



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου & Σχεδιασμού **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ**

Δ/ντής: καθηγητής Δρ. Γεώργιος Ι. Μαντάνης FIAWS, PhD
Γρίβα 11, Τ.Κ. 43100, Καρδίτσα, τηλ. 6947 300585, e-mail: mantanis@uth.gr
fax: 24410 64.731 · Skype: g.mantanis · URL: <http://mantanis.users.uth.gr>

Καρδίτσα, 27-04-2022

ΠΡΟΣ: **Δήμο Πατρέων**
Δ/νση Αρχιτεκτονικού Έργου – Η/Μ
υπόψη: κ. Δημοσθένη Παυλόπουλου

ΒΕΒΑΙΩΣΗ · ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΞΥΛΕΙΑΣ

Την Παρασκευή 15-04-2022, ο υπογράφων τη βεβαίωση αυτή, καθηγητής Δρ. Γεώργιος Ι. Μαντάνης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, παρέλαβε αριθμό δοκιμίων ξυλείας από τη Διεύθυνση Αρχιτεκτονικού Έργου του Δήμου Πατρέων, μαζί με το έγγραφο με αριθ. πρωτ. 28073/04-04-2022. Η εν λόγω υπηρεσία του Δήμου -σε επικοινωνία και με τον αρμόδιο πολιτικό μηχανικό κ. Δημοσθένη Παυλόπουλο- ζητούσε την εθελοντική τεχνική υποστήριξη του εργαστηρίου. Τα αιτήματα της υπηρεσίας ήταν: α) να διενεργηθεί μελέτη αναγνώρισης των δοκιμίων ξυλείας που στάλθηκαν και συγκεκριμένα αν προέρχονται από το τροπικό είδος *iroko (Milicia sp.)*, και β) αν οι συγκολλήσεις και επικολλήσεις που έγιναν έχουν την απαιτούμενη αντοχή. Τα δοκίμια ξυλείας ήταν και από σύνθετη επικολλητή ξυλεία και από πριστά και φαίνονται στις παρακάτω εικ. 1-4.



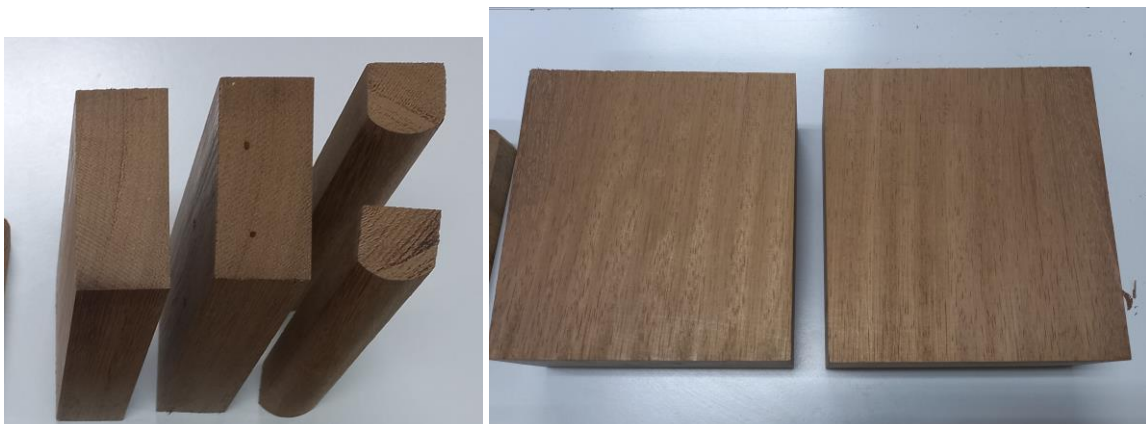
Εικ. 1. Άποψη από όλα τα δοκίμια ξυλείας που στάλθηκαν στο εργαστήριο στις 15-04-2022.



Εικ. 2. Άποψη από την ξύλινο δοκό (διατομής 200x200 mm) που στάλθηκε. Αποτελείται από δέκα (10) στοιχεία, επικολλημένα, και φέρει δακτυλοειδείς συνδέσεις (finger-joints).



Εικ. 3. Μερική άποψη από δοκίμια πάχους 20 mm από τις επικολλημένες ξύλινες δοκίδες (διατομής 100x150 mm) που στάλθηκαν για ταυτοποίηση.



Εικ. 4α, 4β. Άποψη από τα λοιπά δοκίμια ξύλου που στάλθηκαν, τα οποία αποτελούνται από συμπαγή (μασίφ) ξυλεία άγνωστου είδους.

ΜΕΡΟΣ 1° ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΞΥΛΟΥ

Καταρχήν, βασική πρώτη ενέργεια ήταν η μέτρηση της περιεχόμενης υγρασίας των δοκιμίων, ενέργεια που είναι κρίσιμης σημασίας. Σε επαφή με το χέρι, όλα τα δοκίμια φαινόταν να είναι «ξηρά στον αέρα». Οι μετρήσεις έγιναν στο Εργαστήριο Επιστήμης και Τεχνολογίας Ξύλου (εικ. 5) με ένα σύγχρονο υγρόμετρο ακριβείας, τύπου ηλεκτρικής αντίστασης (*Gann Hydrometre HT 85T*), και ευρέθησαν οι εξής τιμές:

- Δοκός: 12,1% · 11,9% · 12,7% · 12,1% · 13,0%.
- Δοκίδες: 13,7% · 14,1% · 12,9% · 14,0% · 11,8% · 12,8% · 14,0% · 12,2% · 13,4% · 13,6%.
- Λοιπά: 14,2% · 11,8% · 13,1% · 12,8% · 12,9% · 14,0% · 12,8% · 13,4% · 13,0% · 11,9%.

Συνεπώς, το ποσοστό υγρασίας των δοκιμίων κυμαίνεται, σε γενικές γραμμές, μεταξύ **12%** και **14%**, γεγονός που είναι εξαιρετικό από τεχνικής άποψης, αφού η εν λόγω ξυλεία θα χρησιμοποιηθεί σε εξωτερικό κλιματικό περιβάλλον (βλ. ξύλινη πεζογέφυρα).



Εικ. 5. Άποψη από μέτρηση της περιεχόμενης υγρασίας σε ένα δοκίμιο με το ηλ. υγρόμετρο.

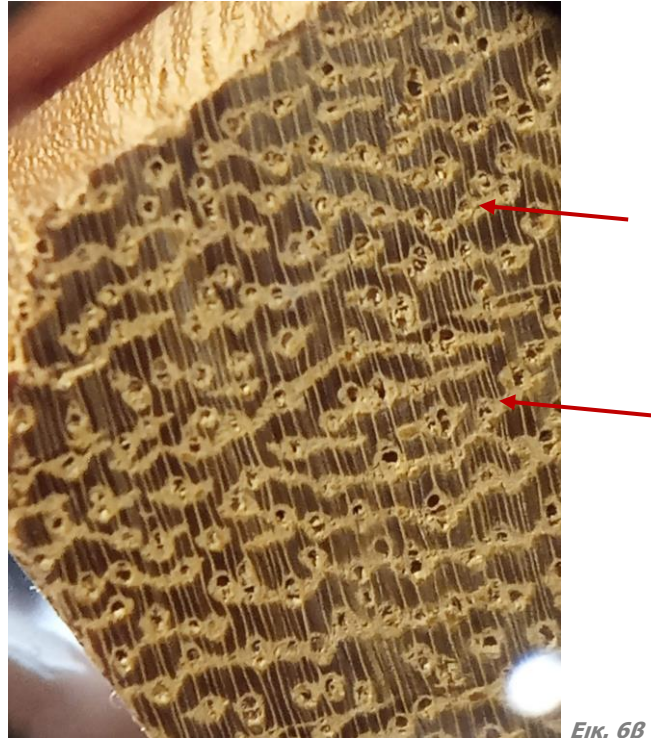
Μετά τη μέτρηση του ποσοστού υγρασίας των δοκιμίων, μετρήθηκε μετά από κανονική ογκομέτρηση κάθε δείγματος και αντίστοιχη ζύγισή του σε εργαστηριακό ζυγό ακριβείας, η *φαινομενική πυκνότητα*. Οι μέσες τιμές που ελήφθησαν από τα δοκίμια ήταν οι εξής:

- 0,631 g/cm³
- 0,621 g/cm³
- 0,628 g/cm³
- 0,630 g/cm³
- 0,619 g/cm³

Συμπερασματικά, η μέση πυκνότητα που ευρέθη στα ξύλινα δοκίμια κυμαινόταν μεταξύ των τιμών **0,62 g/cm³** και **0,63 g/cm³**, σε αυτό το επίπεδο υγρασίας (δηλ. περιεχόμενη υγρασία περίπου 12%-14%). Η πυκνότητα αυτή χαρακτηρίζεται ως *σχετικά μέτρια*.



Εικ. 6α



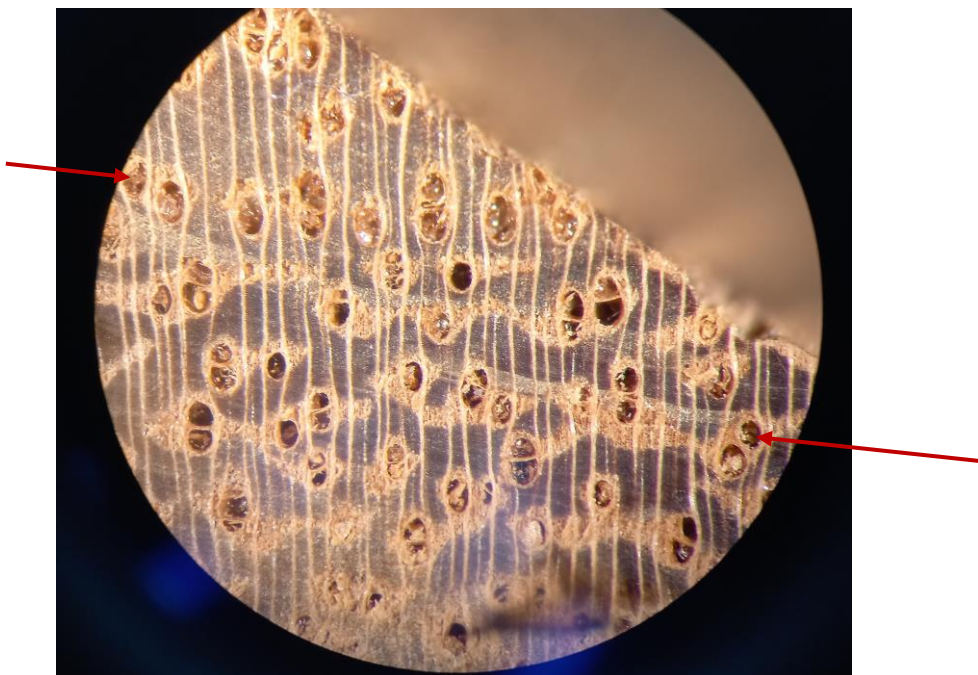
Εικ. 6β

Εικ. 6α, 6β. Φωτογραφίες από την εγκάρσια τομή (σόκορο) σε δύο (2) δοκίμια ξύλου.

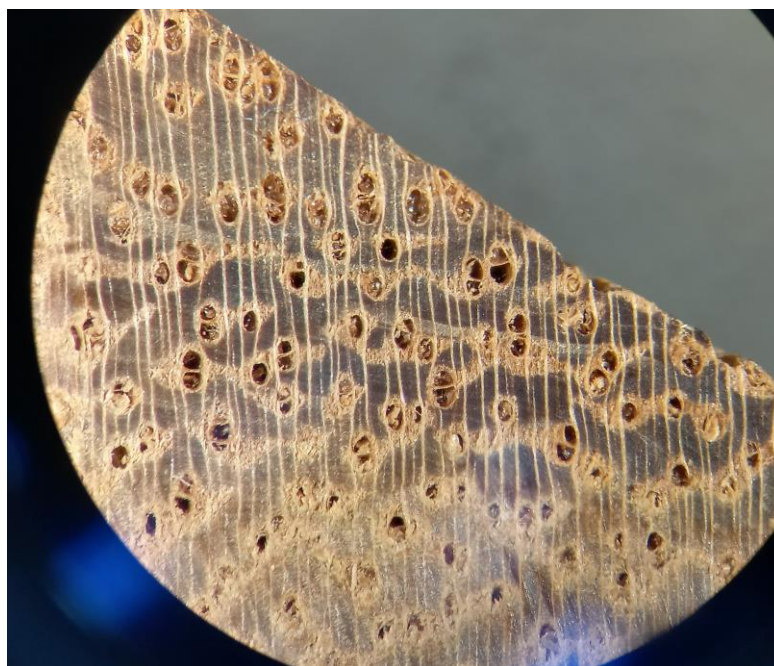
Στη συνέχεια διενεργήθηκε ένας μακροσκοπικός έλεγχος των δοκιμίων. Σε αναλυτική παρατήρηση που έγινε σε είκοσι (20) διαφορετικά δοκίμια ξυλείας, στην εγκάρσια τομή («σόκορο») του ξύλου, πάρθηκαν αντίστοιχες φωτογραφίες (παρόμοιες σε κάθε περίπτωση), όπως φαίνονται στις παραπάνω εικόνες 6α και 6β. Από την πρώτη ματιά, φαίνεται ότι η ξυλεία αυτή ομοιάζει με εκείνη του ιροκο και των «συγγενικών» ειδών (π.χ. dabema, ayap). Το θέμα είναι αν φέρει *τυλώσεις* ή όχι. Όλα τα ανωτέρω είναι είδη συχνά απαντώμενα στην ελληνική αγορά και φέρουν βασικούς τύπους *πτερυγοειδούς* (*aliform*) και *ταινιοειδούς* (*confluent*) αξονικού παρεγχύματος (βλ. εικόνα 6β, βέλη).

Κατόπιν έγιναν καθαρές τομές των δοκιμίων στην εγκάρσια τομή με ειδική λεπίδα και μελέτη και παρατήρηση των μικροσκοπικών γνωρισμάτων τους σε ειδικό στερεοσκόπιο ακριβείας του Εργαστηρίου Επιστήμης και Τεχνολογίας Ξύλου. Συνολικά μελετήθηκαν και τα είκοσι (20) διαφορετικά δοκίμια που στάλθηκαν στο εργαστήριο. Τρεις (3) αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες των μικροσκοπικών κριτηρίων (*criteria*), που καταγράφηκαν, απεικονίζονται με καθαρότητα στις παρακάτω εικ. 7, 8 και 9.

Από την παρατήρηση του μελετητή, διακρίνονται έντονα χαρακτηριστικά της δομής του ξύλου όπως: τυπική δομή διασπορόπορου (κριτήριο 5, *IAWA Microscopic Features*), πρισματικοί κρύσταλλοι (κριτήριο 136), ελάχιστα αγγεία ανά 1 mm², ≤5 (κριτήριο 46), ακτίνες σχετικά παχιές, μεταξύ 4-10 σειρών (κριτήριο 98), μέτριος αριθμός ακτίνων ανά 1 εφαπτομενικό mm, τυπικά 4-12 (κριτήριο 115), κυρίαρχοι τύποι του αξονικού παρεγχύματος: ακανόνιστο ταινιοειδές-*banded*, *irregular*, πτερυγοειδές-*lozenge*, και πτερυγοειδές προς ταινιοειδές-*confluent* (κριτήρια 81, 83, 85). Το άγνωστο είδος πληροί και τα κριτήρια αναγνώρισης, αρ. 194 (μέτριας πυκνότητας) και αρ. 197 (καφετί χρώματος).



Εικ. 7. Μικροσκοπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής ενός δοκιμίου (διακρίνονται: μικρός αριθμός αγγείων, εμφανείς κρύσταλλοι, σχετικά παχιές ακτίνες (4-6σειρές), και παχύ ταινιοειδές αξονικό παρέγχυμα-προφανής εμφάνιση τυλώσεων εντός κάποιων αγγείων, ένα κριτήριο καθοριστικό).



Εικ. 8. Μικροσκοπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής ενός δοκιμίου (διακρίνονται: πτερυγοειδές αξονικό παρέγχυμα, άφθονοι κρύσταλλοι εντός των αγγείων-πάνω αριστερά, πάχη ακτίνων 4-7σειρές, και επίσης αξονικό παρέγχυμα confluent).

Τα ανωτέρω καταγεγραμμένα ανατομικά στοιχεία διακρίνονται **παρομοίως σε όλα τα εξετασθέντα (20) δοκίμια** που μελετήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Επιβεβαιώθηκε η παρουσία *τυλώσεων (tyloses)* σε ορισμένους πόρους (αγγεία), βλ. εικ. 8 και 9.



Εικ. 9. Μικροσκοπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής ενός δοκιμίου (διακρίνονται: αραιή διάταξη των αγγείων, πολλοί κρύσταλλοι, τυλώσεις φαίνονται σε αρκετούς πόρους, παχιές ακτίνες, και εντονότατο ταινιοειδές παρέγχυμα, ακανόνιστης διάταξης, ο αριθμός ακτίνων είναι μέτριος γενικά, 6-8/1 εφραπτ. mm).

Πορίσματα:

*Όλα τα δοκίμια ξύλου που στάλθηκαν από την υπηρεσία του Δήμου Πατρέων **ανήκουν** στο δασοπονικό είδος **Iroko**.

*Η ξυλεία αυτή είναι ποιοτική και χαρακτηρίζεται από **πολύ υψηλή αντοχή και ανθεκτικότητα στο χρόνο και στους βιολογικούς παράγοντες αλλοίωσης** (μύκητες, έντομα), ιδίως δε, σε εξωτερικά περιβάλλοντα και σε υγρές συνθήκες.

Καρδίτσα, 27-04-2022

Ο υπογράφων την παρούσα βεβαίωση

Δρ. Γεώργιος Ι. Μαντάνης

επιστήμων ξύλου (FIAWS, PhD)

Καθηγητής πρώτης βαθμίδας · Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου

διδάκτωρ Πανεπιστημίου Wisconsin-Madison, Η.Π.Α.

e-mail: mantanis@uth.gr | τηλ. 6947 300.585

Στο δεύτερο μέρος, έγινε έλεγχος ποιότητας των σύνθετων - επικολητών δοκιμών ξύλου. Συγκεκριμένα: α) Η επικολητή δοκός διογκώθηκε μέσα σε νερό για 24 ώρες, και στη συνέχεια ξηράθηκε πάρα πολύ γρήγορα μέσα σε θάλαμο κλιματισμού, ώστε να αποκτήσει τελική υγρασία περίπου 12-13% (εντός 24ώρου) – β) Τα τετρακολλητά δοκίμια από τις ξύλινες δοκίδες τοποθετήθηκαν μέσα σε χύτρα και το νερό ζεστάθηκε σε μία ώρα. Στη συνέχεια υπέστησαν καταπόνηση των συγκολλητικών δεσμών τους με βρασμό για 3 συνεχόμενες ώρες. Η δοκιμή αυτή είναι δριμεία και προκαλεί ισχυρή καταπόνηση. Κατόπιν αυτού, απομακρύνθηκαν και τοποθετήθηκαν επίσης σε θάλαμο κλιματισμού, ώστε με επιταχυνόμενη ξήρανση να επανέλθουν σε τελική υγρασία περίπου 12-13% (εντός 24ώρου), και οι γραμμές συγκόλλησής τους ελέγχθηκαν οπτικά.

Και οι δύο δοκιμές -όπως φαίνεται από το φωτογραφικό υλικό- στέφθηκαν με επιτυχία.

Αφενός, το ρητινικό σύστημα (MUF) που χρησιμοποιήθηκε είναι άριστης ποιότητας και είναι το πλέον κατάλληλο γι' αυτή την χρήση, βλ. εξωτερικές και υγρές συνθήκες χρήσης των τελικών προϊόντων ξύλου.

Όπως αποδεικνύεται από τις εικ. 16 και 18 (δοκός) και εικ. 19 και 20 (δοκίδες), μετά τις υδροθερμικές καταπονήσεις των συνδέσεών τους (βλ. επικολήσεις και δακτυλοειδείς συνδέσεις) φάνηκε ότι η συγκολλητή ξυλεία iroko είναι σε **πολύ καλή** κατάσταση. Δεν παρατηρήθηκαν αποκολλήσεις, ούτε ανοίγματα των επικολητών ξύλινων στοιχείων.

Ενδεικτικά επισυνάπτονται οι παρακάτω σχετικές φωτογραφίες, που πιστοποιούν τα ανωτέρω διαλαμβανόμενα.

Πόρισμα:

*Η συγκολλητή αυτή ξυλεία είναι ποιοτική, και όπως φάνηκε από τις εργαστηριακές δοκιμές μας, χαρακτηρίζεται από **υψηλή αντοχή συγκόλλησης**, και ως εκ τούτου, θεωρούμε ότι **είναι κατάλληλη για χρήση στην κατασκευή εξωτερικής πεζογέφυρας** που έχει προγραμματίσει η υπηρεσία σας.

Καρδίτσα, 27-04-2022

Ο υπογράφων την παρούσα βεβαίωση

Δρ. Γεώργιος Ι. Μαντάνης
επιστήμων ξύλου (FIAWS, PhD)
Καθηγητής πρώτης βαθμίδας · Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου
διδάκτωρ Πανεπιστημίου Wisconsin-Madison, Η.Π.Α.
e-mail: mantanis@uth.gr | τηλ. 6947 300.585

Φωτογραφικό υλικό:

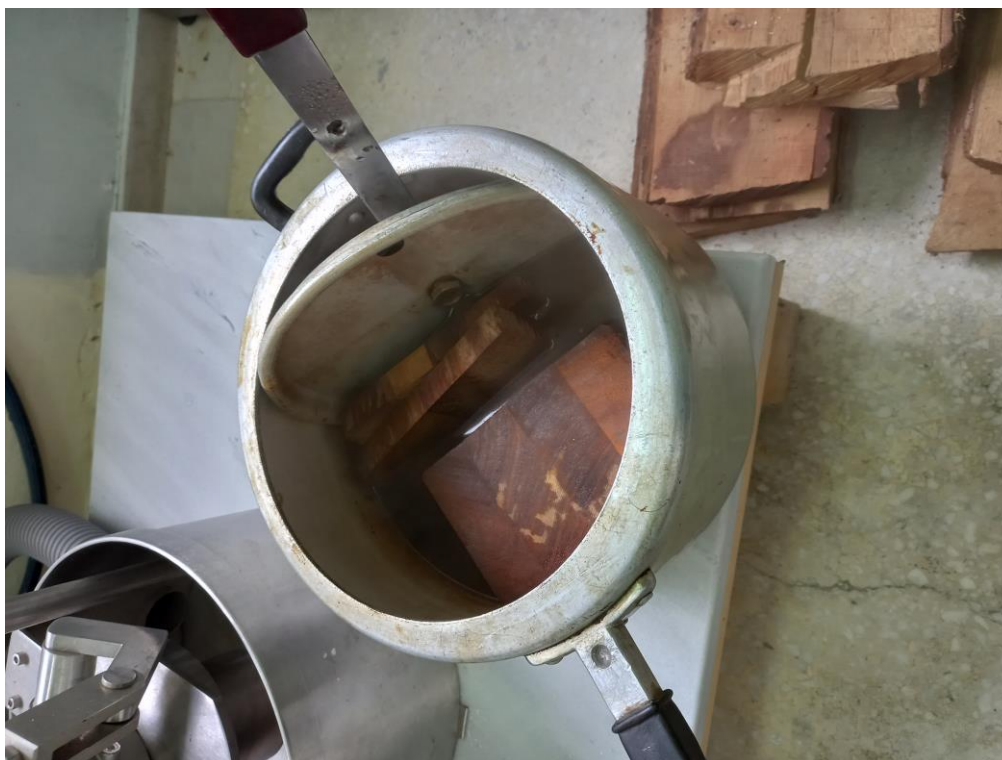
*Παρακάτω παρατίθεται φωτογραφικό υλικό από τους ελέγχους που έγιναν.



Εικ. 10. Η επικολλητή ξύλινη δοκός υφίσταται παρατεταμένη διόγκωση μέσα σε λουτρό ύδατος.



Εικ. 11. Μετά από 24 ώρες διόγκωσης σε νερό, η δοκός έχει απομακρυνθεί από το λουτρό.



Εικ. 12. Τυχαία συλλεχθέντα δοκίμια από τις τετρακολλητές δοκίδες τοποθετημένες σε χύτρα με νερό κατά τη διαδικασία έναρξης της δοκιμής, που περιελάμβανε αρχικά ζέσταμα και ισχυρή θερμική καταπόνηση.



Εικ. 13. Η χύτρα που χρησιμοποιήθηκε (σημ. τα δοκίμια από τις ξύλινες δοκίδες σε φάση βρασμού του ύδατος μέσα στο εν λόγω κλειστό σύστημα). Η καταπόνηση των δεσμών είναι δριμεία.



Εικ. 14. Μετά το πέρας των δοκιμών, τα δείγματα έχουν εισαχθεί σε θάλαμο κλιματισμού. Στη συνέχεια έλαβε χώρα η ξήρανση όλων των ήδη καταπονηθέντων δοκιμών ξυλείας.



Εικ. 15. Μετά τη δοκιμή του βρασμού στη χύτρα (σημ. δοκίμια των δοκίδων).



Εικ. 16. Άριστη εμφάνιση όλης της επικολλητής ξύλινης δοκού, μετά την ξήρανσή της. Δεν διακρίνονται σφάλματα ή αποκολλήσεις ή τυχόν ανοίγματα. Διατηρείται η όλη συνεκτικότητα αυτής.



Εικ. 17. Κοντινή εμφάνιση μιας δακτυλοειδούς σύνδεσης στην ξύλινη δοκό.



Εικ. 18. Κοντινή εμφάνιση της δοκού στην εγκάρσια όψη της. Μηδενικές αλλαγές!



Εικ. 19. Εμφάνιση των εγκάρσιων όψεων των τετρακολλητών δοκίδων μετά τη δοκιμή με τη χύτρα. Φαίνονται σε πολύ καλή κατάσταση.



Εικ. 20. Κοντινό πλάνο από ένα (1) συγκολλητό στοιχείο δοκίδας – Σε άριστη κατάσταση.