



Τεχνολογία Ξύλου

Ενότητα **13**: Ινοσανίδες

Ιωάννης Φιλίππου

Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος

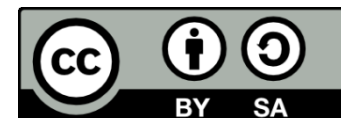


Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



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



Ινοσανίδες

Περιεχόμενα ενότητας (1/2)

1. Εισαγωγή
2. Τύποι ινοπλακών
3. Πρώτες ύλες
4. Προετοιμασία του ξύλου
5. Πολτοποίηση
6. Στρωμάτωση
7. Ξήρανση – Προπίεση



Περιεχόμενα ενότητας (2/2)

8. Πίεση
9. Βελτιωτικές επεξεργασίες
10. Κλιματισμός, παρύφωση και άλλες επεξεργασίες
11. Ιδιότητες ινοσανίδων
12. MDF
13. OSB



Σκοποί ενότητας

- Η εξοικείωση με τους διάφορους τύπους ξυλοπλακών (ινοσανίδων, MDF και OSB) και η κατανόηση της τεχνολογίας παραγωγής τους, των ιδιοτήτων και χρήσεων τους.





**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

Εισαγωγή

Εισαγωγή (1/3)

- Οι ινοσανίδες διαφέρουν από τις μοριοσανίδες, γιατί η πρώτη ύλη (ξύλο ή άλλες λιγνοκυτταρινικές ύλες) πολτοποιείται σε ίνες.
- Σε ορισμένες κατηγορίες ινοσανίδων δεν χρησιμοποιούνται απαραίτητα συγκολλητικές ουσίες. Στη περίπτωση αυτή οι ίνες συγκρατούνται με πλοκή και έχουν ικανότητα αυτοσυγκόλλησης.



Εισαγωγή (2/3)

- Συγκολλητικές ουσίες και άλλα πρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιούνται για αύξηση της μηχανικής αντοχής, αντοχής σε υγρασία, φωτιά, έντομα ή μύκητες, ή για βελτίωση μιας άλλης ιδιότητας του προϊόντος.
- Οι ινοσανίδες έχουν ποικίλες χρήσεις ανάλογα με το είδος, πχ ως ηχομονωτικό και θερμομονωτικό υλικό, για διαχωριστικά, για εσωτερικές επενδύσεις και εξωτερικές κατασκευές, κατασκευή επίπλων κλπ.



Εισαγωγή (3/3)

Εικόνα 13.1. Διάφοροι τύποι ινοσανίδων





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Τύποι ινοπλακών

Τύποι ινοσανίδων (1/4)

Διακρίνουμε διάφορους τύπους ινοσανίδων , ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής και την πυκνότητα τους:

- **Μονωτικές** (χωρίς πίεση)

1. Ημισυνεκτικές ($0,02 - 0,15 \text{ g/cm}^3$)
2. Συνεκτικές ($0,15 - 0,40 \text{ g/cm}^3$)

- **Πιεσμένες**

1. Μέσης πυκνότητας (MDF) ($0,40 - 0,80 \text{ g/cm}^3$)
2. Σκληρές (Harboard) ($0,80 - 1,20 \text{ g/cm}^3$)
3. Μεγάλης πυκνότητας ($1,20 - 1,45 \text{ g/cm}^3$)



Τύποι ινοσανίδων (2/4)

- Οι μονωτικές ινοσανίδες παράγονται χωρίς πίεση (εκτός απ' αυτήν που χρησιμοποιείται στη στρωμάτωση των ινών για να απομακρυνθεί το περίσσειμα νερού και να μειωθεί το πάχος).

Οι μονωτικές ινοπλάκες περιλαμβάνουν:

- τις **ημισυνεκτικές**: η παραγωγή τους είναι μικρή, κυρίως για μονωτικούς σκοπούς θερμότητας, ήχου, έχουν αρκετή συνεκτικότητα και μηχανική αντοχή ώστε να διατηρούν το σχήμα (συν)



Τύποι ινοσανίδων (3/4)

- (συν.) και τη θέση τους χωρίς να στερεώνονται στην κύρια κατασκευή και είναι δυνατό να κάμπτονται γύρω από καμπύλες, και
- τις **συνεκτικές**: παράγονται σε μεγάλες ποσότητες, έχουν ικανοποιητική μηχανική αντοχή, μικρό βάρος και χρησιμοποιούνται ως μονωτικό υλικό ή για επενδύσεις εσωτερικών ή και εκτεθειμένων χώρων.

Οι πιεσμένες ινοσανίδες, αντίθετα, παράγονται με εφαρμογή μεγάλης πίεσης με θερμές πρέσες μετά τη στρωμάτωση.



Τύποι ινοσανίδων (4/4)

- Κύριος αντιπρόσωπος αυτού του τύπου ινοσανίδων είναι η MDF (*Medium Density Fiberboard*, ινοσανίδες μέσης πυκνότητας).
- Οι άλλες είναι οι σκληρές ινοσανίδες (*hardboards*) και οι μεγάλης πυκνότητας. Οι τύποι αυτοί κατασκευάζονται σε μικρές ποσότητες.



Πρώτες ύλες ινοσανίδων

- Για την παραγωγή των ινοσανίδων χρησιμοποιούνται τα ίδια είδη ξύλου και άλλων λιγνοκυτταρικών υλικών που χρησιμοποιούνται και στις μοριοσανίδες όπως ξύλο θρυμματισμού, Ξύλο μικρών διαστάσεων, υπολείμματα κατεργασίας, άλλες λιγνο-κυτταρινικές ίνες.



Στάδια παραγωγής ινοπλακών

- Πρώτες ύλες
 - Ξύλο, άλλα λιγνοκυτταρινικά υλικά
- Μέθοδοι πολτοποίησης:
 1. Μηχανική πολτοποίηση
 2. Θερμομηχανική
 3. Πολτοποίηση με εκτόνωση
- Μέθοδοι στρωμάτωσης:
 1. Υγρή στρωμάτωση
 2. Στρωμάτωση με αέρα (ξηρή στρωμάτωση)





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Πρώτες ύλες

Πρώτες ύλες (1/6)

- Η κύρια πρώτη ύλη είναι το ξύλο, αλλά μερικές φορές χρησιμοποιούνται υπολείμματα κατεργασίας ζαχαροκάλαμου ή λιναριού, άχυρο, στελέχη φυτών βαμβακιού, πάπυρος, μπαμπού, κ.ά.
- Τα ξύλα που χρησιμοποιούνται είναι κωνοφόρα και πλατύφυλλα (ακόμα και είδη με μεγάλη πυκνότητα πχ δρυς, οξιά, σημύδα, ευκάλυπτος, τροπικά ξύλα) χωριστά ή σε μίξη.



Πρώτες ύλες (2/6)

- Ξύλο χλωρό και αποφλοιωμένο είναι προτιμότερο, αλλά και αναποφλοιώτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Για τη παραγωγή του MDF το ξύλο αποφλοιώνεται.
- Γενικά η παρουσία φλοιού έχει μειονεκτήματα: η μεγάλη περιεκτικότητα σε εκχυλίσματα δίνει σκοτεινό χρώμα στο προϊόν ή δημιουργεί προβλήματα από την έκπλυση τους (μεγάλη κατανάλωση νερού), (συν.)



Πρώτες ύλες (3/6)

- (συν.) αλλά και πλεονεκτήματα: όταν παράγονται πεπιεσμένες πλάκες, τα εκχυλίσματα (φλοιού και ξύλου) έχουν συγκολλητική δράση (με την επίδραση ψηλών θερμοκρασιών πολυμερίζονται σε ουσίες όμοιες με τις συνθετικές ρητίνες).



Πρώτες ύλες (4/6)

- Το ξύλο φέρνεται στο εργοστάσιο στρογγυλό ή σχιστό, συνήθως σε κορμοτεμάχια με μικρό μήκος και διάμετρο (βιομηχανικό ξύλο, καυσόξυλα) ή με μορφή μικρών τεμαχιδίων (που μπορεί να παράγονται στο δάσος με θρυμματισμό υπολειμμάτων συγκομιδής) ή με μορφή υπολειμμάτων βιομηχανικής κατεργασίας σε πριστήρια, εργοστάσια παραγωγής ξυλοφύλλων κλπ.



Πρώτες ύλες (5/6)

- Πριονίδι είναι επίσης δυνατό να αξιοποιηθεί και σε μερικά εργοστάσια χρησιμοποιείται σε μεγάλα ποσοστά.
- Για την παραγωγή ινοσανίδων μπορεί να χρειάζονται σημαντικές ποσότητες νερού, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται η υγρή μέθοδος στρωμάτωσης.



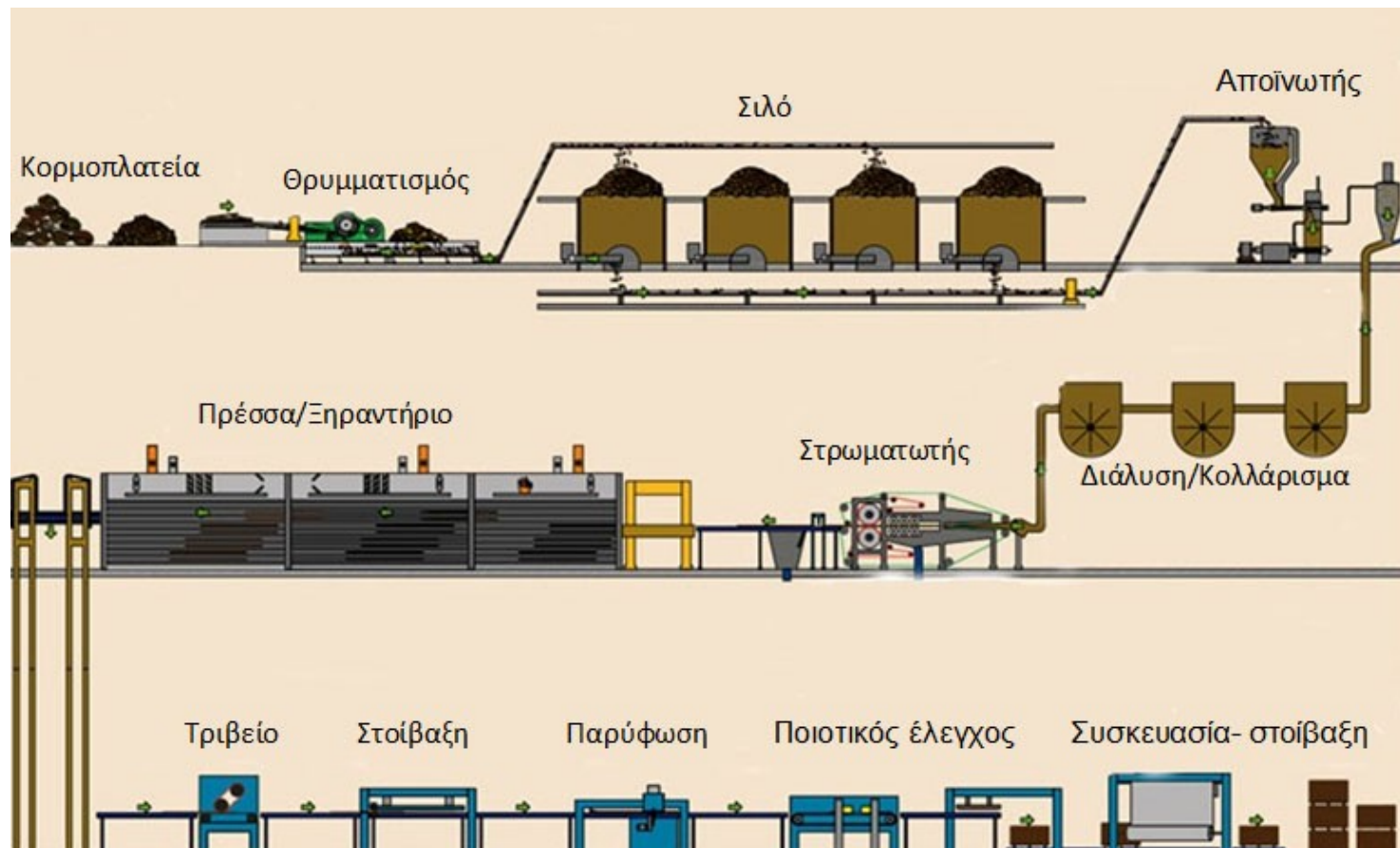
Πρώτες ύλες (6/6)

- **Συγκολλητικές ουσίες** χρησιμοποιούνται κυρίως στην παραγωγή MDF ή όταν απαιτείται βελτίωση των ιδιοτήτων των άλλων τύπων πιεσμένων πλακών. Στη παραγωγή ινοσανίδων μέσης πυκνότητας χρησιμοποιείται κυρίως ουρία- φορμαλδεΐδη και όταν απαιτείται βελτιωμένη αντοχή στην υγρασία και μελαμίνη-φορμαλδεΐδη.
- Μπορεί να χρησιμοποιούνται όπως και στις μοριοσανίδες ανθυγροσκοπικές ουσίες (πχ. παραφίνη), εντομοκτόνες και μυκητοκτόνες ή/και αντιπυρικές ουσίες.



Στάδια παραγωγής ινοσανίδων

Εικόνα 13.2. Βασικά στάδια παραγωγής ινοσανίδων





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Προετοιμασία του ξύλου

Προετοιμασία του ξύλου (1/2)

- Αν χρειάζεται αποφλοίωση και δεν έχει γίνει στο δάσος, η εργασία αυτή γίνεται στο εργοστάσιο με μηχανήματα που απομακρύνουν το φλοιό με αποτριβή ή τομή με μαχαίρια.
- Μερικές φορές η περαιτέρω επεξεργασία (πολτοποίηση) γίνεται απ' ευθείας από κορμοτεμάχια, συνήθως όμως γίνεται θρυμματισμός τους με δίσκους ή κυλίνδρους εφοδιασμένους με μαχαίρια.



Προετοιμασία του ξύλου (2/2)

- Σε μερικά εργοστάσια ινοσανίδων, το ξύλο αποθηκεύεται με μορφή τεμαχιδίων.
- Τα παραγόμενα τεμαχίδια κοσκινίζονται (όσα είναι μεγάλα επαναθρυμματίζονται). Υπάρχουν όμως θρυμματιστές με πολλαπλά μαχαίρια οι οποίοι παράγουν ομοιόμορφα τεμαχίδια, που σπάνια χρειάζονται κοσκίνισμα.
- Ύστερα τα τεμαχίδια μεταφέρονται σε αποθήκες (Silo) με ιμάντες εφοδιασμένους με μαγνητικά εξαρτήματα για αποχωρισμό μεταλλικών αντικειμένων.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Πολτοποίηση

Πολτοποίηση

Υπάρχουν τρεις βασικές μέθοδοι πολτοποίησης του ξύλου:

- μηχανική,
- θερμομηχανική, και
- με εκτόνωση.



Μηχανική πολτοποίηση (1/2)

- Ο πολτός παράγεται με μηχανική αποτριβή του ξύλου, που έχει μορφή στρογγυλών κορμοτεμαχίων ή τεμαχιδίων.
- Τα κορμοτεμάχια (μικρού μήκους και χωρίς σοβαρά ελαττώματα, ιδίως ρόζους) πιέζονται πάνω σε δίσκο (τεχνητή μυλόπετρα) που περιστρέφεται με ταχύτητα και διαβρέχεται συνεχώς με άφθονο νερό για τη διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας και απομάκρυνση των ινών του ξύλου.



Μηχανική πολτοποίηση (2/2)

- Η μέθοδος εφαρμόζεται σε κωνοφόρα και ελαφρά πλατύφυλλα.
- Η απόδοση είναι μεγάλη (95 - 98%) αλλά ο πολτός περιέχει δέσμες ινών και σπασμένες ίνες και γι' αυτό είναι κατώτερης ποιότητας και χρησιμοποιείται κυρίως για μονωτικές πλάκες.
- Η χρησιμοποίηση τεμαχιδίων ξύλου είναι νέα εξέλιξη της μεθόδου.



Θερμομηχανική πολτοποίηση (1/4)

- Η θερμομηχανική μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως στην παραγωγή ινοσανίδων μέσης πυκνότητας. Για την πολτοποίηση χρησιμοποιούνται ξυλοτεμαχίδια. Η μέθοδος παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την μηχανική, γιατί μπορεί να αξιοποιεί μεγάλη ποικιλία ειδών και υπολείμματα άλλων βιομηχανιών, περιλαμβανόμενου και πριονιδιού.



Θερμομηχανική πολτοποίηση (2/4)

- Η αποτριβή των τεμαχιδίων ξύλου, γίνεται μετά από άτμιση και η αποϊνώση βασίζεται στο μαλάκωμα της λιγνίνης της μεσοκυττάριας στρώσης με την επίδραση μεγάλων θερμοκρασιών.
- Η άτμιση είναι περισσότερο αποτελεσματική (από άποψη της ενέργειας που χρειάζεται για αποϊνώση) σε ξύλα πλατύφυλλων.



Θερμομηχανική πολτοποίηση (3/4)

- Η αποτριβή γίνεται με δισκοτριβείς - μηχανήματα εφοδιασμένα με δύο δίσκους (με τραχιές επιφάνειες) ένα σταθερό και ένα περιστρεφόμενο ή δύο περιστρεφόμενους αντίθετα και σε μικρή απόσταση.
- Ο πολτός είναι καλύτερης ποιότητας (περιέχει λιγότερες δέσμες ινών και σπασμένες ίνες, και έχει μεγαλύτερη μηχανική αντοχή). Η απόδοση είναι επίσης μεγάλη (90 - 95%).



Θερμομηχανική πολτοποίηση (4/4)

- Μηχανική αποτριβή τεμαχιδίων (ιδίως σκληρών πλατυφύλλων) γίνεται και μετά από επίδραση χημικών ουσιών. Η απόδοση στην περίπτωση αυτή είναι μικρότερη (70 - 85%).



Πολτοποίηση με εκτόνωση

- Κατά την πολτοποίηση με εκτόνωση (μέθοδος του Mason) ορισμένη ποσότητα τεμαχιδίων τοποθετείται σε λέβητα και ατμίζεται με πίεση.
- Η πίεση ανυψώνεται και ύστερα αφαιρείται απότομα με άνοιγμα βαλβίδας.
- Τα τεμαχίδια που έχουν μαλακώσει με την απότομη έξοδο και εκτόνωση μεταβάλλονται σε ίνες ή δέσμες ινών. Η απόδοση σε πολτό είναι χαμηλότερη (μέχρι 83%) σε σύγκριση με τις προηγούμενες μεθόδους, λόγω υδρόλυσης ημικυτταρινών και από άλλες απώλειες.



Βελτίωση του πολτού

- Ανεξάρτητα από τη μέθοδο παραγωγής, ο πολτός μπορεί να υποβληθεί σε συμπληρωματική βελτίωση και σε καθαρισμό, αν και αυτό γίνεται καλύτερα με πλύση των τεμαχιδίων πριν από την πολτοποίηση.
- Ακολουθεί στρωμάτωση του πολτού, αφού έχουν προστεθεί όταν χρειάζονται συγκολλητικές και χημικές ουσίες για να επηρεαστούν μία ή κάποιες ιδιότητες ανάλογα με την περαιτέρω μέθοδο παραγωγής και τη χρήση για την οποία προορίζονται οι ινοσανίδες.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Στρωμάτωση

Στρωμάτωση

Η στρωμάτωση γίνεται με δύο μεθόδους:

- **υγρή** και
- **με αέρα.**

Και στις δύο περιπτώσεις επιδιώκεται ομοιομορφία κατανομής (πυκνότητας) του υλικού, επιθυμητό πάχος και καλή ποιότητα της επιφάνειας του τελικού προϊόντος.



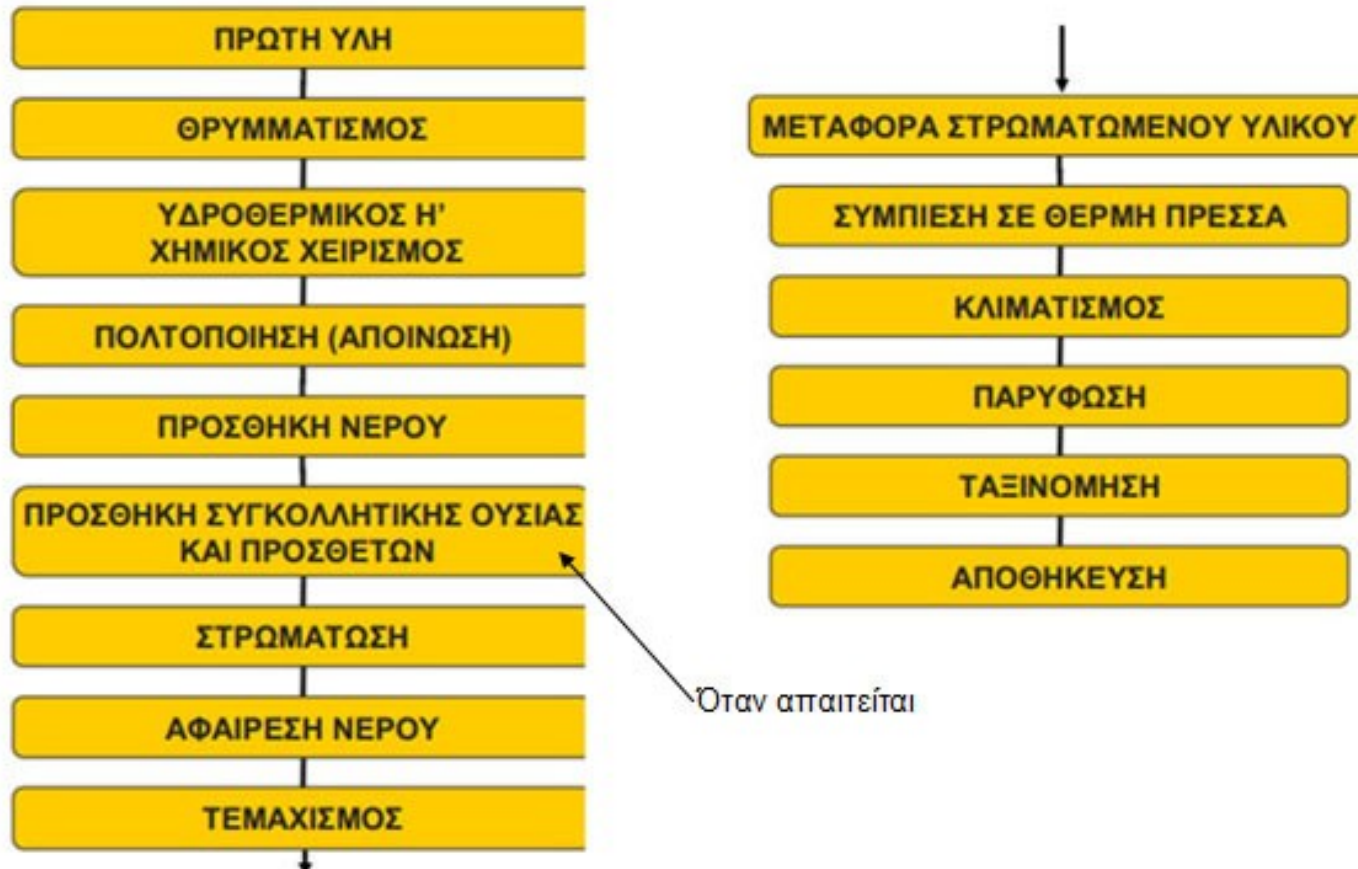
Υγρή στρωμάτωση (1/4)

- Η υγρή είναι η συνηθέστερη μέθοδος στρωμάτωσης για παραγωγή μονωτικών, σκληρών και μεγάλης πυκνότητας ινοσανίδων
- Οι ίνες βρίσκονται σε αραιό αιώρημα (1 - 2% περίπου) σε νερό.
- Η στρωμάτωση γίνεται με ειδικά μηχανήματα και συγκεκριμένα:



Υγρή στρωμάτωση: Στάδια

Εικόνα 13.3. Στάδια παραγωγής ινοσανίδων με υγρή στρωμάτωση



Υγρή στρωμάτωση (2/4)

α) Με απύθμενο τετράπλευρο πλαίσιο που μπορεί να ανεβοκατεβαίνει πάνω σε μεταλλικό δικτυωτό.

Ορισμένη ποσότητα πολτού (όγκος ή βάρος) αρκετή για μια ινοπλάκα τοποθετείται με αντλία μέσα στο πλαίσιο. Με εφαρμογή κενού στη βάση και πίεσης από το πάνω μέρος απομακρύνεται το περίσσεμα του νερού και ελαττώνεται το πάχος του στρώματος – ενώ το πλαίσιο ανυψώνεται. Η διαδικασία είναι σχετικά αργή και γι' αυτό προτιμούνται οι επόμενες μέθοδοι, στις οποίες η στρωμάτωση είναι συνεχής.



Υγρή στρωμάτωση (3/4)

β) Με μηχανή *Fourdrinier*.

Η στρωμάτωση γίνεται σε κινούμενο (σχετικά βραδύτερα) ατέρμονα δικτυωτό, και η αφαίρεση του περισσέυματος του νερού γίνεται στην αρχή με κενό κάτω από το δικτυωτό και ύστερα με μια σειρά από πιεστικά τύμπανα. Η μέθοδος είναι όμοια ουσιαστικά με αυτήν που χρησιμοποιείται στη χαρτοποιία.



Υγρή στρωμάτωση (4/4)

γ) Με κυλινδρικό φίλτρο, δηλ. τύμπανο μεγάλης διαμέτρου (2,4 - 4,3 μ.).

Το τύμπανο, από κυλινδρικό δικτυωτό, περιστρέφεται μέσα σε μια δεξαμενή που περιέχει αιώρημα πολτού. Το επίπεδο του αιωρήματος βρίσκεται λίγο ψηλότερα από την μέση του τυμπάνου. Η στρωμάτωση γίνεται πάνω στο δικτυωτό και το περίσσειμα του νερού αφαιρείται με διαδοχική εφαρμογή κενού (σε τμήματα του τυμπάνου που βρίσκονται μέσα σε αιώρημα) και πίεσης (με πιεστικό τύμπανο, σε τμήματα που βγαίνουν από το αιώρημα).



Στρωμάτωση με αέρα (1/2)

- Η στρωμάτωση με αέρα είναι νεώτερη αλλά αναπτυσσόμενη τεχνική η οποία πλεονεκτεί γιατί οι ανάγκες σε νερό είναι πολύ περιορισμένες, πράγμα που έχει σημασία και από άποψη ρύπανσης του περιβάλλοντος.
- Μετά την πολτοποίηση (με τη θερμομηχανική μέθοδο) οι ίνες ξηραίνονται (με δίοδο από ξηραντήριο ή θέρμανσης του αέρα με τον οποίο μεταφέρονται για στρωμάτωση) και στη συνέχεια στρωματώνονται πάνω σε κινούμενο ιμάντα ή δικτυωτό.
- Με αέρα παράγονται οι ινοσανίδες μέσης πυκνότητας (MDF).



Στρωμάτωση με αέρα (2/2)

- Η υγρασία είναι δυνατό να μειωθεί μέχρι 8% ή και χαμηλότερα. Όσο χαμηλότερη είναι η υγρασία τόσο μεγαλύτερο ποσοστό ρητίνης προστίθεται πριν από την στρωμάτωση (μέχρι 8%) ανάλογα και με την επιθυμητή ποιότητα ινοσανίδων. Επίσης προστίθεται παραφίνη (συνήθως 2,5% περίπου).
- Ινοπλάκες με λείες επιφάνειες μπορούν να παραχθούν με ξεχωριστή στρωμάτωση λεπτότερου υλικού στις εξωτερικές στρώσεις.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ξήρανση

Ξήρανση

- Μετά τη στρωμάτωση, ο χειρισμός του υλικού διαφέρει αν πρόκειται να παραχθούν μονωτικές ή πιεσμένες ινοσανίδες.
- Στην περίπτωση παραγωγής μονωτικών ινοσανίδων (που παράγονται αποκλειστικά με υγρή στρωμάτωση) το στρωματωμένο υλικό μεταφέρεται για ξήρανση.
- Αν η στρωμάτωση έγινε σε συνεχές φύλλο προηγείται διαμόρφωση των πλακών στο μήκος και στο πλάτος.



Ξήρανση – Προπίεση (1/3)

- Η ξήρανση έχει σκοπό να κατεβάσει την υγρασία του στρωματωμένου υλικού από ένα επίπεδο 50 - 80% σε ποσοστό όχι μεγαλύτερο από 10%. Αυτό γίνεται σε ειδικά ξηραντήρια με έλεγχο θερμοκρασίας (120 - 190°C) της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας του αέρα σε διάστημα 2 - 4 ωρών.
- Όταν παράγονται συνεκτικές ινοσανίδες συνήθως γίνεται ταυτόχρονα ξήρανση και μερική πίεση. Για την παραγωγή ινοσανίδων **MDF δεν γίνεται ξήρανση** του στρωματωμένου υλικού.



Τύποι ξηραντηρίων

Υπάρχουν τρεις τύποι ξηραντηρίων:

- τύπου στοάς (τούνελ) μέσα από την οποία περνά το στρωματωμένο υλικό (πλάκες),
- πλακών που θερμαίνονται με ατμό, και
- θερμαινόμενων τυμπάνων που είναι τοποθετημένα σε ένα ή περισσότερα επίπεδα.



Ξήρανση – Προπίεση (2/3)

- Μετά από ξήρανση μπορεί να γίνονται άλλες, συμπληρωματικές κατεργασίες, ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται οι (μονωτικές) ινοσανίδες, όπως πχ μηχανική κατεργασία των παρυφών για διευκόλυνση πλευρικής σύνδεσης, διάτρηση, κάλυψη της επιφάνειας με άσφαλτο ή ελαιόχρωμα, επιφανειακός αντιπυρικός εμποτισμός.



Ξήρανση – Προπίεση (3/3)

- Στην περίπτωση παραγωγής ινοσανίδων μέσης πυκνότητας (**MDF**) δεν παρεμβάλλεται το στάδιο της ξήρανσης, αλλά εφαρμόζεται προπίεση για μείωση του πάχους, και γίνεται διαμόρφωση των διαστάσεων των ινοσανίδων (μήκος, πλάτος) πριν από την τελική πίεση.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Πίεση

Πίεση (1/2)

- Η πίεση διακρίνεται σε υγρή και ξηρή.
- Και στις δύο περιπτώσεις η πίεση είναι θερμή και εφαρμόζεται με πρέσες με πολλά διαχωρίσματα και πλάκες που συνήθως θερμαίνονται με ατμό ή με νερό (σπάνια με ηλεκτρισμό).
- Η πίεση θεωρείται υγρή ή ξηρή ανάλογα με την υγρασία του στρωματωμένου υλικού.



Πίεση (2/2)

- Όταν η υγρασία είναι μεγάλη και χρειάζεται δικτυωτό για διαφυγή παραγόμενου ατμού ή νερού, η πίεση θεωρείται υγρή. Αντίθετα όταν η υγρασία είναι χαμηλή και δεν χρειάζεται δικτυωτό η πίεση είναι ξηρή.
- Τα προϊόντα της μιας ή της άλλης μεθόδου κατά κανόνα μπορούν να διακριθούν, γιατί με την υγρή πίεση το δικτυωτό αποτυπώνεται στην κάτω επιφάνεια των ινοπλακών, ενώ με την ξηρή πίεση και οι δύο επιφάνειες είναι λείες.



Υγρή πίεση (1/2)

- Τυπική διαδικασία υγρής πίεσης περιλαμβάνει τρεις φάσεις που διαρκούν 8 λεπτά περίπου.
- Η πρώτη φάση, μικρής διάρκειας, έχει σκοπό να απομακρύνει (μηχανικά) το περίσσειμα του νερού (μέχρι 75%) από το στρωματωμένο υλικό και να διαμορφώσει το πάχος της πλάκας.
- Σε δεύτερη, μεγαλύτερη, φάση, που υπηρετεί κυρίως την απομάκρυνση του παραγόμενου ατμού, η πίεση μειώνεται σημαντικά.

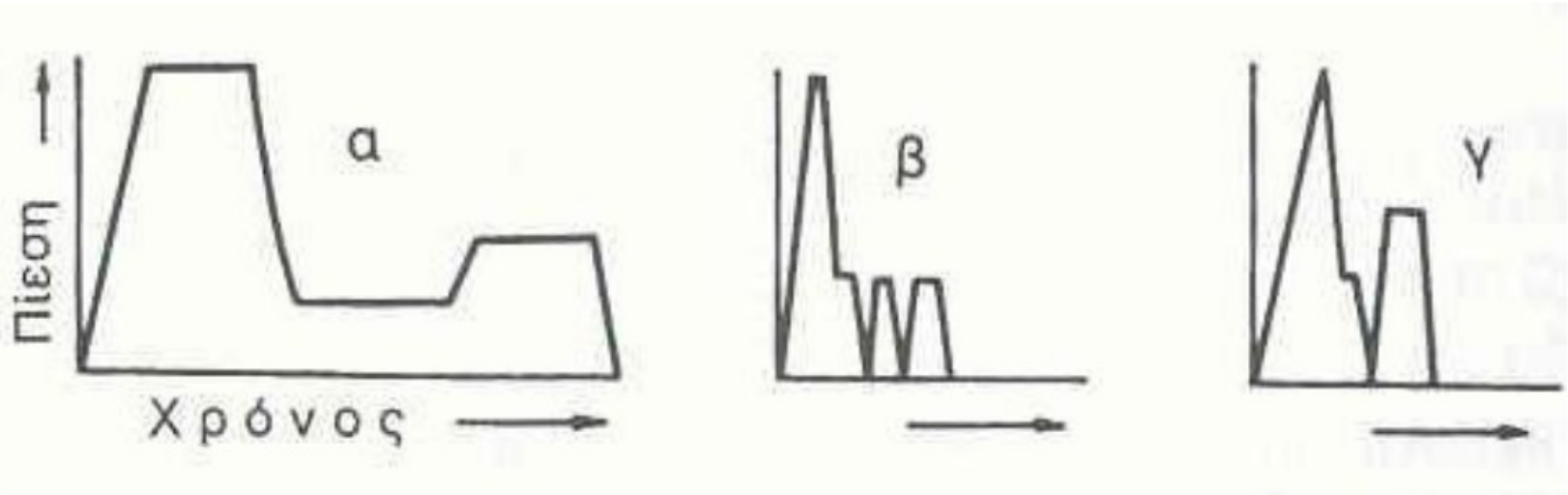


Υγρή πίεση (2/2)

- Στην τελευταία φάση, επίσης μικρής διάρκειας και μεγάλης πίεσης, γίνεται η τελική σκλήρυνση του προϊόντος.
- Η μέγιστη πίεση (για σκληρές ινοπλάκες) είναι της τάξης των 50 Kp/cm² και η θερμοκρασία μεταξύ 180 - 210°C.



Διαγράμματα πίεσης



α = υγρή στρωμάτωση/ υγρή πίεση

β = υγρή στρωμάτωση/ ξηρή πίεση

γ = ξηρή στρωμάτωση/ ξηρή πίεση



Ξηρή πίεση (1/2)

- Η μέθοδος αυτή προϋποθέτει ξήρανση του στρωματωμένου υλικού σε υγρασία μέχρι 8 - 10%. Η πίεση εφαρμόζεται με λείες πλάκες (χωρίς χρήση δικτυωτού) διαρκεί 2 - 5 λεπτά (λιγότερο μετά από προθέρμανση) είναι μεγαλύτερη από την προηγούμενη (60 - 80 Kp/cm²) και η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 170 - 220°C.
- Ξηρή πίεση μπορεί να εφαρμοστεί και ύστερα από υγρή στρωμάτωση.



Ξηρή πίεση (2/2)

- Στην παραγωγή των ινοσανίδων μέσης πυκνότητας εφαρμόζεται μόνο θερμή πίεση ακολουθώντας ειδικό διάγραμμα πίεσης ιδιαίτερα.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Βελτιωτικές επεξεργασίες

Βελτιωτικές επεξεργασίες (1/3)

- Μετά την πίεση (αμέσως μετά την έξοδο από τη θερμή πρέσσα) μπορεί να γίνεται ειδική επεξεργασία των **σκληρών** ινοσανίδων (θερμική, με έλαια) για βελτίωση ιδιοτήτων τους.
- Η **θερμική επεξεργασία** περιλαμβάνει έκθεση των πλακών σε μεγάλη θερμοκρασία και εφαρμόζεται σε ινοσανίδες που παράγονται με υγρή στρωμάτωση. Η επεξεργασία αυτή γίνεται σε θαλάμους με κυκλοφορία του αέρα για να αποφεύγεται κίνδυνος ανάφλεξης.



Βελτιωτικές επεξεργασίες (2/3)

- Αποτέλεσμα της θερμικής επεξεργασίας είναι η βελτίωση μηχανικών ιδιοτήτων και ο περιορισμός της υγροσκοπικότητας.
- Η επεξεργασία με έλαια, αποτελεί την τοποθέτηση ελαίων στην επιφάνεια έτοιμων πλακών (με εμφάνιση ψεκασμό ή επάλειψη) ή σε στρωματωμένο υλικό πριν από προπίεση σε ποσοστό 2 - 12% του ξύλου



Βελτιωτικές επεξεργασίες (3/3)

- Ακολουθεί έκθεση σε μεγάλη θερμοκρασία 160 - 170°C για λίγες ώρες (3 - 9).
- Η επεξεργασία αυτή εφαρμόζεται αντί θερμικής επεξεργασίας σε ειδικές περιπτώσεις (πχ πλάκες που προορίζονται για δάπεδα ή εξωτερικές επενδύσεις) και έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση μηχανικών ιδιοτήτων και τον περιορισμό της υγροσκοπικότητας και της ρίκνωσης.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Κλιματισμός, παρύφωση και άλλες επεξεργασίες

Κλιματισμός

- Αμέσως μετά την έξοδο από την θερμή πρέσσα, οι ινοσανίδες έχουν χαμηλή υγρασία. Επειδή ανομοιόμορφη πρόσληψη υγρασίας από το περιβάλλον δημιουργεί κίνδυνο στρέβλωσης, γίνεται κλιματισμός τους με συνθήκες που αντιστοιχούν σε ισοδύναμη υγρασία 5 - 8% ή και μεγαλύτερη (10 - 11%), ανάλογα με το τύπο των ινοσανίδων.



Παρύφωση (1/2)

- Αυτό γίνεται σε θαλάμους με ελεγχόμενη σχετική υγρασία και θερμοκρασία (πχ με σχετική υγρασία 80 - 85% και θερμοκρασία 38 - 50°C επί 5 - 6 ώρες) ή με άλλους τρόπους (εμβάπτιση, ψεκασμό ή επάλειψη με νερό και στοίβαση).
- Μετά τον κλιματισμό γίνεται παρύφωση με πρίση. Τα υπολείμματα επαναπολτοποιούνται ή καίγονται για παραγωγή ενέργειας .
- Οι τελικές διαστάσεις διαφέρουν, ανάλογα με το ειδικό προϊόν και τις ισχύουσες προδιαγραφές που διαφέρουν από χώρα σε χώρα.



Παρύφωση (2/2)

- Η διαδικασία παραγωγής συνήθως τελειώνει μετά την παρύφωση, αλλά σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να συνεχίζεται, πχ με επικόλληση φύλλων χαρτιού (εμποτισμένων με συνθετική ρητίνη), βαφή με ελαιοχρώματα, επάλειψη αντιπυρικών (ή και εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων) ουσιών. Επίσης μερικές φορές χαράζονται εσοχές ή με χρήση ειδικών πλακών πρεσών παράγονται διακοσμητικές ινοσανίδες.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ιδιότητες ινοπλακών

Ιδιότητες ινοπλακών

Οι ιδιότητες των ινοπλακών εξαρτώνται από:

- το είδος των ινοσανίδων
- τα χαρακτηριστικά των ινών από τις οποίες κατασκευάζονται,
- τη χρησιμοποίηση ή όχι συγκολλητικής ουσίας ή πρόσθετων, και
- τις συνθήκες παραγωγής.

Η πυκνότητα του προϊόντος είναι σημαντικός δείκτης ιδιοτήτων.



Ρίκνωση και διόγκωση (1/2)

- Το μήκος και το πλάτος των ινοσανίδων μεταβάλλονται λίγο όταν μεταβάλλεται η υγρασία τους, ενώ το πάχος μεταβάλλεται σημαντικά.
- Αύξηση της πυκνότητας των ινοπλακών και της απόδοσης ξυλοπολτού (ποσοστού ξυλοπολτού από ορισμένη ποσότητα ξύλου) προκαλούν μεγαλύτερη μεταβολή διαστάσεων και μεγαλύτερη μόνιμη διόγκωση.



Ρίκνωση και διόγκωση (2/2)

- Αντίθετα κατεργασία του πολτού, μεγαλύτερο ποσοστό ρητίνης και μεγαλύτερη θερμοκρασία πίεσης επιδρούν μειωτικά στη ρίκνωση και τη διόγκωση.
- Μειωτικά επιδρούν και η θερμική επεξεργασία και η επεξεργασία με έλαια.
- Ινοπλάκες από ορισμένα είδη βρέθηκε ότι παρουσιάζουν μικρότερες μεταβολές διαστάσεων από άλλα (πχ λεύκη, δρυς).



Μηχανικές ιδιότητες (1/4)

- Κύριες μηχανικές ιδιότητες των ινοπλακών είναι η αντοχή σε στατική κάμψη, η ελαστικότητα, και η αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό και η κρούση.
- Η μηχανική αντοχή επηρεάζεται από παράγοντες όπως: πυκνότητα του προϊόντος, προσθήκη ή όχι συγκολλητικής ουσίας, απόδοση ξυλοπολτού και κατεργασία του, συνθήκες παραγωγής (θερμοκρασία, πίεση, προφίλ πυκνότητας), είδος ινών (λεπτές, δεσμίδες).



Μηχανικές ιδιότητες (2/4)

- Όταν αυξάνεται η πυκνότητα, αυξάνεται η αντοχή (και μειώνεται η ελαστικότητα), αλλά η επίδραση αυτή επηρεάζεται από τη θερμοκρασία πίεσης.
- Η κατεργασία του πολτού βελτιώνει τις μηχανικές ιδιότητες.
- Το είδος της ρητίνης επηρεάζει την αντοχή ινοπλακών που έγιναν με υγρή στρωμάτωση (φαινόλη - φορμαλδεΐδη βελτιώνει την αντοχή σε σύγκριση με θερμοπλαστική ρητίνη).



Μηχανικές ιδιότητες (3/4)

- Μείωση της απόδοσης του ξυλοπολτού βελτιώνει τη μηχανική αντοχή και όμοια είναι η επίδραση αύξησης του ποσοστού ρητίνης.
- Ινοπλάκες που παράγονται μόνο από λεπτές ίνες ή δεσμίδες ινών είναι εύθραυστες.
- Η ευκαμψία βελτιώνεται με ανάμιξη ινών και δεσμίδων ινών. Ινοπλάκες από νεαρό ξύλο έχουν μικρότερη αντοχή σε κρούση.



Μηχανικές ιδιότητες (4/4)

- Η αντοχή σε κάμψη επηρεάζεται από την εφαρμογή προπίεσης και την ταχύτητα πίεσης: προπίεση αυξάνει λίγο την αντοχή, ενώ μεγαλύτερη ταχύτητα πίεσης την μειώνει.
- Οι ινοσανίδες δείχνουν μεγαλύτερη επίδραση της διάρκειας φόρτισης, μεγαλύτερο ερπυσμό και μεγαλύτερη μείωση της αντοχής με αυξανόμενη υγρασία, σε σύγκριση με αυτούσιο ξύλο και αντικολλητά.



Άλλες ιδιότητες (1/2)

- Η θερμοαγωγιμότητα των ινοπλακών επηρεάζεται από την πυκνότητα τους.
- Η ηχομονωτικότητα επίσης σχετίζεται στενά με την πυκνότητα και βελτιώνεται σημαντικά με διάτρηση των πλακών.
- Ινοπλάκες είναι δυνατό να προσροφούν μεγάλα ποσά νερού ανάλογα με την πυκνότητα και τη θερμοκρασία παραγωγής (πίεσης).



Άλλες ιδιότητες (2/2)

- Άλλες αξιοσημείωτες ιδιότητες που παρουσιάζουν οι ινοπλάκες είναι επίσης: η λειότητα της επιφάνειας των (σκληρών) ινοπλακών, η διαθεσιμότητα σε μεγάλες επιφάνειες, η εύκολη κατεργασία, η συναρμολόγηση με καρφιά και βίδες, η δυνατότητα βαφής, η αντοχή σε μύκητες κ.ά.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

MDF

MDF

- Το MDF είναι ένα σχετικά νέο προϊόν ινοσανίδων με πολύ καλές ιδιότητες σε σχέση με τις μοριοσανίδες και τα άλλα είδη ινοσανίδων που παράγονται από τις ίδιες μορφές ξύλου.
- Βρίσκει εφαρμογή σε όλες σχεδόν της ξύλινες κατασκευές, ιδιαίτερα τα έπιπλα και η παγκόσμια παραγωγή του παρουσιάζει μεγάλη αύξηση.



Παραγωγή MDF (1/5)

- Η παραγωγή του MDF ακολουθεί τα στάδια που δίνονται στην Εικόνα 13.4. Ομοιάζει πολύ με την παραγωγή των μοριοσανίδων με τη βασική διαφορά στις μοριοσανίδες το ξύλο θρυμματίζεται σε μικρά μόρια ενώ στις ινοσανίδες πολτοποιείται σε ίνες. Άλλη διαφορά είναι η αποφλοίωση που είναι απαραίτητη στις ινοσανίδες.
- Η θερμή συμπίεση γίνεται κυρίως σε σύγχρονες μονάδες με μονόροφες συνεχείς πρέσες μεγάλου μήκους και ακολουθεί ο τεμαχισμός.



Παραγωγή MDF (2/5)

Εικόνα 13.4. Στάδια παραγωγής MDF



Παραγωγή MDF (3/5)

Εικόνα 13.5. Τμήμα γραμμής MDF (πλάκα μετά την έξοδο από τη θερμή πρέσα, τεμαχισμός σε μήκη και ψύξη σε αστερίες)



Παραγωγή MDF (4/5)

- Στο προϊόν που προορίζεται για εσωτερικές χρήσεις (έπιπλα και άλλες ξύλινες κατασκευές) χρησιμοποιείται κόλλα ουρίας-φορμαλδεΐδης και παραφίνη. Όταν προορίζεται για χρήσεις που απαιτείται αντοχή στην υγρασία χρησιμοποιείται μελαμίνη- ή μίξη ουρίας-μελαμίνης-φορμαλδεΐδης. Σπανιότερα χρησιμοποιείται φαινόλη- φορμαλδεΐδη για εξωτερικές χρήσεις.



Παραγωγή MDF (5/5)

- Στη συγκολλητική ουσία μπορεί να προστίθενται αντιπυρικές, αντιμυκητοκτόνες ακόμη και χρωστικές ουσίες.
- Για πολύ ειδικές χρήσεις χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά σε μίξη με τις ίνες όπως ίνες υάλου ή άνθρακα, κλπ.



Τύποι MDF (1/2)

- MDF ΜΙΚΡΟΥ ΠΑΧΟΥΣ
- MDF ΜΕΓΑΛΟΥ ΠΑΧΟΥΣ
- MDF ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΦΟΡΜΑΛΔΕΥΔΗ
- MDF ΜΕ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΥΨΗΛΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ
- MDF ΓΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ
- MDF ΑΝΘΕΚΤΙΚΟ ΣΤΗ ΦΩΤΙΑ
- MDF ΓΙΑ ΠΑΤΩΜΑΤΑ
- MDF ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΟΡΦΕΣ
- MDF ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ ΜΕ ΙΝΕΣ ΥΑΛΟΥ Η΄ ΑΝΘΡΑΚΑ
- MDF ΕΜΠΟΤΙΣΜΕΝΟ ΜΕ ΡΗΤΙΝΗ
- ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΟ MDF



Τύποι MDF (2/2)

Εικόνα 13.6. Διάφοροι τύποι MDF (επάνω) και παραδείγματα χρήσης χρωματιστού MDF (κάτω)



Τεχνολογία Ξύλου

Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος



Χρήσεις MDF





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

OSB

OSB (1/2)

- Η OSB (Oriented Strand Board) είναι ξυλοπλάκα (μοριοσανίδα) κατασκευασμένη από μεγάλα ξυλοτεμαχίδια-πλανίδια με ορισμένο προσανατολισμό (πχ. κατεύθυνση ινών παράλληλη η/και κάθετη προς το μήκος των πλακών). Είναι σχετικά νέο προϊόν ξύλου με πολλές χρήσεις στην οικοδομική, αλλά και στην επιπλοποιία.



OSB (2/2)

Εικόνα 13.7. Διάφορες μορφές OSB (αρχείο Ι. Φιλίππου)



OSB – Πρώτες ύλες

- Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιείται ξύλο μόνο σε μορφή στρόγγυλης ξυλείας (πχ ξύλο θρυμματισμού) ελαφριών πλατύφυλλων (λεύκη, ιτιά, κ.ά.) και κωνοφόρων.
- Ως συγκολλητικές ουσίες χρησιμοποιούνται φαινόλη- φορμαλδεΰδη ή ισοκυανικές κόλλες που προσδίδουν μεγάλη μηχανική αντοχή και αντοχή στην υγρασία.



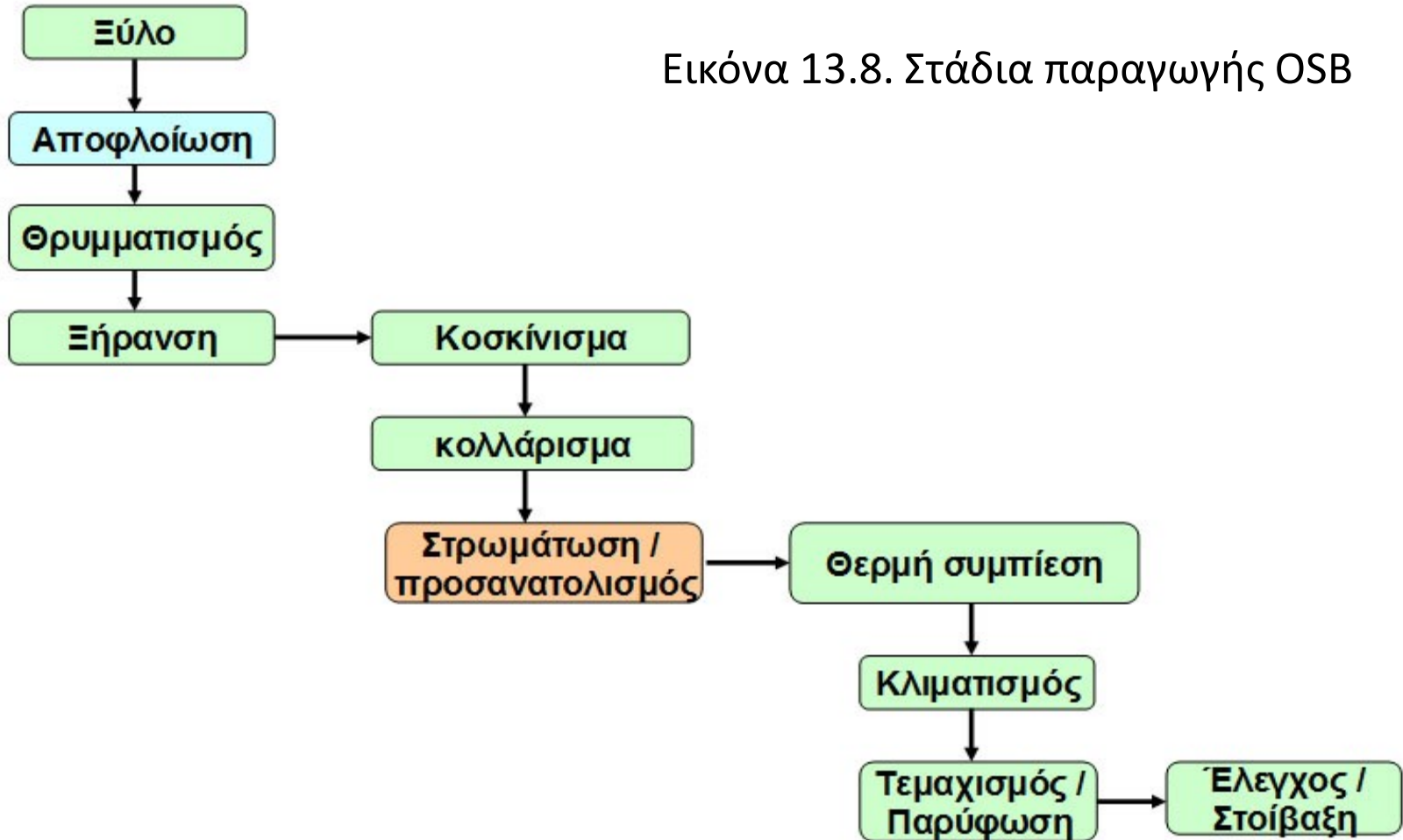
OSB – Τεχνολογία παραγωγής (1/3)

Η τεχνολογία παραγωγής των ξυλοπλακών OSB είναι παρόμοια με αυτή των μοριοσανίδων. Η παραγωγική διαδικασία διαφέρει κυρίως στα εξής σημεία.

- Κατά το θρυμματισμό παράγονται τεμαχίδια μεγάλου σχετικά μήκους και πλάτους και μικρού πάχους (πλανίδια).
- Οι πλάκες είναι τρίστρωμες και σπανιότερα μονόστρωμες. (συν.)



Στάδια παραγωγής OSB



Ξυλοτεμαχίδια παραγωγής OSB

Εικόνα 13.9. Ξυλοτεμαχίδια (πλανίδια) παραγωγής OSB



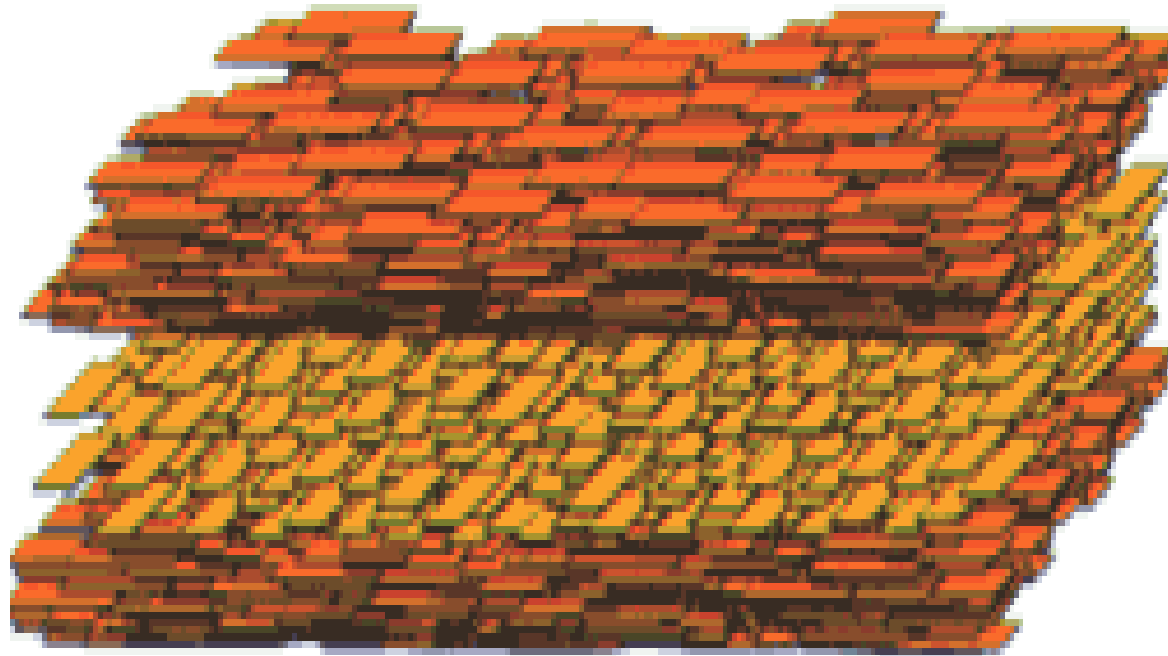
OSB – Τεχνολογία παραγωγής (2/3)

- (συν.) Στις μονόστρωμες τα ξυλοτεμαχίδια στρωματώνονται με το μήκος τους παράλληλα με τη κατεύθυνση παραγωγής. Στις τρίστρωμες τα ξυλοτεμαχίδια έχουν τις διαστάσεις και στις τρεις στρώσεις και η κατεύθυνση του μήκους των είναι κάθετη στη μεσαία στρώση (όπως γίνεται και στο τρίστρωμο κοντραπλακέ για τους ίδιους λόγους).
- Σπάνια γίνεται λείανση στις πλάκες OSB.



OSB – Τεχνολογία παραγωγής (3/3)

Εικόνα 13.10. Προσανατολισμένα ξυλοτεμαχίδια (η κατεύθυνση ινών των τεμαχιδίων στη μεσαία και στις εξωτερικές στρώσεις είναι κάθετος



OSB - Πλεονεκτήματα

Κύρια πλεονεκτήματα του OSB που το καθιστούν κατάλληλο υλικό και για οικοδομικές χρήσεις είναι:

- Υψηλή μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του και ανθεκτικότητα στην υγρασία.
- Σε πολλές ιδιότητες είναι εφάμιλλο του αντικολλητού (κοντραπλακέ).
- Εύκολη κατεργασία και χειρισμός του σε κατασκευές.



OSB – Χρήσεις (1/2)

Οι ξυλόπλακες OSB βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στην οικοδομική, αλλά και σε ορισμένα είδη επίπλου. Οι κυριότερες χρήσεις είναι:

- Συνδετική πλάκα σε δοκούς στη κατασκευή ξύλινων οικιών
- Πλάκες ξυλοτύπων
- Επένδυση στεγών, δαπέδων και τοίχων
- Ξύλινες συσκευασίες και κουτιά
- Έπιπλα, κ.ά.



OSB – Χρήσεις (2/2)

Εικόνα 13.11. Διάφορες χρήσεις ξυλοπλακών OSB





Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Παπανικολάου Αναστάσιος
Θεσσαλονίκη, <Ημερομηνία>



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



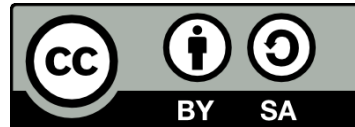
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Φιλίππου Ιωάννης.
«Τεχνολογία Ξύλου. Ινοσανίδες». 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/>

