

## ΠΟΛΥΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΤΗΣ WARGAMING

**Δρ. Σωκράτης Α. Ιωαννίδης**  
PhD., S.E., P.E. – President / CEO  
Structural Affiliates International, Inc.  
Nashville, Tennessee, USA  
e-mail: [socrates@saii.com](mailto:socrates@saii.com)

**Eur. Ing. Πλάτωνας Στυλιανού**  
B.Eng. (Hons), MSc MCS, MICE, CEng, FCI Arb.  
Platonas Stylianou & Associates, Civil and Structural Engineers L.L.C  
Λευκωσία, Κύπρος  
e-mail: [pstylianou@pstylianou.com](mailto:pstylianou@pstylianou.com)

**Alberto Farinola**  
M.Eng. (Hons) in Architectural Eng. CARDIFF, M.Eng. in Civil Eng. NTUA  
Partner in Platonas Stylianou & Associates, Civil and Structural Engineers L.L.C  
Λευκωσία, Κύπρος / Αθήνα, Ελλάδα  
e-mail: [afarinola@pstylianou.com](mailto:afarinola@pstylianou.com)

### 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα κεντρικά γραφεία παγκοσμίως της εταιρίας Wargaming Group Ltd στεγάζονται σε ένα 18-ώροφο κτίριο στη Λευκωσία. Με το συνολικό ύψος να φτάνει τα 75 μέτρα, η συγκεκριμένη κατασκευή αποτελεί σήμερα το υψηλότερο μεταλλικό κτίριο στην πρωτεύουσα της Κύπρου. Το φέρων σύστημα αποτελείται από ένα κεντρικό πυρήνα από υψηλής αντοχής οπλισμένο σκυρόδεμα και μεταλλικά κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία ποιότητας S355 και συνολικού βάρους 560 τόνων περίπου. Για τη κατασκευή του μεταλλικού σκελετού εκπονήθηκε ειδικό σχέδιο ανέγερσης και στήριξης όπου και χρησιμοποιήθηκαν πέραν των 8.200 ειδικών προεντεταμένων κοχλιών (τύπου Tension Control Bolts - TCB, ποιότητας 10,9) που εισήχθησαν από τις Η.Π.Α.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η πορεία σχεδίασης του κτιρίου με έμφαση στις προκλήσεις που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκειά της κατασκευής και τους τρόπους επίλυσης αυτών των προκλήσεων όπως αυτοί επιλέχθηκαν από τη μελετητική ομάδα.

### 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κεντρικά γραφεία της εταιρίας Wargaming Group Ltd βρίσκονται επί της Λεωφόρου Δημοσθένη Σεβέρη στη Λευκωσία η οποία βρίσκεται πολύ κοντά στο Προεδρικό Μέγαρο.



Φωτ. 1 - Προσόψεις κτιρίου

Το κτίριο αποτελείται συνολικά από 18 ορόφους. Υπάρχουν τρία υπόγεια επίπεδα, ισόγειο μεσοπάτωμα που περιλαμβάνει εστιατόριο και καφετέρια προσωπικού, μηχανολογικό όροφο και 12 ορόφους με γραφεία. Η οροφή του κτιρίου είναι ο κυρίως χώρος συναντήσεων και συνάθροισης του προσωπικού.

Για πρώτη φορά στην Κύπρο, και σε ανάλογης κλίμακας έργο, η μορφολογία του στατικού συστήματος είναι φέρων μεταλλικός σκελετός (υποστυλώματα, δοκοί και σύμμικτες πλάκες) ο οποίος αναπτύσσεται από το επίπεδο της θεμελίωσης, δηλαδή από το χαμηλότερο υπόγειο και επεκτείνεται καθ' όλο το ύψος του κτιρίου. Εκ των τριών υπόγειων χώρων, οι δύο είναι για χώρους στάθμευσης ενώ το τρίτο επίπεδο περιλαμβάνει εγκαταστάσεις γυμναστηρίου και υδροθεραπείας αποκλειστικά για το προσωπικό του κτιρίου. Με το συνολικό ύψος να φτάνει τα 75 μέτρα και το εμβαδόν να είναι περίπου στα 8.000 τετραγωνικά μέτρα αποτελεί σήμερα το υψηλότερο σύμμεικτης κατασκευής κτίριο στην πρωτεύουσα. Το κτίριο έχει μεγάλο ενδιαφέρον και σε επίπεδο κάτοψης καθώς ο κάθε όροφος έχει μικρή μετατόπιση προς τη μία πλευρά σε κάθε στάθμη σε σχέση με τον υπερκείμενό του.

Ιδιοκτήτης του έργου ήταν η εταιρία Rotos Developments, ενώ στη συνέχεια αγοράστηκε από την εταιρία Wargaming Ltd. Οι ανάγκες του νέου ιδιοκτήτη οδήγησαν σε επαναπροσδιορισμό της αρχιτεκτονικής ιδέας και κατ' επέκταση σε τροποποιήσεις του στατικού συστήματος της κατασκευής ενώ μεγάλο μέρος του στατικού φορέα ήταν ήδη κατασκευασμένο όταν έγινε η αλλαγή στην ιδιοκτησία. Η κατασκευή ολοκληρώθηκε από την εργοληπτική εταιρεία A. Panayides Contracting Ltd η οποία εφάρμοσε με απόλυτη επιτυχία τις ιδιαίτερες αυστηρές και υψηλού επιπέδου τεχνικές προδιαγραφές αλλά και τα μέτρα ασφαλείας που ίσχυαν κατά την διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών. Λόγω της φύσης και του μεγέθους της εταιρείας, τα μέτρα ασφαλείας παραμένουν ακόμα ιδιαίτερος αυστηρά.

## 2.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΡΓΟΥ

Αρχιτέκτονας του έργου είναι ο κ. Ζήνωνας Ζήνωνος, Πολιτικοί Μηχανικοί είναι τα γραφεία Structural Affiliates International INC (S.A.I. - Δρ. Σωκράτης Ιωαννίδης) και Platonas Stylianou & Associates Civil and Structural Engineers L.L.C. (Πλάτωνας Στυλιανού), Ηλεκτρομηχανολόγοι Μηχανικοί είναι το γραφείο MELTEC των Ηλιοφώτου και Ζηνιέρη και Επιμετρητές Ποσοτήτων η εταιρία M.D.A. Cyprus. Σύμβουλοι

πυρασφάλειας είναι το γραφείο IntFire (Cyprus) Ltd, η μελέτη του Façade Engineering & Curtain Walling έγινε από την εταιρία Metal Design Engineering GmbH (MDE) ενώ η γεωτεχνική μελέτη και η μελέτη προσωρινής αντιστήριξης πρανών εκσκαφής εκπονήθηκε από την εταιρία Χάρης Π. Λαμάρης και Συνεργάτες, έμπειρη εταιρεία σε ειδικές γεωτεχνικές μελέτες στην Ελλάδα.

### **3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ / ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ**

Σε όλη την κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν υλικά προηγμένης τεχνολογίας και τεχνικές υψηλής τεχνογνωσίας έτσι ώστε το κτίριο να είναι εφάμιλλο παρόμοιων κτιρίων του εξωτερικού. Το κτίριο αποτελείται από σύμμικτο στατικό σύστημα και έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις διατάξεις των Ευρωκωδίκων EC4, EC3, EC2, EC7 και EC8. Ο φέρων οργανισμός είναι μεταλλικά κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία με σύμμικτες πλάκες από κυματοειδές χαλυβδόφυλλο, διατμητικούς ήλους και σκυροδέμα, ενώ όλη η κατασκευή αναπτύσσεται γύρω από έναν πυρήνα οπλισμένου σκυροδέματος. Η κατηγορία σκυροδέματος του πυρήνα είναι C45/55, ενώ για τη μεταλλική κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικά στοιχεία υψηλής αντοχής ποιότητας S355 και συνολικού βάρους 560 τόνων περίπου. Εκπονήθηκε ειδική μελέτη στήριξης και συναρμολόγησης για την ορθή και ασφαλή τοποθέτηση των μελών του μεταλλικού φορέα. Για την συνδεσμολογία χρησιμοποιήθηκαν πέραν των 8200 ειδικών κοχλιών και μπουλονιών (τύπου TCB) υψηλής αντοχής και ποιότητας 10.9 που εισήχθησαν από τις Η.Π.Α.

Από τις Η.Π.Α. εισήχθη επίσης και το ειδικό χαλυβδόφυλλο των σύμμικτων πλακών ύψους 50 χιλιοστών και πάχους 1 και 1,2 χιλιοστών αναλόγως ανοίγματος το οποίο επιλέχθηκε για πιο σωστή σύμμικτη συμπεριφορά των πατωμάτων του κτιρίου. Για τη θεμελίωση του κτιρίου αλλά και την κατασκευή των τριών υπόγειων επιπέδων, έγινε εκσκαφή σε βάθος 12,5 μέτρων όπου και κατασκευάστηκε σύστημα προσωρινής αντιστήριξης πρανών εκσκαφής.

Το κέλυφος της πρόσοψης του κτιρίου είναι έκτασης 3600 τετρ. μέτρων και είναι από ειδική γυάλινη κατασκευή ώστε να απορροφά κραδασμούς. Ο σχεδιασμός και οι υπολογισμοί έγιναν από ειδικούς Façade Engineers αφού πρώτα δόθηκαν σε αυτούς οι μετακινήσεις και τα interstorey drifts της κατασκευής από τους Πολιτικούς Μηχανικούς του έργου. Το κτίριο περιλαμβάνει επίσης δομημένες καλωδιώσεις συνολικού μήκους 108 χιλιομέτρων, ενώ είναι καλυμμένο με ακουστικές μεμβράνες συνολικού εμβαδού 11,970 τετρ. μέτρων, όλα τελευταίας τεχνολογίας σύμφωνα με τις πιο σύγχρονες τεχνικές προδιαγραφές.

Το «Wargaming HQ» είναι κτίριο ενεργειακής απόδοσης Α'. Στην οροφή υπάρχουν εγκατεστημένα 159 φωτοβολταϊκά πλαίσια που καλύπτουν ένα χώρο ο οποίος, υπό κανονικές συνθήκες, θα έμενε αναξιοποίητος. Ο προσανατολισμός και η κλίση των πλαισίων καθιστούν ιδανικές τις συνθήκες για απορρόφηση και εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας. Η παρουσία και χρήση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στην οροφή, σε συνδυασμό με τα ειδικά εσωτερικά συστήματα αλλά και τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά της γυάλινης πρόσοψης, επιτυγχάνουν μεγάλη μείωση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Αντίστοιχα, ο κλιματισμός των εσωτερικών χώρων γίνεται με ολοκληρωμένο μηχανολογικό σύστημα που διαχειρίζεται τη θερμοκρασία και τον εξαερισμό εντός του κτιρίου με δυνατότητες αυτόνομης ρύθμισης κάθε χώρου ξεχωριστά.

Το ηλεκτρικό δίκτυο του κτιρίου εξυπηρετείται από δύο υποσταθμούς της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου (Α. Η. Κ) που είναι εγκατεστημένοι στο 2<sup>ο</sup> υπόγειο. Για την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών, δύο μεγάλου όγκου εφεδρικές γεννήτριες συνδεδεμένες μεταξύ τους, είναι τοποθετημένες στο 1<sup>ο</sup> υπόγειο και έχουν την δυνατότητα να καλύψουν

το 100% των αναγκών του κτηρίου όταν και εφόσον χρειαστεί. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι η κατασκευή του δεύτερου υποσταθμού της Α. Η. Κ. αλλά και η εγκατάσταση της δεύτερης γεννήτριας στο κτίριο εκτελέστηκαν με βάση σχετικές οδηγίες που δόθηκαν μετά την αλλαγή στο ιδιοκτησιακό καθεστώς του κτιρίου και επομένως κρίθηκε αναγκαίο να πραγματοποιηθούν σοβαρές αλλαγές και ενισχύσεις με συνθετικά υλικά στον σκελετό των υπογείων αφού είχε ήδη ολοκληρωθεί η κατασκευή του.

Στην οροφή του πυρήνα οπλισμένου σκυροδέματος και σε ύψος 60 μέτρων περίπου, εδράζεται μόνιμα ένας ειδικός γερανός συντήρησης (Building Maintenance Unit - B. M. U.) η κατασκευή του οποίου αποτελεί καινοτομία για κτίριο στην Κύπρο. Σκοπός του ειδικού αυτού γερανού είναι η χρήση του για την τακτική συντήρηση του κτιρίου ούτως ώστε οι εργασίες αυτές να γίνονται με ασφάλεια είτε αφορούν τον καθαρισμό των υαλοπινάκων του κτιρίου είτε την μεταφορά μηχανημάτων, επίπλων, κλπ. Η απαίτηση για τη μόνιμη τοποθέτηση του γερανού τέθηκε από το νέο ιδιοκτήτη και μερικούς μήνες πριν την παράδοση του έργου. Κρίθηκε λοιπόν επιτακτική η ανάγκη για επανασχεδιασμό του στατικού συστήματος και την υλοποίηση ειδικών εργασιών ενίσχυσης του πυρήνα όπου εδράζεται η κατασκευή.

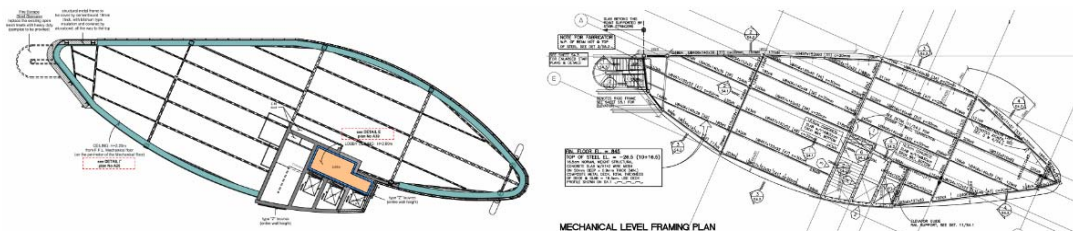
#### 4. ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ /ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

##### 4.1 ΚΩΔΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στη φάση υποβολής του πλήρους φακέλου του κτιρίου για έκδοση άδειας οικοδομής, ο Κυπριακός Αντισεισμικός κανονισμός ήταν ακόμα εν ισχύ. Παρ' όλα αυτά, η στατική και αντισεισμική ανάλυση και σχεδιασμός του κτιρίου έγιναν με βάση των Ευρωκώδικα 8 σε συνδυασμό με τα Κυπριακά Προσαρτήματα. Η ομάδα μελέτης επέλεξε να σχεδιάσει το κτίριο με βάση τις διατάξεις του Ευρωκώδικα συμπεριλαμβανομένων και των Κυπριακών προσαρτημάτων κυρίως λόγω της επικείμενης υιοθέτησης και εφαρμογής αυτών. Το συγκεκριμένο κτίριο είναι από τα πρώτα στην Κύπρο στον σχεδιασμό του οποίου εφαρμόστηκε ο Ευρωκώδικας 8.

##### 4.2 ΦΕΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΑΡΥΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Το φέρων σύστημα κατανομής των κατακόρυφων φορτίων του κτιρίου αποτελείται από σχάρα μεταλλικών δοκών πάνω στις οποίες εδράζεται σύμμικτη πλάκα συνολικού πάχους 16,5 cm. Η σύμμικτη πλάκα αποτελείται από κυματοειδές χαλυβδόφυλλο ύψους 50 mm πάνω στο οποίο τοποθετείται στρώση οπλισμένου σκυροδέματος με σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37 και οπλισμό δομικού πλέγματος.



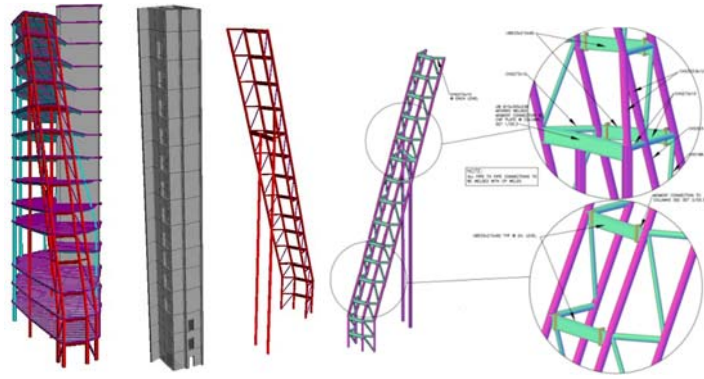
Φωτ. 2 – Τυπική αρχιτεκτονική κάτοψη (αριστερά) & τυπική στατική πλάκα ορόφου (δεξιά)

Πρόσθετος άνω οπλισμός έχει τοποθετηθεί στην πλάκα και συγκεκριμένα στη θέση των κύριων δοκών για ανάληψη των αρνητικών ροπών. Η σύμμικτη δράση των μεταλλικών δοκών με την πλάκα εξασφαλίζεται μέσω της χρήσης ειδικών διατμητικών ήλων ο αριθμός και η διάταξη των οποίων έχει προσδιοριστεί βάσει της ανάλυσης του μοντέλου προσομοίωσης. Οι διατομές των μεταλλικών δοκών είναι τύπου UB (British Universal Beams) και σε αυτές έχει εφαρμοστεί αρνητικό βέλος κάμψης έτσι ώστε να εξισορροπηθεί η αναμενόμενη εκδηλωθείσα παραμόρφωση λόγω των στατικών φορτίων. Το φέρων σύστημα κατανομής των κατακόρυφων φορτίων των υπόγειων επιπέδων είναι παρόμοιο με αυτό της ανωδομής εντός του περιγράμματος του κτιρίου. Η κατασκευή των δαπέδων εκτός του περιγράμματος του κτιρίου αποτελείται από συμπαγείς αμφιέριστες πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος επί συστήματος δοκών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Μεταλλικά υποστρώματα από δομικό χάλυβα μεταφέρουν τα βαρυτικά φορτία των ορόφων στη θεμελίωση. Σε συγκεκριμένες θέσεις εντός του περιγράμματος του κάθε ορόφου υπάρχουν κεκλιμένα υποστρώματα τα οποία ακολουθούν την καθ' ύψος κλίση της κατασκευής και τη σχετική μετακίνηση του κάθε ορόφου.

Οι τυπικές διατομές των υποστρωμάτων που επιλέχθηκαν ήταν επίσης τύπου UC (British Universal Columns) της σειράς 305. Προκειμένου να περιοριστεί το μέγεθος της διατομής των μεταλλικών υποστρωμάτων και να διευκολυνθεί κατασκευαστικά η σύνδεση μεταξύ των μεταλλικών δοκών και των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος, αποφασίστηκε η κατασκευή σύμμικτων υποστρωμάτων με εγκιβωτισμό των μεταλλικών στοιχείων εντός τετραγωνικών διατομών οπλισμένου σκυροδέματος διαστάσεων 60 cm x 60 cm. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίστηκε και η προστασία των μεταλλικών διατομών από ενδεχόμενες κρούσεις από αυτοκίνητα στα 3 υπόγεια.

#### 4.3 ΦΕΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

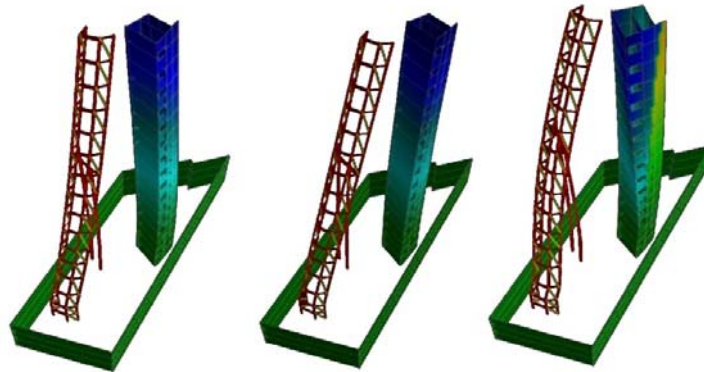
Η παραλαβή των πλευρικών / σεισμικών φορτίσεων (*Lateral Load Resisting System-LLRS*) γίνεται από τον πυρήνα οπλισμένου σκυροδέματος και από ειδικά διαμορφωμένα μεταλλικά πλαίσια από δομικό χάλυβα τοποθετημένα καθ' ύψος της κεκλιμένης γωνίας του κτιρίου (Φωτ. 3). Ο σχεδιασμός του συστήματος παραλαβής πλευρικών φορτίσεων στηρίχτηκε ως επί το πλείστον στα σεισμικά φορτία. Το συνολικό σύστημα πλευρικής φόρτισης έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να αντιστέκεται στο 100% του συνόλου των πλευρικών φορτίων στην κύρια διεύθυνση και στο 30% του συνόλου των πλευρικών φορτίσεων στην κάθετη διεύθυνση.



Φωτ. 3 - Ειδικά διαμορφωμένα μεταλλικά πλαίσια παραλαβής πλευρικών φορτίσεων

Οι τοίχοι που συνθέτουν τον πυρήνα έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να φέρουν αρχιτεκτονικά ανοίγματα όπως θύρες, παράθυρα και σημεία πρόσβασης μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Πρόσθετος οπλισμός έχει προβλεφθεί σε αυτές τις περιπτώσεις ώστε να γίνεται σωστή κατανομή των τάσεων γύρω από τα ανοίγματα.

Τέλος, λόγω της έκκεντρης τοποθέτησης του πυρήνα σε σχέση με το κέντρο μάζας της κατασκευής, το κτίριο θεωρείται στρεπτικά εύκαμπτο. Τα διαγωνίως συνδεδεμένα μεταλλικά πλαίσια της κεκλιμένης γωνίας της κατασκευής, εκτός του ότι συμμετέχουν στην παραλαβή μέρους των πλευρικών φορτίων που ασκούνται στην κατασκευή ανάλογα με τη δυσκαμψία τους, αντιστέκονται επίσης στη στρέψη παρέχοντας επιπρόσθετη στρεπτική δυσκαμψία στον συνολικό φορέα. Οι πρώτες 2 ιδιομορφές της κατασκευής είναι μετακινησιακές κατά την X και Y διεύθυνση, αντίστοιχα.



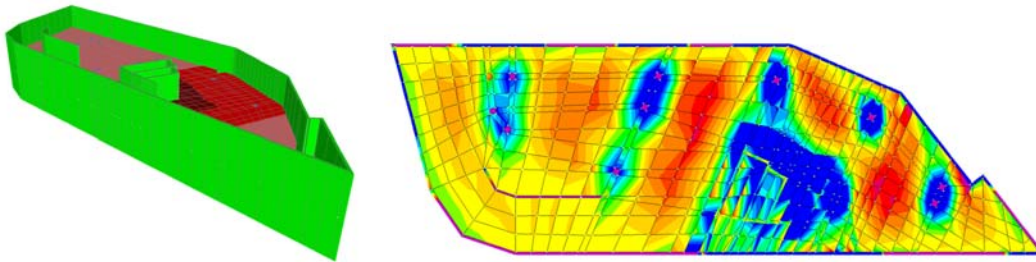
Φωτ. 4 – Αριστερά, 1η Ιδιομορφή, Ιδιοπερίοδος=2.53sec / Μέση, 2η Ιδιομορφή, Ιδιοπερίοδος=2.29sec / Δεξιά, 3η Ιδιομορφή, Ιδιοπερίοδος=1.09sec

#### 4.4 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Ο σχεδιασμός της θεμελίωσης βασίστηκε στα ευρήματα και τις προτάσεις της Τεχνικής Εταιρίας που διενήργησε την λεπτομερή γεωτεχνική και εδαφολογική μελέτη. Ο τύπος της θεμελίωσης είναι γενική κοιτόστρωση χωρίς νευρώσεις (κρυφοδοκούς) εδραζόμενη επί φέροντος στρώματος μάργας με επιτρεπόμενη τάση 350 KPa. Η γενική κοιτόστρωση μοντελοποιήθηκε ως πλάκα επί ελαστικών στηρίξεων και η ανάλυση αυτής έγινε με τη χρήση πεπερασμένων στοιχείων στο στατικό και υπολογιστικό πρόγραμμα SAP2000

(Φωτ.4). Το τελικό πάχος της πλάκας θεμελίωσης καθορίστηκε από την οριακή τάση διάτρησης ενώ ο οπλισμός της επιλέχτηκε ώστε αφενός μεν να παραλαμβάνει τις ροπές από τα εφαρμοζόμενα φορτία με ασφάλεια, αφετέρου δε να είναι συμβατός με το ελάχιστο ποσοστό όπλισης όπως αυτό προδιαγράφεται στον τρέχοντα κανονισμό και βάσει του οποίου έγινε ο σχεδιασμός της κατασκευής.

Η απόφαση να μοντελοποιηθεί η θεμελίωση ως πλάκα επί ελαστικών στηριξεων οδήγησε στην αναγκαστική χρήση μη-γραμμικών ελατηρίων και σε επαναληπτικές αναλύσεις ώστε να προσδιοριστούν οι τελικές συνθήκες έδρασης. Το αποτέλεσμα των διαδοχικών αναλύσεων ήταν μια μη πρισματική πλάκα θεμελίωσης με πάχη 0,9 και 1,2m στην επιφάνεια έδρασης του μεταλλικού φορέα και πάχος 2m στην επιφάνεια έδρασης του πυρήνα από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Φωτ. 5 - Μοντελοποίηση θεμελίωσης με την χρήση πεπερασμένων στοιχείων

#### 4.5 ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ

Το εξωτερικό κλιμακοστάσιο αποτελεί ένα ιδιαίτερο στοιχείο του κτιρίου καθώς ακολουθεί την καθ' ύψος κλίση της πίσω πλευράς της κατασκευής και στηρίζεται αποκλειστικά στις στάθμες της κατασκευής χωρίς επιπρόσθετα υποστυλώματα στα ενδιάμεσα πλατύσκαλα. Κοιλοδοκοί τύπου RHS (Rectangular Hollow Sections) επιλέχθηκαν ως νευρώσεις για να παραλάβουν την αναπτυχθείσα στρεπτική καταπόνηση. Τα σκαλιά τροποποιήθηκαν αναλόγως ώστε να έχουν επίπεδα τελειώματα και να είναι πιο εύκολη η κατασκευή τους. Ο σχεδιασμός του κλιμακοστασίου είναι τέτοιος που δημιουργεί την εντύπωση ότι αιωρείται στο κενό χωρίς στήριγμα (Φωτ. 5).



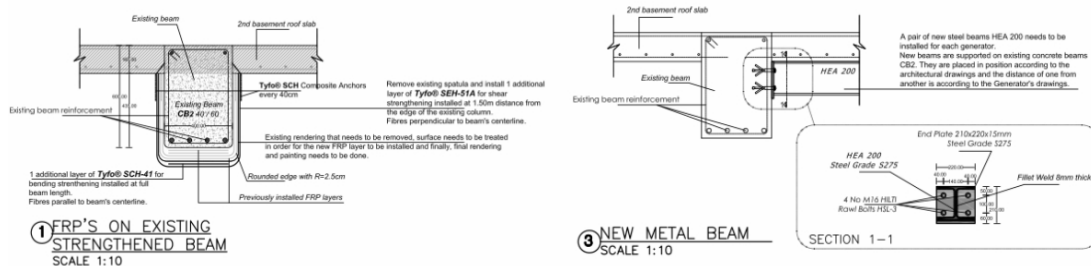
Φωτ. 6 - Κατασκευή εξωτερικού κλιμακοστασίου

## 4.6 Η ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε τόσο στην αρχιτεκτονική όσο και στην στατική σχεδίαση της περιμέτρου της κατασκευής. Η σχεδίαση στηρίχθηκε στην φιλοσοφία του να επιτευχθεί η καμπυλότητα της περιμέτρου χωρίς καμπυλωτές δοκούς. Η υλοποίηση αυτής της απαίτησης επετεύχθη διαμορφώνοντας όλες τις καμπύλες του κτιρίου με τις άκρες / προεξοχές των πλακών. Όλες οι μεταλλικές δοκοί είναι ευθύγραμμες μεταξύ των υποστυλωμάτων ενώ οι περιμετρικοί πρόβολοι των πλακών διαμορφώνουν τις εξωτερικές καμπύλες της περιμέτρου. Για να επιτευχθεί όμως η συγκεκριμένη σχεδιαστική λεπτομέρεια, χρειάστηκε αφενός μεν πολύ καλή και συνεχής επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ του Αρχιτέκτονα και του Πολιτικού Μηχανικού, αφετέρου δε ο Αρχιτέκτονας να σχεδιάσει και να προμηθεύσει τον Μηχανικό με λεπτομερή σχέδια κατόψεων όπου να δεικνύονται με ακρίβεια τα περιμετρικά όρια των πλακών των ορόφων έτσι ώστε ο στατικός σχεδιασμός να είναι απόλυτα συμβατός με την εν λόγω κατασκευαστική λεπτομέρεια.

## 5. ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΔΥΟ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΟΡΟΦΟΥΣ

Αφού ολοκληρώθηκε ο σχεδιασμός, και λίγο πριν την έναρξη της κατασκευής της θεμελίωσης, ο ιδιοκτήτης ζήτησε την προσθήκη δύο επιπλέον ορόφων. Αυτή η απαίτηση οδήγησε φυσικά στον επανέλεγχο και επανασχεδιασμό του φορέα. Ο επαναυπολογισμός του στατικού φορέα με τα νέα φορτία των 2 επιπλέον ορόφων έδειξε αστοχίες και υπέρβαση σε κάποια υφιστάμενα υποστυλώματα. Δεδομένου όμως ότι τα μεταλλικά υποστυλώματα είχαν ήδη παραγγελθεί και ως εκ τούτου δεν ήταν δυνατόν να τροποποιηθούν οι διαθέσιμες διατομές, η λύση που δόθηκε ήταν να ενισχυθούν τα συγκεκριμένα υποστυλώματα με την χρήση λαμών έτσι ώστε να δημιουργηθούν κλειστές διατομές τύπου “boxed - columns”.



Φωτ. 7 - Ενίσχυση δομικών στοιχείων με FRPs και συγκόλληση νέων διατομών

Εκτός του επιπρόσθετου φορτίου που ασκήθηκε στα υποστυλώματα της κατασκευής, η προσθήκη των δύο ορόφων αύξησε και τα σεισμικά φορτία στο κτίριο με αποτέλεσμα την περαιτέρω επιβάρυνση του συστήματος παραλαβής πλευρικών φορτίων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τον ολοκληρωτικό επανασχεδιασμό και των διατημητικών τοιγίων του πυρήνα του κτιρίου.



Τέλος, για να παραληφθούν με ασφάλεια τα νέα φορτία αλλά και οι νέες ροπές λόγω των πλευρικών φορτίσεων, η πλάκα θεμελίωσης χρειάστηκε και αυτή να αυξηθεί σε πάχος και οπλισμό.

## **6. ΝΕΟΣ ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΗΣ WARGAMING**

Με την αγορά του κτιρίου από την εταιρία Wargaming και εξαιτίας των νέων και πολύπλοκων αναγκών του νέου ιδιοκτήτη, προέκυψαν αρκετές νέες απαιτήσεις οι οποίες επηρέασαν σε μεγάλο βαθμό τη στατική λειτουργία του φορέα.

Οι πιο σημαντικές εξ' αυτών ήταν η τοποθέτηση δύο μεγάλου όγκου γεννητριών στο 1<sup>ο</sup> υπόγειο, η προσθήκη / κατασκευή νέου υποσταθμού της Α.Η.Κ στο 1<sup>ο</sup> υπόγειο, η τροποποίηση-επέκταση του μεσοπατώματος ώστε να πληρεί τις απαιτήσεις ενός σύγχρονου «server room», η δημιουργία εστιατορίου για το προσωπικό στον 13<sup>ο</sup> όροφο, η δημιουργία νέου κλιμακοστασίου από τον 13<sup>ο</sup> όροφο στην βεράντα του 12<sup>ου</sup> ορόφου για χρήση ως σκάλας διαφυγής σε περίπτωση πυρκαγιάς ή άλλης έκτακτης ανάγκης, η δημιουργία νέας εσωτερικής σκάλας από τον 2<sup>ο</sup> όροφο στον 4<sup>ο</sup>, η αλλαγή της θέσεως των δεξαμενών νερού, η μόνιμη εγκατάσταση γερανού BMU για λόγους συντήρησης των γυάλινων εξωτερικών επιφανειών, η κατασκευή / προσθήκη θησαυροφυλάκιου (strong room) και τέλος, η αλλαγή συντελεστή σπουδαιότητας κτιρίου, από κατηγορία II σε κατηγορία IV.

Οι παραπάνω απαιτήσεις του νέου ιδιοκτήτη είχαν ως αποτέλεσμα την επανεπίλυση του στατικού φορέα και τον επανασχεδιασμό αρκετών κατασκευαστικών λεπτομερειών λόγω της ανάγκης για περαιτέρω ενίσχυσης αρκετών επηρεαζόμενων δομικών στοιχείων.

Η πιο σημαντική απαίτηση του νέου ιδιοκτήτη όσον αφορά τον επηρεασμό του στατικού και αντισεισμικού σχεδιασμού της κατασκευής, ήταν η αναβάθμιση του συντελεστή σπουδαιότητας του κτιρίου από κατηγορία II σε κατηγορία IV. Λόγω της συγκεκριμένης απαίτησης, έπρεπε να γίνει επαναυπολογισμός και επανασχεδιασμός όλου του συστήματος παραλαβής σεισμικών φορτίσεων του κτιρίου. Ο επανέλεγχος έδειξε ότι το υφιστάμενο σύστημα δεν επαρκούσε ώστε να παραλάβει με ασφάλεια τα αυξημένα σεισμικά φορτία. Τα διαγωνίως συνδεδεμένα μεταλλικά πλαίσια απαιτούσαν μερική ενίσχυση, ενώ τα διατμητικά τοιχεία του πυρήνα έπρεπε να ενισχυθούν αισθητά με τη χρήση μεταλλικών ελασμάτων σημαντικού πάχους σχεδόν μέχρι το επίπεδο του 8<sup>ου</sup> ορόφου. Τα εν λόγω ενισχυτικά ελάσματα τοποθετήθηκαν πολύ διακριτικά στο σώμα των τοιχείων σε προσβάσιμες περιοχές ώστε να παραλάβουν το επίπροσθετο σεισμικό φορτίο. Τοποθετήθηκαν κοχλίες με χρήση εποξεικής πάστας ώστε να κατανήμουν σωστά την ροή των διατμητικών τάσεων μεταξύ του σκυροδέματος του πυρήνα και των μεταλλικών ενισχυτικών ελασμάτων.

## **7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Το κτίριο Wargaming HQ αποτελεί αναμφισβήτητα ένα από τα πιο πρωτοποριακά πολυώροφα κτίρια μικτής δόμησης στην Κύπρο.

Πρωτοποριακό γιατί ο σχεδιασμός ήταν τέτοιος ώστε το κάθε μέλος της φέρουσας κατασκευής αφενός μεν να αποτελεί τμήμα του συνόλου και να συνεισφέρει στην διαφραγματική λειτουργία της κατασκευής, αφετέρου δε να φορτίζεται διαφορετικά

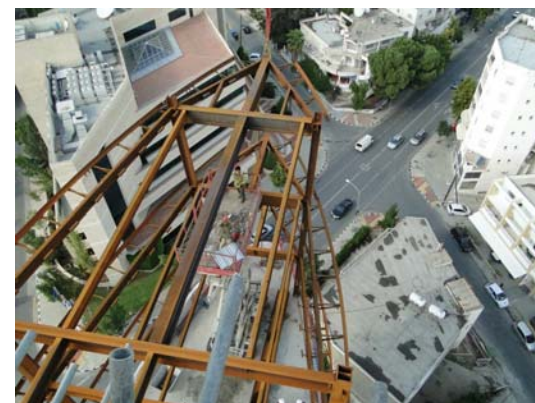
αναλόγως της διατομής και της θέσης του στον στατικό κάρναβο. Τα περισσότερα υποστυλώματα επωμίζονται τον ρόλο του να μεταφέρουν με ασφάλεια τα κατακόρυφα φορτία της κατασκευής ενώ τα υπόλοιπα υποστυλώματα, σε συνεργασία με τον πυρήνα και με τους συνδέσμους δυσκαμψίας, αναλαμβάνουν την αντισεισμική θωράκιση του φορέα. Αυτός ο «ρόλος» του κάθε μέλους ανατέθηκε και στο προσομοίωμα της κατασκευής στην φάση της ανάλυσης και έτσι ο μελετητής είχε κάθε στιγμή τον πλήρη έλεγχο της στατικής συμπεριφοράς του κάθε μέλους αλλά και του μοντέλου ενιαία.

Πρωτοποριακό γιατί η χρήση υλικών τελευταίας τεχνολογίας διαθέσιμων στην ευρωπαϊκή αγορά αλλά και η χρήση καινοτόμων υλικών όπως οι υψηλής αντοχής κοχλίες ελεγχόμενης τάσης (TCB Bolts – Tension Control Bolts) «έδεσαν» ιδανικά τα μέλη του φορέα και δημιούργησαν έναν σκελετό ικανό να μεταφέρει με ασφάλεια όλες τις φορτίσεις και να λειτουργεί σαν σύνολο με εξαιρετική διαφραγματική λειτουργία παρά το μεγάλο του μέγεθος.

Πρωτοποριακό γιατί στη διάρκεια της κατασκευής του, παρουσιάστηκαν απαιτήσεις και ανάγκες που τροποποιούσαν σημαντικά την συμπεριφορά και τον χαρακτήρα της στατικής του μορφολογίας και παρ' όλα αυτά αντιμετωπίστηκαν με απολύτως αποδεκτές, αξιόπιστες, σύγχρονες και το σημαντικότερο αποτελεσματικές τεχνικές ενίσχυσης και ενδυνάμωσης του φέροντος οργανισμού.

Ο συνδυασμός υφιστάμενων και νέων μεθόδων εφαρμογής της επιστήμης της μηχανικής και πάντα με βάση όλους τους τρέχοντες Ευρωπαϊκούς κανονισμούς τόσο όσο αφορά τον φέροντα σκελετό της κατασκευής αλλά και τα συστήματα αντιστήριξης και θεμελίωσης, οδήγησε στην άρτια και ποιοτική ανέγερση ενός υπερμεγέθους δομήματος για τα δεδομένα της Κύπρου και πάντα με γνώμονα η συγκεκριμένη κατασκευή να είναι όσο το δυνατόν οικονομικότερη.

## **8. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**





## MULTISTOREY HEADQUARTERS BUILDING OF WARGAMING LTD

### **Dr. Socrates A. Ioannides**

PhD., S.E., P.E. – President / CEO  
Structural Affiliates International, Inc.  
Nashville, Tennessee, USA  
e-mail: [socrates@saii.com](mailto:socrates@saii.com)

### **Eur. Ing. Platonas Stylianou**

B. Eng. (Hons), MSc, MCS, MICE, CEng, FCI Arb.  
C.E.O. in Platonas Stylianou & Associates, Civil and Structural Engineers L.L.C  
Nicosia, Cyprus  
e-mail: [pstylianou@pstylianou.com](mailto:pstylianou@pstylianou.com)

### **Alberto Farinola**

M. Eng. (Hons) in Architectural Eng. CARDIFF, M. Eng. in Civil Eng. NTUA  
Partner in Platonas Stylianou & Associates, Civil and Structural Engineers L.L.C  
Nicosia, Cyprus / Athens, Greece  
e-mail: [afarinola@pstylianou.com](mailto:afarinola@pstylianou.com)

## SUMMARY

The “Wargaming HQ” is an office building that reaches the height of approximately 75 meters and it is today the tallest composite steel and reinforced concrete structure in the capital city of Cyprus. It consists of 18 floors; 3 basement levels, ground, mezzanine, mechanical level and 12 elevated floor levels.

More specifically, it has a structural core of reinforced concrete shear walls which in conjunction with a system of concentric braced frames along the sloped corner of the building provide the necessary lateral load resistance. The gravity load bearing system consists of steel columns, beams and composite floors. The steel framing is of high strength, grade Gr.50 / S355 and weights around 560tn. A special design for the supporting and the erection sequence was developed and more than 8.200 high tension control bolts (TCB) imported from U.S.A. were used. Cladding consists of aluminium curtainwall and storefront window systems with spandrel metal panels at the floor lines. Foundation system consists of a reinforced, rigid concrete mat bearing on native soil in accordance with the recommendations of the geotechnical investigation. The mat thickness was controlled by the limit state of punching shear from the tower columns, and the mat reinforcement was selected to resist the moments from applied loads and to meet the specified minimum reinforcement ratios of the governing building code. The entire design was in accordance with the latest edition of the Eurocode with applicable Cyprus Annexes.

The construction techniques, the energy efficiency as it uses a photo-voltaic system, the use of innovative materials and the detailed designing, establish the Wargaming HQ as one of the most pioneering high rise structures in Cyprus.