

## 2. ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ ΞΥΛΕΙΑΣ – ΕΜΠΟΤΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ



Καθ. Γεωργίου Μαντάνη

Email: [mantanis@uth.gr](mailto:mantanis@uth.gr)

### Σημείωση:

Μέρος του διδακτικού υλικού των παρουσιάσεων αυτών έχει ληφθεί από τις πηγές: α) βιβλίο «Τεχνολογία ξύλινων δομικών κατασκευών», εκδόσεις ΙΩΝ, του Δρ. Ιωάννη Κακαρά, β) σημειώσεις και παρουσιάσεις του Δρ. Μιχ. Σκαρβέλη, και γ) διδακτικές σημειώσεις «Τεχνολογία ξύλινων κατασκευών» των Ι. Κακαρά, Μιχ. Σκαρβέλη & Αθ. Γκούρλα, τ. ΤΕΙ Θεσσαλίας (2012).



# ΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ ΞΥΛΙΑΣ & ΕΜΠΟΤΙΣΤΙΚΑ

Σε **ορισμένες** ξύλινες κατασκευές εξωτερικού χώρου είναι **ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ** να χρησιμοποιηθεί εμποτισμένη ξυλεία

- ✘ Το κύριο υλικό της κατασκευής είναι εμποτισμένο ξύλο (impregnated wood) δηλ. περιέχει στη μάζα του προστατευτικές χημικές ενώσεις που διακρίνονται εύκολα από το χρώμα τους (**πρασινωπό** ή **σκούρο μπλε**)





# Γιατί εμποτίζουμε το ξύλο; Ποιοι κίνδυνοι υπάρχουν;

Ορισμένες ξύλινες κατασκευές τοποθετούνται σε θέσεις **υψηλής επικινδυνότητας** (λ.χ. σε επαφή με το έδαφος, μέσα σε νερό).

- ✘ Οι «εχθροί» του ξύλου, βλ. κατηγορία των βιολογικών (βιοτικών) παραγόντων, δύνανται να προσβάλλουν και σαπίσουν το ξύλο, ήτοι: οι **σηπτικοί μύκητες**, τα **ξυλοφάγα έντομα** και οι **τερμίτες**.



**Στύλος υπό  
καστανή σήψη  
(μύκητες)**



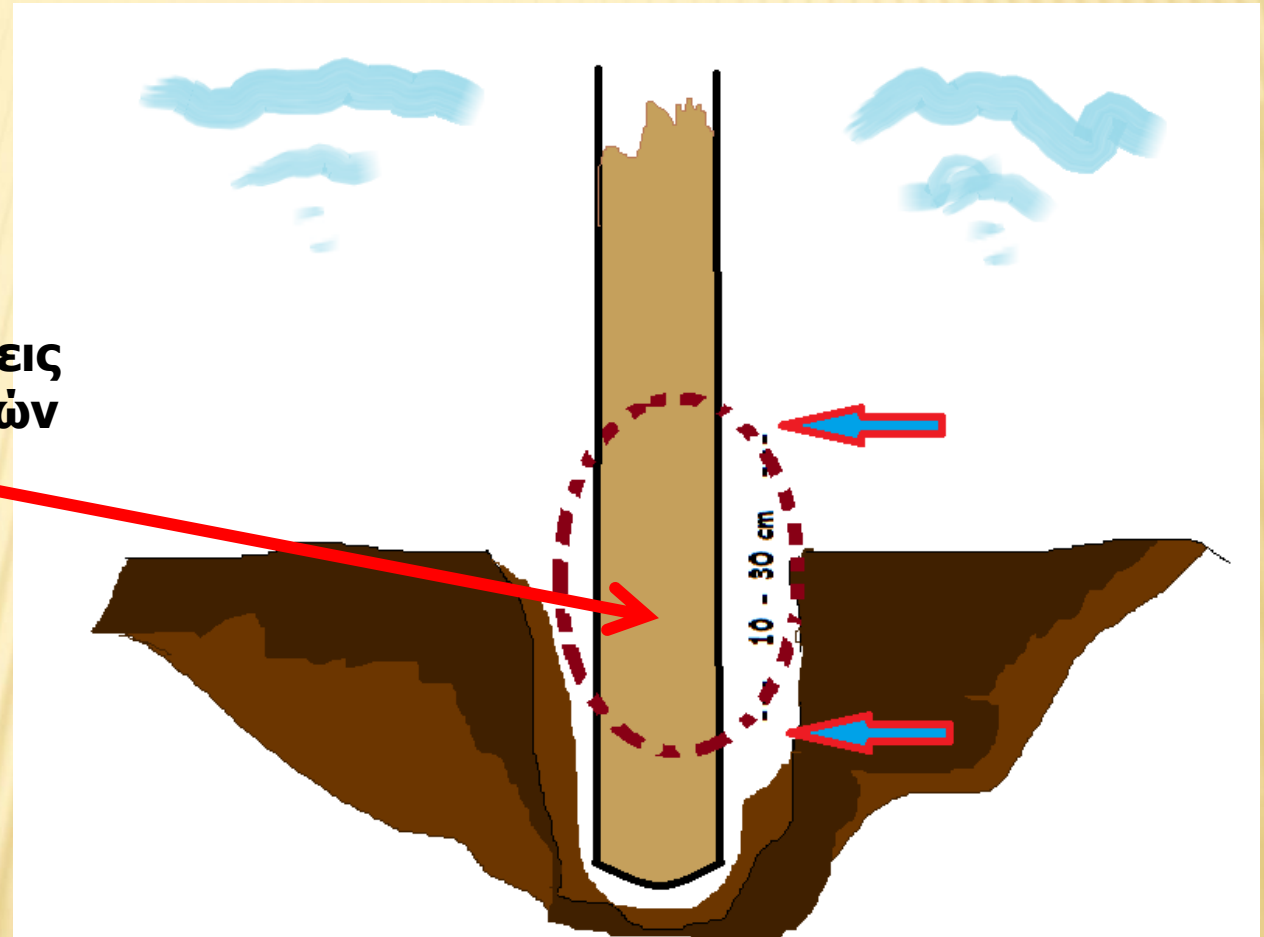
**Τερμίτες**



**Έντομα**

# ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ ΖΩΝΗ ΣΕ ΣΤΥΛΟΥΣ, ΚΟΛΩΝΕΣ Κ.Α. (10-30 ΕΚΑΤΟΣΤΑ, ΑΝΩ ΚΑΙ ΚΑΤΩ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ)

Στη ζώνη αυτή  
συντρέχουν όλες οι  
ευνοϊκές προϋποθέσεις  
για τη δράση σηπτικών  
μυκήτων



*Θεμελίωση κατασκευής με χρήση εμποτισμένου ξύλου*



# **ΕΥΑΙΣΘΗΤΗ ΖΩΝΗ ΓΙΑ ΕΙΔΙΚΕΣ ΞΥΛΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΝΕΡΟ Ή ΣΕ ΣΥΝΕΧΗ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΝΕΡΟ / ΘΑΛΑΣΣΑ)**

**Στις ζώνες αυτές  
συντρέχουν όλες οι  
ευνοϊκές προϋποθέσεις  
για τη δράση μικρο-  
οργανισμών**



## Τι πρέπει να γνωρίζουμε για την εμποτισμένη ξυλεία;

**Εμποτισμένη** είναι η ξυλεία (συνήθως ειδών πεύκου στην Ελλάδα) που περιέχει μέσα στη μάζα της προστατευτικές χημικές ουσίες, που λέγονται **εμποτιστικά** ή **εμποτιστικές ουσίες**.

- ✘ Ο εμποτισμός γίνεται μέσα σε ειδικό κλίβανο (θάλαμο) κάτω από συνθήκες υψηλής πίεσης, δηλ. σε 6-12 atm.
- ✘ Οι εμποτιστικές ουσίες απαιτούν ειδικό χειρισμό, και είναι επικίνδυνες ουσίες για τον άνθρωπο (*επαφή, οσμή, κατάποση*) και για τα ζώα.
- ✘ Το εμποτισμένο ξύλο μετά τον εμποτισμό **θα πρέπει** να ξηραθεί καλά και να έρθει σε ισορροπία με το περιβάλλον και γι' αυτό η περίοδος αυτή των 7-14 ημερών (*fixation*) είναι απαραίτητη για να «δέσει» το χημικό με τις ενώσεις του ξύλου και να μην *εκπλύνεται*. Μετά αυτή την περίοδο, είναι απολύτως ασφαλές για χρήση.
- ✘ **Μόνον** ορισμένες εγκεκριμένες μονάδες χρησιμοποιούν εμποτιστικά στην αγορά (*εμποτιστήρια ξυλείας*)· δεν επιτρέπεται σε άλλους.



## Εμποτισμένη ξυλεία στις ξυλοκατασκευές

Στην ελληνική και την ευρωπαϊκή αγορά κυριαρχούν τα εμποτιστικά σκευάσματα με βάση τον **χαλκό (Cu)**. Υπάρχουν παγκοσμίως τρεις (3) διακριτές κλάσεις: τα **ελαιώδη**, τα **οργανικά** και τα **υδατοδιαλυτά**.

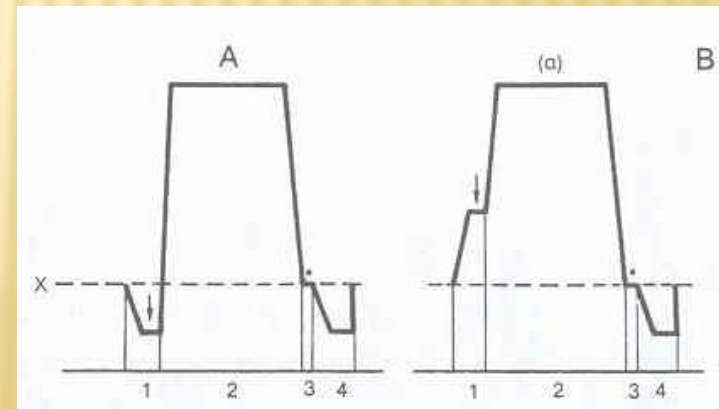
### Στην ελληνική αγορά σήμερα:

- ✘ **Δεν χρησιμοποιούμε παντού** εμποτισμένο ξύλο, αλλά μόνο σε συγκεκριμένες ξυλοκατασκευές. Αυτό πρέπει να το θυμόμαστε.  
Ήτοι: ξυλεία για στύλους και στρωτήρες, ξυλεία πεύκου για θερμοκήπια, ξυλεία για περιφράξεις, πάγκους-κιόσκια-τραπεζόπαγκους δασικής αναψυχής (σπάνια για ξυλεία σε παιδικές χαρές) και σε ζαρντινιέρες, υποστυλώματα και πασσάλους σε κατασκευές στον αγροτικό τομέα, και επίσης πολύ λιγότερο σε δομική ξυλεία αποθηκών, υπόστεγων, στάβλων και σκελετού ξύλινων σπιτιών και στεγών.
- ✘ Πολύ απαραίτητη είναι επίσης η χρήση κατάλληλης εμποτισμένης ξυλείας σε στοές μεταλλείων, γέφυρες (πεζογέφυρες), μπάρες & πασσαλώσεις ή σε θαλάσσιες κατασκευές (προτιμούνται τα: **iroko, sipo**)
- ✘ Κατά την κατασκευή (υλοποίηση), η χρήση και ο τεμαχισμός της ξυλείας αυτής **πρέπει** να είναι πολύ προσεκτικός (βλ. μάσκα, γάντια).

## Εμποτιστικά διαλύματα στην ελληνική αγορά (2019)

Με έγκριση του κράτους χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική αγορά των ξύλινων κατασκευών, τα εξής υδατοδιαλυτά σκευάσματα εμποτιστικών ουσιών\* του ξύλου, υπό υψηλή πίεση (6-12 bars) και με χρήση της μεθόδου των πλήρων κυττάρων:

- ✘ **Celcure AC**: σκεύασμα με βάση το χαλκό (υδατικό εναιώρημα).
- ✘ **Impralit KDS**: σκεύασμα με βάση δύο ενώσεις του χαλκού.
- ✘ **Tanalith E**: σκεύασμα με βάση μια ένωση του χαλκού και δύο αζόλες.
- ✘ **Wolmanit CX**: σκεύασμα με βάση δύο ενώσεις του χαλκού.



\*Όλα τα σκευάσματα αυτά περιέχουν **βορικό οξύ**.



## Υδατοδιαλυτά εμποτιστικά σκευάσματα

Είναι τα κυριότερα και πιο ευρέως διαδεδομένα **εμποτιστικά ξύλου** στην ελληνική αγορά των ξυλινών κατασκευών εξωτερικού χώρου.

### Ιδιότητες:

- ✘ Δημιουργούν μόνιμους *δεσμούς* με τα πολυμερή του ξύλου και δεν εκπλύνονται. Ορισμένες ενώσεις βορίου (B) μπορούν σε υγρές συνθήκες να εκπλυθούν.
- ✘ Δεν οξειδώνουν τα μέταλλα.
- ✘ Προσδίνουν στο ξύλο συνήθως (σκούρο) πρασινωπό ή μπλε χρώμα.
- ✘ Η εμποτισμένη ξυλεία με τα υδατοδιαλυτά άλατα δεν είναι εύφλεκτη.
- ✘ Μπορεί η **εμποτισμένη ξυλεία να βαφεί** ικανοποιητικά.



## Χρήση **εμποτιστικών CCA** στην Ευρωπαϊκή αγορά

Με βάση την νομοθεσία της Ε.Ε. για τις εξωτερικές ξύλινες κατασκευές επιτρέπεται η χρήση εμποτιστικών αλάτων αρσενικού (As) και χρωμίου (Cr) -γνωστά ως **CCA- μόνο** στις ακόλουθες εφαρμογές:

- × Σε δομική ξυλεία αγροτικών και βιομηχανικών κτιρίων
- × Σε γέφυρες (ξυλεία σκελετού και υποδομής)
- × Σε ηχοπετάσματα, στις εθνικές οδούς & λεωφόρους
- × Σε χωρίσματα και πακτώσεις/μπάρες σε δρόμους ή εθν. οδούς
- × Σε περιφράξεις γεωργικών και κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων
- × Σε ξυλοκατασκευές συγκράτησης εδάφους στην ύπαιθρο
- × Σε στύλους ηλεκτρισμού και τηλεπικοινωνιών
- × Σε στρωτήρες σιδηροδρομικών γραμμών

**\*\*\*** Επίσης, στην Ελλάδα, για στύλους της ΔΕΗ και του ΟΣΕ γίνεται χρήση εμποτιστικών με βάση το **πισσέλαιο** αν και αυτό το ελαιώδες εμποτιστικό διάλυμα έχει αρκετά τοξικό χαρακτήρα.



# Χρήσεις εμποτισμένης ξυλείας



<b>Εφαρμογή (είδος ξυλοκατασκευής)</b>	<b>Χρησιμοποιούμενα είδη ξύλου</b>	<b>Χρήση εμποτισμένου ξύλου ή όχι</b>
Στύλοι τηλεπικοινωνιών & ηλεκτρισμού	Δασική πεύκη, μαύρη πεύκη, εισαγόμενη ξυλεία Southern yellow pines (B. Αμερικής)	ΝΑΙ, πάντα εμποτισμένη ξυλεία με πισσέλαιο ** Στην Ε.Ε., μόνον με άλατα CCA
Στρωτήρες σιδηροδρόμων	Azobè (παλαιότερα χρησιμοποιούνταν εμποτισμένη με πισσέλαιο οξιά και δρυς)	Η τροπική ξυλεία Azobè δεν εμποτίζεται
Στοές μεταλλείων	Δρυς, μαύρη και δασική πεύκη	Εμποτισμένη παλαιότερα με πισσέλαιο.
Περιφράξεις	Μαύρη πεύκη και δασική πεύκη. Επίσης και τροπική ξυλεία και παλαιά εμποτισμένη ξυλεία πεύκης, δρυός, οξιάς, ή και Azobè	Ξυλεία εμποτισμένη με άλατα χαλκού (βορίου) ή εμποτιστικά που περιέχουν αζόλες Ανεμπότιστη ξυλεία καστανιάς, δρυός, κ.α.
Ξυλοναυπηγική, για κατασκευές πλοίων και μικρών σκαφών	Iroko, χαλέπιος και τραχεία πεύκη, mahogany, φτελιά και δευτερευόντως ψευδοτσούγκα (Oregon pine), κυπαρίσσι, teak, ευκάλυπτος και δρυς	ΟΧΙ, η ξυλεία αυτή ποτέ δεν είναι εμποτισμένη (σημ. κάθε είδος από τα αναφερόμενα χρησιμοποιείται σε διαφορετικό μέρος της κατασκευής)
Κατασκευές σε λιμάνια, μαρίνες, παραλίες, όπως κυματοθραύστες, προβλήτες για μικρά σκάφη σε μαρίνες	Iroko, Azobè, εμποτισμένη ξυλεία πεύκης και σπανιότερα άλλα τροπικά είδη	Η ξυλεία πεύκης είναι εμποτισμένη κυρίως με CCA (με υψηλό βαθμό συγκράτησης). Τα λοιπά τροπικά είδη είναι ανεμπότιστα.
Γέφυρες (σκελετός και ανωδομή) για πεζούς και οχήματα	Μαύρη πεύκη, Ιρέ, Azobé (ποτέ δεν γίνεται εμποτισμός σε αυτά τα τροπικά είδη)	ΝΑΙ, καλό είναι ο σκελετός της γέφυρας να είναι με ξυλεία εμποτισμένη με CCA
Θεμελιώσεις ξύλινων σπιτιών και κτιρίων (σε μόνιμη επαφή με το έδαφος)	Δασική πεύκη, σιβηρική πεύκη, μαύρη πεύκη	ΝΑΙ, συστήνεται ΠΑΝΤΑ η ξυλεία να είναι εμποτισμένη με πισσέλαιο ή CCA. Επίσης και παλιοί στύλοι εμποτισμένοι με πισσέλαιο
Στη γεωργία, κτηνοτροφία, για εγκαταστάσεις αποθηκών, υπόστεγων, στάβλων, κτηνοτροφικών και πτηνοτροφικών μονάδων, για θερμοκήπια, περιφράξεις, σιλό ζωοτροφών, υποστρώματα δένδρων	Μαύρη πεύκη, σπανιότερα ελάτη και ερυθρελάτη (εμποτίζονται με δυσκολία αυτά τα δύο είδη). Πολύ συχνά δασική (σουηδική) πεύκη έτοιμη εμποτισμένη εισαγωγής	ΝΑΙ, ξυλεία εμποτισμένη με άλατα χαλκού (βορίου) ή εμποτιστικά που περιέχουν αζόλες  Επίσης και παλιοί στύλοι εμποτισμένοι με πισσέλαιο
Κατασκευές κήπων και χώρων αναψυχής π.χ. πάγκοι, κιόσκια, τραπέζια, παιδικές χαρές, ζαρντινιέρες, πέργκολες, κ.α.	Μαύρη πεύκη και δασική πεύκη. Η δασική (σουηδική) πεύκη τις περισσότερες φορές είναι έτοιμη εισαγωγής. Ερυθρελάτη-ελάτη.	ΝΑΙ, ξυλεία εμποτισμένη με άλατα χαλκού (βορίου) ή εμποτιστικά που περιέχουν αζόλες
Ξυλεπένδυση τοίχων, μπαλκόνια, στέγες, υποδομή πατωμάτων, εξωτερικές πόρτες και παράθυρα	Δασική πεύκη, μαύρη πεύκη, ελάτη και δευτερευόντως ερυθρελάτη, κυπαρίσσι. Σε κουφώματα: δρυς, R.Meranti, Niangon, Iroko	ΝΑΙ, ξυλεία εμποτισμένη με άλατα χαλκού (βορίου) ή εμποτιστικά που περιέχουν αζόλες, πλην του κυπαρισσιού
Κιβώτια, τελάρα, παλέτες	Λεύκη (κυρίως), ελάτη, πεύκη και δευτερευόντως φλαμούρι και οξιά. Στις παλέτες, κυριαρχεί η μαύρη-δασική πεύκη.	ΟΧΙ, ποτέ εμποτισμένη ξυλεία! Το μόνο που μερικώς γίνεται στην ελληνική αγορά είναι θερμικός χειρισμός για 30' στους 56°C



## Συγκράτηση εμποτιστικού στην ξυλεία (ανάλογα με τη χρήση)

A/A	ΧΡΗΣΕΙΣ	ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΞΗΡΟΥ ΑΛΑΤΟΣ kg/m <sup>3</sup> σομφού
1	Ξυλεία σε μόνιμα ξηρή κατάσταση (Υ<20%)	Υποδομή σε πατώματα, Ξυλεία σκεπής	2-3
2	Εξωτερικές χρήσεις (που έχουν αερισμό και ξηραίνονται)	Σκελετός εξωτερικών πορτών, Πινακίδες, Δάπεδα γεφυρών και αποβάθρων, Ηχοπετάσματα κ.α.	5-6
3	Εξωτερικές χρήσεις σε επαφή με το έδαφος	Στρωτήρες σιδηροδρόμων, Περιφράξεις εξωτερικές, κ.α.	6-8
4	Εξωτερικές χρήσεις εντός εδάφους	Ξυλεία ορυχείων - μεταλλείων, Μπάρες, Πασσαλώσεις σε υγρά εδάφη, οποιαδήποτε κατασκευή εντός εδάφους	>10
5	Εξωτερικές χρήσεις σε θαλασσινό ή γλυκό νερό	Πάσσαλοι για κυματοθραύστες, κατασκευές αποβάθρων κ.α. Κατασκευές σε λίμνες, ποτάμια, και σε θαλάσσιες κατασκευές	>10-15
6	Στύλοι	Στύλοι ηλεκτρισμού και τηλεπικοινωνιών	>15-20

\* Στην ελληνική αγορά σήμερα, σε ορισμένες από τις παραπάνω χρήσεις μπορεί να βρούμε μη εμποτισμένα ξυλεία από τα ανθεκτικά είδη: **καστανιά, κυπαρίσσι, azobè, ipê, iroko, sipo κ.α.**