

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ - ΕΠΙΠΛΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΤΙΤΛΟΣ:

**«ΕΛΕΓΧΟΣ & ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ
ΑΓΝΩΣΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΞΥΛΟΥ»**



Επιστημονικός Υπεύθυνος
Καθ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ι. ΜΑΝΤΑΝΗΣ *PhD, Dipl.*
τηλ. 6947 300585 · Email: mantanis@teilar.gr

Καρδίτσα
16 Οκτωβρίου 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.	3
II.	ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ	4
III.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ.	5
IV.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.	6
V.	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΞΥΛΟΥ.	6
VI.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	12

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια συνεργασίας μεταξύ του κ. Γεωργίου Ι. Μαντάνη, *επιστήμονα ξύλου (PhD, Univ. of Wisconsin - Madison)* και του ιδιώτη κ. Βασιλείου Μάρρα που έχει ως ταχ/κή δ/νση: *Σύρου 4 και Κυκλάδων, Τ.Κ. 19 010, Παραλία Καλυβίων Θορικού, νομός Αττικής.*

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν: **«να εξεταστεί δείγμα ξύλου αν ανήκει στο είδος *Iroko*;»** το οποίο δείγμα απέστειλε ο κ. Μάρρας στο Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου στις 12-10-2018.

Η υλοποίηση αυτής έγινε *οικειοθελώς* από τον Δρ. Γεώργιο Ι. Μαντάνη, στο *Εργαστήριο Επιστήμης και Τεχνολογίας Ξύλου* του Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας. Χρησιμοποιήθηκε μέρος του εξοπλισμού του εργαστηρίου που φαίνεται παρακάτω: <http://www.wfdt.teilar.gr/material/Exoplismos-STEX.pdf>
Για τους προσδιορισμούς των φυσικών ιδιοτήτων του εν λόγω ξύλου ακολουθήθηκαν οι σχετικές διεθνείς προδιαγραφές.

Το κόψιμο των δειγμάτων έγινε από τον κ. Χρήστο Σοφογιάννη, *έκτακτο ΕΡΔΙΠ* του Τμήματος, ενώ οι *μικροτομές* έγιναν από τον κ. Γ. Μαντάνη.

Το παρόν που συνοψίζει τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής (η οποία *δεν είναι εμπιστευτική αναφορά*) λαμβάνουν ο επιστημονικός υπεύθυνος κ. Γ. Μαντάνης (*αρχείο εργαστηρίου*), καθώς και ο κύριος Βασίλειος Μάρρας με *courier* το οποίο και απεστάλη την Τρίτη, 16 Οκτ. 2018.

II. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία δεν έγινε από τον ερευνητή, αλλά του απεστάλη ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα ξύλου, μήκους περίπου 12 cm, από μαδέρι ξυλείας που απέστειλε ο ενδιαφερόμενος ιδιώτης κ. Β. Μάρρας στο τμήμα. Κατά δήλωσή του, το δείγμα προέρχονταν από την Αφρική. Το δείγμα ήταν χωρίς φινίρισμα, στη φυσική του κατάσταση (βλ. παρακάτω εικόνα από την παραλαβή). Το άκρο του ήταν χρωματισμένο για να μην προσλαμβάνει υγρασία. Το δείγμα παραλήφθηκε στο τμήμα στις 12-10-2018 από τον Δρ. Γεώργιο Ι. Μαντάνη.



Μικρότερα δοκίμια που διαμορφώθηκαν (βλ. εικόνα παραπάνω), είχαν πλανιστεί και είχαν σαφές γεωμετρικό σχήμα και διαστάσεις. Τα δοκίμια ήταν *ξηρά στον αέρα*.

Προτού γίνουν οι μετρήσεις, έγινε *κλιματισμός* των δοκιμίων σε κανονικές συνθήκες (20°C/65% ΣΥ) στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου *Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου* και συγκεκριμένα σε ειδική συσκευή κλιματισμού για να επιτευχθεί *υγρασία ισορροπίας 12%* περίπου.



Κλιματισμός δοκιμίων ξύλου πριν τις μετρήσεις (φωτ. αρχείου).

III. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Στη συνέχεια ελήφθησαν μικρά δείγματα από τα οποία προσδιορίστηκε η *περιεχόμενη υγρασία* με βάση το πρότυπο DIN 52183. Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν ήταν τα ακόλουθα:

<i>α/α</i>	<i>Περιεχόμενη υγρασία</i>
A1	14,5%
A2	14,1%
μέσος όρος	14,3%

Η περιεχόμενη υγρασία του δείγματος ξύλου ήταν κατά μ.ό. **14,3%**.

Σημείωση: Η υγρασία αυτή είναι *πολύ ικανοποιητική* για χρήσεις για τις οποίες αυτή η ξυλεία προορίζεται (*λ.χ. πέργκολες, εξωτερικά δάπεδα, εξωτ. κουφώματα κ.α.*).

IV. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Με κατάλληλη δειγματοληψία και από διαφορετικές θέσεις των δοκιμίων έγινε λήψη δύο (2) αντιπροσωπευτικών δοκιμίων (προδιαγραφή DIN 52182/1976), τα οποία *κλιματίστηκαν* για μία (1) ημέρα.

Μετά τον κλιματισμό των δοκιμίων σε κανονικό κλίμα, προσδιορίστηκαν οι τρεις διαστάσεις τους (μήκος, πλάτος, πάχος) και το βάρος τους. Ο υπολογισμός της φαινομενικής πυκνότητας έγινε σύμφωνα με τον προβλεπόμενο από την προδιαγραφή τύπο:

$$\text{Πυκνότητα (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Βάρος (g)}}{\text{Όγκος (cm}^3\text{)}}$$

Τέλος, από τα δοκίμια υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών, ήτοι:

<i>α/α</i>	<i>Φαινομενική πυκνότητα (R₁₂)</i>
B1	0,544
B2	0,569
μέσος όρος	0,556

Με κριτήριο τη συγκεκριμένη πυκνότητα ξύλου (0,556 g/cm³) το εν λόγω είδος κατατάσσεται στα *μέτρια* ξύλα. Σημείωση: αυτή η πυκνότητα αναφέρεται αποκλειστικά στο ΣΟΜΦΟ ξύλο (*sapwood*), και όχι στο εγκάρδιο. Συμπέρασμα: η εν λόγω φαινομενική πυκνότητα *ταιριάζει με την πυκνότητα του σομφού ξύλου Iroko*.

V. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΞΥΛΟΥ

Μακροσκοπική αναγνώριση του ξύλου

Η μακροσκοπική παρατήρηση που έγινε στο εν λόγω ξύλο έδωσε τις ακόλουθες εικόνες που δείχνουν τα λεγόμενα «νερά» του ξύλου, ή την επιστημονικά γνωστή *σχεδίαση* του ξύλου.



Χαρακτηριστική σχεδίαση του άγνωστου είδους (συμπέρασμα: αυτή ομοιάζει υπερβολικά με την τυπική σχεδίαση είδους ξύλου Iroko)



Η περαιτέρω παρατήρηση που έγινε με *μεγεθυντικό φακό* στην *εγκάρσια τομή* του ξύλου (όπως αυτή φαίνεται χαρακτηριστικά στις δύο παρακάτω φωτογραφίες) απέδωσε κάποια χρήσιμα συμπεράσματα, όπως κατωτέρω. Η οσμή του ξύλου στο *σόκορό* του δεν ήταν ούτε έντονη, ούτε και χαρακτηριστική (*no distinct odour*).



Χαρακτηριστικές εγκάρσιες τομές (συμπέρασμα: εμφανώς διακρίνεται αξονικό παρέγχυμα σε συνεχείς ζώνες ενώ οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι δυσδιάκριτοι εμφανώς· ομοιάζει με Iroko προερχόμενο από plantations).

Μικροσκοπική αναγνώριση του ξύλου

Η μικροσκοπική αναγνώριση του ξύλου έγινε με μικρές λεπτές τομές ξύλου. Η τεχνική δημιουργίας τέτοιων μικροτομών αποτελείται από τα ακόλουθα στάδια:

- Προετοιμασία ξύλου
- Τομή
- Χρώση
- Στερέωση μικροτομών

Προετοιμασία ξύλου

Το ξύλο υπέστη μία διαδικασία μαλάκωσης προκειμένου να καταστεί δυνατή η δημιουργία μικροτομών ξύλου με τη βοήθεια ειδικής συσκευής. Τα κύρια στάδια της διαδικασίας μαλάκωσης ήταν τα ακόλουθα:

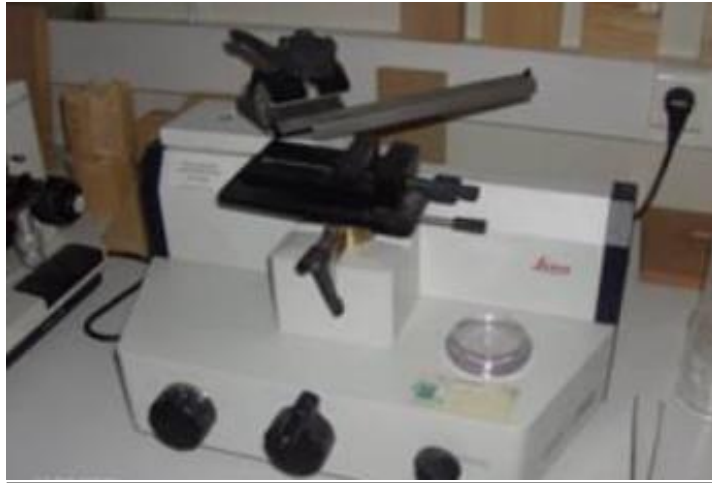
- ❖ Πρώτα δημιουργήσαμε μικρούς κύβους ξύλου διαστάσεων $1 \times 1 \times 1$ cm κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι πλευρές του κύβου να αντιστοιχούν σε ακτινική, εφαπτομενική και εγκάρσια τομή του ξύλου. Η εγκάρσια τομή είναι κάθετη προς τον άξονα του δένδρου, η ακτινική τομή είναι κατά μήκος τομή, διέρχεται από την εντεριόνη και ακολουθεί την κατεύθυνση μίας ακτίνας, ενώ η εφαπτομενική τομή είναι κατά μήκος τομή, δηλαδή κάθετη προς την εγκάρσια τομή και εφάπτεται ενός ετησίου δακτυλίου. Τα στοιχεία δομής του ξύλου είναι διαφορετικά στις τρεις αυτές τομές.
- ❖ Στη συνέχεια εμβαπτίσαμε τους κύβους ξύλου πλήρως μέσα σε νερό και τους βράσαμε με αποσταγμένο νερό σε κάψα pyrex, για 4 ώρες, μέχρις ότου τα δείγματα ενυδατωθούν και βυθισθούν. Με το βράσιμο απομακρύνεται ο αέρας από τα αγγεία.
- ❖ Αποθηκεύτηκαν τα δείγματα σε διάλυμα ίσων μερών γλυκερίνης και αιθυλικής αλκοόλης.

Η μαλάκωση με νερό ήταν πλήρως ικανοποιητική για το εν λόγω δείγμα ξύλου.

Τομή

Οι μικροτομές έγιναν με χρήση ειδικής συσκευής που ονομάζεται μικροτόμος (βλ. παρακάτω εικόνα). Οι τομές ήταν εγκάρσιες. Κατά τη διενέργεια των τομών:

- ❖ Το μαχαίρι σχημάτισε γωνία 15° με την επιφάνεια του δείγματος.
- ❖ Το μαχαίρι σχημάτισε γωνία 45° σε σχέση με τους αυξητικούς δακτυλίους και τις ακτίνες.
- ❖ Η επιφάνεια του δείγματος κατά τη διάρκεια της τομής διατηρήθηκε υγρή και οι μικροτομές πιέζονταν ελαφρά πάνω στην επιφάνεια του μαχαιριού με κατάλληλη βούρτσα για να παραμένουν επίπεδες και να μην περιστρέφονται.
- ❖ Οι μικροτομές μεταφέρθηκαν με τη βοήθεια βούρτσας σε γυάλινο δίσκο που περιείχε αλκοόλη.
- ❖ Το πάχος των τομών ήταν πολύ καλό για την περίπτωση, περ. 25 μm .



Μικροτόμος (φωτ. αρχείου)

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

Χρώση

Για την παρατήρηση των μικροσκοπικών στοιχείων του ξύλου δεν έγινε χρώση των μικροτομών με χρωστικές ουσίες, όπως π.χ. περίπτωση με σαφρανίνη. Σε μια μικροτομή που παρουσιάζεται δεν έγινε χρώση εφόσον δεν απαιτήθηκε.

Στερέωση μικροτομών

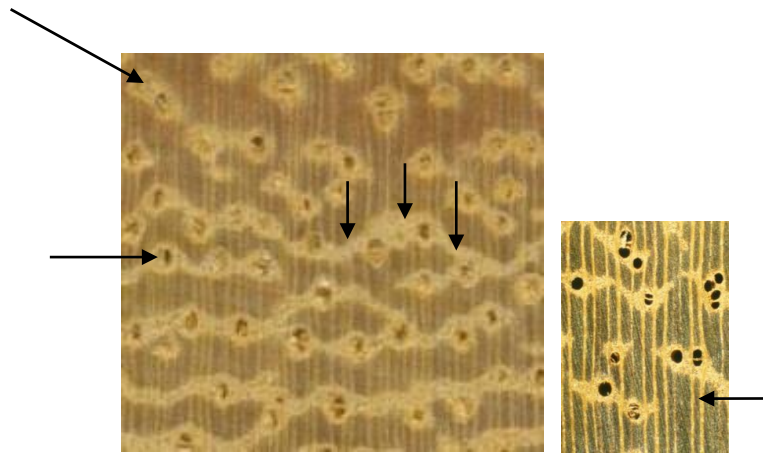
Οι μικροτομές στερεώθηκαν προσωρινά επάνω σε αντικειμενοφόρο πλάκα με τη βοήθεια παχύρευστης γλυκερίνης.

Μικροσκοπική παρατήρηση

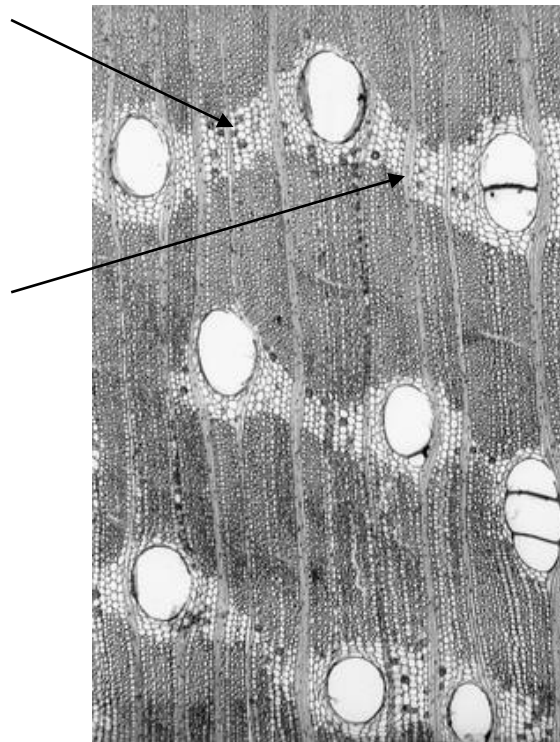
Στη συνέχεια έγινε μικροσκοπική παρατήρηση των ξυλωδών κυττάρων του εν λόγω δείγματος (βλ. παρακάτω εικόνα). Αρκετά από τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά του είδους που εξετάστηκε φαίνονται καθαρά στις παρακάτω εικόνες.



Στερεοσκόπιο



Εγκάρσια επιφάνεια του ξύλου στο στερεοσκόπιο (διακρίνονται: πολυάριθμες ακτίνες, έντονοι και πολυάριθμοί κρύσταλλοι, χαρακτηριστικοί τύποι αζονικού παρεγγύματος: ήτοι, ταινιοειδές-banded, περυγιοειδές ενωμένο-aliform winged και aliform)



Εγκάρσια μικροσκοπική τομή (διακρίνονται: χαρακτηριστικό αζονικό παρέγχυμα, έντονο περυγιοειδές ενωμένο – πολλές ακτίνες)

Διερευνητική επεξεργασία όλων των συλλεχθέντων στοιχείων έγινε στη συνέχεια, με τη χρήση του υπερσύγχρονου λογισμικού **Inside Wood** (<http://insidewood.lib.ncsu.edu/welcome>), και τελικώς καταλήξαμε στα ακόλουθα συμπεράσματα.

VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη όλων των προαναφερθέντων και από τις εικόνες που πάρθηκαν διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα:

1. Το δείγμα ξύλου είχε την κατάλληλη υγρασία για εφαρμογές σε χρήσεις εξωτερικού χώρου (κοντά στο 12-14%, βλ. ν. Αττικής).
2. Η φαινομενική πυκνότητα του ξύλου σε ποσοστό υγρασίας 12%, ήταν περίπου **0,55 g/cm³**.
3. Το δείγμα ξύλου είναι πλατύφυλλο είδος (*hardwood*), με εμφανή μικροσκοπικά γνωρίσματα είδους **τροπικής** προέλευσης.
4. Μετά τη λεπτομερή μικροσκοπική εξέταση και τη διερεύνηση που έλαβε χώρα διαπιστώθηκε ότι το ξύλο που στάλθηκε στο εργαστήριό μας, έχει τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Πλατύφυλλο. Διασπορόπορο, με χαρακτηριστικά: α) αυξητικοί δακτύλιοι δυσδιάκριτοι, β) έντονο ΤΑΙΝΙΟΕΙΔΕΣ (banded) αξονικό παρέγχυμα (width of >3 cells), άφθονο. Αριθμός πόρων: 3-7/mm². Χαρακτηριστικά έντονες τυλώσεις. Ακτίνες πάρα πολλές, 4- έως 8-σειρες. Αξονικό παρέγχυμα: εμφανώς παρατραχειακό, ενωμένο περυγοειδές. Κρύσταλλοι παντού και πολυάριθμοι. Κιτρινωπό έντονο (το σομφό ξύλο), το λίγο εγκάρδιο ξύλο που υπήρχε: ελαφρά καστανωπό.

5. Τελικό πόρισμα: το είδος ξύλου είναι **IROKO** (βοτανική ονομασία: ***Milicia sp.***) που είναι **τροπικό είδος**· κυρίως προέρχεται από τις χώρες της κεντρικής και της δυτικής Αφρικής.

Γνώμη μας είναι το *κίτρινο* αυτό Iroko να αποφεύγεται για χρήσεις **μόνιμης επαφής με το έδαφος ή το γλυκό / θαλασσινό νερό** (δηλ. *use class 4, EN 335*), και να χρησιμοποιείται ιδίως σε άλλες χρήσεις όπως πέργκολες, κιόσκια, ξυλεπενδύσεις, παγκάκια, παράθυρα, πόρτες κ.ά.

Τεχνική περιγραφή (Iroko): Το εγκάρδιο είναι καφετί, και διαφέρει από το σομό που είναι κιτρινωπό. Το εγκάρδιο ξύλο του είναι κλάσης 1-2 (EN 350/2016), δηλ. πολύ υψηλής βιολογικής ανθεκτικότητας. Παρουσιάζονται μεγάλες ποσότητες άλατος ανθρακικού ασβεστίου που δημιουργούν στο ξύλο σκοτεινότερες ζώνες. Το ξύλο έχει πολύ καλή διαστασιακή σταθερότητα και διατηρεί τη μορφή του μετά την κατασκευή. Η σκόνη του είναι έντονα ερεθιστική. Ανταποκρίνεται καλά στο βίδωμα και στο τρύπημα. Για να έχει επιτυχία η βαφή θα πρέπει να γίνει σωστή προετοιμασία της επιφάνειας, καθώς και γέμισμα των πόρων του ξύλου. Στο πλάνισμα, το τόννεμα και στο φινίρισμα η ανταπόκρισή του είναι καλή. Έχει καλή αντοχή σε στατική κάμψη, καθώς και σε θλίψη και μέτρια αντοχή σε σκληρότητα και κρούση, ενώ λεκιάζει πολύ εύκολα. Περιέχει ουσίες που δημιουργούν δερματίτιδες όταν έρχονται σε επαφή με το δέρμα. Έχει αυξημένη φωτοευαισθησία και αλλάζει εύκολα και γρήγορα χρώμα όταν χρησιμοποιείται σε εξωτερικές κατασκευές. Χρησιμοποιείται σε πάρα πολλές εφαρμογές στη χώρα μας, ιδίως στην κατασκευή δαπέδων, σκαλών, σκαφών (decks) και πλοίων, ενώ έχει εφαρμογές εξωτερικά, σε πέργκολες, κουφώματα, εξωτερικές πόρτες, ειδικές κατασκευές, και σε λιμάνια (πηγή: <http://users.teilar.gr/~mantanis/Domi-Xylou.pdf>).
