

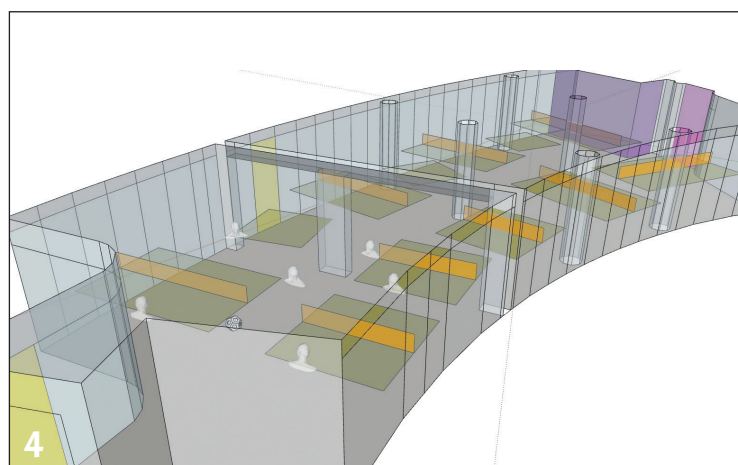
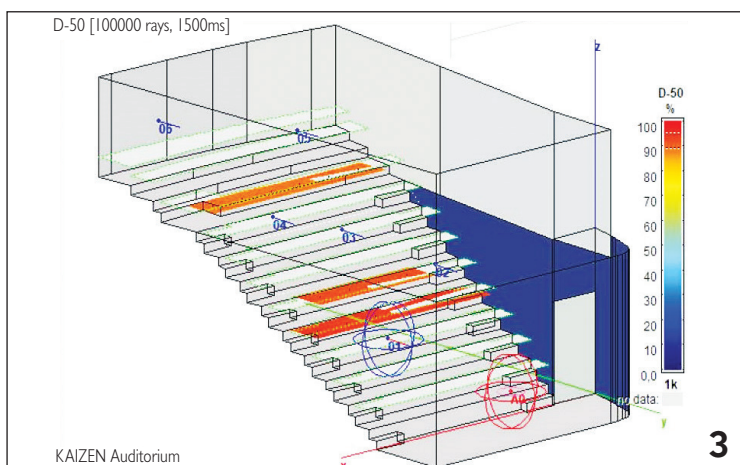
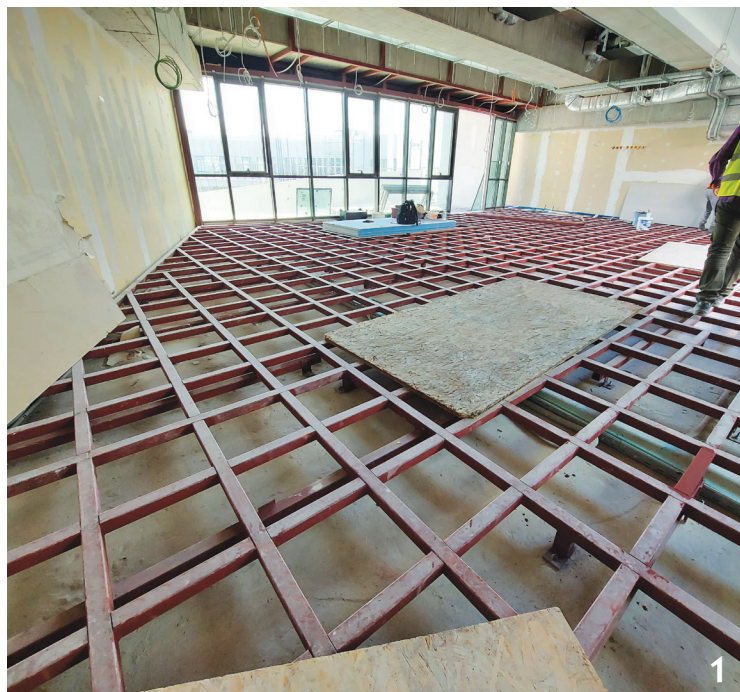


©Kim Powell

# ΜΕΛΕΤΗ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΤΟΥ "ΚΑΙΖΕΝ CAMPUS"

ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΧΩΡΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΥΨΗΛΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ

Άρθρο των:  
ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ, MSc  
πολιτικού μηχ. - συμβούλου ακουστικής  
ΧΑΡΗ ΜΩΡΑΪΤΗ, MSc  
συμβούλου ακουστικής



Το νέο τριώροφο κτίριο συνολικής επιφάνειας ανωδομής 7.500 m<sup>2</sup> και 7.000 m<sup>2</sup> υπόγειων χώρων αποτελεί ένα σύγχρονο βιοκλιματικό συγκρότημα γραφείων "ανοικτού τύπου" υψηλών προδιαγραφών, με πιστοποίηση βαθμίδας Gold σύμφωνα με τους κανόνες αειφόρου ανάπτυξης του προγράμματος Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).

Ο ακουστικός σχεδιασμός βασίστηκε στις απαιτήσεις του LEED, του άρθρου I2 του Ε.Κ.Κ., αλλά και σε λοιπές διεθνείς οδηγίες (DIN, VDI, ISO), όπου αυτό κρίθηκε συμπληρωματικά απαραίτητο. Τα ζητήματα του ακουστικού σχεδιασμού, που εντάχθηκαν στο πλαίσιο της ακουστικής μελέτης ήταν τα εξής:

- Διαμόρφωση ακουστικής εντός των χώρων του κτιρίου.
- Ηχομόνωση εσωτερικών δομικών στοιχείων (δάπεδα, οροφές, γυάλινα κουφώματα, θύρες).
- Θόρυβος εντός κτιρίου από τη λειτουργία Η/Μ εγκαταστάσεων, όπως το δίκτυο κλιματισμού και εξαερισμού.
- Προστασία περιβάλλοντος από τη χρήση Η/Μ εγκαταστάσεων (ΗΖ, ΚΚΜ, VRV, μονάδες αποκαπνισμού υπόγειου

χώρου στάθμευσης).

- Ηχοπροστασία κτιρίου από εξωγενείς πηγές θορύβου (κυκλοφοριακός θόρυβος).

### Διαμόρφωση ακουστικής εντός των χώρων του κτιρίου

Ο χρόνος αντήχησης (RT60) αποτελεί τη βασικότερη παράμετρο που σχετίζεται με την ακουστική συμπεριφορά και την ποιότητα των κλειστών χώρων. Περιγράφει τον χρόνο που απαιτείται, ώστε η στάθμη θορύβου σε κάποιο σημείο να ελαττωθεί κατά 60 dB, μετά τον μηδενισμό του εκπεμπόμενου θορύβου από την πηγή. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του χρόνου αντήχησης είναι η απορρόφηση και ο όγκος του χώρου.

Στο συγκεκριμένο κτίριο σχεδιάστηκαν τρισδιάστατα ακουστικά μοντέλα με το λογισμικό πρόβλεψης ακουστικών παραμέτρων CATT-Acoustic.

Οι χώροι με την πιο μεγάλη πολυπλοκότητα ήταν ο χώρος υποδοχής, το αμφιθέατρο και οι χώροι ανοικτής διάταξης (open plan).

1. Κατασκευή αντικραδασμικών δαπέδων για τον περιορισμό των θορύβων στους χώρους γραφείων.

2. Ο χώρος των ανοικτών γραφείων πριν από την τοποθέτηση των ηχοαπορροφητικών ψευδοροφών.

3. Υπολογισμός αντήχησης στο αμφιθέατρο.

4. Για τα γραφεία ανοικτής διάταξης προτάθηκαν διαχωριστικά πετάσματα και χαμηλές οροφές.



5. Στα κλειστά γραφεία και τις αίθουσες συνεδριάσεων επιλέχθηκαν διατάξεις ξηράς δόμησης και γυάλινα χωρίσματα με υψηλό βαθμό ηχομόνωσης. ©Kim Powell.

Το κύριο πολυσύνθετο ακουστικό πρόβλημα που προκύπτει στους χώρους γραφείων ανοικτής διάταξης είναι η διάσπαση της προσοχής λόγω συνομιλίας μεταξύ εργαζομένων ή επισκεπτών. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος προτάθηκαν διαχωριστικά πετάσματα στα γραφεία, με σαφή οδηγία να φέρουν επένδυση με απορροφητικό υλικό και να έχουν ύψος τουλάχιστον 1,5 m. Επίσης οι οροφές χαμηλού ύψους με υψηλούς δείκτες ηχοαπορρόφησης αποτελούν μια ενδεικνυόμενη λύση, καθώς βοηθούν στη μειωμένη μεταφορά θορύβου μεταξύ των θέσεων εργασίας. Στα γραφεία της KAIZEN ο επιθυμητός χρόνος αντήχησης επιτεύχθηκε με την ενιαία επένδυση ηχοαπορροφητικού υλικού στο σύνολο της επιφάνειας των οροφών αλλά και με επιπρόσθετα ηχοαπορροφητικά στοιχεία στις αίθουσες συνεδριάσεων, στις οποίες οι απαιτήσεις του χρόνου αντήχησης ήταν αυστηρότερες.

#### Ηχομόνωση εσωτερικών δομικών στοιχείων

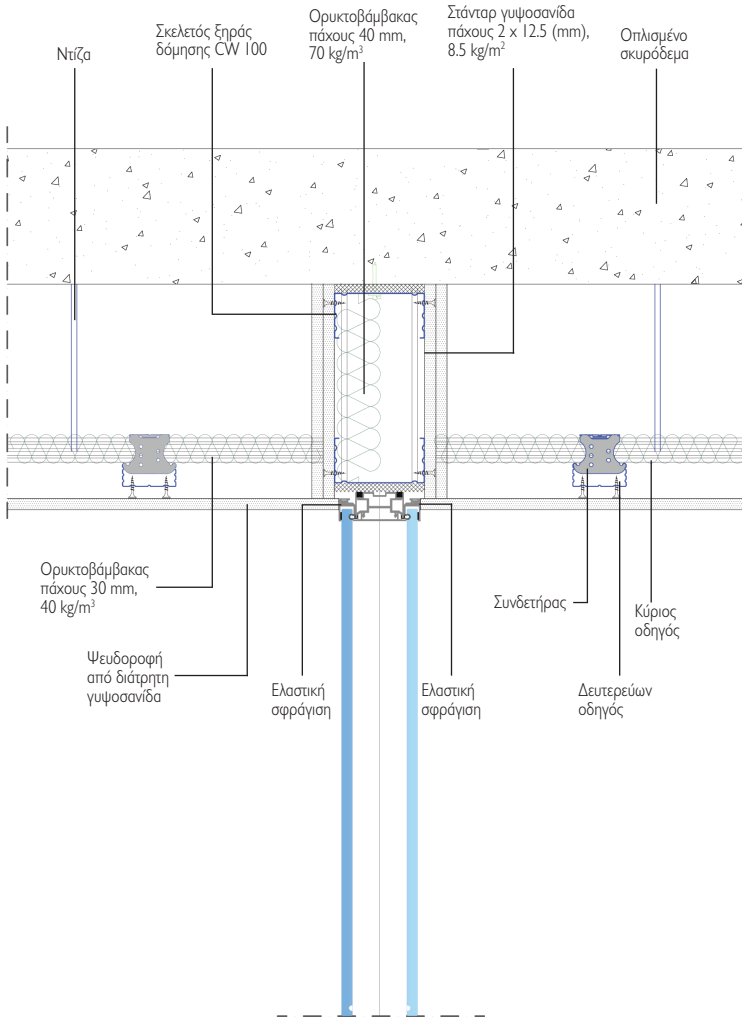
Η επιλογή των εσωτερικών διαχωριστικών δομικών στοιχείων, όσον αφορά στον βαθμό ηχομόνωσης, καθορίστηκε από τις απαιτήσεις των κανονισμών, που ως βασικό κριτήριο έχουν τον

τύπο χρήσης όμορων χώρων. Έτσι για αίθουσες όπως "meeting room", "quiet room", το γραφείο του διευθύνοντα συμβούλλου κτλ. επιλέχθηκαν διατάξεις ξηράς δόμησης και γυάλινα χωρίσματα με υψηλό βαθμό ηχομόνωσης, αντίθετα με αυτά που επιλέχθηκαν σε δευτερεύοντες, βοηθητικούς χώρους. Μεγάλη πρόκληση σε έργα με ανοικτούς χώρους γραφείων αποτελεί η εφαρμογή των κατάλληλων δομικών στοιχείων, καθώς η χρήση του υπερυψωμένου δαπέδου αλλά και η ανάγκη συναρμογής αυτών, για παράδειγμα με το εξωτερικό υαλοστάσιο (curtain wall), μπορεί να επηρεάσει δραστικά την απόδοσή τους. Δεδομένου ότι θα υπάρχουν ούτως ή άλλως απώλειες λόγω των πλευρικών μεταδόσεων των στοιχείων της πρόσοψης και του υπερυψωμένου δαπέδου, είναι εξαιρετικά σημαντικό να προβλεφθούν και να εφαρμοσθούν ηχοφραγματικές λύσεις, που θα μειώσουν περαιτέρω την απόδοση των τοιχοποιιών ξηράς δόμησης.

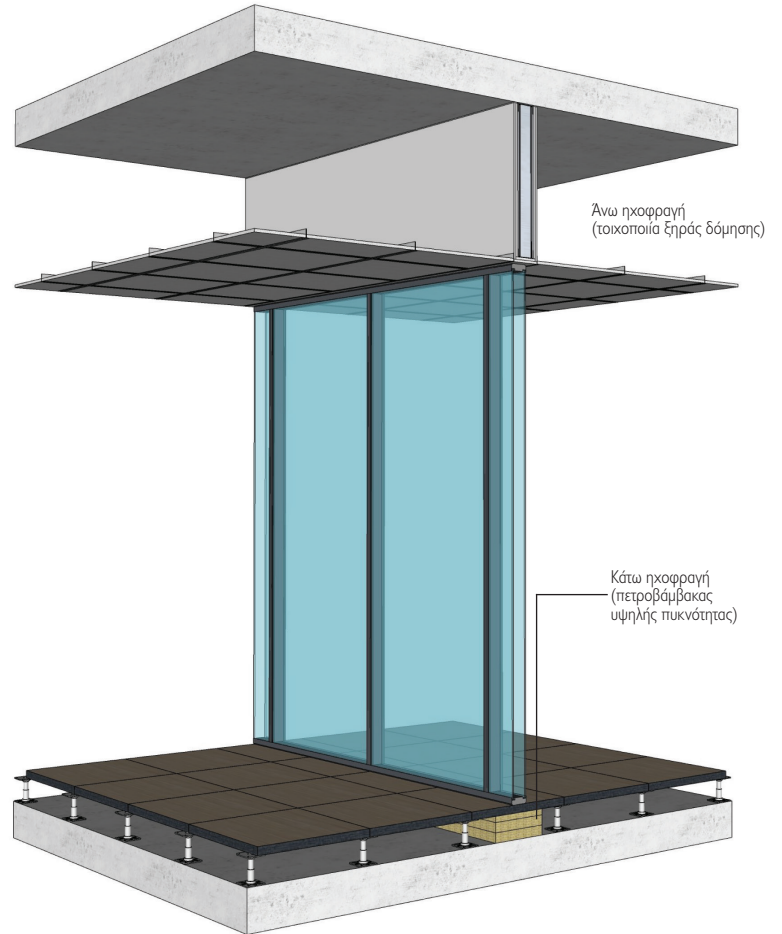
#### Θόρυβος εντός κτιρίου από τη λειτουργία Η/Μ εγκαταστάσεων

Ο έλεγχος των επιπέδων περιβάλλοντος θορύβου είναι μια

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟΥ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΓΡΑΦΕΙΩΝ



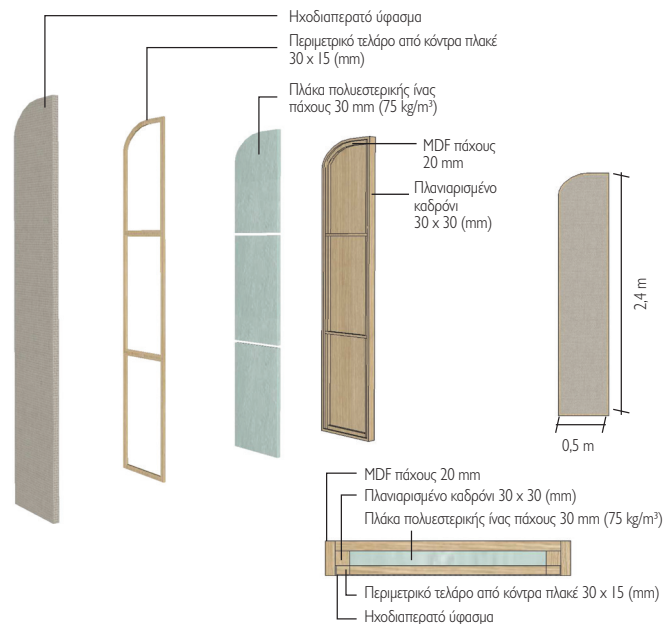
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΜΕ ΗΧΟΦΡΑΓΗ ΑΝΩ ΚΑΙ ΚΑΤΩ

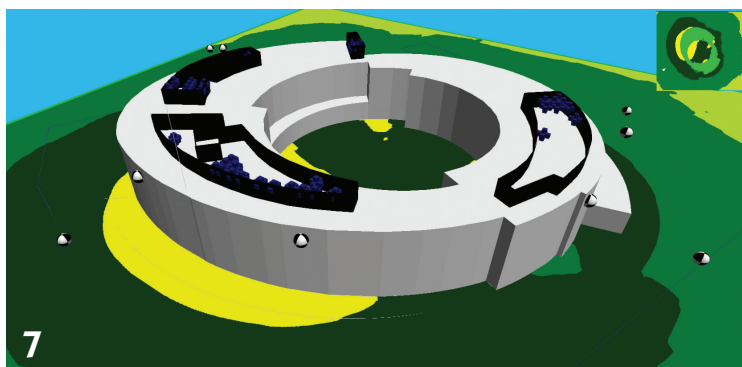
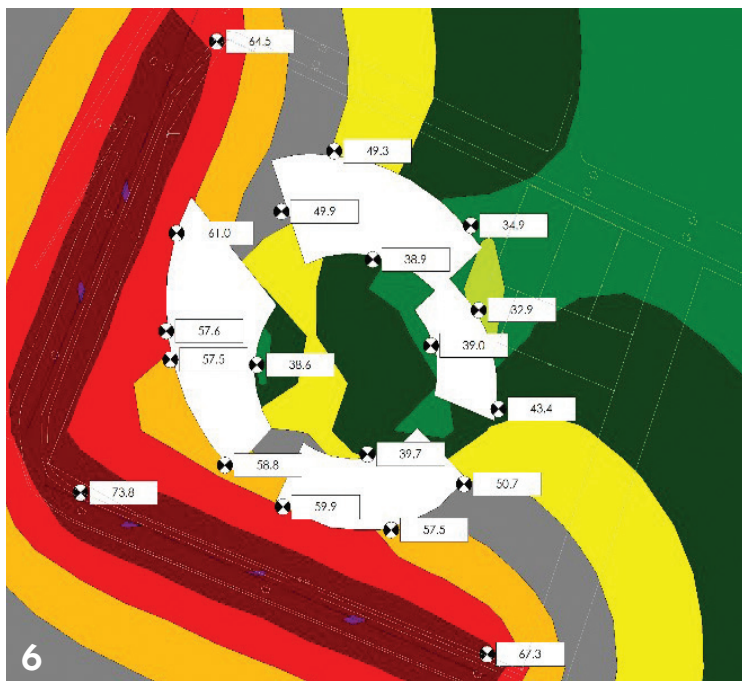


πολύ σημαντική παράμετρος, η οποία καθορίζει την αίσθηση της ακουστικής ποιότητας εντός των χώρων εργασίας. Για παράδειγμα αν περιοριστεί ο θόρυβος που προκύπτει από τη χρήση και λειτουργία των μηχανολογικών εγκαταστάσεων σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα, υπάρχει ο κίνδυνος να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον, στο οποίο ο θόρυβος λόγω της δραστηριότητας εντός του γραφείου να γίνεται πιο ενοχλητικός από αυτόν της εγκατάστασης. Αυτό έχει ως συνέπεια να καθίσταται ολοένα και πιο δύσκολη η επίτευξη της εμπιστευτικότητας μιας συνομιλίας. Από την άλλη πλευρά, τα υψηλά επίπεδα θορύβου μειώνουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα πνευματικής συγκέντρωσης, πλήττουν την ευεξία και δημιουργούν συνθήκες μειωμένης παραγωγικότητας.

Για τους χώρους γραφείων η στάθμη των 35 - 45 dBA (ανάλογα με τον τύπο και τη χρήση) είναι η ενδεδειγμένη στάθμη θορύβου, για τις περισσότερες οδηγίες που ορίζουν τις ακουστικές απαιτήσεις. Αυτή η συνθήκη επιτεύχθηκε μετά από ανάλυση των μηχανολογικών σχεδίων, αξιολόγηση της στάθμης ακουστικής ισχύος του μηχανολογικού εξοπλισμού, επίλυση και υπολογισμό της διάδοσης θορύβου μέσα από το δίκτυο εξαερι-

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΗΧΟΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΩΝ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ





6. Οι καμπύλες ισοδύναμης ηχοστάθμης περιγράφουν τη διάδοση του ήχου και τις τιμές ηχητικής πίεσης στις προσόψεις.

7. Τρισδιάστατο μοντέλο σε λογισμικό χαρτογράφησης θορύβου για την προστασία του περιβάλλοντος από αυξημένα επίπεδα θορύβου.

8. Πανοραμική άποψη του κτιρίου. ©DIMAND.

σμού και τέλος την κατάλληλη επιλογή ηχοπαγίδων, αλλά και αντιδονητικών στοιχείων, η οποία συνδυάζει την απαραίτητη ηχομείωση με την απρόσκοπτη λειτουργία του εξοπλισμού.

### Προστασία περιβάλλοντος από τη χρήση Η/Μ εγκαταστάσεων

Σύμφωνα με το Π.Δ. 1180/81 ο θόρυβος, που προκύπτει από τη λειτουργία των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου, θα πρέπει να κυμαίνεται εντός των ορίων της ελληνικής νομοθεσίας.

Σ' αυτήν την περίπτωση ο μελετητής καλείται να χρησιμοποιήσει τα ίδια εργαλεία, αυτή τη φορά όμως για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και των πολιτών από αυξημένα επίπεδα θορύβου.

Γ' αυτόν τον σκοπό συλλέχθηκαν οι ηχητικές προδιαγραφές απ' όλες τις μηχανολογικές εγκαταστάσεις που βρίσκονται στο δώμα (VRV, ψύκτες, ΚΚΜ), αλλά και στους χώρους των υπογείων, καθώς πολλά από αυτά είναι εξαιρετικά θορυβώδη και για λόγους εύρυθμης λειτουργίας απαιτείται ο επαρκής αερισμός τους.

Ο θόρυβος προερχόμενος από τις κλιματιστικές εγκαταστάσεις του δώματος αντιμετωπίστηκε (όπου απαιτήθηκε)

με ηχοφραγματικούς τοίχους (sound barriers), ενώ οι οπές που συνδέουν τις υπόγειες, θορυβώδεις εγκαταστάσεις με το εξωτερικό περιβάλλον με ηχοπαγίδες ανάλογες της μείωσης που απαιτείται, έτσι ώστε η στάθμη θορύβου στα όρια ιδιοκτησίας να μην υπερβαίνει τα 50 dBA.

### Ηχοπροστασία από εξωγενείς πηγές θορύβου

Η βασική πηγή θορύβου, στην οποία εκτίθεται το κτίριο είναι ο θόρυβος κυκλοφορίας από την Αττική Οδό. Για να προβλεφθεί ο απαιτούμενος βαθμός ηχοπροστασίας της πρόσοψης διενεργήθηκαν ακουστικές μετρήσεις σε διάφορα σημεία του οικοπέδου πριν από την έναρξη των εργασιών κατασκευής. Κατόπιν αποτυπώθηκε τρισδιάστατα ο όγκος του κτιρίου και τα αποτελέσματα των ακουστικών μετρήσεων σε λογισμικό χαρτογράφησης θορύβου (CADNA), με σκοπό τη δημιουργία καμπυλών ισοδύναμης ηχοστάθμης (sound contours), που περιγράφουν εικονικά αλλά και αριθμητικά τη διάδοση του ήχου και τις τιμές ηχητικής πίεσης στο σύνολο των προσόψεων του οικοδομήματος. Τα αποτελέσματα ήταν καθοριστικά για την επιλογή του σωστού τύπου υαλοστασίου, στο πλαίσιο των απαιτούμενων προδιαγραφών ηχοπροστασίας.