

ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ
ΚΑΙ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ**



Η διαχείριση του ήχου στα κτίρια είναι εξίσου σημαντική με τη θερμική άνεση, την προστασία από τις καιρικές συνθήκες και τον επαρκή αερισμό, καθώς ο θόρυβος έχει αποδεδειγμένα αρνητικό αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία, στην άνεση, στην ψυχική διάθεση και στην εργασιακή απόδοση των χρηστών. Ο αποτελεσματικός ακουστικός σχεδιασμός είναι σημαντικός σ' όλους τους τύπους των κτιρίων, από κτίρια κατοικιών έως εμπορικά κτίρια, νοσοκομεία, εκπαιδευτικούς χώρους, χώρους γραφείων, ξενοδοχεία, εστιατόρια κτλ.

Ο ήχος εντός των κτιρίων είτε απορροφάται είτε ανακλάται είτε μεταδίδεται από τους τοίχους, την οροφή και το δάπεδο. Ο ρόλος της ηχομόνωσης είναι διττός: να εμποδίσει τη μετάδοση του ήχου από χώρο σε χώρο και από δάπεδο σε δάπεδο και να μειώσει το

ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΗΧΟΥ ΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΗΧΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΑΠΕΔΩΝ	
Δείκτες μέτρησης ήχου για αξιολόγηση ηχομόνωσης δαπέδων σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα	<p>Συντελεστής μείωσης θορύβου - Noise reduction coefficient (NRC)</p> <p>Βασίζεται στο πρότυπο ASTM C423. Χρησιμοποιείται για την αποτίμηση της ικανότητας απορρόφησης ήχων ενός υλικού σε κλειστό χώρο, στον οποίο ο ήχος αντανακλάται σε διάφορες γωνίες. Ο NRC είναι ένα νούμερο με ελάχιστη τιμή το 0, που σημαίνει πως το υλικό δεν απορροφά κανένα ήχο, έως μέγιστη τιμή το 1 που σημαίνει πως απορροφά το 100% του ήχου. Ένα υλικό με $NRC < 0,50$ σημαίνει πως απορροφά το 50% του ήχου και ανακλά το υπόλοιπο, επομένως έχει χαμηλή απορροφητικότητα. Στοιχεία με $NRC > 0,70$ θεωρούνται πως έχουν καλή απορροφητικότητα.</p>
	<p>Δείκτης μετάδοσης ήχου - Sound transmission class (STC)</p> <p>Βασίζεται στο πρότυπο ASTM E90. Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση ηχομείωσης αερόφερτων θορύβων σε εσωτερικούς χώρους. Η τιμή STC υπολογίζεται για ένα ολοκληρωμένο σύστημα, όπως το σύστημα δαπέδου - τοιχοποιίας ή το σύστημα δαπέδου - οροφής. Ο δείκτης εξαρτάται από τη μάζα του συστήματος και για αυτό δεν μετράται ανεξάρτητα για το υλικό δαπέδου, καθώς δεν τον επηρεάζει σημαντικά. Οι υψηλότερες τιμές είναι καλύτερες, καθώς υποδεικνύουν μικρότερη μετάδοση του αερόφερτου ήχου. Μια τιμή $STC \leq 35$ θεωρείται χαμηλής απόδοσης, ενώ μια τιμή $STC \geq 55$ θεωρείται υψηλής απόδοσης.</p>
Δείκτες μέτρησης ήχου για αξιολόγηση ηχομόνωσης δαπέδων σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία	<p>Σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης (R_w)</p> <p>Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των αερόφερτων θορύβων. Περιγράφει τη μείωση θορύβου ανάμεσα σε δύο δωμάτια, οριζόντια ή κατακόρυφα, χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις πλευρικές μεταδόσεις. Ο παραπάνω δείκτης αναφέρεται πρακτικά στην εργαστηριακή μέτρηση του εξεταζόμενου στοιχείου.</p>
	<p>Σταθμισμένος φαινόμενος δείκτης ηχομείωσης (R'_{w})</p> <p>Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των αερόφερτων θορύβων. Περιγράφει τη συνολική μείωση θορύβου ανάμεσα σε δύο δωμάτια, οριζόντια ή κατακόρυφα, συμπεριλαμβάνοντας και τις πλευρικές μεταδόσεις του ήχου από τα δομικά στοιχεία. Ο δείκτης αναφέρεται πρακτικά στη μέτρηση της οικοδομικής ηχομόνωσης. Μεγάλες τιμές του R'_{w} δείχνουν υψηλή ηχομονωτική ικανότητα ανάμεσα σε δύο χώρους. Η πιστοποίηση της αερόφερτης ηχομόνωσης δομικών στοιχείων γίνεται σύμφωνα με το "ISO 140-4:1998 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms".</p>
	<p>Σταθμισμένη κανονικοποιημένη στάθμη ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου ($L'_{n,w}$)</p> <p>Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του κτυπογενούς ήχου. Περιγράφει την ηχοστάθμη κάτω από οροφές, όταν λειτουργεί μια πρότυπη γεννήτρια κτυπογενούς ήχου. Η μικρή τιμή του $L'_{n,w}$ δείχνει υψηλή ηχομονωτική ικανότητα του πατώματος από κτυπογενείς ήχους. Στην πιστοποίηση της κτυπογενούς ηχομόνωσης πατωμάτων, η μέτρηση γίνεται σύμφωνα με το "ISO 140-7:1998 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors".</p>

θορύβο του περιβάλλοντος, για να βελτιώσει την ποιότητα της ακουστικής, όπως της ομιλίας και της μουσικής στους χώρους. Η ηχομόνωση του δαπέδου ενός χώρου είναι εξίσου σημαντική με την ηχομόνωση των διαχωριστικών δομικών στοιχείων και των οροφών, καθώς μια ολοκληρωμένη μελέτη ηχομόνωσης πρέπει να λαμβάνει υπόψη όλα τα δομικά στοιχεία ενός χώρου για να είναι αποτελεσματική. Η επιστήμη της ακουστικής είναι αρκετά περίπλοκη και γι' αυτό το λόγο η ακουστική μελέτη πρέπει να γίνεται από έμπειρους μελετητές σε συνεργασία με τους αρχιτέκτονες, τους πολιτικούς μηχανικούς και τους μελετητές Η/Μ εγκαταστάσεων ενός έργου, ώστε να επιλέγονται ολοκληρωμένες λύσεις, που δεν αλλοιώνουν τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και παράλληλα δεν επιβαρύνουν τον στατικό φορέα. Ωστόσο, η βασική κατανόηση του τρόπου που ο ήχος επιδρά στα κτίρια και η γνώση της ισχύουσας νομοθεσίας και των προτύπων, αλλά και της πληθώρας υλικών

που υπάρχουν σήμερα στο εμπόριο, βοηθάει σημαντικά όλους τους εμπλεκόμενους να συνεργαστούν με την υπόλοιπη ομάδα, να κατανοήσουν τις σχεδιαστικές επιλογές και να επιλέξουν τα κατάλληλα προϊόντα για κάθε περίπτωση.

Ο ρόλος του δαπέδου στην ακουστική

Η απορρόφηση και η μετάδοση της ηχητικής ενέργειας στο εσωτερικό ενός κτιρίου επηρεάζεται άμεσα από τον τύπο της κατασκευής και τα δομικά υλικά που επιλέγονται, κάτι που ισχύει και για τα δάπεδα. Για την καλύτερη κατανόηση των λύσεων ηχοπροστασίας έχουν δημιουργηθεί μέτρα και πρότυπα που βοηθούν στην αξιολόγηση και στην επιλογή των διαθέσιμων εμπορικών προϊόντων ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε χώρου.

Διαφορετικά υλικά δαπέδου έχουν διαφορετική επίδραση στην ακουστική ενός χώρου. Σε γενικές γραμμές, οι πιο



1



2

σκληρές επενδύσεις δαπέδων, όπως το βινύλιο ή τα κεραμικά πλακίδια, απορροφούν λίγο ή καθόλου ήχο, αντανακλώντας τον υπόλοιπο πίσω στον χώρο, με αποτέλεσμα ένα πιο θορυβώδες περιβάλλον. Τα πιο μαλακά υλικά, όπως τα χαλιά και τα ελαστικά δάπεδα, έχουν αυξημένη απορρόφηση και μικρότερη μετάδοση, συμβάλλοντας στην καλύτερη ηχομόνωση του χώρου.

Γενικά, ένα ηχοπροστατευμένο δάπεδο πρέπει να αποτρέπει τη μετάδοση δύο τύπων θορύβου: του κτυπογενούς και του αερόφερτου.

• Κτυπογενείς ήχοι

Είναι οι ήχοι που παράγονται από κρούσεις σε κάθε χώρο, γειτονικό προς τον εξεταζόμενο, όπως οι βηματισμοί και οι δονήσεις μηχανημάτων. Η ηχητική ενέργεια που παράγεται μπορεί να μεταδοθεί μέσω των δομικών στοιχείων του κτιρίου και κυρίως μέσω του





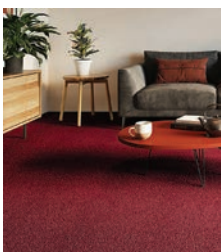
δαπέδου στους άλλους ορόφους, προκαλώντας δυσφορία στους χρήστες. Στόχος της ηχομόνωσης του δαπέδου είναι να απομονώσει αυτούς τους θορύβους, ώστε να αποτραπεί ή τουλάχιστον να μειωθεί η μετάδοσή τους από το δάπεδο στους κατώτερους ορόφους του κτιρίου.

Η αποδοτικότητα ενός δαπέδου ως προς τη μείωση των κτυπογενών θορύβων μετράται συνήθως με τον δείκτη ηχομόνωσης κτυπογενούς ήχου ($L'_{n,w}$). Όσο πιο χαμηλή τιμή έχει αυτός ο δείκτης ενός δαπέδου, τόσο πιο αποτελεσματική μόνωση παρέχει. Ο δείκτης $L'_{n,w}$ ενός δαπέδου δοκιμάζεται εργαστηριακά με τη χρήση μιας μηχανής κρούσης στον επάνω όροφο και ενός δέκτη στον κάτω όροφο που μετράει τον ήχο που μεταδίδεται σε dB. Όσο μικρότερη είναι η μέτρηση στον κάτω όροφο, τόσο πιο αποδοτική είναι η λύση.

1. Στο νοσοκομείο "Chinook Regional" στον Καναδά, το ελαστικό δάπεδο από λινέλαιο χρησιμοποιείται ως μέρος μιας συνολικής μελέτης ακουστικής για βέλτιστη ηχομόνωση.

2. Τα ελαστικά δάπεδα από καουτσούκ διαθέτουν άριστες ηχομονωτικές ιδιότητες και ανθεκτικές, αντιβακτηριδιακές επιφάνειες.
©The Colour Flooring Company.

ΤΕΛΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΔΑΠΕΔΩΝ ΜΕ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Υλικό δαπέδου	Μορφή	Ικανότητα απορρόφησης ήχου	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Εφαρμογές
Φελλός 	Πλακίδια, σανίδες, φύλλα σε ρολό. Χρησιμοποιείται και ως υλικό υποστρώματος.	● ● ● ● ○	Βιώσιμο υλικό, άνετο στη βάδιση, αρκετά μεγάλη αντοχή.	Ευπαθές σε λεκέδες, μικρό εύρος χρωμάτων, υψηλό κόστος.	Χώροι με μικρή έως μέτρια κίνηση και καταπόνηση, όπως κατοικίες και αίθουσες διδασκαλίας.
Καουτσούκ 	Πλακίδια και φύλλα σε ρολό. Χρησιμοποιείται και ως υλικό υποστρώματος.	● ● ● ● ●	Βιώσιμο, καθώς προέρχεται από ανακύκλωση άλλων υλικών, άνετο στη βάδιση, αντιβακτηριδιακό, εύκολο στη συντήρηση, ανθεκτικό, μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και σχεδίων.	Πιθανόν να έχει μια ελαφρώς δυσάρεστη οσμή ειδικά το πρώτο διάστημα, υψηλό κόστος.	Χώροι με μικρή έως μεγάλη κίνηση, όπως σχολεία, νοσοκομεία, γυμναστήρια και κουζίνες.
Βινύλιο 	Πλακίδια και σανίδες. Καλύτερη απόδοση με υπόστρωμα.	● ● ● ● ○ Εκτός αν εφαρμοστούν με κατάλληλο ηχομονωτικό υπόστρωμα.	Μικρές ανάγκες συντήρησης, άνετο στη βάδιση, αρκετά μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και σχεδίων, ανθεκτικό στο νερό, μικρότερο κόστος σε σχέση με φελλό και καουτσούκ.	Μικρότερη αντοχή και βιώσιμα χαρακτηριστικά σε σχέση με τα προηγούμενα. Δεν μπορεί να διορθωθεί εύκολα, αν καταστραφεί.	Χώροι με μικρή κίνηση και καταπόνηση, όπως οι χώροι κατοικιών, συμπεριλαμβανομένων χώρων με υγρασία όπως τα μπάνια.
Πλαστικό (PVC, συνθετικό ξύλο) 	Πλακίδια και σανίδες. Καλύτερη απόδοση με υπόστρωμα.	● ● ● ● ○ Εκτός αν εφαρμοστούν με κατάλληλο ηχομονωτικό υπόστρωμα.	Άνετο στην βάδιση, ανθεκτικό, αδιάβροχο, μικρές ανάγκες συντήρησης, μικρότερο κόστος σε σχέση με φελλό και καουτσούκ.	Δεν μπορεί να διορθωθεί εύκολα αν καταστραφεί. Χαμηλή αισθητική λόγω του πλαστικού που περιέχει. Δεν είναι περιβαλλοντικά βιώσιμο.	Χώροι με μικρή κίνηση και καταπόνηση, όπως οι χώροι κατοικιών, συμπεριλαμβανομένων χώρων με υγρασία όπως τα μπάνια.
Χαλιά 	Πλακίδια και φύλλα σε ρολό.	● ● ● ● ●	Άνετο στη βάδιση, προσφέρει ζεστασιά στο χώρο, παρέχει και θερμική μόνωση, μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και σχεδίων, αν και δίνουν συγκεκριμένη αισθητική.	Δυσκολία καθαρισμού και συντήρησης. Ακατάλληλα για χώρους με μεγάλες υγειονομικές απαιτήσεις ή χώρους με κατοικίδια. Κόστος ανάλογα με την ποιότητα.	Χώροι με μέτρια κίνηση και καταπόνηση, όπως οι χώροι κατοικιών χωρίς υγρασία (σαλόνια, υπνοδωμάτια), δωμάτια ξενοδοχείων.

Πολύ μικρή ● ○ ○ ○ ○ Μικρή ● ● ○ ○ ○ Μέτρια ● ● ● ● ○ Μεγάλη ● ● ● ● ● ○ Πολύ μεγάλη ● ● ● ● ● ●

• **Αερόφερτοι ήχοι**

Είναι οι ήχοι που μεταδίδονται μέσω του αέρα σε έναν χώρο και συνήθως προέρχονται από ανθρώπινες ομιλίες, τηλεόραση, ηχητικές εγκαταστάσεις, μουσικά όργανα κτλ. Όπως και οι κτυπογενείς, μπορεί να μεταδοθούν μέσω του δαπέδου στους άλλους χώρους του κτιρίου. Στόχος της ηχομόνωσης του δαπέδου είναι και πάλι να μειώσει τη μεταφορά των αερόφερτων θορύβων μέσω του δαπέδου στους κατώτερους ορόφους του κτιρίου.

Η ικανότητα ενός υλικού να αποτρέπει τη μετάδοση του αερόφερτου ήχου μετράται χρησιμοποιώντας τον δείκτη μετάδοσης ήχου (sound transmission class - STC). Ο δείκτης STC είναι ένα λογαριθμικό μέτρο μετάδοσης του ήχου μεταξύ δύο παρακείμενων χώρων, μετρούμενο σε 16 συχνότητες από 125 Hz έως 5.000 Hz. Ουσιαστικά, η βαθμολογία STC ενός υλικού μετράει την ικανότητά του υλικού να απορροφά τον αερόφερτο θόρυβο και κατά συνέπεια να αποτρέπει τη μετάδοσή του. Αν και το δάπεδο επηρεάζει τη μετάδοση του αερόφερτου θορύβου, επειδή ο αντίκτυπος του είναι σχετικά μικρός, συνήθως η αποδοτικότητα της μόνωσης εξετάζεται σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του χώρου (διατομή δαπέδου - οροφής, σύστημα δαπέδου - τοιχοποιίας). Η τιμή STC εξετάζεται εργαστηριακά με την παραγωγή ενός δυνατού θορύβου συγκεκριμένης έντασης στον επάνω όροφο και ενός δέκτη στον κάτω όροφο που μετράει τον ήχο που μεταδίδεται σε dB. Όσο μικρότερη είναι η τιμή της μέτρησης στον κάτω όροφο, τόσο πιο αποδοτική είναι η λύση και όσο πιο υψηλή είναι η τιμή του STC, τόσο πιο αποτελεσματική είναι η μόνωση.

Ισχύουσα νομοθεσία

Στην Ελλάδα η έννοια της ηχομόνωσης εισήχθη για πρώτη φορά στον Κτιριοδομικό Κανονισμό (Φ.Ε.Κ. 59/Δ/3.2.1989) και συγκεκριμένα στο άρθρο 12, σύμφωνα με τον οποίο τα κτίρια κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- Κατηγορία Α: "Υψηλή ακουστική άνεση".
- Κατηγορία Β: "Κανονική ακουστική άνεση".
- Κατηγορία Γ: "Χαμηλή ακουστική άνεση", όταν δεν καλύπτονται τα κριτήρια των δύο παραπάνω κατηγοριών.

Παρ' όλα αυτά, η πιστοποίηση ηχομόνωσης δεν περιλαμβάνεται ακόμη και σήμερα στη διαδικασία έκδοσης οικοδομικής άδειας των νέων κτιρίων. Σε έργα αυξημένων προδιαγραφών ή όταν ο πελάτης το επιθυμεί η ακουστική άνεση ελέγχεται και πιστοποιείται με διεθνή πρότυπα (ΕΛ.Ο.Τ., DIN, BS). Παράλληλα, γίνονται προσπάθειες από επιστημονικές ομάδες (όπως του Ελληνικού Ινστιτούτου Ακουστικής - ΕΛ.ΙΝ.Α.) να καθιερωθεί η υποχρεωτική κατάταξη των κτιρίων σε πέντε κατηγορίες, που βασίζονται στις διεθνείς προδιαγραφές όσον αφορά στην ακουστική άνεση των κτιρίων. Μ' αυτό τον τρόπο, ο κύριος του έργου θα υποχρεούται να δηλώνει την κατηγορία στην οποία θέλει να εμπίπτει το κτίριο και έτσι ο ενδιαφερόμενος αγοραστής θα μπορεί να γνωρίζει εκ των προτέρων αν και κατά πόσο αυτό ανταποκρίνεται στην ανάγκη του για ακουστική άνεση και ηχοπροστασία, χωρίς να επιβάλλεται υποχρεωτική κατάταξη σε συγκεκριμένη κατηγορία ηχοπροστασίας, γεγονός που θα αυξάνει το κόστος.



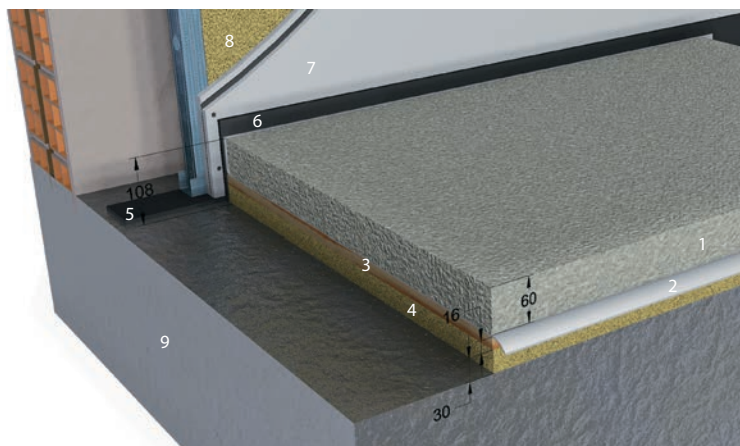
Τύποι ηχοπροστατευμένων δαπέδων

Σ' όλους τους χώρους απαιτείται ένα βασικό επίπεδο ηχοπροστασίας που διασφαλίζει τη λειτουργικότητα, την υγεία και την ασφάλεια των χρηστών. Παρ' όλα αυτά, κάποιοι χώροι έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε σχέση με άλλους. Για παράδειγμα, ένα αμφιθέατρο ή ένα στούντιο ηχογράφησης έχουν πολύ πιο εξειδικευμένες απαιτήσεις, που σχετίζονται με τη λειτουργία τους, ενώ κτίρια υψηλών προδιαγραφών, όπως τα νοσοκομεία ή οι αίθουσες διδασκαλίας συνήθως πρέπει να τηρούν αυστηρές κατευθυντήριες προδιαγραφές.

Σήμερα υπάρχουν διαθέσιμες αρκετές επιλογές ηχοπροστατευμένων δαπέδων, που καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος απαιτήσεων ανάλογα με τις ακουστικές ανάγκες του κάθε χώρου. Πέρα από την επιλογή του υλικού με βάση την ηχομονωτική του ικανότητα, ο μελετητής πρέπει να συνυ-

3. Ο φελλός χάρη στις ηχοαπορροφητικές του ιδιότητες αποτελεί ιδανικό υλικό για ηχομόνωση δαπέδων.

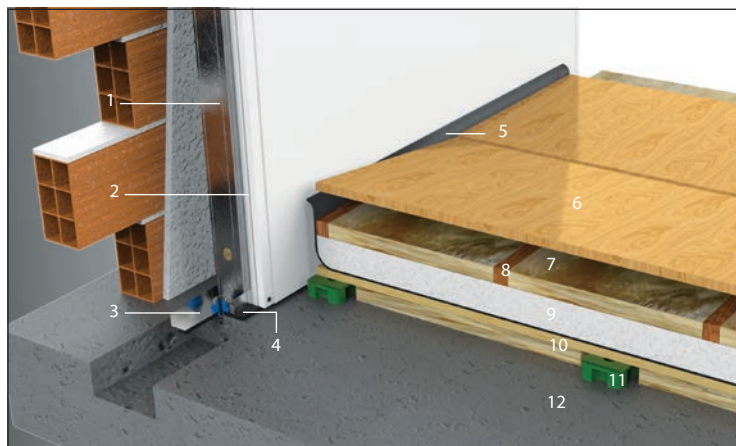
4. Τα δάπεδα βινυλίου χαρίζουν ηχομονωτικές ιδιότητες στο δάπεδο σε αρκετά χαμηλό κόστος.



Πλωτό δάπεδο σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

Πηγή: Γ. Χατζηγεωργίου.

1. Τιμμεντοκονίαμα με ελαφρό οπλισμό, 60 mm.
2. Στεγανοποιητική μεμβράνη.
3. Κόντρα πλακέ θαλάσσης, 18 mm.
4. Σκληρές πλάκες ορκοτοβάμβακα, 30 mm.
5. Ελαστική λωρίδα κάτω από στρωτήρα γυψοσανίδας.
6. Ελαστική λωρίδα για αποφυγή ηχογέφυρας μεταξύ πλωτού δαπέδου και επένδυσης γυψοσανίδας.
7. Επένδυση γυψοσανίδας 2 x 12,5 (mm).
8. Ορκοτοβάμβακας, 50 - 100 mm.
9. Πλάκα φέροντος οργανισμού.



Ξύλινο πλωτό δάπεδο με τοικοποιία.

Πηγή: Γ. Χατζηγεωργίου.

1. Ορθοστάτης.
2. Επένδυση γυψοσανίδας, 2 x 12,5 mm.
3. Στρωτήρας.
4. Ελαστική έδραση στρωτήρα.
5. Πλευρική απομόνωση με ελαστική λωρίδα.
6. Ινοσανίδα μέσης πυκνότητας (MDF).
7. Ορκοτοβάμβακας σε μορφή παπλώματος.
8. Ξύλινα καθρόνια.
9. Τιμμεντοκονίαμα.
10. Κόντρα πλακέ.
11. Αντικραδασμικοί τάκοι.
12. Πλάκα φέροντος οργανισμού.



5. Ως υλικό υποστρώματος για βελτίωση της ηχομόνωσης χρησιμοποιείται συνήθως ο φελλός, το καουτσούκ και ο αφρός πολυουρεθάνης.
Πηγή: Imperial Flooring Australia.

6. Η προσθήκη ελαστικού υποστρώματος μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τις ηχομονωτικές ιδιότητες ορισμένων σκληρών τελικών επιστρώσεων.
Πηγή: Acoustical Solutions.

πολογίσει και άλλες μεταβλητές, όπως η άνεση και η ασφάλεια των χρηστών, οι ανάγκες συντήρησης, ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος, η αντοχή ανάλογα με τη συχνότητα χρήσης, η αισθητική και το κόστος.

Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί πως σε οποιονδήποτε χώρο, το σύστημα δαπέδου είναι μόνο ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ακουστική και θα πρέπει να μελετηθεί σε συνδυασμό με άλλες στρατηγικές, όπως η ηχομόνωση των διαχωριστικών στοιχείων, ο σχεδιασμός της διάταξης του χώρου, ώστε να ανακατευθύνεται ο ήχος, η προσθήκη δομικών στοιχείων, όπως ηχομονωτικών χωρισμάτων και οροφών, η ελαχιστοποίηση των ανοιγμάτων κτλ.

Με βάση την ακουστική απόδοση των δαπέδων, υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες λύσεων: ελαστικές επιστρώσεις δαπέδων, επιστρώσεις με ηχομονωτικό υπόστρωμα, πλωτά δάπεδα.

Ελαστικές / "μαλακές" επιστρώσεις δαπέδων

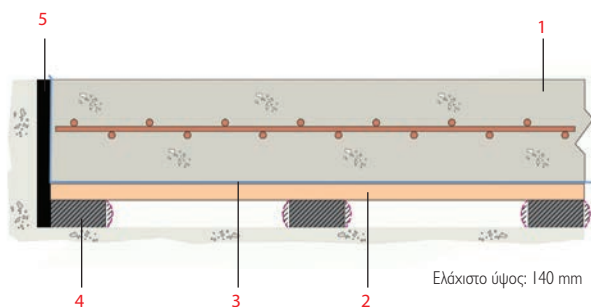
Η πιο απλή λύση βελτίωσης των ακουστικών ιδιοτήτων ενός δαπέδου είναι η επιλογή ενός ελαστικού / μαλακού υλικού επίστρωσης. Τα σκληρά υλικά, όπως τα κεραμικά πλακίδια και οι επιστρώσεις σκληρής ξυλείας αντανακλούν ένα μεγάλο μέρος του ήχου πίσω στον χώρο, σε αντίθεση με τα ελαστικά υλικά που από τη φύση τους έχουν αυξημένη απορροφητική ικανότητα, βελτιώνοντας τη συνολική ακουστική του χώρου.

Σ' αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα δάπεδα από καουτσούκ και από φελλό, τα πλακίδια ή τα φύλλα βινυλίου και τα πλαστικά δάπεδα από PVC, αλλά και τα χαλιά που εφαρμόζονται σε ρολό ή πλακίδια και είναι γνωστά για τη συμβολή τους στη μείωση του ήχου. Αν και αυτά τα υλικά είναι αποτελεσματικά σε απλές εφαρμογές, δεν ικανοποιούν συνή-

ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΛΩΤΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ

Πλωτό δάπεδο σκυροδέματος

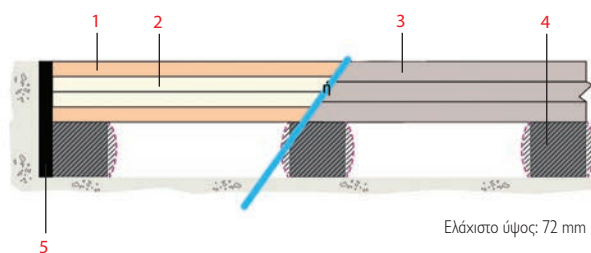
Τα πλωτά δάπεδα σκυροδέματος (με πυκνότητα ~ 2.360 kg/m³) αποτελούν τον πιο κοινό τύπο πλωτού δαπέδου χάρη στην υψηλή δομική αντοχή τους, το βάρος και την ευελιξία τους. Το πάχος της πλάκας σκυροδέματος πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 90 mm, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερβολική επιφανειακή ρηγματώση. Συνήθως η πλάκα ενισχύεται δομικά με πλέγμα χάλυβα, αλλά αν το δάπεδο δεν υποστηρίζει δομικά τοίχους ή άλλα δομικά στοιχεία, μπορεί να ινοπλιστεί. Σε κάθε περίπτωση η αντοχή της πλάκας πρέπει να ελεγχθεί από πολιτικό μηχανικό. Σε μικρότερους χώρους με αυξημένες απαιτήσεις ηχομόνωσης, όπως σε στούντιο ηχογράφησης και αίθουσες μουσικής, μπορεί να κατασκευαστεί πλωτό δάπεδο τσιμεντοκονιάματος (με πυκνότητα ~ 2.100 kg/m³), με πάχος στρώσης 50 - 100 mm. Σε γενικές γραμμές, η επιπλέον μάζα του πλωτού δαπέδου αυξάνει και την ηχομονωτική απόδοση.



1. Πλάκα τσιμέντου ή τσιμεντοκονιάματος με δομική ενίσχυση: 90 - 200 mm.
2. Κόντρε - πλακέ: 15 mm.
3. Στεγανοποιητική στρώση.
4. Ελαστομερής βάση, έδρασης: 37 - 200 mm.
5. Απομόνωση περιμέτρου: 20 mm.

Πλωτό δάπεδο ξηράς δόμησης

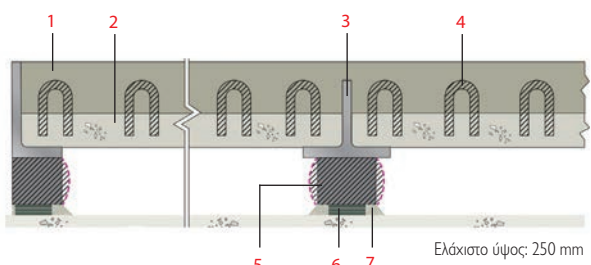
Εάν δεν είναι δυνατόν να κατασκευαστεί δάπεδο σκυροδέματος ή εάν το ύψος του χώρου είναι μικρό, μπορεί να κατασκευαστεί πλωτό δάπεδο ξηράς δόμησης, που παρέχει ηχομόνωση σε ικανοποιητικό βαθμό. Αυτά τα συστήματα αποτελούνται από 2 - 3 στρώσεις ηχομονωτικής γυψοσανίδας (πάχους 12,5 - 15 mm), οι οποίες τοποθετούνται ανάμεσα σε δύο στρώσεις κόντρε πλακέ πάχους 15 - 18 mm ή τσιμεντοσανίδας πάχους 18 mm. Καθώς αυτά τα συστήματα δεν χρειάζονται χρόνο να στεγνώσουν, μπορούν αμέσως να κατασκευαστούν ηχομονωτικοί τοίχοι στην περίμετρο τους και να τοποθετηθεί η επίστρωση του δαπέδου.



1. Κόντρε - πλακέ: 15 mm.
2. Ηχομονωτική γυψοσανίδα: 2 - 3 στρώσεις 12,5 - 15 mm
3. Τσιμεντοσανίδα: 2 - 3 στρώσεις 18 mm.
4. Ελαστομερής βάση έδρασης: 37 - 200 mm.
5. Απομόνωση περιμέτρου: 20 mm.

Πλωτό προκατασκευασμένο δάπεδο

Σε πλάκες πιο μεγάλου πάχους (>200 mm) ή/και σε πλάκες με λίγες διαθέσιμες θέσεις στήριξης, μπορούν να επιλεγθούν προκατασκευασμένες πλάκες σκυροδέματος με μεγαλύτερη δομική αντοχή σε σχέση με τα προηγούμενα συστήματα. Το σύστημα κατασκευάζεται συνδυάζοντας προκατασκευασμένες πλάκες σκυροδέματος που τοποθετούνται μεταξύ δοκών χάλυβα και επικαλύπτονται με μια στρώση σκυροδέματος ή τσιμεντοκονιάματος. Το αποτέλεσμα είναι πλωτά δάπεδα υψηλής απόδοσης με πολύ μεγάλη δομική αντοχή αλλά με ελάχιστες δοκούς στήριξης. Μ' αυτά τα συστήματα μπορούν να κατασκευαστούν πλωτά δάπεδα πάχους ως 400 mm σε συνδυασμό με το επιθυμητό διάκενο αέρα. Αυτά τα δάπεδα είναι πιο ακριβά, αλλά παρέχουν εξαιρετική ηχομόνωση.



1. Τσιμεντοκονιάμα: 100 - 400 mm.
2. Προκατασκευασμένες πλάκες σκυροδέματος: 50 mm.
3. Χαλύβδινες δοκοί: 18 mm.
4. Ενίσχυση πλέγματος.
5. Ελαστομερής βάση έδρασης: 80 - 300 mm.
6. Σύνδεσμος.
7. Αρμός: τουλάχιστον 10 mm.

Πηγή: Farrat, Acoustic floating floors, 2016

ούν συνήθως από μόνα τους τις ανάγκες των χώρων υψηλών προδιαγραφών.

Επιστρώσεις με ηχομονωτικό υπόστρωμα

Η προσθήκη κατάλληλου υποστρώματος μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τις ηχομονωτικές ιδιότητες ορισμένων σκληρών τελικών επιστρώσεων, όπως των δαπέδων σκληρής ή συνθετικής ξυλείας (laminat), αλλά και να αναβαθμίσει ακόμη παραπάνω την ακουστική συμπεριφορά ορισμένων "ελαστικών δαπέδων", όπως των συνθετικών δαπέδων από βινύλιο ή πλαστικό.

Η βασική ιδιότητα ενός ηχομονωτικού υποστρώματος είναι η εσωτερική απόσβεση των κραδασμών, χαρακτηριστικό των ελαστικών υλικών. Παράλληλα, το υλικό του υποστρώματος πρέπει να είναι αρκετά ανθεκτικό, ώστε να υποστη-

ρίζει δομικά την τελική επιφάνεια του δαπέδου και να έχει ικανοποιητική αντοχή στο νερό. Τα πιο ενδεδειγμένα υλικά για αυτή τη χρήση είναι το καουτσούκ και ο φελλός, ενώ συχνά χρησιμοποιείται και ο αφρός πολυουρεθάνης ως λιγότερο δαπανηρή επιλογή, αν και δεν θεωρείται ιδιαίτερα ανθεκτικός. Στο εμπόριο διατίθενται και σύνθετες επιστρώσεις δαπέδων που περιλαμβάνουν το ηχομονωτικό υπόστρωμα, εξασφαλίζοντας τη συμβατότητα των υλικών και την επιτυχία της εγκατάστασης, όπως για παράδειγμα πλακίδια ή σανίδες βινυλίου με ενσωματωμένο υπόστρωμα φελλού.

Πλωτά ηχοπροστατευτικά δάπεδα

Ο όρος πλωτό δάπεδο αναφέρεται σε ένα δάπεδο που δεν είναι καρφωμένο ή κολλημένο στον δομικό φορέα. Ωστόσο, ένα πλωτό ηχοπροστατευτικό δάπεδο αποτελείται από μια



7. Κατασκευή πλωτού δαπέδου.

τελική επίστρωση συγκεκριμένης μάζας, ανάμεσα από την οποία και τον φορέα παρεμβάλλεται ένας ελαστικός φορέας ή ένα διάκενο αέρα, εντός του οποίου τοποθετείται ένα ελαστικό υλικό ή ελαστικοί σύνδεσμοι. Η αποδοτικότητα ενός πλωτού δαπέδου εξαρτάται από την τελική διατομή του συστήματος, και συγκεκριμένα από τη μάζα της επίστρωσης, τη φύση του ελαστικού φορέα, το μέγεθος του διακένου αέρα, την ηχομονωτική ικανότητα του ελαστικού υλικού και την προσθήκη στρώματος μόνωσης στο διάκενο.

Χαρακτηριστικές εφαρμογές πλωτών δαπέδων είναι:

- **Βαρύ πλωτό δάπεδο** (ελαφρόδεμα ή τσιμεντοκονίαμα με επιφανειακό βάρος 70 kg/m²) επάνω σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος κτιρίου, ανάμεσα στα οποία παρεμβάλλεται σ' όλη την επιφάνεια μονωτικό στρώμα (ορυκτοβάμβακα, υαλοβάμβακα) ή ελαστικές μεμβράνες.
- **Εύκαμπτο κέλυφος** όπως ινοσανίδες μέσης πυκνότητας (πλάκες MDF), σανίδες από ανυδρίτη, κόντρα - πλακέ επάνω σε ξύλινο σκελετό που εδράζεται σε αντικραδασμικά εφέδρανα στη φέρουσα πλάκα του κτιρίου.

Συμπερασματικά, η ηχομόνωση των δαπέδων ενός κτιρίου μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση της ηχορύπανσης και στη βελτίωση της ποιότητας της ακουστικής. Ανάλογα με το είδος και τις απαιτήσεις του κάθε χώρου, ο μελετητής μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο δάπεδο ανάμεσα από ένα μεγάλο εύρος διαθέσιμων επιλογών, που θα εξασφαλίσει πέρα από την ηχομόνωση και άλλες μεταβλητές, όπως η ασφάλεια, η αντοχή, η αισθητική και το κόστος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Spectra Contract Flooring, **Acoustic flooring: What you need to consider when selecting a material**, 2023.
- Signature Floors, **Acoustic flooring guide**, 2023.
- J&J Flooring, **How flooring affects acoustic performance**, 2022.
- Amanda Voss, **Right flooring, right building**, Continuing Education, 2020.
- Aaron Hartung, **When quiet matters: a guide to acoustic flooring**, All things flooring, 2018.
- Ecore, **Flooring design with acoustics in mind**, Architectural Record, 2018.
- Peter J. Arsenault, **Innovations in flooring**, Continuing Education, 2017.
- Farrat, **Acoustic floating floors**, 2016.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- **Ηχομόνωση σε μπαρ & εστιατόρια**. Τεύχος 5/2022, σελ. 109.
- **Ηχομόνωση & ακουστική άνεση στα ξενοδοχεία**. Σχεδιασμός και εφαρμογές. Τεύχος 8/2017, σελ. 97.
- **Ηχομόνωση οικοδομών**. Προστασία από κτυπογενείς και αερόφερτους ήχους. Τεύχος 7/2015, σελ. 59.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ & ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΡΘΡΑ στην ιστοσελίδα www.ktirio.gr