

**ΕΝΤΑΞΗ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΕΓΟΥ ΤΗΣ Π.Α. ΣΤΟ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΑΕΡΟΠΟΡΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ****Δ. Σ. Σοφιανόπουλος**

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Επίκουρος Καθηγητής
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Πεδίον Άρεως, 38334 Βόλος, Ελλάς
e-mail: dimsoph@civ.uth.gr, dimsoph@otenet.gr

Ε. Σταυροπούλου

Αρχιτέκτων Μηχανικός MSc
Διεύθυνση Μελετών Εθνικών Έργων, Υπηρεσία Έργων Πολεμικής Αεροπορίας
Μεσογείων 136, ΤΓΑ 1010, Χολαργός, Ελλάς
e-mail: panax@mail.ntua.gr

Α. Δελιγάτσιου

Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός
Διεύθυνση Έργων (Γ5), Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας
Μεσογείων 136, ΤΓΑ 1010, Χολαργός, Ελλάς
e-mail: adelihatsiou@yahoo.gr

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια του μεγάλου έργου υλοποίησης του νέου Μητροπολιτικού Πάρκου των Αθηνών, η οποία εκτός άλλων περιλαμβάνει και την δημιουργία του νέου Μουσείου Αεροπορίας, η παρούσα εργασία επικεντρώνεται σε ένα εμφατικής ιστορικής αξίας και αρχιτεκτονικής ανωτερότητας χαλύβδινο υπόστεγο, με κύριους φορείς δικτυωτά τριαρθρωτά τόξα, που αποτελεί ένα από τα τρία υπόστεγα της Πολεμικής Αεροπορίας, που προτείνεται να στεγάσουν το ανωτέρω Μουσείο. Αφού καταδειχθεί η υφιστάμενη κατάσταση, από πλευράς διαστάσεων, συνδεσμολογίας και διατομών μελών, αλλά και των προφανών προβλημάτων απώλειας αντοχής του φέροντα οργανισμού λόγω διάβρωσης, μικρο-ρωγμών κόπωσης και αβεβαιοτήτων λόγω ελλιπούς συντήρησης, παρατίθενται οι προκαταρκτικοί προβληματισμοί και αρχικές προτάσεις της ομάδας εργασίας, προκειμένου το υπόστεγο αυτό καταστεί – μετά από τις απαραίτητες επεμβάσεις – ένας μοντέρνος και λειτουργικός εκθεσιακός χώρος. Το όλο έργο για να υλοποιηθεί απαιτεί απρόσκοπτη χρηματοδότηση και συνεχή προσπάθεια, γεγονός που αποτελεί το κύριο συμπέρασμα της εργασίας.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νέο Μουσείο Αεροπορίας αποτελεί πλέον έναν από τους στόχους της Πολεμικής Αεροπορίας (Π.Α.), καθώς τούτο περιλαμβάνεται στην χωροταξική σχεδίαση του νέου Μητροπολιτικού Πάρκου των Αθηνών, το οποίο πρόκειται να υλοποιηθεί στο χώρο του πρώην Κρατικού Αερολιμένα του Ελληνικού. Ειδικότερα, στα πλαίσια του προγράμματος συμβολής της Π.Α. στη διατήρηση της πολιτιστικής μας κληρονομιάς και της ιστορικής μας μνήμης, έχει προταθεί όπως το νέο Μουσείο στεγαστεί σε τρία υφιστάμενα υπόστεγα, εκ των οποίων τα δύο από οπλισμένο σκυρόδεμα (κατασκευών του 1938) και το τρίτο από δομικό χάλυβα (κατασκευής 1950), το οποίο στο εξής θα αναφέρεται συντομογραφικά ως ΧΥ. Τα υπόστεγα αυτά πρόκειται να αποτελέσουν τη «ραχοκοκαλιά» του νέου Μουσείου, το οποίο πέραν τούτων θα αναπτυχθεί και σε νέες εγκαταστάσεις, συνολικού εκτιμώμενου εμβαδού 30.000 m², στις οποίες προβλέπεται να φιλοξενηθούν οι συλλογές της Π.Α. Σε αυτές εκτός άλλων συμπεριλαμβάνονται 80 συλλεκτικά αεροσκάφη, που καλύπτουν μια χρονική περίοδο 50 ετών περίπου (1936 – 1988), διάφορα οχήματα, εξοπλισμοί, έργα τέχνης, προσωπικά είδη, φωτογραφίες, επιστολές κλπ.

Για την επίτευξη του ως άνω στόχου, έχει ήδη κατατεθεί στο ΥΠΕΧΩΔΕ μελέτη τεκμηρίωσης και για τα τρία υπόστεγα, και έχει ζητηθεί η ένταξη τους υπό καθεστώς προστασίας, καθόσον αποτελούν τις παλαιότερες σε χρήση εγκαταστάσεις της Π.Α., σπάνια δείγματα πρωτοποριακών βιομηχανικών κατασκευών, συνδεδεμένων με την ιστορική πορεία του Κρατικού Εργοστασίου Αεροσκαφών (ΚΕΑ) αλλά και την ιστορία του ευρύτερου χώρου του αεροδρομίου, από τη δημιουργία του έως σήμερα. Και τα τρία υπόστεγα σήμερα βρίσκονται ακόμα σε χρήση. Η ενσωμάτωσή τους στο κτιριολογικό πρόγραμμα του νέου Μουσείου, ως κύριων εκθεσιακών χώρων, θα δώσει την ευκαιρία στα σημαντικά αυτά δείγματα αρχιτεκτονικών κελυφών να συνεχίσουν να εξυπηρετούν διαχρονικά το σκοπό για τον οποίο υλοποιήθηκαν, και να λειτουργήσουν πλαισιώνοντας και αναδεικνύοντας με την αυθεντικότητά τους τα αεροπορικά εκθέματα και την ιστορική μνήμη που τα συνοδεύει. Αντίστοιχα Μουσεία Ευρωπαϊκών χωρών, όπως το Imperial War Museum στο Duxford και το RAF Museum στο Hendon της Αγγλίας, το πρώτο εξ αυτών εικονιζόμενο στη Φωτ.1, αποτελούν ιδιαίτερα δημοφιλή προορισμό πολλών επισκεπτών ετησίως, όλων των ηλικιών, δεδομένου ότι διαθέτουν τόσο πλούσιο εκθεσιακό υλικό όσο και σημαντικές διαδραστικές εκδηλώσεις, μεγάλο δε μέρος των συλλογών τους εκτίθεται σε παλαιά υπόστεγα αεροσκαφών του Α΄ και Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, υπό καθεστώς προστασίας.



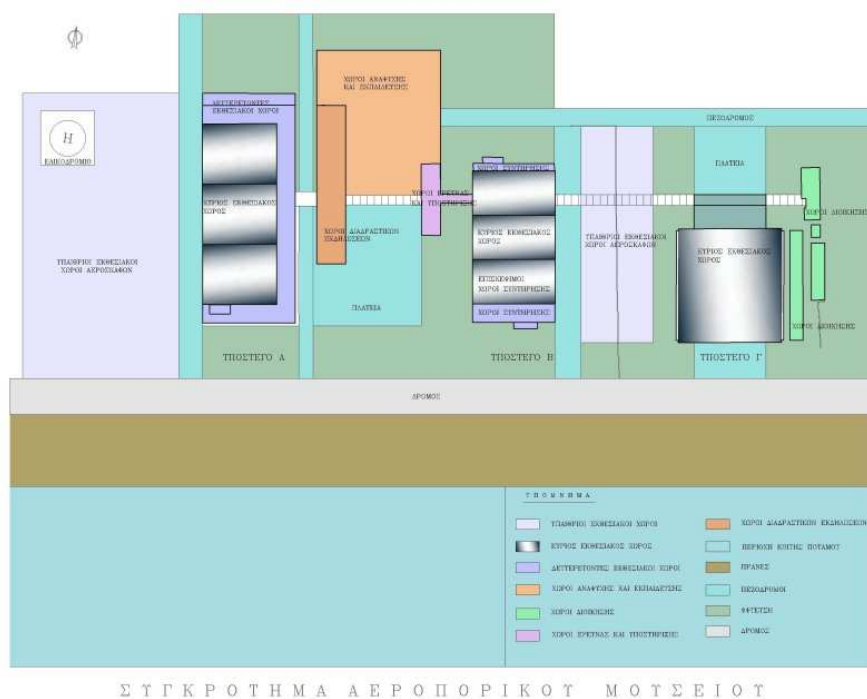
Φωτ 1. Imperial War Museum, Duxford, UK

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στο **XY**, το οποίο, όπως αναλυτικά θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, αποτελεί μοναδικό διασωζόμενο δείγμα βιομηχανικής αρχιτεκτονικής των μέσων του 20^{ου} αιώνα, κατασκευασμένο πλήρως από δομικό χάλυβα, καλύπτοντας χωρίς ενδιάμεσες στηρίξεις μια επιφάνεια 3.5 στρεμμάτων. Η μορφολογία των κυρίων φορέων (τριαρθρωτά τόξα) αλλά και η λιτή ρυθμολογία τους έχουν σαν αποτέλεσμα ένα οπτικά ελαφρύ μεταλλικό κέλυφος υψηλής αισθητικής και ιδιαίτερης κατασκευαστικής και αρχιτεκτονικής αξίας. Σε ότι ακολουθεί παρατίθενται οι μέχρι στιγμής ενέργειες που έχουν πραγματοποιηθεί για την ακριβή καταγραφή των διαστάσεων, της συνδεσμολογίας και της όλης υφιστάμενης κατάστασης του **XY**, την αποτίμηση της αρχιτεκτονικής μοναδικότητας, της φέρουσας ικανότητας της και των προβλημάτων που την συνοδεύουν, καθώς επίσης και των μελλοντικών ενεργειών που θα πρέπει να ενταχθούν, ανάλογα με την επιτευχθείσα χρηματοδότηση, στο όλο έργο επεμβάσεων, ενισχύσεων και επισκευών, προκειμένου να υπάρξει η κατά το δυνατόν βέλτιστη ανταπόκριση του, στην τελική του μορφή, με τις σύγχρονες συνθετικές και κτιριολογικές απαιτήσεις του νέου Αεροπορικού Μουσείου.

3. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ XY

3.1 Χωροταξική διαμόρφωση και εξωτερικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την προτεινόμενη χωροταξική διαμόρφωση του νέου Αεροπορικού Μουσείου, η οποία φαίνεται στο Σχήμα 1, το **XY**, που αναφέρεται ως Υπόστεγο Γ, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του όλου συγκροτήματος και έναν από τους τρεις κύριους εκθεσιακούς χώρους για τη φιλοξενία κατά κύριο λόγο συλλεκτικών αεροσκαφών.



Σχ.1 Προτεινόμενη χωροταξική διαμόρφωση του νέου Αεροπορικού Μουσείου

Προς το παρόν, το **XY**, όπως προαναφέρθηκε, βρίσκεται ακόμα σε – έστω υποτυπώδη – λειτουργία, η δε εξωτερική του όψη, όντως όχι ιδιαίτερα ελκυστική, φαίνεται στην Φωτ. 2, που ακολουθεί.



Φωτ 2. Εξωτερική Όψη του ΧΥ

Πλην όμως, η μορφολογία του μεγάλου χώρου που αποκαλύπτεται εσωτερικά, επιβεβαιώνει την ανωτερότητα και τη μοναδικότητα της όλης κατασκευής, όπως τούτο στη συνέχεια καταδεικνύεται.

3.2 Αποτύπωση, διαστάσεις και αναγνώριση του στατικού συστήματος

Το εσωτερικό του ΧΥ, που απεικονίζεται ενδεικτικά στη Φωτ. 3, αποκαλύπτει μια ελαφριά δικτυωτή μεταλλική κατασκευή, με ελλiptή φυσικό φωτισμό αλλά με εξαιρετική αισθητική, με προεξάρχουσα τη θολωτή μορφή και τη λιτή συνδεσμολογία.

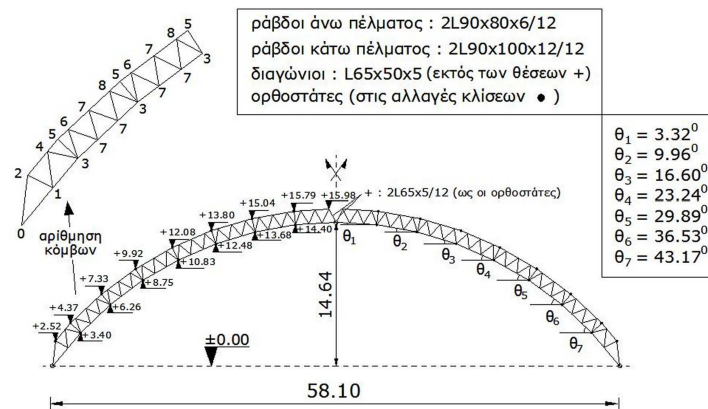


Φωτ. 3 Εσωτερική όψη του ΧΥ

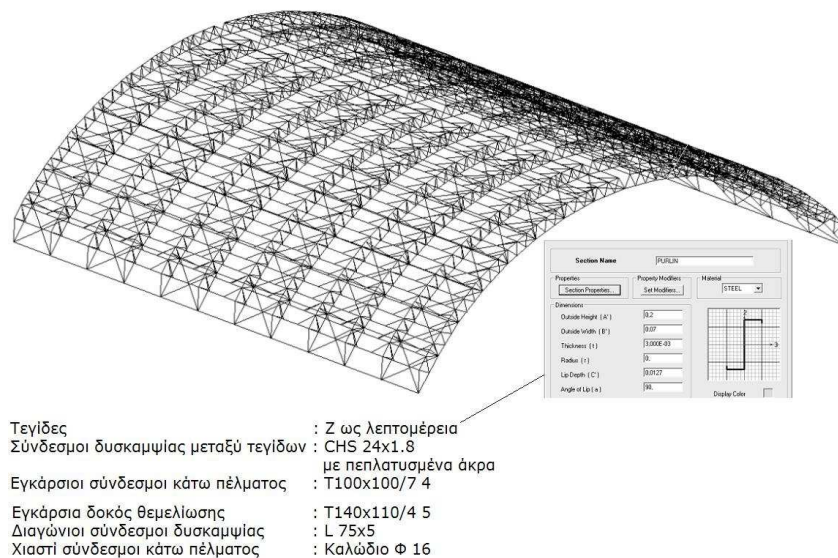
Δυστυχώς, και παρά τις συστηματικές προσπάθειες της ομάδας εργασίας, δεν βρέθηκαν στα αρχεία της Π.Α. σχέδια της αρχικής μελέτης αλλά ούτε σχέδια εξ εκτελέσεως, οπότε ήταν αναγκαία λεπτομερής τοπογραφική αποτύπωση της κατασκευής, τόσο από πλευράς διαστάσεων όσο και από πλευράς συνδεσμολογίας μελών και λεπτομερειών κόμβων.

Μετά από χρήση ανυψωτικών περονοφόρων οχημάτων αλλά και μοντέρνων τοπογραφικών οργάνων, με τη βοήθεια των υπαλλήλων του ΚΕΑ, η οποία δέον όπως αναγνωρισθεί, διαπιστώθηκε ότι το ο φέρων οργανισμός του εν λόγω υπόστεγου

μορφώνεται από 12 ισαπέχοντες κύριους φορείς (τριαρθρωτά δικτυωτά τόξα από δομικό χάλυβα St37), με διαστάσεις κάτοψης 60m (καθαρό άνοιγμα) x 66m (βάθος) και ύψος κορυφής περίπου 15m από το δάπεδο του χώρου. Αναλυτικότερα, οι θεωρητικές διαστάσεις – γεωμετρία, η συνδεσμολογία και οι διατομές των ράβδων της κατασκευής, όπως προέκυψαν από την αποτύπωση, παρατίθενται στα Σχ. 2 και 3.



Σχ.2 Θεωρητικές διαστάσεις, αρίθμηση κόμβων και διατομές ράβδων των κυρίων τριαρθρωτών φορέων του XY (οι κόμβοι 7 και 8 έχουν ίδια μορφή και γεωμετρία)

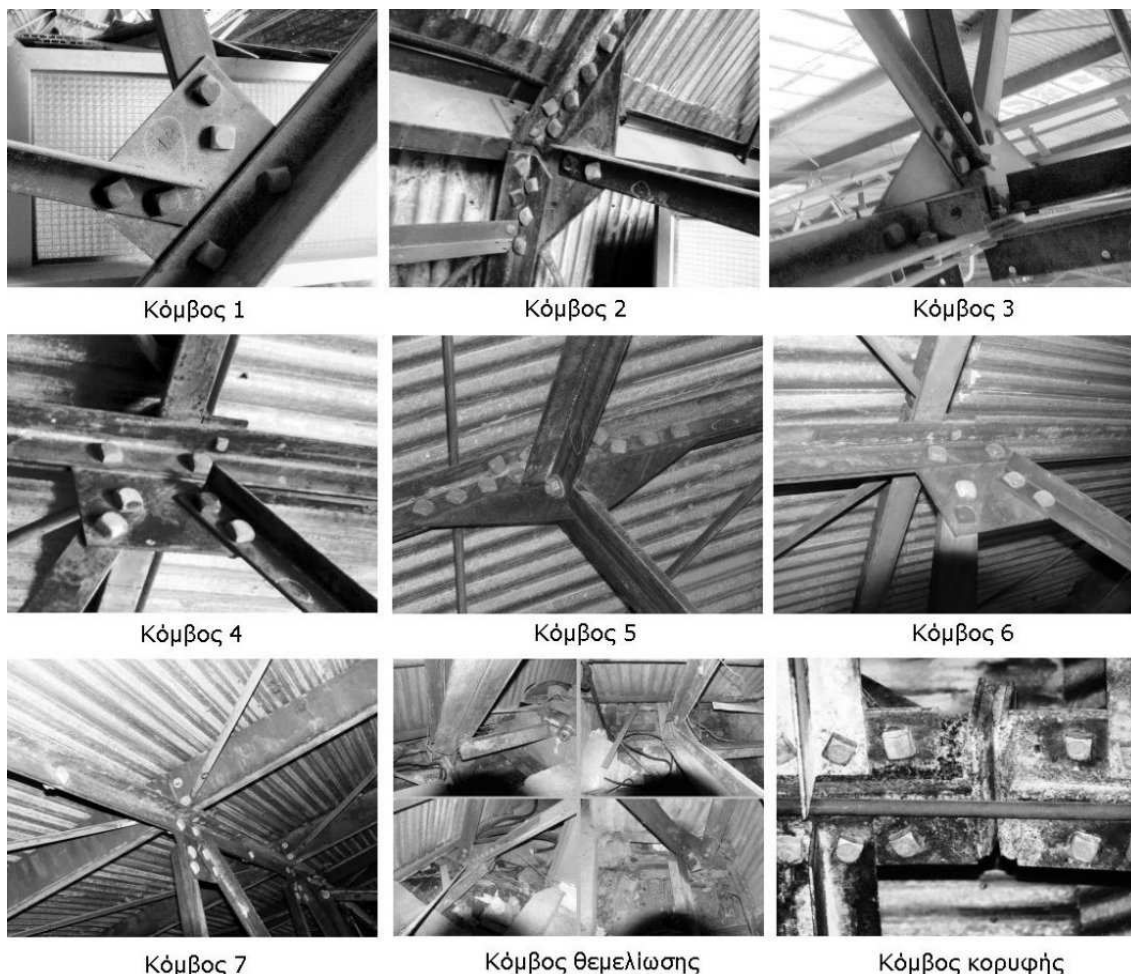


Σχ.3 Τρισδιάστατη απεικόνιση του όλου δομικού συστήματος και λεπτομέρειες

Η όλη κατασκευή αποτελεί αναμφισβήτητα σπάνιο δείγμα αρχιτεκτονικής μεταλλικής σύνθεσης, συνδυάζει δε χαρακτηριστική αισθητική ανωτερότητα με μοναδικότητα – ιδιαιτερότητα δομικού συστήματος. Παρόμοιες τέτοιες μεταλλικές κατασκευές παγκοσμίως έχουν από μακρόν χαρακτηριστεί ως «εμφατικοί θρίαμβοι κατάδειξης την τέχνη και την επιστήμη τριαρθρωτών δικτυωτών τόξων», όπως π.χ. Gallerie de Machine (Παρίσι, 1889, που δυστυχώς κατεδαφίστηκε αργότερα), Boardwalk Hall (Δημοτικός Συνεδριακός Χώρος στο Atlantic City, NJ, ΗΠΑ, 1929) που πρόσφατα ανακαινίστηκε, AEG Turbine Hall (Peter Behrens, Βερολίνο, 1929), Hangar One (Moffett Field, U.S. Naval Air Station, Sunnyvale, California, 1933) και αρκετά άλλα. Για λόγους οικονομίας της ύλης δεν παρατίθεται οπτικό υλικό σχετικό με τα παραπάνω κτίρια, ο αναγνώστης όμως εύκολα μπορεί να αντλήσει σχετικές πληροφορίες από το διαδίκτυο.

3.3 Λεπτομέρειες κόμβων

Οι κόμβοι των μελών του μεταλλικού φορέα έχουν υλοποιηθεί κοχλιοτοί, με κομβοελάσματα, ενισχυτικές πλάκες και κοχλίες τετραγωνικής κεφαλής και εξαγωνικά περικόχλια, όπως φαίνεται στη σύνθεση της Φωτ. 4.



Φωτ.4 Λεπτομέρειες κόμβων(αρίθμηση ως Σχ.2)

3.4 Αρχικές διαπιστώσεις και έλεγχοι

Προφανώς, η υφιστάμενη μεταλλική επικάλυψη βρίσκεται σε πολύ κακή κατάσταση λόγω διάβρωσης και σε πολλά σημεία οι σύνδεση του με τις τεγίδες έχει χαλαρώσει, ενώ δεν εξασφαλίζει επαρκή φυσικό φωτισμό. Η αντικατάσταση του συνεπώς θεωρείται επιβεβλημένη. Επίσης, και οι υπάρχουσες σιδηρές επάλληλες θύρες στα άκρα του ΧΥ καθώς και οι επιπρόσθετες ενισχύσεις στην περιοχή στήριξης – ανάρτησης τους βρίσκονται σε κακή κατάσταση, και πρόκειται να αφαιρεθούν – αντικατασταθούν με άλλες πολύ ελαφρύτερες, χωρίς ανάγκη ύπαρξης ενισχυτικών υπο-κατασκευών. Πέραν τούτων, η έλλειψη συντήρησης του φέροντα οργανισμού είναι έκδηλη, ενώ οι βλάβες σε αυτόν λόγω διάβρωσης είναι μεγάλες, τόσο στα μέλη του φορέα όσο και στις συνδέσεις, γεγονός που ισοδυναμεί με σημαντική μείωση των διαστάσεων των διατομών, οπότε σε μεγάλη πιθανότητα στατικής ανεπάρκειας σε περίπτωση επιπρόσθετης φόρτισης. Το όλο πρόβλημα δέον όπως αντιμετωπιστεί με χρήση προχωρημένων τεχνικών αποκατάστασης και ενίσχυσης, που να συνδυάζουν οικονομία, διάρκεια ζωής και κατασκευασιμότητα. Επιπρόσθετα, μια προκαταρκτική ιδιομορφική ανάλυση της κατασκευής κατέδειξε μεγάλη ευκαμψία και διαφοροποίηση μεταξύ κανονικών μορφών, που θα μπορούσε να οδηγήσει

σε απότομες αλλαγές της απόκρισης λόγω δυναμικών φορτίων. Έτσι, ενισχύθηκαν οι φόβοι της ομάδας εργασίας, οι σχετικοί με την ύπαρξη μικρο-ρωγμών από κόπωση στους κοχλίες λόγω επαναλαμβανόμενου ιστορικού ανεμοφόρτισης. Για τον λόγο αυτό διενεργήθηκαν μερικοί ραδιοέλεγχοι, ειδικά στην περιοχή της αρθρωτής σύνδεσης στην κορυφή, οι οποίοι κατέδειξαν ποικιλία τέτοιων μικρο – ρηγματώσεων στους κοχλίες.

Γενικότερα, διαπιστώθηκε ύπαρξη μεγάλων αβεβαιοτήτων σε σχέση με την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής, λόγω όχι μόνο των ανωτέρω αλλά και της περιορισμένης δυνατότητας περισσότερων ελέγχων, λόγω ανεπαρκούς, μέχρι στιγμής τουλάχιστον χρηματοδότησης.

4. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΡΧΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Βασικά, υπό τις παρούσες συνθήκες, θεωρείται βέβαιο ότι η κατασκευή χρειάζεται σημαντικές ενισχύσεις του φέροντα οργανισμού της και επιπρόσθετους συνδέσμους δυσκαμψίας, με σκοπό την επανάχρηση του ως μοντέρνου εκθεσιακού χώρου, στα πλαίσια υλοποίησης του νέου Μουσείου. Σημείο αναφοράς προς τούτο μπορούν να αποτελέσουν τεχνικές που ήδη έχουν χρησιμοποιηθεί σε ορισμένες παρόμοιες κατασκευές [1,2].

Κάποιες αρχικές σκέψεις για πρόταση ενίσχυσης του Φ.Ο. μέσω τυπικών τεχνικών (όπως χαλύβδινες πλάκες συγκολλητές ή κοχλιωτές στα ευπαθή σημεία) εγκαταλείφθηκαν, καθώς η εφαρμογή τέτοιων μεθόδων σχετίζεται με τη χρήση βαρέων ανυψωτικών μηχανημάτων και μπορεί να προσθέσει σημαντικό επιπρόσθετο ίδιο βάρος στην κατασκευή, μειώνοντας την ενισχυτική αποτελεσματικότητα. Επίσης οι πλάκες αυτές είναι ευαίσθητες σε διάβρωση, που θα οδηγούσε σε αυξημένο μελλοντικό κόστος συντήρησης. Αποφασίστηκε λοιπόν, αν και εφόσον ευοδωθούν οι σκοποί του όλου έργου (καθόσον το ΥΠΕΧΩΔΕ παραμένει διστακτικό σε ότι αφορά το διατηρητέο του ΧΥ και την χρηματοδότηση του έργου), να προταθεί η χρήση μη μεταλλικών υλικών ενίσχυσης, όπως ινοπλισμένα πολυμερή (FRP), που διαθέτουν ανώτερα μηχανικά και φυσικά χαρακτηριστικά, εξαιρετική συμπεριφορά σε κόπωση, μικρό βάρος, εύκολη και ταχεία εφαρμογή και δυνατότητα αύξησης τόσο της αντοχής όσο και της δυσκαμψίας των ενισχυόμενων μελών [3-5].

Το όλο έργο βρίσκεται σε προκαταρκτικό στάδιο. Υπολείπονται πολλές κοπιώδεις ενέργειες, και ιδιαίτερη επιστημονική προσπάθεια, προκειμένου επιτευχθούν οι σκοποί που έχουν τεθεί. Είναι καθαρά θέμα χρηματοδότησης, παρόλα ταύτα όμως η ομάδα εργασίας είναι αισιόδοξη καθώς η αξία του έργου είναι πάρα πολύ σημαντική.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] SASMANN J.H., ESSLINGER R.H., and LOOS J.J. “Reviving Boardwalk Hall”, *Modern Steel Construction*, April 2000.
- [2] REID R.L. “Grand Inspiration”, *Modern Steel Construction*, September 2007.
- [3] MOY S.S. “FRP Composite: Life Extension and Strengthening of Metallic Structures: ICE Design and practice guide”, *Thomas Telford*, 2001.
- [4] TAVAKKOLIZADEH M., SAADATMANESH H. “Fatigue Strengthening of Steel Members with CFRP”, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 129, No. 2, 2003, pp. 186-196.
- [5] CNR-DT 202/2005 “Guidelines for the Design and Construction of Externally Bonded FR Systems for Strengthening Existing Structures”, Rome, CNR June 2007.

REUSE OF A HISTORICAL STEEL HANGAR IN THE NEW HELLENIC AVIATION MUSEUM

D. S. Sophianopoulos

Civil Engineer PhD, Assistant Professor
Department of Civil Engineering, University of Thessaly
Pedion Areos, 38334 Volos, Greece
e-mail: dimsoph@civ.uth.gr, dimsoph@otenet.gr

E. Stavropoulou

Architect MSc
Directorate of National Public Works, Hellenic Air Force Public Works Service
136 Mesogeion Ave., TGA 1010, Holargos, Greece
e-mail: panax@mail.ntua.gr

A. Delihatsiou

Survey Engineer
Hellenic Air Force General Staff, Branch C5
136 Mesogeion Ave., TGA 1010, Holargos, Greece
e-mail: adelihatsiou@yahoo.gr

SUMMARY

Within the major goal of creating the Athens Metropolitan Park, a task way under preparation, lies a very important – yet difficult – project, namely the design and construction of the New Hellenic Aviation Museum. The latter includes the change of use of three existing military airplane hangars (two concrete and one steel) into modern exhibition buildings. The present paper deals with the necessary actions taken so far and the ones still required for the refurbishment and rehabilitation of one of the aforementioned hangars, built in the early 50's and made of St 37 structural steel. The barrel vault shaped roof of the structure, which is approximately 60m long by 60m wide is supported by 12 equally spaced three-hinged truss arches with an above ground height of 15m at the apex. After the recognition of the building's historical significance and structural distinctiveness, and since no as-built drawings or original structural designs could be found, combined with lack of effective maintenance, a detailed condition survey was conducted, including testing of materials. This indicated that some portions of the original structural system are in such poor condition – owing to corrosion, plastic deformation and fatigue – that a general refurbishment of the structure is required along with the replacement of certain portions. All the above are presented in this work, while the intended future rehabilitation process framework is described and a preliminary picture of the anticipated final proposed appearance of the structure is depicted.