



Τ.Ε.Ι. Λάρισα  
Παράρτημα  
Καρδίτσας



Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου

Α΄ ΤΟΜΕΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΞΥΛΟΥ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Τα ξύλινα δάπεδα που επικρατούν στην Ελλάδα.  
Προσέγγιση των ηχομονωτικών δυνατοτήτων τους.**



**ΤΖΙΤΖΙΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

Επιβλέπων:

Δρ. Σκαρβέλης Μιχαήλ

Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισα

ΜΑΪΟΣ 2010



## Πρόλογος

Στα πλαίσια της πτυχιακής διατριβής, μου ανατέθηκε από το Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου (ΤΕΙ Λάρισας, παράρτημα Καρδίτσας), η εκπόνηση της παρούσας εργασίας, με θέμα «Τα ξύλινα δάπεδα που επικρατούν στην Ελλάδα. Προσέγγιση των ηχομονωτικών δυνατοτήτων τους».

Η ελληνική βιβλιογραφία με κύριο άξονα το ξύλινο δάπεδο, είναι αντικειμενικά περιορισμένη. Οι αναφορές που γίνονται για αυτό το συνεχώς εξελισσόμενο αντικείμενο (συνήθως από διάφορες εταιρείες), μπορεί να υποκρύπτουν ιδιωτικά συμφέροντα, οπότε δημιουργούν ελλιπή ενημέρωση για ευνόητους λόγους.

Επίσης, η δυνατότητα ηχομόνωσης των ξύλινων δαπέδων είναι ένα πολύ ιδιαίτερο θέμα που απαιτεί ειδικές γνώσεις και τεχνικές και απασχολεί όλο το φάσμα των εμπλεκομένων σε κατασκευές (αρχιτέκτονες, κατασκευαστές, καταναλωτές). Ωστόσο, δεν φαίνεται να υπάρχει επαρκής και τεκμηριωμένη πληροφόρηση, με αποτέλεσμα να επικρατούν διαφορετικές απόψεις είτε άγνοια σε βασικά ζητήματα, σχετικά με τους τύπους των δαπέδων, τις ορθές πρακτικές τοποθέτησης και τον τρόπο πρόκλησης ή μετάδοσης των θορύβων.

Με την παρούσα εργασία, ο υπογράφων, αφενός με την ιδιότητα του τελειόφοιτου σπουδαστή του Τμήματος Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, όπου αποκόμισε σημαντικές γνώσεις στη διάρκεια των σπουδών του, αφετέρου με την εμπειρία του ως κατασκευαστής ξύλινων δαπέδων, καταγράφει τους διάφορους τύπους ξύλινων δαπέδων που επικρατούν σήμερα στη χώρα μας και μελετά τις ηχομονωτικές τους ιδιότητες.

Αθήνα, Απρίλιος 2010

Τζίτζιρης Κ.

## Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου απ' το Τμήμα Τεχνολογίας και Σχεδιασμού Ξύλου και Επίπλου, Δρ. Σκαρβέλη Μιχαήλ και Δρ. Κακαρά Ιωάννη που με εισήγαγαν στο χώρο της έρευνας και μου πρόσφεραν την πολύτιμη βοήθειά τους, για περισσότερο από ένα χρόνο.

Επίσης, ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για τη βοήθεια και τη συμπαράσταση. Ιδιαίτερα, στον πατέρα μου, Ευάγγελο, που με μύησε στην τοποθέτηση των ξύλινων δαπέδων και στον οποίο, αφιερώνω την εργασία αυτή.

## Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος .....	3
Ευχαριστίες .....	4
Πίνακας Περιεχομένων.....	5
<b>1. Εισαγωγή .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας – Ισχύουσα κατάσταση .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Τύποι ξύλινων επιστρώσεων.....</b>	<b>11</b>
2.1.1 Συμπαγείς (μασίφ) σανίδες και επιστρώσεις .....	11
Κλασικά (ραμποτέ) παρκέτα .....	11
Τεχνολογία παραγωγής ξύλινων παρκέτων (στάδια παραγωγής) .....	13
Ο ρόλος της τεχνικής πρίσης στη σχεδίαση.....	14
Κολλητά συμπαγή παρκέτα (lam parquet) .....	16
Μωσαϊκά παρκέ (parquet mosaïque).....	17
Εύλινα δάπεδα σε εγκάρσια επιφάνεια (σόκορο) .....	18
Εύλινα προκατασκευασμένα πλαίσια.....	18
Παρκέτα εξωτερικού χώρου (deck).....	19
2.1.2 Πολύστρωμες σανίδες ξύλου (engineered floor) .....	21
Τεχνολογία παραγωγής τρίστρωμων σανίδων (στάδια παραγωγής) .....	22
2.1.3 Συνθετικές πολύστρωμες σανίδες laminate .....	23
Απ' ευθείας Συμπίεσης (Direct Pressed Laminate) .....	23
Υψηλής συμπίεσης (High Pressure Laminate) .....	24
2.1.4 Δάπεδα Φελλού .....	25
Πλάκες εξ' ολοκλήρου από φελλό .....	26
Σύνθετη επικάλυψη αποτελούμενη από 5 στρώσεις.....	26
<b>2.2 Είδη ξυλείας για δάπεδα κυκλοφορίας .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3 Σκληρότητα .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4 Ποιοτική διαλογή .....</b>	<b>33</b>
<b>2.5 Η σημασία της περιεχόμενης υγρασίας του δαπέδου .....</b>	<b>35</b>
<b>2.6 Αρμολόγηση (σοβατεπί) .....</b>	<b>40</b>
<b>2.7 Τοποθέτηση δαπέδου .....</b>	<b>41</b>
2.7.1 Δημιουργία κατάλληλης υποδομής .....	41

2.7.2 Υπάρχουσα υποδομή .....	44
<b>2.8 Επεξεργασία τελικής επιφάνειας .....</b>	<b>46</b>
2.8.1 Λείανση .....	47
2.8.2 Φινίρισμα .....	48
2.8.3 Χρωματισμός .....	50
<b>2.9 Ο ήχος και τα χαρακτηριστικά του .....</b>	<b>51</b>
2.9.1 Συχνότητα .....	51
2.9.2 Ακουστική πίεση .....	52
2.9.3 Ισχύς ήχου.....	52
2.9.4 Ένταση .....	53
2.9.5 Στάθμη ήχου .....	53
Υπολογισμός συνολικής στάθμης ήχου .....	54
2.9.6 Ταχύτητα ήχου .....	55
Ταχύτητα διάδοσης ήχου στο ξύλο .....	56
2.9.7 Χρόνος αντήχησης .....	57
2.9.8 Φαινόμενα κατά την διάδοση του ήχου .....	58
<b>2.10 Διάκριση μεταξύ ήχου και θορύβου .....</b>	<b>59</b>
Ο θόρυβος και οι συνέπειες του στον άνθρωπο .....	60
<b>2.11 Είδη μετάδοσης ήχων .....</b>	<b>63</b>
<b>2.12 Νομοθεσία .....</b>	<b>65</b>
<b>2.13 Μόνωση από αερόφερτο ήχο .....</b>	<b>66</b>
Δείκτης ηχομόνωσης STC .....	68
<b>2.14 Μόνωση από κτυπογενή ήχο .....</b>	<b>70</b>
Δείκτης ηχομόνωσης HC .....	73
<b>2.15 Κτιριοδομικός κανονισμός .....</b>	<b>75</b>
<b>2.16 Απορρόφηση ήχου .....</b>	<b>81</b>
<b>2.17 Μονωτικά υλικά .....</b>	<b>84</b>
2.17.1 Υποστρώματα και ελαστικά σώματα .....	85
2.17.2 Κόλλες και σφραγιστικά ήχου .....	88
2.17.3 Υλικά γεμίσματος κενού μεταξύ των δοκών .....	88
2.17.4 Άλλα ηχομονωτικά προϊόντα .....	91
<b>3. Σκοπός πειράματος .....</b>	<b>93</b>
<b>4. Υλικά και μέθοδοι .....</b>	<b>94</b>

<b>4.1 Κατασκευή δειγμάτων</b> .....	95
Καρφωτό δάπεδο απλής μορφής .....	95
Ενισχυμένο καρφωτό δάπεδο .....	96
Κολλητό δάπεδο .....	97
Συνθετικό δάπεδο laminate .....	98
<b>4.2 Πειραματικός χώρος και εξοπλισμός</b> .....	99
<b>4.3 Μεθοδολογία</b> .....	102
<b>5. Αποτελέσματα – Συζήτηση</b> .....	103
<b>6. Συμπεράσματα</b> .....	109
Βιβλιογραφία .....	112

# 1. Εισαγωγή

Με τη πάροδο του χρόνου, διαφορετικοί τύποι δαπέδων εισβάλλουν στο χώρο της δόμησης και της διακόσμησης. Κάποιοι απ' αυτούς, γίνονται μέρος της ζωής μας ενώ πολλοί, απορρίπτονται από το χρόνο και τις τάσεις των εποχών. Το ξύλινο δάπεδο, ως δομικό υλικό έχει αποδείξει ότι υπερέχει σε όλους τους τομείς, σε βάθος αιώνων! Σήμερα, το ξύλινο δάπεδο αποτελεί παγκοσμίως αναπόσπαστο στοιχείο των περισσότερων σύγχρονων αλλά και παλαιότερων κατοικιών. Οι λόγοι είναι προφανείς: Το ξύλο είναι ένα φυσικό προϊόν, ένας ζωντανός οργανισμός που προσφέρει το αίσθημα της ζεστασιάς και της άνεσης, προσδίδει ομορφιά και κομψότητα όπου χρησιμοποιηθεί, συνδυάζοντας παράλληλα φυσικές και μηχανικές αρετές. Συγκεκριμένα στο χώρο του δαπέδου, προσφέρεται δυνατότητα πολλών επιλογών ως προς το τύπο, τη μορφή και τη σχεδίαση του δαπέδου, το είδος του ξύλου, τον τρόπο εγκατάστασης. Επίσης, το ξύλινο δάπεδο όπου συναντάται αναβαθμίζει αισθητικά το χώρο, δημιουργεί ένα υγιεινό μικροκλίμα (λόγω της αργής προσρόφησης και αποβολής της υγρασίας), έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, είναι θερμομονωτικό και δεν φορτώνεται με στατικό ηλεκτρισμό.

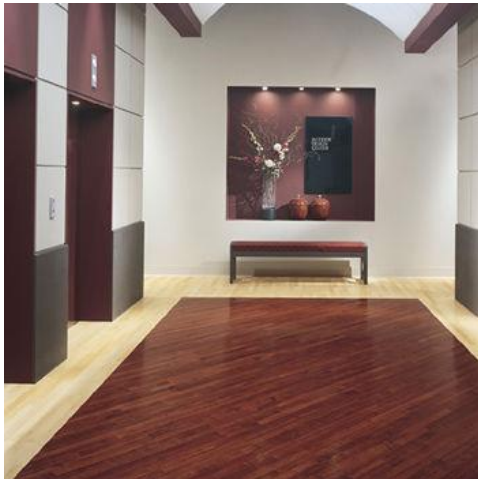
Ωστόσο, επειδή τίποτα δεν είναι τέλει σ' αυτό το κόσμο, έτσι και το ξύλινο δάπεδο υστερεί σε κάποια σημεία, τα οποία όμως αν μελετώνται κατάλληλα, αντιμετωπίζονται σε μέγιστο βαθμό.

Είναι γεγονός ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι συνυφασμένη με τη δημιουργία θορύβων, οι οποίοι πολλές φορές μπορεί να είναι λίγο ή πολύ ενοχλητικοί, ειδικά όταν πρόκειται για χώρους κατοικίας ή κάποιων ειδικών χρήσεων (π.χ. βιβλιοθήκες, νοσοκομεία, κ.ά.). Καθημερινά φαινόμενα όπως πτώσεις αντικειμένων, μετακίνηση επίπλων, συζητήσεις, το παιχνίδι και οι φωνές ενός παιδιού, η δυνατή μουσική είναι μερικές συνηθισμένες πηγές θορύβου που «κυκλοφορούν» και μέσω των δαπέδων. Η ένταση των θορύβων μπορεί να επιτείνεται ή να μετριάζεται, ανάλογα με το είδος του θορύβου και τα εκάστοτε χρησιμοποιούμενα υλικά.

Στο εισαγωγικό κομμάτι της εργασίας γίνεται εκτεταμένη αναφορά στους υφιστάμενους τύπους ξύλινων δαπέδων που κατασκευάζονται σήμερα στην Ελλάδα, καθώς και μια σχετικά αναλυτική προσέγγιση στα θέματα του ήχου, της μετάδοσης των θορύβων και την επίδραση σε αυτόν, των διάφορων υλικών.



Ακολουθεί η παρουσίαση του πειραματικού μέρους, που αφορά το σχεδιασμό και την υλοποίηση πειράματος που έγινε με χρήση διαφορετικών τύπων ξύλινου δαπέδου, προκειμένου να αξιολογηθούν οι ηχομονωτικές ιδιότητές τους και να εξαχθούν συμπεράσματα, χρήσιμα για τον εμπλουτισμό της πληροφόρησης και τη βελτίωση της ποιότητας των κατασκευών.



## 2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας – Ισχύουσα κατάσταση

Το ξύλινο δάπεδο προσφέρει δυνατότητα επιλογής από μια ευρεία ποικιλία ειδών ξύλου, τύπων δαπέδου, σχεδίων, χρωμάτων κλπ. Τα κριτήρια επιλογής σχετίζονται τόσο με την αισθητική, όσο και την λειτουργικότητα. Αντίθετα από την αισθητική, που είναι ένας υποκειμενικός παράγοντας, η λειτουργικότητά του πρέπει να μελετάται σωστά πριν την επιλογή του κατάλληλου 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

Η χρήση ενός δαπέδου ελαφριά ή βαριά, εξαρτάται άμεσα από τον χώρο στον οποίο βρίσκεται. Δημόσιοι και εμπορικοί χώροι απαιτούν ανθεκτικότερα δάπεδα με υψηλή αντοχή στη τριβή, σε σχέση με αντίστοιχους οικιακούς χώρους. Επίσης, υπάρχουν περιπτώσεις που προσδοκάται από ένα δάπεδο να φέρει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως αντοχή σε υψηλές αυξομειώσεις υγρασίας, ηχομονωτικές ή ακουστικές ικανότητες, ανάγκη εξασφάλισης δαπέδου φιλικού για πολύωρη ορθοστασία κλπ.

Οι επιθυμητές δυνατότητες συντήρησης και επισκευής του ξύλινου δαπέδου μπορούν επίσης να καθορίσουν την τελική επιλογή. Ενδεικτικά, ένα παραδοσιακό δάπεδο από συμπαγή παρκέτα μπορεί να επαναλειανθεί και στιλβωθεί 4-6 φορές. Αυτό το πλεονέκτημα του δίνει μια διάρκεια ζωής άνω των 40 ετών. Αντίθετα ένα δάπεδο τύπου Laminate, δεν επιδέχεται καμία λείανση. Ωστόσο, δάπεδα από λωρίδες με βιομηχανικά επεξεργασμένη επιφάνεια προσφέρουν ταχύτερη εγκατάσταση και πιθανότατα μικρότερο κόστος. Δυνατότητες σημαντικές, για την εποχή μας.

## 2.1 Τύποι ξύλινων επιστρώσεων

Ανάλογα με την τεχνολογία παραγωγής τους οι ξύλινες επενδύσεις διακρίνονται σε :

### 2.1.1 Συμπαγείς (μασίφ) σανίδες και επιστρώσεις

Τα συμπαγή τεμάχια αποτελούνται από το ίδιο ξύλο σε όλο το πάχος τους (μασίφ). Το ξύλινο δάπεδο με συμπαγή τεμάχια μπορεί να κατασκευαστεί με παρκέτα διάφορων μορφών, με προσυναρμολογούμενα σανιδάκια, ξύλινους τάκους και προκατασκευασμένα πλαίσια.

#### Κλασικά (ραμποτέ) παρκέτα

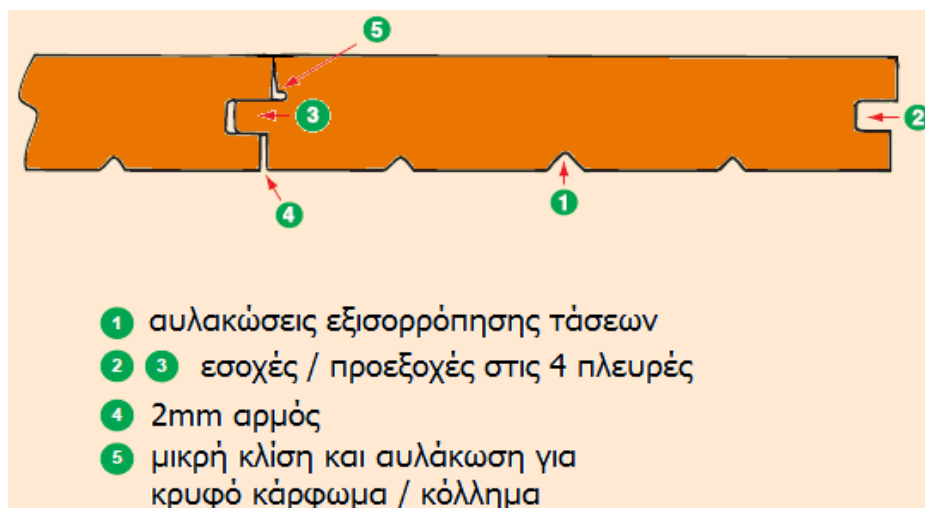
Εικόνα 1. Μορφή συμπαγών παρκέτων



Τα κλασικά παρκέτα είναι οι συμπαγείς σανίδες που διαθέτουν κατάλληλες εσοχές και προεξοχές για πλευρική σύνδεση. Το σύνηθες πάχος τους είναι 22 mm. Αυτό όμως είναι πιθανό να διαφοροποιείται από κατασκευαστή σε κατασκευαστή και ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε είδους ξύλου. Κάθε πάχος συνιστάται για ορισμένες χρήσεις. Γενικότερα, ισχύει ότι όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του ξύλου, τόσο σκληρότερη χρήση και περισσότερες και βαθύτερες διαδοχικές λειάνσεις επιτρέπει (μεγαλύτερη διάρκεια ζωής).



Εικόνα 2. Συνολικό και ωφέλιμο πάχος συμπαγούς παρκέτου, σε παρκέτα διαφορετικού πάχους<sup>25</sup>.



Εικόνα 3. Λεπτομέρεια συμπαγούς παρκέτου σε εγκάρσια τομή

Το σύνηθες πλάτος των σανίδων κυμαίνεται μεταξύ 60-90 mm, μπορεί όμως να φτάσει τα 140 mm. Αύξηση του πλάτους βελτιώνει σε ορισμένες περιπτώσεις το συνολικό αισθητικό αποτέλεσμα του δαπέδου αλλά αυξάνει το κίνδυνο σκεβρώματος και τις μεταβολές της διάστασης αυτής (εξαιτίας διακυμάνσεων της υγρασίας). Για την αντιμετώπιση των κινδύνων αυτών προβλέπονται συγκεκριμένα μέτρα, που θα αναφερθούν παρακάτω. Το μήκος είναι επίσης μεταβλητό και κυμαίνεται μεταξύ 30-120 cm. Ως επί το πλείστον, τοποθετούνται καρφωτά, πάνω σε υποδομή από καδρόνια ενώ κάποιες φορές κολλητά, με χρήση ισχυρών συγκολλητικών ουσιών.

Σε ορισμένες μονάδες, γίνεται λείανση και στίλβωση των παρκέτων κατά τα στάδια παραγωγής (βιομηχανική βερνίκωση)<sup>12</sup>. Πρόσθετα, κάποιες φορές κατεργάζονται αξονικά όλες οι ακμές της άνω πλευράς τους για τη δημιουργία σχεδίου (beveled– distressed). Κυκλοφορούν στο εμπόριο ως «προγουλισμένα μασίφ παρκέτα» και δεν απαιτούν επεξεργασία επιφάνειας μετά την τοποθέτηση.



Εικόνα 4. Προγουλισμένα συμπαγή παρκέτα

## Τεχνολογία παραγωγής ξύλινων παρκέτων (στάδια παραγωγής)

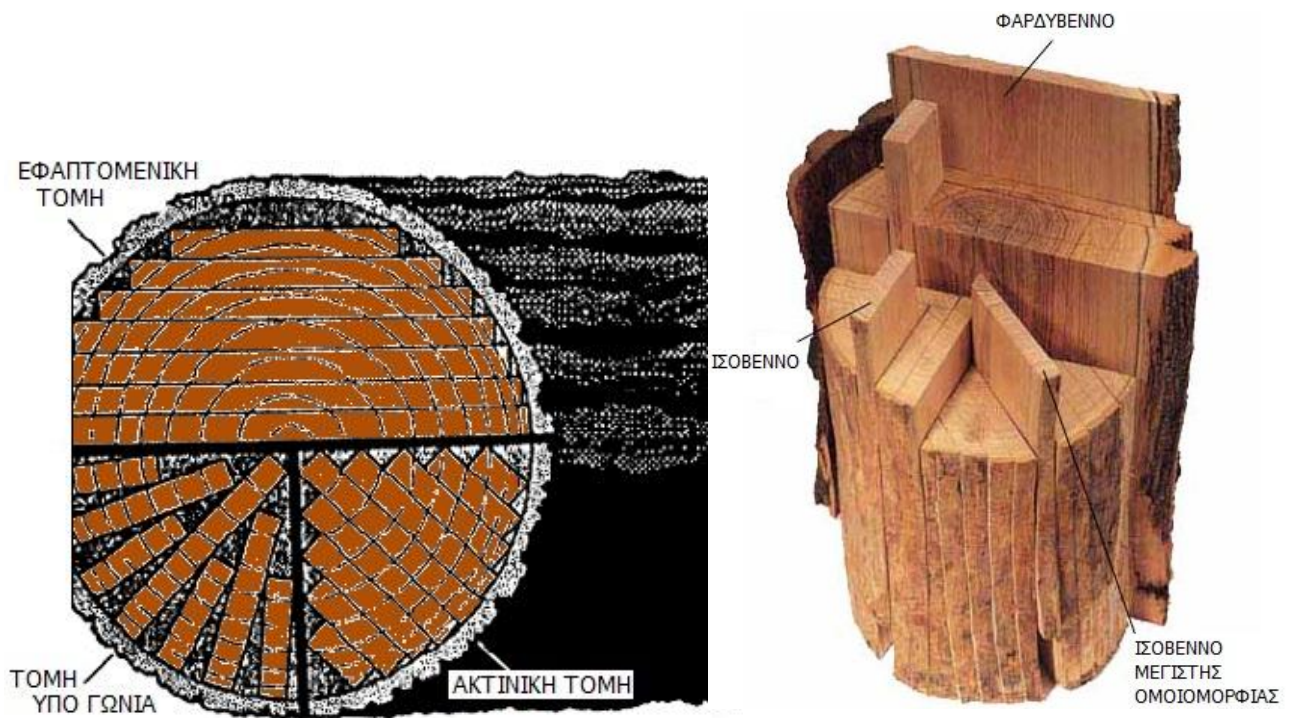
Στην χώρα μας παράγεται ξυλεία για δάπεδα από οργανωμένες μονάδες επεξεργασίας, σε αρκετά μεγάλες ποσότητες. Η ξυλεία, όταν είναι εισαγόμενη, έρχεται συνήθως σε μορφή κορμών ή άλλοτε σε τεμαχισμένες φρίζες (μη πλανισμένες σανίδες, πάχους συνήθως 25 mm) προς τελική διαμόρφωση. Ακολουθούν κατά σειρά, τα γενικά στάδια παραγωγής του συμπαγούς παρκέτου<sup>10</sup>.

- Εγκάρσια κοπή κορμών σε μήκη, πολλαπλάσια του μήκους των παρκέτων.
- Πρίση κορμοτεμαχίων σε πλάκες πάχους ίσου ή λίγο μεγαλύτερου (υπερδιάσταση) με το πλάτος ή το πάχος του παρκέτου.
- Εγκάρσια πρίση πλακών σε μήκος ίσο με μήκος παρκέτου.
- Επανάπριση πλακών σε φρίζες σε πάχος ίσο ή μερικά mm μεγαλύτερο από το τελικό πάχος του παρκέτου.
- Ταξινόμηση ανά μήκος, πλάτος και πάχος
- Στοίβαξη
- Φυσική ξήρανση μέχρι περιεχόμενη υγρασία 20-30%
- Τεχνητή ξήρανση μέχρι περιεχόμενη υγρασία 8-12%
- Παρύφωση
- Πλάνισμα επιφανειών
- Διαλογή
- Διαμόρφωση κατά μήκος πλευρών (εσοχές – προεξοχές)
- Διαλογή
- Διαμόρφωση εγκάρσιων πλευρών (εσοχές – προεξοχές)
- Διαλογή – ποιοτική ταξινόμηση
- Συσκευασία
- Αποθήκευση



Εικόνα 5. Βιομηχανική μονάδα παραγωγής ξύλινων δαπέδων της εταιρείας Ρουσσέτος Α.Ε. Διακρίνεται το στάδιο φυσικής ξήρανσης, και οι γραμμές παραγωγής παρκέτων.

### Ο ρόλος της τεχνικής πρίσης στη σχεδίαση



Εικόνα 6. Τομές και σχεδιάσεις

Ανάλογα με το μέγεθος και την κατηγορία των κορμοτεμαχίων<sup>3</sup>, τις διαστάσεις των παραγόμενων πριστών και την επιθυμητή σχεδίαση στις επιφάνειες τους, χρησιμοποιείται η μέθοδος της ολικής και της τμηματικής πρίσης. Με την ολική πρίση ενός κορμού παράγονται πριστά κυρίως εφαπτομενικής τομής ενώ με την τμηματική, ακτινικής τομής.

Στην **εφαπτομενική τομή** το πρώιμο και όψιμο ξύλο παρουσιάζουν μια παραβολοειδή σχεδίαση (*φαρδύβεννα*) και οι ακτίνες παρουσιάζονται σαν επιμήκεις ατρακτοειδείς γραμμές. Είναι η παραγωγικότερη μέθοδος κοπής των κορμών για ξυλεία δαπέδων, και μπορεί τα παραγόμενα πριστά να περιλαμβάνουν ορισμένα χαρακτηριστικά τμηματικής τομής.



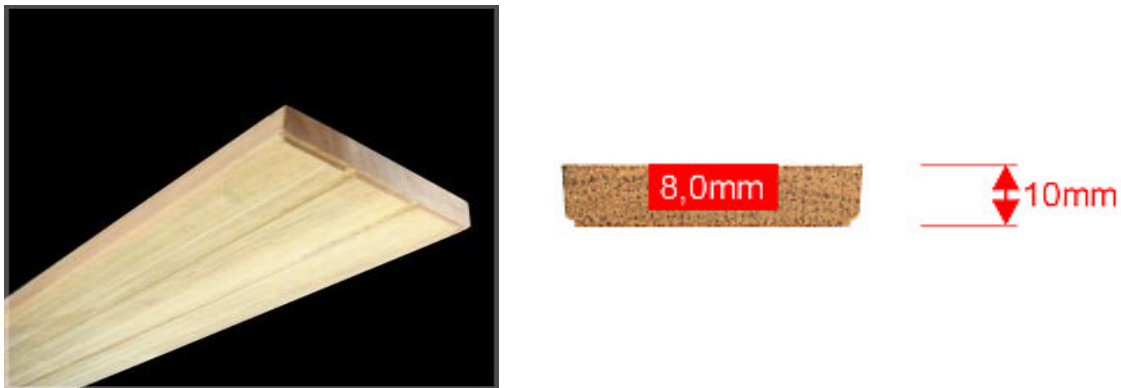
Με την **ακτινική τομή** τα παραγόμενα πριστά χαρακτηρίζονται από μια ομοιομορφία στη σχεδίαση. Το εγκάρδιο και το σομφό ξύλο, οι αυξητικοί δακτύλιοι, το πρώιμο και το όψιμο ξύλο και η εντεριώνη εμφανίζονται σαν επιμήκεις ταινίες (*ισόβεννα*). Οι πόροι των πλατυφύλλων και οι ρητινοφόροι αγωγοί των κωνοφόρων εμφανίζονται σαν λεπτές επιμήκεις γραμμές και οι ακτίνες εμφανίζονται σαν ακανόνιστες κηλίδες. Στη δρυ, οι ακτίνες σε ακτινική τομή δημιουργούν χαρακτηριστική σχεδίαση που είναι γνωστή σαν χρυσαλίδα. Χαρακτηριστική είναι επίσης και η ακτινική τομή της οξιάς που μοιάζει σαν βροχή. Με αυτή τη μέθοδο κοπής παράγεται ξυλεία δαπέδων με μεγάλη αισθητική αξία, μεγάλη διαστασιακή σταθερότητα και υψηλότερο κόστος.



**Τομή σε τεταρτημόρια.** Είναι μια παραλλαγή της ακτινικής τομής με ακόμα καλύτερα ποιοτικά και αισθητικά αποτελέσματα. Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο κοπής, κάθε τομή γίνεται σε μια ελαφρώς διαφορετική γωνία. Τα αποτελέσματα της είναι μέγιστη ομοιομορφία στην επιφάνεια των πριστών, αλλά εμφανίζεται μεγάλη φθορά και υψηλότερο κόστος παραγωγής.

## Κολλητά συμπαγή παρκέτα (lam parquet)

Τα παρκέτα αυτού του τύπου, είναι μια εξέλιξη του κλασικού παρκέτου αλλά προορίζονται αποκλειστικά για κολλητή τοποθέτηση. Παράγονται κυρίως σε πάχη 10 mm και 14 mm ή και ακόμα μικρότερα. Οι μικρού πάχους λωρίδες δεν φέρουν εσοχές και προεξοχές περιμετρικά, και απαιτούν πλήρη πλευρική επαφή κατά την τοποθέτηση με συγκόλληση. Διατίθενται σε διάφορα είδη όπως δρυς, ιρόκο, ντουσιέ, παντούκ και σε ποιοτικές διαλογές.



Εικόνα 7. Μορφή κολλητού παρκέτου. Συνολικό και ωφέλιμο πάχος.

Αποτελούν ικανοποιητική λύση για νέες κατασκευές, ωστόσο βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή σε ανακαινίσεις κατοικιών, παλαιών κτιρίων και αναβαθμίσεις επαγγελματικών χώρων. Το μικρό τους πάχος επιτρέπει να κολληθούν πάνω σε οποιοδήποτε υπάρχον δάπεδο (τσιμεντοκονία, παλαιό μωσαϊκό, μάρμαρο, πλακάκι, παλαιό ξύλινο πάτωμα κλπ.).

Τα κολλητά συμπαγή παρκέτα έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής διότι μπορούν να τριφτούν και να λουστραριστούν σχεδόν τόσες φορές, όσες και τα κλασσικά καρφωτά παρκέτα. Λόγω των διαστάσεων και της κοπής τους προσφέρονται για περιπτώσεις όπου υπάρχει ενδοδαπέδια θέρμανση καθώς και για την δημιουργία σχεδίων. Επίσης, αποφεύγεται η κατασκευή υποδομής από καδρόνια και τα ανεπιθύμητα τριξίματα. Ωστόσο απαιτούν επιπεδωμένη και καθαρή επιφάνεια με χαμηλά ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας.



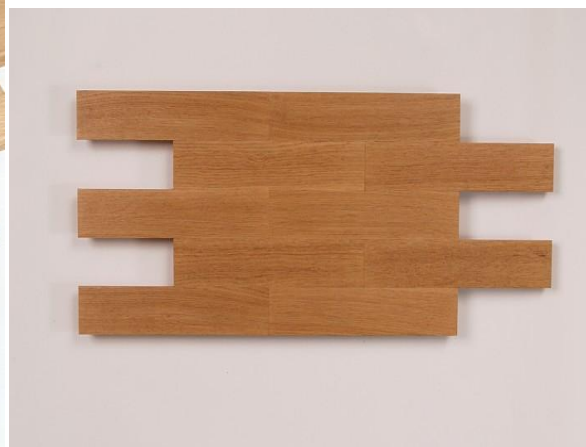
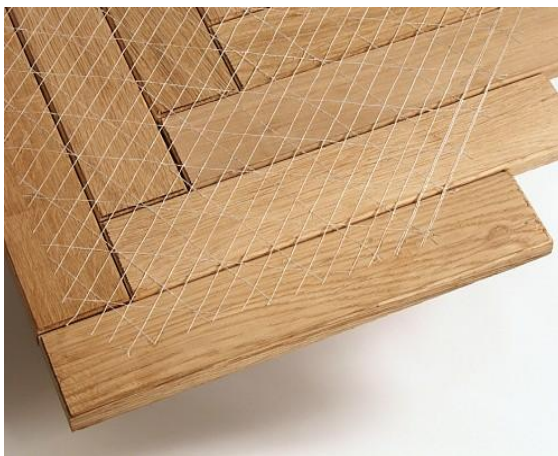
## Μωσαϊκά παρκέ (mosaique parquet)

Το μωσαϊκό παρκέ συντίθεται από ξύλινα σανιδάκια μικρών διαστάσεων: 24x120 mm, 23x160 mm κ.α. Προσυναρμολογούνται σε διάφορες διατάξεις στο εργοστάσιο παραγωγής, σε επίπεδη επιφάνεια διαστάσεων συνήθως 480x480 mm. Η συναρμολόγηση γίνεται με πλέγμα (δίχτυ) πλαστικής κλωστής ή φύλλο χαρτιού κολλημένου στο πίσω μέρος και προορίζεται για κολλητή τοποθέτηση. Το πάχος τους γενικά, είναι 8 mm.



Εικόνα 8. Μορφές μωσαϊκού παρκέ

Εξέλιξη του mosaique parquet αποτελεί το παρκέ με λεπτοσανίδες μεγαλύτερων διαστάσεων, κολλημένες μεταξύ τους με τον ίδιο τρόπο αλλά σε ποικιλία σχεδίων. Πρόκειται για δάπεδο κατάλληλο για έντονη χρήση και κατασκευάζεται συνήθως από ξύλο δρυός.



Εικόνα 9. Λεπτοσανίδες τύπου mosaique σε διάφορες διατάξεις. Διακρίνεται το δίχτυ συγκράτησης απ' την κάτω πλευρά.

### **Ξύλινα δάπεδα σε εγκάρσια επιφάνεια (σόκορο)**

Το δάπεδο σε σόκορο κατασκευάζεται από ξύλινους τάκους τετραγωνικής διατομής 7x7 mm, 8x8 mm, 9x9 mm κλπ. και ύψους 5-10 mm. Παρατίθενται κατά τρόπο, ώστε οι ίνες του ξύλου να είναι κατακόρυφες (εμφανή η εγκάρσια τομή) μετά την τοποθέτηση η οποία γίνεται κολλητή. Τα



χρησιμοποιούμενα είδη ξύλου είναι τα σκληρά και μέτρια σκληρά πλατύφυλλα. Το σόκορο χαρακτηρίζεται από μεγάλη σκληρότητα, γι' αυτό συνιστάται ως δάπεδο σε χώρους βαριάς κυκλοφορίας. Ωστόσο παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι απαιτεί μεγάλη ποσότητα ξύλου.

### **Ξύλινα προκατασκευασμένα πλαίσια**

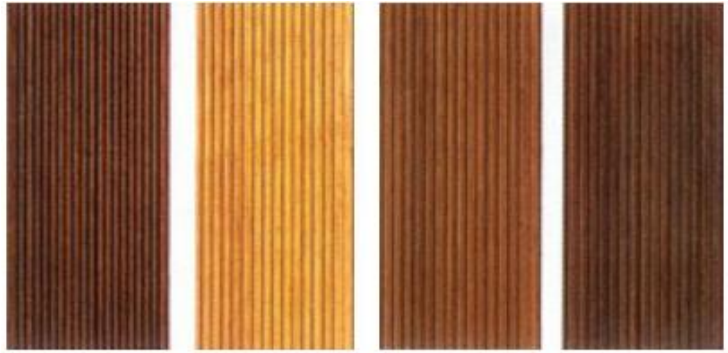
Στο εμπόριο κυκλοφορεί μια μεγάλη ποικιλία ξύλινων προκατασκευασμένων επιφανειών (πάνελ) σε διάφορες μορφές. Συνήθως, κατασκευάζονται από συμπαγή τεμάχια ξύλου στερεωμένα με συγκόλληση σε πλάκα από ινοσανίδα ή μοριοσανίδα. Το τετράγωνο σχήμα τους έχει μήκος πλευράς 1 m ή λιγότερο. Δίνουν την δυνατότητα διάφορων σχεδιασμών στην επιφάνεια τους προσφέροντας ένα εντυπωσιακό αισθητικά αποτέλεσμα. Πλευρικά, μπορεί να έχουν κατάλληλη διαμόρφωση εσοχής - προεξοχής και η τοποθέτησή τους γίνεται με κάρφωμα ή με συγκόλληση σε ψευδοπάτωμα. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε ανακαινίσεις, σε αποκαταστάσεις και αναστηλώσεις ιστορικών κτηρίων.



Εικόνα 10. Σχέδια προκατασκευασμένων πλαισίων

## Παρκέτα εξωτερικού χώρου (deck)

Τα παρκέτα εξωτερικών χώρων χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία για την επένδυση επίπεδων επιφανειών σε πλήρως εκτεθειμένα σημεία από τις συνθήκες του περιβάλλοντος όπως πισίνες, κήπους, σκάλες,



χώρους πάρκων. Χρησιμοποιούνται επίσης, σε υγρά περιβάλλοντα εσωτερικών χώρων όπως λουτρά, κουζίνες κλπ. Κατασκευάζονται από ανθεκτική στις καιρικές μεταβολές τροπική ξυλεία, όπως μπανγκιράι, ιρόκο, τικ, μασσαραντούμπα και έχουν το κλασικό παραλληλεπίπεδο σχήμα, χωρίς εσοχές και προεξοχές. Διατίθενται σε μεγάλα μήκη (>1 m) και πλάτη (>9 cm). Το πάχος τους κυμαίνεται σε 22-25 cm και κατά μήκος στην επιφάνεια τους μπορεί να φέρουν αντιολισθητικές ραβδώσεις.



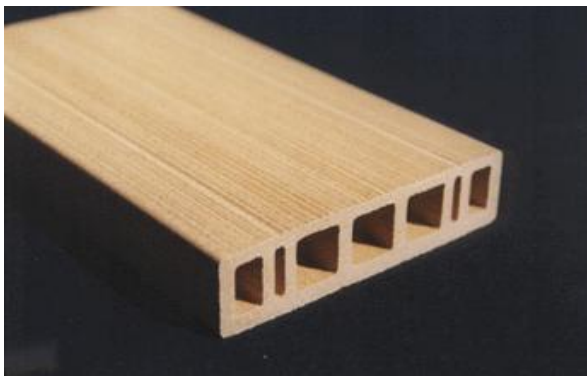
Εικόνα 11. Παρκέτα εξωτερικού χώρου από τροπική ξυλεία (massaranduba)

Πέρα απ' τη μορφή σανίδων, η ξυλεία για ανάλογα δάπεδα προσφέρεται και σε μορφή πλακών (deck tiles). Σ' αυτή τη περίπτωση τα μικρού μήκους στοιχεία είναι προσυναρμολογημένα σε μια βάση πλέγματος πλαστικής ρητίνης με συνολικό πάχος 30-37 mm. Οι διαστάσεις των πλακών ποικίλουν ανάλογα τον κατασκευαστή: 290x290 mm, 300x300 mm, 300x600 mm κ.ά.

Εικόνα 12.  
Ξύλινες πλάκες  
εξωτερικού  
χώρου.

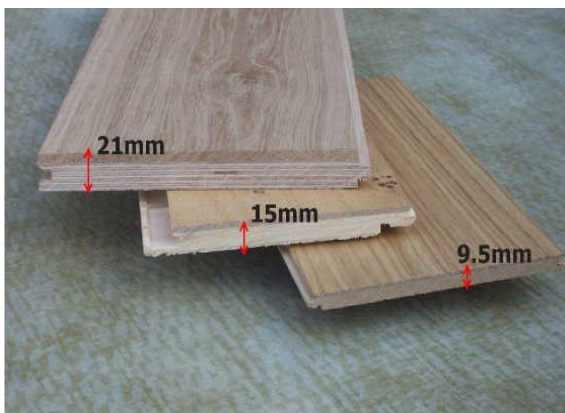


Με τη χρήση προηγμένης τεχνολογίας παράγεται σήμερα, συνθετικό παρκέτο W.P.C <sup>26</sup> (Wood Plastic Composite) εξωτερικού χώρου και αποτελείται από 70% ρινίσματα ξύλου και 30% πολυαιθυλένιο (παραγωγής Strandex, Αμερική). Σύμφωνα με την εταιρεία έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και δεν έχει ανάγκη από συστηματική συντήρηση με έλαια και βερνίκια.



Επίσης έχει σχεδόν μηδενική απορρόφηση υγρασίας και μεγάλη αντοχή σε σήψη και επιβλαβείς οργανισμούς. Ωστόσο, η αντοχή τους δεν έχει δοκιμαστεί στο χρόνο, ειδικά σε κλίματα σαν το δικό μας με τις μεγάλες εναλλαγές θερμοκρασίας - σχετικής υγρασίας από χειμώνα σε καλοκαίρι.

## 2.1.2 Πολύστρωμες σανίδες ξύλου (engineered floor) <sup>14</sup>



Αποτελούνται από μια εμφανή στρώση από το επιθυμητό ξύλο, που χαρακτηρίζει και ονομάζει το τελικό προϊόν, κολλημένη πάνω σε υπόβαθρο από ακατάλληλο για τελική στρώση ξύλο (συνήθως ελάτη). Η περισσότερο συνήθης αντικολλητή σανίδα κατασκευάζεται από 3 επάλληλες στρώσεις συγκολλημένες σε ολόκληρη την επιφάνεια επαφής και με

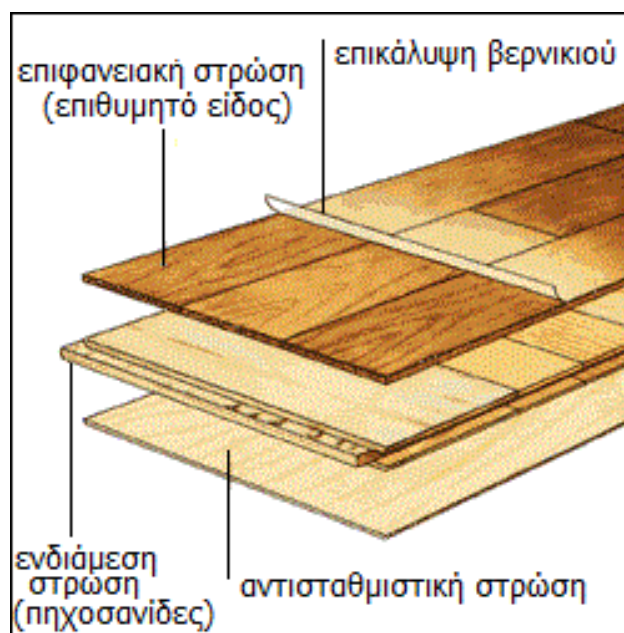
διασταυρωμένες τις ίνες τους, ώστε να περιορίζονται οι φυσικές τάσεις παραμόρφωσης του ξύλου.

Οι τρεις στρώσεις είναι:

Η εμφανής. Το πάχος της ποικίλει. Είναι γενικά 3,2 mm μπορεί να φτάσει μέχρι 6 mm ή να μειωθεί στα 2,5 mm. Είναι η μόνη ορατή στρώση, η στρώση χρήσης.

Η ενδιάμεση. Κατασκευάζεται από λεπτοσανίδες ξυλείας κωνοφόρων κατώτερης ποιότητας ή από μικρού πάχους κόντρα πλακέ. Στην ευρωπαϊκή παραγωγή κυριαρχεί η πρώτη επιλογή (λεπτοσανίδες).

Η κατώτερη (αντισταθμιστική). Είναι μια στρώση λεπτή από ξύλο κωνοφόρων κατά κανόνα, που στοχεύει την σταθεροποίηση της σανίδας συνολικά.



Εικόνα 13. Τυπική δομή τρίστρωμης σανίδας

## Τεχνολογία παραγωγής τρίστρωμων σανίδων (στάδια παραγωγής)

- Παραγωγή ξυλλοφύλλων με παλινδρομική ή περιστροφική τομή
- Παραγωγή στρώσης πηχοσανίδων ή αντικολλητού
- Τοποθέτηση ξυλόφυλλου περιστροφικής τομής ως κάτω επιφάνεια. Στην άνω επιφάνεια του έχει γίνει επάλειψη με συγκολλητική ουσία.
- Τοποθέτηση μεσαίας στρώσης επί του προηγούμενου ξυλοφύλλου με την διεύθυνση των ινών να είναι κάθετη προς τη διεύθυνση των ινών της κάτω επιφάνειας.
- Τοποθέτηση επάνω στη μεσαία στρώση ενός άλλου ξυλοφύλλου συνήθως παλινδρομικής τομής, με την διεύθυνση των ινών του ξυλλοφύλλου να είναι κάθετη προς τη προηγούμενη στρώση. Στην κάτω επιφάνεια του ξυλλοφύλλου έχει γίνει επάλειψη με συγκολλητική ουσία.
- Τοποθέτηση των στρωμάτων σε πρέσα και θερμή πίεση
- Κλιματισμός
- Παρύφωση
- Διαμόρφωση κατά μήκος και εγκάρσιων πλευρών (εσοχές – προεξοχές)
- Διαδικασίες φινιρίσματος
- Συσκευασία – αποθήκευση

Τα σύνθετα τεμάχια παράγονται σε διάφορα πάχη, από 7 mm έως και 23 mm με προδιαμορφωμένες τις κατακόρυφες πλευρές τους (εσοχές- προεξοχές) για διευκόλυνση της τοποθέτησης και καλύτερη στερέωση. Επιδέχονται μια, δύο ή τρεις λειάνσεις.

Εκτός από την πεύκη, όλα τα άλλα είδη μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εμφανή στρώση του αντικολλητού, που παράγεται σε σανίδες ή πλάκες και μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιονδήποτε συνδυασμό για την υλοποίηση οποιουδήποτε διακοσμητικού σχεδίου.

Εξαιτίας της πολυεπίπεδης σύνθεσης και κάθετης διάταξης των στρώσεων, είναι πιο σταθερά διαστασιακά από τα κλασικά παρκέτα και έχουν μεγαλύτερη αντίσταση σε στρέβλωση κατά τις διακυμάνσεις της περιεχόμενης υγρασίας. Ωστόσο, αν εκτεθούν σε υψηλά επίπεδα υγρασίας, θα υπάρξουν



και σ' αυτή τη περίπτωση ανάλογες επιπτώσεις όπως φουσκώματα, κενά, σχισίματα κλπ. Προϊόν σύγχρονο, η σύνθετη ξύλινη επίστρωση προσφέρεται σχεδόν πάντα προβερνικωμένη και με ειδικές επεξεργασίες επιφανείας, έτοιμη για κυρίως πλωτή τοποθέτηση.

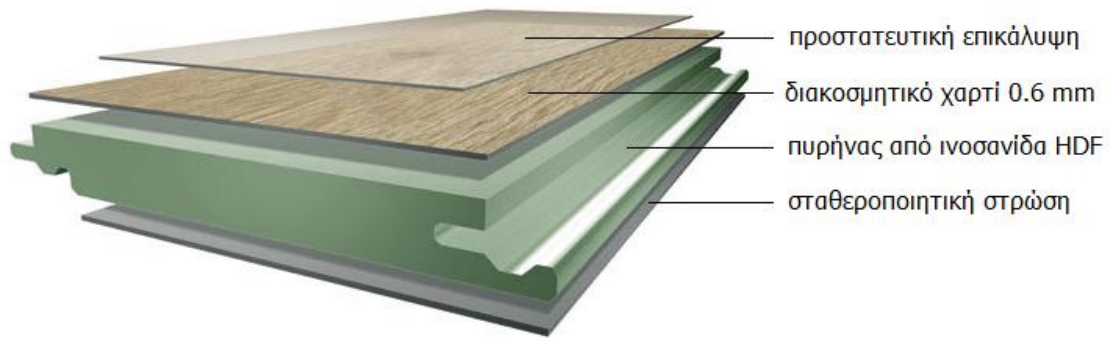
### **2.1.3 Συνθετικές πολύστρωμες σανίδες (laminat)**

Κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά το 1977, από την σουηδική εταιρεία Pergo αλλά διαδόθηκαν ευρέως ανά τον κόσμο την τελευταία δεκαετία. Μιμούνται τα ξύλινα δάπεδα ως προς την εμφάνιση, έχουν ευκολότερη τοποθέτηση, όμως δεν επιδέχονται λείανση όπως τα ξύλινα. Κατασκευάζονται από ινοσανίδα επικαλυμμένη με συνθετικό φύλλο υψηλής αντοχής σε απομίμηση ξύλου και έχουν μικρό συνολικό πάχος, 7-10 mm. Πρόκειται για προϊόντα υψηλής τεχνολογίας ικανά να ανταγωνιστούν το αυθεντικό ξύλο, κατάλληλα για επαγγελματικούς χώρους όπου προτεραιότητα είναι το χαμηλό κόστος, ο μικρός χρόνος εγκατάστασης και αποξήλωσης. Μετά την μεγάλη ανταπόκριση της αγοράς, οι βιομηχανίες παράγουν διάφορες παραλλαγές σανίδων laminat για οικιακές ή βαριές χρήσεις, υψηλής αντοχής στην υγρασία κλπ., ωστόσο διαχωρίζονται σε δυο κατηγορίες ανάλογα με την δομή τους<sup>19</sup>:

- **Απ' ευθείας συμπίεσης (Direct Pressed Laminat)**

Η τυπική δομή του αποτελείται από μια διαφανή επικάλυψη, που προστατεύει την επόμενη διακοσμητική στρώση χαρτιού. Η δεύτερη είναι η μόνη εμφανή στρώση η οποία χαρακτηρίζει το αισθητικό αποτέλεσμα. Ουσιαστικά είναι μια υψηλής ανάλυσης φωτογραφία του επιθυμητού προς μίμηση είδους ξύλου. Ακολουθεί ο πυρήνας της συνθετικής σανίδας από ινοσανίδα υψηλής πυκνότητας (HDF) ο οποίος είναι ο κύριος ρυθμιστής της διάρκειας ζωής του δαπέδου. Τέλος, ένα φύλλο αντιστάθμισης, που σταθεροποιεί το σύνολο και εμποδίζει την εισχώρηση υγρασίας.

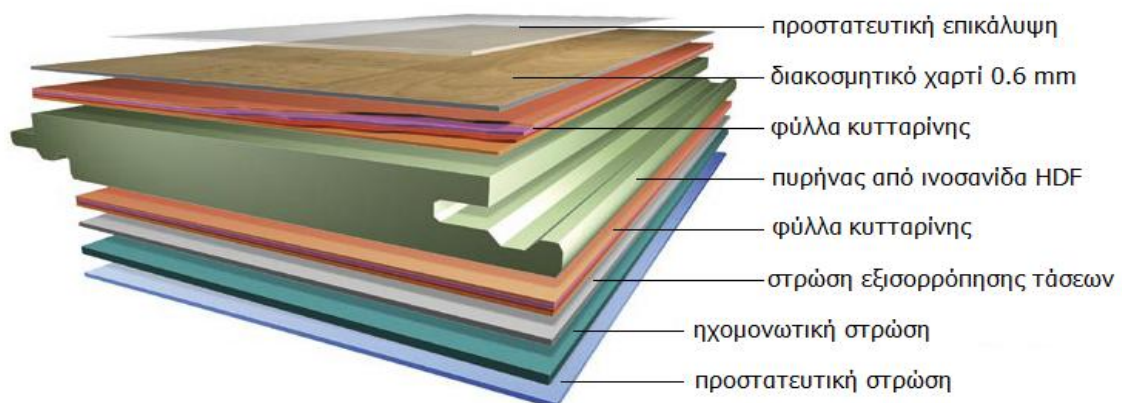
Κατά την παραγωγή, τα τέσσερα αυτά συστατικά συμπιέζονται σε θερμή πρέσα για να σχηματιστούν τα αρχικά πάνελ. Έπειτα από κλιματισμό, τεμαχίζονται στις επιθυμητές διαστάσεις και διαμορφώνονται καταλλήλως τα άκρα τους ώστε να επιτυγχάνεται πλευρική σύνδεσή, κατά την τοποθέτησή τους. Η σύνδεση μπορεί να είναι η κλασική (θηλυκό - αρσενικό) ή η κουμπωτή (γνωστή ως click system, εικ.26 - σελ.46).



Εικόνα 14. Δομή συνθετικής σανίδας laminate απ' ευθείας συμπίεσης

- **Υψηλής συμπίεσης (High Pressure Laminate)**

Οι σανίδες laminate υψηλής συμπίεσης είναι μια βελτιωμένη παραλλαγή του προηγούμενου τύπου με υψηλή αντοχή σε τριβή και κρούση. Κατά την παραγωγή τους, η προστατευτική επικάλυψη και το διακοσμητικό φύλλο συμπιέζονται σε αρχικό στάδιο, μαζί με φύλλα κυτταρίνης και δημιουργείται μια εξαιρετικά ανθεκτική στρώση, τύπου φορμάικας. Έπειτα, η σχηματισμένη στρώση συμπιέζεται εκ νέου, με τον πυρήνα από ινοσανίδα HDF και την στρώση εξισορρόπησης, και ακολουθούν οι κατάλληλες διαμορφώσεις. Επίσης, συναντώνται με διάφορες επιπλέον στρώσεις για βαριά χρήση, κατάλληλα για ενδοδαπέδια θέρμανση, ηχομόνωση κλπ.



Εικόνα 15. Δομή συνθετικής σανίδας laminate υψηλής συμπίεσης

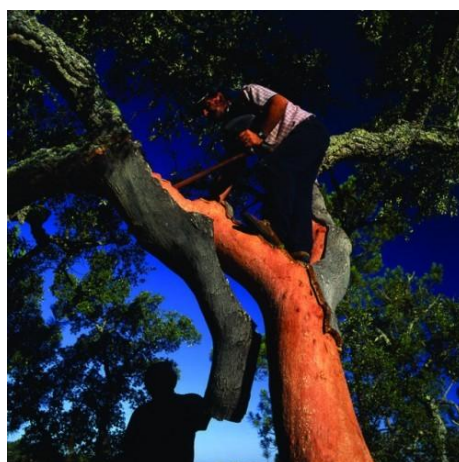
Τα laminate δάπεδα τοποθετούνται πλωτά πάνω σε οποιονδήποτε ξηρό υποδάπεδο (ακόμη και σε παλιό ξύλινο δάπεδο), με χρήση κατάλληλου υποστρώματος. Αν και αποτελεί απομίμηση και δεν είναι φυσικό προϊόν, παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με το



ξύλινο. Είναι πολύ ανθεκτικό σε ακτινοβολία, κτύπημα, κάψιμο τσιγάρου, και σε ορισμένες περιπτώσεις σε διακυμάνσεις υγρασίας και θερμοκρασίας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά την αγορά του, στην αναγραφή της κλάσης (χαμηλής έκλυσης φορμαλδεΐδης) E1. Παρά τα πλεονεκτήματά του, το συνθετικό δεν αντικαθιστά το αυθεντικό, αλλά το υποκαθιστά, όπου η χρησιμοποίηση του ξύλου δεν ενδείκνυται είτε εξαιτίας της χρήσης, είτε εξαιτίας οικονομικών παραγόντων.

#### 2.1.4 Δάπεδα Φελλού

Μετά από τρεις αιώνες και την αρχική χρησιμοποίηση του φελλού ως κύριου υλικού δαπέδου, ο φελλός επανήλθε στις μέρες μας δυναμικά στο χώρο του δαπέδου. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε σε δάπεδα μεγάλης κυκλοφορίας όπως τράπεζες και δημοτικά κτήρια, όμως έχει αποδειχτεί πλέον ότι αποτελεί ένα άριστο υλικό για κάθε χώρο λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του. Τα δάπεδα φελλού εξασφαλίζουν άνετο βάδισμα



λόγω της ελαστικής του φύσης, είναι άκρως οικολογικό προϊόν, ηχομονωτικό, αντιαλλεργικό και αντιστατικό, με αντίσταση σε προσβολές από έντομα και μύκητες. Επίσης, δίνει την δυνατότητα επιλογής μέσα από μια ευρεία γκάμα σχεδιάσεων και χρωμάτων.

Ο φελλός<sup>7</sup> είναι ο εξωτερικός φλοιός της φελλοδρυός (*Quercus suber*), η οποία φύεται στις ακτές της Πορτογαλίας και Ισπανίας. Το εξωτερικό του φλοιού (ξηρόφλοιο) απομακρύνεται κάθε περίπου 10 χρόνια, χωρίς αυτό να έχει καμιά δυσμενή επίδραση στο δέντρο. Δεδομένου πως οι φελλοδρύς έχουν διάρκεια ζωής τα 150-200 χρόνια, η διαδικασία συγκομιδής φλοιού μπορεί να επαναληφθεί έως 20 φορές για κάθε δέντρο.

Η τεχνολογία παραγωγής τους είναι σχετικά απλή. Μετά από θρυμματισμό, καθαρισμό και ξήρανση, τα μόρια του φελλού συγκολλούνται σε επιθυμητό πάχος και απαιτούμενη πυκνότητα. Τέλος, τεμαχίζονται σε επιθυμητές διαστάσεις πλάτους και μήκους.



Εικόνα 16. Στάδια παραγωγής φελλού<sup>27</sup>.

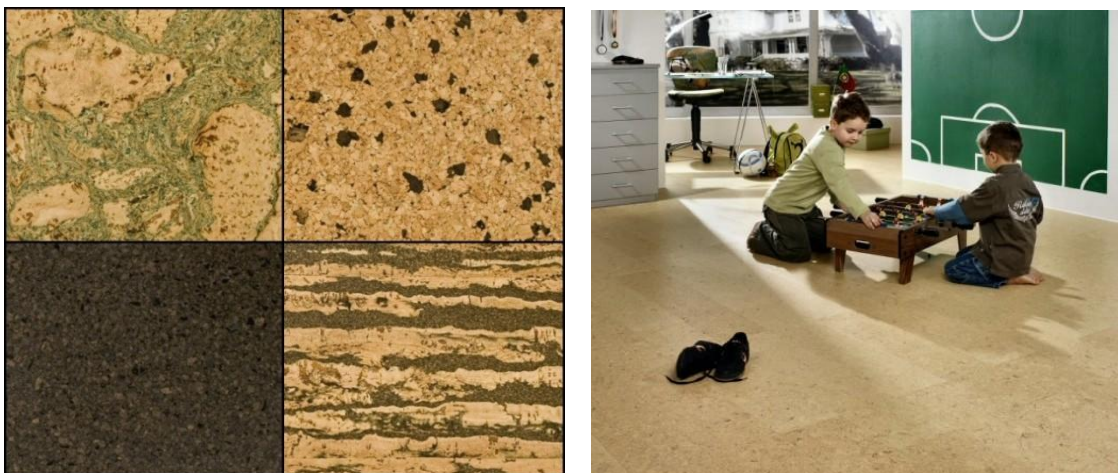
Πέραν των διαδεδομένων υποστρωμάτων φελλού για ξύλινα δάπεδα, παράγονται από φελλό δυο μορφές τελικών επιστρώσεων, με διαμορφωμένα άκρα για κουμπωτή σύνδεση :

- **Πλάκες εξ'ολοκλήρου από φελλό**

Είναι πλάκες με διάφορα πάχη αποτελούμενες από συμπιεσμένες στρώσεις ομοιογενούς φελλού. Ανάλογα με το πάχος τους μπορούν να υποστούν λείανση και στίλβωση αρκετές φορές. Τοποθετούνται απευθείας σε σκυρόδεμα ή σε υποδάπεδο από κόντρα πλακέ κλπ.

- **Σύνθετη επικάλυψη αποτελούμενη από 5 στρώσεις**

Παράγονται σε μορφή πλακών και σανίδων. Η χαμηλότερη στρώση είναι ένα χαμηλής πυκνότητας υπόστρωμα φελλού που παρέχει μια βάση για τα άλλα στρώματα. Πάνω από τη βάση είναι μια εξισορροπιστική στρώση που αποτελείται από ινοσανίδα μεσαίας πυκνότητας (MDF) ή υψηλής πυκνότητας (HDF). Ακολουθεί στρώση φελλού που προσφέρει επιπλέον ηχομόνωση και απορρόφηση των κραδασμών. Στην επιφάνεια βρίσκεται η εμφανής επίστρωση φελλού και η στρώση ακρυλικού βερνικιού ή πολυουρεθάνης υψηλής αντοχής.



Εικόνα 17. Δείγματα σχεδιάσεων φελλού και τοποθετημένες πλάκες φελλού σε χώρο κατοικίας.

## 2.2 Είδη ξυλείας για δάπεδα κυκλοφορίας

Τα δάπεδα από πλευράς είδους ξύλου διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Στα προερχόμενα από πλατύφυλλα
- Στα προερχόμενα από κωνοφόρα

Από τα πλατύφυλλα είδη χρησιμοποιείται κατά κόρον η δρυς και ακολουθούν άλλα είδη όπως η οξιά, η καρυδιά, η καστανιά, ο φράξος, ο σφένδαμος και η συμήδα. Επίσης, τροπικά είδη βρίσκουν όλο και μεγαλύτερη χρήση σε δάπεδα στη χώρα μας. Τα συνηθέστερα είναι το iroko, το wenge, το teak, το doussie, το jatoba, το merbau και το bangkirai.

### Ευρωπαϊκή και Αμερικανική Δρυς (oak, *Quercus sp*)

Η δρυς είναι ένα είδος που χαρακτηρίζει την αγορά του παρκέ, παγκοσμίως. Αντιπροσωπεύει περίπου το 60% της κατανάλωσης παρκέ στην Ευρώπη. Αυτό δεν είναι τυχαίο ούτε εφήμερο. Η δρυς, εκτός από τις



εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες και την οικεία αισθητική που χαρακτηρίζει το ξύλο της, αποτελεί ένα δέντρο μυθικό, που ευδοκίμει σε ολόκληρο τον ευρωπαϊκό χώρο και συναντάται στις παραδόσεις όλων των λαών της ηπείρου.

Τα είδη της ξυλείας που προτιμούνται είναι από την έμμισχη και την άμισχη δρυ που προέρχονται από τη Σλοβενία, Γαλλία, Πολωνία, Γερμανία, Ρουμανία, Β.Αμερική και την πρώην Γιουγκοσλαβία. Γενικά, το ειδικό βάρος του ξύλου των δύο αυτών ειδών σε υγρασία 12% κυμαίνεται γύρω στο  $0,70 \text{ gr/cm}^3$ . Ο χρωματισμός τους κυμαίνεται για τη περιοχή του σομφού από ανοιχτό κίτρινο έως ανοιχτό καστανό, που γίνεται χρυσοκάστανο ή καστανό πλησιάζοντας το εγκάρδιο. Στην Ελλάδα διακινείται επίσης ως δρυς, ένα είδος ευκαλύπτου από την Τασμανία αλλά και άλλα τροπικά είδη με παραπλήσιες με τη δρυ ιδιότητες.

### **Καστανιά** (chestnut, *Castanea sativa*)

Η καστανιά, εκτός από τους πολύ χρήσιμους καρπούς, δίνει ξυλεία κατάλληλη για δαπεδοστρώσεις και άλλες χρήσεις. Πρόκειται για ξύλο σταθερό, απαλό και με μέτριες μηχανικές ιδιότητες, που είναι όμως σχεδόν απρόσβλητο από έντομα και μύκητες.



Η ξυλεία της καστανιάς προέρχεται από την Ν.Αμερική, η μελανή και χαμηλή καστανιά από την Ιαπωνία και την Κίνα και από ελληνικά δάση της Χαλκιδικής (Αγ.Όρος, Αρναία), αλλά και το Πήλιο.

Η μηχανική αντοχή του ξύλου της καστανιάς είναι μικρότερη από την αντίστοιχη της δρυός, παρουσιάζει όμως μεγαλύτερη σταθερότητα στις διαστάσεις. Από πλευράς χρώματος το εγκάρδιο έχει καστανή απόχρωση όμοια με το χρώμα της δρυός, το δε σομφό ξύλο ανοιχτό καστανό χρώμα.

### **Καρυδιά** (walnut, *Juglanis regia*)

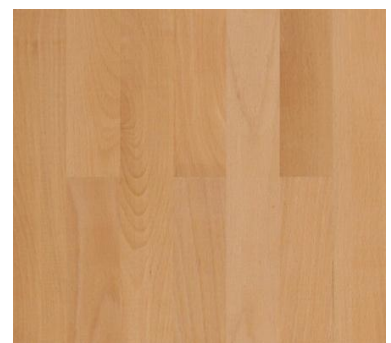
Η ξυλεία της καρυδιάς προέρχεται από την περιοχή του Εύξεινου πόντου, από την Σλοβενία, την Αμερική αλλά και από την Ελλάδα (Μακεδονία, Θράκη, Αγ.Όρος).



Παρουσιάζει μέτρια σκληρότητα και καλή σταθερότητα διαστάσεων, το δε σομφό ξύλο εμποτίζεται εύκολα. Από πλευράς χρώματος, το εγκάρδιο είναι καστανό (σοκολατί) με σκοτεινότερες περιοχές. Το σομφό είναι ανοιχτό χρυσοκάστανο, ή λευκίζει.

### **Οξιά** (beech, *Fagus silvatica*)

Δέντρο κυρίως της ανατολικής και κεντρικής Ευρώπης με χρώμα ξύλου λευκό ή υπόλευκο με ρόδινες ανταύγειες, που σκουραίνει με την επίδραση του φωτός προς το κοκκινωπό ή το καφέ. Χρωματίζεται εύκολα.



Δεν συνηθίζεται ιδιαίτερα για ξυλεία πατωμάτων, διότι προσβάλλεται εύκολα από μύκητες και έντομα, τόσο σαν δέντρο, όσο και ενσωματωμένο σε διάφορες κατασκευές.

Τα τροπικά (σκουρόχρωμα) είδη παρουσιάζουν μαζί με τον πλούτο των αποχρώσεων τους και χαρακτηριστικά τεχνικά πλεονεκτήματα και αντοχές, που τα κάνουν ιδιαίτερα αγαπητά στους αρχιτέκτονες εσωτερικών χώρων και στους διακοσμητές. Κάτω από την πίεση οικολογικών οργανώσεων έχουν τεθεί από τις κυβερνήσεις ευρωπαϊκών κρατών αυστηροί έλεγχοι και περιορισμοί στην εισαγωγή και κατανάλωση τροπικής ξυλείας από τη νότια Αμερική και την Αφρική.

Δάπεδα με τροπικά ξύλα σε μεγάλες επιφάνειες τοποθετούνται σε χώρους με έντονη χρήση (εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους) χάρη στη μεγάλη πυκνότητά τους και στην σκληρότητα τους.

Προϋπόθεση για τη χρήση τροπικών ξύλων είναι να έχουν ξηρανθεί και πολλές φορές να έχουν ατμισθεί, ώστε να είναι απαλλαγμένα από έντομα, μύκητες που συναντούνται συχνά σε τέτοιου είδους ξύλα. Μια δεύτερη προϋπόθεση είναι, ότι πρέπει να προέρχονται κυρίως από το εγκάρδιο τμήμα του κορμού.

Και για τις δύο ως άνω προϋποθέσεις πρέπει να υπάρχουν επίσημα πιστοποιημένα έγγραφα του προμηθευτή.

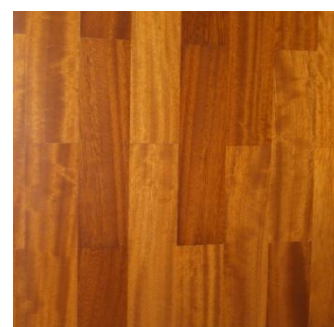


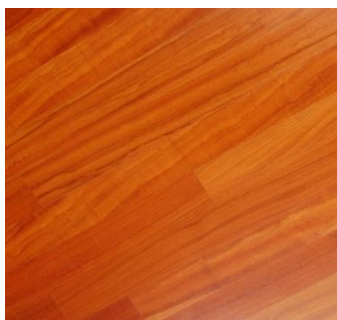
#### **Wenge** (*Milletia laurentii*)

Ξύλο της Αφρικής (Καμερούν, Ζαΐρ) σε χρώματα σκούρο-κίτρινο με μαύρα νερά που γίνεται γκρίζο στο φως και σκουραίνει στον αέρα. Είναι το πιο ανθεκτικό ξύλο που χρησιμοποιείται στα δάπεδα, εξαιρετικά σκληρό και απρόσβλητο από έντομα και μύκητες.

#### **Iroko** (*Chlorophora excelsa*)

Από την Ακτή του Ελεφαντοστού και το Καμερούν, σε χρώματα σταχτοκίτρινο και καφεκόκκινο σε διάφορες αποχρώσεις ανάλογα της περιοχής. Με πυκνότητα μικρότερη από άλλα τροπικά είδη (0,70) αλλά με ικανοποιητική αντοχή σε μύκητες και έντομα.





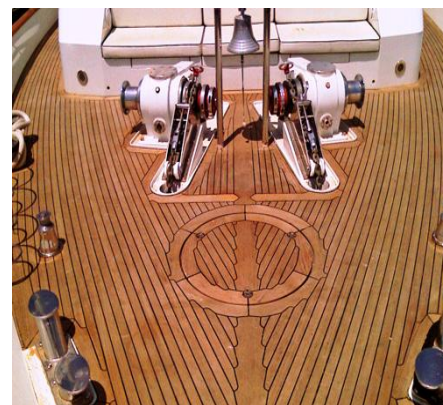
### **Doussie** (*Afzelia africana*)

Επίσης προερχόμενο από την Αφρική, το doussie θεωρείται ένα από τα πιο ενδιαφέροντα είδη για ξύλινα δάπεδα. Έχει χρώμα σταχτοκόκκινο και παίρνει ακόμα βαθύτερο χρώμα όταν εκτεθεί στο φως. Μέγιστης σταθερότητας διαστάσεων, με εξαιρετική αντοχή σε προσβολές από μύκητες και έντομα.



### **Teak** (*Tectona grandis*)

Είδος της Ασίας, ευδοκμεί σε περιοχές της Βιρμανίας και της Ινδονησίας με σταχτοκίτρινη απόχρωση. Με ευθυτενή νερά, και εξαιρετικές αντοχές. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στη ναυπηγική, και γενικότερα σε



απευθείας έκθεση στις εξωτερικές συνθήκες.

Από τα κωνοφόρα είδη γίνεται συνήθως χρήση του ξύλου της δασικής πεύκης, της ψευδοτσούγκας, της ελάτης, της ερυθρελάτης και του πιτς πάλιν. Βασικός παράγοντας για την χρησιμοποίηση των κωνοφόρων είναι η πυκνότητά τους, με το ελάχιστο επιτρεπτό όριο να είναι  $0,4 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$ .

### **Δασική πεύκη** ((redwood, scotchpine, *Pinus sylvestris*)

Προέρχεται κυρίως από Σουηδία, Φιλανδία και Ρωσία. Είναι ξύλο μετρίου βάρους ( $0,49 \text{ gr/cm}^3$ ) και μέτριας σκληρότητας. Έχει εγκάρδιο καστανό με κοκκινωπό τόνο χωρίς έντονη παρουσία ρητίνης και πλατύ σομφό με υποκίτρινο χρώμα. Το σομφό είναι ευαίσθητο σε προσβολές και συχνά παρουσιάζει κυάνωση. Ωστόσο, εμποτίζεται με ευκολία.





### Ψευδοτσούγκα (oregon pine, *Pseudotsuga menziesii*)

Επίσης ξύλο μετρίου βάρους (0,51- 0,64 gr/cm<sup>3</sup>) και σκληρότητας. Έχει χρώμα κοκκινόλευκο και χαρακτηριστική μυρωδιά. Μετρίως ανθεκτικό σε προσβολές.

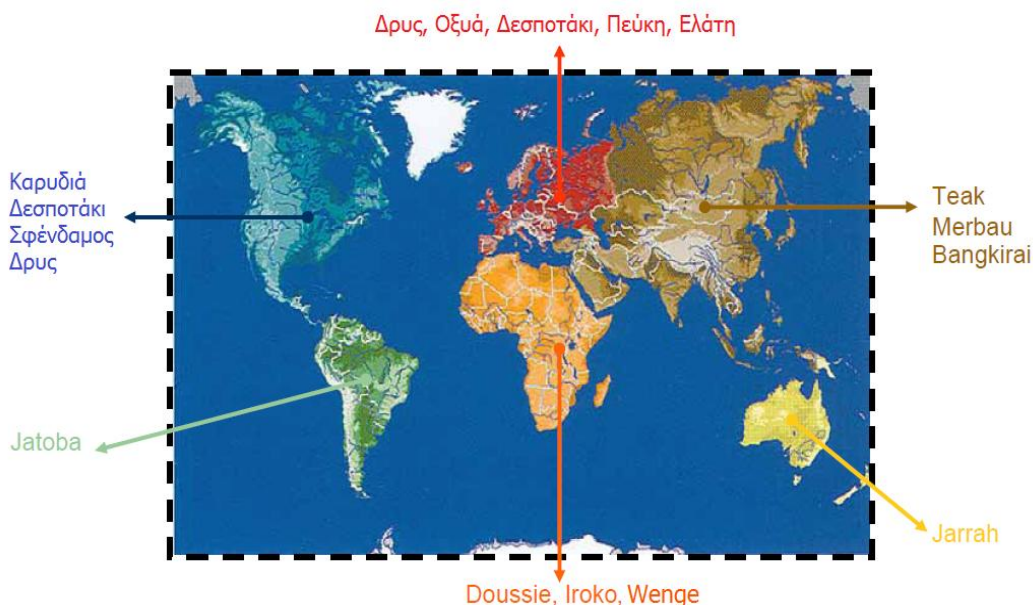
### Λευκή Ελάτη (silver fir, *Abies alba*)

Προέρχεται από τα δάση της κεντρικής Ευρώπης (Αυστρίας, Γιουγκοσλαβίας, Ρουμανίας, Β. Ελλάδας). Πρόκειται για ξύλο με χρώμα λευκό ματ, δεν έχει ρητινώδη οσμή ούτε ρητινοφόρους πόρους. Το ξύλο της ελάτης δεν λουστράρεται γιατί απορροφά το λούστρο. Χρησιμοποιείται γενικότερα στα δάπεδα, με την μορφή καδρονιών ή ταβλών για την κατασκευή ψευδοδαπέδου, πριν την επιφανειακή επίστρωση.



### Ερυθρελάτη (spruce, *Picea abies*)

Προέρχεται κυρίως από τις βόρειες περιοχές Ευρώπης, αν και συναντάται και στην Ελλάδα στο δάσος της Ελατίας της Δυτικής Ροδόπης. Έχει χρώμα άσπρο προς στιλπνό καστανοκίτρινο. Έχει επικρατήσει η ερυθρελάτη να ονομάζεται σουηδική, παρόλο που προέρχεται από όλες τις βόρειες χώρες.



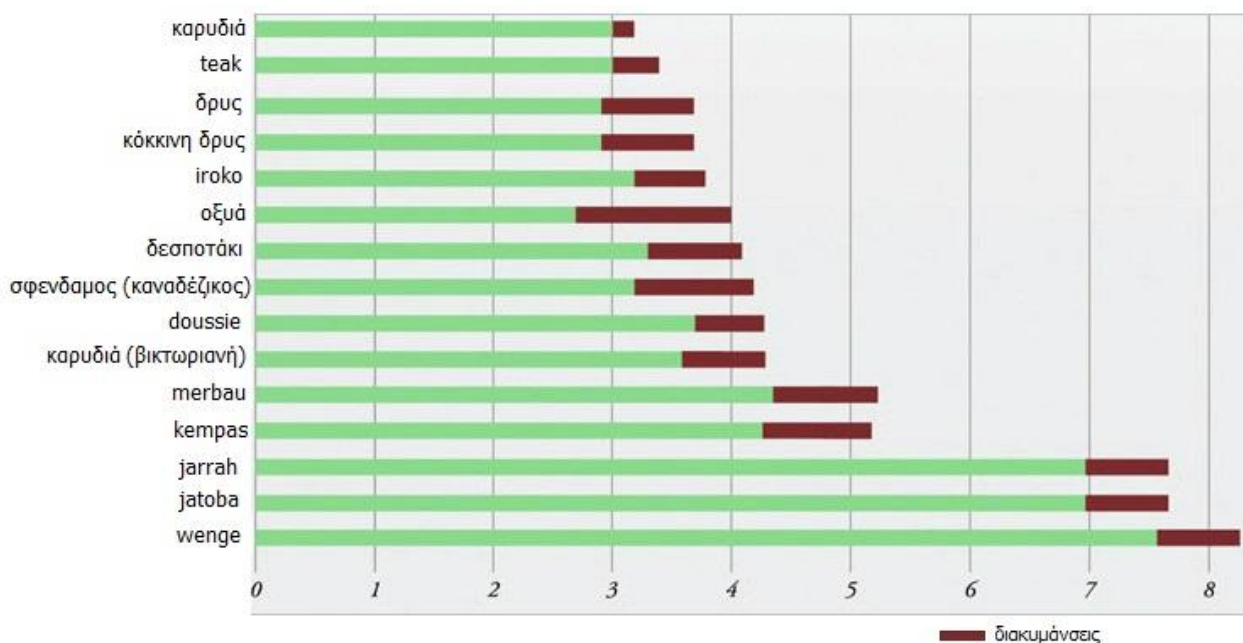
Εικόνα 18.  
Γεωγραφία  
των ειδών

## 2.3 Σκληρότητα

Η σκληρότητα του χρησιμοποιούμενου είδους ξύλου είναι μια παράμετρος, ιδιαίτερα σημαντική για τα ξύλινα δάπεδα. Μετράται με τεχνικές μεθόδους που προσδιορίζουν τις βέλτιστες συνθήκες χρήσης τους. Η μέθοδος Brinell έχει αναγνωριστεί και ισχύει ως ευρωπαϊκή προδιαγραφή (ΕΛΟΤ EN ISO 6506-1). Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μέθοδο, γίνεται έλεγχος της αντοχής της επιφάνειας του ξύλου με πίεση πάνω της, δύναμης 250 kg με μεταλλική σφαίρα διαμέτρου 10 mm.

Τα αποτελέσματα των ελέγχων μπορεί να διαφοροποιούνται ανάλογα με την ποιότητα του ξύλου, ακόμη και στο ίδιο τεμάχιο. Σημειώνεται ότι η σκληρότητα μειώνεται με την αύξηση της υγρασίας του ξύλου και είναι ανάλογη με την πυκνότητα και το ειδικό βάρος του.

Πίνακας 1. Σκληρότητα των ειδών (μέθοδος Brinell)





## 2.4 Ποιοτική διαλογή

Η ύπαρξη τυποποίησης και η εφαρμογή προτύπων<sup>13</sup> για το ξύλο και τα παράγωγά του είναι μια πραγματικότητα εδώ και πολλά χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο και στην Ευρώπη πιο ειδικά, με θετικές επιπτώσεις για την εμπορία, την ποιοτική ταξινόμηση, την ασφάλεια και την καλή απόδοση κατά την χρήση τους.

Μεταξύ των προϊόντων ξύλου στα οποία προβλέπεται υποχρεωτική εφαρμογή της σήμανσης CE περιλαμβάνονται και τα ξύλινα δάπεδα, βάση του πρότυπου EN 14342 του οποίου η εφαρμογή είναι μάλιστα υποχρεωτική από 1.03.2010. Η σήμανση CE για τα ξύλινα δάπεδα γίνεται με ευθύνη του κατασκευαστή σε συνοδευτικά έγγραφα (όχι επί του προϊόντος) και βεβαιώνει την ποιότητα των χρησιμοποιούμενων στοιχείων ως προς συγκεκριμένες ιδιότητες (αντίδραση σε πυρκαγιά, περιεχόμενη φορμαλδεΰδη και πενταχλωροφαινόλη, ολισθηρότητα, αντοχή σε θραύση, θερμική αγωγιμότητα και βιολογική αντοχή). Η μέχρι τώρα πρακτική διεθνώς, στηρίζεται στην ταξινόμηση των ξύλινων στοιχείων βάση των οπτικών τους χαρακτηριστικών. Ωστόσο, στη χώρα μας παρατηρείται έντονη ασάφεια ως προς την ταξινόμηση σε ποιοτικές κλάσεις. Συγκεκριμένα προκύπτουν μεγάλες αποκλίσεις στον αριθμό των κατηγοριών αλλά και τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την ποιοτική ταξινόμηση.

Η διαλογή είναι μια διαδικασία η οποία λαμβάνει χώρα αμέσως μετά τον τεμαχισμό των κορμών.

Η ξυλεία κατατάσσεται βάση συγκεκριμένων κριτηρίων που αφορούν σε:

- Γενικά χαρακτηριστικά της διατομής του ξύλου
- Σχεδίαση («νερά του ξύλου»)
- Ρόζοι (αριθμός/ m<sup>2</sup> - μέγεθος – βάθος)
- Ρητινοθύλακες
- Περιεκτικότητα σε εγκάρδιο
- Φθορές
- Ομοιομορφία του χρώματος

Συνηθέστερα όπως προτείνουν οι Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές<sup>15</sup>, συναντώνται 3 κατηγορίες. Ενδεικτικά, περιγράφεται η ταξινόμηση σε λωρίδες δρυός:

#### *A. Πρώτης Διαλογής*

Άνω πλευρά: Στενούμενες με ευθύγραμμες βέννες, απαλλαγμένες τελείως από ρόζους, και προέρχονται τελείως από το εγκάρδιο, χωρίς ίχνος εντεριώνης.

Οπίσθια πλευρά: Δύναται να περιλαμβάνει και σομφό ξύλο που δεν υπερβαίνει το μισό του πάχους της λωρίδας. Οι ρόζοι που θα υπάρχουν δεν πρέπει να είναι μεγαλύτεροι των 10 mm με την προϋπόθεση ότι δεν μειώνουν την αντοχή του ξύλου.

Πλάγιες επιφάνειες: Δεν επιτρέπεται παρουσία ρόζων παρά μόνο στον τόρμο (αρσενικό) και στο κάτω από την εντορμία (θηλυκό) τμήμα του ξύλου. Όλοι οι ρόζοι πρέπει να είναι υγιείς και καλά προσκολλημένοι στο ξύλο.

#### *B. Δεύτερης Διαλογής*

Άνω πλευρά: Προέρχονται κυρίως από το εγκάρδιο χωρίς ίχνος εντεριώνης και δύναται να είναι στενόβεννες και πλατύβεννες κατά 50%. Πρέπει επί τυχαίων ληφθέντων 10 τεμαχίων και ανά τρέχον μέτρο αυτών, να μην υπάρχουν περισσότεροι του ενός ρόζου των 8mm, ή εάν υπάρχουν περισσότεροι, το μέγεθός τους αθροιζόμενο να μην υπερβαίνει τα 8 mm.

Οπίσθια πλευρά: Όπως στη πρώτη διαλογή.

Πλάγιες επιφάνειες: επιτρέπονται άνευ περιορισμών ρόζοι στον τόρμο ή κάτω από την εντορμία εφόσον είναι υγιείς και καλώς προσκολλημένοι.

#### *Γ. Τρίτης Διαλογής*

Άνω πλευρά: Δύναται να προέρχονται από το σομφό ξύλο χωρίς περιορισμούς ως προς την απόσταση των βεννών. Επιτρέπονται ρόζοι διαμέτρου μέχρι 10 mm χωρίς περιορισμού αριθμού, εφ' όσον είναι υγιείς και καλά προσκολλημένοι.

Οπίσθια πλευρά: Είναι δεκτό το σομφό και διάφορα ελαττώματα που δεν επηρεάζουν τη διάρκεια ζωής των λωρίδων. Είναι δεκτό επίσης να υπάρχει και κάμβιο (τμήμα κορμού μεταξύ σομφού και φλοιού) εφόσον το πλάτος του είναι μικρότερο των 10 mm και για μήκος ίσο με το 10% του μήκους της λωρίδας εφ' όσον δεν επηρεάζει τον τόρμο και την εντορμία.

Πλάγιες επιφάνειες: Επιτρέπονται οσοιδήποτε ρόζοι στο τόρμο όσο και κάτω από την εντορμία, όπως επίσης και μετακινούμενοι ή ελλειπόντες ρόζοι, μόνο όταν το μέγεθός τους δεν είναι μεγαλύτερο των 15 mm.

#### Σημείωση:

Μέγεθος ρόζου είναι η μικρότερη διάσταση της φαινόμενης επιφάνειας. Ομάδα ρόζων, ισοδυναμεί προς ένα μεγαλύτερο, αν το άθροισμα των μεγεθών, είναι το ίσο προς το μέγεθος του μεγαλύτερου.

Πάντως ανεξάρτητα ποιότητας διαλογής θα πρέπει γενικά οι προσκομιζόμενες λωρίδες να μην παρουσιάζουν:

- *Αλλαγή χρώματος* που προέρχεται από τη χημική αλλοίωση της σύστασης του ξύλου από προσβολή μυκήτων που εμφανίζεται πριν από τη ξήρανση
  - *Λευκή σήψη* επί της επιφάνειας, κυρίως στις λωρίδες δρυός που προκαλείται από τον ειδικό μύκητα της δρυός
  - *Κυάνωση* που παρατηρείται στο σομό των ρητινωδών ξύλων
  - *Προσβολές* από ξυλοφάγα έντομα.
- Η διαλογή δεν σχετίζεται με την επεξεργασία στην οποία υπόκειται το ξύλο κατά την παραγωγή του παρκέτου αφού η επεξεργασία είναι ίδια για όλες τις διαλογές.

## 2.5 Η σημασία της περιεχόμενης υγρασίας του δαπέδου

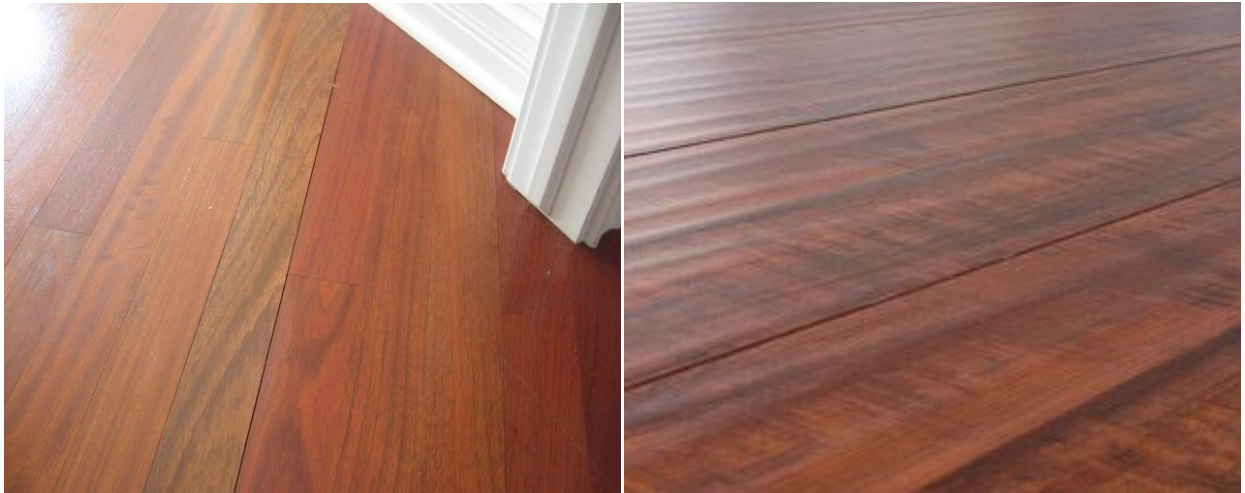
Συχνά παρατηρείται σε ένα ξύλινο δάπεδο τα παρκέτα να «στριμώνονται», να σκεβρώνουν, ακόμα και να ανασηκώνονται ολόκληρα τμήματα ή αντίστοιχα να σημειώνονται ραγάδες, ανοίγματα στους αρμούς και τριξίματα.

Ο κυριότερος παράγοντας που θα επηρεάσει τη συμπεριφορά ενός δαπέδου, τόσο κατά την εγκατάσταση, όσο και μετά, είναι η **περιεχόμενη υγρασία** του σε σχέση με την υγρασία και την θερμοκρασία του άμεσου περιβάλλοντός του. Η ποσοστιαία περιεχόμενη υγρασία του ξύλου, παριστά τη σχέση μεταξύ της μάζας του νερού που περιέχεται στο ξύλο και της απόλυτης ξηρής μάζας του ξύλου.

Όταν το ξύλο αποβάλλει υγρασία κάτω απ' το σημείο ινοκόρου (30-32%), παρουσιάζεται το φαινόμενο της ρίκνωσης. Αντίθετα, αυξάνει τις διαστάσεις του, όταν η υγρασία του αυξάνεται από μια χαμηλή υγρασία ή υγρασία 0% μέχρι το σημείο ινοκόρου (φαινόμενο διόγκωσης). Για μεταβολές της υγρασίας πάνω από το σημείο ινοκόρου, δεν παρατηρούνται μεταβολές στις διαστάσεις του ξύλου.



Εικόνα 19. Δάπεδα από μασίφ παρκέτα και από σύνθετες σανίδες μετά από προσρόφηση υγρασίας.



Εικόνα 20. Δάπεδα από μασίφ παρκέτα και από συνθετικές σανίδες (laminare) μετά από αποβολή υγρασίας.

Η ρίκνωση και η διόγκωση δεν είναι ίδιες στις τρεις αυξητικές κατευθύνσεις του ξύλου<sup>9</sup>. Οι μεγαλύτερες μεταβολές στις διαστάσεις παρατηρούνται στην εφαπτομενική κατεύθυνση. Η μέγιστη εφαπτομενική ρίκνωση και διόγκωση για τα ευρωπαϊκά είδη ξύλου είναι 6-12%. Η ακτινική ρίκνωση και διόγκωση είναι περίπου 2,5-7%, δηλαδή είναι σημαντικά μικρότερη (περίπου 40-60%) της εφαπτομενικής. Η κατά μήκος του άξονα (αξονική) ρίκνωση και διόγκωση είναι αμελητέα (0,1-0,6%).

Από πρακτικής άποψης, παρατηρούνται μεγαλύτερες μεταβολές στα δάπεδα από παρκέτα που παρήχθησαν με εφαπτομενική τομή σε σύγκριση με τα παρκέτα ακτινικής τομής. Επίσης, γενικότερα οι αξιοσημείωτες μεταβολές στο δάπεδο σημειώνονται μόνο εφαπτομενικά των παρκέτων (στο πλάτος), αφού η κατά μήκος μεταβολή είναι σχεδόν μηδενική.

Όταν μια παραγγελία φεύγει από τα εργοστάσια κατεργασίας παρκέτων, η προβλεπόμενη περιεχόμενη υγρασία των παρκέτων ανά είδος, μετά από ξήρανση θα πρέπει να είναι:

Δρυς	7-13%
Καστανιά και πεύκη μεσογείου	9-15%
Ελάτη και ερυθρελάτη	9-15%
Για στοιχεία που θα τοποθετηθούν κολλητά στο υπόβαθρο	7-11%

Ο δειγματολογικός προσδιορισμός του ποσοστού υγρασίας πραγματοποιείται με λήψη 10 τεμαχίων από συνολική ποσότητα που προορίζεται να καλύψει 200m<sup>2</sup> και μετριέται εύκολα με ηλεκτρονικό υγρόμετρο με ακίδες ή διαφορετικά (για απόλυτη ακρίβεια) εργαστηριακά.

Πίνακας 2. Περιεχόμενη υγρασία ανάλογα με τις χρήσεις<sup>11</sup>

Χρήση		Μέση περιεχόμενη υγρασία (%)
Εξωτερικοί χώροι		12 έως 17
Εσωτερικοί χώροι	Μη θερμαινόμενοι	12 έως 16
	Θερμαινόμενοι (12 έως 21°C)	9 έως 13
	Θερμαινόμενοι Θ>21°C	6 έως 10

Όταν η παραγγελία της ξυλείας φτάσει στο μέρος που θα γίνει η εγκατάσταση του δαπέδου οι συνθήκες του χώρου πρέπει να έχουν σταθεροποιηθεί σε επιθυμητά επίπεδα σχετικής υγρασίας. Η ξυλεία είναι σημαντικό να αφεθεί για ένα εύλογο διάστημα στο χώρο (48-96 ώρες), ώστε να εκτεθεί στις συνθήκες αυτές και να φτάσει σε μια υγρασία ισορροπίας με το περιβάλλον.

Γενικά, σε εσωτερικούς χώρους, τα ξύλινα δάπεδα θα είναι διαστασιακώς σταθερά όταν το περιβάλλον είναι ελεγχόμενο σε σχετική υγρασία 30-50% και θερμοκρασία 15-26°C. Είναι δηλαδή οι ίδιες συνθήκες που οι άνθρωποι αναζητούν στις κατοικίες τους. Σε νέες κατοικίες

που θα θερμαίνονται με κεντρική θέρμανση, η τοποθέτηση των δαπέδων δεν πρέπει να γίνεται εφόσον η σχετική υγρασία του αέρα των εσωτερικών χώρων είναι ανώτερη του 75%. Όλη η ξυλεία υποδομής πρέπει να έχει υγρασία λιγότερη από 18%. Επίσης, κατά την διάρκεια της τοποθέτησης των ξύλινων δαπέδων η υγρασία των τοίχων δεν πρέπει να είναι πάνω από 3%.

Για υπόστρωμα από μπετόν (κολλητή τοποθέτηση), το ποσοστό υγρασίας δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο του 3% της στεγνής μάζας, μετρούμενο με ειδικό υγρόμετρο σε βάθος 3 cm. Σημειώνεται ότι για να στεγνώσει μια στρώση τσιμεντοκονίας απαιτούνται 10-12 μέρες ανά εκατοστό πάχους αυτής για στεγνή περίοδο, η οποία περίοδος προσαυξάνεται κατά 50% για υγρή περίοδο.



Εικόνα 20. Αποτέλεσμα τοποθέτησης κολλητού δαπέδου σε τσιμεντοκονία με υψηλό ποσοστό υγρασίας.

Στις κατασκευές ξύλινων δαπέδων στην Ελλάδα εμφανίζονται συχνά προβλήματα λόγω του φαινομένου της ρίκνωσης και της διόγκωσης των ξύλινων στοιχείων. Οι κυριότεροι λόγοι είναι:

- 1) Η βεβιασμένη κατασκευή του δαπέδου σε νέες οικοδομές ή σε ανακαινιζόμενους χώρους, χωρίς ενεργοποιημένη θέρμανση. Σ' αυτές τις περιπτώσεις το συνεργείο

τοποθέτησης καλείται απ' τους αρμόδιους να κατασκευάσει το δάπεδο, συνήθως σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. Δεν είναι επίσης, λίγες οι φορές που γίνονται ταυτόχρονα ή μετέπειτα εργασίες, οι οποίες επιβάλλεται να προηγούνται της τοποθέτησης δαπέδων (π.χ. τοποθέτηση πλακιδίων σε παρακείμενο χώρο).

- 2) Η λανθασμένη και ελλιπή ξήρανση του ξύλου από το εργοστάσιο παραγωγής. Αυτό παρατηρείται κυρίως σε εισαγόμενες παρτίδες, που παρήχθησαν από μονάδες επεξεργασίας, χωρίς εντατικό ποιοτικό έλεγχο. Μια επιμελημένη ξήρανση προϋποθέτει ότι η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου αφού ξηρανθεί, θα αντιστοιχεί περίπου στο ποσοστό υγρασίας του χώρου, στον οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε κατασκευή.
- 3) Διαρροές υγρών κυρίως από σωληνώσεις, κακή μόνωση του χώρου από τις εξωτερικές συνθήκες, διάφορα ατυχήματα κλπ.
- 4) Η ανεπαρκής προετοιμασία των δαπέδων εξωτερικού χώρου προκειμένου να μειωθούν οι διαστασιακές μεταβολές τους, με την μεταβολή της υγρασίας στην ατμόσφαιρα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις απαιτούνται αλληπάλληλες επαλείψεις των ξύλινων στοιχείων με έλαια, συντηρητικά κλπ.

Για να γίνει κατανοητό το μέγεθος του προβλήματος και η ανάγκη για πρόληψη, παρατίθεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα<sup>29</sup>:

Σε κανονικές συνθήκες εσωτερικού χώρου, με θερμοκρασία 21°C και σχετική υγρασία 40%, ένα παρκέτο κόκκινης δρυός Αμερικής, έχει περιεχόμενη υγρασία 7,7% και το πλάτος του είναι 12,7 cm.

Αν η σχετική υγρασία πέσει στο 20%, η περιεχόμενη υγρασία του παρκέτου θα είναι 4,5%, και το πλάτος θα συρρικνωθεί κατά 1 mm. Πρακτικά αυτό θα σήμαινε, ότι σε 3 m δαπέδου, θα είχαμε συρρίκνωση 2,4 cm!

Εάν η σχετική υγρασία ανέρθει στο 65 %, τότε η περιεχόμενη υγρασία θα είναι 12% και το παρκέτο θα διογκωθεί κατά 2 mm. Πρακτικά αυτό θα σήμαινε, ότι σε 3 m δαπέδου, θα είχαμε διόγκωση 4,7 cm!

Αυτές οι αλλαγές είναι φυσικά ικανές, να καταστρέψουν ένα δάπεδο.

## 2.6 Αρμοκάλυπτρα (σοβατεπί)

Εξαιτίας των πιθανών (μικρών) διακυμάνσεων της υγρασίας σε ένα ξύλινο δάπεδο, προβλέπεται να αφήνεται ένας αρμός διαστολής 5-8 mm, περιμετρικά σε όλο το χώρο, σε κάθε σημείο που συναντάται το δάπεδο με κατακόρυφα στοιχεία (υπολογίζεται πλάτος αρμού 2,5 mm για κάθε μέτρο πλάτους του χώρου). Ο συγκεκριμένος αρμός καλύπτεται με κατάλληλα διαμορφωμένες λωρίδες, τα σοβατεπί ή αρμοκάλυπτρα. Τοποθετούνται συνήθως, από το ίδιο είδος ξύλου με το υπόλοιπο δάπεδο, έχουν ύψος 60-100 mm, και συνεισφέρουν ουσιαστικά σε ένα υψηλό αισθητικά αποτέλεσμα. Παράγονται από συμπαγές ξύλο, από υπενδεδυμένο ξύλο κωνοφόρων ή από υπενδεδυμένο HDF (τύπου laminate).



Η μη επαφή του τρέχοντος δαπέδου με στοιχεία όπως τοίχοι, κουφώματα, σωληνώσεις κλπ. επιτρέπει τον αερισμό του και την διακοπή μεταφοράς του ήχου απ' το δάπεδο σ' αυτά και αντίστροφα. Ο αρμός αυτός, προστατεύει επίσης από διακυμάνσεις στην επιφάνεια, από μικρές μεταβολές της υγρασίας. Κατά την τοποθέτηση του αρμοκάλυπτρου, είναι δυνατόν να αφαιρούνται κάποια τμήματα από αυτό, τα οποία θα καλυφθούν από ειδικές ξύλινες ή μεταλλικές σχάρες (εικ. 22) που επιτρέπουν την ανανέωση του αέρα σε όλη την υποδομή του δαπέδου.



Εικόνα 22. Τοποθετημένο σοβατεπί από επενδεδυμένο ξύλο και σχέδια σχαρών εξαερισμού.



## 2.7 Τοποθέτηση δαπέδου

Η κατασκευή ενός ξύλινου δαπέδου περιλαμβάνει την υποδομή και την ανωδομή. Η υποδομή αποτελείται από ξύλινα ή και άλλα υλικά, πάνω στα οποία στερεώνεται η ανωδομή η οποία αποτελείται από τα επικαλυπτικά στοιχεία δηλαδή παρκέτα, λωρίδες, πλάκες κλπ.

### 2.7.1 Δημιουργία κατάλληλης υποδομής

Είναι ο παραδοσιακός τρόπος τοποθέτησης ξύλινων δαπέδων με κλασικά ή πολύστρωμα παρκέτα, και περιλαμβάνει την κατασκευή υποδομής (σχάρας - καννάβου) από ξύλινα καδρόνια σε σταθερό υπόβαθρο. Με την τοποθέτηση των καδρονιών επιτυγχάνεται οριζοντίωση και ανύψωση της επιφάνειας σε επιθυμητό ύψος, στην οποία θα καρφωθεί η ανωδομή.

Κατά την έναρξη της κατασκευής ομαλοποιείται και καθαρίζεται το υπόβαθρο, το οποίο συνήθως είναι πλάκα σκυροδέματος. Είναι



σημαντικό σε αυτό το σημείο να υπάρχει ένα σχέδιο κατασκευής του δαπέδου, ώστε να αποφευχθούν αστοχίες οι οποίες είναι χρονοβόρες και δαπανηρές να διορθωθούν, αν διαπιστωθούν σε επόμενα στάδια.

Τα καδρόνια τοποθετούνται παράλληλα, με τα μεταξύ τους κενά έως 40 cm, και κάθετα στη διάταξη των παρκέτων. Παλιότερα, για την στερέωση τους ανοίγονταν στη πλάκα τρύπες διαμέτρου 4-5 cm στις οποίες τοποθετούνταν με σφήνωση ξύλινοι τάκοι και στους οποίους καρφώνονταν οι δοκοί. Ωστόσο, ήταν μια διαδικασία ιδιαίτερα χρονοβόρα και σήμερα έχει αντικατασταθεί με τη χρήση κυρίως εκτονούμενων βυσμάτων. Για την ρύθμιση του ύψους, τις διελεύσεις πιθανών σωληνώσεων και την οριζοντίωση («αλφάδιασμα»), χρησιμοποιούνται ξύλινοι τάκοι ή ειδικά μεταλλικά στηρίγματα.

Τα καδρόνια που χρησιμοποιούνται έχουν συνήθως διατομή 4x5 cm ή 5x5 cm και στην χώρα μας χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά, ξύλο ελάτης. Πρέπει να είναι ευθύγραμμο, χωρίς σκεβρώματα και αν είναι δυνατόν χωρίς ρόζους. Κατά την κατασκευή της υποδομής μπορεί να γίνει εγκατάσταση θερμομονωτικών και ηχομονωτικών υλικών για τα οποία γίνεται εκτενή αναφορά σε επόμενο κεφάλαιο (σελ.84).

Συχνά για διάφορους λόγους, απαιτείται η δημιουργία ψευδοδαπέδου πάνω στη σχάρα των καδρονιών. Παρκέτα μεγάλου πλάτους ή η τοποθέτηση τους σε διάφορες διατάξεις είναι τέτοιοι λόγοι. Το ψευδοδάπεδο σχηματίζεται είτε από ξύλινες τάβλες ελάτης (1,6-2,2 cm x 10-15 cm) είτε από τεχνητές ξυλοπλάκες (συνήθως αντικολλητά), που καρφώνονται ή βιδώνονται στα καδρόνια.

Στην επόμενη φάση, καρφώνεται η ξυλεία επικαλυπτικής στρώσης στην διαμορφωμένη υποδομή. Επικρατέστερα, τα παρκέτα καρφώνονται σε οριζόντια διάταξη, ωστόσο με την ύπαρξη ψευδοπατώματος δίνεται και η επιλογή δημιουργίας διάφορων σχεδίων.



Εικόνα 23. Τοποθετημένα παρκέτα σε κάθετη διάταξη («ψαροκόκκαλο»)

Μια παραλλαγή της διαδικασίας δημιουργίας σχάρας από καδρόνια, απαιτεί η κατασκευή υποδομής για επικείμενη τοποθέτηση παρκέτων εξωτερικών χώρων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται μεταλλικοί δοκοί ή καδρόνια τροπικής ξυλείας και όχι ελάτης, στους οποίους έπειτα βιδώνονται τα ξύλινα στοιχεία. Η στήριξη του ξύλου πάνω στα καδρόνια πρέπει να γίνεται με δύο βίδες ανοξειδωτες ανά πλάτος και αφού πρώτα τρυπηθεί το ξύλο. Το δάπεδο μπαίνει με πλευρικά κενά τουλάχιστον 5 mm, ώστε να αποφευχθούν προβλήματα κατά τη διαστολή του υλικού. Μετά την τοποθέτηση πρέπει να καλυφθούν οι τρύπες από τις βίδες είτε με ξύλινα καλύμματα (ρούπους), είτε με ελαστική μαστίχη.

Τα τροπικά ξύλα λόγω της ποικιλίας χρωμάτων,, στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιούνται σε μεγάλες επιφάνειες τοποθετούνται στα δάπεδα, ως φιλέτα για διακοσμητικές διατάξεις και ως λωρίδες για διάφορες διακοσμητικές συνθέσεις σε συνδυασμό με άλλα είδη ξύλων τοποθετούμενες συνήθως στο μέσο των χώρων ή περιμετρικά.



Εικόνα 24.  
Τοποθέτηση  
καρφωτού  
δαπέδου.<sup>18</sup>

## 2.7.2 Υπάρχουσα υποδομή

Σε αυτές τις περιπτώσεις, η υπάρχουσα υποδομή δίνει την δυνατότητα άμεσης τοποθέτησης του δαπέδου απ' ευθείας πάνω της, με κολλητή ή πλωτή εγκατάσταση χωρίς να επιβάλλεται η κατασκευή σχάρας καδρονιών ή ψευδοδαπέδου. Συγκεκριμένα μπορούν να εγκατασταθούν κολλητά, πολύστρωμες ή λωρίδες laminate, πάνελ, mosaïque κ.ά.

Σε έναν νεόχτιστο χώρο τέτοια υποδομή μπορεί να είναι από επιπεδωμένο ισχυρό τσιμεντοκονίαμα ή ειδικό αυτοεπιπεδούμενο μείγμα. Προϋποθέτει φυσικά την ύπαρξη πλάνου από πριν, σχετικά με το είδος του ξύλινου δαπέδου, το ύψος της τελικής επίστρωσης, τις διελεύσεις σωληνώσεων κλπ. Αντίστοιχα, σε ανακατασκευές παλαιών κτιρίων, τέτοια υποδομή μπορεί να υπάρχει από μάρμαρο, μωσαϊκό, πλακάκι, παλιό ξύλινο δάπεδο κλπ., που δεν επιβάλλεται να απομακρυνθεί.

Όταν η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι με συγκόλληση υπόβαθρου– επίστρωσης (κολλητό δάπεδο), οι βασικοί παράμετροι που θα καθορίσουν την επιτυχημένη εγκατάσταση είναι:

- Η περιεχόμενη υγρασία και η ποιότητα της επιφανειακής στρώσης της υπάρχουσας υποδομής. Όταν η υποδομή είναι από τσιμεντοκονία η επιτρεπόμενη υγρασία πρέπει να είναι περίπου 3%. Επίσης, πρέπει να είναι ποιοτικώς καλή, να μην ξεφτίζει, ώστε να «δέσει» με την ξύλινη επίστρωση. Κάποιες φορές χρειάζεται να περαστούν ειδικά αστάρια σύσφιξης, ώστε να προετοιμαστεί η επιφάνεια. Από κάποιους κατασκευαστές προτείνεται σύνθεση τσιμέντου “Portland” με πλυμένη άμμο ποταμού (όχι θαλάσσης), μέγεθος κόκκων 0-5 mm σε αναλογία 4:1 και νερού. Σε περιπτώσεις ενδοδαπέδιας θέρμανσης επιβάλλεται να προηγηθεί η λειτουργία του συστήματος για τουλάχιστον δύο εβδομάδες.

Γενικά, το υπόβαθρο πρέπει να είναι επίπεδο, σταθερό, στεγνό, χωρίς υπολείμματα από αλλά υλικά και να είναι σωστά προστατευμένο ώστε να μην υπάρχει ενδεχόμενο διείσδυσης υγρασίας. Σε λείες επιφάνειες (πλακάκι, μάρμαρο, μωσαϊκό κλπ.) μπορεί να γίνεται μια δοκιμαστική επικόλληση και αν χρειάζεται να λειαίνονται, μέχρι να φύγει η γυαλάδα τους και να υπάρξει καλύτερη επιφάνεια πρόσφυσης.

- Η κατάλληλη συγκολλητική ουσία σε σχέση με το είδος της συγκολλούμενης επίστρωσης. Οι κόλλες που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση κολλητού δαπέδου είναι:

- Οι κόλλες πολυουρεθάνης ενός ή δύο συστατικών. Δίνουν πολύ ισχυρούς δεσμούς και σε μη απορροφητικό υπόβαθρο, με μικρό χρόνο πήξης αλλά υψηλό κόστος σε σύγκριση με άλλες.
- Οι ακρυλικές υδατοδιαλυτές κόλλες. Είναι σχετικά νέας τεχνολογίας υλικό, υψηλής αντοχής, φιλικό στο περιβάλλον και στον άνθρωπο.
- Οι βινυλικές κόλλες, οι υδατοδιαλυτές για το mosaïque, και οι κόλλες οργανικού διαλύτη για τα πολύστρωμα παρκέτα.

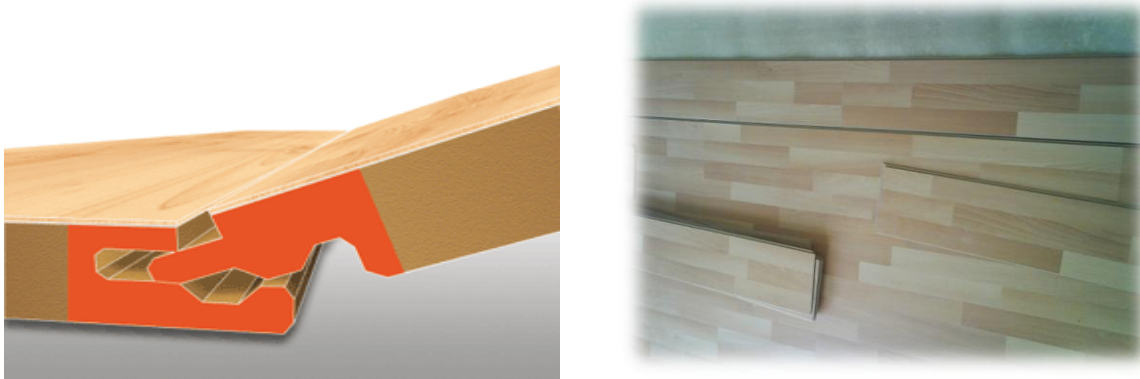


Εικόνα 25. Τοποθέτηση κολλητού δαπέδου.

Η εναλλακτική λύση τοποθέτησης ξύλινου δαπέδου σε υπάρχον υπόβαθρο είναι με **πλωτή εγκατάσταση** (κολυμβητά δάπεδα). Η επιφάνεια του υπόβαθρου απαιτείται και σε αυτή τη περίπτωση να είναι επίπεδη, σταθερή, στεγνή και καθαρή. Ανάμεσα στο υπόβαθρο και στην ξύλινη επίστρωση, παρεμβάλλεται λεπτό φύλλο υποστρώματος από διάφορα υλικά όπως αφρώδες πλαστικό, φελλός κλπ. Το υπόστρωμα κυρίως, εξομαλύνει τυχόν μικρές ανωμαλίες του υπόβαθρου, προσδίδει ελαστικότητα στο δάπεδο, αποκλείει την άμεση επαφή υπόβαθρου και επίστρωσης και μπορεί να αποδώσει θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ικανότητες στο δάπεδο. Στο εμπόριο κυκλοφορεί μεγάλη ποικιλία υποστρωμάτων και πρέπει η επιλογή να γίνεται προσεκτικά, ανάλογα με το είδος του υπόβαθρου, του δαπέδου και της χρήσης.

Η επικαλυπτική ξυλεία που χρησιμοποιείται για πλωτή τοποθέτηση, δεν απαιτεί στερέωση στο υπόστρωμα. Επίσης, τα νέας τεχνολογίας δάπεδα από πολύστρωμες σύνθετες ή laminate σανίδες κουμπώνουν μεταξύ τους με διάφορα συστήματα, ώστε δεν χρειάζεται εφαρμογή συγκολλητικής ουσίας (εικόνα 26). Αυτό τους δίνει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα, έναντι των

πλωτών σανίδων με κοινή σύνδεση, γιατί το δάπεδο τοποθετείται άμεσα. Μπορεί μάλιστα να απεγκατασταθεί προσεκτικά, χωρίς να υποστούν ζημιές οι σανίδες, και να επανατοποθετηθεί.



Εικόνα 26. Τοποθέτηση πλωτού δαπέδου, χωρίς χρήση συγκολλητικής ουσίας.

## 2.8 Επεξεργασία τελικής επιφάνειας

Μετά την τοποθέτηση ενός ξύλινου δαπέδου, και αφού έχουν προηγηθεί όλες οι εργασίες του χώρου, το δάπεδο πρέπει να λειανθεί, προαιρετικά να χρωματιστεί, και να στιλβωθεί. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις που τοποθετήθηκε ξυλεία με βιομηχανική προβερνίκωση, ή φινιρισμένες σανίδες laminate. Οι διεργασίες επεξεργασίας τελικής επιφάνειας απαιτούν εμπειρία και επιδεξιότητα από εξειδικευμένους τεχνικούς σε συνδυασμό με κατάλληλες μηχανές και εργαλεία.

Αν η εφαρμογή του δαπέδου ήταν κολλητή, για να λειανθεί και να στιλβωθεί πρέπει να έχει περάσει περίπου μια βδομάδα, ανάλογα τις συνθήκες του χώρου και τη κόλλα που χρησιμοποιήθηκε. Γενικότερα, σε κάθε ξύλινο δάπεδο, για να γίνουν οι εργασίες στίλβωσης, οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας πρέπει να πλησιάζουν τις αντίστοιχες της μελλοντικής κατάστασης του χώρου. Αν υπάρχει σύστημα θέρμανσης πρέπει να είναι κλειστό κατά τις ημέρες του φινιρίσματος, λόγω κινδύνου συγκέντρωσης υγρασίας πάνω απ'την επιφάνεια επεξεργασίας του δαπέδου. Τα πρόσφατα εγκατεστημένα δάπεδα καλό είναι να έχουν προστατευθεί με χαρτόνι ή με ειδικές μεμβράνες ώστε να μην απαιτείται υπερβολική λείανση για χτυπήματα, χρώματα και χαρακιές που πιθανόν να υπάρξουν από ανεξάρτητες εργασίες, ως εκείνη τη στιγμή.

### 2.8.1 Λείανση

Κύριος παράγοντας ενός επιτυχημένου φινιρίσματος, είναι η λείανση του δαπέδου. Απρόσεκτοι ή λανθασμένοι χειρισμοί των μηχανών οδηγούν σε ελαττώματα που θα τονιστούν με την στίλβωση ή απλά θα παραμείνουν εμφανή. Το τρίψιμο στην κύρια έκταση και περιμετρικά του δαπέδου γίνεται σε διαδοχικά στάδια με κατάλληλες ηλεκτροκίνητες μηχανές και εναλλαγές γυαλόχαρτων. Τα νούμερα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι 36, 60, 120 και 150 και η χρήση τους εξαρτάται από το είδος και την κατάσταση της επιφανειακής στρώσης.



Εικόνα 27. Διαδικασία λείανσης με κατάλληλες μηχανές και γυαλόχαρτα.<sup>18</sup>

## 2.8.2 Φινίρισμα

Μετά την διαδικασία της λείανσης, ενδεχομένως και του στοκαρίσματος για τη σφράγιση λεπτών αρμών, έρχεται το τελικό στάδιο που είναι η επάλειψη μιας προστατευτικής στρώσης η οποία παράλληλα αναδεικνύει το ξύλινο δάπεδο. Αυτή η στρώση ποικίλει πάλι, ανάλογα με το είδος του δαπέδου, την επιθυμητή εμφάνιση, το κόστος αγοράς και τις προβλεπόμενες συνθήκες χρήσης. Μπορεί να αναπτυχθεί με επάλειψη από:

- **Βερνίκι**<sup>5</sup>

Πρόκειται για την εφαρμογή ενός διαφανούς φιλμ που προστατεύει το δάπεδο από φθορές και βελτιώνει την αντοχή της επιφάνειας. Είναι μια φροντίδα εύκολη, οικονομική και προβάλλει την αισθητική του ξύλου. Υπάρχει επιλογή ανάμεσα σε γυαλιστερό, ματ ή ημιγυαλιστερό (σατινέ) φινίρισμα. Το βερνίκι οφείλει να είναι εύκαμπτο, ώστε να αντέχει στα κτυπήματα, να ακολουθεί τις αυξομειώσεις διαστάσεων και τις κινήσεις του ξύλου, να μην κρυσταλλώνεται και παράλληλα να προσφέρει στο δάπεδο τη μεγαλύτερη δυνατή αντοχή στη χρήση. Για μεγαλύτερη ανθεκτικότητα, εφαρμόζονται παραπάνω από μία στρώσεις βερνικιού, αφού προηγηθεί κάθε φορά επιφανειακή λείανση με κατάλληλη μηχανή.

Τα κυριότερα είδη βερνικιών που χρησιμοποιούνται είναι:

-Τα βερνίκια πολουρεθάνης, ενός ή δυο συστατικών. Παρουσιάζουν υψηλές μηχανικές και χημικές αντοχές και είναι κατάλληλα για έντονη χρήση. Επιφανειακά ξηραίνονται σε 12 ώρες αλλά η πλήρης σκλήρυνση επέρχεται σε 10 ή παραπάνω μέρες. Έχουν την τάση να κιτρινίζουν λίγο, με τη πάροδο του χρόνου.

-Τα ακρυλικά βερνίκια («νερού»), ενός ή δυο συστατικών. Η εφαρμογή τους είναι συνεχώς αυξανόμενη στα δάπεδα τα τελευταία χρόνια. Είναι οικολογικά, χωρίς τοξικότητα, δυσάρεστες οσμές και αναδεικνύουν εξαιρετικά τη φυσική απόχρωση του ξύλου.





Εικόνα 28. Λείανση πρώτης στρώσης βερνικιού, και εφαρμογή στρώσης.<sup>18</sup>

- **Κερί**

Είναι υλικό που χρησιμοποιούνταν κατά κόρον παλιότερα με τη φυσική του μορφή. Τώρα έχει αντικατασταθεί με σύνθετα υλικά που έχουν ως βάση το κερί (30%) και αποτελούνται επιπλέον από διαλύτες, παραφίνες και αρωματικές ουσίες. Η χρησιμοποίηση κεριού αποκλείει κάθε μεταγενέστερη βερνίκωση.

- **Λάδι**

Αποτελεί ένα τελείωμα μάλλον περισσότερο αποτελεσματικό και λιγότερο αισθητικά ωραίο, που προτείνεται κυρίως για εξωτερικούς χώρους. Έχει βάση το λινέλαιο και με προσθήκη στεγνωτικού (5%) συντηρεί το ξύλο και το προστατεύει από την υγρασία.



Εικόνα 29. Τελείωμα παρκέτων εξωτερικού χώρου με λάδι.

### 2.8.3 Χρωματισμός

Ο χρωματισμός του ξύλου δε σημαίνει απαραίτητα ότι αλλάζει την εμφάνιση του ξύλου, αλλά μπορεί να αλλάξει η απόχρωση του χωρίς αλλοίωση της φυσικής του εμφάνισης. Μετά τον χρωματισμό, που γίνεται επιφανειακά, απαιτείται συνήθως προστατευτική επάλειψη με βερνίκι, κερί κλπ.



Ωστόσο, το χρωματισμένο δάπεδο θεωρείται ευαίσθητο γιατί με την φθορά του χρώματος από χτυπήματα ή χαράξεις, διαφαίνεται κατά σημεία η φυσική απόχρωση του ξύλου και δεν υπάρχει ομοιομορφία. Κατά την συντήρησή χρωματισμένου δαπέδου, απαιτείται εντατική λείανση ώστε να απομακρυνθεί το παλιό χρώμα, και επαναχρωματισμός.



Εικόνα 30. Παρκέτα iroko εξωτερικού χώρου, με επάλειψη από βερνικόχρωμα.

## 2.9 Ο ήχος και τα χαρακτηριστικά του <sup>2.17</sup>

Με τον όρο «ήχος» χαρακτηρίζονται οι μηχανικές ταλαντώσεις ενός ελαστικού σώματος στη περιοχή συχνοτήτων της ανθρώπινης ακοής.

Ορισμός ΕΛΟΤ 263.1 (1.184) :

«Ως ήχος ορίζεται η μηχανική διαταραχή που διαδίδεται με ορισμένη ταχύτητα μέσα σε ένα μέσο που μπορεί να αναπτύξει εσωτερικές δυνάμεις (πχ. ελαστικότητας, εσωτερικής τριβής) και έχει τέτοιο χαρακτήρα, ώστε μπορεί να διεγείρει το αισθητήριο της ακοής και να προκαλέσει ακουστικό αίσθημα».

### 2.9.1 Συχνότητα

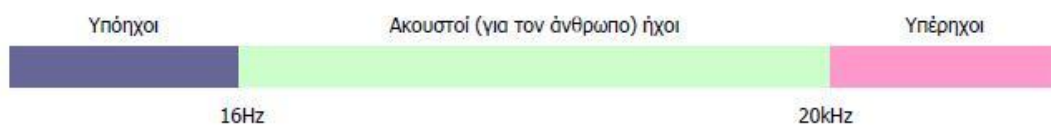
Τραβώντας τη χορδή μιας κιθάρας, αυτή εκτελεί ανάλογα με το μήκος και το πάχος της, ένα συγκεκριμένο πλήθος ταλαντώσεων στη μονάδα του χρόνου. Η σχέση του πλήθους των ταλαντώσεων αυτών ανά μονάδα χρόνου, ονομάζεται συχνότητα.

- *Συχνότητα ήχου ορισμένης στάθμης, είναι ο αριθμός των επαναλήψεων του στην μονάδα του χρόνου και μετριέται σε Hertz, δηλαδή σε κύκλους αλλαγής της ηχητικής πίεσης σε ένα δευτερόλεπτο.*

$$\text{Συχνότητα ήχου (f)} = \frac{\text{πλήθος ταλαντώσεων}}{\text{δευτερόλεπτο}}$$

Μονάδα μέτρησης: Hertz (Hz)

Η περιοχή συχνοτήτων που το υγιές αυτί ενός νεαρού ανθρώπου μπορεί να ακούσει είναι από 16 Hz έως 20,000 Hz. Οι ήχοι μέσων και υψηλών συχνοτήτων (3,000 – 8,000 Hz) είναι οι περισσότερο επικίνδυνοι για την πρόκληση βαρηκοΐας σε σχέση πάντα με την ένταση και την διάρκεια έκθεσης.



Εικόνα 31. Φάσμα συχνοτήτων

Το πλήθος των ταλαντώσεων ανά δευτερόλεπτο καθορίζει το ύψος του τόνου ενώ το πλάτος της ταλάντωσης καθορίζει την ένταση. Όσο πιο δυνατά τεντωθεί η χορδή μιας κιθάρας, τόσο δυνατότερα αυτή ταλαντώνεται και αντίστοιχα ισχυρότερος είναι αυτός ο τόνος.

### 2.9.2 Ακουστική πίεση

Ακουστική πίεση (p) ονομάζεται η δημιουργούμενη από την μετακίνηση των μορίων του αέρα υπερπίεση ή υποπίεση σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση. Μέσω της ακουστικής πίεσης γίνεται η ποσοτική περιγραφή ενός ηχητικού κύματος.

- ✓ Η ακουστική πίεση σε κάποιο σημείο του χώρου, είναι συνάρτηση του χρόνου.
- ✓ Σχετίζεται άμεσα με το πόσο έντονα θα «ακουστεί» ένας ήχος.
- ✓ Είναι το μέγεθος που «καταγράφουν» τα μικρόφωνα.
- ✓ Μονάδα μέτρησης το Pascal (N/ m<sup>2</sup>).

Πίνακας 3. Τυπικά παραδείγματα ακουστικής πίεσης

Πηγές ακουστικής πίεσης	Πίεση (Pa)
Κατώφλι ακοής	0,00002
Ήσυχο γραφείο	0,002
Θόρυβος από ξυπνητήρι σε απόσταση 1 m.	0,2
Μηχανοστάσιο πλοίου	20
Μηχανή turbo - jet στα 25 m.	200

### 2.9.3 Ισχύς ήχου

Ο όρος ισχύς ήχου χαρακτηρίζει τη συνολική ηχητική ενέργεια που ανακλάται σε 1 δευτερόλεπτο από μια πηγή ήχων προς όλες τις κατευθύνσεις σε ένα χώρο.

$$\text{Ισχύς ήχου (P)} = \frac{\text{ηχητική ενέργεια (E)}}{\text{χρόνος (t)}}$$

Μονάδα μέτρησης: Watt (W)

## 2.9.4 Ένταση

Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ (556.1)

«Ηχητική ένταση σε ένα σημείο του ηχητικού πεδίου και προς μια καθορισμένη διεύθυνση είναι το πηλίκο της μέσης ηχητικής ισχύος που διαπερνά κάθετα μια στοιχειώδη επιφάνεια διά του εμβαδού της επιφανείας».

$$\text{Ένταση ήχου (I)} = \frac{\text{ισχύς ήχου (P)}}{\text{επιφάνεια (A)}}$$

Μονάδα μέτρησης: Watt ανά m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>)

- ✓ Η ηχητική ένταση είναι μέγεθος διανυσματικό.
- ✓ Δυσκολία στη μέτρησή της (απαιτείται η γνώση διεύθυνσης, φοράς και μέτρου).
- ✓ Εκφράζει τη ροή της ηχητικής ενέργειας.
- ✓ Η μικρότερη ακουστή ένταση είναι περίπου 10-12 W/m<sup>2</sup>.

## 2.9.5 Στάθμη ήχου

Για πρακτικούς λόγους απαιτείται μια κλίμακα μετατροπής, η οποία να εκφράζει τον θόρυβο και γι' αυτό τον σκοπό χρησιμοποιείται η κλίμακα των decibel (dB). Το dB είναι το 1/10 του bel, το οποίο είναι ο λογάριθμος του πηλίκου δύο ιδιαίτερων εντάσεων ήχου.

$$L = \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

L = το επίπεδο του ήχου σε bels

I<sub>0</sub> = η ένταση αναφοράς (Wm<sup>2</sup>)

I = η ένταση του υπό εξέταση ήχου (Wm<sup>2</sup>)

- ✓ Η τετραγωνική ρίζα της έντασης είναι ανάλογη της πίεσης.

## Υπολογισμός της συνολικής στάθμης ήχου

Οι στάθμες ήχου δεν μπορούν απλά να προστεθούν ή να αφαιρεθούν αριθμητικά αλλά πρέπει να προστίθενται ή να αφαιρούνται λογαριθμικά.

Για τη πρόσθεση ή αφαίρεση περισσότερων του ενός και ίδιων πηγών ήχων ισχύει:

$$L = L_1 + 10 \lg n$$

όπου,

$L$  = συνολική στάθμη όλων των πηγών ήχου

$L_1$  = στάθμη ήχου των πηγών ήχων, που προκαλούν αυτούς

$n$  = πλήθος των πηγών ήχων

παράδειγμα :

2 μηχανές με 60 db η κάθε μια

$$L = 60 \text{ db} + 10 \lg 2 = 63 \text{ dB}$$

Με το διπλασιασμό της στάθμης ήχου αυξάνεται η συνολική στάθμη ήχου μόνο κατά 3 db, δηλαδή το διπλάσιο του 85 dB δεν είναι το 170, αλλά το 88 dB.

Αυτό ισχύει επίσης για δυο πηγές ήχων στο ακουστικό κατώφλι των 0 db.

(ισχύει  $0 \text{ db} + 0 \text{ db} = 3 \text{ db}$ )

Η διαφορά σε ντεσιμπέλ μεταξύ δύο πηγών ορίζεται ως εξής<sup>20</sup>:

$$10 \log_{10} (P_2/P_1) \text{ dB}$$

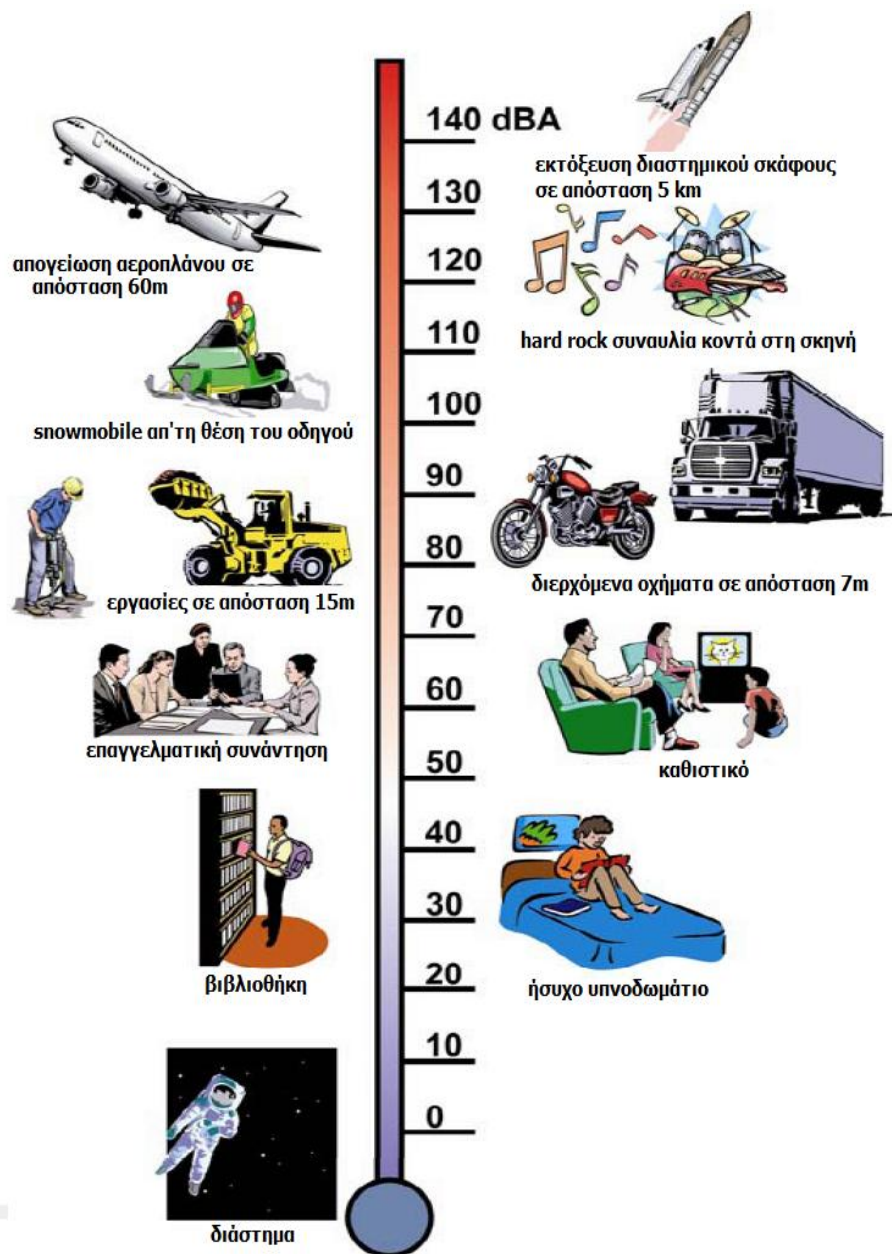
Εάν η δεύτερη πηγή ( $P_2$ ) παράγει διπλάσια ενέργεια από την πρώτη ( $P_1$ ), η διαφορά σε dB είναι:  $10 \log_{10} (P_2/P_1) = 10 \log_{10} (2) = 3 \text{ dB}$

Εάν η δεύτερη είχε 10 φορές τη δύναμη του πρώτου, η διαφορά θα ήταν:

$$10 \log_{10} (P_2/P_1) = 10 \log_{10} (10) = 10 \text{ dB}$$

Εάν η δεύτερη είχε ένα εκατομμύριο φορές τη δύναμη του πρώτου, η διαφορά σε dB θα είναι:

$$10 \log_{10} (P_2/P_1) = 10 \log_{10} (1000000) = 60 \text{ dB}$$



Εικόνα 32. Τυπικές στάθμες ήχου

## 2.9.6 Ταχύτητα ήχου

Η ταχύτητα ήχου ( $c$ ) εξαρτάται από:

- Το υλικό μέσα στο οποίο διαδίδεται ο ήχος
- Από τη θερμοκρασία του υλικού
- Από τη συχνότητα

Πίνακας 4. Ταχύτητα μετάδοσης ήχου σε διάφορα μέσα.

Ταχύτητα μετάδοσης του ήχου	
Μέσο	Ταχύτητα ήχου (c) σε m/s
Αέρας (20°C)	343
Νερό	1.470
Γυαλί	4.560 – 5.200
Μπετόν	3.200 – 3.600
Αλουμίνιο	6.320 – 6.400
Ατσάλι	5.850 – 6.100
Φελλός	430 - 530
Πολυστυρένιο	2.340 – 2.400
Πολυουρεθάνη	1.780 – 1.900
Σιλικόνη	948
PVC	2.400

### Ταχύτητα διάδοσης ήχου στο ξύλο

Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στο ξύλο<sup>9</sup>, είναι ανάλογη με την ελαστικότητα του και αντιστρόφως ανάλογη με την πυκνότητα. Ακόμα ισχύει:

- ✓ Η ταχύτητα του ήχου (αξονικά) κυμαίνεται σε 3.000 – 5.000 m/s, ανάλογα με το είδος του.
- ✓ Όσο μικρότερη είναι η πυκνότητα και η ελαστικότητα του ξύλου και όσο μεγαλύτερη είναι η υγρασία και η θερμοκρασία του, τόσο μειώνεται η ταχύτητα μετάδοσης του ήχου.
- ✓ Σε ξύλο χωρίς σφάλματα δομής με ίσιες ίνες (ισόβενο), οι δονήσεις του ήχου μεταδίδονται γρηγορότερα σε σχέση με ξύλο που παρουσιάζονται ρόζοι και ίνες υπό γωνία.
- ✓ Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στη μάζα του ξύλου στην αξονική διεύθυνση είναι 1,3 – 2,5 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την εγκάρσια.



Πίνακας 5. Ταχύτητα μεταφοράς του ήχου σε ενδεικτικά είδη ξύλου

Είδος ξύλου	Ταχύτητα ήχου (c) σε m/s
Ελάτη	4800
Φτελιά	4120
Σφενδάμι	4110
Μελιά	4670
Δρυς	3850
Σημύδα	3340

Ο υπολογισμός της ταχύτητας του ήχου στο ξύλο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C = \sqrt{\frac{E}{r_0}}$$

Όπου,

C = ταχύτητα διάδοσης του ήχου (m/s)

E = μέτρο ελαστικότητας (Kp/cm<sup>2</sup>)

r<sub>0</sub> = ξηρή πυκνότητα (g/cm<sup>3</sup>)

### 2.9.7 Χρόνος αντήχησης

Χρόνος αντήχησης (T) σε κλειστούς χώρους ονομάζεται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί έως όταν η στάθμη ήχου μιας ξαφνικά διακοπτόμενης ηχητικής επίδρασης μειωθεί, κατά 60 db. Συχνά, για τεχνικούς λόγους, μετριέται μόνο ο χρόνος στον οποίο η στάθμη ήχου πέφτει κατά 30 db και το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζεται επί 2.

Ο χρόνος αντήχησης υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$T = 0,163 \frac{V}{A_0}$$

Όπου,

$T$  = χρόνος αντήχησης σε δευτερόλεπτα s

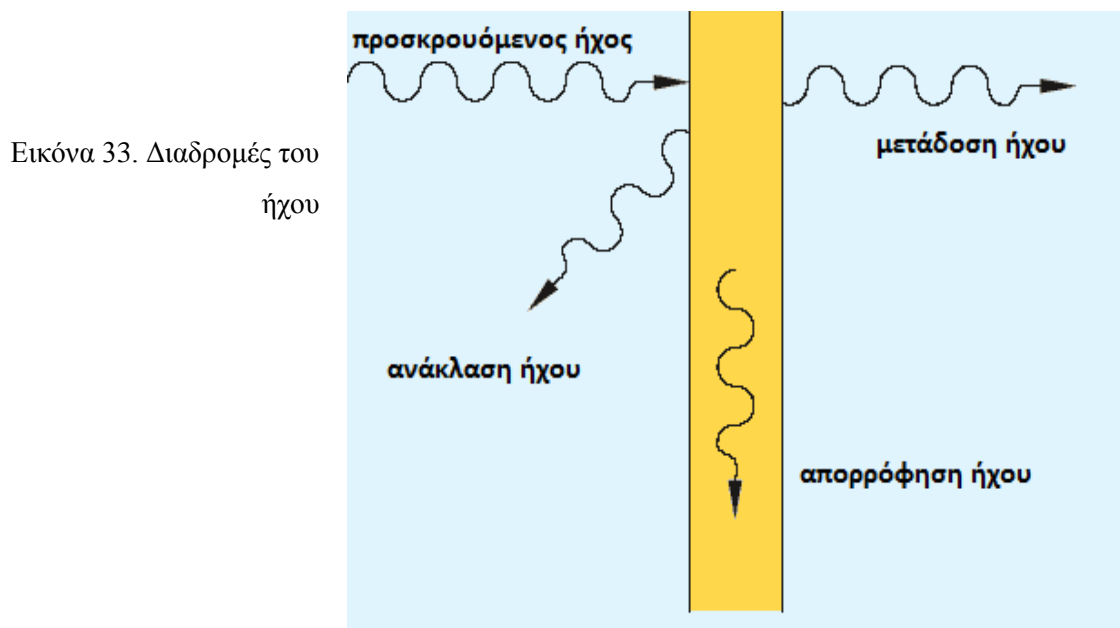
$V$  = όγκος χώρου σε  $m^3$

$A_0$  = επιφάνεια απορρόφησης ήχου όλων των απορροφητήρων ήχου, που βρίσκονται στο χώρο.

Μέσω του τύπου, είναι φανερό ότι ο χρόνος αντήχησης εξαρτάται και από το μέγεθος του χώρου και από την ισοδύναμη επιφάνεια απορρόφησης ήχου.

### 2.9.8 Φαινόμενα κατά τη διάδοση του ήχου

Οι συνήθεις διαδρομές που ακολουθεί ένας προσκρουόμενος σε εμπόδιο ήχος είναι η ανάκλαση, η μετάδοση και η απορρόφηση. Κατά την ανάκλαση, η ηχητική ενέργεια ανακλάται πίσω στο χώρο, ενώ κατά την μετάδοση οι δονήσεις του ήχου διαπερνούν το εμπόδιο και μεταφέρονται στο γειτονεύοντα χώρο. Η απορρόφηση είναι η δυνατότητα του εμποδίου να απορροφήσει την ηχητική ενέργεια.



Επίσης παρατηρούνται:

- Φαινόμενο **περίθλασης**:

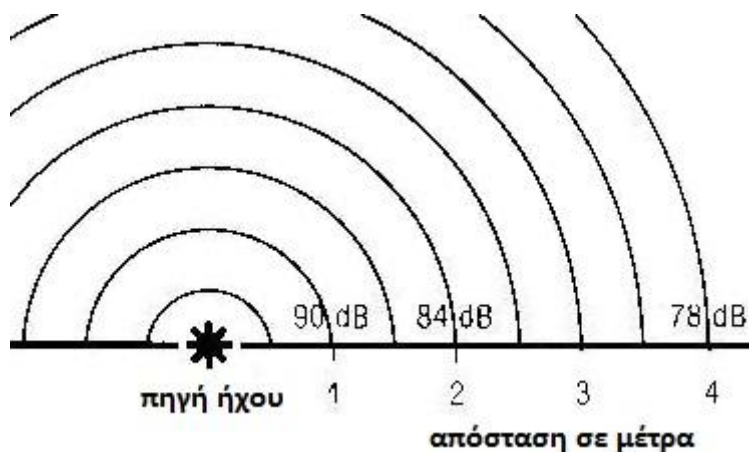
Ο ήχος διεισδύει μέσα από σχισμές και μεταδίδεται πίσω από εμπόδια.

- Φαινόμενο **διάθλασης**:

Κατά την μετάβαση μεταξύ δύο υλικών με διαφορετικές ταχύτητες διάδοσης, το ηχητικό κύμα αλλάζει διεύθυνση.

### Απώλεια ήχου

Αν μια μικρή πηγή ήχου παράγει ένα ηχητικό επίπεδο των 90 dB σε απόσταση ενός μέτρου, το ηχητικό επίπεδο και σε απόσταση δύο μέτρων θα είναι 84 dB, σε τέσσερα μέτρα 78dB κλπ.



Εικόνα 34. Απώλειες ήχου σε σχέση με την απόσταση

## 2.10 Διάκριση μεταξύ ήχου και θορύβου

Ο ήχος προκαλεί ευχάριστο συναίσθημα, όπως η μουσική. Αντίθετα, ο θόρυβος ορίζεται σαν κάθε δυσάρεστος και ανεπιθύμητος ήχος, ο οποίος προκαλεί ανεπιθύμητες παρενέργειες όπως:

- Δυσκολία στην επικοινωνία

- Ενόχληση

- Απώλεια ακοής

- ✓ ... όμως και η μουσική κάποιου μπορεί να αποτελεί θόρυβο για το γείτονά του...!

Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 263.1

«Θόρυβος ονομάζεται κάθε απεριοδικός σύνθετος ήχος που η στιγμιαία τιμή του αυξομειώνεται με τυχαίο τρόπο»

«Θόρυβος ονομάζεται κάθε δυσάρεστος ή ανεπιθύμητος ήχος»

- **Σταθερός θόρυβος:** παρουσιάζει αμελητέες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
- **Μεταβλητός θόρυβος:** ο θόρυβος που δεν είναι σταθερός.
- **Κυμαινόμενος θόρυβος:** η στάθμη του αλλάζει συνεχώς σε σημαντικό βαθμό κατά τη διάρκεια της μέτρησης.

### **Ο θόρυβος και οι συνέπειες του στον άνθρωπο**

Το όργανο της ακοής του ανθρώπου δεν είναι επαρκώς εξοπλισμένο ώστε να προστατεύεται από τις βλαβερές συνέπειες του θορύβου. Σε ένα θορυβώδες περιβάλλον κρίνεται επιτακτική η ανάγκη μέτρων πρόληψης.

#### ➤ Περιορισμός του θορύβου στην πηγή του

Όταν δεν είναι δυνατόν να αντικατασταθεί η «παλιά θορυβώδης μηχανή» με μια καινούργια λιγότερο θορυβώδη, θα πρέπει να εντοπιστούν και να αντικατασταθούν εκείνα τα εξαρτήματα που προκαλούν υψηλές στάθμες θορύβου. Η τακτική, προληπτική συντήρηση μιας μηχανής βοηθά στην αποφυγή θορύβου υψηλής στάθμης.

#### ➤ Περιορισμός του θορύβου κατά την διαδρομή του μέχρι τον δέκτη

Επιτυγχάνεται με τη μελέτη και κατασκευή ηχομονωτικών χωρισμάτων και τοποθέτηση κατάλληλων ηχοαπορροφητικών υλικών στα τοιχώματα, τις οροφές και τα δάπεδα των χώρων με αυξημένο θόρυβο.

#### ➤ Περιορισμός του θορύβου στον δέκτη

Σε εργασιακούς χώρους που δεν είναι τεχνικά εφικτό να λυθεί το πρόβλημα της υψηλής ηχοέκθεσης, οι εργαζόμενοι οφείλουν να φορούν τα κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας (ωτοασπίδες, ωτοβύσματα κ.α.), τα οποία να είναι πιστοποιημένα με το Ευρωπαϊκό σήμα

ποιότητας CE και να έχουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές EN 352 - 1,2,3,4,5 σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα.

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας ενός θορυβώδους περιβάλλοντος βασίζεται στην ακουστική ενέργεια που δέχεται ο δέκτης. Το ποσό της ακουστικής ενέργειας εξαρτάται από την στάθμη και την διάρκεια έκθεσης του στους χώρους εργασίας (πιν. 6).

Πίνακας 6. Διεθνώς θεσπισμένα χρονικά όρια έκθεσης σε θόρυβο.

<b>Διάρκεια έκθεσης</b>	<b>Ένταση θορύβου dB(A)</b>
<b>ώρες</b>	
8	85
4	88
2	91
1	94
<b>Λεπτά</b>	
30	97
15	100
7,5	103
3,75	106
<b>Δευτερόλεπτα</b>	
112	109
56	112
28	115
14	118
7	121
3,5	124

Το ανθρώπινο σώμα αρχίζει να αντιδρά στο θόρυβο όταν αυτός ξεπερνά τα 70 dB (A). Το μεγάλο πρόβλημα με το θόρυβο είναι ότι οι συνέπειές του στον ανθρώπινο οργανισμό δεν είναι άμεσες αλλά επιβαρύνουν την ακοή με τη πάροδο του χρόνου.

Η έκθεση σε επίπεδα θορύβου μεγαλύτερα των επιτρεπομένων, χωρίς καμία προστασία για μεγάλο χρονικό διάστημα έχει τις ακόλουθες συνέπειες<sup>6</sup>:

#### *Σε χώρους εργασίας*

- Δυσκολία στην επικοινωνία με συναδέλφους του
- Έλλειψη αυτοσυγκέντρωσης
- Εκνευρισμός
- Κόπωση - εξάντληση
- Χαμηλή απόδοση
- Πρόκληση ατυχημάτων

#### *Στο ανθρώπινο σώμα*

- Συστολή των αγγείων του αίματος
- Συστολή των μυών
- Υψηλή πίεση της καρδιάς
- Άγχος
- Προβλήματα ύπνου
- Πιθανή διαταραχή του κύκλου εμμήνου ρήσεως στις γυναίκες έως και ανικανότητα

#### *Στην ακοή*

- Ακουστικό τραύμα με συνέπεια τη στιγμιαία απώλεια της ακοής, το οποίο προκαλείται από έκθεση σε πολύ έντονο θόρυβο π.χ. έκρηξη.
- Προσωρινή απώλεια της ακοής μετά από έκθεση σε έντονο ήχο ακόμα και για σύντομες περιόδους. Με την πάροδο μικρού χρονικού διαστήματος η ακοή επιστρέφει στα κανονικά επίπεδα.
- Μόνιμη απώλεια της ακοής μετά από πολύωρη έκθεση σε υψηλής έντασης θόρυβο. Η απώλεια είναι μόνιμη γιατί οι κυψελίδες έχουν καταστραφεί.
- Βουητό ή άλλοι μη φυσιολογικοί θόρυβοι στο αυτί που εμφανίζονται όταν βρισκόμαστε σε ήσυχο περιβάλλον ή στον ύπνο μας μετά από εργασία σε θορυβώδες περιβάλλον.
- Αδυναμία ακοής και κατανόησης συνομιλιών: όλοι οι ήχοι φθάνουν στο αυτί υποβαθμισμένοι.

Η βαρηκοΐα αποτελεί αναγνωρισμένη επαγγελματική ασθένεια σύμφωνα με το άρθρο 40 του Κανονισμού Ασθένειας του ΙΚΑ (ΦΕΚ 132/12.2.1979).

## 2.11 Είδη μετάδοσης ήχων

Για τον προσδιορισμό τους, οι ήχοι διαχωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- εργασιακός, περιβαλλοντικός και κυκλοφοριακός,
- **αερόφερτος και κτυπογενής.**

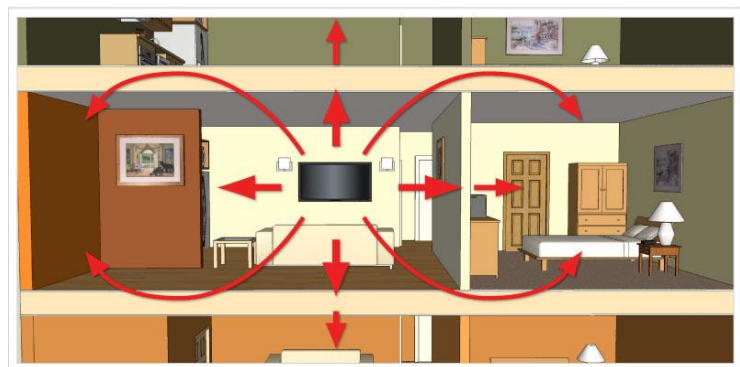
Η οικοδομική ακουστική εξετάζει το πρόβλημα της διάδοσης του ήχου σε κτίρια, η οποία γίνεται τόσο μέσω του αέρα όσο και μέσω οικοδομικών στοιχείων, όπως οι τοίχοι και τα πατώματα.

Η μετάδοση των ήχων σε κτίρια, μπορεί να οδηγήσει σε ενοχλητικούς και ανεπιθύμητους θορύβους σε δωμάτια, χώρους εργασίας, καθώς και σε άλλους χώρους όπου η ησυχία, αποτελεί το ζητούμενο. Επιπλέον, η αντανάκλαση του ήχου σε ένα δωμάτιο μπορεί να δημιουργήσει ηχώ, αλλοιωμένους ήχους, και να μειώσει τη σαφήνεια του λόγου. Παραδείγματα όπου η κατάλληλη μεταφορά ήχου είναι ζωτικής σημασίας είναι τα νοσοκομεία, οι κατοικίες, τα θέατρα, οι βιβλιοθήκες κλπ.

Για τους αναφερθέντες λόγους, θα αναλυθεί παρακάτω ο αερόφερτος ήχος, ο κτυπογενής ήχος, η απορρόφηση ήχου καθώς και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα και παγκοσμίως για την βελτίωση της ηχομόνωσης σε κτιριακές εγκαταστάσεις.

### **Αερόφερτος ή αερομεταφερόμενος ήχος (Airborne Sound Transmission)**

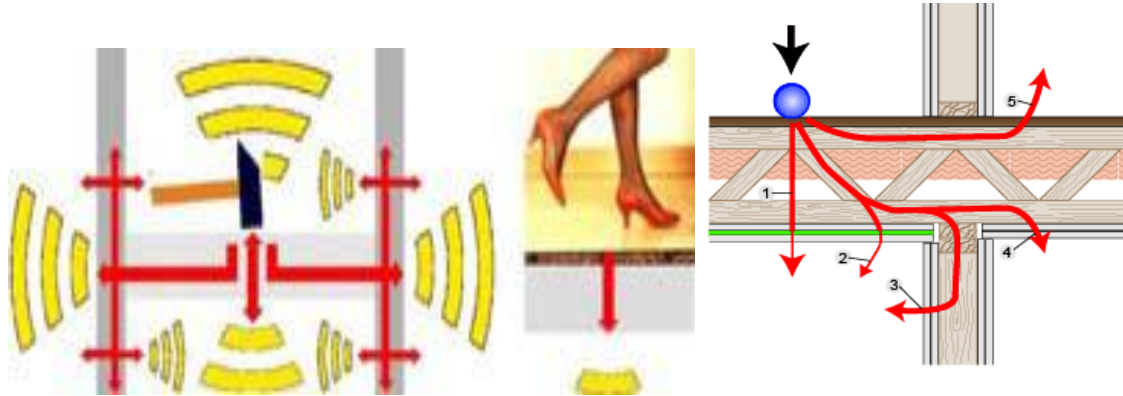
Ο αερόφερτος ήχος είναι ηχητικά κύματα που μεταφέρονται μέσω του αέρα και μπορούν να προέρχονται από ομιλία, τηλεόραση, μουσική, αεροπλάνα, αυτοκίνητα κλπ. Οι αερομεταφερόμενοι ήχοι μεταδίδονται μέσα από δάπεδα, οροφές και τοίχους, αλλά μπορούν επίσης να μεταδοθούν μέσω των αεραγωγών και διαφόρων ανοιγμάτων, όπως κάτω απ' τις πόρτες και τα παράθυρα.



Εικόνα 35. Διάδοση αερόφερτου ήχου σε κατοικία.

### Κτυπογενής ήχος (Impact Sound Transmission)

Κτυπογενής ήχος είναι η μετάδοση των δονήσεων, συνήθως σε δάπεδο, που παράγονται από κτύπο. Μπορούν να προκύψουν από περπάτημα, άλμα, πτώση αντικειμένων, μετακίνηση επίπλων κλπ. και να μεταφερθούν μέσα από το δάπεδο στο υποδάπεδο, και εν συνεχεία, στην οροφή του δωματίου από κάτω. Ανάλογα με την ισχύ τους, μπορεί να παράγουν ήχους και στους δύο χώρους, οι οποίοι πιθανόν να είναι ενοχλητικοί και να αποσπούν την προσοχή.



Εικόνα 36.Μορφές διάδοσης του κτυπογενή ήχου

### Απορρόφηση ήχου (sound absorption)

Είναι η ικανότητα ενός υλικού να απορροφά τον ήχο, αντί να του επιτρέπει να αντανακλά γύρω από ένα χώρο. Η ηχοαπορρόφηση συμβαίνει όταν ο ήχος χτυπά στους πόρους μιας επιφάνειας και μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Η αύξηση απορρόφησης του ήχου μειώνει την ηχώ και αυξάνει τη σαφήνεια του ήχου. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε μέρη που απαιτείται καλή ακουστική χώρου, όπως τα αμφιθέατρα.



## 2.12 Νομοθεσία

Η **ακουστική μελέτη**, όταν ξεκινήσει να εκπονείται κατά τη φάση σχεδιασμού ενός έργου, μπορεί σε συνεργασία με τους μελετητές (αρχιτέκτονα, στατικό, μηχανολόγο κλπ.) του έργου να πετύχει το καλύτερο αισθητικό, λειτουργικό και ακουστικό αποτέλεσμα. Η ακουστική μελέτη καταλήγει σε κατασκευές και διατάξεις με συγκεκριμένες ιδιότητες και τεχνικές προδιαγραφές για πιστοποιημένα ακουστικά υλικά, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται με εγγυημένο τρόπο το αναμενόμενο ακουστικό αποτέλεσμα, όταν γίνεται ορθή εφαρμογή αυτών. Στη χώρα μας οι παράμετροι και τα κριτήρια ακουστικής άνεσης κτιρίων (ηχομόνωση – ηχοπροστασία) καθορίζονται και επιβάλλονται από το άρθρο 12 του **κτιριοδομικού κανονισμού** (σελ.75).

Η αμερικανική Εταιρεία Δομικών Υλικών (ASTM) έχει καθιερώσει τις εξής μεθόδους αξιολόγησης ακουστικών ιδιοτήτων ενός υλικού ή μιας κατασκευής:

- Sound Transmission Class (STC)
- Impact Insulation Class (IIC)
- Noise Reduction Coefficient (NRC)

Από τις τρεις μεθόδους αξιολόγησης, η αξιολόγηση σχετικά με κτυπογενείς ήχους ( $L_{n,w}$ - IIC) εστιάζεται ως επί το πλείστον, στο δάπεδο, ενώ οι υπόλοιπες μέθοδοι ( $R_w$ - STC,  $\alpha_s$ - NRC) καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα των υλικών ως προς τον έλεγχο του θορύβου. Ωστόσο, είναι πάντα σημαντικό οι τελευταίες να είναι γνωστές καθώς οι τιμές τους επηρεάζονται από τον τύπο του δαπέδου σε μια κατασκευή.

## 2.13 Μόνωση από αερόφερτο ήχο

Ερευνώντας τη μόνωση από αερόφερτο ήχο, μελετάται κυρίως το πόσο εύκολα ή δύσκολα ένα οικοδομικό στοιχείο τίθεται σε ταλάντωση μέσω της ηχητικής ενέργειας που προσκρούει σε αυτό.

Η ηχομόνωση οικοδομικών στοιχείων εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Την αναφερόμενη σε επιφάνεια μάζα σε  $\text{kg/m}^2$ .
- Τη δυσκαμψία ή ευκαμψία ενός υλικού.
- Τη συχνότητα του ήχου.
- Την επιμήκη αγωγιμότητα του ήχου μέσω υπερκερασμένων οικοδομικών στοιχείων, όπως τοίχοι και ταβάνια.
- Τυχόν μη στεγανές θέσεις, πχ. ανοιχτοί αρμοί.

Κατά τη μέτρηση της ηχομόνωσης γίνεται διαχωρισμός δύο μεγεθών:

$R_w$  = μέτρηση ηχομόνωσης χωρίς να λαμβάνονται υπόψη υπερκερασμένα οικοδομικά στοιχεία όπως επιμήκεις τοίχοι, ταβάνια, πατώματα.

$R'_w$  = μέτρηση ηχομόνωσης του οικοδομικού στοιχείου λαμβάνοντας υπόψη τα υπερκερασμένα στοιχεία μέσω της επιμήκου αγωγιμότητας του ήχου στους τοίχους, τα ταβάνια και τα πατώματα.

Η μονάδα μέτρησης της μόνωσης από αερόφερτο ήχο μπορεί να υπολογιστεί από τη λογαριθμική σχέση της ισχύος του ήχου, της έντασης του ήχου ή της ηχητικής ενέργειας από το χώρο εκπομπής προς το χώρο λήψης.

$$R = 10 \lg \frac{P_s}{P_e} = 10 \lg \frac{I_s}{I_e} = 10 \lg \frac{E_s}{E_e}$$

P = ισχύς ήχου

δείκτες

I = ένταση ήχου

s = χώρος εκπομπής

E = ηχητική ενέργεια

e = χώρος λήψης

Στη πράξη κυριαρχεί παρ'όλα αυτά εκείνη η μέθοδος κατά την οποία τόσο στο χώρο εκπομπής όσο και στο χώρο λήψης η στάθμη μετριέται. Στο χώρο λήψης μετριέται επιπλέον και ο χρόνος αντήχησης.

Αν η μόνωση ενός οικοδομικού στοιχείου υπολογίζεται μέσω της στάθμης ήχου, τότε προκύπτει ότι: η επιφάνεια που χωρίζει το χώρο εκπομπής και το χώρο λήψης χαρακτηρίζεται με  $A$ , αντίθετα η ισοδύναμη επιφάνεια απορρόφησης ήχου  $A_0$  εκφράζει το πόσο μεγάλο θα έπρεπε να είναι το σύνολο όλων των επιφανειών, που γειτονεύουν με το χώρο, αν αυτές κατέχουν βαθμό απορρόφησης ήχου της τάξης του 100%. Ισοδύναμα αλλά και ισότιμα αυτό σημαίνει ότι η, μόνο για τους υπολογισμούς υπάρχουσα, μικρότερη επιφάνεια  $A_0$  με βαθμό απορρόφησης ήχου 100% αντιστοιχεί στις πραγματικά υπάρχουσες, μεγαλύτερες επιφάνειες  $A$ , που χωρίζουν το χώρο.

$$R'_W = L_S - L_E + 10 \log \frac{A}{A_0}$$

Επειδή στη πράξη η ισοδύναμη επιφάνεια απορρόφησης ήχου  $A_0$  δεν μπορεί να υπολογιστεί άμεσα, πρέπει να καθορίζεται μέσω του τύπου:

$A_0$  = ισοδύναμη επιφάνεια απορρόφησης ήχου

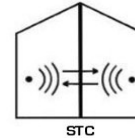
$T$  = χρόνος αντήχησης σε δευτερόλεπτα  $s$

$V$  = όγκος χώρου σε  $m^3$

Η μέση εκτιμήσιμη ηχομόνωση<sup>2</sup> πρέπει στη πράξη να αποδίδεται πάντα με μια τιμή ενός αριθμού. Η τιμή αυτή υπολογίζεται ως εξής:

Προστίθενται οι τιμές ηχομόνωσης όλων των συχνοτήτων και διαιρούνται με το συνολικό πλήθος των συχνοτήτων. Κατόπιν διαιρούνται με το 2,η τιμή της πρώτης και της τελευταίας συχνότητας και το σύνολο διαιρείται με το 15.

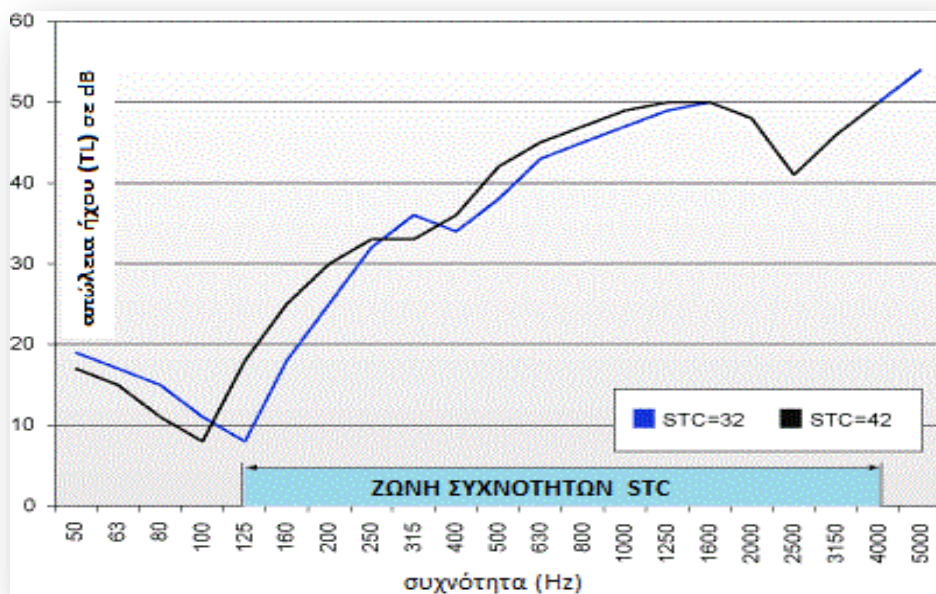
## Δείκτης ηχομόνωσης STC (Sound Transmission Class) (ASTM E413)



Κατά την αμερικανική μέθοδο, η ηχομόνωση από αερόφερτο ήχο εκφράζεται με τον δείκτη STC, ο οποίος είναι ένας καθαρός αριθμός που εκφράζει το βαθμό που ένα υλικό ή χώρισμα κτιρίου αποτρέπει τη μετάδοση αερομεταφερόμενων ήχων μέσα απ' αυτό. Συνεπώς, *μετρά πόσος ήχος παρακρατείται σε ένα χώρο, αντί να μεταφερθεί σε άλλους, πχ. ένα υλικό με STC 60, θα αποτρέψει 60 dB θορύβου.*

Ο δείκτης STC είναι η μέση ηχομόνωση που μετρήθηκε εργαστηριακά, ερευνώντας σε συχνότητες εντός του φάσματος της ομιλίας, δηλαδή μεταξύ 125 Hz και 4000 Hz. Αυτός ο περιορισμός (στο εύρος των χαμηλών συχνοτήτων) είναι το κύριο σημείο που υστερεί ο δείκτης STC έναντι του  $R_w$ .

Στην εικόνα 37, συγκρίνονται δυο υλικά που αν και έχουν σχεδόν ίση ηχομονωτική ικανότητα στο ευρύτερο φάσμα συχνοτήτων, η προώθηση πωλήσεων του υλικού με το μαύρο χρώμα, θα το πρότεινε σαν πιο ηχομονωτικό κατά 10 dB!<sup>23</sup> Είναι φανερό πως αυτή η διαφορά υπάρχει μόνο επειδή το μπλε χρώματος υλικό «ατύχησε» να έχει τη μικρότερη ηχομονωτική ικανότητα λίγο μετά τα 125 Hz (εντός της ζώνης συχνοτήτων STC) και όχι πριν. Να σημειωθεί, ότι ένα μεγάλο ποσοστό της ηχητικής ενέργειας που παράγεται από το μέσο σπίτι, την κυκλοφορία, τα αεροπλάνα, τη μουσική κλπ. ανιχνεύεται σε χαμηλότερο εύρος συχνοτήτων.



Εικόνα 37. Σύγκριση υλικών με διαφορετικό δείκτη STC.

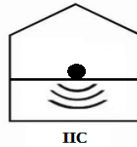
Όταν τα ηχητικά κύματα χτυπούν μία πλευρά ενός χωρίσματος (πχ. τοίχο, οροφή, δάπεδο), του προκαλούν δόνηση. Η δόνηση αυτή, μεταφέρεται μέσα από το χώρισμα και παράγεται ένας ήχος από την άλλη πλευρά. Μια ποσότητα της ενέργειας πιθανόν να χαθεί κατά τη διάρκεια της μετάδοσης. Αυτή η ποσότητα ονομάζεται *απώλεια μετάδοσης* (Transmission Loss)<sup>24</sup>. Υψηλή απώλεια σημαίνει ότι λιγότερος ήχος παράγεται στην άλλη πλευρά του χωρίσματος.

Πίνακας 7. Απώλειες ήχου κατά προσέγγιση, σε διάφορα υλικά.

Υλικό	Πάχος (mm)	Βάρος (kg/m <sup>2</sup> )	Απώλεια ήχου dB(A)
Ελαφρύ μπετόν	200	151	34
Πυκνό μπετόν	100	244	40
Ξύλο (ελάτη)	12	8,3	18
Ξύλο (ελάτη)	25	16,1	21
Ξύλο (ελάτη)	50	32,7	24
Κόντρα πλακέ	12	8,3	20
Κόντρα πλακέ	25	16,1	23
Γυαλί	3,2	7,8	22
Ατσάλι 20ga	0,95	7,3	22
Αλουμίνιο	3,2	8,8	25

- Δείκτες ηχομόνωσης δίνονται σε μεμονωμένα υλικά, καθώς και σε ολοκληρωμένα σύνθετα χωρίσματα. Όταν διαφορετικά υλικά είναι εγκατεστημένα σε ένα χώρισμα, ο βαθμός ηχομόνωσης που προκύπτει, δεν είναι η πρόσθεση των δεικτών των επιμέρους υλικών. Αντ' αυτού, το χώρισμα θα πρέπει να δοκιμαστεί μετά την εγκατάσταση, ώστε να ερευνηθούν τα υλικά συνολικά. Επίσης, μ' αυτό τον τρόπο εντοπίζονται αεραγωγοί ή άλλοι «δρόμοι» που ο ήχος μπορεί να ακολουθήσει.

## 2.14 Μόνωση από κτυπογενή ήχο



Σε ένα κτίριο με πολλά επίπεδα, όταν υπάρξει κτύπος σε κάποιο απ' τα δωμάτια πχ. με τη ρίψη ενός αντικειμένου ή τη μετακίνηση επίπλων δημιουργείται μια δόνηση που πιθανόν να προχωρήσει στους άλλους χώρους. Οι εν λόγω κραδασμοί είναι συνήθως ανεπιθύμητοι και ενοχλητικοί.

Οι υπολογισμοί που απαιτούνται για τον έλεγχο της ηχομόνωσης από κτυπογενή ήχο, όπως επιβάλλεται απ' τον κτιριοδομικό κανονισμό, αποσκοπούν στη μείωση της στάθμης  $L'_{n,w}$ . Η στάθμη αυτή, που χαρακτηρίζεται ως απαιτούμενο κριτήριο ηχομόνωσης, πρέπει να είναι μικρότερη από τις ελάχιστες τιμές της  $L'_{n,w}$  που καθορίζονται στους πίνακες 2 και 3 του Κτιριοδομικού Κανονισμού (πίνακας 10α,β, σελ. 79).

Ο υπολογισμός της σταθμισμένης κανονικοποιημένης (ομαλοποιημένης) στάθμης ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου ( $L'_{n,w}$ )<sup>1</sup>, επομένως, αφορά ουσιαστικά τον προσδιορισμό της απαιτούμενης μέγιστης τιμής της στάθμης ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου ( $L$ ), η οποία επιτρέπεται να διαπερνά κάθε φράγμα, δηλαδή κάθε εξεταζόμενο οριζόντιο δομικό στοιχείο. Επειδή η στάθμη αυτή εξαρτάται, ως ένα βαθμό, από την ηχοαπορρόφηση του εξεταζόμενου χώρου λήψης, «κανονικοποιείται». Δηλαδή ομαλοποιείται, με τη συνεκτίμηση της ολικής ηχοαπορρόφησης του χώρου τόσο για τη περίπτωση που είναι άδειος, όσο και όταν είναι επιπλωμένος, και συμβολίζεται με ( $L_n$ ). Στις περιπτώσεις που δεν είναι βέβαιο ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων λαμβάνονται χωρίς πλευρική ηχομετάδοση, η στάθμη αυτή «σταθμίζεται» και συμβολίζεται με  $L'_{n,w}$ .

Επιπλέον, με αυτό το κριτήριο ηχομόνωσης, ελέγχεται ο βαθμός ικανότητας του οριζόντιου δομικού στοιχείου να περιορίζει την ηχητική πίεση που ασκείται με κτύπους, πάνω στο δάπεδο του υποκείμενου ορόφου, ανάλογα τόσο με τον τρόπο δομής και σύνθεσής του, όσο και με τον βαθμό ηχοαπορρόφησης του χώρου που καλύπτει. Οριζόντια δομικά στοιχεία, για τα εξεταζόμενα κτήρια, δεν είναι άλλα από τα πατώματα, τις οροφές καθώς και τις στέγες.

Συνολικά, θα πρέπει να ισχύει η σχέση:

$$L_{n,w} \text{ απαιτούμενο} = L + 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB} \leq L_{n,w} \text{ επιτρεπόμενο}$$

Οι παράγοντες της οποίας αναλυτικότερα είναι:

$L_{n,w}$  : η απαιτούμενη μέγιστη (σταθμισμένη κανονικοποιημένη) στάθμη ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου.

$L$  : η μετρούμενη εργαστηριακά μόνο και με τη βοήθεια κτυπογεννήτριας, στάθμη ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου, ανά οκτάβα και για ένα φάσμα συχνοτήτων από 100 Hz έως 3150 Hz. Στη πράξη είναι αυτή που προκαλείται στο δάπεδο του υποκείμενου χώρου από το βάδισμα, την πτώση αντικειμένων κλπ και κυμαίνεται από 45 dB έως 75 dB. Μέχρι τώρα δεν υπάρχουν πίνακες στους οποίους να καταγράφεται λεπτομερέστερα αυτή η διακύμανση.

$A$  : η ολική ηχοαπορρόφηση του εξεταζόμενου χώρου λήψης

$A_0$  : η ισοδύναμη επιφάνεια ηχοαπορρόφησης αναφοράς  $A_0 = 10,00 \text{ m}^2$ . Δηλαδή μια ενιαία ηχοαπορροφητική επιφάνεια, εμβαδού  $10,00 \text{ m}^2$ , που ισοδυναμεί με την ηχοαπορρόφηση που προκαλεί η επίπλωση του εξεταζόμενου χώρου. Αυτό είναι απαραίτητο για να είναι το επιτυγχανόμενο αποτέλεσμα ανεξάρτητο από τον εξοπλισμό του χώρου.

Η μείωση της στάθμης ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου  $\Delta L$ , δηλαδή η βελτίωση της ηχομόνωσης από κτυπογενή ήχο, είναι η μείωση της (κανονικοποιημένης) στάθμης ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου ( $L_n$ ) που οφείλεται είτε στη τοποθέτηση πάνω στο εξεταζόμενο δάπεδο κάποιου επικαλύμματος, είτε στην ειδική κατασκευή του πατώματος με τέτοιο τρόπο, ώστε να καλύπτει την απαιτούμενη διαφορά στάθμης ηχητικής πίεσης. Ελέγχεται πάντοτε εργαστηριακά, σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ, μέσω της σχέσης:

$$\Delta L = L_{n0} - L_n$$

όπου,  $L_{n0}$  : η (κανονικοποιημένη) στάθμη ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου, χωρίς το επικάλυμμα του δαπέδου ή την κατασκευαστική βελτίωση του πατώματος.

$L_n$  : η (κανονικοποιημένη) στάθμη ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου, μαζί με το επικάλυμμα του δαπέδου ή την κατασκευαστική βελτίωση του πατώματος.

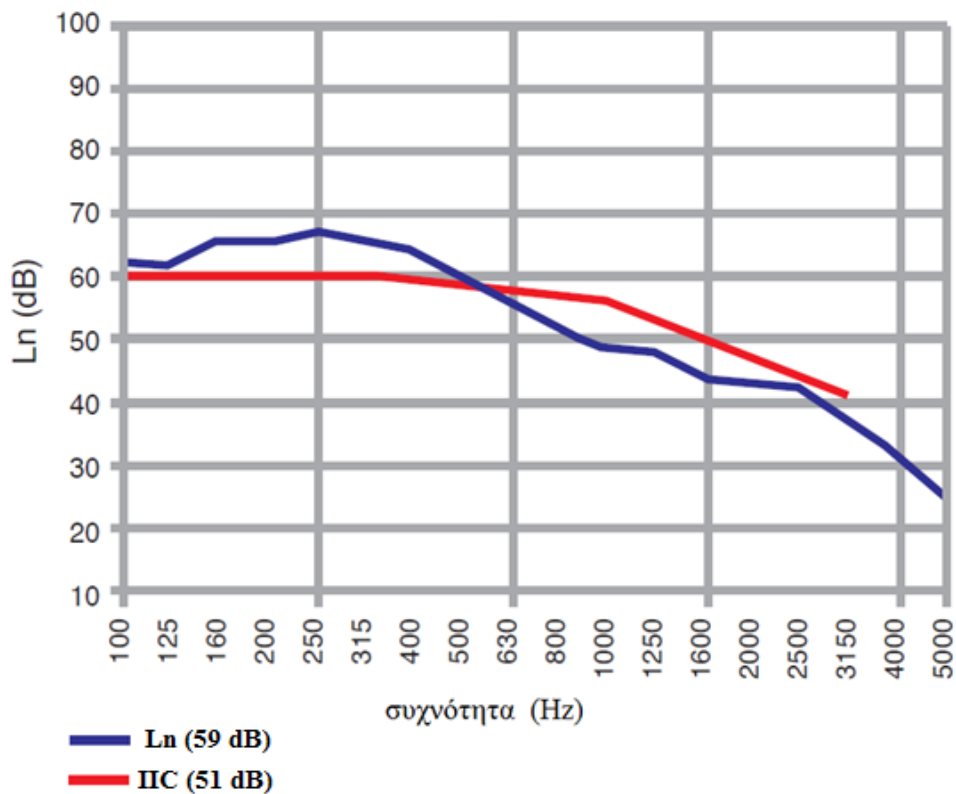
➤ Διαδικασίας μέτρησης της στάθμης ηχητικής πίεσης  $L_{n,w}$

Η ηχητική πίεση κτυπογενούς ήχου καθορίζεται χρησιμοποιώντας μια εργαστηριακή μηχανή (κτυπογεννήτρια) που χτυπά με πέντε μεταλλικά σφυριά (10 φορές / δευτερόλεπτο) το υπό

δοκιμή δάπεδο. Ο χτύπος δημιουργεί δονήσεις που μεταφέρονται μέσα από το δάπεδο και γίνονται αντιληπτές από την άλλη πλευρά. Οι μετρήσεις γίνονται παράλληλα, σε εύρος συχνοτήτων συνήθως 100 Hz - 3150 Hz. Ανάλογα, με τα αποτελέσματα των κτύπων σε σχέση με τη συχνότητα, κατασκευάζεται ένα σχετικό γράφημα.



Εικόνα 38. Εργαστηριακή κτυπογεννήτρια.



Εικόνα 39. Παράδειγμα γραφήματος κανονικοποιημένης στάθμης ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου σε συνάρτηση με τη συχνότητα.

Κάθε υλικό δαπέδου μπορεί να δοκιμαστεί ξεχωριστά ή η αξιολόγηση να γίνει σε ολόκληρωμένη κατασκευή (δάπεδο - οροφή). Ωστόσο δεν υπάρχει εύκολος τρόπος για να προσδιοριστεί με ακρίβεια η ηχομονωτική ικανότητα ενός δαπέδου χωρίς πρώτα να εγκατασταθεί και να δοκιμαστεί. Στη δεύτερη περίπτωση περιλαμβάνεται το δάπεδο (πατώματα, πλακάκια, κλπ) αλλά και το υποδάπεδο, τυχόν υποστρώματα, δοκοί, η οροφή



από κάτω, καθώς και οι κόλλες και τα στεγανωτικά υλικά που μπορεί να χρειάζονται κατά την εγκατάσταση.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, επειδή κατά την διαδικασία μέτρησης ηχητικής πίεσης μελετώνται ήχοι που βρίσκονται εντός του εύρους της ανθρώπινης φωνής, δεν υπολογίζονται οι θόρυβοι που είναι κάτω από 100 Hz. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τον θόρυβο που ακούγεται όταν κάποιος με μικρό βάρος, περπατά σε ένα πάτωμα από πάνω ή τριξίματα και γενικότερα ήχους που είναι αποτελέσματα της χαλάρωσης των συνδέσεων της κατασκευής.

Ο ευκολότερος τρόπος για τη μείωση μετάδοσης κτυπογενούς ήχου είναι η προστασία που θα μετριάσει το χτύπημα. Για παράδειγμα, ένα χαλί υψηλής ποιότητας θεωρείται ένα από τα πιο αποτελεσματικά μέσα μείωσης της μετάδοσης. Πατώματα που περιέχουν στη σύνθεσή τους ελαστικά υλικά, όπως βινύλιο, φελλό και καουτσούκ, διαθέτουν καλές ηχομονωτικές ιδιότητες. Επίσης, τα πλωτά δάπεδα εγκατεστημένα πάνω σε ελαστικό υπόστρωμα βοηθούν την αύξηση της ηχομόνωσης του τελικού δαπέδου από κτύπους. Το αντίθετο συμβαίνει όταν δάπεδα καλύπτονται απ' ευθείας με σκληρές επιφάνειες όπως πλακάκια, πέτρα, σκληρό ξύλο χωρίς την ύπαρξη ελαστικότητας.

### **Δείκτης ηχομόνωσης IC (Impact Insulation Class)<sup>22</sup>**

(ASTM E989)


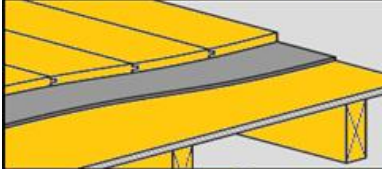
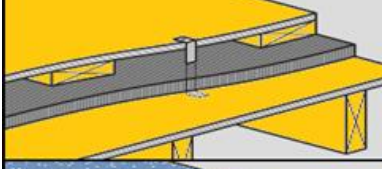


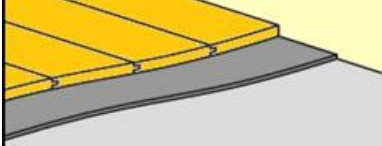
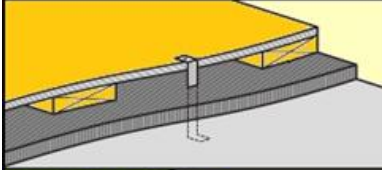
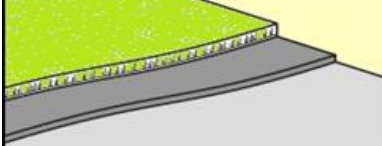
Ο δείκτης IC είναι ένας καθαρός αριθμός με τον οποίο αξιολογείται ο βαθμός απόδοσης του πατώματος για προστασία από κρούσεις ή δονήσεις. Αντίθετα από την στάθμη ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου ( $L_{n,w}$ ) που μειώνεται όσο βελτιώνεται η μόνωση, ο δείκτης IC αυξάνεται ανάλογα, με την βελτίωση της μόνωσης.

Επενδύσεις δαπέδου με υψηλό δείκτη IC συμβάλουν στη μείωση μετάδοσης κτυπογενούς ήχου σε χαμηλότερα επίπεδα, με αποτέλεσμα τη μείωση ή την εξάλειψη του ενοχλητικού θορύβου. Ο χαμηλότερος δείκτης IC για χώρισμα δαπέδου-οροφής είναι περίπου 25 και ο υψηλότερος μπορεί να ανέλθει στο 85 ή και περισσότερο. Γενικότερα, οι παρακάτω δείκτες IC εκφράζουν:

- IC 50 - Το ελάχιστο ποσό μείωσης της μετάδοσης κτυπογενούς ήχου, που θεωρείται αποτελεσματικό. Ωστόσο κάποιοι ένοικοι ίσως δεν μείνουν ικανοποιημένοι.
- IC 60 - θεωρείται ένα μέσο επίπεδο μείωση στη μετάδοση κτυπογενούς ήχου.

- ΠC 65 – μεγάλη μείωση στη μετάδοση κτυπογενούς ήχου, που θα ικανοποιήσει τους περισσότερους ένοικους.
- ✓ Επισημαίνεται πως ορισμένες κατασκευαστικές λύσεις που εξασφαλίζουν ηχομόνωση από κτυπογενή ήχο, δεν βελτιώνουν υποχρεωτικά και το δείκτη ηχομόνωσης από αερόφερτους ήχους ( $R_w - STC$ ).

Πίνακας 8. Εκτιμήσιμοι δείκτες ΠC σε ξύλινα δάπεδα με διαφορετική δομή, σε υποδομή από καδρόνια ή απ' ευθείας στο μπετόν.

είδος κατασκευής	περιγραφή	ΠC
	επικάλυψη με παρκέτα	<b>47</b>
	παρκέτα με 5mm ελαστικό υπόστρωμα και κόντρα πλακέ πάχους 9mm	<b>47</b>
	16mm κόντρα πλακέ ή OSB σε δοκούς 40x90 και ινοσανίδα 25mm	<b>55 - 68</b>
	χαλί με υπόστρωμα	<b>75 - 85</b>
	επικάλυψη υποδαπέδου με παρκέτα πάχους 9mm	<b>30 - 35</b>
	παρκέτα 9mm απ'ευθείας πάνω σε ελαστικό υπόστρωμα 5mm	<b>45 - 50</b>
	16mm κόντρα πλακέ ή OSB σε δοκούς 40x90mm πάνω σε ινοσανίδα 25mm	<b>50 - 55</b>
	χαλί με υπόστρωμα	<b>75 - 85</b>

## 2.15 Κτιριοδομικός Κανονισμός<sup>16</sup>

Στον κτιριοδομικό κανονισμό καθορίζονται και οριοθετούνται οι ηχητικοί παράμετροι που αφορούν την ηχομόνωση και ηχοπροστασία ενός κτιρίου, με σκοπό την εξασφάλιση αποδεκτής ακουστικής άνεσης. Η ακουστική άνεση ενός κτιρίου είναι η ικανότητά του να προστατεύει τους ενοίκους του από εξωγενείς θορύβους και να παρέχει ακουστικό περιβάλλον κατάλληλο για διαμονή ή για διάφορες δραστηριότητες.

Οι τιμές των παραμέτρων ακουστικής άνεσης διαφοροποιούνται ανάλογα με το χώρο. Ο Κανονισμός ορίζει 6 σχετικές κατηγορίες:

**α.** Ηχομόνωση από γειτονικό χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης και ηχομόνωση από χώρους κοινής χρήσης του κτιρίου.

Αφορά όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα χωρίσματα ανάμεσα σε:

- δύο διαμερίσματα του ίδιου κτιρίου (κατοικίες)
- χώρο κύριας χρήσης και γειτονικό χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης (όλα τα άλλα κτίρια εκτός από κατοικίες)
- ένα διαμέρισμα ή ένα χώρο κύριας χρήσης και τους κοινής χρήσης χώρους του κτιρίου (εκτός από μονοκατοικίες).

Το κριτήριο ηχομόνωσης στην περίπτωση αερόφερτου ήχου για τα κατακόρυφα και τα οριζόντια χωρίσματα είναι οι ελάχιστες τιμές του μονότιμου μεγέθους  $R'_w$  σε ντεσιμπέλ (dB). Το κριτήριο ηχομόνωσης στην περίπτωση κτυπογενή ήχου για τα οριζόντια χωρίσματα είναι οι μέγιστες τιμές του μονότιμου μεγέθους σε ντεσιμπέλ (dB).

**β.** Ηχομόνωση κατοικίας (διαμερίσματος) από άλλο χώρο κύριας χρήσης.

Αφορά όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα χωρίσματα ανάμεσα σε ένα διαμέρισμα και χώρους κτιρίου που προορίζονται για άλλη κύρια χρήση εκτός κατοικίας.

Το κριτήρια ηχομόνωσης στην περίπτωση αερόφερτου ήχου για τα κατακόρυφα και οριζόντια χωρίσματα είναι οι ελάχιστες τιμές του μονότιμου μεγέθους  $R'_w$ , σε dB. Το κριτήριο ηχομόνωσης στην περίπτωση κτυπογενή ήχου για τα οριζόντια χωρίσματα, είναι οι μέγιστες τιμές του μονότιμου μεγέθους  $L'_{n,w}$  σε ντεσιμπέλ (dB).

**γ. Ηχοπροστασία από εξωτερικούς θορύβους.**

Αφορά τον εξωτερικό θόρυβο περιβάλλοντος (κυκλοφοριακό, αστικό) που μεταδίδεται μέσα από όλα τα εξωτερικά οριζόντια και κατακόρυφα χωρίσματα για όλα ανεξαιρέτως τα κτίρια.

Το κριτήριο ηχοπροστασίας είναι οι μέγιστες τιμές της ωριαίας ισοδύναμης  $A$ , ηχοστάθμης  $L_{Aeq,h}$  σε dB(A).

**δ. Ηχοπροστασία από εγκαταστάσεις.**

Αφορά το θόρυβο που προέρχεται από τις κοινόχρηστες και ιδιωτικές εγκαταστάσεις\*, που μεταδίδεται μέσα από όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα χωρίσματα και από όλες τις άλλες ηχητικές διαδρομές για όλα ανεξαιρέτως τα κτίρια.

Το κριτήριο ηχοπροστασίας είναι οι μέγιστες τιμές της  $A$ , ηχοστάθμης  $L_{pA}$  σε dB(A) μέσα στους χώρους κύριας χρήσης.

**ε. Ηχομόνωση ανάμεσα στους χώρους της ίδιας κατοικίας.**

Αφορά τα εσωτερικά κατακόρυφα και οριζόντια χωρίσματα της ίδιας κατοικίας.

Το κριτήριο ηχομόνωσης στην περίπτωση αερόφερτου ήχου για τα κατακόρυφα και οριζόντια χωρίσματα είναι οι ελάχιστες τιμές του μονότιμου μεγέθους  $R'_w$  σε dB.

**στ. Ηχομόνωση χώρου κύριας χρήσης από χώρους εγκαταστάσεων.**

Αφορά τα κατακόρυφα και οριζόντια χωρίσματα ανάμεσα σε χώρους κύριας χρήσης και χώρους εγκαταστάσεων για όλες τις περιπτώσεις των κτιρίων εκτός από τα κτίρια κατοικίας.

Το κριτήριο ηχομόνωσης στην περίπτωση αερόφερτου ήχου για τα κατακόρυφα και τα οριζόντια χωρίσματα είναι οι ελάχιστες τιμές του μονότιμου μεγέθους  $R'_w$  σε dB. Το κριτήριο ηχομόνωσης στην περίπτωση κτυπογενή ήχου για τα οριζόντια χωρίσματα είναι οι μέγιστες τιμές του μονότιμου μεγέθους  $L_{n,w}$  dB.

\*Κοινόχρηστες εγκαταστάσεις, για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, είναι η υδραυλική, η ηλεκτρική, η εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, οι ανελκυστήρες, οι αντλίες και τα κάθε είδους μηχανήματα που εξυπηρετούν από κοινού τα διαμερίσματα και τους άλλους χώρους. Ιδιωτικές εγκαταστάσεις είναι εγκαταστάσεις ανάλογες με τις κοινόχρηστες που εξυπηρετούν αποκλειστικά μία κατοικία ή ένα άλλο χώρο.

Κάθε κτίριο ή χώρος αυτού υπάγεται σε μια από τις πιο κάτω κατηγορίες ακουστικής άνεσης σύμφωνα με τους πίνακες του κανονισμού:

Κατηγορία Α. "υψηλή ακουστική άνεση"

(Όταν πληρούνται όλα τα κριτήρια του πίνακα 10α.)

Κατηγορία Β. "κανονιστική ακουστική άνεση"

(Όταν πληρούνται όλα τα κριτήρια του πίνακα 10β.)

Κατηγορία Γ. "χαμηλή ακουστική άνεση"

(Όταν δεν πληρούνται όλα τα κριτήρια του πίνακα 10β.)

### **Μέτρηση και πιστοποίηση.**

Για την αντιμετώπιση των αναγκών σε μετρήσεις, πιστοποιήσεις που απορρέουν από την εφαρμογή του παρόντος άρθρου, χρησιμοποιούνται εργαστήρια μετρήσεων κτιριακής ηχοπροστασίας. Αυτά λειτουργούν κάτω από την επίβλεψη εξειδικευμένου διπλωματούχου μηχανικού και διαθέτουν εξοπλισμό για τις εργαστηριακές και επιτόπιες μετρήσεις σύμφωνα με τα πρότυπα του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ). Ο έλεγχος των εργασιών ηχομόνωσης - ηχοπροστασίας γίνεται από τις κατά τόπους αρμόδιες πολεοδομικές υπηρεσίες.

Οι πίνακες 9 και 10(α,β) που ακολουθούν, προσδιορίζουν τις παραμέτρους ακουστικής άνεσης  $R'_w$ ,  $R'_{n,w}$ ,  $L_{Aeq,h}$  και  $L_{pA}$ , καθώς και τις τιμές των κριτηρίων ηχομόνωσης - ηχοπροστασίας για τις κατηγορίες (Α) και (Β). Ο πίνακας 11, προσδιορίζει τη σχέση μεταξύ  $R_w$  και  $R'_w$ .

Πίνακας 9. Παράμετροι ακουστικής άνεσης

Είδος ηχομόνωσης - ηχοπροστασίας	Παράμετρος ακουστικής άνεσης				Μετρούμενο μέγεθος			
	Ονομασία	Σύμβολο	Μονάδα μέτρησης	Πρότυπο ΕΛΟΤ	Ονομασία	Σύμβολο	Μονάδα μέτρησης	Πρότυπο ΕΛΟΤ
Ηχομόνωση από αερόφερτο ήχο	Σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης	$R_w$	dB	461.1	Δείκτης ηχομείωσης	R	dB	370.3
	Σταθμισμένος φαινόμενος δείκτης ηχομείωσης	$R_w$	dB	461.1	Φαινόμενος δείκτης ηχομείωσης	$R'$	dB	370.4
Ηχομόνωση από κτυπογενή ήχο	Σταθμισμένη κανονικοποιημένη στάθμη ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου	$L_{n,w}$	dB	461.2	Κανονικοποιημένη στάθμη ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου	$L'_n$	dB	370.7 370.8
Ηχοπροστασία από αερόφερτο θόρυβο εξωτερικών πηγών	Ωριαία ισοδύναμη A - ηχοστάθμη	$L_{Aeq,h}$	dB (A)	230	A- ηχοστάθμη	$L_{pA}$	dB (A)	230
Ηχοπροστασία από τον αερόφερτο θόρυβο που παράγεται από εγκαταστάσεις	A - ηχοστάθμη	$L_{pA}$	dB (A)	229	A- ηχοστάθμη	$L_{pA}$	dB(A)	229

Πίνακας 10α, β. Τιμές κριτηρίων ηχομόνωσης – ηχοπροστασίας

Είδος κτηρίου	Ηχομόνωση από γειτονικό χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης. Ηχομόνωση από χώρους κοινής χρήσης		Ηχομόνωση κατοικίας (διαμερίσματος) από άλλο χώρο κύριας χρήσης		Ηχοπροστασία από		Ηχομόνωση ανάμεσα στους χώρους της ίδιας κατοικίας	Ηχομόνωση κύριου χώρου από χώρους εγκαταστάσεων	
					Εξωτερικούς θορύβους	Θορύβους εγκαταστάσεων			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$R'_w$	$L'_{n,w}$	$R'_w$	$L'_{n,w}$	$L_{Aeq,h}$	$L_{pA}$	$R'_w$	$R'_w$	$L'_{n,w}$
	dB	dB	dB	dB	dB (A)	dB (A)	dB	dB	dB

Κατηγορία Α «υψηλή ακουστική άνεση»

Κατοικία – Προσωρινή διαμονή	54	55	-	-	30	25	48	60	45
Γραφεία – Εμπόριο	52	60	58	52	35	30	-	55	55
Εκπαίδευση	57	58	58	52	30	25	-	60	45
Υγεία	57	55	58	52	30	25	-	60	45
Συνάθροιση - Βιομηχανία	65	40	62	47	(25)	(25)	-	(65)	(40)

Κατηγορία Β «κανονική ακουστική άνεση»

Κατοικία – Προσωρινή διαμονή	50	60	-	-	35	30	42	55	50
Γραφεία – Εμπόριο	40	65	52	55	40	35	-	53	60
Εκπαίδευση	50	65	55	55	35	30	-	55	50
Υγεία	50	60	55	55	35	30	-	53	50
Συνάθροιση - Βιομηχανία	60	45	60	48	(25)	(25)	-	(62)	(45)

\*Μεγάλα μεγέθη του  $R'_w$  δείχνουν την μεγάλη μόνωση ενός τοίχου ή μιας οροφής. Αντίθετα μικρά μεγέθη του  $L'_{n,w}$  δείχνουν υψηλή ικανότητα ηχομόνωσης κτυπογενούς ήχου.

Παρατηρήσεις:

1. Οι τιμές σε παρενθέσεις αποτελούν μόνο οδηγό για σχεδιασμό θεάτρων, κινηματογράφων, αίθουσων συγκεντρώσεων, αίθουσων μουσικής, χώρων ηχογράφησης και επεξεργασίας ήχου, εκκλησιών και άλλων χώρων, στους οποίους η αυξημένη ηχοπροστασία αποτελεί προϋπόθεση για τη διαμόρφωση της εσωτερικής ακουστικής τους.
2. Για κτίρια στα οποία συνυπάρχουν επιμέρους τμήματα διαφορετικών κύριων χρήσεων, η επιλογή των τιμών των κριτηρίων γίνεται έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις σε ηχομόνωση, ηχοπροστασία κάθε χώρου κύριας χρήσης. Η επιλογή ακολουθεί τις τιμές των χώρων με περισσότερο αυξημένες απαιτήσεις, έτσι ώστε να καλύπτονται και οι απαιτήσεις των άλλων χώρων.
3. Οι τιμές της στήλης 9 αφορούν μόνο την επιφάνεια έδρασης των μηχανημάτων.

Πίνακας 11. Σχέση μεταξύ  $R_w$  &  $R'_w$

$R'_w$ (dB)	$R_w$ (dB)
έως 42	$R'_w + 0$
από 43 έως 48	$R'_w + 2$
από 48 έως 52	$R'_w + 3$
από 53 έως 55	$R'_w + 4$
από 56 έως 60	$R'_w + 6$

Κατά την κατασκευή, θα πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα, ώστε οι διαφορές μεταξύ  $R_w$  και  $R'_w$ , που οφείλονται στις πλευρικές μεταδόσεις να μην είναι μεγαλύτερες από τις τιμές που προκύπτουν από τον πίνακα 11.



## 2.16 Απορρόφηση ήχου



Αν προτεραιότητα είναι ο περιορισμός της μεταφοράς ήχων σε άλλους χώρους, είναι σημαντικό όπως αναλύθηκε να υπάρχουν υψηλοί δείκτες ηχομόνωσης σε αερόφερτο και κτυπογενή ήχο. Από την άλλη πλευρά, αν σκοπός είναι η βελτίωση της ακουστικής σε ένα χώρο, αυξάνοντας τη σαφήνεια του λόγου, και τη μείωση της ηχούς, μελετάται η απορρόφηση  $\alpha_s$ .<sup>28</sup>

### Παράδειγμα

Σε ένα σύστημα οικιακού κινηματογράφου, παράγονται 80-90 dB της συνεχούς ηχητικής ισχύος. Με αυτό το υψηλό επίπεδο του ήχου να παράγεται, οι ήχοι σε ένα δωμάτιο με ένα υψηλό δείκτη  $R_w$  (μόνωσης από αερόφερτο ήχο), είναι πιθανό να αρχίσουν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, και ο ήχος να χάσει τη σαφήνεια του και να διαστρεβλωθεί. Σ' αυτό το σημείο, είναι σημαντικός ο δείκτης απορρόφησης ήχου.

Σε χώρους με υψηλή απορρόφηση ήχου, τα ηχητικά κύματα απορροφούνται αντί να τους επιτρέπονται να αναπηδήσουν πίσω και να ανακατεύονται με άλλους ήχους. Σ' αυτή τη περίπτωση, κύριος παράγοντας είναι οι επιφάνειες των οικοδομικών στοιχείων, εφόσον αυτές αποτελούν σταθερά μέρη του χώρου. Επίσης, τα έπιπλα οι κουρτίνες, τα χαλιά, οι άνθρωποι αποτελούν απορροφητήρες ήχου σε ένα χώρο, όμως δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη συγκεκριμένη αξιολόγηση, δεδομένου ότι η ύπαρξή τους δεν είναι μόνιμη και σταθερή.

Η απορρόφηση ήχων εξαρτάται από τη συχνότητα και εκφράζεται στη πράξη με το βαθμό απορρόφησης ήχου  $\alpha_s$ .

$$\alpha_s = \frac{\text{μη ανακλώμενη ηχητική ενέργεια}}{\text{προσκρούμενη ηχητική ενέργεια}} = \text{Noise Reduction Coefficient}$$

Ένα υλικό υπό έρευνα δοκιμάζεται σε ένα θάλαμο εργαστηρίου - συγκεκριμένων προδιαγραφών- σε διάφορες συχνότητες, συνήθως 250, 500, 1000 και 2000 Hz. Πιο σύγχρονα εργαστήρια μπορούν να αυξήσουν τη ζώνη συχνοτήτων (100-5000Hz).

Το εύρος διακύμανσης της απορρόφησης είναι από 0,00 έως 1,00. Ένας δείκτης απορρόφησης 0,00 είναι πολύ ανακλαστικός, ενώ με δείκτη 0,50 απορροφάται το 50% του ήχου και με δείκτη 1,00 θα απορροφηθεί το 100% του ήχου.

Το χαλί, το βινύλιο, ο φελλός, το καουτσούκ και άλλα είδη ελαστικών δαπέδων έχουν υψηλότερες αξιολογήσεις από σκληρές επιφάνειες, όπως τα πλακάκια, η πέτρα, το σκληρό ξύλο κλπ. Το χαλί έχοντας δείκτη απορρόφησης 0,40 - 0,50, έχει την υψηλότερη απορρόφηση ήχου από κάθε άλλο είδος που χρησιμοποιείται συνήθως στα δάπεδα. Τα περισσότερα είδη ελαστικών δαπέδων έχουν δείκτη της τάξης του 0,15 – 0,25 ενώ με σκληρές επιφάνειες έχουν ακόμη χαμηλότερο.

Συγκεκριμένα, σε μια ξύλινη επιφάνεια, όταν ηχητικά κύματα προσπίπτουν πάνω της, τότε ένα μέρος της ηχητικής ενέργειας ανακλάται με ταυτόχρονη ενίσχυση του ήχου και το υπόλοιπο απορροφάται (μετατροπή ηχητικής ενέργειας σε θερμική).

Το ξύλο λόγω της πορώδους δομής του απορροφά περισσότερη ηχητική ενέργεια σε σχέση με άλλα υλικά. Ωστόσο στο ξύλινο δάπεδο που συναντούνται συνήθως στιλβωμένες επιφάνειες, η απορρόφηση είναι πολύ μικρή. Ακόμη και εκείνο το ξύλινο δάπεδο με το μεγαλύτερο δείκτη απορροφητικότητας, είναι μόνο μετρίως αποτελεσματικό. Για το λόγο αυτό η αξιολόγηση απορρόφησης δεν χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στο χώρο του (αμιγώς) ξύλινου δαπέδου.

Πίνακας 12. Απορρόφηση του ήχου σε διάφορα υλικά.

Υλικά	Συχνότητα (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Μπετόν με ακατέργαστη επιφάνεια	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
Μπετόν με επεξεργασμένη επιφάνεια	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Τούβλο	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Μάρμαρο ή πλακάκι	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Γυαλί μικρής διατομής	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Γυψοσανίδα	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
Παρκέτο σε μπετόν	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Παρκέτο σε δοκούς	0,15	0,11	0,01	0,07	0,06	0,07
Κόντρα πλακέ 3mm σε πάνελ με 30mm αέρα	0,15	0,25	0,12	0,08	0,08	0,08
Κόντρα πλακέ 5mm σε πάνελ με 25mm υαλοβάμβακα και 50mm αέρα	0,42	0,36	0,19	0,10	0,08	0,05
Υαλοβάμβακας 25mm	0,06	0,20	0,65	0,90	0,95	0,98
Υαλοβάμβακας 100mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98
Χαλί μεσαίας διατομής σε μπετόν	0,02	0,06	0,14	0,37	0,60	0,65

## 2.17 Μονωτικά υλικά

Κάθε υλικό σε ένα δάπεδο, απ' την επιφανειακή επικάλυψη μέχρι την οροφή του παρακάτω χώρου μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην μετάδοση αερόφερτων και κτυπογενών ήχων. Υποστρώματα, μόνωση μεταξύ των δοκών (γεμίσματος κενού), κόλλες, στεγανωτικά, αντικραδασμικά στοιχεία είναι μερικά απ' τα διαδεδομένα υλικά στην αγορά. Η επιλογή τους πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτική και εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του ξύλινου δαπέδου και τις απαιτήσεις του χώρου.

Πέραν της ηχομονωτικής ιδιότητας κάθε υλικού πρέπει να ελέγχονται και να αξιολογούνται επιπλέον παράγοντες:

- Προσδοκώμενη λειτουργική ζωή
- Συμπεριφορά σε ερπυσμό (μόνιμες παραμορφώσεις)
- Θερμομονωτικές ιδιότητες
- Υγροσκοπικότητα
- Αντοχή σε θλίψη
- Φιλικότητα στο περιβάλλον
- Κόστος αγοράς –τοποθέτησης
- Χρόνος εγκατάστασης
- Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ , που χαρακτηρίζει κάθε υλικό, και που όσο μικρότερος είναι, τόσο καλύτερες θερμομονωτικές ιδιότητες διαθέτει ( $\lambda = W/ mK = Kcal/ hm^{\circ}C$ ).
- Επιπλέον, κάθε μόνωση ορίζει μια τιμή  $R$ , ανάλογα με την θερμική αντίσταση του. Υψηλότερες τιμές  $R$  σημαίνουν λιγότερη απώλεια θερμότητας στο χώρο και κατά συνέπεια μεγαλύτερη ηχοαπορρόφηση. Υπολογίζεται από το πηλίκο του πάχους του υλικού προς το συντελεστή θερμοαγωγιμότητας  $\lambda$  ( $R = m^2/ W$ ).

## 2.17.1 Υποστρώματα (Underlayments) και ελαστικά σώματα

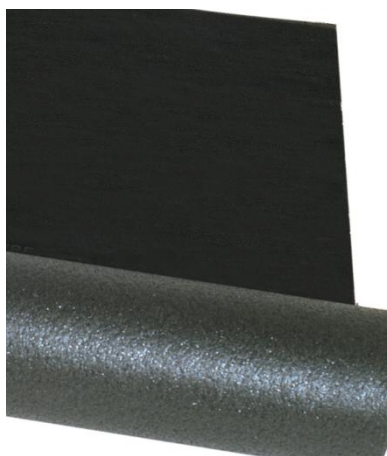
Τα υποστρώματα είναι ένας από τους ευκολότερους τρόπους μείωσης της μετάδοσης ήχων. Τοποθετούνται κάτω απ'την επίστρωση του δαπέδου με σκοπό την απορρόφηση των δονήσεων και την αποφυγή ηχογέφυρων. Δημοφιλέστερα υλικά για υποστρώματα απόσβεσης ήχου είναι: το καουτσούκ (EPMD), το αφρώδες πολυαιθυλένιο, ο πολυεστέρας, το κόντρα πλακέ, ο φελλός, η άσφαλτος, συνδυασμός αυτών και πολλά άλλα είδη που έχουν δημιουργηθεί ειδικά για τη μείωση της μετάδοσης ήχου ή και τη βελτίωση της ακουστικής. Συνήθως, όσο μεγαλύτερο το πάχος του υποστρώματος, τόσο ελαττώνεται η μετάδοση.

- Σε χωρίσματα με ξύλινο δάπεδο στον πάνω χώρο, μεσολαβούντες δοκούς και απ' ευθείας οροφή για τον από κάτω χώρο (πχ. πατάρια, σοφίτες), η γυψοσανίδα είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο υλικό. Μεγαλύτερου πάχους γυψοσανίδα βοηθάει στην καλύτερη μόνωση ήχων που προέρχονται απ' τον χώρο ακριβώς από πάνω. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ενδιάμεσα ελαστικά σώματα από συνθετικά υλικά, ανθεκτικά σε μεγάλες πιέσεις κρούσης (μέχρι 550kPa).

Μερικά παραδείγματα ελαστικών υποστρωμάτων\* με ηχομονωτικές ιδιότητες που καταγράφηκαν στην ελληνική αγορά, είναι:

### Soundmix GM/ ON

(PROTASA.com - Ισπανία)



Είναι ένα σύνθετο φύλλο πάχους 3,5 mm και βάρους 2,060 Kg/m<sup>2</sup> για ηχομόνωση από αερόφερτο και κτυπογενή ήχο:

$R_w = 57 \text{ dB}$	$L_{n,w} = 58 \text{ dB}$
-----------------------	---------------------------

Αποτελείται από μία στρώση καουτσούκ EPDM και μια στρώση από υψηλής πυκνότητας πλέγμα πολυαιθυλενίου.

\*Όλα τα στοιχεία που παρουσιάζονται, έχουν δημοσιοποιηθεί ως πιστοποιημένα από τις εταιρείες παραγωγής, και φέρουν την ευθύνη για την αυθεντικότητά τους.

### Mantophon Ecofine

(POLYMAX.it – Ιταλία)



Ηχομονωτική και αντικραδαστική μεμβράνη τριών στρώσεων. Δύο στρώσεις από αφρώδες πολυαιθυλένιο με πολυολεφίνη (3 mm) και μια εσωτερική από ελαστομερές EPDM, υποκατάστατο του μολύβδου (polyfine).

Πάχος 8 mm - Βάρος: 4,2 kg/m<sup>2</sup>

$R_w = 29,5 \text{ dB}$	$L_{n,w} = 53 \text{ dB}$	$\Delta L = 32 \text{ dB}$
-------------------------	---------------------------	----------------------------

### Σύστημα Sika AcouBond

(SIKA.gr – Ελβετία)

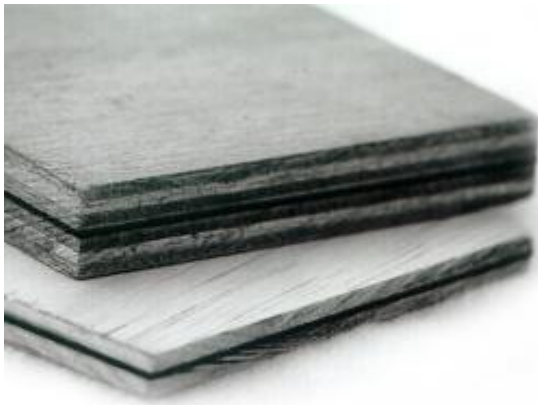
Χρησιμοποιείται για την εγκατάσταση κολλητών δαπέδων με μασίφ ξυλεία ή με πολύστρωμες σύνθετες σανίδες. Το σύστημα αποτελείται από ένα υψηλής ποιότητας φύλλο αφρώδους πολυαιθυλενίου πάχους 3mm ή 5mm, πυκνότητας 30 kg/m<sup>3</sup>, με διάκενα τοποθετημένα συμμετρικά και την συγκολλητική ουσία που θα εφαρμόσει σε αυτά.



$\Delta L = 16 \text{ dB (3 mm), 18 dB (5 mm)}$
---

## Ηχομονωτικά πάνελ από κόντρα πλακέ

Κόντρα πλακέ τρίστρωμο ή πολύστρωμο με ένα ενδιάμεσο φύλλο ασφάλτου πάχους 2-4 mm. Είναι γενικά, υλικό με εξαιρετική συμπεριφορά συμπεριλαμβανομένων των ηχομονωτικών του ιδιοτήτων. Χρησιμοποιείται σε χωρίσματα που απαιτείται ηχομόνωση, δάπεδα τρένων, καταστρώματα πλοίων κ.ά.



## Fonicpan Gold

(CIR-edilacustica.it – Ιταλία)

Ελαστικό φύλλο από φυσικό φελλό και κόκκους καουτσούκ που προέρχονται από ανακυκλωμένα υλικά. Πλεονεκτήματα: άψογα ηχομονωτικά και θερμομονωτικά αποτελέσματα, μεγάλη ανάλυση φορτίων, απόσβεση κραδασμών ακόμα και σε χα-



μηλές συχνότητες, αντοχή στην υγρασία και στις θερμοκρασιακές μεταβολές. Το μικρό πάχος του (3 mm) του δίνει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα σαν υλικό, σε ανακατασκευές κτιρίων και δαπέδων. Προσφέρει δηλαδή, τη δυνατότητα επικόλλησης νέου δαπέδου πάνω σε παλιό υπάρχον δάπεδο, με τον φελλό να αποτελεί ενδιάμεση στρώση. Με τον τρόπο αυτό, αποφεύγεται η αποξήλωση των υπάρχοντων δαπέδων, με αποτέλεσμα τη δραματική μείωση του χρόνου και του κόστους κατασκευής.

$$L_{n,w} = 58 \text{ dB}$$

$$R_w = 55 \text{ dB}$$

### 2.17.2 Κόλλες και Σφραγιστικά ήχου (acoustic sealants)

Η εγκατάσταση ενός κολλητού δαπέδου μπορεί να γίνει με τη χρήση ελαστικών συγκολλητικών ουσιών, οι οποίες μειώνουν τους κραδασμούς και την μεταφορά του θορύβου στο υποδάπεδο.

Τα σφραγιστικά ήχου είναι ευέλικτα υλικά που εφαρμόζονται γύρω από την περίμετρο της επιφάνειας του δαπέδου όπου το υποδάπεδο, συναντά το τείχος και γύρω από αεραγωγούς, πόρτες κλπ. Ο σκοπός τους είναι να σφραγίσουν τα κενά και να εμποδίσουν τα ηχητικά κύματα να μεταδοθούν. Η ελαστικότητα των εν λόγω στεγανωτικών υλικών προσδίδει επίσης απορρόφηση των ηχητικών δονήσεων.



### 2.17.3 Υλικά γεμίσματος κενού μεταξύ των δοκών

Η τοποθέτηση μόνωσης μεταξύ των δοκών ενός ξύλινου πατώματος αυξάνει το συνολικό δείκτη ηχομόνωσης, ιδιαίτερα όταν γίνει συνδυασμός με ελαστικά παρεμβάσματα, ελαστικά σώματα κτλ. Παραδείγματα τέτοιων μονωτικών υλικών είναι ο πετροβάμβακας, η κυτταρίνη, το πολυστυρένιο σε κόκκους, το καουτσούκ κ.ά.



## Stirofill

(PIZAKOS.gr)

Υλικό γεμίματος ξύλινων καρφωτών πατωμάτων από κόκκους αυτοσβενύμενου διογκωμένου πολυστυρένιου (EPS). Εύκολο στην εφαρμογή, τοποθετείται στα κενά ανάμεσα στα καδρόνια, πριν το κάρφωμα των παρκέτων. Είναι άοσμο και επιτρέπει τη διέλευση του αέρα κάτω απ' την τελική επίστρωση του δαπέδου.



$\lambda = 0,056 \text{ W / mK}$
$R = 0,893 \text{ Km}^2 / \text{W}$ (πάχος d=50mm)

## Cellfill

(ISOCON.gr)

Το Cellfill, είναι θερμοηχομονωτικό υλικό διογκωμένου περλίτη (Perlomin) σε μορφή κόκκων. Προσφέρει υψηλής ποιότητας θερμο-ηχομόνωση και πυροπροστασία. Είναι πρακτικά άκαυστο και άφθαρτο στο χρόνο. Κατά την τοποθέτηση οι κόκκοι ρέουν ελεύθερα στο κενό μεταξύ των καδρονιών, γεμίζοντας ακόμη και τις πιο μικρές κοιλότητες, χωρίς να δημιουργούν γέφυρα μεταξύ τους.



$R_w = 53 \text{ dB}$	$\lambda = 0,038 \text{ Kcal/hmoC}$
-----------------------	-------------------------------------

## Izitherm

(ISELCOHELLAS.gr)



Το IZITHERM είναι ένα νέας γενιάς ηχοαπορροφητικό & θερμομονωτικό υλικό που κατασκευάζεται από θερμοσυγκολλητά στρώματα πολυεστερικών ινών μεγάλης διαμέτρου και μεγάλου μήκους για πυροπροστασία και διαπνοή. Μπορεί να χρησιμοποιεί ως γέμισμα σε ξύλινα δάπεδα με διάρκεια ζωής 100 χρόνια. Δεν επηρεάζεται από την υπεριώδη ακτινοβολία, την υγρασία και δεν προσβάλλεται από μούχλα, βακτήρια και μικροοργανισμούς.

Βάρος: 40 kg/m<sup>3</sup>. Πάχος: 30, 35, 50 mm

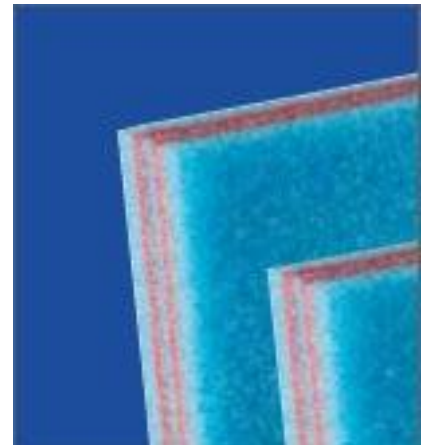
$$\lambda = 0,029 \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$$

Πάχος	R <sub>w</sub>
10 mm	25 dB
20 mm	32 dB

## KeiFom-TA 35

(ISOFORM – Ιταλία)

Ηχομονωτικό υλικό αερόφερτου θορύβου με συνδυασμό 5 στρώσεων: 3 μπλε φύλλα από διογκωμένο πολυαιθυλένιο βάρους 30 kg/m<sup>3</sup> και 2 κόκκινα σύνθετα φύλλα βάρους 150 kg/m<sup>3</sup>. Μη τοξικό, θεωρητικά άφθαρτο με μεγάλη αντίσταση στη φωτιά. Συνολικό πάχος = 37 mm



$$R_w = 28 - 30 \text{ dB}$$

$$\lambda = 0,035 \text{ W/ mK}$$

## Geolan B-571

(FIBRAN.gr)



$$\lambda = 0.035 \text{ W/mK}$$

Σκληρές πλάκες δωματίων ηχοαπορροφητικές, θέρμομονωτικές εξαιρετικής πυραντοχής. Είναι φυσικό ινώδες υλικό, που προέρχεται από ηφαιστιογενή πετρώματα, όπως ο βασάλτης, ο ασβεστόλιθος, ο δολομίτης και ο βωξίτης. Οι ιδιότητες του διατηρούνται αμετάβλητες στο χρόνο και δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη παρασίτων.

Πυκνότητα:  $175 \text{ kg/m}^3$ . Πάχος 20-200 mm

## Ecorubber

Ηχομονωτικό –αντικραδασιμικό υλικό από βουλκανιζέ καουτσούκ με μεγάλη αντίσταση στην φωτιά. Εφαρμόζεται σε τοίχους, ψευδοροφές και δάπεδα. Πυκνότητα:  $700 \text{ kg/m}^3$ .

$$\lambda = 0,113 \text{ W/mK}$$



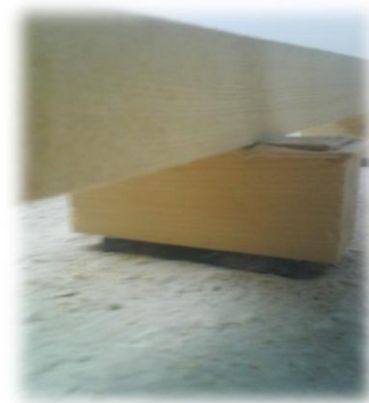
## Άλλα ηχομονωτικά προϊόντα



### VIBRO FM (VIBRO.gr)

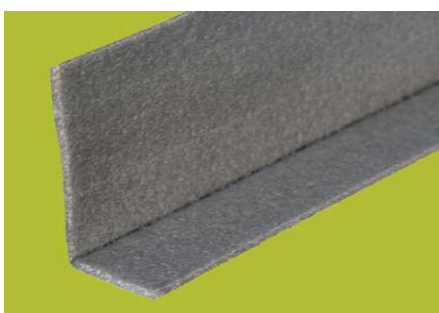
Αντικραδασικές στηρίξεις των καδρονιών ξύλινων δαπέδων. Τοποθετούνται σε καρφωτά δάπεδα σε πυκνότητα 6-8 τεμάχια /  $\text{m}^2$ . Υπάρχει η δυνατότητα ευθυγράμμισης του δαπέδου είτε με την προσθήκη σφήνας κάτω από το καδρόνι είτε με την προσθήκη ξύλινου επιθέματος (τάκου) κάτω από το αντικραδασικό πέλμα.

\*Αντίστοιχος τρόπος καδρονιαρίσματος με χρήση ελαστικού παρεβάσματος για απορρόφηση των κραδασμών, τάκου και σφήνας για ευθυγράμμιση του δαπέδου.



### Akustic Border

(MIPELCO.gr)



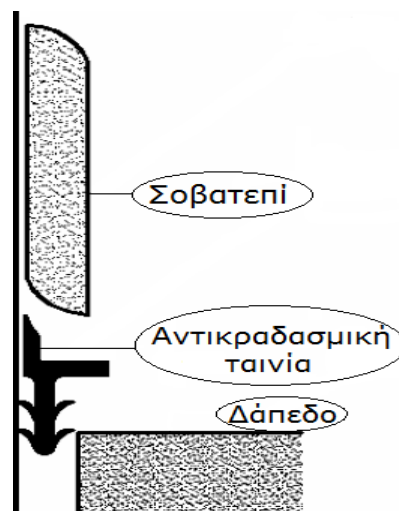
Αφρώδες εξηλασμένο πολυαιθυλένιο κλειστών κυψελίδων σχήματος L με αυτοκόλλητη πλευρά για ηχομόνωση σε σοβατεπί. Λειτουργεί και ως αρμός διαστολής.

Πάχος 6 mm. Διαστάσεις: βάση 5 cm, ύψος 10 cm.

### Vibro Band

(VIBRO.gr)

Ειδικό ελαστικό προφίλ από συνθετικό υλικό για την αποφυγή ηχογέφυρας ανάμεσα σε σοβατεπί με τοίχο και ξύλινο δάπεδο.



### Rubberflex

Σφραγιστική, αντικραδασμική αυτοκόλλητη ταινία από αφρώδες καουτσούκ (EPDM) με μεγάλη ελαστικότητα. Πυκνότητα: 160 kg/m<sup>3</sup>. Πάχος: 3- 4 mm.

### 3. Σκοπός πειράματος

Είναι δεδομένο πως σε ένα χώρισμα κτιρίου με ξύλινο δάπεδο όλα τα στοιχεία που το αποτελούν, από το κατώτατο (μπετόν, γυψοσανίδα κ.ά.) μέχρι το ανώτατο υλικό της επικαλυπτικής στρώσης διαγράφουν το ρόλο τους, ως προς τη μετάδοση του ήχου. Τα τελευταία χρόνια, όλο και εντονότερη γίνεται η χρήση νέων υλικών που υπόσχονται υψηλή ηχομόνωση. Ωστόσο πολλές φορές, παρατηρούνται αποτελέσματα στην τελική κατασκευή με μεγάλες αποκλίσεις απ' τα προσδοκώμενα. Οι κύριοι λόγοι αποτυχίας επίτευξης της προσδοκώμενης ηχομόνωσης είναι:

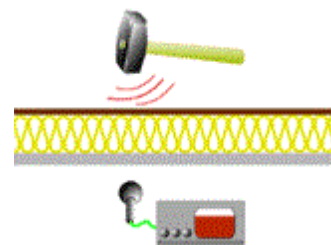
- Η λανθασμένη επιλογή τύπου δαπέδου ή υλικών κατά περίπτωση
- Η άγνοια ή η ελλιπής εικόνα των εμπλεκομένων στα θέματα ηχομόνωσης
- Οι περιορισμένες έρευνες ως προς τις ηχομονωτικές δυνατότητες των υλικών ή η ελλιπής περιγραφή των ιδιοτήτων τους
- Κατασκευαστικά λάθη και παραλείψεις

Ο προσδιορισμός της ηχομονωτικής ικανότητας ενός ξύλινου δαπέδου είναι μια ιδιαίτερα πολύπλοκη υπόθεση. Προϋποθέτει κατάλληλο εργαστηριακό χώρο, την άρτια γνώση των ακουστικών ιδιοτήτων των υλικών που συμπεριλαμβάνονται στη κατασκευή, τη χρήση ειδικών οργάνων και κατάλληλη μεθοδολογία καταμέτρησης. Τα πρότυπα ISO και EN που ακολουθούν αφορούν τη μέτρηση και την εκτίμηση της μόνωσης από κτυπογενή ήχο:

- ISO 140- 6:1998. Ακουστική. Μέτρηση ηχομόνωσης κτιρίων και στοιχείων κτιρίων. Μέρος 6: Εργαστηριακές μετρήσεις της μόνωσης από κτυπογενή ήχο σε δάπεδα.
- ISO 140- 7:1998. Ακουστική. Μέτρηση ηχομόνωσης κτιρίων και στοιχείων κτιρίων. Μέρος 7: Μετρήσεις σε πεδίο της μόνωσης από κτυπογενή ήχο σε δάπεδα.
- ISO 140- 8:1997. Ακουστική. Μέτρηση ηχομόνωσης κτιρίων και στοιχείων κτιρίων. Μέρος 8: Εργαστηριακές μετρήσεις της μείωσης μεταφερόμενου κτυπογενούς θορύβου σε επιστρώσεις δαπέδου επί μεγάλου βάρους πρότυπου υποδαπέδου.
- ISO 717-2:1996. Ακουστική. Αξιολόγηση της ηχομόνωσης κτιρίων και στοιχείων κτιρίων. Μέρος 2. Μόνωση από κτυπογενή ήχο.
- EN 12354-2:2000. Ακουστική κτιρίων- Εκτίμηση των ακουστικών επιδόσεων κτιρίων από τις επιδόσεις των στοιχείων. Μέρος 2. Ηχομόνωση από κτυπογενή ήχο μεταξύ δωματίων.

Σε ποιο βαθμό ενοχλείται ο ίδιος ο ένοικος του χώρου που βρίσκεται η πηγή του θορύβου, και πόσο ενοχλείται εκείνος που κατοικεί στο αμέσως παρακάτω επίπεδο; Τι διαφοροποιήσεις συναντάμε στο επίπεδο του θορύβου, όταν αλλάζει ο τύπος του ξύλινου δαπέδου στο οποίο προσκρούει ένα αντικείμενο ;

Σκοπός της έρευνας που ακολουθεί είναι να εξεταστεί η ηχομονωτική ικανότητα σε κτυπογενή ήχο, των δημοφιλέστερων ξύλινων δαπέδων στην χώρα μας, και να γίνει μια σύγκριση αυτών, μέσα από πειραματική διαδικασία.



#### 4. Υλικά και μέθοδοι

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει:

- την κατασκευή (με τον τρόπο που συνηθίζεται σε μια μέση κατοικία) τεσσάρων διαφορετικών δειγμάτων ξύλινων δαπέδων
- την παραγωγή όμοιων κτυπογενών θορύβων σε καθένα από αυτά (με πτώσεις μεταλλικής σφαίρας)
- τις μετρήσεις του θορύβου (100 επαναλήψεις ανά δείγμα), μέσω συσκευής μέτρησης στάθμης του ήχου (ηχώμετρου) και την καταγραφή των αποτελεσμάτων
- την σύγκριση των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων

\*Η διαδικασία διεξάχθηκε σε «πραγματικό» χώρο, σε μέρος προορισμένο για κατοικία. Στοιχείο που αναδεικνύει την ρεαλιστικότητα των τιμών και κατ' επέκταση της διαδικασίας.

## 4.1 Κατασκευή δειγμάτων

### ➤ Καρφωτό δάπεδο απλής μορφής

#### Διαδικασία κατασκευής

Τεμαχίζονται 4 καδρόνια στο επιθυμητό μήκος (1 m) και τοποθετούνται παράλληλα σε ίσες αποστάσεις. Παίρνονται μέτρα αλφαδιάσματος, λόγω της ανισόπεδης επιφάνειας του τσιμεντένιου δαπέδου, και στερεώνονται με πρόκες μπετού. Έπειτα, καρφώνονται τα παρκέτα πάνω στα καδρόνια με ανάλογα καρφιά και χρήση κόλλας (εικόνα 40).

Πίνακας 13. Υλικά κατασκευής καρφωτού δείγματος απλής μορφής.

Υλικά	Διαστάσεις
4 Καδρόνια	1000 x 40 x 50 mm
Πρόκες μπετού διαστάσεων	55/100
Λευκή ξυλόκολλα (πολυβινυλική)	-
1 m <sup>2</sup> Παρκέτα δρυός	πλάτος 70 mm, πάχος 21 mm
Καρφιά	17/27



Εικόνα 40. Κατασκευή καρφωτού δείγματος απλής μορφής.

## ➤ Ενισχυμένο καρφωτό δάπεδο

### Διαδικασία κατασκευής

Τεμαχίζονται 4 καδρόνια στο επιθυμητό μήκος (1 m) και τοποθετούνται παράλληλα σε ίσες αποστάσεις. Πάιρνονται μέτρα αλφαδιάσματος, λόγω της ανισόπεδης επιφάνειας του τσιμεντένιου δαπέδου, και στερεώνονται με εκτονούμενα βύσματα (τύπου spit). Στα διάκενα χωνεύονται φύλλα πετροβάμβακα, τεμαχισμένα στις διαστάσεις των διακέκων.

Έπειτα, τοποθετείται το φύλλο κόντρα πλακέ με χρήση βιδών και κόλλας και καρφώνονται τα παρκέτα στην σχηματισμένη επιφάνεια (εικόνα 41).

Πίνακας 14. Υλικά κατασκευής ενισχυμένου καρφωτού δαπέδου.

Υλικά	Διαστάσεις
4 Καδρόνια	1000 x 40 x 50 mm
Εκτονούμενα βύσματα	8/80
1 m <sup>2</sup> πετροβάμβακας	πάχος 30 mm
1 m <sup>2</sup> κόντρα πλακέ	πάχος 15 mm
Ξυλόβιδες	35/40
Λευκή ξυλόκολλα (πολυβινυλική)	-
1 m <sup>2</sup> Παρκέτα δρυός	πλάτος 70 mm, πάχος 21 mm
Καρφιά	16/24



Εικόνα 41. Κατασκευή ενισχυμένου καρφωτού δείγματος.



\*Μετά την κατασκευή των καρφωτών δειγμάτων όπως αυτή περιγράφηκε, δημιουργήθηκαν (κάθετα στη διάταξη των καδρονιών) πλευρικά ανοίγματα. Στα ανοίγματα αυτά συγκολλήθηκαν λωρίδες σύνθετης ξυλείας για τη κάλυψη τους. Απ' τις εσωτερικές πλευρές τοποθετήθηκε σοβατεπί δρυός (1000x10x70 mm). Στο ενισχυμένο καρφωτό δείγμα, χρησιμοποιήθηκε επιπλέον μονωτικό συνθετικό υλικό και σιλικόνη (εικόνα 42).



Εικόνα 42. Κάλυψη πλευρικών ανοιγμάτων στα καρφωτά δείγματα.

### ➤ Κολλητό δάπεδο

#### Διαδικασία κατασκευής

Επιπεδώνεται και καθαρίζεται η τσιμεντένια επιφάνεια που θα κολληθούν τα παρκέτα και απλώνεται ισόποσα η κόλλα.

Τοποθετούνται τα παρκέτα αφού πρώτα δημιουργήθηκαν όρια συγκράτησης, μέχρι να στεγνώσει η συγκολλητική ουσία (εικόνα 43).

#### Πίνακας 15. Υλικά κατασκευής κολλητού δείγματος

Υλικά	Διαστάσεις
Κόλλα πολυουρεθανικής βάσης 2 συστατικών	-
1 m <sup>2</sup> Παρκέτα οξιιάς	πλάτος 90 mm, πάχος 21 mm



Εικόνα 43. Κατασκευή κολλητού δείγματος

\*Τα καρφωτά δείγματα, όπως και το κολλητό, υπέστησαν διαδικασία λείανσης και στίλβωσης, για την διεξαγωγή του πειράματος σε ρεαλιστικά δεδομένα.

### ➤ Συνθετικό δάπεδο laminate

#### Διαδικασία κατασκευής

Επιπεδώνεται μερικώς και καθαρίζεται η τσιμεντένια επιφάνεια. Τοποθετείται το αφρώδες υπόστρωμα και κουμπώνονται οι λωρίδες τύπου laminate, χωρίς χρήση συγκολλητικής ουσίας (εικόνες 5,6).

Πίνακας 16. Υλικά κατασκευής δείγματος τύπου laminate

Υλικά	Διαστάσεις
Υπόστρωμα αφρώδες πολυαιθυλενίου	Πάχος 3 mm
1 m <sup>2</sup> Συνθετικό laminate 3 στρώσεων	πλάτος 90 mm, πάχος 21 mm



Εικόνα 44. Κατασκευή δείγματος τύπου laminate

## 4.2 Πειραματικός χώρος και εξοπλισμός

Ο χώρος που επιλέχθηκε να γίνουν οι μετρήσεις έχει ανάλογα χαρακτηριστικά, με αυτά των σύγχρονων κατοικιών.



Εικόνα 45. Όψη του πειραματικού χώρου, πριν την κατασκευή των δειγμάτων (ισόγειο – υπόγειο).

Πίνακας 17. Χαρακτηριστικά πειραματικού χώρου

Διαστάσεις χώρου	$3.70 \times 4.50 \times 3.00 = 49.95 \text{ m}^2$
Βάρος σκυροδέματος	$25 \text{ kn/m}^3$
Πάχος πλάκας	20 cm
Πυκνότητα πλάκας	B 336
Θερμοκρασία	$20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Τα δείγματα εγκαταστάθηκαν συμμετρικά, στο μέσον του χώρου χωρίς καμία επαφή με κατακόρυφα δομικά στοιχεία, απομακρυσμένα και σε ίσες αποστάσεις από αγωγούς του ήχου όπως κολώνες, σωληνώσεις κλπ.



### Τρίποδο ώθησης σφαίρας

Το τρίποδο κατασκευάστηκε ειδικά για τις ανάγκες του πειράματος, ώστε να επιτευχθούν όμοιες πτώσεις των μεταλλικών σφαιρών σε όλες τις επαναλήψεις του πειράματος.

Το οριζόντιο τμήμα με μήκος 1 m, στερεοποιήθηκε στη βάση με γωνία  $30^\circ$  απ' το επίπεδο. Επίσης, δημιουργήθηκε γκινισιά πάχους 2,5 cm για την καθοδήγηση της σφαίρας, η οποία πέφτει τελικά από ύψος 80 cm.



## Μεταλλικές σφαίρες

Σαν αντικείμενο πτώσης και πρόκλησης του θορύβου χρησιμοποιήθηκαν 2 μεταλλικές σφαίρες με τα εξής χαρακτηριστικά:

Βάρος/διάμετρος μικρής σφαίρας	60 g / 2.50 cm
Βάρος/διάμετρος μεγάλης σφαίρας	300 g / 4.00 cm



## Μετρητής στάθμης ήχου (ηχόμετρο)

Για τις μετρήσεις της στάθμης του θορύβου χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο ηχόμετρο (HGL – 1004) στο οποίο έγιναν οι ακόλουθες ρυθμίσεις:



- Επιλογή θέσης Fast για άμεση απόκριση (ο μετρητής αντιδρά γρήγορα στις αλλαγές του περιβάλλοντος, προβάλλοντας τα επίπεδα αιχμής).
- Επιλογή στάθμισης (A) για μετρήσεις σε περιοχές μεγαλύτερης ευαισθησίας για το ανθρώπινο αυτί (500 - 10.000 Hz)

### 4.3 Μεθοδολογία

Το τρίποδο σε όλες τις περιπτώσεις τοποθετήθηκε με τρόπο, ώστε να επιτυγχάνονται πτώσεις της σφαίρας στο μέσον των δειγμάτων και από ύψος 80 cm. Το ηχώμετρο είναι πάντα τοποθετημένο σε απόσταση 0,5 m από το σημείο πτώσης και προσανατολισμένο προς αυτό.



Η σφαίρα τοποθετείται μηχανικά στο υψωμένο άκρο του τριπόδου και αφήνεται να κυλήσει, έως τελικά προσκρούσει στα δείγματα.

Το ηχώμετρο μετρά το μέγιστο επίπεδο θορύβου που δημιουργήθηκε, και σταματά. Ακολουθεί η καταγραφή του αποτελέσματος. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται 100 φορές για κάθε δείγμα και σφαίρα. Επίσης, για λόγους σύγκρισης, έγιναν μετρήσεις και στο γυμνό μπετόν.



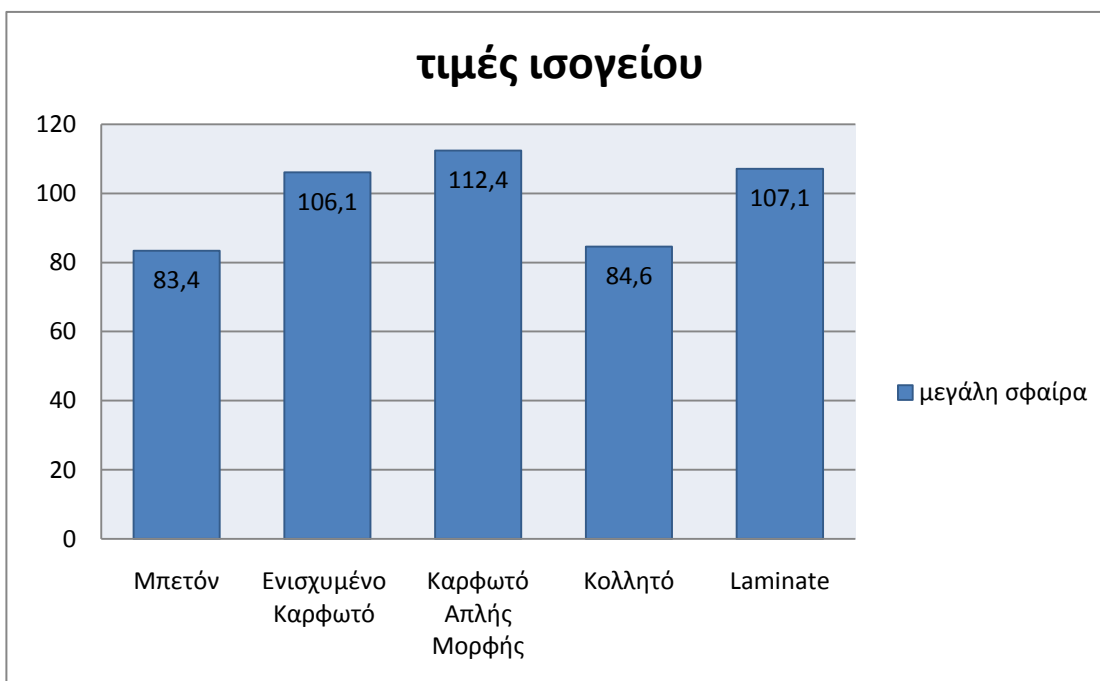
Ομοίως επαναλήφθηκε η διαδικασία για τις μετρήσεις υπογείου (με τον θόρυβο να προκαλείται στο ισόγειο και τις μετρήσεις να λαμβάνουν χώρα στο υπόγειο). Ωστόσο, κατά τις πτώσεις της μικρής σφαίρας, λόγω της μικρής στάθμης μεταδιδόμενου θορύβου, υπήρξε αδυναμία μέτρησης από το ηχώμετρο.

## 5. Αποτελέσματα – Συζήτηση

### 5.1 Ισόγειο.

Στο χώρο της πηγής του θορύβου (ισόγειο) έγιναν μετρήσεις τόσο με την μεγάλη όσο και με την μικρή σφαίρα. Οι τιμές που παρουσιάζονται είναι ένας μέσος όρος αποτελεσμάτων, μετά από 100 επαναλήψεις. Η στάθμη του θορύβου εκφράζεται σε dB, και όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μικρότερη είναι η ηχομονωτική ικανότητα του αντίστοιχου δαπέδου σε κτυπογενείς ήχους.

Γράφημα 1. Μέσες τιμές στάθμης θορύβου (dB) στο ισόγειο, που προκλήθηκε με την πτώση της μεγάλης σφαίρας.



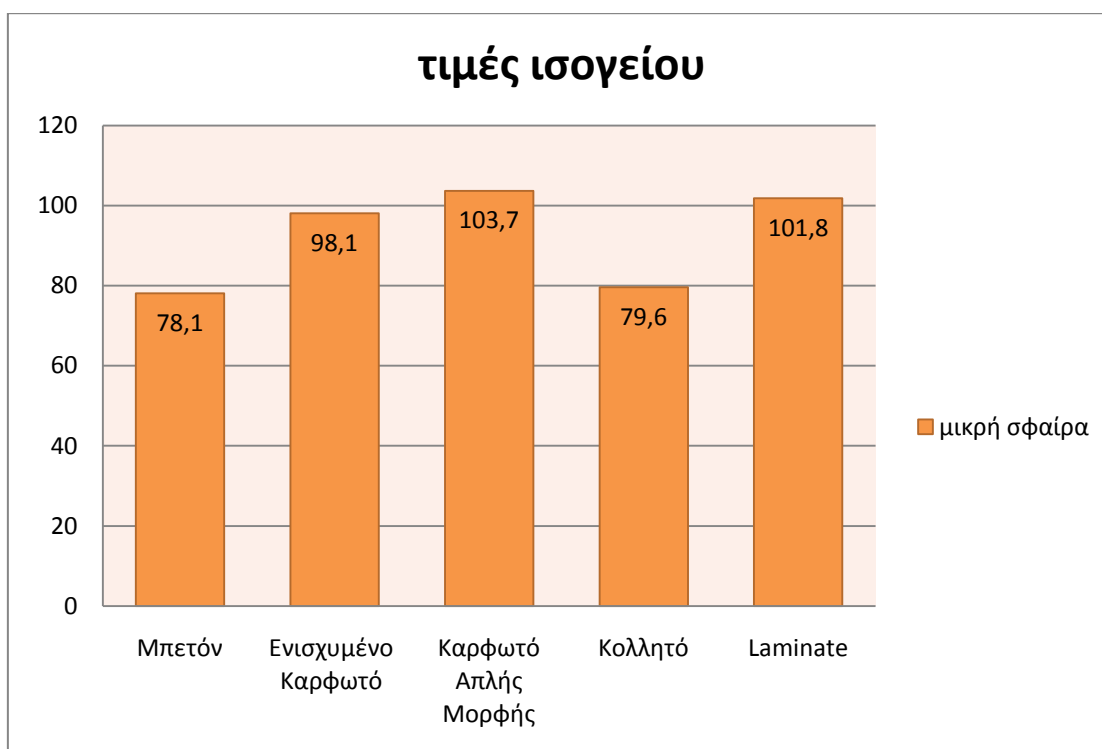
Την μεγαλύτερη τιμή την συναντάμε στο απλό καρφωτό δάπεδο (112,4 dB). Ακολουθούν κατά σειρά το Laminate δάπεδο (107,1) και το ενισχυμένο καρφωτό (106,1). Με μεγάλη διαφορά (27,8 dB) από το λιγότερο ηχομονωτικό απλό καρφωτό, στο κολλητό μετρήθηκαν οι χαμηλότερες τιμές (84,6). Μάλιστα οι τιμές του, ήταν σχεδόν στα ίδια επίπεδα με αυτά του γυμνού τσιμεντένιου δαπέδου (83,4 dB). Να σημειωθεί, ότι στο laminate δάπεδο ο θόρυβος ήταν ποιο «γεμάτος» και ενοχλητικός, σύμφωνα με την υποκειμενική παρατήρησή μας, ενώ οι μεγαλύτερες διακυμάνσεις στις τιμές υπήρξαν στο κολλητό δείγμα (πίνακας 18).

Πίνακας 18. Στατιστικά ισογείου (μεγάλη σφαίρα)

Ισόγειο : μεγάλη σφαίρα					
Είδος δαπέδου	Μπετόν	Ενισχυμένο καρφωτό	Καρφωτό απλής μορφής	Κολλητό	Laminate
Μέση τιμή	83,448	106,118	112,429	84,656	107,125
Στρογγυλοποίηση	83,4	106,1	112,4	84,6	107,1
Κατώτατη τιμή	81,2	104,9	111,6	82,4	106,1
Μέγιστη τιμή	85,7	107,5	113,5	86,7	108,2
Διαφορά Fmax – Fmin	4,5	2,6	1,9	4,3	2,1
Σταθερή απόκλιση	1,009098007	0,552566098	0,428126055	0,986302	0,537366

Οι μετρήσεις από τις πτώσεις της μικρής σφαίρας, έδειξαν απολύτως ανάλογα αποτελέσματα:

Γράφημα 2. Μέσες τιμές στάθμης θορύβου (dB) στο ισόγειο, που προκλήθηκε με την πτώση της μικρής σφαίρας.





Το γεγονός ότι βρέθηκαν ανάλογα αποτελέσματα με αυτά της μεγάλης σφαίρας, μας οδηγεί σε όμοια συμπεράσματα, δηλαδή ότι η διαφορά βάρους του προσπίπτοντος αντικειμένου δεν επηρέασε την ηχητική συμπεριφορά των δαπέδων.

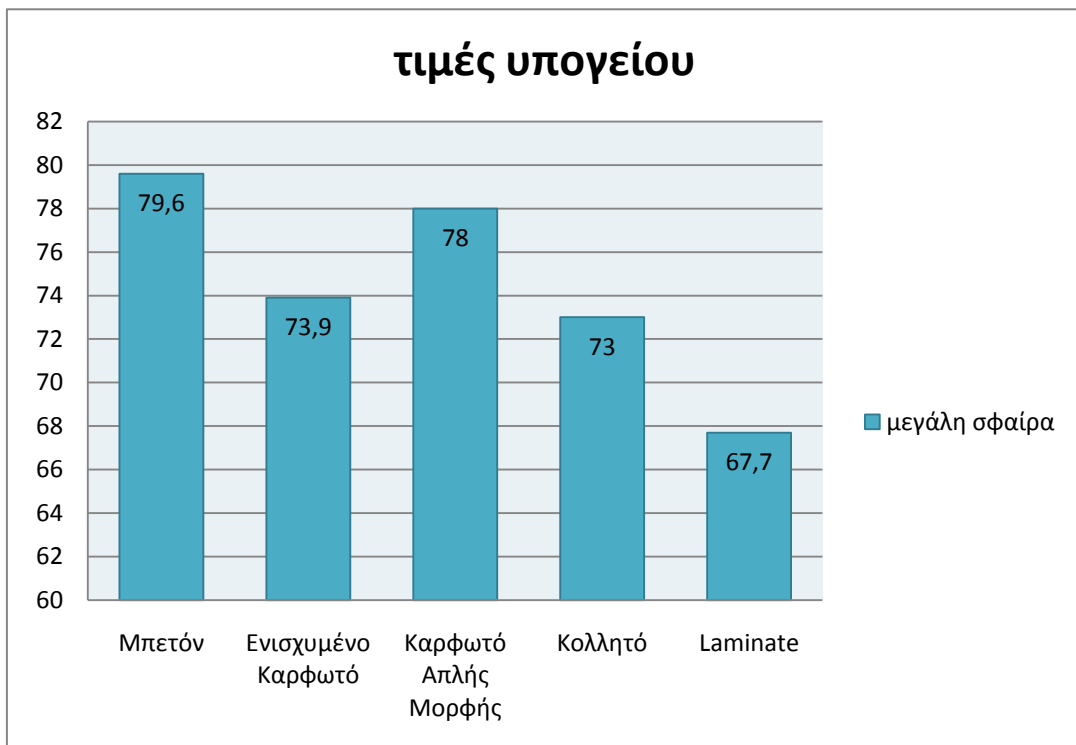
Πίνακας 19. Στατιστικά ισογείου (μικρή σφαίρα)

<b>Ισόγειο: μικρή σφαίρα</b>					
<b>Είδος δαπέδου</b>	<b>Μπετόν</b>	<b>Ενισχυμένο καρφωτό</b>	<b>Καρφωτό απλής μορφής</b>	<b>Κολλητό</b>	<b>Laminate</b>
Μέση τιμή	78,103	98,112	103,738	79,618	101,849
Στρογγυλοποίηση	78,1	98,1	103,7	79,6	101,8
Κατώτατη τιμή	75	96,4	102,3	78,1	100,6
Μέγιστη τιμή	80,8	99,5	104,8	81,4	102,6
Διαφορά Fmax – Fmin	5,8	3,1	2,5	3,3	2
Σταθερή απόκλιση	1,27963497	1,190389122	0,433632	0,741195	0,380986

## 5.2 Υπόγειο.

Στον υποκείμενο χώρο μετάδοσης του κτύπου (υπόγειο) έγιναν μετρήσεις του θορύβου που προκλήθηκε απ' την μεγάλη σφαίρα, κατά την πτώση της στο ισόγειο. Ομοίως, οι τιμές που παρουσιάζονται είναι ένας μέσος όρος 100 επαναλήψεων.

Γράφημα 3. Μέσες τιμές στάθμης θορύβου (dB) στο υπόγειο, που προκλήθηκε με την πτώση της μεγάλης σφαίρας.

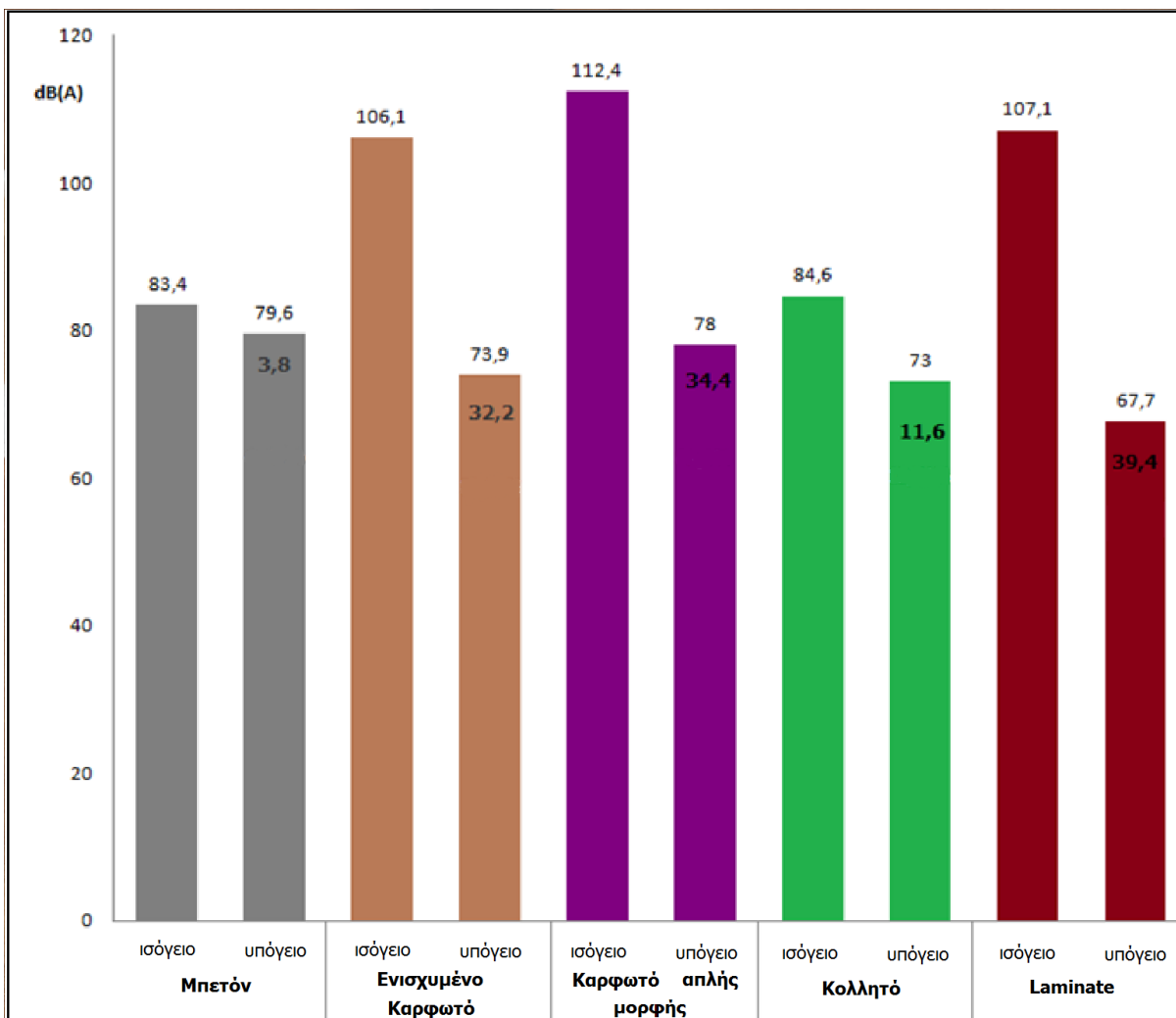


Ο εντονότερος μεταφερόμενος θόρυβος προέρχεται από τον κτύπο της μεγάλης σφαίρας στο καρφωτό δάπεδο απλής μορφής (78 dB), το οποίο παραμένει το χειρότερο, από άποψη στάθμης θορύβου. Αντίθετα το περισσότερο ηχομονωτικό είναι τώρα το δάπεδο από λωρίδες Laminate (67,7 dB). Μεσολαμβάνουν στα ίδια περίπου επίπεδα το ενισχυμένο καρφωτό (73,9 dB) και το κολλητό δάπεδο (73 dB). Η μετάδοση του θορύβου μέσω του γυμνού δαπέδου γίνεται τώρα η πλέον αισθητή, καθώς μειώνεται μόλις κατά 3,8 dB.

Πίνακας 20. Στατιστικά υπογείου (μεγάλη σφαίρα)

<b>Υπόγειο: μεγάλη σφαίρα</b>					
<b>Είδος δαπέδου</b>	<b>Μπετόν</b>	<b>Ενισχυμένο καρφωτό</b>	<b>Καρφωτό απλής μορφής</b>	<b>Κολλητό</b>	<b>Laminate</b>
Μέση Τιμή	79,585	73,881	77,96	73,008	67,709
Στρογγυλοποίηση	79,6	73,9	78	73,0	67,7
Κατώτατη τιμή	77,9	72,4	76,3	71,2	66,1
Μέγιστη τιμή	82,3	74,9	79,3	74,9	69,7
Διαφορά Fmax – Fmin	4,4	2,5	3	3,7	3,6
Σταθερή απόκλιση	1,102831526	0,544707316	0,633731932	0,922302783	0,714792475

Πίνακας 21. Σύγκριση αποτελεσμάτων ισόγειου- υπογείου (μεγάλη σφαίρα)



\* Σημειώνονται οι μειώσεις σε dB εντός των στηλών του υπογείου.

Η μείωση του θορύβου είναι πολύ μεγάλη στο καρφωτό δάπεδο απλής μορφής (34,4 dB), το οποίο παραμένει ωστόσο το χειρότερο. Την μεγαλύτερη μείωση (39,4 dB) σημείωσε το δάπεδο τύπου laminate, το οποίο έχει τη χαμηλότερη απόδοση θορύβου στο χώρο του υπογείου με αισθητή διαφορά (5,3 dB) από το αμέσως καλύτερο κολλητό. Πολύ λίγο ψηλότερα από το κολλητό βρίσκεται το ενισχυμένο καρφωτό (73,9 έναντι 73,0 dB), στο οποίο παρατηρήθηκε επίσης μεγάλη μείωση της στάθμης του θορύβου (32,2 dB). Ελάχιστη μείωση της στάθμης του θορύβου (μόλις 3,8 dB) παρατηρήθηκε στο γυμνό μπετόν, καθώς η μετάδοση του κτυπογενούς ήχου είναι πολύ μεγαλύτερη στα συμπαγή δομικά υλικά.

## 6. Συμπεράσματα

### Στο χώρο της πηγής του θορύβου (ισόγειο)

Ο μεγαλύτερος θόρυβος που προκλήθηκε από τον κτύπο της σφαίρας, υπήρξε στο *καρφωτό δείγμα απλής μορφής*. Σε σύγκριση με το ενισχυμένο καρφωτό δείγμα, η διαφορά στα αποτελέσματά τους (112,4 dB και 106,1 dB αντίστοιχα) οφείλεται ξεκάθαρα στη σύνθεσή τους. Η ύπαρξη μεγάλου κενού στην υποδομή του (ανάμεσα στα καδρόνια), δημιουργεί το φαινόμενο της αντήχησης. Αμέσως μόλις προσκρούσει η σφαίρα, τα ηχητικά κύματα που εγκλωβίζονται κάτω απ'την επιφανειακή στρώση των παρκέτων, ανακλώνονται ανάμεσα σε αυτήν και το μπετόν. Η χαμηλή απορροφητικότητα των δυο υλικών, επιτρέπει πολλαπλές ανακλάσεις, έως ότου εξασθενήσει τελείως ο θόρυβος.

Στο *ενισχυμένο καρφωτό* δείγμα, η εμπλουτισμένη δομή του με στοιχεία όπως το αντικολητό ψευδοπάτωμα (ως μεσολαβούσα στρώση πριν τα παρκέτα), και ο πετροβάμβακας ανάμεσα στις δοκούς, δημιουργούν μια πιο συμπαγή κατασκευή, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρότερης κλίμακας θορύβου, λόγω απορρόφησης του ήχου (σελ.83 Πίνακας 12).

Σχεδόν αντίστοιχου μεγέθους θόρυβος προκαλείται στο δείγμα *τύπου Laminate* (107,1 dB). Με τη πλωτή του εγκατάσταση, δημιουργούνται αναπόφευκτα μικρά κενά ανάμεσα στις σανίδες με το υπόστρωμα και το μπετόν και σε συνδυασμό με την σκληρότητα της συνθετικής του επιφάνειας, ο θόρυβος που παράγεται στον ίδιο χώρο είναι περισσότερο ενοχλητικός από το ενισχυμένο καρφωτό, αλλά αισθητά μικρότερος από το απλό καρφωτό δάπεδο.

Στο *κολλητό* δείγμα δαπέδου ο θόρυβος που παράχθηκε στον χώρο της πηγής του θορύβου ήταν μακράν ο μικρότερος απ'τα υπόλοιπα δείγματα (84,6 dB). Η συγκολλητική ουσία στο μπετόν και η απ'ευθείας στρώση των παρκέτων δημιουργούν την πιο συμπαγή κατασκευή χωρίς να επιτρέπουν στον ήχο να εγκλωβίζεται ανάμεσα στην ανωδομή και την υποδομή με τα παραπάνω αρνητικά αποτελέσματα. Οι μεγάλες διακυμάνσεις του θορύβου που εντοπίστηκαν κατά τη διαδικασία του πειράματος εξηγούνται από το γεγονός ότι ενδεχομένως υπήρξαν σημεία στο μπετόν που δεν είχαν ολοκληρωτικά πληρωθεί με συγκολλητική ουσία.

### Στον χώρο μετάδοσης του θορύβου (υπόγειο)

Είναι γεγονός πως το *καρφωτό* δείγμα *απλής μορφής* επιτρέπει την μετάδοση του ήχου και στον υποκείμενο χώρο περισσότερο από κάθε άλλο δείγμα της πειραματικής διαδικασίας. Η κύρια αιτία είναι ότι από την επιφανειακή στρώση του δαπέδου μέχρι την κατώτατη μεσολαβούν υλικά - καλοί αγωγοί του ήχου. Μετά την πρόσκρουση, οι κραδασμοί μεταφέρονται απ'τα παρκέτα στα καδρόνια και τέλος –από τους άμεσα επαπτόμενους τάκους με το μπετόν και τις πρόκες στερέωσης - ο ήχος μεταδίδεται σχεδόν ανεμπόδιστα στον παρακάτω χώρο.

Μια παρόμοια διαδρομή ακολουθεί ο ήχος στο *ενισχυμένο καρφωτό* δείγμα. Ωστόσο, η παρουσία του αντικολητού ως ενδιάμεση στρώση, η χρήση εκτονούμενων βυσμάτων αντί των καρφιών, αλλά και η παρεμβολή του πετροβάμβακα που μειώνει την αντήχηση και απορροφά μέρος του θορύβου, αποδυναμώνει αισθητά την ισχύ του μεταφερόμενου ήχου.

Στο *κολλητό* δείγμα, παρά το ότι δημιουργήθηκε ο μικρότερος θόρυβος στο χώρο πρόσκρουσης της σφαίρας, η μείωση του μεταδιδόμενου θορύβου είναι, αναλογικά με τα υπόλοιπα δείγματα δαπέδου, μικρή. Ο ήχος σε αυτή την περίπτωση, μεταδίδεται απ'ευθείας απ' την επιφανειακή στρώση στο μπετόν και παρακάτω.

Η ηχομονωτική αξία ενός παρεμβαλλόμενου υποστρώματος είναι φανερή στο δείγμα δαπέδου *τύπου Laminate*. Το υπόστρωμα απορροφά τους κραδασμούς της πρόσκρουσης και σε συνδιασμό με την μη άμεση επαφή της ανωδομής με το μπετόν, ο ήχος που μεταφέρεται είναι εντυπωσιακά μειωμένος.

Γενικά.

Η παράμετρος «ηχομόνωση» δεν είχε ιδιαίτερη βαρύτητα στη κατασκευή κατοικιών, μέχρι πριν λίγες δεκαετίες. Έτσι και στο ξύλινο δάπεδο που είχε, σχεδόν μόνιμα, την απλή μορφή του καρφωτού όπως περιγράφηκε, η δυνατότητα αυξημένης ηχομόνωσης θεωρούνταν μάλλον πολυτέλεια. Σήμερα που τα δεδομένα έχουν αλλάξει, η κατασκευή δαπέδου πρέπει – και προσφέρεται η δυνατότητα - να προσαρμόζεται επιπλέον, στις σύγχρονες ηχομονωτικές ανάγκες. Το παραδοσιακό καρφωτό δάπεδο είναι ευρέως αποδεκτό και με μεγάλη αισθητική αξία, όμως όπως παρατηρήθηκε, υστερεί ηχομονωτικά απ' τα υπόλοιπα, όταν έχει την

απλούστερη δομή. Αντίθετα, με τη χρήση αντικραδασμικών στηρίξεων, υλικών πλήρωσης των κενών κλπ., η ηχομονωτική του ικανότητα γίνεται άκρως ανταγωνιστική, χωρίς σημαντική οικονομική επιβάρυνση. Αντίστοιχα, η δομή κάθε τύπου ξύλινου δαπέδου μπορεί μετά από μελέτη να διαμορφωθεί αναλόγως, ώστε να καλύπτει ποικίλες ηχητικές ανάγκες ή απαιτήσεις. Το κολλητό δάπεδο έχει την καλύτερη συμπεριφορά στον χώρο παραγωγής του ήχου, όμως η μείωση της μεταφοράς του, όπως έδειξαν τα αποτελέσματα, είναι περιορισμένη. Αυτή η μείωση είναι δυνατό να γίνει αισθητά μεγαλύτερη με τη χρήση υποστρωμάτων και άλλων μονωτικών υλικών. Το ελαστικό υπόστρωμα είναι αυτό άλλωστε, που δίνει στο laminate δάπεδο το συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι των άλλων, κατά την μεταφορά του κτυπογενή ήχου σε υποκείμενους χώρους.

## Βιβλιογραφία

1. Αθανασόπουλος Χ. 1997. Προστασία κτιρίων : Μελέτη θερμομόνωσης : Ηχομόνωση - Ηχοπροστασία. Αθήνα, σελ. 305
2. Bläsi W. 2000. Δομική Φυσική: Θερμομόνωση- Ηχομόνωση- Πυροπροστασία. μετάφραση Κασσελούρη Β. Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, σελ. 252
3. Bond B.. Sawing Logs For Quartersawn Lumber. Agricultural Extension Service. The University of Tennessee. PB1693, σελ.9
4. Δρακάτος Π. 2001. Τεχνική Διαγνωστική – Προγνωστική. Πάτρα. σελ. [565]-1208
5. Haege G. 1995. Glenn Haege's Complete Hardwood Floor Care Guide. Master Handyman Press, INC, σελ.88
6. Καβαθάς Γ. 2005. Ο θόρυβος στους χώρους εργασίας. Μηχανικός Ασφαλείας ΕΛ.ΠΕ./Β.Ε.Ε.
7. Κακαράς Ι. 2004. Τεχνολογία δομικών κατασκευών. ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, σελ.133
8. Καρτάσης Ιωάννης. 1978. Ξύλινα Δάπεδα (παρκέτα). Υπουργείο Γεωργίας,Γ. Δ Δασών & Δασικού Περιβάλλοντος. Αθήνα, σελ.83
9. Μαντάνης Γ. 2005. Δομή και Ιδιότητες Ξύλου, μέρος II. ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, σελ.98
10. Μπαρμπούτης Ι. (2008). Στάδια παραγωγής προϊόντων ξύλου. Σημειώσεις. Αριστοτέλειο πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
11. Νταλός, Γ. 2001. Τεχνολογία Ποιοτικού Ελέγχου Ξύλου & Επίπλων. ΤΕΙ Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, σελ.116
12. Peter Kaczmar. 2009. Wood Flooring, a professional's guide to installation, Trada Technology LTD, σελ.47
13. Σκαρβέλης Μ., Παπαδόπουλος Α.. Ποιοτική ταξινόμηση δασικών προϊόντων στην Ελλάδα: Η περίπτωση του ξύλινου δαπέδου. ΕΘΙΑΓΕ, ΤΕΙ Καβάλας, Παράρτημα Δράμας, Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος.
14. Σκαρλάτος Π. 2004. Τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ. Τεύχος «Δάπεδα εσωτερικών & εξωτερικών χώρων», Θεσσαλονίκη. σελ. 20-46
15. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 2006. Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές: 03-07-01-01 Ξύλινα καρφωτά δάπεδα.



16. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 1989. Κτιριοδομικός Κανονισμός. Υπουργική απόφαση 3046/304/89, ΦΕΚ 59/Δ/3-02-89. Άρθρο 12. Ηχομόνωση – ηχοπροστασία.
17. Φλώρος Α. Περί ήχου. Διάλεξη: Ακουστική και Ψυχοακουστική. Πανεπιστήμιο Ιονίου.

### **Ιστότοποι**

18. [www.xylyno-dapedo.gr](http://www.xylyno-dapedo.gr)
19. [www.krono-original.com](http://www.krono-original.com)
20. [www.santafevisions.com/csf/html/lectures/003\\_sound\\_II.htm#SPL](http://www.santafevisions.com/csf/html/lectures/003_sound_II.htm#SPL)
21. [www.acoustics.com/tutorial01/slide1.html](http://www.acoustics.com/tutorial01/slide1.html)
22. [www.findanyfloor.com/sound/SoundTransmission.xhtml](http://www.findanyfloor.com/sound/SoundTransmission.xhtml)
23. [www.greengluecompany.com/understandingSTC.php](http://www.greengluecompany.com/understandingSTC.php)
24. [www.fhwa.dot.gov/environment/noise/design/3.htm#3.4.2](http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/design/3.htm#3.4.2)
25. [www.drewexpol.com/parquet\\_prices.html](http://www.drewexpol.com/parquet_prices.html)
26. [www.dedron.gr/neowood\\_gr.htm](http://www.dedron.gr/neowood_gr.htm)
27. [www.granorte.pt](http://www.granorte.pt)
28. [www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/services/irc/standard-tests.html](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/services/irc/standard-tests.html)
29. [www.woodfloorsonline.com/techtalk/woodwater1.html](http://www.woodfloorsonline.com/techtalk/woodwater1.html)