

# Στατική & Αντισεισμική αναβάθμιση κτιρίου θεάτρων Παλλάς – Αλίκη στην Αθήνα

Γ. Γρ. Πενέλης  
Καθηγητής, Τομέας Κατασκευών Α.Π.Θ.

Γρ. Γ. Πενέλης  
Πολιτ. Μηχανικός Α.Π.Θ, Msc, Dic, υπ. Διδάκτωρ

Κ.Π. Πασχαλίδης  
Πολιτ. Μηχανικός Α.Π.Θ., υπ. Διδάκτωρ

Χ. Δρακόπουλος  
Πολιτ. Μηχανικός Α.Π.Θ. Msc Ε.Μ.Π.

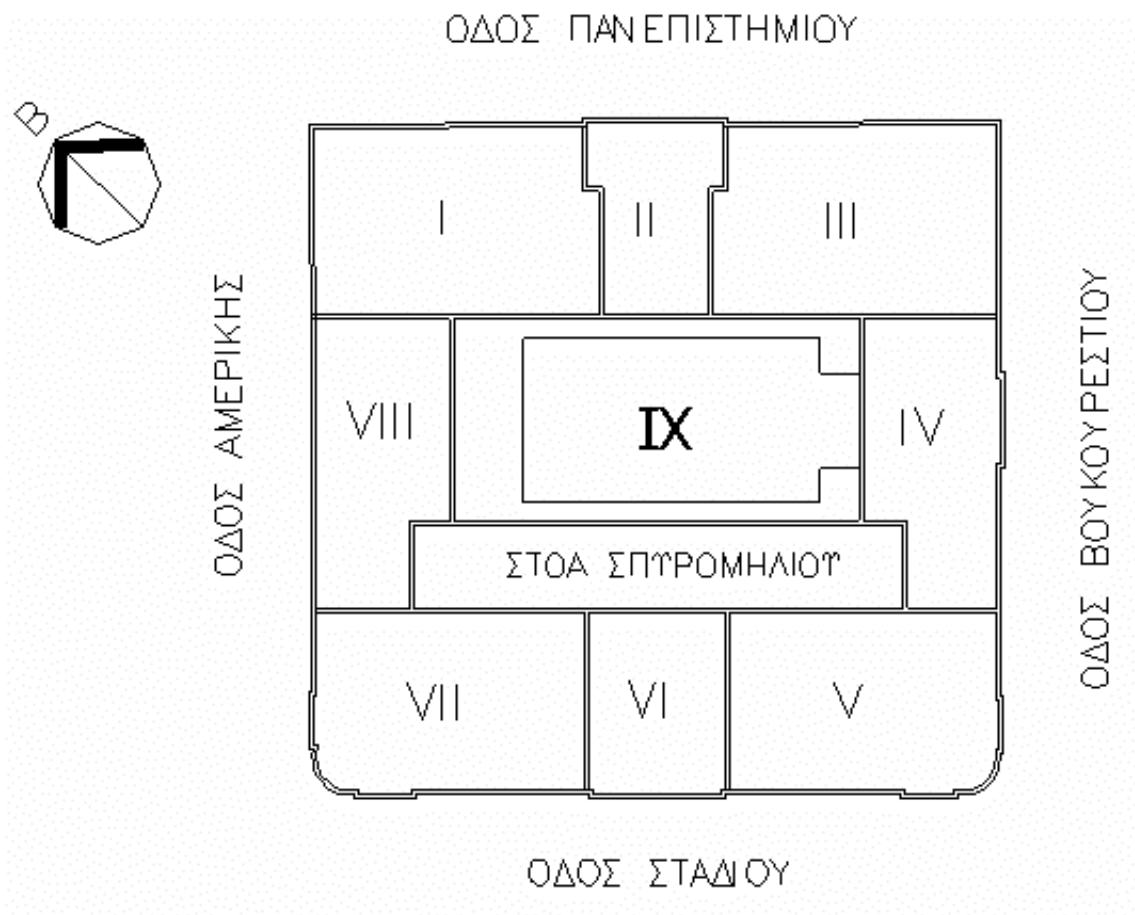
*Λέξεις κλειδιά:* Αντισεισμική ενίσχυση, στατική αποκατάσταση, αντισεισμική αναβάθμιση.

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Στόχος της παρούσας ανακοίνωσης είναι η παρουσίαση της διαδικασίας που ακολουθήθηκε κατά την στατική και αντισεισμική αναβάθμιση του κτιρίου των θεάτρων Παλλάς – Αλίκη στην Αθήνα προκειμένου αυτό αφ' ενός να ανταποκρίνεται στις λειτουργικές απαιτήσεις ενός σύγχρονου πολυθεατρικού συγκροτήματος και αφ' ετέρου να καλύπτει τις απαιτήσεις των σύγχρονων Κανονισμών Ο/Σ Χάλυβα και Αντισεισμικών Κατασκευών. Με δεδομένο ότι πρόκειται για διατηρητέο κτίριο στο ιστορικό κέντρο της Αθήνας, κρίσιμη παράμετρο στις επιμέρους επιλογές αποτέλεσαν επίσης οι απαιτήσεις διατήρησης όπως αυτές υπαγορεύθηκαν από το Υ.Π.ΠΟ.

## 1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Το κτίριο των θεάτρων Παλλάς – Αλίκη αποτελεί τμήμα του συγκροτήματος του Μεγάρου του Μετοχικού Ταμείου Στρατού στο κέντρο των Αθηνών (Σταδίου – Παν/μίου), το οποίο αποτελεί ένα οικοδομικό τετράγωνο εμβαδού 10.000Μ<sup>2</sup> με κτισμένη συνολική επιφάνεια 80.000Μ<sup>2</sup> περίπου. (Εικόνα 1). Το κτίριο των θεάτρων βρίσκεται στο κέντρο του οικοδομικού συγκροτήματος ως ανεξάρτητη στατική μονάδα που εξυπηρετείται όμως σε ορισμένες του λειτουργίες (Είσοδοι – φουαγιέ) και από άλλες παράπλευρες οικοδομικές μονάδες του συγκροτήματος.

Το κτίριο κτίσθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1930 με φέροντα οργανισμό από Ο/Σ και δικλινή μεταλλική στέγη που κάλυπτε την αίθουσα του θεάτρου. Περιελάμβανε μία αίθουσα κινηματοθεάτρου (ΠΑΛΛΑΣ) 1.500 θέσεων, κάτω από αυτήν μια αίθουσα καμπαρέ (Καμπαρέ «MAXIM») και μια σειρά καταστημάτων με όψη προς την Στοά Σπυρομήλιου (Εικόνα 2) και τέλος κάτω από την αίθουσα του Καμπαρέ τα Μηχανοστάσια (Εικόνα 3). Τόσο η αίθουσα του ΠΑΛΛΑΣ όσο και του MAXIM περιελάμβαναν εξώστη και θεωρεία. Το Παλλάς κάλυπτε όλες τις απαιτήσεις ενός σύγχρονου θεάτρου της εποχής του σε κλιματισμό (πλένουμ), υποσκήνιο, μικρό πύργο σκηνης, παρασκήνια, καμαρίνια (Εικόνα 4). Κατά την δεκαετία του 1960 ο φέρον οργανισμός υπέστη μια σημαντική επέμβαση κατά την οποία αφαιρέθηκαν δύο σειρές υποστυλωμάτων (5+5) από την αίθουσα του καμπαρέ MAXIM ώστε να δημιουργηθεί αίθουσα ελεύθερου ανοίγματος 15.70 για θέατρο 600 θέσεων, το θέατρο ΑΛΙΚΗ (Εικόνα 5). Έτσι το πάτωμα του ΠΑΛΛΑΣ κρατήθηκε με τη βοήθεια 5 νέων δίδυμων αμφιαρθρωτών πλαισίων από Ο/Σ με ελκυστήρες στην οροφή της τρίτης κύριας στάθμης, του μηχανοστασίου. Η επέμβαση αυτή έγινε από τον αείμνητο συνάδελφο καθηγητή Γ. Κορωναίο.



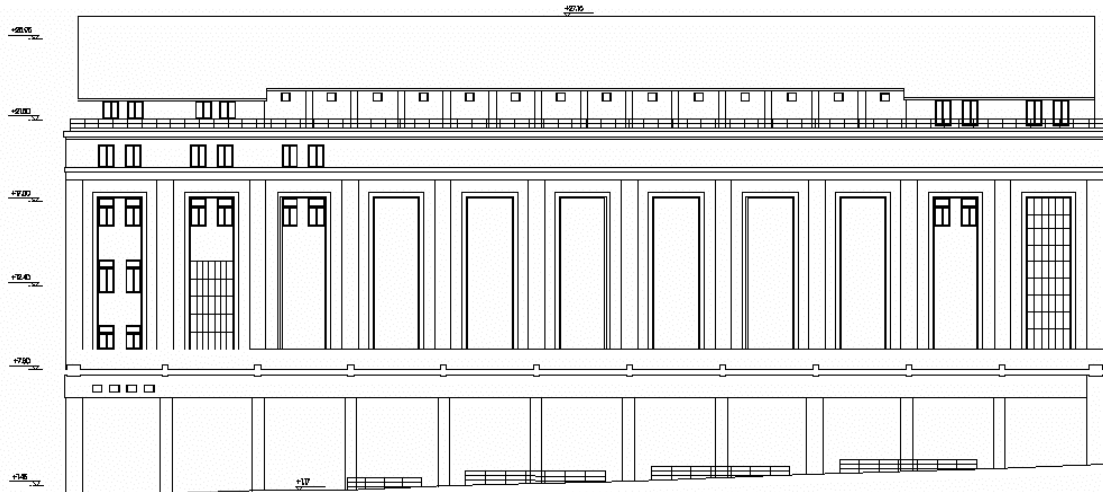
Εικόνα 1. Τοπογραφική διάταξη κινηματοθεάτρων.

Με την μορφή αυτή λειτούργησε το συγκρότημα μέχρι προσφάτως.

## 2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

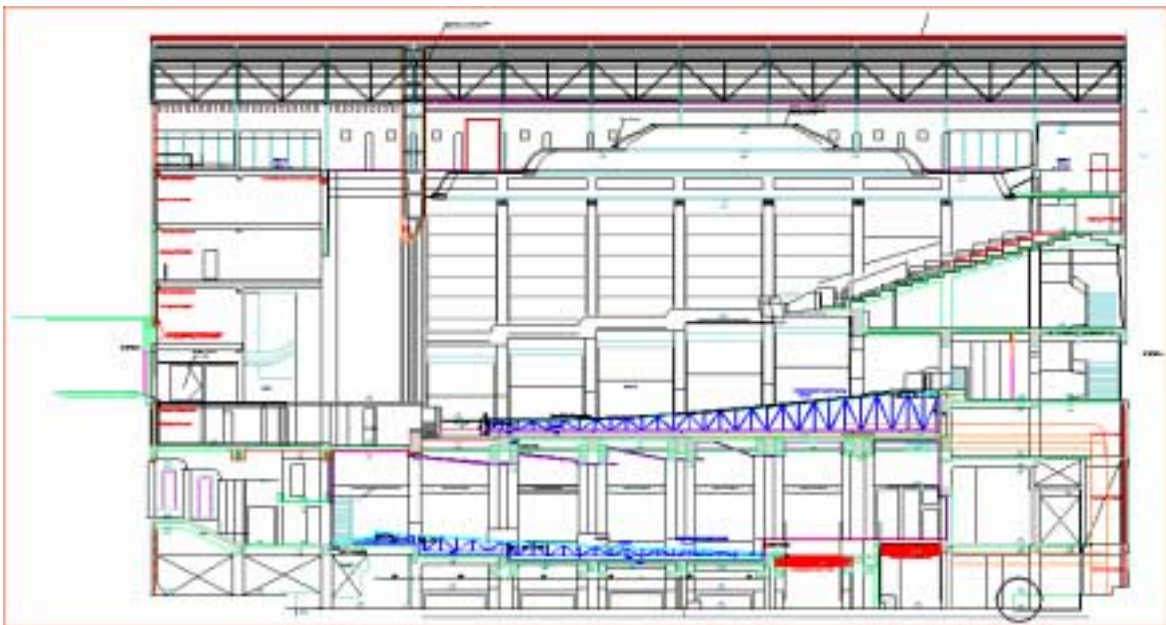
Πρόκειται για ένα κτίριο 55.09 x 28.15 x 32.0m που συντίθεται από τρεις βασικούς χώρους:

- Υπόγεια μηχανοστάσια: ύψος:  $\approx 3.00\text{m}$
- Θέατρο ΑΛΙΚΗ: ύψος:  $\approx 7.00\text{m}$
- Θέατρο ΠΑΛΛΑΣ: ύψος:  $\approx 19.00\text{m}$
- Στέγη: ύψος:  $\approx 3.00\text{m}$



Εικόνα 2. Όψη κινηματοθεάτρων από τη στοά Σπυρομήλιου

Μέχρι και την οροφή του ΑΛΙΚΗ ο φέρων οργανισμός (εξωτ. τοίχοι, στύλοι, δοκοί, πλάκες) συντίθεται από σκελετό Ο/Σ με πλήρη διαφράγματα στο ύψος των πατωμάτων. Από το πάτωμα του ΠΑΛΛΑΣ και άνω ο φέρων οργανισμός συντίθεται από δύο σειρές υποστυλωμάτων σε απόσταση 23.00m και δύο διαμήκεις εξωτερικούς τοίχους Ο/Σ με νευρώσεις υπό μορφή στύλων σε απόσταση 28.0m. Στις δύο κιονοστοιχίες οι οποίες συνδέονται με τους εξωτερικούς τοίχους με πλάκες στην στάθμη των θεωρείων και στην κεφαλή τους, δημιουργώντας έτσι δύο πλευρικά κλίτη κυκλοφορίας, εδράζεται η μεταλλική δικτυωτή στέγη από τη μία πλευρά με σταθερά έδρανα και από την άλλη κυλιόμενα. Τα δύο ανεξάρτητα μεταξύ τους κλίτη συνδέονται στο μέσο περίπου του ύψους τους στο ένα άκρο της αίθουσας με τον εξώστη ο οποίος καλύπτει το 30% περίπου της αίθουσας ενώ προς το άλλο άκρο τους με το εξοπλισμένο σκυροδέματος πλαίσιο της μπούκας σκηνης και τον παισιωτό τοίχο πέρατος του πύργου σκηνης.



Εικόνα 3. Κατά μήκος τομή

Το σκυρόδεμα κατασκευής του κτιρίου βρέθηκε με βάση εκτεταμένες δοκιμές B160 ÷ B225 (C12/15)

Ο χάλυβας όπλισης ήταν κατηγορίας STI (S220), ο δε χάλυβας της μεταλλικής στέγης ήταν ST37

Τέλος ο χάλυβας της μεταλλικής στέγης ήταν

ST 37

Οι τοιχοποιίες πλήρωσης είχαν γίνει με τσιμεντότουβλα συμπαγή.

Η γεωμετρική αποτύπωση του φέροντος οργανισμού του κτιρίου έγινε με τις συμβατικές διαδικασίες αφού αφαιρέθηκαν οι πάσης φύσεως επενδύσεις και διασταυρώθηκε με όσα σχέδια αρχείου υπήρχαν στο Μ.Τ.Σ. Οι οπλισμοί των φερόντων στοιχείων προσδιορίστηκαν με τρεις διαδικασίες και διασταυρώθηκαν όπου αυτό ήταν εφικτό και έτσι και βαθμονομήθηκαν.

- Με επί τόπου αποκαλύψεις
- Με σχέδια και πίνακες οπλισμών αρχείου
- Με ανάδρομη ανάλυση του κτιρίου με βάση το DIN 1045/25.

Από την διασταύρωση των παραπάνω στοιχείων προέκυψε ότι ο οπλισμός των φερόντων στοιχείων στις θέσεις όπου υφίσταντο στοιχεία αρχείου βρέθηκε επί τόπου όπως προβλέπονταν στην αρχική μελέτη με ελάχιστες εξαιρέσεις, όπου είχαν γίνει τοπικές αλλαγές. Το ίδιο ίσχυσε και για τις διατομές της μεταλλικής δικτυωτής στέγης.

### 3 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

Με βάση την λεπτομερή αποτύπωση του φέροντος οργανισμού προέκυψαν τα εξής:



Εικόνα 4. Εσωτερική όψη ΠΑΛΛΑΣ πριν από την επέμβαση.

(α) Το κτίριο δεν παρουσιάζει ρηγματώσεις συγκεκριμένης κλίσης που να υποδηλώνουν διαφορικές καθιζήσεις γεγονός άλλωστε αναμενόμενο δοθέντος ότι είναι θεμελιωμένο επί του Αθηναϊκού σχιστόλιθου.

(β) Από τους σεισμούς του 1981 και του 1999 παρουσίασε τις εξής βλάβες:

- Ρηγματώσεις οριζόντιες και κατακόρυφες στον πίσω τοίχο σκηνής ο οποίος είναι διαστάσεων 12,50 x 12,5m χτισμένος από πλινθοδομή εντός πλέγματος δοκών – στύλων μικρής εγκάρσιας δυσκαμψίας. Έτσι ο τοίχος αυτός λειτούργησε ως πλάκα για τα φορτία σεισμού εκτός επιπέδου και ρηγματώθηκε ή τοπικώς αποδιοργανώθηκε.

- Χιαστί μικρορηγματώσεις σε πλινθοδομές εγκάρσια δομημένες στο χώρο των παρασκηνίων, όπου οι δύο πτέρυγες ταλαντώθηκαν ανεξάρτητα η μία από την άλλη λόγω χαλαρής εγκάρσιας σύνδεσης στο χώρο του ΠΑΛΛΑΣ του όλου κτιρίου.



Εικόνα 5. Εσωτερική όψη ΑΛΙΚΗ πριν από την επέμβαση.

Κατά τα λοιπά το κτίριο συμπεριφέρθηκε πολύ καλά χωρίς εμφανείς βλάβες στον φέροντα οργανισμό.

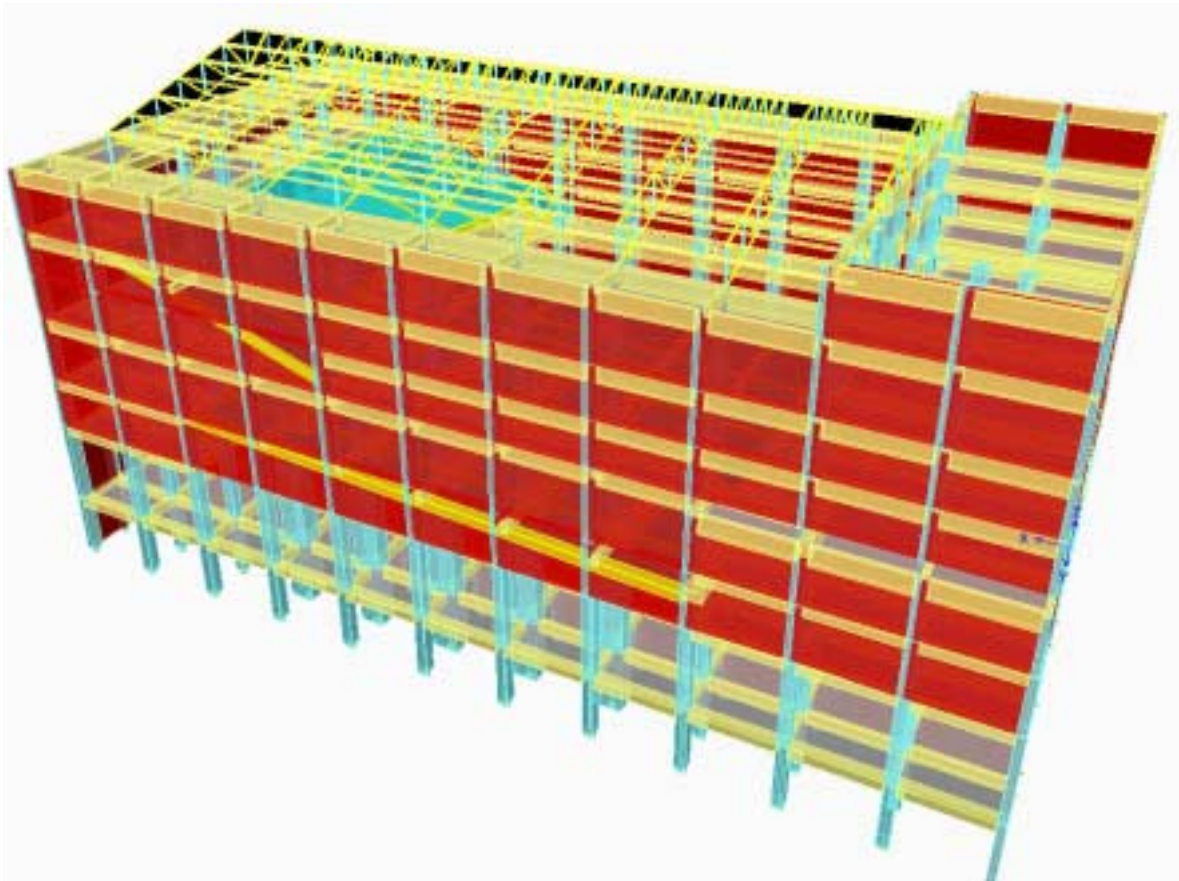
(γ) Από πλευράς γήρανσης το κτίριο παρουσίασε εκτεταμένες ρηγματώσεις και αποφλοιώσεις του σκυροδέματος ιδιαίτερα στους υπόγειους χώρους του μηχανοστασίου, λόγω οξειδωσης των οπλισμών (υψηλός βαθμός ενανθράκωσης).

(δ) Η μεταλλική στέγη του κτιρίου ήταν, παρά την πλημμελή συντήρησή της, σε πολύ καλή κατάσταση χωρίς εκτεταμένες οξειδώσεις.

#### 4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Με βάση τα στοιχεία αποτύπωσης και διερεύνησης ποιότητας υλικών έγινε ανάλυση και διαστασιολόγηση του υφιστάμενου φορέα για τα μέχρι τότε φορτία λειτουργίας του κτιρίου με βάση τους ισχύοντες σήμερα Κανονισμούς ΕΚΩΣ 2000, ΕΑΚ 2000/2003 και ΕC3 για σεισμική καταπόνηση την προβλεπόμενη από τον ΕΑΚ 2000/2003 και συντελεστή συμπεριφοράς  $q = 2.0$  (Εικόνα 6).

Η ανάλυση έγινε με την παραδοχή της πραγματικής δυσταίνιας για όλα τα οριζόντια στοιχεία άνω του πατώματος του ΠΑΛΛΑΣ ώστε να συνεκτιμηθεί στην ανάλυση η δυνατότητα ανεξάρτητης ταλάντωσης των δύο διαμήκων κλιτών. Δηλαδή δεν εισήχθησαν στα επίπεδα αυτά διαφράγματα αλλά όλα τα οριζόντια στοιχεία προσομοιώθηκαν με πεπερασμένα στοιχεία δεδομένης δυσταίνιας.



Εικόνα 6. Στατικό μοντέλο ανάλυσης υφισταμένου.

Η ανάλυση έγινε με την φασματική ελαστική δυναμική ανάλυση. Από την ανάλυση και τη διαστασιολόγηση προέκυψαν τα εξής στοιχεία:

- Θεμελιώδης ιδιοπερίοδο  $T_0 = 0,501\text{sec}$ .

- Η συμπεριφορά του Φέροντος Οργανισμού από Ο/Σ ήταν ικανοποιητική με μικρές υπερβάσεις.
- Η μεταλλική στέγη όπως είχε σχεδιασθεί και κατασκευασθεί για τα φορτία που έφερε (επικάλυψη με λαμαρίνα κυματοειδή + ψευδοροφή) παρουσίαζε εξάντληση φέρουσας ικανότητας στο επίπεδο του 90%.
- Η δυναμική καταπόνηση του πίσω τοίχου σκηνής εκτός επιπέδου (λειτουργία πλάκας) έδωσε μεγάλες αναπτυσσόμενες τάσεις ελκυσμού της τάξεως των  $300 \div 400 \text{KN} / \text{M}^2$  ( $3 \div 4 \text{kg} / \text{cm}^2$ ) τιμή η οποία πλήρως δικαιολογεί τις βλάβες του σεισμού του 1999.

Με βάση τα παραπάνω θα ήταν δυνατή η σεισμική αναβάθμιση του κτιρίου με πολύ μικρής κλίμακας επεμβάσεις. Όμως οι νέες λειτουργικές απαιτήσεις του έργου κατέστησαν κάτι τέτοιο ανέφικτο.

## 5 ΝΕΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

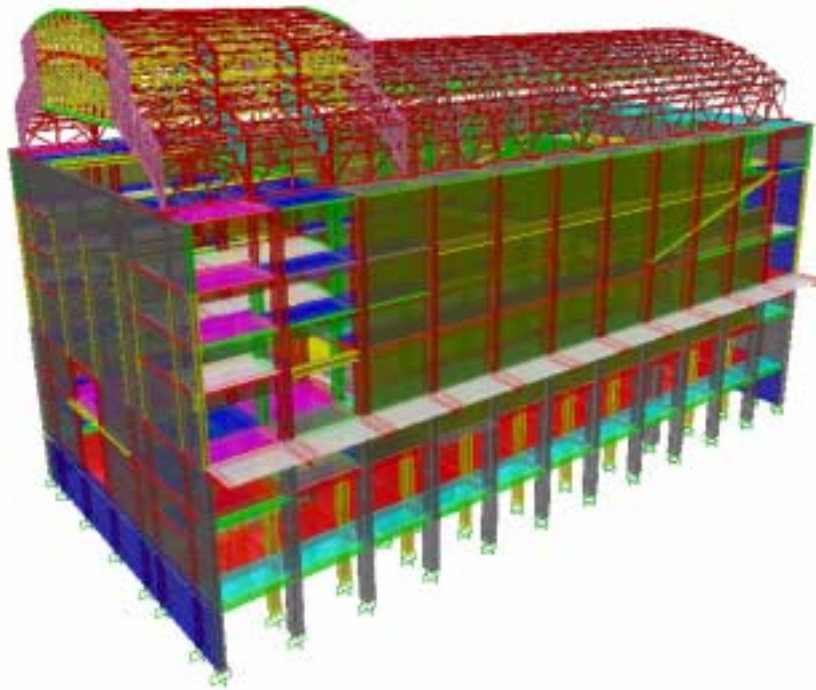
Προκειμένου το συγκρότημα να ανταποκριθεί στις σύγχρονες λειτουργικές απαιτήσεις θεάτρων κατέστη αναγκαίο να γίνουν μια σειρά από ριζικές μεταβολές χωρίς όμως να μεταβάλλεται η όλη δομή λειτουργίας και η εξωτερική όψη του κτιρίου από την πλευρά της στοάς Σπυρομήλιου. Οι μεταβολές αυτές ήταν οι εξής:

- Αύξηση του βάθους σκηνής κατά 5.10m εις βάρος της πλατείας.
- Αύξηση των διαστάσεων της μπούκας σκηνής
- Κατασκευή *praenum* στην πλατεία ΠΑΛΛΑΣ με άλλη κλίση από την αρχική ( λόγω ορατότητας)
- Ηχητική προστασία τόσο εξωτερική όσο και μεταξύ των δύο αιθουσών με διπλά κολυμβητά σε *silomere* κελύφη
- Δημιουργία σύγχρονου συστήματος κλιματισμού
- Ανάρτηση από τη στέγη κλιματισμού, ηχοπαγίδων, γεφυρών φωτισμού, μονωμένης ψευδοροφής.
- Ανάρτηση από τη στέγη στην περιοχή της σκηνής ανυψωτικών εγκαταστάσεων συνολικού φορτίου 1100 KN (110TONNOI) για τις σκηνικές ανάγκες.
- Δημιουργία πύργου σκηνής κατάλληλου για την υποδοχή σκηνικών όπερας.
- Επέκταση των κλιμακοστασίων προς τα υπόγεια για τη δημιουργία οδών διαφυγής (πυροπροστασία)
- Νέοι ανελκυστήρες
- Υαλοπετάσματα εισόδου

## 6 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

Οι παραπάνω νέες λειτουργικές απαιτήσεις οδήγησαν στις παρακάτω επεμβάσεις στον φέροντα οργανισμό (Εικόνα 7).

- Καθαίρεση και ανακατασκευή της μεταλλικής στέγης με μορφή που να επιτρέπει μεγαλύτερη μπουκά σκηνής και δημιουργία πύργου σκηνής.
- Καθαιρέσεις στον υφιστάμενο φέροντα οργανισμό
- Νέες κατασκευές Ο/Σ συμπλήρωσης
- Ενίσχυση των περιμετρικών τοιχείων και τοιχοποιιών με μανδύες εκτοξευόμενου σκυροδέματος κατάλληλα οπλισμένων πάχους  $7 \div 10$ εκ.
- Μανδύες εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε δοκούς και στύλους που απαιτήσαν ενίσχυση.
- Ενισχύσεις με FRP'S σε πλάκες και δοκούς που απαιτήσαν ενίσχυση
- Ενισχύσεις με FRP'S σε πλάκες και δοκούς που απαιτήσαν μικρής κλίμακας ενίσχυση.
- Ενίσχυση στη θεμελίωση



Εικόνα 7. Στατικό μοντέλο ανάλυσης αναβαθμισμένου.



## 7 ΑΝΑΛΥΣΗ – ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

### 7.1. Υλικά επεμβάσεων

Τα επιλεγέντα υλικά επεμβάσεων είναι τα εξής:

- Νέες κατασκευές Ο/Σ χυτές επί τόπου ή μανδύες Ο/Σ Guniting: C20/25, S500s
- FRP'S: Ανθρακουφάσματα, Ανθρακοελάσματα
- Χάλυβας μορφής: FE 360 (UST 37-2)

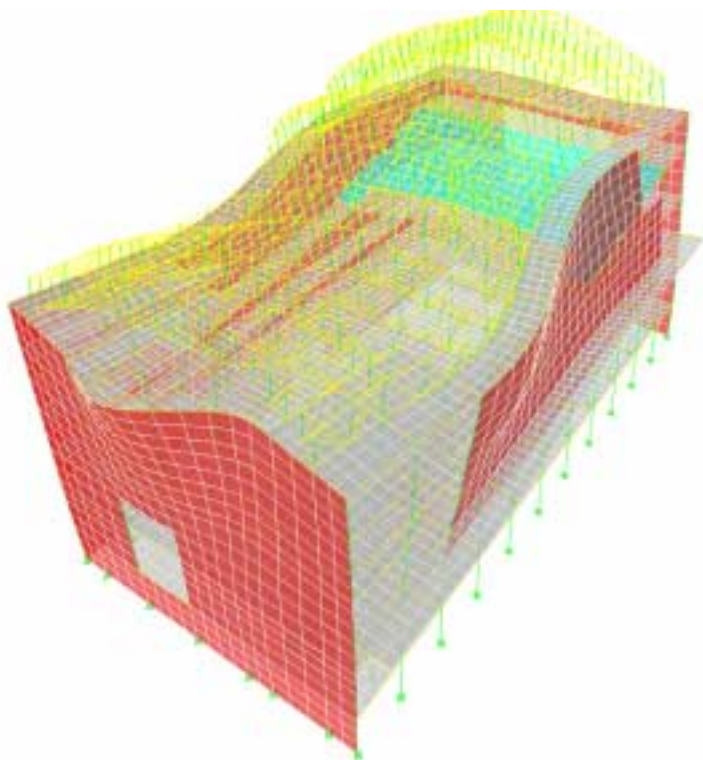
### 7.2. Φορτία

Το όλο έργο αναλύθηκε για τα ειδικά φορτία που απαιτούσαν οι σύγχρονες λειτουργίες. Από πλευράς σεισμικών φορτίων η ανάλυση έγινε για τα σεισμικά φορτία που επιβάλλει ο ΕΑΚ 2000/2003 και για συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς

$$q = 3.0$$

### 7.3. Διαδικασία ανάλυσης

Η ανάλυση του φορέα έγινε με τη ελαστική δυναμική φασματική μέθοδο (Εικόνα 7,8).



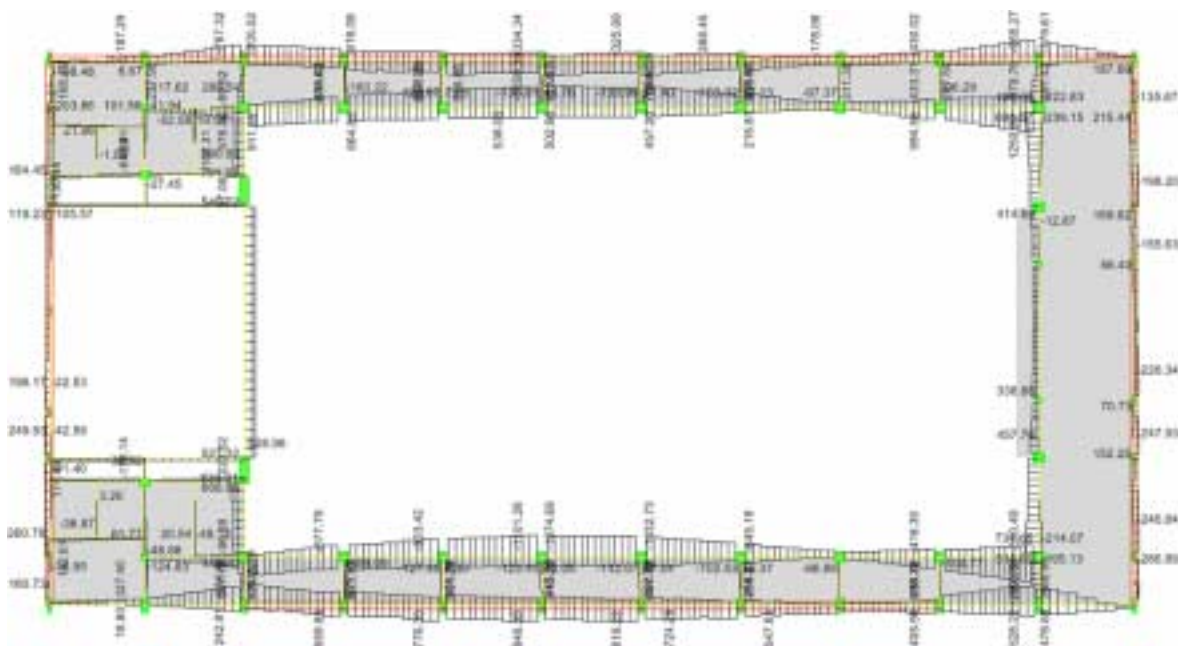
Εικόνα 8. 4η Ιδιομορφή αναβαθμισμένου

Σημειώνεται ότι όλες οι πλάκες από το πάτωμα της πλατείας του ΠΑΛΛΑΣ και άνω προσομοιώθηκαν με πεπερασμένα στοιχεία δεδομένης δυσταίνιας ώστε να καταστεί δυνατή η συνεκτίμηση της δυνατότητας ανεξάρτητης ταλάντωσης των δύο κλιτών (Εικόνα 9). Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά μοντέλα ανάλυσης.

- (α) Για τα μόνιμα φορτία η ανάλυση έγινε με την παραδοχή ότι η έδραση της στέγης είναι αρθρωτή από την μία πλευρά και από την άλλη σε κύλιση. Με δεδομένη την τοξωτή μορφή του δικτυωτού ζευκτού με την συγκεκριμένη παραδοχή οι προς τα έξω ωθήσεις που μεταφέρονται στην κεφαλή των στύλων για τα μόνιμα φορτία είναι μηδενικές.
- (β) Για τα ωφέλιμα φορτία που είναι μικρό ποσοστό των μονίμων η κυλιόμενη έδραση σταθεροποιείται με στόπερς και συνεπώς αναπτύσσονται ανεπιθύμητες μεν μικρές όμως ωθήσεις.
- (γ) Για την περίπτωση σεισμικής καταπόνησης η σταθεροποίηση της κινητής έδρασης με στόπερς διασφαλίζει την συνεργασία σε μεγάλο βαθμό των δύο κλιτών και οι οριζόντιες αδρανειακές δυνάμεις της στέγης μεταφέρονται αντισυμετρικά και στα δύο κλίτη με αποτέλεσμα τη δραστική μείωση της επιπόνησης αφού αυτή μοιράζεται στα δύο. Λειτουργεί δηλαδή η στέγη οιασδήποτε ως διάφραγμα.

#### 7.4. Αποτελέσματα ανάλυσης – διαστασιολόγησης

Από την ανάλυση – διαστασιολόγηση προέκυψαν οι εξής βασικές επεμβάσεις.



Εικόνα 9. Αξονικές καταπονήσεις λόγω σεισμού εξώστη αναβαθμισμένου

- (α) Ενίσχυση με διαμήκεις «ελκυστήρες» των πλακών των θεωρείων και των πλακών στέγης λόγω περιορισμένης διαφραγματικής λειτουργίας.

- (β) Ενίσχυση με ελκυστήρες εγκαρσίως του πλαισίου της παλαιάς μπούκας σκηνής.
- (γ) Ενίσχυση με οπλισμένες νευρώσεις οριζόντιες και κατακόρυφες του πίσω τοίχου σκηνής.
- (δ) Ενισχύσεις επί μέρους δομικών στοιχείων που λόγω νέων μεγάλων φορτίων χρειάστηκε να ενισχυθούν (π.χ. υποσκήνιο ΠΑΛΛΑΣ)

## 8 ΕΚΤΕΛΕΣΗ

Το έργο αφού έλαβε όλες τις κατά Νόμο άδειες άρχισε να εκτελείται και ήδη βρίσκεται εν τω περατούσθαι. Ο συνολικός προϋπολογισμός ανήλθε περίπου στα 30.000.000€ ενώ ο προϋπολογισμός για τις επεμβάσεις στον Φέροντα Οργανισμό έφθασε τα 4.500.000€. Σημειώνεται ότι το έργο παρουσίασε ιδιαίτερες δυσκολίες εκτέλεσης λόγω της ήδη ολοκλήρωσης των εργασιών στα λοιπά 8 κτίρια του οικ. τετραγώνου και μή ύπαρξης διαθέσιμων εργοταξιακών χώρων (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Φάση συναρμολόγησης νέας μεταλλικής Στέγης

## 9 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

- Κύριος του Έργου: Μ.Τ.Σ.
- Παραχωρησιούχος: PICAR ΑΕ
- Διοίκηση Έργου: ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ ΑΕΤΕ
- Αρχιτεκτονική Μελέτη: Κίζης & Συνεργάτες
- Στατική Μελέτη: Γ. & Γ. Πενέλης Σύμβουλοι Μηχανικοί
- Η/ Μ Μελέτη: Κ. Χανιώτης
- Ηχομονώσεις – Ακουστικές Μελέτες: Ψαρράς
- Μελέτη Σκηνής: ΒΒΗ
- Θεατρική Μελέτη: Γαβαλάς – Μουρίκης
- Εκτέλεση: ΤΕΡΝΑ ΑΕ

## 10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω προκύπτουν τα εξής:

- (i) Σε διατηρητέα κτίρια καλοσχεδιασμένα και δοκιμασμένα στο σεισμό είναι δυνατή η αντισεισμική αναβάθμιση με ήπιες επεμβάσεις εφ' όσον οι λειτουργικές τους απαιτήσεις δεν αυξηθούν.
- (ii) Όταν όμως οι λειτουργικές απαιτήσεις υποστούν δραστικές μεταβολές τότε οι μεγάλης κλίμακας επεμβάσεις στον φέροντα οργανισμό είναι αναπόδραστες.
- (iii) Κατά συνέπεια το κρίσιμο πρόβλημα που τίθεται κάθε φορά είναι η εξισορρόπηση ανάμεσα στις αρχές της διατήρησης από τη μια και στην βελτίωση των λειτουργικών δυνατοτήτων του έργου από την άλλη ώστε να καθιστάται ελκυστική η επένδυση συνεπώς δυνατή η αναβάθμιση του κτιρίου.
- (iv) Σε κτίρια αυτού του μεγέθους και της πολυπλοκότητας είναι απαραίτητη η συνεχής συνεργασία προσώπων πολλών ειδικοτήτων, γεγονός που καθιστά το πρόβλημα του συντονισμού τόσο κατά τη φάση της μελέτης όσο και κατά τη φάση της εκτέλεσης ιδιαίτερα δύσκολο.