

Μάθημα «ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ»

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΞΥΛΟΥ

Καθηγητής **Γεώργιος Μαντάνης**

Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου

Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου

Email: mantanis@teilar.gr

Ορισμός της πυκνότητας

«Η σπουδαιότερη φυσική ιδιότητα του ξύλου»

- **Πυκνότητα** (ρ_0, R, R_x)
Το μέτρο μάζας που περιέχεται (*περικλείεται*) σε ορισμένο όγκο και εκφράζεται με το πηλίκο της μάζας διά του όγκου.
- Η πυκνότητα και το ειδικό βάρος εκφράζονται με τον ίδιο αριθμό.
- Μονάδες: **g/cm^3** ή (x1000) σε **kg/m^3**
παράδειγμα: **λεύκη**, $0,35 \text{ g/cm}^3$ ή 350 kg/m^3

Ξηρή ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Το πηλίκο: **ξηρή μάζα** προς τον **ξηρό όγκο**, όταν το ποσοστό υγρασίας είναι **0%** (= **απόλυτα ξηρή κατάσταση**)

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

όπου: $\rho_o =$ ξηρή πυκνότητα (g/cm³)
 $M_o =$ ξηρή μάζα (g)
 $V_o =$ ξηρός όγκος (cm³)

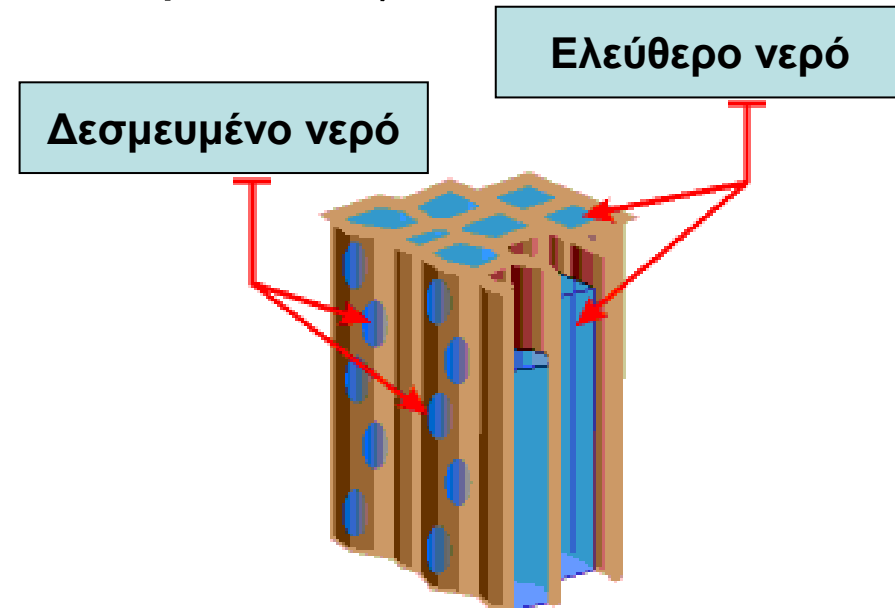
Σημείο Ινοκόρου

Σημείο ινοκόρου (Σ.Ι.) του ξύλου:

Η κατάσταση εκείνη κατά την οποία τα *κυτταρικά τοιχώματα* είναι πλήρως **κορεσμένα με νερό** και οι *κυτταρικές κοιλότητες* **άδειες**.

Σημειώνεται ότι το Σ.Ι. επιτυγχάνεται όταν η υγρασία είναι περίπου 26-35% (κατά μέσο όρο **30%**).

Ίνες + κόρος = κορεσμός
στις ίνες του ξύλου



Βασική Πυκνότητα

Το πηλίκο: **ξηρής μάζας** 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 $\geq 30\%$ υγρασία**)

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

όπου: **R** = βασική πυκνότητα (g/cm³)

M_o = ξηρή μάζα (g)

V_{max} = χλωρός (μέγιστος) όγκος (cm³)

Φαινομενική Πυκνότητα

Η πυκνότητα του ξύλου πολλές φορές για **πρακτικούς λόγους** υπολογίζεται με βάση το βάρος και τον όγκο του ξύλου σε κάποια **συγκεκριμένη υγρασία**.

Συνήθως σε ποσοστό: **12%** ή **15%**, βλ. R_{12} ή R_{15}

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

όπου: $R_x =$ φαινομενική πυκνότητα (g/cm^3)
 $M_x =$ μάζα, σε X ποσοστό υγρασίας (g)
 $V_x =$ όγκος, σε X ποσοστό υγρασίας (cm^3)

Εύρος της πυκνότητας & κατηγορίες

- Η ξηρή πυκνότητα των διαφόρων ειδών ξύλου ποικίλλει από **0,10** g/cm³ (**Balsa**) μέχρι **1,36** g/cm³ για τα είδη **Blackwood, Ironwoods, Lignum vitae**
- Η πυκνότητα των **ελληνικών ειδών ξύλου** γενικά κυμαίνεται από 0,30 g/cm³ έως 0,90 g/cm³
- Τα ελληνικά είδη με βάση την πυκνότητα διαχωρίζονται σε:
 - **ελαφρά** (0,30 - 0,45 g/cm³)
 - **μέτρια** (0,45 - 0,65 g/cm³)
 - **βαριά** (0,65 - 0,80 g/cm³)
 - **πολύ βαριά** (0,80 - 1,00 g/cm³)

ΤΙ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ;

- όλες τις φυσικές ιδιότητες του ξύλου
- όλες τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου

Η πυκνότητα είναι δείκτης της ποιότητας και της μηχανικής αντοχής του ξύλου

<i>Ελάτη</i>	0,40	<i>Φλαμούρι</i>	0,50
<i>Πεύκο, σουηδικό</i>	0,49	<i>Κελεμπέκι</i>	0,66
<i>Ερυθρελάτη</i>	0,41	<i>Όρεγκον πάιν</i>	0,49
<i>Πεύκο, μαύρο</i>	0,52	<i>Πιτς πάιν</i>	0,52
<i>Ρόμπολο</i>	0,47	<i>Afzelia</i>	0,80
<i>Κυπαρίσσι</i>	0,55	<i>Radauk</i>	0,65
<i>Κέδρος</i>	0,57	<i>Dibetou</i>	0,71
<i>Λεύκη</i>	0,38	<i>Teak</i>	0,63
<i>Καρυδιά</i>	0,64	<i>Zebrano</i>	0,69
<i>Οξιά</i>	0,70	<i>Makore</i>	0,59
<i>Καστανιά</i>	0,58	<i>Sapele</i>	0,62
<i>Δρυς</i>	0,75	<i>Sipo</i>	0,59
<i>Πουρνάρι</i>	0,90	<i>Μαόνι</i>	0,55
<i>Πλατάνι</i>	0,58	<i>Balsa</i>	0,10
<i>Μουριά</i>	0,61	<i>Okoume</i>	0,41
<i>Ακακία</i>	0,75	<i>Acajou</i>	0,49
<i>Ελιά</i>	0,88	<i>Niangon</i>	0,65
<i>Σφενδάμι</i>	0,59	<i>Meranti</i>	0,65

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΞΥΛΩΔΟΥΣ ΥΛΗΣ

- Η πυκνότητα της **ξυλώδους ύλης** (r_w) είναι πρακτικά η πυκνότητα της ύλης των κυτταρικών τοιχωμάτων του ξύλου με κανονική αναλογία σε λιγνίνη και κυτταρίνη.
- Είναι σταθερή και κυμαίνεται από $1,35 \text{ g/cm}^3$ έως $1,60 \text{ g/cm}^3$ με μέσο όρο την τιμή **$1,50 \text{ g/cm}^3$** = **πυκνότητα ξυλώδους ύλης.**
- Το ξύλο είναι δομημένο έτσι ώστε να μην αποτελείται από 100% συμπαγή ξυλώδη ύλη αλλά να περιέχει πολλούς κενούς χώρους (όπως λ.χ. κυτταρικές κοιλότητες, πόρους, κ.ά.) και ξύλο διαφορετικής πυκνότητας (*πρώιμο / όψιμο και σομφό / εγκάρδιο*).

ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

Ο υπολογισμός του **ποσοστού κενών χώρων** γίνεται από τη σχέση:

$$C (\%) = 100 - (66,7 \cdot \rho_0)$$

C = ποσοστό κενών χώρων του ξύλου
(% του συνολικού όγκου)

ρ_0 = ξηρή πυκνότητα

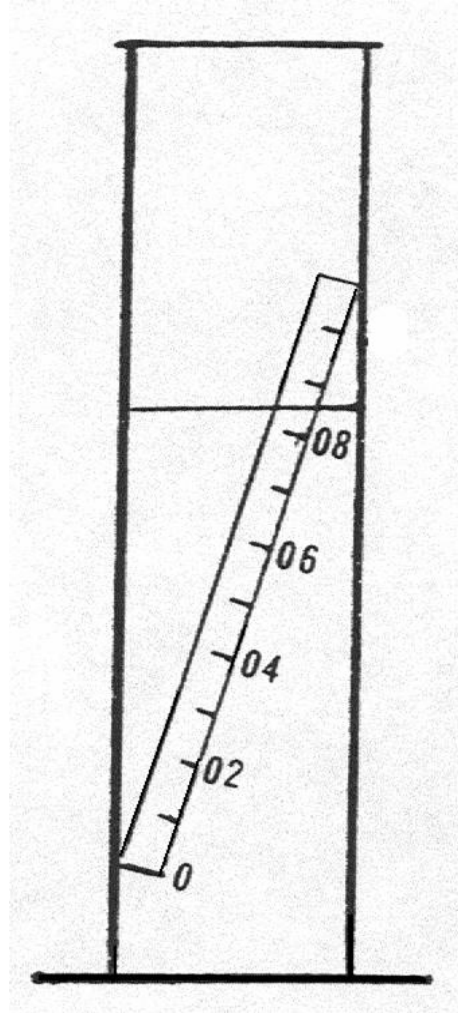
ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΚΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

- Η πυκνότητα είναι **δείκτης** των κενών χώρων που υπάρχουν στη μάζα του ξύλου.
- Όσο μικρότερη είναι η πυκνότητα του ξύλου, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των κενών χώρων (σχέση αντιστρόφως ανάλογη).
- Στα είδη ξύλου, το ποσοστό αυτό κυμαίνεται από **95%** σε πολύ ελαφρά ξύλα έως **15%** σε πολύ βαριά ξύλα.

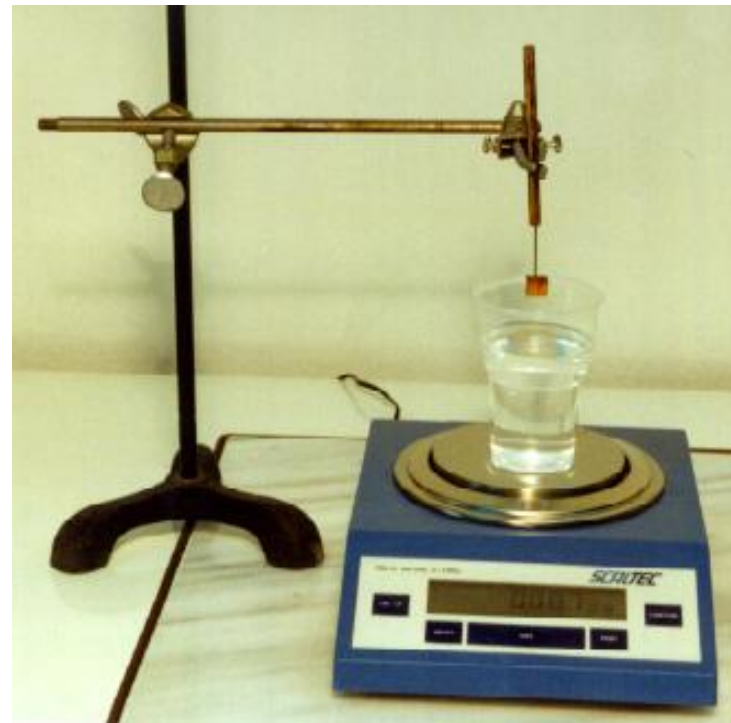
ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

- Μέθοδος Paul
- Μέθοδος ξήρανσης - ζύγισης και εμφάπτισης σε νερό
- Μέθοδος του υδραργυρικού ογκόμετρου Breuil

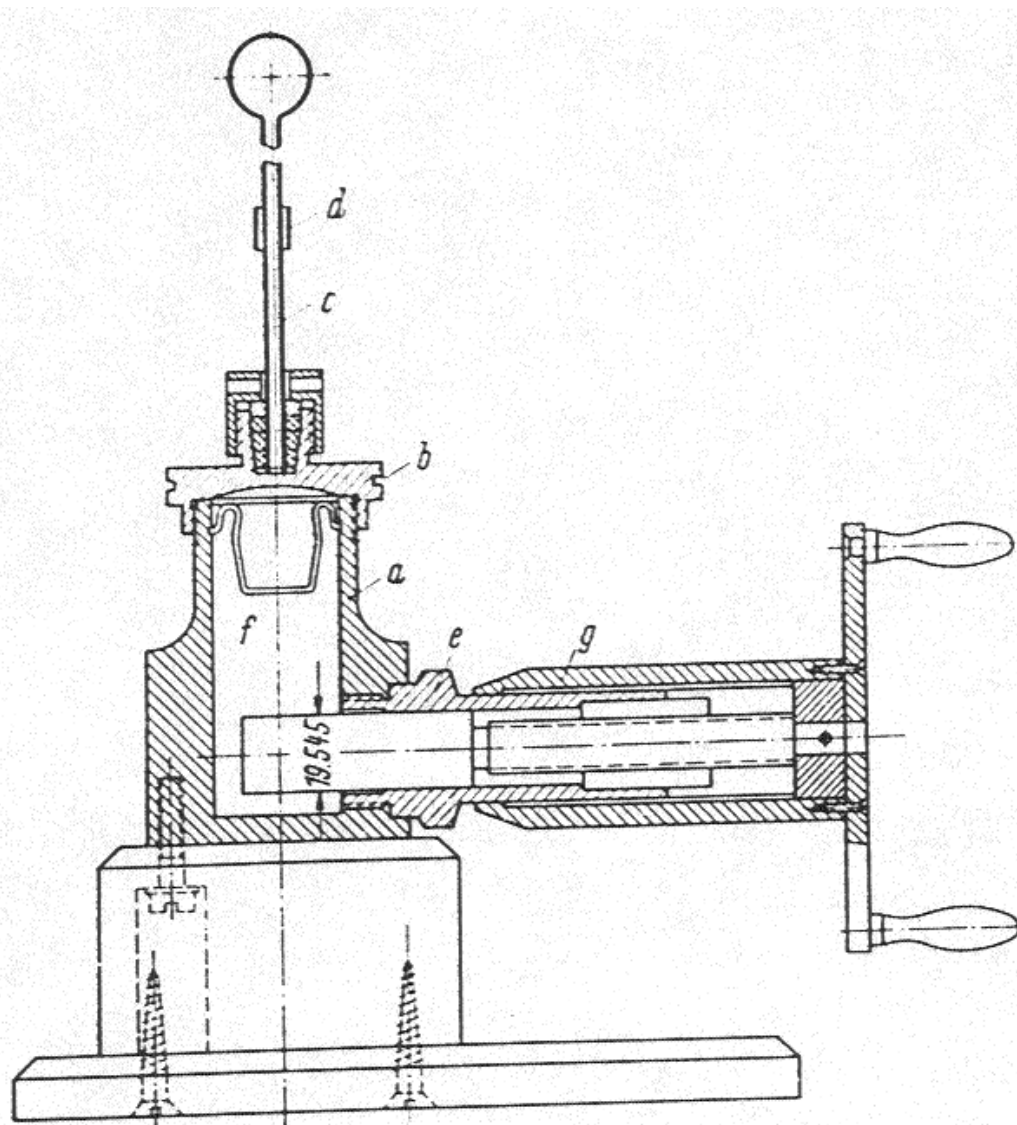
Μέθοδος Paul



Μέθοδος ξήρανσης - ζύγισης & εμφάπτισης



Μέθοδος Breuil



ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

1. ΥΓΡΑΣΙΑ

- Το ξύλο σαν **υγροσκοπικό** υλικό έχει την ιδιότητα να προσλαμβάνει πάντοτε υγρασία.
- Όταν προσλαμβάνει υγρασία αυξάνεται ταυτόχρονα η μάζα και ο όγκος του.
- Η επίδραση της υγρασίας του ξύλου στην πυκνότητα είναι σημαντική και ακολουθεί μια ανάλογη σχέση.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

2. ΔΟΜΗ

- διαφορετικό είδος ξυλωδών κυττάρων
κωνοφόρα: τραχειίδες, ρητινοφόροι αγωγοί
πλατύφυλλα: ίνες, μέλη αγγείων
- διαφορετική ποσοτική κατανομή των κυττάρων
- πάχος κυτταρικών τοιχωμάτων
- μέγεθος κυτταρικών κοιλοτήτων
- ηλικία του δένδρου κ.α.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

3. ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ

- Τα εκχυλίσματα είναι ουσίες **μη δομικές** (ρητίνες, λίπη, ταννίνες κ.α.) που βρίσκονται στις κοιλότητες και στους κενούς χώρους του ξύλου.
- Εκχύλιση αυτών προκαλεί μείωση της πυκνότητας του ξύλου.
- Η **παρουσία πολλών εκχυλισμάτων** στο εγκάρδιο ξύλο **αυξάνει** την πυκνότητα του εγκάρδιου ξύλου.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

- Τύποι κυττάρων (ανατομικών στοιχείων)
- Κλιματεδαφικοί παράγοντες (ύψος βροχής, θρεπτικά συστατικά)
- Κληρονομικοί (γενετικοί) παράγοντες
- Ξύλο ανώμαλης δομής (βλ. θλιψιγενές)
- Πρώιμο ξύλο vs. όψιμο ξύλο
- Εγκάρδιο ξύλο vs. σομφό ξύλο
- Πλάτος των αυξητικών δακτυλίων