

ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΤΑΩΡΟΦΟΥ ΣΥΜΜΙΚΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ

Χαρούλα – Ελένη Ματθαίου
Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc
Αθήνα, Ελλάδα
e-mail: hmatthaiou@hotmail.com

Ελένη Μαυροειδή
Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc
Αθήνα, Ελλάδα
e-mail: eamavroeidi@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το παρόν άρθρο αποτελεί περιληπτική παρουσίαση της διπλωματικής εργασίας με τίτλο «Μελέτη επτάωροφου σύμμικτου χώρου στάθμευσης» υπό την επίβλεψη του καθηγητή Ιωάννη Βάγια στο ΕΜΠ. Στόχος ήταν η μελέτη της κατασκευής ενός πολυώροφου σύμμικτου κτηρίου που προορίζεται για χώρο στάθμευσης οχημάτων. Το κτήριο βασίστηκε σε ήδη υπάρχουσα κατασκευή από ωπλισμένο σκυρόδεμα.

Κατ' αρχάς παρατίθενται γενικά στοιχεία από τη σχετική βιβλιογραφία πάνω στη διαμόρφωση και χωροθέτηση των χώρων στάθμευσης σύμφωνα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Στη συνέχεια ακολουθεί συνοπτική παρουσίαση της διάταξης του υπάρχοντος κτηρίου, παράθεση διαφόρων εναλλακτικών λύσεων και επιλογή νέας διάταξης του υπό μελέτη κτηρίου. Έπειτα παρουσιάζεται ο φορέας του προσομοιώματος και τα βήματα της ανάλυσης, στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα φορτία και οι συνδυασμοί φόρτισης που εφαρμόστηκαν. Παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του φορέα, οι ιδιομορφές του κτηρίου, καθώς και οι προκύπτουσες διατομές από τη διαστασιολόγηση. Τέλος παρατίθενται όλοι οι επιπρόσθετοι έλεγχοι που έγιναν και τα αποτελέσματά τους, όπως έλεγχος της σύμμικτης πλάκας και διατμητικής σύνδεσης, έλεγχος σε φορτία κρούσης, ικανοτικός σχεδιασμός και τέλος έλεγχος τυπικών συνδέσεων που οδήγησαν και στην τελική επιλογή των διατομών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα πλεονεκτήματα των μεταλλικών κατασκευών είναι ευρέως γνωστά για όλους τους τύπους κατασκευών. Ειδικά για χώρους στάθμευσης, η μεταλλική κατασκευή προσφέρει μεγάλη ευελιξία καθώς επιτρέπει την εύκολη προσαρμογή του μεγέθους του κτηρίου σε νέες ανάγκες χωρίς εν γένει να διαταραχθεί η λειτουργία στο εσωτερικό του.

Οι χώροι στάθμευσης διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθος (μικρό, μεσαίο, μεγάλο), το ποσοστό κάλυψης της εξωτερικής επιφάνειας (ανοιχτό, κλειστό) και τη διάταξη δύο διαδοχικών ορόφων (full level, split level).

Ένας πολυώροφος χώρος στάθμευσης για να είναι αποδοτικός πρέπει να έχει υψηλό βαθμό εκμετάλλευσης του χώρου. Αυξημένο ύψος ορόφων, επαρκούς πλάτους κεκλιμένα επίπεδα επικοινωνίας (ράμπες), υποστυλώματα μικρών διαστάσεων και εξαρτήματα υψηλής

ποιότητας, είναι παράγοντες που αυξάνουν την άνεση και την ασφάλεια του χρήστη. Ένα ιδιαίτερο στοιχείο των χώρων στάθμευσης είναι η ύπαρξη κεκλιμένων επιπέδων επικοινωνίας. Μπορούν να επιλεγθούν ποικίλλες διατάξεις (εσωτερικές - εξωτερικές, ευθύγραμμες - ελικοειδείς, μονής - διπλής κυκλοφορίας) των κεκλιμένων επιπέδων επικοινωνίας με διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Επίσης κάθε διάταξη υπάγεται και σε διαφορετικές κανονιστικές απαιτήσεις και προδιαγραφές. Σε κάθε περίπτωση όμως, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην επιτρεπόμενη κλίση (<17% εάν η ράμπα δεν χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης).

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία το ύψος των χώρων στάθμευσης μετρούμενο μεταξύ δαπέδου και οροφής πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,20m, το δε ύψος μεταξύ δαπέδου και δοκών τουλάχιστον 1,90m. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στις περιοχές αρχής και τέλους των κεκλιμένων επιπέδων επικοινωνίας ώστε να εξασφαλίζεται το επαρκές ύψος για την απρόσκοπτη διέλευση των οχημάτων.

Οι θέσεις στάθμευσης μπορεί να τοποθετηθούν υπό διάφορες γωνίες ως προς τις λωρίδες κυκλοφορίας. Το απαιτούμενο πλάτος των διαδρόμων κυκλοφορίας είναι αλληλένδετο με το πλάτος των θέσεων στάθμευσης και τη γωνία τοποθέτησης τους.

ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στους πολώροφους χώρους στάθμευσης οι εξωτερικές κολώνες είναι τοποθετημένες σε διαστήματα ίσα με το πλάτος μιας ή περισσοτέρων θέσεων στάθμευσης (μονάδες των 2,50m). Όπου η απόσταση μεταξύ δύο υποστυλωμάτων υπερβαίνει τα 5,00m δευτερεύουσες δοκοί προβλέπονται ανάμεσά τους. Εν γένει η απόσταση τους καθορίζεται από το εντατήριο πλάτος της οροφής και προκύπτει ως το πλάτος μίας ή δύο θέσεων στάθμευσης. Σε υπόγειους χώρους στάθμευσης, οι θέσεις των υποστυλωμάτων εξαρτώνται από τον κάρνα του πλαισίου της ανωδομής. Σε αυτή την περίπτωση, είναι σημαντικό να περιορίσουμε τις διατομές των υποστυλωμάτων στο αυστηρώς ελάχιστο, χρησιμοποιώντας διατομές θερμής έλασης ή σύμμικτα υποστυλώματα τα οποία είναι ιδανικά γι' αυτό τον τύπο κατασκευής. Για τις διατομές των υποστυλωμάτων συνιστάται να επιλέγεται χάλυβας κατηγορίας S355 προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί τόσο το βάρος της κατασκευής όσο και το μέγεθος των διατομών.

Η επιλογή των δοκών οροφής εξαρτάται από το μήκος του φατνώματος, την ποιότητα σκυροδέματος του καταστρώματος και το διαθέσιμο ύψος κατασκευής. Η πλάκα του καταστρώματος μπορεί να είναι είτε επιτόπου σκυροδετούμενη πλάκα ωπλισμένου σκυροδέματος, είτε προκατασκευασμένη, είτε σύμμικτη. Παράλληλα με τα συνήθη συστήματα καταστρωμάτων, εφαρμόζονται τελευταίως στους κλειστούς χώρους στάθμευσης δύο πρόσθετοι τύποι κατασκευής καταστρωμάτων, οι οποίοι δεν μπορούν να θεωρηθούν ως σύμμικτες κατασκευές κατά την αυστηρή έννοια. Αυτές είναι κατασκευές εξ ολοκλήρου από χάλυβα και κατασκευές από χάλυβα με κατάστρωμα τραπεζοειδούς λαμαρίνας.

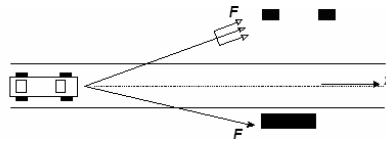
Τα καταστρώματα των κλειστών χώρων στάθμευσης πρέπει να κατασκευάζονται με τις κατάλληλες επικαλύψεις οπλισμών σύμφωνα με τον ισχύοντα κανονισμό, ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης τους σε διαβρωτικούς παράγοντες. Για τον ίδιο λόγο πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή και στον περιορισμό του εύρους των ρωγμών στις πλάκες των καταστρωμάτων.

ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

Σύμφωνα με το πρότυπο EN1991-1-1/2002, οι επιφάνειες κυκλοφορίας και στάθμευσης για ελαφρά οχήματα, δηλαδή οχήματα με συνολικό βάρος λιγότερο των 30kN και με λιγότερες από 8 θέσεις χωρίς να συμπεριλαμβάνεται η θέση του οδηγού, ανήκουν στην κατηγορία F. Έτσι, το κατάστρωμα του ορόφου πρέπει να φορτίζεται με επιφανειακό

φορτίο $2,50\text{kN/m}^2$. Αυτό το φορτίο ουσιαστικά, για μία περιοχή μέχρι $12,50\text{m}^2$ ανά θέση στάθμευσης, αντιστοιχεί σε βάρος $3,13\text{tn}$ που είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το μέγιστο βάρος των Ι.Χ. αυτοκινήτων ($1-2\text{tn}$).

Μια ακόμα κατηγορία φόρτισης που πρέπει να επιβάλλεται στα δομικά στοιχεία τέτοιων κατασκευών είναι τα φορτία κρούσης. Η φόρτιση αυτή μπορεί να προσομοιωθεί στα υποστυλώματα με φορτίο 50kN κατά τη διεύθυνση κίνησης και 25kN κάθετα στη διεύθυνση αυτή. Σε περίπτωση που τα στοιχεία δεν είναι ικανά να αναλάβουν τα κρουστικά φορτία μπορεί να τοποθετηθούν προστατευτικές διατάξεις επαρκούς δυνατότητας παραμόρφωσης έτσι ώστε να απορροφούν την ενέργεια της κρούσης.



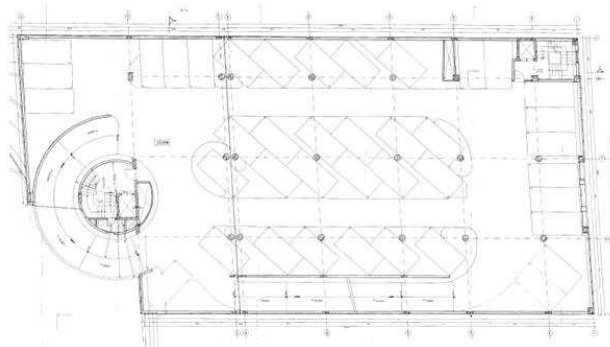
Σχ. 1. Φόρτιση υποστυλώματος λόγω κρούσης οχήματος

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Για τα μεταλλικά κτήρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι στάθμευσης, απαιτείται ένα επιπλέον επίπεδο προστασίας έναντι διάβρωσης λόγω του νερού και της υγρασίας που εισέρχεται και εγκλωβίζεται στην κατασκευή. Ειδικά για τους χώρους στάθμευσης που χαρακτηρίζονται ως ανοικτοί, οι εισερχόμενες ποσότητες ύδατος μπορεί να είναι τόσο μεγάλες ώστε να δημιουργούν μικρές λίμνες με αποτέλεσμα να εκθέτουν τα καταστρώματα σε έντονη υγρασία και χλωρίδια. Γι' αυτούς τους λόγους, κρίνεται απαραίτητο να δίνεται κλίση στα επίπεδα στάθμευσης για την απορροή των υδάτων. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η διαδρομή που ακολουθεί το νερό μέχρι τα αυλάκια απορροής, η κλίση δίνεται εγκάρσια στη διεύθυνση κυκλοφορίας.

ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΗΡΙΟ

Πρόκειται για ένα επταώροφο κτήριο με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα. Εφάπτεται στη μια μεγάλη του διάσταση καθ' όλο το μήκος της με παρακείμενη πολυκατοικία, ενώ στην άλλη πλευρά της διαμήκους του διάστασης εφάπτεται σχεδόν κατά τα $2/3$. Το ύψος ορόφου είναι $2,75\text{m}$, ενώ το ελεύθερο ύψος είναι $2,20\text{m}$. Το εμβαδόν της κάτοψης τυπικού ορόφου είναι $1405,61\text{m}^2$ και η ωφέλιμη επιφάνεια είναι 1138m^2 . Η επικοινωνία μεταξύ των ορόφων γίνεται με μία ελικοειδή και μία ευθύγραμμη ράμπα. Στην περίμετρο του κτηρίου έχουν τοποθετηθεί τοιχία και ορθογωνικά υποστυλώματα, ενώ στο εσωτερικό υπάρχουν κυκλικά υποστυλώματα διαμέτρου 70cm . Οι παράπλευρες επιφάνειες είναι ανοικτές, ενώ έχει τοποθετηθεί περιμετρικά προστατευτικό στηθαίο ύψους $0,90\text{m}$.



Σχ. 2. Κάτοψη τυπικού ορόφου υπάρχοντος κτηρίου

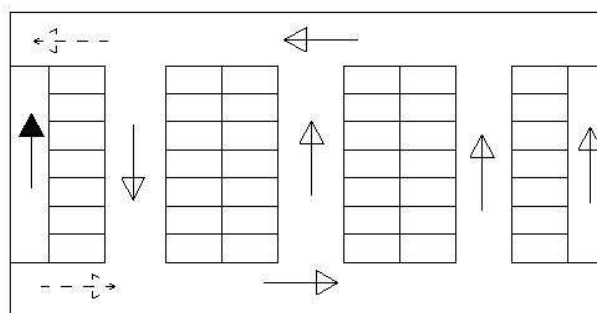
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα πλάτη των θέσεων στάθμευσης ικανοποιούν οριακά τα ελάχιστα απαιτούμενα πλάτη βάσει κανονισμού, καθώς οι θέσεις στάθμευσης συνορεύουν με υποστρώματα. Ομοίως τα μήκη θέσεων στάθμευσης, τα πλάτη των λωρίδων κυκλοφορίας και των κεκλιμένων επιπέδων επικοινωνίας είναι τα ελάχιστα επιτρεπόμενα. Η κλίση των τελευταίων είναι η μέγιστη αποδεκτή, ενώ το μήκος των τμημάτων συναρμογής είναι το ελάχιστο δυνατό βάσει του κανονισμού. Για τις λωρίδες εισόδου και εξόδου του χώρου στάθμευσης ικανοποιούνται οι ελάχιστες διαστάσεις, ενώ υπάρχει και η απαραίτητη διαχωριστική νησίδα και το πεζοδρόμιο. Παρ' όλα αυτά οι συνεχώς αυξανόμενες διαστάσεις των οχημάτων και απαιτήσεις των χρηστών, επιβάλλουν μεγαλύτερες διαστάσεις θέσεων και διαδρόμων κυκλοφορίας, καθώς και πιο ήπιες κλίσεις στις ράμπες. Επομένως σ' έναν σχεδιασμό σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα οι συγκεκριμένες διαστάσεις θεωρούνται ελλιπείς.

Ως προς τη χωροθέτηση των θέσεων στάθμευσης, παρατηρείται λανθασμένη τοποθέτηση των υπό γωνία θέσεων ως προς την κατεύθυνση του διαδρόμου κυκλοφορίας. Επίσης, είναι φανερό ότι ορισμένες θέσεις στάθμευσης που είναι τοποθετημένες σε γωνίες του ορόφου δεν έχουν τον απαιτούμενο χώρο εισόδου και εξόδου από αυτές, ενώ υπάρχουν θέσεις που η είσοδος ή η έξοδος από αυτές εισέρχονται στην ακολουθούμενη πορεία ανόδου και καθόδου, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η κυκλοφορία και να αυξάνονται οι πιθανότητες σύγκρουσης οχημάτων.

ΝΕΟ ΚΤΗΡΙΟ

Για τη βελτιστοποίηση της χωροθέτησης του χώρου στάθμευσης δοκιμάστηκαν ποικίλες διατάξεις, με αλλαγές στη γωνία των θέσεων στάθμευσης, στη θέση των διαδρόμων κυκλοφορίας και στην κυκλοφορία μονής ή διπλής κατεύθυνσης διαδρόμων και κεκλιμένων επιπέδων επικοινωνίας. Σε όλες τις διατάξεις χρησιμοποιήθηκαν θέσεις στάθμευσης πλάτους 2,50m και μήκους 5,00m. Επίσης όλες οι κατόψεις έχουν διαστάσεις 27,00m πλάτος και 53,50m μήκος. Σε όλες τις περιπτώσεις επιλέχθηκαν ευθύγραμμες ράμπες ανόδου και καθόδου έναντι ελικοειδών, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο χώρος που καταλαμβάνουν. Το πλάτος κάθε ράμπας έχει οριστεί στα 3,50m συμπεριλαμβανομένου και του πεζοδρομίου.



Σχ. 3. Κάτοψη τυπικού ορόφου νέου κτηρίου

Από αυτές επιλέχθηκε η βέλτιστη (βλέπε σχ. 3.). Ο συνολικός αριθμός των θέσεων αυξήθηκε ανά όροφο κατά 2 σε σχέση με την υπάρχουσα. Η στάθμευση γίνεται μόνο κάθετα και εγκάρσια στις δύο κύριες λωρίδες κυκλοφορίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την βελτιστοποίηση της εκμετάλλευσης της επιφάνειας κάθε ορόφου, χωρίς ωστόσο να παραβιάζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για τις διαστάσεις των διαδρόμων, των κεκλιμένων επιπέδων επικοινωνίας και των θέσεων στάθμευσης σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Η

κυκλοφορία γίνεται προς μία κατεύθυνση με σαφέστατα διαχωρισμένη την άνοδο και την κάθοδο. Υπάρχει η δυνατότητα ταχείας καθόδου, ενώ κατά την άνοδο μπορεί ο οδηγός να επιλέξει αν θα διέλθει από όλες τις θέσεις στάθμευσης ή από ένα μέρος αυτών. Δεν υπάρχουν εσοχές και προεσοχές που μπορεί να δυσκολεύσουν τη διέλευση των οχημάτων και γενικά είναι πολύ ξεκάθαρη η χωροθέτηση των θέσεων.

ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το κτήριο που μελετήθηκε αποτελείται από επτά πανομοιότυπους ορόφους. Ο φέρων οργανισμός είναι μεταλλικός και θεωρείται πακτωμένος στη στάθμη θεμελίωσης του, η οποία είναι επίπεδη και ταυτίζεται με τη στάθμη του υπογείου του υπάρχοντος κτηρίου.

Δεν θα τοποθετηθούν επικαλύψεις στις ελεύθερες παράπλευρες εξωτερικές επιφάνειες. Επομένως δεδομένου ότι το εμβαδόν των ελεύθερων επιφανειών είναι ίσο με τα 2/3 του συνόλου και η μεγάλη διάσταση του κτηρίου είναι μικρότερη των 70,00m, ο χώρος στάθμευσης πληροί τα κριτήρια ώστε να μπορεί να χαρακτηριστεί ανοικτός. Η επιφάνεια του τυπικού ορόφου είναι 1444m² (λίγο αυξημένη λόγω της κατάργησης της ελικοειδούς ράμπας) και άρα πρόκειται για μεγάλο μεγέθους χώρο στάθμευσης.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου αποτελείται από υποστυλώματα και κύριες δοκούς που λειτουργούν πλαισιακά. Τα επάλληλα πλαίσια που σχηματίζουν είναι συνδεδεμένα με αρθρωτές εγκάρσιες δοκούς πάνω στις οποίες εδράζονται τα καταστρώματα των ορόφων. Επομένως, το μεταλλικό κτήριο έχει μελετηθεί έτσι ώστε να λειτουργεί σαν πλαίσιο παραλαβής ροπής στη μία διεύθυνση και με κατακόρυφους συνδέσμους δυσκαμψίας χωρίς εκκεντρότητα στην άλλη διεύθυνση. Το κτήριο είναι μεταθετό στη διεύθυνση που λειτουργεί πλαισιακά και αμετάθετο στην άλλη διεύθυνση.

Τα υποστυλώματα, οι κύριες δοκοί και οι σύνδεσμοι δυσκαμψίας μελετήθηκαν ως μεταλλικά στοιχεία, ενώ οι εγκάρσιες δοκοί και οι πλάκες ως σύμμικτες. Επομένως το κτήριο χαρακτηρίζεται ως σύμμικτη κατασκευή. Πιο συγκεκριμένα οι σύμμικτες δοκοί συντίθενται από σιδηροδοκό πρότυπης διατομής και πλάκα από σκυρόδεμα, η οποία αποτελεί το πέγμα της δοκού. Η συνεργασία δοκού - πέγματος επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση διατμητικών συνδέσμων στη διεπιφάνεια σκυροδέματος - σιδηροδοκού. Οι σύμμικτες πλάκες αποτελούνται από χαλυβδόφυλλο και έγχυτο σκυρόδεμα. Στο άνω μέρος της πλάκας διατάσσεται οπλισμός για περιορισμό της ρηγμάτωσης και παραλαβή των αρνητικών ροπών. Το χαλυβδόφυλλο λειτουργεί στη φάση διάστρωσης του σκυροδέματος ως ξυλότυπος και στη φάση λειτουργίας ως συνελκόμενος οπλισμός. Η συνεργασία χαλυβδόφυλλου - σκυροδέματος επιτυγχάνεται με την πρόβλεψη νευρώσεων, εγκοπών ή προεσοχών στο χαλυβδόφυλλο ή με διάταξη διατμητικών συνδέσμων στις στηρίξεις των χαλυβδοφύλλων.

Η μόρφωση του φέροντος οργανισμού ενός κτηρίου ξεκινά από την αρχιτεκτονική μελέτη. Έτσι σε πρώτο στάδιο η τοποθέτηση των υποστυλωμάτων κάθε πλαισίου γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρεμποδίζουν την κυκλοφορία, να μην είναι εκτεθειμένα σε μηχανικές καταπονήσεις και να καταλαμβάνουν το λιγότερο δυνατό χώρο από τις θέσεις στάθμευσης και τους διαδρόμους κυκλοφορίας. Η απόσταση των πλαισίων μεταξύ τους καθορίστηκε και αυτή με βάση την διάταξη των διαδρόμων κυκλοφορίας και των θέσεων στάθμευσης ώστε να μην επηρεάζουν τη λειτουργικότητα του χώρου. Ωστόσο η διάταξη που θα επιλεγεί τελικά πρέπει να είναι τέτοια ώστε να δημιουργεί διαδρομές για την ασφαλή παραλαβή των φορτίων στη θεμελίωση.

Το κτήριο μελετήθηκε με χρήση του προγράμματος πεπερασμένων στοιχείων Etabs, έκδοση 9.1.4.

Τοποθετήθηκαν 12 πλαίσια σε αποστάσεις 3,50m, 5,00m και 5,50m ανάλογα με τη διάταξη των στοιχείων της κάτοψης (διάδρομοι και θέσεις στάθμευσης). Το κάθε πλαίσιο έχει μήκος 27,00m και ύψος 16,80m (= 7×2,40m). Οι αποστάσεις των υποστυλωμάτων

διαφέρουν ανάλογα με το αν τα πλαίσια είναι εκατέρωθεν των κεκλιμένων επιπέδων επικοινωνίας ή όχι. Στα 4 πλαίσια που περιστοιχίζουν τις ράμπες τα υποστυλώματα έχουν τοποθετηθεί ανά 2,50m, σε απόσταση 4,75m από τα ακραία. Στα υπόλοιπα πλαίσια, τα υποστυλώματα έχουν τοποθετηθεί με τις παρακάτω ενδιάμεσες αποστάσεις, από αριστερά προς τα δεξιά: 4,75m, 5,00m, 7,50m, 5,00m, 4,75m. Τα υποστυλώματα θεωρήθηκαν πακτωμένα στη στάθμη θεμελίωσης τους και συνεχή καθ' ύψος.

Τα υποστυλώματα συνδέονται μεταξύ τους με κύριες δοκούς και κατά τη διαμήκη και κατά την εγκάρσια έννοια του κτηρίου. Οι δοκοί που τοποθετούνται κατά την εγκάρσια έννοια του κτηρίου, είναι συνεχείς, ενώ αυτές που βρίσκονται στη διαμήκη συνδέονται αρθρωτά στον κορμό των υποστυλωμάτων.

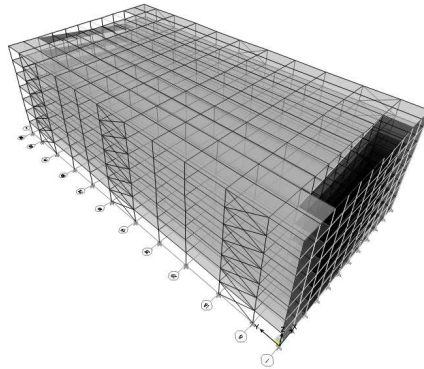
Μεταξύ των κύριων δοκών που είναι τοποθετημένες στη διαμήκη έννοια του κτηρίου παρεμβάλλονται παράλληλα με αυτές, δευτερεύουσες δοκοί ανά 2,50m. Αυτές συνδέονται αρθρωτά στις κύριες δοκούς της άλλης διεύθυνσης.

Τα επίπεδα του κτηρίου διατάσσονται ανά 2,40m. Τα καταστρώματα στηρίζονται πάνω στις δευτερεύουσες δοκούς και στις κύριες δοκούς που εκτείνονται κατά τη διαμήκη έννοια του προσομοιώματος.

Στις περιοχές που προορίζονται για την άνοδο και την κάθοδο των οχημάτων ορίζονται κεκλιμένα καταστρώματα πλάτους 3,50m και μήκους 17,50m.

Εγκάρσια των κεκλιμένων επιπέδων στα οποία ορίζονται οι ράμπες, τοποθετούνται δοκοί στραμμένες έτσι ώστε να εφάπτονται αυτών. Οι δοκοί αυτές είναι τοποθετημένες ανά 2,50m και το ύψος στο οποίο τοποθετούνται εξαρτάται άμεσα από την κλίση των επιπέδων. Πιο συγκεκριμένα τοποθετούνται σε όλες τις θέσεις που υπάρχουν υποστυλώματα κατά μήκος της ράμπας. Η σύνδεση τους με αυτά γίνεται αρθρωτά.

Στη διαμήκη έννοια του μοντέλου τοποθετούνται σύνδεσμοι δυσκαμψίας χωρίς εκκεντρότητα τύπου X, στο 2ο, στο 6ο και στο 10ο φάτνωμα. Η σύνδεση των συνδέσμων με τα υποστυλώματα γίνεται αρθρωτά, ενώ είναι συνδεδεμένοι στο μέσο.



Σχ. 4. Τρισδιάστατη απεικόνιση προσομοιώματος νέου κτηρίου

Επιβλήθηκαν οι κατηγορίες φορτίων μόνιμα, πρόσθετα μόνιμα, κινητά, χιονιού, ανέμου, σεισμικά και κρούσης για συνδυασμούς φόρτισης οριακής κατάστασης αστοχίας και λειτουργικότητας.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΘΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΕΞΑΓΟΜΕΝΩΝ

Οι διατομές που προκύπτουν έχουν τέτοιες διαστάσεις ώστε να εξασφαλίζεται το απαιτούμενο ελεύθερο ύψος σε κάθε όροφο. Πιο συγκεκριμένα, η μέγιστη διατομή δοκού που προκύπτει είναι IPE330, η οποία έχει ύψος 0,33m. Η σύμμικτη πλάκα έχει πάχος 0,13m επομένως $0,33+0,13=0,46\text{m}$ και το ελεύθερο ύψος ορίζεται στα $2,40-0,46=1,94\text{m}>1,90\text{m}$ που είναι το επιτρεπόμενο κάτω όριο.

Επίσης οι διατομές των υποστυλωμάτων μένουν σε επιτρεπτά επίπεδα ώστε να μην καταλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό των επιφανειών που προορίζονται για την κίνηση και τη

στάθμευση των οχημάτων. Η μέγιστη διατομή που τοποθετείται είναι HEA280 και HEB280.

Επί των αποτελεσμάτων της ανάλυσης του προγράμματος πραγματοποιήθηκαν οι εξής επιπρόσθετοι έλεγχοι: δυσμενείς φορτίσεις συνεχών κυρίων δοκών, έλεγχος σύμμικτης πλάκας και διατμητικής σύνδεσης, ικανοτικός έλεγχος και έλεγχος έναντι κρουστικών φορτίων. Οι διατομές της ανάλυσης ικανοποιούσαν όλους τους επιπρόσθετους ελέγχους. Η τελική διαστασιολόγηση προέκυψε έπειτα από ομοιομορφοποίηση των διατομών για κατασκευαστικούς λόγους. Έτσι επιλέχθηκαν για τις συνεχείς δοκούς διατομές IPE270 και IPE330 και τις δοκούς των κεκλιμένων επιπέδων επικοινωνίας διατομές IPE240. Οι σύμμικτες δοκοί προέκυψαν διατομής IPE200. Για τα υποστυλώματα των τριών πρώτων ορόφων επιλέχθηκαν διατομές HEA280 (HEB280 στα φατνώματα με συνδέσμους δυσκαμψίας) και για τους υπόλοιπους τέσσερις ορόφους διατομές HEA240. Οι χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας προέκυψαν διατομής TUBO193.7x4.5.

Τέλος έγινε διαστασιολόγηση τριών τυπικών συνδέσεων του φορέα. Μια σύνδεση παραλαβής ροπής (υποστύλωμα διατομής HEA280 με δοκούς IPE330 και IPE270), απλή σύνδεση δοκού- δοκού (IPE330 και IPE200) και σύνδεση συνδέσμου δυσκαμψίας (υποστύλωμα HEB280, δοκός IPE160 και χιαστί TUBO193.7x4.5)

Σα γενικό συμπέρασμα, μπορεί να σχολιαστεί ότι υπό τις δεδομένες στατικές και δυναμικές φορτίσεις της περιοχής, είναι εφικτή η υλοποίηση ενός συμμίκτου πολυώροφου κτηρίου χώρου στάθμευσης, ο οποίος θα ικανοποιεί ταυτόχρονα τόσο τις λειτουργικές απαιτήσεις όσο και τις απαιτήσεις αντοχής των κανονισμών διατηρώντας ταυτόχρονα κοντά στο σύνηθες το μέγεθος των διατομών των φερόντων στοιχείων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] CHREST A., SMITH M., BHUYAN S., MONAHAN D. and IQBAL M. “Parking Structures; Planning design, construction, maintenance, repair”, 3d edition, Εκδόσεις Kluwer Academic Publishers Boston/Dordrecht/London 2002
- [2] “Νομοθεσία Γκαράζ”, Εκδόσεις Γρηγ. Χρ. Φούντας, Έκδοση 95-12
- [3] ΒΑΓΙΑΣ Ι., ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ Ι. και ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ Γ. “Σχεδιασμός Δομικών Έργων Από Χάλυβα, με βάση τα τελικά κείμενα των Ευρωκωδίκων”, Κλειδάριθμος, 2005.
- [4] ΒΑΓΙΑΣ Ι. “Σύμμικτες κατασκευές από χάλυβα και οπλισμένο σκυρόδεμα”, 2^η Έκδοση, Κλειδάριθμος, 2005.
- [5] ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ Ι. “Ευρωκώδικας 1, Βασικές αρχές σχεδιασμού και δράσεις επί των κατασκευών. Ερμηνευτικά παραδείγματα και παραδείγματα εφαρμογής”, Κλειδάριθμος, 2005.

STUDY OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE SEVEN-STOREY PARKING STRUCTURE

Charoula – Eleni Matthaïou

Civil Engineer NTUA, MSc

Athens, Greece

e-mail: hmatthaïou@hotmail.com

Eleni Mavroidi

Civil Engineer NTUA, MSc

Athens, Greece

e-mail: eamavroeidi@gmail.com

SUMMARY

This article is a summary of the thesis under the title "Study of steel-concrete composite seven-storey parking structure" and the supervision of Professor John Vayas at NTUA. The aim was to study the designing of a steel-concrete composite high-rise building to be used for parking vehicles. The structure was based on an already existing building of reinforced concrete.

The study began with an extensive literature review on ways of designing parking spaces in accordance to international standards. Then a summary of the characteristics of the existing building followed together with an assessment of its current design compared to the best practices described in the first part. Next, we continued with an enlistment and evaluation of the various alternatives choices for the new design and the selection of the new layout to be analyzed. In the next phase, the building's model of the selected plan was presented as well as the steps of the analysis to be conducted, including the loads and load combinations applied. The results of the analysis were evaluated along with the modes of the building and the resulting frame sections. Finally, all the additional checks and the corresponding results that led to the final selection of frame sections were cited, such as verification of the composite slab and shear connection, verification due to impact loads, verification of local resistance conditions and finally the design of three standard connections.