

ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ

ΕΝΩΣΗ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΕΙΩΝ ΠΙΕΡΙΑΣ

ΕΡΓΟ

Κατασκευή Νέας Μεταλλικής Κερκίδας

ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ

Νέα Έφεσσος
Δήμος Δίου-Ολύμπου
Εκτός Σχεδίου

ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ

Τ. ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΥ ΔΙΟΥ ΟΛΥΜΠΟΥ

ΣΤΑΤΙΚΑ

ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ

Τ Ε Χ Ν Ι Κ Η Ε Κ Θ Ε Σ Η
(Μ ε τ α λ λ ι κ ή ς κ ε ρ κ ί δ α ς)

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Μάρτιος 2018

ΚΛΙΜΑΚΑ

ΣΦΡΑΓΙΔΑ - ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Συτάδης
Χατζημήτρος Α. Ηρακλής
Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ

ΘΕΩΡΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ



ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	1
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	2
2.1 ΦΟΡΤΙΑ	2
2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ και ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	3
2.3 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ και ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	4
3. ΑΝΑΛΥΣΗ – ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ	5
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	7

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το αντικείμενο της παρούσας Τεχνικής Έκθεσης είναι η μελέτη και κατασκευή μεταλλικού φορέα στήριξης κερκίδων, σε Αθλητικά Ποδοσφαιρικά Κέντρα, για την κάλυψη των αναγκών της Ελληνικής Ποδοσφαιρικής Ομοσπονδίας.

Στην εγκάρσια διεύθυνση, ο φορέας είναι πλαισιακός και αποτελείται από χαλύβδινες ανοιχτές διατομές τύπου Η. Κατά μήκος των Αξόνων Α, Β, Γ και Δ τοποθετούνται υποστυλώματα διατομής HEA220, δημιουργώντας τρία (3) φατνώματα διαφορετικών ανοιγμάτων. Τα υποστυλώματα στους Άξονες Α και Β είναι ύψους περίπου 5.65m και 3.10m αντίστοιχα, ούτως ώστε να δοθεί η απαιτούμενη κλίση στην κερκιδοφόρο δοκό. Στους Άξονες Γ και Δ, όπου υπάρχει διάδρομος, είναι ύψους περίπου 1.45m. Μεταξύ των Αξόνων Α και Β, τοποθετείται σύστημα αντηρίδων διατομής SHS100X3.2, ούτως ώστε να μειωθεί, τόσο το μήκος της κεκλιμένης δοκού, όσο και το μήκος λυγισμού του υποστυλώματος στον Άξονα Α. Τα υποστυλώματα στο επίπεδο του πλαισίου είναι πακτωμένα στην βάση τους.

Κατά την διαμήκη διεύθυνση, δημιουργούνται πολύστυλα πλαίσια, καθώς το προαναφερθέν εγκάρσιο πλαίσιο επαναλαμβάνεται ανά 5.00m περίπου (Βλ. Άξονες 1 έως 8). Στην διεύθυνση αυτή, το στατικό σύστημα αποτελείται από διαγώνιους αντιανεμίους συνδέσμους τύπου «Λ» διατομής SHS120X5.0 και διαμήκεις δοκούς διατομής SHS120X8.0, SHS150X8.0 ή SHS150X10.0 στους Άξονες Α και Β, και SHS150X8.0 στους Γ και Δ. Στο επίπεδο αυτό, τα υποστυλώματα εδράζονται με άρθρωση.

Ο φορέας θεμελιώνεται επιφανειακά σε πεδιλοεσχάρα πλάτους 1.0m από Ο/Σ ποιότητας C20/25, πάχους 50cm. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή των φορτίων της ανωδομής στο έδαφος και περιορίζονται οι διαφορικές καθιζήσεις μεταξύ υποστυλωμάτων.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

2.1 ΦΟΡΤΙΑ

Μόνιμα Φορτία

Ίδιο βάρος οπλισμένου σκυροδέματος	25.00 KN/m ³
Ίδιο βάρος δομικού χάλυβα	78.50 KN/m ³
Φορέας καθισμάτων	0.50 KN/m ²

Κινητά Φορτία

Κερκίδες	5.00 KN/m ²
Κλιμακοστάσια	5.00 KN/m ²
Οριζόντια ώθηση χειρολισθήρα – κιγκλιδώματος	1.00 KN/m
Άνεμος	1.00 KN/m ²
Θερμοκρασιακή μεταβολή	+30 ⁰ C/-20 ⁰ C

Παράμετροι αντισεισμικού σχεδιασμού κατασκευών Ο/Σ

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	III
Ανοιγμένη εδαφική επιτάχυνση	$\alpha=0.36$
Συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίου Σ2	$\gamma=1.00$
Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς	$q=1.50$
Κατηγορία εδάφους	Δ
Περίοδοι φάσματος:	$T1=0.20\text{sec}, T2=1.20\text{sec}$
Συντελεστής φασματικής ενίσχυσης	$\beta_0=2.5$
Συντελεστής θεμελίωσης	$\theta=1.0$

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ και ΕΔΑΦΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ**Σκυρόδεμα:**

Οπλισμένο σκυρόδεμα (γενικά)	C20/25
Ισχνό σκυρόδεμα (καθαριότητας)	C12/15

Χάλυβας Οπλισμού:

Νευροχάλυβας σκυροδέματος	S500s
---------------------------	-------

Δομικός χάλυβας:

Γενικά	Fe360
Στοιχεία συνδέσεως, αγκύρια	Fe360 και Fe510
Κοχλίες, περικόχλια ποιότητας	8.8, 10.9
Αγκύρια (ποιότητα)	Fe 510

Θεμελίωση

Η θεμελίωση είναι επιφανειακή και γίνεται σε φυσικό υγιές έδαφος. Ο φορέας εδράζεται σε πεδילוεσχάρα πλάτους 1.0m από Ο/Σ ποιότητας C20/25, πάχους 50cm. Η προσομοίωση του εδάφους γίνεται με κατακόρυφα ελατήρια τύπου WINKLER και κατακόρυφη σταθερά ελατηρίων τη συντηρητική τιμή των 10000 kN/m.

Η Κατηγορία εδάφους λαμβάνεται επίσης συντηρητικά ως Δ, σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000 (όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 2: Παραδοχές της Τεχνικής Έκθεσης) έτσι ώστε να καλύπτεται η δυσμενέστερη περίπτωση εδαφικών παραμέτρων για τον Αντισεισμικό Σχεδιασμό της Κατασκευής.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

2.3 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ και ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κανονισμός Φορτίσεων Δομικών Έργων Β.Δ. 10.11.45 (ΦΕΚ 325/Α/1945 και ΦΕΚ 171Α/1946)
- Κανονισμός για τη μελέτη και κατασκευή έργων από σκυρόδεμα (Ε.Κ.Ω.Σ. 2000)
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ 2000)
- Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΦΕΚ 315/Β/17.4.1997)
- Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (ΦΕΚ 381/Β/24.3.2000)
- Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων (Π.Δ. 71/1978)
- Ευρωκώδικες 1, 2, 3, 4, 7 και 8
- DIN 1054, 4017, 4018, 4019, 4095, 4124 για θεμελιώσεις και τοίχους αντιστήριξης, και οδηγίες Ε.Α.Β. της Γερμανικής επιτροπής εκσκαφών
- PRI IN1090-1 "execution of steel structures, part I, general rules and rules for buildings" για την προμήθεια, κατασκευή και ανέγερση σιδηρών μελών
- DIN 1000 (Δ4-έκδοση 1973) για την κατεργασία δομικού χάλυβα (χάραξη, κοπή, διάτρηση κλπ)
- DIN 18800 Μέρος VII για την εκτέλεση των συγκολλήσεων

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

3. ΑΝΑΛΥΣΗ - ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η επίλυση των μεταλλικών φορέων (ανάλυση και διαστασιολόγηση) έγινε με το πρόγραμμα INSTANT, ενώ των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα έγινε με το πρόγραμμα SOFISTIK. Λεπτομερής περιγραφή των προγραμμάτων αυτών δίνεται στο τέλος της Τεχνικής Έκθεσης, Παράρτημα «Α».

Η προσομοίωση των κατασκευών γίνεται στο χώρο και περιλαμβάνει όλα τα φέροντα στοιχεία που επηρεάζουν τη στατική λειτουργία. Τα υποστυλώματα και οι δοκοί προσομοιώνονται με ραβδόμορφα στοιχεία (beam elements), τα μέλη των ζευκτών με "truss elements" ενώ η διαφραγματική λειτουργία των πλακών με οριζόντιους διαγώνιους συνδέσμους. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του φορέα περιλαμβάνεται στο Τεύχος Υπολογισμών.

Οι ροπές αδρανείας των ραβδόμορφων στοιχείων υπολογίζονται από τα στοιχεία της διατομής τους. Σημειώνεται ότι οι καμπτικές ροπές αδρανείας των ραβδόμορφων στοιχείων από σκυρόδεμα στις σεισμικές επαλληλίες φορτίσεων μειώνονται, σύμφωνα με την παράγραφο 3.2.3 του ΕΑΚ.

Ως μόνιμα φορτία εισάγονται το ίδιο βάρος των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος και τα φορτία επικάλυψης της στέγης. Τα κινητά φορτία εισάγονται σύμφωνα με τις παραδοχές της μελέτης ανάλογα με τη χρήση του κάθε χώρου.

Η ανάλυση για τα σεισμικά φορτία γίνεται σύμφωνα με τον ΕΑΚ, με την εφαρμογή της δυναμικής φασματικής μεθόδου. Η οριζόντια συνιστώσα του φάσματος των επιταχύνσεων υπολογίζεται από τους παρακάτω συντελεστές:

Η προσομοίωση της θεμελίωσης έγινε με πεπερασμένα επιφανειακά στοιχεία (QUAD ELEMENTS) και του εδάφους με κατακόρυφα ελατήρια τύπου Winkler με σταθερά ελατηρίου 10000 KN/m^2 . Η επίλυση της θεμελίωσης έγινε με το πρόγραμμα SOFISTIK.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Οι επαλληλίες των φορτίσεων γίνονται σύμφωνα με τον ΕΚΟΣ, τον EC-1 και τον ΕΑΚ, και συνοψίζονται στους παρακάτω συνδυασμούς:

1. $\gamma_g G + \Sigma (\gamma_q Q)$
2. $G + \psi_2 Q \pm E_x \pm 0.3E_y \pm 0.3E_z$
3. $G + \psi_2 Q \pm E_y \pm 0.3E_x \pm 0.3E_z$
4. $G + \psi_2 Q \pm E_z \pm 0.3E_x \pm 0.3E_y$

όπου:

$\gamma_g = 1.35$ (δυσμενής τιμή)

$\gamma_q = 1.50$ (δυσμενής τιμή)

$\gamma_g = 1.00$ (ευμενής τιμή)

$\gamma_q = 0.0$ (ευμενής τιμή)

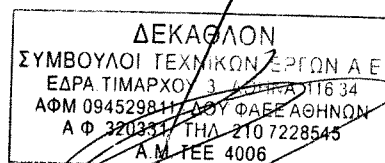
G οι μόνιμες δράσεις, Q οι μεταβλητές δράσεις, $\psi_2 = 0.3$ ή 0.5 ο συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων, E_x η συνιστώσα του σεισμού κατά τη διεύθυνση X, E_y η συνιστώσα του σεισμού κατά τη διεύθυνση Y και E_z η συνιστώσα του σεισμού κατά τη διεύθυνση Z.

Η αντοχή όλων των μελών ελέγχεται σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς ΕΚΟΣ, ΕΑΚ και τον Ευρωκώδικα EC-3 με βάση την επαλληλία των φορτίσεων.

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΪΟΣ 2004

Για την «Π. ΜΑΝΤΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Ε.»

Παναγιώτης Μαντάς
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός



ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ Η/Υ - SOFISTIK****1.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Η εταιρεία SOFISTIK Software für Statik und Konstruktion GmbH με έδρα το Μόναχο Γερμανίας έχει αναπτύξει ένα πλήρες σύστημα προγραμμάτων πεπερασμένων στοιχείων για την στατική και δυναμική ανάλυση των κατασκευών πολιτικού μηχανικού. Τα προγράμματα αυτά είναι κατάλληλα τόσο για ερευνητικούς όσο και πρακτικούς σκοπούς, παρέχουν δε ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων που εκτείνεται από γραμμική ελαστική ανάλυση έως εξειδικευμένες ανελαστικές δυναμικές αναλύσεις με ολοκλήρωση στο χρόνο.

Το SOFISTIK αποτελείται από συνδυαζόμενα μεταξύ τους προγράμματα (modules) τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω μιας βάσης δεδομένων. Επίσης, συνοδεύεται από γραφικούς επεξεργαστές για την δημιουργία προσομοιωμάτων και την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα κυριότερα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

Ο φορέας περιγράφεται με το πρόγραμμα GENF το οποίο παρέχει μία ποικιλία στοιχείων (elements) για την αρτιότερη προσομοίωση της γεωμετρίας και των συνθηκών στήριξης του φορέα. Μεταξύ άλλων περιλαμβάνονται: ραβδόμορφα στοιχεία (beam elements), αμφιαρθρωτά στοιχεία (truss elements, cable elements), επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία (shell elements), τρισδιάστατα πεπερασμένα στοιχεία (volume elements), ελατήρια, στοιχεία για πασσάλους και άλλα. Οι συνθήκες στήριξης μπορούν να περιγραφούν είτε ως ακλόνητες, είτε ως ελαστικές μέσω ειδικών στοιχείων (boun και flex). Επίσης, υπάρχει δυνατότητα εξάρτησης κόμβων κινηματικά.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Οι διατομές και τα υλικά τους μπορούν να περιγραφούν και στο πρόγραμμα AQUA, με την εισαγωγή οποιασδήποτε γεωμετρίας και ιδιοτήτων υλικών.

Τα φορτία εισάγονται στα προγράμματα ASE ή STAR τα οποία μπορούν να είναι συγκεντρωμένα ή κατανεμημένα (γραμμικά ή επιφανειακά). Τα κατανεμημένα φορτία μπορεί να μεταβάλλονται γραμμικά. Με το ASE ή το STAR γίνεται και η επίλυση του φορέα, η οποία βασίζεται στην άμεση μέθοδο δυσκαμψίας. Οι άγνωστοι είναι οι μετακινήσεις στους κόμβους (6 βαθμοί ελευθερίας ανά κόμβο). Η διαδικασία επίλυσης του φορέα χωρίζεται σε τέσσερα κύρια μέρη:

- Υπολογισμός των μητρώων ακαμψιών των στοιχείων
- Σύνθεση του συνολικού μητρώου ακαμψίας
- Σύνθεση του μητρώου φορτίων
- Υπολογισμός των μετακινήσεων με την αντιστροφή του μητρώου ακαμψίας

Στη συνέχεια υπολογίζεται η εντατική κατάσταση των μελών του φορέα.

Επίσης, σημειώνεται ότι τα προγράμματα ASE ή STAR έχουν τη δυνατότητα εκτέλεσης μη-γραμμικής ανάλυσης.

Τα δεδομένα για το GENF και ASE μπορούν επίσης, να παραχθούν με τη βοήθεια του γραφικού επεξεργαστή SOFIPLUS. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατό να αντιμετωπιστούν φορείς με σύνθετη γεωμετρία και πολύπλοκες συνθήκες στήριξης. Το SOFIPLUS είναι ιδιαίτερα ισχυρό στη διακριτοποίηση πεπερασμένων επιφανειακών στοιχείων για τα οποία υπάρχουν ειδικοί αλγόριθμοι για τη βελτιστοποίηση του χωρισμού των επιφανειών, όπως επίσης και για τον έλεγχο της γεωμετρίας και της συμβατότητας του φορέα.

Οι περιβάλλουσες των εντατικών μεγεθών, τάσεων, μετακινήσεων και αντιδράσεων υπολογίζονται με το πρόγραμμα MAXIMA. Οι βασικές φορτίσεις συνδυάζονται με συντελεστές και υπό συνθήκες που ορίζει ο χρήστης. Έτσι, κάποιες φορτίσεις μπορεί να λαμβάνονται πάντα υπόψη με κατάλληλους συντελεστές δυσμείνειας - ευμείνειας (π.χ. μόνιμα, 1.35 - 1.00) ενώ άλλες μπορεί να λαμβάνονται υπόψη μόνο όταν δίνουν δυσμενές αποτέλεσμα (π.χ. κινητά, 1.50). Επίσης μπορούν να οριστούν και εναλλακτικοί συνδυασμοί από τους οποίους επιλέγεται η δυσμενέστερη τιμή (π.χ. σεισμικοί συνδυασμοί).

Η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος των διατομών των ραβδόμορφων στοιχείων γίνεται με το πρόγραμμα AQB όπου υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του κατάλληλου κανονισμού, όπως Ελληνικός, Ευρωκώδικες, DIN, Βρετανικοί κ.α.. Η γεωμετρία και οι θέσεις των οπλισμών των διατομών παραλαμβάνονται από το πρόγραμμα AQUA, ενώ τα εντατικά μεγέθη από το MAXIMA. Για τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος υπολογίζεται ο απαιτούμενος διαμήκης και διατμητικός οπλισμός, όπου λαμβάνεται υπόψη και τυχόν στρεπτική καταπόνηση.

Η διαστασιολόγηση και έλεγχος των πεπερασμένων επιφανειακών στοιχείων γίνεται με το πρόγραμμα BEMESS και με επιλογή του κατάλληλου κανονισμού (Ελληνικός, Ευρωκώδικες, DIN). Η διαστασιολόγηση βασίζεται στη μέθοδο Baumann και διακρίνονται τρεις περιπτώσεις φορέων: δίσκοι, πλάκες και κελύφη. Οι διευθύνσεις των οπλισμών ορίζονται από το χρήστη και μπορεί να είναι συγκεκριμένες ή να ακολουθούν τις κύριες τάσεις. Οι οπλισμοί προκύπτουν από την εντατική κατάσταση των στοιχείων με τη μέθοδο οριακής αντοχής. Επίσης γίνεται έλεγχος διάτμησης.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Η σειρά προγραμμάτων SOFISTIK συμπληρώνεται με τον γραφικό επεξεργαστή αποτελεσμάτων GRAF. Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα παραγωγής δισδιάστατων και τρισδιάστατων γραφημάτων της γεωμετρίας, των εντατικών μεγεθών, τάσεων, μετακινήσεων, παραμορφώσεων, οπλισμών κ.α.. Επίσης, υπάρχει ποικιλία στον τρόπο παρουσίασης των αποτελεσμάτων, όπως αριθμητικά, διανυσματικά ή με ισοϋψείς.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

1.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΟΝΩΝ

1.2.1. Τοπικό σύστημα αξόνων ραβδωτών στοιχείων (beam elements)

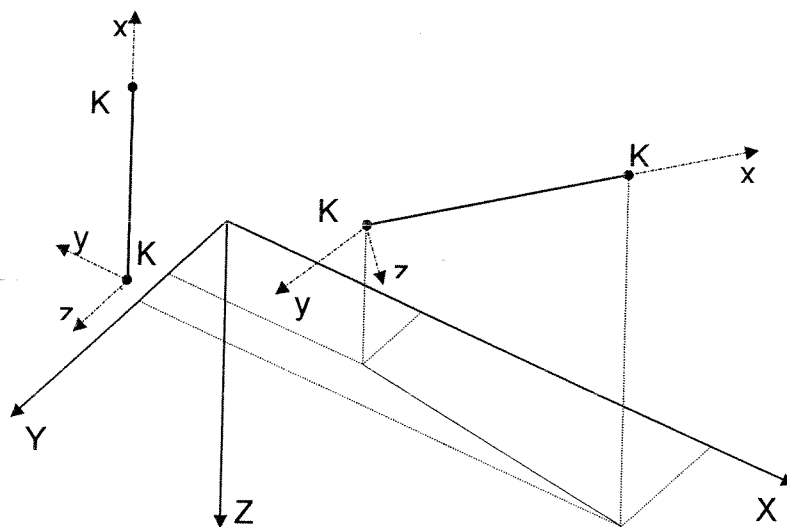
Το τοπικό σύστημα αξόνων ραβδωτών στοιχείων ορίζεται με τον ακόλουθο τρόπο: Η διεύθυνση του τοπικού άξονα X συμπίπτει με τον διαμήκη άξονα του ραβδωτού στοιχείου, ο οποίος ορίζεται από τους κόμβους αρχής και τέλους του. Η φορά του τοπικού άξονα X ορίζεται από τον κόμβο αρχής προς τον κόμβο τέλους (Σχήμα 1). Ο τοπικός άξονας Y είναι παράλληλος προς το καθολικό επίπεδο $X-Y$, με φορά που ορίζεται στρέφοντας τον άξονα X δεξιόστροφα κατά 90° . Ο τοπικός άξονας Z προκύπτει από τον ορισμό των δύο παραπάνω αξόνων, σύμφωνα με το δεξιόστροφο σύστημα αξόνων. Στην ειδική περίπτωση που ο άξονας του ραβδωτού στοιχείου είναι παράλληλος προς τον καθολικό άξονα Z , τότε ο τοπικός άξονας Z συμπίπτει σε διεύθυνση και φορά με τον καθολικό άξονα Y . Σ' αυτή την περίπτωση ο τοπικός άξονας Y προκύπτει σύμφωνα με το δεξιόστροφο σύστημα αξόνων.

1.2.2. Τοπικό σύστημα αξόνων επιφανειακών στοιχείων (shell elements)

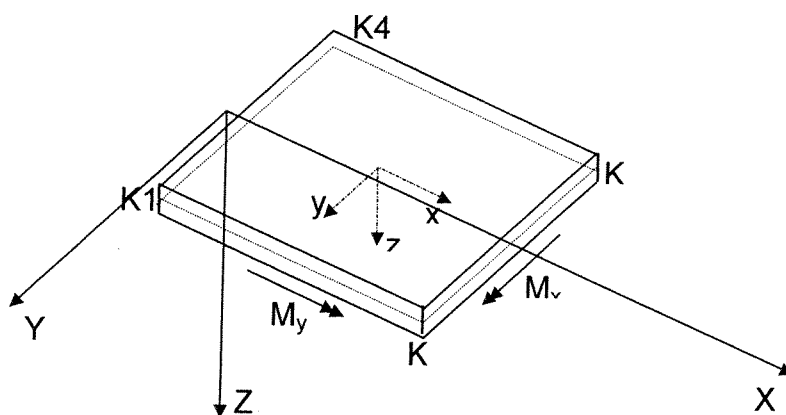
Το τοπικό σύστημα αξόνων των επιφανειακών στοιχείων ορίζεται με τον ακόλουθο τρόπο: Ο τοπικός άξονας Z είναι κάθετος στο επίπεδο του στοιχείου. Η φορά αρίθμησης των κόμβων του στοιχείου ορίζει τη φορά του τοπικού άξονα Z αντίθετα προς το νόμο του δεξιόστροφου κοχλία (Σχήμα 2). Ο τοπικός άξονας X είναι παράλληλος προς το καθολικό επίπεδο $X-Y$.

1.3. ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Οι διευθύνσεις των οπλισμών των επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων αντιστοιχούν στις διευθύνσεις του τοπικού συστήματος αξόνων των στοιχείων αυτών (περιγραφή του εν λόγω τοπικού συστήματος αξόνων δίνεται στην παράγραφο Α.2). Ως άνω οπλισμός (upside reinforcement) του πεπερασμένου στοιχείου νοείται ο οπλισμός που βρίσκεται στην πλευρά της αρνητικής φοράς του τοπικού άξονα Z , ενώ ως κάτω οπλισμός (downside reinforcement) νοείται ο οπλισμός που βρίσκεται στην πλευρά της θετικής φοράς του τοπικού άξονα Z .



Σχήμα 1: Τοπικό σύστημα αξόνων ραβδόμορφων στοιχείων



Σχήμα 2: Τοπικό σύστημα αξόνων επιφανειακών πετρεασμένων στοιχείων

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ Η/Υ - INSTANT

Το πρόγραμμα INSTANT είναι ένα πλήρες πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων για την στατική και δυναμική ανάλυση κατασκευών από δομικό χάλυβα. Η επίλυση γίνεται με την Άμεση Μέθοδο της Δυσκαμψίας, κατά την οποία σχηματίζεται το μητρώο δυσκαμψίας κάθε στοιχείου και συντίθεται σε ένα συνολικό γενικό μητρώο δυσκαμψίας του πλαισιακού συστήματος. Οι βαθμοί ελευθερίας είναι γενικά έξη (3 μεταθέσεις κατά ορθογωνικούς άξονες, 3 στροφές περί αυτούς) ανά κόμβο του προσομοιώματος. Οι εξισώσεις ισορροπίας που εκφράζονται ως ισότητα του γινομένου του γενικού μητρώου δυσκαμψίας επί του μητρώου - στήλη των αγνώστων μετακινήσεων των κόμβων με το μητρώο - στήλη των επικομβίων φορτίων, επιλύονται με τη μέθοδο μετωπικής επίλυσης. Από τους βαθμούς ελευθερίας των κόμβων υπολογίζονται, με βάση το μητρώο δυσκαμψίας μέλους, τα εντατικά μεγέθη στα άκρα του (3 ροπές και 3 δυνάμεις ανά άκρο) και από αυτά κατασκευάζονται διαγράμματα εντατικών μεγεθών μελών, πλαισίων κλπ. και οι περιβάλλουσές τους για διάφορους συνδυασμούς φορτίσεων. Ο έλεγχος των μελών και συνδέσεων γίνεται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3.