

Ακουστική άνεση σε ξενοδοχείο. Πρόβλεψη και σχεδιασμός ηχομονωτικών παραμέτρων σε ξύλινες κατασκευές.

Γεώργιος Χατζηγεωργίου
Πολιτικός Μηχανικός
Σύμβουλος Ακουστικής
Καρόλου Ντηλ 6, Θεσσαλονίκη
info@acoustical.com
www.acoustical.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της συγκεκριμένης μελέτης αφορά την μελέτη ηχομόνωσης, ιστορικού διατηρητέου κτιρίου καπναποθήκης Δράμας και την μετατροπή του σε ξενοδοχείο πολυτελείας 5. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και την πρόβλεψη ακουστικών παραμέτρων αερόφερτης και κτυπογεννής ηχομόνωσης, με συγκεκριμένες αναφορές σε ξύλινες κατασκευές, μιας και το κτίριο ήταν κατασκευασμένο με ξύλινο φέροντα σκελετό. Στην εργασία θα γίνει εκτενή παρουσίαση, των προτεινόμενων κατασκευαστικών λύσεων σύμφωνα με την ακουστική μελέτη εφαρμογής. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, πρόβλεψης αερόφερτης και κτυπογεννούς ηχομόνωσης για όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου σύμφωνα με το EN 12354-1 και EN 12354-2 ενώ ταυτόχρονα γίνεται και σύγκριση-ανάλυση σύμφωνα με τις ακουστικές απαιτήσεις και τις τιμές πρόβλεψης αυτών*

Acoustic comfort in hotel. Prediction and design parameters on wooden structures

ABSTRACT

The subject of the current design, concerns the sound insulation design of a historic Tobacco warehouse listed building in Drama that is renovated to a 5 Hotel. The current study focuses on design and prediction of airborne and impact sound insulation parameters, with specific reviews on wooden structures, as the specific building was initially constructed on wooden frame. On this paper, there is a detailed analysis of the suggested construction solution, based on the acoustical study. There is a presentation of results, concerning the prediction parameters of airborne and impact sound insulation, for buildings structural elements, according to EN12345-1 and EN12345-2. Finally there is a comparison with the acoustical measurements and the initial design requirements.*

1. Εισαγωγή

Το αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας αφορά την μελέτη ηχομόνωσης, ιστορικού διατηρητέου κτιρίου καπναποθήκης στη Δράμα και την μετατροπή του σε ξενοδοχείο πολυτελείας 5*. Το συγκεκριμένο ακίνητο βρίσκεται υπό την διαχείριση της εταιρίας Εργοεπισκευές Α.Ε. Θεωρείται αξιόλογο αρχιτεκτονικό δημιούργημα του Αυστριακού αρχιτέκτονα Konrad von Vilas και αποτελεί χαρακτηριστικό δείγμα της αρχιτεκτονικής ειδικής χρήσης και λειτουργίας. Πρόκειται για ένα πολυώροφο κτίσμα με πέντε πατώματα, εμβαδού 7.500 τ.μ με ορθογώνια κάτοψη και αναλογίες πλευρών. Το εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου είναι κτισμένο από πέτρα, ενώ ο φέρωντας οργανισμός είναι ξύλινος, ο οποίος έπρεπε να διατηρηθεί ως έχει και ύστερα από απαίτηση της αρχαιολογίας και είναι και εμφανής. Το ισόγειο διαιρείται δια μέσου μιας εγκάρσιας τοιχοποιίας σε δυο τμήματα με ανεξάρτητες για το καθένα εισόδους. Στο πρώτο όροφο βρίσκεται το εστιατόριο και ο συνεδριακός χώρος του ξενοδοχείου ενώ στους υπόλοιπους πέντε ορόφους, το κτίριο διαθέτει 82 δωμάτια.

Απαίτηση του ιδιοκτήτη και διαχειριστή του ξενοδοχείου ήταν να υπάρχουν συνθήκες ακουστικής άνεσης, ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας για τους πελάτες.

Το ξενοδοχείο σχεδιάστηκε από το αρχιτεκτονικό γραφείο 3SK Στυλιανίδης Αρχιτέκτονες όπου δόθηκαν πρωτότυπες λύσεις αισθητικές και ιδιαίτερα λειτουργικές. Η ακουστική μελέτη και μελέτη μέτρων ηχοπροστασίας του κτιρίου έγινε από το συγγραφέα της παρούσας εργασίας.



2. Απαιτήσεις ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας

Οι ακουστικές απαιτήσεις για ξενοδοχεία περιγράφονται από τον Ελληνικό κτιριοδομικό κανονισμό και άλλους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς π.χ. το Γερμανικό DIN4109. Η τελική απόφαση ήταν να στηριχτεί ο σχεδιασμός σύμφωνα με την Γερμανική οδηγία του DIN4109.

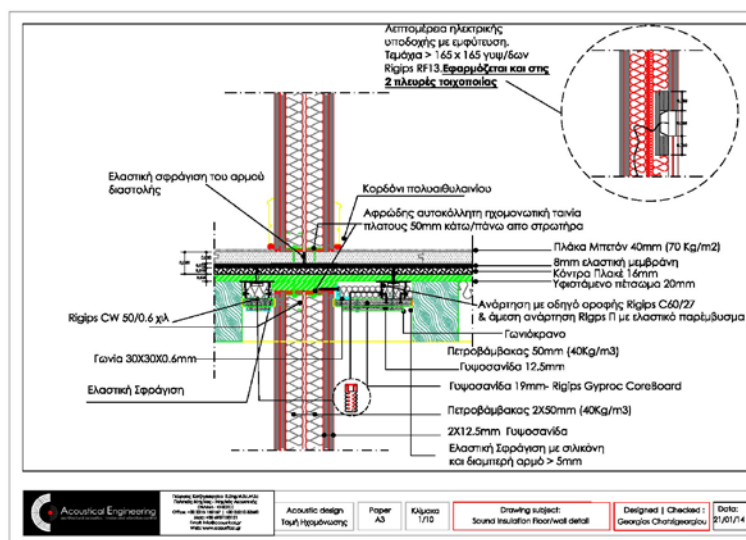
Πίνακας 2.1

Χώρος εκπομπής/λήψης	Είδος θορύβου	Είδος χωρίσματος	Απαιτησ. R'w dB	Απαιτούμ. Ln'w dB	Υπολ/σμός
Ζεύγος Δωματ.	Αερόφερτος	Μεσοτοιχία	55	-	58
Ζεύγος Δωματ.	Κτυπογεννής	Πάτωμα	-	53	52
Ζεύγος Δωματ.	Αερόφερτος	Πάτωμα	54	-	51

Οι ακουστικές απαιτήσεις για την αερόφερτη και κτυπογεννή ηχομόνωση περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα 2.1.

2.1 Ηχομονωτική ικανότητα πατώματος μεταξύ ορόφων

Το μεγαλύτερο πρόβλημα κατασκευαστικής επίλυσης κατά την διάρκεια σχεδιασμού της ηχομόνωσης του κτιρίου, επικεντρώθηκε στο σχεδιασμό του ηχομονωτικού πατώματος μεταξύ ορόφων του κτιρίου. Όπως αναφέρθηκε αρχικά, ύστερα από απαίτηση της αρχαιολογίας, ο φέροντας ξύλινος σκελετός έπρεπε να διατηρηθεί στην αρχική του μορφή, ενώ απαγορεύτηκε οποιαδήποτε αλλοίωση. Το θέμα της στατικής επάρκειας του κτιρίου, ήταν σημαντικό για την τελική επιλογή των υλικών εφαρμογής σχεδιασμού ηχοπροστασίας. Έπρεπε να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην επηρεάσει αρνητικά τα νεκρά και ωφέλιμα φορτία σχεδιασμού. Συνολικά έγιναν 10 διαφορετικές προτάσεις σχεδιασμού που αντιστοιχούσαν σε κάθε όροφο του κτιρίου. Η βασική γεωμετρία του δαπέδου-οροφής, στηρίχτηκε αποκλειστικά σε πιστοποιημένο ηχομονωτικό σύστημα. Η εφαρμογή στηρίχτηκε σε παρόμοια γεωμετρία υλικών, ακουστικές ιδιότητες, τρόπος έδρασης πλωτού δαπέδου και ανάρτησης ψευδοροφής. Η τελική λύση δίνεται στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1 Κατασκευαστική λεπτομέρεια

Η πρόταση προέβλεπε την υποχρεωτική διατήρηση του υπάρχον πετρώματος, ύστερα από απαίτηση της αρχαιολογίας ανωτέρων μνημείων. Το πρόβλημα που παρουσιαζόταν στην παρούσα φάση, ήταν η ταλάντωση του παλαιού πατώματος στο κτίριο. Κατά την διάρκεια σχεδιασμού προτάθηκε η σφράγιση των αρμών του υφιστάμενου δαπέδου, η τοποθέτηση κόντρα πλακέ πάχους 16mm, το οποίο βιδώθηκε σταθερά, με αποτέλεσμα να δημιουργήσει ένα οριζόντιο δίσκο ακαμψίας σε όλο το επίπεδο του παλαιού δαπέδου και συνεπώς να αποσβέσει μεγάλο μέρος της ταλάντωσης. Στην συνέχεια τοποθετήθηκε αντικραδασμική μεμβράνη πάχους 8mm τύπου Isoform, δυναμικής ακαμψίας ($S'=9MNt/m^3$), με πλάκα μπετό 40mm, οπλισμένο με οικοδομικό πλέγμα. Σε κάθε ζεύγος δωματίων κατασκευάστηκε ανεξάρτητο πλωτό δάπεδο, με διαμπερή κατασκευαστικό αρμό, σύμφωνα με τις υποδείξεις του DIN4109[1]. Η τελική επίστρωση του δαπέδου έγινε με μοκέτα σύμφωνα με τις προδιαγραφές τις αρχιτεκτονικής μελέτης.

2.2 Οροφή ηχομονωτικού δαπέδου

Η οροφή του ηχομονωτικού δαπέδου, ήταν μια πρόκληση ως προς τον σχεδιασμό και τους τελικούς δείκτες αερόφερτης και κτυπογενής ηχομόνωσης. Όπως προαναφέρθηκε, ο ξύλινος φέροντας σκελετός έπρεπε να διατηρηθεί ως έχει, ύστερα από αυστηρή απαίτηση της αρχαιολογίας, ενώ ταυτόχρονα να παραμείνει εμφανής σύμφωνα με την πρόταση του αρχιτέκτονα. Ο εγκιβωτισμός οροφής ξηράς δόμησης με 2 γυψοσανίδες, ανάμεσα στα δοκάρια ήταν λύση αποδεκτή, βάση προδιαγραφών της μελέτης. Η πλήρωση το κενού έγινε με πετροβάμβακα πάχους 50mm, πυκνότητας 50Kg/m³.

2.3 Χωρίσματα δωματίων ξηράς δόμησης

Η επιλογή του ηχομονωτικού χωρίσματος για την ικανοποίηση των ακουστικών απαιτήσεων, έγινε βάση πιστοποιημένων εργαστηριακών μετρήσεων της εταιρίας ISOVER-Rigips. Η κατασκευή που επιλέχθηκε για να ικανοποιεί τις ακουστικές απαιτήσεις περιγράφεται ως εξής:

Γυψοσανίδες	2x12.5mm
Ορθοστάτης, ορυκτοβάμβακας 40mm 40Kg/m ³	50 mm
Ορθοστάτης, ορυκτοβάμβακας 40mm 40Kg/m ³	50 mm
Γυψοσανίδες	2x12.5mm

Τα δυο ανεξάρτητα κελύφη, εδράστηκαν στα ανεξάρτητα πλωτά δάπεδα των δωματίων, για αποφυγή πλευρικών μεταδόσεων. Οι στρωτήρες στα πλευρικά χωρίσματα και τις οροφές τους κτιρίου, απομονώθηκαν με αφρώδης ηχομονωτική ταινία.

Για τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στην ηχομόνωση του χωρίσματος από ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις (πρίζες, διακόπτες κλπ.) χρησιμοποιήθηκε πιστοποιημένο ηχομονωτικό σύστημα κουτιού διακόπτου ενιαίου πλαισίου, χωνευτού τύπου της εταιρίας KAISER.

3. Πρόβλεψη αερόφερτης και κτυπογεννής ηχομόνωσης

Η ηχομονωτική ικανότητα των δομικών στοιχείων στην συγκεκριμένη μελέτη (πάτωμα, μεσοτοιχία δωματίων) περιορίζεται από την πλευρική μετάδοση του ήχου. Ο φαινόμενος δείκτης ηχομείωσης $R'_{w,R}$ (μεσοτοιχία και πάτωμα δωματίων) καθώς επίσης και η σταθμισμένη κανονικοποιημένη ηχητική πίεση κτυπογενούς ήχου $L'_{n,w,R}$ (πάτωμα) υπολογίζεται σύμφωνα με το EN 12354-1 και EN 12354-2

4. Πιστοποίηση – αποτελέσματα μετρήσεων

Η ηχομονωτική ικανότητα του φαινομένου δείκτη ηχομείωσης $R'_{w,B}$ (μεσοτοιχία και πάτωμα) μετρήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο του ISO 140-4:1998 [2]. Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε ο ακόλουθος εξοπλισμός:

Ηχόμετρο: NTI-Audio XL2 Type 0 κατά IEC61672, IEC60651

Μικρόφωνο: NTI, MA220 1/2" ελευθέρου πεδίου. Nominal Open-circuit Sensitivity: -34 dBV/Pa \pm 3 dB (20 mV/Pa) @ 1kHz. Type 1 κατά IEC 61672-1.

Γεννήτρια θορύβου: NTI-Audio Minirator MR-PRO MR2

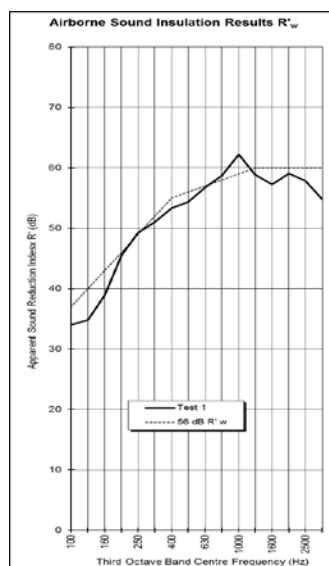
Βαθμονομητής: Bruel & Kjaer 4231, Class 1 σύμφωνα με IEC 60942(2003)

Ηχείο: JBL EON 315.

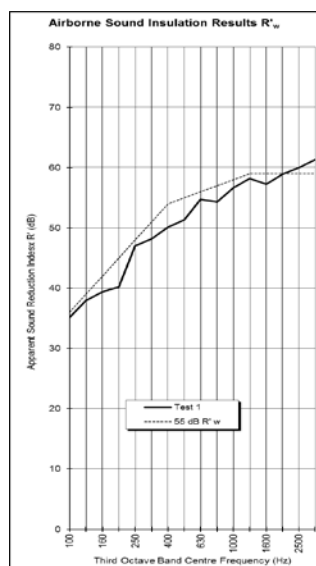
Κτυπογεννήτρια: Lookline EM 52

Χειριστής: Γεώργιος Χατζηγεωργίου

Τα αποτελέσματα και η στάθμιση των μετρήσεων έγιναν σύμφωνα με το πρότυπο ISO 717-1:1996. [3] ενώ οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε πιλοτικά δωμάτια.

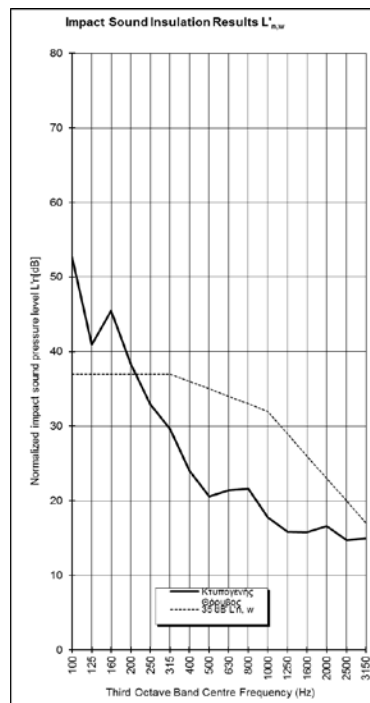


$R'_{w,R} = 56$ dB
(μεσοτοιχία δωματίων)



$R'_{w,R} = 55$ dB
(πάτωμα δωματίων)

Ο ηχομονωτική ικανότητα σταθμισμένης κανονικοποιημένης ηχητικής πίεσης κτυπογενούς ήχου $L'_{n,w,R}$ (πάτωμα) μετρήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο του ISO 140-7:1998 [4], ενώ η στάθμιση έγινε σύμφωνα με το πρότυπο ISO 717-2:1996 [5].



$L'_{n,w,B} = 35$ dB
(πάτωμα δωματίων)

5. Αποτελέσματα

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα ηχομονωτική ικανότητα χωρισμάτων ξηράς δόμησης καθώς επίσης και των ηχομονωτικών δαπέδων δίνονται στον πίνακα 5.1. Τα αποτελέσματα τηρούν πλήρως τις απαιτήσεις του DIN 4109 για συνθήκες ακουστικής άνεσης στο ξενοδοχείο.

Πίνακας 5.1

Χώρος εκπομπής/λήψης	Είδος χωρίσματος	Απαιτούμ. R'_{w} dB	Απαιτούμ. $L_{n'w}$ dB	Υπολογισμός	Μέτρηση
Ζεύγος Δωματ.	Μεσοτοιγία	55	-	58	56
Ζεύγος Δωματ.	Πάτωμα	-	53	52	45
Ζεύγος Δωματ.	Πάτωμα	54	-	51	55

6. Συμπεράσματα

Η ηχομονωτική ικανότητα χωρισμάτων ξηράς δόμησης καθώς επίσης και ο σχεδιασμός σύνθετων ηχομονωτικών δαπέδων, σε ξύλινο σκελετό κτιρίου, αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερο για χώρους ξενοδοχείων.

Η επιλογή υλικών, καθώς επίσης και η πρόβλεψη ηχομονωτικών παραμέτρων, πρέπει να γίνεται αυστηρά πάνω στην φιλοσοφία πιστοποιημένων ηχομονωτικά κατασκευών.

Για τον λόγο αυτό πρέπει να γίνεται η κατάλληλη επιλογή των λεπτομερειών σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα και τον ακουστικό σύμβουλο. Στο συγκεκριμένο ξενοδοχείο έγιναν έγκυρα ακουστικές μετρήσεις σε πιλοτικά δωμάτια για την επιβεβαίωση της ηχομόνωσης των δομικών στοιχείων στις συνθήκες του έργου. Μόνο έτσι υπάρχει χρόνος για πιθανές προσαρμογές των λεπτομερειών στις ιδιαιτερότητες του έργου.

7. Αναφορές

[1] DIN 4109 «Sound Insulation in buildings ; requirements and verifications» (1989)

[2] ISO 140-4:1998 Acoustics -Measurement of sound insulation in buildings and of building elements Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms

[3] ISO 717-1:1996 :Acoustics -Rating of sound insulation in buildings and of building elements -Part 1: Airborne sound

[4]ISO 140-7:1998 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors

[5] ISO 717-2:1996 Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 2: Impact sound insulation