



Καρδίτσα, 29.06.2011

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ

οδός Γρίβα 11, Τ.Κ. 43100, Καρδίτσα  
Υπεύθυνος: Δρ. Γεώργιος Μαντάνης, Καθηγητής  
τηλ. 6947 300585 · fax 24410 79220 · email: [mantanis@teilar.gr](mailto:mantanis@teilar.gr)  
URL: [www.teilar.gr/~mantanis](http://www.teilar.gr/~mantanis)

### ΕΚΘΕΣΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΥΟ (2) ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΕΛΕΚΗΤΩΝ

Την 22.6.2011, ο υπογράφων την παρούσα έκθεση, Καθ. Γεώργιος Μαντάνης, παρέλαβε στη διεύθυνση εργασίας του (ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας) δύο (2) μικρές παρτίδες προϊόντων ξύλου που ανήκαν σε δείγματα ΠΕΛΕΚΗΤΗΣ ξυλείας, σε μορφή Τράβα. Τα προϊόντα αυτά αναγνωρίστηκαν σαν ξυλεία ερυθρελάτης (*Spruce*). Έφεραν δύο σημάνσεις, **A** και **P** (συνολικά ήταν 6 και 5 δείγματα αντίστοιχα, στην κανονική τους μορφή-τράβα, και σε διατομές περίπου >8 x 8 cm.

Οι παρτίδες αυτές στάλθηκαν από την εταιρεία ξύλου ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΛΑΒΑΚΗΣ (περιφερειακή οδός Τρικάλων, υπεύθυνος κ. Ιωάννης Μαλαβάκης, τηλ. 24310 22.260) για ποιοτικό και οπτικό έλεγχο στο *Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου*, και αποτελούνταν από λίγα δείγματα (αντιπροσωπευτικά, κατά τον κ. Μαλαβάκη).

Κατά δήλωση και σήμανση από τον κ. Ιωάννη Μαλαβάκη, το ένα δείγμα με τη σήμανση «A» είχε προέλευση την ██████████, και το άλλο δείγμα με τη σήμανση «P», είχε προέλευση από τη ██████████.

Το κύριο ερώτημα του κ. Μαλαβάκη αφορούσε στον κατάλληλο επιστημονικά έλεγχο, ώστε να διαπιστωθεί ποιο εξ' αυτών έχει μεγαλύτερες μηχανικές αντοχές και καλύτερα εν γένει ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Ο έλεγχος που διενεργήθηκε στα 2 προϊόντα ήταν ΚΑΤΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ, διότι α) δεν γνωρίζουμε αν όντως τα δείγματα είναι αντιπροσωπευτικά, β) ο αριθμός δειγμάτων είναι πολύ μικρός (στατιστικά δεν ευσταθεί) και γ) επειδή ήταν αδύνατο η μηχανή δοκιμών στο ΤΕΙ να αντέξει υψηλό φορτίο (>20.000 N) – οπότε και κρίθηκε σκόπιμο, ΚΑΙ ΚΑΤΑ

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ έγιναν εκτιμήσεις μηχανικής αντοχής κάμψης και ελαστικότητας σε δείγματα που είχαν κατά το 1/2 κοπεί (ακριβώς στην εντεριώνη) του κάθε δοκιμίου (βλ. Εικ. 1, Εικ. 2).

## 1. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Στη συνέχεια έγινε συλλογή δειγμάτων για οπτικό έλεγχο (Κεφ. 2) και για να γίνει ο προσδιορισμός της αντοχής σε στατική κάμψη (DIN 52186/1978), τα δείγματα τέθηκαν σε κανονικές συνθήκες (20/65) σε σύγχρονο *θάλαμο κλιματισμού* (Εικ. 1) στις εγκαταστάσεις του *Εργαστηρίου Τεχνολογίας Ξύλου*. Ο κλιματισμός αυτός είχε διάρκεια 4 ημέρες μέχρι να αποκτήσουν τα δείγματα *υγρασία ισορροπίας* (δηλ. ~12%).



**Εικόνα 1.** Δοκίμια από τις 2 παρτίδες των κομμένων ήδη πελεκητών ερυθρελάτης (πριν τις δοκιμές), όπως κλιματίζονται σε κανονικές συνθήκες (θερμοκρασία: 20°C, σχετική υγρασία του αέρα: 65%).

## 2. ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ & ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Στη συνέχεια τα δύο δείγματα πελεκητών εξετάστηκαν οπτικώς. Τόσο κατά την κοπή τους (στην πριονοκορδέλα) όσο και με μακροσκοπικό έλεγχο, φάνηκε ότι **τα δείγματα «Α» ήταν σκληρότερα και πιο πυκνά.**

Είχαν δε, πιο πυκνότερους αυξητικούς δακτυλίους, πιο πολύ όψιμο ξύλο και στην ενδεικτική μέτρηση της πυκνότητας (μετά τον κλιματισμό) φάνηκε να έχουν υψηλότερη πυκνότητα.



**Εικόνα 2.** Δοκίμια κομμένα (αριστερά) και από τις 2 παρτίδες πελεκητών (φαίνεται δεξιά το πώς κόπηκαν, δηλ. ~πάνω στη γραμμή εντεριώνης)

Ο έλεγχος που έγινε από τον *μελετητή-τεχνολόγο ξύλου* οδήγησε στα ακόλουθα συμπεράσματα (φαινομενική πυκνότητα R12:

#### **Δείγμα «Α»**

- ✚ Με προσεγγιστική μέθοδο, εκτιμήθηκε η πυκνότητά του ~ **0,45** g/cm<sup>3</sup>.

#### **Δείγμα «Ρ»**

- ✚ Με προσεγγιστική μέθοδο, εκτιμήθηκε η πυκνότητά του ~ **0,41** g/cm<sup>3</sup>.

#### **Πόρισμα:**

- ✚ Κατά τον οπτικό έλεγχο διαπιστώθηκε ο ίδιος περίπου αριθμός ραγάδων (μήκος, πλάτος) στα 2 δείγματα πελεκητών ερυθρελάτης, αλλά τα δείγματα «Α» είναι εμφανώς *πυκνότερα*, δηλ. είχαν φαινομενική πυκνότητα περίπου 8-10% μεγαλύτερη από τα δείγματα «Ρ».
- ✚ Τα «Α» είχαν πυκνότερους, και στενότερους αυξητικούς δακτυλίους, ειδικά στους 5-10 ΑΥΞ. ΔΑΚΤΥΛΙΟΥΣ της περιφερειακής ζώνης, που δίνουν και την μέγιστη μηχανική αντοχή σε κάθε ξυλοτεμάχιο (σε μεγάλο ποσοστό, αναλογικά).

### 3. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ & ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Μετά τον κλιματισμό των δειγμάτων, που είναι ο πλέον απαραίτητος, τα δείγματα πελεκητών ελέγχθηκαν στη συσκευή μηχανικών αντοχών του Εργαστηρίου (Εικ. 3).

Οι μετρήσεις της *αντοχής σε κάμψη*, και του *μέτρου ελαστικότητας* αποτελούν στην περίπτωση αυτή τους πλέον καθοριστικούς δείκτες της όλης ποιότητας των εν λόγω προϊόντων ξύλου. Ωστόσο, η μέθοδος έγινε ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΑ όπως τονίστηκε.

Η προδιαγραφή DIN 52186/1978 αποτέλεσε την προδιαγραφή με βάση την οποία έγινε ο προσδιορισμός των μηχανικών ιδιοτήτων σε κάμψη. Συνολικά έγινε θραύση έξι (6) και πέντε (5) τεμαχίων από κάθε προϊόν. Το μήκος των δοκιμών ήταν ίσο με την απόσταση υποστήριξης στη μηχανή αντοχής αυξημένο κατά 50 mm. Η απόσταση υποστήριξης ήταν ακριβώς 553 mm. Το *ύψος h* (πάχος) των δοκιμών διέφερε ανά δείγμα. Κατά τον προσδιορισμό του μέτρου θραύσης η φόρτιση του δοκιμίου έγινε στο μέσο του μήκους και με ταχύτητα 9 mm/sec, ώστε η διάρκεια μέχρι τη θραύση να είναι ~1 λεπτό. Με βάση τα προβλεπόμενα της DIN 52186/1978 έγιναν όλοι οι προσδιορισμοί· τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 & 2 (συνημμένοι).



**Εικόνα 3.** Τυχαίο δείγμα την ώρα της δοκιμής του σε θραύση (ΜΘ & ΜΕ) σε συσκευή μηχανικών αντοχών τύπου Zwick-Roell 2020 testing machine (Software testXpert V10.11) του Τμήματος Σ.Τ.Ξ.Ε. του Τ.Ε.Ι. Λάρισας

Τα αποτελέσματα (μέσοι όροι) έδειξαν τελικά τα ακόλουθα:

«**A**» MOR = 50,6 N/mm<sup>2</sup>  
MOE = 5.546 N/mm<sup>2</sup>

και

«**P**» MOR = 46,7 N/mm<sup>2</sup>  
MOE = 4.357,7 N/mm<sup>2</sup>

Επίσης (Πιν. 1 και Πιν. 2), η ίδια τάση υπάρχει και στην πυκνότητα, δηλ. τα «A» είναι βαρύτερα και πυκνότερα.

### **ΤΕΛΙΚΟ ΠΟΡΙΣΜΑ**

**α)** Το προϊόν *πελεκητή ξυλεία spruce "A"* είναι ποιοτικά καλύτερο από το προϊόν *"P"*, αφού διαθέτει περίπου 8% υψηλότερη αντοχή σε στατική κάμψη και περίπου 25% υψηλότερο μέτρο ελαστικότητας, σε σχέση με το "P". Έστω και με τον προσεγγιστικό τρόπο που έγινε η παρούσα δοκιμή.

**β)** Το προϊόν *πελεκητή ξυλεία spruce "A"* έχει ~11% υψηλότερη φαινομενική πυκνότητα R12, σε σχέση με την ξυλεία πελεκητών «P». Αυτό αποτελεί και τον πλέον καλύτερο δείκτη ποιότητας.

Καρδίτσα, 29.06.2011

*Ο διενεργήσας την αξιολόγηση*

**Δρ. Γεώργιος Μαντάνης**  
*Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας*  
*Τεχνολόγος ξύλου*

ΠΙΝ. 1. Κλιματισμένα Ξυλοτεμάχια ΠΕΛΕΚΗΤΗΣ ερυθρελάτης A- (Μαλαβάκης) 29.06.2011

	Διαστάσεις					Πυκνότητα	Fmax	Αντοχή σε Κάμψη	F10	F30	ΔF	L10	L30	Δl	Μέτρο Ελαστικότητας
α/α	h (mm)	b (mm)	l (mm)	l Ολ. (mm)	Μάζα (gr)	(gr/cm <sup>3</sup> )	(N)	$\sigma = 3Fl / 2bh^2$ (N/mm <sup>2</sup> )	(N)	(N)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	$E = l^3 \Delta F / 4bh^3 \Delta l$ (N/mm <sup>2</sup> )
A-01	48.85	85.70	600.0	553.0	1,145.9	0.456	12285.0	49.83	1228	4914.1	3686.1	1.19	4.47	3.28	4755.9
A-02	35.96	83.10	600.0	553.0	850.5	0.474	6309.0	48.70	630.9	2523.7	1892.8	1.05	3.80	2.75	7530.6
A-03	53.63	88.30	600.0	553.0	1,265.1	0.445	14402.0	47.04	1440	5760.9	4320.9	1.48	5.89	4.41	3041.4
A-04	43.74	76.10	600.0	553.0	867.8	0.435	8365.0	47.66	836.5	3346.7	2510.2	1.12	4.55	3.43	4858.6
A-05	42.88	88.13	600.0	553.0	1,056.1	0.466	10218.0	52.31	1021	4087	3066	1.1	4.15	3.05	6116.5
A-06	38.35	82.38	600.0	553.0	885.5	0.467	8454.0	57.88	845	3381.6	2536.6	1.38	4.69	3.31	6973.0

**MOR**

MIN	47.0	N/mm <sup>2</sup>
MAX	57.9	
AVG	<b>50.6</b>	
SDEV	4.0	

**MOE**

MIN	3041.4
MAX	7530.6
AVG	<b>5546.0</b>
SDEV	1653.5

Μέση πυκνότητα **R12 = 0.457**

*Σημείωση: Την έκθεση αυτή διενήργησε κατόπιν σύμβασης διά της Ε.Ε.Ε. ο Δρ. Γεώργιος Μαντάνης, διδάκτωρ επιστήμης Ξύλου του Παν/μίου Wisconsin-Madison των Η.Π.Α. Την έκθεση λαμβάνει ο κ. Ιωάννης Μαλαβάκης & η Ε.Ε.Ε., και αυτή ισχύει μόνο για τα συγκεκριμένα δείγματα.*

ΠΙΝ. 2. Κλιματισμένα ξυλοτεμάχια ΠΕΛΕΚΗΤΗΣ ερυθρελάτης P- (Μαλαβάκης) 29.06.2011

	Διαστάσεις					Πυκνότητα	Fmax	Αντοχή σε Κάμψη	F10	F30	ΔF	L10	L30	Δl	Μέτρο Ελαστικότητας
α/α	h (mm)	b (mm)	l (mm)	l Ολ. (mm)	Μάζα (gr)	(gr/cm3)	(N)	$\sigma = 3Fl / 2bh^2$ (N/mm2)	(N)	(N)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	$E = l^3 \Delta F / 4bh^3 \Delta l$ (N/mm2)
P-01		81.60	600.0	553.0	846.8	0.410	9070.0	51.70	907	3628	2721	1.34	4.80	3.46	5410.2
P-02	55.80	75.80	600.0	553.0	1,048.1	0.413	11825.0	41.56	1182.5	4730.2	3547.7	2.06	7.10	5.04	2259.7
P-03	48.60	78.70	600.0	553.0	905.8	0.395	10364.0	46.25	1036	4145.6	3109.6	2.18	6.40	4.22	3448.5
P-04	40.40	81.35	600.0	553.0	851.6	0.432	8511.4	53.17	851	3404.5	2553.5	1.24	4.38	3.14	6409.4
P-05	48.10	81.05	600.0	553.0	948.8	0.406	9270.9	41.01	927	3708.3	2781.3	1.30	4.36	3.06	4260.4

MOR		N/mm <sup>2</sup>
MIN	41.0	
MAX	53.2	
<b>AVG</b>	<b>46.7</b>	
SDEV	5.6	

MOE	
MIN	2259.7
MAX	6409.4
<b>AVG</b>	<b>4357.7</b>
SDEV	1624.4

Μέση ρ12 = 0.411  
 πυκνότητα