

# ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ ΣΤΙΣ ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Τι σημαίνει υγρασία του ξύλου και πως επηρεάζει την ποιότητα των ξύλινων κατασκευών, τη μηχανική αντοχή και τη διάρκεια ζωής των;

Βασικές αρχές, μέτρα προστασίας και συντήρησης των ξύλινων κατασκευών;

## 1. Εισαγωγή

Το ξύλο (*xylem*, *wood*) είναι φυσικό, οικολογικό προϊόν αειφορικής διαχείρισης των δασών. Είναι υλικό «ζεστό», θερμομονωτικό, δεν οξειδώνεται, διαθέτει εξαιρετική αισθητική εμφάνιση, και από μηχανικής άποψης, έχει πολύ υψηλή μηχανική αντοχή και ελαστικότητα σε σχέση με το βάρος του. Ορισμένα κατάλληλα είδη ξύλου έχουν πολύ μεγάλη φυσική διάρκεια ζωής και διαθέτουν τεράστιες δυνατότητες αξιοποίησης σε μεγάλες κατασκευές· ορισμένες δε, με υψηλότερη αντισταθμιστική αντοχή. Η φύση παράγει το ξύλο δεσμεύοντας CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα, γεγονός τεράστιας οικολογικής σημασίας για τον πλανήτη μας. Η κατεργασία του ξύλου σήμερα είναι εύκολη και τα υπολείμματά του αξιοποιούνται αποτελεσματικά με σύγχρονα μέσα (βλ. χαρτοπολτό, συγκολλημένα προϊόντα, πέλετ, βιοαιθανόλη, εκχυλίσματα) χωρίς να ρυπαίνουν το περιβάλλον. Ας μην ξεχνάμε ότι το δάσος «δουλεύει» 50 και 100 χρόνια για να παραχθεί η ξυλεία του πεύκου και του έλατου, 200 χρόνια του κέδρου και του κυπαρισσιού, 500 έως και 1000 χρόνια για να παραχθεί η ξυλεία της σεκόγιας (*Sequoia sp.*) ή/και της ελιάς. Όποιος ζει σε ξύλινη κατοικία απολαμβάνει τη ζεστασιά και το άρωμα του ασύγκριτου αυτού φυσικού υλικού. Άλλωστε αυτό φαίνεται κι από την ευρεία χρήση του στις ανεπτυγμένες χώρες της Κ. και Β. Ευρώπης, της Β. Αμερικής, της Ιαπωνίας κ.α., όπου είναι το κυρίαρχο *δομικό υλικό* σε ξύλινες ή μικτές κατασκευές εξωτερικού χώρου (Εικ. 1).

Το ξύλο όμως είναι δύσκολο υλικό. Καταρχήν, είναι *υγροσκοπικό* υλικό με πολύπλοκη εσωτερική δομή. Έχει την ιδιότητα να προσλαμβάνει υγρασία εύκολα όταν είναι ξηρό. Μάλλον δεν «αποχωρίζεται» εξαιτίας της χημικής του σύνθεσης ποτέ την υγρασία. Η γνώση του και η σωστή εφαρμογή του απαιτούν ειδικές σπουδές και τεχνική εμπειρία. Η ξήρανση του ξύλου (*wood drying*) από μόνη της αποτελεί επιστημονική περιοχή μεγάλης τεχνικής και οικονομικής σημαντικότητας. Επίσης η χρήση πολλών και διαφορετικών ειδών ξύλου (>700 είδη), εύκρατης και τροπικής ζώνης, σε διαφορετικές χρήσεις και εφαρμογές κάνει τα πράγματα ακόμα πιο περίπλοκα. Ωστόσο, δεν νοείται να κάνουμε χρήση του ξύλου με υγρασία. Ποτέ! Η ξυλεία πρέπει πάντοτε να βρίσκεται σε κατάσταση *ξηρή στον αέρα*, δηλ. να έχει ποσοστό κάτω από 18% τουλάχιστον. Για εσωτερικές μάλιστα χρήσεις, το ξύλο πρέπει οπωσδήποτε να έχει υγρασία μικρότερη του 10%.

Είναι απαραίτητο να γνωρίζει κανείς το ξύλο ως υλικό για να χρησιμοποιήσει τα προϊόντα του σε κατασκευές. Το ξύλο είναι *ανισότροπο* υλικό (δηλ. έχει διαφορετική συμπεριφορά στις τρεις κατευθύνσεις), με πολυσύνθετη εσωτερική δομή, και χημική σύσταση που ποικίλλει σημαντικά από είδος σε είδος. Ο άνθρωπος λαμβάνει απ' αυτό μετά από μηχανική ή/και χημική επεξεργασία πάνω από 2.000 διαφορετικά προϊόντα. Τα δεδομένα αυτά το καθιστούν άριστο δομικό υλικό, αρκεί να ακολουθηθούν ορθές πρακτικές. Περιοριζόμενοι στα δομικά προϊόντα ξύλου θα αναφέραμε ως βασικότερα: τη στρογγυλή ξυλεία, την πριστή ξυλεία, εμποτισμένη ή μη, διαφόρων ειδών κωνοφόρων και πλατυφύλλων (πεύκο, έλατο, ερυθρελάτη, λάρικα, Oregon pine, κυπαρίσσι, καστανιά, δρυ, ακακία, Iroko, Niangon, Meranti, Ipé, Merbau, Mahoganies κ.α.), τη σύνθετη επικολλητή ξυλεία (*glulam*) για σκελετά κτιρίων κυρίως από ερυθρελάτη και πεύκο, το κόντρα-πλακέ εσωτερικής και εξωτερικής χρήσης, τις ξυλοπλάκες OSB, διαφόρους τύπους δομικών πάνελ όπως PSL, LVL (Εικ. 1), CLT και άλλα.

## 2. Υγροσκοπικότητα του ξύλου και ποσοστό υγρασίας

Το ξύλο έχει την ιδιότητα να προσλαμβάνει υγρασία από το περιβάλλον είτε σε υγρή μορφή όταν έρχεται σε επαφή με το νερό ή σε μορφή υδρατμών απευθείας από την ατμόσφαιρα. Η ιδιότητα αυτή του ξύλου ονομάζεται *υγροσκοπικότητα*. Όταν η ισοδύναμη υγρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από την υγρασία του ξύλου, τότε το ξύλο αποβάλλει υγρασία προς το περιβάλλον. Κατά την πρόσληψη ή την αποβολή υγρασίας το ξύλο διογκώνεται ή ρικνώνεται αντίστοιχα. Η υγροσκοπικότητα του ξύλου οφείλεται στο γεγονός ότι τα δομικά

συστατικά του, κυτταρίνη, λιγνίνη και ημικυτταρίνες είναι υγροσκοπικές ουσίες οι ίδιες· κυρίως δε, η άμορφη κυτταρίνη.

Η ρίκνωση και η διόγκωση του ξύλου διαφέρει στις διάφορες κατευθύνσεις μέσα στο ξύλο, δηλ. στο πάχος, στο φάρδος και στο μήκος των δομικών ξύλινων στοιχείων. Η διαφορά αυτή μπορεί να φθάσει στο μέγιστο, μέχρι και το διπλάσιο στην εφαπτομενική κατεύθυνση των ινών (*φαρδύβεννα νερά* του ξύλου) σε σχέση προς την ακτινική κατεύθυνση ινών (*ισόβεννα νερά* του ξύλου). Δεν είναι σωστό όμως να λέμε «συστολή» ή «διαστολή» του ξύλου αλλά το ορθό είναι: ρίκνωση και διόγκωση, συνεπεία της απώλειας ή της πρόσληψης υγρασίας.

Δεν πρέπει να συγχέουμε την υγρασία του ξύλου με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Την υγρασία του ξύλου την υπολογίζουμε επί τοις εκατό της ξηρής μάζας του. Δηλ. όταν λέμε ότι ένα τεμάχιο ξύλου έχει υγρασία 20% εννοούμε ότι στα εκατό μέρη απολύτως ξηρού βάρους του συγκεκριμένου ξύλου αντιστοιχούν 20 μέρη νερού. Αυτό σημαίνει ότι εάν πάρουμε ένα τεμάχιο από το συγκεκριμένο ξύλο με βάρος 120 g, μετά τη συνεχή ξήρασή του μέχρις ότου φύγει όλο το νερό από τη μάζα του, αυτό θα αποκτήσει ξηρό βάρος 100 g, ενώ τα 20 g νερού θα εξατμισθούν. Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι τα πολύ ελαφρά ξύλα όταν κορεσθεί η μάζα τους με νερό, δηλ. όταν γεμίσουν όλοι οι κενοί χώροι που υπάρχουν μέσα στο ξύλο, μπορεί να αποκτήσουν υγρασία μεγαλύτερη από το 100% του ξηρού τους βάρους. Έτσι π.χ. ελαφρύ ξύλο λεύκας με ξηρή πυκνότητα 320 Kg/m<sup>3</sup> θα αποκτήσει υγρασία περίπου 280% του ξηρού βάρους, δηλ. το βάρος του σχεδόν θα τετραπλασιασθεί, γιατί απλούστατα έχει πολλούς κενούς χώρους. Την υγρασία του ξύλου (%) την υπολογίζουμε από τον τύπο:

$$\text{Ποσοστό υγρασίας} = 100 \times (\text{Υγρό βάρος ξύλου} - \text{Ξηρό βάρος ξύλου}) / (\text{Ξηρό βάρος ξύλου})$$

Με πρακτικό τρόπο, την υπολογίζουμε συνήθως με τη χρήση των *ηλεκτρικών υγρομέτρων* που ερχόμενα σε επαφή με το ξύλο μας δίνουν το ποσοστό υγρασίας του (Υ%). Τα πιο αξιόπιστα υγρόμετρα ξύλου είναι αυτά της τεχνολογίας *ηλεκτρικής αντίστασης*.

Από τα πολύ παλιά χρόνια, οι αρχαίοι Έλληνες, αλλά και άλλοι λαοί (Αιγύπτιοι, Κινέζοι, Ιάπωνες) είχαν εντοπίσει την τεράστια σημασία που έχει για τις κατασκευές η υγρασία του ξύλου και το φαινόμενο της ρίκνωσης και διόγκωσης. Στους κίονες του Παρθενώνα και των άλλων αρχαίων ναών μεταξύ των επιμέρους τμημάτων κάθε κίονα, δηλ. των *σφονδύλων* υπήρχαν ξύλινες *καβίλιες* (πόλοι) από ξύλο αγριελιάς ή κυτταρισσιού, οι οποίοι συνδέαν τους σφονδύλους και τους διατηρούσαν σε κατακόρυφη θέση. Οι ξύλινοι αυτοί πόλοι ήταν ξηραμένοι και περιβάλλονταν από λεπτό στρώμα μολύβδου (*μολυβδοχόηση*) αποκλείοντας έτσι την μεταβολή της υγρασίας του αποξηραμένου ξύλου και συνεπώς διατηρούσαν αμετάβλητες τις διαστάσεις τους. Η τεχνική αυτή είχε ως αποτέλεσμα αρκετοί από τους πόλους αυτούς να υπάρχουν μέχρι σήμερα. Ανάλογη διαδικασία δόμησης με ξύλινο σκελετό και *αργολιθοδομή* εφαρμόζονταν στις Μινωικές κατασκευές κτιρίων (ανάκτορα του Μίνωα, κατοικίες στο Ακρωτήρι της Θήρας πριν από 4.000 χρόνια), στις οποίες το ξύλο του σκελετού από κυτταρίσι και κέδρο περιβάλλονταν από τα υλικά της αργολιθοδομής (χώμα, πέτρα και άλλα πρόσθετα), διατηρώντας το ξύλο ξηρό και ως εκ τούτου με σταθερές διαστάσεις και απρόσβλητο από μύκητες και έντομα. Τα δύο αυτά ενδεικτικά παραδείγματα καταμαρτυρούν την τεράστια σημασία που ασκεί η υγρασία του ξύλου στην ποιότητα των ξύλινων κατασκευών, στη μηχανική αντοχή και στη διάρκεια ζωής των κατασκευών.

### 3. Σταθερότητα διαστάσεων του ξύλου σε χρήση

Βασικός κανόνας επιτυχίας των ξύλινων κατασκευών είναι το ξύλο τους να περιέχει υγρασία σε ένα σταθερό επίπεδο, χωρίς να ρικνώνεται ή να διογκώνεται. Με άλλα λόγια να διατηρεί σταθερές τις διαστάσεις του. Το φαινόμενο της ρίκνωσης και διόγκωσης του ξύλου λαμβάνει χώρα για αυξομειώσεις της υγρασίας του ξύλου σε επίπεδο κάτω από το **30%** (*σημείο κορεσμού των ινών*). Για μεταβολές υγρασίας πάνω από το σημείο αυτό, οι διαστάσεις του ξύλου παραμένουν σταθερές και μεταβάλλεται μόνο το βάρος του. Όλα τα ξύλα δεν έχουν την ίδια υγροσκοπικότητα. Είδη ξύλου που περιέχουν έλαια, ρητίνες ή ταννίνες (Teak, έβενος, Padauk, κέδρος, κυτταρίσι, ελιά, ακακία, καστανιά, δρυς, λάρικα) εμφανίζουν πολύ μικρή υγροσκοπικότητα.

Όταν το ξύλο υποστεί μια πρώτη ξήρανση και έλθει σε ισορροπία με τις συνθήκες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία του αέρα) στη συνέχεια, σε κάθε μεταβολή των συνθηκών του περιβάλλοντος μεταβάλλονται και οι διαστάσεις του ξύλου, αλλά σε μικρότερα μεγέθη σε σχέση με την πρώτη ξήρανση. Με άλλα λόγια μετά την πρώτη ξήρανση το ξύλο εμφανίζει μια μειωμένη μεταβλητότητα των διαστάσεων (δηλ. μειώνεται η υγροσκοπικότητα του ξύλου). Ένα ξύλο που παρουσιάζει μεγάλη ρίκνωση κατά την ξήρανση, μπορεί να εμφανίζει μικρή μεταβολή διαστάσεων (*wood movement*) στη συνέχεια. Το φαινόμενο αυτό δεν εμφανίζεται με την ίδια ένταση σε όλα τα είδη, γιατί εξαρτάται από την πυκνότητα και κυρίως από τη χημική σύσταση του ξύλου.

Με βάση τα παραπάνω κατατάσσουμε τα σπουδαιότερα είδη ξύλου που χρησιμοποιούμε στην Ελλάδα σε κλίμακα μεταβλητότητας διαστάσεων μετά την πρώτη ξήρανση, βλ. κλίμακα διαστασιακής σταθερότητας του ξύλου σε χρήση (Πίν. 1).

Ο Πίν. 1 μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο οδηγό για τη σωστή αξιοποίηση των διαφόρων ειδών ξύλου. Σημασία βέβαια έχει και το οικονομικό κόστος. Απαιτείται όμως προσοχή, διότι κάθε φορά πρέπει να συνεκτιμώνται κι άλλοι παράγοντες, ανάλογα με το είδος της κατασκευής, τον προσανατολισμό (βορράς vs. νότος), την επαφή ή όχι με το έδαφος, το ύψος βροχής και τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο θα τοποθετηθεί η κατασκευή. Σε αρκετές περιπτώσεις ο μελετητής μηχανικός, ή ο σχεδιαστής, οφείλει να συνδυάζει υλικά μεταξύ τους για το καλύτερο ποιοτικό και τεχνικό αποτέλεσμα (Εικ. 2). Σε ιδιαίτερα projects, π.χ. κατασκευή μιας πεζογέφυρας σε εξωτερικό χώρο πρέπει να επιλεγούν είδη ξύλου που έχουν μεγάλη πυκνότητα, μεγάλη μηχανική αντοχή, ανθεκτικότητα σε προσβολές εντόμων και μυκήτων και διαστασιακή σταθερότητα. Τέτοια ξύλα είναι τα τροπικά σιδηρόξυλα (*ironwoods*) με πυκνότητα >1000 kg/m<sup>3</sup>, και από αυτά, τα πιο κατάλληλα είναι το Ipe και το Azobé. Σε ορισμένα projects εξωτερικού χώρου, ορθή και ενδεδειγμένη δύναται να είναι και η χρήση καλά εμποτισμένου πεύκου (με αζόλες και άλατα χαλκού), εφόσον επιτρέπεται. Εντός των κατοικιών, για υποδαπέδια θέρμανση κατάλληλο είναι μεταξύ των άλλων ειδών και το Padauk με πυκνότητα 720 kg/m<sup>3</sup> με πολύ μικρή μεταβλητότητα των διαστάσεων στις μεταβολές υγρασίας. Βέβαια στα παρκέτα στη χώρα μας κυριαρχεί η λευκή δρυς (σημ. αρκεί να είναι ξηραμένη σωστά, βλ. παρκετοέντομο). Οι μεταβολές των διαστάσεων του ξύλου με την αυξομείωση της υγρασίας που υπάρχει στη μάζα του ξύλου δεν είναι ομοιόμορφες στις διάφορες κατευθύνσεις μέσα στο ξύλο. Το γεγονός αυτό επηρεάζει σημαντικά τη στατική επάρκεια μιας ξύλινης δομικής κατασκευής, γιατί δημιουργούνται ανοίγματα και ρωγμές στα σόκορα και τα σημεία των συνδέσεων, αλλά και κατά μήκος των δομικών στοιχείων. Τα σφάλματα αυτά επηρεάζουν αρνητικά τη στατική επάρκεια και τη διάρκεια ζωής των κατασκευών. Επίσης δημιουργούν εστίες εισόδου ξυλοφάγων εντόμων, αλλά και υγρασίας, της βροχής, του χιονιού, παράγοντες που ενισχύουν την προσβολή του ξύλου από μύκητες. Τα σόκορα στα ξύλινα στοιχεία σε ξύλινες πέργκολες (Εικ. 3), κιόσκια, στέγαστρα, καλό είναι να επαλείφονται με ειδικό σφραγιστικό διάλυμα και να μην μένουν εκτεθειμένα στον καιρό, ιδίως τα κατακόρυφα στοιχεία. Οι συνέπειες αυτές είναι συχνές σε ξύλινες κατασκευές στη χώρα μας, όπου το μεσογειακό κλίμα με τις συχνές μεταβολές των καιρικών φαινομένων ευνοούν την εμφάνιση των προβλημάτων αυτών. Πρόσθετα στα κατώτερα μέρη των κολώνων πάντα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται γαλβανισμένα ή ανοξείδωτα *μεταλλικά πέλματα* (λ.χ. ξυλεία κολώνων πεύκου ή έλατου ποτέ σε απευθείας επαφή με το έδαφος).

#### 4. Ξήρανση του ξύλου

Το ξύλο προέρχεται συνήθως από ώριμα δένδρα των δασικών οικοσυστημάτων. Μόλις ένα δένδρο υλοτομηθεί περιέχει πολλή υγρασία στη μάζα του (συνήθως  $Y > 80\%$ ). Οι κορμοί οδηγούνται στα *πριστήρια* όπου πριονίζονται στις επιθυμητές διαστάσεις και στη συνέχεια η πριστή ξυλεία ξηραίνεται είτε με φυσικό τρόπο σε υπόστεγα, είτε με τεχνητό τρόπο σε ξηραντήρια. Η ξήρανση της ξυλείας είναι ο πρώτος και σημαντικότερος αναμφίβολα χειρισμός που γίνεται αμέσως μετά την παραγωγή της και πριν αυτή χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε ξυλοκατασκευή. Σε κάθε περίπτωση, το ξύλο πρέπει να είναι ξηραμένο σε ένα ποσοστό υγρασίας *αντίστοιχο* προς την υγρασία ισορροπίας του χώρου στον οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Οι συνθήκες του χώρου που επηρεάζουν καθοριστικά την *υγρασία ισορροπίας* είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η σχετική υγρασία του αέρα. Έτσι για

έπιπλα εσωτερικού χώρου, για πατώματα, εσωτερικά κουφώματα, εσωτερικές ξυλουργικές κατασκευές, το ξύλο πρέπει να έχει υγρασία **8-10%**. Για πατώματα με ενδοδαπέδια θέρμανση και για ξύλινα καλύμματα καλοριφέρ, σάουνες και άλλες κατασκευές δίπλα σε τζάκια και θερμάστρες, η υγρασία του ξύλου πρέπει να είναι **6%**. Το ίδιο χαμηλή (6%) πρέπει να είναι και η υγρασία των ξυλόφυλλων πριν προσαριστούν σε κόντρα-πλακέ. Για εξωτερικά κουφώματα: υγρασία **10-12%**. Στον τομέα των εξωτερικών ξύλινων κατασκευών υπάγονται αναρίθμητες κατασκευές, όπως έπιπλα βεράντας - κήπου, μπαλκόνια, πέργκολες, παιδικές χαρές, περιφράξεις, επενδύσεις τοίχων, κιόσκια, υπόστεγα, γέφυρες, υπαίθρια πατώματα (decks), κατασκευές ξυλοναυπηγικής, στύλοι κ.α. Για το ξύλο εξωτερικών κατασκευών είναι δύσκολο να καθορίσει κανείς υγρασία *ισορροπίας* γιατί οι ατμοσφαιρικές συνθήκες μεταβάλλονται συνεχώς. Για πρακτικούς λόγους, το ξύλο εξωτερικών κατασκευών πρέπει να έχει υγρασία που προσεγγίζει τη μέση ετήσια υγρασία του ξύλου ξηρού στον αέρα (σε ανοικτό υπόστεγο). Ξυλεία εξωτερικών κατασκευών πρέπει να αποθηκεύεται σε ελεγχόμενη αποθήκη ή υπόστεγα και να έχει **οπωσδήποτε** ποσοστό υγρασίας **12-16%** πριν την τελική χρήση της.

## 5. Βέλτιστες πρακτικές και τεχνικές συντήρησης

Είναι απαραίτητη προϋπόθεση σε μια ξύλινη κατασκευή να τηρούνται οι βασικοί τεχνολογικοί κανόνες και πρακτικές που συνοπτικά αναλύονται στη συνέχεια:

- ✓ Κάθε ξύλινη κατασκευή απαιτεί μία περιοδική συντήρηση. Με επαρκή συντήρηση κάθε ξύλινη κατασκευή μπορεί να έχει διάρκεια ζωής πολλών ετών. Είναι ευρέως γνωστό ότι οι παλαιότερες κατασκευές στον πλανήτη είναι κατασκευασμένες εδώ και αιώνες από ξυλεία υψηλής αντοχής που υφίσταται τακτική συντήρηση (Εικ. 4α, 4β).
- ✓ Πρέπει πάντοτε να επιλέγουμε το κατάλληλο είδος ξύλου για μία συγκεκριμένη τελική χρήση, ειδικά στις εξωτερικές κατασκευές που οι απαιτήσεις αυξάνονται.
- ✓ Επιλέγουμε το κατάλληλο ξύλο ξηραμένο στο σωστό επίπεδο χωρίς σφάλματα ρόζων και ραγάδων, χωρίς σχισίματα στα σόκορα, χωρίς προσβολές μυκήτων και εντόμων. Αν απαιτείται, καλό είναι το ξύλο πεύκου ή έλατου να είναι εμποτισμένο υπό πίεση με τα επιτρεπόμενα υδατοδιαλυτά άλατα χαλκού και βορίου.
- ✓ Μετά την προσεγγισμένη μηχανική κατεργασία και το στήσιμο της δομικής κατασκευής, ανάλογα με το είδος της κατασκευής προβαίνουμε σε χειρισμούς που διασφαλίζουν εις το διηνεκές τη διατήρηση της υγρασίας του ξύλου στο αρχικό επίπεδο. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η ρίκνωση και διόγκωση του ξύλου και η κατασκευή διατηρεί σταθερές διαστάσεις των δομικών στοιχείων της. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι για τις περιπτώσεις βεραντών, περγκόλων, υποστέγων, περιφράξεων, καθιστικών και άλλων ξυλοκατασκευών που είναι εκτεθειμένες στην υγρασία / βροχή, το χιόνι, τον ήλιο, τη θαλάσσια αύρα, η ξύλινη κατασκευή πρέπει άμεσα να δεχθεί τις επικαλύψεις συντήρησης και βαφής. Η πλέον ενδεικνυόμενη βαφή για μεγάλη διάρκεια ζωής είναι η εφαρμογή ακρυλικής λάκας εξωτερικής χρήσεως με αλκύδια στο επιθυμητό χρώμα, που εφαρμόζεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή: πρώτα το υπόστρωμα κόλλας (αστάρι) που γεμίζει τους πόρους του ξύλου και μετά σε δύο χέρια η λάκα. Εναλλακτική βαφή είναι η αλκυδική υδροδιαλυτή ριπολίνη (λαδομπογιά) εξωτερικής χρήσεως, η οποία εφαρμόζεται σε δύο χέρια, αφού πρώτα εφαρμοσθεί η βελατούρα.
- ✓ Για τις κατασκευές που βρέχονται, καλό είναι επίσης πριν από κάθε εφαρμογή βαφής να επαλείφεται με πινέλο η ξυλοκατασκευή με γνήσιο λινέλαιο αραιωμένο σε νέφτι και λίγο στεγνωτικό. Στην περίπτωση αυτή για να ακολουθήσουν οι επόμενες επικαλύψεις πρέπει να περάσει περίοδος μιας ή δύο εβδομάδων, να ακολουθήσει ελαφρύ τρίψιμο με γυαλόχαρτο και τέλος η διαδικασία βαφής. Οι παραπάνω προτεινόμενες τεχνικές εφαρμόζονται και στα εξωτερικά κουφώματα που εκτίθενται στη βροχή, ειδικά σε παλαιές κατοικίες στην επαρχία.
- ✓ Για τις ξύλινες κατασκευές που καλύπτονται σε υπόστεγο και δεν δέχονται βροχή και ήλιο, μπορεί να εφαρμοσθεί διαδικασία διαφανών ακρυλικών / αλκυδικών βερνικιών εξωτερικής χρήσεως με εγγύηση του κατασκευαστή για 10ετία. Η εγγύηση της 10ετίας πρέπει να δίνεται και για τις λάκες και ριπολίνες.
- ✓ Στην αγορά κυκλοφορούν επίσης και έγχρωμα ή διαφανή συντηρητικά βερνίκια ξύλου (βερνίκι+συντηρητικό+χρώμα), η διάρκεια των οποίων είναι σε κάθε περίπτωση μικρότερη των παραπάνω προτεινόμενων επικαλύψεων. Γενικά δεν συνιστάται βαφή ξύλινης κατασκευής εκτεθειμένης στη βροχή με διαφανές βερνίκι, εκτός και εάν ο ιδιοκτήτης είναι διατεθειμένος να βερνικώνει την κατασκευή κάθε 1 έως 2 χρόνια.

- ✓ Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται σε αυξανόμενο ρυθμό σε εξωτερικές ξύλινες κατασκευές καινοτομικά προϊόντα που έχουν υποστεί χειρισμούς σύγχρονης και εξελισσόμενης τεχνολογίας, όπως: χειρισμό χημικής τροποποίησης με χρήση οξικού ανυδρίτη (ακετυλιωμένο ξύλο ή Accoya), ή χειρισμό άλλης τροποποίησης (Kebony, Belmadur, Thermowood, Platowood, ξύλο εμποτισμένο με καυτό λινέλαιο), ή επικάλυψη επιφανειών ξύλου με σκευάσματα νανοδιασπορών ψευδαργύρου, χαλκού ή/και τιτανίου. Τα ανωτέρω, νέα προϊόντα εξασφαλίζουν σταθερές διαστάσεις στο ξύλο, δηλ. δεν επηρεάζονται πολύ από τις μεταβολές των κλιματικών συνθηκών και της υγρασίας.

Εν κατακλείδι, το αντικείμενο της υγρασίας και των επιπτώσεών της στο ξύλο και τις ξύλινες κατασκευές είναι πολύ μεγάλο και πολυδιάστατο, τόσο σε έκταση όσο και σε εύρος, και είναι αδύνατο να καλυφθεί επαρκώς σε ένα συνοπτικό τεχνικό άρθρο, χωρίς αυτό να μειώνει την εκτίμησή μας για το χώρο που ευγενικά μας παραχωρήθηκε στο παρόν.

## Βιβλιογραφία

Building Research Establishment (1972). Handbook of Hardwoods. Ebenezer & Son Ltd Trinity Press, London.

Κακαράς, Ι. (2009). Τεχνολογία Ξύλου. Εκδόσεις «ΙΩΝ».

Κακαράς, Ι. (2013). Τεχνολογία Ξύλινων Δομικών Κατασκευών. Εκδόσεις «ΙΩΝ».

Κακαράς Ι. (2014). Ιστοσελίδα, ΤΕΙ Θεσσαλίας: <http://www.teilar.gr/~kakarasi/>

Κατσαράγκης, Ε. (2000). Ξύλινες κατασκευές. Πανεπιστημιακές εκδόσεις, Ε.Μ.Π.

Τσουμής, Ι. (1983). Επιστήμη και τεχνολογία του ξύλου. Σχολή Δασολογίας & ΦΠ, Α.Π.Θ.

Μαντάνης, Γ. (2014). Ιδιότητες ξύλου (διδασκτικές σημειώσεις), Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, link: <http://users.teilar.gr/~mantanis/ldiotites.htm>

Mantanis, G., Terzi, E., Kartal, N., Papadopoulos, A.N. (2014). Evaluation of mold, decay and termite resistance of pine wood treated with zinc- and copper-based nanocompounds. *International Biodeterioration & Biodegradation* 90: 140-144.

Μαντάνης, Γ. (2016). Τεχνολογία ξύλινων κατασκευών ΙΙ. Εξωτερικές κατασκευές (ιστοσελίδα μαθήματος), Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, ΤΕΙ Θεσσαλίας, link: <http://users.teilar.gr/~mantanis/Texnologia-Xylinwn-Kataskevwn.htm>

Μαντάνης, Γ. (2016). Ιστοσελίδα, ΤΕΙ Θεσσαλίας: <http://www.teilar.gr/~mantanis>

**Τεχνικό άρθρο των Ιωάννη Κακαρά και Γεωργίου Μαντάνη**  
 Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου, Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
 Email: [kakarasi@teilar.gr](mailto:kakarasi@teilar.gr) & [mantanis@teilar.gr](mailto:mantanis@teilar.gr)

### Πίν. 1. Μεταβλητότητα διαστάσεων των βασικότερων ειδών ξύλου σε χρήση

Μεταβλητότητα διαστάσεων	Είδος ξύλου (εμπορική ονομασία)
ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ (κάτω του 2%)	Έβενος, Ελιά, Ιπέ, Padauk, Tatajuba, Western Red Cedar κ.α.
ΜΙΚΡΗ (κάτω του 3%)	Κυπαρίσσι, Λευκή Δρυς, Iroko, Καστανιά Ευρώπης και Αμερικής, Ίταμος, Teak, Jatoba, Oregon pine, Λάρικα, Wenge, Tiama, Zebrawood, Mahogany African, Makore, Red Meranti, Merbau, Padauk, Rosewood Honduras, Σεκόγια (Californian redwood) κ.α.

**Εικ. 1.** Ξύλινη πεζογέφυρα από καινοτομικό υλικό ξύλου, συνδυασμένη με σκέπαστρο για προστασία όλης της κατασκευής από τον καιρό και την υγρασία.



**Εικ. 2.** Σύγχρονη καινοτομική κατασκευή ξύλου & μετάλλου (παγκάκι) στο ΤΕΙ Θεσσαλίας.

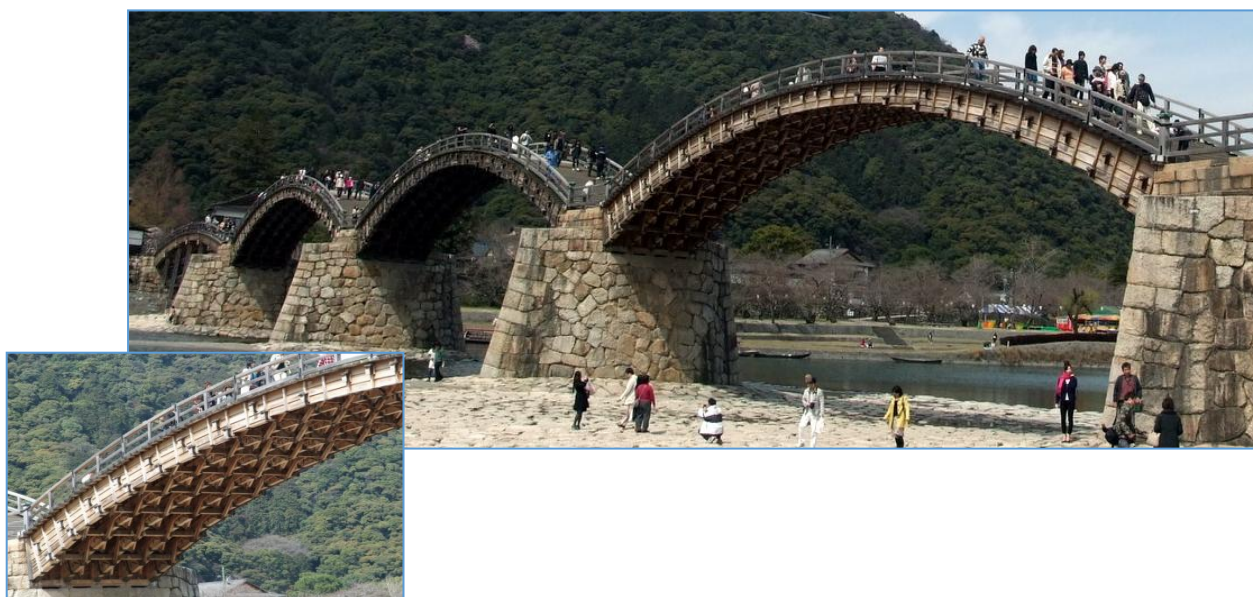


**Σχεδιαστής:** Αποστόλης Θεοδώρου

**Εικ. 3.** Ξύλινη τοξωτή πέργκολα ως κατασκευή υψηλής αισθητικής αξίας.



**Εικ. 4α.** Παραδοσιακή ξύλινη γέφυρα στην Ιαπωνία ηλικίας 400 ετών (Kintai bridge).



**Εικ. 4β.** Παλιός ξύλινος ορθοστάτης από τη Μονή Μεγάλου Μετεώρου (ηλικίας >300 ετών)

