

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ - ΕΠΙΠΛΟΥ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΞΥΛΟΥ &
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΞΥΛΟΥ-ΕΠΙΠΛΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ:

**“ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ &
ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΡΟΠΙΚΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ”**

Επιστημονικός Υπεύθυνος
Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΝΤΑΝΗΣ
Email mantanis@teilar.gr

Καρδίτσα

Μαΐος 2003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
2. ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΙ	4
3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ.	4
4. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΞΥΛΟΥ.	5
5. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ & ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.	7
6. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ.	9
7. ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ.	10
8. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ.	11
9. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ.	12
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	13
11. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	15

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έργο αυτό διεξήχθη στα πλαίσια της σύμβασης ανάθεσης με συμφωνητικό συνεργασίας που υπογράφηκε μεταξύ της Επιτροπής Ερευνών του Τ.Ε.Ι. Λάρισας και του **Οργανισμού Λιμένος Βόλου Α.Ε.**, που εδρεύει στο Βόλο.

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν ο ποιοτικός έλεγχος και η αναγνώριση ξύλου τροπικής προέλευσης.

Η υλοποίηση του έργου έγινε στο *Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου Προϊόντων Ξύλου-Επίπλου* και στο *Εργαστήριο Επιστήμης Ξύλου* του Τμήματος Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου – Επίπλου του Τ.Ε.Ι. Λάρισας. Για τους προσδιορισμούς των ιδιοτήτων της ανωτέρω ξυλείας ακολουθήθηκαν οι σχετικές διεθνείς προδιαγραφές (Ευρωπαϊκές EN, Γερμανικές DIN και Αμερικανικές ASTM).

Στο έργο αυτό συμμετείχαν, εκτός του Επιστημονικού Υπεύθυνου Δρ. Γεωργίου Μαντάνη, ο Δρ. Γεώργιος Νταλός, ο Δρ. Ιωάννης Κακαράς, η κα. Κατερίνα Ράμμου, τεχνολόγος δασοπονίας, καθώς και οι Σπουδαστές του Τμήματος κα. Ερασμία Ανδριώτη και κ. Wayne Dockray. Το κόσμιμο των δειγμάτων έγινε από τον κ. Γεώργιο Καλέμα, συνεργάτη του Τμήματος.

Ενημέρωση για τα αποτελέσματα του έργου λαμβάνουν ο Επιστημονικός Υπεύθυνος, η Διεύθυνση της Επιχείρησης Ο.Λ. Βόλου Α.Ε. και η Επιτροπή Ερευνών του Τ.Ε.Ι. Λάρισας.

2. ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΙ

Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία (τρόπος και αριθμός δοκιμίων) σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ακολουθήθηκαν έγινε από τέσσερα (4) μεγάλα δείγματα συμπαγούς ξύλου που απέστειλε ο Οργανισμός Λιμένος Βόλου.

Τα δοκίμια που διαμορφώθηκαν είχαν σαφές γεωμετρικό σχήμα και διαστάσεις, όπως αυτές που περιγράφονται από την κάθε προδιαγραφή που αναφέρεται.

3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Αρχικώς ελήφθησαν δείγματα ξύλου από τα οποία προσδιορίστηκε η περιεχόμενη υγρασία (με βάση την DIN 52183/1977). Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν ήταν τα ακόλουθα:

<u>A/A</u>	<u>Υγρασία</u>
1	9,04%
2	9,26%
M.O.	9,15%
s	0,16

Η περιεχόμενη υγρασία ήταν κατά μ.ό. **9,15%**.

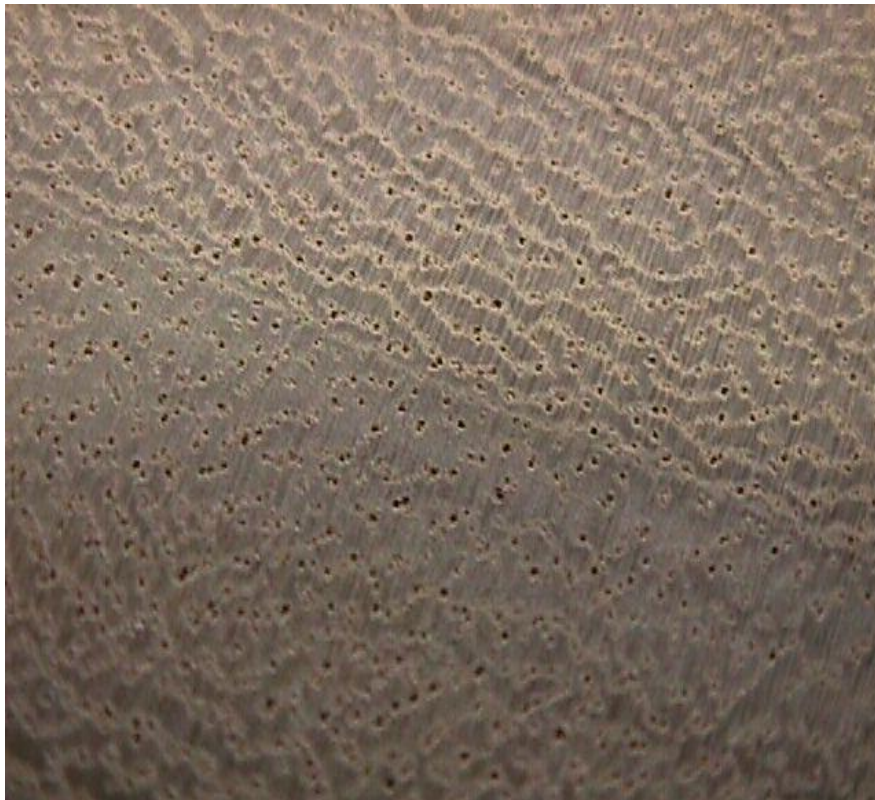
Σημείωση: Η υγρασία ήταν αρκετά χαμηλή για τη χρήση για την οποία αυτή η ξυλεία προοριζόταν (προβλήτας σε λιμάνι, έκθεση σε θαλασσινό νερό).

4. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΞΥΛΟΥ

Το ξύλο που στάλθηκε και εξετάστηκε στο *Εργαστήριο Επιστήμης Ξύλου* του Τμήματος ήταν ξύλο **Iroko** (επιστημονική ονομασία: *Chlorophora excelsa*) της οικογένειας *Moraceae*.

Η αναγνώριση αυτή πιστοποιήθηκε τόσο με μακροσκοπική εξέταση του ξύλου (‘νερά’, ακτινική εμφάνιση, αυξητικοί δακτύλιοι και εγκάρσια εμφάνιση), όσο και με μικροσκοπική εξέταση δείγματος ξύλου με απλό μικροσκόπιο μετά από ειδική χημική και μηχανική επεξεργασία (μέθοδος μικροτόμου).

Τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του ξύλου Iroko που εξετάστηκε φαίνονται καθαρά στις παρακάτω Εικ.1 και Εικ.2.



ΕΙΚ.1 Εγκάρσια επιφάνεια ξύλου Iroko.



ΕΙΚ. 2 Ακτινική επιφάνεια ξύλου Iroko

5. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ & ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η προδιαγραφή DIN 52186/1978 αποτέλεσε την προδιαγραφή με βάση την οποία έγινε ο προσδιορισμός της μηχανικής αντοχής σε κάμψη. Σύμφωνα με αυτή, μικρά δοκίμια ορθογωνικής διατομής διαμορφώθηκαν από τα αρχικά δοκίμια και έγινε λήψη 10 δοκιμίων σύμφωνα με DIN 52180-Part 1/77.

Προτού γίνει ο προσδιορισμός, έγινε κλιματισμός των δοκιμίων σε κανονικές συνθήκες στις εγκαταστάσεις του *Εργαστηρίου Ποιοτικού Ελέγχου Προϊόντων Ξύλου-Επίπλου* (Εικ. 3).



ΕΙΚ. 3 Κλιματισμός δοκιμίων πριν τη διεξαγωγή των δοκιμών.

Το μήκος των δοκιμίων ήταν ίσο με την απόσταση υποστήριξης στη μηχανή αντοχής αυξημένο κατά 50 mm. Η απόσταση υποστήριξης ήταν ίση με το 15πλάσιο του πάχους του δοκιμίου. Το πλάτος των δοκιμίων ήταν 20 mm.

Κατά τον προσδιορισμό του μέτρου θραύσης η φόρτιση του δοκιμίου έγινε στο μέσο του μήκους και με ταχύτητα 2,5 mm/sec , ώστε η συνολική διάρκεια μέχρι της θραύσης κυμαινόταν στο όριο που προσδιορίζει η προδιαγραφή δηλαδή 1 λεπτού \pm 30 δευτερόλεπτα. Μετά τη θραύση ο προσδιορισμός της αντοχής έγινε με τον προβλεπόμενο από την προδιαγραφή μαθηματικό τύπο και υπολογίστηκε ο μέσος όρος

(Μ.Ο.) και η τετραγωνική απόκλιση (s) για κάθε ομάδα δοκιμίων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1:

Πίνακας 1. Αντοχή σε κάμψη (μέτρο θραύσης) και Μ.Ε.

	ΠΛΑΤΟΣ (mm)	ΠΑΧΟΣ (mm)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΘΡΑΥΣΗΣ (N)	ΜΕΤΡΟ ΘΡΑΥΣΗΣ (N/mm ²)	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (N/mm ²)
Μ.Ο.	20	20	1323,64	74,45	9.617,81
(s)	0,00	0,00	330,56	18,59	2.214,65
MIN	20	20	860	52,40	6597
MAX	20	20	1924	108,23	13816

Το Μ.Θ. βρέθηκε κατά Μ.Ο. να είναι 74,4 N/mm²

Το Μ.Ε. βρέθηκε κατά Μ.Ο. να είναι 9.617,8 N/mm²

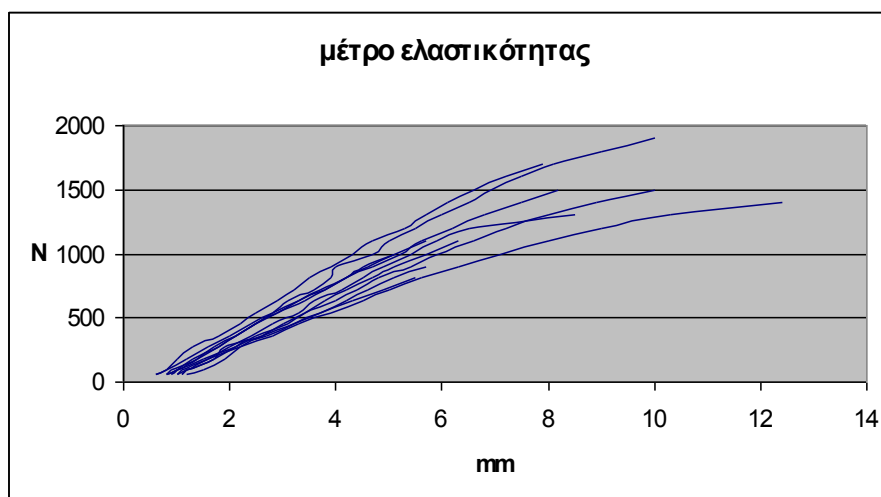
Οι τιμές είναι χαμηλότερες των αναμενόμενων.

Οι αναμενόμενες τιμές για κανονικό ξύλο **Iroko** σύμφωνα με τη βιβλιογραφία θα ήταν οι ακόλουθες :

- Μ.Θ. 110-115 N/mm²

- Μ.Ε. 11.000-11.500 N/mm²

ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ



ΣΧΗΜΑ 1. Εικόνα που παρουσίασαν τα δοκίμια ως προς το Μ.Ε.

6. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

Χρησιμοποιήθηκε εδώ η προδιαγραφή DIN 52188/1979 με βάση την οποία έγινε ο προσδιορισμός της αντοχής του ξύλου σε αξονικό εφελκυσμό.

Σύμφωνα με αυτή, η δοκιμή έγινε σε μικρά δοκίμια απαλλαγμένα σφαλμάτων με διαστάσεις 20 X 20 mm. Τα δοκίμια προ της δοκιμής κλιματίστηκαν μέχρι σταθερού βάρους σε κανονικό κλίμα (20°C, 65% σχετική υγρασία). Η κατεύθυνση των ινών ήταν όσο το επέτρεπαν τα δοκίμια που εστάλησαν παράλληλα προς το μήκος του δοκιμίου.

Κατά τη δοκιμή, τα δοκίμια συγκρατούνταν στα άκρα από κεφαλές συσφίξεως της μηχανικής αντοχής έτσι, ώστε το μήκος του δοκιμίου ήταν παράλληλο με την κατεύθυνση εφαρμογής της δύναμης εφελκυσμού. Η δοκιμή περατωνόταν κάθε φορά σε χρόνο (1,5⁺ 0,6 min).

Η αντοχή υπολογίστηκε από τον τύπο $f_t = \frac{F \max}{a * b}$

Τα αποτελέσματα δίνονται στον πιο κάτω Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αξονικός εφελκυσμός

ΙΡΟΚΟ	Πάχος (mm)	ΠΛΑΤΟΣ (mm)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΘΡΑΥΣΗΣ (N)	Ft (N/mm ²)
M.O.	20	20	12270	30,7
(s)	0	0	3161,95	7,90
MIN	20	20	7725	19,31
MAX	20	20	15760	39,25

Το Ft βρέθηκε κατά M.O να είναι 30,7 N/mm²

Οι τιμές είναι χαμηλότερες των αναμενόμενων.

Οι αναμενόμενες τιμές για κανονικό ξύλο **Iroko** σύμφωνα με βιβλιογραφία θα ήταν:

- Ft 75-80 N/mm²

7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Με την κατάλληλη δειγματοληψία και από διάφορες θέσεις των δοκιμίων που εστάλησαν έγινε η λήψη 10 δοκιμίων διαστάσεων 50mm X 20mm X 20mm (βλ. προδιαγραφή DIN 52182/1976).

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

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

και τέλος από την ομάδα των 10 δοκιμίων υπολογίστηκε ο μέσος όρος (Μ.Ο.) και η τετραγωνική απόκλιση των τιμών (s).

Πίνακας 3. Πυκνότητα

ΙΡΟΚΟ	ΜΗΚΟΣ (mm)	ΠΛΑΤΟΣ (mm)	ΠΑΧΟΣ (mm)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)
M.O.	50,18	19,96	20	13,10	0,63
(s)	0,04	0,01	0	0,78	0,04
MAX	50,2	20	20	14,61	0,7
MIN	50,1	19,8	20	11,75	0,37

Η υπολογισθείσα πυκνότητα ξύλου (0,63) είναι περίπου η αναμενόμενη τιμή για το συγκεκριμένο είδος (0,62-0,64).

8. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ

Ο προσδιορισμός της αντοχής σε θλίψη (συμπίεση) παράλληλα με τις ίνες έγινε σύμφωνα με την DIN 52185/76.

Τα δοκίμια πριν το τεστ κλιματίστηκαν σε κανονικό κλίμα ($20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ και $65\%\pm 3\%$ σχετική υγρασία).

Κατά τη διάρκεια του τεστ, το δοκίμιο τοποθετούνταν ανάμεσα σε δύο μεταλλικές πλάκες και φορτιζονταν μέχρι της μέγιστης αντοχής του δοκιμίου σε θλίψη.

Το μήκος του δοκιμίου ήταν κατά τη φόρτιση απόλυτα παράλληλη με την κατεύθυνση εφαρμογής της δύναμης. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Αξονική θλίψη

ΙΡΟΚΟ	Πλάτος mm	Πάχος mm	Fmax (kNt)	Ft (N/mm ²)
M.O	19,99	20	19,18	48
(s)	0,03	0,00	2,95	7,36
MIN	19,9	20	11,56	28,9
MAX	20	20	22,48	56,2

Το Ft βρέθηκε κατά M.O να είναι 48 N/mm^2

Η μέση τιμή είναι σαφώς χαμηλότερη των αναμενόμενων (φυσιολογικών τιμών) για ξύλο Iroko.

Οι αναμενόμενες τιμές για κανονικό ξύλο **Iroko** σύμφωνα με βιβλιογραφία θα ήταν :

$$- \text{Ft } 67-70 \text{ N/mm}^2$$

9. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η *τέφρα* (=ανόργανα συστατικά του ξύλου) η οποία εκφράζεται ως επί της % ποσοστό του παραμένουτος υπόλοιπου μετά την ξηρή οξείδωση (οξείδωση με καύση στους 580-600°C) (βλ. προδιαγραφή ASTM-D 1102-84).

Για τον προσδιορισμό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν χωνευτήρια (κάψες) χωρητικότητας 30 ml.

Για την καύση χρησιμοποιήθηκε κλίβανος εφοδιασμένος με πυρόμετρο για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Χρησιμοποιήθηκε επίσης αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1mg.

Το δείγμα ήταν 2 g κονιοποιημένο διαστάσεων τέτοιων που διέρχονται από πλέγμα No 40<0,420 μm. Ο υπολογισμός επί της % έγινε ως εξής :

$$\text{Τέφρα (\%)} = \frac{W1}{W2} * 100$$

Τα αποτελέσματα δίνονται στον πιο κάτω πίνακα :

A/A	% Τέφρας
1	3%
2	4%
M.O.	3,6%

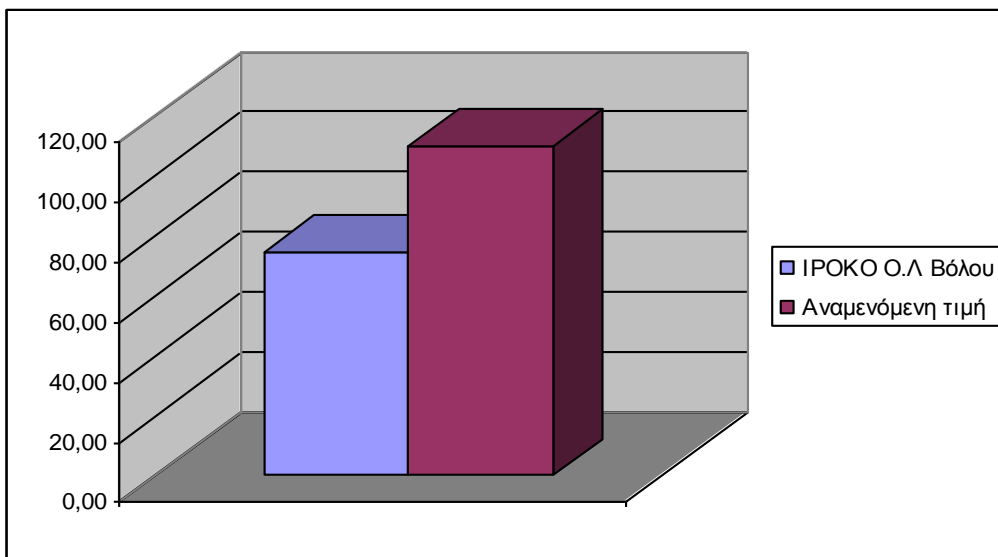
Οι τιμές των ποσοστών τέφρας είναι αρκετά υψηλές, μεγαλύτερες των αναμενόμενων.

10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

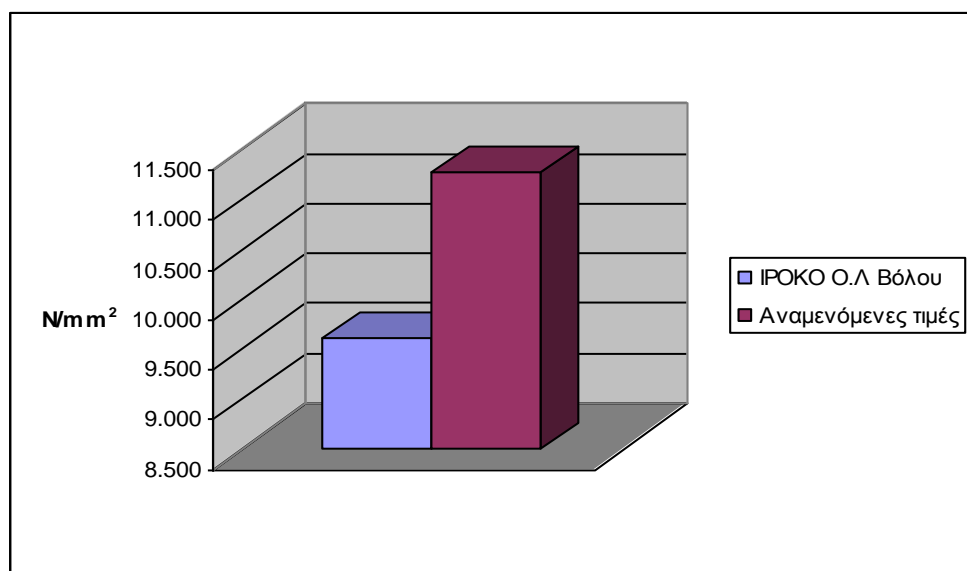
Από τα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν, και όπως δείχνουν τα Σχήματα που ακολουθούν, διακρίνονται οι τιμές των ιδιοτήτων του ξύλου σε σχέση με τις ελάχιστες απαιτούμενες τιμές που παρουσιάζει το ΙΡΟΚΟ σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές.

Οι τιμές (μηχανικές αντοχές) του ξύλου που δοκιμάστηκε στις περισσότερες ιδιότητες ήταν σημαντικά χαμηλότερες των αναμενόμενων φυσιολογικών τιμών (για ξύλο ΙΡΟΚΟ φυσικά) (βλ. Κεφ. 11).

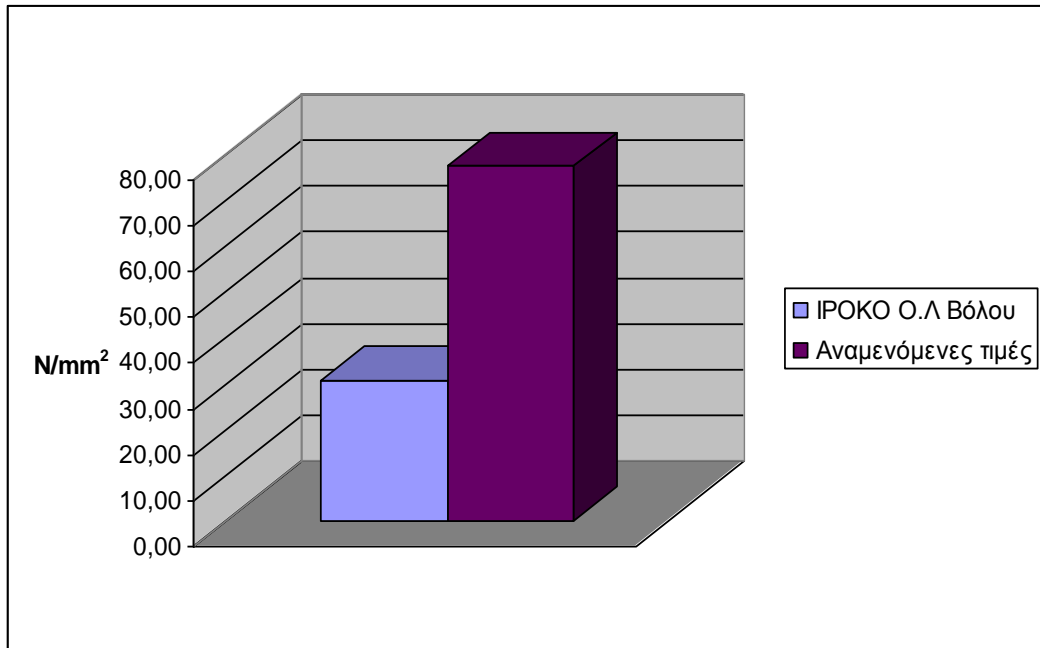
Αντοχή σε κάμψη



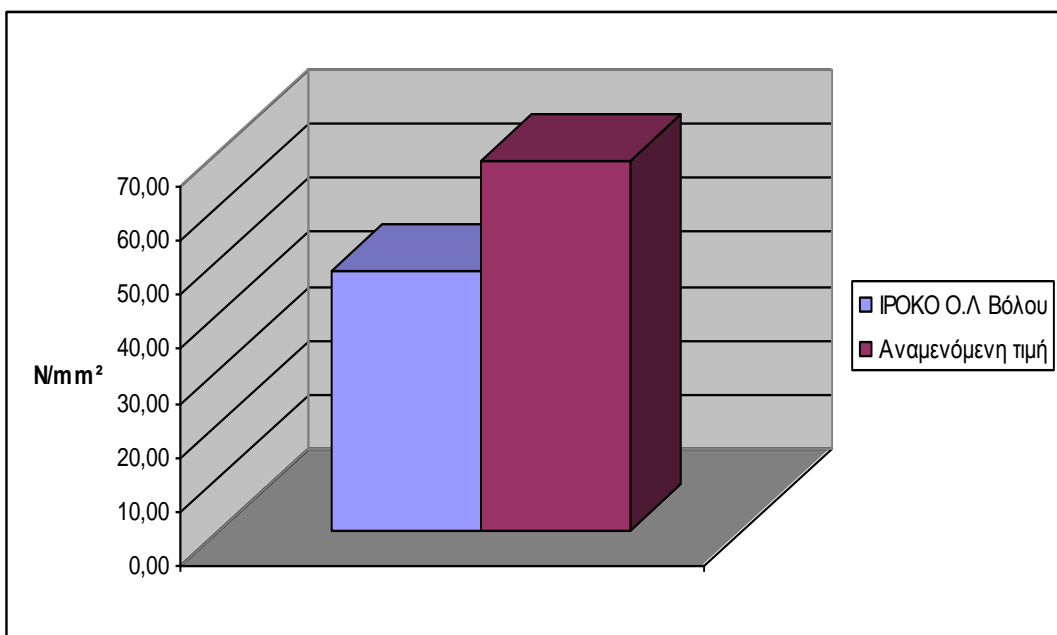
Μέτρο Ελαστικότητας



Αξονικός εφελκυσμός



Αξονική θλίψη



11. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρόλο που τα μακροσκοπικά και μικροσκοπικά χαρακτηριστικά είναι χωρίς αμφιβολία αυτά του ξύλου **Iroko**, το ξύλο που εξετάστηκε, συμπερασματικά, παρουσίασε τα εξής χαρακτηριστικά :

1. Χρώμα εμφανώς ανοιχτότερο από αυτό που θα περίμενε κανείς για ξύλο Iroko.
2. Μηχανικές ιδιότητες που ήταν σαφώς **χαμηλότερες από τις αναμενόμενες** (φυσιολογικές) για τέτοιο ξύλο, ειδικότερα:
 - 30% περ. χαμηλότερο μέτρο θραύσης (αντοχή σε κάμψη)
 - 30% περ. χαμηλότερη αντοχή σε αξονική θλίψη.
3. Εξαιτίας του (1), *πιστεύεται* ότι το ξύλο αυτό θα έχει στην πράξη και στις εφαρμογές του, ειδικά σε εξωτερικές συνθήκες, μειωμένη ανθεκτικότητα σε μύκητες, έντομα και θαλάσσιους μικροοργανισμούς, και χαμηλότερη φυσική διάρκεια.

Τα παραπάνω αποτελέσματα *εκτιμάται* ότι οφείλονται στο γεγονός ότι το ξύλο (ξυλεία) προέρχεται από δασικές φυτείες του είδους Iroko που είναι φυσιολογικό να δίνουν ξύλο με μειωμένα φυσικά και τεχνικά χαρακτηριστικά και χαμηλότερες μηχανικές αντοχές, σε σχέση με το ίδιο ξύλο που προέρχεται από φυσικό δασικό οικοσύστημα.

Συνιστάται η πιστοποίηση ή ο ποιοτικός έλεγχος της ξυλείας για μελλοντική χρήση και για οποιαδήποτε εφαρμογή να γίνεται όχι με βάση την ταυτότητα του είδους ξύλου, αλλά με καθορισμό συγκεκριμένων (ελάχιστων) ορίων για ορισμένες (συγκεκριμένες) φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου.
