ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία συντάχθηκε με έναυσμα το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που προκάλεσε το ξύλο ως υλικό, καθώς η αναφορά σε αυτό κατά τη διάρκεια της πενταετούς φοίτησής μας στο τμήμα των Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ ήταν περιορισμένη. Μέσα από μια ποικιλία θεματογραφίας, αποφασίστηκε να εκπονηθεί η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Ταλαντώσεις σε Ξύλινα Πατώματα». Από την μια ο στόχος ήταν η εμβάθυνση της ήδη υπάρχουσας γνώσης γύρω από το ξύλο, τις ιδιότητες και τις εφαρμογές του. Από την άλλη αποτέλεσε πρόκληση η επιτυχής εκτέλεση κάποιου πειράματος (για τον προσδιορισμό κάποιας χαρακτηριστικής ιδιότητας του ξύλου, όπως η μελέτη της ταλάντωση ενός ξύλινου δαπέδου), σε χρόνο και βάθος που επιτρέπει το επίπεδο μιας διπλωματικής εργασίας. Τέλος ο απώτερος σκοπός του πειράματος ήταν έπειτα από την εξαγωγή αποτελεσμάτων αλλά και συμπερασμάτων, η σύγκριση της τιμής της μετρούμενης ιδιοσυχνότητας με την υπολογιζόμενη κατά Ευρωκώδικα 5 και εντοπισμός τυχόν ασαφειών και παραλήψεων του κανονισμού.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία για τα χαρακτηριστικά του ξύλου ως πρώτη ύλη και δομικό υλικό. Γίνεται αναφορά στις μηχανικές του ιδιότητες, στις απαιτήσεις προστασίας, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του, αλλά και σε θέματα που αφορούν την εμπορευσιμότητά του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εκτενέστερη αναφορά στη χρήση του ξύλου στα πατώματα, με περιγραφή των διάφορων τύπων υποδομής και αναφορά στους διάφορους τύπους δαπέδων κατά την φάση επίστρωσης του.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η θεωρία για τις βάσεις σχεδιασμού και υπολογισμού, σύμφωνα με τον κανονισμό για το «Σχεδιασμό Ξύλινων Κατασκευών» -Ευρωκώδικα 5.

Στο τέταρτο κεφάλαιο μέσα από την επίλυση ενός συγκεκριμένου ξύλινου πατώματος γίνεται ο έλεγχος αν πληροί τις βάσεις σχεδιασμού κατά τον Ευρωκώδικα 5,καθώς επίσης υπολογίστηκε η ιδιοσυχνότητα αυτού. Παρατίθενται επίσης, διάφορες δοκιμές που έγιναν (μεταβάλλοντας τις τιμές κάποιων χαρακτηριστικών του παραπάνω πατώματος), ώστε να εξεταστεί για ποιες περιπτώσεις ικανοποιείται ο έλεγχος ως προς τις ταλαντώσεις, σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 5.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία του πειραματικού μέρους. Οι μετρήσεις που αφορούν την ταλάντωση του ξύλινου δαπέδου, πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση επιταχυνσιομέτρου και σεισμογράφου, μεταβάλλοντας κάποιους εξωτερικούς παράγοντες σε κάθε καταγραφή. Στη συνέχεια εκτελέστηκε ο μετασχηματισμός Fourier που απαιτείται ώστε οι μετρούμενες τιμές να είναι σε συγκρίσιμες μονάδες –σε μορφή ιδιοσυχνοτήτων- σε σχέση με τις ήδη υπολογισμένες τιμές (κατά Ευρωκώδικα 5).

Τέλος, μετά την εξαγωγή αποτελεσμάτων του ανωτέρω πειράματος, πραγματοποιείται η σύγκριση αυτών με τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις αρχές του ισχύοντος κανονισμού. Επίσης καταγράφονται μια σειρά συμπερασμάτων ως προς τη φύση των ταλαντώσεων σε ξύλινα πατώματα καθώς και κάποιες ανακρίβειες της διατύπωσης του Ευρωκώδικα 5.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με μεγάλη μας χαρά και πάνω απ'όλα με την ευλογία του Θεού καταφέραμε αισίως να ολοκληρώσουμε τη διπλωματική μας εργασία.

Σε αυτό το σημείο λοιπόν, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους εκείνους που συνέβαλαν στη δημιουργία και αποπεράτωση της προσπάθειας αυτής.

Ευχαριστούμε πολύ τον καθηγητή μας κο Εμμανουήλ Βουγιούκα, για την ουσιαστική καθοδήγησή του, πάνω στο σκελετό που έπρεπε να στηριχτεί η διπλωματική μας εργασία, όπως και όλους τους συνεργάτες του που μας βοήθησαν στην διεξαγωγή του Πειράματος.

Ευχαριστούμε θερμά κυρίως τους γονείς και τα αδέρφια μας, αλλά και όλη την οικογένεια και τους φίλους μας, για την υπομονή και την πίστη που υπέδειξαν καθ'όλη τη διάρκεια της φοίτησής μας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το συνάδελφό μου, Ελευθέριο Πατέρα, που έδειξε μεγάλη υπομονή και άψογη συνεργασία, κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και ολοκλήρωσης της διπλωματικής μας.*(Βασιλική Κ.Ζύγουρα)*

Και εγώ με τη σειρά μου ανταποδίδω τις ευχαριστίες στη συνάδελφό μου Βασιλική Ζύγουρα.. *(Ελευθέριος Μ.Πατέρας)*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 0

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 8

Ιστορική αναδρομή 8

1 Κεφαλαιο 1^{ο} 9

1.1 ΤΟ ΞΥΛΟ ΩΣ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ 9

1.1.1 Το δέντρο 9

1.1.2 Η εγκάρσια τομή του ξύλου 9

1.1.3 Οι ρόζοι 9

1.1.4 Είδη ξυλείας 10

1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 10

1.2.1 Ευεργητικές Ιδιότητες ξύλου ως προς την Βιολογική και Ενεργειακή του προσέγγιση 10

1.2.2 Πλεονεκτήματα του ξύλου ως πρώτη ύλη 11

1.2.3 Πλεονεκτήματα ξύλινων κατασκευών 11

1.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 12

1.3.1 Υγροσκοπικότητα 12

1.3.2 Παραμορφώσεις 14

1.3.3 Παθολογία 15

1.3.4 Φωτιά 17

1.3.5 Συνδέσεις 18

1.3.6 Εμπορευσιμότητα 21

1.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΞΥΛΟΥ 22

1.4.1 Απαιτήσεις προστασίας ξύλου 22

1.4.2 Απαιτήσεις θερμομόνωσης 23

1.4.3 Απαιτήσεις υγρομόνωσης 24

1.4.4 Απαιτήσεις ηχομόνωσης 24

1.4.5 Πυροπροστασία ξύλου 24

1.5 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ 25

1.5.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου 26

1.5.2 Κύριες μηχανικές αντοχές του ξύλου 27

1.6 ΤΟ ΞΥΛΟ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ 33

Μορφές της δομικής ξυλείας και των προϊόντων ξυλου 33

1.6.1 Φυσική ξυλεία 33

1.6.2 Συγκολλητή ξυλεία 37

1.6.3 Αντικολλητή ξυλεία (κόντρα πλακέ) 39

1.6.4 Φύλλα συγκολλημένων στρώσεων(LVL) 40

1.6.5 Πηχόπλακες 42

1.6.6 Μοριόπλακες(OSB) 42

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{ο} 44

2.1 ΔΑΠΕΔΑ 44

2.1.1 Ορισμός 44

2.1.2 Εισαγωγή 44

2.1.3 Είδη επιφανειακής ξυλείας δαπέδων 44

2.1.4 Κατηγορίες δαπέδων 47

2.1.5 Τοποθέτηση ξύλινων δαπέδων 50

2.1.6 Φινίρισμα (γυάλισμα) ξύλινου δαπέδου 53

2.1.7 Επίλογος 53

2.2 ΠΑΤΩΜΑΤΑ 54

2.2.1 Ορισμός 54

2.2.2 Κατηγορίες ξύλινων πατωμάτων 54

2.3 ΔΑΠΕΔΑ ΣΕ ΞΥΛΙΝΑ ΠΑΤΩΜΑΤΑ 58

2.3.1 Γενικά 58

2.3.2 Παράθεση Φωτογραφικού Υλικού 59

2.4 ΥΠΟΔΟΜΗ - ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ 62

2.4.1 Γενικά[] 62

2.4.2 Σύνθετα δομικά συστήματα 62

2.4.3 Απλά δομικά συστήματα[] 64

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο 69

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ-(ΕΚ5) 69

3.2 ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ-(κατά ΕΚ5) 69

3.2.1 Γενικά 69

3.2.2 Κλάσεις λειτουργίας 70

3.2.3 Τιμές σχεδιασμού μηχανικών ιδιοτήτων 71

3.2.4 Τιμές σχεδιασμού φερουσών ιδιοτήτων 71

3.2.5 Παράθεση πινάκων 72

3.2.6 Βάσεις σχεδιασμού οριακών καταστάσεων 73

3.3 ΒΑΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ -(κατά ΕΚ5) 74

3.3.1 Το ξύλινο πάτωμα στην αστοχία-(Ο.Κ.Α.) 74

“ (Ευρωκώδικας 5, 2004)-*κεφάλαιο 6*” 74

3.3.2 Το ξύλινο πάτωμα στη λειτουργικότητα -(Ο.Κ.Λ.) 78

« (Ευρωκώδικας 5, 2004)-*κεφάλαιο 7*” 78

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 85

4.1 ΕΠΙΛΥΣΗ ΞΥΛΙΝΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ 85

4.1.1 Δεδομένα 85

4.1.2 Υπολογισμοί 89

4.2 ΔΟΚΙΜΕΣ - ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΤΑ ΕΚ5 94

4.2.1 Δεδομένα 95

4.2.2 Δοκιμές 98

5 Κεφάλαιο 5 106
5.1 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ 106
5.1.1 Περιγραφή πειράματος 106
5.1.2 Μετρήσεις 110
5.2 ΘΕΩΡΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 116
5.2.1 Προγραμματισμός MatLab 116
5.2.2 Θεωρία μετασχηματισμού Fourier 116
5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 118
5.3.1 Υπολογισμός Ιδιοσυχνότητων πειράματος 118
5.3.2 Υπολογισμός απόσβεσης 125
5.3.3 Έλεγχος ταλαντώσεων-(EK5)[] 127
6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^{ο} 129
6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 129
6.1.1 Συμπεράσματα υπολογισμών (κατά EK5) 129
6.1.2 Συμπεράσματα- Συγκρίσεις μετρήσεων(από Πείραμα) 131
6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΝΟΧΛΗΣΗΣ από ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ 131
6.2.1 Αύξηση δυσκαμψίας κατασκευής 132
6.2.2 Μείωση ανοίγματος L κύριων διαδοκίδων 132
6.2.3 Τελική επίστρωση δαπέδου 132
6.2.4 Ενίσχυση με στρώση από ελαφρομπετόν 132
6.2.5 Τοποθέτηση ενδιάμεσων χωρισμάτων[] 133
6.2.6 Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδέσμων 133
6.2.7 Πρακτικές εισηγήσεις 133
6.3 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ 134
6.3.1 Συγκρίσεις Υπολογισμών με τις Μετρήσεις 134
6.3.2 Αδυναμίες Ευρωκώδικα 5 134

6.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ 137
6.4.1 Προτεινόμενες εναλλακτικές διάτάξεις 138
6.4.2 Παρατηρήσεις 138
6.5 Εισηγήσεις για μελλοντικές έρευνες: 139
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι 140
ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟΝ EN 1995-1-1 140
Κεφαλαία Λατινικά 140
Πεζά λατινικά 141
Πεζά ελληνικά 143
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ 144
ΑΠΟΧΡΩΣΕΙΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ 144
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ 145
ΠΡΟΓΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΕ “MATLAB” 145
Υπολογισμός ιδιοσυχνότητας(κατά EK5)-Έλεγχοι ταλαντώσεων 145
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV 150
ΣΕΙΣΜΌΜΕΤΡΟ SS-1 RANGER SEISMOMETER 150
Γενική Περιγραφή 150
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V 151
ΤΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΜΕΤΡΟ 731A ΚΑΙ Ο P31 ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 151
Γενική Περιγραφή 151
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI 153
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ FOURIER 153
Διακριτός μετασχηματισμός Fourier (DFT) 153
Μέθοδος Welch 155
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII 157
ΑΠΟΘΟΡΥΒΟΠΟΙΗΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ 157

Αλγόριθμος φασματικής αφαίρεσης “Boll” 157

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 159

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ 159

ΕΝΤΥΠΕΣ ΠΗΓΕΣ 159

Βιβλία 159

Δημοσιεύσεις 160

Άρθρα 161

Διπλωματικές Εργασίες 161

Περιοδικά 162

Οικονομική ανάλυση 162

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ 162

Πληροφορίες 162

Φωτογραφικό Υλικό 163

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ Η/Υ 163

ΕΞΩΦΥΛΛΟ 163

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 163

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το ξύλο βρίσκεται στην υπηρεσία του ανθρώπου από τότε που αυτός εμφανίστηκε στη γη. Οι βασικές ανάγκες του πρωτόγονου ανθρώπου (καύσιμη ύλη, θέρμανση, όπλα), καθώς και οι μετέπειτα ανάγκες που προέκυψαν και αφορούσαν την στέγαση (καταφύγιο, σπίτι), καλύφθηκαν από το ξύλο. Τη μεγαλύτερη όμως απόδειξη για την μεγάλη διάδοση του ξύλου ως υλικό δομής, μας το παρέχουν οι μυκηναϊκές πήλινες επιγραφές, πινακίδες γραμμένες στην Γραμμική Β'[1] από την Κρήτη, την Πύλο, την Θήβα, οι πάπυροι[2]και αρχαίοι συγγραφείς(μεταξύ αυτών ο Όμηρος και ο Ησίοδος[3]Κατά τους αρχαϊκούς ιδίως χρόνους, στους κλασσικούς αλλά και στους μετέπειτα, το ξύλο χρησιμοποιήθηκε σε πασσαλότοιχους, ξυλοδεσίες, πατώματα, θύρες, παράθυρα, οροφές, στέγες, στην ναυπηγική καθώς ακόμη και σε ναούς, στοές, οικίες που κατασκευάζονταν εξ ολοκλήρου ή εν μέρει με ξύλο, όπως αναφέρει ο περιηγητής Παυσανίας.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι στη μινωική εποχή το ξύλο κατείχε εξέχοντα ρόλο στη διαμόρφωση του φέροντα οργανισμού των κτιρίων και αρκετές φορές συνεργαζόταν με την πέτρα, όπως επίσης η αμφικλινής ξύλινη στέγη του Ικτίνου στον Παρθενώνα.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο αριθμός των προϊόντων που παράγονταν από ξύλο με απλή μηχανική ή πολύπλοκη χημική μεταποίηση, αυξάνεται συνεχώς. Θεωρητικά, από το ξύλο μπορούν να παραχθούν όσα προϊόντα παράγονται από το πετρέλαιο. Τα κυριότερα από αυτά είναι καυσόξυλα, ξυλάνθρακες, χαρτί, ρητίνη, συνθετικό πετρέλαιο, ξυλαέριο, πίσσα, πριστή ξυλεία, αντικολλητη, μοριοσανίδες κτλ.

Σε πολλές φτωχές χώρες του κόσμου (κυρίως Αφρική και Ασία), το ξύλο εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ως κύρια θερμαντική ύλη (ως καυσόξυλο) με αντιοικολογικά αποτελέσματα. Περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής ξύλου από τα δάση της γης, χρησιμοποιείται σήμερα ως καύσιμη ύλη.

Τέλος, σύμφωνα με μια πρόσφατη έρευνα, τα τελευταία χρόνια η ξύλινη δόμηση στην Κίνα παρουσιάζει ταχεία ανάπτυξη στα πλαίσια της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου. [4]

---

[1] (Προμπονά, 1978)

[2] (Μανδηλαρά, 1978)

[3] (Ησίοδος)

[4] (SourceJuice)

1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

1.1 ΤΟ ΞΥΛΟ ΩΣ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ

1.1.1 ΤΟ ΔΕΝΤΡΟ

Το ξύλο είναι ένας «ζωντανός οργανισμός», με οργανωμένη κυτταρική δομή, το οποίο εμφανίζει ανισότροπες ιδιότητες. Αυτή η ανισοτροπία ωφελείται στη διαφορετική διεύθυνση των ινών του ξύλου, (τα λεγόμενα κι αλλιώς «νερά» του) και επηρεάζει την αντοχή αυτού.

Στο ξύλο, είναι χαρακτηριστική η παρουσία ομόκεντρων στρώσεων που ονομάζονται αυξητικοί δακτύλιοι. Μετρώντας τον αριθμό των κανονικών αυξητικών δακτυλίων στη βάση ενός δένδρου, είναι δυνατό να εκτιμήσουμε την ηλικία του.

1.1.2 Η ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΤΟΜΗ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

Ο κορμός ενός δέντρου, απαρτίζεται από τα εξής στρώματα, από έξω προς τα μέσα:

- ΤΟ ΦΛΟΙΟ (εσωτερικό ή εξωτερικό).
- ΤΟ ΚΑΜΒΙΟ, ένα λεπτό στρώμα ζωντανών κυττάρων μεταξύ φλοιού και ξύλου.
- ΤΟ ΣΟΜΦΟ ΞΥΛΟ (περιφερειακό), που έχει συνήθως ανοιχτό χρώμα.
- ΤΟ ΕΓΚΑΡΔΙΟ ΞΥΛΟ, η καρδιά του ξύλου (κεντρικό μέρος), που έχει πιο σκούρο χρώμα.
- ΤΗΝ ΕΝΤΕΡΙΩΝΗ, που αποτελεί τον κεντρικό πυρήνα του δέντρου.

Σχήμα 1.1.: Η εγκάρσια τομή του ξύλου. *«handmade»*

1.1.3 ΟΙ ΡΟΖΟΙ

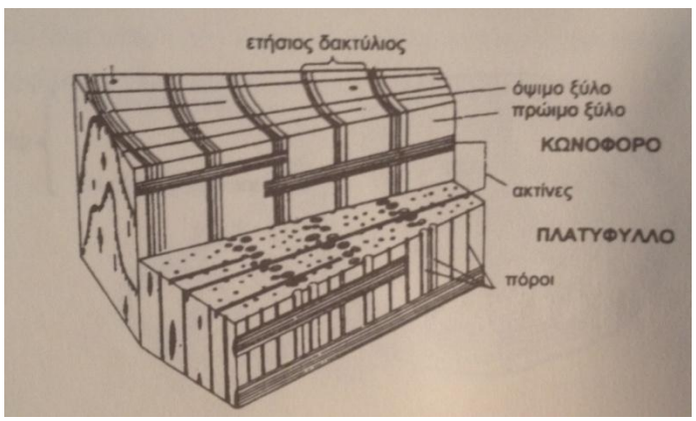
Οι ρόζοι ονομάζονται τα ενσωματωμένα τμήματα των κλαδιών του δέντρου στο κορμό. Διακρίνονται σε:

- ΣΥΜΦΥΤΟΥΣ ή ΧΛΩΡΟΥΣ ή ΖΩΝΤΑΝΟΥΣ ή ΥΓΙΕΙΣ, οι οποίοι αποτελούν τα ζωντανά κλαδιά που είναι ενσωματωμένα στο κορμό την στιγμή της υλοτόμησης.
- ΑΠΟΠΙΠΤΟΝΤΕΣ ή ΝΕΚΡΟΥΣ ,οι οποίοι αποτελούν τα ξερά νεκρά κλαδιά που περικλείονται μέσα στον κορμό τη στιγμή της υλοτόμησής και συστατικά αποτελούν ξένα σώματα, δημιουργώντας οπές στο ξύλο.

1.1.4 ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ

Η ποιότητα του ξύλου εξαρτάται από την προέλευσή τους, δηλαδή από το είδος του δέντρου που το παράγει, γι' αυτό και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- ΤΑ ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ ή ΦΥΛΛΟΒΟΛΑ : δρυς, οξιά, καστανιά, καρυδιά, σημύδα, σφενδάμι, λεύκα, μπάλσα, φτελιά που χαρακτηρίζονται ως « σκληρή ξυλεία».
- ΤΑ ΚΩΝΟΦΟΡΑ ή ΑΕΙΘΑΛΗ : πεύκη, ελάτη, κυπαρίσσι, λαρτζίνο,ψευδοτσουγκα,pitch-pine που χαρακτηρίζονται ως «μαλακή ξυλεία».



Σχήμα 1.2.: Η εγκάρσια τομή του ξύλου κωνοφόρων και πλατύφυλλων.
« (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)Σχ.1.3.σελ.8**»**

1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1.2.1 ΕΥΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Το ξύλο είναι προϊόν βιολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα δέντρα. Ουσιαστικά το ξύλο ως προϊόν του φαινομένου της φωτοσύνθεσης, αποτελεί αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας. Από την ηλιακή ενέργεια που φτάνει στη γη από τον ήλιο μέσω της φωτοσύνθεσης των δέντρων και των φυτών, παράγονται ετησίως περισσότεροι από 200 δισεκατομμύρια τόνοι οργανικής βιομάζας. Το ξύλο αποτελεί μέρος αυτής της παραγόμενης βιομάζας χωρίς καμιά κατανάλωση από τον άνθρωπο. Η κατεργασία του είναι εύκολη και τα υπολείμματα αξιοποιούνται χωρίς να ρυπαίνουν το περιβάλλον. Σαν αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια, που παρήχθη κατά τη φωτοσύνθεση το ξύλο έχει μεγάλη αξία ως πηγή ενέργειας.

1.2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ ΩΣ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ

Γενικά, το ξύλο έχει και θα εξακολουθήσει να έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το τσιμέντο, το χάλυβα, το αλουμίνιο και τα πλαστικά.
Τα πλεονεκτήματα του ξύλου καταγράφονται ακολούθως:

i. Αναπαράγεται από την φύση-είναι ανανεώσιμη ύλη με ρυθμό μεγαλύτερο από την ανάπτυξή του- σε αντίθεση με τις άλλες ορυκτές πρώτες ύλες (πετρέλαιο, μεταλλεύματα) που εξαντλούνται συνεχώς.
ii. Η κατεργασία του είναι σχετικά εύκολη με σημαντικά μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και έκκληση CO_2 στην ατμόσφαιρα.
iii. Όταν παρέλθει ο χρόνος χρήσης του δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, διότι κάτω από κατάλληλες συνθήκες αποσυντίθεται.
iv. Έχει μεγάλη αισθητική αξία, διότι είναι διαθέσιμο σε πολλούς συνδυασμούς χρωμάτων και σχεδίασης.
v. Παρέχει μεγάλη μηχανική αντοχή με σχετικά μικρό ίδιο βάρος και συμπεριφέρεται εξαιρετικά σε σεισμικές καταπονήσεις. Αποτελεί το κυρίαρχο δομικό υλικό των αντισεισμικών δομικών συστημάτων του κόσμου.
vi. Ως δομικό υλικό έχει θερμομονωτικές ιδιότητες και είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού. Έχει μικρή θερμική συστολή και διαστολή και πολύ καλές ακουστικές ιδιότητες
vii. Δεν οξειδώνεται, καθώς παρουσιάζει καλή αντοχή σε αραιά διαλύματα οξέων.
viii. Αν και είναι κατεξοχήν καύσιμο υλικό, έχει σε ικανοποιητικό βαθμό προβλέψιμη συμπεριφορά έναντι φωτιάς.
ix. Είναι άριστο δομικό υλικό με μεγάλες κατασκευαστικές δυνατότητες και αρχιτεκτονική αξία, καθώς μπορεί να καλύψει μεγάλα ανοίγματα μεγάλων διαστάσεων.
x. Είναι «ζεστό» υλικό με ιδιαίτερη αίσθηση στην αφή και στην όραση.

1.2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Πρόκειται για οικολογικές κατασκευές που εντάσσονται αρμονικά στο φυσικό περιβάλλον. Καθώς πρέπει να σημειωθεί ότι ο αειφορικός τρόπος εκμετάλλευσης των δασών, συμβάλει στη προστασία του περιβάλλοντος και στην ανάπτυξη του δασικού κεφαλαίου. Σύμφωνα και με την επιστήμη της δασοπονίας είναι απαραίτητη καλλιέργεια δέντρων με αποκλειστικό στόχο την υλοτόμηση.

i. Παρέχουν υγιεινό περιβάλλον διαβίωσης, μιας που το ξύλο είναι ανανεώσιμο φυσικό και μη τοξικό προϊόν.
ii. Εξασφαλίζουν μέγιστη αντοχή στις καιρικές συνθήκες και μεγάλη διάρκεια ζωής.
iii. Προσφέρουν άριστη στεγάνωση και θερμομόνωση για οικονομία ενέργειας, αφού τα σπίτια διατηρούνται δροσερά το καλοκαίρι και ζεστά το χειμώνα.
iv. Παρουσιάζουν ποικιλία σχεδίων και διαστάσεων για όλες τις ανάγκες.
v. Αντιπυρική προστασία, είτε λόγω εμποτισμού του ξύλου με κατάλληλες χημικές ουσίες, επιβραδύνεται η καύση του ξύλου είτε σε ξύλο μεγάλων διαστάσεων.
vi. Αντισεισμική προστασία είτε ως ύλη με εξαιρετική αντοχή στον εφελκυσμό, είτε ως κύριο φέρον στοιχείο δομικού συστήματος μέσω του οποίου μειώνονται σημαντικά οι αδρανειακές δυνάμεις.

vii. Επίσης, οι ξύλινες κατασκευές παρουσιάζουν μεγάλη δυνατότητα παραλαβής των παραμορφώσεων χωρίς να καταρρέουν εύκολα. Οι βλάβες από τον σεισμό αποκαθίστανται πιο εύκολα.
viii. Εξοικονόμηση χρόνου και κόστους εργατοωρών λόγω εύκολης και γρήγορης τοποθέτησης.
ix. Απαιτούν χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης.
x. Εξυπηρετούν με τις σύντομες και οικονομικότερες διαδικασίες οικοδομικής άδειας.

Στην πλειοψηφία τους τα σπίτια αυτά χαρακτηρίζονται αειφόρες κατασκευές οι οποίες διαθέτουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Την χρήση ανακυκλώσιμων υλικών για την διατήρηση των φυσικών πόρων.
- Την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σχεδιασμό του κτιρίου.
- Την βελτιστοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τέλος η τυποποίηση στη κατασκευή πέρα από τις ξύλινες κατοικίες, έχει πλέον διαδοθεί ευρέως και στην επιπλοποιία. Η μόδα που επικρατεί στις μέρες μας με τα έπιπλα τύπου «ΙΚΕΑ», κατέχει πλέον την πρώτη επιλογή στην αγορά για την επίπλωση και διακόσμηση ενός έξυπνου, φθηνού και λειτουργικά εύχρηστου σπιτιού.

1.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1.3.1 ΥΓΡΟΣΚΟΠΙΚΟΤΗΤΑ

Το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό, για το λόγο αυτό αποδίδει ή προσλαμβάνει υγρασία έως ότου το «ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας» (Π.Π.Υ)[5]του σταθεροποιηθεί στο λεγόμενο «ποσοστό υγρασίας σε ισορροπία με το περιβάλλον», το οποίο εξαρτάτε από την θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας.

$$\text{Π.Π.Υ} = \frac{\text{Βάρος Περιεχόμενου Νερού}*100}{\text{Βάρος Αποξηραμένου Ξύλου}}$$

Σχέση 1.1:. «Ποσοστό της Περιεχόμενης Υγρασίας» (Π.Π.Υ.).

Επίσης το Π.Π.Υ για το οποίο το ξύλο δεν ανταλλάσσει υγρασία με το περιβάλλον, ονομάζετε «ποσοστό ισορροπίας της περιεχόμενης υγρασίας» (Π.Ι.)[6.] Σημειώνετε ότι η ισορροπία αυτή δεν σημαίνει εξίσωση των ποσοστών υγρασίας στο ξύλο και στο περιβάλλον. Επειδή το νερό

---

[5] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 1.5.2.8.*

[6] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 1.5.2.3*

αντιμετωπίζει δυσκολίες στην είσοδο και την έξοδο προς το ξύλο και από το ξύλο, έτσι το Π.Ι. είναι πολύ χαμηλότερο από τη σχετική υγρασία (RH) του περιβάλλοντος.

Από τη μια το Π.Ι. αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος του ξύλου. Από την άλλη όμως η αύξηση του Π.Π.Υ. οδηγεί σε σημαντική μείωση των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου. Εξαιτίας λοιπόν της υγροσκοπικότητας του, το ξύλο μεταβάλλει τις διαστάσεις του κάθετα στην διεύθυνση των ινών. Αυτές οι μεταβολές διακρίνονται στη Ρίκνωση(shrinkage) , που λαμβάνει χώρα σε στεγνό ξύλο με την περιεχόμενη υγρασία να μειώνετε άμεσα κατά ένα μεγάλο ποσοστό (κάτω από 12%) και στη Μετακίνηση(Movement) που παρατηρείτε σε στεγνό ξύλο εξαιτίας των καθημερινών αλλαγών στην υγρασία και στην περιβάλλουσα ατμόσφαιρα.

1.3.1.1 ΡΙΚΝΩΣΗ

Ρίκνωση ή αντίστροφα διόγκωση, ονομάζεται το φαινόμενο της αυξομείωσης των διαστάσεων του ξύλου εξαιτίας της απότομης και μεγάλης μεταβολής του ποσοστού υγρασίας, κατά το οποίο παρατηρείται ότι ο βαθμός ρίκνωσης διαφέρει ανάλογα με την διεύθυνση των ινών του (μεγαλύτερος κάθετα στη διεύθυνση των ινών του ξύλου).

1.3.1.2 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ

Μετακίνηση ονομάζουμε το φαινόμενο της συνεχής αλλαγής διαστάσεων στο αποξηραμένο ή ξηρό ξύλο, εξαιτίας των συνεχών εναλλαγών της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας κατά το οποίο οι μεταβολές των διαστάσεων είναι μικρότερες από εκείνες που οφείλονται στη ρίκνωση. (γιατί η καθημερινή εναλλαγή της υγρασίας του περιβάλλοντος παρουσιάζει μικρότερες τιμές από τις μεγάλες και απότομες αλλαγές στην περιεχόμενη υγρασία του ξύλου) . Επισημαίνεται ότι η κατά μηνός μεταβολή των διαστάσεων ενός ξύλου είναι τόσο μικρή που κατά γενικό κανόνα θεωρείται αμελητέα.

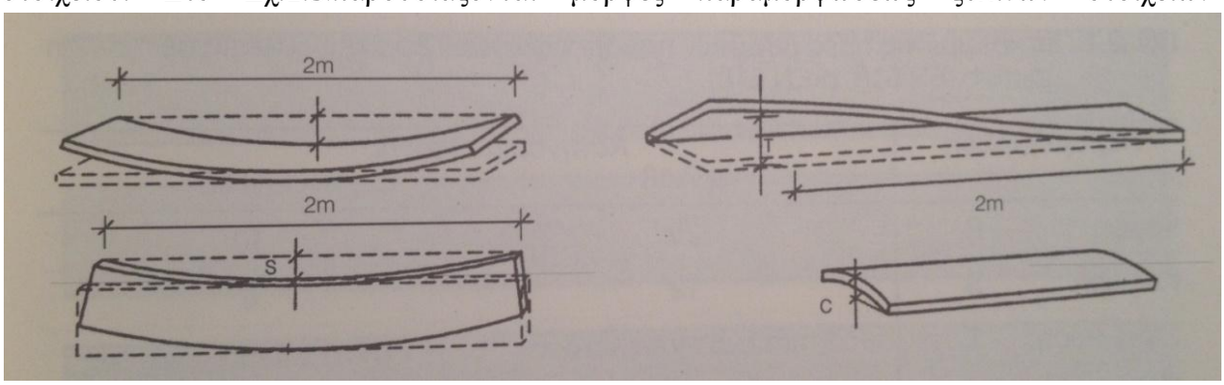
Βοτανική Ονομασία (Αγγλικά)	**Εμπορική Ονομασία (Αγγλικά)**	Εγκάρσια/ Εφαπτομενικά	Ακτινικά
Clorophora exerceiso	Iroko	1.0	0.5
Tectona grandis	Teak	1.2	0.7
Pinus strabus	Yellow Pine	1.8	0.9
Pecea abies	Whitewood	1.5	0.7
Pinus sylvestris	Redwood	2.2	1.0
Tsuga	Western hemlock	1.9	0.9

heterophylla			
Quercus robur	European oak	2.5	1.5
Fagus sylvatica	European beech	3.2	1.7

Πίνακας 1.1.: Μετακινήσεις ξυλείας εκφρασμένες σε ποσοστό (%), όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος μεταβάλλεται από 90% σε 60% για σταθερή θερμοκρασία 25ο C. «(J.M Dinwoodie, 2000,"Timber: It's nature and behavior",p64)**»**

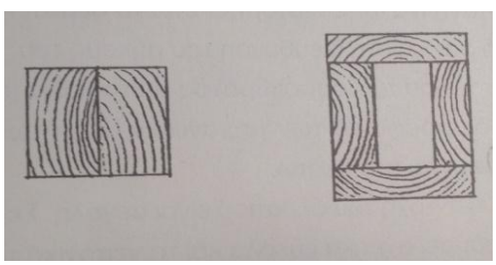
1.3.2 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

Η παραμόρφωση ενός κομματιού ξύλου δυσχεραίνει ή και αποκλείει την χρήση του ως δομικού στοιχείου. Στο Σχ.1.3.παρουσιάζονται μορφές παραμορφώσεως ξύλινων στοιχείων .



Σχήμα 1.3: Οι παραμορφώσεις του ξύλου. « (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)Σχ.2.3**,**σελ.63**»**

Σε αρκετά εθνικά πρότυπα διαβαθμίσεως του ξύλου, τίθενται όρια για τις παραμορφώσεις δομικής ξυλείας. Στην περίπτωση σύνθετων διατομών, η σύνδεση των κομματιών του ξύλου γίνεται με κατοπτρική διάταξη των ινών τους και έτσι να αλληλοεξουδετερώνονται οι παραμορφώσεις Σχ. 1.4.



Σχήμα 1.4: Αντικολλητά ξύλα. « (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)Σχ.1.12,σελ.25**»**

1.3.3 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

Το ξύλο γίνεται ιδιαίτερα ευπαθές όταν μετατρέπεται σε δομική ξυλείας, εξαιτίας των θρεπτικών συστατικών που περιλαμβάνει, τα οποία προτιμούν οι μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα. Οι μύκητες και τα ξυλοφάγα έντομα ποικίλουν ευρέως ως προς την περιεχόμενη υγρασία μπορούν αν αναπτυχθούν αναζητώντας υψηλή σχετική υγρασία στη πλειοψηφία τους.

1.3.3.1 ΣΗΨΗ (ΣΗΠΤΙΚΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ)

Οι σηπτικοί μύκητες είναι ετερότροφοι μικροοργανισμοί, που τρέφονται από έτοιμες οργανικές ενώσεις του ξύλου και αλλοιώνουν το χρώμα, τη δομή, τη χημική σύσταση και τις ιδιότητες του ξύλου. Η ανάπτυξη των μυκήτων αυτών βασίζεται σε τέσσερις παράγοντες:

i. Επαρκή υγρασία. (Η εμφάνιση σήψης είναι πιθανή μόνον όταν η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου είναι μεγαλύτερη από 18-20 Κ).
ii. Τον αέρα (Για το λόγο αυτό ξύλινοι πάσσαλοι εμπηγμένοι τελείως μέσα στο νερό ή έδαφος, έχουν έλλειψη αέρα, αντέχουν στο χρόνο)
iii. Ευνοϊκή θερμοκρασία (ευδοκιμούν σε ένα πλατύ φάσμα θερμοκρασιών, αλλά αναπτύσσονται καλύτερα στους 27 ^{o} C).
iv. Και την τροφή (Γι' αυτό όταν το ξύλο επεξεργαστεί με συντηρητικά, γίνεται τοξικό για τους μύκητες και δεν μπορούν να τραφούν από αυτό).

Η ευαισθησία του ξύλου στην σήψη μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος και την περιοχή του κορμού. Η προβολή από τους μύκητες εμφανίζεται συνήθως στο νεκρό ή χαλασμένο ιστό, ιδιαίτερα στα κλαδιά και τις ρίζες.

Εικόνα 1.1: Σήψη ξύλου από μύκητες. «http://www.moldbacteriaconsulting.com/how-fast-does-mould-grow-on-building.html»

1.3.3.1.1 . ΥΓΡΗ ΣΗΨΗ

Όλοι οι μύκητες που κατατάσσονται στην υγρή σήψη αναπτύσσονται σε ξύλο με περιεχόμενη υγρασία πάνω από το 20 % για μεγάλο χρονικό διάστημα και χρωματίζουν το ξύλο σε καφέ ή

λευκό αντίστοιχα. Εμφανίζονται πιο συχνά στα κτίρια και γενικότερα στις κατασκευές και είναι τα εξής:

- ΠΟΡΩΔΗΣ ΜΥΚΗΤΑΣ
- ΦΥΛΟΦΑΓΟΣ ΜΥΚΗΤΑΣ
- ΑΣΠΡΟΜΥΚΗΤΑΣ, που προκαλεί την μούχλα

1.3.3.1.2 ΞΗΡΗ ΣΗΨΗ

Στη ξηρή σήψη κατατάσσεται ο πραγματικά σπογγώδης μύκητας ή αλλιώς μύκητας των υπογείων και είναι πιο επικίνδυνος. Αναπτύσσεται σε υπόγειους χώρους, όπως σε μη αεριζόμενα δάπεδα, καθώς και πίσω από ξύλινες επενδύσεις.

1.3.3.2 ΞΥΛΟΦΑΓΑ ΕΝΤΟΜΑ

Πρόκειται για ζωικά παράσιτα του ξύλου, που προσβάλλουν είτε νωπό είτε αποξηραμένο από αέρα ξύλο.

(α) ***(β)***

Εικόνα 1.2:(α)Ξυλοφάγα «www.apolimantikiltd.gr**» & (β)Τερμίτες-Σαράκι. «***www.ecocontrol.gr**»**

1.3.3.2.1 ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ-ΣΚΑΘΑΡΙΑ

Τα κολεόπτερα προσβάλλουν το ξύλο εναποθέτοντας τα αυγά που γεννούν στη μαλακή στρώση και κάτω από την φλούδα του ξύλου. Ουσιαστικά αναπαράγονται τρυπώντας το ξύλο.

- ΣΑΡΑΚΙ ,ΞΥΛΟΦΑΓΟ ΕΠΙΠΛΩΝ
- ΡΟΛΟΙ ΤΟΥ ΘΑΝΑΤΟΥ, προκαλεί ήχο την νύχτα
- ΥΛΟΤΡΥΠΟΣ, ξυλοφάγος παλιών σπιτιών
- ΠΑΡΚΕΤΟΕΝΤΟΜΟ

1.3.3.2.2 ΤΕΡΜΙΤΕΣ

Οι τερμίτες είναι τα πιο διαδεδομένα ξυλοφάγα έντομα και προκαλούν πολύ μεγάλες καταστροφές στις κατασκευές.

- ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΤΕΡΜΙΤΕΣ
- ΤΕΡΜΙΤΕΣ ΞΗΡΟΥ ΞΥΛΟΥ
- ΤΕΡΜΙΤΕΣ ΥΓΡΟΥ ΞΥΛΟΥ

1.3.3.3 ΘΑΛΛΑΣΙΝΑ ΠΑΡΑΣΙΤΑ ΞΥΛΟΥ

Οι ζωικοί αυτοί οργανισμοί χωρίζονται:

- ΣΤΑ ΜΑΛΑΚΙΑ π.χ. βασομματοφόρα, γαστερόποδα, μαλακόζωα
- ΣΤΑ ΑΡΘΡΟΠΟΔΑ π.χ. σαράκι της θάλασσας

Επίσης επιδρούν στο ξύλο κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και προσβάλλουν πλοία ,βάρκες, πασσάλους κλπ.

1.3.4 ΦΩΤΙΑ

(α) ***(β)*** ***(γ)***

Εικόνα 1.3 Φωτιά –Καύση ξύλου(α) «www.worldnature.org***»& (β)«***www.adamsalerts.com***»& (γ)«***www.wildforestfires.com***»***

Η φωτιά είναι μία από τις πιο συνηθισμένες αιτίες ζημιών στα ξύλινα κτίρια. Παρότι σαν μέλος κατασκευής το ξύλο μπορεί να φθάσει μια διάρκεια πυραντίστασης 30 λεπτών και περισσότερο.

Από τη μία η διαδικασία της καύσης σε μια ξύλινη κατασκευή γίνεται σε αργά στάδια από το εξωτερικό φλοιό έως την καρδιά, με δυνατότητα να επιβιώσει περισσότερο χρόνο από μια μεταλλική, η οποία χάνει γρηγορότερα τη φέρουσα ικανότητά της, με κίνδυνο ολοκληρωτικής κατάρρευσης από υπερβολικές παραμορφώσεις. Από την άλλη όμως η θέρμανση, που προκαλείται αρχικά, ο καπνός που παράγεται στη συνέχεια με την απόθεση στάχτης και τέλος η απανθράκωση, με κίνδυνο την δημιουργία ανάφλεξης είναι οι αιτίες που καθιστούν την καύση του ξύλου ζημιογόνα.

Τέλος εξίσου βασικός παράγοντας πρόκλησης ζημιών είναι οι πυροσβεστικές ενέργειες και τα πυροσβεστικά μέτρα μετά τη φωτιά (π.χ. σημαντικές ποσότητες νερού στα δάπεδα κατά τη πυρόσβεση, μπορούν να εμφανίσουν μύκητες).

1.3.5 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

1.3.5.1 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΞΥΛΩΝ ΜΕ ΕΓΚΟΠΕΣ

Εικόνα 1.4 Συνδέσεις ξύλων με εγκοπές(α)&(β). «Κτήρια "Wands"»

1.3.5.2 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ[7]

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η αντοχή της συγκολλήσεως είναι αντικείμενο ελέγχου οριακής καταστάσεως αστοχίας, ο παραγωγός των συνδέσεων θα πρέπει να υπόκειται σε έλεγχο ποιότητας, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η αξιοπιστία και η ανθεκτικότητα σε διάρκεια της συνδέσεως είναι σε συμφωνία με τις τεχνικές προδιαγραφές.

Θα πρέπει να εφαρμόζονται οι συστάσεις του παραγωγού της κόλλας, οι οποίες αφορούν την ανάμιξη, τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την εφαρμογή και την συντήρηση, το ποσοστό υγρασίας των συγκολλουμένων μελών και, γενικώς, όλους τους παράγοντες τους σχετικούς με την ορθή χρήση της κόλλας.

Συνδέσεις με κόλλες οι οποίες, μετά την αρχική πήξη, χρειάζονται έναν χρόνο ωριμάνσεως πριν αποκτήσουν την πλήρη αντοχή τους, δεν πρέπει να φορτίζονται κατά το απαιτούμενο αυτό χρονικό διάστημα.

---

[7] (CEN Eurocode 5: Design of timber structures, 2004),*Κεφάλαιο 7.3 (1) ,(2),(3)*

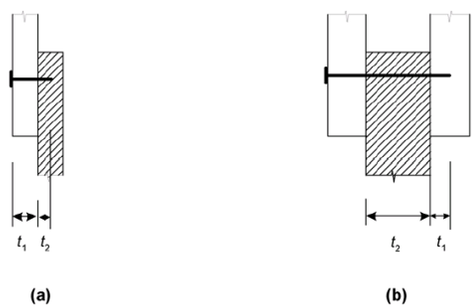
1.3.5.3 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ

Οι συνδέσεις αποτελούν ένα αδύναμο σημείο των ξύλινων κατασκευών, καθώς παρουσιάζουν κίνδυνο εμφάνισης αστοχιών όταν αυτές είναι εκτεθειμένες σε συνθήκες υψηλής υγρασίας, αλλά και απομείωση των αντοχών στα κρίσιμα σημεία σύνδεσης. Χαρακτηριστικά είδη συνδέσεων είναι:

1.3.5.3.1 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΗΛΟΥΣ

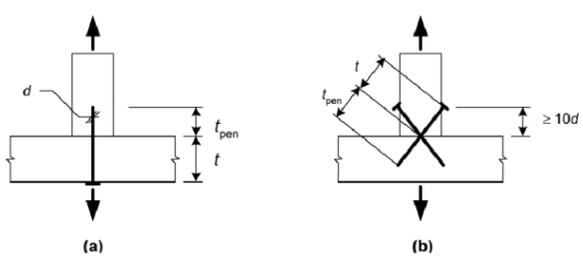
1.3.5.3.1.1 ΉΛΟΙ ΥΠΟ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗ

- ΗΛΩΣΕΙΣ ΞΥΛΟΥ ΜΕ ΞΥΛΟ
- ΗΛΩΣΕΙΣ ΞΥΛΟΠΛΑΚΑΣ ΜΕ ΞΥΛΟ
- ΗΛΩΣΕΙΣ ΧΑΛΥΒΑ ΜΕ ΞΥΛΟ



Σχήμα 1.5 Τα μεγέθη t1 και t2 για μονότμητη (a) και δίτμητη (b) σύνδεση. « (Ευρωκώδικας 5)**,**σχ.8.4.***»***

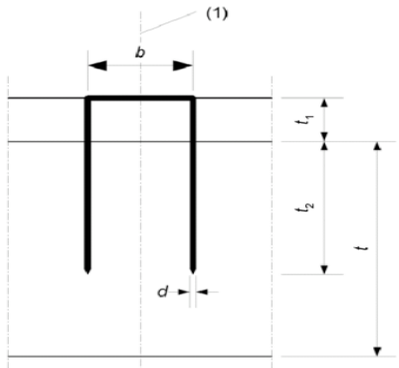
1.3.5.3.1.2 ΉΛΟΙ ΥΠΟ ΑΞΟΝΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ



Σχήμα 1.6 (a) Ήλωση καθέτως προς τις ίνες και (b) λοξή ήλωση. « (Ευρωκώδικας 5)**,**σχ.8.8.***»***

1.3.5.3.1.3 ΉΛΟΙ ΥΠΟ ΣΥΝΔΙΑΣΜΕΝΗ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΑΙ ΑΞΟΝΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

1.3.5.3.2 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΔΙΚΑΡΦΑ

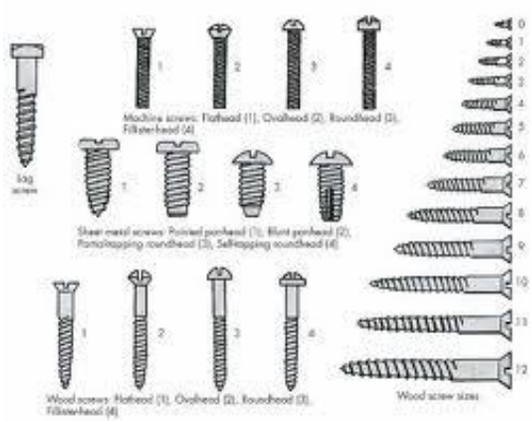


Σχήμα 1.7 Διαστάσεις δίκαρφου. « (Ευρωκώδικας 5)***,***σχ.8.9.***»***

1.3.5.3.3 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΚΟΧΛΙΕΣ(ΜΠΟΥΛΟΝΙΑ)

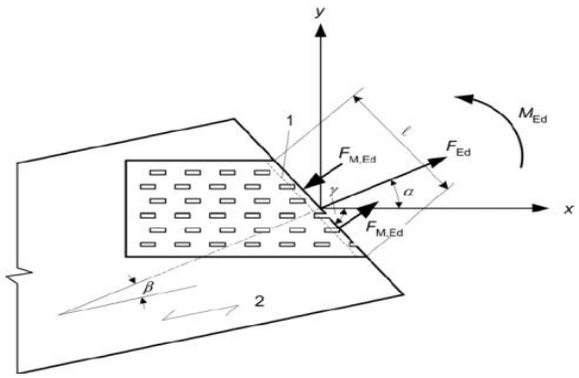
Εικόνα 1.5 Συνδέσεις με κοχλίες(μπουλόνια). «Αποθήκες "Wands"»

1.3.5.3.4 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΒΙΔΕΣ



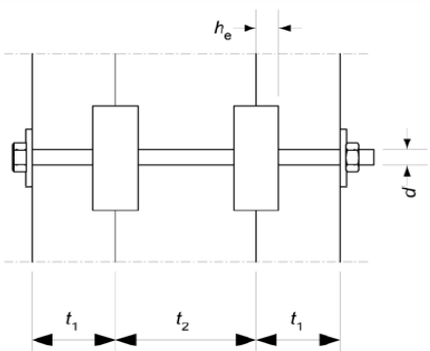
Σχήμα 1.8 Βίδες διατεταγμένες κατά μέγεθος. «http://www.oep.com***»***

1.3.5.3.5 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΗΛΟΦΟΡΕΣ ΠΛΑΚΕΣ



Σχήμα 1.9 Βίδες Γεωμετρία συνδέσεως μέσω ηλοφόρου πλάκας φορτιζόμενης με δύναμη **F_{Ed}** ***και ροπή*** **M_{Ed}** *(1)Το όριο της δρώσας επιφάνειας &(2)Η διεύθυνση των ινών.* **«** (Ευρωκώδικας 5)**,**σχ.8.11.**»**

1.3.5.3.6 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΔΑΚΤΥΛΙΟΕΙΔΗ ΚΑΙ ΔΙΣΚΟΕΙΔΗ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΑ ΕΝΘΕΜΑΤΑ



Σχήμα 1.10 Διαστάσεις συνδέσεων με δακτυλιοειδή και δισκοειδή διατμητικά ενθέματα.
« (Ευρωκώδικας 5)**,**σχ.8.12.**»**

1.3.6 ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΟΤΗΤΑ

Από τα χρόνια της αρχαιότητας(κλασική εποχή) η ξυλεία δεν ήταν ένα φθηνό οικοδομικό υλικό, ιδιαίτερα για την αγορά της ελληνικής επικράτειας. Αυτό οφείλεται στους περιορισμένους έως και ανύπαρκτους πλέον εγχώριους προμηθευτές ,στην έλλειψη τεχνογνωσίας, αλλά συχνά και στη διαστρεβλωμένη εικόνα που υπάρχει γύρω από το ξύλο.

1.3.6.1 ΚΟΣΤΟΣ

Είναι γεγονός όμως ότι σε όλες τις προμήθειες προστίθεντο σημαντικές δαπάνες μεταφοράς για την εισαγωγή του ξύλου καθώς η δομική ξυλεία πρέπει να προέρχεται από δέντρα μεγάλης ηλικίας για να έχει τις απαιτούμενες διαστάσεις.

1.3.6.2 ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑ

Επίσης για την ιστορία της τεχνογνωσίας των ξύλινων κατασκευών στην ελληνική επικράτεια, γνωρίζουμε από τις αρχαίες επιγραφές, τον Ευριπίδη[8] και τον Πλάτωνα [9] που με τον όρο «τέκτονες» αναφέρονται στους ξυλουργούς ειδικευμένους στις στέγες. Με το πέρασμα όμως των χρόνων χάθηκε η τεχνογνωσία γύρω από το ξύλο και ενισχύθηκε πλέον ο σχεδιασμός ξύλινων κατοικιών ως εισαγόμενο προϊόν και η αντιγραφή φιλανδικών προτύπων ξύλινων σπιτιών.

1.3.6.3 ΑΓΝΟΙΑ ΠΕΛΑΤΩΝ

Το ξύλο ίσως είναι το πιο παρεξηγημένο υλικό κυρίως ως προς την ανθεκτικότητα, το κόστος και τη συντήρηση. Η εμμονή που έχουμε αναπτύξει με το τσιμέντο, η δυσπιστία προς κάτι καινούριο και η ελλιπής ενημέρωση του κοινού ευθύνονται για την περιορισμένη κατασκευή ξύλινων σπιτιών στην αγορά. Σε αντίθεση με την Αμερική, Καναδά και πολλές ευρωπαϊκές χώρες, όπου εξοχικά σπίτια και μόνιμες κατοικίες είναι από ξύλο.

1.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΞΥΛΟΥ

1.4.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΞΥΛΟΥ

Οι απαιτήσεις για προληπτική δομική και χημική προστασία του ξύλου[10]έχουν σκοπό να βοηθήσουν την παρεμπόδιση βλαβών σε ξύλινα δομικά μέλη που προκλήθηκαν λόγω ζωικών ή φυτικών παραγόντων -μυκήτων ή εντόμων- καθώς και μεγάλων αλλαγών της υγρασίας (και συνεπώς μεγάλων παραμορφώσεων).

1.4.1.1 ΔΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΞΥΛΟΥ

Η δομικά προστασία του ξύλου είναι κατά βάση προστασία από την υγρασία με καθαρό κατασκευαστικό μέσο[11]. Οι διαστολές παρεμποδίζονται από τεχνητή αποξήρανση της

---

[8] «τέκτων γαρ ων έπρασσες οθ ξυλουργικά» (Ευρυπίδης απόσπασμα 988)

[9] «τεκτονική, χρήσις και εργασία περί ξύλου» (Θεάγης124/0)

[10] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 4.1.-Σημείωση 2,* (Ευρωπαϊκά Πρότυπα)*EN 350-2 και EN335*

[11] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 2.3.2.1.(1)*

εσωτερικής υγρασίας ώστε αυτή να συμφωνεί με την αναμενόμενη υγρασία της έτοιμης κατασκευής.

Προστασία έναντι αύξησης υγρασίας από νερό βροχοπτώσεων, τριχοειδών φαινομένων και δρόσου, επιτυγχάνεται με:

- Αποστράγγιση των ελεύθερων τοίχων
- Επαρκές και μεγάλες προεξοχές στέγης
- Ένθετα πίσω από την πρόσοψη
- Αποφυγή λιμναζόντων επιφανειών, λαιμών και αυλακιών
- Διάταξη προεξοχής νερού
- Στεγάνωση των θέσεων σύνδεσης
- Τοποθέτηση φλοιώματος κόντρα πλακέ για την ανερχόμενη υγρασία
- Εξασφάλιση επαρκούς κυκλοφορίας αέρα σε χώρους υγρασίας

1.4.1.2 ΧΗΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΞΥΛΟΥ

Η προληπτική χημική προστασία ξύλου είναι έναντι προσβολής από μύκητες και έντομα[12],και αναφέρεται στην προστασία των μη φερόντων μελών, αφού εξαντληθούν τα μέσα δομικής προστασίας. Η δυνατότητα του εμποτισμού εξαρτάται από την ανατομική κατασκευή του ξύλου. Τα περισσότερα προστατευτικά μέσα είναι δηλητηριώδη για τον άνθρωπο και τα ζώα, για τον λόγο αυτό πρέπει να δείχνουμε ιδιαίτερη επιμέλεια στο περιβάλλον στο οποίο εφαρμόζονται .

Τα προστατευτικά μέσα τοποθετούνται ως εξής:

- Με χειροποίητη μέθοδο μέσω εμποτισμού σκαφής, εμβάπτισης, τριβής ή βαφής.
- Με τεχνητή μέθοδο μέσω εμποτισμού από πίεση ατμολέβητα, αέρα ή διαχυση.

1.4.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Οι απαιτήσεις [13]για ελάχιστη θερμομόνωση των μεμονωμένων εξωτερικών δομικών μελών έχουν σκοπό να εξασφαλίσουν :

- Τις προϋποθέσεις για άνετο κλίμα στο εσωτερικό.

---

[12] (Ευρωπαϊκά Πρότυπα) *EN 351-1*

[13] (Ευρωκώδικας 5, 2004),*Παράρτημα Β(πληροφοριακό)*

- Την αποφυγή δομικών βλαβών λόγω υγροποίησης υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια των μελών.
- Για ελαφριά μέλη, καθυστέρηση της πτώσης θερμοκρασίας κατά την διακοπτόμενη θέρμανση.

1.4.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗΣ

Οι απαιτήσεις για την προστασία από την υγρασία αναφέρονται στην παρουσία:

- Βροχοπτώσεων.
- Υγροποίησης υδρατμών στις διατομές δομικών στοιχείων[14]
- Υγροποίησης υδρατμών στις επιφάνειες δομικών στοιχείων.

1.4.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΗΧΟΜΟΝΩΣΗΣ

Οι απαιτήσεις [15]για προστασία από την μετάδοση του ήχου, αναφέρονται σε:

- Ηχομόνωση έναντι Εξωτερικών Θορύβων. Αφορά την ηχομόνωση εξωτερικών μελών για την προστασία των ανθρώπων από εξωτερικούς θορύβους στο εσωτερικό
- Ηχομόνωση στο εσωτερικό των κτιρίων. Αφορά την προστασία ατόμων που είναι σε χώρους παραμονής είτε από μεταφορά ήχου από γειτονικούς, ξένους χώρους κατοικίας ή εργασίας.

1.4.5 ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΞΥΛΟΥ

Τα πυροπροστατευτικά μέσα δεν είναι σταθερά με τον καιρό. Μια προληπτική πυροπροστασία ξύλινων κατασκευών είναι δυνατή μόνο όταν έχει ήδη προστατευτεί από τις καιρικές συνθήκες ή καταπονήσεις λόγω υγρασίας. Αξίζει να αναφερθεί ότι η προστασία του ξύλου έναντι της πυρκαγιάς μπορεί να είναι ενεργητική (μακριά η φωτιά από το ξύλο) ή παθητική (να καθυστερήσουμε όσο γίνεται την καύση/να μείνει όσο γίνεται το ξύλο άκαυστο).

1.4.5.1 ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΉ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΊΑ

Επιτυγχάνεται νε τη χρήση άκαυστων υλικών για τις πληρώσεις και της επενδύσεις, έτσι ώστε το ξύλο να παραμένει σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και να μειώνει τους κινδύνους αναφλέξεως.

---

[14] *Κατά DIN 4108 μέρος 3*

[15] *Κατά DIN 4108*

Επίσης αποτελεί βάση για τον σχεδιασμό με την ορθή επιλογή των υλικών, τη διαρύθμιση των ανοιγμάτων και των χώρων και τη διάταξη φραγμών που θα εμποδίσουν την εξάπλωση της πυρκαγιάς. Για την ενίσχυση της πυραντίστασης των ξύλινων μερών μπορούν να τοποθετηθούν κατάλληλοι τύπο διατομών ή περιβλήματα [16].

1.4.5.2 ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Επιτυγχάνεται με επαλείψεις ή με εμβάπτιση σε κατάλληλα υλικά, με ιδιαιτέρως ευνοϊκά αποτελέσματα ως προς τη μείωση της ταχύτητας αναφλέξεως και απανθρακώσεως. Βασική επίσης μέθοδος είναι η αύξηση των διαστάσεων των δομικών στοιχείων, ώστε να επιμηκυνθεί ο χρόνος επιβίωσης τους και να αυξηθεί η απομένουσα μετά την πυρκαγιά αντοχή τους. Για να γίνει δυσκολότερα αναφλέξιμο το δομικό ξύλο προτείνεται χρήση χημικών μέτρων πυροπροστασίας.[17]

1.5 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

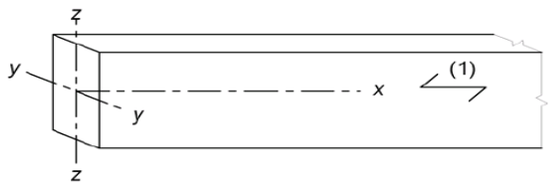
Οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του ξύλου καθορίζονται τόσο από το είδος του δέντρου (κωνοφόρα, πλατύφυλλα) όσο και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύχθηκε το δέντρο (κλίμα, έδαφος, πυκνότητα φυτεύσεως). Η μεγάλη ποικιλία ειδών δέντρων και συνθηκών αναπτύξεως τους, οδηγεί σε μεγάλο εύρος διακυμάνσεως των ιδιοτήτων της παραγόμενης ξυλείας.

Ακόμη, το ξύλο ως ανισότροπο και ανομοιογενές υλικό, παρουσιάζει διαφορετική μηχανική αντοχή σε κάθε διεύθυνση του κάτι το οποίο δεν μπορεί να παραβλεφθεί καθόλη την διάρκεια της κατεργασίας του, από την κοπή και την αποθήκευση ως τον σχεδιασμό και την κατασκευή. Για να γίνει πιο κατανοητή η ανισοτροπία του ξύλου, μπορούμε να προσομοιάσουμε τα σωληνωτά κύτταρα του κορμού με ένα δεμάτι καλαμάκια. Καθένα από αυτά λειτουργεί σαν κοίλη δοκός και παρουσιάζει αυξημένη ακαμψία σε σχέση με μια συμπαγή ίνα ίσης διατομής, ενώ το δεμάτι παρουσιάζει βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες στη διεύθυνση του μήκους του.

---

[16] *κατά DIN 4102* & (Ευρωκώδικας 5, 2004), *Κεφάλαιο 1.1.2.(2) "Δεν καλύπτεται από Ευρωκώδικα"*

[17] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 1.1.2.(2)*



Σχήμα 1.11 Άξονες μέλους, *(1)διεύθυνση των ινών* **«** (Ευρωκώδικας 5)**,**σχ.6.1.**»**

1.5.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

1.5.1.1 Υγρασία

Το ποσοστό υγρασίας (Π.Υ.) επηρεάζει σημαντικά τις ιδιότητες του ξύλου. Το ξύλο ως υγροσκοπικό υλικό απορροφά ή αποβάλλει υγρασία, μέχρι να σταθεροποιηθεί γύρω από το ποσοστό ισορροπίας (Π.Ι.) των υδρατμών του περιβάλλοντος. Γενικώς, η αύξηση του Π.Υ. μειώνει τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου και αντίστροφα. Η επιρροή της υγρασίας σε συνδυασμό με την επιρροή του χρόνου καθορίζουν τον συντελεστή k_{mod}, ο οποίος μαζί με τον επιμέρους συντελεστή ασφαλείας του υλικού γ_M διαμορφώνουν την υπολογιστική τιμή της αντοχής f_d.

1.5.1.2 Πυκνότητα

Η φαινόμενη πυκνότητα αποτελεί τον καλύτερο δείκτη ποιότητας και μηχανικής αντοχής καθώς συσχετίζεται άμεσα με τις μηχανικές του ιδιότητες του ξύλου. Μεγάλη πυκνότητα σημαίνει μεγάλη μηχανική αντοχή αφού μεγαλύτερο ειδικό βάρος υποδηλώνει κύτταρα με παχύτερα τοιχώματα και λιγότερα διάκενα. Η πυκνότητα της δομικής ξυλείας κυμαίνεται μεταξύ 300 και 550 kg/m³. Η πυκνότητα του τοιχώματος των κυττάρων του ξύλου είναι της τάξεως των 1500 kg/m³, άρα το ποσοστό των πόρων του ξύλου κυμαίνεται, αντιστοίχως μεταξύ 80-65%. Η πυκνότητα εξαρτάται από το ποσοστό υγρασίας, αφενός επειδή το περιεχόμενο στο ξύλο νερό προστίθεται στη μάζα του ξύλου και αφετέρου λόγω των ογκομετρικών μεταβολών τις οποίες συνεπάγονται οι μεταβολές του ποσοστού υγρασίας.

1.5.1.3 Σφάλματα δομής

Η δομική ξυλεία παρουσιάζει κάποια σφάλματα που δημιουργούνται είτε κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του δέντρου, είτε κατά την κοπή ή ακόμη και από περιβαλλοντικές προσβολές. Η παρουσία αυτών των σφαλμάτων εκδηλώνονται μέσα από την απόσταση και κλίση των «νερών» του ξύλου, την ανώμαλη ανάπτυξη, τους ρόζους, τους θύλακες ρητίνης και τις ρηγματώσεις. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την μηχανική αντοχή του ξύλου, καθώς διακόπτουν την συνέχεια, προκαλούν συστροφή των ινών του ξύλου και παρουσιάζουν στοές ευάλωτες σε προσβολή από μύκητες και ξυλοφάγα έντομα.

1.5.1.4 Διάρκεια φόρτισης

Η αντοχή παρουσιάζεται μειωμένη όταν το ξύλο υπόκειται σε μόνιμη φόρτιση. Η μείωση αυτή εισάγεται μέσω του μειωτικού συντελεστή k_{mod}, ο οποίος για μόνιμα φορτία λαμβάνει τιμή 0,6 ενώ για υψηλά ποσοστά υγρασίας 0,5 με αποτέλεσμα το μέγεθος του φορτίου που μπορεί να βαστάξει μια ξύλινη κατασκευή να ελαττώνεται.

1.5.1.5 Κόπωση

Το φαινόμενο της κοπώσεως εμφανίζεται και στο ξύλο: φορτία μικρότερα από την υπολογιστική τιμή τους αλλά με πολλούς κύκλους επαναλήψεως, όπως ο άνεμος ή το κινητό των γεφυρών, μπορούν να προκαλέσουν στο ξύλο την εμφάνιση μικροαστοχιών κοπώσεως. Αυτές μειώνουν τα χαρακτηριστικά αντοχής και ακαμψίας του υλικού καθώς και την ανθεκτικότητα του σε διάρκεια. Η αντοχή σε κόπωση μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος της εντάσεως και της επαναλήψεως, με μεγαλύτερη την αντοχή σε κόπωση από αξονικό εφελκυσμό.

1.5.1.6 Φαινόμενο κλίμακας

Το γνωστό και από το σκυρόδεμα «φαινόμενο κλίμακας», δηλαδή η παρατηρούμενη αύξηση της αντοχής με τη μείωση του όγκου του δοκιμίου, εμφανίζεται και στο ξύλο. Η ποιοτική ερμηνεία του φαινομένου είναι απλή: όσο μικραίνει ο όγκος μειώνεται και η πιθανότητα να βρεθούν εστίες χαμηλής αντοχής, οι οποίες θα καθορίσουν την αντοχή του συνόλου. Πιο συγκεκριμένα, για το ξύλο, σε μια καμπτόμενη δοκό μεγαλύτερου ύψους θα υπάρξουν περισσότερα θλιβόμενα «καλαμάκια/ίνες» που θα φτάσουν στη τάση λυγισμού τους , απ'όσα σε μια δοκό μικρότερου ύψους, δηλαδή είναι πιθανότερο να βρεθούν και να αστοχήσουν καλαμάκια χαμηλότερης αντοχής.

1.5.2 ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΝΤΟΧΕΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

$f_{m,k}$	ονομαστική αντοχή σε κάμψη
$f_{t,0,k}$	ονομαστική αντοχή σε εφελκυσμό σε διεύθυνση παράλληλη προς τις ίνες
$f_{t,90,k}$	ονομαστική αντοχή σε εφελκυσμό σε διεύθυνση κάθετη προς τις ίνες
$f_{c,0,k}$	ονομαστική αντοχή σε θλίψη σε διεύθυνση παράλληλη προς τις ίνες
$f_{c,90,k}$	ονομαστική αντοχή σε θλίψη σε διεύθυνση κάθετη προς τις ίνες
$f_{v,k}$	ονομαστική αντοχή σε διάτμηση

$E_{0,mean}$	μέση τιμή του μέτρου ελαστικότητας παράλληλα στις ίνες
$E_{0,05}$	ποσοστημόριο 5% του μέτρου ελαστικότητας
$E_{90,mean}$	μέση τιμή του μέτρου ελαστικότητας κάθετα στις ίνες
G_{mean}	μέση τιμή μέτρου διατμήσεως
ρ_k	πυκνότητα υλικού

Πίνακας 1.4.: Παράθεση και επεξήγησης συμβόλων.

1.5.2.1 ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Η αντοχή του ξύλου σε εφελκυσμό διαφέρει ανάλογα με την διεύθυνση επιβολής του. Διακρίνεται σε αξονικό (παραλλήλως προς τις ίνες) και εγκάρσιο (καθέτως προς τις ίνες) εφελκυσμό με τον πρώτο να παρουσιάζει αντοχές έως και 50 φορές μεγαλύτερες. Η διαφορά αυτή στην αντοχή οφείλεται στη διάταξη των σωληνωτών κυττάρων του ξύλου (αντοχή 200-1300MPa). Η αντίστοιχη αντοχή του ξύλου στην διαμήκη διεύθυνση είναι αισθητά μικρότερη (50-160MPa), γεγονός που οφείλεται στις «ατέλειες» που παρεμβάλλονται στην διάταξη των «αλυσίδων» των ινών, όπως: κάμψεις των ινών, εστίες με ουσίες μικρής αντοχής, ή εμφάνισης ασυνεχειών, μεγάλης μεν αντοχής που διακόπτουν όμως τη συνέχεια της δομής του ξύλου, με αποτέλεσμα την αντίστοιχη μείωση της συνολικής αντοχής του στοιχείου.

Η εφελκυστική αντοχή του ξύλου κατά την εγκάρσια διεύθυνση εξαρτάται από την αντοχή της συγκολλητής ύλης των σωληνωτών κυττάρων και είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη αντοχή στην κάθετη της διεύθυνση. Η παρουσία σχισμών, που ενδέχεται να οφείλονται στη συστολή του ξύλου κατά την ξήρανση, στην κατεργασία κατά την κατασκευή ή στην ένταση του φορέα, μπορεί να μηδενίσει αυτή την ήδη μικρή αντοχή γι’αυτό και στις ξύλινες κατασκευές αποφεύγονται διατάξεις μελών οι οποίες θα φορτίζονταν με εφελκυστικές δυνάμεις καθέτως προς τις ίνες τους.

Συγκρίνοντας το ξύλο με άλλα υλικά σε σχέση με την πυκνότητα, χρησιμοποιούμε το πηλίκο: αξονικός εφελκυσμός / πυκνότητα. Μέσω της σύγκρισης αυτής συμπεραίνουμε πως το ξύλο παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά σε εφελκυσμό σε σχέση με άλλα υλικά.

Π.χ. για την ερυθρελάτη ο λόγος αυτός είναι 870/0,40=2120, για την οξιά 1230/0,70=1750, όταν για το σκυρόδεμα 40/2,5=16, για το γυαλί 500/2,5=200 και για τον χάλυβα 4650/7,9=590 (αντοχές σε Kp/cm2)

1.5.2.2 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Όπως και στον εφελκυσμό, έτσι και εδώ οι αντοχή διαφέρει ανάλογα με την διεύθυνση επιβολής της δύναμης. Διακρίνεται σε αξονική και εγκάρσια θλίψη. Η παραμόρφωση και η αστοχία του ξύλου υπό θλίψη παραλλήλως προς τις ίνες (αξονική) παρουσιάζεται κυρίως σε ξύλινα στηρίγματα υπόστεγων και αναπτύσσεται με την παραμόρφωση ή και θραύση της λιγνίνης (κολλώδης ουσία η οποία βρίσκεται ενδιάμεσα των πρωτευόντων στρωμάτων των τοιχωμάτων των κυττάρων του ξύλου), τη διατμητική ολίσθηση και αποκόλληση και τέλος, τον λυγισμό των κυτταρικών ινών. Όταν αρχίζει η αστοχία υπό αξονική θλίψη, μπορούν, με προσεκτική εξέταση να παρατηρηθούν στην πλαϊνή επιφάνεια του ξύλου ρυτίδες, που κλίνουν υπό γωνία 45° ως προς τον άξονα και προέρχονται από το «γονάτισμα» των ινών που αστοχούν.

Οι αντοχές της φυσικής ξυλείας σε αξονική θλίψη κυμαίνονται, ανάλογα με το είδος, μεταξύ 30 και 100 MPa.

Η θλίψη καθέτως προς τις ίνες (εγκάρσια) παρατηρείται ως συνήθως σε στρωτήρες σιδηροδρόμων και προκαλεί παραμόρφωση της διατομής των σωληνίσκων των κυττάρων καθώς και συρρίκνωση των κοιλοτήτων και των διακένων των κυττάρων. Οι παραμορφώσεις αυτές δεν αναπτύσσονται ομοιόμορφα στη φορτιζόμενη μάζα του ξύλου, αλλά υπάρχει μια διαδιδόμενη εξέλιξη της φόρτισης από τις άμεσα φορτιζόμενες στιβάδες.

Οι αντοχές της φυσικής ξυλείας σε εγκάρσια θλίψη κυμαίνονται, ανάλογα με το είδος, μεταξύ 1 και 20 MPa. Αν η φόρτιση είναι τοπική, τότε θα σημειωθούν θραύσεις ινών στην περίμετρο της φορτιζόμενης επιφάνειας, καθώς αυξάνουν συνεχώς οι παραμορφώσεις.

1.5.2.3 ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Το ξύλο βρίσκεται υπό τάσεις διάτμησης όταν το μέρος του τμήματος που φορτίζεται τείνει να υποχωρήσει σε σχέση με το άλλο. Διαχωρίζεται ανάλογα με το επίπεδο στο οποίο ασκείται η ένταση. Στα επίπεδα που είναι παράλληλα προς τις ίνες η διατμητική ένταση προκαλεί παράλληλη ή λοξή ολίσθηση των ινών, ενώ στα κάθετα προς τις ίνες επίπεδα προκαλεί κατά μήκος περιστροφή των ινών.

Κατά την ολίσθηση τους, οι ίνες αυτές τείνουν να συμπλησιάσουν, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται μεταξύ τους κάθετη τάση και να μεγαλώνει η διατμητική αντοχή της συγκολλητικής ύλης (λιγνίνη) που τις συνδέει.

Αντιθέτως, κατά την περιστροφή των ινών η λιγνίνη βρίσκεται υπό περίπου καθαρή διάτμηση, δηλαδή σε όρους κυρίων τάσεων, υπό συνδυασμό ίσων σε μέγεθος τάσεων εφελκυσμού και θλίψης, με αποτέλεσμα να εμφανίζει σαφώς μειωμένη, έναντι της προηγούμενης, αντοχή.

1.5.2.4 ΚΑΜΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Η αντοχή του ξύλου σε κάμψη καθορίζεται κυρίως από την αντοχή των εφελκυόμενων ινών του, καθώς εμφανίζεται μια «πλαστικοποίηση» της θλιβόμενης ζώνης της καμπτόμενης διατομής, με αύξηση του πάχους των ινών οι οποίες φτάνουν τη μέγιστη τάση του, Με την πλαστικοποίηση και τις τοπικές αστοχίες των θλιβομένων ινών, η μέγιστη τάση στη θλιβόμενη ζώνη μένει σταθερή, ενώ μεγαλώνουν οι εφελκυστικές τάσεις, έναντι των οποίων το ξύλο εμφανίζει και τη μεγαλύτερη αντοχή.

Η αντοχή σε κάμψη είναι μεγαλύτερη από την εφελκυστική του αντοχή παραλλήλως προς τις ίνες και η διαφορά αυτή αποτυπώνεται στους κανονισμούς, όπου στα Ευρωπαϊκά Πρότυπα (EN 338, πιν.2.7) ο λόγος των επιτρεπόμενων τάσεων σε κάμψη και εφελκυσμό είναι περίπου 1,7 για όλα τα είδη δέντρων και τις κατηγορίες αντοχών. Σε σύγκριση με τα μέταλλα, το ξύλο έχει μικρότερη αντοχή σε κάμψη. Έχει όμως μεγαλύτερη ελαστικότητα και μεγαλύτερο λόγο αντοχής/βάρος.

1.5.2.5 ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Γενικώς το ξύλο παρουσιάζει μεγαλύτερη ελαστικότητα από άλλα υλικά, κάμπτεται δηλαδή περισσότερο κάτω από ορισμένο φορτίο. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη και την πυκνότητα, το ξύλο κατατάσσεται ενδιάμεσα από άλλα υλικά. Γενικώς, υφίσταται άμεση συσχέτιση μέτρου ελαστικότητας και αντοχών, η οποία αναγνωρίζεται στους κανονισμούς.

Το μέσο μέτρο ελαστικότητας της διαβαθμισμένης δομικής ξυλείας στην αξονική διεύθυνση κυμαίνεται μεταξύ των 7 GPa και των 11 GPa. Στην ακτινική και την εφαπτομενική διεύθυνση, τα μέτρα ελαστικότητας είναι περίπου ίσα μεταξύ τους, με τιμές που κυμαίνονται, μεταξύ των 0,23 GPa και των 1,33 GPa.

Μετρήσεις του μέτρου ελαστικότητας:

- Για το μέτρο ελαστικότητας σε κάμψη χρησιμοποιείται ειδική διάταξη[18],όπου το E_m σε MPa προκύπτει από τη σχέση:

$$E_m = \frac{a * l_1^2 * \Delta F}{16 * l * \Delta\delta}$$

Σχέση 1.2. Μέτρο ελαστικότητας σε κάμψη- E_m (MPa), (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)

Όπου *α: η απόσταση κάθε φορτίου από την αντίστοιχη στήριξη του δοκιμίου*
l_1 : το μήκος της βάσης μετρήσεως (mm)

[18] (Πρότυπα ISO) *ISO 8375* & (Ευρωπαϊκά Πρότυπα)*EN 408*

ΔF: το φορτίο στο όριο ελαστικότητας (N)
I: η ροπή αδρανείας του δοκιμίου (mm^4)
Δδ: το βέλος της βάσης μετρήσεως υπό το φορτίο ΔF (mm)

- Σύμφωνα με την ίδια προδιαγραφή, για το μέτρο ελαστικότητας σε εφελκυσμό ή θλίψη χρησιμοποιείται πρισματικό δοκίμιο υπό αξονική φόρτιση. Το μέτρο ελαστικότητας σε N/mm^2, προκύπτει από τη σχέση:

$$E_{t,0} = \frac{l_M * \Delta F}{A * \Delta\delta}$$

Σχέση 1.2. Μέτρο ελαστικότητας σε εφελκυσμό- $E_{t,0}$ (N/mm^2,) (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)

Όπου *l_M: η βάση μετρήσεως (mm)*
ΔF: το φορτίο στο όριο ελαστικότητας (N)
A: η διατομή του δοκιμίου (mm^2)
Δδ: η παραμόρφωση υπό το φορτίο ΔF (mm)

1.5.2.6 ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΡΟΥΣΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Η αντοχή σε κρούση αναφέρεται σε απότομη (δυναμική) φόρτιση. Το ξύλο εμφανίζει γενικώς υψηλή αντοχή σε κρουστικά φορτία, κυμαινόμενη σε μεγάλο εύρος, ανάλογα με το είδος του ξύλου. Η αντοχή του ξύλου υπό κρουστικά φορτία έχει μεγάλη σημασία για ορισμένες περιοχές των ξύλινων κατασκευών, π.χ. τις περιοχές των συνδέσεων και των αγκυρώσεων, όπου το ξύλο και οι σύνδεσμοι υφίστανται κρουστική καταπόνηση κατά τη διάρκεια ενός σεισμού. Υπό το κρουστικό φορτίο δεν προλαβαίνουν να αναπτυχθούν οι συμπληρωματικοί μηχανισμοί αντοχής της συνδέσεως (τριβές, διαδοχική πλαστικοποίηση του ξύλου στις περιοχές των οπών των συνδέσμων), με συνέπεια τη μείωση της φέρουσας ικανότητας των συνδέσμων και την άμεση κρουστική φόρτιση του ξύλου.

1.5.2.7 ΑΝΤΟΧΗ ΥΠΟ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΙΖΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ

Το ξύλο παρουσιάζει αξιοσημείωτα καλές αντοχές υπό επαναλαμβανόμενη ένταση αν και η συμπεριφορά του δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς. Για το λόγο αυτό, στο σχεδιασμό των ξύλινων κατασκευών έναντι σεισμού σημασία έχει η συμπεριφορά των κόμβων. Αποτελούν περιοχές μεγαλύτερης ή μικρότερης ανάλωσης ενέργειας, ανάλογα με το είδος της συνδέσεως. Έτσι, καθορίζεται ο κατάλληλος συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς q>1 μέσω της συμπεριφοράς της κατασκευής.

1.5.2.8 ΕΥΚΑΜΨΙΑ

Είναι η ιδιότητα που χαρακτηρίζει την ευκολία με την οποία το ξύλο παραμορφώνεται μονίμως χωρία θραύσεις, φορτιζόμενο πέρα από το όριο ελαστικότητας. Ως δείκτης της ευκαμψίας δ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο λόγος του βέλους u του καμπτόμενου στοιχείου προς το μόνιμο βέλος u_{pl} το οποίο υφίσταται το στοιχείο:

$$\delta = u / u_{pl}$$

Σχέση 1.3. «Ευκαμψία» (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)

Οι τιμές του δ κυμαίνονται από 15 εως 50 περίπου, ανάλογα με το είδος και την κατάσταση του ξύλου και μικρότερες τιμές του δ σημαίνουν μεγαλύτερη ευκαμψία.
Με την αύξηση της υγρασίας και της θερμοκρασίας αυξάνεται και η ευκαμψία. Με άτμιση (επίδραση υδρατμών σε υψηλή θερμοκρασία) το ξύλο γίνεται ιδιαιτέρως εύκαμπτο. Μετά τη ψύξη διατηρεί τη μορφή που απέκτησε, καθώς άλλες ίνες του έχουν αποκτήσει μεγάλη πλαστική εφελκυστική παραμόρφωση και άλλες μεγάλη πλαστική θλιπτική παραμόρφωση.
Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές ευκαμψίας για μερικά είδη ξύλου.

δ	Ευκαμψία	Είδος ξύλου
40-50	Μικρή	ξύλα ελαττωματικά,αποξηραμένα, φθαρμένα από τη χρήση ή τον χρόνο
30-40	Μέση	κωνοφόρα, οξιά
15-30	Μεγάλη	δρύς, φράξος

Πίνακας 1.2. Η ευκαμψία του ξύλου.. « (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης),Πίνακας 1.5»

1.5.2.9 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ:

Είναι η ιδιότητα που χαρακτηρίζει την αντίσταση που προβάλλει το ξύλο στην είσοδο ξένων σωμάτων στη μάζα του. Η αντίσταση αυτή είναι περίπου διπλάσια στη
που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατάταξη μερικών ειδών ξύλου με βάση την σκληρότητά τους.

Σκληρότητα	Είδος ξύλου
Μικρή	λεύκη, ιτιά, καστανιά, πεύκη
Μέση	πεύκη, ελάτη, καρυδιά
Μεγάλη	δρυς, οξιά, φράξος, ακακία

Πίνακας 1.3. Η σκληρότητα μερικών ξύλων. « (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης),Πίνακας 1.6»

1.6 ΤΟ ΞΥΛΟ ΩΣ ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΞΥΛΟΥ

Στο εμπόριο το ξύλο φέρεται στη φυσική του μορφή και με την μορφή διαφόρων βιομηχανοποιημένων προϊόντων, με τα οποία, αναλόγως του είδους τους, επιτυγχάνεται η παραγωγή ξυλείας με ειδικές μορφές (συγκολλητή ξυλεία) και βελτιωμένα βιομηχανικά χαρακτηριστικά (συγκολλητή ξυλεία, αντικολλητή ξυλεία) ή αξιοποιούνται άχρηστα μέρη του φυσικού ξύλου και προϊόντα της κατεργασίας του (πηχόπλακες, μοριοσανίδες, ινοσανίδες).

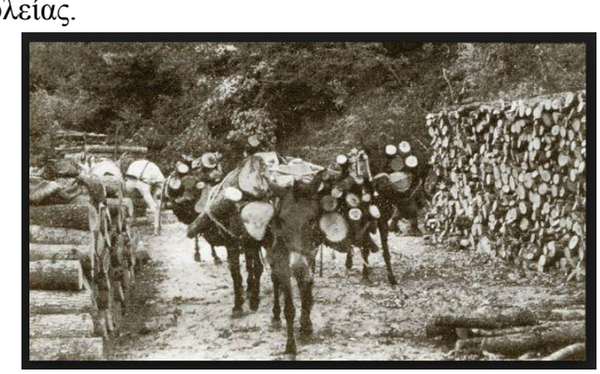
1.6.1 ΦΥΣΙΚΗ ΞΥΛΕΙΑ

1.6.1.1 ΕΙΔΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ

Μετά την αποφλοίωση οι κορμοί υφίστανται επεξεργασία και παράγονται τα παρακάτω είδη[19]:

1.6.1.1.1 ΣΤΡΟΓΓΥΛΗ ΞΥΛΕΙΑ

Προέρχεται από κορμούς, σχετικά μικρής διατομής δέντρων, από τους οποίους έχουν αποκοπεί τα κλαδιά και έχουν υποστεί μόνο αποφλοίωση. Έχει μεγαλύτερες αντοχές από την πριστή ξυλεία του ιδίου δέντρου, επειδή οι ίνες του ξύλου διατηρούν την ακεραιότητα τους, χωρίς τα τραύματα που προκαλεί η κοπή. Παρόλα αυτά, οι συνδέσεις στοιχείων από στρογγυλή ξυλεία μεταξύ τους ή με στοιχεία ορθογωνικής διατομής παρουσιάζουν κάποια δυσκολία, καθώς η επιφάνεια επαφής εκφυλίζεται σε γραμμή ή σημείο. Στους κανονισμούς δεν γίνεται καμιά διάκριση για τις αντοχές τις στρογγυλής ξυλείας.



Εικόνα 1.6 Στρογγυλή ξυλεία «rizosdimitris.blogspot.com»***& βλέπε Εικόνα 1.4(α)***

[19] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 3.2.*

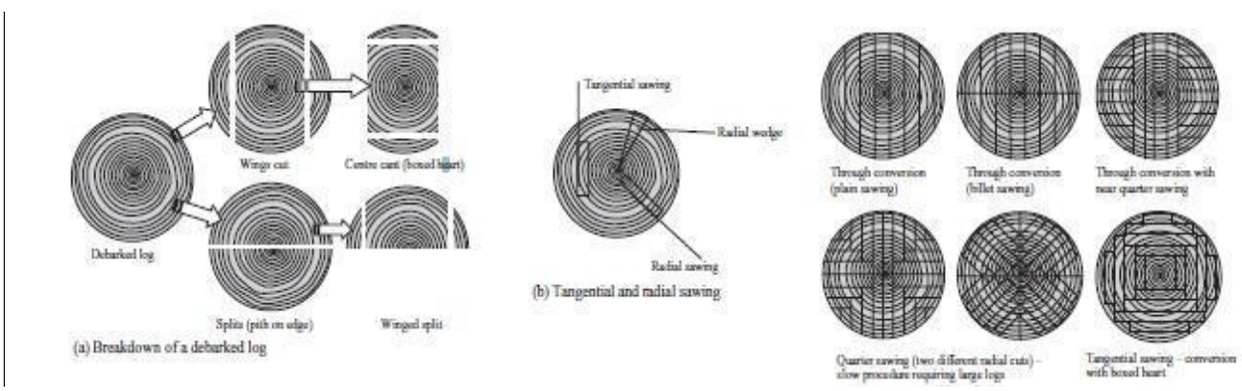
1.6.1.1.2 ΠΕΛΕΚΗΤΗ ΞΥΛΕΙΑ

Οι κορμοί ορθογωνίζονται πρόχειρα με τσεκούρι. Χρησιμοποιείται σε απλές αγροτικές κατασκευές, στοιχειώδη ζευκτά, κτλ.

Εικόνα 1.7 Πελεκητή ξυλεία «www.ellwood.gr»***& βλέπε Εικόνα 1.4(β)***

1.6.1.1.3 ΠΡΙΣΤΗ ΞΥΛΕΙΑ

Αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της δομικής ξυλείας. Προκύπτει από το πριόνισμα του κορμού με ειδικά πριόνια. Η κοπή γίνεται κάθετα ή εφαπτομενικά προς τους αυξητικούς δακτυλίους. Η κατάταξη ενός ξύλου θα εξαρτάται και από την κοπή, αφού ένα σημαντικό μέρος των κριτηρίων που καθορίζουν την ποιότητα του ξύλου αφορά στη διάταξη των ινών .



Σχήμα 1.12: Η κοπή των κορμών . « (Jack Porteous and Abdy Kermani)pg.8,Fig1.3»

1.6.1.2 ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΞΥΛΟΥ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 5

Για την εφαρμογή του Ευροκώδικα 5 ακολουθείται η ταξινόμηση η οποία καθορίζεται στο (Ευρωπαϊκά Πρότυπα)EN 338 και παρουσιάζεται στους πίνακες που ακολουθούν. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό, η δομική ξυλεία ταξινομείται σε δύο είδη: κωνοφόρα και λεύκη (ένδειξη C, Πίνακας 1.4) και φυλλοβόλα (ένδειξη D, Πίνακας 1.5). Κάθε κατηγορία αντοχής σημαίνεται με το χαρακτηριστικό γράμμα του είδους ακολουθούμενο από τη χαρακτηριστική αντοχή σε κάμψη f_{mk} σε MPa.

Ο προηγούμενος διαχωρισμός των ειδών γίνεται επειδή το ξύλο των φυλλοβόλων έχει διαφορετική δομή από το ξύλο των κωνοφόρων, με συνέπεια τα φυλλοβόλα να έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από τα κωνοφόρα, χωρίς όμως να έχουν αναλόγως μεγαλύτερες αντοχές.

α. Κωνοφόρα -Λεύκη

	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
	MPa								
fm.k	14	16	18	22	24	27	30	35	40
$ft,_{0,k}$	8	10	11	13	14	16	18	21	24
$ft,_{90,k}$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
$fc,_{0,k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26
$fc,_{90,k}$	4.3	4.6	4.8	5.1	5.3	5.6	5.7	6.0	6.3
$fv_{,k}$	1.7	1.8	2.0	2.4	2.5	2.8	3.0	3.4	3.8
	GPa								
$E_{0,mean}$	7	8	9	10	11	12	12	13	14
$E_{0,05}$	4.7	5.4	6	6.7	7.4	8.0	8.0	8.7	9.4
$E_{90,mean}$	0.23	0.27	0.30	0.33	0.37	0.40	0.40	0.43	0.47
G_{mean}	0.44	0.50	0.56	0.63	0.69	0.75	0.75	0.81	0.88
	Kg/m³								
ρ_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420

Πίνακας 1.5(α): Κωνοφόρα και λεύκη, Κατηγορίες αντοχών. « (Ευρωπαϊκά Πρότυπα) ***EN 338»***

β. Φυλλοβόλα

	D30	D33	D40	D50	D60	D70
MPa						
$fm_{,k}$	30	33	40	50	60	70
$ft_{,0,k}$	18	21	24	30	36	42
$ft_{,90,k}$	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9
$fc_{,0,k}$	23	25	26	29	32	34
$fc_{,90,k}$	8.0	8.4	8.8	9.7	10.5	13.5
$fv_{,k}$	3.0	3.4	3.8	4.6	5.3	6.0
GPa						
$E_{0,mean}$	10	10	11	14	17	20
$E_{0,05}$	8.0	8.7	9.4	11.8	14.3	16.8
$E_{90,mean}$	0.64	0.69	0.75	0.93	1.13	1.33
G_{mean}	0.60	0.65	0.70	0.88	1.06	1.25
Kg/m³						
ρ_k	530	560	590	650	700	900

Πίνακας 1.5(β): Φυλλοβόλα, Κατηγορίες αντοχών. « (Ευρωπαϊκά Πρότυπα) ***EN 338»***

1.6.2 ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΗ ΞΥΛΕΙΑ

Εικόνα 1.8 Συγκολλητή ξυλεία(α) «www.vernikoslines,gr» ***&(β)*** «www.ru.all.biz»

1.6.2.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Τέσσερις, τουλάχιστον, σανίδες πάχους 20-50mm και μήκους από 1,5 μέχρι 5 m, περίπου, συγκολλούνται για να δώσουν ευθύγραμμους ή καμπύλους φορείς.
Η συγκολλητή ξυλεία παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι του φυσικού ξύλου, λόγω της δυνατότητας δημιουργίας φορέων μεγάλων διαστάσεων, με διάφορες μορφές και βελτιωμένα μηχανικά χαρακτηριστικά. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της συγκολλητής ξυλείας είναι:

- Η ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ: Η ευκολία δηλαδή στη διαμόρφωση δομικών στοιχείων, τα οποία ικανοποιούν τις μορφολογικές επιδιώξεις του μηχανικού και, επίσης, φορέων με άξονα και διατομή που προσαρμόζονται προς τις απαιτήσεις της εντάσεως ώστε να είναι πλεονεκτική η χρησιμοποίηση τους για τη δημιουργία φορέων μεγάλων ανοιγμάτων, άνω των 100m.
- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ: Μπορούν να παραχθούν στοιχεία μεγάλης διατομής, τα οποία δεν είναι δυνατόν να προκύψουν από κορμούς δέντρων. Οι διατομές σχηματίζονται με τη χρήση λεπτότερων διατομών και έτσι εξασφαλίζεται καλύτερη αξιοποίηση και καλύτερη οικονομία του υλικού.
- ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ: Τα ελαττώματα μιας σανίδας περιορίζονται στην έκτασή της και έτσι έχουν μικρότερη επιρροή στην αντοχή της δοκού, ενώ η διανομή των ελαττωμάτων του ξύλου γίνεται πιο ομοιόμορφη απ’ότι ήταν στις σανίδες.
- ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ; Η βιομηχανική διαδικασία που περιλαμβάνει την ξήρανση των σανίδων, οδηγεί στην παραγωγή στοιχείων με ακριβείς διαστάσεις. Η ξήρανση των σανίδων γίνεται προς ποσοστό υγρασίας της τάξεως του 12%, δηλαδή στο ποσοστό ισορροπίας του ξύλου στις συνήθεις χρήσεις, κι έτσι τα τοποθετημένα δομικά στοιχεία παρουσιάζουν μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων.

- ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η μεγάλη διατομή των στοιχείων προσδίδει αυξημένη αντοχή στην πυρκαγιά, παραλείποντας τα επιπλέον μέτρα προστασίας.

Η επιρροή των διαφόρων ατελειών περιορίζεται στην γειτονιά της μεμονωμένης σανίδας και μειώνεται στο σύνολο του δομικού στοιχείου. Επιπλέον οι στρώσεις της συγκολλήσεως, παρά το ελάχιστο πάχος τους, δημιουργούν ζώνες κάποιας, μικρής έστω αλλά υπαρκτής, ανακοπής της διαδόσεως μιας αστοχίας, ιδίως σε ό,τι αφορά τις διατμητικές, κυρίως, αλλά και τις παράλληλες προς τις ίνες τάσεις. Τα παραπάνω συντείνουν στην βελτίωση της μηχανικής συμπεριφοράς ενός δομικού στοιχείου συγκολλητής ξυλείας έναντι της αντίστοιχης συμπεριφοράς των σανίδων από τις οποίες συντίθεται.

1.6.2.2 ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 5

Στο σχέδιο προτύπου EN 1194 καθορίζονται πέντε κατηγορίες αντοχών για τη συγκολλητή ξυλεία. Σημειώνονται με την ένδειξη GL ακολουθούμενο από τη χαρακτηριστική αντοχή σε κάμψη f_{mk} σε MPa.

	GL20	GL24	GL28	GL32	GL36
	MPa				
$fm_{,g,k}$	20	24	28	32	36
$ft_{,0,g,k}$	15	28	21	24	27
$ft_{,90,g,k}$	0.35	0.35	0.45	0.45	0.45
$fc_{,0,g,k}$	21	24	27	29	31
$fc_{,90,g,k}$	5.0	5.5	6.0	6.0	6.3
$fv_{,g,k}$	2.8	2.8	3.0	3.5	3.5
	GPa				
$E_{0,mean,g}$	10	11	12	13.5	14.5
$E_{0,05,g}$	8.0	8.0	9.6	10.8	11.6
	Kg/m³				
ρ_k	360	380	410	440	480

Πίνακας 1.6.Κατηγορίες αντοχών συγκολλητής ξυλείας.« (Ευρωπαϊκά Πρότυπα) ***EN 1194»***

1.6.3 ΑΝΤΙΚΟΛΛΗΤΗ ΞΥΛΕΙΑ (ΚΟΝΤΡΑ ΠΛΑΚΕ)

Εικόνα 1.9 Αντικολλητή ξυλεία(α) «portal.tee.gr» ***&(β)*** «greenconoverseas.com»

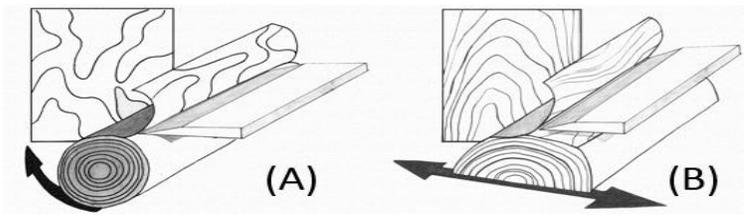
1.6.3.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Διαλεγμένοι κορμοί μήκους περίπου 2,5m αποφλοιώνονται και κατεργάζονται υπό ατμό. Ο κορμός κόβεται είτε σε φέτες είτε ξετυλίγεται και προκύπτουν λεπτά φύλλα ξύλου, πάχους 1 μέχρι 4mm. Τα φύλλα αυτά ξηραίνονται και ελέγχονται. Ακολούθως συγκολλούνται μεταξύ τους από υψηλή θερμοκρασία και πίεση, πάντοτε σε μονό αριθμό, μεγαλύτερο του τρία, με τα νερά τους κάθετα μεταξύ τους από φύλλο σε φύλλο. Η κόλλα που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζεται από τις απαιτήσεις ανθεκτικότητας του φύλλου.

Το σύνθετο φύλλο που προκύπτει έχει πάχος 2,7-50mm και έχει υψηλές αντοχές και μέτρα ελαστικότητας. Παρουσιάζει ανθεκτικότητα στην υγρασία, καθώς, αφ'ενός το ποσοστό ισορροπίας του είναι χαμηλότερο από εκείνο της αντίστοιχης φυσικής ξυλείας, αφετέρου οι παραμορφώσεις είναι μειωμένες καθώς παρεμποδίζονται από της σταυρωτή διάταξη των στρώσεων του φύλλου.

Η αντικολλητή ξυλεία παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

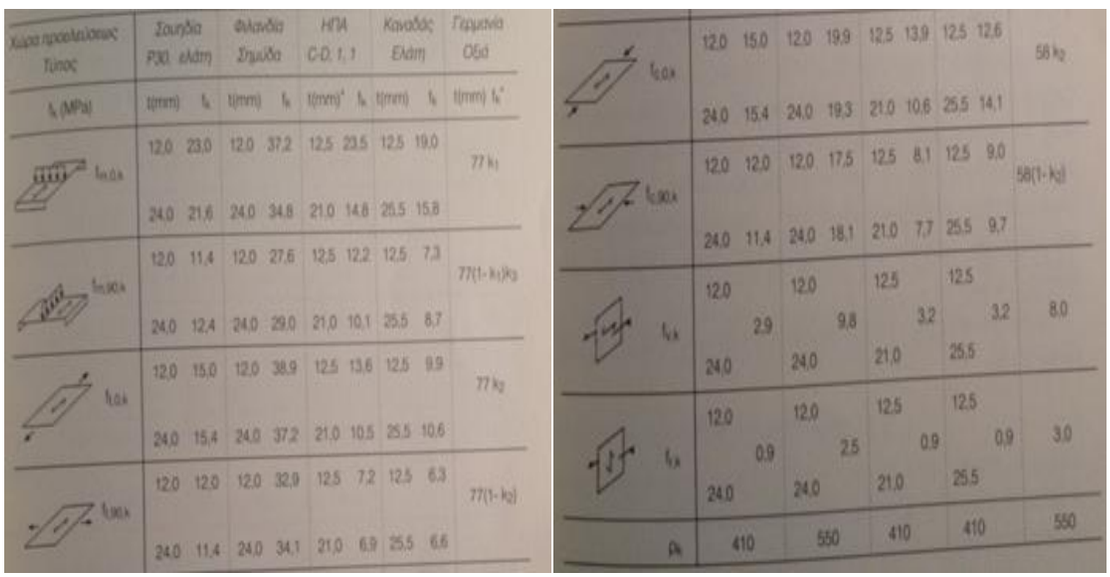
- Πρακτικώς απαραμόρφωτη επίπεδη επιφάνεια.
- Δεν σκίζεται, στερεώνεται εύκολα με απλό κάρφωμα, μειωμένες ελάχιστες αποστάσεις ήλων.
- Κάμπτεται για να σχηματίσει καμπύλες επιφάνειες.
- Είναι ανθεκτική στην κρούση.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τελική επικάλυψη.



Σχήμα 1.12 Αντικολλητή ξυλεία. **«** (Π.Τουλιάτος, 1999)Σχ.12.33,σελ.199**»**

1.6.3.2 ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΚΟΛΛΗΤΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 5

Η ταξινόμηση της αντικολλητής ξυλείας γίνεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά ανθεκτικότητας και σύμφωνα με την εμφάνιση των όψεων του προϊόντος. Χαρακτηριστικές τιμές αντοχών και πυκνοτήτων και μέσες τιμές του μέτρου ελαστικότητας, για αντικολλητή ξυλεία διαφόρων προελεύσεων δίνονται στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN TC 112.406.



Χώρα προέλευσης / Τύπος	Σουηδία P30 ελάτη		Φιλανδία Σημύδα		ΗΠΑ C-D, 1, 1		Καναδάς Ελάτη		Γερμανία Οξιά	
f_k (MPa)	t(mm)	f_k	t(mm)	f_k	t(mm)*	f_k	t(mm)	f_k	t(mm)	f_k*
$f_{m,0,k}$	12,0	23,0	12,0	37,2	12,5	23,5	12,5	19,0	$77\ k_1$	
	24,0	21,6	24,0	34,8	21,0	14,8	25,5	15,8		
$f_{m,90,k}$	12,0	11,4	12,0	27,6	12,5	12,2	12,5	7,3	$77(1-k_1)k_3$	
	24,0	12,4	24,0	29,0	21,0	10,1	25,5	8,7		
$f_{t,0,k}$	12,0	15,0	12,0	38,9	12,5	13,6	12,5	9,9	$77\ k_2$	
	24,0	15,4	24,0	37,2	21,0	10,5	25,5	10,6		
$f_{t,90,k}$	12,0	12,0	12,0	32,9	12,5	7,2	12,5	6,3	$77(1-k_2)$	
	24,0	11,4	24,0	34,1	21,0	6,9	25,5	6,6		

$f_{c,0,k}$	12,0	15,0	12,0	19,9	12,5	13,9	12,5	12,6	$58\ k_2$				
	24,0	15,4	24,0	19,3	21,0	10,6	25,5	14,1					
$f_{c,90,k}$	12,0	12,0	12,0	17,5	12,5	8,1	12,5	9,0	$58(1-k_2)$				
	24,0	11,4	24,0	18,1	21,0	7,7	25,5	9,7					
$f_{v,k}$	12,0	2,9	12,0	9,8	12,5	3,2	12,5	3,2	8,0				
	24,0		24,0		21,0		25,5						
$f_{r,k}$	12,0	0,9	12,0	2,5	12,5	0,9	12,5	0,9	3,0				
	24,0		24,0		21,0		25,5						
ρ_k	410		550		410		410		550				

Πίνακας1.8.: Χαρακτηριστικές τιμές αντοχών αντικολλητής ξυλείας διαφόρων προελεύσεων .
. **«** (Ευρωπαϊκά Πρότυπα) ***EN TC 112.406»*** **«** (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης) Πιν2.13,σελ.87**»**

1.6.4 ΦΥΛΛΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΜΕΝΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ(LVL)

Τα φύλλα συγκολλημένων στρώσεων (LVL)[20] παράγονται όπως τα φύλλα αντικολλητής ξυλείας, με τη διαφορά ότι οι περισσότερες στρώσεις τοποθετούνται με τις ίνες τους παράλληλες,

[20] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 3.4.*

δημιουργώντας ορθογωνικές διατομές και πλάκες σημαντικών διαστάσεων[21]. Διατίθενται σε φύλλα, το μέγιστο πάχος των οποίων μπορεί να υπερβεί τα 75mm.

Τα φύλλα των στρώσεων, συνήθως πάχους 3-4mm, κόβονται σε πλάτη περίπου 2mm και ενώνονται κατά μήκος με πριονωτές συνδέσεις, εκτός από τη μεσαία στρώση, στην οποία οι συνδέσεις, εκτός από τη μεσαία στρώση, στην οποία οι συνδέσεις είναι κατά κεφαλή. Οι ενώσεις των στρώσεων μετατοπίζονται καθ'ύψος του φύλλου. Μετά την ξήρανση τους, οι στρώσεις τοποθετούνται με τις ίνες τους παράλληλες και συγκολλούνται με κόλλα. Το συγκολλημένο φύλλο συμπιέζεται υπό θερμοκρασία περίπου 150 ^{o}C και παράγονται φύλλα με μήκος που μπορεί να υπερβεί τα 20m.

Τα φύλλα συγκολλημένων στρώσεων χρησιμοποιούνται με τη μορφή δοκών, πλακών, ράβδων δικτυωμάτων καθώς και στις επισκευές ξύλινων κατασκευών. Με τον υψηλό λόγο αντοχή βάρος που διαθέτουν, μπορούν να ανταγωνιστούν τον χάλυβα στην κατασκευή φορέων μεγάλων ανοιγμάτων. Επίσης, σημαντική είναι η χρήση τους για την κατασκευή τοιχωμάτων ακαμψίας. Το τοίχωμα που προκύπτει διαθέτει μεγάλη διατμητική αντοχή και υψηλή ικανότητα αναλώσεως ενέργειας υπό σεισμικά φορτία.

Εικόνα 1.10 Φύλλα Συγκολλημένων Στρώσεων(α) «www.calco.com.au» ***&(β)*** «evstudio.info» ***&(γ)*** «www.asia.ru»

1.6.4.1 ΞΥΛΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ

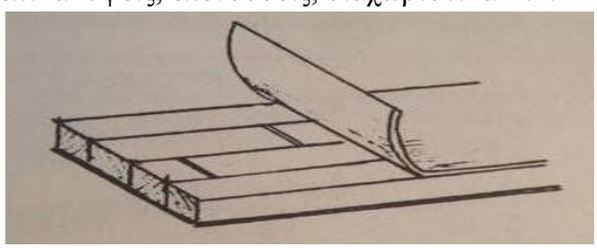
Το ξύλο παραλλήλων στρώσεων παράγεται όπως τα φύλλα συγκολλημένων στρώσεων, αλλά έχει τη μορφή δοκού και όχι φύλλου. Οι στρώσεις έχουν πάχος 2-3mm και μήκος μέχρι 2,4m, συγκολλούνται και συμπιέζονται ενώ θερμαίνονται με μικροκύματα. Παράγεται ένας ορθογωνικός κορμός, διατομής ύψους μέχρι 480mm, πλάτους μέχρι 250mm και μήκους μέχρι 20m, ο οποίος μπορεί να κοπεί σε μικρότερα κομμάτια.

---

[21] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 3.3.*

1.6.5 ΠΗΧΟΠΛΑΚΕΣ

Μια στρώση από εφαπτόμενες ξύλινες πήχεις, με πάχος ως 20mm, καλύπτεται και από τις δύο όψεις με λεπτά αντικολλητά φύλλα.
Μια πηχόπλακα έχει δευτερεύοντες μηχανικές ιδιότητες από ένα ισόπαχο φύλλο αντικολλητής ξυλείας, αλλά καλύτερες από ένα φύλλο μοριοσανίδας.
Χρησιμοποιούνται για επικαλύψεις, επενδύσεις, διαχωριστικά κτλ.



Σχήμα 1.13 Πηχόπλακες. « (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)Σχ.2.16,σελ.91***»***

1.6.6 ΜΟΡΙΟΠΛΑΚΕΣ(OSB)

Η αναφορά σε «μοριοπλάκες» καλύπτει διάφορα προϊόντα, η πρώτη ύλη των οποίων είναι τεμαχίδια ξύλου, περισσεύματα και απορρίμματα από την κατεργασία του ξύλου. Αυτά αναμειγνύονται με μια συγκολλητική ύλη (ρητίνη, γύψο ή νερό) και ο πολτός που προκύπτει διοχετεύεται σε φόρμες, υπό ορισμένη πίεση και θερμοκρασία. Προκύπτουν πλάκες πάχους από 6mm έως μερικά cm, με διαφορετικές μορφές επιφάνειας.
Ανάλογα με το μέγεθος και τη διάταξη των τεμαχιδίων του ξύλου, προκύπτουν διάφορα προιόντα, με αντίστοιχες ονομασίες: μοριοσανίδες (particle board), ινοσανίδες (fiber board), πλάκες προσανατολισμένων ινών (oriented stand board, OSB), ενώ συχνά είναι γνωστά με των εμπορική ονομασία ενός από αυτά.
Οι μηχανικές ιδιότητες των μοριοσανίδων εξαρτώνται και από το πάχος τους, ώστε η διαβάθμισή τους σε κατηγορίες αντοχών γίνεται και ανάλογα με το πάχος τους, ενώ για τις ινοσανίδες η αντίστοιχη εξάρτηση είναι μικρότερη. Επίσης, οι θερμικές και ακουστικές ιδιότητες καθώς και η συμπεριφορά σε πυρκαγιά είναι της ίδιας τάξεως με εκείνες του φυσικού ξύλου της ίδιας πυκνότητας.

Εικόνα 1.12 Μοριόπλακες(OSB) (α) «www.xilia com»*** &(β) «***www.consmos-osb.com»

1.6.6.1 ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΜΟΡΙΟΠΛΑΚΩΝ ΣΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 5

Τα διακριτικά κάθε τύπου είναι όπως έχουν καθιερωθεί στα Ευρωπαικα Πρότυπα:

- ΜΟΡΙΟΣΑΝΙΔΕΣ(ΝΟΒΟΠΑΝ)
- ΙΝΟΣΑΝΙΔΕΣ(MDF,FIBREBOARDS,HARDBOARDS)
- ΠΛΑΚΕΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΩΝ ΙΝΩΝ

Χαρακτηριστικές τιμές αντοχών και δυσπαραμορφωσιμότητας για μερικά είδη μοριοπλακών δίνονται στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN113.406 και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

	Είδος μοριόπλακας			
Μηχανικές ιδιότητες	Μοριοσανίδες P4	Μοριοσανίδες P7(βαρέως τύπου)	Ινοσανίδες MBH.LA2	Ινοσανίδες HB.HLA2 (βαρέως τύπου)
Πάχος(mm)	13-20	13-20	>10	>5,5
Πυκνότητα,ρ_k(Kg/m³)	600	600	600	800
	MPa			
$f_{m.k}$	12,5	16,7	15	32
$f_{t,k}$	7,9	10,6	8	23
$f_{c,k}$	11,1	14,7	8	24
$f_{v,k}$	6,1	8,1	4,5	16
$f_{v,r}$	1,6	2,2	0,25	2,5
	GPa			
$E_{m,m}$	2,9	4,23	3,9	4,6
E_t	1,7	2,485	2,9	4,6
E_c	1,7	2,485	2,9	4,6
G_v	8,3	1,195	1,2	1,9

Πίνακας1.9: Χαρακτηριστικές τιμές αντοχών και δυσπαραμορφωσιμότητας μοριοπλακών.
« (Ευρωπαϊκά Πρότυπα) ***EN TC 113.406» «*** (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης) ***Πιν2.15,σελ.92»***

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

2.1 ΔΑΠΕΔΑ

2.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Δάπεδο ονομάζουμε την Ανώτατη Στρώση του πατώματος, που προσφέρει μια τελειωμένη βατή επιφάνεια. Επίσης το δάπεδο περιλαμβάνει το σύνολο των κατασκευών επικάλυψης της πάνω επιφάνειας του πατώματος και γίνεται για την βελτίωση και να της δώσει τα ειδικά χαρακτηριστικά που απαιτεί η χρήση και η λειτουργία του χώρου.

2.1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ξύλινο δάπεδο δίνει ένα ιδιαίτερο αισθητικό αποτέλεσμα και αποπνέει μια αίσθηση ζεστασιάς, που δεν τη συναντάμε σε κανένα άλλο υλικό. Ταυτόχρονα λόγω της σχεδίασης και του χρώματος του, προσφέρει ατελείωτες δυνατότητες δημιουργίας και επιλογής από μια ευρεία ποικιλία ειδών ξύλου, τύπων δαπέδου, σχεδίων, χρωμάτων κλπ. Όσον αφορά τα κριτήρια επιλογής σχετίζονται τόσο με την αισθητική (που είναι υποκειμενικός παράγοντας, όσο την λειτουργικότητα που πρέπει να μελετάται με βάση κάποιους παράγοντες για την καταλληλότητα του δαπέδου).

Βασικοί παράγοντες για την επιλογή ενός ξύλινου δαπέδου αποτελούν:

- Η χρήση του χώρου και οι απαιτήσεις του.
- Η ευκολία συντήρησης, επισκευής ή αντικατάστασης.
- Το κόστος αγοράς και ο χρόνος εγκατάστασης.
- Η προσδοκώμενη διάρκεια ζωής

Επίσης η τοποθέτηση του είναι εύκολη, και για κάποιον που έχει εμπειρία στην τοποθέτηση είναι και ελάχιστα χρονοβόρο.

2.1.3 ΕΙΔΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ ΔΑΠΕΔΩΝ

Τα είδη της ξυλείας διαχωρίζονται ανάλογα της θέσης όπου τοποθετούνται:

2.1.3.1 ΞΥΛΕΙΑ ΣΕ ΛΩΡΙΔΕΣ ΓΙΑ ΔΑΠΕΔΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ:

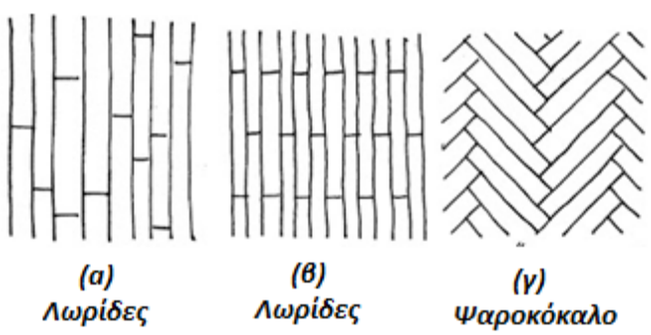
2.1.3.1.1 ΕΙΔΗ ΞΥΛΕΙΑΣ

- ΔΡΥΣ (QUERCUS) (Q):Ο χρωματισμός αυτών των ξύλων κυμαίνεται για την περιοχή του σομφόξυλου από ανοιχτό κίτρινο εώς αωοιχτό καστανό που γίνεται χρυσοκάστανο ή καστανό πλησιάζοντας το καρδιόξυλο.
- ΚΑΣΤΑΝΙΑ (CASTANE A SATIVA, VESCA, VULGARIS): Το καρδιόξυλο έχει καστανή απόχρωση όμοια με το χρώμα της δρυός, και το σομφόξυλο ανοιχτό καστανόχρωμα.
- ΚΑΡΥΔΙΑ (JUGLANIS REGIAL): Το καρυδόξυλο έχει καστανή (σοκολατί) απόχρωση, με σκοτεινότερες περιοχές και το σομφόξυλο είναι ανοιχτό χρυσοκάστανο ή λευκό.
- ΕΡΥΘΡΕΛΑΤΗ (EPICEA): Ο χρωματισμός της κυμαίνεται από άσπρο προς καστανοκίτρινο στιλπνό.
- ΤΡΟΠΙΚΑ ΞΥΛΑ:
    - VENGE: Σκούρα κίτρινη απόχρωση με μαύρα νερά
    - IROKO: Καφεκόκκινο σε διάφορες αποχρώσεις.
    - ANGELIQUE: Κοκκινωπή – ιοχρούν απόχρωση
    - WACAPOU: Σκούρα καφέ απόχρωση με ανοιχτόχρωμες ραβδώσεις.

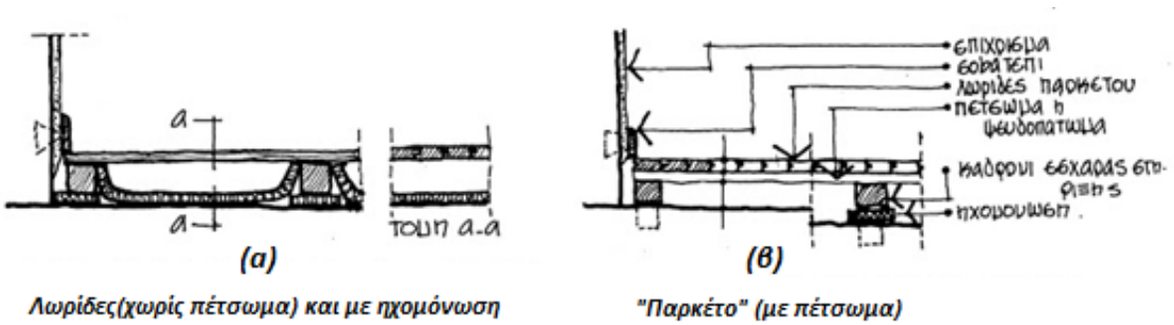
«βλέπε: Κεφάλαιο 2.3.2. (Εικόνες 2.9)»

2.1.3.1.2 ΤΡΟΠΟΙ ΤΡΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ

Λωρίδες ξύλου πάνω σε ξύλινο σκελετό (βάση από μονή ή διπλή εσχάρα από λεπτές δοκίδες ξύλου)



Σχήμα 2.1 Διατάξεις επιφανειακών στοιχείων στα ξύλινα δάπεδα.(α) & (β) & (γ) ***«*** (Π.Τουλιάτος, 1999) Σχ.7.17,σελ.66***»***



Σχήμα 2.2 Τομή-Στρώσεις ξύλινων δαπέδων.(α) & (β) « (Π.Τουλιάτος, 1999) Σχ.7.18 & Σχ.7.19,σελ.66***»***

2.1.3.2 ΞΥΛΕΙΑ ΓΙΑ ΚΑΔΡΟΝΑΡΙΣΜΑ ΚΑΙ ΨΕΥΔΟΔΑΠΕΔΑ.

- ΛΕΥΚΗ ΞΥΛΕΙΑ ΑΠΟ ΕΛΑΤΗ: Πρόκειται για ξύλο με χρώμα λευκό ματ, και δεν λουστράρεται γιατί απορροφά το λούστρο.

Σχήμα 2.3 Καδρονάκι Ερυθρελάτη. « (Wands)***»***

2.1.3.3 ΞΥΛΕΙΑ ΓΙΑ ΚΟΛΛΗΤΑ ΨΕΥΔΟΔΑΠΕΔΑ:

- Από μοριοσανίδες πάχους μεγαλύτερου ή ίσου των 16mm.
- Από κόντρα πλακέ πάχους μεγαλύτερου ή ίσου των 12mm.
- Από κόντρα πλακέ θαλάσσης πάχους μεγαλύτερου ή ίσου των 12mm.

2.1.3.4 2.3.4 ΞΥΛΕΙΑ ΓΙΑ ΞΥΛΙΝΟΥΣ ΤΑΚΟΥΣ.

Αποτελούνται από σκληρά ξύλα ή από κόντρα πλακέ θαλάσσης και τοποθετούνται κάτω από τα καδρόνια για το αλφάδιασμα αυτών και για την διατήρηση των καδρονιών σε απόσταση από την επιφάνεια της φέρουσας πλάκας.

2.1.3.5 ΞΥΛΕΙΑ ΓΙΑ ΦΙΛΕΤΑ – ΜΠΟΡΝΤΟΥΡΕΣ.

Από το ίδιο ξύλο όπως των λωρίδων ή από διάφορα ξύλα διαφόρων χρωμάτων ευθύγραμμο ή με διάφορες διακοσμητικές ευθύγραμμες και καμπύλες διατάξεις.

2.1.3.6 ΞΥΛΕΙΑ ΓΙΑ ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ (ΣΟΒΑΤΕΠΙ)

Από το ίδιο ξύλο όπως των λωρίδων ή από διάφορα ξύλα διαφόρων χρωμάτων διατομής τέτοιας ώστε να καλύπτει τον περιμετρικό αρμό των λωρίδων που υποχρεωτικά πρέπει να προβλέπεται και συγχρόνως να επιτρέπει τον αερισμό του δαπέδου, για την περίπτωση καδροναρίσματος.

Εικόνα 2.1 Σοβατεπί (α) &(β) « (add2)**,** Katalog Zubehor»

2.1.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΑΠΕΔΩΝ

2.1.4.1 ΔΑΠΕΔΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Τα παρκέτα τύπου Deck αποτελούν ξύλινα πατώματα για εξωτερική χρήση. Παράγονται από ξύλα με μεγάλη αντοχή στην υγρασία και αντοχή σε σκληρή χρήση. Επίσης προσφέρουν αντιολισθητικές ιδιότητες, για αυτό το λόγο και είναι κατάλληλα για την κάλυψη επιφανειών γύρω από πισίνες, εξωτερικές σκάλες, ακόμα και για κατασκευές μέσα σε κήπους.

Εικόνα 2.2 Deck περιμετρικά πισίνας. «Εξωτερικός χώρος»

2.1.4.2 ΔΑΠΕΔΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.

2.1.4.2.1 ΜΑΣΙΦ ΔΑΠΕΔΑ

Τα μασίφ δάπεδα είναι συμπαγή τεμάχια που αποτελούνται απο το ίδιο ξύλου σε όλο το πάχος τους. Η τοποθέτησή τους γίνεται είτε καρφωτά είτε κολλητά.

ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ-ΜΑΣΙΦ ΔΑΠΕΔΑ

- Οι ιδιότητες του υλικού εγγυώνται διάρκεια ζωής πάνω από 100 χρόνια
- Υλικό φυσικό και φιλικό στον άνθρωπο, Δίνει την απόλυτη φυσική αίσθηση
- Κάνουν το χώρο ζεστό και οικείο
- Είναι το πιο οικολογικό υλικό σε μια κατασκευή, είναι υλικό κατευθείαν επεξεργασμένο από τη φύση, χωρίς την παρουσία πρόσθετων υλικών
- Συμβάλλει στη διαμόρφωση του χαρακτήρα των εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, από τον πιο παραδοσιακό μέχρι τον πιο μοντέρνο χώρο
- Εύκολο στον καθαρισμό και την συντήρηση
- Μεγάλη γκάμα διαστάσεων, χρωμάτων και σχεδίων

Εικόνα 2.3 Μασίφ Δάπεδα «www.ikea.gr»

2.1.4.2.2 ΚΛΑΣΙΚΑ (ΡΑΜΠΟΤΕ) ΠΑΡΚΕΤΑ.

Τα κλασικά παρκέτα είναι οι συμπαγείς σανίδες που διαθέτουν κατάλληλες εσοχές και παρεξοχές για πλευρική σύνδεση. Η τοποθέτηση τους γίνεται είτε καρφωτά είτε κολλητά ομοίως με μασίφ.

ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ- ομοίως ΜΕ ΜΑΣΙΦ

2.1.4.2.3 ΠΡΟΓΥΑΛΙΣΜΕΝΑ ΔΑΠΕΔΑ ΗΜΙΜΑΣΙΦ – ΠΛΩΤΑ

Τα προγυαλισμένα δάπεδα χαρακτηρίζονται από την σύμπτυξη πολλών φύλλων ξύλου ή και από ένα συμπαγές κομμάτι που συγκρινόμενα με τα πατώματα που κυκλοφορούν στην αγορά μεγαλύτερη αντικατάσταση κατά της υγρασίας στις άκρες της σανίδας μιας και έχει επικάλυψη σε όλη την επιφάνεια.

Αποτελούνται από 4mm επιφάνεια σκληρής ξυλείας, 9mm μεσαίο στρώμα λευκής ξυλείας ελάτου και στη βάση 1mm καπλαμά.

ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ-ΠΡΟΓΥΑΛΙΣΜΕΝΑ ΗΜΙΜΑΣΙΦ ΠΛΩΤΑ

- Εύκολη και γρήγορη τοποθέτηση
- Πιο οικονομικά λόγω οικονομικής τοποθέτησης και λιγότερων υλικών

- Σκληρά και ανθεκτικά 7 στρώσεις βερνίκι και με μηχανήματα
- Οικολογικά
- Διάρκεια ζωής 70 χρόνια
- Συντηρούνται αφού μπορούν να τριφτούν μέχρι και 3 φορές
- Φυσικό προιόν
- Φυσική αίσθηση ξυλου
- Βγαίνουν και ξαναμπαίνουν σε άλλο σημείο

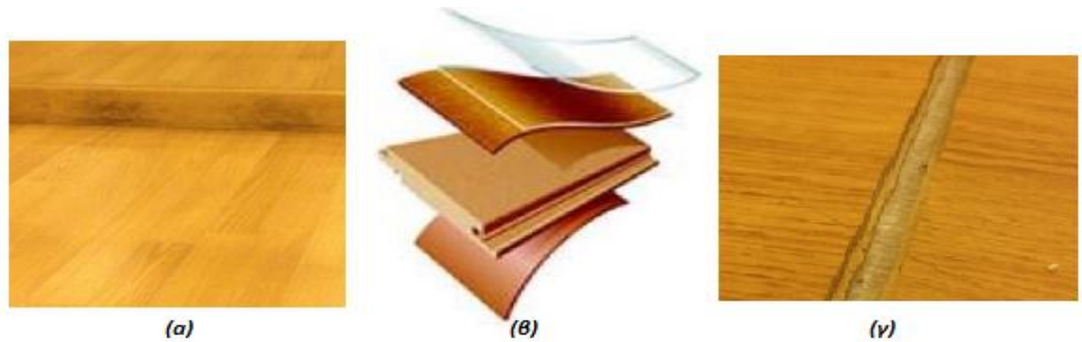
Εικόνα 2.4 Προγυαλισμένα Δάπεδα-Ημιμασίφ«http://www.kaltsidis-wood.gr/wooden_floors_manual.pdf»

2.1.4.2.4 LAMINATE

Τα laminate πατώματα – δάπεδα συναντώνται σε φαρδιές και μακριές τάβλες έτοιμα για τοποθέτηση, η οποία γίνεται πολύ γρήγορα σε σχέση με το κλασικό ξύλινο πάτωμα διότι δεν χρειάζεται τρίψιμο και γυάλισμα. Επίσης έχουν όψη ξύλου χωρίς να είναι πραγματικό ξύλο, αποτελούν απομίμηση, γεγονός που χαμηλώνει πολύ το κόστος τους.

ΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ-ΜΑΣΙΦ ΔΑΠΕΔΑ

- Πολύ σκληρή επιφάνεια
- Δεν καίγονται
- Δε χαράσσονται από τακούνια
- Δεν αλλάζει χρώμα από τον ήλιο
- Οικολογικά
- Τεράστια ποικιλία χρωμάτων και ποιοτήτων
- Κατάλληλα για σπίτια, καταστήματα, γραφεία, ξενοδοχεία



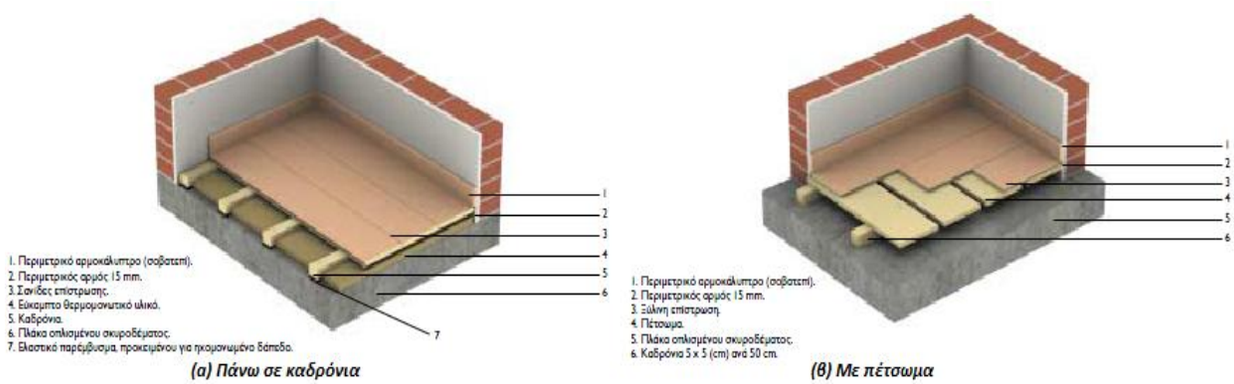
Εικόνα 2.5 Δάπεδα Laminate (α)&(γ) «Οικία» ***&(β)*** «http://www.kaltsidis-wood.gr/wooden_floors_manual.pdf»

2.1.5 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΞΥΛΙΝΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ

2.1.5.1 ΚΑΡΦΩΤΑ ΔΑΠΕΔΑ

Η ξύλινη επίστρωση στερεώνεται με κάρφωμα επάνω σε κατασκευή από ξύλινα καδρόνια ή ψευδοπάτωμα από σανίδες ή πλάκες ή φύλλα προϊόντων ξύλου (μοριοσανίδες, ινοσανίδες κτλ). Η κατασκευή αυτή εδράζεται σε σταθερό υπόβαθρο (συνήθως πλάκα σκυροδέματος). Η απόσταση μεταξύ των καδρονιών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 50cm. Μεταξύ των καδρονιών και της τελικής επιφάνειας συνιστάται η κατασκευή ψευδοπατώματος, ώστε να αποφεύγεται το τρίξιμο και να μειώνεται η καταπόνηση της τελικής επίστρωσης. Η τοποθέτηση των σανίδων του ψευδοπατώματος με αρμό μεταξύ τους διευκολύνει τον αερισμό της ξυλείας.

Προκειμένου να έχουμε ηχομονωμένα δάπεδα, στο διάκενο μεταξύ της πλάκας και της ξύλινης επίστρωσης μπορεί να τοποθετηθεί ηχομονωτικό υλικό σε κόκκους ή εύκαμπτο ηχομονωτικό πάπλωμα, ενώ μεταξύ καδρονιών και σταθερού υποστρώματος τοποθετείται ελαστικό παρέμβασμα.



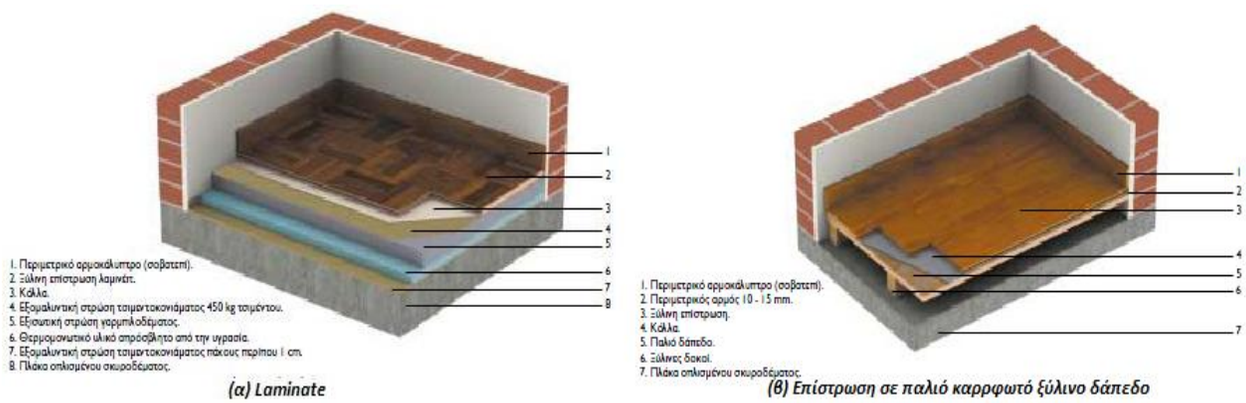
Εικόνα 2.6 Καρφωτά ξύλινα δάπεδα (α) &(β) «www.drioxil.gr»

2.1.5.2 ΚΟΛΛΗΤΑ ΔΑΠΕΔΑ

Πρέπει να χρησιμοποιείται ξηρή ξυλεία σε εντελώς στεγνό υπόστρωμα. Υποστρώματα επάνω στο έδαφος στεγανοποιούνται σε όλη την επιφάνεια. Η τοποθέτηση γίνεται με θερμοκρασία εσωτερικού χώρου τουλάχιστον 8 C και υγρασία 50% - 60%. Το υπόστρωμα αλείφεται με αστάρι για καλύτερη πρόσφυση της κόλλας. Η κόλλα απλώνεται και διαστρώνεται με οδοντωτή σπάτουλα σε πάχος 3mm. Σε κολυμβητά παρκέτα (επάνω σε μονωτικό υλικό) αφήνεται αρμός ανά 5m. Περιμετρικά αφήνεται αρμός 1,0 – 1,5 cm, που καλύπτεται με περιμετρικό αρμοκάλυπτρο (σοβατεπί).

2.1.5.2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΟΛΛΗΤΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ

- Μωσαϊκά Δάπεδα
- Δάπεδα από ραμποτέ λωρίδες επικολλημένες σε φύλλα από παράγωγα ξύλου. (μοριοσανίδες)
- Δάπεδα από τοποθετούμενες ανά τεμάχιο, με κόλληση σε σκληρό λείο υπόστρωμα.
- Δάπεδα από μη ραμποτερισμένες λωρίδες τοποθετούμενες με κόλληση κατακόρυφα με τη μικρότερη διάσταση “L” επί σκληρού υποστρώματος.
- Δάπεδα από μη ραμποταρισμένες λωρίδες τοποθετούμενες με κόλληση σε σκληρό υπόστρωμα αλλά με τις ίνες αυτών κατακόρυφες στο υπόστρωμα.



Εικόνα 2.7 Κολλητά ξύλινα δάπεδα «www.drioxil.gr»

2.1.5.3 ΠΛΩΤΑ ΔΑΠΕΔΑ

Το πλωτό δάπεδο εφαρμόζεται χωρίς κόλληση επάνω στο υπόβαθρο, με την παρεμβολή λεπτού μονωτικού φύλου από φελλό, ελαστικό φορέα κτλ, πάχους 2 - 6 mm, σύμφωνα με τις υποδείξεις του προμηθευτή της ξυλείας. Το μονωτικό φύλλο στρώνεται χωρίς κόλλημα ή στερέωση επάνω σε συμπαγές, ανθεκτικό και ξηρό υπόβαθρο με ομαλή, επίπεδη και καθαρή επιφάνεια. Οι σανίδες, πάχους 8 – 2 mm, κολλιούνται μόνο μεταξύ τους. Ίχνη ή υπολείμματα κόλλας επάνω

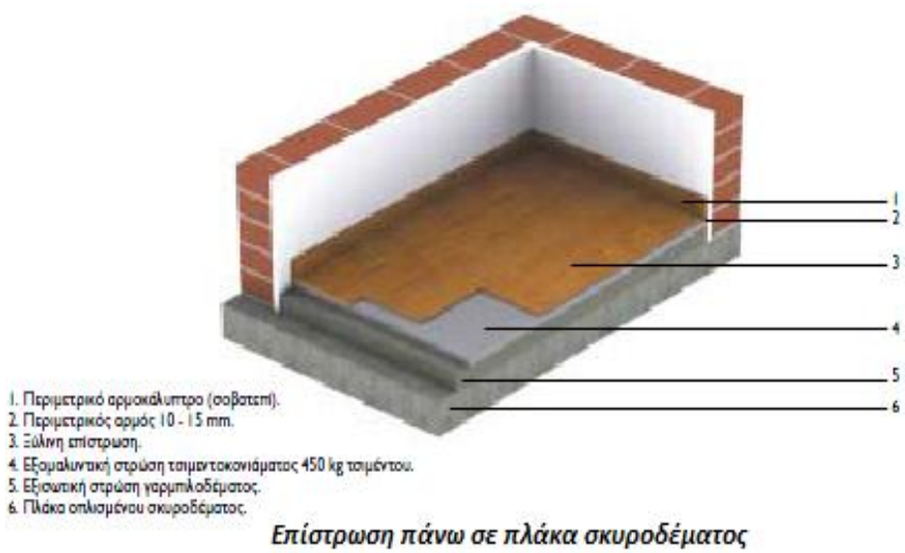
στην τελική επιφάνεια της επίστρωσης πρέπει να καθαρίζονται αμέσως, σύμφωνα με τις οδηγίες του παρασκευαστή της κόλλας και του προμηθευτή της ξυλείας. Οι αρμοί του υπόβαθρου δεν συνεχίζονται στην επίστρωση. Περιμετρικά αφήνεται αρμός 10 – 15 mm, που καλύπτεται με το περιμετρικό αρμοκάλυπτρο.

2.1.5.4 LAMINATE

Τα δάπεδα Laminate τοποθετούνται πλωτά πάνω σε ειδικό υπόστρωμα. Στη συνέχεια,υπάρχουν συνδέσεις διπλού θηλυκώματος, που κουμπώνουν με το σύστημα clik. Η τοποθέτηση εκτελείται πάντοτε στην κατεύθυνση της πτώσης του φωτός. Η συναρμολόγηση ξεκινά από την γωνία με πρώτους τους αποστάτες στον τοίχο, ώστε αυτοί να κρατήσουν τον αρμό διαστολής. Το τελευταίο σανίδι της πρώτης σειράς πρέπει συνήθως να κοντύνει και με το υπόλοιπο κομμάτι αρχίζει η επόμενη σειρά.

Στην περίπτωση που η τοποθέτηση γίνεται χωρίς το σύστημα clik, για την προσαρμογή του δαπέδου χρησιμοποιούνται σφυρί και τάκο.

Τότε όμως η τελευταία σειρά πρέπει να προσαρμοστεί στο πλάτος με τη διαδρομή του τοίχου. Μόνο τότε μπορεί να κολληθεί και να τοποθετηθεί με τη βοήθεια μιας ράβδου έλξης. Στο τέλος σταθεροποιείται όλη ηκατασκευή με ξύλινες σφήνες. Η κόλλα πρέπει να σφίξει το λιγότερο μια νύχτα, προτού απομακρυνθούν οι σφήνες.



Εικόνα 2.8 Πλωτό ξύλινο δάπεδο Laminate «www.drioxil.gr»

2.1.6 ΦΙΝΙΡΙΣΜΑ (ΓΥΑΛΙΣΜΑ) ΞΥΛΙΝΟΥ ΔΑΠΕΔΟΥ

Το ξύλινο δάπεδο (παρκέτο ή ξύλινες λωρίδες) μπορεί να παραδοθεί στο εργοτάξιο με επεξεργασμένη επιφάνεια από το εργοστάσιο. Η τελική στρώση του γυαλίσματος γίνεται με βερνίκια οργανικού διαλύτη που περνιούνται σε επάλληλες στρώσεις. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναληφθεί και μετά την τοποθέτησή του στον χώρο του εργοταξίου με στρώσεις αντίστοιχου βερνικιού

Στην περίπτωση που προαναφέρθηκε, κατασκευής ξύλινου δαπέδου στο εργοτάξιο, με παρκέτο ή ξύλινες λωρίδες χωρίς γυαλισμένες επιφάνειες, αυτή η εργασία πραγματοποιείται αμέσως μετά την τοποθέτησή τους. Το ξύλινο δάπεδο τρίβεται με γυαλόχαρτο, με ειδικές μηχανές.

Μετά το τρίψιμο και αφού η τελευταία φάση της λείανσης γίνεται κατά την φορά των ινών του ξύλου, καθαρίζεται από τις σκόνες και κατόπιν βερνικώνεται. Εκτός από την κλασική αυτή μέθοδο του γυαλίσματος, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι επεξεργασίας της τελικής επιφάνειας των δαπέδων, όπως η τεχνητή παλαίωση του ξύλου με χημικά μέσα, η επάλειψη με κερί που θερμαίνεται και εφαρμόζεται με πινέλο, η βαφή του ξύλου που τονίζει το φυσικό χρώμα ή το καθιστά πιο σκούρο, το λάδωμα με επάλειψη λινέλαιου, τα διακοσμητικά τελειώματα με πατίνα κ.λπ. Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι η επεξεργασία της τελικής επιφάνειας των ξύλινων δαπέδων με βερνίκια οργανικού διαλύτη ή η χρήση άλλων χημικών μέσων για την «τεχνητή παλαίωση» του ξύλινου παρκέτου ελέγχονται για την τοξικότητά τους.

2.1.7 ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Τέλος κατά τη χρήση του δαπέδου απαιτείται αντοχή σε δύο μορφών φορτίσεις:

- Στατικές που προκύπτουν από έπιπλα ή γενικά αντικείμενα που μεταφέρουν σημαντικά φορτία σε ελάχιστες επιφάνειες του δαπέδου. (Βιβλίο Οικοδομικής).
- Δυναμικές που προκύπτουν από τη μεταφορά αντικειμένων η την κρούση από το βάδισμα.

Οι παραμορφώσεις από τις φορτίσεις δεν πρέπει να είναι μόνιμες και δεν πρέπει να προκαλούν τρυπήματα και γενικά φθορές.

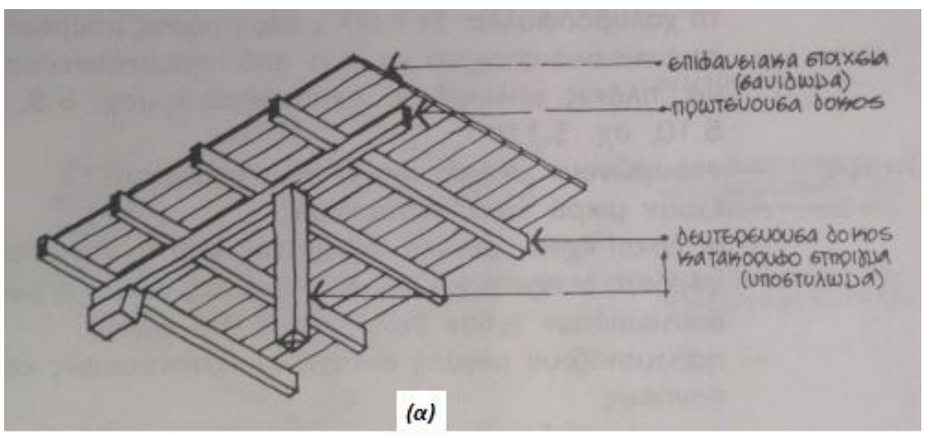
2.2 ΠΑΤΩΜΑΤΑ

2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

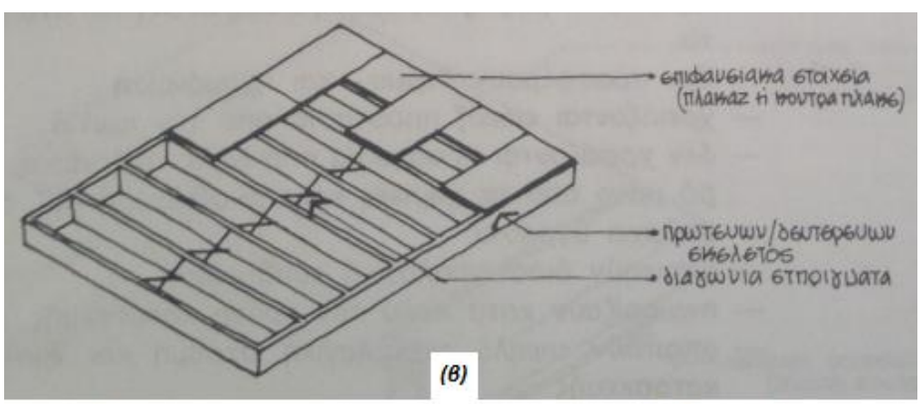
Πατώματα ονομάζουμε τις οριζόντιες κατασκευές που χωρίζουν ένα κτίριο ή ένα εσωτερικό χώρο σε οριζόντιες λειτουργικές ζώνες, προσφέροντας μια ασφαλή επιφάνεια για την κίνηση, την εργασία, την αποθήκευση κλπ.

2.2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ

2.2.2.1 ΔΟΚΟΙ ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



«Πάτωμα με ξύλινο σκελετό και σανίδωμα για επικάλυψη»



«Πάτωμα με επιφανειακά στοιχεία επικάλυψης πάνω σε ξύλινο σκελετό»

Σχήμα 2.3 Αξονομετρικό σκαρίφημα πατώματος.(α) & (β) « (Π.Τουλιάτος, 1999) Σχ.5.4 & 5.5,σελ.39***»***

2.2.2.1.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ:

- Σκελετός από απλές ξύλινες δοκούς και επιφανειακά ξύλινα στοιχεία για μικρά ανοίγματα και μικρές κατασκευές.
- Επιφανειακά στοιχεία πλήρωσης από σανίδωμα ή βιομηχανοποιημένες πλάκες (π.χ. κόντρα πλακέ, σύνθετες πλάκες, κτλ.)

2.2.2.1.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ:

- Μπορούν να γεφυρώνουν συνήθως περιορισμένα ανοίγματα.
- Έχουν μικρό πάχος κατασκευής.
- Το ίδιο τους βάρος είναι περιορισμένο.
- Δεν αντέχουν σε σημαντικές, κατακόρυφες καταπονήσεις (εκτός αν ενισχυθούν).
- Δεν έχουν καμιά αντοχή σε οριζόντιες καταπονήσεις (εκτός αν ενισχυθούν με αντιρίδες/αντιανέμια).
- Δεν προσφέρουν θερμο-ηχομόνωση.
- Χρειάζονται ειδική προστασία από τη φωτιά.
- Δύσκολα ενσωματώνονται σ’ αυτό οι άλλες εγκαταστάσεις (υδραυλικές, ηλεκτρικές).
- Χρειάζονται ειδική προστασία από παράσιτα, μικροοργανισμούς κ.ά.
- Διατίθενται σε διαστάσεις που μπορούν να τυποποιηθούν.

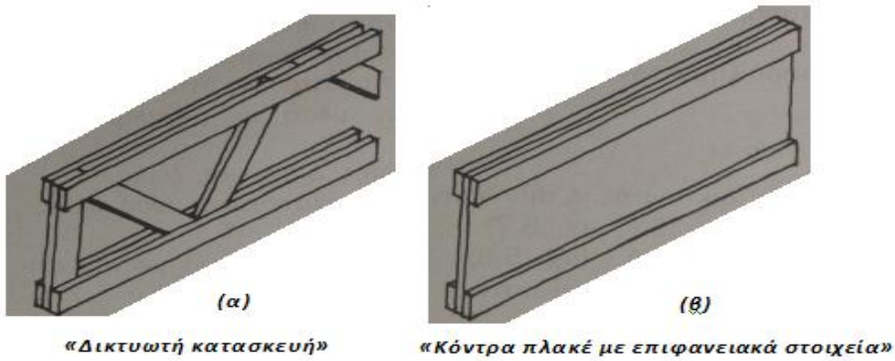
2.2.2.1.3 ΧΡΗΣΗ:

- Σε μικρά κτίρια, όπως κατοικίες και περίπτερα εκθέσεων
- Σε κατασκευές παταριών ή αντίστοιχες βοηθητικές κατασκευές κτιρίων ή κήπου με περιορισμένη διάρκεια ζωής.

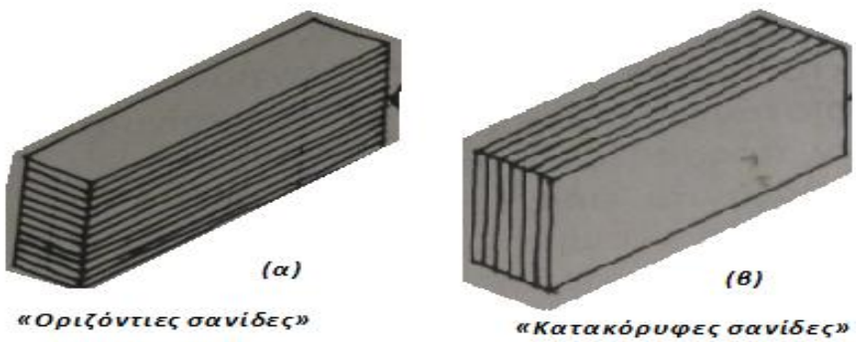
2.2.2.1.4 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ:

- Εμποτισμός στο των απλών δοκών (στο εργοστάσιο) ή επάλειψή τους στο εργοτάξιο με προστατευτικά υγρά (εναντίον της σήψης ή της φωτιάς).
- Προστασία με βερνίκια (έγχρωμα ή άχρωμα) ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα για τα ξύλινα δοκάρια και τα ξύλινα επιφανειακά στοιχεία.

2.2.2.2 ΔΟΚΟΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ (ΣΥΝΘΕΤΗΣ) ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Σχήμα 2.4 Δοκοί ειδικής μορφής με επιφανειακά στοιχεία.(α) & (β) « (Π.Τουλιάτος, 1999) Σχ. & 5.7 & 5.8,σελ.40***»***



Σχήμα 2.5 Δοκοί σύνθετης ξυλείας.(α) & (β) « (Π.Τουλιάτος, 1999) Σχ. 5.6,σελ.40***»***

2.2.2.2.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Σκελετός από δοκάρια τοξωτής, δικτυωτής ή σύνθετης διατομής, ή από σύνθετο ξύλο από συγκολλημένες ξυλοσανίδες - laminated wood) πάνω στον οποίο καρφώνονται επιφανειακά ξύλινα στοιχεία, τα οποία μπορεί να είναι από το ίδιο ξύλο του σκελετού, σε μορφή σανίδων ή από plywood (κόντρα πλακέ) εξωτερικής χρήσης

2.2.2.2.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- Γεφυρώνουν μεγάλα ανοίγματα (πάνω από 7 m έως 150 m).
- Έχουν μεγάλο ύψος κατασκευής και μικρό αναλογικά βάρος.
- Ανθεκτικά σε κατακόρυφες καταπονήσεις.
- Δεν υφίστανται παραμορφώσεις σε μεγάλα ανοίγματα.

- Δεν προσφέρουν θερμο-ηχομόνωση.
- Τα επιφανειακά στοιχεία (π.χ. σανίδες, plywood), χρειάζονται προστασία από τη φωτιά.
- Χρειάζονται ειδική προστασία από την φωτιά (μόνο τα επιφανειακά τους στοιχεία και όχι οι δοκοί).
- Ενσωματώνουν δύσκολα τις εγκαταστάσεις.
- Χρειάζονται προστασία από ξένες επιδράσεις.
- Απαιτούν τυποποιημένα διαστασιολόγηση και συσχέτιση με τα άλλα δομικά υλικά της κατασκευής.
- Μειώνουν δραστικά το χρόνο κατασκευής ενός κτιρίου.

2.2.2.2.3 ΧΡΗΣΗ

Για την κατασκευή κτιρίων με μεγάλα ανοίγματα, όπως κλειστά αθλητικά στάδια, super markets, βιομηχανίες και βιοτεχνίες, αποθήκες, εκθεσιακούς χώρους, χώρους εκπαίδευσης και υγείας κ.ά.

2.2.2.2.4 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Για τη συντήρηση των ξύλινων πατωμάτων αυτού του τύπου ισχύουν όσα αναφέρονται παραπάνω για τα ξύλινα πατώματα και πατάρια απλής διατομής και επιφανειακών ξύλινων στοιχείων.

2.3 ΔΑΠΕΔΑ ΣΕ ΞΥΛΙΝΑ ΠΑΤΩΜΑΤΑ

2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την σύνθεση (τη μορφή) του φέροντος οργανισμού μιας ξύλινης κατασκευής είναι οι εξής:

- Αισθητικοί παράγοντες
- Οι δυνατότητες μεταφοράς, συναρμολόγησης και ανέγερσης των υλικών και συστημάτων
- Η οικονομικότητα
- Κατάλληλες προϋποθέσεις μόνωσης και ασφάλειας
- Αποφυγή ολισθηρότητας

Η ξυλεία που ενδείκνυται για την κατασκευή των ξύλινων δαπέδων προέρχεται από πλατύφυλλα δέντρα:

- ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ ΕΥΚΡΑΤΗΣ ΖΩΝΗΣ: δρυς(βελανιδιά), σημύδα, καρυδιά, καστανιά, οξιά, φράξος, σφένδαμος, πλατανοειδής, οστριά, γαύρος, φράξος, ευκάλυπτος, φτελιά,κ.ά.
- ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ ΤΡΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ: τικ (teak), padauk, azobe, ιρόκο, afara, acajou-khaya (μαόνι Αφρικής), μαόνι Ν. Αμερικής, bete, kosipo, makore , οκουμέ, sapele, sipo κ.ά.

Γενικά, η «σκληρή ξυλεία»- πλατύφυλλα δέντρα ενδείκνυται στην κατασκευή κτιρίων και δομικών κατασκευών. Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται και «μαλακή ξυλεία»- κωνοφόρα δέντρα για την κατασκευή παταριών, όπως το δασικό πεύκο, ο κέδρος, το “pitch pine” και το “oregon pine” (ψευδοτσούγκα),λόγω της μηχανικής αντοχής της. Καλό είναι να αποφεύγεται η χρήση του έλατου, του ερυθρέλατου ή των άλλων ειδών πεύκου λόγω των ανεπαρκών, μηχανικών ιδιοτήτων τους. Οι γερμανικοί κανονισμοί ορίζουν πως η χρήση ξύλου από κωνοφόρα δέντρα στις δομικές κατασκευές πρέπει να γίνεται μόνο αν βρίσκεται κάτω από στέγη και με χημικό εμποτισμό.

Επίσης, όσον αφορά την ασφάλεια των πατωμάτων και των παταριών θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης δικτύων, ηλεκτρικών, υδραυλικών, θέρμανσης κ.ά. και να επιτρέπεται η διέλευση κατακόρυφων σωληνώσεων χωρίς να μειώνεται η αντοχή τους.

Κατασκευαστικά, τα δάπεδα, οι οροφές και τα εσωτερικά χωρίσματα πρέπει να συνδυάζονται, συσχετίζοντας τις διαστάσεις των υλικών που τα αποτελούν με τα άλλα στοιχεία της κατασκευής. Η συσχέτιση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία για μεικτές (ξύλινες και μεταλλικές) κατασκευές. Για παράδειγμα αν ένα πάτωμα κατασκευαστεί από ξύλο, θα πρέπει να προβλέψει ο μελετητής και ο κατασκευαστής αρμούς διαστολής, γιατί λόγω υγρασίας το χειμώνα αυξάνονται οι διαστάσεις του, ενώ το καλοκαίρι μειώνονται. Ακριβώς αντίθετα από το ξύλο συμπεριφέρεται το μέταλλο.

2.3.2 ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Εικόνες 2.9 Ξύλινα Δάπεδα « (Ρίζος) «http://rizosdimitris.blogspot.gr/2012/01/blog-spot.html»

2.3.2.1 Πλατύφυλλα Εύκρατης ζώνης

- ΣΗΜΥΔΑ

- ΟΞΙΑ

- ΔΡΥΣ (ΒΕΛΑΝΙΔΙΑ)

- ΣΦΕΝΔΑΜΟΣ

- ΚΑΡΥΔΙΑ

2.3.2.2 Πλατύφυλλα τροπικής ζώνης

- ΟΚΟΥΜΕ

- SIPO

2.3.2.3 Κωνοφόρα

- PITS PINE

- OREGON PINE

- ΠΕΥΚΗ

2.4 ΥΠΟΔΟΜΗ - ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ[22]

Οι ξύλινες κατασκευές πρέπει να κατασκευάζονται με τρόπο που να τις καθιστά συμβατές με τις αρχές του σχεδιασμού.

Τα υλικά της κατασκευής πρέπει να εφαρμόζονται, χρησιμοποιούνται ή στερεώνονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτελούν επαρκώς τις λειτουργίες για τις οποίες σχεδιάστηκαν.

Η τεχνουργία κατά την κατεργασία, την προετοιμασία και την τοποθέτηση των υλικών πρέπει να είναι σύμφωνη με τους καθιερωμένους κανόνες της τεχνικής.

2.4.2 ΣΥΝΘΕΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2.4.2.1 ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ

Αν δεν χρησιμοποιείται ένα γενικότερο προσομοίωμα, για τον υπολογισμό των δικτυωμάτων πρέπει να χρησιμοποιείται ένα προσομοίωμα το οποίο συντίθεται από ραβδόμορφα στοιχεία, διατεταγμένα στους άξονες του συστήματος και συνδεόμενα στους κόμβους.

2.4.2.1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ[23]

Τα δικτυώματα πρέπει να αναλύονται σαν πλαισιωτές κατασκευές, λαμβάνοντας υπόψην για τον υπολογισμό των δυνάμεων και των ροπών των ράβδων, τις παραμορφώσεις των ράβδων και των συνδέσεων, την επιρροή εκκεντροτήτων των στηρίξεων, καθώς και την δυσπαραμορφωσιμότητα της υποστηρίζουσας κατασκευής.

- Με βάση τη γραμμική ανάλυση πρώτης τάξεως, η επιρροή αρχικών μετατοπίσεων και επιβαλλόμενων παραμορφώσεων μπορεί να παραλείπεται, εφόσον λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο αντοχής των μελών.
- Στην περίπτωση που γίνεται γεωμετρική μη-γραμμική ανάλυση, η δυσπαραμορφωσιμότητα των ράβδων θα πρέπει να διαιρείται με τον επιμέρους συντελεστή γ_m

Γενικώς, οι κόμβοι μπορούν να θεωρούνται αρθρώσεις.

---

[22] (CEN Eurocode 5: Design of timber structures),*Κεφάλαιο 7.1 P(1) & P(2)*

[23] (CEN Eurocode 5: Design of timber structures),*Κεφάλαιο5.4.1 P(1),(4-7)* & (Ευρωκώδικας 5) *Κεφάλαιο5.4.2.(2),(5)*

Οι μετατοπίσεις ολισθήσεως των κόμβων μπορούν να αγνοούνται για τους ελέγχους αντοχής, εκτός αν επηρεάζουν σημαντικά την κατανομή των εσωτερικών δυνάμεων και ροπών.

Οι κόμβοι μπορούν να θεωρούνται άστρεπτοι, με την προϋπόθεση ότι η παραμόρφωσή τους δεν έχει σημαντική επιρροή στην κατανομή των δυνάμεων και ροπών των ράβδων.

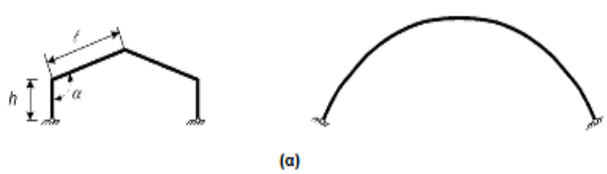
2.4.2.1.2 ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΝΑΛΥΣΗ - ΜΕ ΗΛΟΦΟΡΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

Μια απλοποιημένη ανάλυση πλήρως τριγωνικών δικτυωμάτων θα πρέπει να πληροί τις κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες.[24]

Οι αξονικές δυνάμεις των μελών θα πρέπει να υπολογίζονται με την υπόθεση ότι κάθε κόμβος είναι αρθρωτός.

Οι καμπτικές ροπές μελών ενός ανοίγματος θα πρέπει να υπολογίζονται με την υπόθεση αρθρωτών κόμβων στα άκρα τους. Οι καμπτικές ροπές μελών τα οποία εκτείνονται σε περισσότερα ανοίγματα θα πρέπει να υπολογίζονται με τη θεώρηση συνεχούς δοκού με απλή έδραση σε κάθε κόμβο. Η επιρροή της παραμορφώσεως στους κόμβους καθώς και της μερικής πακτώσεως των συνδέσεων, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη με μείωση κατά 10% των καμπτικών ροπών στις εσωτερικές στηρίξεις του μέλους. Οι καμπτικές ροπές των ανοιγμάτων θα πρέπει να υπολογίζονται βάσει των ροπών κάμψης των εσωτερικών στηρίξεων.

2.4.2.2 ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΤΟΞΑ



Σχήμα 2.6. Πλαίσια και τόξα. « (Ευρωκώδικας 5, 2004)Σχ. 5.3(α)***»***

2.4.2.2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΥΤΕΡΑΣ($2^{ΑΣ}$) ΤΑΞΕΩΣ

Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επιρροή των επιβαλλομένων παραμορφώσεων επί των εσωτερικών δυνάμεων και ροπών.

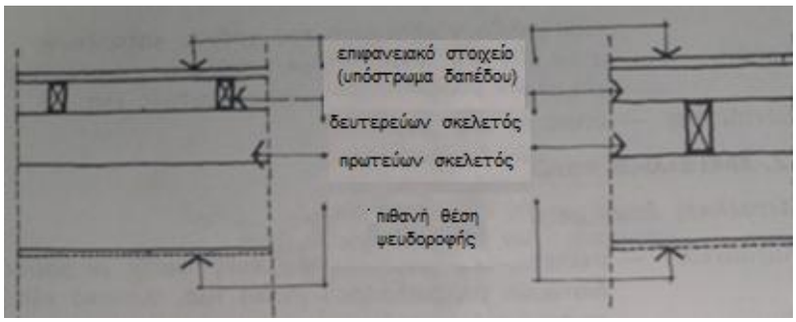
Η επιρροή της επιβαλλομένης παραμορφώσεως επί των εσωτερικών δυνάμεων και ροπών μπορεί να ληφθεί υπόψη μέσω γραμμικής ανάλυσης δευτέρας τάξεως, με βάση κάποιες παραδοχές.[25]

---

[24] (CEN Eurocode 5: Design of timber structures),*Κεφάλαιο 5.4.3(1)*

[25] (CEN Eurocode 5: Design of timber structures),*Κεφάλαιο 5.4.4(2)*

2.4.3 ΑΠΛΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ[26]



Σχήμα 2.7 Τομές Πατώματος με απλό δομικό σύστημα ξύλινου σκελετού « (Π.Τουλιάτος) Σχ. 5.3,σελ.39***»***

2.4.3.1 «ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ ΠΑΤΩΜΑΤΩΝ»

Με τον όρο «διαφράγματα πατωμάτων» ο ΕΚ5 αναφέρεται σε απλά εδραζόμενα διαφράγματα, που συντίθενται από ξυλόπλακες διαφόρων τύπων, οι οποίες στερεώνονται με μηχανικούς συνδέσμους σε ξύλινο σκελετό.[27]

Ουσιαστικά τα πατώματα αποτελούν προσομοίωση των ξύλινων πατωμάτων ως ορθότροπες πλάκες[28]. Οι πλάκες αυτές σχηματίζουν σχάρες από δοκούς συνεπίπεδες ή σε περισσότερα επίπεδα, οι οποίες είναι διέρειστες, τριέρειστες ή τετραέρειστες. Οι συνεπίπεδες δοκοί πρέπει να συνδέονται σε κάθε κόμβο με περισσότερα μέσα σύνδεσης σε κατάλληλη διάταξη και με διατομή ικανή να παραλάβει τις ροπές.[29]

Για τη μελέτη των διαφραγμάτων αυτών με ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο χρησιμοποιείται η απλοποιημένη μέθοδος ανάλυσης, η οποία απαιτεί ορισμένες προυποθέσεις [30].Στην απλοποιημένη ανάλυση, η οποία δίνεται από τον ΕΚ5, γίνεται η παραδοχή ότι τα φύλλα επενδύσεως, τα οποία δεν στερεώνονται σε ορθοστάτες ή δοκίδες, αλληλοσυνδέονται, π.χ. μέσω καδρονιών συνδέσεως.

---

[26] (Ν.Κ.Χατζητρύφων)

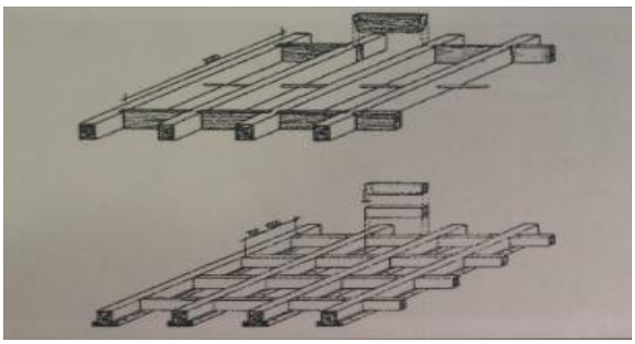
[27] (CEN Eurocode 5: Design of timber structures),*Κεφάλαιο 9.2.3.1 (1)*

[28] (Ν.Κ.Χατζητρύφων, 2000)

[29] (W.Fuehrer, 1977)

[30] (CEN Eurocode 5: Design of timber structures),*Κεφάλαιο 9.2.3.2 (1)*

Αν δεν γίνεται λεπτομερέστερη ανάλυση, οι ακραίες δοκοί κατά μήκος των πλευρών, θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να μπορούν να αναλάβουν τη μέγιστη ροπή κάμψεως του διαφράγματος.



Σχήμα 2.8 Κατασκευαστικές διατάξεις που συνεισφέρουν στη διαφραγματική λειτουργία « (W.Moenck, 1995)Figure 3***»***

2.4.3.2 «ΔΟΚΟΣ ΕΠΙ ΣΤΗΛΟΥ»

Στόχος της ξύλινης κατασκευής, με το δομικό σύστημα «δοκού επί στύλου» είναι να μεταφέρει με ασφάλεια τα φορτία, από τη στέγαση και τα πιο κάτω πατώματα, στο έδαφος. Ουσιαστικά τα πατώματα αυτού του δομικού τύπου συχνά θεωρούνται ως σύστημα μη συνεργαζόμενων παράλληλων αμφιέρειστων δοκών, συνδεδεμένων μεταξύ τους με σανίδωμα (δάπεδο).[31]

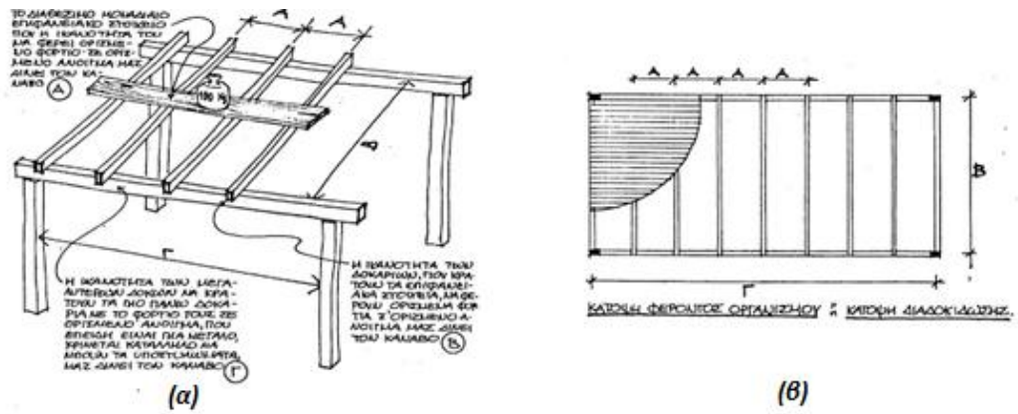
2.4.3.2.1 ΚΑΝΝΑΒΟΙ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Βασική αρχή στατικής λειτουργίας της ξύλινης κατασκευής με αυτό το σύστημα είναι η δημιουργία τριών διαδοχικών καννάβων από ξύλινες δοκούς και υποστυλώματα από πάνω προς τα κάτω. Ο πρώτος κάνναβος (πλέγμα οριζόντιων και κατακόρυφων γραμμών όπως το μιλιμετρέ χαρτί το οποίο αποτελεί βάση για σχεδιασμό κάποιου αντικειμένου) από ξύλινες δοκούς φέρει από πάνω του το επιφανειακό στοιχείο – πέτσωμα και πατάει επάνω στον δεύτερο κάνναβο από ξύλινες δοκούς. Αυτός ο δεύτερος κάνναβος δοκών πατάει στον τρίτο κάνναβο από ξύλινα υποστυλώματα, τα οποία μεταβιβάζουν τα φορτία στο έδαφος.[32] (βλέπε: ***Σχήμα 2.9 (α) & (β)***)

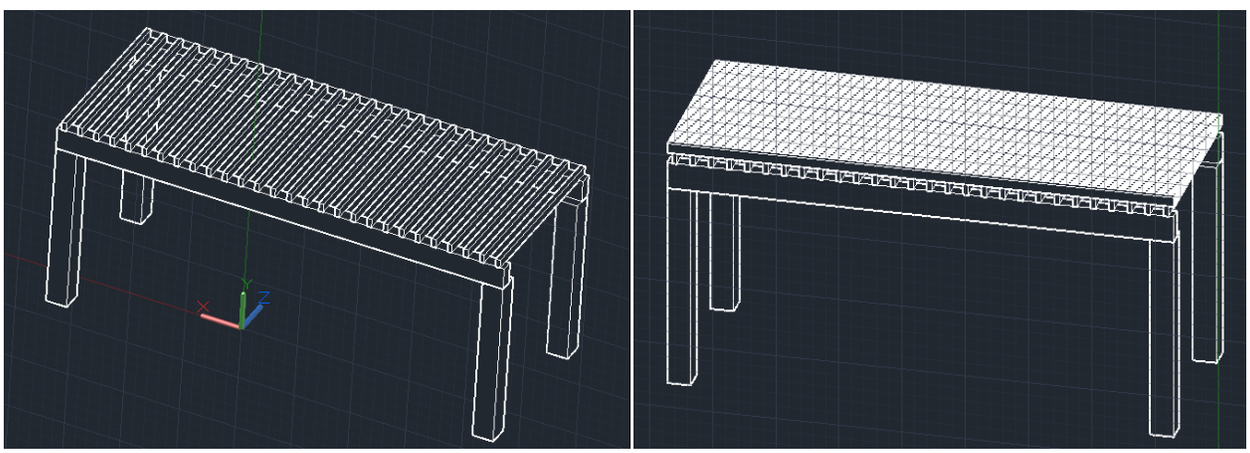
---

[31] (Ν.Κ.Χατζητρύφων, 2000)

[32] (Ρίζος)



Σχήμα 2.9: Στατικό προσομοίωμα σκελετού (κάνναβοι) φέροντα οργανισμού ξύλινης κατασκευής. (α) & (β) « (Π.Τουλιάτος, 1999)Σχ.12.73,σελ.218**»**



Σχήμα 2.10.: Αξονομετρικο Σκαρίφημα του Πατώματος Πειράματος «Autocad***»***

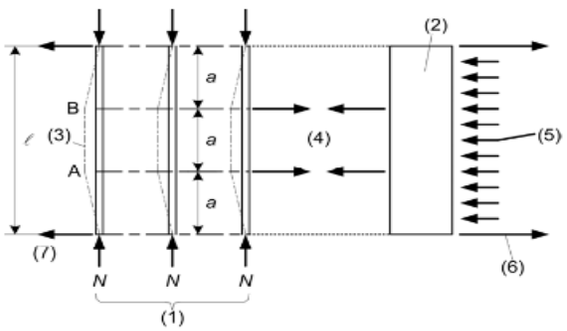
ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΚΑΜΨΙΑΣ

Ωστόσο το σύστημα παράλληλων δοκών, αμφιέρειστα εδρασμένων ως κυλίσεις, δίνει τη δυνατότητα οριζόντιας μετατόπισης. Για το λόγο αυτό οι κατασκευές που δεν διαθέτουν επαρκή πλευρική δυσκαμψία πρέπει να ενισχύονται με συστήματα δυσκαμψίας, ώστε να εξασφαλίζονται έναντι αστάθειας ή υπερβολικών παραμορφώσεων.

Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι τάσεις οι οφειλόμενες σε γεωμετρικές και κατασκευαστικές ατέλειες και σε επιβαλλόμενες παραμορφώσεις (περιλαμβανομένης της ολισθήσεως των συνδέσεων).Οι δυνάμεις πού καταπονούν το σύστημα εξασφάλισης πλευρικής δυσκαμψίας

πρέπει να υπολογίζονται βάσει του δυσμενέστερου συνδυασμού κατασκευαστικών ατελειών και επιβαλλόμενων παραμορφώσεων.[33]

Για μια σειρά με 'n' παράλληλα τοποθετημένων μελών, για τα οποία απαιτούνται πλευρικές στηρίξεις στους ενδιάμεσους κόμβους Α, Β κτλ. (βλέπε ***Σχ.2.10***) θα πρέπει να προβλέπεται ένα σύστημα εξασφάλισης πλευρικής δυσκαμψίας, ώστε να μπορεί να αναλάβει τα εντατικά μεγέθη που προκύπτουν από εξωτερικά οριζόντια φορτία (π.χ. ανεμοπίεση) και ένα εσωτερικό φορτίο σταθεροποίησης *q* ανά μονάδα μήκους(προβλέπεται από τον ΕΚ5.[34])



Σχήμα 2.10 Σύστημα δοκών ή δικτυωμάτων με απαίτηση εγκάρσιας.
« (Π.Τουλιάτος, 1999) *Σχ. 9.10,σελ.218***»**

Υπόμνημα:
(1) *n* μέλη του δικτυώματος
(2) Σύστημα πλευρικής δυσκαμψίας
(3) Παραμόρφωση του δικτυώματος οφειλόμενη σε ατέλειες και φαινόμενα δευτέρας τάξεως
(4) Δυνάμεις σταθεροποιήσεως
(5) Εξωτερικό φορτίο επί του συστήματος πλευρικής δυσκαμψίας
(6) Αντιδράσεις του συστήματος πλευρικής δυσκαμψίας λόγω εξωτερικών φορτίων
(7) Αντιδράσεις του δικτυώματος λόγω δυνάμεων σταθεροποιήσεως

2.4.3.2.2 ΤΡΟΠΟΣ ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ

Τέσσερεις είναι οι βασικοί τρόποι να εξασφαλισθεί ακαμψία σε μια ξύλινη κατασκευή:[35]

i. Να δημιουργηθούν **συνδέσεις** μεταξύ ξύλινων στοιχείων (π.χ. δοκός με υποστύλωμα) ή μεταξύ ξύλινων στοιχείων και άλλων μελών του κτίσματος (π.χ. υποστύλωμα με θεμέλιο) που να είναι ικανές να αντισταθούν στις παραμορφώσεις και να παραλάβουν τις πλάγιες ωθήσεις.

---

[33] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 9.2.5.1 (1-3)*

[34] (Ευρωκώδικας 5, 2004) *Κεφάλαιο 9.2.5.3(1)*

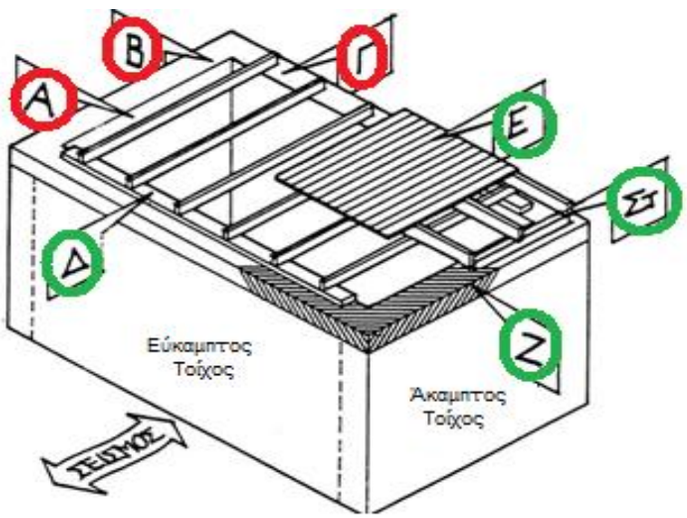
[35] (Π.Τουλιάτος, 1999) *Κεφάλαιο 12.4.4*

ii. Να σχηματισθούν τρίγωνα με τα ξύλινα στοιχεία του κτίσματος ή με τη βοήθεια πρόσθετων στοιχείων, που ονομάζονται **αντιανέμια** ή **διαγώνιες ενισχύσεις**.

iii. Να δημιουργηθούν **διαφράγματα** (ή διαφραγματικά επίπεδα) πάνω στα επίπεδα που πρέπει να γίνουν απαραμόρφωτα.

iv. Να χρησιμοποιηθούν στην ξύλινη κατασκευή άλλα στοιχεία του κτίσματος που έχουν την απαιτούμενη ακαμψία.

2.4.3.2.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ



Σχήμα 2.8 Κατασκευαστικές διατάξεις που συνεισφέρουν στη διαφραγματική λειτουργία « (Ρίζος)***»***

ΛΑΘΟΣ:

Α. Όταν τα στοιχεία του πατώματος δεν συνδέονται μεταξύ τους, σε ένα διαφραγματικό σύνολο επιδρούν δυσμενώς (σαν κριοί) στους τοίχους.

Β. Κακή ή ανύπαρκτη σύνδεση με τον «άκαμπτο» τοίχο.

Γ. Κακή σύνδεση με τον «εύκαμπτο» τοίχο.

ΣΩΣΤΟ:

Δ. Τα στοιχεία του πατώματος (ή στέγης) συνδέονται σωστά με τους δύο απέναντι «εύκαμπτους» τοίχους κάνοντάς τους να συνεργαστούν κατά τις προς τα έξω τάση ανατροπής τους.

Ε. Με διάφορες κατασκευές (πέτσωμα, λοξές ενισχύσεις κ.λπ.) εξασφαλίζεται η διαφραγματική λειτουργία του συνόλου του πατώματος (ή της στέγης).

ΣΤ. Τα στοιχεία του πατώματος (ή στέγης) συνδέονται σωστά και με τους «άκαμπτους» τοίχους. Έτσι το σύνολο συνεργάζεται και η «άκαμπτοι» τοίχοι με την παρεμβολή του διαφράγματος του πατώματος (ή της στέγης) παραλαμβάνουν φορτία αδράνεια των «εύκαμπτων» τοίχων.

Ζ. Τα διαζώματα και η περίδεση μειώνουν τις δυσμενείς επιδράσεις των στοιχείων του τυχόν μη διαφραγματικού πατώματος (ή στέγης) και ενισχύουν τη συνεργασία «άκαμπτων» με «εύκαμπτους» τοίχους.

μέγιστη απόσταση μεταξύ των συνδέσμων θα πρέπει να είναι 300 mm.

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ-(ΕΚ5)

Οι στόχοι του σχεδιασμού περιγράφονται από τις ακόλουθες βασικές αρχές, οι οποίες ισχύουν για κάθε δόμημα, ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής του. Μια κατασκευή υπολογίζεται και κατασκευάζεται με τρόπο ώστε να εκπληρώνει τον σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε. Συγκεκριμένα:

- Να αντέχει τις δράσεις και τις άλλες επιρροές του περιβάλλοντος, οι οποίες αναμένεται να εμφανιστούν κατά την ανέγερση και στη διάρκεια ζωής της κατασκευής.
- Οι ενδεχόμενες βλάβες δεν πρέπει να είναι δυσανάλογες προς τις αιτίες που τις προκαλούν.
- Να εξυπηρετεί τις λειτουργίες για τις οποίες προορίζεται.
- Να διαθέτει την απαραίτητη ανθεκτικότητα σε συνδυασμό με ένα εύλογο, προδιαγραφόμενο κόστος συντηρήσεως.

Οι παραπάνω βασικές αρχές εξασφαλίζονται με την σωστή σύλληψη και υπολογισμό, την επιλογή κατάλληλων υλικών και μεθόδων κατασκευής, την εφαρμογή του κατάλληλου ποιοτικού ελέγχου σε όλες τις φάσεις της παραγωγής και της κατασκευής, την πρόβλεψη και την εφαρμογή της απαιτούμενης συντηρήσεως που απαιτούνται για την συγκεκριμένη κατασκευή.

Ο σχεδιασμός και ο υπολογισμός μιας ξύλινης κατασκευής βασίζεται στις αρχές του Ευρωκώδικα 5 ο οποίος περιγράφει τις οριακές καταστάσεις του ελέγχου, τις δράσεις και τον συνδυασμό τους, καθώς και τις αντοχές σχεδιασμού του ξύλου.

3.2 ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ-(ΚΑΤΑ ΕΚ5)

3.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

3.2.1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ:

- Τα δομήματα σχεδιάζονται από μηχανικούς οι οποίοι διαθέτουν τις κατάλληλες γνώσεις και εμπειρία.
- Επαρκής επίβλεψη και έλεγχος ποιότητας ασκούνται στο εργοστάσιο, το εργοτάξιο και στο έργο.
- Το εργοτεχνικό προσωπικό πρέπει να διαθέτει τις απαιτούμενες γνώσεις και εμπειρία.
- Τα υλικά της κατασκευής χρησιμοποιούνται όπως προδιαγράφουν οι αντίστοιχοι Ευρωκώδικες. Καθώς κάθε κανονισμός στηρίζεται σε ένα πλέγμα δικών του παραδοχών

και αντίστοιχων συντελεστών ασφαλείας, η ανάμειξη διαφορετικών κανονισμών μπορεί να οδηγήσει σε ανασφαλή συμπεράσματα.

- Η κατασκευή συντηρείται επαρκώς.
- Η κατασκευή πρέπει να χρησιμοποιείται σύμφωνα με σχετικές παραδοχές του σχεδιασμού και να μην υπερφορτίζεται.

3.2.1.2 ΕΙΔΙΚΩΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ-ΕΚ5:

- Τα ξύλα και τα δομικά στοιχεία της κατασκευής δεν πρέπει να εκτίθενται πριν την τοποθέτηση σε κλιματικές συνθήκες (υγρασία και θερμοκρασία) δυσμενέστερες από εκείνες που προβλέπεται να εμφανιστούν στην τελειωμένη κατασκευή.
- Πριν από την εφαρμογή το ξύλο πρέπει να έχει ξηρανθεί ώστε να αποκτήσει το ποσοστό υγρασίας που αντιστοιχεί στις κλιματικές συνθήκες της τελειωμένης κατασκευής.
- Στον Ευρωκώδικα 5 (ΕΚ5) καθορίζεται ότι το ξύλο και τα προϊόντα ξύλου πρέπει είτε να παρουσιάζουν επαρκή φυσική ανθεκτικότητα σε διάρκεια, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΝ 350-2, για την συγκεκριμένη κλάση επικινδυνότητας (όπως ορίζεται στα Πρότυπα ΕΝ 335-1 και 2 και στο Σχέδιο ΕΝ 335-3), ή να υφίστανται μια κατάλληλη διαδικασία προστασίας. Η οποία επιλέγεται σύμφωνα με τα Σχέδια Προτύπων ΕΝ 351-1 και ΕΝ 460.

3.2.2 ΚΛΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Με τις κλάσεις λειτουργίας, που καθορίζονται στον ΕΚ5, λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της υγρασίας και της θερμοκρασίας, στις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου. Με τις κλάσεις επικινδυνότητας που καθορίζονται στα παραπάνω πρότυπα, λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες εκθέσεως του ξύλου στους παράγοντες (νερό, χώμα, καιρός), οι οποίοι ευνοούν την ανάπτυξη περιβαλλοντικών προσβολών (σήψη, έντομα).

Κατά τον σχεδιασμό, καθορίζεται η κλάση επικινδυνότητας, σύμφωνα με τις συνθήκες στις οποίες θα βρίσκεται το ξύλο στην κατασκευή, και επιλέγεται το είδος ξύλου και η προστασία του, ώστε να εξασφαλίζεται η ανθεκτικότητα του σε διάρκεια.

Οι κλάσεις επικινδυνότητας 3, 4 και 5 υποδηλώνουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο βιολογικών προσβολών. Με την επιλογή κατάλληλων οικοδομικών λεπτομερειών, πρέπει να επιδιώκεται η υπαγωγή στις κλάσεις 1 και 2, για τις οποίες εξασφαλίζεται ικανοποιητική ανθεκτικότητα σε διάρκεια της κατασκευής, ακόμη και με μέτρια ή χαμηλή φυσική ανθεκτικότητα σε διάρκεια ξύλου ή σχετικώς ελαφρά επεξεργασία του με συντηρητικά.

Οι κατασκευές κατατάσσονται σε μια από τις ακόλουθες κλάσεις λειτουργίας:

- ΚΛΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 1: Χαρακτηρίζεται από ποσοστό υγρασίας του υλικού, το οποίο αντιστοιχεί σε θερμοκρασία 20°C και σχετική υγρασία της περιβάλλουσας ατμόσφαιρας άνω του 65% μόνο για λίγες εβδομάδες τον χρόνο.
- ΚΛΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 2: Χαρακτηρίζεται από ποσοστό υγρασίας του υλικού, το οποίο αντιστοιχεί σε θερμοκρασία 20°C και σχετική υγρασία της περιβάλλουσας ατμόσφαιρας άνω του 85% μόνο για λίγες εβδομάδες τον χρόνο.
- ΚΛΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 3: Χαρακτηρίζεται από κλιματικές συνθήκες οι οποίες οδηγούν σε ποσοστό υγρασίας του ξύλου ανώτερο από εκείνο της κλάσης 2.

Τέλος αφού καθοριστεί η κλάση λειτουργίας, σύμφωνα με τις συνθήκες στις οποίες θα βρίσκεται η κατασκευή ,τότε προσδιορίζεται και ο αντίστοιχος συντελεστής $\mathbf{k_{mod}}$, ο οποίος διαμορφώνει τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου.

3.2.3 ΤΙΜΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

Οι μηχανικές ιδιότητες των υλικών εισάγονται στον υπολογισμό με τις «τιμές σχεδιασμου», x_d, οι οποίες προκύπτουν από τις «χαρακτηριστικές τιμές, x_k, με την εισαγογή ενός «επιμέρους συντελεστή ασφαλείας, γ_m.

$$x_d = k_{mod} \frac{x_k}{\gamma_m}$$

Σχέση 3.1.: Τιμές σχεδιασμού- xd. « (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)***,Κεφάλαιο 5.4»***

Όπου ***k_{mod}:*** *ο συντελεστής που καλύπτει την επίδραση της διάρκειας φορτίσεως («κλάση διαρκείας») και του ποσοστού υγρασίας («κλάση λειτουργίας»).*
(βλέπε: Πίνακα3.1).
γ_m*: ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας. (βλέπε: Πίνακα3.2).*

3.2.4 ΤΙΜΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΦΕΡΟΥΣΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

Οι τιμές σχεδιασμού των φερουσών ικανοτήτων, R_d, οι οποίες εισάγονται στις ανισώσεις ασφαλείας, υπολογίζονται βάσει των τιμών σχεδιασμού των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών, των γεωμετρικών δεδομένων του φορέα και της επιρροής των δράσεων.

$$R_d = F(x_d, a_d, R_s)$$

Σχέση 3.2.: Τιμές σχεδιασμού- R_d. « (Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης)***,Κεφάλαιο 5.5»***

3.2.5 ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ k_{mod}

Υλικό	Πρότυπο	Κλάση Λειτουρ-γίας	Κλάση διάρκειας φορτίσεως				
			Μόνιμη δράση	Μακρο-χρόνια δράση	Μεσο-χρόνια δράση	Βραχυ-χρόνια δράση	Στιγμιαία δράση
Φυσική ξυλεία	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Συγκολλητή ξυλεία	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Ξυλεία συγκολλημένων φύλλων (LVL)	EN 14374, EN14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Αντικολλητή ξυλεία	EN 636						
	Μέρη 1, 2, 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Μέρη 2, 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Μέρος 3	2	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Πλάκες προσανατολισμένων ινών (OSB)	EN 300						
	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	OSB/3, OSB/4	2	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	OSB/3, OSB/4	3	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Μοριόπλακες	EN 312						
	Μέρος 4, Μέρος 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	Μέρος 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	Μέρος 6, Μέρος 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10

	Μέρος 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Ινόπλακα σκληρή	EN 622-2						
	HB.LA,HB.HLA 1 ή 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	HB.HLA 1 ή 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Ινόπλακα μέτρια	EN 622-3						
	MBH.LA 1 ή 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH,HLS 1 ή 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH,HLS 1 ή 2	2	-	-	-	0,45	0,80
Ινόπλακα MDF	EN 622-5						
	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

Πίνακας3.1:Τιμές του kmod « (Ευρωκώδικας 5, 2004) ,Πιν.3.1»

ΠΙΝΑΚΑΣ γ_m

Οριακές καταστάσεις αστοχίας	
– Βασικοί συνδυασμοί:	
Ξύλο και προϊόντα ξύλου	1,3
Χάλυβας συνδέσεων	1,1
– Τυχηματικοί συνδυασμοί	1,0
Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας	1,0

Πίνακας3.2: Συνιστώμενες τιμές των συντελεστών γ_m για ιδιότητες και αντοχές υλικών. « (Ευρωκώδικας 5, 2004)Πιν.2.3.3.2.»

3.2.6 ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Η επίτευξη των στόχων του σχεδιασμού γίνεται στη φάση του υπολογισμού με τον έλεγχο των «οριακών καταστάσεων». Των καταστάσεων, δηλαδή, εκείνων πέρα από τις οποίες η κατασκευή παύει να ικανοποιεί ένα τουλάχιστον από τα κριτήρια τα σχετικά με την ασφάλεια («οριακές καταστάσεις αστοχίας») και τη λειτουργικότητα («οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας»).

3.2.6.1 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ-(Ο.Κ.Α.)

- Αστοχία μελών, διατομών ή συνδέσεων από θραύση ή υπερβολική παραμόρφωση, που οφείλονται στην επιρροή δράσεων, κοπώσεως, ή την επίδραση του περιβάλλοντος.
- Μετατροπή της κατασκευής ή μέρους της σε μηχανισμό.
- Απώλεια της ευστάθειας της κατασκευής ή μέρους αυτής.

3.2.6.2 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ-(Ο.Κ.Λ.)

- Παραμορφώσεις ή βέλη κάμψης που επηρεάζουν την εμφάνιση ή την χρήση της κατασκευής ή προκαλούν ζημιές στα μη φέροντα στοιχεία και τα τελειώματα.
- Ταλαντώσεις που προκαλούν ενόχληση στους ενοίκους ή ζημιές στα περιεχόμενα του κτιρίου.

3.3 ΒΑΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ -(ΚΑΤΑ ΕΚ5)

3.3.1 ΤΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΤΩΜΑ ΣΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ-(Ο.Κ.Α.)

" (ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 5, 2004)-*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6*"

Ένα ξύλινο πάτωμα, υπό τις συνήθεις δράσεις μόνιμων και κινητών φορτίων, υποβάλλεται στους παρακάτω ελέγχους στην οριακή κατάσταση αστοχίας:

3.3.1.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Ανίσωση ελέγχου:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Σχέση 3.3.

Όπου $\boldsymbol{\tau_d}$ **:** *η διατμητική τάση σχεδιασμού*
$\boldsymbol{f_{v,d}}$: *η διατμητική αντοχή σχεδιασμού*

3.3.1.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

Πρέπει να ικανοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,s}} \leq 1$$

Σχέσεις 3.4.

Όπου: $\sigma_{m,y,d}$, $\sigma_{m,z,d}$:*οι καμπτικές τάσεις σχεδιασμού κατά τους κύριους άξονες της διατομής*
$f_{m,y,d}$, $f_{m,z,d}$: *οι αντίστοιχες καμπτικές αντοχές σχεδιασμού.*

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Ο συντελεστής k_m εισάγεται για να ληφθεί υπόψη η ανακατανομή των τάσεων και οι συνέπειες της ανομοιογένειας του υλικού της διατομής

Η τιμή του συντελεστή k_m θα πρέπει να λαμβάνεται ως εξής:

- Για φυσική ή συγκολλητή ξυλεία και LVL: k_m = 0,7
- Για ορθογωνικές διατομές: k_m =0,7
- για διατομές πλην ορθογωνικών: k_m =1, 0.
- Για άλλα δομικά προϊόντα ξύλου και για κάθε μορφής διατομή: k_m =1, 0.

3.3.1.3 ΔΟΚΟΙ ΥΠΟ ΚΑΜΨΗ Ή ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΚΑΜΨΗΣ ΚΑΙ ΘΛΙΨΗΣ

Η εγκάρσια στρεπτική ευστάθεια πρέπει να ελέγχεται τόσο στην περίπτωση κάμψης περί τον ισχυρό άξονα y όσο και στην περίπτωση συνδυασμού κάμψης, M_y και αξονικής δύναμης, N_c .

Η ανηγμένη λυγηρότητα στην κάμψη θα πρέπει να λαμβάνεται από την σχέση:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

Σχέση 3.5.

Όπου: $\sigma_{m,crit}$:*η κρίσιμη τάση κάμψης, υπολογιζόμενη σύμφωνα με την κλασική θεωρία της ευστάθειας, με εφαρμογή των χαρακτηριστικών τιμών των μεγεθών δυσκαμψίας.*

Η κρίσιμη τάση κάμψης θα πρέπει να λαμβάνεται από την σχέση:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi\sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{l_{ef} W_y}$$

Σχέση 3.6.

Όπου: $E_{0,05}$ *:το ποσοστημόριο 5% του μέτρου ελαστικότητας παραλλήλως προς τις ίνες*

$G_{0,05}$*: το ποσοστημόριο 5% του μέτρου στρέψης παραλλήλως προς τις ίνες*

I_x *: η ροπή αδρανείας ως προς τον ασθενή άξονα z*

I_{tor} *: η στρεπτική ροπή αδρανείας*

l_{ef} *:το μήκος εγκάρσιου λυγισμού της δοκού, εξαρτώμενο από τις συνθήκες στηρίξεως και την μορφή της φορτίσεως*

W_y *: η ροπή αντιστάσεως ως προς τον ισχυρό άξονα y*

Για φυσική ξυλεία κωνοφόρων, ορθογωνικής διατομής, η κρίσιμη τάση $\sigma_{m,crit}$ θα πρέπει να λαμβάνεται από την σχέση:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h\, l_{ef}} E_{0,05}$$

Σχέση 3.7.

Όπου: ***b:*** *το πλάτος της διατομής*

h : *το ύψος της διατομής*

Στην περίπτωση που ενεργεί μόνο μία ροπή, M_y κατά τον ισχυρό άξονα y, οι τάσεις πρέπει να ικανοποιούν την ακόλουθη σχέση:

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} * f_{m,d}$$

Σχέση 3.8.

Όπου: $\sigma_{m,d}$ *: η τάση κάμψης σχεδιασμού*

$f_{m,d}$ *: η καμπτική αντοχή σχεδιασμού*

k_{crit} *: συντελεστής μέσω του οποίου λαμβάνεται υπόψη η μείωση της καμπτικής αντοχής λόγω πλευρικού λυγισμού*

ΠΙΝΑΚΑΣ l_{ef} / l [a]

Τύπος δοκού	**Μορφή φορτίσεως**	**l_{ef} / l [a]**
Αμφιέρειστη	Σταθερή ροπή	1,0
	Ομοιομόρφως διανεμημένο φορτίο	0,9
	Συγκεντρωμένο φορτίο στο μέσον της δοκού	0,8
Πρόβολος	Ομοιομόρφως διανεμημένο φορτίο	0,5
	Συγκεντρωμένο φορτίο στο άκρο του προβόλου	0,8

[a] Ο λόγος l_{ef} / l ισχύει μόνο για δοκό με άστρεπτες στηρίξεις, φορτιζόμενη στον διαμήκη κεντροβαρικό της άξονα. Αν το φορτίο επιβάλλεται στη θλιβόμενη πλευρά της δοκού το l_{ef} θα πρέπει να αυξάνεται κατά 2h· μπορεί να μειώνεται κατά 0,5h αν το φορτίο εφαρμόζεται στην εφελκυόμενη πλευρά της δοκού.

Πίνακας3.3: Το μήκος πλευρικού λυγισμού ως ποσοστό του ανοίγματος. « (Ευρωκώδικας 5, 2004)Πιν.6.1***»***

Για δοκούς με αρχική πλευρική απόκλιση από την ευθυγραμμία εντός των ορίων που καθορίζονται στον ΕΚ5, ο συντελεστής k_{crit} μπορεί να λαμβάνεται από την πιο κάτω σχέση:

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} \\ \dfrac{1}{\lambda_{rel,m}^2} \end{cases}$$

Σχέση 3.9.

Ο συντελεστής $\boldsymbol{k_{crit}}$ μπορεί να λαμβάνεται ίσος προς την μονάδα για δοκούς οι οποίες καθ΄όλο τους το μήκος εξασφαλίζονται έναντι πλευρικής μετατοπίσεως του θλιβομένου πέλματός τους και έναντι στροφής στις στηρίξεις.

3.3.2 ΤΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΤΩΜΑ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ -(Ο.Κ.Λ.)

« (ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 5, 2004)-*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7”*

Ως οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας των ξύλινων κατασκευών ελέγχονται οι παραμορφώσεις και οι ταλαντώσεις.

Ο έλεγχος των παραμορφώσεων μπορεί να είναι και καθοριστικός για την τελική διαστασιολόγηση των ξύλινων φορέων.Στις παραμορφώσεις συνυπολογίζονται οι ολισθήσεις των συνδέσεων με μηχανικούς συνδέσμους και οι παραμορφώσεις που οφείλονται στη μεταβολή του ποσοστού υγρασίας.

Ο ΕΚ5 δεν επιβάλλει συστηματικό έλεγχο των παραμορφώσεων, ούτε καθορίζει επιτρεπόμενες μέγιστες τιμές των σχετικών μεγεθών. Διατυπώνονται μόνο οι γενικοί όροι περί εξασφαλίσεως της λειτουργικότητας της κατασκευής και δίνονται συστάσεις για τα επιτρεπόμενα μεγέθη, τα οποία ο Μηχανικός καλείται να επεξεργαστεί και να καθορίσει το είδος και τα όρια των ελέγχων των παραμορφώσεων, ώστε να ικανοποιούνται οι λειτουργικές ανάγκες της κατασκευής.

Για τις ταλαντώσεις έχουμε μόνο μια προσεγγιστική μέθοδο ελέγχου των πατωμάτων των κατοικιών και καθορίζονται σχετικές οριακές τιμές.

3.3.2.1 ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΞΥΛΙΝΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ

Τα βέλη υπολογίζονται με τις συνήθεις μεθόδους της στατικής. Στο βέλος κάμψεως u_m πρέπει να προστεθεί το βέλος u_v, λόγω διατμήσεως.

Σημαντικές ενδέχεται να είναι και οι παραμορφώσεις που προκαλούνται από τις ογκομετρικές μεταβολές, λόγω υγρασίας. Οι παραμορφώσεις αυτές αντιμετωπίζονται με τον έλεγχο του ποσοστού υγρασίας του ξύλου πριν την τοποθέτησή του, καθώς και με κατάλληλη μόρφωση του φορέα και των κατασκευαστικών λεπτομερειών.

Η στιγμιαία παραμόρφωση, u_{ins}, υπολογίζεται με εφαρμογή της μέσης τιμής του αντίστοιχου μέτρου δυσπαραμορφωσιμότητας (E_{mean}, G).

Η τελική παραμόρφωση, u_{fin} ενός δομικού μορφώματος(το οποίο αποτελείται από δομικά στοιχεία με διαφορετικά ερπυστικά χαρακτηριστικά),είναι αυξημένη λόγω της επιρροής του ερπυσμού, όπως αυτός διαμορφώνεται από τις συνθήκες περιβάλλοντος (κλάση λειτουργίας), και την διάρκεια της φορτίσεως (κλάση διαρκείας φορτίου), και υπολογίζεται με την εισαγωγή του συντελεστή k_{def} *(βλέπε Πινακα:3.4)*

$$u_{fin} = u_{ins} (1 + k_{def})$$

Σχέση 3.10.

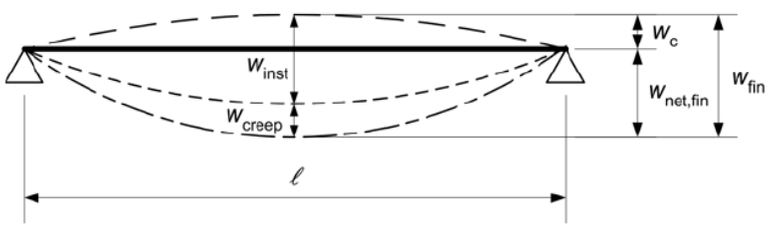
ΠΙΝΑΚΑΣ K_{DEF}

Υλικό	**Πρότυπο**	**Κλάσεις λειτουργίας**		
		1	**2**	**3**
Φυσική ξυλεία	EN 14061-1	0,60	0,80	2,00
Συγκολλητή ξυλεία	EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	EN 14374, EN 14278	0,60	0,80	2,00
Αντικολλητή ξυλεία	EN 636			
	Μέρος 1	0,80	-	-
	Μέρος 2	0,80	1,00	-
	Μέρος 3	0,80	1,00	2,50
OSB	EN 300			
	OSB/2	2,25	-	-
	OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	-
Μοριοσανίδες	EN 312			
	Μέρος 4	2,25	-	-
	Μέρος 5	2,25	3,00	-
	Μέρος 6	1,50	-	-
	Μέρος 7	1,50	2,25	-
Ινοσανίδα, σκληρή	EN 622-2			
	HB.LA	2,25	-	-

	HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	-
Ινοσανίδα, μέτρια	EN			
	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-	-
	MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	-
Ινοσανίδα, μαλακή	EN 22-5			
	MDF.LA	2,25	-	-
	MDF.HLS	2,25	3,00	-

Πίνακας3.3: Τιμές του k_{def} για ξύλο και προϊόντα ξύλου. « (Ευρωκώδικας 5, 2004)**,**Πιν.4.1.***»***

3.3.2.1.1 ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ (ΒΕΛΟΥΣ ΔΟΚΩΝ)[36]



Σχήμα3.1: Συνιστώσες του βέλους. « (Ευρωκώδικας 5, 2004)-Σχ.7.1.***»***

Το καθαρό βέλος, $w_{net,fin}$, μετρούμενο από την ευθεία που ορίζουν οι στηρίξεις, λαμβάνεται από την σχέση:

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

Σχέση 3.11.

Όπου: w_c: *το αντιβέλος (αν εφαρμόζεται)*

w_{inst}:*το στιγμιαίο βέλος*

w_{creep}:*το ερπυστικό βέλος*

w_{fin}:*το τελικό βέλος*

$w_{net,fin}$:*το καθαρό τελικό βέλος*

[36] (EN1995-1-1, 2004), *Κεφάλαιο 7.2*

Οι συνιστώμενες οριακές τιμές βέλους για δοκούς ανοίγματος l που δίδονται στον *Πίνακας 3.4*. εξαρτώνται από την καθοριζόμενη αποδεκτή στάθμη παραμορφώσεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ K_{DEF}

	w_{inst}	$w_{net,fin}$	w_{fin}
Αμφιέρειστη	l/300 – l/500	l/250 – l/350	l/150 – l/300
Πρόβολος	l/150 – l/250	l/125 –l/175	l/75 – l/150

Πίνακας3.4:Παραδείγματα οριακών τιμών βελών δοκών. « (Ευρωκώδικας 5, 2004)Σχ.7.2.***»***

3.3.2.2 ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ ΣΕ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΤΩΜΑΤΑ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ[37]

Το υποκειμενικό κριτήριο για τον έλεγχο των ταλαντώσεων ενός δομήματος αναφέρεται στην προκαλούμενη όχληση των ενοίκων. Πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι δράσεις οι οποίες ευλόγως αναμένεται να δράσουν επί ενός μέλους, ενός μορφώματος ή μιας κατασκευής, δεν προκαλούν ταλαντώσεις που μπορούν να διαταράξουν την λειτουργία της κατασκευής ή να προκαλέσουν απαράδεκτη όχληση στους χρήστες.

Γενικώς, η ανθρώπινη ευαισθησία στις ταλαντώσεις:

- σχετίζεται με την επιτάχυνση της ταλάντωσης για συχνότητες μικρότερες των 8Hz,
- σχετίζεται με την ταχύτητα της ταλάντωσης για συχνότητες μεγαλύτερες των 8Hz,
- αυξάνει με την διάρκεια της ταλαντώσεως,
- μειώνεται με την προσέγγιση και την γνώση της πηγής,
- μειώνεται με την αύξηση της δραστηριότητας.

Η υπολογιστική μέθοδος ελέγχου των ταλαντώσεων που δίνεται στον Ευρωκώδικα 5 καλύπτει ταλαντώσεις οι οποίες δημιουργούνται από συνήθη ανθρώπινη δραστηριότητα (βάδισμα), σε πατώματα κατοικιών με θεμελιώδη ιδιοσυχνότητα μεγαλύτερη των 8Hz. Πατώματα με θεμελιώδη ιδιοσυχνότητα μικρότερη των 8Hz, ή πατώματα με έντονη δραστηριότητα (χορός, γυμναστική), ή ταλαντώσεις που προέρχονται από μηχανές, πρέπει να αντιμετωπίζονται με άλλες μεθόδους. Ταλαντώσεις προερχόμενες από περιστροφικές μηχανές και άλλον λειτουργικό εξοπλισμό πρέπει να περιορίζονται για τους δυσμενείς συνδυασμούς των αναμενομένων μονίμων και μεταβλητών φορτίων.

Η στάθμη της ταλαντώσεως θα πρέπει να εκτιμάται βάσει μετρήσεων, ή υπολογιστικώς, λαμβάνοντας υπόψη την δυσπαραμορφωσιμότητα του μέλους, του μορφώματος ή της κατασκευής και τον συντελεστή αποσβέσεως ιδιομορφής.

Για τον συντελεστή αποσβέσεως ιδιομορφής θα πρέπει να υιοθετείται η τιμή ζ=0,01 (δηλ. 1%), εκτός αν αποδεικνύεται ως καταλληλότερη η εφαρμογή άλλης τιμής.

Η μέθοδος αναπτύσσεται ως εξής:

- Για πατώματα κατοικιών με θεμελιώδη ιδιοσυχνότητα το πολύ ίση με 8 Hz ($f_1 \leq 8$ Hz) θα πρέπει να γίνεται ειδική έρευνα.

---

[37] (EN1995-1-1, 2004),*Κεφάλαιο 7.3.*

- Για πατώματα κατοικιών με θεμελιώδη ιδιοσυχνότητα μεγαλύτερη των 8 Hz ($f_1 > 8$ Hz) θα πρέπει να ικανοποιούνται οι ακόλουθες απαιτήσεις:

$$\frac{w}{F} \leq a \text{ mm/kN} \qquad \textit{(i)}$$

και

$$v \leq b^{(f_1\zeta - 1)} \text{ m/(Ns}^2\text{)} \qquad \textit{(ii)}$$

Σχέσεις 3.12.:(i) & (ii)

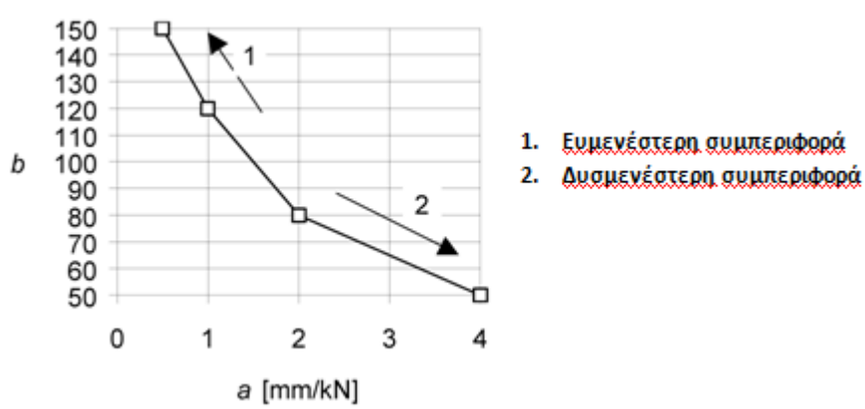
Όπου: $\sigma_{m,d}$ *: η τάση κάμψης σχεδιασμού*

***w*:** *το μέγιστο κατακόρυφο βέλος, το οποίο προκαλείται από ένα κατακόρυφο συγκεντρωμένο στατικό φορτίο F, εφαρμοζόμενο σε οποιοδήποτε σημείο του πατώματος και λαμβανομένης υπόψη της διανομής του φορτίου.*

v*: η ταχύτητα αποκρίσεως λόγω μοναδιαίου στιγμιαίου πλήγματος, δηλαδή, η μέγιστη αρχική τιμή της κατακόρυφης ταχύτητας ταλαντώσεως του πατώματος (σε m/s), λόγω μοναδιαίου ιδεατού στιγμιαίου πλήγματος (1 Ns), εφαρμοζόμενου στο σημείο εκείνο του πατώματος, για το οποίο θα δώσει την μέγιστη απόκριση. Συνιστώσες άνω των 40 Hz μπορούν να μη λαμβάνονται υπόψη.*

ζ*: ο συντελεστής αποσβέσεως ιδιομορφής (ζ=0,01 (δηλ. 1%), εκτός εάν μετρήθηκε διαφορετικά).*

Το συνιστώμενο εύρος οριακών τιμών των α και b καθώς και η συνιστώμενη σχέση μεταξύ a και b δίδονται στο *Σχήμα 3.2*.



Σχήμα 3.2.: Συνιστώμενο εύρος τιμών α και b και σχέση μεταξύ α και b. « (Ευρωκώδικας 5),Σχ. 7.2***»***

Υπολογίζεται η θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα του πατώματος. Η θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα f_1 ενός ορθογωνικού πατώματος, διαστάσεων l/b, με περιμετρική απλή έδραση και ξύλινες δοκούς ανοίγματος l, μπορεί προσεγγιστικώς να υπολογίζεται από την σχέση:

$$f_1 = \frac{\pi}{2l^2}\sqrt{\frac{(EI)_L}{m}}$$

Σχέση 3.13

Όπου: ***m:*** *η μάζα ανά μονάδα επιφανείας, σε kg/m²*

l: *το άνοιγμα του πατώματος, σε m*

(EI)$_L$: *η ισοδύναμη δυσκαμψία του πατώματος περί άξονα κάθετο στην διεύθυνση των δοκών, σε Nm²/m.*

Για ορθογωνικό πάτωμα διαστάσεων *b* x *l*, με απλή έδραση στις τέσσερις πλευρές του, η τιμή της ν μπορεί να ληφθεί προσεγγιστικώς από την σχέση:

$$v = \frac{4(0{,}4 + 0{,}6\, n_{40})}{mbl + 200}$$

Σχέση 3.14

Όπου: ***v:*** *η ταχύτητα αποκρίσεως λόγω μοναδιαίου στιγμιαίου πλήγματος, σε m/(Ns)²*

n$_{40}$: *το πλήθος των ιδιομορφών με ιδιοσυχνότητα έως 40Hz*

b: *το πλάτος του πατώματος, σε m*

m: *η μάζα, σε kg/m²*

l: *το άνοιγμα του πατώματος, σε m*

Ο προσθετέος 200 στον παρονομαστή της παραπάνω σχέσης αντιπροσωπεύει την εισαγωγή 50 (=200/4) kg, σαν μια ιδεατή διανεμημένη ταλαντούμενη μάζα του ανθρώπου που προκαλεί την ταλάντωση, δεδομένου ότι τα χαρακτηριστικά της ταλάντωσης έχουν υπολογισθεί για αφόρτιστο πάτωμα.

Η τιμή του n_{40} μπορεί να υπολογίζεται από την σχέση:

$$n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \left(\frac{b}{L} \right)^4 \cdot \frac{(EI)_L}{(EI)_b} \right\}^{0,25}$$

Σχέση 3.15

Όπου***:*** ***(EI)$_b$*** : *η ισοδύναμη δυσκαμψία του πατώματος, σε Nm2/m, περί άξονα παράλληλο προς την διεύθυνση των δοκών, με (EI)b < (EI)L .*

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΕΠΙΛΥΣΗ ΞΥΛΙΝΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ [38]

Η επίλυση που θα ακολουθήσει, αφορά το ξύλινο πάτωμα[39] 1ου ορόφου στο κύριο χώρο των γραφείων της εταιρείας «Wands»,που εδράζει στη Χαλκίδα. Το πάτωμα αυτό αποτέλεσε το δοκίμιο του πειράματός μας. (*εκτενέστερη αναφορά στο Πείραμα θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο)*

4.1.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

4.1.1.1 ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

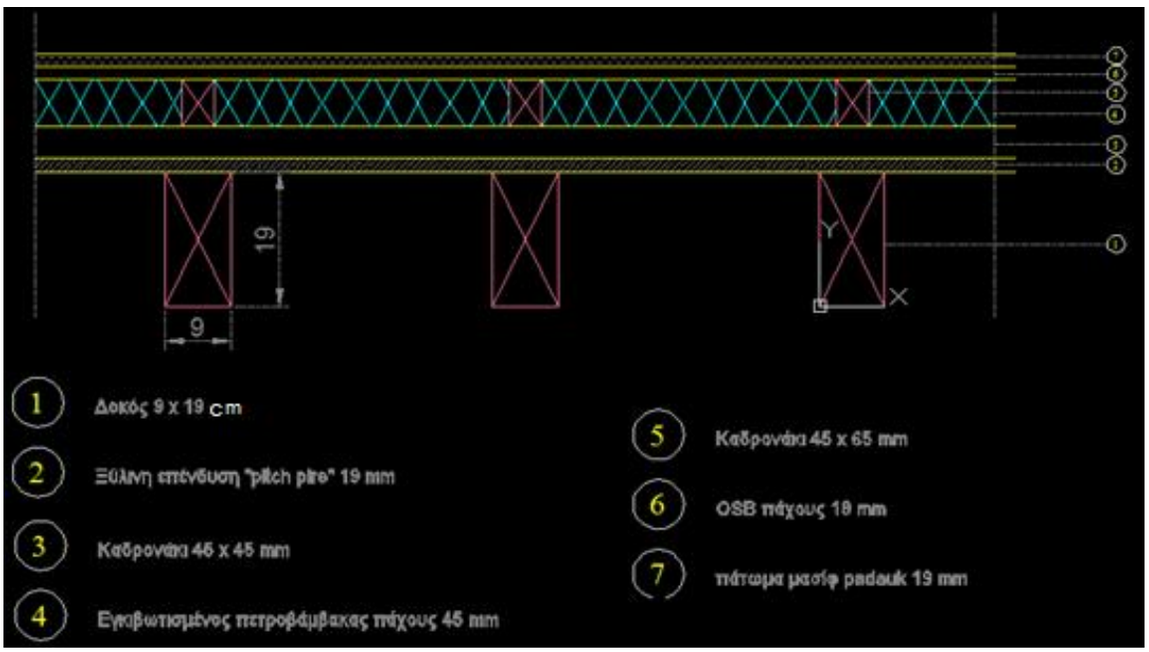
ΠΙΝΑΚΑΣ *D(m)*

πάχος πατώματος padauk (m)	0,019
πάχος osb(m)	0,018
εμβαδό καδρονιού 45*65 (m^2)	$2,925*10^{-3}$
εμβαδό καδρονιού 45*45(m^2)	$2,025*10^{-3}$
πάχος πετροβάμβακα 2 στρώσεων (m)	0,045
πάχος επένδυσης ταβανιού pitch pine (m)	0,019
εμβαδό κύριας δοκού (m^2)	0,017
αριθμός καδρονιών 45*45 (σε διεύθυνση κάθετη της δοκού)	9

Πίνακας4.1: Τυπική διάταξη πάχους του πατώματος.

[38]« http://www.roymech.co.uk/Related/Construction/Timber_Ex.html»

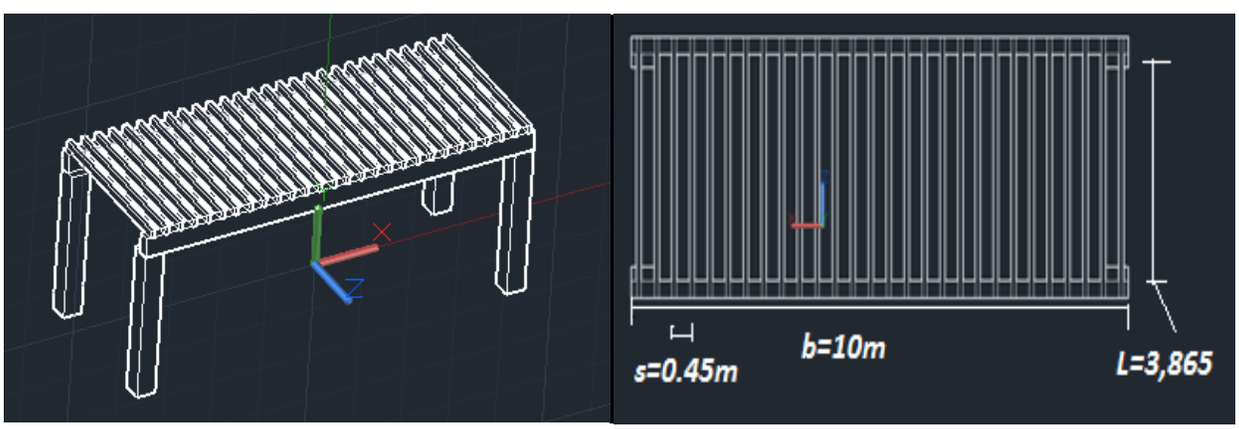
[39] (Γραφεία Wands, 2013)



Σχήμα 4.1.: Τυπική διάταξη του πατώματος προς επίλυση. «Autocad»

4.1.1.2 ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ - ΣΤΑΤΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ

Το πάτωμα αυτού του δομικού τύπου θεωρείται ως σύστημα μη συνεργαζόμενων παράλληλων δοκών σε απόσταση s=0,45m, αμφιέρειστα εδρασμένες και συνδεδεμένες μεταξύ τους με δάπεδο. Ως δάπεδο ορίζεται συμβατικά το σύστημα διάταξης καδρονιών(κύριες διαδοκίδες), μονωτικών και πετσώματος(τελικό σανίδωμα).Το στατικό προσομοίωμα αυτού του τύπου πατώματος βασίζεται στη δημιουργία καννάβου ξύλινων δοκών όπως αναλύθηκε στο *Κεφάλαιο2.4.3.2*



(α) ***(β)***

Σχήμα 4.2.:(α) Αξονομετρικό σκαρίφημα & (β) κάτοψη του πατώματος προς επίλυση. « Autocad»

4.1.1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Είδος ξυλείας: **Δασική Πεύκη**
Ποιότητα ξυλείας: **C24**
Διατομή κύριων δοκών b x h: **90mm x 190mm**
Μήκος ανοίγματος: **l=3.865m**
Απόσταση μεταξύ κύριων διαδοκίδων: $\mathbf{b_w=0.45m}$
Πάχος σανιδώματος: $\mathbf{h_d=19mm}$
Περιεκτικότητα υγρασίας <12% → **Κλάση λειτουργίας 1**
Πλάτος πατώματος: $\mathbf{b_w=10m}$

4.1.1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΥΛΙΚΟΥ

- $f_{m,k=}$24Mpa, $f_{t,0,k}$=14Mpa, $f_{t,90,k}$=0.24Mpa, $f_{c,0,k}$=21Mpa, $f_{v,k}$=2.5Mpa
- $$E_{\alpha\xi} = E_\tau \frac{\rho}{\rho_\tau}$$

Σχέση 4.1[40]

Όπου: $\boldsymbol{E_{\alpha\xi}}$: *μέτρο ελαστικότητας*
$\boldsymbol{E_\tau}$: *μέτρο ελαστικότητας τοιχωμάτων (δηλ. του στερεού ιστού της δομής του ξύλου), περίπου ίσο με 35 GPa,*
$\boldsymbol{\rho}$: *πυκνότητα του ξύλου σε kg/m3*
$\boldsymbol{\rho_\tau}$: *πυκνότητα τοιχωμάτων, περίπου ίση με 1500 kg/m3*

  - για $\rho_{\delta o\kappa o\acute{\upsilon}}$:450 kg/m^3, $E_{\delta o\kappa o\acute{\upsilon}}$=10,5 Gpa
  - για $\rho_{\pi\alpha\tau\omega\mu\alpha\tau o\varsigma}$:810 kg/m^3, $E_{\pi\alpha\tau\acute{\omega}\mu\alpha\tau o\varsigma}$ = 18,9 Gpa

- $E_{0,05}$:7,4 Gpa
- ΠΙΝΑΚΑΣ *Γ(kg/m^3)*

ΕΙΔΙΚΑ ΒΑΡΗ	
γ πατώματος (kg/m^3)	810,000
γ osb (kg/m^3)	640,000
γ πετροβαμβακα (kg/m^3)	50,000

[40] (Αθανάσιος Χ.Τριανταφύλλου, 2005),*Κεφάλαιο 8.4.2.1.,σελ 208*

γ pitch pine (kg/m^3)	520,000
γ κύριας δοκού (kg/m^3)	450,000
γ καδρονιών (kg/m^3)	420,000

Πίνακας4.2:Ειδικά βάρη- γ(kg/m^3)

4.1.1.5 ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

4.1.1.5.1 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ

Πλάτος επιρροής πατώματος: **s=0,45m** (απόσταση των κύριων δοκών από άξονα σε άξονα)
Μήκος ανοίγματος: ***l*=3,865m**
Επιφάνεια φόρτισης: **Επ.Φορτ.= *l* x s**

Βάρος πατώματος:
$$W = \frac{\sum_i (\gamma_i * d_i * \text{Επ.Φόρτ.}) + V_{\delta o\kappa} * \gamma_{\delta o\kappa} + n_{\kappa\alpha\delta} * s * A_{\kappa\alpha\delta} * \gamma_{\kappa\alpha\delta}}{l}$$

Σχέση 4.2.

Όπου***:*** γ_i : *ειδικά βάρη υλικών (βλέπε:Πίνακα4.2.)*
d_i***:*** *πάχη υλικών καθ'ύψος της διατομής (βλέπε:Πίνακα4.1.)*

Από τα παραπάνω,το βάρος του πατώματος *ανά μήκος 1m* προκύπτει: m=34.9866kg/m, δηλαδή g = 0,349866kN/m.

4.1.1.5.2 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ

Τα κινητά φορτία, λαμβάνονται σύμφωνα με τον ΕΚ5:

$q=2kN/m^2 \rightarrow q_{Ed}= q * s =2*0,45=0,9kN/m.$

4.1.1.6 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΆ ΣΤΟΙΧΕΊΑ ΔΙΑΤΟΜΉΣ:

Επιφάνεια φόρτισης: **A=90x190=17100mm^2**

Ροπές Αδρανείας:
$$I_y = \frac{bh^3}{12} = \frac{90*190^3}{12} = 5,14425.10^7\, mm^4$$

Σχέση 4.3

$$I_z = \frac{hb^3}{12} = \frac{190*90^3}{12} = 1,15425.10^7\, mm^4$$

Ροπές Αντίστασης: $W_y = \frac{bh^2}{6} = \frac{90*190^2}{6} = 5,41500.10^5 mm^3$

$$W_z = \frac{hb^2}{6} = \frac{190*90^2}{6} = 2,56500.10^5 mm^3$$

4.1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

4.1.2.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΕ Ο.Κ.Λ.

4.1.2.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΕΛΩΝ ΚΑΜΨΗΣ:

Τροποποιητικός συντελεστής k_{def}=0,6 για κλάση λειτουργίας 1
Λόγω:

Μόνιμων κατανεμημένων : $\delta_{ginst} = \frac{5gL^4}{384EI} = \frac{5*0,349866*3865^4}{384*10500*5,14425.10^7} = 1,882mm$

Κινητών κατανεμημένων: $\delta_{qinst} = \frac{5qL^4}{384EI} = \frac{5*0,9*3865^4}{384*10500*5,14425.10^7} = 4,841mm$

4.1.2.1.2 ΤΕΛΙΚΑ ΒΕΛΗ:

$\delta_{gfin}=\delta_{ginst}.(1+k_{def})$ = 1,882.(1+0.6) = 3,0112mm

$\delta_{qfin}=\delta_{qinst}.(1+k_{def})$ = 4,841.(1+0.6) = 7,7456mm

4.1.2.1.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΒΕΛΩΝ:

Αρχικό βέλος: δ_{inst}= 1,882 + 4,841 = 6,723mm < 12,8833mm (=L/300)

Τελικό βέλος: δ_{fin}= 3,0112 + 7,7456 = 10,7568mm < 19,325 (=L/200)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.1.2.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΕ Ο.Κ.Α

4.1.2.2.1 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΗΣ:

G *μόνιμη φόρτιση*: 1.35G -> $\mathbf{k_{mod}=0.6}$

Q *κινητό φορτίο (μεσοχρόνια φόρτιση):* 1.35G+1.50Q -> $\mathbf{k_{mod}=0.8}$

Όπου: $\mathbf{k_{mod}}$ *:για φυσική ξυλεία ,για κλάση λειτουργίας 1 και για τις αντίστοιχες κλάσεις διάρκειας φορτίσεως (βλέπε: Πίνακα3.1).*

4.1.2.2.2 ΕΝΤΑΤΙΚΆ ΜΕΓΈΘΗ ΔΟΚΟΎ:

$$M_g = \frac{gL^2}{8} = \frac{0,349866*3,865^2}{8} = 0,6533kNm$$

$$M_q = \frac{qL^2}{8} = \frac{0,9*3,865^2}{8} = 1,681kNm$$

4.1.2.2.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ:

4.1.2.2.3.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΜΟΝΙΜΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:

$$1,35V_{Ed} = 1,35\frac{gL}{2} = 1,35\frac{0,349866*3,865}{2} = 1,913kN$$

$$\tau_{v,d} = \frac{1,5.V_{Ed}}{A} = \frac{1,5*1,913*10^3}{17100} = 0,1678MPa < k_{\text{mod}}k_{sys}\frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,60*1,1\frac{2,5}{1,3} = 1,2692MPa$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.1.2.2.3.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΜΕΣΟΧΡΟΝΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗ:

$$1,35V_{Ed} + 1,5Q = 1,35.\frac{g.L}{2} + 1,5\frac{q.L}{2} = 1,35\frac{0,349866.3,865}{2} + 1,5\frac{0,9.3,865}{2} = 3,522kN$$

$$\tau_{v,d} = \frac{1,5.V_{Ed}}{A} = \frac{1,5.3,522.10^3}{17100} = 0,3089MPa < k_{\text{mod}}k_{sys}\frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,80.1,1\frac{2,5}{1,3} = 1,6924MPa$$

Όπου: $\mathbf{k_{sys,}}$*: συντελεστής αντοχής συστήματος και με την προϋπόθεση ότι το συνεχές σύστημα διανομής των φορτίων είναι επαρκές για την διανομή των φορτίων μεταξύ γειτονικών μελών, θα πρέπει να λαμβάνεται ίσος προς 1,1.*

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.1.2.2.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΜΨΗΣ:

4.1.2.2.4.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΜΟΝΙΜΗ ΦΟΡΤΙΣΗ:

Για 1,35G: $M_{sd} = 1,35.0,6533 = 0,882\,\text{kNm}$

$$\sigma_{md} = \frac{0,882*10^6}{5,415*10^5} = 1,629MPa < k_{\text{mod}} \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0,6\frac{24}{1,3} = 11,077MPa$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.1.2.2.4.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΜΕΣΟΧΡΟΝΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗ:

Για 1,35G + 1,50 Q: $M_{sd} = 1,35*0,6533 + 1,5*1,681 = 3,4035kNm$

$$\sigma_{md} = \frac{3,4035*10^6}{5,415*10^5} = 6,2853MPa < k_{\text{mod}} \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0,8\frac{24}{1,3} = 14,7692MPa$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.1.2.2.5 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΜΨΗΣ ΜΕ ΚΥΡΤΩΣΗ:

Ελεύθερο μήκος: **l=3,865m**

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 54,848mm \rightarrow \lambda_y = \frac{3865}{54,848} = 70,467$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 25,981mm \rightarrow \lambda_y = \frac{3865}{25,981} = 148,764$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78*b^2}{h*l_{eff}} E_{0,05} = \frac{0,78*90^2}{190*3865} 7400 = 63,66Mpa$$

$$\lambda_{rem} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{63,66}} = 0,614 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$ *(βλέπε:* ***Σχέση 3.9)***

$$\sigma_{m,d} = 6,2853 < k_{crit} f_{m,d} = 1*0,8*\frac{24}{1,3} = 14,769Mpa$$ με ($f_{m,d} = k_{\text{mod}} \frac{f_{mk}}{\gamma_m}$)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.1.2.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ-(ΕΚ5)[41]

4.1.2.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ:

Με
$$f_1 = \frac{\pi}{2\,l^2}\sqrt{\frac{(E\,I)_L}{m}}$$

Σχέση 4.4.

Όπου***:*** **m = 34,9866** : *η μάζα ανά μονάδα επιφανείας, σε kg/m²*

***l*=3,865** : *το άνοιγμα του πατώματος, σε m*

(EI)$_L$:*η ισοδύναμη δυσκαμψία του πατώματος*[Κεφάλαιο6.3.2.2.iii]*περί άξονα κάθετο στην διεύθυνση των δοκών, σε Nm²/m.,με $I_{l=}$ I_y* (βλέπε: **Σχέση 4.3**.)

Προκύπτει δυσκαμψία από **Σχέση4.1.**

*$(EI)_L$ = 10,5*109*5,14425*10-5* = 540146,25 Nm²/m

Προκύπτει ιδιοσυχνότητα:

$$f_1 = \frac{\pi}{2\,l^2}\sqrt{\frac{(E\,I)_L}{m}} = \frac{\pi}{2*3,865^2}\cdot\sqrt{\frac{540146,25}{34,9866}} = 13,065Hz$$

Για ορθογωνικό πάτωμα διαστάσεων *b* x *l*, με απλή έδραση στις τέσσερις πλευρές του, η τιμή της ν μπορεί να ληφθεί προσεγγιστικώς από την σχέση:

$$v = \frac{4(0,4 + 0,6\,n_{40})}{mbl + 200}$$

Σχέση 4.5.

Όπου: **v**: *η ταχύτητα αποκρίσεως λόγω μοναδιαίου στιγμιαίου πλήγματος, σε m/(Ns²)*

n_{40}: *το πλήθος των ιδιομορφών με ιδιοσυχνότητα έως 40Hz*

b: *το πλάτος του πατώματος,σε m*

m: *μάζα, σεkg/m²*

l: *το άνοιγμα του δαπέδου,σε m*

Η τιμή του n_{40} μπορεί να υπολογίζεται από την σχέση:

$$n_{40} = \left\{\left[\left(\frac{40}{f_1}\right)^2 - 1\right]\left(\frac{b}{L}\right)^4 \cdot \frac{(EI)_L}{(EI)_b}\right\}^{0,25}$$

Σχέση 4.6.

---

[41] (Ευρωκώδικας 5, 2004),*Κεφάλαιο 7.3.3.*

Όπου: **$(EI)_b$** :*η ισοδύναμη δυσκαμψία του πατώματος*[Κεφάλαιο6.3.2.2.iii], *σε Nm^2/m, περί άξονα παράλληλο προς την διεύθυνση των δοκών, με $(EI)_b < (EI)_L$.*

Προκύπτει δυσκαμψία από *Σχέση4.1.*:

$$(EI)_b = E_{\pi\alpha\tau}\frac{b_{\pi\alpha\tau}h_{\pi\alpha\tau}^{\ 3}}{12} = 18,9\frac{1*0,019^3}{12} = 10802,925Nm^2/m$$

Συνεπώς:

$$n_{40} = \left\{\left[\left(\frac{40}{f_1}\right)^2 - 1\right]\left(\frac{b}{L}\right)^4 \cdot \frac{(EI)_L}{(EI)_b}\right\}^{0,25} = \left\{\left[\left(\frac{40}{13,065}\right)^2 - 1\right]\left(\frac{10}{3,865}\right)^4 * \frac{540146,25}{10802,925}\right\}^{0,25} = 11,7034$$

Έτσι:

$$v = \frac{4\left(0,4 + 0,6\,n_{40}\right)}{mbl + 200} = \frac{4.(0,4 + 0,6*11,7034)}{34,9866*10*3,865 + 200} = 0,0191m/(Ns)^2$$

4.1.2.3.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΒΕΛΟΥΣ:

Για βέλος που προκαλείται από ένα κατακόρυφο συγκεντρωμένο στατικό φορτίο F.

$$\frac{w}{F} \le \text{a mm/kN}$$

βλέπε: ***Σχέση 3.12.(i)***

Όπου: **a = 1,5** *σύμφωνα με το εθνικό προσάρτημα*

$$w = \frac{Fk_{dist}k_{amp}L^3}{48(\text{EI})_{joist}}mm$$

Σχέση 4.7. [42]-[Κεφάλαιο6.3.2.2.i]

$$k_{dist} = \max[0,38 - 0,08\ln(14\frac{(\text{EI})_b}{\text{b}_w^{\ 4}}); 0,30] = [0,2756; 0,30] = 0,30$$

[42] (CEN Eurocode 5: Design of timber structures, 2004)

k_{amp} = 1,05 *για αμφιέρειστες δοκούς*

Προκύπτει:

$$w = \frac{Fk_{dist}k_{amp}L^3}{48(EI)_{joist}} = \frac{1000*0,30*1,05*3865^3}{48*5,4015*10^{11}} = 0,7015mm < 1,5mm$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.1.2.3.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ:

Λόγω μοναδιαίου στιγμιαίου πλήγματος.

$$v \le b^{(f_1 \zeta - 1)}$$

βλέπε: ***Σχέση 3.12.(ii)***

Όπου: **b = 100** *σύμφωνα με το εθνικό προσάρτημα*

ζ: *ο συντελεστής αποσβέσεως ιδιομορφής λαμβάνεται ίσον με 0,01* [Κεφάλαιο6.3.2.2.ii]

Προκύπτει:

$b^{(f_1\zeta-1)} = 100^{(13,065*0,01-1)} = 0,01825 < v = 0,0191 \rightarrow$ Ο έλεγχος δεν ικανοποιείται

!Κρίσιμος αποβαίνει ο έλεγχος ταχύτητας αποκρίσεως για την ταλάντωση του πατώματος!

4.2 ΔΟΚΙΜΕΣ - ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΤΑ ΕΚ5

Ο προηγούμενος έλεγχος, μας οδήγησε στο συμπέρασμα πως για τον σχεδιασμό ενός ξύλινου πατώματος, κρίσιμος είναι ο έλεγχος της ταλάντωσης. Συνεπώς ο σχεδιασμός του θα πρέπει να γίνεται με βάση τον έλεγχο αυτό.

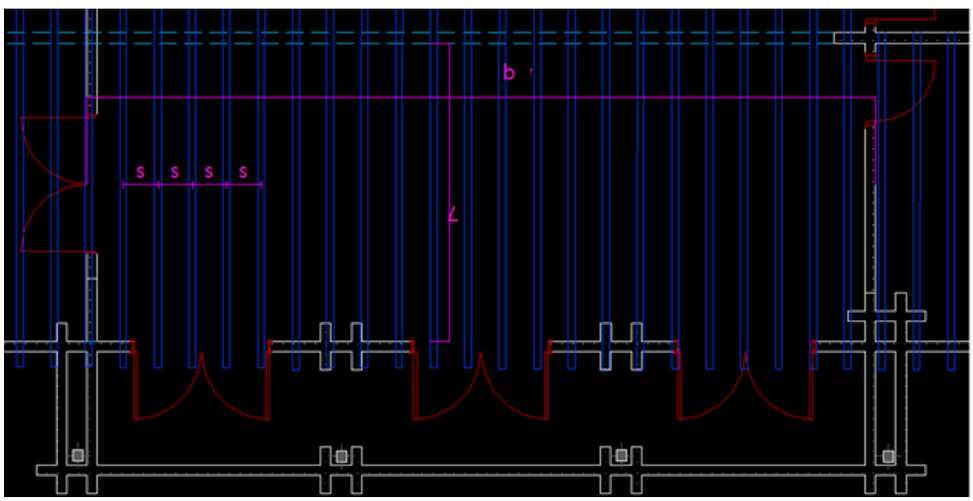
Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται μια παραμετρική διερεύνηση, που πραγματοποιήθηκε, με βάση τους έλεγχους που πρέπει να ικανοποιούνται κατά τον Ευρωκώδικα 5. Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, έγιναν για κάποιους συνδυασμούς παραμέτρων, μεταβάλλοντας κάθε φορά την τιμή του ζεύγους των συνδυασμών και διατηρώντας την τιμή των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερή(απλοποιητική παραδοχή).

Οι δοκιμές αυτές πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να εντοπιστούν κάποια όρια των τιμών των παραμέτρων και κατά πόσο καθοριστικές είναι οι τιμές αυτών, για τους ελέγχους του Ευρωκώδικα 5.

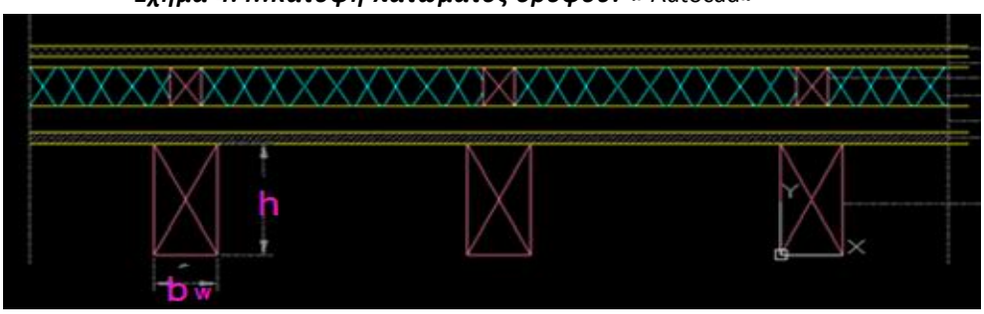
4.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Οι τιμές των παραμέτρων που θα μεταβάλλονται είναι συναρτήσει του επί τόπου μετρούμενου πατώματος, ως ποσοστό των αρχικών τιμών αυτού.

4.2.1.1 ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ:



Σχήμα 4.4.:Κάτοψη πατώματος ορόφου. « Autocad»



Σχήμα 4.4.:Τομή δοκαριού. « Autocad»

Ύψος διατομής κύριας δοκού:**(h)σε m** *με* $h_{αρχικό}$= 0,19
Πλάτος διατομής κύριας δοκού: **(b_w) σε m** με $b_{αρχικό}$ =0,09
Μήκος ανοίγματος πατώματος: **(*l*) σε m** με $l_{αρχικό}$ =3,865
*Υπολογιζόμενη μάζα πατώματος:***(m) σε kg/m^2** από μόνιμα φορτία με $m_{αρχικό}$=34,9866
*Απόσταση μεταξύ κύριων δοκών:***(s) σε m** με $s_{αρχικό}$=0,45
*Μέτρο ελαστικότητας :***(E) σε GPa** – ο υπολογισμός του μέτρου ελαστικότητας γίνεται με βάση τον τύπο (*βλέπε:* ***Σχέση 4.1***[43]***)***

[43] (Αθανάσιος Χ.Τριανταφύλλου, 2005),*Κεφάλαιο 8.4.2.1.,σελ 208*

4.2.1.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ MATLAB

Για την γρήγορη και σωστή διεκπεραίωση των δοκιμών χρησιμοποιήσαμε Πρόγραμμα Προγραμματισμού σε Η/Υ-« Matlab». Ο κώδικας προγραμματισμού αναρτάται στο τέλος της διπλωματικής εργασίας.(*βλέπε:* **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ**)

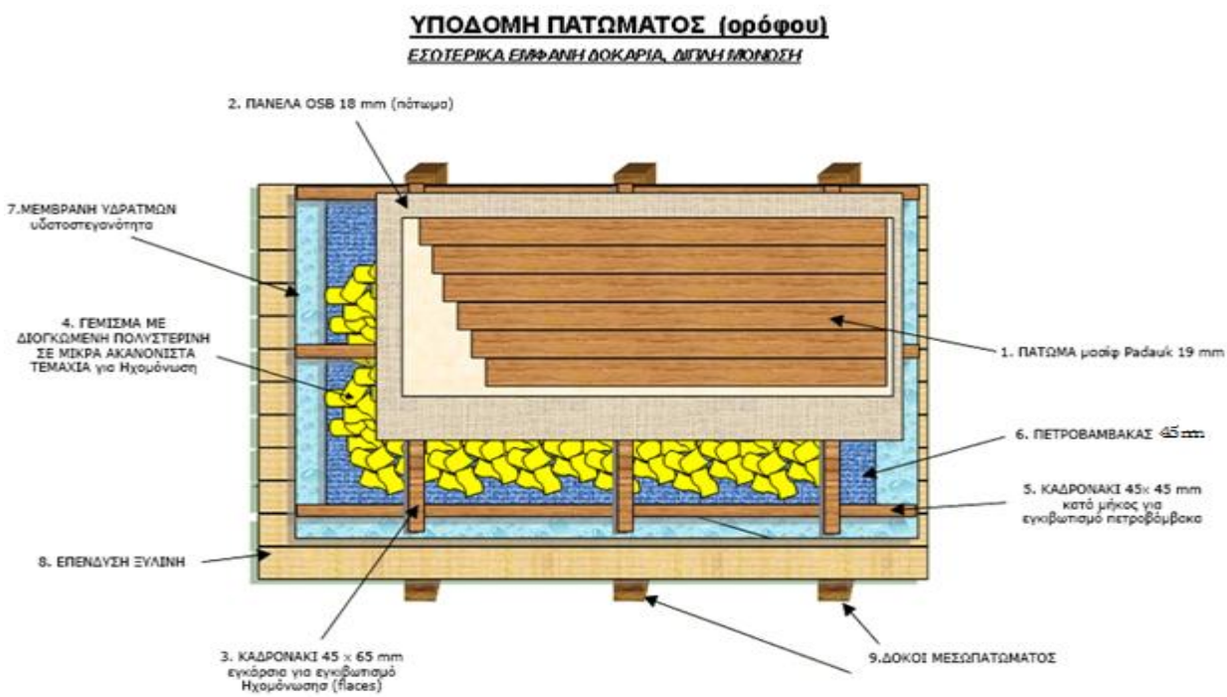
Ο προγραμματισμός έγινε έτσι ώστε να υπολογίζεται η τιμή της ιδιοσυχνότητας f_1 και να πραγματοποιούνται οι δυο έλεγχοι(που προβλέπει ο Ευρωκώδικας 5 ως προς τη ταλάντωση ξύλινου πατώματος),εισάγοντας τα χαρακτηριστικά της κύριας δοκού (διαστάσεις, ειδικό βάρος κύριας δοκού, άνοιγμα δοκού)όπως και την μάζα με την οποία φορτίζεται το δάπεδο ανά μονάδα επιφάνειας.

Επίσης το πρόγραμμα έχει συνταχθεί έτσι ώστε ο χρήστης να έχει την ευχέρεια να μπορεί να εισάγει την επιθυμητή από τον ίδιο τιμή των παραμέτρων a και b, όπως και την τιμή της απόσβεσης (ζ) για τους απαραίτητους ελέγχους του Ευρωκώδικα5. Αφού ο χρήστης δώσει όλα τα δεδομένα που ζητούνται και τρέξει το πρόγραμμα, εμφανίζεται σε μήνυμα κατά πόσο οι έλεγχοι πληρούνται ή όχι, καθώς και η τιμή f_1 (ιδιοσυχνότητα) που υπολογίστηκε.

4.2.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΑΖΑΣ Μ (ΣΕ KG) ΑΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (M^2):

Ο υπολογισμός της μάζας γίνεται με βάση τον τύπο (*βλέπε:* ***Κεφάλαιο 4.1.1.5.1.- Σχέση 4.2).*** Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται τα υλικά κατασκευής του πατώματος:

i. Για το κύριο χώρο:



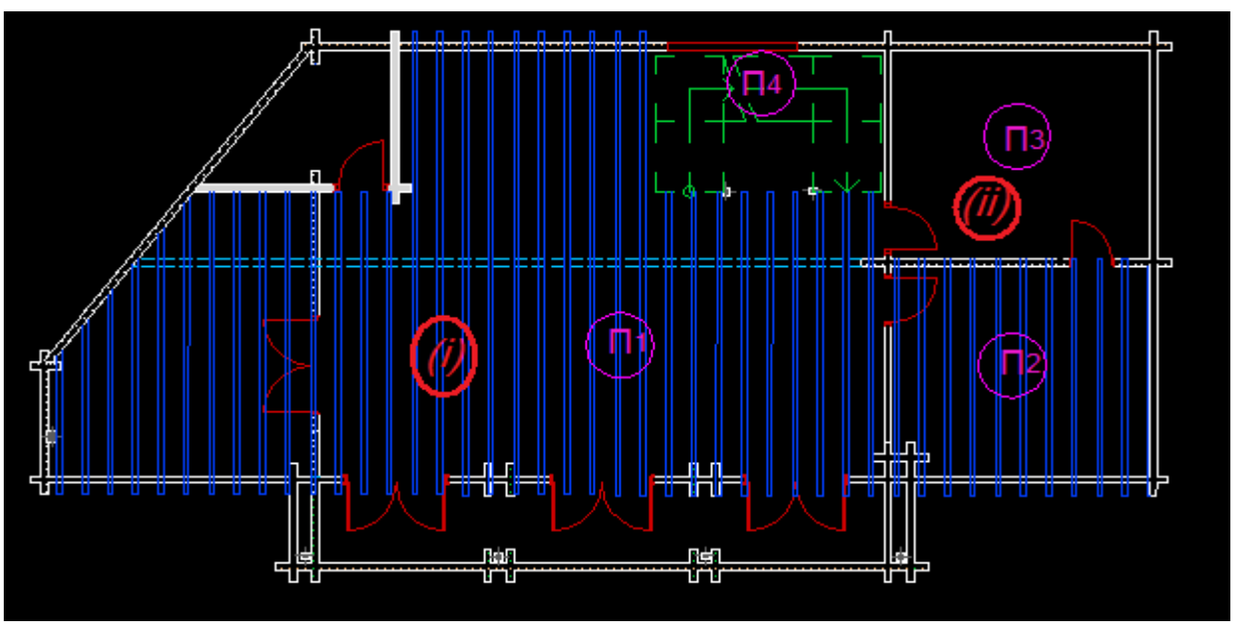
Εικόνα 4.1.Υποδομή πατώματος κύριου χώρου με ξύλινη υποδομή καδρονιών κάτω από το σανίδωμα «(Wands)***»***

ii. Για το χώρο του γραφείου

με **d** ελαφρομπετόν (ξηρή φάση)= 10mm

γ ελαφρομπετόν (ξηρή φάση)=450,000 kg/m^3

Εικόνα 4.2. «Υποδομή πατώματος γραφείου με στρώση ελαφρομπετόν κάτω από το σανίδωμα (Wands)***»***



Σχήμα 4.6.:Κάτοψη πατωμάτων ορόφου προς μελέτη με(i)κύριος χώρος & (ii)γραφείο με στρώση από ελαφρομπεετον. « Autocad***»***

4.2.2 ΔΟΚΙΜΕΣ

Υπόμνημα:

- *Οι τιμές με πράσινο χρώμα δείχνουν τιμές για τις οποίες δεν παρουσιάζεται πρόβλημα ταλάντωσης.*
- *Οι τιμές με κόκκινο χρώμα δείχνουν τιμές για τις οποίες κανένας έλεγχος δεν ικανοποιείται.*
- *Οι τιμές με κίτρινο χρώμα δείχνουν τιμές για τις οποίες ικανοποιείται ο έλεγχος του στιγμιαίου βέλους κάμψεως, αλλά δεν ικανοποιείται αυτός της ταχύτητας.*

1Η ΔΟΚΙΜΗ: Μεταβολή μάζας (m) και μήκους ανοίγματος (L)

Στη 1η Δοκιμή μεταβάλλεται η τιμή της μάζας και του ανοίγματος, σε πολλαπλάσια του 0,2 των αρχικών τους τιμών. Διατηρώντας τα υπόλοιπα στοιχεία της διατομής σταθερά (για πλάτος πατώματος b_w=10m και b_w=4,5m-επιλέχθηκε το δυσμενέστερο).

b_w=10m	0,6L u=0,152mm <1,5mm	0,8L u=0.3591mm <1,5mm	0,9L u=0.5113 <1,5mm	L=3,865m u=0.7015mm <1,5mm	1,2L u=1.2121mm <1,5mm	1,4L u=1.9248mm >1,5mm	1,6L u=2.873mm >1,5mm
0,2m	>40Hz	>40Hz	f_1=36,0683 v=0.0323 <0.0526	f_1=29,2154 v=0.0373 <0.0384	f_1=20,2884 v=0.0372 >0.0255	f_1=14,9058 v=0.0349 >0.0199	f_1=11,4122 v=0.0324 >0.0169
0,4m	>40Hz	f_1=32,2787 v=0.0304 <0.0442	f_1=29,2154 v=0.0317 <0.0324	f_1=20,6584 v=0.0309 >0.0259	f_1=14,3461 v=0.0280 >0.0194	f_1=10,54 v=0.0252 >0.0162	f_1=8,0697 v=0.0288 >0.0145
0,6m	>40Hz	f_1=26,3554 v=0.0279 <0.0337	f_1=25,5041 v=0.0270 >0.0261	f_1=16,8675 v=0.0255 >0.0217	f_1=11,7135 v=0.0255 >0.0172	f_1=8,6058 v=0.0200 >0.0149	<8Hz ειδική μελέτη
0,8m	>40Hz	f_1=22,8245 v=0.0248 <0.0287	f_1=18,0655 v=0.0234 >0.0230	f_1=14,6077 v=0.0219 >0.0196	f_1=10,1442 v=0.0190 >0.0160	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη
m=34,9866 (kg/m^2)	f_1=36,293 v=0.0201 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0222 <0.0256	f_1=16,1302 v=0.0206 <0.0210	f1=13.065 v=0.0191 >0.01838	f_1=9,0733 v=0.0165 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη

1,2m	f_1=33,1303 v=0.0207 <0.0460	f_1=18,6361 v=0.020 <0.0236	f_1=14,7248 v=0.0185 <0.0197	f_1=11,9271 v=0.0171 <0.0173	f_1=8,2827 v=0.0147 =0.0146	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη
1,4m	f_1=30,6732 v=0.0200 <0.0411	f_1=17,2537 v=0.0183 <0.0221	f_1=13,6325 v=0.0168 <0.0187	f_1=11,0424 v=0.0155 <0.0166	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη
1,6m	f_1=28,6922 v=0.0192 <0.0375	f_1=16,1393 v=0.0169 <0.0210	f_1=12,7521 v=0.0155 <0.0180	f_1=10,3292 v=0.0142 <0.0161	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη
1,8m	f_1=27,0512 v=0.0183 <0.0348	f_1=15,2163 v=0.0157 <0.0202	f_1=12,0226 v=0.0143 <0.0174	f_1=9,7384 v=0.0131 <0.0157	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη
2m	f_1=25,663 v=0.0174 <00326	f_1=14,4355 v=0.0142 <0.0194	f_1=11,4058 v=0.0134 <0.0169	f_1=9,2369 v=0.0122 <0.0153	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη	<8Hz ειδική μελέτη

Πίνακας4.3.: Μεταβολή μάζας (m) και μήκους ανοίγματος (L) -1η Δοκιμή

2^{H} ΔΟΚΙΜΗ: Μεταβολή μήκους ανοίγματος (L) και πλάτους πατώματος (b_w)

Στη $2^{η}$ Δοκιμή μεταβάλλεται η τιμή του πλάτους του πατώματος(σε διακριτές τιμές από b_w=4,5m εώς b_w=14m) και του ανοίγματος(σε πολλαπλάσια του 0,2 της αρχικής του τιμής). Διατηρώντας τα υπόλοιπα στοιχεία της διατομής σταθερά.

	0,6L u=0,152mm <1,5mm	0,8L u=0.3591mm <1,5mm	L=3,865m u=0.7015mm <1,5mm	1,2L u=1.2121mm <1,5mm	1,4L u=1.9248mm >1,5mm
b_w=4,5m	f_1=36,293 v=0.0184 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0199 <0.0256	f1=13.065 v=0.0176 <0.0183	f_1=9,0733 v=0.0155 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη
b_w=5,5m	f_1=36,293 v=0.0184 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0205 <0.0256	f1=13.065 v=0.0181 <0.0183	f_1=9,0733 v=0.0152 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη
b_w=6,5m	f_1=36,293 v=0.0189 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0216 <0.0256	f1=13.065 v=0.0184 =0.0183	f_1=9,0733 v=0.0160 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη
b_w=7,5m	f_1=36,293 v=0.0194 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0215 <0.0256	f1=13.065 v=0.0187 >0.0183	f_1=9,0733 v=0.0172 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη
b_w=10m	f_1=36,293 v=0.0201 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0222 <0.0256	f1=13.065 v=0.0191 >0.01838	f_1=9,0733 v=0.0165 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη
b_w=11.5m	f_1=36,293 v=0.0204 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0224 <0.0256	f1=13.065 v=0.0193 >0.0183	f_1=9,0733 v=0.0166 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη
b_w=14m	f_1=36,293 v=0.0208 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0228 <0.0256	f1=13.065 v=0.0196 >0.0183	f_1=9,0733 v=0.0168 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη

Πίνακας4.4.: : ***Μεταβολή μήκους ανοίγματος (L) και πλάτους πατώματος (b_w) -$2^{η}$ Δοκιμή***

3^{H} ΔΟΚΙΜΗ: Μεταβολή ύψους κύριας δοκού (h) και μήκους ανοίγματος (L)

Στη 3^{η} Δοκιμή μεταβάλλεται η τιμή του ύψους κύριας δοκού(αυξομειώνοντας την κατά 0,01m) και του μήκους ανοίγματος(σε πολλαπλάσια του 0,2 της αρχικής του τιμής). Διατηρώντας τα υπόλοιπα στοιχεία της διατομής σταθερά.

b_w=10m	0,17m	0,18m	0,19m	0,20m	0,22m	0,24m	0,26m
0,6L	f_1=30,7161Hz v=0.0244<0.0411 u=0.2115 <1.5mm	f_1=33,4658Hz v=0.0277<0.0467 u=0.1782 <1.5mm	f_1=36,293 v=0.0201<0.0532 u=0,1515mm <1,5mm	f_1=39,1956Hz v=0.0143<0.0608 u=0.1299 <1.5mm	>40Hz	>40Hz	>40Hz
0,8L	f_1=17,2778Hz v=0.0277>0.0222 u=0.5014mm <1,5mm	f_1=18,8245Hz v=0.0224<0.0238 u=0.422 <1.5mm	f_1=20,4148 v=0.0222<0.0256 u=0.3591mm <1,5mm	f_1=22,0475Hz v=0.0218<0.0276 u=0.3079 <1.5mm	f_1=25,436Hz v=0.0210<0.0323 u=0.2313 <1.5mm	f_1=28,983Hz v=0.0200<0.0380 u=0.178 <1.5mm	f_1=32,6795Hz v=0.0184<0.0450 u=0.140 <1.5mm
3,865m	f_1=11,0578Hz v=0.0193>0.0166 u=0.9793mm< 1,5mm	f_1=12,0477Hz v=0.0192>0.0174 u=0.825mm <1,5mm	f1=13.065 v=0.0191>0.01838 u=0.7015m <1,5mm	f_1=14,1104Hz v=0.0190<0.0192 u=06014 <1,5mm	f_1=16,2792Hz v=0.0188<0.0212 u=0.4519 <1.5mm	f_1=18,5486Hz v=0.0186<0.0235 u=0.348 <1.5mm	f_1=20,915Hz v=0.0182<0.0262 u=0.2739<1.5 mm
1,2L	f_1<8Hz απαιτείται ειδική μελέτη	f_1=8,3665Hz v=0.0166>0.0.0147 u=1.1908 <1,5mm	f_1=9,0733 v=0.0165>0.0152 u=1.2121mm< 1,5mm	f_1=9,7989Hz v=0.0165>0.0157 u=1.0392 <1,5mm	f_1=11,3049Hz v=0.0164<0.0168 u=0.7808 <1,5mm	f_1=14,1104Hz v=0.0163<0.0181 u=0.6014 <1,5mm	f_1=14,110Hz v=0.0162<0.0195 u=0.473 <1,5mm
1,4L	f_1<8Hz απαιτείται ειδική μελέτη	f_1<8Hz απαιτείται ειδική μελέτη	f_1<8Hz απαιτείται ειδική μελέτη	f_1<8Hz απαιτείται ειδική μελέτη	f_1=8,3056Hz v=0.0144<0.0147 u=1.2398 <1,5mm	f_1=9,4636Hz v=0.0144<0.0155 u=0.9551 <1,5mm	f_1=10,671Hz v=0.0143<0.0163 u=0.7513 <1,5mm

Πίνακας4.5.: : ***Μεταβολή ύψους κύριας δοκού (h) και μήκους ανοίγματος (L)-3^{η} Δοκιμή***

4^{H} ΔΟΚΙΜΗ: Μεταβολή μέτρου Ελαστικότητας (Ε) και μήκους ανοίγματος (L)

Στη 4^{η} Δοκιμή μεταβάλλεται η τιμή του μέτρου ελαστικότητας(σε διακριτές τιμές ανά 1 GPa από E=8,5GPa εώς E=13,5GPa) και του ανοίγματος(σε πολλαπλάσια του 0,2 της αρχικής του τιμής). Διατηρώντας τα υπόλοιπα στοιχεία της διατομής σταθερά.

b_w=10m	8,5GPa	9,5GPa	10,5GPa	11,5GPa	12,5GPa	13,5GPa
0,6L	f_1=32,6541Hz v=0.0233<0.045 u=0.1872<1.5mm	f_1=34,5216Hz v=0.0219<0.049 u=0.1675<1.5mm	f_1=36,293 v=0.0201 <0.0532 u=0.1515mm <1,5mm	f_1=37,952Hz v=0.0176<0.0575 u=0.1384 <1.5mm	f_1=40Hz v=0.0123<0.0619 u=0.12726 <1.5mm	>40Hz
0,8L	f_1=18,3679Hz v=0.0225<0.0233 u=0.4436<1.5mm	f_1=19,4184Hz v=0.0223<0.0245 u=0.3970<1.5mm	f_1=20,4148 Hz v=0.0222<0.0256 u=0.359mm<1,5mm	f_1=21,3649Hz v=0.0220<0.0267 u=0.328<1.5mm	f_1=21,894Hz v=0.022<0.0279 u=0.302<1.5mm	f_1=22,365Hz v=0.0216<0.0290 u=0.279<1.5mm
L=3,865m	f_1=11,7555Hz v=0.0192>0.0172 u=0.8665mm <1,5mm	f_1=12,4278Hz v=0.0192>0.0177 u=0.7753mm <1,5mm	f1=13,065 v=0.0191 >0.01838 u=0.7015mm <1,5mm	f_1=13,6735Hz v=0.0191>0.0188 u=0.6405mm <1,5mm	f_1=14,214Hz v=0.0190<0.0193 u=0.5892 <1.5mm	f_1=14,869z v=0.0190<0.0198 u=0.5456 <1.5mm
1,2L	f_1=8,1635Hz v=0.0166>0.0146 u=1.4923mm <1,5mm	f_1=8,6304Hz v=0.0165>0.0149 u=1.3397mm <1,5mm	f_1=9,0733 v=0.0165 >0.0152 u=1.2121mm <1,5mm	f_1=9,4955Hz v=0.0165>0.0155 u=1.1067mm <1,5mm	f_1=10,165Hz v=0.0165>0.0158 u=1.0182 <1.5mm	f_1=10,613Hz v=0.0165>0.0161 u=0.9428 <1.5mm
1,4L	f_1<8Hz Απαιτείται ειδική μελέτη	f_1<8Hz Απαιτείται ειδική μελέτη	f_1<8Hz Απαιτείται ειδική μελέτη	f_1<8Hz Απαιτείται ειδική μελέτη	f_1<8Hz Απαιτείται ειδική μελέτη	f_1<8Hz Απαιτείται ειδική μελέτη

Πίνακας4.6.: : Μεταβολή μέτρου Ελαστικότητας (Ε) και μήκους ανοίγματος (L)-4^{η} Δοκιμή

5^{H} ΔΟΚΙΜΗ: Μεταβολή ειδικού βάρους(ρ) και μήκους ανοίγματος (L)

Στη 5^{η} Δοκιμή μεταβάλλεται η τιμή του μέτρου ειδικού βάρους (σε διακριτές τιμές ανά 100kg/m^3 από ρ=400kg/m^3 εώς ρ=810kg/m^3) και του ανοίγματος(σε πολλαπλάσια του 0,2 της αρχικής του τιμής). Για ύψος διατομής κύριας διαδοκίδας h=0,22m και h=0.26m και το δυσμενέστερο πλάτος πατώματος b_w=10m.

m=34.987kg/m^2 b_w=10m $h_{διαδοκίδας}$=0,22m	ρ=400kg/m^3	ρ=500kg/m^3	ρ=600kg/m^3	ρ=700kg/m^3	ρ=810kg/m^3
L=2.319m	>40Hz	>40Hz	>40Hz	>40Hz	>40Hz
L=3.092m	f_1=25,436Hz v=0.0249<0.0323 u=0.2424 <1.5mm	f_1=25,436Hz v=0.0236<0.0323 u=0.2423 <1.5mm	f_1=25,436Hz v=0.02226<0.0323 u=0.2313 <1.5mm	f_1=25,436Hz v=0.0218<0.0323 u=0.2313 <1.5mm	f_1=25,436Hz v=0.0210<0.0323 u=0.2313 <1.5mm
L=3.865m	f_1=16,2792Hz v=0.0223>0.0212 u=0.4518 <1.5mm	f_1=16,2792Hz v=0.0211<0.0212 u=0.4734 <1.5mm	f_1=16,2792Hz v=0.0202<0.0212 u=0.4519 <1.5mm	f_1=16,2792Hz v=0.0195<0.0212 u=0.4519 <1.5mm	f_1=16,2792Hz v=0.0188<0.0212 u=0.4519 <1.5mm
L=4. 638m	f_1=11,3049Hz v=0.0.0194>0.0168 u=0,78079 <1,5mm	f_1=11,3049Hz v=0.0184>0.0168 u=0.8179 <1.5mm	f_1=11,3049Hz v=0.0176>0.0168 u=0.78079 <1.5mm	f_1=11,3049Hz v=0.0170>0.0168 u=0.78079 <1.5mm	f_1=11,3049Hz v=0.0164<0.0168 u=0.78079 <1.5mm
L=5.411m .	f_1=8,3056Hz v=0.0170>0.0147 u=1.29984 <1,5mm.	f_1=8,3056Hz v=0.0162>0.0147 u=1.1199 <1.5mm	f_1=8,3056Hz v=0.0155>0.0147 u=1.2398 <1.5mm	f_1=8,3056Hz v=0.0149>0.0147 u=1.2398 <1.5mm	f_1=8,3056Hz v=0.0144<0.0147 u=1.2398 <1.5mm

Πίνακας4.7.: : ***Μεταβολή ειδικού βάρους(ρ) και μήκους ανοίγματος (L)-(για*** **h=0,22m*)-*** ***5^{η} Δοκιμή***

m=34.987kg/m^2 b=10m $h_{διαδοκίδας}$=0,26m	ρ=400kg/m^3	ρ=500kg/m^3	ρ=600kg/m^3	ρ=700kg/m^3	ρ=810kg/m^3
L=2.319m	>40Hz	>40Hz	>40Hz	>40Hz	>40Hz
L=3.092m	f_1=25,821Hz v=0.0217<0.0450 u=0.1550 <1.5mm	f_1=25,821Hz v=0.0206<0.045 u=0.1468 <1.5mm	f_1=25,821Hz v=0.0197<0.045 u=0.1401 <1.5mm	f_1=25,821Hz v=0.0190<0.045 u=0.1401 <1.5mm	f_1=25,821Hz v=0.0184<0.045 u=0.1401 <1.5mm
L=3.865m	f_1=20,915Hz v=0.0215<0.0262 u=0.3031<1.5mm	f_1=20,915Hz v=0.0204<0.0262 u=0.28697<1.5mm	f_1=20,915Hz v=0.0196<0.0262 u=0.273924<1.5mm	f_1=20,915Hz v=0.0189<0.0262 u=0.273924<1.5mm	f_1=20,915Hz v=0.0182<0.0262 u=0.273924<1.5mm
L=4. 638m	f_1=14,110Hz v=0.00.0191<0.0195 u=0.5235<1.5mm	f_1=14,110Hz v=0.0181<0.020 u=0.4956 <1.5mm	f_1=14,110Hz v=0.0174<0.0195 u=0.4730 <1.5mm	f_1=14,110Hz v=0.0167<0.0195 u=0.4730 <1.5mm	f_1=14,110Hz v=0.0162<0.0195 u=0.4730 <1.5mm
L=5.411m	f_1=10,671Hz v=0.0169>0.0163 u=0.8314<1.5mm	f_1=10,671Hz v=0.0161<0.016 u=0.787<1.5mm	f_1=10,671Hz v=0.0154<0.0163 u=0.7513<1.5mm	f_1=10,671Hz v= 0.0148<0.0163 u=0.7513<1.5mm	f_1=10,671Hz v=0.0143<0.0163 u=0.7513<1.5mm

Πίνακας4.8.: : ***Μεταβολή ειδικού βάρους(ρ) και μήκους ανοίγματος (L)-(για* h=0,26m*)- 5^η Δοκιμή***

6^H ΔΟΚΙΜΗ: Μεταβολή στρώσης ελαφρομπετόν και μήκους ανοίγματος (L)

Στην 6^η Δοκιμή μεταβάλλεται η τιμή πάχους της στρώσης ελαφρομπετόν σε 10cm (γραφείο) και 5cm (ως ελάχιστη επιτρεπόμενη στρώση) και η τιμή μήκους ανοίγματος. Με την προσθήκη αυτή της στρώσης του ελαφρομπετόν, αυξάνει (αθροιστικά) η δυσκαμψία του πατώματος και ως προς τους δύο άξονες της δοκού (παράλληλο και κάθετο).

b_w=10m h=0.19m	L=2.319m	L=3.091m	L=3.865m	L=4.638m

πάχος στρώσης ελαφρομπετόν=10cm m=44.5kg/m^2	f_1=32,1806Hz v=0.0078<0.0440 u=0.049<1.5mm	f_1=18.1133Hz v=0.0073<0.0230 u=0.1164<1.5mm	f_1=11.585Hz v=0.0061<0.0170 u=0.2275<1.5mm	f_1=8.4051Hz v=0.0053<0.0145 u=0.3932<1.5mm
πάχος στρώσης ελαφρομπετόν=5cm m=40.36kg/m^2	f_1=33.784Hz v=0.0101<0.0474 u=0.1202<1.5mm	f_1=19.0065Hz v=0.0099<0.024 u=0.2850<1.5mm	f_1=12.1642Hz v=0.0084<0.0175 u=0.5566<1.5mm	f_1=8.4473Hz v=0.0072<0.0148 u=0.9617<1.5mm

Πίνακας4.9.: Μεταβολή πάχους ελαφρομπετόν και μήκους ανοίγματος (L)- 6η Δοκιμή

7Η ΔΟΚΙΜΗ: Μεταβολή απόσβεσης (ζ) και μήκους ανοίγματος (L)

Στην 7η Δοκιμή εξετάστηκε η ευαισθησία του ελέγχου της ταχύτητας,ως προς την απόσβεση της ταλάντωσης. Οι έλεγχοι έγιναν για απόσβεση με κατώτατο όριο ζ=1% που προνοεί ο ΕΚ5,αλλά και για μεταβολή του μήκους ανοίγματος.

	0,6L u=0,152mm <1,5mm	0,8L u=0.3591mm <1,5mm	L=3,865m u=0.7015mm <1,5mm	1,2L u=1.2121mm <1,5mm	1,4L u=1.9248mm >1,5mm
ζ=0,01	f_1=36,293 v=0.0201 <0.0532	f_1=20,4148 v=0.0222 <0.0256	f1=13.065 v=0.0191 >0.01838	f_1=9,0733 v=0.0165 >0.0152	<8Hz ειδική μελέτη
ζ=0,011	f_1=36,293 v=0.0201 <0.0629	f_1=20,4148 v=0.0222 <0.0281	f1=13.065 v=0.0191 <0,0194	f_1=9,0733 v=0.0165 >0.0158	<8Hz ειδική μελέτη
ζ=0,012	f_1=36,293 v=0.0201 <0.0743	f_1=20,4148 v=0.0222 <0.0309	f1=13.065 v=0.0191 <0,0206	f_1=9,0733 v=0.0165 =0,0165	<8Hz ειδική μελέτη
ζ=0,013	f_1=36,293 v=0.0201 <0.0878	f_1=20,4148 v=0.0222 <0.0339	f1=13.065 v=0.0191 <0.0219	f_1=9,0733 v=0.0165 <0.0172	<8Hz ειδική μελέτη

Πίνακας4.9.: Μεταβολή απόσβεσης (ζ) και μήκους ανοίγματος (L)- 7η Δοκιμή

5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

5.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

5.1.1.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Μέχρι στιγμής, πολύ λίγες μελέτες και έρευνες έχουν διεξαχθεί γύρω από το θέμα των ταλαντώσεων των ξύλινων πατωμάτων. Οι περισσότερες από αυτές, αναλώνονται στις επί τόπου μετρήσεις και στον καθορισμό των ορίων οχλήσεως των κατοίκων και των υπολοίπων συμμετεχόντων στα πειράματα που διεξάγουν. Μέσα από ερωτηματολόγια προσπαθούν να εντοπίσουν την ευαισθησία στην αντίληψη της ταλάντωσης του κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά.

Σε μια πρόσφατη μελέτη εξετάσθηκε κατά πόσο η διεύθυνση του βαδίσματος ενός ατόμου επηρεάζει την αίσθηση της ταλάντωσης κάποιου άλλου που στέκεται ακίνητος *(Measurements of vibrations in wooden floors induced by walking, Jacinto Arrietta Crespo, June 2009)*. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως αυτός που στέκεται ακίνητος αισθάνεται διαφορετικά την ταλάντωση από αυτόν που περπατά η αντίληψη του οποίου επηρεάζεται από την διεύθυνση του βαδίσματος. Στην συγκεκριμένη μελέτη διαφαίνεται επίσης ότι τα ελαφρύτερα άτομα δεν είναι τόσο ευαίσθητα στην ταλάντωση.

Σε μια άλλη έρευνα *(Low Frequency vibration approach for assessing performance of wood Floor systems, February 2004 by Xiping Wang et al)*, εξετάστηκε ποια μέθοδος είναι καταλληλότερη για να μετρηθεί η ιδιοσυχνότητα και ποια η απόσβεση, με τα αποτελέσματα να δείχνουν πως καλύτερες τιμές ιδιοσυχνότητας δίνει η εξαναγκασμένη ταλάντωση που προκαλείται από περπάτημα, ενώ για την μέτρηση της απόσβεσης θα πρέπει να γίνει ελεύθερη ταλάντωση. Στην συγκεκριμένη μελέτη προέκυψε επίσης πως η μέτρηση της δυσκαμψίας EI από συγκεντρωμένο φορτίο μετρώντας επί τόπου την βύθιση, συμπίπτει με αυτή που προκύπτει υπολογιστικά.

Σε συνέχεια της προηγούμενης έρευνας *(Vibration testing of timber floor systems, L.A. Soltis, X. Wang et al, October 2002)*, εξετάστηκε η αν η τοποθέτηση του μηχανήματος στο μέσο ή στο τέταρτο του ανοίγματος για λήψη καταγραφών επηρεάζει τις μετρήσεις. Προέκυψε πως η διαφορά δεν είναι ικανή για να καταδείξει κάτι τέτοιο. Οι μετρήσεις έδειξαν επίσης αύξηση της τιμής της απόσβεσης και μείωση της ιδιοσυχνότητας σε ένα παλαιότερο πάτωμα που είχε υποστεί φθορά.

Σε μια πιο πρόσφατη μελέτη που έγινε στο πανεπιστήμιο του Μονάχου *(Floor Vibrations-New results by Patricia Hamm, Antje Richter, Stefan Winter, 2010)* Διαφάνηκε πως η επί τόπου

μετρούμενη ιδιοσυχνότητα σε κατοικίες, είναι μεγαλύτερη από αυτή που προκύπτει με βάση των ΕΚ5. Προσπαθούν ακόμη να εισηγηθούν τρόπους μελέτης για βαριού τύπου πατώματα εισάγοντας κριτήριο επιτάχυνσης.

Στη μόνη μελέτη που έχει γίνει στην *Ελλάδα (Υπολογιστικός Έλεγχος της Ταλάντωσης Ξύλινων Πατωμάτων σε Ιστορικά Κτίρια, Ν.Κ. Χατζητρύφων, 2000)* και αφορά τα ξύλινα πατώματα, γίνεται προσπάθεια να διατυπωθεί μια σχέση προσέγγισης και υπολογισμού ξύλινων ιστορικών πατωμάτων καθώς ο ΕΚ5 δεν μπορεί να εφαρμοστεί στις περιπτώσεις αυτές.

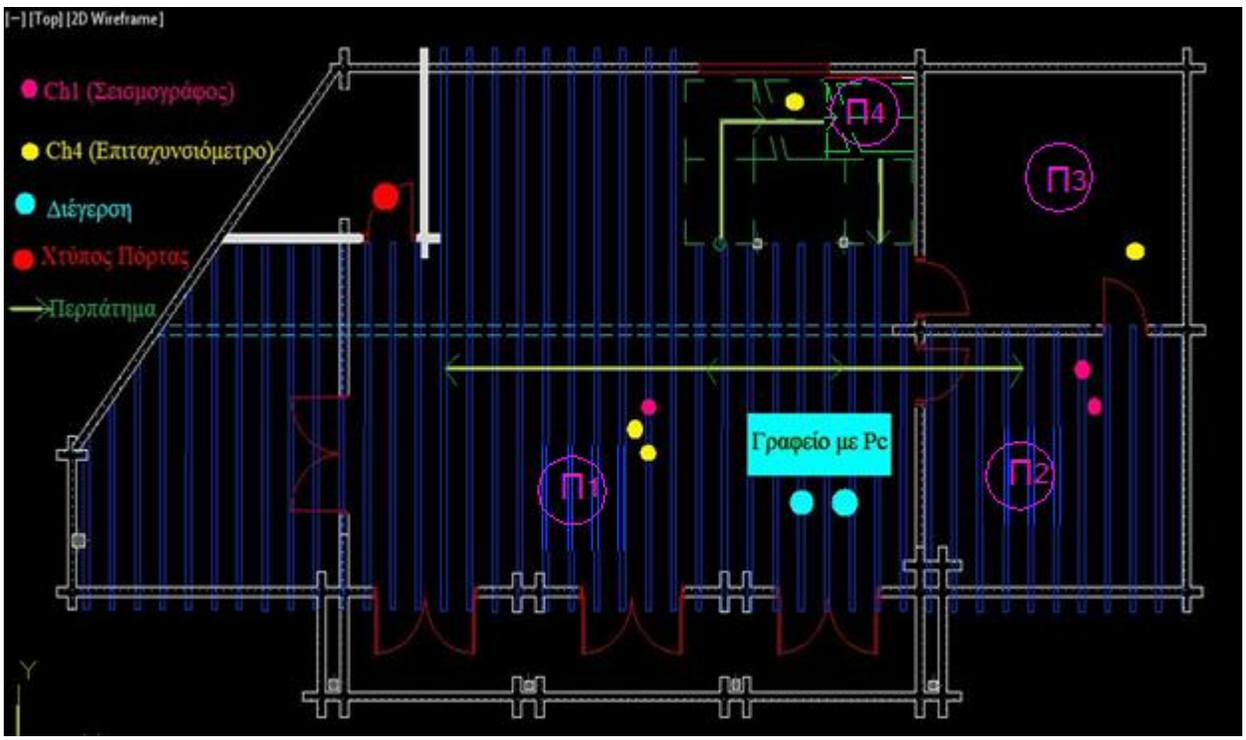
5.1.1.2 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός του πειράματος ήταν η σύγκριση της επί τόπου μετρούμενη ιδιοσυχνότητα f_1 με την υπολογιζόμενη κατά ΕΚ5. Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρατηρήθηκε ότι με την υπολογιζόμενη τιμή της ιδιοσυχνότητας κατά ΕΚ5 και για πλάτος πατώματος b>6,5m, οι έλεγχοι δεν επαρκούσαν. Έπειτα από την εξαγωγή των αποτελεσμάτων του πειράματος σε κατάλληλη μορφή(απαιτείται μεατασχηματισμός των μετρήσεων σε συγκρίσιμα μεγέθη με αυτά που έχουν ήδη υπολογιστεί),θα εξεταστεί αν και η τιμή της μετρούμενης ιδιοσυχνότητας δεν ικανοποιεί τους ελέγχους ,με αποτέλεσμα την ανάγκη ενισχύσης του πατώματος.

5.1.1.3 ΧΩΡΟΣ

Το πείραμα έλαβε χώρα στις εγκαταστάσεις της εταιρίας Wands που βρίσκεται στην Χαλκίδα, όπου στεγάζονται τα γραφεία τους τα οποία είναι μια αμιγώς ξύλινη κατασκευή. Οι μετρήσεις αφορούσαν τα πατώματα των γραφείων του πρώτου ορόφου των εγκαταστάσεων και αυτό έγινε για να πάρουμε μετρήσεις από ένα αμιγώς ξύλινο δάπεδο και όχι από αυτό του ισογείου που στη βάση του έχει και στρώση από ελαφρομπετόν.
Όλες οι μετρήσεις έγιναν υπό την παρακολούθηση του επιβλέποντος καθηγητή μας, κυρίου Εμμανουήλ Βουγιούκα και με τη βοήθεια δύο εξωτερικών συνεργατών και συναδέλφων του, οι οποίοι έθεσαν στη διάθεσή μας τον πειραματικό εξοπλισμό για τη διεξαγωγή των μετρήσεων.

Εικόνες 5.1.:Φωτογραφίες από το χώρο και την τοποθέτηση των οργάνων. *«Προσωπική λήψη φωτογραφίας»*



Σχήμα 5.1.:Κάτοψη ορόφου με επισήμανση των σημείων & διευθύνσεων διέγερσης. «Autocad»

5.1.1.4 ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Κατά τη περιγραφή του πειράματος τα όργανα θα αναφέρονται με την ονομασία «Ch1»-το σεισμόμετρο- και «Ch4» - το επιταχυνσιόμετρο-,που προκύπτει από την αντίστοιχη ονομασία υποδοχής για το κάθε κανάλι σύνδεσης των οργάνων με τον Η/Υ.

Εικόνες 5.3.:Σύνδεση οργάνων με Η/Υ από δύο κανάλια «Ch1&Ch4». «*Προσωπική λήψη φωτογραφίας*»

5.1.1.4.1 ΣΕΙΣΜΟΜΕΤΡΟ « SS-1 RANGER SEISMOMETER»

Εικόνες 5.2.:Σεισμόμετρο -"Ch1.. « (Γραφεία Wands, 2013)»

Το SS-1 Ranger Seismometer, αποτελεί μια εξαιρετική επιλογή στον τομέα των σεισμομέτρων για καταγραφές μικρής περιόδου. Αυτό που χαρακτηρίζει το SS-1 είναι το μικρό του μέγεθος, η υψηλή του ευαισθησία, η ρυθμιζόμενη ιδιοπερίοδος και η λειτουργία του ακόμα και κάτω από αντίξοες καιρικές συνθήκες. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του Ranger είναι ότι μπορεί να προσαρμοστεί είτε ως κάθετο ή οριζόντιο σεισμόμετρο με απλή προσαρμογή της ταλαντούμενης μάζας του. Το SS-1 χρησιμοποιείται συχνά ως αισθητήρας για μετρήσεις του περιβάλλοντος χώρου, δόνηση των κτιρίων, γεφυρών κ.α..(για εκτενέστερη περιγραφή της λειτουργίας του σεισμόμετρου *βλέπε:* **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V)**

5.1.1.4.2 ΤΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΜΕΤΡΟ 731A ΚΑΙ Ο P31 ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Εικόνες 5.3.:Σεισμικό Επιταχυνσιόμετρο-"Ch4". « (Γραφεία Wands, 2013)»

Το σεισμικό επιταχυνσιόμετρο 731A και ο Ενισχυτής P31 αποτελούν ένα σύστημα για τη μέτρηση των μικροδονήσεων. Αυτό το σύστημα έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί μετρήσεις ακόμα και σε μικροεπίπεδο, συνδυάζοντας την υψηλή ευαισθησία του πιεζοηλεκτρικού αισθητήρα, ενός εξαιρετικά χαμηλού επιπέδου θορύβου ενισχυτή και ενός αντίστοιχου ενισχυτή χαμηλού θορύβου ενισχυτή. Ο ενισχυτής περιέχει επίσης ένα κύκλωμα το οποίο αποδίδει καταγραφές ανάλογες της ταχύτητας.

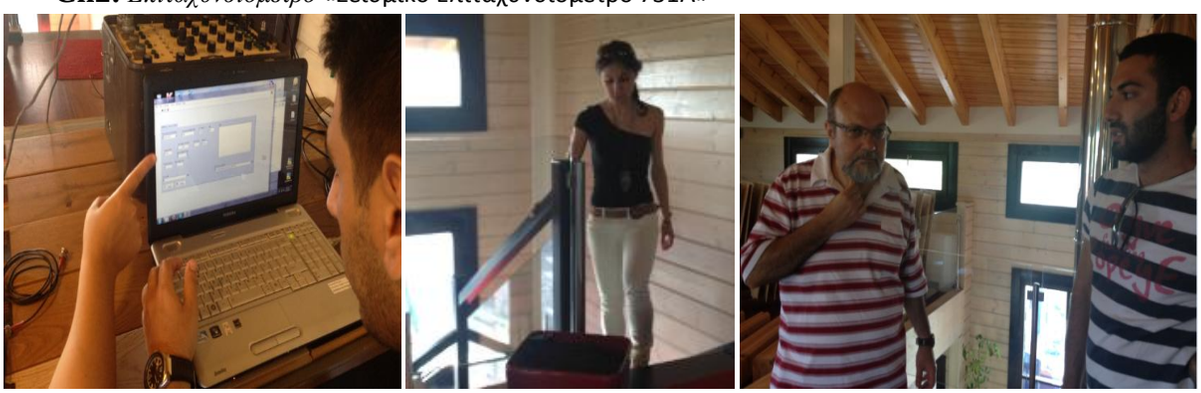
Αυτό το σύστημα είναι κατάλληλο για την μέτρηση μικρο-δονήσεων σε γέφυρες, κτίρια, πύργους και σε μελέτες κίνησης φραγμάτων. Επίσης το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο καθώς και η απομόνωση των δονήσεων το καθιστά κατάλληλο και στην καταγραφή ταλάντωσης πατώματος που αφορά την δική μας περίπτωση.(για εκτενέστερη περιγραφή της λειτουργίας του σεισμόμετρου *βλέπε:* **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI)**

5.1.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Κατά την εκτέλεση του πειράματος, προέκυψε η λήψη 25 μετρήσεων και από τα δύο όργανα μέτρησης, μεταβάλλοντας κάθε φορά το σημείο λήψης της καταγραφής ή τον τρόπο διέγερσης. Ακολουθεί εκτενέστερη περιγραφή των μετρήσεων τέσσερις καταγραφές. Κάθε καταγραφή αφορά το διαφορετικό σημείο τοποθέτησης των οργάνων.

Όπου**: Ch1:** *Σεισμόμετρο* « SS-1 Ranger Seismometer»

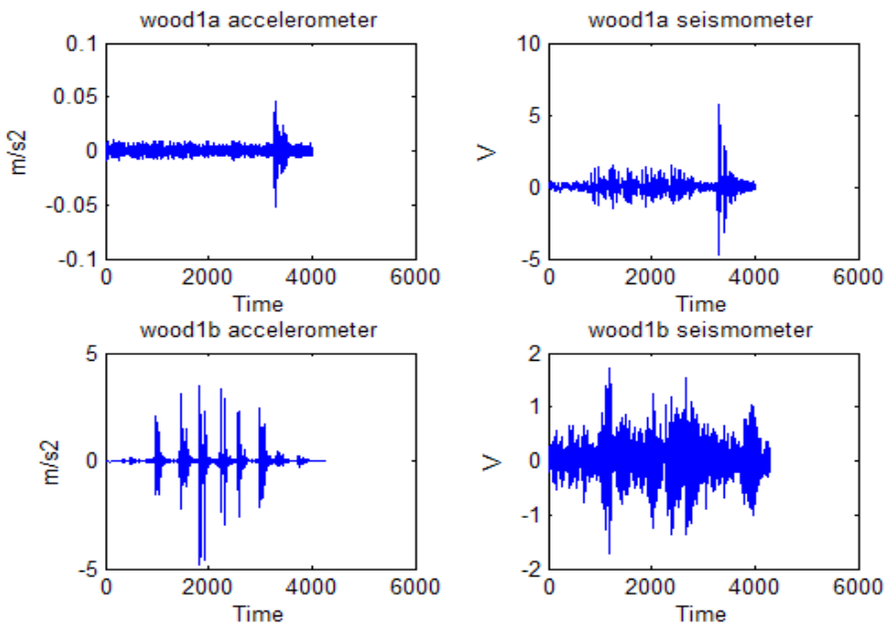
Ch2: *Επιταχυνσιόμετρο* «Σεισμικό Επιταχυνσιόμετρο 731A»



Εικόνες 5.3.: Ομάδα εκτέλεσης πειράματος « (Γραφεία Wands, 2013)»

5.1.2.1 1η Καταγραφή

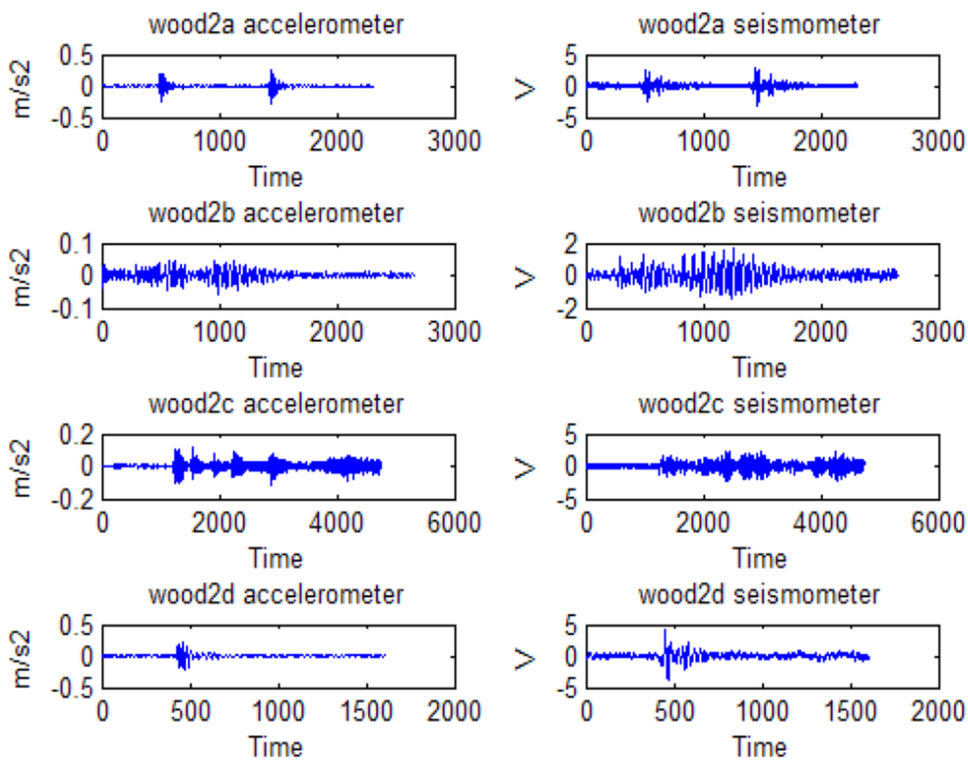
Για την 1η Καταγραφή,το επιταχυνσιόμετρο τοποθετήθηκε στην σκάλα {Π4} ενώ το σεισμόμετρο στο μικρό γραφείο {Π2}(*βλέπε: **Σχήμα 5.1**.*).Η πρώτη καταγραφή και για τα δύο όργανα έγινε έπειτα από διέγερση με δυνατό κτύπημα του πατώματος με το πόδι, στο κυρίως χώρο *(wood1a &wood1b)*. Η δεύτερη διέγερση πραγματοποιήθηκε με ανέβασμα της σκάλας.(Για ακριβής θέση διέγερσης με κτύπημα ποδιού στο πάτωμα και κατεύθυνση ανεβάσματος της σκάλα (*βλέπε **Σχήμα 5.1.***)



Διαγράμματα 5.1.:Καταγραφή μετρήσεων από σεισμόμετρο και επιταχυνσιόμετρο ,για 2 διεγέρσεις(*wood1a & wood1b)* ***-1η Καταγραφή***

5.1.2.2 2η Καταγραφή

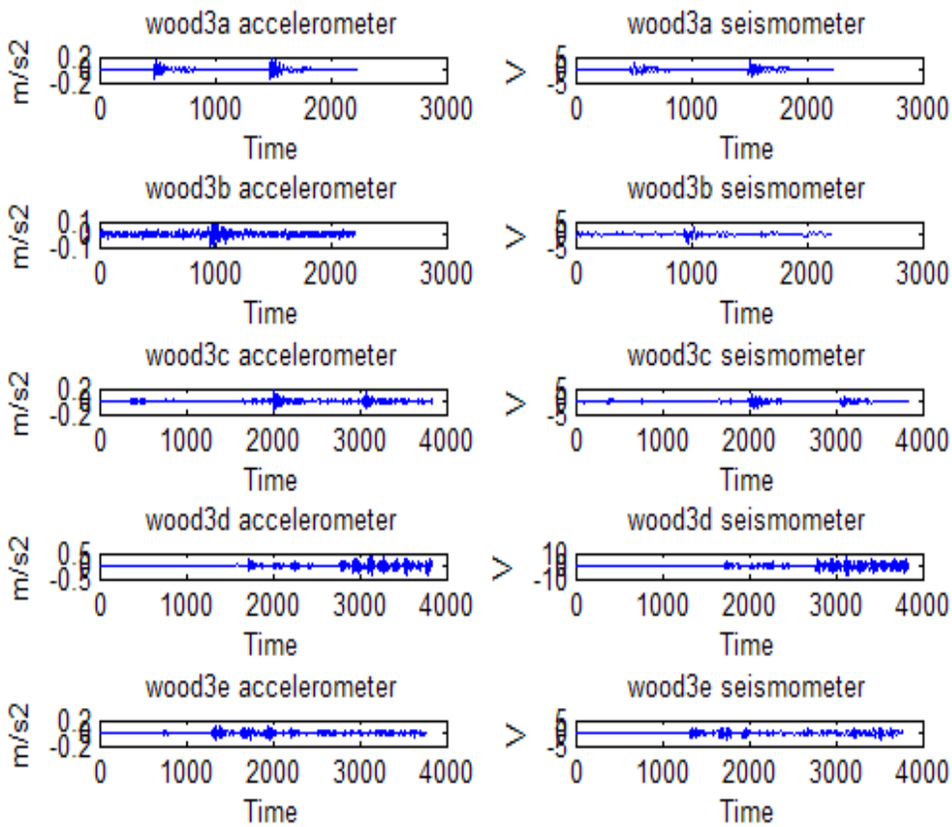
Για την 2η Καταγραφή, το επιταχυνσιόμετρο μετακινήθηκε από την σκάλα στον κύριο χώρο{Π1}, ενώ το σεισμόμετρο παρέμεινε στον ίδιο χώρο {Π2} μετατοπίζοντάς το κατά 20cm,για να ελεγχθεί τυχόν διαφορά με τις προηγούμενες μετρήσεις ως προς το σημείο τοποθέτησης του οργάνου (*βλέπε: **Σχήμα 5.1***.).Η .Η πρώτη διέγερση καθώς και η τέταρτη προέκυψαν από δύο και ένα αντίστοιχα κτυπήματα με το χέρι στο γραφείο που βρίσκεται στο κύριο χώρο *(wood2a & wood2d)*. Η δεύτερη διέγερση πραγματοποιήθηκε από εκτεταμάνο κτύπημα του πατώματος με το πόδι (*wood2b)*. Η τρίτη διέγερση έγινε με περπάτημα στο εσωτερικό του κυρίως χώρου (*wood2c)*. (Για ακριβής θέση διέγερσης με κτύπημα ποδιού & χεριού στο πάτωμα και κατεύθυνση βαδίσματος στο κύριο χώρο, *βλέπε **Σχήμα 5.1***)



Διαγράμματα 5.2.:Καταγραφή μετρήσεων από σεισμόμετρο και επιταχυνσιόμετρο , για 4 διεγέρσεις(*wood2a & wood2b & wood2c & wood2d)* ***-2η Καταγραφή***

5.1.2.3 3η Καταγραφή

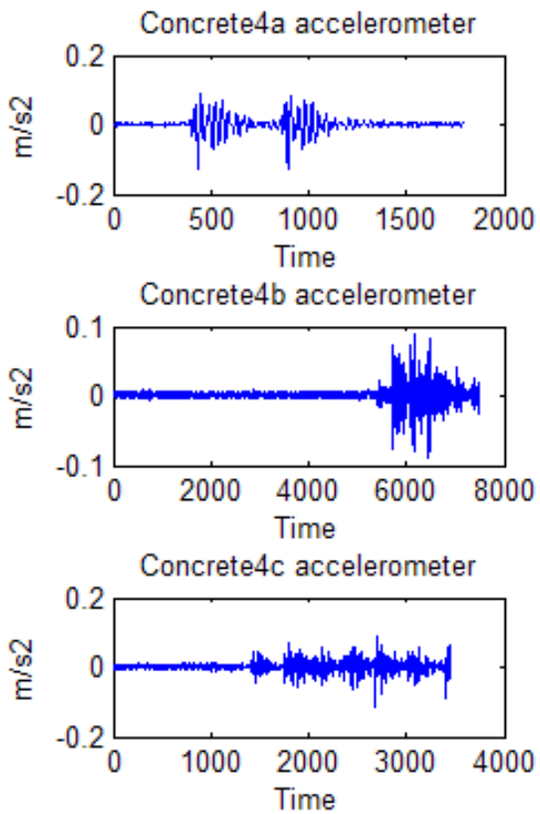
Για την 3η Καταγραφή, και τα δύο όργανα τοποθετήθηκαν στον κύριο χώρο του ορόφου {Π2} (*βλέπε* ***Σχήμα 5.1***). Η πρώτη και η τρίτη διέγερση έγιναν με 2 κτυπήματα του χεριού στο γραφείο που βρίσκεται στο κύριο χώρο *(wood3a & wood3 c)* ενώ η τέταρτη έγινε στο ίδιο σημείο κτυπήματα ποδιού*(wood3d)*. Η δεύτερη λήφθηκε ύστερα από απότομο κλείσιμο της πόρτας (*wood3b)* και η πέμπτη έπειτα από περπάτημα εντός του κυρίως χώρου (*wood3e)*. (Για ακριβής θέση διέγερσης με κτύπημα χεριού ή ποδιού στο πάτωμα, κλαίσιμο πόρτας και κατεύθυνση βαδίσματος στο κύριο χώρο, *βλέπε* ***Σχήμα 5.1***)



Διαγράμματα 5.3.:Καταγραφή μετρήσεων από σεισμόμετρο και επιταχυνσιόμετρο , για 5 διεγέρσεις(*wood3a & wood3b & wood3c & wood3d & wood3e)* ***-3η Καταγραφή***

5.1.2.4 4η Καταγραφή

Για την 4η Καταγραφή, έγινε χρήση μόνο του επιταχυνσιόμετρου, το οποίο τοποθετήθηκε στο δεύτερο γραφείο {Π3} *(βλέπε **Σχήμα 5.1**)*. Το επιπλέον χαρακτηριστικό του χώρου αυτού είναι ότι έχει μια στρώση από ελαφρομπετόν σε αντίθεση με τους υπόλοιπους χώρους όπου έγιναν μετρήσεις. Η πρώτη και η τρίτη διέγερση έγινε με κτυπήματα ποδιού στο πάτωμα του κυρίως χώρου *(concrete4a & concrete4c)*. Τέλος η δεύτερη διέγερση πραγματοποιήθηκε με περπάτημα εντός του κυρίως χώρου *(concrete4b)*. (Για ακριβής θέση διέγερσης με κτύπημα ποδιού στο πάτωμα και κατεύθυνση βαδίσματος στο κύριο χώρο, *βλέπε **Σχήμα 5.1)***



Διαγράμματα 5.4.:Καταγραφή μετρήσεων από σεισμόμετρο και επιταχυνσιόμετρο , για 3 διεγέρσεις *(concrete4a & concrete4b & concrete4c)-**4η Καταγραφή***

5.1.2.5 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά ο χώρος τοποθέτησης των οργάνων καθώς και ο τρόπος διέγερσής τους.

	Επιταχυνσιόμετρο	**Σεισμόμετρο**	**Τρόπος διέγερσης**
Wood1a	Σκάλα	Γραφείο (δοκίδα)	Κτύπημα με το πόδι
Wood1b			Περπάτημα
Wood2a	Κύριος χώρος (δοκίδα)	Γραφείο (άνοιγμα)	Κτύπημα με το χέρι
Wood2b			Κτύπημα με το πόδι
Wood2c			Περπάτημα
Wood2d			Κτύπημα με το χέρι
Wood3a	Κύριος χώρος (άνοιγμα)	Κύριος χώρος (δοκίδα)	Κτύπημα με το χέρι
Wood3b			Κλείσιμο πόρτας
Wood3c			Κτύπημα με το χέρι
Wood3d			Κτύπημα με το πόδι
Wood3e			Περπάτημα
Beton4a	Γραφείο με μπετόν		Κτύπημα με το πόδι
Beton4b			Περπάτημα
Beton4c			Κτύπημα με το πόδι

Πίνακας 5.1.: Συνοπτική παρουσίαση μετρήσεων

5.2 ΘΕΩΡΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας, πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις σε ξύλινα δάπεδα, προκειμένου να συγκριθεί η τιμή της ιδιοσυχνότητας τους με αυτή που προνοεί ο EK5. Οι τιμές των μετρήσεων (σήματα) που δόθηκαν από τα όργανα ήταν σε μονάδες μέτρησης έντασης ρεύματος (Volt) συναρτήσει του χρόνου, που αυτές με την σειρά τους πρέπει να αναχθούν στον χώρο της συχνότητας για να μπορεί να υπάρξει η σύγκριση των μετρήσεών με τους υπολογισμούς (κατά EK5). Ο μετασχηματισμός του σήματος στον χώρο των συχνοτήτων, θα μεταφέρει ολόκληρη την ενέργεια της ταλάντωσης ή τμήματα αυτής συγκεντρωμένη σε μια μόνο φασματική γραμμή η οποία αποτελεί την ιδιοσυχνότητα που αναζητείται.

5.2.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ MATLAB

Η διαδικασία και η μεταφορά σήματος από τον χώρο του χρόνου στον χώρο των ταχυτήτων ,η κατάτμηση καθώς και η αποθορυβοποίηση για τα πολλαπλά φάσματα τιμών που προέκυψαν,για την βελτιστοποίηση αυτών, έγινε με την βοήθεια του προγράμματος γλώσσας προγραμματισμού Matlab. Το πρόγραμμα παρέχει την δυνατότητα, με κατάλληλη εισαγωγή δεδομένων, να κάνει τους μετασχηματισμούς μέσα από συναρτήσεις «FFT» (και συμπληρωματικά με αλγορίθμους βελτιστοποίησης των αποτελεσμάτων, που προγραμματίστηκαν) οδήγησε στην αποφυγή μιας χρονοβόρας και επίπονης διαδικασία υπολογισμού (η οποία υπήρξε κατά την προσωπική προσπάθεια επίλυση με άλλους τρόπους),αποφεύγοντας μάλιστα τυχόν αριθμητικά λάθη και παραλήψεις. Η θεωρία στην οποία στηρίχθηκε ο προγραμματισμός της προαναφερόμενης διαδικασίας παρατίθεται συνοπτικά παρακάτω.

5.2.2 ΘΕΩΡΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ FOURIER

5.2.2.1 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ FAST FOURIER

Σε πολλές εφαρμογές συναντούμε σήματα τα οποία είναι συναρτήσεις του χρόνου π.χ ήχος, ωστόσο υπάρχουν σήματα που είναι συναρτήσεις και άλλων μεγεθών, όπως για παράδειγμα του διαστήματος, της συχνότητας, της πίεσης. Οπότε είναι δυνατή η απεικόνιση ενός σήματος σε συνάρτηση με ένα μέγεθος, η οποία όμως μπορεί να μην είναι ικανοποιητική και δεν εξυπηρετεί στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με το σήμα.

Σε πολλές εφαρμογές συναντούμε σήματα τα οποία είναι συναρτήσεις του χρόνου π.χ ήχος, ωστόσο υπάρχουν σήματα που είναι συναρτήσεις και άλλων μεγεθών, όπως για παράδειγμα του διαστήματος, της συχνότητας, της πίεσης. Οπότε είναι δυνατή η απεικόνιση ενός σήματος σε συνάρτηση με ένα μέγεθος, η οποία όμως μπορεί να μην είναι ικανοποιητική και δεν εξυπηρετεί στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με το σήμα.

Αντίθετα η παρουσίαση του σε ένα άλλο χώρο θα έκανε ίσως πολύ πιο εύκολη την ανάδειξη ορισμένων χαρακτηριστικών. Παράδειγμα αποτελεί η ανίχνευση ημιτονικής κυματομορφής που είναι «θαμμένη» σε θόρυβο. Ο μετασχηματισμός του σήματος στο χώρο των συχνοτήτων θα αναδείξει το ημίτονο, δεδομένου ότι όλη η ενέργεια του συγκεντρώνεται σε μια μόνο φασματική γραμμή σε αντίθεση με το θόρυβο, που γενικά είναι ευρείας ζώνης ή λευκός. Δηλαδή ο μετασχηματισμός ενός σήματος πετυχαίνει στο να εκφράσει το σήμα σε ένα χώρο διαφορετικό από αυτόν π.χ. του χρόνου, όπου είναι ήδη γνωστό αναλυτικά από τη συνάρτηση του σήματος (x(t)). Επίσης, υπάρχει πάντα η αντίστροφη διαδικασία για ανακατασκευή του σήματος στον αρχικό χώρο. (εκτενέστερη περιγραφή της θεωρίας μετασχηματισμού Fourier, *βλέπε:* **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI).**

5.2.2.2 ΑΠΟΘΟΡΥΒΟΠΟΙΗΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

5.2.2.2.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΓΙΑ ΑΠΟΘΟΡΥΒΟΠΟΙΗΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

Οι αλγόριθμοι φασματικής αφαίρεσης είναι ιστορικά από τους πρώτους αλγορίθμους που προτάθηκαν για την μείωση του θορύβου σε σήματα. Η μέθοδος της φασματικής αφαίρεσης βασίζεται σε μια απλή αρχή. Υιοθετώντας προσθετικό θόρυβο, μπορούμε να λάβουμε την εκτίμηση του φάσματος θορύβου από το φάσμα του ενθόρυβου σήματος. Το φάσμα του θορύβου μπορεί να εκτιμηθεί, και να αναπροσαρμοστεί, κατά την διάρκεια όπου το σήμα απουσιάζει. Η υπόθεση που κάνουμε είναι ότι ο θόρυβος είναι στατικός ή μια πολύ αργά μεταβαλλόμενη διαδικασία και ότι το φάσμα του θορύβου δεν αλλάζει σημαντικά μεταξύ των περιόδων αναπροσαρμογής. Το βελτιωμένο σήμα προκύπτει από τον υπολογισμό του αντίστροφου διακριτού μετασχηματισμού Fourier (Inverse discrete Fourier transform - IDFT) του εκτιμώμενου φάσματος του σήματος χρησιμοποιώντας την φάση του ενθόρυβου σήματος. Ο αλγόριθμος είναι υπολογιστικά απλός αφού περιλαμβάνει μόνον ένα κανονικό και ένα αντίστροφο μετασχηματισμό Fourier. Η απλή όμως διαδικασία αφαίρεσης έχει και τα μειονεκτήματά της. Η αφαιρετική διαδικασία πρέπει να γίνει προσεκτικά για να αποφευχθεί αλλοίωση του κυρίως σήματος. Αν γίνει πολύ μεγάλη αφαίρεση, τότε μπορεί να χαθεί κάποια χρήσιμη πληροφορία του σήματος, ενώ αν γίνει μικρή αφαίρεση τότε μπορεί να μην γίνει καλή αποθορυβοποίηση. (εκτενέστερη περιγραφή της θεωρίας για την διαδικασία αποθορυβοποίησης των σημάτων, *βλέπε:* **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII).**

5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

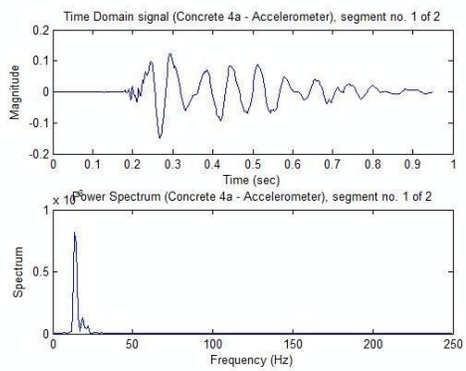
5.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

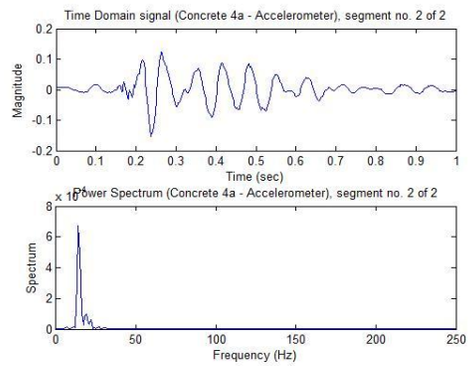
5.3.1.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΤΑΤΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ & ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

Από τις διάφορες περιπτώσεις διεγέρσεων με διαφορετικό κάθε φορά τρόπο, απομονώθηκαν οι «σωστές» μετρήσεις. Τις μετρήσεις δηλαδή εκείνες για τις οποίες η διέγερση προκάλεσε την πλήρη ταλάντωση του συστήματος και όχι μέρος αυτού. Αποκλείστηκαν επίσης οι μετρήσεις που επηρεάστηκαν από εξωγενείς παράγοντες και δεν έδωσαν ξεκάθαρη απόκριση. Έτσι μπόρεσε να γίνει σωστή επεξεργασία για ακριβή εξαγωγή συμπερασμάτων.

Διαγράμματα 5.4.:Πάνω διάγραμμα-***Τμήμα του φάσματος της μέτρησης έπειτα από κατάτμησης & ***Κάτω διάγραμμα-***Διάγραμμα συχνοτήτων***

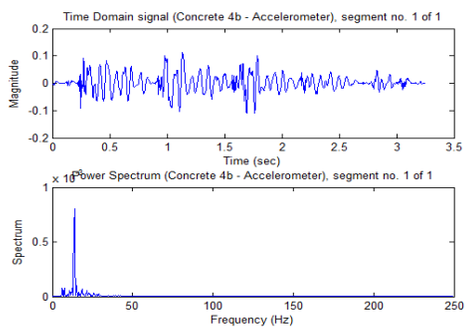
Διαγράμματα 5.4.1





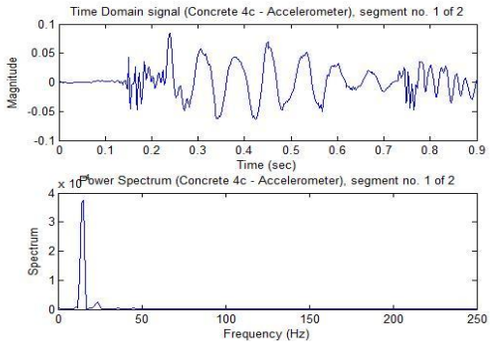
Concrete4a 1/2 κατάτμηση επιταχυνσιόμετρο Concrete4a 2/2 κατάτμηση επιταχυνσιόμετρο

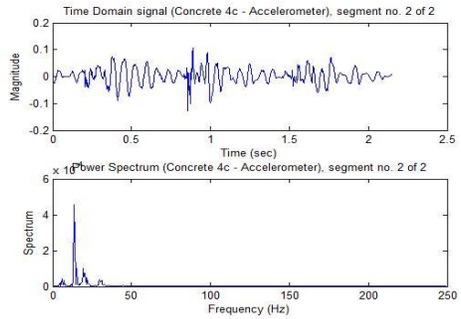
Διάγραμμα 5.4.2



Concrete4b 1/1 κατάτμηση επιταχυνσιόμετρο

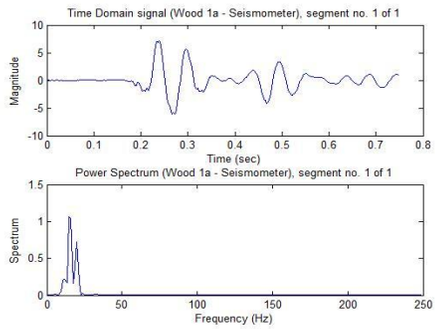
Διαγράμματα 5.4.3





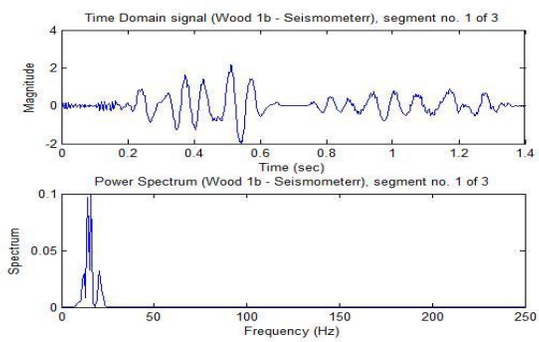
Concrete4c 1/2κατάτμηση επιταχυνσιόμετρο Concrete4c 2/2κατάτμηση επιταχυνσιόμετρο

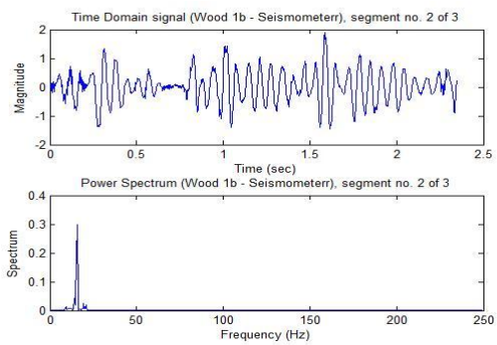
Διάγραμμα 5.4.3.



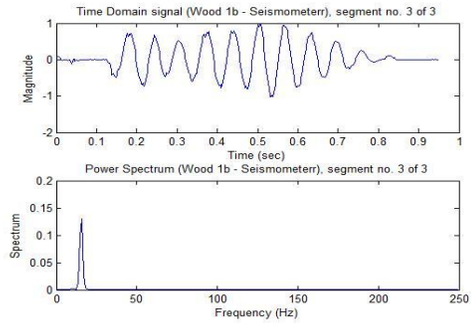
Wood1a 1/1 κατάτμηση σεισμόμετρο

Διαγράμματα 5.4.4.



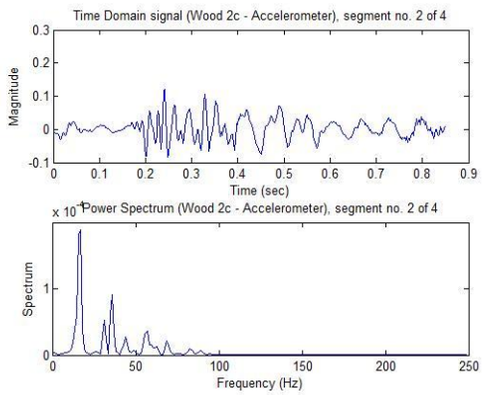


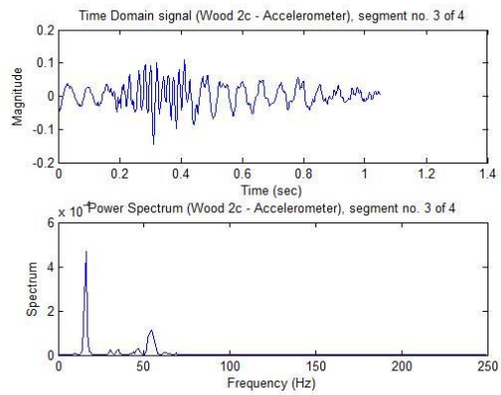
Wood1b 1/3 κατάτμηση σεισμόμετρο Wood1b 2/3 κατάτμηση σεισμόμετρο



Wood1b 3/3 κατάτμηση σεισμόμετρο

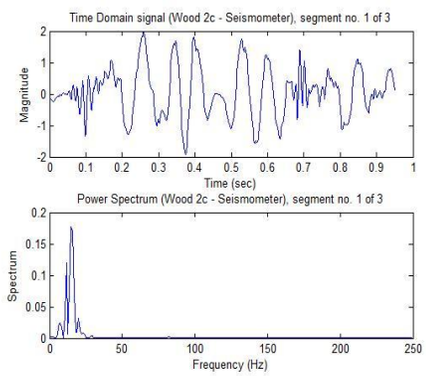
Διαγράμματα 5.4.5.

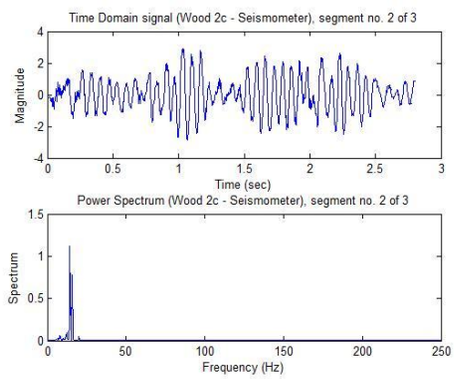




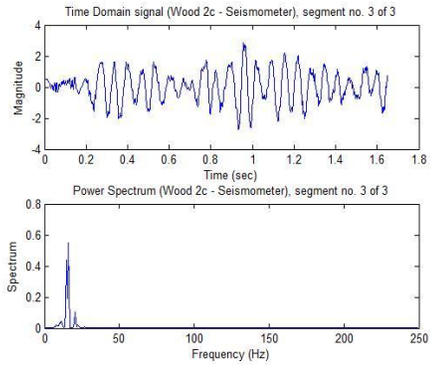
Wood2c 2/4 κατάτμηση επιταχυνσιόμετρο Wood2c 3/4 κατάτμηση επιταχυνσιόμετρο

Διαγράμματα 5.4.6.



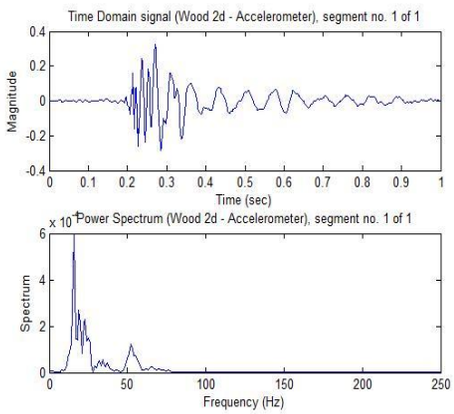


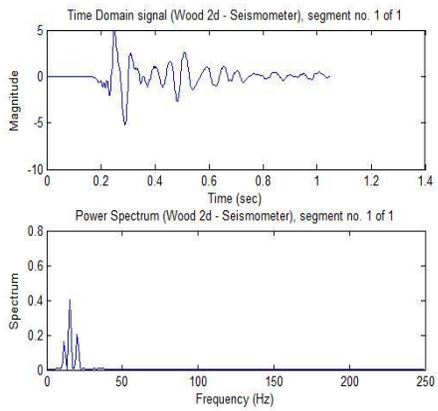
Wood2c 1/3 κατάτμηση σεισμόμετρο Wood2c κατάτμηση 2/3 σεισμόμετρο



Wood2c 3/3 κατάτμηση σεισμόμετρο

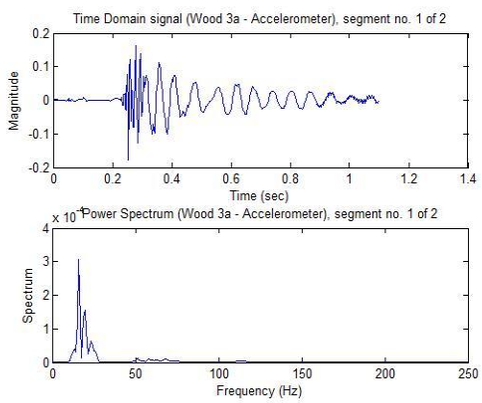
Διαγράμματα 5.4.7.

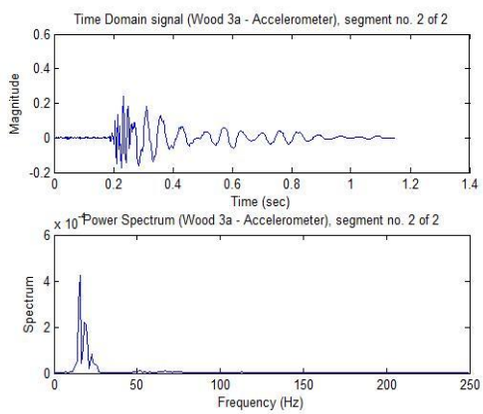




Wood 2d 1/1 κατάτμηση επιταχυνσιόμετρο Wood2d 1/1 κατάτμηση σεισμόμετρο

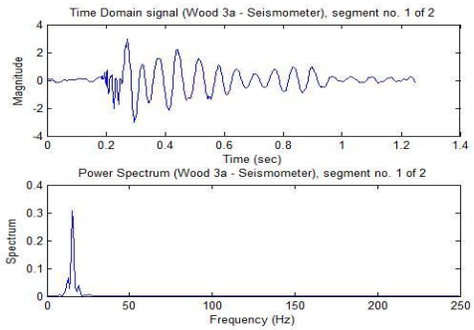
Διαγράμματα 5.4.7.

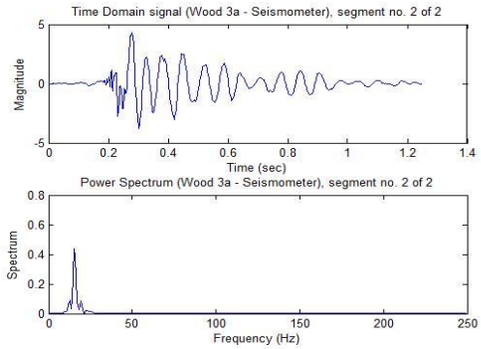




Wood3a κατάτμηση 1/2 επιταχυνσιόμετρο Wood3a κατάτμηση 2/2 επιταχυνσιόμετρο

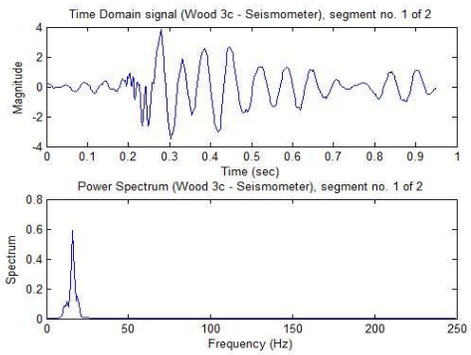
Διαγράμματα 5.4.8.

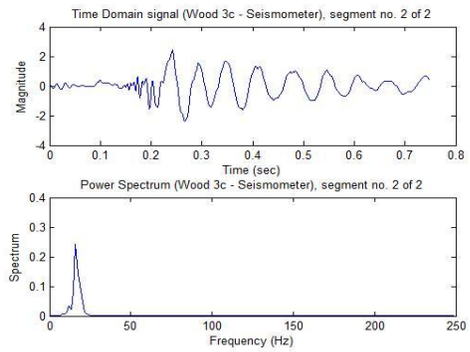




Wood3a κατάτμηση 1/2 σεισμόμετρο Wood3a κατάτμηση 2/2 σεισμόμετρο

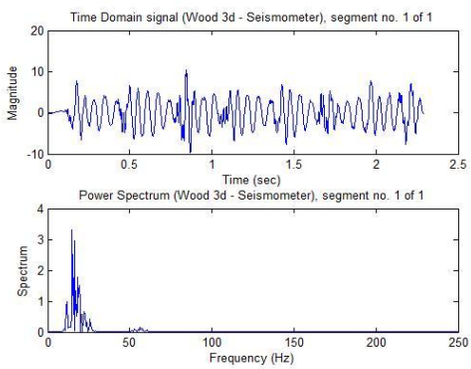
Διαγράμματα 5.4.9.





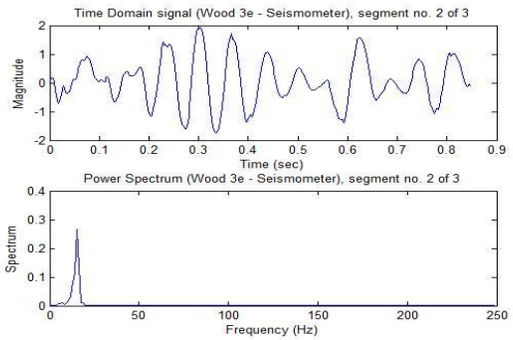
Wood3c κατάτμηση 1/2 σεισμόμετρο Wood3c κατάτμηση 2/2 σεισμόμετρο

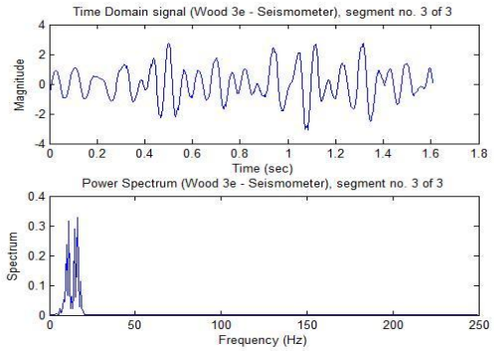
Διάγραμμα 5.4.10.



Wood3d κατάτμηση 1/1 σεισμόμετρο

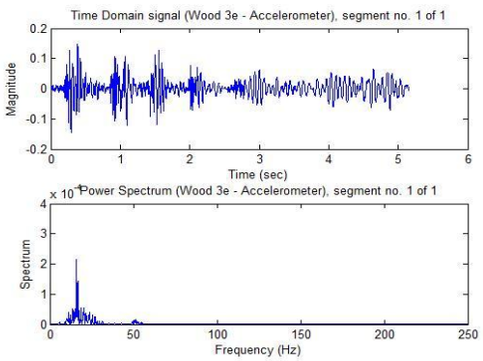
Διαγράμματα 5.4.11.





Wood3e κατάτμηση 2/3 σεισμόμετρο Wood3e κατάτμηση 3/3 σεισμόμετρο

Διάγραμμα 5.4.12.



Wood3e κατάτμηση 1/1 επιταχυνσιόμετρο

5.3.1.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

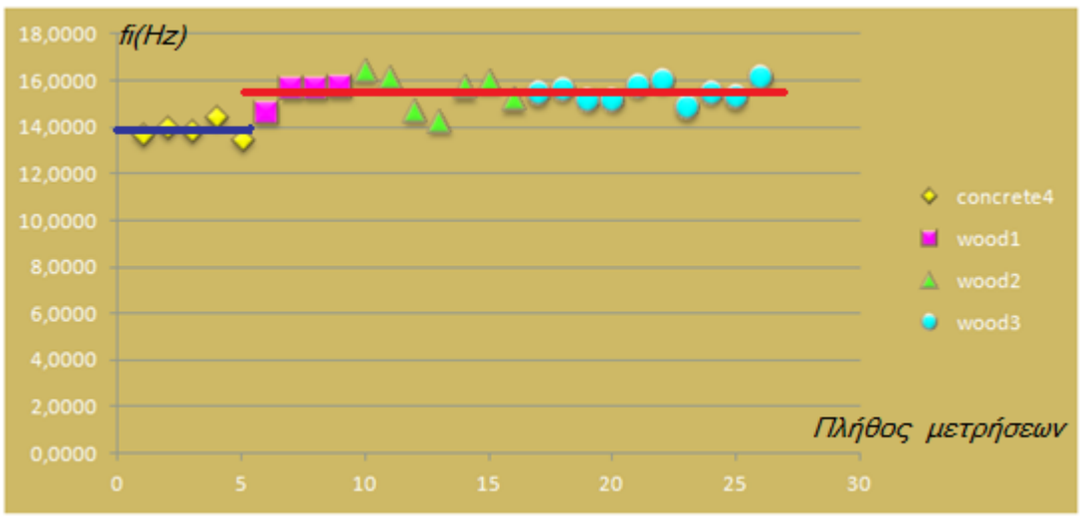
Παρακάτω παρουσιάζεται ολόκληρο το φάσμα των μετρήσεων και με έντονο χρώμα οι μετρήσεις εκείνες για τις οποίες υπολογίσαμε την ιδιοσυχνότητα του πατώματος.

	1η κατάτμηση	2η κατάτμηση	3η κατάτμηση
Concrete 4a - Accelerometer	13,6842	14,0000	[]
Concrete 4a - Seismometer			
Concrete 4b - Accelerometer	13,8462	[]	[]
Concrete 4b - Seismometer			
Concrete 4c - Accelerometer	14,4444	13,4884	[]
Concrete 4c - Seismometer			

Wood 1a - Accelerometer	15	[]	[]
Wood 1a - Seismometer	14,6667	[]	[]
Wood 1b - Accelerometer	90,6667	80,0000	82,4000
Wood 1b - Seismometer	15,7143	15,7447	15,7895
Wood 2a - Accelerometer	18,8235	20,0000	[]
Wood 2a - Seismometer	20,0000	20,0000	[]
Wood 2b - Accelerometer	11,6981	[]	[]
Wood 2b - Seismometer	11,8182	[]	[]
Wood 2c - Accelerometer	28,2353	16,4706	16,1905
Wood 2c - Seismometer	14,7368	14,2857	15,7576
Wood 2d - Accelerometer	16,0000	[]	[]
Wood 2d - Seismometer	15,2381	[]	[]
Wood 3a - Accelerometer	15,4545	15,6522	[]
Wood 3a - Seismometer	15,2000	15,2000	[]
Wood 3b - Accelerometer	12,2222	49,2308	[]
Wood 3b - Seismometer	12,0000	2,7027	[]
Wood 3c - Accelerometer	18,6667	18,5714	[]
Wood 3c - Seismometer	15,7895	16,0000	[]
Wood 3d - Accelerometer	20,0000	50,7692	18,0067
Wood 3d - Seismometer	14,8601	[]	[]
Wood 3e - Accelerometer	15,5039	[]	[]
Wood 3e - Seismometer	12,6316	15,2941	16,1491

Πίνακας 5.2: Αποδεκτές τιμές ιδιοσυχνοτήτων

Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζονται γραφικά οι διάφορες τιμές των ιδιοσυχνοτήτων και υπολογίζεται η μέση τιμή της ιδιοσυχνότητας του πατώματος. Οι διαφορετικοί χρωματισμοί στα σημεία υποδηλώνουν τις διαφορετικές κάθε φορά μετρήσεις όπως αυτές εξηγήθηκαν στον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα.



Διάγραμμα5.5.: Οι 26 αποδεκτές τιμές ιδιοσυχνοτήτων.

Με ευθεία κόκκινη γραμμή παρουσιάζεται ο μέσος όρος της ιδιοσυχνότητας ταλάντωσης του ξύλινου πατώματος και προκύπτει ίση με 15,594Hz

Με ευθεία μπλε γραμμή παρουσιάζεται ο μέσος όρος της ιδιοσυχνότητας ταλάντωσης του πατώματος από ελαφρομπετόν και προκύπτει ίση με 13,8794Hz

5.3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι, οι καταγραφές δεν έδωσαν τη δυνατότητα για εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων όσο αφορά την τιμή της απόσβεσης καθώς αυτές έγιναν με σκοπό τον υπολογισμό της ιδιοσυχνότητας. Ωστόσο, έγινε μια προσπάθεια να απομονωθούν οι μετρήσεις μέσα από τις οποίες θα μπορούσε να γίνει ο υπολογισμός της απόσβεσης ζ μέσα από την παρακάτω διαδικασία:

Μέσα από τον γνωστό τύπο της απόσβεσης $y = y_0 e^{(\frac{c}{2m})\Delta t}$ και με γνωστές τις τιμές y, y_0, Δt από τις μετρήσεις:

i. Υπολογίζουμε τον ρυθμό μείωσης της απόσβεσης (c/2m) από δύο διαδοχικές μετρήσεις

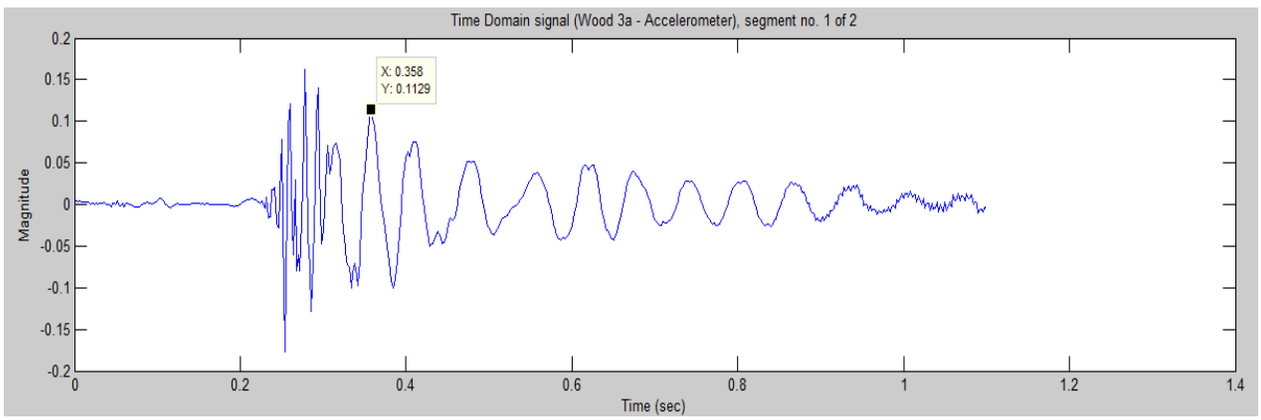
ii. Υπολογίζουμε το $\omega_n = 2\pi\nu$

iii. Υπολογίζουμε το $c_{cr}=2m\omega_n$

iv. Η απόσβεση προκύπτει από τον τύπο: $\zeta = \frac{c}{c_{cr}}$

Οι τιμές τις απόσβεσης που προκύπτουν δεν παρουσιάζουν συνέπεια, είναι όμως σε κάθε περίπτωση ζ>2% με κάποιες τιμές να ξεπερνούν το 7%.

Παρακάτω παρατίθεται ένα παράδειγμα υπολογισμού:



Διάγραμμα5.6: Καταγραφή επιταχυνσιομέτρου- Κατάτμηση (βλέπε:*Διάγραμμα 5.4.7. (1/2)****- για υπολογισμό απόσβεσης.***

Λαμβάνοντας ως αρχική τιμή το σημείο που φαίνεται παραπάνω έχουμε:

y_0=0,01129, x_0=0,358
y_1=0,0755, x_1=0,41
y_2=0,05204, x_2=0,48

Από τα παραπάνω προκύπτει:

$$y_1 = y_0 e^{\frac{c}{2m}\Delta t} \rightarrow 0,0755 = 0,1149 e^{\frac{c}{2m}(0,41-0,358)} \rightarrow \frac{c}{2m} = 7,738$$

$$\zeta_1 = \frac{c}{c_{cr}} = \frac{7,738}{97,39} = 0,0795 = 7,95\% > 1\%$$

$$y_2 = y_0 e^{\frac{c}{2m}\Delta t} \rightarrow 0,05204 = 0,1149 e^{\frac{c}{2m}(0,48-0,358)} \rightarrow \frac{c}{2m} = 6,34$$

$$\zeta_2 = \frac{c}{c_{cr}} = \frac{6,34}{97,39} = 0,065 = 6,5\% > 1\%$$

$\bar{\zeta} = 0,07225 = 7,23\% > 1\%$ που εισηγείται ο ΕΚ5

5.3.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ-(ΕΚ5)[44]

Η ιδιοσυχνότητα για το ξύλινο πάτωμα του κύριου χώρου, στα γραφεία της "Wands", που προέκυψε με βάση τις μετρήσεις και έπειτα από την επεξεργασία αυτών είναι ίση με f_1=15,51Hz, τιμή μεγαλύτερη από το13,0655Hz που προέκυψε από τους υπολογισμούς. (*βλέπε: Κεφάλαιο 4$^{ο)}$*.

Κατά τον έλεγχο επάρκειας του πατώματος ως προς την ταλάντωσή του σύμφωνα με τους υπολογισμούς (κατά ΕΚ5),παρατηρήθηκε ότι κρίσιμος αποβαίνει ο έλεγχος ταχύτητας αποκρίσεως **.**Παραλείποντας λοιπόν τον έλεγχο μέγιστου κατακόρυφου βέλους (*βλέπε:* ***Σχέση 3.12.(i)***),ο οποίος επαρκούσε πραγματοποιείται παρακάτω μόνο ο έλεγχος ως προς την ταχύτητας της ταλάντωσης.

5.3.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ

Για ορθογωνικό πάτωμα διαστάσεων *b* x *l*, με απλή έδραση στις τέσσερις πλευρές του, η τιμή της v μπορεί να ληφθεί προσεγγιστικώς από την σχέση:

$$v = \frac{4(0,4 + 0,6\, n_{40})}{mbl + 200}$$

Σχέση 4.5.

Όπου: **v:** *η ταχύτητα αποκρίσεως λόγω μοναδιαίου στιγμιαίου πλήγματος, σε m/(Ns^2)*

n_{40}: *το πλήθος των ιδιομορφών με ιδιοσυχνότητα έως 40Hz*

b: *το πλάτος του πατώματος,σε m*

m: *μάζα, σεkg/m^2*

l: *το άνοιγμα του δαπέδου,σε m*

Η τιμή του n_{40} μπορεί να υπολογίζεται από την σχέση:

$$n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \left(\frac{b}{L} \right)^4 \cdot \frac{(EI)_L}{(EI)_b} \right\}^{0,25}$$

Σχέση 4.6.

---

[44] (Ευρωκώδικας 5, 2004),*Κεφάλαιο 7.3.3.*

Όπου: **$(EI)_b$** :*η ισοδύναμη δυσκαμψία του πατώματος, σε Nm^2/m, περί άξονα παράλληλο προς την διεύθυνση των δοκών, με $(EI)_b < (EI)_L$.*

Προκύπτει δυσκαμψία από *Σχέση4.1.*:

$$(EI)_b = E_{\pi\alpha\tau}\frac{b_{\pi\alpha\tau}h_{\pi\alpha\tau}^{\ 3}}{12} = 18,9\frac{1*0,019^3}{12} = 10802,925Nm^2/m$$

Συνεπώς:

$$n_{40} = \left\{\left[\left(\frac{40}{f_1}\right)^2 - 1\right]\left(\frac{b}{L}\right)^4 \cdot \frac{(EI)_L}{(EI)_b}\right\}^{0,25} = \left\{\left[\left(\frac{40}{15,51}\right)^2 - 1\right]\left(\frac{10}{3,865}\right)^4 * \frac{540146,25}{10802,925}\right\}^{0,25} = 10,6078$$

Έτσι:

$$v = \frac{4\left(0,4 + 0,6\,n_{40}\right)}{mbl + 200} = \frac{4.(0,4 + 0,6*10,6078)}{34,9866*10*3,865 + 200} = 0,01743m/(Ns)^2$$

5.3.3.1.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΣ:

Λόγω μοναδιαίου στιγμιαίου πλήγματος.

$$v \le b^{(f_1\zeta - 1)}$$

βλέπε: ***Σχέση 3.12.(ii)***

Όπου: **b = 100** *σύμφωνα με το εθνικό προσάρτημα*

ζ: *ο συντελεστής αποσβέσεως ιδιομορφής λαμβάνεται ίσον με 0,01*

Προκύπτει:

$$v = 0,01743 < b^{(f_1\zeta - 1)} = 100^{(15,51.0,01-1)} = 0,02043m/(Ns^2) \rightarrow$$ Ο έλεγχος ικανοποιείται

6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^{ο}

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ (ΚΑΤΑ ΕΚ5)

Οι παραμετρικοί έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν στο 4^{ο} κεφάλαιο μεταβάλλοντας ορισμένα χαρακτηριστικά του πατώματος και διατηρώντας τα υπόλοιπα στοιχεία σταθερά (σύμφωνα πάντοτε με τους κανονισμούς που διέπονται από τον ΕΚ5) οδήγησαν στις παρακάτω παρατηρήσεις.

i. Από τον παραμετρικό έλεγχο που κάναμε στο 4ο κεφάλαιο, μεταβάλλοντας τα διάφορα μεγέθη του πατώματος, προέκυπτε κάθε φορά κρίσιμος ο έλεγχος της ταχύτητας απόκρισης της ταλάντωσης.

ii. Ο έλεγχος λειτουργικότητας στην ταλάντωση του πατώματος μάζας m=34,9866kg/m2, ανοίγματος L=3,865m και πλάτους b=10m και διατηρώντας απλοποιητικά τις υπόλοιπες παραμέτρους του συστήματος σταθερές, δεν ικανοποιείται. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ταχύτητα ταλάντωσης v=0,0191m/Ns2 υπερβαίνει το προβλεπόμενο από τον ΕΚ5 όριο που προκύπτει 0,01838 m/Ns2. Γενικότερα, για πατώματα πλάτους b>6,5m και ανοίγματος L=3,865m και με ίδια κατασκευαστικά χαρακτηριστικά με αυτά του μετρούμενου πατώματος, ο έλεγχος της ταχύτητας δεν ικανοποιείται με βάση τον ΕΚ5.

iii. Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερη παρουσιάζεται η τιμή της ιδιοσυχνότητας, τόσο ευμενέστεροι είναι οι έλεγχοι για την ταχύτητα της ταλάντωσης. Γενικότερα, για τιμή ιδιοσυχνότητας μεγαλύτερης από 40 Hz παραλείπεται ο οποιοσδήποτε έλεγχος σύμφωνα με τον ΕΚ5.

iv. Η τιμή της ιδιοσυχνότητας μειώνεται αυξανομένου του μήκους του ανοίγματος L ή της μάζας ανά μονάδα επιφάνειας m και αντίστροφα. Η τιμή της ιδιοσυχνότητας που υπολογίζεται προσεγγιστικώς από τον ΕΚ5, δείχνει να είναι πιο ευαίσθητη στις μεταβολές του μήκους του ανοίγματος παρά σε αυτές τις μάζας, κάτι το οποίο αναμέναμε αφού το μήκος ανοίγματος L αυξάνει εκθετικά μειώνοντας την ιδιοσυχνότητα, ενώ αυτό της μάζας βρίσκεται στο υπόριζο.

v. Στον έλεγχο της ταχύτητας απόκρισης, η τιμή της ταχύτητας είναι πιο κρίσιμη από αυτή της ιδιοσυχνότητας κατά τη μεταβολή της μάζας. καθώς ένα βαρύτερο πάτωμα (μεγαλύτερης μάζας) προσδίδει καλύτερη συμπεριφορά αν και μας δίνει μικρότερες τιμές ιδιοσυχνότητας. Αυτό υποδηλώνει πως η τιμή της μάζας είναι πιο κρίσιμη για την ταχύτητα απ’ότι για την ιδιοσυχνότητα.

vi. Το συγκεκριμένο πάτωμα για μικρότερο πλάτος (b<6.5m) παρουσιάζει καλύτερη συμπεριφορά στον έλεγχο της ταχύτητας και ικανοποιεί τον έλεγχο για μήκος ανοίγματος L=3,865m γεγονός που αναμέναμε και διαισθητικά.

vii. Η τιμή της ιδιοσυχνότητας μειώνεται μειώνοντας το ύψος της διατομής h, καθώς με τον τρόπο αυτό αυξάνουμε την δυσκαμψία του πατώματος. Ο έλεγχος της ταχύτητας για πάτωμα πλάτους b=10m δεν ικανοποιείται για ύψος διατομής h=0,19m, ενώ αυτό συμβαίνει για ύψος διατομής h=0.22m.

viii. Η τιμή της ιδιοσυχνότητας που υπολογίζεται προσεγγιστικώς από τον EK5, δείχνει να είναι πιο ευαίσθητη στις μεταβολές του μήκους του ανοίγματος παρά σε αυτές του ύψους, κάτι το οποίο αναμέναμε αφού το μήκος ανοίγματος L είναι συντελεστής δευτέρου βαθμού, ενώ αυτό του ύψους της διατομής βρίσκεται υψωμένο σε δύναμη 3/2, όντας παράμετρος της δυσκαμψίας.

ix. Η τιμή της ιδιοσυχνότητας μειώνεται μειώνοντας το μέτρο ελαστικότητας της διατομής E και αντίστροφα. Η αυξομείωση του μέτρου ελαστικότητας E δεν δείχνει τόσο ευαίσθητη στις μεταβολές όσο η αυξομείωση του ύψους της διατομής h. Κατά συνέπεια μια τεχνικοοικονομική διερεύνηση μπορεί να φανερώσει ποιο μέγεθος είναι ενδεδειγμένο να μεταβάλουμε.

x. Για τιμή απόσβεσης ζ>0,011, ο έλεγχος της ταλάντωσης ικανοποιείται για μήκος ανοίγματος L=3,865m ενώ για ακόμα υψηλότερη τιμή ζ και δη ζ>0,012 ο έλεγχος ικανοποιείται και για ακόμα μεγαλύτερα ανοίγματα που μπορούν να φτάσουν και την τιμή L=4,65m.

xi. Για τιμές ιδιοσυχνότητας μικρότερες από 8Hz που παρουσιάζονται σε περιπτώσεις με μεγάλη τιμή μάζας ή και μεγάλου ανοίγματος όπως αυτά φαίνονται στον παραπάνω πίνακα, οι έλεγχοι που αναφέρθηκαν προηγουμένως δεν ισχύουν και χρειάζεται ειδική διερεύνηση σε άλλες παραμέτρους που αφορούν κυρίως την επιτάχυνση της ταλάντωσης.

6.1.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ(ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΜΑ)

i. Η θέση τοποθέτησης του οργάνου δεν επηρεάζει τις καταγραφές. Τα όργανα μέτρησης τοποθετήθηκαν στο μέσο του μήκους ανοίγματος, σε θέση όπου βρίσκεται η διαδοκίδα, αλλά και ενδιάμεσα σε δύο διαδοκίδες, χωρίς να εντοπίσουμε σημαντικές αποκλείσεις στις καταγραφές. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν δείξει κι άλλες έρευνες (*Vibration testing of timber floor systems, L.A. Soltis, X. Wang et al, October 2002).*

ii. Η μετρούμενη ιδιοσυχνότητα στο γραφείο με πλάκα ελαφρομπετόν 10cm, ήταν μικρότερη από αυτήν στις άλλες δύο αμιγώς ξύλινες πλάκες που μετρήθηκαν. Παρά το γεγονός αυτό, στο πάτωμα με πλάκα από ελαφρομπετόν η ταλάντωση ήταν λιγότερο αισθητή (βαρύτερο πάτωμα και μεγαλύτερη δυσκαμψία που μπορεί να παραλάβει η πλάκα).

iii. Οι καταγραφές του επιταχυνσιομέτρου, που ήταν τοποθετημένο στο γραφείο, ήταν ελαφρώς μεγαλύτερες σε κάθε περίπτωση από τις καταγραφές του σεισμομέτρου που ήταν τοποθετημένο στον κύριο χώρο (βλέπε: *Σχήμα 5.1).* Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο τοίχος που παρεμβάλλεται μεταξύ της πηγής διέγερσης και του δωματίου, συντείνει στην αποφυγή της γεφύρωσης του ταλαντούμενου πατώματος με το γειτονικό του και συνεπώς στην αύξηση της ιδιοσυχνότητας.

iv. Οι τιμές της ιδιοσυχνότητας που εξάχθηκαν με βάση τις καταγραφές της ταλάντωσης, δεν παρουσιάζουν διαφορές ως προς τον τρόπο διέγερσης του πατώματος (διέγερση με κτύπημα ή διέγερση με περπάτημα). Παρόλα αυτά παρατηρήθηκε ότι η διέγερση πρέπει να είναι ικανή να διεγείρει ολόκληρη την μάζα του συστήματος για να ληφθούν σωστές καταγραφές. Σε αντίθετη περίπτωση η καταγραφή θα μας δώσει μικρότερη ιδιοσυχνότητα.

6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΝΟΧΛΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

Όπως έχει προαναφερθεί, το πρόβλημα των ταλαντώσεων ξύλινων δαπέδων αποτελεί καθαρά λειτουργικό θέμα. Η όχληση και το αίσθημα ανασφάλειας και φόβου από τους αδαής ενοίκους είναι ένα θέμα το οποίο ένας μηχανικός καλείται να αντιμετωπίσει. Όπως γράφτηκε πιο πριν ο κάθε άνθρωπος αντιλαμβάνεται την όχληση και την ταλάντωση του πατώματος με διαφορετικό τρόπο, για παράδειγμα ένας καθιστός άνθρωπος δεν ενοχλείται το ίδιο με κάποιον που στέκεται ή κάποιον που περπατά.(*Jacinto Arrietta Crespo).* Στην συγκεκριμένη ενότητα θα αναπτυχθούν ορισμένοι γενικότεροι τρόποι αντιμετώπισης των ταλαντώσεων, όπως αυτοί προέκυψαν από την παρούσα εργασία και από μελέτες άλλων ερευνών, έτσι ώστε να βελτιωθεί το πρόβλημα των ταλαντώσεων στα κτίρια.

6.2.1 ΑΥΞΗΣΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Αυτό μπορεί να γίνει είτε με επιλογή δοκού μεγαλύτερης πυκνότητας ρ (kg/m^3), είτε με επιλογής διατομής μεγαλύτερων διαστάσεων και κατά συνέπεια μεγαλύτερης ροπής αδρανείας. Στα πατώματα που έχουμε μελετήσει, έχουμε παρατηρήσει έπειτα από παραμετρική διερεύνηση, πως με αύξηση του ύψους της κύριας διαδοκίδας κατά 3cm μπορεί να γεφυρωθεί άνοιγμα 6,50m, χωρίς να προκύπτει πρόβλημα ταλάντωσης σύμφωνα με τους ελέγχους που έγιναν στο *Κεφάλαιο 4*.

6.2.2 ΜΕΙΩΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ L ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΔΟΚΙΔΩΝ

Από την παραμετρική ανάλυση που πραγματοποιήσαμε στην παρούσα διπλωματική εργασία, προέκυψε πως για πλάτος πατώματος b=10m και για δοκούς διατομής 9X19mm και άνοιγμα μικρότερο των 3,10m, δεν παρουσιάζεται οποιοδήποτε πρόβλημα ταλάντωσης κατά τους ελέγχους του EK5. Αυξάνοντας το μήκος ανοίγματος κάνουμε το πρόβλημα της ταλάντωσης πιο έντονο αφού μειώνουμε εκθετικά την τιμή της ιδιοσυχνότητας, με αποτέλεσμα να αναγκαστούμε να αλλάξουμε κάποια χαρακτηριστικά της διατομής και να προβούμε σε περαιτέρω επεμβάσεις και ενισχύσεις.

6.2.3 ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ

Από την παρούσα διπλωματική, αλλά και από πλειάδα άλλων μελετών και εργασιών, έχει αποδειχθεί ότι το υλικό και το πάχος της τελικής στρώσης επηρεάζουν την ταλάντωση του πατώματος. Τοποθετώντας μια στρώση ξύλινου δαπέδου μεγαλύτερης ειδικής πυκνότητας, αυξάνεται η μάζα η οποία, αν και μειώνει την ιδιοσυχνότητα, αυξάνει το μέτρο ελαστικότητας E « (Αθανάσιος Χ.Τριανταφύλλου, 2005)» του πατώματος καθιστώντας τον έλεγχο της ταχύτητας ευμενέστερο.

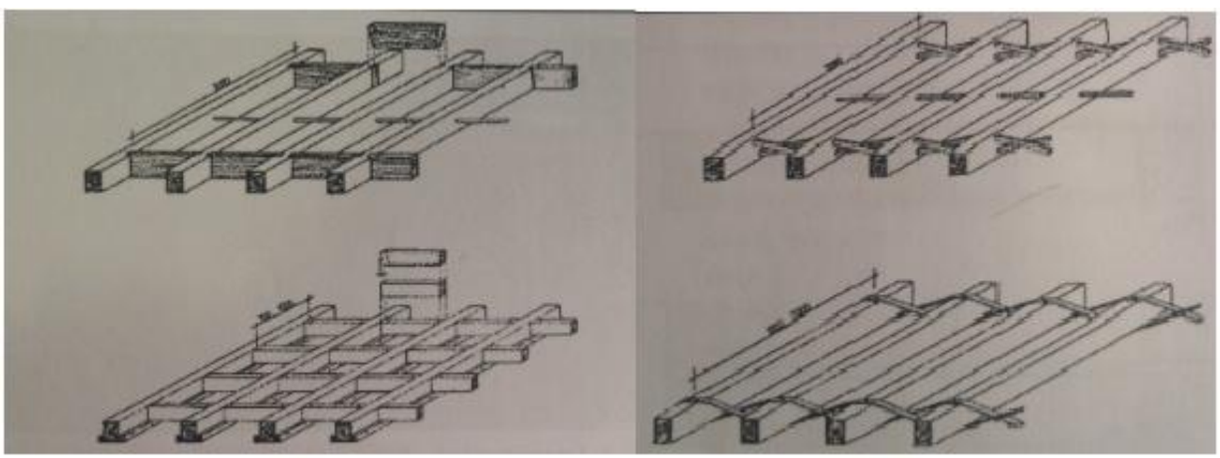
6.2.4 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕ ΣΤΡΩΣΗ ΑΠΟ ΕΛΑΦΡΟΜΠΕΤΟΝ

Παρατηρήσαμε πως εισάγοντας στο πάτωμα μια στρώση από ελαφρομπετόν πάχους 5cm, ως την ελάχιστη δυνατή που προνοείται από τον κανονισμό, οι έλεγχοι της ταλάντωσης στην ουσία παρακάμπτονται καθώς η δυσκαμψία του πατώματος και ως προς τις δύο διευθύνσεις, αυξάνεται αισθητά. Για να υπάρχει το ίδιο τελικό ύψος πατώματος κατασκευαστικά, μπορεί η στρώση ελαφρομπετόν να γίνει προς αντικατάσταση της μιας στρώσης πετροβάμβακα και καδρονιών ή ακόμη και να τοποθετηθεί στρώση από φελιζόλ (πολυστερίνης) για παράδειγμα, λαμβάνοντας πάντοτε υπόψη και την μελέτη ως προς την ηχομόνωση και θερμομόνωση.

6.2.5 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΧΩΡΙΣΜΑΤΩΝ[45]

Για τον περιορισμό της οχλήσεως μπορούν να ληφθούν διάφορα κατασκευαστικά μέτρα, όπως η διακοπή της συνέχειας των πατωμάτων γύρω από την πηγή της ταλάντωσης, αποφυγή γεφύρωσης ενός ταλαντούμενου πατώματος με τα γειτονικά του μέσω διαχωριστικών τοίχων. Οι τοίχοι, αν και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς, δρουν εφελκυστικά ως προς το πάτωμα λόγω της μεταφοράς των υπερκείμενων φορτίων της στέγης, αυξάνοντας την ιδιοσυχνότητα, κάτι που παρατηρήσαμε και στις δικές μας μετρήσεις.

6.2.6 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ



(α) (β)

Σχήμα 6.1.: Κατασκευαστικές διατάξεις, που περιορίζουν την ταλάντωση και συνεισφέρουν στη διαφραγματική λειτουργία. « (W.Moenck, 1995)***»***

6.2.7 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

Σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές και σε δωμάτια με αυξημένο το πρόβλημα της ταλάντωσης, καλό θα ήταν όσο γίνεται να αποφεύγονται τα δονούμενα μέλη που με την κρούση τους μπορούν να εστιάσουν την προσοχή στην ταλάντωση. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν οι πιατοθήκες ,τα γυάλινα σκεύη και οι κρυσταλιέρες.

---

[45] (Floor vibrations-new result,, 2010)

6.3 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

6.3.1 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που προβλέπει ο Ευρωκώδικας 5, ο έλεγχος της ταχύτητας δεν ικανοποιείται *(βλέπε Κεφάλαιο 4°)*, ενώ χρησιμοποιώντας την τιμή της ιδιοσυχνότητας που προέκυψε από τις μετρήσεις, ο έλεγχος της ταχύτητας αποκρίσεως καλύπτεται.

Η απόκλιση αυτή που παρατηρήθηκε, ύστερα από τη σύγκριση των δυο ιδιοσυχνοτήτων, επισημάνει το γεγονός ότι η μετρούμενη ιδιοσυχνότητα του πατώματος προκύπτει μεγαλύτερη σε κάθε περίπτωση από αυτήν που υπολογίζεται σύμφωνα με τον ΕΚ5. Άμεσο αποτέλεσμα αυτού του σφάλματος είναι η υπερεκτίμηση του προβλήματος ταλάντωσης, λόγω απλών καθημερινών ανθρώπινων δραστηριοτήτων (ούτε καν για τη δυσμενή περίπτωση χρήσης περιστροφικής μηχανής.). Αυτό έγκειται στο γεγονός ότι η σχέση που προβλέπεται στον Ευρωκώδικα 5 έχει κάνει κάποιες απλοποιητικές παραδοχές οι οποίες είναι πάντοτε υπέρ της ασφαλείας. Το αποτέλεσμα των παραδοχών όμως, μπορεί να μας οδηγήσει σε άσκοπες ενισχύσεις και στον αντοικονομικό σχεδιασμό ενός ξύλινου πατώματος.

6.3.2 ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 5

Γενικώς, η σχέση του ΕΚ5 για τις ιδιοσυχνότητες είναι χρήσιμη λόγω της απλότητας της. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι το στίγμα του προσεγγιστικού χαρακτήρα που εμπεριέχεται στους υπολογισμούς του Ευρωκώδικα 5, όσον αφορά το κομμάτι των ταλαντώσεων (όπως αυτό εξετάστηκε), επισημάνει τις όποιες πιθανές αδυναμίες μπορεί να χαρακτηρίζουν το μαθηματικό αυτό μοντέλο.

Παρακάτω αναφέρονται κάποιες αδυναμίες και ασάφειες στη διατύπωση του Ευρωκώδικα 5.

6.3.2.1 ΑΝΑΚΡΙΒΕΙΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

i. Τα πατώματα θεωρούνται ως σύστημα μη συνεργαζόμενων παράλληλων αμφιέρειστων δοκών.[46]

Στην πραγματικότητα πρόκειται για μια χαλαρή ελαστική στήριξη στο άκρο η οποία προσφέρει μια μορφή στροφικής ακαμψίας. Η παραδοχή λοιπόν αυτή είναι υπέρ της ασφαλείας, γιατί η μαθηματική έκφραση των ιδιοσυχνοτήτων εφαρμόζεται για αρθρωτή και περιμετρικά πακτωμένη έδραση του πατώματος, χωρίς να έχει ληφθεί υπόψη η συνεισφορά

[46] (Ν.Κ.Χατζητρύφων, 2000)

των δοκών και της επικάλυψης(σανιδώματος/δαπέδου) .Έτσι προκύπτει αυξημένη η τιμή της ιδιοσυχνότητας.

ii. Λαμβάνεται υπόψη μόνο η δυσκαμψία της κύριας δοκού και όχι των επιμέρους τμημάτων.

Με την παραδοχή αυτή παραβλέπεται η τυχόν συνεργασία των κύριων δοκών με τις επιμέρους στρώσεις (καδρόνια, osb, σανίδωμα) του πατώματος, οι οποίες δρουν ευμενώς ως προς την συμπεριφορά του. Η παραδοχή αυτή είναι υπέρ της ασφαλείας.

iii. Η δυσκαμψία της δοκού λαμβάνεται προσεγγιστικά από την βιβλιογραφία.

Η δυσκαμψία προκύπτει από βιβλιογραφικούς τύπους και η τιμή της είναι πάντοτε μικρότερη από την πραγματική, επί τόπου μετρούμενη δυσκαμψία.

iv. Λαμβάνεται υπόψη μόνο η μάζα που προέρχεται από μόνιμα φορτία και δράσεις.

Ο προσεγγιστικός τύπος για τον υπολογισμό της ιδιοσυχνότητας, προνοεί να λαμβάνεται υπόψη η μάζα που προέρχεται μόνο από τα μόνιμα φορτία και δράσεις, ανά μονάδα επιφάνειας. Αυτό οδηγεί σε υπολογιστικά αποτελέσματα που παρέχουν ιδιοσυχνότητες με μεγαλύτερη τιμή από αυτήν που προκύπτει, εάν υπάρξουν δράσεις μακροχρόνιες ή μεσοχρόνιες. Η παραδοχή αυτή είναι εναντίον της ασφαλείας, καθώς λαμβάνει υπόψη μικρότερο ποσοστό μάζας. Γίνεται όμως ως αντιστάθμισμα των παραπάνω ακραίων παραδοχών.

v. Δεν λαμβάνονται υπόψη οι μη φέροντες διαχωριστικοί περιμετρικοί τοίχοι.

Οι τοίχοι αυτοί μπορεί να μην λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ιδιοσυχνότητας, όμως μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της ταλάντωσης ενός ξύλινου δαπέδου μέσω της αποφυγής γεφύρωσης ενός ταλαντούμενου πατώματος με τα γειτονικά του.

vi. Συντηρητική επιλογή συντελεστή απόσβεσης ζ=0,01.

Παρατηρήθηκε ότι ο EK5 λαμβάνει τιμή αποσβέσεως ζ=0,01 (εκτός αν μπορεί να τεκμηριωθεί ότι η τιμή που θα εισάγουμε μπορεί να εξασφαλίζεται σε όλη τη διάρκεια της ζωής του έργου). Όπως προέκυψε από το πείραμα, για την τιμή αυτή ο έλεγχος της ταλάντωσης δεν ικανοποιείται για πάτωμα πλάτους 10m και για άνοιγμα L=3,865m. Όμως για το ίδιο μήκος ανοίγματος L=3,865m,πάτωμα πλάτους 10m και για τιμή απόσβεσης ζ>0,011, ο έλεγχος της ταλάντωσης ικανοποιείται. Για ακόμα υψηλότερη τιμή ζ>0,012,ο έλεγχος ικανοποιείται για ακόμα μεγαλύτερα ανοίγματα που μπορούν να φτάσουν μέχρι και την τιμή L=4,65m.

6.3.2.2 ΑΣΑΦΕΙΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ

i. Όσον αφορά τον υπολογισμό του βέλους *(w).(βλεπε: Κεφάλαιο 4.1.2.3.2.)*

$$w = \frac{Fk_{dist}k_{amp}L^3}{48(\mathrm{EI})_{joist}}$$ (EN1995-1-1:2004, 2004)-Αγγλική βιβλιογραφία

Πέραν της απλής αναφοράς σε κάποια διανομή φορτίου που πρέπει να ληφθεί υπόψη, δεν διατυπώνεται πουθενά ο τύπος του βέλους συμπεριλαμβανομένου το συντελεστή διανομής kdist και τις τιμές αυτού.

ii. Ένα άλλο σημείο του Ευρωκώδικα 5 το οποίο χρήζει βαθύτερης μελέτης και τεκμηρίωσης, είναι η τιμή της απόσβεσης *(ζ). (βλεπε: Κεφάλαιο 4.1.2.3.3.)*

Μέσα από βιβλιογραφική μελέτη εντοπίστηκαν τιμές αποσβέσεως που κυμαίνονται μεταξύ 1,5% και 2% (Ohlsson, 1995). Οι τιμές οι αυτές είναι σαφώς μεγαλύτερες από την προτεινόμενη κατά ΕΚ5 και εξασφαλίζουν με περισσότερη άνεση τον έλεγχο της ταχύτητας ταλάντωσης.

iii. Εντοπίστηκε ασάφεια στη διατύπωση της απαιτούμενης δυσκαμψίας *(EI). (βλεπε: Κεφάλαιο 4.1.2.3.1.)*

Δημιουργείται σύγχυση στο ποια είναι η ζητούμενη δυσκαμψία, καθώς και στα δυο σημεία του Ευρωκώδικα 5 διατυπώνεται ως ισοδύναμη δυσκαμψία του πατώματος. Κι ενώ στη πρώτη σχέση αναφέρεται στα χαρακτηριστικά της δοκού, στη δεύτερη σχέση ζητά των υπολογισμό της δυσκαμψίας της επικάλυψης (σανίδωμα/δάπεδο).

iv. Πεδίο εφαρμογής τύπου υπολογισμού ιδιοσυχνότητας

Ο ΕΚ5 δεν διευκρινίζει αν ο τύπος για τον υπολογισμό της ιδιοσυχνότητας μπορεί να εφαρμοστεί στην περίπτωση που παρεμβάλλεται πλάκα από ελαφρομπετόν και πώς αυτή λαμβάνεται υπόψη στην δυσκαμψία και στη μάζα του πατώματος. Στην συγκεκριμένη διπλωματική για τον υπολογισμό της ιδιοσυχνότητας λήφθηκε υπόψη μόνο ως μάζα, ενώ για τον υπολογισμό του βέλους κάμψης από συγκεντρωμένο φορτίο και της ταχύτητας λάβαμε υπόψη την επιπλέον δυσκαμψία που μας παρέχει η πλάκα από ελαφρομπετόν.

6.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Όπως προέκυψε από τις επί τόπου μετρήσεις, ο υπολογισμός της ιδιοσυχνότητας με βάση τον EK5 υποεκτιμά την πραγματική της τιμή. Σε αυτό το σημείο γίνεται προσπάθεια να αναλυθεί η οικονομική διάσταση της απόκλισης αυτής του EK5 από την πραγματικότητα.

	Ποσότητα Μονάδας		Πλάτος Δοκού	Ύψος Δοκού	Τιμή Μονάδας		ΛΥΣΗ Α	ΛΥΣΗ Β	ΛΥΣΗ Γ
ΚΥΡΙΕΣ ΔΟΚΟΙ 90Χ190 Χιλ @ 450 χιλ κέντρα	88,895	Μ	0,09	0,19	21,16125	€/Μ	1881,129		1881,129
ΚΥΡΙΕΣ ΔΟΚΟΙ 90Χ220 Χιλ @ 450 χιλ κέντρα	88,895	Μ	0,09	0,22	24,5025	€/Μ		2178,15	
Καδρόνια 65 x 45 χιλ	88,895	Μ			2,413125	€/Μ	214,5147	214,5147	214,5147
Καδρόνια 45 x 45 χιλ	88,895	Μ			1,670625	€/Μ	148,5102	148,5102	
Πετροβάμβακας 50 χιλ	40	Μ2			3,80	€/Μ2	152,00	152,00	152,00
Πετροβάμβακας 40 χιλ	40	Μ2			3,50	€/Μ2	140,00	140,00	
Ελαφρομπετόν 50 χιλ πάχους	40	Μ2			4,50	€/Μ2			180,00
OSB 18 χιλ	40	Μ2			18,00	€/Μ2	720,00	720,00	720
Μεμβράνη Υδρατμών	40	Μ2			6,00	€/Μ2	240,00	240,00	240

Γέμισμα με διογκούμενη πολυστερίνη σε μικρά τεμάχια - έστω 20 χιλ πάχους	40	M2			6,00	€/M2	240,00	240,00	240
Δάπεδο ξύλινο 12 χιλ βερνικωμένο	40	M2			32,00	€/M2			
Πάτωμα padauk μασίφ 19 χιλ	40	M2			65,00	€/M2			
					Σύνολο		**3736,154**	**4033,175**	3627,644
					Τιμή ανά M2		**93,40386**	**100,8294**	**90,6911**

Πίνακας 6.1: Κοστολόγηση « (Γραφείο επιμετρήσεων)***»***

6.4.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

ΛΥΣΗ Α: αναφέρεται στην περίπτωση σχεδιασμού του μετρούμενου πατώματος (βλέπε: Σχήμα: 4.1).

ΛΥΣΗ Β: αναφέρεται στην περίπτωση σχεδιασμού βάση ΕΚ5, όπου προκύπτει ύψος κύριας διαδοκίδας 220mm.

ΛΥΣΗ Γ: αναφέρεται στην περίπτωση τοποθέτησης 5cm στρώσης ελαφρομπετόν προς αντικατάσταση της μιας στρώσης πετροβάβμακα.

6.4.2 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Η ΛΥΣΗ Γ, με τοποθέτηση στρώσης από ελαφρομπετόν, εκ πρώτης όψεως παρουσιάζεται η πιο συμφέρουσα οικονομικά. Θα πρέπει όμως να τονισθεί η κατασκευαστική δυσκολία που θα κληθούμε να αντιμετωπίσουμε καθώς η τοποθέτηση ελαφρομπετόν προϋποθέτει ειδική στεγάνωση και προετοιμασία της κατασκευής. Στο κόστος αυτό θα πρέπει να συνυπολογιστεί και το κόστος μεταφοράς της αντλίας και μπετονιέρας για χύτευση του δαπέδου.
- Παρατηρούμε ότι σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν κατά ΕΚ5, το κόστος που θα καλούμαστε να επωμιστούμε από τον υπερσχεδιασμό της κατασκευής είναι 7ευρώ/m2. Το ποσό αυτό σε άλλες εποχές ίσως να ήταν αμελητέο, όμως στις μέρες μας όλα έχουν την πλέον την αξία και το κόστος τους.

- Το κόστος αυτό ενδέχεται να αυξηθεί ανάλογα με το διαθέσιμο ύψος διαδοκίδων που κυκλοφορεί στο εμπόριο.

6.5 ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ:

- Με βάση την παρούσα διπλωματική εργασία, αλλά και μέρος άλλων εργασιών και μελετών, έκδηλη είναι η ασυμφωνία μεταξύ υπολογιζόμενης κατά Ευρωκώδικα 5 ιδιοσυχνότητας και επί τόπου μετρούμενης. Η παρανόηση αυτή, μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε άσκοπες ενισχύσεις των δοκών ή αντικατάσταση μέρους των πατωμάτων. Μπορούν επίσης να οδηγήσουν ακόμη και σε αλλαγή σχεδιασμού προκειμένου να ικανοποιούνται οι έλεγχοι κατά ΕΚ5.

- Θεωρείται πρέπον, να μελετηθεί σε μεγαλύτερο βάθος η ταλάντωση των ξύλινων πατωμάτων και να αναζητηθούν τα αίτια των υπολογιστικών σφαλμάτων που προκύπτουν με βάση τον ΕΚ5, ως συνέχεια της παρούσας εργασίας. Ένα από αυτά θα μπορούσε να είναι η μελέτη της τιμής της απόσβεσης ζ, η οποία υιοθετεί την τιμή ζ=0,01 σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 5, ενώ στην διεθνή βιβλιογραφία συναντάμε τιμές 1,5 και 2%. Να εξεταστεί από πού προκύπτει η τιμή αυτή και πώς αυτή τεκμηριώνεται καθώς επίσης και από ποιους παράγοντες επηρεάζεται ώστε να μπορεί να λάβει μεγαλύτερη τιμή.

- Ένα άλλο θέμα που παρουσιάζει ενδιαφέρον, είναι ο υπολογιστικός τύπος υπολογισμού της ιδιοσυχνότητας. Μπορεί να εξεταστεί από πού προκύπτει αυτός ο τύπος, γιατί λαμβάνει την τιμή της μάζας μόνο των μόνιμων φορτίων και γιατί λαμβάνουμε υπόψη μόνο την δυσκαμψία της δοκού και όχι ολόκληρου του συστήματος του πατώματος.

- Θα μπορούσε ακόμα να μελετηθούν διάφοροι τύποι πατώματος (ελαφρού και σκληρού τύπου), για να εξετάσουμε πώς αυτά επηρεάζουν την τιμή της ιδιοσυχνότητας καθώς ο ΕΚ5 αναφέρεται μόνο στην δυσκαμψία του δοκαριού για τον υπολογισμό της ιδιοσυχνότητας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟΝ EN 1995-1-1

ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΛΑΤΙΝΙΚΑ

A	Εμβαδόν διατομής
A_{ef}	Δρώσα διατομή της συνολικής επιφάνειας επαφής μεταξύ ηλοφόρου πλάκας και ξύλου
A_f	Εμβαδόν πέλματος
$A_{net,t}$	Καθαρή διατομή καθέτως προς τις ίνες
$A_{net,v}$	Καθαρή διατομή παραλλήλως προς τις ίνες
C	Δυστένεια ελατηρίου
$E_{0,05}$	Ποσοστημόριο 5% του μέτρου ελαστικότητας
E_d	Τιμή σχεδιασμού του μέτρου ελαστικότητας
E_{mean}	Μέση τιμή του μέτρου ελαστικότητας
$E_{mean,fin}$	Τελική μέση τιμή του μέτρου ελαστικότητας
F	Δύναμη
$F_{A,Ed}$	Δύναμη σχεδιασμού που δρα στο κέντρο βάρους της δρώσας επιφάνειας μιας ηλοφόρου πλάκας
$F_{A,min,d}$	Ελάχιστη τιμή σχεδιασμού της δύναμης που δρα στο κέντρο βάρους της δρώσας επιφάνειας μιας ηλοφόρου πλάκας
$F_{ax,Ed}$	Αξονική δύναμη σχεδιασμού σε σύνδεσμο
$F_{ax,Rd}$	Αντοχή σχεδιασμού υπό αξονικό φορτίο
$F_{ax,Rk}$	Χαρακτηριστική αξονική αντοχή εξολκεύσεως
F_c	Θλιπτική δύναμη
F_d	Δύναμη σχεδιασμού
$F_{d,ser}$	Δύναμη σχεδιασμού για τις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας
$F_{f,Rd}$	Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού ανά σύνδεσμο σε διαφραγματικό τοίχο
$F_{i,c,Ed}$	Θλιπτική αντίδραση σχεδιασμού στο άκρο διατμητικού τοίχου
$F_{i,t,Ed}$	Εφελκυστική αντίδραση σχεδιασμού στο άκρο διατμητικού τοίχου
$F_{i,vert,Ed}$	Κατακόρυφο φορτίο τοίχου
$F_{i,v,Rd}$	Τιμή σχεδιασμού αντίστασης έναντι τέμνουσα (racking) τοιχοπετάσματος *i* (9.2.4.2) ή τοίχου (9.2.4.3)
F_{la}	Εγκάρσιο φορτίο
$F_{M,Ed}$	Δύναμη σχεδιασμού λόγω ροπής σχεδιασμού
F_t	Εφελκυστική δύναμη
$F_{v,0,Rk}$	Χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα ενθέματος παραλλήλως προς τις ίνες
$F_{v,Ed}$	Τέμνουσα σχεδιασμού ανά τμήση συνδέσμου· οριζόντια εντατικά μεγέθη σχεδιασμού διαφραγματικού τοίχου
$F_{v,Rd}$	Φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού ανά τμήση συνδέσμου· τιμή σχεδιασμού φέρουσας ικανότητας τοιχώματος σε τέμνουσα (racking)
$F_{v,Rk}$	Χαρακτηριστική τιμή της φέρουσας ικανότητας ανά τμήση συνδέσμου
$F_{v,w,Ed}$	Τέμνουσα σχεδιασμού στον κορμό
$F_{x,Ed}$	Δύναμη σχεδιασμού στη διεύθυνση x
$F_{y,Ed}$	Δύναμη σχεδιασμού στη διεύθυνση y
$F_{x,Rd}$	Τιμή σχεδιασμού της φέρουσας ικανότητας πλάκας κατά x
$F_{y,Rd}$	Τιμή σχεδιασμού της φέρουσας ικανότητας πλάκας κατά y
$F_{x,Rk}$	Χαρακτηριστική τιμή της φέρουσας ικανότητας πλάκας κατά x
$F_{y,Rk}$	Χαρακτηριστική τιμή της φέρουσας ικανότητας πλάκας κατά y
$G_{0,05}$	Ποσοστημόριο 5% του μέτρου διατμήσεως
G_d	Τιμή σχεδιασμού του μέτρου διατμήσεως
G_{mean}	Μέση τιμή του μέτρου διατμήσεως
H	Συνολικό ύψος δικτυώματος
I_f	Ροπή αδρανείας πέλματος
I_{tor}	Στρεπτική ροπή αδρανείας
I_z	Ροπή αδρανείας ως προς τον ασθενή άξονα z
K_{ser}	Μέτρο ολισθήσεως
$K_{ser,fin}$	Τελικό μέτρο ολισθήσεως

K_u	Στιγμιαίο μέτρο ολισθήσεως για τις οριακές καταστάσεις αστοχίας
$L_{net,t}$	Καθαρό πλάτος διατομής καθέτως προς τις ίνες
$L_{net,v}$	Καθαρό μήκος της περιοχής θραύσεως από διάτμηση
$M_{A,Ed}$	Ροπή σχεδιασμού ηλοφόρου πλάκας
$M_{ap,d}$	Ροπή σχεδιασμού λόγω κάμψης στην περιοχή της κορωνίδας
M_d	Ροπή σχεδιασμού
$M_{y,Rk}$	Χαρακτηριστική ροπή διαρροής συνδέσμου
N	Αξονική δύναμη
$R_{90,d}$	Τιμή σχεδιασμού της αντοχής σχισίματος ξύλου
$R_{90,k}$	Χαρακτηριστική τιμή της αντοχής σχισίματος ξύλου
$R_{ax,d}$	Φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού αξονικώς φορτιζόμενης συνδέσεως
$R_{ax,k}$	Χαρακτηριστική τιμή της φέρουσας ικανότητας αξονικώς φορτιζομένης συνδέσεως
$R_{ax,\alpha,k}$	Χαρακτηριστική τιμή της φέρουσας ικανότητας υπό γωνία προς τις ίνες
R_d	Φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού
$R_{ef,k}$	Χαρακτηριστική δρώσα φέρουσα ικανότητα συνδέσεως
$R_{iv,d}$	Τιμή σχεδιασμού φέρουσας ικανότητας ενός τοίχου σε τέμνουσα
R_k	Χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα
$R_{sp,k}$	Χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα σχισίματος ξύλου
$R_{to,k}$	Χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα οδοντωτού διατμητικού ενθέματος
$R_{v,d}$	Τιμή σχεδιασμού φέρουσας ικανότητας διαφραγματικού τοίχου σε τέμνουσα
V	Τέμνουσα· όγκος
V_u , V_1	Τέμνουσες δυνάμεις στην άνω και κάτω πλευρά δοκού με οπή
W_y	Ροπή αντιστάσεως ως προς τον άξονα y
X_d	Τιμή σχεδιασμού μιας ιδιότητας αντοχής
X_k	Χαρακτηριστική τιμή μιας ιδιότητας αντοχής

ΠΕΖΑ ΛΑΤΙΝΙΚΑ

a	Απόσταση
a_1	Απόσταση παραλλήλως προς τις ίνες μεταξύ συνδέσμων τοποθετημένων σε μία σειρά
a_2	Απόσταση καθέτως προς τις ίνες μεταξύ σειρών συνδέσμων
a_{3c}	Απόσταση συνδέσμου από αφόρτιστο άκρο (στενή πλευρά ξύλου)
a_{3t}	Απόσταση συνδέσμου από φορτιζόμενο άκρο (στενή πλευρά ξύλου)
a_{4c}	Απόσταση συνδέσμου από αφόρτιστη πλευρά (διαμήκης πλευρά ξύλου)
a_{4t}	Απόσταση συνδέσμου από φορτιζόμενη πλευρά (διαμήκης πλευρά ξύλου)
a_{bow}	Μέγιστη εκτός επιπέδου τοξοειδής παραμόρφωση ράβδου δικτυώματος
$a_{\mathrm{bow,perm}}$	Επιτρεπόμενη μέγιστη εκτός επιπέδου τοξοειδής παραμόρφωση ράβδου δικτυώματος
a_{dev}	Μέγιστη απόκλιση από την κατακόρυφο δικτυώματος
$a_{\mathrm{dev,perm}}$	Επιτρεπόμενη μέγιστη απόκλιση από την κατακόρυφο δικτυώματος
b	Πλάτος
b_i	Πλάτος πετάσματος *i* (9.2.4.2) ή τοίχου (9.2.4.3)
b_{net}	Καθαρή απόσταση μεταξύ ορθοστατών
b_w	Πλάτος κορμού
d	Διάμετρος
d_1	Διάμετρος κεντρικής οπής ενθέματος
d_c	Διάμετρος ενθέματος
d_{ef}	Δρώσα διάμετρος
$f_{h,I,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή άντυγας ξύλου *i*
$f_{a,0,0}$	Χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα αγκυρώσεως ανά μονάδα επιφανείας για α=0° και β=0°
$f_{a,90,90}$	Χαρακτηριστική φέρουσα ικανότητα αγκυρώσεως ανά μονάδα επιφανείας για α=90° και β=90°
$f_{a,\alpha,\beta,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή αγκυρώσεως
$f_{ax,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή εξολκεύσεως για ήλους
$f_{c,0,d}$	Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού παραλλήλως προς τις ίνες
$f_{c,w,d}$	Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού κορμού
$f_{f,c,d}$	Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού πέλματος
$f_{c,90,k}$	Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή καθέτως προς τις ίνες
$f_{f,t,d}$	Εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού πέλματος
$f_{h,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή άντυγας

$f_{head,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή βυθίσεως κεφαλής ήλου
f_1	Θεμελιώδης συχνότητα
$f_{m,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή κάμψης
$f_{m,y,d}$	Αντοχή σχεδιασμού σε κάμψη κατά τον κύριο άξονα y
$f_{m,z,d}$	Αντοχή σχεδιασμού σε κάμψη κατά τον κύριο άξονα z
$f_{m,\alpha,d}$	Αντοχή σχεδιασμού σε κάμψη υπό γωνία *α* προς τις ίνες
$f_{t,0,d}$	Αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό παραλλήλως προς τις ίνες
$f_{t,0,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή σε εφελκυσμό παραλλήλως προς τις ίνες
$f_{t,90,d}$	Χαρακτηριστική αντοχή σε εφελκυσμό καθέτως προς τις ίνες
$f_{t,w,d}$	Αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό του κορμού
$f_{u,k}$	Χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή κοχλιών
$f_{v,0,d}$	Διατμητική αντοχή σχεδιασμού
$f_{v,ax,\alpha,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή εξολκεύσεως υπό γωνία προς τις ίνες
$f_{v,ax,90,k}$	Χαρακτηριστική αντοχή εξολκεύσεως καθέτως προς τις ίνες
$f_{v,d}$	Διατμητική αντοχή σχεδιασμού
h	Ύψος· ύψος τοίχου
h_{ap}	Ύψος διατομής δοκού στην κορωνίδα
h_d	Ύψος οπής
h_e	Ύψος άντυγας, βάθος ενθέσεως ενθεμάτων
h_e	Απόσταση φορτιζόμενης πλευράς από το κέντρο του πιο απομακρυσμένου συνδέσμου
h_{ef}	Δρων ύψος
$h_{f,c}$	Ύψος θλιβομένου πέλματος
$h_{f,t}$	Ύψος εφελκυομένου πέλματος
h_{rl}	Απόσταση από το κάτω μέρος οπής έως την κάτω πλευρά του μέλους
h_{ru}	Απόσταση από το άνω μέρος οπής έως την άνω πλευρά του μέλους
h_w	Ύψος κορμού
i	Κλίση αποτμήσεως
k_{cy} ή k_{cz}	Συντελεστής λυγισμού
k_{crit}	Συντελεστής που χρησιμοποιείται για τον καμπτικό λυγισμό
k_d	Συντελεστής διαστάσεων πετάσματος
k_{def}	Ερπυστικός συντελεστής
k_{dis}	Συντελεστής κατανομής των τάσεων στην περιοχή της κορωνίδας
k_{f1} , k_{f2} , k_{f3}	Τροποποιητικοί συντελεστές για την αντοχή του συστήματος εξασφάλισης δυσκαμψίας
k_h	Συντελεστής ύψους
$k_{i,q}$	Συντελεστής ομοιομόρφως κατανεμημένου φορτίου
k_m	Συντελεστής ανακατανομής καμπτικών τάσεων σε διατομή
k_{mod}	Τροποποιητικός συντελεστής για την διάρκεια φορτίσεως και το ποσοστό περιεχομένης υγρασίας
k_n	Συντελεστής υλικού επιφανειακού στοιχείου
k_r	Συντελεστής μειώσεως
$k_{R,red}$	Συντελεστής μειώσεως της φέρουσας ικανότητας
k_s	Συντελεστής αποστάσεων μεταξύ συνδέσμων· τροποποιητικός συντελεστής δυστένειας ελατηρίου
$k_{s,red}$	Μειωτικός συντελεστής των αποστάσεων μεταξύ των συνδέσμων
k_{shape}	Συντελεστής εξαρτώμενος από τη μορφή της διατομής
k_{sys}	Συντελεστής αντοχής συστήματος
k_v	Μειωτικός συντελεστής για δοκούς με απότμηση
k_{vol}	Συντελεστής όγκου
k_y ή k_z	Συντελεστής αστάθειας
$l_{a,min}$	Ελάχιστο βάθος αγκυρώσεως εμπηγμένης-συγκολλημένης ράβδου
l	Άνοιγμα· μήκος επαφής
l_A	Απόσταση οπής από την στήριξη
l_{ef}	Μήκος λυγισμού· δρων μήκος κατανομής
l_v	Απόσταση οπής από το άκρο μέλους
l_z	Απόσταση μεταξύ οπών
m	Μάζα ανά μονάδα επιφανείας
n_{40}	Το πλήθος των $1^{ων}$ ιδιομορφών με ιδιοσυχνότητες έως 40Hz
n_{ef}	Δρων αριθμός συνδέσμων
p_d	Ομοιομόρφως κατανεμημένο φορτίο που στην περιοχή της κορωνίδας
q_i	Ισοδύναμο ομοιομόρφως κατανεμημένο φορτίο
r	Ακτίνα καμπυλότητας
s	Απόσταση μεταξύ συνδέσμων

s_0	Βασική απόσταση μεταξύ συνδέσμων
r_{in}	Εσωτερική ακτίνα
t	Πάχος
t_{pen}	Βάθος / μήκος ακραίας εμπήξεως
u_{creep}	Ερπυστική παραμόρφωση
u_{fin}	Τελική παραμόρφωση
$u_{fin,G}$	Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμης δράσης G
$u_{fin,Q,1}$	Τελική παραμόρφωση για την δεσπόζουσα μεταβλητή δράση Q_1
$u_{fin,Q,i}$	Τελική παραμόρφωση για τις δευτερεύουσες μεταβλητές δράσεις Q_i
u_{inst}	Στιγμιαία παραμόρφωση
$u_{inst,G}$	Στιγμιαία παραμόρφωση λόγω μόνιμης δράσης G
$u_{inst,Q,1}$	Στιγμιαία παραμόρφωση για την δεσπόζουσα μεταβλητή δράση Q_1
$u_{inst,Q,i}$	Στιγμιαία παραμόρφωση για τις δευτερεύουσες μεταβλητές δράσεις Q_i
w_c	Αντιβέλος
w_{creep}	Ερπυστικό βέλος
w_{fin}	Τελικό βέλος
w_{inst}	Στιγμιαίο βέλος
$w_{net,fin}$	Καθαρό τελικό βέλος

ΠΕΖΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ

a	Γωνία μεταξύ δυνάμεως ηλοφόρου πλάκας και άξονα x· γωνία μεταξύ δυνάμεως ως προς τη διεύθυνση των ινών·· γωνία μεταξύ φορτίου ως προς την φορτιζόμενη πλευρά (ή άκρο)
β	Γωνία μεταξύ δυνάμεως ηλοφόρου πλάκας ως προς τη διεύθυνση των ινών
β_c	Συντελεστής ευθυγραμμίας
γ	Γωνία μεταξύ του άξονα x και της του αρμού της συνδέσεως των συνδεόμενων ξύλων μέσω ηλοφόρου πλάκας
γ_M	Επί μέρους συντελεστής για τις ιδιότητες των υλικών· περιλαμβάνει επίσης και τις αβεβαιότητες του προσομοιώματος και τη μεταβλητότητα των διαστάσεων
λ_y	Λυγηρότητα για κάμψη ως προς τον άξονα y
λ_z	Λυγηρότητα για κάμψη ως προς τον άξονα z
$\lambda_{rel,y}$	Ανηγμένη λυγηρότητα για κάμψη ως προς τον άξονα y
$\lambda_{rel,z}$	Ανηγμένη λυγηρότητα για κάμψη ως προς τον άξονα z
ν	Απόκριση σε όρους ταχύτητας λόγω μοναδιαίου πλήγματος
ρ_k	Χαρακτηριστική τιμή της πυκνότητας
ρ_m	Μέση τιμή της πυκνότητας
$\sigma_{c,0,d}$	Θλιπτική τάση σχεδιασμού παραλλήλως προς τις ίνες
$\sigma_{c,\alpha,d}$	Θλιπτική τάση σχεδιασμού υπό γωνία α προς τις ίνες
$\sigma_{f,c,d}$	Μέση θλιπτική τάση σχεδιασμού πέλματος
$\sigma_{f,c,max,d}$	Θλιπτική τάση σχεδιασμού ακραίας ίνας πέλματος
$\sigma_{f,t,d}$	Μέση εφελκυστική τάση σχεδιασμού πέλματος
$\sigma_{f,t,max,d}$	Εφελκυστική τάση σχεδιασμού ακραίας ίνας πέλματος
$\sigma_{m,crit}$	Κρίσιμη τάση κάμψης
$\sigma_{m,y,d}$	Καμπτική τάση σχεδιασμού κατά τον κύριο άξονα y
$\sigma_{m,z,d}$	Καμπτική τάση σχεδιασμού κατά τον κύριο άξονα z
$\sigma_{m,\alpha,d}$	Καμπτική τάση σχεδιασμού υπό γωνία α προς τις ίνες
σ_N	Τάση από αξονική δύναμη
$\sigma_{t,0,d}$	Εφελκυστική τάση σχεδιασμού παραλλήλως προς τις ίνες
$\sigma_{t,90,d}$	Εφελκυστική τάση σχεδιασμού καθέτως προς τις ίνες
$\sigma_{w,c,d}$	Θλιπτική τάση σχεδιασμού κορμού
$\sigma_{w,t,d}$	Εφελκυστική τάση σχεδιασμού κορμού
τ_d	Διατμητική τάση σχεδιασμού
$\tau_{F,d}$	Τάση αγκυρώσεως σχεδιασμού για αξονική δύναμη
$\tau_{M,d}$	Τάση αγκυρώσεως σχεδιασμού για ροπή
$\tau_{tor,d}$	Διατμητική τάση σχεδιασμού από στρέψη
ψ_0	Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητής δράσης
ψ_2	Συντελεστής οιονεί μόνιμης τιμής μεταβλητής δράσης
ζ	Συντελεστής αποσβέσεως ιδιομορφής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΑΠΟΧΡΩΣΕΙΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ

1	Χρώμα τύπου :	**Ανοιχτόχρωμο, ουδέτερο με διάφορες αποχρώσεις**		
	Οξυάς	ΟΞΥΑ	ANIEGRE	OKOUME
		ΣΦΕΝΔΑΜΝΙ	AVODIRE	RAMIN
		ΣΗΜΥΔΑ	ILOMBA	ΦΛΑΜΟΥΡΙ
		ΛΕΥΚΗ	KAORI	
2	Χρώμα τύπου :	**Ροζέ ανοιχτό ως βαθύ**		
	Κερασιάς	MAKORE	BUBINGA	NIOVE
		ΚΕΡΑΣΙΑ	EVIARA	ΚΑΡΕΓΑΤΣΙ
		JEKUITIBA	MAOBI	ΠΛΑΤΑΝΟΣ
3	Χρώμα τύπου :	**Κόκκινο ανοιχτό ως βαθύ**		
	Μαονίου	KOTIBE	KERUING	SIPO
		MAKORE	SAPELI	TIAMA
		ΜΕΡΑΝΤΙ ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΚΑΙ ΒΑΘΥ ΚΟΚΚΙΝΟ		
		PADOUK ΑΦΡΙΚΗΣ		KOSIPO
4	Χρώμα τύπου :	**Κόκκινο καφετί**		
	Doussie	DOUSSIE	MUTENUE	KERKING
		KOTIBE	BUBINGA	KOSIPO
5	Χρώμα τύπου :	**Κιτρινωπό προς πορτοκαλί ή καφετί**		
	Δρυός	ΚΑΣΤΑΝΙΑ	JEQUITIBA	FRAMIRE
		IROKO (κιτρινωπό)	ΜΕΡΑΝΤΙ Κίτρινο	IZOMBE
		ΔΕΣΠΟΤΑΚΙ	MOVINGUI	LIMBA
		ΔΡΥΣ	DABEMA	TOLA
		ΚΑΡΑΓΑΤΣΙ		
6	Χρώμα τύπου :	**Καστανωπό προς κίτρινο ή πορφυρό**		
	Tek	IROKO (βαθυχρωμότερο)		AFROMOZIA
		TEK	DABEMA	NAGA
7	Χρώμα τύπου :	**Κιτρινο-γκρί ή καφεκίτρινο**		
	Καρυδιάς	BETE (Manjonia)	DIBETOU	ΜΑΥΡΗ ΛΙΜΠΑ
		MUTENGE	ΚΑΡΥΔΙΑ	TCHITOLA
		OVANGOL	SEPETIR	
8	Χρώμα τύπου :	**Wenge**		
	Wenge			Wenge

Πίνακας: Αποχρώσεις Ξύλινων Δαπέδων. « (219 Domus-ISO 9001)***»***

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΠΡΟΓΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΕ “MATLAB”

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ(ΚΑΤΑ ΕΚ5)-ΈΛΕΓΧΟΙ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ

```
prompt1='Dwse maza (m) se [kg/m2]';
prompt2='Dwse anoigma patwmatos (L) se [m]';
prompt3='Dwse platos dokou (b) se [m]';
prompt4='Dwse ipsos dokou (h) se [m]';
prompt5='Dwse eidiko baros dokou (g) se [kg/m3]';
prompt8='Dwse platos patwmatos (bw) se [m]';
prompt10='Dwse ipsos dapedou (hd) se [m]';
prompt11='Dwse eidiko baros dapedou (gd) se [kg/m3]';
%H eisodos dekadikwn ginetai me . kai oxi ,
m=inputdlg(prompt1,'Maza');
L=inputdlg(prompt2,'Anoigma Patwmatos');
b=inputdlg(prompt3,'Platos dokou');
h=inputdlg(prompt4,'Ipsos dokou');
g=inputdlg(prompt5,'eidiko baros dokou');
bw=inputdlg(prompt8,'platos patwmatos');
hd=inputdlg(prompt10,'ipsos dapedou');
gd=inputdlg(prompt11,'eidiko baros dapedou');
%Convert to double
m=cell2mat(m);
m=str2num(m);
L=cell2mat(L);
L=str2num(L);
b=cell2mat(b);
```

```
b=str2num(b);
h=cell2mat(h);
h=str2num(h);
g=cell2mat(g);
g=str2num(g);
bw=cell2mat(bw);
bw=str2num(bw);
hd=cell2mat(hd);
hd=str2num(hd);
gd=cell2mat(gd);
gd=str2num(gd);
bd=1;   %ana metro platous patwmatos se metra gia ypologismo duskampsias
Et=35000000000;
gt=1500;
E=((Et*g)/gt);
Ed=((Et*gd)/gt);
Il=(b*h^3)/12;
Ib=(bd*hd^3/12);
f1=pi/(2*L^2)*((E*Il/m)^0.5);
Ed1=Ed/10^6;  %metatroph Ed se N/mm^2
Ib1=(bd*1000*((hd*1000)^3)/12);  %metatroph Ib se mm^4
p=0.38-0.08*log(14*Ed1*Ib1/450^4);
kdist=max([0.30, p]);  %syntelesths dianomhs fortiou kata aggliko kanonismo
kamp=1.05; %syntelesths gia amfiereisth doko

if f1<8
    msgbox('Idiosyxnotita mikroteri twn 8 Hz. Apaiteitai eidiki ereuna');
else
    n40=((((40/f1)^2)-1)*(((bw/L)^4)*(((E*Il)/(Ed*Ib)))))^0.25;
```

```
    v=4*((0.4+0.6*n40)/(m*bw*L+200));
end;

check1 = questdlg('Xrisi proteinomenis timis a=1.5 ?','Yes','No');
switch check1
    case 'Yes'
        a=1.5;
    case 'No'
        prompt6='Dwse timi a';
        a=inputdlg(prompt6,'a');
        a=cell2mat(a);
        a=str2num(a);
    case 'Cancel'
        a=1.5;
end;

if (a>=0.5 && a<1)
    bp=180-60*a;
elseif (a>=1 && a<=2)
    bp=160-40*a;
elseif (a>2 && a<=4)
    bp=110-15*a;
else msgbox('Mi apodekti timi a');
end;

z=0.01;
check2 =  questdlg('Xrisi proteinomenis timis z=0.01 ?')
switch check2
case 'Yes'
```

```
    z=0.01;
    case 'No'

    prompt7='Dwse timi z';
    z=inputdlg(prompt7,'z');
    z=cell2mat(z);
    z=str2num(z);
    case 'Cancel'
        z=0.01;
end;

check3 = questdlg('Xrisi proteinomenis timis P=1 ?')
switch check3
    case 'Yes'
        P=1;
    case 'No'
    prompt9='Dwse timi P';
    P=inputdlg(prompt9,'P');
    P=cell2mat(P);
    P=str2num(P);
    case 'Cancel'
        P=1;
end;

u=(kdist*kamp*P*L^3)/((48*E*Il)/1000);%dynameis se kN k E se Mpa
u1=u*1000;%se mm ana platos 0,45m

if ((u1/P)<=a)&&(v<=(bp^(f1*z-1)))
    msgbox(['Kai oi 2 elegxoi eparkoun, f1 = ' num2str(f1)]);
```

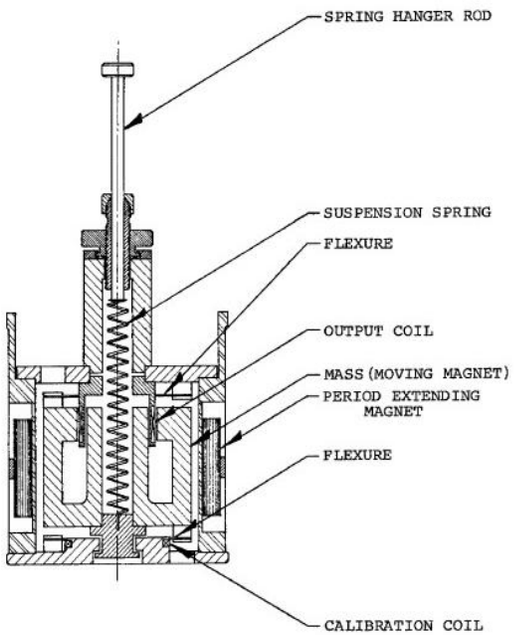
```
elseif (((u1/P)>a) && (v>(bp^(f1*z-1))))
     msgbox(['Oi elegxoi den eparkoun, f1 = ' num2str(f1)]);
elseif ((u1/P)>a)
    msgbox(['O elegxos u1 den eparkei, f1 = ' num2str(f1)]);
elseif (v>(bp^(f1*z-1)))
    msgbox(['O elegxos v den eparkei, f1 = ' num2str(f1)]);


end;
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΣΕΙΣΜΌΜΕΤΡΟ SS-1 RANGER SEISMOMETER

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το ηλεκτρομαγνητικό σεισμόμετρο χρησιμοποιεί ένα μετατροπέα ταχύτητας για να μετρά την κίνηση της μάζας του εκκρεμούς. Η βασική αρχή λειτουργίας είναι η μετακίνηση ενός πηνίου μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Αυτό επιτυγχάνεται διατηρώντας το πηνίο σταθερό ενώ ο μαγνήτης κινείται και λειτουργεί ως σεισμική μάζα αδρανείας. Κατά την κίνηση της μάζας προκύπτει μεταβολή της μαγνητικής αντίστασης και δημιουργία τάσης στα άκρα των πηνίων. Η «έξοδος» του πηνίου είναι ανάλογη της ταχύτητας κίνησης της μάζας σε σχέση με το σταθερό πλαίσιο.



Λόγω της λειτουργίας αυτής του σεισμομέτρου υπεισέρχονται δύο σταθερές οι οποίες χαρακτηρίζουν την λειτουργία του:

1. Σταθερά πηνίου σήματος (Generator constant) G_0.
   Η οποία συνδέει την ταχύτητα της εδαφικής κίνησης με την έξοδο (σε Volts) του πηνίου και έχει μονάδες V/ms^{-1}.
2. Αντίσταση πηνίου σήματος (Generator Resistance) R_c.
   Είναι η αντίσταση του πηνίου σήματος γεννήτριας σε Ohms.

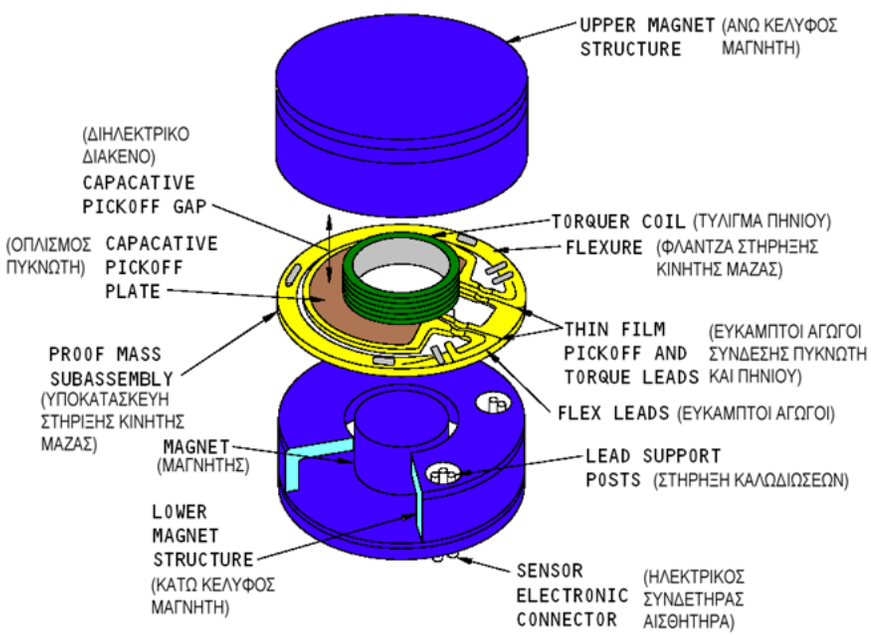
Η βασική ιδιοπερίοδος των 0,35 δευτερολέπτων επεκτείνεται σε 1 δευτερόλεπτο ή περισσότερο μέσω μικρών μαγνητικών ράβδων που περιβάλλουν την περιφέρεια της μάζας, αλληλεπιδρώντας με το μαγνητικό πεδίο του, δημιουργώντας μια αρνητική δύναμη επαναφοράς. Το ξεχωριστό πηνίο βαθμονόμησης στη βάση παρέχει ένα απλό και ακριβή τρόπο προσδιορισμού της μεγέθυνσης. Η μέγιστη τιμή ρυθμίζεται με βάση την στάθμη του εδαφικού θορύβου στο σημείο τοποθέτησης του. Σε κατακόρυφη θέση, η μονάδα είναι 5,5 εκατοστά σε διάμετρο και 12 ίντσες υψηλό, συμπεριλαμβανομένης της μάζας αδρανείας κεντραρίσματος επέκτασης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

ΤΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΜΕΤΡΟ 731Α ΚΑΙ Ο Ρ31 ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το σεισμικό επιταχυνσιόμετρο 731Α ενσωματώνει ένα πιεζοηλεκτρικό αισθητήρα που ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις της εγκάρσιας κίνησης, του στελέχους της βάσης και των θερμικών μεταβολών και λειτουργεί κάνοντας χρήση της διάταξης πυκνωτή και μάζας αδράνειας.



Παρατηρώντας το σχηματικό διάγραμμα βλέπουμε ότι υπάρχει αναρτημένη μάζα ανάμεσα στους πόλους δυο μαγνητών, (άνω κάτω). Γύρω από την μεταλλική μάζα υπάρχει τύλιγμα πηνίου. Το

έλασμα ανάρτησης της μεταλλικής μάζας σε συνδυασμό με δυο αγώγιμες πλάκες άνω και κάτω, σχηματίζει πυκνωτές. Επιτάχυνση κατά τον διαμήκη άξονα της μάζας, μετακινεί την μάζα υπερνικώντας την αντίσταση του ελατηρίου της ανάρτησης, μετακινώντας τη από το σημείο μηδέν η σημείο ισορροπίας. Η μετακίνηση αυτή προκαλεί αλλαγή στις χωρητικότητες των δυο πυκνωτών που στο σημείο ισορροπίας της μάζας είναι ίσες. Ο ενισχυτής σήματος αντιλαμβάνεται την διαφοροποίηση αυτή σαν σφάλμα και στέλνει κατάλληλο ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο που περιβάλει την μάζα με σκοπό να την επαναφέρει στο σημείο ισορροπίας και να ακυρώσει το σήμα σφάλματος. Η τιμή του ρεύματος που στέλνεται στο πηνίο για να ακυρώσει το σήμα σφάλματος και να επαναφέρει την μάζα στο σημείο ισορροπίας είναι η αναλογική έξοδος της συσκευής που αντιστοιχεί στην επιτάχυνση. Το αναλογικό αυτό σήμα ολοκληρώνεται συναρτήσει του χρόνου μια φορά για να δώσει ταχύτητα, και μια δεύτερη φορά για να μας δώσει απόσταση.

Το επιταχυνσιόμετρο περιέχει επίσης ένα αυτόνομο ενισχυτή φορτίσεως με εξαιρετικά χαμηλό επίπεδο θορύβου. Αυτό δίνει τη δυνατότητα αίσθησης του χαμηλού επιπέδου κραδασμών με συσκευή η οποία έχει ευαισθησία 10 V / g.

Η μονάδα ισχύος / ενίσχυσης P31 είναι ειδικά σχεδιασμένη για να ενισχύσει περαιτέρω τις δυνατότητες του σεισμικού επιταχυνσιομέτρου 731A, παρέχοντας ενίσχυση του σήματος, επιλεκτικό φιλτράρισμα, και επεξεργασία του σήματος για να δώσει τη δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει επιτάχυνση ή ταχύτητα ως σήματα εξόδου. Παρέχει επίσης την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για να τροφοδοτηθεί ο ενσωματωμένος ενισχυτής του επιταχυνσιομέτρου του.

Ένας κατ'επιλογήν ενισχυτής παρέχει τη δυνατότητα ενίσχυσης 1, 10, και 100 φορές.

Υπάρχει δυνατότητα επιλογής μεταξύ επιτάχυνσης και ταχύτητας σαν καταγραφή εξόδου. Οι δύο ρυθμίσεις επιτάχυνσης παρέχουν ένα ολοκληρωμένο εύρος φιλτραρίσματος με πλάτη από 0,05 έως 450 Hz, και 0,05 έως 100 Hz, αντιστοίχως. Η ρύθμιση της ταχύτητας αποδίδει μια ονομαστική τιμή απόκρισης του συστήματος από 1,5 έως 150 Hz (± 1 dB, με εξόδους των 0,1 V / in / sec, 1 V / in / sec, και 10 V / in / sec για τα τρία επίπεδα κέρδους των 1, 10, και 100.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ FOURIER

ΔΙΑΚΡΙΤΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ FOURIER (DFT)

Ο διακριτός μετασχηματισμός Fourier είναι ο πιο διαδεδομένος ορθογώνιος μετασχηματισμός που χρησιμοποιείται στην ανάλυση των ψηφιακών σημάτων. Στην πράξη, κάθε φυσικό (συνεχές) μέγεθος όπως είναι ένα σήμα αλλά και το φάσμα του, για να τύχει ψηφιακής επεξεργασίας πρέπει κατ' αρχήν να δειγματοληπτηθεί. Μόνο συγκεκριμένες «στιγμές» ενός μεγέθους μπορούν να υπάρξουν σε ένα ψηφιακό υπολογιστή. Πρακτικά είναι αδύνατη η αποθήκευση στον υπολογιστή της απειρίας των τιμών του σήματος που υπάρχει σε μία μικρή περιοχή του πεδίου ορισμού του.

Ο διακριτός μετασχηματισμός Fourier (DFT) είναι μια δειγματοληψία του μετασχηματισμού Fourier πάνω στον μοναδιαίο κύκλο, όπου ο αριθμός των δειγμάτων είναι ο ίδιος και στο επίπεδο του χρόνου. Οι μαθηματικές εκφράσεις του φαίνονται παρακάτω:

$$f_D(n) = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} F_D(\mathrm{k})\,\mathrm{e}^{i2\pi\frac{kn}{N}}$$

$$F_D(n) = \sum_{k=0}^{N-1} f_D(\mathrm{k})\,\mathrm{e}^{i2\pi\frac{kn}{N}}$$

Όπου N το πλήθος των δειγμάτων που λαμβάνονται ανεξάρτητα από τις αποθηκευτικές και υπολογιστικές δυνατότητες του ψηφιακού μας συστήματος. Ο ρυθμός δειγματοληψίας του φάσματος καθορίζεται από τη χρονική διάρκεια του σήματος που θα αποθηκευτεί δηλαδή από το συνολικό διαθέσιμο πλήθος N των δειγμάτων f(n) και n,k=0,1,2….N.

Θα πρέπει να σημειώσουμε τις ιδιότητες του διακριτού μετασχηματισμού Fourier, οι οποίες είναι χρήσιμες στην αντιμετώπιση και επίλυση των προβλημάτων της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος [47].Οι σπουδαιότερες από αυτές είναι:

ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΣΤΟ ΦΑΣΜΑ

$$\mathrm{Re}[F(N-K)] = \mathrm{Re}[F(K)] \text{ και } \mathrm{Im}[\mathrm{F(N-K)}] = -\mathrm{Im}[\mathrm{F(k)}]$$

ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΣΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Αν τα δείγματα f(n) αντιστοιχούν σε συμμετρική συνάρτηση f(n) =f(-n) με –(N-1)<n<(N-1) τότε:

$$F(\mathrm{k}) = -i\sum_{n=0}^{N-1} f(\mathrm{n})\sin(2\pi\frac{kn}{N})$$

[47] (Β.Αναστασόπουλος, 2000)

Σε περίπτωση που τα δείγματα f(n) αντιστοιχούν σε αντισυμμετρική συνάρτηση f(n)=-f(-n) τότε:

$$F(\mathrm{k}) = -i\sum_{n=0}^{N-1} f(\mathrm{n})\sin(2\pi\frac{kn}{N})$$

ΘΕΩΡΗΜΑ PARSEVAL

Η συνολική ενέργεια του σήματος στο χρόνο είναι ίση με την συνολική φασματική ενέργεια:

$$\sum_{n=0}^{N-1} f^2(n) = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}\left|F(k)\right|^2$$

ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ Δ(Ν)

Η συνάρτηση δ(n) έχει φάσμα λευκό:

$$F(k) = F_D[\delta(\mathrm{n})] = 1$$

ΘΕΩΡΗΜΑ ΣΥΝΕΛΙΞΗΣ ΣΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ:

Έστω δύο ακολουθίες δεδομένων $f_1(n)$ και $f_2(n)$ και μια Τρίτη που ορίζεται ως συνέλιξη των δύο πρώτων:

$$f_3(n) = \sum_{m=0}^{N-1} f_1(m)\, f_2(n-m) = f_1(n) * f_2(n)$$

Τότε το φάσμα $f_3(n)$ δίνεται από το γινόμενο των φασμάτων των $f_1(n)$ και $f_2(n)$

$$F_3(\mathrm{k}) = \mathrm{F}_1(k)\,\mathrm{F}_2(k)$$

Το ίδιο θεώρημα ισχύει και αντίστροφα.

Οι υπάρχουσες υλοποιήσεις του DFT στηρίζονται στον FFT (Fast Fourier Transform ο οποίος αποτελεί τη γρήγορη υλοποίηση του DFT) ο οποίος είναι μέχρι έξι φορές πιο γρήγορος.
Η ανάλυση Fourier παρουσιάζει ένα σημαντικό μειονέκτημα. Κατά το μετασχηματισμό του σήματος στο πεδίο της συχνότητας κάθε χρονική πληροφορία χάνεται. Επομένως με το μετασχηματισμό Fourier δεν είναι δυνατό να εντοπίσουμε τη χρονική στιγμή που ένα συγκεκριμένο γεγονός συμβαίνει.
Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος περιορισμού, χρησιμοποιείται η Short-Time Fourier ανάλυση, η οποία μας δίνει πληροφορία και για τα δύο πεδία, δηλαδή και για το πότε και για το πώς συμβαίνει ένα γεγονός. Έτσι το αρχικό σήμα f(t) χωρίζεται σε κομμάτια και κάθε ένα από αυτά αναλύεται ξεχωριστά. Η πληροφορία όμως είναι περιορισμένη και εξαρτάται από το μέγεθος του παραθύρου γι' αυτό και αν επιλέξουμε ένα περιορισμένο παράθυρο στο πεδίο του χρόνου θα είναι το ίδιο για όλες τις συχνότητες. Τα περισσότερα σήματα χρειάζονται ένα πιο ευέλικτο παράθυρο ώστε να μπορούμε να έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια και στο πεδίο των χρόνων και στο πεδίο των συχνοτήτων.
Το παραπάνω πρόβλημα έρχεται να λύσει η ανάλυση κυματιδίου η οποία χρησιμοποιεί

μετατοπισμένες (shifted) και κλιμακωτές (scaled) εκδόσεις μια συνάρτησης, οπότε επιτυγχάνεται η γραμμική επέκταση του σήματος. Ο μετασχηματισμός κυματιδίου δεν έχει καθορισμένες συναρτήσεις βάσεων, όπως ο μετασχηματισμός Fourier, αλλά ένα άπειρο πλήθος πιθανών συναρτήσεων βάσεων.

ΜΕΘΟΔΟΣ WELCH

Η μέθοδος την οποία εισήγαγε ο Welch έχει δύο σημαντικά στοιχεία. Πρώτον, διαχώρισε το σήμα x(n) με μήκος N σε K τμήματα, όπου το κάθε ένα έχει μήκος L. Όμως τα τμήματα μπορούν να επικαλύπτονται (overlapping). Έτσι τα τμήματα των δεδομένων συμβολίζονται:

$$x_m(n) = x(n+mD) \qquad \begin{array}{l} n=0,1,2,\ldots\ldots L-1 \\ m=0,1,2,\ldots\ldots K-1 \end{array}$$

όπου mD είναι το σημείο έναρξης για την m ακολουθία. Παρατηρούμε ότι εάν D=L, τότε τα τμήματα δεν επικαλύπτονται. Εάν D=L/2 τότε υπάρχει 50% επικάλυψη μεταξύ διαδοχικών τμημάτων.

Δεύτερον, ένα γενικό παράθυρο w(n) (περιγραφή παραθύρων στον πίνακα (3.1) εφαρμόζεται σε κάθε ακολουθία, οπότε δημιουργείται ένα σύνολο από ``τροποποιημένα περιοδογράμματα΄΄. Στην συνέχεια από αυτά εξάγεται ο μέσος όρος.

Οπότε ο υπολογισμός Welch μας δίνει:

$$P_x(\mathrm{e}^{j\omega}) = P_w(e^{j\omega}) = \frac{1}{K}\sum_{n=o}^{K-1} P_M^{(m)}(e^{j\omega}) = \frac{1}{KLU}\sum_{m=0}^{K-1}\left|\sum_{n=o}^{L-1} w(n)x(n+mD)e^{-jn\omega}\right|$$

$$\text{και} \quad U = \frac{1}{L}\sum_{n=0}^{L-1}\left|w(n)\right|^2$$

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ WELCH ΕΙΝΑΙ :

- Διακύμανση (Variance):
  $Var\{P_w(e^{j\omega})\} \approx \frac{9}{16}\frac{L}{K}P_x^2(e^{j\omega})$, για επικάλυψη 50%.
- Στατιστική απόκλιση (bias):
  $E\{P_w(e^{j\omega})\} = \frac{1}{\mathrm{K}}\sum_{m=0}^{K-1}\frac{1}{2\pi LU}P_x(\mathrm{e}^{j\omega}) * \left|W(e^{j\omega}\right|$
- Ανάλυση (resolution): εξαρτάται από το παράθυρο.

Η μέθοδος Welch δημιουργήθηκε για να μειώσει την διακύμανση του «περιοδογράμματος» από τη μέση τιμή των τροποποιημένων «περιοδογραμμάτων».
Ο Welch υπολογισμός $P_w(e^{j\omega})$ «συμφωνεί» με το φάσμα ισχύος $P_x(e^{j\omega})$.

Window	Sidelobe level (dB)
Rectangular, $w(n)=\begin{cases}1, & 0\le n\le N-1\\ 0, & \text{otherwise}\end{cases}$	–13
Bartlett, $w(n)=\begin{cases}\frac{N-\lvert n\rvert}{N} & \lvert n\rvert\le N\\ 0, & \lvert n\rvert>N\end{cases}$	–27
Hanning, $w(n)=\begin{cases}0.5\left[1-\cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)\right], & 0\le n\le N-1\\ 0, & \text{otherwise}\end{cases}$	–32
Hamming, $w(n)=\begin{cases}0.54-0.46\cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), & 0\le n\le N-1\\ 0, & \text{otherwise}\end{cases}$	–43
Blackman, $w(n)=\begin{cases}.42-.5\cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)+.08\cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right), & 0\le n\le N-1\\ 0, & \text{otherwise}\end{cases}$	–58

Πίνακας: : ***Περιγραφή παραθύρων*** « (Β.Αναστασόπουλος, 2000),»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

ΑΠΟΘΟΡΥΒΟΠΟΙΗΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ "BOLL"

Ο αλγόριθμος Boll είναι ένας αλγόριθμος γραμμικής φασματικής αφαίρεσης ο οποίος μειώνει τον στατικό θόρυβο από τα σήματα, αφαιρώντας τον φασματικό θόρυβο που υπολογίζεται κατά την διάρκεια απουσίας διέγερσης. Μπορούν να εφαρμοστούν συμπληρωματικές διεργασίες για τη μείωση του απομένοντα θορύβου μετά την αρχική αφαίρεση. Στη συνέχεια ο αλγόριθμος επανασυνθέτει μια κυματομορφή στο πεδίο του χρόνου χωρίς την παρουσία του ανεπιθύμητου θορύβου. [48]

ΚΑΤΑΤΜΗΣΗ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ

Η αυτόματη κατάτμηση ενός συνεχούς σήματος σύμφωνα με την περιέχουσα πληροφορία του είναι μια βασική διεργασία σε κάθε σύστημα επεξεργασίας σήματος. Η χειροκίνητη κατάτμηση ενός σήματος είναι εξαιρετικά χρονοβόρα και δύσκολη διαδικασία ενώ είναι υποκειμενική αφού εξαρτάται από την αντίληψη του ατόμου που την εκτελεί. Η αυτόματη κατάτμηση δεν είναι αλάνθαστη, όμως είναι εγγενώς συνεπής και έχει το πλεονέκτημα ότι τα αποτελέσματα θα είναι ακριβώς τα ίδια εάν ξαναχρησιμοποιηθεί ο αλγόριθμος κατάτμησης στα ίδια δεδομένα. Ο αλγόριθμος αυτόματης κατάτμησης που χρησιμοποιείται στην διπλωματική εργασία χρησιμοποιεί τα μεγέθη της ενέργειας σήματος (Signal Energy) και του φασματικού κεντροειδούς (Spectral Centroid) για την κατάτμηση των αποθορυβοποιημένων σημάτων. [49]

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΗΜΑΤΟΣ

Η ενέργεια σήματος ορίζεται ως εξής: Έστω ότι έχουμε ένα διακριτό σήμα χωρισμένο σε i παράθυρα μήκους N δειγμάτων το καθένα:

$$x_i(n), \qquad n = 1, \dots, N$$

Για κάθε παράθυρο i υπολογίζεται η ενέργεια σύμφωνα με την εξίσωση:

$$E(i) = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} |x_i(n)|^2$$

---

[48] (S.Boll, 1979)

[49] (T.Giannakopoulos, 2009)

Το απλό αυτό μέγεθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση τμημάτων ηρεμίας αλλά και για την διάκριση μεταξύ κατηγοριών διέγερσης της ταλάντωσης.

ΦΑΣΜΑΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟΕΙΔΕΣ

Το φασματικό κεντροειδές ορίζεται ως το κέντρο βάρους του φάσματος ενός σήματος. Έστω ότι έχουμε και πάλι ένα διακριτό σήμα χωρισμένο σε i παράθυρα μήκους N δειγμάτων το καθένα. Το φασματικό κεντροειδές του είναι:

$$C_i = \frac{\sum_{k=1}^{N}(k+1)X_i(k)}{\sum_{k=1}^{N}X_i(k)}$$

όπου $X_i(k)$ είναι οι συντελεστές του διακριτού μετασχηματισμού Fourier (DFT - Discrete Fourier Transform) του παραθύρου επεξεργασίας i.

Το φασματικό κεντροειδές αποτελεί μέτρηση της φασματικής θέσης, με ψηλές τιμές να αντιστοιχούν σε πιο ξεκάθαρη ταλάντωση. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η αλληλουχία των φασματικών κέντρων βάρους μεταβάλλεται έντονα για διαφορετικά τμήματα ταλάντωσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Ευρωκώδικας 5. **EN1995-1-1. 2004.** 2004. Γενικά-Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια.

Ευρωκώδικας 5. **EN1995-1-2. 2004.** 2004. Γενικά- Δομικός σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς.

CEN Eurocode 5: Design of timber structures. **EN1995-1-1:2004, ΕΛΟΤ. 2004.** s.l. : British Standard, 2004. Part 1-1: General — Common rules and rules for buildings.

Ευρωπαϊκά Πρότυπα, EN., (EN 351-1, EN 408 ,EN 350-2, EN335-1,EN335-1,EN460 EN TC 113.406),

EN 335-1:1992 Ανθεκτικότητα στον χρόνο του ξύλου και προϊόντων ξύλου. Ορισμός των κλάσεων επικινδυνότητας βιολογικών προσβολών. Μέρος 1: Γενικά.

EN 335-2:1992 Ανθεκτικότητα σε διάρκεια του ξύλου και προϊόντων ξύλου - ορισμός των κλάσεων επικινδυνότητας βιολογικών προσβολών. Μέρος 2: Εφαρμογή στο φυσικό ξύλο.

EN 350-2:1994 Ανθεκτικότητα του ξύλου και των προϊόντων ξύλου – Εγγενής ανθεκτικότητα του φυσικού ξύλου. Μέρος 2: Οδηγός για την εγγενή ανθεκτικότητα στον χρόνο και επεξεργασιμότητα επιλεγμένων ειδών σημαντικών στην Ευρώπη.

EN 351-1:1995 Ανθεκτικότητα του ξύλου και των προϊόντων ξύλου. Φυσικό ξύλο επεξεργασμένο με συντηρητικά. Μέρος 1: Διαβάθμιση της διεισδύσεως και της κατακρατήσεως του συντηρητικού.

EN 460:1994 Ανθεκτικότητα σε διάρκεια του ξύλου και προϊόντων ξύλου. Εγγενής ανθεκτικότητα στον χρόνο του φυσικού ξύλου. Οδηγός για τις απαιτήσεις ανθεκτικότητας στον χρόνο του ξύλου για χρήση στις διάφορες κλάσεις επικινδυνότητας.

Πρότυπα ISO.ISO 8375

Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές. **ΠΕΤΕΠ 03-07-01-02. Μάιος 2006.**Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.,Έκδοση 1.0, *Ξύλινα κολλητά δάπεδα.*

ΕΝΤΥΠΕΣ ΠΗΓΕΣ

ΒΙΒΛΙΑ

A.Richardson,2nd Edition,1993. *"Wood prewservation"*., εκδ.Spon e &F N ,London, (Part1:Natural of wood,p1-15)& (Part3:Preservation Systems ,p43)

J.M Dinwoodie,2nd Edition,2000. *"Timber:Its natural and behaviour"*., εκδ.Taylor & Francis ,London, (Part1:Structure of timber,p1-33)& (Part4:Movement of timber ,p49-66))& (Part8:Durability of timber ,p206-218)

Peter Ross,2002. *"Appraisal and repair of timber structuresr*"., εκδ.Thomas Tellford ,London, (Part3:Characteristics of timber ,p32-47)

R.Wenderhorst. (1981). *"*Δομικά Υλικά". εκδ.Γκιούρδας. Αθήνα, (κεφάλαιο 8ο-Ξύλο)

Schulze. (1981). "Μελέτη και Υπολογισμός Ξύλινων Κατασκευών"-,τόμος Α. εκδ.Γκιούρδας. Αθήνα, (κεφάλαιο 2ο-Απαιτήσεις Προστασίας Ξύλου)

S.Boll. 1979. *"Suppression of acoustic noise in speech using spectral subtraction",IEE Trans. Acoust.* 1979. 113-120.

Trada. (2007). *"*Timber information". εκδ.Trada. High Wycombe, (Trada section4,sheet28-Durability by design)

Werner. (1981). *"*Ξύλινες κατασκευές"-Βασικοί Υπολογισμοί και Κατασκευαστική Διαμόρφωση,τόμος Α. εκδ.Γκιούρδας. Αθήνα, (κεφάλαιο 3ο-Προστασία ξύλου στις κατασκευές).

W.Fuehrer, Optimierung von Balkenlagemanordnungen. 1977. "Bauen mit Holz 7". 1977, σσ. 317-322

Ελισσαίος Σ.Κατσαραγάκης. 2000. *Ξύλινες Κατασκευές.* Αθήνα : Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2000.

Ησίοδος. *"Έργα και Ημέραι",στ.807.* σ. στ.807.

Μανδηλαρά, Β.Γ. 1978. *"Πάπυροι και παπυρολογία",τεύχος Ι.* Αθήνα : s.n., 1978.

Ν.Κ.Χατζητρύφων, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός. 2000. "Υπολογιστικός Έλεγχος της Ταλάντωσεις Ξύλινων Πατωμάτων σε Ιστορικά Κτίρια". s.l. : ΤΕΕ, 2000, σσ. 125-132.

Π.Τουλιάτος, Ν.Καλογέρας, Χ.Κιρποτιν, Γ.Μακρής, Ι.Παπαιωαννου, Σ.Ραυτόπουλος, Μ.Τζίτζας. 1999. *Θέματα Οικοδομικής.* Αθήνα : Εκδόσεις Συμμετρία, 1999.

Προμπονά, Γ.Κ. 1978. *«Λεξικόν της Μυκηναϊκής Ελληνικής», τομ.Ι.* Αθήνα : s.n., 1978.

Ρίζος, Ν.Δημήτρης- Αρχιτέκτονας Ε.Μ.Π. "Το ξύλο ως βασικό υλικό στην εσωτερική αρχιτεκτονική & διακόσμηση". *-το ξύλο-.* [Ηλεκτρονικό] http://rizosdimitris.blogspot.gr/2012/01/blog-spot.html

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Floor vibrations-new result,. **Patricia Hamm, Antje Richter,Stefan Winter. 2010.** s.l. : WCTE(World Conference on Timber Engineering), 2010.

Jack Porteous and Abdy Kermani. 2007. *STRUCTURAL TIMBER DESIGN to Eurocode 5.* Oxford : Blackwell Publishing, 2007.

Αθανάσιος Χ.Τριανταφύλλου, καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών. 2005. *Δομικά Υλικά.* Πάτρα : Εργαστήριο Μηχανικής& Τεχνολογίας Υλικών,Τμημα Πολιτικών μηχανικών, 2005.

Β.Αναστασόπουλος. 2000. *Ανάλυση και Επεξεργασία Ψηφιακών Σημάτων.* Πανεπιστήμιο Πατρών : Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, 2000.

Δρ.Γεώργιος Μαντάνης-Τ.Ε.Ι. Λάρισας.(2003). «Δομή &Ιδιότητες Ξύλου»,μέροςΙ-Δομή & μέρος Ι-Δομή. Καρδίτσα.

Δρ.Γεώργιος Μαντάνης-Τ.Ε.Ι. Λάρισας.(2003). «Δομή &Ιδιότητες Ξύλου»,μέροςΙ-Δομή & μέρος ΙΙ-Ιδιότηττες. Καρδίτσα.

ΆΡΘΡΑ

Grenzzustaende der Gebrauchstauglichkeit-Sshwingugen.In,"Bemmesung und Baustoffe,Step1". **Ohlsson S. 1995.** s.l. : Blass & Goerlacher, 1995.

T.Giannakopoulos. 2009. *A method for silence removal and segmentation of speech signals, implemented in Matlab," .* Athens : University of Athens, 2009.

W.Moenck. 1995. *"Schaeden an Holzkonstruktionen - Analyse und Behebung".* Berlin : Bauwesen, 1995.

Jacinto Arrietta Crespo. June 2009, *‘‘Measurements of vibrations in wooden floors induced by walking”*

Xiping Wang et al. February 2004, *‘‘Low Frequency vibration approach for assessing performance of wood Floor systems”*

L.A. Soltis, X. Wang et al. October 2002 , *‘‘Vibration testing of timber floor systems”*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

*Διπλωματική Εργασία,Ε.Μ.Π.,***Κωνστάντιουν Ζαχαρούλα. Αθήνα,(Μάρτιος 2012).** «Προστασία Ξύλινων Κατασκευών»,Επιβλέποντες:΄΄Γ.Πουλάκος,Ε.Τσακανίκα.

*Πτυχιακή Εργασία,Τ.Ε.Ι.Καρδίτσας.,***Μωραίτη Αναστασίου & Παπαδοπύλου Παύλου. Καρδίτσα,(Οκτώβριος 2011).** «Ιδιαιτερότητες & Απαιτούμενες Προσαρμογές Τεχνολογίας κατασκευής Ξύλινων σπιτιών στην Ελλάδα»,Επιβλέπων: Κακάρας Ιωάννης & Γεώργιος Μαντάνης.

*Πτυχιακή Εργασία,Τ.Ε.Ι.Λάρισας.,***Τζιτζήρης Κωνσταντίνος. Λάρισα,(Μάιος 2010).** «Τα ξύλινα δάπεδα που επικρατούν στην Ελλάδα. Προσέγγιση των ηχομονωτικών δυνατοτήτων τους.»,Επιβλέπων: Σκαρβέλης Μιχαήλ.

*Πτυχιακή Εργασία,Τ.Ε.Ι.Καρδίτσας.,***Λαδά Θεώνη-Νικολέτα. Καρδίτσα,(Μάιος 2009).** «Εφαρμογές Ξύλου σε κατασκευές με Αρχαιολογική Αξία»,Επιβλέπων: Κακάρας Ιωάννης

ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

219 Domus-ISO 9001. Μαιος 2008. Ξύλινα Δάπεδα,. *Ξύλο Έπιπλο,.* Μαιος 2008.

219 Domus-ISO 9001. Σεπτέμβριος 2002. Το ξύλο της μόδας. *ξύλο Έπιπλο.* Σεπτέμβριος 2002, σσ. 50-55.

add2. kronoflooring. *Flooring accessories - Bodenzubehör(Katalog Zubehor).*

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Γραφείο επιμετρήσεων. *Y. KOUIS CONSTRUCTION CONSULTANTS LTD.* Κύπρος : s.n.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Kaltsidis & Co. [Ηλεκτρονικό] http://www.kaltsidis-wood.gr/wooden_floors_manual.pdf

Accoya Wood [Ηλεκτρονικό] http://www.accoya.com/

American Wood Council (AWC), USA[Ηλεκτρονικό] http://www.awc.org 133

APA-The Engineered Wood Association, USA[Ηλεκτρονικό] http://www.apawood.org/

Canadian Wood Council, Ottawa, Canada [Ηλεκτρονικό] http://www.cwc.ca/

Civil Engineering Portal Of Lectures and Training Material . [Ηλεκτρονικό] http://www.aboutcivil.com

EcoMarket. [Ηλεκτρονικό] http://www.ecomarket.com.

Engineering.JustAnswer.com/Beams. *Example Description .* [Ηλεκτρονικό] http://www.roymech.co.uk/Related/Construction/Timber_Ex.html.

Plato Wood [Ηλεκτρονικό] http://www.platowood.nl/

SourceJuice.. [Ηλεκτρονικό] http://www.sourcejuice.com.

ΤΕΕ, Οδηγοί δομικών υλικών, Ξύλο , [Ηλεκτρονικό] http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO

Trada, United Kingdom. [Ηλεκτρονικό] http://www.trada.co.uk

Ν.Ζυγούρης. my courses. *Άσκηση Επίλυσης Ξύλινου Πατώματος.* [Ηλεκτρονικό] http://mycourses.ntua.gr/courses/CIVIL1136/document/2013/%D0%F1%FC%F4%F5%F0%E5%F2_%C1%F3%EA%DE%F3%E5%E9%F2_%CE%FD%EB%E9%ED%F9%ED_%C2_-130303-001-_v1.pdf.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Wands. [Ηλεκτρονικό] http://www.wands.gr.

Koligas Parquet. [Ηλεκτρονικό] http://www.koligas.gr/images/fpage/pdf/instructions.pdf

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ Η/Υ

Χρήση Σχεδιαστικού Προγράμματος Ηλεκτρονικού Υπολογιστή **Autocad**

Χρήση Προγράμματος Ηλεκτρονικού Υπολογιστή Προγραμματισμού **MatLab**

Χρήση Προγράμματος Ηλεκτρονικού Υπολογιστή Επεξεργασίας Φωτογραφιών **PhotoShop**

ΕΞΩΦΥΛΛΟ

Επιμέλεια:**Βασιλική Κ.Ζύγουρα**

Βοήθεια στη Χρήση Προγράμματος Ηλεκτρονικού Υπολογιστή Επεξεργασίας Φωτογραφιών **PhotoShop: Θωμάς Σαγάνας & Νίκος Χατζηγεωργίου**

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Γραφεία Wands, 1ος όροφος. 2013. *Ξύλινο Πάτωμα,.* [συνεντευξ.] Επί τόπου μετρήσεις. Τετάρτη 29 Μαϊου 2013 **,** "Wands": Βαθύ Αυλίδος,Χαλκίδα Τ.Κ.34100,τηλ. 2221061890,info@wands.gr

Διευθυντής Εταιρείας "Wands":**Α.Βασίλαινας &** Βοήθεια από προσωπικό εταιρείας : **Δέσποινα και Κατερίνα**

Εξωτερικοί Συνεργάτες*(Όργανα μέτρησης):* **Βασίλης και Γιάννα**

Βοήθεια στη Χρήση Προγράμματος Ηλεκτρονικού Υπολογιστή Προγραμματισμού **MatLab, «Π**ρογραμματισμός αλγορίθμου για το μετασχηματισμό με βάση τη θεωρία Fourier»**, Κελίρης Αναστάσης.**