



«ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ»

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

Καθ. Γεώργιος Ι. Μαντάνης *PhD, Dipl.*

Διδάκτωρ Παν/μίου Wisconsin-Madison, Η.Π.Α.

Εργαστήριο Επιστήμης & Τεχνολογίας Ξύλου

e-mail: mantanis@uth.gr

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

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Μηχανικές ιδιότητες

Μέτρο της μηχανικής αντοχής του ξύλου, δηλ. της αντίστασής του σε εξωτερικές δυνάμεις, που τείνουν να το παραμορφώσουν.

→ Φορτίο

→ Εσωτερικές τάσεις

→ Παραμόρφωση

→ Ελαστικότητα



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

Το ξύλο ως υλικό είναι:

(α) **ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΟ**

(β) **ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΕΣ**

→ Έχει συνεπώς διαφορετικές μηχανικές αντοχές στις διάφορες κατευθύνσεις του.



ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΝΤΟΧΕΣ

❑ Υγρασία ξύλου:

Μείωση της υγρασίας του ξύλου, αυξάνει τη μηχανική αντοχή του. Είναι γνωστό ότι όσο πιο ξερό είναι ένα ξύλο, τόσο πιο γερό είναι.

❑ Πυκνότητα ξύλου:

Η πυκνότητα αποτελεί τον καλύτερο δείκτη ποιότητας και μηχανικής αντοχής του ξύλου. Ξύλο με μεγάλη πυκνότητα πάντοτε έχει και μεγάλη μηχανική αντοχή.

❑ Θερμοκρασία:

Η μηχανική αντοχή ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

❑ Σφάλματα δομής:

Η παρουσία σφαλμάτων στο ξύλο (π.χ. ρόζοι, ραγάδες) προκαλεί μείωση της μηχανικής του αντοχής.

❑ Διάρκεια φόρτισης:

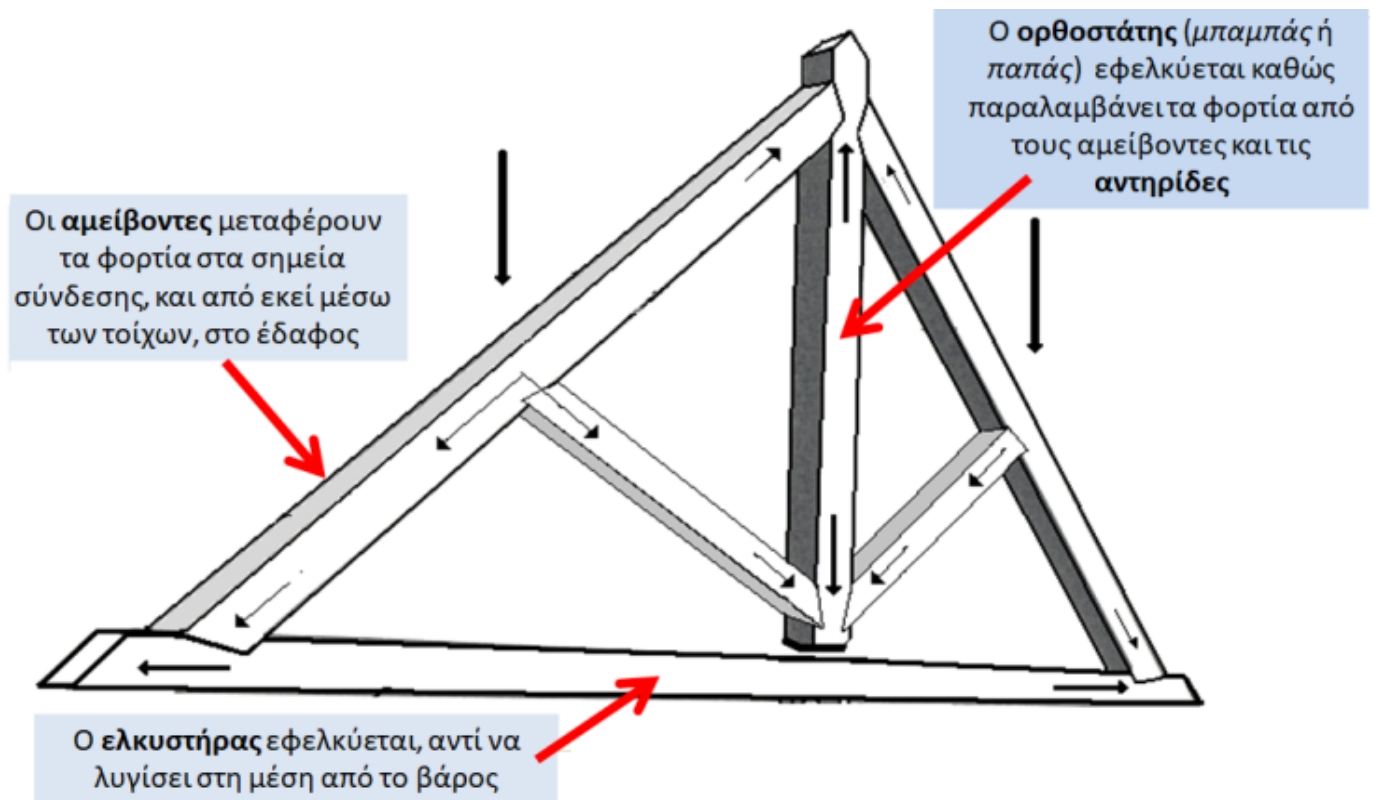
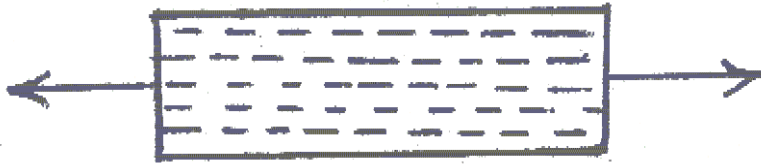
Αρνητική επίδραση.



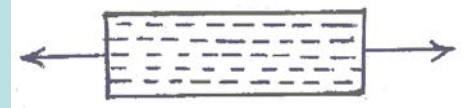


ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

Αξονικός εφελκυσμός



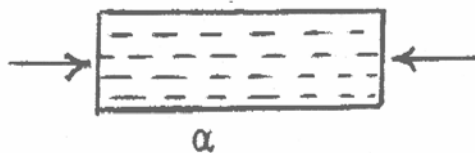
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΞΟΝΙΚΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ



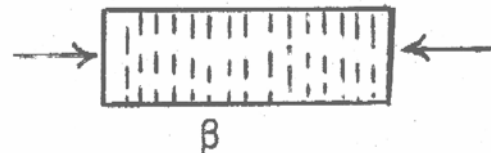
- Το ξύλο έχει μεγάλη αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό.
- Η αντοχή σε **αξονικό εφελκυσμό** του ξύλου κυμαίνεται από **70** έως **140** N/mm² περίπου.
- Στην πράξη σε κατασκευές ξύλου, οι τάσεις εφελκυσμού αναπτύσσονται μαζί με τις *τάσεις διάτμησης*, στις οποίες το ξύλο παρουσιάζει μειωμένη αντοχή.

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ (ΣΥΜΠΙΕΣΗ)

Αξονική θλίψη

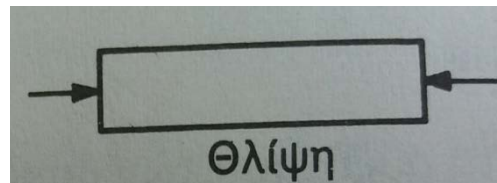


Εγκάρσια θλίψη



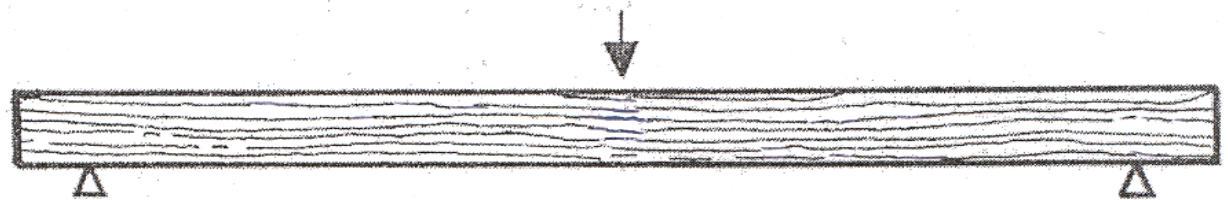
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ (ΣΥΜΠΙΕΣΗ)

- Η αντοχή του ξύλου σε αξονική θλίψη είναι 10-15 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την εγκάρσια θλίψη.
- Η αξονική θλίψη του ξύλου κυμαίνεται: **30-70** N/mm²
- Σε κατασκευές ξύλου, φορτίσεις του ξύλου σε αξονική θλίψη παρατηρούνται σε ξύλινα *υποστηρίγματα υπόστεγων*, όπου έχει σημασία η σχέση **μήκους / διαμέτρου** του υποστηρίγματος.

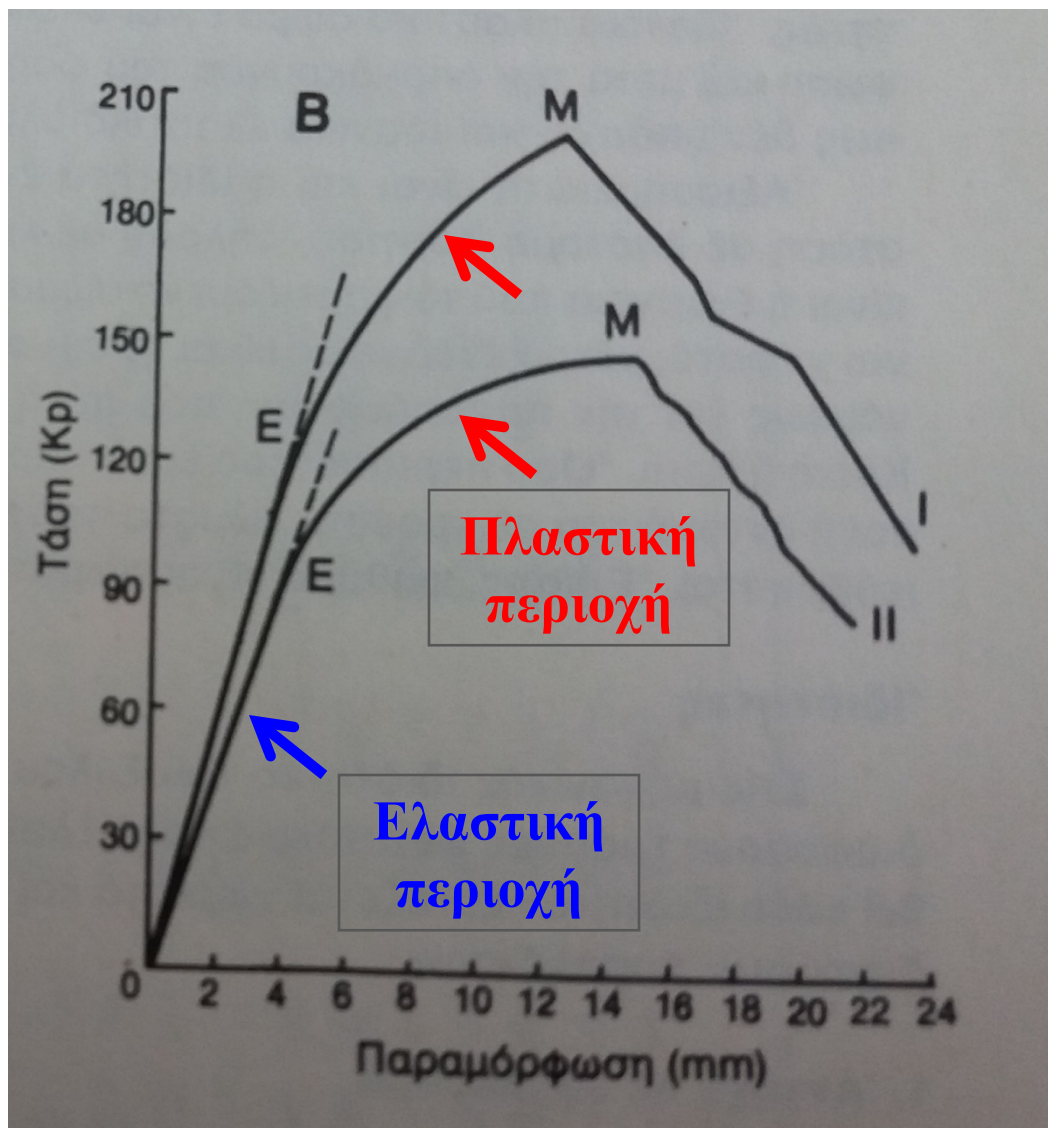


ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

Η αντοχή σε κάμψη, και ειδικότερα σε **στατική κάμψη**, είναι η σπουδαιότερη μηχανική ιδιότητα του ξύλου (in English: **MOR**)



ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΜΨΗ



ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

- Η αντοχή σε κάμψη εκτιμάται με το **μέτρο θραύσης (ΜΘ)** που δείχνει τις μέγιστες τάσεις των ινών των εξωτερικών πλευρών του ξύλου.
- Το ΜΘ του ξύλου γενικά κυμαίνεται μεταξύ **50-140** N/mm².
- Το ξύλο στις περισσότερες κατασκευές που συναντάμε γύρω μας φορτίζεται κυρίως με δυνάμεις που προκαλούν κάμψη.

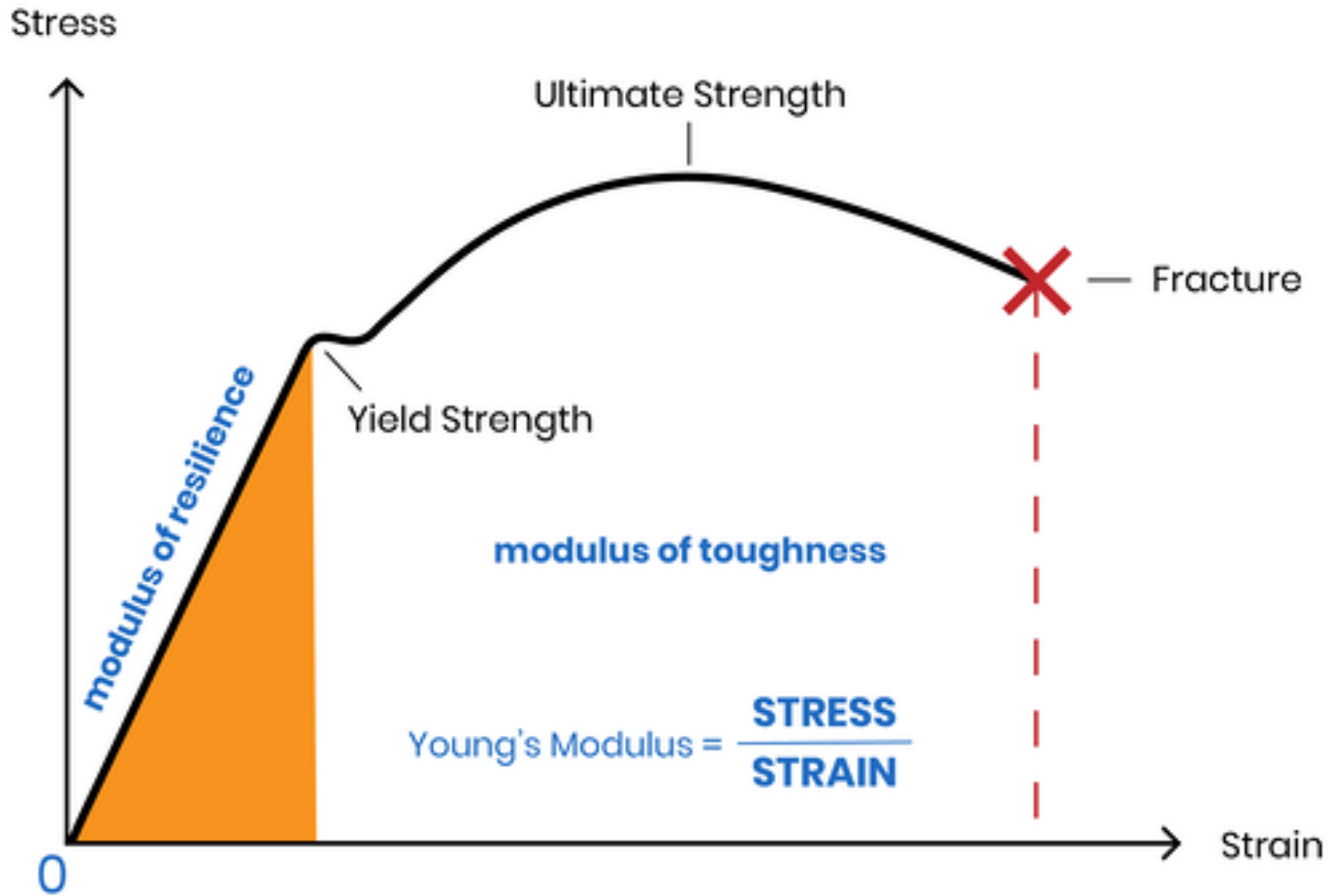


ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

- Το ξύλο έχει **μεγαλύτερη ελαστικότητα** από άλλα υλικά, δηλαδή κάμπτεται περισσότερο κάτω από ορισμένο φορτίο.
- Η ελαστικότητα μετριέται συνήθως με το **μέτρο ελαστικότητας (ME)**, που προσδιορίζεται από στατικές ή δυναμικές δοκιμές αντοχής.
- Στην αξονική διεύθυνση το **ME** κυμαίνεται μεταξύ περίπου **8.000-14.000 N/mm²** (π.χ. είδη της εύκρατης ζώνης).
- Το μέτρο ελαστικότητας (in English: **MOE**) συνήθως προσδιορίζεται από δοκιμές στατικής κάμψης.



ΞΥΛΟ = ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ (συμπεριφορά)



ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΡΟΥΣΗ

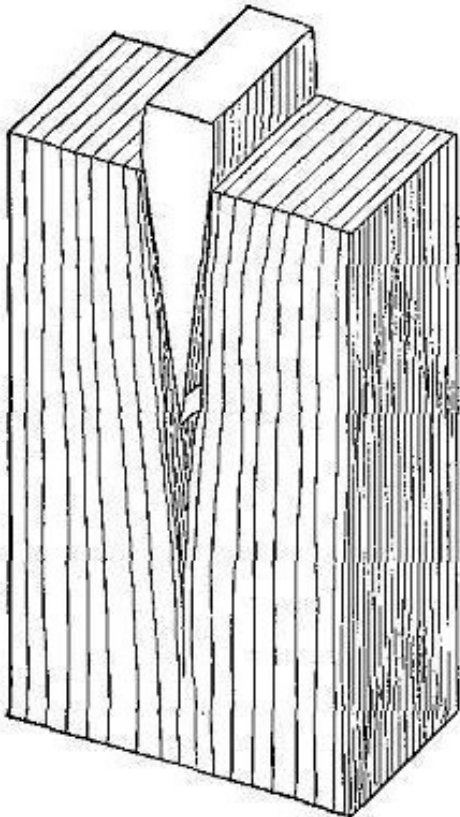
- Η αντοχή σε κρούση αναφέρεται σε απότομη (**δυναμική**) φόρτιση και έχει σημασία για ορισμένες χρήσεις του ξύλου.
- Κατασκευές όπως π.χ. λαβές (στειλιάρια) εργαλείων, αθλητικά είδη, κιβώτια συσκευασίας, όπου το ξύλο παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή σε δυναμικά φορτία, παρά σε στατικά (**στατική φόρτιση**).

Παράδειγμα: Μία ξύλινη δοκός μπορεί να αντέξει περίπου διπλάσιο φορτίο σε δυναμική φόρτιση από ότι σε στατική φόρτιση.



ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΧΙΣΗ

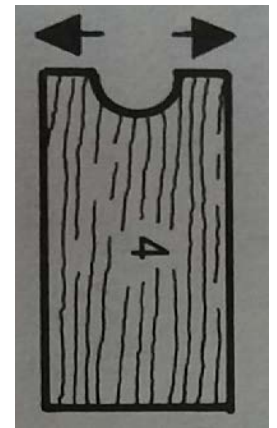
Αντοχή σε σχίση: όταν οι εξωτερικές δυνάμεις δρουν πάνω στο ξύλο με μορφή **σφήνας**



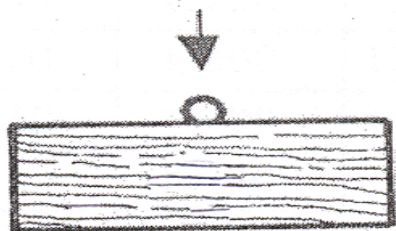
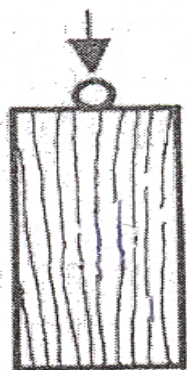
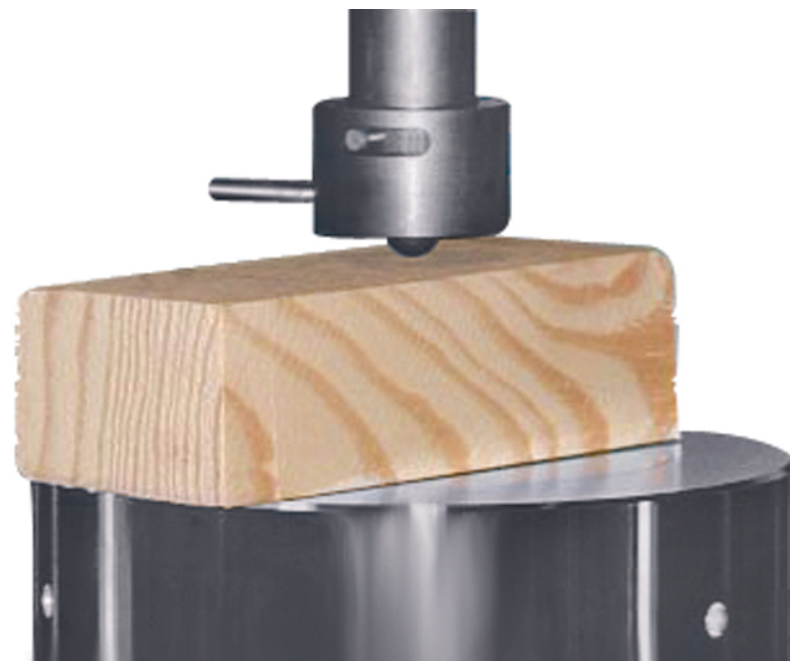
Δοκίμιο ξύλου σε τάσεις σχίσης

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΣΧΙΣΗ

- Το ξύλο έχει πάρα πολύ μικρή αξονική αντοχή σε σχίση.
- **0,3 - 1,0 N/mm²**
- Πλεονέκτημα για ορισμένες χρήσεις (π.χ. σχίσιμο καυσόξυλου με τσεκούρι). Σοβαρό μειονέκτημά του π.χ. σχίσιμο σανιδιού σε κατασκευές μετά από κάρφωμα ή βίδωμα.
- Τα κωνοφόρα και τα ελαφρά πλατύφυλλα παρουσιάζουν μικρή αντοχή σε σχίση, σε σχέση με τα βαρύτερα πλατύφυλλα.



ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ



Αξονική σκληρότητα **Πλευρική σκληρότητα**

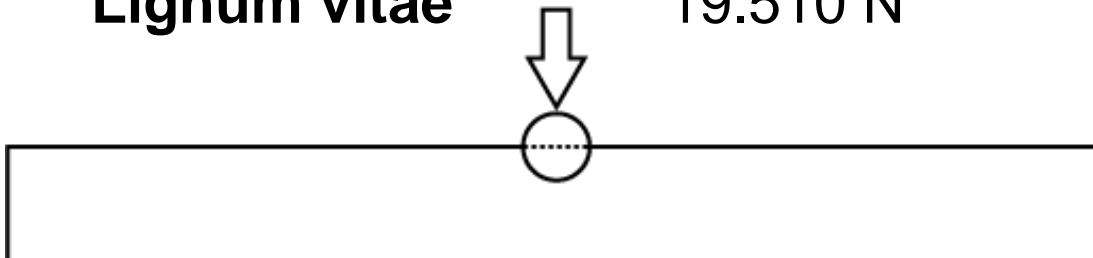
ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

- **Σκληρότητα** του ξύλου **είναι η αντίστασή του στην είσοδο ξένων σωμάτων** (λ.χ. μεταλλικής σφαίρας) στη μάζα του.
- Η σκληρότητα έχει άμεση εφαρμογή σε ορισμένες χρήσεις του, όπως π.χ. παρκέ, εξωτερικά δάπεδα (decks) αθλητικά δάπεδα, κ.α.
- Η ευκολία κατεργασίας του ξύλου εξαρτάται άμεσα από τη σκληρότητά του (λ.χ. τρύπημα, κάρφωμα, βίδωμα).
- Τα ελληνικά είδη ξύλου διαχωρίζονται σε **σκληρά** (ελιά, ακακία, δρυς, πουρνάρι, φτελιά, φράξος, οξιά, σφενδάμι **μέτρια** (πεύκα, ψευδοτσούγκα, καστανιά) και **μαλακά** (λεύκη, ιτιά, φλαμούρι, έλατο)

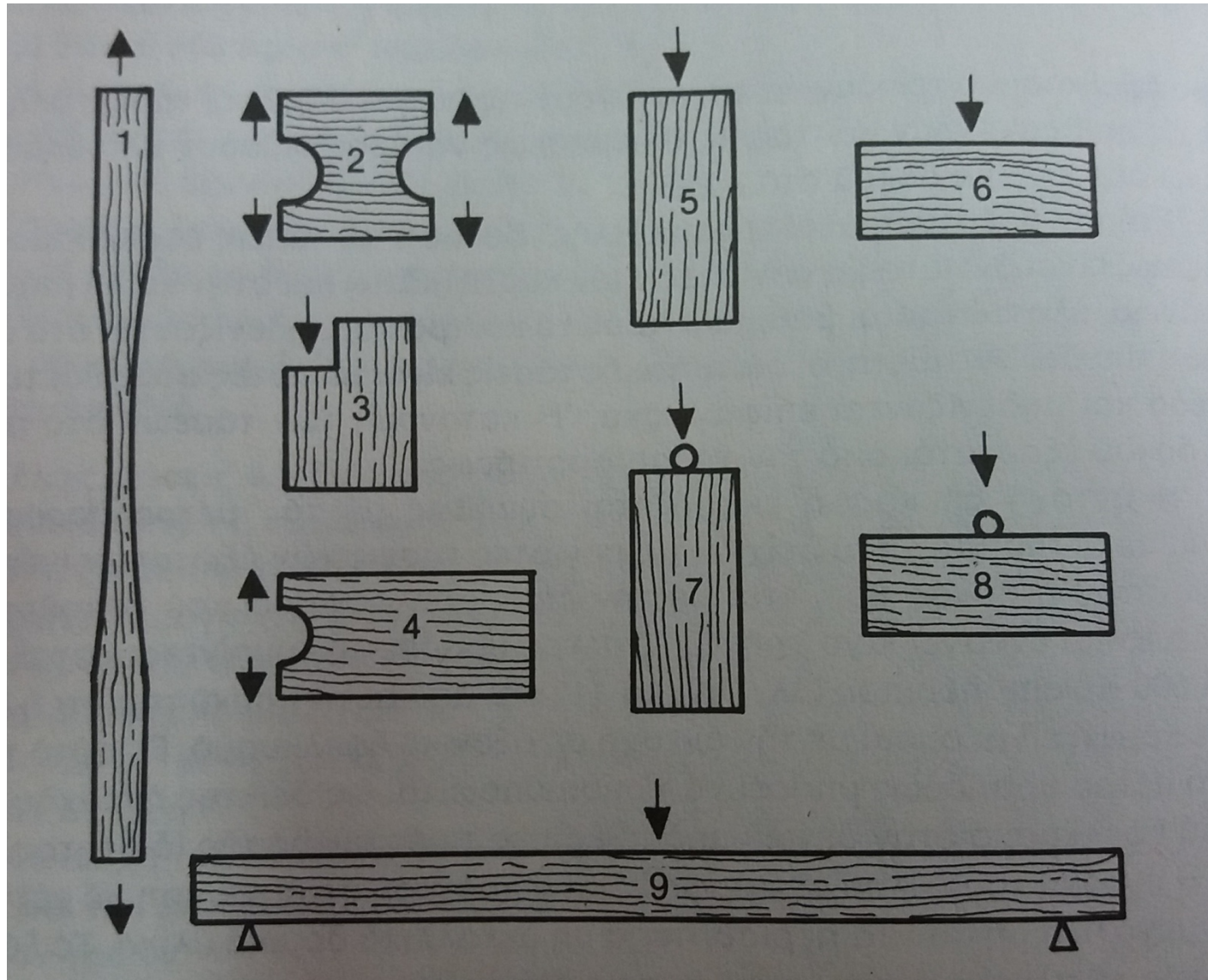


Τιμές σκληρότητας ειδών ξύλου (**Janka hardness**)





→	Balsa	300 N
→	Λεύκη	1.650 N
→	Πεύκο	2.420 N
→	Καστανιά	3.010 N
→	Δρυς	4.980 N
→	Ακακία	7.560 N
→	Azobé	14.300 N
→	Lignum vitae	19.510 N



Μηχανικές ιδιότητες ξύλου (τύποι φορτίσεων)



ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ (Τσουμής 2009), σε N/mm²

ΕΙΔΟΣ	ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ		ΘΛΙΨΗ		ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΜΨΗ	
					ΜΘ	ΜΕ
Ελάτη, κεφαλληνιακή	-	1,7	36,9	-	93,9	-
Ελάτη, λευκή	79,3	1,4	33,5	4,8	67,6	9.800
Ερυθρελάτη	85,7	1,5	33,1	4,2	61,0	9.300
Πεύκη, μαύρη	104,0	2,0	39,8	-	104,9	12.000
Πεύκη, δασική	104,0	3,0	55,0	7,7	100,0	12.000
Πέυκη, λευκόδερμη	111,8	-	40,8	-	70,4	-
Κυπαρίσσι	-	-	54,0	-	55,0	-
Καρυδιά	100,0	3,6	72,0	12,0	147,0	12.500
Λεύκη, τρέμουσα	110,8	2,8	47,7	2,7	78,3	10.900
Λεύκη, υβρίδιο I-214	-	1,6	28,1	-	63,0	-
Οζιά	133,1	3,6	47,5	8,1	106,5	13.400
Καστανιά	135,0	-	50,0	-	77,0	9.000
Δρυς, απόδισκος	128,2	3,1	47,4	7,1	99,3	12.350
Φτελιά, πεδινή	80,0	4,0	56,0	10,0	89,0	11.000
Σφενδάμι	82,0	3,5	58,0	15,0	112,0	9.400