

## Τμήμα Καταπολέμησης Θορύβου

---

Πατησίων 147, Αθήνα 11251, τηλ/fax 2108646065

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ - ΕΠΠΕΤ

# Ανάλυση και Πιλοτική Εφαρμογή Μέτρων Ηχοπροστασίας από το Αστικό Θόρυβο στις Τοπικές Ελληνικές Συνθήκες

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 από την κυκλοφορία των οχημάτων στις αστικές περιοχές, το τμήμα Καταπολέμησης Θορύβου, Διεύθυνση ΕΑΡΘ της Γενικής Διεύθυνσης Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ έχει επεξεργαστεί και εντάξει στο Β' ΚΠΣ ένα πρόγραμμα κατασκευής ηχοπετασμάτων που γίνεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα. Το μέτρο αυτό είναι αρκετά γνωστό και με πολύ θετικά αποτελέσματα στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης.

Στα πλαίσια του Α' ΚΠΣ έγινε μία πιλοτική εφαρμογή στην εθνική οδό Νο 1 Αθηνών-Λαμίας ηχοπετάσματος για την προστασία του Πολυκλαδικού Λυκείου του Δήμου Νέας Φιλαδέλφειας.

Στα πλαίσια του Β' ΚΠΣ εντάχθηκαν ήδη προγράμματα κατασκευής ηχοπετασμάτων στους Δήμους Χαϊδαρίου, Αγίων Αναργύρων, Περάματος, Νέας Φιλαδέλφειας, Αγίου Ιωάννη Ρέντη και Νέας Ερυθραίας.

Το αντικείμενο του προγράμματος αυτού αφορά γενικά στη λήψη μέτρων αντιθορυβικής προστασίας σε οδικές αρτηρίες (αυτοκινητοδρόμους και ελεύθερες λεωφόρους) με την κατασκευή ηχοπετασμάτων σε διάφορες περιοχές της χώρας και ειδικά στην προστασία των κατοικιών και άλλων κτιρίων ή περιοχών που είναι ευαίσθητες στον θόρυβο.

Το αντικείμενο της προκαταρκτικής έρευνας είναι αναλυτικά το εξής:

1. Ο προσδιορισμός των βέλτιστων θέσεων για την εφαρμογή ηχοπετασμάτων και ο σχεδιασμός τύπων ηχοπετασμάτων με σκοπό την βέλτιστη απόδοση από κάθε άποψη.
2. Οι αναλυτικές μετρήσεις εξωτερικών κουφωμάτων και η τυποποίηση κατά κατηγορίες με στόχο την απλοστεύση της εφαρμογής ανάλογα με τις συνθήκες.



Φωτογραφία του ηχοπετάσματος.

3. Πιλοτικές εφαρμογές των ανωτέρω σε πλήρη κλίμακα και σε πραγματικές συνθήκες, σε επιλεγμένες περιοχές και σε συνεργασία με τις τοπικές αρχές.

4. Η προτυποποιημένη εφαρμογή του ισχύοντος κτιριοδομικού κανονισμού, προκειμένου να αποτελέσει βάση για την ενεργοποίηση της εφαρμογής του κανονισμού ως προς την ηχοπροστασία.

#### Επιστημονική Ομάδα

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:

Δ. Ευθυμιάτος, Καθηγητής Ε.Μ.Π., Διευθυντής του Εργαστηρίου Ηχοτεχνίας του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Ε.Μ.Π., G. Schubert, Β. Τεντοκάλλη, Μ. Λαζαρίδης, Ν. Παναγιωτόπουλος, Π. Χρηστίδης, Ε. Κούππα, Β. Ζαφρανάς, J. Stubenrauch, Ε. Τσανακτιδής, Ε. Κρίκκη.

#### Συνεργάτες:

Μ. Αργυροπούλου, Μ. Μπάκαβου.

#### Επιστημονικός Υπεύθυνος από την πλευρά του ΥΠΕΧΩΔΕ:

- Κ. Ψύχας.

## 2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΛΟΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

#### Πιλοτικό Ηχοπέτασμα

Προκειμένου να γίνει η προβλεπόμενη από το πρόγραμμα πιλοτική εφαρμογή ηχοπετάσματος, εξετάστηκαν πολλές πιθανές θέσεις.

Ειδικότερα, ως προς το ζήτημα της πηγής, μπρος από το ηχοπέτασμα, δόθηκε βαρύτητα στην επιλογή δρόμου με σημαντικό και σταθερό κυκλοφοριακό φόρτο. Ως προς το ζήτημα του χώρου πίσω από το ηχοπέτασμα, δόθηκε βαρύτητα στην ύπαρξη επαρκούς ελεύθερου χώρου, χωρίς εμπόδια, ώστε να μπορούν να γίνουν αξιόπιστες μετρήσεις. Τέλος ως προς το ζήτημα των συνθηκών της περιοχής δόθηκε βαρύτητα στην απουσία συνθηκών που θα καθιστούσαν την εφαρμογή δύσκολη και τις μετρήσεις πολύπλοκες.

Στο χάρτη και στις φωτογραφίες παρουσιάζεται η περιοχή και το μέτωπο του δρόμου πάνω στο οποίο έγινε η εφαρμογή του πιλοτικού ηχοπετάσματος. Το ύψος του ηχοπετάσματος είναι 2 μέτρα.

Πρίν τοποθετηθεί το ηχοπέτασμα στον επιλεγμένο χώρο έγιναν μετρήσεις σε 10 διαφορετικά σημεία, όπως επίσης και σε 3 σημεία ελέγχου, 30 μέτρα από το χώρο τοποθέτησης. Μετά την τοποθέτηση ξαναέγιναν μετρήσεις την ίδια ημέρα και ώρα της εβδομάδας, στα ίδια ακριβώς σημεία.

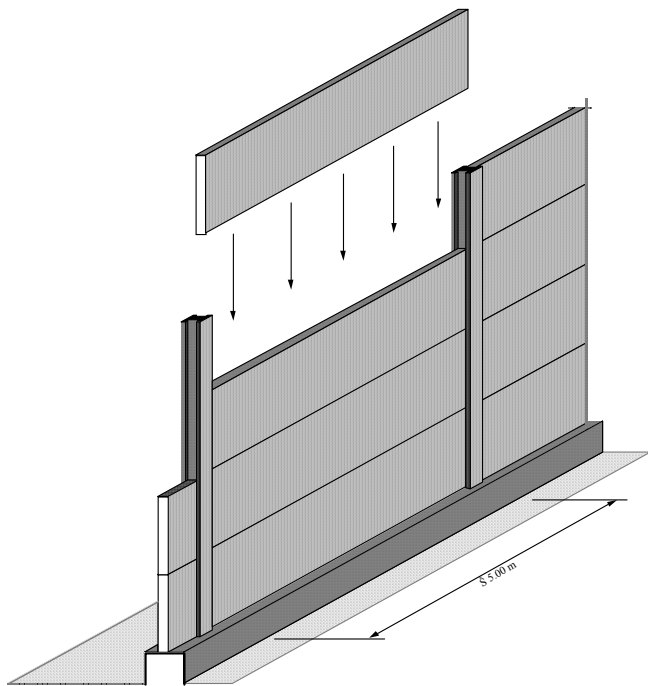
Από την εφαρμογή του ηχοπετάσματος έγινε σαφές ότι η παρεχόμενη ηχοπροστασία με το μέτρο αυτό φτάνει τα 7dB(L10) στην περιοχή κοντά στο ηχοπέτασμα, που δεν επηρεάζεται από τις πλευρικές περιθλάσεις του ηχοπετάσματος. Η παρεχόμενη ηχοπροστασία μειώνεται με την απόσταση λόγω της αύξησης της ενέργειας που φτάνει από τις πλευρικές περιθλάσεις και λόγω της μείωσης της γωνίας σκιασμού που παρέχει το ηχοπέτασμα. Σειρά μετρήσεων που έγινε σε μικρότερη απόσταση από το άκρο του ηχοπετάσματος δείχνει ότι το φαινόμενο της περιθλάσεως γίνεται ακόμη πιά έντονο και μειώνει ακόμη περισσότερο την παρεχόμενη ηχοπροστασία.



Γενικό τοπογραφικό διάγραμμα της περιοχής εφαρμογής του πιλοτικού ηχοπετάσματος.



Πινακίδα με τα στοιχεία του προγράμματος κοντά στο ηχοπέτασμα.



Τυπική εφαρμογή ηχοπετάσματος.

Η αντίδραση μετά την τοποθέτηση ήταν θετική, καθώς η χρησιμοποίηση ενός βιομηχανικού προϊόντος δεν αφήνει αμφιβολία για το είδος και την ικανότητά του. Ήδη κινήθηκε το ενδιαφέρον του Δήμου Θεσσαλονίκης και άλλων περιφερειακών δήμων της πόλεως, με αποτέλεσμα να έχουν ήδη κινηθεί διαδικασίες αιτήσεων προς το ΥΠΕΧΩΔΕ για την τοποθέτηση ηχοπετασμάτων σε περιοχές των δήμων Ευόσμου, Σταυρούπολης και Μενεμένης με σοβαρά προβλήματα θορύβου. Άλλες περιοχές που βρίσκονται κυρίως κατά μήκος των βασικών αξόνων εισόδου-εξόδου της πόλης θα ενταχθούν σύντομα στην ομάδα αυτή (περιφερειακή, έξοδος προς Χαλκιδική, έξοδος προς Δυτική Ελλάδα).

#### Μέτρα ηχοπροστασίας σε κτίριο

Οι εφαρμογές πιλοτικών μέτρων ηχοπροστασίας με τη βοήθεια στηθαίου μπαλκονιού, ηχοαπορροφητικού πανώ οροφής και νέου κουφώματος, πραγματοποιήθηκαν στο 3ο Δημοτικό Σχολείο Αμπελοκήπων Θεσσαλονίκης στην οδό Φιλιππουπόλεως.

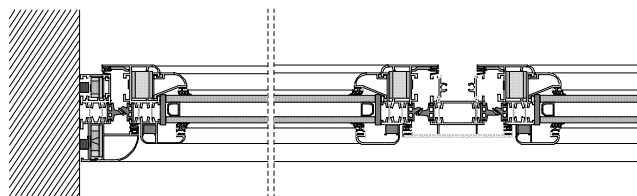
Τα πιλοτικά μέτρα εφαρμόστηκαν σε ένα τμήμα στον κεντρικό άξονα του σχολείου, και συγκεκριμένα στον δεύτερο όροφο. Για να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα των μέτρων, έγινε πρώτα μία μέτρηση με την υπάρχουσα κατάσταση.

Το στηθαίο που τοποθετήθηκε αποτελείται από διπλά φύλλα plexiglass πάχους 12 mm (συνολικό πάχος 24mm), ύψους 1.00 m και μήκους περίπου 10m. Η όλη κατασκευή τοποθετήθηκε και συγκρατείται σε πλαίσιο από προφίλ αλουμινίου. Η ένωση των φύλλων έγινε με σιλικόνη.

Το υλικό που επιλέχθηκε για ηχοαπορροφητικό οροφής είναι πλάκες ορυκτοβάμβακα στις διαστάσεις που διατίθενται στο εμπόριο. Η επιτόπου εφαρμογή περιελάμβανε πλάκες αναρτημένες σε ένα ξύλινο σκελετό από πήχεις 30 x 50 mm.

Το παλιό κούφωμα που υπήρχε εγκατεστημένο στο σχολείο αντικαταστάθηκε με νέο, προϊόν της εγχώριας αγοράς. Τομή, καθώς και φωτογραφία του καινούργιου κουφώματος, φαίνονται παρακάτω.

Από την εφαρμογή των μέτρων ηχοπροστασίας στο σχολικό συγκρότημα γίνεται σαφές ότι η τοποθέτηση



Οριζόντια τομή ηχομονωτικού κουφώματος του σχολείου.

ειδικού ηχομονωτικού κουφώματος παρέχει σημαντική βελτίωση, αρκετά πάνω από 10dB, που γίνεται άμεσα αισθητή από τους χρήστες. Τα λοιπά μέτρα που είναι το ηχοπροστατευτικό στηθαίο και το ηχοαπορροφητικό της οροφής του εξώστη, δεν αποτελούν το καθένα από μόνο του επαρκές μέτρο ηχοπροστασίας, δηλαδή δεν παρέχουν το κάθε ένα ξεχωριστά βελτίωση τουλάχιστον 5dB που να γίνεται αισθητή. Μόνο σε συνδυασμό παρέχουν βελτίωση κατά 5dB που γίνεται αντιληπτή, ακόμη και σε χαμηλούς ορόφους, όπως φάνηκε από τα στοιχεία μετρήσεων του προγράμματος. Είναι σαφές ότι η βελτίωση θα αυξάνεται με το ύψος του ορόφου και ότι θα είναι ακόμη μεγαλύτερη εφόσον η απόσταση του κτιρίου από τον δρόμο είναι μικρότερη. Η βελτίωση κατά 5dB που παρέχουν τα δύο μέτρα σε συνδυασμό είναι σημαντική διότι αφ' ενός γίνεται αισθητή η βελτίωση και αφ' ετέρου μειώνει την απαίτηση για ηχομονωτικό κούφωμα κατά 5 dB, δηλαδή κατά μία κατηγορία ηχοπροστασίας, όπως προκύπτει και από το σχετικό με την κατηγοριοποίηση κεφάλαιο του προγράμματος. Παράλληλα, εκτός από την οικονομία που επιτυγχάνεται με τον τρόπο αυτό, παρέχεται μόνιμη προστασία και στον εξώστη, σημαντική για την θερινή περίοδο, στις κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδος.



Φωτογραφία του ηχομονωτικού κουφώματος του σχολείου

### 3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

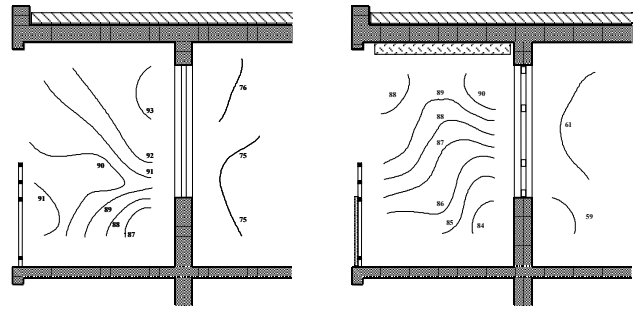
#### Μετρήσεις Κουφωμάτων

Προκειμένου να σχηματιστεί μία αντιπροσωπευτική ομάδα κατασκευαστών κουφωμάτων, ενημερώθηκαν με επιστολές κατά το δυνατόν περισσότεροι κατασκευαστές. Συμμετοχή στο πρόγραμμα δήλωσαν 20 εταιρείες κατασκευής κουφωμάτων. Το σύνολο των μετρήσεων έφτασε τις 59. Οι μετρήσεις κουφωμάτων εταιρειών που εδρεύουν στην Αθήνα υλοποιήθηκαν από το Εργαστήριο Ηχοτεχνείας του ΕΜΠ. Με βάση τον χρονικό προγραμματισμό των μετρήσεων, αυτές ξεκίνησαν στις 30 Αυγούστου και ολοκληρώθηκαν στα τέλη Οκτωβρίου 1996.

#### Φύλλα αποτελεσμάτων

Από την έρευνα που έγινε στην αγορά των ηχομονωτικών κουφωμάτων και από τις μετρήσεις και τις πιστοποιήσεις των κουφωμάτων που υλοποιήθηκαν προέκυψε ότι το σύνολο των προαναφερομένων κουφωμάτων εντάσσεται σε δύο κατηγορίες ηχοπροστασίας, μεταξύ 30 και 40dB. Αυτό δίνει στα ηχομονωτικά κουφώματα ελληνικής παραγωγής μία μέση βελτίωση έναντι των κοινών κουφωμάτων κατά τουλάχιστον 15dB, γεγονός που τα καθιστά "ηχομονωτικά" στην συνείδηση των χρηστών από την αίσθηση ησυχίας που παρέχουν. Είναι σαφές ότι ο περιορισμός σε δύο μόνον κατηγορίες οφείλεται αφ' ενός στο ζήτημα των υαλοπινάκων και αφ' ετέρου στο ζήτημα των τεχνικών γνώσεων τόσο ως προς τον σχεδιασμό, όσο και ως προς την εφαρμογή των κουφωμάτων. Είναι σαφής η ανάγκη υποστήριξης των παραγωγών στα παραπάνω ζητήματα, ώστε να διευρυνθεί το σύνολο των κατηγοριών που καλύπτει το ελληνικό κούφωμα και να εξορθολογιστεί η εφαρμογή του. Πάντως με τον ένα ή τον άλλο τρόπο η διεύρυνση αυτή αναμένεται στα επόμενα χρόνια.

Οι αντιδράσεις των ανθρώπων που ασχολούνται με το κούφωμα, υπήρξαν ιδιαίτερα θερμές. Η πρωτοβουλία του ΥΠΕΧΩΔΕ και η προσπάθεια της ερευνητικής ομάδας για την υποστήριξή τους με μετρήσεις και πιστοποιήσεις, αλλά και με άλλες υποδείξεις, έγιναν δεκτές με ενθουσιασμό, όπως προκύπτει από επιστολές και δημοσιεύματα στον ειδικό τύπο. Τα συμπεράσματα της κατηγοριοποίησης και η ανάγκη εξορθολογισμού στην επιλογή τόσο των υαλοπετασμάτων όσο και των κουφωμάτων έγιναν απολύτως κατανοητά και αποτελούν ήδη στόχους ενός ιδιαίτερα δραστήριου και παραγωγικού κλάδου της ελληνικής βιομηχανίας.



Αποτελέσματα πριν και μετά την ολοκλήρωση των μέτρων ηχοπροστασίας.



Φορητό ηχόμετρο μετρήσεων.