



Τεχνολογία Ξύλου

Ενότητα **05**: Ξήρανση ξυλείας

Ιωάννης Φιλίππου

Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

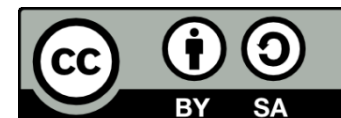


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Ξήρανση ξυλείας

Περιεχόμενα ενότητας

1. Εισαγωγή
2. Μέθοδοι ξήρανσης
3. Φυσική ξήρανση
4. Τεχνητή ξήρανση
5. Άλλες μέθοδοι τεχνητής ξήρανσης
6. Σφάλματα ξήρανσης και αντιμετώπιση τους



Σκοποί ενότητας

- Η εξοικείωση με τις μεθόδους φυσικής και τεχνητής ξήρανσης.
- Η κατανόηση των σφαλμάτων που προκύπτουν στο ξύλο από τη διαδικασία της ξήρανσης και των τρόπων αντιμετώπισης τους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Εισαγωγή

Εισαγωγή (1/2)

- Η πριστή ξυλεία, όπως και άλλα προϊόντα ξύλου (πχ στύλοι, ξυλόφυλλα), περιέχουν μεγάλα ποσά υγρασίας μετά την παραγωγή τους.
- Μεγάλο μέρος της υγρασίας αυτής πρέπει να αποβληθεί βαθμιαία και ομοιόμορφα με κατάλληλη ξήρανση ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται η ξυλεία και το περιβάλλον της χρήσης.
- Η ξήρανση προστατεύει τα προϊόντα του ξύλου από ελαττώματα που προκαλούνται από την ακανόνιστη μεταβολή των διαστάσεων του και την προσβολή μυκήτων, και είναι απαραίτητη πριν τη χρήση τους.



Εισαγωγή (2/2)

- Το ξύλο είναι **υγροσκοπικό** υλικό, λόγω της χημικής του σύστασης, δηλ. έχει την ιδιότητα να προσλαμβάνει υγρασία από την ατμόσφαιρα, οπότε και διογκώνεται, και να αποβάλλει υγρασία προς την ατμόσφαιρα, οπότε και ρικνώνεται, έως ότου έλθει σε ισορροπία με τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας του περιβάλλοντος (ισοδύναμη υγρασία).
- Το ξύλο είναι επίσης **ανισότροπο** υλικό, το οποίο σημαίνει ότι κατά τη διόγκωση – ρίκνωση οι διαστάσεις του μεταβάλλονται διαφορετικά στις διάφορες κατευθύνσεις (αξονική, εφαπτομενική, ακτινική) μέσα στο ξύλο.



Γιατί ξηραίνουμε το ξύλο; (1/2)

Οι κύριοι λόγοι για τους οποίους ξηραίνεται η ξυλεία είναι:

- Ελαττώνεται η ρίκνωση –διόγκωση στο χώρο όπου χρησιμοποιείται η ξυλεία και αποφεύγεται η στρέβλωση και η ραγάδωση.
- Αποφεύγεται η προσβολή από μύκητες (χρωστικούς ή σηπτικούς) κατά τη χρήση του (όταν η υγρασία του ξύλου είναι συνήθως λιγότερη από 20% περίπου της αρχικής).
- Διευκολύνονται η επιτυχημένη βαφή, στίλβωση, εμποτισμός και συγκόλληση του ξύλου.



Γιατί ξηραίνουμε το ξύλο; (2/2)

Η ξήρανση συμβάλλει επίσης στα εξής:

- Ελαττώνεται το βάρος του και επομένως οι δαπάνες μεταφοράς.
- Αυξάνεται η μηχανική αντοχή, εφόσον η ξήρανση δεν συνοδεύεται από ελαττώματα (πχ ραγαδώσεις).
- Αυξάνεται η ικανότητα συγκράτησης καρφιών.
- Θανατώνονται μύκητες και έντομα που τυχόν υπάρχουν μέσα στο ξύλο (συνήθως με τεχνητή ξήρανση ξύλου σε θερμοκρασία πάνω από 60°C).



Παράγοντες ξήρανσης

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ξήρανση είναι:

- η **θερμότητα**: χρειάζεται για την εξάτμιση της υγρασίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του αέρα τόσο ταχύτερος είναι ο ρυθμός κίνησης της υγρασίας από το εσωτερικό προς την επιφάνεια του ξύλου.
- η **σχετική υγρασία**: καθορίζει την ξηραντική ικανότητα του αέρα και το ρυθμό εξόδου της υγρασίας από το ξύλο. Επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία.
- και η **κυκλοφορία του αέρα**: χρειάζεται για μεταφορά θερμότητας προς το ξύλο και απομάκρυνση της υγρασίας από την επιφάνεια του.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Μέθοδοι ξήρανσης

Μέθοδοι ξήρανσης του ξύλου (1/2)

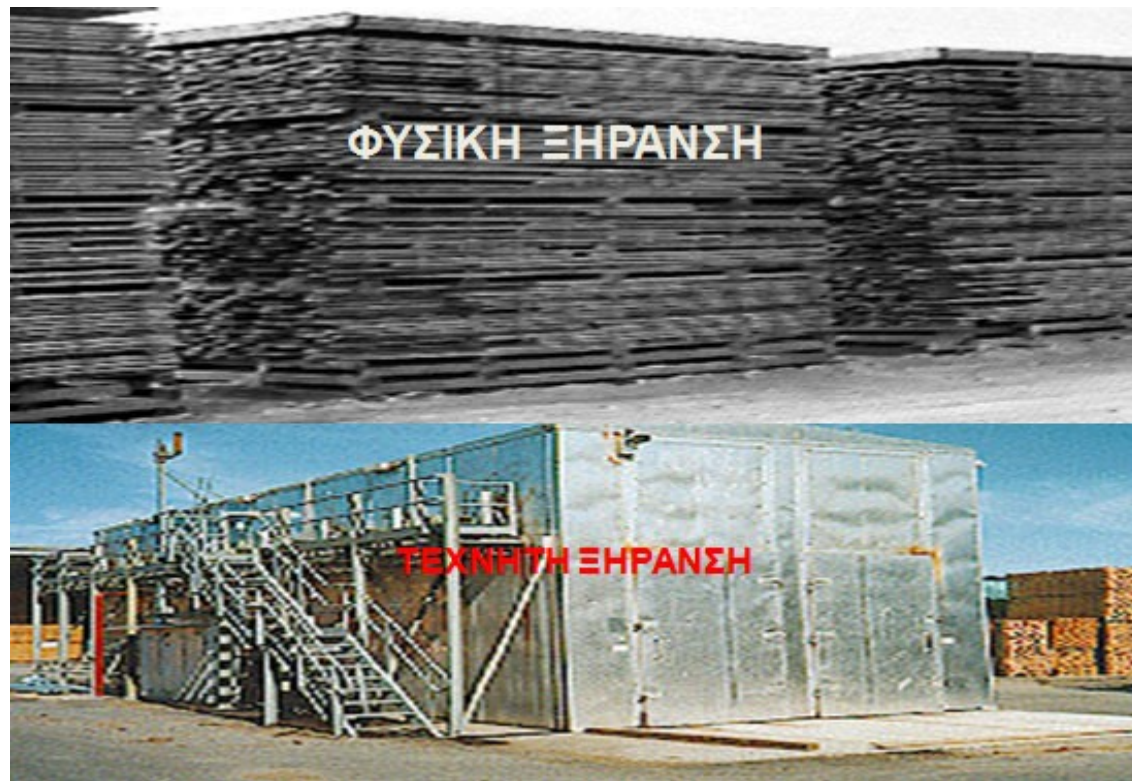
Υπάρχουν δύο μέθοδοι ξήρανσης του ξύλου:

- η **φυσική**: η οποία πραγματοποιείται με έκθεση της ξυλείας στο φυσικό περιβάλλον, συνήθως με στοίβαξη σε ακάλυπτους χώρους ή και υπόστεγα, και
- η **τεχνητή**: η οποία πραγματοποιείται με τεχνητά μέσα, σε ειδικές εγκαταστάσεις τεχνητού κλίματος (θαλάμους), όπου ελέγχονται οι τρεις παράγοντες ξήρανσης που αναφέρθηκαν προηγουμένως.



Μέθοδοι ξήρανσης του ξύλου (2/2)

Εικόνα 5.1. Φυσική και τεχνητή ξήρανση ξύλου



Σύγκριση μεθόδων ξήρανσης (1/3)

- Στη φυσική ξήρανση, η δυνατότητα ελέγχου των παραγόντων ξήρανσης είναι πολύ περιορισμένη ή δεν υπάρχει, σε αντίθεση με την τεχνητή.
- Στη φυσική ξήρανση, απαιτείται πολύ περισσότερος χρόνος για την ξήρανση, σε αντίθεση με την τεχνητή.
- Για ορισμένες χρήσεις της ξυλείας (πχ έπιπλα, πατώματα και άλλες εσωτερικές χρήσεις) και ορισμένες κατεργασίες (πχ συγκόλληση) η φυσική ξήρανση δεν αρκεί και απαιτείται τεχνητή.



Σύγκριση μεθόδων ξήρανσης (2/3)

- Κίνδυνοι στη φυσική ξήρανση προκύπτουν από την μακρόχρονη έκθεση της ξυλείας σε κινδύνους όπως η πυρκαγιά, οι μύκητες και τα έντομα.
- Κίνδυνοι στη τεχνητή ξήρανση προκύπτουν από κακούς χειρισμούς που μπορούν να δημιουργήσουν ελαττώματα στο ξύλο ή ακόμα και να το αχρηστεύσουν.



Σύγκριση μεθόδων ξήρανσης (3/3)

- Στη φυσική ξήρανση υπάρχει ακινητοποίηση κεφαλαίων της βιομηχανίας για πολύ χρόνο.
- Στη τεχνητή ξήρανση, η υγρασία μπορεί να ρυθμιστεί σε οποιοδήποτε επιθυμητό επίπεδο, ανεξάρτητα από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες.
- Στη τεχνητή ξήρανση, απαιτούνται δαπανηρές εγκαταστάσεις, σε αντίθεση με τη φυσική.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Φυσική ξήρανση

Φυσική ξήρανση (1/2)

Σημαντικοί παράγοντες στη φυσική ξήρανση είναι:

1. Η εκλογή γηπέδου
2. Η στοίβαξη
3. Ο ρυθμός ξηράνσεως
4. Ο έλεγχος υγρασίας



Φυσική ξήρανση (2/2)

- Για τη φυσική ξήρανση είναι απαραίτητη η εκλογή κατάλληλου χώρου (γηπέδου ξήρανσης ή πρισματοπλατείας) και η κατάλληλη τοποθέτηση (στοίβαξη) της πριστής ξυλείας.



Εκλογή γηπέδου ξήρανσης (1/2)

Το γήπεδο πρέπει να είναι επίπεδο και επιλέγεται ανάλογα με το **μέγεθος** και τη **θέση** του.

- Το μέγεθος πρέπει να είναι αρκετό για τρέχουσες και μελλοντικές ανάγκες (πχ αποθήκευση ξυλείας, κίνηση των μηχανημάτων).

- Η θέση του σχετίζεται με την κατάλληλη τοπογραφική του διαμόρφωση, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται καλός αερισμός χωρίς φυσικά ή τεχνητά εμπόδια και αποστράγγιση.



Εκλογή γηπέδου ξήρανσης (2/2)

Σημαντικό επίσης για το γήπεδο ξήρανσης είναι:

- να προφυλάγεται από τους ανέμους,
- η επιφάνεια του να διατηρείται χωρίς ποώδη βλάστηση που εμποδίζει την κίνηση του αέρα κάτω από τις στοιβάδες της πριστής ξυλείας και καθαρή από υπολείμματα ξυλείας που ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων και εντόμων,
- και κατάλληλα επιστρωμένο όταν το έδαφος είναι υγρό και λασπώδες.



Στοιβάξη

- Η πριστή ξυλεία τοποθετείται στο γήπεδο ξήρανσης (πρισματοπλατεία του πριστηρίου) σε στοιβάδες οι οποίες συναρμολογούνται και τοποθετούνται (διατάσσονται) με ειδικό συγκεκριμένο τρόπο.



Στοιβάδες πριστής ξυλείας

Εικόνα 5.2. Στοίβαξη στοιβάδων για φυσική ξήρανση



Διάταξη στοιβάδων (1/3)

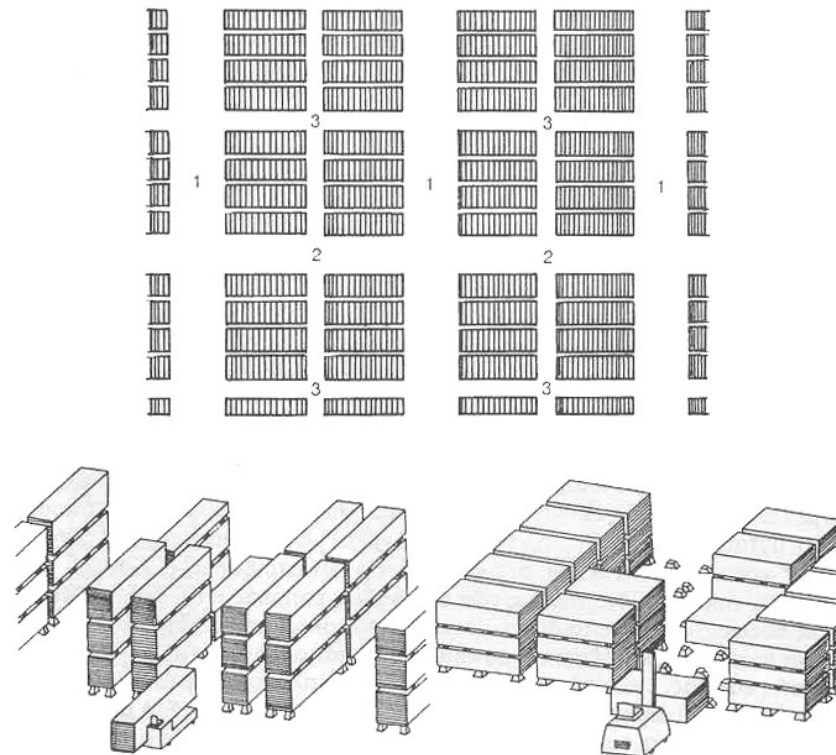
Οι στοιβάδες της πριστής ξυλείας τοποθετούνται σε παράλληλες σειρές με ενδιάμεσους διαδρόμους ποικίλου πλάτους που εξυπηρετούν:

- το χειρισμό της ξυλείας (στοίβαξη και αποστοίβαξη με ανυψωτικά μηχανήματα)
- την κυκλοφορία του αέρα,
- και χρησιμεύουν ως αντιπυρικές λωρίδες.



Διάταξη στοιβάδων (2/3)

Εικόνα 5.3. Διάταξη στοιβάδων και διαδρόμων σε πρισματοπλατεία (κάτοψη - πρόσοψη)



Διάταξη στοιβάδων (3/3)

Η χωροταξία των διαδρόμων και των στοιβάδων επιδρά στον ρυθμό ξήρανσης της ξυλείας.

- Οι κύριοι διάδρομοι, που έχουν πλάτος 3 - 5 μ., πρέπει να έχουν διεύθυνση από βορρά προς νότο, γιατί ο ήλιος επιδρά καλύτερα.
- Η διάταξη των στοιβάδων με το μήκος τους παράλληλο στην κύρια διεύθυνση πνοής των ανέμων είναι δυνατό να δημιουργήσει προβλήματα (πχ ραγάδωση των άκρων λόγω της ταχύτερης εξάτμισης υγρασίας).



Διαστάσεις στοιβάδων

- Οι διαστάσεις των στοιβάδων επηρεάζονται από τη μέθοδο στοίβαξης και τη δυναμικότητα των μηχανημάτων στοίβαξης, συνήθως όμως έχουν πλάτος και ύψος 1 - 1,2 μ. και τοποθετούνται η μία πάνω στην άλλη στην πρισματοπλατεία. Γενικά συνίσταται σχέση ύψους - πλάτους 1:3.
- Οι διαστάσεις των στοιβάδων επηρεάζουν την ταχύτητα ξήρανσης της ξυλείας. Το πλάτος επιδρά στην οριζόντια κίνηση του αέρα και το ύψος στην κατακόρυφη.



Διαστάσεις στοιβάδων: κίνηση αέρα (1/2)

- Ο αέρας εισέρχεται με οριζόντια διεύθυνση, και λόγω εξάτμισης της υγρασίας από την ξυλεία ψύχεται και πέφτει προς τα κάτω. Η πρόσληψη υδρατμών έχει ως αποτέλεσμα τον βαθμιαίο κορεσμό του και όταν γίνει αυτό, η ξυλεία δεν ξηραίνεται ή ξηραίνεται πολύ αργά. Όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος της στοιβάδας τόσο ψηλότερα βρίσκεται το επίπεδο κορεσμού.
- Το ύψος επίσης καθορίζεται από παράγοντες όπως ευστάθεια των στοιβάδων, το κόστος στοιβάσεως και αποστοιβάσεως και τον κίνδυνο ατυχημάτων.



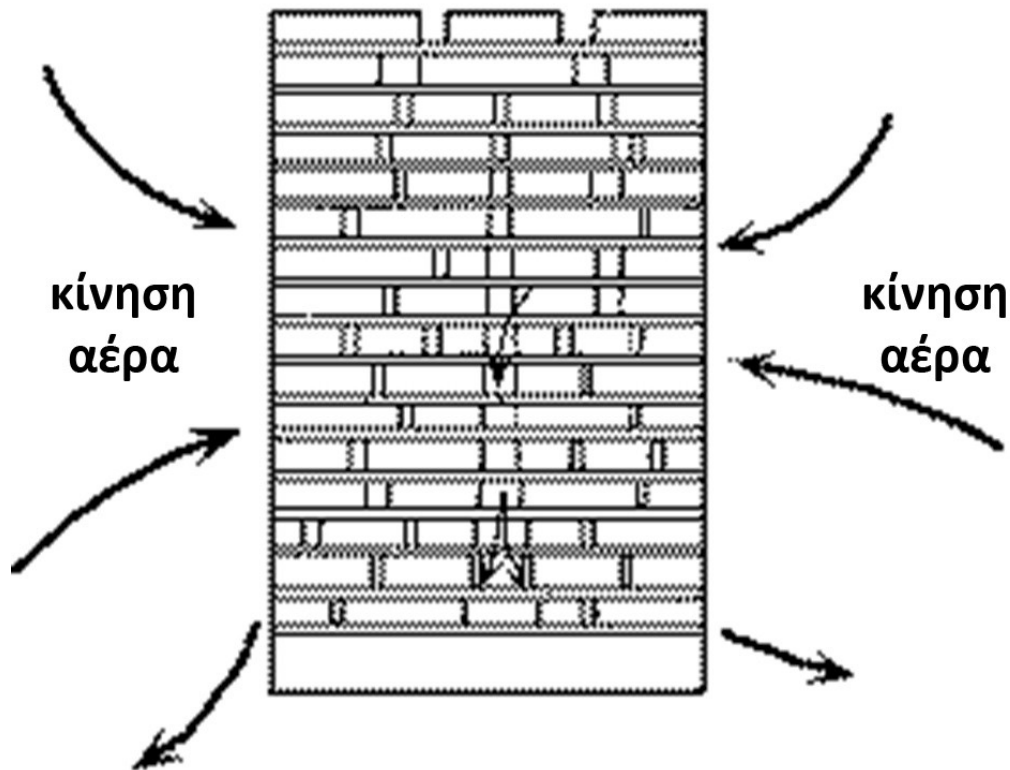
Διαστάσεις στοιβάδων: κίνηση αέρα (2/2)

- Η οριζόντια κίνηση του αέρα είναι δυσκολότερη σε στοιβάδες με μεγάλο πλάτος.
- Τα μειονεκτήματα στοιβάδων μεγάλου πλάτους μπορούν να περιοριστούν με αύξηση των αποστάσεων μεταξύ των πριστών και με χοανοειδείς αεραγωγούς στο κάτω μέρος των στοιβάδων.



Διάταξη στοιβάδων

Εικόνα 5.4. Χοανοειδείς αεραγωγοί σε στιβάδες πριστής ξυλείας και χονδροί διαχωριστικοί πήχεις βελτιώνουν τη κίνηση του αέρα



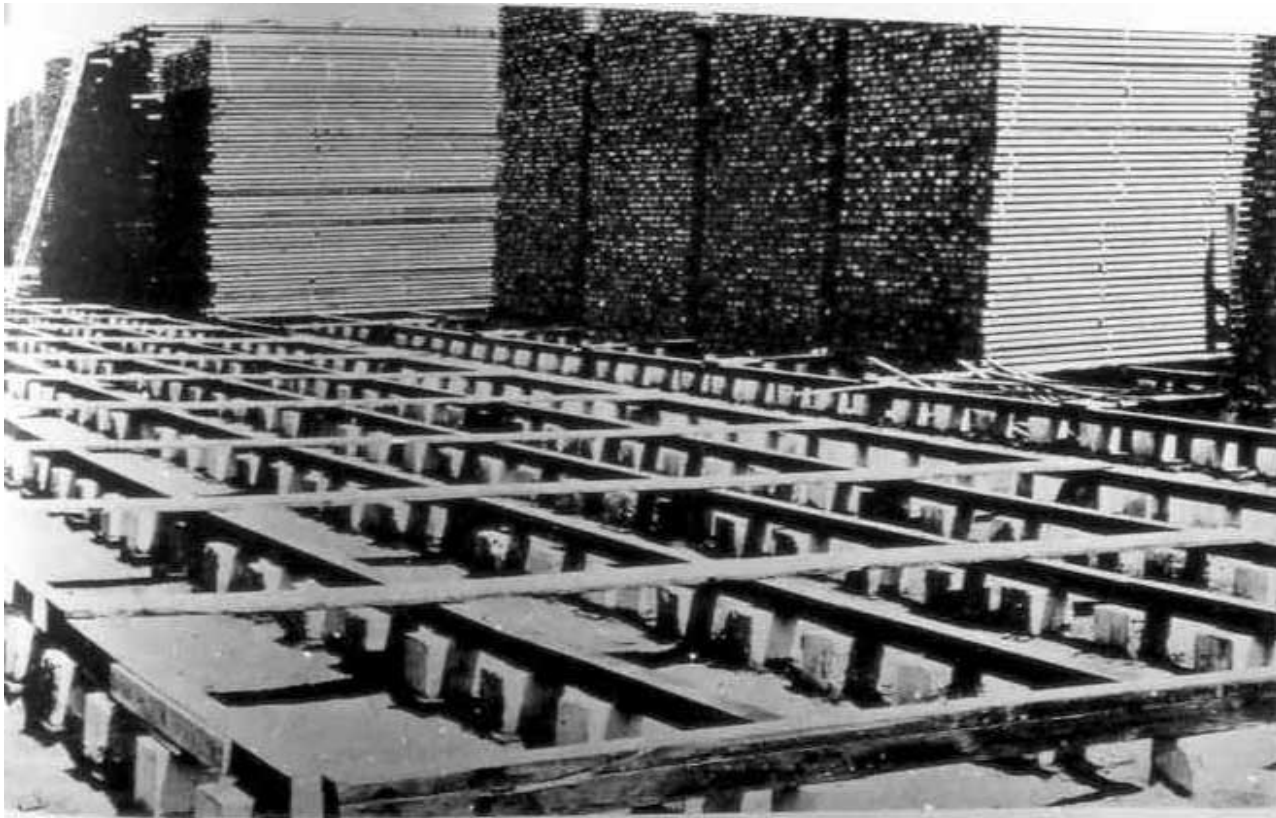
Στοιβάση: βάθρα (1/3)

- Οι στοιβάδες τοποθετούνται σε κατάλληλα, ανθεκτικά βάθρα, σε αποστάσεις 0,25 - 1,5 μ. ανάλογα με το πάχος και το είδος της ξυλείας, ώστε η πρώτη σειρά πριστών να απέχει 30 - 40 εκ. από το έδαφος.
- Τα βάθρα μπορεί να είναι **μόνιμα** (από οπλισμένο σκυρόδεμα και είναι συνεχή ή χωριστά με πυραμιδική μορφή) ή **μεταθετά** (από σκυρόδεμα, τούβλα ή ξύλινες δοκούς εμποτισμένες με πισσέλαιο).



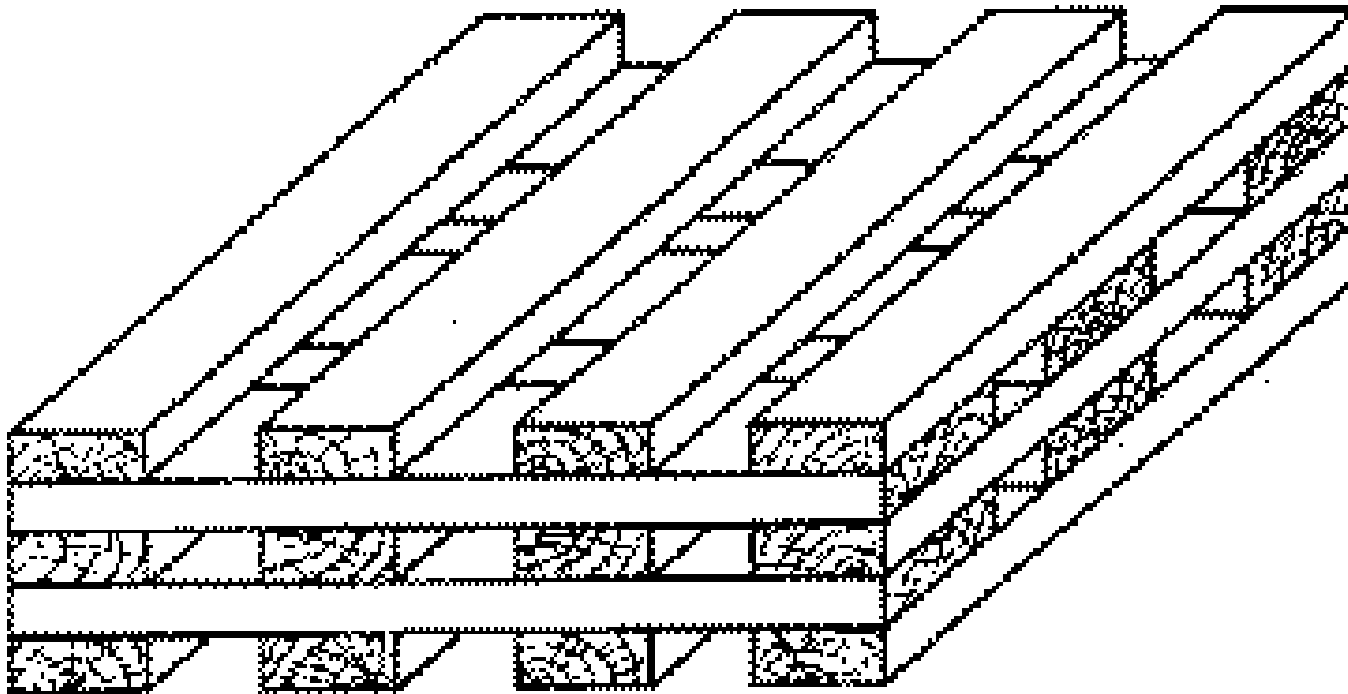
Στοίβαση: βάρθρα (2/3)

Εικόνα 5.5. Στοίβαξη των στιβάδων πάνω σε βάρθρα



Στοιβάση: βάθρα (3/3)

Εικόνα 5.6. Βάθρο κατασκευασμένο από ξύλινες δοκούς



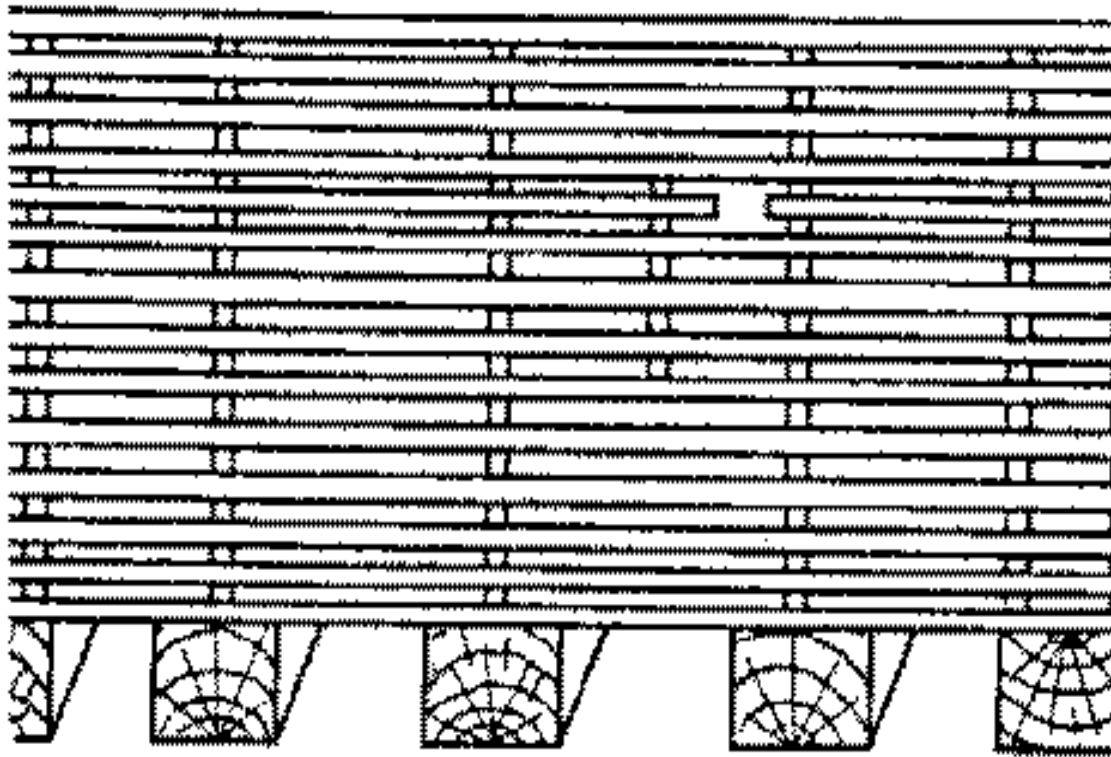
Στοιβάση: Διαχωριστικοί πήχεις (1/7)

- Κατά τη στοιβάση μεταξύ των πριστών ξύλων τοποθετούνται διαχωριστικοί πήχεις (πρισματικά ξυλοτεμάχια με μήκος ίσο με το πλάτος της στοιβάδας και τετραγωνική ή ορθογώνια διατομή, συνήθως 2,5x2,5 εκ. ή 1,5x2,5 εκ.).
- Σκοπός των διαχωριστικών πήχειων είναι η διευκόλυνση της κίνησης του αέρα μεταξύ των πριστών για καλύτερη ξήρανση.
- Στοιβάση χωρίς πήχεις αμέσως μετά τη πρίση, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα λίγων ωρών, όταν ο καιρός είναι θερμός, ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων (χρωστικών).



Στοιβάση: Διαχωριστικοί πήχεις (2/7)

Εικόνα 5.7. Τρόπος τοποθέτησης διαχωριστικών πήχων



Στοιβάση: Διαχωριστικοί πήχεις (3/7)

- Είναι σημαντικό οι πήχεις να τοποθετούνται κανονικά σε κατακόρυφες σειρές έτσι ώστε να υποστηρίζονται τα άκρα της ξυλείας και να μην παραμορφώνεται η πριστή ξυλεία.
- Η διατομή και η απόσταση των διαχωριστικών πήχεων επηρεάζουν την κίνηση του αέρα μέσα στην στοιβάδα και άρα την ταχύτητα ξήρανσης.



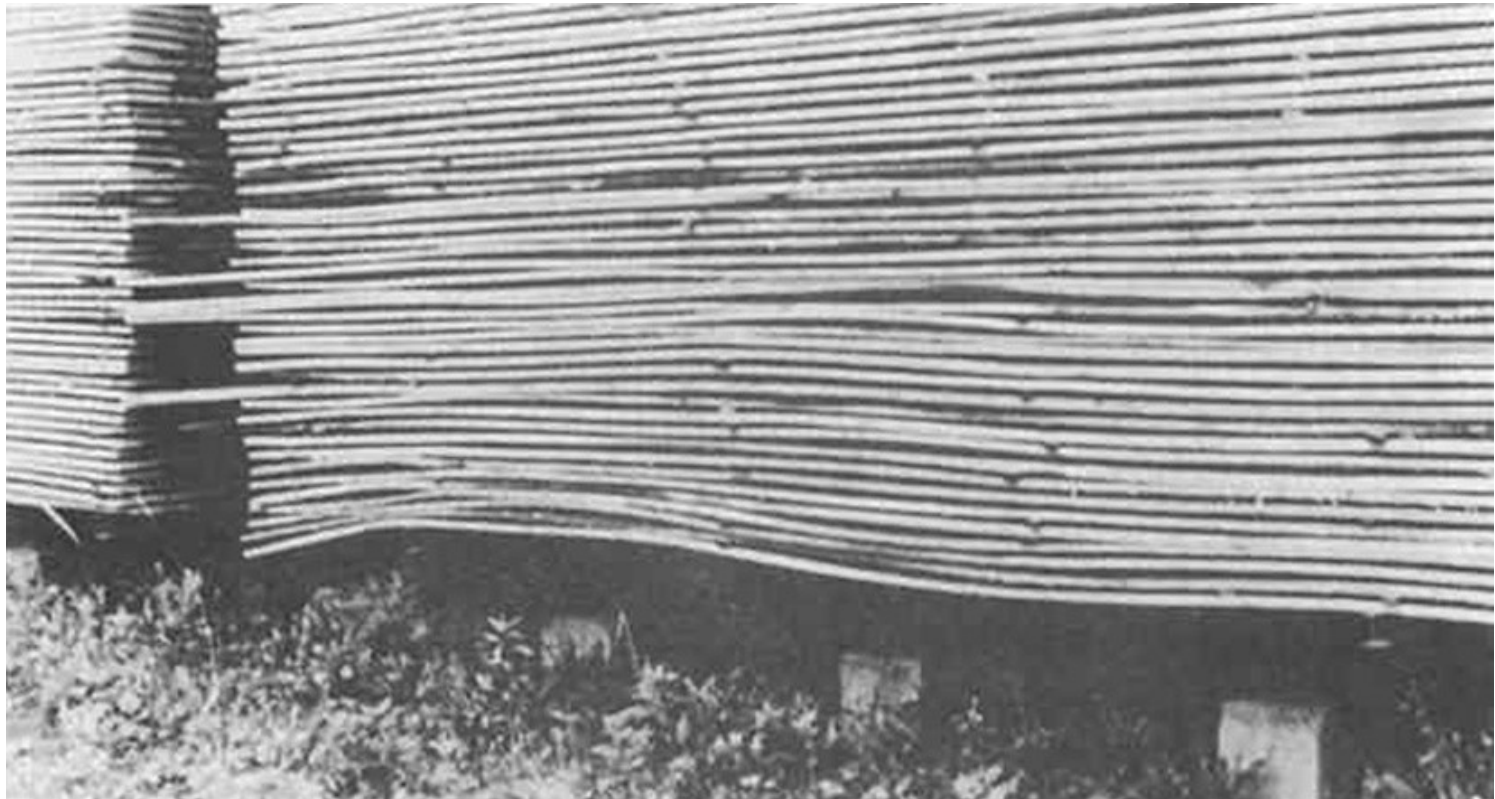
Στοιβάξη: Διαχωριστικοί πήχεις (4/7)

Εικόνα 5.8. Ανομοιόμορφη τοποθέτηση διαχωριστικών πήχων.
Κακή στοιβάξη.



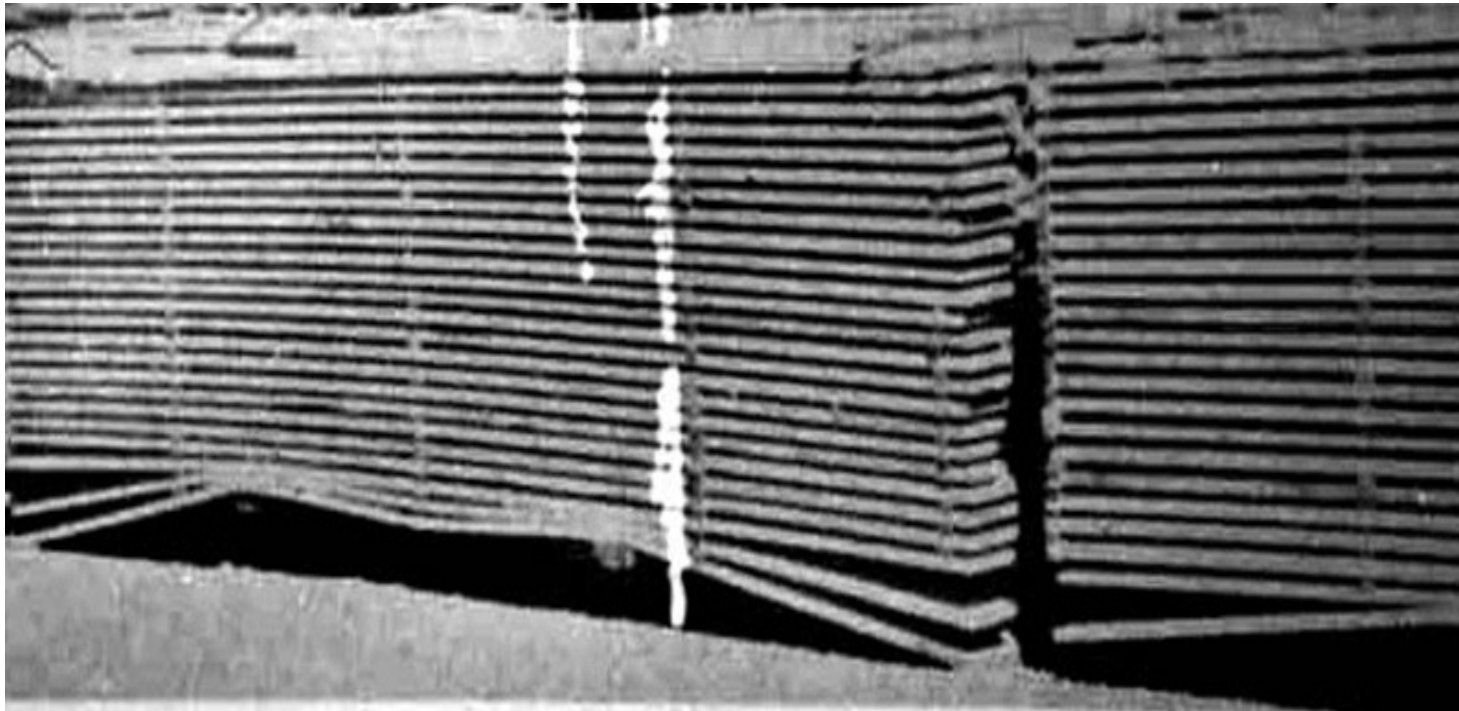
Στοιβαξη: Διαχωριστικοί πήχεις (5/7)

Εικόνα 5.9. Κακή στοιβαξη με αποτέλεσμα τη στρέβλωση πριστών



Στοιβάξη: Διαχωριστικοί πήχεις (6/7)

Εικόνα 5.10. Κακή στοιβάξη με αποτέλεσμα τη στρέβλωση πριστών



Στοιβάση: Διαχωριστικοί πήχεις (7/7)

- Οι διαστάσεις των διαχωριστικών πηχών σε κάθε στοιβάδα πρέπει να είναι ομοιόμορφες και το ξύλο ξηρό στον αέρα και χωρίς σημαντικά ελαττώματα.
- Το ξύλο που χρησιμοποιείται συνήθως για πήχεις είναι ελάτης ή ερυθρελάτης (αποφεύγονται: τα πεύκα γιατί προσβάλλονται από κυάνωση, η οξιά γιατί προσβάλλεται εύκολα από μύκητες, η δρυς και άλλα είδη με πολλά εκχυλίσματα που προκαλούν μεταχρωματισμό της ξυλείας που ξηραίνεται).



Διάταξη στοιβάδων (1/3)

- Η ξυλεία πρέπει να στοιβάζεται σε πρισματική μορφή, ταξινομημένη σε ομάδες με όμοια συμπεριφορά από άποψη ξήρανσης – δηλ. χωριστά κατά είδος και πάχος πριστών και όμοια το μήκος, το πλάτος, τη διεύθυνση αυξητικών δακτυλίων (ακτινική, εφαπτομενική) και την ποιότητα.



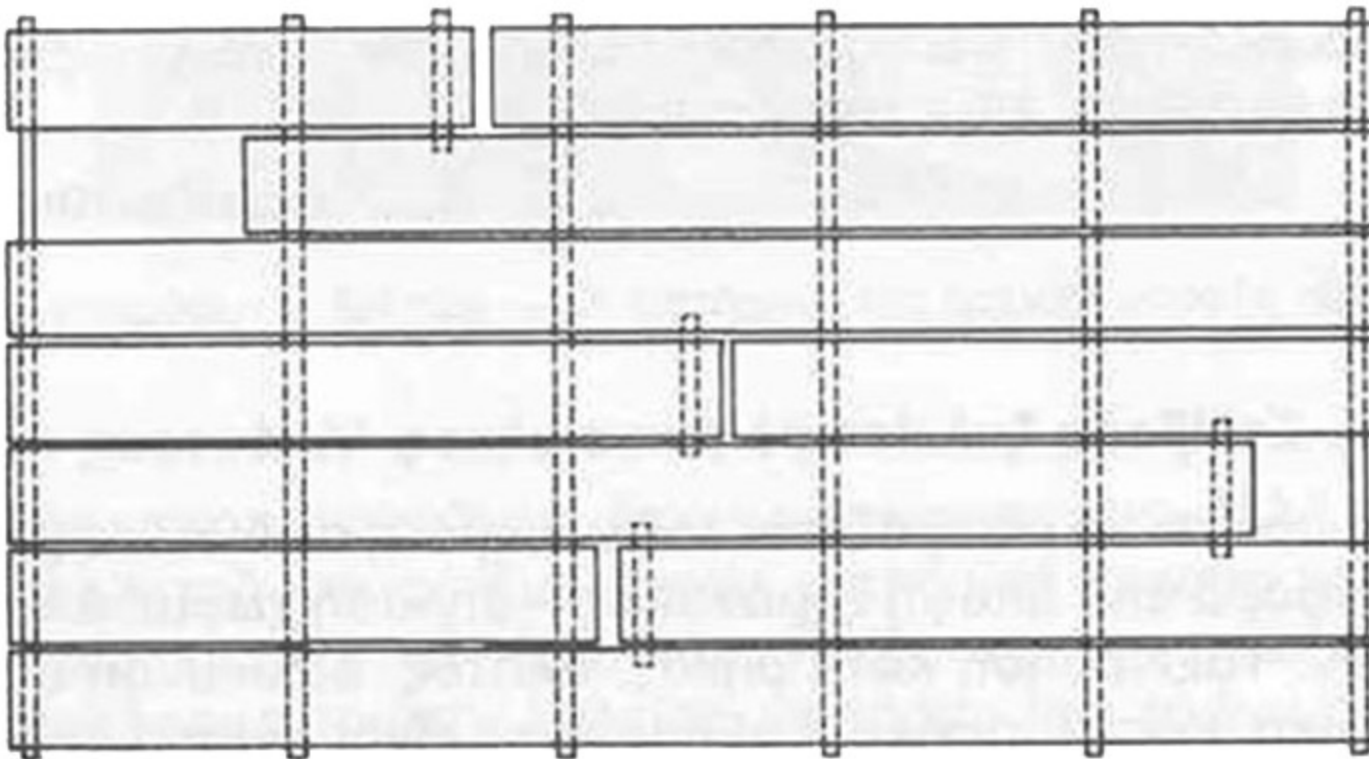
Διάταξη στοιβάδων (2/3)

- Ξυλεία με άνισο μήκος μπορεί να προκαλέσει προβλήματα γιατί εξέχουν άκρα τα οποία στραβώνουν επειδή δεν υποστηρίζονται. Για να αποφεύγεται αυτός ο κίνδυνος η στοιβάδα κατασκευάζεται έτσι ώστε να έχει το μήκος του μακρύτερου πριστού, ενώ αυτά που έχουν μικρότερο μήκος τοποθετούνται εναλλάξ και με τρόπο που οι κενοί χώροι να μένουν μέσα στην στοιβάδα. Τυχόν ελεύθερα άκρα που δεν υποστηρίζονται από τους διαχωριστικούς πήχεις, υποστηρίζονται ιδιαιτέρως. Τελικά η στοιβάδα παίρνει πρισματική μορφή.



Διάταξη στοιβάδων (3/3)

Εικόνα 5.11. Κάτοψη στρώσης πριστών ώστε να μην εξέχουν τα άκρα



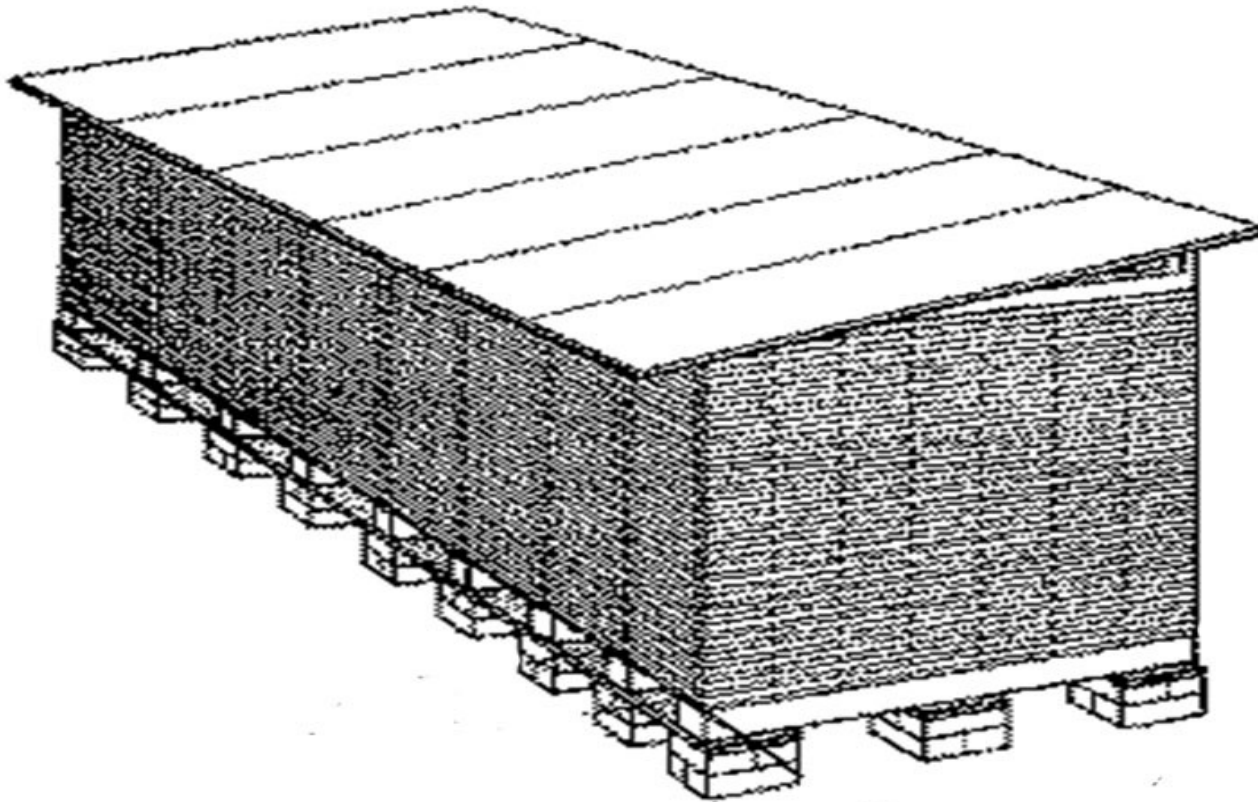
Στοιβάση: Στέγη (1/2)

- Πάνω από την ανώτερη στοιβάδα τοποθετείται στέγη για την προφύλαξη της ξυλείας από την άμεση επίδραση του ήλιου και της βροχής (ή του χιονιού).
- Η στέγη κατασκευάζεται από διάφορα υλικά (ξύλο, λαμαρίνα κλπ), τοποθετείται με κλίση είναι μακρύτερη από το μήκος της στοιβάδας και μπορεί να στηρίζεται ώστε να μην παρασύρεται από τον αέρα.



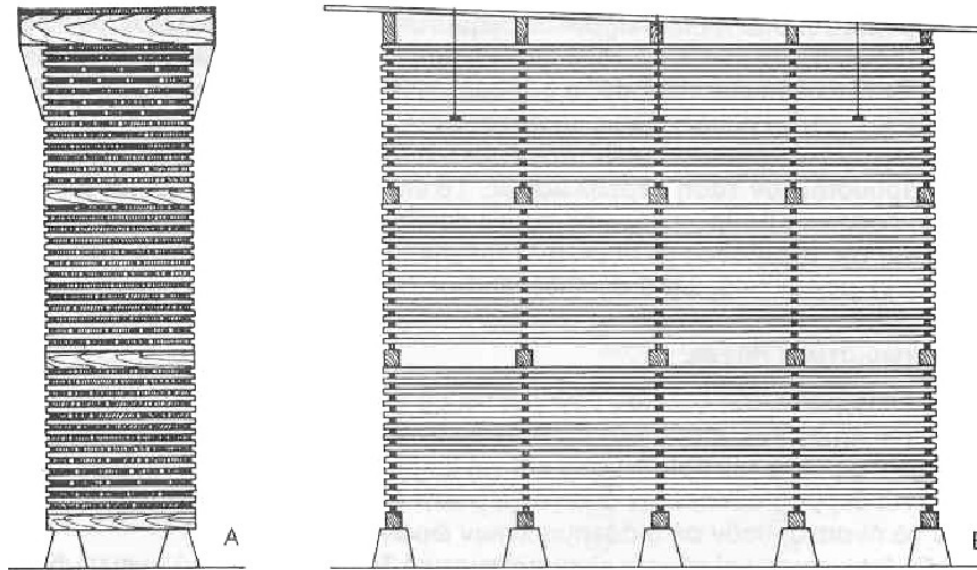
Στοιβάση: Στέγη (2/2)

Εικόνα 5.12. Στέγαση των στοιβάδων με στέγη



Υποδειγματική στοίβαξη πριστής ξυλείας

Εικόνα 5.13. Υποδειγματική στοίβαξη πριστής ξυλείας



Στοιβάδα που αποτελείται από τρεις απλές (πακέτα). Α. όψη των άκρων των πριστών, Β. πλάγια όψη. Διακρίνονται τα βάθρα, οι διαχωριστικοί πήχεις (με κανονική και κατακόρυφη διάταξη) και η στέγη (στηριγμένη).



Στοιβάση: Υπόστεγα

- Η ξυλεία μπορεί να στοιβάζεται και σε υπόστεγα με πλευρές ανοιχτές ή με διάκενα που προσανατολίζονται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου.
- Η ξήρανση σε υπόστεγα μπορεί να συμβάλει στην παραγωγή καλύτερης ποιότητας ξυλείας από άποψη ραγάδωσης άκρων, μεταβολής χρώματος και στιλπνότητας, επειδή οι συνθήκες είναι ηπιότερες σε σύγκριση με τον ακάλυπτο χώρο.



Στοιβάση σε υπόστεγα

Εικόνα 5.14. Υπόστεγα για ελεγχόμενη φυσική ξήρανση οξιάς



Προστασία των άκρων (1/2)

- Η εξάτμιση της υγρασίας και η ρίκνωση είναι ταχύτερη στα άκρα της ξυλείας, το οποίο δημιουργεί ραγάδωση των άκρων.
- Η ραγάδωση των άκρων είναι δυνατό να αποφευχθεί ή να περιοριστεί με προφύλαξη τους από την επίδραση του ήλιου και του αέρα, ή με επάλειψη με ουσίες (πχ παραφίνη, λινέλαιο) που επιβραδύνουν την εξάτμιση της υγρασίας.



Προστασία των άκρων (2/2)

Εικόνα 5.15. Ψεκασμός των άκρων στοιβάδων με παραφίνη



Παράγοντες ρυθμού ξήρανσης (1/2)

Ο ρυθμός της φυσικής ξήρανσης της ξυλείας, και άρα της συνολικής διάρκειας της, επηρεάζεται από:

- το είδος ξυλείας (κωνοφόρα και ελαφρά πλατύφυλλα ξηραίνονται ταχύτερα και ευκολότερα),
- το πάχος (συνολικός χρόνος ξήρανσης θεωρείται ανάλογος του τετραγώνου του πάχους των πριστών),



Παράγοντες ρυθμού ξήρανσης (2/2)

Ο ρυθμός της φυσικής ξήρανσης της ξυλείας, και άρα της συνολικής διάρκειας της, επίσης από:

- τον τρόπο στοίβαξης (πχ διαστάσεις στοιβάδων, διαχωριστικοί πήχεις, προσανατολισμός στοιβάδων),
- την θέση και την κατάσταση επιφάνειας γηπέδου,
- τις κλιματικές συνθήκες (η ξήρανση γίνεται ταχύτερα κατά τη θερινή περίοδο).



Στοιβάξη: Διαχωριστικοί πήχεις (1/2)

- Η διατομή και η απόσταση των διαχωριστικών πήχεων επηρεάζουν την κίνηση του αέρα μέσα στην στοιβάδα και άρα την ταχύτητα ξήρανσης.
- Η απόσταση των πήχεων και το πάχος τους ρυθμίζονται, ανάλογα με το είδος και το πάχος της ξυλείας και την εποχή που ξηραίνεται.
- Ταχεία ξήρανση μπορεί να προκαλέσει φθορά στη ξυλεία. Τα βαριά πλατύφυλλα είναι ευαίσθητα σε ταχεία ξήρανση.



Στοιβάξη: Διαχωριστικοί πήχεις (2/2)

- Γενικά, η ξυλεία κωνοφόρων αντέχει σε ταχύτερη ξήρανση, χωρίς φθορές, περισσότερο από ξυλεία πλατύφυλλων, γι' αυτό στη ξήρανση ξύλου κωνοφόρων χρησιμοποιούμε διαχωριστικούς πήχεις με μεγαλύτερο πάχος.
- Τον χειμώνα χρησιμοποιούμε επίσης παχύτερους πήχεις για να αυξήσουμε το ρυθμό ξήρανσης.



Ενδεικτικοί χρόνοι ξήρανσης

- Η διάρκεια φυσικής ξήρανσης στο 20% υγρασίας (το ανώτερο επίπεδο ασφαλείας έναντι προσβολών από μύκητες) χλωρής ξυλείας πχ πάχους 2,5 εκ. της πεύκης είναι 15 - 200 μέρες, της λεύκης 50 - 150 μέρες, και της δρυός 70 - 300 μέρες.
- Σημειώνουμε ότι για χρήσεις της ξυλείας στην Ελλάδα απαιτούνται ανάλογα με τη χρήση χαμηλότερα ποσοστά ύγρανσης (πχ 15 - 16%) δηλ. μεγαλύτερη χρονική διάρκεια ξήρανσης.



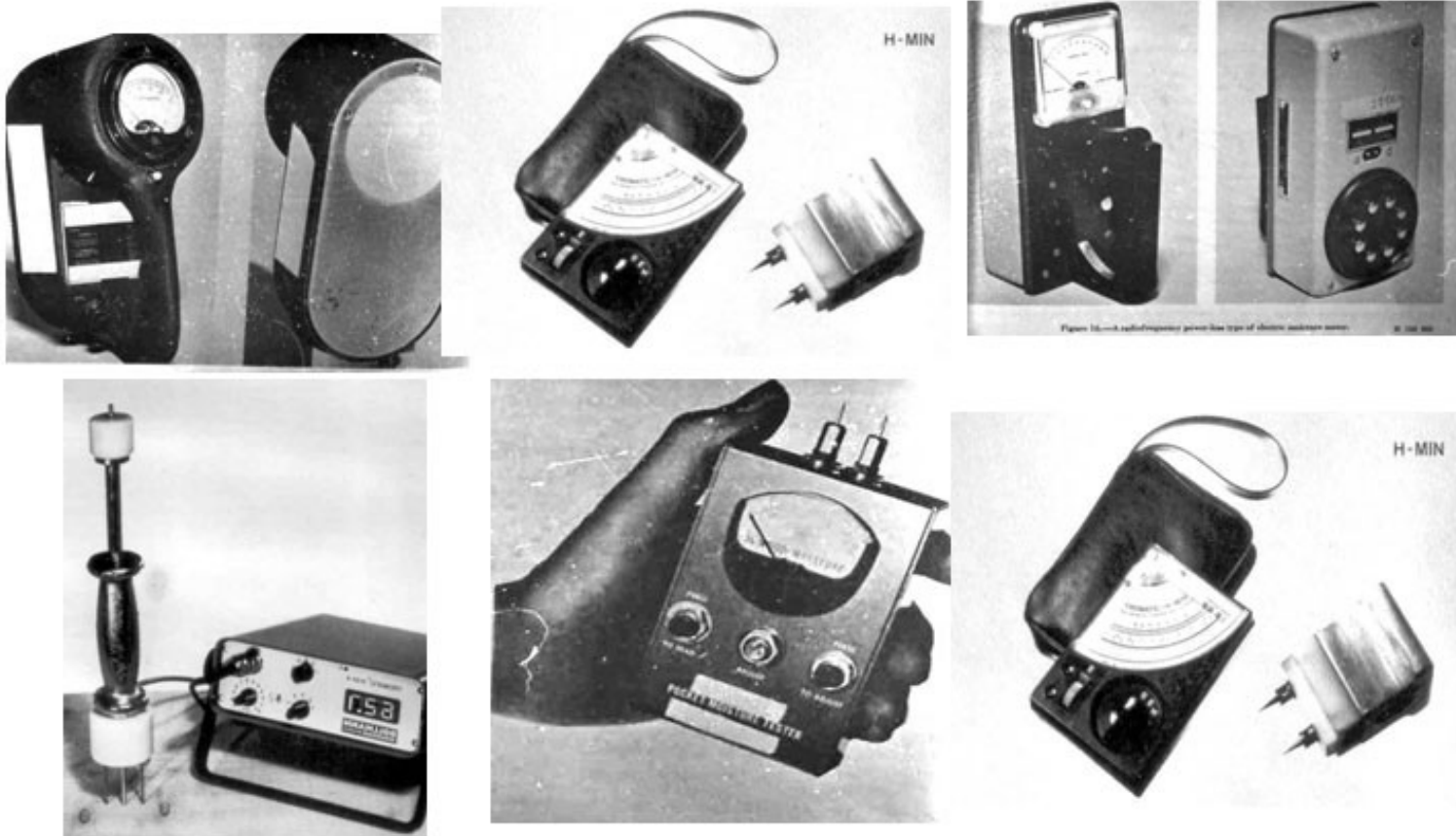
Έλεγχος της υγρασίας

- Η παρακολούθηση της υγρασίας της ξυλείας που ξηραίνεται είναι απαραίτητη για τη διακοπή της (όταν κατέβει σε ένα επίπεδο κάτω από 20%) ή τη ενδιάμεση λήψη μέτρων για επιτάχυνση ή επιβράδυνση της ξήρανσης.
- Η μέτρηση της υγρασίας αντιπροσωπευτικών ξυλοτεμαχίων γίνεται απ' ευθείας με ηλεκτρικά υγρόμετρα ή εργαστηριακά με την μέθοδο της ζύγισης (με την βοήθεια δοκιμίων με γνωστή αρχική σχετική υγρασία).



Ηλεκτρικά υγρόμετρα

Εικόνα 5.16. Διάφοροι τύποι ηλεκτρικών υγρομέτρων





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Τεχνητή ξήρανση

Τεχνητή ξήρανση

- Η τεχνητή ξήρανση μπορεί να γίνει με πολλές μεθόδους: με θερμό και υγρό αέρα, με πολύ μεγάλες θερμοκρασίες, με χημικές ουσίες, με ατμούς, με βρασμό σε έλαια, με διαλύτες, με υψίσυχνο ρεύμα κ.ά.



Ξήρανση με θερμό και υγρό αέρα (1/2)

- Η ξήρανση με θερμό και υγρό αέρα είναι η πιο συχνή μέθοδος τεχνητής ξήρανσης και γίνεται μέσα σε ειδικά κατασκευασμένους θαλάμους (ξηραντήρια) όπου ρυθμίζονται τεχνητά οι παράγοντες ξήρανσης (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα αέρα).
- Υπάρχουν δύο τύποι ξηραντηρίων:
 - τα ξηραντήρια **ενιαίας ξήρανσης** και
 - τα ξηραντήρια **προοδευτικής ξήρανσης**.



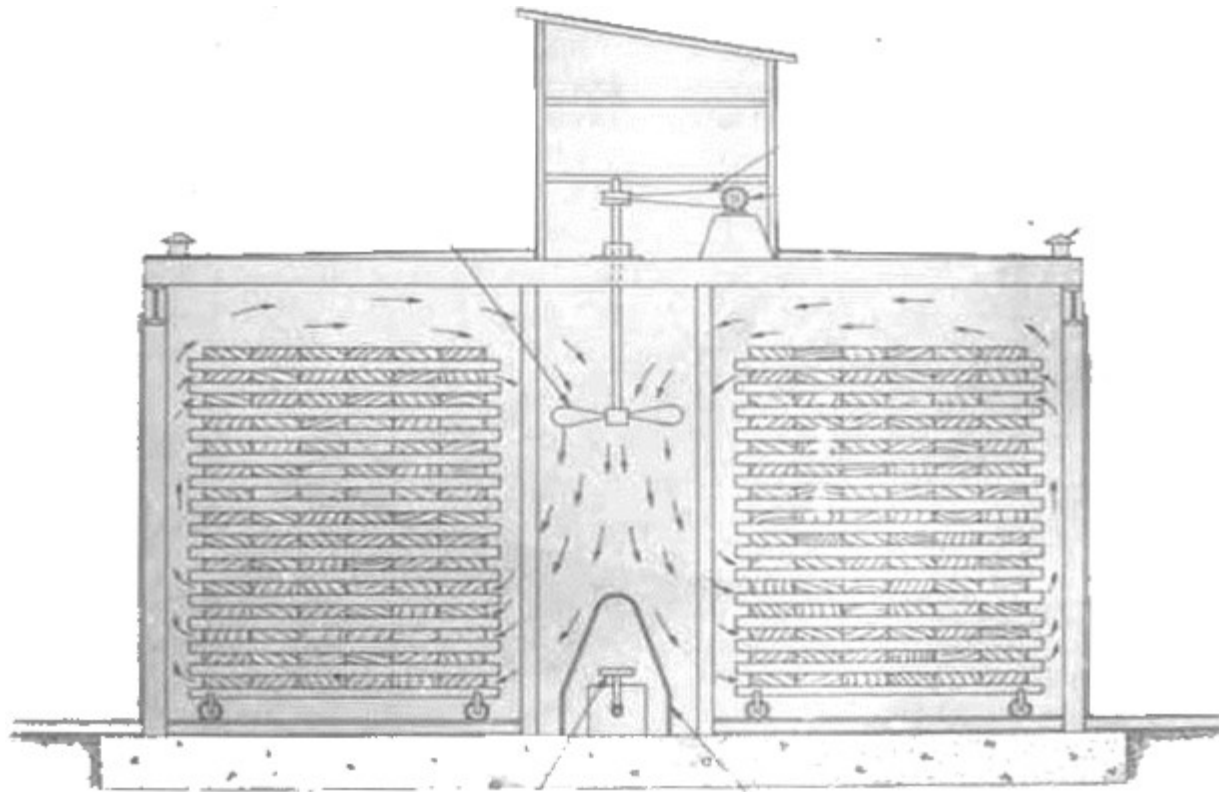
Ξήρανση με θερμό και υγρό αέρα (2/2)

- Στα ξηραντήρια **ενιαίας ξήρανσης**, οι στοιβάδες της πριστής ξυλείας τοποθετούνται στο ξηραντήριο και μένουν αμετακίνητες σε όλη τη διάρκεια της ξήρανσης.
- Οι **παράγοντες ξήρανσης** μεταβάλλονται **χρονικά**, με ειδικά προγράμματα ξήρανσης ανάλογα με το είδος, το πάχος και την αρχική υγρασία του ξύλου, αλλά διατηρούνται για ορισμένο χρόνο σταθερές σε όλο το χώρο του ξηραντηρίου. Σε ένα θάλαμο υπάρχουν στοιβάδες στο ίδιο στάδιο ξήρανσης.



Θάλαμος ξηραντηρίου (1/4)

Εικόνα 5.17. Πρόσοψη θαλάμου ξηραντηρίου πριστής ξυλείας



Θάλαμος ξηραντηρίου (2/4)

Εικόνα 5.18. Εσωτερικό θαλάμου ξηραντηρίου πριστής ξυλείας



Θάλαμος ξηραντηρίου (3/4)

Εικόνα 5.19. Μεταλλικός θάλαμος ξηραντηρίου πριστής ξυλείας



Θάλαμος ξηραντηρίου (4/4)

Εικόνα 5.20. Μεταλλικός θάλαμος ξηραντηρίου πριστής ξυλείας



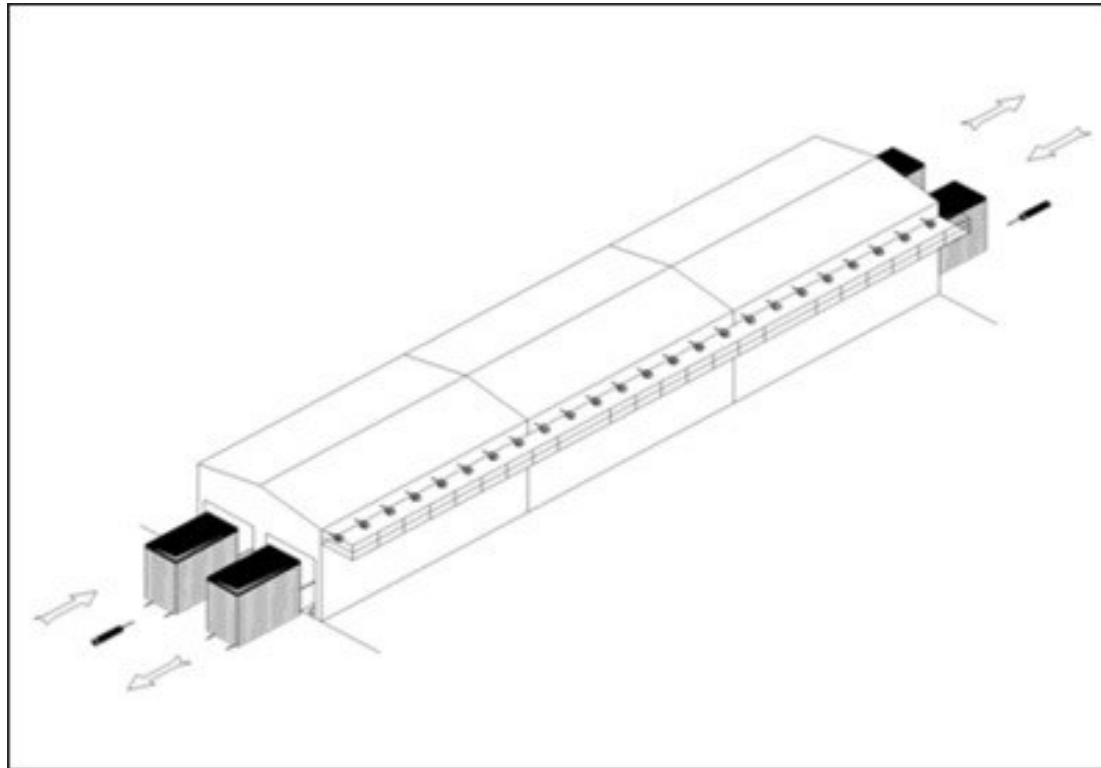
Ξήρανση με θερμό και υγρό αέρα

- Στα ξηραντήρια προοδευτικής ξήρανσης, οι στοιβάδες της πριστής ξυλείας μετακινούνται μέσα στο ξηραντήριο προς την έξοδο. Οι παράγοντες ξήρανσης μεταβάλλονται **τοπικά**, με ειδικά προγράμματα ξήρανσης ανάλογα με το είδος και την αρχική υγρασία του ξύλου.
- Στην αρχή του θαλάμου οι συνθήκες είναι ηπιότερες και τμηματικά γίνονται εντονότερες.
- Στο θάλαμο ταυτόχρονα υπάρχουν στοιβάδες σε διαφορετικά στάδια ξήρανσης.



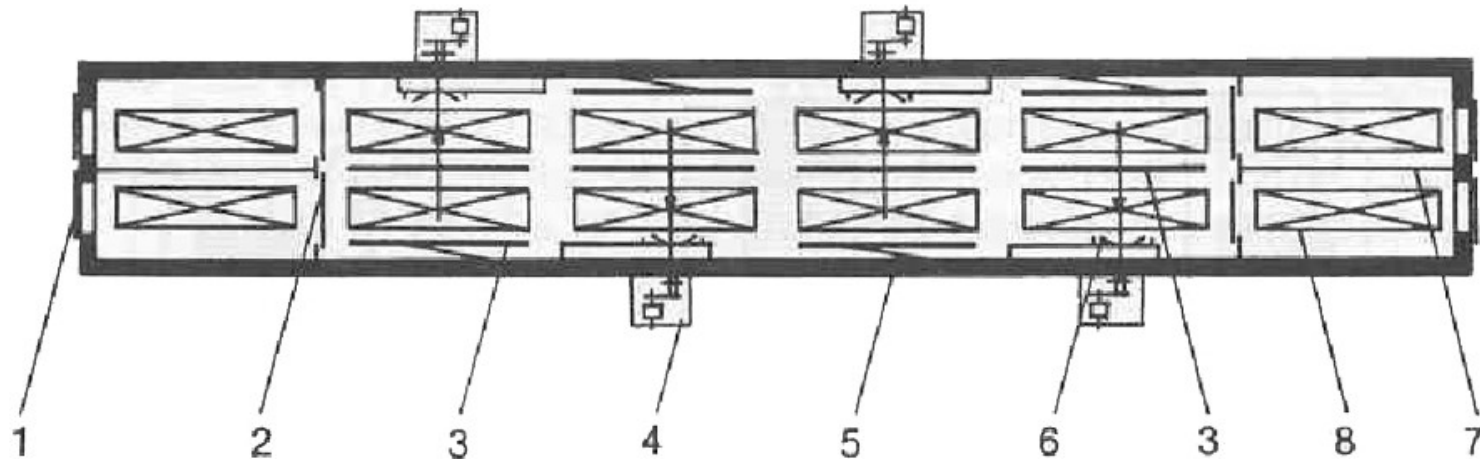
Θάλαμος προοδευτικής ξήρανσης (1/3)

Εικόνα 5.21. Σχηματική παράσταση ξηραντηρίου προοδευτικής ξήρανσης



Θάλαμος προοδευτικής ξήρανσης (2/3)

Εικόνα 5.22. Σχηματική κάτοψη ξηραντηρίου προοδευτικής ξήρανσης

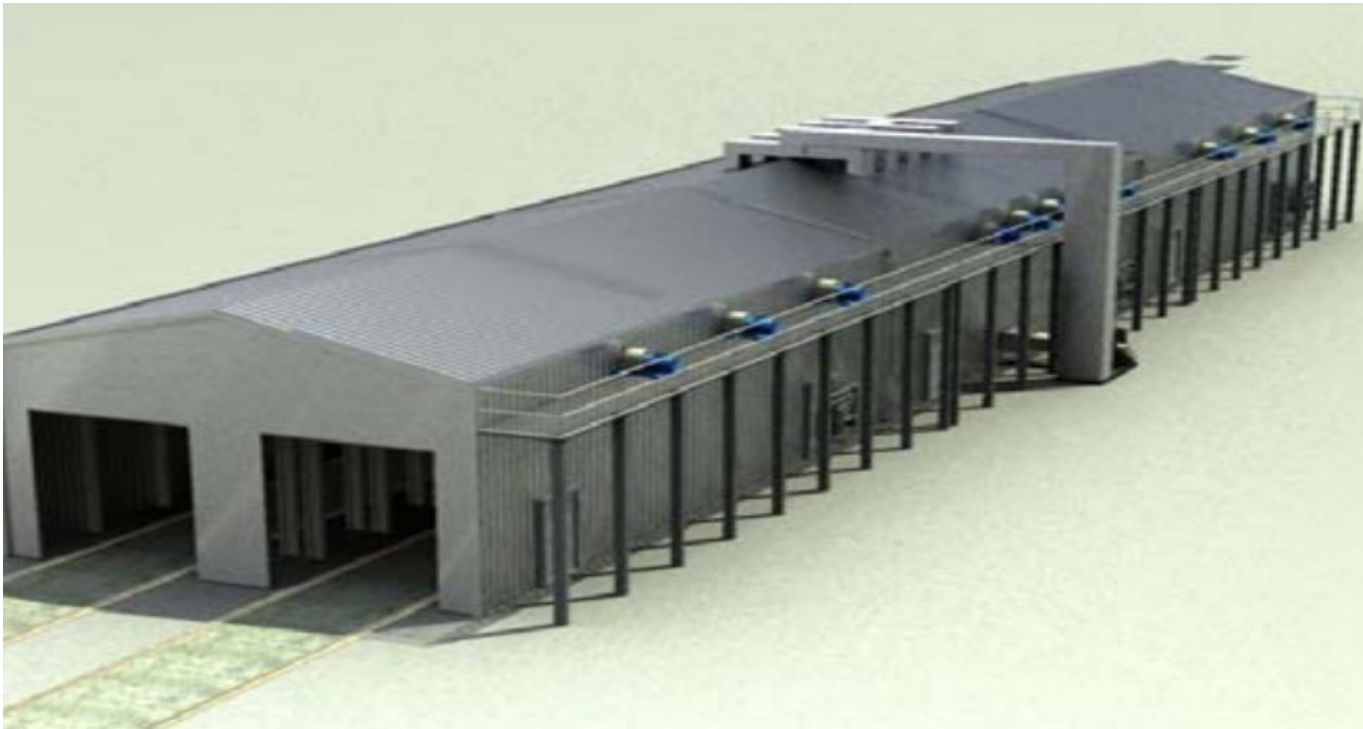


Κάτοψη ξηραντηρίου «προοδευτικής» ξήρανσης: 1. θύρες εισόδου, 2. παραπετάσματα, 3. θερμαντικά σώματα, 4. κινητήρες (μοτέρ) ανεμιστήρων, 5, 6. παραπετάσματα για έλεγχο κίνησης του αέρα, 7. διαχωριστικό τοίχωμα (μεταξύ στοιβάδων), 8. στοιβάδα



Θάλαμος προοδευτικής ξήρανσης (3/3)

Εικόνα 5.23. Ξηραντήριο προοδευτικής ξήρανσης



Ξήρανση με θερμό και υγρό αέρα

- Στα ξηραντήρια προοδευτικής ξήρανσης, είναι δυνατόν η παραγωγή να είναι συνεχής, δηλ. περιοδικά να απομακρύνονται έτοιμες στοιβάδες και να εισάγονται νέες.
- Η δυνατότητα ελέγχου της ξήρανσης είναι περιορισμένη.
- Αυτού του τύπου τα ξηραντήρια είναι σπάνια, και χρησιμοποιούνται βιομηχανικά κυρίως για πρόχειρη ξήρανση ξυλείας κωνοφόρων.



Τεχνητή ξήρανση: Εξοπλισμός (1/7)

- Οι θάλαμοι ξήρανσης κατασκευάζονται συνήθως από τούβλα, με οροφή και δάπεδο από σκυρόδεμα. Υπάρχουν όμως και μεταλλικοί προκατασκευασμένοι (συνήθως από αλουμίνιο) που μπορεί εύκολα να αλλάζουν μέγεθος, με προσθήκες ή αφαιρέσεις, και να μετακινούνται.
- Η εσωτερική επιφάνεια των τοιχωμάτων και άλλων μεταλλικών επιφανειών του θαλάμου προφυλάσσονται από τη διαβρωτική δράση των ατμών οργανικών οξέων, που παράγονται κατά τη ξήρανση, με κατάλληλη επίχριση.



Τεχνητή ξήρανση: Εξοπλισμός (2/7)

- Θερμική μόνωση εξασφαλίζεται από την κατασκευή, ιδιαίτερα στη θύρα.
- Το μέγεθος των θαλάμων ποικίλλει ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες, αλλά με περιορισμό ότι πάνω από ένα μέγιστο μέγεθος, η δημιουργία ομοιογενών συνθηκών είναι δύσκολη. Το ύψος είναι 2 - 3 μ. περίπου. Σε ξηραντήρια ενιαίας ξήρανσης, το μέγιστο μήκος είναι 15 μ., ενώ σε ξηραντήρια προοδευτικής ξήρανσης, κατά μέσο όρο, 25 - 30 μ.



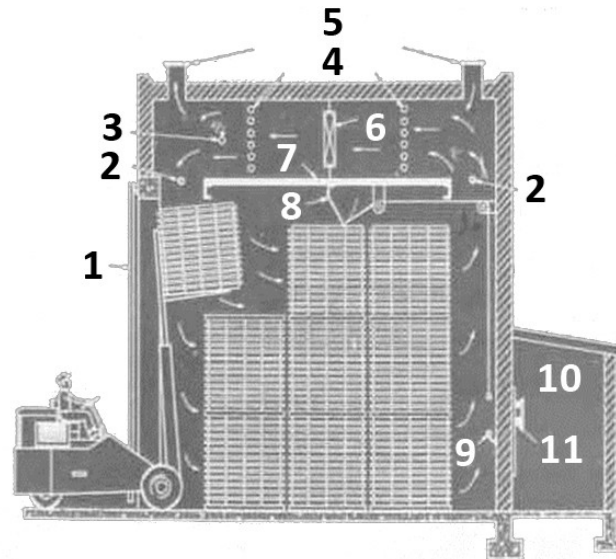
Τεχνητή ξήρανση: Εξοπλισμός (3/7)

- Στα ξηραντήρια υπάρχουν σωληνώσεις ατμού για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του θαλάμου και αγωγοί διοχέτευσης ελεύθερου ατμού μέσα στο θάλαμο για τη ρύθμιση της υγρασίας του αέρα. Υπάρχουν επίσης βαλβίδες εξαέρωσης.
- Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται τεχνητά με ανεμιστήρες που είναι εγκατεστημένοι στους θαλάμους, πλευρικά, πάνω ή και κάτω.
- Ο θάλαμος δεν πρέπει να είναι γεμάτος από ξυλεία: περίπου 40% αφήνεται κενός γύρω από τις στοιβάδες για να κυκλοφορεί ο αέρας.



Τεχνητή ξήρανση: Εξοπλισμός (4/7)

Εικόνα 5.24. Στοίβαξη στοιβάδων πριστής και εξοπλισμός θαλάμου ξηραντηρίου

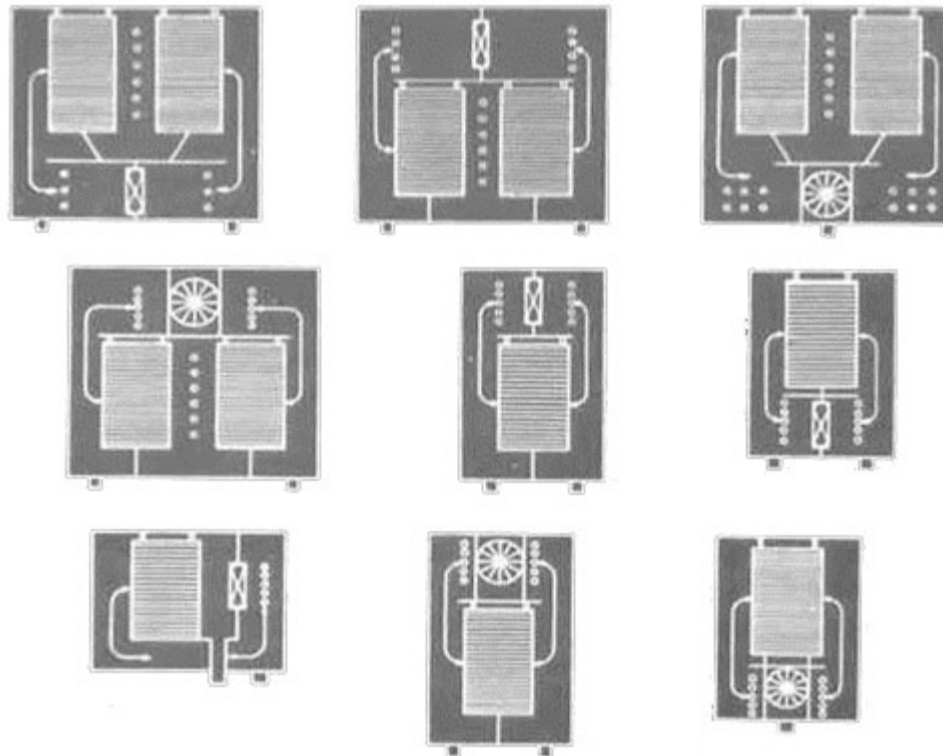


Μηχανική στοίβαξη πακέτων σε ξηραντήριο: 1. θύρα, 2. «ξηρά» θερμόμετρα, 3. σωλήνωση ατμίσεως, 4. σωληνώσεις θερμάνσεως (με ατμό), 5. αυτόματοι εξαερωτές, 6. ανεμιστήρες, 7. ψευδοροφή, 8. διαχώρισμα (ρυθμιζόμενο), 9. «υγρό» θερμόμετρο, 10. γραφείο ελέγχου, 11. όργανο ελέγχου – καταγραφής.



Τεχνητή ξήρανση: Εξοπλισμός (5/7)

Εικόνα 5.25. Διάφοροι τύποι ξηραντηρίων με μονά ή διπλά φορτία



Τεχνητή ξήρανση: Στοίβαξη

Η στοίβαξη της ξυλείας γίνεται με ανυψωτικά μηχανήματα ή με βαγονέτα πάνω σε σιδηροτροχιές, με τις ίδιες αρχές που ισχύουν και για την φυσική ξήρανση, μόνο που εδώ έχουν περισσότερη σημασία:

- η σωστή τοποθέτηση των πριστών, επειδή οι συνθήκες είναι εντονότερες και προκαλούνται σοβαρότερες φθορές, και η τοποθέτηση των στοιβάδων στο ξηραντήριο έτσι ώστε οι διαχωριστικοί πήχεις να είναι παράλληλοι στην διεύθυνση του θερμού και υγρού αέρα των πλάγιων ανεμιστήρων, ώστε να μην παρεμποδίζεται η κυκλοφορία του.



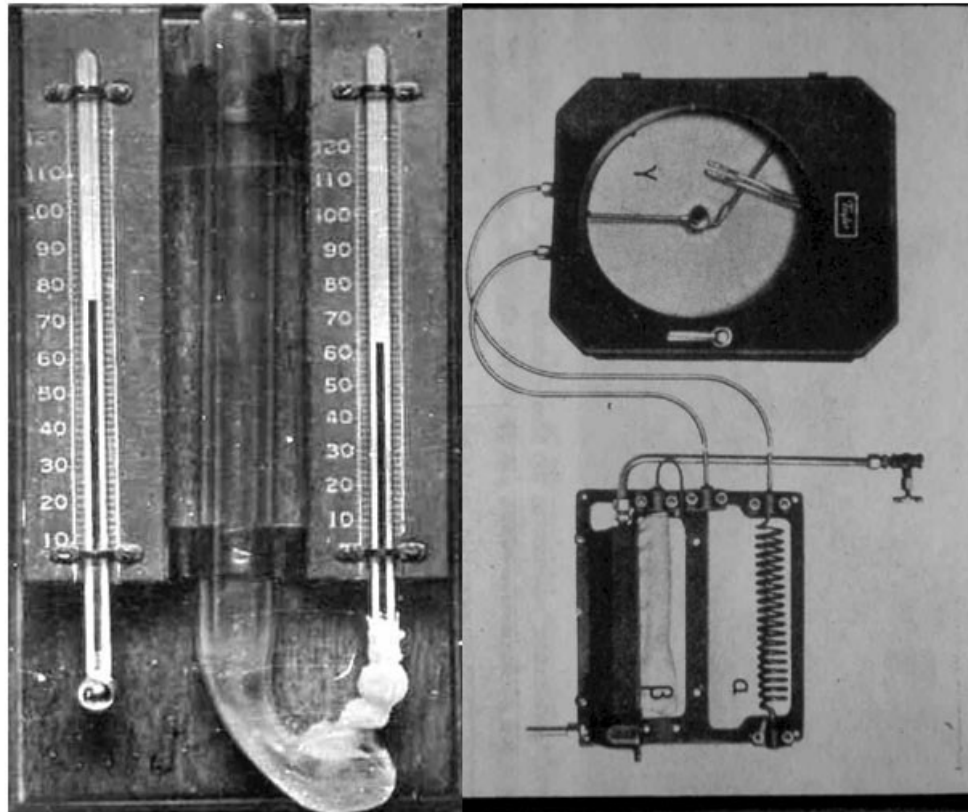
Τεχνητή ξήρανση: Εξοπλισμός (6/7)

- Ο έλεγχος των επιθυμητών συνθηκών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό του θαλάμου γίνεται κυρίως αυτόματα με ειδικά όργανα τοποθετημένα έξω από τον θάλαμο που καταγράφουν συνεχώς τις συνθήκες στο εσωτερικό με κατάλληλα εξαρτήματα, αλλά μπορεί και χειρωνακτικά.



Τεχνητή ξήρανση: Εξοπλισμός (7/7)

Εικόνα 5.26. Ξηρό και υγρό θερμομέτρο (δύο τύποι) για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας στο θάλαμο



Τεχνολογία Ξύλου

Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος



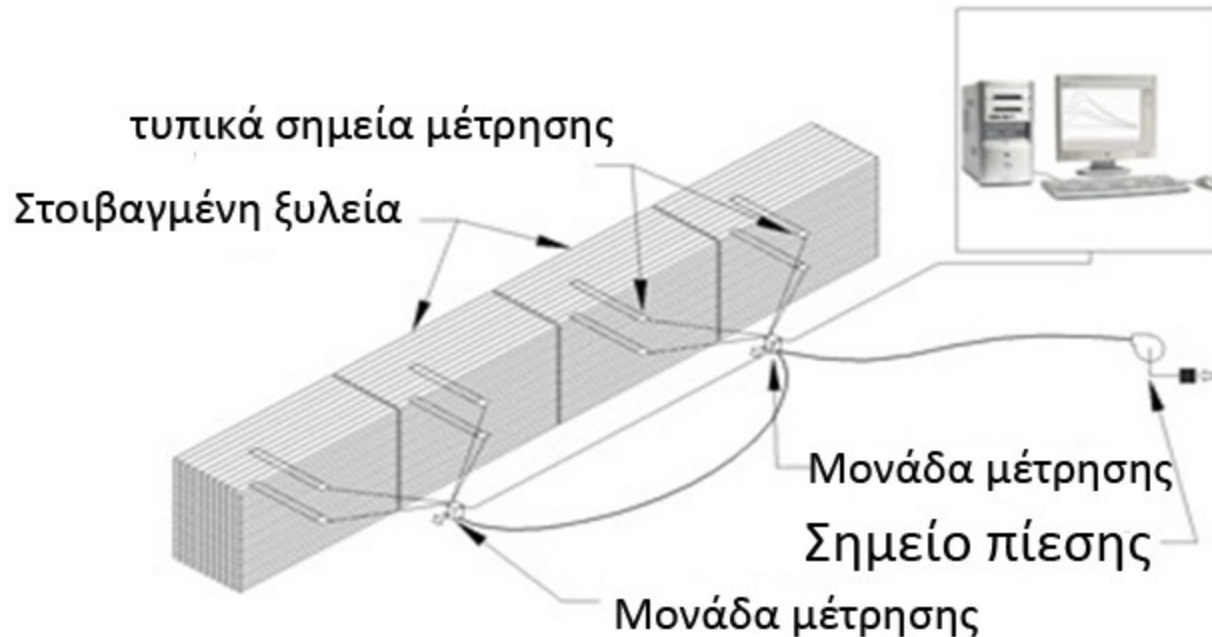
Τεχνητή ξήρανση: Έλεγχος υγρασίας (1/5)

- Ο έλεγχος των συνθηκών ξήρανσης (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας αέρα, κίνησης αέρα και τρέχουσας υγρασίας της ξυλείας) μέσα στο θάλαμο γίνεται σήμερα αυτόματα με τη χρήση ηλεκτρονικών αισθητήρων και ηλεκτρονικών υπολογιστών και είναι συνεχής.
- Οι ηλεκτρονικοί αισθητήρες υγρασίας ξύλου τοποθετούνται σε διάφορα σημεία σε αντιπροσωπευτικά πριστά μέσα στη στοιβάδα.



Παρακολούθηση της υγρασίας και των συνθηκών ξήρανσης με Η/Υ

Εικόνα 5.27. Παρακολούθηση της υγρασίας και των συνθηκών ξήρανσης με Η/Υ



Σύστημα DryTrack



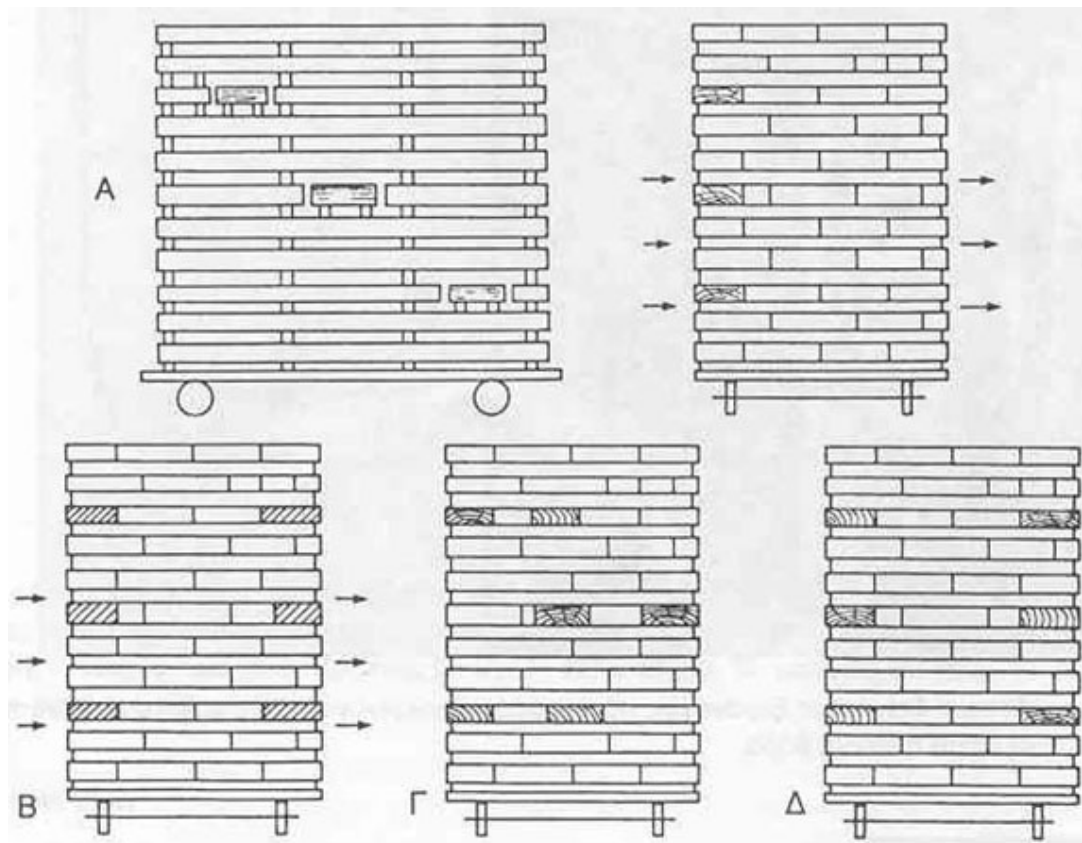
Τεχνητή ξήρανση: Έλεγχος υγρασίας (2/5)

- Χειρονακτικά, η παρακολούθηση της υγρασίας της ξυλείας κατά τη διάρκεια της ξήρανσης γίνεται με αντιπροσωπευτικά δείγματα και σημεία μέσα σε κάθε στοιβάδα, αλλά η μέθοδος απαιτεί άνοιγμα του θαλάμου σε τακτά χρονικά διαστήματα.
- Τα δείγματα απομακρύνονται και ζυγίζονται περιοδικά κατά την πορεία της ξήρανσης και τοποθετούνται πάλι στη θέση τους.



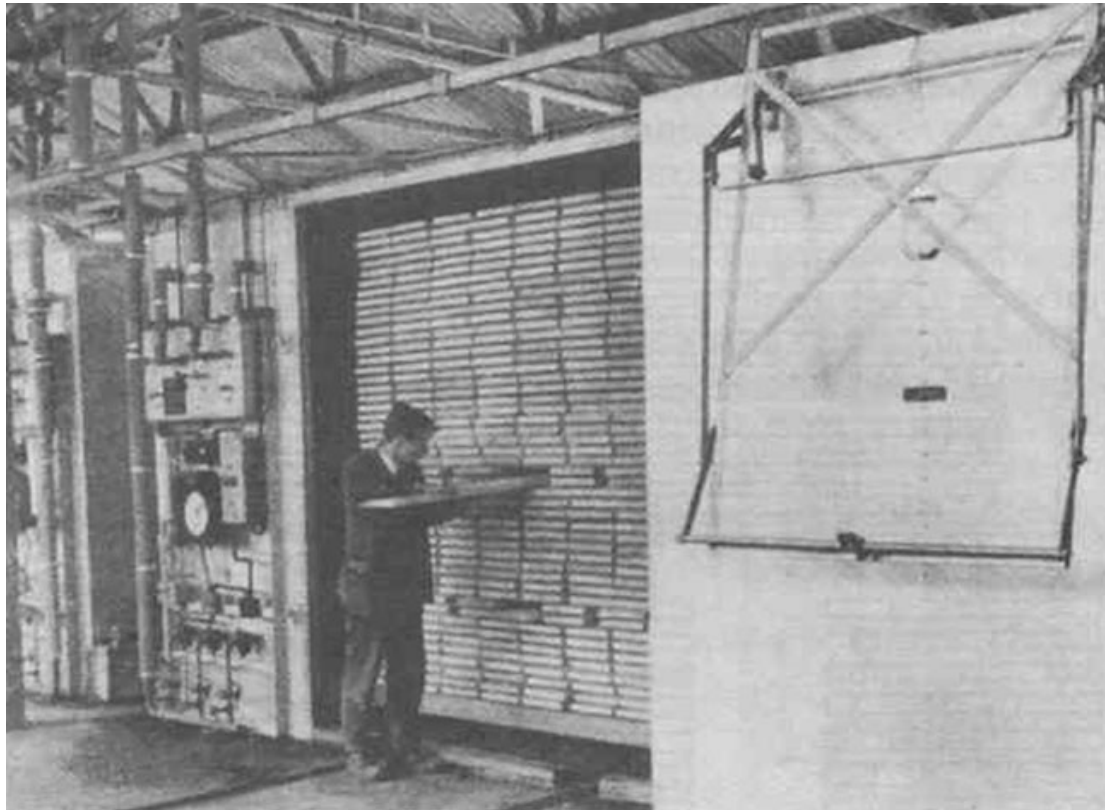
Τεχνητή ξήρανση: Έλεγχος υγρασίας (3/5)

Εικόνα 5.28. Τοποθέτηση δειγμάτων ξήρανσης σε πλάγια και εγκάρσια όψη



Τεχνητή ξήρανση: Έλεγχος υγρασίας (4/5)

Εικόνα 5.29. Τοποθέτηση δειγμάτων ξήρανσης σε πλάγια και εγκάρσια όψη



Τεχνολογία Ξύλου

Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος



Τεχνητή ξήρανση: Έλεγχος υγρασίας (5/5)

- Ύστερα από κάθε ζύγιση, η τρέχουσα υγρασία ενός δείγματος μπορεί να προσδιοριστεί από τη σχέση: Τρέχουσα υγρασία % = $100 \times (\text{τρέχον βάρος} - \text{υπολογισμένο ξηρό βάρος}) / \text{υπολογισμένο ξηρό βάρος}$.
- Το υπολογισμένο ξηρό βάρος (M_0), αφού είναι γνωστό το αρχικό βάρος (M_x) και η αρχική υγρασία (Y %) όπως προσδιορίστηκε από τα μικρά δείγματα, βρίσκεται εύκολα από τη σχέση:
$$M_0 = (100 \times M_x) / (Y \% + 100)$$



Προγράμματα ξήρανσης (1/2)

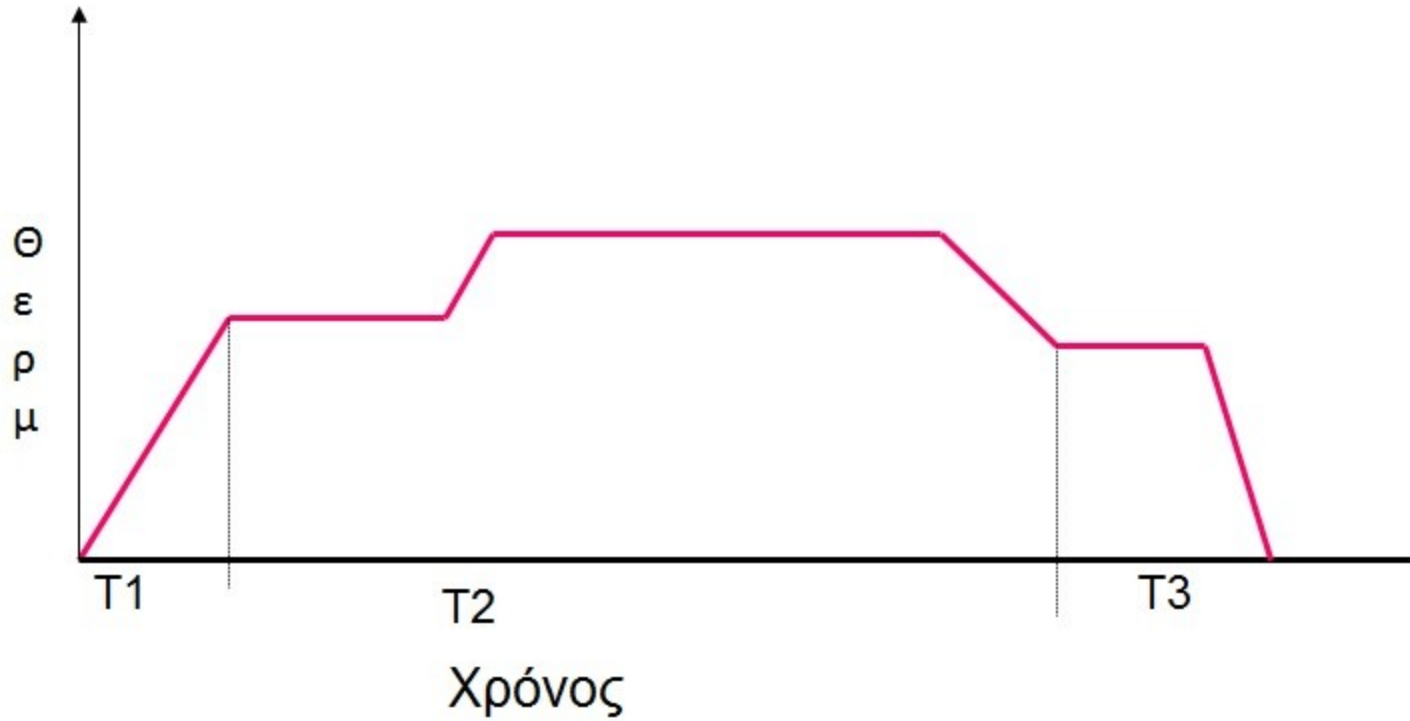
- Τα προγράμματα ξήρανσης είναι ειδικά προγράμματα που καθορίζουν τις συνθήκες (θερμοκρασία και σχετική υγρασία) ξήρανσης, ανάλογα με το είδος, το πάχος και την αρχική υγρασία του ξύλου στα διάφορα στάδια της ξήρανσης.



Προγράμματα ξήρανσης (2/2)

Διάγραμμα σταδίων ξήρανσης

T1= προπαρασκευαστικό στάδιο, T2=ξήρανση, T3= στάδιο εξομοίωσης



Στάδια τεχνητής ξήρανσης (1/2)

Κάθε πρόγραμμα τεχνητής ξήρανσης έχει τρία βασικά στάδια:

- **Προπαρασκευαστικό στάδιο:** Επιδιώκεται η προθέρμανση του ξύλου, με γρήγορη αλλά προοδευτική άνοδο της θερμοκρασίας (40 - 65°C) και διαφορά 3 - 4°C μεταξύ θερμού και υγρού θερμομέτρου.
- **Ξήρανση:** Αποτελεί το βασικό στάδιο ξήρανσης. Ανάλογα με το είδος και την αρχική υγρασία της ξυλείας, επιλέγεται ένα πρόγραμμα ξήρανσης, βάσει έτοιμων πινάκων και ρυθμίζονται ανάλογα το θερμό και το υγρό θερμομέτρο. (συν.)



Στάδια τεχνητής ξήρανσης (2/2)

- (συν.) Οι ρυθμίσεις αυτές μεταβάλλονται με την πρόοδο της ξήρανσης, ώσπου το ξύλο φτάσει στην τελική επιθυμητή υγρασία (πχ 10%).
- **Στάδιο εξομοίωσης:** Επιδιώκεται η εξομοίωση της υγρασίας των πριστών. Ξεκινά όταν το ξηρότερο δείγμα έχει υγρασία περίπου 2% μικρότερη από την τελική επιθυμητή, και περιλαμβάνει την μεταβολή των συνθηκών του θαλάμου ώστε η ισοδύναμη υγρασία να αντιστοιχεί στην υγρασία του ξηρότερου δείγματος, έως ότου με την συνεχιζόμενη ξήρανση, η υγρασία του υγρότερου δείγματος κατέβει στο επιθυμητό επίπεδο.



Πηλίο υγρασίας (1/4)

- Στη τεχνητή ξήρανση ο ρυθμός ξήρανσης έχει μεγαλύτερη σημασία από την φυσική ξήρανση από άποψη φθοράς της ξυλείας. Η παρακολούθηση του ρυθμού ξήρανσης γίνεται με το **πηλίο υγρασίας**.
- Το πηλίο υγρασίας εκφράζει τη σχέση ανάμεσα στη μέση τρέχουσα υγρασία του ξύλου και την ισοδύναμη υγρασία που αντιστοιχεί στις συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του θαλάμου.



Πηλίκo υγρασίας (2/4)

$$\Pi = \frac{\text{Τρέχουσα Υγρασία}}{\text{Ισοδύναμη Υγρασία}} = (2,3,4,\dots)$$

Πηλίκo υγρασίας πχ 3 σημαίνει ότι η τρέχουσα υγρασία ξύλου είναι 36% και οι συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του θαλάμου αντιστοιχούν σε υγρασία ισορροπίας 12%.



Πηλίκo υγρασίας (3/4)

- Το πηλίκo υγρασίας επηρεάζει την ταχύτητα ξηράνσεως περισσότερο από την θερμοκρασία
- Μικρό πηλίκo μεγαλώνει το χρόνο ξήρανσης και κάνει την ξήρανση αντιοικονομική, ενώ μεγάλο πηλίκo ελαττώνει τον χρόνο, αλλά οδηγεί σε μεγάλες διαφορές υγρασίας στη μάζα της ξυλείας που μπορεί να προκαλέσει ελαττώματα.
- Το πηλίκo πρέπει να διατηρείται σταθερό όταν η υγρασία της ξυλείας που ξηραίνεται είναι κάτω από το σημείο ινοκόρου.



Πηλίκo υγρασίας (4/4)

- Για πριστή ξυλεία με πάχος έως 3 εκ. και μικρής αξίας συνίσταται οι τιμές του πηλίκου υγρασίας να είναι 3 - 4 για κωνοφόρα και 2 - 3 για πλατύφυλλα, ενώ για ξυλεία πάχος έως 3 εκ. και μεγάλης αξίας ακόμα μικρότερο (1,8 - 2,5 και 1,3 - 1,8 αντίστοιχα).



Διάρκεια τεχνητής ξήρανσης (1/3)

- Η διάρκεια τεχνητής ξήρανσης είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τη φυσική ξήρανση και μπορεί να γίνει ακόμα μικρότερη με φυσική προξήρανση.
- Ενδεικτικά, τεχνητή ξήρανση χλωρής ξυλείας στο 6%, πεύκης διαρκεί 3 - 10 μέρες, λεύκης διαρκεί 6 - 10 μέρες, και δρυός διαρκεί 16 - 40 μέρες.



Διάρκεια τεχνητής ξήρανσης (2/3)

Η διάρκεια της ξήρανσης επηρεάζεται από:

- την αρχική και την επιθυμητή τελική υγρασία (η οποία εξαρτάται από τη χρήση για την οποία προορίζεται το ξύλο),
- το είδος του ξύλου,
- το πάχος της πριστής,
- τα χαρακτηριστικά του ξηραντηρίου,
- την ποιότητα της ξυλείας, και
- την ποιότητα ξήρανσης (αποδεκτά ελαττώματα).



Διάρκεια τεχνητής ξήρανσης (3/3)

- Η διάρκεια τεχνητής ξήρανσης είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τη φυσική ξήρανση και μπορεί να γίνει ακόμα μικρότερη με φυσική προξήρανση.
- Ενδεικτικά, τεχνητή ξήρανση χλωρής ξυλείας στο 6%, πεύκης διαρκεί 3 - 10 μέρες, λεύκης διαρκεί 6 - 10 μέρες, και δρυός διαρκεί 16 - 40 μέρες.



Αποθήκευση ξυλείας μετά τη ξήρανση

- Αν δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί αμέσως, η ξυλεία πρέπει να αποθηκεύεται σε υπόστεγα χωρίς διαχωριστικούς πήχεις, σε συνθήκες που την προφυλάσσουν από πρόσληψη υγρασίας, γιατί η υγροσκοπικότητα του ξύλου δεν επηρεάζεται από τη ξήρανση (φυσική ή τεχνητή).
- Τεχνητή ξήρανση κάνουμε κυρίως όταν η ξυλεία θα χρησιμοποιηθεί σε εσωτερικούς χώρους, όταν πρόκειται να συγκολληθεί ή βαφεί ή όταν απαιτείται ταχύτερη από τη φυσική ξήρανση.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Άλλες μέθοδοι τεχνητής ξήρανσης

Άλλες μέθοδοι τεχνητής ξήρανσης (1/2)

Σε περιορισμένη κλίμακα και σε ειδικές περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες μέθοδοι ξήρανσης, όπως:

- Ξήρανση με ηλιακή ενέργεια.
- Με αφύγρανση (ή συμπύκνωση υγρασίας).
- Ξήρανση με υψηλές θερμοκρασίες.
- Ξήρανση με κενό και υψηλές θερμοκρασίες.
- Ξήρανση με ατμούς οργανικών ουσιών.



Άλλες μέθοδοι τεχνητής ξήρανσης (2/2)

Σε περιορισμένη κλίμακα και σε ειδικές περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες μέθοδοι ξήρανσης, όπως:

- Ξήρανση με βρασμό σε έλαια.
- Ξήρανση με διαλύτες.
- Ξήρανση με υψίσυχνο ηλεκτρικό ρεύμα.
- Χημική ξήρανση



Ξήρανση με ηλιακή ενέργεια (1/4)

- Γίνεται σε ηλιακά ξηραντήρια με μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ή σε θερμική (θερμοκήπιο ή θερμοσυλλέκτες).
- Η ηλιακή ξήρανση είναι ταχύτερη σε σύγκριση με την φυσική ξήρανση, αλλά βραδύτερη σε σχέση με συνηθισμένη τεχνητή ξήρανση, αλλά πλεονεκτεί ως προς την τελευταία γιατί το κόστος εγκατάστασης είναι μικρό και η λειτουργία απλούστερη και οικονομικότερη.



Ξήρανση με ηλιακή ενέργεια (2/4)

Εικόνα 5.30. Συστήματα συλλογής ηλιακής ενέργειας



Ξήρανση με ηλιακή ενέργεια (3/4)

Εικόνα 5.31. Στοίβαξη ξυλείας σε ηλιακό ξηραντήριο



Ξήρανση με ηλιακή ενέργεια (4/4)

Εικόνα 5.32. Ηλιακό ξηραντήριο



Ξήρανση με αφύγρανση

- Γίνεται σε θαλάμους ξήρανσης, με χαμηλές θερμοκρασίες (έως 50°C), όπου η υγρασία που εξατμίζεται από το ξύλο δεν απομακρύνεται, αλλά συμπυκνώνεται και απομακρύνεται ως υγρό, με τη βοήθεια σωληνώσεων.
- Το κόστος εγκατάστασης είναι μικρό και η λειτουργία απλούστερη σε σχέση με τη συνηθισμένη τεχνητή ξήρανση, η μέθοδος όμως παρουσιάζει μειονεκτήματα και ο χρόνος ξήρανσης είναι μεγαλύτερος.



Ξήρανση με υψηλές θερμοκρασίες

- Γίνεται σε ξηραντήρια με πολύ καλή θερμική μόνωση και ισχυρούς ανεμιστήρες.
- Η θερμοκρασία του ξηρού θερμομέτρου είναι πάντοτε μεγαλύτερη από 100°C και η σχετική υγρασία 100% (υπάρχει μόνο ατμός) ή λίγο λιγότερο του 100% (υπάρχει υγρός αέρας).
- Η ξήρανση γίνεται ταχύτατα, η λειτουργία των ξηραντηρίων είναι απλή και το ξύλο γίνεται λιγότερο υγροσκοπικό.



Ξήρανση σε κενό (1/5)

- Τα ξηραντήρια είναι δαπανηρά, όπως και η λειτουργία τους, και έχουν μικρή χωρητικότητα.
- Δημιουργούνται ελαττώματα στην ξυλεία (μεταχρωματισμός, έξοδος της ρητίνης στα κωνοφόρα, χαλαρώνουν οι ρόζοι, και ελαττώνονται η αντοχή σε κρούση και εφελκυσμό).
- Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ξύλα με μεγάλη αρχική υγρασία, λόγω κατάρρευσης.



Ξήρανση σε κενό (2/5)

- Γίνεται σε ερμητικά κλειστούς ανθεκτικούς κυλίνδρους με χοντρά τοιχώματα και μεγάλη θερμική μόνωση, όπου δημιουργούνται συνθήκες κενού (έως 600 mm στήλης υδραργύρου) με κατάλληλες αντλίες.
- Θερμαντικές πλάκες θερμαίνουν τις στρώσεις της ξυλείας σε θερμοκρασία έως 100°C.
- Η υγρασία που εξατμίζεται από το ξύλο, συμπυκνώνεται στα τοιχώματα του κυλίνδρου και αποβάλλεται.



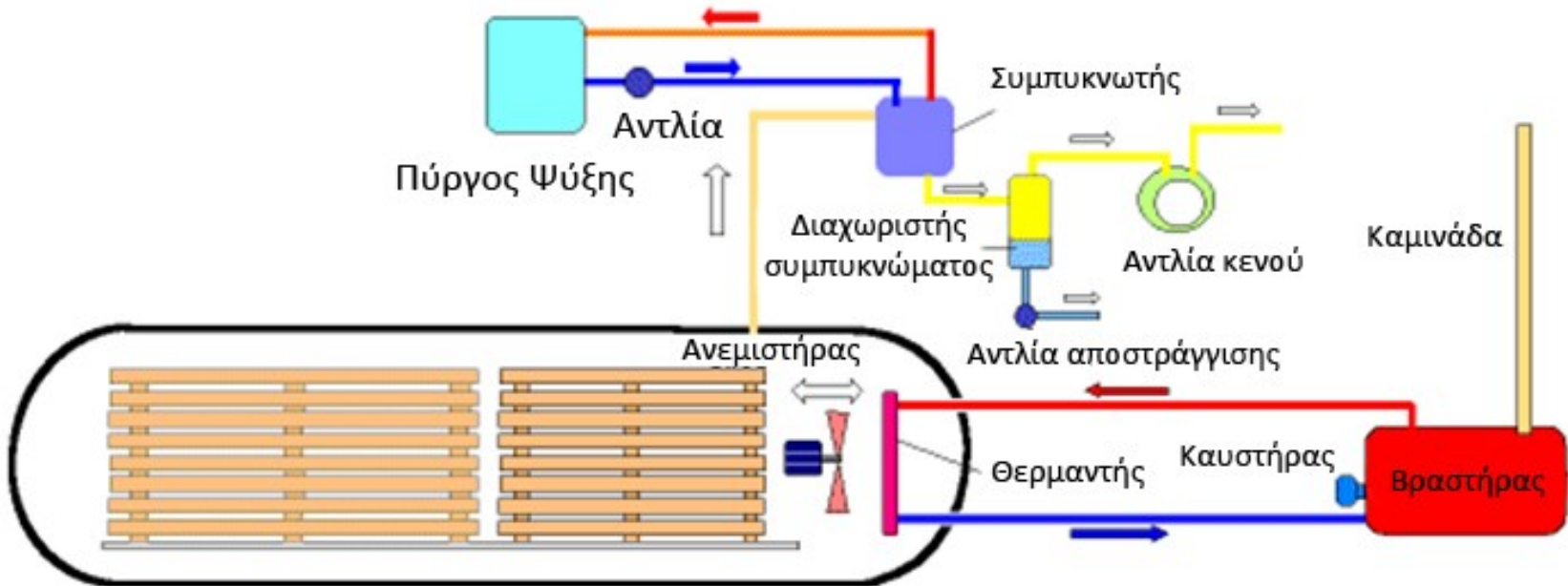
Ξήρανση σε κενό (3/5)

Εικόνα 5.33. Ηλιακό ξηραντήριο: Ξήρανση σε θάλαμο με εφαρμογή κενού



Ξήρανση σε κενό (4/5)

Εικόνα 5.34. Σχηματική παράσταση ξηραντηρίου με κενό



Ξήρανση σε κενό (5/5)

- Η ξήρανση γίνεται ταχύτατα, σε σχέση με τη συνηθισμένη τεχνητή ξήρανση, και εξασφαλίζει καλή ποιότητα ξυλείας συνήθως χωρίς σφάλματα (μπορεί να δημιουργηθούν μεταχρωματισμοί).
- Οι κύλινδροι δεν έχουν μεγάλη χωρητικότητα, η λειτουργία τους είναι σχετικά δαπανηρή.
- Η ξήρανση με κενό μπορεί να γίνει και σε χαμηλές θερμοκρασίες 50 - 80 °C. Η μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως σε ευπαθή είδη ξύλου ή για ειδικές χρήσεις του ξύλου.



Ξήρανση με ατμούς οργανικών ουσιών (1/2)

- Γίνεται σε ερμητικά κλειστούς κυλίνδρους και χρησιμοποιείται ατμός οργανικών ουσιών.
- Η ξυλεία εκτίθεται στη μεγάλη θερμοκρασία των ατμών της υγρής χημικής ουσίας (πχ ξυλένιο) που βράζει (100 - 200°C). Η υγρασία που εξατμίζεται από το ξύλο, αναμιγνύεται με τους ατμούς, οδηγείται έξω από τον κύλινδρο και συμπυκνώνεται. Επειδή τα δύο υγρά δεν έχουν την ίδια πυκνότητα μπορούν να (συν.)



Ξήρανση με ατμούς οργανικών ουσιών (2/2)

- (συν.) διαχωρίζονται, το νερό να απορρίπτεται και η χημική ουσία να επαναφέρεται στο σύστημα και να επαναχρησιμοποιείται. Στο τέλος με την εφαρμογή κενού αφαιρείται η χημική ουσία που έχει προσροφήσει το ξύλο.
- Η ξήρανση γίνεται γρήγορα, αλλά η λειτουργία του ξηραντηρίου είναι δαπανηρή και η ποιότητα ξήρανσης δεν είναι καλή.



Ξήρανση με βρασμό σε έλαια

- Η θερμότητα που χρειάζεται για την εξάτμιση της υγρασίας του ξύλου εφαρμόζεται με εμφάπτιση (εμποτισμό) του σε θερμή ελαιώδη ουσία (πισσέλαιο) με σημείο βρασμού μεγαλύτερο από το νερό.
- Η εφαρμογή της μεθόδου δεν δικαιολογείται, γιατί οι εγκαταστάσεις είναι δαπανηρές και προκαλούνται σφάλματα στο ξύλο.



Ξήρανση με διαλύτες

- Γίνεται με τοποθέτηση του ξύλου σε αεροστεγώς κλειστό θάλαμο (αποστακτήριο) το οποίο ψεκάζεται μερικές ώρες με θερμή ακετόνη (περίπου 90°C).
- Το μίγμα υγρασίας του ξύλου, ακετόνης και εκχυλισμάτων του ξύλου, απομακρύνεται ενώ εισάγεται και κυκλοφορείται αέρας για να συμπληρωθεί η ξήρανση και να απομακρυνθούν υπολείμματα του διαλύτη.
- Η ξήρανση γίνεται γρήγορα, αλλά το κόστος είναι μεγάλο.



Ξήρανση με υψίσυχο ηλεκτρικό ρεύμα

- Το ξύλο θερμαίνεται γρήγορα και ομοιόμορφα σε όλη τη μάζα του καθώς τα πριστά περνούν από ηλεκτρικό πεδίο ρεύματος υψηλής συχνότητας (3 - 15 MHz).
- Η μέθοδος έχει περιορισμένη εφαρμογή λόγω υψηλού κόστους κατασκευής και λειτουργίας και λόγω των τεχνικών προβλημάτων που δημιουργεί στο ξύλο (κίνδυνος κυψελίδωσης και μεταχρωματισμού).



Χημική ξήρανση

- Γίνεται με κάλυψη της επιφάνειας του ξύλου με ορισμένες χημικές ουσίες (πχ χλωριούχο νάτριο, ουρία) που συγκρατούν την υγρασία που αφαιρούν και ελαττώνουν τη ρίκνωση.
- Μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι: το κόστος της ξήρανσης, οι μεταχρωματισμοί του ξύλου, η οξείδωση που προκαλούν αυτές οι ουσίες στα μέταλλα του θαλάμου ξήρανσης αλλά και των μηχανημάτων κατεργασίας.



Σφάλματα ξήρανσης

- Επιφανειακές ραγάδες
- Στρεβλώσεις και παραμορφώσεις
- Μεταχρωματισμοί του ξύλου
- Κελύφωση
- Ανομοιόμορφη κατανομή υγρασίας μέσα στο ξύλο
- Κυψελίδωση
- Κατάρρευση



Επιφανειακές ραγάδες (1/2)

- Διάφορα είδη επιφανειακών ραγάδων (πχ ράχης, ακτινικές, διαμπερείς, όψης, κ.ά.) μπορούν να προκληθούν κατά ξήρανση.
- Κατά τη φυσική ξήρανση όταν έρχονται σε άμεση επαφή με ακτίνες του ήλιου, και κατά τη τεχνητή όταν η σχετική υγρασία του θαλάμου ξήρανσης πέσει κάτω από τα δεδομένα του προγράμματος.
- Η αντιμετώπιση αυτού του σφάλματος γίνεται με αύξηση της σχετικής υγρασίας του θαλάμου.



Επιφανειακές ραγάδες (2/2)

Εικόνα 5.35. Ραγαδώσεις των άκρων πριστής ξυλείας



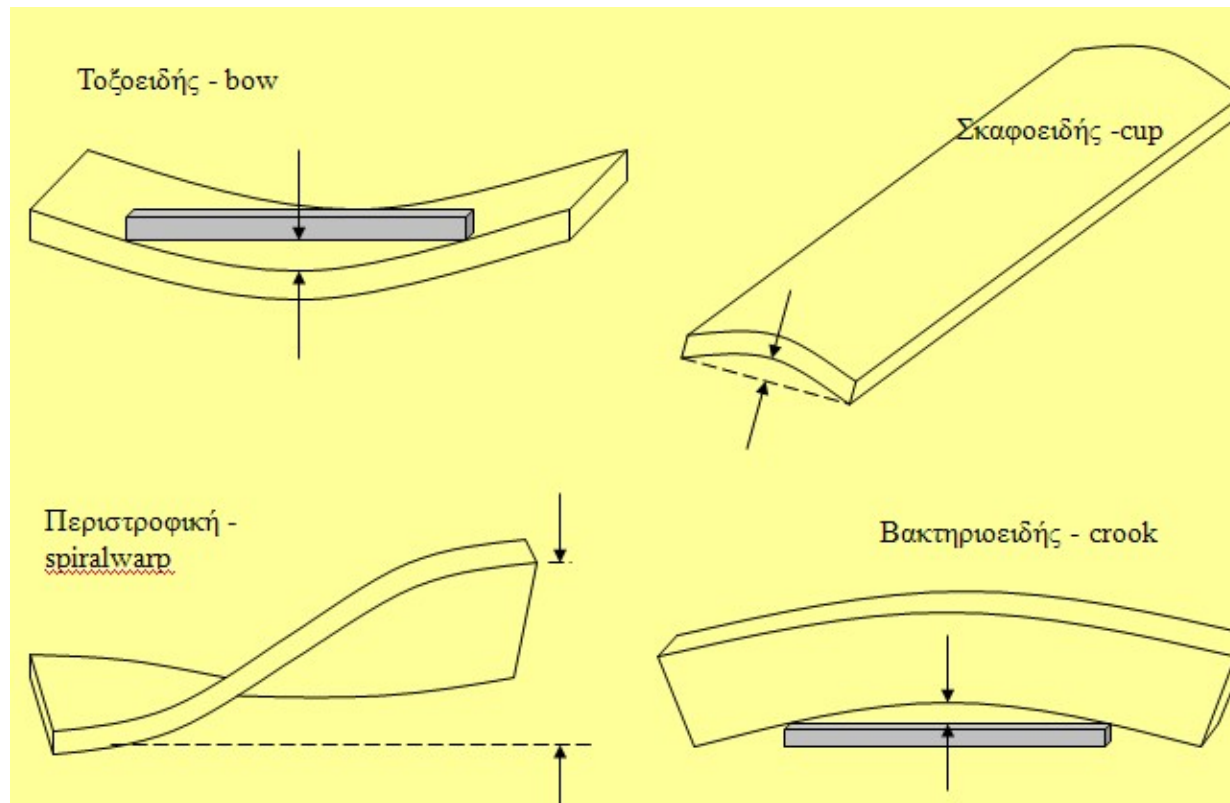
Στρεβλώσεις και παραμορφώσεις (1/2)

- Στρεβλώσεις και παραμορφώσεις διαφόρων ειδών (πχ περιστροφικές, σκαφοειδείς, τοξοειδείς, κ.ά.) μπορούν να προκληθούν από ξήρανση, ιδιαίτερα ειδών με μεγάλη ανισοτροπία (δηλ. με μεγάλη διαφορά ακτινικής και εφαπτομενικής ρίκνωσης).
- Για να αποφευχθεί αυτό το ελάττωμα, γίνεται άτμιση πριν την ξήρανση, ή τοποθετούνται βάρη πάνω στις στοιβάδες των ξύλων.



Στρεβλώσεις και παραμορφώσεις (2/2)

Εικόνα 5.36. Είδη και μέτρηση παραμορφώσεων



Μεταχρωματισμοί του ξύλου (1/2)

- Ανεπιθύμητες μεταβολές του χρώματος των ξύλων μειώνουν σημαντικά την αξία τους.
- Οι μεταχρωματισμοί του ξύλου οφείλονται στην μεταφορά χρωστικών ουσιών προς την επιφάνεια του ξύλου λόγω της επίδρασης της υγρασίας και της υψηλής θερμοκρασίας, και μπορεί να προκύψουν από διαφορετικές αιτίες (πχ από μύκητες, χημικές αντιδράσεις, βιοχημικές αντιδράσεις, φυσιολογικές αντιδράσεις) και συνδυασμό τους.



Μεταχρωματισμοί του ξύλου (2/2)

- Ανάλογα την αιτία μεταχρωματισμού υπάρχει και διαφορετική αντιμετώπιση, αλλά γενικά συστήνεται το ξύλο αμέσως μετά την πρίση να στοιβάζεται σωστά με διαχωριστικούς πήχεις και να οδηγείται σε υπόστεγα με επαρκή κυκλοφορία αέρα ή σε ξηραντήρια και ξήρανση με επιλογή προγραμμάτων χαμηλών θερμοκρασιών.



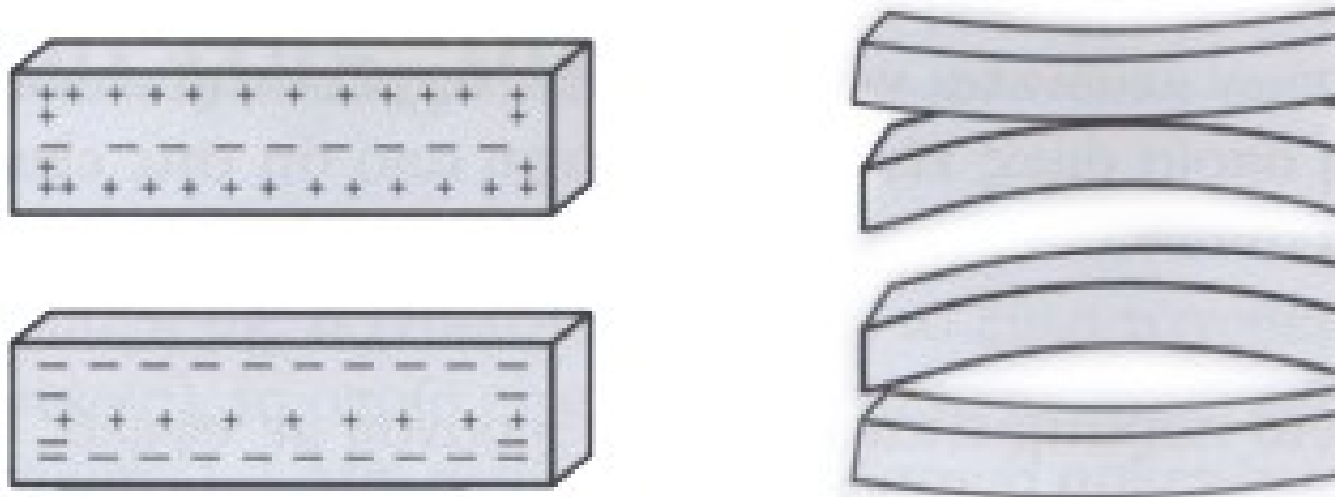
Κελύφωση (1/2)

- Κελύφωση (δηλ. παραμόρφωση σε μορφή κελύφους) μπορεί να προκύψει εξαιτίας της απότομης ρίκνωσης στην επιφάνεια των πριστών.
- Το σφάλμα οφείλεται στην χαμηλή σχετική υγρασία του θαλάμου ξήρανσης και αντιμετωπίζεται με αύξηση της σχετικής υγρασίας πάνω από την τιμή του προγράμματος ξήρανσης για ώρες ή μέρες.



Κελύφωση (1/2)

Εικόνα 5.37. Σχηματική παράσταση κελύφωσης πριστής ξυλείας



Ανομοιόμορφη κατανομή υγρασίας μέσα στο ξύλο

- Το σφάλμα προκύπτει από απότομη ξήρανση χωρίς να μεσολαβήσει ο χρόνος εξομοίωσης της υγρασίας μετά την ξήρανση.
- Η μεγάλη διαφορά υγρασίας εξωτερικά και εσωτερικά στα πριστά μπορεί να προκαλέσει στρεβλώσεις, κατά την επανάπριση τους.



Κυψελίδωση (1/2)

- Κυψελίδωση (δηλ. ραγάδες στο εσωτερικό του ξύλου, που δεν φαίνονται εξωτερικά) είναι σφάλμα σοβαρό που προκύπτει από ξήρανση σε υψηλές θερμοκρασίες υγρού ξύλου, γιατί η εξωτερική στρώση των πριστών ρικνώνεται συντομότερα και λιγότερο από τις εσωτερικές στρώσεις.
- Για την πρόληψη του σφάλματος χρησιμοποιούνται προγράμματα χαμηλών θερμοκρασιών σε ευαίσθητα υγρά είδη.



Κυψελύδωση (2/2)

Εικόνα 5.38. Έντονη κυψελύδωση συχνά οδηγεί και σε κατάρρευση



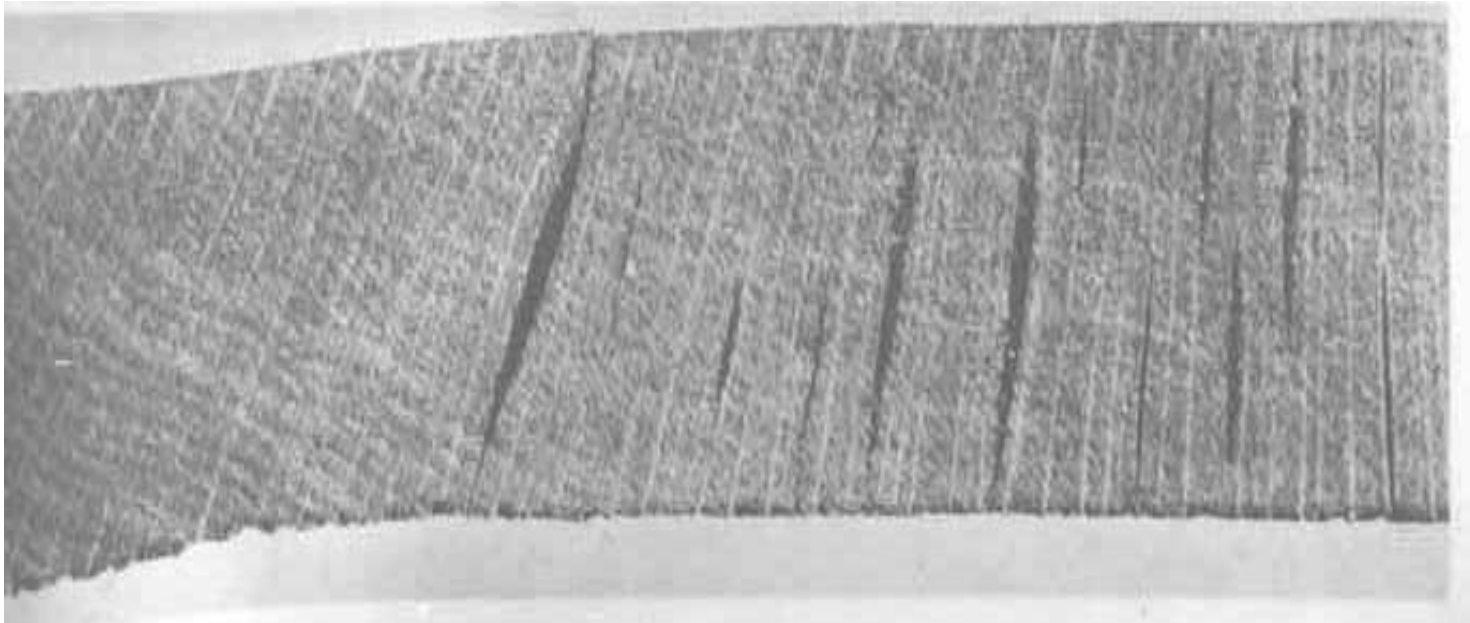
Κατάρρευση (1/2)

- Κατάρρευση των κυττάρων του ξύλου, που προκαλεί εσωτερικές ρωγμές και ανώμαλες επιφάνειες, προκύπτει από την πολύ γρήγορη έξοδο της υγρασίας του ξύλου, ιδιαίτερα σε είδη ευαίσθητα (πχ λεύκη, δρυς, οξιά).
- Πολύ γρήγορη έξοδος της υγρασίας προκαλείται με υψηλή θερμοκρασία θαλάμου στην αρχή της ξήρανσης και υγρασία πάνω από το σημείο ινοκόρου.
- Το σφάλμα δεν διορθώνεται ή διορθώνεται πολύ δύσκολα.



Κατάρρευση (2/2)

Εικόνα 5.39. Κατάρρευση πριστής λόγω πολύ γρήγορης ξήρανσης





Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Παπανικολάου Αναστάσιος

Θεσσαλονίκη, 1/ 6/ 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

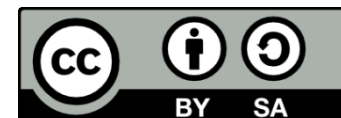


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Φιλίππου Ιωάννης.
«Τεχνολογία Ξύλου. Ξήρανση ξυλείας». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS443/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

