

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΣΦΟΝΔΥΛΩΝ, ΚΙΟΝΩΝ, ΠΟΛΩΝ ΚΑΙ ΕΜΠΟΛΙΩΝ

3.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

Η επιλογή του τύπου των πειραματικών δοκιμίων (π.χ. σφόνδυλοι, επιστύλια κ.λ.π.) καθώς και του τύπου του μαρμάρου (τόπος προέλευσης) που θα εξεταστούν πειραματικά αποφασίστηκε με βάση τις καθοριστικές παρατηρήσεις της 1ης Φάσης. Το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση των συνδέσμων.

Ο σχεδιασμός των πειραματικών δοκιμίων έλαβε υπόψη τις εξής αρχές:

1ον) Σε περίπτωση "οριακής" οριζόντιας φόρτισης των πειραματικών δοκιμίων με συνδέσμους θα πρέπει να αστοχούν πρώτα οι σύνδεσμοι και μετά τα μάρμαρα (βασική αρχή δόμησης αρχαίων μνημείων με συνδέσμους).

2ον) Οι γεωμετρικές διαστάσεις των μαρμάρινων δοκιμίων καθορίστηκαν, μέσα από λογική προσομοίωσης, συνεκτιμώντας τις γεωμετρικές δυνατότητες των πειραματικών διατάξεων του εργαστηρίου Αντοχής των Υλικών του Α.Π.Θ., τη φέρουσα ικανότητα των εμβόλων επιβολής φόρτισης και των γεωμετρικών διαστάσεων των συνδέσμων, καθώς και την αντιστοιχία με πρωτότυπα τμήματα.

3ον) Η κατασκευή των μαρμάρινων πειραματικών δοκιμίων έγιναν σε βιομηχανίες με σχετική εμπειρία. Η επεξεργασία και η τελική μορφή των συνδέσμων έγινε στο μηχανουργείο του Εργαστηρίου Αντοχής Υλικών του Α.Π.Θ.

Στην κατασκευή των πειραματικών δοκιμίων έγινε η κατά το δυνατόν εφαρμογή των ανωτέρω και των καθοριστικών παρατηρήσεων της 1ης φάσης.

Αναφορικά με την επιφάνεια επαφής δύο γειτονικών σφονδύλων αποφασίστηκε να απλοποιηθεί η εικόνα που περιγράφηκε στη φάση 1, δηλαδή αυτή των διαδοχικών δακτυλίων με διαφορετικό βαθμό επαφής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα πειραματικά δοκίμια είναι σχετικά περιορισμένων διαστάσεων σε σχέση με πρωτότυπους σφονδύλους. Ο κύριος λόγος της ύπαρξης των διαφόρων δακτυλίων στους πρωτότυπους σφονδύλους θα πρέπει να υπαγορεύονταν από το μέγεθος της οριζόντιας επιφάνειας των σφονδύλων και από τον τρόπο επίτευξης της πλήρους επαφής (περιστροφή περί τον πόλο) και ίσως από τα διαθέσιμα μέσα επιβολής συστροφής για να επιτευχθεί απόλυτη λείανση και επαφή σε μεγάλη επιφάνεια. Έτσι περιορίζοντας την επιφάνεια πλήρους επαφής στον εξώτατο και εσώτατο δακτύλιο επιτυγχάνονταν η τέλεια γεωμετρική συναρμογή των σφονδύλων χωρίς τυχόν παρενέργειες, μία και η μειωμένη επιφάνεια έδρασης (λαμβάνοντας υπόψη την

επιφάνεια πλήρους επαφής) και τα μεταβιβαζόμενα δι' αυτής κατακόρυφα φορτία, έδιδαν μεν μια αυξημένη απαίτηση σε θλιπτική αντοχή αλλά και πάλι σχετικά πολύ μικρή ως προς την διαθέσιμη αντοχή σε θλίψη του μαρμάρου. Αντίθετα, αν επιχειρήτο η πλήρης επαφή σε όλη την επιφάνεια το αποτέλεσμα θα ήταν λιγότερο ελεγχόμενο και η επιφάνεια πλήρους επαφής θα μπορούσε να έχει ασύμμετρη κατανομή που θα οδηγούσε σε συσσωρευμένες γεωμετρικές ατέλειες ειδικότερα στο υψηλότερο σημείο των κιόνων. Στην περίπτωση των πειραματικών δοκιμών οι λόγοι που αναφέρονται προηγουμένως δεν υπάρχουν. Για τον λόγο αυτό, πέραν της κεντρικής περιοχής όπου κατασκευάστηκαν οι λαξευμένες οπές για την προσαρμογή των εμπολίων η επαφή μεταξύ γειτονικών σφονδύλων πραγματοποιείται σε όλη την επιφάνεια. Ελήφθη πρόνοια, όπως θα αναφερθεί κατωτέρω να επιτευχθεί αυτή η πλήρης επαφή κατά το στάδιο της κατασκευής των πειραματικών δοκιμών.

3.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΩΝ ΣΦΟΝΔΥΛΩΝ

Για τον σκοπό αυτό έχουν κατασκευαστεί οι εξής δύο ομάδες σφονδύλων:

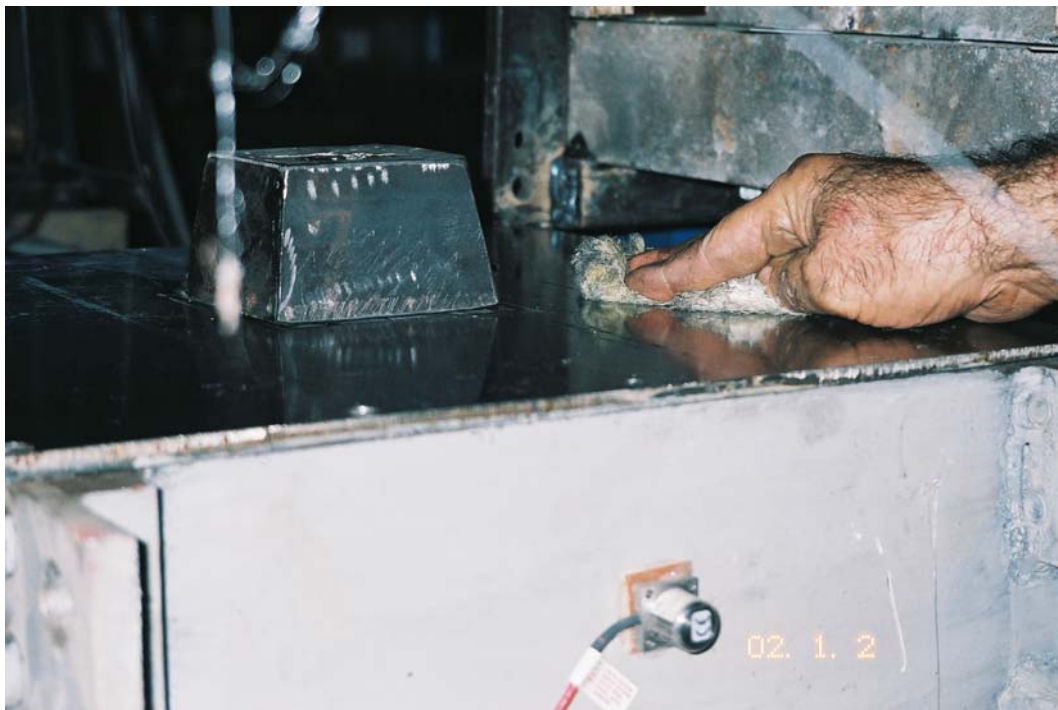
3.2.1. 1η Ομάδα.

Οι σφόνδυλοι αυτής της ομάδας έχουν χαλύβδινες επιφάνειες επαφής. Οι σφόνδυλοι αυτοί έχουν κατασκευαστεί από χαλύβδινα ελάσματα. Οι σφόνδυλοι είναι τρεις. Οι δύο (άνω και κάτω) είναι πανομοιότυποι με οριζόντιες διαστάσεις (εσωτερικά από τον χαλύβδινο περίγυρο) 400mm επί 400mm και ύψος 200mm ενώ ο μεσαίος σφόνδυλος έχει οριζόντιες διαστάσεις (εσωτερικά από τον χαλύβδινο περίγυρο) 500mm επί 500mm και ύψος 300mm.

Στα ελάσματα των επιφανειών επαφής έχουν δημιουργηθεί εσωτερικές εσοχές (φωλιές) για να υποδεχθούν εμπόλια με οριζόντιες διαστάσεις 100mm επί 100mm στην μεγάλη οριζόντια επιφάνεια 83mm επί 83mm στην μικρή οριζόντια επιφάνεια με ύψος 63mm. Οι φωλιές αυτές έχουν κατασκευαστεί με την συγκόλληση των κατάλληλων χαλύβδινων πλακών. Μετά την κατασκευή όλου του χαλύβδινου μέρους αυτής της ομάδας των σφονδύλων οι επιφάνειες επαφής υπέστησαν μία αρχική επεξεργασία επιπεδότητας και λείανσης στο Εργαστήριο Αντοχής των Υλικών του Α.Π.Θ. Στην συνέχεια, υπέστησαν μια πιο λεπτομερή και δαπανηρότερη επεξεργασία λείανσης και επιπεδότητας (Rektifie) από ειδική μηχανουργική διάταξη. Το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα είναι να περιορισθεί κατά το δυνατόν μέσω των δοκιμών αυτών η δύναμη που παραλαμβάνεται από την τριβή των επιφανειών επαφής ώστε να μελετηθεί η δύναμη που παραλαμβάνεται κυρίως από τους πόλους. Τα χαλύβδινα δοκίμια μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατ' επανάληψη χωρίς κίνδυνο ανεπανόρθωτης βλάβης σε αντίθεση με αντίστοιχα μαρμαρίνα δοκίμια. Για τον σκοπό αυτό εντός των χαλύβδινων δοκιμών έχει εγχυθεί ισχυρό τσιμεντένεμα μετά την τελική κατεργασία των επιφανειών επαφής. Με τον τρόπο αυτό ισχυροποιήθηκαν τα εν λόγω δοκίμια ώστε να μην παρουσιασθεί το ενδεχόμενο βλάβης τους κατά την αρχική φορτιστική διαδικασία ποικιλίας πόλων και εμπολίων (δες διάταξη φόρτισης σε κείμενο που ακολουθεί).



Φωτ. 1. Κατασκευή χαλύβδινων σφονδύλων και εσοχών υποδοχής εμπολίων



Φωτ. 2. Λείανση επιφανειών χαλύβδινων σφονδύλων – Πλήρωση με τσιμεντένεμα



Βάση στήριξης σφονδύλων για παραλαβή κατακόρυφων φορτίων.

Φωτ. 3. Βάση στήριξης σφονδύλων για παραλαβή κατακόρυφων φορτίων

3.2.2. 2η Ομάδα.

Οι σφόνδυλοι αυτής της ομάδας είναι μαρμάρيني και συνεπώς έχουν μαρμάρινες επιφάνειες επαφής. Οι σφόνδυλοι αυτοί έχουν κατασκευαστεί από συμπαγή κομμάτια μαρμάρου (λευκό Καβάλας). Οι σφόνδυλοι και εδώ είναι τρεις. Όπως και προηγουμένως οι δύο (άνω και κάτω) είναι πανομοιότυποι με οριζόντιες διαστάσεις 400mm επί 400mm και ύψος 200mm ενώ ο μεσαίος σφόνδυλος έχει οριζόντιες διαστάσεις 500mm επί 500mm και ύψος 300mm. Οι μαρμάρيني αυτοί σφόνδυλοι μπορούν να προσαρμοσθούν με ακρίβεια στο εσωτερικό των χαλύβδινων σφονδύλων αν από αυτούς αφαιρεθούν οι οριζόντιες πλάκες των επιφανειών επαφής και ο εσωτερικός όγκος του τσιμεντενέματος. Το πλεονέκτημα εδώ έγκειται στο γεγονός ότι με αυτό τον τρόπο μπορεί και οι μαρμάρيني σφόνδυλοι να προσαρμοστούν αποτελεσματικά και με ασφάλεια στην διάταξη επιβολής της φόρτισης (δες διάταξη φόρτισης σε κείμενο που ακολουθεί).

Οι επιφάνειες επαφής των τριών μαρμάρινων σφονδύλων έχουν υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία από εξειδικευμένο μαρμαροτεχνίτη ώστε να εξασφαλισθεί η επιπεδότητα και η καλή επαφή των επιφανειών των σφονδύλων στα δύο οριζόντια επίπεδα σύνδεσής τους. Επιπρόσθετα έχουν λαξευθεί κατάλληλα όλοι οι σφόνδυλοι στην κεντρική τους περιοχή ώστε να δημιουργηθούν οι κατάλληλες εσωτερικές υποδοχές (φωλιές) για την προσαρμογή των εμπολίων με τις διαστάσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως (οριζόντιες διαστάσεις 100mm επί 100mm στην μεγάλη οριζόντια επιφάνεια 83mm επί 83mm στην μικρή οριζόντια επιφάνεια με ύψος 63mm).

Η τετραγωνική διατομή επιλέχθηκε και για τις δύο ομάδες σφονδύλων για τους παρακάτω λόγους:

- Το φαινόμενο της ολίσθησης μπορεί να μελετηθεί σε όλα τα στάδιά του μέχρι και το επίπεδο των μεγάλων μετακινήσεων μετά την τυχόν αστοχία πόλων ή εμπολίων χωρίς την αβεβαιότητα του μεγέθους της επιφάνειας επαφής.
- Είναι ευχερέστερη η στήριξη και φόρτιση των δοκιμίων.
- Είναι ευχερέστερη η κατασκευή των δοκιμίων.



Μεσαίος και ακραίοι μαρμάρيني σφόνδυλοι.

Φωτ. 4. Μεσαίος και ακραίοι μαρμάρيني σφόνδυλοι



Φωτ. 5. Ομοίωμα μαρμαρίνων κίωνων στη σεισμική τράπεζα του ΑΠΘ

3.3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΩΝ ΕΜΠΟΛΙΩΝ

3.3.1. Διαστάσεις.

Όπως ήδη αναφέρθηκε προηγουμένως επιλέχθηκε να κατασκευαστούν εμπόλια με οριζόντιες διαστάσεις 100mm επί 100mm στην μεγάλη οριζόντια επιφάνεια 83mm επί 83mm στην μικρή οριζόντια επιφάνεια με ύψος 63mm. Οι διαστάσεις αυτές έχουν ομοιότητες και αναλογίες με τις αναφερόμενες από το Ορλάνδο για τα εμπόλια τα ευρισκόμενα στο Μουσείο της Ακροπόλεως. Τα εμπόλια που επιλέχθηκε να κατασκευαστούν είναι κατά τι μικρότερα.

- Μεγάλη οριζόντια πλευρά 100mm επί 100mm αντί 110mm επί 110mm.
- Μικρή οριζόντια πλευρά 83mm επί 83mm αντί 100mm επί 100mm.
- Ύψος 63mm αντί 70mm.
- Μικρή απλοποίηση του σχήματος στην κάτω πλευρά με την αποφυγή της κατασκευής πρόσθετης μείωσης της οριζόντιας διάστασης στην κάτω πλευρά. Η απλοποίηση αυτή διευκόλυνε σε μεγάλο βαθμό την κατασκευή των μαρμάρινων σφονδύλων και την λάξευση των εσοχών. Σε μικρότερο βαθμό διευκόλυνε την κατασκευή των εμπολίων.
- Σε ορισμένες λεπτομέρειες περιγράφονται εμπόλια με πιο σύνθετα σχήματα, που προφανώς θα αύξαναν την δυσκολία κατασκευής τόσο των λαξευμένων εσοχών όσο και των εμπολίων αυτών καθαυτών.

Πιστεύεται ότι οι εν λόγω διαφοροποιήσεις δεν θα επηρεάσουν σημαντικά το φαινόμενο που μελετάται εδώ μέσα από την φορτιστική διάταξη των δύο ομάδων σφονδύλων που προαναφέρθηκαν.

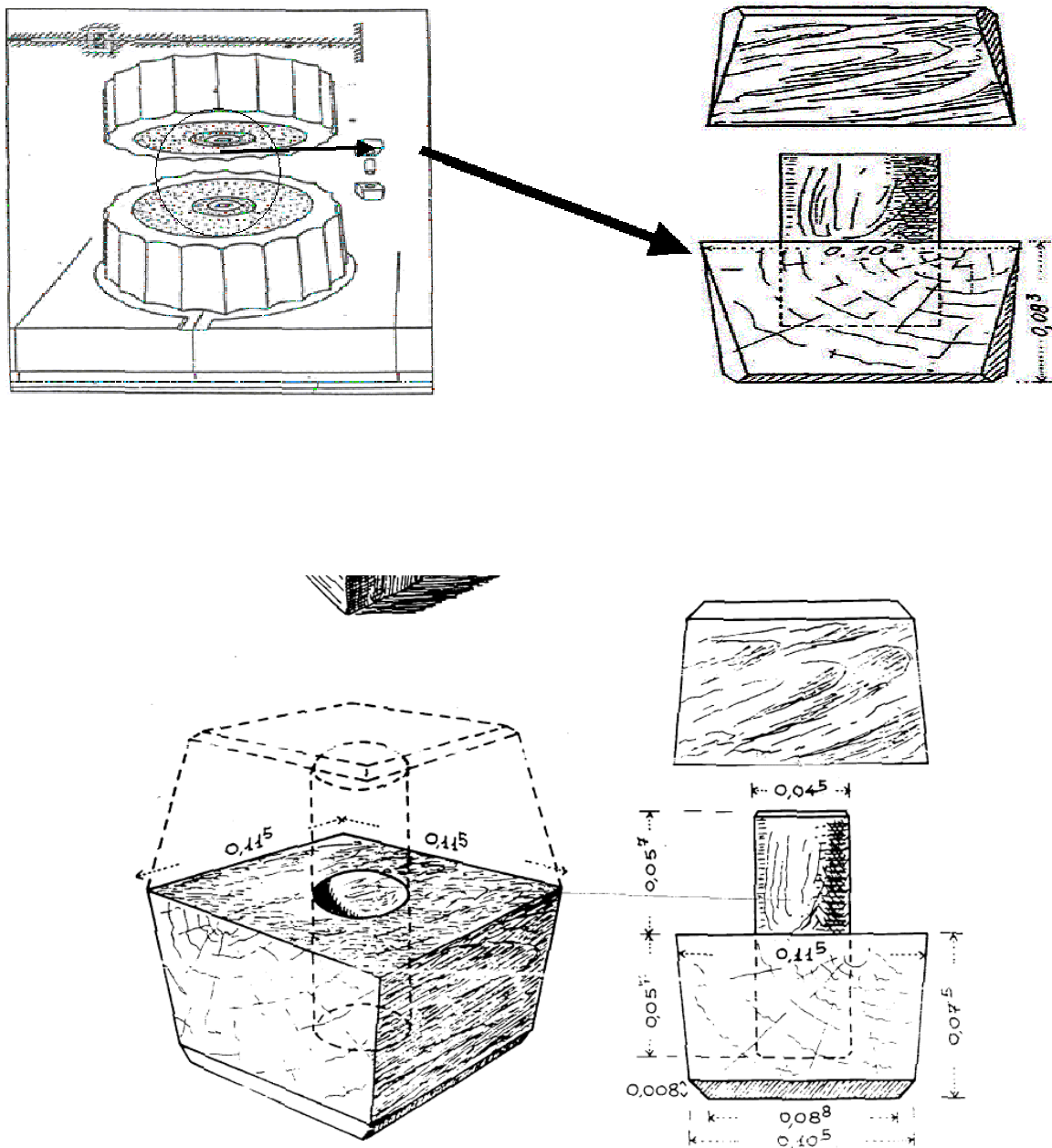
3.3.2. Υλικά.

Κατασκευάστηκε ένας αριθμός εμπολίων με τις διαστάσεις που προαναφέρθηκαν με τα κατωτέρω υλικά:

Ο μεγαλύτερος αριθμός εμπολίων κατασκευάστηκε από τέσσερα διαφορετικά είδη ξύλου. Δηλαδή από **Οξιά, Ρόμπολο, Ιρόκο και Κυπαρίσσι**. Όλα τα ανωτέρω είδη ξυλείας ήταν επεξεργασμένα (παλαιά ξύλα) ώστε να μην αλλοιώνονται οι ιδιότητές μέσα από την διαφοροποίηση της υγρασίας τους με τον χρόνο. Από τα τέσσερα αυτά είδη αναφέρεται χαρακτηριστικά η χρήση του κυπαρισσιού για την κατασκευή των εμπολίων. Επειδή το κυπαρίσσι δεν είναι ένα ξύλο που βρίσκεται εύκολα και με καταγεγραμμένες ιδιότητες αποφασίστηκε η κατασκευή εμπολίων από περισσότερα του ενός είδους ξύλου. Οι μηχανικές ιδιότητες των ξύλινων εμπολίων και πόλων που θα χρησιμοποιηθούν θα καταγραφούν μέσα από σειρά συγκεκριμένων απλών καθοριστικών πειραματικών δοκιμών, που περιγράφονται σε κείμενο που ακολουθεί.

Πέραν των ξύλινων εμπολίων κατασκευάστηκε και μία ομάδα χαλύβδινων εμπολίων με διαστάσεις ίδιες με αυτές των ξύλινων εμπολίων. Η λογική και εδώ είναι να προηγηθεί μια

σειρά πειραμάτων όπου να διερευνηθεί η επιρροή της δυσκαμψίας και αντοχής των εμπολίων σε σχέση με αυτή των πόλων στο φαινόμενο που μελετάται.



Σχήμα 1. Ξύλινοι πόλοι και εμπολία του Μουσείου Ακροπόλεως (Ορλάνδος, 1958)



Εμπόλια από διάφορα ξύλα.

Φωτ. 6. Εμπόλια από διάφορα ξύλα

3.4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΩΝ ΠΟΛΩΝ

3.4.1. Διαστάσεις.

Και οι διαστάσεις των πόλων όπως και των εμπολίων έχουν ομοιότητες και αναλογίες με τις αναφερόμενες από το Ορλάνδο για τους πόλους τους ευρισκόμενους στο Μουσείο της Ακροπόλεως. Όπως και για τα εμπολία έτσι και για τους πόλους επιλέχθηκε να κατασκευαστούν πόλοι με διαστάσεις, ως προς την διάμετρό τους, μικρότερες από αυτές που αναφέρει ο Ορλάνδος. Η διάμετρος των πόλων που κατασκευάστηκαν είναι από 20mm έως 30 mm , σε σχέση με τα 40 mm που αναφέρει ο Ορλάνδος. Το ύψος όλων των πόλων επιλέχθηκε να είναι ίσο με 100 mm που είναι ίδιο με αυτό που αναφέρει ο Ορλάνδος.

3.4.2. Υλικά.

Και πάλι οι περισσότεροι πόλοι κατασκευάστηκαν από διάφορα είδη ξύλου. Δηλαδή από **Πεύκο, Οξιά, Ιρόκο και Κυπαρίσσι, και Κρασιά**. Τα τέσσερα πρώτα είδη κατασκευάστηκαν από ξυλεία του εμπορίου, όπως και τα εμπολία σύμφωνα με τις παρατηρήσεις που έγιναν προηγουμένως. Η κρασιά αναφέρεται ως ένα από τα είδη των πόλων στους πρωτότυπους σφονδύλους. Στην προμήθεια αυτού του ξύλου υπήρξε η μεγαλύτερη δυσκολία και ως προς την ανεύρεσή του και ως προς την κοπή του που έπρεπε να γίνει κατά του χειμερινούς μήνες για να μη παρουσιάσει ρηγματώσεις κατά την ξήρανση. Όπως θα φανεί και από τα πειραματικά στοιχεία τα σχετικά με τις μηχανικές αντοχές που περιλαμβάνονται κατωτέρω, η κρασιά έδωσε τις μεγαλύτερες αντοχές στη δοκιμή της διάτμησης. Πέραν των ξύλινων πόλων θα μελετηθεί επίσης και η συμπεριφορά μεταλλικών πόλων ή από άλλα υλικά (π.χ. από μολύβι) που η συμπεριφορά τους θα αποδειχθεί ευνοϊκή στα πλαίσια της παρούσης διερεύνησης.



Φωτ. 7. Πόλοι από διάφορα ξύλα

3.5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΕΜΠΟΛΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΟΛΩΝ

Χρησιμοποιήθηκαν για τον σκοπό αυτό δοκίμια που λήφθηκαν από την ίδια ξυλεία από όπου κατασκευάστηκαν οι πόλοι και τα εμπόλια που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Τα δοκίμια αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τις εξής τρεις βασικές δοκιμές:

1. Δοκιμή Καθαρής Θλίψης
2. Δοκιμή Κάμψης αμφιερίστου δοκού.
3. Δοκιμή Διάτμησης (ψαλιδισμός).

Στους πίνακες που ακολουθούν δίδονται τα τελικά αποτελέσματα των τριών αυτών δοκιμών. Μέσα από την φορτιστική διαδικασία που ακολουθήθηκε πέρα από τις ακραίες τιμές των φορτίων έχουν ληφθεί για τις δοκιμές κάμψης και διάτμησης και στοιχεία που θα καθορίσουν την παραμορφωσιμότητα των δοκιμών του ξύλου. Τα στοιχεία αυτά βρίσκονται στο στάδιο της επεξεργασίας.

Πίνακας 1. Θλίψη Δοκιμίων Ξύλου για Εμπόλια και Πόλους

Είδος Ξύλου	Αριθμός Δοκιμίου	Διατομή (mm ²)	Φορτίο Θραύσης (KNt)	Τάση Θραύσης (Mpa)	Μέσος Όρος (Mpa)
Οξιά	1	994.8	59.841	60.15	56.61
	2	981.15	56.015	57.09	
	3	899.0	49.442	55.00	
	4	968.7	52.484	54.18	
Ιρόκο	1	1012.64	63.176	62.39	60.56
	2	1000.01	62.588	62.59	
	3	1006.53	59.645	59.26	
	4	1006.45	58.370	58.00	
Ρόμπολο	1	992.21	53.317	53.74	52.68
	2	928.72	48.363	52.08	
	3	944.19	47.873	50.70	
	4	957.86	51.895	54.18	
Μόλυβδος	Μέσος όρος 3 δοκιμών	1285	40** / 90	31.13**/ 70.04	31.13**/ 70.04

Η διεύθυνση της θλίψης ήταν παράλληλη προς την διεύθυνση των ινών του ξύλου

*** Όριο φορτιστικού κλάδου με έντονη πλαστικοποίηση*



Φωτ. 8. Θραυσμένα δοκίμια από δοκιμή θλίψης

Πίνακας 2. Κάμψη Δοκιμίων Ξύλου για Εμπολία και Πόλους

Είδος Ξύλου	Αριθμός Δοκιμίου	Ροπή Αντίστασης (mm ³)	Φορτίο Θραύσης (KNt)	Τάση Θραύσης (Mpa)	Μορφή Αστοχίας
Πεύκο	1	8333 *	7.047	50.74	Διατμητική
Κυπαρίσσι	1	8333	12.616	90.84	Καμπτο-Διατμητική
Οξιά	1	8333	12.949	93.24	Καμπτική
Ιρόκο	1	8333	11.694	84.20	Καμπτική

* Δοκός μήκους 360 mm φορτιζόμενη στο 1/3 και 2/3 του ανοίγματος

Διατομή δοκού με ύψος 50mm και πλάτος 20mm

Ο άξονας της δοκού παράλληλος με τις ίνες του ξύλου

Η διεύθυνση του καμπτικού ελκυσμού ήταν κατά την έννοια του άξονα των εμπολίων και πόλων

Πίνακας 3. Κάμψη Δοκιμίων Ξύλου για Εμπολία και Πόλους

Είδος Ξύλου	Αριθμός Δοκιμίου	Ροπή Αντίστασης (mm ³)	Φορτίο Θραύσης (KNt)	Τάση Θραύσης (Mpa)	Μορφή Αστοχίας
Πεύκο	1	3333 *	2.943	52.98	Καμπτική
Κυπαρίσσι	1	3333	5.602	100.85	Καμπτική
Οξιά	1	3333	6.543	117.79	Καμπτική
Ιρόκο	1	3333	5.346	96.24	Καμπτική

* Δοκός μήκους 360 mm φορτιζόμενη στο 1/3 και 2/3 του ανοίγματος

Διατομή δοκού με ύψος 20mm και πλάτος 50mm

Ο άξονας της δοκού παράλληλος με τις ίνες του ξύλου

Η διεύθυνση του καμπτικού ελκυσμού ήταν κατά την έννοια του άξονα των εμπολίων και πόλων



Φωτ. 9. Αστοχία ξύλινων δοκιμίων σε κάμψη

Πίνακας 4. Διάτμηση Δοκιμίων Ξύλου για Εμπολία και Πόλους

Είδος Υλικού	Αριθμός Δοκιμίου	Διατομή* (Διπλή) (mm ³)	Φορτίο Θραύσης (KNt)	Τάση Θραύσης (Mpa)	Μέσος Όρος (Mpa)	Μορφή Αστοχίας
Πεύκο	1	800	14.715	18.39	17.11	Διατμητική
	2	800	12.655	15.82		
Κυπαρίσσι	1	800	17.776	22.22	22.58	Διατμητική
	2	800	18.355	22.94		
Οξιά	1	800	16.187	20.23	24.95	Διατμητική
	2	800	23.730	29.66		
Ιρόκο	1	800	18.511	23.14	21.52	Διατμητική
	2	800	15.912	19.89		
Κρασιά	1	798	25.997	32.58	33.12	Διατμητική
	2	840	28.263	33.65		
Μολύβι	1	800	16.755	20.94	20.70	Διατμητική
	2	780	15.951	20.45		

* Δοκός μήκους 90 mm φορτιζόμενη στο μέσο του ανοίγματος σε καθαρή διάτμηση

Διατομή δοκού με ύψος 20mm και πλάτος 20mm

Ο άξονας της δοκού παράλληλος με τις ίνες του ξύλου

Η διεύθυνση της διάτμησης ήταν κατά την εγκάρσια έννοια του άξονα των εμπολίων και πόλων



Φωτ. 10. Θραυσμένα δοκίμια από διάτμηση