

**ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΠΛΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ
ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ ΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΩΝ ΤΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΩΝΑΣΗ**

Κωστίκας Χρήστος

Πολιτικός μηχανικός ΕΜΠ

OMETE AE

Αθήνα, Ελλάς

e-mail : ckostikas@omete.gr

Διονύσιος Κουμουράς

Πολιτικός μηχανικός ΑΠΘ

OMETE AE

Αθήνα, Ελλάς

e-mail : dkoumouras@omete.gr

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση της μελέτης για την κατασκευή του διπλού κελύφους για τον πολιτιστικό χώρο της Μικρής Σκηνής της Στέγης Γραμμάτων και Τεχνών του Ιδρύματος Αλέξανδρου Ωνάση. Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις ηχομόνωσης του χώρου αυτού απαιτήθηκε η δημιουργία ενός φορέα εντός ενός άλλου (διπλό κέλυφος). Ο εσωτερικός φορέας έχει ως δομικά στοιχεία οπλισμένο σκυρόδεμα για το δάπεδο και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα μεταξύ μεταλλικών δοκών για την οροφή και τους κατακόρυφους τοίχους. Απέχει τουλάχιστον 3 cm από το φορέα του κτιρίου (πλήρης φορτίου) και έχει μέγιστο πάχος δώδεκα εκατοστά για να ικανοποιηθούν αρχιτεκτονικές απαιτήσεις. Το δάπεδο του εδράζεται σε ελατήρια ενώ η οροφή του αναρτάται επίσης με ελατήρια από την οροφή της υπερκείμενης στάθμης. Το σύνολο της κατασκευής αυτής δεν επιτρέπεται να έρχεται σε επαφή με τον κύριο δομικό οργανισμό του κτιρίου χωρίς την παρεμβολή ελαστομερών υλικών συγκεκριμένων ιδιοτήτων προς αποφυγή δημιουργίας ηχητικών ζεξύσεων.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το διπλό κέλυφος αποτελεί την δευτερεύουσα αίθουσα εκδηλώσεων της Στέγης Γραμμάτων και Τεχνών του Ιδρύματος Αλέξανδρος Ωνάσης. Πρόκειται για μία κατασκευή με μεταβλητή τόσο την κάτοψη όσο και την τομή. Η μεταβλητή γεωμετρία υλοποιείται

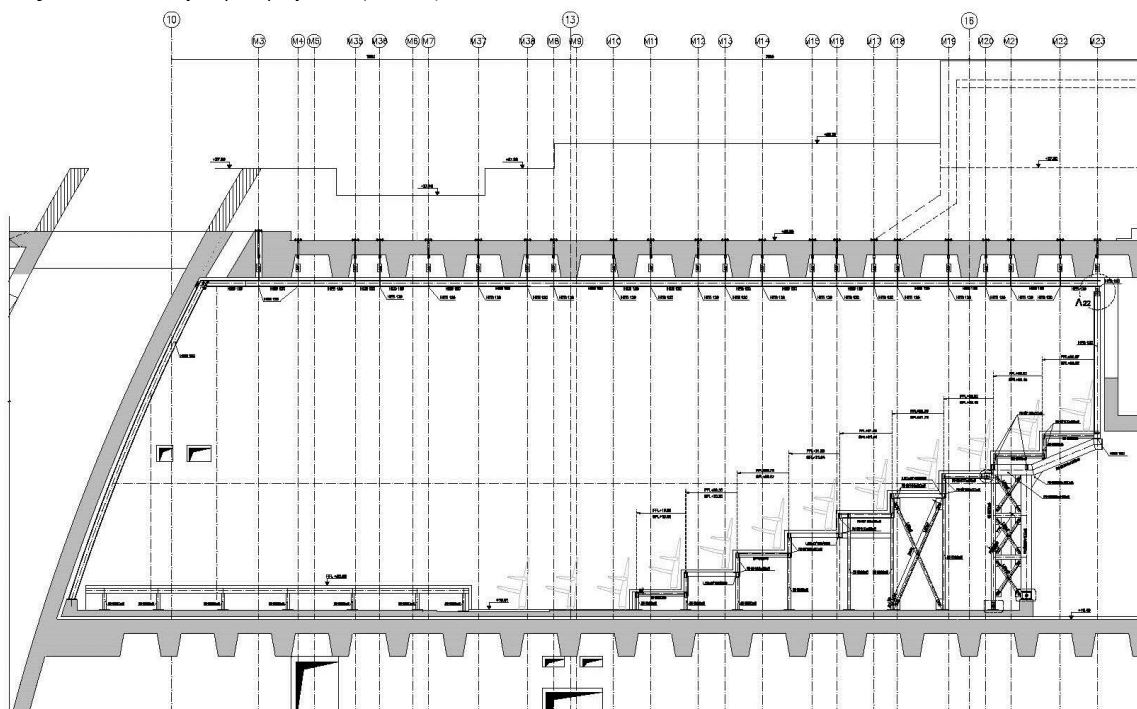
μέσω σύνθεσης καμπύλων. Οι μέγιστες διαστάσεις κατόψεως είναι: για την βάση 21mx12m και για την οροφή 18mx11m (Εικ.1,2,3)



Εικ.1 Αίθουσα διπλού κελύφους

Ο φορέας της αίθουσας αποτελείται από μία πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος (βάση αίθουσας) η οποία εδράζεται σε ελατήρια και την μεταλλική ανωδομή η οποία εδράζεται στην προαναφερόμενη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος και αναρτάται και από την οροφή.

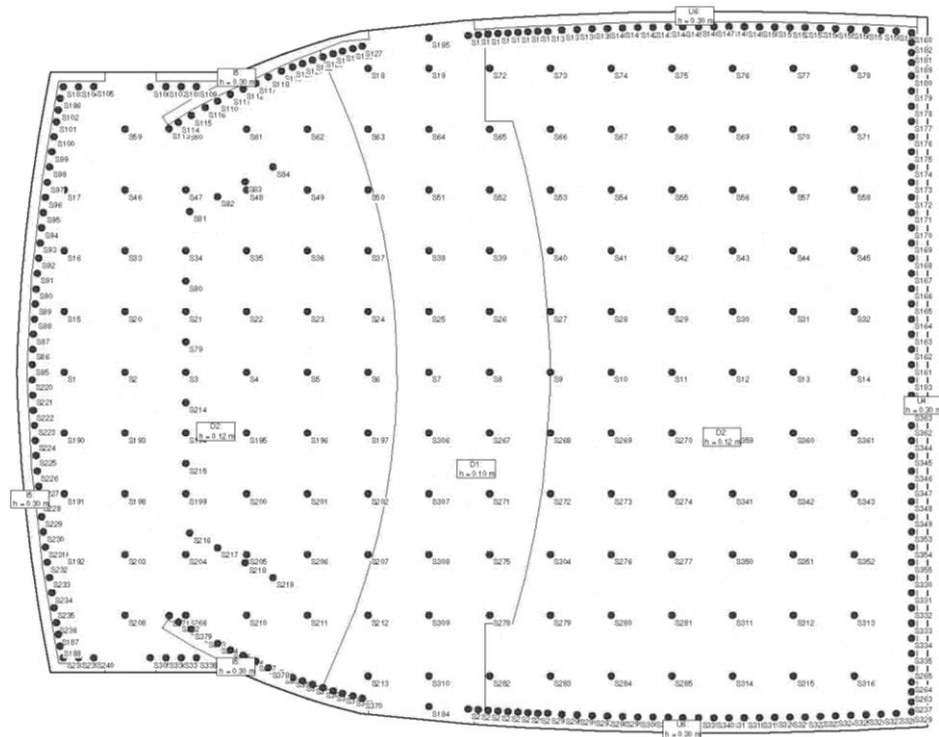
Οι ιδιότητες των ελατηρίων, για την βάση, προέκυψαν από τις ηχοακουστικές απαιτήσεις του χώρου. Η θέση και ο τύπος για κάθε ένα απ' αυτά ορίστηκε από τη φέρουσα ικανότητα τους σε κατακόρυφο φορτίο (Εικ.4).



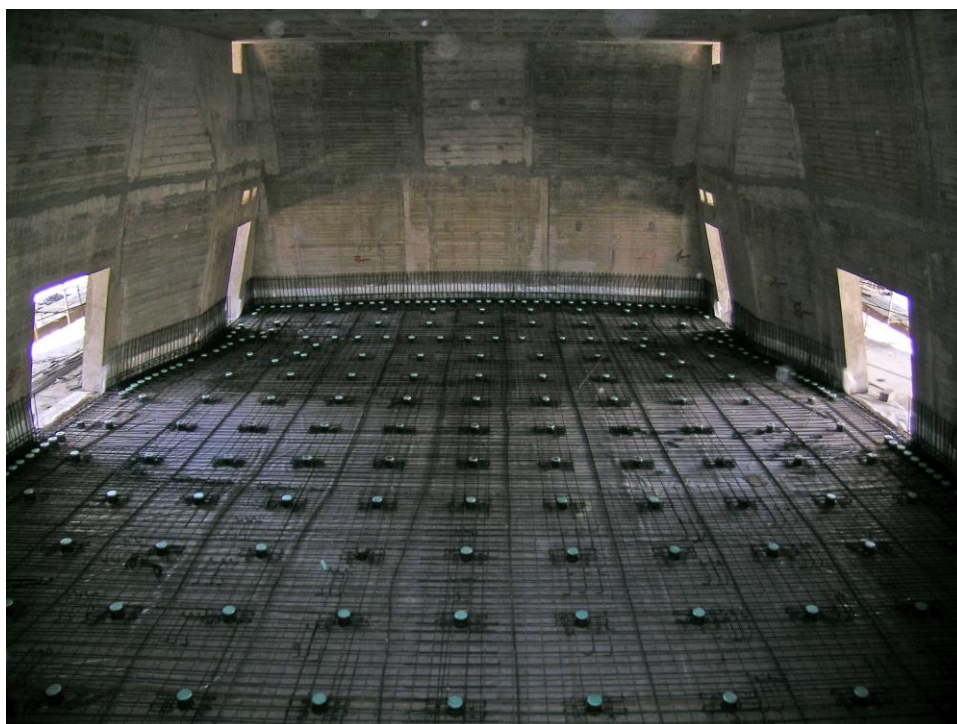
Εικ.2 Διαμήκης Τομή

Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε ένα προσομοίωμα από επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία, το οποίο εδράζεται σε γραμμικά ελατήρια (Εικ.4). Στο προσομοίωμα αυτό δόθηκαν κάποιες αρχικές τιμές για τα γραμμικά ελατήρια στήριξης και μετά από επαναληπτική διαδικασία σε συνεργασία με τον κατασκευαστή των ελατηρίων

Η απόσταση της βάσης αυτής, από την πλάκα του κύριως φέροντος οργανισμού του κτιρίου στη φάση λειτουργίας χωρίς κινητό φορτίο είναι 5cm, ενώ με την παρουσία κινητού φορτίου 5kN/m² σε όλη την κάτοψη η απόσταση αυτή μειώνεται στα 3cm. Σε τμήμα της πλάκας αυτής εδράζεται και ο μεταλλικός φορέας των καθισμάτων. Το πάχος της πλάκας είναι 12cm εκτός από τον διάδρομο επικοινωνίας των θυρών εισόδου στην αίθουσα όπου είναι 10 cm.

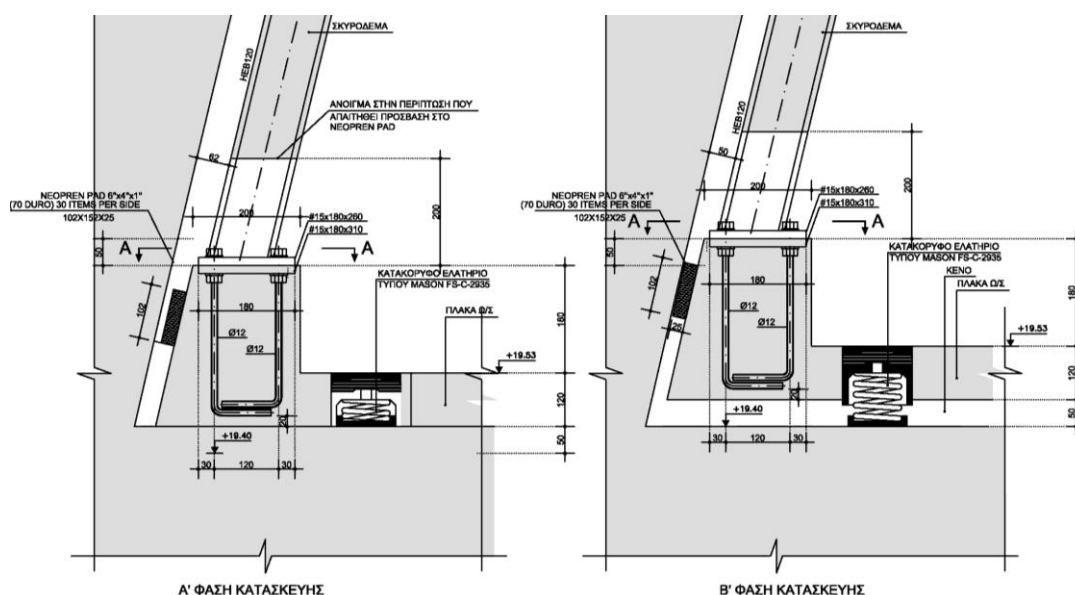


Εικ.4 Προσομοίωμα επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων βάσης



Εικ.5 Βάση με ελατήρια πριν τη σκυροδέτηση

Η πλάκα, αρχικώς, σκυροδετήθηκε σε επαφή με την πλάκα του κυρίως φέροντος οργανισμού του κτιρίου (για αποφυγή συνάφειας μεταξύ τους παρεμβλήθηκε επιφάνεια ελαστικής μεμβράνης). Τα ελατήρια στήριξης στο στάδιο αυτό ήταν συσπειρωμένα (Εικ.5).



Εικ.6 Φάσεις κατασκευής πλάκας βάσης

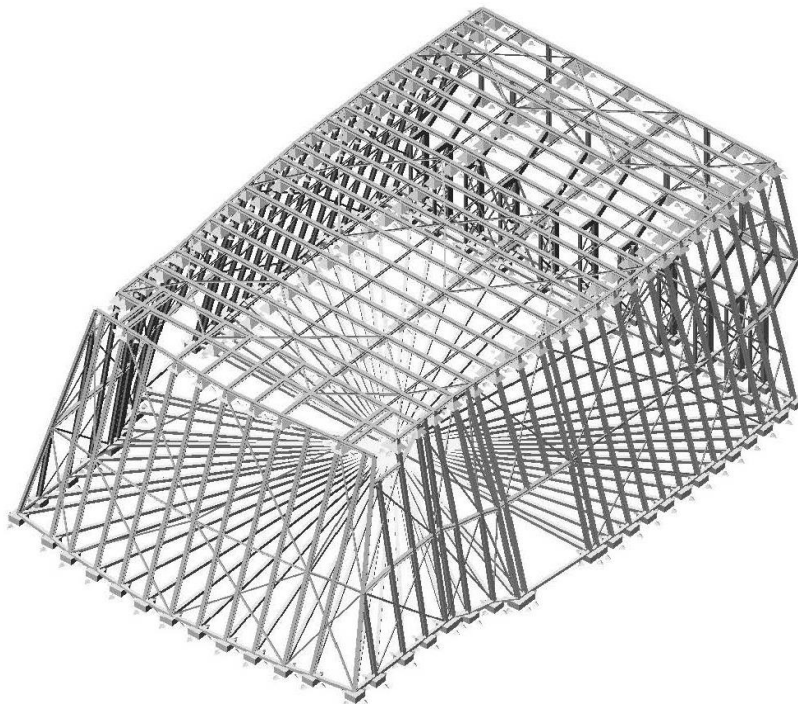
Στο τελικό στάδιο και μετά την ολοκλήρωση των δομικών στοιχείων (δάπεδο-τοίχοι-οροφή) η βάση υπερυψώθηκε κατά 5cm μέσω της σταδιακής απελευθέρωσης των ελατηρίων (Εικ.6). Επειδή τα ελατήρια μπορούν να παραλάβουν μόνο κατακόρυφα φορτία, η οριζόντια ευστάθεια της βάσης για σεισμικά φορτία εξασφαλίστηκε μέσω

στήριξης της στα κατακόρυφα περιμετρικά τοιχώματα του κυρίως φέροντος οργανισμού. Στο τμήμα όπου δεν υπήρχαν τοιχώματα, η στήριξη έγινε στην πλάκα έδρασης με μεταλλικές διατομές γωνιακών. Και στις δύο περιπτώσεις υπήρχαν ελαστομερή παρεμβλήματα για αποφυγή ηχητικής ζεύξης.

Η μεταλλική ανωδομή επί της οποίας στηρίζονται όλες οι αρχιτεκτονικές επενδύσεις και τα μηχανολογικά στοιχεία της αίθουσας αποτελείται από πλαίσια τοποθετημένα ανά 1,00m με υποστυλώματα καμπύλης μορφής διατομής HEB120 και δοκούς επίσης HEB120. Μεταξύ των μεταλλικών στοιχείων (υποστυλώματα και δοκοί) τοποθετείται πλέγμα οπλισμού Φ10/10, νευρομετάλλ και εκτοξεύεται σκυρόδεμα ποιότητας τουλάχιστον C20/25 για λόγους ηχοαπορόφησης.

Λόγω αρχιτεκτονικών απαιτήσεων το μέγιστο πάχος δομικού στοιχείου όφειλε να είναι μέχρι 120mm, για το λόγο αυτό και επειδή το άνοιγμα της οροφής είναι 11,00m το μέγιστο, αποφασίστηκε η ανάρτηση των δοκών από την υπερκείμενη πλάκα μέσω ελατηρίων (Εικ.8,9).

Η επιλογή των ελατηρίων έγινε με την ίδια λογική όπως και στη βάση. Ο τύπος όμως για κάθε ένα απ' αυτά διαφέρει από αυτών της βάσης. Το μαθηματικό προσομοίωμα που επιλέχθηκε για την ανωδομή απεικονίζεται στη (Εικ.7). Το προσομοίωμα αυτό είναι ανεξάρτητο από αυτό των επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων και αποτελείται από γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία δοκού. Η ενδιάμεση πλήρωση των μεταλλικών στοιχείων προσομοιώθηκε με αμφιαρθρωτά μέλη διατομής αντίστοιχης με τον οπλισμό μίας ζώνης με διατομή 120x120mm.



Εικ.7 Προσομοίωμα ανωδομής μεταλλικών μελών

Η σύνδεση των υποστυλωμάτων με την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος της βάσης είναι άκαμπτη με αποτέλεσμα τα υποστυλώματα να ακολουθούν την μετακίνηση της βάσης. Έτσι στο προσομοίωμα της ανωδομής η κατακόρυφη στήριξη των υποστυλωμάτων υλοποιείται μέσω γραμμικών ελατηρίων η τιμή των οποίων υπολογίζεται από το προσομοίωμα επιφανειακών στοιχείων της βάσης. Εξαιτίας της σύνδεσης αυτής η δοκός με το υποστύλωμα έχουν κατακόρυφη ελευθερία μεταξύ τους (κύλιση) (Εικ.10) και τούτο διότι το υποστύλωμα ακολουθεί το δάπεδο το οποίο όπως προαναφέρθηκε έχει δυνατότητα

μετακίνησης 2cm, λόγω κινητού φορτίου. Σε αντίθετη περίπτωση, μετακίνηση του δαπέδου θα συμπαρέσυρε την οροφή με αποτέλεσμα την αλλοίωση των χαρακτηριστικών για τα ελατήρια της οροφής, λόγω προέντασης τους. Οι δοκοί του προσομοιώματος της ανωδομής αναρτώνται από την υπερκείμενη πλάκα με ελατήρια τα οποία επιλέχθηκαν σε συνεργασία με την εταιρεία προμήθειας των ελατηρίων. Η διαδικασία επιλογής είναι η επαναληπτική η οποία αναφέρθηκε και στην επίλυση της πλάκα έδρασης της αίθουσας.



Εικ.8 Ανάρτηση δοκών οροφής

Οι δύο επιλύσεις (επιφανειακά πεπερασμένα βάσης και γραμμικά πεπερασμένα ανωδομής) γίνονται συνδυαστικά και επηρεάζει η μία επίλυση την άλλη. Όπως και στη βάση τα ελατήρια μπορούν να παραλάβουν κατακόρυφο φορτίο. Η οριζόντια ευστάθεια της οροφής για σεισμικά φορτία, εξασφαλίστηκε μέσω στήριξης της στα κατακόρυφα περιμετρικά τοιχώματα του κυρίου φορέα. Στο τμήμα όπου δεν υπήρχαν τοιχώματα η στήριξη έγινε στην υπερκείμενη πλάκα, με μεταλλικές διατομές γωνιακών. Και στις δύο περιπτώσεις υπήρχαν ελαστομερή παρεμβλήματα για αποφυγή ηχητικής ζεύξης.



Εικ.9 Λεπτομέρεια ελατηρίου ανάρτησης δοκών οροφής

Το διάκενο μεταξύ των δύο κελύφων συμπληρώνεται με ηχομονωτικά υλικά.



Εικ.10 Λεπτομέρεια σύνδεσης δοκών οροφής-υποστυλωμάτων

DESIGN OF DOUBLE SHELL STRUCTURE FOR THE ONASSIS HOUSE OF LETTERS AND FINE ARTS BUILDING

Kostikas Christos

Civil Engineer AUTH

OMETE SA

Athens, Greece

e-mail : ckostikas@omete.gr

Dionysios Koumouras

Civil Engineer AUTH

OMETE SA

Athens, Greece

e-mail : dkoumouras@omete.gr

SUMMARY

The objective of the presentation is the design for the double shell structure (Performance Hall 2) for the Onassis Cultural Center. In order to fulfill the sound isolation demands the decision was to build a box in a box. The external construction is the main structure for supporting the building. The internal construction included is the structure that creates Performance Hall 2. The basic elements are a concrete slab supported on spring elements. Above the concrete slab stands the steel structure filled with reinforced shotcrete. This structure is partially hanged from the main building's concrete slab. The internal construction has a distance of min 3cm from the external shell. The two structures are limited to have any point of contact without the presence of sound isolated material. Due to architectural demands the maximum thickness of structural elements is 120mm.