

Ακουστική μελέτη και βελτίωση studio ηχογραφήσεων και μουσικής εξάσκησης

Ιωάννης Αράγκουλες
Φυσικός
MSc Acoustics, ΑΣΠ-ΕΑΠ
john.arapkoules@gmail.com

Γεώργιος Καλλίρης
Καθηγητής ΑΠΘ
ΔΠΣ, ΑΣΠ-ΕΑΠ
ekal@jour.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί την ακουστική μελέτη ενός υπάρχοντος χώρου μουσικής εξάσκησης και ηχογραφήσεων (studio). Επιχειρήθηκε η αξιολόγηση της υφιστάμενης ηχομόνωσης του χώρου και της εσωτερικής ακουστικής του. Προέκυψαν αποτελέσματα, με βάση τα οποία προτείνονται χρήσιμες παρεμβάσεις βελτίωσης της ακουστικής του συμπεριφοράς. Ως μελέτη περίπτωσης, θα μπορούσε να αποτελέσει έναν οδηγό για παρόμοιες μελέτες.

Ακολουθούμενη μεθοδολογία

1. Ο καθορισμός των επιθυμητών παραμέτρων μέσω βιβλιογραφικής επισκόπησης
2. Η αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης μέσω μετρήσεων
3. Ο θεωρητικός υπολογισμός μεγεθών μέσω εξισώσεων και λογισμικών
4. Η σύγκριση επιθυμητών και μετρούμενων – υπολογιζόμενων μεγεθών

Περιγραφή του χώρου

Ο εξεταζόμενος χώρος βρίσκεται στο ισόγειο πολυκατοικίας σε ήσυχη αστική περιοχή. Έχει διαστάσεις εσωτερικά 6x4x2,6m και εφάπτεται στο δωμάτιο ελέγχου. Αποτελείται από εξωτερικό κέλυφος συνηθισμένων δομικών υλικών και εσωτερικό κέλυφος από διπλή γυψοσανίδα και ξύλο, προσαρμοσμένο σε ενιαίο μεταλλικό σκελετό. Οι απέναντι επιφάνειες του εσωτερικού κελύφους είναι μη παράλληλες, ενώ μεταξύ των κελυφών υπάρχει ηχοαπορροφητικό υλικό. Ο εξαερισμός γίνεται με αξονικούς ανεμιστήρες που βρίσκονται έξω από το δωμάτιο.

Εξοπλισμός μετρήσεων

Οι ακουστικές μετρήσεις έγιναν με τη βοήθεια ηλεκτρακουστικού εξοπλισμού, αποτελούμενο από ηχητική πηγή (ηχείο), δέκτη (μικρόφωνο), ψηφιακό μετατροπέα, υπολογιστή και σχετικό λογισμικό, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της σάρωσης ημιτόνου.

Ηχομόνωση

Με ιστορική ανασκόπηση και σύγκλιση προτύπων της βιβλιογραφίας, προέκυψε ότι απαιτείται ηχομόνωση εξεταζόμενη σε όλες τις ακουστές συχνότητες, (75dB) αφού χρησιμοποιείται ηλεκτρακουστικός εξοπλισμός (στάθμες έως 110dB) και το studio βρίσκεται σε ήσυχο περιβάλλον (απαιτούμενη ησυχία 35dB).

Μετρήθηκε η διαφορά στάθμης και, με υπολογισμό της κατάταξης ηχομείωσης, R_w , βρέθηκε η ηχομόνωση ανάμεσα στα δύο δωμάτια (52dB), και η μόνωση έναντι ηχορύπανσης από το studio σε προσκείμενους χώρους (51dB για εξωτερικό χώρο, 59dB για τον ίδιο όροφο & 61dB για τον υπερκείμενο όροφο). Για την ηχοπροστασία του studio μετρήθηκε ο θόρυβος βάθους στο χώρο (40dB). Τέλος, οι ανεμιστήρες εξαερισμού μετρήθηκαν να προκαλούν ηχητικές στάθμες 65dB στα όρια της ιδιοκτησίας.

Οι θεωρητικοί υπολογισμοί ως εξής: Από βιβλιογραφικές πηγές, (διαγράμματα με οπτική παρατήρηση) καταγράφηκε η ηχομόνωση που παρέχουν τα απλά χωρίσματα μεταξύ των εξεταζόμενων χώρων, σύμφωνα με τη γεωμετρία και τα υλικά τους, υπολογίστηκε ο δείκτης ηχομείωσης κάθε πολλαπλού χωρίσματος και υπολογίστηκε φασματικά η κατάταξη ηχομείωσης, R_w που επισημάνθηκε στα 500Hz (67dB μεταξύ των δωματίων, 74dB για τον εξωτερικό χώρο, 71dB για τον ίδιο όροφο & 82dB για τον υπερκείμενο όροφο).

Έτσι η ηχομόνωση του studio, προκύπτει ικανοποιητική, αλλά όχι για όλες τις συχνότητες. Όχληση στο περιβάλλον προκαλείται από τη λειτουργία του εξαερισμού που ξεπερνά τα θεσμοθετημένα όρια. Με δεδομένη την περιορισμένη εκμετάλλευση του studio, προτείνεται μόνο η αντιμετώπιση του θορύβου από τον εξαερισμό, με χρήση κλωβών και ηχοπαγίδων.

Εσωτερική ακουστική

Βιβλιογραφικά βρέθηκε ότι η σταθμική απόκριση του χώρου πρέπει να είναι συχνотικά ομοιόμορφη, ενώ ο χρόνος αντήχησης έως 0,6s περίπου, συχνотικά αυξανόμενος στις χαμηλές, σταθερός στις μεσαίες και ελαττούμενος στις υψηλές συχνότητες.

Κατά τις μετρήσεις, για κάθε μια από τις θέσεις του δέκτη, η πηγή τοποθετήθηκε σε διάφορες θέσεις και τα αποτελέσματα ομαδοποιήθηκαν με αυτόν τον τρόπο. Για ευκολότερη εποπτεία από τα αποτελέσματα, προτιμήθηκε η απεικόνιση της φασματικής κατανομής της ηχητικής στάθμης ενώ σε περιπτώσεις ιδιαίτερου

ενδιαφέροντος, αποτυπώθηκαν και άλλες παράμετροι. Διαπιστώθηκε ότι το δωμάτιο αποκρίνεται σχετικά ομοιόμορφα στις φασματικές στάθμες (απόκλιση έως 15dB στα 85Hz και 130Hz περίπου) και στους χρόνους αντήχησης (απόκλιση έως 0,2s στις ίδιες συχνότητες).

Οι θεωρητικοί υπολογισμοί έγιναν με 3 τρόπους:

1. με υπολογισμό των συντονισμών με εξισώσεις κυματικής Φυσικής και μέσω κατάλληλης προσομοίωσης, η οποία επιπλέον αξιολόγησε θετικά το χώρο ως προς το κριτήριο Bonello και εντός της περιοχής Bolt. Διαπιστώθηκε όμως αυξημένη πυκνότητα συντονισμών στις περιοχές των 85Hz και των 130Hz,
2. με υπολογισμό της ολικής απορρόφησης του δωματίου και του χρόνου αντήχησης RT60, κατά Sabine (0,73s αυξημένου στις χαμηλές συχνότητες),
3. με χρήση λογισμικού ακουστικής προσομοίωσης (ανίχνευση ακτίνων), όπου δόθηκαν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δωματίου, οι συντελεστές απορρόφησης των εσωτερικών επιφανειών του και οι θέσεις πηγής – δέκτη, οπότε υπολογίστηκαν η στάθμη SPL (με μέγιστο στα 500Hz) ο χρόνος αντήχησης (0,8s) και η συχνότητα Schroeder (199Hz).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των κρουστικών αποκρίσεων με τα υπολογισμένα και τα επιθυμητά προκύπτει ότι οι στάθμες SPL παρουσιάζουν συχνотικά σχετική ομοιομορφία ενώ οι χρόνοι αντήχησης είναι γενικά αποδεκτοί, (μέχρι 500ms) αλλά όχι σε όλες τις θέσεις και τις συχνότητες. Για τη βελτίωσή τους προτείνεται η τοποθέτηση απορροφητών τύπου μεμβράνης, που θα είναι συντονισμένοι στις προβληματικές περιοχές και θα παρέχουν επαρκή ηχητική απόσβεση.

Συνολικά συμπεραίνεται το studio κατάλληλο για περιορισμένη αλλά όχι για απρόσκοπτη εμπορική εκμετάλλευση.

Θεματικές ενότητες: Κτιριακή Ακουστική, Ακουστικές μετρήσεις

Λέξεις – Κλειδιά: Studio ηχογράφησης, ακουστικές μετρήσεις, ηχομόνωση, εσωτερική ακουστική