

Αντισεισμική ενίσχυση του κτιρίου Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ.

I. Αβραμίδης

Εργαστήριο Στατικής και Δυναμικής των Κατασκευών, Τομέας Επιστήμης και Τεχνολογίας των Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή ΑΠΘ.

Περίληψη: Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται η λύση που επελέγη για την αντισεισμική ενίσχυση του κτιρίου Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ. Η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας έδειξε ότι το κτίριο απέχει σημαντικά από το να ικανοποιεί τις σύγχρονες αντισεισμικές απαιτήσεις. Για την ενίσχυσή του επελέγη εξωτερικός μεταλλικός φέρων οργανισμός με συνδέσμους τύπου Λ που εδράζεται σε δύσκαμπτα περιμετρικά τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος. Η σύνδεση του παλαιού με τον νέο φέροντα οργανισμό πραγματοποιείται μέσω μεταλλικών στοιχείων που βλητρώνονται στις πλάκες του υφιστάμενου κτιρίου. Ταυτόχρονα με την ενίσχυση πραγματοποιείται η προσθήκη ενός νέου ορόφου που διαμορφώνεται επίσης από μεταλλική κατασκευή. Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών, το ενισχυμένο κτίριο θα ικανοποιεί πλέον τις απαιτήσεις του σύγχρονου αντισεισμικού σχεδιασμού.

1. Εισαγωγή

Οι μεταλλικές κατασκευές χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια στο εξωτερικό για την υλοποίηση λύσεων αντισεισμικής ενίσχυσης υφιστάμενων κατασκευών. Στη χώρα μας, η χρήση των μεταλλικών κατασκευών για τον σκοπό αυτόν είναι σχετικά περιορισμένη. Στο παρόν άρθρο παρουσιάζεται η τελική λύση που υιοθετήθηκε για την ενίσχυση του κτιρίου του τμήματος των Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ. Το υφιστάμενο κτίριο κατασκευάστηκε από οπλισμένο σκυρόδεμα στις αρχές της δεκαετίας του 1970. Είναι πανταχόθεν ελεύθερο και περιλαμβάνει υπόγειο, ισόγειο και έξι ορόφους. Ο φέρων οργανισμός του αποτελείται από έξι παράλληλα δίστηλα πλαίσια, με προεντεταμένα ζυγώματα, που συνδέονται μεταξύ τους στις στάθμες των ορόφων μέσω δοκιδωτών πλακών. Ο υφιστάμενος φέρων οργανισμός είναι γενικώς ασθενής και οι αντισεισμικές αδυναμίες του επιτείνονται από το γεγονός ότι αποτελεί ένα αμιγώς πλαισιακό σύστημα.

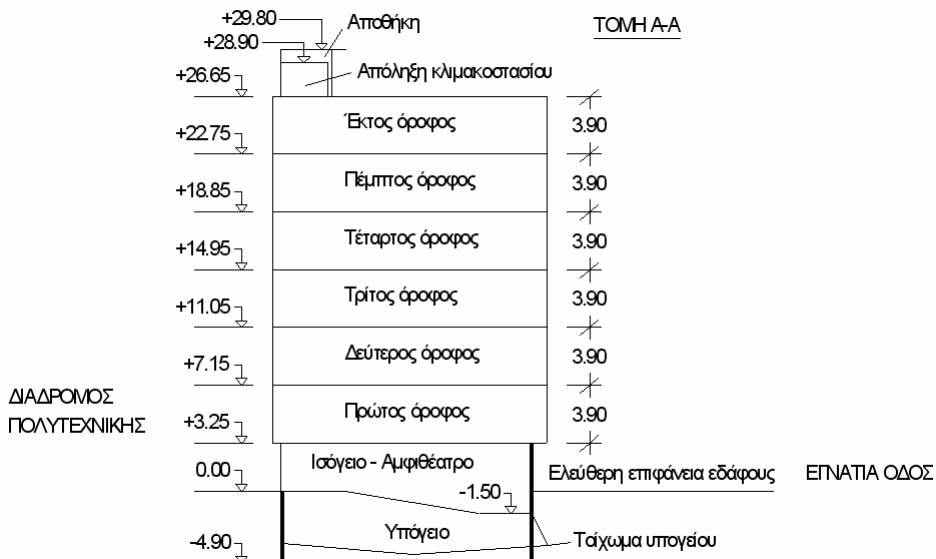
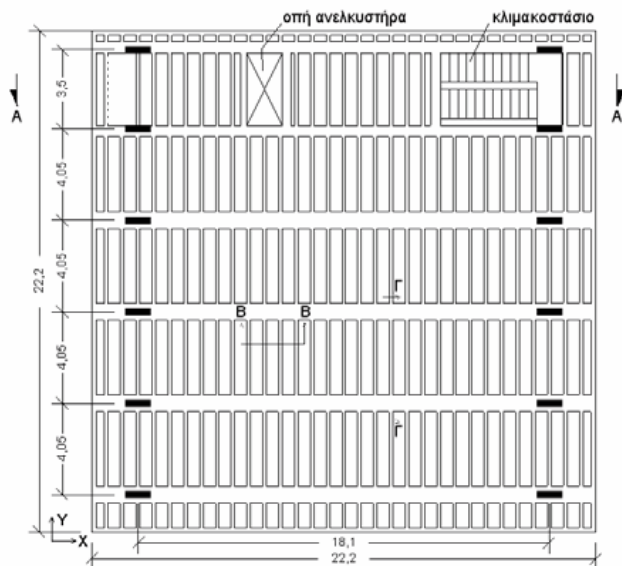
Η αναβάθμιση του κτιρίου προβλέπει εκτός από τη στατική ενίσχυση, την προσθήκη ενός ακόμη ορόφου, καθώς και κατασκευές ηλιοπροστασίας, εξωτερικό κλιμακοστάσιο και περιμετρικούς διαδρόμους για την εξυπηρέτηση των ανα-

γκών συντήρησης. Για τη στατική ενίσχυση εξετάστηκαν διάφορες στρατηγικές και μεθοδολογίες. Το σχήμα που τελικά επελέγη αποτελείται από μία εξωτερική μεταλλική κατασκευή με στύλους και δοκούς στις ίδιες στάθμες με εκείνες του υφιστάμενου κτιρίου. Τα οριζόντια σεισμικά φορτία παραλαμβάνονται κυρίως από συνδέσμους μορφής Λ που τοποθετούνται στα δύο άκρα κάθε μίας από τις τέσσερις πλευρές του κτιρίου. Ο μεταλλικός αυτός σκελετός εκτείνεται μέχρι την οροφή του νέου (προστιθέμενου) ορόφου, η οποία σχηματίζεται από ελαφρώς τοξοειδείς μεταλλικές δοκούς, ενισχυμένες με αναρτημένους από αυτές ελκυστήρες. Οι τοξοειδείς αυτές δοκοί της οροφής φέρουν πλάκα από ελαφρό σκυρόδεμα. Οι οριζόντιες δοκοί του μεταλλικού σκελετού ενίσχυσης που βρίσκονται στις στάθμες των υφισταμένων πλακών, συνδέονται με κατάλληλο τρόπο μέσω βλήτρων με τη δοκό που περιβάλλει περιμετρικά την πλάκα, έτσι ώστε οι όποιες μετακινήσεις της πλάκας λόγω σεισμού να παρεμποδίζονται από τον περιβάλλοντα αυτήν μεταλλικό σκελετό. Ο τελευταίος πακτώνεται σε δύσκαμπτα περιμετρικά τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος ενισχυμένα με αντηρίδες, τα οποία με τη σειρά τους εδράζονται επί μίας νέας ισχυρής περιμετρικής πεδילוδοκού θεμελίωσης.

2. Περιγραφή του υφιστάμενου κτιρίου

Το υφιστάμενο κτίριο (Σχήμα 1) έχει φέροντα οργανισμό από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα που μελετήθηκε και κατασκευάστηκε στο πρώτο μισό της δεκαετίας του 1970. Περιλαμβάνει υπόγειο, ισόγειο και έξι ορόφους. Το ισόγειο και τμήμα του υπογείου χώρου στεγάζουν το αμφιθέατρο του Τμήματος Τοπογράφων & Αγρονόμων Μηχανικών. Ο φέρον οργανισμός της ανωδομής αποτελείται από έξι πλαίσια καθαρού ανοίγματος 17 m, που είναι όλα διατεταγμένα κατά τη διεύθυνση X (παράλληλα προς την Εγνατία οδό), ενώ κατά την κάθετη προς αυτά διεύθυνση Y δεν υπάρχουν δοκοί. Η σύζευξη των πλαισίων εξασφαλίζεται μόνο μέσω των πλακών των ορόφων, οι οποίες είναι τύπου σάντουιτς (πλάκα 8cm κάτω και 12 cm άνω) με νευρώσεις κατά τον άξονα Y πάχους 15 cm που διατάσσονται ανά 70 cm. Τα κενά που υπάρχουν έχουν πληρωθεί με διογκωμένη πολυστερίνη. Οι στύλοι των πλαισίων έχουν διατομή 110/30 (με τη μεγάλη τους πλευρά διατεταγμένη κατά τον άξονα X). Τα ζυγώματα είναι προεντεταμένες δοκοί διατομής 50/50. Η πλάκα του αμφιθεάτρου εδράζεται σε σύστημα δοκών και εσωτερικών στύλων. Το υπόγειο καθώς και ο χώρος του αμφιθεάτρου (μέχρι τη στάθμη +0.00) περικλείονται από περιμετρικά τοιχώματα.

Από πυρηνοληψίες που έγιναν στη στάθμη του υπογείου διαπιστώθηκε ότι η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, $f_{c, cube}$, είναι της τάξης των 20 MPa, ενώ δεν επισημάνθηκε κίνδυνος ενανθράκωσης. Στη συνέχεια εκτελέστηκε εκτεταμένο πρόγραμμα κρουσιμετρήσεων (Σχήμα 2(α)) σε όλους τους ορόφους, που έδωσε

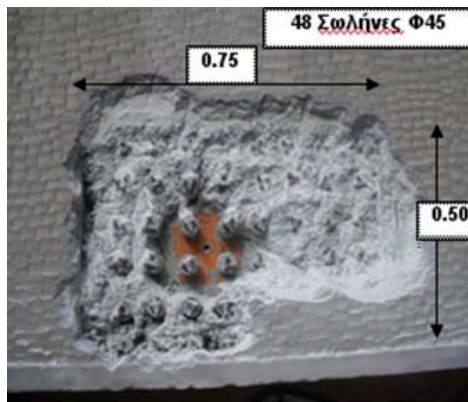


Σχήμα 1. Ανω: Τυπική κάτοψη του υφιστάμενου κτιρίου. Κάτω: Κατακόρυφη τομή Α-Α.

τιμές σταθερά υψηλότερες από τη θλιπτική αντοχή που διαπιστώθηκε για το υπόγειο (πιθανώς χρησιμοποιήθηκε ανώτερη ποιότητα σκυροδέματος για την ανωδομή, λόγω της ύπαρξης των προεντεταμένων δοκών). Ακόμη, τα αδρανή που χρησιμοποιήθηκαν είναι γωνιώδη και η διαβάθμισή τους συνεχής. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, το σκυρόδεμα της θεμελίωσης και του υπογείου εντάχθηκε στην κατηγορία C16/20 (B225), ενώ αυτό της ανωδομής στην κατηγορία C20/25



Κάθεται στην μικρή πλευρά του στύλου Κ9 με δώδεκα (12) συνολικά πιέες



Από το μεσαίο πλαίσιο (6σειρές/8στήλες=48 καβ)

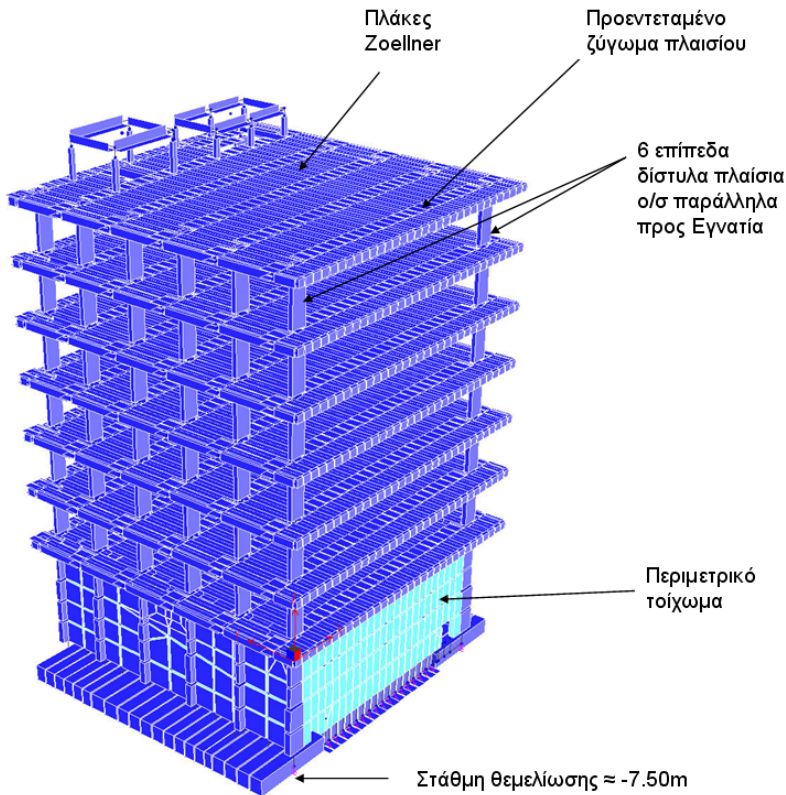
Σχήμα 2. (α) Κρουσιμετρήσεις,
(β) Αποκάλυψη των κεφαλών αγκύρωσης της προέντασης των ζυγωμάτων.

(B300). Ο χάλυβας που χρησιμοποιήθηκε για τους διαμήκεις οπλισμούς είναι ποιότητας S400 (St-III_R). Η ίδια ποιότητα χάλυβα χρησιμοποιήθηκε για τους συνδετήρες των προεντεταμένων δοκών, ενώ οι συνδετήρες των στύλων είναι λείοι, ποιότητας S220 (St-I). Η ποιότητα του χάλυβα προέντασης δεν μπόρεσε να διαπιστωθεί, λόγω αδυναμίας λήψης δοκιμών. Κατ' αναλογία με άλλα έργα της ίδιας εποχής, εικάζεται ότι είναι ποιότητας S125/140 ή S135/150. Από διερευνητικές τομές που έγιναν στις θέσεις των κεφαλών αγκύρωσης των προεντεταμένων τενόντων (Σχήμα 2(β)), δεν διαπιστώθηκαν διαβρώσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε χαλάρωση ή ολίσθηση των τενόντων και να επηρεάσουν το σύστημα ανάληψης των φορτίων βαρύτητας.

Η υφιστάμενη θεμελίωση συνίσταται από δύο ισχυρές πεδιλοδοκούς πλάτους 6.0 m κατά τη διεύθυνση Y, επί των οποίων εδράζονται τα κύρια υποστυλώματα του κτιρίου. Στη διεύθυνση X υπάρχουν πεδιλοδοκοί μικρού πλάτους (0.8 m), επί των οποίων εδράζονται τα περιμετρικά τοιχώματα του υπογείου της αντίστοιχης διεύθυνσης. Τα εσωτερικά υποστυλώματα που στηρίζουν την πλάκα του αμφιθεάτρου εδράζονται σε μεμονωμένα πέδιλα που συνδέονται με συνδετήριες δοκούς.

3. Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου

Το πρώτο βήμα της μελέτης ήταν η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του υφιστάμενου κτιρίου. Για τον σκοπό αυτόν συντάχθηκε κατάλληλο υπολογιστικό προσομοίωμα (Σχήμα 3) χρησιμοποιώντας το λογισμικό SAP2000. Οι δοκοί και τα υποστυλώματα προσομοιώθηκαν με γραμμικά στοιχεία. Επίσης, η ορθότροπη πλάκα των τυπικών ορόφων προσομοιώθηκε με κατάλληλο πλέγμα γραμμικών



Σχήμα 3. Το προσομοίωμα πεπερασμένων στοιχείων (solid model) που χρησιμοποιήθηκε για την αποτίμηση.

στοιχείων. Τα τοιχώματα του υπογείου προσομοιώθηκαν με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία κελύφους. Η κεκλιμένη πλάκα του αμφιθεάτρου προσομοιώθηκε με κεκλιμένο διάφραγμα. Τέλος, τα πλατύσκαλα και οι βαθμιδοφόρες πλάκες προσομοιώθηκαν με ραβδωτά στοιχεία δοκού. Τα στοιχεία αυτά εφοδιάστηκαν με κατάλληλες ιδιότητες ώστε να ληφθούν υπόψη οι ποιότητες των υλικών. Τα δομικά στοιχεία της θεμελίωσης προσομοιώθηκαν με πεπερασμένα στοιχεία δοκού, στους κόμβους των οποίων τοποθετήθηκαν μεμονωμένα γραμμικά ελατήρια, με τη βοήθεια των οποίων προσομοιώθηκε η ενδοσιμότητα του εδάφους.

Για την αποτίμηση χρησιμοποιήθηκε το φάσμα του ΕΑΚ2000 με $A = 0.16g$, $\gamma_I = 1.15$, έδαφος Β και συντελεστή θεμελίωσης 1.0. Ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς θεωρήθηκε ίσος με $q = 1.5$ (που αντιστοιχεί στο εκτιμώμενο επίπεδο πλαστιμότητας για κατασκευές στις αρχές της δεκαετίας του 1970). Για τον υπολογισμό των εντασιακών μεγεθών διενεργήθηκε δυναμική φασματική ανάλυση. Ο έλεγχος των υποστυλωμάτων σύμφωνα με τον ΕΚΟΣ 2000 κατέληξε στο συμπέρασμα ότι άνω του 60% των διατομών είναι ανεπαρκείς. Επιπλέον, οι λό-

γοι εξάντλησης των μη επαρκών διατομών είναι ως επί το πλείστον άνω του 1.50 (στο 48% των μη επαρκών διατομών), κάτι που σημαίνει ότι οι ανεπάρκειες είναι σοβαρές και όχι οριακές και ενδεχομένως καλυπτόμενες από τις υπεραντοχές του χάλυβα. Ορισμένες ανεπάρκειες έδειξε επίσης και ο έλεγχος των δοκών. Αντίθετα, παρά το υψηλό επίπεδο της σεισμικής δράσης, δεν διαπιστώθηκαν προβλήματα στη θεμελίωση, κυρίως λόγω της ύπαρξης του υπογείου που λειτουργεί πρακτικά ως άκαμπτο κιβώτιο.

4. Επιλογή του συστήματος ενίσχυσης

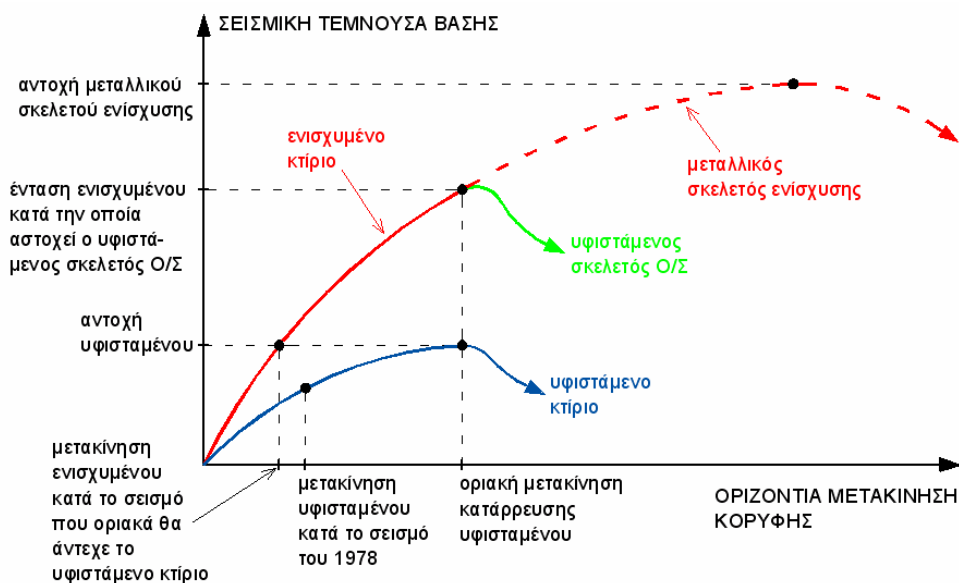
Από τα αποτελέσματα της αποτίμησης, είναι εμφανές ότι απαιτείται σημαντική ενίσχυση του κτιρίου, προκειμένου να αναβαθμιστεί η αντισεισμική του ασφάλεια στο επίπεδο των σύγχρονων κανονιστικών απαιτήσεων. Για την επιλογή του συγκεκριμένου τρόπου ενίσχυσης ελήφθησαν υπόψη τα εξής βασικά κριτήρια:

- Αποφυγή σημαντικών επεμβάσεων στο εσωτερικό του κτιρίου, έτσι ώστε να μην υπάρξει διακοπή των εκπαιδευτικών και ερευνητικών λειτουργιών και δραστηριοτήτων που στεγάζονται σ' αυτό.
- Ελαχιστοποίηση της όχλησης κατά τη διάρκεια των εργασιών ενίσχυσης.
- Ελαχιστοποίηση της διάρκειας των εργασιών ενίσχυσης.
- Ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων για τον εργοταξιακό χώρο.

Οι παραπάνω απαιτήσεις μπορούν να ικανοποιηθούν με διάταξη εξωτερικού μεταλλικού φέροντος οργανισμού, μέσω του οποίου θα γίνει η ανάληψη των σεισμικών φορτίων. Η γεωμετρία του προς ενίσχυση φέροντος οργανισμού και το γεγονός ότι το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο επιτρέπουν χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα την προσθήκη επαρκών εξωτερικών μεταλλικών στοιχείων ενίσχυσης στην περίμετρο του κτιρίου, με τρόπο που να ικανοποιεί σε μεγάλο βαθμό τα παραπάνω κριτήρια.

Σε ό,τι αφορά στο κανονιστικό πλαίσιο που αποτέλεσε τη βάση για τη μελέτη του ενισχυμένου φέροντος οργανισμού, αποφασίστηκε να εφαρμοστεί το ισχύον κατά την εκπόνηση της μελέτης πλέγμα κανονισμών για νέα κτίρια (ΕΑΚ 2000, ΕΚΟΣ 2000). Στην παραπάνω απόφαση συνηγόρησε το γεγονός ότι δεν υπήρχε μέχρι πρότινος καθιερωμένο θεσμικό πλαίσιο για ενίσχυση υφισταμένων κατασκευών και ότι πρόκειται για δημόσιο εκπαιδευτικό κτίριο με μεγάλο επιθυμητό χρόνο ζωής. Έτσι, χρησιμοποιήθηκε το φάσμα του ΕΑΚ 2000 με $A = 0.16g$, $\gamma_I = 1.15$, έδαφος Β και συντελεστή θεμελίωσης 1.0. Ο συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς θεωρήθηκε ίσος με $q = 1.5$ προκειμένου οι απαιτήσεις πλαστικότητας για τα υφιστάμενα στοιχεία να παραμείνουν σε χαμηλά επίπεδα.

Το βασικό σκεπτικό ενίσχυσης του υφιστάμενου κτιρίου αποτυπώνεται ποιοτικά στο ακόλουθο Σχήμα 4.

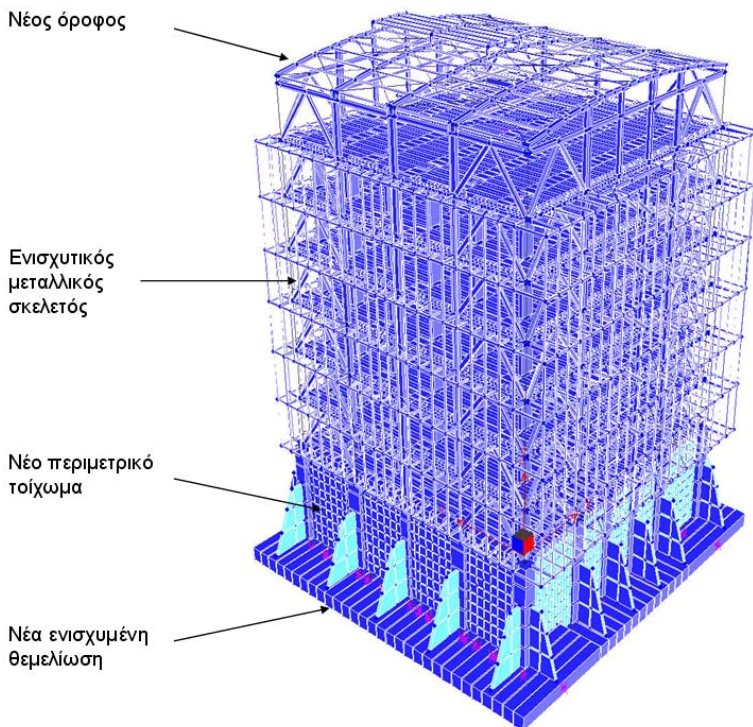


Σχήμα 4. Το βασικό σκεπτικό ενίσχυσης υπό μορφή διαγράμματος φορτίου-μετατόπισης.

5. Διαμόρφωση του συστήματος ενίσχυσης

Ο μεταλλικός φέρων οργανισμός (Σχήμα 5) αποτελείται από πλαίσια στύλων και δοκών. Για την ανάληψη των οριζόντιων φορτίων τοποθετούνται στα γωνιακά φαντώματα σύνδεσμοι τύπου Λ. Για τα υποστυλώματα χρησιμοποιήθηκαν γενικώς διατομές HEB500. Ειδικά για τα ακραία υποστυλώματα, λόγω της μεγαλύτερης έντασης στην οποία υπόκεινται αυτά, αλλά και για την καλύτερη κατασκευαστική τους διαμόρφωση, χρησιμοποιήθηκαν σταυροειδείς διατομές που αποτελούνται από δύο διατομές HEB500 συγκολλημένες κάθετα μεταξύ τους. Για τους συνδέσμους τύπου Λ, που διατάσσονται στις γωνίες του κτιρίου, χρησιμοποιήθηκαν διατομές διπλών UNP που συνδέονται με τις δοκούς και τους στύλους μέσω κομβοελασμάτων. Η διάταξη αυτή προσφέρει υψηλή αντοχή σε λυγισμό και ευελιξία στη διαμόρφωση των συνδέσεων. Για τις πρώτες τρεις στάθμες χρησιμοποιήθηκαν διατομές UNP320, για τις επόμενες δύο στάθμες διατομές UNP300 και για τις τελευταίες στάθμες διατομές UNP240. Οι δοκοί του συστήματος έχουν διπλή αποστολή. Αφενός μεν διαμορφώνουν τα μεταλλικά πλαίσια εντός των οποίων τοποθετούνται οι σύνδεσμοι Λ, αφετέρου δε μεταβιβάζουν τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ του υφιστάμενου κτιρίου και του μεταλλικού σκελετού ενίσχυσης. Για τον λόγο αυτόν χρησιμοποιήθηκαν ισχυρές διατομές HEB300 που διαθέτουν ικανοποιητική δυστένεια, ώστε να επιτυγχάνεται, κατά το δυνατόν, ομοιόμορφη κατανομή των διεπιφανειακών δυνάμεων.

Λόγω των γεωμετρικών περιορισμών που επιβάλλει η ύπαρξη του υφιστάμενου



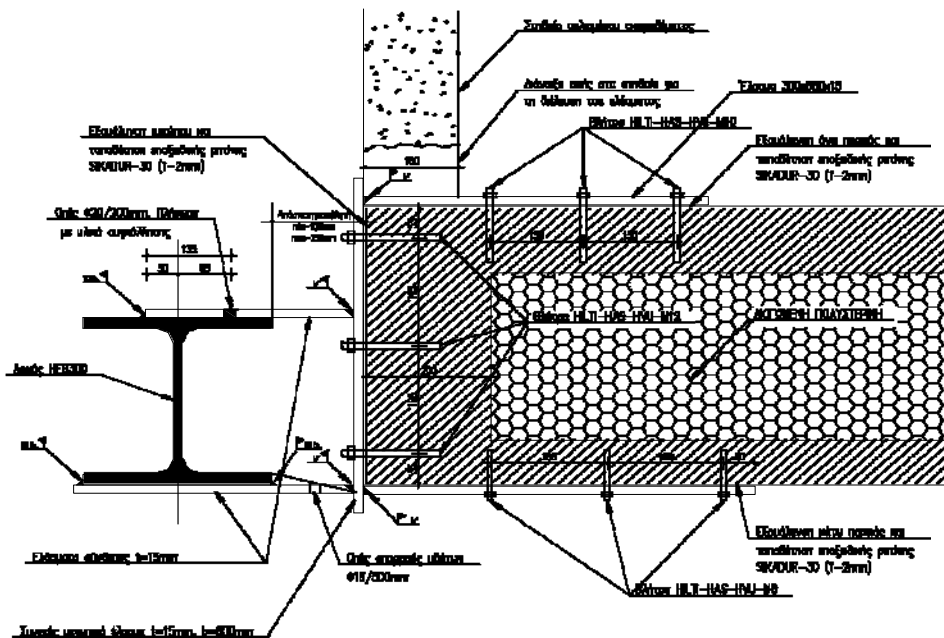
Σχήμα 5. Προσομοίωμα πεπερασμένων στοιχείων (solid model) του ενισχυμένου κτιρίου με τον εξωτερικό μεταλλικό σκελετό, το νέο περιμετρικό τοίχωμα με τις αντηρίδες και τις περιμετρικές πεδιλοδοκούς θεμελίωσης.

κτιρίου, η διαμόρφωση κλασικών κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων με μετωπική λεπίδα δεν είναι εφικτή, καθώς δεν υπάρχει ευχέρεια απρόσκοπτης τοποθέτησης και σύσφιξης όλων των κοχλιών. Επελέγη τελικά η χρήση λεπίδων προσυγκολλημένων στο υποστύλωμα για τη σύνδεση με τα πέλαμα της δοκού. Η διατμητική δύναμη μεταφέρεται από αντίστοιχο σύστημα λεπίδων που συνδέεται με κοχλίωση με τον κορμό της δοκού. Από τις λεπίδες αυτές, η πρώτη (που βρίσκεται στο πλησιέστερο προς το υφιστάμενο κτίριο κατακόρυφο επίπεδο), είναι προσυγκολλημένη στο υποστύλωμα, ενώ η δεύτερη συγκολλάται επιτόπου με εσωραφή πλήρους διεΐσδυσης.

Η οροφή του χώρου της καθ' ύψος επέκτασης (νέος όροφος) διαμορφώνεται με πολυγωνικά τόξα (που προσεγγίζουν σχήμα κυκλικού τόξου) από διατομές Η-ΕΒ300. Στα ακραία φαντώματα οι διατομές στηρίζονται στα υποστυλώματα των όψεων. Στα ενδιάμεσα φαντώματα τα πολυγωνικά τόξα φέρουν ελκυστήρα από διατομή διπλού UNP220. Μεταξύ των τόξων διατάσσονται χιαστί σύνδεσμοι από ελκυστήρες κυκλικής διατομής Φ30. Πάνω στα τόξα τοποθετούνται τειγίδες διατομής ΗΕΑ140. Η επικάλυψη αποτελείται από τραπεζοειδές χαλυβδόφυλλο

που στερεώνεται στις τεγίδες με ειδικούς κοχλίες X-ENP της HILTI. Το χαλυβδόφυλλο επικαλύπτεται με ελαφρό σκυρόδεμα πυκνότητας 350kg/m^3 διαμορφώνοντας πλάκα συνολικού πάχους 13cm. Πάνω στο ελαφρό σκυρόδεμα τοποθετούνται οι στεγανώσεις που προβλέπονται από την αρχιτεκτονική μελέτη.

Όλα τα υποστρώματα του μεταλλικού σκελετού πακτώνονται στη στάθμη δαπέδου του 1^{ου} ορόφου επί της στέψης νέου περιμετρικού τοιχώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το τοίχωμα αυτό εδράζεται επί νέας ισχυρής περιμετρικής πεδιλοδοκού, η οποία κατασκευάζεται στην ίδια στάθμη με την υπάρχουσα θεμελίωση και συνδέεται εν μέρει με αυτήν μέσω κατάλληλης βλήτρωσης. Λόγω του σχετικά μεγάλου ύψους του (από τη στάθμη θεμελίωσης έως το δάπεδο του πρώτου ορόφου), το τοίχωμα αυτό ενισχύεται κατά διαστήματα με αντηρίδες, ενώ στις θέσεις έδρασης (πάκτωσης) επ' αυτού των νέων μεταλλικών υποστρωμάτων διογκώνεται και διαμορφώνεται/οπλίζεται ως υποστύλωμα (βλ. Σχήμα 5). Η σύνδεση μεταξύ του εξωτερικού μεταλλικού σκελετού και του υφιστάμενου κτιρίου γίνεται μέσω συστήματος μεταλλικών λεπίδων που βλητρώνονται στα υφιστάμενα στοιχεία σκυροδέματος (βλ. Σχήμα 6). Για τις διάφορες προκαταρκτικές αναλύσεις του ενισχυμένου κτιρίου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SAP2000, ενώ η τελική ανάλυση και διαστασιολόγηση του μεταλλικού σκελετού έγινε σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3 χρησιμοποιώντας το πλέγμα λογισμικών της εταιρείας CUBUS (STATIK5, STAHL5).



Σχήμα 6. Λεπτομέρεια σύνδεσης των εξωτερικών στοιχείων ενίσχυσης με τα υφιστάμενα στοιχεία σκυροδέματος.

6. Συμπεράσματα

Η χρήση μεταλλικών στοιχείων στην περίμετρο του υπό μελέτη υφιστάμενου κτιρίου οδηγεί σε σημαντική αναβάθμιση του επιπέδου αντισεισμικής ασφάλειας, δίνοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα προσθήκης ενός νέου ορόφου χωρίς ουσιαστική επιβάρυνση του υπάρχοντα φέροντα οργανισμού. Η προτεινόμενη λύση προσφέρει οικονομία και ταχύτητα κατασκευής, ελαχιστοποίηση της όχλησης κατά τη διάρκεια των εργασιών ενίσχυσης και εξαιρετικό αισθητικό αποτέλεσμα (βλ. Σχήμα 7).

Σημειώνεται ότι στις 21 Σεπτεμβρίου 2011 εκδόθηκε από την Πολεοδομία Θεσσαλονίκης η σχετική «Άδεια Οικοδομής».



Σχήμα 7. Υφιστάμενο και ενισχυμένο κτίριο (φωτορεαλιστική απεικόνιση).

Βιβλιογραφία

ΕΑΚ 2000, Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός, ΟΑΣΠ, Αθήνα.

ΕΚΟΣ 2000, Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος, ΟΑΣΠ, Αθήνα. Ευρωκώδικας 3, Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα – Μέρος 1.1 Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια, ENV 1993-1-1/1992.

SAP2000, Static and dynamic finite element analysis of structures. Version 14.2.0, Berkeley (California), Computers and Structures Inc., 2005.

Ομάδα μελέτης του έργου¹

Αρχιτεκτονική μελέτη: καθηγ. Α. Κωτσιόπουλος, Α. Ζουμπουλίδου, Α. Πάνου, Ε. Χαλκιοπούλου, Α. Σκιαδοπούλου, Μ. Τσαρούχη, Α. Τριανταφύλλου, Α. Παπουτσή.

Στατική μελέτη²: καθηγ. Ι. Αβραμίδης, αναπλ. καθηγ. Ε. Μυστακίδης, Τ. Καραδάμος, Α. Καταβέλος, Κ. Μορφίδης, Γ. Μανούκας, Κ. Κωστινάκης.

Ηλεκτρομηχανολογική μελέτη: Β. Λαγος, Ι. Χρόνης.

Γεωτεχνική έκθεση: καθ. Θ. Χατζηγώγος

¹ Το σύνολο των διερευνήσεων και μελετών που απαιτήθηκαν χρηματοδοτήθηκε από την Εταιρεία Αξιοποίησης και Διαχείρισης της Περιουσίας του ΑΠΘ

² Η περιγραφείσα μελέτη ενίσχυσης παρουσιάστηκε από τον αναπλ. καθηγ. Ε. Μυστακίδη στο 7^ο Συνέδριο Μεταλλικών Κατασκευών (Βόλος, 29 Σεπτ. - 1 Οκτ. 2011).