





# ΤΣΙΑΤΙ

Μαθητεια και Εργαστήριο  
Παραδοσιακής Οικοδομικής Ξυλουργικής

ΤΕΤΡΑΔΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Φράστα Τζουμέρκων  
2024

### Ομάδα μελετητών

Γρηγόρης Κουτρόπουλος, Παναγιώτης Κωστούλας,  
Αθηνά Σιαφάκα, Μιχάλης Προδρόμου

### Σύμβουλος

Ελευθερία Τσακανίκα

### Ομάδα οργάνωσης και συντονισμού εργασιών

Γρηγόρης Κουτρόπουλος, Παναγιώτης Κωστούλας, Αθηνά Σιαφάκα,  
Σπύρος Πανάγος, Βάσω Χήτα, Ορέστης Αποστολάτος

### Τεχνίτες - Εκπαιδευτές

Τρύφωνας Παπαϊωάννου, Dominic Taylor

### Ομιλητές

(με αλφαβητική σειρά)

Λένα Γεροθανάση, Ιωάννης Κακαράς, Σωτήρης Καραστεργίου, Γρηγόρης Κουτρόπουλος, Παναγιώτης Κωστούλας, Κώστας Λατούφης, Γιώργος Μαντάνης, Νικόλαος Μπούκας – Ανέστης, Ιωάννα Ντούτση, Ανδρέας Σαμπατάκος, Καλλιόπη Στάρα, Στέργιος Ταμπέκης, Γιώργος Τζαβάρας, Ελευθερία Τσακανίκα, Ρήγας Τσιακίρης, Δημήτρης Τσίποτας

### Επιμέλεια

Βάσω Χήτα, Αθηνά Σιαφάκα

### Κείμενα

Βάσω Χήτα, Αθηνά Σιαφάκα, Παναγιώτης Κωστούλας

### Σχεδιασμός

Βάσω Χήτα

### Φωτογραφίες

Ιάσωνας Αθανασιάδης, Γρηγόρης Κουτρόπουλος, Βάσω Χήτα, Χάρης Λιόγκας, Αθηνά Σιαφάκα, Ορέστης Αποστολάτος, Ιωάννα Ντούτση, Μιχάλης Βελένης

### Σχέδια

Γρηγόρης Κουτρόπουλος, Αθηνά Σιαφάκα  
Μιχάλης Προδρόμου

## Πρόλογος

Με παρόν τεύχος, επιθυμούμε να αποτυπώσουμε τα αποτελέσματα του διπλού εκπαιδευτικού προγράμματος με τίτλο «Τσιατί|Μαθητεία και Εργαστήριο Παραδοσιακής Οικοδομικής Ξυλουργικής» το οποίο πραγματοποιήθηκε το Σεπτέμβρη του 2024 στα Φράστα του δήμου κεντρικών Τζουμέρκων. Περιλάμβανε μια επαγγελματική μαθητεία για έξι (6) νέους/ες τεχνίτες/τριες και ένα 12ήμερο βιωματικό εργαστήριο ευρύτερης απεύθυνσης, μέσα από το οποίο είκοσι (20) συμμετέχοντες/ουσες από την Ελλάδα και το εξωτερικό συμμετείχαν στις εργασίες αποκατάστασης του πρώην δημοτικού σχολείου του χωριού.

Μέσα από μια σειρά εκπαιδευτικών εργαστηρίων, σκοπός της ομάδας είναι να αναπτύξει στο χώρο του Σχολείου των Φράστων μια νέα δομή έρευνας και εκπαίδευσης για παραδοσιακές τεχνικές δόμησης αλλά και τη βιώσιμη δόμηση γενικότερα.

Το πρόγραμμα, εστίασε στις παραδοσιακές και βιώσιμες τεχνικές δόμησης με ξύλο, από το ίδιο το υλικό ως πρώτη ύλη έως την παρουσία του σε εξειδικευμένες εφαρμογές. Παράλληλα, μέσα από ένα διευρυμένο δημόσιο πρόγραμμα εκδηλώσεων, σκοπός ήταν το έργο να λειτουργήσει ως κόμβος ανταλλαγής γνώσης και καλών πρακτικών γύρω από την ερμηνεία, ανάδειξη και προστασία της πλούσιας κληρονομιάς του ξύλου στην παραδοσιακή δόμηση. Στόχος ήταν να ανοίξει μια πλούσια συζήτηση από την παραγωγή της πρώτης ύλης μέχρι τη διαχείριση των δασών, τους παραδοσιακούς τρόπους κατεργασίας του, τα παράγωγα προϊόντα, τη διαχρονική του παρουσία σε ποικίλες κατασκευές, μέσω της συμμετοχής επιστημόνων, ερευνητών, επαγγελματιών και ομάδων από διάφορες χώρες, αλλά και μέσα από δράσεις ευαισθητοποίησης και συμμετοχής της τοπικής κοινότητας.

Η μαθητεία των νέων τεχνιτών ξυλουργών διήρκησε 4 εβδομάδες, 2-27 Σεπτεμβρίου 2024, κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η πλήρης αποκατάσταση και ανακαίνιση των δύο στεγών του πρώην σχολικού κτιρίου, καθώς επίσης και νέες κατασκευές δύο ξύλινων παταριών, υπό την καθοδήγηση δύο έμπειρων τεχνιτών – εκπαιδευτών, του Τρύφωνα Παπαϊωάννου και του Dominic Taylor.

Στο βιωματικό εργαστήριο, διάρκειας 12 ημερών, 16-27 Σεπτεμβρίου, συμμετείχαν επαγγελματίες και φοιτητές από κλάδους της κατασκευής, της αρχιτεκτονικής, της τέχνης της πολιτιστικής κληρονομιάς, των περιβαλλοντικών, ανθρωπιστικών σπουδών, αλλά και ερασιτέχνες που ενδιαφέρονται για τη χειροτεχνία, τη λαϊκή αρχιτεκτονική και τη φυσική δόμηση. Το εργαστήριο συνδύασε θεωρία με παρακολούθηση διαλέξεων και επιδείξεων από καταξιωμένους καθηγητές και ερευνητές και πρακτική εφαρμογή, υποστηρίζοντας παράλληλα τις εργασίες της μαθητείας και του εργαστηρίου.

Η στρογγυλή τράπεζα με καλεσμένους/ες εκπροσώπους και συνεργάτες από το ΥΠΠΟ, το ΕΜΠ και την non-profit CHWB που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του προγράμματος, με θέμα την τεχνική εκπαίδευση στις παραδοσιακές οικοδομικές τέχνες στην Ελλάδα, είχε επίσης στόχο να συμβάλει σε αυτόν τον ήδη ανοιχτό διάλογο και τη διερεύνηση προτάσεων δράσης.

Το εγχειρίδιο αυτό απευθύνεται στην εκπαιδευτική κοινότητα, σε φοιτητές αρχιτεκτονικών και όχι μόνο σχολών, σε επαγγελματίες οι οποίοι ενδιαφέρονται για τις ιστορικές κατασκευές ή ασχολούνται με αυτές, σε φορείς αλλά και κατοίκους ορεινών παραδοσιακών οικισμών, σε ομάδες που διοργανώνουν εκπαιδευτικά εργαστήρια παραδοσιακής και βιώσιμης δόμησης αλλά και σε όποιον/α επιθυμεί να ενημερωθεί για μια άλλη προσέγγιση στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να πραγματοποιηθεί μια εκπαιδευτική διαδικασία κατασκευής και έρευνας, σε ένα ιστορικό κτίριο.



# ΤΣΙΑΤΙ

**Μαθητεία και Εργαστήριο**  
Παραδοσιακής Οικοδομικής Ξυλουργικής



**Φράστα**  
**Τζουμέρκων**

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024

## OPEN CALL

**4 θέσεις**

Μαθητεία για νέους τεχνίτες  
**2-27 ΣΕΠΤΕΜΒΡΗ 2024**

**20 θέσεις**

Βιωματικό Εργαστήριο  
**16-27 ΣΕΠΤΕΜΒΡΗ 2024**

Περίοδος αιτήσεων :  
**Έως 23 ΙΟΥΝΙΟΥ 2024**

Apply:



Μπουλούκι  
Περιοδεύον  
Εργαστήριο  
για τις  
Παραδοσιακές  
Τεχνικές Δόμησης  
Νικητάρ 5-7 Αθήνα, 106 78  
info@boulouki.org,  
+30 211 1828348

Η αφίσα για το Open Call συμμετοχών.



ΠΕΡΙΟΔΕΥΟΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ  
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

# ΤΣΙΑΤΙ

Μαθητεία και Εργαστήριο  
Παραδοσιακής Οικοδομικής  
Ξυλουργικής  
Φράστα Τζουμέρκων

**2 - 27**  
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ  
**2024**



## ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΟΜΙΛΙΕΣ

Δευτέρα	16/09	Υλοτομία και δασική διαχείριση
Τρίτη	17/09	Το ξύλο ως δομικό υλικό
Τετάρτη	18/09	Ξυλουργικά εργαλεία
Πέμπτη	19/09	Δομικές εφαρμογές
Παρασκευή	20/09	Ξύλινες στέγες
Τρίτη	24/09	Κατράμι και προστασία ξύλου
Τετάρτη	25/09	Φυσικές μονώσεις
Πέμπτη	26/09	Το ξύλο σε άλλες, συναφείς χρήσεις

19:00-21:00 Δημοτικό Σχολείο Φράστων

## ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΗΜΕΡΕΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

Τετάρτη 11/09, Πέμπτη 12/09 και Παρασκευή 13/09  
08:00-16:00 Δημοτικό Σχολείο Φράστων

## ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

**Σάββατο 21/09**

Περιπατητική Ξενάγηση  
στο ιστορικό καλντερίμι που οδηγεί στη γέφυρα της Πλάκας  
10:00 Γέφυρα Πλάκας

Στρογγυλή τράπεζα  
για την τεχνική εκπαίδευση στις παραδοσιακές  
οικοδομικές τέχνες στην Ελλάδα  
11:00 Παλιό Τελωνείο Πλάκας

Τοπική τελετή απονομής  
του Βραβείου Europa Nostra 2024  
19:00-21:00 Δημοτικό Σχολείο Φράστων

**Παρασκευή 27/09**

Παρουσίαση των αποτελεσμάτων του έργου 'Τσιατί'  
και απονομή πιστοποιητικών συμμετοχής  
19:00-21:00 Δημοτικό Σχολείο Φράστων

Συνδιοργάνωση



Αιγίδα



Υποστήριξη



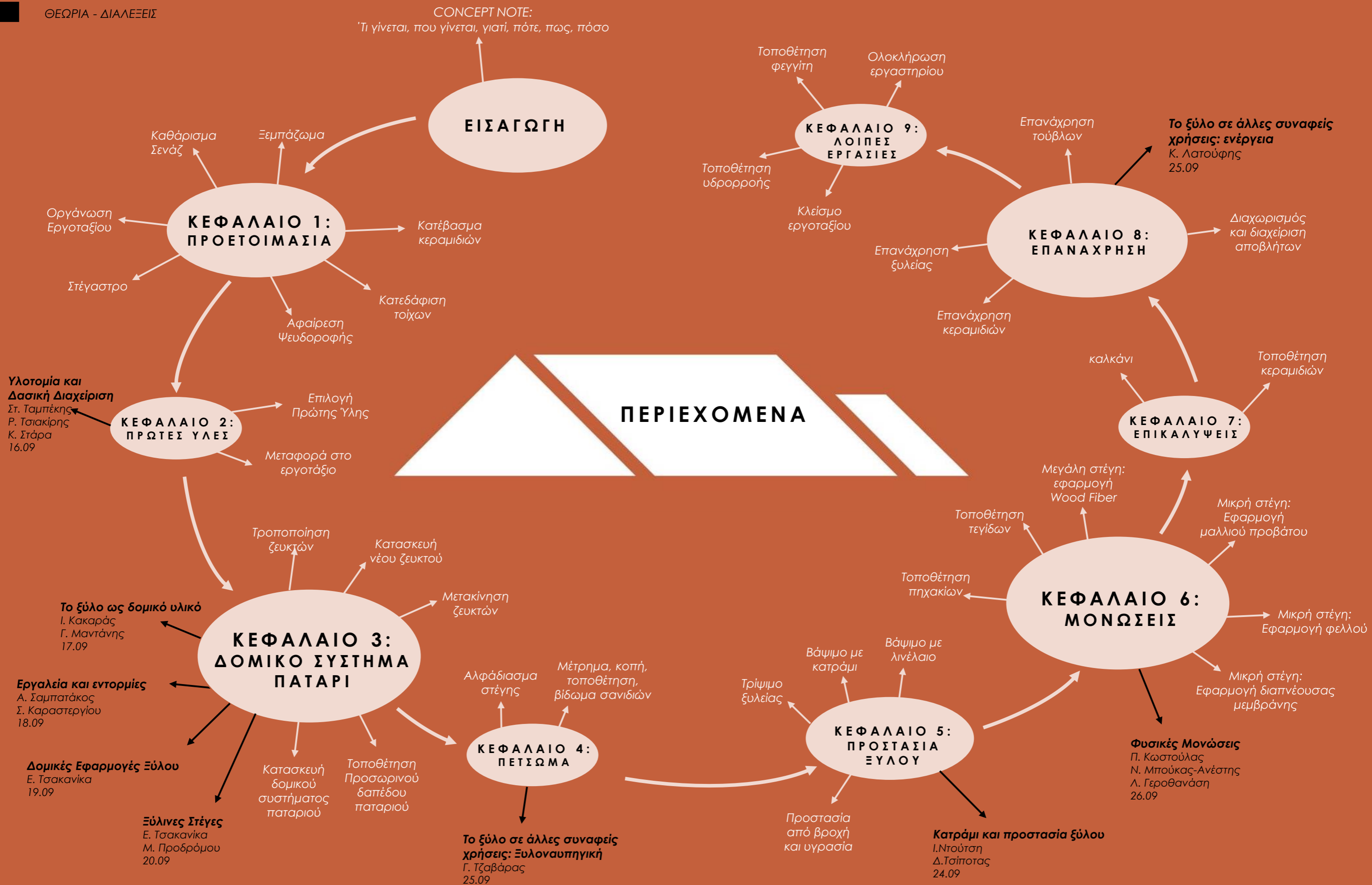
Χορηγία σε είδος



Η αφίσα του προγράμματος των παράλληλων δράσεων.

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

ΘΕΩΡΙΑ - ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ





Παλιό δημοτικό σχολείο Φράστων, Κεντρικών Τζουμέρκων (Γ. Κουτρόπουλος)

Το παλιό δημοτικό σχολείο των Φράστων αποτελείται από δύο διακριτά τμήματα, κατασκευασμένα την ίδια χρονική περίοδο. Το κυρίως τμήμα στέγαζε τον χώρο διδασκαλίας και το γραφείο του δασκάλου, ενώ το δεύτερο και μικρότερο το χώρο διαμονής του δασκάλου. (Κάτοψη Αποτύπωσης)

Σκοπός της αποκατάστασης της στέγης ήταν η μόνωσή της με φυσικά υλικά και η στεγάνωσή της. Παράλληλα, κρίθηκε αναγκαία η δημιουργία εσωτερικών παταριών, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα φιλοξενίας περισσότερων ατόμων για τη νέα χρήση του κτιρίου.

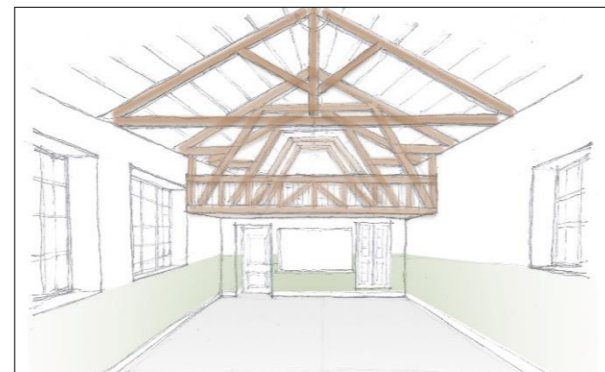
Εικ. 1: Υπάρχουσα κατάσταση αίθουσας διδασκαλίας (Γ. Κουτρόπουλος)

Εικ. 2: Πρόταση διαμόρφωσης παταριού (Σκίτσο Γ. Κουτρόπουλος)

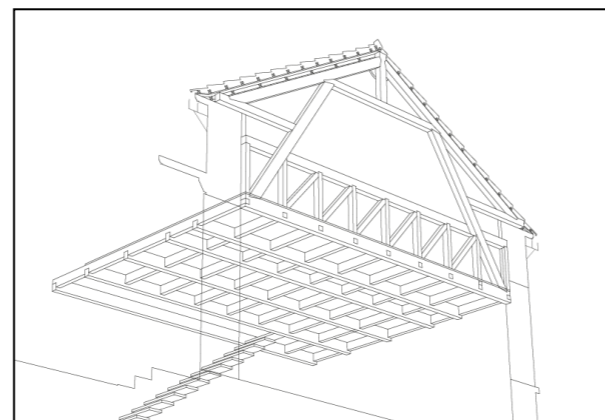
Εικ. 3: Απεικόνιση νέου ζευκτού και παταριού – πρόταση (Α. Σιαφάκα)



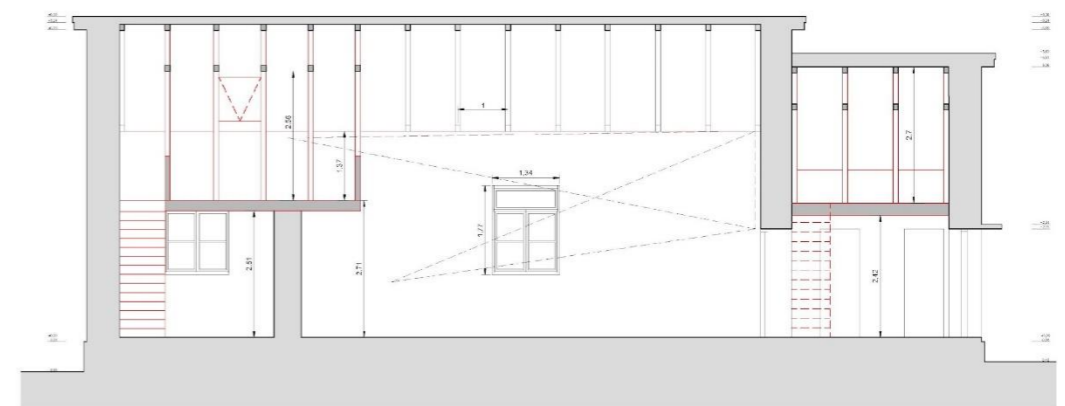
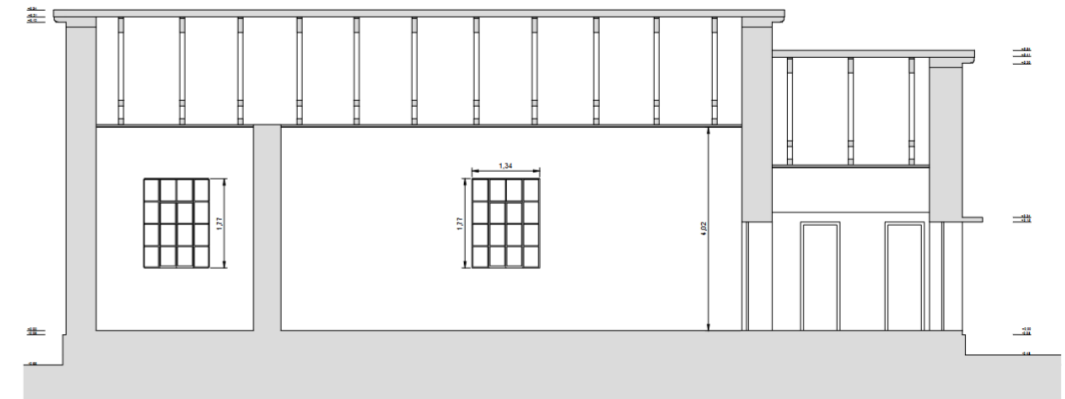
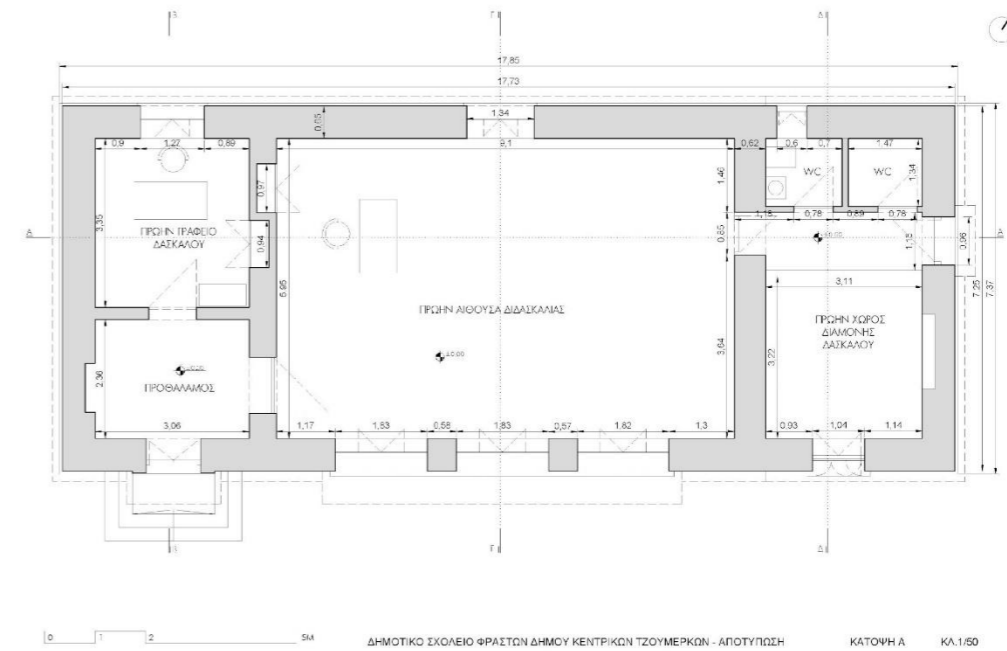
2



3



Για να επιτευχθεί αυτό, χρειάστηκε να ανακατασκευαστεί σημειακά ο ξύλινος φορέας των δύο στεγών (ζευκτά), ώστε να καταβιβαστεί η στάθμη των οριζόντιων στοιχείων και να δημιουργηθεί ικανό ύψος για την κυκλοφορία των μελλοντικών φιλοξενούμενων.



# 1. Προετοιμασία



Πάνω: Οργάνωση εργαταξίου (Γ. Κουτρόπουλος)  
Απέναντι: Αφαίρεση κεραμιδιών (Β. Χίτα)



1



2

3



Εικ. 1: Σκίαστρο προαυλίου χώρου (Ι. Αθανασιάδης)  
Εικ. 2 , 3: Αφαίρεση ψευδοροφής (Α. Σιαφάκα)

Οι εργασίες αποκατάστασης ξεκίνησαν στις 2 Σεπτεμβρίου, με δύο τεχνίτες - εκπαιδευτές (Τρύφωνας Παπαϊωάννου και Dominic Taylor) και έξι μαθητευόμενους/ες τεχνίτες/τριες.

Οι εργασίες της πρώτης εβδομάδας ήταν οι εξής :

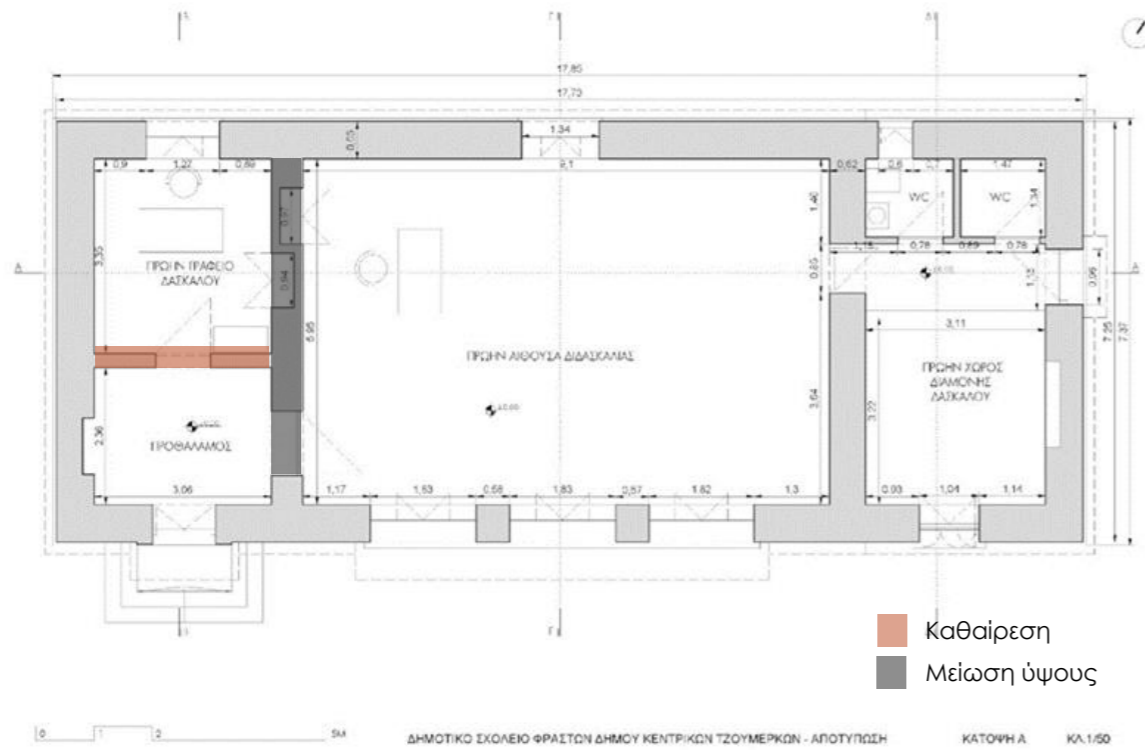
- Στήσιμο σκαλωσιάς περιμετρικά της μεγάλης στέγης -το ψηλότερο τμήμα του κτιρίου- για την διασφάλιση της ασφαλούς κίνησης των τεχνιτών. Στη συνέχεια, σκαλωσιά τοποθετήθηκε και στο χαμηλότερο τμήμα, για τις εργασίες στη μικρή στέγη.
- Κατασκευή σκίαστρου στο χώρο του προαυλίου, για προστασία από τον ήλιο στις εξωτερικές εργασίες.

*Χρησιμοποιήθηκαν τριγωνικά σκίαστρα, τα οποία ενώθηκαν για την κατασκευή ενός μεγαλύτερου.*

- Αφαίρεση ψευδοροφής από ξύλινες σανίδες.

*Η διαδικασία έγινε κυρίως με την χρήση "σκύλας" και με αρκετή προσοχή, ώστε να διασωθούν οι σανίδες που αφαιρέθηκαν. Απαραίτητη ήταν η χρήση γυαλιών και μάσκας, ταυτόχρονα με τον καλό αερισμό του χώρου, για προστασία από την παραγόμενη σκόνη.*





- Καθαίρεση εσωτερικής τοιχοποιίας από οπτόπλινθους.

*Η διαδικασία της καθαίρεσης έγινε προσεκτικά ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν τα δομικά υλικά (τούβλα) σε άλλα*

*τα τούβλα καθαρίστηκαν από το συνδετικό κονίαμα και στη συνέχεια, μετά τη διαλογή τους, συγκεντρώθηκαν σε σημείο του εργοταξίου. Βλέπε Κεφ. Επανάχρηση*



- Καθαίρεση του άνω τμήματος, ύψους περίπου ενός μέτρου της εσωτερικής τοιχοποιίας από αργολιθοδομή.

*Για λόγους στατικότητας, δύο τμήματα της τοιχοποιίας, πλάτους περίπου 50 εκατοστών, στις δύο πλευρές του κτιρίου όπου η εσωτερική τοιχοποιία συνδέεται δομικά με τις εξωτερικές τοιχοποιίες διατηρήθηκαν σε όλο τους το ύψος. Για την κατασκευή και τοποθέτηση του νέου φορέα, οι πέτρες αφαιρέθηκαν σημειακά. Βλέπε Κεφ. Δομικό Σύστημα*

*Η κατεδάφιση του τοίχου έγινε επίσης στη φιλοσοφία με την οποία αφαιρέθηκαν τα τούβλα. Χρησιμοποιώντας καλέμι, βελόνη και ματρακά οι πέτρες συλλέχθηκαν με σκοπό την δυνατότητα επανάχρησής τους. Τοποθετήθηκαν στον προαύλιο χώρο και ταξινομήθηκαν ανά μέγεθος.*



Εικ.4: Η αίθουσα διδασκαλίας χωρίς ψευδοροφή – σημάδεμα στάθμης. (Β. Χήτα)  
Εικ.5: Καθαίρεση άνω τμήματος τοιχοποιίας (Α. Σιαφάκα)  
Εικ. 6: Οργάνωση δομικών υλικών που αφαιρέθηκαν (Ι. Ντούτση)  
ΑΠΈΝΑΝΤΙ: Αφαίρεση κεραμιδιών μικρής στέγης (Ι. Αθανασιάδης)



7



8



9



10

• Αφαίρεση κεραμιδιών.

Τα κεραμίδια κατέβηκαν από το ύψος της σκαλωσιάς στο έδαφος, με χρήση αυτοσχέδιας τροχαλίας, στο σχοινί της οποίας δέθηκε ένα ζεμπίλι. Στο συνεργείο, συμμετείχαν δύο ομάδες. Η μια, αφαιρούσε και στοιβαζε τα κεραμίδια στην σκαλωσιά. Η δεύτερη, αποτελούνταν από ένα άτομο το οποίο τοποθετούσε τα κεραμίδια μέσα στο ζεμπίλι και μια ομάδα στο έδαφος η οποία χειριζόταν την τροχαλία, κατεβάζοντας τα κεραμίδια και στοιβάζοντας τα σε ντάνες. Πραγματοποιούνταν επιτόπου διαλογή ανάλογα με την κατάσταση διατήρησής τους, με σκοπό να επαναχρησιμοποιηθούν. Η αφαίρεση των κεραμιδιών της μεγάλης στέγης διήρκησε τρεις μέρες ενώ της μικρής μία.

• Καθαρισμός του περιμετρικού σενάζ από οπλισμένο σκυρόδεμα στην απόληξη των τοιχοποιιών, από τα υπολείμματα του προηγούμενου τσιμεντοκονιάματος.

Εικ. 6: Αφαίρεση κεραμιδιών (Χ. Λιόγκας)  
Εικ. 7: Στίβες με ακέραια κεραμίδια προς επανάχρηση (Ι. Ντούτση)  
Εικ. 8: Καθαρισμός περιμετρικού σενάζ (Β. Χήτα)  
Εικ. 9: Αφαίρεση κεραμιδιών και στοιβαγμα στη σκαλωσιά (Χ. Λιόγκας)  
Απέναντι : Κατέβασμα κεραμιδιών με τροχαλία (Ι. Αθανασιάδης)



## 2. Πρώτες ύλες



Πάνω: Η δασική περιοχή κοντά στο σχολείο των Φράστων (Ι. Αθανασιάδης)

## Προέλευση ξυλείας

Η ξυλεία ελάτης, από την οποία ήταν κατασκευασμένα τα υφιστάμενα δομικά στοιχεία του Σχολείου (παλιά ζευκτά στέγης) ήταν τοπικής προέλευσης και συγκεκριμένα από δασικές εκτάσεις κοντά στα Άγναντα. Τα παλιά ζευκτά, ελέγχθηκαν και δεν κρίθηκε απαραίτητη η ολική αντικατάστασή τους καθώς η κατάσταση διατήρησής τους ήταν ικανοποιητική.

Η νέα ξυλεία μαύρης πεύκης που χρησιμοποιήθηκε για τα δομικά μέρη του έργου, προέρχεται από την περιοχή του Ζαγορίου και η επεξεργασία της πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο του Ιωάννη Διδασκάλου στα Ιωάννινα.

Ενώ στην Ελλάδα είναι υποχρεωτική η χρήση πιστοποιημένης ξυλείας για δομικές κατασκευές, στο συγκεκριμένο έργο επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί μη πιστοποιημένη τοπική ξυλεία, ώστε να μειωθεί το κόστος της μεταφοράς και το οικολογικό αποτύπωμα του κτιρίου, ταυτόχρονα με τη στήριξη σε προμηθευτές της περιοχής.



Εικ. 1: Οργάνωση πρώτων υλών στον προαύλιο χώρο του σχολείου – προστασία καινούργιας ξυλείας από την υγρασία (Γ. Κουτρόπουλος)

Τέλος, σημειώνεται πως τα ξύλα, όταν προέρχονται από δέντρα που υλοτομήθηκαν πρόσφατα, περιέχουν συνήθως ένα υψηλό ποσοστό υγρασίας. Για τον λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να αποθηκεύονται με τρόπο ο οποίος επιτρέπει να στεγνώσουν σωστά (π.χ. σε ξηρό στεγασμένο μέρος, με κενά μεταξύ τους). Κατά την εφαρμογή, σημαντικό είναι να λαμβάνεται υπ' όψιν η μελλοντική συρρίκνωση της ξυλείας όταν αυτή αποβάλλει την περιεχόμενη υγρασία.

## Ο Έλατος (Abies cephalonica)

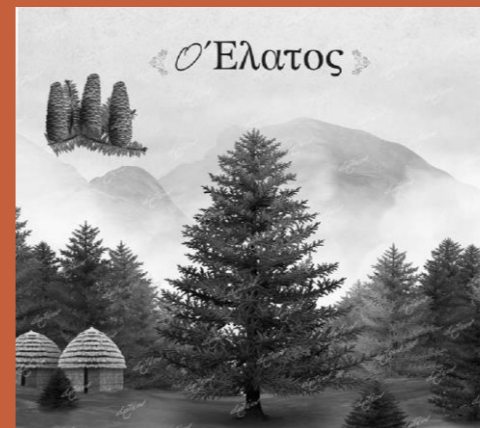
Η αλλιώς: ελάτη, κέλενος, μπράτου (Βλάχικο)

Το κεφαλονίτικο έλατο, το έλατο των ελληνικών βουνών είναι ενδημικό είδος της Ελλάδας. Προτιμά βαθιά και πλούσια εδάφη, αλλά επιβιώνει και σε αβαθή και πιο ξηρά περιβάλλοντα, ενώ συναντάται σε υψόμετρα από 800 έως 1800 μ. σε βουνά με ελάχιστο ύψος βροχής τα 1000 χιλ. Φτάνει σε ύψος 15-25μ.

Αν και η ξυλεία ελάτης δεν είναι τόσο ανθεκτική όσο αυτή της πεύκης -επίσης πιο ευάλωτη σε έντομα όπως το σαρακισυαντάται σε ποικίλες εφαρμογές, από οικοδομικές ως τη ναυπηγική.

Καθώς πρόκειται για ένα ξύλο σχετικά ελαφρύ, το συναντάμε συχνά σε παραδοσιακές εφαρμογές σε χωριά όπως διπλαριές και περαστάρια για κληματαριές, κοσόξυλα, σκάλες και γρέντες.

Το ρετσίνι του ελάτου έχει φαρμακευτικές ιδιότητες και το χρησιμοποιούσαν για την επούλωση πληγών, ως τονωτικό αλλά και ως θεραπευτικό για το έλκος του στομάχου. Το συναντάμε ακόμη σε χρήσεις φωτισμού, βουτώντας βαμβακερά φυτίλια μέσα στο ρετσίνι, για κατασκευή κεριών – ρετσινοκέρια, πρόχειρες σκούπες, φορητές κούνιες για τα βρέφη (μελουτές) από τον φλοιό των δέντρων, ενώ τα «λατσουδία» χρησιμοποιούνταν σε πρόχειρες ή πιο μόνιμες κατασκευές, κυρίως από μετακινούμενους κτηνοτρόφους, παραδείγματος χάριν καλύβες και κρεβάτια.



## Το Μαυρόπευκο (Pinus nigra)

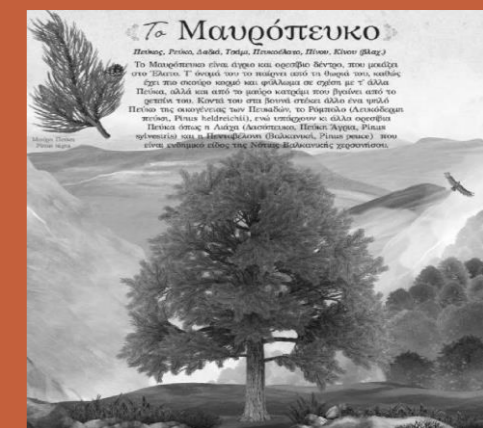
Η αλλιώς: μαύρη πεύκη, πεύκος, πεύκο, δαδιά, τσάμι, πευκοέλατο, πίνου κίνου (βλάχικα).

Το μαυρόπευκο είναι ένα υψίκορμο και συνήθως ευθυτενές είδος πεύκου, το οποίο μπορεί να ξεπεράσει τα 30μ. σε ύψος. Αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά είδη στην σύνθεσή των ορεινών κωνοφόρων δασών της Ελλάδας. Ο φλοιός του μαυρόπευκου είναι γκρίζος και οι βελόνες του μακριές και σκουρόχρωμες, ενώ τα κουκουνάρια του σχετικά μικρά και κωνικά.

Για τις κοινότητες των χωριών της Ηπείρου, η σημασία της ιστορικά ήταν μεγάλη, καθώς αυτές ουσιαστικά ζουν από την υλοτόμησή της. Από το δέντρο αυτό κατασκευάζονται τηλεγραφοξύλα, στύλοι της ΔΕΗ, γρεντές, στέγες, πατώματα, ταβάνια και κουφώματα. Χρησιμοποιούνταν επίσης από τους μετακινούμενους κτηνοτρόφους, για να κατασκευάσουν πρόχειρες καλύβες και φούρκες.

Σύμφωνα με την παράδοση, η οικοδομική ξυλεία έπρεπε να προέρχεται από πεύκα κατακείμενα τα οποία ήταν δοκιμασμένα και προσήλια και άρα πιο ανθεκτικά από ένα που δεν έχει κοπεί ακόμη.

Ως το 1950 το δαδί της μαύρης πεύκης χρησιμοποιούνταν επίσης για φωτισμό.



Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης «Γνωριμία με τα δέντρα της ελληνικής υπαίθρου και τα μη ξυλώδη δασικά προϊόντα» από την Καλλιόπη Στάρα (Επιστημονική Συνεργάτης και Ερευνήτρια του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων), 16.09.24, Φράστα Τζουμέρκων

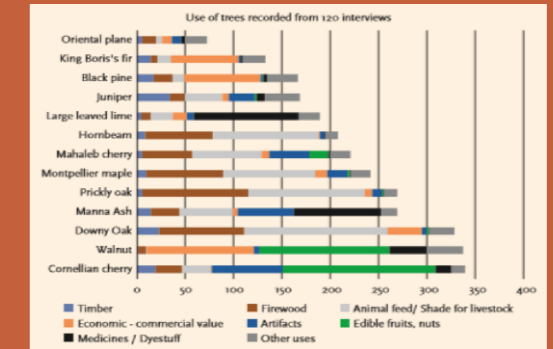
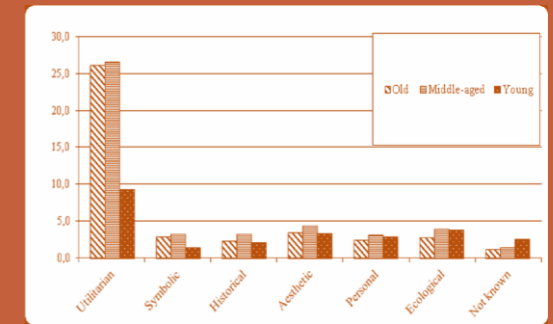
## Εθνοβιολογία – τα δέντρα της ελληνικής υπαίθρου

Η Εθνοβιολογία, η οποία σύμφωνα με τον ορισμό της Διεθνούς Εταιρείας Εθνοβιολογίας είναι η επιστήμη που μελετά τις σύνθετες σχέσεις μεταξύ των ανθρώπινων κοινωνιών και του τόπου όπου ζουν, αναγνωρίζει ότι οι άνθρωποι που διαθέτουν την παραδοσιακή οικολογική γνώση έχουν ένα ζωτικό ρόλο σε αυτήν την κατανόηση. Οι Εθνοβιολόγοι αναγνωρίζουν ότι οι τοπικές κοινωνίες και οι αυτόχθονες λαοί (Indigenous peoples) παίζουν καθοριστικό ρόλο για τη διατήρηση της βιοπολιτισμικής ποικιλίας.

Μετά από διεξαγωγή έρευνας σε 23 χωριά του Ζαγορίου, και 120 συνεντεύξεις με ερωτήσεις σχετικές με την χρησιμότητα 13 κοινών ειδών δέντρου, οικονομική και πολιτισμική, παρήχθησαν οι ακόλουθοι πίνακες:

Οι πίνακες αυτοί απεικονίζουν τις πολλαπλές χρήσεις που έχουν τα δέντρα αλλά και το γεγονός ότι η γνώση αυτή χάνεται σιγά σιγά στις νέες γενιές.

Η μεγάλη μείωση παραδοσιακών οικονομικών δραστηριοτήτων όπως η κτηνοτροφία, η γεωργία και της υλοτομίας, οδηγεί σταδιακά στην απώλεια τόσο της πολιτισμικής όσο και στην οικονομικής αξίας των δέντρων. Κάποια είδη δεν χάνουν μόνο την αξία τους αλλά με έναν τρόπο και το όνομα τους. Το νέο αυτό φαινόμενο κατά το οποίο οι νέοι άνθρωποι αποτυγχάνουν να ξεχωρίσουν και να αναγνωρίσουν διαφορετικά είδη χλωρίδας ονομάζεται "plant blindness".



## Μη ξυλώδη δασικά προϊόντα

Εκτός από το ξύλο, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μη ξυλωδών δασικών προϊόντων ή προϊόντα εκτός ξυλείας. Αφορούν προϊόντα βιολογικής προέλευσης τα οποία προέρχονται είτε από δάση είτε δέντρα εκτός δασών. Μπορούν να προέρχονται από τα ίδια τα δέντρα, αλλά επίσης και από φυτά του υπορόφου, από μύκητες ή να είναι ακόμη ζωικής προέλευσης. Στην Ελλάδα περιγράφονται επίσης με τον όρο «Δευτερεύουσες καρπώσεις δασικών οικοσυστημάτων». Η καλύτερη αξιοποίηση αυτών των προϊόντων αποτελεί πλέον αντικείμενο έρευνας σε πολλές χώρες.

Πολύ σημαντική είναι η διαχείριση αλλά και η παραγωγή αυτού του αποθέματος, καθώς η ύπαρξη του αποτελεί κίνητρο για τις τοπικές κοινωνίες. Αυτή, περιλαμβάνει:

- Τη συνύπαρξη συλλογής και καλλιέργειας
- Δίκαιο εμπόριο
- Νομοθετικές ρυθμίσεις
- Ιχνηλασιμότητα, την πρόσβαση, δηλαδή, του καταναλωτή στον παραγωγό.

Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης «Γνωριμία με τα δέντρα της ελληνικής υπαίθρου και τα μη ξυλώδη δασικά προϊόντα» από την Καλλιόπη Στάρα (Επιστημονική Συνεργάτης και Ερευνήτρια του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων), 16.09.24, Φράστα Τζουμέρκων

## Πίνακας υλικών και προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν

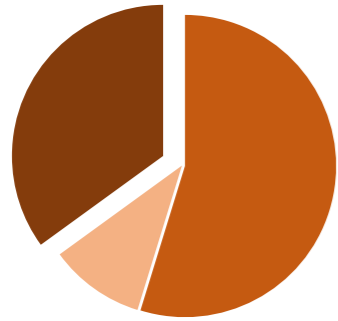
Δύο παράγοντες που επηρέασαν σημαντικά την επιλογή των υλικών του έργου, ήταν η τοπική προέλευση και η σύσταση του υλικού. Στόχος ήταν να μειωθεί όσο περισσότερο το οικολογικό αποτύπωμα της κατασκευής ενώ παράλληλα να στηριχτούν τοπικές επιχειρήσεις και τεχνίτες.

Ο παρακάτω πίνακας καταγράφει αυτά τα δύο ζητούμενα όπως επίσης και την ποσότητα και την εφαρμογή τους στο εργοτάξιο.

Υλικά - Προϊόντα	Προμηθευτής	Ποσότητα	Μονάδες μέτρησης	Εφαρμογή	Τοπική Παραγωγή	Τοπική επεξεργασία	Φυσικά υλικά	Παραπράσινο
<b>A. ΔΟΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ</b>								
1. Δομική ξυλεία μοέρης πάχους	Πρωτόγειο Ίωαννίνων (Ελλάδα), Ξυλεία από Βυβρόσσα	16	m <sup>3</sup>	όριζοντιο οργανοκρομμύδι, πλάκα παρτέρι, σανίδα στέγης, τροποποιησες δοκίμι, γιάνες στέγης	✓	✓	✓	
2. Μεταλλικές διατομές τύπου "L"	Όλγα Νάσσα (Ελλάδα, Άρτα)			Επιχρυσωμένο φέροντος οργανοκρομμύδι, κρομμύδι με λείοντο		✓		
<b>B. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ</b>								
3. Μονωτικό υλικό από συμπεσμένη φυσική ίνα ζύλου (woodfibre), πάχος 50 mm	Gutex (Ερμανία)	121.04	m <sup>2</sup>	Μονωση μεγάλης στέγης				✓
4. Μονωτικό υλικό από συμπεσμένη φυσική ίνα ζύλου (woodfibre), πάχος 35 mm	Gutex (Ερμανία)	117.62	m <sup>2</sup>	Μονωση μεγάλης στέγης				✓
5. Μονωτικό υλικό από μαλλί πρόβατου, πάχος 50 mm	Calphacoustic (Ελλάδα)	6426	m <sup>2</sup>	Μονωση μικρής στέγης			✓	✓
6. Μονωτικό υλικό από φυσικό φελλό, πάχος 20 mm	Αριστέα (Πορτογαλία), μέσω Fotis Home (Ελλάδα)	33.07	m <sup>2</sup>	Μονωση μικρής στέγης			✓	
<b>Γ. ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ</b>								
7. Αδιαβροχοποιητική μεμβράνη (SOULTECH MENTO PLUS)	Pro Climate SOULTECH MENTO PLUS	34.47	m <sup>2</sup>	Υγρανομωση μικρής στέγης				
8. Τσιπ αεροστεγανώσεως για σκυρόδεμα γή μεμβράνης (ESCOR VANA)	Pro Climate TESCO VANA			Συνάψη μεμβράνης - μικρή στέγη				
9. Κοφάρι - βερνίκι ρητίνης πάχους	Ζητής Πασαλίου, Δίστρατο	45	ε	Επιχρυσωση φλίας (γιάνες στέγης)	✓	✓	✓	✓
10. Νέφτι (πυρενθίνιο)	Fotis Home (Ελλάδα, Άρτα)	10	ε	Επιχρυσωση φλίας (γιάνες στέγης) με μέγιστο καύσιμο-νεύρο				
<b>Δ. ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΞΥΛΙΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ</b>								
11. Ασπίδα (Πύλο)	Οικοδομικά υλικά Κούστα-Λιάς (Ελλάδα, Ίωαννίνων)	75	ε	Επιχρυσωση φλίας (αντομίες, σανίδες παρτέρι, σανίδες στέγης, γιάνες)			✓	
<b>Ε. ΠΑΡΑΘΥΡΑ ΣΤΕΓΗΣ</b>								
12. Ανοιγόμενα παράθυρα στέγης με ζύλο κούφωμα, διαστάσεων 0,90x1,20 μ.	Tissot (Ελλάδα, Καρπύνη)	2	τεμ.	όχι γιάνες στέγης				
<b>ΣΤ. ΒΙΔΕΣ - ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ - ΝΤΙΣΣΕΣ</b>								
13. Βίδες, στήριγμα, ντιπές κ.α.	Rothoblast Βίδες (Ελλάδα, Ίωαννίνων), Οικοδομικά υλικά Κούστα-Λιάς (Ελλάδα, Ίωαννίνων)			Βιδές φλίας, σανίδες μεταλλικών "L" με πείρα ανώτερης κρομμύδι με γιάνες				
<b>Ζ. ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΣΤΕΓΗΣ ΜΕ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ</b>								
14. Κεραμίδες γαλλικού τύπου, κεραμοποιός Διολιθέρη	Παλασπολυτία Βροβόλα Ίωαννίνων (Ελλάδα, Τριπολιτάρα)	300	τεμ.	Μικρή και μεγάλη στέγη				
<b>Η. ΥΔΡΟΡΡΕΣΕΙΣ</b>								
15. Υδρορροές από γαλβανισμένο λαμαρίνα ορθογωνική και στρογγυλή διατομής	Υδρομεταλλουργείο-Μηχανουργείο (Ελλάδα, Ίωαννίνων)			Αντιστάση υδρορροής		✓		
<b>Θ. ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ - ΓΕΜΙΣΜΑΤΑ</b>								
16. Άμμος		075	m <sup>3</sup>	Παρασκευή λαστιχ με σανίδα κρομμύδι ποβλιν κρομμύδι	✓	✓	✓	
17. Ασβέστης		025	m <sup>3</sup>	Παρασκευή λαστιχ με σανίδα κρομμύδι ποβλιν κρομμύδι	✓	✓	✓	
18. Αφρός πολυουρεθάνης	Fotis Home (Ελλάδα, Άρτα)			Επιχρυσωση φλίας με γιάνες και μεταλλικών "L"				
19. Ειδικές ρητίνες 2 συστατικών	Rothoblast Fotis Home (Ελλάδα, Άρτα), Οικοδομικά υλικά Κούστα-Λιάς (Ελλάδα, Ίωαννίνων)			Επιχρυσωση φλίας με γιάνες και μεταλλικών "L"				
20. Τσιμεντοκονία				Αντιστάση με λείοντο κρομμύδι με γιάνες και "L"				
<b>Ι. ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ</b>								
21. Ξύλο από παλιά ζευγάρι - ελεοστέρης (ξυλεία ελιά)	Επένδυση (Τμήματα των παλιών ζευγαριών, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν)	025	m <sup>3</sup>	Τροποποιησες δοκίμι, φλίας στέγης	✓	✓	✓	
22. Παλιές παλιές (ξυλεία ελιάς)	Επένδυση (Παλιές παλιές στέγης από τις οποίες αφαιρέθηκαν οι παλιές)	025	m <sup>3</sup>	Σάνες στέγης	✓	✓	✓	
23. Κεραμίδες	Επένδυση (κεραμίδες της στέγης που καθάρισαν)	1700	τεμ.	Μικρή και μεγάλη στέγη				
24. Τούβλα	Επένδυση (δασοκομικά τούβλα που κατασκευάστηκαν)	012	m <sup>3</sup> (ή 40 τεμ.)	Χείμαυρος από γιάνες στέγης (καμινάδα)				
25. Λίθοι	Επένδυση (Τμήμα διακινητικού τούβλου που κατασκευάστηκαν)	μικρός αριθμός		Επιχρυσωση φλίας με γιάνες και μεταλλικών "L"	✓	✓	✓	

## Παραγωγή και προέλευση υλικών και προϊόντων που χρησιμοποιήθηκαν

### Παραγωγή υλικών

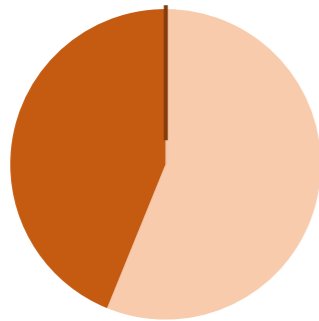


- Τοπική παραγωγή στην περιοχή της Ηπείρου
- Παραγωγή στην Ελλάδα
- Παραγωγή σε χώρα του εξωτερικού

Τα περισσότερα από τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο αποτελούν προϊόντα ελληνικής παραγωγής (65%). Η δομική ξυλεία, προέρχεται από κοντινό δάσος (Ζαγόρι), ενώ η επεξεργασία της πραγματοποιήθηκε επίσης σε τοπικό πριστήριο (Ιωάννινα). Ορισμένα μονωτικά υλικά (πλάκες wood-fiber, πλάκες μονωτικού φελλού), χρειάστηκε να εισαχθούν από το εξωτερικό, καθώς τα συγκεκριμένα προϊόντα φυσικής μόνωσης δεν παράγονται στην Ελλάδα. Ο φελλός παράγεται στη Πορτογαλία, ενώ το wood-fiber στη Γερμανία.

*Τα μεταλλικά στοιχεία (μεταλλικές δοκοί, υδρορροές) δεν παράγονται από ελληνικές πρώτες ύλες, αλλά η επεξεργασία τους γίνεται σε τοπικές επιχειρήσεις (π.χ. χυτήρια μετάλλου στο κοντινότερο αστικό κέντρο, Άρτα, Ιωάννινα). Ελάχιστα σε όγκο και ποσότητα είναι τα βιομηχανικά υλικά που παρασκευάζονται στο εξωτερικό (βίδες, ρητίνες, αφρός πολυουρεθάνης, αδιαβροχοποιητική μεμβράνη κ.α.).*

### Προέλευση υλικών



- Φυσικά υλικά
- Παραπροϊόντα
- Βιομηχανικά υλικά

Στο εργαστήριο δόθηκε έμφαση στη χρήση φυσικών υλικών τόσο για τις δομικές κατασκευές (ξυλεία) όσο και για τις μονώσεις (φελλός κτλ.). Ορισμένα, αποτελούν παραπροϊόντα άλλων φυσικών προϊόντων ή της κατεργασίας τους. Για παράδειγμα, το μαλλί προβάτου είναι ένα ανακυκλώσιμο οργανικό υλικό, το οποίο προέρχεται από την ετήσια κουρά των ζώων και μετά από κατεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μόνωση σε μορφή μαλακών πλακών. Αντίστοιχα, οι πλάκες wood fiber αποτελούνται από συμπιεσμένο πριονίδι και ίνες ξύλου. Υλικά βιομηχανικής παραγωγής χρησιμοποιήθηκαν όπου κρίθηκε αναγκαίο, όπως οι μεταλλικές δοκοί για την στήριξη των παταριών, οι μεταλλικές βίδες, η υγρομονωτική μεμβράνη κ.α.

## Υλοτομία και Δασική Διαχείριση

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, παρατηρείται ένα παγκόσμιο πρόβλημα το οποίο ονομάζεται αποδάσωση. Το φαινόμενο αυτό ωστόσο δεν έχει ενιαία κατανομή, καθώς παρατηρείται ότι στις πιο ανεπτυγμένες οικονομικά χώρες, τα δάση αυξάνονται, σε αντίθεση με τις οικονομικά ασθενέστερες.

Σε χώρες όπως για παράδειγμα η Ρουμανία, με προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura, και η οποία αποκαλείται ο «Αμαζόνιος της Ευρώπης», μεγάλες εταιρείες εκμεταλλεύονται δασικές εκτάσεις εφαρμόζοντας απαγορευμένες πρακτικές όπως η αποψιλωτική υλοτομία.

Το φαινόμενο έχει τις ρίζες του στη βιομηχανική επανάσταση, η οποία με την παραγωγή μηχανημάτων εντατικοποίησε και διαχώρισε τις παραδοσιακές μικτές χρήσεις γης. Η κατανάλωση των πρώτων υλών πλέον αυξάνεται συνεχώς ενώ η παγκόσμια αγορά κινεί τις τοπικές οικονομίες. Συνεπώς, καθώς τα τοπικά προϊόντα δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στον παγκόσμιο ανταγωνισμό με τα αντίστοιχα του εξωτερικού, λόγω της αυξημένης τιμής τους, η ελληνική αγορά στρέφεται προς τις εισαγωγές, κάτι το οποίο ωθεί τις τοπικές κοινότητες οι οποίες δεν προλαβαίνουν να προσαρμοστούν, προς την μετανάστευση και την εγκατάλειψη των ορεινών αγροτικών κοινοτήτων.



Η πίεση στους δασικούς πόρους των λιγότερο αναπτυγμένων χωρών είναι διαρκής. Το 80% των δασικών εκτάσεων δεν προστατεύεται ενώ 4 στα 10 δέντρα κόβονται για να παραχθεί χαρτοπολτός για παραγωγή συσκευασιών, χαρτί κ.α., και όχι για χρήση της ίδιας της ξυλείας, δομικής ή μη. Ένα μεγάλο ποσοστό της αποψίλωσης ή της καύσης δασικών εκτάσεων πραγματοποιείται λόγω της ανάπτυξης της εντατικής κτηνοτροφίας και της βιομηχανίας της σόγιας και του κοκοφοίνικα. Οι πρώτες ύλες αυτές, προερχόμενες από τα τροπικά κυρίως δάση, εξάγονται και καταναλώνονται από οικονομικά ισχυρότερες χώρες.

Τα δάση της Ευρώπης είναι κυρίως φυτείες με ελάχιστη βιοποικιλότητα, καθώς κατά την βιομηχανική επανάσταση έγιναν μεγάλες αποψιλώσεις για την εξόρυξη μεταλλευμάτων. Κοινά τους χαρακτηριστικά είναι:

- Μικρή ποικιλία σε είδη δέντρων, κυρίως 2-3.
- Το μεγαλύτερο ποσοστό (3/4) είναι νεαρά, πυκνά και ομήλικα.
- Δεν υπάρχει μωσαικότητα, αλλά χωρική ομοιογένεια.
- Έχουν δεχτεί πολλές επεμβάσεις (π.χ. δρόμους) και είναι διάσπαρτα.
- Είναι κυρίως τεχνητές φυτείες και όχι δάση φυσικής αναγέννησης.

Πλέον, ελάχιστα δάση είναι φυσικά, ενώ μόνο 0.7% είναι αρχαία δάση στα οποία δεν έχει υπάρξει ανθρώπινη παρέμβαση. Από αυτά τα αιωνόβια δάση στην Ευρώπη, με εξαίρεση τις βόρειες χώρες, προστατεύεται νομικά μόνο 1-2%. Στα δάση αυτά βρίσκονται τα μεγαλύτερα σε ηλικία δέντρα, τα οποία δεν κόβονται κατά την διαδικασία της υλοτόμησης καθώς διατηρούνται ως «μάνες» για την ανάπτυξη του υπόλοιπου δάσους.



Πάνω: Μέτρηση υγρασίας και αντοχής παλιάς και νεας ξυλείας από τον Γ. Μαντάνη (Γ. Κουτρόπουλος)

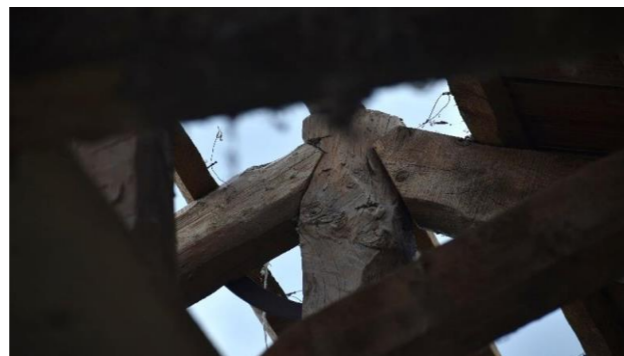
## Μέτρηση υγρασίας και αντοχής ξυλείας

Καθώς η ξυλεία που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε πιστοποίηση, δεν ήταν γνωστά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ξύλου (αντοχή σε θλίψη, υγρασία κτλ.).

Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε επιτόπου έλεγχος με υγρασιόμετρο. Η σχετική υγρασία στη νέα ξυλεία βρέθηκε ίση με 18% και στην παλιά 8-10%.

Η εκπόνηση της στατικής μελέτης του έργου και οι υπολογισμοί των απαιτούμενων διατομών, έγιναν με ενδεικτική τιμή C24, ως προς την αντοχή της ξυλείας. Οι τιμές που τελικά προέκυψαν από τα δείγματα ξυλείας που ελέγχθηκαν ήταν από C35 μέχρι και C40, τιμές πολύ υψηλές, οι οποίες είναι δικαιολογημένες βάσει της ηλικίας και της θέσης των δέντρων που υλοτομήθηκαν. Με παρόμοιο τρόπο ελέγχθηκε και η παλιά ξυλεία ελάτης, από την οποία ήταν κατασκευασμένα τα υφιστάμενα ζευκτά του σχολείου και η αντοχή τους βρέθηκε ίση με C24, παρά τις φθορές που αυτά εμφάνιζαν.

Οι τιμές C24, C30 κτλ. αναφέρονται στην αντοχή του ξύλου σε θλίψη. Από τις μετρήσεις προέκυψε ότι οι διατομές ξύλου που χρησιμοποιήθηκαν, εξασφαλίζουν τη στατική επάρκεια της κατασκευής της στέγης αλλά και των παταριών.



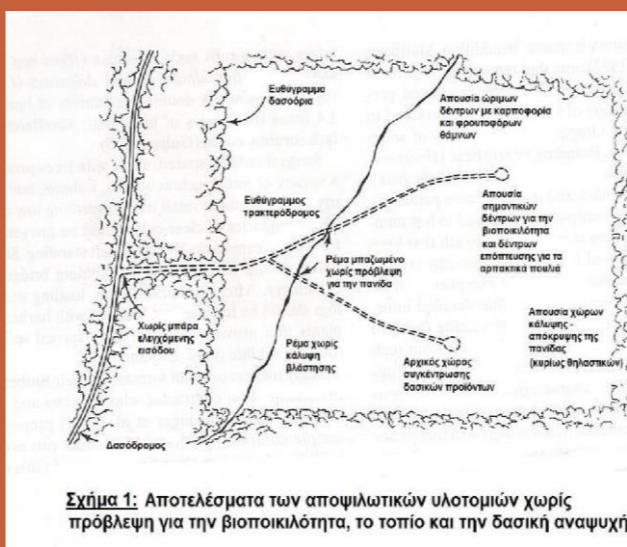
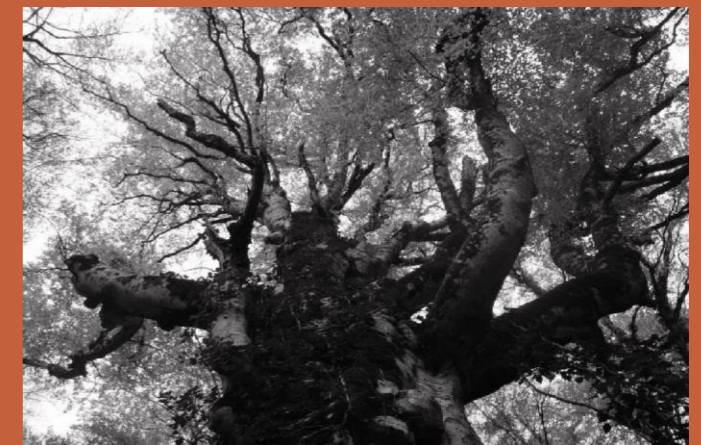
Εικ.3: Υφιστάμενο ζευκτό από ξυλεία ελάτης (Χ. Λιόγκας)

Εικ. 4: Νέα ξυλεία μαύρης πεύκης (Α. Σιαφάκας)

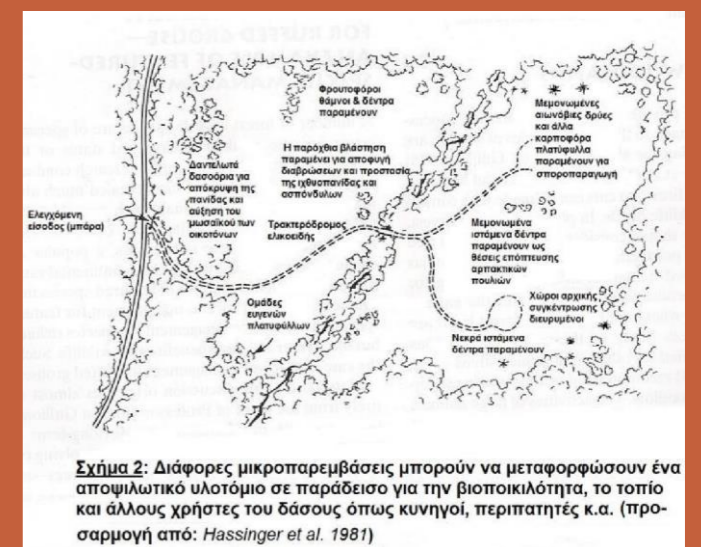
## Υλοτομία και Δασική Διαχείριση

Στην Ελλάδα, δεν εφαρμόζεται η εντατική βιομηχανική δασοπονία, αλλά γίνεται αειφορική διαχείριση των δασών με επιλεκτική υλοτόμηση (φυσική δασοπονία). Πραγματοποιείται προσήμανση και εντοπισμός των δέντρων με πολυκριτηριακό τρόπο, ενώ προστατεύονται περιοχές υψηλής ευαισθησίας και μεγάλης βιοποικιλότητας. Σκοπός της παραπάνω διαδικασίας είναι η φυσική αναγέννηση του δάσους. Η υλοτόμηση πραγματοποιείται κυκλικά, σε διαφορετικές συστάδες ανά έτη, με στόχο τη διατήρηση του "μωσαϊκού" του δάσους και την προστασία του οικοσυστήματος.

Παρά την αφθονία πρώτης ύλης, σοβαρό πρόβλημα εντοπίζεται στη διαχείριση των δασικών πόρων. Τα δέντρα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή προϊόντων όπως παλέτες, καυσόξυλα και στύλους της ΔΕΗ και δεν αξιοποιούνται για δομική ξυλεία. Παρά την υψηλή ποιότητα της, η μη πιστοποίηση της εγχώριας ξυλείας δεν επιτρέπει τη συμμετοχή της στην παγκόσμια αγορά. Τα τελευταία χρόνια, γίνονται προσπάθειες ένταξης της ελληνικής ξυλείας σε ένα νέο σύστημα πιστοποίησης ξυλείας προερχόμενης από δημόσιες δασικές εκτάσεις, κάτι που ισχύει σε ποσοστό 80% των ελληνικών δασών.



Σχήμα 1: Αποτελέσματα των αποψιλωτικών υλοτομιών χωρίς πρόβλεψη για την βιοποικιλότητα, το τοπίο και την δασική αναυχή



Σχήμα 2: Διάφορες μικροπαραεμβάσεις μπορούν να μεταφορτώσουν ένα αποψιλωτικό υλοτόμιο σε παράδεισο για την βιοποικιλότητα, το τοπίο και άλλους χρήστες του δάσους όπως κυνηγοί, περιπατητές κ.α. (προσαρμογή από: Hassinger et al. 1981)

Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης «Γνωριμία με τα δέντρα της ελληνικής υπαίθρου και τα μη ξυλώδη δασικά προϊόντα» από την Καλλιόπη Στάρα (Επιστημονική Συνεργάτης και Ερευνήτρια του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων), 16.09.24, Φράστα Τζουμέρκων

## Διάνοιξη και διαχείριση δασικών δρόμων

Μια από τις πιο σημαντικές ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο δάσος, είναι η διάνοιξη δασικών δρόμων. Κάθε φορά που δημιουργείται ένας τέτοιος δρόμος, αφαιρείται παραγωγική γη, γεγονός που αξία της υποδομής που κατασκευάζεται πρέπει να αντισταθμίσει.

Οι δασικοί δρόμοι συντελούν στη διευκόλυνση της υλοτόμησης και τη μείωση του κόστους μεταφοράς της ξυλείας. Οι σχεδιαστές των δασικών δρόμων σχεδιάζουν λαμβάνοντας υπόψη την αποδοτικότητα του κόστους αλλά και την βιώσιμη διαχείριση του δασικού περιβάλλοντος. Αυτό γίνεται μέσω της Πολλαπλών Κριτηρίων Αξιολόγησης (Multi – Criteria Evaluation, MCE) η οποία προσπαθεί να συνδυάσει ένα σύνολο κριτηρίων με σκοπό να αναπτυχθεί μια ενιαία σύνθετη βάση δεδομένων, ώστε να διευκολυνθεί η απόφαση για το σχεδιασμό και την διαχείριση του δασικού δικτύου.

Τα κριτήρια αφορούν την εκτίμηση:

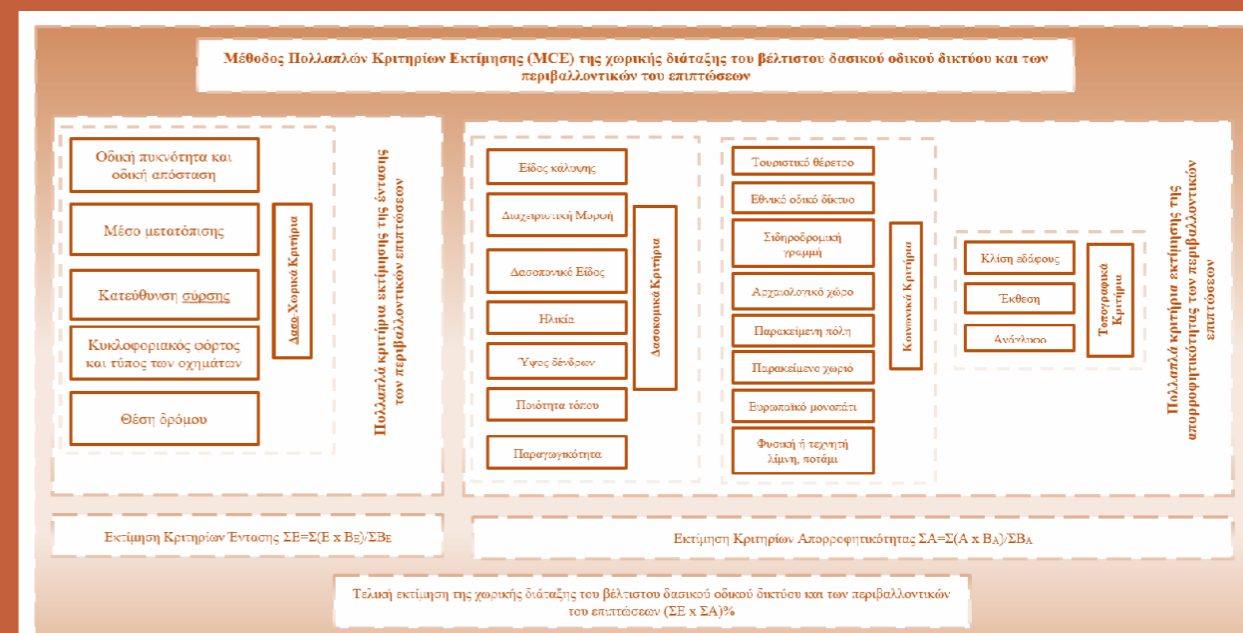
- α) της έντασης την ανθρώπινης παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον από υφιστάμενα έργα διάνοιξης και
- β) της απορροφητικότητας των επιδράσεων των δασικών δρόμων από το φυσικό περιβάλλον.

Μέσω αυτών των υπολογισμών προκύπτει το **λήμμα**, δηλαδή ο ξυλώδης όγκος ο οποίος μπορεί να αφαιρεθεί.

Το μέλλον της διαχείρισης δασικών δρόμων αφορά περισσότερο την βελτιστοποίηση και την συντήρηση των ήδη υπαρχόντων δασικών δρόμων καθώς αυτοί θεωρούνται επαρκείς. Το εγχείρημα αυτό δεν πρέπει να σκοπεύει αποκλειστικά στα οικονομικά και δασοπονικά οφέλη αλλά πλέον θα πρέπει να κατευθύνεται και στη χρήση των δρόμων ως

- A) μέσο για την προστασία από τις δασικές πυρκαγιές
- B) τρόπο διαφυγής από δασικές πυρκαγιές
- Γ) τρόπο μεταφοράς βιομάζας

Τέλος, στα κριτήρια αξιολόγησης οφείλουν να συμπεριλαμβάνονται οι πολιτιστικές και κοινωνικές διαστάσεις.



Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης «Χαρτογράφηση, της χωρικής μεταβλητότητας του βέλτιστου δασικού οδικού δικτύου με την εφαρμογή της μεθόδου της Πολύ-Κριτηριακής Εκτίμησης (Multi-Criteria Evaluation, MCE)», από τον Στέργιο Ταμπέκη (Επικουρος Καθηγητής του Τμήματος Δασολογίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών), 16.09.24, Φράστα Τζουμέρκων

## 3. Δομικό σύστημα



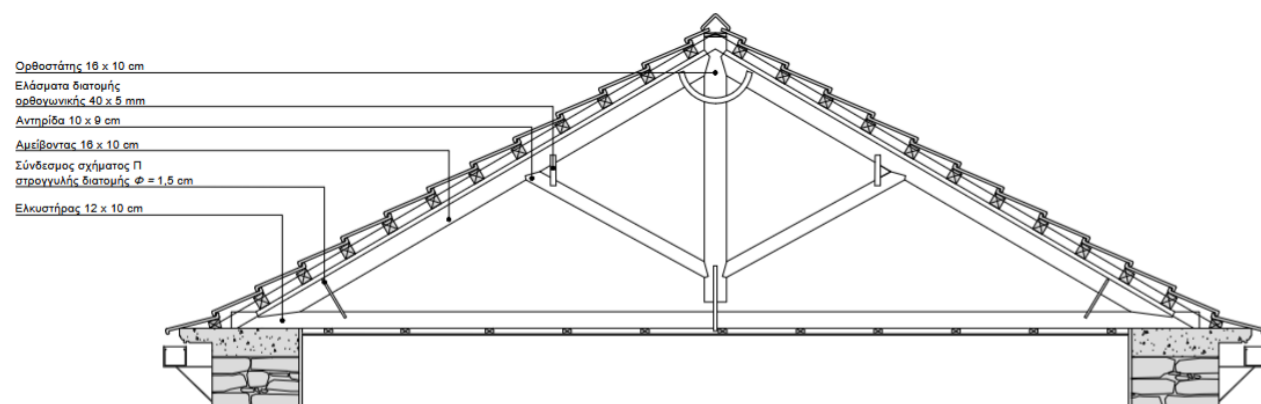
Πάνω: Η ομάδα εργασίας πάνω στο πρώτο δοκάρι του παταριού που τοποθετήθηκε. (Π.Κωστούλας)

Στο πλαίσιο της επανάχρησης του κτιρίου, αποφασίστηκε να κατασκευαστούν δύο εσωτερικά πατάρια, στα οποία θα φιλοξενηθούν χρήσεις που θα εξυπηρετούν τη μελλοντική λειτουργία του χώρου ως εργαστήριο. Στο μεγαλύτερο τμήμα του κτιρίου, το ανοιχτό πατάρι που κατασκευάστηκε θα αποτελεί μέρος του χώρου διδασκαλίας, ενώ το μικρό, θα στεγάζει μικρό χώρο φιλοξενίας. Όστε να πραγματοποιηθεί αυτό και να εξασφαλιστεί το αναγκαίο ελεύθερο ύψος στους χώρους, χρειάστηκε να τροποποιηθεί η μορφή ορισμένων ζευκτών της στέγης.

## Υφιστάμενος Φορέας

Οι δύο στέγες του κτιρίου, μεγάλη και μικρή, είναι δίριχτες και ισοσκελείς, με κλίση περίπου 30°. Ο φορέας τους, αποτελείται από 11 και 3 ζευκτά αντίστοιχα.

Τα υφιστάμενα ζευκτά είναι κατασκευασμένα από πριστή ξυλεία ελάτης και αποτελούνται από τον ελκυστήρα, διατομής 10 x 12 εκ., αμείβοντες 10 x 16 εκ., ορθοστάτη 10 x 16 εκ., και αντηρίδες 9 x 10 εκ.



Υφιστάμενο ζευκτό

## Το ξύλο ως δομικό υλικό

Το ξύλο αποτελεί ένα φυσικό υλικό, το οποίο απαντάται σε όλες σχεδόν τις χώρες του πλανήτη. Ταυτόχρονα, αποτελεί ένα ανανεώσιμο και εξαιρετικά οικολογικό, υπό προϋποθέσεις, υλικό αφού είναι ένα δομικό υλικό το οποίο καλλιεργείται. Ωστόσο πλέον η ξυλεία υψηλής ποιότητας η οποία προορίζεται για εξεζητημένες χρήσεις γίνεται όλο και λιγότερη, κυρίως λόγω κακής δασικής διαχείρισης.

Το υλικό, που προέρχεται από τα δέντρα, έχει δακτυλικό αποτύπωμα, δηλαδή κάθε ξύλο είναι μοναδικό, με μοναδικές ιδιότητες το κάθε ένα.

Πρόκειται στην ουσία για το αποτέλεσμα βιολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα δέντρα, τα οποία μέσω της φωτοσύνθεσης, μετασχηματίζουν τη φωτεινή ενέργεια σε χημική.

Το ξύλο έχει τρεις θεμελιώδεις λειτουργίες:

- A) να παρέχει στήριξη στο δέντρο, ως σκελετός
- B) να δημιουργεί ένα σύστημα αγωγών για μεταφορά ουσιών, ρίζες και φύλλα.
- Γ) να παράγει πολύτιμες χημικές ουσίες ώστε να επιβιώνει και να προστατεύεται. Παραδείγματος χάριν η παραγωγή ρετινιού, το οποίο δρα ως επουλωτικός μηχανισμός.

Χαρακτηρίζεται και ως biomaterial, όπου κυτταρίνη, λιγνίνη, ημικυττερίνες (δομικά συστατικά) και εκχυλίσματα (μη δομικά συστατικά) συνθέτουν ένα υλικό με ιδιαίτερες ιδιότητες. Ενώ όλα τα ξύλα απαρτίζονται από τα ίδια συστατικά, λόγω διαφορετικής χημικής σύστασης, το κάθε ξύλο, έχει τελικά διαφορετικές φυσικοχημικές και μηχανικές ιδιότητες. Ως ένα φυσικό δομικό υλικό, παρουσιάζει ορισμένες αδυναμίες, καθώς προσβάλλεται εύκολα από έντομα και την υγρασία, ενώ μπορεί να αστοχήσει αν εκτεθεί σε υψηλά φορτία.

Το ξύλο χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο από τα προϊστορικά χρόνια, για ποικίλες κατασκευές. Όπλα, καλύβες, σχεδίες, πλοιάρια, ξύλινες κατασκευές, έπιπλα. Ιστορικά, το πόσο ανεπτυγμένος ήταν ένας πολιτισμός συνδέεται άρρηκτα με το επίπεδο της ξυλουργικής γνώσης που είχε κατακτήσει, καθώς όσο υψηλότερο ήταν αυτό, ανάλογα αυξανόταν και η ποιότητα της παραγόμενης αρχιτεκτονικής.

Το πρώτο προϊόν που παρήγαγε ο άνθρωπος για δομικές χρήσεις είναι η πελεκητή ξυλεία.

Με το πέρασμα των αιώνων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, το ξύλο έγινε ακόμα πιο διαδεδομένο ως δομικό υλικό ενώ βρήκε και άλλες πολλές χρήσεις στην βιομηχανία. Η παραγωγή της εμποτισμένης ξυλείας, ήδη από τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αι, με χημικά που ενισχύουν την ανθεκτικότητά της, είχε σημαντική συμβολή στην αύξηση της χρήσης του ως δομικό υλικό. Σημείο τομής στην ευρεία διάδοσή του, ήταν η παραγωγή συγκολλητής ξυλείας, CLT, που δίνει τη δυνατότητα χρήσης πολύ μεγάλων διατομών ικανής αντοχής. Στον κατασκευαστικό κλάδο, χρησιμοποιείται από το 2004 πιστοποιημένη ξυλεία με συγκεκριμένες μηχανικές ιδιότητες και άρα περισσότερες δυνατότητες στη χρήση της.

Το είδος ξυλείας το οποίο χρησιμοποιείται περισσότερο στη δόμηση στην Ευρώπη είναι από λευκή δρυ, ένα ξύλο υψηλής αντοχής και ανθεκτικότητας, με ευρεία γκάμα πιθανών χρήσεων. Στην Ελλάδα τα βασικά είδη δέντρων παραγωγής ξυλείας είναι το πεύκο, το κυπαρίσσι και το έλατο.

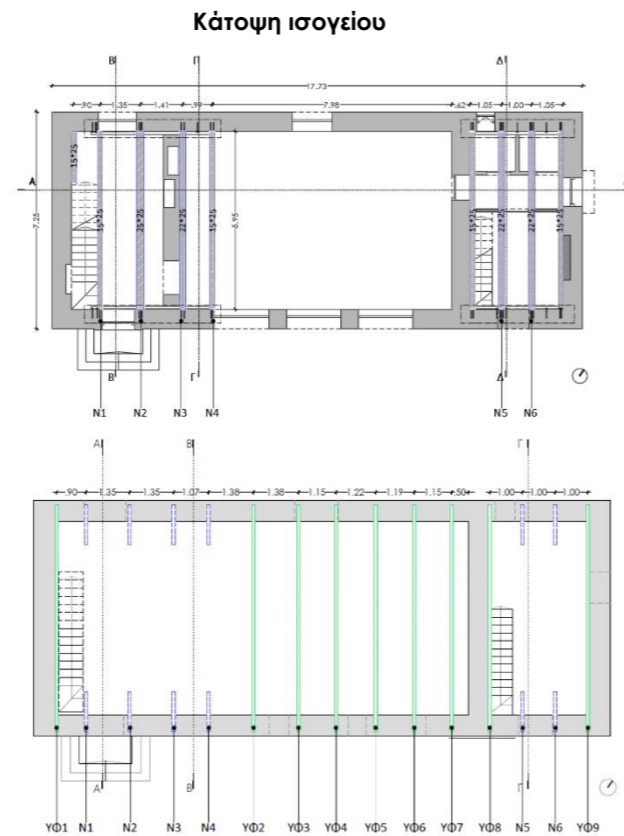
Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Το ξύλο ως δομικό υλικό», από το Γεώργιο Μαντάνη (Καθηγητής του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας), 17.09.24, Φράστα Τζουμέρκων.

Οι συνδέσεις του υφιστάμενου φορέα, ξυλουργικές συναρμογές ως επί το πλείστον, υλοποιούνται με εντορμίες με λοξά μέτωπα (ελκυστήρας-αμείβων, αντηρίδα-ορθοστάτης, αντηρίδα-αμείβων, ορθοστάτης-αμείβων), ενώ ορισμένες συνδέσεις ενισχύονται με μεταλλικά ελάσματα. Όπως συμβαίνει στις κρεμαστές στέγες, ο ορθοστάτης δεν είναι σε επαφή με τον ελκυστήρα. Ο τελευταίος αναρτάται από τον ορθοστάτη με έλασμα που περιβάλλει τον ελκυστήρα. Το έλασμα αυτό συγκρατεί μερικώς και τις πλευρικές (εγκάρσιες) μετακινήσεις του ορθοστάτη.

## Νέος Φορέας

Ο νέος φορέας της στέγης του κυρίως κτιρίου αποτελείται από επτά υφιστάμενα ζευκτά και τέσσερα ανακατασκευασμένα, με χαμηλωμένη την στάθμη έδρασης τους και τη θέση του ελκυστήρα. Η στέγη του μικρότερου κτιρίου (το σπίτι του δασκάλου) έχει αντίστοιχα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και αποτελείται από 2 υφιστάμενα και 2 ανακατασκευασμένα ζευκτά, με χαμηλότερη στάθμη έδρασης κατά περίπου 60εκ. από τη μεγαλύτερη. Η θέσεις των ζευκτών σημειώνονται στην κάτοψη.

Ο ξύλινος φορέας της υφιστάμενης στέγης, εδράζεται στις εξωτερικές τοιχοποιίες σε διάζωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Όσον αφορά τις πλευρικές ωθήσεις, λόγω ανεμοπίεσης και σεισμικών διεγέρσεων, στα υφιστάμενα ζευκτά ο ξύλινος ελκυστήρας συγκρατεί αυτές τις δυνάμεις. Στα ανακατασκευασμένα ζευκτά τον ρόλο αυτόν θα αναλάβουν ελκυστήρες σε χαμηλότερη στάθμη, αυτή του πατώματος των παταριών.

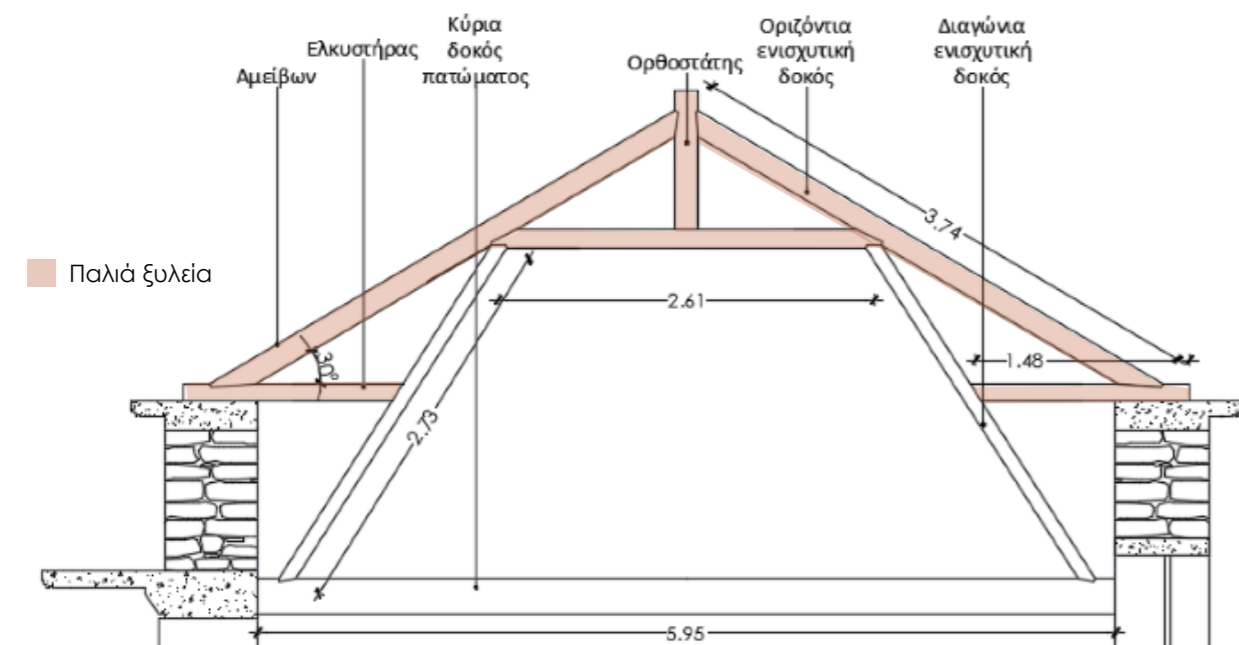


Κάτοψη παταριών

■ Παλιά ζευκτά      ■ Νέα ζευκτά

Πρόθεση της αρχιτεκτονικής μελέτης ήταν η διατήρηση και η επανάχρηση ορισμένων ξύλινων στοιχείων των υφιστάμενων ζευκτών (αμείβοντες, ορθοστάτης, ελκυστήρες). Τα μέλη αυτά επισημαίνονται στο παρακάτω σχέδιο με καφέ χρώμα.

Ανακατασκευασμένο ζευκτό



## Το ξύλο ως υλικό

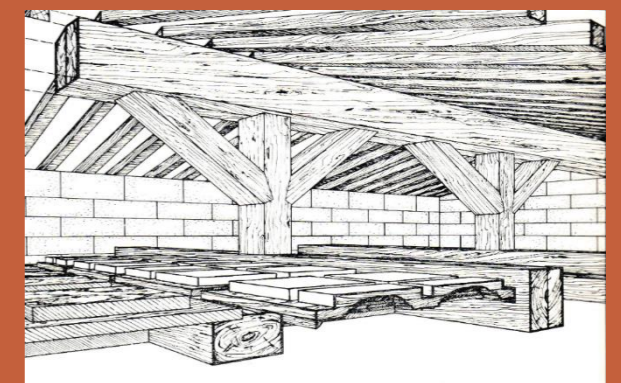
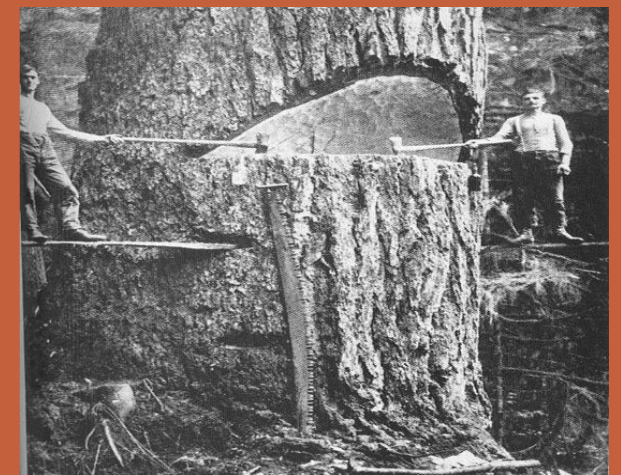
Τα δομικά προϊόντα του ξύλου (πριστή ξυλεία, επικολλητή, ξυλόπλακες) διακρίνονται για σημαντικά πλεονεκτήματα όπως: θερμομονώση, αισθητική υπεροχή, υψηλή αντοχή, ελαστικότητα, χιλιάδες εφαρμογές, μεγάλη διάρκεια κ.α. Είναι ωστόσο ένα δύσκολο υλικό, ανισότροπο, ανομοιογενές, με πολύπλοκη εσωτερική μικροσκοπική δομή.

Η ενδεικνυόμενη εποχή υλοτόμησης είναι ο χειμώνας. Το δέντρο, ώστε να προστατευτεί από τις χαμηλές θερμοκρασίες και να μην παγώσει, έχει τον μηχανισμό να απομακρύνει τα υγρά που κυκλοφορούν στο εσωτερικό του και έτσι είναι πιο στεγνό. Τα δέντρα που κόβονται το χειμώνα, παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή, ενώ δεν προσβάλλονται τόσο εύκολα από έντομα και μύκητες, όσο ένα δέντρο κομμένο το καλοκαίρι το οποίο είναι γεμάτο εκχυλίσματα.

Σημαντικό είναι η κατεργασία της ξυλείας να γίνεται κοντά στο δάσος προέλευσης. Είναι σημαντικό να υπάρχουν τέτοιου είδους δομές, ώστε να διατηρείται η τοπική οικονομία και συνεπώς να γίνεται σωστή δασική διαχείριση. Αυτή η διαχείριση προστατεύει επίσης την ξυλεία από την έκθεσή της σε ποικίλες καιρικές συνθήκες, καθώς αποφεύγονται οι μεγάλες μετακινήσεις.

## Εφαρμογές ξύλου στην αρχαιότητα

Η ξύλινη αρχιτεκτονική προϋπήρχε της λίθινης. Οι τοίχοι των σπιτιών το 2000 π.Χ. κατασκευάζονταν με ξύλινο διπλό σκελετό από κυπαρίσσι και κέδρο και στη συνέχεια το χτίσιμο του τοίχου γινόταν με αργολιθοδομή. Το σύστημα αυτό είχε ικανοποιητική στατική επάρκεια και άντεξε στους σεισμούς των ετών 2000-1800 π.Χ.. Με τέτοιο τρόπο ήταν κατασκευασμένα και τα ανάκτορα του Μίνωα, όπου τα οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία των κατασκευών ήταν από κυπαρίσσι. Κατά την αναστήλωση από τον Έβανς, τα ξύλινα στοιχεία αντικαταστάθηκαν από σκυρόδεμα, το οποίο στην συνέχεια δημιούργησε προβλήματα στο μνημείο. Για τις στέγες των ναών στην αρχαιότητα χρησιμοποιούσαν ξυλεία από κυπαρίσσι, όπως και για τους συνδέσμους των επιμέρους σφονδύλων των κιόνων (πόλοι και εμπόλια).



Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Το ξύλο ως δομικό υλικό», από το Γεώργιο Μαντάνη (Καθηγητής του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας), 17.09.24, Φράστα Τζουμέρκων.

## Στάδια κατασκευής φορέα μεγάλης στέγης

Η σημειακή τροποποίηση του φορέα της μεγάλης στέγης ολοκληρώθηκε τις πρώτες δύο εβδομάδες του εργαστηρίου, από τους δύο τεχνίτες – εκπαιδευτές και τους 6 μαθητευόμενους.

### 1. Κατασκευή κύριας δοκού πατώματος – νέου ελκυστήρα συστήματος

#### Τοποθέτηση μεταλλικών δοκών

Η κύρια δοκός του παταριού, η οποία είναι ταυτόχρονα ο ελκυστήρας του νέου ζευκτού, στηρίχθηκε πάνω σε μια μεταλλική γωνία διατομής σε σχήμα “L” (γωνία), η οποία αγκυρώθηκε στον πέτρινο τοίχο. Η επιλογή της μεταλλικής στήριξης με τέτοιο τρόπο, αποφασίστηκε στη λογική της ελάχιστης επέμβασης στην τοιχοποιία ώστε να αποφευχθούν πιο επεμβατικές εργασίες όπως η διάνοιξη πολλών οπών για τα δοκάρια του πατώματος. Στο νέο δομικό σύστημα, τα περισσότερα φορτία του παταριού και της στέγης καταλήγουν στην μεταλλική γωνία και στη συνέχεια στην τοιχοποιία.

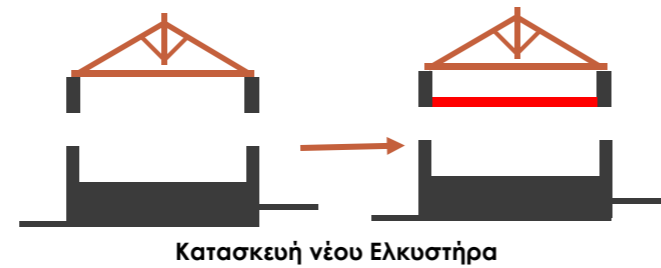
Για την σύνδεση των μεταλλικών δοκών με τον τοίχο χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικά αγκύρια, διατομής 20 χιλ. και ειδική ρητίνη δύο συστατικών.

- Αρχικά, με γωνιακό ηλεκτρονικό αλφάδι, σημειώθηκαν οι στάθμες των μεταλλικών διατομών στις τοιχοποιίες.
- Στις ζώνες που σημειώθηκαν, ύψους 20 εκ., καθαιρέθηκε ο σοβάς το επίχρισμα.

*Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε με χρήση ηλεκτρικού κρουστικού μηχανήματος, ώστε να γίνουν εμφανείς οι αρμοί της τοιχοποιίας για την μετέπειτα έμπτηξη των αγκυριών σύνδεσης του μετάλλου με την τοιχοποιία.*

- Οι μεταλλικές διατομές συγκολλήθηκαν στο εργοτάξιο καθώς λόγω μεγέθους μεταφέρθηκαν σε δύο τεμάχια.

*Στην πλευρά του “L” η οποία θα ακουμπήσει στον τοίχο, ανοίχτηκαν περισσότερες τρύπες από τις προβλεπόμενες, ώστε να υπάρχουν περισσότερες επιλογές για διάτρηση την ώρα της τοποθέτησης, λόγω της λιθοδομής.*



Εικ.1: Συγκόλληση και τρύχιση (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ.2: Τοποθέτηση μεταλλικού L (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ.3: Αφαίρεση σοβά από τοίχο με κρουστικό (Β.Χήτα)



## Δομική ξυλεία και εφαρμογές

Η ποιότητα της εγχώριας ελληνικής ξυλείας, είναι ανώτερη της εισαγόμενης, λόγω ηλικίας των δέντρων. Καθώς, η ποιότητα του ξύλου σχετίζεται άμεσα με την ηλικία του δέντρου, σε χώρες του εξωτερικού υπερισχύει η καλλιέργεια ταχυαυξών ειδών τα οποία κόβονται σε νεαρές ηλικίες. Αυτό είναι εμφανές από τους ολιγάριθμους ετήσιους δακτυλίους των κορμών. Το ξύλο που παράγεται τα πρώτα 10 χρόνια της ζωής ενός δέντρου αποτελείται από άτυπα – ανώριμα κύτταρα. Το ξύλο αυτό έχει μικρή μηχανική αντοχή και διάρκεια ζωής. Συνεπώς, πριστά τεμάχια ταχυαυξών δέντρων με φαρδείς ετήσιους δακτυλίους και μεγάλο ποσοστό “ανώριμου” ξύλου το οποίο περιέχει την εντεριόνη (το μαλακό εσωτερικό μέρος του κορμού) έχουν μικρή μηχανική αντοχή. Η τεχνική της συγκόλλησης, είναι ένας τρόπος να χρησιμοποιηθούν μικρές διατομές οι οποίες περιέχουν την ουσία αυτή και συνεπώς οι μηχανικές τους αντοχές δεν είναι επαρκείς.

Η εγκάρσια τομή του ξύλου, είναι μια μέθοδος ανίχνευσης της ποιότητάς του. Οι ίνες πρέπει να είναι κάθετες στο σόκορο και οι δακτύλιοι πολλοί και πυκνοί, από 30 και πάνω.

Το καλύτερο και πιο ανθεκτικό κομμάτι του κορμού είναι το εγκάρδιο. Σε πείραμα με δείγμα ξυλείας καστανιάς η οποία παρέμεινε στο εργαστήριο για χρόνια αν και το σομφό είχε προσβληθεί από έντομα, η προσβολή έφτασε στο εγκάρδιο σταμάτησε λόγω της τανίνης η οποία βρίσκεται σε αυτό το τμήμα και το κάνει πιο ανθεκτικό.

Σαν υλικό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά σημεία της κατασκευής και σε συνδυασμό με άλλα δομικά υλικά. Ωστόσο πρέπει να διασφαλιστεί η σταθερότητα των διαστάσεών του, (συρρίκνωση και διαστολή), ώστε να μην υπάρχουν αστοχίες στην συναρμογή. Για να εξασφαλιστεί αυτό, το ξύλο πρέπει να υποστεί χημική επεξεργασία.

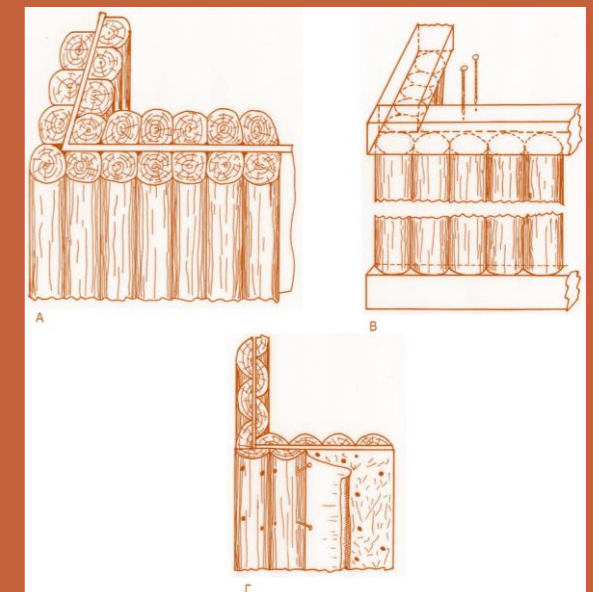
*Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Το ξύλο ως δομικό υλικό», από το Γεώργιο Μαντάνη (Καθηγητής του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας), 17.09.24, Φράστα Τζουμέρκων.*

Το 70% της παραγωγής των ελληνικών δασών χρησιμοποιείται για καυσόξυλα. Με αυτό τον τρόπο καταστρέφονται κορμοί ελάτης κατάλληλοι για παραγωγή πριστής ή πελεκητής ξυλείας και τεμαχίζονται για καύση ή θρυμματισμό. Είναι λοιπόν αναγκαία η εύρεση εναλλακτικών εφαρμογών.

Από το 2007 το ελληνικό κράτος έχει δεσμευτεί να χρησιμοποιεί μόνο πιστοποιημένη δομική ξυλεία σε κατασκευές.

#### Το παράδειγμα της κορμοκατοικίας

Οι κορμοκατοικίες, παρ'όλο που δεν ανήκουν στην ελληνική αρχιτεκτονική παράδοση είναι ένα βιώσιμο μοντέλο που θα μπορούσε να εισαχθεί στο ελληνικό αρχιτεκτονικό λεξιλόγιο. Δομούνται από τοιχοποιίες με στύλους και δοκούς μεγάλου πάχους, ξυλείας πεύκης, ελάτης και κυπαρισσιού. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και παρουσιάζουν εξαιρετικές μονωτικές ιδιότητες, αφού έχουν χρησιμοποιηθεί και σε περιοχές με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, όπως η Σιβηρία. Το πρόβλημα που παρουσιάζει το ξύλο στο ελληνικό κλίμα, παρατηρείται κατά την διάρκεια του καύσωνα του καλοκαιριού. Σε μια ξύλινη κατοικία είναι επίσης απαραίτητη η καλή μόνωση για τη θερμική άνεση.



- Άνοιγμα οπών στον πέτρινο τοίχο, με χρήση διαμαντοτρυπανού.

Οι τρύπες που ανοίγονται στον πέτρινο τοίχο, πρέπει να είναι ίσες με το μήκος του αγκυρίου, ώστε η ρητίνη η οποία επίσης θα χρησιμοποιηθεί στην οπή, να παραμείνει σε επαφή με το σώμα του αγκυρίου και να μην υπάρχει ο χώρος να απομακρυνθεί. Για να διασφαλιστεί αυτό, σημειώνεται με ταινία το μήκος του αγκυρίου πάνω στο διαμαντοτρυπάνο.

- Η ζώνη διεπαφής της μεταλλικής διατομής με τον τοίχο, καθαρίστηκε με πιεστικό αέρα και νερό.
- Το μεταλλικό "L" ανυψώθηκε στη στάθμη που θα τοποθετηθεί.
- Πριν την οριστική τοποθέτηση, η μεταλλική δοκός σταθεροποιείται πρόχειρα με δυο βίδες ώστε στη συνέχεια να οριστικοποιηθεί η θέση της.
- Ο τεχνίτης γεμίζει την τρύπα με ρητίνη, χρησιμοποιώντας ειδικό πιστόλι, και στην συνέχεια τοποθετεί το αγκύριο-ντίζα, χτυπώντας το με έναν ματρακά για να φτάσει στο σωστό βάθος.

Η ρητίνη δύο συστατικών που χρησιμοποιήθηκε, στερεοποιείται πολύ γρήγορα.

Εικ.4: Εφαρμογή ρητίνης δύο συστατικών στις οπές (Β.Χήτα)

Τα δύο συστατικά, τα οποία βρίσκονται χωριστά στο μπουκάλι του προϊόντος, αναμειγνύονται στην ειδική μύτη που το συνοδεύει, κατά την εφαρμογή. Αφού αναμειχθούν, το προϊόν στεγνώνει σχεδόν στιγμιαία. Συνεπώς, είναι απαραίτητο αμέσως μετά την εφαρμογή της ρητίνης, ο τεχνίτης να τοποθετήσει το αγκύριο. Η μύτη του πιστολιού εφαρμογής πρέπει να καθαρίζεται αμέσως με νερό υπό πίεση ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ξανά.

Για την αποτελεσματικότερη τοποθέτηση των αγκυρίων στο εσωτερικό της τοιχοποιίας, τροχίστηκαν οι άκρες τους, ώστε να έχουν ελαφρώς κωνικό σχήμα κάτι που διαπιστώθηκε κατά την διάρκεια του έργου.

- Το αγκύριο (ντίζα) κλειδώνεται με μπουλόνι. Το τμήμα που προεξέχει της τοιχοποιίας κόβεται επί τόπου με δισκοπρίονο.

## Δομικές εφαρμογές ξύλου

Η αναγνώριση, η καταγραφή και η αποτύπωση των παραδοσιακών κατασκευών και της δομικής πολιτιστικής κληρονομιάς, έχει μεγάλη σημασία, καθώς κατά την μελέτη ανακαλύπτονται συστήματα και κρυμμένη γνώση την οποία οι παραδοσιακοί τεχνίτες είχαν αναπτύξει πολλά χρόνια πριν. Η γνώση αυτή, ξαναανακαλύπτεται σήμερα. Τα παραδοσιακά δομικά συστήματα, απλά ή περισσότερο σύνθετα, είναι όλα σημαντικά και πρέπει να διασωθούν τόσο για ιστορικούς όσο και πρακτικούς λόγους, αφού η συστηματική αναγνώριση μελέτη και η διερεύνησή τους, υπαγορεύει κάθε φορά τις κατάλληλες επεμβάσεις για την αποκατάσταση καθενός από αυτά.

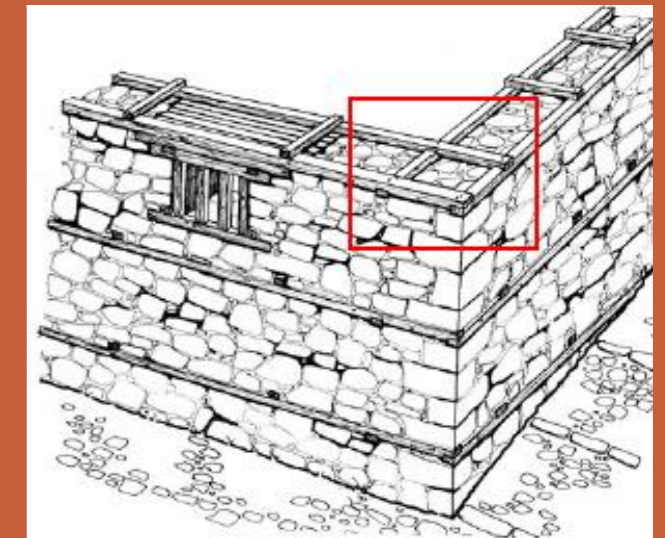
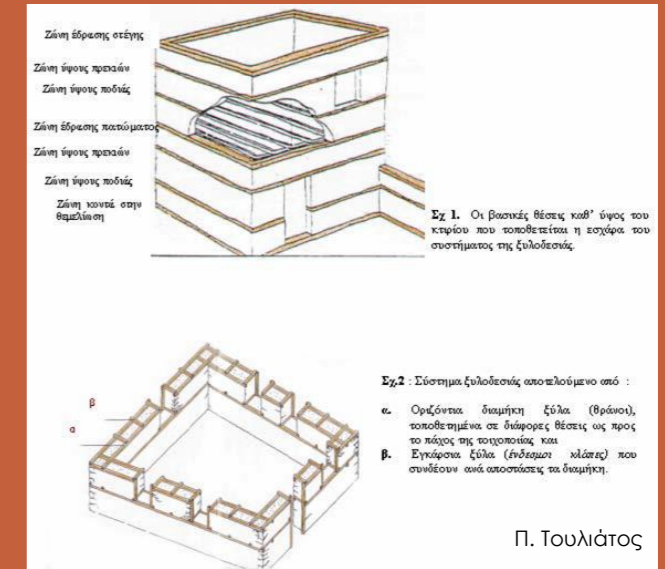
Τα περισσότερα λίθινα κτίρια δεν είναι στην πραγματικότητα μόνο λίθινα, και ξύλινα, καθώς τα πατώματα, οι εσωτερικοί τοίχοι, τα κουφώματα και οι στέγες είναι ξύλινες κατασκευές. Ξύλινοι επίσης πολύ συχνά είναι και οι εξωτερικοί τοίχοι και οι ενισχύσεις τους. Στην Ελλάδα η πέτρα δεν είναι ποτέ μόνη της, αλλά μαζί με το ξύλο, με την πρώτη καταγραφή αυτού του συνδυασμού υλικών να είναι το 6500 π.Χ. .

## Η ξυλοδεσιά

Ο πιο συνήθης παραδοσιακός τρόπος κατασκευής λίθινης τοιχοποιίας είναι η τεχνική της ξυλοδεσιάς. Η ξυλοδεσιά, είναι ένα κλειστό σύστημα ενίσχυσης και περίδεσης των κτιρίων, ένα οριζόντιο πλέγμα, το οποίο εγκιβωτίζεται στην τοιχοποιία σε διάφορες στάθμες καθ' ύψος του κτιρίου και αποτελείται μόνο από διαμήκη και εγκάρσια ξύλα. Κύριο χαρακτηριστικό της ξυλοδεσιάς είναι το γεγονός πως όλα τα ξύλα συνδέονται μεταξύ τους εγκάρσια αλλά και κατά μήκος.

Το σύστημα της ξυλοδεσιάς εμφανίζεται σχεδόν σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας. Οι περιοχές στις οποίες απουσιάζει έχουν ενετική ή γενουάτικη επιρροή.

Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης: «Δομικές Εφαρμογές Ξύλου», από την Ελευθερία Τσακανίκα, (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ), 19.09.24, Φράστα Τζουμέρκων



## Κατασκευή και τοποθέτηση κύριων δοκαριών πατώματος παταριού

- Πρώτο βήμα για την κατασκευή των νέων ζευκτών ήταν η τοποθέτηση των νέων ελκυστήρων - δοκών παταριού.
- Τα ξύλα, μεγάλων διατομών και βάρους, τοποθετήθηκαν σε τρίποδες ώστε να είναι δυνατή η κατεργασία τους.

Η τοποθέτηση έγινε με μεγάλη προσοχή και με χρήση "σκύλας" και τάκων υπό την καθοδήγηση του μάστορα Dominic Taylor.

- Σημειώθηκαν τα σημεία στα οποία θα γίνουν οι εγκοπές της έδρασης για τα δευτερεύοντα δοκάρια.

Η προετοιμασία έγινε στο έδαφος, πριν το δοκάρι ανέβει στην θέση του για διευκόλυνση της διαδικασίας. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε δισκοπρίονο για την αφαίρεση των μεγαλύτερων τμημάτων και στην συνέχεια αφαιρέθηκε ξηλώδης μάζα με σκαρπέλο και ματρακά. Στις περιπτώσεις που η εγκοπή έπρεπε να γίνει πάνω σε ρόζο, λόγω σκληρότητας του σημείου, χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά το δισκοπρίονο.

- Τα κύρια δοκάρια μεταφέρθηκαν στο εσωτερικό του σχολείου.

Το πρώτο δοκάρι, πέρασε στον εσωτερικό χώρο από το παράθυρο, ώστε να βρίσκεται πιο κοντά στο σημείο τοποθέτησης. Τα υπόλοιπα 3 μεταφέρθηκαν στο εσωτερικό του χώρου από την πόρτα του σχολείου. Η διαδικασία απαιτούσε πολλά άτομα για να διεκπεραιωθεί με ασφάλεια.

- Στην συνέχεια τα δοκάρια δέθηκε με τροχαλία στο σημείο του κέντρου βάρους, το οποίο είχε σημειωθεί από πριν, και ανυψώθηκε για να τοποθετηθεί πάνω στις μεταλλικές διατομές στην ορισμένη θέση.
- Αφού τοποθετήθηκαν και τα τέσσερα δοκάρια, επιβεβαιώθηκαν οι τελικές θέσεις και η σωστή τοποθέτηση.
- Για τη σταθεροποίηση και τη σύνδεσή τους με τη μεταλλική διατομή χρησιμοποιήθηκαν στριφώνια, διατομής Φ10.

Εικ.5: Κατασκευή εγκοπών σε κύριο δοκάρι (Χ.Λιόγκας)

Εικ.6: Χάραγμα εγκοπών με δισκοπρίονο σε κύριο δοκάρι (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.7: Μεταφορά δοκαριού στο εσωτερικό (Α. Σιαφάκα)

Εικ.8: Ανέβασμα δοκαριού με τροχαλία (Α. Σιαφάκα)

Εικ.9: Τοποθέτηση δοκαριού στην τελική του θέση (Β.Χήτα)



## Δομικός Ρόλος Ξυλοδεσιάς

Οι θέσεις του κτίριου στις οποίες βρίσκουμε τις ξυλοδεσιές είναι τα σημεία έδρασης της στέγης και του πατώματος, όπως επίσης και τα ανοίγματα. Στο πρέκι, στην ποδιά και συχνά μεταξύ των δύο.

Ξύλα τοποθετούνται επίσης στην εσωτερική και στην εξωτερική πλευρά του λίθινου τοίχου για να τον συγκρατούν, συνήθως μη εμφανή, καθώς καλύπτονται είτε από σοβά στην εσωτερική παρειά, είτε πίσω από σειρά λίθων του τοίχου (ζώνη με πιο στενές πέτρες).

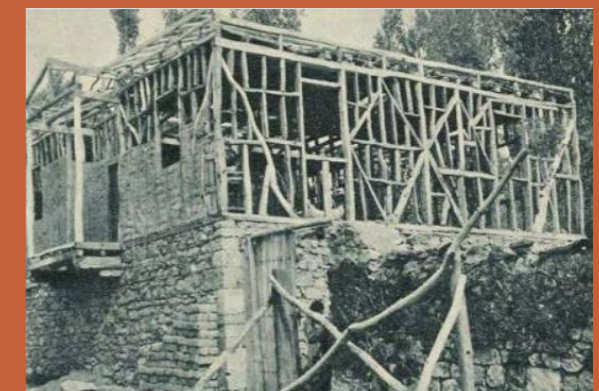
Η σύνδεση των ξύλων των ξυλοδεσιών και η αποκατάστασή τους είναι πολύ σημαντική καθώς ώστε να λειτουργεί το σύστημα χρειάζεται η σύνδεση όλων των στοιχείων μεταξύ τους. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι σύνδεσης, με διαβάθμιση της συνθετότητας, όπως η λοξότμητη, η μισοχαρακτή, οι εντορμίες, επίθεση, αλλά και χρήση συνδετικού τμήματος ξύλου. Τα διαμήκη ξύλα συνδέονται με τα εγκάρσια και καρφώνονται πάνω σε αυτά. Τα ξύλινα στοιχεία πάντα "σταυρώνουν" και προεξέχουν στις γωνίες. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται κάποιου είδους σφήνες, εισαγόμενα μεταλλικά συστήματα τα οποία «πιάνουν» πάνω στις ξυλοδεσιές.

Κύριος δομικός ρόλος του συστήματος της ξυλοδεσιάς είναι η περιέδραση των κτιρίων σε διάφορες στάθμες και η σύνδεση των πατωμάτων και των στεγών σαν μια ζώνη, για την καλύτερη συμπεριφορά της κατασκευής στο σεισμό (μηχανισμός κατάρρευσης των κτιρίων στο σεισμό: οι τοίχοι φεύγουν προς έξω και η στέγη πέφτει εσωτερικά). Ακόμα η ξυλοδεσιά αποτελεί τον μηχανισμό σύνδεσης της στέγης με την υποκείμενη τοιχοποιία. Ένας ακόμα δευτερεύοντας ρόλος του συστήματος είναι να προστατεύει την τοιχοποιία από καταπονήσεις εκτός επιπέδου, δρώντας ως οπλισμός με τα ξύλα να παραλαμβάνουν τις ωθήσεις και να κάνουν την συμπεριφορά της τοιχοποιίας πιο πλάσσιμη, να επιτρέπουν δηλαδή την περεταίρω παραμόρφωσή της, μέχρι να αστοχήσει. Επίσης βελτιώνει και την συμπεριφορά στην εντός επιπέδου καταπόνηση, λόγω του εφελκυσμού των ξύλων, καθώς περιορίζει την εξάπλωση των ρωγμών οι οποίες αναπτύσσονται.

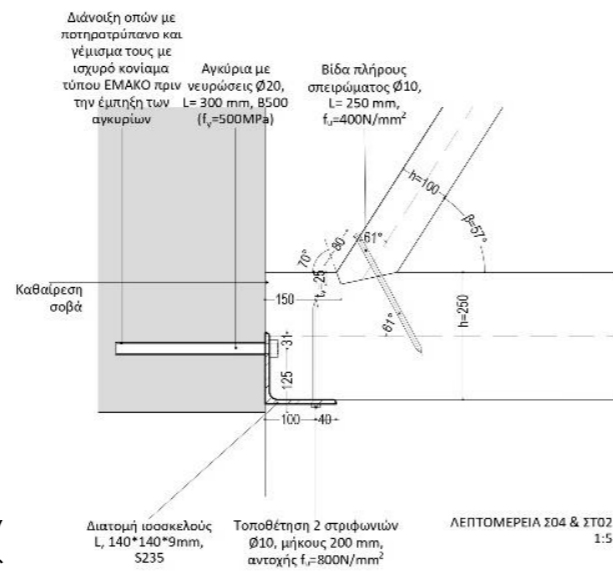
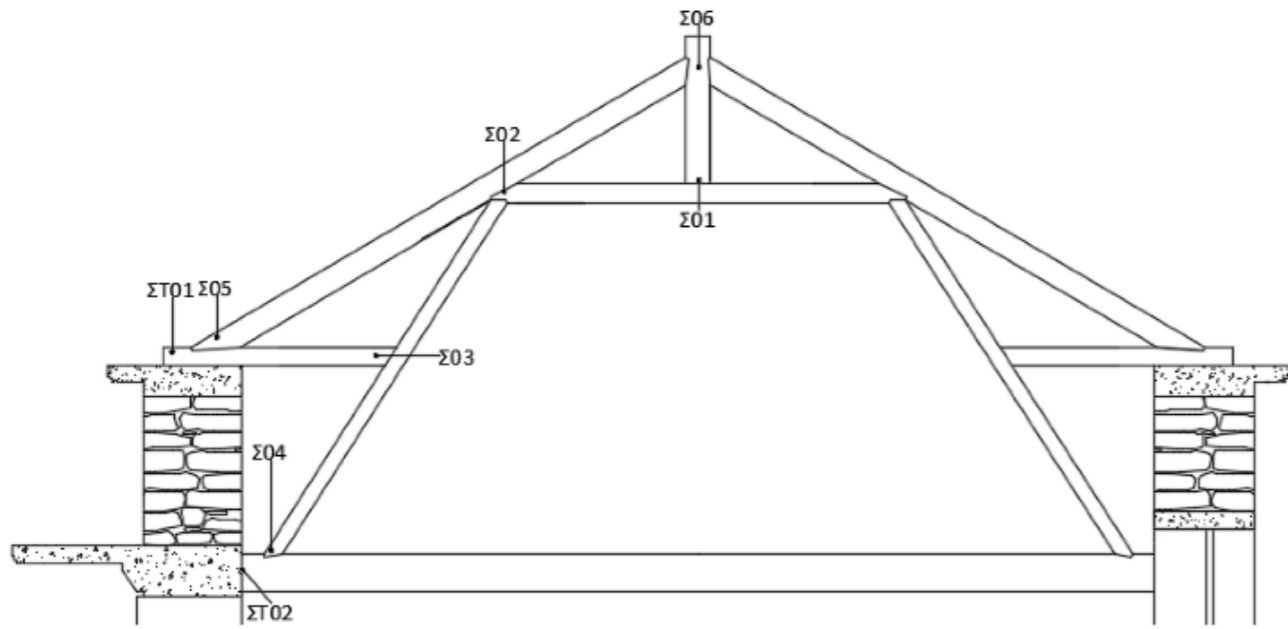
Το πιο ευάλωτα σημεία της κατασκευής είναι τα ανοίγματα. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η ενίσχυση της περιμέτρου τους με ξυλοδεσιά. Η ενίσχυση των ανοιγμάτων αυξάνεται όταν μεταξύ των ανωφλιών και κατωφλιών υπάρχει και άλλη ή άλλες ζώνες ξυλοδεσιών και το κάσωμα του ανοίγματος καρφώνεται και στα εγκάρσια ξύλα του.



Πήλιο (Κίρης, 1994)



Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης: « Δομικές Εφαρμογές Ξύλου », από την Ελευθερία Τσακανίκα, (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ), 19.09.24 Φράστα Τζουμέρκων



**Κατασκευή και τοποθέτηση δευτερευόντων δοκαριών πατώματος παταριού :**

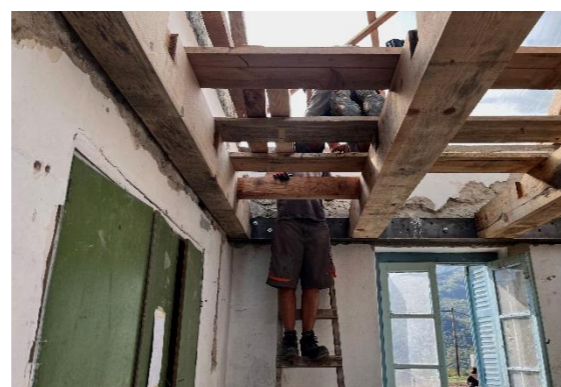
- Τα δευτερεύοντα δοκάρια κόπηκαν επί τόπου, σύμφωνα με τις αποστάσεις στις οποίες τοποθετήθηκαν τα κύρια.

Ενώ το μήκος των δευτερευόντων δοκαριών είχε υπολογιστεί, για να αποφύγουμε αστοχίες, τα μήκη μετρήθηκαν επί τόπου.

- Τα δευτερεύοντα δοκάρια τοποθετήθηκαν στις θέσεις τους και βιδώθηκαν στα κύρια.

Οι βίδες που χρησιμοποιήθηκαν είχαν σπείρωμα στο μισό σώμα με και τοποθετήθηκαν υπό γωνία τρόπο ώστε τα δύο στοιχεία να συνδεθούν αποτελεσματικότερα.

- Διαμορφώθηκαν οι εγκοπές για τη στήριξη των δοκαριών της σκάλας.

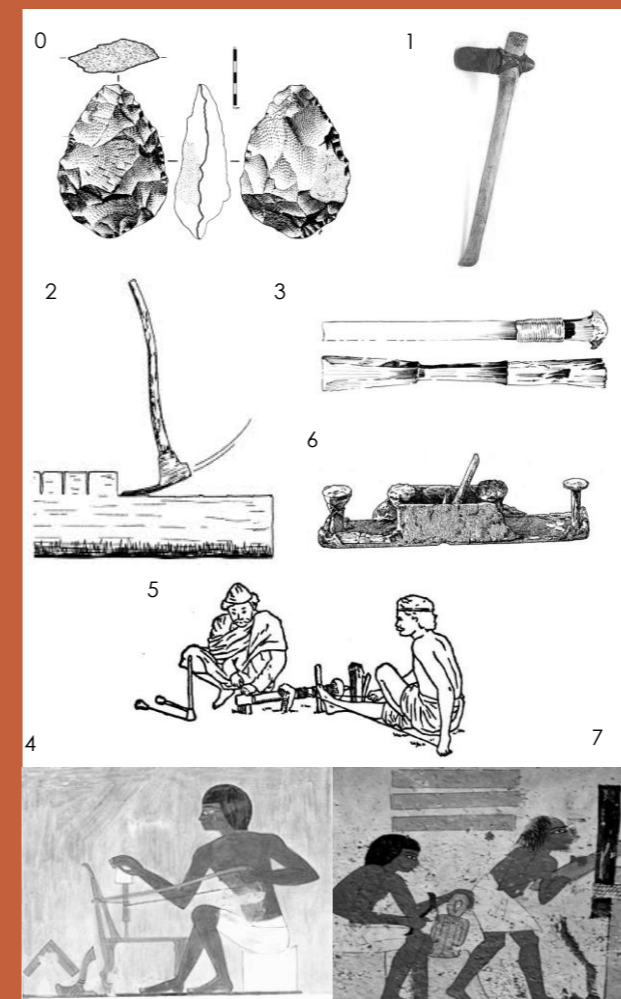


Εικ.10: Κοπή δευτερευόντων δοκαριών (Β.Χήτα)  
Εικ.11: Τοποθέτηση δευτερευόντων δοκαριών (Β.Χήτα)

**Ιστορία των κοπτικών μέσω καταργασίας ξύλου**

Το ξύλο είναι από τα αρχαιότερα υλικά που καταργάστηκε ο άνθρωπος και συνετέλεσε τόσο στην επιβίωση του όσο και στην εξάπλωση του πολιτισμού. Είναι ένα υλικό το οποίο έβρισκε άφθονο στην φύση και χρησιμοποιούσε για διάφορους σκοπούς. Έτσι από πολύ νωρίς δημιουργήθηκε η ανάγκη παραγωγής μέσω καταργασίας του.

Η αρχή έγινε στην λίθινη εποχή, όταν τα πρώτα μέσα καταργασίας ξύλου ήταν λαξευμένες πέτρες, οι οποίες χρησιμοποιούνταν για την απλή μορφοποίηση κορμών και κλαδιών. Με την έναρξη της εποχής του χαλκού, ξεκίνησε η κατασκευή απλών εργαλείων με τα οποία οι άνθρωποι καταργάζονταν το ξύλο.



- 1. Τσεκούρι:** Ένα από τα σημαντικότερα και ίσως το αρχαιότερο εργαλείο το οποίο χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για την κοπή και την καταργασία του ξύλου. Είναι το μοναδικό εργαλείο το οποίο υπάρχει από την λίθινη εποχή ως σήμερα, χωρίς να έχει αλλάξει η βασική του μορφή, πλην του κοπτικού του σημείου.
- 2. Σκεπάρνι:** Μετά το τσεκούρι το σκεπάρνι κατέχει την επόμενη θέση στην χρονολογική κατάταξη των αρχαιότερων εργαλείων. Η χρήση του προοριζόταν για φινιρίσμα μετά την αρχική κοπή και ανάλογα το είδος της καταργασίας τα σκεπάρνια χρησιμοποιούνταν με το ένα ή με τα δύο χέρια.
- 3. Σκαρπέλο:** χρησιμοποιείται για αφαίρεση μάζας από την περιφέρεια ή το σόκορο του ξύλου. Το σκαρπέλο είναι και αυτό ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία που ανακαλύφθηκαν και κατασκευάστηκαν στην ιστορία των εργαλείων. Όλα τα μεγάλα έργα τέχνης που έχουν σωθεί σήμερα, όπως τα γλυπτά του Παρθενώνα, δε θα υπήρχαν χωρίς αυτά τα εργαλεία.
- 4. Τρυπάνι:** Εφευρέθηκε λόγω της ανάγκης ενός εργαλείου από σχετικά μαλακό υλικό το οποίο θα εισχωρεί μέσα στο ξύλο και να ανοίγει τρύπες για λόγους συνδεσμολογίας. Το τρυπάνι χρησιμοποιήθηκε σαν εργαλείο κυρίως από τους αρχαίους Αιγύπτιους και δεν είχε καμία σχέση με την μορφή του εργαλείου που γνωρίζουμε σήμερα
- 5. Τόρνος:** Χρησιμοποιείται για τη μορφοποίηση τεμαχίων ξύλου, μετά από στερέωση αυτών σε σημεία συγκράτησης και καταργασία τους με περιστροφή, διάτρηση, διαμόρφωση πρόσοψης και κατασκευή σπειρώματος. Ο τόρνος είναι γνωστός από την αρχαιότητα μέσω των Αιγυπτίων, αλλά χρησιμοποιήθηκε εκτενώς κατά την ρωμαϊκή και ελληνική περίοδο.
- 6. Χειροπλάνη (Ροκάνι):** Χρησιμοποιείται για να λειαίνει επιφάνειες. Οι πρώτες πλάνες ήταν από ξύλο και διέθεταν μια ορθογώνια υποδοχή, η οποία διέσχιζε το κέντρο του σώματος και τις έφτιαχνε ο ίδιος ο τεχνίτης, αποτελούσε προσωπικό εργαλείο κάθε δεξιοτέχνη.
- 7. Πριόνι:** Χρησιμοποιείται για κοπή ξύλου. Είναι και αυτό ένα εργαλείο το οποίο χρονολογείται από την λίθινη εποχή.

Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Καταργασία ξύλου με εργαλεία », από τον Σωτήρη Καραστεργίου, (Καθηγητής του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας), 18.09.24, Φράστα Τζουμέρκων.

## Κατασκευή δαπέδου παταριού

Αρχικά κατασκευάστηκε ένα δάπεδο εργασίας, με χρήση των σανίδων του μελλοντικού δαπέδου πάνω στα δοκάρια. Έτσι μπορούσαν να γίνουν με ασφάλεια εργασίες τόσο στο επίπεδο του παταριού, αλλά και να μην υπάρχει κίνδυνος και για όσους εργάζονταν κάτω.

Η οριστική τοποθέτηση του σανιδώματος των παταριών (δάπεδο) αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί μελλοντικά, ώστε τα ξύλα να στεγνώσουν ικανοποιητικά και να μην έχουν παραμορφώσεις πριν βιδωθούν.

## 2. Μετακίνηση ζευκτών

Σύμφωνα με τη μελέτη, ορισμένα ζευκτά έπρεπε να μετακινηθούν και να επανατοποθετηθούν σε νέες θέσεις, κοντά στις αρχικές, ώστε να πραγματοποιηθεί η αρχιτεκτονική επίλυση και ταυτόχρονα να ικανοποιούνται οι στατικές απαιτήσεις (μέγιστες αποστάσεις ζευκτών μεταξύ τους).

### • Αφαίρεση τειγίδων.

Διατηρήθηκε προσωρινά από μια τειγίδα σε κάθε πλευρά της στέγης για να συγκρατεί τα ζευκτά στη θέση τους. Οι τειγίδες ξεκαρφώθηκαν προσεκτικά ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν σε άλλο τμήμα της κατασκευής. Βλέπε Κεφ. Επανάχρηση

• Μετακίνηση των ζευκτών στις τελικές τους θέσεις. Τα 4 νέα ζευκτά -που αντιστοιχούν στις ήδη τοποθετημένες δοκούς του παταριού, τοποθετήθηκαν ακριβώς πάνω από αυτές και τα υπόλοιπα στις προβλεπόμενες θέσεις.

Κατά την μετακίνηση ήταν σημαντικός ο διαρκής έλεγχος του σημείου της κορυφής των ζευκτών. Με μικρές μετακινήσεις και από τις δυο πλευρές έπρεπε να διασφαλιστεί ότι όλες οι κορυφές είναι ευθυγραμμισμένες.

• Τα ζευκτά βιδώθηκαν στο μπετονένιο σενάζ με μεταλλικές γωνίες, μία σε κάθε πλευρά και ντίζες διατομής 10 χιλ. .

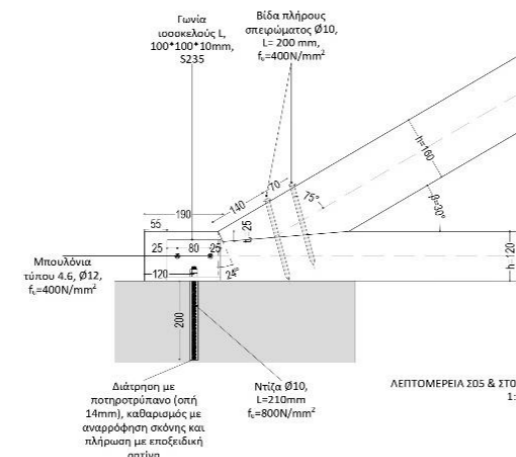
Μεγάλη προσοχή έπρεπε να δοθεί ώστε η μεταλλική ντίζα να μην εισχωρήσει πιο βαθιά από το πάχος της στέψης του σενάζ, ώστε να μην τραυματιστεί η λίθινη τοιχοποιία.

Εικ.12: Σκαλωσιά στο πατάρι (Γ.Κουτρόπουλος)

Εικ.13: Τοποθέτηση προσωρινού πατώματος παταριού (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.14: Σκαλωσιά στο πατάρι (Γ.Κουτρόπουλος)

Εικ.15: Εργασίες στην σκαλωσιά του παταριού (Γ.Κουτρόπουλος)



14



15



## Σύγχρονα κοπτικά εργαλεία

Η ιστορία των σύγχρονων υλικών για την κατασκευή κοπτικών εργαλείων ξεκινάει από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση το 1800. Η εξέλιξη στην τεχνολογία κατασκευής των κοπτικών ήταν παράλληλη με την εξέλιξη της τεχνολογία κατασκευής των μηχανών.

Ενώ η μορφολογία των εργαλείων παραμένει σχεδόν ίδια, αυτό που αλλάζει με την εξέλιξη της τεχνολογίας είναι το υλικό από το οποίο κατασκευάζονται. Σκοπός είναι τα εργαλεία να κόβουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς να αμβλύνονται τα κοπτικά μέρη τους. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι:

• **Ανθρακούχος χάλυβας:** Αρχές 19ου αιώνα: από τα πρώτα υλικά κατασκευής κοπτικών εργαλείων είναι ο ανθρακούχος χάλυβας. Ο χάλυβας ο οποίος χρησιμοποιείται για κοπτικά κατεργασίας ξύλου εμπεριέχει 1-2% άνθρακα, μεγαλύτερη περιεκτικότητα οδηγεί σε αύξηση της σκληρότητας και της αντοχής σε φθορά αλλά ταυτόχρονα μειώνει πολύ την αντοχή σε κρούση – σπάει. Είναι φθηνό υλικό. Δεν είναι πολύ ανθεκτικό αφού δεν αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και μειώνεται απότομα η σκληρότητα του.

• **Ταχυχάλυβας (HSS):** Μέσα 19ου αιώνα: προσθήκη βολφραμίου, κοβαλτίου, χρωμίου και μολυβδαινίου σε χάλυβα, του προσδίδει μεγάλη αντοχή και σταθερότητα σε υψηλές θερμοκρασίας. Χρησιμοποιείται πολύ και σήμερα αφού έχει μικρό κόστος αγοράς, μεγαλύτερη αντοχή (εως τέσσερις φορές μεγαλύτερη από τον ανθρακούχο χάλυβα) σε φθορά και ικανοποιητική αντοχή σε κρούσεις και κραδασμούς.

• **Καρβίδια (βίντια):** Μέσα 19ου αιώνα: δημιουργία καρβιδίου με προσθήκη βολφραμίου σε χάλυβα αυξάνει την σκληρότητα, την αντοχή και την διάρκεια ζωής. Η πιο συνηθισμένη ονομασία αυτού του μετάλλου στην αγορά είναι βίντια, η οποία προέρχεται από το γερμανικό *Wie Diamant*, που σημαίνει «όπως το διαμάντι» και αυτό λόγω της πολύ υψηλής σκληρότητας που έχει. Έχει μεγάλη αντοχή στη θερμοκρασία εν' σημαντικό χαρακτηριστικό του είναι η αντοχή σε διάβρωση. Χρησιμοποιείται στα δόντια δίσκων κοπής, ενώ το σώμα συνήθως είναι από κάποιο πιο ελαστικό υλικό.

• **Στελίτης (ST):** είναι ένα μη σιδηρούχο κράμα αποτελούμενο από κοβάλτιο, χρώμιο και ένα μικρό ποσοστό άνθρακα και είναι έτσι κατασκευασμένος ώστε να έχει μεγάλη αντοχή όσον αφορά την κατεργασία. Είναι αρκετά σκληρό υλικό και διατηρεί την σκληρότητα του σε πολύ υψηλές θερμοκρασίας (1000° C). Διαθέτει μικρή αντοχή στην κρούση και σχετικά υψηλό κόστος. Είναι ωστόσο ιδανικό για την κατεργασία χλωρής ξυλείας λόγω αυξημένης αντοχής σε διάβρωση από τα εκχυλίσματα του ξύλου. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται σε πριονοελάσματα σε πριστήρια (εργοστάσια στα οποία γίνεται η αρχική κοπή του κορμού) καθώς είναι ανθεκτικό στα εκχυλίσματα του ξύλου.

• **Βιομηχανικά (τεχνητά, συνθετικά) διαμάντια:** είναι τα πιο σκληρά υλικά και διαθέτουν μεγάλη αντοχή στη φθορά λόγω της κρυσταλλικής τους δομής και της σκληρότητας τους. Δεν αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες(ανω των 800° C). Ιδανικά για υψηλές ταχύτητες κατεργασίας και δημιουργούν πολύ καλές επιφάνειες. Ιδανικά για την κατεργασία ομοιογενών υλικών και όχι ατόφιας ανεπεξέργαστης ξυλείας. Το βιομηχανικό διαμάντι είναι το πιο σκληρό υλικό στην τεχνολογία κοπτικών. Η κατασκευή ενός εργαλείου από το συγκεκριμένο υλικό απαιτεί υψηλή τεχνολογία. Η επιστροφή διαμαντιού γίνεται μονό σε υλικά από καρβίδιο.

Εργασίες οι οποίες πραγματοποιούνταν με αναλογικά εργαλεία, σήμερα πραγματοποιούνται με ηλεκτρικά, σταθερά ή χειρός.

- Δισκοπρίονα
- Πλάνες
- Φρέζες
- Σέγες
- Τριβεία
- Τρυπάνια – Βιδολογία – Δραπανοκατσάβιδο

Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Κατεργασία ξύλου με εργαλεία », από τον Σωτήρη Καραστεργίου, (Καθηγητής του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας), 18.09.24, Φράστα Τζουμέρκων.

### 3. Τροποποίηση υφιστάμενων ζευκτών

Ακολούθησε η τροποποίηση των τεσσάρων ζευκτών, τα οποία βρίσκονται στο τμήμα του κτιρίου όπου κατασκευάστηκε το πατάρι. Όλες οι εργασίες για την ανακατασκευή πραγματοποιήθηκαν επί τόπου, χωρίς να κατέβουν τα ζευκτά στο έδαφος, με το συνεργείο να δουλεύει στον χώρο παταριού, στο επίπεδο του του δαπέδου εργασίας.

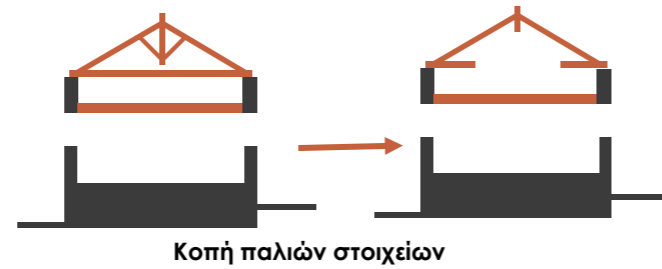
#### A. Αφαίρεση τμημάτων

- Αφαιρέθηκαν οι αντηρίδες των ζευκτών.

Αφαίρεση του κεντρικού κομματιού των ελκυστήρων των ζευκτών.

Το κομμάτι του παλιού ελκυστήρα που παρέμεινε κόπηκε ελαφρώς μεγαλύτερο από όσο είχε σχεδιαστεί για να υπάρχει στην συνέχεια περιθώριο λάθους. Για την κοπή χρησιμοποιήθηκε αλυσσοπρίονο με μεγάλη προσοχή για να υπάρχει η δυνατότητα επανάχρησης της ξυλείας.

- Αφαίρεση τμήματος του ορθοστάτη.



Εικ. 14: Κοπή παλιού ελκυστήρα (Β.Χήτα)  
Εικ. 15: Κοπή παλιού ελκυστήρα (Β.Χήτα)



14

15

## Το ζευκτό

Κατά την περίοδο της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, εμφανίστηκε μια νέα κατασκευή, το τυπικό ζευκτό (King Post Truss). Το σύστημα του ζευκτού, επέτρεψε να καλύπτονται μεγαλύτερα ανοίγματα, χωρίς ενδιάμεσες στηρίξεις, με μικρότερες διατομές ξύλων, λόγω εσωτερικής ανακατανομής των δυνάμεων στο τριγωνικό σύστημα.

Μπορεί να χαρακτηριστεί ως το πρώτο δικτύωμα.

### Ανάλυση του ζευκτού

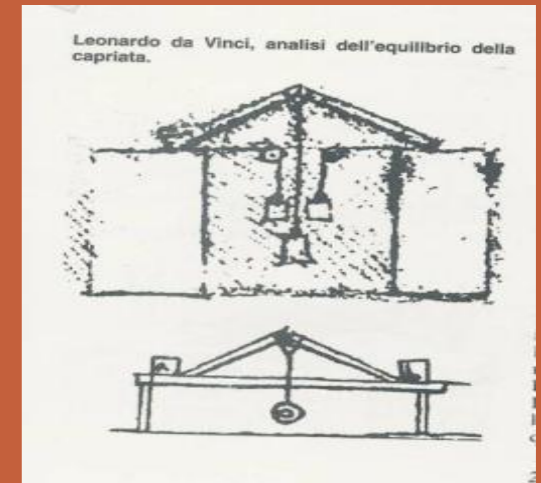
Πώς λειτουργεί ο φορέας;

#### 1. Αντιστηριζόμενη στέγη:

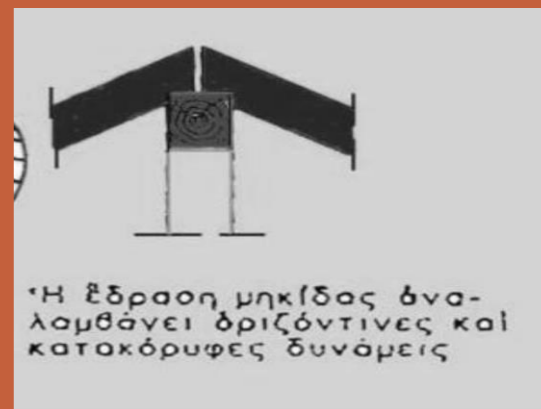
Πρόκειται για το πιο απλό σύστημα, κατά το οποίο δύο ξύλα είναι τοποθετημένα υπό κλίση. Η μια δοκός στηρίζεται στην άλλη με αποτέλεσμα την ανάπτυξη θλιπτικών δυνάμεων και συνεπώς την ανάπτυξη οριζόντιων ωθήσεων ανατροπής της τοιχοποιίας.

#### 2. Μη αντιστηριζόμενη στέγη:

Στο συγκεκριμένο μοντέλο οι αμείβοντες δεν συνδέονται πλέον μεταξύ τους, αλλά έχουν ανάμεσα τους κενό και εδράζονται σε μια κορυφομηκίδα. Με αυτόν τον τρόπο τα φορτία μεταφέρονται στην κορυφομηκίδα και από αυτή στους τοίχους, με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση των ωθήσεων.



Σκίτσο του Λεονάρντο ντα Βίντσι. Αποτελεί μια από τις πρώτες προσπάθειες να αναλυθεί και να κατανοηθεί το ζευκτό με αρχές της μηχανικής)



Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Εύλινες στέγες και η αποκατάστασή τους », από την Ελευθερία Τσακανίκα (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ), 20.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων

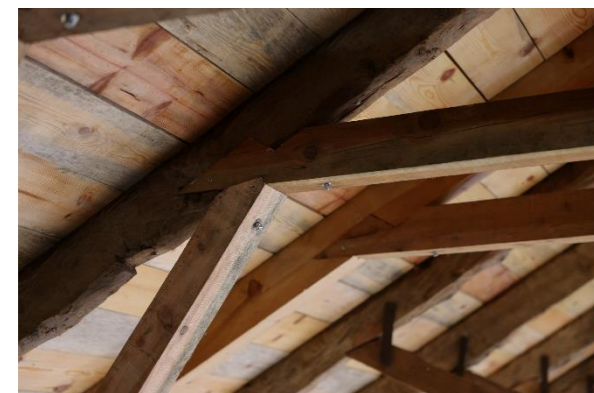
### A. Προσθήκη οριζόντιας ενισχυτικής δοκού (κολάρου)

- Σημειώθηκαν και ανοίχτηκαν με σκαρπέλο οι εγκοπές στους αμείβοντες του ζευκτού, ώστε να συνδεθεί με αυτούς η οριζόντια ενισχυτική δοκός (κολάρου) με συνδεσμολογία μόρσου.
- Κατασκευάστηκαν οι οριζόντιες ενισχυτικές δοκοί χρησιμοποιώντας την ξυλεία η οποία αφαιρέθηκε από τους παλιούς ελκυστήρες, όταν αυτή ήταν κατάλληλη για επανάχρηση. Τα μήκη μετρήθηκαν επί τόπου, με βάση τις εγκοπές στους αμείβοντες. Τα μόρσα του κολάρου διαμορφώθηκαν με αλυσοπρίονο.

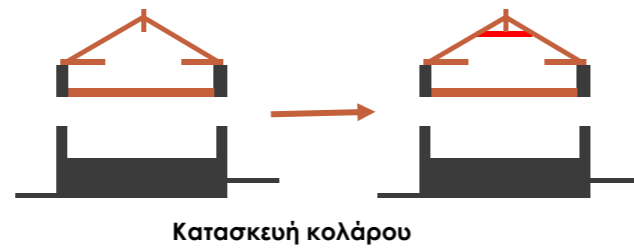
Σε περίπτωση που η ξυλεία του παλιού ελκυστήρα ήταν σε κακή κατάσταση, χρησιμοποιήθηκε νέα ξυλεία για την κατασκευή του κολάρου. Έτσι να μπορεί να σφηνώσει το ένα ξύλο μέσα στο άλλο για τη σωστή μεταφορά δυνάμεων, χρησιμοποιήθηκαν σφιγκτήρες. Το κολάρο πιέστηκε μέσα στην εγκοπή και στην συνέχεια χτυπήθηκε ελαφρά για να έρθει στη θέση του. Για το χτύπημα με τον ματράκι, τοποθετήθηκε ένα προστατευτικό κομμάτι ξύλου ώστε να τα ξύλα του ζευκτού να προστατευτούν από τραυματισμούς.

- Η σύνδεση ενισχύθηκε με μεταλλικό στοιχείο (ντίζα) με διπλά παξιμάδια, σε διαγώνια τοποθέτηση.

Στα παλιά ζευκτά, σε αυτό το σημείο, αυτό το ρόλο επιτελεί το μεταλλικό τζινέτι. Μεγάλη προσοχή έπρεπε να δοθεί στην θέση της ντίζας, αφού έπρεπε να υπάρχει αρκετός χώρος ώστε να γίνει η εγκοπή για την διαγώνια ενισχυτική δοκό, χωρίς όμως τραυματίσει τον αμείβοντα. Η ντίζα κόπηκε σε κατάλληλο μήκος ώστε να συνδεθεί και με το υπερκείμενο σανίδωμα.



16



Κατασκευή κολάρου

Εικ.16: Συνδεσμολογία κολάρου και διαγώνιας ενισχυτικής δοκού με τον αμείβοντα (Ι.Αθανασιάδης)  
 Εικ.17: Άνοιγμα εγκοπών στους αμείβοντες (Β.Χήτα)  
 Εικ.18: Κατασκευή κολάρου (Ο.Αποστολάτος)  
 Εικ.19: Μόρσο κολάρου (Ο.Αποστολάτος)  
 Εικ.20: Τοποθέτηση κολάρου (Ο.Αποστολάτος)



17



18



19



20

## Το ζευκτό

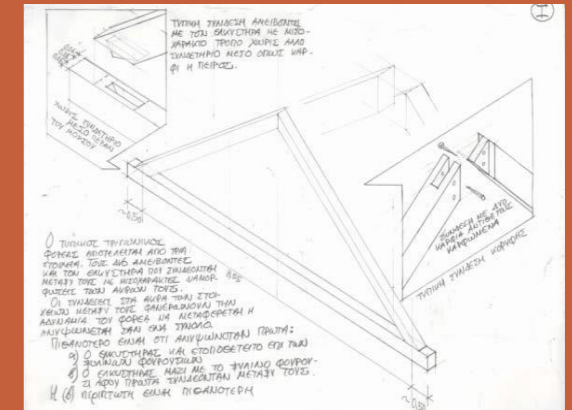
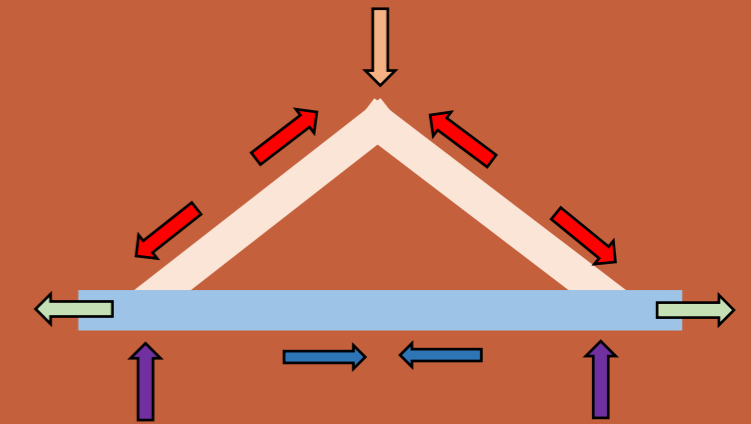
### 3. Το απλούστερο ζευκτό – τριγωνικός φορέας

Με σκοπό να εξουδετερωθεί η ώθηση που μεταφέρει ο φορέας στην τοιχοποιία, προστίθεται στο σύστημα ένα οριζόντιο ξύλο, ο ελκυστήρας.

Τα άκρα των δοκών είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους έτσι ώστε το σχήμα να παραμείνει अपαραμόρφωτο, αφού το τρίγωνο δεν μεταβάλλει τη μορφή του, αν δεν μεταβληθεί το μήκος των πλευρών του. Το οριζόντιο ξύλο εφελκύεται από τις αξονικές δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό από τις κεκλιμένες δοκούς, τις οποίες συνδέει ώστε να μην μεταβιβάζουν οριζόντιες δυνάμεις στους τοίχους. Τα φορτία που μεταβιβάζονται στους φέροντες περιμετρικούς τοίχους είναι μόνο κατακόρυφα, χωρίς οριζόντιες ωθήσεις. Με αυτόν τον τρόπο το σύστημα αδρανοποιείται εσωτερικά.

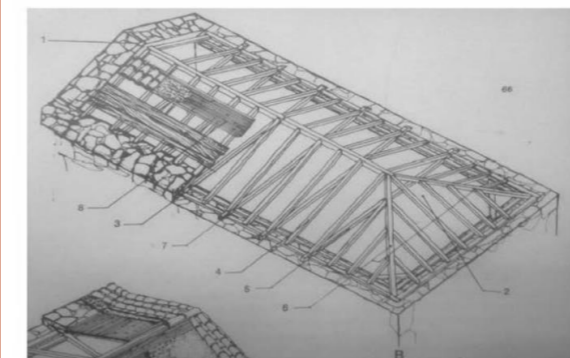
Ένας ακόμα τρόπος να κατασκευαστεί το τριγωνικό σύστημα είναι με προσθήκη κορυφομηκίδας στην οποία θα ακουμπήσουν οι αμείβοντες με μεσοχαρακτή σύνδεση.

Για την στήριξη μιας στέγης, η οποία είναι εμφανής δεν είναι απαραίτητο όλοι οι φορείς να είναι τριγωνικοί. Οι ελκυστήρες τοποθετούνται ανά αποστάσεις, ενώ οι αμείβοντες που δεν έχουν συνδέονται με τον τοίχο με την χρήση μικρού ξύλου (ορφανό), για να είναι σωστή η γεωμετρία περιμετρικά της στέγης.

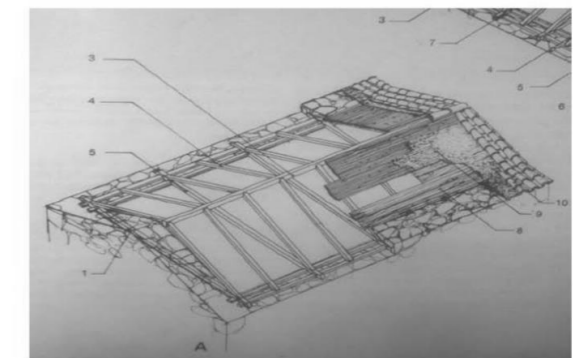


Τριγωνικός φορέας από τον 15<sup>ο</sup> αι. στην Αγία Παρασκευή της Χαλκίδας, φτιαγμένος από ενετούς. Οι συνδέσεις γίνονται με μόρσα, τα οποία φανερώνουν την ιταλική επιρροή.

«Συστήματα Στέγασης στην Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική» Διάλεξη, ΕΜΠ 2015  
 Φοιτητές: Πολύζος Βασίλης, Δαργίντας Νικόλαος



Σχέδια κατασκευής στέγης. Α. Δικλινής στέγη με δύο κεντριά. Β. Τριελινής στέγη με ένα κεντριά και μία σούτα. 1. κεντριά, 2. σούτα, 3. κορυφιά, 4. κόρβες, 5. τράβες, 6. μοιζός, 7. αστράγα, 8. σανίδες ή καλάμια, 9. λάσπη, 10. κεραμίδια (ΑΑΕΣ)



Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Ξύλινες στέγες και η αποκατάστασή τους », από την Ελευθερία Τσακανίκα (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ), 20.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων

## Γ. Προσθήκη διαγώνιας ενισχυτικής δοκού :

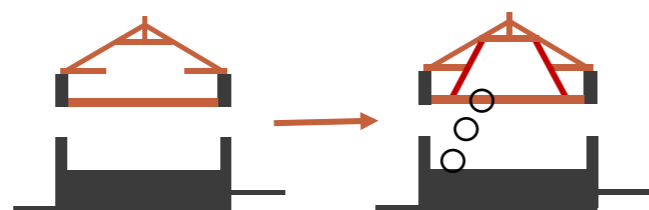
- Σημειώθηκαν και ανοίχτηκαν με σκαρπέλο οι εγκοπές στους αμείβοντες του ζευκτού, ώστε να συνδεθεί με αυτούς η οριζόντια ενισχυτική δοκός (κολάρο) με συνδεσμολογία μόρσου.
- Κατασκευάστηκαν οι οριζόντιες ενισχυτικές δοκοί χρησιμοποιώντας την ξυλεία η οποία αφαιρέθηκε από τους παλιούς ελκυστήρες, όταν αυτή ήταν κατάλληλη για επανάχρηση. Τα μήκη μετρήθηκαν επί τόπου, με βάση τις εγκοπές στους αμείβοντες. Τα μόρσα του κολάρου διαμορφώθηκαν με αλυσοπρίονο.

Σε περίπτωση που η ξυλεία του παλιού ελκυστήρα ήταν σε κακή κατάσταση, χρησιμοποιήθηκε νέα. Όστε να μπορεί να σφηνώσει το ένα ξύλο μέσα στο άλλο για τη σωστή μεταφορά δυνάμεων, χρησιμοποιήθηκαν σφιγκτήρες. Το κολάρο πιέστηκε μέσα στην εγκοπή και στην συνέχεια χτυπήθηκε ελαφρά για να έρθει στη θέση του. Για το χτύπημα με τον ματρακά, τοποθετήθηκε ένα προστατευτικό κομμάτι ξύλου ώστε να τα ξύλα του ζευκτού να προστατευτούν από τραυματισμούς.

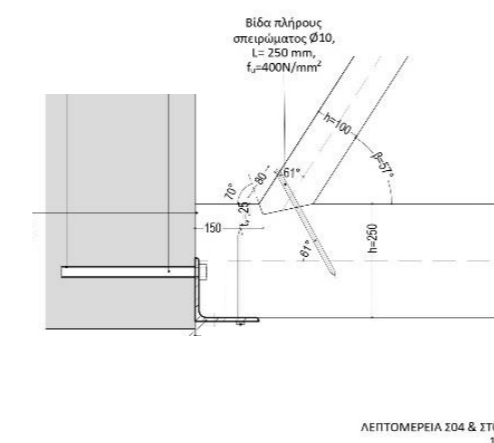
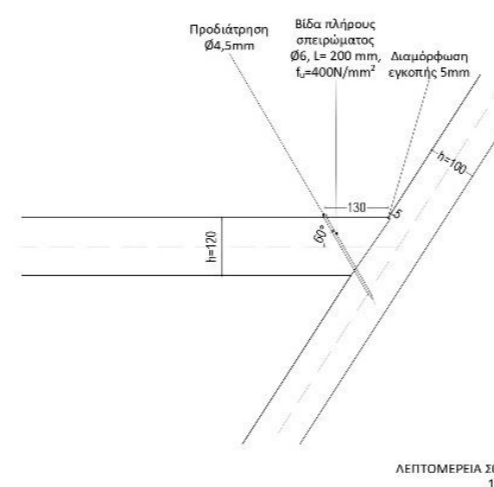
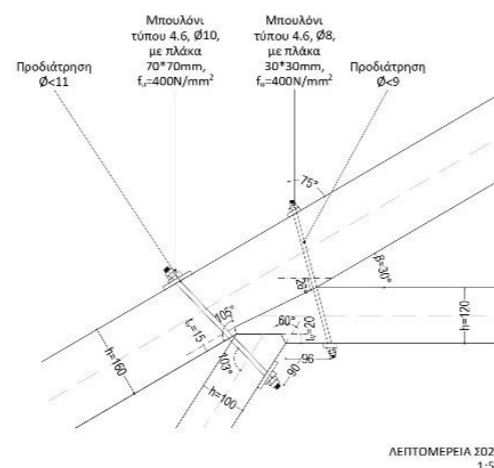
- Η σύνδεση ενισχύθηκε με μεταλλικό στοιχείο (ντίζα) με διπλά παξιμάδια, σε διαγώνια τοποθέτηση.

Στα παλιά ζευκτά, σε αυτό το σημείο, αυτό το ρόλο επιτελεί το μεταλλικό τζινέτι. Μεγάλη προσοχή έπρεπε να δοθεί στην θέση της ντίζας, αφού έπρεπε να υπάρχει αρκετός χώρος ώστε να γίνει η εγκοπή για την διαγώνια ενισχυτική δοκό, χωρίς όμως τραυματίσει τον αμείβοντα. Η ντίζα κόπηκε σε κατάλληλο μήκος ώστε να συνδεθεί και με το υπερκείμενο σανίδωμα.

Εικ.21: Εγκοπή στο κύριο δοκάρι για να συνδεθεί η διαγώνια ενισχυτική δοκός (Ο.Αποστολάτος)  
Εικ.22: Εφαρμογή και αλφάδιασμα διαγώνιας ενισχυτικής δοκού (Ο.Αποστολάτος)



Τοποθέτηση διαγώνιας ενισχυτικής δοκού



## Το ζευκτό

### 4. Τριγωνικός φορέας με ορθοστάτη

Για την σύνδεση των αμείβοντων παρεμβάλλεται ένα μεγαλύτερης διατομής ξύλο, ο ορθοστάτης, ο οποίος από μόνος του είναι αδρανής, δεν παραλαμβάνει φορτία.

Όστόσο, τα ξύλα, παρουσιάζουν ερπυσμό. Ερπυσμός είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ένα ξύλο που λαμβάνει σταθερά φορτία, εκδηλώνει αργή και συνεχή παραμόρφωση ενώ η τάση που του ασκείται δεν ξεπερνάει το όριο διαρροής του υλικού. Η παραμόρφωση αυτή διπλασιάζεται εάν το ξύλο είναι βρεγμένο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι ξύλινοι ελκυστήρες να καμπυλώνονται με τον πάροδο του χρόνου.

Για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου, το οποίο όσο μεγαλώνει το άνοιγμα γίνεται πιο έντονο, ο ελκυστήρας αναρτάται από τον ορθοστάτη που μέχρι πρότινος ήταν ανενεργός. Ο μεταλλικός αναρτήρας πρέπει να είναι σε επαφή με τον ελκυστήρα, ώστε να παραλαμβάνει την κάμψη. Για τον λόγο αυτό, πρέπει να τοποθετείται μετά την κατασκευή του πετσώματος και την τοποθέτηση των κεραμιδιών, ώστε η κατασκευή, με το σύνολο των φορτίων, να έχει πάρει την τελική της θέση. Ακόμα, ο αναρτήρας δεν πρέπει να βιδώνεται στον ελκυστήρα, ώστε να μην αναιρεί τον σκοπό του, μεταφέροντας πιέσεις στον ελκυστήρα.

### 5. Τριγωνικός φορέας με αντηρίδες

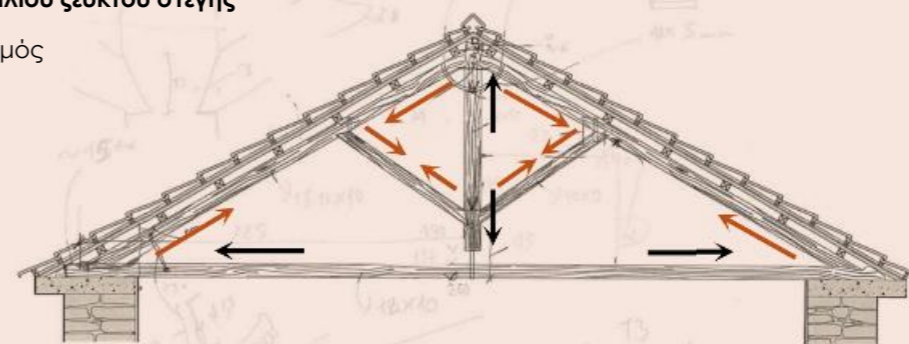
Σε μεγαλύτερα ανοίγματα, χρειάζεται να μπουν στο σύστημα και οι αντηρίδες, τα διαγώνια ενισχυτικά στοιχεία. Όσο μεγαλύτερο είναι το άνοιγμα και συνεπώς το μήκος του ξύλου του αμείβοντα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η απαιτούμενη διατομή. Όστόσο, όταν σε μια αμφιέριστη δοκό η οποία συνδέεται με τον ελκυστήρα και τον ορθοστάτη, παρεμβληθεί μια ακόμα στήριξη, από την αντηρίδα, αυτή μετατρέπεται σε δοκός δύο ανοιγμάτων, μειώνοντας την ροπή. Συνεπώς, η απαιτούμενη διατομή μειώνεται.

Με την προσθήκη των αντηρίδων στο ζευκτό, μειώνεται η κάμψη των αμείβοντων και αυξάνεται η θλίψη τους, γίνεται δηλαδή μια εσωτερική ανακατανομή των δυνάμεων. Εξαιτίας της αυξημένης θλίψης, η σύνδεση των αμείβοντων με τον ελκυστήρα καταπονείται σημαντικά και η κατασκευή πρέπει να γίνεται προσεκτικά. Το «παπούτσι», η εγκοπή στην οποία θα στηριχθεί ο αμείβοντας, πρέπει να έχει το απαραίτητο μήκος να παραλάβει το φορτίο. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται στην καλή διεπαφή των ξύλων για τη σωστή μεταφορά των δυνάμεων.

Στις συνδέσεις προστίθενται ακόμα μεταλλικά τζινέτια, τα οποία ενώ δεν παραλαμβάνουν δυνάμεις, κρατάνε τα ξύλα σε επαφή ώστε να λειτουργούν οι εγκοπές. Σήμερα, στη θέση τους, χρησιμοποιούνται βίδες.

### Δυνάμεις παλιού ζευκτού στέγης

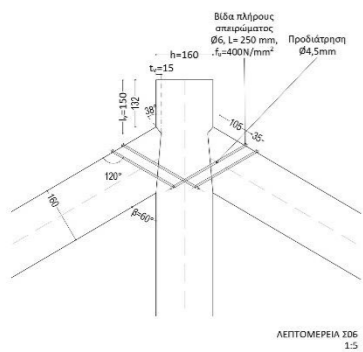
- Εμφελκυσμός
- Θλίψη



Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Ξύλινες στέγες και η αποκατάστασή τους », από την Ελευθερία Τσακανίκα (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ), 20.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων



Πάνω : Άποψη παλιών και νέων ζευκτών (Ι.Αθανασιάδης)

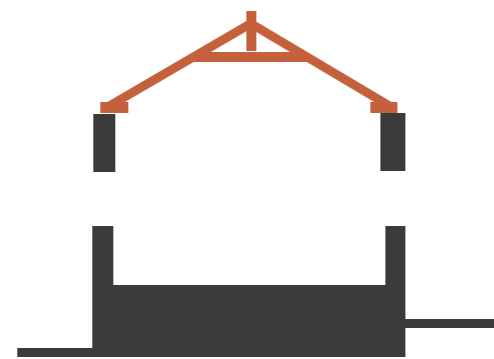


#### 4. Κατασκευή νέου ζευκτού

Κατά τη διάρκεια του έργου, ώστε να μειωθεί η απόσταση ανάμεσα σε δύο διαδοχικά ζευκτά, αποφασίστηκε να προστεθεί ένα επιπλέον, χωρίς ελκυστήρα και διαγώνιες ενισχυτικές δοκούς, ώστε να μην αποκόπτεται η θέα από το επίπεδο του παταριού στον ισόγειο χώρο.

Το ζευκτό αυτό ονομάζεται και «ορφανό». Κατασκευάστηκε κυρίως από νέα ξυλεία, με επανάχρηση μικρού τμήματος της παλιά, στον ορθοστάτη.

Οι συνδέσεις έγιναν με τον ίδιο τρόπο.



Μορφή νέου ζευκτού

Εικ.24: Συνδεσμολογία ορθοστάτη με αμείβοντες (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ.25: Θέα από πατάρι, νέο ζευκτό χωρίς ελκυστήρα (Ι.Αθανασιάδης)

### Δοκός επί στύλου

Η «ελληνική στέγη», δηλαδή η στέγη που συναντάται στο 70% των κτιρίων στην Ελλάδα, αλλά και στην ευρύτερη περιοχή των Βαλκανίων ανήκει στο στατικό σύστημα «δοκός επί στύλου». Το σύστημα πρωτοεμφανίστηκε κατά την βυζαντινή και στα περισσότερα κτίρια κατά την μεταβυζαντινή περίοδο σε περιοχές με ενετική επιρροή, και διαδόθηκε με την εξάπλωση του νεοκλασικισμού στην Ευρώπη.

Αν και φαινομενικά παρουσιάζει παρόμοια μορφολογία με το «ζευκτό», η στατική λειτουργία του συστήματος είναι πολύ διαφορετική.

Οι αμείβοντες στην περίπτωση αυτή είναι πυκνά τοποθετημένοι ανά 40-80 εκ. (ενώ τα ζευκτά τοποθετούνται ανά 1,5-2 μ.) και τα φορτία μεταφέρονται εκτός από τους εξωτερικούς τοίχους σε εσωτερική φέρουσα τοιχοποιία. Στηρίζονται σε τρία σημεία. Στους τοίχους, σε μια κορυφομηκίδα η οποία διατρέχει όλη την στέγη, αλλά κυρίως στην διαμήκη οριζόντια δοκο, η οποία μέσω αντηρίδων μεταφέρει τα φορτία στο κέντρο.

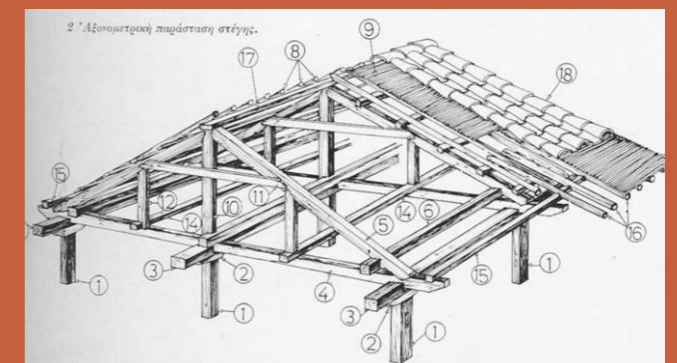
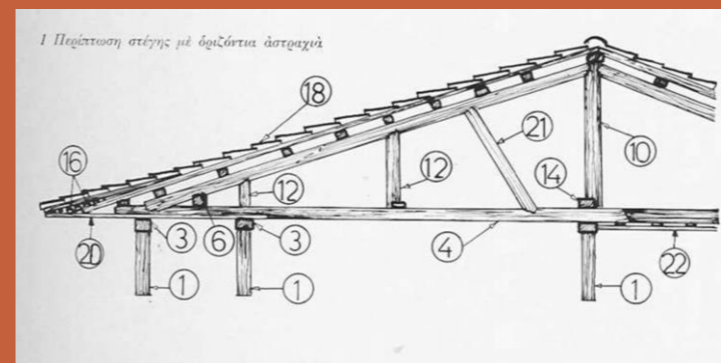
Όλα αυτά τα μέρη δεν χρειάζεται να συνδέονται στα ίδια σημεία. Μερικές φορές, σε κάποιες στέγες, υπάρχει ένα οριζόντιο ξύλο το οποίο τα συνδέει όλα μεταξύ τους. Ο ελκυστήρας είναι είτε ενιαίος, είτε αποτελείται από δύο τμήματα, καθώς δεν έχει πια τη λειτουργία του ελκυστήρα, καθώς το σύστημα δεν είναι αντιστηριζόμενο. Έτσι, λόγω πολύ μικρότερων φορτίων -αφού μεταφέρουν μόνο θλίψη και όχι εφελκυσμό- οι συνδέσεις του φορέα μπορεί να είναι απλούστερες, χωρίς φόβο αστοχίας.



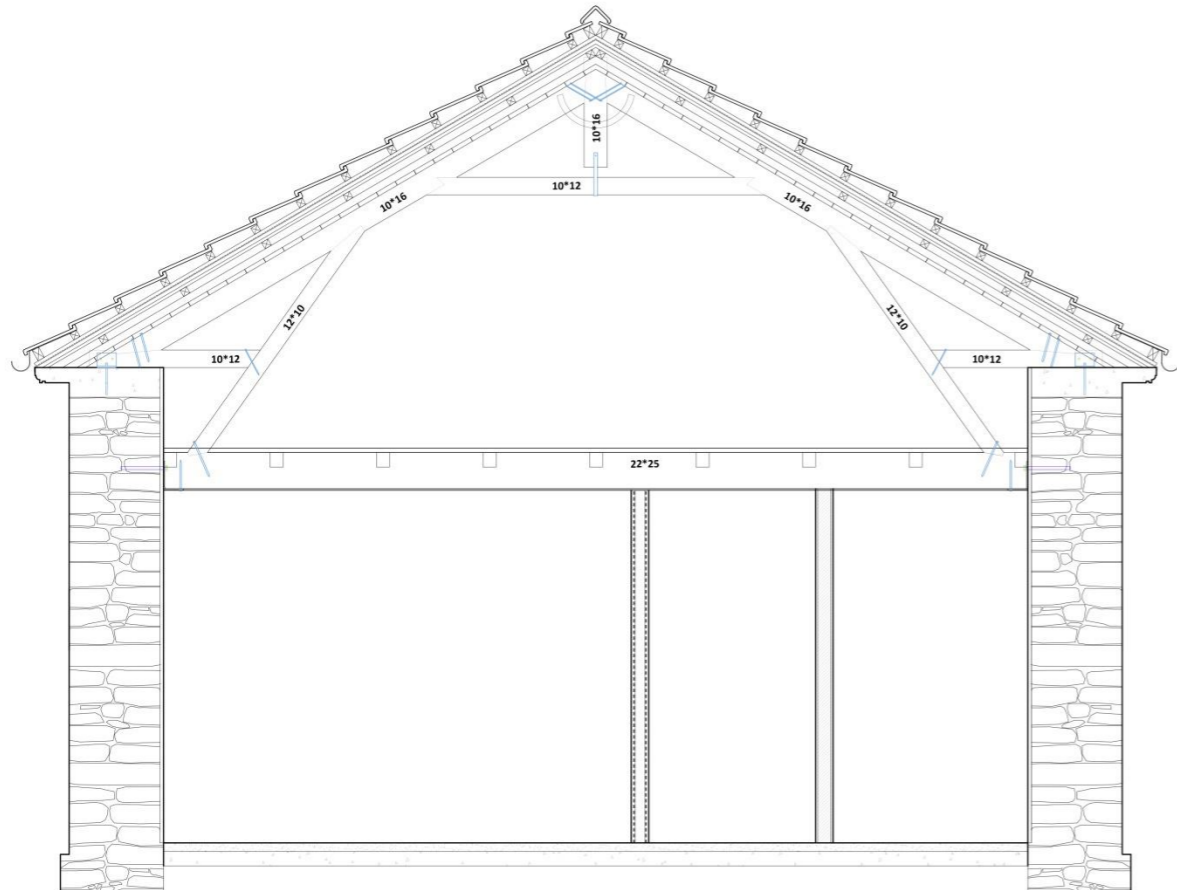
Η κορυφομηκίδα στηρίζεται με κατακόρυφους «ορθοστάτες» ανά 1-2μ. οι οποίοι τοποθετούνται σε σημεία που υπάρχουν αντηρίδες και πλέον δεν εφελκύνονται αλλά θλίβονται. Σε ορισμένες περιπτώσεις δεν υπάρχει κορυφομηκίδα αλλά η σύνδεση γίνεται με μισοχαρακτό.

Λόγω του φέροντα ρόλου των εσωτερικών τοίχων, συχνά οι στέγες αλλάζουν κλίση και είναι μη συμμετρικές ανάλογα με την θέση της εσωτερικής τοιχοποιίας.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στο σύστημα αυτό, είναι πως αν η οριζόντια δοκός δεν έχει επαρκή διατομή, κάμπτεται και σπάει. Αυτό μπορεί να λυθεί προσθέτοντας ακόμα ένα δοκάρι, ενώ πυκνώνονται και οι αντηρίδες.



Το παρόν κείμενο και οι εικόνες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Εύλινες στέγες και η αποκατάστασή τους », από την Ελευθερία Τσακανίκα (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ), 20.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων



## Κατασκευή φορέα μικρής στέγης

Η κατασκευή του φορέα της δεύτερης, μικρότερης στέγης, ολοκληρώθηκε τις δύο τελευταίες εβδομάδες, κατά την διάρκεια του βιωματικού εργαστηρίου. Ο υφιστάμενος φορέας αποτελούνταν από τρία ζευκτά. Οι εργασίες ανακατασκευής του, απαιτούσαν τη μετακίνηση δύο υφιστάμενων ζευκτών, την τροποποίηση ενός και, τέλος, την κατασκευή ενός νέου, τέταρτου ζευκτού.

Οι εργασίες πραγματοποιήθηκαν με την ίδια σειρά και για αυτή τη στέγη.

## Κατασκευή νέου ελκυστήρα

Η επανάληψη των εργασιών ήταν πολύ σημαντική για τον εκπαιδευτικό χαρακτήρα του εργαστηρίου καθώς δόθηκε η ευκαιρία στους συμμετέχοντες να έρθουν σε επαφή με την κατασκευή του φορέα. Σε αυτό το στάδιο, οι 6 μαθητευόμενοι των δύο πρώτων εβδομάδων, είχαν πλέον το ρόλο εκπαιδευτών.

Η τοποθέτηση των μεταλλικών διατομών, η κατασκευή και τοποθέτηση των δοκαριών και του προσωρινού δαπέδου εργασίας, η αφαίρεση των τειγίδων και η μεταφορά των υφιστάμενων ζευκτών που θα διατηρηθούν πραγματοποιήθηκε με τον ίδιο τρόπο. Ωστόσο, το νέο ζευκτό όπως και αυτό που τροποποιήθηκε, διαφοροποιήθηκαν ελαφρώς, όπως φαίνεται στο άνωθεν σχέδιο.

Εικ.26: Κατασκευή κυρίων δοκαριών μικρού παταριού (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ.27: Αφαίρεση τειγίδων από μικρή στέγη (Ι.Αθανασιάδης)  
Απέναντι: Τοποθέτηση κυρίων δοκαριών παταριού (Ι.Αθανασιάδης)



26



27



## Μετακίνηση υφιστάμενων ζευκτών:

• Το ζευκτό προς τροποποίηση μεταφέρθηκε σε τρίποδες σε εξωτερικό χώρο.

Αυτό αποφασίστηκε, λόγω περιορισμένου χώρου στο μικρότερο τμήμα του κτιρίου και αυξημένου αριθμού ατόμων. Ακόμη, για εκπαιδευτικούς λόγους, η τροποποίηση της παλιάς ξυλείας έγινε και με χρήση ιστορικών ξυλουργικών εργαλείων και τεχνικών κατεργασίας, από τους καθηγητές Α. Σαμπατάκο και Ε. Τσακανίκα, ως τμήμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Επιλέχθηκε να τροποποιηθεί το ζευκτό που ήταν σε χειρότερη κατάσταση διατήρησης από τα τρία.

• Τα δύο παλιά ζευκτά, μετακινήθηκαν στις τελικές τους θέσεις, σε επαφή με τις τοιχοποιϊας.

## Κατασκευή τμημάτων καινούργιου ζευκτού:

• Το ζευκτό το οποίο τροποποιήθηκε, χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός για την κατασκευή του νέου.

• Από νέα ξυλεία κατασκευάστηκαν ο ορθοστάτης οι αμείβοντες, η οριζόντια ενισχυτική δοκός και τα κομμάτια τα οποία στο υφιστάμενο ζευκτό θα ήταν τα κομμένα μέρη του ελκυστήρα.

Ο ορθοστάτης είναι απαραίτητο να προεξέχει από τους αμείβοντες για να παραλάβει τις δυνάμεις χωρίς να κινδυνεύει να καταστραφεί. Αυτό γίνεται εύκολα όταν πάνω από τον φορέα τοποθετούνται τεγίδες, καθώς υπάρχει χώρος για την προεξοχή. Στην περίπτωση όμως της συγκεκριμένης στέγης, στην οποία το πέτσωμα τοποθετείται σε επαφή με τα ζευκτά αυτό δεν μπορεί να συμβεί απόλυτα. Συνεπώς, για να εξασφαλιστεί η σωστή κατασκευή, προστίθενται βίδες που συνδέουν τον ορθοστάτη με τους αμείβοντες και επιπλέον γίνεται ένα σκαλόκομμα περιμετρικά του ορθοστάτη στις σανίδες του πετσώματος, στο σημείο που ενώνονται πάνω από τον αμείβοντα, ώστε αφήσουν το περιθώριο να προεξέχει μερικά εκατοστά.

Το τελευταίο τμήμα του ορθοστάτη κόπηκε κωνικά και όχι οριζόντια, ώστε να έχει μεγαλύτερο μήκος για να παραλάβει δυνάμεις.

Εικ.28: Αφαίρεση ζευκτού μικρής στέγης (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ.29: Παλιό ζευκτό (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.30: Κατασκευή νέου ζευκτού (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.31: Σύνδεση αμείβοντα με κομμένο ελκυστήρα(Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.32: Σύνδεση ορθοστάτη με αμείβοντες (Ο.Αποστολάτος)

Απέναντι: Παρουσίαση εργαλείων Ανδρέα Σαμπατάκου (Ι.Αθανασιάδης)



28



29



30



31



32

## Ενσώματη γνώση

Κατά την διάρκεια της διάλεξης του Α. Σαμπατάκου πραγματοποιήθηκε επίδειξη πληθώρας μεσαιωνικών εργαλείων ξυλουργικής. Μετά το πέρας της διάλεξης οι συμμετέχοντες είχαν την ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία και να αντιληφθούν διαφορές τους, που έχουν μεγάλη σημασία στην κατεργασία του ξύλου. Ιστορικά εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν επίσης -υπό την επίβλεψη του καθηγητή και των μαστόρων – εκπαιδευτών, στο κομμάτι του εργαστηρίου.

Το ξύλο είναι ένα δύσκολο, ανομοιογενές υλικό, καθώς πρόκειται για ένα φυσικό υλικό με μοναδικές ιδιότητες. Η σωστή επεξεργασία του, απαιτεί εμπειρία.

Η αντίληψη που αναπτύσει ένας τεχνίτης όταν εργάζεται, σε σχέση τόσο με τη συμπεριφορά του ξύλου αλλά και του εργαλείου που χρησιμοποιεί, ονομάζεται "ενσώματη γνώση". Αυτή, είναι συχνά δύσκολο να διατυπωθεί, αλλά και να μεταφερθεί σε ένα μαθητευόμενο τεχνίτη.

Η αποκατάσταση μιας ιστορικής κατασκευής, αποτελεί επίσης μια βιωματική εμπειρία μέσα από την οποία ο μελετητής «συναντάει» τους πρώτους τεχνίτες αλλά και τους ανθρώπους που έζησαν σε αυτό. Κατά την διάρκεια της μελέτης είναι σημαντικό να «διαβάζεται» η βιογραφία του κτιρίου. Παρατηρώντας την κατασκευή μπορεί κάποιος να πάρει απαντήσεις για την διαδικασία, τις φάσεις κατασκευής και την τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε, αφού το «χέρι» του τεχνίτη και τα εργαλεία αφήνουν πάντα το αποτύπωμά τους. Όλα τα ερωτήματα που θέτονται πρέπει πάντα να απαντώνται στο πλαίσιο της εποχής.

Τα εργαλεία πάντα απαντάνε σε κάποια ανάγκη του τεχνίτη. Ανάλογα με τη χρήση σε όλα συναντάμε μικρές παραλλαγές. Υπάρχουν 3 κατηγορίες ξυλουργών : Α) ο Μαραγκός (Carpenter), Β) ο Επιπλοποιός (Joiner) και Γ) ο Master Cabinet Maker, ο οποίος είναι ο πιο δεξιότεχνης από όλους τους ξυλουργούς, με κορυφαίες ποιότητας εξειδικευμένα εργαλεία. Οι τρεις αυτές ειδικότητες δεν έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε εργαλεία, καθώς αυτά εξαρτώνται, από το επίπεδο λεπτομέρειας που απαιτείται σε μια εργασία.

Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της παρουσίασης του Ανδρέα Σαμπατάκου, (Μέλος του ερευνητικού εργαστηρίου Cult Lab του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και υποψήφιος διδάκτωρ ΕΜΠ), 18.09.2024, Φτάστα Τζουμέρκων



33



34



35



36



### Τροποποίηση τμημάτων υφιστάμενου ζευκτού:

- Αφαίρεση αντηρίδων.
- Αφαίρεση τμήματος του ελκυστήρα.

*Τμήματά του χρησιμοποιήθηκαν στο ανακατασκευασμένο ζευκτό.*

- Μείωση του ύψους του ορθοστάτη.

*Επειδή το πάνω μισό μέρος του ορθοστάτη ήταν σε κακή κατάσταση, χρειάστηκε να αφαιρεθεί όλο το κομμάτι του ορθοστάτη και να κοπεί. Το κάτω μισό το οποίο δεν ήταν προσβεβλημένο χρησιμοποιήθηκε και τροποποιήθηκε όπως ο ορθοστάτης του νέου ζευκτού.*

- Οι αμείβοντες του υφιστάμενου ζευκτού αντικαταστάθηκαν με νέα ξυλεία, η κατάσταση διατήρησής τους δεν ήταν ικανοποιητική.
- Η οριζόντια ενισχυτική δοκός κατασκευάστηκε από νέα ξυλεία και συνδέθηκε με τους αμείβοντες πρόχειρα με βίδες χωρίς να έχει διαμορφωθεί η τελική τους συνδεσμολογία.

Εικ.33: Κατασκευή νέου ζευκτού δίπλα στο παλιό ζευκτό (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.34: Κοπή ξυλείας με πριόνι (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.35: Κατασκευή καινούργιου ζευκτού με οδηγό το ανακατασκευασμένο ζευκτό (Β.Χήτα)

Εικ.36 : Το ζευκτό στο έδαφος (Α. Σιαφάκα)

Απέναντι: Κοπή αμείβοντα παλιού ζευκτού με αλυσοπριόνιο. (Ι.Αθανασιάδης)



## Τελική τοποθέτηση ζευκτών:

- Τα τμήματα των δύο ζευκτών που κόπηκαν συνδέθηκαν προσωρινά μεταξύ τους με βίδες. Τα κομμάτια του παλιού ελκυστήρα ασφαλίστηκαν με ένα καδρόνι ώστε το ζευκτό να μην ανοίξει κατά την μεταφορά.
- Τα δύο ζευκτά μεταφέρθηκαν στη στέγη και τοποθετήθηκαν στις τελικές τους θέσεις πάνω από τα κύρια δοκάρια του παταριού.

*Αρχικά χρειάστηκε να στερεωθούν με σφιγκτήρες στα δύο υφιστάμενα τα οποία είναι βιδωμένα και ασφαλισμένα στις θέσεις τους.*

- Αλφαδιάστηκε η στέγη, ώστε οι κορυφές των ζευκτών να βρίσκονται στην ίδια ευθεία ώστε να μην αλλάξει η κλίση της στέγης.
- Αφού βρέθηκε το σωστό σημείο και η κλίση των αμειβόντων, αυτοί βιδώθηκαν στην σύνδεση τους με τον ορθοστάτη και στο «παπούτσι» του ελκυστήρα.
- Τα ζευκτά βιδώθηκαν στο μπετονένιο σενάζ με δύο μεταλλικές γωνίες σε κάθε πλευρά και ντίζες διατομής 10 χιλ. .

Εικ.37: Ανέβασμα ανακατασκευασμένου ζευκτού στην μικρή στέγη (Β.Χήτα)  
Εικ.38: Προσωρινό στερέωμα ανακατασκευασμένου ζευκτού (Β.Χήτα)  
Εικ.39: Τελική τοποθέτηση και βιδώμα ζευκτών μικρής στέγης (Ι.Αθανασιάδης)  
Απέναντι: Τελική τοποθέτηση και βιδώμα ζευκτών μικρής στέγης (Ι.Αθανασιάδης)



37



38



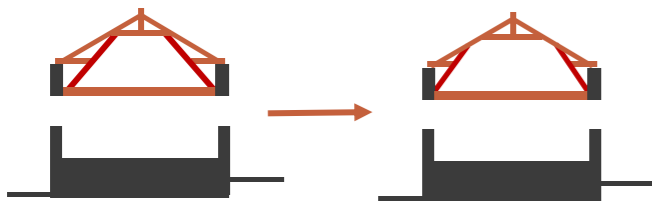
39



## Συνδεσμολογία ζευκτών μικρής στέγης:

Για την σωστή λειτουργία του φορέα, πέραν της φέρουσας ικανότητα των μελών, εξίσου σημαντική είναι η συνδεσμολογία.

Κατά την διάρκεια της κατασκευής του φορέα της μικρής στέγης, αποφασίστηκε, μετά από πρόταση του τεχνίτη - εκπαιδευτή Τρύφωνα Παπαϊωάννου, να τροποποιηθεί ελαφρώς η μορφή του ζευκτού, ώστε να διευκολυνθεί η κυκλοφορία στο χώρο του παταριού. Έτσι, οι διαγώνιες δοκοί δεν συνδέθηκαν με το κολάρο, αλλά μόνο με τους αμείβοντες σε χαμηλότερο ύψος.



Ζευκτό μεγάλης στέγης

Ζευκτό μικρής στέγης

- Η οριζόντια ενισχυτική δοκός η οποία είχε τοποθετηθεί προσωρινά για την μετακίνηση του ζευκτού αφαιρέθηκε και επανατοποθετήθηκε με συνδεσμολογία μισοχαρακτού.
- Δημιουργήθηκαν οι εγκοπές στα σημεία σύνδεσης των στοιχείων.
- Ανοίχτηκαν οι εγκοπές στους αμείβοντες στις οποίες συνδέεται η διαγώνια ενισχυτική δοκός. Η σύνδεση αυτή είναι απλή και όχι με μισοχαρακτό.
- Κατασκευάστηκαν οι αντηρίδες.
- Τοποθετήθηκαν οι οριζόντιες και οι διαγώνιες ενισχυτικές δοκοί και οι συνδέσεις ενισχύθηκαν με βίδες.

*Ιδανικές βίδες είναι αυτές που έχουν στο μισό τους σώμα σπείρωμα, καθώς αυτές είναι που σφίγγουν τα ξύλα.*



40



41



42



43

Εικ.40: Εγκοπή στο κύριο δοκάρι για σύνδεση με διαγώνια ενισχυτική δοκό (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.41: Διαμόρφωση οριζόντιας ενισχυτικής δοκού (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.42: Διαμόρφωση εγκοπής στον αμείβοντα για σύνδεση με διαγώνια ενισχυτική δοκό (Β.Χήτα)

Εικ.43: Τοποθέτηση οριζόντιας ενισχυτικής δοκού (Ι.Αθανασιάδης)

Απέναντι: Διαγώνια ενισχυτική δοκός ζευκτού, σύνδεση με αμείβοντα και πρώην ελκυστήρα (Β.Χήτα)



## 4.Σανίδωμα



Για το σανίδωμα της στέγης, το οποίο τοποθετήθηκε πάνω από τους αμείβοντες των ζευκτών, χρησιμοποιήθηκαν σανίδες πάχους 3 εκ. και μήκους περίπου 4 μέτρων.

Πάνω: Σανίδωμα στέγης (Β. Χήτα)

Ανάμεσα στις σανίδες και τους αμείβοντες δεν παρεμβάλλονται τεγίδες, αλλά τοποθετούνται κατευθείαν πάνω τους, με αποτέλεσμα το πέτσωμα να έχει και δομικό χαρακτήρα, λειτουργώντας ενοποιητικά για όλο τον φορέα της στέγης, όπως αντίστοιχα συμβαίνει σε ένα ξύλινο σκάφος.

### Στάδια κατασκευής :

- Μετρήθηκαν οι αποστάσεις και υπολογίστηκαν τα μήκη των σανίδων, ώστε να μην είναι εμφανείς οι ενώσεις και να μην υπάρχει συνεχόμενος αρμός.

Οι ενώσεις των σανιδιών γίνονται πάνω από τα ζευκτά, ώστε να μην φαίνονται οι αρμοί από κάτω. Παράλληλα, οι αρμοί εναλλάσσονται, δημιουργώντας συνδέσεις πάνω από διαφορετικά ζευκτά, ώστε το σύστημα να είναι πιο σταθερό.

- Μετρήθηκε το μήκος των σανιδιών, το οποίο σημειώθηκε πάνω τους με μολύβι και χωρίστηκαν σε στοιβές.

Το μήκος των σανιδιών δεν ήταν ακριβώς 4 μέτρα, οπότε έγινε διαλογή και ταξινόμηση ανά μέγεθος, ώστε να χρησιμοποιηθούν τα τεμάχια στα κατάλληλα σημεία-



1



2

Εικ. 1: Κοπή σανιδιών (Β.Χήτα)

Εικ. 2: Σανίδωμα στέγης. Φαίνεται το σανίδι στο οποίο είχαν σημειωθεί τα μήκη των σανιδιών.

## Το ξύλο στην παραδοσιακή ναυπηγική :

Η διαδικασία της κατασκευής τόσο του φορέα όσο και του σανιδώματος της στέγης παρουσιάζει πολλά κοινά με την ξυλοναυπηγική τέχνη.

Διαδικασία αποκατάστασης κατεστραμμένου καϊκιού τύπου τσερνικοπεράματος στην Σάμο:

- Λεπτομερής αποτύπωση των εναπομειναντων τμημάτων του καϊκιού και επιβεβαίωση με παλαιότερες μετρήσεις. [Εικ. 1]

- Σχέδια αποτύπωσης  
Από το σχέδιο σε κλίμακα 1:1, παρήχθησαν οι ναυτικές γραμμές του σκάφους, τα χνάρια, δηλαδή ξύλινα πατρόν από κόντρα πλακέ. Αυτή η διαδικασία γίνεται για τα διαφορετικά μέρη του σκάφους, όπως η πρύμνη και η πλώρη. [Εικ.2]

- Τα χνάρια χρησιμοποιούνται για να βρεθεί το κατάλληλο ξύλο για το κομμάτι που πρόκειται να κατασκευαστεί, καθώς πρέπει να έχει ακριβώς την καμπυλότητα την οποία έχει το κομμάτι. Είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθεί ένα ίσιο ξύλο και να καμπυλωθεί, καθώς τα νερά πρέπει να ακολουθούν την κατασκευή, αφού η μεγάλη αντοχή του ξύλου είναι παράλληλα με τα νερά του. [Εικ.3]

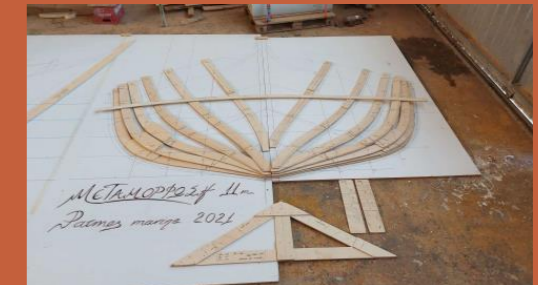
- Στήνεται η καρίνα με τα ποδοστάματα της πρύμνης και της πλώρης και γουντελιάρονται. Πρέπει δηλαδή τα μέρη αυτά να είναι απόλυτα κατακόρυφα και ελέγχονται με ζύγι. [Εικ.4]

- Κατασκευάζονται οι νομείς με βάση τα χνάρια, και αρχίζουν και τοποθετούνται πάνω στην καρίνα. Επειδή είναι κατασκευασμένοι από ζωντανό, φρεσκοκομμένο ξύλο, το οποίο πετσικάρει συνεχώς και αλλάζει το σχήμα του, είναι πολύ σημαντικό να ελέγχεται διαρκώς το αλφάδιασμα τους προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο έλεγχος πρέπει να γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, μέχρι να μπουν όλα τα στραβόξυλα και να αρχίσει το πέτσωμα, κατά την διάρκεια του οποίου σταθεροποιούνται τα ξύλα. [Εικ.5]

- Τα ξύλα περνιούνται με συντηρητικά ξύλου. Στις ενώσεις οι οποίες δεν πρόκειται να επισκευαστούν, οι οποίες είναι στο εσωτερικό του σκάφους χρησιμοποιείται πίσσα. Για τον σκελετό συνήθως, πριν βαφτούν τα ξύλα με το τελευταίο χρώμα, χρησιμοποιείται ένα μείγμα μίνιου και λινελαίου. [Εικ.6]



1



2



3



4



5



6

Το παρόν κείμενο και οι φωτογραφίες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Το ξύλο στην παραδοσιακή ναυπηγική», από το Γιώργο Τζαβάρα (Αρχιτέκτονας ΕΜΠ), 26.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων



## Το ξύλο στην παραδοσιακή ναυπηγική

- Αφού τοποθετηθούν κάποιοι νομείς, μπαίνουν τα σανίδια τα οποία ονομάζονται φούρμες. Το Αφού τοποθετηθούν κάποιοι νομείς, μπαίνουν τα σανίδια τα οποία ονομάζονται φούρμες. Το στάδιο αυτό είναι το πιο σημαντικό της κατασκευής καθώς ελέγχονται οι συμμετρίες αλλά και το ίδιο το σχέδιο. Παλαιότερα ο σχεδιασμός ουσιαστικά γινόταν σε αυτό το σχέδιο, καθώς ο παραδοσιακός έβλεπε σε τρισδιάστατο μοντέλο το σχέδιο και έκανε τροποποιήσεις για να το κατασκευάσει όπως ακριβώς ήθελε. [Εικ.7]
- Τοποθετούνται και οι υπόλοιποι νομείς. Οι εσωτερικές και οι εξωτερικές επιφάνειες των νομέων έχουν μια ομαλή κλίση, ώστε να την αγκαλιάσει το σανίδι του πετσώματος που θα κρφωθεί στην συνέχεια. [Εικ.8]
- Γίνεται ταυτόχρονα διαρκής έλεγχος με ράμα. Τα περαντούρια, τα οποία είναι προσωρινά ξύλα, έχουν ένα σημαδάκι με το οποίο ελέγχεται αν είναι κεντραρισμένος ο νομέας. Οι νομείς κουρεύονται αφού ελεγχθεί το ύψος της κουπαστής. [Εικ.9]
- Μπαίνουν και τα υπόλοιπα ξύλα της κατασκευής. Το βασικό ξύλο της κουπαστής, τα πρώτα ενισχυτικά σανίδια τα οποία κρατάνε τους νομείς στην θέση τους, ενισχυτικά ξύλα της καρίνας, τα καμάρια, τα οποία είναι τα ξύλα που ορίζουν το κατάστρωμα κλπ. Τα καμάρια έχουν και αυτά μια καμπυλότητα ώστε να φεύγουν τα νερά πιο εύκολα αλλά και για στατικούς λόγους. [Εικ.10]
- Κατασκευάζεται το πέτσωμα. Πετσώνεται πρώτα το κατάστρωμα διότι πρέπει να τοποθετούνται τα σανίδια πάρα πολύ σφιχτά. Πρέπει ακόμα να είναι πολύ στεγνά, δηλαδή περίπου 15% υγρασία, διότι άμα χρησιμοποιηθούν νωπά ξύλα, αφού στεγνώσουν θα δημιουργηθεί ένας αρμός ο οποίος θα καταστρέψει την στατικότητα του καϊκιού. Οι δυνάμεις μεταφέρονται από το κατάστρωμα, σαν τόξο, στα πλάγια και τα πιέζει με αποτέλεσμα να κλειδώνει το σχήμα. Στην συνέχεια πετσώνονται τα πλαινά, τοποθετώντας λίγα μαδέρια από κάθε πλευρά εναλλάξ ώστε να παίρνει η κατασκευή ομοιόμορφα τις τάσεις. Τα σανίδια επίσης έχουν μια καμπυλότητα. [Εικ.11]
- Γίνονται τα τελειώματα, τα οποία είναι μορφολογικά στοιχεία κάθε τύπου.
- Κατασκευάζεται η ξαρτόρια.
- Χρωματίζεται. [Εικ.12]

Τοποθετείται ο εξαρτισμός του καϊκιού, πάλι από τον ίδιο τον μάστορα.

7



8



9



10



11



12



- Οι σανίδες κόπηκαν στα κατάλληλα μεγέθη στο κοπτικό.

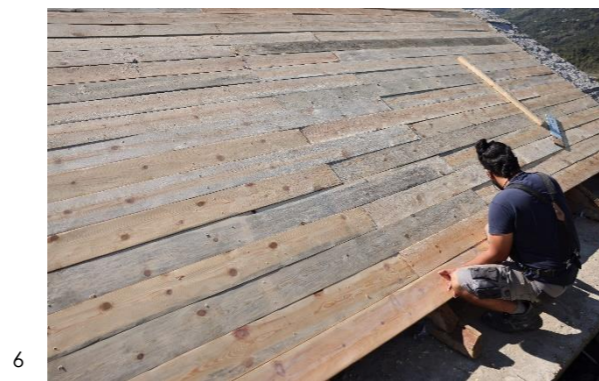
Ταξινομήθηκαν σύμφωνα με το μήκος τους και τοποθετήθηκαν με τρόπο που να διευκολύνει τους τεχνίτες στην τοποθέτησή τους πάνω από τους αμείβοντες.

*Τα μήκη των σανιδιών είχαν σημειωθεί στον τοίχο. Ενώ 3 τεχνίτες σανίδωναν την στέγη, ένας 4ος βρισκόταν κάτω, για να δίνει τις σανίδες στην οροφή και για συμπληρωματικές εργασίες.*

- Οι σανίδες βιδώθηκαν πάνω στους αμείβοντες με βίδες μήκους 6 εκ.

*Για λόγους ασφαλείας και δυνατότητα κυκλοφορίας των τεχνιτών, το σανιδώμα ξεκίνησε από την κορυφή της στέγης προς τα κάτω. Έτσι, οι τεχνίτες κυκλοφορούσαν σε βοηθητικές σανίδες – «σκαλωσιές» τοποθετημένες στους ελκυστήρες των ζευκτών. Στα σημεία όπου οι σανίδες ήταν δύσκολο να τοποθετηθούν, για παράδειγμα σε επαφή με τους ορθοστάτες των ζευκτών, έγιναν διαμορφώσεις με χειροπρίονο.*

- Η διαδικασία του σανιδώματος της στέγης σταμάτησε προσωρινά λίγο πριν ολοκληρωθεί – δεν τοποθετήθηκαν οι τελευταίες σανίδες στο χαμηλό τμήμα- για να διευκολυνθούν άλλες εργασίες του εργοταξίου, όπως μεταφορά υλικών, εύκολη μετακίνηση των τεχνιτών στην στέγη και ο επαρκής φυσικός φωτισμός του παταριού. Αφού ολοκληρώθηκαν εργασίες στις οποίες διευκόλυε αυτό το κενό, ολοκληρώθηκε η κατασκευή του σανιδώματος.



Εικ.3: Πέτσωμα στέγης. Τοποθέτηση των σανιδιών σε κατάλληλες στοίβες στην εκάστοτε πλευρά (Β.Χήτα)  
 Εικ.4: Ανέβασμα σανιδιών στην στέγη (Β.Χήτα)  
 Εικ.5: Ανέβασμα σανιδιών στην στέγη (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ.6: Ολοκλήρωση πετσώματος (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ.7: Σκαλώκομα στα σανίδια πάνω από το ζευκτό (Ι.Αθανασιάδης)  
 Απέναντι: Τοποθέτηση σανιδιών (Β.Χήτα)



## **5. Προστασία ξύλου**



Πάνω: Τρίψιμο σανιδιών και βόψιμο τεγιδών με μείγμα κατραμιού (Ι. Αθανασιάδης)

## Υφιστάμενη ξυλεία

Η κατάσταση διατήρησης της παλιάς ξυλείας της στέγης βρέθηκε αρκετά ικανοποιητική. Παρ'όλα αυτά, ο χρόνος σε συνδυασμό με τις συνθήκες στις οποίες εκτέθηκε αυτή για 70 περίπου χρόνια είχαν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση φθορών.

Η απλή κατασκευή της, με τις τεγίδες καρφωμένες απευθείας στο φορέα και τα κεραμίδια πάνω σε αυτές, χωρίς σανίδωμα ή άλλου είδους προστατευτική στρώση, καθώς και το γεγονός ότι η ξυλεία δε δέχτηκε συντήρηση ή προστασία πριν την τοποθέτησή της είχαν σαν αποτέλεσμα την έκθεση στην εισερχόμενη υγρασία και τη σήψη τμημάτων των ξύλων. Ακόμη, την προσβολή από ξυλοφάγα έντομα και μύκητες.

Για να αποφευχθούν αντίστοιχες φθορές στην νέα ξυλεία και να περιοριστεί η εξάπλωσή τους στην παλιά, εφαρμόστηκαν φυσικά συντηρητικά ξύλου, λινέλαιο και κατράμι.

Το συνεργείο εφαρμογής των προστατευτικών ουσιών στην ξυλεία, δούλεψε καθ' όλη την διάρκεια του έργου, παράλληλα με τις υπόλοιπες εργασίες.

Εικ. 1: Εσωτερικό μεγάλης στέγης πριν την επέμβαση (Γ. Κουτρόπουλος)

Εικ. 2: : Εσωτερικό μικρής στέγης πριν την επέμβαση (Γ. Κουτρόπουλος)



1



2

## Συντήρηση ξύλινης κατασκευής

Οι επεμβάσεις συντήρησης στα ξύλα έχουν ως στόχους την τεχνική εξέταση, την επιβράδυνση των διαδικασιών φθοράς, την διατήρηση των ξύλινων στοιχείων και την αποκατάσταση των φθορών όπου κριθεί απαραίτητο. Η συγκεκριμένη σειρά εργασιών είναι πολύ σημαντική και για τη διατήρηση της συλλογικής μνήμης που έχει το σχολείο για την τοπική κοινότητα.

Οι επεμβάσεις συντήρησης διέπονται από δύο βασικές αρχές:

1. Να εφαρμόζονται αντιστρεπτές επεμβάσεις. Για παράδειγμα, ένα υλικό μπορεί να διαλύεται στον διαλύτη του και άρα να μπορεί να αφαιρεθεί, αλλά αν εμποτιστεί σε μια ξύλινη κατασκευή να μην μπορεί να απομακρυνθεί ακόμα και αν το αντικείμενο εμβαπτιστεί μέσα σε αυτό το διαλύτη.

2. Να πραγματοποιείται η ελάχιστη δυνατή χημική και μηχανική επέμβαση.

Εξαιρεση αποτελεί η περίπτωση επείγουσας επέμβασης με στόχο κυρίως να διασωθεί κάποια κατασκευή.

Ο συντηρητής πρέπει να εφαρμόζει τα αναγκαία προληπτικά μέτρα, προσαρμόζοντας τη μέθοδό του στις ειδικές απαιτήσεις του έργου, πριν την εκτέλεση των κυρίως εργασιών. Οι επεμβάσεις συντήρησης πρέπει να περιορίζονται στην ελάχιστη αναγκαία αγωγή, η οποία πρέπει να εντάσσεται σε τεκμηριωμένο μεθοδολογικό πλαίσιο.

Αναλυτικότερα για την μελέτη κατάστασης διατήρησης και συντήρησης στο σχετικό παράρτημα.



Πάνω: Επίδειξη χρήσης υλικών συντήρησης ξύλου Από τον καθ. Δημήτρη Τσίποτα. (Ι. Αθανασιάδης)

Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Συντήρηση Ξύλινων Κατασκευών Πολιτιστικής Κληρονομιάς», από τον Δημήτρη Τσίποτα (Συντηρητής Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης - PhD, καθηγητής Ανώτερης και Ανώτατης Εκπαίδευσης), 24.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων.

## Προετοιμασία και προστασία νέας ξυλείας

- Πρώτο βήμα είναι το τρίψιμο όλων των επιφανειών των σανιδιών και των τεγίδων, με ηλεκτρικά τριβεία.

Σκοπός του τριψίματος είναι να λειανθεί η ξύλινη επιφάνεια, απομακρύνοντας εξογκώματα αλλά και στρώματα μούχλας ή μυκήτων που μπορεί να έχουν προσβάλει την επιφάνεια κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής του, ώστε το ξύλο να είναι έτοιμο να απορροφήσει τις προστατευτικές ουσίες. Λόγω παραγόμενης σκόνης και έντονου θορύβου, οι τεχνίτες πρέπει να φοράνε γυαλιά, μάσκα και προστατευτικά ακουστικά.

- Ακολουθεί η απομάκρυνση της σκόνης και των υπολειμμάτων (πριονίδι) που έχουν μείνει στην επιφάνεια των ξύλων.

Για την εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν σκουπάκια χειρός και πιεστικό αέρα.

- Οι σανίδες οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για το σανίδωμα των στεγών και τα πατώματα των παταριών επαλείφθηκαν με ωμό λινέλαιο.

Με λινέλαιο επαλείφθηκαν και όλα τα σόκορα καθώς και τα σημεία διεπαφής των δοκαριών του παταριού. Στη συνέχεια ακολούθησε η βαφή όλων των ξύλινων επιφανειών.

- Οι τεγίδες και τα πηγάκια των στεγών βιάφηκαν με μείγμα κατραμιού αραιωμένο με νέφτι πεύκου (αναλογία 2-1).

Λόγω της θέσης των ξύλων αυτών στην κατασκευή και την πιθανότητα να έρθουν σε επαφή με την υγρασία ή το νερό επιλέχθηκε η χρήση κατραμιού με στόχο την αποτελεσματικότερη προστασία τους.

- Μετά την βαφή τους, τα ξύλα αφέθηκαν στον ήλιο να στεγνώσουν.



Εικ.3: Βάψιμο με λινέλαιο τα σόκορα των δοκαριών (Ι. Αθανασιάδης)

## Το λινέλαιο

Το **λινέλαιο** αποτελεί ένα από τα βασικά έλαια τα οποία χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου. Αποτελεί φυτικό έλαιο ή έλαιο βάσης ή αποξηραίνόμενο έλαιο, το οποίο προέρχεται από το φυτό λινάρι από την αποξήρανση και την ψυχρή ή θερμή έκθλιψη του. Το λινέλαιο εισχωρεί στους πόρους του ξύλου, αφήνοντας ταυτόχρονα μια ελαφρώς γυαλιστερή επιφάνεια, ενώ προσδίδει και ένα γλυκό κιτρινωπό χρώμα. Όσο στεγνώνει, στεγανοποιεί προστατεύοντας έτσι το ξύλο ενάντια στην υγρασία. Σε πρόσμιξη με το κατράμι, το μίγμα γίνεται πιο ανθεκτικό στο νερό. Έχει επίσης δοκιμαστεί στα ξύλινα μέρη της αυλόθυρας του σχολείου στα Φράστα.

## Το τερεβινθέλαιο

Το **τερεβινθέλαιο** ή νέφτι πεύκου είναι ένα φυτικό προϊόν το οποίο παράγεται από την απόσταξη της ελαιορητίνης (τα ρετσίνια του πεύκου), από ζωντανά δέντρα, η οποία δίνει το υγρό νέφτι και ένα στερεό υπόλειμμα, το κολοφώνιο. Έχει πολλές θεραπευτικές και μη χρήσεις. Δεν θα πρέπει να συγχέεται με το νέφτι πετρελαίου καθώς έχουν διαφορετικές χημικές συστάσεις. Το νέφτι του ξύλου χρησιμοποιείται κυρίως ως διαλύτης, ενώ συνεργάζεται πολύ καλά με το κατράμι, λόγω χημικής συγγένειας.



Εικ.4: Βάψιμο σανιδιών πετώματος με λινέλαιο (Ι. Αθανασιάδης)

## Το κατράμι

Το **κατράμι** είναι ένα απόσταγμα, ένα παχύρευστο υγρό ή αλλιώς ένα ρευστό υψηλού ιξώδους, το οποίο παράγεται από την ξηρή ή καταστρεπτική απόσταξη του δαδιού, δηλαδή του εσωτερικού ρητινούχου μέρους γηραιών δέντρων.

Βιβλιογραφικά η χρήση του κατραμιού συναντάται από την αρχαιότητα, με διάφορους αρχαίους μελετητές, όπως ο Ηρόδοτος, να μιλάνε για τις εφαρμογές του στην λαϊκή θεραπευτική, στην κτηνιατρική και σε πολύ μεγάλο ποσοστό στην ξυλοναυπηγική, η οποία αποτελεί και το πεδίο στο οποίο η χρήση του κατραμιού έβρισκε τις περισσότερες εφαρμογές στην Ελλάδα μέχρι τις αρχές του 70'. Μεγάλη παραγωγή κατραμιού συναντάμε στην περιοχή της Πίνδου, στα βλαχόφωνα χωριά, με έμφαση στο Δίστρατο Κόνιτσας.

Το κατράμι είναι ένα φυσικό υλικό που προέρχεται από το ξύλο. Το ξύλο αποτελεί ένα πολύ σύνθετο χημικό υλικό, το οποίο διαφοροποιείται ως προς την χημική του σύσταση, όχι μόνο ανάλογα με το είδος του δέντρου από το οποίο προέρχεται, αλλά και στα διαφορετικά μέρη του ίδιου του δέντρου. Ακόμα, το ίδιο είδος δέντρου σε διαφορετική τοποθεσία, ανάλογα με το κλίμα, το έδαφος, την γεωγραφική του θέση κλπ. μπορεί να διαφοροποιείται σημαντικά (chemo diversity).

Το ξύλο, εκτός από τα συστατικά τα οποία του προσδίδουν δομική ακεραιότητα, περιέχει και εκχυλίσματα, μια μεγάλη ομάδα χημικών ενώσεων που καθορίζουν το χρώμα, το άρωμα, ενώ επίσης προσφέρουν προστασία από βιολογικούς (μικροοργανισμούς και παθογόνους παράγοντες) και αβιοτικούς (προστασία από τον ήλιο, από πυρκαγιές κλπ.) παράγοντες.

Το κατράμι είναι ένα αποτέλεσμα τέτοιων ενώσεων, με το μεγαλύτερο ποσοστό του να είναι ρητινικές ενώσεις – είναι ένας γενικός όρος ο οποίος αναφέρεται σε όλα αυτά τα εκχυλίσματα των κωνοφόρων δέντρων, όπως για παράδειγμα τα ρετσίνια του πεύκου. Εξαιτίας των προστατευτικών ιδιοτήτων των εκχυλισμάτων του ξύλου, η επάλειψη με κατράμι σε οικοδομικές εφαρμογές προστατεύει το ξύλο από προσβολές, ενώ είναι ακόμα εξαιρετικά υδροφοβικό. Πρακτικά, επιστρέφει στο ξύλο τα προστατευτικά εκχυλίσματα τα οποία προήλθαν από αυτό.

Πιο συγκεκριμένα, στο κατράμι ταυτοποιήθηκαν 27 χημικές ενώσεις, οι περισσότερες από τις οποίες ανήκουν στα τερπενοειδή, δίνουν πχ. Το άρωμα και τις πολύτιμες ιδιότητες στα αιθέρια έλαια κλπ. Δεν έχει σταθερή χημική σύσταση.



Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Η παραδοσιακή τεχνολογία παρασκευής κατραμιού, τεχνικές και ανθρωπολογικές προεκτάσεις», από την Ιωάννα Ντούση (Χημικός Μηχανικός, Μπουλούκι), 24.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων.



5



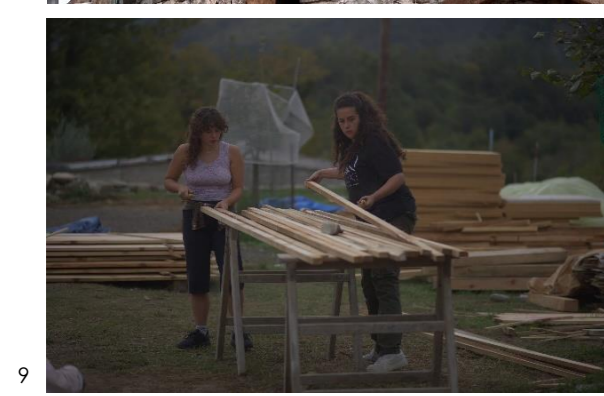
6



7



8



9

## Συντήρηση παλιάς ξυλείας

Πέραν της νέας ξυλείας, υπήρχε και η ανάγκη συντήρησης της υφιστάμενης:

- Τα ξύλα των υφιστάμενων ζευκτών καθαρίστηκαν επιμελώς επί τόπου.
- Αξιολογήθηκε η κατάσταση διατήρησης τους και τα τμήματα τα οποία ήταν πολύ προσβεβλημένα και δεν ήταν δυνατό να διασωθούν αφαιρέθηκαν και αντικαταστάθηκαν με νέα.
- Στην συνέχεια, ακολούθησε η βαφή με ωμό λινέλαιο.

*Αρχικά, βάφτηκαν οι πλευρές των αμειβόντων, όπου στη συνέχεια θα βιδωνόταν το νέο σανίδωμα. Αυτό έγινε τόσο για λόγους οργάνωσης και συνέχειας των εργασιών, όσο και για την προστασία της νέας ξυλείας. Επίσης η πλευρά αυτή αποτελούσε το πιο ευάλωτο σημείο του φορέα καθώς η στέγη παρέμεινε ακάλυπτη για αρκετές μέρες, με κίνδυνο βροχόπτωσης.*

- Καθημερινά, στο τέλος των εργασιών, όταν υπήρχε πιθανότητα βροχής, η αποθηκευμένη ξυλεία στο προαύλιο προστατεύονταν με νάιλον, το οποίο το πρωί αφαιρούνταν ώστε να αποφευχθεί η συγκράτηση της υγρασίας.

*Έγινε ακόμη, πειραματική δοκιμή επάλειψης μονωτικής πλάκας wood fiber με κατράμι και εκτέθηκε στην βροχή, ώστε να διαπιστωθεί αν αυξάνεται η υδροφοβικότητά της. Ωστόσο, η μέθοδος δεν φάνηκε να βελτιώνει αισθητά το αποτέλεσμα και δεν τελικά δεν εφαρμόστηκε.*

*Η παραπάνω σειρά εργασιών πραγματοποιήθηκε εξ ολοκλήρου στο προαύλιο, δηλαδή σε εξωτερικό χώρο, καθώς ο καλός αερισμός είναι πολύ σημαντικός για την ασφάλεια των ατόμων που δουλεύουν λόγω της έντονης μυρωδιάς των παραπάνω ουσιών.*

Εικ.5: Τρίψιμο σανιδίων (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ. 6: Καθάρισμα τριμμένων σανιδίων (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ. 7: Κάλυψη στέγης με νάιλον για προστασία από τη βροχή (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ. 8: Βάψιμο υφιστάμενων ξύλων με λινέλαιο (Β. Χήτα)  
Εικ. 9: Οι βαμμένες τεγίδες αφήνονται στον ήλιο να στεγνώσουν (Ι.Αθανασιάδης)

## Η παρασκευή του κατραμιού

Η παρασκευή του κατραμιού γίνεται σε περιοχές με παράδοση στην υλοτομία. Οι κατρανάδες δούλευαν το φθινόπωρο, μετά την ολοκλήρωση της υλοτόμησης και διαχείρισης της ξυλείας από τους δασεργάτες. Στην συνέχεια οι κατρανάδες έπαιρναν το κατώτερο μέρος του δέντρου, τα πρέμνα, το οποίο παρέμενε στο δάσος και το χρησιμοποιούσαν για την παραδοσιακή παραγωγή του κατραμιού. Έτσι, το κατράμι, αποτελεί προϊόν αειφορικής διαχείρισης των δασών αφού αξιοποιείται όλη η βιομάζα των δέντρων (zero waste). Το κατράμι παράγεται από το δαδί, το οποίο είναι το εσωτερικό τμήμα – το εγκάρδιο, του κατώτερου σημείου του δέντρου, το οποίο αποτελεί το πιο πλούσιο σε εκχυλίσματα τμήμα. Όσο πιο γηραίο είναι το δέντρο από το οποίο προέρχεται, τόσο μεγαλύτερη περιεκτικότητα έχει σε αυτά τα εκχυλίσματα.



Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Η παραδοσιακή τεχνολογία παρασκευής κατραμιού, τεχνικές και ανθρωπολογικές προεκτάσεις», από την Ιωάννα Ντούση (Χημικός Μηχανικός, Μπουλούκι), 24.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων.



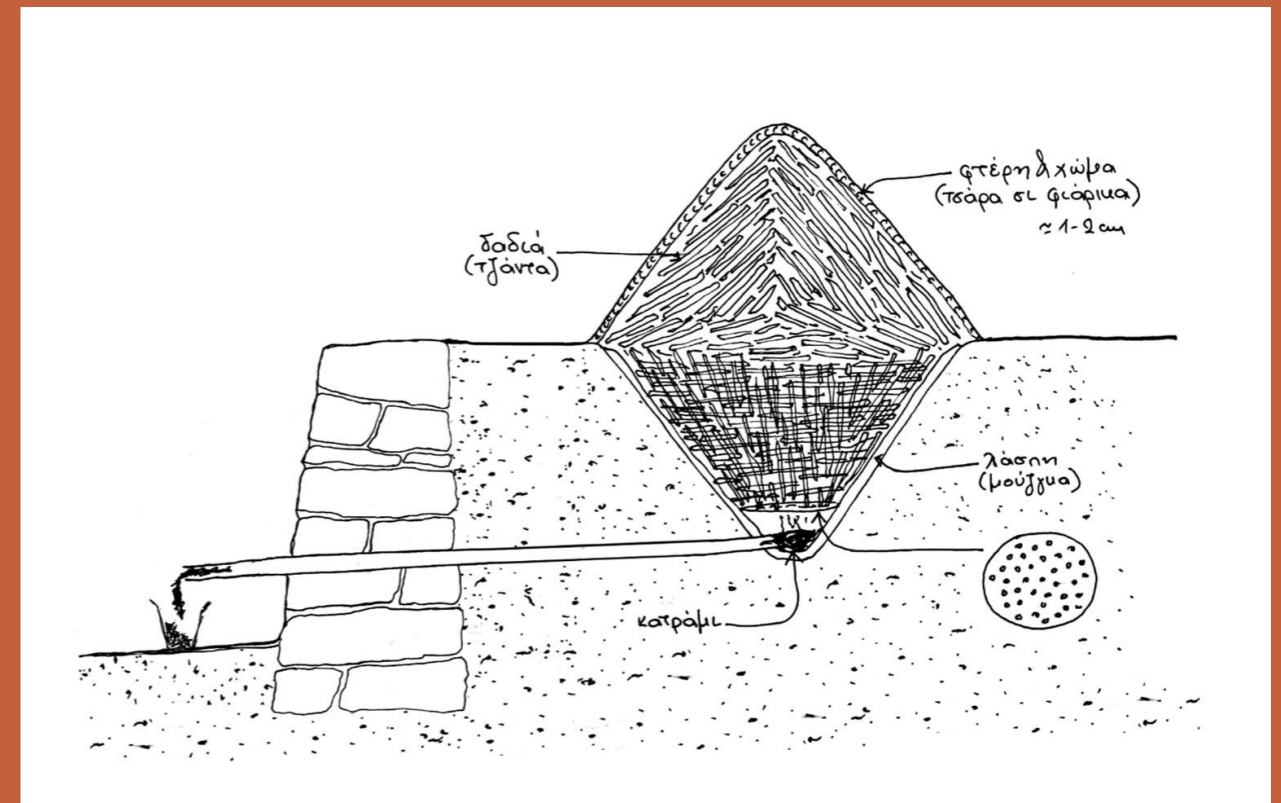
Το κατράμι που χρησιμοποιήθηκε στις εργασίες στο σχολείο των Φράστων, έχει παραχθεί από τον Γιάννη και τον Πασχάλη Ζήση από το Δίστρατο. Πρόκειται, μάλλον, για τους τελευταίους κατρανάδες που ακολουθούν τον παραδοσιακό τρόπο παραγωγής.

Επάνω: Ο Γιάννης Ζήσης κατά την διάρκεια κατασκευής κατρανοκάμινου.

Κάτω: Ο Γιάννης Ζήσης στο κατρανοκάμινο του το οποίο έχει επενδύσει με τσιμέντο και πρόκειται για μια μόνιμη κατασκευή στην αυλή της κατοικίας του. Πηγή : Αρχείο της ομάδας Μπουλούκι.



## Στάδια κατασκευής κατραμιού



Την διαδικασία της συλλογής του δαδιού, ακολουθεί η κατασκευή του κατρανοκάμινου. Τα στάδια κατασκευής του κατραμιού που ακολουθήθηκαν κατά την πειραματική αναπαραγωγή του παραδοσιακού τρόπου παραγωγής κατραμιού, από την ομάδα Μπουλούκι, στο πλαίσιο του φεστιβάλ Βωβούσας είναι τα παρακάτω:

1. Κατασκευή της γούρνας (βλάχικα: γκρουάπα), σε σχήμα ανεστραμμένου κώνου σε πρανές εδάφους με ήπια κλίση.
2. Κάλυψη της γούρνας με ένα στρώμα πηλού (βλάχικα: μούσγα) και φύλλα χαλκού για καλύτερη στεγάνωση των τοιχωμάτων. Τοποθέτηση μιας εσχάρας στο κάτω μέρος της γούρνας για την προστασία από το χώμα στην κοιλότητα που θα αποστάξει το κατράμι. Στο υπάρχει ένας σωλήνας από τον οποίο ρέει τελικά το κατράμι.
3. Κόψιμο του δαδιού σε ίδιου μεγέθους κομμάτια.

3. Τοποθέτηση – χτίσιμο του δαδιού περιμετρικά στη γούρνα, ακτινωτά και με όσο το δυνατόν λιγότερα κενά μεταξύ τους. Προσπαθούμε να σχηματίσουμε έναν κώνο στην ίδια διάμετρο με αυτόν της γούρνας αλλά από την πάνω πλευρά.

4. Άναμμα της φωτιάς. Είναι σημαντικό για την σωστή καύση και την εξέλιξη της διαδικασίας να πετύχουμε αυτό που λέμε ανοξικές συνθήκες, δηλαδή συνθήκες ατελούς καύσης (καύση με έλλειψη οξυγόνου) ώστε να ξεκινήσει η απόσταξη. Οι παραπάνω συνθήκες χρειάζεται να διατηρηθούν σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, καθώς διαφορετικά αχρηστεύεται το καμίνι. Ο χρόνος ολοκλήρωσης της διαδικασίας διαφέρει ανάλογα με το μέγεθος του καμινιού, το είδος του ξύλου και την ίδια τη διαδικασία της καύσης.

5. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της απόσταξης, ανοίγουμε το κατρανοκάμινο. Στα παραγόμενα προϊόντα ανήκει και το κάρβουνο.

Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Η παραδοσιακή τεχνολογία παρασκευής κατραμιού, τεχνικές και ανθρωπολογικές προεκτάσεις», από την Ιωάννα Ντούτση (Χημικός Μηχανικός, Μπουλούκι), 24.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων.

## Μελέτη κατάστασης διατήρησης

### Μελέτη φυσικών χαρακτηριστικών

**Αναγνώριση του δασοπονικού είδους :** γνωρίζοντας το είδος της ξυλείας γνωρίζουμε αντοχές, πυκνότητα, ανθεκτικότητα. Στην αντικατάσταση ξύλινων τμημάτων, θα χρησιμοποιηθεί το ίδιο είδος ξυλείας. Σε παραδοσιακές κατασκευές μπορούμε συνήθως να αναγνωρίσουμε το είδος παρατηρώντας τα δάση της περιοχής.

**Παρουσία σομφού ξύλου, φλοιού:** ξυλεία που μπορεί να παρουσιάσει προβλήματα λόγω της χημικής της σύστασης.

**Ρυθμός αύξησης ( αριθμός ετησίων δακτυλίων/εκατοστό):** οι αυξητικοί δακτύλιοι δηλώνουν την ηλικία του δέντρου αλλά και την ταχύτητα με την οποία αυτό μεγαλώνει κατά την διάρκεια του έτους. Αν η μεταξύ τους απόσταση είναι μεγάλη, σημαίνει ότι το δέντρο αναπτύχθηκε πιο γρήγορα και σε πιο υγρό κλίμα από κάποιο άλλο με μικρότερες αποστάσεις δακτυλίων που μεγάλωσε σε λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες (λιγότερο νερό, πετρώδες έδαφος, περισσότερα δέντρα, κοκ).

**Φυσικές ανωμαλίες του ξύλου:** ρόζοι, ρωγμές, ραγάδες – δομική αδυναμία.

### Μελέτη επίκτητων χαρακτηριστικών

#### Κατά την περίοδο χρήσης του ξύλου

**Ανθρακοποίηση:** από υψηλή θερμοκρασία, επαφή με φωτιά  
**Βλάβες από την δράση μυκήτων:** καστανή σήψη, λευκή σήψη  
**Βλάβες από δράση ξυλοφάγων εντόμων**  
**Μηχανικές ή φυσικές βλάβες:** συρρικνώσεις, στρεβλώσεις  
**Επικαλύψεις:** προηγούμενες βαφές και επιστρώσεις, εμποτισμούς της ξυλείας  
**Ίχνη ξυλουργικών εργαλείων, προσαρτήματα:** μας δίνουν πληροφορίες για την κατασκευή

#### Κατά την περίοδο εγκατάλειψης

**Βλάβες από τη δράση ξυλοφάγων εντόμων:** Κολεόπτερα, τερμίτες, θαλάσσιοι οργανισμοί  
**Βλάβες από δράση μυκήτων**  
**Προσβολή από βακτήρια**  
**Μηχανικές ή φυσικές βλάβες:**  
**Χημική αλλοίωση του ξύλου**  
**Προσμίξεις**

### Μελέτη περιβάλλοντος

**Ph**

**Υγρασία**

**Αλατότητα:** θαλάσσια περιβάλλοντα  
**Θερμοκρασία:** επηρεάζει την δράση των μυκήτων

**Δυναμικό οξειδοαναγωγής**

**Υδραυλική αγωγιμότητα:** για κατασκευές κάτω από το έδαφος, πακτωμένες σε τοιχοποιίες

**Κατανομή οξυγόνου στο έδαφος:** η ύπαρξη οξυγόνου ενεργοποιεί όλες τις διαδικασίες πανίδας και μικροπανίδας.

## Μελέτη συντήρησης

### Σύνολο επεμβάσεων συντήρησης

**Απεντόμωση:** αναστέλλεται η δράση των ξυλοφάγων εντόμων και η εξάπλωση τους στην νέα ξυλεία, συνήθως με τεχνικές υποκαπνισμού ή θερμικό χειρισμό σε κλειστό κλίβανο στους 56° .

**Στερέωση μάζας – επιφάνειας:** στερέωση με συνθετικές ρητίνες για αποκατάσταση της μηχανικής αντοχής της ξυλείας.

**Συγκολλήσεις – συνδέσεις:** είτε με χημικό τρόπο είτε με άλλους τρόπους σύνδεσης ή συμπλήρωσης.

**Αισθητική αποκατάσταση:** επικαλύψεις και φινιρίσματα τόσο για λόγους προστασίας της ξυλείας όσο και για αισθητικούς λόγους.

**Προτάσεις προληπτικής διατήρησης:** μελέτη των συνθηκών διατήρησης και του περιβάλλοντος του ώστε να μην προκύψουν ξανά τα ίδια προβλήματα.

Τελική φωτογράφιση, τεκμηρίωση και ολοκλήρωση δελτίου συντήρησης.



Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Ξυντήρηση Ξύλινων Κατασκευών Πολιτιστικής Κληρονομιάς», από τον Δημήτρη Τσίποτα (Συντηρητής Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης - PhD, καθηγητής Ανώτερης και Ανώτατης Εκπαίδευσης), 24.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων.

## **6. Μόνωση στέγης - Εργασίες εργοταξίου**



Πάνω: Εφαρμογή μαλακού wood fiber στην μεγάλη στέγη (Ι. Αθανασιάδης)

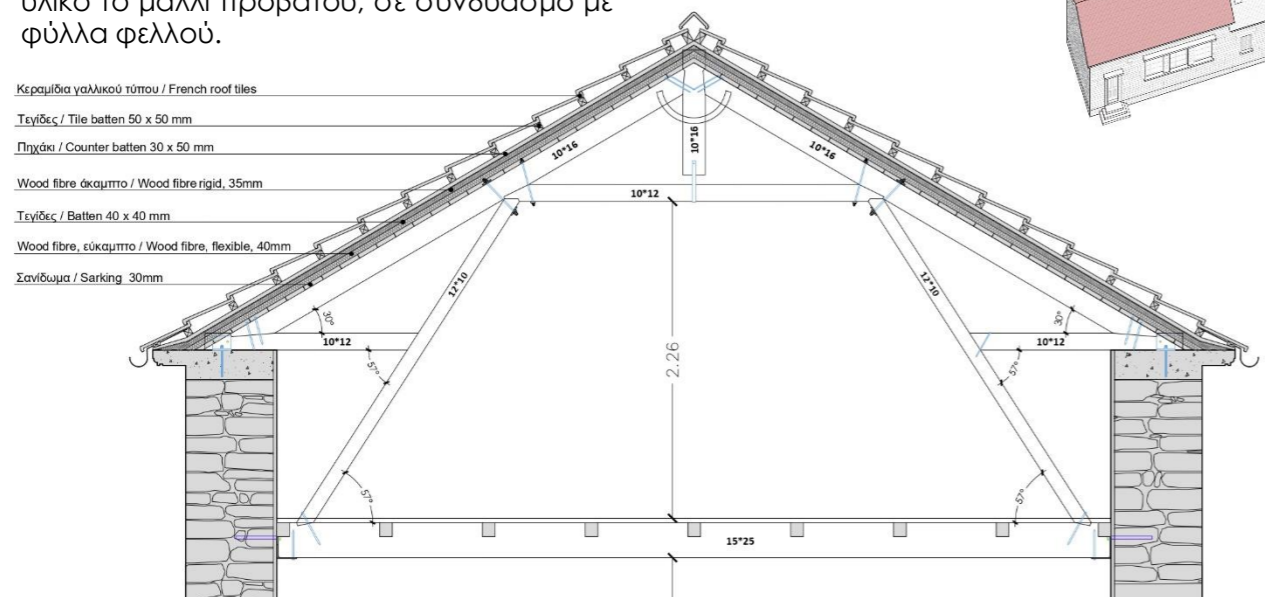
Στο πλαίσιο της επανάχρησης του χώρου και την διασκευή της κατασκευής της στέγης, αποφασίστηκε και η τοποθέτηση θερμομονωτικών στρώσεων. Τόσο για ερευνητικούς όσο και εκπαιδευτικούς σκοπούς, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά μονωτικά υλικά στις δύο στέγες του κτιρίου. Στη μεγάλη, που στεγάζει τον κυρίως χώρο διδασκαλίας, χρησιμοποιήθηκαν μονωτικά υλικά από συμπιεσμένο πριονίδι ξύλου σε μορφή πλακών (wood fiber boards) και στη μικρή, που στεγάριζε το χώρο διαμονής του δασκάλου επιλέχθηκε ως κύριο μονωτικό υλικό το μαλλί προβάτου, σε συνδυασμό με φύλλα φελλού.

## Μεγάλη στέγη

Η διαδικασία τοποθέτησης της μόνωσης της μεγάλης στέγης ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε την τρίτη εβδομάδα διεξαγωγής του εργαστηρίου με συνολική διάρκεια 4 (τέσσερις) μέρες.

Στην μεγάλη στέγη επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν δύο διαφορετικοί τύποι wood fiber. Ως πρώτη στρώση τοποθετήθηκε ένα σχετικά μαλακό υλικό και ως δεύτερη ένα πιο σκληρό.

### Τομή Μεγάλης Στέγης



## Φυσικά μονωτικά υλικά

Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα μιας παραδοσιακής κατασκευής μπορεί να είναι πολύ χαμηλό, ωστόσο σήμερα έχουμε πολλές ενεργειακές απαιτήσεις οι οποίες δεν καλύπτονται. Στόχος της ομάδας ήταν να αναβαθμιστεί ενεργειακά το κτίριο, αυτό με τον πιο φυσικό, οικολογικό και αποτελεσματικό τρόπο.

Για τον λόγο αυτό, διεξήχθη έρευνα από την ομάδα Μπουλούκι, πάνω σε φυσικά μονωτικά υλικά που θα μπορούσαν να δώσουν λύση στις απαιτήσεις της αποκατάστασης. Η έρευνα συγκεντρώθηκε σε έναν πίνακα ο οποίος καταγράφει τις ιδιότητες των υλικών και τις συγκρίνει με αυτές αντίστοιχα συμβατικά υλικά της αγοράς. Ο ολοκληρωμένος πίνακας παρατίθεται στο παράρτημα.

Τα φυσικά προϊόντα που υπάρχουν μπορούν να χωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- **Τα προϊόντα που παράγονται επί τούτου:** πχ. Το κενάφ ή η κάνναβη που καλλιεργούνται με σκοπό να χρησιμοποιηθούν σε κάποια δευτερογενή διαδικασία παραγωγής είτε μονωτικών υλικών είτε άλλων αντικειμένων.
- **Τα παραπροϊόντα:** προϊόντα που προκύπτουν από άλλη διαδικασία στην οποία τελικά δεν χρησιμεύουν. Με το να τα εκμεταλλευόμαστε με διαφορετικό τρόπο, μειώνουμε το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα. Τέτοια προϊόντα είναι το μαλλί προβάτου, το οποίο προκύπτει από την κτηνοτροφία όπως και ο φελλός το wood fiber τα οποία παράγονται από ξυλουργικές εργασίες.
- **Τα προϊόντα που προκύπτουν από την διαχείριση φυσικών πόρων:** Αυτά προκύπτουν από την προσπάθεια διαχείρισης ενός φυσικού πόρου ο οποίος υπάρχει και επεκτείνεται, με τρόπο με τον οποίο διατηρούμε το οικοσύστημα ενώ παράλληλα παράγουμε ένα χρήσιμο προϊόν. Τέτοιο προϊόν αποτελούν τα λεπτά καλάμια, που αναπτύσσονται στην περιοχή της Παμβώτιδας, του Αμβρακικού κόλπου κ.α. τα οποία χρησιμοποιούνταν ιδιαίτερα στην τοπική αρχιτεκτονική. Στην ίδια κατηγορία ανήκουν προϊόντα ξυλείας τα οποία δεν προκύπτουν από φυτείες αλλά από αειφορική δασική διαχείριση, καθώς οι διαδικασίες αυτές έχουν πολύ διαφορετικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : « Φυσικές Μονώσεις », από τον Παναγιώτη Κωστούλα (Αρχιτέκτονας, Μπουλούκι), 26.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων



## Wood Fiber

Το wood fiber είναι ένα προϊόν από πριονίδι, πιεσμένο σε πλάκες μέσω μιας διαδικασίας από την οποία μπορούμε να δημιουργήσουμε πολύ διαφορετικά προϊόντα.

Το wood fiber αποτελεί ένα εξαιρετικό υλικό σε συνδυασμό λ (θερμικής αγωγιμότητας) και ειδικής θερμοχωρητικότητας. Ακόμα προέρχεται από ένα παραπροϊόν της ξυλουργικής διαδικασίας, κάτι που ταιριάζει στη φιλοσοφία του συγκεκριμένου εργαστηρίου.

Το σκληρό wood fiber που χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από 94,5% πριονίδι από έλατο, 4% πολυουρεθανική ρητίνη και 1,5% παραφίνη.

WOOD-FIBRE BOARDS	
Κατηγορία	Φυσικό υλικό
Προϊόν	Thermawood 60
Συντελεστής Θερμικής αγωγιμότητας λ (W/m²K)	0,038
Συντελεστής Θερμικής Αντίστασης R (m² K/W) - 100mm	2,63
Ειδική θερμοχωρητικότητα C (J/Kg K)	2100
Πυκνότητα ρ kg/m³	160 kg/m³
Πάχος υλικού χειμώνα	0,238 m
Πάχος υλικού καλοκαίρι	0,245 m
Υγροσκοπικό υλικό	ΝΑΙ
Συντελεστής διάχυσης υδρατμών μ	5
Προσβολή από έντομα/πουλιά/τροκτικά	ΌΧΙ
Συμπεριφορά στη θερμότητα	
Προέλευση	Φυσικό
Κύρια συστατικά	Ίνες ξύλου, wood fibre, polyurethane resin, paraffin wax
Πρόσθετα/επεξεργασία	Μολύβι, επεξεργασία με νερό, τριμασιός πλακών
CO2 balance	0.5-1.5 kg CO2 / kg υλικού
Σχόλια	Βάρος ενός ξύλου είναι 50% άνθρακας, άγμα που σημαίνει ότι εισαφέρονται 500 γραμμάρια ανά κούλο ξύλου. 1,83 kg CO2 ομακρύνονται από την ατμόσφαιρα για κάθε kg προϊόντων ξύλου που χρησιμοποιείται. Επομένως μπορεί να τευχθεί αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα.
Απαιτούμενη ποσότητα νερού κατά την παραγωγή	665-766 L/kg
Σχόλια	
Κύκλος ζωής	50 έτη - Ανακυκλώσιμο/βιοδιασπάσιμο
Αντοχή σε συμπίεση	ΝΑΙ
Σταθερότητα διαστάσεων	ΝΑΙ
Εμπορική μορφή	Σκληρές πλάκες
Τρόπος τοποθέτησης	Επίρριψη με βίδες
Ευκολία τοποθέτησης/εφαρμογής	ΝΑΙ
Παραγωγή στην Ελλάδα	ΌΧΙ
Τμή ανά m²	12

Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : « Φυσικές Μονώσεις », από τον Παναγιώτη Κωστούλα (Αρχιτέκτονας, Μπουλούκι), 26.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων

Κάτω: Λήψη από drone εφαρμογής μονωτικών – ταυτόχρονα ξεκινάνε οι εργασίες στην μικρή στέγη (Ι. Αθανασιάδης)



## Μόνωση μεγάλης στέγης - wood fiber

- Μεταφορά των πλακών wood fiber πάνω στη σκαλωσιά.

Για να μεταφερθούν οι πλάκες με μεγαλύτερη ευκολία, σταμάτησε η διαδικασία του σανιδώματος της στέγης δύο σανίδες πριν την ολοκλήρωση. Έτσι τα μονωτικά υλικά ανέβηκαν από το εσωτερικό του κτιρίου (πατάρι) στο οποίο είχαν αποθηκευτεί. Στη συνέχεια, ολοκληρώθηκε το σανίδωμα ώστε να μπορέσει να ξεκινήσει η εφαρμογή της μόνωσης.

- Τοποθέτηση τεγίδων 5 x 5 εκ. -κάθετα στην φορά του σανιδώματος. Αυτές, τοποθετήθηκαν στα σημεία των αμειβόντων των ζευκτών και βιδώθηκαν σε αυτά.

Η ακριβής θέση των ζευκτών ήταν εμφανής, καθώς δεν είχε ολοκληρωθεί η τοποθέτηση του πετσώματος της στέγης και έτσι αυτή σημειωνόταν απευθείας πάνω στις σανίδες.

- Οι πλάκες του μαλακού wood fiber κόπηκαν με φαλτσέτα και σφηνώθηκαν ανάμεσα στις τεγίδες.

Καθώς οι αποστάσεις των τεγίδων ήταν ακανόνιστες, αυτές ορίστηκαν από την απόσταση των ζευκτών. Ένα μαλακό μονωτικό υλικό το οποίο μπορούσε να κοπεί στο πεδίο στις κατάλληλες διαστάσεις ήταν ιδανική επιλογή.

Εικ. 1: Εφαρμογή μαλακού wood fiber στη μεγάλη στέγη (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ. 2: : Βιδώθηκαν τεγίδες για να εφαρμοστεί το μαλακό wood fiber ανάμεσα (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ. 3: Εφαρμογή μαλακού wood fiber στη μεγάλη στέγη (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ. 4: Το μαλακό wood fiber κόβεται με φαλτσέτα στο κατάλληλο μέγεθος για να τοποθετηθεί (Ι. Αθανασιάδης)



## Μόνωση μεγάλης στέγης - wood fiber

- Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η δεύτερη στρώση μόνωσης. Πλάκες άκαμπτου wood fiber, οι οποίες κουμπώνουν η μία με την άλλη (αρσενικό-θηλυκό).

Το άκαμπτο wood fiber το οποίο χρησιμοποιήθηκε μας έδωσε την δυνατότητα πλήρους κάλυψης της στέγης χωρίς ανάγκη επιπλέον υποστήριξης, καθώς επέτρεπε την ευκολότερη κίνηση των τεχνιτών πάνω στην στέγη. Η τοποθέτηση του υλικού ξεκίνησε από το σενάζ προς την κορυφή της στέγης, ώστε να είναι δυνατή η κυκλοφορία των τεχνιτών. Ακόμα, το προϊόν αυτό μείωσε σημαντικά το πρόβλημα των θερμογεφυρών, αφού το υλικό τοποθετείται σχηματίζοντας τελικά μια ενιαία, συνεχή επιφάνεια.

- Τέλος, τοποθετήθηκαν πηχάκια για τη σύνδεση όλων των στρώσεων μεταξύ τους. Αυτό έγινε με βίδες μεγάλου μήκους οι οποίες συνέδεσαν τις στρώσεις της μόνωσης με το πέτσωμα και τον υποκείμενο φορέα της στέγης.

Τα πηχάκια αυτά εξυπηρετούν ακόμη στο να δημιουργήσουν ένα κενό λίγων εκατοστών, ανάμεσα στη μόνωση και τις τεγίδες των κεραμιδιών που θα μπουν στην συνέχεια. Αυτό επιτρέπει να απομακρυνθεί το νερό της βροχής σε περίπτωση που αυτό εισχωρήσει από την επικάλυψη της στέγης.

Δεν χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί κάποιο υγρομονωτικό υλικό ως τελική στρώση, όπως είχε σχεδιαστεί αρχικά.

Το άκαμπτο wood fiber, με την επικάλυψη παραφίνης και αντίστοιχες άλλες ουσίες, παρέχει την απαραίτητη υγρομόνωση όταν τοποθετηθεί σε κλίση τουλάχιστον 15° και καλύπτεται από κεραμίδια, όταν δεν χρησιμοποιείται δηλαδή ως τελική στρώση. Το νερό που πιθανόν περάσει θα οδηγηθεί στις υδρορροές ακολουθώντας την κλίση της στέγης.

Εικ.5: Εφαρμογή σκληρού wood fiber στη μεγάλη στέγη (Ι. Αθανασιάδης)

Εικ. 6: : Εφαρμογή σκληρού wood fiber στη μεγάλη στέγη (Ι. Αθανασιάδης)

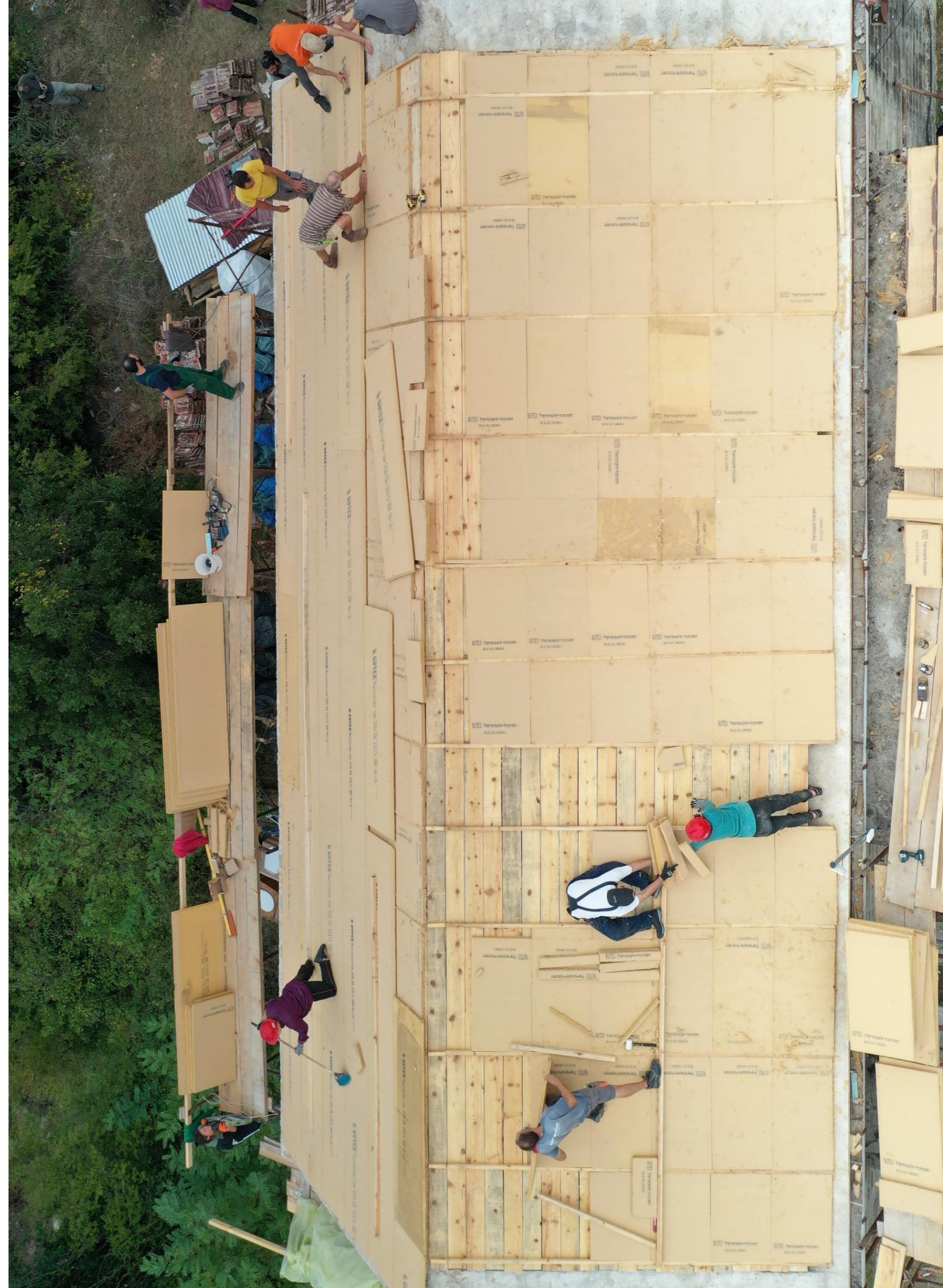
Απέναντι: Λήψη από drone εφαρμογής μονωτικών, στην μια πλευρά τοποθετείται το μαλακό και στην άλλη το σκληρό wood fiber (Ι. Αθανασιάδης)



5



6





7

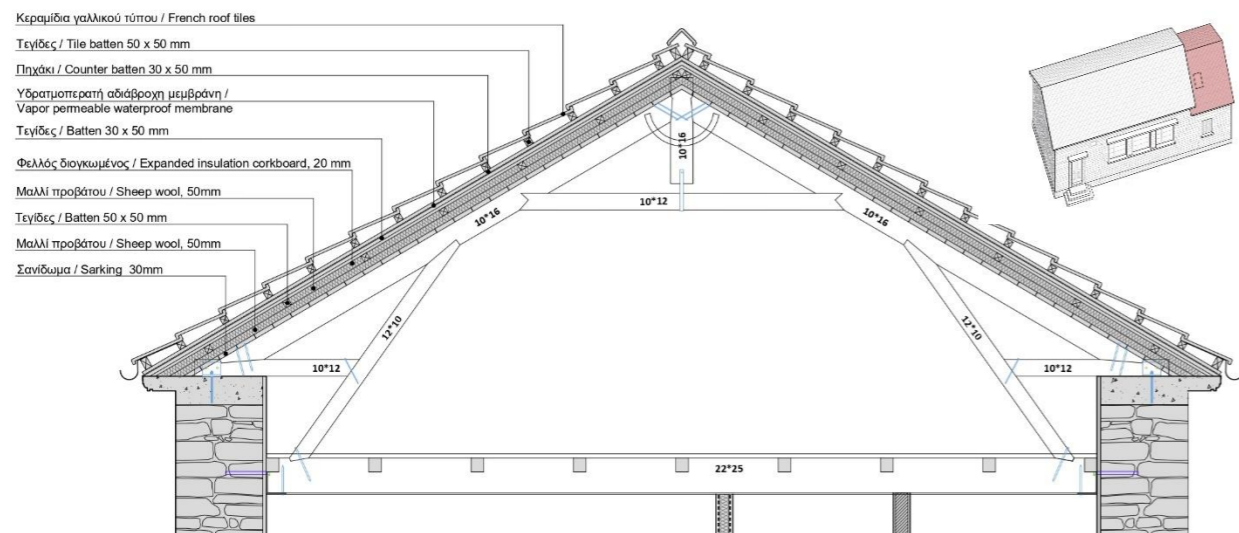
## Μόνωση μικρής στέγης - μαλλί και φελλός

Για τη θερμομόνωση της μικρής στέγης, χρησιμοποιήθηκε το μαλλί προβάτου σε μορφή μαλακών πλακών, συνολικού πάχους 10 εκ. και πάνω από αυτές τοποθετήθηκε ένα λεπτό φύλλο φελλού, πάχους 2 εκ.

Το συνολικό πάχος των 12 εκ. θερμομονωτικής στρώσης προτείνεται για το κλίμα της περιοχής από τις προδιαγραφές του ΚΕΝΑΚ.

Η επιλογή διαφορετικών μονωτικών υλικών έγινε κυρίως για πειραματικούς λόγους, ώστε να τεκμηριωθεί πιο από τα δύο συστήματα συμπεριφέρεται καλύτερα στο συγκεκριμένο κλίμα. Η διαδικασία τοποθέτησης μονώσεων στην μικρή στέγη του σχολείου προαντιστοιχίστηκε σε 3 (τρεις) μέρες στο

### Τομή Μικρής Στέγης



## Πλάκες από μαλλί προβάτου

Το ηχοαπορροφητικό και θερμομονωτικό υλικό από μαλλί προβάτου ελληνικής καταγωγής, και αποτελείται από 85% φυσικό μαλλί προβάτου και 15% οικολογική ίνα πολυεστέρα – ονομάζεται οικολογική γιατί είναι από ανακυκλωμένο υλικό. Ο πολυεστέρας βοηθάει στο να στηθεί ένα χαροδικτύωμα στο εσωτερικό του υλικού, ώστε αυτό να διατηρεί το αρχικό του πάχος. Η σύνδεση των ινών γίνεται με θερμοσυγκόλληση. Λόγω της ειδικής φύσης του μαλλιού, όταν οι ίνες μαλλιού συγκεντρώνονται μαζί, σχηματίζουν εκατομμύρια μικροσκοπικούς θύλακες οι οποίοι παγιδεύουν αέρα με αποτέλεσμα να διατηρούν αμετάβλητη την θερμότητα – ζέστη τον χειμώνα, δροσιά το καλοκαίρι.

Ένα ακόμη μοναδικό πλεονέκτημα του μαλλιού είναι η διαπνοή του, δηλαδή η ικανότητα απορρόφησης και απελευθέρωσης υγρασίας από τον περιβάλλοντα αέρα, χωρίς να διακυβεύεται η θερμική του απόδοση.

Κατά την παραγωγή του υλικού χρησιμοποιούνται κάποια χημικά πρόσθετα για την απομάκρυνση του σκόρου. Συνεπώς, στα «φυσικά» υλικά του εμπορίου εμπεριέχονται πολλές φορές χημικά πρόσθετα. Γίνονται δοκιμές στην κατεύθυνση του περιορισμού τους και στην αντικατάστασή με φυσικά.

## Πλάκες Φελλού

Ο διογκωμένος φελλός αποτελεί ένα 100% φυσικό οργανικό προϊόν αειφορικής διαχείρισης, καθώς για την παραγωγή του αφαιρείται ο εξωτερικός φλοιός του δέντρου χωρίς να πληγωθεί το ξύλο. Μεγάλη παράδοση στην παραγωγή του έχει η Πορτογαλία, όπου η φελλοφόρος βελανιδιά καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις. Πρόκειται για ένα προϊόν πλήρως ανακυκλώσιμο, με εφαρμογές ως εξαιρετικό ηχομονωτικό υλικό αλλά και θερμομονωτικό. Η επεξεργασία του, τριμάρισμα και συγκόλληση γίνεται μέσω πίεσης και θερμοκρασίας. Χρησιμοποιείται σε μορφή πλάκας ή ρολού.

8



Εικ. 7: Ο τεχνίτης Dominic Taylor στην σκαλωσιά (Ι. Αθανασιάδης)  
Εικ. 8: Μετά την ολοκλήρωση του σανιδώματος τοποθετούνται οι τεγίδες στην μικρή στέγη (Ι. Αθανασιάδης)

	ΦΕΛΛΟΣ	ΜΑΛΛΙ ΠΡΟΒΑΤΟΥ
Κατηγορία	Φυσικό οργανικό υλικό	Οργανικό νάοδες υλικό
Προϊόν	CLM CORE	Bolink wool
Συντελεστής Θερμικής αγωγιμότητας λ (W/m*K)	0.036 - 0.040	0.038
Συντελεστής Θερμικής Αντίστασης R (m² K/W) - 100mm	2.50	2.60
Ειδική Θερμοχωρητικότητα C (J/Kg K)	1900-2100	1750
Πυκνότητα ρ kg/m³	100 - 125 kg/m³	20 kg/m³
Πάχος υλικού χειμώνα		0.173 m
Πάχος υλικού καλοκαίρι		0.535 m
Υδροσκοπικό υλικό		30% κατόγκο
Συντελεστής διάχυσης υδρατμών μ	7-14	3
Προσβολή από έντονα/πολύ/τροπικά	Ορισμένες κατηγορίες ενόσμων	Όχι ΠΑ ΠΡΟΦΗ
Συμπεριφορά στη θερμότητα	-200 έως + 130 C	-40 C έως + 110 C
Προέλευση	Φυσικό	Οργανικό
Κύρια συστατικά	τρικύβη φλοιός φελλοφόρου βελανιδιάς	μαλλί προβάτου
Πρόσθετα/επεξεργασία	επίσης και συγκόλληση των κόκκων με τη χρήση του υλικού κάτω από υψηλή πίεση και θερμοκρασία	Πολυεστερικές ρητίνες/ βιοκόνες ενώσεις, συλλογή, επεξεργασία και θερμοσυγκόλληση
CO2 balance	0.08-0.15 kg CO2 / kg υλικού*	1.8 kg CO2 / kg υλικού*
Σχόλια	γκομιά του φελλού δεν απαιτεί την καύση δέντρων. 1 εκτόνο καλιέργειας φελλού σρέ να απορροφήσει 14 τόνους CO2 ρίως, και επομένως να συμβάλει στο αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα.	*Παράγεται εκτός από τα πρόβατα κατά τη χόνεψη
Απαιτούμενη ποσότητα νερού κατά την παραγωγή	665-766 L/kg	1700 L/kg
Σχόλια		* Αναφέρουμε στο νερό που χρειάζεται έτσι κι αλλιώς για να καλυφθούν οι ανάγκες των ζώων.
Κύκλος ζωής	50 έτη - Ανακυκλώσιμο/βιοδιασπώσιμο	50+ έτη - Ανακυκλώσιμο/βιοδιασπώσιμο
Αντοχή σε συμπίεση	ΝΑΙ	ΌΧΙ
Σταθερότητα διαστάσεων	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Εμπορική μορφή	οι πλάκες, σανίδες, σύνθετα προϊόντα	Μαλακές πλάκες, πάπλωμα
Τρόπος τοποθέτησης		
Ευκολία τοποθέτησης/ εφαρμογής		ΝΑΙ
Παραγωγή στην Ελλάδα	ΌΧΙ	ΌΧΙ
Τιμή ανά m2		11

Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : « Φυσικές Μονώσεις », από τον Παναγιώτη Κωστούλα (Αρχιτέκτονας, Μπουλούκι), 26.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων

## Στάδια κατασκευής

- Πάνω στις σανίδες του σανιδώματος βιδώθηκαν τεγίδες κάθετα στην κατεύθυνση των υποκείμενων σανίδων.
- Ανάμεσα σε αυτές τοποθετήθηκε η πρώτη στρώση από εύκαμπτες πλάκες μαλλιού προβάτου διαστάσεων 0,60 x1,20 μ. και πάχους 5 εκ. .

7 Η τοποθέτηση έγινε από την κορυφή της στέγης προς τα κάτω καθώς το υλικό είναι μαλακό και δεν διευκολύνει την κυκλοφορία πάνω σε αυτό.

- Στην συνέχεια τοποθετήθηκε η επόμενη στρώση μαλλιού προβάτου πάχους επίσης 5εκ.. Κατασκευάστηκε ένα σύστημα με οριζόντιες και κατακόρυφες τεγίδες, που δημιουργούν «τελάρια» μέσα στα οποία εγκιβωτίζεται η πλάκα μαλλιού. Τα τελάρια αυτά βιδώθηκαν πάνω στις τεγίδες της πρώτης στρώσης.

8 Αυτό έγινε για λόγους κυκλοφορίας των τεχνιτών στη στέγη. Ιδανικά οι στρώσεις του μαλλιού πρέπει να είναι τοποθετημένες διασταυρούμενα, ώστε να μειωθούν οι θερμογέφυρες. Ωστόσο λόγω δυσκολιών που δημιουργεί ο φορέας χρειάστηκε να διαφοροποιηθεί η τεχνική της τοποθέτησης ώστε να βιδωθούν τα κεραμίδια .



Εικ.7: Εφαρμογή δεύτερης στρώσης μαλλιού προβάτου (Ι. Αθανασιάδης)  
Εικ. 8: : Εφαρμογή δεύτερης στρώσης μαλλιού προβάτου (Ι. Αθανασιάδης)  
Εικ. 9: Εφαρμογή πρώτης στρώσης μαλλιού προβάτου (Ι. Αθανασιάδης)  
Απέναντι: Νήματα χρωματισμένα με φυσικές και χημικές χρωστικές από παρουσίαση Pokari Project (Μ. Βελένης)

## Μαλλί προβάτου – Pokari Project

Στην Ελλάδα παράγονται κάθε χρόνο 7,5 χιλιάδες τόνοι μαλλιού από τις αιφώρες κτηνοτροφικές διαδικασίες. Πλέον, εξαιτίας της οικονομικότερης συνθετικής πετρελαιοπαραγόμενης ίνας που αντικατέστησε το φυσικό μαλλί, το μαλλί προβάτου θεωρείται απόρριμμα του κτηνοτρόφου με πολύ μεγάλο κόστος για αυτόν, ενώ η αλυσίδα μεταποίησης του μαλλιού έχει σπάσει.

Για τους λόγους αυτούς, είναι πολύ σημαντική η αναζήτηση εναλλακτικών χρήσεων του μαλλιού, καθώς η χειροτεχνία και η υφαντική αν και έχουν αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια δεν μπορούν να απορροφήσουν όλο τον όγκο του συγκεκριμένου προϊόντος.

### Διάφορες χρήσεις και εφαρμογές του πρόβειου μαλλιού:

- Σε καλλιέργειες : Η εδαφοκάλυψη με μαλλί προβάτου, μια προσπάθεια που ξεκίνησε στην Σκωτία. Τοποθετώντας σε στρώσεις το μαλλί πάνω στο έδαφος, δεν επιτρέπεται στα αγριόχορτα να αναπτυχθούν. Λόγω της φύσης του υλικού (διαπνέον), η υγρασία παραμένει στο χώμα, εξοικονομώντας πετρέλαιο και εργατοώρες.
- Το ανεπεξέργαστο μαλλί μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα, ενώ στην Γερμανία και την Αυστρία χρησιμοποιείται επίσης ως πρώτη ύλη πέλλετ, για βιολογικές καλλιέργειες.
- Μπορεί να λειτουργήσει ως μονωτικό υλικό. Το προϊόν δε συγκρατεί υγρασία, δεν μουχλιάζει και δεν συγκεντρώνει ακάρεα, ενώ το βασικό τρωτό του σημείο είναι η προβολή από το σκόρο, η οποία καταπολεμάται είτε με χημικά βιοκτόνα είτε με πιο σύγχρονες μεθόδους (Plasma ion treatment).
- Χρησιμοποιείται στην υφαντουργία. Καθώς είναι δύσφλεκτο, αντιανεμικό και με την κατάλληλη επεξεργασία σχετικά αδιάβροχο, είναι ιδανικό για χαλιά και ρουχισμό εξωτερικών στρώσεων.
- Χρησιμοποιείται ως πλήρωση για παπλώματα, στρώματα και μαξιλάρια.
- Η λανολίνη, το φυσικό λίπος του μαλλιού χρησιμοποιείται στην φαρμακοβιομηχανία και στην παρασκευή φυσικών καλλυντικών.



Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της παρουσίασης για το πρόβειο μαλλί από τη Λένα Γεροθανάση, (Pokari project), 26/09/24, Φράστα Τζουμέρκων.



## Μαλλί προβάτου – Pokari Project

Φυσικό χαρακτηριστικό της πρόβειας ίνας είναι η ικανότητα της να «δένει» με την διπλανή της όταν τους ασκείται τριβή, καθώς αποβάλλεται ο αέρας. Από τη σύνδεσή τους δημιουργείται το ύφασμα. Η δυνατότητα αυτή προέρχεται από τη μορφή της ίνας, που όταν παρατηρηθεί στο μικροσκόπιο θυμίζει λέπι. Αυτή η ιδιότητα του μαλλιού είχε παρατηρηθεί από παλιά, όταν τα πρόβατα έχαναν το μαλλί τους, καθώς αυτό γινόταν φυσικά, λόγω της τριβής που δημιουργούσε η κίνηση των προβάτων σε συνδυασμό με τις φυσικές τους αποκρίσεις. Η τεχνική αυτή του «αγκαζαρίσματος», με την οποία κατασκευάζεται ο κετσές είναι η παλαιότερη τεχνική κατασκευής υφάσματος, πριν από το πλέξιμο και τον αργαλιό.

Η πρόβεια ίνα εξωτερικά είναι αδιάβροχη, ενώ ο πυρήνας της είναι υδρόφιλος. **Για τον λόγο αυτό απαιτείται η υγρασία να υπερβεί το 30% του βάρους του μαλλιού για να το αισθανθούμε νωπό**, αφού η περισσότερη απορροφάται από τον πυρήνα με αποτέλεσμα να μην αισθάνεται κανείς το ύφασμα βρεγμένο.

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής του παράγονται υφάσματα τα οποία είναι αντιανεμικά και σε μεγάλο ποσοστό αδιάβροχα, κάτι που έχουν ανακαλύψει οι άνθρωποι εδώ και εκατοντάδες χρόνια, αφού έχει συνδεθεί με την επιβίωση του σε δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες. Από πρόβειο μαλλί σε συνδυασμό με γίδινη τρίχα, η ίνα της οποίας έχει διαφορετική σύσταση, χωρίς «λέπια», οπότε διώχνει το νερό κατευθείαν, κατασκευάζονταν οι αδιάβροχες κάπες των βοσκών.



Πάνω: Η πρώτη ύλη και χαλί από πρόβειο μαλλί (Pokari Project)  
Απέναντι: Εφαρμογή πλακών φελλού.(Ι. Αθανασιάδης)



Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της παρουσίασης για το πρόβειο μαλλί από τη Λένα Γεροθανάση, (Pokari project), 25.09.24, Φράστα Τζουμέρκων

## Στάδια κατασκευής

Πάνω από το μαλλί προβάτου τοποθετήθηκαν σε μια συνεχή στρώση οι πλάκες φελλού διαστάσεων 100 x 50 εκ. και πάχος 2 εκ.. Η τοποθέτηση των φύλλων φελλού έγινε ανά σειρές.

Η εφαρμογή αυτού του υλικού αποδείχθηκε πολύ δύσκολη καθώς θρυμματίζεται πολύ εύκολα. Χρειάστηκε οι τεχνικοί να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί στην κυκλοφορία πάνω στη στέγη.

- Ο φελλός σταθεροποιήθηκε, με βίδες με μεγάλη κεφαλή, στις υποκείμενες τεγίδες.
- Πάνω από την στρώση φελλού τοποθετήθηκαν πηχάκια διαστάσεων 5 x 3 εκ. , πάνω στα οποία τοποθετήθηκε η υγραμονωτική στρώση και οι τεγίδες των κεραμιδιών.
- Αρχική σκέψη ήταν να χρησιμοποιηθεί για υγραμόνωση ένα λεπτό φύλλο φελλού πάχους 3 χιλ., βαμμένο με κατράμι, ώστε να του προσδώσει υδροφοβικά χαρακτηριστικά. Στο πεδίο ωστόσο διαπιστώθηκε ότι το φύλλο φελλού, εξαιτίας της πορώδους σύστασής του, δεν θα λειτουργούσε με τον τρόπο που είχε σχεδιαστεί.

Ενδεχομένως να λειτουργούσε με τον επιθυμητό τρόπο ένα διαφορετικό προϊόν φελλού το οποίο είναι σχεδιασμένο για εφαρμογή σε τελικές επιφάνειες και πατώματα σε συνδυασμό με κάποια ρητίνη ώστε να στεγανοποιηθεί και στην συνέχεια να εφαρμοστεί το κατράμι.

Κάτω: : Πραγματοποίηση συζήτησης στο πεδίο για να βρεθεί ο τρόπος με τον οποίο θα εφαρμοστούν οι πλάκες φελλού (Ι. Αθανασιάδης)



## Καλάμια – Διαχείριση Καλαμιώνων

Ένα ακόμα φυσικό μονωτικό υλικό το οποίο διερευνήθηκε είναι το κοινό καλάμι ή *Phragmites australis*, το οποίο είναι το λεπτό καλάμι που συναντάμε στην Ελλάδα, και σε μεγάλη ποσότητα στην λίμνη Παμβώτιδα. Είναι ένα ελοφυτικό είδος, δηλαδή φύεται σε υγροτόπους, οι ρίζες του είναι μέσα στο νερό και μπορεί να φτάσει τα 6 μ. ύψος πάνω από την επιφάνεια του νερού. Αναπτύσσεται σε ρηχά νερά.

Αποτελεί είδος με κοσμοπολίτικη κατανομή. Το συναντάμε σε όλες σχεδόν τις ηπείρους της γης, ενώ συχνά χαρακτηρίζεται και ως ζιζάνιο καθώς είναι πολύ επεκτατικό. Μπορεί να αναπτυχθεί είτε από σπόρο, ο οποίος προκύπτει στις τούφες του καλαμιού, είτε από τα ίδια τα ριζώματα τα οποία δημιουργούν ένα περίπλοκο δίκτυο. Λόγω του επεκτατισμού του, μπορεί να καλύψει πολύ μεγάλες εκτάσεις.

Οι καλαμιώνες είναι πολύ σημαντικοί για πολλά είδη στην βιοποικιλότητα, καθώς παρέχουν θέσεις φωλιάσματος και κουρνιάσματος σε πολλά είδη ορνιθοπανίδας, ενώ αποτελούν αναπαραγωγικά πεδία για τα ψάρια. Ταυτόχρονα αποτελούν καταφύγιο και τόπο αναπαραγωγής σε άλλα είδη πανίδας, κυρίως για αμφίβια ερπετά και ασπόνδυλα. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμομονωτική ιδιότητα των καλαμιών έχει γίνει αντιληπτή από πολλούς οργανισμούς οι οποίοι τα χρησιμοποιούν για να προστατευτούν το χειμώνα.

Εξαιτίας της σημασίας αυτής για το οικοσύστημα της λίμνης, καθώς και της μεγάλης επεκτασιμότητας του καλαμιού, είναι απαραίτητες διαδικασίες διαχείρισης των καλαμιώνων. Στόχος είναι η ρύθμιση της επέκτασής τους ώστε να μην υπερισχύσει εις βάρος άλλων ειδών χλωρίδας, ενώ παράλληλα να δημιουργούνται υγρολίβαδα και ανοίγματα, ελεύθερες δηλαδή επιφάνειες νερού, οι οποίες είναι πολύ σημαντικές για την διατροφή και την αναπαραγωγή πολλών ειδών πανίδας.

Η κοπή των καλαμιών για την δημιουργία υγρολίβαδων, η οποία γίνεται με συγκεκριμένους τρόπους ώστε να μην φέρει σε κίνδυνο το οικοσύστημα, μπορεί να πραγματοποιηθεί κάθε ένα ή δύο χρόνια. Ένα δύσκολο σημείο στη διαχείριση αυτή είναι η απομάκρυνση των κομμένων καλαμιών.

Προτεινόμενες εφαρμογές για τα κομμένα καλάμια είναι ως μονωτικά ή ακόμα και δομικά υλικά όταν η κοπή είναι χειμερινή και άρα το καλάμι ξερό. Χρησιμοποιούνται ακόμη ως ζωοτροφή, όταν προκύπτουν από θερινή κοπή και είναι χλωρά. Έτσι δίνουμε νέα χρήση σε ένα παραπροϊόν και δημιουργούμε ένα οικολογικό προϊόν με θετικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Το παρόν κείμενο αποτελεί κομμάτι της διάλεξης : «Σχέδιο διαχείρισης των καλαμιώνων στη λίμνη Παμβώτιδα », από τον Νικόλαο Μπούκα-Ανέστη (Ερευνητής Βιολόγος-Ορνιθολόγος), 26.09.24, Φράστα Τζουμέρκων

ΚΑΛΑΜΙ (REED BOARD)	
Κατηγορία	Φυσικό υλικό
Προϊόν	Κομμένα καλάμια (Reed Board)
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/m·K)	0,055
Συντελεστής θερμικής Αντίστασης R (m² K/W) - 150mm	1,80
Ειδική θερμοχωρητικότητα C (J/Kg K)	
Πυκνότητα ρ kg/m³	190-220 kg/m³
Πάχος υλικού τεμάχια Πάχος υλικού κατασκευή	
Υγρασκοπικό υλικό	Όχι
Συντελεστής διάχυσης υδρατμών μ	1
Προσβολή από Ένταση/Ποσότητα/Γραφικό Συμπληρωρά στη θεμελίωση	Όχι
Προέλευση	Φυσικό
Κύρια συστατικά	Καλάμια, ανοξείδωτο σίδημα
Πρόσθετα/επιεργασία	
CO2 balance	1-3 kg CO2 / kg υλικού*
Σχόλια	*Αναφέρεται στην διαδικασία παραγωγής των πλάκων, καθώς αυτό είναι κατασκευασμένο από καλάμι. Ένα φυσικό υλικό που απορροφά CO2 κατά τη ροπή ανάπτυξης του. Σηφίζονται επίσης οι φωνητικά αποσπασμένοι φηφασμοί κατά τη διάρκεια και κύκλου ζωής, και ηρεμίας τους.
Αποσπώμενη ποσότητα νερού κατά την παραγωγή	100-200 l/kg
Σχόλια	* Τα καλάμια ελαττώνονται σε λιγότερο από 10% λόγω της βελτιωμένης αεροδυναμικής τους σε σχέση με άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται.
Κύκλος ζωής	30-50 έτη - Ανακυκλώσιμο/Βιοδιασπώσιμο
Αντοχή σε συμπίεση Σταθερότητα διαστάσεων	Ναι Ναι
Εμπορική μορφή	Καλάμια δεμένα με ανοξείδωτο σίδημα
Τρόπος τοποθέτησης	Επικάλυψη με βέλματα
Ευκολία τοποθέτησης/ εφαρμογής	Ναι
Παραγωγή στην Ελλάδα	Όχι
Τμή ανά m2	

10



Εικ. 10: : Εφαρμογή της διαπνέουσας αδιάβροχης μεμβράνης (Ι. Αθανασιάδης)

Εικ. 11: Κετσές από μαλλί προβάτου με το logo της ομάδας Μπουλούκι ο οποίος παράχθηκε από τους συμμετέχοντες (Ι. Αθανασιάδης)

Απέναντι: Εφαρμογή της διαπνέουσας αδιάβροχης μεμβράνης και της σίτας για την προστασία από μικρά ζώα (Ι. Αθανασιάδης)

## Στάδια εφαρμογής υγραμόνωσης:

- Τελευταία στρώση είναι η διαπνέουσα αδιάβροχη μεμβράνη.

Εφόσον επιλέγουμε μια μεμβράνη για υγραμόνωση, προτιμούμε μεμβράνες οι οποίες επιτρέπουν τη διαπνοή του κτιρίου.

- Τα φύλλα της μεμβράνης ενώνονται μεταξύ τους με την χρήση μιας ταινίας αεροστεγανότητας μονής όψης.
- Τα δύο φύλλα τοποθετούνται με το ένα να υπερκαλύπτει το άλλο ώστε να μην υπάρχουν ακάλυπτα σημεία.

Η συγκεκριμένη μεμβράνη πωλείται σε ρολό, από το οποίο κόβονται κομμάτια τα οποία μπορούν να αλληλεπικαλυφθούν. Η μεμβράνη πρέπει να φτάσει μέχρι την άκρη του σενάζ και να γυρίσει πάνω από το καλκάνι ώστε να μην αφήνει εκτεθειμένα σημεία.

- Η σταθεροποίηση της υγραμονωτικής μεμβράνης και όλων των στρώσεων της μόνωσης γίνεται με την τοποθέτηση των τεγίδων των κεραμιδιών. Οι τεγίδες, βιδώθηκαν με βίδες μήκους 28 εκ. στα σημεία επαφής με τα πηχάκια και διαπερνούν όλες τις στρώσεις της μόνωσης.

Συνήθως, κάτω από την θερμομόνωση χρησιμοποιείται επίσης μεμβράνη ως φράγμα υδρατμών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν χρειάστηκε κάτι τέτοιο, καθώς τόσο το wood fiber όσο και το μαλλί προβάτου έχουν εξαιρετικά υψηλή διαπνοή λόγω της υψηλής ικανότητας διαχείρισης της σχετικής υγρασίας.

Μια ακόμα λύση στην αναζήτηση μιας οικολογικής μεμβράνης θα μπορούσε να αποτελεί ένας κετσές, καθώς περιέχει το λίπος του μαλλιού – σαριά, το οποίο κάνει το ύφασμα αδιάβροχο. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται στη Νορβηγία για κατασκευή αδιάβροχων ρούχων τα οποία δεν πλένουν ποτέ.



11



### Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (λ)

Είναι η ποσότητα θερμότητας (σε Watt) που περνά από τις απέναντι πλευρές ενός υλικού, πάχους ενός μέτρου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι ίση με ένα βαθμό Κέλβιν 1°K.

Ο συντελεστής (λ) ενός υλικού μετριέται σε Watt/m και W/mk και επηρεάζεται από τη φύση του υλικού, τη δομή του, τη θερμοκρασία, την υγρασία και την πίεση. Η θερμική αγωγιμότητα είναι υψηλή στα υλικά τα οποία αποκαλούνται **θερμικά αγωγιμα**, όπως είναι τα μέταλλα και χαμηλή στα υλικά που αποκαλούνται **θερμομονωτικά**, γι αυτό όσο μικρότερος είναι ο συγκεκριμένος συντελεστής ενός υλικού τόσο καλύτερες είναι οι θερμομονωτικές του ιδιότητες.

### Συντελεστής Θερμικής Αντίστασης (R)

Είναι το αντίστροφο του συντελεστή Θερμοπερατότητας. Μετρά δηλαδή με πόση δυσκολία (αντίσταση των μετρούμενων στοιχείων) περνά η θερμότητα, διαμέσου ενός υλικού ή στρώσεων υλικών (σύστημα) με διαφορά θερμοκρασίας στις δύο πλευρές του ίση με ένα βαθμό Κέλβιν.

Ο συντελεστής R μετριέται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ (m<sup>2</sup> K/W) και μαθηματικά εκφράζεται με τον τύπο R=d/λ όπου d το πάχος του υλικού και λ ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Όσο μεγαλύτερος (αντίστροφα με τους προηγούμενους συντελεστές) είναι ο συντελεστής R ενός υλικού, τόσο καλύτερη θερμομόνωση έχει.

### Θερμοχωρητικότητα (C)

Είναι η ποσότητα θερμότητας που αποθηκεύει ένα δομικό στοιχείο ενός χώρου που θερμαίνεται (ή κλιματίζεται) όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του είναι πάντα ίση με 1°C. Η ποσότητα της θερμότητας, η οποία αποθηκεύεται, αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ του στοιχείου της κατασκευής και του αέρα που το περιβάλλει και είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι ειδική θερμοχωρητικότητα και η μάζα του στοιχείου.

Στην περίπτωση όπου η θερμοχωρητικότητα είναι αυξημένη, ο ρυθμός θέρμανσης και ψύξης του χώρου είναι αργός και τις ζεστές ημέρες παρατηρείται ελαττωμένη θέρμανση του χώρου. Η αυξημένη θερμοχωρητικότητα συντελεί στην εξορρόπηση της θερμοκρασίας κατά τις απότομες εναλλαγές θερμότητας-ψύχους.

### Συντελεστής διάχυσης υδρατμών (μ)

Η διαπνοή των θερμομονωτικών υλικών είναι σημαντική σε σχέση με την επίδραση της υγρασίας σε αυτά και κατ' επέκταση με την ενεργειακή τους απόδοση. Χαρακτηριστικό μέγεθος που δείχνει την ικανότητα διαπνοής ενός υλικού είναι ο **συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών, μ**. Ο συντελεστής μ δηλώνει πόσο μεγαλύτερη αντίσταση στη διάχυση υδρατμών παρουσιάζει ένα υλικό από ένα στρώμα αέρα ίδιου πάχους στις ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος. Έτσι ορίζεται ότι ο αέρας έχει τιμή **μ=1**. Κατά συνέπεια για ένα υλικό όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του, μ, τόσο δυσκολότερα οι υδρατμοί διέρχονται μέσω της μάζας του.

	ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ (EPS)	ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ(XPS)	ΑΦΨΩΔΗΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ (PIR)	ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ (MW – STONE WOOL)	ΕΥΛΟΜΑΛΛΟ (WW)	ΦΕΛΛΟΣ	ΜΑΛΛΙ ΠΡΟΒΑΤΟΥ	ΚΑΛΑΜΙ (REED BOARD)	WOOD-FIBRE BOARDS	KANNABH	ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ	ΙΝΕΣ ΚΕΝΑΦ
<b>Κατηγορία</b>	Αφρώδες συνθετικό υλικό	Αφρώδες συνθετικό υλικό	Σκληρό αφρώδες συνθετικό υλικό	Φυσικό ανόργανο ινώδες υλικό	Οργανικό ινώδες υλικό	Φυσικό οργανικό υλικό	Οργανικό ινώδες υλικό	Φυσικό υλικό	Φυσικό υλικό	Φυσικό υλικό	Ανακυκλωμένο χαρτί εφημερίδας	Ίνες κενάφ / Ίνες κενάφ και κάνναβης
<b>Προϊόν</b>	FIBRAHeps TERMOPOR 100	FIBRAHeps 300	PP_FU 115	FIBRAHgeo R-050	HERAKLITH A2-C	CLM CORK	Bioline wool	common reed panels_Leo Bodner	Thermawood 40	Biotherm Cannabis 50		Bioline Kenaf / Isokenaf
<b>Συντελεστής Θερμικής αγωγιμότητας λ (W/m²K)</b>	0,034	0,034	0,023	0,035	0,09	0,036 - 0,040	0,038	0,055	0,038	0,038 (50gr/m3)	0,036 - 0,045	0,037
<b>Συντελεστής Θερμικής Αντίστασης R (m² K/W) - 100mm</b>	2,90	2,90	4,35	2,8 (1,40 x 2_50mm)	1,10 (0,55 x 2_50mm)	2,50	2,60	1,80	2,63	2,63	3,1-3,8	2,85 - 2,80
<b>Εδική Θερμοχωρητικότητα C (J/Kg K)</b>	1450	1450		1,03		1900-2100	1750		2100	1700	1300-1500	1700/ 2050
<b>Πυκνότητα ρ kg/m3</b>	15 - 30 kg/m3	32 kg/m3	40 kg/m3	40 - 100 kg/m3 (πάπλωμα) 50 - 180 kg/m3 (πλάκες)	380 kg/m3 για πλάκες > 50 mm	100 - 125 kg/m3	20 kg/m3	190 -225 kg/m3	160 kg/m3	50 gr/m3	35-40 kg/m3	30 gr/m3
<b>Πάχος υλικού χειμώνα</b>	0,173 m		0,13 m	0,173 m	0,173 m		0,173 m		0,238 m		0,195 m	
<b>Πάχος υλικού καλοκαίρι</b>	0,593 m		0,405 m	0,815 m	0,815 m		0,535 m		0,245 m		0,271 m	
<b>Υγροσκοπικό υλικό</b>	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ		30 % κατόγχο	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ		ΝΑΙ
<b>Συντελεστής διάχυσης υδρατμών μ</b>	40	150	50 - 100	1	2 - 5	7 -14	3	1	5	1-2	2-3	2,3 - 5
<b>Προσβολή από έντομα/πουλιά/τρωκτικά</b>	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	Ορισμένες κατηγορίες εντόμων	ΟΧΙ ΠΑ ΤΡΟΦΗ	ΟΧΙ	ΟΧΙ			ΟΧΙ ΑΠΟ ΕΠΤΟΜΑ
<b>Συμπεριφορά στη θερμότητα</b>	-50 έως +75 C	-50 έως +75 C	-50 έως + 110 C	έως 750 C	7 - 30 C	-200 έως + 130 C	- 40 C έως + 110 C					- 40 C έως + 110 C
<b>Προέλευση</b>	Πετροχημική βιομηχανία	Πετροχημική βιομηχανία	Πετροχημική βιομηχανία	Ορυκτό	Ευκώδεις ίνες αναμειγμένες με τσιμέντο υψηλής αντοχής και συμπίεση σε πλάκες κάτω από υψηλή θερμοκρασία	Φυσιικό	Οργανικό	Φυσιικό	Φυσιικό	Φυσιικό	Ανακύκλωση χαρπιού	Φυσιικό
<b>Κύρια συστατικά</b>	Πολυμερισμός μονομερούς στυρενίου	Πολυμερισμός μονομερούς στυρενίου	Διακυανικό και πολυόλη, με παρουσία καταλύτη	Αμφιφιλής, ασβεστόλιθος,βωξίτης, πλουτινία πετρώματα χωρίς γυαλάχα	Ξύλο, ροκανίσια,λεπτά κλαδιά, καλάμι, άχρησ κ.ο.κ. με μορφή ινών	Εξωτερικός φλοιός φελλοφόρου βελανιδιάς	Μαλλί προβάτου	Καλάμι, ανοξείδωτο σέρμα	wood fibre, polyurethane resin,paraffin wax		Ανακυκλωμένο χαρτί εφημερίδας	Θερμοσυγκολλημένες ίνες κενάφ / κενάφ και κάνναβης
<b>Πρόσθετα/επεξεργασία</b>	Επεξεργασία σε σπό με χρήση δογκολικού αερίου, για να προσδώσουν οι διογκωμένοι κόκκοι στυρενίου.			Θερμοκολλητικές ρητίνες	Τσιμέντο	Διογκωση και συγκόλληση των κόκκων με τη φυσική ρητίνη του υλικού κάτω από υψηλή πίεση και θερμοκρασία	Πολυεστερικές ρητίνες/ βιοκτόνες ενώσεις, συλλογή, επεξεργασία και θερμοσυγκόλληση		Συλλογή, επεξεργασία με νερό, τριχομήτρηση πλάκων			
<b>CO2 balance</b>	2,5-5 kg CO2 / kg υλικού	3-6 kg CO2 / kg υλικού	3,5-5 kg CO2 / kg υλικού	2,7 kg CO2 / kg υλικού	2,5 kg CO2 / kg υλικού	0,08-0,15 kg CO2 / kg υλικού*	1,8 kg CO2 / kg υλικού*	1-3 kg CO2 / kg υλικού*	0,5-1,5 kg CO2 / kg υλικού	0,75-1,5 kg CO2 / kg υλικού	1,5-3 kg CO2 / kg υλικού	1,5-3 kg CO2 / kg υλικού
<b>Σχόλια</b>						*Η συγκομιδή του φέλλου δεν απαιτεί την κοπή των δέντρων.1 εκτάριο καλλιεργίας φέλλου μπορεί να απορροφήσει 14 τόνους CO2 ετησίως, και επομένως να συμβάλει στο αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του προϊόντος.	*Παράγεται κυρίως από τα πρόβατα κατά τη χώνεψη	*Αναφέρεται στην διαδικασία παραγωγής των πλάκων, καθώς αυτά είναι κατασκευασμένα από κοινό καλάμι, ένα φυσικό υλικό που απορροφά CO2 κατά τη φάση ανάπτυξής του, συμβάλλοντας συχνά σε αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του προϊόντος.	*Το βόρος ενός ξύλου είναι 50% άνθρακας, πράγμα που σημαίνει ότι διασπώνται 500 γραμμάρια ανά κιλό ξύλου. 1,83 kg CO2 απομακρύνονται από την ατμόσφαιρα για κάθε kg προϊόντων ξύλου που χρησιμοποιείται. Επομένως μπορεί να επιτευχθεί αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα.	*1 εκτάριο καλλιεργίας κάνναβης μπορεί να απορροφήσει 15 τόνους CO2 ετησίως, και επομένως να συμβάλει στο αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα.		
<b>Απατούμενη ποσότητα νερού κατά την παραγωγή</b>	0,1-0,5 L/kg	0,1-0,3 L/kg	0,2-0,5 L/kg	0,1-0,4 L/kg	1-3 L/kg	665-766 L/kg	1700 L/kg	100-200 L/kg	665-766 L/kg	2400-2600 L/kg	-	2400-2600 L/kg
<b>Σχόλια</b>							* Αναφερόμαστε στο νερό που χρειάζεται έτσι κι αλλιώς για να καλυφθούν οι ανάγκες των ζώων.	* Τα καλάμι ευδοκούν σε λιμνώζοντα η βαλιόδη οικοσυστήματα στα οποία υπάρχει ήδη άφθονο νερό για την κάλυψη των αναγκών τους.				
<b>Κύκλος ζωής</b>	100 έτη - Ανακυκλώσιμο	50+ έτη - Ανακυκλώσιμο	25-50 έτη - Ανακυκλώσιμο	50+ έτη - Ανακυκλώσιμο	50+ έτη - Ανακυκλώσιμο	30-50 έτη - Ανακυκλώσιμο/Βιοδιασπώμενο	50+ έτη - Ανακυκλώσιμο/Βιοδιασπώμενο	30-50 έτη - Ανακυκλώσιμο/Βιοδιασπώμενο	25-50 έτη - Ανακυκλώσιμο/Βιοδιασπώμενο	30-50 έτη - Ανακυκλώσιμο/Βιοδιασπώμενο	50-70έτη - Ανακυκλώσιμο/Βιοδιασπώμενο	30-50 έτη - Ανακυκλώσιμο/Βιοδιασπώμενο
<b>Αντοχή σε συμπίεση Σταθερότητα διαστάσεων</b>	Ικανοποιητική ΝΑΙ	Καλή Μεταβολή έως 2 %	Καλή	ΝΑΙ	ΥΨΗΛΗ ΝΑΙ	ΝΑΙ ΝΑΙ	ΟΧΙ ΝΑΙ	ΝΑΙ ΝΑΙ	ΝΑΙ ΝΑΙ	ΟΧΙ ΝΑΙ	ΟΧΙ ΝΑΙ	ΜΕΤΡΙΑ ΝΑΙ
<b>Εμπορική μορφή</b>	Πλάκες κόκκοι	Πλάκες κόκκοι	Πλάκες, αφρώς, πετάσματα με επικάλυψη	Πάπλωμα διαφόρων μορφών, πλάκες, κοχχίλια	Πλάκες	Κόκκοι, πλάκες, σανίδες, σύνθετα προϊόντα	Μαλακές πλάκες, πάπλωμα	Καλάμι δεμένα με ανοξείδωτο σέρμα	Σκληρές πλάκες	Μαλακές πλάκες	Χαλαρές ίνες	Μαλακές πλάκες
<b>Τρόπος τοποθέτησης</b>		Στερέωση με βύσματα, κόλλα	Στερέωση με αγκύρια, κόλλα	Ακατάλληλος για απευθείας χρήση σε ξυλότυπους	Προσοχή σε συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας			Στερέωση με βύσματα	Στερέωση με βίδες	Στερέωση με βύσματα/σκαπέτος/ενσφήνωση	Ψεκασμός με ειδικά μέσα/χρωμακτικό	Στερέωση με βύσματα/σκαπέτος
<b>Ευκολία τοποθέτησης/ εφαρμογές</b>			Σε μορφή αφρού μόνο από εξειδικευμένο συνεργείο				ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ
<b>Παραγωγή στην Ελλάδα</b>	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ ΟΧΙ/ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΑΙ
<b>Τιμή ανά m2</b>	7,10	7,80		4,45	19		11		12	12		12

## 7. Επικαλύψεις



Για την επικάλυψη της στέγης, χρησιμοποιήθηκαν τα υφιστάμενα κεραμίδια, γαλλικού τύπου. Τα περισσότερα είχαν κατασκευαστεί στο εργοστάσιο κεραμοποιίας Δηλαβέρη, κάποια στην κεραμοποιία Κύκλωψ (μικρή στέγη του κτιρίου) και λίγα, διάσπαρτα άλλων εταιρειών.

Για τις εργασίες της αποκατάστασης, αγοράστηκε από παλιοπωλείο συμπληρωματική ποσότητα κεραμιδιών Δηλαβέρη (κεραμίδια και κορφιάδες) - καθώς το εργοστάσιο έχει κλείσει. Εν τέλει χρησιμοποιήθηκαν όλα τα τεμάχια τα οποία είχαν αγοραστεί.

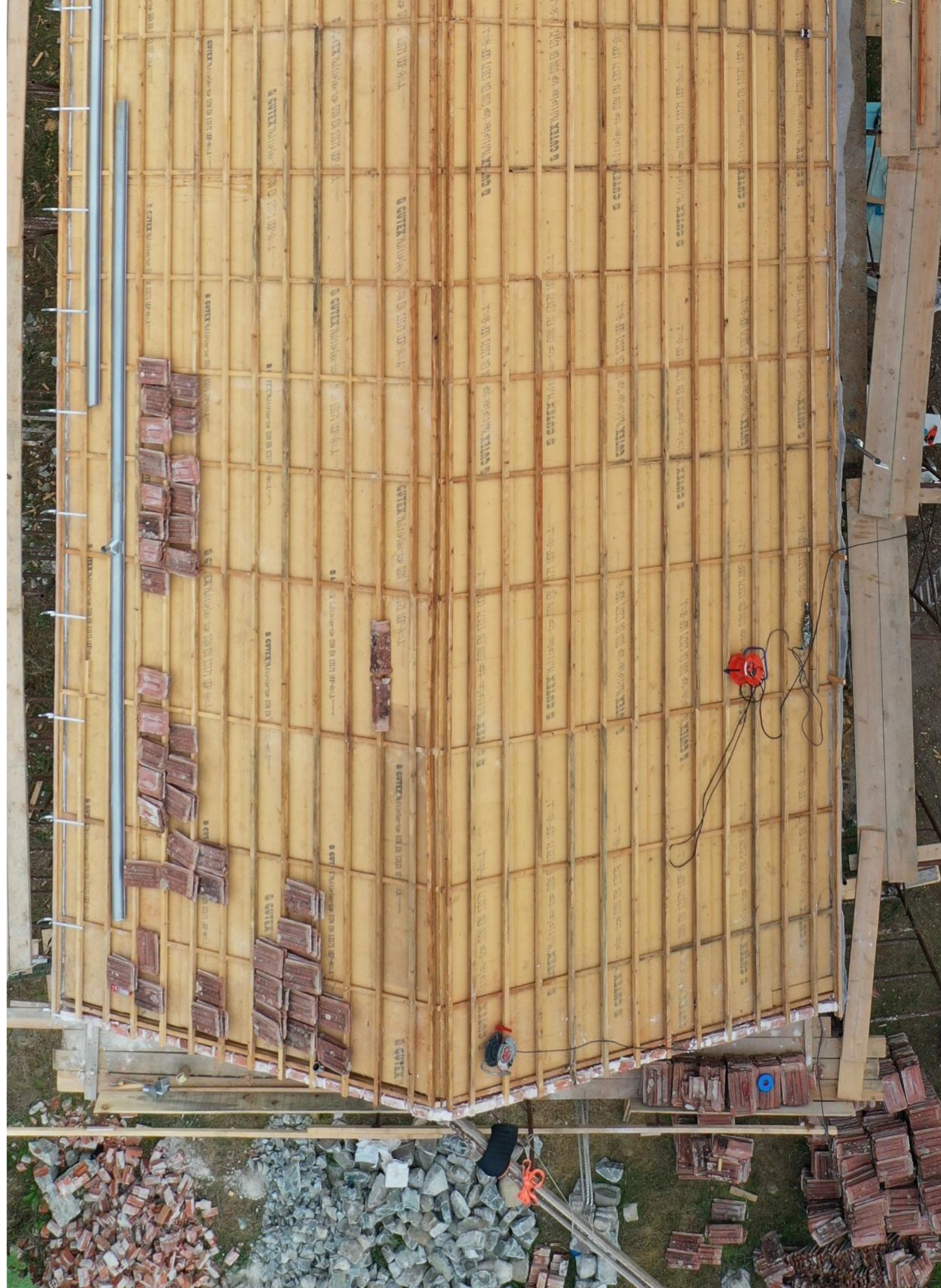
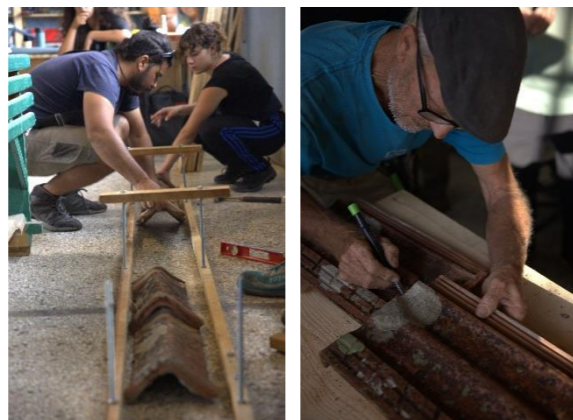
## Στάδια τοποθέτησης

- Βιθώθηκαν πηχάκια κάθετα στη φορά του σανιδώματος.
- Πάνω σε αυτά, τοποθετήθηκαν οι τεγίδες των κεραμιδιών. Για τη σωστή τοποθέτηση χρησιμοποιείται το μουρέλο (οδηγός) το οποίο κατασκευάζεται ανάλογα με το μέγεθος των κεραμιδιών που θα τοποθετηθούν (Εικ.1,2).

*Οι τεγίδες των κεραμιδιών βιδώθηκαν στα τα πηχάκια με βίδες μεγάλου μήκους, οι οποίες συνέδεσαν όλες τις υποκείμενες στρώσεις.*

Πάνω: Στοιβάγμα κεραμιδιών στην στέγη  
(Ι. Αθανασιάδης)

Εικ.1: Κατασκευή οδηγού για κορφιάδες (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ.2: Επισύμμανση σημείου εφαρμογής κεραμιδιών σε σειρές (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ.3: Τα πηχάκια και οι τεγίδες της στέγης (Α. Σιαφάκας)  
Απέναντι: Ανέβασμα κεραμιδιών στην στέγη.  
(Ι. Αθανασιάδης)



- Τα κεραμίδια μεταφέρθηκαν στην στέγη με αυτοσχέδια τροχαλία (όπως κατέβηκαν) και τοποθετήθηκαν σε στοίβες, σε όλη την επιφάνεια της στέγης.

- Καθώς το ύψος των στεγών αυξήθηκε λόγω των στρώσεων της μόνωσης, χρειάστηκε να χτιστεί το περιμετρικό καλκάνι στο νέο ύψος.

*Χρησιμοποιήθηκαν τα τούβλα των εσωτερικών τοίχων που κατεδαφίστηκαν.*

- Η τοποθέτηση έγινε από κάτω προς τα πάνω, με τα κεραμίδια των δύο διαδοχικών σειρών να κουμπώνουν μεταξύ τους.

*Στις άκρες της στέγης, χρειάζεται να κοπεί τμήμα του κεραμιδιού. Για να εξοικονομηθεί υλικό, στα σημεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν κεραμίδια τα οποία ήταν ήδη σπασμένα.*

- Τέλος, στερεώθηκαν με βίδες τρεις σειρές κεραμιδιών σε κάθε πλευρά της στέγης: Στην πρώτη (χαμηλότερη), στην προτελευταία σειρά πριν τον κορφιά και σε μια ακόμη, περίπου στη μέση.

*Τα παλιά κεραμίδια τοποθετούνταν με διαφορετικό, τρόπο, χωρίς βίδες. Δένονταν με τις τειγίδες με σύρμα, το οποίο περνούσε από ειδική τρύπα στην κάτω πλευρά του κάθε κεραμιδιού. Προκειμένου να βιδωθούν, με τον νέο τρόπο τοποθέτησης, τρυπήθηκε ένας αριθμός κεραμιδιών με διαμαντοτρύπανο διάτρησης κεραμικών. Μαζί με τις βίδες, χρησιμοποιήθηκαν επίσης πλαστικές εύκαμπτες ροδέλες για προστασία του σημείου διάτρησης και την καλύτερη στεγανοποίηση της τρύπας.*

Εικ. 4: Στοίβαγμα κεραμιδιών στην σκεπή (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ. 5: Κατασκευή καλκανιού (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ.6: Ανέβασμα και τοποθέτηση κεραμιδιών (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ.7: Τοποθέτηση κεραμιδιών (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ.8: Βίδωμα κεραμιδιών (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ.9: Τοποθέτηση κεραμιδιών (Ι. Αθανασιάδης)  
 Απέναντι: Τοποθέτηση κορφιάδων (Ι. Αθανασιάδης)



4



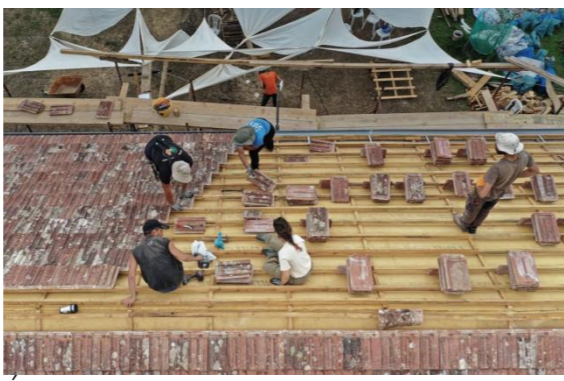
5



6



7



9



8



10



Η τελευταία σειρά κεραμιδιών πριν τον κορφιά, κόπηκε σε μικρότερο μήκος, όπως και στην αρχική κατασκευή.

Και στο σημείο αυτό έγινε προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν ήδη σπασμένα, ή κομμένα κεραμίδια, για εξοικονόμηση υλικού.

Οι κορφιάδες τοποθετήθηκαν επίσης με χρήση μουρέλου και κουμπώνουν ο ένας με τον άλλο. Τα κενά σφραγίστηκαν με ασβεστοκονίαμα.

Ο κορφιάς καλύφθηκε με νωπό γεώφρασμα ώστε να επιβραδυνθεί το στέγνωμα του ασβέστη και να υπάρχει η δυνατότητα να μετακινηθούν ελαφρώς οι κορφιάδες για καλύτερη εφαρμογή. Το κονίαμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από ασβέστη, άμμο και ποζολάνη.

Η μεγάλη στέγη καλύφθηκε εξ'ολοκλήρου με κεραμίδια Δηλαβέρη. Στην μικρή χρησιμοποιήθηκαν και κεραμίδια "Κύκλωψ", τα οποία είναι μικρότερα σε μήκος, ίδιου πλάτους.

Για σωστή τοποθέτηση, η κάθε σειρά πρέπει να απαρτίζεται από έναν μόνο τύπο κεραμιδιού. Αυτό επιτρέπει τη συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ των τεγίδων. Για τη μικρή στέγη, χρειάστηκαν επί μέρους τροποποιήσεις του τρόπου τοποθέτησης και χρήση δύο διαφορετικών μουρέλων.

Οι νέες υδρορροές τοποθετήθηκαν πριν τα κεραμίδια. Οι υφιστάμενες αφαιρέθηκαν, αφού ήταν σε κακή κατάσταση διατήρησης και σε χαμηλό ύψος σε σχέση με το πρώτο κεραμίδι. (Κεφάλαιο Λοιπές Εργασίες)

Εικ. 10: Τοποθέτηση κεραμιδιών (Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ.11: Προσωρινή επικάλυψη με γεώφρασμα και διαβροχή για αποφυγή ταχείας ξήρανσης και ρηγματώσεων του κονιάματος(Ι. Αθανασιάδης)  
 Εικ.12: Οδηγός για τοποθέτηση κεραμιδιών μικρής στέγης (Β. Χήτα)  
 Εικ.13 Τοποθέτηση κορφιάδων (Ι. Αθανασιάδης)  
 Απέναντι: Ολοκληρωμένη στέγη (Ι. Αθανασιάδης)

11



12



13



## 8. Επανάχρηση



Πάνω: Καθαρισμός τούβλων, οργάνωση υλικών στον προαύλιο χώρο (Ι.Αθανασιάδης)

Ένας από τους στόχους του έργου αποτέλεσε η επανάχρηση των παλιών δομικών υλικών, όπως η ξυλεία, τα κεραμίδια, τα τούβλα και οι πέτρες. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το οικολογικό αποτύπωμα του κτιρίου και προωθείται ένα βιώσιμο μοντέλο κατασκευής. Ταυτόχρονα διατηρούνται αρχιτεκτονικά στοιχεία του ύφους του κτιρίου, όπως και η οικοδομική τεχνολογία της εποχής που κατασκευάστηκε.

- **Επανάχρηση ξυλείας ψευδοροφής**

Οι σανίδες της ψευδοροφής αφού αφαιρέθηκαν προσεκτικά με λοστό (σκύλα) καθαρίστηκαν, και απομακρύνθηκαν οι πρόκες οι οποίες ήταν καρφωμένες πάνω τους. Αποθηκεύτηκαν για μελλοντική χρήση.



1

- **Επανάχρηση τούβλων**

Τα τούβλα των εσωτερικών τοίχων που κατεδαφίστηκαν, αφαιρέθηκαν με τρόπο ώστε να μην καταστραφούν. Στη συνέχεια έγινε διαλογή, καθαρίστηκαν από κονιάματα και χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευαστεί το καλκάνι της στέγης. Όσα δεν χρησιμοποιήθηκαν αποθηκεύτηκαν για μελλοντική χρήση.



2



Εικ.1: Αφαίρεση προκών από σανίδια ψευδοροφής (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.2: Αφαίρεση καρφιών από σανίδια ψευδοροφής (Ι.Αθανασιάδης)

Απέναντι: : Αφαίρεση προκών από τεγίδες (Ι.Αθανασιάδης)

## • Επανάχρηση λίθων

Οι πέτρες της λιθοδομής του εσωτερικού τοίχου διαχωρίστηκαν από τα απόβλητα (μπάζα) ταξινομήθηκαν σε σωρούς ανά μέγεθος στον προαύλιο χώρο. Μερικές από αυτές χρησιμοποιήθηκαν για σημειακές συμπληρώσεις στην τοιχοποιία (π.χ. τα σημεία στα οποία ανοίχθηκαν τρύπες για να περάσει η μεταλλική δοκός από τους εσωτερικούς τοίχους).

## • Επανάχρηση κεραμιδιών

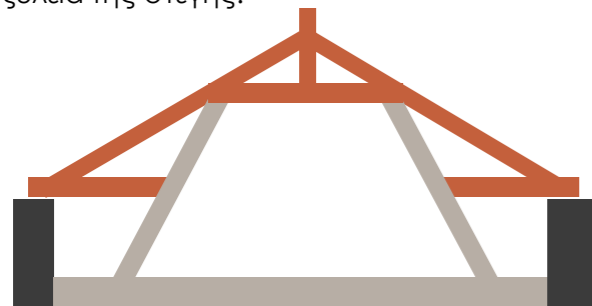
Τα υφιστάμενα κεραμίδια καθαρίστηκαν από κονιάματα ώστε να μπορέσουν να επανατοποθετηθούν. Έγινε η διαλογή τους ανάλογα με την κατάσταση διατήρησης και τα σπασμένα αποθηκεύτηκαν ξεχωριστά με σκοπό να μετατραπούν σε σκόνη. Τα κεραμίδια τα οποία αγοράστηκαν ως συμπλήρωμα, ήταν επίσης μεταχειρισμένα.

## • Επανάχρηση παλιάς δομικής ξυλείας

Το μεγαλύτερο ποσοστό της δομικής ξυλείας της στέγης διατηρήθηκε χωρίς επεμβάσεις. Στα ζευκτά τα οποία τροποποιήθηκαν έγινε προσπάθεια διατήρησης των ξύλινων στοιχείων. Κομμάτια της παλιάς ξυλείας που αφαιρέθηκαν από αυτά, καθαρίστηκαν και επαναχρησιμοποιήθηκαν.

Οι τεγίδες αντικαταστάθηκαν εξ ολοκλήρου με νέες, πριστης ξυλείας ώστε να έχουν τυποποιημένες διαστάσεις και να αποφευχθούν έτσι αστοχίες στην κατασκευή. Οι παλιές τεγίδες, των οποίων οι διατομές ποίκιλλαν ελαφρώς μεταξύ τους, αφαιρέθηκαν προσεκτικά, και αφού απομακρύνθηκαν οι πρόκες αποθηκεύτηκαν. Μελλοντικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μη φέρουσες κατασκευές (κουπαστές εσωτερικών κλιμάκων).

Τέλος, το στηθαίο του νέου παταριού, κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου από παλιά ξυλεία της στέγης.



- Καινούργια ξυλεία ζευκτού
- Παλιά ξυλεία ζευκτού

Εικ.3: Καθαρισμός κεραμιδιού από κονίαμα (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.4: Καθαρισμός κεραμιδιών και ταξινόμηση (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.5: Επανάχρηση ξυλείας για κατασκευή στηθαίου (Α. Σιαφάκα)

Εικ.6: Μετακίνηση παλιού ελκυστήρα ζευκτού (Ι.Αθανασιάδης)



3



4



5



6

## Τοπική κατασκευή μικρών ανεμογεννητριών

Η ανάγκη για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές εκτός δικτύου ή προσωρινά εκτός δικτύου του αναπτυσσόμενου κόσμου γίνεται ολοένα και πιο σημαντική. Εφαρμόζονται διαφορετικά μεγέθη εφαρμογών, ξεκινώντας από το επίπεδο της μικροκλίμακας νοικοκυριών και των μικρών κοινοτήτων, και κλιμακώνοντας έως πιο ενεργοβόρες εφαρμογές όπως μικρές επιχειρήσεις, εργαστήρια ή ακόμα και μικρά εργοστάσια. Η συνολική βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των τοπικών κοινωνιών επιτυγχάνεται με την παροχή ενεργειακής πρόσβασης και την ενίσχυση των τοπικών οικονομιών και τη δημιουργία πηγών εισοδήματος.

Η πρωτοβουλία για κατασκευή μικρών ανεμογεννητριών για Αγροτική Ηλεκτροδότηση ξεκίνησε στην κοινότητα του Scoraiig (Σκωτία) και πρωτεργάτη τον Hugh Piggott. Μέσα από αυτή την πρωτοβουλία αναπτύχθηκε μια τεχνογνωσία για το πώς μπορούν να κατασκευαστούν ανεμογεννήτριες αλλά και έπιπλα απαραίτητα για την καθημερινότητα από επαναχρησιμοποιημένα υλικά. Για την υλοποίηση των έργων η κοινότητα του Scoraiig χρησιμοποιεί scrap και υλικά που έχουν πεταχτεί, όπως για παράδειγμα μπαταρίες οι οποίες έχουν αποσυρθεί.

Αρχικά, οι ανεμογεννήτριες κατασκευάζονταν από τοπικά υλικά όπως ξυλεία που είχαν καλλιεργήσει, εξαρτήματα αυτοκινήτων, μέταλλα και καλώδια από μάντρες της περιοχής. Για τον λόγο αυτό, ενώ τα υλικά είναι βιομηχανικά, η κουλτούρα της κατασκευής είναι αυτή της τοπικής οικονομίας και του "upcycling", κάτι πρωτοπόρο για μια κοινωνία χωρικών οι οποίοι ζούσαν μέχρι τότε χωρίς ρεύμα.

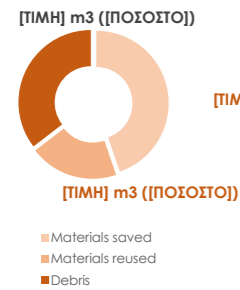
Σήμερα το δίκτυο αυτό είναι παγκόσμιο και δεν περιορίζεται μόνο στην κοινότητα του Scoraiig, ενώ οι ομάδες που κατασκευάζουν πλέον τις ανεμογεννήτριες δεν έχουν απαραίτητα τα ίδια χαρακτηριστικά. Η Ερευνητική Ομάδα Αγροτικού Ηλεκτρισμού είναι μέρος της Έρευνας Έξυπνων Δικτύων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ) και μέλος της ένωσης Wind Empowerment και του δικτύου Hydro Empowerment. Η ομάδα διεξάγει διεπιστημονική έρευνα με στόχο την παροχή τεχνικών λύσεων ανοιχτού κώδικα σε μικρά αιολικά και pico-hydro συστήματα για πρόσβαση στην αγροτική ενέργεια. Ταυτόχρονα, η ομάδα εμπλέκεται σε έργα υλοποίησης σε όλο τον κόσμο, πάνω σε θέματα ηλεκτροδότησης της υπαίθρου, πανεπιστημιακής εκπαίδευσης και δικτύωσης με δίκτυα επαγγελματιών.

Τα σχέδια των μικρών ανεμογεννητριών σχεδιάστηκαν αρχικά από τον Hugh Piggott στο πρώτο του εγχειρίδιο σχεδιασμού το 2006. Από τότε εκατοντάδες από αυτά τα SWT έχουν κατασκευαστεί σε όλο τον κόσμο αποδεικνύοντας ότι αυτοί οι στρόβιλοι έχουν στιβαρό σχεδιασμό. Άλλες ομάδες όπως η Other Power έχουν αναπτύξει το σχεδιασμό και πλέον αναδύεται ένα ευρύ δίκτυο ανθρώπων που κατασκευάζουν, χρησιμοποιούν και αναπτύσσουν αυτές τις τουρμπίνες, το οποίο συνεργάζεται μέσω διαδικτυακών φόρουμ όπως το fieldlines.com και δικτύων όπως η ένωση Wind Empowerment.

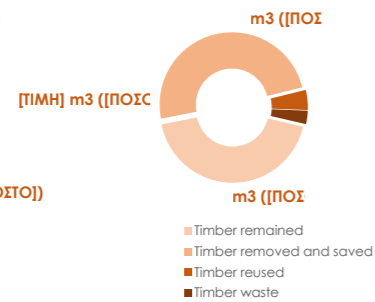


Το παρόν κείμενο και οι φωτογραφίες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Τοπική κατασκευή μικρών ανεμογεννητριών για αγροτική ηλεκτροδότηση», από τον Κώστα Λατούφη (PhD Ηλεκτρολόγος Μηχανικός) 25.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων

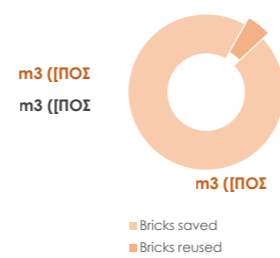
### All materials



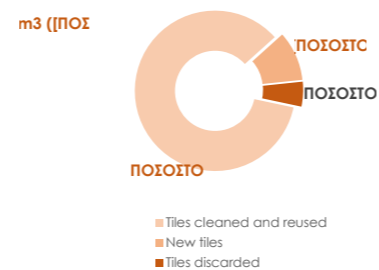
### Timber



### Bricks



### Roof Tiles



Materials re-used	Origin	Quantity	Units	Application
Timber from old trussed - tie beams (fir timber)	Parts of the old structures that were modified	0,213	m3	Truss modifications, wooden guardrail
Old roof batten (fir timber)	Old roof tile batten	0,015	m3	Wooden guardrail
Tiles	Tiles of the roof that were cleaned	1700	pieces	Small and big roof
Bricks	Internal wall that was demolished	0,12	m3 (60 pieces)	Row of bricks between the new roof battens and the concrete base
Stones	Part of the stone wall that was demolished	few stones		Fill-up between the "L" section of the hill and the wall

Materials removed	Origin	Quantity - Volume	Units
Stones	Stone wall of the main space	4,06	m3
Bricks	Brick wall of the entrance space	2,45	m3
Plaster	Internal sides of the wall	45,16	m2
Mud mortar	Concrete base under the roof		
Timber	Roof trusses	0,59	m3
	Roof batten	1,00	m3
	Ceiling boards	100,97	m2

Στους πίνακες αυτούς έχει καταγραφεί η ποσότητα των υλικών που επαναχρησιμοποιήθηκαν αλλά και τα απόβλητα. Αν και δεν επαναχρησιμοποιήθηκαν όλα τα υλικά που αφαιρέθηκαν στο συγκεκριμένο έργο, φαίνεται ότι λόγω των πρακτικών που ακολουθήθηκαν «σώθηκε» ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των υλικών για μελλοντική χρήση, μειώνοντας σημαντικά τα παραγόμενα απορρίμματα.

Εικ.7: Καθαρισμός κεραμιδιών και ταξινόμηση (Ι.Αθανασιάδης)



## Τοπική κατασκευή μικρών ανεμογεννητριών

Ένα βασικό χαρακτηριστικό τους είναι τα ξύλινα πτερύγια τους, ενώ τα υπόλοιπα μέλη είναι μεταλλικά. Κατασκευάζονται με συλλογικό τρόπο, καθώς η διαδικασία λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια σεμιναρίων από την κοινότητα που θα χρησιμοποιηθούν, η οποία αναπτύσσει ένα επίπεδο δεξιοτήτων και γνώσεων πάνω στα εργαλεία και τις τεχνικές, ώστε να μπορούν εάν χρειαστεί να τις συντηρήσουν. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο καθώς συνήθως κατασκευάζονται σε πολύ απομακρυσμένα μέρη.

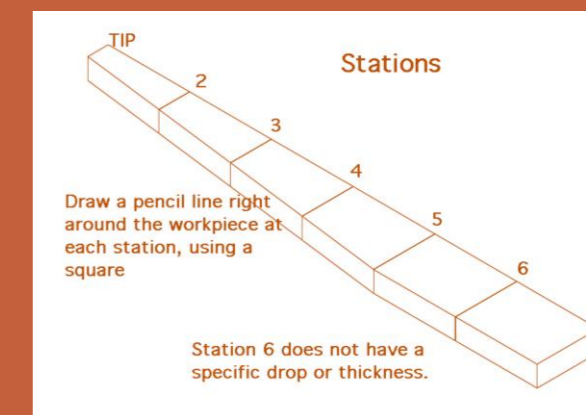
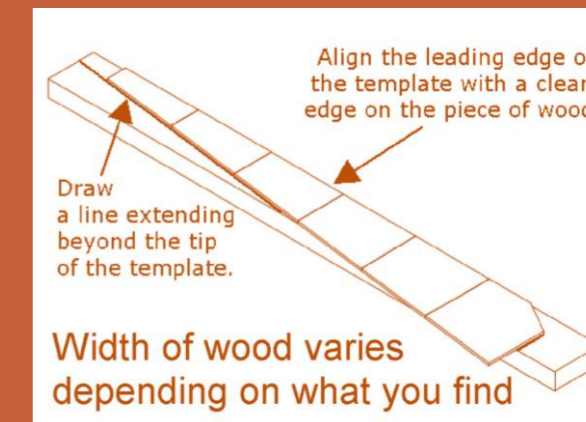


### Διαδικασία κατασκευής:

Συνήθως εργάζονται 3 ομάδες ταυτόχρονα. Η μία, ασχολείται με τα μεταλλικά μέρη, μια κατασκευάζει την γεννήτρια και η τρίτη η οποία επεξεργάζεται τα ξύλινα πτερύγια. Στην συνέχεια γίνεται η εγκατάσταση. Ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας του εργαστηρίου βοηθάει στο να μάθουν οι συμμετέχοντες να κατασκευάζουν αλλά και να συντηρούν υπάρχουσες γεννήτριες. Για τον λόγο αυτό η κατασκευή γίνεται κοντά στο σημείο εγκατάστασης και συνεπώς στην τοπική κοινότητα.

Το εγχειρίδιο δεν αναλύει το σχεδιαστικό κομμάτι της ανεμογεννήτριας, αλλά κατά βάση αποτελείται από κατασκευαστικά σχέδια. Ακολουθούν τα στάδια κατασκευής Ξύλινου Δρομέα Οριζοντίου Άξονα Τριών Πτερυγίων Διαμέτρου 4, 2 μ:

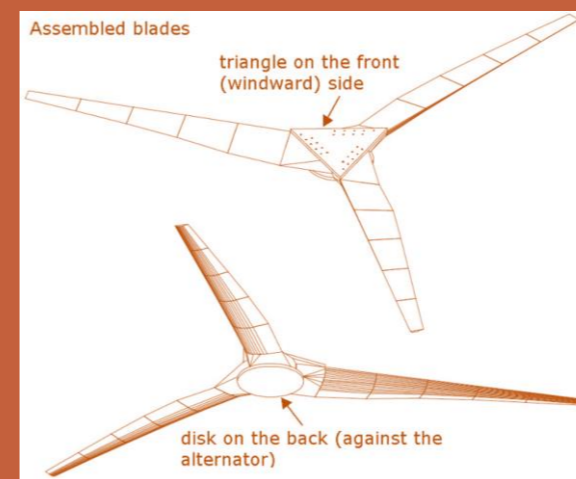
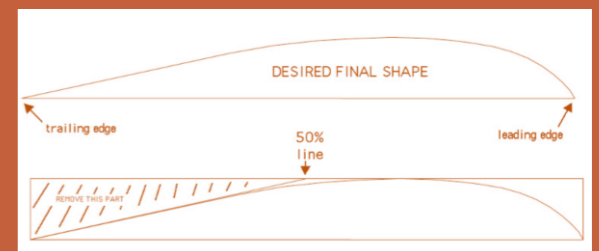
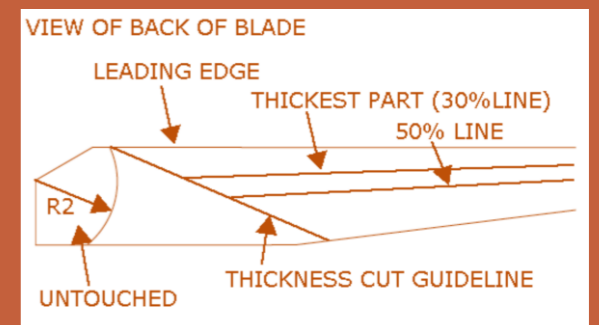
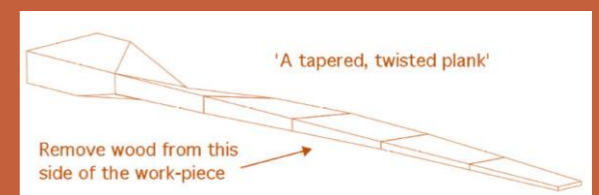
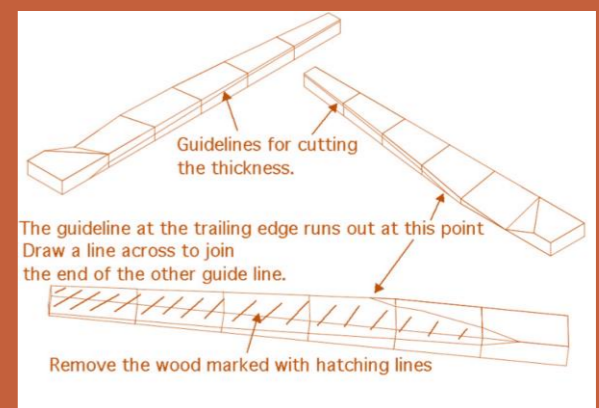
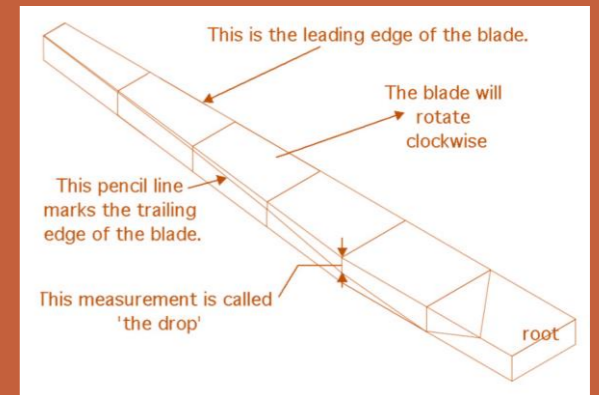
1. Κατασκευάζεται οδηγός από κόντρα πλακέ.
2. Χρησιμοποιείται ο οδηγός για να σχεδιαστεί η γραμμή-η χορδή του πτερυγίου πάνω στο ξύλο το οποίο έχει επιλεχθεί.
3. Γίνονται κάθετες κοπές με πριόνι και μετά αφαιρείται ξύλινη μάζα με σκαρπέλο ακολουθώντας την γραμμή της χορδής.



Το παρόν κείμενο και οι φωτογραφίες αποτελούν κομμάτι της διάλεξης : «Τοπική κατασκευή μικρών ανεμογεννητριών για αγροτική ηλεκτροδότηση », από τον Κώστα Λατούφη (PhD Ηλεκτρολόγος Μηχανικός) 25.09.2024, Φράστα Τζουμέρκων

## Τοπική κατασκευή μικρών ανεμογεννητριών

4. Στην συνέχεια το ξύλο σκάβεται, με πριόνι και σκαρπέλο και δημιουργείται μια συστροφή – ορισμένη γεωμετρία του πτερυγίου.
5. Λεπταίνει η μια πλευρά του πτερυγίου.
6. Κατασκευάζεται η αεροτομή του πτερυγίου. Η μια πλευρά παραμένει ίσια και η άλλη γίνεται κυρτή. Η πλευρά με την συστροφή παραμένει επίπεδη και από αυτήν γίνονται οι μετρήσεις. Η καμπύλη σταδιακά μικραίνει αλλά μένει αναλογικά ίδια. Δεν έχει τόση σημασία η ακρίβεια σε αυτό το μέγεθος ανεμογεννήτριας.
7. Ενώνονται τα τρία πτερύγια, αφού γίνουν οι σωστές μετρήσεις για να μπουν σε σωστή γωνία, με δύο κομμάτια κόντρα πλακέ με το οποίο συνδέονται στο κέντρο.
8. Συνδέεται με την γεννήτρια, τα μεταλλικά μέρη και τον πύργο. Ο ξύλινος πύργος έχει την δυνατότητα να «πέφτει» έτσι ώστε η συντήρηση να γίνεται στο έδαφος.
9. Πραγματοποιείται ζυγοστάθμιση.



## 9. Λοιπές εργασίες



Πάνω: Αφαίρεση απορριμμάτων από τον προαύλιο χώρο του σχολείου (Ι. Αθανασιάδης)

Για την ολοκλήρωση του έργου ακόμα έπρεπε ακόμη να πραγματοποιηθούν οι εξής εργασίες : η τοποθέτηση υδρορροών, η τοποθέτηση των φεγγιτών των παταριών, η κατασκευή δύο εσωτερικών κλιμάκων, το στηθαίο για το μεγάλο πατάρι, η οργάνωση των αποβλήτων και, τέλος, η επαναφορά του προαυλίου χώρου του σχολείου στην κανονική του κατάσταση.

### Απομάκρυνση αποβλήτων

- Τα απόβλητα απομακρύνθηκαν από το εργοτάξιο με τσάπα (τροχοφόρος φορτωτής με εκσκαφέα).

*Κατά την διάρκεια των εργασιών, οι συμμετέχοντες ξεχώριζαν τα απορρίμματα από τα κεραμικά και τις πέτρες που είχαν την δυνατότητα να επαναχρησιμοποιηθούν, ώστε να μειωθούν όσο το περισσότερο δυνατόν τα απορρίμματα του έργου.*



1

- Σε τμήμα του προαυλίου, έγινε διάστρωση με χαλίκι ώστε να μη συγκρατείται νερό και λάσπη σε σημεία όπου υπήρχαν ανισοσταθμίες.



2



Εικ. 1: Αφαίρεση μπαζων από προαύλιο χώρο (Ι. Αθανασιάδης)

Εικ. 2: Σχεδιασμός σκάλας παταριού (Ι. Αθανασιάδης)  
Απέναντι: Σίδερα από σκαλωσιά (Ι. Αθανασιάδης)

## Σχεδιασμός σκάλας

- Ο σχεδιασμός της σκάλας πραγματοποιήθηκε από κοινού, μετά από συζήτηση κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου. (Εικ.2). Ωστόσο λόγω περιορισμένου χρονοδιαγράμματος δεν μπόρεσε να υλοποιηθεί στο πλαίσιο του εργαστηρίου.

## Κατασκευή στηθαιού

- Το στηθαίο του παταριού κατασκευάστηκε από παλιά ξυλεία η οποία επαναχρησιμοποιήθηκε.
- Το στηθαίο σχεδιάστηκε με συμμετοχικές διαδικασίες από τους συμμετέχοντες του εργαστηρίου και την ομάδα διοργάνωσης.

Δοκιμάστηκε το σχέδιο με πρόχειρη τοποθέτηση των ξύλων, μακέτα 1:1.

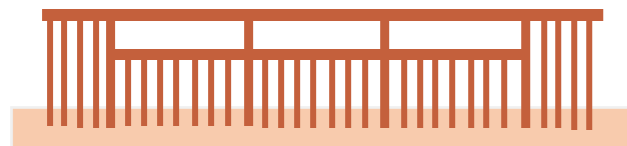
- Η κουπαστή κατασκευάστηκε από δύο ξύλα τα οποία αποτελούσαν τους παλιούς αμείβοντες. Συνδέθηκαν μεταξύ τους με μόρσο για ενίσχυση της σύνδεσης.
- Οι παλιές τεγίδες, χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευαστούν τα κατακόρυφα ξύλα του στηθαιού.

Τα κατακόρυφα στοιχεία, στο κεντρικό μέρος του παταριού θα έχουν χαμηλότερο ύψος, ώστε να μην αποκόπεται η θέα.

- Συνδέθηκαν όλα κομμάτια του στηθαιού.

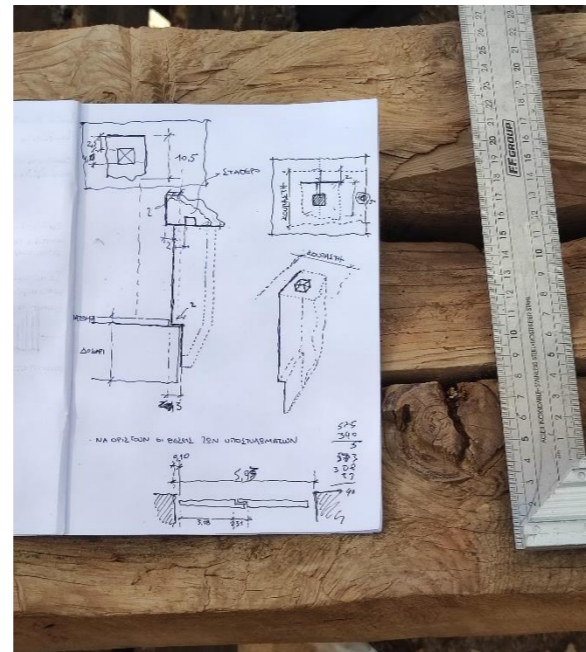
Όλες οι συνδέσεις γίνονται με συνδεσμολογία μόρσου-εγκοπής (βλ. Εικ.3)

ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΣΤΗΘΑΙΟΥ



Εικ.3: Σχέδιο συνδεσμολογίας στηθαιού (Μ. Βελήνης)  
Εικ.4: Ολοκληρωμένο στηθαίο (Γ. Κουτρόπουλος)  
Εικ.5: Συνδεσμολογία κουπαστής (Ι.Αθανασιάδης)  
Εικ.6: Κατασκευή κουπαστής (Ο. Αποστολάτος)

Απέναντι: Κατασκευή κουπαστής (Ι. Αθανασιάδης)



## Τοποθέτηση υδρορροών

Εξαιτίας της προσθήκης μόνωσης στην στέγη, με αποτέλεσμα την αύξηση του ύψους της, ήταν απαραίτητη η τοποθέτηση νέων υδρορροών.

- Αφαιρέθηκαν οι παλιές υδρορροές.

*Καθώς τα στηρίγματα τους ήταν πακτωμένα στον τοίχο, δεν μπόρεσαν να αφαιρεθούν πλήρως και έτσι κόπηκαν με τροχό τα τμήματα που προεξείχαν.*

• Πριν την τοποθέτηση των στηριγμάτων της υδρορροής, τοποθετήθηκε πλέγμα μικρής οπής (σίτα) στην τελευταία τεγίδα.

*Για την προστασία της στέγης από μικρά ζώα και τρωκτικά, που μπορεί να εισέλθουν από το κενό ανάμεσα στο πρώτο κεραμίδι και το σενάζ. Η σίτα σταθεροποιήθηκε με συρραπτικό και βίδες.*

- Τα στηρίγματα των νέων υδρορροών βιδώθηκαν στις τεγίδες.

*Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε πριν την τοποθέτηση των κεραμιδιών.*

- Συγκολλήθηκαν τα κομμάτια της υδρορροής μεταξύ τους.

- Τοποθετήθηκε τα κατακόρυφα τμήματα.

*Η τοποθέτηση έγινε με πριτσίνια.*

- Οι υδρορροές τοποθετήθηκαν στα στηρίγματα και σταθεροποιήθηκαν.



8



9



10



11



12

Εικ.8: Αφαίρεση παλιάς υδρορροής (Ι.Αθανασιάδης)

Εικ.9: Συναρμολόγηση υδρορροής (Β. Χήτα)

Εικ.10: Συνδεσμολογία υδρορροής (Β.Χήτα)

Εικ.11: Μεταφορά τμήματος υδρορροής (Ι.Αθανασιάδης)

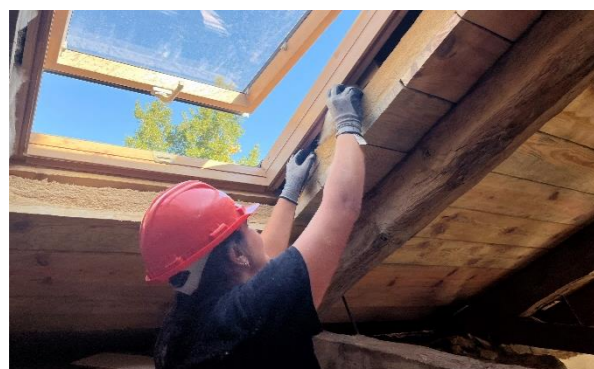
Εικ.12: Τοποθέτηση υδρορροής (Ι.Αθανασιάδης)

Απέναντι: Λεπτομέρεια στηριγμάτων υδρορροής και προστατευτικής σίτας (Ι.Αθανασιάδης)





13



14



15



16

### Τοποθέτηση φεγγίτη

- Σημειώθηκε από την εσωτερική πλευρά το σημείο στο οποίο θα τοποθετηθεί το φεγγίτης.
- Κόπηκαν οι στρώσεις της μόνωσης και του σανιδώματος που είχαν τοποθετηθεί προηγουμένως.
- Τοποθετήθηκε ο φεγγίτης.

*Οι εργασίες τοποθέτησης του φεγγίτη πραγματοποιήθηκαν από το εξειδικευμένο συνεργείο της επιχείρησης από την οποία αγοράστηκαν οι δύο φεγγίτες.*

- Στο κενό που προκύπτει ανάμεσα στο σανίδωμα και στο κούφωμα, προστέθηκαν κομμάτια από μαλλί προβάτου για να αποφευχθούν οι θερμογέφυρες.
- Κατασκευάστηκε μια ξύλινη κάσα από σανίδες, για να πλαισιώσει το φεγγίτη εσωτερικά.

Εικ.13: Τοποθέτηση φεγγίτη (Ο. Αποστολάτος)  
 Εικ.14: Εφαρμογή μαλλιού προβάτου στο κενό (Β. Χήτα)  
 Εικ.15: Τοποθέτηση κάσας φεγγίτη (Ι.Αθανασιάδης)  
 Εικ.16: Ολοκληρωμένος Φεγγίτης (Β.Χήτα)  
 Απέναντι: Ορισμός τοποθέτησης παραθύρου (Ι.Αθανασιάδης)

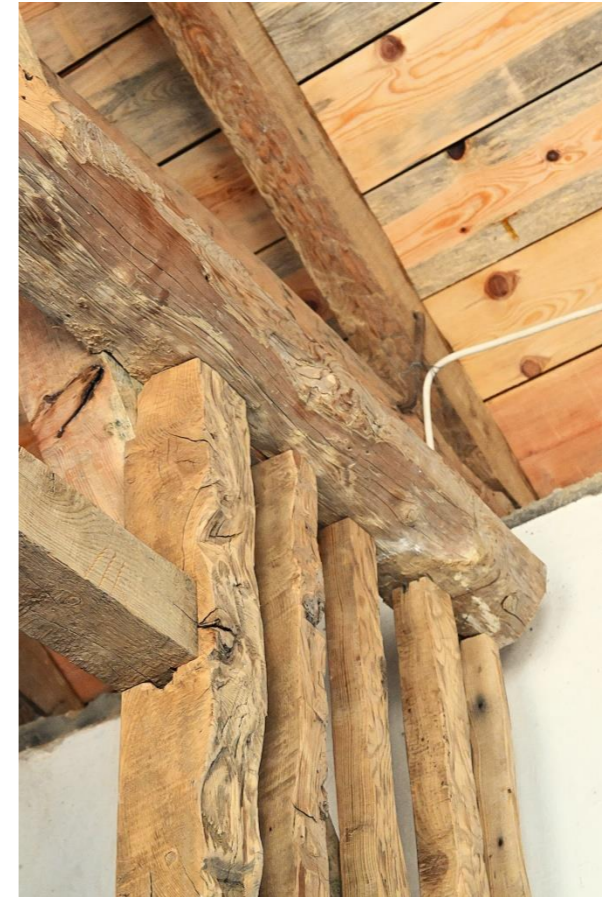


## 10. Ολοκλήρωση έργου



Οι εργασίες ολοκληρώθηκαν στις 3 Οκτωβρίου.

- Η ξυλεία και τα μονωτικά υλικά τα οποία δεν χρησιμοποιήθηκαν, μεταφέρθηκαν στον εσωτερικό χώρο του σχολείου για να προστατευτούν από τις καιρικές συνθήκες.
- Αφαιρέθηκαν τα σκίαστρα και οι λινάτσες και αποθηκεύτηκαν.
- Αφαιρέθηκαν οι σκαλωσιές.
- Απομακρύνθηκαν τα απόβλητα.



Πάνω: Το στηθαίο του εσωτερικού παταριού (Γ. Κουτρόπουλος)  
Κάτω: Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών (Γ. Κουτρόπουλος)





