρώς γλοιώδες και χωρίς οσμή. Είναι γενικά παραδεκτό ότι η ξυλεία από αρσενικά δέντρα είναι σκουρότερη, σκληρότερη και με μεγαλύτερη διάρκεια από την ξυλεία των θηλυκών δέντρων (ιδιαίτερα στο *C. regia*). Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι εμφανείς με γυμνό μάτι. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο, του οποίου οι πόροι του είναι ωοειδείς αντί για κυκλικούς, μεγάλοι, όχι πολλοί, σχεδόν όλοι με τυλώσεις, είναι διατεταγμένοι ένας, σε ζευγάρια ή ακτινικά σε ομάδες και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι γραμμές των αγγείων είναι ορατές, ενώ οι ακτίνες ξεχωρίζουν μόνο προς την εξωτερική περιοχή. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό πτερυγοειδές και διακρίνεται εύκολα με γυμνό μάτι. Επίσης, υπάρχει ασαφές οριακό παρέγχυμα.

Ιδιότητες: Παρουσιάζει καλή σταθερότητα διαστάσεων και μεγάλη διάρκεια. Δεν κάμπτεται εύκολα ύστερα από άτμιση και όταν ασκείται πάνω του πίεση παράλληλα με τη διεύθυνση των ινών εμφανίζει μεγάλη αντοχή. Είναι μέτρια σκληρό ξύλο και πριονίζεται εύκολα. Ξηραίνεται εύκολα αλλά αντιστέκεται στον εμποτισμό. Η κατεργασία με μηχανήματα και εργαλεία είναι εύκολη, αλλά μπορεί να αμβλύνονται τα εργαλεία. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να αποφευχθεί η ζημία με μείωση της γωνίας κοπής των δοντιών. Βάφεται και στιλβώνεται ικανοποιητικά, αλλά πρέπει να χρησιμοποιηθεί προηγουμένως κάποια ουσία ως γομοτικό των πόρων. Μπορεί να εγκλιματιστεί καλά χωρίς σημαντική υποβάθμιση, ακόμη και όταν βρίσκεται σε μορφή μεγάλων τεμαχίων. Τα παλιά τεμάχια μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα κατά τη βαφή αλλά ένα πρωτεύον στρώμα με χρώμα από βινύλιο εξασφαλίζει μια καλή επιφάνεια. Συγκρατεί σχετικά καλά τα καρφιά και τις βίδες και η συγκόλληση του είναι ικανοποιητική. Κατά την κοπή τα υγρά πριονίδια μπορεί να προκαλέσουν ενοχλήσεις στη μύτη και στο λαιμό ή κάποια μορφή δερματίτιδας. Είναι ανθεκτικό σε θαλασσινούς ξυλοφάγους οργανισμούς, τερμίτες και φωτιά και όταν έρθει σε επαφή με μέταλλα μεταχρωματίζεται. Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε χημικές ουσίες.

Χρήσεις: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καμπτόμενες κατασκευές, αρκεί να έχει προηγηθεί μια σωστή διαδικασία άτμισης και οι κάμψεις να γίνονται ομαλά. Χρησιμοποιείται επίσης σε οικοδομικές κατασκευές, για έπιπλα, πατώματα, ως ξυλεία μεταλλείων, σε μέρη οχημάτων, για κορνίζες, τورνευτά, παιχνίδια, για ξυλόφυλλα, αντικολλητά, χαρτοπολτό, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, σε χωρίσματα μπαταριών, σε εσωτερικές επενδύσεις, στη ναυπηγική (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; Traboulay, 1998; Τσουμής, 2000).

13. *Dalbergia latifolia* (Palissander, Rosewood)

Δομή: Το εγκάρδιο ξύλο είναι σκούρο καφέ με πιο σκούρες μαύρες λωρίδες που καθορίζουν τους αυξητικούς δακτυλίους και δίνουν μια ελκυστική εμφάνιση στις μεγάλες πριονισμένες επιφάνειες. Το σομόφο είναι κιτρινωπό. Η υφή του είναι ομοιόμορφη και μέτρια τραχιά. Το χρώμα θεωρείται ότι βελτιώνεται κατά την διάρκεια της ξήρασης. Είναι διασπορόπορο με πόρους μέτριους σε μέγεθος, μόνους και πολλαπλούς, αρκετούς με τυλώσεις και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι κυματοειδείς. Οι ακτίνες διακρίνονται με φακό. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό πτερυγοειδές και όχι έντονο, ενωμένο σε κυματοειδείς γραμμές, επίσης κυκλικό και μονόπλευρο και διακρίνεται με φακό.

Ιδιότητες: Είναι βαρύ ξύλο με υψηλές ικανότητες αντοχής και είναι ιδιαίτερα σκληρό για το βάρος του, αφού ξηραθεί προσεκτικά. Ξηραίνεται με ελάχιστη φθορά αλλά σχετικά αργά. Είναι μεγάλης φυσικής διάρκειας ειδικά σε μη προστατευόμενες θέσεις και έχει κερδίσει τη φήμη ότι αντέχει σε κατασκευές μέσα στο νερό. Η κατεργασία του δεν είναι εύκολη, τόσο με εργαλεία όσο και με μηχανήματα. Μπορεί να αποκτήσει αρκετά λεία επιφάνεια και συγκρατεί ικανοποιητικά τις βίδες. Σε περιπτώσεις που απαιτείται πολύ λεία επιφάνεια για συγκεκριμένη χρήση γίνεται προσθήκη γομοτικών ουσιών. Αντιδρά καλά σε διαδικασίες χρωματισμού και στιλβώνεται ικανοποιητικά, αφού ναι μεν περιέχει λιπαρές ουσίες όχι όμως όπως άλλα είδη του ίδιου γένους. Ξυλεία που περιέχει ασβεστοειδή αποθέματα τείνει να αμβλύνει τα εργαλεία ταχύτατα.

Χρήσεις: Έχει πολύ καλή σχεδίαση (νερά) και γι' αυτό χρησιμοποιείται για την κατασκευή επίπλων, ξυλόγλυπτων, τورνευτών, αλλά και σε οικοδομές κατασκευές, σε εσωτερικές επενδύσεις για παιχνίδια, αθλητικά είδη, για εργαλεία, ξυλόφυλλα. Στις Η.Π.Α. χρησιμοποιείται κυρίως με τη μορφή ξυλοφύλλων (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

14. *Dumoria heckelii* (Makore)

Δομή: Το σομφό έχει πάχος 5-7,5 εκ., είναι ωχρό κίτρινο ή ροζ ως άσπρο και ξεχωρίζει σαφώς από το εγκάρδιο, του οποίου το χρώμα ποικίλει από ροζ ως βαθύ κόκκινο – καφέ. Είναι συνήθως ευθύινο, αλλά όταν είναι στρεψόινο τότε προκύπτει μια ελκυστική διάστικτη εμφάνιση με περιστασιακές σκουρότερες λωρίδες. Η υφή είναι ομαλή ως πολύ ομαλή. Οι αυξητικοί δακτύλιοι δε φαίνονται με γυμνό μάτι. Το ξύλο είναι διασπορόπορο και οι πόροι είναι μικροί, όχι πολλοί, μερικοί με τυλώσεις, μόλις ορατοί χωρίς φακό και είναι διατεταγμένοι σε ακτινικές ομάδες ποικίλου μεγέθους. Το παρέγχυμα έχει τη μορφή λεπτών γραμμών και δε διακρίνεται με γυμνό μάτι. Παρατηρούνται εναλλασσόμενες ταινίες διαφορετικής στιλπνότητας, άτονες.

Ιδιότητες: Η ξυλεία έχει υψηλή περιεκτικότητα σιλικόνης, που προκαλεί ταχεία άμβλυνση των πριονιών. Κατά τα άλλα, κατεργάζεται εύκολα με εργαλεία και μηχανήματα, αρκεί να γίνεται καλή συντήρηση αυτών. Στο πριόνισμα μια γωνία 20° είναι απαραίτητη για να αποφεύγονται πιθανά σχισίματα και ζημιές. Η ξήρανση, φυσική ή τεχνητή, πρέπει να γίνεται αργά για να αποφεύγονται τυχόν φθορές. Οι άκρες των τεμαχίων μπορεί να σχίζονται κατά την ξήρανση, αλλά η υποβάθμιση δεν είναι σοβαρή. Το ξύλο μπορεί να συγκολληθεί και στιλβώνεται καλά. Έχει μια μικρή τάση να σχίζεται κατά το κάρφωμα. Η ξυλόσκονη έχει κάποια ενοχλητική επίδραση στους εργατές. Η ξυλεία δεν μπορεί να εμποτιστεί απευθείας με συντηρητικά, ιδιαίτερα το εγκάρδιο. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές μυκήτων και εντόμων και αντέχει αρκετά, όταν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. Ίσως δημιουργηθούν λεκέδες, όταν έρχεται σε επαφή με το σίδηρο. Πρόκειται για πολύ σταθερό ξύλο.

Χρήσεις: Επειδή πρόκειται για ξύλο πολύ καλής ποιότητας, χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για έπιπλα, είτε ως συμπαγές είτε με τη μορφή ξυλοφύλλων. Όταν λευκανθεί, μοιάζει με σφενδάμι. Επίσης βρίσκει εφαρμογή σε πατώματα, ως ξυλεία κατασκευών, στη ναυπηγική, ως ξυλεία μεταλλείων, για ξυλόγλυπτα, παιχνίδια, στον μοντελισμό (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

15. *Entandrophragma angolense* (Tiama, Gedu Nohor)

Δομή: Το χρώμα του ξύλου είναι καστανοκόκκινο με εναλλασσόμενες ταινίες διαφορετικής στιλπνότητας. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μέτριους σε μέγεθος, όχι πολλούς, εκ των οποίων οι περισσότεροι είναι μόνοι και σπάνια πολλαπλοί, χωρίς τυλώσεις και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι αποκλειστικά οριακό, έντονο και διακρίνεται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο που κατεργάζεται καλά, αλλά προκαλεί μικρή άμβλυνση των αιχμών. Ξηραίνεται εύκολα με λίγη φθορά, όμως σχίζεται γύρω από τους ρόζους. Έχει μικρή σχετικά ρίκνωση και ικανοποιητική μηχανική αντοχή. Η πριονόσκονη ερεθίζει τη μύτη και το λάρυγγα. Στιλβώνεται, καρφώνεται και μπορεί να συγκολληθεί καλά. Το εγκάρδιο παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό. Γενικά, προσβάλλεται από ορισμένα έντομα. Τα ξυλόφυλλα είναι μάλλον εύθραυστα. Ο φλοιός περιέχει μια ουσία, τη μανσονίνη, η οποία είναι δηλητήριο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων (το ξύλο μοιάζει με αυτό της καρυδιάς), πατωμάτων, σε μέρη οχημάτων, σε εσωτερικές επενδύσεις, για ξυλόφυλλα και αντικολλητά, για κιβώτια, ξυλουργικά, για ξυλόγλυπτα, αθλητικά είδη, παιχνίδια, μουσικά όργανα (Τσουμής, 2000).

16. *Entandrophragma candollei* (Kosipo, Omu)

Δομή: Το σομφό μπορεί να είναι γκρι, λευκό ή ωχρό καφέ και ξεχωρίζει σαφώς από το εγκάρδιο, που είναι αχνό καφέ ή μοβ – καφέ και ξεθωριάζει με την πάροδο του χρόνου. Η υφή είναι τραχιά και ομαλή. Το ξύλο είναι συνήθως ευθύινο, μπορεί όμως να είναι και κατά μέρη στρεψόινο, όποτε δημιουργείται μια εμφάνιση διάστικτη ή με λωρίδες. Είναι διασπορόπορο με πόρους που είναι μεγάλοι, οι περισσότεροι μόνοι, σπάνια πολλαπλοί, όχι πολλοί, μερικοί με τυλώσεις και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι σε λεπτές ταινίες και φαίνεται με γυμνό μάτι. Παρατηρούνται έντονες εναλλασσόμενες ταινίες με διαφορετική στιλπνότητα.

Ιδιότητες: Το ξύλο είναι σκληρότερο και βαρύτερο από τα περισσότερα είδη του γένους και περισσότερο δύσκολο να πριονιστεί. Σαν υποκατάστατο του μαονιού, είναι περισσότερο ελκυστικό από άλλα εμπορικά είδη. Η μηχανική του αντοχή είναι σχετικά μικρή σε σχέση με το βάρος του. Δεν κάμπτεται εύκολα μετά από άτμιση. Η ξήρανση γίνεται αργά με μια αξιοσημείωτη τάση κατάρρευσης. Ένα ήπιο πρόγραμμα θα δώσει καλά αποτελέσματα στην τεχνητή ξήρανση. Η σωστή στοίβαξη θα μειώσει τις απώλειες. Έχουν αναφερθεί ποικίλες αντιδράσεις στη συμπεριφορά του κατά την ξήρανση. Η ξυλεία κατεργάζεται εύκολα με εργαλεία

και μηχανήματα. Τείνει να σχίζεται κατά το πριόνισμα και την επεξεργασία, αν υπάρχουν συστρεφόμενες ίνες. Μια γωνία κοπής 20 ° θα πρέπει να υιοθετηθεί για καλύτερα αποτελέσματα. Καρφώνεται και συγκρατεί τα καρφιά ικανοποιητικά, στιλβώνεται και βάφεται εύκολα. Το σημείο ινοκόρου είναι υψηλό και η κίνηση της υγρασίας στο ξύλο μέτρια, όποτε παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό, ιδιαίτερα το εγκάρδιο. Προσβάλλεται από έντομα και θαλασσινούς οργανισμούς.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφρές οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, στη ναυπηγική, για ξυλόφυλλα και αντικολλητά, σε μέρη οχημάτων, σε εσωτερικές επενδύσεις, για ξυλουργικά, παιχνίδια, τورνευτά (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

17. *Entandrophragma cylindricum* (Sapele)

Δομή: Το σομόφο είναι γκρι ως μπεζ ή ροζ και πάχους 7,5-10 εκ. Το εγκάρδιο, όταν είναι το ξύλο φρεσκοκομμένο, έχει ροζ χρώμα, το οποίο μεταβάλλεται με την έκθεση του ξύλου στην ατμόσφαιρα σε ροζ – καφέ ή μοβ – καφέ. Το χαρακτηριστικό αυτού του είδους είναι ένα ενιαίο σχέδιο ραβδώσεων που σχηματίζεται σε επιφάνειες τεταρτημοριακές, εξαιτίας της συστροφής των ινών. Είναι λοιπόν συνήθως στρεψόμοιο και η υφή του είναι σχετικά ομαλή και ομοιόμορφη. Το ξύλο αναδίδει μια οσμή που χαράσσεται στη μνήμη, η οποία μοιάζει με του κέδρου και παραμένει ακόμα και μετά από έκθεση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο και οι πόροι του είναι μέτριοι ως μικροί, μόνοι και πολλαπλοί, με ακτινική διάταξη, μάλλον πολλοί και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι ασαφείς. Τυλώσεις δεν υπάρχουν. Οι ακτίνες δύσκολα διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι οριακό και ενδιάμεσα ταινιοειδές, άτονο και διακρίνεται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Πρόκειται για ξύλο που δεν είναι εύκολο στο χειρισμό και μπορεί να παραμορφωθεί σημαντικά κατά τη διαδικασία ξήρανσης, όποτε απαιτείται προσοχή κατά τη στοίβαξη, αλλά και αργή ξήρανση. Έτσι περιορίζονται οι παραμορφώσεις και οι άλλες ζημιές. Τα ακτινικά πριστά τεμάχια δεν παρουσιάζουν φθορές στη φυσική ξήρανση, ενώ τα εφαπτομενικά μπορεί να στρεβλώνουν και να ραγαδώνονται. Η κατεργασία είναι αρκετά καλή τόσο με εργαλεία όσο και με μηχανήματα, όμως προκαλείται μια σχετικά μικρή φθορά στις αιχμές τους. Παρουσιάζει δυσκολίες κατά την κοπή με πριόνι εξαιτίας των συστρεφόμενων ινών. Τα ξύλο είναι σκληρό όπως η δρυς και γενικά σκληρότερο από το αφρικάνικο και το αμερικανικό μαόνι, έχει καλή αντοχή σε σχίση και είναι ελαστικό και ανθεκτικό σε αποτριβή. Έχει φτωχή αντοχή σε κάμψη. Μερικές όμως ιδιότητες αντοχής, όπως η αντοχή σε κρούση, ελαττώνονται σημαντικά, μέχρι και 70%, όταν η ξυλεία μεταβάλλεται από τη χλωρή στην ξηρή κατάσταση. Η ξυλεία έχει ελαστικότητα και αρκετά μεγάλη διάρκεια. Βάφεται, συγκρατεί καρφιά και βίδες και μπορεί να συγκολληθεί καλά. Μπορεί να τεμαχιστεί και να κοπεί σε ξυλόφυλλα ικανοποιητικά. Το εγκάρδιο είναι βαθμιαία ανθεκτικό και επιδέχεται επεξεργασία με συντηρητικές ουσίες. Και το σομόφο είναι βαθμιαία ανθεκτικό. Παρουσιάζουν αντίσταση στον εμποτισμό, ιδιαίτερα το εγκάρδιο. Το ξύλο του είδους είναι ευαίσθητο σε προσβολές θαλασσινών οργανισμών, τερμιτών και εντόμων. Μεταχρωματίζεται όταν έρχεται σε επαφή με μέταλλα (π.χ. σίδηρο).

Χρήσεις: Το είδος αυτό χρησιμοποιείται εκτεταμένα, ιδιαίτερα στη μορφή του ξυλοφύλλου για επενδύσεις με έντονο διακοσμητικό χαρακτήρα και στην επιπλοποιία. Βρίσκει επίσης εφαρμογή ως εσωτερική επένδυση και σε διάφορες κατασκευές στη ναυπηγική, για ξυλουργικά, κιβώτια, για παιχνίδια, μουσικά όργανα, στη χαρακτηριστική, ως ξυλεία κατασκευών, για πατώματα (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; U.S.D.A., 1974; Τσουμής 2000).

18. *Entandrophragma utile* (Sipo, Utile)

Δομή: Το χρώμα του ξύλου είναι καστανό με κοκκινωπή απόχρωση και εναλλασσόμενες ταινίες διαφορετικής στιλπνότητας. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μάλλον μέτριους σε μέγεθος, μόνους και πολλαπλούς, όχι πολλούς, που διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι άτονο, σε λεπτές ταινίες ή γραμμές (Τσουμής, 2000).

Ιδιότητες: Υπάρχουν αντικρουόμενες αναφορές σχετικά με τις ιδιότητες ξήρανσης και εγκλιματισμού αυτού του είδους. Προφανώς ξηραίνεται αργά στον ατμοσφαιρικό αέρα, με μια μικρή όμως αξιοσημείωτη τάση να σχίζεται και να καταρρέει. Παρ' αυτά, η δριμύτητα της υποβάθμισης μπορεί να ποικίλει από κορμοτεμάχιο σε κορμοτεμάχιο. Το ξύλο ξηραίνεται τεχνητά με ικανοποιητικά αποτελέσματα με μόνο μια ελαφριά υποβάθμιση, εκτός αν πρόκειται για υλικό με μεγάλο ποσοστό συστρεφόμενων ινών. Η ξυλεία κατεργάζεται αρκετά εύκολα με όλα τα εργαλεία και τα μηχανήματα και δεν προκαλεί σημαντικές φθορές. Οι συστρεφόμενες ίνες ίσως να προκαλέσουν σχίση κατά το πριόνισμα και την κατασκευή καλουπιών. Γωνία κοπής 15^b δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Κόβεται εύκολα σε τεμάχια και ξυλόφυλλα και μπορεί να συγκολληθεί καλά. Γυαλίζεται και βάφεται ικανοποιητικά, παρ' ότι χρειάζεται κάποια γόμωση και δέχεται

καλά τα καρφιά. Το εγκάρδιο είναι μέτρια ανθεκτικό σε θαλασσινούς οργανισμούς, ενώ είναι πολύ ανθεκτικό στον εμποτισμό. Η ξυλεία προκαλεί διάβρωση στα μέταλλα (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται ως ελαφριά ξυλεία κατασκευών, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, σε εσωτερικές επενδύσεις, στη ναυπηγική, για ξυλόφυλλα, κιβώτια, για μουσικά όργανα, παιχνίδια, ξυλουργικά και στη χαρακτηριστική (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

19. *Gonystylus bancanus* (Ramin)

Δομή: Το σομφό και το εγκάρδιο δεν ξεχωρίζουν μεταξύ τους, γιατί το χρώμα του ξύλου είναι λευκό προς κιτρινωπό, χωρίς ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Είναι είτε ευθύινο είτε ελαφρώς στρεψόινο και η υφή είναι μέτρια ομαλή και ομοιόμορφη. Όταν το ξύλο είναι φρεσκοκομμένο αναδίδει μια μάλλον δυσάρεστη οσμή, η οποία όμως εξασθενεί όσο το ξύλο ξηραίνεται. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους όχι πολλούς, μικρούς ως μέτριους, μόνους και πολλαπλούς χωρίς τυλώσεις, που διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες διακρίνονται με φακό. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό πτερυγοειδές, όχι έντονο, μερικές φορές ενωμένο και φαίνεται με φακό.

Ιδιότητες: Ξηραίνεται εύκολα χωρίς σημαντική φθορά, παρ' ότι παρουσιάζει κάποια τάση να σχίζεται. Αν χρησιμοποιηθεί σωστός συνδυασμός υγρασίας – θερμοκρασίας, το ξύλο μπορεί να ξηραθεί διατηρώντας το σχήμα του και χωρίς ζημιές. Κατεργάζεται εύκολα και αντιδρά καλά σε όλες τις επεξεργασίες. Πριονίζεται εύκολα και δίνει λείες επιφάνειες. Όταν καρφώνεται σχίζεται και έχει μηχανική αντοχή όμοια με της οξιάς. Βάφεται, στιλβώνεται και εμποτίζεται εύκολα. Έχει μικρή αντοχή σε μύκητες και έντομα αλλά μπορεί να προστατευτεί αν εμποτιστεί αμέσως με συντηρητικές μυκητοκτόνες και εντομοκτόνες ουσίες.

Χρήσεις: Βρίσκει εφαρμογές σε κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, παρκέτων, σε εσωτερικές επενδύσεις, για κορνίζες, παιχνίδια, για ξυλόφυλλα και αντικολλητά. Δεν είναι κατάλληλο για κατασκευές που έρχονται σε επαφή με νερό και έδαφος. Προτείνεται για κατασκευές σε εσωτερικούς χώρους (Titmuss, 1971; Τσουμής, 2000).

20. *Guibourtia ehie* (Amazakoue, Ovangkol)

Δομή: Το σομφό μπορεί να είναι και ως 10 εκ. πλατύ, είναι κιτρινόλευκο και ξεχωρίζει σαφώς από το εγκάρδιο, το οποίο είναι σκούρο καφέ με μαύρες λωρίδες. Το ξύλο είναι ευθύινο ή στρεψόινο και η υφή του είναι ομαλή και ομοιόμορφη. Τα δέντρα παρουσιάζουν μια ελκυστική μορφή με ραβδώσεις καστανές και άτονες, που είναι περισσότερο εμφανής στα γηραιότερα άτομα. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μάλλον μέτριους σε μέγεθος, μόνους, σπάνια πολλαπλούς, που διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι, χωρίς τυλώσεις και λίγοι έχουν κιτρινωπό περιεχόμενο. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι σκοτεινότεροι στο τέλος, με στενή ζώνη χωρίς πόρους και δεν είναι ευδιάκριτοι. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό κυκλικό ως ελαφρά πτερυγοειδές, άφθονο, οριακό και διακρίνεται με γυμνό μάτι. Όταν το ξύλο είναι φρεσκοκομμένο αναδίδει μια δυσάρεστη οσμή.

Ιδιότητες: Τα κορμοτεμάχια θα πρέπει να απομακρύνονται από το δάσος γρήγορα για να αποφεύγονται οι προσβολές από ξυλοφάγο έντομα και το σχίσιμο λόγω της ξήρανσης. Η φυσική ξήρανση χρειάζεται προσοχή. Τα κορμοτεμάχια καλό είναι να θερμαίνονται πριν κοπούν. Είναι ξύλο πολύ σκληρό και βαρύ, ελαστικό και ανθεκτικό σε αποτριβή. Πριονίζεται σχετικά δύσκολα και αργά, αλλά ικανοποιητικά. Κατεργάζεται εύκολα με εργαλεία και μηχανήματα, όμως το περιεχόμενο πυρίτιο προκαλεί άμβλυση των εργαλείων. Βάφεται, στιλβώνεται και μπορεί να συγκολληθεί καλά. Παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό, ιδιαίτερα το εγκάρδιο. Μεταχρωματίζεται όταν έρχεται σε επαφή με τα μέταλλα. Σπάνια προσβάλλεται από τερμίτες και θαλάσσιους οργανισμούς.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφρές και βαριές οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, ως ξυλεία μεταλλείων, σε μέρη οχημάτων, για ξυλόφυλλα και αντικολλητά, σε εσωτερικές επενδύσεις, στη ναυπηγική, για μουσικά όργανα, ξυλουργικά, παιχνίδια, ξυλόγλυπτα και τورνευτά. Συχνά χρησιμοποιείται και σε κυλινδρική μορφή (στύλοι). Η ξυλεία περιέχει μια ουσία που έχει ως βάση τη μαστίχη και χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική και ως βάση σε βερνίκια και λάκες (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

21. *Guibourtia tessmannii* (Bubinga)

Δομή: Το σομφό έχει πάχος 5-7,5 εκ., είναι άσπρο και ξεχωρίζει σαφώς από το εγκάρδιο, το οποίο είναι κόκκινο – καφέ και έχει βιολετί – καφέ ή κόκκινες φλέβες. Το ξύλο είναι διάστικτο ή έχει διάφορα σχέδια, είναι ευθύινο ή στρεψόινο και η υφή του είναι ομαλή και ομοιόμορφη. Το ξύλο δεν έχει αξονικές γραμμώσεις. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μέτριους, όχι πολλούς, από τους οποίους οι περισσότεροι είναι μόνιμοι αλλά υπάρχουν και πολλαπλοί και διακρίνονται. Τυλώσεις δεν υπάρχουν. Οι

αυξητικοί δακτύλιοι είναι εμφανείς με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι. Η προιονισμένη επιφάνεια είναι γυαλιστερή και όταν το ξύλο είναι φρεσκοκομμένο αναδίδεται μια δυσάρεστη οσμή.

Ιδιότητες : Τα κορμοτεμάχια πρέπει να μετακινούνται γρήγορα από το δάσος και έπειτα να ψεκάζονται με ένα εντομοκτόνο διάλυμα. Η ξυλεία πρέπει να ξηραίνεται αργά για να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις. Παρ' αυτά ξηραίνεται καλά χωρίς μεγάλες φθορές. Κατεργάζεται καλά, παρ' όλη τη σκληρότητα του. Προιονίζεται καλά, αλλά φθείρει γρήγορα τις αιχμές των εργαλείων. Δίνει όμως στιλπνές επιφάνειες με ωραία σχεδίαση (νερά). Βάφεται και συγκολλιέται ικανοποιητικά και συγκρατεί καλά τα καρφιά. Παρουσιάζει μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων και μεγάλη διάρκεια, αντέχει στα οξέα και στη φωτιά και αντιστέκεται στον εμποτισμό (κυρίως το εγκάρδιο). Έχει καλή μηχανική αντοχή (όπως τη δρυ). Τα αποθηκευμένα κορμοτεμάχια πρέπει να μεταχειρίζονται προσεκτικά για να αποφεύγεται ο μεταχρωματισμός. Το είδος είναι ανθεκτικό στους τερμίτες και στους περισσότερους ξυλοφάγους οργανισμούς, καθώς και στους θαλασσινούς.

Χρήσεις: Μεταποιείται συνήθως σε ξυλόφυλλα, είτε περιστροφικής είτε παλινδρομικής τομής. Τα κολλώδη αποθέματα που περιέχονται όμως στο ξύλο προκαλούν προβλήματα κατά τη διαδικασία. Χρησιμοποιείται ακόμα σε οικοδομικές κατασκευές αντοχής, για κατασκευές επίπλων, πατωμάτων, σε εσωτερικές επενδύσεις, για αντικολητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, σε μέρη οχημάτων, ως ξυλεία μεταλλείων, για στύλους, σκάλες, χωρίσματα μπαταριών, χειρολαβές, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, κιβώτια, στη ναυπηγική, για μουσικά όργανα, παιχνίδια, τορνεντά, ξυλουργικά. (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

22. *Khaya ivorensis* (αφρικανικό Μαόνι, Akajou)

Δομή: Το σομφό έχει πάχος 1,2–5 εκ., είναι κρεμώδες λευκό και ξεχωρίζει εμφανώς από το ομοιόμορφο ωχρό ροζ ή ωχρό κόκκινο εγκάρδιο, που σκουραίνει σε ένα βαθύ καφέ με ένα χρυσίζον λούστρο. Το ξύλο είναι ευθύινο αλλά ενίοτε ίσως και στρεψόινο και η υφή του είναι μέτρια ως τραχιά. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μέτριους σε μέγεθος, μόνους και πολλαπλούς, που διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι και αρκετοί έχουν τυλώσεις. Οι ακτίνες δε διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι. Οι αυξητικοί δακτύλιοι συνήθως φαίνονται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Η ξυλεία ξηραίνεται καλά, είτε φυσικά είτε τεχνητά, με μικρή τάση να σχίζεται παρ' ότι μπορεί να στρεβλώσει εξαιτίας των συστρεφόμενων ινών. Παρουσιάζει ποικίλες, αλλά σχετικά καλές, αντιδράσεις κατά την επεξεργασία και η ποιότητα της επιφάνειας εξαρτάται από το βαθμό της συστροφής των ινών, που επιδρά δυσμενώς σ' αυτήν. Για να αποτραπούν οι ζημιές, προτείνεται μείωση της γωνίας κοπής στους 15°. Το ξύλο αποκτά μερικές φορές «μάλλινη» υφή κατά το γυάλισμα, για αυτό είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται κοφτερές και με λεπτά άκρα λάμες στα πριόνια. Η προιονόσκονη προκαλεί περιστασιακά δερματίτιδα. Καρφώνεται, στιλβώνεται και μπορεί να συγκολληθεί καλά. Είναι ικανό να δώσει μια εξαιρετικά λουστραρισμένη επιφάνεια. Το είδος αυτό φημίζεται για τα ξυλόφυλλα και τα αντικολητά που δίνει. Είναι μέτρια ανθεκτικό στους μύκητες, αλλά όπου υπάρχει κίνδυνος αποφεύγεται η χρήση του. Είναι επιρρεπές σε προσβολές από θαλασσινούς οργανισμούς και έντομα. Οι ιδιότητες κάμψης είναι ιδιαίτερα φτωχές. Παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στον εμποτισμό. Σε επαφή με σίδηρο, μπορεί να προκληθούν μαύροι λεκέδες.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, σε εσωτερικές κατασκευές, σε μέρη οχημάτων, για ξυλόφυλλα και ξυλουργικά καλής ποιότητας, στη ναυπηγική, για παιχνίδια, μουσικά όργανα και ξυλόγλυπτα, αθλητικά είδη, για σιδηροδρομικά βαγόνια, στον μοντελισμό (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

Μακροσκοπικές εμφανίσεις των μαονιών φαίνονται στην Εικόνα 8.2.

23. *Lovoa trichilioides* (Dibetou)

Δομή: Το σομφό έχει χρώμα φαιοκίτρινο ή ελαφρώς γκρι, είναι στενό και ξεχωρίζει σαφώς από το εγκάρδιο, το οποίο είναι κίτρινο – καφέ με χρυσόμαυρα στίγματα. Τα στίγματα προκαλούνται από νεύρα που βρίσκονται στους αυξητικούς δακτυλίους, γι' αυτό και είναι πιο εμφανή στις εγκάρσιες επιφάνειες. Όμως, τα νεύρα δεν υπάρχουν πάντα. Το ξύλο είναι συνήθως στρεψόινο και η υφή μέτρια ως καλή. Είναι γυαλιστερό και αποκτά μια ελκυστική εμφάνιση όταν βάφεται. Τα κορμοτεμάχια συχνά παρουσιάζουν ρωγμές (από το εσωτερικό προς τα έξω), είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μέτριους σε μέγεθος, πολλούς μόνους και πολλαπλούς από τους οποίους λίγοι έχουν μελανές τυλώσεις. Οι ακτίνες δύσκολα διακρίνονται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Η ξυλεία ξηραίνεται, είτε φυσικά είτε τεχνητά, με μικρή υποβάθμιση, αν προσεχθεί. Προιονίζεται εύκολα και καθαρά. Η κατεργασία με τα περισσότερα εργαλεία γίνεται καλά. Κοφτερά εργαλεία, συμπεριλαμβανόμενων και των τρυπανιών, είναι απαραίτητα για να αποφευχθεί το σχίσιμο. Καρφώνεται εύκολα με κάποια τάση να σχίζεται, αλλά συγκρατεί καλά τα καρφιά, όταν είναι σε ικανοποιητικά μεγέθη τεμαχισμένο. Βάφεται ικανοποιητικά, αν χρησιμοποιηθεί η κατάλληλη γόμωση και είναι δυνατό να στιλβωθεί

και να συγκολληθεί καλά. Έχει μέτρια αντοχή στα έντομα της οικογένειας Hylotrypes, στους τερμίτες και στους θαλασσινούς οργανισμούς. Έχει καλή μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του, αλλά μερικές φορές είναι εύθραστο. Πρόκειται για σταθερό ξύλο.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, ως ξυλεία μεταλλείων, στη ναυπηγική, για ξυλόφυλλα, αντικολητά, χαρτοπολτό, σε μέρη οχημάτων, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, κιβώτια, στύλους, σε εσωτερικές επενδύσεις, για αθλητικά είδη, παιχνίδια, ξυλουργικά, τορνευτά και ξυλόγλυπτα (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

24. *Mansonia altissima* (αφρικανική καρυδιά, Bete)

Δομή: Το σομφό είναι άσπρο, μέχρι 3,7 εκ. πάχος και ξεχωρίζει εμφανώς και απότομα από το εγκάρδιο. Αυτό έχει χρώμα κίτρινο – καφέ με ελαφρά μοβ απόχρωση. μετά από εκτεταμένη έκθεση στην ατμόσφαιρα το ξύλο ξεθωριάζει. Αυτή η ποικιλία στον χρωματισμό θεωρείται μάλλον ελκυστική και σημαντική. Η πριονισμένη επιφάνεια που προκύπτει είναι συνήθως λεία. Το ξύλο είναι συνήθως ευθύινο και μόνο κατά σημεία οι ίνες είναι διασταυρωμένες. Η υφή είναι καλή ως μέτρια. Οι αυξητικοί δακτύλιοι δε διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο του οποίου οι πόροι είναι διασκορπισμένοι, μικροί, οβάλ στο σχήμα και απαντούν μόνοι ή κατά ακτινικές, μικρές ομάδες. Μερικοί έχουν τυλώσεις και δύσκολα διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι ασαφείς ακτίνες είναι ορατές μόνο με φακό και μόνο στα άκρα. Το παρέγχυμα είναι οριακό ασαφές.

Ιδιότητες: Η ξυλεία ξηραίνεται με μικρή υποβάθμιση, εκτός από το ότι σχίζεται σε περιοχές γύρω από τους ρόζους και υφίσταται μια μικρή στρέβλωση. Όταν ξηραίνεται τεχνητά οι σχισμές είναι πιο συχνές. Κατεργάζεται πολύ εύκολα, χωρίς σημαντική άμβλυνση των εργαλείων. Συγκρατεί καρφιά και βίδες καλά. Παρουσιάζει καλές ιδιότητες βαφής, στίλβωσης και συγκόλλησης. Δίνει καλά ξυλόφυλλα αλλά απαιτεί μια προεπεξεργασία για να μαλακώσει. Τα αντικολητά που παράγονται είναι μάλλον εύθραυστα. Το είδος συνδυάζει τις επιθυμητές ιδιότητες αντοχής, διάρκειας και εύκολης κατεργασίας με παράλληλη όμορφη εμφάνιση. Είναι αρκετά σκληρό και βαρύ ξύλο με μεγάλη πυκνότητα και καταρρέει δύσκολα. Το εγκάρδιο αντιστέκεται στον εμποτισμό, αλλά το σομφό είναι διαπερατό. Παρουσιάζει αντοχή στους μύκητες και στους τερμίτες, όμως είναι ευαίσθητο σε προσβολές εντόμων. Η πριονόσκονη μπορεί να προκαλέσει ενοχλήσεις στο λαιμό και στη μύτη. Η ξυλεία του είδους χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο της αμερικανικής καρυδιάς, αλλά είναι ακριβότερη και διατίθεται σε μικρότερες ποσότητες.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται ως ξυλεία κατασκευών, σε μέρη οχημάτων, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, σε εσωτερικές διακοσμήσεις, για ξυλόφυλλα, αντικολητά, κιβώτια, στη ναυπηγική, για αθλητικά είδη, μουσικά όργανα, παιχνίδια, ξυλουργικά, τορνευτά (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; Traboulay, 1998; Τσουμής, 2000).

25. *Microberlina brazzavilensis* (Zebrano)

Δομή: Το σομφό ξύλο έχει πλάτος 5-7,5 εκ., είναι κίτρινο – καφέ με πορτοκαλί απόχρωση και διακρίνεται σαφώς από το κόκκινο – καφέ εγκάρδιο. Πιθανώς να εμφανίζονται διάφορα σημάδια ή ραβδώσεις. Το ξύλο είναι συνήθως ευθύινο και σπάνια οι ίνες είναι διασταυρωμένες ή κυματοειδείς. Η υφή του είναι καλή. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μεγάλους, εκ των οποίων οι περισσότεροι είναι μόνοι, σπανιότερα πολλαπλοί και διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι. Οι τυλώσεις είναι πολύ σπάνιες. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι ευδιάκριτοι. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό πτερυγοειδές, σπανιότερα ενωμένο ή αποτραχειακό διάσπαρτο σε αθροίσματα (ασυνεχείς και κυματοειδείς εφαπτομενικές γραμμές) και διακρίνεται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Το ξύλο τεμαχίζεται μάλλον αργά, εξαιτίας της συχνής υπερβολικής σκληρότητας. Ξηραίνεται αργά, ιδιαίτερα όταν είναι σε παχιά τεμάχια, με ελαφριά παραμόρφωση. Πρέπει να στοιβάζεται με προσοχή. Είναι αρκετά σκληρό για να κατεργαστεί με μηχανήματα αλλά και με εργαλεία και προκαλεί καταστροφές των αιχμών, πιθανώς γιατί περιέχει σιλικόνη. Παρ' αυτά, γωνία κοπής 15^ο δίνει βελτιωμένα αποτελέσματα. Λειαινεται εύκολα, αλλά οι συστρεφόμενες ίνες μπορεί να προκαλέσουν αυλακία στην επιφάνεια. Πριονίζεται καλά όταν ξηραθεί. Συγκρατεί καλά τα καρφιά και τις βίδες και δε σχίζεται όταν καρφώνεται. Παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα και μεγάλη αντοχή στις καιρικές συνθήκες. Το σημείο κορεσμού των ινών είναι χαμηλό. Η ξυλεία βάφεται και συγκολλείται καλά, δε στίλβώνεται όμως εύκολα. Αντέχει στη φθορά και είναι άτρωτο σε επιθέσεις τερμιτών, αλλά μερικές φορές προσβάλλεται από άλλα έντομα. Το σομφό εμποτίζεται εύκολα, ενώ το εγκάρδιο πολύ δύσκολα. Παρουσιάζει καλή αντοχή σε κρούση, όμως έχει μέτριες ιδιότητες κάμψης.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές αντοχής, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, σκαλών, ως ξυλεία μεταλλείων, στη ναυπηγική, για ξυλόφυλλα και αντικολητά (κύρια χρήση), για

χαρτοπολλτό, χειρολαβές, σε μέρη οχημάτων, σε εσωτερικές επενδύσεις, για παιχνίδια, είδη σκι, ξυλουργικά, τορνευτά, στο μοντελισμό (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

26. *Morus mesozygia* (Difou)

Δομή: Το σομφό είναι ωχρό γκρι ως άσπρο, πολύ πλατύ στα νεαρά δέντρα. Το εγκάρδιο είναι κίτρινο όταν είναι φρεσκοκομμένο και σκουραίνει με την πάροδο του χρόνου σε καφέ. Το ξύλο είναι επιφανειακά στρεψόινο. Παρατηρείται μια διάστικτη επιφάνεια. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μικρούς ως μέτριους που διακρίνονται με γυμνό μάτι, είναι μάλλον αραιοί και έχουν άφθονες τυλώσεις. Οι ακτίνες δύσκολα διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι ασαφείς. Το παρέγχυμα είναι ταινιοειδές, έντονο, σε πλατιές κυματοειδείς ταινίες και διακρίνεται εύκολα με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Η ξυλεία είναι πολύ σκληρή και βαριά. Ξηραίνεται και πριονίζεται καλά. Κατεργάζεται εύκολα με τα περισσότερα εργαλεία και μηχανήματα, αλλά προκαλεί μικρή άμβλυνση των αιχμών τους. Κατά την κοπή, θα πρέπει η γωνία να μειωθεί στις 15⁰ για να περιοριστούν οι ζημιές. Καρφώνεται και συγκρατεί τις βίδες ικανοποιητικά. Στιλβώνεται, μπορεί να συγκολληθεί καλά και βάφεται εύκολα. Παρουσιάζει αρκετά μεγάλη αντοχή στη φθορά. Το σομφό είναι μέτρια ανθεκτικό στον εμποτισμό, σε αντίθεση με το εγκάρδιο που είναι πολύ ανθεκτικό. Το ξύλο προσβάλλεται από έντομα και θαλασσινούς οργανισμούς και είναι ανθεκτικό στη φωτιά.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές αντοχής, για κατασκευή επίπλων, πατωμάτων, ως ξυλεία μεταλλείων, σε μέρη οχημάτων, για στρωτήρες σιδηρόδρομων, στύλους, γεωργικά εργαλεία, για παιχνίδια, ξυλουργικά, αθλητικά είδη, ξυλόγλυπτα (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

27. *Nauclea diderrichii* (Ορεπε)

Δομή: Το σομφό έχει πάχος 2,5-5 εκ. και είναι άσπρο, ωχρό κίτρινο ροζ ή γκρι. Ξεχωρίζει σαφώς από το εγκάρδιο, το οποίο είναι πορτοκαλί ή χρυσίζον κίτρινο, αλλά σκουραίνει μετά από έκθεση του στο περιβάλλον. Το ξύλο είναι συνήθως στρεψόινο αλλά ενίοτε παρουσιάζονται ακανονιστίες στη διάταξη των ινών και η υφή είναι τραχιά ως μέτρια. Η επιφάνεια του είναι γυαλιστερή. Είναι πιθανό να συμβούν σφάλματα όπως κοκκινωπά κοκκώδη συσσωματώματα ή σχισμές στο εγκάρδιο. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι αρκετά εμφανείς. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους οι οποίοι είναι μέτριοι ως λίγοι σε αριθμό, μέτριοι σε μέγεθος, ορατοί στο γυμνό μάτι και μερικοί έχουν τυλώσεις. Σχεδόν αποκλειστικά εμφανίζονται μόνοι στη διάταξη τους. Οι ακτίνες διακρίνονται με φακό.

Ιδιότητες: Το είδος ποικίλει ανάλογα με την προέλευση, όσον αφορά στην πυκνότητα, τη δύναμη και άλλες ιδιότητες, αλλά γενικά είναι ένα μέτρια σκληρό και βαρύ ξύλο. Ξηραίνεται αργά, χωρίς σημαντικές φθορές. Απαιτείται προσοχή, όμως όταν ξηραθεί προκύπτει ένα πολύ σταθερό ξύλο. Όταν πριονίζεται συνίσταται αργή τροφοδότηση και γωνία 17⁰. Η ξυλεία κατεργάζεται καλά με εργαλεία και μηχανές, ενώ συνίσταται γωνία κοπής 10⁰ για να αποφεύγονται τυχόν ζημιές. Βάφεται ικανοποιητικά, όταν προηγουμένως έχει εμποτιστεί με συντηρητικές ουσίες και συγκολλείται καλά. Όταν καρφώνεται έχει μικρή τάση να σχίζεται, παρ' αυτά συγκρατεί καλά τα καρφιά. Έχει μεγάλη αντοχή σε έντομα, ιδιαίτερα σε αυτά του γένους *Anobium*, στους τερμίτες και στους θαλασσινούς οργανισμούς. Το σομφό είναι διαπερατό, αλλά το εγκάρδιο παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό. Πρόκειται για σταθερό ξύλο. Κάποια αλκαλοειδής ουσία που περιέχει μπορεί να έχει δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία των εργαζομένων.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε εξωτερικές χρήσεις π.χ. σε λιμενικές εγκαταστάσεις, σε οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, δαπέδων (έχει μεγάλη διακοσμητική αξία στην κατασκευή δαπέδων), παραθύρων, σε εσωτερικές επενδύσεις, για στύλους, βαγόνια, στρωτήρες σιδηρόδρομων, στη ναυπηγική, για ξυλόφυλλα, ως ξυλεία μεταλλείων, για παιχνίδια, αθλητικά είδη, ξυλουργικά (Titmus, 1971; Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

28. *Ochroma lagopus* (Balsa)

Δομή: Το ξύλο έχει χρώμα λευκό, ροζ-λευκό ή καφέ-λευκό και η επιφάνεια του είναι κάπως βελουδίνη. Είναι ευθύινο και η υφή του είναι τραχιά. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους οι οποίοι είναι μόνοι και πολλαπλοί, μεγάλοι και μικροί και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι αυξητικοί δακτύλιοι λείπουν ή είναι αμυδρά ορατοί. Οι ακτίνες συνήθως φαίνονται με γυμνό μάτι, αλλά όχι στην ακτινική επιφάνεια. Είναι το ελαφρύτερο ξύλο που υπάρχει και το πιο μαλακό. Το παρέγχυμα δε διακρίνεται με φακό.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο που ξηραίνεται αρκετά καλά, όταν πρόκειται για φυσική ξήρανση. Κατά την τεχνητή ξήρανση όμως, καθώς και σε διαδικασίες εμποτισμού παρουσιάζει τάσεις κατάρρευσης. Η κατεργασία πρέπει να γίνεται με καλά ακονισμένα εργαλεία για να μη ρυτιδώνεται και να μη σπάει στις άκρες, γιατί είναι πολύ μαλακό. Δε συγκρατεί τα καρφιά και τις βίδες και έχει χαμηλή μηχανική αντοχή. Μπορεί να συγκολληθεί και

να βαφτεί καλά. Έχει καλές ηχομονωτικές και θερμομονωτικές ιδιότητες. Αν εμποτιστεί με συντηρητικές ουσίες γίνεται κατάλληλο για χρήσεις σε επαφή με το νερό. Είναι ευαίσθητο σε προσβολές μυκήτων.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε κατασκευές «sandwich» (εσωτερικά αεροπλάνων κ.λπ.), μοντέλα αεροπλάνων, για θερμομονωτικές και ηχομονωτικές πλάκες, σχεδίες, σωσίβια, παιχνίδια και άλλες ελαφρές κατασκευές (Titmuss, 1971; U.S.D.A., 1974; Τσουμής, 2000).

29. *Parashorea plicata* (Seraya Lauan white)

Δομή: Έχει χρώμα χρυσοκαστανό ανοιχτό. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους οι οποίοι είναι μέτριοι ως μεγάλοι, μόνοι και πολλαπλοί, από τους οποίους πολλοί έχουν τυλώσεις και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες διακρίνονται δύσκολα με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Ξηραίνεται με σχετική δυσκολία, αλλά κατεργάζεται εύκολα. Συγκρατεί καρφιά και μπορεί να συγκολληθεί αρκετά καλά. Παρουσιάζει αντίσταση στον εμποτισμό. Βάφεται και στιλβώνεται ικανοποιητικά. Δεν είναι ανθεκτικό σε προσβολές (ιδίως το σομό ξύλο).

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για πατώματα, σε καταστρώματα πλοίων, για αντικολλητά, ξυλουργικά (Τσουμής, 2000).

30. *Pterocarpus soyauxii* (Padauk)

Δομή: Το σομό έχει συνήθως πλάτος 10-20 εκ. και είναι άσπρο όταν είναι φρεσκοκομμένο, ενώ στη συνέχεια παίρνει ένα καφέ-κίτρινο ή γκρι χρώμα. Το εγκάρδιο είναι κόκκινο ή πορτοκαλί-ροζ, που σκουραίνει όταν ξηραίνεται αλλά ξεθωριάζει πάλι με την πάροδο του χρόνου. γενικά το χρώμα του ξύλου είναι κοκκινωπό με άτονες, σκοτεινόχρωμες ραβδώσεις. Το ξύλο είναι ευθύινο ή ελαφρώς στρεψόινο και η υφή του είναι καλή ως μέτρια. Όταν είναι φρεσκοκομμένο παρουσιάζει μια ελαφρώς αρωματική οσμή. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους οι οποίοι είναι αραιοί, μεγάλοι, μόνοι και πολλαπλοί, χωρίς τυλώσεις και διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι. Οι αυξητικοί δακτύλιοι δεν είναι ορατοί με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες διακρίνονται με φακό. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό πτερυγοειδές, αρκετές φορές ενωμένο και διακρίνεται με γυμνό μάτι. Οι κυτταρικές κοιλότητες περιέχουν κάποια κολλώδη ουσία.

Ιδιότητες: Πριονίζεται αργά αλλά καλά, αναδίδοντας μια δυσάρεστη οσμή. Τα πριονίδια είναι πιθανό να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα. Ξηραίνεται αργά, χωρίς φθορά, ακόμα και όταν οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές. Πρόκειται για πολύ σταθερό ξύλο. Οι συστρεφόμενες ίνες ίσως να δημιουργήσουν πρόβλημα κατά την κατεργασία. Βάφεται ικανοποιητικά αλλά απαιτεί εμποτισμό. Το εγκάρδιο είναι αρκετά αδιαπέρατο ενώ το σομό μέτρια. Συγκρατεί καρφιά και βίδες, όμως τείνει να σχίζεται σε μικρότερες διαστάσεις. Είναι πολύ ανθεκτικό στους τερμίτες. Τα κορμοτεμάχια μπορούν να διατηρηθούν για μεγάλες περιόδους χωρίς υποβάθμιση της ποιότητάς τους.

Χρήσεις: Είναι καλό για ξυλόφυλλα, κυρίως διακοσμητικά, για κατασκευή επίπλων, δαπέδων, σκάλων, στη ναυπηγική, για στρωτήρες σιδηροδρόμων, στύλους, χειρολαβές, σε μέρη οχημάτων, σε οικοδομικές κατασκευές αντοχής, για αθλητικά είδη, μουσικά όργανα, παιχνίδια, ξυλουργικά, σε εσωτερικές επενδύσεις (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

31. *Shorea pauciflora* (Meranti Lauan Dark-Red)

Δομή: Έχει χρώμα χρυσοκαστανό, σχετικά σκοτεινό. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους, οι οποίοι είναι μεγάλοι και μέτριοι, μόνοι και πολλαπλοί, πολλοί με τυλώσεις και διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες δε διαφαίνονται εύκολα.

Ιδιότητες: Παρουσιάζει μέτρια μηχανική αντοχή, αλλά καλή αντοχή σε αποτριβή. Ξηραίνεται σχετικά γρήγορα με λίγη φθορά και έχει ικανοποιητική σταθερότητα διαστάσεων. Κατεργάζεται σχετικά εύκολα και παρουσιάζει αρκετά μεγάλη διάρκεια. Ανθίσταται στον εμποτισμό. Βάφεται καλά, συγκρατεί καρφιά και βίδες και μπορεί να συγκολληθεί καλά.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές, για έπιπλα, σε γέφυρες, για αντικολλητά, ως διακοσμητικό (Τσουμής, 2000).

32. *Swietenia spp.* (μαόνι)

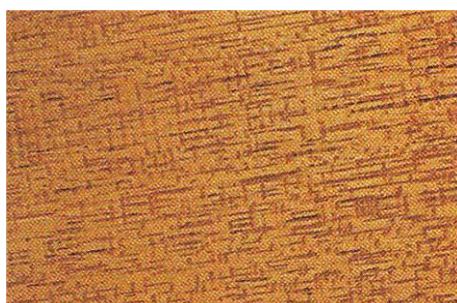
Είδη: *Swietenia macrophylla* (αμερικανικό μαόνι), *S. Mahogany*.

Δομή: Το εγκάρδιο ποικίλει από ένα ωχρό ως βαθύ κόκκινο – καφέ. Το ξύλο είναι γενικότερα περισσότερο ευθύινο από το Αφρικάνικο Μαόνι αλλά παρουσιάζει μια ποικιλία σχεδίων. Είναι στιλπνό, ελκυστικό εμφανισιακά και δεν έχει κάποια ιδιαίτερη οσμή ή γεύση. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μέτριους σε μέγεθος, όχι πολλούς, εκ των οποίων οι περισσότεροι είναι πολλαπλοί και λίγοι μόνοι και διακρίνονται με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες δύσκολα διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι αποκλειστικά οριακό, έντονο και διακρίνεται με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Έχει μεγάλη διαστασιακή σταθερότητα και ξηραίνεται σχετικά γρήγορα και σχεδόν χωρίς φθορά. Κάμπτεται αρκετά καλά. Κατεργάζεται εύκολα με εργαλεία και βάφεται πολύ καλά. Δεν έχει μεγάλη διάρκεια και δεν είναι ανθεκτικό σε προσβολές μυκήτων, εντόμων κ.λπ.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, σε εσωτερικές διακοσμήσεις, για ξυλόφυλλα, στη ναυπηγική, για ξυλουργικά, κουτιά, σε έλικες ελικόπτερων και γενικά σε όσες χρήσεις απαιτείται ένα ελκυστικό και διαστασιακά σταθερό ξύλο. Δε χρησιμοποιείται σε εξωτερικές κατασκευές (U.S.D.A., 1974; Τσουμής, 2000).

Τα μαόνια θεωρούνται παγκοσμίως ως το πολυτιμότερο είδος ξύλου στην επιπλοποιία και την ξυλουργική. Η διαχρονική αξία τους στην Ευρωπαϊκή και την παγκόσμια αγορά, καθώς και η περιορισμένη διαθεσιμότητά τους, ανάγκασε την αγορά να αποδεχτεί στο παρελθόν αρκετά παρόμοια ξύλα ως «μαόνια». Παράλληλα, περισσότερα από 60 είδη ξύλων από διάφορες περιοχές της γης διακινούνται στην παγκόσμια αγορά ως υποκατάστατα των μαονιών, χάρη στη σχετική χρωματική ομοιότητά τους με τα αυθεντικά μαόνια. Τα αυθεντικά μαόνια είναι τα ξύλα των ειδών *Swietenia mahogany* Jacq. και *Swietenia macrophylla* King. Η περιορισμένη διαθεσιμότητα των αυθεντικών μαονιών ανάγκασε στο παρελθόν την αγορά να αποδεχτεί ως «μαόνια» ξύλα παρόμοια σε ιδιότητες και χαρακτηριστικά. Τα μαόνια αυτά (μαονοειδή) ανήκουν στα γένη *Khaya*, *Endandrophragma*, *Shorea* και *Azadirachta*. Τα ψευδομαόνια του εμπορίου ανήκουν στα γένη *Guarea*, *Turraeanthus*, *Tieghemella*, *Tarrietia* κ.ά. από την Αφρική, *Carapa*, *Cedrela*, *Simaruba*, *Cybistax*, *Plathymenia* κ.ά. από την κεντρική και νότια Αμερική και *Azadirachta*, *Melia*, *Dysoxylum*, *Chukrasia*, *Pentace*, *Tarrietia* κ.ά. από την Ασία – Ωκεανία (Αϊδινίδης & Βασιλείου, 2007). Αξονικές (ακτινικές/εφαπτομενικές) τομές των μαονιών, μαονοειδών και ψευδομαονιών δείχνονται στην Εικόνα 8.2 (Αϊδινίδης & Βασιλείου, 2007).



American (*Swietenia mahogany*)



American (*Swietenia macrophylla*)



African (*Khaya ivorensis*)



African (*Khaya grandifoliola*)



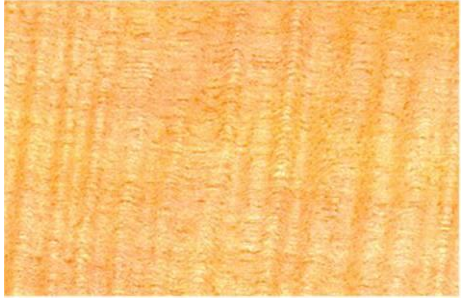
African (*Khaya senegalensis*)



Tiama (*Endandrophragma angolense*)



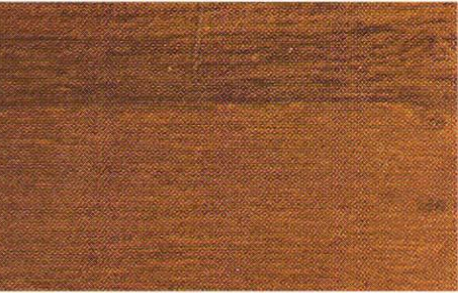
Kosipo (*Endandrophragma candolei*) Sapeli (*Endandrophragma cylindricum*)



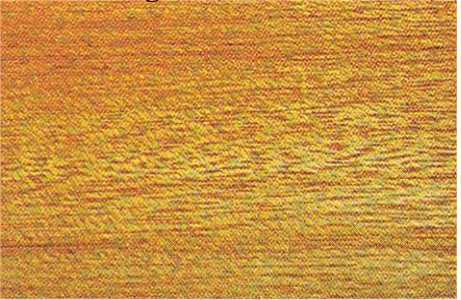
Sipo (*Endandrophragma utile*) Light red Meranti (*Shorea balangeran*)



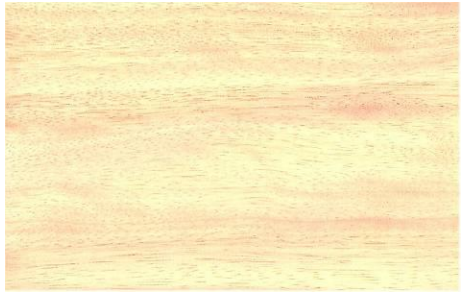
Meranti punai (*Shorea albida*) Meranti tembaga (*Shorea albida*)



Balau-Bangirai (*Shorea laevifolia*) Red balau (*Shorea glauca*)



Dark red Meranti (*Shorea panciflora*) Bosse (*Guarea cedrata*)



Avodire (*Turraeanthus africanus*)



Makore (*Tieghemella Africana*)



Niangon (*Tarrietia utilis*)



Ocoume (*Aucumea kleineana*)



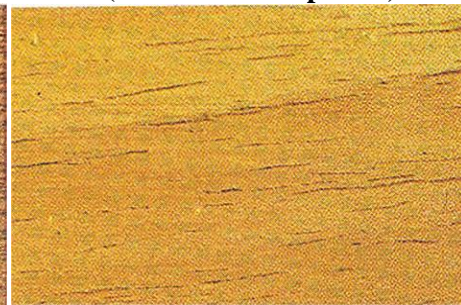
Doussie (*Afzelia Africana*)



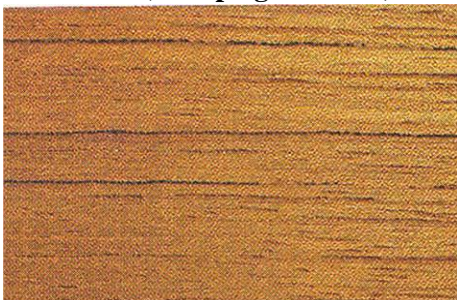
Moabi (*Bailonella toxisperma*)



Andiroba (*Carapa guianensis*)



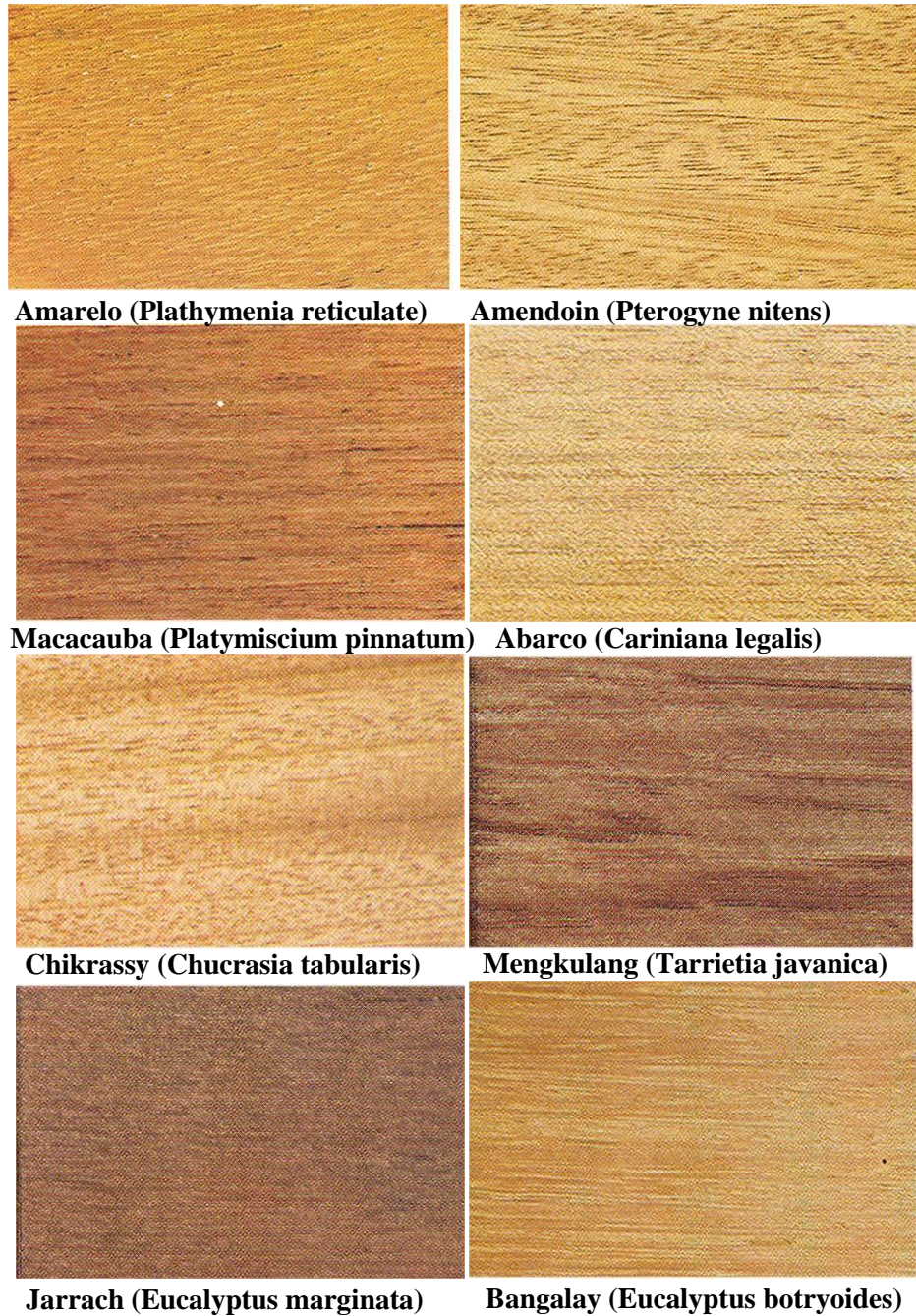
Cedrela Brazilian (*Cedrela odorata*)



Cedrela (*Cedrela fissilis*)



Primavera (*Cybistax don-Smithii*)



Εικόνα 8.2 Αξονικές σχεδιάσεις ξυλοφύλλων μαονιών και ψευδο-μαονιών (Αϊδινίδης & Βασιλείου, 2007).

33. *Tarrietia densiflora* (Niangon)

Δομή: Το σομφό έχει πλάτος 2,5-5 εκ. είναι λευκό και ξεχωρίζει εμφανώς από το εγκάρδιο, το οποίο έχει χρώμα χάλκινο – καφέ ως ροζ. Το ξύλο είναι στρεψόινο με ακανόνιστες ίνες και η υφή του είναι μέτρια έως τραχιά. Παρουσιάζει ωραία σχεδίαση σε ακτινικές επιφάνειες (εναλλασσόμενες ταινίες διαφορετικής στιλπνότητας). Είναι συχνά κολλώδες ή γλοιώδες εξαιτίας των ρητινωδών εκχυλισμάτων. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους αραιούς, μάλλον ανομοιόμορφα διάσπαρτους, μόνους και πολλαπλούς, μεγάλους, με μερικές τυλώσεις και διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι. Οι ακτίνες διακρίνονται πολύ εύκολα με γυμνό μάτι.

Ιδιότητες: Μοιάζει με το Αφρικάνικο Μαόνι, αλλά είναι βαρύτερο και τραχύτερο. Έχει μηχανική αντοχή όμοια με του μαονιού και είναι ανθεκτικό σε κρούση. Ξηραίνεται αργά, χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία και με μικρή τάση για σχίση και υποβάθμιση. Πριονίζεται εύκολα, αλλά η ξυλόσκονη που υπάρχει στη λάμα του

πριονιού και στην πριονισμένη επιφάνεια προκαλεί υπερθέρμανση στο πριόνι. Υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με την ευκολία κατεργασίας, αλλά γενικά θεωρείται ότι κατεργάζεται μέτρια ως ικανοποιητικά. Η κατεργασία του είναι ιδιαίτερα δύσκολη όταν το ξύλο περιέχει μεγάλα ποσά ρητίνης. Η βαφή και η συγκόλληση είναι σχετικά δύσκολες, αλλά μπορούν να βελτιωθούν με χημικά μέσα, όπως προετοιμασία των επιφανειών με επάλειψη καυστικής σόδας ή αμμωνίας. Αντικρουόμενες είναι επίσης και οι απόψεις που αφορούν τη διάρκεια του. Η περίσσεια κόμμεων περιστασιακά ίσως προκαλέσει προβλήματα. Το σομφό είναι μέτρια ανθεκτικό ενώ το εγκάρδιο πολύ ανθεκτικό στον εμποτισμό.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφριές και βαριές οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, δαπέδων, στη ναυπηγική, ως ξυλεία μεταλλείων, σε μέρη οχημάτων, για λαβές εργαλείων, δοκούς, κιβώτια πυρομαχικών, για ξυλόφυλλα και αντικολλητά, για κατασκευή παιχνιδιών. Αντικαθιστά επιπλέον το μαόνι σε ξυλουργικές και διακοσμητικές κατασκευές (όταν δεν είναι πολύ ρητινώδες) (Bolza & Keating, 1972; Τσουμής, 2000).

34. *Tectona grandis* (Teak)

Δομή: Το σομφό ξύλο έχει πάχος ως 2,5 εκ., είναι λευκό ως κιτρινωπό και ξεχωρίζει από το εγκάρδιο, το οποίο είναι σκούρο ή χρυσίζον καφέ και γίνεται σκουρότερο όταν εκτίθεται στο περιβάλλον. Το εγκάρδιο ενίοτε εμφανίζει σκούρες κηλίδες. Η υφή του είναι βαθμιαία τραχιά και η επιφάνεια ελαιώδης. Πρόκειται για δακτυλιόπορο πλατύφυλλο, με πόρους οι οποίοι στην αρχή είναι μεγάλοι και γίνονται βαθμιαία μικρότεροι και πολύ μικροί προς το τέλος του αυξητικού δακτυλίου και είναι μόνοι και πολλαπλοί. Παρατηρούνται άφθονες τυλώσεις. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι ευδιάκριτοι. Οι ακτίνες διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι αρχικό, παρατραχειακό κυκλικό και στους μεγάλους πόρους διακρίνεται με γυμνό μάτι, ενώ στους άλλους δε διακρίνεται ούτε με φακό.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο με μέτριο βάρος ως βαρύ και με μέτρια σκληρότητα ως σκληρό. Ξηραίνεται χωρίς σημαντική φθορά και έχει μικρή ρίκνωση. Είναι ξύλο με μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων. Καρφώνεται και βάφεται καλά και η κατεργασία του είναι σχετικά εύκολη. Επίσης, μπορεί να συγκολληθεί ικανοποιητικά. Είναι ανθεκτικό σε θαλασσινούς οργανισμούς, εκτός από το ξύλο που προέρχεται από νεαρά δέντρα. Παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στον εμποτισμό και είναι ανθεκτικό σε χημικές ουσίες. Περιέχει μια κολλώδη ουσία, η οποία το κάνει ανθεκτικό σε ορισμένα σκουλήκια και σκαθάρια, όχι όμως και άτρωτο. Μπορεί να προκαλέσει δερματίτιδα. Όταν έρχεται σε επαφή με μέταλλα δεν προκαλεί σκουρίασμα. Ουσιαστικά είναι ένα από τα πολύτιμα ξύλα, αλλά η χρήση του περιορίζεται από τη σπανιότητα του και το υψηλό κόστος του.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή επίπλων, παρκέτων, στη ναυπηγική, για αντικολλητά, ξυλόφυλλα, ως ξυλεία μεταλλείων, στην ξυλογλυπτική, για παιχνίδια, τورνευτά, μουσικά όργανα, σε εσωτερικές διακοσμήσεις, σε οικοδομικές κατασκευές, για στύλους (Bolza & Keating, 1972; U.S.D.A., 1974; Τσουμής, 2000).

35. *Terminalia ivorensis* (Framire, Idigbo)

Δομή: Το σομφό είναι κίτρινο – καφέ ή ανοιχτό ροζ – καφέ και δεν ξεχωρίζει εμφανώς από το εγκάρδιο, το οποίο είναι συνήθως ωχρό κίτρινο – καφέ, ενίοτε με μια ροζ χροιά. Παρατηρούνται εναλλασσόμενες ταινίες διαφορετικής στιλπνότητας (σε ακτινικές επιφάνειες). Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο με πόρους μεγάλους, μάλλον πολλούς, μόνους και πολλαπλούς, που διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι και αρκετοί έχουν τυλώσεις. Οι ακτίνες δύσκολα διακρίνονται με γυμνό μάτι. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό κυκλικό ή μονόπλευρο, όχι έντονο και διακρίνεται με φακό. (Σπάνια μπορεί να υπάρχει οριακό παρέγχυμα, ορατό με γυμνό μάτι).

Ιδιότητες: Είναι ξύλο με μέτριο βάρος και σκληρότητα. Παρουσιάζει όχι ιδιαίτερα καλές ιδιότητες αντοχής. Το πριονίδι έχει αναφερθεί ότι προκαλεί δερματίτιδες και αναπνευστικές ενοχλήσεις σε μερικά άτομα.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται για κατασκευή επίπλων, δαπέδων, σε εσωτερικές και εξωτερικές επενδύσεις, για πολτό, σε οικοδομικές κατασκευές, στη ξυλουργική, στη ναυπηγική, στη ξυλογλυπτική (Traboulay, 1998; Τσουμής, 2000).

36. *Terminalia superba* (Frake, Afara, Limba)

Δομή: Το σομφό έχει πάχος 12,5-15 εκ. και δεν ξεχωρίζει από το εγκάρδιο. Το χρώμα ποικίλει από γκρι ως ροζ – λευκό όταν είναι φρεσκοκομμένο και έπειτα σκουραίνει και γίνεται κόκκινο – καφέ. Περιστασιακά μπορεί να έχει μαύρες, ακανόνιστες λωρίδες που κάνουν το ξύλο ιδιαίτερα ελκυστικό. Ανάλογα με την προέλευση μερικοί κορμοί περιέχουν μια ακανόνιστη σχεδόν «καρδιά», που ίσως είναι εύθραυστη. Είναι ευθύινο ή στρεψόινο και η υφή του είναι μέτρια τραχιά. Οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι συνήθως πλατιοί και ευδιάκριτοι. Είναι διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους οι οποίοι είναι λίγοι σε αριθμό, ορατοί στο γυμνό μάτι και είναι αρμονικά κατανομημένοι: είτε είναι μόνοι είτε σε μικρές ακτινικές ομάδες. Οι τυλώσεις είναι

μάλλον σπάνιες. Οι ακτίνες είναι ομαλές και μόλις ορατές με έναν απλό μεγεθυντικό φακό. Το παρέγχυμα είναι παρατραχειακό πτερυγοειδές, συχνά ενωμένο και διακρίνεται με γυμνό μάτι. Εάν το σκούρο ξύλο καταλαμβάνει μεγάλο ποσοστό του κορμού, τότε πωλείται ξεχωριστά. Τα ακτινικά κύτταρα είναι γεμάτα με μια κίτρινη, κολλώδη ουσία.

Ιδιότητες: Τα κορμοτεμάχια θα πρέπει να αποφλοιώνονται και να ψεκάζονται με εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα για να αποφεύγεται η σήψη. Το ξύλο ξηραίνεται εύκολα χωρίς σημαντική φθορά, παρά μόνο μικρές πιθανές στρεβλώσεις. Η ρίκνωση είναι μάλλον μικρή. Πρόκειται για πολύ σταθερό ξύλο. Μπορεί να ποικίλει σε πυκνότητα, αλλά κατεργάζεται σχετικά εύκολα και τεμαχίζεται εύκολα με εργαλεία και μηχανήματα. Εμποτίζεται σχετικά δύσκολα και καρφώνεται ικανοποιητικά, αλλά έχει τάση να σχίζεται. Βάφεται και συγκολλείται καλά, αν έχει χρησιμοποιηθεί η κατάλληλη γομωτική ουσία. Το σομφό είναι μέτρια διαπερατό, ενώ το εγκάρδιο είναι πολύ αδιαπέρατο. Για να γίνει σωστή επεξεργασία με συντηρητικά πρέπει να εφαρμοστούν μέθοδοι διαβροχής με πίεση για να επιτευχθεί σωστή διείσδυση της ουσίας. Θεωρείται ότι έχει καλές ιδιότητες για παραγωγή ξυλοφύλλων. Σε μεγάλους κορμούς η εύθραυστη καρδιά θα πρέπει να απομακρύνεται, γιατί ελαττώνει τη δύναμη και την αντοχή του ξύλου. Έχει μικρή αντοχή σε κάμψη. Δεν είναι ανθεκτικό σε προσβολές εντόμων, μυκήτων, τερμιτών και θαλάσσιων οργανισμών. Οι ακίδες (σχίζες) του ξύλου μπορεί να προκαλέσουν φλεγμονές στο δέρμα.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφρές οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, δαπέδων, στη ναυπηγική, για ξυλόφυλλα, αντικολλητά, χαρτοπολτό, σε μέρη οχημάτων, για μοριοπλάκες, ινοπλάκες, στύλους, σε εσωτερικές επενδύσεις, για μουσικά όργανα, ξυλουργικά, παιχνίδια, торνευτά (Titmuss, 1971; Bolza & Keating, 1972; U.S.D.A., 1974; Traboulay, 1998; Τσουμής, 2000).

37. *Triplochiton scleroxylon* (Obeche)

Δομή: Το χρώμα του ξύλου είναι κιτρινωπό. Πρόκειται για διασπορόπορο πλατύφυλλο, με πόρους οι οποίοι δεν είναι πολλοί, είναι μεγάλοι και μέτριοι, μόνοι και σπάνια πολλαπλοί, διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι και αρκετοί έχουν τυλώσεις. Το παρέγχυμα είναι οριακό ασαφές.

Ιδιότητες: Είναι ξύλο μάλλον ελαφρύ και όχι πολύ μαλακό. Κατεργάζεται εύκολα με κατάλληλα τροχισμένα εργαλεία, αλλιώς θρυμματίζεται. Ξηραίνεται χωρίς σημαντική φθορά. Παρουσιάζει καλή μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του. Εμποτίζεται δύσκολα και δεν αντέχει σε προσβολές εντόμων και μυκήτων (το σομφό μπορεί να παρουσιάσει κύανωση). Καρφώνεται, βάφεται και στιλβώνεται ικανοποιητικά.

Χρήσεις: Χρησιμοποιείται σε ελαφρές οικοδομικές κατασκευές, για κατασκευή επίπλων, στη ναυπηγική, σε μέρη οχημάτων, για ξυλόφυλλα και αντικολλητά (στη μεσαία στρώση), χαρτοπολτό, σε εσωτερικές επενδύσεις, για μοριοπλάκες και ινοπλάκες, για παιχνίδια, ξυλουργικά, μουσικά όργανα, торνευτά (Τσουμής, 2000).

Τιμές φυσικών (πυκνότητα, ρίκνωση, διαπερατότητα, διαστασιακή σταθερότητα) και μηχανικών ιδιοτήτων (εφελκυσμός, στατική κάμψη, θλίψη, διάτμηση, σκληρότητα, σχίση, κρούση) για διάφορα τροπικά ξύλα παρουσιάζονται στους πίνακες 8.1 και 8.2, αντίστοιχα. Αξονικές τομές (ακτινικές/εφαπτομενικές) των τροπικών ξύλων φαίνονται στην Εικόνα 8.3.

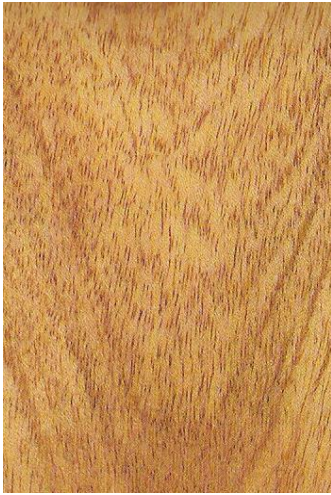
Στον Πίνακα 8.3 παρουσιάζεται η κατάταξη των διαφόρων τροπικών ξύλων σε κατηγορίες ανά ιδιότητα (πυκνότητα, φυσική αντοχή, δυνατότητα εμποτισμού, αντίσταση σε προσβολή εντόμων, μηχανική κατεργασία, δυνατότητα κάμψης και μηχανική αντοχή σε στατική κάμψη). Τέλος, στον πίνακα 8.4 παρουσιάζονται οι χρήσεις των διαφόρων κωνοφόρων και πλατύφυλλων ξύλων της εύκρατης ζώνης με διάκριση των βασικών χρήσεων του κάθε ξύλου (BX) και των δυνατών χρήσεων (ΔX).

Είδος	Πυκνότητα g/cm ³		Συνολική ρίκνωση (%)			Διαπερατότητα (c.c./sec cm ² atm/cm), K _a			Διαστασιακή σταθερότητα
	r ₀	R ₁₂₋₁₅	Αξον.	Ακτ.	Εφ.	Αξον.	Ακτ.	Εφ.	RH 90-60%
<i>Acacia hockii</i>									
<i>Adina spp.</i>									
<i>Albizia glaberrina</i>									
<i>Allophylus spp.</i>									
<i>Anopyxis kleineana</i>									
<i>Azelia africana</i>	-	0,81	-	2,6	4,3				1,5
<i>Antiaris welwitschii</i>	-	0,55	-	3,5	5,8				2,6
<i>Aucoumea klaineana</i>	0,41	0,43	0,2	3,8	5,7				
<i>Baphia kirchii</i>									
<i>Canarium schweinfurthii</i>	0,45	0,50	-	6,0	8,7				3,3
<i>Chlorophora excelsa</i>	0,60	0,62	0,1	3,8	5,5				1,5
<i>Dalbergia latifolia</i>	0,80	0,87	-	2,7	5,8				1,7
<i>Dumoria heckelii</i>	0,59	0,62	0,2	4,7	6,3				
<i>Entandr. angolense</i>	0,52	0,59	-	5,1	7,6	1200			2,8
<i>Entandr. candollei</i>	0,65	0,70	-	4,3	6,0				
<i>Entandr. cylindricum</i>	0,62	0,65	-	5,4	6,7	150			3,1
<i>Entandr. utile</i>	0,59	0,63	0,3	5,0	7,9	16			3,0
<i>Gonystylus bancanus</i>	0,55	0,60	-	4,0	9,4				4,6
<i>Guibourtia ehie</i>	0,75	0,78	0,1	4,2	8,0				
<i>Guibourtia tessmannii</i>	0,75	0,87	-	6,2	7,7				
<i>Khaya ivorensis</i>	0,49	0,51	0,2	3,2	5,7				2,4
<i>Lovoa trichilioides</i>	0,56	0,60	-	3,9	6,5				2,2
<i>Mansonina altissima</i>						5,4			
<i>Microberlina brazzavillensis</i>	0,69	0,78	-	5,1	8,0				
<i>Morus mesozygia</i>	-	0,85	-	3,5	5,8				
<i>Nauclea diderrichii</i>	-	0,74	-	-	7,5				2,7
<i>Ochroma lagopus</i>	0,13	0,16	0,6	2,4	4,4	1300			2,6
<i>Parashorea plicata</i>	-	0,53	-	-	-				2,4-3,4
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	0,65	0,70	-	3,0	4,7	0,01			
<i>Shorea pauciflora</i>	-	0,67	-	4,5	8,2	0,78			3,0
<i>Swietenia macrophylla</i>	0,55	0,60	0,3	3,2	5,1	12			
<i>Tarrietia densiflora</i>	0,65	0,70	-	3,6	8,2				
<i>Tectona grandis</i>	0,63	0,67	0,6	3,0	5,8	7,9			1,9
<i>Terminalia ivorensis</i>	0,50	0,57	-	3,0	4,5	0,002			1,6
<i>Terminalia superba</i>	0,57	0,60	0,2	4,7	5,5				2,3
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	0,35	0,38	0,2	3,3	5,6				2,1

Πίνακας 8.1 Τιμές φυσικών ιδιοτήτων (πυκνότητα, ρίκνωση, διαπερατότητα, διαστασιακή σταθερότητα) τροπικών ξύλων (Scheiber, 1965; Smith & Lee, 1958; HMSO, 1972; Τσουμής, 2000).

Είδος	Εφελκυσμός, N/mm ²		Στατική κάμψη, N/mm ²			Θλίψη, N/mm ²		Διάτμηση, N/mm ²	Σκληρότητα, N/mm ²		Σχίση, N/m ²	Κρούση (J/cm ²)
		⊥	ΜΘ	ΟΤΙ	ΜΕ		⊥			⊥		
<i>Adina spp.</i>												
<i>Albizia glaberrina</i>												
<i>Allophylus spp.</i>												
<i>Anopyxiskleineana</i>												
<i>Azelia africana</i>			125		15300	68		16				
<i>Antiaris welwitschii</i>			70		9500	42		11				
<i>Aucoumea klaineana</i>	58	1,8	72		3000	39	5,4	6	30	12		2,5
<i>Baphia kirchii</i>												
<i>Canarium schweinfurthii</i>		2,0	69		11000	39			47			3,3
<i>Chlorophora excelsa</i>	79	2,6	113		11500	70		11	60	33		2,5
<i>Dalbergia latifolia</i>		6	119		12500	60		15	67	35		8,5
<i>Dumoria heckelii</i>	78	2,1	98		14000	54		8,5	44	26		3,2
<i>Entandr. angolence</i>		2,1	78		10100	48		9,8	61	43		4,4
<i>Entandr. candollei</i>		1,9	90		8100	51		6				6,2
<i>Entandr. cylindricum</i>	88	2,5	111		10000	60	8,5	8,5	76	63		7,0
<i>Entandr. utile</i>	110	2,2	99		11500	58	90	9,5	46	15		4,0
<i>Gonystylus bancanus</i>			130		15500	71		11	25			
<i>Guibourtia ehie</i>	133	4	135		17100	81		13	88	39		11,2
<i>Guibourtia tessmannii</i>		4,2	143		13000	70		10				5,3
<i>Khaya ivorensis</i>	62	2,0	87		10000	46	7	8	33	14		4,0
<i>Lovoa trichilioides</i>	106	1,9	82		13000	52	8,5	9	51	43		8,7
<i>Mansonia altissima</i>	119	2,3	131		12000	66		8	76	58		6,5
<i>Microberlina brazzavillens</i>		3,5	100		11500	50		7,9	51	27		5,9
<i>Morus mesozygia</i>			162		14800	94		19				3,4
<i>Nauclea trillesii</i>			130		14100	60						4,0
<i>Ochroma lagopus</i>	75	1,0	19		2600	9,4	1	1,1	10	4,5		2,2
<i>Parashorea plicata</i>			92		11800	50						
<i>Pterocarpus soyauxii</i>		2,2	138		12700	75		7,9	83	44		6,5
<i>Shorea pauciflora</i>			92		11900	53						
<i>Swietenia macrophylla</i>		2,5	85		8500	50	9,8	9,9	44	32		5,3
<i>Tarrietia densiflora</i>			140		11900	60		16				
<i>Tectona grandis</i>	120	4,2	134		14000	66	26	9	67	28		6,0
<i>Terminalia ivorensis</i>		2,4	77		9000	48		9	59	38		3,5
<i>Terminalia superba</i>	105	2,1	111		12500	63	8	7,5	58	24		5,0
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	50	1,3	74		6800	40		5,5	31	20		3,0

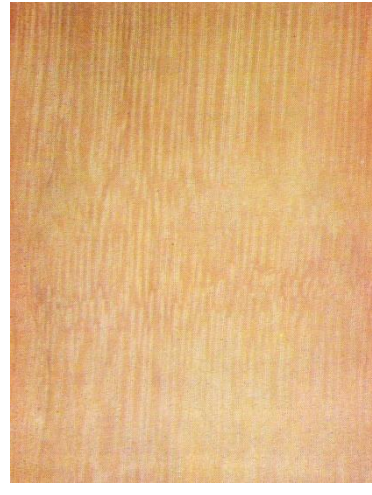
Πίνακας 8.2 Τιμές μηχανικών ιδιοτήτων τροπικών ξύλων (Scheiber, 1965; Vagenführ & Scheiber, 1974; Τσουμής, 2000).



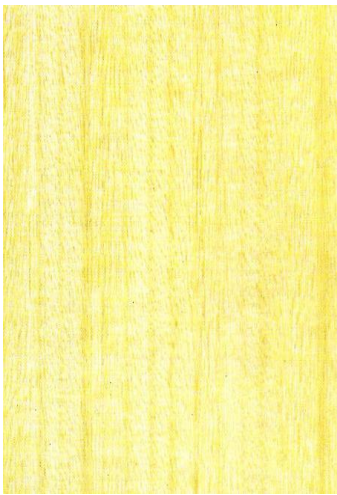
Acacia mearnsii
Mulla



Afromorsia elata
Kokrodua



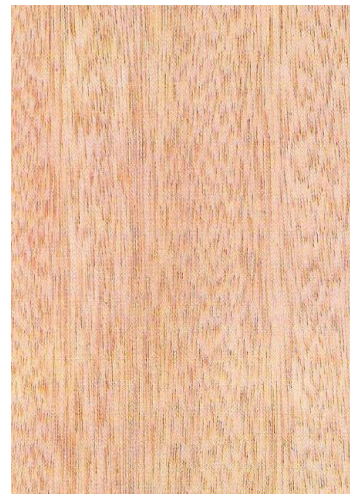
Afzelia bipindensis
Doussie



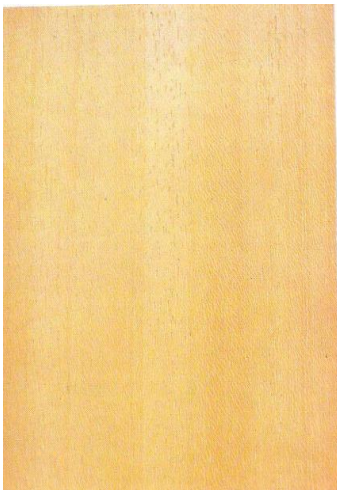
Antiaris africana
Ako



Chlorophora excelsa
Iroko



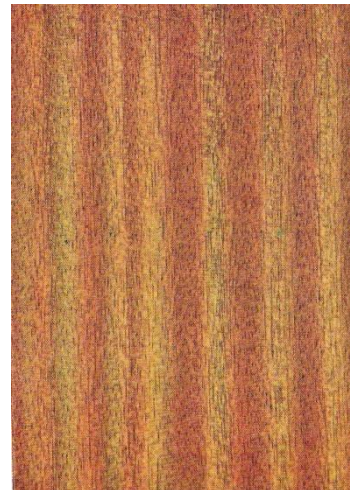
Aucoumea klaineana
Okoume



Canarium schweinfurthii
Aiele



Dalbergia variabilis
Rosewood



Entandrophragma angolense
Tiama



Dumoria heckelii
Makore



Entrandrophragma cylindricum
Sappelle



Gonystylus bancanus
Ramin



Guibourtia tessmannii
Bubinga



Khaya ivorensis
Akajou



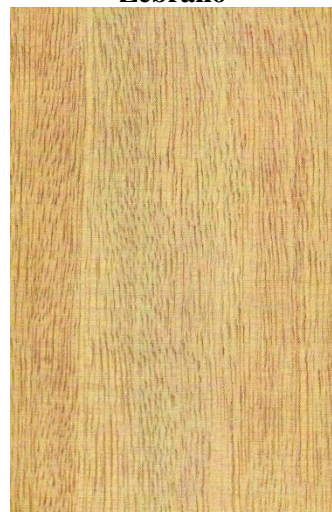
Microberlina brazzavilensis
Zebrano



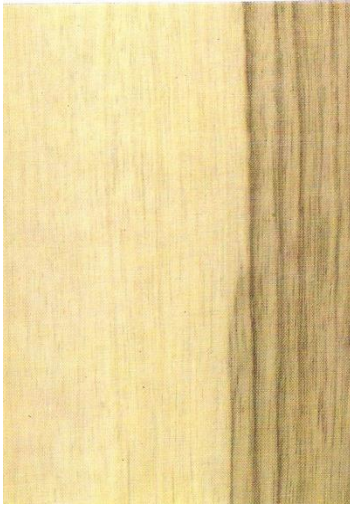
Pterocarpus soyauxii
Padauk



Tectona grandis
Teak



Terminalia ivorensis
Framire, Idigbo



Terminalia superba
Limba



Guibourtia chodatiana
Kurunai



Guibourtia tessmanii
Kevazingo



Parashorea lucida
Geradu



Lovoa trichillioides
Tigerwood



Nauclea diderrichii
Opepe



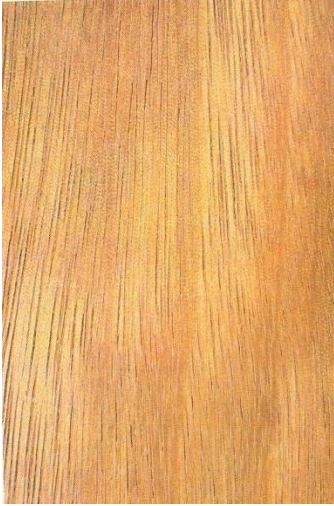
Ochroma pyramidale
Balsa



Albizia falcataria
Mollucana



Milletia laurenti
Wenge



Erythrophleum guineense
Tali



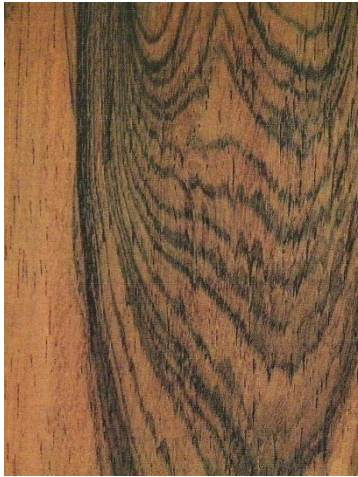
Triplochiton scleroxylon
Obeche



Shorea hypochra
Meranti



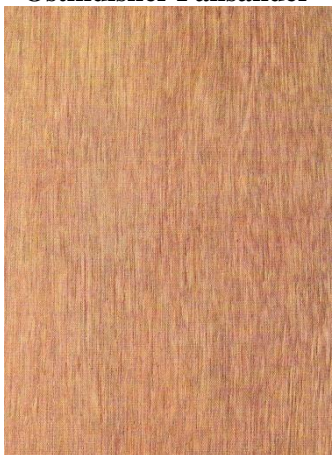
Dalbergia latifolia
Ostindischer Palisander



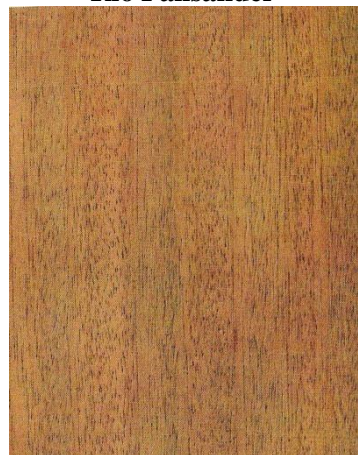
Dalbergia nigra
Rio Palisander



Entrandrophragma utile
Sipo



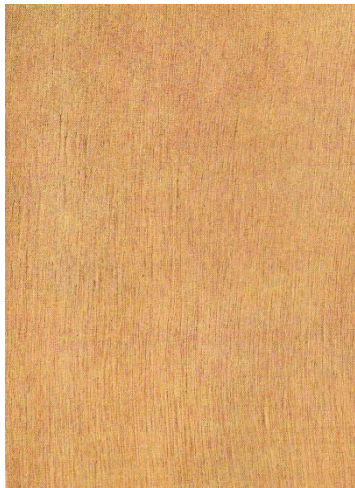
Guarea cedrata
Bosse



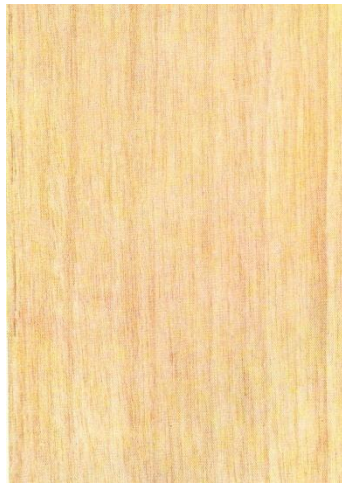
Lovoa trichilioides
Dibetou



Turraeanthus africanus
Avodire



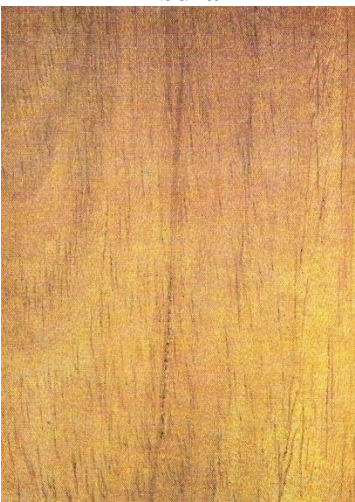
Mitragyna ciliate
Abura



Aningeria robusta
Anigre



Mansonia altissima
Bete



Tarrietia utilis
Niangon



Swietania mahagony
Maoni



Adina microcephala
Mutumi



Albizia ferruginea
Awiewfo-samina



Parinari excelsa
Aimoradan



Parashorea lucida
(Geratu)

Εικόνα 8.3 Εμφάνιση (σχεδίαση) τροπικών ξύλων σε αξονικές τομές (Βουλγαρίδης, 2015; Wagenführ & Scheiber, 1974).

Είδος	Πυκνότητα	Φυσική αντοχή	Δυνατότητα εμποτισμού	Αντίσταση από προσβολή εντόμων	Μηχανική κατεργασία	Δυνατότητα κάμψης	Μηχανικές ιδιότητες	
							Μ.Θ.	Μ.Ε.
ΤΡΟΠΙΚΑ ΞΥΛΑ								
<i>Acacia hockii</i>	3	Φ	ΣΑ	T	B	-	-	-
<i>Adina spp.</i>	5	ΠΑ	-	T	C	-	-	-
<i>Albizia glaberrina</i>	4	ΑΝ→Φ	ΑΔ	T	C	ΜΙ	-	-
<i>Allophylus spp.</i>	4	Φ	ΑΔ	-	A	-	-	-
<i>Anopyxis kleineana</i>	5	ΜΑ→Φ	-	T	B	-	-	-
<i>Azelia africana</i>	4	ΠΑ	ΑΔ	PB,T	D	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Antiaris welwitschii</i>	3	Φ	Δ	AB,LB,PB	B	ΜΙ	ΜΘ1	ΜΕ3
<i>Aucoumea klaineana</i>	2	ΜΑ→Φ	ΑΔ	T	D	-	ΜΘ1	ΜΕ1
<i>Baphia kirchii</i>	6	ΠΑ	ΑΔ	T	E	-		
<i>Canarium schweinfurthii</i>	3	Φ	ΑΔ	AB,PB	B	ΜΙ	ΜΘ1	ΜΕ3
<i>Chlorophora excelsa</i>	3	ΠΑ	ΑΔ	AB,LB,PB,T	C	ΜΙ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Dalbergia latifolia</i>	4	ΠΑ	ΑΔ	AB,PB	D	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Dumoria heckelii</i>	3	-	ΜΔ	ΑΝΘΕΚΤΙΚΟ ΣΤΑΥ	D	ΜΕ	-	-
<i>Entandr. angolense</i>	4	ΜΑ→ΟΑ	-	T	B	-	ΜΘ3	ΜΕ2
<i>Entandr. candollei</i>	4	ΜΑ→ΟΑ	ΣΑ	-	A	-	-	-
<i>Entandr. cylindricum</i>	4	ΑΝ→ΟΑ	ΑΔ	FB	B	ΜΙ	-	-
<i>Entandr. utile</i>	4	ΜΑ→Φ	ΑΔ	-	B	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Gonystylus bancanus</i>	-	Φ	Δ	AB,PB	C	K	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Guibourtia ehie</i>	5	ΑΝ	ΜΔ	T	D	-	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Guibourtia tessmannii</i>	5	ΑΝ	ΣΑ	T,FB,AB,LB,J B,PB	C	-	-	-
<i>Khaya ivorensis</i>	3	ΑΝ	ΑΔ	AB,LB,PB,T	C	ΜΙ	-	-
<i>Lovoa trichilioides</i>	3	ΜΑ	ΑΔ	AB,LB,PB,T	C	ΜΙ	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Mansonia altissima</i>	4	ΠΑ	ΑΔ	AB,LB,T	C	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Microberlina brazzavillensis</i>	4	ΑΝ	ΑΔ	T	B	-	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Morus mesozygia</i>	5	ΜΑ→Φ	ΑΔ	T,LB	C	-	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Nauclea diderrichii</i>	4	ΠΑ	ΣΑ	FB,T	C	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Ochroma lagopus</i>	1	Φ	ΣΑ	AB,LB,PB,T	A	ΠΜ	ΜΘ1	ΜΕ1
<i>Parashorea plicata</i>	-	ΟΑ	ΣΑ	AB,PB	C	ΜΙ	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	3	ΠΑ	ΑΔ	AB,LB	D	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Shorea pauciflora</i>	3	ΜΑ	ΣΑ	AB,LB,PB	C	ΜΙ	ΜΘ2	ΜΕ3
<i>Swietenia macrophylla</i>	3	ΑΝ	ΑΔ	AB,PB,T	C	ΜΙ	-	-
<i>Tarrietia densiflora</i>	4	ΟΑ	ΑΔ	-	B	ΜΙ	-	-
<i>Tectona grandis</i>	3	ΠΑ	ΑΔ	AB,PB	C	ΜΕ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Terminalia ivorensis</i>	4	ΑΝ	ΑΔ	LB,T	D	ΜΙ	-	-
<i>Terminalia superba</i>	3	ΟΑ	ΜΔ	AB,PB	C	ΜΙ	ΜΘ3	ΜΕ3
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	2	ΟΑ	ΣΑ	AB,LB,PB	A	ΜΙ	ΜΘ1	ΜΕ1

*Για την κατάταξη των ξύλων σε κατηγορίες κατά ιδιότητα βλ. Κεφ. 2 (Για πυκνότητα, σε ββάθμια κλίμακα: Πολύ ελαφρύ=1, ελαφρύ=2, μέτριο=3, βαρύ=4, πολύ βαρύ=5, εξαιρετικά βαρύ=6. Για φυσική αντοχή, σε ββάθμια κλίμακα: ΠΑ=Πολύ ανθεκτικά, Α=Ανθεκτικά, ΜΑ=μέτρια ανθεκτικά, ΟΑ=όχι ανθεκτικά, ΚΑ=καθόλου ανθεκτικά. Για δυνατότητα εμποτισμού, σε ββάθμια κλίμακα: Δ=Διαπερατά, ΜΔ=μετρίως διαπερατά, ΣΑ=σχετικά αδιαπερατά και Α=αδιαπερατά. Για αντίσταση σε προσβολή εντόμων: AB: Ambrosia Beetles, LB: Lophorn Beetles, WW: Wood-Wasps, JP: Jewel Beetles, PB: Powder-post Beetles, FB: Furniture Beetles (Έντομα επίπλων), T: Termites (τερμίτες). Για μηχανική κατεργασία σε ββάθμια κλίμακα: από πολύ μικρή αντίσταση (Α) μέχρι πολύ υψηλή αντίσταση (Ε). Για δυνατότητα κάμψης σε ββάθμια κλίμακα: από πολύ καλή (ΠΚ) μέχρι πολύ μικρή (ΠΜ). Για μηχανική αντοχή, σε 3 κατηγορίες ή σε ββάθμια κλίμακα (HMSO 1977 για κωνοφόρα και HMSO 1972 για πλατύφυλλα: πολύ μικρή, μικρή, μέτρια, μεγάλη και πολύ μεγάλη ή σε ββάθμια κλίμακα για τροπικά ξύλα: από S₁ έως S₇ (Bolza & Keating, 1972).

Πίνακας 8.3 Κατάταξη των τροπικών ξύλων σε κατηγορίες ανά ιδιότητα (πυκνότητα, φυσική αντοχή, δυνατότητα εμποτισμού, αντίσταση σε προσβολή εντόμων, μηχανική κατεργασία, δυνατότητα κάμψης και μηχανική αντοχή σε στατική κάμψη) (HMSO 1972, Bolza & Keating 1972).

ΧΡΗΣΕΙΣ ΕΙΑΗ	Αθλητικά είδη	Αντικολλητά	Βαγόνια	Βαρέλια	Έπιπλα	Εργαλεία αγρτ.	Ινοσανίδες	Ιστοί πλοίων	Κάρρα	Κιβώτια	Κυψέλες	Μέρη οχημάτων	Μεταλλεία	Μικροαντικείμ.	Μαλίβια	Μορισσανίδες	Μουσ. όργανα	Ναυπηγικές εργ.	Ξυλεία θερμικ.	Ξυλόγλυπτα	Ξυλόφολλα	Οικ. σκεύη	Οικοδομ. κατασκ	Παγχίδια	Πάσσαλοι	Πατόματα	Σάπτες υφαντ.	Σπύρα	Στρωτήρες	Στύλοι	Τεχνητά μέλη	Τόξα	Τορνευτά είδη	Χαρτοπολτός	Χειρολαβές όπλ.			
	ΤΡΟΠΙΚΑ																																					
<i>Acacia hockii</i>					ΔΧ	ΔΧ						ΔΧ				ΔΧ					ΔΧ		ΔΧ			ΔΧ												
<i>Adina spp.</i>	ΔΧ				ΔΧ	ΔΧ						ΔΧ								ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ								ΔΧ					
<i>Albizia glaberrina</i>					ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ		ΔΧ								ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ												
<i>Allophylus spp.</i>		ΔΧ			ΔΧ					ΔΧ						ΔΧ					ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ								ΔΧ				
<i>Anopyxis kleineana</i>	ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ					ΔΧ						ΔΧ					ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ								ΔΧ				
<i>Azelia africana</i>		ΔΧ						ΔΧ				ΔΧ				ΔΧ					ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ								ΔΧ				
<i>Antiaris welwitschii</i>	ΔΧ	ΔΧ				ΔΧ		ΔΧ		ΔΧ										ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ				ΔΧ											
<i>Aucoumea klaineana</i>		ΔΧ			ΔΧ					ΔΧ		ΔΧ					ΔΧ				ΒΧ	ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ								ΔΧ	ΔΧ		
<i>Baphia kirchii</i>	ΔΧ				ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ				ΔΧ					ΔΧ						ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ								ΔΧ				
<i>Canarium schweinfurthii</i>					ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ						ΔΧ							ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ								ΔΧ	ΔΧ			
<i>Chlorophora excelsa</i>		ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ					ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ							ΔΧ			ΔΧ									ΔΧ	ΔΧ		
<i>Dalbergia latifolia</i>	ΔΧ				ΔΧ	ΔΧ															ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ										ΔΧ			
<i>Dumoria heckelii</i>	ΔΧ				ΒΧ							ΔΧ										ΒΧ															ΔΧ	
<i>Entandrophragma angolense</i>	ΔΧ	ΔΧ			ΔΧ					ΔΧ		ΔΧ					ΔΧ				ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ													
<i>Entandrophragma candollei</i>		ΔΧ			ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ											ΔΧ		ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ									ΔΧ			
<i>Entandrophragma cylindricum</i>					ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ							ΔΧ						ΔΧ	ΔΧ														
<i>Entandrophragma utile</i>					ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ							ΔΧ						ΔΧ	ΔΧ														
<i>Gonystylus bancanus</i>		ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ									ΔΧ					ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ												
<i>Guibourtia ehie</i>		ΔΧ			ΔΧ						ΔΧ	ΔΧ					ΔΧ						ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ									ΔΧ			
<i>Guibourtia tessmannii</i>		ΔΧ			ΔΧ		ΔΧ				ΔΧ					ΔΧ							ΔΧ	ΔΧ		ΔΧ			ΔΧ						ΔΧ			ΔΧ

Βιβλιογραφία

- Αϊδινίδης, Ε., & Βασιλείου, Β. (2007). Τα μαόνια και τα ψευδομαόνια του εμπορίου. *Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου «Ανάπτυξη Ορεινών Περιοχών – Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος»*, Χλόη Καστοριάς, 7-10 Οκτ. 2007, Τόμος II : 109 – 124.
- Βασιλείου, Β., & Αϊδινίδης, Ε. (2004). Τα τροπικά ξύλα ανιγκρέ και ψευδο-ανιγκρέ: Ιδιότητες, χαρακτηριστικά ποιότητας και αξιοποίηση. *Δασική Έρευνα* 17: 73-86.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- Bolza, E., & Keating, D. (1972). *African Timber –The Properties, Uses and Characteristics of 700 Species*. Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation (CSIRO), Melbourne, Australia.
- Chudnoff, M. (1984). *Tropical timbers of the world. Agriculture handbook 607*. Forest Products Laboratory. United States Department of Agriculture.
- HMSO. (1969). *The Strength Properties of Timber*. Dept. Environment, *Forest Products Research, Bulletin* No. 50, HMSO, London.
- HMSO. (1972). *A Handbook of Hardwoods*. BRE, Dept. Environment, HMSO, London.
- Kukachka, B.F. (1969). Properties of imported tropical woods. *Conference on Tropical Hardwoods held at the State University College of Forestry, Syracuse University*. August 18-21, 1969.
- Nair, M. N. B. (1998). *Wood anatomy and major uses of wood*. Faculty of Forestry. University Putra. Malaysia.
- Rao, K. R., & Purkayastha, S.K. (1972). *Indian woods: Their identification, properties and uses, volume 3*. F.R.I. Press in the Publicity and Liaison Branch, Forest Research Institute and Colleges, Dehra Dun. India.
- Rendle, B. J. (1969). *World Timbers (Vol. I: Europe and Africa, Vol. II: North and South America)*. Ernest Benn, London
- Rendle, B. J. (1970). *World Timbers (Vol. III: Asia, Australia and New Zealand)*. Ernest Benn, London.
- Scheiber, Chr. (1965). *Tropenhölzer*. VEB Fachbuchverlag Leipzig, Germany.
- Smith, D. N., & Lee, E. (1958). *The Longitudinal Permeability of some Hardwoods and Softwoods*. Forest Products Research Special Report No. 13, HMSO, London.
- Titmuss F. H. (1971). *Commercial Timbers of the World*, Technical press. London.
- Traboulay G. (1998). *Tropical Species Used at Balkan Export*. Monograph No 1, Thessaloniki.
- Τσουμής Γ. (2000). *Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Τόμος Α' Δομή και Ιδιότητες. Τόμος Β' Βιομηχανική Αξιοποίηση*. Θεσσαλονίκη.
- U.S.D.A. (1974). *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*, U.S.D.A. For. Serv., Agriculture handbook 72, Washington.
- Wagenführ, R., & Chr. Scheiber. (1974). *Holzatlas*. VEB Fachbuchverlag Leipzig, Germany.
- Webster, C. (1978). *Timber Selection by Properties: The Species for the Job. Part I and Part II*. Department of the Environment, BRE Report, HMSO, London.

9. Αξιοποίηση ξύλου, ποιότητα προϊόντων και περιβάλλον

Σύνοψη

Αναφέρεται με συντομία στις συνέπειες που μπορεί να έχει το αστικό και βιομηχανικό περιβάλλον στην ποιοτική και ποσοτική παραγωγή ξύλου από τα δασικά δέντρα και στις αρνητικές συνέπειες που μπορούν να προκύψουν από την παραγωγή του ξύλου στο δάσος, τη μετατόπιση και τη μεταφορά του στα εργοστάσια, την κατεργασία του και τη χρησιμοποίησή του με τη μορφή τελικών προϊόντων καθώς και από την απόσυρση από τη χρήση του στο περιβάλλον. Επίσης, αναφέρονται και ορισμένα βασικά μέτρα τα οποία πρέπει να λαμβάνονται ώστε να αποφεύγονται ή να ελαχιστοποιούνται αυτές οι αρνητικές επιδράσεις.

Προαπαιτούμενη γνώση

Βιβλία: 1. Tsoumis, G. 1992. *Harvesting Forest Products*. 2. Dickinson, W.C. 2000. *Integrative Plant Anatomy*. 3. Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood*. 4. Kettunen, P.O. 2006. *Wood Structure and Properties*. 5. Τσουμής, Γ. 1983. *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου*. 6. Kollmann, F. and Cote, W.A. 1968. *Principles of Wood Science and Technology, I: Solid Wood*. 7. Φιλίππου, Ι. 2015. *Χημική Τεχνολογία του Ξύλου*

Λεξιλόγιο: αλληλεπίδραση περιβαλλοντικών συνθηκών και παραγωγής ξύλου, παραγωγή ακατέργαστου ξύλου, κατεργασία ξύλου, χρήσεις του ξύλου, απόσυρση προϊόντων ξύλου, επιπτώσεις στο περιβάλλον, μέτρα αποφυγής αρνητικών επιπτώσεων, *interaction between environmental conditions and wood production, round wood production, wood processing, uses of wood, disposal of wood products, environmental effects*.

9.1. Αλληλεπίδραση περιβαλλοντικών συνθηκών και παραγωγής ξύλου

Το ξύλο είναι βιολογικό υλικό και παράγεται από τα δασικά δέντρα, τα οποία αναπτύσσονται κάτω από την επίδραση των διαφόρων περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, φως, βροχοπτώσεις και σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, έδαφος, ρυπαντές της ατμόσφαιρας και του εδάφους).

Η ανάπτυξη των δέντρων και η ποσοτική και ποιοτική παραγωγή ξύλου επηρεάζεται από το αστικό περιβάλλον των μεγάλων κυρίως πόλεων, το βιομηχανικό περιβάλλον και από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, που τροφοδοτούν με διάφορους ρύπους είτε την ατμόσφαιρα είτε το έδαφος και συντελούν στην κλιματική αλλαγή. Οι ρύποι αυτοί περιλαμβάνουν διάφορα υγρά ή αέρια, μικροσωματίδια, στερεά απόβλητα και ραδιενεργές ουσίες και με τη μορφή τοξικών αερίων, του όζοντος, όξινης βροχής, εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων και λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στη γεωργία, αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων και διαφόρων τύπων ακτινοβολίας μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στη φυσιολογική ανάπτυξη των δέντρων. Στην περίπτωση υγρών και αερίων ρυπαντών, αυτοί μπορούν να επικάθονται στην επιφάνεια των φυτών ή να διεισδύουν στο φυτό μέσω των στομάτων των φύλλων και να προκαλούν φυσιολογικές αντιδράσεις των φυτών με αποτέλεσμα αυξητικές ακανονιστίες (π.χ. στενοί αυξητικοί δακτύλιοι, διαφοροποίηση του πλάτους των αυξητικών δακτυλίων, κ.λπ.), ακανονιστίες δομής του ξύλου, μεταβολές στα παραγόμενα κύτταρα (π.χ. παραγωγή λεπτότερων κυτταρικών τοιχωμάτων), μορφολογικές διαφοροποιήσεις κυρίως των φύλλων και βλαστών, εξασθένιση του δέντρου και μείωση της ποιοτικής και ποσοτικής παραγωγής του ξύλου (Dickinson, 2000).

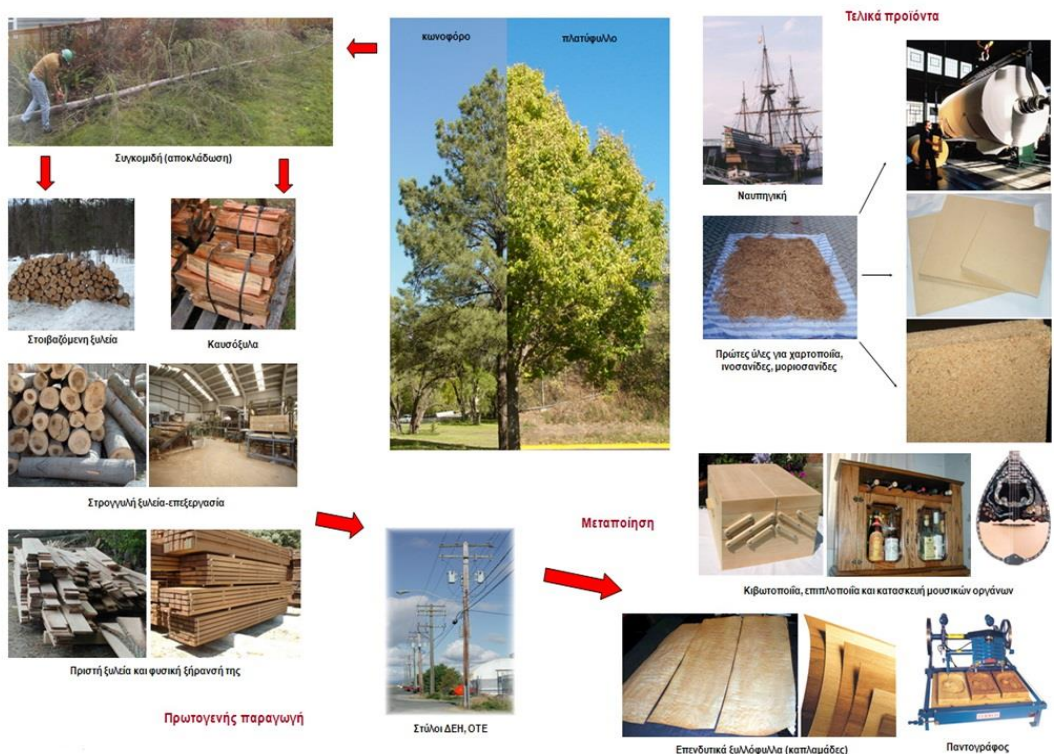
Ο ρυθμός ανάπτυξης των δέντρων και η παραγωγή ξύλου από τα δάση είναι αποτέλεσμα των περιβαλλοντικών και κλιματικών παραγόντων που επικρατούν σε κάθε συγκεκριμένη περιοχή. Η γονιμότητα και η ποιότητα του εδάφους, το ύψος βροχής και η κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια της βλαστητικής δραστηριότητας των δέντρων, η θερμοκρασία και η ηλιοφάνεια είναι βασικοί παράγοντες, που βρίσκονται σε άμεση σχέση με το ρυθμό ανάπτυξης των δέντρων, το πλάτος των παραγόμενων αυξητικών δακτυλίων και το πλάτος του πρώιμου και όψιμου ξύλου, τη μορφολογία και τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων κυττάρων και, γενικά, με την ποιότητα του παραγόμενου ξύλου (Αδαμόπουλος & Βουλγαρίδης, 2012). Είναι χαρακτηριστική η στενή σχέση του πλάτους των αυξητικών δακτυλίων και του κλίματος που επικρατεί στην περιοχή, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της επιστήμης της «δεντροκλιματολογίας» και της «δεντροχρονολογίας» (Harlow, 1970; Τσουμής, 1983).

Κατά την παραγωγή του ξύλου στο δάσος με τη ρίψη των δέντρων και τη διαμόρφωση των κορμών σε κορμοτεμάχια (στρογγύλη ξυλεία) και στοιβαζόμενο ξύλο, μετατόπιση των δασικών αυτών προϊόντων στο δασόδρομο και στους τόπους συγκέντρωσης (Εικ. 9.1) και τη μεταφορά του στις δασικές βιομηχανίες ως τη χρήση του με τη μορφή διαφόρων προϊόντων (Εικόνα 9.2) αλλά και μετά τη χρήση του (απόσυρση των προϊόντων ξύλου) είναι δυνατό να δημιουργηθούν συνθήκες και καταστάσεις, που μπορούν να προκαλέσουν δυσμενείς συνέπειες στο περιβάλλον (Tsoumis, 1992). Οι νέες τάσεις σήμερα είναι να ελαχιστοποιηθούν

αυτές οι μη επιθυμητές επιπτώσεις με τη ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων συγκομιδής ξύλου και καθαρών και φιλικών στο περιβάλλον χημικών και μηχανικών τεχνολογιών στις διάφορες φάσεις αξιοποίησής του.



Εικόνα 9.1 Παραγωγή (Α) στρογγύλης ξυλείας (κορμοτεμάχια) ελάτης και (Β) στοιβαζόμενου ξύλου σε δασικό δρόμο για μεταφορά τους σε δασικές βιομηχανίες (Βουλγαρίδης, 2015).



Εικόνα 9.2 Παραγωγή ξύλου από κωνοφόρα και πλατύφυλλα δασοπονικά είδη στο δάσος και βιομηχανική αξιοποίησή του σε διάφορα προϊόντα (Βουλγαρίδης, 2015).

Οι τέσσερις κύριες φάσεις του "κύκλου ζωής" του ξύλου και των προϊόντων του μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

α. Παραγωγή των δασικών προϊόντων στο δάσος (κορμοί, κορμοτεμάχια), μετατόπισή τους από τα υλοτόμια σε δασικούς δρόμους ή τόπους συγκέντρωσης και, στη συνέχεια, μεταφορά τους στις δασικές βιομηχανίες.

β. Φυσικές, μηχανικές και χημικές επεξεργασίες του ξύλου στις δασικές βιομηχανίες και βιοτεχνίες για την παραγωγή διαφόρων τελικών προϊόντων ξύλου.

γ. Χρησιμοποίηση των παραγόμενων τελικών προϊόντων του ξύλου από τους καταναλωτές για ένα μικρότερο ή μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κατά το οποίο το τελικό προϊόν προσφέρει τις υπηρεσίες του.

δ. Απόσυρση του προϊόντος ξύλου από τη χρήση του όταν αυτό δεν μπορεί πλέον να προσφέρει τις υπηρεσίες του για τις οποίες κατασκευάστηκε.

9.2. Παραγωγή ακατέργαστου ξύλου (στρόγγυλης ξυλείας και στοιβαζόμενου ξύλου)

Για την παραγωγή του ξύλου στο δάσος εφαρμόζεται ποικιλία μεθόδων συγκομιδής, μετατόπισης και μεταφοράς του ξύλου. Οι μέθοδοι αυτές μπορεί να είναι χειρωνακτικές, μερικώς μηχανοποιημένες έως πλήρως μηχανοποιημένες. Οι χειρωνακτικές μέθοδοι είναι οι πιο φιλικές στο περιβάλλον αλλά δεν ικανοποιούν πάντοτε άλλες απαιτήσεις όπως π.χ. οικονομικότητα, ταχύτητα, ποιότητα, ευκολία, κ.λπ. (Tsoumis, 1992).

Η επιλογή συγκεκριμένου συστήματος συγκομιδής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και κυρίως από:

- (1) τη μορφή και την κατάσταση του δάσους, την κατηγορία δασοπονικών ειδών (κωνοφόρα-πλατύφυλλα), το μέγεθος των δένδρων, κ.ά.
- (2) την τοπογραφική διαμόρφωση του εδάφους, την κατάσταση και την πυκνότητα του οδικού δικτύου
- (3) την εποχή συγκομιδής
- (4) τη συγκεκριμένη τεχνολογική αξιοποίηση του παραγόμενου ξύλου
- (5) τη διαθεσιμότητα μηχανημάτων συγκομιδής και την κατάλληλη εκπαίδευση των δασεργατών.
- (6) τις αρχές της οικονομικότητας, ασφάλειας, ευκολίας και αποδοτικότητας της εργασίας καθώς και της διαμόρφωσης κατάλληλων δασικών προϊόντων από άποψη διαστάσεων και ποιότητας.

Άλλες παράμετροι, που είναι πολύ σημαντικοί και εμπλέκονται στην επιλογή μιας μεθόδου συγκομιδής, είναι:

- (1) η αειφορία των καρπώσεων με βάση την αρχή ότι το δάσος εκμεταλλεύεται αλλά και συντηρείται, προστατεύεται και βελτιώνεται ώστε να παραδοθεί καλύτερο και βελτιωμένο στις επόμενες γενιές.
- (2) η προστασία του εδάφους και του περιβάλλοντος η οποία εμπεριέχεται σε μεγάλο βαθμό στον όρο "αειφορία". Σύμφωνα με τον παράγοντα αυτό η επιλογή της μεθόδου συγκομιδής πρέπει να λαμβάνει υπόψη τυχόν διάβρωση του εδάφους και χειροτέρευση των ιδιοτήτων του καθώς και άλλες ανάγκες του πληθυσμού από τα δάση. Αποφυγή υπερκαρπώσεων, μεγάλων και βαρέων μηχανημάτων ιδιαίτερα σε κεκλιμένα εδάφη, αποψιλωτικών υλοτομιών σε μεγάλες επιφάνειες, μεγάλη πυκνότητα οδικού δικτύου σε δάση με μεγάλες κλίσεις, κ.ά., είναι μέτρα προς τη σωστή κατεύθυνση της προστασίας του εδάφους και του φυσικού περιβάλλοντος.
- (3) η παραγωγή ξύλου κατάλληλων διαστάσεων και ποιότητας για συγκεκριμένες χρήσεις.

Η συγκομιδή του ξύλου γίνεται με βάση το ισχύον 10ετές διαχειριστικό σχέδιο, στο οποίο προβλέπεται, μεταξύ άλλων, ποια τμήματα του δάσους θα υλοτομηθούν κάθε χρόνο, το ύψος του λήμματος και η μέθοδος συγκομιδής αλλά δεν παύει να είναι μία έντονη επέμβαση στο δάσος. Οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι συγκομιδής του ξύλου πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα και ανάλογα με το δασοπονικό είδος, τη δομή και τη μορφή του δάσους, τις τοπογραφικές συνθήκες και το σκοπό που επιτελεί το δάσος, να λαμβάνουν υπόψη τις αρχές της αειφορίας και της προστασίας του δάσους και του δασικού εδάφους και να εκτελούνται έτσι ώστε, στην περίπτωση των επιλογικών υλοτομιών, όπου γίνεται επιλογή (προσήμανση) των δέντρων που θα υλοτομηθούν, να αφήνουν σχεδόν άθικτο το εναπομένον δάσος ή τουλάχιστο με ελάχιστες ζημιές, οι οποίες μπορούν να επουλωθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Η εκτέλεση των υλοτομικών εργασιών απαιτεί εκπαιδευμένους και έμπειρους δασεργάτες ώστε να αποφεύγονται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό τα ατυχήματα και οι ζημιές στο εναπομένον δάσος αλλά και στο ξύλο που παράγεται από την υλοτομία των δέντρων. Οι ζημιές και οι βλάβες που μπορούν να προκύψουν από τις εργασίες συγκομιδής στο παραγόμενο ξύλο αλλά και στο δάσος και στο περιβάλλον, ιδιαίτερα στην περίπτωση των επιλογικών υλοτομιών, οι οποίες εφαρμόζονται σε όλα τα ελληνικά παραγωγικά δάση οξιάς, ελάτης, ερυθρελάτης και πεύκης, μπορούν να συνοψισθούν στα εξής (Tsoumis, 1992).

α. Κατά τη ρίψη των δέντρων, αγκίστρωση του δέντρου που υλοτομείται σε άλλα ιστάμενα δέντρα, πλήγωση (αποφλοίωση κατά θέσεις στον κορμό) ιστάμενων δέντρων, πυκνοφύτων και δενδρυλλίων κατά την πτώση τους, δημιουργία υψηλών πρέμων, κ.λπ.

β. Κατά τον τεμαχισμό, λανθασμένος τεμαχισμός σε σχέση με τα χαρακτηριστικά και τα σφάλματα του κορμού, παραγωγή κορμοτεμαχίων μικρότερου μήκους ενώ μπορούν αυτά να παραχθούν σε μεγαλύτερα μήκη, εφαρμογή ποιοτικής ταξινόμησης της στρόγγυλης ξυλείας σε ποιοτικές κλάσεις.

γ. Μεγάλος χρόνος παραμονής των κορμών και κορμοτεμαχίων στα υλοτόμια και στους τόπους συγκέντρωσης και μη κατάλληλη στοιβασία, που έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση δευτερογενών σφαλμάτων (ραγαδώσεις, μεταχρωματισμοί, αρχικά στάδια σήψεως) και την υποβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου ξύλου.

δ. Κατά την μετατόπιση, άστοχοι χειρισμοί κατά την πρόσδεση και αποσύνδεση των κορμοτεμαχίων, πρόκληση πληγώσεων σε παρακείμενα των συρτοδρόμων ιστάμενα δέντρα.

ε. Χρησιμοποίηση βαρέων μηχανημάτων κατά τη ρίψη των δέντρων και τη μετατόπιση κορμών και κορμοτεμαχίων σε κεκλιμένα δασικά εδάφη και δύσκολες τοπογραφικές συνθήκες, που απαιτούν μεγαλύτερο βαθμό διάνοιξης του δάσους και προκαλούν συμπίεση των δασικών εδαφών.

Επίσης, μεγάλος χρόνος παραμονής των κορμών και κορμοτεμαχίων στις κορμοπλατείες των εργοστασίων ξύλου χωρίς κατάλληλη στοιβασία (Εικ. 9.3) και λήψη μέτρων (συνεχής ραντισμός ή εμβάπτιση των κορμοτεμαχίων σε δεξαμενές νερού, ιδιαίτερα σε ευπαθή δασοπονικά είδη όπως για παράδειγμα με την ξυλεία οξιά), που ευνοούν την εμφάνιση δευτερογενών σφαλμάτων και υποβαθμίζουν την ποιότητα του ξύλου πριν την κατεργασία του.



Εικόνα 9.3 Κατάλληλη στοιβασία ξύλινων στύλων πεύκης για φυσική ξήρανση πριν τον εμποτισμό σε κορμοπλατεία εργοστασίου (Κακαράς, 2009).

9.3. Κατεργασία του ξύλου στις δασικές βιομηχανίες

Στον όρο "κατεργασία" περιλαμβάνονται διάφοροι χειρισμοί του ξύλου που γίνονται στο δάσος, στους χώρους συγκέντρωσης και αποθήκευσης και στο εργοστάσιο. Οι κατεργασίες αυτές μπορεί να είναι φυσικές, μηχανικές, χημικές ή συνδυασμός των παραπάνω και έχουν σκοπό την προστασία του ξύλου, τη βελτίωση των ιδιοτήτων του, την κοπή με διάφορα μηχανήματα και τη μετατροπή του σε κατάλληλα τεμάχια και προϊόντα (π.χ. πριστή ξυλεία, ξυλόφυλλα, τεμαχίδια κατόπιν θρυμματισμού), την αποϊνώση του ξύλου για παραγωγή πολτού και χαρτιού, τον εμποτισμό για αύξηση της διάρκειας του ξύλου, την ξήρανση και άτμιση του ξύλου, τη συγκόλληση, κ.λπ. (Τσουμής, 1983; Βουλγαριδής, 1996; Φιλίππου, 2015). Όλες οι παραπάνω κατεργασίες έχουν σκοπό να οδηγήσουν στη διατήρηση και βελτίωση της αρχικής ποιότητας του ξύλου και στην παραγωγή τελικών προϊόντων ποιότητας που να ικανοποιούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις ανάγκες των καταναλωτών. Για παράδειγμα, με άτμιση της πριστής ξυλείας οξιάς (με επίδραση θερμού ατμού σε κατάλληλα ατμιστήρια για 50-60 ώρες), αντιμετωπίζεται η αντιαισθητική ανομοιομορφία χρώματος λόγω ερυθρού εγκάρδιου και επιτυγχάνεται ομοιομορφία του χρώματος σε όλη τη μάζα του ξύλου και ελκυστική εμφάνιση (Εικ. 9.4).



Εικόνα 9.4 Ερυθρό εγκάρδιο όπως φαίνεται στις εγκάρσιες επιφάνειες κορμοτεμαχίων οξιάς (Α) και επίτευξη ομοιόμορφου χρώματος μετά από άτμιση πριστής ξυλείας (Β) (Κακαράς, 2009).

Οι διάφορες κατεργασίες του ξύλου είναι δυνατό να έχουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων και στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων μπορούν να προέρχονται από το ίδιο το ξύλο (ξυλόσκονη, εκχυλίσματα) (Τσουμής, 1980), από τις διάφορες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στις κατεργασίες του ξύλου (π.χ. εμποτιστικές ουσίες, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, συγκολλητικές ουσίες, χρώματα και βερνίκια, χημικά πολτοποίησης του ξύλου κ.ά.) και από τα λύματα των βιομηχανιών ξύλου που υπεισέρχονται στην τροφική αλυσίδα (Βουλγαρίδης, 1996). Η είσοδος τοξικών χημικών ουσιών στον οργανισμό του ανθρώπου γίνεται από το δέρμα, το αναπνευστικό και το πεπτικό σύστημα ενώ οι δυσμενείς επιπτώσεις εμφανίζονται μετά από πάροδο ετών (Wilkinson, 1979).

Οι ανεπιθύμητες επιδράσεις των διαφόρων κατεργασιών ξύλου στο περιβάλλον αναφέρονται στη μόλυνση της ατμόσφαιρας, του νερού ή του εδάφους με τοξικές ουσίες και απόβλητα. Όλες αυτές οι δυσμενείς συνέπειες του περιβάλλοντος μεταφέρονται στα φυτά, στα ζώα και στον άνθρωπο με τη διαδικασία της τροφικής αλυσίδας. Οι νέες τάσεις που επικρατούν σήμερα στις κατεργασίες του ξύλου είναι να προλαμβάνονται οι κίνδυνοι για τους εργαζόμενους και το περιβάλλον με χρησιμοποίηση ουσιών και τεχνολογιών φιλικότερων με το περιβάλλον και τον άνθρωπο και με την υιοθέτηση αυστηρότερων προδιαγραφών χωρίς βέβαια να αγνοούνται θέματα οικονομικότητας και ποιότητας του τελικού προϊόντος.

9.4. Χρήσεις του ξύλου και των προϊόντων του

Το ξύλο χρησιμοποιείται σε ποικίλες χρήσεις είτε στη φυσική του κατάσταση (συμπαγές ξύλο, φυσικό ξύλο, μασίφ) είτε με τη μορφή διαφόρων προϊόντων στα οποία πολλές φορές δύσκολα διακρίνεται η προέλευσή τους (π.χ. μοριοπλάκες, ινοπλάκες, χαρτί, κ.ά.).

Στη φυσική του μορφή το ξύλο δεν παρουσιάζει καμία αρνητική επίπτωση στην υγεία των ανθρώπων και στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια χρήσεώς του. Δεν έχει μελετηθεί αν δέντρα που έχουν αναπτυχθεί σε περιοχές με μεγάλη έκλυση ραδιενέργειας (π.χ. Τσερνόμπιλ) παράγουν ξύλο το οποίο κατά τη χρήση του θα μπορούσε να εκπέμπει μακροχρόνια ραδιενέργεια.

Κατά την παραγωγή όμως τελικών προϊόντων ξύλου χρησιμοποιούνται και πολλά άλλα βοηθητικά υλικά, όπως εμποτιστικές ουσίες, συγκολλητικές ουσίες, μογιές, βερνίκια, κ.ά. Η χρησιμοποίηση αυτών των υλικών βοήθησε να παραχθούν ποιοτικώς καλύτερα καθώς και νέα προϊόντα ξύλου αλλά ένας αριθμός τέτοιων χημικών ουσιών είναι δυνατό να έχει δυσμενείς συνέπειες ή να προκαλέσει βλάβες στην υγεία των ανθρώπων και στο περιβάλλον εσωτερικών ή εξωτερικών χώρων. Αναφέρεται το πρόβλημα έκλυσης φορμαλδεΐδης από μοριοπλάκες, ινοπλάκες και άλλες ξυλοπλάκες σε εσωτερικούς (κατοικημένους) χώρους, οι επιδράσεις ορισμένων στοιχείων συντηρητικών σε ανθρώπους, ζώα και φυτά που έρχονται σε επαφή με εμποτισμένα προϊόντα, η έξοδος εμποτιστικών ουσιών από εμποτισμένους στύλους, στρωτήρες πασσάλους, κ.λπ. και μόλυνση του εδάφους, υπογείων νερών, κ.λπ., και η απελευθέρωση πτητικών ουσιών από βερνίκια, χρώματα και προστατευτικά διαλύματα του ξύλου που επιβαρύνουν το περιβάλλον των εσωτερικών (κατοικημένων) χώρων (Βουλγαρίδης, 1996; Φιλίππου, 2015).

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις χρειάζονται μετρήσεις και έρευνες για τον καθορισμό της μέγιστης αβλαβούς για τον άνθρωπο επιβάρυνσης εσωτερικών χώρων, την αποφυγή ορισμένων συντηρητικών ουσιών για έναν αριθμό χρήσεων, την ανάπτυξη και επιλογή των πιο φιλικών στο περιβάλλον και τον άνθρωπο ουσιών, την ανάπτυξη κατάλληλων προδιαγραφών για τον τρόπο εφαρμογής των ουσιών αυτών στο ξύλο και τη χρήση των προϊόντων ξύλου, τον καθορισμό της ελάχιστης απαιτούμενης χημικής ουσίας που θα χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος και, γενικά, την ασφαλή εφαρμογή των ουσιών αυτών στο ξύλο και την ασφαλή χρήση των προϊόντων ξύλου.

9.5. Απόσυρση του ξύλου και των προϊόντων του μετά τη χρήση τους

Απόσυρση του ξύλου πραγματοποιείται όταν το συγκεκριμένο προϊόν δεν μπορεί να ικανοποιήσει πλέον τις απαιτήσεις της χρήσης του λόγω μηχανικών, φυσικών ή βιολογικών αλλοιώσεών του. Έτσι, το ξύλο πρέπει να αντικατασταθεί ενώ το αλλοιωμένο προϊόν πρέπει να αποσυρθεί και να αποικοδομηθεί ή να επαναχρησιμοποιηθεί εφόσον είναι δυνατό.

Προβλήματα κατά την απόσυρση του ξύλου δεν θα υπήρχαν αν το προϊόν ξύλου το οποίο απομακρύνεται από τη χρήση του δεν περιέχει διάφορες χημικές (τοξικές) ουσίες οι οποίες εισήχθησαν τεχνητά στη μάζα του κατά την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Από την άλλη μεριά οι ουσίες αυτές συνετέλεσαν να παράγονται προϊόντα καλύτερης ποιότητας και ανθεκτικότητας, να γίνεται καλύτερη και πληρέστερη αξιοποίηση της δασικής βιομάζας και να επιτυγχάνεται σοβαρή εξοικονόμηση πρώτων υλών σε ξύλο γεγονός υψίστης σημασίας σήμερα που οι καταναλωτικές ανάγκες του πληθυσμού της γης σε ξύλο και

προϊόντα ξύλου είναι τεράστιες σε βαθμό που να μην είναι εύκολο να ικανοποιηθούν από τα υπάρχοντα φυσικά δάση ή τις τεχνητές φυτείες.

Η απόσυρση, πάντως, μεγάλων ποσοτήτων ξύλου και προϊόντων ξύλου σήμερα, ύστερα από μια μακροχρόνια χρήση τους, εγείρει ερωτηματικά ως προς την υιοθέτηση του κατάλληλου τρόπου αποικοδόμησής τους με ασφάλεια για το περιβάλλον και τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς. Το ερώτημα που εγείρεται είναι πως θα αξιοποιηθούν ή αποικοδομηθούν τεράστιες ποσότητες αλλοιωμένων εμποτισμένων στύλων ΔΕΗ, ΟΤΕ και στρωτήρων, και άλλων κατασκευών χωρίς να υπάρξουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στον άνθρωπο. Δύο είναι οι δυνατότητες αντιμετώπισης του προβλήματος:

(1) Επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση των ποσοτήτων ξύλου που αποσύρονται από την πρώτη χρήση τους εφόσον αυτό το επιτρέπει η κατάσταση των προϊόντων και το κόστος διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα.

Παραδείγματα επαναχρησιμοποίησης προϊόντων ξύλου μπορούν να αποτελέσουν:

- Επαναχρησιμοποίηση στύλων ΔΕΗ για στύλους ΟΤΕ (που είναι μικρότεροι σε διαστάσεις) μετά από αφαίρεση του κάτω μέρους του στύλου που ήταν σε επαφή με το έδαφος και παρουσιάζει αλλοιώσεις και επανεμποτισμό του.
- Επαναχρησιμοποίηση υγιών τμημάτων στύλων του ΟΤΕ και ΔΕΗ σε περιφράξεις χωρίς περαιτέρω εμποτισμό.
- Επαναχρησιμοποίηση μηχανικά αλλοιωμένων στρωτήρων με ενίσχυση τους στα σημεία συνδέσεώς τους με μεταλλικούς συνδετήρες.
- Ανακύκλωση μοριοπλακών (με επαναθρυμματισμό) και ινοπλακών και χαρτιού (με πολτοποίηση) για παραγωγή ίδιων με τα προηγούμενα προϊόντα.
- Καύση για θερμαντικούς σκοπούς ή για παραγωγή ενέργειας εφόσον δεν εκλύονται δηλητηριώδη αέρια ή εφαρμόζεται ελεγχόμενη καύση.

(2) Ελεγχόμενη καύση σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους και σε κατάλληλες θέσεις ώστε να αποφεύγεται ρύπανση του εδάφους, επιφανειακών και υπογείων νερών και της ατμόσφαιρας. Καύση εμποτισμένου ξύλου με πισσέλαιο, υδατοδιαλυτά άλατα, κ.λπ. σε εσωτερικούς κατοικημένους χώρους καλό είναι να αποφεύγεται γιατί τυχόν απελευθέρωση δηλητηριωδών αερίων μπορεί να επιφέρει βλάβες στην υγεία των ανθρώπων. Επίσης, η αποκομιδή της τέφρας αυτών των ξύλων όταν καίγονται και η τυχαία διασπορά της στο ύπαιθρο μπορεί να ρυπαίνει το έδαφος και τα νερά (επιφανειακά, υπόγεια). Ελεγχόμενη καύση μεγάλων ποσοτήτων εμποτισμένου ξύλου που αποσύρεται από τις χρήσεις δεν μπορεί να θεωρηθεί απλή υπόθεση και από άποψη εξασφάλισης της μη ρύπανσης και από άποψη δαπάνης του τρόπου αυτού αποικοδόμησης. Συνιστάται να εξαντλείται η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης του ξύλου προς απόσυρση και μόνο σε περίπτωση ανάγκης να επιλέγεται η ελεγχόμενη καύση.

Η δυνατότητα ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των αποσυρόμενων προϊόντων ξύλου (απορρίμματα ξύλου) αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον σήμερα επειδή, λόγω του αυξανόμενου πληθυσμού της γης αλλά και των κινδύνων που απειλούν τα δάση όπως για παράδειγμα μεγάλου μεγέθους πυρκαγιές (mega-fires), κλιματική αλλαγή, κ.ά. (Βουλγαρίδης, 2012), τα δάση και οι δασικές φυτείες δεν μπορούν να καλύψουν πλήρως τις ανάγκες σε παγκόσμιο επίπεδο. Προσπάθειες ανακύκλωσης ξύλου και προϊόντων ξύλου (σε συμπαγή μορφή, όπως στύλοι ΟΤΕ και ΔΕΗ, στρωτήρες, έπιπλα, κ.ά., συγκολλημένα προϊόντα όπως συγκολλημένες δοκοί, αντικολλητά, πηχοπλάκες, μοριοπλάκες, ινοπλάκες, κ.ά., χαρτί, κ.λπ.) γίνονται συνεχώς και τα ποσοστά ανακύκλωσης αποσυρόμενων προϊόντων ξύλου αυξάνονται.

Στις μέρες μας τα απορρίμματα ξύλου αποτελούν μια πολύτιμη δευτερεύουσα πρώτη ύλη που μπορεί να καλύψει μεγάλο μέρος των αναγκών της βιομηχανίας ξύλου αλλά και μια σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. Τα απορρίμματα ξύλου που συμπεριλαμβάνονται στα αστικά απορρίμματα περιλαμβάνουν μια μεγάλη γκάμα υλικών, π.χ. ξύλινες συσκευασίες και παλέτες, ξύλο κατασκευών και καταδαφίσεων (στέγες, θύρες, πλαίσια παραθύρων, πατώματα, οικοδομική ξυλεία), ογκώδη απορρίμματα (έπιπλα, παγκάκια, φράχτες) και βιομηχανικά απορρίμματα ξύλου (στρωτήρες, στύλοι, τύμπανα καλωδίων) (Jungmeier *et al.*, 2007). Οι διάφορες κατηγορίες απορριμμάτων ξύλου περιγράφονται στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία και τις προδιαγραφές αλλά στην πράξη ακολουθούνται κυρίως πρακτικές της βιομηχανίας που αφορούν στην αγορά, ταξινόμηση και χρήση του ανακτημένου ξύλου. Με βάση την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Ξυλοπλακών (EPF) προτείνεται το ανακτημένο ξύλο να ταξινομείται σε τρεις κατηγορίες στις βιομηχανίες:

- μη εμποτισμένο ξύλο (δεν περιέχει αλογονούχες οργανικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα),
- μη επικίνδυνο εμποτισμένο ξύλο (δεν υπερβαίνει τα όρια της χημικής ρύπανσης ή δεν έχει χειρισθεί με επικίνδυνες ουσίες, π.χ. με συντηρητικά),
- επικίνδυνο ξύλο (εμποτισμένο με διάφορα συντηρητικά).

Η παραδοσιακή πρακτική ανακύκλωσης στη βιομηχανία περιελάμβανε μηχανικό χειρισμό των απορριμμάτων ξύλου ενώ νέες βελτιωμένες μέθοδοι σχετίζονται με υδροθερμικούς χειρισμούς (Λυκίδης 2008). Από το σύνολο των περίπου 30 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων ανακτημένου ξύλου στην Ευρώπη σήμερα το 38% ανακυκλώνεται, το 34% χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας και το 28% καταλήγει σε χωματερές, υγειονομική ταφή ή κομποστοποίηση. Δεδομένου ότι στο μέλλον το ανακτημένο ξύλο αναμένεται να παίζει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο τόσο στη βιωσιμότητα της βιομηχανίας ξύλου όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος, απαιτούνται νέες τεχνολογίες για την αξιοποίηση όλων των δυνατοτήτων (Αδαμόπουλος κ.ά., 2011).

Στην Ελλάδα η ετήσια ποσότητα ανακτημένου ξύλου εκτιμάται ότι είναι περίπου 0,5-1 εκατομμύρια τόνοι (ξηρό βάρος) και το ποσοστό ξύλου στα αστικά απορρίμματα είναι περίπου 1-4% της συνολικής ποσότητας (Γαλλής, 2010). Το σύνολο σχεδόν της ποσότητας του ανακτημένου ξύλου καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων μιας και μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κανένα οργανωμένο σύστημα διαχείρισής του στη χώρα μας.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Ξυλοπλακών (EPF), η σύνθεση των πρώτων υλών στις βιομηχανίες στην Ευρώπη είναι 56% υπολείμματα της παραγωγής, 24% ξυλεία και 21% χρησιμοποιημένο ξύλο (Αδαμόπουλος κ.ά., 2011). Είναι ευνόητο ότι το ανακτημένο ξύλο (υπολείμματα παραγωγής, παλιό ξύλο από δημοτικά και άλλα απορρίμματα) παίζει πολύ σημαντικό ρόλο τόσο στην ανάπτυξη και βιωσιμότητα της βιομηχανίας ξύλου όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος (ανακύκλωση, μείωση υλοτομιών στα δάση). Στα πλαίσια αυτά θα πρέπει να ενταθούν οι προσπάθειες βελτίωσης των τεχνολογιών ανακύκλωσης του ανακτώμενου ξύλου αλλά και χρησιμοποίησής του σε μασίφ μορφή και όχι μόνο ως ξυλοτεμαχίδια μετά από θρυμματισμό. Παράλληλα, ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο αναμένεται να παίζει μελλοντικά η χρήση του ανακτημένου ξύλου ως καύσιμη βιομάζα για παραγωγή ενέργειας συμβάλλοντας περαιτέρω στην επίτευξη των πολιτικών σχετικών με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και προστασίας των δασών.

Ανακυκλωμένο ξύλο σε μορφή μικρο-τεμαχιδίων έχει χρησιμοποιηθεί μαζί με μικρο-τεμαχίδια ανακυκλωμένου λάστιχου στην παραγωγή καινοτόμων προϊόντων όπως για παράδειγμα τούβλων για κατασκευή τοίχων εσωτερικών χώρων (Voulgaridis *et al.*, 2013; Adamopoulos *et al.*, 2015), προϊόντων σε μορφή πλάκας ως απορροφητικών ήχου ή ως αντιολισθητικών σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους καθώς και σε χώρους παιχνιδιού, εξωτερικών δαπέδων και μονοπατιών και επίπλων δρόμων και πλατειών (π.χ. παγκάκια, ζαρντινιέρες, κάδοι απορριμμάτων, κ.λπ.) (WoodRub Project, 2014).

Η ανακύκλωση απορριμμάτων χαρτιού παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον επειδή μεγάλες ποσότητες επαναχρησιμοποιούνται σε βιομηχανίες χαρτιού και χαρτοκιβωτίων (Ona, 2004). Στην Ευρώπη, οι συνολικές ποσότητες ανακυκλούμενου χαρτιού ανήλθαν σε 48,9 εκατομμύρια τόνους το έτος 2006, ενώ μόνο στις βιομηχανίες χάρτινων μέσων συσκευασίας ανακυκλώθηκε το 61,9 % των παραπάνω ποσοτήτων. Η ανακύκλωση χαρτιού έχει φθάσει στην Ευρώπη το ποσοστό του 54,6 % το έτος 2005 και σήμερα έχει ξεπεράσει το 60% (Adamopoulos *et al.*, 2008). Η μεγάλη σημασία που έχει η ανακύκλωση αυτή των απορριμμάτων χαρτιού, και μάλιστα σε αυξανόμενο βαθμό, στη μικρότερη άσκηση πίεσης για υλοτομίες στα δάση, στην προστασία του περιβάλλοντος αλλά και στην επιβίωση και λειτουργία των βιομηχανιών χαρτιού είναι προφανής.

Βιβλιογραφία

- Adamopoulos, S., Passialis, C., Voulgaridis, E., & José Vicente Oliver (2008). Utilization of recycled fibre materials in the European corrugated industrial sector. *In Proceedings of the 2nd International Conference on Engineering for Waste Valorization WasteEng08*, June 3-5, Patras, Greece, Paper No. 87, 8p.
- Αδαμόπουλος, Σ., Βουλγαρίδης, Η., & Πασιαλής, Κ. (2011). Ανακύκλωση ξύλου στην Ευρώπη. *15ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο «Δασοπονία πολλαπλών σκοπών και κλιματική αλλαγή - Προστασία και αξιοποίηση φυσικών πόρων»*, 16-19 Οκτωβρίου 2011, Καρδίτσα.
- Αδαμόπουλος, Σ., & Βουλγαρίδης, Η. (2012). Ποιότητα και μεταβλητότητα της δομής του ξύλου σε σχέση με την αξιοποίησή του. *Το Δάσος : Μια Ολοκληρωμένη Προσέγγιση*. (Επιμέλεια: Α. Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος, Γ. Κατσαδωράκης), WWF Ελλάς, 2012 : σελ. 213 – 227.
- Adamopoulos, S., Foti, D., Voulgaridis, E., & Passialis, C. (2015). Manufacturing and properties of gypsum-based products with recovered wood and rubber materials. *BioResources* 10(3): 5573-5585.

- Βουλγαρίδης, Η. (1996). *Συντήρηση και Βελτίωση Ξύλου (Πανεπιστημιακές Παραδόσεις)*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 280.
- Βουλγαρίδης, Η. (2012). Η δασική επιστήμη μπροστά στα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα. *Το Δάσος: Μια Ολοκληρωμένη Προσέγγιση*. (Επιμέλεια: Α. Χ. Παπαγεωργίου, Γ. Καρέτσος, Γ. Κατσαδωράκης), WWF Ελλάς, 2012 : σελ. 8 - 10.
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). Προσωπικό αρχείο Η. Βουλγαρίδη.
- Γαλλής, Χ. (2010). *Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση της ξυλώδους βιομάζας (ανακτημένο ξύλο) των αστικών απορριμμάτων του ΧΥΤΑ Νομού Θεσσαλονίκης*. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη, Σελ. 41.
- Dickinson, W.C. (2000). *Integrative Plant Anatomy*. Academic Press. London/ NW.
- Goodel, B., Nickolas, D.D., & Schultz, T.P. (2003). Introduction to wood deterioration and Preservation. *In Wood Deterioration and Preservation* (Editors: Goodel, B., Nickolas, D.D., & Schultz, T.P.). American Chemical Society Symposium Series 845, Washington, DC.
- Harlow, W.M. (1970). *Inside Wood. Masterpiece of Nature*. The American Forestry Association, U.S.A.
- Jungmeier, G., Hillring, B., Gallis, C., Humar, M., & Kaltenegger, I., (2007). Management of recovered wood - Reaching a higher technical, economic and environmental standard in Europe. *Proceedings of 3rd Conference of COST Action E31*, 2-4 May 2007, Klagenfurt, Austria.
- Κακαράς, Ι. (2009). *Τεχνολογία Ξύλου: Πρίση, Ξήρανση, Εμποτισμός, Καμπύλωση, Καπλαμάς*. Εκδοτικός οίκος ΟΜΙΛΟΣ ΙΩΝ, Αθήνα.
- Λυκίδης, Χ., (2008). Ανακύκλωση πρώτων υλών ξυλοπλακών μετά την ανάκτησή τους από παλιές ξύλινες κατασκευές (έπιπλα) με χρήση υδροθερμικών χειρισμών. Διδακτορική Διατριβή. Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φ.Π.
- Ona, T. (Ed.) (2004). *Improvement of Forest Resources for Recyclable Forest Products*. Springer-Verlag, Berlin/NW.
- Τσουμής, Γ. (1980). Ανθυγιεινές επιδράσεις από την κατεργασία ξύλου. *Ιατρική* 38: 75-77.
- Τσουμής, Γ. (1983). *Δομή, Ιδιότητες και Αξιοποίηση Ξύλου (Επιστήμη και Τεχνολογία Ξύλου)*. Θεσσαλονίκη.
- Tsoumis, G. (1992). *Harvesting Forest Products*. Stobart Davies Ltd, Hertford, England.
- Φιλίππου, Ι. (2015). *Χημική Τεχνολογία Ξύλου*. Θεσσαλονίκη.
- Voulgaridis, E., Adamopoulos, S., Passialis, C. Foti, D., & Voulgaridou, E. (2013). Properties of gypsum bonded solid bricks manufactured with recovered wood and rubber. *Annual Meeting Prosylna Europe and 16th Panhellenic Forestry Conference*, 6-9 October 2013, Thessaloniki, GR.
- Wilkinson, J.G. (1979). *Industrial Timber Preservation*. The Rentokil Library. Associated Business Press, London.
- WoodRub Project (2014). Utilization of recovered wood and rubber in alternative composite products. European Project LIFE+09 ENV/ES/454 (2010-2014).