

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΞΥΛΟΥ



ΕΠΙΚΟΛΛΗΤΟ ΞΥΛΟ

Επικολητό ξύλο

Επικολητό ή σύνθετο ξύλο ή σύνθετη επικολητή ξυλεία (glued laminated timber, glue lam) παράγεται με τη συγκόλληση δύο ή περισσότερων στρώσεων ξύλου με τις ίνες παράλληλες μεταξύ τους

Διαφορά με αντικολλητά:

- ✓ **Διάταξη των ινών παράλληλα** μεταξύ τους, η κύρια διαφορά μεταξύ αυτού του προϊόντος και των αντικολλητών στα οποία οι ίνες διαδοχικών στρώσεων σχηματίζουν συνήθως ορθή γωνία
- ✓ Το επικολητό ξύλο δεν έχει τη μορφή πλακών μεγάλης επιφάνειας, όπως τα αντικολλητά, αλλά έχει **διάφορα σχήματα και μεγέθη** ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται



Διάφορες μορφές επικολλητού ξύλου

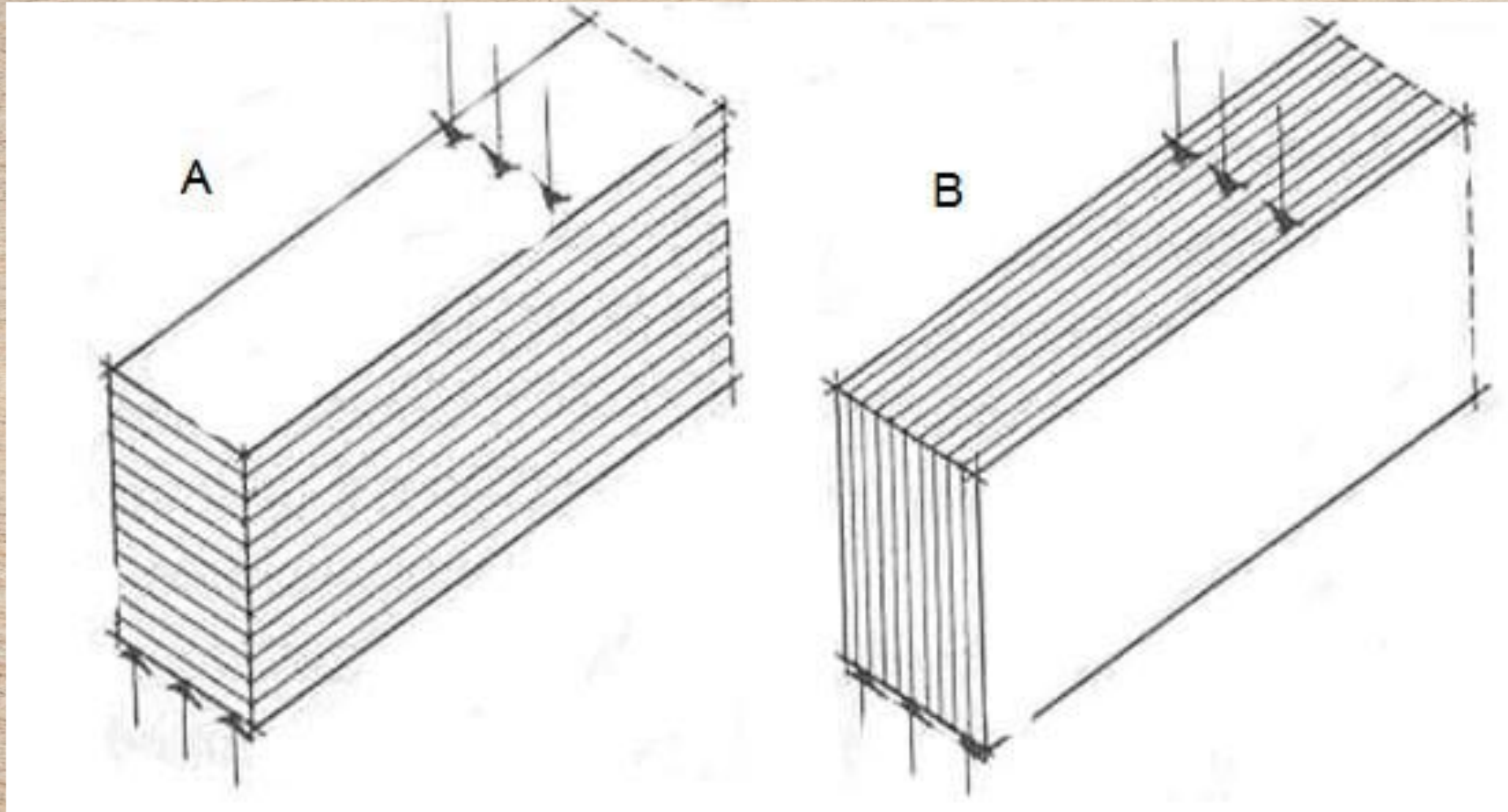


Χαρακτηριστικά επικολλητού ξύλου

- ✓ Έχει **μεγάλο μήκος** σε σχέση με το πλάτος και το πάχος του, και οι ίνες είναι παράλληλες με το μήκος
- ✓ Τα **συνθετικά στοιχεία** (στρώσεις ξύλου) μπορεί να διαφέρουν στο είδος, αριθμό, σχήμα, και διαστάσεις, που ποικίλλουν από πριστή ξυλεία (σανίδια) ως λεπτά ξυλόφυλλα
- ✓ Το **σχήμα** είναι **ευθύ ή καμπύλο** και η κάμψη δίνεται συγχρόνως με την παραγωγή
- ✓ Δυνατότητα **παραγωγής διαφόρων σχημάτων και μεγεθών** που προσδίδει αρχιτεκτονικά και σχεδιαστικά πλεονεκτήματα
- ✓ **Μεγάλα μήκη** (έως και 28 μέτρων) και σε **διαστάσεις** έως 240 x 1240 χιλιοστών. Έτσι είναι δυνατή η δημιουργία συστημάτων φέρουσων κατασκευών με μεγάλα ανοίγματα χωρίς υποστήριξη, εάν τα δομικά στοιχεία είναι λεπτά



Διάταξη στρώσεων επικολλητηής ξυλείας



A. οριζόντια και B. κατακόρυφη διάταξη στρώσεων επικολλητηής ξυλείας

Πλευρική συγκόλληση επικολλητής ξυλείας



Διαστάσεις επικολλητού ξύλου

Οι συνήθεις διαστάσεις σε σχήμα ευθείας είναι:

- Πλάτος από 80 – 240 mm ανά 20 mm
- Ύψος από 80 – 1240 mm ανά 40 mm
- Μήκος από 6000 – 12000 mm (με μεγάλη ακρίβεια)
- Πάχος πλακών έως και 40 mm
- Τυπικό (Standard) μήκος 12 m



Μορφές και χρήσεις επικολλητού ξύλου

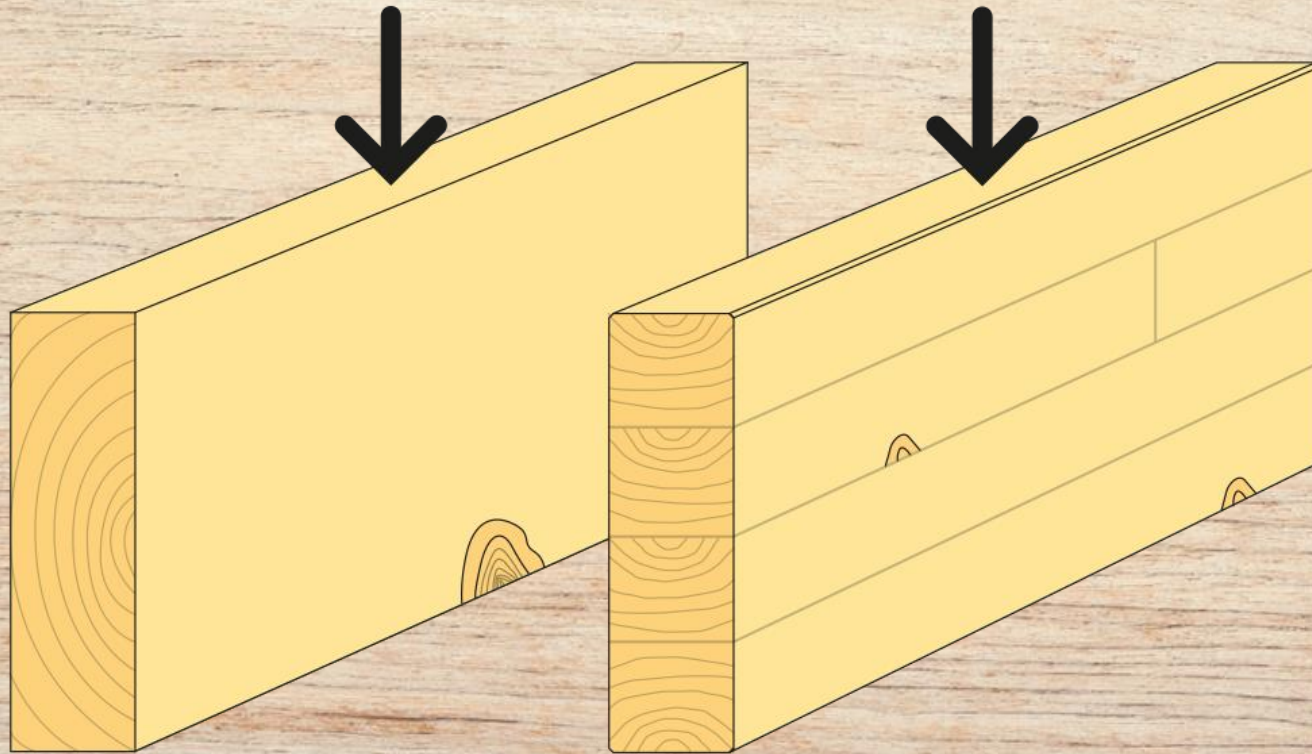


Πλεονεκτήματα επικολλητού ξύλου

- ✓ **Παραγωγή διαφόρων μεγεθών και σχημάτων** που δεν είναι δυνατό να παραχθούν από τις ορισμένες διαστάσεις του ξύλου των δέντρων
- ✓ **Βελτιωμένη αξιοποίηση του ξύλου** (περιορισμό σπατάλης του), γιατί χρησιμοποιούνται τεμάχια μικρών διαστάσεων
- ✓ **Βελτιωμένη μηχανική αντοχή**, γιατί:
 - είναι πιο εύκολη η ξήρανση των μεμονωμένων τεμαχίων πριν τη συγκόλληση χωρίς να δημιουργούνται ελαττώματα
 - υπάρχει η δυνατότητα ενίσχυσης των θέσεων που χρειάζεται μεγαλύτερη αντοχή
 - υπάρχει η δυνατότητα αφαίρεσης ή ανακατονομής των ελαττωμάτων (π.χ. ρόζων)
- ✓ **Βελτιωμένη διάρκεια**, γιατί υπάρχει δυνατότητα καλύτερου εμποτισμού των συνθετικών μερών (στρώσεων) για προστασία από προσβολές μυκήτων ή εντομών
- ✓ Τα φέροντα στοιχεία παρουσιάζουν **μεγαλύτερη αντοχή στη φωτιά**

Βελτιωμένη μηχανική αντοχή επικολλητής ξυλείας

- Η **παρουσία σφαλμάτων** (ρόζοι) μπορεί να μειώσει σημαντικά την αντοχή ενός δοκαριού (ένα πριστό).
- Αυτός ο κίνδυνος μειώνεται με την επικολλητή ξυλεία επειδή υπάρχει **δυνατότητα αφαίρεσης ή ανακατανομής των σφαλμάτων**



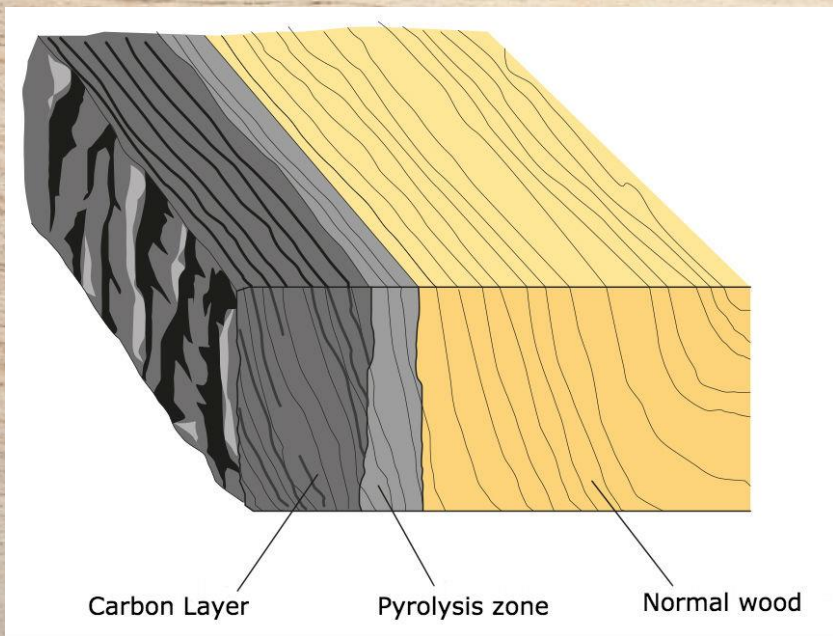
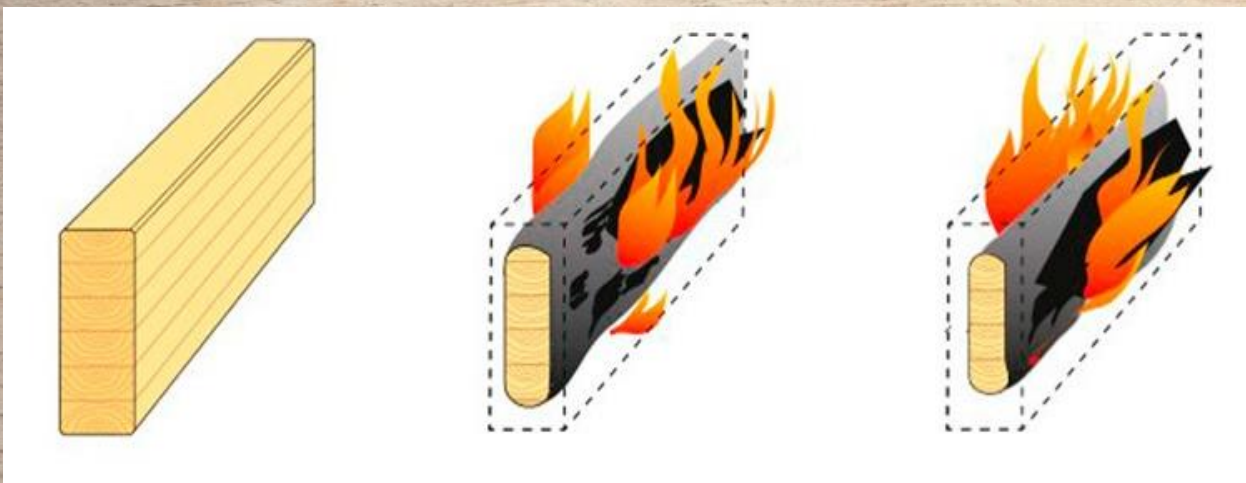
Αντοχή επικολλητής ξυλείας στη φωτιά

- Επικολλητό φέρον στοιχείο μετά από πυρκαγιά. Ο ξυλάνθρακας που έχει σχηματιστεί εξωτερικά δρα ως μονωτικό και εμποδίζει την περαιτέρω είσοδο της φωτιάς



Αντοχή επικολλητής ξυλείας στη φωτιά

- Το Glulam διατηρεί την κατασκευαστική του σταθερότητα σε μια φωτιά, σε αντίθεση με το μη προστατευμένο ατσάλι



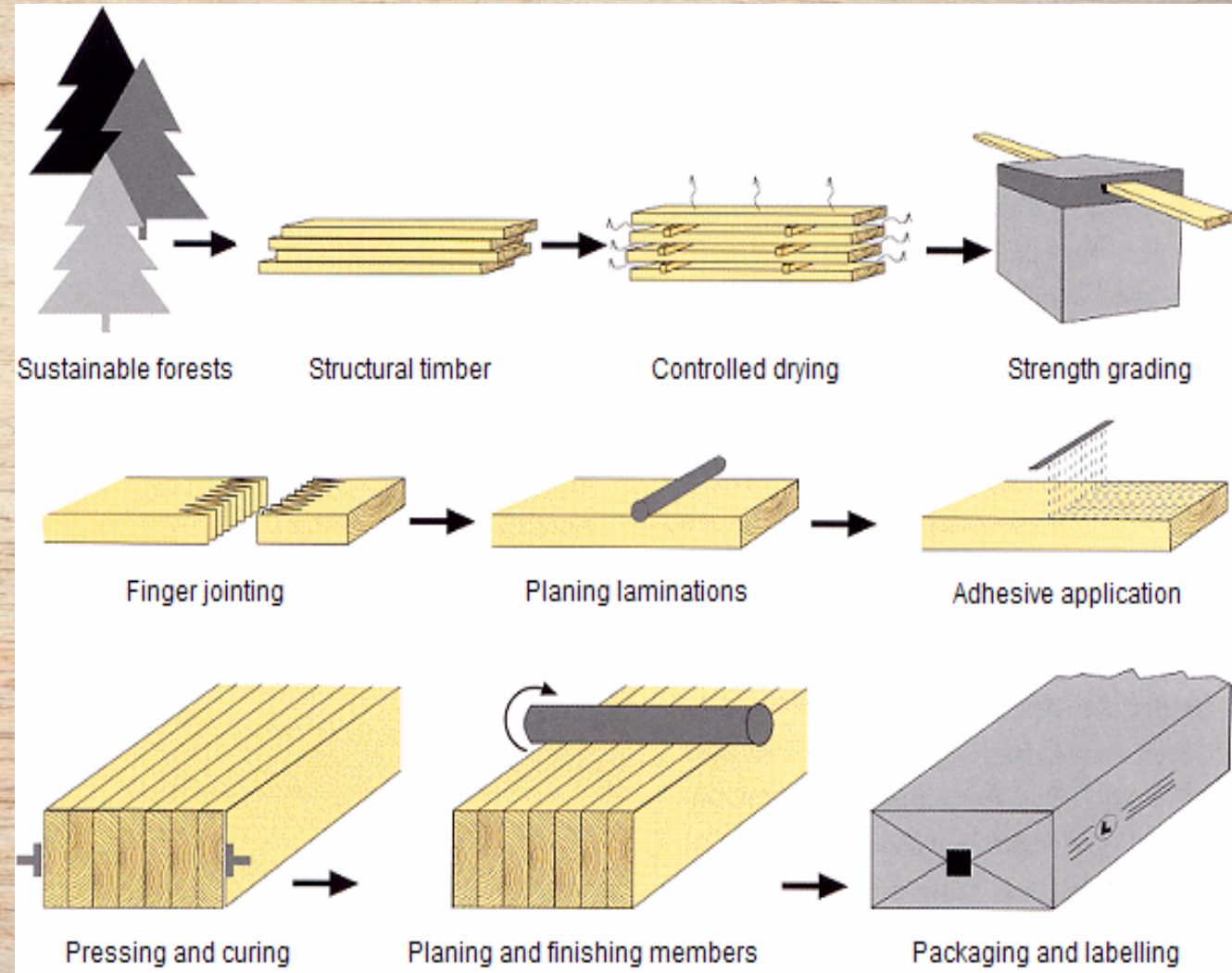
Μειονεκτήματα επικολλητού ξύλου

- ✓ **Μεγαλύτερο κόστος από την πριστή ξυλεία** λόγω επιπλέον κατεργασίας
- ✓ **Αντοχή του επικολλητού ξύλου** εξαρτάται άμεσα από την **επιτυχία συγκόλλησης** και γι' αυτό απαιτεί **ειδικά μηχανήματα** και **εξειδικευμένο προσωπικό**
- ✓ **Μεγάλη καμπύλα στοιχεία** δημιουργούν **προβλήματα στη μεταφορά**

Στάδια παραγωγής επικολλητού ξύλου

Για την παραγωγή του επικολλητού ξύλου ακολουθούνται τα εξής στάδια:

- ✓ **Επιλογή και προετοιμασία του ξύλου**
(structural timber, controlled drying, strength grading)
- ✓ **Διαμόρφωση δεσμών – συνένωση**
(finger jointing)
- ✓ **Πλάνισμα – Ξεχόνδρισμα**
(planing laminations)
- ✓ **Κολλάρισμα δεσμών**
(adhesive application)
- ✓ **Συναρμολόγηση – Συμπίεση**
(pressing and curing)
- ✓ **Τελικές κατεργασίες**
(planing and finishing members)
- ✓ **Ποιοτικός έλεγχος – Αποθήκευση**
(packaging and labelling)



Επιλογή και προετοιμασία του ξύλου

Η επιλογή και προετοιμασία του ξύλου περιλαμβάνει:

- ✓ **Την επιλογή του δασοπονικού είδους:** Τα είδη του ξύλου που χρησιμοποιούνται ποικίλλουν ανάλογα με τη διαθεσιμότητα τους και τον προορισμό της κατασκευής
- ✓ **Την παραγωγή πριστής ξυλείας από κορμούς:** Η πρώτη ύλη (πριστή ξυλεία ή σπανιότερα ξυλόφυλλα περιστροφικής τομής) είναι δυνατό να παράγεται στο ίδιο εργοστάσιο ή να γίνεται η προμήθεια της από άλλα εργοστάσια
- ✓ **Την τεχνητή ξήρανση:** Το ξύλο ξηραίνεται κατά κανόνα τεχνητά και μέχρι να χρησιμοποιηθεί, αποθηκεύεται, αν είναι δυνατό με ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας. Η υγρασία του ξύλου έχει μεγάλη σημασία για επιτυχή συγκόλληση. Μέσα σε κάθε στρώση, η κατανομή της υγρασίας πρέπει να είναι πρακτικά ομοιόμορφη
- ✓ **Την απομάκρυνση σφαλμάτων:** Μετά τη ξήρανση της πριστής ξυλείας γίνεται αφαίρεση των διαφόρων σφαλμάτων με πρίση όπως ρόζοι, ραγάδες, ρητινοθύλακες κ.α. που έχει ως αποτέλεσμα το τεμαχισμό της πριστής σε τεμάχια με μικρότερο μήκος. Μετά γίνεται ποιοτική διαλογή των τεμαχίων της πριστής για καλύτερη αξιοποίηση τους στο τελικό προϊόν

Έλεγχος και απομάκρυνση σφαλμάτων



Ποιοτικός έλεγχος για σφάλματα με χρήση υπερήχων



Αφαίρεση σφαλμάτων και διαλογή σε ποιότητες (A1, A2)
Διαμόρφωση άκρων για κατά μήκος συγκόλληση (B1, B2)

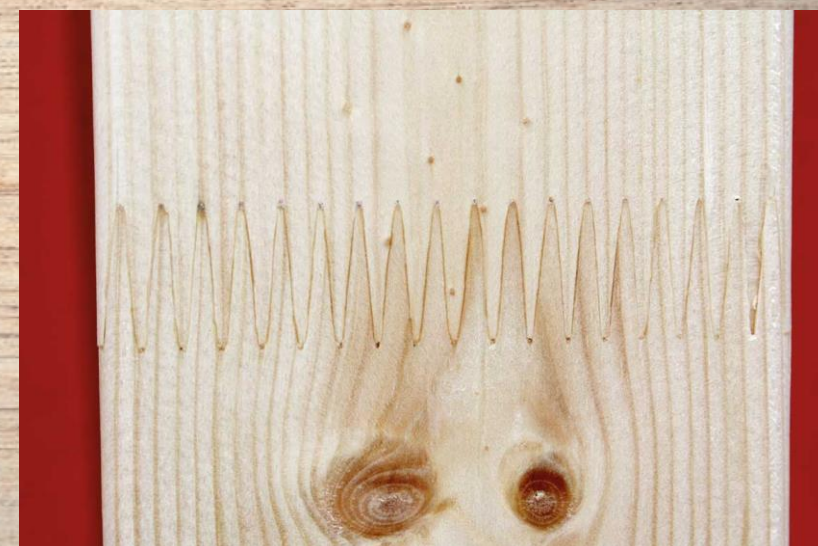
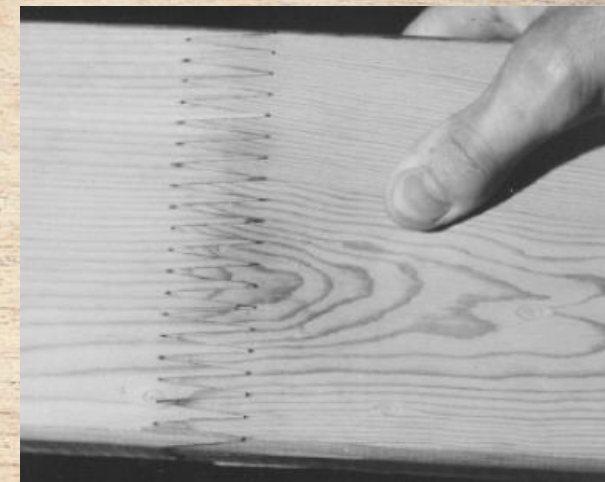
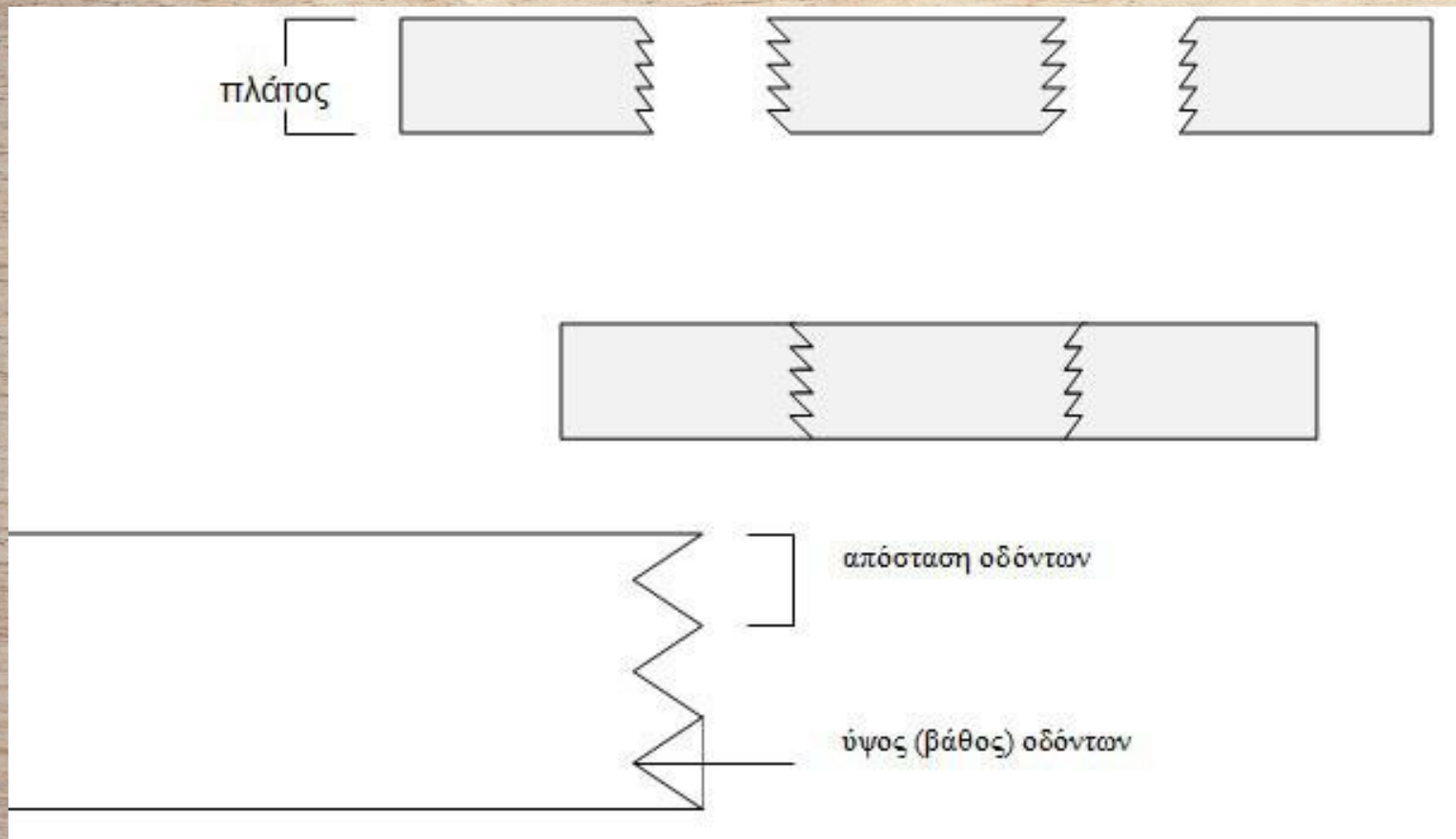
Κατεργασίες κατά την παραγωγή επικολλητού ξύλου



α) finger joining β) πλευρική συγκόλληση γ) προώθηση των συγκολλημένων επιφανειών

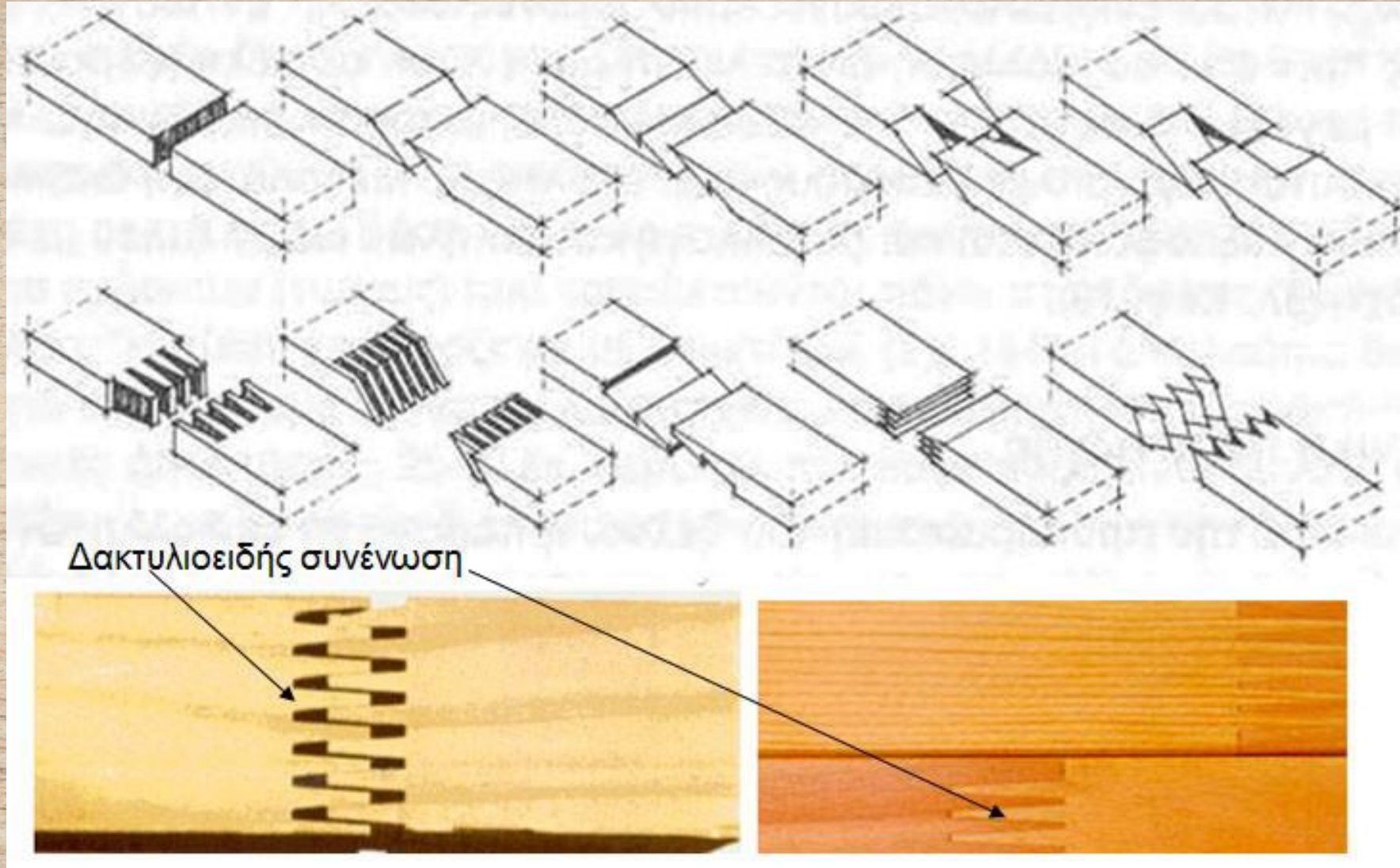
Διαμόρφωση δεσμών - συνένωση

Μετά την απομάκρυνση των σφαλμάτων και την ποιοτική διαλογή γίνεται διαμόρφωση των άκρων σε ειδικό μηχάνημα, τοποθέτηση συγκολλητικής ουσίας στις οδοντώσεις των άκρων και συνένωση τους σε μακρύτερα τεμάχια καθαρής πριστής ξυλείας



Παράδειγμα διαμόρφωσης των άκρων και κατά μήκος συνένωσης τεμαχίων πριστής

Διαμόρφωση δεσμών - συνένωση

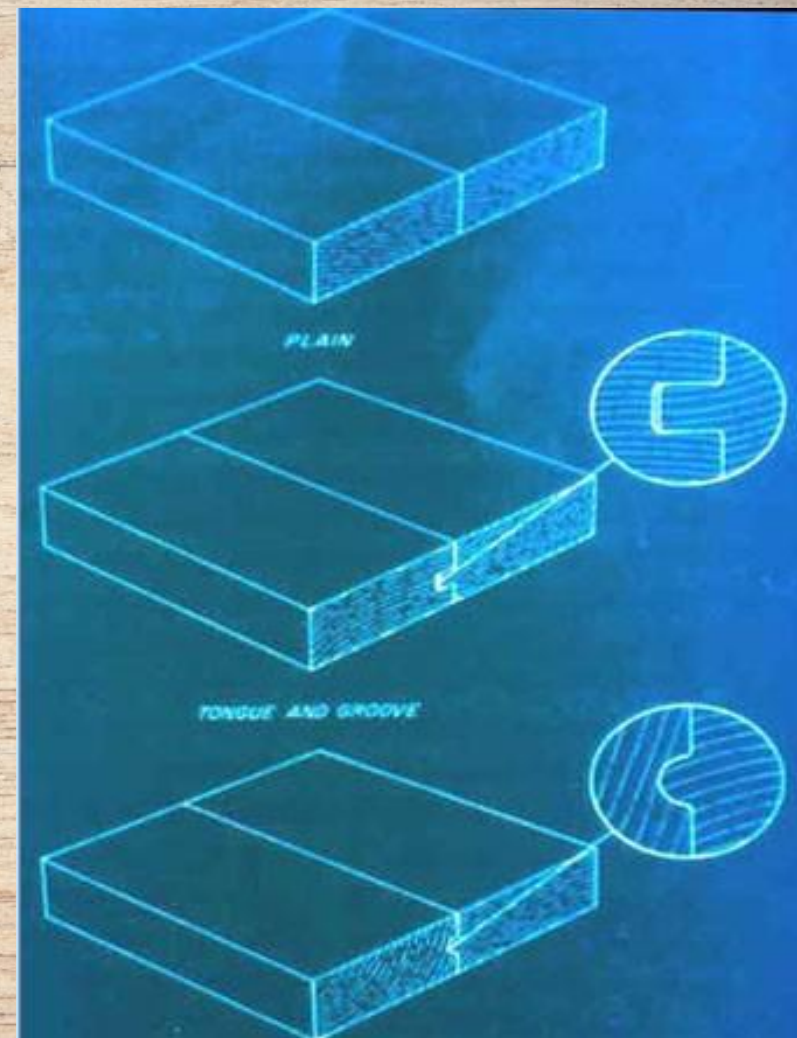


Δακτυλιοειδής συνένωση

Τρόποι διαμόρφωσης άκρων για κατά μήκος συνένωση πριστής

Πλευρική συνένωση

- ✓ Εκτός από τη **κατά μήκος συνένωση** (συγκόλληση) τεμαχίων πριστών, που μπορεί να φθάνει και τα 28 μέτρα, πλάκες πριστής μπορούν να **συνενωθούν και πλευρικά** μέχρι και πλάτους 124 εκ
- ✓ Η πλευρική συνένωση μπορεί να γίνει με **απλή συγκόλληση των πλευρών** ή **μετά από ειδική διαμόρφωση εσοχών-εξοχών (μόρσων)** και επάλειψη κόλλας
- ✓ Οι πλευρικές όπως και η κατά μήκος συγκολλήσεις των στρώσεων του επικολλητού γίνεται πριν από τη συναρμολόγηση του τελικού προϊόντος, ιδίως σε καμπύλα μέλη



Διαμόρφωση πλευρών για πλευρική συνένωση πριστής

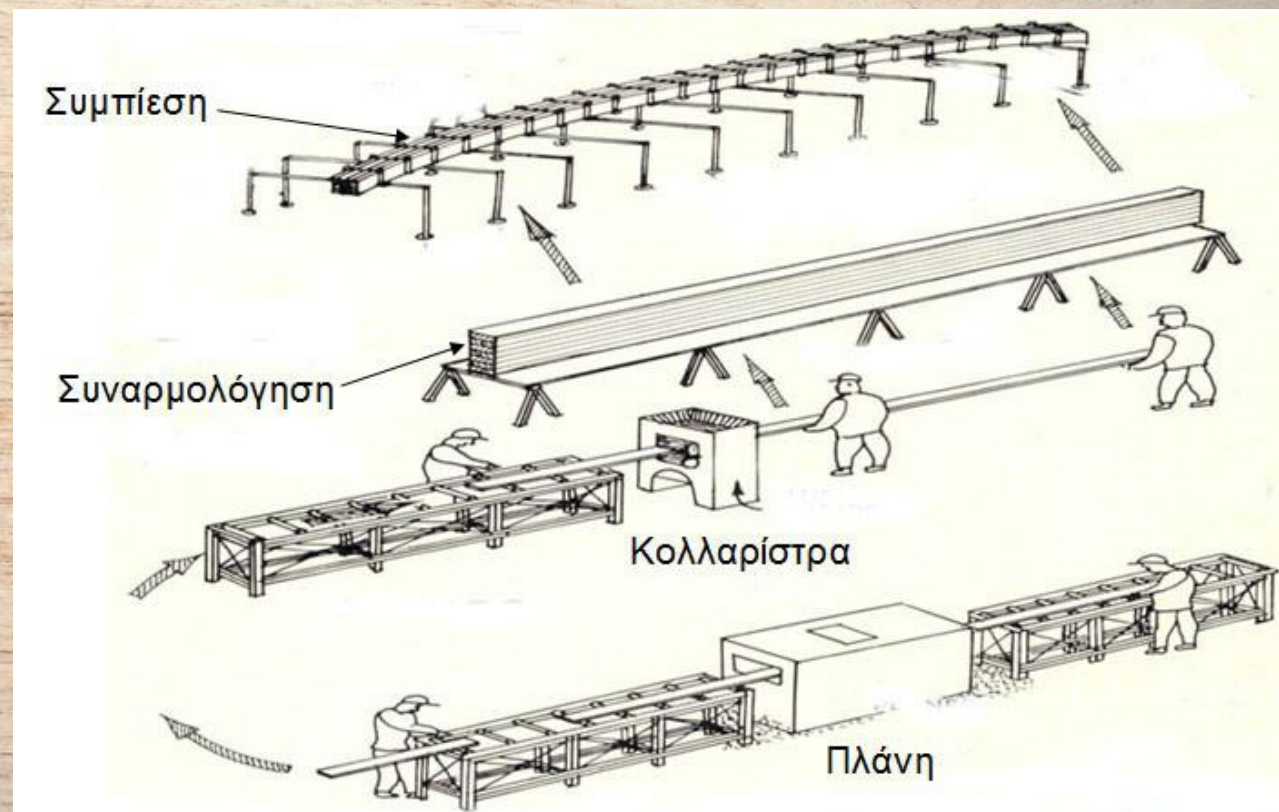
Παραγωγή επικολλητού

Πλάνισμα - Ξεχόνδρισμα

- ✓ Μετά τη συνένωση των πριστών σε στρώσεις με κατά μήκος ή και πλευρική συνένωση **οι στρώσεις πλανίζονται**
- ✓ Το πλάνισμα ή ξεχόνδρισμα γίνεται με σκοπό την **παραγωγή λείων επιφανειών και στρώσεων ορισμένου και ομοιόμορφου πάχους**

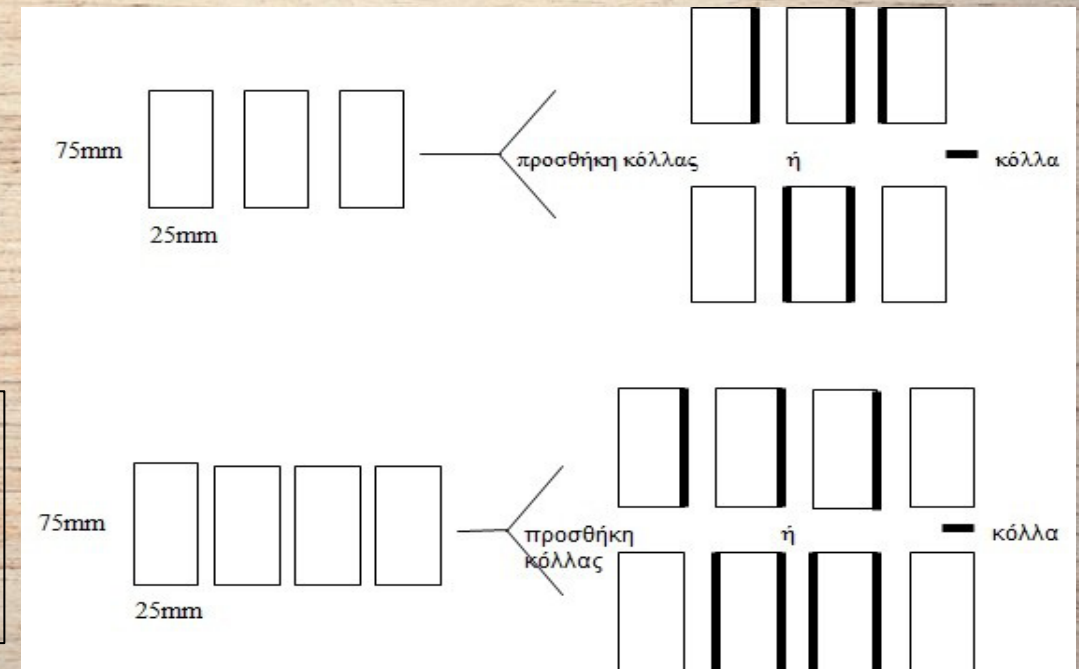
Μετά την προπαρασκευή του ξύλου, η παραγωγή του επικολλητού περιλαμβάνει:

- ✓ Κολλάρισμα δεσμών
- ✓ Συναρμολόγηση-Συμπίεση
- ✓ Τελικές κατεργασίες
- ✓ Ποιοτικός έλεγχος - Αποθήκευση



Κολλάρισμα δεσμών

- ✓ Μετά το πλάνισμα των στρώσεων γίνεται το **κολλάρισμα**
- ✓ Η επάλειψη της συγκολλητικής ουσίας γίνεται με **ψεκασμό ή τύμπανα** ανάμεσα από τα οποία περνούν οι στρώσεις ή σε παράλληλες ταινίες
- ✓ Η κόλλα τοποθετείται **στη μία ή και στις δύο επιφάνειες κάθε στρώσης**, ανάλογα με τον αριθμό των στρώσεων
- ✓ Η επάλειψη πρέπει **να γίνεται γρήγορα** μετά το πλάνισμα

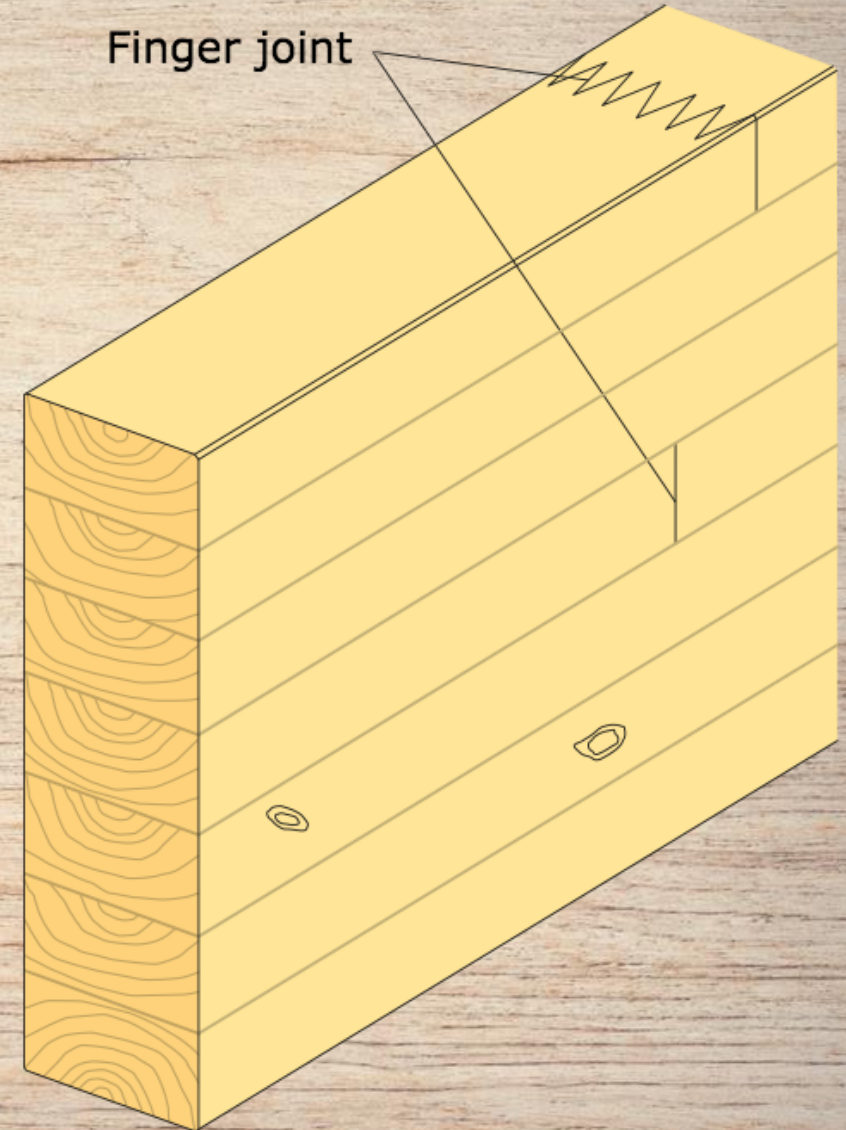


Παραδείγματα επάλειψης κόλλας για παραγωγή:

- Τρίστρωμου επικολλητού
- Τετράστρωμου επικολλητού

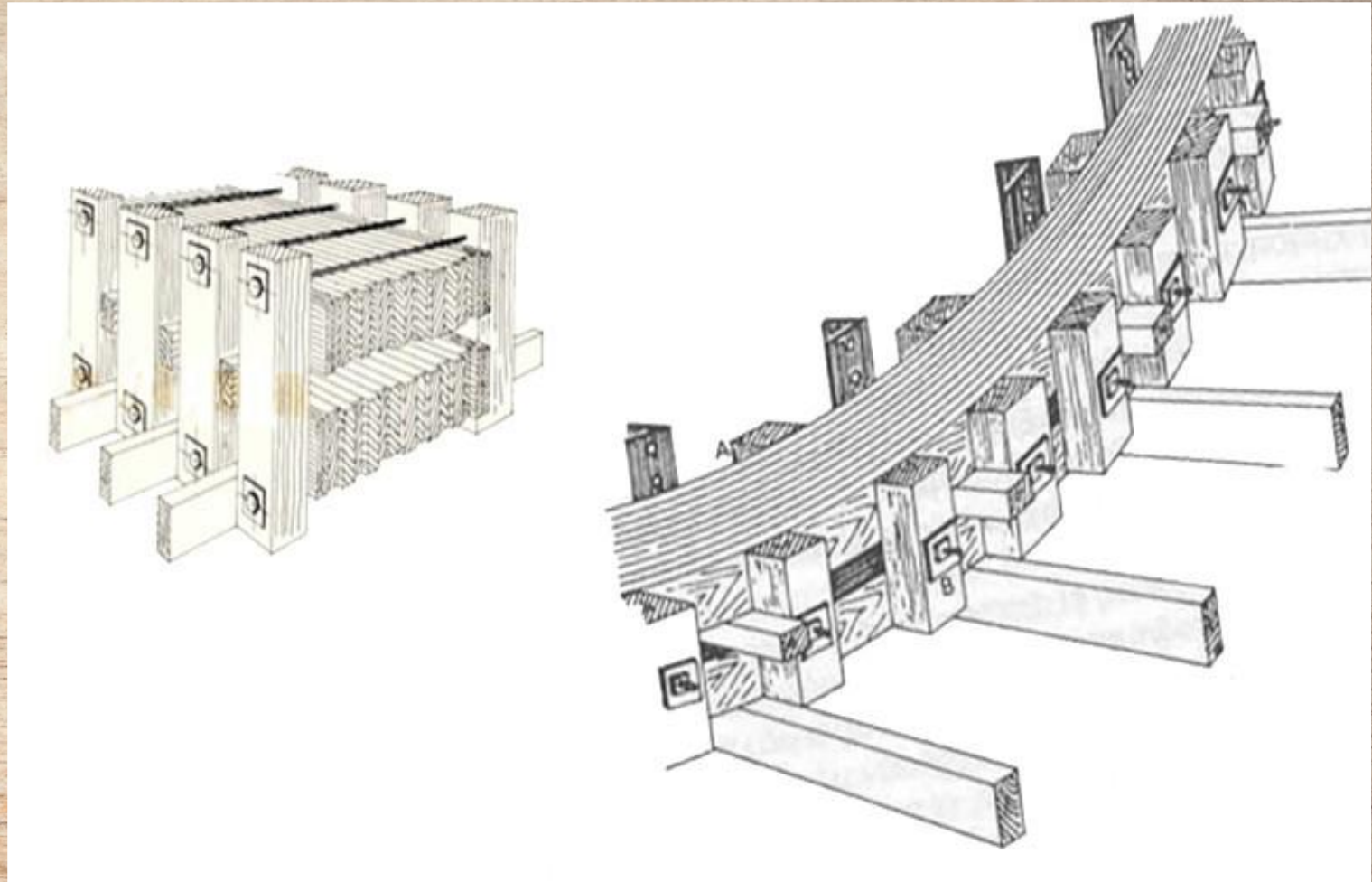
Κολλάρισμα δεσμών

- ✓ Για την συγκόλληση χρησιμοποιούνται κυρίως **θερμοσκληρυνόμενες συγκολλητικές ουσίες ψυχρής συγκόλλησης** όπως:
 - φαινολικές (κυρίως ρεσορσινόλης - φορμαλδεΐδης),
 - εποξειδικές
- ✓ Ανάλογα με τη χρήση, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και άλλες συγκολλητικές ουσίες, φυσικές και συνθετικές



Συναρμολόγηση – Συμπίεση

- ✓ Η επάλειψη ακολουθείται από **συναρμολόγηση των στρώσεων** σε ενδιάμεση ή τελική μορφή και συμπίεση
- ✓ Ο τρόπος συναρμολόγησης εξαρτάται από το παραγόμενο προϊόν και τη μορφή των συνδετικών μερών του και είναι σχετικός και με τη μέθοδο εφαρμογής της πίεσης (πρέσες ή σφιχτήρες)



Παραδείγματα σφιγκτήρων για συμπίεση στρώσεων επικολλητού

Συναρμολόγηση – Συμπίεση

- ✓ Η συναρμολόγηση πρέπει **να γίνεται με ορισμένη ταχύτητα**, γιατί σε κάθε περίπτωση, ο διαθέσιμος χρόνος μεταξύ επάλειψης της συγκολλητικής ουσίας και εφαρμογής της πίεσης είναι ορισμένος
- ✓ Αν χρειάζεται **να εφαρμοστεί θερμότητα**, αυτό γίνεται με κάλυμμα κάτω από το οποίο τοποθετούνται θερμαντικά σώματα ή με διεξαγωγή της εργασίας σε ειδικό θάλαμο
- ✓ Ο χρόνος εξαρτάται από **το πάχος και τον αριθμό των στρώσεων** και τη θερμοαγωγιμότητα του ξύλου
- ✓ Θερμότητα μπορεί να εφαρμόζεται και με υψίσυχνο ρεύμα οπότε η ανύψωση της θερμοκρασίας στο επιθυμητό επίπεδο γίνεται με μεγάλη ταχύτητα
- ✓ Εκτός από τη θερμοκρασία είναι επιθυμητή και η δυνατότητα **ελέγχου της σχετικής υγρασίας του αέρα**
- ✓ Μετά την αφαίρεση της πίεσης **πρέπει να περάσει ορισμένος χρόνος** πριν από κάθε άλλη μηχανική κατεργασία
- ✓ Κατά την περίοδο αυτή, τα προϊόντα μπορούν να τοποθετούνται **σε κλιματιζόμενους χώρους**

Συναρμολόγηση – Συμπίεση



Παραδείγματα συμπίεσης στρώσεων επικολλητού ξύλου. Πρέσσα παραγωγής **ευθύγραμμων** (αριστερή εικόνα) και **καμπύλων** (δεξιά εικόνα) επικολλητών δοκών

Τελικές κατεργασίες

- ✓ Τελικά, το προϊόν ετοιμάζεται για χρήση με διαμόρφωση σε τελικό σχήμα, μέγεθος και εμφάνιση. Αυτό γίνεται με **παρύφωση και λείανση**
- ✓ **Μέλη κατασκευών εκτεθειμένων σε συνθήκες** που ευνοούν την προσβολή τους από μύκητες, έντομα ή άλλους οργανισμούς, ή για αντιπυρική προστασία **μπορεί να εμποτίζονται**
- ✓ Ο εμποτισμός γίνεται μετά ή πριν την συγκόλληση



Ποιοτικός έλεγχος - Αποθήκευση

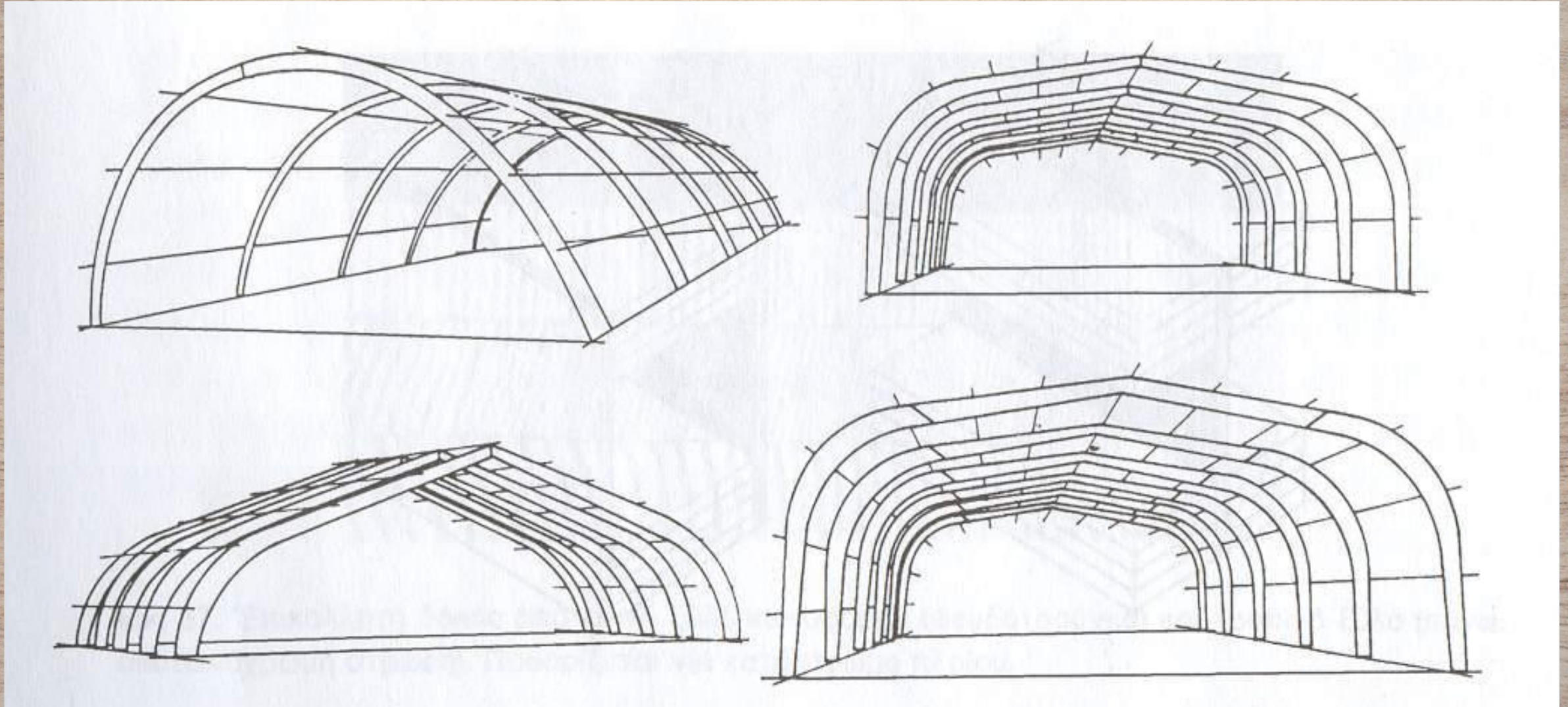
- ✓ Το προϊόν στη τελική του μορφή **ελέγχεται ποιοτικά** (κυρίως οπτικώς) για τυχόν αστοχίες στη συγκόλληση ή άλλα σφάλματα
- ✓ Ποιοτικός έλεγχος γίνεται και στα διάφορα στάδια παραγωγής
- ✓ Τέλος γίνεται η **συσκευασία**, η **στοίβαξη** και **αποθήκευση** του τελικού προϊόντος και στη συνέχεια η **διάθεση του στην αγορά**

Χρήσεις επικολλητού ξύλου

- ✓ Φέροντα στοιχεία μικρών και μεγάλων κτιρίων
- ✓ Ειδικά δάπεδα εργοστασίων – γηπέδων
- ✓ Γέφυρες
- ✓ Στέγες
- ✓ Κερκίδες
- ✓ Έπιπλα (τραπέζια, γραφεία, πάγκοι, βιβλιοθήκες)
- ✓ Κουφώματα
- ✓ Περιφράξεις
- ✓ Σκάλες
- ✓ Κιόσκια
- ✓ Σκελετοί προκατασκευασμένων σπιτιών

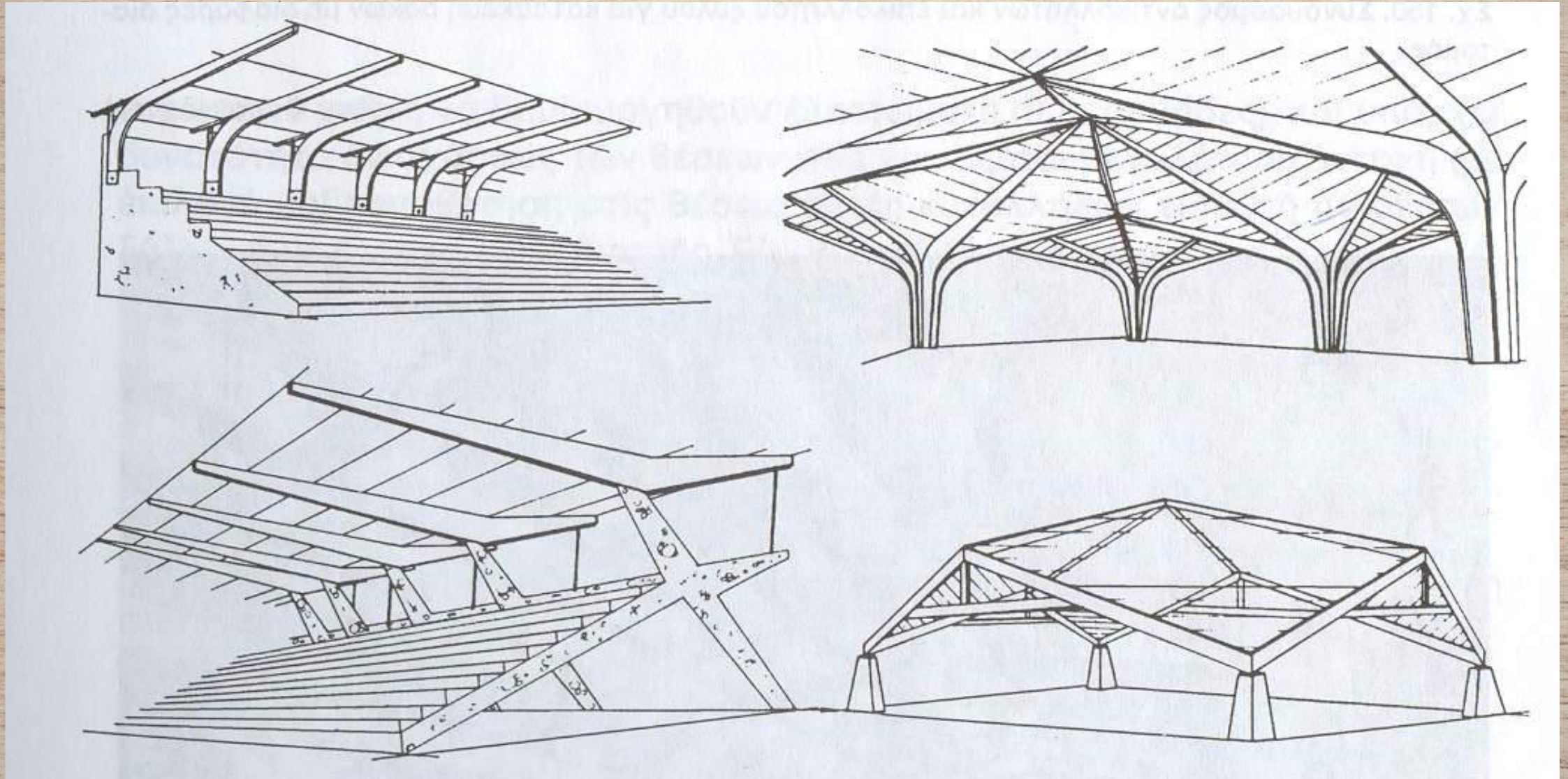
Χρήσεις επικολλητού ξύλου

- ✓ ΣΤΕΓΕΣ ΜΙΚΡΩΝ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ



Χρήσεις επικολλητού ξύλου

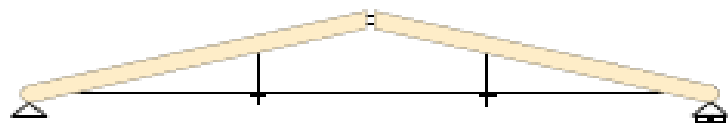
✓ ΣΤΕΓΕΣ - ΚΕΡΚΙΔΕΣ



Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΣΤΕΓΕΣ

Standard shapes of glulam supports



Frame with tied rod



Arch



Straight beam



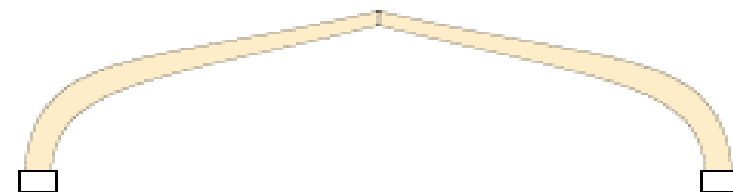
Three-pinned arch



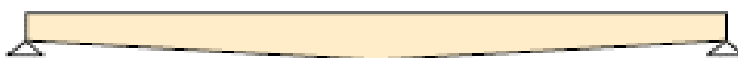
Ridge beam



Bent ridge beam



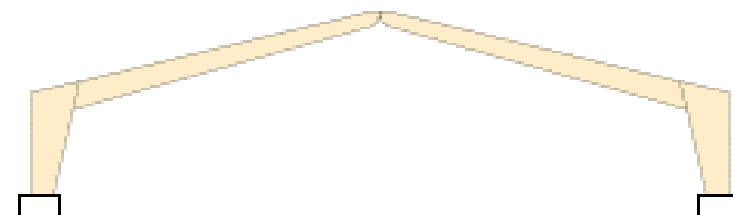
Three-pinned frame



Inverted ridge beam



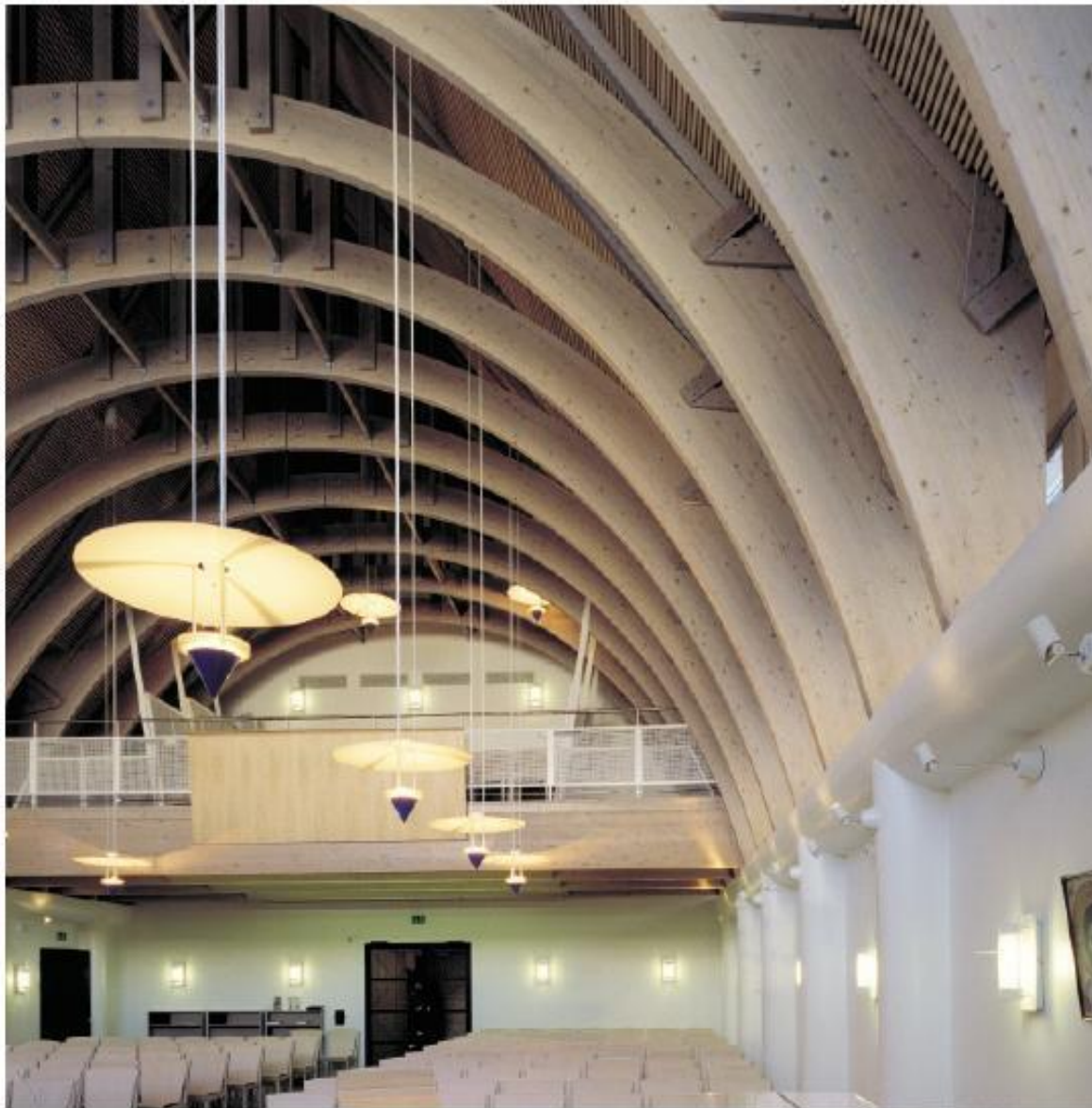
Monopitched beam



Three-pinned frame

Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΣΤΕΓΕΣ



Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΣΤΕΓΕΣ



Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΣΤΕΓΕΣ



Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΣΤΕΓΕΣ



Κατασκευή εμφανούς στέγης μεγάλου ανοίγματος με επικολλητή ξυλεία

Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΓΕΦΥΡΕΣ



Γέφυρες που διαθέτουν καμπύλους επικολλητούς δοκούς

Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΓΗΠΕΔΑ



Το παγοδρόμιο Disney ICE στο Anaheim της Καλιφόρνια διαθέτει καμπυλωμένες δοκούς glulam σε ακτίνα 75 ποδιών (23μέτρα) για να σχηματίσουν το σύστημα οροφής του παγοδρομίου

Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΕΓΗ ΚΤΙΡΙΟΥ



Χρήσεις επικολλητού ξύλου

- ✓ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΕΓΗ ΚΤΙΡΙΟΥ



Ο φέρων οργανισμός και οι κύριοι φορείς των ξύλινων στεγών είναι από επικολλητή ξυλεία (Μουσείο Μαστίχας Χίου)

Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ



Χρήσεις επικολλητού ξύλου

✓ ΣΤΕΓΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ



Κατασκευή εμφανούς στέγης με επικολλητή ξυλεία σε κατοικία