

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΜΜΙΚΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΠΛΑΤΕΙΑΣ ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Χρυσάνθος Μαραβέας

Πολιτικός Μηχανικός, MSc, MSc, DIC
X. ΜΑΡΑΒΕΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε.

Αθήνα, Ελλάδα

e-mail: c.maraveas@maraveas.gr

Κωνσταντίνος Μιάμης

Πολιτικός Μηχανικός, MSc, PhD
X. ΜΑΡΑΒΕΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε.

Αθήνα, Ελλάδα

e-mail: Kostas.Miamis@hotmail.com

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το συγκεκριμένο άρθρο παρουσιάζει την προκαταρκτική στατική μελέτη του φέροντα οργανισμού σύμμεικτης κατασκευής που εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ανάπλασης της πλατείας Διοικητηρίου του Δήμου Θεσσαλονίκης. Το εν λόγω κτίριο έχει διαστάσεις 52,75m με 46,5m περίπου και είναι ορθογωνικής κάτοψης, ενώ προβλέπεται να κατασκευαστεί σε τρία επίπεδα. Το κατώτερο από αυτά θα στεγάζει τον υπάρχοντα αρχαιολογικό χώρο, το μεσαίο θα λειτουργεί σα χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων και το δώμα θα αποτελεί τον κύριο χώρο της πλατείας του Διοικητηρίου. Εξαιτίας των ειδικών αναγκών του έργου (περιορισμός διαστάσεων υποστυλωμάτων, ύψους δοκών και εγκεκριμένου από την Κεντρική Αρχαιολογική Υπηρεσία καννάβου), επιλέχθηκε διαμόρφωση του στατικού συστήματος του φέροντος οργανισμού με σύμμεικτα στοιχεία. Για τις δοκούς έγινε χρήση κυψελωτών συγκολλητών διατομών με κυκλικές οπές στον κορμό τους, καθώς και διατμητικών ήλων για τη σύμμεικτη λειτουργία τους με τις υπερκείμενες πλάκες. Οι δοκοί συνδέονται αμφιρθρωτά στα σύμμεικτα υποστυλώματα, που αποτελούνται από κοιλοδοκούς γεμισμένες με σκυρόδεμα. Παρουσιάζονται, επίσης, στοιχεία κόστους και θέματα πυρασφάλειας για το συγκεκριμένο κτίριο.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ολοένα αυξανόμενη ανάγκη για βελτίωση της λειτουργικότητας των κτιρίων, μέσω της μείωσης των διαστάσεων των στοιχείων του φέροντος οργανισμού και της αύξησης των ανοιγμάτων, αλλά και η απαίτηση ικανοποίησης ειδικών αναγκών σε μη συμβατικά έργα,

καθιστά επιβεβλημένη την περαιτέρω εξέλιξη (σε επιστημονικό και τεχνολογικό επίπεδο) των σύμμικτων κατασκευών. Για το σκοπό αυτό παρουσιάζεται η μελέτη του φέροντα οργανισμού σύμμικτου κτιρίου που προτάθηκε να κατασκευαστεί στην πλατεία Διοικητηρίου του Δήμου Θεσσαλονίκης. Η μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια σύμβασης μετά από προεπιλογή από τη σύμπραξη των γραφείων ΈΦΗ ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε., Χ. ΜΑΡΑΒΕΑΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε., ΑΚΤΕΡ Ε.Π.Ε., Ν. ΠΑΠΑΧΡΙΣΤΟΥ & Φ. ΠΕΡΓΑΝΤΗΣ. Εκτός από τη γενική περιγραφή του έργου, το άρθρο εστιάζει στη διαμόρφωση του στατικού συστήματος και στην αναλυτική παρουσίαση των δομικών στοιχείων του καθώς και στις αιτίες που οδήγησαν στην επιλογή της συγκεκριμένης τεχνικής λύσης.

3. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το εν λόγω έργο, το οποίο χαρακτηρίζεται ως δόμημα κατηγορίας 5 – «Μνημειώδης κτιριακά δομήματα, γέφυρες και άλλα έργα πολιτικού μηχανικού» κατά EN-1990 [1], έχει απαιτούμενη διάρκεια σχεδιασμού τα 100 έτη. Πιο συγκεκριμένα, ο κτιριακός όγκος χωροθετείται στα όρια των οδών Αγ. Δημητρίου, Βενιζέλου, Ολύμπου και Κυπρίων Αγωνιστών, ακριβώς επί της τοποθεσίας υπάρχοντος αρχαιολογικού χώρου. Η μεγαλύτερη διάστασή του (διαμήκης διεύθυνση) βρίσκεται μεταξύ των οδών Αγ. Δημητρίου και Ολύμπου, ενώ η εγκάρσια διεύθυνση οριοθετείται μεταξύ των οδών Βενιζέλου και Κυπρίων Αγωνιστών. Το κτίριο της είναι ορθογωνικής κάτοψης διαστάσεων 52,75m με 46,5m περίπου. Αποτελείται από τρία επίπεδα, με το κατώτερο επίπεδο να λειτουργεί ως στέγαστρο για τον αρχαιολογικό χώρο, το μεσαίο να έχει τη χρήση χώρου στάθμευσης αυτοκινήτων και το ανώτερο να αποτελεί το δάπεδο της πλατείας του Διοικητηρίου. Στη Φωτογραφία 1 διακρίνεται ο υπάρχων αρχαιολογικός χώρος (φωτογραφική λήψη), καθώς και η πρόταση για την τελική αρχιτεκτονική διαμόρφωση της πλατείας.



Φωτ. 1- Υπάρχων αρχαιολογικός χώρος (αριστερά) και πρόταση τελικής διαμόρφωσης πλατείας Διοικητηρίου (δεξιά)

Σε κατάλληλη στάθμη εντός του κατώτατου επιπέδου, προβλέπεται η κατασκευή μεσοπατώματος στην πλευρά της οδού Ολύμπου. Επίσης, στην ίδια στάθμη θα δημιουργηθεί σύστημα αναρτώμενων διαδρόμων κυκλοφορίας από το δάπεδο του μεσαίου επιπέδου με κλίμακες καθόδου σε επιλεγμένες θέσεις για την επισκεψιμότητα του αρχαιολογικού χώρου. Η είσοδος στο χώρο στάθμευσης βρίσκεται επί της οδού Κυπρίων Αγωνιστών και αντίστοιχα η έξοδος επί της οδού Βενιζέλου. Επισημαίνεται η δημιουργία κατακόρυφης εσοχής στο εν λόγω επίπεδο και σε απόσταση 7,25m από την πλευρά της

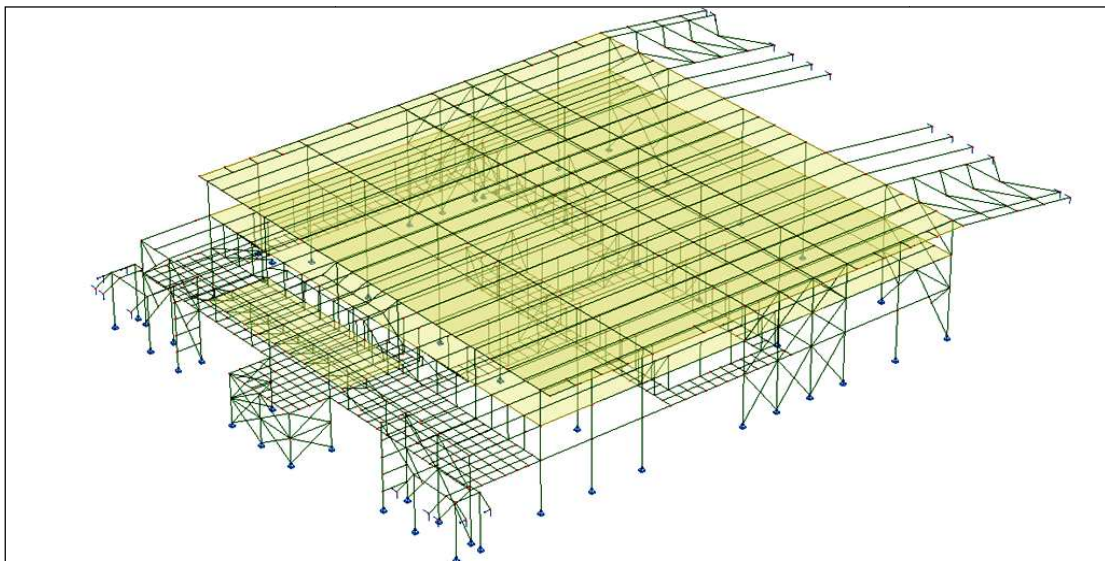
οδού Ολύμπου. Οι αξονικές διαστάσεις του χώρου της πλατείας (δώμα της κατασκευής) είναι σχεδόν όμοιες με αυτές του χώρου στάθμευσης, με εξαίρεση την ύπαρξη προβόλων πλάτους περίπου 3m στη διαμήκη διεύθυνση. Στο Σχήμα 1 φαίνεται προοπτική όψη του στατικού συστήματος (εγκάρσια διεύθυνση) του φορέα.



Σχ. 1- Όψη στατικού φορέα από την Οδό Ολύμπου (εγκάρσια διεύθυνση)

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

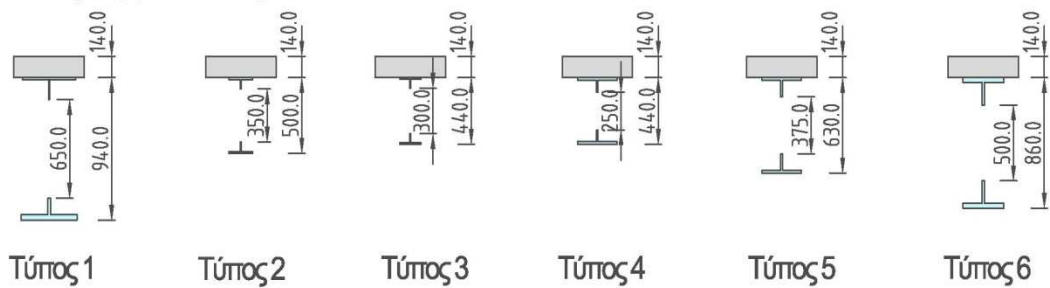
Η επιλογή του στατικού συστήματος του κτιρίου πραγματοποιήθηκε αφού εξετάστηκε μια πληθώρα στατικών λύσεων εξαιτίας του περιορισμού των διαστάσεων των υποστυλωμάτων, της κρέμασης των δοκών, του εγκεκριμένου καννάβου και άλλων παραμέτρων που έπρεπε να ληφθούν υπόψη λόγω της ιδιαιτερότητας του συγκεκριμένου έργου. Για το φέροντα οργανισμό της κατασκευής επιλέχθηκε τελικά η χρήση σύμμικτων στοιχείων. Μια απεικόνιση του στατικού προσομοιώματος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση του συνολικού φορέα της κατασκευής φαίνεται στο Σχήμα 2.



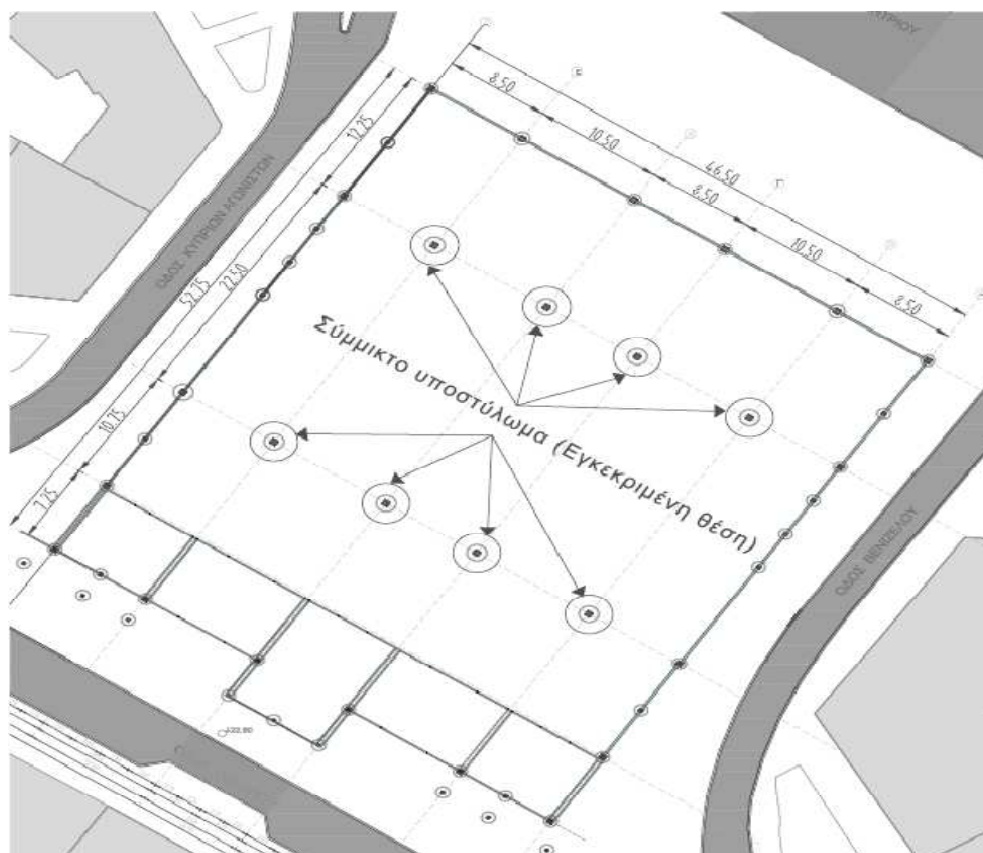
Σχ. 2-Στατικό μοντέλο προσομοίωσης του φέροντος οργανισμού του κτιρίου

Πιο συγκεκριμένα, για το σύμμικτο φορέα του κτιρίου έχει επιλεγθεί η πλαισιακή λειτουργία με την ύπαρξη κατακόρυφων συνδέσμων ακαμψίας σε κατάλληλες θέσεις στην εγκάρσια αλλά και στη διαμήκη διεύθυνση. Σε κάθε στάθμη οι δοκοί θα αποτελούνται από κυψελωτές συγκολλητές διατομές με κυκλικές οπές στον κορμό τους, οι οποίες θα συνδέονται μέσω διατμητικών ήλων με σύμμικτες πλάκες. Η ύπαρξη σύμμικτων πλακών συντελεί στην ύπαρξη διαφραγματικής λειτουργίας στο κτίριο, βελτιώνοντας περαιτέρω τη στατική συμπεριφορά του. Όλες οι δοκοί είναι αμφιαρθρωτές. Επισημαίνεται, ότι, για τον πιο οικονομικό σχεδιασμό του κτιρίου, οι διαδοκίδες τοποθετούνται στη διαμήκη διεύθυνση. Αναφέρεται ότι θα χρησιμοποιηθούν έξι τύποι δοκών με ύψη (μη συμπεριλαμβανομένου του ύψους της πλάκας) που κυμαίνονται από 440mm έως 940mm. Επιλεγμένες διαστάσεις των διατομών τους παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.

Τύπος Σύμμικτων Κυψελωτών Δοκών



Σχ. 3-Διατομές σύμμικτων κυψελωτών δοκών



Σχ. 4-Κάναβος κατώτερου επιπέδου με τις εγκεκριμένες θέσεις των υποστυλωμάτων

Τα υποστυλώματα είναι επίσης σύμμικτα, αποτελούμενα από τετραγωνικές κοιλοδοκούς γεμισμένες με σκυρόδεμα. Γενικά χρησιμοποιήθηκαν κοιλοδοκοί SHS500x20 και SHS350x20, γεμισμένες με σκυρόδεμα C25/30. Τα υποστυλώματα λαμβάνονται αρθρωμένα στη βάση τους, εξασφαλίζοντας έτσι τη μεταφορά μόνο κατακόρυφων δράσεων για να καταστεί δυνατή η θεμελίωση με μεμονωμένους πασσάλους. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται κάρναβος του κατώτερου επιπέδου στον οποίο δείχνονται οι από το Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο εγκεκριμένες θέσεις των υποστυλωμάτων.

Αναφέρεται ότι στα μόνιμα φορτία συμπεριλήφθηκαν επικαλύψεις, βάρη Η/Μ εγκαταστάσεων και φωτιστικών, βάρη γυάλινων επιστρώσεων κτλ., ενώ τα κινητά φορτία λήφθηκαν ανάλογα με τη χρήση του εκάστοτε επιπέδου (φορτία κυκλοφορίας κοινού, φορτία κυκλοφορίας οχημάτων στο χώρο στάθμευσης κτλ). Όλα τα παραπάνω φορτία λήφθηκαν κατά EN 1991-1-1 [2]. Ο σχεδιασμός των σύμμικτων στοιχείων έγινε με βάση τον EN 1994-1-1 [3]. Συμπληρωματικές διατάξεις σχετικά με τα μεταλλικά στοιχεία λήφθηκαν από τον EN 1993-1-1 [4]. Ο αντισεισμικός σχεδιασμός της κατασκευής πραγματοποιήθηκε με βάση τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό ΕΑΚ2000 [5]. Επισημαίνεται, ακόμη, ότι βάσει των δεδομένων γεωτεχνικών συνθηκών, η θεμελίωση της κατασκευής θα πραγματοποιηθεί με πασσάλους. Οι διάμετροι τους κυμαίνονται από 1,00m έως 1,50m και το μήκος τους σε ορισμένες περιπτώσεις προβλέπεται να είναι έως και 35m. Ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας των πασσάλων έγινε σύμφωνα με τις διατάξεις του EN 1997-1 [6].

5. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η εκλογή του συγκεκριμένου στατικού συστήματος βασίστηκε στις ιδιαίτερες ανάγκες του έργου και παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα συγκριτικά με άλλες λύσεις. Πιο συγκεκριμένα, με το σύμμικτο στατικό σύστημα εξασφαλίζονται τα ακόλουθα: i) ικανοποίηση της απαίτησης για μεγάλα ανοίγματα με όσο το δυνατό μικρότερο στατικό ύψος δοκών, ii) τοποθέτηση των υποστυλωμάτων στις από το Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο εγκεκριμένες θέσεις του καννάβου, iii) σημαντική μείωση του εύρους του εργοταξίου κατά τη φάση της κατασκευής, καθώς θα χρησιμοποιηθούν έτοιμα μεταλλικά στοιχεία αλλά και απαλλαγή από τη χρήση κριωμάτων στο ευαίσθητο πεδίο του αρχαιολογικού χώρου, iv) μικρότερη δυνατή επιφάνεια θεμελίωσης, η οποία σε συνδυασμό με τη χρήση πασσάλων μειώνει την παρέμβαση στον αρχαιολογικό χώρο και στο υπέδαφός του, v) λειτουργικότητα του χώρου στάθμευσης λόγω της μείωσης των διατομών των υποστυλωμάτων και της απουσίας κατακόρυφων συνδέσμων στο εσωτερικό του κτιρίου, vi) ασφάλεια του χώρου στάθμευσης ως προς την πρόσκρουση οχήματος, λόγω του αραιού καννάβου vii) δυνατότητα επέκτασης του κτιρίου (π.χ. αφαίρεση προβόλων, τοποθέτηση επιπρόσθετων πλαισίων, επανατοποθέτηση συνδέσμων δυσκαμψίας), viii) ταχύτερη κατασκευή εξαιτίας της χρήσης μεταλλικών στοιχείων, ix) καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα λόγω χρήσης μικρότερων διατομών.

6. ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Οι απαιτήσεις πυραντίστασης της κατασκευής είναι ιδιαίτερα αυξημένες λόγω των χρήσεων που προβλέπονται. Τα σύμμικτα υποστυλώματα έχουν γενικά αυξημένους χρόνους πυραντίστασης (ενδεικτικά [7] και [8]) όμως η πυραντίσταση των κυρλωτών δοκών δεν έχει διερευνηθεί πλήρως ως προς διάφορα επιμέρους θέματα, όπως η ανάπτυξη

μηχανισμού μεμβράνης από την σύμμικτη πλάκα. Ενδεικτικές πληροφορίες για τη συμπεριφορά των κυψελωτών δοκών σε φωτιά παρουσιάζονται στο [9]. Για το λόγο αυτό είχε προταθεί να γίνει μελέτη πυραντίστασης για τη κατασκευή με προχωρημένο υπολογιστικό μοντέλο (advanced calculation model) ως ορίζεται από τον EN 1994-1-2 [10].

7. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ

Εκτός από τα τεχνικά θέματα που, κρίνεται σκόπιμη η παρουσίαση βασικών στοιχείων κόστους. Ένας ενδεικτικός προϋπολογισμός του φέροντα οργανισμού δίδεται στον Πίνακα 1. Το συνολικό κόστος του στατικού συστήματος ανέρχεται στα 2.425.000 €.

	Σιδηρές διατομές	Σκυροδέματα	Χαλυβδόφυλλα τύπου Ward FD80	Πάσσαλοι θεμελίωσης
Ποσότητα	601.110 kg	578 m ³	5415 m ²	345 m
Τιμή κόστους	3,50 €/kg	200,00 €/m ³	25,00 €/m ²	200,00 €/m
Σύνολο	2.104.000 €	115.600 €	135.375 €	69.000 €
Προϋπολογισμός	2.425.000 €			

Πιν. 1- Ενδεικτικός Προϋπολογισμός στατικού φορέα

8. ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η συγκεκριμένη τεχνική πρόταση για το κτίριο της πλατείας Διοικητηρίου Θεσσαλονίκης αποτελεί μια στατικά και λειτουργικά αποδεκτή λύση η οποία είναι εναρμονισμένη με τη γενικότερη φιλοσοφία σχεδιασμού των σύμμικτων κατασκευών.
2. Η εν λόγω μελέτη ενδέχεται να αποτελέσει παράδειγμα εφαρμογής για παρόμοιας φύσης έργα, καθώς αξιοποιεί σε μεγάλο βαθμό τα πλεονεκτήματα που παρέχουν οι φορείς από σύμμικτα στοιχεία. Ενδεικτικά αναφέρεται το χαμηλό κόστος του φέροντα οργανισμού (περίπου 400 €/m²).

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (12 pt, Times new Roman font bold)

- [1] EN 1990. “Eurocode : Basis of structural design”, 2002.
- [2] EN 1991-1-1. “Eurocode 1: Actions on structures-Part 1-1: General actions - Densities, self-weight and imposed loads for buildings”, 2002.
- [3] EN 1994-1-1. “Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings”, 2004.
- [4] EN 1993-1-1. “Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings”, 2005.
- [5] “Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός ΕΑΚ2000”, 2000.
- [6] EN 1997-1. “Eurocode 7: Geotechnical design -Part 1: General rules”, 2004.
- [7] Wang, Y. C., and Orton, A. H. “Fire resistant design of concrete filled tubular

- steel columns”, *The Structural Engineer*, Vol. 86, No. 19, 2008, pp. 40-45.
- [8] Kodur, V.K.R. and MacKinnon, D.H. “Design of concrete-filled hollow structural steel columns for fire endurance”, *Engineering Journal-AISC*, Vol. 37, No. 1, 2000, pp. 13-24.
- [9] Wong, V. B., Burgess, I., and Plank R. “Behaviour of Composite Cellular Steel - Concrete Beams at Elevated Temperatures”, *Steel Structures*, Vol. 9, No. 1, 2009, pp. 29-37.
- [10] EN 1994-1-2. “Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design”, 2005.

PROPOSED COMPOSITE STRUCTURE FOR THE ADMINISTRATOR'S SQUARE IN THESSALONIKI

Chrysanthos Maraveas

Civil Engineer, MSc, MSc, DIC

C. MARAVEAS PARTNERSHIP

Athens, Greece

e-mail: c.maraveas@maraveas.gr

Konstantinos Miamis

Civil Engineer, MSc, PhD

C. MARAVEAS PARTNERSHIP

Athens, Greece

e-mail: Kostas.Miamis@hotmail.com

SUMMARY

This paper presents the preliminary structural design study of the structural system for a composite structure, which was carried out for the purpose of rehabilitating the Administrator's Square in the municipality of Thessaloniki. The building has approximate dimensions 52,75m by 46,5m and has a rectangular layout. It will be constructed in three levels. The lowest will shelter the existing archeological site, the middle one will serve as a parking facility and the top level will form the main space of the square. Because of the special needs of the project (constraints in the dimensions of the columns, the beam height and the grid approved by the Central Archeological Agency), a structural system of composite members was selected. At all levels, cellular welded beams with circular holes in their web were used, together with shear studs to ensure composite action with the overlying slabs. The beams will be connected to the composite concrete-filled tubular columns through pins. Cost elements and fire safety issues regarding the structure are also presented.