



Ξύλο & ξύλινες κατασκευές



Καθ. Γεώργιος Ι. Μαντάνης

FIAWS, FHAA, PhD

**Εργ. Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου
Τμήμα Δ.Ε.ΞΥ.Σ. ▪ Π.Θ.**

link: <http://mantanis.users.uth.gr/>

Ξύλο: φυσικό υλικό με απεριόριστες προοπτικές



©Κυριάκος Τιμοθέου



©Δημήτρης Κιόρογλου
©Ιωάννης Αλιφέρης



©Πηνελόπη Μούτου



©Κωνσταντίνος Παπαδάκης

ΞΥΛΟ

(ξύλωμα, xylem, timber, wood)

Επιστήμες που το μελετούν επισταμένα:

Βιολογία

Χημεία

Επιστήμες υλικών

Φυσική

Μηχανική

Αρχιτεκτονική

Συντήρηση υλικών

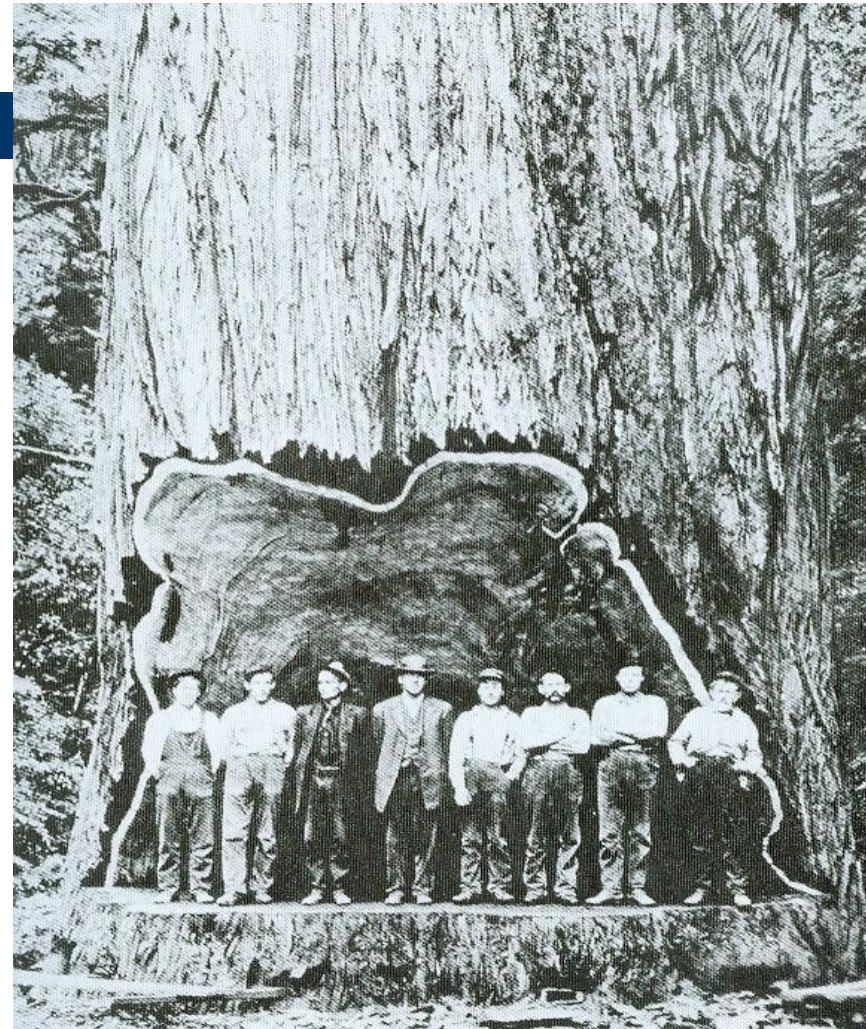
Αρχαιολογία κ.ά.

Το ξύλο ως υλικό ήταν, είναι και θα είναι παντού γύρω μας



Το ξύλο είναι **οικολογικό** υλικό

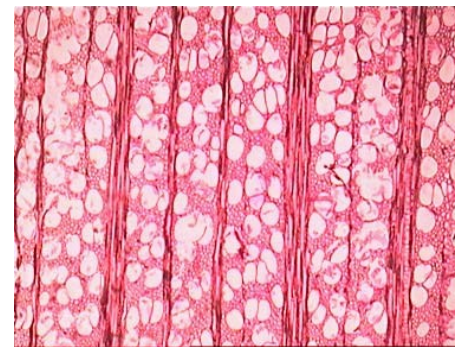
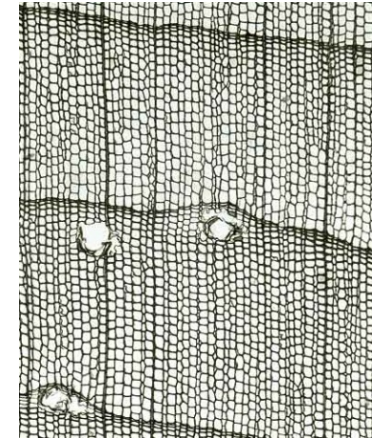
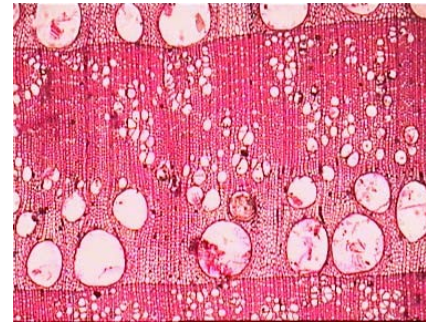
- Το ξύλο «επιτελεί» κύριες λειτουργίες του δένδρου.
- Τα δένδρα χρειάζονται πολλά χρόνια για να δημιουργήσουν την **ξυλώδη ύλη**.
- Ο στόχος της **αιιφορίας** απαιτεί ορθή διαχείριση, διαφορετικά τα δάση κινδυνεύουν από ένα βασικό εχθρό ... 
- Σήμερα τα τροπικά δάση της Γης αφανίζονται.



Sequoia giganteum

Το ξύλο έχει μια χαρακτηριστική **δομή**

- Στο εμπόριο της Ε.Ε. διακινούνται ~700 διαφορετικά είδη ξύλου
- Κάθε είδος "κρύβει" μια μοναδική **δομή** & **αρχιτεκτονική σύνθεση**
- Κάθε είδος είναι κατάλληλο για **ορισμένες χρήσεις**



Πληροφορίες: **Inside Wood**

**Ρητινοφόρος αγωγός
και κύτταρα
τραχειϊδών σε
εγκάρσια τομή
ψευδοτσούγκας
(Oregon pine)**

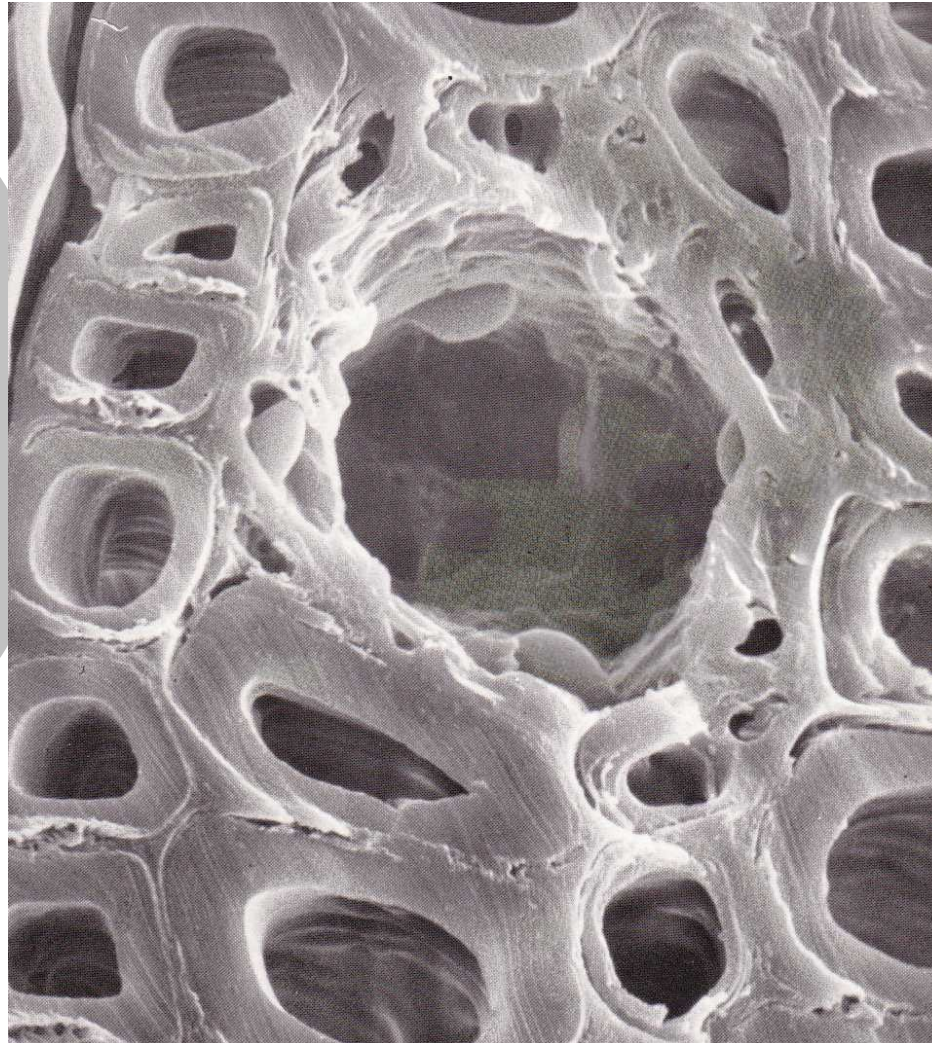


Photo: **Γ. Μαντάνης** (Αυγ. 2012)

Η ομορφιά της **εσωτερικής αρχιτεκτονικής** του ξύλου

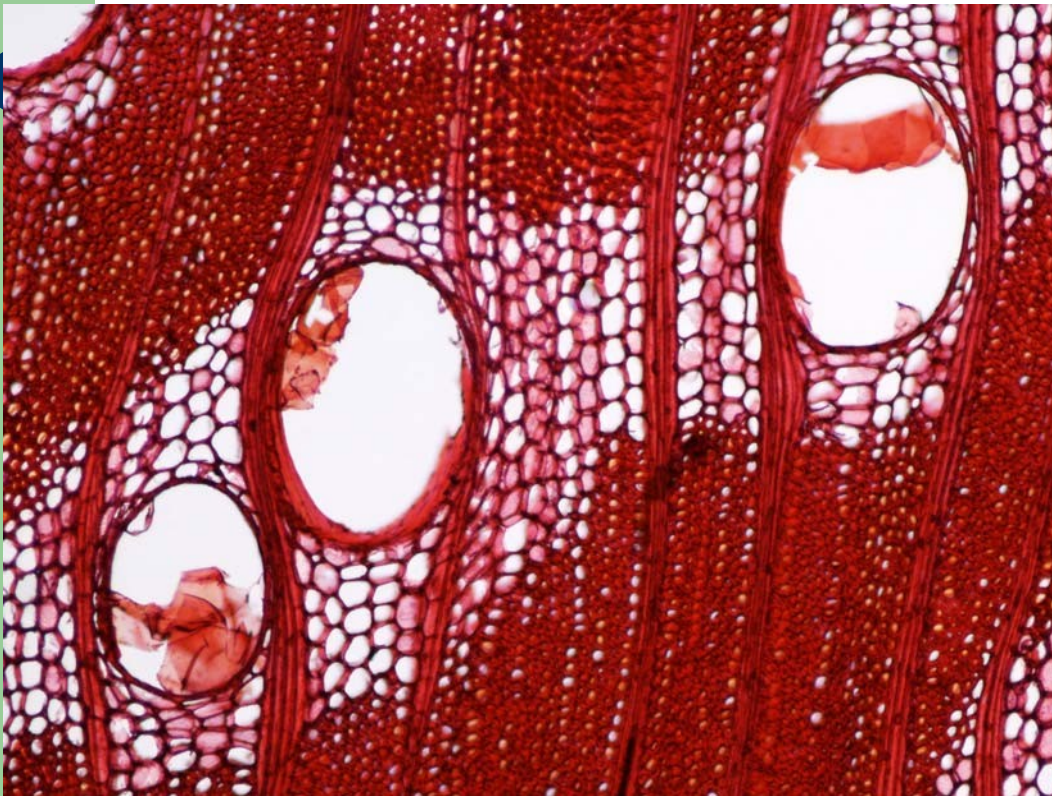
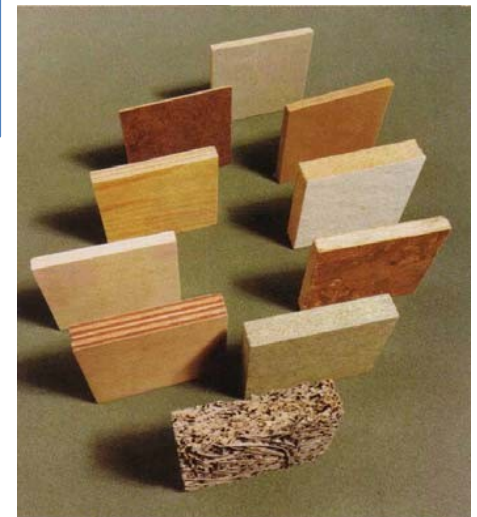


Photo: **Γ. Μαντάνης** (Οκτ. 2013)

*Κύτταρα ξύλου **Iroko**
(διακρίνονται: μέλη
αγγείων, δίσειρες &
τρίσειρες ακτίνες,
αξονικά παρεγχυματικά
κύτταρα, θρεπτικά
συστατικά - άμυλο,
κύτταρα ινών,
λεπτότοιχες τυλώσεις
κ.α.)*

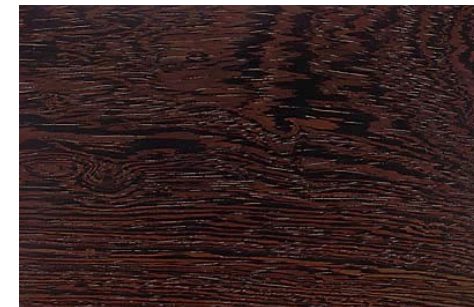
Ποια προϊόντα προέρχονται από το ξύλο;

- Πριστή ξυλεία
- Πελεκητή ξυλεία
- Προϊόντα χαρτιού
- Έπιπλα
- Εμποτισμένη ξυλεία
- Καυσόξυλα, pellets
- Επικολλητά (glulam)
- Συγκολλημένα (PB, MDF, OSB, K/Π)
- Σύνθετα (CLT, LVL, PSL, LSL κ.α.)
- Χημικά προϊόντα
- Εκχυλίσματα, και πολλά άλλα ...



Τα φυσικά χαρακτηριστικά του ξύλου

- Οσμή
- Σχεδίαση
- Χρώμα
- Πυκνότητα
- Σκληρότητα
- Στιλπνότητα



Τα **πλεονεκτήματα** του ξύλου

- Είναι φυσικό υλικό
- Δεν μολύνει το περιβάλλον
- Έχει μεγάλη αισθητική αξία γιατί είναι διαθέσιμο σε πολυάριθμους συνδυασμούς χρωμάτων και σχεδίων
- Είναι θερμομονωτικό υλικό

Τα πλεονεκτήματα του ξύλου

- Έχει υψηλή μηχανική αντοχή σε σχέση με το ειδικό βάρος του
- Δημιουργούμε ξύλινες **αντισεισμικές** δομές
- Είναι **άριστο δομικό υλικό** με μεγάλες κατασκευαστικές προοπτικές και υψηλή αρχιτεκτονική αξία

Τα μειονεκτήματα του ξύλου

- Είναι υγροσκοπικό υλικό δηλ. προσλαμβάνει υγρασία από την ατμόσφαιρα
- Είναι επίσης ανισότροπο υλικό
- Προσβάλλεται από μύκητες και άλλους μικροοργανισμούς (έντομα, βακτήρια)
- Καίγεται

Το κυριότερο: πρέπει να το γνωρίζεις καλά ως υλικό, για να μπορείς να το αξιοποιήσεις σωστά

Κατηγορίες ειδών ξύλου

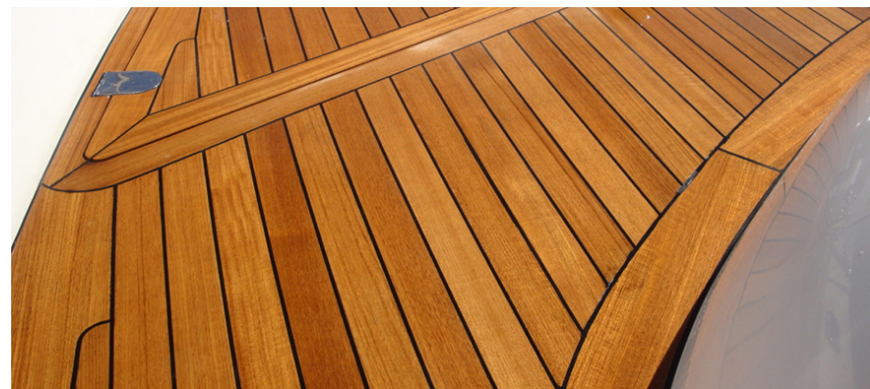
- **ΚΩΝΟΦΟΡΑ είδη**
-πεύκα, ερυθρελάτη, έλατο, κυπαρίσσι, Oregon pine
- **ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ είδη**
-οξιά, δρύες, καστανιά, σημύδα, σφενδάμι, λεύκη κ.α.
- **ΤΡΟΠΙΚΑ είδη**
-iroko, teak, azobé, doussie, bangkirai, sapele κ.α.

Σπάνια τροπικά είδη

Dalbergia cearensis



Tectona grandis (Teak)



Diospyros celebica
(μαύρος έβενος)



ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ



Ξύλινες κατασκευές



Photo: Γ. Μαντάνης (Νοε. 2011, Πεκίνο)

Παραδοχές

Δεν υπάρχει υλικό που να είναι **τέλειο**

Το ξύλο πρέπει να συνδυάζεται με άλλα υλικά, σε αρκετές κατασκευές

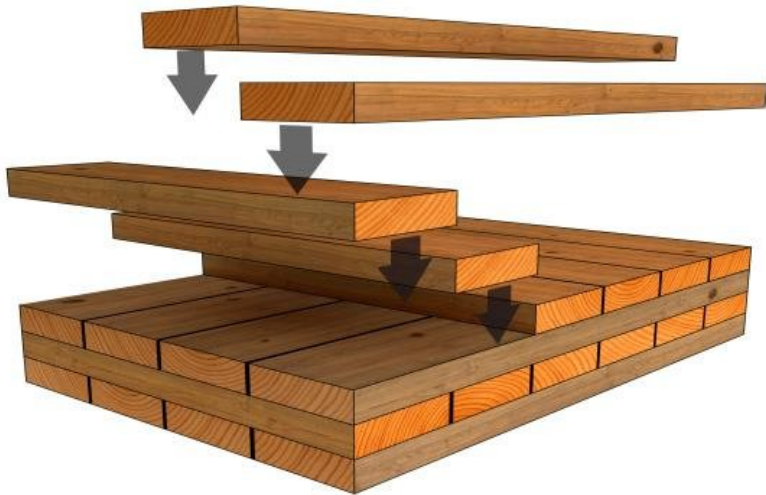
Στη χώρα μας το ξύλο είναι ένα “**παρεξηγημένο**” υλικό για πολλούς λόγους
(αλλά αυτό αμβλύνεται με το πέρασμα του χρόνου)

Σύνθετα προϊόντα ξύλου (Glulam, CLT)



Παραγωγή

→Συναρμολόγηση



Ξύλινες κατασκευές

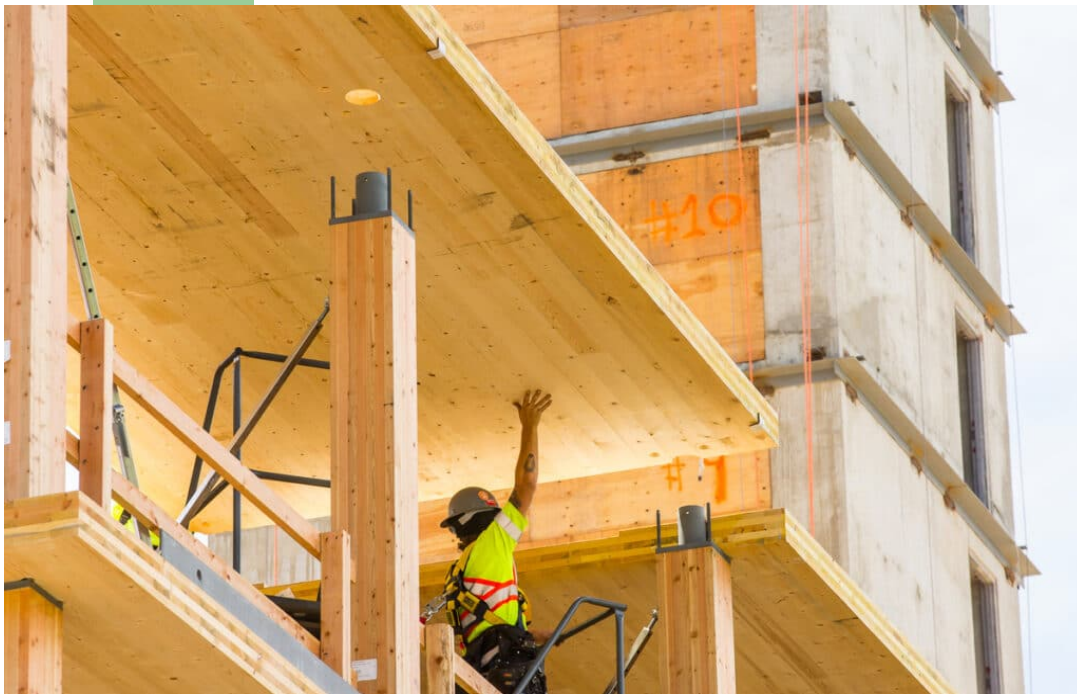
Δημόσια αναγνώριση



Παναγιώτης Τουλιάτος
Ιωάννης Α. Κακαράς
Ελευθερία Τσακανίκα



Ξύλινες κατασκευές μεγάλης κλίμακας



TALL WOOD BUILDING, CANADA

Ξύλινες κατασκευές μεγάλης κλίμακας



Ιστορική αναδρομή

- 1^ο** Μέχρι το 2000, **μικρή ζήτηση** για δομική ξυλεία.
- 2^ο** Αύξηση χρήσης δομικής ξυλείας στην Ευρώπη (από την περίοδο 2004-2010).
- 3^ο** Ιδίως η περίοδος 2004-2006 ήταν καθοριστική. Όχι η μόνη αιτία, αλλά βασικός παράγοντας ανάπτυξης.
- 4^ο** Τυποποίηση: Εφαρμογή προτύπων: **EN 384, EN 14081**. Σήμανση **CE**. Ενιαία τεχνική “γλώσσα” στην Ευρώπη.

Ιστορική αναδρομή

5° Κοινές κατηγορίες αντοχής της ξυλείας: C18, C24, C30, κτλ. Ίδιες προδιαγραφές σε όλες τις χώρες. Ευκολότερος σχεδιασμός για τους μηχανικούς.

6° Βιομηχανική παραγωγή. Μηχανική ταξινόμηση ξυλείας. Υψηλή παραγωγικότητα. Σταθερή και προβλέψιμη ποιότητα.

7° Ενιαία αγορά ξυλείας στην ΕΕ. Πολιτικές για κλιματική αλλαγή. Μείωση αβεβαιότητας σχεδιασμού. Εμπιστοσύνη.

8° Πολυώροφα ξύλινα κτίρια. Glulam, CLT (σταυρωτή επικολλητή ξυλεία). Προκατασκευή στο εργοστάσιο.



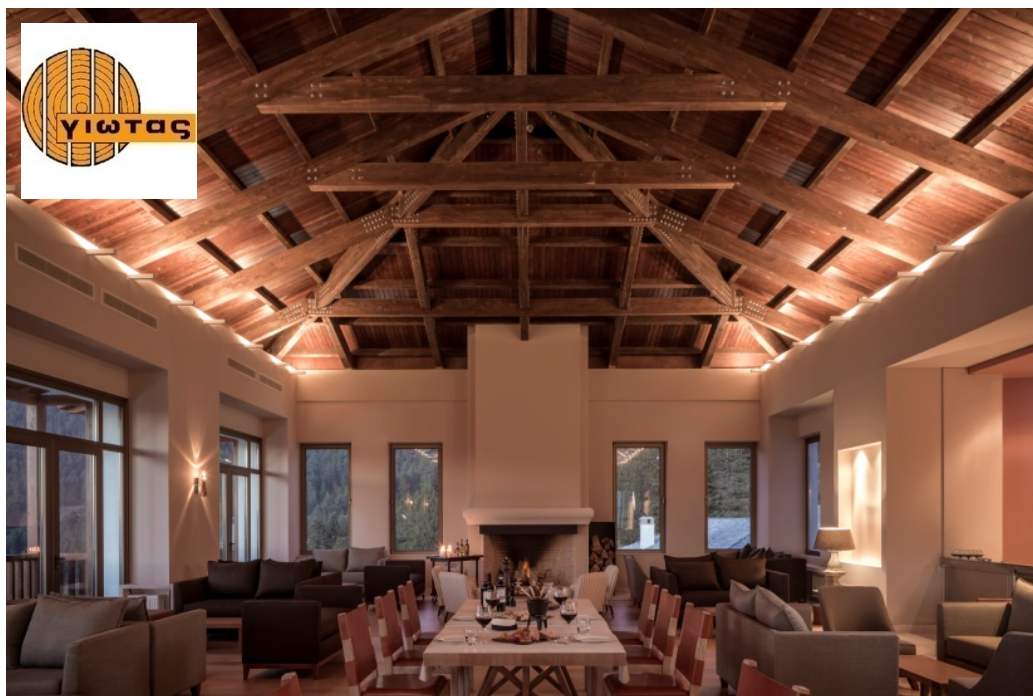
Ξύλινες κατασκευές από ελληνικές εταιρείες



ΚΟΦΙΝΗΣ

Χτίζουμε το Μέλλον...





Ξύλινες κατασκευές από ελληνικές εταιρείες



ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

- Διαβάθμιση επικινδυνότητας
 - Βιολογική ανθεκτικότητα
 - Μηχανική αντοχή

Διαβάθμιση επικινδυνότητας για τις ξύλινες κατασκευές

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 335-1/2/3 οι ξύλινες κατασκευές, ανάλογα με τις **συνθήκες του περιβάλλοντος** (βλ. κίνδυνοι βιολογικής σήψης και φυσικοχημικής αλλοίωσης) διακρίνονται σε **5 κλάσεις**

ΚΛΑΣΗ 1: Κατασκευή **πλήρως προστατευμένη** από τις καιρικές συνθήκες σε ξηρό περιβάλλον και χωρίς κίνδυνο έκθεσης στην υγρασία

- Συνθήκες εσωτερικών χώρων
- Περιεχόμενη υγρασία ξύλου <20%

1



2



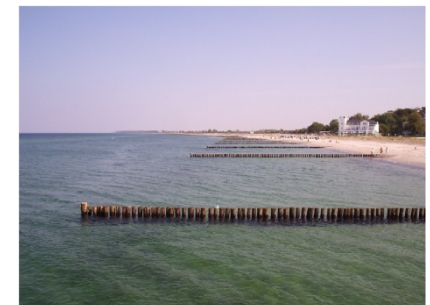
3



4



5



Διαβαθμίσεις επικινδυνότητας

Κλάση 3.2



Κλάση 4



Σύμφωνα με το πρότυπο EN 350 (2016), τα είδη ξύλου κατατάσσονται σε **5 κλάσεις** βιολογικής αντοχής σε μύκητες - έντομα - τερμίτες.

ΚΛΑΣΗ 1 (ανθεκτικότητας: >25 έτη)

teak, azobé, padauk, afzelia, makore, κυπαρίσσι, ακακία, jarrah, tali, greenheart, mansonia, okan, ipé, cumaru, accoya, kebony, tatajuba

ΚΛΑΣΗ 2 (ανθεκτικότητας: 15-25 έτη)

λευκή δρυς, albizia, καστανιά, ίταμος, σεκόγια, iroko, sipo, bubinga, jatoba, kempas, western red cedar, dark red meranti

ΚΛΑΣΗ 3 (ανθεκτικότητας: 10-15 έτη)

λάρικα, oregon pine, καρυδιά, tiama, kosipo, niangon, sapele, ελιά, movingui, grapia, bintangor, pitch pine, πουρνάρι, κόκκινη δρυς

ΚΛΑΣΗ 4 (ανθεκτικότητας: 5-10 έτη)

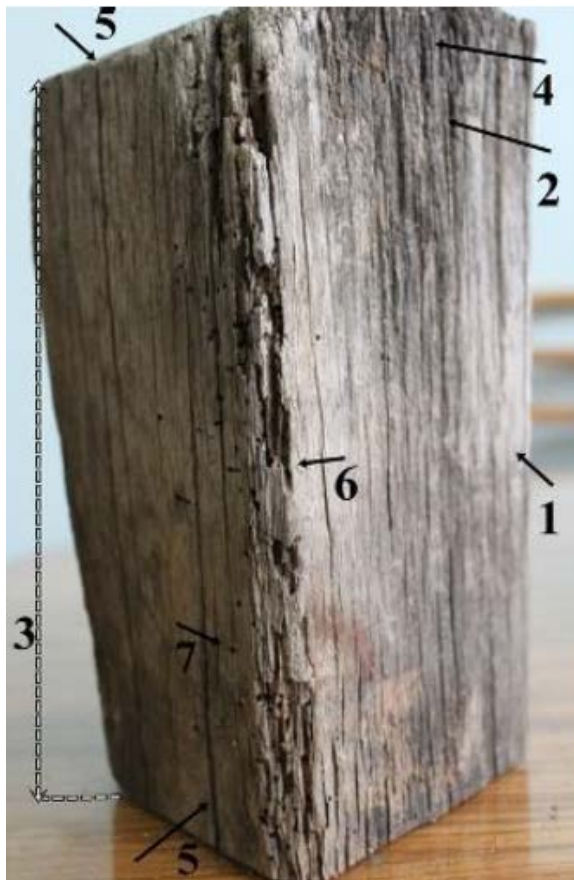
μαύρη πεύκη, δασική πεύκη, έλατο, ερυθρελάτη, φτελιά, κερασιά, limba, yellow & light red meranti, aniegre, okoume, poplar

ΚΛΑΣΗ 5 (ανθεκτικότητας: <5 έτη)

οξιά, λεύκη, σημύδα, φλαμούρι, κλήθρα, φράξος, ιτιά, ayous, abura, σφενδάμι, πλατάνι, paulownia, σομφό ξύλο των περισσοτέρων ειδών

Παραδείγματα από την πράξη (EN 350/2016)

Λ. Δρυς (κλάσης 1-2)



Ερυθρελάτη (κλάσης 4-5)



Παραδείγματα

Ξύλινες κατασκευές στη χώρα μας που αντέχουν στο χρόνο

Ξύλινη κολώνα από **λευκή δρυ** στην Ι.Μ. Μεγ. Μετεώρου (~1850), φωτ. Ι. Κακαράς



Σκεπόξυλα **χαλεπίου πεύκης** στο κτίριο WEILER (1835), φωτ. Μιχ. Σκαρβέλης



Σύμφωνα με το πρότυπο **EN 338**, η δομική ξυλεία που προορίζεται για κατασκευές που θα δεχθούν μηχανικά φορτία, θα πρέπει να είναι πιστοποιημένη ως προς την αντοχή της (MoE, MoR, compression)

ΞΥΛΕΙΑ ΚΩΝΟΦΟΡΩΝ (softwoods)

δασική πεύκη, μαύρη πεύκη, ερυθρελάτη (εισαγωγής), ελληνικό έλατο, Oregon pine, λάρικα

C18

χαμηλή κλάση, συνήθως για πελεκητή ξυλεία ερυθρελάτης

C24

συνήθως πεύκα εισαγωγής και Oregon pine, μαύρη πεύκη, έλατο

C27

Oregon pine – unsorted πεύκο (Λαπωνίας), λάρικα

C30

κυρίως από Oregon pine

Διαβάθμιση ξυλείας με βάση τη μηχανική αντοχή

Σύμφωνα με το πρότυπο EN 338, η δομική ξυλεία που προορίζεται για κατασκευές που θα δεχθούν μηχανικά φορτία, θα πρέπει να είναι πιστοποιημένη ως προς την αντοχή της (MOE, MOR, compression)

ΞΥΛΕΙΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΩΝ (hardwoods)

καστανιά, iroko, sipo, niangon, λευκή δρυς, azobé

D24

καστανιά

D27

καστανιά και sipo

D30

χωρίς σφάλματα καστανιά, iroko και sipo

D36

iroko καλής ποιότητας, και οπωσδήποτε λευκή δρυς

Μετρήσεις της μηχανικής αντοχής με πιστοποιημένα όργανα

Μετρήσεις σε ξυλεία Oregon pine
(βλ. πέργκολα)

κλάσης **C24 – C30**



Μετρήσεις μηχανικής αντοχής

Μετρήσεις σε καστανιά (βλ. αναστήλωση παλαιού φρουρίου)



D27 - D30

Συμπεράσματα

- 1.** Το ξύλο είναι πλέον **το δομικό υλικό του 21^{ου} αιώνα**
- 2.** Η ραγδαία αύξηση της ζήτησης για ξύλινες κατασκευές συνδέεται άμεσα με την ανάγκη μείωσης του **αποτυπώματος άνθρακα** στον κατασκευαστικό τομέα
- 3.** Τα σύγχρονα πιστοποιημένα υλικά (**CLT, glulam**) επιτρέπουν την κατασκευή ξύλινων κτιρίων (βλ. ξύλινη αρχιτεκτονική)
- 4.** Παρά τις προκλήσεις (βλ. αειφορική διαχείριση δασών και κανονισμοί), το ξύλο αποτελεί μια υποσχόμενη λύση για ένα πιο βιώσιμο δομημένο περιβάλλον στο μέλλον

Χρήσιμες ιστοσελίδες για το ξύλο

<http://kakarasioannis.blogspot.com/>

<http://mantanis.users.uth.gr/technical-articles.pdf>

<https://www.openbook.gr/poiotita-kai-xriseis-tou-xylou/>

<https://tropix.cirad.fr/en/technical-sheets-available>

<https://www.wood-database.com/>

https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fpl_gtr190.pdf

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Γιώργος Μαντάνης

Email: mantanis@uth.gr

URL: <http://mantanis.users.uth.gr>

«Το ξύλο είναι το υλικό του 21^{ου} αιώνα»