

## **ΝΕΑ ΠΤΕΡΥΓΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΩΝ Γ.Ν. ΑΘΗΝΩΝ ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ**

**Δημήτριος Ευστρατιάδης**  
Πολιτικός Μηχανικός  
Ελληνική Μελετητική Α.Τ.Ε.  
Αθήνα, Ελλάδα  
e-mail:info@hellinikimeletitiki.gr

### **1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται ο σύμμικτος φέρων οργανισμός του κτιρίου της νέας πτέρυγας χειρουργείων στο Γ.Ν.Α. Ευαγγελισμός, στο κέντρο της Αθήνας. Επίσης, αναλύεται η μεθοδολογία μελέτης και ανέγερσης του μεταλλικού φορέα, δίνοντας έμφαση στις ιδιαιτερότητες κάθε αντικειμένου για το συγκεκριμένο έργο.

### **2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

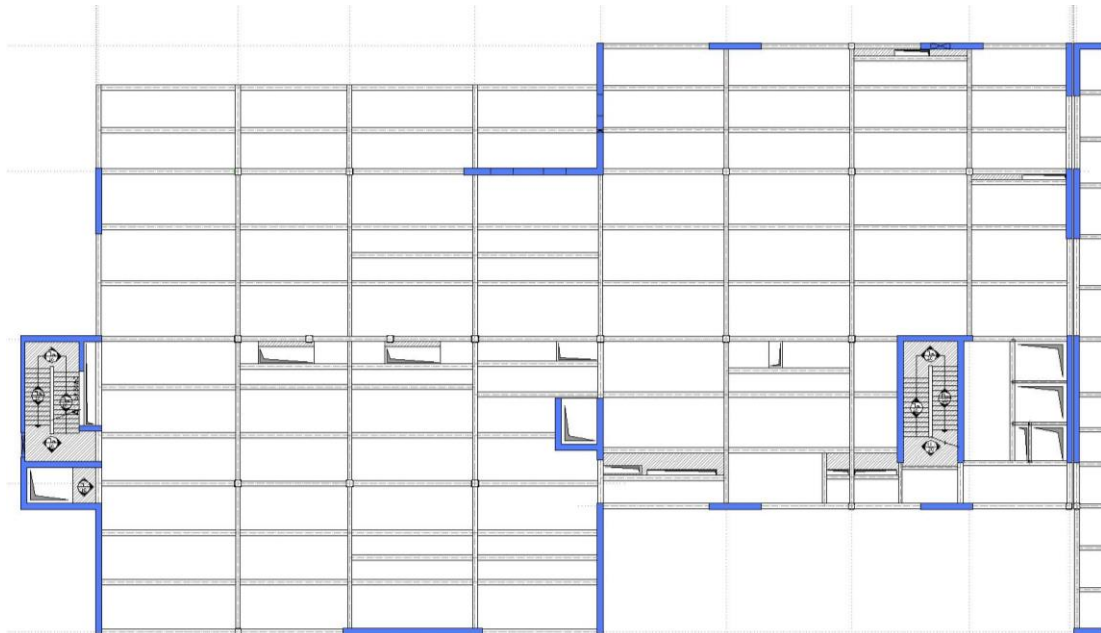
Η νέα πτέρυγα στο Γ.Ν.Α. «Ευαγγελισμός», κατασκευάζεται στην κεντρική περιοχή του συγκεκριμένου οικοδομικού τετραγώνου.

Για την δημιουργία «οικοπέδου», δηλ. ελεύθερου χώρου στην περιοχή ανέγερσης της νέας πτέρυγας, προηγήθηκαν καθαιρέσεις των υπαρχόντων κτισμάτων κάτω από ιδιαίτερη κατασκευή προστασίας αφού μετακινήθηκαν τα τμήματα και οι υπηρεσίες που στεγάζονταν τότε σ' αυτά.

Η νέα πτέρυγα αποτελείται από ένα υπόγειο, Ισόγειο – Pilotis , δύο ορόφους κύριας χρήσης, μηχανολογικό όροφο με κλειστούς και ανοικτούς χώρους εγκαταστάσεων, φυτεμένα δώματα και τέλος ανοικτό δώμα, μεγάλη έκταση του οποίου είναι επίσης φυτεμένη. Οι διαστάσεις της κάτοψης α' φάσης είναι 56m x 34 m, ενώ της β' φάσης είναι 34m x34m

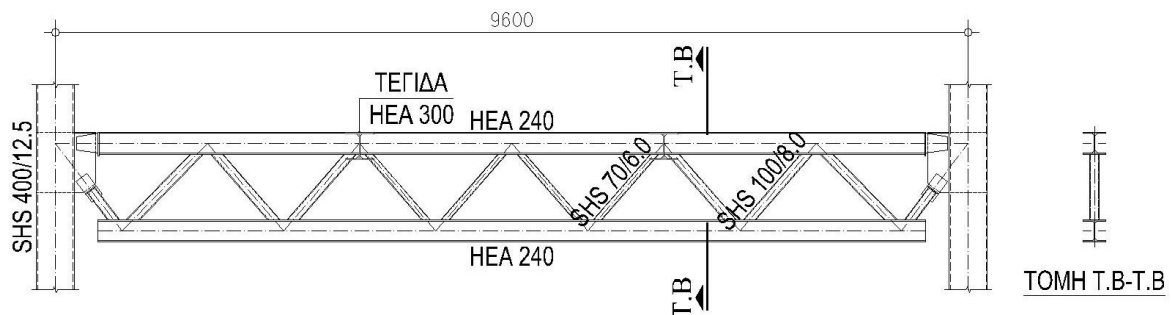
### **3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ**

Η τριώροφη ανωδομή έχει εφοδιαστεί με ικανό αριθμό ευμεγεθών δύσκαμπτων τοιχωμάτων και πυρήνων από Ω.Σ., ικανών να παραλάβουν το 100 % της σεισμικής τέμνουσας σε κάθε όροφο. Όλα τα υπόλοιπα κατακόρυφα στοιχεία είναι χαλύβδινες κοιλοδοκοί διατομής SHS400. Ο σύμμικτος φορέας προτιμήθηκε έναντι ενός συμβατικού φορέα από σκυρόδεμα, για να αυξηθεί η ταχύτητα κατασκευής του έργου και να μειωθεί η όχληση στη λειτουργία του νοσοκομείου από τις πολλές και μεγάλες σκυροδετήσεις.



Σχ. 1 - Άνοψη τυπικής στάθμης κτιρίου

Οι οριζόντιοι φορείς της ανωδομής είναι αρθρωτοί στα άκρα τους και αποτελούνται από κύριες δικτυωματικές δοκούς τύπου Warren και δευτερεύουσες συμπαγείς δοκούς.



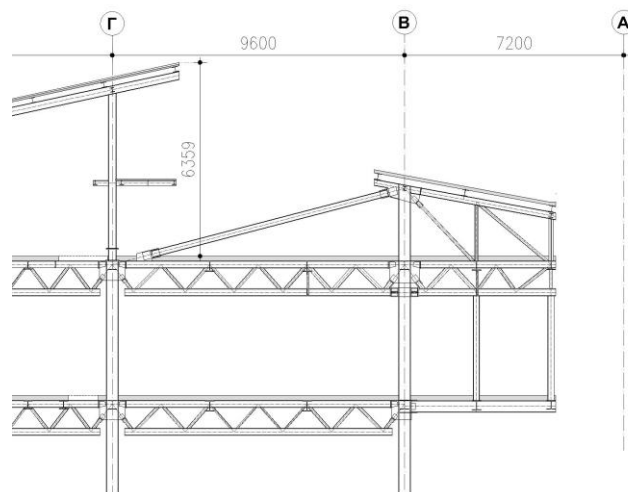
Σχ. 2 - Όψη τυπικής κύριας δικτυωματικής δοκού

Ο φορέας του δαπέδου συμπληρώνεται από προκατασκευασμένες πλάκες ωπλισμένου σκυροδέματος, οι οποίες εδράζονται στον μεταλλικό φορέα μέσω λωρίδων neoprene. Πάνω από αυτές διαστρώνεται επί τόπου έγχυτο γαρμπιλόδεμα πάχους 8cm ( topping ). Η προμελέτη προέβλεπε πλάκες με οπές ( hollow core slabs). Κατά την οριστική μελέτη όμως αυτές αντικαταστάθηκαν από συμπαγείς, για τρεις βασικούς λόγους: Κατ αρχήν θα υπήρχε δυσκολία τοποθέτησης των πολυάριθμων αναρτήσεων κατά την κατασκευή, κυρίως όμως υπήρχε ανάγκη ενός ισότροπου και όχι ορθότροπου υλικού για την αύξηση της δύσκαμπψίας για τον έλεγχο ταλαντώσεων .



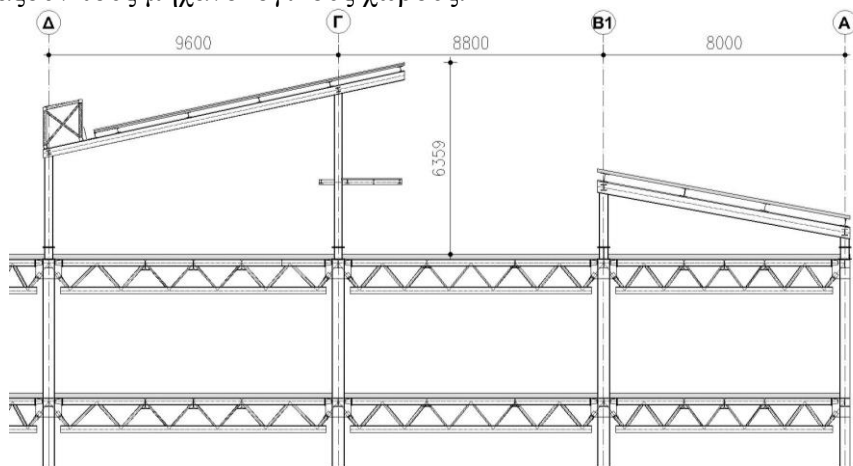
Σχημ. 3- Τυπικές τομές γεωμετρίας και οπλισμού πλάκας δαπέδου

Τμήματα του Α' και Β' ορόφου κατασκευάζονται ανηρημένα από ισχυρούς δικτυωτούς προβόλους του δώματος.



Σχημ. 4 - Τομή εν προβόλω τμήματος Κτιρίου 1

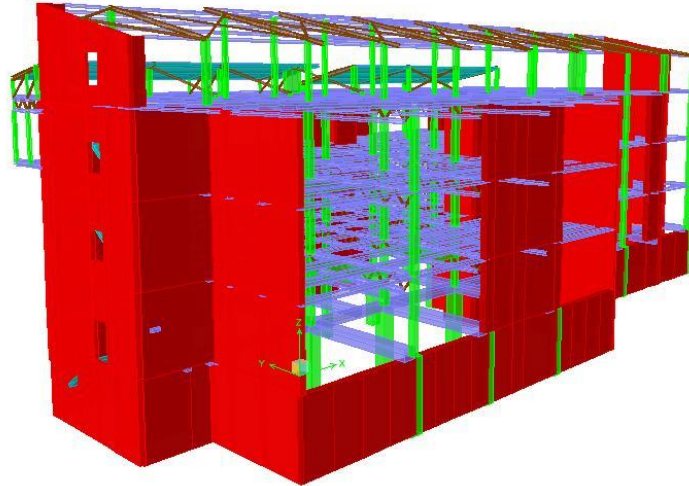
Το ανώτατο τμήμα του φορέα αποτελείται από διάφορα μεταλλικά κτίσματα στο δώμα, τα οποία στεγάζουν τους μηχανολογικούς χώρους.



Σχημ. 5 - Τυπική εγκάρσια τομή κτισμάτων στο δώμα

#### 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

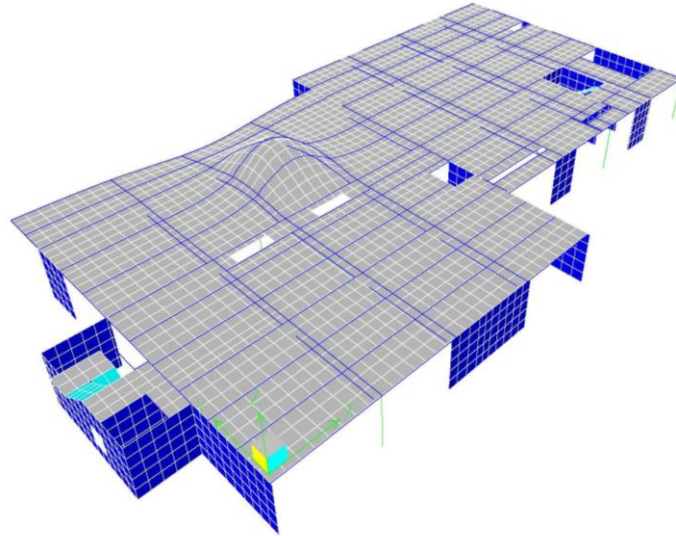
Για την επίλυση του φορέα της ανωδομής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα [ETABS](#).



Σχημ. 6 -Χωρικό μοντέλο προσομοίωσης στο ETABS

Η μέθοδος ανάλυσης για τα σεισμικά φορτία ήταν η ιδιομοφική ανάλυση φάσματος απόκρισης, (EN1998-1 §4.3.3.3). Η διαστασιολόγηση του φέροντα οργανισμού έγινε βάσει των Ευρωκωδίκων. Πέραν των συνηθισμένων επιβεβλημένων φορτίσεων, έγινε έλεγχος τοπικής αντοχής υπό τα ανηρτημένες στήλες των χειρουργείων, καθώς και των φορτίων από αγγειογράφους και μαγνητικό τομογράφο. Όπως προαναφέρθηκε, το σύνολο της σεισμικής τέμνουσας αναλαμβάνεται από το σύστημα πλάστιμων τοιχωμάτων. Τα μεταλλικά υποστυλώματα, δικτυώματα και τεγίδες θεωρήθηκαν ως δευτερεύοντα σεισμικά μέλη, σύμφωνα με την §4.2.2 του EN1998-1. Η ύπαρξη ισχυρών τοιχωμάτων στα άκρα του κτιρίου είχε ως αποτέλεσμα την ύπαρξη πολύ μεγάλων αξονικών δυνάμεων στα οριζόντια στοιχεία, στις φορτίσεις θερμοκρασιακού καταναγκασμού. Για τον λόγο αυτό προδιαγράφηκε κατά τη μελέτη το επιτρεπόμενο εύρος θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά την ανέγερση.

Λόγω της ιδιαιτερότητας της χρήσης του κτιρίου, έγινε έλεγχος σε ταλαντώσεις εξ' αιτίας του βαδίσματος των χρηστών, βάσει του "Design of Floor Structures for human Induced Vibrations", JRC, European Commission, 2009 και του P354: Design of Floors for Vibration: A New Approach. Τα κριτήρια αποδοχής επιλέχτηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία, δεδομένου ότι στη χώρα μας δεν υπάρχουν σχετικές προδιαγραφές. Προφανώς η απαίτηση είναι πιο μεγάλη στα δάπεδα των χειρουργείων και στις περιοχές των ιατρικών μηχανημάτων. Σε κάποιους τέτοιους χώρους προστέθηκαν τεγίδες για την αύξηση της δυσκαμψίας, παρ' όλο που δεν ήταν απαραίτητες από τον έλεγχο των οριακών καταστάσεων αστοχίας και λειτουργικότητας. Επαρκώς δύσκαμπτα σχεδιάστηκαν και τα φαντώματα του δώματος όπου έδραζονται οι ψύκτες μάζας 3.3tn, έτσι ώστε να έχουν αρκετά μεγαλύτερη ιδιοσυχνότητα από αυτή των ελατηρίων έδρασης των τελευταίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι πρόκειται για υψίσυχνα δάπεδα, των οποίων η απόκριση σε transient (intermittent) και όχι σε continuous vibrations ήταν κρίσιμη.



Σχημ. 7- Απεικόνιση 1<sup>ης</sup> ιδιομορφής φατνώματος δαπέδου

## 5. ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Τα χαλύβδινα στοιχεία της ανωδομής πυροπροστατεύτηκαν με πυράντοχη βαφή (intumescent coating) για χρόνο πυραντίστασης R90. Τα μεταλλικά υποστύλωματα επενδύονται σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη. Για τον λόγο αυτό εξετάστηκε τεχνικοοικονομικά και η λύση να γίνει η επένδυση αυτή πυράντοχη, συμπληρωματικά ή εναλλακτικά της πυροβαφής, καθώς και η πλήρωσή των στύλων SHS με άοπλο σκυρόδεμα. Σύμφωνα με την έρευνα αυτή, η πιο άρτια τεχνικά και συμφέρουσα οικονομικά λύση, ήταν αυτή της πυροβαφής.

Τα δικτυωματικά και τα συμπαγή οριζόντια μέλη είναι μη εμφανή, λόγω της ύπαρξης της ψευδοροφής. Συνεπώς, η αδρή επιφάνεια που δημιουργεί η εφαρμογή της πυροβαφής, δεν αποτελεί ούτε σε αυτά πρόβλημα. Η πυροβαφή εφαρμόστηκε γενικά στο εργοστάσιο, για την αποφυγή μεταφοράς οσμών και σωματιδίων βαφής στο γειτονικό, εν λειτουργία, νοσοκομείο. Οι αναμενόμενες βλάβες στο σύστημα βαφής που προκλήθηκαν κατά τη μεταφορά και την ανέγερση, αποκαταστάθηκαν τοπικά με πινέλο. Όλες οι πυράντοχες βαφές εφαρμόστηκαν σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, τις προδιαγραφές της ASFP (Association for Specialist Fire Protection) και τις οδηγίες του προμηθευτή (Hempel).

Προκειμένου να εκτιμηθούν τα πάχη της βαφής έγινε κατ αρχήν ανάλυση στον συνδυασμό κατά την έκθεση πυρκαγιάς, ο οποίος, σύμφωνα με την §4.3.1 του EN1991-1-2 είναι ο οιονεί-μόνιμος συνδυασμός  $G+\psi_{2,i}Q_{k,i}$ . Κατόπιν έγινε διαστασιολόγηση βάσει απλών υπολογιστικών μοντέλων, σύμφωνα με την §4.2 του EN1993-1-2 κατά την οποία επιλέχτηκε και η κρίσιμη θερμοκρασία ανά τύπο ή/και διατομή μέλους. Υπενθυμίζεται ότι, βάσει του EN1993-1-2, κρίσιμη θερμοκρασία δομικού χάλυβα είναι η θερμοκρασία στην οποία αναμένεται να προκληθεί αστοχία σε ένα δομικό στοιχείο από χάλυβα, για μια δεδομένη στάθμη φόρτισης, θεωρώντας ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας στο στοιχείο αυτό. Η διερεύνηση αυτή οδήγησε σε μείωση του όγκου της πυροβαφής κατά 15%.

## 6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η βιομηχανοποίηση και ανέγερση του μεταλλικού φορέα ακολούθησε το πρότυπο EN1090-2 για EXC2. Η διασφάλιση και πιστοποίηση της ποιότητας συμπληρώθηκε με την εμπλοκή της TÜV Hellas ως ανεξάρτητου φορέα πιστοποίησης. Πριν από την έναρξη κάθε εργασίας, σύμφωνα και με τις οδηγίες της διαχείρισης του έργου, γινόταν από την τεχνική επίβλεψη έγκριση των αντίστοιχων υπεργολάβων, υλικών, μεθοδολογιών και σχεδίων κοπής. Τα τελευταία εκπονήθηκαν από τη Mecanotehnica στο TEKLA και ο έλεγχός τους πραγματοποιήθηκε στο TEKLA BIMsight.

Η ανέγερση του μεταλλικού φορέα υποβοηθήθηκε από τον οικοδομικό γερανό του γενικού εργολάβου, ο οποίος χρησιμοποιείτο παράλληλα για την τοποθέτηση των προπλακών, τη μεταφορά των μεταλλότυπων κ.α. Οι φάσεις κατασκευής ανά όροφο ήταν οι εξής: Κατ' αρχήν σκυροδέτηση των τοιχωμάτων έως τον πυθμένα των ενσωματούμενων ελασμάτων των συνδέσεων με τις χαλύβδινες δοκούς. Στη συνέχεια η τοποθέτηση των τελευταίων, η σκυροδέτηση των τοιχωμάτων έως τον πυθμένα των προπλακών, η τοποθέτηση των προπλακών και η ισχυρή σύνδεση με τα τοιχώματα για την παραλαβή της σεισμικής τέμνουσας και τέλος η όπλιση και κατόπιν η διάστρωση του σκυροδέματος του topping. Να σημειωθεί ότι τα μεταλλικά υποστυλώματα είχαν μεταφερθεί και ανεγερθεί σε όλο τους το ύψος σε αρχικό στάδιο.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ευστάθεια του φορέα, συνδέθηκε προσωρινά το κάτω πέλμα των δικτυωμάτων με τα μεταλλικά υποστυλώματα στο ισόγειο, ώστε να δημιουργηθούν συνδέσεις ροπής. Παράλληλα, στην άλλη διεύθυνση, η δυσκαμψία ενισχύθηκε με προσωρινές διαγώνιους συνδέσμους δυσκαμψίας (ντίζες). Επίσης, οι ακραίες μεταλλικές τεγίδες και δικτυώματα παρέμεναν υποστυλωμένες μέχρι την ωρίμανση του topping.

Οι μεγαλύτερες δυσκολίες που συνάντησε ο ανάδοχος κατά την κατασκευή εντοπίστηκαν στις συνδέσεις των μεταλλικών τεγίδων και δικτυωμάτων με τα τοιχώματα. Σε τέτοιες θέσεις έγιναν παραλλαγές των οπλισμικών διατάξεων, ώστε να διευκολυνθεί η τοποθέτηση. Επιπροσθέτως, δόθηκε έμφαση στον σωστό συντονισμό και τη συνεργασία μεταξύ των συνεργείων όπλισης σκυροδέματος και ανέγερσης μεταλλικού φορέα. Τέλος, καθυστερήσεις προκάλεσε και η διαδικασία της πυροβαφής, η οποία εφαρμόστηκε γενικά στο εργοστάσιο. Η απαίτηση για μεγάλα πάχη βαφής, έως και 4,8mm, ειδικά στα μέλη με κοίλες διατομές, σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες και τις υψηλές υγρασίες του χειμώνα, συνετέλεσαν σε μεγάλους χρόνους στεγνώματος. Για τον λόγο αυτό, σε κάποια μέλη η παθητική πυροπροστασία ολοκληρώθηκε με πινέλο στο εργοτάξιο.



Φωτ. 1 – Εργοταξιακή συγκόλληση ελασμάτων δικτυώματος



Φωτ. 2 – Πυροβαφή δικτυωμάτων στο εργοστάσιο



Φωτ. 3 – Διάστρωση σκυροδέματος προπλακών



Φωτ. 4 – Ανέγερση μεταλλικού φορέα οροφής ισογείου



Φωτ. 5 – Τοποθέτηση προπλακών



Φωτ. 6 Τοποθέτηση σύνδεσης διακτινώματος σε τοίχείο



Φωτ. 7 – Ανεγερμένα υποστυλώματα



Φωτ. 8 – Φορέας οροφής ισογείου

## 7. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Δωρητής-Κύριος του Έργου: Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος

Διαχείριση έργου : Εθνική Τράπεζα & ΣΙΓΜΑΜΙ Ε.Π.Ε.

Αρχιτεκτονική Μελέτη & Επίβλεψη : Κ. Κυριακίδης & Συνεργάτες Α.Ε., Έλυτρον αρχιτεκτονική + πολεοδομία Ε.Ε.

Στατική Μελέτη & Επίβλεψη : Ελληνική Μελετητική Α.Τ.Ε.

Ηλεκτρομηχανολογική Μελέτη & Επίβλεψη : ΕΛ.Τ.Ε.ΜΕ. Ε.Π.Ε.

Ανάδοχος : ΑΚΤΩΡ Α.Τ.Ε.

Υπεργολάβος μεταλλικών κατασκευών : ΜΗΧΑΝΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΒΕΤΕ

**NEW WING FOR SURGERIES AT  
EVAGGELISMOS HOSPITAL, ATHENS**

**Dimitris Efstratiadis**

Civil Engineer, M. Eng. Imperial College

Helliniki Meletitiki S.A.

Athens, Greece

e-mail:de@hellinikimeletitiki.gr

**SUMMARY**

This paper describes the composite structural framing system of the new wing of surgeries at Evagelismos hospital, in the centre of Athens, Greece. The building is 56X34m in plan and has three main stories plus a basement floor and secondary roof constructions. The load-bearing structure consists of reinforced concrete ductile shear walls, steel trusses and beams, as well as prefabricated + cast in situ reinforced concrete solid slabs. The design and construction methodology of the steel part of the structure is analysed. Emphasis is given on the design of floors for human induced vibrations, the passive fire protection system and the difficulties encountered during construction.