

Ανάπτυξη λογισμικού για τον υπολογισμό του σύνθετου δείκτη ηχομονωτικής ικανότητας της πρόσοψης ενός κτιρίου

Ελένη Αρτέμη, αρχιτέκτων μηχανικός Δ.Π.Θ.
Νίκος Μπάρκας, δρ. πολ. μηχανικός ΔΠΘ dual ακουστικής LeMans
Βασίλης Τσιούκας, δρ. ηλεκτρολόγος μηχανικός ΑΠΘ
Τμήμα Αρχιτεκτόνων ΔΠΘ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα ανακοίνωση αποτελεί τμήμα μιας τρέχουσας έρευνας του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Δ.Π.Θ. που σκοπεύει στην αναβάθμιση του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών με τη *Χρήση Νέων Τεχνολογιών*. Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι η ανάπτυξη ενός ανοικτού λογισμικού προγράμματος για τον υπολογισμό του σύνθετου ηχομονωτικού δείκτη της πρόσοψης ενός κτιρίου.

Το λογισμικό εφαρμόζει την μεθοδολογία της Ηχομόνωσης (Κτιριοδομικός Κανονισμός άρθρο 12, πρότυπα ΕΛΟΤ, DIN 4109) Οι βασικές του παράμετροι τροφοδοτούνται από τέσσερις βάσεις δεδομένων, οι οποίες περιλαμβάνουν :

- τα πρότυπα του ΕΛΟΤ και ηχομετρήσεις από ποικίλες περιστάσεις κυκλοφορικού φόρτου,
- τα κριτήρια ακουστικής άνεσης του Κτιριοδομικού Κανονισμού και τα διεθνή κριτήρια ησυχίας (Noise Criteria, NC)
- βιβλιογραφικά δεδομένα από μετρήσεις της ηχομονωτικής ικανότητας τυπικών οικοδομικών εφαρμογών εξωτερικού κελύφους (συμπαγή τοιχώματα),
- πιστοποιημένες ηχομετρήσεις διαφανών πετασμάτων (κουφώματα-υαλοπίνακες) που διατίθενται στην αγορά οικοδομικών συστημάτων.

ABSTRACT

The present article is part of a current research of the Architecture department of D.U.TH., which aims on the upgrade of the Undergraduate Course Curriculum by means of New Technologies. The purpose of the present research is to develop an open software for estimating the Composite Transmission Loss on a building's facade. The software uses the methodology of Sound Protection (Building Regulations article 12, ELOT prototypes, DIN 4109). The software's basic parameters are being provided by four (independent) databases, which include:

- the ELOT prototypes and sound estimations from various traffic occasions
- the Noise Criteria from the Greek Building Regulation and the International Noise Criteria, NC
- bibliographic Transmission Loss data for the typical constructional applications of external solid walls
- Transmission Loss data from certified test reports of transparent window panels (frames and glass panels), which are available in the construction market.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα ανακοίνωση αποτελεί τμήμα μιας τρέχουσας έρευνας του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Δ.Π.Θ. που σκοπεύει στην αναβάθμιση του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών με τη *Χρήση Νέων Τεχνολογιών*. Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι η ανάπτυξη ενός ανοικτού λογισμικού προγράμματος (ελεύθερου σε εκπαιδευτικές ή ερευνητικές χρήσεις) για τον υπολογισμό του σύνθετου ηχομονωτικού δείκτη της πρόσοψης ενός κτιρίου.

Το λογισμικό εφαρμόζει την μεθοδολογία της Ακουστικής (Κτιριοδομικός Κανονισμός άρθρο 12, πρότυπα ΕΛΟΤ, DIN 4109) για τον έλεγχο της ηχοπροστασίας ενός κτιρίου από εξωτερικούς, αερόφερτους θορύβους, εναρμονίζεται πλήρως με τον Κτιριοδομικό Κανονισμός και τις διατάξεις του άρθρου 12, ενώ παράλληλα υιοθετεί Ελληνικά και Διεθνή πρότυπα.

Στόχος του λογισμικού είναι η ανάπτυξη ενός εύχρηστου εργαλείου, για εκπαιδευόμενους/νες ή νέους/ες μηχανικούς, με βασικές γνώσεις ηχομόνωσης, το οποίο να διευκολύνει σε

επίπεδο σχεδιασμού τη διαμόρφωση των κτιριακών όψεων, αλλά και σε επίπεδο οικοδομικών επιλογών την αξιολόγηση των κουφωμάτων του εμπορίου.

2. ΕΡΕΥΝΑ

Στα πλαίσια της προσπάθειας συγκέντρωσης πληροφοριών για την ανάπτυξη του λογισμικού, πραγματοποιήθηκε έρευνα στην αγορά κινητών και διαφανών οικοδομικών συστημάτων (κουφώματα-υαλοπίνακες).

Στόχος ήταν η συγκέντρωση ικανού δείγματος πιστοποιημένων, ως προς την ηχομονωτική ικανότητα, βιομηχανικών προϊόντων, για την δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για το υπό ανάπτυξη λογισμικό πρόγραμμα υπολογισμού της ηχομονωτικής ικανότητας των προσώψεων.

Κατά την διεξαγωγή της έρευνας προσεγγίσαμε συνολικά εννιά (9) εταιρίες οικοδομικών συστημάτων, που δραστηριοποιούνται κυρίως στον βορειοελλαδικό χώρο, από τις οποίες και ζητήσαμε να μας ενημερώσουν σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά ηχομόνωσης των προϊόντων τους, μέσω πιστοποιημένων ηχομετρήσεων, στις οποίες να αναγράφονται η σφαιρική και οι συχνотικές τιμές του δείκτη ηχομείωσης.

Από τις εννιά (9) εταιρίες, στις οποίες απευθυνθήκαμε, μόνο τρεις (3) μας παρείχαν τεχνικές πληροφορίες και πιστοποιητικά ηχομόνωσης. Από τις υπόλοιπες έξι (6) λάβαμε μόνο εμπορικούς κατάλογους, σε κάποιους από τους οποίους αναγράφεται ένας γενικός δείκτης ηχομείωσης χωρίς συγκεκριμένη διευκρίνιση, ενώ σε άλλους παρουσιάζεται ένα σύστημα αξιολόγησης των κουφωμάτων με βάση το πλήθος 'κουκίδων' ή 'γραμμών'.

Άλλωστε, η πιστοποίηση αποτελεί ένα τεράστιο πρόβλημα στη χώρα μας. Μεγάλες εταιρίες με πολυδιαφημισμένα, ως προς τις αποδόσεις τους προϊόντα, δεν παρέχουν κανένα πιστοποιητικό ενώ, αντίθετα με μεγάλη ευκολία προσφέρουν εμπορικούς καταλόγους και επαινούν τα προϊόντα τους για τις αμφισβητούμενες (αφού λείπουν οι πιστοποιήσεις), αποδόσεις των προϊόντων τους.

Το δείγμα που συγκεντρώθηκε περιλαμβάνει τριάντα οχτώ (38) περιπτώσεις βιομηχανικών προϊόντων, τα οποία συνοδεύονται από πιστοποιητικά ηχομονωτικής ικανότητας και είναι διαθέσιμα στην αγορά οικοδομικών συστημάτων. Τα στοιχεία του δείγματος τροφοδοτούν την αντίστοιχη βάση δεδομένων στο υπό ανάπτυξη λογισμικό πρόγραμμα υπολογισμού της ηχομονωτικής ικανότητας των κτιριακών όψεων.

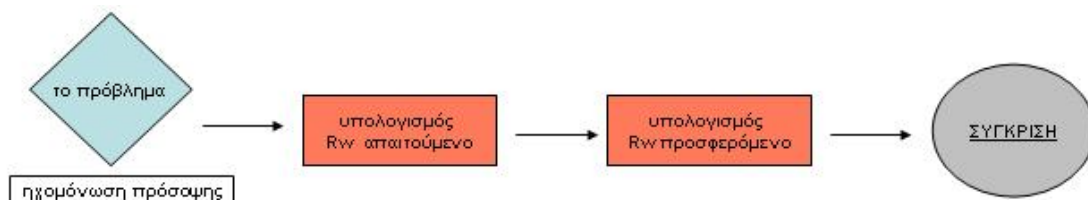
3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η διαδικασία ξεκίνησε με την αποτύπωση των απαιτήσεων που αποτελούν και στόχο του προγράμματος.

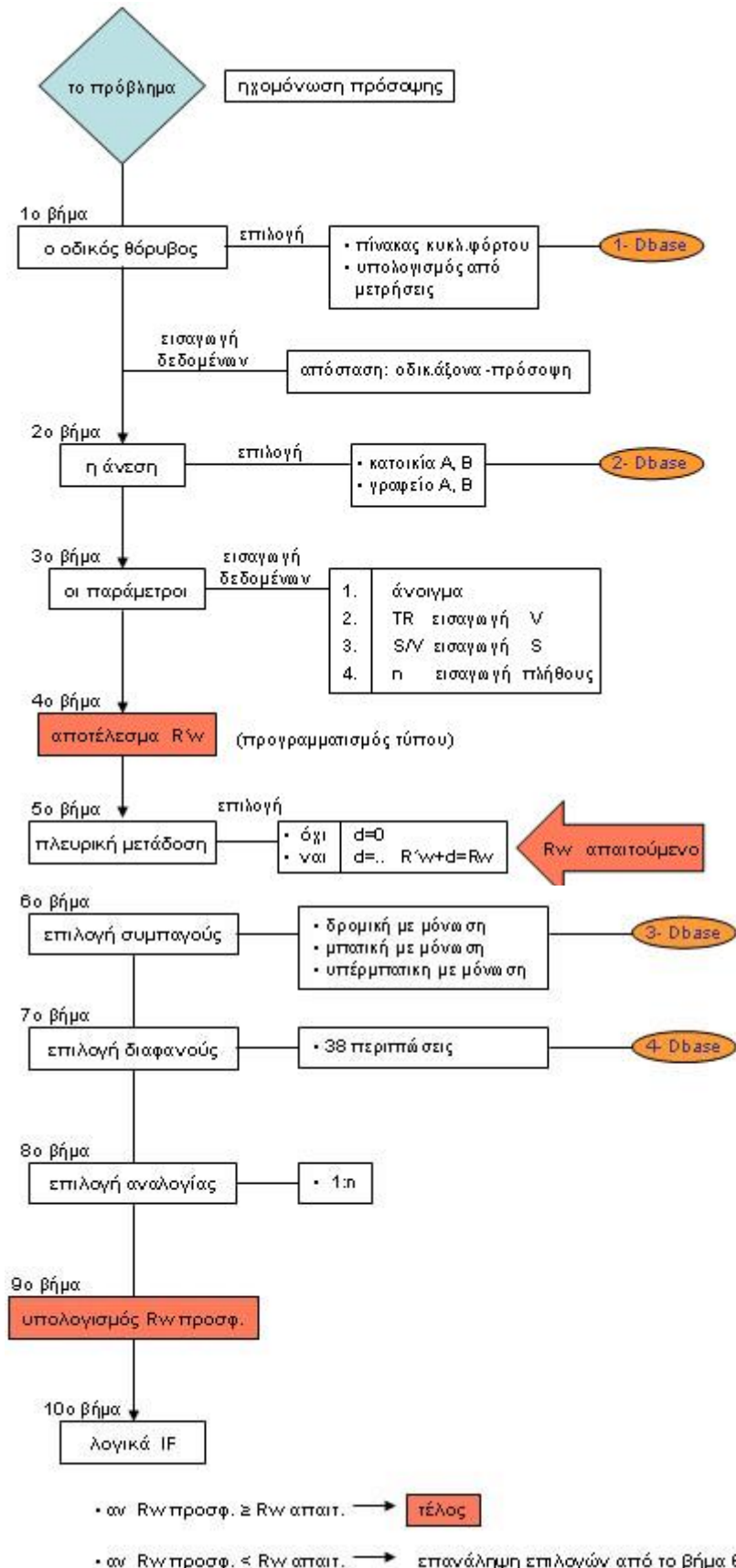
Σύμφωνα με τον Κτιριοδομικό Κανονισμό, για να επιλύσει κανείς το παραπάνω πρόβλημα, σε πολύ γενικές γραμμές:

- υπολογίζει τον απαιτούμενο δείκτη ηχομείωσης (R_w απαιτ.), ο οποίος ορίζεται από τον Κανονισμό ή τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη και επηρεάζεται άμεσα από τις εξωτερικές συνθήκες ηχητικής ρύπανσης του περιβάλλοντος
- υπολογίζει τον δείκτη ηχομείωσης που μπορεί να προσφέρει το κτιριακό κέλυφος (R_w προσφ.)
- επιχειρεί την μεταξύ τους σύγκριση.



Το διάγραμμα αυτό αποτελεί το γενικό πλάνο των παραμέτρων του υπό μοντελοποίηση προγράμματος και του συσχετισμού τους.

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε ένα καθολικό ιδεατό σχήμα, που προσδιόριζε με μεγαλύτερη ακρίβεια τα βήματα, τους συσχετισμούς και τα δεδομένα που θα έπρεπε να συμπεριλάβουμε προκειμένου το καινούργιο 'υπολογιστικό μοντέλο' να αποκτήσει οντότητα.



Στο επόμενο στάδιο, σχεδιάστηκε η διαδικασία αλληλουχίας των βημάτων, καταστρώθηκαν οι ενδιάμεσοι συσχετισμοί και πραγματοποιήθηκε προγραμματισμός των αλγορίθμων.

Στο πρώτο βήμα, ο χρήστης ζητείται να προσδιορίσει τον κυκλοφοριακό θόρυβο, ο οποίος είναι η σημαντικότερη πηγή εξωτερικού αερόφερτου θορύβου.

Το πρόγραμμα δίνει τις εξής επιλογές,

-είτε να εισαχθούν άμεσα τα δεδομένα των ηχομετρήσεων,

-είτε να επιλεγεί η μέση ωριαία ισοδύναμη Α-ηχοστάθμη (LAeq,h) από τον σχετικό πίνακα υπολογισμού της μέσης ηχοστάθμης, ο οποίος συντάχθηκε σύμφωνα με το πρότυπο σχέδιο του ΕΛΟΤ. (Κτιριοδομικός Κανονισμός, Άρθ. 12, παρ. 4, παρ. Α)

Αυτόματα πραγματοποιείτε η αναγωγή της μέσης τιμής σε οκταβικές συχνότητες ανάλογα με το αν η κυκλοφορία της περιοχής είναι αστική ή υπεραστική. Ζητείται, επίσης, να προσδιοριστεί η απόσταση της πρόσοψης από τον άξονα του δρόμου, ώστε να υπολογιστεί η πιθανή απομείωση του θορύβου κυκλοφορίας. Εξαιρέθηκαν οι περιπτώσεις όπου οι εσοχές των ορόφων λειτουργούν ως ηχοφράγματα. Στους υπολογισμούς υπεισέρχονται πρόσθετοι παράγοντες απομείωσης λόγω περίθλασης (ηχοφράγματα), οι οποίες δεν ελήφθησαν υπόψη στην κατασκευή του μοντέλου και δεν αποτελούν μέρος της παρούσας έρευνας.

Στο δεύτερο βήμα, επιλέγετε το κριτήριο της εσωτερικής ησυχίας, η λεγόμενη ακουστική άνεση. Οι επιλογές που δίνονται περιλαμβάνουν τη χρήση κατοικίας ή γραφείου, Α΄ ή Β΄ κατηγορίας αντίστοιχα, όπως αυτές ορίζονται στο άρθρο 12 του Κτιριοδομικού Κανονισμού. (Κτιριοδομικός Κανονισμός, Άρθ. 12, παρ. 8, παρ. Α, πίν.2, 3)

Στο τρίτο βήμα, καταστρώνεται ο τύπος ελέγχου. Εισάγονται τα δεδομένα των παραμέτρων που επηρεάζουν άμεσα τον υπολογισμό του φαινομένου δείκτη ηχομείωσης (R΄w), όπως :

-ο όγκος του προστατευόμενου χώρου (από τον οποίο συναρτάται ο χρόνος αντήχησης),

-το εμβαδόν της πρόσοψης-φράγματος και

-το πλήθος των εκτεθειμένων μεσοτοιχιών

Στο τέταρτο βήμα πραγματοποιείται ο προγραμματισμένος υπολογισμός, σύμφωνα με τον τύπο (Μπάρκας Ν., 2004: 13) :

$$R'w = L0 - L1 + 10\log(f) + 10\log(TR) + 10\log(S/V) + 10\log(n) + 8$$

όπου L0 η προβλεπόμενη στάθμη εξωτερικού θορύβου

L1 η προσδοκώμενη στάθμη εσωτερικής ησυχίας

f ο παράγων επιρροής των ανοιγμάτων

TR ο χρόνος αντήχησης του προστατευόμενου χώρου

S το εμβαδόν της πρόσοψης

V ο όγκος του χώρου

n το πλήθος των εκτεθειμένων πλευρών του χώρου

Στο πέμπτο βήμα συνυπολογίζεται η πλευρική μετάδοση, δηλαδή το σύστημα δόμησης της πρόσοψης και η ύπαρξη ελαστικών συνδέσεων μεταξύ των τοιχωμάτων ή των φλοιών του κελύφους, ώστε να υπολογίσουμε τελικά τον απαιτούμενο δείκτη ηχομείωσης (Rw απαιτ.), σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:(Κτιριοδομικός Κανονισμός, Άρθ. 12, παρ. 8, παρ.Α, πίν. β)

$$Rw = R'w + d$$

όπου d ο παράγων πλευρικής μετάδοσης

Έχοντας ολοκληρώσει τα παραπάνω βήματα, περνάμε στη φάση υπολογισμού του προσφερόμενου δείκτη ηχομείωσης, με βάση τα δεδομένα της κατασκευής ή τις οικοδομικές επιλογές του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.

Στο έκτο βήμα, επιλέγεται το είδος της τοιχοποιίας (το συμπαγές πέτασμα της πρόσοψης), με τις παρακάτω τυπικές διατάξεις :

-δρομική τοιχοποιία με μόνωση, πλάτος 23cm

-μπατική τοιχοποιία με μόνωση, πλάτος 28cm

-υπερμπατική τοιχοποιία με μόνωση, πλάτος 38cm (Αθανασόπουλος Χ., 2005:288-9)

Στο έβδομο στάδιο, επιλέγονται τα διαφανή στοιχεία της πρόσοψης. Οι τριάντα οχτώ (38) προτεινόμενες επιλύσεις κουφωμάτων συνοδεύονται από αντίστοιχα πιστοποιητικά ηχομονωτικής ικανότητας βιομηχανικών προϊόντων που είναι διαθέσιμα στην αγορά οικοδομικών συστημάτων και αποτέλεσαν ιδιαίτερο τμήμα της παρούσας έρευνας.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι κατά την επιλογή του διαφανούς πετάσματος είναι σημαντικό να δοθεί προσοχή στη διατομή των κρυστάλλων ή /και διάκενου, καθώς και στους επιμέρους συχνοτικούς δείκτες ηχομονωτικής ικανότητας κάθε κουφώματος.

Στο όγδοο βήμα υπεισέρχεται η τελευταία παράμετρος για τον υπολογισμό του σύνθετου δείκτη της ηχομονωτικής ικανότητας της πρόσοψης, που αφορά την αναλογία των συμπαγών και διαφανών τμημάτων του κελύφους, μέγεθος που, τελικά, καθορίζει τον προσφερόμενο δείκτη (R_w προσφ.), ο οποίος υπολογίζεται στο ένατο βήμα.

Τέλος, στο δέκατο βήμα του αλγόριθμου επιχειρείται η σύγκριση του προσφερόμενου με τον απαιτούμενο δείκτη.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η διαδικασία ανάπτυξης του λογισμικού με τον προγραμματισμό των αλγορίθμων, τη διαδικασία κατάρτισης των βάσεων δεδομένων και τέλος με την διαδικασία μορφοποίησης όπου το λογισμικό πήρε και την τελική του μορφή.

3.2 ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το λογισμικό πρόγραμμα τροφοδοτείται από τέσσερις (4) βάσεις δεδομένων, όπως περιγράφονται παρακάτω:

1. Κυκλοφοριακός θόρυβος

Η πρώτη βάση δεδομένων αφορά τον οδικό θόρυβο και περιέχει όλα τα στοιχεία του πίνακα 'Μέσης Ηχοστάθμης (L) σε κυκλοφοριακό θόρυβο', όπως ορίζεται από το πρότυπο σχέδιο του ΕΛΟΤ. (Σχέδιο Πρότυπο ΕΛΟΤ 868, σελ.30, πίν.4α)

	ισοδύναμη A - ηχοστάθμη $L_{Aeq,h}$, dB(A)			
αριθμός οχημάτων ανά ώρα	απόσταση μεταξύ του σημείου μέτρησης και του μέσου του πλησιέστερου οδοστρώματος			
	5.00m	15.00m	50.00m	150.00m
15	49	44	39	34
50	54	49	44	39
150	59	54	49	44
500	64	59	54	49
1500	69	64	59	54
5000	74	69	64	59

Επίσης, περιλαμβάνει και τις τυπικές συχνοτικές διαβαθμίσεις του αστικού και υπεραστικού θορύβου, που απαιτούνται για την αναγωγή της μέσης ωριαίας, ισοδύναμης A-ηχοστάθμης σε οκταβικές συχνότητες.

$f(Hz)$	63	125	250	500	1000	2000	4000	TIMH dB(A)
αστική κυκλοφορία στα 6m	76	77	73	69	65	62	56	71
υπεραστική κυκλοφορία στα 6m	86	89	87	82	79	74	64	78

Όσον αφορά την υπεραστική κυκλοφορία, οι παραπάνω συχνοτικές διακυμάνσεις αναφέρονται σε τέσσερις λωρίδες αστικής κυκλοφορίας σε ώρα αιχμής, δηλαδή 3400

οχήματα ανά ώρα. Σε περίπτωση που το πλάτος της λεωφόρου είναι μεγαλύτερο, οι λωρίδες μπορεί να αυξηθούν σε πέντε ή έξι, δηλαδή 4250 ή 5100 οχήματα ανά ώρα, με ταυτόχρονη αύξηση στις συχνοτικές τιμές κατά 1,5 ή 3dB αντίστοιχα.

2. Ακουστική Άνεση

Η δεύτερη βάση δεδομένων περιλαμβάνει τα δεδομένα των κριτηρίων ακουστικής άνεσης για χρήσεις Κατοικίας ή Γραφείου, Υψηλής ή Κανονικής Ακουστικής Άνεσης αντίστοιχα, σύμφωνα με τις διαβαθμίσεις του Ελληνικού Κτ. Κανονισμού. (Κτιριοδομικός Κανονισμός, Άρθ. 12, παρ. 8, παρ.Α, πίν. α)

	<i>f(Hz)</i>	63	125	250	500	1000	2000	4000
1 κατοικία NC-20 = 30dB		50	41	33	26	22	19	17
2 κατοικία NC-25 = 35dB		54	44	37	31	27	24	22
3 γραφείο NC-30 = 40dB		57	48	41	36	31	29	28
4 γραφείο NC-35 = 45dB		60	52	45	40	36	34	33

3. Συμπαγή Τοιχώματα

Η τρίτη βάση δεδομένων περιέχει κατασκευαστικές διατάξεις του εξωτερικού κελύφους. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τους συχνοτικούς δείκτες ηχομείωσης (R) και τους σταθμισμένους δείκτες ηχομείωσης (Rw) τριών (3) συμβατικών συστημάτων δόμησης που εφαρμόζονται ευρύτατα στη χώρα μας, όπως φαίνεται στα παρακάτω σκαριφήματα :

- διπλή δρομική τοιχοποιία με ενδιάμεση μόνωση, πλάτους 23cm
- μπατική τοιχοποιία με εσωτερική μόνωση, πλάτους 28cm και
- υπερμπατική τοιχοποιία με εσωτερική μόνωση, πλάτους 38cm (Αθανασόπουλος Χ., 2005:288-9)

<i>f(Hz)</i>	63	125	250	500	1000	2000	4000	Rw
δρομική, μόνωση, δρομική, πλάτος 23cm	43	45	45	52	61	61	76	54
μπατική με μόνωση, πλάτος 28cm	46	48	50	56	62	64	67	59
υπερμπατική με μόνωση, πλάτος 38cm	54	56	58	64	70	72	76	68

4. Διαφανή Πετάσματα: Κουφώματα - Υαλοπίνακες

Η τέταρτη και τελευταία βάση δεδομένων περιλαμβάνει τους δείκτες ηχομείωσης (R) τριάντα οχτώ (38) δειγμάτων διαφανών στοιχείων.

ανοιγόμενα		Rw	63	125	250	500	1000	2000	4000
1 Topline MD	4/16/4	33	19,3	20,7	25,8	36,6	39,9	40	43,3
2 E-40	4/12/4	34	21,6	26,1	20,6	31,9	36,6	40,6	41,2
3 E-1000	4/15/4	34	22,3	23,8	22,7	32	40,3	45	32
4 Topline AD	4/16/4	34	21,9	26,4	20,1	33,2	40,8	44,3	37
5 E-2300	4/15/4	36	16,6	26	23,6	33	42	45,9	38
6 E-45	4/17/4	36	19	23,4	24,1	37,4	41,4	43,7	34
7 E-40	6/12/4	37	22	28	25	34,6	37,5	39,1	40
8 Topline MD	6/16/4	37	18,2	19,2	21	32	39,9	42,6	36
9 M11000	8/12/4	37	26,5	27,2	21,9	40,6	45,6	40,9	42,5
10 E-1000	6/12/4	38	24,8	26,4	27,4	33,8	41,3	41,6	38,6
11 M11000	6/16/4	38	21,6	23,9	27,1	41,1	46,9	40	45,2
12 Topline AD	6/16/4	38	28,6	27,8	26,7	37,1	41,7	40,5	43,4
13 E-45	6/18/4	38	24	24,2	24,6	38,9	41	44,1	42,6
14 Topline MD	8/16/4	38	20,7	21,3	24,8	36,1	41	41,4	45,1

15	E-2300	6/12/4	39	20,7	26,1	27,7	34,1	41,6	42,2	42,8
16	E-40	6+4/24/4+4	41	33	34,7	36,4	37,5	41,3	42,1	42,9
17	M11000	9GH/12/6	42	23,9	26,9	28,6	43,8	46,8	40,6	50,3
18	Topline MD	9GH/16/8	42	22	24,5	33,3	42,3	44,2	44,1	47,6
19	E-45	8+4/274/4+4	42	29,2	32,6	36	35,9	40,4	47,6	48,6
20	E-2004	6+6/20/6+4	42	30,1	29,3	37,3	37,4	43,5	44	49,3
21	Topline AD	8/16/6	42	22	28	33,2	42,4	45,6	42,7	49
22	Topline AD	9GH/16/6	43	30,6	29,9	30,9	43,4	47,2	41,6	48,6
23	E-2004	3+3/18/3/14/3+3	44	20,5	29,9	32,4	41,8	47,1	50,2	52
24	E-2004	glasscon acou 52	44	28,1	28	42,9	36,2	45,8	47,6	48,9
25	Topline AD	9GH/20/6	44	31	29,8	35,2	42,7	47	43,5	47,7
26	Topline AD	6/16/10	44	23,5	30,5	36,4	43,6	44,7	46,4	50,5
27	M11000	12/16/9GH	46	27,6	34	39,9	44	42,8	49,5	52,1
28	Topline MD	9GH/20/13GH	46	26,8	32,2	37,2	43,8	46,1	47,6	48,8
29	Topline AD	13GH/16/9GH	47	33,3	35,5	40,7	45,2	47,4	47,8	51,6
30	Topline AD	12/20/8	47	26,8	33,9	39,1	45,4	47,4	50,4	51,8
31	Topline AD	12/16/8	48	26,4	33,7	41	46,9	48,2	49,6	51,7
32	Topline AD	14/16/8	48	28,1	35,8	42,2	47,1	48,6	49,6	51,9

συρόμενα	Rw	63	125	250	500	1000	2000	4000		
33	E-2200	4/10/4	33	23,8	24,7	23,8	29,7	34,3	40,1	33
34	E-1200	4/10/4	33	17	24,6	17,7	27,6	35	38,2	35
35	E-19	4/14/4	34	20,7	23,4	28	36,6	35,4	34,7	33
36	E-2200	6/10/4	36	20,3	27	23,6	33,3	37,5	39,2	40,9
37	E-1200	6/10/4	36	22,6	26,4	20	32,9	37,8	40	42
38	E-19	6/12/4	36	21,8	25,5	30,9	36,7	36,4	39,6	37

Οι τιμές του πίνακα που αναγράφονται με κόκκινο δίδονται προσεγγιστικά κατ' εκτίμηση, επειδή τα αντίστοιχα πιστοποιητικά δεν περιλαμβάνουν μετρήσεις στις συχνότητες 63 και 4000Hz.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος του λογισμικού είναι η ανάπτυξη ενός εύχρηστου εργαλείου, για εκπαιδευόμενους/νες ή νέους/ες μηχανικούς, με βασικές γνώσεις ηχομόνωσης, το οποίο να διευκολύνει σε επίπεδο σχεδιασμού τη διαμόρφωση των κτιριακών όψεων, αλλά και σε επίπεδο οικοδομικών επιλογών την αξιολόγηση των κουφωμάτων του εμπορίου.

Από τις εφαρμογές του λογισμικού καταλήξαμε ότι τα διαφανή συστήματα πετασμάτων που έχουμε σήμερα στη διάθεσή μας αδυνατούν να καλύψουν τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες για Ηχομόνωση και Ηχοπροστασία. Μια συμβατική οικοδομική λύση δεν επαρκεί για να καλύψει τον υφιστάμενο θόρυβο σε ένα αστικό περιβάλλον. Η διαφάνεια είναι μία επιλογή που πληρώνουμε πολύ ακριβά (και από άποψη ηχομόνωσης, αλλά και θερμομόνωσης). Η εξασφάλιση της απαραίτητης ηχοπροστασίας κρίνεται στην αναλογία Διαφανούς:Συμπαγούς, στον περιορισμό της επιφάνειας των ανοιγμάτων, μιας και το Διαφανές παραμένει ακόμη η «Αχίλλειος πτέρνα» του σύνθετου πετάσματος.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αθανασόπουλος Χ., 2005 γ' έκδοση, Προστασία κτιρίων: θερμομόνωση, ηχομόνωση – ηχοπροστασία, Αθήνα.

- Κτιριοδομικός Κανονισμός, Άρθρο 12.
- Μπάρκας Ν., 2004, τεύχος Ηχομόνωσης, Εταιρία Αξιοποίησης & Διαχείρισης περιουσίας Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, Ξάνθη.
- Σχέδιο Πρότυπο ΕΛΟΤ 868.