
Διεύθυνση Τεχνολογικής Ανάπτυξης

Μεσογείων 14-18, Αθήνα 11510, τηλ: 2106911122

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ - ΕΠΕΤ II

Σύστημα Πιστοποιήσεων Ηχομονώσεως και Μετρήσεων Ηχητικής εντάσεως Κουφωμάτων

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Καθηγητής Εμμ. Τζεκάκης

Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

54124 Θεσσαλονίκη, Τηλ: 2310995501, Fax: 2310995504, E-mail: technology@arch.auth.gr

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της αντιμετώπισης του θορύβου στις αστικές περιοχές, η Διεύθυνση Τεχνολογικής Ανάπτυξης της Γενικής Γραμματείας Ερευνας και Τεχνολογίας έχει επεξεργαστεί και εντάξει στο ΕΠΕΤ II, πρόγραμμα με αντικείμενο τη δημιουργία νέων ειδικών θαλάμων για την πραγματοποίηση μετρήσεων και πιστοποιήσεων ηχομονωτικών ικανοτήτων κουφωμάτων την προμήθεια και εγκατάσταση ψηφιακών συστημάτων μέτρησης του Δείκτη Ηχομείωσης των ανωτέρω κτιριακών στοιχείων, την προμήθεια συστημάτων ανάλυσης ανά τριποκτάβα σε πραγματικό χρόνο και τη μέτρηση ηχητικής εντάσεως, την προμήθεια και εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου από υπολογιστές των νέων συστημάτων μετρήσεων, την εκτέλεση σειράς μετρήσεων για τη δοκιμή λειτουργίας του συστήματος, και ακόμη η υλοποίηση προγράμματος άσκησης στις μετρήσεις και στη λειτουργία του νέου συστήματος για το προσωπικό του εργαστηρίου.

2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Το Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας του Τμήματος Αρχιτεκτόνων του Α.Π.Θ. αποτελεί μία ερευνητική μονάδα με σημαντική εμπειρία σε εκτέλεση έργων και προγραμμάτων. Για την υλοποίηση του προγράμματος η ερευνητική ομάδα διαρθρώθηκε ως εξής:

Επιστημονικός Υπεύθυνος:

- Τζεκάκης Εμμανουήλ, Καθηγητής Α.Π.Θ.

Επιστημονικοί Συνεργάτες:

- Β. Ζαφρανάς, Ε. Κρίκκη, Θ. Μπαρλάς, Α. Πασχάλης

Συνεργάτες:

Μ. Αργυροπούλου, Μ. Μπάκαβου.

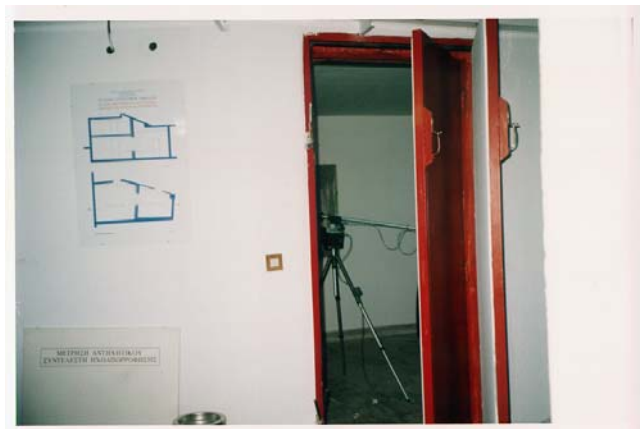
Επιστημονικός Υπεύθυνος από την πλευρά της ΓΓΕΤ:

- Δ. Πουτούκης.

3. ΚΤΙΡΙΑΚΑ, ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ, ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ

Το Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας είναι το μοναδικό εργαστήριο στη Βόρειο Ελλάδα που έχει όλες τις προϋποθέσεις (εξοπλισμό, θαλάμους μετρήσεων, εμπειρία) για την υποστήριξη της βιομηχανίας δομικών υλικών σε θέματα ηχομόνωσης, ακουστικής και ηχοπροστασίας. Η υλοποίηση του έργου στόχο έχει τον εκσυγχρονισμό του.

Πριν κατασκευαστεί το νέο ζεύγος θαλάμων υλοποιήθηκαν εργασίες στην υπάρχουσα δομή του εργαστηρίου και συγκεκριμένα βοηθητικές εργασίες όπως τροποποίηση υδραυλικού και ηλεκτρολογικού δικτύου και έργα μόνωσης, κύριες εργασίες όπως χωρίσματα, ηχομονωτικοί τοίχοι, θύρες, ηχομονωτικές επενδύσεις και ηχομονωτικές ψευδοροφές, συμπληρωματικά έργα όπως στις καλωδιώσεις, φωτιστικά και δίκτυα.



Φωτογραφία από την είσοδο του νέου θαλάμου λήψης.



Φωτογραφία από το θάλαμο λήψης με τους ηχοαπορροφητές και ηχοδιαχυτές.



Το νέο άνοιγμα στους θαλάμους για την τοποθέτηση δοκιμών κουφωμάτων και υαλοπινάκων.

Για τις ανάγκες του νέου ζεύγους θαλάμων κατασκευάστηκαν διπλοί τοίχοι που διαχωρίζουν τους νέους θαλάμους, ώστε να απομονωθεί ο ένας θάλαμος από τον άλλο από άποψη στερεόφερτου ήχου, τοποθετήθηκαν διαχυτές στους τοίχους και των θαλάμων προκειμένου να διασφαλιστεί διάχυτο ηχητικό πεδίο, διπλές μεταλλικές θύρες με ελαστικά σφραγίσματα και στους δύο θαλάμους, η απαραίτητη ηλεκτρολογική εγκατάσταση, καθώς επίσης και τα ειδικά καλώδια των μικροφώνων, των ηχητικών πηγών και τα καλώδια ελέγχου. Και οι δύο θάλαμοι σπατουλαρίστηκαν εσωτερικά προκειμένου να παρουσιάζουν την ελάχιστη δυνατή ηχοαπορρόφηση.

4. ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

4.1 Βελτίωση του ανοίγματος μετρήσεων στο ζεύγος θαλάμων χωρίς πλευρικές μεταδόσεις για μετρήσεις ελαφρών και βαρέων χωρισμάτων.

Σε άνοιγμα μετρήσεως διαστάσεων 3,65m x 2,45m έγινε επένδυση με μεταλλικό σκελετό πάχους 5 mm και διαστάσεων 3,50m x 2,33m. Το κενό διάστημα μεταξύ του τοίχου και του μεταλλικού σκελετού γέμισε με αριάνι. Για τον έλεγχο της σωστής τοποθέτησης του σκελετού κατασκευάστηκε ελαφρύ χωρίσμα αποτελούμενο από δύο μεταλλικούς σκελετούς (CW 75x06) πάχους 75+75mm και διπλή γυψοσανίδα συνολικού πάχους 25mm σε κάθε πλευρά. Στο διάκενο τοποθετήθηκε ορυκτοβάμβακας πάχους 60mm και πυκνότητας 45kg/m³. Η μέτρηση του χωρίσματος έδωσε σταθμισμένο δείκτη ηχομείωσης 56 dB που ανταποκρίνεται στα αναμενόμενα αποτελέσματα.

4.2 Νέο άνοιγμα μετρήσεων στο ζεύγος θαλάμων χωρίς πλευρικές μεταδόσεις για μετρήσεις θυρών

Για τη μέτρηση των ηχομονωτικών ιδιοτήτων θυρών, κατασκευάστηκε νέο μεταλλικό πλαίσιο, σχεδιασμένο έτσι ώστε να ενσωματώνεται στο άνοιγμα μετρήσεων για ελαφρά και βαρέα διαχωριστικά όπως περιγράφεται στο πρότυπο ISO 140-3:95. Οι εσωτερικές διαστάσεις του είναι 1.01 x 2.13m κατά DIN 18101. Οι διαστάσεις αυτές, προκύπτουν από τη βιβλιογραφία και τα σχετικά προτύπα. Στο διεθνές πρότυπο για την πιστοποίηση των θυρών που περιγράφει τις προτεινόμενες διαστάσεις ανοιγμάτων (ISO 140-1:90) δεν αναφέρονται συγκεκριμένες διαστάσεις.

4.3 Νέο άνοιγμα μετρήσεων στο νέο ζεύγος θαλάμων για μετρήσεις υαλοπινάκων και παραθύρων.

Για τη μέτρηση των ηχομονωτικών ιδιοτήτων υαλοπινάκων και παραθύρων, σύμφωνα με ISO 140-1:90, κατασκευάστηκε νέο μεταλλικό πλαίσιο διαστάσεων 1,50 x 1,25m με διπλό μεταλλικό σκελετό και ειδική διατομή όπως προβλέπεται από το ανωτέρω πρότυπο.

5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΝΕΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Έγινε η απαραίτητη προμήθεια εξοπλισμού, η οποία περιλαμβάνει έναν ψηφιακό φασματικό αναλυτή πραγματικού χρόνου (real time spectral analyzer type 0), πυκνωτικά μικρόφωνα μετρήσεων type 0, σύστημα μετρήσεων ηχητικής έντασης, συστήματα υπολογιστών για τον έλεγχο των συστημάτων μετρήσεων του Εργαστηρίου (παλαιών και νέων) καθώς και βοηθητικός εξοπλισμός μετρήσεων (περιστρεφόμενες βάσεις μικροφώνων κλπ.) και ελέγχου (υπολογιστές, επικοινωνίες).

Στο ίδιο πλαίσιο αναβαθμίστηκαν ψηφιακά συστήματα μετρήσεων παλαιότερης τεχνολογίας τόσο από άποψη λογισμικού, όσο και από άποψη ελέγχου μέσω υπολογιστών. Το σύνολο των συστημάτων συνδέθηκε σε δίκτυο (το δίκτυο του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης) και απέκτησε δυνατότητες τηλεμετάδοσης στοιχείων.

Στα πλαίσια του προγράμματος και προκειμένου να καταστούν δυνατές οι πειραματικές μετρήσεις ηχητικής έντασης με σκοπό την βελτιστοποίηση των προϊόντων των κατασκευαστών κουφωμάτων (παραθύρων και θυρών), το εργαστήριο προδιέγραψε και προμηθεύτηκε ένα σύστημα αυτόματης σάρωσης σε δύο άξονες (x,z) πάνω στο οποίο προσαρμόζεται η κεφαλή μέτρησης ηχητικής έντασης.

Η βασική δυνατότητα που δίνει στο Εργαστήριο το σύστημα αυτό είναι η παραγωγή διαδοχικών μετρήσεων ηχητικής έντασης σε επίπεδο παράλληλο με το δοκίμιο (παραθύρο ή πόρτα) και η δημιουργία εξ'αυτών μίας εικονικής αποτύπωσης των πραγματικών απωλειών του δοκιμίου.

Η αποτύπωση αυτή θα επιτρέψει στο εργαστήριο να εκτιμήσει με μεγάλη ευκολία και ακρίβεια την συμβολή όλων των στοιχείων που αποτελούν ένα κούφωμα (κάσα, φύλλο, υλικά σφραγίσματος (λάστιχα), υαλοπίνακας, μηχανισμός κλπ) στην τελική του ηχομόνωση. Αυτό με την σειρά του θα επιτρέψει την πραγματική βελτιστοποίηση των τελικών προϊόντων ως προς την ηχομόνωση, με την

βελτίωση των σημείων που υστερούν από την απαιτούμενη ηχομόνωση και δεν συμβάλλουν σε αυτή αλλά και την αποφυγή περιπτώσεων μέτρων και υλικών όπου αυτά υπερβαίνουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές ηχομόνωσης του συγκεκριμένου κουφώματος.

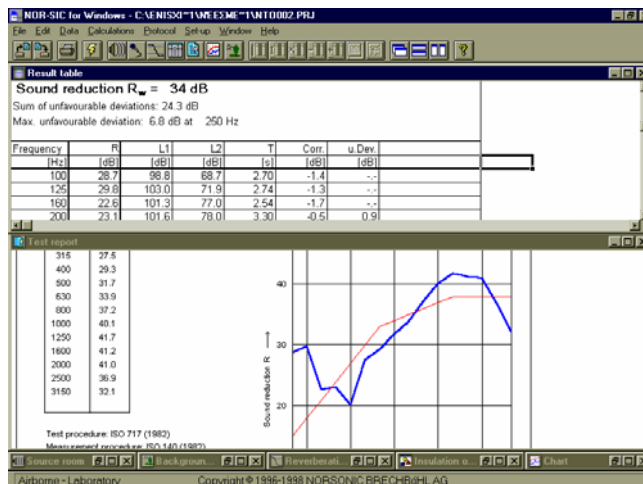
Επίσης, πραγματοποιήθηκε η προμήθεια προτύπων ΕΛΟΤ, DIN και ISO.



Το νέο σύστημα μετρήσεων Norsonic 840

Προκειμένου να σχηματιστεί μία αντιπροσωπευτική ομάδα ελληνικών κουφωμάτων και να γίνουν δοκιμαστικές μετρήσεις, οι υπεύθυνοι του εργαστηρίου συνεργάστηκαν με τον Σύνδεσμο Ελλήνων Κατασκευαστών Αλουμινίου.

Συμμετοχή στις μετρήσεις δήλωσαν 56 εταιρείες κατασκευής κουφωμάτων. Το σύνολο των μετρήσεων έφτασε τις 90.



Το λογισμικό της Norsonic για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

6. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μέτρηση Δοκιμίου Υαλοπίνακα 10mm κατά ISO 140-3

Σύμφωνα με το Annex A του προτύπου ISO 140-3 "Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements", για την πιστοποίηση των αποτελεσμάτων των νέων θαλάμων του εργαστηρίου, κατασκευάστηκε και μετρήθηκε ένα πρότυπο δοκίμιο υαλοπίνακα (10mm monolithic glasspane).

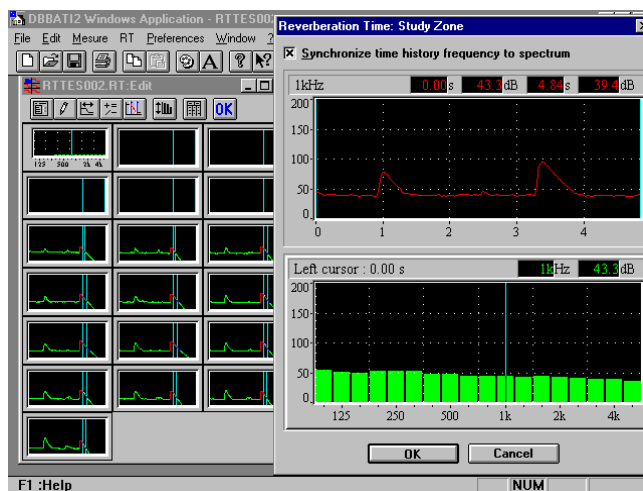
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και των επαναλήψεων τους μετά 24h ήταν όπως προβλέπει το πρότυπο.

Μέτρηση μέγιστης ηχομονωτικής ικανότητας νέων θαλάμων.

Για την ολοκλήρωση των μετρήσεων ελέγχου και πιστοποίησης του ανοίγματος για μετρήσεις παραθύρων στο νέο ζεύγος θαλάμων του Εργαστηρίου, έγινε μέτρηση ηχομόνωσης με μία ειδική κατασκευή από πολλαπλά στρώματα γυψοσανίδων τοποθετημένη στο άνοιγμα μετρήσεων με θεωρητική ηχομονωτική ικανότητα πάνω από 60dB.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης έδωσαν μία τιμή μέγιστης ηχομόνωσης για το άνοιγμα της τάξης των 50 dB, ενώ ταυτόχρονα έδωσαν την δυνατότητα στο Εργαστήριο να χρησιμοποιεί την καμπύλη ηχομόνωσης της συγκεκριμένης μέτρησης για να διορθώνει τις καμπύλες ηχομόνωσης όλων των μετρήσεων που γίνονται στο άνοιγμα όταν και εάν παραστεί ανάγκη (διαδικασία που περιγράφεται λεπτομερώς στο ISO 140).

7. ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ



Αποτελέσματα μέτρησης χρόνου αντήχησης (Rt) με το software dBBA12 της 01dB.

8. ΔΗΜΟΣΙΟΠΟΙΗΣΗ

Για τη δημοσιοποίηση και την προβολή του προγράμματος και των αποτελεσμάτων του, προετοιμάστηκε ιστοσελίδα στη διεύθυνση <http://tech.arch.auth.gr/enisxisi>



Η ιστοσελίδα του προγράμματος.

9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σήμερα το Εργαστήριο όπως διαμορφώθηκε μετά την υλοποίηση του έργου, έχει τις εξής ειδικές δυνατότητες:

- α. να υλοποιεί μετρήσεις ηχομόνωσης κουφωμάτων (θυρών, παραθύρων, υαλοστασίων, φεγγιτών), ελαφρών και βαρέων χωρισμάτων σε ειδικό ζεύγος θαλάμων
- β. να υλοποιεί μετρήσεις ηχομόνωσης με σύγχρονα ψηφιακά συστήματα μετρήσεων
- γ. να υλοποιεί μετρήσεις ηχητικής εντάσεως
- δ. να ελέγχει τα μετρητικά του συστήματα εξ ολοκλήρου μέσω υπολογιστών

Οι δυνατότητες αυτές του επιτρέπουν να ανταποκριθεί στη ζήτηση παροχής υπηρεσιών τόσο ως προς την ποσότητα, με τη λειτουργία ειδικών θαλάμων για μετρήσεις ηχομόνωσης κουφωμάτων όσο και ως προς την ποιότητα, με την εισαγωγή νέων ψηφιακών συστημάτων μετρήσεων και νέας τεχνολογίας μετρήσεως ηχητικής εντάσεως.



Σύστημα αυτόματης σάρωσης για μετρήσεις ηχητικής έντασης.

ΔΟΚΙΜΗ: Α6.218.98 ΣΥΝΗΜΜΕΝΟ 2 ΦΥΛΛΟ 6

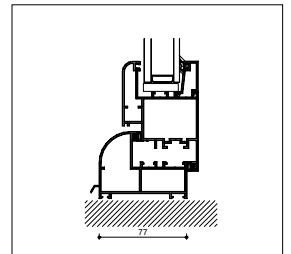
Ηχομόνωση	σύμφωνα με το ΕΛΟΤ 370.3	A6
Αναθέτης:		

Διαστάσεις σε mm

Περιγραφή δοκιμίου:

Ανοιγόμενο ανακλινόμενο παράθυρο αλουμινίου με διπλό υαλοπίνακα

Επιφάνεια : 1,9 m²
Συνολικό πάχος υαλοπίνακα : 31 mm



Περιγραφή στρώσεων:

Θερμομονωτικός υαλοπίνακας 6+20+5 mm

Λάστιχα μεταξύ υαλοπίνακα και φύλλου.

Τρία λάστιχα στεγανότητας μεταξύ φύλλου και κάσας.

Σιλικόνη μεταξύ τοίχου και κάσας

Θάλαμοι δοκιμής:

Όγκοι:

V εκπομπής = 29,7 m³

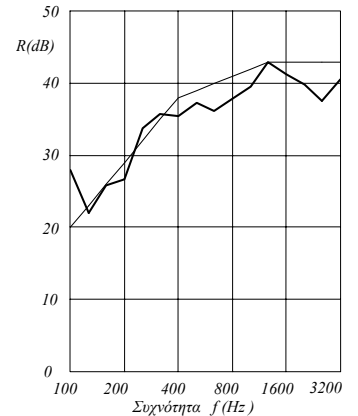
V λήψης = 43,8 m³

Χώρος λήψης : Άδειος

Είδος χώρου : Θάλαμος εργαστηρίου

Τύπος δοκιμής : Λευκός θόρυβος

Φίλτρο : 1/3 οκτάβας



Αξιολόγηση κατά ΕΛΟΤ 461.1

Σταθμισμένος Δείκτης Ηχομείωσης

R_w = 39 dB

f(Hz): 100 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500 3150
R(dB): 28,0 22,0 25,8 26,7 33,8 35,7 35,4 37,3 36,2 37,8 39,6 43,0 41,3 39,8 37,6 40,5

Κωδικός: A6.218.98	Τμήμα Αρχιτεκτόνων - Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ. Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας Διευθυντής: Ε.Τζεκάκης
Ημερομηνία: 16.12.1998 Π	Υπογραφή

Πιστοποιητικό του Εργαστηρίου Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας.