

ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ & ΕΠΙΠΛΟΥ
Γρίβα 11, Τ.Κ. 43100, Καρδίτσα

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ

Καθηγητής Δρ. Γεώργιος Μαντάνης, τηλ. 6947 300.585

URL: <http://www.wfdt.teilar.gr/dbData/News/WST.pdf>

Καρδίτσα, 18-02-2015

ΕΚΘΕΣΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ OREGON PINE (EN 338)

Στις 13-02-2015 ο υπογράφων την παρούσα έκθεση Δρ. Γεώργιος Μαντάνης για *ερευνητικούς λόγους* επισκέφτηκε την επιχείρηση **Χυτήρια Τσίντζα Urban Innovations** που εδρεύει στο Προάστιο του Ν. Καρδίτσας. Το θέμα της επιχείρησης ήταν να γίνει **έλεγχος (έρευνα)** σε παραληφθείσα ξυλεία (όπως αυτή φαίνεται στοιβαγμένη στην Εικ. 1), και να αξιολογηθούν: α) αφενός μεν η ποιότητα της δομικής αυτής ξυλείας (κατά δήλωση της επιχείρησης, αυτή είχε αγοραστεί από την εμπορική [REDACTED], και β) αφετέρου εάν η ξυλεία αυτή ανήκει στην κλάση μηχανικής αντοχής **C22** με βάση το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 338. Διαπιστώθηκε από τον μελετητή ότι η ξυλεία αυτή αποτελούνταν από πριστά μήκους ~245-250 cm, και είχαν διατομές ~12,5 cm (φάρδος) X 4,9 cm (πάχος).

Κατά δήλωση της επιχ/σης, τα εν λόγω πριστά προορίζονταν για κατασκευές της επιχ/σης (ξύλινα παγκάκια και πέργκολες) για το [REDACTED] [REDACTED] >- με ανάδοχο την τεχνική εταιρεία [REDACTED].



Εικ. 1. Παρτίδα ξυλείας Oregon pine στη Χυτήρια Τσίντζα (13-02-2015).

Κατά τον μελετητή, η πρώτη μακροσκοπική εμφάνιση της ξυλείας έδειχνε ότι το δασοπονικό είδος είναι πιθανώς **ψευδοτσούγκα** (Oregon pine), με χαρακτηριστικό χρώμα (λευκωπό έως ελαφρύ κοκκινωπό), και τυπική εμφάνιση και «νερά». Διαπιστώθηκε ότι η ξυλεία ήταν ξενικής προέλευσης (εισαγωγής), διότι τέτοιου είδους ξυλεία δεν υπάρχει στη χώρα μας.

Η παρτίδα αυτή αποτελούνταν από περίπου 250 πριστά τα οποία ήταν μη πλανισμένα. Στην ξυλεία αυτή: **α)** έγιναν **25 μετρήσεις** (10% τυχαία δειγματοληψία) για την κλάση αντοχής βάσει του πιστοποιημένου συστήματος **MTG** (*Timber Grader*[®]) (τεχνογνωσία της εταιρείας Brookhuis BV) που ανήκει στο Τμήμα ΣΤΞΕ (βλ. Πίν. 4), **β)** συλλέχθηκαν με απολύτως τυχαίο τρόπο δύο (2) δείγματα ξύλου (βλ. Εικ. 3) τα οποία μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για περαιτέρω μετρήσεις και αξιολόγηση. Ακολούθησε μια σειρά από δοκιμές και μετρήσεις επί της ξυλείας αυτής.



Εικ. 2. Πλευρική όψη της παρτίδας ξυλείας στη Χυτήρια Τσίντζα (13-02-2015).



Εικ. 3. Τα δύο πριστά (1000 X 125 X 49 mm) που συλλέχθηκαν για τις εργαστηριακές μετρήσεις στο Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου.

1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΙΔΟΥΣ

Τα δοκίμια εξετάστηκαν μακροσκοπικά καθώς και με μικροσκόπιο ακριβείας, τύπου Leica (Εικ. 4β) από τον Δρ. Γ. Μαντάνη στις 16-02-2015. Όπως φαίνεται και στην Εικ. 4α, τα δείγματα αυτά ανήκουν σε ξυλεία ψευδοτσούγκας, είδους δηλ. Oregon pine, διότι έχουν: *τυπική εμφάνιση κωνοφόρου με παρουσία κυττάρων τραχειϊδών, έντονα απότομη μετάβαση κυττάρων από το πρώιμο στο όψιμο ξύλο, αρκετούς αλλά μικρούς ρητινοφόρους αγωγούς, καθώς και πολυάριθμες μονόσειρες ακτίνες.*

Από άποψη οσμής, το φρεσκοκομμένο δοκίμιο στο δισκοπρίονο, έφερε την *πολύ ευδιάκριτη χαρακτηριστική* οσμή (μυρωδιά) της ψευδοτσούγκας.



α.



β. Μικροσκόπιο Leica

Εικ. 4 α-β. Αναγνώριση του είδους ως γνήσιο Oregon pine

Συνεπώς, το είδος είναι *Pseudotsuga menziesii* όπως ισχυρίστηκε η επιχ/ση Χυτήρια Τσιντζα, δηλ. ξυλεία **Oregon pine**.

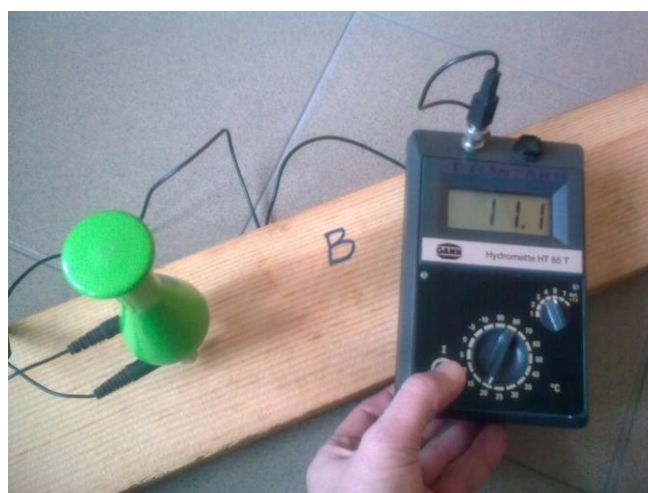
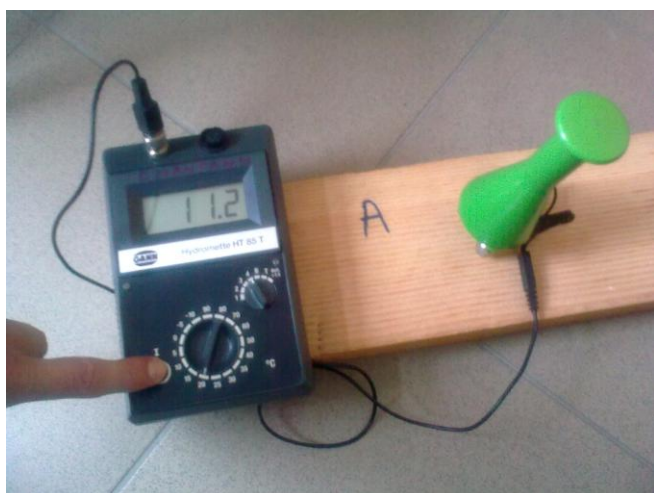
2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Την ημέρα της παραλαβής των 2 πριστών (13-02-2015), τα πριστά μετρήθηκαν με σύγχρονο υγρόμετρο ακριβείας τύπου Gann, και τα δύο διαφορετικά πριστά «1» και «2» προφανώς ήταν **ξηρά στον αέρα** όπως διαφαινόταν κι από την επαφή με το χέρι από τον έμπειρο μελετητή. Συγκεκριμένα μετρήθηκαν να έχουν τις αναμενόμενες τιμές περιεχόμενης υγρασίας, ήτοι:

- Πριστό «1»: Υγρασίες – 11,5%, 11,1%, 11,0%, 11,1%, 11,2%, 11,2%, 11,0%
- Πριστό «2»: Υγρασίες – 11,3%, 11,0%, 10,9%, 11,2%, 11,1%, 11,1%, 11,0%

Τα συμπεράσματα του ελέγχου ήταν απολύτως θετικά- θα λέγαμε κατάλληλα για δομική ξυλεία που προορίζεται για χρήση εξωτερικά. Σημειώνεται ότι είναι προτεινόμενο, η ξυλεία εξωτερικών χρήσεων να **μην** έχει υγρασία πάνω από 15% στη χώρα μας.

Τα δοκίμια στις 13-02-2015 δεν αφέθηκαν εξωτερικά λόγω της μεγάλης υγρασίας, αλλά τοποθετήθηκαν επιμελώς σε εργαστηριακό *θάλαμο κλιματισμού* του Εργαστηρίου για κλιματισμό σε κανονικές συνθήκες (20°C/65%). Οι μηχανικές ιδιότητες για να μετρηθούν σε δοκίμια ξύλου απαιτείται η υγρασία τους να είναι κλιματισμένη ομοιόμορφα στο 12%.



Εικ. 5 α-β. Μετρήσεις υγρασίας με σύγχρονο υγρόμετρο Gann.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα περιεχόμενης υγρασίας των δειγμάτων στις 17-02-2015

A/A	Υγρασία (μέσοι όροι)
δείγμα A (8 μετρήσεις στο «1»)	11,2%
δείγμα B (8 μετρήσεις στο «2»)	11,1%

Πόρισμα: Οι υγρασίες αυτές στα δύο πριστά ξύλου είναι **άριστες** για τις εξωτερικές χρήσεις για τις οποίες προορίζεται. Διαπιστώθηκε ότι η ξυλεία δεν έφερε καθόλου σφάλματα ραγάδων γεγονός που σημαίνει ότι είναι ξυλεία ξηραντηρίου (*kiln dryer*), και στην οποία η ξήρανση έχει γίνει αργά, επιμελημένα και με ορθό πρόγραμμα ξήρανσης.

3. ΟΠΤΙΚΟΣ & ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Στη συνέχεια στα πριστά έλαβε χώρα οπτικός έλεγχος (Εικ. 6, 7, 8, 9), για να γίνει μια πρώτη εκτίμηση της ποιότητας της ξυλείας, της ύπαρξης τυχόν σφαλμάτων δομής, της ύπαρξης τυχόν προσβολών από μύκητες κυανόχρωσης, τυχόν μύκητες σήψης ή άλλους βιοτικούς παράγοντες.

Κατά τον έλεγχο πάρθηκαν οι ακόλουθες φωτογραφίες που δείχνουν την κατάσταση της όλης ξυλείας (και στις 3 επιφάνειες- εγκάρσια, ακτινική και εφαπτομενική).



Εικ. 6. Χαρακτηριστική εμφάνιση της ακτινικής τομής των πριστών που συλλέχθηκαν (παντελής απουσία σφαλμάτων δομής, καθόλου ρόζοι, παντελής έλλειψη ραγάδων!)



Εικ. 7. Εγκάρσια τομή πριστού («2»): πολύ στενοί αυξητικοί δακτύλιοι, ξύλο από φυσικό δασικό οικοσύστημα - όχι φυτείες! (ηλικίας >50 ετών), έντονο εγκάρδιο



Εικ. 8. Εμφάνιση στην εφαπτομενική τομή του πριστού (εξαιρετικής ποιότητας).



Εικ. 9. «Καθαρή» ακτινική τομή (ισόβενια νερά ξύλου): πολύ υψηλή ευθυΐνια, μεγάλη ομοιογένεια και καθόλου σφάλματα δομής ή ασυνέχειες ή μεταχρωματισμοί.

Γενικά, από τον μακροσκοπικό έλεγχο το συνολικό που έγινε στα δύο (2) πριστά ξυλείας διαπιστώθηκε ότι:

- Αυτή η παρτίδα ξυλείας Oregon pine (που εξετάσαμε) είναι **εξαιρετικής ποιότητας** και επίσης πάρα πολύ «καθαρή».
- Δεν έφερε καθόλου *ραγάδες*, ούτε αξονικές, ούτε ακτινικές ή ούτε στο σόκορο.
- Μηδενικοί *ρόζοι* στα πριστά, γεγονός που υποδηλώνει και την προέλευση της πρώτης ύλης (φυσικό δασικό οικοσύστημα, ξύλο ώριμης, μεγάλης ηλικίας)
- Πυκνή και ομοιόμορφη ανάπτυξη: ήτοι, αριθμός: **3-4** αυξητικοί δακτύλιοι ανά cm (*πλάτος δακτυλίων*).
- Δεν παρατηρήθηκαν μεταχρωματισμοί στην ξυλεία, ούτε άλλα ελαττώματα.

Από τον έλεγχο, και σε συνάρτηση με τα αποτελέσματα της περιεχόμενης υγρασίας, η φαινομενική πυκνότητα της ξυλείας ήταν η αναμενόμενη, περίπου **500-510 kg/m³**.

4. ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Στο μέρος αυτό εκπονήθηκε *ερευνητική εργασία* (Εικ. 10α-β) για μέτρηση της κλάσης μηχανικής αντοχής στην ξυλεία Oregon pine που μας δόθηκε προς αξιολόγηση και μελέτη. Δεν υπήρξαν προβλήματα κατά τις μετρήσεις. Χρησιμοποιήθηκε **ειδική συσκευή MTG** που είναι ενδεικνυόμενη για την ποιοτική ταξινόμηση της ξυλείας σε κλάσεις ποιότητας (μηχανικής αντοχής), με βάση την προδιαγραφή EN338 (Εικ. 10 α-β). Η εν λόγω συσκευή είναι μέρος ενός εν γένει πιστοποιημένου συστήματος που ονομάζεται **Timber-Grader[®]** (ανήκει και έχει αγοραστεί από το ΤΕΙ Θεσσαλίας), και είναι τεχνογνωσία (*know-how*) της ολλανδικής εταιρείας Brookhuis BV.



Εικ. 10 α-β. Άποψη από τις μετρήσεις με Timber-Grader[®] που έγιναν στη μελέτη αυτή
(ref. <http://www.brookhuis.com/timber-grader-mtg.html>)

Τα πριστά έπρεπε πρώτα να μετρηθούν (μήκος, διατομές), να ζυγιστούν σε ζυγό (υπολογισμό μάζας) και στη συνέχεια να αξιολογηθούν αυτόματα με το Timber-Grader[®] όπως απεικονίζεται στην Εικ. 10α. Το σύστημα είχε ρυθμιστεί (calibration + ρύθμιση) στα υπάρχοντα διαθέσιμα δεδομένα για ξυλεία (φυσικού δάσους) Oregon pine, προέλευσης Βορείου Αμερικής. Μετρήθηκαν αναλυτικά είκοσι πέντε πριστά, και τα αποτελέσματα καταγράφονται με λεπτομέρεια στον Πίνακα 4. **Η ξυλεία ήταν υψηλής ποιοτικής στάθμης από πλευράς μηχανικών ιδιοτήτων.**

5. ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ (ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ MOR-MOE)

Τα 4 δοκίμια που κόπηκαν είχαν μέση υγρασία ~12% (βλ. θάλαμος κλιματισμού), η δε φαινομενική τους πυκνότητα ήταν περίπου $R_{12} = 510 \text{ kg/m}^3$. Έτσι:

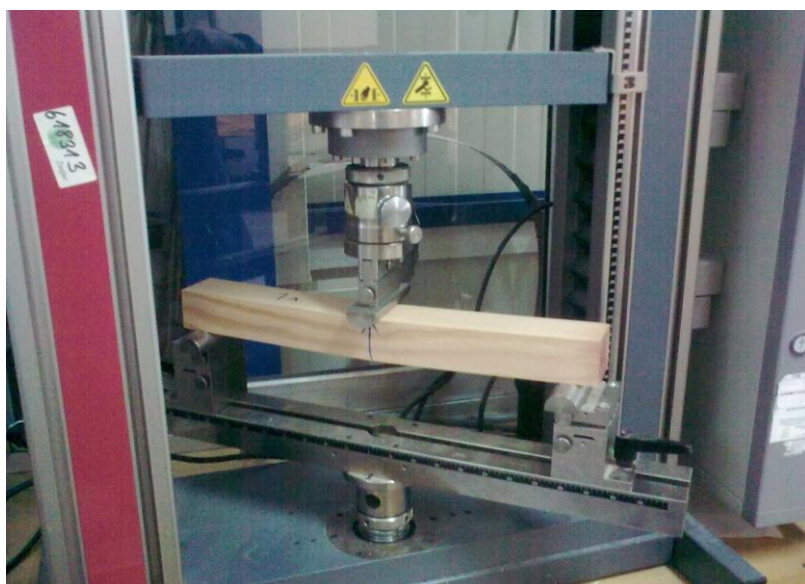
- ✚ Οι δοκιμές έγιναν σε συσκευή τύπου Zwick-Roell Z020 testing machine (ΤΕΙ/Θ).

- ✚ Υπέστησαν *θραύση*, όπως Εικ. 11α, για μέτρηση του *Μέτρου θραύσης* (MOR)· οι δοκιμές έγιναν με αργό ρυθμό, δηλ. με συμπλήρωση 1 min (κατά ελάχιστο).
- ✚ Εκτιμήθηκε, έτσι, και το *Μέτρο ελαστικότητας* (MOE) που είναι πολύ σημαντικό.

Οι μετρήσεις έδωσαν τα ακόλουθα συγκεντρωτικά αποτελέσματα που φαίνονται στο παρακάτω Πίν. 2.

Πίνακας 2. Αντοχή σε κάμψη (MOR) και μέτρο ελαστικότητας (MOE) των δοκιμών.

A/A	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ (N/mm ²)	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (N/mm ²)
Πριστά	82,9	10993,8



Εικ. 11 α-β. α) Δοκίμιο Oregon pine «1Α», την ώρα της δοκιμής του σε θραύση (MOR) σε συσκευή τύπου Zwick-Roell 2020 testing machine (Software testXpert V10.11), β) Διαμορφωμένα πριστά (δοκίμια) για τις μετρήσεις μηχανικών ιδιοτήτων (μήκους 45 cm)

Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι πολύ θετικά, τόσο οι τιμές MOR όσο και οι τιμές μέτρου ελαστικότητας MOE είναι σε πολύ υψηλά επίπεδα. Οι τιμές ταιριάζουν απόλυτα με τις τιμές της βιβλιογραφίας. Επίσης, αν συγκριθούν με τα αποτελέσματα του μακροσκοπικού ελέγχου (που έδειξαν *άριστη ποιότητα* ξυλείας για αυτή την παρτίδα Oregon pine), είναι αναμενόμενο η ξυλεία να ανήκει σε υψηλές κλάσεις μηχανικής αντοχής (δηλ. >C24).

ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ

α) Τα πριστά ξυλείας Oregon pine που αξιολογήσαμε στην επιχ/ση Χυτήρια Τσίντζα (Φεβ. 2015) είναι **εξαιρετικής ποιότητας** με μηδενικά σφάλματα δομής. Ο έλεγχος που έγινε (μακροσκοπικός & οπτικός) πιστοποιεί το παραπάνω πόρισμα.

β) Από τα εργαστηριακά και επιτόπου αποτελέσματα (Πίν. 3-4) των μετρήσεων που έγιναν (Φεβ. 2015) και *καταστρεπτικά* και *μη καταστρεπτικά* διαπιστώνεται ότι η συγκεκριμένη παρτίδα Oregon pine **ανήκει σε κλάση υπέρμετρη της κλάσης C22.**

Καρδίτσα, 18-02-2015

Ο υπογράφων την παρούσα μελέτη

Καθηγητής Δρ. Γεώργιος Μαντάνης
Τεχνολόγος Ξύλου (PhD, Dipl.)
Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Wisconsin-Madison Η.Π.Α.
Email mantanis@teilar.gr & τηλ. 6947 300585

Πίνακας 4. Ποιοτική ταξινόμηση ξυλείας Oregon pine της Χυτήρια Τσίντζα με την πιστοποιημένη συσκευή MTG (βλ. Εικ. 10α)

A/A (Πριστό)	Μήκος πριστού (m)	Μάζα πριστού (kg)	Πυκνότητα (g/cm ³)	Ταξινόμηση ξυλείας σε κλάση αντοχής βάσει <i>TimberGrader</i> [®]
01	2,46	7,533	0,501	C24
02	2,47	7,593	0,500	C24
03	2,45	7,635	0,511	C30
04	2,47	7,581	0,509	C24
05	2,45	7,620	0,527	C30
06	2,45	7,530	0,502	C30
07	2,47	7,588	0,505	C24
08	2,45	7,838	0,533	C30
09	2,47	7,591	0,499	C24
10	2,45	7,629	0,530	C30
11	2,45	7,529	0,501	C24
12	2,46	7,599	0,500	C24
13	2,44	7,789	0,552	C35
14	2,46	7,566	0,509	C24
15	2,46	7,720	0,531	C30
16	2,45	7,515	0,500	C24
17	2,46	7,586	0,505	C24
18	2,48	7,735	0,521	C30
19	2,46	7,592	0,511	C24
20	2,47	7,732	0,537	C30
21	2,45	7,521	0,502	C24
22	2,46	7,601	0,508	C24
23	2,46	7,735	0,523	C30
24	2,44	7,671	0,520	C30
25	2,44	7,820	0,541	C35

Τελικό πόρισμα: 0 πριστά κλάσης **C18**, 13 πριστά κλάσης **C24**, 10 πριστά κλάσης **C30**, 2 πριστά κλάσης **C35**