

1^Η ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ :

ΜΑΘΗΜΑ 3^Ο

Διαθεσιμότητα και φιλικότητα προς το περιβάλλον του ξύλου ως οικοδομικό υλικό



Επισκόπηση Παρουσίασης

ΘΕΜΑΤΑ

- Τα δάση-βιώσιμη δασοκομία στις χώρες της κοινοπραξίας
- Συστήματα πιστοποίησης στις δασοκομίες στις χώρες της κοινοπραξίας
- Είδη ξύλου για χρήση ως δομική ξυλεία
- Δομικά υλικά κτιρίων - Γενικά στοιχεία
- Σύνοψη των κολλημένων ξύλινων δομικών υλικών



ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑΣ

Βιωσιμότητα
Συστήματα πιστοποίησης
Είδη ξύλου για κατασκευές

ΕΙΔΗ ΞΥΛΟΥ



Σκωτσέζικο πεύκο
(*Pinus silvestris* L.)



Νορβηγικό έλατο
(*Picea abies* L. H. Karst.)



Βελανιδιά
(*Quercus robur* L.)



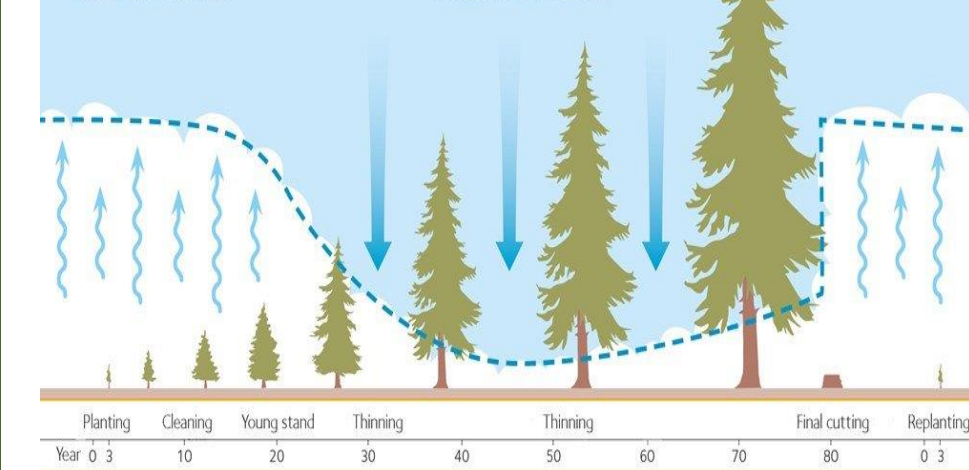
Πεύκη
(*Larix* Mill.)



Σημύδα
(*Betula* ... L.)

ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

Η πιο ζωτικής σημασίας φόρμουλα



Αυστρία

Δασική κάλυψη 46,2%
Απόθεμα 972 εκατ. m³
Ετήσια αύξηση 31,4 εκατ. m³
Ετήσια υλοτομία 19,8 εκατ. m³
Κύρια είδη: Νορβηγικό έλατο 59,8%, οξιιά 9,5%, σκωτσέζικο πεύκο 6,2%

Φινλανδία

Δασική κάλυψη 71,6%
Ετήσια αύξηση 110 εκατ. m³
Κύρια είδη: σκωτσέζικο πεύκο 50%
Νορβηγικό έλατο 30%
Σκληρά ξύλα 20%

Ελλάδα

Δασική κάλυψη 19%
Μαλακό ξύλο στα δάση 38%
Σκληρά ξύλα 62%

Λετονία

Δασική κάλυψη 53%
Ετήσια αύξηση 25 εκατ. m³
Ετήσια υλοτομία 11 εκατ. m³
Κύρια είδη: σκωτσέζικο πεύκο 33%, Σημύδα 30%, Νορβηγικό έλατο 19%, άλλα σκληρά ξύλα 18%

Ισπανία

Δασική κάλυψη 29%
Κύρια είδη: πεύκα, ευκάλυπτος, δρυς, οξιιά, ασημένια έλατα.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Συμβούλιο Διαχείρισης Δασών (FSC)

είναι μια ανεξάρτητη, μη κυβερνητική οργάνωση που δημιουργήθηκε για να προωθήσει την υπεύθυνη διαχείριση των δασών του κόσμου. Το πρόγραμμα FSC περιλαμβάνει δύο τύπους πιστοποιήσεων:

- Πιστοποίηση Διαχείρισης Δασών
- Αλυσίδα φύλαξης (COC).

Πρόγραμμα επικύρωσης δασικής πιστοποίησης

Το πρόγραμμα για την έγκριση του συστήματος πιστοποίησης των δασών αναπτύχθηκε για να αντιμετωπίσει αυτό το ζήτημα και χρησιμεύει ως ένα σύστημα "ομπρέλα" που παρέχει διεθνή αναγνώριση για τα εθνικά προγράμματα πιστοποίησης των δασών. Ιδρύθηκε το 1999. Το PEFC αντιπροσωπεύει τα περισσότερα από τα πιστοποιημένα δασικά προγράμματα στον κόσμο και την παραγωγή εκατομμυρίων τόνων πιστοποιημένης ξυλείας.

<https://www.swedishwood.com>
<http://www.fao.org/3/w3722E/w3722e05.htm>
<https://www.forestindustries.fi/statistics/forest-resources-and-wood-raw-material/>
<https://www.climatechange.gov/greece/forestry-and-peatlands/>
https://www.zm.gov.lv/public/ck/files/ZM/mezhi/skaitlifakti_ENG20.pdf
<http://www.fao.org/forestry/country/57478/en/esp/>
www.fsc.org; <https://www.pefc.org/>; www.unece.org
https://ec.europa.eu/environment/forests/timber_regulation.htm

ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΤΙΡΙΩΝ 1/3

Γενικά στοιχεία

Το ξύλο είναι το υλικό του 21ου αιώνα επειδή :

- είναι ανανεώσιμο και ανέξοδο για την παραγωγή του σε σχέση με τον χάλυβα και το σκυρόδεμα
- αποθηκεύει άνθρακα, δεν απαιτεί τεράστιες ποσότητες ενέργειας για να παραχθεί
- έχει μεγάλες ακουστικές και θερμικές ιδιότητες
- οι τεχνολογίες κατασκευής ξύλου επιτρέπουν τα ψηλά και σύγχρονα κτίρια
- το προστατευμένο ξύλο θα διαρκέσει για εκατοντάδες χρόνια και μπορεί να επισκευαστεί, να βαφτεί και να ανακυκλωθεί
- τα απόβλητα από την παραγωγή του είναι επίσης χρήσιμα για την παραγωγή πάνελ με βάση το ξύλο ή πολλά άλλα
- μόλις τελειώσει η διάρκεια ζωής του, είναι 100% βιοδιασπώμενο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο

ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ



Πλεονεκτήματα :

- συμπίεστική και εκτατή δύναμη
- αντίσταση στην πυρκαγιά
- αντοχή
- στη δομή όπως τα πέγματα, τα φράγματα, οι προβλήτες κ. λπ. το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι το πιο οικονομικό δομικό υλικό
- φιλικό στη χρήση του

Μειονεκτήματα :

- μακροπρόθεσμη αποθήκευση
- χρόνος επεξεργασίας
- κόστος γραφειοκρατίας
- συρρίκνωση (προκαλεί ανάπτυξη ρωγμών και απώλεια αντοχής)

ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ



Πλεονεκτήματα :

- υψηλή αναλογία αντοχής / βάρους
- ολκιμότητα
- ταχύτητα ανέγερσης
- ευκολία επισκευής
- επαναλαμβανόμενη χρήση
- επέκταση υφιστάμενων δομών

Μειονεκτήματα :

- γενικό κόστος
- πυροπροστασία
- συντήρηση

ΞΥΛΟ



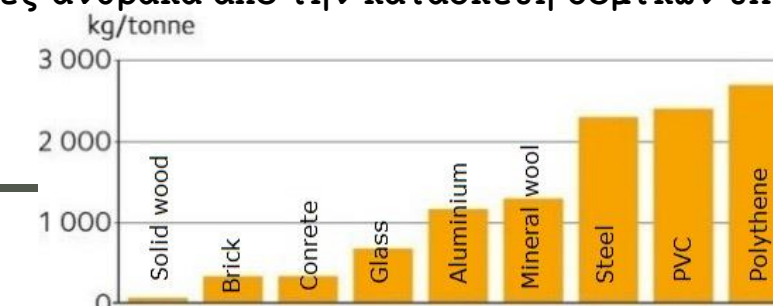
Πλεονεκτήματα :

- εκτατή δύναμη στην κατεύθυνση ινών
- ηλεκτρική και θερμική αντίσταση
- ηχοαπορρόφηση
- Τοπικής προέλευσης υλικό
- Φιλικό προς το περιβάλλον

Μειονεκτήματα :

- συρρίκνωση και διόγκωση
- είναι υγροσκοπικό υλικό
- Ευάλωτο σε βιολογικούς και μη, παράγοντες εάν δεν προστατευτεί.

Εκπομπές άνθρακα από την κατασκευή δομικών υλικών

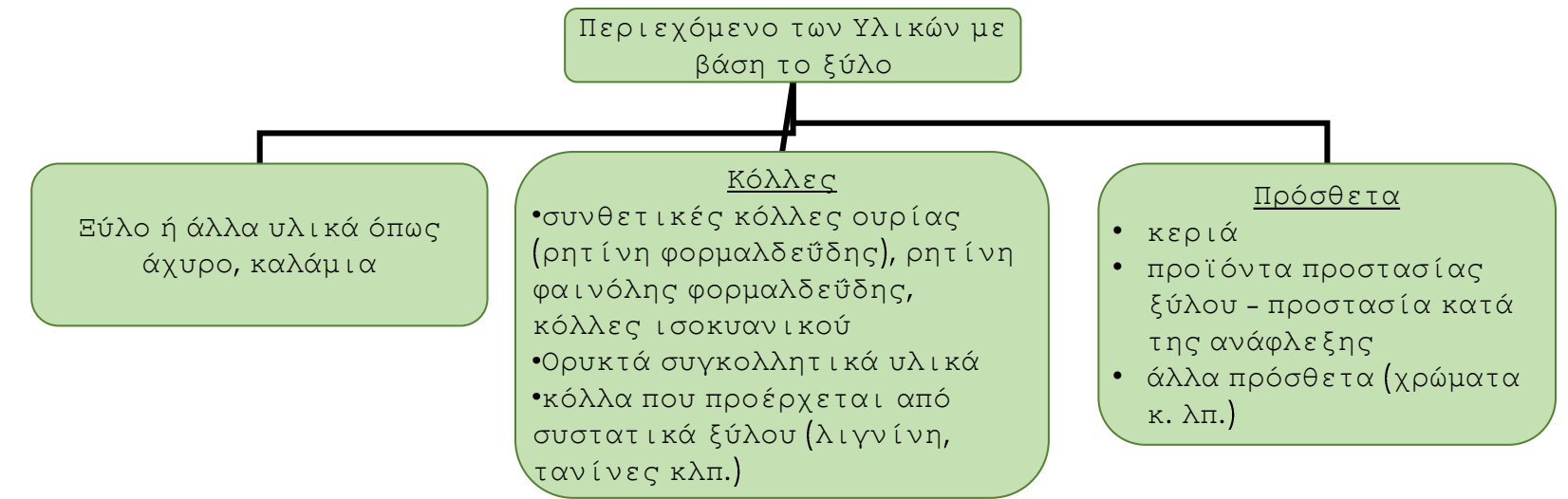


ΜΑΘΗΜΑ 3^ο : Διαθεσιμότητα και φιλικότητα προς το περιβάλλον του ξύλου ως οικοδομικό υλικό

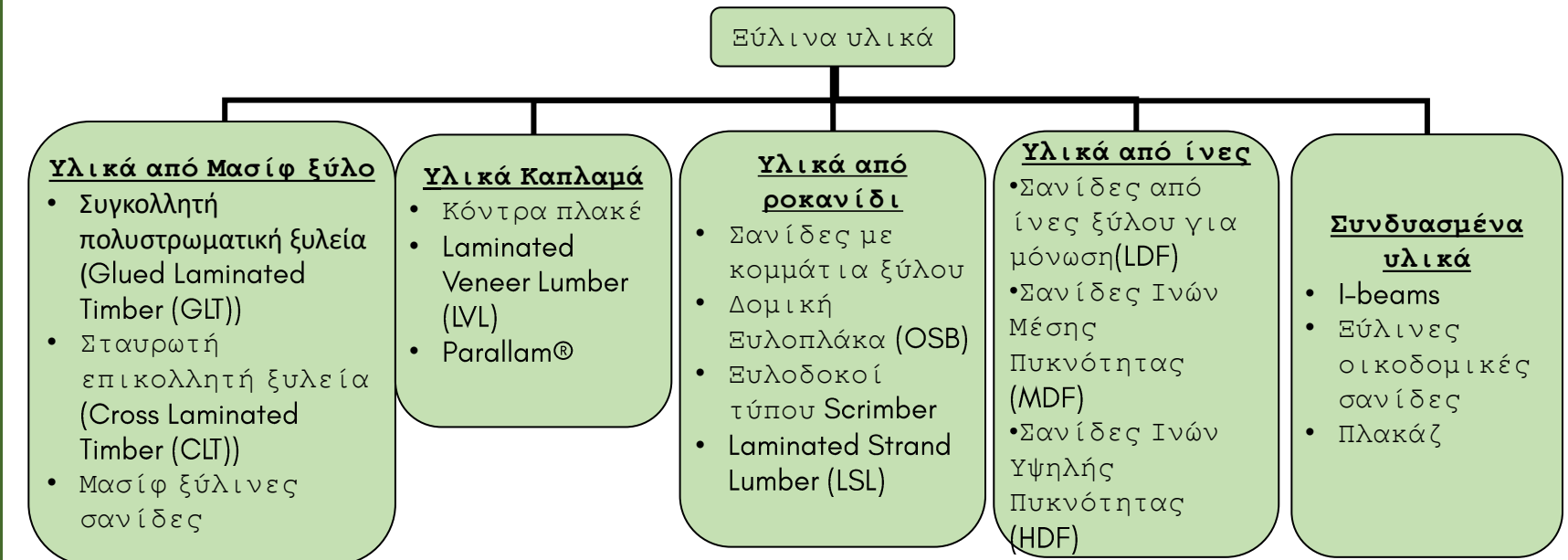
ΚΟΛΛΗΜΕΝΑ ΕΥΛΙΝΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Σύνοψη

Περιεχόμενο των συστατικών των υλικών με βάση το ξύλο



Ταξινόμηση υλικών ξύλου και ξύλινων πάνελ



Επίδραση του μεγέθους των δομικών στοιχείων στις ιδιότητες του υλικού

Ιδιότητα / Χαρακτηριστικό	Μασίφ Εύλο	Κολλημένη Δομική Ξυλεία
Αντοχή		
Θερμική μόνωση		
Ποιότητα επιφάνειας		
Ομοιογένεια		
Ισοτροπία		
Κατανάλωση ενέργειας		
Περιβαλλοντικές επιπτώσεις		

ΚΟΛΛΗΜΕΝΑ ΕΥΛΙΝΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ 1/4

Υλικά βασισμένα στη ξυλεία

Υλικά βασισμένα στη ξυλεία

Τύπου Πάνελ

- Ενιαίου στρώματος
- Πολυστρωματική

Τύπου Ξυλείας

- Κολλημένο μασίφ ξύλο
- Κολλημένα ξύλινα ελάσματα

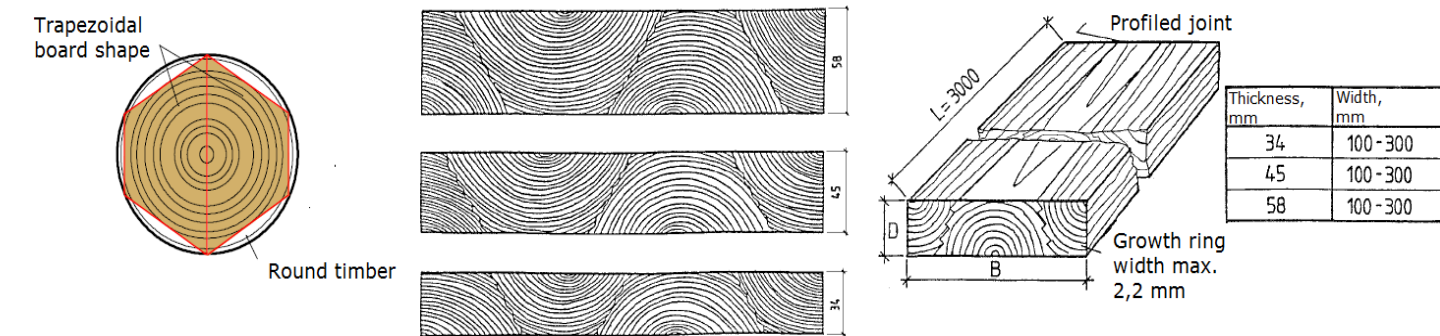
Άρθρωτά

- Δοκοί με τρύπες
- Συνδυασμού με ηχομόνωση ή θερμομόνωση

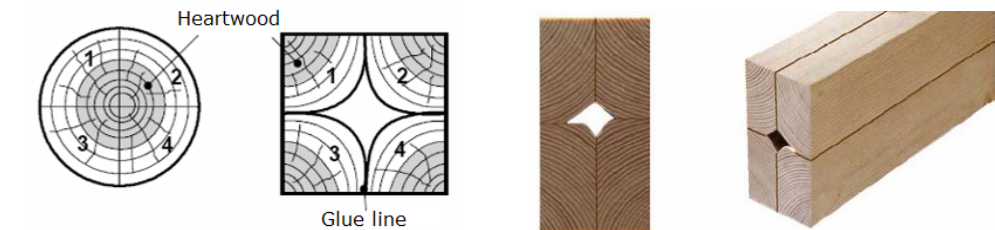
Απαιτήσεις για τη δημιουργία αυτών των υλικών:

- ξύλο ποιότητας και αντοχής, πρέπει να χρησιμοποιείται στα εξωτερικά στρώματα
- μια άρθρωση δακτύλων χρησιμοποιείται για τη σύνδεση μεμονωμένων στοιχείων κατά μήκος, κόλληση της άρθρωσης σε ορισμένα σημεία
- τα περίεργα στρώματα να σχηματίζονται συμμετρικά σε σχέση με τον κεντρικό-ουδέτερο άξονα του υλικού
- η θέση των δακτυλίων ανάπτυξης σε στρώματα που κολλιούνται πρέπει να αντισταθμίζεται.

Δημιουργία των μονής στρώσης πάνελ από μασίφ ξύλο



Στρογγυλή ξυλεία μικρής διαμέτρου για παραγωγή δοκών



ΓΙΤ και λιγότερων κολλήσεων ξυλεία τοποθετημένη σε στρώματα



ΚΟΛΛΗΜΕΝΑ ΕΥΛΙΝΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ 2/4

Υλικά με βάση το καπλαμά

Υλικά με βάση το καπλαμά

Πυκνωμένο / Μη Πυκνωμένο

- Κόντρα πλακέ (U)
- Τοποθετημένη σε Στρώματα Ευλεία από Καπλαμά (U)
- Κόντρα πλακέ βακελίτη (D)

Τύπου καπλαμά

- Φύλλα καπλαμάδων (plywood, LVL)
- Λωρίδες καπλαμά (Parrallam)

Προσανατολισμός του καπλαμά

- Κάθετα (plywood)
- Παράλληλα στις ίνες (LVL)
- Διαφορετικοί τρόποι (special plywood)

Καπλαμάς σημύδας, ποιοτικές κατηγορίες επιφάνειας κόντρα πλακέ :

- A (E) - άψογη ειδική ποιότητα (διαθέσιμη μόνο σε περιορισμένο βαθμό).
- B (I) - λακαρισμένη ή κερωμένη επιφάνεια.
- S (II) - βαμμένες επιφάνειες.
- BB (III) - κανονική ποιότητα, η πιο κοινή ποιότητα στις δομές.
- WG (IV) - για λιγότερο απαιτητικές εφαρμογές, μια ποιότητα που δεν μπορεί να επισκευαστεί

Υλικά με βάση το καπλαμά



Κόντραπλακέ



LVL



Βακελίτης

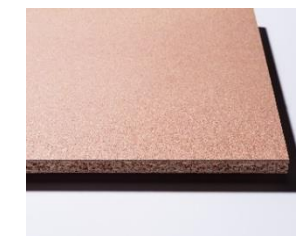
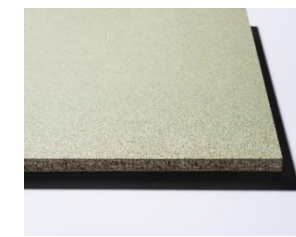
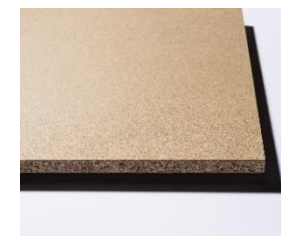
Ως υλικό κατασκευής το κόντρα πλακέ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Υποδομές στέγης
- Ενδοδαπέδιες σανίδες
- Ενίσχυση σανίδων για τοίχους και φέροντες κατασκευές
- Εσωτερική επένδυση
- Δάπεδα μπαλκονιών
- Πλατφόρμες ικριωμάτων
- Καλούπια τσιμέντου
- Περιφράξεις εργοταξίου

ΚΟΛΛΗΜΕΝΑ ΕΥΛΙΝΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ 3/4

Υλικά με βάση τα σωματίδια

Εύλινες μοριοσανίδες (WPB) και Προσανατολισμένες σανίδες σκελών (OSB)



Ταξινομηση μοριοσανίδων (EN 312):

- P1 - Σανίδες κατασκευής για εσωτερική χρήση.
- P2 - Σανίδες επίπλων για εσωτερική χρήση.
- P3 - Μη αντοχής σε βάρος σανίδα, μια σανίδα που αντέχει την υγρασία καλύτερα από την τυπική μοριοσανίδα.
- P4 - Σανίδες που μπορούν να αντέξουν βάρος, για εσωτερική χρήση.
- P5 - Για εφαρμογές που πρέπει να αντέχουν στο βάρος, μια σανίδα που αντέχει την υγρασία καλύτερα από την τυπική μοριοσανίδα.
- P6 - Σανίδες δαπέδου που μπορούν να αντέξουν σοβαρή πίεση, για εσωτερική χρήση.
- P7 - Για τις εφαρμογές που πρέπει να αντέξουν σοβαρή πίεση, μια σανίδα που αντέχει την υγρασία καλύτερα από την τυπική μοριοσανίδα.

OSB ταξινομηση (EN 300):

- OSB 1 - σανίδες γενικής χρήσης, κατάλληλες για εσωτερική χρήση, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής επίπλων.
- OSB 2 - σανίδες κατασκευής για εσωτερική χρήση σε ξηρές συνθήκες.
- OSB 3 - δομικές σανίδες για χρήση σε υγρές συνθήκες.
- OSB 4 - σανίδες για χρήση σε δύσκολες και υγρές συνθήκες.

Ορισμένα προϊόντα μοριοσανίδων

Ινολίτης (Fibrolite)



Σύνδεση με τσιμέντο WPB



ΚΟΛΛΗΜΕΝΑ ΕΥΛΙΝΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ 4/4

Ιδιότητες
Υλικών με βάση τις ίνες &
Εύλινων Σανίδων

Εύλινες Σανίδες Ίνων

Η τυποποιημένη σανίδα ινών ξύλου μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες κατηγορίες :

- πορώδης (χρησιμοποιείται για θερμομόνωση).
- Σκληρή (MDF, HDF - για δάπεδα κ.α.).



Ιδιότητες ξύλινων πάνελ

Περιεκτικότητα σε υγρασία των κολλημένων δομικών υλικών ξύλου
(θερμ. 20°C, σχετ. υγρασία 65%)

Εύλινο Υλικό	Υγρασία, %
Κόντρα πλακέ	8 to 10
Ινοσανίδα (flat press)	9±4
Ινοσανίδα (extrusion press)	9±4
HDF	5±3
MDF	9±4

Ιδιότητες κολλημένων δομικών ξύλινων υλικών

Ιδιότητα	Μασίφ ξύλο	Κόντρα πλακέ	LVL	OSB	Μοριοσανίδα	MDF	LSL	PSL
Πυκνότητα, kg m ⁻³	450	500-600	660 - 700	660-700	680-700	760 - 790	650	660
Συντ. Ελαστικότητας, N mm ⁻²	-	-	-	-	2600-3200	4000 - 4500	12000	14000-15500
Παράλληλα	5000 - 7000	12000	13000 - 16000	7000	-	-	-	-
Κάθετα	1000 - 3000	7000	-	1850	-	-	-	-
Αντοχή κάμψης, N mm ⁻²	-	-	-	-	20-22	33 - 38	-	-
Παράλληλα	30-50	80	-	36	-	-	-	60-65
Κάθετα	10-30	40	-	20-25	-	-	-	-
Συντ. διάτμησης N mm ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-
Επίπεδα	200	-	500	300	100-180	100-200	-	700-800
Εγκάρσια	600-700	-	500	1100	1000-1500	600-1000	2300	-

ΜΑΘΗΜΑ 3^ο : Διαθεσιμότητα και φιλικότητα προς το περιβάλλον του ξύλου ως οικοδομικό υλικό

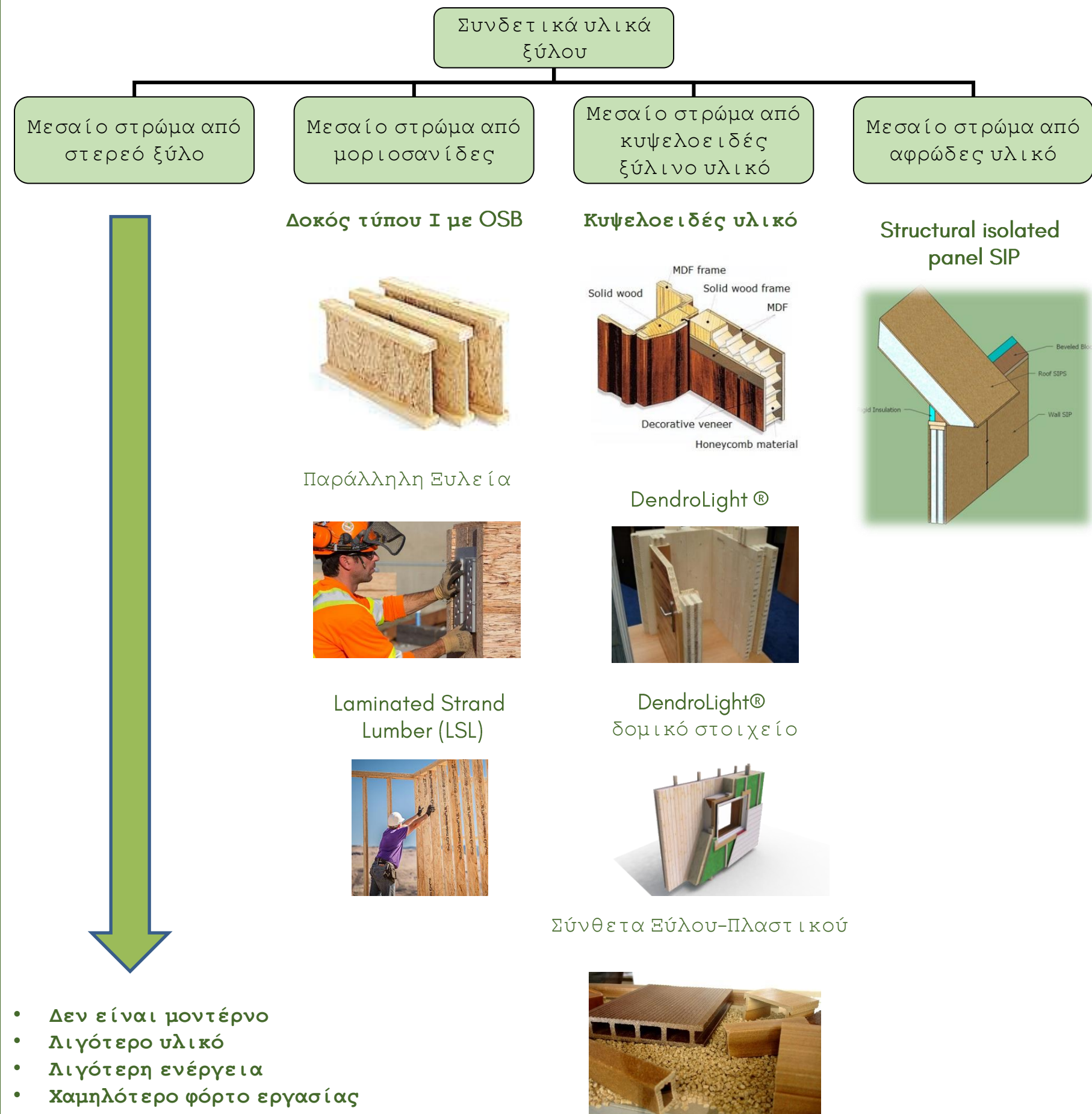
<http://www.euroform.co.uk/>

<http://steico.eu/>

<https://lv.kronospan-express.com/lv>

<https://www.woodproducts.fi/content/wood-fibre-board>

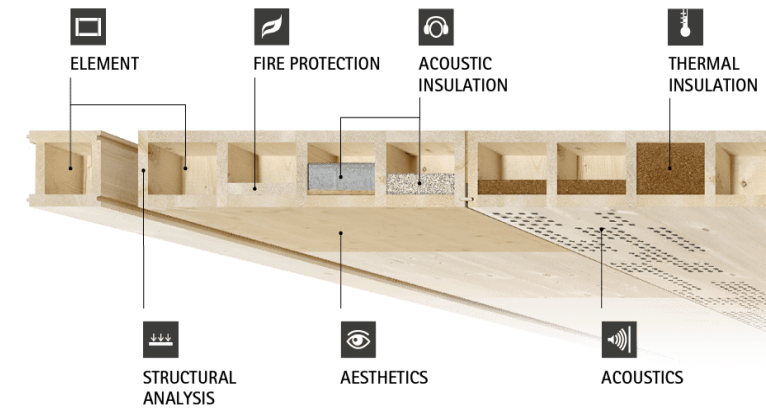
ΣΥΝΘΕΤΑ ΕΥΛΙΝΑ ΥΛΙΚΑ



- Δεν είναι μοντέρνο
- Λιγότερο υλικό
- Λιγότερη ενέργεια
- Χαμηλότερο φόρτο εργασίας

ΔΟΜΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΝΕΛ

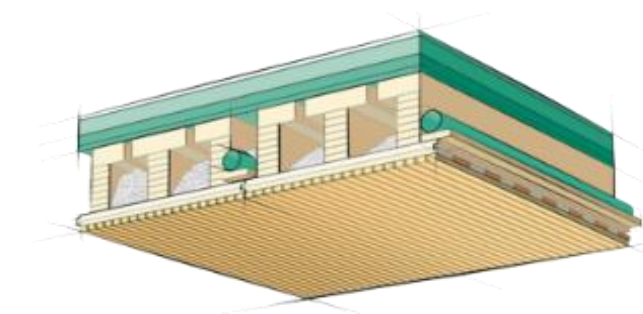
LIGNATUR® (κάνετε κλικ στην αριστερή εικόνα)



Kerto-Ripa® (κάνετε κλικ στην αριστερή εικόνα)



LIGNO® (κάνετε κλικ στην αριστερή εικόνα)

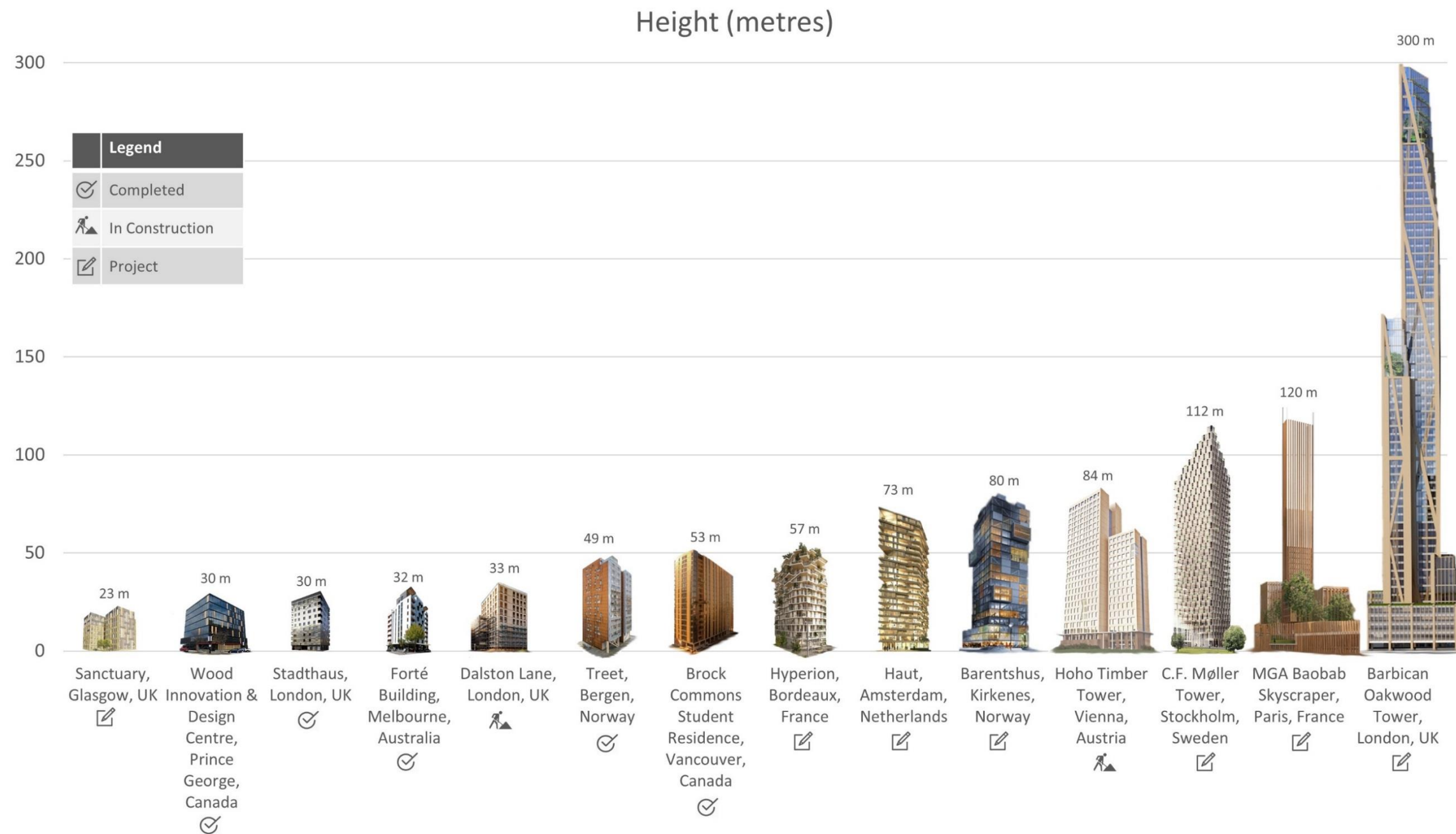


KIELSTEG® (κάνετε κλικ στην αριστερή εικόνα)



ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ:

ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΟΡΙΑ ΑΝ
ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ΤΟ ΕΥΛΟ
Το Εύλο είναι:
ΕΞΥΠΝΟ ΖΕΣΤΟ
ΦΙΛΙΚΟ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΟ
ΕΥΚΟΛΟ ΝΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΙ
ΕΥΚΟΛΟ ΝΑ ΧΤΙΣΕΙ
και χάρη σε σας...
θα μπορούσε να είναι το
υψηλότερο!



<http://www.hoho-wien.at/getattachment/350c225d-e804-400f-aa88-12b75d6e7e41/timber-skyscrapers-infographic-web.jpg>

Οφέλη

ΓΝΩΣΗ

Το να γνωρίζετε περισσότερα για το ξύλο και τα προϊόντα του, βοηθά στη χρήση διαφορετικών ξύλινων υλικών

ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Σήμερα η παραγωγή προϊόντων ξύλου πραγματοποιείται χωρίς απόβλητα

ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Αυτή η μέθοδος είναι πιο ακριβής και ακόμα πιο γρήγορη

ΜΕΙΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Με λιγότερα (π.χ. πάχος ξυλείας) μπορούμε να παράγουμε περισσότερα (π.χ. m^2) όπως πολυστρωματικές σανίδες δαπέδου

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

- 1) Ποια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα απορροφάται και ποια ποσότητα οξυγόνου απελευθερώνεται από ένα κυβικό μέτρο ξύλου κατά την περίοδο καλλιέργειάς του?
A : Απορροφά έναν τόνο διοξειδίου του άνθρακα και απελευθερώνει 0,7 τόνους οξυγόνου
- 2) Ποια είναι η πιο ζωτικής σημασίας φόρμουλα :
A: $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{ηλιακή ενέργεια} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + n\ 6\text{O}_2$
- 3) Ποια από αυτές τις πέντε χώρες: Αυστρία, Φινλανδία, Ελλάδα, Λετονία ή η Ισπανία είναι η πιο “ξύλινη” (από την άποψη της δασικής κάλυψης)?
A: Φινλανδία
- 4) Ονομάστε τα πιο γνωστά συστήματα πιστοποίησης δασών
A: Συμβούλιο Διαχείρισης Δασών FSC και Πρόγραμμα επικύρωσης δασικής πιστοποίησης PEFC
- 5) Ποια είδη ξύλου χρησιμοποιούνται κυρίως για δομές?
A: Ερυθρελάτης, πεύκο, λάριξ, βελανιδιά ,σημύδα (ως υλικό κόντρα πλακέ)
- 6) Αναφέρετε μερικά πλεονεκτήματα του δομικού χάλυβα?
A: συμπίεση και εκτατή δύναμη, αντίσταση πυρκαγιάς, διάρκεια στη δομή όπως στα στηρίγματα, στα φράγματα, στις προβλήτες κ.λπ. το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι το πιο οικονομικό δομικό υλικό
- 7) Αναφέρετε μερικά πλεονεκτήματα του οπλισμένου σκυροδέματος?
A: ο χάλυβας έχει μια υψηλή αναλογία αντοχής/βάρους, ολκιμότητα, ταχύτητα της ανέγερσης, ευκολία της επισκευής, επαναλαμβανόμενη χρήση, επέκταση των υπαρχουσών δομών
- 8) Αναφέρετε μερικά πλεονεκτήματα του δομικού ξύλου?
A: εκτατή δύναμη στην κατεύθυνση ινών, ηλεκτρική και θερμική αντίσταση, υγιής απορρόφηση, τοπική προέλευση, φιλικό προς το περιβάλλον
- 9) Πως μπορεί να κατασκευαστεί Cross laminated timber (CLT) χωρίς κόλλα?
A: με το κάρφωμα, τις καβίλιες ή τη δύναμη διόγκωσης του ξύλου
- 10) Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των πάνελ με βάση το ξύλο (WBP)?
A: πολύ μεγάλα και μεταβλητά μεγέθη, σταθερότητα μορφής, καμία παραμόρφωση λόγω των αλλαγών της σχετικής υγρασίας
- 11) Που μπορεί να χρησιμοποιηθεί το κόντρα πλακέ?
A: υποδομές στέγης, υλικό υποδαπέδου, ενίσχυση σανίδων για τοίχο, εσωτερική επένδυση, καλούπια



12) Ποιοι τύποι μοριοσανίδων είναι γνωστοί?

A: μοριοσανίδα, oriented strand board (OSB), συνδεδεμένες με τσιμέντο, fibrolite

13) Ονομάστε τις 2 κύριες κατηγορίες διαχωρισμού των σανίδων ινών:

A: πορώδεις (χρησιμοποιείται για θερμομόνωση). σκληρές (MDF, HDF - για δάπεδα κ.α.)

14) Ονομάστε το περιεχόμενο των σύνθετων υλικών πλαστικού/ξύλου

A: ξύλο ινών/ρινισμάτων και θερμοπλαστικού όπως πολυαιθυλένιο (PE), πολυπροπυλένιο (PP), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) κ.α.

15

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΡΘΡΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. EN 300:2006 Oriented Strand Boards (OSB) – Definitions, classification and specifications.
2. EN 312:2010 Particleboards. Specifications.
3. EN 316:2009 Wood fibre boards. Definition, classification and symbols.
4. EN 15804:2012+A1:2013 Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products.
5. EN 15978:2011 Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method.
6. Gong M. Lumber-Based Mass Timber Products in Construction. Timber Buildings and Sustainability. DOI: 10.5772/intechopen.85808
7. ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures.
8. ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.
9. ISO 14044:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines.
10. Kruse K., Venschott D. Eigenschaften und Einsatzpotentiale neuer Holzwerkstoffe im bauwesen, Institut für Holzphysik und mechanische Technologie des Holzes, 2001
11. Wood Handbook, Wood as an Engineering Material. Forest Products Laboratory. General Technical Report FPL-GTR-190. Forest Products Laboratory, USA, 2010., 508 p.