

## ΤΟ ΞΥΛΟ

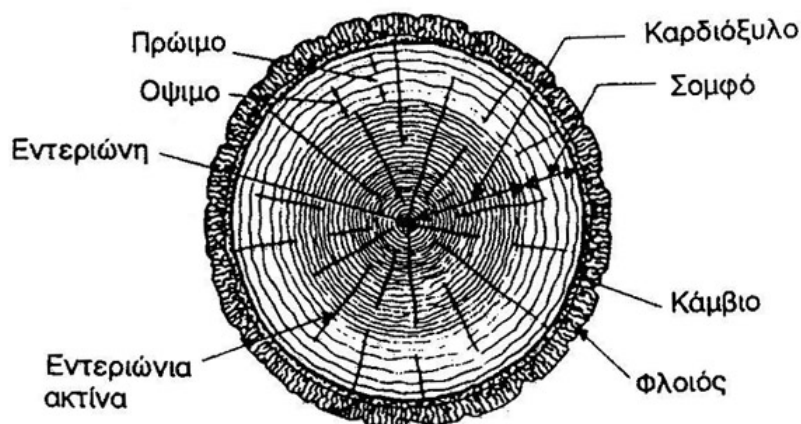
Φυσικό σύνθετο υλικό, που αποτελείται από επιμήκεις παράλληλες λεπτές ίνες κυτταρίνης ενσωματωμένες σε ένα στρώμα λιγνίνης.

### Συστατικά του ξύλου

- **Κυτταρίνη ( cellulose). (  $C_6H_{10}O_5$  )<sub>n</sub>**  
Πολυμερές υψηλού μοριακού βάρους (πολυσακχαρίτης). Βαθμός πολυμερισμού περίπου 10.000. Αναλογία στο ξύλο 40 - 50 %.
- **Ημικυτταρίνη ( hemicellulose ).**  
Πολυμερές ανάλογο της κυτταρίνης, μικρότερου μοριακού βάρους. Βαθμός πολυμερισμού περίπου 200. Αναλογία στο ξύλο 25 - 35 %.
- **Λιγνίνη ( lignin ).**  
Πολύπλοκη πολυμερής συγκολλητική ουσία φαινολικών ενώσεων. Αναλογία στο ξύλο 20 - 30 %.
- **Εκχυλίσματα ( extractives**  
Οργανικές και ανόργανες ουσίες, όπως έλαια, χρώματα, άλατα κλπ. Αναλογία στο ξύλο μέχρι 10 %.

### Μακροσκοπική δομή του ξύλου.

- **φλοιός ( bark )**
  - ξηρός φλοιός.
  - βύβλος.
- \* **κάμβιο ( cambium )**
- \* **σομφό ( sapwood )**
- \* **εγκάρδιο ή καρδιά ( heartwood )**
- \* **εντεριώνη ή ψύχα.**



Σχήμα 24.1  
Μακροσκοπική  
δομή του ξύλου.

## ΑΣΚΗΣΗ 24

### ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

Η υγρασία αποτελεί τη βασικότερη φυσική ιδιότητα του ξύλου, επειδή επηρεάζει με τη σειρά της μια σειρά άλλων ιδιοτήτων, όπως: την πυκνότητα, τις μηχανικές αντοχές, τη σταθερότητα των διαστάσεων, την αντοχή στο χρόνο, τη θερμική αγωγιμότητα, τη μηχανική κατεργασία, τη συγκολλησιμότητα, κλπ.

Η υγρασία στο ξύλο βρίσκεται τόσο στους πόρους όσο και προσροφημένη από τις κυτταρικές ίνες.

Το ξύλο είναι ένα υγροσκοπικό υλικό που έχει την τάση να προσλαμβάνει υγρασία από το περιβάλλον μέχρι να φτάσει σε μια κατάσταση ισορροπίας. Η υγρασία του ξύλου σ'αυτή την κατάσταση ονομάζεται **υγρασία ισορροπίας** (equilibrium moisture content). Συνήθως η υγρασία ισορροπίας εκφράζεται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 20 °C και σχετική υγρασία περιβάλλοντος 65%.

Η υγρασία του ξύλου που αντιστοιχεί στην κατάσταση εκείνη όπου τα κυτταρικά τοιχώματα είναι κορεσμένα και οι πόροι άδειοι ονομάζεται σημείο κορεσμού ίνας ή **σημείο ινοκόρου**. Για τα περισσότερα είδη ξύλου το σημείο αυτό είναι περίπου 28%.

Ο προσδιορισμός της υγρασίας του ξύλου μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους καταστροφικές ή μη. Η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου έχει να κάνει με την συγκεκριμένη εφαρμογή. Σύμφωνα με το πρότυπο ASTM D 2016 ο προσδιορισμός της υγρασίας του ξύλου μπορεί να γίνει με :

- ξήρανση
- απόσταξη
- ηλεκτρικές μεθόδους
- υγρομετρική μέθοδο

#### 1. Ξήρανση

Για τον προσδιορισμό απαιτείται αεριζόμενος φούρνος με ικανότητα διατήρησης της θερμοκρασίας στους  $103 \pm 2$  °C και ζυγός ακριβείας (0,01 gr).

Οι διαστάσεις του δείγματος εξαρτώνται από τον τύπο της ξυλείας. Σε κάθε περίπτωση όμως πρέπει να εξασφαλίζεται ένας όγκος του δείγματος τουλάχιστον 33 cm<sup>3</sup>. Στην περίπτωση της πριστής ξυλείας (σανίδια) το δείγμα παίρνεται σε απόσταση τουλάχιστον 30 cm από τα άκρα.

Διαδικασία. Ζυγίζουμε το δείγμα αμέσως μετά την δειγματοληψία (**A**). Τοποθετούμε το δείγμα στο φούρνο για ξήρανση στους  $103 \pm 2$  °C μέχρι το δείγμα να αποκτήσει σταθερό βάρος. Πρακτικά 24 ώρες είναι υπεραρκετές για την ξήρανση. Στη συνέχεια αφού βγάλουμε το δείγμα από

το φούρνο το τοποθετούμε σε ξηραντήρα μέχρι να φτάσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος το ζυγίζουμε πάλι (**B**).

Υπολογισμοί. Υπολογίζουμε την % υγρασία του ξύλου από την παρακάτω σχέση:

$$Y\% = \frac{A - B}{B} \times 100 \quad (1) \quad \text{ή} \quad Y\% = \left(\frac{A}{B} - 1\right) \times 100 \quad (2)$$

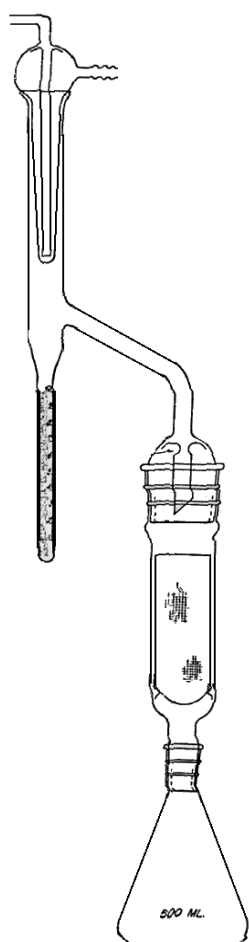
όπου: **A** = αρχικό βάρος δείγματος και **B** = ξηρό βάρος δείγματος.

Η μέθοδος αυτή δεν είναι κατάλληλη για ξύλο υψηλής περιεκτικότητας σε πτητικά εκχυλίσματα, όπως το πεύκο.

## 2. Απόσταξη

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που το ξύλο περιέχει πτητικά εκχυλίσματα (ρητίνες, έλαια κλπ) με αποτέλεσμα η εφαρμογή της προηγούμενης μεθόδου να μην δίνει ακριβή αποτελέσματα.

Το δείγμα που παίρνεται όπως και στην προηγούμενη μέθοδο, σχίζεται σε μικρά τεμάχια και ζυγίζεται. Στη συνέχεια τοποθετείται στη φιάλη ειδικής αποστακτικής συσκευής που περιέχει τολουόλη. Μετά από απόσταξη η υγρασία του δείγματος συλλέγεται σε μορφή νερού στην ειδική αριθμημένη παγίδα της συσκευής. Αφαιρώντας το βάρος του νερού από το αρχικό βάρος μπορούμε να προσδιορίσουμε το βάρος του ξύλου ξηρό και κατ' επέκταση την % υγρασία του ξύλου.



Σχήμα 24.2 Συσκευή απόσταξης

## 3. Ηλεκτρικές μέθοδοι

Βασίζονται στη μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης ή των διηλεκτρικών ιδιοτήτων του ξύλου. Στην πράξη χρησιμοποιούνται συσκευές που βασίζονται στη μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης επειδή είναι εύκολα στη χρήση και παρέχουν μεγάλη ακρίβεια.

Η μέτρηση στηρίζεται στη μεταβολή της ηλεκτρικής αντίστασης με την υγρασία του ξύλου.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι :

- η ταχύτητα μέτρησης
- η ευκολία
- η μη καταστροφή του υλικού
- μικρή δαπάνη

Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η σχετικά μικρότερη ακρίβεια και η μέτρηση υγρασία μικρότερης του 5% και μεγαλύτερης του 20%.

Η ακρίβεια της μέτρησης εξαρτάται από το είδος του ξύλου, τη θερμοκρασία, τη διεύθυνση μέτρησης κ.α.

#### 4. Υγρομετρική μέθοδος

Η μέθοδος είναι αρκετά γρήγορη και επιτρέπει τον προσεγγιστικό υπολογισμό της υγρασίας του ξύλου από τη θερμοκρασία και την υγρασία της ατμόσφαιρας. Για το σκοπό αυτό το δείγμα τοποθετείται σε κλειστή φιάλη στην οποία τοποθετείται θερμόμετρο και αισθητήριο σχετικής υγρασίας. Όταν η ένδειξη της υγρασίας στο υγρόμετρο σταθεροποιηθεί καταγράφουμε την τιμή της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας.

Με τη βοήθεια διαγραμμάτων (Σχ. 23.3) ή πινάκων (Πιν. 23.2) διαβάζουμε την ισοδύναμη υγρασία του ξύλου.

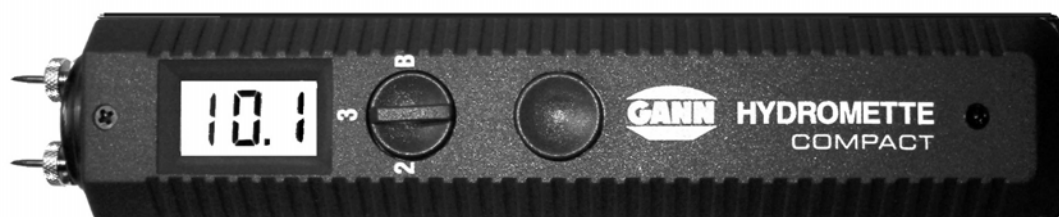
Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται για υγρασία του ξύλου κάτω του σημείου ινοκόρου.

#### Πειραματικό μέρος

##### 1. Ηλεκτρική μέθοδος.

Με το ηλεκτρικό υγρόμετρο ( Σχ.23.2) προσδιορίζουμε την υγρασία των δοκιμίων του ξύλου που δίνεται από το προσωπικό του εργαστηρίου. Η μέτρηση γίνεται ως εξής:

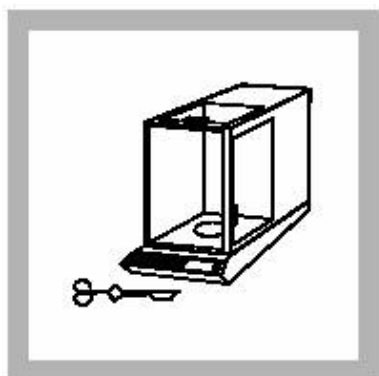
- Επιλέγουμε με βάση το είδος του ξύλου (βλέπε Πιν.22.2) τη θέση 2 ή 3 της συσκευής. Η θέση Β της συσκευής χρησιμεύει για τη μέτρηση υγρασίας σε κονιάματα.
- Βυθίζουμε τις βελόνες του οργάνου στο ξύλο φροντίζοντας η διεύθυνση να είναι εγκάρσια αυτής των ινών του ξύλου.
- Πιέζουμε το κουμπί της συσκευής και διαβάζουμε την ένδειξη της υγρασίας του ξύλου.



Σχήμα 24.3 Ηλεκτρικό υγρόμετρο

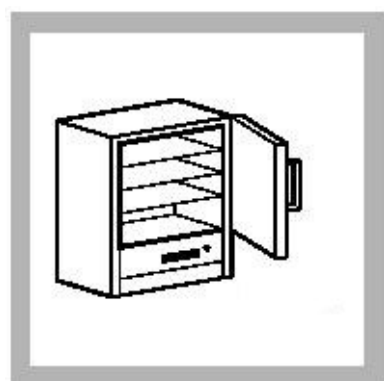
Πίνακας 24.1 Είδη ξυλείας

είδος	species	θέση	είδος	species	θέση
αγριόπευκο	larch	3	λεύκα	poplar	3
αχλαδιά	pear tree	2	οξιά	beech	2
δαμασκηλιά	plume tree	3	πεύκο	pine	3
δρυς	oak	3	σεκόγια	redwood	3
ελάτη	fir	3	σημύδα	birch	3
ερυθρελάτη	spruce	3	σφεντάμι	maple	3
καστανιά	chestnut	3	τικ	teak	2
κερασιά	cherry	3	τριανταφυλλιά	rosewood	2
κιτρολεμονιά	lime	2	φλαμουριά	ash	3
λεύκα	poplar	3	φτελιά	elm	3



## 2. Ξήρανση.

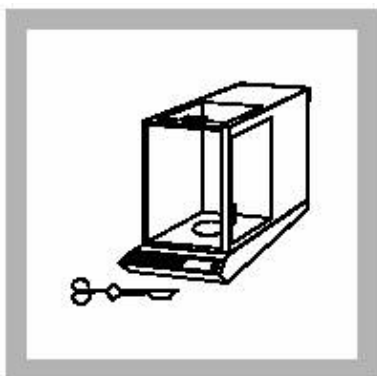
- Ζυγίζουμε το δείγμα σε ζυγό ακριβείας. (Α)



- Τοποθετούμε το δείγμα στο φούρνο σε θερμοκρασία  $103 \pm 2$  °C.



- Ύστερα από 24 ώρες βγάζουμε το δείγμα από το φούρνο και το τοποθετούμε στο ξηραντήριο για 10 περίπου λεπτά μέχρι να κρυώσει.



- Ζυγίζουμε το δείγμα στο ζυγό ακριβείας. (B)
- Υπολογίζουμε με βάση τη σχέση (1) ή (2) την % υγρασία του ξύλου. (Y%)

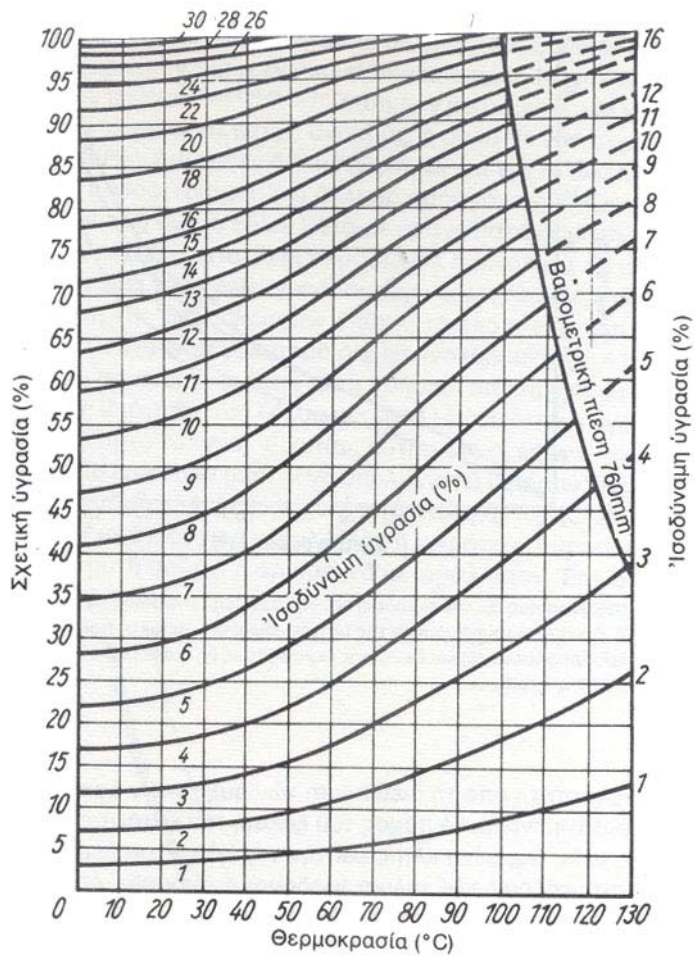
### 3. Υγρομετρική μέθοδος.

- Τοποθετούμε το δείγμα στο εσωτερικό του θαλάμου και ανά διαστήματα μετρούμε την σχετική υγρασία στο εσωτερικό του θαλάμου με τη βοήθεια του οργάνου. Όταν η ένδειξη σταθεροποιηθεί διαβάζουμε τη σχετική υγρασία RH του αέρα. Παράλληλα διαβάζουμε στο θερμόμετρο και την ένδειξη της θερμοκρασίας. Με τη βοήθεια του Πίνακα 23.2 ή του σχήματος 23.3 υπολογίζουμε την υγρασία του ξύλου.

Στο τέλος συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των πειραματικών μετρήσεων και αξιολογούμε τυχόν διαφορές στις τιμές των μετρήσεων μεταξύ των διαφορετικών μεθόδων μέτρησης.

*Πίνακας 24.2* Υγρασία ισορροπίας ξύλου με την υγρασία της ατμόσφαιρας και τη θερμοκρασία.

Θερμοκρασία °C	RH Σχετική Υγρασία																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5	4,6	5,5	6,3	7,1	7,9	8,7	9,5	10,4	11,3	12,3	13,5	14,9	16,5	18,5	21,0	24,4	29,1
10	4,6	5,5	6,3	7,1	7,9	8,7	9,5	10,3	11,2	12,3	13,4	14,8	16,4	18,4	20,9	24,3	29,1
15	4,6	5,4	6,3	7,0	7,8	8,6	9,4	10,2	11,1	12,2	13,3	14,6	16,2	18,2	20,7	24,1	29,0
20	4,5	5,4	6,2	7,0	7,7	8,5	9,3	10,1	11,0	12,0	13,1	14,5	16,0	18,0	20,5	24,0	28,9
25	4,4	5,3	6,1	6,9	7,6	8,4	9,1	10,0	10,8	11,8	12,9	14,2	15,8	17,8	20,3	23,7	28,6
30	4,3	5,2	6,0	6,7	7,5	8,2	9,0	9,8	10,6	11,6	12,7	14,0	15,6	17,5	20,0	23,4	28,4
35	4,2	5,1	5,9	6,6	7,3	8,0	8,8	9,6	10,4	11,4	12,5	13,7	15,3	17,2	19,7	23,1	28,1
40	4,1	5,0	5,7	6,4	7,2	7,9	8,6	9,4	10,2	11,1	12,2	13,4	15,0	16,9	19,3	22,7	27,7
45	4,0	4,8	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4	9,1	10,0	10,9	11,9	13,1	14,6	16,5	19,0	22,3	27,3
50	3,9	4,7	5,4	6,1	6,8	7,5	8,2	8,9	9,7	10,6	11,6	12,8	14,3	16,1	18,6	21,9	26,9
55	3,7	4,5	5,2	5,9	6,6	7,2	7,9	8,6	9,4	10,3	11,3	12,5	13,9	15,8	18,1	21,5	26,4
60	3,6	4,3	5,0	5,7	6,3	7,0	7,7	8,4	9,1	10,0	11,0	12,2	13,6	15,4	17,7	21,0	26,0
65	3,4	4,1	4,8	5,5	6,1	6,8	7,4	8,1	8,9	9,7	10,7	11,8	13,2	14,9	17,3	20,5	25,4
70	3,2	4,0	4,6	5,3	5,9	6,5	7,2	7,8	8,6	9,4	10,3	11,5	12,8	14,5	16,8	20,0	24,9



Σχήμα 24.3 Καμπύλες ίσης υγρασίας ξύλου. Εξάρτηση υγρασίας ισορροπίας με τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία.

