



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

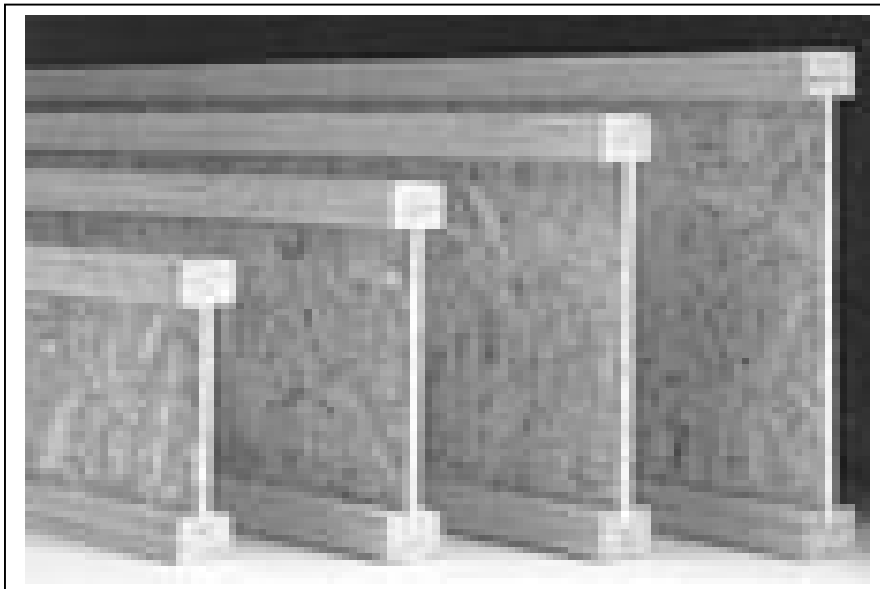


  
**ΠΑΙΔΕΙΑ ΜΠΡΟΣΤΑ**  
2<sup>ο</sup> Επιχειρησιακό Πρόγραμμα  
Εκπαίδευσης και Αρχικής  
Επαγγελματικής Κατάρτισης

## ΤΕΙ ΛΑΡΙΣΑΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

### ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΟΥ

#### ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΞΥΛΟΥ ΙΙΙ



**Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΤΑΛΟΣ**  
**Δρ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΚΑΡΑΣ**

**ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2001****ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

	<b>Σελίδα</b>
<b>Εισαγωγή</b>	<b>3</b>
<b>Ξυλοδοκοί από συγκόλληση τμημάτων τραπεζοειδούς διατομής πλευρικών ημίπριστων κορμοτεμαχίων ξύλου</b>	<b>4</b>
<b>Επικολλητό ξύλο από πριστή ξυλεία τραπεζοειδούς διατομής</b>	<b>7</b>
<b>Ξυλοδοκοί από συγκολλημένες λωρίδες ξυλοφύλλων PSL (Parallel Strand Lumber)</b>	<b>9</b>
<b>Σύνθετη ξυλεία από συγκολλημένα πλανίδια ξύλου LSL (Laminated Strand Lumber)</b>	<b>19</b>
<b>Ξυλοδοκοί τύπου SCRIMBER από συγκολλημένες δεσμίδες ινών ξύλου</b>	<b>38</b>
<b>Ξυλοπλάκες από συγκολλημένες λωρίδες συμπαγούς ξύλου (Solid wood panels)</b>	<b>42</b>
<b>Ξυλοδοκοί με εγκάρσια διατομή τύπου I (I beam)</b>	<b>51</b>
<b>Σύνθετες ξυλοπλάκες Com –ply</b>	<b>60</b>
<b>Αντικολλητό με Fiber glass</b>	<b>70</b>

## **Βιβλιογραφία**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η ανάγκη υποκατάστασης του συμπαγούς ξύλου (πριστή ξυλείας καθώς και η αξιοποίηση υπολειμμάτων που προέκυψαν από την παραγωγική διαδικασία άλλων προϊόντων οδήγησαν ερευνητικά ινστιτούτα, πανεπιστήμια και μεγάλα ερευνητικά κέντρα στην προσανατολισμένη έρευνα και παραγωγή καινοτόμων προϊόντων. Στα παραπάνω συντέλεσε και η ανάγκη αξιοποίησης των μεγάλων ποσοτήτων στρογγύλης ξυλείας μικρών όμως διαστάσεων που προέρχεται από την καλλιέργεια ταχυαυξών ειδών με μεθόδους που περισσότερο θυμίζουν την γεωπονία παρά την δασοπονία (αγροδασοπονία-agroforestry).

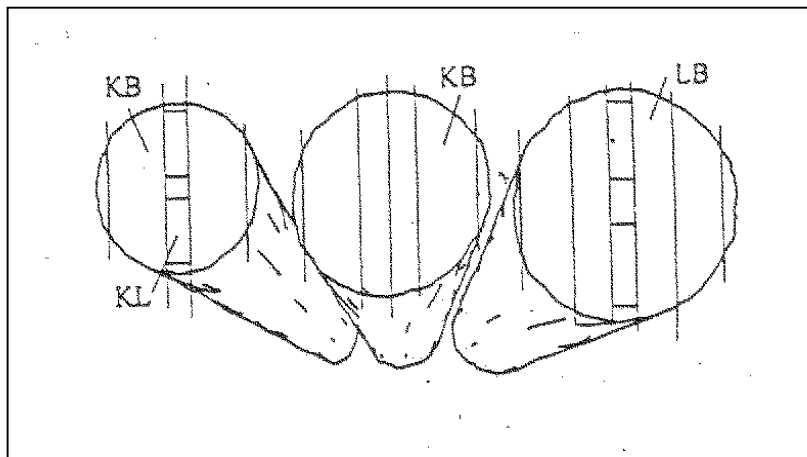
Τα περισσότερα από τα προϊόντα αυτά χρησιμοποιούνται ως φέρουσες κατασκευές φορτίων. Τα προϊόντα αυτά έχοντας να ανταγωνιστούν στον τομέα της οικοδομικής τα παραδοσιακά, ως προς την χρήση προϊόντα (Μπετόν, σίδηρο, αλουμίνιο) αντιμετώπισαν προβλήματα, αλλά χάρη στα σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η ευκολία στην κατεργασία, αισθητική αξία, μικρότερο κόστος, κατακτούν όλο και μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς.

Δρ. Γεώργιος Νταλός

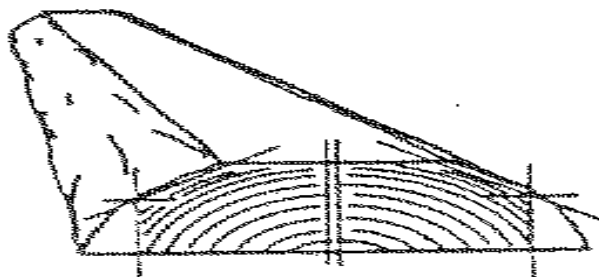
Δρ. Ιωάννης Κακαράς

**1. Ξυλοδοκοί από συγκόλληση τμημάτων τραπεζοειδούς διατομής πλευρικών ημίπριστων κορμοτεμαχίων ξύλου.**

Η όλη διαδικασία παραγωγής βασίζεται στην παραγωγή τμημάτων ξυλείας τραπεζοειδούς διατομής από τα κορμοτεμάχια που είναι διαθέσιμα. Ανάλογα με την διάμετρο των κορμοτεμαχίων αυτών μπορεί να παραχθούν εκτός των ημίπριστων τραπεζοειδούς διατομής και ορθογωνική πριστή ξυλεία από τα κεντρικά μέρη του κορμοτεμαχίου. Τα στάδια παραγωγής των πριστών και ημίπριστων παρουσιάζονται στα Σχήματα 1 και 2.

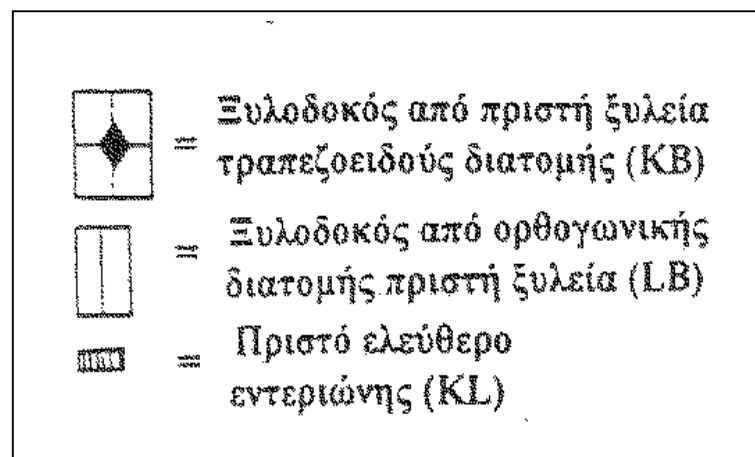


Σχήμα 1. Πριστά που προκύπτουν από την κύρια πρίση.



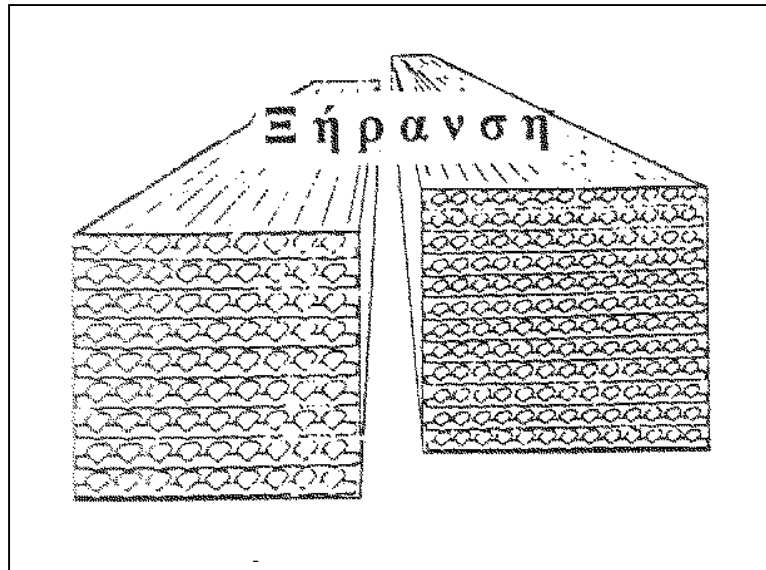
Σχήμα 2. Πριστά που προκύπτουν μετά την δευτερεύουσα πρίση.

Για τη βέλτιστη αξιοποίηση των κορμοτεμαχίων εφαρμόζεται κατάλληλο σχέδιο πρίσης ανάλογα με τη διάμετρο, το μήκος, του κορμοτεμαχίου καθώς και του δασικού είδους. Στην κύρια πρίση παράγονται τα ημίπριστα (KB) τραπεζοειδούς διατομής καθώς και πριστά (LB) και (KL) που προκύπτουν στο κεντρικό τμήμα του κορμοτεμαχίου (Σχήμα 3).



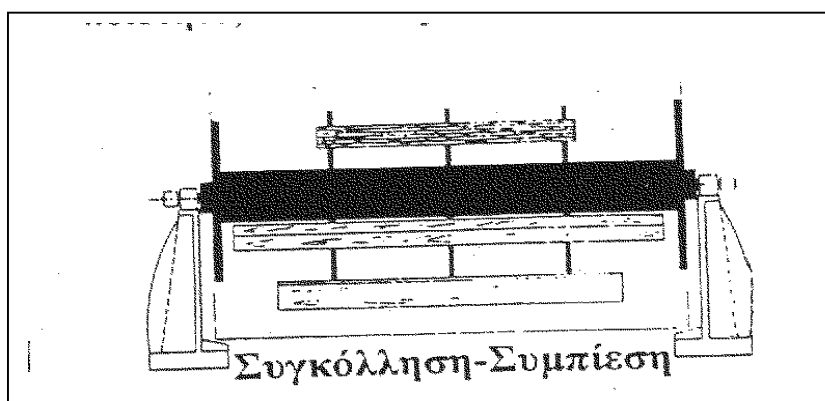
Σχήμα 3. Ξυλοδοκοί που προκύπτουν από την συγκόλληση των πριστών.

Στη συνέχεια τα ημίπριστα (KB) με δεύτερη πρίση διαμορφώνονται πλευρικά ώστε να προκύψουν δυο όμοια τραπεζοειδούς διατομής πριστά. Το επόμενο στάδιο που ακολουθεί είναι η ταξινόμηση των πριστών κατά ποιότητα και διαστάσεις. Τα προϊόντα στη συνέχεια προωθούνται για ξήρανση (Σχήμα 4).



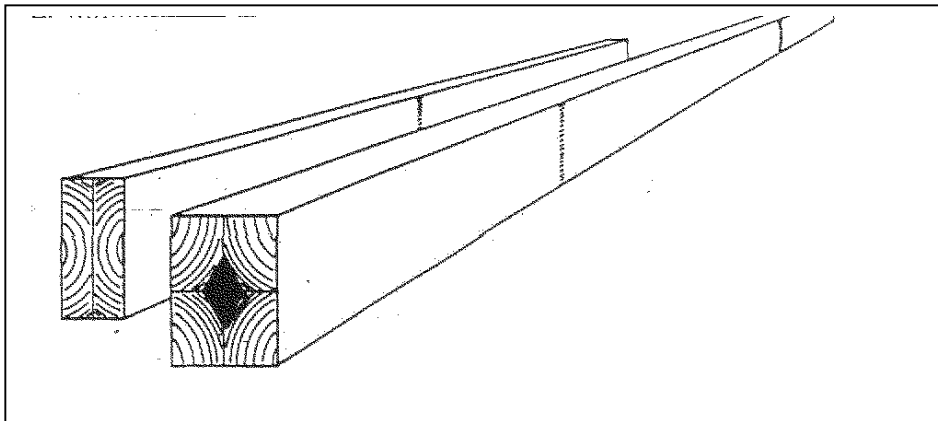
Σχήμα 4. Στοίβαξη των πριστών για να αποκτήσουν σταθερή υγρασία.

Μετά την επάλειψη τους πλευρικά με συγκολλητική ουσία συναρμολογούνται ανά τέσσερα και οδηγούνται προς συγκόλληση σε πρέσσα (Σχήμα 5). Η συγκόλληση γίνεται με τη χρήση μικροκυμάτων σε μία προσπάθεια αύξησης της ταχύτητας παραγωγής αλλά και στην επίτευξη καλύτερης συγκόλλησης στο εσωτερικό, γεγονός που δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί με την χρήση των παραδοσιακών τρόπων της θερμής πρέσσας (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Συγκόλλησης ξυλοδοκών με χρήση υψίσυχνων ρευμάτων.

Τα συγκολλημένα προϊόντα ταξινομούνται ανάλογα με τις διαστάσεις της εγκάρσιας διατομής τους και στη συνέχεια τα συγκολλημένα προϊόντα συγκολλούνται κατά μήκος για να επιτευχθούν μεγαλύτερες διαστάσεις (Σχήμα 6).



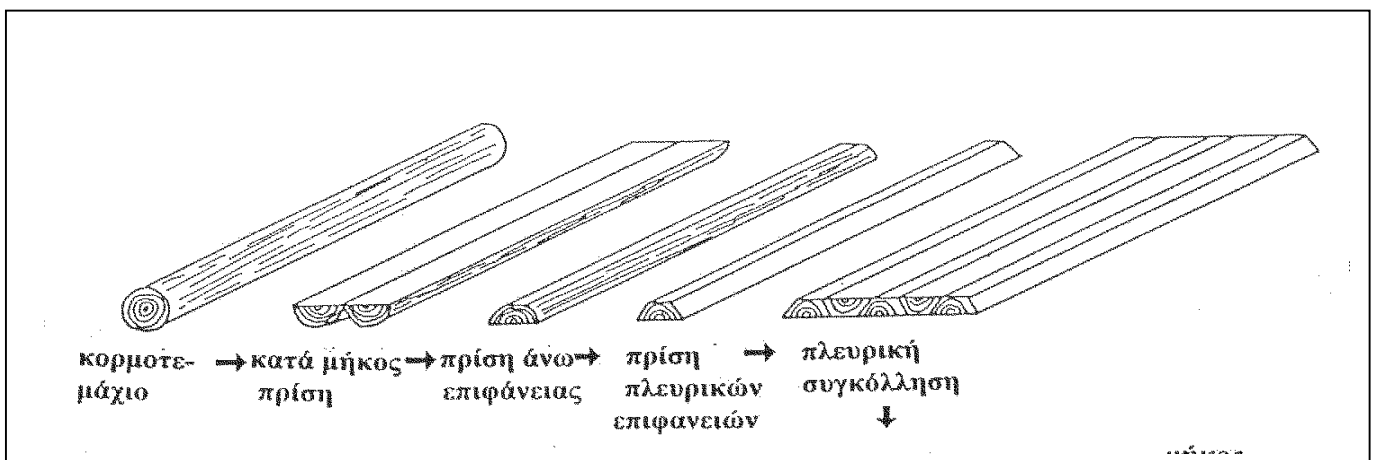
Σχήμα 6. Συγκόλληση κατά μήκος των ξυλοδοκών.

Τα πριστά ορθογωνικής διατομής που παρήχθησαν από τα κεντρικά μέρη του κορμοτεμαχίου μπορούν να συγκολληθούν και να δημιουργηθούν πριστά μεγάλων διατομών.

## 2. Επικολητό ξύλο από πριστή ξυλεία τραπεζοειδούς διατομής.

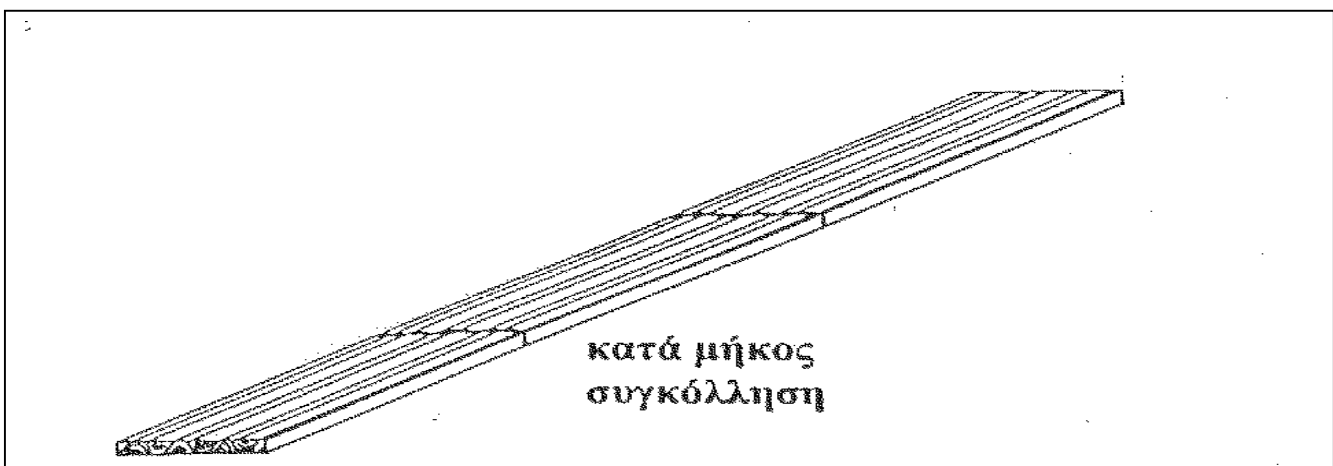
Ένας άλλος τρόπος αξιοποίησης κορμοτεμαχίων μικρής διαμέτρου είναι και η κατασκευή επικολλητής ξυλείας. Τα στάδια παραγωγής που φαίνονται στα πιο κάτω (Σχήματα 7,8,9) είναι τα εξής:

- Πρίση των κορμοτεμαχίων παράλληλα στο μήκος ώστε να παραχθούν δύο όμοια ημίπριστα .



Σχήμα 7. Φάσεις παραγωγής επικολλητού ξύλου από πριστή ξυλεία τραπεζοειδούς διατομής.

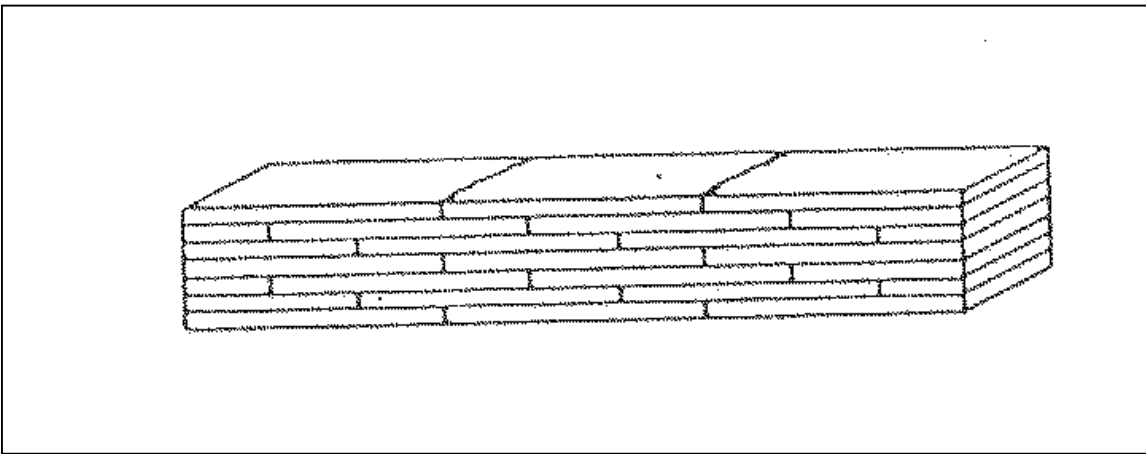
- Πρίση των καμπύλων μερών των ημίπριστων με σκοπό την μετατροπή τους σε πριστά τραπεζοειδούς διατομής.
- Περιστροφή των πριστών κατά 180ο και τοποθέτηση των ώστε τα μήκη τους να συμπίπτουν.
- Πλευρική συγκόλληση των πριστών κατά μήκος.





Σχήμα 8. Συγκόλληση κατά μήκος των δοκών

- Συγκόλληση των πριστών που προέκυψαν κατά πάχος (Σχήμα 9).



Σχήμα 9. Συγκόλληση κατά πάχος.

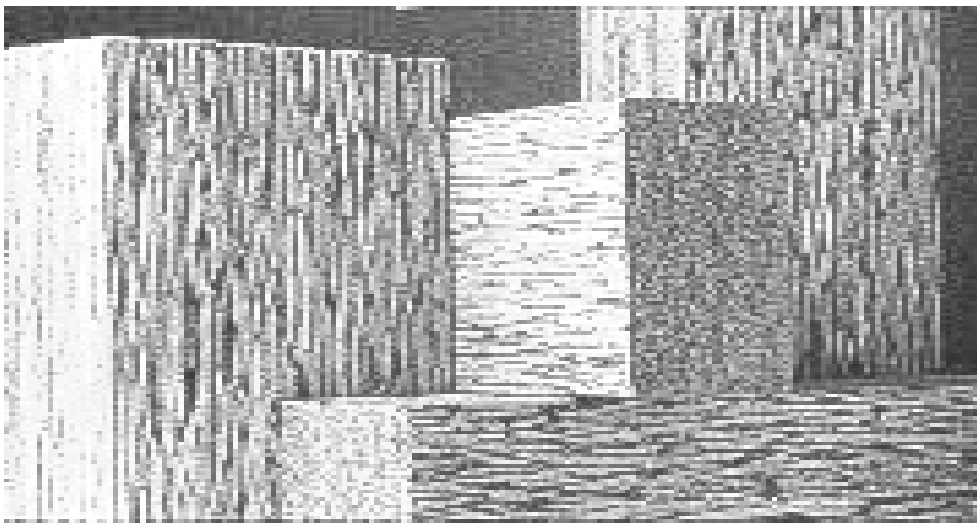
Τα προϊόντα αυτά προέκυψαν σε μία προσπάθεια αξιοποίησης των προϊόντων από την αγροδασοπονία (κορμοτεμάχια μικρών διαμέτρων).

### Χρήσεις

Το προϊόν αυτό βρίσκει ευρεία χρήση στην κατασκευή σκαλοπατιών. Μπορεί όμως να βρει χρήση και στην κατασκευή επίπλων.

3. **PSL (Parallel Strand Lumber) Ξυλοδοκοί από συγκολλημένες λωρίδες ξυλοφύλλων.**

Το προϊόν αυτό εμφανίστηκε εμπορικά με την ονομασία PARALLAM από την εταιρεία Trus Joint Mc Millan συνεργάτη της εταιρείας TJ International. Εμφανίστηκε στο εμπόριο μετά από δύο δεκαετίες έρευνας και κατοχυρώθηκε από 14 πατέντες. Το PSL κατασκευάζεται από προσανατολισμένες λωρίδες ξυλοφύλλων που προέρχονται από κωνοφόρα δέντρα σε συνδυασμό με συγκολλητικές ουσίες. Η συμπίεση γίνεται σε πρέσα συνεχούς ροής με τη χρήση μικροκυμάτων για την αύξηση της θερμοκρασίας.



Εικόνα 1. PSL Parallel Strand Lumber

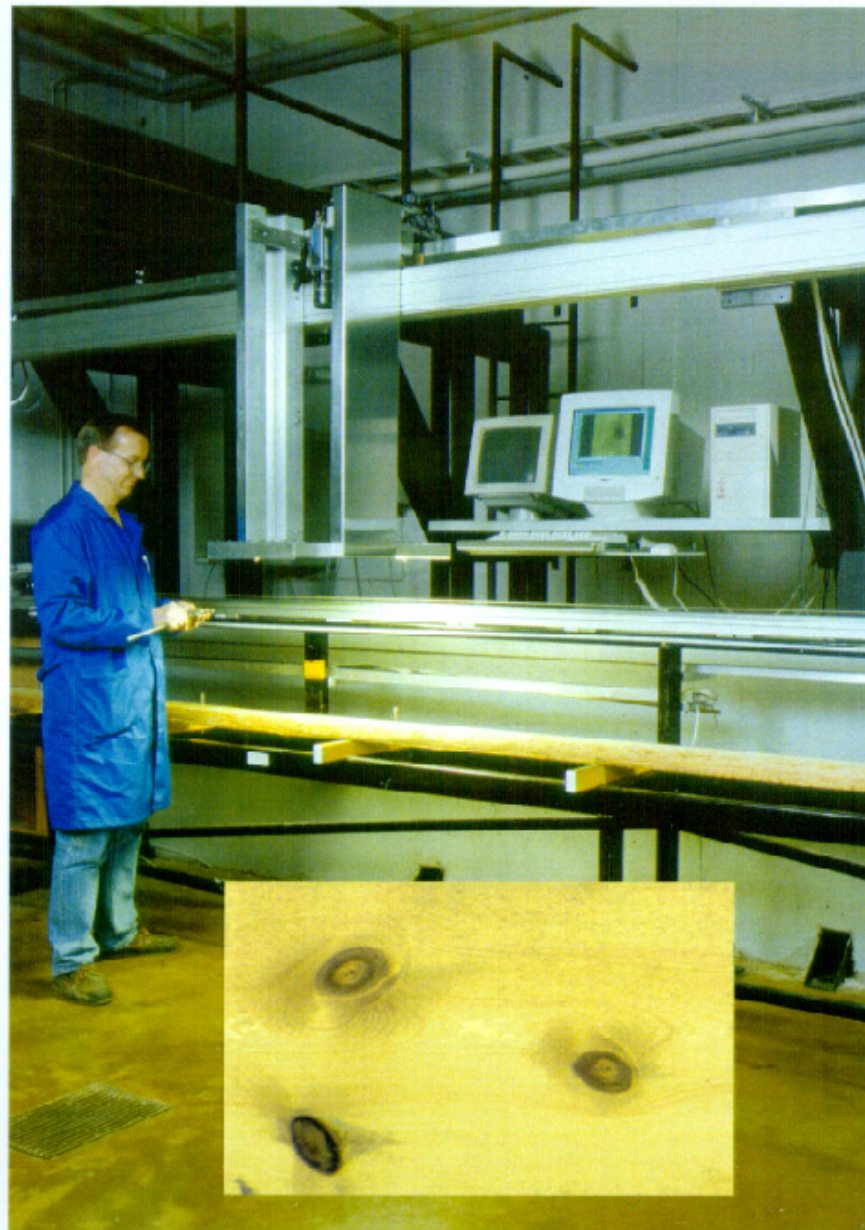
Στις πιλοτικές (δοκιμαστικές κατασκευές) η πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε πάρθηκε από υπολείμματα εκτύλιξης. Ο όγκος της πρώτης ύλης που χρειάζεται για να καλυφθεί η εμπορική παραγωγή προέρχεται από υλικό εκτύλιξης που παρουσιάζει ασυνέχεια (πριν γίνει κυλινδρικός ο κορμός). Πρόσθετα όμως χρειάζεται και η εκτύλιξη ξυλοφύλλων ειδικά για την παραγωγή του PSL με κατάλληλη ποιότητα για να προσδώσουν στο τελικό προϊόν και καλύτερες ιδιότητες.



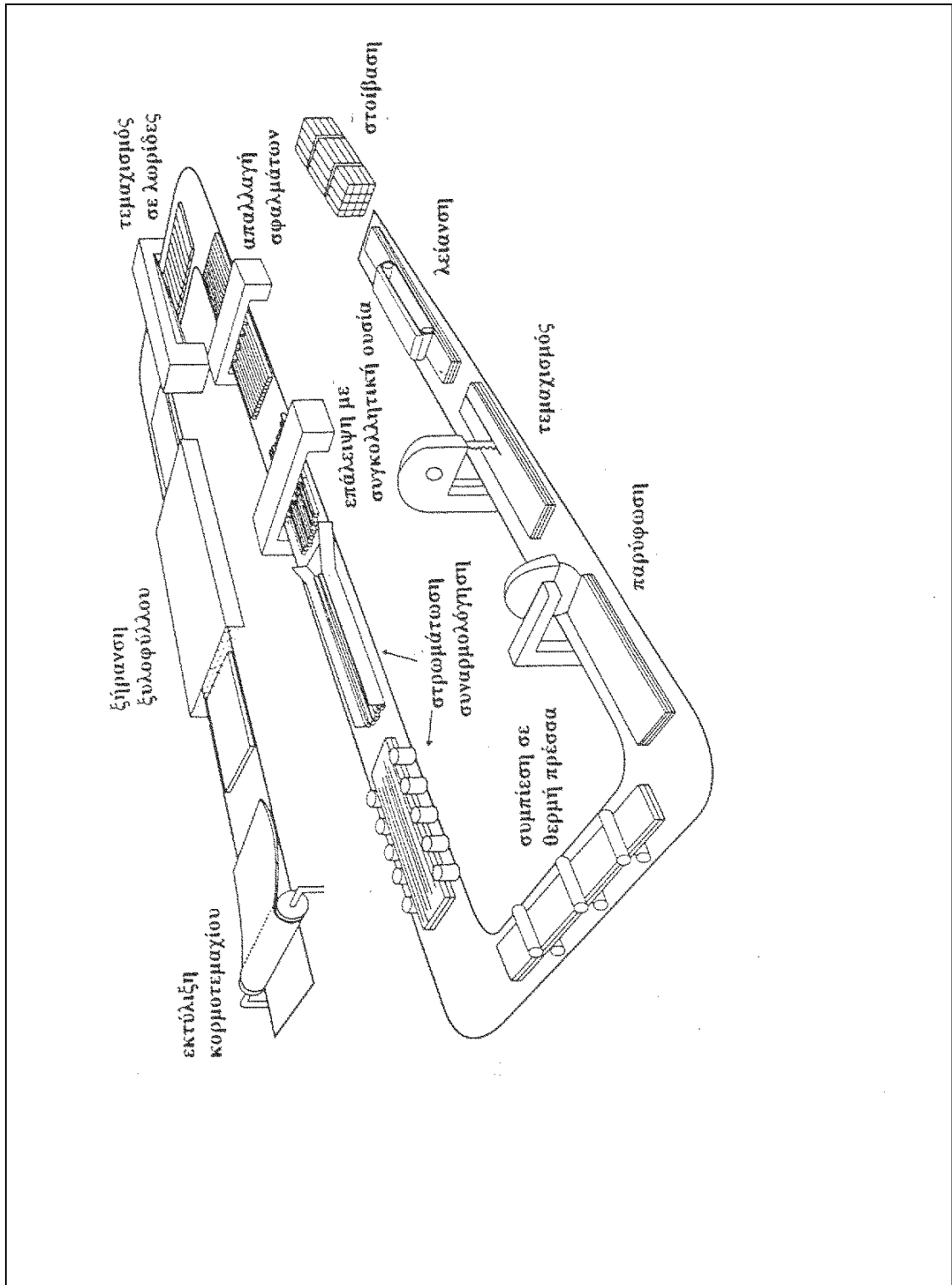
## Εικόνα 2. Δοκός από PSL σε κατασκευή

Για την κατασκευή του παράγεται ξυλόφυλλο πάχους από 2,5 – 4 χιλιοστά με την μέθοδο της περιστροφικής εκτύλιξης. Οι περισσότερες λωρίδες έχουν μήκος 2,6 μέτρα αλλά και τεμάχια μήκους 61 εκατοστών μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Ως πρώτη ύλη για την παραγωγή των ξυλοδοκών αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται συνήθως τα είδη Douglas fur, *Pseudotsuga menziensis*, Hemlok, Southern Pines (*Pinus palustris*, *P.echinata*, *P. taeda*, *P. eliatii*) και Yellow poplar (*Liriodendron tulipifera*). Στη συνέχεια τα ξυλόφυλλα αυτά ταξινομούνται με τη χρήση υπερήχων σε διάφορες κλάσεις μηχανικής αντοχής . (Εικόνα 3). Τα ξυλόφυλλα στη συνέχεια τεμαχίζονται σε μικρές λωρίδες πλάτους 12 περίπου χιλιοστών. Στις λωρίδες γίνεται επιπλέον έλεγχος και απομακρύνονται ρόζοι και οποιοδήποτε άλλο σφάλμα θα μπορούσε να επηρεάσει την μηχανική αντοχή του τελικού προϊόντος. Το μήκος των λωρίδων μπορεί να είναι όσο και το αρχικό μήκος των ξυλοφύλλων 36 μέτρα. Στη συνέχεια οι λωρίδες προσανατολίζονται με τον άξονα τους παράλληλο προς την γραμμή παραγωγής και οι λωρίδες επαλείφονται με φαινολικές συγκολλητικές ουσίες εξωτερικής χρήσης. Η συγκολλητική ουσία απλώνεται σε όλη την επιφάνεια των λωρίδων και διεισδύει στα σπασίματα και στις ρωγμές που αυτές παρουσιάζονται. Το υλικό στρωματωμένο πλέον προωθείται προς συμπίεση και από 91 εκατοστά που είναι το αρχικό πάχος του μειώνεται σε 30 εκατοστά. Η συμπίεση εφαρμόζεται καθώς το στρωματωμένο υλικό προωθείται για να περάσει ανάμεσα σε προκαθορισμένο κενό προωθούμενο συμμετρικά από

κυλιόμενες μεταλλικές ταινίες. Τα πλευρικά διαστήματα Αυξομειώνονται συμπιέζοντας ταυτόχρονα τις πλευρές του στρώματος. Πομποί μικροκυμάτων βρίσκονται στις δύο πλευρές της πρέσας και ενέργεια από μικροκύματα συνεχώς εφαρμόζεται επιτρέποντας την παραγωγή προϊόντων πάχους 30 εκατοστών και πλάτους 30-51 εκατοστών με ομοιογένεια στην πυκνότητα του υλικού.



Εικόνα 3. Ποιοτικός έλεγχος για σφάλματα με χρήση υπερήχων.



### Σχήμα 10. Ροή παραγωγής του PSL.

Το συνολικό μήκος μπορεί να φτάσει τα 20 μέτρα. Στη συνέχεια το προϊόν τεμαχίζεται στις επιθυμητές διαστάσεις. Νέες τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί για την παραγωγή τους συμπεριλαμβανομένου του τεμαχισμού των λωρίδων, του κοσκινίσματος, της επάλειψης με συγκολλητικές ουσίες, του συνεχόμενου πρεσαρίσματος, της εφαρμογής των μικροκυμάτων για την επίτευξη της συγκόλλησης κ.α.

### Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Οι ξυλοδοκοί τύπου PSL σε σχέση με την πριστή ξυλεία παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Είναι πιο ανθεκτικοί σε μηχανικές καταπονήσεις και πιο δύσκαμπτοι
- Παρουσιάζουν μεγαλύτερη ομοιογένεια αφού κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους γίνεται απομάκρυνση των συνήθως σφαλμάτων του ξύλου
- Μπορεί να ρυθμιστεί η πυκνότητα του για να ρυθμίσουμε έτσι τις ιδιότητες του τελικού προϊόντος στα επιθυμητά πλαίσια.
- Οι μεγάλες διατομές των ορθογωνικών πλακών από τις οποίες προέρχονται η ξυλοδοκοί τύπου PSL επιτρέπουν την παραγωγή ξυλοδοκών μεγάλης διατομής χωρίς να υπάρχει ανάγκη επιπρόσθετης συγκόλλησης.

Παρουσιάζει όμως και κάποια μειονεκτήματα.

- Η πρώτη ύλη περιορίζεται μόνο σε κορμοτεμάχια τα οποία μπορούν να εκτυλιχθούν
- Το προϊόν της συμπίεσης που δέχεται αυξάνει την πυκνότητα του περισσότερο από το συμπαγές ξύλο γεγονός που το κάνει να δημιουργεί περισσότερα προβλήματα κατά τη διάρκεια της κατεργασίας του με κοπτικά μέσα και να τους προκαλεί μεγαλύτερη φθορά.
- Τέλος η ίδρυση εργοστασίων παραγωγής ξυλοδοκών τύπου PSL απαιτεί μεγάλα κεφάλαια και είναι απαραίτητη η συνεχής λειτουργία των εργοστασίων και η αξιοποίηση των ξυλοδοκών για την κάλυψη των αναγκών σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας.

#### Γεωγραφική εξάπλωση-Τάσεις

Στον Πίνακα 1. Βλέπουμε την γεωγραφική κατανομή των μονάδων σύνθετων συγκολλημένων προϊόντων (PSL, LSL κ.α) σε όλο τον κόσμο. Συνολικά για την κατασκευή PSL υπάρχουν 6 μονάδες εκ των οποίων οι 4 βρίσκονται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Vancouver British Columbia, Colbert Georgia, Buckhammon-West Virginia). Μία μονάδα βρίσκεται στον Καναδά και μία στην Αυστραλία. Τα στοιχεία αυτά είναι μέχρι το 1994. Από τα στοιχεία που έχουμε για την εξάπλωση του προϊόντος παρατηρείται μια τάση ανάπτυξης και επέκτασης του προϊόντος τόσο στην αγορά της Αμερικής όσο και στο υπόλοιπο κόσμο.

Πίνακας 1. Μονάδες σύνθετης ξυλείας κατασκευών ανά το κόσμο

Χώρα				
	O.S.B.	L.V.L	P.S.L	H.D.F
Η.Π.Α	39	10	4	
ΚΑΝΑΔΑΣ	21	2	1	
ΓΑΛΛΙΑ	1			
ΓΕΡΜΑΝΙΑ				2
ΙΡΛΑΝΔΙΑ	1			
ΣΟΥΗΔΙΑ		1		
ΒΡΕΤΑΝΙΑ	2			
ΡΩΣΙΑ	1			
ΙΑΠΩΝΙΑ	1			
ΚΙΝΑ	2			
ΒΕΝΕΖΟΥΕΛΑ	1			
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ			1	
ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ	1	1		
ΣΥΝΟΛΟ	71	14	6	2

OSB: Oriented Strand Board (Ξυλοπλάκα με προσανατολισμένη διάταξη ξυλοτεμαχιδίων

L.V.L.: Laminated Veneer Lumber (Σύνθετη ξυλεία από επικολλητά ξυλόφυλλα

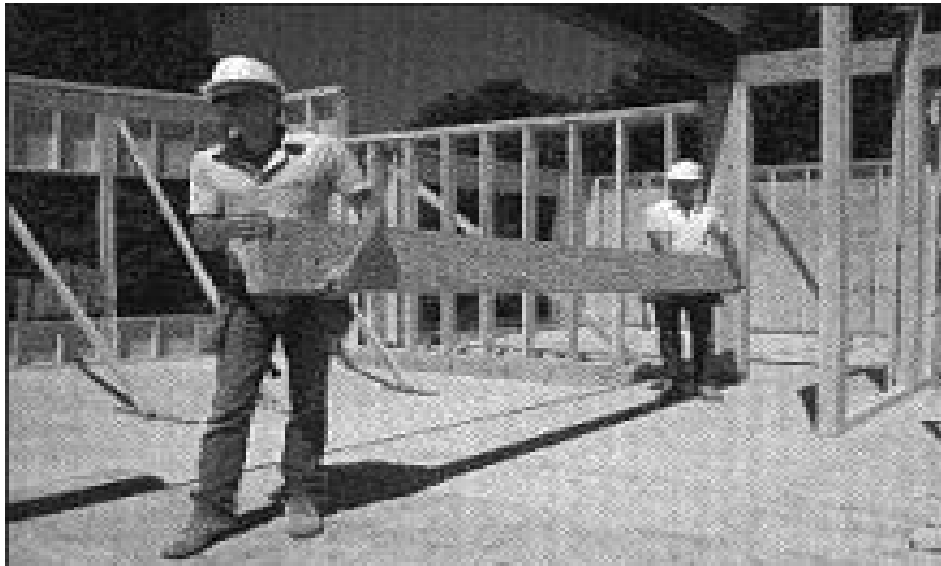


P.S.L.Parallel Strand Lumber (Σύνθετη ξυλεία από παράλληλα συγκολλημένα μεγάλα ξυλοτεμαχίδια.

H.D.F. High density fiberboard Ινοσανίδα υψηλής πυκνότητας.

Στην Ευρώπη και ειδικότερα στον Ελληνικό χώρο το PSL είναι σχεδόν άγνωστο. Η πρώτη του εμφάνιση έγινε το 1997 στην διεθνή έκθεση του Ανοβέρου.

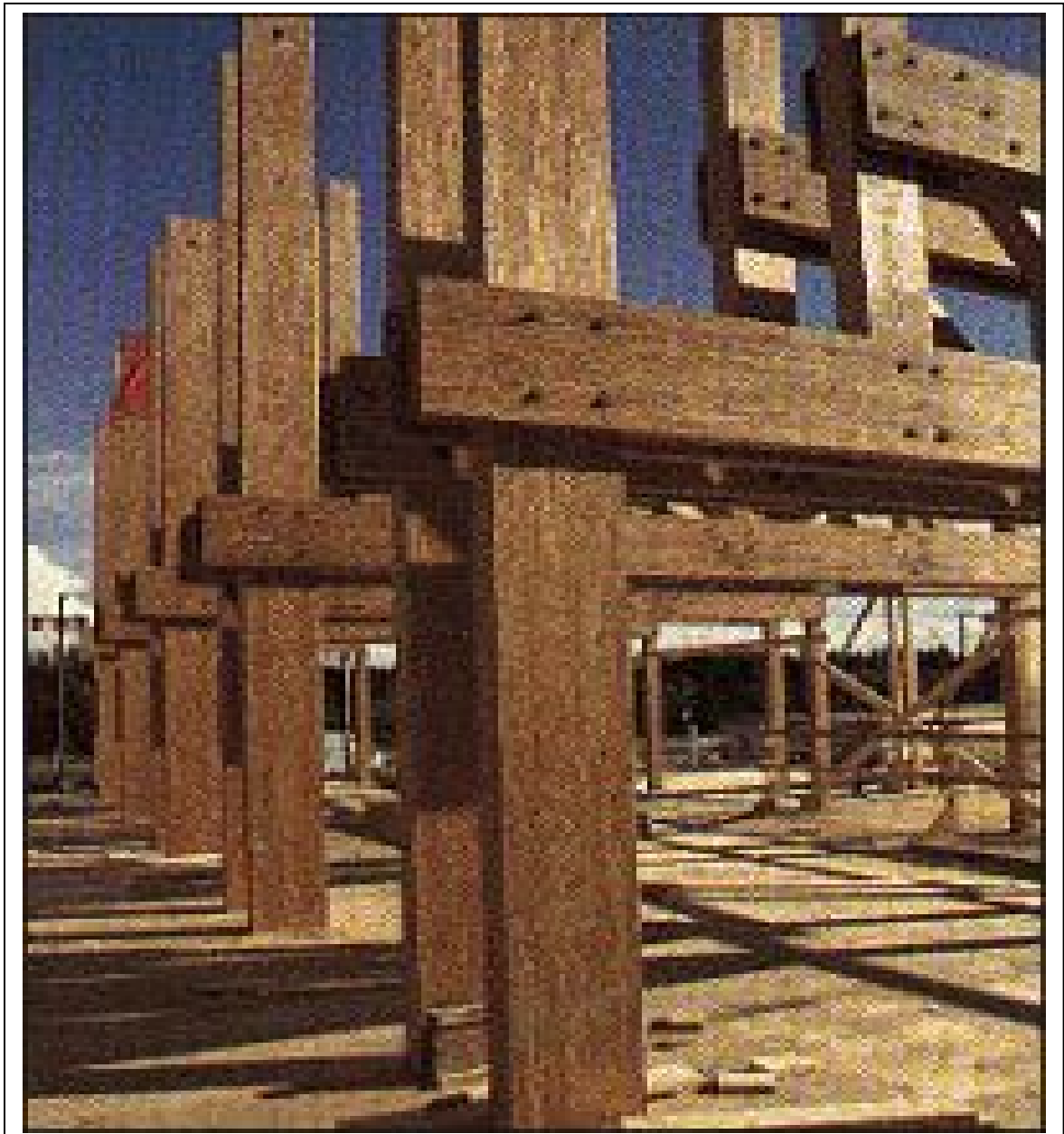
Το PSL παράγεται με δύο τύπους. Ο πρώτος τύπος είναι γνωστός και ως OSL (Oriented Strand Lumber) Ο τύπος αυτός είναι ελαφρύτερος, παράγεται σε μικρότερα μεγέθη και βρίσκει εφαρμογές σε ελαφρές κατασκευές και βιομηχανική χρήση. Ειδικότερα ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται σε σκελετούς από πόρτες και παράθυρα, σκελετούς προκατασκευασμένων σπιτιών, μικρές δοκούς και διάφορες ξυλουργικές κατασκευές.



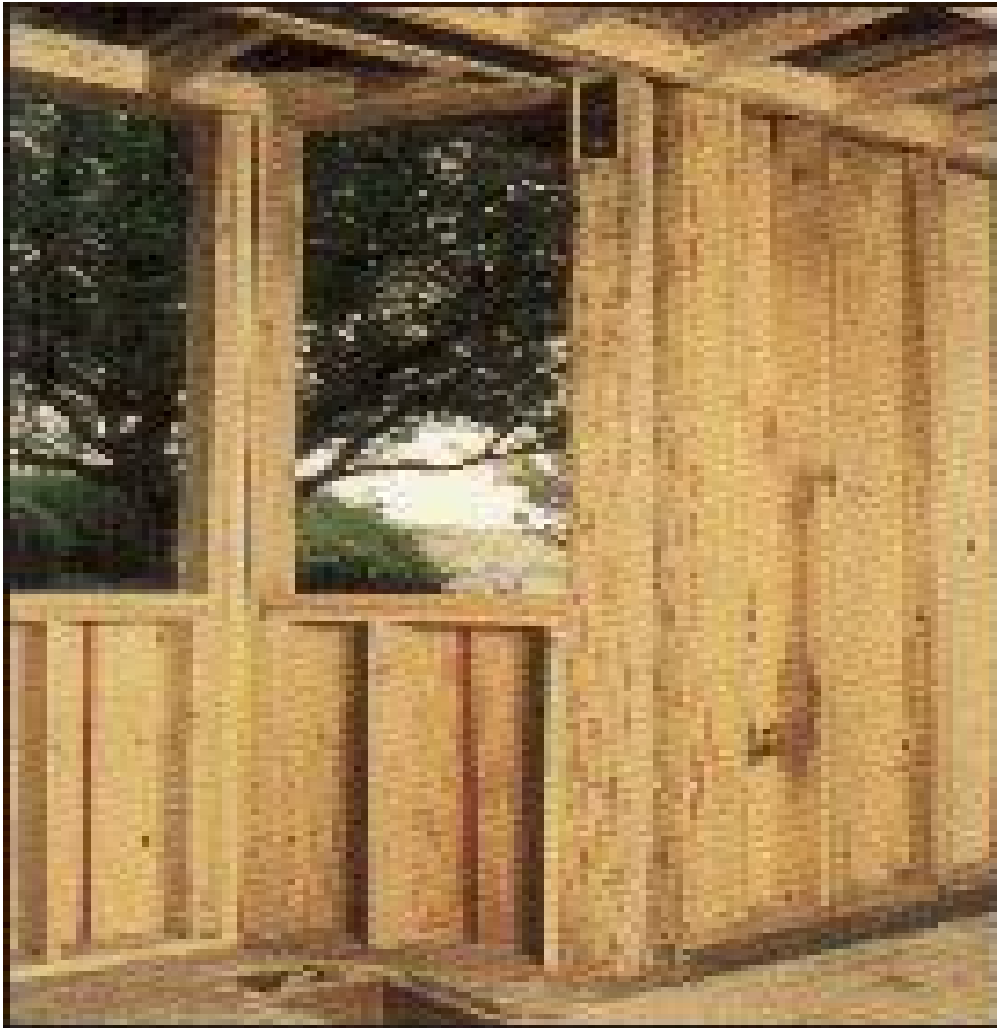
Εικόνα 4. Χρήση PSL στην κατασκευή σπιτιών

Ο δεύτερος τύπος είναι το PSL , το οποίο έχει μεγαλύτερες αντοχές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δοκούς μεγάλων ανοιγμάτων και σε κολόνες που φέρουν φορτία, σε σκελετούς μεγάλων κτιρίων με ιδιαίτερες απαιτήσεις σε μηχανική αντοχή. Ως φέρον δομικό στοιχείο χρησιμοποιείται ως δοκός ευθύγραμμος ή με καμπυλότητα και ως κατακόρυφος δοκός (στύλος) για υποστυλώσεις. Λόγω της καλής αντοχής σε συμπίεση (είναι ισότιμη περίπου με εκείνη του ξύλου της δρυός) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δομικό στοιχείο σε κατασκευές που υπόκεινται σε φορτίσεις συμπίεσης π.χ. στρωτήρες.

Παραδείγματα εφαρμογών στις πιο κάτω εικόνες.



Εικόνα 5. Κατασκευή κερκίδας με χρήση PSL.



Εικόνα 6. Σκελετός σπιτιού κατασκευασμένος από PSL

4. LSL Laminated Strand Lumber. Σύνθετη ξυλεία από συγκολλημένα πλανίδια ξύλου

Χαρακτηριστικά Τεχνολογία παραγωγής

Το LSL αποτελεί το πιο νέο προϊόν το οποίο παράγεται από συγκολλημένο ξύλο. Σε μια πρώτη επαφή το προϊόν μοιάζει με το OSB (Oriented Strand Board) μοριοπλάκα δηλαδή με προσανατολισμένα ξυλοτεμαχίδια με τη διαφορά ότι το μήκος των τεμαχιδίων του ξύλου είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό του OSB και κυμαίνεται από 200-300 χιλιοστά σε αντίθεση με αυτά του OSB που κυμαίνονται από 75-150 χιλιοστά. Τα είδη που χρησιμοποιούνται εδώ είναι λεύκη αλλά και το είδος Yellow poplar. Αξιοποιούνται δηλαδή είδη που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ξυλοφύλλων με εκτύλιξη αλλά που επίσης δεν είναι τόσο κατάλληλα για την παραγωγή πριστής ξυλείας για τεχνική χρήση.

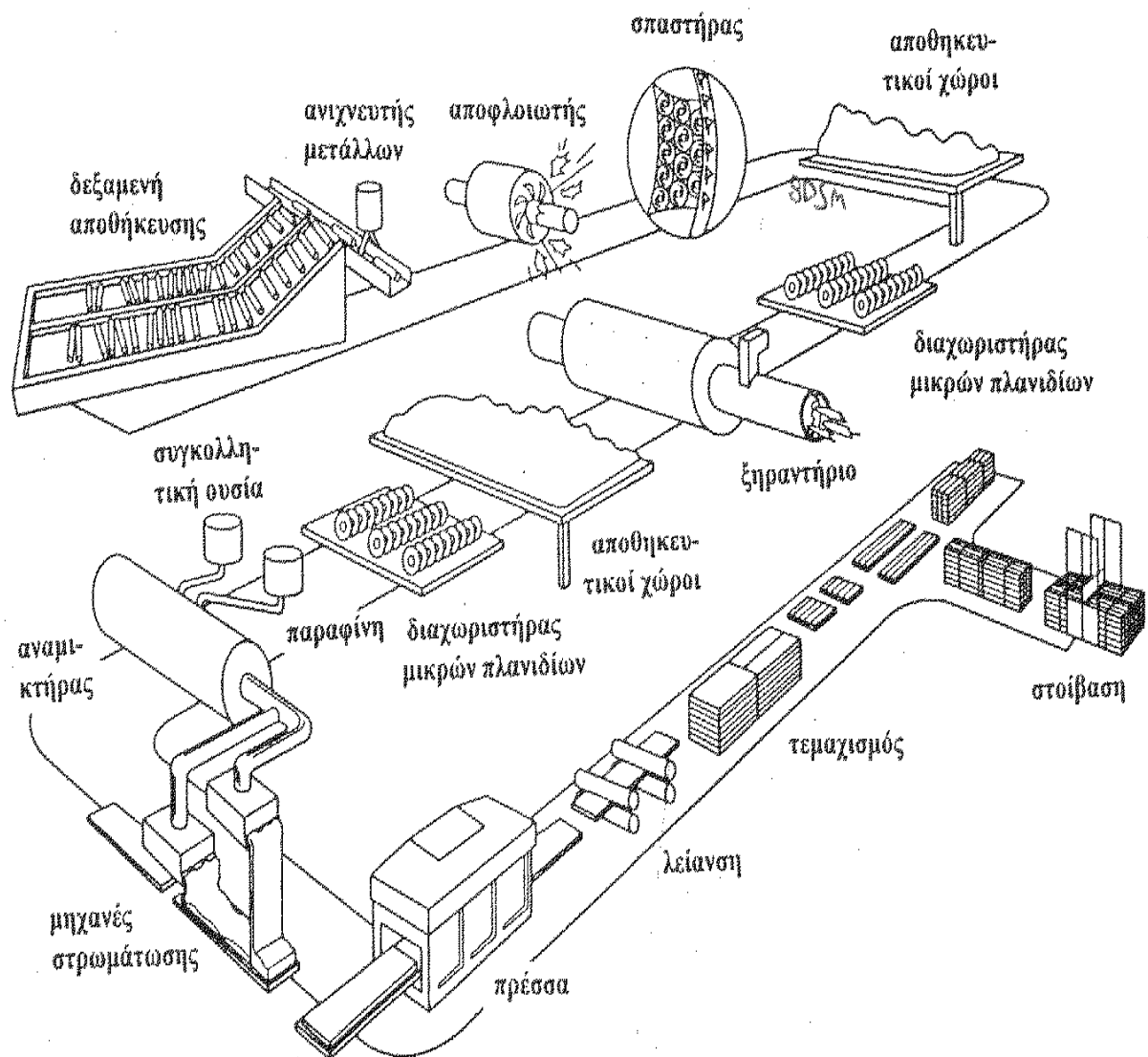


Εικόνα 7. LSL

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Το LSL παρουσιάζει συγκεκριμένες διαφορές σε σχέση με το PSL. Έτσι εκτός από το ότι το πρώτο παράγεται από στρογγύλη ξυλεία και τα δομικά του στοιχεία (ξυλοτεμαχίδια) είναι προϊόν θρυμματισμού το δεύτερο παράγεται αφού πρώτα το κορμοτεμάχιο εκτυλιχθεί. Τα

τεμαχίδια είναι μικρότερων διαστάσεων απ' ότι του PSL . Η θέρμανση για τον πολυμερισμό της συγκολλητικής ουσίας γίνεται με τη χρήση ατμού σε αντίθεση με αυτή του PSL που γίνεται με τη χρήση μικροκυμάτων υψηλής συχνότητας. Η συγκολλητική ουσία που χρησιμοποιείται είναι πολυισοκυανικοί εστέρες (PMDI) και το προϊόν χρησιμοποιείται για ελαφρές χρήσεις.



### Σχήμα 11. Ροή παραγωγής του LSL

Πιο αναλυτικά τα κορμοτεμάχια με την άφιξη τους στην κορμοπλατεία αποθηκεύονται είτε στοιβαζόμενα είτε σε θερμαινόμενες δεξαμενές με θερμοκρασία νερού περίπου 60° C για να επιτευχθεί έτσι πιο εύκολα και με κατανάλωση λιγότερης ενέργειας, καλή ποιότητα πλανιδίων ξύλου.



Εικόνα 8. Πλανίδια ξύλου

Στη συνέχεια ακολουθεί η φάση της αποφλοιώσης μιας και ο φλοιός δεν αποτελεί υλικό που θα μας προσδώσει τις επιθυμητές ιδιότητες.

Τα αποφλοιωμένα πλέον κορμοτεμάχια οδηγούνται στην φάση του θρυμματισμού σε ειδικούς σπαστήρες.

Τα πλανίδια που παράγονται έχουν διαστάσεις που κυμαίνονται ως προς το πάχος από 0,75 έως 1,3 χιλιοστά και πλάτος 15 έως και 25 χιλιοστά. Το μήκος των πλανιδιών φτάνει τα 300 χιλιοστά γι' αυτό και το πρώτο του όνομα ήταν PSL 300 .

Τα πλανίδια με τη σειρά τους οδηγούνται σε ξηραντήρια τα οποία χρησιμοποιούν ως καύσιμη ύλη φλοιό καθώς και άλλα υπολείμματα. Στη συνέχεια ακολουθεί η ταξινόμηση ανάλογα με τις διαστάσεις τους και η απομάκρυνση των μη ικανοποιητικών ως προς το μέγεθος πλανιδίων. Η

επόμενη φάση που ακολουθεί είναι η ανάμιξη τους με τη συγκολλητική ουσία η οποία όπως προαναφέρθηκε είναι ο πολυισοκυανικός εστέρας (PMDI). Η ανάμιξη γίνεται συνήθως με ψεκασμό σε ειδικούς αναμικτήρες που έχουν την μορφή τύμπανου. Το ποσοστό της συγκολλητικής ουσίας με βάση την ξηρή μάζα του ξύλου δεν υπερβαίνει το 6%. Τα πλανίδια μαζί με την συγκολλητική ουσία οδηγούνται σε ένα σύστημα στρωμάτωσης όπου προσανατολίζονται παράλληλα προς την γραμμή παραγωγής και στρωματώνονται επάνω σε ατέρμονα μεταλλικά ιμάντα. Ο προσανατολισμός των πλανιδίων δεν διαφέρει περισσότερο από 10 μοίρες. Το στρωματωμένο πλέον υλικό οδηγείται για συμπίεση σε θερμαινόμενη πρέσα. Διαστάσεις μιας χαρακτηριστικής πρέσας από την εταιρεία Siempelkamp αναφέρονται ότι είναι 2,4 μέτρα πλάτος, και μήκος έως 14,4 μέτρα. Η αύξηση της θερμοκρασίας στην πρέσα αυτή επιτυγχάνεται με διοχέτευση κορεσμένου ατμού, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα μια ομοιόμορφη κατανομή της πυκνότητας σε όλη τη μάζα του προϊόντος και μειώνοντας ταυτόχρονα το χρόνο συμπίεσης κάτω από 4 λεπτά σε αντίθεση με τα 45 λεπτά που χρειάζονται χωρίς την χρήση ατμού. Η όλη διεργασία επετεύχθη σε συνεργασία με το εργαστήριο Τεχνολογίας του Madison Wisconsin.

Οι ορθογωνισμένες πλέον πλάκες με πάχος από 25-140 χιλιοστά και μήκος και πλάτος ανάλογα με τις δυνατότητες της πρέσας λειαίνονται και τεμαχίζονται σε ξυλοδοκούς επιθυμητών διαστάσεων.

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-MΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Ένα βασικό πλεονέκτημα του LSL σε σχέση με το LVL και PSL (Parallel Strand Lumber) είναι ότι η πρώτη ύλη δεν περιορίζεται σε κορμοτεμάχια τα οποία πρέπει να είναι κατάλληλα για παραγωγή ξυλοφύλλων. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν και κορμοτεμάχια μικρού μήκους και μη

ευθυτενή από διάφορα δασικά είδη. Η χρήση του κορεσμένου ατμού κατά τη διάρκεια της συμπίεσως αυξάνει την ομοιόμορφη κατανομή της πυκνότητας και κατά συνέπεια και την καλύτερη συμπεριφορά στις μηχανικές καταπονήσεις του τελικού προϊόντος. Η πυκνότητα βέβαια του τελικού προϊόντος αυξάνεται σημαντικά γεγονός που κάνει το προϊόν να μειονεκτεί σε διαστασιακή σταθερότητα σε σύγκριση με τους δοκούς από μασίφ ξύλο ή ξυλόφυλλα.

Ταυτόχρονα γίνεται εύκολα ο εμποτισμός των πλανιδίων που χρησιμοποιούνται πριν αυτά εισέλθουν στην φάση παραγωγής (στρωμάτωση-συμπίεση) με αποτέλεσμα να γίνεται το προϊόν πιο ανθεκτικό.

## ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Η τεχνολογία που κρύβεται πίσω από το LSL βοηθά να παραχθεί ένα δομικό υλικό που δεν μπορεί εύκολα να συγκριθεί με άλλα. Έτσι το υλικό παρουσιάζει :

- Αντοχή στη ρίκνωση
- Ανοίγματα σε κατασκευές μέχρι 16 μέτρα
- Μικρού βάρους και ανθεκτικούς φορείς που βοηθούν στην αντισεισμικότητα των κτιρίων
- Αντοχή στη φωτιά αντίστοιχη και σε πολλά σημεία καλύτερη από το ατόφιο ξύλο.
- Θερμομονωτικές ιδιότητες

Η Τεχνολογία παραγωγής του LSL που αφαιρεί τους ρόζους και τα άλλα φυσικά ελαττώματα μειώνουν τον συντελεστή κυμάνσεως των μηχανικών ιδιοτήτων του LSL σε σχέση με το μασίφ ξύλο.



Όπως φαίνεται και στις τιμές του πιο κάτω πίνακα (Πίνακας 2) παρόλο που ο μέσος όρος της αντοχής σε κάμψη του προϊόντος LSL είναι μικρότερες του αντίστοιχου μασίφ ξύλου η οριακή ελάχιστη τιμή της αντοχής αυτής για πιθανότητα 5% είναι μεγαλύτερη στο προϊόν τύπου LSL . Η ελάχιστη τιμή της μηχανικής αντοχής αποτελεί το κριτήριο για την αποδοχή ή την απόρριψη ενός προϊόντος για τη χρήση του ως φέρον στοιχείο σε δομικές κατασκευές.

Πίνακας 2 . συντελεστής κυμάνσεως των τιμών των μηχανικών ιδιοτήτων του προϊόντος LSL σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του αυτούσιου ξύλου.

Ιδιότητα	Συντελεστής κυμάνσεως (%) Συγκολλημένο προϊόν ξύλο τύπου LSL	Συντελεστής κυμάνσεως (%) Συμπαγές ξύλο
Πυκνότητα	3,6	10
Κάμψη (Μέτρο θραύσης)	11	15
Κάμψη (Μέτρο ελαστικότητας)	7	20
Εφελκυσμός (Παράλληλα στις ίνες)	12	20
Συμπίεση (Παράλληλα στις ίνες)	13	13

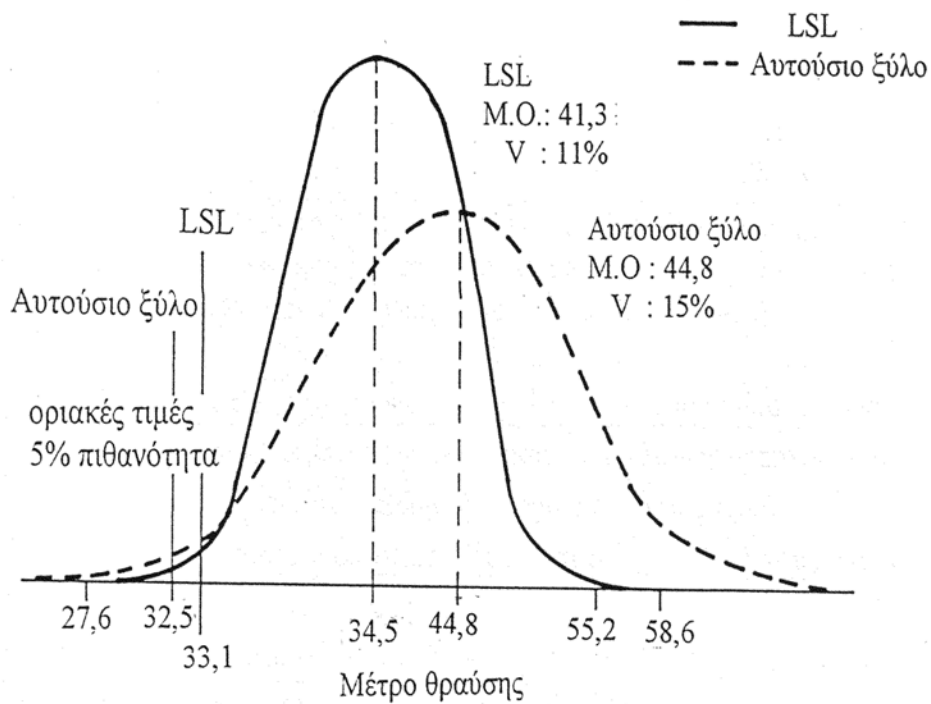
Η υγρασία ισορροπίας του LSL σε εσωτερικούς χώρους κυμαίνεται από 8 έως 10%. Η χρήση ως συγκολλητικής ουσίας πολυισοκυανικού εστέρα προσδίδουν πολύ καλές υγροσκοπικές ιδιότητες στο προϊόν σε εσωτερικές κατασκευές. Σε περίπτωση όμως που θα πρέπει να μείνουν εκτεθειμένα σε εξωτερικούς χώρους κρίνεται απαραίτητη κατά την

Πίνακας 3. Επίδραση της τιμής του συντελεστή κυμάνσεως στην ελάχιστη τιμή μηχανικής αντοχής σε κάμψη συγκολλημένου προϊόντος τύπου LSL και συμπαγούς ξύλου για πιθανότητα 5%

	LSL	Συμπαγές Ξύλο
Αντοχή σε κάμψη(Μέτρο θραύσης) Mpa	41,4	44,8
Συντελεστής κυμάνσεως	11	15
Αριθμός δοκιμίων	45	45
Ελάχιστη τιμή αντοχής σε κάμψη με 5% πιθανότητα, MPa	33,1	32,5

παραγωγή προϊόντων η προσθήκη παραφίνης για την αύξηση αντοχής σε υγρασία καθώς και η χρήση άλλων χημικών ουσιών για την αύξηση αντοχής του προϊόντος σε προσβολές από μύκητες κ.α.

Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται οι διαστασιακές μεταβολές που παρατηρούνται σε προϊόν LSL με την πρόσληψη υγρασίας. Όπως φαίνεται (Πίνακες 4, 5 και 6) οι μεταβολές αυτές είναι μικρές στη διεύθυνση του μήκους και του πλάτους του προϊόντος αλλά και πολύ μεγάλες στη διεύθυνση του πάχους .



Σχήμα 12. Μέσος όρος (M.O.), συντελεστής κύμανσης (V%) και οριακές τιμές της αντοχής σε κάμψη (Μέτρο θραύσης) για πιθανότητα 5% πριστής ξυλείας από αυτούσιο ξύλο και ξυλοδοκού τύπου LSL.

Πίνακας 4. Διαστασιακές μεταβολές του LSL με μεταβολή της υγρασίας του προϊόντος κατά 1% σε εύρος υγρασίας από 5% -16%.

Παράλληλα με το πάχος	Παράλληλα με το πλάτος
0,50%	0,10%

Η μεταβολή κατά μήκος είναι πολύ μικρή και είναι ίση με το συμπαγές ξύλο.

Πίνακας 5 Διαστασιακές μεταβολές του LSL με τη μεταβολή της σχετικής υγρασίας

Σχετική υγρασία	Μήκος	Πλάτος	Πάχος
50 ► 30	-0,05	-0,51	-1,88
50 ► 90	0,05	0,09	2,87

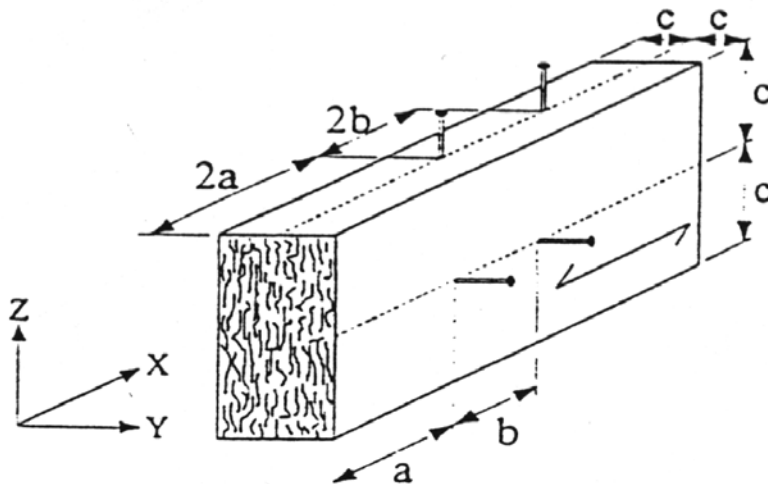
Οι διαστάσεις των δοκιμίων ήταν 41X76X300 χιλιοστά (ΠάχοςXΠλάτοςXMήκος) Οι προσδιορισμοί έγιναν σύμφωνα με το ASTM D 1037-89

Πίνακας 6. Διαστασιακές μεταβολές του LSL σε σύγκριση με συμπαγές ξύλο, OSB, και μοριοπλάκα μετά από 24 ώρες εμβάπτιση σε νερό.(Διόγκωση (%))

	LSL 0,59g/cm <sup>3</sup>	LSL 0,66g/cm <sup>3</sup>	OSB	Particleboard	Massive wood
Παράλληλα προς το πάχος	8,4	9,7	16,9	23,9	1,1(ακτινικά)
Παράλληλα προς το πλάτος	1,2	1,1	-	-	2,4(εφαπτομενικά)

Όσο αναφορά την συμπεριφορά του LSL κατά την διάρκεια της κατεργασίας του αυτό έχει ανάλογη συμπεριφορά με το μασίφ ξύλο με την μόνη διαφορά του ότι λόγω της μεγάλης του πυκνότητας και της ισχυρής συγκολλητικής ουσίας καταπονούν τα κοπτικά μέσα σε

μεγαλύτερο βαθμό απ'ότι το μασίφ ξύλο. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί κατά την χρήση συνδετικών μέσων. Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση συνδετικών μέσων όπως καβίλιες και μεταλλικοί πύροι στις εγκάρσιες διατομές των προϊόντων (σόκορο) λόγω της μικρής αντοχής



συγκράτησης που παρουσιάζει το προϊόν. Στην περίπτωση χρήσης άλλων τύπων συνδετικών μέσων όπως καρφιών, βίδας τότε οι αποστάσεις αυτών μεταξύ τους όπως και από τα άκρα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές (DIN 1052-2) και όπως αυτές καθορίζονται στο πιο κάτω σχήμα (Σχήμα 13).

Σχήμα 13. Απαραίτητες αποστάσεις των μεταλλικών συνδετικών μέσων ανάμεσα τους και από τις άκρες της δοκού. DIN 1052-2. a απόσταση από τις άκρες ως προς το μήκος, b απόσταση μεταξύ τους, c απόσταση από τις άκρες ως προς το πάχος.

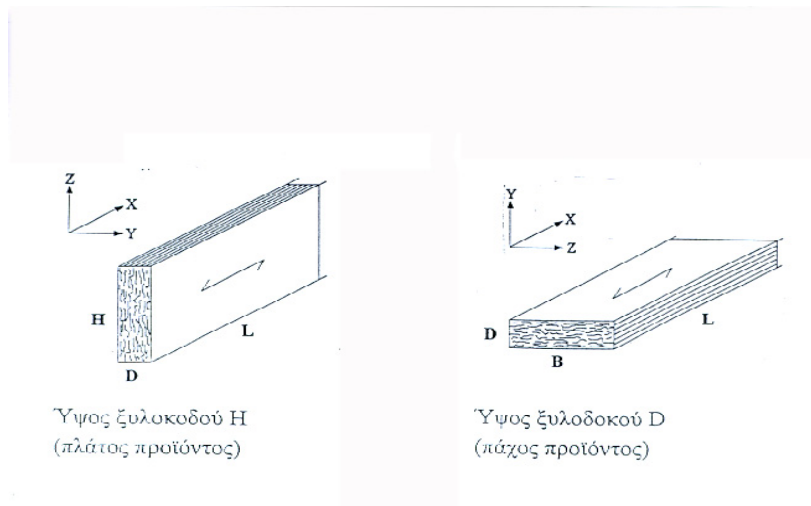
Για την επίτευξη μεγαλύτερων διατομών είναι δυνατό να συγκολληθούν δύο ή περισσότερα κομμάτια LSL ή ακόμη και να γίνει συνδυασμός με LVL και επικολλητή ξυλεία.

Τα συγκολλημένα προϊόντα τύπου LSL συναντώνται στην αγορά με διάφορες εμπορικές ονομασίες όπως INTRALLAM, Antony Power Beam, Timber strand και άλλες .

Γενικότερα διακρίνονται σε δύο τύπους S και P.

Η διαφορά ανάμεσα σ' αυτά είναι ότι στα τύπου S τα πλανίδια είναι προσανατολισμένα αυστηρά παράλληλα με το μήκος του προϊόντος με αποτέλεσμα να διαθέτει το προϊόν μεγάλη αντοχή στη διεύθυνση αυτή. Το προϊόν αυτό χρησιμοποιείται ως φέρον στοιχείο με μικρές διατομές. Στο LSL τύπου P τα πλανίδια δεν διατηρούν τον προσανατολισμό τους στο βαθμό που γίνεται στο LSL τύπου S . Αποτέλεσμα αυτού είναι να παρουσιάζει αυξημένες τιμές στις μηχανικές ιδιότητες και προς τις άλλες δύο διευθύνσεις εις βάρος βέβαια των μηχανικών ιδιοτήτων που παρουσιάζουν κατά μήκος. Ο τύπος αυτός βρίσκει εφαρμογή ως δομικό στοιχείο με τη μορφή πλάκας. Λόγω του προσανατολισμού των πλανιδίων οι ιδιότητες του LSL εξαρτώνται άμεσα από την διεύθυνση φόρτισης του προϊόντος. Οι περιπτώσεις που μπορούν να διακριθούν φαίνονται στο πιο κάτω σχήμα (Σχήμα 14).

Οι επιτρεπτές τιμές φόρτισης είναι ανάλογα με τον τρόπο φόρτισης και είναι αυτές που φαίνονται στους πιο κάτω πίνακες (Πίνακες 7,8,9,10 και 11)



Σχήμα 14. Θέση ξυλοδοκών τύπου LSL κατά τη φόρτιση .Z: Φόρτιση παράλληλη με το πλάτος των πλανιδίων ξύλου, Y: φόρτιση κάθετη στο πλάτος των πλανιδίων του ξύλου, X: φόρτιση παράλληλη με το μήκος των πλανιδίων του ξύλου.

## Χρήσεις

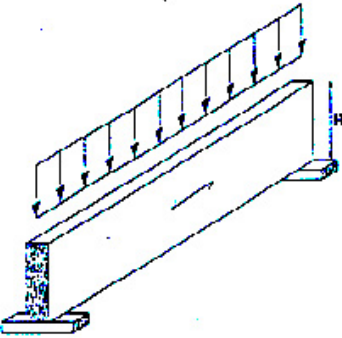
Οι κυριότερες χρήσεις που βρίσκει το LSL είναι ως φορέας δυνάμεων σε μεσοτοιχούς προκατασκευασμένων κατοικιών. Συχνά χρησιμοποιείται σε δοκούς τύπου I (I beam). Χρησιμοποιείται επίσης για την κατασκευή πλαισίων θυρών παραθύρων. Μπορεί επίσης να βρει χρήση σε πάρα πολλά σημεία στην κατασκευή επίπλων. Την δυνατότητα αυτή ενισχύει το γεγονός ότι μπορεί να επενδύεται με ξυλόφυλλο ή να επικαλύπτεται με πλαστικά φύλλα. Μεγάλο πεδίο χρήσεων μπορεί επίσης να βρει ως ξυλοπλάκα για την επικάλυψη στεγών. Συγκρίνοντας τους τρεις τύπους προϊόντων LVL , PSL και LSL τη μεγαλύτερη μηχανική αντοχή και κόστος παρουσιάζει το PSL ενώ τη μικρότερη αντοχή και κόστος παρουσιάζει LSL. Τέλος τα προϊόντα PSL και LSL παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε στρεβλώσεις μετά από μεταβολή της υγρασίας σε σύγκριση με το LVL.



Εικόνα 9. Κατασκευή οροφής σε στάδιο από LSL



Πίνακας 7. Επιτρεπτές τιμές φόρτισης των ξυλοδοκών τύπου Intrallam S σε χρήσεις κατά τις οποίες ύψος H είναι το πλάτος του προϊόντος.

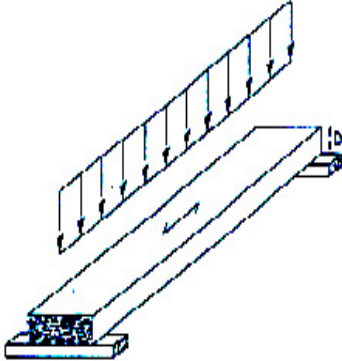
Ιδιότητα	Θέση της ξυλοδοκού κατά τη φόρτιση	Ύψος H <sup>1)</sup> (mm)	[N/mm <sup>2</sup> ]
Κάμψη (Μέτρο θραύσης)		50	14,0
		100	16,0
		500	12,5
		1000	11,5
Κάμψη (Μέτρο ελαστικότητας)			10500
Εφελκυσμός    (Μέτρο θραύσης)			12,0
Εφελκυσμός ⊥ (Μέτρο θραύσης)			1,5
Συμπίεση    (Μέτρο θραύσης)			13,0
Συμπίεση ⊥ (Μέτρο θραύσης)			6,5 <sup>2)</sup> 3,2 <sup>3)</sup>
Διάτμηση (Μέτρο θραύσης)			4,0
Διάτμηση (Μέτρο ελαστικότητας)			2100

||, ⊥: Παράλληλα και κάθετα στο μήκος της ξυλοδοκού.

<sup>1)</sup>: Οι τιμές της μηχανικής αντοχής που αντιστοιχούν σε ενδιάμεσα μεγέθη ύψους H μπορούν να υπολογισθούν με ευθύγραμμη παρεμβολή.

<sup>2)</sup>: Κεντρικό τμήμα της ξυλοδοκού, <sup>3)</sup>: Ακραία τμήματα της ξυλοδοκού.

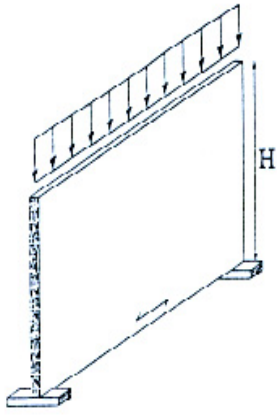
Πίνακας 8. Επιτρεπτές τιμές μηχανικών ιδιοτήτων ξυλοδοκών τύπου Intrallam S σε χρήσεις κατά τις οποίες ύψος D της ξυλοδοκού είναι το πάχος του προϊόντος.

Ιδιότητα	Θέση της ξυλοδοκού κατά τη φόρτιση	Πάχος D (mm)	[N/mm <sup>2</sup> ]
Κάμψη (Μέτρο θραύσης)			12,5
Κάμψη (Μέτρο ελαστικότητας)		<40	9500
		≥40	11500
Εφελκυσμός    (Μέτρο θραύσης)			12,0
Εφελκυσμός ⊥ (Μέτρο θραύσης)			1,5
Συμπίεση    (Μέτρο θραύσης)			13,0
Συμπίεση ⊥ (Μέτρο θραύσης)			2,0 <sup>1)</sup> 1,5 <sup>2)</sup>
Διάτμηση (Μέτρο θραύσης)			1,8
Διάτμηση (Μέτρο ελαστικότητας)			2100

||, ⊥: Παράλληλα και κάθετα στο μήκος της ξυλοδοκού.

<sup>1)</sup>: Κεντρικό τμήμα της ξυλοδοκού, <sup>2)</sup>: Ακραία τμήματα της ξυλοδοκού.

Πίνακας 9. Επιτρεπτές τιμές μηχανικών ιδιοτήτων ξυλοπλακών τύπου Intrallam P σε χρήσεις κατά τις οποίες ύψος H της ξυλοπλάκας είναι το πλάτος του προϊόντος.

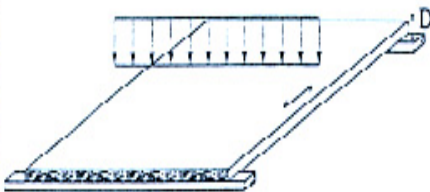
Ιδιότητα	Θέση της ξυλοπλάκας κατά τη φόρτιση	Ύψος H <sup>1)</sup> (mm)	[N/mm <sup>2</sup> ]
Κάμψη (Μέτρο θραύσης)		50	11,5
		100	15,3
		500	11,4
		1000	10,0
Κάμψη (Μέτρο ελαστικότητας)			8700
Εφελκυσμός    (Μέτρο θραύσης)			10,0
Εφελκυσμός ⊥ (Μέτρο θραύσης)			3,5
Συμπίεση    (Μέτρο θραύσης)			12,5
Συμπίεση ⊥ (Μέτρο θραύσης)			7,5 <sup>2)</sup> 4,5 <sup>3)</sup>
Διάτμηση (Μέτρο θραύσης)			5,0
Διάτμηση (Μέτρο ελαστικότητας)			2300

||, ⊥: Παράλληλα και κάθετα στο μήκος της ξυλοπλάκας..

<sup>1)</sup>: Οι τιμές της μηχανικής αντοχής που αντιστοιχούν σε ενδιάμεσα μεγέθη ύψους H μπορούν να υπολογισθούν με ευθύγραμμη παρεμβολή.

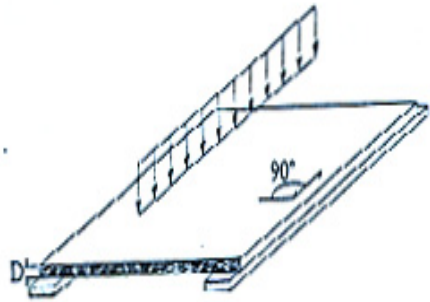
<sup>2)</sup>: Κεντρικό τμήμα της ξυλοπλάκας, <sup>3)</sup>: Ακραία τμήματα της ξυλοπλάκας

Πίνακας 10. Επιτρεπτές φορτίσεις για τις ξυλοπλάκες τύπου Intrallam P σε χρήσεις κατά τις οποίες ύψος D της ξυλοπλακάς είναι το πάχος του προϊόντος και η φόρτιση επιδρά σε διεύθυνση παράλληλη με το μήκος της ξυλοπλάκας

Ιδιότητα	Θέση της ξυλοπλάκας κατά τη φόρτιση	Πάχος D (mm)	[N/mm <sup>2</sup> ]
Κάμψη (Μέτρο θραύσης)			10,4
Κάμψη (Μέτρο ελαστικότητας)		<40	7500
		≥40	9500
Εφελκυσμός    (Μέτρο θραύσης)			10,0
Εφελκυσμός ⊥ (Μέτρο θραύσης)			3,5
Συμπίεση    (Μέτρο θραύσης)			12,0
Συμπίεση ⊥ (Μέτρο θραύσης)			2,0 <sup>1)</sup> 1,0 <sup>2)</sup>
Διάτμηση (Μέτρο θραύσης)			1,3
Διάτμηση (Μέτρο ελαστικότητας)			2300

<sup>1)</sup>: Κεντρικό τμήμα της ξυλοπλάκας, <sup>2)</sup>: Ακραία τμήματα της ξυλοπλάκας.

Πίνακας 11. Επιτρεπτές φορτίσεις ξυλοπλακών τύπου Intrallam P σε χρήσεις κατά τις οποίες ύψος D ξυλοπλάκας είναι το πάχος του προϊόντος και η φόρτιση επιδρά σε διεύθυνση η οποία σχηματίζει γωνία  $45^\circ$  ή  $90^\circ$  ως προς το μήκος της ξυλοπλάκας.

Ιδιότητα	Γωνία φόρτισης	Θέση της ξυλοπλάκας κατά τη φόρτιση	[N/mm <sup>2</sup> ]
Κάμψη (Μέτρο θραύσης)	$45^\circ$		6,5
Κάμψη (Μέτρο ελαστικότητας)	$45^\circ$		4200
Κάμψη (Μέτρο θραύσης)	$90^\circ$		4,0
Κάμψη (Μέτρο ελαστικότητας)	$90^\circ$		2400

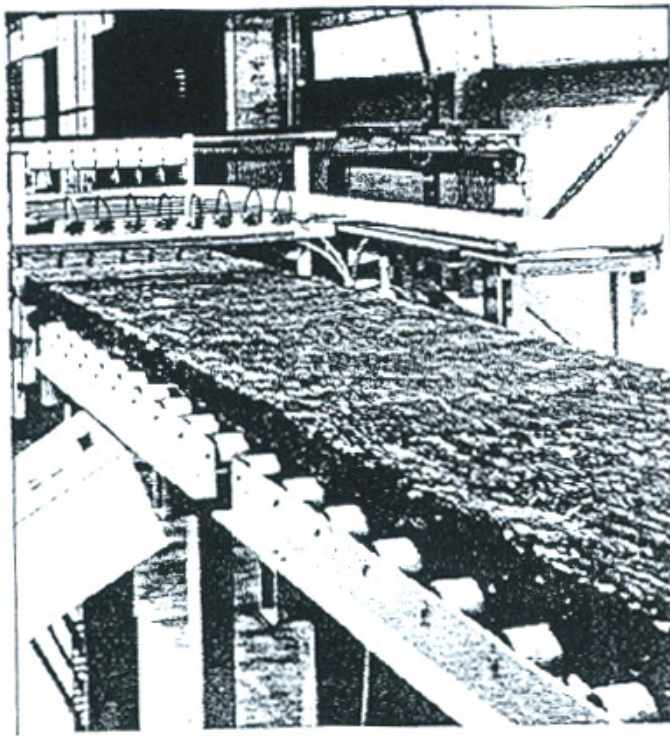
\* : Για ενδιάμεσες γωνίες φόρτισης από  $0^\circ$  έως  $45^\circ$  και από  $45^\circ$  έως  $90^\circ$  οι τιμές της μηχανικής αντοχής μπορούν να υπολογισθούν με ευθύγραμμη παρεμβολή



Εικόνα 10. Κατασκευή κατοικίας με χρήση LSL.

#### **4. Ξυλοδοκοί τύπου SCRIMBER από συγκολλημένες δεσμίδες ινών ξύλου.**

Το Scrimber είναι ένα ακόμη προϊόν με προσανατολισμένα τα δομικά στοιχεία που το αποτελούν. Αναπτύχθηκε στην Αυστραλία και στη αρχή απέτυχε να φτάσει στην αγορά και το εργοστάσιο που το παρήγαγε έκλεισε. Το Scrimber ανακαλύφθηκε το 1971 από τον John Coleman κεντρικό ερευνητή του οργανισμού βιομηχανικής και επιστημονικής έρευνας της κοινοπολιτείας (CSIRO) του τμήματος δασικών προϊόντων. Η όλη ιδέα βασίζεται στη διατήρηση του φυσικού προσανατολισμού των ινών του ξύλου με σύνθλιψη των κορμοτεμαχίων και μετατροπή τους σε δεσμίδες ινών και επανασυγκόλληση των δεσμίδων. Το πρώτο και



Εικόνα 11. Δεσμίδες ινών μετά την έξοδο από την πρέσα με τα υψίσυχνα ρεύματα.

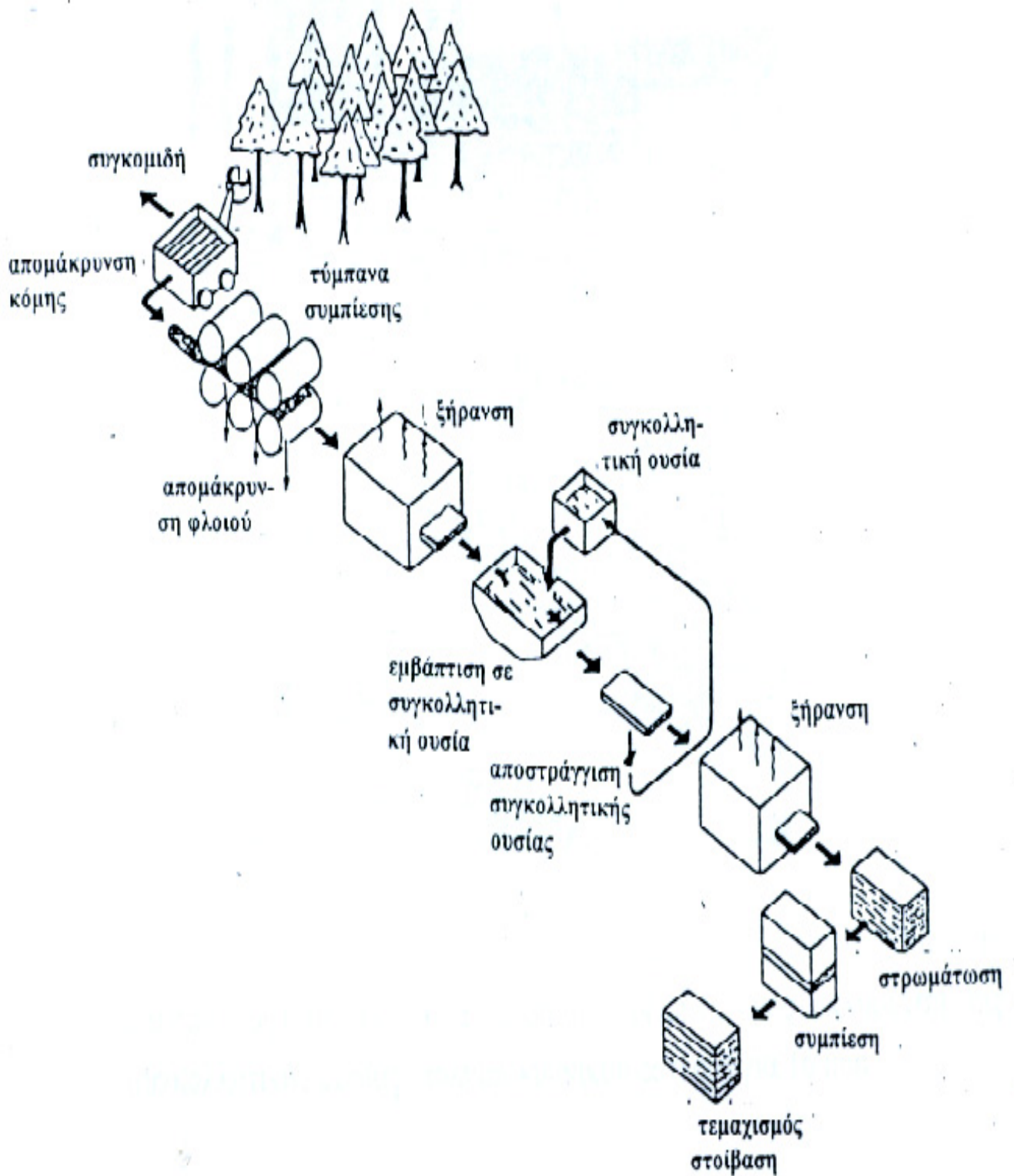
μοναδικό εργοστάσιο που αναφέρεται άνοιξε το 1990 στην Αυστραλία . Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιήθηκαν κορμοί μικρής διαμέτρου από 7 έως 17 εκατοστά. Αφού διαμορφώνετε το μήκος τους σε 3,6 μέτρα συνθλίβονται ανάμεσα σε δύο κυλίνδρους κατά μήκος. Στη συνέχεια ένα πλήθος πιεστικών κυλίνδρων συνθλίβει και μετατρέπει τον κορμό σε ένα σύνολο δεσμίδων ινών.

Ακολουθεί η ξήρανση σε ένα επίπεδο 5% η οποία επιτυγχάνεται με ένα τροποποιημένο ξηραντήριο ξυλλοφύλλων συνεχούς ροής. Οι δεσμίδες ινών στη συνέχεια τεμαχίζονται σε τεμάχια πλάτους 1,2 μέτρων και επαλείφονται με υδρόφοβη συγκολλητική ουσία. Στην επόμενη φάση τα τεμαχίδια στρωματώνονται σε αλληπάλληλες στρώσεις και συμπιέζονται σε πρέσα συνεχούς τύπου έως και 300 χιλιοστά. Το υλικό στη συνέχεια κόβεται στο τελικό του μήκος και προωθείται σε πρέσα με ένα άνοιγμα που θερμαίνεται με υψίσυχνα ρεύματα. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πρεσαρίσματος ανέρχεται σε 115 ° C. Μετά από 16 λεπτά που διαρκεί ο κύκλος πρεσαρίσματος η πρέσα ανοίγει και το τελικό προϊόν

έχει διαστάσεις 13 εκατοστά πάχος και 122 εκατοστά πλάτος καθώς και 12 μέτρα μήκος. Μετά την ψύξη του το προϊόν (Scrimber) κόβεται σε διαστάσεις σύμφωνα με την ζήτηση που υπάρχει, υποκαθιστώντας το συμπαγές ξύλο στις δομικές κατασκευές.

Η ξυλοδοκός τύπου Scrimber αποτελεί μια μορφή αξιοποίησεως όλων των κορμοτεμαχίων που προέρχονται από την αγροδασοπονία και έχουν πολύ μικρές διαστάσεις για να χρησιμοποιηθούν με οποιαδήποτε άλλο τρόπο.





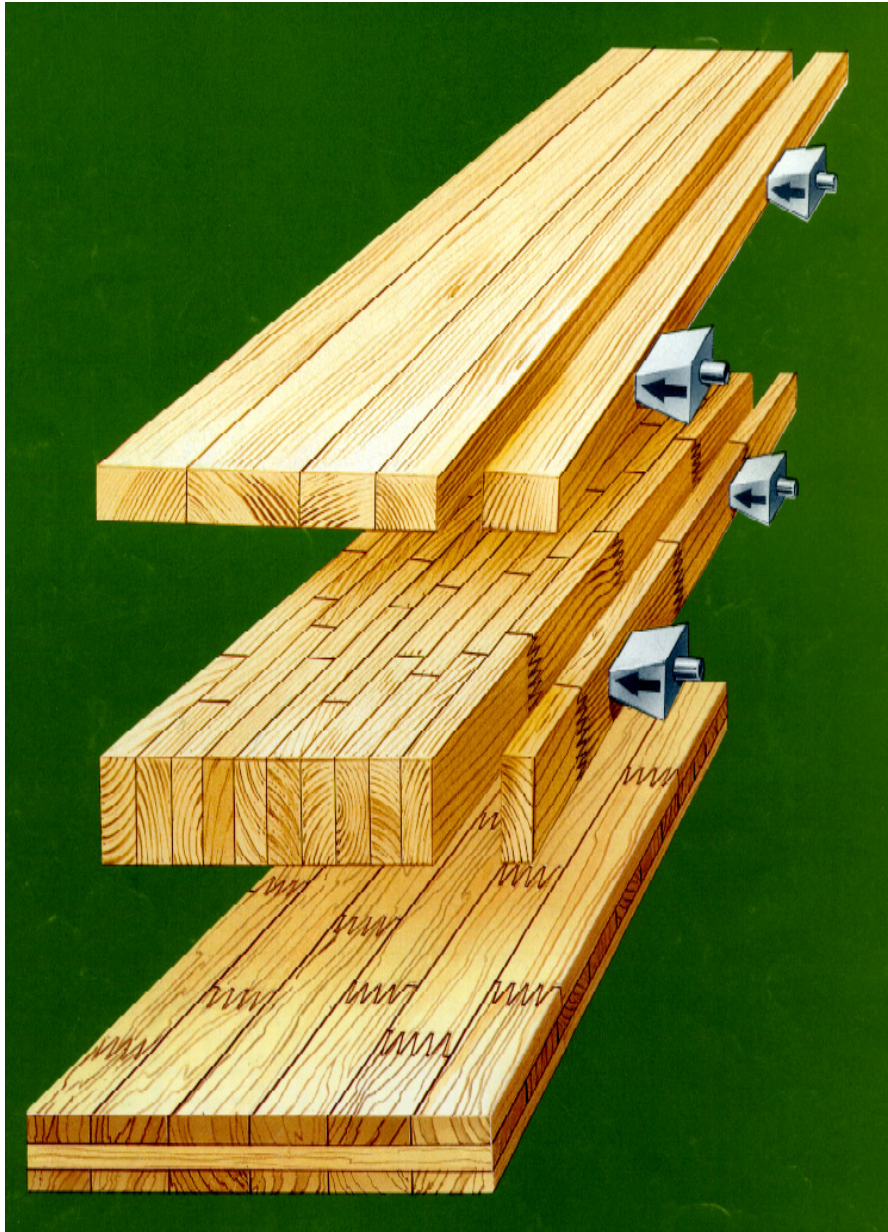
Σχήμα15. Φάσεις παραγωγής του ξυλοδοκού τύπου Scrimber.

## **Ξυλοπλάκες από συγκολλημένες λωρίδες συμπαγούς ξύλου (Solid wood panels massivholzplatten)**

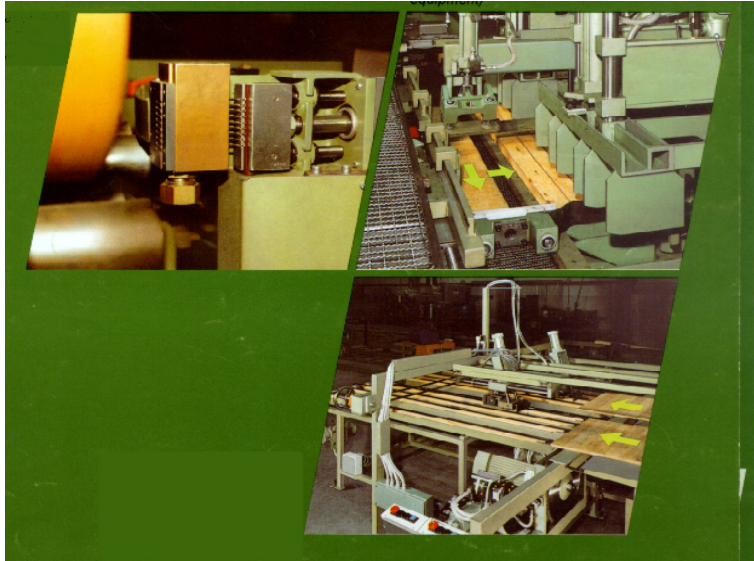
### Τεχνολογία παραγωγής

Το προϊόν αυτό είναι ένα νέο σχετικά προϊόν που αναπτύχθηκε τα τελευταία 15 χρόνια. Οι ξυλοπλακές του τύπου αυτού διακρίνονται σε μονόστρωμες και πολύστρωμες. Οι πολύστρωμες μοιάζουν κατασκευαστικά με τα αντικολλητά αλλά διαφέρουν στο γεγονός ότι τα δομικά τους στοιχεία είναι από λωρίδες συμπαγούς ξύλου και όχι από ξυλόφυλλα. Οι μονόστρωμες ξυλοπλάκες έχουν πάχος από 14 έως 60 χιλιοστά και κατασκευάζονται με την πλευρική συγκόλληση των τεμαχίων ξύλου πλάτους τουλάχιστον 18 χιλιοστών με τις ίνες τους παράλληλες στην διεύθυνση του μήκους τους.

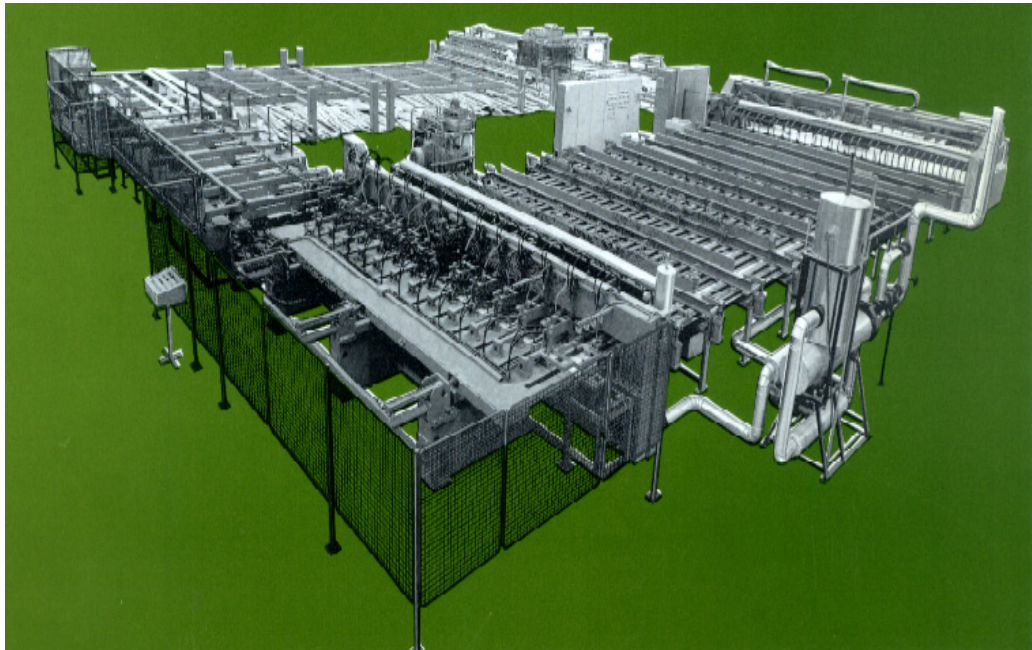
Οι ξυλοπλάκες με βάση τις αυστριακές προδιαγραφές ταξινομούνται συνήθως σε ποιότητες ανάλογα με την ποιοτική εμφάνιση της άνω επιφάνειας την οποία ταξινομούμε με βάση τα φυσικά σφάλματα του ξύλου ή διάφορα προβλήματα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της μηχανικής κατεργασίας της. Τα σφάλματα που χρησιμοποιούνται ως κριτήρια είναι στρεψοϊνία, ρόζοι, ρητινοθύλακες, εγκλεισμοί φλοιού, προσβολές εντόμων και μυκήτων, μεταχρωματισμοί, λειψάδες και το πάχος των αρμών συγκόλλησης των λωρίδων ξύλου.



Σχήμα 16. Πλευρική συγκόλληση.



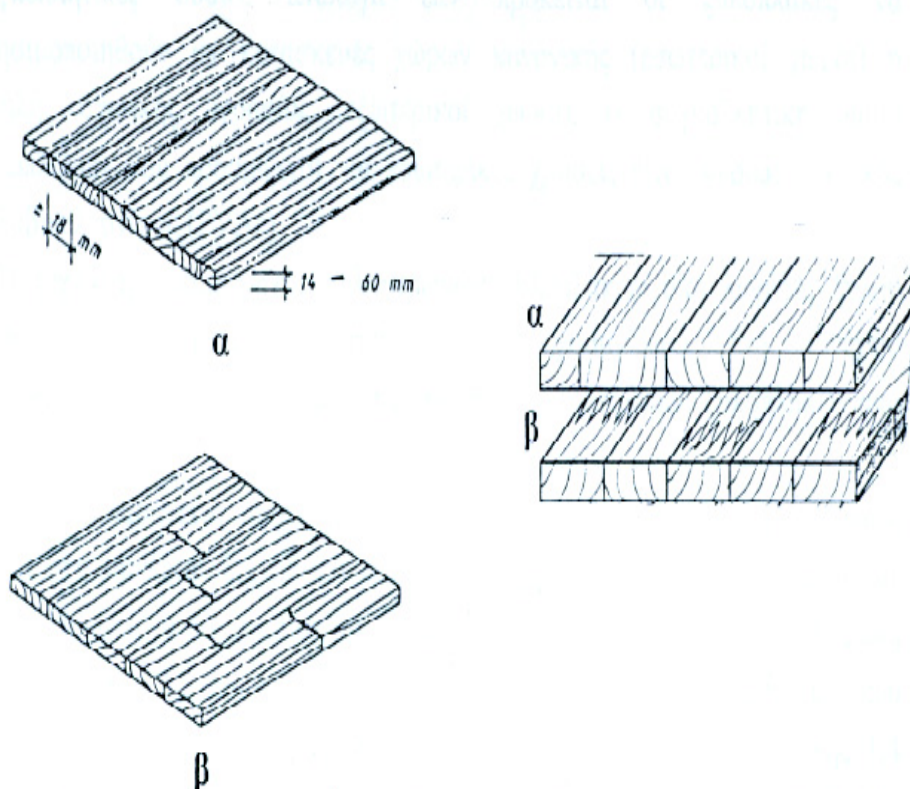
Εικόνα 12. Λεπτομέρειες κατασκευής α) finger joining b) πλευρική συγκόλληση γ) προώθηση των συγκολλημένων επιφανειών.



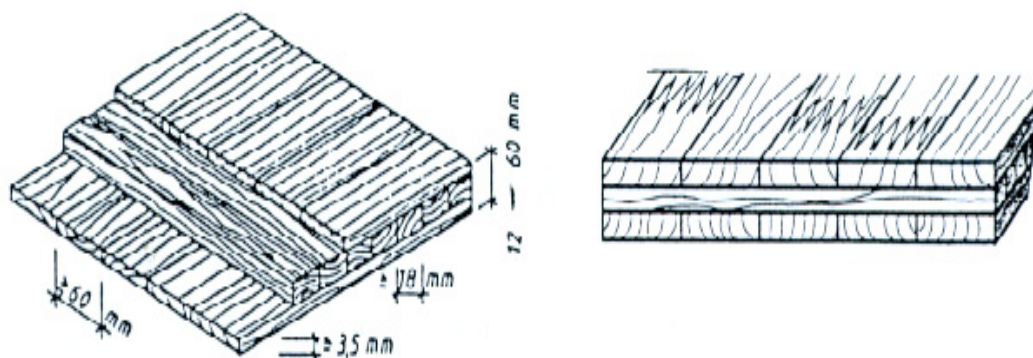
Εικόνα 13. Συσκευή συγκόλλησης.

Για την συγκόλληση των λωρίδων ξύλου αλλά και των επιμέρους στρώσεων χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες συγκολλητικές ουσίες ανάλογα με το περιβάλλον που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Η συγκολλητική ουσία που χρησιμοποιείται όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για εσωτερικές χρήσεις είναι κυρίως ο οξικός πολυβινυλεστέρας (PVAc).

Στην πρώτη φάση παραγωγής γίνεται η πρίση των κορμοτεμαχίων με τη χρήση πολυπρίονα και στη συνέχεια τα προϊόντα που προκύπτουν ξηραίνονται μέχρι υγρασίας 9%. Ακολουθεί μηχανική κατεργασία και

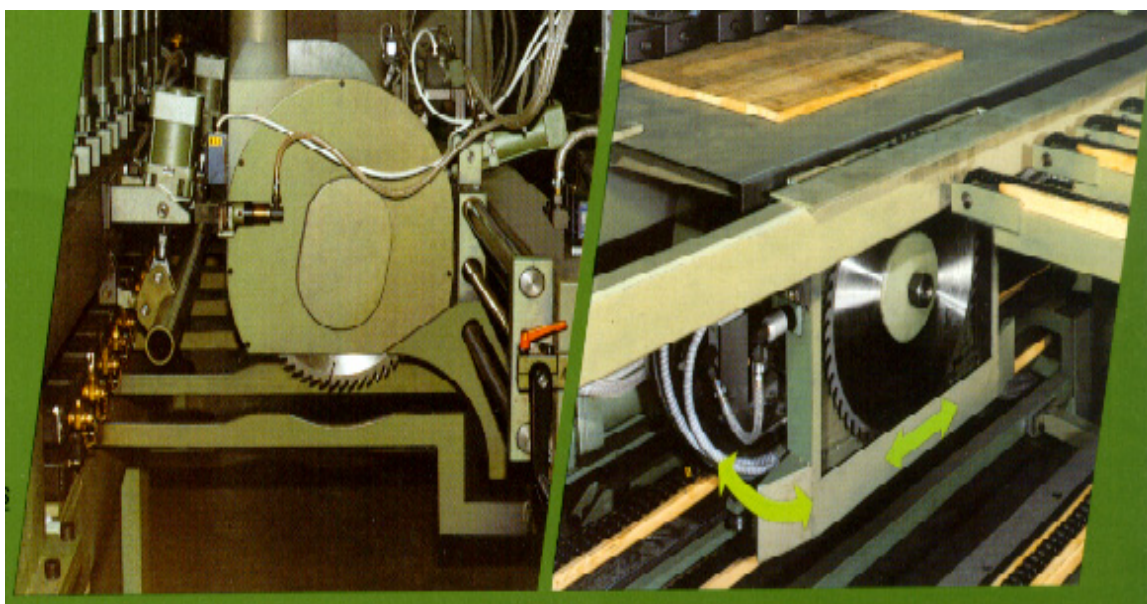


Σχήμα 17. Μονόστρωμες ξυλοπλάκες από λωρίδες ξύλου α. με ενιαίες λωρίδες β. με κατά μήκος σύνδεση των λωρίδων ξύλου.



Σχήμα 18. Τρίστρωμη μοριοπλάκα από λωρίδες ξύλου.

μείωση των διαστάσεων τους σε λωρίδες πάχους  $\geq 3,5$  χιλιοστών και πλάτους  $\geq 18$  χιλιοστών. Οι μεγάλες απώλειες κατά την φάση της πρίσης οδήγησαν στην μείωση του πάχους των πρινοελασμάτων με πάχος που κυμαίνεται περίπου στο 1,4 χιλιοστά. Ο αριθμός των πρινοελασμάτων στο παλλόμενο πλαίσιο μπορεί να ανέλθει στα 25 (Εικόνα 16). Το βασικό μειονέκτημα των κατασκευών αυτών είναι ότι παρόλο τα πολύ λεπτά πρινοελάσματα που χρησιμοποιούνται η απώλεια ξύλου μπορεί να φτάσει στα 20%. Σημαντικό μειονέκτημα επίσης είναι ότι λόγω της υπερθέρμανσης των πρινοελασμάτων διαφοροποιείται η υγρασία των παραγομένων λωρίδων ξύλου από την εξωτερική επιφάνεια με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τάσεις στρέβλωσης. Πλεονεκτήματα της παραγωγής λωρίδων με τη χρήση πρινοελασμάτων αποτελεί το χαμηλό κόστος παραγωγής.

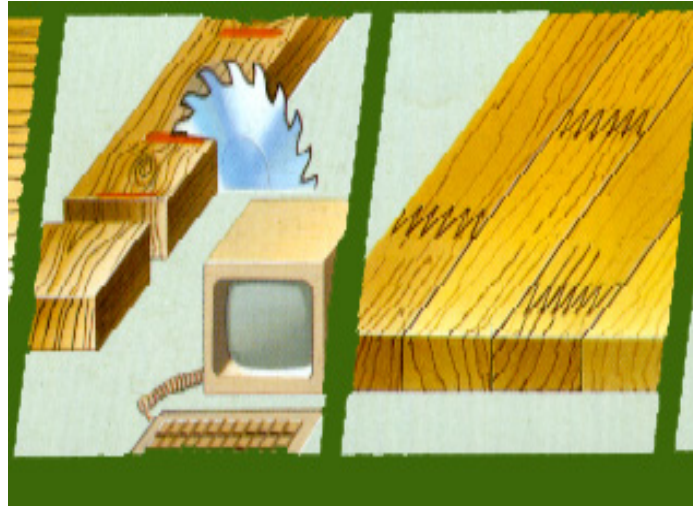


Εικόνα 14. Κοπτικά μηχανήματα

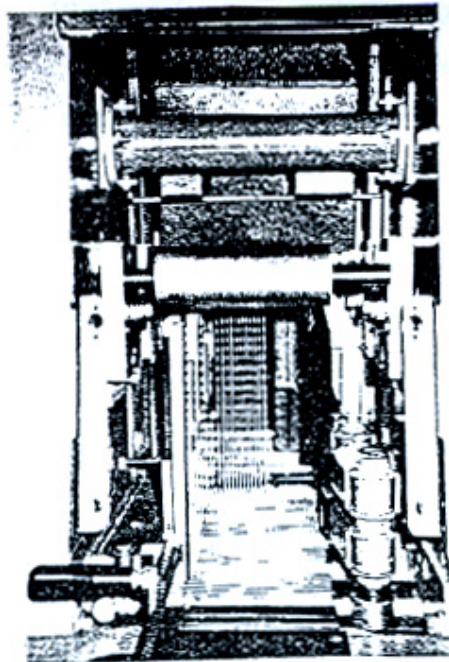
Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προαναφέρθηκαν αναπτύχθηκε μια νέα τεχνική για την παραγωγή λωρίδων η οποία γίνεται με ειδικά μηχανήματα τα οποία τέμνουν το ξύλο με μαχαίρι και όχι με πριονοελάσματα. Στην περίπτωση αυτή είναι απαραίτητη η θερμική κατεργασία του ξύλου πριν την τομή. Ο θερμικός αυτός χειρισμός περιλαμβάνει την εμβάπτιση του ξύλου σε θερμό νερό θερμοκρασίας 60°C. Τα νέα αυτά μηχανήματα παράγουν πιο λείες επιφάνειες που δεν χρειάζονται πρόσθετα πλανίσματα έχουμε σχεδόν μηδενική απώλεια του ξύλου αλλά σε αντίθεση με τους πολυπρίονες έχουν πολύ μεγαλύτερο κόστος. Στη συνέχεια και στην περίπτωση αυτή οι λωρίδες ξηραίνονται σε υγρασία 6% και λειαινούνται. Ακολουθεί ποιοτικός έλεγχος των λωρίδων και αυτές με τα περισσότερα σφάλματα χρησιμοποιούνται για την μεσαία στρώση όπου και οι δυνάμεις που δέχεται το υλικό είναι μικρότερες (Εικόνα 15). Η αξιολόγηση των παραχθέντων λωρίδων μπορεί να γίνει είτε με οπτική παρατήρηση που περιορίζεται στα

επιφανειακά σφάλματα αλλά και με τη χρήση πιο σύγχρονων μεθόδων όπως υπερύθρων ακτίνων, ακτίνων X και άλλων οι οποίες ταξινομούν ποιοτικά τις λωρίδες με βάση τα σφάλματα που περιέχονται στο συγκεκριμένο κομμάτι ξύλου χωρίς όμως οπτικά να είναι εμφανή. Στη συνέχεια οι λωρίδες του ξύλου συνδέονται σε συγκόλληση κατά μήκος ώστε να φτάσουν στις επιθυμητές διαστάσεις. Στη συνέχεια γίνεται επάλειψη των πλευρικών επιφανειών των λωρίδων η οποία μπορεί να γίνει η με ψεκασμό η με επάλειψη των πλευρικών επιφανειών των λωρίδων με συγκολλητική ουσία. Οι λωρίδες στη συνέχεια τοποθετούνται η μία δίπλα στην άλλη και συμπιέζονται πλευρικά. Ταυτόχρονα εφαρμόζεται και υψίσυχο ρεύμα που ανεβάζει την θερμοκρασία και βοηθά στην ταχύτερη σκλήρυνση της συγκολλητικής ουσίας. Η μεσαία στρώση στη συνέχεια επαλείφεται και από τις δύο πλευρές με περιστρεφόμενα τύμπανα που φροντίζουν για την ομοιόμορφη κατανομή της συγκολλητικής ουσίας και τοποθετούνται η επάνω και κάτω επιφανειακές στρώσεις (στην περίπτωση των τρίστρωμων) και το τρίστρωμο υλικό συμπιέζεται είτε με θερμές πρέσες κλασικού τύπου η με πρέσα που θερμαίνονται με υψίσυχο ρεύμα. Στη συνέχεια η ξυλοπλάκες ψύχονται λειαίνονται και τεμαχίζονται στις επιθυμητές διαστάσεις τους.





Εικόνα 15. Έλεγχος σφαλμάτων με αυτοματοποιημένα δισκοπρίονα και έλεγχος συνδεσμολογίας.



Εικόνα 16. Πολυπρίονας με λεπτά πριονοελάσματα για παραγωγή λωρίδων.

Πίνακας 12. Επιτρεπτές τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων ( $N/mm^2$ ) συγκολλημένων προϊόντων τύπου Kerto-S και Kerto-Q για χρήσεις ξυλοδοκών.

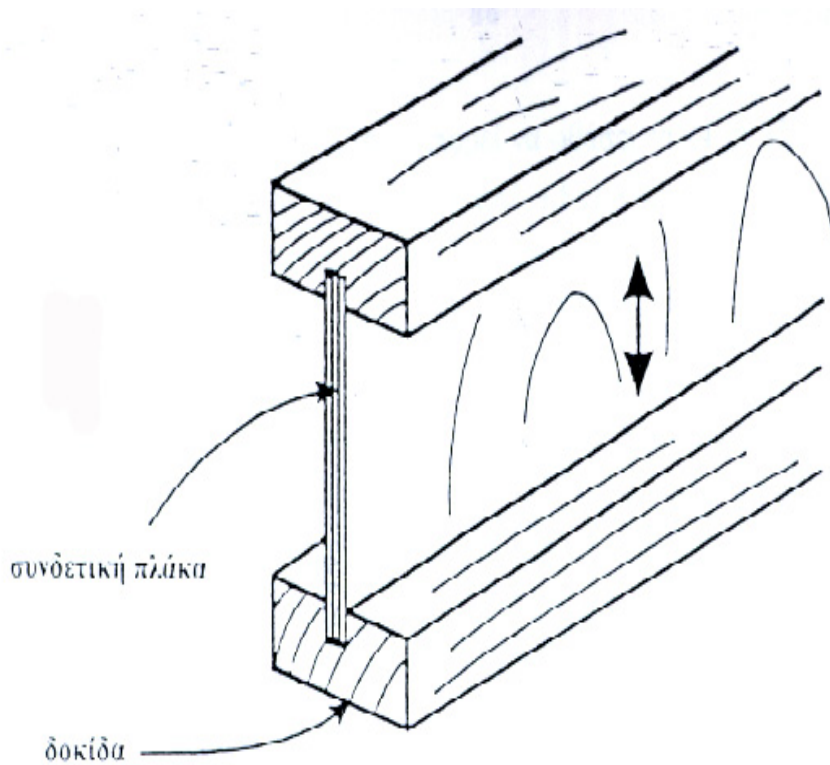
Ιδιότητα	Θέση φόρτισης σε σχέση με τη διεύθυνση ινών του ξύλου των επιφανειών	Ξυλοπλάκας από λαρίδες συμπαγούς ξύλου τύπου K <sub>1</sub> Multiplan τριών στρώσεων						Ξυλοπλάκα LVL (Kerto-Q)	Αντικολητό
		20mm	26mm	30mm	35mm	40mm	πέντε στρώσεων 35/40mm		
Κάμψη (Μέτρο θραύσης) - κάθετα στο επίπεδο της πλάκας ⊥		18,0	15,4	13,7	11,6	9,5	12,0	15,0	13,0
		2,5	4,1	5,2	6,6	8,0	5,0	4,0	5,0
- παράλληλα στο επίπεδο της πλάκας		8,0	7,8	7,7	7,6	7,5	9,0	11,0	9,0
		5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,5	6,0
Εσθλευσμός (Μέτρο θραύσης) παράλληλα με το επίπεδο της πλάκας		8,0	6,8	5,7	4,6	3,5	8,5	8,0	8,0
		3,5	4,1	4,5	5,0	5,5	4,0	2,5	4,0
Συμπίεση (Μέτρο θραύσης) παράλληλα με το επίπεδο της πλάκας		9,0	7,9	7,2	6,3	5,5	8,5	8,0	8,0
		5,0	6,0	6,7	7,6	8,5	4,0	3,0	4,0
Διάτμηση (Μέτρο θραύσης) - κάθετα στο επίπεδο της πλάκας ⊥		2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,6	2,2	3,0
		2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	2,2	3,0
- παράλληλα με το επίπεδο της πλάκας		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6	0,9
		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6	0,9
Κάμψη (Μέτρο ελαστικότητας) - κάθετα στο επίπεδο της πλάκας ⊥		10400	9680	9200	8600	8000	8000	10000	5500
		960	1750	2280	2940	3600	3200	2000	1500
- παράλληλα με το επίπεδο της πλάκας		6800	6680	6600	6500	6400	8000	10000	4500
		3200	3320	3400	3500	3600	3200	2000	2500
Διάτμηση (Μέτρο ελαστικότητας) - κάθετα στο επίπεδο της πλάκας ⊥		600	600	600	600	600	600	500	250
		600	600	600	600	600	700	500	250

## ΧΡΗΣΕΙΣ

Οι πιο συνηθισμένες χρήσεις είναι στην κατασκευή δαπέδων οροφών, στεγών, διαχωριστικών αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε ειδικές κατασκευές επιπλοποιίας και σε εμφανή μέρη αφού η σχεδίαση του είναι ικανοποιητική αλλά και σαν φέρον στοιχείο δυνάμεων αφού όπως φαίνεται στον Πίνακα 12 αντέχει και σε ισχυρές φορτίσεις.

### **6. Ξυλοδοκοί με εγκάρσια διατομή τύπου I (I BEAM)**

Το 1960 οι αρχιτέκτονες και οι μηχανικοί καθώς και όλοι οι κλάδοι που ασχολούνται με τις οικοδομικές κατασκευές αναζητούσαν καινοτόμα προϊόντα που θα τους έδιναν περισσότερες δυνατότητες στο σχεδιασμό και την κατασκευή. Τότε η εταιρεία Trus Joist Mc Millan άρχισε να παράγει για πρώτη φορά το δοκό τύπου I από ξύλο. Σήμερα το προϊόν παράγεται σε αρκετά εργοστάσια στην Αμερική αλλά και στην Ευρώπη. Το προϊόν αυτό σύντομα κατέκτησε την αγορά των δομικών υλικών στην Αμερική αφού διαθέτει καλή διαστασιακή σταθερότητα μικρό ειδικό βάρος και δυνατότητα κατασκευής του σε επιθυμητές διαστάσεις. Το μεγάλο εύρος εφαρμογών ανάγκασαν το προϊόν να παράγεται σε διάφορους τύπους με εμπορικά ονόματα όπως TJI, Joist, Performance plus και άλλα. Η δοκός τύπου I αποτελείται από δύο μέρη παράλληλα μεταξύ τους που συνδέονται με μια ξυλοπλάκα. Τα παράλληλα μέρη του συνήθως κατασκευάζονται είτε από συμπαγές ξύλο, από επικολλητή ξυλεία είτε από ξυλοδοκό τύπου LVL.

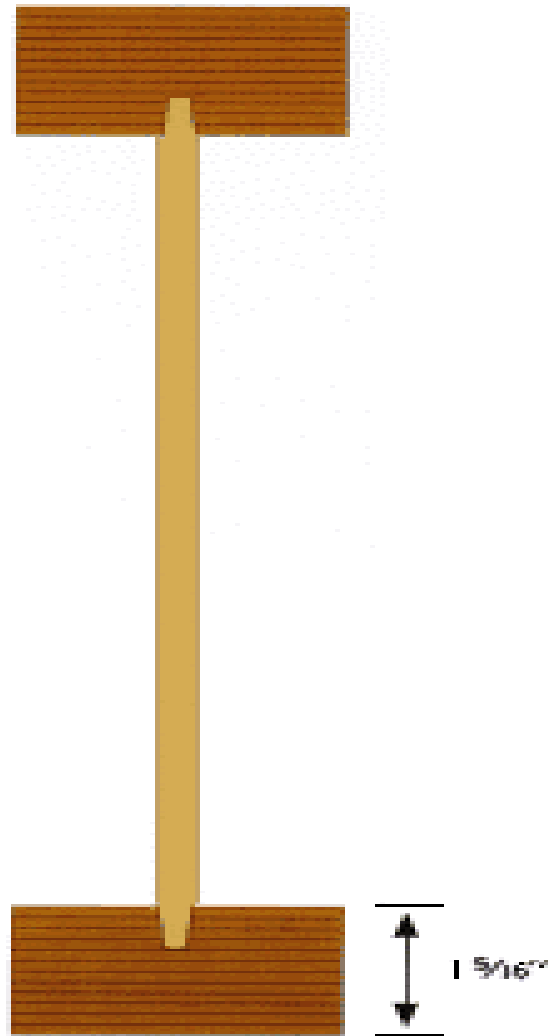


Σχήμα 19. Ξυλοδοκός διατομής τύπου I με συνδετική πλάκα από αντικολλητό και δοκίδα από συμπαγές ξύλο.

Η ξυλοπλάκα που ενώνει αυτά τα δύο μέρη κατασκευάζεται από αντικολλητά ή από ξυλοπλάκα τύπου OSB. Η σύνδεση των τριών μερών γίνεται με συγκολλητικές ουσίες συνήθως φαινολικές ή γενικότερα από συγκολλητικές ουσίες που είναι ανθεκτικές σε εξωτερικές χρήσεις. Πριν την συγκόλληση και για να υπάρχει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής στα παράλληλα μέρη δημιουργούνται εντομές. Ανάλογα με τις ανάγκες της αγοράς το πλάτος των ξυλοδοκών μπορεί να κυμαίνεται από 23 έως 95 εκατοστά και το μήκος του μπορεί να φτάσει τα 24 μέτρα.



Σχήμα 20. Ευλοδοκός διατομής τύπου I με συνδετική πλάκα από OSB και δοκίδα από LVL που χρησιμοποιούνται για την στήριξη πάνω σ' αυτά παρκέτων..



Σχήμα 21. Ξυλοδοκός διατομής τύπου I με συνδετική πλάκα από αντικολλητό η συμπαγές και δοκίδα από LVL.

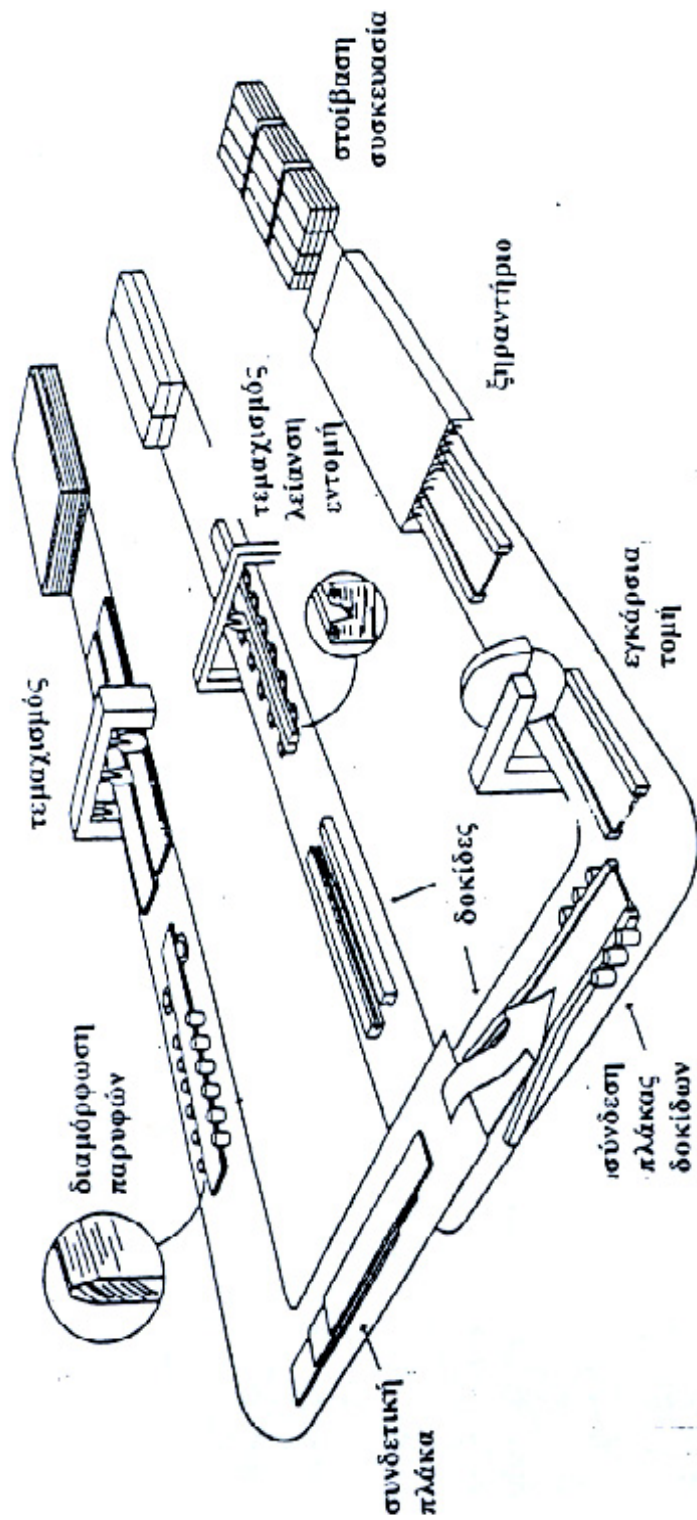
Η εγκάρσια διατομή των παράλληλων μερών μπορεί να κατασκευαστεί από 3,8 X3,8 εκατοστά έως 11,6X6,6 εκατοστά. Η ροή παραγωγής των ξυλοδοκών τύπου I φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα (Σχήμα 22). Οι παράλληλες επιφάνειες αφού διαμορφωθούν στις κατάλληλες διαστάσεις και λειανθούν οδηγούνται για να διανοιχτούν σ' αυτές εντομές παράλληλα με το μήκος τους. Αντίστοιχα στην ξυλοπλάκα που θα συνδέσει τα παράλληλα αυτά μέρη διαμορφώνονται κατάλληλα τα άκρα για να γίνει η συναρμολόγηση. Στη συνέχεια γίνεται επάλειψη του εσωτερικού των παράλληλων στοιχείων στις εντομές. Η συγκολλητική

ουσία που συνήθως χρησιμοποιείται είναι η φαινόλη-ρεσορκινόλη-φορμαλδεΰδη .



Εικόνα 17. Ξυλοδοκός διατομής τύπου I

Τέλος γίνεται η συναρμολόγηση των τριών μερών του δοκού και ακολουθεί η συμπίεση.



Σχήμα 22. Ροή παραγωγής των ξυλοπλακών τύπου I



## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.

Οι δοκοί με διατομή τύπου I είναι πιο ανθεκτικοί και πιο σταθεροί από τους κοινούς δοκούς.

Αντέχουν σε μεγαλύτερα φορτία ενώ χρησιμοποιούν συνολικά λιγότερη μάζα ξύλου γεγονός που επιφέρει οικονομία σκεπτόμενη ότι και η τιμή του ξύλου συνεχώς ανεβαίνει. Το προηγούμενο πρέπει να το συνδυάσουμε με το γεγονός ότι ξοδεύοντας λιγότερο ξύλο προστατεύουμε και το περιβάλλον.

Κατασκευάζονται με υγρασία κοντά στην υγρασία ισορροπίας γεγονός που καθιστά τους δοκούς πιο ανθεκτικούς σε αυξομειώσεις διαστάσεων.

Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής διαφόρων διατομών και όχι η επιλογή ενιαίας διατομής όπως γίνεται συνήθως με τους δοκούς από συμπαγές ξύλο.

Υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες θέσεις τις δοκού που δεν δέχονται μεγάλα φορτία ξύλο χειρότερης ποιότητας.

Έχουν πολύ μικρό βάρος με αποτέλεσμα να γίνεται πιο εύκολα η εγκατάσταση τους και η χρήση τους.

Μπορούν οι Τεχνικοί να τα επεξεργαστούν χωρίς την ανάγκη ειδικών εργαλείων.

Διάφορες εφαρμογές τους φαίνονται στις εικόνες που ακολουθούν (Εικόνες 18,19,20 και 21).



Εικόνα 18. Χρήση δοκών τύπου Ι στην κατασκευή σπιτιών



Εικόνα 19. Οικία που όλοι οι δοκοί που χρησιμοποιήθηκαν είναι τύπου Ι



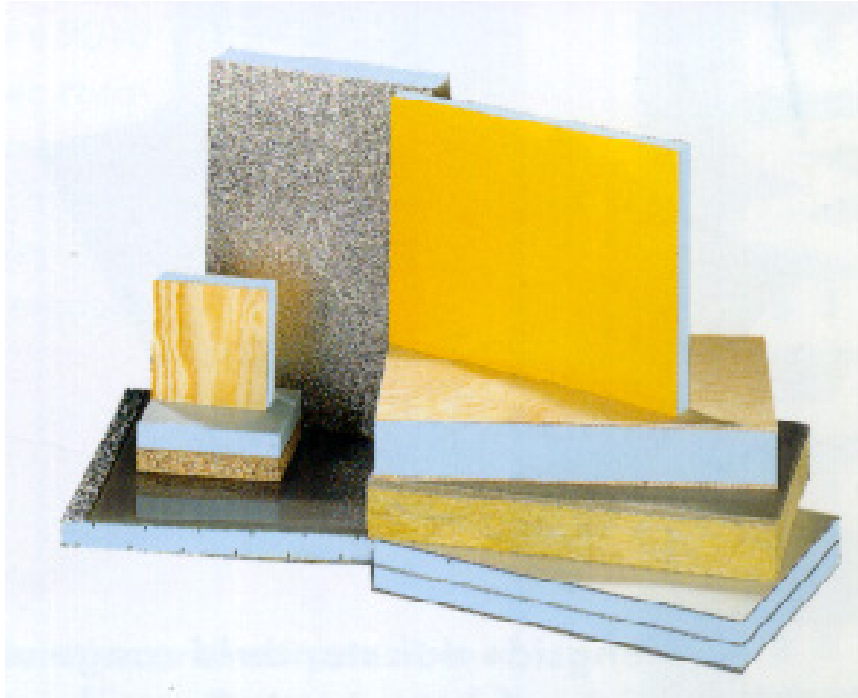
Εικόνα 20. Λεπτομέρεια κατασκευής με την χρήση δοκών τύπου Ι



Εικόνα 21. Χρήση δοκών τύπου I στην κατασκευή στέγης

## 7. Σύνθετες ξυλοπλάκες τύπου Com-ply

Οι σύνθετες ξυλοπλάκες που κυκλοφορούν με το εμπορικό όνομα Com-ply εμφανίστηκαν από εταιρείες όπως η Oregon Strand Board και Georgia Pacific Corporation στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Αποτελούν συνδυασμούς προϊόντων όπως των αντικολλητών και του OSB (μοριοπλάκας με προσανατολισμένα ξυλοτεμαχίδια) με χρήση πολλές φορές και μονωτικών υλικών. Η εμφάνιση αυτών των προϊόντων πρέπει να συνδυαστεί με την ανάγκη παραγωγής μεγάλου όγκου ξυλοπλακών με ιδιότητες που είναι εφάμιλλες αυτών των αντικολλητών.



Εικόνα 22. Σύνθετες ξυλοπλάκες Com-ply

Ένας από τους τύπους ξυλοπλακών Com-ply αποτελείται από σύνθετες ξυλοπλάκες κατασκευασμένες από ξυλοτεμαχίδια (με τυχαία η κατευθυνόμενη διάταξη) που δημιουργούν σάντουιτς μεταξύ μίας ή περισσότερων στρώσεων ξυλοφύλλων και συνθέτουν 3 ή 5 στρώσεις συνολικά.

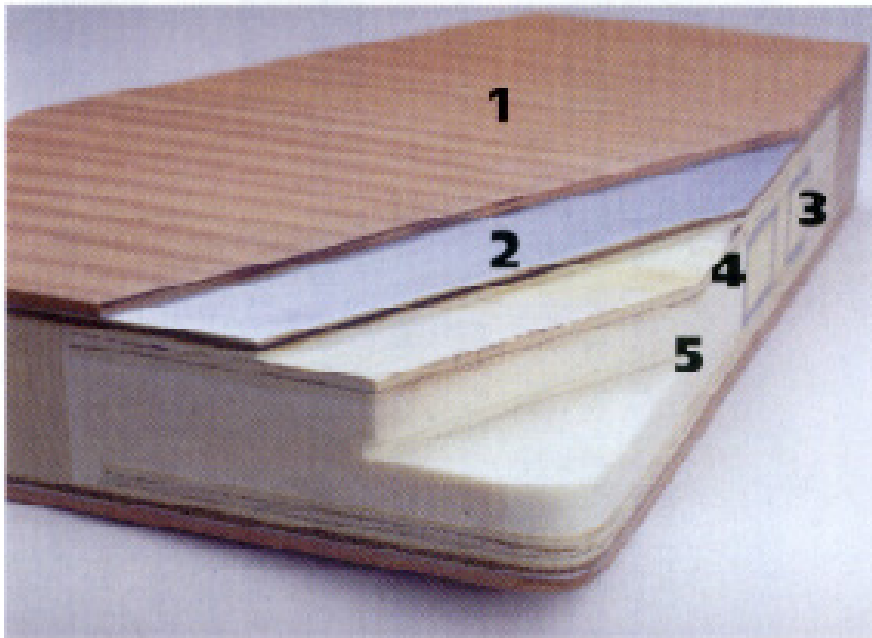
Οι σπουδαιότερες από αυτές τις σύνθετες ξυλοπλάκες είναι:

A) Προϊόν της Oregon Strand Board οι οποίες είναι ξυλοπλάκες 5 στρώσεων για εξωτερικές χρήσεις με ξυλόφυλλα στις επιφάνειες και στο κέντρο και στις υπόλοιπες 2 στρώσεις OSB. Το αποτέλεσμα είναι ξυλοπλάκες με συμπαγή εσωτερική στρώση χωρίς κενούς χώρους. Χρησιμοποιούνται για βασικές χρήσεις και βαρέου τύπου επένδυσης τοίχων και ως υποδομή πατωμάτων

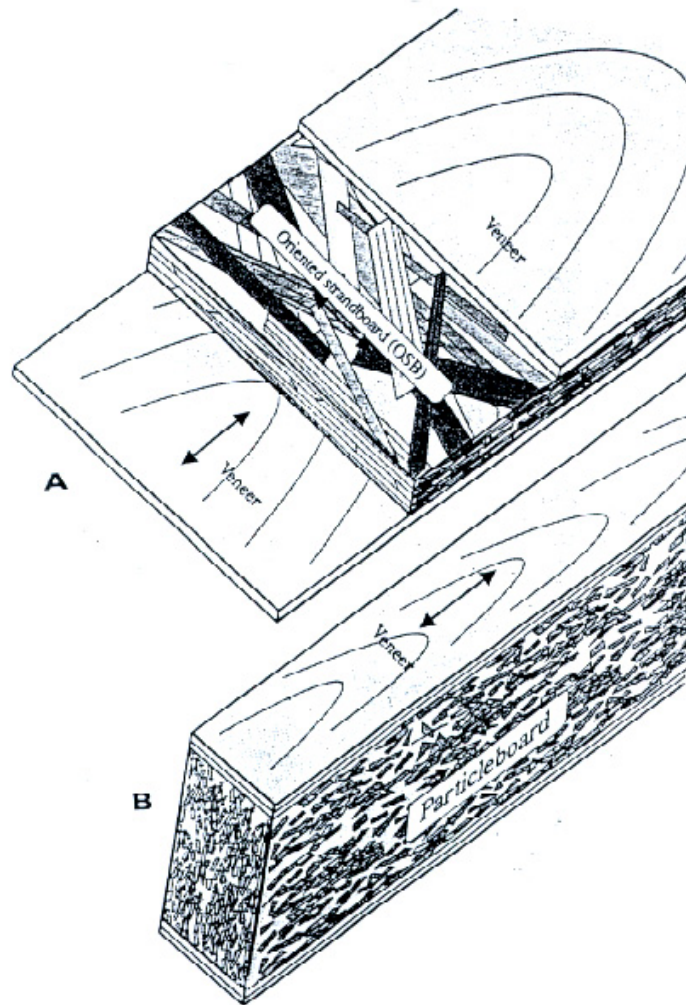
B) Προϊόν της Georgia Pacific Corporation. Ξυλοπλάκες που αποτελούνται από πυρήνα τρίστρωμων αντικολλητών πιεσμένες, με

στρώσεις λεπτού MDF σε κάθετη διάταξη και εσωτερικά με ξυλόφυλλα πλατύφυλλων και στις δύο εξωτερικές επιφάνειες. Χρήσεις βρίσκουν στην κατασκευή ντουλαπιών , επίπλων. Αποτελεί υλικό με αντοχή και σταθερότητα και με πυκνότητα μικρότερη απ'ότι το MDF η η μοριοπλάκα . Τα ξυλόφυλλα που χρησιμοποιούνται έχουν πάχος που κυμαίνεται από 2,5 χιλιοστά έως 3,0 χιλιοστά.

Προϊόν ξυλοπλάκας με εσωτερικές στρώσεις από ξυλόφυλλα και εσωτερικά μεσαία στρώση από μοριοπλάκα.



Εικόνα 23. Διάφορες στρώσεις σύνθετης ξυλοπλάκας Com-ply



Σχήμα 23. Σύνθετες ξυλοπλάκες Com-ply

A: Ξυλοπλάκα τύπου Com-ply με επιφανειακές στρώσεις από ξυλόφυλλα και μεσαία στρώση από OSB με προσανατολισμένα ξυλοτεμαχίδια .

B: Ξυλοπλάκα τύπου Com-ply με επιφανειακές στρώσεις από ξυλόφυλλα και μεσαία στρώση από ξυλοτεμαχίδια.

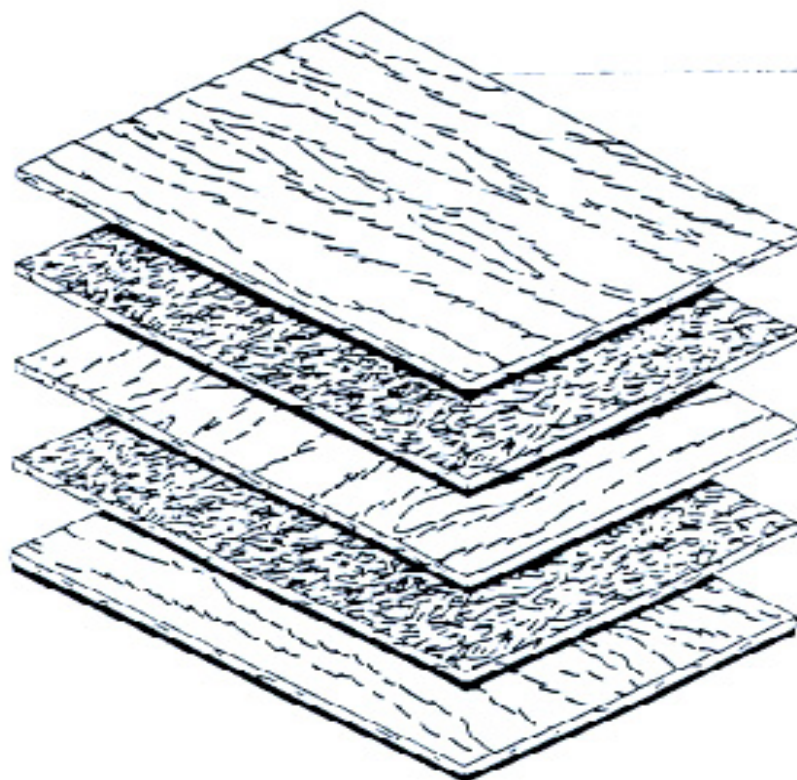
## Τεχνολογία παραγωγής

Τα προϊόντα αυτά κατασκευάζονται σε τρεις φάσεις:

Στην 1η φάση γίνεται η παραγωγή ξυλοφύλλων από κορμούς δέντρων όπως φαίνεται και στο πιο κάτω διάγραμμα (Σχήμα 25). Από τα υποπροϊόντα της εκτύλιξης αλλά και από τα μέρη του κορμού που δεν χρησιμοποιούνται για εκτύλιξη παράγονται ξυλοτεμαχίδια. Με τα ξυλοτεμαχίδια αυτά παράγεται η ξυλοπλάκα που αποτελεί την μεσαία στρώση (Σχήμα 26). Η τεχνολογία παραγωγής είναι όμοια με την τεχνολογία παραγωγής των μοριοπλακών στην φάση αυτή. Ως συγκολλητική ουσία συνήθως χρησιμοποιείται η φαινόλη φορμαλδεΐδη. Στην 3η φάση (Σχήμα 27) γίνεται η συγκόλληση των μερών αφού γίνει πρώτα η επάλειψη με τις αντίστοιχες συγκολλητικές ουσίες.

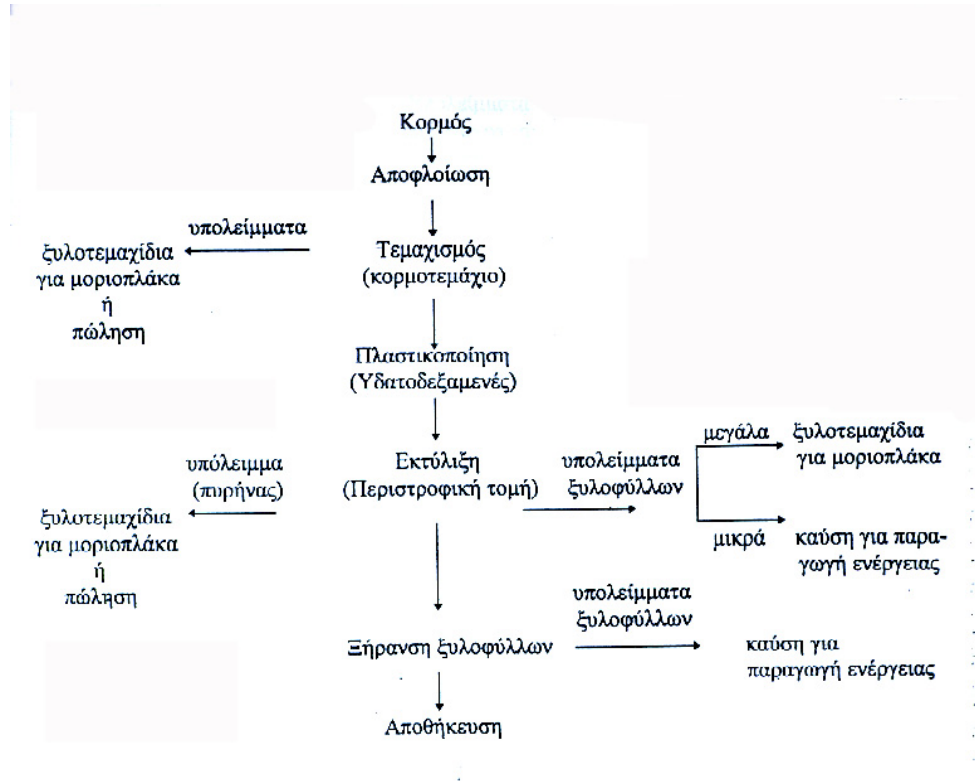
Εκτός από ξυλοπλάκες τύπου Com-ply γίνεται και η κατασκευή ξυλοδοκών τύπου Com-ply οι οποίες μπορεί να αντικαταστήσουν το συμπαγές ξύλο σε ελαφρές κατασκευές. Οι ξυλοδοκοί αυτοί διακρίνονται σε ξυλοδοκούς για δάπεδα και ξυλοδοκούς για φέρουσες κατασκευές.





Σχήμα 24. Ξυλοπλάκα τύπου Com-ply με τρεις στρώσεις ξυλοφύλλων (επιφανειακές και μεσαία) και δύο στρώσεις από ξυλοτεμαχίδια προσανατολισμένα κάθετα στην διεύθυνση των ινών των ξυλοφύλλων.

Οι ξυλοδοκοί τύπου Com-ply αναλυτικότερα είναι σύνθετα δομικά προϊόντα με επιφανειακές στρώσεις αποτελούμενες από 2, 4 ή 5 ξυλόφυλλα η κάθε μία. Η παραγωγή ξυλοφύλλων γίνεται κυρίως από κωνοφόρα αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πλατύφυλλα. Τα πάχη των ξυλοφύλλων κυμαίνονται από 4 - 6 χιλιοστά.



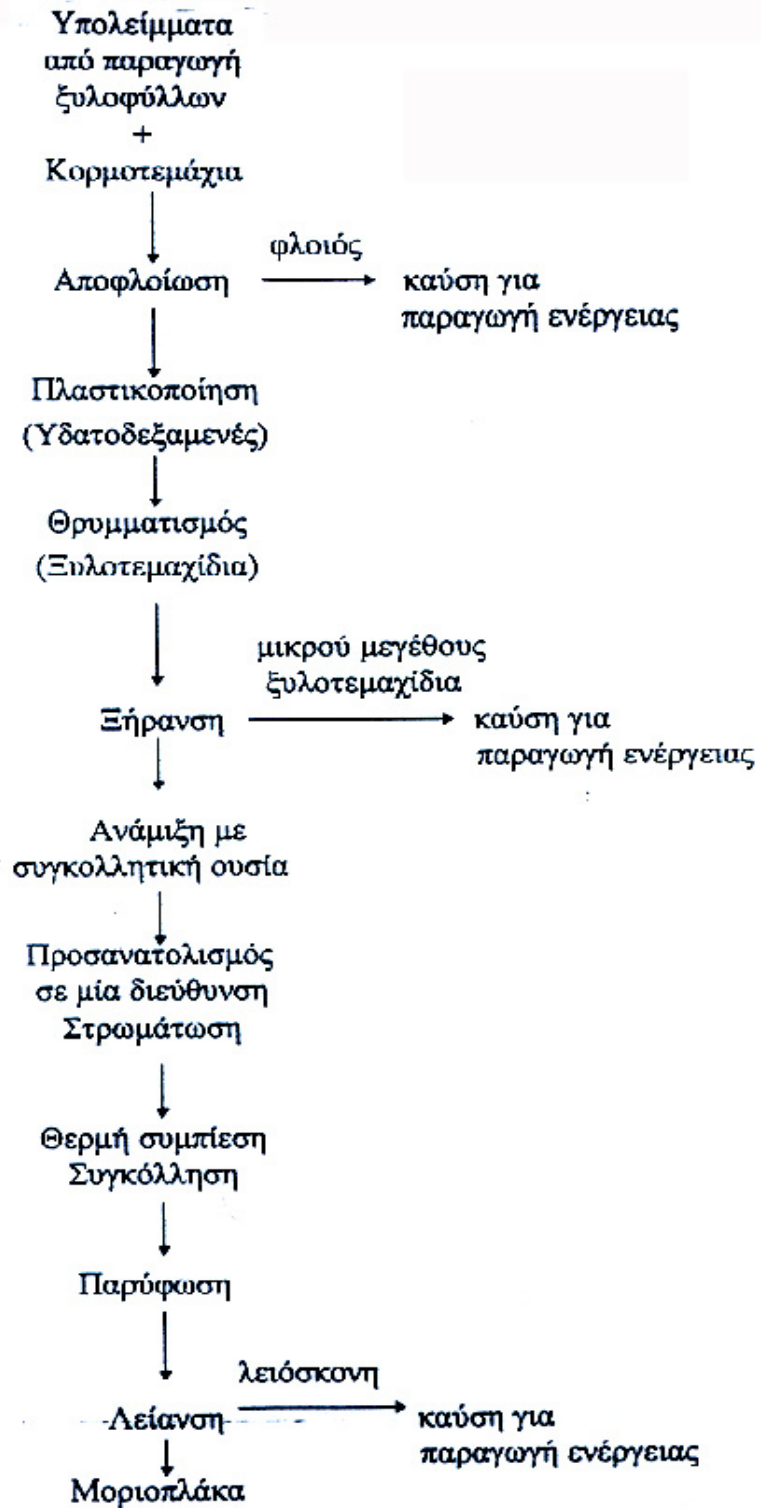
Σχήμα 25. Διάγραμμα Παραγωγής των ξυλοπλακών τύπου Com-ply A' φάση

Η μεσαία στρώση των ξυλοδοκών αποτελείται από μοριοπλάκα που τα ξυλοτεμαχίδια είναι μεγάλα και έχουν προσανατολισμό συνήθως παράλληλο προς την κατεύθυνση παραγωγής έχουν πυκνότητα 0,60-0,64 g/cm<sup>3</sup> . για την συγκόλληση χρησιμοποιείται φαινόλη φορμαλδεΰδη σε ποσοστό 6-7% καθώς και παραφίνη έως 1 %.

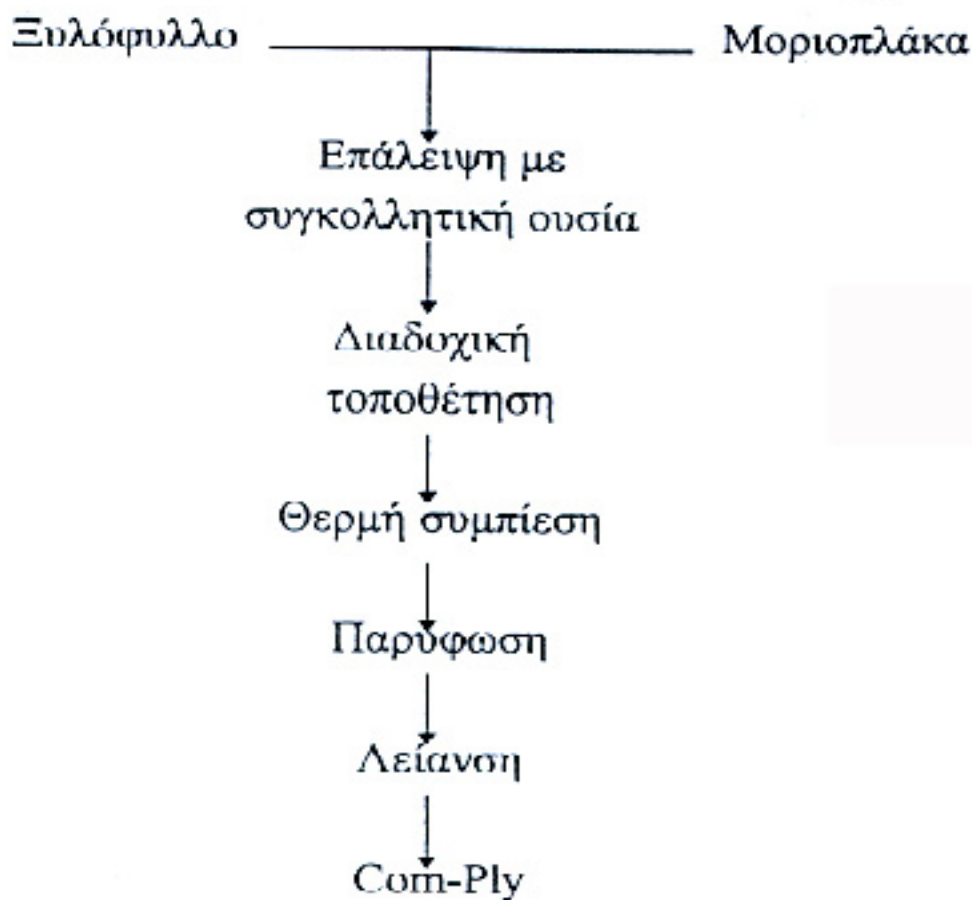
Η εγκάρσια διατομή (πάχος Χπλάτος) για χρήση σε πατώματα κυμαίνεται από 50X200 έως 50X250 χιλιοστά.

Οι ιδιότητες των ξυλοδοκών τύπου com-ply έχουν άμεση συσχέτιση με τις ιδιότητες των ξυλοφύλλων των επιφανειακών στρώσεων αλλά και της ξυλοπλάκας που χρησιμοποιείται στις εσωτερικές στρώσεις.

Οι ξυλοδοκοί τύπου Com-ply παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε σύγκριση με ξυλοδοκούς συμπαγούς ξύλου:



Σχήμα 26. Διάγραμμα Παραγωγής των ξυλοπλακών τύπου Com-ply B' φάση

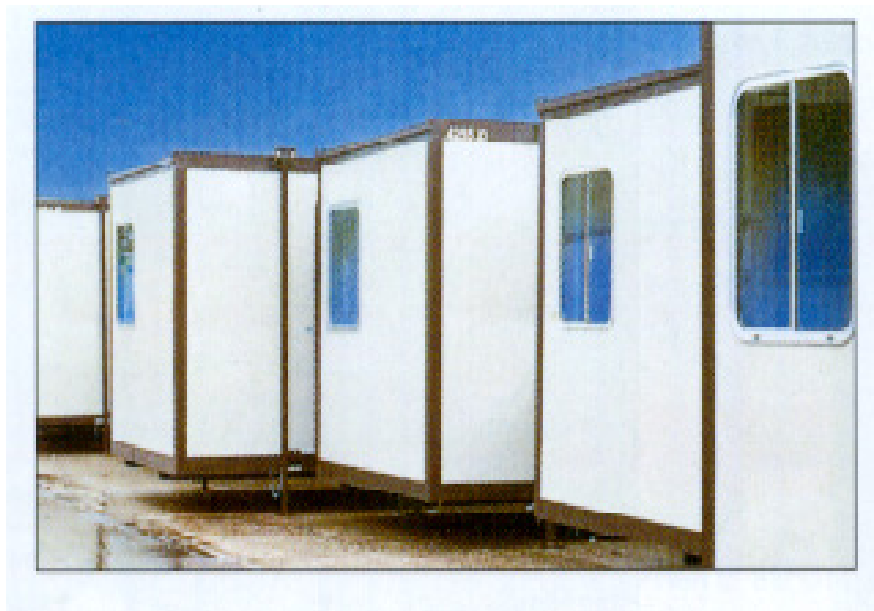


Σχήμα 26. Διάγραμμα Παραγωγής των ξυλοπλακών τύπου Com-ply Γ' φάση

- Διαθέτουν μεγαλύτερη ομοιογένεια μηχανικών ιδιοτήτων
- Είναι απαλλαγμένες από τα φυσικά σφάλματα του ξύλου όπως λειψάδες, ραγάδες, ρόζους κ.α
- Δεν στρεβλώνουν μπορούν να παραχθούν σε διαστάσεις σύμφωνα με τις απαιτήσεις μας.



Εικόνα 24. Ξυλοπλάκα τύπου Com-ply με στρώσης από μεταλλικό νήμα σε εσωτερικές στρώσεις.



Εικόνα 25. Εφαρμογές των ξυλοπλακών τύπου Com-ply στην κατασκευή λειωμένων κατοικιών.



Εικόνα 26. Εφαρμογές των ξυλοπλακών τύπου Com-ply στην κατασκευή καρότσας φορτηγού.

### **7.FiberGlass –reinforced –plastic Plywood. Αντικολλητό με Fiberglass.(FRP plywood)**

Το αντικολλητό με Fiberglass.είναι ένα προϊόν της εταιρείας APA (American plywood Association) Αποτελείται από αντικολλητό που βρίσκεται πλήρως ασφαλισμένο ανάμεσα σε ίνες γυαλιού που ενισχύουν ταυτόχρονα την επιφάνεια. Αποτελεί ένα ελαφρύ προϊόν με πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες. Μια λεπτή μη πορώδες επιφάνεια αυξάνει την ανθεκτικότητα του προϊόντος σε εξωτερικές συνθήκες και επιπρόσθετα αυξάνει σημαντικά τις μηχανικές ιδιότητες. Η επιφάνεια επικάλυψης συναντάται με διαφορετικές εμφανίσεις. Η περιεκτικότητα και το πάχος της εξωτερικής στρώσης μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με την χρήση αλλά και την οικονομικότητα της τελικής κατασκευής.

## Ιδιαιτερότητες

### Επιφάνεια επικάλυψης:

Τα υλικά της επιφανειακής επικάλυψης μπορεί να είναι:

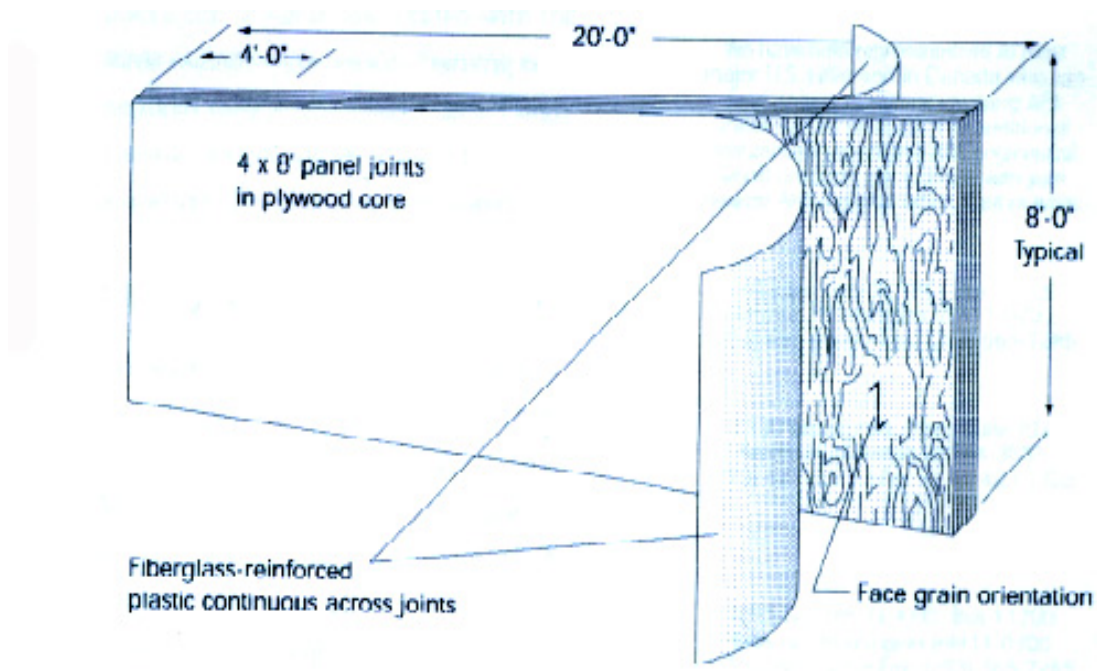
FiberGlass πλεγμένο σε δεσμίδες συγκολλημένες κάτω από θερμοκρασία και πίεση

Ίνες γυαλιού σε στρώμα με συγκολλητική ουσία μερικά πολυμερισμένη που ολοκληρωτικά πολυμερίζεται με τα θερμή συμπίεση πάνω στο αντικολλητό

Κομμάτια γυαλιού ψεκασμένα με συγκολλητική ουσία που σκληραίνει σε συνθήκες περιβάλλοντος ή με επίδραση θερμοκρασίας.

Το πάχος είναι περίπου 0,63 με 1,5 χιλιοστά

Τόσο η ποσότητα όσο και ο τρόπος στρωμάτωσης επηρεάζει άμεσα τις μηχανικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος. Η τυπική ποσότητα γυαλιού κυμαίνεται από 236 της γραμμάρια έως και 945 γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο.



Σχήμα 28. Τρόπος κατασκευής του Αντικολλητού με Fiberglass.(FRP plywood).

Μεγάλου μήκους ίνες προσανατολισμένες παράλληλα προς τον άξονα φόρτισης μεγαλώνουν την αντοχή σε μεγάλες φορτίσεις. Τυχαία προσανατολισμένες ίνες αυξάνουν την ικανότητα προς όλες τις κατευθύνσεις.

Μεσαία στρώση: Η μεσαία στρώση αποτελείται από αντικολλητά πάχους 6,35 χιλιοστά μέχρι 25,4 χιλιοστά. ή και παχύτερες. Το προϊόν μπορεί να ποικίλει ανάλογα με το πάχος της μεσαίας στρώσης και το πάχος της επιφανειακής στρώσης και ρυθμίζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουμε από το προϊόν και την οικονομικότητα του προϊόντος. Η ποιότητα του αντικολλητού επίσης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις επιφάνειες που θα είναι εκτεθειμένες σε ποιότητες από C-C έως και C-D σε περιπτώσεις που η μία επιφάνεια είναι μικρότερης σημασίας όπως σε εσωτερικές επενδύσεις ή σε κατασκευή πλατφόρμας και καρότσας φορτηγών.

Οι επιφάνειες μπορούν να είναι από απόλυτα λείες και επίπεδες ή με φυσική εμφάνιση ή με εμφάνιση πλέξης που εμποδίζει την ολίσθηση. Όλες η επιφάνειες είναι χωρίς ενώσεις με αποτέλεσμα να μπορούν να καθαριστούν χωρίς πρόβλημα.

Το υλικό της επιφάνειας παρέχει προστατευτικό και διακοσμητικό ρόλο και βοηθά το προϊόν να αντισταθεί στις εσωτερικές φορτίσεις αλλά και από εξωτερικά χτυπήματα (πέτρες που μπορεί να το κτυπήσουν), από τις εναλλαγές του καιρού και σπασίματα. Αντικαθιστά έτσι πλήρως τα μέχρι τώρα χρησιμοποιημένα υλικά για την κατασκευή των τρείλερ και καρότσας στα φορτηγά, που γινόταν με διάφορες βαφές και συγκολλητικές ουσίες. Το χρώμα που μπορεί να έχει το προϊόν προστίθεται κατά την διάρκεια της κατασκευής της επιφανειακής στρώσης. Διάφορα χρώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με



το πόσο θα είναι τα προϊόντα εκτεθειμένα στον ήλιο (υπεριώδη ακτινοβολία) τις καιρικές συνθήκες που θα υποστεί κ.α.

#### Χρήσεις

Το FRP plywood χρησιμοποιείται για την κατασκευή της καρότσας των φορτηγών και αυτοκινήτων. Επίσης στην κατασκευή κιβωτίων που επαναχρησιμοποιούνται, για ξυλοτύπων σκυροδέματος, σε πατώματα για την αποφυγή ολισθηρότητας, σαν επένδυση τοίχων κ.α.

Επισκευές στο υλικό μπορεί να γίνουν οπουδήποτε με μεγάλη ευκολία και μόνο με τη χρήση εργαλείων χειρός σε οποιαδήποτε επιχείρηση που κάνει επισκευές στο fiberglass.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

**Γρηγορίου, Α.2000.** Νέα σύνθετα προϊόντα ξύλου. Τεχνολογία παραγωγής, ιδιότητες, χρήσεις, νέες τάσεις. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

**Κακαράς, Ι. 2000.** Νέα προϊόντα ξύλου στον τομέα ξύλου επίπλου. Ημερίδα Σχεδιασμός και τεχνολογία στις επιχειρήσεις ξύλου επίπλου στην Ελλάδα . Υφιστάμενη κατάσταση – Προοπτικές. & Ιουνίου 2000 Καρδίτσα.

**Anonymus, 1998.** Parallam PSL design stresses Trust Join Mac Millan Limmited Boise. ID.

**Anonymus, 1998.**New building products. VVT Building materials and products , Wood Technology. Espoo Finland

**Anonymus, 1998.** Antony Power Beam LSL . Antony Forest products Co.

**Anonymous, 1999.** Stadur. Composite Elements . Dow chemical company.

**Anonymus, 1999.** Performance comparison Tables. Antony Power Beam LSL . Antony Forest products Co.

**APA . Engineered wood association, 1998.** FRP plywood. APA Tacoma Washington

**Ehart, R., Stanzl-Tchegg, S., Tschegg, E. 1999.** Mode III fracture energy of wood composites in comparison to solid wood. Wood science and Technology 33. pp 391-405

**Knudson, R. 1992.** PSL 300 LSL :The challenge of a new Product. Proceedings 26<sup>th</sup> International Particleboard/Composite Materials Symposium W.S>U. 1992:206-214.

**Lee, S. 1991.** Wood laminates . In: International Encyclopedia of Composites Vol.6:97-110.

**Mc Natt, D., Galligan, W. , Hans, G. 1982.** Forest products for Building costruction. Wood and fiber science . April 1984. V 16(2).

**Ntalos,G., Pichelin, F., Haelvoet, W. Tobish, S. Teischinger, A., Grigoriou A. 2000.** Materials for wood based panels. Today and Future in glued wood products. State of the art report. Workshop Espoo Finland 4-5 May 2000.

**Pease, D. 1994.** Panels Products Applications and Production Trends . Wood Technology, Miller Freeman Inc.

**Willis, D. 1997.** New life for Scriber. Report of Division of Forest products USA.

**Zylkowsi, S. 2000.** Engineered wood products in North America. Presentation to Cost Action E13 International Workshop on Wood Adhesives , Wood gluing, composite wood products. Espoo Finland.