



Τ.Ε.Ι. Λάρισσας
Παράρτημα
Καρδίτσας



Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ (BRINELL,
JANKA) ΕΥΔΙΝΩΝ ΠΑΡΚΕΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΩΝ»**



Των σπουδαστών

ΝΙΚΟΛΑΚΑΚΟΥ ΜΙΛΤΙΑΔΗ (ΑΕΜ 1451)

ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ (ΑΕΜ 722)

Επιβλέποντες καθηγητές

Δρ. Λυκίδης Χαράλαμπος, Δρ. Μπιρμπίλης Δημήτριος

Επιστημονικοί Συνεργάτες ΤΕΙ Λάρισσας

ΚΑΡΔΙΤΣΑ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την ολοκλήρωση των σπουδών στο Τ.Ε.Ι. Λάρισας Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου – Επίπλου προβήκαμε στην εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Το Θέμα της Πτυχιακής Εργασίας με το οποίο ασχοληθήκαμε είναι το ακόλουθο: « **Μελέτη της συσχέτισης δύο μεθόδων προσδιορισμού σκληρότητας (Brinell, Janka) ξύλινων παρκέτων και της πυκνότητας αυτών**».

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να βρεθεί η σχέση που υπάρχει μεταξύ της σκληρότητας συγκεκριμένων ειδών ξύλου που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ξύλινων παρκέτων και της πυκνότητας των ειδών αυτών. Ο υπολογισμός της σκληρότητας έγινε με δύο μεθόδους οι οποίες συγκρίθηκαν και μεταξύ τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	5
2.1 ΤΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΤΩΜΑ ΠΑΡΚΕ	5
2.2 ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΔΑΠΕΔΑ.....	6
2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ.....	9
3. ΣΚΟΠΟΣ.....	11
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	12
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	21
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	30
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	31
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	32
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ξύλο έχει καθιερωθεί στη συνείδηση του κόσμου ως το κατεξοχήν «ζεστό» υλικό. Δημιουργεί αίσθηση θαλπωρής και πολυτέλειας, γεγονός που το κάνει ιδιαίτερα δημοφιλές σε δάπεδα υπνοδωματίων και καθιστικών. Το ξύλο, σαν πρώτη ύλη, είναι μια κλασική πρόταση για την κατασκευή δαπέδων με μεγάλη διάρκεια ζωής και ταιριάζει με όλα τα στιλ διακόσμησης εσωτερικού χώρου. Το υλικό που αποτελεί την επιφάνεια των ξύλινων δαπέδων είναι τα παρκέτα. Αυτά είναι τα κομμάτια του ξύλου τα οποία όταν ενωθούν με την κατάλληλη μέθοδο σχηματίζουν την επιφάνεια του ξύλινου δαπέδου ενός δωματίου.

Η ξυλεία που χρησιμοποιείται για παρκέτα είναι διάφορων τύπων και προέλευσης. Μερικοί τύποι ξυλείας που είναι σήμερα διαδεδομένοι στην κατασκευή παρκέτων είναι η σκουρόχρωμη τροπική ξυλεία (ντουςιέ, νιαγκόν, μπέτε κ.ά.), η ξυλεία ευρωπαϊκής προέλευσης (Δρυς, Πεύκη κ.ά.) και η ξυλεία Αμερικάνικης προέλευσης (Oregon pine, Pitch pine, αμερικανική δρυς κ.α.). Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε είδους ξυλείας όπως το χρώμα, η αντοχή και φυσικά το κόστος επηρεάζουν τις προτιμήσεις του αγοραστικού κοινού.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 ΤΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΤΩΜΑ ΠΑΡΚΕ

Κατά τη διάρκεια της αναζήτησης καλύτερων συνθηκών διαβίωσης η οποία ήρθε ταυτόχρονα με την άνοδο του βιοτικού του επιπέδου του ανθρώπου, εμφανίστηκε το ξύλινο πάτωμα, το γνωστό παρκέ. Η λέξη παρκέ προέρχεται από την γαλλική λέξη PARQUETERIE η οποία προδίδει και την καταγωγή του. Το ξύλινο πάτωμα συναντάται στη Γαλλία του 17ου αιώνα και μάλιστα ως αντικαταστάτης του μαρμάρινου δαπέδου. Μάλιστα στα αρχικά στάδια της εξέλιξης του ξύλινου πατώματος, για την σταθεροποίηση των κομματιών του ξύλου χρησιμοποιούνταν ζεστή πίσσα, ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται συνήθως κόλλες.

Κάποια από τα σημαντικά πλεονεκτήματα του ξύλινου δαπέδου είναι ότι το ξύλο είναι φυσικό, ζωντανό, και διαχρονικό υλικό, το οποίο δημιουργεί μία ζεστή και φιλόξενη ατμόσφαιρα στο χώρο όπου τοποθετείται. Επίσης διατηρεί την ζωτικότητα του ακόμα και μετά την τοποθέτηση του και χαρίζει στον χώρο όπου τοποθετείται φυσική αρμονία. Ακόμα έχει μεγάλες θερμομονωτικές ικανότητες καθώς και μεγάλη αντοχή στην φθορά του χρόνου και στην έκθεση σε φως. Είναι αντιστατικό, καθαρίζεται εύκολα, δεν προκαλεί αλλεργικά φαινόμενα και μπορεί να συντηρηθεί ή να αντικατασταθεί εύκολα. Τα ξύλινα πατώματα ταιριάζουν με όλα τα στυλ διακόσμησης και μπορούν να τοποθετηθούν σε κλασικές ή και σε μοντέρνες κατοικίες, σε επαγγελματικούς χώρους καθώς και σε χώρους όπου ανακαινίζονται.

Στις μέρες μας τα ξύλινα πατώματα χρησιμοποιούνται συχνά σε υπνοδωμάτια, όπου θεωρούνται καλύτερα πατώματα από τα πλακάκια επειδή παρέχουν ζεστασιά, με σημαντικό μειονέκτημα όμως το γεγονός ότι μεγεθύνουν όλους τους ήχους όπως το περπάτημα, την ηλεκτρική σκούπα και την τηλεόραση σε ένα επίπεδο όπου οι ένοικοι του κάτω διαμερίσματος μπορεί να το βρουν ενοχλητικό.

Στην παρούσα πτυχιακή ασχοληθήκαμε με την πυκνότητα και την σκληρότητα του ξύλου. **Πυκνότητα** του ξύλου είναι το μέτρο της μάζας που περιέχεται σε ορισμένο όγκο του και εκφράζεται με το πηλίκο της μάζας δια του όγκου:

$$R = \frac{M}{V}$$

R: η πυκνότητα (σε γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό, g/cm³)

M: η μάζα (σε γραμμάρια, g)

V: ο όγκος (σε κυβικά εκατοστά, cm³)

Η πυκνότητα του ξύλου παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα τόσο ανάμεσα σε διαφορετικά είδη ξύλου, όσο και στο ίδιο είδος, κάτι το οποίο οφείλεται α) σε διαφορές στη δομή και β) στην επίδραση εξωτερικών παραγόντων.

Σκληρότητα του ξύλου είναι η ιδιότητα αυτού να αντιστέκεται στην είσοδο ξένων αντικειμένων στην μάζα αυτού προκαλώντας μόνιμη παραμόρφωση. Η αντίσταση αυτή διαφέρει στην αξονική και στην εγκάρσια διεύθυνση του ξύλου. Στην αξονική είναι κατά μέσο όρο 1,5 φορά μεγαλύτερη σε σχέση με την εγκάρσια. Η ιδιότητα αυτή έχει άμεση εφαρμογή σε ορισμένες χρήσεις του ξύλου όπως είναι η κατασκευή παρκέτων, πατωμάτων και αθλητικών ειδών.

2.2 ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΔΑΠΕΔΑ

Τα ξύλινα δάπεδα ανάλογα με το ξύλο που χρησιμοποιείται διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

A) Ξύλα προερχόμενα από πλατύφυλλα δένδρα

B) Ξύλα προερχόμενα από κωνοφόρα δένδρα

Από τα πλατύφυλλα δένδρα χρησιμοποιούνται η Δρυς, η Οξιά, η Καρυδιά, η Καστανιά, ο Φράξος, η Σημύδα, ο Σφένδαμος, και κάποια τροπικά όπως το iroko, το wenge, το merbau, το ipe.

Από τα Κωνοφόρα δένδρα, χρησιμοποιείται η Πεύκη, η Ψευδοτσούγκα, και η Ελάτη.

Εμείς στην παρούσα πτυχιακή εργασία ασχοληθήκαμε με τα είδη που χρησιμοποιούνται περισσότερο στην ελληνική αγορά και αυτά είναι η Δρυς, η Οξιά, η Καστανιά, το merbau, το ipe και η Πεύκη, τα οποία ανήκουν και στις δύο παραπάνω κατηγορίες. Ειδικότερα:

A) Δρυς (Oak, *Quercus sp*)

Προέρχεται από την ξυλεία του ομώνυμου δένδρου το οποίο φύεται σε Ευρώπη και Αμερική και το οποίο έχει μεγάλη αντοχή και εξαιρετική διαστασιακή σταθερότητα. Έχει χρώμα ανοιχτό κίτρινο έως καστανό.



B) Οξιά (Beech, *Fagus silvatica*)

Είναι ένα είδος δένδρου το οποίο συναντάται σε Ευρώπη, Ασία και Β. Αμερική. Το ξύλου του χρωματίζεται εύκολα και μπορεί να προσβάλλεται από έντομα και μύκητες. Έχει χρώμα λευκό που με άτμιση τείνει προς κοκκινωπ.



Γ) Καστανιά (Chestnut, *Castanea sativa*)

Είναι ένα είδος δένδρου το οποίο φύεται σε πολλές περιοχές της γης όπως στην Ευρώπη, την Κίνα, την Ιαπωνία και την Αμερική. Είναι ξύλο σταθερό σε διαστάσεις, με μέτριες μηχανικές ιδιότητες ανθεκτικό σε έντομα και μύκητες. Έχει χρώμα καστανό.



Δ) Merbau

Είναι η ξυλεία του δένδρου ipil, το οποίο συναντάται στην Ινδονησία και πρόκειται για εξαιρετικά σκληρό και σταθερό ξύλο. Έχει χρώμα που ποικίλει από σκούρο έως ανοιχτό καφέ.



Ε) Ιρε

Είναι ένα είδος τροπικού ξύλου το οποίο ευδοκίμει κυρίως στη Βραζιλία, το Μεξικό, στην Κεντρική και Νότια Αμερική. Έχει χρώμα λαδί – καφετί με ανοιχτέ ή σκοτεινές ραβδώσεις.



ΣΤ) Πεύκο (*Pinus sp*)

Είναι ένα είδος κωνοφόρου δένδρου με 90 περίπου είδη ανά τον κόσμο με μεγάλη εξάπλωση στη Ρωσία, Σουηδία και Φιλανδία. Στη χώρα μας συναντώνται περίπου 8 είδη. Πολλά είδη πεύκων περιέχουν σε μεγάλες ποσότητες ένα εκχύλισμα που ονομάζεται ρητίνη (κ. ρετσίνι). Έχει μέτρια σκληρότητα και χρώμα καστανό, κοκκινωπό, υποκίτρινο.



2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ

Η σκληρότητα αποτελεί μια βασική μηχανική ιδιότητα του ξύλου η οποία παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για ορισμένες χρήσεις του όπως πατώματα, έπιπλα κλπ. Ειδικότερα τα παρκέτα πρέπει να είναι ανθεκτικά σε σκληρότητα για να αντέχουν σε πτώσεις αντικειμένων και γενικότερα σε διάφορες πιέσεις, έτσι ώστε να μην δημιουργούνται φθορές και αλλοιώσεις στην επιφάνεια των ξύλινων δαπέδων. Η ιδιότητα αυτή συσχετίζεται γραμμικά με την πυκνότητα και τις υπόλοιπες μηχανικές ιδιότητες του ξύλου (Kollman 1951, Schwab 1990, Bektas κ.α. 2001, Hirata κ.α. 2001, Rautkari κ.α. 2011). Για το λόγο αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον ποιοτικό έλεγχο του ξύλου χωρίς αυξημένο κόστος ελέγχου καθώς για τον έλεγχο της δεν είναι απαραίτητα μεγάλα δείγματα ούτε ακριβός εξοπλισμός. Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας ξύλου υπάρχουν μερικές τυποποιημένες μέθοδοι με κυριότερες τις μεθόδους Janka και Brinell.

Η μέθοδος **Janka** περιγράφεται στο πρότυπο ASTM D 143-1997. Σύμφωνα με αυτό, ημισφαιρική κεφαλή ακτίνας 5,64 mm φορτίζεται επάνω στο δοκίμιο μέχρι την εισχώρηση σε βάθος ίσο με την ακτίνα της κεφαλής ενώ η σκληρότητα εκφράζεται από το μέγιστο καταγραφέν φορτίο.

Η μέθοδος **Brinell** περιγράφεται από το πρότυπο EN1534:2000. Συνοπτικά, η μεθοδολογία απαιτεί τη συμπίεση στην επιφάνεια του δείγματος μεταλλικής σφαίρας η οποία φορτίζεται με δύναμη 1000N για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Αποτέλεσμα της φόρτισης είναι η δημιουργία στο δοκίμιο αποτυπώματος η διάμετρος του οποίου μετράται. Η σκληρότητα υπολογίζεται εφαρμόζοντας τον παρακάτω τύπο:

$$HB = \frac{2F}{\pi D \left[D - \sqrt{D^2 - d^2} \right]} \quad (1)$$

HB: Η σκληρότητα Brinell (Kg/mm²)

F: Η εφαρμοσθείσα δύναμη (1000N)

G: Η επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s²)

Όπου:

D: Η διάμετρος της μεταλλικής σφαίρας (10mm)

π: 3,14

d: Η διάμετρος του αποτυπώματος (mm)

Πέρα από τις παραπάνω, έχουν εφαρμοστεί και διάφορες τροποποιήσεις με σκοπό τη βελτίωση των τυποποιημένων μεθόδων (Schwab 1990, Holmberg 2000, Niemz και Stubi 2000; Bektas κ.α. 2001, Hirata κ.α. 2001, Rautkari κ.α. 2009).

Η μέθοδος Brinell, αν και θεωρείται η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη στον ευρωπαϊκό χώρο, εμφανίζει κάποια μειονεκτήματα που έχουν προσδιοριστεί από διάφορους ερευνητές (Niemz και Stubi 2000). Ένα από τα βασικότερα είναι η μέθοδος μέτρησης της διαμέτρου αποτυπώματος η οποία πραγματοποιείται με ακρίβεια 0,2mm και υπόκειται στην υποκειμενικότητα εκτίμησης των ορίων του αποτυπώματος στο δοκίμιο ξύλου, επομένως εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά και τις ικανότητες του ερευνητή. Για την αντιμετώπιση του ως άνω προβλήματος έχει προταθεί ο προσδιορισμός της διαμέτρου αποτυπώματος d μετρώντας το βάθος αποτυπώματος (Niemz και Stubi 2000, Rautkari κ.α. 2011).

3. ΣΚΟΠΟΣ

Οι αντικειμενικοί σκοποί αυτής της εργασίας ήταν οι εξής:

A) Να υπολογιστεί η σκληρότητα διαφόρων ειδών ξύλου και στη συνέχεια να προταθεί πιο είναι καταλληλότερο από τα είδη αυτά για την κατασκευή ξύλινων παρκέτων με μοναδικό γνώμονα την ζημιά που προκαλεί ένα αντικείμενο όταν πιέζεται στην επιφάνεια του παρκέ.

B) Να μελετηθεί η ακριβής επίδραση της πυκνότητας διαφόρων ειδών πάνω στη μηχανική αντοχή της σκληρότητας και η συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα σ' αυτές τις δύο ιδιότητες.

Γ) Να γίνει συσχέτιση των δύο διαφορετικών μεθόδων υπολογισμού της σκληρότητας (Janka και Brinell)

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή της παρούσας μελέτης αποτελούταν από έξι (6) είδη συμπαγούς ξύλου α) Οξιά (*Fagus sp.*), β) Καστανιά (*Castanea sp.*), γ) Δρυς (*Quercus sp.*), δ) Πεύκο (*Pinus sp.*), ε) Merbau (*Intsia sp.*), και στ) Ipe (*Tabebuia sp.*) τα οποία είχαν υποστεί μηχανική κατεργασία και ήταν κατάλληλα μορφοποιημένα με σκοπό τη χρήση στην κατασκευή πατωμάτων (παρκέτα). Ειδικά για τα είδη Merbau και Ipe έγινε προμήθεια δειγμάτων με διαφανή προστατευτική επικάλυψη (βερνίκι). Η προμήθεια των δειγμάτων έγινε από ελληνική επιχείρηση παραγωγής και εμπορίας παρκέτων. Για τα δύο (2) τελευταία είδη ξύλου (Merbau, Ipe) χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον δοκίμια από τα οποία αφαιρέθηκε με αποτριβή το προστατευτικό βερνίκι. Έτσι τελικά διαμορφώθηκαν δείγματα από 8 διαφορετικά είδη ξύλου: 1) Οξιά, 2) Καστανιά, 3) Δρυς, 4) Πεύκο, 5) Merbau με βερνίκι, 6) Merbau γυμνό, 7) Ipe με βερνίκι και 8) Ipe γυμνό.

Από όλα τα ως άνω δείγματα ξύλου αρχικά δημιουργήθηκαν δοκίμια πλάτους περίπου 5cm και πάχους 15-20mm αφαιρώντας τις περιοχές των δειγμάτων που δεν ήταν επίπεδες και δίδοντας ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή οποιονδήποτε αποκλίσεων από το τυπικό ξύλο. Η διαμόρφωση αυτή έγινε με τη χρήση πριονοκορδέλας, γωνιάστρας και ξεχονδριστήρα (εικόνες 1, 2 και 3 αντίστοιχα).

Σχετικά με τη χρήση όλων των μηχανημάτων και του υλικοτεχνικού εξοπλισμού που αναφέρεται στην παρούσα έρευνα, να σημειωθεί ότι η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου του Τ.Ε.Ι. Λάρισας – Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου με ημερομηνία έναρξης την 03/11/2010 και ημερομηνία λήξης την 01/06/2011.



Εικόνα 1. Πριονοκορδέλα



Εικόνα 2. Γωνιάστρα



Εικόνα 3. Ξεχονδριστήρας

Για όλα τα δοκίμια που διαμορφώθηκαν με την παραπάνω διαδικασία, αφαιρέθηκαν οι μη επίπεδες περιοχές των δειγμάτων και οποιαδήποτε σφάλματα υπήρχαν. Τα δημιουργηθέντα παραλληλεπίπεδα δοκίμια λειάνθηκαν με γυαλόχαρτο p80 και έπειτα με p120 για την επίτευξη λείας επιφάνειας (εικόνα 4). Ακολούθως κλιματίστηκαν μέχρι σταθερού βάρους σε συνθήκες σχετικής υγρασίας αέρα $65(\pm 3)\%$ και θερμοκρασίας $20(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ μέσα σε θάλαμο κλιματισμού (εικόνα 5).

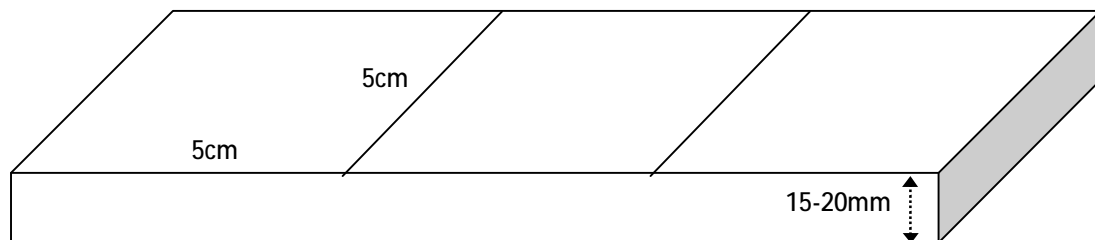


Εικόνα 4. Τριβείο για λείανση των δειγμάτων



Εικόνα 5. Θάλαμος κλιματισμού

Στο διάστημα αυτό (περίπου δύο εβδομάδων) και προτού ολοκληρωθεί ο κλιματισμός των δειγμάτων χρησιμοποιώντας χάρακα και μολύβι οριοθετήσαμε επάνω σε κάθε δοκίμιο ξύλου τον χώρο (τμήματα 5x5cm περίπου) όπου θα γίνουν οι μετρήσεις σκληρότητας (σχήμα 1). Τελικά προέκυψε ότι για κάθε μία από τις μεθόδους μέτρησης σκληρότητας θα πραγματοποιηθούν συνολικά 32 μετρήσεις σε δείγματα Οξιάς, 24 μετρήσεις σε δείγματα Καστανιάς, 24 μετρήσεις σε δείγματα Δρυός, 40 μετρήσεις σε δείγματα Πεύκου, 46 μετρήσεις σε δείγματα Merbau χωρίς βερνίκι και άλλα 46 με βερνίκι, και 64 μετρήσεις σε δείγματα Ipe χωρίς βερνίκι και άλλα 64 με βερνίκι (πίνακας 1).



Σχήμα 1. Διαχωρισμός δοκιμίων σε τμήματα 5x5cm μέσα στα οποία θα πραγματοποιηθούν οι δόκιμες αντοχής σε σκληρότητα.

Πίνακας 1. Είδη και διαστάσεις δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

Είδος	Αριθμός επιφανειών που χαράχθηκαν πάνω στα παρκέτα για μέτρηση σκληρότητας (5 x 5 x 0,15-0,20 cm)	Αριθμός παρκέτων μήκους 40 cm και διατομής 5 x 0,15-0,20 cm
Οξιά	32	4
Καστανιά	24	3
Δρυς	24	3
Πεύκο	40	5
Merbaw	46	5*
Merbaw (με βερνίκι)	46	5*
Ipe	64	8
Ipe (με βερνίκι)	64	8

* Για το είδος Merbaw χρησιμοποιήθηκε ένα επιπλέον παρκέτου μήκους 30cm

Για την δοκιμή της αντοχής σε σκληρότητα το ξύλου χρησιμοποιήθηκε η συσκευή μηχανικών αντοχών τύπου Zwick-Roell Z020 (εικόνα 6), η οποία βρίσκεται Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου του τμήματός Σ.Τ.Ε.Ε. Ο προσδιορισμός της σκληρότητας πραγματοποιήθηκε με τις μεθόδους Janka (ASTM D 143-1997) και Brinell (EN1534:2000). Όλες οι φορτίσεις έγιναν κάθετα προς την διεύθυνση των ινών του ξύλου και εφαπτομενικά.



Εικόνα 6. Συσκευή μηχανικών αντοχών τύπου Zwick-Roell Z020

Για την εφαρμογή της μεθόδου JANKA τα διαγραμμισμένα κομμάτια ξύλου τοποθετήθηκαν στη συσκευή μέτρησης αντοχών έτσι ώστε η κεφαλή του μηχανήματος

μέτρησης να σημαδεύει στο κέντρο της πειραματικής επιφάνειας. Στην συνέχεια ρυθμίζοντας όλες τις παραμέτρους σύμφωνα με το πρότυπο ASTM D 143-1997 και ενεργοποιώντας την κάθοδο της κεφαλής, το έμβολο αρχικά πιέζει την επιφάνεια του ξύλου και στην συνέχεια εισέρχεται σε αυτή μέχρι ενός προκαθορισμένου χρονικού σημείου και μας δίνει την απαιτούμενη κάθε φορά δύναμη για το σκοπό αυτό (εικόνα 7).

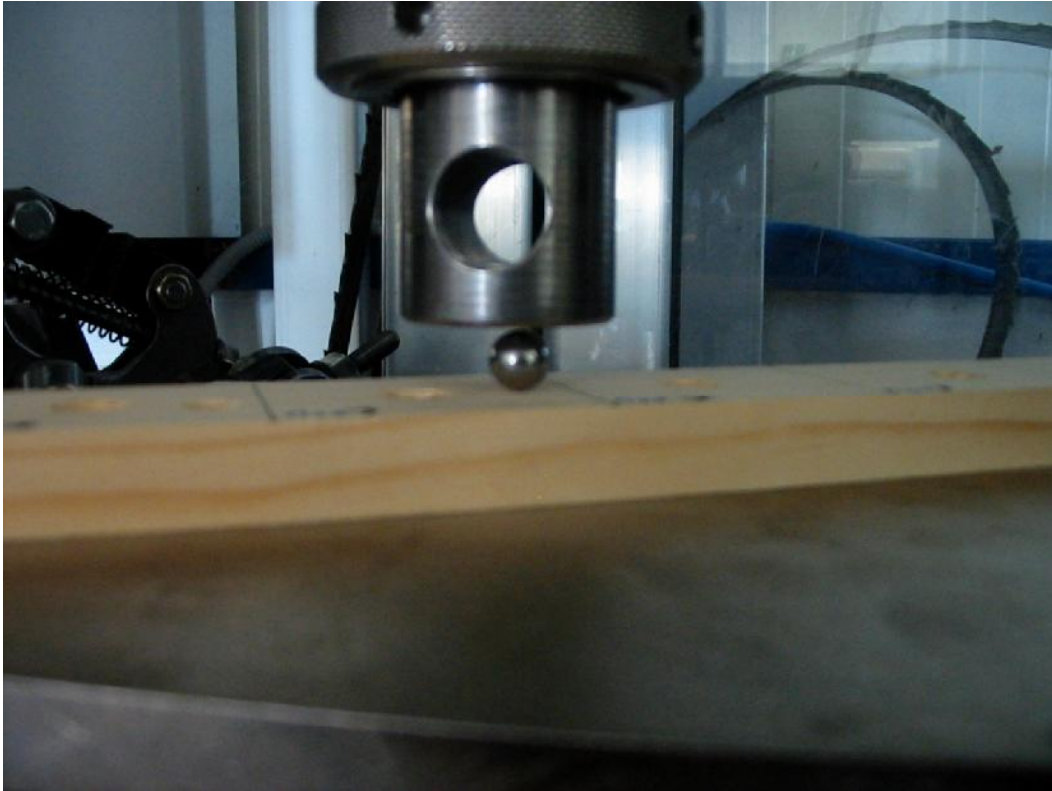


Εικόνα 7. Μέτρηση σκληρότητας με τη μέθοδο Janka.

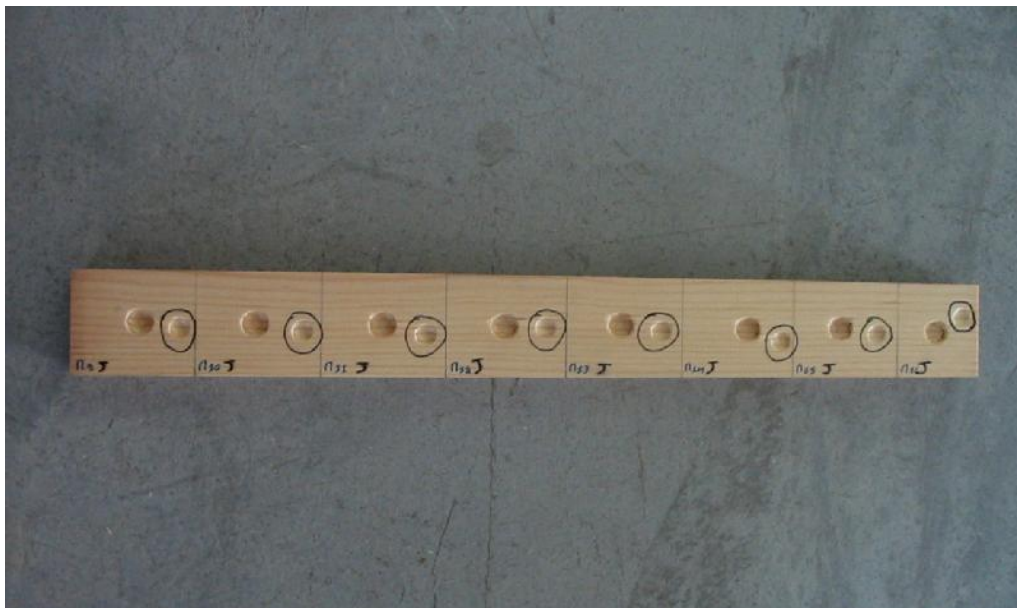
Ο προσδιορισμός της σκληρότητας πραγματοποιήθηκε και με τη μέθοδο Brinell όπως καθορίζεται από το πρότυπο EN1534:2000. Η μετρήσεις έγιναν πολύ κοντά σε αυτές για τον προσδιορισμό της σκληρότητας Janka σε αποστάσεις όμως όχι μικρότερες των 20mm (εικόνα 9). Χρησιμοποιήθηκε το ίδιο μηχάνημα χωρίς όμως κάποια κεφαλή παρά μόνο με το σταθερό στέλεχος αυτού. Αυτό το στέλεχος του πιέζει μια μεταλλική σφαίρα διαμέτρου 10 mm στην επιφάνεια του ξύλου (εικόνα 8) με σταθερή δύναμη (1000N) σύμφωνα με το πρότυπο ενώ το μηχάνημα υπολογίζει το βάθος του αποτυπώματος της σφαίρας στην επιφάνεια του ξύλου. Στη συνέχεια, η σκληρότητα Brinell προσδιορίστηκε με δύο τρόπους:

1) Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας Brinell, σύμφωνα με το ως άνω πρότυπο η διάμετρος του αποτυπώματος (d) μετρήθηκε με μεγεθυντικό φακό και

μικρόμετρο ως ο μέσος όρος 2 κάθετων διαμέτρων, η μια εκ των οποίων ήταν παράλληλη ενώ η άλλη κάθετη προς τις ίνες του ξύλου. Εφαρμόζοντας τη μέθοδο αυτή υπολογίστηκαν οι τιμές σκληρότητας Brinell B.



Εικόνα 8. Μέτρηση σκληρότητας με τη μέθοδο Brinell.

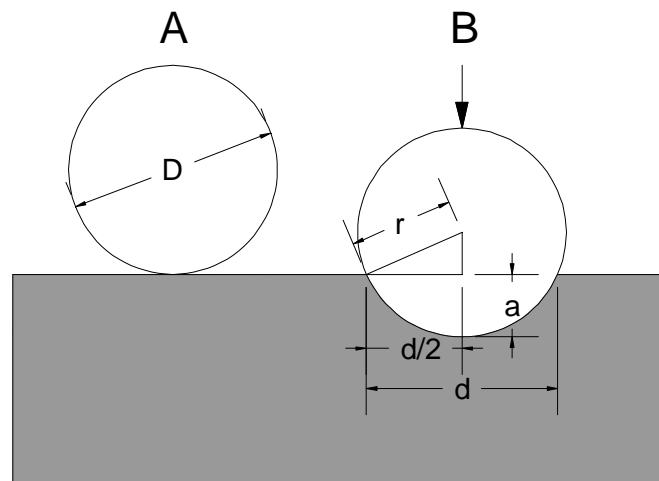


Εικόνα 9. Αποστάσεις αποτυπωμάτων από μετρήσεις Janka και Brinell.

Η σκληρότητα Brinell προσδιορίστηκε και με μια τροποποίηση, μετρώντας το βάθος αποτυπώματος a (Σχήμα 2). Το βάθος αποτυπώματος προσδιορίστηκε με ακρίβεια 0,001mm χρησιμοποιώντας μηχανή δοκιμών Zwick-Roell Z020 η οποία χρησιμοποιήθηκε για όλες τις δοκιμές της παρούσας έρευνας. Χρησιμοποιώντας το a είναι δυνατός ο γεωμετρικός υπολογισμός του d ($d = 2\sqrt{2ra - a^2}$). Με αντικατάσταση στην εξίσωση 1 (σελ. 8) προκύπτει ότι

$$HB = \frac{F}{g\pi Da}$$

Χρησιμοποιώντας τον παραπάνω μαθηματικό τύπο υπολογίστηκαν οι τιμές σκληρότητας Brinell A . Εφαρμόζοντας την προτεινόμενη μεθοδολογία ο προσδιορισμός του d γίνεται υπό την παραδοχή ότι το αποτύπωμα που δημιουργείται στην επιφάνεια του ξύλου είναι σφαιρικό και δε μεταβάλλεται μετά την φόρτιση. Επιπροσθέτως δε λαμβάνονται υπόψη τυχόν ελαστικές παραμορφώσεις του ξύλου για την εν λόγω φόρτιση.



Σχήμα 2: Υπολογισμός της διαμέτρου αποτυπώματος (d) μετρώντας το βάθος αποτυπώματος (a)

Μετά τη διεξαγωγή του προσδιορισμού σκληροτήτων, τα δοκίμια τεμαχίστηκαν με τη χρήση δισκοπρίονου (εικόνα 10) σε μικρότερα πρισματικά δοκίμια διαστάσεων περίπου 40x40mm κάθε ένα από τα οποία περιελάμβανε το αποτύπωμα της μέτρησης Brinell και Janka. Σε κάθε ένα εκ των ανωτέρω προσδιορίστηκε η φαινομενική

πυκνότητα αφού κλιματίστηκαν μέχρι σταθερού βάρους σε συνθήκες σχετικής υγρασίας αέρα $65(\pm 3)\%$ και θερμοκρασίας $20(\pm 1)^\circ\text{C}$.



Εικόνα 10. Τεμαχισμός πρισματικών δοκιμίων (40x40mm) με τη χρήση δισκοπρίονου.

Για κάθε είδος ξύλου έγινε προσδιορισμός των αριθμητικών μέσων, τυπικής απόκλισης, τυπικού σφάλματος, ελάχιστης και μέγιστης τιμής. Χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο PASW Statistics 18 πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) μεταξύ των χρησιμοποιηθέντων ειδών για τις προσδιορισθείσες ιδιότητες.

Για την διερεύνηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των διαφορετικών μεθόδων προσδιορισμού σκληρότητας και της πυκνότητας των δοκιμασθέντων ειδών ξύλου πραγματοποιήθηκε υπολογισμός των σχετικών συντελεστών γραμμικής συσχέτισης Pearson για όλα τα είδη ξύλου που χρησιμοποιήθηκαν.

Για τη σύγκριση των μέσων όρων μεταξύ των ειδών (Post Hoc Test), χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο LSD (ισοδύναμο του T-test).

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο πίνακας 2 περιλαμβάνει όλα τα περιγραφικά στατιστικά μεγέθη που προσδιορίστηκαν. Από τον Πίνακα 1 και τον διεξαχθέντα έλεγχο ANOVA μεταξύ των σκληροτήτων Brinell A και Brinell B προκύπτει ότι για όλα τα είδη ξύλου οι διαφορές των δύο υπολογισθέντων σκληροτήτων είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,001$. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η προτεινόμενη τροποποίηση στη μεθοδολογία προσδιορισμού της σκληρότητας Brinell είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 2: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη για τις προσδιορισθείσες πυκνότητες και σκληρότητες των δειγμάτων ξύλου

		Δρυς	Πεύκη	Καστανιά	Οξιά	Merbau Γυμνό	Merbau Βερνίκι	IPE Γυμνό	IPE Βερνίκι
Πυκνότητα (g/cm³)	N	24	32	24	32	46	46	64	64
	\bar{x}	0,80	0,50	0,59	0,76	0,94	0,95	0,99	0,99
	s	0,0487	0,0300	0,0199	0,0218	0,0691	0,0678	0,0765	0,0789
	CV	6,0	5,9	3,3	2,8	7,3	7,1	7,7	7,9
	min	0,72	0,44	0,56	0,71	0,85	0,84	0,86	0,87
	max	0,86	0,56	0,63	0,84	1,05	1,05	1,11	1,14
Σκληρότητα Brinell A (Kg/mm²)	N	23	32	24	32	46	46	64	64
	\bar{x}	3,33	1,30	1,92	2,70	4,14	4,46	4,03	3,96
	s	0,3076	0,1789	0,3580	0,3420	0,6653	1,1277	0,7437	0,6394
	CV	17,2	13,6	18,2	12,5	15,9	25,0	18,3	16,0
	min	2,78	1,02	1,46	2,06	3,02	3,01	2,73	2,79
	max	3,87	1,82	2,54	3,51	5,47	6,52	6,23	6,00
Σκληρότητα Brinell B (Kg/mm²)	N	24	32	24	32	46	46	64	64
	\bar{x}	6,90	2,13	4,28	6,05	13,31	10,69	7,00	6,32
	s	0,7645	0,4053	0,9218	0,7736	0,7119	2,7314	0,2635	0,2314
	CV	10,8	18,7	21,1	12,6	5,3	25,3	3,7	3,6
	min	5,73	1,53	3,34	4,53	12,07	6,93	6,33	5,75
	max	9,36	3,20	6,47	7,66	14,95	14,59	7,76	6,80
Σκληρότητα Janka (N)	N	24	32	24	32	46	46	64	64
	\bar{x}	8730	2699	4282	8122	12552	11659	12340	12853
	s	1336	379	609	1032	3379	2699	1860	2461
	CV	15,0	13,8	13,9	12,5	26,6	22,9	15,0	19,0
	min	6476	1967	3136	6769	8319	8035	8830	8802
	max	10364	3275	5609	12345	17512	16610	15619	17792

Από τον πίνακα 3 προκύπτει ότι η σκληρότητα Janka συσχετίζεται ισχυρά (τιμές συντελεστή συσχέτισης Pearson: 0,794 - 0,973) με την πυκνότητα για όλα τα δοκιμασθέντα είδη με τη συσχέτιση αυτή να μην επηρεάζεται από τη χρήση επικαλυπτικού βερνικιού. Επίσης στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την πυκνότητα παρουσιάζει η σκληρότητα Brinell A (τιμές συντελεστή συσχέτισης Pearson 0,547 - 0,941) με μοναδική εξαίρεση το ξύλο της οξιάς (τιμή συντελεστή συσχέτισης Pearson 0,153). Αντίθετα, η σκληρότητα Brinell B συσχετίζεται σημαντικά με την πυκνότητα μόνο για τα 4 από τα 8 δοκιμασθέντα είδη ξύλου. Αντίστοιχα είναι και τα ευρήματα κατά τη σύγκριση των σκληροτήτων Janka και Brinell όπου η σκληρότητα Brinell A παρουσιάζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την Janka για τα 7 από τα 8 είδη ξύλου ενώ η σκληρότητα Brinell B για τα 4 από τα 8.

Πίνακας 3: Συντελεστές συσχέτισης Pearson μεταξύ των πυκνοτήτων και σκληροτήτων για τα δοκιμασθέντα είδη ξύλου

		Brinell A	Brinell B	Janka		Brinell A	Brinell B	Janka
Πυκνότητα	ΔΡΥΣ	,647**	-,092	,973**	ΙΡΕ ΓΥΜΝΟ	,672**	,505**	,811**
Brinell A			,155	,615*			,497**	,515**
Brinell B				-,130				,512**
Πυκνότητα	ΠΕΥΚΗ	,841**	,583**	,927**	ΙΡΕ ΒΕΡΝΙΚΙ	,547**	,311	,850**
Brinell A			,786**	,712**			,121	,348*
Brinell B				,482*				,126
Πυκνότητα	ΚΑΣΤΑΝΙΑ	,747**	,723**	,912**	MERBAU ΓΥΜΝΟ	,910**	,094	,972**
Brinell A			,685**	,595*			,135	,909**
Brinell B				,610*				,101
Πυκνότητα	ΟΕΙΑ	,153	,341	,794**	MERBAU ΒΕΡΝΙΚΙ	,941**	,772**	,923**
Brinell A			-,020	,281			,702**	,893**
Brinell B				,182				,720**

* : Στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05

** : Στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01

Συγκρίνοντας τώρα τις τιμές της πυκνότητας και των σκληροτήτων για το σύνολο των μετρήσεων (και όχι για κάθε είδος ξεχωριστά) με τη μέθοδο της γραμμικής συσχέτισης (παλινδρόμηση), διαπιστώθηκε ότι η εξίσωση με την καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα είναι αυτή της μορφής $y=a \cdot x^b$ (εκθετική). Έτσι, αφού πρώτα παρατίθενται στον πίνακα 4, για σύγκριση των εξεταζόμενων παραμέτρων, οι συντελεστές της ευθύγραμμης συσχέτισης (ήτοι αύξηση της σκληρότητας απόλυτα αναλογικά με την αύξηση της πυκνότητας κ.ο.κ.), στη συνέχεια παρατίθενται στον πίνακα 5 οι εξισώσεις εκθετικής μορφής με τους γραμμικούς τους συντελεστές καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα διασποράς (σχήματα 3 ως 8) που αποδίδουν καλύτερα τον τρόπο που συνδέονται τα δεδομένα.

Πίνακας 4: Συντελεστές συσχέτισης Pearson και γραμμικοί συντελεστές μεταξύ των πυκνοτήτων και σκληροτήτων για όλο το εύρος των μετρήσεων.

	Πυκνότητα	Janka	Brinell A	Brinell B
Πυκνότητα		R= 0,950** R ² = 0,903	R= 0,891** R ² = 0,794	R= 0,589** R ² = 0,347
Janka			R= 0,871** R ² = 0,759	R= 0,598** R ² = 0,358
Brinell A				R=0,680** R ² = 0,463

R= συντελεστής συσχέτισης Pearson

* : Στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05

** : Στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01

R²= γραμμικός συντελεστής της εξίσωσης μορφής $y=a \cdot x+b$ (ευθύγραμμης)

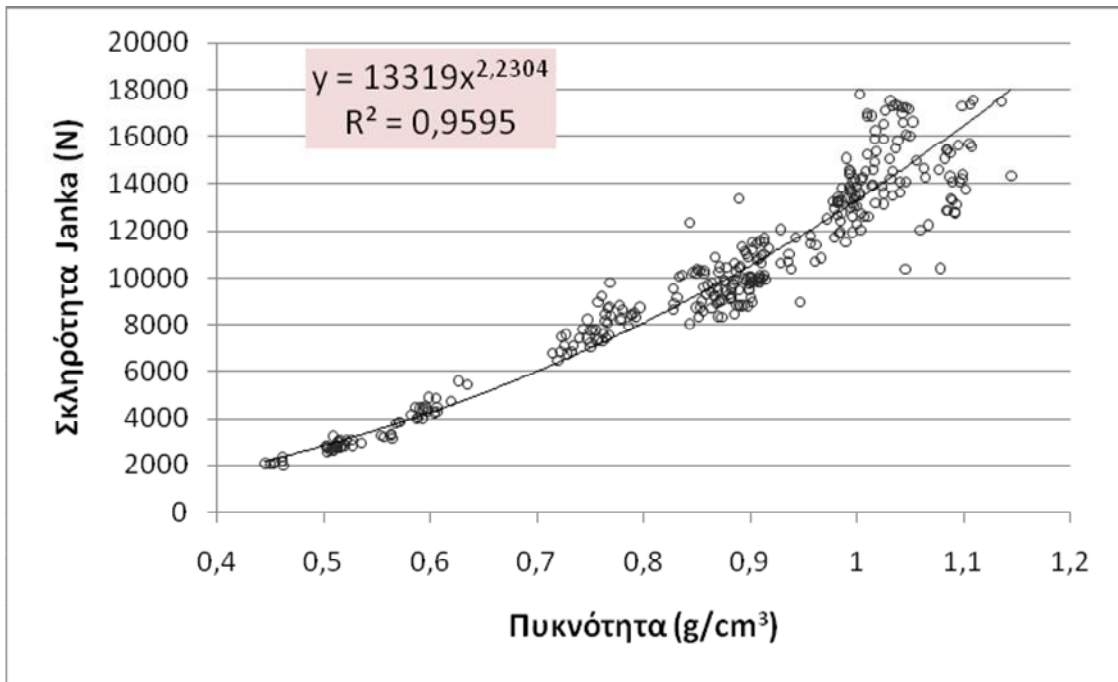
Με βάση την ευθύγραμμη συσχέτιση (πίνακας 4) παρατηρούμε ότι: η συσχέτιση της σκληρότητας Brinell A με την πυκνότητα για το σύνολο των μετρήσεων όλων των ειδών ξύλου χαρακτηρίζεται από αρκετά υψηλούς συντελεστές. Πιο συγκεκριμένα, ο γραμμικός συντελεστής R² εμφάνισε τιμή ίση με 0,794 κάτι που αποδεικνύει ισχυρή συσχέτιση της εν λόγω μεθόδου προσδιορισμού της σκληρότητας με την πυκνότητα. Αντίθετα, η σκληρότητα Brinell B παρουσιάζει πιο ασθενή συσχέτιση με την πυκνότητα των δοκιμασθέντων ειδών. Συγκριμένα ο αντίστοιχος συντελεστής συσχέτισης είναι ίσος με 0,347. Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα συσχέτισης των δυο μεθόδων προσδιορισμού σκληρότητας Brinell με τη σκληρότητα Janka. Πιο συγκεκριμένα προέκυψε ότι η συσχέτιση της σκληρότητας Brinell A με τη σκληρότητα

Janka είναι ισχυρότερη της σκληρότητας Brinell B καθώς οι αντίστοιχοι συντελεστές συσχέτισης ήταν 0,759 και 0,358.

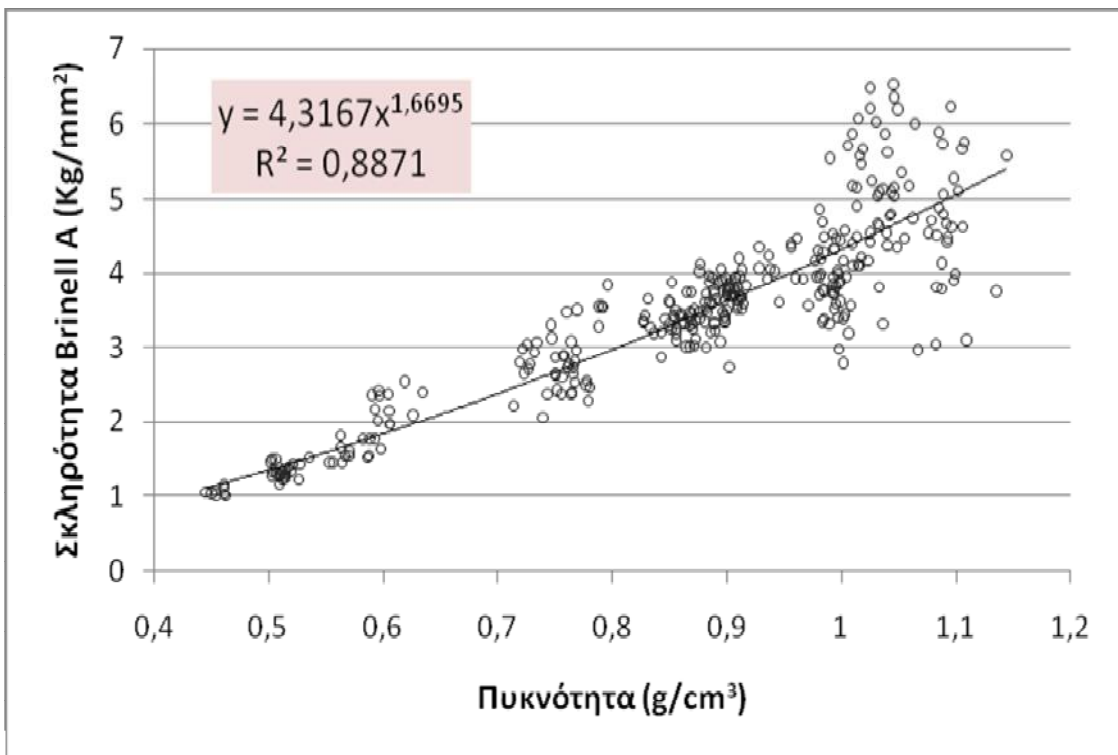
Πίνακας 5: Εξισώσεις εκθετικής μορφής και γραμμικοί συντελεστές μεταξύ των πυκνοτήτων και σκληροτήτων για όλο το εύρος των μετρήσεων.

Συσχετιζόμενες παράμετροι	Εξίσωση εκθετικής μορφής	Γραμμικός συντελεστής R^2
Πυκνότητα Σκληρότητα Janka	$y = 13319 \cdot x^{2,2304}$	0,959
Πυκνότητα Σκληρότητα Brinell A	$y = 4,3167 \cdot x^{1,6695}$	0,887
Πυκνότητα Σκληρότητα Brinell B	$y = 8,9679 \cdot x^{1,6981}$	0,600
Σκληρότητα Janka Σκληρότητα Brinell A	$y = 0,0043 \cdot x^{0,728}$	0,875
Σκληρότητα Janka Σκληρότητα Brinell B	$y = 0,0063 \cdot x^{0,7653}$	0,632
Σκληρότητα Brinell A Σκληρότητα Brinell B	$y = 2,0019 \cdot x^{1,0273}$	0,690

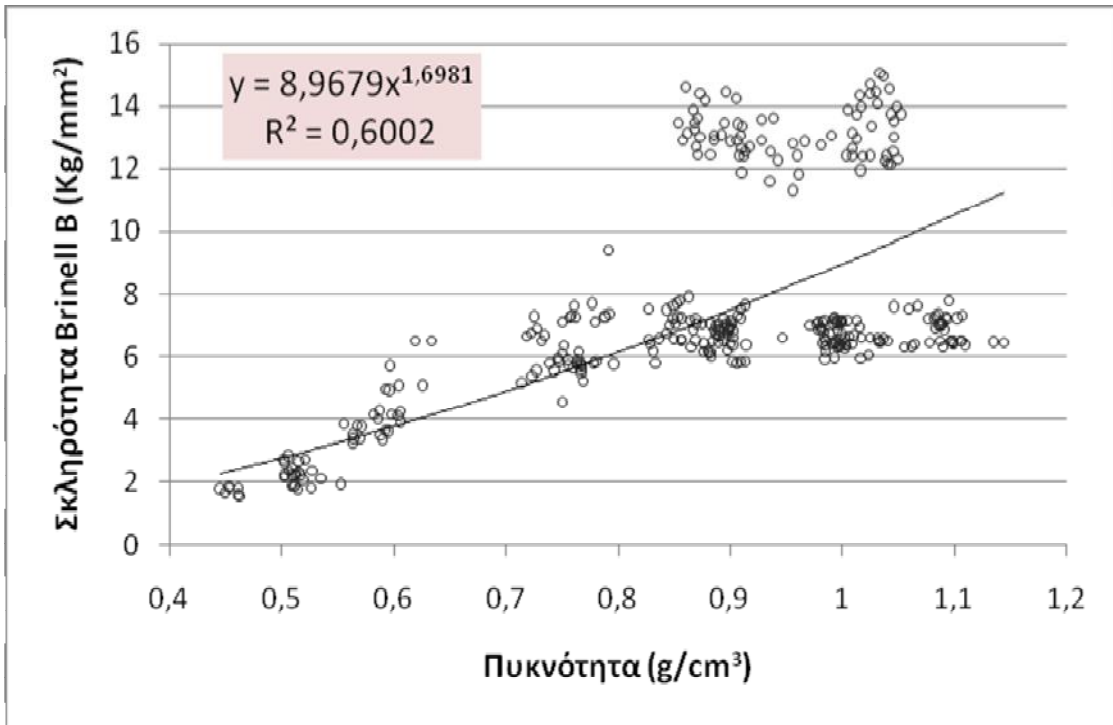
Στον πίνακα 5 παρατηρούμε ότι γνωρίζοντας την πυκνότητα ενός δείγματος ξύλου, μπορούμε αυτομάτως να εκτιμήσουμε με μαθηματικό τρόπο την αναμενόμενη σκληρότητα Janka σε ένα πολύ ικανοποιητικό ποσοστό επιτυχίας 95,9%. Το ίδιο ισχυρεί και για τη σκληρότητα Brinell A, με μικρότερο όμως ποσοστό επιτυχίας (88,7%). Να σημειωθεί επίσης ότι χρησιμοποιώντας ως εκτιμητή τη σκληρότητα Janka, μπορούμε αυτομάτως να εκτιμήσουμε με μαθηματικό τρόπο την αναμενόμενη σκληρότητα Brinell A σε ποσοστό επιτυχίας 87,5%. Για τους άλλους συσχετισμούς, βλέπουμε ότι το ποσοστό αλληλεπίδρασης μεταξύ τους πέφτει κάτω από το 70%. Τα ως άνω συμπεράσματα γίνονται εμφανή και στα διαγράμματα διασποράς που ακολουθούν.



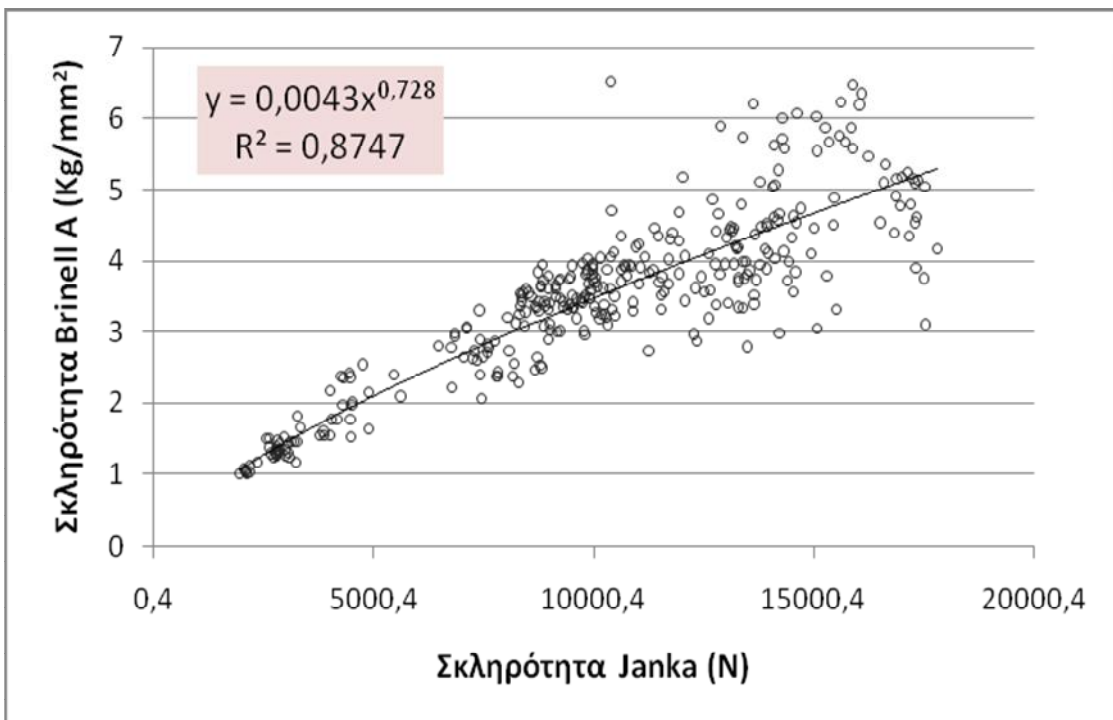
Σχήμα 3: Διάγραμμα διασποράς των τιμών της πυκνότητας και της σκληρότητας Janka.



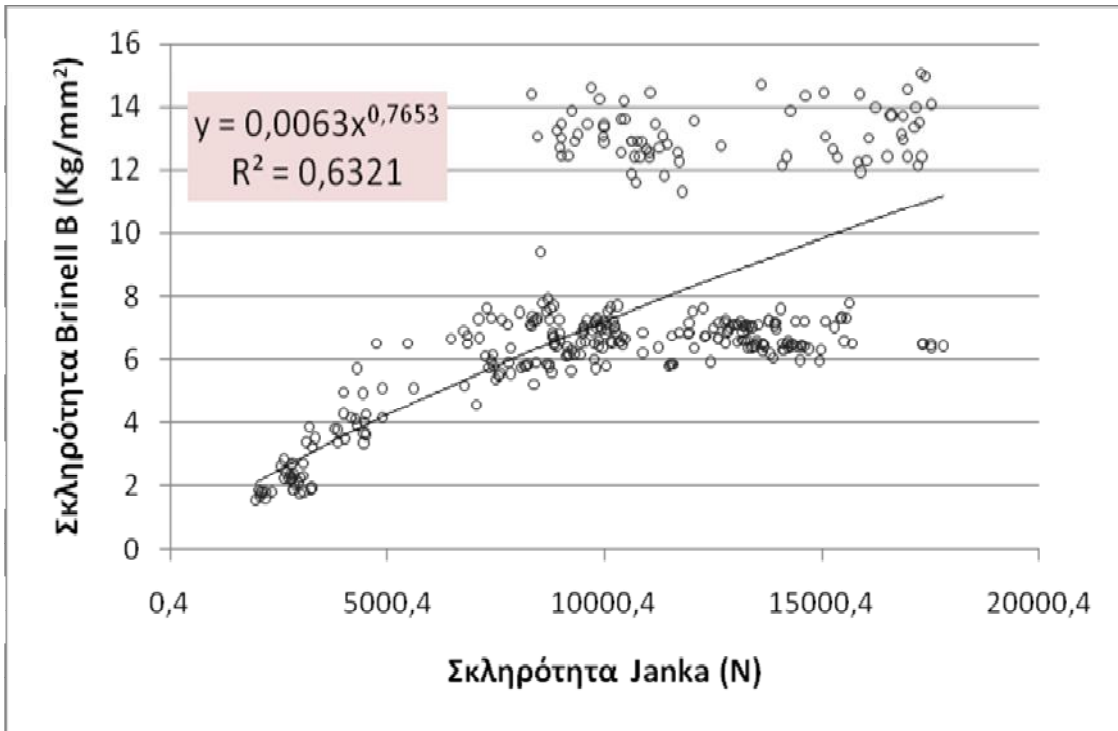
Σχήμα 4: Διάγραμμα διασποράς των τιμών της πυκνότητας και της σκληρότητας Brinell A.



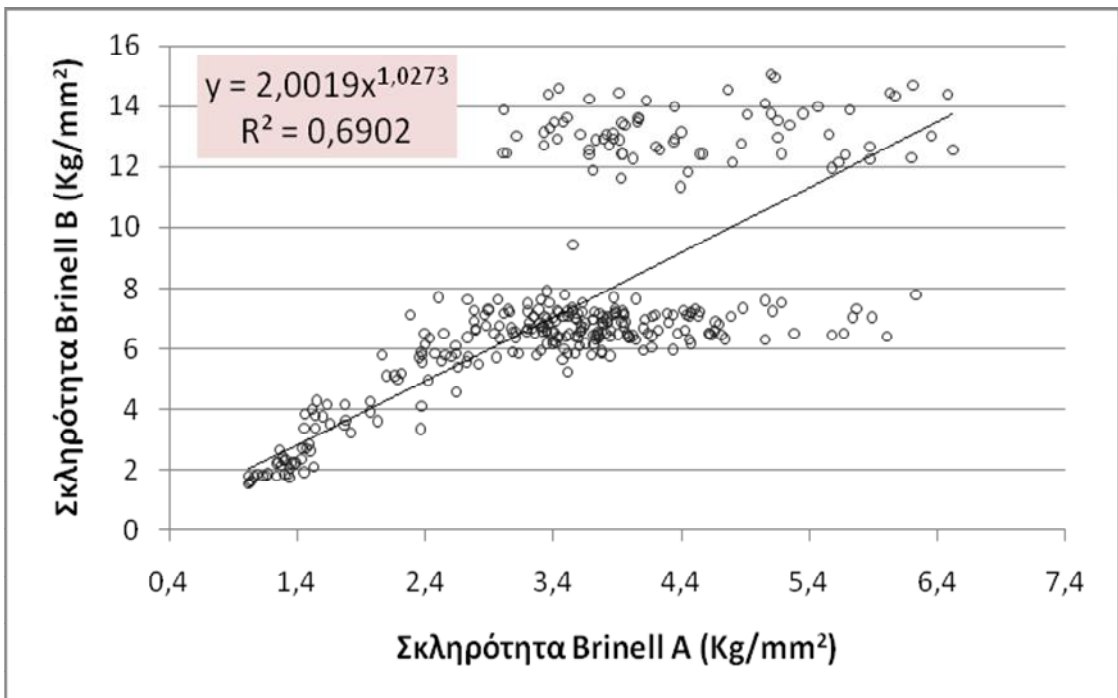
Σχήμα 5: Διάγραμμα διασποράς των τιμών της πυκνότητας και της σκληρότητας Brinell B.



Σχήμα 6: Διάγραμμα διασποράς των τιμών της σκληρότητας Janka και της σκληρότητας Brinell A.



Σχήμα 7: Διάγραμμα διασποράς των τιμών της σκληρότητας Janka και της σκληρότητας Brinell B.



Σχήμα 8: Διάγραμμα διασποράς των τιμών της σκληρότητας Brinell A και της σκληρότητας Brinell B.

Στον πίνακα 6 παρατηρούμε την κατάταξη των ειδών ξύλου με βάση την αντοχή τους σε σκληρότητα.

Πίνακας 6. Στατιστικά σημαντικές διαφορές στην πυκνότητα και στη σκληρότητα των δειγμάτων ξύλου που μελετήθηκαν.

ΕΙΔΟΣ	Σκληρότητα Brinell A (Kg/mm ²)	Σκληρότητα Brinell B (Kg/mm ²)	Σκληρότητα Janka (N)	Πυκνότητα (g/cm ³)
Merbau_Γυμνό	4,1407 ^β	13,3095 ^α	12552,2541 ^α	0,9402 ^β
Merbau_Βερνίκι	4,4560 ^α	10,6876 ^β	11659,1793 ^β	0,9458 ^β
IPE_Γυμνό	4,0271 ^β	6,9968 ^γ	12339,9677 ^{α,β}	0,9856 ^α
IPE_Βερνίκι	3,9649 ^β	6,3205 ^δ	12852,9717 ^α	0,9908 ^α
Δρυς	3,3264 ^γ	6,9044 ^γ	8729,9346 ^γ	0,7998 ^γ
Οξιά	2,7032 ^δ	6,0491 ^δ	8121,8725 ^γ	0,7594 ^δ
Καστανιά	1,9227 ^ε	4,2843 ^ε	4281,7404 ^δ	0,5916 ^ε
Πεύκο	1,2963 ^{στ}	2,1313 ^{στ}	2698,6966 ^ε	0,5017 ^{στ}

*Οι τιμές που έχουν σαν εκθέτη το ίδιο σύμβολο φανερώνουν μέσους όρους που δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά.

Από τον πίνακα 6 διαπιστώνουμε ότι:

- Το είδος Merbau αν και έχει μικρότερη πυκνότητα από το είδος IPE είχε γενικά λίγο μεγαλύτερη αντοχή σε σκληρότητα.
- Τα υπόλοιπα είδη είχαν αντοχή σε σκληρότητα ανάλογα με την πυκνότητά τους.
- Το βερνίκι στα τροπικά είδη, αν και ανέβασε ανεπαίσθητα βέβαια την τιμή της πυκνότητας, δεν διαφοροποίησε σημαντικά ούτε την πυκνότητα, ούτε τη σκληρότητα των εν λόγω ειδών.

Επιπροσθέτως, από τον πίνακα 2 και την ανάλυση διακύμανσης προέκυψε ότι τόσο η πυκνότητα όσο και η σκληρότητα (για όλες τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν στην παρούσα έρευνα) δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από την προστατευτική επικάλυψη.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η εφαρμοσθείσα τροποποίηση στον προσδιορισμό της σκληρότητας Brinell οδηγεί σε στατιστικά σημαντικές διαφορές της εν λόγω ιδιότητας σε σχέση με την βάσει EN1534:2000 μεθοδολογία μέτρησης. Επιπροσθέτως, εφαρμόζοντας την εν λόγω τροποποίηση προκύπτει στατιστικά σημαντικότερη συσχέτιση της σκληρότητας Brinell τόσο με την πυκνότητα όσο και με τη σκληρότητα Janka σε σχέση με την τυποποιημένη μεθοδολογία. Η εν λόγω τροποποίηση φαίνεται επίσης να δίνει ανάλογα αποτελέσματα και σε ξύλο επικαλυμμένο με βερνίκι.
- Κατά τη σύγκριση των σκληροτήτων Janka και Brinell, η σκληρότητα Brinell A παρουσιάζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την Janka για τα 7 από τα 8 είδη ξύλου ενώ η σκληρότητα Brinell B για τα 4 από τα 8.
- Οι σκληρότητες Janka και Brinell A συσχετίζονται ισχυρά με την πυκνότητα σε αντίθεση με τη σκληρότητα Brinell B.
- Το είδος Merbau αν και έχει μικρότερη πυκνότητα από το είδος IPE είχε γενικά λίγο μεγαλύτερη αντοχή σε σκληρότητα, επομένως είναι και αυτό που προτείνεται ως το πιο ανθεκτικό από τα υπόλοιπα είδη ξύλων της παρούσας πτυχιακής εργασίας.
- Τα υπόλοιπα είδη είχαν αντοχή σε σκληρότητα ανάλογα με την πυκνότητά τους.
- Το βερνίκι στα τροπικά είδη, αν και ανέβασε ανεπαίσθητα βέβαια την τιμή της πυκνότητας, δεν διαφοροποίησε σημαντικά ούτε την πυκνότητα, ούτε τη σκληρότητα των εν λόγω ειδών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σκληρότητα αποτελεί μια βασική μηχανική ιδιότητα του ξύλου η οποία συσχετίζεται γραμμικά με την πυκνότητα και τις υπόλοιπες μηχανικές ιδιότητες του ενώ προσδιορίζεται κυρίως με τις μεθόδους Janka και Brinell. Για τον προσδιορισμό της βάσει της μεθόδου Brinell, όπως αυτή περιγράφεται στο πρότυπο EN1534:2000, απαιτείται η μέτρηση της διαμέτρου αποτυπώματος το οποίο μεταλλική σφαίρα με συμπίεσή της δημιουργεί στην επιφάνεια του ξύλου. Εφαρμόσαμε όμως και μια τροποποίηση της μεθόδου προσδιορισμού της ως άνω διαμέτρου στις τιμές της σκληρότητας Brinell. Η τροποποίηση βασίζεται στις δυνατότητες ακριβούς μέτρησης του βάθους αποτυπώματος που προσφέρουν οι σύγχρονες μηχανές δοκιμών. Σκοποί της παρούσας εργασίας ήταν να υπολογιστεί η σκληρότητα διαφόρων ειδών ξύλου και να προταθεί ποιο είναι το καταλληλότερο από τα είδη αυτά για την κατασκευή ξύλινων παρκέτων με μοναδικό γνώμονα την ζημία που προκαλεί ένα αντικείμενο όταν πιέζεται στην επιφάνεια του παρκέ, να γίνει σύγκριση των τριών διαφορετικών μεθόδων υπολογισμού της σκληρότητας, (Janka, Brinell A, Brinell B) και τέλος να μελετηθεί η ακριβής επίδραση της πυκνότητας διαφόρων ειδών πάνω στη μηχανική αντοχή της σκληρότητας και η συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα σ' αυτές τις δύο ιδιότητες. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι προτείνεται ως το ποιο ανθεκτικό από τα υπόλοιπα είδη ξύλων το είδος Merbau. Η εφαρμοσθείσα τροποποίηση στον προσδιορισμό της σκληρότητας Brinell οδηγεί σε στατιστικά σημαντικές διαφορές της εν λόγω ιδιότητας σε σχέση με την βάσει EN1534:2000 μεθοδολογία μέτρησης. Επιπροσθέτως, εφαρμόζοντας την εν λόγω τροποποίηση προκύπτει στατιστικά σημαντικότερη συσχέτιση της σκληρότητας Brinell τόσο με την πυκνότητα όσο και με τη σκληρότητα Janka 6 διαφορετικών ειδών συμπαγούς ξύλου σε σχέση με την τυποποιημένη μεθοδολογία. Επίσης το είδος Merbau αν και έχει μικρότερη πυκνότητα από το είδος IPE είχε γενικά λίγο μεγαλύτερη αντοχή σε σκληρότητα ενώ τα υπόλοιπα είδη είχαν αντοχή σε σκληρότητα ανάλογα με την πυκνότητά τους

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ JANKA.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π1

Είδος: ΔΡΥΣ

Α/Α	JANKA	
	Νο Δείγματος	Σκληρότητα janka (N)
2	Δ2	8446,58
3	Δ3	8513,77
4	Δ4	8334,78
5	Δ5	8742,85
6	Δ6	8402,85
7	Δ7	8884,88
8	Δ8	8654,27
9	Δ9	9544,61
10	Δ10	9136,83
11	Δ11	10046,36
12	Δ12	10130,29
13	Δ13	10324,54
14	Δ14	10167,97
15	Δ15	10363,83
16	Δ16	10297,18
17	Δ17	10209,28
18	Δ18	10228,85
19	Δ19	7110,59
20	Δ20	6847,89
21	Δ21	7103,35
22	Δ22	6476,12
23	Δ23	6851,59
24	Δ24	6758,72

ΠΙΝΑΚΑΣ Π2

Είδος: ΠΕΥΚΟ

Α/Α	JANKA	
	Νο Δείγματος	Σκληρότητα janka (N)
1	Π1	3006,86
2	Π2	2984,03
3	Π3	3077,15
4	Π4	2859,04
5	Π5	3255,63
6	Π6	3083,32
7	Π7	3237,27
8	Π8	2788,64
9	Π9	2077,4
10	Π10	2193,93
11	Π11	1966,92
12	Π12	2094,48
13	Π13	2122,95
14	Π14	2048,15
15	Π15	2190,15
16	Π16	2352,59
17	Π17	2849,13
18	Π18	2785,76
19	Π19	2741,23
20	Π20	2635,81
21	Π21	2826,1
22	Π22	2861,87
23	Π23	2808,28
24	Π24	2656,89
25	Π25	2960,31
26	Π26	3274,66
27	Π27	3077,03
28	Π28	2810,45
29	Π29	2628,34

30	Π30	2551,25
31	Π31	2793,26
32	Π32	2759,41

ΠΙΝΑΚΑΣ Π3

Είδος: ΚΑΣΤΑΝΙΑ

Α/Α	JANKA	
	Νο Δείγματος	Σκληρότητα janka (N)
1	K1	4516,26
2	K2	4032,48
3	K3	3777,67
4	K4	3348,68
5	K5	3214,32
6	K6	3136,42
7	K7	4004,16
8	K8	4312,45
9	K9	4262,82
10	K10	4296,63
11	K11	5470,11
12	K12	5609,08
13	K13	3867,58
14	K14	3863,03
15	K15	4462,55
16	K16	4001,26
17	K17	4162,29
18	K18	4482,77
19	K19	4462,18
20	K20	4502,5
21	K21	4755,44
22	K22	4439,61
23	K23	4881,54
24	K24	4899,94

ΠΙΝΑΚΑΣ Π4

Είδος: ΟΞΙΑ

Α/Α	JANKA	
	Νο Δείγματος	Σκληρότητα janka (N)
1	01	7039,43
2	02	7789,17
3	03	7417,81
4	04	7574,5
5	05	7291,34
6	06	7630,13
7	07	7403,55
8	08	7763,84
9	09	8368,85
10	010	9229,46
11	011	7832,64
12	012	7444,35
13	013	6769,21
14	014	7483,94
15	015	7584,85
16	016	8169,35
17	017	7394,84
18	018	8234,23
19	019	8433,72
20	020	8658,54
21	021	8291,88
22	022	8816,88
23	023	8954,24
24	024	12344,52
25	025	7249,44
26	026	7826,91
27	027	7342,08
28	028	8711,75

29	O29	8201,26
30	O30	8069,8
31	O31	8781,4
32	O32	9796,01

ΠΙΝΑΚΑΣ Π5

Είδος: ΙΡΕ (χωρίς βερνίκι)

Α/Α	JANKA	
	No Δείγματος	Σκληρότητα janka (N)
1	Ια1	11241,38
2	Ια2	10421,54
3	Ια3	10476,00
4	Ια4	10018,70
5	Ια5	10272,76
6	Ια6	9733,63
7	Ια7	9857,50
8	Ια8	8967,31
9	Ια9	8960,89
10	Ια10	8830,32
11	Ια11	11539,53
12	Ια12	13289,45
13	Ια13	12781,59
14	Ια14	12292,71
15	Ια15	11942,18
16	Ια16	13243,20
17	Ια17	13278,89
18	Ια18	13180,23
19	Ια19	13267,84
20	Ια20	13918,91
21	Ια21	13391,15
22	Ια22	10880,67
23	Ια23	10250,08

24	Ia24	9595,00
25	Ia25	9771,04
26	Ia26	9966,75
27	Ia27	9901,85
28	Ia28	9516,27
29	Ia29	9472,25
30	Ia30	9925,26
31	Ia31	13068,84
32	Ia32	14388,71
33	Ia33	13913,21
34	Ia34	13767,50
35	Ia35	13004,53
36	Ia36	12517,32
37	Ia37	11721,51
38	Ia38	11930,63
39	Ia39	11941,52
40	Ia40	12630,51
41	Ia41	15291,37
42	Ia42	12859,43
43	Ia43	12825,45
44	Ia44	13384,01
45	Ia45	12881,80
46	Ia46	15569,41
47	Ia47	15619,30
48	Ia48	15452,65
49	Ia49	15435,67
50	Ia50	14603,14
51	Ia51	12772,04
52	Ia52	13115,27
53	Ia53	13768,10
54	Ia54	13343,29
55	Ia55	14064,00
56	Ia56	12020,45
57	Ia57	12271,07
58	Ia58	15072,48
59	Ia59	12966,10

60	Iα60	13960,19
61	Iα61	13934,72
62	Iα62	13535,66
63	Iα63	13181,24
64	Iα64	12761,93

ΠΙΝΑΚΑΣ Π6

Είδος: ΙΡΕ (βερνίκι)

/A	JANKA	
	No Δείγματος	Σκληρότητα janka (N)
1	I1	11524,69
2	I2	11481,67
3	I3	11545,05
4	I4	11587,18
5	I5	10880,20
6	I6	9438,82
7	I7	9296,01
8	I8	9123,56
9	I9	9758,08
10	I10	9195,05
11	I11	13891,80
12	I12	14931,96
13	I13	14530,00
14	I14	14109,17
15	I15	14498,26
16	I16	12446,83
17	I17	14580,38
18	I18	13292,56
19	I19	13458,78

20	I20	17792,28
21	I21	9950,01
22	I22	9749,41
23	I23	9443,44
24	I24	9239,04
25	I25	9861,06
26	I26	9140,95
27	I27	8854,68
28	I28	8803,52
29	I29	8801,99
30	I30	8846,86
31	I31	13494,18
32	I32	14212,42
33	I33	13638,16
34	I34	13678,12
35	I35	13382,38
36	I36	12598,54
37	I37	13057,67
38	I38	13636,52
39	I39	13807,80
40	I40	13417,39
41	I41	14274,04
42	I42	15696,84
43	I43	14337,72
44	I44	14104,29
45	I45	10401,21
46	I46	12059,09
47	I47	13492,78
48	I48	13641,58
49	I49	14991,00
50	I50	14687,66
51	I51	14308,15
52	I52	14087,70
53	I53	14200,40
54	I54	14421,84
55	I55	17499,02

56	I56	17530,29
57	I57	17329,03
58	I58	17308,33
59	I59	14538,67
60	I60	14212,45
61	I61	13210,13
62	I62	15507,22
63	I63	13156,83
64	I64	12617,45

ΠΙΝΑΚΑΣ Π7

Είδος: MERBAU (χωρίς βερνίκι)

A/A	JANKA	
	No Δείγματος	Σκληρότητα janka (N)
1	Ma1	16230,9
2	Ma2	17120,07
3	Ma3	17512,21
4	Ma4	17245,16
5	Ma5	17159,9
6	Ma6	16575,06
7	Ma7	9984,65
8	Ma8	11046,36
9	Ma9	10762,59
10	Ma10	10953
11	Ma11	10620,49
12	Ma12	11021,49
13	Ma13	11252,97
14	Ma14	11692,58
15	Ma15	10806,1
16	Ma16	11159,67

17	Mα17	16830,8
18	Mα18	16866,83
19	Mα19	16872,31
20	Mα20	16979,93
21	Mα21	16503,72
22	Mα22	17295,39
23	Mα23	17200,27
24	Mα24	17368,85
25	Mα25	17287,79
26	Mα26	16958,89
27	Mα27	9241,62
28	Mα28	8902,68
29	Mα29	8460,67
30	Mα30	8318,92
31	Mα31	9012,21
32	Mα32	9700,3
33	Mα33	8998,45
34	Mα34	9310,9
35	Mα35	9611,42
36	Mα36	9394,1
37	Mα37	12072,3
38	Mα38	11342,15
39	Mα39	10617,06
40	Mα40	10459,08
41	Mα41	10464,3
42	Mα42	10373,7
43	Mα43	9987,73
44	Mα44	9984,25
45	Mα45	9957,68
46	Mα46	9886,19

Είδος: MERBAU(με βερνίκι)

A/A	JANKA	
	No Δείγματος	Σκληρότητα janka (N)
1	M1	15866,01
2	M2	13612,09
3	M3	14617,1
4	M4	14272,65
5	M5	15051,48
6	M6	16610,22
7	M7	10622,21
8	M8	10718,89
9	M9	11784,99
10	M10	11379,19
11	M11	12689,5
12	M12	11027,01
13	M13	11705,76
14	M14	10853,47
15	M15	10676,14
16	M16	11453,00
17	M17	14080,16
18	M18	16027,81
19	M19	15838,23
20	M20	16071,02
21	M21	10371,84
22	M22	14178,00
23	M23	15256,22
24	M24	15349,79
25	M25	15886,04
26	M26	15072,71
27	M27	9157,52
28	M28	9009,19

29	M29	8975,37
30	M30	8749,81
31	M31	8035,43
32	M32	8358,47
33	M33	8688,59
34	M34	8744,39
35	M35	8312,03
36	M36	8576,01
37	M37	10081,48
38	M38	10137,22
39	M39	9833,40
40	M40	9799,63
41	M41	10031,16
42	M42	9895,91
43	M43	9814,62
44	M44	10025,46
45	M45	9511,78
46	M46	9513,25

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ BRINELL

ΠΙΝΑΚΑΣ Π9

Είδος: ΔΡΥΣ

BRINELL					
No Δείγματος	Βάθος Αποτυπώματος (mm)	Διάμετρος 1 (d1) (mm)	Διάμετρος 2 (d1) (mm)	BRINELL A Kg/mm ²	BRINELL B Kg/mm ²
Δ2	0,98	4,37	3,90	3,28	7,30
Δ3	0,91	3,74	3,58	3,55	9,41
Δ4	0,91	4,01	4,22	3,54	7,37
Δ5	0,84	4,82	4,43	3,84	5,76
Δ6	0,91	4,2	4,08	3,55	7,28
Δ7	0,94	4,23	4,57	3,43	6,40
Δ8	0,96	4,02	4,12	3,36	7,54
Δ9	0,97	4,43	4,28	3,34	6,54
Δ10	0,88	4,43	4,52	3,65	6,18
Δ11	0,99	4,7	4,52	3,26	5,80
Δ12	1,01	4,28	4,41	3,19	6,57
Δ13	1,04	4,28	4,42	3,10	6,56
Δ14	0,99	4,44	4,28	3,25	6,53
Δ15	0,89	4,22	4,48	3,61	6,56
Δ16	0,83	3,96	4,1	3,87	7,70
Δ17	0,89	4,12	4,19	3,62	7,22
Δ18	0,95	4,18	4,24	3,39	7,03
Δ19	1,05	4,34	4,28	3,06	6,69
Δ20	1,10	4,22	4,51	2,93	6,51
Δ21	1,06	4,08	4,19	3,04	7,30
Δ22	1,16	4,34	4,29	2,79	6,67
Δ23	1,09	4,32	4,25	2,97	6,77
Δ24	1,16	4,15	4,33	2,77	6,92

ΠΙΝΑΚΑΣ Π10

Είδος: ΠΕΥΚΟ

BRINELL					
No Δείγματος	Βάθος Αποτυπώματος (mm)	Διάμετρος 1 (d1) (mm)	Διάμετρος 2 (d1) (mm)	BRINELL A Kg/mm ²	BRINELL B Kg/mm ²
Π1	2,59	7,28	6,75	1,25	2,27
Π2	2,42	7,72	7,84	1,33	1,75
Π3	2,50	7,01	6,94	1,29	2,30
Π4	2,40	7,22	7,45	1,34	2,04
Π5	2,23	7,38	7,62	1,45	1,93
Π6	2,61	7,64	7,75	1,23	1,80
Π7	2,76	7,64	7,54	1,17	1,87
Π8	2,40	7,17	6,98	1,35	2,22
Π9	3,11	8,08	7,94	1,04	1,62
Π10	3,14	8,12	8,01	1,03	1,59
Π11	3,19	8,22	8,14	1,01	1,53
Π12	3,05	7,62	7,89	1,06	1,77
Π13	3,17	7,56	7,82	1,02	1,81
Π14	2,99	7,44	7,82	1,08	1,84
Π15	2,87	7,64	7,8	1,12	1,79
Π16	2,80	7,76	7,68	1,15	1,79
Π17	2,49	7,58	7,64	1,30	1,86
Π18	2,57	6,52	6,59	1,25	2,66
Π19	2,62	7,02	7,12	1,23	2,23
Π20	2,35	7,11	7,04	1,37	2,22
Π21	2,43	7,55	7,64	1,33	1,86
Π22	2,27	6,89	6,94	1,42	2,35
Π23	2,32	7,04	7,11	1,39	2,22
Π24	2,51	6,75	6,87	1,28	2,44
Π25	2,12	7,21	7,32	1,52	2,08
Π26	1,78	5,95	6,12	1,82	3,22
Π27	2,25	6,45	6,58	1,44	2,70
Π28	2,20	6,45	6,52	1,47	2,73
Π29	2,17	6,32	6,44	1,49	2,84
Π30	2,16	6,52	6,64	1,50	2,64

Π31	2,54	7,12	7,18	1,27	2,17
Π32	2,47	7,01	6,85	1,31	2,34

ΠΙΝΑΚΑΣ Π11

Είδος: ΚΑΣΤΑΝΙΑ

BRINELL					
No Δείγματος	Βάθος Αποτυπώματος (mm)	Διάμετρος 1 (d1) (mm)	Διάμετρος 2 (d1) (mm)	BRINELL A Kg/mm ²	BRINELL B Kg/mm ²
K1	1,60	5,61	5,85	2,02	3,62
K2	1,83	6,06	5,61	1,76	3,47
K3	2,10	5,71	5,53	1,54	3,78
K4	1,95	5,96	5,65	1,65	3,51
K5	2,21	5,76	5,4	1,46	3,84
K6	2,23	5,77	6,02	1,45	3,39
K7	1,48	4,98	4,93	2,18	4,97
K8	1,38	4,44	4,85	2,35	5,71
K9	1,36	5,34	5,49	2,37	4,10
K10	1,64	5,24	5,82	1,97	3,91
K11	1,35	4,29	4,44	2,39	6,51
K12	1,54	4,92	4,87	2,09	5,10
K13	2,10	5,87	5,96	1,54	3,37
K14	2,02	5,44	5,82	1,60	3,76
K15	1,82	5,47	5,96	1,77	3,64
K16	2,09	5,24	5,38	1,55	4,28
K17	1,83	5,29	5,48	1,77	4,15
K18	2,13	5,44	5,54	1,51	3,98
K19	1,37	5,82	6,03	2,36	3,36
K20	1,64	5,24	5,42	1,96	4,24
K21	1,27	4,25	4,48	2,54	6,51
K22	1,34	4,92	5,02	2,41	4,94
K23	1,50	4,87	4,92	2,16	5,10
K24	1,98	5,21	5,55	1,63	4,16

ΠΙΝΑΚΑΣ Π12

Είδος: ΟΞΙΑ

BRINELL					
No Δείγματος	Βάθος Αποτυπώματος (mm)	Διάμετρος 1 (d1) (mm)	Διάμετρος 2 (d1) (mm)	BRINELL A Kg/mm ²	BRINELL B Kg/mm ²
O1	1,22	5,12	5,2	2,64	4,55
O2	1,37	4,51	4,63	2,36	5,91
O3	1,35	4,56	4,42	2,40	6,13
O4	1,15	4,8	4,67	2,81	5,48
O5	1,18	4,02	4,08	2,73	7,62
O6	1,16	4,1	4,18	2,77	7,28
O7	1,12	4,11	4,14	2,89	7,33
O8	1,13	4,15	4,22	2,86	7,11
O9	0,92	4,81	4,87	3,50	5,23
O10	0,93	4,65	4,71	3,47	5,61
O11	1,36	4,72	4,69	2,37	5,55
O12	1,57	4,68	4,54	2,06	5,80
O13	1,46	4,86	4,88	2,21	5,16
O14	1,22	4,75	4,79	2,65	5,39
O15	1,19	4,69	4,72	2,72	5,55
O16	1,36	4,58	4,64	2,37	5,80
O17	0,98	4,53	4,58	3,30	5,95
O18	1,03	4,48	4,71	3,12	5,84
O19	1,05	4,52	4,64	3,08	5,88
O20	1,31	4,6	4,58	2,47	5,85
O21	1,42	4,22	4,14	2,28	7,13
O22	1,29	4,01	4,05	2,49	7,70
O23	1,12	4,11	4,18	2,89	7,26
O24	1,12	4,27	4,31	2,87	6,75
O25	1,23	4,54	4,48	2,63	6,07
O26	1,33	4,45	4,38	2,43	6,36
O27	1,24	4,56	4,71	2,60	5,73

O28	1,22	4,62	4,58	2,64	5,83
O29	1,27	4,59	4,63	2,55	5,80
O30	1,18	4,62	4,65	2,73	5,73
O31	1,28	4,68	4,72	2,52	5,56
O32	1,1	4,71	4,58	2,95	5,71

ΠΙΝΑΚΑΣ Π13

Είδος: ΙΡΕ (χωρίς βερνίκι)

BRINELL					
No Δείγματος	Βάθος Αποτυπώματος (mm)	Διάμετρος 1 (d1) (mm)	Διάμετρος 2 (d1) (mm)	BRINELL A Kg/mm²	BRINELL B Kg/mm²
Ια1	1,19	4,38	4,44	2,72	6,37
Ια2	0,97	4,29	4,31	3,31	6,72
Ια3	1,00	4,35	4,29	3,23	6,65
Ια4	0,96	4,25	4,28	3,35	6,84
Ια5	1,01	4,24	4,28	3,20	6,85
Ια6	0,94	4,23	4,25	3,42	6,92
Ια7	0,84	4,32	4,35	3,84	6,61
Ια8	0,89	4,34	4,34	3,61	6,59
Ια9	0,85	4,28	4,25	3,79	6,84
Ια10	0,82	4,3	4,29	3,94	6,74
Ια11	0,97	4,28	4,3	3,31	6,75
Ια12	0,96	4,32	4,35	3,35	6,61
Ια13	0,95	4,34	4,38	3,38	6,53
Ια14	0,89	4,29	4,3	3,61	6,74
Ια15	0,84	4,25	4,27	3,82	6,85
Ια16	0,77	4,19	4,2	4,17	7,08
Ια17	0,87	4,22	4,24	3,71	6,96
Ια18	0,82	4,25	4,25	3,95	6,89
Ια19	0,77	4,18	4,19	4,19	7,11
Ια20	0,71	4,18	4,2	4,53	7,10
Ια21	0,97	4,2	4,21	3,33	7,04
Ια22	0,98	4,25	4,26	3,29	6,87

Ia23	1,00	4,2	4,19	3,24	7,08
Ia24	1,01	4,12	4,18	3,19	7,24
Ia25	1,07	4,17	4,18	3,01	7,15
Ia26	0,83	4,15	4,16	3,88	7,22
Ia27	0,93	4,19	4,2	3,48	7,08
Ia28	0,82	4,23	4,27	3,93	6,89
Ia29	0,86	4,25	4,27	3,77	6,85
Ia30	0,90	4,22	4,22	3,58	6,99
Ia31	0,73	4,18	4,19	4,43	7,11
Ia32	0,87	4,15	4,16	3,71	7,22
Ia33	0,83	4,18	4,17	3,88	7,15
Ia34	0,82	4,14	4,16	3,93	7,24
Ia35	0,74	4,17	4,19	4,33	7,13
Ia36	0,91	4,21	4,22	3,56	7,01
Ia37	0,75	4,25	4,26	4,29	6,87
Ia38	0,69	4,27	4,28	4,69	6,80
Ia39	0,75	4,15	4,19	4,28	7,17
Ia40	0,90	4,16	4,17	3,58	7,19
Ia41	0,85	4,19	4,22	3,78	7,04
Ia42	0,85	4,23	4,24	3,81	6,94
Ia43	0,69	4,25	4,25	4,66	6,89
Ia44	0,56	4,19	4,22	5,73	7,04
Ia45	0,55	4,2	4,21	5,89	7,04
Ia46	0,56	4,12	4,13	5,76	7,33
Ia47	0,52	3,99	4,02	6,23	7,80
Ia48	0,66	4,11	4,13	4,88	7,35
Ia49	0,72	4,12	4,14	4,50	7,31
Ia50	0,71	4,15	4,16	4,54	7,22
Ia51	0,73	4,17	4,12	4,41	7,26
Ia52	0,72	4,15	4,16	4,47	7,22
Ia53	0,63	4,15	4,15	5,11	7,24
Ia54	0,67	4,2	4,2	4,78	7,06
Ia55	0,64	4,04	4,07	5,04	7,60
Ia56	0,62	4,06	4,08	5,17	7,54
Ia57	1,09	4,05	4,05	2,97	7,62
Ia58	1,06	4,15	4,16	3,05	7,22

Iα59	0,82	4,17	4,2	3,95	7,11
Iα60	0,78	4,21	4,25	4,11	6,96
Iα61	0,72	4,18	4,17	4,47	7,15
Iα62	0,84	4,19	4,18	3,86	7,11
Iα63	0,72	4,2	4,2	4,46	7,06
Iα64	0,82	4,18	4,17	3,95	7,15

ΠΙΝΑΚΑΣ Π14

Είδος: ΙΡΕ (βερνίκι)

BRINELL					
No Δείγματος	Βάθος Αποτυπώματος (mm)	Διάμετρος 1 (d1) (mm)	Διάμετρος 2 (d1) (mm)	BRINELL A Kg/mm²	BRINELL B Kg/mm²
I1	0,92	4,57	4,62	3,51	5,84
I2	0,87	4,64	4,59	3,69	5,78
I3	0,85	4,58	4,62	3,77	5,83
I4	0,91	4,65	4,55	3,56	5,83
I5	0,94	4,44	4,5	3,42	6,19
I6	0,95	4,48	4,49	3,39	6,15
I7	0,96	4,47	4,48	3,35	6,18
I8	0,90	4,5	4,52	3,60	6,07
I9	0,93	4,53	4,55	3,48	5,99
I10	0,87	4,48	4,49	3,71	6,15
I11	0,77	4,5	4,54	4,16	6,05
I12	0,79	4,54	4,58	4,10	5,93
I13	0,91	4,39	4,42	3,56	6,39
I14	0,80	4,44	4,44	4,04	6,28
I15	0,74	4,54	4,56	4,33	5,96
I16	0,86	4,58	4,55	3,77	5,92
I17	0,84	4,39	4,42	3,84	6,39
I18	0,86	4,39	4,44	3,75	6,36
I19	0,81	4,4	4,38	3,98	6,43
I20	0,77	4,39	4,39	4,16	6,43
I21	0,90	4,4	4,42	3,59	6,37

I22	0,81	4,38	4,35	3,97	6,51
I23	0,86	4,35	4,37	3,74	6,53
I24	0,86	4,42	4,45	3,73	6,29
I25	0,80	4,39	4,39	4,02	6,43
I26	0,92	4,38	4,42	3,50	6,40
I27	1,05	4,35	4,37	3,08	6,53
I28	0,89	4,29	4,31	3,63	6,72
I29	0,89	4,25	4,28	3,64	6,84
I30	0,87	4,38	4,39	3,71	6,45
I31	1,16	4,32	4,35	2,79	6,61
I32	1,09	4,44	4,4	2,97	6,34
I33	0,92	4,37	4,38	3,52	6,48
I34	0,87	4,39	4,39	3,73	6,43
I35	0,81	4,4	4,42	3,99	6,37
I36	1,01	4,3	4,35	3,19	6,64
I37	0,95	4,35	4,35	3,40	6,56
I38	0,95	4,44	4,46	3,39	6,25
I39	0,72	4,5	4,45	4,47	6,18
I40	0,86	4,38	4,4	3,75	6,43
I41	0,54	4,39	4,4	6,00	6,42
I42	0,57	4,35	4,38	5,66	6,51
I43	0,58	4,37	4,4	5,57	6,45
I44	0,64	4,42	4,44	5,05	6,31
I45	0,68	4,39	4,38	4,71	6,45
I46	0,94	4,44	4,4	3,44	6,34
I47	0,85	4,35	4,38	3,81	6,51
I48	0,74	4,37	4,36	4,36	6,51
I49	0,72	4,42	4,45	4,46	6,29
I50	0,68	4,45	4,4	4,73	6,32
I51	0,78	4,38	4,36	4,13	6,49
I52	0,70	4,37	4,37	4,61	6,49
I53	0,61	4,35	4,38	5,27	6,51
I54	0,81	4,39	4,41	3,98	6,40
I55	0,86	4,38	4,37	3,75	6,48
I56	1,04	4,4	4,42	3,10	6,37
I57	0,70	4,36	4,38	4,61	6,49

I58	0,83	4,37	4,38	3,90	6,48
I59	0,70	4,39	4,38	4,63	6,45
I60	0,69	4,35	4,34	4,65	6,57
I61	0,76	4,36	4,32	4,22	6,59
I62	0,97	4,35	4,34	3,31	6,57
I63	0,73	4,32	4,35	4,42	6,61
I64	0,79	4,3	4,32	4,10	6,69

ΠΙΝΑΚΑΣ Π15

Είδος: MERBAU (χωρίς βερνίκι)

BRINELL					
No Δείγματος	Βάθος Αποτυπώματος (mm)	Διάμετρος 1 (d1) (mm)	Διάμετρος 2 (d1) (mm)	BRINELL A Kg/mm²	BRINELL B Kg/mm²
Ma1	0,59	3,01	3,03	5,46	13,99
Ma2	0,61	3,1	3,08	5,24	13,35
Ma3	0,64	2,98	3,04	5,04	14,09
Ma4	0,63	3,05	3,09	5,15	13,53
Ma5	0,74	2,99	3,05	4,34	13,99
Ma6	0,63	3,02	3,07	5,09	13,76
Ma7	0,87	3,11	3,18	3,73	12,87
Ma8	0,83	2,94	3,01	3,91	14,43
Ma9	0,85	3,17	3,11	3,79	12,91
Ma10	0,77	3,15	3,19	4,19	12,66
Ma11	0,74	3,18	3,1	4,34	12,91
Ma12	0,88	3,22	3,19	3,68	12,38
Ma13	0,84	3,15	3,18	3,83	12,71
Ma14	0,88	3,25	3,12	3,68	12,54
Ma15	0,82	3,18	3,22	3,93	12,42
Ma16	0,80	3,04	3,11	4,05	13,48
Ma17	0,73	3,08	3,15	4,39	13,13
Ma18	0,66	3,09	3,01	4,91	13,71

Ma19	0,63	3,12	3,15	5,15	12,96
Ma20	0,62	3,15	3,25	5,17	12,42
Ma21	0,71	3,21	3,19	4,54	12,42
Ma22	0,71	3,19	3,21	4,54	12,42
Ma23	0,67	3,25	3,22	4,79	12,15
Ma24	0,63	2,9	2,95	5,12	14,94
Ma25	0,63	2,94	2,89	5,09	15,04
Ma26	0,68	2,95	2,98	4,76	14,53
Ma27	1,07	3,01	3,05	3,01	13,90
Ma28	0,96	3,08	3,12	3,37	13,26
Ma29	0,89	3,11	3,14	3,61	13,04
Ma30	0,96	2,98	2,98	3,36	14,38
Ma31	1,04	3,14	3,12	3,11	13,00
Ma32	0,94	2,98	2,94	3,44	14,58
Ma33	0,95	3,1	3,05	3,40	13,48
Ma34	0,94	3,12	3,16	3,42	12,91
Ma35	0,93	3,08	3,07	3,47	13,48
Ma36	0,97	3,11	3,12	3,32	13,13
Ma37	0,79	3,05	3,08	4,06	13,57
Ma38	0,84	3,1	3,14	3,86	13,09
Ma39	0,83	3,12	3,16	3,87	12,91
Ma40	0,78	2,98	3,02	4,13	14,18
Ma41	0,92	3,05	3,07	3,50	13,62
Ma42	0,79	3,04	3,08	4,06	13,62
Ma43	0,82	3,07	3,09	3,93	13,44
Ma44	0,82	3,1	3,08	3,95	13,35
Ma45	0,85	3,11	3,14	3,81	13,04
Ma46	0,88	2,98	3,01	3,68	14,23

ΠΙΝΑΚΑΣ Π16

Είδος: MERBAU(με βερνίκι)

BRINELL					
No Δείγματος	Βάθος Αποτυπώματος (mm)	Διάμετρος 1 (d1) (mm)	Διάμετρος 2 (d1) (mm)	BRINELL A Kg/mm ²	BRINELL B Kg/mm ²
M1	0,50	2,91	3,05	6,47	14,38
M2	0,52	2,94	2,96	6,20	14,68
M3	0,53	2,98	2,99	6,06	14,33
M4	0,56	3,01	3,05	5,71	13,90
M5	0,53	2,96	2,99	6,02	14,43
M6	0,60	3,04	3,05	5,34	13,76
M7	0,87	3,25	3,29	3,71	11,88
M8	0,82	3,29	3,32	3,93	11,62
M9	0,73	3,34	3,35	4,39	11,34
M10	0,72	3,28	3,27	4,45	11,84
M11	0,66	3,15	3,17	4,86	12,75
M12	0,76	3,19	3,18	4,23	12,54
M13	0,80	3,21	3,23	4,02	12,26
M14	0,82	3,14	3,15	3,92	12,87
M15	0,82	3,18	3,22	3,93	12,42
M16	0,74	3,19	3,12	4,34	12,79
M17	0,57	3,21	3,26	5,62	12,15
M18	0,52	3,24	3,19	6,19	12,30
M19	0,55	3,21	3,24	5,87	12,22
M20	0,51	3,11	3,15	6,35	13,00
M21	0,49	3,18	3,19	6,51	12,54
M22	0,71	3,19	3,21	4,56	12,42
M23	0,55	3,14	3,2	5,87	12,66
M24	0,57	3,19	3,22	5,67	12,38
M25	0,58	3,25	3,27	5,57	11,96
M26	0,58	3,11	3,14	5,54	13,04
M27	1,08	3,18	3,21	3,00	12,46
M28	1,07	3,19	3,2	3,03	12,46
M29	0,97	3,15	3,18	3,32	12,71
M30	0,98	4,02	4,07	3,30	7,64

M31	1,01	4,11	4,05	3,19	7,50
M32	0,94	4,14	4,17	3,44	7,22
M33	0,97	3,97	3,99	3,34	7,90
M34	0,94	4,1	4,19	3,43	7,26
M35	1,00	4,18	4,22	3,24	7,06
M36	0,93	3,99	4,02	3,49	7,80
M37	0,89	4,02	4,12	3,63	7,54
M38	0,80	3,98	4,1	4,04	7,66
M39	0,83	4,11	4,15	3,88	7,31
M40	0,92	4,14	4,16	3,51	7,24
M41	0,86	4,15	4,2	3,76	7,15
M42	0,93	4,18	4,22	3,47	7,06
M43	0,85	4,22	4,19	3,81	7,04
M44	0,87	4,25	4,2	3,70	6,97
M45	0,97	4,19	4,25	3,34	6,99
M46	0,92	4,19	4,2	3,51	7,08

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ Π17

Είδος: ΔΡΥΣ

Α/Α	No Δείγματος	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΜΑΖΑ(gr)	ΟΓΚΟΣ cm ³	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ gr/cm ³
		α(mm)	β(mm)	γ(mm)			
1	Δ1	54,30	47,79	22,00	44,90	57,08	0,78
2	Δ2	56,11	47,71	22,00	46,38	58,89	0,78
3	Δ3	54,83	47,69	22,00	45,52	57,52	0,79
4	Δ4	53,73	47,54	22,00	44,51	56,19	0,79
5	Δ5	53,97	47,63	21,98	44,99	56,50	0,79
6	Δ6	55,99	47,85	21,98	46,42	58,88	0,78
7	Δ7	55,19	47,87	22,14	48,42	58,49	0,82
8	Δ8	55,42	47,9	22,09	48,49	58,64	0,82
9	Δ9	54,32	47,87	22,13	47,60	57,54	0,82
10	Δ10	53,60	47,86	22,06	47,02	56,59	0,83
11	Δ11	54,56	48,00	22,13	48,29	57,95	0,83
12	Δ12	55,54	47,9	22,08	49,10	58,74	0,83
13	Δ13	54,82	47,8	22,39	50,24	58,67	0,85
14	Δ14	55,84	47,83	22,38	51,17	59,77	0,85
15	Δ15	54,85	47,71	22,46	49,96	58,77	0,85
16	Δ16	53,38	47,74	22,30	48,41	56,82	0,85
17	Δ17	54,46	47,65	22,35	49,26	57,99	0,84
18	Δ18	55,63	47,79	22,38	50,34	59,49	0,84
19	Δ19	54,14	47,82	21,92	41,68	56,75	0,73
20	Δ20	55,49	47,76	22,01	42,71	58,33	0,73
21	Δ21	55,08	47,76	22,05	42,07	58,00	0,72
22	Δ22	53,05	47,81	21,97	40,09	55,72	0,71
23	Δ23	55,00	47,85	22,06	41,93	58,05	0,72
24	Δ24	56,11	47,94	22,05	43,15	59,31	0,72

ΠΙΝΑΚΑΣ Π18

Είδος: ΠΕΥΚΟ

Α/Α	No Δείγματος	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΜΑΖΑ(gr)	ΟΓΚΟΣ cm ³	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ gr/cm ³
		α(mm)	β(mm)	γ(mm)			
1	Π1	46,86	42,08	14,38	14,55	28,35	0,51
2	Π2	47,72	41,85	14,44	14,83	28,83	0,51
3	Π3	47,88	41,61	14,55	14,92	28,98	0,51
4	Π4	46,83	41,92	14,70	14,97	28,85	0,51
5	Π5	47,28	41,91	14,56	15,95	28,85	0,55
6	Π6	47,37	41,56	14,52	15,03	28,58	0,52
7	Π7	47,76	41,72	14,52	14,73	28,93	0,50
8	Π8	39,98	41,84	14,43	12,14	24,13	0,50
9	Π9	47,32	41,81	14,53	12,95	28,74	0,45
10	Π10	47,26	41,84	14,56	13,28	28,79	0,46
11	Π11	47,76	41,79	14,51	13,38	28,96	0,46
12	Π12	47,24	41,83	14,47	12,72	28,59	0,44
13	Π13	47,31	41,87	14,48	13,02	28,68	0,45
14	Π14	47,87	41,92	14,47	13,16	29,03	0,45
15	Π15	47,49	41,87	14,47	13,27	28,77	0,46
16	Π16	39,54	41,89	14,44	11,03	23,91	0,46
17	Π17	46,62	41,80	14,52	14,46	28,29	0,51
18	Π18	48,09	41,70	14,50	14,97	29,07	0,51
19	Π19	46,80	41,66	14,52	14,50	28,30	0,51
20	Π20	46,89	41,71	14,52	14,45	28,39	0,50
21	Π21	48,06	41,87	14,55	15,00	29,27	0,51
22	Π22	47,62	41,69	14,55	15,23	28,88	0,52
23	Π23	47,47	41,93	14,45	14,88	28,76	0,51
24	Π24	39,91	41,83	14,49	12,32	24,19	0,50
25	Π25	47,53	41,82	14,44	15,37	28,70	0,53
26	Π26	47,07	41,70	14,48	16,01	28,42	0,56
27	Π27	48,00	41,81	14,49	15,15	29,07	0,52
28	Π28	46,80	42,15	14,57	14,42	28,74	0,50
29	Π29	47,66	41,76	14,48	14,59	28,81	0,50
30	Π30	46,82	41,65	14,46	14,19	28,19	0,50

31	Π31	48,14	41,80	14,52	14,70	29,21	0,50
32	Π32	38,89	41,89	14,50	11,98	23,62	0,50
33	Π33	47,65	41,73	14,45	22,02	28,73	0,76
34	Π34	47,11	41,79	14,49	22,65	28,52	0,79
35	Π35	47,31	41,66	14,57	22,13	28,71	0,77
36	Π36	46,83	41,48	14,57	20,59	28,30	0,72
37	Π37	47,63	41,72	14,48	22,06	28,77	0,76
38	Π38	47,62	41,62	14,47	23,54	28,67	0,82
39	Π39	46,72	41,80	14,32	24,18	27,96	0,86
40	Π40	39,92	41,90	14,05	20,89	24,25	0,86

ΠΙΝΑΚΑΣ Π19

Είδος:ΚΑΣΤΑΝΙΑ

Α/Α	No Δείγματος	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΜΑΖΑ(gr)	ΟΓΚΟΣ cm ³	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ gr/cm ³
		α(mm)	β(mm)	γ(mm)			
1	K1	54,30	40,04	20,52	26,56	44,61	0,59
2	K2	55,01	39,33	20,33	25,85	43,98	0,58
3	K3	52,67	39,44	20,35	23,98	42,27	0,56
4	K4	55,12	39,46	20,32	24,89	44,19	0,56
5	K5	54,62	39,56	20,5	24,62	44,29	0,55
6	K6	57,88	39,44	20,24	26,08	46,20	0,56
7	K7	54,64	39,27	20,33	25,88	43,62	0,59
8	K8	54,67	39,24	20,27	25,96	43,48	0,59
9	K9	52,88	39,25	20,34	25,49	42,21	0,60
10	K10	54,36	39,32	20,37	26,39	43,53	0,60
11	K11	54,79	39,41	20,24	27,72	43,70	0,63
12	K12	58,11	39,45	20,25	29,07	46,42	0,62
13	K13	54,64	39,33	20,39	24,96	43,81	0,56
14	K14	55,30	39,29	20,39	25,30	44,30	0,57
15	K15	53,33	39,35	20,25	25,19	42,49	0,59
16	K16	53,74	39,39	20,30	25,24	42,97	0,58

17	K17	54,55	39,32	20,27	25,32	43,47	0,58
18	K18	57,84	39,54	20,22	27,10	46,24	0,58
19	K19	54,63	39,31	20,25	25,67	43,48	0,59
20	K20	54,48	39,27	20,38	26,42	43,60	0,60
21	K21	53,78	39,33	20,39	26,69	43,12	0,61
22	K22	54,08	39,27	20,36	25,77	43,23	0,59
23	K23	54,95	39,30	20,47	26,74	44,20	0,60
24	K24	57,18	39,40	20,27	27,33	45,66	0,59

ΠΙΝΑΚΑΣ Π20

Είδος: ΟΞΙΑ

Α/Α	No Δείγματος	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΜΑΖΑ(gr)	ΟΓΚΟΣ cm ³	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ gr/cm ³
		α(mm)	β(mm)	γ(mm)			
1	O1	51,91	49,15	18,26	34,94	46,58	0,74
2	O2	52,62	49,25	18,50	36,18	47,94	0,75
3	O3	52,59	49,15	18,56	36,7	47,97	0,76
4	O4	52,36	49,26	18,73	37,05	48,30	0,76
5	O5	52,66	49,20	18,76	36,98	48,60	0,76
6	O6	52,06	49,10	18,79	36,62	48,02	0,76
7	O7	51,66	49,22	18,79	36,23	47,77	0,75
8	O8	54,74	49,52	18,69	37,99	50,66	0,74
9	O9	52,29	49,55	18,65	37,17	48,32	0,76
10	O10	52,26	49,38	18,39	36,07	47,45	0,76
11	O11	52,22	49,33	18,14	34,71	46,72	0,74
12	O12	52,32	49,32	18,14	34,58	46,80	0,73
13	O13	52,67	49,30	18,36	34,05	47,67	0,71
14	O14	51,5	49,33	18,65	34,24	47,38	0,72
15	O15	51,91	49,32	18,97	35,31	48,56	0,72
16	O16	55,13	49,36	18,82	39,11	51,21	0,76
17	O17	51,34	49,30	18,88	35,64	47,78	0,74
18	O18	53,60	49,28	18,97	37,41	50,10	0,74

19	O19	52,21	49,27	18,79	36,91	48,33	0,76
20	O20	53,07	49,36	18,62	38,04	48,77	0,77
21	O21	51,48	49,54	18,67	37,08	47,61	0,77
22	O22	51,96	49,20	18,75	37,26	47,93	0,77
23	O23	52,00	49,31	18,88	36,67	48,41	0,75
24	O24	54,41	49,31	18,93	42,79	50,78	0,84
25	O25	52,59	49,33	18,47	35,92	47,91	0,74
26	O26	51,04	49,29	18,64	35,26	46,89	0,75
27	O27	52,78	49,31	18,80	37,00	48,92	0,75
28	O28	52,71	49,33	18,95	37,72	49,27	0,76
29	O29	51,72	49,25	18,87	37,4	48,06	0,77
30	O30	53,07	49,23	18,85	37,74	49,24	0,76
31	O31	51,68	49,24	18,85	36,80	47,96	0,76
32	O32	54,67	49,27	18,76	38,82	50,53	0,76

ΠΙΝΑΚΑΣ Π21

Είδος:ΙΡΕ (χωρίς βερνίκι)

Α/Α	No Δείγματος	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΜΑΖΑ(gr)	ΟΓΚΟΣ (cm ³)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)
		α(mm)	β(mm)	γ(mm)			
1	Ια1	56,37	37,28	14,46	27,41	30,38	0,90
2	Ια2	56,08	35,6	14,58	25,89	29,10	0,88
3	Ια3	55,73	36,76	14,62	26,65	29,95	0,88
4	Ια4	56,04	36,52	14,57	26,78	29,81	0,89
5	Ια5	55,97	37,62	14,69	27,39	30,93	0,88
6	Ια6	55,53	37,74	14,62	27,54	30,63	0,89
7	Ια7	55,83	35,64	14,8	26,55	29,44	0,90
8	Ια8	56,29	36,62	14,72	28,7	30,34	0,94
9	Ια9	56,13	36,55	14,52	26,87	29,78	0,90
10	Ια10	56,14	37,61	14,88	27,86	31,41	0,88
11	Ια11	56,84	38,3	14,79	31,85	32,19	0,98
12	Ια12	56,14	37,4	15,06	31,08	31,62	0,98

13	Ia13	56,45	37,15	15,07	31,13	31,60	0,98
14	Ia14	56,47	36,81	15,09	31,32	31,36	0,99
15	Ia15	55,74	32,89	15,15	27,63	27,77	0,99
16	Ia16	55,44	38,22	15,1	31,26	31,99	0,97
17	Ia17	56,23	37,34	15,08	31,05	31,66	0,98
18	Ia18	56,01	37,17	15,04	30,71	31,31	0,98
19	Ia19	55,82	36,7	15,14	30,46	31,01	0,98
20	Ia20	56,64	33,27	15,18	28,39	28,60	0,99
21	Ia21	55,67	38	14,95	28,12	31,62	0,88
22	Ia22	55,42	36,44	15,01	26,27	30,31	0,86
23	Ia23	56,63	37,57	15,02	27,81	31,95	0,87
24	Ia24	56,65	37,98	15,06	27,73	32,40	0,85
25	Ia25	56,28	32,82	15,03	23,99	27,76	0,86
26	Ia26	56,16	38,21	15	28,77	32,18	0,89
27	Ia27	56,56	36,38	15,03	27,72	30,92	0,89
28	Ia28	55,24	37,52	15,08	28,1	31,25	0,89
29	Ia29	55,27	37,8	15,02	27,91	31,37	0,88
30	Ia30	55,46	32,81	15,08	24,34	27,44	0,88
31	Ia31	55,07	37,49	14,94	30,81	30,84	0,99
32	Ia32	55,14	36,75	15,13	30,42	30,65	0,99
33	Ia33	55,68	37,74	15,05	31,6	31,62	0,99
34	Ia34	55,39	37,74	15,06	31,26	31,48	0,99
35	Ia35	55,3	36,08	15,07	29,89	30,06	0,99
36	Ia36	57,27	37,75	15,12	31,74	32,68	0,97
37	Ia37	57,39	36,73	15,05	31,06	31,72	0,97
38	Ia38	56,41	37,13	15,11	31,1	31,64	0,98
39	Ia39	56,67	38,06	15,04	31,91	32,43	0,98
40	Ia40	56,64	36,07	15,04	30,58	30,72	0,99
41	Ia41	56,5	37,58	14,91	34,42	31,65	1,08
42	Ia42	56,72	35,98	14,94	33,02	30,48	1,08
43	Ia43	56,46	35,9	15	33,18	30,40	1,09
44	Ia44	56,24	35,1	15,18	32,61	29,96	1,08
45	Ia45	56,09	37,06	15,15	34,17	31,49	1,08
46	Ia46	56,16	37,91	15,15	35,71	32,25	1,10
47	Ia47	56,13	35,99	15,1	33,41	30,50	1,09
48	Ia48	56,39	35,83	15,12	33,15	30,54	1,08

49	Iα49	56,61	35,12	15,01	32,33	29,84	1,08
50	Iα50	56,79	37,2	15,04	34,19	31,77	1,07
51	Iα51	55,83	42,04	14,8	37,94	34,73	1,09
52	Iα52	55,83	40,19	14,84	36,38	33,29	1,09
53	Iα53	56,49	40,05	14,91	37,18	33,73	1,10
54	Iα54	56,31	42,54	14,95	39	35,81	1,08
55	Iα55	57,04	42,64	14,84	37,77	36,09	1,04
56	Iα56	57,22	40,04	14,87	36,07	34,06	1,05
57	Iα57	56,17	40,1	14,88	35,77	33,51	1,06
58	Iα58	55,85	42,55	14,83	38,12	35,24	1,08
59	Iα59	54,87	38,32	15,27	31,41	32,10	0,97
60	Iα60	55,1	37,73	14,87	31,37	30,91	1,01
61	Iα61	55,32	41,97	14,9	35,06	34,59	1,01
62	Iα62	55,91	38,65	14,81	31,94	32,00	0,99
63	Iα63	55,94	38,04	14,81	31,37	31,51	0,99
64	Iα64	55,77	41,62	14,88	34,68	34,53	1,00

ΠΙΝΑΚΑΣ Π22

Είδος: ΙΡΕ (βερνίκι)

Α/Α	No Δείγματος	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΜΑΖΑ(gr)	ΟΓΚΟΣ (cm ³)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)
		α(mm)	β(mm)	γ(mm)			
1	I1	55,16	38,6	14,82	28,8	31,55	0,91
2	I2	55,76	36,25	14,92	27,33	30,15	0,90
3	I3	55,73	38,8	15,02	29,28	32,47	0,90
4	I4	55,65	35,03	14,93	26,47	29,10	0,90
5	I5	55,69	36,91	14,96	27,58	30,75	0,89
6	I6	56,54	38,98	14,84	28,66	32,70	0,87
7	I7	56,16	36,29	14,92	26,75	30,40	0,87
8	I8	56,1	38,71	14,9	28,51	32,35	0,88
9	I9	56,22	35,01	15,01	26,09	29,54	0,88
10	I10	56,17	36,77	15	27,33	30,98	0,88
11	I11	55,93	38,57	15,08	33,28	32,53	1,02

12	I12	55,94	37,34	15,1	32,04	31,54	1,01
13	I13	56,15	36,82	15,15	31,56	31,32	1,00
14	I14	55,92	37,42	15,2	31,68	31,80	0,99
15	I15	55,8	33,53	15,16	28,17	28,36	0,99
16	I16	55,86	38,88	14,99	32,02	32,55	0,98
17	I17	55,82	37,26	15,05	31,04	31,30	0,99
18	I18	55,8	36,91	15,05	30,52	30,99	0,98
19	I19	56,16	37,22	15,05	30,9	31,45	0,98
20	I20	56,15	33,14	15,06	28,08	28,02	1,00
21	I21	56,97	36,66	15,07	28,77	31,47	0,91
22	I22	56,93	36,9	15,05	27,95	31,61	0,88
23	I23	55,84	37,68	15,06	27,54	31,68	0,86
24	I24	56,14	38,01	15,05	27,79	32,11	0,86
25	I25	56,1	32,63	15,03	24,11	27,51	0,87
26	I26	54,85	37,29	15,09	27,78	30,86	0,90
27	I27	54,92	36,76	15,05	27,16	30,38	0,89
28	I28	56,01	37,72	15,06	28,53	31,81	0,89
29	I29	55,7	37,8	15,08	28,28	31,75	0,89
30	I30	55,61	32,29	15,05	24,03	27,02	0,88
31	I31	55,2	38,51	15,09	32,15	32,07	1,00
32	I32	55,1	37,46	15,08	31,07	31,12	0,99
33	I33	54,97	37,14	15,08	30,61	30,78	0,99
34	I34	53,55	35,72	15,03	28,59	28,74	0,99
35	I35	55,02	33,81	15,06	27,93	28,01	0,99
36	I36	56,68	39,12	15,03	33,54	33,32	1,00
37	I37	56,71	37,2	15,04	31,64	31,72	0,99
38	I38	57,02	37,33	15,04	32,08	32,01	1,00
39	I39	58,41	36,02	15,09	31,27	31,74	0,98
40	I40	56,98	33,69	15,06	28,66	28,91	0,99
41	I41	57	37,38	14,96	33,93	31,87	1,06
42	I42	57,58	35,81	15,07	34,35	31,07	1,10
43	I43	57,21	35,82	14,74	34,55	30,20	1,14
44	I44	57,4	36,3	15,18	34,43	31,62	1,08
45	I45	57,41	35,28	15,12	33	30,62	1,07
46	I46	55,43	37,38	15,1	31,37	31,28	1,00
47	I47	55,09	36,11	14,87	30,57	29,58	1,03

48	I48	55,5	35,56	15,1	30,99	29,80	1,03
49	I49	55,17	36,16	15,06	31,71	30,04	1,05
50	I50	55,33	34,93	15,06	30,92	29,10	1,06
51	I51	54,21	40,49	14,84	35,42	32,57	1,08
52	I52	54,12	40,38	14,79	35,43	32,32	1,09
53	I53	55,59	40,4	14,84	36,59	33,32	1,09
54	I54	55,91	46,07	14,85	42,02	38,25	1,09
55	I55	57,17	41,4	14,85	39,91	35,14	1,13
56	I56	57,44	40,43	14,84	38,22	34,46	1,10
57	I57	56,04	40,27	14,89	37,16	33,60	1,10
58	I58	55,88	45,28	14,87	41,32	37,62	1,09
59	I59	54,61	38,35	14,85	32,14	31,10	1,03
60	I60	54,52	38,9	14,87	32,52	31,53	1,03
61	I61	54,39	42,72	14,84	35,08	34,48	1,01
62	I62	57,03	37,58	14,84	32,96	31,80	1,03
63	I63	56,93	38,99	14,88	33,84	33,02	1,02
64	I64	56,89	42,69	14,87	36,46	36,11	1,00

ΠΙΝΑΚΑΣ Π23

Είδος: MERBAU (χωρίς βερνίκι)

A/A	No Δείγματος	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΜΑΖΑ(gr)	ΟΓΚΟΣ (cm ³)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)
		α(mm)	β(mm)	γ(mm)			
1	Μα1	55,45	41,97	14,11	33,41	32,83	1,02
2	Μα2	55,43	42	14	33,45	32,59	1,03
3	Μα3	55,7	36,43	13,87	29,01	28,14	1,03
4	Μα4	55,95	42,32	13,97	34,59	33,08	1,05
5	Μα5	56,12	42,22	13,86	34,42	32,84	1,05
6	Μα6	56,01	35,82	13,79	28,87	27,67	1,04
7	Μα7	54,87	35,42	13,98	24,45	27,17	0,90
8	Μα8	54,63	38,17	13,84	25,85	28,86	0,90
9	Μα9	54,63	37,22	13,73	25,29	27,92	0,91
10	Μα10	54,45	36,76	13,79	25,11	27,60	0,91
11	Μα11	54,31	35	13,75	24,26	26,14	0,93

12	Ma12	56,93	35,7	13,65	25,3	27,74	0,91
13	Ma13	57,25	38,05	13,54	27,06	29,50	0,92
14	Ma14	57,62	37,26	13,5	26,45	28,98	0,91
15	Ma15	57,62	36,61	13,25	25,38	27,95	0,91
16	Ma16	57,96	34,7	13,5	24,31	27,15	0,90
17	Ma17	55,4	35,12	14,76	28,97	28,72	1,01
18	Ma18	54,78	37,56	14,69	30,61	30,23	1,01
19	Ma19	55,01	36	14,73	29,54	29,17	1,01
20	Ma20	54,96	37,78	14,78	30,96	30,69	1,01
21	Ma21	55,02	35,23	14,8	29,4	28,69	1,02
22	Ma22	57,8	34,89	14,61	30,62	29,46	1,04
23	Ma23	58,28	37,52	14,49	33,06	31,68	1,04
24	Ma24	58,27	36,07	14,54	31,66	30,56	1,04
25	Ma25	58,15	37,88	14,71	33,48	32,40	1,03
26	Ma26	58,11	34,88	14,78	31,22	29,96	1,04
27	Ma27	56,27	35,97	14,15	24,83	28,64	0,87
28	Ma28	56,5	36,93	14,17	25,66	29,57	0,87
29	Ma29	55,77	36,3	14,12	25,31	28,59	0,89
30	Ma30	55,78	37	14,2	25,58	29,31	0,87
31	Ma31	55,38	37,83	14,16	25,9	29,67	0,87
32	Ma32	55,87	35,78	14,02	24,1	28,03	0,86
33	Ma33	55,67	36,96	13,98	24,57	28,76	0,85
34	Ma34	56,36	36,39	13,97	24,57	28,65	0,86
35	Ma35	56,29	37,18	13,96	25,37	29,22	0,87
36	Ma36	56,62	37,84	13,98	25,82	29,95	0,86
37	Ma37	53,53	35,03	14,84	25,83	27,83	0,93
38	Ma38	54,1	37,18	14,54	26,08	29,25	0,89
39	Ma39	54,22	37,3	14,52	25,99	29,37	0,89
40	Ma40	54,08	37,4	14,45	25,63	29,23	0,88
41	Ma41	54,33	36,38	14,63	25,18	28,92	0,87
42	Ma42	58,57	35,82	14,58	28,68	30,59	0,94
43	Ma43	58,22	37,15	14,61	28,67	31,60	0,91
44	Ma44	57,81	37,02	14,56	28,4	31,16	0,91
45	Ma45	57,79	37,12	14,59	28,44	31,30	0,91
46	Ma46	57,63	36,08	14,55	27,37	30,25	0,90

ΠΙΝΑΚΑΣ Π24

Είδος: MERBAU(με βερνίκι)

Α/Α	Νο Δείγματος	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΜΑΖΑ(gr)	ΟΓΚΟΣ (cm ³)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (gr/cm ³)
		α(mm)	β(mm)	γ(mm)			
1	M1	54,65	40,01	14,43	32,33	31,55	1,02
2	M2	55,41	42,4	14,51	34,94	34,09	1,02
3	M3	54,97	45,83	14,9	38,09	37,54	1,01
4	M4	57,96	38,63	14,56	32,75	32,60	1,00
5	M5	57,22	43,2	14,56	37,06	35,99	1,03
6	M6	57,57	45,83	14,69	40,76	38,76	1,05
7	M7	54,54	32,73	14,87	24,16	26,54	0,91
8	M8	54,77	37,97	14,77	28,71	30,72	0,93
9	M9	55,09	37,35	14,77	29,05	30,39	0,96
10	M10	56,61	36,17	14,76	29,04	30,22	0,96
11	M11	56,98	39,28	14,81	32,53	33,15	0,98
12	M12	57,42	32,32	14,95	25,96	27,74	0,94
13	M13	57,2	37,97	14,74	30,17	32,01	0,94
14	M14	56,75	37,5	14,77	30,35	31,43	0,97
15	M15	55,22	36,26	14,79	28,43	29,61	0,96
16	M16	55,06	39,2	14,83	30,6	32,01	0,96
17	M17	51,58	32,14	14,98	25,83	24,83	1,04
18	M18	53,45	36,08	14,86	30,05	28,66	1,05
19	M19	53,04	37,17	14,82	30,32	29,22	1,04
20	M20	53,29	38,11	14,71	31,25	29,87	1,05
21	M21	53,51	40,47	14,69	33,23	31,81	1,04
22	M22	62,08	32,08	14,9	29,77	29,67	1,00
23	M23	60,12	36,28	14,8	32,58	32,28	1,01
24	M24	60,49	37,16	14,76	33,76	33,18	1,02
25	M25	59,88	38,13	14,62	33,9	33,38	1,02
26	M26	59,76	40,47	14,84	35,54	35,89	0,99
27	M27	54,37	29,89	14,86	21,3	24,15	0,88
28	M28	55,86	37,77	14,69	27,01	30,99	0,87
29	M29	55,94	36,98	14,64	26,34	30,29	0,87

30	M30	55,64	36,6	14,66	25,36	29,85	0,85
31	M31	55,66	40,11	14,67	27,61	32,75	0,84
32	M32	57,8	30,16	14,83	22,46	25,85	0,87
33	M33	56,33	37,74	14,75	27,05	31,36	0,86
34	M34	56,31	37,03	14,66	26,09	30,57	0,85
35	M35	56,6	36,68	14,65	25,88	30,41	0,85
36	M36	56,34	39,77	14,66	28,07	32,85	0,85
37	M37	53,59	31	14,89	22,49	24,74	0,91
38	M38	53,35	34,66	14,73	24,86	27,24	0,91
39	M39	52,45	32,5	14,62	22,6	24,92	0,91
40	M40	52,23	42,43	14,34	28,89	31,78	0,91
41	M41	52,15	42,4	14,52	28,9	32,11	0,90
42	M42	58,68	30,94	15,12	24,02	27,45	0,88
43	M43	58,77	34,61	14,65	26,85	29,80	0,90
44	M44	59,63	32,22	14,5	25,06	27,86	0,90
45	M45	59,77	42,36	14,28	32,46	36,15	0,90
46	M46	60,04	42,35	14,33	32,15	36,44	0,88

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πτυχιακή μας εργασία έφτασε στο τέλος της. Κάτι τέτοιο όμως δεν θα ήταν εφικτό χωρίς την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση των επιβλεπόντων επιστημονικών συνεργατών του Τ.Ε.Ι. Λάρισας δρ. Λυκίδη Χαράλαμπου και δρ. Μπιρμπίλη Δημήτριο, τους οποίους και ευχαριστούμε.

Εκτός από τους παραπάνω θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον δρ. Μαντάνη Γεώργιο για την δημιουργία της ερευνητικής μας ομάδας και για την βοήθεια του στην περάτωση της πτυχιακής, τον δρ. Σιδερά Αδαμάντιο για τις πολύτιμες γνώσεις του πάνω στο πειραματικό στάδιο της εργασίας καθώς και για την υπομονή του, και τέλος τον κ. Κόκκινο Μιλτιάδη που ασχολήθηκε με όλες τις ξυλουργικές εργασίες, οι οποίες ήταν απαραίτητες για την ολοκλήρωση του πειραματικού μέρους της εργασίας μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. American Society of Testing Materials (ASTM), 1997. Standard test methods for small clear specimens of timber. ASTM D 143. Annual book of ASTM standards, vol 4.10. Philadelphia, PA, USA
2. Bektas, I., Alma, M.H., As, N. 2001. Determination of the relationships between Brinell and Janka hardness of eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky). *Forest Products Journal*, 51 (11-12): 84-88
3. EN 1534 (2000) Wood and parquet flooring—determination of resistance to indentation (Brinell)—test method. CEN, European Committee for Standardization, Brussels.
4. Hirata, S., Ohta, M., Honma, Y., 2001. Hardness distribution on wood surface. *Journal of Wood Science*, 47 (1): 1-7.
5. Holmberg H., 2000. Influence of grain angle on Brinell hardness of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Holz als Roh- und Werkstoff* 58: 91-95.
6. Kollmann F., 1951. *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe*, vol I. Springer, Berlin: 910-926
7. Niemz P., Stubi T., 2000. Investigations of hardness measurements on wood based materials using a new universal measurement system. In: *Proceedings of the symposium on wood machining, properties of wood and wood composites related to wood machining*, Vienna, Austria. pp. 51-61
8. Rautkari L., Kamke F. Hughes M. 2011. Density profile relation to hardness of viscoelastic thermal compressed (VTC) wood composite. *Προς δημοσίευση: Wood Science and Technology*: 1-13.
9. Rautkari, L., Properzi, M., Pichelin, F., Hughes, M., 2009. Surface modification of wood using friction. *Wood Science and Technology*, 43 (3-4): 291-299

10. Schwab E.,1990. Die Härte von Laubhölzern für die Parkettherstellung. Holz als Roh- und Werkstoff 48 (2): 47-51
11. Μαντάνης Γ. 2005. Δομή και Ιδιότητες Ξύλου, μέρος II. Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
12. Νταλός Γ. 2001. Τεχνολογία Ποιοτικού Ελέγχου Ξύλου και Επίπλων. Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
13. Τζιτζιρης Κ. 2010. Τα ξύλινα δάπεδα που επικρατούν στην Ελλάδα. Προσέγγιση των ηχομονωτικών δυνατοτήτων τους. Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.

ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

14. www.woodman.gr
15. www.papanastasiou.eu
16. www.woodfloorsonline.com
17. www.dedron.gr
18. www.greengluecompany.com