

Διερεύνηση της συμπεριφοράς των στοιχείων που συνθέτουν το σύστημα ανάρτησης της στέγης του κτιρίου του Κέντρου Πολιτισμού Σταύρος Νιάρχος στην Αθήνα.

Γεώργιος Χ. Μάνος

Ομότιμος Καθηγητής, Εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής Υλικών και Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. gcmayos@civil.auth.gr

Βλαδίμηρος Κουρτίδης

Δρ. Πολ. Μηχανικός, Εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής Υλικών και Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο

Κώστας Κατάκαλος

Δρ. Πολ. Μηχανικός, Μεταδιδακτορικός Υπότροφος, Εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής Υλικών και Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, katakaloskostas@gmail.com

Κωτούλας Λάμπρος

Πολ. Μηχανικός, Εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής Υλικών και Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, kotoulaslambros@gmail.com

Ναλμπαντίδου Αλεξάνδρα

Πολ. Μηχανικός, Εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής Υλικών και Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, a.nalbantidou@gmx.de

Κοϊδης Γεώργιος

Πολ. Μηχανικός, Εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής Υλικών και Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, george_florina@hotmail.com

Κυπριώτη Αικατερίνη

Πολ. Μηχανικός, Εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής Υλικών και Κατασκευών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, katerina_kyprioti@hotmail.com

Εκτενής περίληψη

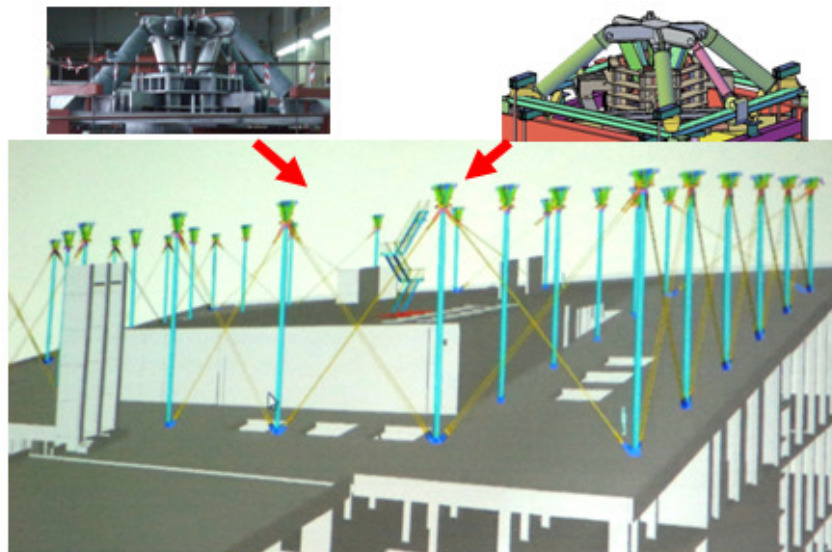
Η παρούσα εργασία παρουσιάζει αφενός την σύνοψη σειράς πειραμάτων που εκτελέστηκαν στο εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής των Υλικών και των Κατασκευών του Α.Π.Θ. με αντικείμενο την συμπεριφορά των στοιχείων που συνθέτουν το σύστημα ανάρτησης της στέγης του κτιρίου του «Κέντρου Πολιτισμού Σταύρος Νιάρχος» στην Αθήνα αφετέρου την αριθμητική προσομοίωση της συμπεριφοράς τόσο των φορτιστικών διατάξεων που χρησιμοποιήθηκαν όσο και των στοιχείων του εν λόγω συστήματος ανάρτησης. Η υπό εξέταση στέγη καλύπτει μια έκταση περίπου 10 000m² και στηρίζεται σε σχετικά μικρό αριθμό μεταλλικών υποστυλωμάτων (εικόνα 1), που στηρίζονται στην βάση τους στην οροφή του κτιρίου του «Κέντρου Πολιτισμού Σταύρος Νιάρχος». Τα εν λόγω υποστυλώματα στην κορυφή τους στηρίζουν την στέγη συνδεδεμένα με αυτήν μέσω μεταλλικών συστημάτων ανάρτησης (εικόνα 2) τα οποία δεν είναι ορατά στην εικόνα 1 αφού η τελική τους θέση είναι εντός των κενών χώρων της διατομής της αναρτημένης στέγης. Κάθε ένα από τα εν λόγω συστήματα ανάρτησης αποτελείται από τέσσερα ελατήρια, δύο αποσβεστήρες και ένα τριδιάστατο

μεταλλικό πλαισιακό φορέα μέσω του οποίου γίνεται αφενός η σύνδεση του συστήματος ανάρτησης με την στέγη, στις τέσσερις γωνίες του εν λόγω μεταλλικού πλαισίου, αφετέρου με την κορυφή του υποκείμενου υποστυλώματος στο κέντρο. Με τον τρόπο αυτό η στέγη αναρτάται έμμεσα μέσω των ελατηρίων και αποσβεστήρων με το σύστημα αυτό ανάρτησης/σύνδεσης που αποκτά την επιθυμητή ευκαμψία/δυσκαμψία εν αντιθέσει με μια ακλόνητη σύνδεση.



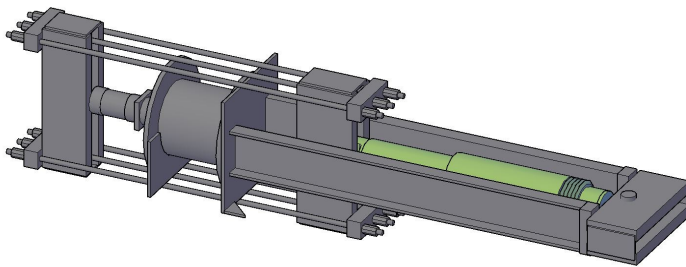
Εικόνα 1. Η αναρτημένη στέγη μετά την αποπεράτωσή της

Η σειρά των δοκιμών που εκτελέστηκαν στο εργαστήριο Πειραματικής Αντοχής των Υλικών και των Κατασκευών του Α.Π.Θ. είχαν σαν στόχο να μελετήσουν την ευκαμψία/δυσκαμψία καθενός από τα τέσσερα ελατήρια καθώς και τις ιδιότητες απόσβεσης καθενός από τους δύο αποσβεστήρες που συνθέτουν το εν λόγω σύστημα ανάρτησης. Στην συνέχεια μέσω σύνθετων πειραμάτων μελετήθηκε η συμπεριφορά δύο τέτοιων πρωτότυπων συστημάτων ανάρτησης με όλα τα πρωτότυπα τμήματά τους όταν αυτά υποβληθούν στα μέγιστα φορτία σχεδιασμού.

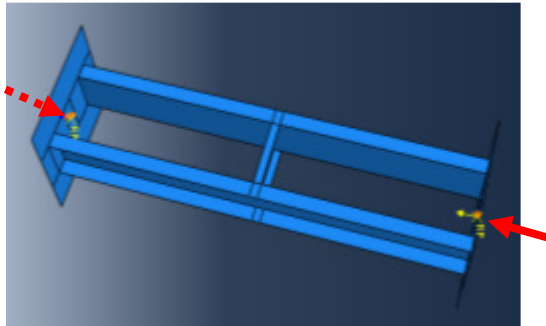


Εικόνα 2. Σύστημα ανάρτησης στην κορυφή κάθε υποστυλώματος

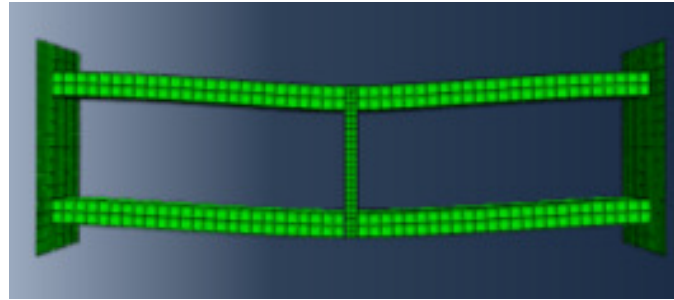
Παρουσιάζονται εν συντομία τα πλέον σημαντικά στοιχεία του σχεδιασμού της φορτιστικής ακολουθίας που χρησιμοποιήθηκε τόσο για την μελέτη των ελατηρίων και των αποσβεστήρων ξεχωριστά όσο και του συνολικού συστήματος ανάρτησης. Η φόρτιση του κάθε ελατηρίου ξεχωριστά έγινε σε μια μεταλλική φορτιστική συσκευή μεγάλων διαστάσεων (εικόνα 3) που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε εξ αρχής χρησιμοποιώντας κατάλληλα αριθμητικά εργαλεία.. Στο πλαίσιο αυτού του σχεδιασμού έγινε η μη γραμμική αριθμητική προσομοίωση της εν λόγω μεταλλικής συσκευής για να βρεθεί το μέγιστο αξονικό φορτίο που μπορεί να αναπτυχθεί σε αυτήν για να φορτίσει το υπό έλεγχο ελατήριο. Μέσα από αυτήν την αριθμητική διερεύνηση βρέθηκε η τιμή του μέγιστου φορτίου ίση 3400KN (εικόνες 4 και 5 και Manos et al,) που υπερβαίνει, με έναν συντελεστή ασφάλειας 1.7, την μέγιστη τιμή ελέγχου του κάθε ελατηρίου που ήταν της τάξεως του 2000KN.



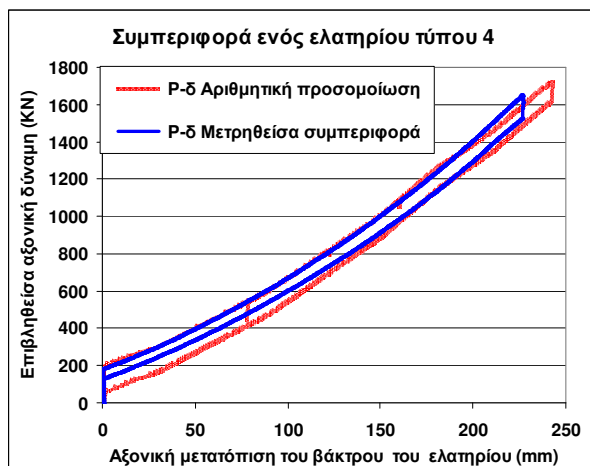
Εικόνα 3. Μεταλλική φορτιστική συσκευή μεγάλων διατάσεων για τον έλεγχο της συμπεριφοράς του κάθε ενός ελατηρίου



Εικόνα 4. Φόρτιση της μεταλλικής συσκευής με έκκεντρο αξονικό φορτίο ($e_x = e_y = 20\text{mm}$)



Εικόνα 5. Η παραμόρφωμένη κατάσταση της μεταλλικής συσκευής για μέγιστο φορτίο 3400kN



Εικόνα 6. Συμπεριφορά ελατηρίου τύπου 4

Στο σχήμα 6 απεικονίζεται η συμπεριφορά ενός από τα τέσσερα ελατήρια τύπου 4 που ελέγχθηκαν μέσω της μεταλλικής φορτιστικής συσκευής των σχημάτων 3 έως 5. Στο εν λόγω σχήμα συγκρίνεται η μετρηθείσα (P-δ) συμπεριφορά του ελατηρίου κατά την διάρκεια των πειραμάτων με την αντίστοιχη συμπεριφορά που επιτεύχθηκε μέσω μιας μη γραμμικής αριθμητικής προσομοίωσης. Όπως φαίνεται η αριθμητική προσομοίωση προσέγγισε ικανοποιητικά την μετρηθείσα συμπεριφορά του εν λόγω ελατηρίου.

Η φόρτιση του συνολικού συστήματος ανάρτησης έγινε με την κατάλληλη επέκταση του ισχυρού πλαισίου/πατώματος αντίδρασης του εργαστηρίου Πειραματικής Αντοχής των Υλικών και των Κατασκευών του Α.Π.Θ. ώστε να μπορεί να υποβάλλει την ελεγχόμενη συσκευή ανάρτησης σε μέγιστο κατακόρυφο φορτίο 3000kN. Και στην περίπτωση αυτή, πριν την τελική υλοποίηση της φορτιστικής ακολουθίας χρησιμοποιήθηκαν και πάλι τα κατάλληλα αριθμητικά εργαλεία ώστε να ελεγχθεί η καταλληλότητα της εν λόγω φορτιστικής διάταξης. Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι μετά το πέρας της πειραματικής μελέτης τα δύο συστήματα ανάρτησης που ελέγχθηκαν πειραματικά μεταφέρθηκαν στο εργοτάξιο και τοποθετήθηκαν στην τελική τους θέση.

Βιβλιογραφία

G.C. Manos, V. Kourtides, K. Katakalos, L. Kotoulas, A. Nalmpantidou, “Study of the Loading Arrangement for the Stiffness Tests of the Column Head Assembly and its Springs Utilized at the Niarchos Cultural Center at Athens – Greece”, COMPDYN 2015, Greece, 25–27 May 2015.