

**YΛΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

2Η ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

ΞΥΛΙΝΑ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ

UPWOOD

Βελτίωση δεξιοτήτων των τεχνιτών, οικοδομικών εργασιών, στις μεθόδους ξύλινων κατασκευών για ενεργειακά αποδοτικά κτήρια

UPWOOD-PUU

*Rakennustyöläisten ammattitaito energiatehokkaiden rakennusten puurakentamisenmenetelmissä*

Πίνακας περιεχομένων

[1. Εισαγωγή 2](#_Toc68811428)

[1.1. I-δοκοί 2](#_Toc68811429)

[1.2. Δοκοί Στέγης 2](#_Toc68811430)

[2. Δοκοί 2](#_Toc68811431)

[2.1 Ταξινόμηση με βάση την αντοχή στη φωτιά 5](#_Toc68811432)

[2.2 Υγρασία στις συνθήκες ζωής της κατασκευής 5](#_Toc68811433)

[2.3 Τοποθέτηση των στηριγμάτων 6](#_Toc68811434)

[2.4 Υποστήριξη εκτροπής 7](#_Toc68811435)

[2.5 Ενίσχυση της οροφής που εκτίθεται στο νερό 7](#_Toc68811436)

[2.6 Προεξοχές και Μαρκίζες 7](#_Toc68811437)

[2.7 Υποστήριξη στερέωση και σταθεροποίηση 8](#_Toc68811438)

[2.8 Κατασκευή 8](#_Toc68811439)

[2.9 Εγκατάσταση 9](#_Toc68811440)

[2.10 Μεταφορά 9](#_Toc68811441)

[2.11 Αποθήκευση 9](#_Toc68811442)

[3. Συχνές Ερωτήσεις 10](#_Toc68811443)

[4. Λίστα αναφορών 11](#_Toc68811444)

# Εισαγωγή

Η λεγόμενη κύρια πρώτη ύλη για σύνθετα προϊόντα είναι πριστή ξυλεία. Τέτοια προϊόντα περιλαμβάνουν σχάρες NR, δοκούς πείρου NR και δοκούς I. Συνήθως, τα προϊόντα αυτά κατασκευάζονται σύμφωνα με τις απαιτούμενες διαστάσεις, αλλά οι δοκοί Ι, για παράδειγμα, είναι επίσης διαθέσιμοι με το μέτρο.

## I-δοκοί

Οι δοκοί Ι είναι σχεδιασμένοι για φέροντες φορτία κατασκευές. Οι δοκοί Ι είναι ελαφριοί δοκοί που προκύπτουν με κόλληση από ζεύγη ξύλου και ινοσανίδων ή κόντρα πλακέ. Οι εφαρμογές τους είναι στους ημιώροφους, στους ανώτερους και κατώτερους δοκούς πατωμάτων των κτηρίων καθώς επίσης και στα εξωτερικά πλαίσια τοίχων. Οι δοκοί I επιτυγχάνουν την ίδια ικανότητα να φέρουν φορτία, με λιγότερο υλικό, από το glulam ή την πριστή ξυλεία.

## Δοκοί Στέγης

Οι φέροντες κατασκευές από πριστή ξυλεία περιλαμβάνουν επίσης δοκούς στέγης, η δομή των οποίων βασίζεται σε αρθρώσεις στερεωμένες με καρφία και αναφέρονται ως δοκοί NR (ζευκτήρες βούρτσας, ψαλιδιού και κονσόλας), ζευκτήρες NR και δοκοί πείρου NR.

Σε περίπτωση πυρκαγιάς, μια ξυλεία, LVL, ή μια δοκός glulam μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χαμηλότερο υποστήριγμα, αλλά η δοκός πείρου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό σε περίπτωση πυρκαγιάς. Το στενό κατώτερο μέρος των δοκών NR γίνεται στενό και υψηλό σε διατομή, επομένως απαιτεί σχετικά πυκνή στρεπτή στήριξη.

# Δοκοί

Με τη βοήθεια προκατασκευασμένων δικτυωμάτων με μεταλλικές αρθρώσεις στερεωμένες με καρφιά, επιτυγχάνεται πλεονεκτικά το σχήμα του καλύμματος νερού, καθώς και το τελικό πρωτεύον πλαίσιο τόσο για την οροφή που εκτίθεται στο νερό όσο και για την οροφή του τελευταίου ορόφου. Ωστόσο, τα κιγκλιδώματα δεν μπορούν εύκολα να αναβαθμιστούν, γεγονός που αυξάνει το φόρτο εργασίας στο χώρο εγκατάστασης. Στις δομές δοκών, η πλάκα ενίσχυσης στον άνω πυθμένα μπορεί να τοποθετηθεί είτε στο κάτω είτε στο πάνω μέρος. Συνιστάται να το τοποθετήσετε στο επίπεδο του άνω μέρους, καθώς αυτό θα λειτουργήσει και ως στήριγμα για αντοχή στην κάμψη, για το πάνω μέρος.

Η πλάκα στερεωμένη με καρφιά είναι ένας σύνδεσμος που επιτρέπει την αποτελεσματική χρήση του ξύλου και το πλέγμα έχει άκαμπτη δομή και μικρές εκτροπές. Με τη βοήθεια του 3D σχεδιασμού, τα στηρίγματα αυτά μπορούν να γίνουν ελαφριά, διαστατικά ακριβή, ευπροσάρμοστα και ατομικά, γεγονός που επιταχύνει την εγκατάσταση και επίσης τις εργασίες θερμομόνωσης.

Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι ζευκτών στεγών και μπορούν να διαιρεθούν σε διαφορετικούς βασικούς τύπους, όπως το ζευκτό κορυφογραμμών, το ζευκτό τύπου ψαλιδιού, το ζευκτό γραφείων, το ζευκτό δοκών, το ζευκτό περιμέτρου, την κεκλιμένη σοφίτα ράβδων, την ευθεία σοφίτα ράβδων, το ζευκτό τ-ψαλιδιού, το αττικό ζευκτό, και τη δοκό ζευκτών.

Παρακάτω είναι μερικά διαφορετικά δικτυώματα οροφής.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Brush truss |  |  |  |
| Ζευκτό στεγών ψαλιδιού |  |  |  |
| Ζευκτό γραφείων |  |  |  |
| Ζευκτό |  | | |
| Αττικό Υποστήριγμα |  |  |  |
| Ξύλινα πλαίσια |  |  |  |

Οι ράβδοι των δικτυωμάτων διαιρούνται σε δύο ομάδες: δοκοί άκρων (ανώτερη δοκός, χαμηλότερη δοκός) και εσωτερικές ή δοκοί ιστού (όλες οι κάθετες (κάθετος) και διαγώνιες δοκοί (διαγώνιος) μεταξύ της ανώτερης και χαμηλότερης δοκού). Τα σημεία προσάρτησης των ράβδων ονομάζονται κόμβοι ή αρθρώσεις.

Εκτός εάν χρησιμοποιείται ένα γενικότερο μοντέλο, τα πλέγματα αναλύονται ως ράβδοι τοποθετημένες στις γραμμές του συστήματος και συνδεδεμένες σε κόμβους, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Οι γραμμές συστήματος όλων των ράβδων πρέπει να παραμένουν εντός της διατομής της ράβδου και στη χορδή πρέπει να συμπίπτουν με την κεντρική γραμμή της ράβδου. Ένα γενικότερο δομικό μοντέλο ράβδων πλέγματος μπορεί να γίνει με στοιχεία κελύφους, αλλά το μοντέλο μπορεί να γίνει πολύ αντιοικονομικό.



Εικόνα 1 Puurakenteet © Rakennustieto Oy

Επίπεδο πλέγμα: (a) κεντρική γραμμή, (b) άνοιγμα ή απόσταση κόμβων, (c) εσωτερική ράβδος, (d) υποστήριξη, (e) χορδή, (f) φανταστικό στοιχείο δοκού, (g) κόμβος.

## Ταξινόμηση με βάση την αντοχή στη φωτιά

Ένα ζευκτό δεν είναι μια δομή που έχει εκτιμηθεί για συμπεριφορά σε φωτιά εάν έχει τις απροστάτευτες ενώσεις με καρφιά, έτσι μπορεί μόνο να χρησιμοποιηθεί στα κτήρια που καθυστερούν μια φωτιά. Σε πυρίμαχα κτήρια, η χρήση δοκών περιορίζεται σε δομές που δεν αποτελούν βασικά μέρη του φέροντος πλαισίου ή των εξαρτημάτων που ενισχύουν τη φωτιά. Οι απαιτήσεις κατηγορίας πυρασφάλειας για κτίρια και δομικά στοιχεία παρουσιάζονται στο μέρος Ε1 του φινλανδικού Οικοδομικού Κώδικα, Δομική πυρασφάλεια.

Οι αρθρώσεις στερεωμένες με καρφιά ή ολόκληρου του βραχίονα μπορούν επίσης να προστατευθούν από τη φωτιά. Μια μη προστατευμένη άρθρωση πλάκας νυχιών έχει χρόνο αντοχής στη φωτιά μικρότερο από 10 λεπτά. Οι αρμοί που προστατεύονται από ορυκτοβάμβακα έχουν επιτευχθεί σε δοκιμές πυρκαγιάς αντοχής στη φωτιά για περισσότερο από μισή ώρα.

## Υγρασία στις συνθήκες ζωής της κατασκευής

Οι σχάρες που συνδέονται με μια πλάκες και καρφιά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις κατηγορίες υγρασίας 1 και 2. Στην κατηγορία υγρασίας 3, μπορούν να χρησιμοποιηθούν βραχίονες εάν θεωρηθεί ότι υποβαθμίζεται η αντοχής της άρθρωσης της πλάκας με τα καρφιά λόγω της υψηλής υγρασίας. Για ξύλο εμποτισμένο υπό πίεση, πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο πλάκες από ανοξείδωτο χάλυβα.

Οι κατηγορίες υγρασίας των ξύλινων κατασκευών χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με τις συνθήκες χρήσης.

**Κατηγορία υγρασίας 1** περιλαμβάνει μια ξύλινη δομή που βρίσκεται σε θερμαινόμενο εσωτερικό ή παρόμοιες συνθήκες υγρασίας, καθώς και δομές σε θερμομονωτικό στρώμα και δοκούς με πλευρά εφελκυσμού μέσα στη θερμομόνωση.

**Κατηγορία υγρασίας 2** περιλαμβάνει υλικό δομής ξύλου που είναι ξηρό στην ύπαιθρο. Η δομή πρέπει να βρίσκεται σε καλυμμένο χώρο και να προστατεύεται καλά ώστε να μην βρέχεται από κάτω ή από τις πλευρές.

**Κατηγορία υγρασίας 3** περιλαμβάνει ξύλινο υλικό που είναι υγρό και εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες.

**Κατηγορία υγρασίας 4** περιλαμβάνει ξύλινο υλικό που επηρεάζεται άμεσα από το νερό.

## Τοποθέτηση των στηριγμάτων

Το πλάτος των θερμικών μονωτών που μοιάζουν με πλάκες πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά το σχεδιασμό της κατανομής δοκών, καθώς εγκαθίστανται μεταξύ των δοκών. Οι συνιστάμενες θέσεις στήριξης είναι 900 mm ή 1200 mm. εάν χρησιμοποιείται φουσκωτή θερμομόνωση, οι σχάρες μπορούν επίσης να τοποθετηθούν με άλλα τμήματα στήριξης. Οι διαφορές στην εκτροπή παρακείμενων και παρομοίως διαμορφωμένων αλλά διαφορετικά υποστηριζόμενων στηριγμάτων μπορεί να είναι σημαντικές και αντικατοπτρίζονται στις γραμμές κορυφογραμμής και μαρκίζας του κτιρίου. Οι βραχίονες στη συνέχεια σχεδιάζονται έτσι ώστε οι εκτροπές τους να είναι ίσες. Δεν συνιστάται η τοποθέτηση των στηριγμάτων στο κεκλιμένο τμήμα του εξωτερικού τοιχώματος του παραθύρου.

Εάν δεν έχουν σχεδιαστεί για το κτίριο, φέροντα φορτία ακραία τοιχώματα, η απόσταση της εξωτερικής δοκού από τις ακραίες μαρκίζες της έως την εξωτερική άκρη δεν πρέπει να υπερβαίνει το μισό της διατομής.

## Υποστήριξη εκτροπής

Για τις ράβδους που υποστηρίζονται για αντοχή στην κάμψη, μια οριζόντια σανίδα είναι προσαρτημένη στο κέντρο των ράβδων, η οποία συνδέεται με το άνω ή το κάτω επίπεδο της ράβδου με διαγώνιες σανίδες. Το στήριγμα αντοχής στην κάμψη σχεδιάζεται και ορίζονται διαστάσεις για την οριζόντια δύναμη κάθε ράβδου.

Για να αποφευχθεί η κάμψη των άνω πλευρών, αρκεί μια διάσπαση 60 cm, αλλά εάν είναι απαραίτητο, η αντοχή μπορεί να εξασφαλιστεί με το κάρφωμα πρόσθετων νευρώσεων. Εάν χρησιμοποιείται ανυψωτήρας κάτω από τη δοκό, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η δύναμη κάμψης και η απαιτούμενη απόσταση στήριξης για τη χορδή κατά την τοποθέτηση του ανυψωτήρα.

## Ενίσχυση της οροφής που εκτίθεται στο νερό

Για το κτήριο πρέπει πάντα να καταρτίζεται ξεχωριστό σχέδιο ενίσχυσης της οροφής νερού, στο οποίο τα φορτία ανέμου και τα πρόσθετα οριζόντια φορτία που προκαλούνται από το στήριγμα κάμψης των ανώτερων δοκών, κατευθύνονται στις γραμμές τοιχώματος ενίσχυσης. Πιθανοί τρόποι ενίσχυσης της οροφής του νερού είναι τα δομημένα ή επί τόπου ενισχυτικά δοκάρια και δοκοί, η ενίσχυση της πλάκας με χορδές ή νευρώσεις, τα κατακόρυφα στηρίγματα μαζί με την ενίσχυση της πλάκας κάτω βραχίονα.

Η οροφή συνήθως δεν έχει επαρκές αποτέλεσμα ακαμψίας πλάκας. Η στερέωση των καλυμμάτων πλάκας μορφής μπορεί να έχει τέτοιες διαστάσεις έτσι ώστε το κάλυμμα να λειτουργεί ως πλάκα ακαμψίας.

## Προεξοχές και Μαρκίζες

Το πρόβλημα με ένα πρόβολο ή μακρύ ανοιχτό γείσο είναι η εκτροπή, η οποία μπορεί να ελεγχθεί περίπου με το να δοθούν διαστάσεις τέτοιες του γείσου ως δοκού προβόλου που συνδέεται άκαμπτα με το στήριγμα. Απαιτείται επίσης προσοχή στο σχεδιασμό δοκών που βρίσκονται στα παράθυρα ώστε η δοκός να έχει επαρκές ύψος στήριξης.

Εάν το κτίριο έχει ένα στήριγμα με πρόβολο και άκρο το ένα δίπλα στο άλλο, δημιουργείται μια διαφορά εκτροπής στη γραμμή των δοκών, η οποία μπορεί να μειωθεί κάνοντας την άνω δοκό από πολυστρωματικό ξύλο, υποστηρίζοντας τις δοκούς στην εξωτερική δοκό ή τοποθετώντας τη δοκό μέσα στις υπόλοιπες δοκούς.

Οι ακραίες μαρκίζες γίνονται με την επέκταση των νευρώσεων πάνω από το άκρο του κτιρίου. Εάν η ικανότητα των νευρώσεων να φέρουν φορτίο δεν είναι επαρκής, σχεδιάζεται μικρότερη διαίρεση πλευρών ή μεγαλύτερες νευρώσεις από το εξωτερικό διάκενο στήριξης. Οι Σουηδοί υποστηρίζονται στον φέροντα φορτία ακραίο τοίχο ή στον ακραίο βραχίονα του κτιρίου.

## Υποστήριξη στερέωση και σταθεροποίηση

Το δικτύωμα συνήθως υποστηρίζεται σε ένα πλευρικό τοίχωμα ή πεπλατυσμένο εναέριο κομμάτι ξυλείας, αλλά το κτίριο χρησιμοποιεί σκληρότερες επιφάνειες στήριξης από ξύλο, όπως ξύλο πολλαπλών στρώσεων, χάλυβα, ή σκυρόδεμα. Αν το πλάτος στήριξης δεν είναι επαρκές, οι περιοχές στήριξης του στηρίγματος πρέπει να ενισχυθούν στο εργοστάσιο.

Για τις συνδέσεις δοκών, είναι συνήθως επαρκής ένας γωνιακός βραχίονας, ο οποίος είναι καρφωμένος στη μία πλευρά της χορδής, η οποία είναι μια εργοστασιακά κατασκευασμένη γαλβανισμένη χαλύβδινη πλάκα και ένας προ-διάτρητος γωνιακός βραχίονας. Τα καρφιά που χρησιμοποιούνται είναι αυτά που συνιστώνται από τον κατασκευαστή του βραχίονα.

## Κατασκευή

Οι σχάρες κατασκευάζονται σε εξειδικευμένες εγκαταστάσεις παραγωγής με διασφάλιση ποιότητας εγκεκριμένη από το Υπουργείο Περιβάλλοντος. Τα πλέγματα σφραγίζονται με επίσημη σφραγίδα που αναφέρει τον κατασκευαστή, τον αριθμό του σχεδίου και την εβδομάδα κατασκευής. Η δοκός κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας ξυλεία από συγκεκριμένες βαθμίδες αντοχής και συγκεκριμένων διαστάσεων, καθώς και πλάκες, οι οποίες έχουν λάβει εγκεκριμένη δήλωση των τιμών αντοχής τους. Μετά τη βαθμολόγηση αντοχής, η πριστή ξυλεία που εισέρχεται στο δοκάρι κόβεται στις προγραμματισμένες διαστάσεις και γωνίες και συναρμολογείται πιέζοντας τις πλάκες, που θα καρφωθούν, και στις δύο πλευρές της άρθρωσης.

## Εγκατάσταση

Οι οδηγίες εγκατάστασης και χειρισμού και υποστήριξης ακολουθούνται κατά την εγκατάσταση των γριλιών. Η υποστήριξη κατά τη διάρκεια της εργασίας γίνεται έτσι ώστε τα δοκάρια να παραμένουν στη θέση τους με φορτία κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Η τοποθέτηση των δοκών συμμορφώνεται πάντοτε με τις απαιτήσεις ανοχής και η δοκός μπορεί να στηριχθεί μόνο στα σημεία που σημειώνονται στα σχέδια, τα κέντρα των οποίων πρέπει να βρίσκονται στις περιοχές στήριξης που φαίνονται στο σχέδιο και το πλάτος στήριξης του στηρίγματος πρέπει να είναι όπως έχει προγραμματιστεί. Τα ανώτερα δοκάρια της δομής στηρίζονται με νευρώσεις, οι οδηγίες καρφώματος των οποίων δίνονται στις οδηγίες εγκατάστασης κατά την παράδοση των δοκών.

## Μεταφορά

Τα πλέγματα είναι σχεδιασμένα για χρήση σε όρθια θέση, στην οποία πρέπει επίσης να μεταφερθούν. Εάν τα δικτυώματα μεταφέρονται οριζόντια, πρέπει να στερεώνονται μεταξύ τους για να αποφευχθεί η επιβλαβής πλευρική κάμψη τους.

## Αποθήκευση

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, οι σχάρες προστατεύονται από βροχή, χιόνι και πάγο σε κατακόρυφη ή οριζόντια θέση σε οριζόντια επιφάνεια, αποτρέποντας έτσι το σχηματισμό μόνιμων πλευρικών εκτροπών. Τα δικτυώματα αποθηκεύονται σε τέτοιους ψηλούς στρωτήρες ώστε η κατώτερη δοκός και οι μαρκίζες τους να μην έρχονται σε επαφή με το έδαφος και μια επαρκής απόσταση εξαερισμού να αφήνεται από κάτω για την προστασία από τις καιρικές συνθήκες, αποτρέποντας έτσι το σχηματισμό μούχλας και διατηρώντας την υγρασία τους σε αποδεκτό επίπεδο.

Τα όρθια στηρίγματα της πλάκας καρφώματος συνδέονται μεταξύ τους και στηρίζονται κάθετα από τα σημεία στήριξης. Εάν τα στηρίγματα αποθηκεύονται οριζόντια το ένα πάνω στο άλλο, η βάση και τα ενδιάμεσα στηρίγματα πρέπει να βρίσκονται στην ίδια κάθετη γραμμή.

# Συχνές Ερωτήσεις

* Ερώτηση: Ποιοι παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εργασία σε δικτυώματα;

Απάντηση: τα δικτυώματα είναι σχεδιασμένα για χρήση σε όρθια θέση, στην οποία πρέπει επίσης να μεταφερθούν. Οι οδηγίες εγκατάστασης και χειρισμού και υποστήριξης ακολουθούνται κατά την εγκατάσταση των γριλιών. Τα δικτυώματα συνήθως υποστηρίζονται σε ένα προεξέχον δέντρο τοποθετημένα στην άκρη ή στην “αγκαλιά” του.

* Ερώτηση: Τι συνδετήρες μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για να συνδέσετε τις δοκούς-τα πλέγματα;

Απάντηση: το πλέγμα είναι συνδεδεμένο με ένα γωνιακό στήριγμα χρησιμοποιώντας καρφιά.

# Λίστα αναφορών

RT 21-11289. Puutavara, jatkojalosteet. Helsinki: Rakennustieto Oy

RT-21-11289 SIT 24-610147 Infra 064-710190. Puutavara, jatkojalosteet. Helsinki: Rakennustieto Oy

RT 85-10495. Puuristikot ja -kehät. 1993. Helsinki: Rakennustieto Oy

Riikonen, J. 2019. NR-suunnittelun vaikutus naulalevy- ja puumäärään. Savonia.

Tolppanen, T., Karjalainen, M., Lahtela, T. & Viljakainen, M. *Rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen*. 2013. Puuinfo. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy

Suortti-Suominen, T. & Valtion teknillinen tutkimuskeskus. *Puurakenteet*. 1996. Tampere: Rakennustieto Oy