



Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# Τροποποιημένη ξυλεία Belmadur

Τεχνολογικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά

Σπουδάστριες:

Πασχαλίδου Γεωργία

Μπακιρτζίδου Μαρία

Επιβλέπων:

Καθ. Μαντάνης Γεώργιος

ΚΑΡΔΙΤΣΑ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013

**Στην Ευαγγελία, τον Δημήτρη  
και τον Ηλία.**

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

Η μελέτη αυτή ξεκίνησε κατά τη διάρκεια του 5<sup>ου</sup> εξαμήνου και πραγματοποιήθηκε ως το τέλος του 8<sup>ου</sup>, στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας για την περάτωση των σπουδών μας στο Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, ΤΕΙ Θεσσαλίας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών.

Ο τίτλος της παρούσας εργασίας είναι: «*Τροποποιημένη ξυλεία Belmadur: τεχνολογικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά*».

Σκοπός της εργασίας ήταν να εξεταστούν οι τεχνολογικές ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά της τροποποιημένης ξυλείας τύπου Belmadur σε σύγκριση με τη δασική Πεύκη (*Pinus sylvestris*) βάσει των κλιματικών συνθηκών που υφίστανται στην Ελλάδα.

---

*Θερμές ευχαριστίες στον Δρ. Γεώργιο Μαντάνη, Καθηγητή και Πρόεδρο του τμήματος μας για την επίβλεψη, βοήθεια και για τις συμβουλές του πάνω στη διεκπεραίωση της πτυχιακής μας εργασίας. Επίσης θέλουμε να ευχαριστήσουμε την κ. Αικ. Ράμμου για την βοήθειά της πάνω στα πειράματα, τον κ. Γερ. Μπόθο για την προετοιμασία των ξύλινων δοκιμίων για το πείραμα, τον Δρ. Μπιρμπίλη Δημήτριο για την συνεχή βοήθειά του πάνω στην εξέλιξη της πτυχιακής μας εργασίας, καθώς και τους συναδέλφους μας Τρούσα Κων/νο και Ερωτοκρίτου Νικόλα.*

---

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

	<b>ΣΕΛ.</b>
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>2</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup></b> .....	<b>6</b>
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b> .....	<b>8</b>
2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ .....	9
2.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ .....	10
2.2. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ .....	15
2.3. ΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ .....	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></b> .....	<b>20</b>
3. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΞΥΛΕΙΑ .....	21
3.1. ΕΙΔΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ .....	22
3.2. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΞΥΛΕΙΑ ΤΥΠΟΥ BELMADUR .....	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b> .....	<b>26</b>
4. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup></b> .....	<b>30</b>
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	31
5.1. ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ .....	32
5.2. ΞΗΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ .....	33
5.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΡΙΚΝΩΣΗΣ .....	34
5.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΣΕ ΝΕΡΟ 2, 6 ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ .....	35

5.5. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ .....	40
5.6. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ .....	42
5.7. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ JANKA .....	43
5.8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΦΟΡΜΑΛΔΕΥΔΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ PERFORATOR.....	44
5.9. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΞΥΛΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ....	50
5.10. ΜΕΤΑΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	51
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> .....</b>	<b>54</b>
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	55
6.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.....	55
6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΞΗΡΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ .....	56
6.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΡΙΚΝΩΣΗ .....	57
6.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΣΕ ΝΕΡΟ 2, 6 ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ...58	
6.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ .....	60
6.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ .....	61
6.7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ JANKA .....	62
6.8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΦΟΡΜΑΛΔΕΥΔΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ PERFORATOR.....	63
6.9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ .....	64
6.10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΑΧΡΩΜΑΤΙΣΜΩΝ .....	67
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> .....</b>	<b>71</b>
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	72
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>74</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>77</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ξύλο είναι ένα πολύτιμο υλικό για τον άνθρωπο ακόμα και από την παλαιολιθική εποχή. Έχει συντελέσει σημαντικός παράγοντας στην επιβίωσή του και μεταγενέστερα στην ανάπτυξη του πολιτισμού. Από τα βασικότερα πλεονεκτήματα του είναι ότι σαν πρώτη ύλη είναι *ανανεώσιμη* αντίθετα με άλλες ορυκτές πρώτες ύλες (πετρέλαιο, μεταλλεύματα κ.α.) που εξαντλούνται ευρέως σε όλο τον κόσμο.

Άλλα σημαντικά πλεονεκτήματα του ξύλου:

- ✓ Είναι ανανεώσιμη πρώτη ύλη
- ✓ Έχει μεγάλη αισθητική αξία
- ✓ Είναι “ζεστό” υλικό
- ✓ Είναι άριστο δομικό υλικό
- ✓ Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του
- ✓ Είναι μονωτικό υλικό στη θερμότητα και στον ηλεκτρισμό
- ✓ Δεν οξειδώνεται
- ✓ Έχει σχετικά εύκολη κατεργασία
- ✓ Δεν ρυπαίνει το περιβάλλον

Το ξύλο, ωστόσο, παρουσιάζει και μειονεκτήματα :

- × Είναι υγροσκοπικό υλικό
- × Είναι ανισότροπο υλικό
- × Καίγεται σχετικά εύκολα
- × Προσβάλλεται από μύκητες και έντομα





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

---

## 2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

Από τα μειονεκτήματα του ξύλου, κρίνεται αναγκαία και επιτακτική η σωστή χρήση του, γεγονός που προϋποθέτει γνώση των τεχνολογικών ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών του.

Με βάση τις ανάγκες της έρευνας και του πειράματος μας χρειάστηκε να εξετάσουμε τις φυσικές, μηχανικές, χημικές ιδιότητες του ξύλου καθώς επίσης και την φυσική διάρκεια.

## 2.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

➤ **ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ** : Η σπουδαιότερη φυσική ιδιότητα του ξύλου που είναι δείκτης της ποιότητας και της μηχανικής αντοχής του. Είναι το μετρό μάζας που περιέχεται (περικλείεται) σε ορισμένο όγκο και εκφράζεται με το πηλίκο της μάζας δια του όγκου. Η πυκνότητα και το ειδικό βάρος εκφράζονται με τον ίδιο αριθμό και οι μονάδες της είναι g/cm<sup>3</sup> ή Kg/m<sup>3</sup>.

**ΞΗΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ** : Το πηλίκο: ξηρό βάρος προς ξηρό όγκο, όταν το ποσοστό υγρασίας είναι 0% (= ξηρή κατάσταση)

$$\rho_o = \frac{W_o}{V_o}$$

Όπου:  **$\rho_o$**  = ξηρή πυκνότητα (g/cm<sup>3</sup>)  
 **$W_o$**  = ξηρό βάρος (g)  
 **$V_o$**  = ξηρός όγκος (cm<sup>3</sup>)

**ΒΑΣΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ** : Το πηλίκο: ξηρού βάρους προς το χλωρό όγκο. Χλωρός όγκος ή μέγιστος όγκος είναι ο όγκος του ξύλου σε κατάσταση πλήρους διόγκωσης, δηλαδή ο όγκος του ξύλου με υγρασία στο σημείο ινοκόρου (περίπου στο 30% υγρασία)

$$R = \frac{W_o}{V_{\max}}$$

Όπου:  **$R$**  = βασική πυκνότητα (g/cm<sup>3</sup>)  
 **$W_o$**  = ξηρό βάρος (g)  
 **$V_{\max}$**  = χλωρός (μέγιστος) όγκος (cm<sup>3</sup>)

ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ: Η πυκνότητα του ξύλου πολλές φορές για πρακτικούς λόγους υπολογίζεται με βάση το βάρος και τον όγκο του ξύλου σε κάποια συγκεκριμένη υγρασία (συνήθως 12% ή 15%).

$$R_x = \frac{W_x}{V_x}$$

Όπου: **R<sub>x</sub>** = φαινομενική πυκνότητα (g/cm<sup>3</sup>)  
**W<sub>x</sub>** = βάρος σε X υγρασία (g)  
**V<sub>x</sub>** = όγκος σε X υγρασία (cm<sup>3</sup>)

ΕΥΡΟΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ : Η ξηρή πυκνότητα των διαφόρων ειδών ξύλου ποικίλλει από 0,10 g/cm<sup>3</sup> (μπάλσα) μέχρι 1,30 g/cm<sup>3</sup> για τα είδη ξύλου εβένου. Η πυκνότητα των ελληνικών ειδών ξύλου γενικά κυμαίνεται από 0,30 g/cm<sup>3</sup> έως 0,90 g/cm<sup>3</sup>

- τα ελαφρά (0,30 - 0,45 g/cm<sup>3</sup>)
- τα μέτρια (0,45 - 0,65 g/cm<sup>3</sup>)
- τα βαριά (0,65 - 0,80 g/cm<sup>3</sup>)
- τα πολύ βαριά (0,80 - 1,00 g/cm<sup>3</sup>)\

➤ **ΡΙΚΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΓΚΩΣΗ:**

**ΡΙΚΝΩΣΗ:** Η ελάττωση (μείωση) των διαστάσεων του ξύλου, όταν αποβάλλει υγρασία κάτω από το σημείο ινοκόρου (30%). Στη μεταβολή αυτή, έχουμε αντίστοιχα, μείωση των διαστάσεων του ξύλου και στις τρεις κατευθύνσεις του (αξονική, ακτινική, εφαπτομενική κατεύθυνση).

**ΔΙΟΓΚΩΣΗ:** Το ξύλο αυξάνει τις διαστάσεις του, όταν η υγρασία του αυξάνεται από μία χαμηλή υγρασία (ή υγρασία 0%) μέχρι το σημείο ινοκόρου.

Για μεταβολές της υγρασίας πάνω από το σημείο ινοκόρου, δεν παρατηρούνται μεταβολές στις διαστάσεις του ξύλου.

**ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΙΑ ΣΤΗΝ ΡΙΚΝΩΣΗ ΔΙΟΓΚΩΣΗ :** Η ρίκνωση και η διόγκωση δεν\_είναι ίδιες στις τρεις (3) αυξητικές κατευθύνσεις του ξύλου. Οι μεγαλύτερες μεταβολές στις διαστάσεις παρατηρούνται στην εφαπτομενική κατεύθυνση (εφαπτομενική ρίκνωση και διόγκωση). Η ακτινική ρίκνωση και διόγκωση είναι σημαντικά μικρότερη (περίπου 40-60%) της εφαπτομενικής.

Η κατά μήκος του άξονα (αξονική ρίκνωση και διόγκωση) είναι αμελητέα, που από πρακτικής άποψης δεν λαμβάνεται καθόλου υπόψη. Η μέγιστη εφαπτομενική ρίκνωση και διόγκωση για τα ευρωπαϊκά είδη ξύλου 6-12%. Η αντίστοιχη ακτινική ρίκνωση είναι κατά περίπου 2,5-7%. Η αξονική ρίκνωση είναι μόνο 0,1-0,6%.

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΙΚΝΩΣΗΣ :**

$$\rho = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100 (\%)$$

$\rho$  = ρίκνωση, επί τοις εκατό της χλωρής διάστασης (%)  
 $L_1$  = χλωρή διάσταση (cm)  
 $L_2$  = ξηρή διάσταση (cm)

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ :

$$\delta = \frac{L_1 - L_2}{L_2} \times 100 (\%)$$

$\delta$  = διόγκωση, επί τοις εκατό της ξηρής διάστασης (%)

$L_1$  = χλωρή διάσταση (cm)

$L_2$  = ξηρή διάσταση (cm)

Η ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΡΙΚΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ ΣΤΟ ΞΥΛΟ: Είναι η βασική αιτία για πολλά σφάλματα που γίνονται σε κατασκευές ξύλου και έπιπλα λόγω της ανομοιόμορφης κατανομής της υγρασίας μέσα στο ξύλο, τους αδέξιους χειρισμούς κατά την τεχνητή ξήρανση του όπως επίσης της παρουσίας ξύλου ανώμαλης δομής. Τα σφάλματα αυτά είναι κυρίως:

- 1) στρεβλώσεις
- 2) ραγαδώσεις άκρων και επιφάνειας
- 3) εσωτερικές ραγαδώσεις (κυψελίδωση)
- 4) εσωτερικές τάσεις
- 5) κατάρρευση (=πλήρη μεταβολή εξωτερικής μορφής)

➤ **ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΟΤΗΤΑ** : Είναι η ιδιότητα που έχει το ξύλο να προσλαμβάνει υγρασία από το περιβάλλον. Αυτό οφείλεται στην χημική σύνθεση του ξύλου καθώς και στις υγροσκοπικές ουσίες που περιλαμβάνει (κυτταρίνη ημικυταρίνες , πηκτινικές ουσίες). Συμπληρωματικά , είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για την ξήρανση, τον εμποτισμό, την παραγωγή επίπλων και ξυλοκατασκευών.

➤ **ΥΓΡΑΣΙΑ** : Ορίζεται το βάρος του νερού που περιέχεται (περικλείεται) στο ξύλο και εκφράζεται ως ποσοστό επί του απόλυτα ξηρού βάρους του ξύλου.

$$Y = \frac{W_x - W_o}{W_o} \times 100$$

όπου:      **Y**      Υγρασία του ξύλου (%)  
              **W<sub>x</sub>**    Αρχικό βάρος ή 'υγρό' βάρος (g)  
              **W<sub>o</sub>**    Απόλυτα ξηρό βάρος (g)

## 2.2. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Είναι το μέτρο της μηχανικής αντοχής του ξύλου, δηλαδή της αντίστασής του σε εξωτερικές δυνάμεις, που τείνουν να το παραμορφώσουν. Αυτές είναι η δύναμη ή το φορτίο, οι εσωτερικές τάσεις ή τάσεις, η παραμόρφωση και η ελαστικότητα. Για να προσδιοριστούν οι μηχανικές ιδιότητες του ξύλου γίνονται τα παρακάτω τεστ :

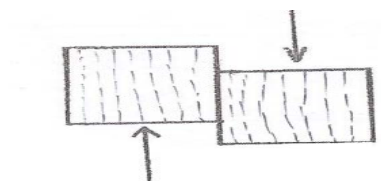
- ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΟ(α) ΚΑΙ ΕΓΚΑΡΣΙΟ(β) ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ



- ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΗ(α) ΚΑΙ ΕΓΚΑΡΣΙΑ(β) ΘΛΙΨΗ

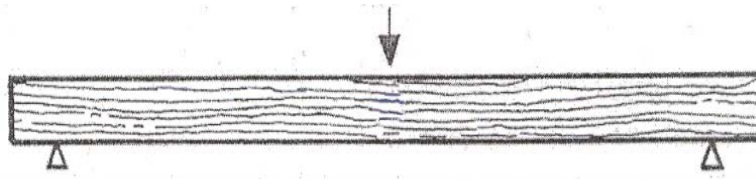


- ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

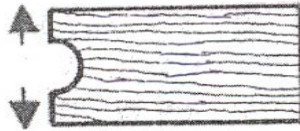




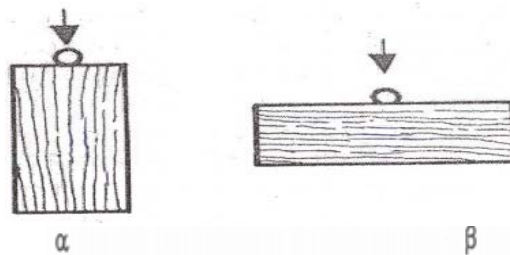
- ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ



- ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΧΙΣΗ



- ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΗ(α) ΚΑΙ ΕΓΚΑΡΣΙΑ(β) ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ



- ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΡΟΥΣΗ

- ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

## 2.3. ΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ

Η χημική σύσταση του ξύλου, η οποία ποικίλει από είδος σε είδος, αλλά και στο είδος μεταξύ σομού και εγκάρδιου, διαφοροποιεί την συμπεριφορά του ξύλου σε προσβολές μυκήτων και εντομών. Μεταξύ των ειδών ξύλου υπάρχουν μεγάλες διαφορές ως προς την φυσική αντοχή ή διάρκεια του, δηλαδή ως προς το χρόνο που το ξύλο διατηρεί την αξία χρήσης του χωρίς προστατευτικό εμπότισμό.

Η φυσική αντοχή ή διάρκεια του ξύλου εξαρτάται από τις συνθήκες χρήσης του ξύλου (εσωτερικές – εξωτερικές κατασκευές, σε επαφή με το έδαφος, μέσα στο νερό) και από το είδος και την ποσότητα των εκχυλισμάτων που περιέχονται στο ξύλο.

Με βάση την φυσική αντοχή του εγκάρδιου ξύλου διαφόρων ειδών από προσβολές μυκήτων όταν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος, διακρίνονται οι εξής κατηγορίες :

- Πολύ ανθεκτικά (διάρκεια >25 χρόνια), κυπαρίσσι και τικ
- Ανθεκτικά (διάρκεια 15-25 χρόνια), δρυς και ελιά
- Μέτρια ανθεκτικά (διάρκεια 10-15 χρόνια), καρυδιά και μαόνι
- Ελάχιστα ανθεκτικά (διάρκεια 5-10 χρόνια), δασική πεύκη και ελάτη
- Μη ανθεκτικά (διάρκεια <5 χρόνια), οξιά και λεύκη

Η φυσική διάρκεια του ξύλου εξαρτάται από :

ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ: Το ξύλο όντας εκτεθειμένο, για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε εξωτερικές συνθήκες επηρεάζεται από τους κλιματικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η βροχή, το χιόνι, ο αέρας και η ηλιακή ακτινοβολία.

Οι παράγοντες αυτοί προκαλούν την αλλοίωση και το φαινόμενο της γήρανσης του ξύλου , το οποίο μακροχρόνια περιλαμβάνει μεταβολή του χρώματος, ραβδώσεις, στρεβλώσεις, επιφανειακή διάβρωση του ξύλου. Συνεπώς :

**Η συνεχόμενη ρίκνωση και διόγκωση του ξύλου στην επιφάνεια προκαλεί** αποκόλληση των αυξητικών δακτυλίων, ραγαδώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων κ.α. .

**Η υπεριώδης ακτινοβολία προκαλεί** μικροραγάδες στα κυτταρικά τοιχώματα, καταστροφή στις μεμβράνες των βοθρίων καθώς και μεγάλες χρωματικές αλλαγές στην επιφάνεια του ξύλου.

**Η υψηλή θερμοκρασία υποβοηθά** το νερό ως παράγοντα αλλοίωσης ενισχύοντας την ρίκνωση και διόγκωση του επιφανειακού ξύλου

**Η μακροχρόνια γήρανση του ξύλου απομακρύνει** συνεχώς επιφανειακά στρώματα ξύλου με πολύ αργό ρυθμό.

ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ : Το ξύλο που χρησιμοποιείται σε κατασκευές, όπου δέχεται μηχανικές φορτίσεις, υφίσταται σταδιακή αλλοίωση. Αυτή η αλλοίωση εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος της φόρτισης, από το είδος του ξύλου, την περιεκτικότητά του σε υγρασία. Μεγαλύτερη αντοχή σε μηχανικές φορτίσεις παρουσιάζει η εγκάρσια επιφάνεια του ξύλου, μικρότερη η ακτινική και ακόμα μικρότερη η εφαπτομενική.

ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ : Το ξύλο παρουσιάζει σημαντική αντοχή σε χημικά διαλύματα μικρής πυκνότητας και χαμηλής θερμοκρασίας. Με την επίδραση των χημικών ουσιών, είναι δυνατό να παρατηρηθεί μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ : Το ξύλο λόγω της χημικής του σύστασης υφίσταται χημική αποσύνθεση κάτω από την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών. Οι συνέπειες για το ξύλο και την κατασκευή εξαρτώνται από την διάρκεια της επίδρασης, τον τρόπο θέρμανσης, το είδος και τις διαστάσεις του ξύλου και μπορεί να είναι η απώλεια βάρους, η ελάττωση της μηχανικής αντοχής, μαλάκυνση κ.α.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> :

## ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΞΥΛΕΙΑ

---

### 3. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΞΥΛΕΙΑ

Βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή διαφόρων κατασκευών αποτελεί το ξύλο, διότι παρουσιάζει αρκετά αξιόλογα πλεονεκτήματα όπως υψηλή αισθητική, πλήθος και ποικιλία χρωμάτων, υψηλή θερμομονωτικότητα και σταθερή περιβαλλοντική αξία. Εκτός όμως από τα εν λόγω πλεονεκτήματα, το ξύλο περιλαμβάνει και μειονεκτήματα τα οποία κυρίως οφείλονται στην χημική του σύνθεση. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα είναι η υψηλή υγρασκοπικότητά του αλλά και η «ευαισθησία» του σε παράγοντες αλλοίωσης όπως καιρικές συνθήκες, υπεριώδης ακτινοβολία, βιολογικοί παράγοντες, φωτιά κ.α. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να προκαλέσουν διάφορες μεταβολές στο ξύλο από αλλοιώσεις της εμφάνισης μέχρι και την πλήρη κατάρρευση του.

Για τους παραπάνω λόγους, είναι απαραίτητη η προστασία του ξύλου ανάλογα πάντα με την χρήση για την οποία προορίζεται και συνεπώς γεννάται η ανάγκη για την παραγωγή νέων τροποποιημένων ξύλινων προϊόντων.

Η τροποποιημένη ξυλεία τεχνολογικώς πλεονεκτεί γιατί είναι οικολογική, έχει εξαιρετικές ιδιότητες, μεγάλη διάρκεια ζωής, αντέχει στις κλιματικές συνθήκες και στους μύκητες ενώ καθορίζεται ως προστιθέμενη αξία για το μέλλον, διότι μειώνει τη πίεση στα τροπικά δάση του πλανήτη.

## 3.1. ΕΙΔΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ

Όπως αναφέρεται παραπάνω ο άνθρωπος είχε την ανάγκη να δημιουργήσει καινούρια τροποποιημένα ξύλα τα οποία θα του παρέχουν κάποιες παραπάνω ιδιότητες κυρίως στην ανθεκτικότητά τους. Συνεπώς ξεκίνησε η παραγωγή νέων θερμικά και χημικά τροποποιημένων προϊόντων.

➤ **ΘΕΡΜΙΚΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ :** Η θερμοκρασία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του ξύλου και προκαλεί αποικοδόμηση των δομικών συστατικών του σε απλές μονομερές ενώσεις. Ο σταδιακός, με την αύξηση της θερμοκρασίας, κατακερματισμός των πολυμερών συστατικών του ξύλου, έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία πολλών νέων μικρών συστατικών.

Το κοινό χαρακτηριστικό όλων των μεθόδων παραγωγής θερμικά τροποποιημένου ξύλου είναι ότι ο χειρισμός του ξύλου πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 160 έως 260°C. Οι διαφορές τους έχουν να κάνουν με τους συντελεστές παραγωγής, όπως η κατάσταση του ξύλου από άποψη υγρασίας, είδος πίεσης, μέσο θέρμανσης και παρουσία ή απουσία οξυγόνου.

Βασικό μειονέκτημα της θερμικά τροποποιημένης ξυλείας είναι ότι η συνολική ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή της είναι 25% μεγαλύτερη από την ενέργεια που καταναλώνεται για την τεχνητή ξήρανση κανονικού ξύλου.

**Στην θερμική τροποποίηση υπάρχουν οι εξής μέθοδοι :**

- Thermowood®
- Plato® wood
- OHT (Oil Heat Treatment)
- Stellac®

**Περιβαλλοντικές επιπτώσεις θερμικά τροποποιημένου ξύλου:** το θερμικά τροποποιημένο ξύλο είναι ένα φυσικό προϊόν ξύλου που παράγεται με την χρήση θερμότητας και ατμού και χωρίς την χρήση χημικών ουσιών. Μετά το τέλος του κύκλου ζωής του μπορεί να χειριστεί όπως το κανονικό ξύλο.

➤ **ΧΗΜΙΚΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ:** Η χημική τροποποίηση του ξύλου περιλαμβάνει την αντίδραση των βασικών χημικών συστατικών του ξύλου (κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, λιγνίνη) με αντιδραστήρια ή και με χρήση θερμότητας, προκαλώντας τη δημιουργία νέων ενώσεων και τη μεταβολή των βασικών ιδιοτήτων του. Οι νέες ενώσεις αν και δεν εμφανίζουν βασικές διαφορές από τις αρχικές, παρουσιάζουν αρκετά βελτιωμένες υγροσκοπικές ιδιότητες π.χ. μειωμένη υγροσκοπικότητα και ρίκνωση-διόγκωση, αρκετά μεγαλύτερη αντοχή στους παράγοντες αλλοίωσης κ.α. Είναι προφανές ότι η χημική τροποποίηση του ξύλου μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες ενώσεις, π.χ. ανυδρίτες, αλδεΐδες, ακρυλονιτρίλια, νανομόρια, και με διάφορες μεθοδολογίες (εφαρμογή στην επιφάνεια ή σε όλη τη μάζα, στα κυτταρικά τοιχώματα ή τις κοιλότητες των κυττάρων του ξύλου, επιφανειακή τροποποίηση με νανοσκευάσματα).

**Στην χημική τροποποίηση υπάρχουν οι εξής μέθοδοι :**

- VisorWood®
- Accoya®Wood
- Kebony®
- Belmadur®



## 3.2. ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΞΥΛΕΙΑ ΤΥΠΟΥ BELMADUR

Αρκετά ερευνητικά εργαστήρια στην Ευρώπη σήμερα, ειδικά στη Γερμανία, τη Σουηδία και την Ολλανδία, αναπτύσσουν πολυποίκιλες ερευνητικές δραστηριότητες· σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχουν και καινοτόμα αποτελέσματα τα οποία έχουν εμπορικό πλέον χαρακτήρα και ενδιαφέρον. Μια απ' τις σπουδαιότερες περιπτώσεις αποτελεί το Belmadur®.

Το Belmadur είναι προϊόν χημικά τροποποιημένης ξυλείας, το οποίο ήταν καρπός της συνεργασίας ερευνητικού κέντρου (Dept.of Wood Biology and Wood Technology,Georg-August-University Göttingen) με ιδιωτικές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο χώρο του ξύλου. Οι πρώτες δοκιμές έγιναν το 1990 από το Πανεπιστήμιο του Göttingen, ενώ από το 2002 ενεπλάκησαν και επιχειρήσεις. Σε εμπορική μορφή το προϊόν υπάρχει από το 2006 με το όνομα Belmadur. Σήμερα παράγεται στο Leutershausen της Γερμανίας από μια οικογενειακή επιχείρηση που απασχολεί 100 περίπου άτομα.

Πιο συγκεκριμένα, για την παραγωγή του εν λόγω προϊόντος ακολουθείται μια διαδικασία δύο σταδίων :

- Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιείται εμποτισμός του ξύλου με κατάλληλο χημικό διάλυμα μιας αιθυλενουρίας (DMDHEU) σε θερμοκρασία δωματίου και
- στο δεύτερο στάδιο το εμποτισμένο ξύλο εκτίθεται σε θερμοκρασίες ~100°C (σε ξηραντήριο) για τη δημιουργία δεσμών και την τελική σταθεροποίηση.

Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι η διατήρηση των κυτταρικών τοιχωμάτων του ξύλου σε κατάσταση μόνιμης διόγκωσης και η ως εκ τούτου σημαντική μείωση της διαστασιακής αστάθειάς του. Τα χρησιμοποιούμενα είδη ξύλου είναι είδη Πεύκης (*Pinus sylvestris* L., *Pinus radiata*, *Pinus ponderosa*, *Pinus strobus*), κυρίως δασική Πεύκη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

---

#### 4. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Dieste et al (2009) πάνω σε ξυλεία δασικής Πεύκης (*Fagus sylvatica* L) τροποποιημένη με 1,3-διμεθυλο-4,5-διυδροξυαιθυλενική ουρία (DMDHEU) έγιναν μετρήσεις σχετικά με το ποσοστό της υγρασίας που δεσμεύεται στα κυτταρικά τοιχώματα, το σημείο ψύξης του νερού και την κατανομή του μεγέθους των πόρων. Το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας της τροποποιημένης ξυλείας που δεν ψύχεται στο ίδιο σημείο με αυτή των μαρτύρων, δεν ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερο. Το ποσοστό της υγρασίας που δεσμεύεται στα κυτταρικά τοιχώματα (σε σχέση με το συνολικό ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας) βρέθηκε σημαντικά μικρότερο στην τροποποιημένη ξυλεία συγκρίνοντάς το με τους μάρτυρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι η χημική ουσία DMDHEU, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την τροποποίηση της ξυλείας, μείωσε το μέγεθος (διάμετρο) των πόρων καταλαμβάνοντας τους κενούς χώρους στα κυτταρικά τοιχώματα.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Tomažič et al (2003) μελετήθηκε η τροποποίηση του ξύλου με DMDHEU. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τροποποίηση με DMDHEU μπορεί να βελτιώσει τη διαστασιακή σταθερότητα και τη διάρκεια του ξύλου. Για την επιτυχή τροποποίηση του ξύλου υπάρχουν διάφοροι σημαντικοί παράμετροι όπως η θερμοκρασία, ο χρόνος εφαρμογής, ο καταλύτης και το είδος ξύλου. Το τροποποιημένο με DMDHEU ξύλο επιδεικνύει βελτιωμένη σταθερότητα διαστάσεων και αυξημένη αντίσταση στα βιολογικούς οργανισμούς (μύκητες, έντομα κ.λπ.) που προσβάλλουν το ξύλο. Η μηχανικές ιδιότητες των τροποποιημένων με DMDHEU ξύλων πρέπει επίσης να ελέγχονται. Η βελτιωμένη σταθερότητα των διαστάσεων των τροποποιημένων με DMDHEU ξύλων και η επιφανειακή επικάλυψη του ξύλου θα μπορούσαν να εξασφαλίσουν μεγαλύτερη διάρκεια σε εξωτερικές συνθήκες.

Σε έρευνα των Pfeffer et al (2012) μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά γήρανσης (παλαίωσης) σομού ξύλου δασικής πεύκης (*Pinus sylvestris*) και ξύλου δασικής οξιάς (*Fagus sylvatica*) μετά από κατεργασία του ξύλου με υδρίαλο, σιλοζάνη ή DMDHEU. Τα δείγματα των ξύλων εκτέθηκαν σε εξωτερικές συνθήκες χωρίς όμως να βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος για 24 μήνες. Μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα οι επιφάνειες όλων των δειγμάτων παρουσίασαν έντονο μεταχρωματισμό. Με τη χρήση φασματοφωτομετρίας διαπιστώθηκε χημική αλλοίωση (αποδόμηση) της λιγνίνης σε όλα τα δείγματα από τα αρχικά στάδια της έκθεσης. Οι χημικές κατεργασίες του ξύλου επιβράδυναν την προσβολή του από μύκητες, ενώ ανάλογη επίδρασή στην αλλοίωση της λιγνίνης δεν ήταν ευδιάκριτη. Παρατηρήσεις με χρήση στερεοσκοπικού ηλεκτρονικού μικροσκοπίου (SEM) έδειξαν ότι η προσβολή από μύκητες επηρεάστηκε από τις διάφορες χημικές κατεργασίες που εφαρμόστηκαν στα δείγματα ξύλου. Στα δείγματα που δεν υποβλήθηκαν σε καμία επεξεργασία διαπιστώθηκε ακτινική διείδυση των υφών των μυκήτων διαμέσου των βοθρίων. Η ακτινική διείδυση των υφών των μυκήτων μειώθηκε σημαντικά σε δείγματα επεξεργασμένα με DMDHEU ενώ μυκητική προσβολή διαμέσου των βοθρίων δεν ήταν ορατή. Σε δείγματα επεξεργασμένα με υδρίαλο και σιλοζάνη, παρατηρήθηκε μόνο επιφανειακή προσβολή και καθόλου ακτινική διείδυση.

Οι Militz et al (2011) μελέτησαν την ανθεκτικότητα σε προσβολές από τερμίτες διαφόρων ειδών ξύλου τροποποιημένων με DMDHEU σε διαφορετικές περιοχές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τροποποίηση με DMDHEU προστάτεψε αποτελεσματικά τα ξύλα από τον τερμίτη *C. acinaciformis* σε κάποιες περιοχές, όχι όμως σε όλες τις περιπτώσεις. Επίσης δεν προστάτεψε αποτελεσματικά το ξύλο από τον τερμίτη *M. Darwiniensis*. Ανάμεσα στα διαφορετικά είδη ξύλου, παρατηρήθηκε ότι η τροποποιημένη ξυλεία της δασικής πεύκης προστατεύτηκε αποτελεσματικότερα απέναντι στις ζημιές που προκαλούν οι τερμίτες απ' ότι η τροποποιημένη ξυλεία της οξιάς.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Verma et al (2009) μελετήθηκαν οι μηχανισμοί προστασίας των κατεργασμένων με DMDHEU ξύλων απέναντι στη λευκή και την καστανή σήψης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ανθεκτικότητα δειγμάτων ξύλου Πεύκης και οξιάς απέναντι στους μύκητες *Trametes versicolor* και *Coniophora puteana* μεγάλωνε όσο αυξανόταν το ποσοστό συγκράτησης (σε αναλογία κατά βάρος ξύλου) της ουσίας DMDHEU. Σχεδόν πλήρης προστασία του ξύλου (απώλεια μάζας μικρότερη του 3%) επιτεύχθηκε σε ποσοστά συγκράτησης της ουσίας DMDHEU (κατά βάρος ξύλου) 15% για την οξιά και 10% για την Πεύκη.

Σε έρευνα πραγματοποιήθηκε από τους Xie et al (2007) μελετήθηκαν οι επιπτώσεις των χειρισμών ξυλείας με DMDHEU πάνω στις ιδιότητες εφελκυσμού του ξύλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αντοχή σε εφελκυσμό ξύλου Πεύκης επεξεργασμένου είτε αποκλειστικά με DMDHEU, είτε σε συνδυασμό με χλωριούχο μαγνήσιο ( $MgCl_2$ ), ελαττώθηκε σημαντικά. Η ελάττωση της αντοχής που παρατηρήθηκε μετά από χειρισμό του ξύλου με DMDHEU και  $MgCl_2$  ήταν περίπου τόσο υψηλή όσο το άθροισμα των απωλειών αντοχής που προσδιορίζεται μετά από μεμονωμένους χειρισμούς με  $MgCl_2$  ή με DMDHEU.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Pfeffer and Militz (2010) μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα της αντιμετώπισης της κυάνωσης σε ξυλεία τροποποιημένη είτε με DMDHEU, είτε με σιλοξάνη είτε με υδρίαλο. Στις εργαστηριακές δοκιμές που διεξήχθησαν χρησιμοποιήθηκε ξυλεία δασικής Πεύκης (*Pinus sylvestris*) και δασικής οξιάς (*Fagus sylvatica*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επεξεργασία με υδρίαλο θα μπορούσε να αποτρέψει την κυάνωση σε κάθε περίπτωση για τα δείγματα του σομφού ξύλου της δασικής Πεύκης. Η επεξεργασία με DMDHEU και σιλοξάνη θα μπορούσε να μειώσει τον μετααχρωματισμό της επιφάνειας, αλλά δεν εμποδίζει πλήρως την προσβολή από μύκητες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

---

## 5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ξυλεία σουηδικής Πεύκης χημικώς τροποποιημένη τύπου Belmadur και ξυλεία της ίδιας προέλευσης χωρίς καμία τροποποίηση η οποία χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας (*Εικόνα 1*). Τα πειράματα (κοπή δειγμάτων, μετρήσεις, ιδιότητες κ.τ.λ.) πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια του Τμήματος Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, ΤΕΙ Θεσσαλίας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων έγιναν συγκρίσεις ανάμεσα στους μάρτυρες και στην χημικώς τροποποιημένη ξυλεία.



*Εικόνα 1 : Αρχικά δείγματα πειράματος .*



## 5.1. ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (DIN S2182/1976)

Για τη μέτρηση της φαινομενικής πυκνότητας χρησιμοποιήθηκαν σαράντα δείγματα 1x1x1 cm διαστάσεων. Τα είκοσι από αυτά ήταν δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης και τα υπόλοιπα είκοσι ήταν δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (*Εικόνα 2*).



*Εικόνα 2 : Δείγματα φαινομενικής πυκνότητας .*

Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε θάλαμο κλιματισμού σε κανονικές συνθήκες 20° C και 65% σχετική υγρασία (*Εικόνα 3*).



*Εικόνα 3: Θάλαμος κλιματισμού .*

Αφού κλιματίστηκαν για 48h, ζυγίστηκε το βάρος τους σε ζυγό ακριβείας (Εικόνα 4) και μετρήθηκαν οι διαστάσεις τους (μήκος, πλάτος, πάχος) με ηλεκτρονικό παχύμετρο (Εικόνα 5), ώστε να υπολογιστεί η φαινομενική τους πυκνότητα (ισοδύναμη υγρασία ξύλου περίπου 12%).



**Εικόνα 4 :** Μέτρηση σε ζυγό ακριβείας .



**Εικόνα 5 :** Μέτρηση με ηλεκτρονικό παχύμετρο .

Ο υπολογισμός της πυκνότητας έγινε σύμφωνα με το μαθηματικό τύπο:

$$R_x = \frac{W_x}{V_x}$$

Όπου: **R<sub>x</sub>** = φαινομενική πυκνότητα (g/cm<sup>3</sup>)  
**W<sub>x</sub>** = βάρος σε X υγρασία (g)  
**V<sub>x</sub>** = όγκος σε X υγρασία (cm<sup>3</sup>)

## 5.2. ΞΗΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (DIN S2182/1976)

Για τη μέτρηση της ξηρής πυκνότητας χρησιμοποιήθηκαν σαράντα δείγματα 1x1x1 cm διαστάσεων. Τα είκοσι από αυτά ήταν δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης και τα υπόλοιπα είκοσι ήταν δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (βλ. *Εικόνα 2*).

Τα δείγματα αυτά τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για 24h (είκοσι τέσσερις ώρες) σε θερμοκρασία  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  (*Εικόνα 6*).



*Εικόνα 6 : Κλίβανος .*

Στη συνέχεια ζυγίστηκε το βάρος τους σε ζυγό ακριβείας (βλ. *Εικόνα 4*) και μετρήθηκαν οι διαστάσεις τους (μήκος, πλάτος, πάχος) με ηλεκτρονικό παχύμετρο (βλ. *Εικόνα 5*), ώστε να υπολογιστεί η ξηρή τους πυκνότητα.

Ο υπολογισμός της πυκνότητας έγινε σύμφωνα με το μαθηματικό τύπο:

$$\rho_o = \frac{W_o}{V_o}$$

Όπου:  $\rho_o$  = ξηρή πυκνότητα ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )  
 $W_o$  = ξηρό βάρος (g)  
 $V_o$  = ξηρός όγκος ( $\text{cm}^3$ )

### 5.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΡΙΚΝΩΣΗΣ (DIN S2184/1979)

Για τον προσδιορισμό της ρίκνωσης χρησιμοποιήθηκαν οι διαστάσεις των δειγμάτων με ισοδύναμη υγρασία 12%, μετά τον κλιματισμό τους για 48 ώρες σε θάλαμο κλιματισμού σε κανονικές συνθήκες 20°C και 65% σχετική υγρασία (βλ. *Εικόνα 3*).

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι διαστάσεις των ιδίων δειγμάτων μετά την τοποθέτησή τους στον κλίβανο για 24 ώρες σε θερμοκρασία 103±2oC (υγρασία 0%) (βλ. *Εικόνα 6*).

Ο υπολογισμός της μείωση των διαστάσεων (ρίκνωση) για μεταβολή υγρασίας από 12% σε 0%, έγινε σύμφωνα με τον εξής μαθηματικό τύπο:

$$\rho = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100 (\%)$$

$\rho$  = ρίκνωση, επί τοις εκατό της χλωρής διάστασης (%)  
 $L_1$  = χλωρή διάσταση (cm)  
 $L_2$  = ξηρή διάσταση (cm)

## 5.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΣΕ ΝΕΡΟ 2, 6 ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ (DIN S2184/1979)

Για τον προσδιορισμό της προσρόφησης έγινε λήψη είκοσι δοκιμίων διαστάσεων 20mm X 20mm ξύλου σουηδικής Πεύκης και είκοσι δοκιμίων διαστάσεων 20mm X 20mm τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (βλ. *Εικόνα 2*), για το πείραμα των 2, 6 και 24 ωρών. Μετά την λήψη των δοκιμίων έγινε κλιματισμός σε θάλαμο κλιματισμού ( $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  θερμοκρασία και  $65\pm 5\%$  υγρασία) (βλ. *Εικόνα 3*). Στη συνέχεια έγινε μέτρηση του βάρους των δοκιμίων με ισοδύναμη υγρασία 12% (βλ. *Εικόνα 4*).

Πριν την εμβάπτιση έγινε μέτρηση των τριών διαστάσεων (μήκος, πλάτος, πάχος) στο μέσο του δοκιμίου με ακρίβεια 0,01mm η οποία χρησιμοποιήθηκε μετά από 4 μέρες για τον υπολογισμό της διόγκωσης.

Η εμβάπτιση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε μέσα σε δοχείο με νερό, το οποίο είχε θερμοκρασία  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  και επαρκή απόσταση μεταξύ των δοκιμίων και των τοιχωμάτων. Επίσης η άνω πλευρά του δοκιμίου πρέπει να απέχει απόσταση τουλάχιστον  $25\pm 5\text{mm}$  από την επιφάνεια του νερού (*Εικόνα 7*).



*Εικόνα 7 : Εμβάπτιση δειγμάτων .*

Μετά την παρέλευση καθορισμένης διάρκειας παραμονής στο νερό (2, 6 και 24 ωρών) (Εικόνα 8), τα δοκίμια εξάγονται από το νερό, απομακρύνεται η περίσσεια νερού και μετριέται το βάρος των δοκιμίων αντίστοιχα μετά από 2, 6 και 24 ώρες.



*Εικόνα 8 : Παραμονή δειγμάτων σε νερό .*

Η προσρόφηση του νερού μετά από 2, 6 και 24 ώρες μετρήθηκε σε σχέση με το αρχικό βάρος τους με βάση τον τύπο:

$$G_w(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \cdot 100$$

Όπου,  $w_1$ : το πάχος του δοκιμίου πριν την εμβάπτιση στο νερό  
 $w_2$ : το πάχος του δοκιμίου μετά την εμβάπτιση στο νερό

Μετά από 4 ημέρες στις οποίες τα δείγματα διατηρήθηκαν μέσα στο νερό (πλήρως κορεσμένα με νερό) μετρήθηκαν με τον ίδιο τρόπο οι διαστάσεις τους και υπολογίστηκε η διόγκωση με τον παρακάτω τύπο:

$$\delta = \frac{L_1 - L_2}{L_2} \times 100 (\%)$$

$\delta$  = διόγκωση, επί τοις εκατό της ξηρής διάστασης (%)

$L_1$  = χλωρή διάσταση (cm)

$L_2$  = ξηρή διάσταση (cm)



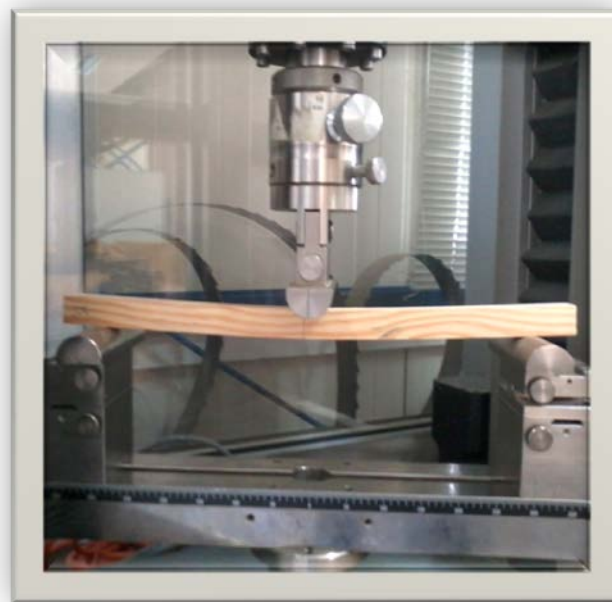
## 5.5. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ – (Μέτρο ελαστικότητας και μέτρο θραύσης.) (DIN S2186/1978)

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε κάμψη έγινε λήψη 20 δοκιμών τυχαίας επιλογής. Τα δέκα από αυτά ήταν δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης και τα υπόλοιπα δέκα ήταν δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur. Το πλάτος των δοκιμών ήταν 20mm, ενώ το μήκος ήταν ίσο με το 15πλάσιο του πάχους του αυξανόμενο κατά 3x20mm.

Πριν την δοκιμή έγινε κλιματισμός των δοκιμών σε κανονικό κλίμα (*Εικόνα 9*) και ακολούθησε η μέτρηση του πάχους και του πλάτους των δοκιμών στο μέσο του μήκους τους. Τα δοκίμια τοποθετήθηκαν στη μηχανή αντοχής για την εκτέλεση του πειράματος. Η φόρτιση του δοκιμίου έγινε στο μέσο του μήκους (*Εικόνα 10*) με σταθερή ταχύτητα, τέτοια ώστε η συνολική διάρκεια του πειράματος να κυμαίνεται ( $60\pm 30$ )s.



*Εικόνα 10* : Δείγματα σε θάλαμο κλιματισμού .



*Εικόνα 9* : Φόρτιση δοκιμίου .

Κατά τη διάρκεια του πειράματος μετρήθηκαν και οι τιμές που απαιτούνται για τον προσδιορισμό του μέτρου ελαστικότητας. Μετά την θραύση όλων των δοκιμίων προσδιορίστηκε ο μέσος όρος (Μ.Ο) το μέγιστο (Max) και το ελάχιστο (Min), ενώ το μέτρο θραύσης  $\sigma$  (N/mm<sup>2</sup>) υπολογίστηκε από το τύπο:

$$\sigma = \frac{3F_{\max} \cdot l}{2b \cdot h^2}$$

όπου,  $F_{\max}$ : το φορτίο θραύσης σε N

$l$ : η απόσταση των μέσων των υποστηριγμάτων σε mm.

$b$ : πλάτος δοκιμίου σε mm.

$h$ : πάχος δοκιμίου σε mm.

Το μέτρο ελαστικότητας  $E$  (N/mm<sup>2</sup>) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E = \frac{l^3(F_2 - F_1)}{4b \cdot h^3(Q_2 - Q_1)}$$

όπου,  $l$  : η απόσταση των μέσων των υποστηριγμάτων σε mm.

$b$  : πλάτος δοκιμίου σε mm.

$h$  : πάχος δοκιμίου σε mm.

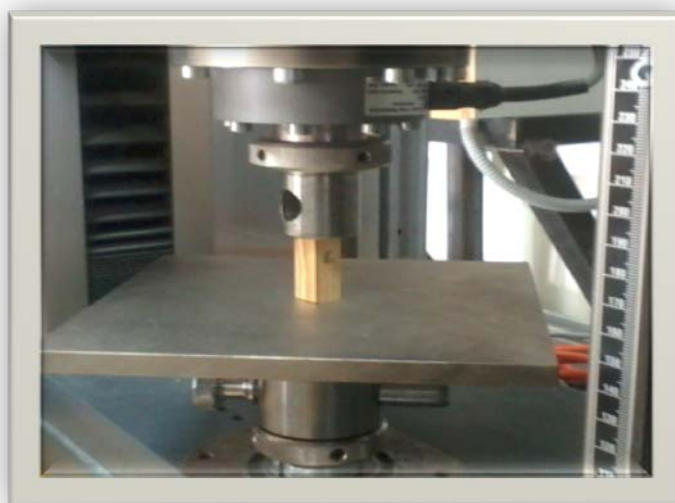
$F_2 - F_1$ : η μεταβολή της δύναμης στο ευθύγραμμο τμήμα του διαγράμματος δύναμης – παραμόρφωσης σε N. Το  $F_1$  πρέπει περίπου να φτάνει το 10% και το  $F_2$  περίπου το 30% του φορτίου θραύσης.

$a_2 - a_1$ : η μεταβολή του βέλους κάμψης που αντιστοιχεί στη μεταβολή του φορτίου ( $F_1 - F_2$ ).

## 5.6. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ (DIN S2185/1976)

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε αξονική θλίψη χρησιμοποιήθηκαν 28 τυχαίας επιλογής δείγματα, διαστάσεων 15x15x400 mm. Τα 14 από αυτά ήταν δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης και τα υπόλοιπα 14 ήταν δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πριν την δοκιμή έγινε κλιματισμός των δοκιμίων σε κανονικό κλίμα και ακολούθησε η μέτρηση του πάχους και του πλάτους των δοκιμίων στο μέσο του μήκους τους. Τα δοκίμια τοποθετήθηκαν στη μηχανή αντοχής για την εκτέλεση του πειράματος. Η φόρτιση του δοκιμίου έγινε με σταθερή ταχύτητα, τέτοια ώστε η συνολική διάρκεια του πειράματος να κυμαίνεται  $(60\pm 30)s$  (Εικόνα 11).



Εικόνα 11 : Φόρτιση δοκιμίου

Κατά τη διάρκεια του πειράματος μετρήθηκαν οι τιμές της μέγιστης δύναμης που απαιτήθηκε για την υποχώρηση των δοκιμίων σε αξονική θλίψη. Οι τιμές της αντοχής των δοκιμίων σε αξονική θλίψη υπολογίστηκαν με βάση τον τύπο:

$$C = \frac{F_{max}}{A}$$

όπου,  $F_{max}$ : το μέγιστο φορτίο σε N

A: διατομή δείγματος σε  $mm^2$

## 5.7. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ JANKA (ASTM D1037)

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σε αξονική θλίψη χρησιμοποιήθηκαν 26 τυχαίας επιλογής δείγματα, πάχους 25 mm. Τα 13 από αυτά ήταν δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης και τα υπόλοιπα 13 ήταν δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πριν την δοκιμή έγινε κλιματισμός των δοκιμών σε κανονικό κλίμα. Τα δοκίμια τοποθετήθηκαν σε επίπεδη επιφάνεια σε μια μηχανή δοκιμών και στην πάνω επιφάνειά τους έγινε φόρτιση με σφαιρική κεφαλή διαμέτρου 11,28mm. Η σκληρότητα αντιπροσωπεύεται από τη δύναμη (σε N) που απαιτείτε ούτως ώστε η ως άνω σφαιρική κεφαλή εισέλθει κατά το ήμισυ της στη μάζα του ξύλου. Η ταχύτητα μετακίνησης της κεφαλής ήταν σταθερή 6mm/min (*Εικόνα 12*).

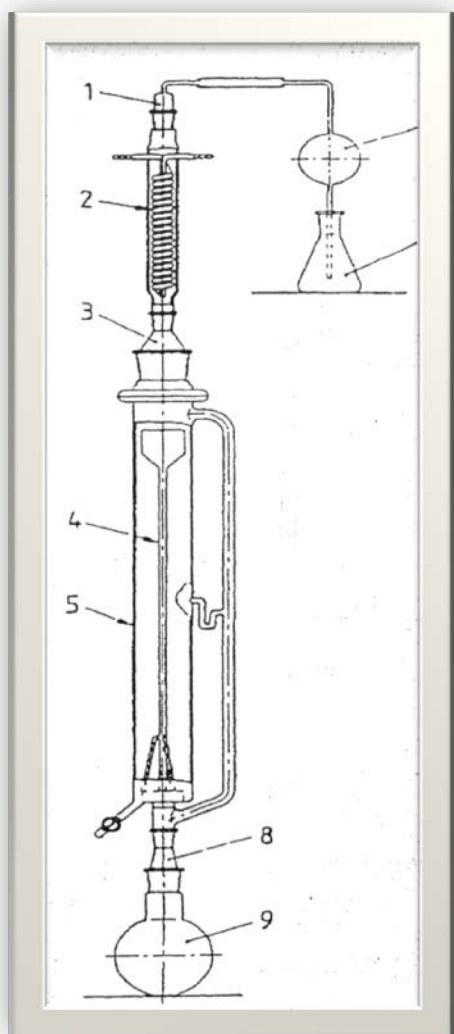


*Εικόνα 12 : Φόρτιση δοκιμίου*

## 5.8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΦΟΡΜΑΛΔΕΥΔΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ PERFORATOR (EN 120)

### ➤ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ ΤΗΣ ΦΟΡΜΑΛΔΕΥΔΗΣ ΜΕ ΣΥΣΚΕΥΗ PERFORATOR

Για τη διενέργεια αυτού του πειράματος χρησιμοποιήθηκε μια ειδική για το σκοπό αυτό συσκευή εκχυλίσεως ονομαζόμενη Perforator (Σχήμα 1). Τα δοκίμια διαστάσεων 25mm x 25mm x 25mm εκχυλίζονται με τη βοήθεια του τολουολίου και η φορμαλδεΐδη δεσμεύεται σε αποσταγμένο νερό όπου τα ποσοστά της μετρούνται με την αναλυτική μέθοδο της φωτομετρίας.



**Σχήμα 1:** Συσκευή μέτρησης των περιεχόμενων ποσοστών φορμαλδεΐδης συγκολλημένων προϊόντων με τη μέθοδο Perforator. 1. Κωνικός σύνδεσμος 29/32, 2. Ψύκτης, 3.κωνικοί σύνδεσμοι 45/40, 4.φίλτρο, 5. Εκχυλιστήρας τύπου Perforator, 6. Σφαιρικός σωλήνας απορροφήσεως, 7. Κωνική φιάλη (Erlenmeyer) 250 ml, 8. Κωνικοί σύνδεσμοι 29/32 και 45/40, 9. Σφαιρική φιάλη, 10. Σιφώνιο.

Αναλυτικά τα στάδια που ακολουθούνται είναι τα εξής:

Χρησιμοποιήθηκαν ~110g περίπου ποσότητα δοκιμίων ξύλου σουηδικής Πεύκης και ~110g περίπου ποσότητα δοκιμίων τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur τα οποία τοποθετήθηκαν στη σφαιρική φιάλη της συσκευής, ύστερα έγινε προσθήκη 600 ml καθαρού τολουολίου (απαλλαγμένο από νερό και ξένες προσμίξεις). Στη συνέχεια τοποθετήθηκε ο κωνικός σύνδεσμος επί της φιάλης και μετά ο εκχυλιστήρας με το φίλτρο. Στον εκχυλιστήρα έγινε προσθήκη 1000 ml αποσταγμένου νερού έτσι ώστε μεταξύ της ελεύθερης στάθμης του νερού και της θέσης εκροής του σιφωνίου του εκχυλιστήρα να υπάρχει μια απόσταση 2 έως 3cm. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε ο κωνικός σύνδεσμος και ο ψύκτης στον εκχυλιστήρα ο οποίος συνδέεται με το σωλήνα απορροφήσεως. Στο τελικό άκρο του σωλήνα απορροφήσεως προσαρμόζεται η κωνική φιάλη στην οποία προστέθηκε 100 ml αποσταγμένου νερού ώστε τυχόν ποσότητα φορμαλδεΐδης που δεν θα δεσμευθεί από το νερό απορροφηθεί από το νερό της κωνικής φιάλης. Αφού τελειώσει η συνδεσμολογία αρχίζει η λειτουργία της συσκευής με θέρμανση της σφαιρικής φιάλης με κατάλληλο θερμαντικό μανδύα (*Εικόνα 13*).



Η συνολική διάρκεια της εκχύλισης των δοκιμίων στο φίλτρο υπερβαίνει τα 200 λεπτά. Η εμφάνιση των πρώτων φυσαλίδων τολουολίου στο φίλτρο υπερβαίνει τα 200 λεπτά.

**Εικόνα 13:** Συσκευή μέτρησης των περιεχόμενων ποσοστών φορμαλδεΐδης δειγμάτων με την μέθοδο perforator.

ώρες. Η θερμοκρασία πρέπει να ρυθμίζεται έτσι ώστε οι φυσαλίδες να εμφανιστούν μέσα σε 20 έως 30 min από την έναρξη της θέρμανσης. Ακόμη η θερμοκρασία εκχύλισης πρέπει να επιτρέπει την επανασυλλογή 70 με 90 σταγόνων τολουολίου ανά λεπτό καθ' όλη τη διάρκεια της εκχύλισης. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε κατά τη διάρκεια της εκχύλισης να μη διοχετευθεί νερό από τη κωνική φιάλη απορροφήσεως στα άλλα μέρη της συσκευής.

Μετά την πάροδο 2 ωρών από την έναρξη της εκχύλισης διακόπτεται η θέρμανση και απομακρύνεται η κωνική φιάλη απορροφήσεως. Το περιεχόμενο του εκχυλιστήρα (υδάτινο διάλυμα φορμαλδεΐδης στην επιφάνεια του οποίου επιπλέει ποσότητα τολουολίου) μετά την ψύξη περίπου στους 20 °C γίνεται μεταφορά του σε ογκομετρική φιάλη των 2000 ml και το τολουόλιο απομακρύνεται από το διάλυμα με σιφώνιο.

Στη συνέχεια εκπλύνεται η συσκευή Perforator 2 φορές με την προσθήκη κάθε φορά 200 ml αποσταγμένου νερού. Το νερό αυτό της έκπλυσης μαζί με το νερό της κωνικής φιάλης απορροφήσεως προστίθενται στη φιάλη των 2000 ml η οποία ακολούθως πληρούται με αποσταγμένο νερό μέχρι 2000 ml. Από τη φιάλη αυτή παίρνονται τα δείγματα για τον αναλυτικό προσδιορισμό των ποσοστών φορμαλδεΐδης. Για κάθε προσδιορισμό διενεργούνται δύο ή τρεις επαναλήψεις.

Η ίδια ακριβώς διαδικασία εκχύλισης επαναλαμβάνεται χωρίς τη χρησιμοποίηση δειγμάτων του προϊόντος ξύλου δηλαδή μόνο με τολουόλιο (τυφλό πείραμα εκχύλισης).

Με αυτόν τον τρόπο ελέγχεται η ποιότητα τολουολίου. Εάν προκύψει τιμή η οποία υπερβαίνει το 1 mg φορμαλδεΐδης /600 ml τολουολίου, τότε το τολουόλιο κρίνεται ακατάλληλο και δεν χρησιμοποιείται.

➤ **ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ  
ΦΟΡΜΑΛΔΕΥΔΗΣ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΟ (acetylacetone method)**

Η ποσότητα της φορμαλδεΐδης που υπάρχει στο υδατικό διάλυμα της εκχύλισης μετρείται με την αναλυτική μέθοδο της φωτομετρίας.

Αρχικά δημιουργούνται για τη διενέργεια της μέτρησης τα εξής διαλύματα:

**Ακετυλοακετόνη Διάλυμα.** Προστίθενται 4 ml ακετυλοακετόνη σε 1000 ml ογκομετρική φιάλη στην οποία γίνεται πλήρωση μέχρι το σημάδι με αποσταγμένο νερό.

**Οξικό αμμώνιο διάλυμα.** Διαλύονται 200 g οξικό αμμώνιο σε 1000 ml ογκομετρική φιάλη στην οποία γίνεται πλήρωση μέχρι το σημάδι με αποσταγμένο νερό.

Στη συνέχεια η διαδικασία παραγωγής του τελικού διαλύματος είναι η εξής:

Σε μια φιάλη των 50 ml προστίθενται με τη βοήθεια σιφωνίου 10 ml από το υδατικό διάλυμα φορμαλδεΐδης, 10 ml acetylacetone και 10 ml Ammonium acetate (*Εικόνα 14*).



*Εικόνα 14 : Σύνεργα για την παρασκευή του τελικού διαλύματος .*

Έπειτα η φιάλη πωματίζεται, αναδεύεται και την τοποθετείται για 15 λεπτά σε υδατόλουτρο (water bath) σε θερμοκρασία 40<sup>0</sup> C (*Εικόνα 15*).





**Εικόνα 15** : Συσκευή υδατόλουτρου .

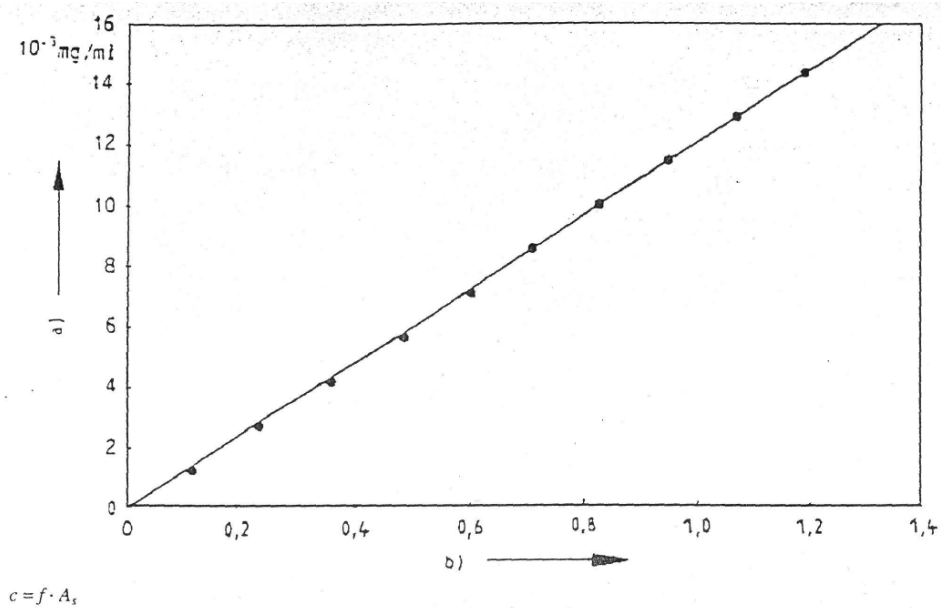
Τέλος, το πρασινοκίτρινο διάλυμα αφήνεται να κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου και σε σκοτεινό μέρος για 1 ώρα. Η απορρόφηση αυτού του διαλύματος μετρείται σε μήκος κύματος 412 nm χρησιμοποιώντας φασματοφωτόμετρο (**Εικόνα 16**). Το blank αντί για διάλυμα φορμαλδεΐδης πληρώνεται με νερό.



Γνωρίζοντ **Εικόνα 16** : Συσκευή φασματοφωτόμετρου . Η κλίθια του διαγράμματος (ελίγμα 5) το οποίο έχει δημιουργηθεί από σταδιακά διάλυμα φορμαλδεΐδης μπορεί να γίνει προσδιορισμός της ποσότητας φορμαλδεΐδης σε mg ανά 100 g ξηρής μάζας ξυλοπλάκας με την ακόλουθη σχέση:

$$\text{Τιμή perforator} = \frac{(A_S - A_B) * f * (100 + H) * V}{m_H} \text{ mg/100 g}$$

- όπου,
- $A_S$ : Απορρόφηση του διαλύματος εκχύλισης.
  - $A_B$ : Απορρόφηση του απιονισμένου νερού που χρησιμοποιήθηκε κατά την εκχύλιση.
  - $H$ : περιεχόμενη υγρασία της ξυλοπλάκας (%)
  - $m_H$ : η μάζα των δοκιμίων που εκχυλίστηκαν σε g
  - $V$ : ο όγκος της ογκομετρικής κωνικής φιάλης (2000 ml)
  - $f$ : η κλίση της καμπύλης διακρίβωσης, σε mg/ml (βλ. Σχήμα 2)



**Σχήμα 2 :** Διάγραμμα διακρίβωσης της συγκέντρωσης φορμαλδεΐδης και του αντίστοιχου μήκους απορρόφησης

## 5.9. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΞΥΛΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ (SOIL TEST)

Για τον προσδιορισμό της ανθεκτικότητας του ξύλου μετά από επαφή με το έδαφος (soil test) χρησιμοποιήθηκαν συνολικά είκοσι δοκίμια ξύλου. Τα δέκα από αυτά ήταν δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης και τα υπόλοιπα δέκα ήταν δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Αφού τοποθετηθήκαν σε θάλαμο κλιματισμού σε κανονικές συνθήκες 20°C και 65% σχετική υγρασία, μετρήθηκε το βάρος τους και λείφθηκαν φωτογραφίες όπως ήταν στην αρχική τους κατάσταση.

Στη συνέχεια τοποθετηθήκαν κατά το ήμισυ μέσα στο χώμα για 1 έτος (*Εικόνα 17*), ώστε να προσδιοριστούν οι μεταβολές τους σε βάρος καθώς επίσης για να προσδιοριστούν τυχόν αλλοιώσεις των δοκιμίων.



*Εικόνα 17 : Δείγματα τοποθετημένα στο έδαφος.*

## 5.10. ΜΕΤΑΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ (CIE Lab)

Για τον προσδιορισμό των μεταχρωματισμών χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 28 δείγματα και τοποθετήθηκαν σε θάλαμο κλιματισμού σε κανονικές συνθήκες 20°C και 65% σχετική υγρασία.

Τα δεκατέσσερα από αυτά ήταν δείγματα ξύλου σουηδικής πεύκης και τα υπόλοιπα δεκατέσσερα ήταν δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής πεύκης τύπου Belmadur, τα μισά εκ των οποίων αντίστοιχα επαλείφθηκαν με 2 ml βερνίκι άχρωμο cetol wf771 της εταιρείας Sikkens (*Εικόνα 18*). Παράλληλα σε όλα τα δείγματα επαλείφθηκε πλευρικό κάλυμμα πουλουουρεθανικού βερνικιού λευκού χρώματος της Sayerlack με καταλύτη TH-1400 σε αναλογία 2:1 αντίστοιχα (*Εικόνα 19*).



*Εικόνα 18 : Επάλειψη με άχρωμο βερνίκι*



**Εικόνα 19 :** Επάλειψη πουλυουρεθανικού βερνικιού λευκού χρώματος.

Τέλος μετρήθηκαν οι τρεις χρωματικές μεταβλητές ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) όλα τα δείγματα με ένα ειδικό ηλεκτρονικό μηχάνημα, το χρωματόμετρο (Εικόνα 20).



**Εικόνα 18 :** Μέτρηση με το χρωματόμετρο .

Η μεταβλητή  $L^*$  έχει κλίμακα από 0 έως 100 και αντιπροσωπεύει την λευκότητα του χρώματος. Τιμή της μεταβλητής  $L$  ίση με μηδέν αντιστοιχεί στο απόλυτο μαύρο, ενώ όταν είναι ίση με εκατό αντιστοιχεί με το απόλυτο λευκό χρώμα.

Η μεταβλητή  $a^*$  έχει κλίμακα από -100 έως +100 και δείχνει πόσο κόκκινο (θετικές τιμές) ή πόσο πράσινο (αρνητικές τιμές) είναι το χρώμα.

Τέλος, η μεταβλητή  $b^*$  ή αλλιώς βαθμός κιτρινίσματος έχει κλίμακα από -100 έως +100 και δείχνει πόσο κίτρινο (θετικές τιμές) ή πόσο μπλε (αρνητικές τιμές) είναι το χρώμα.

Οι συνολικές μεταβολές αποχρώσεων ( $\Delta E^*$ ) που οφείλονται σε κάποιο χειρισμό ή άλλο παράγοντα υπολογίζονται από τον μαθηματικό τύπο :

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Όπου,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  και  $\Delta b^*$  : οι μεταβολές (πριν και μετά τον χειρισμό) των χρωματικών παραμέτρων  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  αντίστοιχα.

Συμφώνα με τον παραπάνω τύπο, χαμηλές τιμές του  $\Delta E^*$  αντιστοιχούν σε μικρές διαφορές αποχρώσεων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

---

## 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 6.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Συγκρίνοντας τους πίνακες 1 και 2 για τον προσδιορισμό της φαινομενικής πυκνότητας παρατηρείται πως τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης (C) έχουν μεγαλύτερη φαινομενική πυκνότητα από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

Πίνακας 1. Φαινομενική πυκνότητα ξύλου σουηδικής Πεύκης (C)

A/A	Διαστάσεις (cm)			Μάζα σε (gr)	Όγκος σε cm <sup>3</sup>	Πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική			
MAX	2.05	1.98	1.17	3.34	4.69	0.75
MIN	2.02	1.95	1.10	3.19	4.33	0.68
M.O	2.04	1.96	1.14	3.26	4.56	<b>0.71</b>
Sd	0.01	0.01	0.02	0.05	0.11	0.02

Πίνακας 2. Φαινομενική πυκνότητα ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

A/A	Διαστάσεις (cm)			Μάζα σε (gr)	Όγκος σε cm <sup>3</sup>	Πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική			
MAX	1.98	2.04	1.16	2.90	4.60	0.63
MIN	1.94	2.01	1.14	2.52	4.50	0.55
M.O	1.96	2.02	1.15	2.67	4.56	<b>0.59</b>
Sd	0.01	0.01	0.00	0.11	0.03	0.02

Η μέση φαινομενική πυκνότητα στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **0.71** gr/cm<sup>3</sup> ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι μικρότερη και ήταν **0.59** gr/cm<sup>3</sup>.



## 6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΞΗΡΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Συγκρίνοντας τους πίνακες 3 και 4 για τον προσδιορισμό της ξηρής πυκνότητας παρατηρείται πως τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πίνακας 3. Ξηρή πυκνότητα ξύλου σουηδικής Πεύκης (C)

A/A	Διαστάσεις (cm)			Μάζα σε (gr)	Όγκος σε cm <sup>3</sup>	Πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική			
MAX	1,97	1,92	1,16	2,99	4,36	0,74
MIN	1,95	1,89	1,06	2,85	3,93	0,66
M.O	1,96	1,91	1,14	2,91	4,26	<b>0,68</b>
Sd	0,00	0,01	0,03	0,04	0,11	0,02

Πίνακας 4. Ξηρή πυκνότητα ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

A/A	Διαστάσεις (cm)			Μάζα σε (gr)	Όγκος σε cm <sup>3</sup>	Πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική			
MAX	1,94	2,00	1,16	2,67	4,46	0,61
MIN	1,90	1,98	1,15	2,32	4,35	0,53
M.O	1,92	1,99	1,15	2,46	4,41	<b>0,56</b>
Sd	0,01	0,00	0,00	0,10	0,03	0,02

Η μέση ξηρή πυκνότητα στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **0,68** gr/cm<sup>3</sup> ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι μικρότερη και ήταν **0,56** gr/cm<sup>3</sup>.

## 6.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΡΙΚΝΩΣΗ

Συγκρίνοντας τους πίνακες 5 και 6 για τον προσδιορισμό της ρίκνωσης παρατηρείται πως τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν την διπλάσια διαστασιακή μεταβολή και μικρότερη μεταβολή μάζας από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πίνακας 5. Ρίκνωση ξύλου σουηδικής Πεύκης (C)

A/A	Διαστασιακή μεταβολή (%)			Μεταβολή μάζας (%)
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική	
MAX	10,50	8,49	7,55	52,16
MIN	8,26	5,32	0,00	38,28
M.O	9,19	6,79	1,72	<b>40,61</b>
Sd	0,64	0,80	2,01	2,90

Πίνακας 6. Ρίκνωση ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

A/A	Διαστασιακή μεταβολή (%)			Μεταβολή μάζας (%)
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική	
MAX	7,52	5,75	3,81	48,10
MIN	3,25	2,74	0,09	40,60
M.O	4,82	3,88	0,84	<b>45,39</b>
Sd	1,01	0,89	0,98	2,01

Η μέση διαστασιακή μεταβολή, κατά τη ρίκνωση, στο ξύλο σουηδικής Πεύκης και στις 3 διαστάσεις, εφαπτομενική, ακτινική και αξονική αντίστοιχα (**9,19-6,79-1,72**) βρέθηκε να ήταν **διπλάσια** σε σχέση με την ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (**4,82-3,88-0,84**).

## 6.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΟΓΚΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΣΕ ΝΕΡΟ 2, 6 ΚΑΙ 24 ΩΡΕΣ

### ➤ Αποτελέσματα διόγκωσης :

Συγκρίνοντας τους πίνακες 7 και 8 για τον προσδιορισμό της διόγκωσης παρατηρείται πως μετά από τέσσερις μέρες μέσα στο νερό τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν την διπλάσια διαστασιακή μεταβολή και μικρότερη μεταβολή μάζας από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πίνακας 7. Διόγκωση ξύλου σουηδικής Πεύκης (C)

A/A	Διαστασιακή μεταβολή (%)			Μεταβολή μάζας (%)
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική	
MAX	12,30	9,34	13,99	71,23
MIN	10,23	6,25	0,69	59,03
M.O	11,08	7,42	2,95	<b>64,70</b>
Sd	0,58	0,90	3,08	3,31

Πίνακας 8. Διόγκωση ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

A/A	Διαστασιακή μεταβολή (%)			Μεταβολή μάζας (%)
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική	
MAX	8,02	5,57	4,68	90,21
MIN	3,14	2,31	0,00	65,78
M.O	4,80	3,61	0,98	<b>80,32</b>
Sd	1,17	1,01	1,23	6,43

Η μέση διαστασιακή μεταβολή, κατά τη διόγκωση στο ξύλο σουηδικής Πεύκης και στις 3 διαστάσεις, εφαπτομενική, ακτινική και αξονική αντίστοιχα (**11,08-7,42-2,95**) βρέθηκε να ήταν **διπλάσια και παραπάνω** σε σχέση με την ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (**4,80-3,61-0,98**).

➤ **Αποτελέσματα προσρόφησης μετά από εμβάπτιση σε νερό :**

Συγκρίνοντας τους πίνακες 9 και 10 για τον προσδιορισμό της προσρόφησης μετά από εμβάπτιση σε νερό παρατηρείται πως από την αρχή έως και το πέρας 6 ωρών τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν μεγαλύτερο ποσοστό προσρόφησης ενώ μετά από το πέρας των 6 ωρών έως και τις 24 ώρες το ποσοστό προσρόφησης είναι μικρότερο από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πίνακας 9. Προσρόφηση ξύλου σουηδικής Πεύκης (C).

A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό Προσρόφησης (%)
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 2 ΩΡΕΣ			
MAX	2,99	4,22	48,07
MIN	2,85	3,81	32,29
M.O	2,91	4,08	<b>39,99</b>
Sd	0,04	0,13	4,09
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΩΡΕΣ			
MAX	2,99	4,34	52,28
MIN	2,85	4,01	39,24
M.O	2,91	4,22	<b>44,84</b>
Sd	0,04	0,10	3,36
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 24 ΩΡΕΣ			
MAX	2,99	4,57	58,60
MIN	2,85	4,27	48,26
M.O	2,91	4,46	<b>52,94</b>
Sd	0,04	0,09	2,71

Πίνακας 10. Προσρόφηση ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό Προσρόφησης (%)
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 2 ΩΡΕΣ			
MAX	2,67	3,56	45,53
MIN	2,32	3,04	22,58
M.O	2,46	3,38	<b>37,69</b>
Sd	0,10	0,13	6,71
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΩΡΕΣ			
MAX	2,67	3,71	50,64
MIN	2,32	3,33	35,92
M.O	2,46	3,54	<b>44,30</b>
Sd	0,10	0,09	4,72
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 24 ΩΡΕΣ			
MAX	2,67	4,00	62,98
MIN	2,32	3,66	49,62
M.O	2,46	3,82	<b>55,40</b>
Sd	0,10	0,10	4,27

Το μέσο ποσοστό της προσρόφησης, μετά από εμβάπτιση σε νερό **2, 6, 24** ωρών στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **39,99%, 44,84%, 52,94%** αντίστοιχα, ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι κατά λίγο μικρότερο και ήταν **37,69 %, 44,30%, 55,40%** αντίστοιχα.

## 6.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ – (Μέτρο ελαστικότητας και μέτρο θραύσης.)

Συγκρίνοντας τους πίνακες 11 και 12 για τον προσδιορισμό της αντοχής σε κάμψη παρατηρείται πως τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν περίπου την διπλάσια αντοχή σε κάμψη και μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πίνακας 11. Αντοχή σε κάμψη ξύλου σουηδικής Πεύκης (C)

A/A	Διαστάσεις (mm)		Μέγιστη δύναμη Fmax (N)	Αντοχή σε Κάμψη $\sigma=3FI/2bh^2$ (N/mm <sup>2</sup> )	Μέτρο Ελαστικότητας $E=l^3*\Delta F/4bh^3*\Delta l$ (N/mm <sup>2</sup> )
	Πλάτος(b)	Πάχος(h)			
MAX	19,65	20,45	1912,35	109,83	19612,40
MIN	19,30	19,49	1347,32	80,81	6931,21
M.O	19,53	19,89	1692,57	<b>98,51</b>	<b>12935,32</b>
Sd	0,14	0,42	161,41	8,06	3428,04

Πίνακας 12. Αντοχή σε κάμψη ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

A/A	Διαστάσεις (mm)		Μέγιστη δύναμη Fmax (N)	Αντοχή σε Κάμψη $\sigma=3FI/2bh^2$ (N/mm <sup>2</sup> )	Μέτρο Ελαστικότητας $E=l^3*\Delta F/4bh^3*\Delta l$ (N/mm <sup>2</sup> )
	Πλάτος(b)	Πάχος(h)			
MAX	21,53	20,45	1423,12	82,83	15230,50
MIN	18,40	19,47	562,40	33,53	8171,98
M.O	19,70	19,80	990,29	<b>57,32</b>	<b>10860,96</b>
Sd	0,75	0,35	274,30	13,98	2035,11

Η αντοχή σε κάμψη στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **98,51 N/mm<sup>2</sup>** ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι περίπου η μισή και ήταν **57,32 N/mm<sup>2</sup>**. Αντίστοιχα το μέτρο ελαστικότητας στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **12935,32 N/mm<sup>2</sup>** ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι μικρότερη και ήταν **10860,96 N/mm<sup>2</sup>**.

## 6.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ

Συγκρίνοντας τους πίνακες 13 και 14 για τον προσδιορισμό της αντοχής σε αξονική θλίψη παρατηρείται πως τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν την μισή περίπου αντοχή σε θλίψη από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

*Πίνακας 13. Αντοχή σε αξονική θλίψη ξύλου σουηδικής Πεύκης (C)*

A/A	Διαστάσεις (mm)		Μέγιστη δύναμη $F_{max}$ (N)	Αντοχή σε Θλίψη $\sigma=F/\alpha\beta$ (N/mm <sup>2</sup> )
	Πλάτος	Μήκος		
MAX	14,74	14,76	10582,17	48,77
MIN	14,67	14,52	9527,75	44,12
M.O	14,71	14,67	9955,31	<b>46,14</b>
Sd	0,02	0,07	302,58	1,41

*Πίνακας 14. Αντοχή σε αξονική θλίψη ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).*

A/A	Διαστάσεις (mm)		Μέγιστη δύναμη $F_{max}$ (N)	Αντοχή σε Θλίψη $\sigma=F/\alpha\beta$ (N/mm <sup>2</sup> )
	Πλάτος	Μήκος		
MAX	14,90	14,80	21975,91	100,87
MIN	14,70	14,50	14208,40	66,66
M.O	14,79	14,68	17696,37	<b>81,44</b>
Sd	0,07	0,10	2230,15	9,94

Η αντοχή σε αξονική θλίψη στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **46,14 N/mm<sup>2</sup>** ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι περίπου η διπλάσια και ήταν **81,44 N/mm<sup>2</sup>**.

## 6.7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ JANKA

Συγκρίνοντας τους πίνακες 15 και 16 για τον προσδιορισμό της σκληρότητας παρατηρείται πως τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν μικρότερη αντοχή σε σκληρότητα και από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πίνακας 15. Αντοχή σε σκληρότητα ξύλου σουηδικής Πεύκης (C)

A/A	Fmax(N/mm <sup>2</sup> )	Παρατηρήσεις
MAX	29,44	ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ 6mm/min
MIN	23,74	
M.O	<b>25,93</b>	
Sd	1,73	

Πίνακας 16. Αντοχή σε σκληρότητα ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

A/A	Fmax(N/mm <sup>2</sup> )	Παρατηρήσεις
MAX	44,68	ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ 6mm/min
MIN	33,77	
M.O	<b>38,14</b>	
Sd	3,93	

Η αντοχή σε σκληρότητα στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **25,93 N/mm<sup>2</sup>** ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι λίγο μεγαλύτερη και ήταν **38,14 N/mm<sup>2</sup>**.

## 6.8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ PERFORATOR

Στον πίνακα 17 παρατίθενται τα αποτελέσματα όπως αυτά προέκυψαν με τη μέθοδο εκχύλισης perforator. Το ποσοστό της περιεχόμενης φορμαλδεΐδης του ξύλου σουηδικής Πεύκης (C) βρίσκεται στα όρια κλάσης φορμαλδεΐδης E0 ( $\leq 2,0$  mg/100g ξυλοπλάκας). Αντιθέτως το ποσοστό της περιεχόμενης φορμαλδεΐδης του ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T) βρίσκεται στα επιτρεπτά όρια της κλάσης E1 (2,0 έως 10,0 mg/100g ξυλοπλάκας).

Πίνακας 17. Προσδιορισμός περιεχόμενης φορμαλδεΐδης ξύλου σουηδικής Πεύκης (C) και ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

	Μάζα δοκιμίων σε(gr)	M.O. υγρασίας δοκιμίων	Τιμή perforator mg/100gr	Τιμή perforator FF (6,5%)
<b>C</b>	115,49	10,70%	0,14	<b>0,06</b>
<b>T</b>	110,78	8,63%	5,26	<b>3,74</b>

Η τιμή perforator FF (6,5%) στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **0,06 mg/100gr** σχεδόν αμελητέα ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι κατά πολύ μεγαλύτερη και ήταν **3,74 mg/100gr**, δηλαδή κλάσης E1.



## 6.9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ (SOIL TEST)

Συγκρίνοντας τους πίνακες 18 και 19 για τον προσδιορισμό των διαστασιακών μεταβολών μετά από επαφή με το έδαφος παρατηρείται, συνολικά, πως μετά από 1 έτος τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν πολύ μικρότερη διαστασιακή μεταβολή από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πίνακας 18. Αντοχή σε επαφή με το έδαφος για ξύλο σουηδικής Πεύκης (C)

A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό μεταβολών μάζας (%)
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΜΗΝΕΣ			
MAX	92,52	141,02	62,67
MIN	76,89	100,60	24,39
M.O	84,73	120,78	<b>42,75</b>
Sd	5,76	12,05	13,26
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 1 ΕΤΟΣ			
MAX	92,52	94,50	5,51
MIN	76,89	72,65	1,59
M.O	84,73	84,72	<b>2,51</b>
Sd	5,76	7,26	1,19

Πίνακας 19. Αντοχή σε επαφή με το έδαφος για ξύλο σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

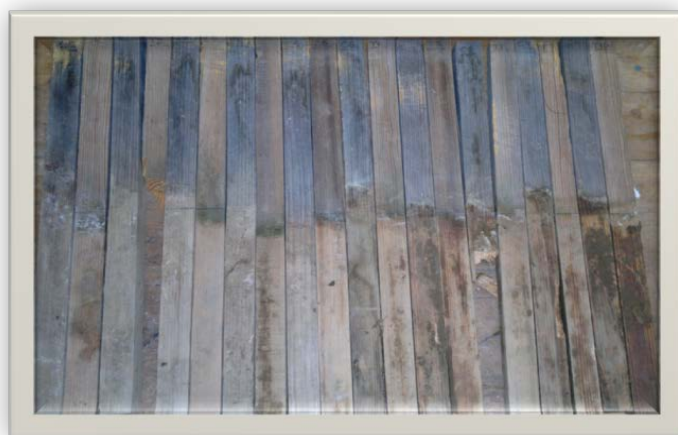
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό μεταβολών μάζας (%)
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΜΗΝΕΣ			
MAX	115,16	146,81	38,39
MIN	82,31	112,63	24,63
M.O	100,83	131,94	<b>31,33</b>
Sd	11,99	11,72	5,26
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 1 ΕΤΟΣ			
MAX	115,16	130,88	19,63
MIN	82,31	87,65	1,75
M.O	100,83	109,82	<b>10,60</b>
Sd	11,99	14,94	6,25

Το μέσο ποσοστό μεταβολών μάζας, μετά από 6 μήνες στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **42,75%** ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι μικρότερο και ήταν **31,33 %**. Μετά το πέρας όμως 1 έτους το μέσο ποσοστό μεταβολών μάζας στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **2,51%** ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι περίπου τετραπλάσιο και ήταν **10,61 %**.

Οι παρακάτω εικόνες απεικονίζουν την αρχική και τελική κατάσταση των δοκιμίων ξύλου σουηδικής Πεύκης (*Εικόνα 21*) και τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (*Εικόνα 22*) κατά τη διάρκεια παραμονής τους στο έδαφος.



*Εικόνα 21 : Αρχική κατάσταση δοκιμίων.*



*Εικόνα 22 : Τελική κατάσταση δοκιμίων.*

Συγκρίνοντας τις δυο αυτές εικόνες παρατηρείται ότι, μετά το πέρας ενός έτους, η αντοχή τους σε επαφή με το έδαφος έχει μεγάλη διαφορά. Παρουσιάστηκε σήψη σε μεγάλο βαθμό σε όλα τα δοκίμια ξύλου σουηδικής πεύκης σε αντίθεση με την ελάχιστη σήψη που υπέστησαν μερικά μόνο δοκίμια τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur. Επίσης, σε μερικά δοκίμια ξύλου σουηδικής Πεύκης παρουσιάστηκε πλήρη κατάρρευση (Εικόνα 23, 24, 25). Τέλος, παρατηρήθηκε ότι σε όλα ανεξαιρέτως τα δοκίμια στο σημείο επαφής τους με το έδαφος (5cm πάνω από το έδαφος και 5 cm κάτω από το έδαφος) υπήρχε χρωματική αλλαγή (απόχρωση του πράσινου).



**Εικόνα 23**



**Εικόνα 24**



**Εικόνα 25**

## 6.10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΑΧΡΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Συγκρίνοντας τους πίνακες 20 και 21 για τον προσδιορισμό των μεταχρωματισμών παρατηρείται, πως μετά από 1 έτος τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης έχουν διπλάσιο μεταχρωματισμό από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.

Πίνακας 20. Μεταχρωματισμοί ξύλου σουηδικής Πεύκης (C)

A/A	L	a	b	L	a	b	ΔΕ
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012			
MAX	82,92	4,03	26,19	61,22	12,46	35,56	28,98
MIN	81,12	1,59	23,12	54,66	2,84	17,36	22,04
M.O	82,07	3,11	24,31	57,49	6,78	24,45	<b>25,95</b>
Sd	0,67	0,80	1,15	2,71	3,54	7,67	2,81
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013			
MAX	82,92	4,03	26,19	49,58	-0,36	18,74	40,76
MIN	81,12	1,59	23,12	42,58	-2,92	6,27	37,80
M.O	82,07	3,11	24,31	45,76	-1,57	12,72	<b>38,81</b>
Sd	0,67	0,80	1,15	3,14	1,01	5,48	1,08
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΙΟΥΝΙΟΣ 2013			
MAX	82,92	4,03	26,19	46,54	-0,68	12,71	45,56
MIN	81,12	1,59	23,12	38,79	-1,69	5,58	40,77
M.O	82,07	3,11	24,31	42,40	-1,15	9,10	<b>42,88</b>
Sd	0,67	0,80	1,15	3,43	0,36	3,25	1,72

Πίνακας 21. Μεταχρωματισμοί ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T).

A/A	L	a	b	L	a	b	ΔΕ
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012			
MAX	69,36	9,92	32,21	66,44	9,81	29,53	11,40
MIN	65,51	7,55	27,64	57,94	4,14	20,68	6,67
M.O	67,25	8,37	30,62	61,77	6,56	24,83	<b>9,14</b>
Sd	1,70	0,87	1,56	3,94	2,17	3,15	1,73
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012			
MAX	69,36	9,92	32,21	58,22	3,60	17,83	23,54
MIN	65,51	7,55	27,64	50,24	-2,35	8,79	18,85
M.O	67,25	8,37	30,62	54,36	0,04	14,85	<b>22,12</b>
Sd	1,70	0,87	1,56	3,19	2,04	2,90	1,51
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΙΟΥΝΙΟΣ 2013			
MAX	69,36	9,92	32,21	53,99	0,54	11,80	28,03
MIN	65,51	7,55	27,64	48,20	0,14	9,74	25,25
M.O	67,25	8,37	30,62	51,14	0,33	10,95	<b>26,70</b>
Sd	1,70	0,87	1,56	2,41	0,16	0,87	0,97

Το μέσο ποσοστό μεταχρωματισμού, μετά από το πέρας 4, 8, 12 μηνών στο ξύλο σουηδικής Πεύκης ήταν **25,95%**, **38,81%**, **42,88%** αντίστοιχα, ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur βρέθηκε να είναι περίπου το μισό και ήταν **9,14 %**, **22,12%**, **26,70%** αντίστοιχα.

Συγκρίνοντας τους πίνακες 22 και 23 για τον προσδιορισμό των μεταχρωματισμών παρατηρείται, πως μετά από 1 έτος τα δείγματα ξύλου σουηδικής Πεύκης με βερνίκι έχουν κατά πολύ μεγαλύτερο μεταχρωματισμό από τα δείγματα τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur με βερνίκι.

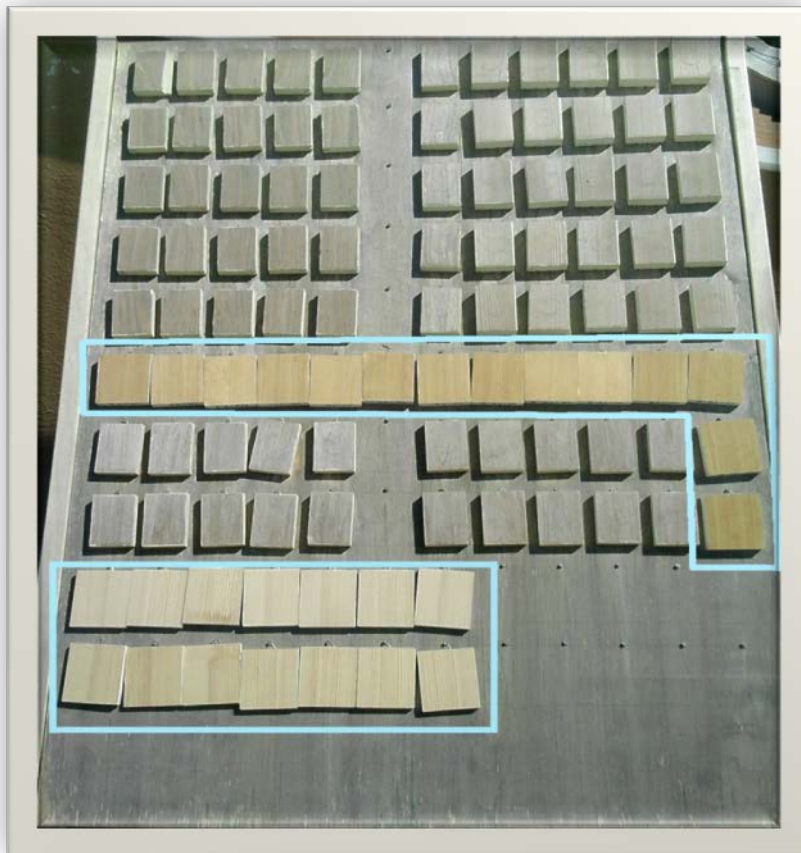
Πίνακας 22. Μεταχρωματισμοί ξύλου σουηδικής Πεύκης (C) με βερνίκι

A/A	L	a	b	L	a	b	ΔΕ
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012			
MAX	81,29	4,59	30,62	65,13	6,69	20,03	28,46
MIN	77,14	3,60	27,38	56,36	2,61	11,16	19,98
M.O	79,69	4,33	28,51	60,87	4,00	15,42	<b>23,08</b>
Sd	1,68	0,34	1,23	3,13	1,41	3,50	3,17
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012			
MAX	81,29	4,59	30,62	52,24	1,33	10,32	41,62
MIN	77,14	3,60	27,38	44,20	-0,46	4,58	35,48
M.O	79,69	4,33	28,51	48,80	0,24	6,78	<b>38,04</b>
Sd	1,68	0,34	1,23	2,90	0,74	2,38	2,52
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΙΟΥΝΙΟΣ 2013			
MAX	81,29	4,59	30,62	51,78	0,21	9,36	44,49
MIN	77,14	3,60	27,38	42,35	-0,39	4,16	37,25
M.O	79,69	4,33	28,51	47,20	-0,14	5,72	<b>39,97</b>
Sd	1,68	0,34	1,23	3,45	0,23	1,82	2,52

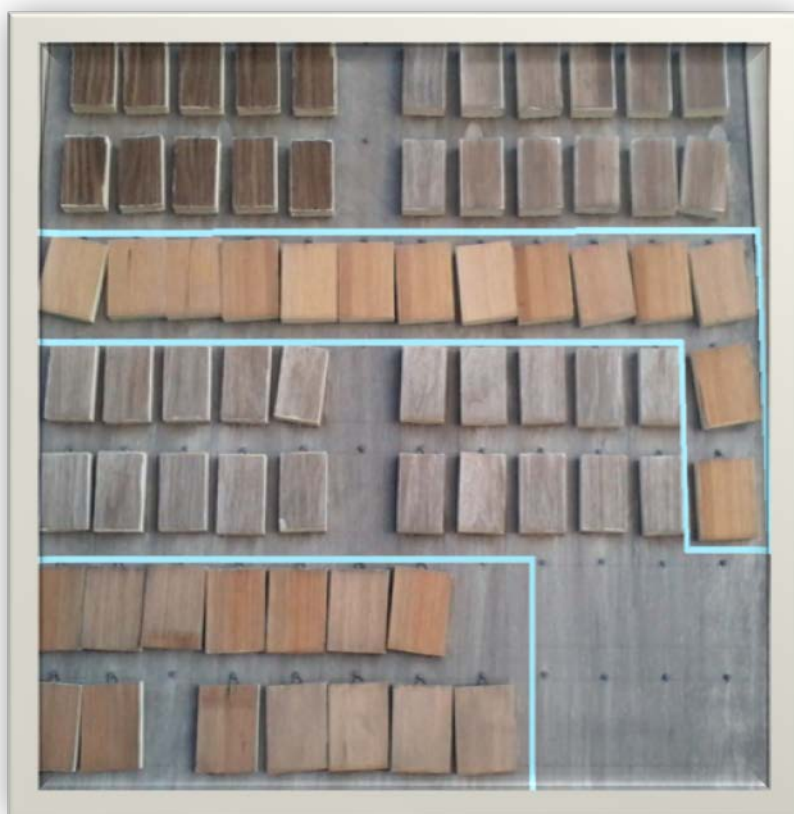
Πίνακας 23. Μεταχρωματισμοί ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur (T) με βερνίκι.

A/A	L	a	b	L	a	b	ΔΕ
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012			
MAX	67,34	13,42	37,15	67,77	11,48	25,53	16,02
MIN	62,28	9,41	30,20	62,02	6,09	19,51	8,63
M.O	64,31	11,08	33,57	64,51	8,38	23,06	<b>11,45</b>
Sd	1,83	1,87	2,78	2,30	1,81	2,11	2,33
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012			
MAX	67,34	13,42	37,15	59,25	3,56	14,38	27,29
MIN	62,28	9,41	30,20	53,20	0,07	11,19	20,98
M.O	64,31	11,08	33,57	56,49	1,37	12,59	<b>24,56</b>
Sd	1,83	1,87	2,78	2,34	1,14	1,17	2,31
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΙΟΥΝΙΟΣ 2013			
MAX	67,34	13,42	37,15	59,09	0,29	10,09	30,45
MIN	62,28	9,41	30,20	50,85	-0,08	8,13	26,02
M.O	64,31	11,08	33,57	55,54	0,75	9,19	<b>28,10</b>
Sd	1,83	1,87	2,78	2,79	0,84	0,81	1,94

Το μέσο ποσοστό μεταχρωματισμού, μετά από το πέρας 4, 8, 12 μηνών στο ξύλο σουηδικής Πεύκης με βερνίκι ήταν **23,08%**, **38,04%**, **39,97%** αντίστοιχα, ενώ αντίθετα στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur με βερνίκι βρέθηκε να είναι μικρότερο και ήταν **11,45 %**, **24,56%**, **28,10%** αντίστοιχα.



***Εικόνα 26 :** Μετρήσεις Ιουνίου 2012*



*Εικόνα 27 : Μετρήσεις Οκτωβρίου 2012.*



*Εικόνα 28 : Μετρήσεις Φεβρουαρίου 2012.*



*Εικόνα 29 : Μετρήσεις Ιουνίου 2013*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---



## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την διεκπεραίωση του πειράματος μας που έλαβε χώρα στο Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, ΤΕΙ Θεσσαλίας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών όσον αφορά τις τεχνολογικές ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά της τροποποιημένης ξυλείας τύπου Belmadur σε σύγκριση με την φυσική σουηδική Πεύκη βάσει των κλιματικών συνθηκών που υφίστανται στην Ελλάδα, μπορούμε να προβούμε στα εξής συμπεράσματα:

- Η τροποποιημένη ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur έχει μικρότερη ξηρή και φαινομενική πυκνότητα συγκριτικά με ξυλεία σουηδικής Πεύκης που δεν έχει υποστεί κάποια επεξεργασία.
- Η ρίκνωση και η διόγκωση της τροποποιημένης ξυλείας σουηδικής πεύκης τύπου Belmadur είναι σημαντικά μικρότερη συγκριτικά με ξυλεία σουηδικής Πεύκης που δεν έχει υποστεί κάποια επεξεργασία. Αυτό μας δείχνει ότι η ξυλεία μετά την τροποποίηση αποκτά μεγαλύτερη διαστασιακή σταθερότητα.
- Η τροποποιημένη ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur χαρακτηρίζεται από μικρότερη προσρόφηση τις πρώτες ώρες της εμβάπτισης σε νερό αλλά σταθερή μέσα στο 24ωρο. Η ξυλεία σουηδικής Πεύκης που δεν έχει υποστεί κάποια επεξεργασία έχει ταχύτερη προσρόφηση νερού τις πρώτες ώρες. Οι διαφορές αυτές δεν είναι πάντως δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές.
- Η τροποποιημένη ξυλεία σουηδικής πεύκης τύπου Belmadur έχει μικρότερη αντοχή σε κάμψη συγκριτικά με ξυλεία σουηδικής πεύκης που δεν έχει υποστεί κάποια επεξεργασία. Αυτή η διαφορά είναι έντονη στο μέτρο θραύσεως και λιγότερο έντονη στο μέτρο ελαστικότητας.

- Η αντοχή σε θλίψη μετρήθηκε πολύ μεγαλύτερη στην τροποποιημένη ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur σε σχέση με ξυλεία σουηδικής Πεύκης που δεν έχει υποστεί κάποια επεξεργασία. Στην τροποποιημένη ξυλεία, εμφανώς μεγαλύτερη ήταν και η αντοχή σε σκληρότητα.
- Η περιεχόμενη φορμαλδεΐδη του ξύλου σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur, παρόλο που βρέθηκε μεγαλύτερη σε σχέση με τη μη τροποποιημένη ξυλεία, βρίσκεται σε επιτρεπτά όρια.
- Οι αλλοιώσεις μετά από επαφή με το έδαφος είναι σαφώς μικρότερες στην τροποποιημένη ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur.
- Οι χρωματικές μεταβολές ήταν εντονότερες στην ξυλεία σουηδικής Πεύκης που δεν έχει υποστεί κάποια επεξεργασία συγκριτικά με την τροποποιημένη ξυλεία σουηδικής Πεύκης τύπου Belmadur σε όλες τις περιπτώσεις, και ανεξάρτητα από τη χρήση βερνικιού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Dieste, A., Krause, A., Mai, C., Sèbe, G., Grelier, S., Militz, H. 2009. Modification of *Fagus sylvatica* L. with 1,3-dimethylol-4,5-dihydroxy ethylene urea (DMDHEU). Part 2: Pore size distribution determined by differential scanning calorimetry .*Holzforschung*, 63(1) : 89-93
  
- Pfeffer, A., Mai, C., Militz, H. 2012. Weathering characteristics of wood treated with water glass, siloxane or DMDHEU. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70 (1-3) : 165-176 .
  
- Militz, H., Schaffert, S., Peters, B.C., Fitzgerald, C.J. 2011. Termite resistance of DMDHEU-treated wood. *Wood Science and Technology*, 45 (3) : 547-557.
  
- Verma, P., Junga, U., Militz, H., Mai, C. 2009. Protection mechanisms of DMDHEU treated wood against white and brown rot fungi. *Holzforschung*, 63 (3) : 371-378.
  
- Adamopoulos, S., Xie, Y., Militz, H. 2011. Distribution of blue stain in untreated and DMDHEU treated Scots pine sapwood panels after six years of outdoor weathering *European Journal of Wood and Wood Products*, 69 (2) : 333-336.
  
- Xie, Y., Krause, A., Militz, H., Turkulin, H., Richter, K., Mai, C. 2007. Effect of treatments with 1,3-dimethylol-4,5-dihydroxy-ethyleneurea (DMDHEU) on the tensile properties of wood. *Holzforschung*, 61 (1) : 43-50.
  
- Tomažič, M., Kričej, B., Pavlič, M., Petrič, M. 2003. Modification of wood with dimethylol-dihydroxyethylenurea . *Drvna Industrija*, 54 (4) : 199-205.
  
- Pfeffer, A., Militz, H. 2010. Laboratory tests of the performance of DMDHEU, siloxane and water glass modified wood against blue stain fungi. *Wood Research*, 55 (3) : 73-82
  
- Νταλός Γ. 2001. Τεχνολογίας ποιοτικού ελέγχου ξύλου. Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας . Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.

- Μαντάνης Γ. 2004. Εισαγωγή στη δομή ξύλου. Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας. Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
  
- Μαντάνης Γ. 2004. Εισαγωγή στις ιδιότητες ξύλου. Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας. Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
  
- Μαντάνης Γ. 2004. Προϊόντα χημικής τεχνολογίας ξύλου. Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας. Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.
  
- Κωνσταντίνου Α. Σφουρίδη. 2011. Μελέτη Φυσικών και Μηχανικών Ιδιοτήτων Πλακών (Panels) από Υπολείμματα Λιναριού. ΤΕΙ Θεσσαλίας . Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου.

## ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

- [http://www.muenchinger-holz.de/pdfs-en/Belmadur\\_handout\\_1004e.pdf](http://www.muenchinger-holz.de/pdfs-en/Belmadur_handout_1004e.pdf)
  
- [http://civil.teipir.gr/web/uploads/HMERIDA%20\\_3\\_E/MANTANHS\\_2\\_19.04.2013.pdf](http://civil.teipir.gr/web/uploads/HMERIDA%20_3_E/MANTANHS_2_19.04.2013.pdf)
  
- [http://www.epipleon.gr/pdf/gnorizete\\_gia\\_chimika\\_51.pdf](http://www.epipleon.gr/pdf/gnorizete_gia_chimika_51.pdf)
  
- <http://www.greekarchitects.gr>

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

---

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.

Προσδιορισμός Φαινομενικής Πυκνότητας T						
Προσδιορισμός Φαινομενικής Πυκνότητας C						
A/A	Διαστάσεις (cm)			Μάζα σε (gr)	Όγκος σε cm <sup>3</sup>	Πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική			
C1	2,03	1,96	1,11	3,22	4,43	0,73
C2	2,03	1,96	1,14	3,26	4,53	0,72
C3	2,03	1,96	1,15	3,19	4,57	0,70
C4	2,04	1,96	1,11	3,25	4,44	0,73
C5	2,03	1,96	1,16	3,19	4,61	0,69
C6	2,03	1,97	1,12	3,27	4,50	0,73
C7	2,04	1,97	1,15	3,30	4,62	0,71
C8	2,03	1,95	1,10	3,26	4,35	0,75
C9	2,04	1,97	1,15	3,34	4,61	0,72
C10	2,05	1,97	1,16	3,20	4,68	0,68
C11	2,03	1,97	1,16	3,31	4,63	0,71
C12	2,04	1,97	1,15	3,30	4,63	0,71
C13	2,04	1,97	1,15	3,30	4,61	0,72
C14	2,04	1,96	1,17	3,21	4,69	0,68
C15	2,02	1,95	1,10	3,20	4,33	0,74
C16	2,04	1,98	1,16	3,30	4,66	0,71
C17	2,05	1,95	1,11	3,22	4,45	0,72
C18	2,03	1,97	1,16	3,31	4,65	0,71
C19	2,04	1,97	1,16	3,26	4,64	0,70
C20	2,05	1,97	1,15	3,29	4,66	0,71
<b>MAX</b>	<b>2,05</b>	<b>1,98</b>	<b>1,17</b>	<b>3,34</b>	<b>4,69</b>	<b>0,75</b>
<b>MIN</b>	<b>2,02</b>	<b>1,95</b>	<b>1,10</b>	<b>3,19</b>	<b>4,33</b>	<b>0,68</b>
<b>M.O</b>	<b>2,04</b>	<b>1,96</b>	<b>1,14</b>	<b>3,26</b>	<b>4,56</b>	<b>0,71</b>
<b>Sd</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,11</b>	<b>0,02</b>

A/A	Διαστάσεις (cm)			Μάζα σε (gr)	Όγκος σε cm <sup>3</sup>	Πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική			
T1	1,96	2,01	1,16	2,85	4,55	0,63
T2	1,96	2,01	1,15	2,63	4,54	0,58
T3	1,98	2,01	1,15	2,90	4,59	0,63
T4	1,96	2,03	1,16	2,60	4,57	0,57
T5	1,96	2,02	1,15	2,81	4,57	0,61
T6	1,97	2,01	1,15	2,62	4,54	0,58
T7	1,96	2,04	1,14	2,78	4,56	0,61
T8	1,96	2,01	1,15	2,58	4,54	0,57
T9	1,96	2,04	1,15	2,62	4,60	0,57
T10	1,96	2,02	1,15	2,76	4,55	0,61
T11	1,96	2,03	1,16	2,69	4,60	0,59
T12	1,96	2,04	1,15	2,52	4,60	0,55
T13	1,94	2,02	1,15	2,67	4,50	0,59
T14	1,96	2,02	1,15	2,56	4,56	0,56
T15	1,96	2,01	1,15	2,63	4,54	0,58
T16	1,96	2,01	1,15	2,59	4,54	0,57
T17	1,96	2,01	1,15	2,55	4,52	0,56
T18	1,96	2,01	1,15	2,85	4,55	0,63
T19	1,96	2,01	1,15	2,59	4,53	0,57
T20	1,96	2,01	1,16	2,62	4,55	0,58
<b>MAX</b>	<b>1,98</b>	<b>2,04</b>	<b>1,16</b>	<b>2,90</b>	<b>4,60</b>	<b>0,63</b>
<b>MIN</b>	<b>1,94</b>	<b>2,01</b>	<b>1,14</b>	<b>2,52</b>	<b>4,50</b>	<b>0,55</b>
<b>M.O</b>	<b>1,96</b>	<b>2,02</b>	<b>1,15</b>	<b>2,67</b>	<b>4,56</b>	<b>0,59</b>
<b>Sd</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού ξηρής πυκνότητας, DIN S2182/1976

Προσδιορισμός Ξηρής Πυκνότητας C						
A/A	Διαστάσεις (cm)			Μάζα σε (gr)	Όγκος σε cm <sup>3</sup>	Πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική			
C1	1,96	1,91	1,11	2,88	4,16	0,69
C2	1,96	1,92	1,14	2,91	4,26	0,68
C3	1,96	1,91	1,15	2,86	4,31	0,66
C4	1,96	1,91	1,11	2,90	4,15	0,70
C5	1,96	1,91	1,15	2,85	4,33	0,66
C6	1,96	1,92	1,14	2,92	4,29	0,68
C7	1,97	1,92	1,15	2,96	4,32	0,68
C8	1,96	1,90	1,06	2,91	3,93	0,74
C9	1,96	1,91	1,15	2,99	4,32	0,69
C10	1,95	1,91	1,15	2,85	4,30	0,66
C11	1,96	1,92	1,15	2,96	4,34	0,68
C12	1,97	1,91	1,15	2,95	4,31	0,68
C13	1,96	1,92	1,15	2,95	4,30	0,69
C14	1,96	1,92	1,16	2,87	4,36	0,66
C15	1,96	1,91	1,09	2,88	4,05	0,71
C16	1,96	1,92	1,15	2,95	4,32	0,68
C17	1,96	1,89	1,12	2,88	4,13	0,70
C18	1,96	1,91	1,15	2,96	4,32	0,69
C19	1,96	1,92	1,14	2,91	4,30	0,68
C20	1,96	1,92	1,15	2,94	4,33	0,68
<b>MAX</b>	<b>1,97</b>	<b>1,92</b>	<b>1,16</b>	<b>2,99</b>	<b>4,36</b>	<b>0,74</b>
<b>MIN</b>	<b>1,95</b>	<b>1,89</b>	<b>1,06</b>	<b>2,85</b>	<b>3,93</b>	<b>0,66</b>
<b>M.O</b>	<b>1,96</b>	<b>1,91</b>	<b>1,14</b>	<b>2,91</b>	<b>4,26</b>	<b>0,68</b>
<b>Sd</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,11</b>	<b>0,02</b>

### Προσδιορισμός Ξηράς Πυκνότητας T

A/A	Διαστάσεις (cm)			Μάζα σε (gr)	Όγκος σε cm <sup>3</sup>	Πυκνότητα gr/cm <sup>3</sup>
	Εφαπτομενική	Ακτινική	Αξονική			
T1	1,94	1,99	1,15	2,62	4,46	0,59
T2	1,93	1,98	1,15	2,43	4,41	0,55
T3	1,92	1,99	1,15	2,67	4,40	0,61
T4	1,93	1,99	1,16	2,40	4,43	0,54
T5	1,93	1,99	1,16	2,60	4,42	0,59
T6	1,92	1,98	1,15	2,42	4,35	0,56
T7	1,92	1,98	1,15	2,44	4,37	0,56
T8	1,93	1,98	1,16	2,38	4,41	0,54
T9	1,93	2,00	1,15	2,43	4,44	0,55
T10	1,93	1,99	1,15	2,55	4,44	0,57
T11	1,91	1,99	1,15	2,48	4,38	0,57
T12	1,92	1,99	1,16	2,32	4,41	0,53
T13	1,90	1,99	1,16	2,45	4,35	0,56
T14	1,94	1,99	1,15	2,35	4,44	0,53
T15	1,93	1,99	1,16	2,44	4,45	0,55
T16	1,92	1,99	1,16	2,39	4,42	0,54
T17	1,92	1,99	1,15	2,35	4,40	0,53
T18	1,93	1,98	1,16	2,63	4,43	0,59
T19	1,92	1,99	1,15	2,37	4,40	0,54
T20	1,92	1,98	1,16	2,42	4,41	0,55
<b>MAX</b>	<b>1,94</b>	<b>2,00</b>	<b>1,16</b>	<b>2,67</b>	<b>4,46</b>	<b>0,61</b>
<b>MIN</b>	<b>1,90</b>	<b>1,98</b>	<b>1,15</b>	<b>2,32</b>	<b>4,35</b>	<b>0,53</b>
<b>M.O</b>	<b>1,92</b>	<b>1,99</b>	<b>1,15</b>	<b>2,46</b>	<b>4,41</b>	<b>0,56</b>
<b>Sd</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού ρίκνωσης, DIN S2184/1979

Προσδιορισμός Ρίκνωσης C												
Διαστάσεις (cm) Σε υγρασία 12%		Διαστάσεις (cm) σε υγρασία 0%		Διαστασιακή μεταβολή (%)		Σε υγρασία 12%		Σε υγρασία 0%		Μεταβολή μάζας (%)		
A/A	Εφαιπτομενική	Ακτινική	Αξονική	Εφαιπτομενική	Ακτινική	Αξονική	Εφαιπτομενική	Ακτινική	Αξονική	Μάζα (gr)	Μάζα (gr)	
C1	2,17	2,04	1,14	1,98	1,92	1,13	8,49	6,17	0,70	4,72	2,84	39,83
C2	2,20	2,05	1,16	1,97	1,92	1,16	10,50	6,15	0,17	4,78	2,87	39,96
C3	2,19	2,05	1,17	1,98	1,91	1,16	9,58	7,11	0,68	4,87	2,33	52,16
C4	2,17	2,04	1,12	1,98	1,92	1,12	8,41	5,83	0,09	4,67	2,86	38,76
C5	2,17	2,05	1,17	1,98	1,94	1,17	9,02	5,32	0,00	4,88	2,82	42,21
C6	2,20	2,05	1,22	1,98	1,92	1,15	10,31	6,39	5,68	4,76	2,89	39,29
C7	2,19	2,10	1,17	2,00	1,92	1,17	8,68	8,49	0,68	4,84	2,92	39,67
C8	2,18	2,03	1,21	1,99	1,89	1,12	8,94	6,85	7,55	4,65	2,87	38,28
C9	2,18	2,05	1,20	1,98	1,92	1,17	9,14	6,63	2,91	4,92	2,94	40,24
C10	2,17	2,09	1,19	1,99	1,92	1,17	8,26	7,90	1,76	4,80	2,83	41,04
C11	2,18	2,06	1,21	1,97	1,92	1,17	9,72	6,88	3,48	4,87	2,92	40,04
C12	2,17	2,05	1,17	1,99	1,91	1,16	8,38	6,65	0,60	4,91	2,90	40,94
C13	2,17	2,05	1,20	1,97	1,92	1,17	9,25	6,62	2,33	4,79	2,91	39,25
C14	2,17	2,04	1,17	1,98	1,91	1,17	8,78	6,71	0,60	4,78	2,83	40,79
C15	2,17	2,02	1,10	1,96	1,91	1,10	9,33	5,68	0,18	4,58	2,82	38,43
C16	2,18	2,07	1,19	1,97	1,91	1,16	9,41	7,36	2,60	4,88	2,91	40,37
C17	2,16	2,02	1,15	1,97	1,88	1,12	8,70	6,75	2,61	4,61	2,83	38,61
C18	2,19	2,08	1,17	1,97	1,93	1,16	10,14	7,39	0,94	4,90	2,92	40,41
C19	2,18	2,08	1,16	1,97	1,91	1,16	9,46	8,18	0,77	4,88	2,87	41,19
C20	2,17	2,07	1,18	1,97	1,93	1,18	9,35	6,66	0,00	4,89	2,90	40,70
MAX	2,20	2,10	1,22	2,00	1,94	1,18	10,50	8,49	7,55	4,92	2,94	52,16
MIN	2,16	2,02	1,10	1,96	1,88	1,10	8,26	5,32	0,00	4,58	2,33	38,28
M.O	2,18	2,05	1,17	1,98	1,91	1,15	9,19	6,79	1,72	4,80	2,85	40,61
Sd	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,64	0,80	2,01	0,10	0,13	2,90

Προσδιορισμός Ρικνώσης T

A/A	Διαστάσεις (cm) Σε υγρασία 12%		Διαστάσεις (cm) σε υγρασία 0%		Διαστασιακή μεταβολή (%)		Σε υγρασία 12%		Σε υγρασία 0%		Μεταβολή μάζας (%)
	Εφασπόμενική	Αξονική	Εφασπόμενική	Αξονική	Εφασπόμενική	Αξονική	Μάζα (gr)	Μάζα (gr)	Μάζα (gr)	Μάζα (gr)	
T1	2,01	2,05	1,92	1,97	4,29	3,47	1,60	4,60	2,56	44,35	
T2	2,00	2,05	1,92	1,98	3,90	3,56	0,43	4,36	2,39	45,18	
T3	2,01	2,05	1,92	1,98	4,33	3,37	0,52	4,50	2,62	41,78	
T4	2,03	2,06	1,92	1,97	5,51	4,55	1,11	4,41	2,35	46,71	
T5	2,04	2,07	1,93	1,98	5,54	4,59	0,60	4,54	2,54	44,05	
T6	2,01	2,04	1,92	1,98	4,33	2,85	0,09	4,45	2,37	46,74	
T7	2,01	2,09	1,92	1,97	4,39	5,64	1,88	4,48	2,50	44,20	
T8	2,04	2,06	1,92	1,97	6,12	4,17	0,35	4,40	2,33	47,05	
T9	2,00	2,05	1,92	1,98	4,00	2,98	0,09	4,45	2,38	46,52	
T10	2,04	2,08	1,92	1,99	5,65	4,33	2,79	4,48	2,51	43,97	
T11	2,06	2,07	1,91	1,99	7,52	4,01	3,81	4,36	2,43	44,27	
T12	2,00	2,05	1,92	1,98	4,35	3,23	0,35	4,20	2,28	45,71	
T13	2,01	2,05	1,90	1,98	5,23	3,61	0,09	4,27	2,41	43,56	
T14	2,02	2,11	1,92	1,98	5,00	5,75	0,52	4,47	2,32	48,10	
T15	2,01	2,04	1,93	1,99	4,03	2,74	0,09	4,45	2,40	46,07	
T16	2,04	2,08	1,92	1,98	6,03	4,91	0,52	4,42	2,34	47,06	
T17	2,00	2,04	1,92	1,98	4,05	3,28	0,43	4,38	2,30	47,49	
T18	2,01	2,08	1,93	1,99	4,08	4,32	0,26	4,36	2,59	40,60	
T19	2,02	2,03	1,92	1,97	4,71	3,15	0,86	4,46	2,33	47,76	
T20	2,00	2,04	1,93	1,98	3,25	3,00	0,43	4,46	2,38	46,64	
MAX	2,06	2,11	1,93	1,99	7,52	5,75	3,81	4,60	2,62	48,10	
MIN	2,00	2,03	1,90	1,97	3,25	2,74	0,09	4,20	2,28	40,60	
M.O	2,02	2,06	1,92	1,98	4,82	3,88	0,84	4,43	2,42	45,39	
Sd	0,02	0,02	0,01	0,01	1,01	0,89	0,98	0,09	0,10	2,01	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού διόγκωσης και προσρόφησης μετά από εμβάπτιση σε νερό, DIN S2184/1979

Προσδιορισμός Διόγκωσης C

Α/Α	Διαστάσεις (cm) σε υγρασία 0%		Διαστάσεις (cm) σε max υγρασία		Διαστασιακή Μεταβολή (%)		Σε υγρασία 0%		Σε max υγρασία Μάζα (gr)	Μεταβολή μάζας (%)		
	Εφαπτομενική Ακτινική	Αξονική	Εφαπτομενική Ακτινική	Αξονική	Εφαπτομενική Ακτινική	Αξονική	Μάζα (gr)	Μάζα (gr)				
C1	1,96	1,91	1,11	2,17	2,04	1,14	10,90	6,80	2,16	2,88	4,72	63,89
C2	1,96	1,92	1,14	2,20	2,05	1,16	12,30	6,95	1,94	2,91	4,78	64,26
C3	1,96	1,91	1,15	2,19	2,05	1,16	11,95	7,48	0,69	2,86	4,87	70,28
C4	1,96	1,91	1,11	2,17	2,04	1,12	10,52	6,64	1,36	2,90	4,67	61,03
C5	1,96	1,91	1,15	2,17	2,05	1,17	10,82	7,00	1,30	2,85	4,88	71,23
C6	1,96	1,92	1,14	2,20	2,05	1,22	12,23	6,88	6,67	2,92	4,76	63,01
C7	1,97	1,92	1,15	2,19	2,10	1,17	11,35	9,34	2,18	2,96	4,84	63,51
C8	1,96	1,90	1,06	2,18	2,03	1,21	11,34	6,85	13,99	2,91	4,65	59,79
C9	1,96	1,91	1,15	2,18	2,05	1,20	10,90	7,21	4,43	2,99	4,92	64,55
C10	1,95	1,91	1,15	2,17	2,09	1,19	10,90	9,21	3,30	2,85	4,80	68,42
C11	1,96	1,92	1,15	2,18	2,06	1,21	11,05	7,67	4,77	2,96	4,87	64,53
C12	1,97	1,91	1,15	2,17	2,05	1,16	10,32	6,96	1,22	2,95	4,91	66,44
C13	1,96	1,92	1,15	2,17	2,05	1,20	10,81	7,15	4,80	2,95	4,79	62,37
C14	1,96	1,92	1,16	2,17	2,04	1,17	10,23	6,58	1,38	2,87	4,78	66,55
C15	1,96	1,91	1,09	2,17	2,02	1,10	10,74	6,25	0,83	2,88	4,58	59,03
C16	1,96	1,92	1,15	2,18	2,07	1,16	11,34	7,55	1,04	2,95	4,88	65,42
C17	1,96	1,89	1,12	2,16	2,02	1,15	10,48	6,67	3,05	2,88	4,61	60,07
C18	1,96	1,91	1,15	2,19	2,08	1,16	11,56	8,88	0,78	2,96	4,90	65,54
C19	1,96	1,92	1,14	2,18	2,08	1,16	11,01	8,51	0,96	2,91	4,88	67,70
C20	1,96	1,92	1,15	2,17	2,07	1,18	10,94	7,86	2,17	2,94	4,89	66,33
MAX	1,97	1,92	1,16	2,20	2,10	1,22	12,30	9,34	13,99	2,99	4,92	71,23
MIN	1,95	1,89	1,06	2,16	2,02	1,10	10,23	6,25	0,69	2,85	4,58	59,03
M.O	1,96	1,91	1,14	2,18	2,05	1,17	11,08	7,42	2,95	2,91	4,80	64,70
Sd	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,58	0,90	3,08	0,04	0,10	3,31

Προσδιορισμός Διόγκωσης T

A/A	Διαστάσεις (cm) σε υγρασία 0%		Διαστάσεις (cm) σε max υγρασία		Διαστασιακή μεταβολή (%)		Σε υγρασία 0% Μάζα (gr)	Σε max υγρασία Μάζα (gr)	Μεταβολή μάζας (%)	
	Εφαπτομενική	Αξονική	Εφαπτομενική	Αξονική	Ακτινική	Αξονική				
T1	1,94	1,99	1,15	1,19	2,05	2,71	2,95	2,62	4,60	75,57
T2	1,93	1,98	1,15	1,15	2,05	3,59	0,00	2,43	4,36	79,42
T3	1,92	1,99	1,15	1,16	2,05	2,82	0,52	2,67	4,50	68,54
T4	1,93	1,99	1,16	1,17	2,06	3,72	1,38	2,40	4,41	83,75
T5	1,93	1,99	1,16	1,16	2,07	4,18	0,43	2,60	4,54	74,62
T6	1,92	1,98	1,15	1,15	2,04	2,93	0,70	2,42	4,45	83,88
T7	1,92	1,98	1,15	1,17	2,09	5,44	2,00	2,44	4,48	83,61
T8	1,93	1,98	1,16	1,16	2,06	4,04	0,35	2,38	4,40	84,87
T9	1,93	2,00	1,15	1,15	2,05	2,51	0,09	2,43	4,45	83,13
T10	1,93	1,99	1,15	1,18	2,08	4,32	2,78	2,55	4,48	75,69
T11	1,91	1,99	1,15	1,21	2,07	3,97	4,68	2,48	4,36	75,81
T12	1,92	1,99	1,16	1,16	2,05	2,71	0,17	2,32	4,20	81,03
T13	1,90	1,99	1,16	1,16	2,05	3,32	0,26	2,45	4,27	74,29
T14	1,94	1,99	1,15	1,16	2,11	5,57	0,78	2,35	4,47	90,21
T15	1,93	1,99	1,16	1,16	2,04	2,71	0,00	2,44	4,45	82,38
T16	1,92	1,99	1,16	1,16	2,08	4,68	0,26	2,39	4,42	84,94
T17	1,92	1,99	1,15	1,16	2,04	2,77	0,61	2,35	4,38	86,38
T18	1,93	1,98	1,16	1,16	2,08	4,99	0,43	2,63	4,36	65,78
T19	1,92	1,99	1,15	1,17	2,03	2,31	1,22	2,37	4,46	88,19
T20	1,92	1,98	1,16	1,16	2,04	2,83	0,00	2,42	4,46	84,30
MAX	1,94	2,00	1,16	1,21	2,11	5,57	4,68	2,67	4,60	90,21
MIN	1,90	1,98	1,15	1,15	2,03	2,31	0,00	2,32	4,20	65,78
M.O	1,92	1,99	1,15	1,17	2,06	3,61	0,98	2,46	4,43	80,32
Sd	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	1,01	1,23	0,10	0,09	6,43

Προσδιορισμός Προσρόφησης C			
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 2 ΩΡΕΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό Προσρόφησης (%)
C1	2,88	3,95	37,15
C2	2,91	4,09	40,55
C3	2,86	4,18	46,15
C4	2,90	3,90	34,48
C5	2,85	4,22	48,07
C6	2,92	4,12	41,10
C7	2,96	4,14	39,86
C8	2,91	3,91	34,36
C9	2,99	4,18	39,80
C10	2,85	4,10	43,86
C11	2,96	4,13	39,53
C12	2,95	4,16	41,02
C13	2,95	4,08	38,31
C14	2,87	4,07	41,81
C15	2,88	3,81	32,29
C16	2,95	4,18	41,69
C17	2,88	3,84	33,33
C18	2,96	4,21	42,23
C19	2,91	4,15	42,61
C20	2,94	4,16	41,50
MAX	2,99	4,22	48,07
MIN	2,85	3,81	32,29
M.O	2,91	4,08	39,99
Sd	0,04	0,13	4,09

Προσδιορισμός Προσρόφησης T			
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 2 ΩΡΕΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό Προσρόφησης (%)
T1	2,62	3,54	35,11
T2	2,43	3,51	44,44
T3	2,67	3,56	33,33
T4	2,40	3,30	37,50
T5	2,60	3,29	26,54
T6	2,42	3,43	41,74
T7	2,44	3,34	36,89
T8	2,38	3,43	44,12
T9	2,43	3,49	43,62
T10	2,55	3,39	32,94
T11	2,48	3,04	22,58
T12	2,32	3,33	43,53
T13	2,45	3,15	28,57
T14	2,35	3,42	45,53
T15	2,44	3,44	40,98
T16	2,39	3,21	34,31
T17	2,35	3,35	42,55
T18	2,63	3,49	32,70
T19	2,37	3,40	43,46
T20	2,42	3,47	43,39
MAX	2,67	3,56	45,53
MIN	2,32	3,04	22,58
M.O	2,46	3,38	37,69
Sd	0,10	0,13	6,71

### Προσδιορισμός Προσρόφησης C

ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΩΡΕΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό Προσρόφησης (%)
C1	2,88	4,09	42,01
C2	2,91	4,20	44,33
C3	2,86	4,29	50,00
C4	2,90	4,09	41,03
C5	2,85	4,34	52,28
C6	2,92	4,20	43,84
C7	2,96	4,27	44,26
C8	2,91	4,08	40,21
C9	2,99	4,34	45,15
C10	2,85	4,21	47,72
C11	2,96	4,33	46,28
C12	2,95	4,27	44,75
C13	2,95	4,21	42,71
C14	2,87	4,24	47,74
C15	2,88	4,01	39,24
C16	2,95	4,31	46,10
C17	2,88	4,04	40,28
C18	2,96	4,31	45,61
C19	2,91	4,30	47,77
C20	2,94	4,28	45,58
<b>MAX</b>	<b>2,99</b>	<b>4,34</b>	<b>52,28</b>
<b>MIN</b>	<b>2,85</b>	<b>4,01</b>	<b>39,24</b>
<b>M.O</b>	<b>2,91</b>	<b>4,22</b>	<b>44,84</b>
<b>Sd</b>	<b>0,04</b>	<b>0,10</b>	<b>3,36</b>

### Προσδιορισμός Προσρόφησης T

ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΩΡΕΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό Προσρόφησης (%)
T1	2,62	3,69	40,84
T2	2,43	3,59	47,74
T3	2,67	3,71	38,95
T4	2,40	3,53	47,08
T5	2,60	3,60	38,46
T6	2,42	3,55	46,69
T7	2,44	3,53	44,67
T8	2,38	3,51	47,48
T9	2,43	3,57	46,91
T10	2,55	3,55	39,22
T11	2,48	3,38	36,29
T12	2,32	3,44	48,28
T13	2,45	3,33	35,92
T14	2,35	3,54	50,64
T15	2,44	3,59	47,13
T16	2,39	3,54	48,12
T17	2,35	3,45	46,81
T18	2,63	3,65	38,78
T19	2,37	3,54	49,37
T20	2,42	3,55	46,69
<b>MAX</b>	<b>2,67</b>	<b>3,71</b>	<b>50,64</b>
<b>MIN</b>	<b>2,32</b>	<b>3,33</b>	<b>35,92</b>
<b>M.O</b>	<b>2,46</b>	<b>3,54</b>	<b>44,30</b>
<b>Sd</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>	<b>4,72</b>



Προσδιορισμός Προσρόφησης C			
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 24 ΩΡΕΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό Προσρόφησης (%)
C1	2,88	4,33	50,35
C2	2,91	4,44	52,58
C3	2,86	4,51	57,69
C4	2,90	4,34	49,66
C5	2,85	4,52	58,60
C6	2,92	4,45	52,40
C7	2,96	4,53	53,04
C8	2,91	4,35	49,48
C9	2,99	4,57	52,84
C10	2,85	4,44	55,79
C11	2,96	4,53	53,04
C12	2,95	4,53	53,56
C13	2,95	4,47	51,53
C14	2,87	4,43	54,36
C15	2,88	4,27	48,26
C16	2,95	4,54	53,90
C17	2,88	4,30	49,31
C18	2,96	4,55	53,72
C19	2,91	4,52	55,33
C20	2,94	4,51	53,40
MAX	2,99	4,57	58,60
MIN	2,85	4,27	48,26
M.O	2,91	4,46	52,94
Sd	0,04	0,09	2,71

Προσδιορισμός Προσρόφησης T			
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 24 ΩΡΕΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό Προσρόφησης (%)
T1	2,62	3,99	52,29
T2	2,43	3,85	58,44
T3	2,67	4,00	49,81
T4	2,40	3,76	56,67
T5	2,60	3,89	49,62
T6	2,42	3,82	57,85
T7	2,44	3,85	57,79
T8	2,38	3,68	54,62
T9	2,43	3,83	57,61
T10	2,55	3,82	49,80
T11	2,48	3,72	50,00
T12	2,32	3,66	57,76
T13	2,45	3,67	49,80
T14	2,35	3,83	62,98
T15	2,44	3,78	54,92
T16	2,39	3,80	59,00
T17	2,35	3,73	58,72
T18	2,63	3,96	50,57
T19	2,37	3,81	60,76
T20	2,42	3,85	59,09
MAX	2,67	4,00	62,98
MIN	2,32	3,66	49,62
M.O	2,46	3,82	55,40
Sd	0,10	0,10	4,27

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού αντοχής σε κάμψη, DIN S2186/1978

Προσδιορισμός Αντοχής σε Κάμψη  $\tau$  (με ταχύτητα 5mm/min)

Α/Α	Διαστάσεις (mm)	Απόσταση υποστηρίγματα	Μέγιστη δύναμη	Αντοχή σε Κάμψη	F10	F30	$\Delta F$	S10	S30	$\Delta S$	Μέτρο Ελαστικότητας	
	Πλάτος(b)	Πάχος(h)	Fmax (N)	$\sigma=3F_l/2bh^2$ (N/mm <sup>2</sup> )	(N)	(N)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	$E=I^3*\Delta F/4bh^3*\Delta l$ (N/mm <sup>2</sup> )	
T1	18,40	20,45	300,00	1416,32	82,83	141,63	556,53	414,90	0,84	2,20	1,36	13086,11
T2	21,53	20,31	300,00	1423,12	72,11	142,31	569,65	427,34	0,40	1,45	1,05	15230,50
T3	19,56	19,57	300,00	922,99	55,44	92,30	276,90	184,60	0,48	1,34	0,86	9883,16
T4	19,68	19,57	300,00	880,38	52,56	88,04	264,11	176,07	0,41	1,14	0,73	11037,45
T5	19,61	19,47	300,00	974,78	59,01	97,48	292,44	194,96	0,48	1,30	0,82	11088,17
T6	19,64	20,11	300,00	1150,74	65,20	115,07	460,30	345,23	0,50	1,89	1,39	10495,90
T7	19,57	19,64	300,00	562,40	33,53	56,24	224,96	168,72	0,36	1,30	0,94	8171,98
T8	19,72	19,60	300,00	996,56	59,20	99,66	398,63	298,97	0,47	1,75	1,28	10618,09
T9	19,78	19,60	300,00	804,83	47,66	80,48	321,93	241,45	0,45	1,52	1,07	10227,10
T10	19,53	19,71	300,00	770,79	45,72	77,08	308,32	231,24	0,45	1,64	1,19	8771,17
MAX	21,53	20,45	300,00	1423,12	82,83	142,31	569,65	427,34	0,84	2,20	1,39	15230,50
MIN	18,40	19,47	300,00	562,40	33,53	56,24	224,96	168,72	0,36	1,14	0,73	8171,98
M.O	19,70	19,80	300,00	990,29	57,32	99,03	367,38	268,35	0,48	1,55	1,07	10860,96
Sd	0,75	0,35	0,00	274,30	13,98	27,43	123,20	98,06	0,13	0,32	0,23	2035,11

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού αντοχής σε αξονική θλίψη, DIN S2185/1976

Προσδιορισμός Αντοχής σε Θλίψη C (με ταχύτητα 3mm/min)				
Α/Α	Διαστάσεις (mm)		Μέγιστη δύναμη Fmax (N)	Αντοχή σε Θλίψη σ=F/αβ (N/mm <sup>2</sup> )
	Πλάτος	Μήκος		
C1	14,69	14,70	9527,75	44,12
C2	14,67	14,69	10486,09	48,66
C3	14,71	14,54	10093,23	47,19
C4	14,74	14,76	9795,34	45,02
C5	14,70	14,74	9862,19	45,52
C6	14,72	14,74	10582,17	48,77
C7	14,72	14,68	10126,37	46,86
C8	14,67	14,67	10123,04	47,04
C9	14,71	14,72	9819,17	45,35
C10	14,74	14,63	10020,55	46,47
C11	14,72	14,69	9680,80	44,77
C12	14,69	14,70	9753,96	45,17
C13	14,71	14,52	9769,17	45,74
C14	14,73	14,60	9734,54	45,26
MAX	14,74	14,76	10582,17	48,77
MIN	14,67	14,52	9527,75	44,12
M.O	14,71	14,67	9955,31	46,14
Sd	0,02	0,07	302,58	1,41

Προσδιορισμός Αντοχής σε Θλίψη T (με ταχύτητα 2mm/min)				
Α/Α	Διαστάσεις (mm)		Μέγιστη δύναμη Fmax (N)	Αντοχή σε Θλίψη σ=F/αβ (N/mm <sup>2</sup> )
	Πλάτος	Μήκος		
T1	14,87	14,73	20797,39	94,95
T2	14,73	14,58	16512,84	76,89
T3	14,75	14,66	18163,24	84,00
T4	14,85	14,78	18414,96	83,90
T5	14,73	14,60	16984,32	78,98
T6	14,84	14,80	18551,83	84,47
T7	14,85	14,78	16057,33	73,16
T8	14,79	14,73	21975,91	100,87
T9	14,90	14,80	15002,38	68,03
T10	14,77	14,64	16359,92	75,66
T11	14,75	14,58	16279,19	75,70
T12	14,72	14,63	18037,46	83,76
T13	14,70	14,50	14208,40	66,66
T14	14,87	14,73	20403,97	93,15
MAX	14,90	14,80	21975,91	100,87
MIN	14,70	14,50	14208,40	66,66
M.O	14,79	14,68	17696,37	81,44
Sd	0,07	0,10	2230,15	9,94

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού σκληρότητας με τη μέθοδο JANKA, ASTM D1037

Προσδιορισμός Αντοχής σε σκληρότητα C		
A/A	F <sub>max</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Παρατηρήσεις
C1	28,62	
C2	24,27	
C3	25,36	
C4	24,68	
C5	26,46	
C6	23,74	
C7	25,48	
C8	25,31	ΣΤΑΘΕΡΗ
C9	27,93	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
C10	24,71	6mm/min
C11	26,00	
C12	25,07	
C13	29,44	
MAX	29,44	
MIN	23,74	
M.O	25,93	
Sd	1,73	

Προσδιορισμός Αντοχής σε Σκληρότητα T		
A/A	F <sub>max</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Παρατηρήσεις
T1	36,47	
T2	36,11	
T3	39,46	
T4	44,16	
T5	43,24	
T6	34,81	
T7	34,62	
T8	35,24	ΣΤΑΘΕΡΗ
T9	38,10	ΤΑΧΥΤΗΤΑ
T10	33,77	6mm/min
T11	44,68	
T12	40,80	
T13	34,41	
MAX	44,68	
MIN	33,77	
M.O	38,14	
Sd	3,93	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού περιεχόμενης ποσότητας φορμαλδεΐδης, EN 120

Τύπος προϊόντος:		Ξύλο Σουηδικής Πεύκης ( <i>Pinus Sylvestris</i> )					
<b>Μέθοδος Perforator (EN 120)</b>							
	1 <sup>η</sup> Εκχύλιση	Μέσος όρος					
Ημερομηνία	28/11/2012						
Ώρα έναρξης θέρμανσης	9:00						
Ώρα εμφάνισης φυσαλίδων	9:36						
Ώρα εισαγωγής στο υδατόλουτρο	13:25						
Μάζα δοκιμίων (g)	115,49						
Υγρασία δοκιμίων (%)	<b>10,70%</b>						
Συγκέντρωση blank	0,001						
Συγκέντρωση δείγματος (mg/l)	0,072						
Τιμή Perforator (mg/100g)	0,136	<b>0,14</b>					
FF (6,5%)	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>					
<b>Περιεχόμενη υγρασία δειγμάτων</b>							
	1	2	3	4	5	6	
Αρχική μάζα (g)	19,800	19,852	19,855	18,750	19,852	19,822	Μέσος
Τελική μάζα (g)	18,370	18,550	18,620	17,400	18,617	18,611	όρος
Υγρασία (%)	7,78%	7,02%	6,63%	7,76%	6,63%	6,51%	<b>0,70%</b>

Τύπος προϊόντος:

Ξύλο Σουηδικής Πεύκης Τύπου Belmadur (*Pinus Sylvestris*)

Μέθοδος Perforator (EN 120)								
	1 <sup>η</sup> Εκχύλιση							λέσος όρος
Ημερομηνία	28/11/2012							
Ώρα έναρξης θέρμανσης	9:00							
Ώρα εμφάνισης φυσαλίδων	9:36							
Ώρα εισαγωγής στο υδατόλουτρο	13:25							
Μάζα δοκιμίων (g)	110,78							
Υγρασία δοκιμίων (%)	8,63%							
Συγκέντρωση blank	0,001							
Συγκέντρωση δείγματος (mg/l)	2,681							
Τιμή Perforator (mg/100g)	5,256						5,26	
FF (6,5%)	3,74						3,74	
Περιεχόμενη υγρασία δειγμάτων								
	1	2	3	4	5	6	Μέσος όρος	
Αρχική μάζα (g)	19,800	19,852	19,855	18,750	19,852	19,822		
Τελική μάζα (g)	18,370	18,550	18,620	17,400	18,617	18,611		
Υγρασία (%)	7,78%	7,02%	6,63%	7,76%	6,63%	6,51%	8,63%	

#### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού διαστασιακών μεταβολών (soil test)

Προσδιορισμός διαστασιακών μεταβολών C			
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΜΗΝΕΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό διαστασιακών μεταβολών (%)
C1	81,94	127,37	55,44
C2	79,19	128,82	62,67
C3	82,82	126,43	52,66
C4	81,85	118,86	45,22
C5	92,36	141,02	52,69
C6	80,87	111,86	38,32
C7	91,46	113,77	24,39
C8	92,52	129,90	40,40
C9	76,89	100,60	30,84
C10	87,41	109,18	24,91
MAX	92,52	141,02	62,67
MIN	76,89	100,60	24,39
M.O	84,73	120,78	42,75
Sd	5,76	12,05	13,26

Προσδιορισμός διαστασιακών μεταβολών T			
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 6 ΜΗΝΕΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό διαστασιακών μεταβολών (%)
T1	111,98	143,71	28,34
T2	82,31	112,63	36,84
T3	93,44	129,31	38,39
T4	89,33	120,82	35,25
T5	110,38	138,23	25,23
T6	115,16	146,81	27,48
T7	110,78	138,07	24,63
T8	91,21	125,70	37,81
T9	93,24	120,75	29,50
T10	110,49	143,41	29,79
MAX	115,16	146,81	38,39
MIN	82,31	112,63	24,63
M.O	100,83	131,94	31,33
Sd	11,99	11,72	5,26



Προσδιορισμός μεταβολών μάζας C			
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 1 ΕΤΟΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό μεταβολών μάζας (%)
C1	81,94	83,54	1,95
C2	79,19	77,89	1,64
C3	82,82	81,06	2,13
C4	81,85	84,72	3,51
C5	92,36	94,50	2,32
C6	80,87	79,12	2,16
C7	91,46	93,78	2,54
C8	92,52	91,05	1,59
C9	76,89	72,65	5,51
C10	87,41	88,93	1,74
MAX	92,52	94,50	5,51
MIN	76,89	72,65	1,59
M.O	84,73	84,72	2,51
Sd	5,76	7,26	1,19

Προσδιορισμός μεταβολών μάζας T			
ΜΕΤΑ ΑΠΟ 1 ΕΤΟΣ			
A/A	Αρχική Μάζα (gr)	Τελική Μάζα (gr)	Ποσοστό μεταβολών μάζας (%)
T1	111,98	110,02	1,75
T2	82,31	98,47	19,63
T3	93,44	87,65	6,20
T4	89,33	92,93	4,03
T5	110,38	116,77	5,79
T6	115,16	125,42	8,91
T7	110,78	127,32	14,93
T8	91,21	105,26	15,40
T9	93,24	103,43	10,93
T10	110,49	130,88	18,45
MAX	115,16	130,88	19,63
MIN	82,31	87,65	1,75
M.O	100,83	109,82	10,60
Sd	11,99	14,94	6,25

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.

Πρωτόκολλο προσδιορισμού μεταχρωματισμών, CIE Lab

Προσδιορισμός Μεταχρωματισμών UV-C							
A/A	L	a	b	L	a	b	ΔΕ
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012			
UV-C1	82,11	3,17	23,59	55,64	12,46	22,23	28,09
UV-C2	82,92	4,03	23,22	59,60	2,94	17,36	24,07
UV-C3	82,46	3,79	24,28	61,22	4,43	18,44	22,04
UV-C4	81,21	1,59	26,19	54,66	7,85	34,72	28,58
UV-C5	81,12	2,74	24,32	54,98	8,26	35,56	28,98
UV-C6	82,32	3,06	25,42	60,06	2,84	18,70	23,25
UV-C7	82,36	3,37	23,12	56,29	8,70	24,16	26,63
MAX	<b>82,92</b>	<b>4,03</b>	<b>26,19</b>	<b>61,22</b>	<b>12,46</b>	<b>35,56</b>	<b>28,98</b>
MIN	<b>81,12</b>	<b>1,59</b>	<b>23,12</b>	<b>54,66</b>	<b>2,84</b>	<b>17,36</b>	<b>22,04</b>
M.O	<b>82,07</b>	<b>3,11</b>	<b>24,31</b>	<b>57,49</b>	<b>6,78</b>	<b>24,45</b>	<b>25,95</b>
Sd	<b>0,67</b>	<b>0,80</b>	<b>1,15</b>	<b>2,71</b>	<b>3,54</b>	<b>7,67</b>	<b>2,81</b>
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012			
UV-C1	82,11	3,17	23,59	42,58	-0,36	14,31	19,94
UV-C2	82,92	4,03	23,22	48,78	-1,93	7,05	15,72
UV-C3	82,46	3,79	24,28	49,58	-1,04	6,27	17,71
UV-C4	81,21	1,59	26,19	42,70	-2,92	18,74	22,68
UV-C5	81,12	2,74	24,32	43,99	-1,35	18,20	22,68
UV-C6	82,32	3,06	25,42	48,80	-2,76	7,90	16,58
UV-C7	82,36	3,37	23,12	43,87	-0,62	16,54	17,30
MAX	<b>82,92</b>	<b>4,03</b>	<b>26,19</b>	<b>49,58</b>	<b>-0,36</b>	<b>18,74</b>	<b>22,68</b>
MIN	<b>81,12</b>	<b>1,59</b>	<b>23,12</b>	<b>42,58</b>	<b>-2,92</b>	<b>6,27</b>	<b>15,72</b>
M.O	<b>82,07</b>	<b>3,11</b>	<b>24,31</b>	<b>45,76</b>	<b>-1,57</b>	<b>12,72</b>	<b>18,94</b>
Sd	<b>0,67</b>	<b>0,80</b>	<b>1,15</b>	<b>3,14</b>	<b>1,01</b>	<b>5,48</b>	<b>2,86</b>
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΙΟΥΝΙΟΣ 2013			
UV-C1	82,11	3,17	23,59	38,79	-1,01	10,12	5,69
UV-C2	82,92	4,03	23,22	45,66	-1,69	5,70	3,41
UV-C3	82,46	3,79	24,28	46,54	-0,97	5,58	3,12
UV-C4	81,21	1,59	26,19	39,53	-1,32	12,09	7,54
UV-C5	81,12	2,74	24,32	40,35	-0,88	12,71	6,60
UV-C6	82,32	3,06	25,42	45,84	-1,51	5,91	3,78
UV-C7	82,36	3,37	23,12	40,08	-0,68	11,62	6,21
MAX	<b>82,92</b>	<b>4,03</b>	<b>26,19</b>	<b>46,54</b>	<b>-0,68</b>	<b>12,71</b>	<b>7,54</b>
MIN	<b>81,12</b>	<b>1,59</b>	<b>23,12</b>	<b>38,79</b>	<b>-1,69</b>	<b>5,58</b>	<b>3,12</b>
M.O	<b>82,07</b>	<b>3,11</b>	<b>24,31</b>	<b>42,40</b>	<b>-1,15</b>	<b>9,10</b>	<b>5,19</b>
Sd	<b>0,67</b>	<b>0,80</b>	<b>1,15</b>	<b>3,43</b>	<b>0,36</b>	<b>3,25</b>	<b>1,74</b>

Προσδιορισμός Μεταχρωματισμών UV-T							
A/A	L	a	b	L	a	b	ΔΕ
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012			

UV-T1	68,99	9,92	27,64	66,44	4,59	24,54	6,67
UV-T2	65,51	7,83	31,36	57,94	7,03	29,53	7,83
UV-T3	69,36	8,00	30,33	64,72	6,11	23,20	8,71
UV-T4	66,36	7,55	31,84	57,95	9,81	25,21	10,94
UV-T5	68,73	8,90	29,79	66,36	5,26	20,68	10,09
UV-T6	66,12	8,80	32,21	60,46	4,14	28,24	8,34
UV-T7	65,66	7,58	31,19	58,51	9,00	22,42	11,40
<b>MAX</b>	<b>69,36</b>	<b>9,92</b>	<b>32,21</b>	<b>66,44</b>	<b>9,81</b>	<b>29,53</b>	<b>11,40</b>
<b>MIN</b>	<b>65,51</b>	<b>7,55</b>	<b>27,64</b>	<b>57,94</b>	<b>4,14</b>	<b>20,68</b>	<b>6,67</b>
<b>M.O</b>	<b>67,25</b>	<b>8,37</b>	<b>30,62</b>	<b>61,77</b>	<b>6,56</b>	<b>24,83</b>	<b>9,14</b>
<b>Sd</b>	<b>1,70</b>	<b>0,87</b>	<b>1,56</b>	<b>3,94</b>	<b>2,17</b>	<b>3,15</b>	<b>1,73</b>
<b>ΙΟΥΝΙΟΣ 2012</b>				<b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012</b>			
UV-T1	68,99	9,92	27,64	58,06	3,60	8,79	17,87
UV-T2	65,51	7,83	31,36	52,42	-0,09	15,24	16,89
UV-T3	69,36	8,00	30,33	56,43	-0,96	14,03	14,24
UV-T4	66,36	7,55	31,84	50,24	-2,35	17,83	16,18
UV-T5	68,73	8,90	29,79	58,22	1,93	15,78	10,07
UV-T6	66,12	8,80	32,21	53,24	-0,82	16,07	14,99
UV-T7	65,66	7,58	31,19	51,90	-1,06	16,19	13,55
<b>MAX</b>	<b>69,36</b>	<b>9,92</b>	<b>32,21</b>	<b>58,22</b>	<b>3,60</b>	<b>17,83</b>	<b>17,87</b>
<b>MIN</b>	<b>65,51</b>	<b>7,55</b>	<b>27,64</b>	<b>50,24</b>	<b>-2,35</b>	<b>8,79</b>	<b>10,07</b>
<b>M.O</b>	<b>67,25</b>	<b>8,37</b>	<b>30,62</b>	<b>54,36</b>	<b>0,04</b>	<b>14,85</b>	<b>14,83</b>
<b>Sd</b>	<b>1,70</b>	<b>0,87</b>	<b>1,56</b>	<b>3,19</b>	<b>2,04</b>	<b>2,90</b>	<b>2,58</b>
<b>ΙΟΥΝΙΟΣ 2012</b>				<b>ΙΟΥΝΙΟΣ 2013</b>			
UV-T1	68,99	9,92	27,64	53,99	0,31	9,74	5,32
UV-T2	65,51	7,83	31,36	49,92	0,50	11,68	4,39
UV-T3	69,36	8,00	30,33	53,33	0,41	10,10	5,19
UV-T4	66,36	7,55	31,84	48,20	0,18	11,80	6,85
UV-T5	68,73	8,90	29,79	53,60	0,54	10,40	7,23
UV-T6	66,12	8,80	32,21	49,62	0,14	11,80	5,68
UV-T7	65,66	7,58	31,19	49,32	0,21	11,11	5,84
<b>MAX</b>	<b>69,36</b>	<b>9,92</b>	<b>32,21</b>	<b>53,99</b>	<b>0,54</b>	<b>11,80</b>	<b>7,23</b>
<b>MIN</b>	<b>65,51</b>	<b>7,55</b>	<b>27,64</b>	<b>48,20</b>	<b>0,14</b>	<b>9,74</b>	<b>4,39</b>
<b>M.O</b>	<b>67,25</b>	<b>8,37</b>	<b>30,62</b>	<b>51,14</b>	<b>0,33</b>	<b>10,95</b>	<b>5,78</b>
<b>Sd</b>	<b>1,70</b>	<b>0,87</b>	<b>1,56</b>	<b>2,41</b>	<b>0,16</b>	<b>0,87</b>	<b>0,98</b>

#### Προσδιορισμός Μεταχρωματισμών UV-C Με Βερνίκι

A/A	L	a	b	L	a	b	ΔΕ
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012			

UV-C1-B	77,87	4,28	28,15	60,43	3,32	17,63	20,39
UV-C2-B	79,03	4,35	30,62	56,36	5,11	18,93	25,52
UV-C3-B	77,14	3,60	29,83	60,00	6,69	20,03	19,98
UV-C4-B	80,89	4,36	28,25	63,83	3,55	12,51	23,23
UV-C5-B	81,29	4,53	27,38	65,13	3,62	15,20	20,26
UV-C6-B	80,54	4,58	27,65	62,37	2,61	12,50	23,74
UV-C7-B	81,09	4,59	27,68	57,96	3,11	11,16	28,46
MAX	81,29	4,59	30,62	65,13	6,69	20,03	28,46
MIN	<b>77,14</b>	<b>3,60</b>	<b>27,38</b>	<b>56,36</b>	<b>2,61</b>	<b>11,16</b>	<b>19,98</b>
M.O	<b>79,69</b>	<b>4,33</b>	<b>28,51</b>	<b>60,87</b>	<b>4,00</b>	<b>15,42</b>	<b>23,08</b>
Sd	<b>1,68</b>	<b>0,34</b>	<b>1,23</b>	<b>3,13</b>	<b>1,41</b>	<b>3,50</b>	<b>3,17</b>
ΙΟΥΝΙΟΣ 2012				ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012			
UV-C1-B	77,87	4,28	28,15	47,34	1,33	10,32	15,12
UV-C2-B	79,03	4,35	30,62	44,20	0,93	8,10	16,81
UV-C3-B	77,14	3,60	29,83	48,19	0,75	9,23	17,07
UV-C4-B	80,89	4,36	28,25	51,22	-0,46	5,35	15,05
UV-C5-B	81,29	4,53	27,38	52,24	-0,36	5,33	16,72
UV-C6-B	80,54	4,58	27,65	51,29	-0,10	4,58	13,89
UV-C7-B	81,09	4,59	27,68	47,12	-0,42	4,58	13,16
MAX	<b>81,29</b>	<b>4,59</b>	<b>30,62</b>	<b>52,24</b>	<b>1,33</b>	<b>10,32</b>	<b>17,07</b>
MIN	<b>77,14</b>	<b>3,60</b>	<b>27,38</b>	<b>44,20</b>	<b>-0,46</b>	<b>4,58</b>	<b>13,16</b>
M.O	<b>79,69</b>	<b>4,33</b>	<b>28,51</b>	<b>48,80</b>	<b>0,24</b>	<b>6,78</b>	<b>15,40</b>
Sd	<b>1,68</b>	<b>0,34</b>	<b>1,23</b>	<b>2,90</b>	<b>0,74</b>	<b>2,38</b>	<b>1,53</b>
ΙΟΥΝΙΟΣ 2012				ΙΟΥΝΙΟΣ 2013			
UV-C1-B	77,87	4,28	28,15	45,68	-0,39	6,57	4,45
UV-C2-B	79,03	4,35	30,62	42,35	0,21	5,78	3,05
UV-C3-B	77,14	3,60	29,83	44,40	0,07	9,36	3,85
UV-C4-B	80,89	4,36	28,25	50,49	-0,24	4,79	0,95
UV-C5-B	81,29	4,53	27,38	51,78	-0,35	5,18	0,48
UV-C6-B	80,54	4,58	27,65	49,46	-0,01	4,18	1,88
UV-C7-B	81,09	4,59	27,68	46,24	-0,27	4,16	0,99
MAX	<b>81,29</b>	<b>4,59</b>	<b>30,62</b>	<b>51,78</b>	<b>0,21</b>	<b>9,36</b>	<b>4,45</b>
MIN	<b>77,14</b>	<b>3,60</b>	<b>27,38</b>	<b>42,35</b>	<b>-0,39</b>	<b>4,16</b>	<b>0,48</b>
M.O	<b>79,69</b>	<b>4,33</b>	<b>28,51</b>	<b>47,20</b>	<b>-0,14</b>	<b>5,72</b>	<b>2,24</b>
Sd	<b>1,68</b>	<b>0,34</b>	<b>1,23</b>	<b>3,45</b>	<b>0,23</b>	<b>1,82</b>	<b>1,56</b>

Προσδιορισμός Μεταχρωματισμών UV-T Με Βερνίκι							
A/A	L	a	b	L	a	b	ΔΕ
	ΙΟΥΝΙΟΣ 2012			ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012			

UV-TI-B	67,34	9,43	34,23	66,96	6,09	23,12	11,61
UV-T2-B	64,88	12,94	30,90	65,18	7,62	22,17	10,23
UV-T3-B	65,31	12,82	31,18	64,76	9,18	21,82	10,06
UV-T4-B	62,79	9,79	35,42	62,02	11,48	19,51	16,02
UV-T5-B	64,91	13,42	30,20	67,77	6,96	25,24	8,63
UV-T6-B	62,67	9,72	35,89	62,50	9,50	24,04	11,85
UV-T7-B	62,28	9,41	37,15	62,39	7,86	25,53	11,72
MAX	<b>67,34</b>	<b>13,42</b>	<b>37,15</b>	<b>67,77</b>	<b>11,48</b>	<b>25,53</b>	<b>16,02</b>
MIN	<b>62,28</b>	<b>9,41</b>	<b>30,20</b>	<b>62,02</b>	<b>6,09</b>	<b>19,51</b>	<b>8,63</b>
M.O	<b>64,31</b>	<b>11,08</b>	<b>33,57</b>	<b>64,51</b>	<b>8,38</b>	<b>23,06</b>	<b>11,45</b>
Sd	<b>1,83</b>	<b>1,87</b>	<b>2,78</b>	<b>2,30</b>	<b>1,81</b>	<b>2,11</b>	<b>2,33</b>
ΙΟΥΝΙΟΣ 2012				ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012			
UV-TI-B	67,34	9,43	34,23	58,15	1,94	11,57	15,11
UV-T2-B	64,88	12,94	30,90	59,25	1,29	14,38	11,66
UV-T3-B	65,31	12,82	31,18	57,54	0,07	12,50	14,90
UV-T4-B	62,79	9,79	35,42	54,84	0,57	13,89	14,22
UV-T5-B	64,91	13,42	30,20	58,21	3,56	11,19	17,33
UV-T6-B	62,67	9,72	35,89	53,20	1,42	12,03	17,21
UV-T7-B	62,28	9,41	37,15	54,26	0,74	12,55	16,89
MAX	<b>67,34</b>	<b>13,42</b>	<b>37,15</b>	<b>59,25</b>	<b>3,56</b>	<b>14,38</b>	<b>17,33</b>
MIN	<b>62,28</b>	<b>9,41</b>	<b>30,20</b>	<b>53,20</b>	<b>0,07</b>	<b>11,19</b>	<b>11,66</b>
M.O	<b>64,31</b>	<b>11,08</b>	<b>33,57</b>	<b>56,49</b>	<b>1,37</b>	<b>12,59</b>	<b>15,33</b>
Sd	<b>1,83</b>	<b>1,87</b>	<b>2,78</b>	<b>2,34</b>	<b>1,14</b>	<b>1,17</b>	<b>2,04</b>
ΙΟΥΝΙΟΣ 2012				ΙΟΥΝΙΟΣ 2013			
UV-TI-B	67,34	9,43	34,23	56,58	1,44	8,20	3,75
UV-T2-B	64,88	12,94	30,90	55,98	0,43	9,75	5,73
UV-T3-B	65,31	12,82	31,18	56,66	0,28	9,99	2,67
UV-T4-B	62,79	9,79	35,42	52,75	-0,08	10,09	4,39
UV-T5-B	64,91	13,42	30,20	56,90	2,20	8,13	3,60
UV-T6-B	62,67	9,72	35,89	50,85	0,72	9,31	3,66
UV-T7-B	62,28	9,41	37,15	59,09	0,29	8,89	6,06
MAX	<b>67,34</b>	<b>13,42</b>	<b>37,15</b>	<b>59,09</b>	<b>0,29</b>	<b>10,09</b>	<b>6,06</b>
MIN	<b>62,28</b>	<b>9,41</b>	<b>30,20</b>	<b>50,85</b>	<b>-0,08</b>	<b>8,13</b>	<b>2,67</b>
M.O	<b>64,31</b>	<b>11,08</b>	<b>33,57</b>	<b>55,54</b>	<b>0,75</b>	<b>9,19</b>	<b>4,27</b>
Sd	<b>1,83</b>	<b>1,87</b>	<b>2,78</b>	<b>2,79</b>	<b>0,84</b>	<b>0,81</b>	<b>1,23</b>