

## Επίδραση της φωτιάς στις ιδιότητες του ξύλου. Το παράδειγμα της Πελοποννήσου

Γ. Νταλός<sup>1</sup>, Ι Παπαδόπουλος<sup>1</sup>, Α. Σιδεράς<sup>1</sup>, Ε. Ανδρονά<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, ΤΕΙ Λάρισας  
Τέρμα Μαυρομιχάλη 43100 Καρδίτσα, gntalos@teilar.gr

### Περίληψη

Η διατάραξη του οικοσυστήματος από πυρκαγιές μεγάλης έντασης στη χώρα μας είναι πολύ συχνό φαινόμενο. Τα τελευταία χρόνια μεγάλης έκτασης πυρκαγιές έχουν καταστρέψει χιλιάδες στρέμματα σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου. Το ξύλο των δέντρων που απομένει μετά την πυρκαγιά σήμερα υποαξιοποιείται, γιατί δίνεται η εντύπωση ότι υποβαθμίζονται σημαντικά οι ιδιότητές του. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογηθεί η ποιότητα του ξύλου των δέντρων που απέμειναν μετά την πυρκαγιά του Αυγούστου 2007 στην Αρχαία Ολυμπία.

Στην εργασία μελετήθηκε η επίδραση της πυρκαγιάς σε φυσικές και μηχανικές ιδιότητες ξύλου Κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens*) και Πεύκης (*Pinus halepensis*). Ειδικότερα μελετήθηκαν οι ιδιότητες της στατικής κάμψης, αντοχής σε θλίψη, ενώ έγινε ο προσδιορισμός πυκνότητας και της ρίκνωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μείωση των τιμών των ιδιοτήτων που έχουν υποστεί τα δοκίμια που εξετάστηκαν είναι μικρή, με αποτέλεσμα να διαφαίνεται μια πολύ μικρή υποβάθμιση.

### 1. Εισαγωγή

Τον Αύγουστο του 2007, η Ελλάδα υπέστη μία από τις μεγαλύτερες φυσικές καταστροφές της σύγχρονης ιστορίας. Εκτεταμένες πυρκαγιές σχεδόν σε όλη τη χώρα έκαψαν συνολικά εκτάσεις 268.834 εκταρίων. Η φωτιά δεν κατέκαψε ολοσχερώς τα δέντρα και πολλά από αυτά παρέμειναν ιστάμενα.

Απώλειες ξύλου εξαιτίας των πυρκαγιών έχουν παρατηρηθεί σε μεγάλο βαθμό σε όλο τον κόσμο. Παρά την έλλειψη στατιστικών στοιχείων, οι πυρκαγιές εξακολουθούν να καταστρέφουν χιλιάδες εκτάρια δασών κάθε χρόνο π.χ. στη Βραζιλία, όπου αντιπροσωπεύει τεράστιες οικονομικές απώλειες όχι μόνο για τον ιδιωτικό, αλλά και για το δημόσιο τομέα (Tozzini and Soares 1987).

Σε γενικές γραμμές είναι αποδεκτό ότι ξύλο που δεν έχει απανθρακωθεί κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς διατηρεί αμετάβλητη ή σχεδόν αμετάβλητη την αρχική μηχανική αντοχή του και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Επίσης, εφόσον γίνει γρήγορα η υλοτομία, αποφλοιώση και αξιοποίηση του ξύλου και δεν υπάρξει μεταγενέστερη προσβολή του από μύκητες και έντομα, τότε συμβαίνει ό,τι και με το ξύλο που προέρχεται από δέντρα τα οποία δεν έχουν θανατωθεί από πυρκαγιά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή πριστής ξυλείας, στρωτήρες κ.α. (Τσουμής και Βασιλείου 1984, Βουλγαρίδης 2005).

Η επιβίωση των δέντρων από την καύση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το πάχος του φλοιού, την υγρασία, τη χημική σύνθεση, την πυκνότητα, το είδος, το βάθος της ρίζας, την ηλικία, την ένταση της φωτιάς, το είδος (κατά πόσο είναι

επιφανειακή) και τη διάρκειά της. Η αύξηση διακόπτεται αμέσως όταν βλάπτεται ένα δέντρο από την πυρκαγιά. Σε έκτακτες περιπτώσεις τα δέντρα δύναται να μετατραπούν σε πλήρη στάχτη, πράγμα που οδηγεί σε πλήρη απώλεια του ξύλου. Στις έντονα καμένες περιοχές μια αφθονία ξυλάνθρακα παραμένει στο έδαφος και με το πέρασμα του χρόνου περνά στους βαθύτερους εδαφολογικούς ορίζοντες. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα δέντρα μπορούν να βελτιώσουν την αύξησή τους μετά από τις πυρκαγιές, ίσως λόγω της απελευθέρωσης των θρεπτικών ουσιών ή του μειωμένου ανταγωνισμού. Έρπουσες πυρκαγιές προκαλούν ζημία στο κάμβιο των ριζών, των κλαδιών και των κορμών, με αποτέλεσμα να δημιουργούν εσωτερικούς και εξωτερικούς τραυματισμούς που γίνονται τελικά σημάδια. Εάν οι φλόγες φθάσουν στα κλαδιά, το κάτω στρώμα αύξησης των κλαδιών καταστρέφεται και προκαλούνται σοβαρές ζημιές.

Η θερμοκρασία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις χημικές, φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου, ή προκαλεί αποικοδόμηση των δομικών συστατικών σε απλές μονομερείς ενώσεις. Σύμφωνα με τους Haygreen και Bowyer (1989), υπάρχει μια μικρή, μόνιμη μείωση στην αντοχή του ξύλου, σε θερμοκρασίες κάτω των 100°C. Σύντομα διαστήματα έκθεσης σε υψηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν επιδείνωση της επιφάνειας, αν δεν είναι αρκετά υψηλές ώστε να καταστεί το εσωτερικό ξύλο σε πλήρη ισορροπία με το περιβάλλον του. Σύμφωνα με τον Galligan (1975), που αναφέρεται στον Τσουμή (1991), η διάρκεια της θέρμανσης είναι πολύ σημαντική. Θερμοκρασίες κάτω των 100°C δεν παράγουν κανένα αρνητικό αποτέλεσμα, όταν τα ξύλα υποβάλλονται σε σύντομα χρονικά διαστήματα θέρμανσης, ωστόσο οι θερμοκρασίες άνω των 65 °C μπορεί να έχουν μόνιμα αρνητικά αποτελέσματα. Στους 200 °C θερμοκρασίας θα μειωθούν οι μηχανικές ιδιότητες εντός ολίγων λεπτών. Σύμφωνα με τον Τσουμή (1991), σε μεγάλα διαστήματα έκθεσης έχουμε ως αποτέλεσμα την επιδείνωση εξαιτίας της χημικής αποσύνθεσης του ξύλου. Το μέγεθος της επίδρασης εξαρτάται από το ύψος της θερμοκρασίας, το χρόνο επίδρασης, την ταχύτητα θέρμανσης, την υγρασία, την παρουσία ή απουσία χημικών αντιδραστηρίων και καταλυτών, το είδος και τις διαστάσεις του ξύλου. Οι επιδράσεις της θερμότητας στα εκχυλίσματα του ξύλου είναι επίσης σημαντικές, ιδιαίτερα για τους υδατοδιαλυτούς διαλύτες που βρίσκονται στα κυτταρικά τοιχώματα των οποίων η διαλυτότητα αυξάνεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες (Bortoletto Jr and Moreschi 2003). Εκχυλίσματα, υδατοδιαλυτές ουσίες, είναι ελεύθερα να κυκλοφορήσουν με νερό μέσα στο ξύλο, κατά συνέπεια υπάρχει μια μεγάλη κλίμακα μετανάστευσης των εκχυλισμάτων στην επιφάνεια των κορμών κατά τη διάρκεια της ξήρανσης, όπως προπαραθέτουν οι Schniewind και Berndt 1991, Τσουμής 1991, Ajoung και Breese 1997.

Οι επιπτώσεις της φωτιάς στις φυσικομηχανικές ιδιότητες και η χημική σύνθεση σε όλα τα επίπεδα καύσης, δεν προκαλεί επαρκή χημική υποβάθμιση και μειωμένη αντοχή, η οποία θα μπορούσε να αποτελέσει αιτία για την απόρριψη των εν λόγω ξύλων, για κανονική χρήση (Bortoletto Jr . and Moreschi 2003). Ταυτόχρονα ελέγχθηκαν και οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου, οι οποίες διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τον τρόπο φόρτισης, παράλληλα με τις ίνες του ξύλου ή εγκάρσια (Baker 1970, Biblis 1971), αλλά ταυτόχρονα σημαντική επίδραση στη μηχανική αντοχή έχουν η δομή του κυτταρικού τοιχώματος, καθώς και τα χημικά συστατικά του ξύλου (Τσουμής 1992) που πιθανώς να αλλοιώθηκαν από τις υψηλές θερμοκρασίες.

Ο στόχος της εργασίας είναι ο προσδιορισμός της επίδρασης της φωτιάς στις ιδιότητες του ξύλου, καθώς και ο προσδιορισμός μετά την καύση των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων σε δέντρα που επλήγησαν από τις πυρκαγιές που υπέστη η Πελοπόννησος με επιφανειακές ή μόνιμες επιπτώσεις. Οι επιμέρους στόχοι είναι να προσδιοριστούν οι ιδιότητες της πυκνότητας, ρίκνωσης και διόγκωσης, καθώς και οι μηχανικές ιδιότητες όπως η αντοχή σε κάμψη, το μέτρο θραύσης, το μέτρο ελαστικότητας και τέλος η αντοχή σε αξονική θλίψη. Η δειγματοληψία έγινε περίπου δύο μήνες μετά την κατάσβεση της πυρκαγιάς.

## 2. Υλικά - Μέθοδοι

### 2.1. Δειγματοληψία

Το υλικό συλλέχτηκε από την περιοχή της Πελοποννήσου και συγκεκριμένα από την Αρχαία Ολυμπία και τον Κρόνιο λόφο. Κατά το χρόνο της συγκομιδής δεν παρατηρήθηκαν μύκητες στους καμένους κορμούς.

Κάποια δέντρα κόπηκαν, ώστε να μπορεί να εξεταστεί το εσωτερικό τους τμήμα και να διευκολυνθεί η μεταφορά τους. Η δειγματοληψία έγινε σύμφωνα με την DIN 52180-Part 1/1977: Testing of wood. Sampling and cutting principles. Τα δείγματα δέντρων που επελέγησαν για τη διεξαγωγή του πειράματος ήταν κορμοί κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens*) (Δείγματα: Α, Β, Δ) και χαλέπιου πεύκης (*Pinus halepensis*) (Δείγματα Ε, Μ, Φ). Θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστεί η ένταση της φωτιάς που τα κατέστρεψε.

### 2.2. Προετοιμασία κορμών

Οι κορμοί ονομάστηκαν και σημειώθηκαν σε εμφανές σημεία με τυχαία επιλογή γραμμάτων της αλφαβήτου, έτσι ώστε να καθίσταται δυνατός ο διαχωρισμός τους.

Μετά την ονομασία και την καταγραφή, τα δοκίμια συγκεντρώθηκαν σε ένα σημείο και τοποθετήθηκαν ώστε να στεγνώσουν φυσικά, μέχρι να φτάσει η υγρασία τους κάτω από το σημείο ισοκόρου.

Τα κορμοτεμάχια στη συνέχεια τεμαχίστηκαν με ταινιοπρίονα σε πριστά 550 X 5 cm. Μετά την κοπή, τοποθετήθηκαν σε θάλαμο κλιματισμού, ώστε να αποκτήσουν κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας (20 °C) και σχετικής υγρασίας (65%).

### 2.3. Διαδικασία δοκιμής

Από τα παραπάνω πριστά, διαμορφώθηκαν πρισματικά δοκίμια διαστάσεων 2x2x100 cm. Με εγκάρσια τομή των δοκιμίων αυτών, προέκυψαν δοκίμια για στατική κάμψη διαστάσεων 2x2x50 cm, δοκίμια για αξονική θλίψη διαστάσεων 2 x 2 x 6 cm και δοκίμια για διόγκωση 2 x 2 x 40 cm. Όλα τα δοκίμια πλανίστηκαν ώστε να αποκτήσουν ορθογωνικό σχήμα και ακριβής διαστάσεις.

Τα δοκίμια για αξονική θλίψη κόπηκαν σε δισκοπρίονο έτσι ώστε να αποκτήσουν εγκάρσιες επιφάνειες παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες στον άξονα του δοκιμίου.

Δόθηκε μέριμνα ώστε τα δοκίμια να είναι όσο το δυνατό απαλλαγμένα σφαλμάτων, τουλάχιστο ορατών εξωτερικά. Δοκίμια με ρόζους, ραγάδες και σχισίματα απορρίφθηκαν, ώστε να μην επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Τελικά, επιλέχθηκαν 230 δοκίμια για στατική κάμψη, 160 δοκίμια για αξονική θλίψη και 123 δοκίμια για διόγκωση.

Για κάθε δοκίμιο προσδιορίστηκε η φαινομενική του πυκνότητα, μετά από ζύγιση του σε ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας (0,01 g) και μέτρηση των διαστάσεών του (ακτινικά και εφαπτομενικά με ηλεκτρονικό μικρόμετρο και αξονικά με κανόνα).

Για τον έλεγχο της περιεχόμενης υγρασίας των δοκιμίων χρησιμοποιήθηκαν πρόσθετα πρισματικά δείγματα ξύλου διαστάσεων 2 x 2 x 15 cm, που τοποθετήθηκαν μαζί με τα δοκίμια μηχανικών ιδιοτήτων. Γινόταν περιοδική ζύγιση των δοκιμίων μέχρι τη σταθεροποίηση του βάρους τους.

#### 2.4. Προσδιορισμός των ιδιοτήτων

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας χρησιμοποιήθηκε η προδιαγραφή: DIN 52183/1977: Testing wood. Determination of moisture content. (Δοκιμή ξύλου. Προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας) και για τον προσδιορισμό της πυκνότητας η προδιαγραφή DIN 52182/1976 Testing of wood. Determination of density (Δοκιμή του ξύλου. Προσδιορισμός της πυκνότητας). Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε κάμψη χρησιμοποιήθηκε η προδιαγραφή DIN 52186/1978: Testing of wood. Bending test. (Δοκιμή του ξύλου. Αντοχή σε κάμψη) και για την μέτρηση της αντοχής σε θλίψη χρησιμοποιήθηκε η DIN 52185/1976: Testing of wood. Compression test parallel to grain. (Δοκιμή του ξύλου. Αντοχή σε θλίψη παράλληλα με τις ίνες). Τέλος για τον προσδιορισμό της διαστασιακής μεταβολής στο νερό χρησιμοποιήθηκε η προδιαγραφή DIN 52184/1979: Testing of wood. Determination of swelling and shrinkage. (Δοκιμή του ξύλου. Προσδιορισμός της διόγκωσης και ρίκνωσης).

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1. Στατική κάμψη

Στη συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των πειραματικών διαδικασιών, με πρώτα τα αποτελέσματα της στατικής κάμψης των δειγμάτων του κυπαρισσιού.

**Πίνακας 1:** Αποτελέσματα στατικής κάμψης των κορμών Α, Β, Δ κυπαρισσιού.

**Table 1:** Results of bending strength from *Cupressus sempervirens* specimens A, B, D.

A/A	Πυκνότητα Density gr/cm <sup>3</sup>	Μέτρο θραύσεως Modulus of Rupture N/mm <sup>2</sup>	Μέτρο ελαστικότητας Modulus of Elasticity N/mm <sup>2</sup>
<b>M.O. Average</b>	Κορμοί Α-Β- Δ Specimens Α-B-D	Κορμοί Α-Β-Δ Specimens Α-B-D	Κορμοί Α-Β-Δ Specimens Α-B-D
	0,62- 0,55-0,54	83-81-78	9117-6959-6644
<b>ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ STDEV</b>	0,043-0,023-0,057	20,05-16,64-10.90	2661,5-1957,9-1224,1
<b>MAX</b>	0,68-0,59-0,68	107-104-93	12519-11657-8958
<b>MIN</b>	0,53-0,52-0.44	39-51-49	4462-4423-4245

Ενώ στον Πίνακα 2 φαίνονται τα αποτελέσματα των πειραμάτων για την ιδιότητα της στατικής κάμψης στα δείγματα της χαλεπίου πεύκης.



**Πίνακας 2:** Αποτελέσματα στατικής κάμψης των κορμοτεμαχίων E , M και Φ χαλεπίου πεύκης.

**Table 2:** Results of bending strength from Pinus halepensis specimens E, M, F.

A/A	Πυκνότητα Density gr/cm <sup>3</sup>	Μέτρο θραύσεως Modulus of Rupture N/mm <sup>2</sup>	Μέτρο ελαστικότητας Modulus of Elasticity N/mm <sup>2</sup>
M.O. Average	Κορμοί E-M-Φ Specimens E-M-F	Κορμοί E-M-Φ Specimens E-M-F	Κορμοί E-M-Φ Specimens E-M-F
	0,66-0,62-0,61	81-53,02-47	6582-4364,28-4699
ΤΥΠ. ΑΠΟΚΛΙΣΗ STDEV	0,052-0,060-0,070	10,80-13,99-17,69	1599,3-1809,5-1687,5
MAX	0,78-0,83-0,77	100-82-74	11952-8463-8542
MIN	0,54-0,53-,0,50	56-29-9	3692-1563-1892

### 3.2. Αξονική θλίψη

Αντίστοιχα με τα προηγούμενα, 160 δοκίμια δοκιμάστηκαν στην αξονική θλίψη και τα αποτελέσματα όπως αυτά φαίνονται στον Πίνακα 3 και αφορούν τις τιμές των δειγμάτων κυπαρισσιού.

**Πίνακας 3:** Αποτελέσματα αντοχής σε θλίψη στους κορμούς A-B-Δ κυπαρισσιού.

**Table 3:** Results of compression from Cupressus sempervirens specimens A,B,D.

A/A	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>
	A	B	Δ
M.O. Average	58	47	44
ΤΥΠ. ΑΠ/ΣΗ STDEV	5,069	6,734	4
MAX	66	54	53
MIN	49	31	28

Στη συνέχεια φαίνονται τα αποτελέσματα από τους ελέγχους που έγιναν στα δείγματα χαλεπίου πεύκης σχετικά με την αντοχή σε θλίψη. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια μικρή μείωση των τιμών σε σχέση με αυτά που αναφέρονται βιβλιογραφικά.

**Πίνακας 4:** Αποτελέσματα αντοχής σε θλίψη των κορμοτεμαχίων χαλεπίου πεύκης.

**Table 4:** Results of compression bending strength from Pinus halepensis specimens E,M,F.

A/A	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>
	M	E	Φ
<b>M.O. AVERAGE</b>	31	48	39
<b>ΤΥΠ. ΑΠ/ΣΗ STDEV</b>	5,801	4,339	8,894
<b>MAX</b>	45	57	56
<b>MIN</b>	23	39	19

### 3.3. Ρίκνωση

**Πίνακας 5:** Ρίκνωση καμένου ξύλου (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις).

**Table 5:** Results of shrinkage of wood after fire. (Average and Standard deviations).

Είδος Species	Πυκνότητα*, Density g/cm <sup>3</sup>	Ρίκνωση % Shrinkage %			Συντελεστής ανιστροπίας Anisotropy Factor
		Ακτινική Radial	Εφαπτομενική Tangential	Αξονική Axial	
<b>A-A</b>	0,60±0,05	4,2±0,8	5,4±0,3	0,4±0,1	1,2±0,2
<b>B-B</b>	0,56±0,03	4,4±0,9	5,9±0,3	0,5±0,1	1,2±0,1
<b>Δ-D</b>	0,55±0,06	4,6±0,9	5,9±0,9	0,4±0,2	1,0±0,1
<b>E-E</b>	0,65±0,04	4,7±1,0	6,5±0,5	0,4±0,2	1,2±0,2
<b>M-M</b>	0,62±0,06	5,0±1,0	6,9±0,8	0,4±0,1	1,5±0,3
<b>Φ-F</b>	0,56±0,04	4,7±0,9	6,4±0,3	0,3±0,1	1,4±0,5

\* ξηρή στον αέρα

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της ρίκνωσης του καμένου ξύλου κατά κορμό.

Μετά τη συγκέντρωση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των τιμών που προκύπτουν από τη διεξαγωγή των πειραμάτων σε καμένους κορμούς κυπαρισσιών Α, Β, Δ και πεύκων Ε, Μ, Φ και των τιμών που αναφέρονται βιβλιογραφικά (Τσουμής 1983).

**Πίνακας 4:** Αποτελέσματα αντοχής σε θλίψη των κορμοτεμαχίων χαλεπίου πεύκης.

**Table 4:** Results of compression bending strength from Pinus halepensis specimens E,M,F.

A/A	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>	Αντοχή σε θλίψη Compression Strength N/mm <sup>2</sup>
	M	E	Φ
<b>M.O. AVERAGE</b>	31	48	39
<b>ΤΥΠ. ΑΠ/ΣΗ STDEV</b>	5,801	4,339	8,894
<b>MAX</b>	45	57	56
<b>MIN</b>	23	39	19

### 3.3. Ρίκνωση

**Πίνακας 5:** Ρίκνωση καμένου ξύλου (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις).

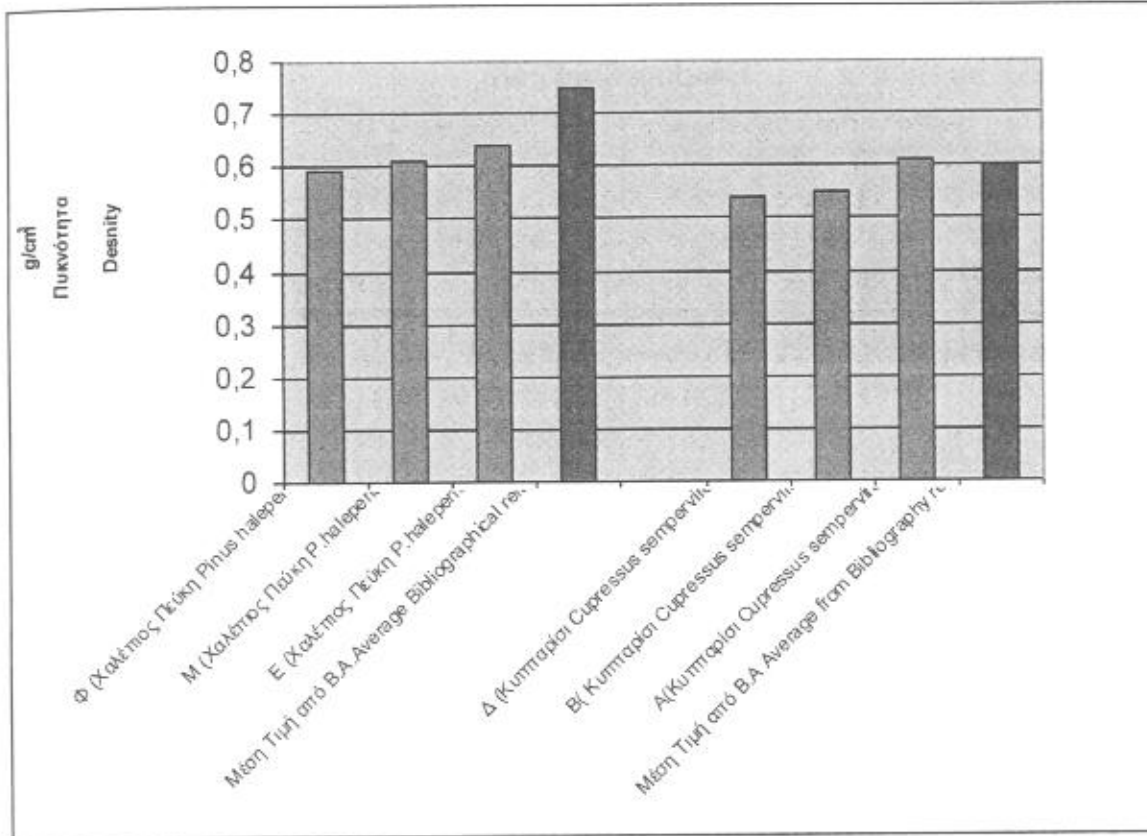
**Table 5:** Results of shrinkage of wood after fire. (Average and Standard deviations).

Είδος Species	Πυκνότητα*, Density g/cm <sup>3</sup>	Ρίκνωση % Shrinkage %			Συντελεστής ανιστροπίας Anisotropy Factor
		Ακτινική Radial	Εφαπτομενική Tangential	Αξονική Axial	
<b>A-A</b>	0,60±0,05	4,2±0,8	5,4±0,3	0,4±0,1	1,2±0,2
<b>B-B</b>	0,56±0,03	4,4±0,9	5,9±0,3	0,5±0,1	1,2±0,1
<b>Δ-D</b>	0,55±0,06	4,6±0,9	5,9±0,9	0,4±0,2	1,0±0,1
<b>E-E</b>	0,65±0,04	4,7±1,0	6,5±0,5	0,4±0,2	1,2±0,2
<b>M-M</b>	0,62±0,06	5,0±1,0	6,9±0,8	0,4±0,1	1,5±0,3
<b>Φ-F</b>	0,56±0,04	4,7±0,9	6,4±0,3	0,3±0,1	1,4±0,5

\* ξηρή στον αέρα

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της ρίκνωσης του καμένου ξύλου κατά κορμό.

Μετά τη συγκέντρωση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των τιμών που προκύπτουν από τη διεξαγωγή των πειραμάτων σε καμένους κορμούς κυπαρισσιών Α, Β, Δ και πεύκων Ε, Μ, Φ και των τιμών που αναφέρονται βιβλιογραφικά (Τσουμής 1983).



Σχήμα 1: Πυκνότητα δοκιμίων μετά την πυρκαγιά και τιμών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

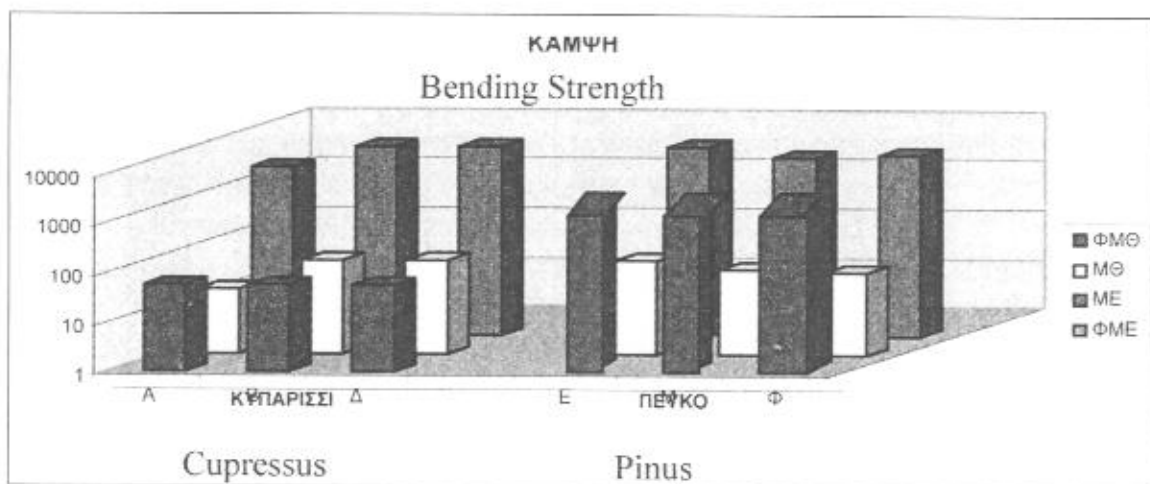
Figure 1: Density of the specimens after the fire and the values from bibliographical references.

Στο Σχήμα 1 που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της πυκνότητας, διαπιστώνουμε ότι σημειώνονται μείωση της πυκνότητας σε όλους τους κορμούς πεύκης, ενώ στα δοκίμια από κυπαρίσσι σε έναν κορμό η πυκνότητα παραμένει σταθερή, ενώ στα υπόλοιπα παρουσιάζεται μικρή μείωση.

Στο Σχήμα 2 που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη μέτρηση σε αντοχή σε κάμψη καμένων και οι τιμές από βιβλιογραφικές αναφορές (B.A), βλέπουμε ότι δεν υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις, εκτός από την περίπτωση του κορμού Α όσον αφορά στο μέτρο θραύσεως (ΜΘ) στο κυπαρίσσι. Στο μέτρο ελαστικότητας (ΜΕ) οι τιμές παραμένουν ικανοποιητικές.

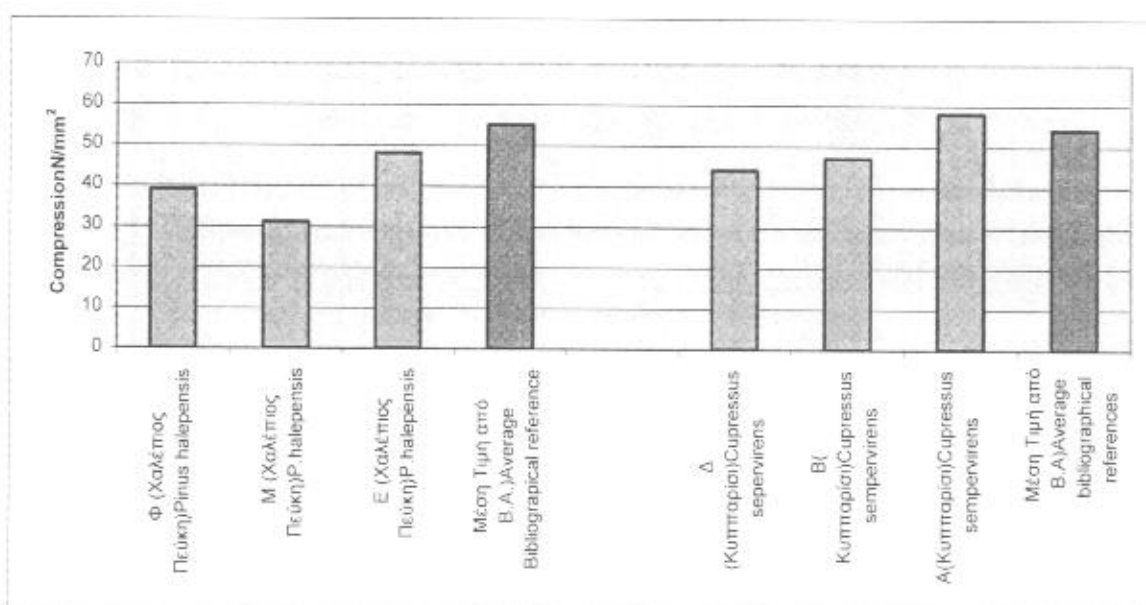
Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η αντοχή στη θλίψη των φυσιολογικών (ΦΤ) και των καμένων κορμών κυπαρισσιού (Α, Β, Δ) και πεύκης (Ε, Μ, Φ). Όπως προκύπτει από το πείραμα, οι Α, Ε και Φ ξεπερνούν τις τιμές των βιβλιογραφικών αναφορών του είδους τους, ενώ οι κορμοί Β, Δ και Μ σημειώνουν μικρότερη αντοχή από τους φυσιολογικούς (Σκαρβέλης και Ρουσόδημος 2009).





Σχήμα 2: Στατική κάμψη δοκιμίων μετά την πυρκαγιά και τιμών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

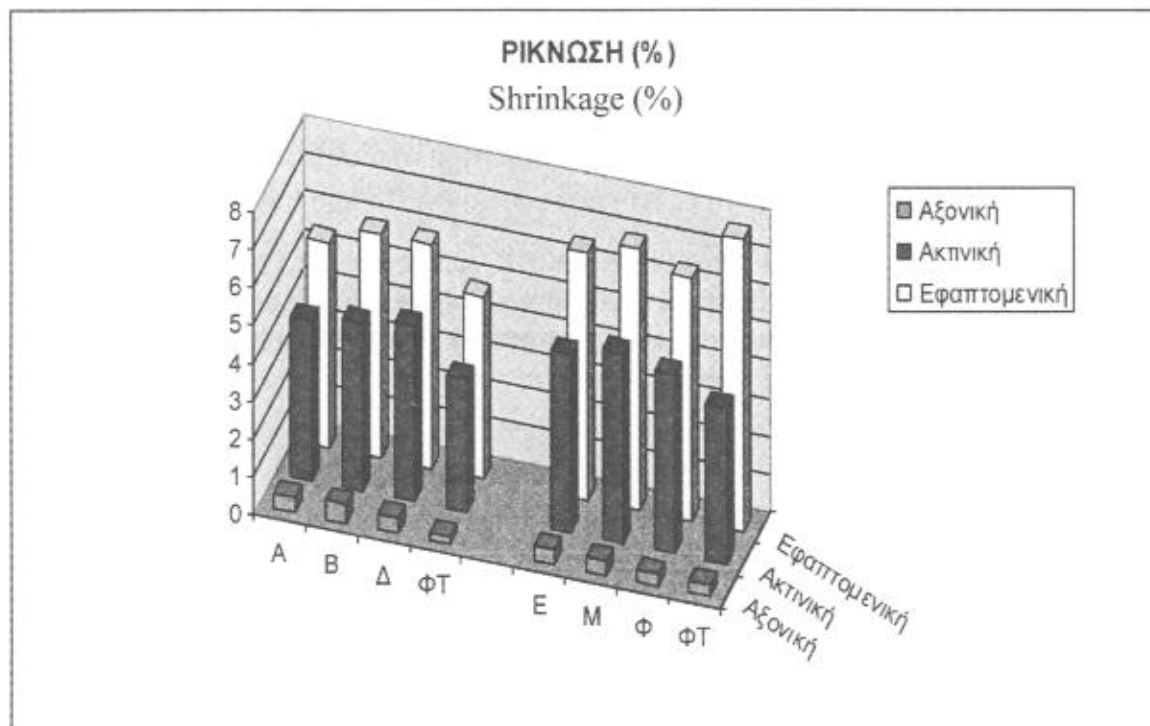
Figure 2: Bending strength of the specimens after the fire and the values from bibliographical references.



Σχήμα 3: Αντοχή σε θλίψη δοκιμίων μετά την πυρκαγιά και τιμών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

Figure 3: Resistant to compression of the specimens after the fire and the values from bibliographical references.

Στο Σχήμα 4 απεικονίζονται τα αποτελέσματα της αξονικής, ακτινικής και εφαπτομενικής ρίκνωσης. Στα κυπαρίσσια (Α,Β,Δ) σημειώνονται μεγαλύτερες διαφορές στις τιμές ρίκνωσης σε σχέση με τις τιμές που αναφέρονται βιβλιογραφικά, ενώ από τα πεύκα μόνο ο κορμός Μ παρουσιάζει σημαντικές διαφορές στην αξονική ρίκνωση. Επίσης, διαφορές φαίνεται να έχουν οι κορμοί πεύκης στις τιμές της εφαπτομενικής ρίκνωσης συγκρινόμενοι με αυτές που βιβλιογραφικά αναφέρονται.



Σχήμα 4: Ρίκνωση δοκιμίων μετά την πυρκαγιά και τιμών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

Figure 4: Results of shrinkage of the specimens after the fire and the values from bibliographical references.

Τα δείγματα που πάρθηκαν πλησίον του φλοιού και κατά συνέπεια ήταν πλησιέστερα στη φωτιά παρουσίασαν σημαντικότερες αλλοιώσεις, αλλά σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα του πειράματος του προσδιορισμού των μηχανικών ιδιοτήτων καμένου ξύλου ήταν αρκετά ικανοποιητικά. Στους πίνακες 1 έως 5 διαπιστώνεται ότι το ποσοστό που επηρεάστηκαν οι μηχανικές ιδιότητες δεν είναι συγκεκριμένο, αλλά δεν είναι και τόσο μεγάλο ώστε να αποκλειστεί η χρήση της συγκεκριμένης ξυλείας.

Παρ' όλα αυτά, μια σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις τιμές του Σχήματος 3 αποδεικνύει ότι τα υπό δοκιμή κορμοτεμάχια δεν υπέστησαν πλήρη καταστροφή και διατήρησαν σε σημαντικό βαθμό τις αντοχές τους.

Οι Bortoletto Jr και Mesquita έλαβαν παρόμοια αποτελέσματα διερευνώντας ξυλεία *Pinus caribea* var. *Hondurensis* όπου επλήγησαν από πυρκαγιές. Πειράματα διεξάχθηκαν και σε ξυλεία που δεν επηρεάστηκε από φωτιά και που προέρχονται από μη συνεχόμενες θέσεις. Οι μειώσεις που εμφανίστηκαν ήταν 12% και 17% για το MOR και το MOE για τη στατική κάμψη, 19% και 34% για την τελική ισχύ και τη σφοδρότητα ανθεκτικότητας για την σκληρότητα, αντίστοιχα, εν συγκρίσει με τις μέσες τιμές που καθορίζονται από βιβλιογραφικές αναφορές.

## Συμπεράσματα

Συνεπάγεται, λοιπόν, ότι τα καμένα ξύλα υπό προϋποθέσεις είναι απολύτως κατάλληλα για πολλές χρήσεις, ακόμη και για δομική ξυλεία. Το ξύλο που δεν έχει απανθρακωθεί κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς διατηρεί αμετάβλητη ή σχεδόν αμετάβλητη την αρχική μηχανική αντοχή του και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Το ίδιο συμβαίνει και με ξύλο που προέρχεται από δέντρα τα οποία έχουν θανατωθεί από πυρκαγιά, εφόσον γίνει γρήγορη υλοτομία, αποφλοιώση και αξιοποίηση του ξύλου και δεν υπάρξει μεταγενέστερη προσβολή του από μύκητες και έντομα, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να αποδώσει τα μέγιστα.

Οι εκτάσεις που κάηκαν, εφόσον αναδασωθούν, αναμένεται να δώσουν σημαντικές ποσότητες ξυλείας στο μέλλον. Οι ποσότητες αυτές, εκτός του ότι θα αποτελέσουν ένα πρόσθετο εισόδημα για τους αγρότες/καλλιεργητές, θα καλύψουν και μερικές από τις ανάγκες της χώρας σε ξυλεία, η οποία είναι ελλειμματική σε ξύλο και προϊόντα ξύλου.

## Effect of fire on the wood properties. The example of Peloponnesus

G. Ntalos<sup>1</sup>, I.Papadopoulos<sup>1</sup>, A. Sideras<sup>1</sup>, E. Androna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of Wood & Furniture Design & Technology  
TEI Larissas Terma Mavromihali. 43100 Karditsa  
gntalos@teilar.gr*

The disruption of ecosystem from fires with big intensity in our country is very frequent phenomenon. In the past few year big extent fires have destroyed thousands acres in various regions of Mediterranean. The object of this study was timber from the recent fire of forestal extents in Peloponnesus and concretely in ancient Olympia. The material, was mostly cypresses and pines, which were collected two months afterwards August 2007.

Big quantities of timber are used erroneously, while there is a way to save a big quantities of remain wood after the fire. The present work has as aim the study of problem and at the same time it tries to prove that the mechanic properties of burned timber are not downgraded in so much important degree, so that it is classified in the category of firewood.

The experiments that were realised were: static bending, compression parallel to the grains, determination of density and shrinkage. According to the conclusions of experimental process, the data of burned trunkes do not abstain a lot from wood that has not suffered combustion.

## Βιβλιογραφία

- Ajoung and Breese, 1997. E.M.A. Ajoung and M.C. Breese, The role of extractives on short-term creep in compression parallel to the grain of Pai wood (*Azelia africana Smith*). Wood and Fiber Science 29 2 (1997), pp. 161-170.
- Baker, G. 1970. Some factors affecting the toughness of white ash. For. Prod. J. 20(8): 51-52.
- Biblis, E. 1971. Flexural properties of southern yellow pine small beams loaded on true radial and tangential surfaces. Wood Sci. and Technol. 5: 95-100.
- Bortoletto Junior G., Moreschi J.C. 2003. Physical-mechanical properties and chemical composition of *Pinus taeda* mature wood following a forest fire. Bioresource Technology 87: 231-238
- Βουλγαρίδης Η. 2005. Συντήρηση και βελτίωση ξύλου. Σελ. 30-31. (1sted.). Chapman & Hall, Cambridge.
- DIN 52180-Part 1/1977: Testing of wood. Sampling and cutting principles.
- DIN 52183/1977: Testing wood. Determination of moisture content. Δοκιμή ξύλου. Προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας.
- DIN 52182/1976: Testing of wood. Determination of density Δοκιμή του ξύλου. Προσδιορισμός της πυκνότητας.
- DIN 52186/1978: Testing of wood. Bending test. Δοκιμή του ξύλου. Αντοχή σε κάμψη,
- DIN 52185/1976: Testing of wood. Compression test parallel to grain. Δοκιμή του ξύλου. Αντοχή σε θλίψη παράλληλα με τις ίνες.
- DIN 52184/1979: Testing of wood. Determination of swelling and shrinkage. Δοκιμή του ξύλου. Προσδιορισμός της διόγκωσης και ρίκνωσης.
- Galligan, W.L 1975. Mechanical properties of wood. In wood structures, pp.32-54. Amer. Soc. Civil Eng, N.Y.
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1989. Forest Products and Wood Science (2nded.). Iowa State Univ. Press, Ames.
- Schniewind Ap, Berndt H (1991) The composite nature of wood .In :Lewin M and Goldstein IS (Ed) :Wood structure and composition .Marcel Dekker, New York.
- Σκαρβέλης Μ., Ρουσόδημος Γ. 2009. Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου της κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica* Loud.) και της υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis* Mattf. ) διαφόρων προελεύσεων του ελληνικού χώρου (υπό δημοσίευση στο περιοδικό ΔΑΣΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ
- Tozzini, D. S. , Soares, R. V.1987 Relacoes Entre Comportamento Do Fogo E Danos Causados a povoamento de *Pinus taeda*. FLORESTA, v. 17, n. 12 (198
- Τσουμής Γ. Δομή, ιδιότητες και αξιοποίηση ξύλου 1983.
- Τσουμής, Γ.Θ., Βασιλείου, Β. 1984. Μελέτη του ξύλου καμένων δασών Πεύκης. Γεωτεχνικά 6, 1984 :105-111
- Tsoumis, G. 1991. Science and Technology of Wood: Structure, Properties.
- Τσουμής, Γ. 1992. Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Τόμος Α. Δομή και Ιδιότητες. Θεσσαλονίκη.