



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΙΧΜΗΣ

Προστασία Ξύλινων Κατασκευών

Διπλωματική Εργασία
Κωνστάντιου Ζαχαρούλα

Επιβλέποντες :
Γεώργιος Πουλάκος
Καθηγητής ΕΜΠ

Ελευθερία Τσακανίκα
Λέκτορας υπό διορισμό ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2012

Προστασία Ξύλινων Κατασκευών

Κωνστάντιου Ζαχαρούλα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ 2011

ALL RIGHTS RESERVED

Περιεχόμενα

Πρόλογος

1. Εισαγωγή

1.1 Το δέντρο

1.2 Το ξύλο ως δομικό υλικό

1.3 Είδη ξυλείας

1.4 Πλεονεκτήματα Ξύλου

1.5 Μειονεκτήματα

1.5.1 Υγροσκοπικότητα

1.5.1.1 Ρίκνωση

1.5.1.2 Μετακίνηση

1.5.2 Παθολογία

1.5.2.1 Προσβολή από μύκητες

1.5.2.2 Προσβολή από ξυλοφάγα έντομα

1.5.2.3 Κατηγορίες Κινδύνου

1.5.3 Αστοχία Συνδέσεων

1.5.4 Φωτιά

2. Προστασία Ξύλινων Κατασκευών

2.1 Φυσική Ανθεκτικότητα

2.2 Ανθεκτικότητα Βάσει Σχεδιασμού

2.2.1. Προσδοκώμενη διάρκεια ζωής και ευαισθησία μελών

2.2.2 Αρχές Προστατευτικού Σχεδιασμού

2.3 Προστασία με τεχνητές μεθόδους

2.3.1. Ξήρανση του ξύλου

2.3.2 Χημική προστασία του ξύλου

2.3.2.1 Ιδιότητες συντηρητικών ξύλου

2.3.2.2 Χαρακτηριστικά ιδανικού εμποτιστικού

2.3.2.3 Έλεγχος και έγκριση των συντηρητικών

2.3.2.4 Συντηρητικά ξύλου

2.3.2.4.1 Ανάπτυξη οικολογικών εμποτιστικών ουσιών

2.3.2.4.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

2.3.3 Οικολογική ξυλεία νέας τεχνολογίας στην Ελληνική Αγορά

2.4 Φυσικά Ανθεκτικά Ξύλα στην Ελληνική Αγορά

2.4.1 Συμπεράσματα σχετικά με τα φυσικά ανθεκτικά ξύλα στην Ελληνική αγορά

2.5 Οικολογικά Βερνίκια Ελληνικού Εμπορίου

2.6 Συντηρητικά Ξύλου στην Ελληνική αγορά

2.6.1 Συμπεράσματα σχετικά με τα συντηρητικά ξύλου στην Ελληνική αγορά

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 (Ξυλοφάγα έντομα)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 (Λεξικό Αγγλικής Ορολογίας)

Βιβλιογραφία

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της διπλωματικής αυτής είναι να βοηθήσει τον αναγνώστη να έρθει πιο κοντά σε ένα σπουδαίο υλικό, το ξύλο. Πολλές φορές λόγω της έλλειψης πληροφοριών ή της έλλειψης πληροφόρησης που έχουμε για ένα δομικό υλικό είναι πιθανό να χάσουμε την ευκαιρία να το γνωρίσουμε να το χρησιμοποιήσουμε, ακόμα και να το βελτιώσουμε έτσι ώστε να αποτελέσει ακόμα ένα χρήσιμο εργαλείο για μας.

Μέσα σε αυτές τις σελίδες θα γνωρίσουμε αρχικά το ξύλο ως έναν «ζωντανό οργανισμό», με τις θετικές του πτυχές, τα μειονεκτήματα του αλλά και τους τρόπους προστασίας των κατασκευών από ξύλο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές της Διπλωματικής μου εργασίας για την πολύτιμη βοήθεια τους και ιδιαίτερα την Κα Ελευθερία Τσακανίκα για την πρόταση της να ασχοληθώ με αυτό το τόσο ενδιαφέρον θέμα αλλά και για την συνεχή ενασχόληση της με αυτό.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υπευθύνους των εταιρειών εμπορίας ξυλείας και συντηρητικών ξύλου που ήταν πρόθυμοι να βοηθήσουν δίνοντας πολύ σημαντικές πληροφορίες για την εργασία.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου που με υπομονή με στήριζαν σε όλον τον «δρόμο».

**Στον θείο μου, Δημήτρη Κωνστάντιο, πηγή πολιτισμού και
καλοσύνης.**

1.Εισαγωγή

1.1 Το δέντρο

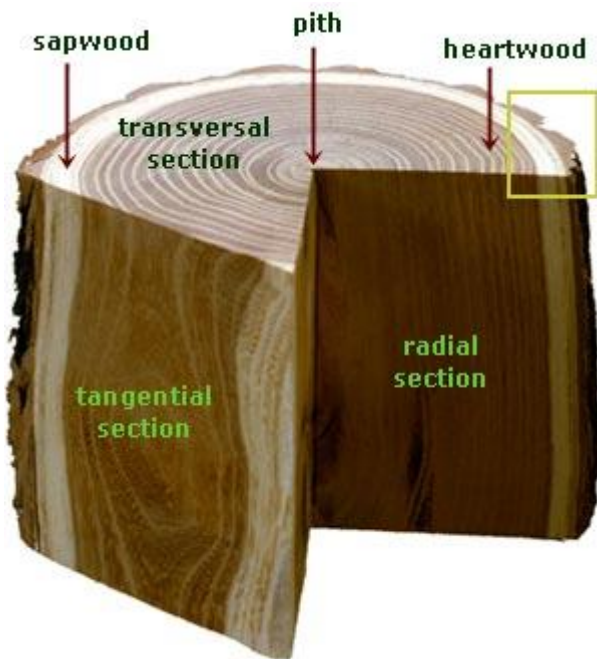
Το ξύλο συμπεριφέρεται ως «ζωντανός» οργανισμός σε όλη τη διάρκεια της χρήσης του στις κατασκευές. Επομένως δεν μπορούμε να προχωρήσουμε στη μελέτη για τους τρόπους προστασίας και συντήρησης του αν δεν κατανοήσουμε πρώτα τη δομή του, τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του.

Το κύριο τμήμα του δέντρου, ο κορμός, ο οποίος στηρίζει τα κλαδιά και το φύλλωμα, αποτελείται από τον εξωτερικό φλοιό ο οποίος προστατεύει το σομφό, τους νεότερους δακτυλίους του κορμού και το εσωτερικό και γηραιότερο μέρος, το καρδιόξυλο.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά κάθε δέντρου είναι ότι κάθε χρόνο προστίθεται στον ήδη υπάρχοντα κορμό ένας ακόμα αυξητικός δακτύλιος. Έτσι είναι δυνατόν ο προσδιορισμός της ηλικίας του δέντρου αλλά και επιβεβαιώνεται ότι πρόκειται για ένα καθόλα ζωντανό στοιχείο που είναι ικανό να μεταβάλλει την διατομή του χρόνο με το χρόνο.

Μια από τις βασικότερες διαφοροποιήσεις του καρδιόξυλου και του σομφού είναι στην πραγματικότητα χημικής φύσεως. Οι χημικές αυτές ουσίες καλούνται εκχυλίσματα, βρίσκονται σε μικρές ποσότητες στο ξύλο και έχουν ως αποτέλεσμα το χρωματισμό του καρδιόξυλου αλλά και την προστασία του από τους μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα.

Σε κάθε διαφορετικό είδος δέντρου βρίσκονται και διαφορετικές ουσίες. Επίσης σε κάποια είδη μπορεί να μην υπάρχουν καθόλου. Έτσι εξηγείται η ευρεία γκάμα της φυσικής ανθεκτικότητας που διαπιστώνεται στα διάφορα είδη ξύλου.



(<http://www.wsl.ch/land/products/dendro/macro.html>)

Εικόνα 1.1. Τομές ξύλου

1.2 Το ξύλο ως δομικό υλικό

Όταν το ξύλο εξετάζεται ως δομικό υλικό για την παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων ξύλου ή για την χρήση του σε κατασκευές, ορισμένα φυσικά αυξητικά χαρακτηριστικά του δέντρου αποτελούν σημαντικά ελαττώματα τα οποία μπορούν να υποβαθμίζουν την αρχιτεκτονική/αισθητική του αξία καθώς και τη μηχανική του συμπεριφορά. Τα σημαντικότερα φυσικά ελαττώματα των ξύλινων δομικών στοιχείων είναι οι ρόζοι και η εντεριώνη.

Ρόζοι ονομάζονται τα ενσωματωμένα τμήματα των κλαδιών του δέντρου στον κορμό. Διακρίνονται σε :

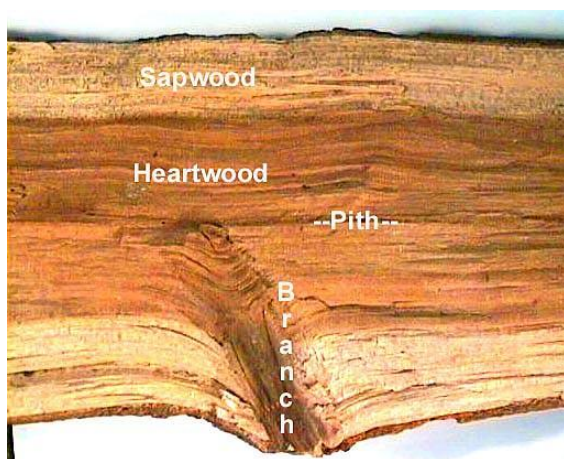
- συμφυείς (σύμφυτους) ή χλωρούς, ή ζωντανούς, ή υγιείς, οι οποίοι αποτελούν τα ζωντανά κλαδιά που είναι ενσωματωμένα στον κορμό την στιγμή της υλοτόμησης και

αποπίπτοντες ή νεκρούς οι οποίοι αποτελούν τα ξερά, νεκρά κλαδιά που περικλείονται μέσα στον κορμό την στιγμή της υλοτόμησης και ουσιαστικά αποτελούν ξένα σώματα με μικρή πλέον σύνδεση με το υπόλοιπο τμήμα του κορμού.

Η ύπαρξή τους οδηγεί σε αποκλίσεις από την ευθυΐνια και σε ζώνες με θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο. Η παρουσία των ρόζων και ιδιαίτερα των νεκρών ρόζων αποτελεί τον βασικότερο παράγοντα ελάττωσης των μηχανικών αντοχών του ξύλου.

Επίσης η διάμετρος των ρόζων και η διάταξη τους (π.χ. μεγάλη συγκέντρωση σε μια μικρή περιοχή) μπορεί να έχει μεγαλύτερη επιρροή από τον αριθμό τους. Έχουν δυσμενέστερη επιρροή όταν βρίσκονται στην εφελκυσμένη περιοχή του στοιχείου. Αντίθετα η παρουσία σύμφυτων ρόζων αυξάνει την αντοχή σε εγκάρσια θλίψη.

Εντεριώνη καλείται η μαλακή, σπογγώδης και ελαφρά ουσία που συναντάται στο κέντρο του στελέχους πολλών φυτών. Συνήθως συνίσταται από κυτταρώδη ιστό μόνο. Η **εντεριώνη** δημιουργεί προβλήματα όταν είναι ενσωματωμένη στη διατομή δομικών μελών, λόγω διαφορετικής δομής από το υπόλοιπο ξύλο. Συνοδεύεται συνήθως από ρόζους και ραγάδες και ανάλογα με το μέγεθός της μπορεί να συνεπάγεται μείωση της μηχανικής αντοχής.



(<http://grandpacliff.com/Trees/Knots.htm>)

Εικόνα 1.2. Διαμήκης τομή
(Σομφό,εγκάρδιο,εντεριώνη,αποτύπωμα κλαδιού)



Εικόνα 1.3. Ρόζος ξύλου

1.3 Είδη ξυλείας

Τα δέντρα από τα οποία παράγεται η δομική ξυλεία κατατάσσονται σε κωνοφόρα ή αειθαλή, γνωστή και ως μαλακή ξυλεία και σε πλατύφυλλα ή φυλλοβόλα, γνωστή και ως σκληρή ξυλεία. Για τον εύκολο διαχωρισμό της σημαίνεται με C (coniferous=κωνοφόρο) ή D (deciduous=φυλλοβόλο), κατ'αντιστοιχία προς το δένδρο παραγωγής της.

1.3.1 Μαλακή Ξυλεία (Softwood)

Είναι ο γενικός όρος που χρησιμοποιείται στη ξυλουργική βιομηχανία για την ξυλεία από κωνοφόρα δέντρα (βελονοειδή δέντρα του γένους Πεύκη). Συμπεριλαμβάνει: πεύκη, ελάτη, κέδρο, έλατο, λάρτζινο (αγριόπευκο), έλατο *Douglas fir*, κωνοφόρο έλατο, κυπαρίσσι, pitch-pine, άρκευθος, σεκόγια, ήμερο έλατο κ.α.

Όπως υπονοεί και η ονομασία, τα ξύλα μαλακής ξυλείας είναι όντως μαλακότερα από αυτά της σκληρής ξυλείας, αλλά υπάρχουν και μερικές αξιοσημείωτες εξαιρέσεις. Για παράδειγμα, το έλατο *Douglas fir* είναι πιο σκληρό και πιο ανθεκτικό από πολλά ξύλα σκληρής ξυλείας, ενώ αντιθέτως η κιγχόνη (*balsa*), ένα δέντρο σκληρής ξυλείας από τεχνική άποψη, έχει πιο μαλακό ξύλο από πολλά ξύλα μαλακής ξυλείας.

Η διαφορά μεταξύ μαλακής και σκληρής ξυλείας οφείλεται στη μικροσκοπική δομή του ξύλου. Η μαλακή ξυλεία περιέχει μόνο δύο ειδών κύτταρα: διαμήκη κυλινδρικά αγγεία (ή τραχειΐδια) και εγκάρσια ακτινοτραχειΐδη κύτταρα. Στη μαλακή ξυλεία δεν υπάρχουν τα αγγεία που μεταφέρουν το νερό που έχει η σκληρή ξυλεία και που εμφανίζονται ως 'πόροι'. Στη μαλακή ξυλεία η εσωτερική κυκλοφορία του νερού γίνεται μόνο μέσω των τραχειΐδων. Μερικά δέντρα, όπως η πεύκη, η ελάτη, το αγριόπευκο και το έλατο *Douglas fir*, έχουν κανάλια που μεταφέρουν ρητίνη η οποία προστατεύει το δέντρο από κακώσεις.

Γενικά, η μαλακή ξυλεία δουλεύεται πιο εύκολα. Αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό της δομικής ξυλείας που χρησιμοποιεί ο μηχανικός και έχει ένα ευρύ φάσμα χρήσεων και εφαρμογών. Χρησιμοποιείται ως κύριο υλικό στην οικοδομική όπως επίσης και στην επιπλοποιία αλλά και για πολλά άλλα προϊόντα (καλουπώματα, πόρτες, παράθυρα κ.α.). Επίσης η μαλακή ξυλεία χρησιμοποιείται και στη κατασκευή χαρτιού καθώς και στη παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων ξύλου (π.χ. ξυλόπλακες διαφόρων τύπων, ινόπλακες, MDF κ.α.).

1.3.2 Σκληρή Ξυλεία (hardwood)

Αποτελεί την ξυλεία από πλατύφυλλα, αγγειόσπερμα ή ανθοφόρα δέντρα (κυρίως φυλλοβόλα, αλλά όχι αποκλειστικά, όπως π.χ. τα τροπικά δέντρα). Χαρακτηριστικά δέντρα που ανήκουν σε αυτό το είδος ξυλείας είναι η δρυς, η καστανιά, η καρυδιά, η σημύδα, το σφενδάμι, η φτελιά, η μουριά, η ελιά, η ακακία, η οξιά, ο πλάτανος, η κλήθρα, η φουντουκιά, η φιλύρα, η λεύκη κτλ .

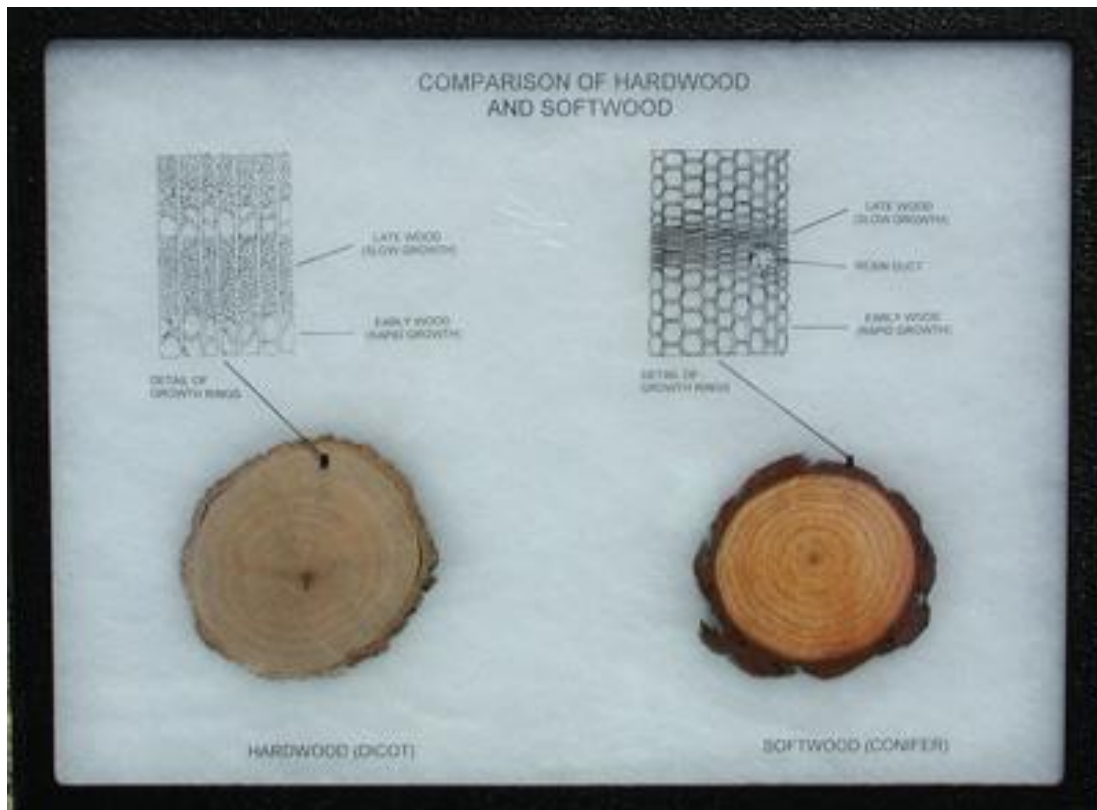
Γενικά, η σκληρή ξυλεία έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και σκληρότητα από αυτή της **μαλακής ξυλείας**, παρόλο που υπάρχει μεγάλη ποικιλία στη πραγματική σκληρότητα των ξύλων και στις δύο κατηγορίες με αρκετή αλληλοεπικάλυψη. Μερικά δέντρα **σκληρής ξυλείας** (π.χ. μπάλσα) είναι μαλακότερα από δέντρα μαλακής ξυλείας, ενώ το ήμερο έλατο είναι ένα παράδειγμα σκληρού ξύλου από δέντρο μαλακής ξυλείας.

Τα δέντρα σκληρής ξυλείας έχουν πλατιά φύλλα και κεκλεισμένα καρύδια ή σπόρους όπως τα βελανίδια. Συνήθως φυτρώνουν σε υποτροπικές περιοχές της Αφρικής Ευρώπης και Ασίας.

Υπάρχουν περίπου εκατό φορές περισσότερα είδη σκληρής ξυλείας εν συγκρίσει με την μαλακή ξυλεία. Τα υδροφόρα αγγεία τους διαφέρουν σε μέγεθος, σχήμα και πεδίο διάτρησης (απλό, βαθμιδωτό, δικτυωτό ή βελονοειδές), και στη δομή του κυτταρικού τοιχώματος (π.χ. σπειροειδές πάχος).

Η σκληρή ξυλεία είναι συνήθως πιο ανθεκτική στη σήψη από τη μαλακή ξυλεία, ιδίως όταν χρησιμοποιείται σε εξωτερικές εφαρμογές. Όμως, οι ξυλουργικές κατασκευές αποκλειστικά από σκληρό ξύλο είναι πολύ πιο πολυδάπανες εν συγκρίσει με αυτές της μαλακής ξυλείας.

Στο παρελθόν, η σκληρή τροπική ξυλεία ήταν πιο εύκολα διαθέσιμη αλλά τώρα, εξ αιτίας θεμάτων βιωσιμότητας των δασικών περιοχών, η παροχή της είναι περιορισμένη. Για παράδειγμα, πολλές πόρτες που παλαιότερα κατασκευάζονταν από συμπαγή στοιχεία σκληρής ξυλείας τώρα κατασκευάζονται από εξωτερικά φύλλα καπλαμά σκληρής ξυλείας συγκολλημένα σε διάφορων τύπων ξυλόπλακες.



(<http://www.connecticutvalleybiological.com>)

Εικόνα 1.4. Μακροσκοπική και μικροσκοπική σύγκριση σκληρής και μαλακής ξυλείας .

1.4 Πλεονεκτήματα του Ξύλου

Το ξύλο θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι ένα από τα παρεξηγημένα δομικά υλικά. Έχει λανθασμένα συνδεθεί με την έλλειψη πυροπροστασίας, την καταστροφή του περιβάλλοντος, την μειωμένη ανθεκτικότητα αλλά και με την αδυναμία παραλαβής μεγάλων φορτίων.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι :

- το ξύλο είναι το μόνο υλικό που μπορεί να ανανεώνεται με ρυθμό μεγαλύτερο από την κατανάλωση του.
- Έχει σε σχέση με τα άλλα δομικά υλικά εύκολη επεξεργασία με σημαντικά μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και έκλυση CO₂ στην ατμόσφαιρα.
- Επίσης όταν παρέλθει ο χρόνος χρήσης του δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, διότι κάτω από κατάλληλες συνθήκες, αποσυντίθεται.
- Οι ξύλινες κατασκευές εντάσσονται αρμονικά στο φυσικό περιβάλλον.

- Παρέχουν μεγάλες αντοχές με σχετικά μικρό ίδιο βάρος και συμπεριφέρονται εξαιρετικά σε σεισμικές καταπονήσεις όταν είναι σχεδιασμένες σωστά. Το ξύλο αποτελεί το κυρίαρχο δομικό υλικό των σημαντικότερων αντισεισμικών δομικών συστημάτων του κόσμου.
- Αν και είναι κατασκευασμένες από καιγόμενο υλικό, έχουν σε ικανοποιητικό βαθμό προβλέψιμη συμπεριφορά έναντι φωτιάς (από την αρχή του 20ου αιώνα εντάχθηκε στο σύστημα ακριβούς υπολογισμού χρόνου αντοχής στην πυρκαγιά).
- Το ξύλο ως δομικό υλικό έχει θερμομονωτικές ιδιότητες και είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού. Έχει μικρή θερμική συστολή και διαστολή και πολύ καλές ακουστικές ιδιότητες.
- Επίσης παρουσιάζει καλή αντοχή σε αραιά διαλύματα οξέων.

1.5 Μειονεκτήματα

1.5.1 Υγροσκοπικότητα

Το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό, αυτό σημαίνει πως απορροφά υγρασία από την ατμόσφαιρα όταν είναι ξηρό και αποδίδει αντίστοιχα υγρασία στο περιβάλλον όταν είναι υγρό, έως ότου το *περιεχόμενο ποσοστό υγρασίας* του έλθει σε ισορροπία με την πίεση των υδρατμών του περιβάλλοντος.

Για όλους τους συνδυασμούς θερμοκρασίας περιβάλλοντος και πίεσης υδρατμών¹ υπάρχει ένα αντίστοιχο ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου όπου δεν έχουμε ούτε εσωτερική αλλά ούτε και εξωτερική μετακίνηση υδρατμών. Αυτό το ποσοστό υγρασίας ονομάζεται *ποσοστό υγρασίας του ξύλου σε ισορροπία με το περιβάλλον*.

Το ξύλο εξαιτίας της υγροσκοπικότητας του (πρόσληψη και αποβολή υγρασίας) μεταβάλλει της διαστάσεις του κάθετα στην διεύθυνση των ινών. Συνήθως διαχωρίζουμε τις αλλαγές αυτές όταν συμβαίνουν σε στεγνό ξύλο όπου η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου μειώνεται άμεσα κατά ένα μεγάλο ποσοστό (κάτω

¹ Γενικά είναι πιο συνηθισμένο να χρησιμοποιούμε τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος παρά την πίεση των υδρατμών. Η σχετική υγρασία ορίζεται ως η αναλογία της μερικής πίεσης των υδρατμών του αέρα προς την κορεσμένη πίεση των υδρατμών και συνήθως είναι εκφρασμένη σε ποσοστό.

από 12%) και σε αυτές που συμβαίνουν σε στεγνό ξύλο εξαιτίας των καθημερινών αλλαγών στη σχετική υγρασία στην περιβάλλουσα ατμόσφαιρα. Οι πρώτες καλούνται *ρίκνωση* (shrinkage) ενώ οι τελευταίες ονομάζονται *μετακίνηση* (movement).

1.5.1.1 Ρίκνωση

Ρίκνωση ονομάζεται η μείωση των διαστάσεων του ξύλου. Λόγω της ιδιαιτερότητας και της ανομοιομορφίας του υλικού ο βαθμός ρίκνωσης μπορεί να είναι διαφορετικός στις τρεις διαστάσεις (μεγαλύτερος κάθετα στη διεύθυνση των ινών του). Με άλλα λόγια το ξύλο συμπεριφέρεται ανισότροπα σε ότι έχει σχέση με το νερό. Ωστόσο η ποικιλότητα που συναντάμε στον βαθμό ρίκνωσης λόγω διαφορετικότητας στο είδος του ξύλου είναι πολύ πιο σημαντική από αυτή που συμβαίνει στις τρεις διαστάσεις του ίδιου ξύλου όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 1.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 *Ρίκνωση (%) μετά την απώλεια υγρασίας από 27% σε 12%*

Βοτανική Ονομασία (Αγγλικά)	Εμπορική Ονομασία (Αγγλικά)	Εγκάρσια		Κατά μήκος
		Εφαπτομενικά	Ακτινικά	
<i>Clorophora exerceiso</i>	Iroko	2.0	1.5	<0.1
<i>Tectona grandis</i>	Teak	2.5	1.5	<0.1
<i>Pinus strabus</i>	Yellow Pine	3.5	1.5	<0.1
<i>Pecea abies</i>	Whitewood	4.0	2.0	<0.1
<i>Pinus sylvestris</i>	Redwood	4.5	3.0	<0.1
<i>Tsuga heterophylla</i>	Western hemlock	5.0	3.0	<0.1
<i>Quercus robur</i>	European oak	7.5	4.0	<0.1
<i>Fagus sylvatica</i>	European beech	9.5	4.5	<0.1

Shrinkage (%) on drying from green to 12% moisture content

(J.M Dinwoodie, 2000, "Timber: It's nature and behavior", p59)

Θα πρέπει να σημειωθεί πως οι τιμές που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα αντιπροσωπεύουν τη ρίκνωση που συμβαίνει όταν η υγρασία μειωθεί από 27% (πράσινο σημείο) στο 12% (ποσοστό ισορροπίας με το περιβάλλον θερμαινόμενων χώρων). Όταν το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου είναι στο 12% το ξύλο βρίσκεται σε ισορροπία με περιβάλλον στο οποίο η σχετική υγρασία είναι 60% και η θερμοκρασία περιβάλλοντος γύρω στους 20 °C, συνθήκες που συναντάμε σε κτίρια με κανονική αλλά διακοπτόμενη θέρμανση.

1.5.1.2 Μετακίνηση

Μέχρι στιγμής έχουν εξετασθεί μόνο οι αλλαγές στις διαστάσεις του ξύλου που έχουν να κάνουν με την απότομη και μεγάλη μείωση του ποσοστού υγρασίας. Ωστόσο έχουμε αλλαγές στις διαστάσεις συνεχώς, έστω και μικρότερου μεγέθους στο αποξηραμένο ή ξηρό ξύλο εξαιτίας των συνεχών εναλλαγών της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας.

Αυτές οι αλλαγές διαφέρουν ανάλογα με την εποχή και διαμορφώνονται ημέρα με την ημέρα. Συνήθως οι μεταβολές της υγρασίας του περιβάλλοντος είναι σχετικά μικρές και γι' αυτό προκαλούν και μικρή αλλαγή στην περιεχόμενη υγρασία του ξύλου. Είναι φανερό πως οι διαφοροποιήσεις των διαστάσεων λόγω της καθημερινής εναλλαγής της υγρασίας του περιβάλλοντος είναι κατά πολύ μικρότερες από εκείνες που οφείλονται σε μεγάλες και άμεσες αλλαγές στην περιεχόμενη υγρασία του ξύλου (βλ. ρίκνωση).

Για να ποσοτικοποιήσουμε αυτές τις μετακινήσεις ως προς τα διαφορετικά είδη ξύλου, μετράμε την μεταβολή των διαστάσεων του κάθε ξύλου σε διάφορες σχετικές υγρασίες περιβάλλοντος με τυχαίο πεδίο τιμών. Συνήθως η πρότυπη διαδικασία απαιτεί να τοποθετείται το ξύλο σε αίθουσα εργαστηρίου με 90% σχετική υγρασία και 25⁰C εσωτερική θερμοκρασία και αφού μετρηθούν οι διαστάσεις του, το ξύλο μεταφέρεται σε άλλη αίθουσα με 60% σχετική υγρασία στην οποία αφήνεται τόσο όσο απαιτείται για να έρθει η περιεχόμενη υγρασία του σε ισορροπία με το περιβάλλον (να σταθεροποιηθεί) και έπειτα ξαναμετριοούνται οι διαστάσεις του. Η αντίστοιχη μέση τιμή της μεταβολής της υγρασίας του ξύλου είναι από 21% έως 12%.

Οι τιμές των μετακινήσεων στην εφαπτομενική και ακτινική διεύθυνση των διαφόρων ειδών ξύλου που βρίσκονται στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται στον πίνακα 1.2. Τα διάφορα είδη είναι καταγεγραμμένα με την ίδια σειρά έτσι φαίνεται ότι αν και υπάρχει μια σχέση μεταξύ μετακίνησης και ρίκνωσης, το κάθε ξύλο συμπεριφέρεται διαφορετικά στις διάφορες αλλαγές της υγρασίας που έχουν να κάνουν με την μετακίνηση. Η κατά μήκος μεταβολή των διαστάσεων ενός ξύλου

είναι τόσο μικρή που κατά γενικό κανόνα θεωρείται αμελητέα. Αντίθετα, στη διατομή των ξύλων, κάθετα στις ίνες, η ανισότροπη συμπεριφορά του υλικού διαμορφώνει τις τιμές των διαφόρων μεταβλητών όπως συμβαίνει και με τη ρίκνωση.

Το ξύλο που θα χρησιμοποιηθεί σε περιβάλλον με έντονες διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας θα πρέπει να ανήκει σε είδος που παρουσιάζει μικρές τιμές μετακίνησης.

Η υγρασία έχει σημαντική επίδραση όχι μόνο στην αντοχή του ξύλου αλλά και στην ακαμψία και την ανθεκτικότητά του.

Πίνακας 1.2 Μετακινήσεις ξυλείας εκφρασμένες σε ποσοστό (%), όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος μεταβάλλεται από 90% σε 60% για σταθερή θερμοκρασία 25⁰C.

Βοτανική Ονομασία (Αγγλικά)	Εμπορική Ονομασία (Αγγλικά)	Εγκάρσια	
		Εφαπτομενικά	Ακτινικά
Clorophora exerceiso	Iroko	1.0	0.5
Tectona grandis	Teak	1.2	0.7
Pinus strabus	Yellow Pine	1.8	0.9
Pecea abies	Whitewood	1.5	0.7
Pinus sylvestris	Redwood	2.2	1.0
Tsuga heterophylla	Western hemlock	1.9	0.9
Quercus robur	European oak	2.5	1.5
Fagus sylvatica	European beech	3.2	1.7

(J.M Dinwoodie, 2000, "Timber: It's nature and behavior", p64)

Movement (%) on transferring timber from 90% to 60% relative humidity at 25⁰C

1.5.2 Παθολογία ξύλου

Οι περισσότεροι παθογόνοι οργανισμοί είναι δύσκολο να επιτεθούν στο δέντρο. Το σομφό ξύλο που είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία και χυμούς και αποτελεί το πιο ευπαθές μέρος του ενεργά αναπτυσσόμενου δέντρου, ωστόσο είναι πολύ υγρό για την αποίκηση από τους περισσότερους οργανισμούς και ο ζωντανός ιστός μπορεί και παράγει νέες ουσίες που ελέγχουν την εξάπλωση της παθογένειας. Το σομφό ξύλο επομένως, αντιστέκεται όσο το δέντρο είναι ζωντανό. Αντίθετα, γίνεται ιδιαίτερα ευπαθές όταν μετατρέπεται σε δομική ξυλεία εξαιτίας των θρεπτικών συστατικών που περιλαμβάνει τα οποία προτιμούν οι μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα.

Η προσβολή λόγω μυκήτων στα δέντρα εμφανίζεται συνήθως σε νεκρό ή χαλασμένο ιστό και προσβάλλει ιδιαίτερα τα κλαδιά και τις ρίζες. Οι μύκητες θα πρέπει να υπερνικήσουν την φυσική ανθεκτικότητα του ξύλου (ανάλογα βέβαια με το είδος του), τις κολλώδεις ουσίες, τις ρητίνες και τις φαινολικές ενώσεις που παράγονται στον προβληματικό ιστό του δέντρου, οι οποίες εμποδίζουν την γένεση των σπόρων και την ανάπτυξη των μυκήτων. Είναι πιο εύκολο για τους μύκητες να επιτεθούν στο κεντρικό τμήμα του κορμού όπου η συσσώρευση των αντισηπτικών ουσιών και η υγρασία είναι μικρότερες. Για αυτό τον λόγο η πιο συχνή μορφή αποσύνθεσης στα δέντρα είναι στις άκρες ή στην καρδιά του δέντρου.

Εξαιτίας της περιεχόμενης υγρασίας το σομφό ξύλο μπορεί να ζυγίζει και το διπλάσιο από ότι θα ζυγίζει μετά την αποξήρασή του. Το καρδιόξυλο είναι συνήθως πιο στεγνό στη μαλακή ξυλεία

Η προοδευτική απώλεια της υγρασίας από το ζωντανό δέντρο, μέχρι το πεσμένο κούτσουρο, κατά την επεξεργασία του και τέλος έως τη χρήση του ως δομικό μέλος στο κτίριο, αντιστοιχεί σε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα κατά το οποίο οι διάφοροι οργανισμοί που προσβάλλουν το ξύλο μπορεί να εκμεταλλευτούν, ιδιαίτερα όταν η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου είναι υψηλή .

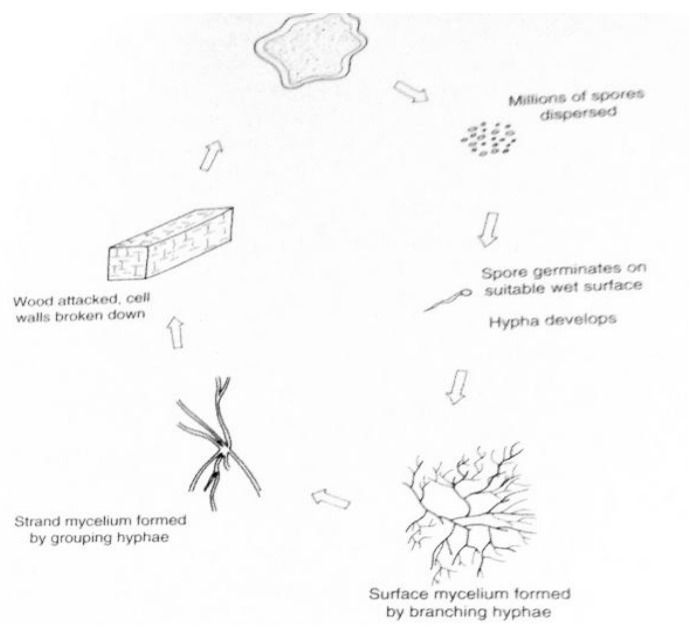
Οι μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα ποικίλουν ευρέως ως προς την περιεχόμενη υγρασία που μπορούν να αναπτυχθούν. Τα περισσότερα αναζητούν υψηλή σχετική υγρασία για να αναπτυχθούν. **Η εμφάνιση σήψης παραμένει πιθανή όμως μόνο όταν η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου είναι μεγαλύτερη από 18-20%**. Εξαιρεση αποτελούν μόνο μερικές ομάδες ξυλοφάγων εντόμων που μπορούν να αναπτυχθούν και σε ξηρά ξύλα (ΠΠΥ <12%). Στα ήπια κλίματα τα περισσότερα από

αυτά τα είδη ανήκουν στην οικογένεια των κολεόπτωρων (σκαθάρια, beetles) ενώ στις θερμότερες περιοχές πολύ μεγάλα προβλήματα δημιουργούνται από τους τερμίτες.

1.5.2.1 Προσβολή από μύκητες – Περιγραφή

Οι μύκητες είναι διάφοροι περίεργοι μικροοργανισμοί του φυτικού βασιλείου τους οποίους δεν είναι εύκολο να κατηγοριοποιήσουμε. Σε αντίθεση με τα φυτά, δεν συνθέτουν οργανικά μόρια από διοξείδιο του άνθρακα και νερό μέσω της φωτοσύνθεσης, αλλά πρέπει να πάρουν αυτά τα μόρια από άλλες πηγές (πηγές τροφοδοσίας). Είναι οργανισμοί ετερότροφοι γιατί χρειάζονται έτοιμες οργανικές ενώσεις για να τραφούν. Εκκρίνουν πεπτικά υγρά (ένζυμα) στις πηγές τροφοδοσίας τους και μετά απορροφούν τα θρεπτικά υγρά που αυτές παράγουν.

Εικόνα 1.5. Αναπαραγωγή μυκηλίου



(Brian Ribout, 2000, "Timber decay in buildings", p28)

Οι μύκητες αναπαράγονται και πολλαπλασιάζονται από μια μεγάλη ποικιλία μικροσκοπικών σπόρων και ο κύκλος ζωής τους είναι αρκετά περίπλοκος. Χωρίζεται σε δυο φάσεις, η πρώτη είναι, όταν οι σπόροι διαμορφώνονται μετά την σύμπτυξη δυο πυρήνων και η δεύτερη όταν η σπόροι παράγονται μετά από τον διαχωρισμό κάποιων ιδιαίτερων κυττάρων. Ο κύκλος της ζωής τους φαίνεται στην Εικόνα 1.5.

Τα είδη των μυκήτων που είναι ικανά να αναπτύσσονται με αυτόν τον τρόπο χωρίζονται από βοτανολογική άποψη σε δύο κατηγορίες, στους λευκούς και τους

καστανούς μύκητες. Ωστόσο σε θέματα συντήρησης των κατασκευών χρησιμοποιούμε τους όρους υγρή και ξηρή σήψη.

Υγρή σήψη (Wet rot)

Οι παρακάτω μύκητες είναι οι πιο συχνά εμφανιζόμενοι στα κτίρια και γενικότερα στις κατασκευές. Από το χρώμα που παίρνει το προσβεβλημένο ξύλο (καστανό σκούρο, ή λευκό) ονομάζονται καστανός μύκητας ή λευκός μύκητας αντίστοιχα.

- ***Caniaphora Puleana***. Πρόκειται για έναν καστανό μύκητα που μπορεί και προσβάλλει και τη μαλακή και τη σκληρή ξυλεία. Προτιμά τις υγρές συνθήκες. Το ξύλο γίνεται πιο σκούρο και ίσως εμφανιστούν κυβοειδούς μορφής σκασίματα. Το μυκήλιο² διακρίνεται μόνο σε συνθήκες υψηλής υγρασίας.
- ***Fibroporia Vaillantii***. Είναι ένας καφέ μύκητας που προτιμά τις υψηλές θερμοκρασίες και προσβάλλει κυρίως τη μαλακή ξυλεία. Υπάρχει πιθανότητα να δημιουργήσει κυβοειδή σκασίματα στο ξύλο. Το μυκήλιο διακρίνεται σαν λευκό ή υπόλευκο φύλλο και τα μέλη του παραμένουν εύκαμπτα ακόμα και όταν ξηρανθούν.
- ***Donkioporia Expansa***. Πρόκειται για έναν καφέ μύκητα που επιτίθεται κυρίως στη σκληρή ξυλεία και ιδιαίτερα στην βελανιδιά. Προτιμά την υγρασία και το μυκήλιο του είναι κίτρινο.

Όλοι οι μύκητες που κατατάσσονται στην υγρή σήψη αναπτύσσονται σε ξύλο με περιεχόμενη υγρασία πάνω από το 20% για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι μύκητες αυτοί δεν μπορούν να αποικήσουν σε καμιά περιοχή μακριά από το υγρό ξύλο. Εάν η πηγή της υγρασίας μπορεί να αποκλειστεί, τότε όσο η υγρασία θα μειώνεται κάτω από το 20% οι μύκητες θα αποδυναμωθούν και τελικά θα εξοντωθούν.

Ξηρή σήψη (Dry rot)

- ***Serpula Lacrymans***. Πρόκειται για έναν καφέ μύκητα ο οποίος για την ανάπτυξή του χρειάζεται ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου γύρω στο 30-40%, ωστόσο δεν προσβάλλει ξύλα με ποσοστό μικρότερο του 20%. Αναπτύσσεται σε υπόγειους χώρους, όπως σε μη αεριζόμενα δάπεδα καθώς

² Το σώμα των μυκήτων αποτελείται από λεπτότατα διακλαδιζόμενα νημάτια μικροσκοπικής διαμέτρου (συνήθως 2-10 mm) τα οποία ονομάζονται υφές. Το σύνολο των υφών που απαρτίζει το σώμα του μύκητα ονομάζεται **μυκήλιο** και μπορεί να πάρει μακροσκοπικές διαστάσεις αν υπάρχουν διαθέσιμη τροφή και ευνοϊκές συνθήκες αύξησης (Δήμου).

και πίσω από ξύλινες επενδύσεις οι οποίες βρίσκονται κοντά σε πηγές υγρασίας όπως είναι π.χ. τα συμπανή τούβλα ενός εξωτερικού τοίχου. Σε συνθήκες που επικρατεί αυξημένη υγρασία το μυκήλιο τους εμφανίζεται σαν αφράτη λευκή μάζα ενώ σε ξηρότερες συνθήκες εμφανίζεται σαν μια γκρι επικάλυψη. Επίσης το μυκήλιο είναι ικανό να σχηματίζει μέλη σε πάχος όσο ένα μολύβι και να διαπερνά την πηγή τροφής του (το ξύλινο στοιχείο). Σημειώνεται ότι ενώ δεν είναι δυνατόν ο μύκητας αυτός να αποικίσει το ξερό ξύλο, έχει την ικανότητα να εκκρίνει σταγόνες νερού και να υγραίνει το ξύλο. Βάσει αυτόν των ιδιοτήτων, αυτό το είδος μύκητα είναι πιο επιδέξιο στην μετάδοσή (μεταφορά του σε κοντινά υγιή τμήματα του ξύλου) αλλά και την επιβίωσή του. Για αυτό είναι απαραίτητο να γίνεται σαφής διάγνωση του είδους του μύκητα που έχει προσβάλει ένα ξύλο, αφού ο ξηρός είναι αρκετά πιο επικίνδυνος.



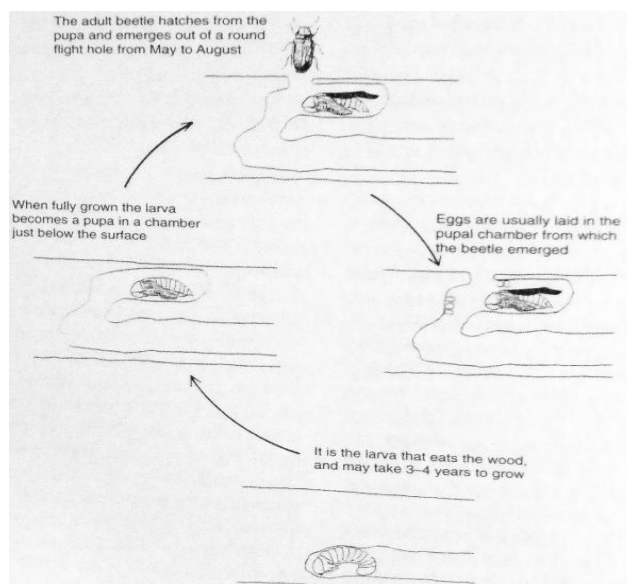
(<http://www.moldbacteriaconsulting.com/how-fast-does-mould-grow-on-building.html>)

Εικόνα 1.6. Προσβολή ξύλου από λευκό μύκητα



1.5.2.2 Προσβολή από ξυλοφάγα έντομα

Τα έντομα είναι τα εξάποδα μέλη μιας ιδιαίτερης ομάδας ζώων, των αρθρόποδων. Όλα τα αρθρόποδα έχουν ένα κεράτινο εξωτερικό περίβλημα το οποίο τα προστατεύει από τα άλλα ζώα αλλά και από την αφυδάτωση. Ωστόσο το περίβλημα αυτό δεν τους επιτρέπει να αναπτύσσονται και έτσι το αποβάλλουν περιοδικά και αποκαλύπτουν το ελαστικό περίβλημα που έχουν δημιουργήσει υποδερμικά έτσι ώστε να μπορέσουν να αναπτυχθούν. Τα αρθρόποδα σε αυτό το στάδιο είναι ιδιαίτερα ευπαθή στην αφυδάτωση αλλά και στους εξωτερικούς κινδύνους. Τα έντομα ως υποομάδα των αρθρόποδων περιλαμβάνουν περίπου το 70% των γνωστών ειδών των ζώων και μπορούν να επιβιώσουν και στο φυσικό αλλά και το ανθρώπινο περιβάλλον. Οι πλειοψηφία των εντόμων γεννά αυγά τα οποία μεταμορφώνονται σε προνύμφες και ακολουθούν ενός η δύο ειδών πορείες ανάπτυξης.



Εικόνα 1.7. Κύκλος ζωής εντόμων.

(Brian Ribout, 2000, "Timber decay in buildings", p2)

Κολεόπτερα - Σκαθάρια (Beetles)

Πολλά είδη κολεόπτρων περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους τρώγοντας αργά το ξύλο. Στο φυσικό τους βιότοπο, το δάσος, τα ξυλοφάγα έντομα δημιουργούν διόδους μέσα στα πεσμένα κλαδιά και κορμούς τα οποία είναι συνήθως ήδη εκτεθειμένα ή και προσβεβλημένα σε πιο γρήγορους οργανισμούς αποσύνθεσης όπως είναι οι μύκητες και οι τερμίτες. Τα συγκεκριμένα έντομα παίζουν ένα σημαντικό οικολογικό ρόλο, αφού επιταχύνουν τη διαδικασία της

αποσύνθεσης των νεκρών δέντρων ή των τμημάτων τους, καθαρίζοντας το δάσος και δημιουργώντας καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης για τα υπόλοιπα δέντρα.

Υπάρχουν δύο κύρια είδη ξυλοφάγων κολεόπτερων, εκείνα που προσβάλλουν κυρίως την μαλακή ξυλεία (κυρίως τα πεύκα) και εκείνα που προσβάλλουν τη σκληρή ξυλεία.

Ο κύκλος ζωής όλων των ειδών είναι αντίστοιχος. Τα ενήλικα έντομα, τα οποία ζουν μερικές μέρες ή εβδομάδες, γεννούν αυγά στις διάφορες σχισμές, οπές ή ρωγμές των ξύλινων επιφανειών. Στο στάδιο της εκκόλαψης η μικροσκοπική προνύμφη τρυπάει το ξύλο, εισχωρεί στο εσωτερικό του και αρχίζει να τρέφεται από αυτό δημιουργώντας τούνελ, αφήνοντας στο πέρασμα της περιττώματα και κομματάκια ξύλου. Ανάλογα με το είδος του ξύλου όπως επίσης και με τη θερμοκρασία και την υγρασία, το κάθε έντομο με την μορφή προνύμφης και νύμφης χρειάζεται γύρω στα 2 με 5 καταστροφικά για το ξύλο χρόνια για να μεταμορφωθεί σε κάμπια. Οι ώριμες κάμπιες που αναπτύσσονται κοντά στην εξωτερική επιφάνεια του ξύλου, μετατρέπονται σε ενήλικα έντομα, βγαίνουν έξω από το ξύλο, τρυπώντας το, αναπαράγονται, εναποθέτουν τα αυγά τους και πεθαίνουν, ενώ παράλληλα ξεκινά ένας νέος κύκλος προσβολής.



(<http://www.safeguardeurope.com/applications/woodworm.php>) / Αρχείο Ε. Τσακανίκα

Εικόνα 1.8. Προσβολή ξύλου από ξυλοφάγα έντομα

Χαρακτηριστικά μόλυνσης.

Τα ακόλουθα σημάδια υποδεικνύουν σίγουρη μόλυνση από ξυλοφάγα σκαθάρια.

- **Ήχοι**

Ήχοι ρινισμάτων ή συνεχής θόρυβος σαν ροκάνισμα ο οποίος προέρχεται από τις νύμφες που τρώνε το ξύλο. Συνήθως ακούγονται κατά τους καλοκαιρινούς και ανοιξιάτικους μήνες όπου τα επίπεδα της θερμοκρασίας είναι υψηλά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στηθοσκόπια για να διαγνωστεί η ενεργή μόλυνση από τα ξυλοφάγα αλλά ωστόσο δεν είναι δυνατό να αναγνωριστεί το είδος του εντόμου βάσει του ήχου.

- **Οπές εξόδου**

Όταν τα ενήλικα έντομα εξέρχονται από την επιφάνεια του ξύλου δημιουργούν οπές οι οποίες μας παρέχουν πληροφορίες (π.χ. από το μέγεθός τους και το σχήμα τους) για το είδος του εντόμου αλλά και για την τρέχουσα κατάσταση της μόλυνσης. Εάν η νύμφη του ξυλοφάγου εντόμου είναι εν ενεργεία τότε τα περιττώματα που αφήνει (μοιάζουν σαν πολύ λεπτό πριονίδι) και συχνά πέφτουν από τις οπές εξόδου δημιουργώντας μικρούς σωρούς στο δάπεδο ή σε άλλες επιφάνειες. Εάν καθαριστούν οι σωροί και επανεμφανιστούν μετά από μια δυο εβδομάδες τότε η μόλυνση είναι ενεργή.

Τερμίτες

Οι τερμίτες είναι από τα ξυλοφάγα έντομα τα οποία είναι δυνατόν να προκαλέσουν πολύ μεγάλες καταστροφές στις κατασκευές. Στην χώρα μας παρότι το πρόβλημα δεν είναι τόσο έντονο συναντάμε συνήθως τριών ειδών τερμίτες.

- ❖ Υπόγειοι τερμίτες

Ζουν μέσα στο έδαφος και κατασκευάζουν χωμάτινους αγωγούς. Επειδή προτιμούν το μαλακό από το σκληρό ξύλο, η προσβολή έχει αυλακωτή ή κυψελοειδή εμφάνιση, με το εξωτερικό του ξύλου ανέπαφο. Δεν βγάζουν τα περιττώματα και το πριονίδι έξω από τις στοές, όπως συνηθίζουν τα άλλα ξυλοφάγα έντομα. Έτσι η προσβολή παραμένει κρυφή.

- ❖ Τερμίτες Ξηρού ξύλου

Οι αποικίες τους είναι μικρότερες από αυτές των υπογείων τερμιτών και ζουν αποκλειστικώς σε ξηρό και υγιές ξύλο. Δεν έχουν την ανάγκη της επαφής με το έδαφος. Η εγκατάσταση των τερμιτών αυτών στις κατοικίες γίνεται συνήθως όταν οι σμηνοουργοί μπαίνουν από ανοιχτούς (χωρίς προστατευτική σίτα) αεραγωγούς στις ταράτσες ή στα θεμέλια, ρωγμές εξωτερικών τοίχων όπως γύρω από τα πλαίσια κουφωμάτων, σοφίτες,

σανίδες ραμποτέ και επενδύσεις οροφής. Προσβάλλουν και το εαρινό και το θερινό ξύλο αφήνοντας την εξωτερική επιφάνειά του άθικτη. Το μοναδικό σημάδι προσβολής αποτελούν οι μικροί σωροί από τα μικρά σαν σπόροι, περιπτώματα, τα οποία οι τερμίτες αποβάλλουν μέσω προσωρινών στοών.

❖ Τερμίτες Υγρού ξύλου

Προσβάλλουν ξύλο με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Έχουν εμφανώς μεγαλύτερο μέγεθος από τους υπόγειους. Οι αποικίες βρίσκονται μέσα στο ξύλο χωρίς συνήθως να απαιτείται επαφή με το έδαφος. Παρατηρούνται σε πεσμένους κορμούς δένδρων ή πασσάλους με υγρό ή σηπόμενο ξύλο σε επαφή με υγρό έδαφος και σε σημεία οικοδομής με διαρροή υγρασίας.



(<http://www.squidoo.com/termite-damage>)

Εικόνα 1.9. Προσβολή ξύλου από τερμίτες



(<http://www.pegasuspest.com/termites.php>)

Εικόνα 1.10. Προσβολή ξύλου από τερμίτες

1.5.2.3 Κατηγορίες Κινδύνου

Έχουμε δει έως τώρα ότι η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου είναι αυτή που καθορίζει σε ένα μεγάλο βαθμό την εμφάνιση των παθογόνων οργανισμών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σε ξύλα που έχουν ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας μικρότερο από 18-20% κίνδυνος προσβολής από μύκητες δεν υπάρχει. Ωστόσο η εμφάνιση ή μη, είτε των μικροοργανισμών αυτών, είτε των ξυλοφάγων εντόμων, εξαρτάται και από τη φυσική ανθεκτικότητα του ξύλου αλλά και από τα προστατευτικά μέτρα που έχουμε λάβει.

Στις πέντε κατηγορίες κινδύνου όπως καθορίζονται στα Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 335 και BS 5268 μπορούν να κατηγοριοποιηθούν τα ξύλινα στοιχεία ως προς τον κίνδυνο προσβολής τους βάσει των συνθηκών του περιβάλλοντος που θα χρησιμοποιηθούν.

Κατηγορία κινδύνου 1

Κατάσταση όπου το ξύλο είναι πλήρως καλυμμένο, καθόλα προστατευμένο από τις καιρικές συνθήκες και την υγρασία.

Αυτή η κατηγορία μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια εσωτερικά ξηρή κατάσταση όπου οι θερμοκρασίες κυμαίνονται κυρίως πάνω και ποτέ υπό το μηδέν με μικρές μετακινήσεις αέριων μαζών. Στόχος του σχεδιασμού των σύγχρονων ξύλινων κατασκευών είναι να συμπεριληφθούν όλα τα ξύλα που βρίσκονται στο εσωτερικό των κτιρίων σε αυτή τη κατηγορία έτσι ώστε να είναι ανθεκτικά στη σήψη. Η κατηγορία αυτή διακρίνεται σε δύο υποκατηγορίες.

- **Κατηγορία 1A** : Θερμαινόμενοι χώροι λόγω κατοίκησης π.χ. ξύλινα στοιχεία σε θερμαινόμενους χώρους και στέγες. Αυτά τα μέλη μπορούν να αναπτύξουν περιεχόμενη υγρασία σε ισορροπία με το περιβάλλον γύρω στο 10% με ετήσια διακύμανση γύρω στο 8-12%.
- **Κατηγορία 1B** : Μη θερμαινόμενοι χώροι όπως περιοχές εδράσεως ξύλων οροφής υπογείου και ξύλινα στοιχεία σε μη θερμαινόμενες στέγες (ωστόσο σε αεριζόμενους χώρους και τα δυο). Η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου σε ισορροπία με το περιβάλλον μπορεί να ανέλθει στο 12-14% με μικρές ποσοστιαίες διακυμάνσεις μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού.

Κατηγορία Κινδύνου 2

Όμοια κατάσταση με την προηγούμενη όπου το ξύλο είναι πλήρως προστατευμένο από τις εξωτερικές συνθήκες με τη μόνη διαφορά ότι τώρα τα υψηλά επίπεδα υγρασίας του περιβάλλοντος που μπορεί να εμφανιστούν μπορεί να οδηγήσουν στη σποραδική αλλά όχι μόνιμη αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου.

Αυτή η κατηγορία εμπεριέχει τον κίνδυνο της προσβολής του ξύλου από μύκητες. Τα υψηλά επίπεδα υγρασίας μπορεί να εμφανιστούν λόγω της χρήσης των χώρων ως π.χ. κατοικίες, με συνέπεια την πιθανή εμφάνιση αστοχιών κάποιων υλικών ή

κτιριακών εγκαταστάσεων λόγω είτε αρχικού λανθασμένου σχεδιασμού είτε κακοτεχνιών. Γι' αυτό η συγκεκριμένη κατηγορία χωρίζεται σε τρεις υποκατηγορίες.

- **Κατηγορία 2A** : Ψυχρές περιοχές με έλλειψη αερισμού όπως στέγες με ελάχιστο αερισμό με θερμομόνωση στο επίπεδο της οροφής ή περιοχές εδράσεων πατωμάτων ισογείου όπου οι αεραγωγοί των τούβλων στους εξωτερικούς τοίχους για τον εξαερισμό των κατασκευών του πατώματος του ισογείου έχουν παραληφθεί ή έχουν καλυφθεί κατά λάθος.
- **Κατηγορία 2B** : Έλλειψη στεγανότητας του εξωτερικού κελύφους της κατασκευής. Αυτή η κατηγορία αποτελεί το πιο σημαντικό αίτιο σήψης/βλάβης της δομικής ξυλείας. Τα τρία πιο ευπαθή σημεία σε κάθε κατασκευή είναι :
 - Στηθαίο και υδρορροή.
 - Φέροντες ξύλινοι τοίχοι, με ενσωματωμένα ξύλα στο εσωτερικό τους.
 - Τοίχοι χωρίς υγρομόνωση.

Προβλήματα όμως παρουσιάζονται και σε άλλα σημεία των κτιρίων όταν εμφανιστούν αστοχίες σε :

- Σπασμένα πλακάκια
- Φραγμένους ή σπασμένους σωλήνες υδρορροών.
- τοίχους που έχει ρηγματωθεί το επίχρισμα.

Αφού η πηγή της υγρασίας στις περισσότερες περιπτώσεις συνδέεται κατά κύριο λόγο με το επίπεδο βροχόπτωσης κάθε κλίματος, η περιεχόμενη υγρασία θα ποικίλει, και είναι πιθανό να βρεθεί πάνω αλλά και σε μερικές περιπτώσεις να πέσει κάτω από το 20%. Σε αυτό το επίπεδο η ανάπτυξη των μυκητών δεν είναι απαραίτητα αναπόφευκτη, αφού σε χαμηλά ποσοστά υγρασίας οι μύκητες δεν θα μπορούν πια να επιβιώσουν.

- **Κατηγορία 2C** : Διαρροές από τις κτιριακές εγκαταστάσεις.

Κατηγορία Κινδύνου 3

Σε αυτή την κατηγορία το ξύλο δεν είναι προστατευμένο χωρίς όμως να βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. Είτε είναι συνεχώς εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες είτε είναι προστατευμένο από τις καιρικές συνθήκες αλλά είναι εκτεθειμένο στο νερό.

Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν ξύλα που είναι εκτεθειμένα στον ήλιο, τον αέρα και στη βροχή με μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας όπως περιστασιακή πτώση κάτω από το μηδέν. Τα επιφανειακά μόνο εξωτερικά στρώματα του ξύλου, τα οποία εμφανίζουν τάση για ρηγμάτωση, παρουσιάζουν μεγαλύτερες και πιο γρήγορες εναλλαγές της περιεχόμενης υγρασίας από ότι στις κατηγορίες 1 και 2. Οι παρακάτω

υποκατηγορίες αφορούν περιπτώσεις ξύλινων κατασκευών στις οποίες μπορεί να παρουσιαστεί συγκράτηση/ συγκέντρωση νερού στις επιφάνειες του ξύλου:

- **Κατηγορία 3A** : Κατακόρυφες ή σχεδόν κατακόρυφες επιφάνειες. Οι συγκεκριμένες επιφάνειες αποβάλλουν συνήθως αμέσως το νερό της βροχής χωρίς να επέρχεται συγκράτηση νερού στο εσωτερικό τους.
- **Κατηγορία 3B** : Οριζόντιες επιφάνειες. Καθόλου καλά αποστραγγιζόμενες, σε αυτή την περίπτωση έχουμε συχνά συγκράτηση νερού στα σκασίματα και τις κοιλότητες του ξύλου για κάποιο διάστημα.
- **Κατηγορία 3C** : Ξύλα που είναι τοποθετημένα με το τελείωμα τους (σόκορο) προς τα πάνω. Η απορρόφηση του νερού που θα πέσει στο μη καλυμμένο σόκορο θα είναι πολύ μεγάλη, αφού η εγκάρσια εκτεθειμένη αυτή τομή των ξύλων αποτελεί την επιφάνεια με την μεγαλύτερη απορροφητικότητα.

Κατηγορία Κινδύνου 4

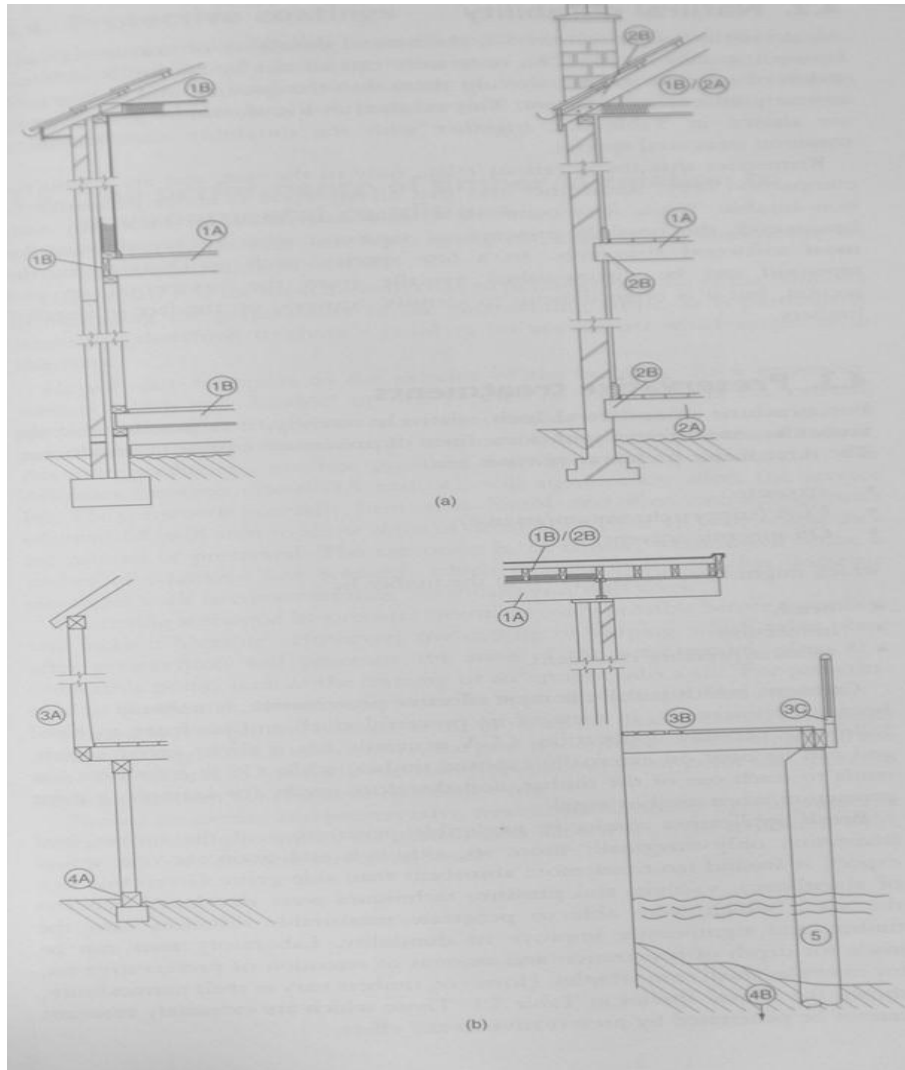
Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα ξύλα που έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος ή το νερό. Είναι δηλαδή συνεχώς εκτεθειμένα στην υγρασία.

- **Κατηγορία 4A** : Για τα ξύλα που βρίσκονται σε επαφή ή εντός του εδάφους το ποσοστό της περιεχόμενης τους υγρασίας παραμένει σταθερά πάνω από το 20% και μακροπρόθεσμα η προσβολή από τους παθογόνους οργανισμούς είναι αναπόφευκτη.
- **Κατηγορία 4B** : Τα ξύλα που βρίσκονται κάτω από το επίπεδο του εδάφους αλλά εντός του υδροφόρου ορίζοντα ή κάτω από τη στάθμη του νερού όπου επικρατούν συνθήκες έλλειψης οξυγόνου και υπερβολικά υψηλής υγρασίας, δεν είναι δυνατόν να προσβληθούν από τους μύκητες αφού δεν μπορούν να αναπτυχθούν κάτω από αυτές τις συνθήκες.

Κατηγορία Κινδύνου 5

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τα ξύλα τα οποία είναι εκτεθειμένα στο θαλασσινό νερό. Η παρουσία θαλασσινού νερού συνοδεύεται από τον κίνδυνο προσβολής του ξύλου από το λεγόμενο σκουλήκι των πλοίων *Teredo Navalis* το οποίο εμφανίζεται συχνότερα στα τροπικά παρά στα ήπια κλίματα.

Στην εικόνα 1.11 παρουσιάζονται οι διάφορες κατηγορίες κινδύνου. Οι περιοχές υψηλού κινδύνου συνήθως δεν είναι ορατές.



(Peter Ross, 2002, "Appraisal and repair of timber structures" , p55)

Εικόνα 1.11. Παραδείγματα τοποθεσιών που αντιστοιχούν οι πέντε κατηγορίες κινδύνου.

1.4.3 Συνδέσεις

Οι συνδέσεις ήταν πάντα ο αδύναμος κρίκος των ξύλινων κατασκευών. Ο κίνδυνος παρουσίασης αστοχιών αυξάνεται όταν οι συνδέσεις είναι εκτεθειμένες σε συνθήκες υψηλής υγρασίας, βλ. παραπάνω.

Ξυλουργικές συνδέσεις ξύλου-με-ξύλο

Στις ξυλουργικές ενώσεις μειώνεται συχνά η διατομή των συνδεόμενων ξύλων με αποτέλεσμα να μειώνεται και η διατομή που παραλαμβάνει τα φορτία αλλά και η αντοχή τους σε καταπονήσεις λόγω της συγκέντρωσης τάσεων στις περιοχές των εγκοπών και των αποκομμένων τμημάτων.



(http://www.mitsiswood.gr/xylia-stegis-rampote_rabote_ependiseis.html)

Εικόνα 10. Σύνδεση Ξύλου-με-ξύλο

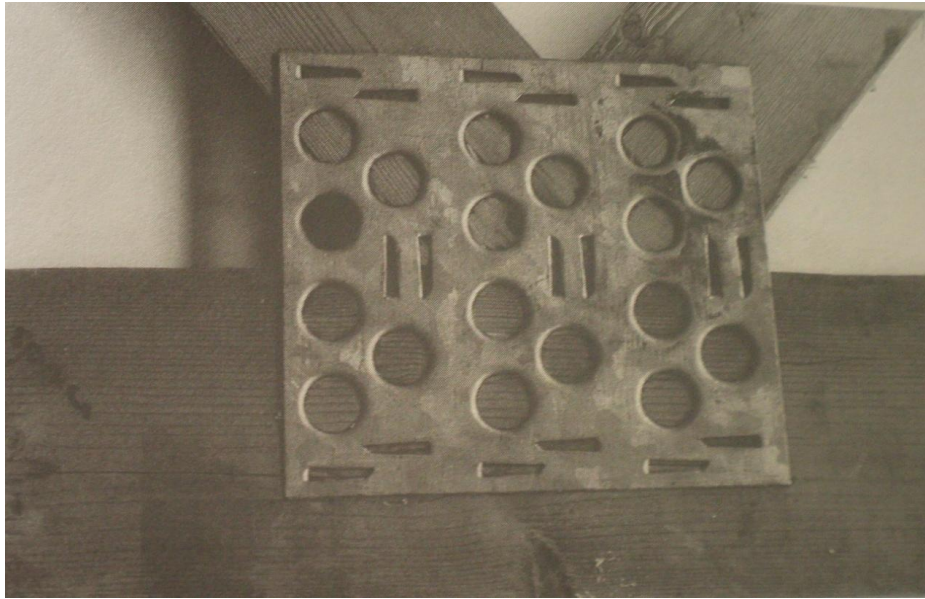
Οι ενώσεις αυτού του τύπου σε εξωτερικές όψεις του κτιρίου μπορούν να απορροφήσουν πιο εύκολα νερό γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης τοπικού προβλήματος και τοπικού «υποβιβασμού» του ξύλου. Στις άκρες του ξύλου που είναι πιο πιθανό να διαχωριστούν τα δυο ξύλα χρησιμοποιούμε πολλές φορές πείρους.

Συνδέσεις με μεταλλικούς συνδέσμους

Οι βίδες, τα καρφιά και τα μπουλόνια αποτελούν όλα σημεία συγκέντρωσης τάσεων τα οποία κάτω από μεγάλες καταπονήσεις μπορούν να προκαλέσουν τοπική σύνθλιψη της άντυγας των ξύλων (βλ. Ευρωκώδικα 5, μηχανισμούς αστοχίας των μεταλλικών συνδέσμων).

Η οξείδωση του χάλυβα και του σιδήρου είναι επίσης συνδεδεμένη με τις διάφορες κατηγορίες κινδύνου. Τα μέταλλα που είναι ενσωματωμένα σε ξύλα που ανήκουν στην κατηγορία 1 μπορούν να εμφανίσουν σημάδια ελαφριάς οξείδωσης στην επιφάνεια τους ενώ στις υψηλότερες κατηγορίες κινδύνου όσο αυξάνεται η περιεχόμενη υγρασία μπορεί να έχουμε και ολική διάβρωση της εκτεθειμένης μεταλλικής επιφάνειας.

Τα διάτρητα συχνά πρεσσαριστά μεταλλικά ελάσματα που χρησιμοποιούνται στις ενώσεις των ξύλινων δικτυωμάτων έχουν περίπου 1 mm πάχος και είναι συνήθως κατασκευασμένα από γαλβανισμένο μέταλλο.



(H.E Desch and J.M. Dinwoodie , 1996, "Timber structure, properties, conversion and use", p193)

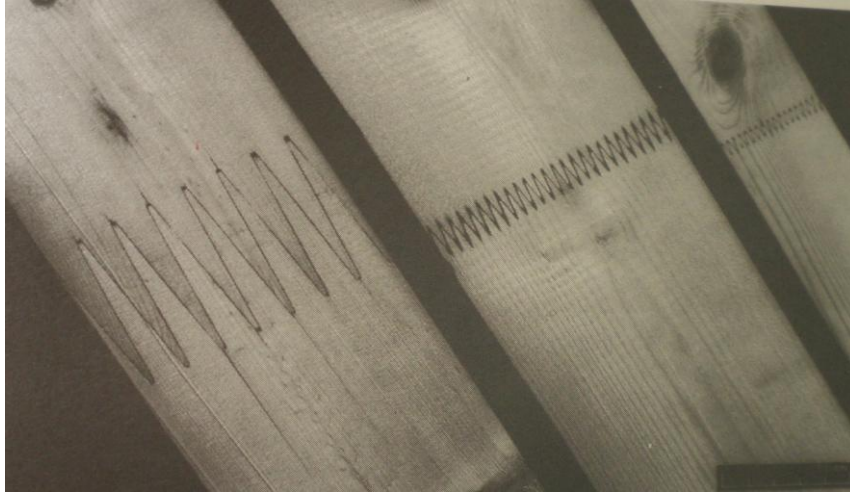
Εικόνα 11. Μεταλλικά Διάτρητα κομβοελάσματα ξύλινων δικτυωμάτων.

Συνδέσεις με τη χρήση κόλλας

Οι συνδέσεις ξύλινων μελών φορέων με κόλλα είναι σπάνιες.

Οι περισσότερες κατασκευαστικές κόλλες χρησιμοποιούνται κυρίως στα εργοστάσια κατά την διαδικασία της παραγωγής των βιομηχανικών προϊόντων ξύλου. Αυτές οι διαδικασίες περιλαμβάνουν την προετοιμασία της επιφάνειας των συνδεόμενων μελών, της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, τον έλεγχο της κόλλας αλλά και της πίεσης που θα ασκηθεί στην ένωση.

Εάν υπάρχουν ενδείξεις αστοχίας σε ξύλινο μέλος που έχει παραχθεί με την χρήση κόλλας θα πρέπει να ελεγχθεί η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου σε σχέση με το είδος της κόλλας που έχει χρησιμοποιηθεί. Εάν βρεθεί ικανοποιητική τότε το σφάλμα πιθανότατα προέρχεται από τον τρόπο κατασκευής της σύνδεσης ξύλου κόλλας.



(H.E Desch and J.M. Dinwoodie , 1996, "Timber structure, properties, conversion and use", p193)

Εικόνα 12. Σύνδεση κατά μήκος ξύλινων στοιχείων με δακτυλοειδή διαμόρφωση των άκρων των ξύλων και τη χρήση κόλλας.

1.4.4 Φωτιά

Η φωτιά είναι μια από τις πιο συνηθισμένες αιτίες ζημιών στα ξύλινα κτίρια.

Η ζημιές που επέρχονται έπειτα από μια πυρκαγιά σε ένα ξύλινο κτίριο προκαλούνται κυρίως από πέντε αιτίες.

- **Την ίδια την φωτιά.** Η φωτιά θα αρχίσει να καίει όλα τα μη προστατευμένα ξύλα με αποτέλεσμα την σταδιακή μείωση της διατομής του στοιχείου. Όταν το στοιχείο γίνει τόσο λεπτό ώστε να μην μπορεί να παραλάβει τα φορτία για τα οποία έχει σχεδιαστεί θα καταρρεύσει. Πρέπει να τονίσουμε εδώ πως μόνο τα στοιχεία με μεγάλες διατομές που αργούν να φτάσουν σε αυτό το σημείο μπορούν να θεωρηθούν ασφαλή έναντι πυρκαγιάς. Στοιχεία από μικρές διατομές ξύλου πρέπει εάν είναι εκτεθειμένα να προστατεύονται με κατάλληλα βερνίκια.
- **Τον καπνό.** Ο καπνός έχει ως αποτέλεσμα την απόθεση στάχτης που είναι σε μεγάλο βαθμό άνθρακας. Συνήθως προκαλούνται ζημιές στις ξύλινες κατασκευές κατά την απομάκρυνσή της.
- **Την αποβολή της περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου.** Κατά την διάρκεια της πυρκαγιάς μεγάλες ποσότητες υγρασίας θα αποβληθούν από τα ξύλα της

κατασκευής οι οποίες όμως συχνά παραμένουν μέσα σε άλλες απορροφητικές επιφάνειες όπως τα χαλιά και τα επιχρίσματα των οροφών.

- **Πυροσβεστικές ενέργειες.** Κατά την προσπάθεια κατάσβεσης της φωτιάς μπορεί να προκληθούν κάποιες αναγκαίες ζημιές.
- **Πυροσβεστικά μέτρα μετά την φωτιά.** Μετά την φωτιά συνήθως το κτίριο σφραγίζεται για αρκετό χρονικό διάστημα για λόγους ασφάλειας. Έτσι είναι πιθανό σε μερικά στοιχεία όπως τα δάπεδα στα οποία έπεσαν σημαντικές ποσότητες νερού κατά την πυρόσβεση να εμφανιστούν μύκητες.

Πρέπει να επισημανθεί, ότι αφού έχει κατασβηστεί η πυρκαγιά η κατασκευή βρίσκεται ακόμα σε κατάσταση κινδύνου και πρέπει να συνεχιστούν ενέργειες όπως οι παρακάτω για την προστασία της.

- Κατεδάφιση επικίνδυνων στοιχείων
- Προσωρινές υποστυλώσεις / αντιστηρίξεις
- Αποκλεισμός εισόδου

Είναι προφανές πως όταν ένα στοιχείο είναι πλήρως κατεστραμμένο, χωρίς να υπάρχει πιθανότητα επισκευής του, η άμεση κατεδάφισή του είναι ίσως η πιο ενδεδειγμένη λύση. Εάν οι ζημιές είναι πολύ μεγάλης έκτασης τότε ο μόνος ασφαλής τρόπος αποφυγής ατυχημάτων είναι να σφραγίσουμε το κτίριο.



[\(http://evstudio.info/structural-assessment-of-fire-damaged-wood-structures/\)](http://evstudio.info/structural-assessment-of-fire-damaged-wood-structures/)

Εικόνα 13. Ζημιές στην κατασκευή μετά από πυρκαγιά

Εάν ωστόσο η κατασκευή είναι ιστορικής σημασίας είναι απαραίτητο εξειδικευμένοι επιστήμονες να ασχοληθούν (αρχιτέκτονες, μηχανικοί, τεχνολόγοι ξύλου, συντηρητές) οι οποίοι θα αποτιμήσουν το μέγεθος του προβλήματος και θα προτείνουν τις απαραίτητες επεμβάσεις για να σωθεί το μεγαλύτερο τμήμα της ξύλινης κατασκευής φέρουσας και μη φέρουσας.

2. Προστασία Ξύλινων Κατασκευών

Το ξύλο είναι ένα πολύ ιδιαίτερο δομικό υλικό με πολλά πλεονεκτήματα για τον μηχανικό. Εάν εξασφαλιστεί η ανθεκτικότητα του, τότε θα μπορούσαμε να μιλήσουμε για ένα άριστο υλικό. Ως ανθεκτικότητα ορίζεται η ευρύτερη έννοια της αντίστασης του ξύλου στις διάφορες αιτίες που το αποσυνθέτουν και το υποβαθμίζουν κατά τη διάρκεια της ζωής του (αντοχή στον χρόνο).

Ο βιολογικός κίνδυνος, μύκητες και έντομα, είναι κατά πολύ πιο σημαντικός από όλες τις άλλες αιτίες, αφού υπό κατάλληλες συνθήκες μπορεί να δημιουργήσει τεράστια προβλήματα. Εάν το ξύλο είναι εξασφαλισμένο έναντι φωτιάς, μυκήτων και εντόμων οι ξύλινες κατασκευές μπορούν να θεωρηθούν εξαιρετικά ανθεκτικές για μεγάλο χρονικό διάστημα (αιώνες), πράγμα αξιοσημείωτο, ιδιαίτερα αν σκεφτούμε ότι μιλάμε για ένα φυσικό οργανικό υλικό. Παραδείγματα καλά διατηρημένων ξύλινων αντικειμένων, πάνω από 2000 χρόνια, μπορούμε να δούμε στους Αιγυπτιακούς τάφους.

2.1 Φυσική Ανθεκτικότητα

Η ανθεκτικότητα που παρουσιάζει κάθε είδος ξύλου στους βιολογικούς κινδύνους ονομάζεται **φυσική ανθεκτικότητα**.

Συνήθως τα είδη ξύλων κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις ή πέντε ομάδες ανθεκτικότητας ανάλογα με τη συμπεριφορά του καρδιόξυλου όταν αυτό είναι θαμμένο ή έρχεται σε επαφή με το έδαφος.

Αν αναλογιστούμε πως το ξύλο είναι ένα οργανικό προϊόν, είναι εκπληκτικό το πώς μπορεί και αντιστέκεται στις προσβολές από μύκητες και έντομα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτή η αντίσταση μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει από τα βασικά συστατικά του κυτταρικού τοιχώματος και από την εναπόθεση εκχυλισμάτων στο καρδιόξυλο (βλ. Κεφάλαιο 1).

³ Η παρουσία της λιγνίνης (lignin) που πλαισιώνει και προστατεύει την κρυσταλλική κυτταρίνη φαίνεται να προσφέρει ένα μικρό βαθμό αντίστασης στους βιολογικούς εισβολείς. Η αντίσταση του σομφού ξύλου είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτή των μελών των φυλλωμάτων. Η προσβολή από μύκητες έχει ως αφετηρία την παρουσία υγρασίας με κατώτερο όριο το 18-20% για το ξύλο ενώ το αντίστοιχο όριο για τα φυτά χωρίς λιγνίνη είναι περίπου το μισό.

Το ξύλο περιέχει μικρή ποσότητα αζώτου, της τάξης του 0,03-0,1% της μάζας του και αφού αυτό το στοιχείο είναι μια προϋπόθεση για την ανάπτυξη των μυκητών, η παρουσία του σε τόσο μικρές ποσότητες συνεισφέρει στη φυσική ανθεκτικότητα του ξύλου.

Ο κύριος παράγοντας ο οποίος προσδίδει αντοχή στο ξύλο έναντι βιολογικών κινδύνων είναι αναμφισβήτητα **η παρουσία των εκχυλισμάτων στο καρδιόξυλο**. Η πολύ μεγαλύτερη ανθεκτικότητα του καρδιόξυλου σε σχέση με το σομφό ξύλο σε μερικά είδη αποδίδεται πρώτιστα στην παρουσία των παραπάνω τοξικών ουσιών, πολλές από τις οποίες είναι φαινολικής προέλευσης. Άλλοι παράγοντες όπως η διαφορά στην εναλλαγή της περιεχόμενης υγρασίας που παρουσιάζουν τα δύο αυτά τμήματα του δέντρου, η διαφορά της πυκνότητας και η απόθεση κολλωδών ουσιών και ρητινών παίζουν επίσης έναν καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό της ανθεκτικότητας του καρδιόξυλου.

Διαφορετικές τιμές ανθεκτικότητας μπορούν να προκύψουν ακόμα και μέσα στην περιοχή του καρδιόξυλου. Σε κάποια ξύλα η εξωτερική ζώνη του καρδιόξυλου έχει μεγαλύτερη αντοχή από ότι η εσωτερική. Η διαβάθμιση αυτή οφείλεται στη διαφορετική περιεκτικότητα της κάθε ζώνης σε εκχυλίσματα.



Λόγω του ότι τα φυσικά εκχυλίσματα προσδίδουν σκουρότερο χρώμα στο ξύλο ισχύει εμπειρικά ότι το σκοτεινότερο χρώμα, είναι δείκτης μεγαλύτερης φυσικής ανθεκτικότητας. Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ πυκνότητας και φυσικής ανθεκτικότητας εν γένει

Η ανθεκτικότητα του καρδιόξυλου ποικίλει σημαντικά ανά είδος ξύλου, και όπως προαναφέρθηκε είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον τύπο και την ποσότητα των εκχυλισμάτων που περιέχει. Τα καρδιόξυλα που στερούνται αυτών των ουσιών παρουσιάζουν πολύ χαμηλή φυσική ανθεκτικότητα.

^{3 3} "Timber: Its natural and behaviour" , J.M Dinwoodie, 2nd edition, εκδ. Taylor & Francis, Λονδίνο, 2000

Το σομφόξυλο είναι πιο ευπαθές ξύλο εξαιτίας όχι μόνο της έλλειψης τοξικών ουσιών (εκχυλισμάτων) αλλά και της παρουσίας αποθηκευμένου άμυλου στην ακτίνα κάθε κυττάρου το οποίο αποτελεί μια ιδιαίτερα καλή πηγή τροφής για τους μύκητες.

Η φυσική ανθεκτικότητα του ξύλου προσδιορίζεται από τους Ευρωπαϊκούς πρότυπους ελέγχους στο EN 252, για δείγματα που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος και στο EN 113, για εργαστηριακά δείγματα εκτεθειμένα σε μύκητες (basidiomycetes). Ωστόσο δεν υπάρχουν εγκεκριμένοι έλεγχοι για συνθήκες πάνω από το έδαφος.

Για συνθήκες εκτός εδάφους υπάρχουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα NV 12037 και EN 330 που βρίσκονται ακόμα σε στάδιο μελέτης (prestandard) και προσδιορίζουν την ανθεκτικότητα των επεξεργασμένων ξύλων. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που βοηθούν στην εμφάνιση των μυκητών είναι η περιεχόμενη υγρασία, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, και η σχετική υγρασία.

Για να διαπιστωθεί η σήψη στο κάθε ξύλο χρησιμοποιούνται οπτικοί έλεγχοι, τεστ διάσχισης (splinter tests), εξέταση της μείωσης της μάζας κ.α. Οι παραδοσιακές μέθοδοι όπως η παρατήρηση δειγμάτων στο έδαφος είναι συνήθως πολύ χρονοβόρες και πολύπλοκες. Οι μοριακές μέθοδοι δεν προαπαιτούν γνώσεις για τους μύκητες (mycological skills) έτσι ώστε να αναγνωριστούν τα είδη τα οποία προκάλεσαν τη σήψη, όπως επίσης δεν στηρίζονται σε υποκειμενικές απόψεις όπως συμβαίνει στις περισσότερες παραδοσιακές μεθόδους, αντίθετα βασίζονται σε αντικειμενικές πληροφορίες για τον κάθε μικροοργανισμό.

Η επόμενη γενιά των πρότυπων ελέγχων σε πεδίο (εξωτερικούς χώρους) θα πρέπει να λάβει υπόψη τα μειονεκτήματα των σημερινών πρότυπων ελέγχων και θα πρέπει να μην είναι χρονοβόρα και να συμπεριλαμβάνει και ποιοτικούς ελέγχους όπως μοριακή αναγνώριση και μη καταστρεπτικούς ποσοτικούς ελέγχους όπως ακουστικά τεστ.

Οι εργαστηριακοί έλεγχοι μπορούν να βελτιωθούν χρησιμοποιώντας μύκητες οι οποίοι έχουν ανιχνευτεί σε έρευνα πεδίου και συνδυάζοντας διαφορετικά μυκήλια στο ίδιο τεστ να γίνεται μια προσομοίωση της υποβάθμισης του ξύλου στην πράξη.

Αν και υπάρχουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα σχετικά με την φυσική ανθεκτικότητα των ξύλων πρέπει να επισημάνουμε πως είναι σχετικά και όχι απόλυτα. Η κατάταξη τους έχει να κάνει με το κλίμα, τις εξωτερικές συνθήκες και γενικά το σύνολο των εξωτερικών κινδύνων τις οποίες θα αντιμετωπίσει το κάθε ξύλο. Αυτό μας πληροφορεί πως η γεωγραφική θέση και το κλίμα κάθε τόπου επηρεάζουν σημαντικά τα δεδομένα ανθεκτικότητας του κάθε είδους.

Βάσει των συγκεκριμένων πληροφοριών για την φυσική ανθεκτικότητα των ξύλων γίνονται σχεδόν σε όλες τις χώρες επιπλέον μελέτες και μετρήσεις για την ασφαλή

χρήση των ξύλων σε εξωτερικούς χώρους. Δοκιμάζονται και συγκρίνονται διάφορες μέθοδοι που οδηγούν σε σημαντικά αποτελέσματα.

Μια ενδιαφέρουσα έρευνα ήταν αυτή που διενεργήθηκε στην Νορβηγία και αφορούσε τη σύγκριση μεταξύ τεσσάρων μεθόδων ελέγχου φυσικής ανθεκτικότητας. Σύμφωνα με την έρευνα διαπιστώθηκαν πως τα αποτελέσματα κάποιων μεθόδων απέκλιναν από το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 350 σχετικά με την φυσική ανθεκτικότητα.

Latin name	Common name	EN 350- 2
<i>Acer platanoides</i>	Norway Maple	5
<i>Alnus glutinosa</i> / <i>Alnus incana</i>	Alder/ Grey alder	5
<i>Betula pendula</i> / <i>Betula pubescens</i>	Silver birch Downy birch	5
<i>Fagus sylvatica</i>	Beech	5
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ash	5
<i>Populus tremula</i>	Aspen	n/ a
<i>Quercus petraea</i> / <i>Quercus robur</i>	Sessile Oak/ Pedunculate Oak	2
<i>Salix caprea</i>	Goat Willow	n/ a
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rowan	n/ a
<i>Tilia cordata</i>	Smallleaved Lime	5
<i>Ulmus glabra</i>	Wych Elm	4
<i>Juniperus communis</i>	Juniper	n/ a
<i>Larix decidua</i>	European Larch	3- 4
<i>Picea abies</i> (≈ 1mm)	Norway spruce	4
<i>Picea abies</i> (≈ 3mm)	Norway spruce	4
<i>Picea abies</i> (≈ 6mm)	Norway spruce	4
<i>Picea sitchensis</i>	Sitka spruce	4-5
<i>Pinus sylvestris</i> (≈1mm)	Scots pine heartwood	3-4
<i>Pinus sylvestris</i> (≈ 3 mm)	Scots pine heartwood	3-4
<i>Pinus sylvestris</i>	Scots pine sapwood	5

(<http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/8compari.pdf>)

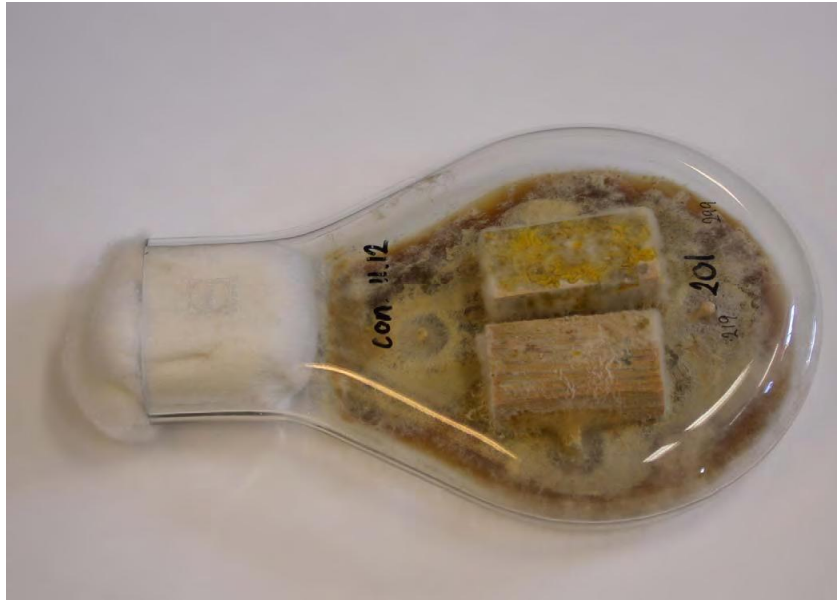
Συγκεκριμένα έγινε σύγκριση μεταξύ δύο μη-πρότυπων ελέγχων που διενεργήθηκαν πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και δύο ευρωπαϊκών πρότυπων ελέγχων, μέθοδος σε επαφή με το έδαφος (EN 252) και εργαστηριακός έλεγχος έναντι μυκητών (bacidiomycetes) (EN 113). Τα δεδομένα είναι βασισμένα στα αποτελέσματα των μετρήσεων στο πεδίο μετά από 2,5 χρόνια έκθεσης των δειγμάτων.

Test method	Size (mm)	Test site	Replicates
EN 113	50x25x15	Laboratory	5
EN 252	500x50x25	Sorkedalen	10
“Close to ground test”	200x20x8	Eastern Norway (inland) and Western Norway (coast)	10
“Double layer test”	500x50x25	Eastern Norway (inland) and Western Norway (coast)	10

(<http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/8compari.pdf>)

Μέθοδος EN 113

Πρόκειται για πρότυπο εργαστηριακό έλεγχο κατάταξης ξύλων ως προς τη φυσική τους ανθεκτικότητα. Το κάθε δοκίμιο προσβάλλεται με μυκήλια (bacidiomycetes) και στη συνέχεια ελέγχεται ως προς την ανθεκτικότητα του στους συγκεκριμένους μικροοργανισμούς.



<http://www.bfah.de/inst4/45/ppt/8compari.pdf>

Εικόνα 14.Δοκίμιο EN 113

Durability class(EN 350-1/EN 113)		
HARDWOODS		
Durability class	Species	Index
1	Quercus	0.10
2 - 4	-	
5	Fagus	1.00
	Salix	1.03
	Ulmus	1.07
	Fraxinus	1.07
	Acer	1.07
	Alnus	1.15
	Populus	1.20
	Tilia	1.29
	Sorbus	1.32
	Betula	
		1.37

SOFTWOODS		
Durability class	Species	Index
1	Juniperus	0.08
2	-	
3	Larix P. sylv. Heartw(=1mm)	0.30 0.43
4	P. sylv. Heartw(=3mm)	0.62
5	P. abies (=1mm) P. abies (=6mm) P. abies (=3mm)	0.98 1.07 1.13

(<http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/8compari.pdf>)

Μέθοδος EN 252

Πρόκειται για μια πρότυπη μέθοδο στην οποία πάσσαλοι διαστάσεων 500x50x25mm των υπό μελέτη ειδών ξύλου θάβονται στο έδαφος μέχρι τη μέση περίπου του ύψους τους και μένουν εκτεθειμένοι στις εξωτερικές συνθήκες για εύλογο χρονικό διάστημα. Στη συγκεκριμένη έρευνα οι πάσσαλοι έμειναν εντός εδάφους για 2,5 χρόνια όπου μετά από το πέρας τους μετρήθηκε η απώλεια μάζας των δοκιμίων και έγινε με αυτόν τον τρόπο ο προσδιορισμός της φυσικής ανθεκτικότητας του κάθε ξύλου.



<http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/8compari.pdf>

Εικόνα 15. Δοκίμια μεθόδου EN 252

Μέθοδος «οριζόντιου διπλού στρώματος»(horizontal double layer)

Στη συγκεκριμένη μέθοδο εκτίθενται εκτός της επιφάνειας του εδάφους δοκίμια διαφόρων ξύλων και ερευνάτε η ανθεκτικότητά τους απέναντι στις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Η μέθοδος δεν ανήκει στις πρότυπες μεθόδους και στη συγκεκριμένη έρευνα τα δοκίμια εκτέθηκαν για σχεδόν 2,5 χρόνια και έπειτα διαπιστώθηκαν οι αλλαγές που είχαν επέλθει στα ξύλα.





(<http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/8compari.pdf>)

Εικόνα 17. Τα δοκίμια στην αρχή και μετά το πέρας της έρευνας

Στη συνέχεια παραθέεται πίνακας ο οποίος περιέχει τον μέσο δείκτη αποσύνθεσης ειδών σκληρής ξυλείας όπως αυτός αξιολογήθηκε μετά την έρευνα με τη μέθοδο οριζοντίου διπλού στρώματος στη Δυτική και Ανατολική Νορβηγία αντίστοιχα.

Decay index double layer –Hardwoods		
Tree species	Mean decay index	
	Western Norway	Eastern Norway
Quercus	0	0
Ulmus	0	0
Fraxinus	0	0
Sorbus	0	0
Betula	4	0
Salix	4	4

Tilia	7	0
<i>Fagus</i>	14	7
<i>Alnus</i>	18	14
<i>Acer</i>	22	14
<i>Populus</i>	22	4
Juniperus	0	0
Larix	0	0
P.sylv.heart(≈1mm)	0	0
P. sitch.	0	0
P.abies(≈ 1mm)	0	0
P.abies(≈ 3mm)	0	0
P.abies(≈ 6mm)	0	0
<i>Pin. sylv. Sap</i>	0	0
<i>Pin.sylv.heart(≈ 3 mm)</i>	0	4

Μέθοδος μικρών πασσάλων κοντά στο έδαφος

Πρόκειται για μια μη πρότυπη μέθοδο που ερευνά την φυσική ανθεκτικότητα δοκιμιών στο πεδίο. Στη συγκεκριμένη μελέτη τοποθετούνται μικρών διαστάσεων σανίδες (200x20x80) διαφόρων ειδών ξύλων κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και ερευνούνται οι επιπτώσεις των εξωτερικών καιρικών συνθηκών σε αυτά μετά από ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι ερευνητές αυτής της μελέτης κράτησαν τα ξύλα εκτεθειμένα για 2,5 χρόνια.



(<http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/8compari.pdf>)

Εικόνα 18. Δοκίμια της μεθόδου

Η έρευνα αυτή έδωσε πολύ σημαντικά συγκριτικά αποτελέσματα για τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους. Καταρχήν για τις πρότυπες μεθόδους των EN 113 και EN 252. Τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων μελετών ήταν σχεδόν ίδια και πολύ αντίστοιχα με την πρότυπη ευρωπαϊκή κατάταξη φυσικής ανθεκτικότητας στο EN 350-2.

Για τις μη πρότυπες μεθόδους οι οποίες διενεργήθηκαν πάνω από την επιφάνεια του εδάφους φάνηκε πώς υπήρξαν διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματα τους από τις πρότυπες μεθόδους των EN 113, EN 252 και EN 350-2.

Η συγκεκριμένη έρευνα ήταν πολύ σημαντική για την κατανόηση των διαφόρων μεθόδων αλλά και γιατί μετά το πέρας της ήταν δυνατόν να καταταγούν σε σχέση με την φυσική τους ανθεκτικότητα και τα παρακάτω είδη που δεν συμπεριλαμβάνονται στο EN 350-2 .

- *Juniperus communis*(1),
- *Salix caprea*(5),
- *Sorbus aucuparia*(5)
- *Populus tremula*(5)

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι έρευνες που αφορούν τα τροπικά κλίματα, τα οποία εμπεριέχουν περισσότερους κινδύνους όπως το πρόβλημα των τερμιτών και των μυκητών τα οποία σε αντίθεση με άλλα κλίματα δρουν ολόκληρο το χρόνο.

Για αυτόν τον λόγο τα δοκίμια στο έδαφος θα αποσυντεθούν με βραδύτερο ρυθμό στην Ευρώπη όπου οι εξωτερικοί κίνδυνοι είναι λιγότεροι και ο χειμώνας είναι μεγάλος.

Μια τέτοια έρευνα διενεργήθηκε στην Μαλαισία. Σκοπός της έρευνας ήταν να εφαρμόσει την πρότυπη μέθοδο EN 350-1 στο τροπικό περιβάλλον και να βγάλει πραγματικά συμπεράσματα για την φυσική ανθεκτικότητα κάποιων Μαλαισιανών ειδών.

Στη Μαλαισία η φυσική ανθεκτικότητα κατατάσσεται σε 4 κατηγορίες, πολύ ανθεκτικό, ανθεκτικό, μέτρια ανθεκτικό, μη- ανθεκτικό, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Malaysian natural durability	Life expectancy in rating ground contact
Very durable	More than 10 years
Durable	5 to 10 years
Moderately durable	2 to 5 years
Non-durable	Less than 2 years

(<http://www.mtc.com.my/info/images/stories/pdf/natural.pdf>)

Μετά το τέλος της έρευνας η οποία διενεργήθηκε στο τροπικό κλίμα ειδικοί μελετητές κατέταξαν το κάθε ξύλο ανάλογα με την φυσική του ανθεκτικότητα όπως δείχνει ο πίνακας. Έπειτα έγινε παραλληλισμός αυτών με άλλα συγκρίσιμα είδη ίδιας φυσικής ανθεκτικότητας όπως αυτά είναι κατηγοριοποιημένα στο πρότυπο EN 350-2.

Species	Durability rating	Description
Seraya	1	Very durable
Meranti tembaga	2	Durable
Oak	2	Durable
Gerutu	3	Moderately durable
Bintangor	4	Slightly durable
Merpauh	4	Slightly durable
Rubberwood	4	Slightly durable

(<http://www.mtc.com.my/info/images/stories/pdf/natural.pdf>)

Malaysian Timbers	Durability rating	Comparable Timbers of Similar Durability*
Dark Red Meranti represented by Seraya (<i>Shorea curtisii</i>)	1	Greenheart (<i>Ocotea rodiaei</i>) Jarrah (<i>Eucalyptus marginata</i>) Padouk (<i>Pterocarpus soyauxii</i>) Teak (<i>Tectona grandis</i>)
Light Red Meranti represented by Meranti tembaga (<i>Shorea leprosul</i>)	2	Bubinga (<i>Guibourtia demeusii</i>) European Oak (<i>Quercus robur</i>) Mahogany (<i>Swietenia macrophylla</i>) Wengé (<i>Millettia laurentii</i>)
Gerutu (<i>Parashorea spp.</i>)	3	Acajou (<i>Khaya ivorensis</i>) American Walnut (<i>Juglans nigra</i>) European Walnut (<i>Juglans regia</i>) Sapele (<i>Entandrophragma cylindricum</i>)
Bintangor (<i>Calophyllum spp.</i>) Merpauh (<i>Swintonia spp.</i>) Rubberwood (<i>Hevea brasiliensis</i>)	4	American Red Oak (<i>Quercus rubra</i>) Elm (<i>Ulmus carpinifolia</i>) Hickory (<i>Carya glabra</i>) Okoumé (<i>Aucoumea klaineana</i>)

*Natural durability as reported in EN 350 : Part 2

(<http://www.mtc.com.my/info/images/stories/pdf/natural.pdf>)

Κατάταξη φυσικής ανθεκτικότητας ξύλων σε ομάδες

Πίνακας 2.1 Κατηγοριοποίηση φυσικής ανθεκτικότητας ξύλων σε 5 ομάδες.

Durability classification(resistance of heartwood to fungi in ground contact) for the more common timbers.(Note that the sapwood of all timber is perishable)					
Classification(approximate life in ground contact)					
Timber type	Perishable (<5 years)	Non-durable (5-10 years)	Moderately durable (10-15 years)	Durable (15-25 years)	Very durable (>25 years)
Hardwoods	Alder Ash,European Balsa Beech, European Birch, European Horse, Chestnut Poplar, black Sycamore Willow	Afara Elm, English Oak, American red Obeche Poplar, grey Seraya, white	Avodire Kerving Mahogany, African Oak,Turkey Sapele Seraya, dark red Walnut, European Walnut, Africann	Agba Chestnut,sweet Idigbo Mahogany, American Oak,European Utile	Afrormosia Afzelia Ekki Greenheart Iroko Jarrah Kapur Makore Opepe Purpleheart Teak
Softwoods		Hemlock, western Parana pine Pine, Sots (redwood) Pine, yellow Podo Spruce, European Spruce, Sitka	Dougl fir Larch Pine, maritime	Pine, pitch Western red cedar Yew	

(J.M Dinwoodie, 2000, "Timber: Its natural and behaviour", p211)

⁴Η φυσική ανθεκτικότητα των διαφόρων ειδών φυσικού ξύλου έναντι των προαναφερθεισών προσβολών κατατάσσεται σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 350, που συνοδεύει τον Ευρωκώδικα 5 στις εξής κατηγορίες:

<p>Φυσική ανθεκτικότητα έναντι μυκήτων</p>	<p>Ορίζονται πέντε κατηγορίες φυσικής ανθεκτικότητας,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. πολύ ανθεκτικό 2. ανθεκτικό 3. μέτρια ανθεκτικό 4. λίγο ανθεκτικό 5. καθόλου ανθεκτικό <p>που αφορούν <u>μόνο το εγκάρδιο ξύλο</u>, καθώς το σομφό θεωρείται ότι ανήκει στην κατηγορία 5 (καθόλου ανθεκτικό) εκτός κι αν δίδονται διαφορετικά στοιχεία.</p>
<p>Φυσική ανθεκτικότητα έναντι κολεοπτέρων εντόμων (Hylotrupes bajulus, Anobium punctatum, Luctus de brunns)</p>	<p>Ορίζονται δύο κατηγορίες ανθεκτικότητας,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ανθεκτικό 2. ευαίσθητο <p>που αφορούν <u>το σομφό ξύλο</u>, καθώς το εγκάρδιο θεωρείται ανθεκτικό εκτός κι αν δίδονται διαφορετικά στοιχεία</p>
<p>Φυσική ανθεκτικότητα έναντι τερμιτών</p>	<p>Ορίζονται τρεις κατηγορίες ανθεκτικότητας,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ανθεκτικό

⁴Πίνακες από την ιστοσελίδα του ΤΕΕ, Οδηγοί Δομικών Υλικών, Ξύλο, http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO/xil_1_8t.htm

	<p>2. μέτρια ανθεκτικό</p> <p>3. ευαίσθητο</p> <p>που αφορούν <u>το εγκάρδιο ξύλο</u>, καθώς το σομφό θεωρείται ευαίσθητο εκτός κι αν δίδονται διαφορετικά στοιχεία.</p>
<p>Φυσική ανθεκτικότητα έναντι θαλασσίων σκωλήκων</p>	<p>Ορίζονται τρεις κατηγορίες ανθεκτικότητας,</p> <p>1. ανθεκτικό</p> <p>2. μέτρια ανθεκτικό</p> <p>3. ευαίσθητο</p> <p>που αφορούν <u>το εγκάρδιο ξύλο</u>, καθώς το σομφό θεωρείται ευαίσθητο εκτός κι αν δίδονται διαφορετικά στοιχεία.</p>

Η ακριβής κατάταξη των περισσότερων γνωστών ειδών δομικής ξυλείας σε σχέση με την φυσική τους ανθεκτικότητα και σύμφωνα με τα παραπάνω δίδεται στο Πρότυπο EN 350.02.

Απολύτως ενδεικτικά ταξινομούνται κάποια γνωστά είδη Ευρωπαϊκής και τροπικής ξυλείας ως προς την φυσική τους ανθεκτικότητα.

Είδος ξύλου	Αντοχή σε μύκητες					Αντοχή σε έντομα		
	A	B	γ	δ	E	α΄	β΄	γ΄
Ακακία		Σ		E		Σ	E	
Γαύρος		A				A		
Δρυς (πλήν ευθύφλοιας)		Σ			E	Σ		E
Δρυς ευθύφλοια		Σ	E			Σ	E	
Ελάτη		A				A		
Ελιά		Σ		E		Σ	E	
Ερυθρελάτη		A				A		

Ευκάλυπτος			A				A	
Ίταμος						A		A
Ιτιά	A						A	
Καρυδιά		Σ	E				Σ	E
Καστανιά		Σ			E		Σ	E
Κέδρος						A		A
Κλήθρα	A						A	
Κυπαρίσσι						A		A
Λάριξ			Σ			E		
Λεύκη, λευκή	Σ	E					ΣΕ	
Οξυά	A						A	
Όστρια		A					A	
Πεύκη (Pitch-Pine)			A					A
Πεύκη δασική		Σ	E				ΣΕ	
Πεύκη θαλασσία	Σ	E					ΣΕ	
Πεύκη κουκουναριά	Σ	E					ΣΕ	
Πεύκη μαύρη	Σ		E				ΣΕ	
Πεύκη χαλέπιος	Σ		E				Σ	E
Πλάτανος		A					A	
Σεκβόια						A		A
Σημύδα	A						A	
Σφενδάμι		A					A	
Φιλύρα		A					A	
Φράξος	Σ	E					Σ	E
Φτελιά		Σ	E				Σ	E
Ψευδοτσούγκα			A					A

Είδος ξύλου	Αντοχή σε μύκητες					Αντοχή σε έντομα		
	A	B	γ	δ	E	α'	β'	γ'
Avodire		A					A	
Afara	A					A		
Azobe					A			A
Makore				A			A	
Meranti, (dark-red)			A			A		
Meranti, (white, yellow, red)		A				A		

Μαόνι, Αφρικής (Khaya)		A					A	
Μαόνι, Ν. Αμερικής (Swietenia)				A				A
Obeche	A						A	
Okoume		A					A	
Padauk				A			A	
Pallisander			A				A	
Ramin		A					A	
Sapele		A					A	
Sipo		A					A	
Teak					A			A
Tiama		A					A	

α: Μη ανθεκτικό

Σ: σομφό

β: Λίγο ανθεκτικό

Ε: εγκάρδιο

γ: Μέτρια Ανθεκτικό

A: αδιάκριτα (σομφό-εγκάρδιο)

δ: Ανθεκτικό

ε: Πολύ ανθεκτικό

α': Μη ανθεκτικό

β': Μέτρια Ανθεκτικό

γ': Ανθεκτικό

Σημειώνεται ότι η παραπάνω ενδεικτική κατάταξη ενδέχεται να διαφέρει κατά τι από την αντίστοιχη του EN 350.02.

2.2 Ανθεκτικότητα Βάσει Σχεδιασμού

2.2.1. Προσδοκώμενη διάρκεια ζωής και ευαισθησία μελών

Η διάρκεια ζωής για την οποία σχεδιάζεται ένα κτίριο ή τμήματα αυτού είναι η περίοδος λειτουργίας της κατασκευής που προσδιορίζεται από τον μηχανικό και τον πελάτη. Ως χρόνος λειτουργίας ορίζεται το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο δεν είναι απαραίτητη κάποια πολυέξοδη διαδικασία συντήρησης ή αποκατάστασης. Το σημείο που τελειώνει η περίοδος λειτουργίας του κτιρίου υποδηλώνει το όριο της ανθεκτικότητας του στο χρόνο. (Trada Technology)

Μερικά τμήματα εντός της κατασκευής μπορεί να θεωρηθούν αντικαταστάσιμα. Η επιλογή ανάμεσα στη χρήση υψηλής ποιότητας ανθεκτικών ξύλων τα οποία δεν χρειάζεται να αντικατασταθούν ή στη χρήση χαμηλότερης ποιότητας ξύλων τα οποία είναι δυνατόν να αντικατασταθούν με νέα σε περίπτωση που παρουσιάσουν προβλήματα υπόκειται στην εκτίμηση του μηχανικού ο οποίος μελετά και λαμβάνει υπόψη τους κινδύνους αλλά και το κόστος και προφανώς τον ιδιοκτήτη.

Πίνακας 1. Κατηγορίες Λειτουργικότητας του Ξύλου

Κατηγορία διάρκειας σχεδιασμού	περίοδος (χρόνια)
Προσωρινή	μέχρι 10
Μικρής διάρκειας	τουλάχιστον 10
Μεσαίας διάρκειας	τουλάχιστον 30
Κανονικής διάρκειας	τουλάχιστον 60
Μεγάλης διάρκειας	τουλάχιστον 120

(Trada Technology, 1998, "Section 4 Sheet 24", Table 1)

Ο δομικός ρόλος ενός ξύλινου τμήματος μιας κατασκευής καθορίζει τη διάρκεια ζωής που απαιτείται να έχει, λαμβάνοντας φυσικά υπόψη και τη δυνατότητα συντήρησης και αποκατάστασης του (βλ. Πίνακα 2). Επισημαίνεται ότι κάθε μέλος ή σύστημα κατασκευής υποβάλλεται σε διάφορες καταπονήσεις κατά τη διάρκεια της ζωής του οι οποίες ξεκινούν πολύ νωρίς, από την φάση ακόμα μετατροπής του από πρώτη ύλη σε δομικό στοιχείο, στη συνέχεια κατά τη διάρκεια της κατασκευής, φυσικά κατά τη διάρκεια χρήσης του αλλά και την απόθεση του μετά τη χρήση. Ο μηχανικός και ο πελάτης ή ιδιοκτήτης θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις οικονομικές επιπτώσεις που έχει κάθε καθοριζόμενη διάρκεια ζωής και θα πρέπει να εξισορροπούν το αρχικό κόστος κατασκευής με αυτό της συντήρησης και της αποκατάστασης της.

Πίνακας 2. Λειτουργία/Χρήση επιμέρους ξύλινων μελών ή ξύλινων τμημάτων μιας κατασκευής και διάρκεια ζωής τους.

Δομικός ρόλος ξύλινου μέλους ή τμήματος	Προγραμματισμένη διάρκεια λειτουργικότητας ή διάρκεια σχεδιασμού
Φέροντα στοιχεία	Διάρκεια σχεδιασμού= Διάρκεια Λειτουργικότητας Μεγάλη ευαισθησία αφού η συντήρηση και η αποκατάσταση είναι δύσκολη.
Μη φέροντα στοιχεία εξωτερικού κελύφους κτιρίων πχ. εξωτερικές επενδύσεις	Διάρκεια σχεδιασμού= Διάρκεια Λειτουργικότητας + συντήρηση ή αποκατάσταση Συνήθως η διάρκεια σχεδιασμού είναι 30-40 χρόνια. Ωστόσο όταν η συντήρηση είναι δύσκολη: Διάρκεια σχεδιασμού= Διάρκεια Λειτουργικότητας
Μη φέροντα στοιχεία εσωτερικών τοίχων	Διάρκεια σχεδιασμού=Διάρκεια Λειτουργικότητας Μεγάλη απαίτηση για συντήρηση ή αποκατάσταση. Διάρκεια σχεδιασμού 12-18 χρόνια για εμπορικές εγκαταστάσεις και 30-70 για κατοικίες.
Επικαλύψεις στέγης	Διάρκεια σχεδιασμού= Διάρκεια Λειτουργικότητας + συντήρηση ή αποκατάσταση Διάρκεια σχεδιασμού 30-60 χρόνια Συντήρηση μέσα σε 5-10 χρόνια
Φινιρίσματα τελικά: πχ. βερνίκια, μπογιές, χρωματισμοί.	Διάρκεια σχεδιασμού= Διάρκεια Λειτουργικότητας+ συντήρηση ή αποκατάσταση Ολική συντήρηση 5-12 χρόνια Εξαρτάται από το πόσο έχουν εκτεθεί στις καιρικές συνθήκες. Συνήθως παρουσιάζουν

Δομικός ρόλος ξύλινου μέλους ή τμήματος	Προγραμματισμένη διάρκεια λειτουργικότητας ή διάρκεια σχεδιασμού
	μικρή ευαισθησία.
Αποσπώμενα μη φέροντα στοιχεία πχ. κουφώματα, επενδύσεις.	Διάρκεια σχεδιασμού= Διάρκεια Λειτουργικότητας + συντήρηση ή αποκατάσταση. Διάρκεια σχεδιασμού από 10-60 χρόνια αναλόγως της ποιότητας των στοιχείων και της συντήρησης.

(Trada Technology, 1998, "Section 4 Sheet 24", Table 2)

2.2.2 ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Βασικές επιλογές

- ✓ Σωστή επιλογή είδους ξύλου
- ✓ Προσδιορισμός περιεχόμενης υγρασίας ξύλινων στοιχείων κατά την τοποθέτηση ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος που θα τοποθετηθούν
- ✓ Σωστή επιλογή κατασκευαστικών λεπτομερειών ξύλινων στοιχείων
- ✓ Σωστή επιλογή άλλων υλικών (κόλλες, μέσα στερέωσης και σύνδεσης, βερνίκια, χρώματα)

Στη συνέχεια δίνονται κάποιες απλές αρχές σχεδιασμού που έχουν να κάνουν με την προστασία του ξύλου, οι οποίες μπορούν να επιμηκύνουν αισθητά το χρόνο ζωής των διαφόρων τμημάτων της κατασκευής με σχετικά μικρό κόστος. (Trada Technology, 1998, "Section 4 Sheet 24")

Παραδείγματα για την προστασία ενάντια στην σήψη / υποβάθμιση των εξωτερικών επιφανειών ξύλινων στοιχείων

Είδος Προστασίας	Παραδείγματα και κατασκευαστικές λεπτομέρειες
Προστασία με τη σωστή επιλογή του κατάλληλου ξύλου	Επιλογή φυσικά ανθεκτικών ειδών ξύλου ή βελτιωμένα ξύλα με νέες τεχνολογίες ή επιλογή κατάλληλα επεξεργασμένων ξύλων (εμποτισμένα ξύλα, κα).
Προστασία με εφαρμογή προστατευτικής στρώσης /επικάλυψης	Χρησιμοποιούνται κατάλληλα βερνίκια λαμβάνοντας υπόψη το είδος του ξύλου και τις εξωτερικές συνθήκες που επικρατούν.
Προστασία με παροχή προστατευτικού καλύμματος στην κατασκευή (στέγαση)	Κατασκευάζεται ένα φυσικό εμπόδιο το οποίο προστατεύει την κατασκευή από την άμεση έκθεση σε καιρικές συνθήκες (ηλιακή ακτινοβολία, άνεμο, βροχή) όπως πέργκολες και δέντρα, προεξοχές στέγης κ.α.

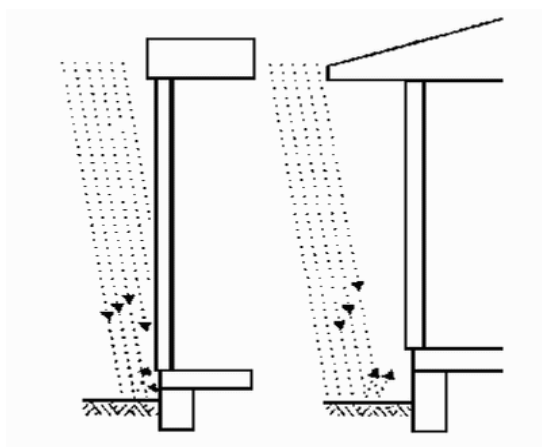
Παραδείγματα για την προστασία έναντι υγρασίας

Είδος Προστασίας	Παραδείγματα και κατασκευαστικές λεπτομέρειες
Προστασία ξύλων που έρχονται σε επαφή με στοιχεία με υψηλή περιεχόμενη υγρασία.	<ul style="list-style-type: none"> - Απομόνωση ξύλου με κατάλληλες στεγανωτικές μεμβράνες από το έδαφος και από τα στοιχεία που παγιδεύουν την υγρασία. - Προστασία με επιπρόσθετες επικαλύψεις (π.χ. βερνίκια) στα σημεία αυξημένου κινδύνου.
Προστασία από περιοχές που παγιδεύεται νερό και προστασία από την	Αποφυγή συγκέντρωσης της υγρασίας στις ξύλινες επιφάνειες ή στις συνδέσεις με:

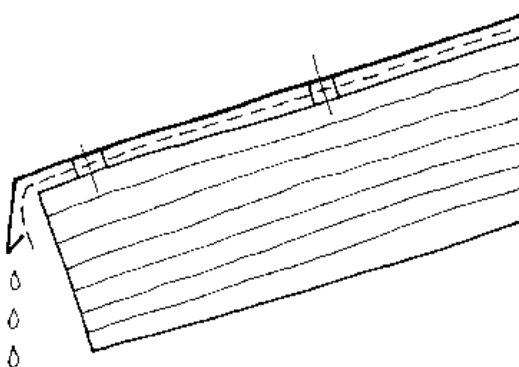
Είδος Προστασίας	Παραδείγματα και κατασκευαστικές λεπτομέρειες
<p>άνοδο της υγρασίας μέσω των τριχοειδών αγγείων</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Χρήση προστατευτικών καλυμμάτων ή την δημιουργία μικρών κλίσεων στις οριζόντιες επιφάνειες ώστε να απομακρύνεται το νερό (βλ. εικόνα 2.2 & 2.3) - Δημιουργία αυλακιών αποσυμπίεσης που να εμποδίζουν να οδηγηθεί η υγρασία στις ενώσεις λόγω πίεσης (βλ εικόνα 2.5) - Δημιουργία αποστραγγιστικών σημείων σε εσωτερικές θέσεις ώστε να μπορεί να διαφεύγει η υγρασία. Δημιουργία αυλακιών όπου θα φεύγουν τα νερά κάτω από τις επιφάνειες ώστε να μην μπορούν να οδηγηθούν ξανά προς την άνω επιφάνεια. Δημιουργία αυλακιών που θα προστατεύουν το ξύλο εμποδίζοντας να επιστρέψει η υγρασία μέσω των τριχοειδών αγγείων του ξύλου. Λοξότμητη διαμόρφωση (φαλτσογωνία) της κάτω επιφάνειας του στοιχείου για να διασφαλιστεί πως η υγρασία δεν θα ανέβει ξανά προς τα επάνω.
<p>Προστασία από την άμεση διαβροχή</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Σχεδιασμός κατασκευών με μεγάλες προεξοχές (βλ εικόνα 2.1) - Τοποθέτηση κουφωμάτων πιο μέσα από την όψη του κτιρίου - Έδραση των ξύλινων υποστυλωμάτων σε μεταλλικές βάσεις κατάλληλα σχεδιασμένες έτσι ώστε να γίνεται εύκολη αποστράγγιση του νερού. - Αποφυγή κατασκευής εντελώς επίπεδων επιφανειών για ξύλα που είναι εκτεθειμένα στη βροχή (βλ εικόνα 2.3)

Είδος Προστασίας	Παραδείγματα και κατασκευαστικές λεπτομέρειες
<p>Προστασία από την έμμεση διαβροχή πχ αναπήδηση νερού κατά τη βροχόπτωση.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Τοποθέτηση όλων των ξύλινων στοιχείων του εξωτερικού κελύφους πάνω από τη ζώνη επίδρασης της αναπήδησης του νερού της βροχής. Ελάχιστη απόσταση 150mm (προτιμότερο 250 mm) (βλ εικόνα 2.1, 2.4). - Έδραση των ξύλινων υποστυλωμάτων σε μεταλλικές βάσεις κατάλληλου ύψους έτσι ώστε να αποφεύγεται η αναπήδηση του νερού (βλ εικόνα 2.4). - Τοποθέτηση χώματος και μικρών λίθων για τη μείωση του φαινομένου της αναπήδησης του νερού κατά την βροχόπτωση. - Κατάλληλος σχεδιασμός λεπτομερειών για να μην δημιουργούνται παγίδες υγρασίας σε εξωτερικές επενδύσεις.
<p>Συνδέσεις</p>	<p>Σχεδιασμός συνδέσεων για συγκεκριμένες συνθήκες έκθεσης στις εξωτερικές συνθήκες, πχ χρήση οπών σε κατάλληλες θέσεις για να απομακρύνεται και να μην εγκλωβίζεται η υγρασία.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Στις κατασκευές με υγρό/χλωρό ξύλο ο σχεδιασμός των συνδέσεων πρέπει να γίνεται έτσι ώστε αυτές να σφίγγουν όσο το ξύλο στεγνώνει και να μην χαλαρώνουν.

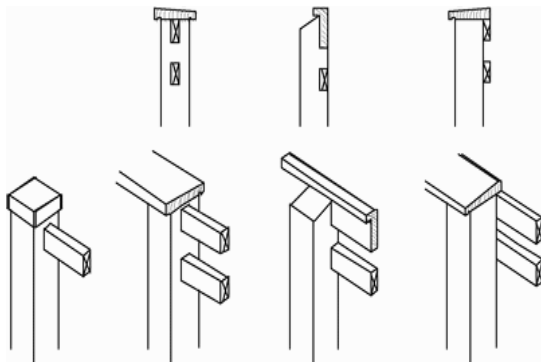
Παραδείγματα σχεδιασμού για την προστασία έναντι υγρασίας



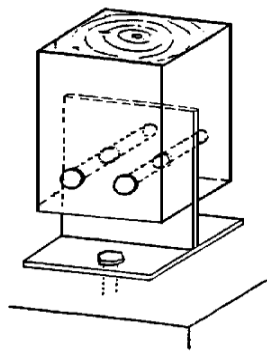
Εικόνα 2.1. Προστασία παρεχόμενη από προεξέχοντα τμήματα της στέγης: αποφυγή ζώνης αναπήδησης του νερού προς την εξωτερική επικάλυψη



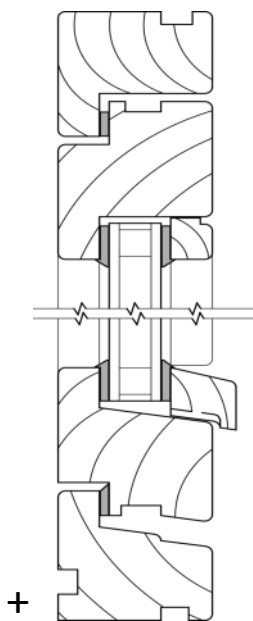
Εικόνα 2.2. Η άνω επιφάνεια του ξύλου καλύπτεται από μεταλλικά φύλλα τα οποία όμως τοποθετούνται σε απόσταση (βλ. τάκους και διάκενο) έτσι ώστε να διασφαλίζεται η κυκλοφορία αέρα. Σημειώνεται ο σχεδιασμός του άκρου του μεταλλικού φύλλου έτσι ώστε να απομακρύνεται το νερό που ρέει χωρίς να έρχεται σε επαφή με το άκρο του ξύλου.



Εικόνα 2.3. Ξύλινο στηθαίο και κατασκευαστικές λεπτομέρειες για την προστασία του ξύλου. Από αριστερά : μεταλλικό κάλυμμα σόκορου ορθοστάτη, ξύλινο κάλυμμα σόκορου ορθοστάτη, διαμόρφωση κεκλιμένης επιφάνειας του άκρου του ορθοστάτη, προστασία με επιφανειακό ξύλινο κάλυμμα με κλίση 1:10.

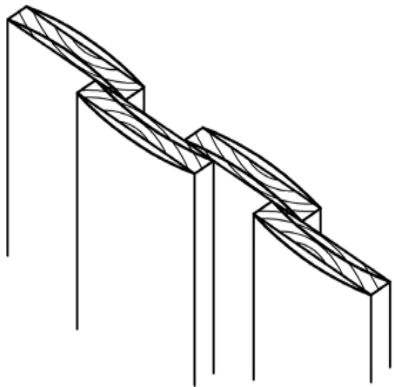


Εικόνα 2.4. Τυπική βάση ορθοστάτη για την αποφυγή του εγκλωβισμού και της αναπήδησης του νερού.

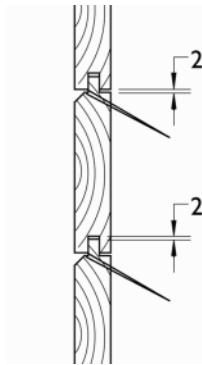


Εικόνα 2.5. Τμήμα παραθύρου όπου διακρίνονται οι στεγανωτικοί δακτύλιοι, τα αυλάκια αποσυμπίεσης και αυλάκια που τοποθετούνται για την αντιμετώπιση των ιδιοτήτων των τριχοειδών αγγείων.

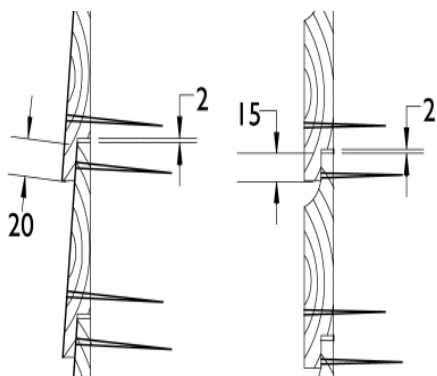
Συνδεσμολογία που επιτρέπει τη μεταβολή των διαστάσεων των ξύλων λόγω μεταβολής της περιεχόμενης υγρασίας τους



Εικόνα 2.6. Προσεκτική τοποθέτηση ξύλινης κατακόρυφης επένδυσης ή οροφής χρησιμοποιώντας την φυσική κλίση για να κλείσουν τα καμπύλα τμήματα, έτσι ώστε να αποβάλλεται το νερό ή η υγρασία καλύτερα.



Εικόνα 2.7. Οι ραμποτέ σανίδες για εξωτερικές επενδύσεις, θα πρέπει να έχουν ικανοποιητικό μήκος εξοχών (αρσενική διαμόρφωση άκρου) καθώς και κατασκευαστική απόσταση 2mm για την ελεύθερη ρίκνωση και διόγκωση των διαστάσεων τους λόγω μεταβολών της περιεχόμενης υγρασίας τους.

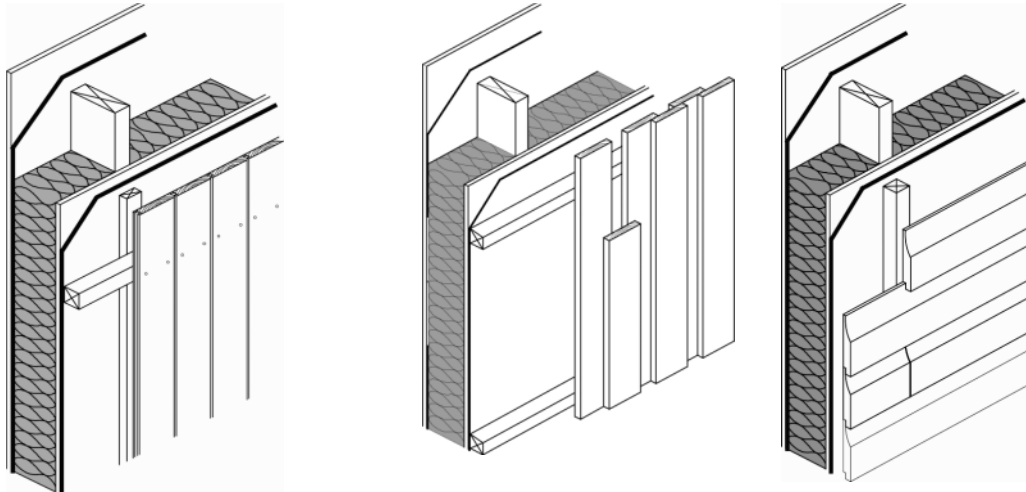


Εικόνα 2.8. Οι συνδέσεις του σανιδώματος που χρησιμοποιείται για εξωτερικές επικαλύψεις όπου το ένα ξύλο πατά πάνω στο άλλο, είναι πιο ανθεκτικές και συμπεριφέρονται καλύτερα από τις ραμποτέ, όταν μεταβάλλονται οι διαστάσεις των ξύλων λόγω αντίστοιχων μεταβολών της υγρασίας.

Παραδείγματα προστατευτικού σχεδιασμού για την αποφυγή της έμμεσης συγκέντρωσης υγρασίας

Παράδειγμα προστατευτικού σχεδιασμού	Κατασκευαστικές λεπτομέρειες και Παραδείγματα
<p>Παροχή εξαερισμού / μη εγκλωβισμού της υγρασίας</p>	<p>Όπου υπάρχει κίνδυνος συγκέντρωσης υγρασίας ή συμπύκνωσης υδρατμών σε μη προσβάσιμα σημεία της κατασκευής, πρέπει να διασφαλιστεί ότι παρέχεται επαρκής αερισμός των ξύλινων μελών (ο αέρας δηλαδή να κυκλοφορεί ελεύθερα). Σχεδιασμός :</p> <ul style="list-style-type: none"> - κενών εξαερισμού πίσω από τις ξύλινες επενδύσεις όψεων με δυνατότητα αποστράγγισης της υγρασίας ή του νερού (βλ εικόνα 2.9&2.10). - κενών για τον εξαερισμό κάτω από τα ξύλινα πατώματα των ισογείων σε κατασκευές χωρίς υπόγειο.(βλ εικόνα 2.13) - κενών για τον εξαερισμό ξύλινων μελών στεγών. (βλ εικόνα 2.14)
<p>Αποφυγή συμπύκνωσης υδρατμών</p>	<p>Συνήθως η πίεση των υδρατμών κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι μεγαλύτερη εντός του κτιρίου από ότι εκτός, έτσι ώστε να έχουμε μετακίνηση υδρατμών από μέσα προς τα έξω. Επομένως :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Στους ξύλινους τοίχους και στις στέγες πρέπει να διασφαλιστεί ότι οι υδρατμοί μετακινούνται από μέσα προς τα έξω, ορίζοντας σταδιακά περισσότερα <u>διαπερατά</u> φράγματα υδρατμών προς την πλευρά της μικρότερης πίεσης. - Βάσει των εθνικών κανονισμών προβλέπεται υποχρεωτικά η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών σε

Παράδειγμα προστατευτικού σχεδιασμού	Κατασκευαστικές λεπτομέρειες και Παραδείγματα
	<p>όλα τα θερμομονωτικά υλικά όταν είναι ινώδη.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Γύρω από τα παράθυρα πρέπει να τοποθετούνται αποτελεσματικά εμπόδια κατά της εισροής νερού (σφραγιστικά υλικά πχ μαστίχα ταινίες ή αφρώδη υλικά). Εάν κάποιο ηχομονωτικό υλικό πχ τσόχα, γυαλί, μέταλλο, πλαστικό χρησιμοποιηθεί στην «κρύα» πλευρά της κατασκευής πρέπει να σχεδιάζεται/κατασκευάζεται πάντα ένα κενό αερισμού μεταξύ αυτού και της κατασκευής στο εσωτερικό. - Όπου τα τμήματα της ξύλινης κατασκευής χρειάζονται προστασία από περιστασιακή εμφάνιση υγρασίας πχ βρίσκονται πίσω από πορώδεις επενδύσεις, πρέπει να διασφαλιστεί ότι κάθε προστατευτικό φύλλο έχει ικανοποιητική διαπερατότητα υδρατμών (διαπνέοντα υλικά). (βλ εικόνα 2.15)



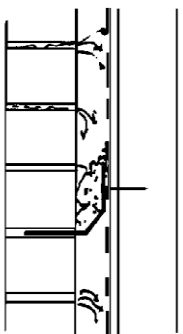
Κατακόρυφο ξύλινο Τα οριζόντια καδρόνια στηρίξης του σανιδώματος επιτρέπουν την κυκλοφορία του αέρα όχι όμως την αποστράγγιση του νερού εάν περάσει πίσω από την επένδυση.

Κατακόρυφο ξύλινο Τα οριζόντια καδρόνια στηρίξης του σανιδώματος επιτρέπουν την κυκλοφορία του αέρα όχι όμως την αποστράγγιση του νερού εάν περάσει πίσω από την επένδυση.

Κατακόρυφο ξύλινο Τα οριζόντια καδρόνια στηρίξης του σανιδώματος επιτρέπουν την κυκλοφορία του αέρα όχι όμως την αποστράγγιση του νερού εάν περάσει πίσω από την επένδυση.

Το οριζόντιο σανίδωμα στηρίζεται μόνο σε κατακόρυφα εμποτισμένα καδρόνια, και ο χώρος για την κυκλοφορία του αέρα και την αποστράγγιση του νερού είναι σημαντικός.

Εικόνα 2.9 Οι κοιλότητες θα πρέπει να είναι αποστραγγιζόμενες και αεριζόμενες.

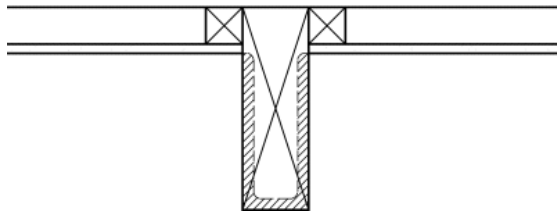


Εικόνα 2.10. Βροχή, ενισχυμένη από τον άνεμο μπορεί να διαπεράσει έναν τοίχο επένδυσης είτε είναι ξύλινος είτε είναι από τούβλο. Επομένως η ύπαρξη κενού πίσω από αυτόν και μεταξύ αυτού και του ξύλινου φέροντος οργανισμού είναι απαραίτητη. Απαραίτητη όμως είναι και η ύπαρξη διαπνέουσας μεμβράνης για την περαιτέρω προστασία του ξύλινου σκελετού. Υπάρχει πιθανότητα στον κενό χώρο πίσω από την επένδυση, εκτός από νερό να εισχωρήσει και λάσπη η ύπαρξη της οποίας εμποδίζει την υγρασία να διαφύγει.

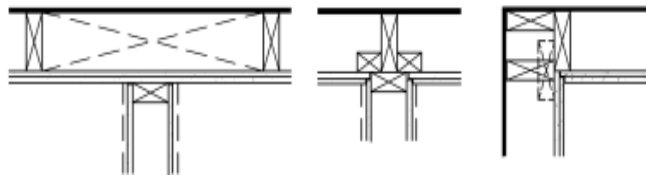
Παραδείγματα σχεδιασμού για την προστασία από τη φωτιά

Παράδειγμα σχεδιασμού	Κατασκευαστικές Λεπτομέρειες και Παραδείγματα
«Θυσιαζόμενο» ξύλο	Σχεδιασμός/υπολογισμός απαιτούμενης διατομής εκτεθειμένου στη φωτιά ξύλινου στοιχείου υποθέτοντας απώλεια διατομής με βάση των Ευρωκώδικα 5 (βλ εικόνα 2.11).
Χημική προστασία	Η αναφλεξιμότητα και η επιφανειακή εξάπλωση της φωτιάς για εκτεθειμένα στη φωτιά ξύλα, μπορούν να βελτιωθούν με την εφαρμογή κατάλληλων πυράντοχων βερνικιών και εμποτισμένων ξύλων.
Πυράντοχα σφραγιστικά στοιχεία	Διογκούμενα σφραγιστικά στοιχεία που ενεργοποιούνται με την αύξηση της θερμοκρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα κενά γύρω από τις πόρτες και άλλα ανοίγματα κατά την πυρκαγιά.
Επένδυση ξύλινων μελών / σκελετού με πυράντοχα υλικά	<p>Ικανά να παρέχουν προστασία σε μια ξύλινη κατασκευή η δομικό μέλος (υποστύλωμα / δοκό) είναι διάφορα πυράντοχα υλικά επενδύσεων πχ γυψοσανίδες και άλλου τύπου πυράντοχες πλάκες επένδυσης (βλ εικόνα 2.12).</p> <p>Μεταλλικές συνδέσεις ξύλινων φορέων που σχεδιάζονται έτσι ώστε να βρίσκονται στο εσωτερικό των ξύλινων μελών προστατεύονται πολύ καλύτερα από ότι εκείνες που βρίσκονται στην επιφάνεια του ξύλου (βλ εικόνα 2.16).</p>

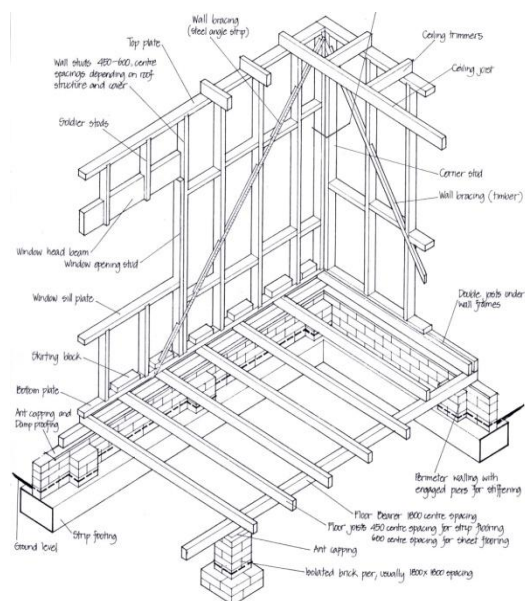
Παράδειγμα σχεδιασμού	Κατασκευαστικές Παραδείγματα	Λεπτομέρειες και
-----------------------	------------------------------	------------------



Εικόνα 2.11. Κατά τον σχεδιασμό επιλέγεται και υπολογίζεται “μία θυσιαζόμενη” περιοχή (εμφανές τμήμα δοκού/εκτεθειμένο τμήμα δοκού στην φωτιά)

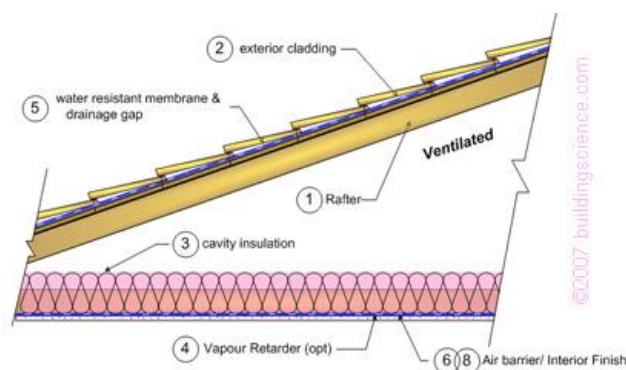


Εικόνα 2.12. Οι επενδύσεις του ξύλινου σκελετού με πυράντοχα υλικά παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην προστασία του έναντι φωτιάς. Γενικά, μια στρώση 12.5 mm γυψοσανίδας σε ξύλινο τοίχο με τις συνδέσεις των σανίδων από καρφιά τα οποία είναι προστατευμένα με μονώσεις, παρέχει προστασία 30 λεπτών. Δύο στρώσεις από γυψοσανίδα με τις συνδέσεις των καρφιών στην εξωτερική ως προς το χώρο στρώση μονωμένες, παρέχει προστασία 60 λεπτών.



(<http://homedesignamerica.com/simple-construction-details.php>)

Εικόνα 2.13. Κατασκευή αεριζόμενου διάκενου κάτω από ξύλινο δάπεδο ισογείου. Το δάπεδο δεν έρχεται σε επαφή με το έδαφος και έτσι εξασφαλίζεται η ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα.



Typical Construction Materials

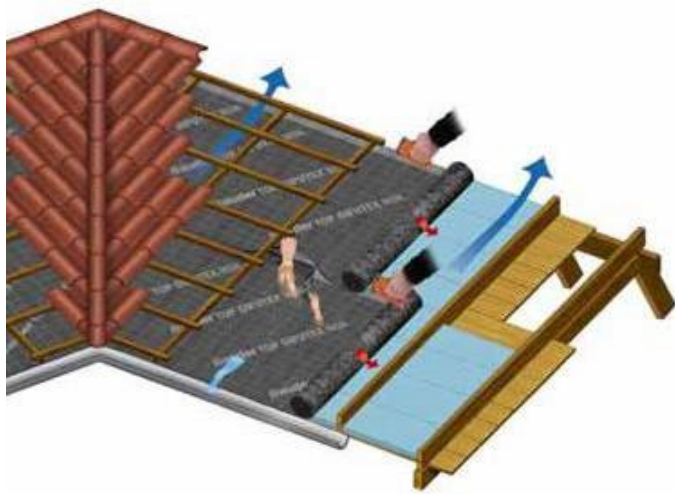
- | | |
|--|---|
| <p>① Wood framed rafter and joist (shown) or wood truss
Steel framed rafter and joist or truss</p> <p>② Cedar shakes (shown)
Metal panels, standing seam
Asphalt Shingles
Exposed Membranes</p> <p>③ Batt (shown)
Blown-in cellulose fiberglass, rockwool
Spray Foam</p> <p>④ Optional
Paint or vinyl wallpaper on drywall
Polyethylene foil-backed drywall
Kraft facing on batt</p> | <p>⑤ Asphalt impregnated felt
Asphalt impregnated building paper
Permeable polymer "housewrap"
Impermeable self-sealing membrane</p> <p>⑥ Drywall (shown)
Spray-foam on substrate membrane (supported)</p> <p>⑧ Painted drywall
Wood paneling
Vinyl wallpaper on drywall
Textured coating</p> |
|--|---|

Conceptual Drawing only!
Important details not shown, just arrangement of layers. Some combinations may not be practical or may perform poorly

(<http://www.buildingscience.com/documents/digests/bsd-115-wood-pitched-roof-construction/>)

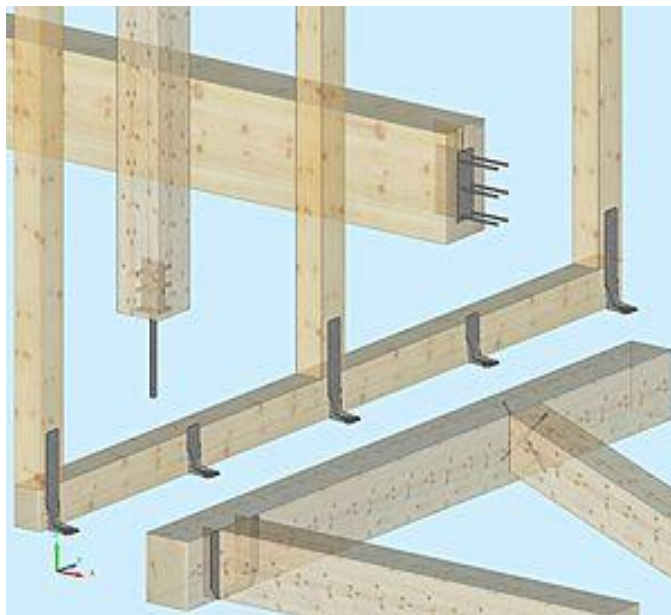
Εικόνα 2.14. Δημιουργία διάκενου για τον επαρκή αερισμό των ξύλινων τμημάτων στέγης.

1. Ξύλινη δοκός στέγης.
2. Εξωτερική επένδυση.
3. Θερμομόνωση
4. Φράγμα υδρατμών
5. Μη υδατοπερατή μεμβράνη και αποχετευτικό διάκενο.
6. Μόνωση οροφής
8. Επένδυση/επικάλυψη ταβανιού.



Εικόνα 2.15. Στεγανοποίηση στέγης με χρήση διαπνέουσας μεμβράνης όπου επιτυγχάνεται η μετακίνηση των υδρατμών προς το εξωτερικό της κατασκευής.

<http://www.choromonotiki.gr/show.sc.asp?cid=15&subcatno=15.4>



Εικόνα 2.16. Μεταλλικές συνδέσεις ξύλινων φορέων που δεν είναι εκτεθειμένες στην φωτιά.

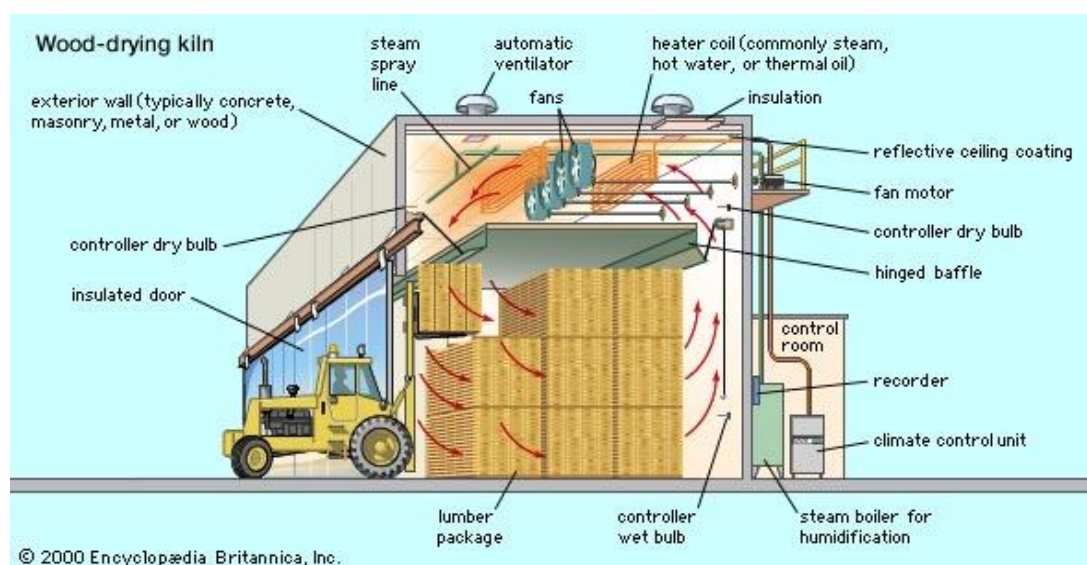
<http://news.archiexpo.com/press/cadwork/connections-for-wood-construction-rothoblaas-simpson-soltech-hidden-joints-angers-angle-brackets-alu-kr-wht-hbs-60179-158460.html>

2.3 Προστασία με τεχνητές μεθόδους

2.3.1. Ξήρανση του ξύλου

Η ξήρανση των ξύλων απαιτεί μεγάλη προσοχή, διότι είναι δυνατόν κατά τη διάρκεια της να δημιουργηθούν ρηγματώσεις, λόγω ταχύτερης ξηράνσεως των επιφανειακών στρώσεων ή των άκρων των ξύλων, είτε σήψη, λόγω ανάπτυξης μυκήτων, είτε τέλος στρεβλώσεις ή κακώσεις εν γένει, λόγω κακής στοίβαξης τους.

Κατά τη **φυσική ξήρανση** τα ξύλα τοποθετούνται κάτω από απλό ή εν μέρει κλειστό υπόστεγο σε στρώσεις, διαχωριζόμενα με πηχάκια ξηρής μαλακής ξυλείας, ειδικών κάθε φορά διαστάσεων και ανά ορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους, ώστε να πραγματοποιείται ο καλύτερος δυνατός αερισμός των προς ξήρανση ξύλων. Τμήμα της φυσικής ξήρανσης των ξύλων επιτυγχάνεται επίσης και με τη διατήρησή τους εντός ύδατος μέχρι εκβολής του χυμού τους από το νερό που εισδύει. Με την εξάτμιση του νερού αυτού το ξύλο ξηραίνεται πολύ ταχύτερα, ή με την εξάτμιση του χυμού του, αποφεύγονται έτσι και τυχόν σήψεις του ξύλου.



(Google Images, <http://www.google.gr/imghp?hl=el&tab=wi>)

Εικόνα 3.1 Τμήματα κλιβάνου ξήρανσης

Η τεχνητή ξήρανση πλεονεκτεί έναντι της φυσικής, διότι αφενός μεν οι συνθήκες ξήρανσης ρυθμίζονται (θερμοκρασία μέχρι 180° C και υψηλή υγρασία, χρόνος δε παραμονής του ξύλου σε αυτές τις συνθήκες ανάλογος της αρχικής υγρασίας και της επιθυμητής τελικής αυτού), αφετέρου δε, δεν προκαλείται σήψη των ξύλων. Κατά την ξήρανση αυτή τα ξύλα στοιβάζονται πάνω σε φορεία και εισάγονται σε κλιβάνους, όπου ξηραίνονται είτε με ξηρό και θερμό αέρα, εισαγόμενου μέσω διάτρητου σωλήνα κατά διαστήματα και απαγόμενου, ψυχρού πλέον, από άλλον

σωλήνα, είτε μέσω ατμού (φουρνιστή ξυλεία) , διοχετευόμενου μέσω διάτρητου σωλήνα μέχρι αποπλύσεως του χυμού των ξύλων, διαπιστωμένης εκ της απόχρωσης του εκρέοντος νερού, και στη συνέχεια ξήρανσης των ξύλων, είτε τέλος μέσω διοχέτευσης καπνού (καπνιστή ξυλεία), εισαγομένου μετά την παραγωγή του από καύση ξύλων σε εστίες. Η τεχνητή ξήρανση απαιτεί μεγάλη προσοχή. Πολύ γρήγορη ξήρανση δεν δίνει καλής ποιότητας ξύλα.

Η χημική ξήρανση των ξύλων συνίσταται στον εμποτισμό των επιφανειακών στρωμάτων των ξύλων με διάλυμα, οπότε η ξήρανση αρχίζει από τα εσωτερικά στρώματα, ενώ τα εξωτερικά διατηρούν μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας. Έτσι αποφεύγονται ρηγματώσεις στη μάζα των ξύλων.



(Google Images, <http://www.google.gr/imghp?hl=el&tab=wi>)

Εικόνα 3.2 Κλίβανος ξήρανσης

Μετά την ξήρανσή τους, τα ξύλα αποθηκεύονται με προσοχή προς αποφυγή στρεβλώσεων. Το ξύλο θεωρείται ξηρό εν γένει, όταν το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας είναι μικρότερο του 20% του ξηρού βάρους του.

Το ποσοστό της υγρασίας των ξύλων ποικίλει, αναλόγως του προορισμού τους. Η ξυλεία επιπλοποιίας πρέπει να έχει υγρασία 6 - 10%, η ξυλεία κουφωμάτων και στοιχείων κατασκευής, τα οποία βρίσκονται μεταξύ εσωτερικού και υπαίθριου χώρου, πρέπει να έχει υγρασία 12-15%, η δε ξυλεία εξωτερικών κατασκευών 15-20%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3. Υγρασία ξύλων για διάφορες κατασκευές

Είδος κατασκευής	Απαιτούμενη υγρασία (%)	Κατηγορία ξυλείας	Τρόπος ξήρανσης
Κατασκευές σε νερό (πάσσαλοι, γέφυρες, υδατοφράκτες)	90%	Ξύλα κορεσμένα σε νερό πέρα από το σημείο κορεσμού των ινωδών κυτάρων	-
Κατασκευές εκτεθειμένες στην υγρασία μη προστατευόμενες	18-22%	Ξυλεία υγρή	Μερική ξήρανση, φυσική μέσω κυκλοφορίας του αέρα.
Κατασκευές προστατευμένες αλλά ανοικτές (π.χ. στέγαστρα/αποθήκες)	16-20%	Ξύλα σχετικά ξηρά	Ξήρανση φυσική
Κατασκευές κλειστού χώρου	13-17%	Ξύλα ξερά	Ξήρανση φυσική ή τεχνητή
Κατασκευές κλειστού χώρου κανονικά θερμαινόμενες	10-12%	Ξύλα πολύ ξερά	Ξήρανση τεχνητή σε ξηραντήρια
Κατασκευές κλειστού χώρου θερμαινόμενες με θερμό αέρα (πχ. δάπεδα κλπ.)	8-10%	Ξύλα αποξηραμένα	Ξήρανση τεχνητή σε ξηραντήρια

(«Παθολογία και αποκατάσταση δομικών στοιχείων φέροντος οργανισμού παραδοσιακών κτιρίων», Πασπαλλής Χαράλαμπος-Γεωργακόπουλος Αθανάσιος,ΑΠΘ)

2.3.2 Χημική προστασία του ξύλου⁵

Η λήψη χημικών μέτρων προστασίας είναι απαραίτητη για ξύλο που εκτίθεται σε κίνδυνο προσβολής από μύκητες και / ή από έντομα. Ακόμη, με τη λήψη χημικών μέτρων προστασίας μπορούμε να προστατεύσουμε την κατασκευή από φωτιά κάνοντας το ξύλο δυσκολότερα αναφλέξιμο και πιο βραδυφλεγές.

Η χημική προστασία του ξύλου επιτυγχάνεται με την εισαγωγή μέσα στην μάζα του ξύλου των καταλλήλων χημικών ουσιών (εμποτισμός), για να εμποδίζεται η δραστηριοποίηση και η ανάπτυξη βιολογικών παραγόντων αλλοίωσης στο ξύλο και να εξασφαλίζεται η αύξηση της διάρκειας και η διατήρηση της αξίας χρήσης του ξύλου για όσο το δυνατό μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Για κάθε χρήση του ξύλου απαιτείται ένας ελάχιστος βαθμός αποτελεσματικής προστασίας.



(Google Images, <http://www.google.gr/imghp?hl=el&tab=wi>)

Εικόνα 3.3 Κλίβανος Εμποτισμού Ξυλείας

Η επαρκής αποτελεσματικότητα του εμποτισμού συσχετίζεται:

- με το συγκεκριμένο δασοπονικό είδος και την ποιότητα της ξυλείας
- την χρήση του ξύλου
- τον τύπο της προστατευτικής ουσίας

⁵ <http://www.chirvancontract.gr/products/docs/xilodapeda.pdf>

- την μέθοδο εμποτισμού
- τις ισχύουσες προδιαγραφές που ισχύουν σε μια χώρα ή σε ένα οργανισμό

Οι προστατευτικές ουσίες διακρίνονται σε ελαιώδεις ή ελαιοδιαλυτές (π.χ. πενταχλωροφαινόλη) και σε υδατοδιαλυτά εμποτιστικά (συνδυασμός αλάτων ή οξειδίων χαλκού, χρωμίου, αρσενικού, βορίου, φθορίου, ψευδαργύρου κ.α.). Η κάθε κατηγορία εμποτιστικών ουσιών παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σχετικά με την διείσδυση και την συγκράτηση στο ξύλο, την έκπλυση από το ξύλο, το μηχανισμό δράσης και προστασίας, την μέθοδο εφαρμογής, την αποτελεσματικότητα και την καταλληλότητα για συγκεκριμένες χρήσεις καθώς και για τις συνέπειες στο περιβάλλον.

Οι μέθοδοι εμποτισμού χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

A. Μέθοδοι χωρίς πίεση (επάλειψη και ψεκασμός, καταιονισμός, εμβάπτιση, διάχυση, μέθοδος ψυχρού και θερμού λουτρού σε ανοικτές δεξαμενές)

B. Μέθοδοι με εφαρμογή χαμηλής πίεσης (μέθοδος του διπλού κενού, μέθοδος υδροστατικής πίεσης ή εκτόπισης χυμών)

Γ. Μέθοδοι με εφαρμογή υψηλής πίεσης (μέθοδος των πλήρων κυττάρων, μέθοδος των κενών κυττάρων, μέθοδος υγραερίων, μέθοδος διαδοχικών ή εναλλασσόμενων πιέσεων, μέθοδος Boulton, μέθοδος πολύ υψηλής πίεσης)

Για την προληπτική προστασία του ξύλου από αβιοτικούς παράγοντες αλλοίωσης χρησιμοποιούνται υδρόφοβα οργανικά διαλύματα (Υ.Ο.Δ.) και επιφανειακές επικαλύψεις, όπως οι μπογιές και τα βερνίκια. Τα Υ.Ο.Δ. εφαρμόζονται με διάφορες μεθόδους (συνήθως με την μέθοδο του διπλού κενού) και εισχωρούν σε μικρό βάθος στην μάζα του ξύλου, ενώ οι επιφανειακές επικαλύψεις εφαρμόζονται με επάλειψη οργανικών ή υδατικών διαλυμάτων μεγάλης συγκέντρωσης και γαλακτωμάτων. Η χρησιμοποίηση αυτών των προστατευτικών μεθόδων είναι ευρύτατη σε όλο τον κόσμο και αναφέρεται σε εξωτερικές και ημιεξωτερικές ξύλινες κατασκευές αλλά και σε κατασκευές εσωτερικών χώρων.

Τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται στον εμποτισμό του ξύλου είναι, όπως ήδη αναφέρθηκε, διάφορα έλαια και οργανικά ή υδατικά διαλύματα χημικών ουσιών περισσότερο ή λιγότερο τοξικών σε ανθρώπους, ζώα και φυτά. Γι αυτό και η αλόγιστη ή απρόσεκτη χρήση τους μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Για την μείωση όσο το δυνατόν περισσότερο αυτών των επιπτώσεων, η χρήση των συντηρητικών αυτών πρέπει να γίνεται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και προδιαγραφές που να ελέγχονται συνεχώς. Μέτρα ασφαλείας πρέπει να εφαρμόζονται τόσο στους χώρους όπου γίνεται ο εμποτισμός της ξυλείας, όσο και στους χώρους χρήσης της.

Ακόμη ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται και για την ασφαλή απόσυρση τους, μετά το τέλος της χρήσης τους, αφού σημαντικές ποσότητες συντηρητικού συγκρατούνται στο ξύλο. (ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση του ξύλου, ελεγχόμενη καύση για παραγωγή ενέργειας, εκχύλιση των συντηρητικών)

Έτσι μπορεί να μειωθεί στο ελάχιστο ο κίνδυνος εισόδου των βλαβερών συστατικών των συντηρητικών στο περιβάλλον και να αποφευχθούν κίνδυνοι για την υγεία των εργαζομένων και κίνδυνοι μόλυνσης του εδάφους, υπογείων νερών, ποταμιών, λιμνών, κ.α. από τυχόν διαρροές συντηρητικών στους χώρους των μονάδων εμποτισμού και μεταφορά τους στην τροφικά αλυσίδα.

Κίνδυνοι δεν ελλοχεύουν μόνο στους βιομηχανικούς χώρους όπου γίνεται ο εμποτισμός, αλλά και στους τελικούς τόπους χρήσης της εμποτισμένης ξυλείας, από τυχόν έκπλυση τους. Αν και κάτι τέτοιο είναι σχετικά δύσκολο να γίνει πρέπει να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα όπως για παράδειγμα η αποφυγή χρησιμοποίησης εμποτισμένου ξύλου σε θέσεις που ευνοούν την έκπλυση (δεξαμενές νερού, σιλό, κλπ).

2.3.2.1 Ιδιότητες συντηρητικών ξύλου

Όταν διαλέγουμε το συντηρητικό που θα χρησιμοποιήσουμε για την προστασία ενός ξύλινου στοιχείου ή μιας ξύλινης κατασκευής είναι σημαντικό να λαμβάνουμε υπόψη κάθε φορά τις διαφορετικές συνθήκες κάθε εργασίας. Για παράδειγμα μια ουσία η οποία είναι εύκολα διαλυτή στο νερό ίσως είναι χρήσιμη για το εσωτερικό της κατασκευής αλλά είναι άχρηστη για εξωτερικές εργασίες ενώ μια ουσία η οποία έχει έντονη μυρωδιά μπορεί να είναι αρκετά ικανοποιητική για εργασίες σε εξωτερικούς χώρους αλλά είναι τελείως ακατάλληλη για το εσωτερικό της κατασκευής.

Τα καλύτερα συντηρητικά μπορεί να προστατεύουν κατάλληλα το ξύλο για δεκαετίες, ωστόσο κάποιες υπερβολικές αξιώσεις που επικρατούν για μερικά προϊόντα πρέπει να αντιμετωπίζονται με προσοχή. Ακόμη και το καλύτερο συντηρητικό δεν είναι ικανό να παρέχει προστασία για πάντα.

Το ιδανικό συντηρητικό δεν έχει βρεθεί ακόμα αλλά οι επιθυμητές ιδιότητες αυτού θα μπορούσαν να απαριθμηθούν μόνο και μόνο για να αποτελέσουν ένα μέτρο σύγκρισης.

2.3.2.2 Χαρακτηριστικά ιδανικού εμποτιστικού

1. Να είναι αρκετά τοξικό για να παρέχει προστασία από οργανισμούς που το προσβάλλουν
2. Να μην υποβαθμίζει τις ιδιότητες του ξύλου
3. Να παρουσιάζει διάρκεια και σταθερότητα μετά τον εμποτισμό
4. Να μην εκπλένεται σε συνθήκες υψηλής υγρασίας
5. Να εισδύει εύκολα στο ξύλο
6. Να μην αυξάνει την αναφλεξιμότητα του ξύλου
7. Να είναι οικονομική η χρήση του
8. Να μην έχει δυσάρεστη οσμή
9. Να μην οξειδώνει τα μέταλλα
10. Να μην επηρεάζει τη συγκόλληση του ξύλου
11. Να μην μολύνει το περιβάλλον
12. Να μην επηρεάζει την υγεία των εργαζομένων και των χρηστών.

2.3.2.3 Έλεγχος και έγκριση των συντηρητικών για την προστασία του ξύλου

Η επιτυχής προστασία του ξύλου καθορίζεται από την μακροχρόνια διαδικασία που εξαρτάται σε ένα μεγάλο βαθμό από την πληρότητα της χημικής επεξεργασίας όπως και από τις χρησιμοποιούμενες ουσίες. Η πιο αξιόπιστη μαρτυρία για τις ιδιότητες του κάθε συντηρητικού μπορεί να αποκτηθεί μέσα από την καθιέρωση δοκιμών/πειραμάτων.

Τέτοιες δοκιμές, πλήρως καταγεγραμμένα και ελεγχόμενα πειράματα τα οποία εκτελούνται σε διάφορα είδη ξύλου διαποτισμένα με διάφορες ουσίες υπό διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής, τοποθετούνται σε εξωτερικό χώρο παρατήρησης ώστε να μπορούν να επιθεωρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και να εκτιμώνται τα διάφορα οφέλη και η αποτελεσματικότητα της κάθε χημικής κατεργασίας.

Αρχικά οι δοκιμές περιελάμβαναν την καταγραφή της συμπεριφοράς εμποτισμένων πασσάλων από διάφορα είδη ξύλου οι οποίοι είναι «φυτεμένοι» στο έδαφος αλλά και σε δεύτερο χρόνο σε πιο ιδιαίτερες τοποθεσίες όπως στη θάλασσα.

Επειδή τα πειράματα σε εξωτερικό χώρο μελέτης κάνουν πολλά χρόνια για να ολοκληρωθούν, δημιουργήθηκαν μικρής διάρκειας εργαστηριακοί έλεγχοι για να πιστοποιούνται τα χαρακτηριστικά των συντηρητικών όπως είναι η τοξικότητα που απαιτείται για συγκεκριμένους παθογόνους οργανισμούς αλλά και μονιμότητα τις ουσίας μέσα στο ξύλο.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης έχει καθορίσει κάποια πρότυπα τα οποία καλύπτουν πολλές από αυτές τις απαιτήσεις. Πληροφορίες από αυτά τα πρότυπα συχνά αντλούνται από αρμόδιους φορείς των Ευρωπαϊκών χωρών οι οποίοι τα υιοθετούν έτσι ώστε να ελέγχουν την χρήση και την διακίνηση των συντηρητικών στη χώρα τους.

2.3.2.4 Συντηρητικά ξύλου⁶

Τα προϊόντα ξύλου χρησιμοποιούνται εκτεταμένα σε κατασκευές κατοικιών αλλά και σε πολλές άλλες κατασκευές οι οποίες είναι εκτεθειμένες στις εξωτερικές καιρικές συνθήκες όπου το ξύλο είναι δυνατόν να αποδομηθεί από διάφορους οργανισμούς. Για να εμποδίσουμε την αποδόμηση αυτή χρησιμοποιούμε βιοκτόνες συντηρητικές ουσίες κατάλληλες για την προστασία του ξύλου.

Τα επεξεργασμένα ξύλα με βιοκτόνες ουσίες είναι πολύ ανθεκτικά, χαμηλού κόστους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά τα οποία απαιτούν σχετικά μικρή ενέργεια για να παραχθούν.

Ωστόσο τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει δραματικές αλλαγές παγκοσμίως όσον αφορά την τεχνολογία προστασίας του ξύλου με χημικές ουσίες κυρίως λόγω των περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων που έχουν διαπιστωθεί με το πέρασμα των χρόνων αλλά και λόγω των επιπτώσεων των χημικών ουσιών στην ανθρώπινη υγεία, πράγμα που οδήγησε σε απαγορεύσεις και περιορισμούς διεθνώς.

Η επαρκής προστασία του ξύλου από τους διάφορους οργανισμούς που είναι δυνατόν να το αποδομήσουν είναι ένα εξαιρετικά δύσκολο έργο. Το συντηρητικό που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να είναι αποτελεσματικό ενάντια σε ένα μεγάλο εύρος οργανισμών και θα πρέπει να διαρκέσει για πολλά χρόνια όπως αναμένεται για τα επεξεργασμένα ξύλα. Ένα από τα προβλήματα είναι πως η αγορά βιοκτόνων συντηρητικών ουσιών είναι σχετικά μικρή. Επίσης λόγω της υγροσκοπικότητας του ξύλου αλλά και της ευαισθησίας του στις καιρικές συνθήκες

⁶ United States Department of Agriculture
<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>

θα πρέπει να υπάρχει ειδική μέριμνα για την κατάλληλη μέθοδο προστασίας με χρήση ουσιών ειδικών για την κάθε ξεχωριστή περίπτωση έτσι ώστε να μην δημιουργηθεί πρόβλημα στην κατασκευή με το πέρασμα του χρόνου.

Τα συντηρητικά ξύλου χρησιμοποιούνται εδώ και αιώνες. Κατηγοριοποιούνται γενικά σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την χημική τους σύσταση, τα **υδατοδιαλυτά συντηρητικά** και τα **έλαια**. Κάποια συντηρητικά μπορεί ωστόσο να περιέχουν διαλύτες και των δύο κατηγοριών.

Τα υδατοδιαλυτά συντηρητικά συνήθως συμπεριλαμβάνουν κάποιους τύπους πρόσθετων διαλυτών όπως είναι αμίνες ή αμμωνία για να μένει ενεργός ο κύριος διαλύτης. Κάθε διαλύτης εμφανίζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανάλογα με το πού θα χρησιμοποιηθεί η κάθε ουσία.

Γενικότερα, τα συντηρητικά ξύλου διακρίνονται ανάλογα με το είδος των ξύλων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν (σκληρή ή μαλακή ξυλεία) ή από τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες που μπορούν να εκτεθούν και να παρέχουν προστασία μακράς διάρκειας.

Κάποια συντηρητικά έχουν ικανοποιητική διείσδυση μέσα στο ξύλο και μπορούν έτσι να παρέχουν αποτελεσματική προστασία σε ξύλα που έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος ή είναι εκτεθειμένα στο νερό. Αυτά τα συντηρητικά μπορούν επίσης να προστατεύσουν το ξύλο όταν αυτό πχ. βρίσκεται μέσα στο έδαφος.

Άλλα συντηρητικά έχουν μέτρια διείσδυση μέσα στο ξύλο και μπορούν να προστατεύσουν τα ξύλα που είναι πλήρως εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες αλλά όχι εκείνα που έρχονται σε επαφή με το έδαφος.

Κάποια συντηρητικά δεν είναι μόνιμα ή έχουν πολύ μικρή διεισδυτικότητα και δεν μπορούν να αντέξουν συνθήκες συνεχόμενης έκθεσης στην βροχή, μπορεί όμως να είναι χρήσιμα σε περιπτώσεις περιστασιακής ύγρανσης.

Τέλος υπάρχουν ουσίες οι οποίες είναι εύκολα διασπώμενες με το νερό και μπορούν να αντέξουν μόνο σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις επιφανειακής ύγρανσης.

Δεν είναι δυνατόν να αξιολογήσουμε την αποτελεσματικότητα ενός συντηρητικού σε βάθος χρόνου για όλες τις συνθήκες έκθεσης και δεν υπάρχει μέθοδος που να προβλέπει ακριβώς για πόσο χρόνο θα είναι αποτελεσματικό ένα συντηρητικό στην καθεμία εφαρμογή. Αυτό είναι ένα υπάρχον πρόβλημα για τις υπόγειες εφαρμογές γιατί συνήθως τα συντηρητικά εξετάζονται εκτενέστερα για την αποτελεσματικότητα που έχουν σε εφαρμογές οι οποίες είναι σε επαφή με το έδαφος αλλά όχι υπό του εδάφους. Για να αντισταθμιστεί αυτή η αβεβαιότητα είναι ασφαλέστερο η επιλογή του συντηρητικού να γίνεται με κριτήριο την κάθε ξεχωριστή περίπτωση εφαρμογής.

Έλαια

Τα πιο κοινά συντηρητικά που ανήκουν στην κατηγορία των ελαίων είναι το κρεοζωτέλαιο, η πενταχλωροφαινόλη και η ελαιοδιαλυτή κυκλοπαραφίνη χαλκού. Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται οι ουσίες oxine copper και IPBC, συνήθως για τις υπόγειες εφαρμογές.

Τα συμβατικά έλαια, όπως το κρεοζωτέλαιο και η πενταχλωροφαινόλη έχουν αρκετά περιορισμένη χρήση ώστε να μην έρχονται σε επαφή με τον άνθρωπο. Εξαιρέση αποτελεί η κυκλοπαραφίνη χαλκού η οποία έχει ανακαλυφθεί σχετικά πρόσφατα και δεν είναι ευρέως διαδεδομένη.

Τα συντηρητικά των ελαίων μπορεί να είναι λιπαρά στην υφή ή την όψη και μερικές φορές έχουν και χαρακτηριστική οσμή. Ωστόσο το έλαιο ή ο διαλύτης που χρησιμοποιείται κάνει το ξύλο λιγότερο ευπαθές στις ρηγματώσεις.

Κρεοζωτέλαιο

Το πισσέλαιο, όπως αλλιώς αποκαλείται το κρεοζωτέλαιο είναι ένα αποτελεσματικό συντηρητικό για χρήσεις σε επαφή με το έδαφος, το νερό αλλά και υπόγειες. Είναι το παλαιότερο συντηρητικό ξύλου το οποίο κυκλοφορεί ακόμα στο εμπόριο. Έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλά είδη ξύλινων κατασκευών για πάνω από 150 χρόνια. Χρησιμοποιήθηκε αρχικά στους στρωτήρες σιδηροδρόμων και στους στύλους δικτύων τηλεφώνου και ρεύματος.

Παράγεται από την ξηρή απόσταξη των λιθανθράκων και έτσι η σύνθεση του ποικίλει ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο έχει αποσταχθεί. Οι μικρές αλλαγές στην σύνθεση τις οποίες έχει το σύγχρονο κρεοζωτέλαιο δεν επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του ως συντηρητικό ξύλου.

Το επεξεργασμένο ξύλο με πισσέλαιο έχει σκούρο καφέ έως μαύρο χρώμα και έντονη οσμή. Επίσης είναι πολύ δύσκολο να βαφτεί και μερικές φορές προσδίδει στο ξύλο μια πολύ λιπαρή επιφάνεια. Ωστόσο το επεξεργασμένο ξύλο με πισσέλαιο έχει πολλά πλεονεκτήματα που αντισταθμίζουν τους προβληματισμούς που αφορούν την εμφάνιση και την οσμή του. Είναι ένα πολύ αποτελεσματικό συντηρητικό σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών και είναι σχετικά οικονομικό. Παρέχει επαρκή προστασία και στη μαλακή αλλά και στην σκληρή ξυλεία και βελτιώνει την σταθερότητα των διαστάσεων του επεξεργασμένου ξύλου.

Έρευνες έχουν δείξει πως μικρή έκθεση σε μεγάλες ποσότητες κρεοζωτελαίου μπορεί να προκαλέσει εξάνθημα, ευαισθησία στο δέρμα, χημικό έγκαυμα στην περιοχή των ματιών και νοητική σύγχυση. Μεγαλύτερη έκθεση σε μικρότερες

ποσότητες κρεοζωτελαίου είναι δυνατόν να προκαλέσει μεγάλη ηλιακή ευαισθησία, καρκίνο του δέρματος και άλλες σοβαρές δερματικές παθήσεις.

Για αυτούς τους λόγους το κρεοζωτέλαιο δεν είναι η πρώτη επιλογή σε ότι αφορά εφαρμογές όπου υπάρχει η πιθανότητα να έρθει σε επαφή με τον άνθρωπο. Για την σωστή χρήση του, χωρίς κινδύνους συνίσταται οι εργαζόμενοι να έχουν την κατάλληλη προστασία και να είναι επαρκώς εκπαιδευμένοι.



(<http://www.tpaa.com.au/creosote.htm>)

Εικόνα 3.4 Εμποτισμένη ξυλεία με κρεοζωτέλαιο

Μετά από εκτεταμένες μελέτες διαπιστώθηκαν από την Επιστημονική Επιτροπή για την τοξικότητα, την οικοτοξικότητα και το περιβάλλον οι βλαβερές συνέπειες που προκαλεί το κρεοζωτέλαιο στην ανθρώπινη υγεία. Η Επιτροπή συνέταξε την 26^η Οκτωβρίου 2001 την οδηγία 2001/90/ΕΚ όπου αναφέρονται οι σαφείς περιορισμοί για την χρήση του κρεοζωτελαίου. Η διάθεση του προϊόντος στην αγορά αφορά μόνο τους διαπιστευμένους επαγγελματίες και τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις και προορίζεται μόνο για επαγγελματική και βιομηχανική χρήση. Επιπλέον απαγορεύεται η χρήση του στον εμποτισμό παιχνιδιών, κατασκευών οικιακής χρήσης, παιδικών χαρών, υλικών που μπορεί να μολύνουν τρόφιμα κ.α.

Πενταχλωροφαινόλη (PCP)

Η πενταχλωροφαινόλη χρησιμοποιείται ευρέως από το 1940. Παράγεται από την χλωρίωση της φαινόλης και συνήθως χρησιμοποιείται ως διαλύτης κάποιο παχύρρευστο έλαιο μεγάλου ιξώδους σε αναλογία: 95% πενταχλωροφαινόλη-5% έλαιο. Ωστόσο υπάρχουν και πολλές περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται κάποιο λεπτόρρευστο έλαιο. Η αποτελεσματικότητα και οι ιδιότητες του επεξεργασμένου ξύλου επηρεάζονται από τις ιδιότητες του διαλύτη.

Η πενταχλωροφαινόλη είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει επαφή με το έδαφος, με το νερό αλλά και υπόγειους χώρους ωστόσο δεν είναι καθόλου αποτελεσματική σε περιπτώσεις επαφής με θαλασσινό νερό. Η χρήση παχύρρευστου ελαίου είναι προτιμότερη όταν το επεξεργασμένο ξύλο χρησιμοποιείται σε επαφή με το έδαφος. Η χρήση λεπτόρρευστου ελαίου ίσως να μην παρέχει προστασία μακράς διάρκειας.

Το εμποτισμένο ξύλο με πενταχλωροφαινόλη με διαλύτη παχύρρευστο έλαιο έχει καφέ χρώμα και λιπαρή επιφάνεια η οποία είναι δύσκολο να βαφτεί. Επίσης έχει έντονη οσμή η οποία είναι σχετική με τον διαλύτη που χρησιμοποιείται. Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου είναι πιθανή η ανθρώπινη επαφή. Η αποτελεσματικότητά της είναι όμοια με του κρεοζωτελαίου, παρέχει προστασία και στην μαλακή αλλά και τη σκληρή ξυλεία όπως επίσης είναι δυνατόν να βελτιώσει την σταθερότητα των διαστάσεων του εμποτισμένου ξύλου και γίνεται να εμποτιστεί σε κάποια είδη τα οποία είναι πολύ δύσκολο να επεξεργαστούν με άλλα συντηρητικά.

Η πενταχλωροφαινόλη δεν επιταχύνει την οξείδωση των μεταλλικών συνδέσεων και ο παχύρρευστος διαλύτης ενεργεί σαν αδιάβροχος παράγοντας. Όταν χρησιμοποιείται λεπτόρρευστο έλαιο η επιφάνεια του ξύλου είναι λιγότερο λιπαρή, προσδίδει πιο ανοιχτό χρώμα και περισσότερη ευκολία στη βαφή. Επίσης έχει και κάποια από τα πλεονεκτήματα του παχύρρευστου διαλύτη όπως ότι δεν επιταχύνει την διάβρωση των μεταλλικών συνδέσεων και ότι γίνεται ο εμποτισμός σε είδη τα οποία είναι δύσκολο να επεξεργαστούν με άλλα συντηρητικά. Το εμποτισμένο ξύλο με πενταχλωροφαινόλη λεπτόρρευστου διαλύτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε περιπτώσεις όπου η ανθρώπινη επαφή είναι πιθανή ωστόσο το ξύλο αυτό δεν είναι σε κάποιο βαθμό αδιάβροχο. Εμφανίζει χαμηλή διεισδυτικότητα και σταθερότητα σε κατεργασίες υψηλής θερμοκρασίας.

Η πενταχλωροφαινόλη προκαλεί μεγάλες οικολογικές επιπτώσεις. Είναι δυνατόν να διαρρεύσει από το ξύλο ή να συγκεντρωθεί στην επιφάνειά του και να εξατμιστεί στην ατμόσφαιρα. Η καταστροφικές επιπτώσεις που προκαλεί στο περιβάλλον συμπεριλαμβάνουν θανάτους ζώων, πουλιών, ψαριών καθώς και μείωση ή και διακοπή της ανάπτυξης των φυτών.

Λόγω της μόλυνσης που προκαλεί στο περιβάλλον η πενταχλωροφαινόλη χρησιμοποιείται σήμερα με περιοριστικούς όρους ενώ σε πολλές χώρες είναι καθόλα απαγορευμένη. Σύμφωνα με την απόφαση 199/51/ΕΚ της Επιτροπής της 26^{ης} Μαΐου 1999, η πενταχλωροφαινόλη καθώς και τα άλατα και οι εστέρες αυτής διατίθενται μόνο σε ειδικευμένους επαγγελματίες για βιομηχανική χρήση και δεν είναι δυνατό να διατεθούν στο ευρύ κοινό. Απαγορεύεται να χρησιμοποιείται σε συγκέντρωση ίση ή μεγαλύτερη από 0,1% κατά μάζα σε ουσίες και σκευάσματα που κυκλοφορούν στην αγορά. Επίσης απαγορεύεται η χρήση της εν λόγω ξυλείας στο εσωτερικό κτιρίων όπως και σε κατασκευές που ενδέχεται να έρθουν σε επαφή με την τροφή ανθρώπων ή ζώων.

Ελαιοδιαλυτή Κυκλοπαραφίνη Χαλκού (OB Cu-N)

Η ελαιοδιαλυτή κυκλοπαραφίνη χαλκού είναι αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις σε άμεση επαφή με το έδαφος, σε επαφή με το νερό αλλά και υπόγεια. Δεν είναι όμως σχεδιασμένη για χρήση σε εφαρμογές σε επαφή με το θαλασσινό νερό. Οι ιδιότητες του Cu-N ως συντηρητικό ξύλου είναι γνωστές από το 1900 και διάφορα σκευάσματα ήταν εμπορικά διαθέσιμα από το 1940. Αντίθετα με άλλα συντηρητικά ξύλου πωλείται σε μικρές ποσότητες σε καταστήματα λιανικού εμπορίου.

Το εμποτισμένο ξύλο έχει ένα ανοιχτό πράσινο-καφέ χρώμα και μια διακριτική οσμή η οποία ξεθυμάνει με τον καιρό. Ανάλογα με τον διαλύτη που έχει χρησιμοποιηθεί και την διαδικασία εμποτισμού είναι δυνατόν να βαφτεί αφού πρώτα έχει μείνει μερικές εβδομάδες έξω να στεγνώσει.

Η κυκλοπαραφίνη χαλκού είναι δυνατόν να αναμειχθεί με διαφόρων ειδών διαλύτες. Τα πιο ευρείας χρήσεως διαλύματα είναι αυτά με διαλύτη παχύρρευστο έλαιο (τύπος Α) και με διαλύτη λεπτόρρευστο έλαιο (τύπος C). Το Cu-N είναι κατάλληλο για την προστασία των περισσότερων ειδών της μαλακής ξυλείας αλλά δεν ενδείκνυται για τα είδη της σκληρής ξυλείας. Η κυκλοπαραφίνη χαλκού χάνει ένα ποσοστό της εμποτιστικής της ιδιότητας όταν είναι διαλυμένη με παχύρρευστο έλαιο. Επίσης σημειώνεται ότι δεν επιταχύνει την οξείδωση των μεταλλικών ενώσεων.

Το Cu-N συνήθως χρησιμοποιείται σε στύλους οργανισμών κοινής ωφέλειας. Ωστόσο λίγες είναι αυτές που χρησιμοποιούν αντί κρεοζωτελαίου ή πενταχλωροφαινόλης. Αντίθετα με το κρεοζωτέλαιο και την πενταχλωροφαινόλη το Cu-N δεν ανήκει στα συντηρητικά με περιορισμένες χρήσεις. Αν και δεν υπάρχουν σαφείς κανονισμοί για το συγκεκριμένο συντηρητικό θα πρέπει πάντα να λαμβάνονται προφυλάξεις όπως χρήση γαντιών και μάσκας.

Oxine Copper (Copper-8-Quinolate)

Το συντηρητικό Oxine Copper είναι αποτελεσματικό όταν χρησιμοποιείται σε κατασκευές πάνω από το έδαφος. Η αποτελεσματικότητά του μειώνεται όταν χρησιμοποιείται σε άμεση επαφή με το έδαφος ή με το νερό. Είναι ένα αυτοτελές συντηρητικό για εφαρμογές πάνω από την επιφάνεια του εδάφους το οποίο χρησιμοποιείται σε μεθόδους εμποτισμού με πίεση.

Το επεξεργασμένο ξύλο έχει ένα πράσινο-καφέ χρώμα, είναι άοσμο και παρουσιάζει μεγάλη τοξικότητα στους μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα ενώ αντίθετα παρουσιάζει μικρή τοξικότητα στους ανθρώπους και τα ζώα. Το συντηρητικό Oxine Copper παρέχει προστασία μακράς διάρκειας όταν είναι διαλυμένο με παχύρρευστο έλαιο. Είναι καταγεγραμμένο στις λίστες των διεθνών προτύπων για την προστασία πολλών ειδών που ανήκουν στην μαλακή ξυλεία τα οποία είναι εκτεθειμένα σε συνθήκες σε συνθήκες πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Τα ξύλα τα οποία είναι εμποτισμένα με Oxine Copper είναι ελαφρώς ευαίσθητα στην θερμότητα, κάτι που περιορίζει την χρήση υψηλών θερμοκρασιών για τον καλύτερο εμποτισμό του συντηρητικού. Ωστόσο είναι ένα συντηρητικό που μπορεί να εισχωρήσει σε είδη τα οποία παρουσιάζουν δυσκολία στον εμποτισμό τους. Το Oxine Copper δεν επιταχύνει την οξείδωση των μεταλλικών στοιχείων και χρησιμοποιείται συνήθως για εμποτισμό υπό πίεση. Ένα από τα μειονεκτήματα που παρουσιάζεται είναι πως το εμποτισμένο ξύλο κινδυνεύει από την προσβολή μυκητών οι οποίοι είναι ανθεκτικοί στον χαλκό. Το επεξεργασμένο ξύλο εμφανίζει μικρή τοξικότητα σε σχέση με άλλα έλαια τα οποία χρησιμοποιούνται σε επαφή με το έδαφος. Το Oxine Copper μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατασκευές όπου είναι πιθανή η επαφή με τρόφιμα.

Εξαιτίας της περιορισμένης χρήσης και της μικρής τοξικότητας στα θηλαστικά δεν έχουν γίνει πολλές έρευνες σχετικά με τους κινδύνους για το περιβάλλον που είναι δυνατόν να προκληθούν από την χρήση του Oxine Copper ως συντηρητικό ξύλου.

IPBC

Το IPBC δεν προορίζεται για χρήση σε περιπτώσεις οι οποίες είναι σε επαφή με το έδαφος ή σε οριζόντιες επιφάνειες οι οποίες είναι πλήρως εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες. Παρέχει ωστόσο προστασία σε ξύλα που βρίσκονται πάνω από το έδαφος και είναι μερικώς προστατευμένα από τον καιρό. Τα IPBC βιομηχανικά μυκητοκτόνα είναι ευρέως φάσματος μυκητοκτόνες πρόσθετες ουσίες που

χρησιμοποιούνται σε αρχιτεκτονικές επενδύσεις και σε διάφορες κατασκευές. Αν και γίνεται λόγος για πρόσμιξη με ελαιοδιαλύτη υπάρχει πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί και υδατοδιαλύτης.

Το IPBC δεν προσδίδει κάποιο χρώμα στο ξύλο και ανάλογα με τον διαλύτη που χρησιμοποιείται είναι πιθανό το εμποτισμένο ξύλο να επιδέχεται βαφή. Δεν είναι αποτελεσματικό εντομοκτόνα και δεν χρησιμοποιείται ως μοναδικό μέσο προστασίας σε κρίσιμες καταστάσεις.

Σε επεξεργασμένα υπό πίεση ξύλα συχνά χρησιμοποιείται μίξη IPBC και ενός εντομοκτόνου για την καλύτερη προστασία της κατασκευής, αν και πρέπει να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη διαδικασία δεν ανήκει σε κάποιο πρότυπο. Τα θετικά ενός τέτοιου εμποτισμένου ξύλου είναι πως επειδή το συντηρητικό είναι άχρωμο το ξύλο διατηρεί την φυσική του εμφάνιση.

Το IPBC παρουσιάζει σχετικά μικρή τοξικότητα στα θηλαστικά και δεν είναι καταγεγραμμένο από τα διεθνή πρότυπα ως συντηρητικό με περιορισμένες χρήσεις. Έχει μικρή τοξικότητα για τα πουλιά αλλά είναι πολύ τοξικό για τα ψάρια και τα υδρόβια ασπόνδυλα.

Επειδή δεν χρησιμοποιείται στον εμποτισμό υπό πίεση υπάρχει μικρή αποτίμηση της οικολογικής του επίδρασης.

Υδατοδιαλυτά Συντηρητικά

Τα υδατοδιαλυτά συντηρητικά μετά τον εμποτισμό τους στο ξύλο παρουσιάζουν μεγάλη σταθερότητα και δεν διαφεύγουν από αυτό. Επειδή τα εμποτισμένα ξύλα με υδατοδιαλυτά συντηρητικά έχουν στεγνή επιφάνεια ικανή να βαφτεί χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε κατασκευές κατοικιών. Χρησιμοποιούνται κυρίως για τον εμποτισμό της μαλακής ξυλείας επειδή δεν είναι ικανά να προστατεύσουν πλήρως την σκληρή ξυλεία από τους μύκητες. Τα περισσότερα είδη της σκληρής ξυλείας είναι πολύ δύσκολο να εμποτιστούν με υδατοδιαλυτά συντηρητικά.

Είναι συντηρητικά τα οποία μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο οξειδωσης όταν τα μέταλλα που είναι σε επαφή με το εμποτισμένο ξύλο χρησιμοποιούνται σε υγρές περιοχές. Οι μεταλλικοί σύνδεσμοι και τα προστατευτικά ενώσεων θα πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από γαλβανισμένο χάλυβα, χαλκό, μπρούτζο με πυρίτιο ή ανοξείδωτο ατσάλι εάν χρησιμοποιούνται σε εμποτισμένο ξύλο με υδατοδιαλυτά συντηρητικά που να περιέχουν χαλκό. Επίσης το αλουμίνιο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε άμεση επαφή με το εμποτισμένο ξύλο με υδατοδιαλυτά συντηρητικά που να περιέχουν χαλκό.

Τα βορικά άλατα είναι ένα άλλο είδος υδατοδιαλυτού συντηρητικού ωστόσο δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη σταθερότητα στο ξύλο και μπορεί να διαρρεύσουν εύκολα εάν το ξύλο είναι εκτεθειμένο στη βροχή ή σε βρεγμένο έδαφος. Ο εμποτισμός με βορικά άλατα δεν αυξάνει τον κίνδυνο οξείδωσης των μεταλλικών στοιχείων που έρχονται σε επαφή με το επεξεργασμένο ξύλο.

Οξειδία χρωμίου, χαλκού και αρσενικού (CCA)

Το συντηρητικό οξειδίων χρωμίου, χαλκού και αρσενικού, γνωστό και ως CCA έχει υπάρξει το πιο ευρείας χρήσης υδατοδιαλυτό συντηρητικό ξύλου. Έχει προσφέρει εδώ και 70 χρόνια εξαιρετική προστασία στις ξύλινες κατασκευές για ένα μεγάλο φάσμα εξωτερικών συνθηκών. Προστατεύει το ξύλο που χρησιμοποιείται πάνω από το έδαφος, σε επαφή με το έδαφος, σε επαφή με το γλυκό ή αλμυρό νερό. Το κύριο μειονέκτημα του είναι οι επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Ως αποτέλεσμα αυτών των ανησυχιών το CCA δεν είναι πλέον διαθέσιμο προς χρήση σε ένα μεγάλο αριθμό χωρών και η χρήση του είναι αυστηρά απαγορευμένη σε άλλες. Επίσης έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια απόσυρσής του από κατασκευές γύρω από κατοικημένες περιοχές και από όπου είναι πιθανή η ανθρώπινη επαφή.



(Google Images, <http://www.google.gr/imghp?hl=el&tab=wi>)

Εικόνα 3.4 Εμποτισμένη ξυλεία με CCA και φυσική ξυλεία

Υπάρχουν τρεις τύποι CCA: CCA τύπου A, CCA τύπου B, CCA τύπου C. Ο τύπος C είναι εκείνος που χρησιμοποιείται στις περισσότερες κατασκευές εξαιτίας της

σταθερότητας του μέσα στο ξύλο και της αποδεδειγμένης αποτελεσματικότητας. Το CCA-C χρησιμοποιείται σε ένα μεγάλο φάσμα προϊόντων και εφαρμογών.

Το χρώμιο χρησιμεύει ως ανασταλτικός παράγοντας στην οξείδωση των μεταλλικών συνδέσμων. Η οξείδωση των μεταλλικών στοιχείων στο εμποτισμένο με CCA ξύλο δεν αποτελεί τόσο πρόβλημα όσο στα εμποτισμένα με υδατοδιαλυτά συντηρητικά ξύλα τα οποία περιέχουν σίδηρο αλλά δεν περιέχουν χρώμιο.

Το εμποτισμένο με CCA ξύλο είναι άοσμο και δεν είναι εύφλεκτο, μπορεί να βαφεί και παρουσιάζει στις διαστάσεις του. Είναι χαμηλού κόστους ουσία και διεισδύει επαρκώς στο ξύλο. Το χρώμιο και το αρσενικό όμως είναι ιδιαίτερα τοξικές ουσίες και η παρατεταμένη επαφή με αυτές προκαλούν οξείες και χρόνιες παθήσεις. Η επιφάνεια του εμποτισμένου ξύλου αποκτά μια γκριζοπράσινη απόχρωση και σε θερμική επεξεργασία άνω των 660C η εμποτιστική ουσία παύει να παραμένει σταθερή.

Λόγω της αυξημένης ανησυχίας των ανθρώπων γύρω από την τοξικότητα των συντηρητικών, που περιέχουν αρσενικό και χρώμιο έχει απαγορευθεί η ελεύθερη χρήση αλάτων αρσενικού (CCA). Έτσι σύμφωνα με την Οδηγία 2006/139/ΕΟΚ της Επιτροπής της 20ής Δεκεμβρίου 2006, ενώσεις αρσενικού δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου. Κατά παρέκκλιση επιτρέπεται να χρησιμοποιείται μόνο για τον εμποτισμό του ξύλου μέσω κενού ή πίεσης και πρέπει να είναι διάλυμα ανόργανων ενώσεων χαλκού, χρωμίου, αρσενικού (CCA) τύπου C. Το ξύλο που έχει υποστεί τέτοια επεξεργασία δεν επιτρέπεται να διατεθεί στην αγορά πριν ολοκληρωθεί η σταθεροποίηση του συντηρητικού. Επιπλέον, το επεξεργασμένο ξύλο δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται σε οικιακές κατασκευές, ανεξαρτήτως σκοπού, σε κάθε εφαρμογή στην οποία υπάρχει κίνδυνος επανειλημμένης επαφής με το δέρμα, και σε κάθε εφαρμογή κατά την οποία το επεξεργασμένο ξύλο μπορεί να έρθει σε επαφή με ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο ή τα ζώα.

Επιτρέπεται να διατίθεται στην αγορά για επαγγελματική και βιομηχανική χρήση όταν η δομική ακεραιότητα του ξύλου είναι απαραίτητη για την ασφάλεια του ανθρώπου ή των ζώων και όταν η επαφή με το δέρμα από το ευρύ κοινό κατά τη διάρκεια ζωής του είναι απίθανη όπως σε χρήσεις ως δομική ξυλεία σε δημόσια και γεωργικά κτίρια, κτίρια γραφείων και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, σε γέφυρες και λοιπά έργα γεφυροποιίας κ.ά.

Άλατα χαλκού, χρωμίου, βορίου (CCB)

Πρόκειται για μία υδατοδιαλυτή ουσία, που μοιάζει με το CCA και εμφανίζει τις ιδιότητες των περισσότερων υδατοδιαλυτών ουσιών, όπως πράσινο χρώμα στο

εμποτισμένο ξύλο, καθαρή επιφάνεια, που μπορεί εύκολα να βαφτεί και να συγκολληθεί, απουσία άσχημων οσμών. Το αρσενικό έχει αντικατασταθεί με βόριο, ώστε να είναι πιο φιλικό προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Δεν παύει όμως να περιέχει χρώμιο, το οποίο είναι πολύ επικίνδυνη τοξική ουσία και γι' αυτόν το λόγο, υπάρχουν ακόμη επιφυλάξεις για την χρήση του CCB. **Η ουσία αυτή παρουσιάζει μικρό βαθμό σταθερότητας στο ξύλο και η δράση της ως συντηρητικό ξύλου είναι σχετικά περιορισμένη.**

Ammoniacal Copper Zinc Arsenate (ACZA)

Το ACZA είναι μια βελτιωμένη «έκδοση» μιας παλιότερης ουσίας της ACA. Το χρώμα του εμποτισμένου ξύλου κυμαίνεται από κιτρινοπράσινο έως γαλαζοπράσινο. Το ξύλο ίσως έχει μια ελαφριά μυρωδιά αμμωνίας μέχρι να στεγνώσει εντελώς. Το ACZA είναι ένα καθιερωμένο συντηρητικό το οποίο χρησιμοποιείται για την προστασία του ξύλου από την προσβολή μυκητών και από τα ξυλοφάγα έντομα για ένα μεγάλο εύρος έκθεσης και σε ποικίλες εφαρμογές. Δοκιμές έδειξαν πως παρέχει επαρκή προστασία σε στύλους και πασσάλους οι οποίοι είναι σε επαφή με το έδαφος. Συμπεριλαμβάνεται στα διεθνή πρότυπα για την προστασία μιας μεγάλης ποικιλίας ειδών μαλακής και σκληρής ξυλείας.

Η ελάχιστη περιεκτικότητα ACZA είναι 4 Kg/m^3 για εφαρμογές πάνω από το έδαφος και $6,4 \text{ Kg/m}^3$ για ξύλα τα οποία είναι σε επαφή με το έδαφος. Μια ελαφρώς μεγαλύτερη περιεκτικότητα- $9,6 \text{ Kg/m}^3$ - είναι απαιτούμενη για ξύλα τα οποία χρησιμοποιούνται σε κατασκευές οδοποιίας και σε κρίσιμες διατομές που διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο προσβολής από διάφορους οργανισμούς. Η αμμωνία σε συνδυασμό με τις μεθόδους εμποτισμού σε υψηλές θερμοκρασίες επιτρέπουν στο ACZA να εισχωρήσει σε διάφορα είδη όπου άλλα υδατοδιαλυτά συντηρητικά είναι δύσκολο να εισχωρήσουν.

Το ACZA μπορεί να επιταχύνει την οξειδωση των μεταλλικών στοιχείων για αυτόν τον λόγο απαιτείται η χρήση γαλβανισμένου ή ανοξειδωτου χάλυβα. Επειδή περιέχει ανόργανο αρσενικό συγκαταλέγεται στα συντηρητικά με περιορισμένες χρήσεις. Τα συντηρητικά που περιέχουν ανόργανο αρσενικό (ACZA , ACA, CCA) πρέπει να μεταχειρίζονται βάσει συγκεκριμένων κανονισμών. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις περιοχές όπου η ανθρώπινη επαφή είναι πιθανή αλλά και στην ασφαλή απόθεσή τους.

Alkaline Copper Quaternary (ACQ)

Το ACQ είναι ένα από τα πολλά συντηρητικά τα οποία παρασκευάστηκαν τα τελευταία χρόνια έτσι ώστε να καλύψουν τις ανάγκες της αγοράς σε εναλλακτικά συντηρητικά του CCA. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι τύποι του ACQ είναι οι: ACQ-B, ACQ-C, ACQ-D.

Τα εμποτισμένα ξύλα με ACQ-B έχουν σκούρο πράσινο-καφέ χρώμα το οποίο με το πέρασμα του χρόνου μετατρέπεται σταδιακά σε ανοιχτό καφέ. Ίσως παρουσιάσει μια ελαφριά οσμή αμμωνίας μέχρι το ξύλο να στεγνώσει τελείως. Το εμποτισμένο ξύλο με ACQ-D έχει ανοιχτό πράσινο-καφέ χρώμα και έχει πιο έντονη μυρωδιά. Το χρώμα που προσδίδει το ACQ-C στο ξύλο κυμαίνεται μεταξύ αυτών των τύπων B και D και έχει να κάνει με την μέθοδο εμποτισμού που έχει χρησιμοποιηθεί.

Είναι μια αποτελεσματική ουσία που χρησιμοποιείται για την προστασία των ξύλων από τους μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα όταν αυτά βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος. Το ACQ ανήκει στα συντηρητικά που προστατεύουν κυρίως την μαλακή ξυλεία. Η ελάχιστη περιεκτικότητα ACQ είναι 4 Kg/m^3 για εφαρμογές που περιλαμβάνουν επαφή με το έδαφος και $9,6 \text{ Kg/m}^3$ για εφαρμογές στην οδοποιία.

Η ύπαρξη της αμμωνίας βελτιώνει την δυνατότητα που έχει η ουσία να εισχωρεί σε είδη ξύλων τα οποία είναι δύσκολα στην επεξεργασία τους όπως επίσης προσδίδει και μια πιο ομοιόμορφη επιφάνεια.

Τα συντηρητικά ACQ όλων των τύπων επιταχύνουν την οξειδωση των μεταλλικών στοιχείων σε σχέση με τα μη επεξεργασμένα ξύλα. Είναι απαραίτητη η χρήση γαλβανισμένου χαλκού ή ανοξειδωτού χάλυβα για τους μεταλλικούς συνδέσμους.

Υδατοδιαλυτή Κυκλοπαραφίνη Χαλκού (WB Cu-N)

Η υδατοδιαλυτή κυκλοπαραφίνη χαλκού είναι η νέα, φιλική προς το περιβάλλον εκδοχή κυκλοπαραφίνης χαλκού. Περιέχει μόνο 2-6% κυκλοπαραφίνη χαλκού και 94- 98% διαλύτη. Προστατεύει αποτελεσματικά το ξύλο από μύκητες, έντομα, μούχλα, αλλά όχι από μύκητες, ανθεκτικούς στον χαλκό. Δεν περιέχει βαριά μέταλλα, έλαια ή ουσίες που εξατμίζονται και γι' αυτό θεωρείται ασφαλής η χρήση της σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Η ουσία αυτή είναι αρκετά οικονομική και χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε μικρότερη ποσότητα εμποτιστικής ουσίας για να επιτύχουμε το ίδιο αποτέλεσμα, σε σχέση με CCA ή ACQ.

Copper Azoles (CBA-A & CA-B)

Αφορά μια ακόμα φόρμουλα που έχει αναπτυχθεί πρόσφατα η οποία βασίζεται κυρίως στον αμμωνιακό χαλκό αλλά με πρόσθετα βιοκτόνα για να προστατεύσει το ξύλο από την αποσύνθεση και την προσβολή από τα ξυλοφάγα έντομα.

Τα επεξεργασμένα ξύλα αποκτούν μια πράσινη-καφέ απόχρωση με ελαφριά ή καθόλου οσμή. Δοκιμές έδειξαν πως τα συγκεκριμένα συντηρητικά μπορούν να προστατεύσουν πασσάλους μέσα στο έδαφος από την προσβολή μυκητών και ξυλοφάγων εντόμων. Τα συντηρητικά που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία χρησιμοποιούνται για την προστασία πολλών ειδών της μαλακής ξυλείας. Αυξάνουν των ρυθμό οξείδωσης των μεταλλικών στοιχείων γι αυτό τον λόγο συνίσταται οι συνδέσεις να είναι από γαλβανισμένο χάλυβα ή χαλκό ή από ανοξείδωτο χάλυβα.

Για να γίνει πιο εύκολος ο εμποτισμός των ουσιών στο ξύλο είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και αμμωνία. Τα διαλύματα που περιέχουν πρόσθετη αμμωνία προσδίδει μια ελαφρώς σκουρότερη απόχρωση στο ξύλο και έχει ευδιάκριτη μυρωδιά.

Βορικά Άλατα (Borates)

Οι ενώσεις βορίου είναι τα πιο ασταθή υδατοδιαλυτά συντηρητικά ευρείας χρήσης. Τα ασταθή συντηρητικά μπορούν να διαρρεύσουν από το ξύλο με πολλές αρνητικές συνέπειες. Χρησιμοποιούνται κυρίως στον εμποτισμό υπό πίεση πλαισιακών κατασκευών σε περιοχές όπου υπάρχει αυξημένος κίνδυνος τερμιτών. Μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και στο εσωτερικό της κατασκευής. Τα βορικά άλατα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και σαν επιβραδυντικά καύσης για την προστασία του ξύλου από την πυρκαγιά.

Το βόριο έχει κάποιες ιδιαίτερες ιδιότητες συμπεριλαμβανομένου της δράσης ενάντια στους μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα, παρουσιάζει επίσης μικρή τοξικότητα για τα θηλαστικά και είναι σχετικά οικονομικό. Ένα άλλο πλεονέκτημα του βορίου είναι η ικανότητα του να απορροφάται από είδη ξύλου τα οποία συνήθως είναι δύσκολα να εμποτιστούν.

Αν και το βόριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις πλαισιακές κατασκευές δεν είναι κατάλληλο για εφαρμογές όπου υπάρχουν υγρές συνθήκες και είναι δυνατόν να διαφύγει από το ξύλο. Μπορεί όμως να είναι μια χρήσιμη μέθοδος για την προστασία από τα ξυλοφάγα έντομα σε περιοχές όπου είναι συνεχώς προστατευμένες από το νερό. Χρησιμοποιείται κυρίως για την προστασία πολλών ειδών της μαλακής ξυλείας.

Η ελάχιστη περιεκτικότητα βορικών αλάτων είναι $2,7 \text{ Kg/m}^3$. Αν και το βόριο έχει χαμηλή τοξικότητα για τα θηλαστικά, οι εργάτες που δουλεύουν με αυτό θα πρέπει να ακολουθούν τους κανόνες προστασίας και να φορούν γάντια και μάσκες.

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τα επεξεργασμένα με τα βορικά άλατα δεν έχουν αξιολογηθεί ακόμα. Επειδή τα ξύλα που έχουν επεξεργαστεί με βορικά άλατα χρησιμοποιούνται σε περιοχές στις οποίες είναι προστατευμένα από το νερό είναι δυνατόν να μην υπάρχει καθόλου διαρροή στο περιβάλλον.

Τα βορικά άλατα παρουσιάζουν μικρή τοξικότητα στα πουλιά, τα ψάρια και τα υδρόβια ασπόνδυλα. Επειδή μπορεί να διαρροεύσουν εύκολα πρέπει να λαμβάνεται επιπρόσθετη μέριμνα για τις περιοχές αποθήκευσης της εμποτισμένης ξυλείας έτσι ώστε να μην είναι εκτεθειμένα στη βροχή γιατί είναι πιθανόν να διαφύγουν και να βλάψουν την βλάστηση κάτω από την περιοχή όπου είναι τοποθετημένα.

Ammoniacal Copper Citrate (CC)

Το CC αποτελείται από 62% οξείδιο χαλκού το οποίο χρησιμοποιείται σαν εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο και 38% κιτρικό οξύ το οποίο βοηθά τον χαλκό να διαχυθεί εύκολα εντός του ξύλου. Λόγω της χαμηλής τοξικότητάς της, η ουσία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατασκευές με τις οποίες έρχεται σε επαφή ο άνθρωπος και τα ζώα, αλλά και σε επαφή με το έδαφος. Δυστυχώς δεν προστατεύει επαρκώς έναντι των μυκήτων που είναι ανθεκτικοί στον χαλκό.

2.3.2.4.1 Ανάπτυξη οικολογικών εμποτιστικών ουσιών



Με το πέρασμα των χρόνων έγινε εμφανής η ανάγκη για την χρήση συντηρητικών φιλικά προς το περιβάλλον. Λόγω των επιπτώσεων στην υγεία του ανθρώπου, των ζώων και των πουλιών και γενικότερα της καταστροφής του περιβάλλοντος από τη χρήση των παραδοσιακών συντηρητικών και τα στερεά απόβλητα αυτών δόθηκε μεγάλη σημασία στην έρευνα για την ανεύρεση σύγχρονων συντηρητικών που δεν θα επηρεάζουν τόσο την υγεία και το περιβάλλον.

LOSP (Light Organic Solvent Preservative)

Το LOSP εμφανίζει πολύ καλή διείσδυση στο ξύλο και είναι απόλυτα ασφαλής η χρήση του για τους ανθρώπους και το περιβάλλον, αφού πρόκειται για καθαρά

οργανικές ουσίες. Τα εμπόδια που παρουσιάζονται στην περαιτέρω εξάπλωση του LOSP, είναι κατά πρώτον το κόστος που αυξάνεται λόγω των ουσιών αλλά και του καινούργιου εξοπλισμού που απαιτείται και κατά δεύτερον το γεγονός ότι οι οργανικές αυτές ουσίες που περιέχει, δεν έχουν μεγάλο εύρος δραστηριότητας. Δηλαδή προστατεύουν από μεμονωμένους παράγοντες π.χ. μόνο μύκητες ή μόνο τερμίτες κ.τ.λ., γι' αυτό τον λόγο χρησιμοποιούμε μίξη των ουσιών αυτών, ώστε να αυξάνεται η αποτελεσματικότητά τους. Τα LOSPs είναι συντηρητικά τα οποία περιέχουν είτε εντομοκτόνα και προορίζονται για εσωτερική χρήση είτε συνδυασμό εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων και προορίζονται για εξωτερική χρήση.

Χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου ενάντια στα ξυλοφάγα έντομα, συμπεριλαμβανομένου των τερμιτών αλλά και τους μύκητες. Ωστόσο δεν χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει επαφή με το έδαφος. Είναι συντηρητικά τα οποία αφήνουν το επεξεργασμένο ξύλο στεγνό και δεν προκαλούν διόγκωση ή στρεβλώσεις. Δεν επιταχύνουν την οξείδωση των μεταλλικών στοιχείων και μπορούν να βαφτούν.

Συνήθως είναι άχρωμα αλλά υπάρχει και πιθανότητα να έχουν πράσινο ή πράσινο-καφέ χρώμα. Όμως το χρώμα που προσδίδουν στο ξύλο μένει για λίγο διάστημα. Ωστόσο το χρώμα ή και γενικώς η εμφάνιση ενός επεξεργασμένου ξύλου δεν είναι αξιόπιστο κριτήριο αναγνώρισης του συντηρητικού που έχει χρησιμοποιηθεί στην πραγματικότητα. Θα πρέπει πάντα να ελέγχεται το συνοδευτικό πιστοποιητικό που δηλώνει το συντηρητικό που έχει χρησιμοποιηθεί. Για παράδειγμα ένα ξύλο εμποτισμένο με LOSP ενδέχεται να είναι πράσινο όμως δεν θα πρέπει να συγχέεται με το πράσινο χρώμα που προσδίδει το CCA οποίο χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις σε επαφή με το έδαφος για τις οποίες το LOSP δεν είναι κατάλληλο.

CNSL (Cashew Nut Shell Liquid)

Είναι ένα απόλυτα οργανικό, μη τοξικό και φιλικό προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο συντηρητικό ξύλου, που προέρχεται από φυτικό οργανισμό και μάλιστα από άχρηστο μέχρι σήμερα σημείο του φυτού (φλούδα καρπού).

Το συντηρητικό ανήκει στην 3^η γενιά συντηρητικών ότι είναι οικολογικά ασφαλές είναι και πολύ εύκολο στην παραγωγή του. Το βασικό χαρακτηριστικό του είναι πως μπορεί να αντιμετωπίσει επιτυχώς τους τερμίτες και τους μύκητες. Συνήθως για την ενίσχυσή του χρησιμοποιείται πρόσμιξη με χαλκό. Ένα μειονέκτημά των απόλυτα οργανικών συντηρητικών είναι το μεγάλο κόστος τους ωστόσο το CNSL είναι αρκετά οικονομικό.

2.3.2.4.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα⁷

Σε μεσογειακές χώρες, όπως η Ελλάδα, οι απαιτήσεις σε εμποτισμό της ξυλείας για τη συντήρηση και προστασία της δεν είναι ιδιαίτερα έντονες, λόγω της ξηρότητας του κλίματος, που δεν ευνοεί όπως σε άλλες χώρες τις προσβολές από μικροοργανισμούς. Έτσι εξηγείται και η βραχύχρονη ιστορία του εμποτισμού στη χώρας μας. Το πρώτο εμποτιστήριο στην Ελλάδα ιδρύθηκε το 1939 στο Λιτόχωρο, όπου πραγματοποιούνταν εμποτισμός στρωτήρων σιδηροδρόμων με πισσέλαιο. Από τότε η ζήτηση για εμποτισμένη ξυλεία αυξανόταν, με αποτέλεσμα σήμερα να λειτουργούν συνολικά 4 μονάδες εμποτισμού ξυλείας και στύλων με πισσέλαιο και 8-10 εμποτιστήρια ξυλείας με υδατοδιαλυτές εμποτιστικές ουσίες, όπως άλατα χαλκού, χρωμίου, αρσενικού (CCA) και άλατα χαλκού, χρωμίου, βορίου (CCB) κ.α. Στις μονάδες εμποτισμού εφαρμόζεται είτε η μέθοδος των πλήρων κυττάρων, είτε η μέθοδος της απλής εμβάπτισης της ξυλείας σε υδατικό διάλυμα.

Η Ελλάδα ως κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμορφώνεται με την ισχύουσα ευρωπαϊκή νομοθεσία για την χρήση συντηρητικών του ξύλου. Επιπλέον, επιτρέπεται μόνο η χρήση αυτών των συντηρητικών, για τα οποία υπάρχει έγκριση εισαγωγής και χρήσης από το Ανώτατο Συμβούλιο Γεωργικών Φαρμάκων. Η εμποτισμένη ξυλεία ή ξύλινες κατασκευές που εισάγονται από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εισάγονται χωρίς ειδική άδεια ή έγκριση, γιατί δεχόμαστε ότι έχει προηγηθεί έλεγχος στη χώρα της Ε.Ε, ενώ για προϊόντα εμποτισμένου ξύλου που εισάγονται από τρίτες χώρες απαιτείται ειδική άδεια.

❖ Συμπεράσματα

Τα συντηρητικά ξύλου που είχαν καθιερωθεί ως αποτελεσματικά βιοκτόνα για πολλά χρόνια, όπως το αρσενικό, η πενταχλωροφαινόλη και το κρεοζωτέλαιο, χρησιμοποιούνται πλέον μόνο κάτω από αυστηρούς κανονισμούς, μετά από αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι περισσότερες παραλλαγές αυτών βασίζονται στον χαλκό ωστόσο σε πολλά μέρη και ιδιαίτερα στην Ευρώπη ακόμα και ο χαλκός εξετάζεται ενδελεχώς ως προς την φιλικότητα του στο περιβάλλον. Λόγω των περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων υπάρχει έντονα η ανάγκη για συντηρητικά τα οποία δεν περιέχουν βαριά μέταλλα.

❖ ⁷ «Περιβαλλοντικές ανησυχίες για τα συντηρητικά ξύλου», Καμπερίδου Βασιλική-Μπαρμπούτης Ιωάννης ΑΠΘ.

<http://users.auth.gr/jbarb/Dimosieyseis/72-Wood%20preservatives.pdf>

Στις μέρες που η μόλυνση του περιβάλλοντος είναι πια γεγονός και ο άνθρωπος έρχεται σε επαφή με πολλές τοξικές ουσίες η ανάγκη για οικολογικά συντηρητικά ξύλου τα οποία να προστατεύουν αποτελεσματικά αλλά να μην βλάπτουν το περιβάλλον και τον άνθρωπο είναι ακόμη πιο έντονη. Πολλές έρευνες και μελέτες έχουν γίνει μέχρι σήμερα για την εύρεση τέτοιων συντηρητικών νέας γενιάς, αλλά συνήθως η νέες ουσίες δεν είναι τόσο αποτελεσματικές, δεν έχουν τόσο μεγάλο εύρος δραστηριότητας ή είναι πολύ ακριβές.

Ωστόσο μπορούν να προταθούν ικανοποιητικά το ξύλο, χωρίς να μολύνουν το περιβάλλον ή να θέτουν σε κίνδυνο την υγεία του ανθρώπου. Η συνέχιση της έρευνας πάνω στις οργανικές εμποτιστικές ουσίες όσο αφορά στη δράση τους, αλλά και το συνδυασμό μεταξύ τους είναι ζωτικής σημασίας ώστε να αυξήσουμε την αποτελεσματικότητά τους.

Αναμένεται λοιπόν τα επόμενα χρόνια, να καθιερωθεί για την συντήρηση του ξύλου, η χρήση οικολογικών, καθαρά οργανικών και χαμηλής τοξικότητας συντηρητικών ξύλου.

2.3.3 Οικολογική ξυλεία νέας τεχνολογίας στην Ελληνική Αγορά

Το μεγάλο κόστος απόκτησης φυσικά ανθεκτικών ξύλων αλλά και οι επικίνδυνες τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για το περιβάλλον εμποτιστικές ουσίες για την προστασία του οδήγησαν στην ανάγκη για εύρεση νέων «πράσινων» τεχνολογιών ξύλου.

Στόχος αυτών των περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών είναι η παραγωγή προϊόντων ξύλου με βελτιωμένες ιδιότητες ως προς την ανθεκτικότητα, όμοιες μ' αυτές του φυσικά ανθεκτικού ή εμποτισμένου ξύλου.

Οι σημαντικότερες νέες τεχνολογικές λύσεις για την παραγωγή ξύλου με καλύτερες ιδιότητες είναι η **χημική τροποποίηση**, δηλαδή η βελτίωσή του ξύλου με χρήση ακίνδυνων χημικών ουσιών και η **θερμική τροποποίηση**, δηλαδή η βελτίωση των ιδιοτήτων του ξύλου με χρήση θερμότητας. Κύριος στόχος αυτών των τεχνολογιών είναι το τροποποιημένο ξύλο να έχει μεγαλύτερη σταθερότητα στις διαστάσεις (μικρότερη ρίκνωση-διόγκωση) και μεγαλύτερη *ανθεκτικότητα η οποία συσχετίζεται με την αντίσταση στους μύκητες, τα ξυλοφάγα έντομα και την ηλιακή ακτινοβολία (περιβαλλοντολογικές επιδράσεις).*

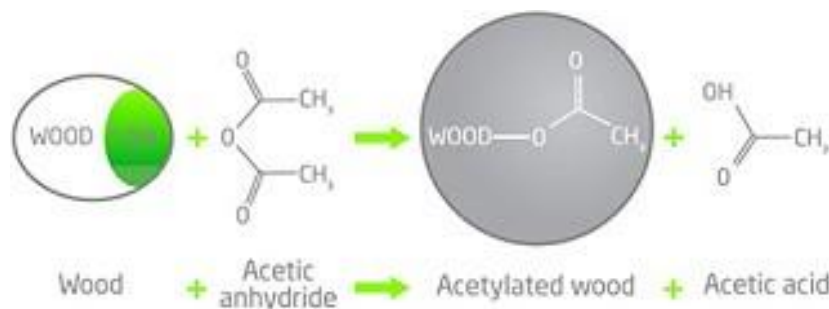
A. Τεχνολογία Accoya – χημικά τροποποιημένο ξύλο ⁸

Μια περίπτωση χημικής τροποποίησης του ξύλου αποτελεί η καινοτόμος τεχνολογία Accoya η οποία κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας με το εμπορικό όνομα AccoyaWood. Η τεχνολογία αυτή έφτασε σε βιομηχανικό επίπεδο χάρις τις πολύχρονες ερευνητικές προσπάθειες των Αμερικανών ερευνητών Dr. Alfred Stamm (1947-1980) και Καθ. Roger Rowell (1985-2004) του Forest Products Lab - Madison και του Σουηδού Καθ. Rune Simonson (1990-2004) του Chalmers University of Technology. Η μέθοδος αυτή τροποποιεί χημικά το ξύλο επιτρέποντας έτσι τη βελτίωση ειδών, π.χ. πεύκου, Oregon pine, οξιάς. Η παραγόμενη ξυλεία φέρει οικολογικό σήμα και είναι εξαιρετικά υψηλής ποιότητας.

Η διαδικασία στην οποία βασίζεται το ξύλο Accoya[®], η ακετυλίωση, έχει αποδειχτεί ότι βελτιώνει σημαντικά τις ιδιότητες του ξύλου ώστε να θεωρείται ως η καλύτερη μέθοδος ανάμεσα σε πολλές άλλες.

Οι φυσικές ιδιότητες κάθε υλικού καθορίζονται από την χημική του δομή. Το ξύλο περιέχει σε αφθονία χημικές ενώσεις που ονομάζονται ελεύθερα υδροξύλια. Αυτές απορροφούν και απελευθερώνουν νερό σύμφωνα με τις αλλαγές των κλιματικών συνθηκών στις οποίες εκτίθεται το ξύλο.

Αυτός είναι και ο κύριος λόγος για τον οποίο το ξύλο συστέλλεται και διαστέλλεται.



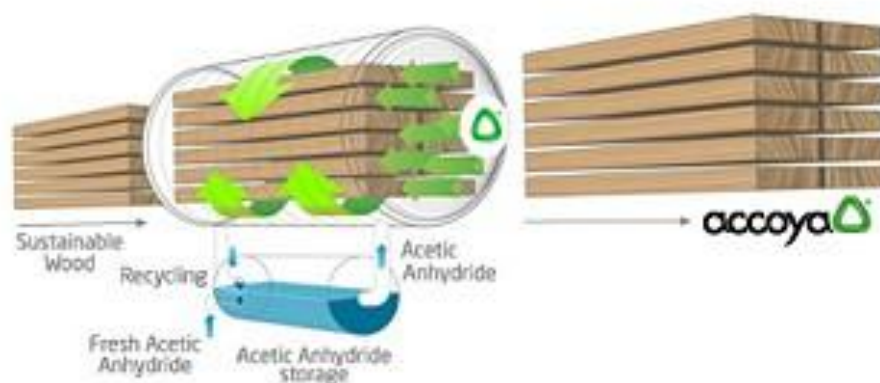
(<http://www.atlaswood.gr/tech.htm>)

Η ακετυλίωση αλλάζει αποτελεσματικά τα ελεύθερα υδροξύλια μέσα στο ξύλο και τα μετατρέπει σε ομάδες ακετύλης. Όταν η ομάδα ελεύθερων υδροξυλίων μετατρέπεται σε ομάδα ακετύλης, η ιδιότητα του ξύλου να απορροφά νερό μειώνεται σε μεγάλο βαθμό, καθιστώντας το ξύλο περισσότερο σταθερό ως προς τις μεταβολές των διαστάσεων του και καθώς δεν είναι πια απορροφητικό (χάνει την υγροσκοπικότητά του) γίνεται εξαιρετικά ανθεκτικό.

Η τεχνολογία του τροποποιημένου ξύλου AccoyaWood βασίζεται στα ακόλουθα στάδια:

⁸ «Accoya®Wood. Χημικά τροποποιημένη ξυλεία.» Άρθρο του Καθηγητή Δρ. Γεωργίου Μαντάνη, ΤΕΙ Λάρισας.

- Επιλογή ξυλείας και ξήρανση (μέχρι 2-4% ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας).
- Εμποτισμός της ξυλείας με κατάλληλο καταλύτη. Ο εμποτισμός της ξυλείας διογκώνει τα κυτταρικά τοιχώματα του ξύλου με σκοπό τη διευκόλυνση της χημικής αντίδρασης.
- Αντίδραση του ξύλου με το χημικό αντιδραστήριο. Η ξυλεία μεταφέρεται σε κλειστούς κλιβάνους και η χημική τροποποίηση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία $\sim 120^{\circ}\text{C}$.
- Προσθήκη ακετόνης. Η ακετόνη προστίθεται στον αντιδραστήρα για μια ώρα περίπου με σκοπό τον τερματισμό της χημικής αντίδρασης.
- Ξήρανση της ξυλείας και τελικός κλιματισμός.



(<http://www.atlaswood.gr/tech.htm>)

Φυσικές ιδιότητες. Η πυκνότητα του AccoyaWood είναι περίπου 10% υψηλότερη σε σχέση με το μη τροποποιημένο ξύλο, γεγονός που οφείλεται στην είσοδο των ακετυλικών ομάδων στα κυτταρικά τοιχώματα και την πλήρωση των κενών χώρων. Η υγροσκοπικότητα του AccoyaWood (ρίκνωση & διόγκωση) μειώνεται με συνέπεια τη βελτίωση της διαστασιακής σταθερότητάς του.

Πρόσθετα, το AccoyaWood είναι λιγότερο ανισότροπο, καθώς η διαφορά μεταξύ εφαπτομενικής και ακτινικής ρίκνωσης και διόγκωσης είναι σημαντικά μικρότερη, ενώ εμφανίζει και μικρότερη θερμική αγωγιμότητα.

Ανθεκτικότητα⁹ σε βιολογικούς παράγοντες : Η ανθεκτικότητα των ελάχιστα ανθεκτικών ειδών ερυθρελάτης & πεύκης βελτιώνεται σημαντικά (κλάση ανθεκτικότητας 1). Είναι χαρακτηριστικό ότι η ανθεκτικότητα του AccoyaWood από πεύκο είναι υψηλότερη κι από αυτή των ανθεκτικών τροπικών ειδών Teak και Red Meranti. Το AccoyaWood πεύκης προσφέρεται με εγγύηση 25 ετών όταν

⁹ Επισημαίνεται ότι ανθεκτικότητα (durability) = αντοχή στο χρόνο (όχι μηχανική αντοχή)

χρησιμοποιείται σε άμεση επαφή με το έδαφος. Επίσης έχει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία.

Το AccoyaWood είναι χημικώς **«ένα νέο είδος ξύλου»** που παράγεται με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον. Ο οξικός ανυδρίτης που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του μεταβάλλει τα χημικά συστατικά του, ενώ μετά το τέλος του κύκλου ζωής του μπορεί να χειρισθεί όπως το μη τροποποιημένο ξύλο.

Η ξυλεία AccoyaWood χρησιμοποιείται σήμερα σε κατασκευές εξωτερικού χώρου, κυρίως σε έπιπλα κήπου, φράχτες, εξωτερικές επενδύσεις σε κτίρια, δάπεδα τύπου decking (καταστρώματα), υπόστεγα κ.α. (Εικ. 1 & 2). Η ξυλεία αυτή βρίσκεται στην αγορά την τελευταία τριετία, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι το Νοέμβριο του 2008 τελείωσε η κατασκευή στην πόλη Sneek της Ολλανδίας, της πρώτης ξύλινης αυτοκινητογέφυρας στον κόσμο (μήκους 32 m και πλάτους 12 m) που μπορεί να δεχτεί βάρος εξήντα τόνων (Εικ. 3). Για την κατασκευή της χρησιμοποιήθηκαν 690 m³ AccoyaWood.

Η ξυλεία αυτή έχει εισαχθεί και στη χώρα μας¹⁰ και μπορεί να αποτελέσει μια άριστη πρώτη ύλη για πολλές κατασκευές εξωτερικού χώρου (κατηγορία λειτουργίας 3 με βάση τον Ευρωκώδικα 5).



[\(http://www.accoya.com/projects/\)](http://www.accoya.com/projects/)

Εικ. 1. Εξωτερική ξύλινη επένδυση σε κτίριο

¹⁰ (<http://www.atlaswood.gr/>)



(<http://www.accoya.com/projects/>)

Εικ. 2. Ξύλινο δάπεδο (κατάστρωμα – decking)



(<http://www.accoya.com/projects/>)

Εικ. 3. Ξύλινη αυτοκινητογέφυρα στην Ολλανδία

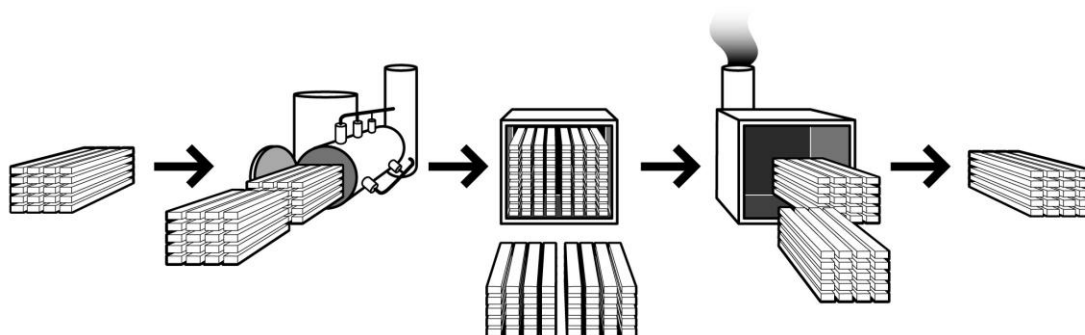
B. Plato® Wood - Θερμικά τροποποιημένο ξύλο¹¹

Μια περίπτωση **θερμικά τροποποιημένης ξυλείας** αποτελεί η καινοτόμος τεχνολογία Plato® που αναπτύχθηκε στην Ολλανδία και κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας με το εμπορικό όνομα Plato® Wood. Η μέθοδος αυτή τροποποιεί θερμικά το ξύλο με θερμότητα και ατμό, χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών επιτρέποντας έτσι τη βελτίωση ειδών ξύλου, π.χ. ερυθρελάτη, πεύκο, λεύκη, οξιά, σημύδα. Η παραγόμενη ξυλεία φέρει οικολογικό σήμα και είναι εξαιρετικά υψηλής ποιότητας.

¹¹ «Plato® Wood. Καινοτόμος τεχνολογία για βελτιωμένη ξυλεία.» Άρθρο του Καθηγητή Δρ. Γεωργίου Μαντάνη, ΤΕΙ Λάρισας.

Η τεχνολογία του θερμικά τροποποιημένου ξύλου Plato® Wood βασίζεται στα ακόλουθα τέσσερα στάδια:

- Στάδιο υδροθερμόλυσης, στο οποίο η ξυλεία θερμαίνεται στους 150-180°C υπό ατμό και σε αυξανόμενη πίεση (6 έως 8 atm) για διάστημα 5 ωρών. Το στάδιο αυτό απαιτεί ξυλεία ελαφρώς ξηραμένη στον αέρα, (περιεχόμενη υγρασία περίπου 15-20%). Οι ημικυτταρίνες του ξύλου στο στάδιο αυτό αποδομούνται μερικώς και η λιγνίνη «ενεργοποιείται». Ωστόσο, η κυτταρίνη παραμένει ανέπαφη, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη διατήρηση των μηχανικών ιδιοτήτων του Plato® Wood σε υψηλό επίπεδο.
- Στάδιο ξήρανσης, το οποίο γίνεται σε κοινό βιομηχανικό ξηραντήριο. Η ξυλεία ξηραίνεται μέχρι ένα επίπεδο περιεχόμενης υγρασίας 8-10%. Το στάδιο αυτό διαρκεί αρκετές ημέρες (από 5 ημέρες μέχρι και 3 εβδομάδες).
- Στάδιο τροποποίησης, κατά το οποίο η ξυλεία τροποποιείται θερμικά στους 150-190°C σε ένα ξηρό περιβάλλον για χρονικό διάστημα 12-16 ωρών. Χημικές αντιδράσεις συμβαίνουν μέσα στο ξύλο, οι αλδεΐδες που σχηματίστηκαν κατά το πρώτο στάδιο αντιδρούν με την ήδη «ενεργοποιημένη» λιγνίνη με αποτέλεσμα την δημιουργία νέων, δυνατών χημικών δεσμών. Το στάδιο αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη σταθερότητα των διαστάσεων του ξύλου και δίνει στο τέλος ξυλεία με ποσοστό υγρασίας περίπου 1%!
- Στάδιο κλιματισμού, κατά το οποίο το Plato® Wood κλιματίζεται όπως και η κοινή ξυλεία ξηραντηρίου ανάλογα με τις συνθήκες που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί (ΠΠΥ = 6 έως 10%). Το στάδιο αυτό διαρκεί περίπου 3 ημέρες.



1. Hydro-thermolysis (cooking)
2. Drying
3. Curing (baking)
4. Conditioning

(<http://www.wfdt.teilar.gr/dbData/News/EKegel-Platowood.pdf>)

Φυσικές ιδιότητες: Η πυκνότητα του Plato® Wood είναι περίπου 10% χαμηλότερη σε σύγκριση με το μη τροποποιημένο ξύλο, γεγονός που οφείλεται στην υδρόλυση συστατικών κατά τα στάδια παραγωγής του αλλά και στην «εξάτμιση» των εκχυλισμάτων του. Η υγροσκοπικότητα του Plato® Wood (ρίκνωση & διόγκωση) μειώνεται με συνέπεια τη βελτίωση της διαστασιακής του σταθερότητας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ξύλο Plato® Wood πεύκης έχει σημείο ινοκόρου περίπου 15%, ενώ το

ίδιο μη τροποποιημένο ξύλο έχει 27-30%. Επίσης, η ξυλεία παρουσιάζει *τιμή αντιρρίκνωσης* (εναλλακτικός τρόπος μέτρησης της διαστασιακής σταθερότητας) 50%. Πρόσθετα, το Plato® Wood είναι λιγότερο ανισότροπο, καθώς η διαφορά μεταξύ εφαπτομενικής και ακτινικής ρίκνωσης και διόγκωσης είναι σημαντικά μικρότερη.

Ανθεκτικότητα σε βιολογικούς παράγοντες: Η ανθεκτικότητα των ελάχιστα ανθεκτικών ειδών (ερυθρελάτη, πεύκη, λεύκη, σημύδα) βελτιώνεται σημαντικά (κλάση ανθεκτικότητας 1-3). Η βιολογική ανθεκτικότητα των Plato® Wood πεύκης και ερυθρελάτης σε μύκητες είναι αντίστοιχα 6-7 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή του μη τροποποιημένου. Είναι χαρακτηριστικό ότι Plato® Wood ερυθρελάτης προσφέρεται με εγγύηση 15 ετών όσον αφορά την ανθεκτικότητα σε βιολογικούς παράγοντες και τη διαστασιακή του σταθερότητα.

Εκτεταμένη ανάλυση του κύκλου ζωής του Plato® Wood και των ανταγωνιστικών του προϊόντων (εμποτισμένη ξυλεία, Meranti, PVC, αλουμίνιο, χάλυβα) σε μορφή απλών και σύνθετων προϊόντων (κασώματα παραθύρων) απέδειξε ότι το Plato® Wood παρουσιάζει σημαντικά υψηλότερα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Η ανάλυση αφορούσε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του κάθε προϊόντος, όπως κόστος παραγωγής και μεταφοράς, χρήση και απαλλαγή του προϊόντος, καθώς και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κατά τη διάρκεια παραγωγής του Plato® Wood, τα αέρια που απελευθερώνονται είναι λιγότερα συγκριτικά με αυτά κατά τη διάρκεια παραγωγής ανταγωνιστικών υλικών. Μετά το τέλος του κύκλου ζωής του μπορεί να χειρισθεί όπως το μη τροποποιημένο ξύλο.

Η ξυλεία Plato® Wood χρησιμοποιείται σήμερα σε κατασκευές εξωτερικού χώρου, κυρίως σε έπιπλα κήπου, φράχτες, ξυλεπενδύσεις σε κτίρια, δάπεδα τύπου decking, υπόστεγα, εξωτερικές πόρτες και παράθυρα.

Η ξυλεία Plato® Wood παράγεται στην πόλη Άρνεμ της Ολλανδίας και τα δικαιώματα χρήσης και προώθησης της τεχνολογίας ανήκουν στην εταιρεία Plato International Technology BV. Η συνολική ετήσια παραγωγή είναι σήμερα 24.000 κ.μ., ενώ εξάγεται στο Βέλγιο και τη Γερμανία. Το Plato® Wood έχει κατοχυρωθεί με παγκόσμιο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και επομένως η χρήση της τεχνολογίας του απαιτεί την εξασφάλιση σχετικής άδειας.



(<http://www.platowood.nl/>)

Εικ.4 Εξωτερική ξύλινη επένδυση σε κτίριο



(<http://www.platowood.nl/>)

Εικ.5. Ξύλινη κατασκευή ηχοπετάσματος



(<http://www.platowood.nl/>)
Εικ.6. Ξύλινη κατασκευή στέγης

2.4 Φυσικά Ανθεκτικά Ξύλα στην Ελληνική Αγορά

Εταιρεία	Είδη φυσικά ανθεκτικών ξύλων που διαθέτουν	Χρήσεις	Παρατηρήσεις
Αφοί Μητση Ο.Ε	Ιρόκο	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
Wood expert Ε.Π.Ε	Ιρόκο	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
Κ.Τσαγκογιάννης	Νιαγκόν	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
Μ.Σ Στασινόπουλος Α.Ε	Αμπούρα	Deck, Περιφραξεις, Πέργκολες	
	Βέγκε	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Ιρόκο	Deck, Περιφραξεις, Πέργκολες	
	Λίμπα	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Μπέτε	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Νιαγκόν	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Ντουσιέ	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Σίπο	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Τικ (κοντό, έως 9,5 πόδια)	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	(μακρύ, 9,5 πόδια και άνω)	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
Hellas Wood ΕΠΕ	Ιροκο	Deck, Περιφραξεις, Πέργκολες	
	Νιαγκόν	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Ντουσιε	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Βέγκε	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Τικ	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Σίπο	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Καρυδιά(Αφρικής)	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Massaranduba	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Bangirai	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
Θεοδώρου Α.Ε	Bangirai	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Massaranduba	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Tali	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Iroko	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Niagon	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Dark Red	Deck, Περιφραξεις,	

	Meranti	Επενδύσεις	
	Dussie	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Sipo	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Teak Burma	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
Woodman O.E	Massaranduba	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Ipe	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Bangirai	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Teak	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Iroko	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Tali	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
Selman A.E	Iroko	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Niagon	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Meranti	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
Στεργίου A.B.E.T.E	Αμπούρα	Deck, Περιφραξεις, Περγκολες	Λίγες διατομές, συνήθως 5 χιλιοστών
	Νιαγκόν	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Μεραντι	Deck, Περιφραξεις, Περγκολες	
	Ντουσιέ	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	Λίγες διατομές, συνήθως 36χιλ.-50χιλ.
	Βέγκε	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Bangirai	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Tali	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Massaranduba	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Iroko	Deck, Περιφραξεις, Περγκολες	
	Teak	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Κέδρος (Αμερικής)	Deck, Περιφραξεις, Περγκολες	Μικρή διαθεσιμότητα στην αγορά
Interwood - Ευλεμπορία A.T.E.N.E	Νιαγκόν	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Αμπούρα	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Μεράντι	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Λίμπα	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Ιρόκο	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Αγιούς	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
	Φρακέ	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις	
i-wood A.E	Bangirai	deck εξωτερικού χώρου	

	Massaranduba	deck εξωτερικού χώρου	
	Ipe	deck εξωτερικού χώρου	
	Iroko	deck εξωτερικού χώρου	
	Teak Burma	deck εξωτερικού χώρου	
ΑΛΦΑ Ξυλείας Α.Ε.Ε	Teak Burma	deck εξωτερικού χώρου	
	Teak Burma (Λάδι)	deck εξωτερικού χώρου	
	Iroko	deck εξωτερικού χώρου	
	Merbau	deck εξωτερικού χώρου	
	Bangirai	deck εξωτερικού χώρου	
	Massaratuba	deck εξωτερικού χώρου	
	Doussie	deck εξωτερικού χώρου	
	Tali	deck εξωτερικού χώρου	
Μεσογειακή Α.Ε	Yellow Balau/Bangirai	deck εξωτερικού χώρου	Συνήθως χρησιμοποιείται ξύλο θερμικής επεξεργασίας
Γ&Α ΚΟΛΙΓΑΣ Ο.Ε	Bangirai	deck εξωτερικού χώρου	
	Teak	deck εξωτερικού χώρου	
	Iroko	deck εξωτερικού χώρου	
	Massaratuba	deck εξωτερικού χώρου	
	Μπαντί	deck εξωτερικού χώρου	
Δαπέλιξη Δομικά Υλικά Ε.Π.Ε	Ipe (Παραγουάης)	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις, Περγκολες	Για όλα τα υλικά μπορούν να διατεθούν ξύλα όποιας διατομής ζητηθεί
	Ipe (Βραζιλίας)	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις, Περγκολες	
	Teak (Ινδονησίας)	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις, Περγκολες	Νοτιότερα της Βιρμανδίας, Μετα τις καταστροφικές φωτιες δεν εξάγεται πλέον Teak από την Βιρμανδία παρα μόνο σε επιλεγμένες εταιρείες κατασκευής σκαφών.
	Teak Rustic (FSC)	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις, Περγκολες	FSC:καλλιέργεια δέντρων ειδικά για κατασκευές
	Elondo	Deck, Περιφραξεις, Επενδύσεις, Περγκολες	FSC:καλλιέργεια δέντρων ειδικά για κατασκευές, η εταιρεία δεν το συστήνει αφού έχουν εμφανιστεί κάποια προβλήματα σκεύρωσης
GCM – ΑΦΟΙ ΓΑΒΡΙΕΛΑΤΟΥ & ΣΙΑ Ο.Ε.	Afromosia	deck εξωτερικού χώρου	
	Ipe	deck εξωτερικού χώρου	
	Merbau	deck εξωτερικού χώρου	
	Padauk	deck εξωτερικού χώρου	
	Teak	deck εξωτερικού χώρου	

2.4.1 Συμπεράσματα σχετικά με τα φυσικά ανθεκτικά ξύλα στην Ελληνική αγορά

Τίποτα δεν είναι καταλληλότερο να προστατέψει την κατασκευή από την ίδια τη φύση του υλικού, δηλαδή η φυσική ανθεκτικότητα κάθε ξύλου που παίζει μεγάλο ρόλο στην αντοχή στον χρόνο της κάθε κατασκευής. Όπως είδαμε η φυσική ανθεκτικότητα που έχει κάθε ξύλο είναι πολύ σημαντική γιατί όταν είναι υψηλή τότε είναι πιθανό να μην χρειαστεί να ληφθεί μέριμνα προστασίας για την κατασκευή.

Το ερώτημα που έρχεται να απαντηθεί με την έρευνα που έγινε σε ελληνικές εταιρείες εμπορίας ξυλείας είναι κατά πόσο υπάρχουν φυσικά ανθεκτικά ξύλα στην Ελλάδα και ποιο είναι το κόστος απόκτησής τους.

Τα συμπεράσματα από αυτή την έρευνα είναι θετικά όσο αναφορά την διαθεσιμότητα των υλικών στο εμπόριο αφού οι περισσότερες από τις μεγάλες εταιρείες ξυλείας έχουν άμεσα διαθέσιμα πολλά από τα φυσικά ανθεκτικά ξύλα που είναι συνήθως τροπικών ειδών όπως το Teak, Iroko, Bangirai κ.α. Επίσης σχεδόν όλες από αυτές μπορούν να διαθέσουν και είδη που δεν έχουν άμεσα διαθέσιμα κατόπιν παραγγελίας.

Ένα πρώτο βασικό συμπέρασμα που βγήκε επικοινωνώντας με τους υπεύθυνους των εταιρειών είναι η μικρή ποικιλία διατομών της ξυλείας που εμπορεύονται. Σχεδόν όλες οι εταιρείες εισάγουν την τροπική ξυλεία μόνο σε μορφή deck (κατάστρωμα) δηλαδή σε φαρδιές σανίδες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δαπέδων Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει μια δέσμευση στις κατασκευές που μπορεί ο μηχανικός να υλοποιήσει. Μόνο οι εταιρείες εκείνες που αναλαμβάνουν μεγάλα έργα έδωσαν θετική απάντηση στο αν μπορούν να διαθέσουν ότι διατομή ξύλου ζητήσει ο μηχανικός.

Το δεύτερο και πολύ σημαντικό συμπέρασμα που βγήκε από την έρευνα είναι το μεγάλο κόστος απόκτησης της φυσικά ανθεκτικής ξυλείας. Λαμβάνοντας υπόψη πως ο οικονομικός παράγοντας είναι ένας από τους πιο βασικούς παράγοντες στην κατασκευή ενός έργου το κόστος απόκτησης της εν λόγω ξυλείας την καθιστά μάλλον απαγορευτική. Ενδεικτικά οι τιμές που κυμαίνονται τα τροπικά ξύλα είναι γύρω στα 30-200 ευρώ το τετραγωνικό μέτρο.

Κυρίως λόγω του μεγάλου κόστους απόκτησής τους τα φυσικά ανθεκτικά ξύλα δεν προτιμούνται στην Ελλάδα. Έχοντας μια μεγάλη γκάμα από εμποτισμένα αλλά και νέας τεχνολογίας ξυλεία οι έλληνες καταναλωτές αλλά και οι κατασκευαστές θεωρούν την τροπική ξυλεία ως είδος πολυτελείας.

2.5 Οικολογικά Βερνίκια Ελληνικού Εμπορίου

Οικολογικά Βερνίκια Ξύλου Ελληνικού Εμπορίου

Εταιρείες	Προϊόντα	Περιγραφή
BERLING	AQUA LUX ΡΙΠΟΛΙΝΗ ΝΕΡΟΥ	Αρίστης ποιότητας, οικολογική ριπολίνη νερού κατάλληλη για εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους.
	NATURE ΒΕΡΝΙΚΙ ΞΥΛΟΥ	Υδατοδιαλυτό ακρυλικό γυαλιστερό διαφανές βερνίκι ξύλου, κατάλληλο για εσωτερική και εξωτερική χρήση. Είναι σχεδόν άοσμο, ανθεκτικό στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και την υγρασία.
	NATURE ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΟ ΞΥΛΟΥ	Υδατοδιαλυτό ακρυλικό συντηρητικό ξύλου το οποίο δρα αποτελεσματικά ενάντια στους μικροοργανισμούς που καταστρέφουν το ξύλο. Σχεδόν άοσμο, απορροφάται πλήρως από το ξύλο και το προστατεύει από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, την υγρασία και την υπερϊώδη ακτινοβολία.
	NATURE ΒΕΡΝΙΚΙ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ	Υδατοδιαλυτό ακρυλικό βερνίκι πατωμάτων ενός συστατικού, με εξαιρετική σκληρότητα και αντοχή στις καταπονήσεις.
	NATURE VELATURA ΝΕΡΟΥ	Ακρυλική βελατούρα νερού για ξύλινες και δομικές επιφάνειες, κατάλληλη για εσωτερική και εξωτερική χρήση. Ειδικά στις ξύλινες επιφάνειες, έχει την ιδιότητα να επικαλύπτει στις φυσικούς ρόζους του ξύλου, εμποδίζοντας έτσι τα τοπικά κιτρινίσματα του τελικού χρώματος που θα εφαρμοστεί.
	NATURE PERGOLA	Υδατοδιαλυτό ακρυλικό συντηρητικό χρώμα εμπιστοσύμης με μυκητοκτόνες ιδιότητες, ιδανικό για τη βαφή ξύλινων επιφανειών με τρόπο ώστε να διαφαινούνται τα φυσικά νερά του ξύλου. Σχεδόν άοσμο, με υψηλή αντοχή και ανθεκτικότητα στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, για εσωτερική και εξωτερική χρήση.
VEHRO	SMALTOLUX HYDRO master primer	Οικολογικό ακρυλικό υδατοδιαλυτό αστάρι πολλαπλών χρήσεων

	SMALTOXYL hydro ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΒΕΡΝΙΚΙ	Υδατοδιαλυτό, άοσμο, προστατευτικό και διακοσμητικό βερνίκι ξύλου χαμηλής σάρκας.
BIOPIN	Biopin Weather : Λαζούρα προστασίας aqua	Διαφανής λαζούρα από φυτικά έλαια και ρητίνες, χωρίς διαλυτικά, για βάψιμο μεγάλης αντοχής και με ανοιχτούς πόρους σε ξύλα εξωτερικών χώρων. Αριστη αντοχή στο νερό και στις καιρικές συνθήκες. Παραμένει ελαστική, δεν ξεφλουδίζεται εύκολα και διευκολύνει έτσι τα διορθώματα.
	Biopin Weather : Χρώμα προστασίας aqua	Χρώμα - λαζούρα παχέος στρώματος που καλύπτει τις επιφάνειες, από φυτικά έλαια και ρητίνες, χωρίς διαλυτικά, για διαρκή κάλυψη επιφανειών σε εσωτερικούς χώρους. Αφήνει ανοιχτούς τους πόρους του ξύλου. Δείχνει εξαιρετική αντοχή στο νερό και στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Διατηρεί επιφάνεια ελαστική, δεν ξεφλουδίζεται και κάνει εύκολη την ανακαίνιση. Όταν εφαρμοσθεί όπως πρέπει, παρέχει καλή προστασία από τις υπεριώδεις ακτίνες. Οι επιφάνειες αποκτούν στιλπνότητα σαν μετάξι.
	Biopin Weather : Φυσικό λάδι αδιαβροχοποίηση ης	Αχρωμο λάδι αδιαβροχοποίησης ως υπόστρωμα (αστάρι) εσωτερικών και εξωτερικών χώρων. Εισχωρεί βαθειά, επιτρέπει όμως τη "αναπνοή" των επιφανειών και παρέχει προστασία και αντοχή κατά της υγρασίας.
	Biopin Weather : Βερνίκι	Διαφανές βερνίκι μεγάλης ανθεκτικότητας για το "σφράγισμα" επιφανειών σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Το βερνίκι δημιουργεί επιφάνεια ανθεκτική στις καιρικές συνθήκες, απρόσβλητη από το νερό και με μεγάλη αντοχή στη τριβή. Ο συνδιασμός λινελαίου και ξυλελαίου το κάνει να εισχωρεί και να προσφύεται καλά και να παραμένει ελαστικό. Έχει μεγάλη στιλπνότητα.
	Biopin Weather : Λαζούρα ξύλων	Διαφανής εγχρωμη ή άχρωμη λαζούρα εξωτερικών χώρων που αφήνει ανοιχτούς τους πόρους. Εισχωρεί πολύ καλά στο ξύλο και αντέχει καλά στο νερό και στις κακές καιρικές συνθήκες. Το φιλμ της λαζούρας παραμένει ελαστικό, δεν ξεφλουδίζεται και για αυτό επιδιορθώνεται εύκολα. Όταν εφαρμοσθεί καλά (τουλάχιστον δύο στρώματα) παρέχει καλή προστασία από τις υπεριώδεις ακτίνες.
AURO Pflanzenchemie	AURO Ειδικό αστάρι λαδιού,	Ειδικό αστάρι για ξύλα ή προϊόντα ξύλου με μεγάλη περιεκτικότητα σε τανίνες ή χρωστικές.

AURO Ασάρι προεργασίας ξύλου, υδροδιαλυτό, Νο 124,121,123	Ασάρι εμποτισμού χωρίς διαλύτες για την προεργασία της εφαρμογής υδροδιαλυτής βελατούρας & υδροδιαλυτής λάκας σε ξύλα που δεν περιέχουν τανίνες ή άλλες ουσίες που επηρεάζουν τα υλικά επίστρωσης. Για εσωτερικό και εξωτερικό χώρο
AURO Ασάρι σκλήρυνσης δαπέδων, υδροδιαλυτό, Νο 127,126,143	Ασάρι χωρίς διαλύτες για την προεργασία πριν την εφαρμογή του υδροδιαλυτού βερνικιού. Ακατάλληλο για ξύλα και προϊόντα ξύλου με μεγάλη περιεκτικότητα σε τανίνες ή άλλες ουσίες που επηρεάζουν τα υλικά επίστρωσης
AURO Βερνίκι δαπέδων, Aqua, Νο 267	Διαφανές βερνίκι δαπέδων, χωρίς διαλύτες, με μέτρια γυαλάδα. Αντιολισθητικό και υψηλής αντοχής στη τριβή, ελεγμένο σύμφωνα με EN 71/3 και σύμφωνα με DIN 53160.
AURO Βορικό άλας προστασίας ξύλου Νο 111	Διατίθεται σε σκόνη για να αναμειχθεί με νερό από τον χρήστη. Είναι βορικό νάτριο (Natrium-oktoborate) και προέρχεται από τις λίμνες της Β. Αμερικής και του Καναδά. Προδιαγραφές σύμφωνα με DIN 68800-3. Σήμανση καταλληλότητας PA V-1226 (P, Iv).
AURO Βερνίκια Ξύλου, υδροδιαλυτά Νο 160	Παρασκευάστηκαν στα πλαίσια της ήπιας χημείας και τεχνολογίας και επανεπεντάσσονται εξ ολοκλήρου στο οικοσύστημα χωρίς κανένα γνωστό μακροπρόθεσμο κίνδυνο για το περιβάλλον.
AURO Λάκες (και ως ριπολίνες) Νο 250, 260(ματ) και 257.	Υδροδιαλυτές. Πολύ καλή πρόσφυση και ελαστικότητα που περιορίζουν τη περίπτωση ξεφλουδίσματος.
ΧΡΩΤΕΧ	ULTRALAC AQUA Οικολογικό αλκυδικό βερνικόχρωμα (ριπολίνη) νερού που εφαρμόζεται σε εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες ξύλου.
	VELATURA AQUA Οικολογικό υπόστρωμα βερνικοχρωμάτων νερού
	ULTRAxyl Aqua Οικολογικό υδατοδιαλυτό βερνίκι ξύλου, ακρυλικής βάσης. Είναι ιδανικό για την προστασία και διακόσμηση ξυλοκατασκευών σε εξωτερικούς και εσωτερικούς χώρους

Schill	Holzdekor-Lasur	Υδατοδιαλυτό βερνίκι ξύλου ακρυλικής βάσης, οικολογικό (με σήμα τον "Μπλε Άγγελο"), άοσμο, κατάλληλο για την μακρόχρονη προστασία, εξευγενισμό και διακόσμηση κάθε είδους στεγνής ευρωπαϊκής ή τροπικής ξυλείας. Περιέχει φίλτρο UV (υπεριώδους ακτινοβολίας). Είναι ιδιαίτερα σταθερό στις ατμοσφαιρικές επιδράσεις.
	Dickschicht-Lasur	Υδατοδιαλυτό βερνίκι ξύλου παχείας στρώσης, ακρυλικής βάσης, παχύρρευστο, οικολογικό (με σήμα τον "Μπλε Άγγελο"), άοσμο, κατάλληλο για την μακρόχρονη ισχυρή προστασία και την ιδιαίτερη διακόσμηση κάθε είδους στεγνής ευρωπαϊκής ή τροπικής ξυλείας. Περιέχει φίλτρο UV (υπεριώδους ακτινοβολίας).
Brillux	BR 235 BRILLUX	Βερνίκι εμποτισμού ξύλων, οικολογικό βάσεως νερού, σατινέ, εσωτερικής και εξωτερικής χρήσης.
	LACRYL 270 BRILLUX	Ριπολίνη βάσεως νερού, διαπνέουσες, εσωτερικής και εξωτερικής χρήσης, ακραίων κλιματολογικών καταπονήσεων
BIBEXΡΩΜ	AQUACHROM ECO	Οικολογική ριπολίνη νερού εξαιρετικής ποιότητας, για ξύλινες επιφάνειες, με ειδικές πρώτες ύλες νέας τεχνολογίας.
	AQUACHROM PRIMER ECO	Οικολογική βελατούρα νερού για επιφάνειες που βάφονται με AQUACHROM ECO. Εξασφαλίζει την τέλεια πρόσφυση για το τελικό χρώμα.
Vitex	KINDER PAINT	Οικολογική ριπολίνη υδατικής βάσης
Status	Aquadrop	Οικολογική ριπολίνη υδατικής βάσης
	STATUS ECOVARN	ΒΕΡΝΙΚΙ ΝΕΡΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ Εφαρμογή: Κατάλληλο για ξύλινες επιφάνειες εσωτερικών και κυρίως εξωτερικών χώρων.
ER-LAC	AQUALAQUER ECO	Οικολογικό βερνικόχρωμα νερού για ξύλινες και μεταλλικές επιφάνειες.
MARMOLUX PAINT FACTORY	AQUALIN	Η AQUALIN οικολογική ριπολίνη είναι ακρυλικό υδατοδιαλυτό χρώμα πολυτελείας αρίστης ποιότητας, εσωτερικής και εξωτερικής χρήσης.
	AQUALIN PRIMER	Το AQUALIN ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ αστάρι είναι ακρυλικό υδατοδιαλυτό προϊόν εσωτερικής χρήσης. Λόγω της ακρυλικής σύνθεσής του συνιστάται και για εξωτερική χρήση.

PRIDUR ECO Ειδικό ακρυλικό διαφανές αστάρι νερού ιδανικό για εσωτερική χρήση, με ισχυρή πρόσφυση. Λόγω της ακρυλικής σύνθεσής του συνιστάται και για εξωτερικές επιφάνειες.

VARNOXYL Είναι οικολογικό υδατοδιαλυτό βερνίκι αρίστης ποιότητας κατάλληλο για εσωτερική χρήση.

2.6 Συντηρητικά ξύλου στην Ελληνική αγορά

Ερωτηματολόγιο/Εταιρεία	ΧΡΩΤΕΧ Α.Ε
1. Ποια συντηρητικά ξύλου διαθέτει οι εταιρεία;	A. Ultraxyl B. Ultraxyl Aqua
2. Ανήκουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων ή των μυκητοκτόνων;	A. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο B. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο
3. Ποιο είναι το κόστος τους;	A. 8,00 ευρώ ανά λίτρο B. 9,50 ευρώ ανά λίτρο
4. Ποια είναι η τοξικότητά* τους;	A. Δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Εφόσον τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας κατά την εφαρμογή δεν είναι επικίνδυνο ούτε για τους ανθρώπους που το μεταχειρίζονται. B. Δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Εφόσον τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας κατά την εφαρμογή δεν είναι επικίνδυνο ούτε για τους ανθρώπους που το μεταχειρίζονται.
5. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο τρόπος εφαρμογής τους;	A. Ελαιοδιαλυτό συντηρητικό. Εύφλεκτο. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό, πιστόλι(ψεκασμός) και εμβάπτιση. B. Υδατοδιαλυτό συντηρητικό. Άοσμο. Στεγνώνει εύκολα. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό, πιστόλι(ψεκασμός) και εμβάπτιση.
6. Παράγονται στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό;	Τα προϊόντα παράγονται στην Ελλάδα.

Ερωτηματολόγιο/Εταιρεία	BONDEX ΜΙΜΗΣ ΠΕΡΑΧΙΑ Α.Ε
1. Ποια συντηρητικά ξύλου διαθέτει οι εταιρεία;	A. Bondex long life Wood Preservative (Υδατοδιαλυτό) B. Gori 22 (βάσεως white spirit)
2. Ανήκουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων ή των μυκητοκτόνων;	A. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο B. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο
3. Ποιο είναι το κόστος τους;	A. 8,50 ευρώ/0,75lt - 25,50 ευρώ/2,5 lt – 47,90 ευρώ/5 lt B. 7,35 ευρώ/0,75lt – 44,00 ευρώ/5 lt
4. Ποια είναι η τοξικότητά* τους;	A. Δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Εφόσον τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας κατά την εφαρμογή δεν είναι επικίνδυνο ούτε για τους ανθρώπους που το μεταχειρίζονται. B. Δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Εφόσον τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας κατά την εφαρμογή δεν είναι επικίνδυνο ούτε για τους ανθρώπους που το μεταχειρίζονται.
5. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο τρόπος εφαρμογής τους;	A. Υδατοδιαλυτό συντηρητικό. Αποτελεσματικό και με τους τερμίτες. Στεγνώνει ευκολότερα αλλά «αγριεύει» ελαφρώς το ξύλο. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό, πιστόλι(ψεκασμός) και εμβάπτιση. B. Ελαιοδιαλυτό συντηρητικό. Στεγνώνει πιο αργά αλλά προσδίδει λεία επιφάνεια. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό, πιστόλι(ψεκασμός) και εμβάπτιση.
6. Παράγονται στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό;	Τα προϊόντα παράγονται στο εξωτερικό.

Ερωτηματολόγιο/Εταιρεία	BIBEXΡΩΜ Α.Ε
1. Ποια συντηρητικά ξύλου διαθέτει οι εταιρεία;	A. Aquaxyl plus B. Vivexyl
2. Ανήκουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων ή των μυκητοκτόνων;	A. μυκητοκτόνο B. μυκητοκτόνο
3. Ποιο είναι το κόστος τους;	A. 8,50 ευρώ/0,75lt B. 8,30 ευρώ/0,75lt
4. Ποια είναι η τοξικότητά* τους;	A. Ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα για το περιβάλλον (σύμφωνα με την οδηγία 1999/45/ΕΚ). Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον. Δεν αναφέρεται κάποιος ειδικός κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία. B. Δεν ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα. Δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία ούτε για το περιβάλλον.
5. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο τρόπος εφαρμογής τους;	A. Υδατοδιαλυτό συντηρητικό. Άοσμο. Στεγνώνει σε μικρό χρόνο. Περιέχει φίλτρο UV κατά της υπερύθρης ακτινοβολίας και είναι υδατοαπωθητικό. Εφαρμογή με πινέλο, πιστόλι και εμβάπτιση. B. Ελαιοδιαλυτό συντηρητικό. Εύφλεκτο. Έγχρωμο. Στεγνώνει πιο αργά από ότι το υδατοδιαλυτό. Εφαρμογή με πινέλο.
6. Παράγονται στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό;	Τα προϊόντα παράγονται στην Ελλάδα.

Ερωτηματολόγιο/Εταιρεία	VEHRO A.E
1. Ποια συντηρητικά ξύλου διαθέτει οι εταιρεία;	A. Smaltoxyl hydro B. Smaltoxyl base
2. Ανήκουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων ή των μυκητοκτόνων;	A. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο B. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο
3. Ποιο είναι το κόστος τους;	A. 7-9 ευρώ ανά λίτρο B. 6-7 ευρώ ανά λίτρο
4. Ποια είναι η τοξικότητά* τους;	A. Δεν αναφέρεται κανένας ειδικός κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία. Ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα για το περιβάλλον (σύμφωνα με την οδηγία 1999/45/EK). Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον. B. Δεν ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα. Δεν αναφέρεται κανένας κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία. Δεν ταξινομείται ως επικίνδυνο για το περιβάλλον.
5. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο τρόπος εφαρμογής τους;	A. Υδατοδιαλυτό συντηρητικό. Άχρωμο. Άοσμο. Στεγνώνει εύκολα. Επαναβάφεται. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό και εμβάπτιση. B. Ελαιοδιαλυτό συντηρητικό. Περιέχει φίλτρα προστασίας από την U.V ακτινοβολία. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό και εμβάπτιση.
6. Παράγονται στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό;	Τα προϊόντα παράγονται στην Ελλάδα.

Ερωτηματολόγιο/Εταιρεία	<p style="text-align: center;">ER-LAC Γ.Δ. ΚΟΥΤΛΗΣ Α.Β.Ε.Ε.</p>
1. Ποια συντηρητικά ξύλου διαθέτει οι εταιρεία;	<p>A. Aqua Stain Prime</p> <p>B. Wood Stain</p>
2. Ανήκουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων ή των μυκητοκτόνων;	<p>A. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο</p> <p>B. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο</p>
3. Ποιο είναι το κόστος τους;	<p>A. 7-9 ευρώ/0,75lt</p> <p>B. 6-8 ευρώ/0,75lt</p>
4. Ποια είναι η τοξικότητά* του	<p>A. Δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Εφόσον τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας κατά την εφαρμογή δεν είναι επικίνδυνο ούτε για τους ανθρώπους που το μεταχειρίζονται..</p> <p>B. Δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Εφόσον τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας κατά την εφαρμογή δεν είναι επικίνδυνο ούτε για τους ανθρώπους που το μεταχειρίζονται.</p>
5. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο τρόπος εφαρμογής τους;	<p>A. Υδατοδιαλυτό συντηρητικό. Άοσμο. Υδατοαπωθητικό. Στεγνώνει εύκολα. Εφαρμογή με πινέλο και εμβάπτιση.</p> <p>B. Ελαιοδιαλυτό συντηρητικό. Άχρωμο. Αφήνει λεία επιφάνεια στο ξύλο. Εφαρμογή με πινέλο.</p>
6. Παράγονται στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό;	<p>Τα προϊόντα παράγονται στην Ελλάδα.</p>

Ερωτηματολόγιο/Εταιρεία	Berling A.B.E.E
<p>1. Ποια συντηρητικά ξύλου διαθέτει οι εταιρεία;</p>	<p>A. Gel</p> <p>B. Silicon</p> <p>Γ. Nature</p> <p>Δ. Nature Pergola</p>
<p>2. Ανήκουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων ή των μυκητοκτόνων;</p>	<p>A. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο</p> <p>B. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο</p> <p>Γ. μυκητοκτόνο</p> <p>Δ. μυκητοκτόνο</p>
<p>3. Ποιο είναι το κόστος τους;</p>	<p>A. 7-8 ευρώ/0,75lt</p> <p>B. 7-8 ευρώ/0,75lt</p> <p>Γ. 8-9 ευρώ/ 0,75lt</p> <p>Δ. 8-10 ευρώ/ 0,75lt</p>
<p>4. Ποια είναι η τοξικότητά* τους;</p>	<p>A. Ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα.(σύμφωνα με την οδηγία 1999/45/ΕΚ). Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον.</p> <p>B. Ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα.(σύμφωνα με την οδηγία 1999/45/ΕΚ). Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον</p> <p>Γ. Το προϊόν δεν ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα και δεν απαιτούνται προειδοποιητικά μέτρα ασφαλείας.</p> <p>Δ. . Το προϊόν δεν ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα και δεν απαιτούνται προειδοποιητικά μέτρα ασφαλείας.</p>

<p>5. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο τρόπος εφαρμογής τους;</p>	<p>A. Ελαιοδιαλυτό συντηρητικό. Εύφλεκτο. Μορφή ζελέ που ρευστοποιείται κατά την εφαρμογή Υδροαπωθητικό. Προστασία από ακτινοβολίες UV. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό.</p> <p>B. Ελαιοδιαλυτό συντηρητικό. Πολύ καλή πρόσφυση. Εύφλεκτο. Υψηλή διεισδυτικότητα. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό.</p> <p>Γ. Υδατοδιαλυτό συντηρητικό. Άοσμο. Στεγνώνει εύκολα. Χαμηλή περιεκτικότητα σε πτητικούς οργανικούς διαλύτες. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό.</p> <p>Δ. Υδατοδιαλυτό συντηρητικό. Άοσμο. Παρέχει προστασία κατά των υπεριωδών ακτινοβολιών. Στεγνώνει εύκολα. Χαμηλή περιεκτικότητα σε πτητικούς οργανικούς διαλύτες. Εφαρμογή με πινέλο, ρολό.</p>
<p>6. Παράγονται στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό;</p>	<p>Τα προϊόντα παράγονται στην Ελλάδα.</p>

Ερωτηματολόγιο/Εταιρεία	VITEX A.E
<p>1. Ποια συντηρητικά ξύλου διαθέτει οι εταιρεία;</p>	<p>A. Diaxyl Decor (Υδατοδιαλυτό)</p> <p>B. Diaxyl Décor (Διαλύτου)</p> <p>Γ. Teak Oil</p>
<p>2. Ανήκουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων ή των μυκητοκτόνων;</p>	<p>A. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο</p> <p>B. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο</p> <p>Γ. εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο</p>
<p>3. Ποιο είναι το κόστος τους;</p>	<p>A. 8,50 ευρώ/0,75lt</p> <p>B. 8,30 ευρώ/0,75lt</p> <p>Γ. 10 ευρώ/ 0,75lt</p>
<p>4. Ποια είναι η τοξικότητά* τους;</p>	<p>A. Ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα.(σύμφωνα με την οδηγία 1999/45/ΕΚ). Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον.</p> <p>B. Ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα.(σύμφωνα με την οδηγία 1999/45/ΕΚ). Επιβλαβές για των άνθρωπο μπορεί να προκαλέσει βλάβη στους πνεύμονες σε περίπτωση κατάποσης Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον</p> <p>Γ. Ταξινομείται ως επικίνδυνο σκεύασμα.(σύμφωνα με την οδηγία 1999/45/ΕΚ). Επιβλαβές για των άνθρωπο μπορεί να προκαλέσει βλάβη στους πνεύμονες σε περίπτωση κατάποσης Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον.</p>
<p>5. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο τρόπος εφαρμογής τους;</p>	<p>A. Υδατοδιαλυτό συντηρητικό. Άοσμο. Απορροφάτε εύκολα από το ξύλο. Πολύ καλή πρόσφυση. Στεγνώνει εύκολα. Αφήνει ένα προστατευτικό φιλμ στην επιφάνεια του ξύλου. Εφαρμογή με πινέλο, πιστόλι(ψεκασμός) και εμβάπτιση.</p> <p>B. Ελαιοδιαλυτό συντηρητικό. Πολύ καλή πρόσφυση. Αφήνει ένα προστατευτικό φιλμ στην επιφάνεια του ξύλου.</p>

	<p>Εφαρμογή με πινέλο, πιστόλι(ψεκασμός) και εμβάπτιση.</p> <p>Γ. Μείγμα φυσικών τροποποιημένων ελαίων, εμπλουτισμένο με κερί. Διεισδύει στο βάθος των πόρων του ξύλου χωρίς να αφήνει φιλμ χοντρού πάχους στην επιφάνεια. Εφαρμογή με πινέλο, πιστόλι(ψεκασμός) και εμβάπτιση.</p>
<p>6. Παράγονται στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό;</p>	<p>Τα προϊόντα παράγονται στην Ελλάδα.</p>

Ερωτηματολόγιο/Εταιρεία	AURO ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Ι. ΝΙΚΟΛΑΟΣ
1. Ποια συντηρητικά ξύλου διαθέτει οι εταιρεία;	Α. Βορικό άλας προστασίας ξύλου No111
2. Ανήκουν στην κατηγορία των εντομοκτόνων ή των μυκητοκτόνων;	Α. μυκητοκτόνο
3. Ποιο είναι το κόστος τους;	Α. 15,37 ευρώ/kg σκόνης
4. Ποια είναι η τοξικότητά* του;	Α. Δεν είναι επικίνδυνο για τους ανθρώπους που το μεταχειρίζονται εφόσον τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας κατά την εφαρμογή. Το προϊόν δεν υπόκειται των υποχρεώσεων χαρακτηρισμού σύμφωνα με τις διατάξεις περί επισημάνσεως επικίνδυνων υλικών εργασίας και σύμφωνα με τις διατάξεις περί επισημάνσεως τοξικών ουσιών εμπορίας μεταξύ κρατών
5. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και ποιος ο τρόπος εφαρμογής τους;	Α. Το προϊόν δεν είναι έτοιμο προς χρήση. Διαλύεται με νερό από τον χρήστη. Κατά την διάρκεια της επεξεργασίας και του στεγνώματος τα προϊόντα έχουν μια ιδιαίτερα χαρακτηριστική οσμή. Για τα εκτεθειμένα ξύλα τις καιρικές συνθήκες συνίσταται να ακολουθήσει επεξεργασία με λάδια ή βερνίκια εμποτισμού. Εφαρμόζεται με επάλειψη, ψεκασμό, εμπάπτιση σε δεξαμενή εμποτισμού, σε σήραγγα κατάβρεξης ή εμποτισμού ή σε εμποτιστήρα (λέβητα πίεσης).
6. Παράγονται στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό;	Το προϊόν παράγεται στο εξωτερικό.

*Η τοξικότητα των συντηρητικών αναφέρεται σχετικά με τις βλάβες που μπορεί να προκαλέσει το κάθε προϊόν μετά την εφαρμογή του στον χρήστη αλλά και στο περιβάλλον και χαρακτηρίζεται ως επικίνδυνο ή ακίνδυνο σκεύασμα. Αναφέρεται επίσης και στις βλάβες που μπορούν να προκληθούν στους ανθρώπους που μεταχειρίζονται το ίδιο το προϊόν και έτσι κάθε σκεύασμα αναγράφει απαραίτητως στην ετικέτα που φέρει τις φράσεις κινδύνου (Risk phrases) που προειδοποιούν τους χρήστες. (π.χ. **R21**:Επιβλαβές σε επαφή με το δέρμα, **R22**: Επιβλαβές σε περίπτωση καταπόσεως κτλ)

2.6.1 Συμπεράσματα σχετικά με τα συντηρητικά ξύλου στην Ελληνική αγορά.

Τα συντηρητικά ξύλου είναι ευρέως διαδεδομένα στην ελληνική αγορά. Σχεδόν όλες οι εταιρείες που εμπορεύονται βερνίκια και χρώματα διαθέτουν και συντηρητικά ξύλου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το ευρύ κοινό για οικιακή χρήση αλλά και για επαγγελματική χρήση. Οι περισσότερες εταιρείες διαθέτουν υδατοδιαλυτά και ελαιοδιαλυτά συντηρητικά τα οποία είναι κατάλληλα για εσωτερική αλλά και εξωτερική χρήση.

Δεν υπάρχουν διαφορές όσον αφορά τη χρήση των δύο προϊόντων. Και τα δύο είναι προϊόντα εμποτισμού και μπορούν να εφαρμοστούν σε ξύλινες κατασκευές σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Η ειδοποιός διαφορά των δυο προϊόντων αφορά στον διαλύτη που έχει ως φορέα το κάθε συντηρητικό. Στα ελαιοδιαλυτά συντηρητικά χρησιμοποιείται ως διαλύτης κάποιο έλαιο ενώ στα υδατοδιαλυτά χρησιμοποιείται το νερό.

Τα υδατοδιαλυτά συντηρητικά έχουν αναπτυχθεί λόγω της ζήτησης που εμφανίζουν τα τελευταία χρόνια προϊόντα που είναι πιο φιλικά στο χρήστη και το περιβάλλον. Συνήθως τα υδατοδιαλυτά συντηρητικά παρουσιάζουν μικρότερη τοξικότητα στους ανθρώπους από ότι τα ελαιοδιαλυτά. Επίσης τα προϊόντα νερού έχουν ελαφρύτερη οσμή ή ανάλογα με τη σύνθεσή τους είναι ακόμα και άοσμα και έχουν την ιδιότητα να στεγνώνουν σε μικρό χρόνο.

Συνήθως τα προϊόντα νερού χρησιμοποιούνται από τους ιδιώτες, οι οποίοι είναι διατεθειμένοι να τα πληρώσουν σε τιμή ακριβότερη από τα προϊόντα διαλύτη, για βαφές σε εσωτερικούς χώρους ή από γονείς με μικρά παιδιά ή από άτομα που έχουν προβλήματα που σχετίζονται με το αναπνευστικό και θέλουν προϊόντα χωρίς οσμή.

Οι περισσότερες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα παράγουν οι ίδιες τα προϊόντα τους και πολλές από αυτές τα εξάγουν και σε άλλες χώρες. Υπάρχουν και λίγες εταιρείες ωστόσο που εισάγουν τα προϊόντα τους από το εξωτερικό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Ξυλοφάγα έντομα

❖ *Dinoderus minutus*

Ρυγχωτό σκαθάρι του Μπαμπού

Εμφάνιση



- Σκούρο καφέ σώμα, παχουλό, σχεδόν κυλινδρικό, 2 με 3,7 mm μήκος.
- Κεραίες φαρδαινούν στο άκρο, με τα 3 τελευταία μεταμερίδια ιδιαίτερα μεγάλα που καταλήγουν σε κλαδωτές καταλήξεις.
- Ο κυφός θώρακας κρύβει το κεφάλι και έχει οδοντώσεις στο εμπρόσθιο του τμήμα. Δύο μεγάλες βούλες στο πίσω τμήμα του θώρακα.
- Έλυτρα καλυμμένα με μικρά σημάδια και σκληρές τρίχες.

Κύκλος ζωής

- Το θηλυκό γεννά 27-35 αυγά στο υπόστρωμα της τροφής, οι προνύμφες εκκολάπτονται και εισέρχονται στο φυτό.
- Η προνύμφη περνά μέχρι 4 φάσεις εξέλιξης και γίνεται νύμφη μέσα στο φυτό.
- Ο κύκλος ζωής μπορεί να είναι σύντομος, 60 ημέρες υπό ευνοϊκές συνθήκες (35 °C, 75% σχετική υγρασία) που οδηγεί σε πολλαπλές γενιές τον χρόνο.

Συνήθειες

- Η προνύμφη τρέφεται από το μπαμπού, αλλά είναι επίσης γνωστό ότι το σκαθάρι αναπαράγεται σε ρίζες μανιότης.
- Η προνύμφη κατασκευάζει κυλινδρικά περάσματα με τη φορά των νερών των φυτών και εμφανίζεται αφήνοντας μια τέλεια στρογγυλή τρύπα.
- Αυτό το είδος από την Ανατολική Ασία μεταφέρεται με εμπορεύματα σε πλοία (π.χ. προϊόντα ταπιόκας), ξύλινες συσκευασίες, ακόμα και ξύλινα μουσικά όργανα.

❖ **Pentarthrum huttoni**

Εμφάνιση



- Τα ενήλικα έχουν μήκος 2,5 ως 5mm.
- Τα σκαθάρια έχουν χρώμα κοκκινωπό προς μαύρο. Έχουν μακρύ μουσούδι, κυλινδρικό σώμα και κοντά πόδια.
- Οι προνύμφες έχουν χρώμα λευκό και σχήμα C, είναι ζαρωμένα και δεν έχουν πόδια.

Κύκλος ζωής

- Τα αυγά γεννιούνται ένα ένα από το θηλυκό σε ειδικά κατασκευασμένες τρύπες. Είναι γυαλιστερά, λευκά, εύπλαστα και πεπλατυσμένα στο ένα άκρο, και εκκολάπτονται μέσα σε 16 ημέρες.
- Οι προνύμφες ανοίγουν σήραγγες στο ξύλο για έξη μήνες με ένα χρόνο. Περνούν το στάδιο της νύμφης κοντά στην επιφάνεια για δύο με τρεις εβδομάδες.
- Το ενήλικο εμφανίζεται το καλοκαίρι ροκανίζοντας μέσα από την επιφάνεια του ξύλου και αφήνοντας τρύπες εξόδου. Τα ενήλικα μπορεί να ζήσουν πάνω από ένα χρόνο.

Συνήθειες

- Οι ζημιές έχουν σχέση με υγρό ξύλο ή ξύλο που σαπίζει, ειδικά ξυλεία που έχει ήδη σαπίσει από μύκητες των κελαριών. Η μόλυνση μπορεί να επεκταθεί σε διπλανό υγιές ξύλο

❖ *Lyctus brunneus*

Εμφάνιση



- Ενήλικα μήκος 5mm.
- Έχουν χρώμα κόκκινο καφέ, είναι λεπτά και κάπως πεπλατυσμένα.
- Οι προνύμφες έχουν χρώμα κρεμ και το μέγεθός τους σε πλήρη ανάπτυξη είναι 6mm.

Κύκλος ζωής

- Λευκά, μακριά και κυλινδρικά αυγά γεννιούνται από το θηλυκό σε πλατείς πόρους σκληρών ξύλων. Γεννά μεταξύ 30 και 50 αυγά, που εκκολάπτονται σε μία με δύο εβδομάδες. Γεννιούνται μόνο αν η περιεκτικότητα αμύλων του ξύλου είναι αρκετά υψηλή για τις προνύμφες.
- Οι προνύμφες περνούν στο στάδιο της νύμφης που διαρκεί από δύο έως τέσσερις εβδομάδες, κοντά στην επιφάνεια του ξύλου. Το ενήλικο ανοίγει μασώντας δρόμο για να βγει, μεταξύ Ιουνίου και Αυγούστου.
- Ο συνολικός κύκλος ζωής μπορεί να πάρει από τέσσερα έως δέκα χρόνια.

Συνήθειες

- Από τα τέσσερα ξεκάθαρα στάδια της ζωής τους, τη μεγαλύτερη ζημιά στο ξύλο την προκαλούν οι προνύμφες. Ανοίγουν σήραγγες στο ξύλο για ένα με δύο χρόνια.
- Είναι κυρίως παράσιτα αποθηκών ξυλείας, αλλά προκαλούν και ζημιές σε έπιπλα, αθλητικό εξοπλισμό, ξύλινα πατώματα και κουφώματα.

❖ *Ernobius mollis*

Εμφάνιση



- Ενήλικες 3-6mm. Κόκκινο ή καστανό με μεταξωτές κίτρινες τρίχες στο σώμα του.

Κύκλος ζωής

- Το θηλυκό γεννά 20-30 αυγά σε σχισμές του φλοιού που εκκολάπτονται σε προνύμφες μέσα σε δύο ή τρεις εβδομάδες.
- Ακολουθεί το στάδιο της νύμφης την άνοιξη ή στις αρχές του καλοκαιριού και κρατάει μία ή δύο εβδομάδες.
- Τα ανήλικα εμφανίζονται μεταξύ Μαΐου και Αυγούστου.

Συνήθειες

- Οι ζημιές περιορίζονται σε δέντρα από μαλακό ξύλο χωρίς φλοιό, και δεν προκαλούν δομικές ζημιές. Συμβαίνει σε πέργκολες, ξύλινες κατασκευές, ξύλα του φράχτη και υπόστεγα κήπου.
-

❖ *Xestobium rufovillosum*

Κοινό σαράκι των επίπλων

Εμφάνιση



- Ενήλικο 3-4mm μήκος. Ενήλικο 3-4mm μήκος. Ο σημαντικά κυφός θώρακας καλύπτει το κεφάλι.
- Προνύμφη - συνήθως κρυμμένη στο ξύλο.

Κύκλος ζωής

- Βέλτιστες συνθήκες για ανάπτυξη είναι 22-23°C.

Συνήθειες

- Δεν θεωρείται παράσιτο αποθηκευμένων προϊόντων, αλλά σχετίζεται με την ξυλεία.
-

❖ *Korynetes caeruleus*

Εμφάνιση



- Ενήλικες - 4mm. Έχει γυαλιστερό μπλε χρώμα.

Κύκλος ζωής

- Τα αυγά γεννιούνται στην επιφάνεια του ξύλου κοντά ή μόλις μέσα στις τρύπες εξόδου.
- Οι προνύμφες ζουν μέσα στο ξύλο που έχει μολυνθεί από έντομα που ανοίγουν στοές στο ξύλο, όπου τρέφονται με τις προνύμφες αυτών των εντόμων.
- Ενήλικο: Μετά την εμφάνισή τους, ζευγαρώνουν, γεννούν αυγά και πεθαίνουν.

Συνήθειες

- Αρπακτικό που επιτίθεται στο Κοινό σαράκι των επίπλων και στο Σαράκι *Xestobium Rufovillosum* - άρα η παρουσία του σημαίνει σοβαρή μόλυνση οποιουδήποτε από αυτά που ανοίγουν στοές στο ξύλο.
- Οι προνύμφες που σχεδόν ποτέ δεν βλέπουμε, είναι αυτές που καταναλώνουν τις προνύμφες των παρασίτων που ανοίγουν στοές στο ξύλο. Το Έντομο *Korynetes caeruleus* δεν έχει τη δυνατότητα να καταστρέψει ξύλο.

❖ *Xestobium Rufovillosum*

Εμφάνιση



- Ενήλικα 5 - 7mm μήκος. Προνύμφες - 10mm.
- Τα σκαθάρια είναι σκούρο κοκκινωπό καφέ και έχουν κίτρινες τρίχες στο άνω μέρος του σώματος και τα έλυτρα. Οι προνύμφες έχουν χρώμα κρεμ και σχήμα σαν τσιγκέλι, καλύπτονται από όρθιες χρυσές τρίχες με σκούρες καφέ σιαγόνες στο κεφάλι.

Κύκλος ζωής

- Μετά το ζευγάρωμα, το θηλυκό γεννά 3-4 αυγά σε σχισμές σε ξύλο με τραχιά επιφάνεια. Είναι υπόλευκα, έχουν σχήμα οβάλ και γεννά μεταξύ 40 και τη διάρκεια της ζωής της. Τα αυγά εκκολάπτονται μέσα σε δύο με πέντε εβδομάδες.
- Οι προνύμφες μετατρέπονται σε νύμφες ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του ξύλου. Το ενήλικο εμφανίζεται στις αρχές του καλοκαιριού ροκανίζοντας μέσα από την επιφάνεια του ξύλου και αφήνοντας χαρακτηριστικές τρύπες εξόδου.

Συνήθειες

- Στο φυσικό του περιβάλλον, το έντομο ζει στα νεκρά τμήματα αρκετών ειδών δέντρων σκληρής ξυλείας, όπου έχει εδραιωθεί φθορά από μύκητες.
- Μέσα σε κτίρια, το έντομο απαντάται σχεδόν αποκλειστικά σε παλιό σκληρό ξύλο, συγκεκριμένα σε μεγάλα ξύλα από δρυ.
- Οι προνύμφες κάνουν την μεγαλύτερη ζημιά καθώς ανοίγουν σήραγγες μέσα στο ξύλο για πέντε έως δέκα χρόνια.

❖ *Nacerdes malamura*

Εμφάνιση



- 7-14mm. Μήκος.
- Κίτρινο καφέ με μαύρες άκρες ελύτρων.
- 3 αυλακώσεις κατά μήκος των ελύτρων.

Κύκλος ζωής

- Τα αυγά γεννιούνται σε υγρή ξυλεία που σαπίζει.
- Οι προνύμφες ανοίγουν στοές στο ξύλο για περίπου 9 μήνες και εμφανίζονται το καλοκαίρι.

Συνήθειες

- Οι προνύμφες χρειάζονται να είναι το ξύλο βρεγμένο συνέχεια, έτσι ώστε οι μύκητες να προβαίνουν στη διάσπαση των ινών του ξύλου.

- Δύο κύριες πηγές μόλυνσης σε κτίρια - δομική ξυλεία όπου συμβαίνει διαρροή από νερά της βροχής, και τμήματα ξυλείας θαμμένα κάτω απότσιμεντένια θεμέλια, μονοπάτια και πεζόδρομους.
-

❖ *Hylotrupes bajulus*

Εμφάνιση



- Ενήλικες: 8 με 25mm μήκος.
- Τα σκαθάρια είναι μαύρα ή καφέ και καλύπτονται με γκριζωπές τρίχες στο άνω τμήμα του κορμού και τα έλυτρα. Υπάρχουν δύο γυαλιστερά στίγματα στον θώρακα που μοιάζουν με μάτια.
- Οι σαρκώδεις προνύμφες έχουν χρώμα γκριζωπό - λευκό και μπορούν να φτάσουν τα 35mm όταν αναπτυχθούν πλήρως.

Κύκλος ζωής

- Το θηλυκό γεννά τα αυγά του το καλοκαίρι ως τις αρχές του φθινοπώρου σε σχισμές και χαραμάδες ξύλου. Είναι κιτρινωπά προς γκρι - λευκό, ελλειπτικά σε σχήμα με μυτερές άκρες και εκκολάπτονται σε τρεις εβδομάδες.
- Οι προνύμφες κάνουν την μεγαλύτερη ζημιά, καθώς ανοίγουν σήραγγες στο ξύλο για τρία έως έντεκα χρόνια.
- Οι προνύμφες περνούν στο στάδιο της νύμφης κοντά στην επιφάνεια του ξύλου και τα ενήλικα εμφανίζονται μετά από περίπου τρεις εβδομάδες.

Συνήθειες

- Μολύνει φουρνισμένα και μερικώς φουρνισμένα μαλακά ξύλα. Συνήθως καταστρέφει το σομφόξυλο αλλά μπορεί επίσης να επηρεάσει το εγκάρδιο.
- Η μόλυνση συμβαίνει σε μεμονωμένες περιπτώσεις όταν έχουν μεταφερθεί μολυσμένα ξύλα κιβωτίων μεταφοράς.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Λεξικό Αγγλικής Ορολογίας

Αγγλικός Όρος	Ελληνική Απόδοση
adhesive, contact	κόλλα επαφής, κολλά δύο επιμέρους τμήματα ξύλου
acrylic	ακρυλικός
additives	πρόσθετες ουσίες
adhesion	συγκολλητικός, κόλλα
adhesive hot-melt	κόλλα που εφαρμόζεται σε θερμή λιωμένη μορφή και καθώς παγώνει δημιουργεί ισχυρό δεσμό
adhesive, cold-setting	συγκολλητική ουσία ψυχρής εφαρμογής, (εφαρμόζεται σε θερμοκρασία κάτω από τους 20 ⁰ C)
adhesive, gap-filling	κόλλα γεμίσματος ασυνεχειών
adhesive, room-temperature setting	κόλλα που εφαρμόζεται σε συνθήκες δωματίου
annual growth ring	Αυξητικός δακτύλιος
back priming	αστάρωμα, (επίστρωση στο πίσω μέρος του ξύλου που εμποδίζει την υγρασία να εισέλθει)

bark	φλοιός
beetles	σκαθάρια
biodegradation	βιολογική υποβάθμιση
blistering	«σκάσιμο» επιφάνειας επικάλυψης
board	σανίδα, κομμάτι ξυλείας μικρότερο από 38 mm πάχος
bond failure	αστοχία συγκόλλησης
bond strength	μονάδα φορτίου που εφαρμόζεται σε εφελκυσμό, θλίψη, διάτμηση και κάμψη που απαιτείται για την αστοχία της συγκολλητής σύνδεσης
conservation	συντήρηση
creosote	Κρεόζωτο
decay	σήψη
detoxification	αποτοξίνωση
durability	ανθεκτικότητα
fibre	ίνα
fixation	σταθεροποίηση
greenwood	χλωρό ξύλο
hardwood	σκληρή ξυλεία
heartwood	καρδιόξυλο
humidity	υγρασία

hygrgoscopicity	υδροσκοπικότητα
ignition	ανάφλεξη
insecticides	εντομοκτόνο
insects	έντομα
moisture	υγρασία
paint	χρώμα
pretreatments	προ-επεξεργασία
sapwood	σομφόξυλο
seasoning	αποξήρανση
softwood	μαλακή ξυλεία
termites	τερμίτες
timber	ξυλεία
tolerance	ανοχή
toxic	τοξικό
treatment	επεξεργασία, κατεργασία
varnish	βερνίκι
wood	ξύλο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❖ **"Ξύλινες κατασκευές", Ελισσαίος Σ. Κατσαραγάκης, Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2000, Μέρος Πρώτο.**
- ❖ **"Δομικά υλικά" , R.Wenderhorst, εκδ. Γκιούρδα, Αθήνα, 1981,**
κεφάλαιο: "Το ξύλο και κατασκευές από ξύλο".
- ❖ **"Δομικά υλικά" ,Αθανάσιος Τριανταφύλλου, εκδ. Αυτοέκδοση, 2008,**
κεφάλαιο 8ο – Ξύλο.
- ❖ **"Timber information", Trada, εκδ. Trada Technology ,High Wycombe, 2007**
 - Trada section 2/3, sheet 32 : Timber Fungi and Insect Pests
 - Trada section 4, sheet 28 : Durability by design
 - Trada section 2/3, sheet 33 : Wood preservation – Chemicals and processes
- ❖ **"Timber decay in buildings", Brian Ribout, εκδ. Spon Press, Λονδίνο, 2000**
 - Part 1 :Nature of wood p1-15
 - Part 2 :Agents of Decay and Traditional Treatments p21-35
 - Part 3 :Effects of the building environment on timber p117
- ❖ **"Timber structure, properties, conversion and use", H.E Desch and J.M. Dinwoodie, εκδ. Food Products Press, New York, 1996**
 - Part 16 :Utilisation of timber p 181-193
 - Part 18 :Degradation of timber in service p233
 - Part 19 :Decay and Sap-stain Fungi p233-248
 - Part 20 :Worm in timber p247-261
 - Part 22 :Preservation of timber p271-283

- ❖ **"Wood preservation", A. Richardson, 2nd edition, εκδ. Spon E & F N, Λονδίνο, 1993**
 - Part 1 :Natural of wood p1-15
 - Part 3 :Preservation Systems p43
 - Part 4.1 :Preservation Chemicals p97
 - 4.2 :Wood degradation p23

- ❖ **"Timber: Its natural and behaviour" , J.M Dinwoodie, 2nd edition, εκδ. Taylor & Francis, Λονδίνο, 2000**
 - Part 1 :Structure of timber p1-33
 - Part 4 :Movement of timber p49-66
 - Part 8 :Durability of timber p206-218

- ❖ **"Appraisal and repair of timber sructures" , Peter Ross, εκδ.Thomas Telford, Λονδίνο, 2002**
 - Part 3 :Characteristics of timber p32-47
 - Part 4 :Timber in the building Environment p52-57
 - 4.1 Hazard Classes
 - 4.2 Natural durability
 - 4.3 Preservative treatment
 - 4.4 Protective coating

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη

- ❖ **Canadian Wood Council, Ottawa, Canada**
<http://www.cwc.ca/>

- ❖ **Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, Canada**
<http://www.cmhc-schl.gc.ca/leu/index.cfm>

- ❖ **University of Massachusetts, Building Materials and Wood Technology, USA**
<http://www.umass.edu/bmatwt/>

- ❖ **US Forest Products Laboratory, USA**
<http://www.fpl.fs.fed.us/>

- ❖ **American Wood Council (AWC), USA**
<http://www.awc.org>

- ❖ **APA-The Engineered Wood Association, USA**
<http://www.apawood.org/>
- ❖ **National Research Council/Institute for Research in Construction (IRC), Canada**
<http://www.nrc.ca/irc/bes/index.html>
- ❖ **ΤΕΕ, Οδηγοί δομικών υλικών, Ξύλο**
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO
- ❖ **Ηλεκτρονικό Μουσείο Πολιτικών Μηχανικών ΔΠΘ**
http://diocles.civil.duth.gr/links/home/museum/mu_main.html
- ❖ **Trada, United Kingdom**
<http://www.trada.co.uk>
- ❖ **Civil Engineering Portal Of Lectures and Training Material**
<http://www.aboutcivil.com>
- ❖ **American Wood Preserver's Association**
<http://www.awpa.com>
- ❖ **The wood Preservation Science Council**
<http://www.woodpreservativescience.org/facts.html>
- ❖ **Wood Preservation Canada**
<http://www.woodpreservation.ca/>
- ❖ **Western Wood Preservers Institute**
<http://www.wwpinstitute.org/>
- ❖ **«Περιβαλλοντικές ανησυχίες για τα συντηρητικά ξύλου», Καμπερίδου Βασιλική-Μπαρμπούτης Ιωάννης ΑΠΘ.**
<http://users.auth.gr/jbarb/Dimosieyseis/72-Wood%20preservatives.pdf>
- ❖ **Accoya Wood**
<http://www.accoya.com/>
- ❖ **Plato Wood**
<http://www.platowood.nl/>

- ❖ **Atlas Wood**
<http://www.atlaswood.gr/>

- ❖ «Accoya®Wood. Χημικά τροποποιημένη ξυλεία.» Άρθρο του Καθηγητή Δρ. Γεωργίου Μαντάνη, ΤΕΙ Λάρισας.

<http://www.greekarchitects.gr/gr/τεχνικα-θεματα/accogawood-χημικά-τροποποιημένη-ξυλεία-id3017>

- ❖ «Plato® Wood. Καινοτόμος τεχνολογία για βελτιωμένη ξυλεία.» Άρθρο του Καθηγητή Δρ. Γεωργίου Μαντάνη, ΤΕΙ Λάρισας.

<http://www.greekarchitects.gr/gr/τεχνικα-θεματα/plato®wood-id3972>

- ❖ **Louisiana State University Agricultural Center**
<http://www.lsuagcenter.com/en/environment/insects/Termites/>

- ❖ **Australian Pest Controllers Association**
<http://www.termite.com/>

- ❖ **Rentokil**
<http://www.rentokil.gr/pest-guides/insects-and-spiders/wood-damaging-pests/index.html>

- ❖ **Mold, Housing and Wood**
<http://www.wwpa.org/lumberandmold.htm>

- ❖ **Fungal Contamination in Public Buildings: A Guide to Recognition and Management**
http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/air/fungal-fongique/fungal-fongique_e.pdf

- ❖ **Mold Resources**
<http://www.epa.gov/iaq/molds/index.html>

- ❖ **USDA: United States Department of Agriculture**
<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>

- ❖ **Chirvan**
<http://www.chirvancontract.gr/products/docs/xilodapeda.pdf>
- ❖ **Skog&Landskag**
<http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/8compari.pdf>
- ❖ **Malaysian Timber Council**
<http://www.mtc.com.my/info/images/stories/pdf/natural.pdf>

Εξώφυλλο

- ❖ The Kona Residence – Belzberg Architects
<http://www.archtracker.com/the-kona-residence-belzberg-architects/2010/09/>

Project Title: *Kona Residence*

Author: *Belzberg Architects*

Principal: *Hagy Belzberg*

Project Manager: *Barry Gartin*

Location: *Kona, Hawaii*

Project Team: *David Cheung, Carina Bien-Willner, Barry Gartin, Cory Taylor, Andrew Atwood, Chris Arntzen, Brock DeSmit, Dan Rentsch, Lauren Zuzack.*

Year: *2010*

Interiors: *MLK Studio*

Photography: *Benny Chan (Fotoworks), Belzberg Architects.*



ALL RIGHTS RESERVED