

## Σχεδιασμός πύργου 135μ στην Ινδία με χρήση προκατασκευής

### Γρηγόρης Πενέλης

*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, MSc, DIC, Πενέλης Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ*

### Σπυρίδων Τσουκαντάς

*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, τ. Επίκ. Καθηγητής ΕΜΠ*

### Τρύφων Τοπινζτής

*Πολιτικός μηχανικός Ε.Μ.Π, Kef Infrastructures, India*

### Κωνσταντίνος Πασχαλίδης

*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, Πενέλης Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ*

### Χρήστος Δρακόπουλος

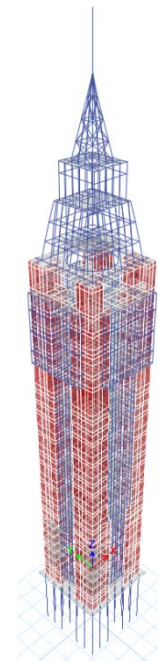
*Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, MSc ΕΜΠ, Πενέλης Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ*

### Εισαγωγή

Πρόκειται για έναν πύργο 19 ορόφων χωρίς υπόγειο, 135μέτρων συνολικού ύψους, με κάτοψη βάσης 20μ x 20μ. Μέχρι την στάθμη 16 (+91,00μ) το κτίριο είναι από Ο/Σ με χρήση προκατασκευής ενώ από τα +91.00μ έως τα +125.00μ είναι μεταλλική κατασκευή. Επί του κτιρίου τοποθετείται ιστός ύψους 10.00μ από GFRP. Το κτίριο κατασκευάζεται στο Mysore Campus της Infosys στην “Silicon Valley” της Ινδίας και έχει χρήση γραφείων-κέντρου εκδηλώσεων (σχ.1). Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τον σχεδιασμό της κατασκευής και τις ιδιαιτερότητες που προκύπτουν από την επιθυμία να γίνει με προκατασκευή το τμήμα του κτιρίου από Ο/Σ (+91,00μ)



Σχ. 1 Τρισδιάστατο Αρχιτεκτονικό

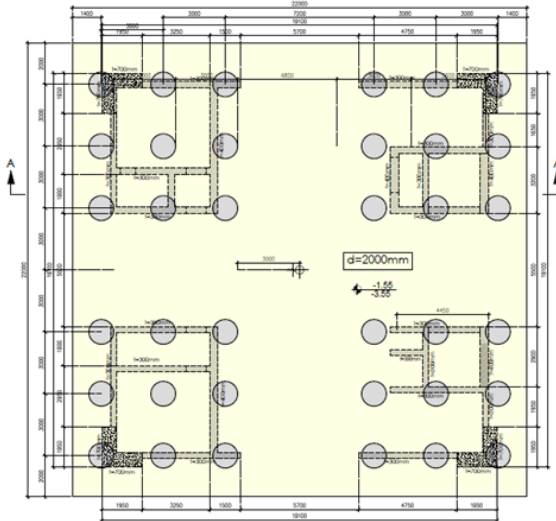


Σχ. 2 Στατικό προσομοίωμα

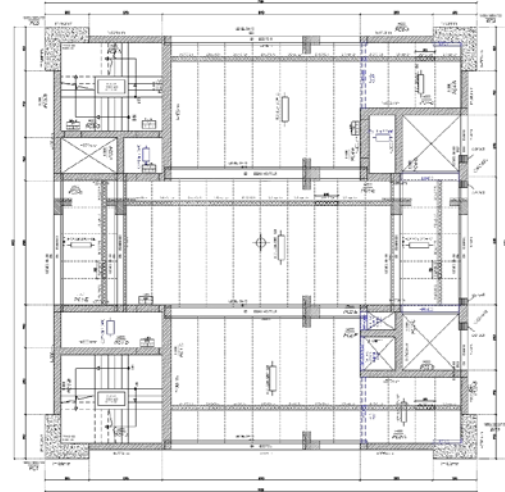
### Περιγραφή του φορέα

Η θεμελίωση του κτιρίου (σχ.3) γίνεται επί 36 πασσάλων Φ1200χιλ. μήκους 18.00μ τοποθετημένων κάτω από τους τέσσερεις πυρήνες. Οι πάσσαλοι συνδέονται με μια πλάκα-κεφαλόδεσμο πάχους 2.00μ

έτσι ώστε να υπάρχει άκαμπτη συμπεριφορά της θεμελίωσης. Επιλέχθηκε η χρήση πασσάλων αν και το υπέδαφος είναι γενικά βραχώδες, διότι από την γεωτεχνική μελέτη εμφανίζονταν φωλιές κακών εδαφικών στρώσεων, οι οποίες δημιουργούσαν κίνδυνο διαφορικών καθιζήσεων, οι οποίες λόγω του μεγάλου λόγου ύψος προς πλάτος, συνεπάγονταν κίνδυνο σημαντικής απόκλισης από την κατακόρυφο.

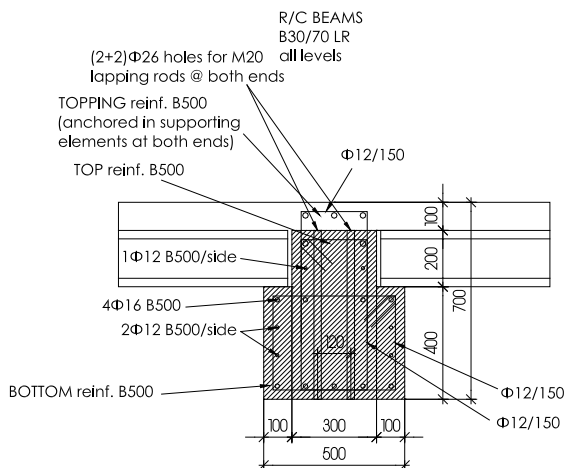


Σχ. 3 Ξυλότυπος Θεμελίωσης

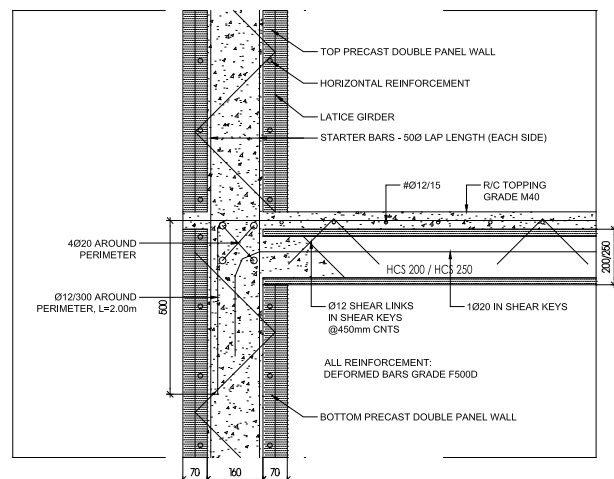


Σχ. 4 Ξυλότυπος τυπικού Ορόφου

Ο φορέας Ο/Σ είναι ένα σύστημα τοιχωμάτων, που πρακτικά περιλαμβάνει 4 πυρήνες στις γωνίες του κτιρίου (σχ.4). Εξ αυτών των πυρήνων οι 4 γωνίες σχήματος Γ με διάσταση σκέλους 1.95μ x 0.70μ είναι από έγχυτο Ο/Σ ενώ όλα τα άλλα τοιχώματα είναι διπλού τοιχώματος προκατασκευασμένα στοιχεία Ο/Σ πάχους 30εκ και 40εκ (σχ.6, double leaf walls με 7εκ εξωτερικά προκατασκευασμένα τμήματα και 16εκ ή 26εκ έγχυτο πυρήνα). Οι πλάκες είναι προεντεταμένες με διάκενα (Hollow Core Slabs) και οι δοκοί επίσης προκατασκευασμένες «ορθογωνικής» διατομής με φτερά για την έδραση των πλακών (σχ.5). Επί των προκατασκευασμένων πλακών κατασκευάζεται έγχυτη στρώση 10εκ. έτσι ώστε να διασφαλιστεί η διαφραγματική λειτουργία.



Σχ. 5 Προκατασκευασμένη δοκός-πλάκες



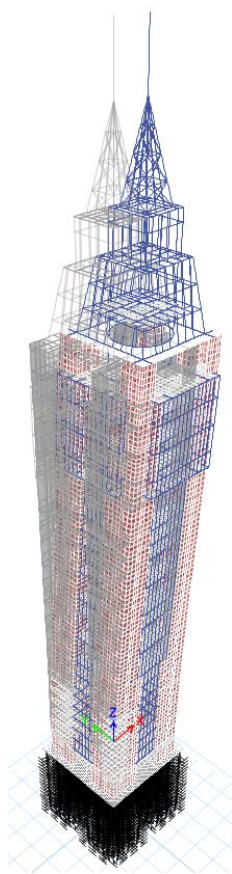
Σχ. 6 Προκατασκευασμένο τοιχείο-πλάκα

Το τελευταίο τμήμα του φορέα κατασκευάζεται από δομικό χάλυβα και είναι μια τυπική κατασκευή με μηχανολογικούς ορόφους που έχει πατώματα από γραδελάδα ή σύμμεικτα. Τα μεταλλικά στοιχεία εδράζονται επί ενός δύσκαμπτου κατακόρυφου διαφράγματος που «στεφανώνει» την στάθμη +91.00 όπου περαιούται η κατασκευή από Ο/Σ.

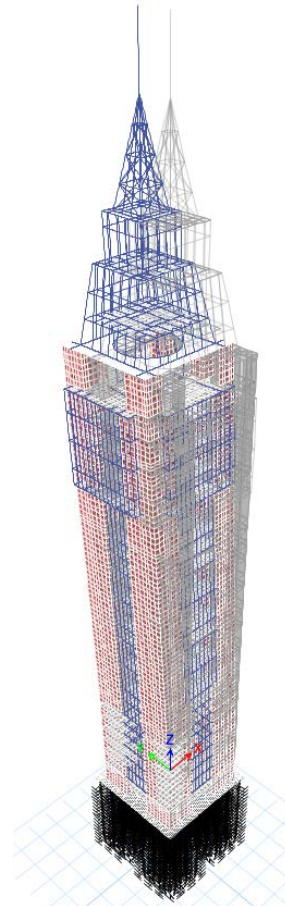
#### Ανάλυση του φορέα

Το σύνολο του κτιρίου προσομοιώθηκε στο πρόγραμμα Etabs2015 συμπεριλαμβανομένων των πασσάλων και της αλληλεπίδρασης με το έδαφος θεμελίωσης. Δεδομένων των πολλών προκατασκευασμένων τοιχωμάτων, τα οποία έχουν διακοπή της συνέχειας τους σε κάθε όροφο, για το τμήμα των εξωτερικών προκατασκευασμένων φύλλων (7εκ+7εκ), εισήχθησαν ζώνες μειωμένης δυσκαμψίας σε όλα αυτά τα σημεία, έτσι ώστε να λαμβάνεται υπόψη μόνο η δυσκαμψία του έγχυτου πυρήνα των τοιχωμάτων (16εκ για τοίχωμα 30εκ και 26 εκ για τοίχωμα 40εκ).

Με αντίστοιχους συντελεστές τροποποίησης του μέτρου ελαστικότητας εισήχθησαν, ως ορθότροπο υλικό, οι πλάκες οι οποίες για το προκατασκευασμένο τμήμα τους είναι διέριστες.



Σχ. 7 1<sup>η</sup> Ιδιομορφή T=4,31sec 55% @UX



Σχ. 8 2<sup>η</sup> Ιδιομορφή T=3.48sec 56% @UY

Το κτίριο διαστασιολογήθηκε με τον IBC2012 (ASCE/SEI7-10) καθώς και με τον Ινδικό Κανονισμό, που είναι δυσμενέστερος για μόνιμα φορτία (ULS: 1.50G+1.50Q). Λόγω του μεγάλου ύψους του κτιρίου έγινε επιπλέον δυναμική ανάλυση με χρονοϊστορία τόσο για τον άνεμο όσο και για τον σεισμό.