

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ
115,93m ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
ΜΕ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ
ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑ ΠΑΤΡΩΝ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ**



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ-ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

Δρ. Διονυσία-Πηνελόπη Κοντονή

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Αν. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΕΛΙΣΑΒΕΤ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΜΟΣΧΟΥΛΗ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ, ΜΑΙΟΣ 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Έχοντας ολοκληρώσει την παρούσα Πτυχιακή Εργασία, αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε :

Την Εισηγήτρια και Επιβλέπουσα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας Δρ. Διονυσία - Πηνελόπη Κοντονή, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό και Αν. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι., για την αξιόλογη βοήθεια που μας προσέφερε, για τις εύστοχες παρατηρήσεις της καθώς και για τη συνεχή καθοδήγηση της.

Τέλος, τον κ. Σωτήρη Μηλιτσόπουλο, Διπλ. Πολιτικό Μηχανικό MSc για τις πληροφορίες που μας έδωσε σχετικά με την Πτυχιακή μας Εργασία.

ΠΑΤΡΑ, ΜΑΙΟΣ 2015

Κωνσταντίνος Γραμματικόπουλος
Ελισάβετ - Παναγιώτα Μοσχούλη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία περιλαμβάνει την πλήρη και αναλυτική μελέτη γέφυρας τεσσάρων ανοιγμάτων συνολικού μήκους 115,93m από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, στην αριστερή Παραγλαύκια αρτηρία Πατρών, με τη χρήση Η/Υ. Η μελέτη έγινε με τους κανονισμούς DIN-Fachbericht 100, DIN-Fachbericht 101, DIN-Fachbericht 102, ΕΑΚ 2000/2003, Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση, Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών σε συνδυασμό με DIN-FB 102, 103, 104. Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τους *Γερμανικούς Κανονισμούς DIN 1054* και οι τιμές οριακής αντοχής αιχμής και πλευρικής τριβής σε κάθε στρώση προκύπτουν από τους πίνακες του DIN1054.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Η κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας της ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές



Ελισάβετ – Παναγιώτα Μοσχούλη



Κωνσταντίνος Γραμματικόπουλος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο.....	11
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	11
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	11
1.2 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	12
1.2.1 Φυσικοί Λίθοι.....	12
1.2.2 Τεχνητοί Λίθοι.....	12
1.2.3 Σκυρόδεμα.....	12
1.2.4 Χάλυβες.....	13
1.2.5 Επιστρώσεις και Στεγάνωση.....	13
1.3 ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	14
1.4 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	15
1.4.1 Ακρόβαθρα.....	16
1.4.2 Μεσόβαθρα.....	17
1.4.3 Εφέδρανα.....	17
1.4.4 Κατάστρωμα.....	18
1.4.5 Οδοστρώματα.....	18
1.4.6 Ερείσματα.....	19
1.4.7 Αρμοί.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο.....	21
ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	21
2.1 ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	21

2.1.1 Μόνιμα Φορτία.....	21
2.1.2 Κινητά Φορτία.....	21
2.1.3 Φορτία Προέντασης.....	22
2.1.4 Φορτία ανέμου.....	22
2.1.5 Θερμοκρασιακές δράσεις.....	22
2.1.6 Φορτία κυκλοφορίας οδογεφυρών.....	23
2.1.7 Σεισμική δράση.....	24
2.2 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	24
2.3 ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΩΝ.....	25
2.3.1 Είδη Θεμελιώσεων.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	27
ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 115,93m ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΑΡΑΓΓΛΑΥΚΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑ ΠΑΤΡΩΝ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.....	27
3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ – ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	27
3.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ.....	27
3.3 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ.....	28
3.3.1 Υλικά Κατασκευής.....	28
3.3.2 Φορτία.....	29
3.3.3 Σεισμική Φόρτιση.....	29
3.3.4 Έδαφος.....	29
3.3.5 Ονομαστικές επικαλύψεις οπλισμών.....	29
3.3.6 Κατηγορίες έκθεσης στοιχείων σκυροδέματος.....	30
3.3.7 Κανονισμοί.....	30
3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ.....	30
3.4.1 Γενική περιγραφή ανωδομής.....	30
3.4.2 Περιγραφή μεσοβάθρων.....	31

3.4.3 Περιγραφή Ακροβάθρου.....	31
3.4.4 Περιγραφή Θεμελίωσης.....	32
3.4.5 Αρμοί.....	32
3.4.6 Εφέδρανα.....	33
3.4.7 Προένταση.....	33
3.4.8 Τελικές επεξεργασίες επιφανειών σκυροδέματος.....	33
3.4.9 Οδόστρωμα.....	34
3.4.10 Πεζοδρόμια - Στηθαία ασφαλείας.....	34
3.4.11 Φάσεις κατασκευής.....	34
3.5 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ- ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	35
3.5.1 Περιγραφή εδάφους.....	35
3.5.2 Σεισμική διέγερση.....	35
3.5.3 Οριζόντιος και κατακόρυφος δείκτης εδάφους.....	35
3.5.4 Έλεγχος θεμελίωσης.....	35
3.6 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	35
3.6.1 Στατική ανάλυση.....	35
3.6.2 Σεισμική ανάλυση.....	36
3.6.3 Συνδυασμοί φορτίσεων.....	36
3.6.3.1 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Θεμελιώδεις συνδυασμοί – Εκτός Σεισμού).....	37
3.6.3.2 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας-Σεισμός.....	37
3.6.3.3 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας-Τυχηματικές καταστάσεις Σχεδιασμού.....	38
3.6.3.4 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας-Σπάνιος συνδυασμός.....	38
3.6.3.5 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας-Συχνός συνδυασμός.....	38
3.6.3.6 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας-Οιονεί-Μόνιμος συνδυασμός.....	39
3.7 ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	39
3.7.1 Έλεγχος θλιπτικών τάσεων στο σκυρόδεμα.....	40

3.7.2 Έλεγχος ρηγμάτωσης.....	40
3.7.3 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στον χάλυβα χαλαρού οπλισμού.....	40
3.8 ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	40
3.8.1 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στον χάλυβα χαλαρού οπλισμού.....	40
3.8.2 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στον χάλυβα προέντασης.....	40
3.8.3 Έλεγχος θλιπτικών τάσεων στο σκυρόδεμα.....	40
3.8.4 Έλεγχος απόθλιψης σκυροδέματος.....	40
3.8.5 Έλεγχος ρηγμάτωσης.....	41
3.9 ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	41
3.10 ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΡΩΝ.....	41
3.10.1 Προσομοίωμα.....	41
3.10.2 Βασικές φορτίσεις.....	42
3.10.2.1 Ίδιο Βάρος Φορέα, G_0	42
3.10.2.2 Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία, G_1	42
3.10.2.3 Κινητά Φορτία, L	42
3.10.2.4 Προένταση, P	43
3.10.2.5 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας $[\Delta T_N]$	43
3.10.2.6 Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας $[\Delta T_N]$	43
3.10.2.7 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής-άνω παρειά θερμότερη της κάτω $[\Delta T_M]$	43
3.10.2.8 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής-κάτω παρειά θερμότερη της άνω $[\Delta T_M]$	44
3.10.2.9 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς $[\Delta T_N]$	44
3.10.2.10 Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς $[\Delta T_N]$	44
3.10.2.11 Συνδυασμός ομοιόμορφης μεταβολής θερμοκρασίας και διαφοράς θερμοκρασίας $[T]$	44
3.10.2.12 Διαφορικές υποχωρήσεις στηρίξεων $[PS]$	44
3.10.2.13 Φορτία από άνεμο $[W]$	44

3.10.2.14 Τροχοπέδηση [BR].....	44
3.10.2.15 Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης [CS].....	45
3.11 ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ.....	45
3.11.1 Σεισμός σχεδιασμού (EQ).....	45
3.12 ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ.....	45
3.13 ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	47
3.14 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ.....	47
3.14.1 Προσομοίωμα.....	47
3.14.2 Βασικές φορτίσεις.....	48
3.14.2.1 Ίδιο βάρος (LC 1)	48
3.14.2.2 Ίδιο βάρος επίχωσης (LC 1).....	48
3.14.2.3 Αδρανειακή δύναμη κεφαλόδεσμου (LCs 11, 12 και 13).....	48
3.14.2.4 Αδρανειακή δύναμη επίχωσης (LCs 21, 22 και 23).....	48
3.14.2.5 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας-ιονεί μόνιμος συνδυασμός (LC 101-112).....	49
3.14.2.6 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας-χαρακτηριστικός συνδυασμός (LC 401-412).....	49
3.14.2.7 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση αστοχίας (LC 201-212).....	49
3.14.2.8 Φορτία από την ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό με $q=1.0$ (LC 301-312).....	49
3.14.2.9 Φορτία από την ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό με $q=1.5$ (LC 501-512).....	49
3.15 ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ.....	49
3.16 ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	50
3.17 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ.....	50
3.17.1 Προσομοίωμα.....	50
3.17.2 Βασικές φορτίσεις.....	51
3.17.2.1 Ίδιο βάρος ακροβάθρου (LC 1).....	51
3.17.2.2 Ίδιο βάρος γαιών (LC 2).....	51

3.17.2.3 Οριζόντιες ωθήσεις (LC 5 - LC 8).....	51
3.17.2.4 Κινητό στο επίχωμα (LC 41 - LC 53).....	52
3.17.2.5 Όχημα στο θωράκιο (LC 61 - LC 63).....	52
3.17.2.6 Πρόσκρουση στο στήθαίο ασφαλείας (LCs 81,91).....	52
3.17.2.7 Αδρανειακή για διεύθυνση Χ (LC 101,102).....	52
3.17.2.8 Πρόσθετες ωθήσεις για διεύθυνση Χ (LC 105,106).....	52
3.17.2.9 Αδρανειακή για διεύθυνση Υ (LCs 111, 112).....	53
3.17.2.10 Πρόσθετες ωθήσεις για διεύθυνση Υ (LCs 117, 118, 127, 128).....	53
3.17.2.11 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας - χαρακτηριστικός συνδυασμός (LC 201-212).....	54
3.17.2.12 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός (LC 301-312).....	54
3.17.2.13 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση αστοχίας (LC 401-412).....	54
3.17.2.14 Φορτία από ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό (LC 501-512).....	54
3.18 ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ.....	55
3.19 ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	55
3.20 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο.....	56
ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο.....	65
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ-ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ.....	65
5.1 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΑΝΑΔΩΜΗΣ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFiSTiK.....	65
5.2 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΑΚΟΒΑΘΡΟΥ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFiSTiK.....	87
5.3 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFiSTiK	109
5.3.1 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου M1.A.....	109
5.3.2 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου M2.A.....	121

5.3.3 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου Μ3.Α.....	130
5.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ.....	141
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο.....	142
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	142
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο.....	151
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	151
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	152
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄.....	153
ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ.....	153
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄.....	184
ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	185
ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ.....	188

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Γενικά Στοιχεία Γεφυροποιίας

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η γέφυρα είναι μία αρχιτεκτονική ή τεχνική κατασκευή με την οποία επιτυγχάνεται η ζεύξη δύο ή περισσότερων σημείων υπεράνω μεσολαβούντος εμποδίου (φυσικού ή τεχνικού) με απόσταση άνω των 6m. Οι γέφυρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την γεφύρωση ξηρών ή υγρών κωλυμάτων, για την δημιουργία άνω και κάτω διαβάσεων σιδηροδρομικών γραμμών, τροchioδρόμων και οδών κάθε κατηγορίας και χρήσης.

Από τα αρχαιότατα χρονικά οι πρωτόγονοι λαοί, πρωτόγονες γέφυρες από ξύλα ή σκοινιά με την μορφή δοκών, δοκών με αντοχή ή κρεμαστών κατασκευών. Οι πολιτισμένοι λαοί κατασκεύαζαν από νωρίς έντεχνες γεφυρώσεις. Οι κινέζοι κατασκεύαζαν δοκούς από γρανίτη με άνοιγμα 18m. Οι Γερμανοί και οι Ελβετοί τεχνίτες οδήγησαν κατά τον 18ο αιώνα τις ξύλινες γέφυρες στην πλήρη τους ανάπτυξη. Η βιομηχανική επανάσταση έδωσε ώθηση στην δόμηση με ένα νέο υλικό τον χάλυβα. Στην Κίνα το 1750, στην Μεγάλη Βρετανία, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής κατασκευάστηκαν χυτοσίδηρες γέφυρες. Με την εμφάνιση του σιδηροδρόμου και του αυτοκίνητου τα φορτία για τα οποία οι γέφυρες έπρεπε να σχεδιασθούν αυξήθηκαν και έτσι άρχισαν να κατασκευάζονται σιδηρές γέφυρες όπως η Firth of Forth στην Σκωτία. Η ανακάλυψη του σκυροδέματος στις αρχές του 20ου αιώνα, ένα υλικό με πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες, οικονομικό και με μεγάλη ανθεκτικότητα, έδωσε και συνεχίζει να δίνει λύσεις στις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των κοινωνιών.

Από το 1900 άρχισαν να κατασκευάζονται οι πρώτες γέφυρες από το νέο υλικό, **το σκυρόδεμα**. Στην αρχή ήταν τριαθρωτά τόξα όπου το σκυρόδεμα απλώς αντικαθιστούσε τους λίθους. Το οπλισμένο σκυρόδεμα ή σιδηροπαγές σκυρόδεμα χρησιμοποιήθηκε στην αρχή στις πλάκες καταστρώματος, μετά στις νευρώσεις των τόξων κ.ο.κ. Μόνο από το 1912 και μετά, άρχισε να χρησιμοποιείται σε γέφυρες μορφής δοκού ή πλαισιωτές, για ανοίγματα όμως μόνο μέχρι 30m. Την ίδια εποχή οι τοξότες γέφυρες από οπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευάζονται με όλο και μεγαλύτερες διαστάσεις. Η γέφυρα του Sando στην Σουηδία που κατασκευάστηκε το 1941-1945 έχει άνοιγμα τόξου 280m.

Ο συνδυασμός οπλισμένου σκυροδέματος και προέντασης βοήθησε στην γεφύρωση ακόμα μεγαλύτερων ανοιγμάτων, αύξησε την διάρκεια ζωής των γεφυρών, ενώ ταυτόχρονα μείωσε τη δαπάνη κατασκευής και συντήρησής τους.

Γέφυρες από προεντεταμένο σκυρόδεμα άρχισαν να κατασκευάζονται από το 1938 αλλά η ανάπτυξη τους διακόπηκε με τον πόλεμο. Μόνο μετά το 1948 το προεντεταμένο σκυρόδεμα αξιοποιήθηκε στην γεφυροποιία. Προτιμήθηκαν κυρίως γέφυρες μορφής δοκού με ανοίγματα μέχρι 230m. Με λοξά καλώδια επιτευχθήκαν το 1977 ανοίγματα των 300m.

1.2 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

Με το πέρασμα των χρόνων υπάρχει διαφοροποίηση στα δομικά υλικά των γεφυρών. Στην αρχαιότητα, ήταν κοινή η χρήση μεγάλων επιπέδων λίθων και μεγάλων κορμών για την γεφύρωση φυσικών ροών και μικρών ρευμάτων, αντίστοιχα. Αργότερα μέχρι τον 19ο αιώνα, κύριο υλικό κατασκευής είναι η ξυλεία. Με την έλευση του 19ου αιώνα άρχισε να διαδίδεται η χρήση του σιδήρου, και αργότερα τον 20ο αιώνα, ο χάλυβας και το οπλισμένο σκυρόδεμα. Σήμερα πλέον, εκτός από το οπλισμένο σκυρόδεμα και το χάλυβα χρησιμοποιούνται και άλλα δομικά υλικά, όπως φυσικοί και τεχνητοί λίθοι, στεγάνωση και τεχνητές ύλες, άλλα μέταλλα κ.ο.κ.

1.2.1 Φυσικοί Λίθοι

Ανθεκτικοί φυσικοί λίθοι όπως ο γρανίτης, ο πορφυρίτης, ο διορίτης, ο βασάλτης, η βασαλτική λάβα, ασβεστόλιθοι όπως το μάρμαρο, ο ψαμμίτης, οι σκληροί τόφφοι και οι τραβερτίνες χρησιμοποιήθηκαν με μεγάλη επιτυχία στην γεφυροποιία και μάλιστα στα βάθρα και στις θολωτές κατασκευές, κάποιες φορές σαν φέροντα στοιχεία, κάποιες άλλες σαν επένδυση. Χρησιμοποιούνται σπάνια σήμερα οι φυσικοί λίθοι στην γεφυροποιία εξαιτίας του υψηλού κόστους κατεργασίας τους. Κάποτε ο φυσικός λίθος ονομαζόταν "ιδιαίτερο δομικό υλικό του Θεού". Η δομή του δίνει μια ζωντανή και χρωματιστή εικόνα σε αντίθεση με τις νεκρές επιφάνειες του σκυροδέματος.

1.2.2 Τεχνητοί Λίθοι

Οι τεχνητοί λίθοι χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην γεφυροποιία και είναι οικονομικοί επειδή έχουν την δυνατότητα να κατασκευάζονται κοντά στο εργοτάξιο. Οι λίθοι αυτοί χρησιμοποιούνται σαν επένδυση σε τοιχοποιίες και βάθρα. Χαρακτηριστικοί τεχνητοί λίθοι είναι οι οπτοί και άνοπτοι πλίνθοι, τα κεραμικά πλακίδια επένδυσης τοίχων, οι τσιμεντόλιθοι κ.α.

1.2.3 Σκυρόδεμα

Ως σκυρόδεμα χαρακτηρίζουμε τον τεχνητό λίθο που προκύπτει από την ανάμιξη **τσιμέντου, ύδατος, αδρανών υλικών** και διάφορα **άλλα πρόσμικτα υλικά** που επηρεάζουν ορισμένες ιδιότητες του σκυροδέματος (χρόνο πήξεως, ρευστότητα κ.τ.λ.). Το σκυρόδεμα το οποίο έχουν τεθεί για ενίσχυση του, χαλύβδινες ράβδοι (οπλισμοί) ονομάζεται **οπλισμένο σκυρόδεμα**.

Έχουμε τη δυνατότητα να παράγουμε σκυρόδεμα διαφορετικών ποιοτήτων, οπού με βάση τη θλιπτική αντοχή αυτών το κατατάσσουμε σε διάφορες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά οπού ο καθορισμός της επιθυμητής κατηγορίας σκυροδέματος αποτελεί την πρώτη και βασική παράμετρο της **Μελέτης Σύνθεσης Σκυροδέματος** και την μετέπειτα παρασκευή του. Το προεντεταμένο σκυρόδεμα είναι επίσης σύμμεικτο υλικό, αποτελείται από το οπλισμένο σκυρόδεμα και από χαλύβδινες ράβδους

υψηλής αντοχής (τένοντες) που έχουν προενταθεί. Στην ανωδομή θα χρησιμοποιούνται κανονικά σκυροδέματα C25 έως C55 και στα θεμέλια και τα επενδυμένα βάθρα θα χρησιμοποιούνται κανονικά σκυροδέματα C15 έως C35.

1.2.4. Χάλυβες

Ο χάλυβας είναι κράμα σιδήρου (Fe) και άνθρακα (C) με περιεκτικότητα σε άνθρακα μικρότερη ή ίση του 2% και με προσθήκη λοιπών στοιχείων. Ο χάλυβας οπλισμού σκυροδέματος, είναι ο χάλυβας με κυκλική διατομή ή πρακτικά κυκλική διατομή που χρησιμοποιείται για τον οπλισμό σκυροδέματος. Ο χάλυβας έχει μεγάλη εφελκυστική και θλιπτική αντοχή, ενώ και η διατμητική του αντοχή είναι αρκετά ικανοποιητική.

Στην γεφυροποιία χρησιμοποιείτε η κατασκευή μεταλλικών, σύμμεικτων γεφυρών και γεφυρών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Έχει αναγνωριστεί ως το πιο οικονομικό υλικό για έναν μεγάλο αριθμό τύπων γεφυρών. Η χρησιμοποίησή του έχει επεκταθεί και αυξηθεί σε πολύ υψηλό βαθμό και είναι σχεδόν απαραίτητος σε κάθε είδους κατασκευή γέφυρας.

Ως κοινοί οπλισμοί θα χρησιμοποιούνται χάλυβες οπλισμού με νευρώσεις ποιότητας B_{st} 420/500 ή 500/550, επειδή η υψηλή τους ποιότητα συνάφειας και αντοχής χρειάζονται στον περιορισμό των ρωγμών. Ως χάλυβες προέντασης για τους τένοντες επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν όλοι οι εγκεκριμένοι χάλυβες προέντασης, εφόσον ληφθούν υπόψη κάθε φορά οι όροι των εγκριτικών αποφάσεων.

1.2.5 Επιστρώσεις και Στεγάνωση

Επιστρώσεις

Το σκυρόδεμα ως επίστρωση θα χρησιμοποιείται πάντοτε οπλισμένο με ελάχιστο πάχος 180mm. Οι πλάκες πρέπει να εξασφαλίζονται για ολίσθηση πάνω στην στεγανωτική στρώση. Επιτρέπεται να μη διαταχθούν εγκάρσιοι αρμοί όταν ο άνω διαμήκης οπλισμός είναι Φ12, e=100mm και η επικάλυψη του από το σκυρόδεμα 40 έως 50 mm.

Ελεύθερες, φέρουσες πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος με άμεση επαφή με τους τροχούς διατηρούνται αναλλοίωτες μόνο σε χώρες χωρίς κινδύνους παγοπάθειας και χωρίς διαβρωτικά περιβάλλοντα. Είναι οικονομικές και τεχνικά κατάλληλες μόνο εφόσον το σκυρόδεμα είναι υψηλής αντοχής, η ελάχιστη κατά μήκος κλίση είναι 2%, η ελάχιστη άνω επικάλυψη του οπλισμού είναι 40 mm και το εύρος των ρωγμών περιορίζεται σε 0,1 mm (μόνο καμπτικές ρωγμές).

Στεγάνωση

Στην πραγματικότητα καμία επίστρωση δεν είναι τελείως στεγανή, συνεπώς για την αξιόπιστη προστασία των πλακών καταστρώματος τοποθετείται μία στεγανωτική στρώση μεταξύ της πλάκας καταστρώματος και της επίστρωσης. Κατάλληλες στεγανώσεις είναι φύλλα χαλκού ή αλουμινίου.

Παλιότερα τοποθετούσαν κάτω από την στεγανωτική στρώση ένα στρώμα ινών υάλου. Αυτό το έκαναν για να παρεμποδίσουν το σχηματισμό φυσαλίδων ατμού, λόγω της εξάτμισης του πλεονάζοντος νερού στο σκυρόδεμα. Όμως αυτό δρούσε σαν αποστράγγιση στις ευαίσθητες περιοχές και έκανε περισσότερο κακό παρά καλό. Ο κίνδυνος σχηματισμού φυσαλίδων ατμού είναι μικρός και καταπολεμάται με μία μονωτική στρώση αποξειδικής ρητίνης.

1.3 ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

Οι γέφυρες διακρίνονται:

α) Ανάλογα με το υλικό κατασκευής σε:

- Ξύλινες
- Λίθινες
- Από σκυρόδεμα (άοπλο, οπλισμένο, προεντεταμένο)
- Μεταλλικές (χαλύβδινες, αλουμίνιο)
- Σύμμικτες

β) Ανάλογα με τη χρήση τους σε:

- Πεζογέφυρες
- Οδικές
- Σιδηροδρομικές
- Ειδικές γέφυρες

γ) Ανάλογα με τη στατική λειτουργία του φορέα ή του φέροντος συστήματος σε:

- Γέφυρες επιφανειακών φορέων (πλάκες, σχάρες, πολυκυψελωτές διατομές)
- Γέφυρες φορέων μορφής δοκού (πλακοδοκού, κιβωτοειδείς, σκαφοειδείς)
- Πλαισιωτές γέφυρες (με κατακόρυφα ή κεκλιμένα βάθρα)
- Τοξωτές γέφυρες
- Καλωδιωτές γέφυρες
- Κρεμαστές γέφυρες

δ) Ανάλογα με την μορφή σε κάτοψη σε:

- Ορθές
- Λοξές

ε) Ανάλογα με την δυνατότητα μετακίνησης σε:

- Σταθερές
- Κινητές (οριζόντια περιστρεφόμενες, περιστροφικά ανυψούμενες, κατακόρυφα ανυψούμενες, κυλιόμενες)

1.4 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

Γενικά στην γεφυροποιία διακρίνουμε την **υποδομή** της γέφυρας και την **ανωδομή**. Η υποδομή περιλαμβάνει τα βάθρα (δηλαδή **ακρόβαθρα** και **μεσόβαθρα**), τους **τοίχους αντιστήριξης** στα ακρόβαθρα (εάν υπάρχουν), **έργα μετάβασης στην οδό** (πλάκες πρόσβασης κ.α.) και τέλος τη **θεμελίωση**. Η ανωδομή περιλαμβάνει τον φορέα καταστρώματος, το κατάστρωμα κυκλοφορίας, τα τυχόν εφέδρανα στήριξης του φορέα στα βάθρα και διάφορα άλλα στοιχεία χωρίς δομικό ρόλο (όπως πεζοδρόμια, στηθαία ασφάλειας στα πεζοδρόμια, διαχωριστικά στηθαία ασφάλειας στα πεζοδρόμια, διαχωριστικά στηθαία κλάδων κυκλοφορίας, οδόστρωμα και τυχόν μόνωση φορέα καταστρώματος, αρμοί διαστολής, αποχετεύσεις ομβρίων, στύλους φωτισμού, διελεύσεις αγωγών κ.α.).

Σαν κύρια μέρη μια γέφυρας λαμβάνονται:

1. Η **θεμελίωση**, όπου μεταφέρει τα φορτία της ανωδομής στο έδαφος
2. Τα **βάθρα** (πυλώνες, πάσσαλοι, στύλοι)
3. Οι **κύριοι φορείς**, που στηρίζουν το επίπεδο του δρόμου και ανάλογα με την μορφή και το υλικό κατασκευής τους, που προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά της γέφυρας
4. Το **επίπεδο της οδού**, το οποίο φαίνεται από τις λωρίδες κυκλοφορίας των οχημάτων, τα πεζοδρόμια για τις οδικές γέφυρες, τους στρωτήρες και σιδηροτροχιές για τις σιδηροδρομικές γέφυρες

Σαν δευτερεύοντα μέρη μιας γέφυρας λαμβάνονται:

1. Τα έργα προστασίας και άμυνας (τοίχοι αντιστήριξης, ασφαλτικός τάπητας, κλπ)
2. Τα έργα διακόσμησης

Το σύστημα θεμελίωσης, το οποίο μπορεί να είναι :

- Επιφανειακή θεμελίωση
- Επιφανειακή με ανασήκωμα
- Πάσσαλο-κολώνες
- Πάσσαλοι με κεφαλοδεσμό
- Φρεάτια

Μια γέφυρα μπορεί να αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

Ακρόβαθρα (abutments)

Μεσόβαθρα (piers)

Κατάστρωμα της ανωδομής (deck)

Τα εξαρτήματα δηλαδή:

- Αρμοί (joints)
- Εφέδρανα (bearings)
- Στηθαία ασφάλειας (safety barriers ή parapets)
- Συσκευές δυναμικής εμπλοκής (shock trasmission units)
- Σύστημα αποχέτευσης/αποστράγγισης (drainage system)
- Πυλώνες ηλεκτροφωτισμού (lightings pylons)

1.4.1 Ακρόβαθρα

Τα ακρόβαθρα τοποθετούνται στην αρχή και στο τέλος της γέφυρας και στην ουσία απομονώνουν το επίχωμα από το άνοιγμα της γέφυρας. Ειδικότερα τα ακρόβαθρα βοηθούν στην ανάληψη των κατακόρυφων και οριζόντιων αντιδράσεων της ανωδομής της γέφυρας, την εξασφάλιση του απαιτούμενου χώρου για τις οριζόντιες μετατοπίσεις της ανωδομής, την δημιουργία συνδέσμου για τη μετάβαση από τη γέφυρα στο επίχωμα και αντίστροφα, τον εγκιβωτισμό και εξασφάλιση του επιχώματος μέσω των πτερυγότοιχων, και τέλος την ανάληψη των εκ του επιχώματος προερχομένων ωθήσεων και μεταφορά τους μαζί με τις (από την ανωδομή) αντιδράσεις στο έδαφος.

Το ακρόβαθρο μικρής γέφυρας αποτελείται από ένα τοίχωμα οπλισμένου σκυροδέματος που στη στέψη του σχηματίζει την τράπεζα έδρασης πάνω στην οποία π.χ. εδράζεται άμεσα η πλάκα. Για ανοίγματα από $l=15m$, και στην περίπτωση μικρών θεμελίων και όχι ιδιαίτερα στιφρού εδάφους μέχρι και $l=25m$, είναι δυνατή η διάταξη σταθερών γραμμικών αρθρώσεων (αρθρώσεις σκυροδέματος) και στα δύο ακρόβαθρα. Οι μεταβολές μήκους της ανωδομής αποσώνονται με στροφή των τοιχωμάτων των ακροβάθρων και παραμόρφωση των επιχωμάτων. Τα τοιχώματα οπλίζονται άνω κατά τη διαμήκη έννοια ως δίσκοι και κατά την εγκάρσια για διάρρηξη λόγω γραμμικού φορτίου.

Όταν η πρόσβαση στη γέφυρα γίνεται με επίχωμα, το ακρόβαθρο αποτελείται από ένα τοίχο αντιστήριξης κάθετο στον άξονα της γέφυρας, που συνεχίζεται δεξιά και αριστερά σε δύο άλλους τοίχους αντιστήριξης για τον εγκιβωτισμό του επιχώματος, είτε παράλληλους στον άξονα της γέφυρας (τοίχοι αντεπιστροφής), είτε λοξούς (πτερυγότοιχοι).

Αν ο φορέας καταστρώματος στηρίζεται στο ακρόβαθρο με εφέδρανα, τότε το ακρόβαθρο συνεχίζει προς τα πάνω μέχρι την επιφάνεια της οδού πρόσβασης πίσω από το φορέα καταστρώματος, σχηματίζοντας ένα μικρό και λεπτότερο τοίχο αντιστήριξης που λέγεται θωράκιο. Το θωράκιο έχει ως στόχο να προστατέψει τα εφέδρανα από το επίχωμα.

Συνήθως υπάρχει θωράκιο αριστερά ή δεξιά από τον φορέα καταστρώματος, παράλληλα στον άξονα της γέφυρας, έτσι ώστε να σχηματίζεται στην κάτοψη της γέφυρας ένα Π, μέσα στο οποίο εισχωρεί ο φορέας καταστρώματος.

Εάν το ακρόβαθρο δεν συνδέεται μονολιθικά με τον φορέα καταστρώματος τότε μεταξύ θωρακίων και πλάκας καταστρώματος ή οδοστρώματος τοποθετείται αρμός διαστολής. Κάτω από το οδόστρωμα της οδού πρόσβασης συχνά τοποθετείται η λεγόμενη «πλάκα πρόσβασης», η οποία είναι πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος πάνω από το επίχωμα, που στηρίζεται σε πατούρα του θωρακίου ή του ακρόβαθρου που έχει στόχο την εξομάλυνση διαφορικών

καθιζήσεων του ακρόβαθρου και τού επιχώματος, ώστε αυτές να μην εκδηλωθούν με τη μορφή αναβαθμού στον αρμό μεταξύ ακροβάθρων και επιχώματος.

1.4.2 Μεσόβαθρα

Τα μεσόβαθρα εκτός από τον βασικό ρόλο μεταφοράς των κατακόρυφων και οριζόντιων δυνάμεων στην θεμελίωση αποτελούν κυρίαρχο στοιχείο για την συνολική αισθητική των γεφυρών. Η επιλογή της μορφής των μεσόβαθρων εξαρτάται από το είδος του γεφυρωμένου ανοίγματος, αλλά και από το ύψος των μεσοβάθρων. Έτσι στην γεφύρωση ποταμών συνηθίζεται μεσόβαθρα μορφής τοιχώματος, ενώ σε κοιλαδογέφυρες με μεγάλο ύψος βάθρων συνηθίζεται η επιλογή κοίλων βάθρων ή συνδυασμός κοίλων βάθρων έως ένα ύψος και βάθρα με δίδυμες λεπίδες που δίνει ευκαμψία στη γέφυρα, αλλά και αισθητική. Βάθρα μορφής στύλων συνηθίζονται σε άνω διαβάσεις, σε υπερυψωμένους αυτοκινητόδρομους και σε κλάδους κόμβου.

Τα μεσόβαθρα διαφέρουν από τα ακρόβαθρα στο ότι δεν καταπονούνται σε ωθήσεις γαιών. Έτσι λοιπόν μπορούν να κατασκευάσουν και άοπλα ή κοίλα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Επίσης, αφού ξέρουμε ότι δεν παραλαμβάνουν ωθήσεις γαιών μπορεί να είναι μορφής υποστυλώματος ή πλαισίου (δύο ή περισσότερων υποστυλωμάτων συνδεδεμένων με ισχυρή δοκό επί της οποίας εδράζεται ο φορέας ανωδομής).

Η κεφαλή του μεσόβαθρου είναι το ανώτερο τμήμα του μεσόβαθρου το οποίο αναλαμβάνει και κατανέμει ομοιόμορφα τα συγκεντρωμένα φορτία της ανωδομής. Ο στύλος ή το τοίχωμα του μεσόβαθρου είναι το μεσαίο τμήμα του μεσόβαθρου μεταξύ της κεφαλής και της θεμελίωσης. Τέλος, η θεμελίωση του μεσόβαθρου είναι το κατώτερο τμήμα το οποίο μεταφέρει και κατανέμει τα φορτία στο έδαφος. Αναλόγως των τοπικών συνθηκών μπορεί να επιλέγει επιφανειακή με πέδιλο, είτε θεμελίωση με πασσαλο-κολώνες, είτε πάσσαλοι με κεφαλόδεσμο, είτε φρεάτια.

1.4.3 Εφέδρανα

Τα εφέδρανα αποτελούν ένα από τα πλέον σημαντικά στοιχεία μιας γέφυρας, τα οποία παρεμβάλλονται μεταξύ της ανωδομής και της υποδομής της γέφυρας επιτελώντας τις παρακάτω λειτουργίες:

- Μεταφέρουν τα φορτία (δηλαδή ίδια βάρη, φορτία κυκλοφορίας, φορτία λόγω σεισμού ή ανέμου) από την ανωδομή στην υποδομή.
- Επιτρέπουν τις σχετικές μετακινήσεις μεταξύ της ανωδομής και της υποδομής.

Τα είδη των **εφεδράνων** είναι:

1. **Σταθερά εφέδρανα (άρθρωση)**, τα οποία παραλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία και οριζόντιες δυνάμεις. Επιτρέπουν μόνο περιστροφή του φορέα γύρω από τον εγκάρσιο άξονα.

2. **Κινητά εφέδρανα (κύλιση)**, τα οποία παραλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία και ενδεχομένως και εγκάρσιες δυνάμεις. Επιτρέπουν στροφή του φορέα κατά τον εγκάρσιο άξονα και κίνηση κατά την διαμήκη διεύθυνση.

3. **Χαλύβδινα εφέδρανα**, τα οποία κατασκευάζονται από χυτοχάλυβα ή σφυρήλατο βελτιωμένο χάλυβα. Σαν χαλύβδινα εφέδρανα λαμβάνουμε τα γραμμικά κινητά (εφέδρανα ολίσθησης, κυλίνδρων κ.λ.π.) και τα γραμμικά σταθερά εφέδρανα.

Για την εκλογή του εφεδράνου χρειάζεται να είναι γνωστά τα παρακάτω στοιχεία:

- Η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της αντίδρασης
- Η μέγιστη μετατόπιση
- Η μέγιστη στροφή

Πριν από την τοποθέτηση των εφεδράνων θα πρέπει να ελέγχεται η καθαρότητα τους και η τυχόν οποιαδήποτε φθορά ή διάβρωση τους, η διασφάλιση των προσωρινών συνδέσμων, η εναρμόνιση σχεδίων μελέτης και κατασκευαστικών σχεδίων, η αποτύπωση των αξόνων στην άνω πλάκα του εφεδράνου, η προρύθμιση εάν απαιτείται και τέλος, όλα τα στοιχεία συναρμολόγησης.

1.4.4 Καταστρώματα

Το κατάστρωμα είναι το τμήμα της κατασκευής που δέχεται απευθείας τα βασικά φορτία της γέφυρας. Έχει 2 τμήματα, το επίστρωμα και τις δοκούς καταστρώματος. Το επίστρωμα είναι οι σιδηροτροχιές, οι στρωτήρες ή το οδόστρωμα και το έρμα. Οι δοκοί καταστρώματος είναι οι μηκίδες και οι διαδοκίδες.

Οι μηκίδες είναι δοκοί παράλληλες προς τις κύριες δοκούς της γέφυρας και υποβαστάζουν αμέσως τους στρωτήρες ή το οδόστρωμα. Οι διαδοκίδες αναλαμβάνουν τα φορτία. Οι διαδοκίδες αναλαμβάνουν τα φορτία από τις μηκίδες και τα μεταφέρουν στις κύριες δοκούς. Η απόσταση των διαδοκίδων καθορίζεται από συγκριτική μελέτη για την εξεύρεση της οικονομικότερης διάταξης.

Γενικά το οδόστρωμα αποτελείται από σχετικά λεπτό ασφαλοτάπητα και φύλλο μόνωσης (ανάλογα με το υλικό της μόνωσης μπορεί να χρειάζεται και τσιμεντοκονία προστασίας). Αν η πάνω επιφάνεια του οδοστρώματος δεν έχει κλίση εγκάρσια ή κατά μήκος της χάραξης, η πάνω επιφάνεια της πλάκας καταστρώματος διαμορφώνεται με εγκάρσιες κλίσεις προς τα πεζοδρόμια για την απορροή των ομβρίων. Έτσι αποφεύγεται η επιβάρυνση της ανωδομής με υλικό ρύσεων κάτω από το ασφαλοτάπητα.

1.4.5 Οδοστρώματα

Ο τύπος της επιφάνειας του οδοστρώματος καθορίζεται από τον όγκο και τη σύνδεση της κυκλοφορίας, το αρχικό κόστος, τη δυνατότητα για την εξεύρεση των υλικών, το κόστος συντήρησης και από την εμπειρία των κατασκευαστών. Τα οδοστρώματα χωρίζονται γενικά σε 3 κατηγορίες:

1. **Οδοστρώματα Υψηλού Τύπου**, οπού κατασκευάζονται για μεγάλο όγκο κυκλοφορίας. Η ποιότητα της επιφάνειας και η διατομή της οδού πρέπει να είναι σταθερή. Πρέπει η επιφάνεια του οδοστρώματος να μην είναι ολισθηρή για οποιοδήποτε καιρό.
2. **Οδοστρώματα Μέσου Τύπου**, οπού έχουν τα ίδια περίπου χαρακτηριστικά με τα οδοστρώματα υψηλού τύπου αλλά έχουν όμως λιγότερο κόστος κατασκευής και φυσικά μικρότερη αντοχή.
3. **Οδοστρώματα Χαμηλού Τύπου**, που είναι τα οδοστρώματα που κατασκευάζονται με σταθεροποίηση του εδάφους ή με σκύρα, στη γέφυρα.

1.4.6 Ερείσματα

Ερείσματα είναι οι προεκτάσεις του οδοστρώματος δεξιά και αριστερά που μαζί με το οδόστρωμα ορίζουν το κατάστρωμα. Στόχος των ερεισμάτων είναι:

- Να αντιστηρίζουν το οδόστρωμα.
- Να δέχονται και να αποχετεύουν τα ύδατα του οδοστρώματος.
- Να κυκλοφορούν σε αυτά πεζοί ή να καταλαμβάνονται από τροχοφόρα σε διασταυρώσεις.
- Να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντική διαπλάτυνση της οδού.
- Να μπορούν να τοποθετηθούν τα υλικά σε περίπτωση συντήρησης της οδού.
- Να αποτελούν μια συμπληρωματική επιφάνεια οπού τα τροχοφόρα να μπορούν να σταματούν σε περίπτωση βλάβης χωρίς να εμποδίζουν την κυκλοφορία.

Για την αντιστήριξη του οδοστρώματος το πλάτος του ερείσματος μπορεί να κατασκευασθεί μέχρι 0.50m. Σε περίπτωση που στα ερείσματα κυκλοφορούν πεζοί, τότε το πλάτος κυμαίνεται μεταξύ 0.70-1.50m ανάλογα με την κυκλοφορία.

Για λόγους οικονομίας σε ορεινές οδούς, το πλάτος του ερείσματος περιορίζεται σημαντικά τόσο, όσο να μπορεί να αντιστηρίξει το οδόστρωμα.

Για την αποχέτευση των υδάτων της βροχής από το έρεισμα δίνουμε κλίση 3-5% στην περίπτωση που είναι κατασκευασμένο από άσφαλτο.

1.4.7 Αρμοί

Λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών το μήκος της ανωδομής της γέφυρας μπορεί να μεταβληθεί. Όταν η γέφυρα θερμαίνεται (κατά την διάρκεια της ημέρας ή τους θερινούς μήνες) επιμηκύνεται, ενώ όταν ψύχεται (κατά την διάρκεια της νύχτας ή τους χειμερινούς μήνες) συστέλλεται. Προκειμένου να εξισωθούν οι μετακινήσεις αυτές τοποθετούνται στα άκρα της γέφυρας αρμοί διαστολής. Για μείωση του κόστους συντήρησης, σε γέφυρες με μικρά ανοίγματα δεν τοποθετούνται αρμοί διαστολής, αλλά προτιμώνται να κατασκευάζονται μονολιθικές.

Σε 2 τύπους διακρίνονται οι αρμοί:

- **Ανοικτούς**, οι οποίοι επιτρέπουν την διέλευση σωματιδίων ή υδάτων του καταστρώματος μέσα από αυτούς, που διακρίνονται και αυτοί με την σειρά τους σε τυποποιημένους και σε αρμούς με χαλύβδινα προβολικά στοιχεία μορφής δακτύλων.
- **Κλειστούς**, οι οποίοι δεν επιτρέπουν τη διέλευση σωματιδίων ή υδάτων του καταστρώματος μέσα από αυτούς, που διακρίνονται σε 4 βασικούς τύπους:

1. Με σφράγιση από εγχύτο ασφαλικό
2. Με έλασμα ολίσθησης
3. Με σφράγιση από ελαστομερές υλικό
4. Αρμός ολισθαίνουσας πλάκας

Οι αρμοί στα οδοστρώματα σκυροδέματος κατατάσσονται στις παρακάτω 3 κύριες ομάδες:

1. Τους **αρμούς συστολής**, οι οποίοι έχουν την μορφή μιας απλής συστολής στην πάνω επιφάνεια του σκυροδέματος. Οι αρμοί συστολής ανακουφίζουν την πλάκα από τις εφελκυστικές τάσεις που δημιουργούνται από την συστολή του σκυροδέματος. Η μεταφορά των φορτίων γίνεται από την συνοχή των αδρανών μεταξύ τους ή με ενισχυτικές ράβδους.
2. Τους **αρμούς διαστολής**, οι οποίοι κατασκευάζονται με μορφή πλήρους εγκοπής της πλάκας, ώστε να επιτρέπονται να λάβουν χώρα οι παραμορφώσεις που προέρχονται από την διαστολή του σκυροδέματος.
3. Οι **κατασκευαστικοί αρμοί** ή αλλιώς αρμοί εργασίας που προβλέπονται όταν απαιτείται η διακοπή της εργασίας διάστρωσης για ένα χρονικό διάστημα.

Οι αρμοί αυτοί συνιστάται στην τοποθέτηση ράβδων σύνδεσης ή και κατάλληλων εγκοπών, για την εξασφάλιση της συνέχειας του οδοστρώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ

2.1 ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Ο σχεδιασμός μιας γέφυρας βασίζεται σε ένα σύνολο φορτίσεων, τις οποίες θα πρέπει να αναλάβει. Ο μηχανικός πρέπει να λάβει υπόψη του ένα μεγάλο εύρος φορτίσεων καθώς και το συνδυασμό τους. Οι φορτίσεις αυτές μπορεί να ταξινομηθούν ανάλογα με:

- Τη διάρκεια (προσωρινές ή μόνιμες).
- Τη διεύθυνση (κάθετες, οριζόντιες κ.τ.λ.).
- Την παραμόρφωση που προκαλούν (κάμψη, διάτμηση, στρέψη κ.τ.λ.).
- Παράγοντες που τις προκαλούν (ερπυσμός, θερμοκρασιακές μεταβολές κ.α.).

Στο παρελθόν δεν υπήρχαν Ελληνικοί κανονισμοί για τις δράσεις επί των γεφυρών χρησιμοποιούνταν συστηματικά οι αντίστοιχοι Γερμανικοί κανονισμοί (DIN 1072 για τις οδικές γέφυρες και DS804 για τις σιδηροδρομικές γέφυρες). Σήμερα στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπάρχουν Ευρωπαϊκοί κανονισμοί που καθορίζουν τις δράσεις επί των γεφυρών.

Τα φορτία υπολογισμού χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τα **μόνιμα** και τα **κινητά** φορτία. Σαν μόνιμα φορτία λαμβάνονται το ίδιο βάρος της γέφυρας (δηλαδή του φορέα της ανωδομής, των ακροβάθρων - μεσοβάθρων στύλων και του βάρους της επιδομής), τα φορτία των γαιών, τα φορτία προεντάσεως, και τις δυνάμεις συστολής κατά την πήξη του σκυροδέματος. Τα δε κινητά φορτία προσδιορίζονται από την κλάση της γέφυρας.

2.1.1 Μόνιμα Φορτία

- Ίδιο βάρος (για οπλισμένο σκυρόδεμα): $g = 25 \text{ kN/m}^3$
- Σε οδικές γέφυρες πρέπει για κάθε cm ασφαλικών στρώσεων να λαμβάνεται υπόψη φορτίο $0,24 \text{ kN/m}^2$
- Πεζοδρόμια : $g = 24 \text{ kN/m}^3$
- Σκυρόδεμα ρύσεων (για διαμόρφωση εγκάρσιας κλίσης): $g = 22 \text{ kN/m}^3$
- Υγρομόνωση: $g = 0,5 \text{ kN/m}^2$
- Κιγκλίδωμα: $g = 0,3 \text{ kN/m}$
- Στηθαίο ασφάλειας: $g = 0,5 \text{ kN/m}$

2.1.2 Κινητά Φορτία

Ο καθορισμός των φορτίων κυκλοφορίας στον Ευρωκώδικα 1 αν και είναι πολύ πιο περίπλοκος από ότι στον DIN 1072 προτιμάται καθώς και τεχνικά και επιστημονικά

ανταποκρίνεται πολύ καλύτερα στα σημερινά δεδομένα των Ευρωπαϊκών αυτοκινητοδρόμων διεθνούς κυκλοφορίας.

2.1.3. Φορτία προέντασης

Στις θέσεις που αγκυρώνονται οι τένοντες της προέντασης ασκούν δύναμη στο σκυρόδεμα (δυνάμεις αγκύρωσης) και στις θέσεις αλλαγής της διεύθυνσης τους (δυνάμεις εκτροπής). Οι παραπάνω δυνάμεις ονομάζονται αντιφορτία και είναι ένα σύστημα δυνάμεων που βρίσκεται σε ισορροπία χωρίς την επιβολή οποιασδήποτε εξωτερικής δύναμης (αυτεντατική κατάσταση). Οι μειώσεις των αντιφορτίων που οφείλονται στην επίδραση του ερπυσμού του σκυροδέματος ή στην χαλάρωση του χάλυβα προέντασης, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

2.1.4 Φορτία ανέμου

Οι δράσεις του ανέμου κατατάσσονται στις μεταβλητές, ως προς το χρόνο δράσης και θεωρείται ότι εφαρμόζονται άμεσα στις εξωτερικές επιφάνειες της γέφυρας και έμμεσα στις εσωτερικές λόγω του πορώδους των υλικών κατασκευής.

Κατά τους υπολογισμούς, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι υπόλοιπες δράσεις (π.χ. χιόνι, πάγος, κυκλοφορία κ.λ.π.) των υλικών κατασκευής που μπορούν να δράσουν στην κατασκευή και να τροποποιήσουν την επιφάνεια υπολογισμού των φορτίσεων.

Σημειώνεται ότι οι κατασκευές που είναι ευαίσθητες σε δυναμικές καταπονήσεις σχεδιάζονται λαμβάνοντας υπόψη και την κόπωση.

Επίσης, όταν μια επιφάνεια φορτίζεται από άνεμο παράλληλο προς την επιφάνεια, αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής οι οποίες, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι αρκετά σημαντικές.

Έτσι, κατά τον σχεδιασμό των κατασκευών, εξετάζουμε :

1. Τον τυρβώδη άνεμο, ο οποίος δρα σε ολόκληρη την κατασκευή ή σε κάποιο τμήμα της.
2. Τις μεταβαλλόμενες δυνάμεις και τις μεταβαλλόμενες πιέσεις, που προκαλούνται στην υπήνεμη πλευρά της κατασκευής.
3. Τις μεταβαλλόμενες δυνάμεις, που προκαλούνται λόγω της κίνησης της κατασκευής από την δράση του ανέμου.

2.1.5 Θερμοκρασιακές δράσεις

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και συνεπώς και της γέφυρας, αλλάζει σε καθημερινή βάση. Οι μεταβολές αυτές επηρεάζουν τις γέφυρες κατά δύο τρόπους, αναπτύσσοντας εσωτερικές εντάσεις και αυξομειώνοντας το μήκος της ανωδομής αντιστοίχως. Το μέγεθος της επιρροής, εξαρτάται από τη διακύμανση της θερμοκρασίας και το υλικό των στοιχείων της

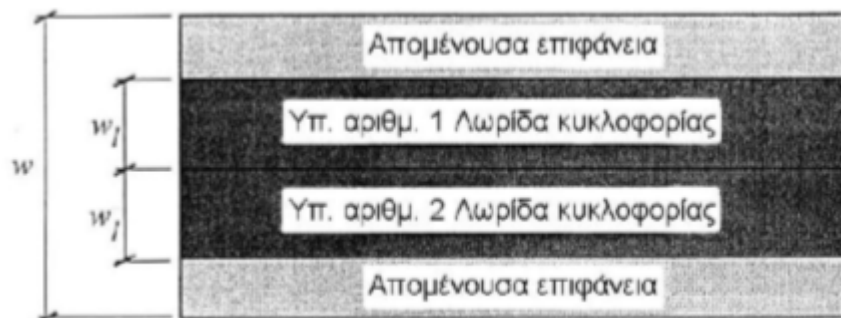
γέφυρας. Οι θερμοκρασιακές μεταβολές σε εποχική βάση, καθορίζουν τον σχεδιασμό των εφεδράνων και των αρμών διαστολής.

Οι πιο χαρακτηριστικές τιμές της ελάχιστης και μέγιστης εξωτερικής θερμοκρασίας αέρος πρέπει να καθορίζονται ανάλογα με την γεωγραφική θέση της κατασκευής, αλλιώς θεωρείται τιμή ελάχιστης θερμοκρασίας αέρος ίση με -24°C και τιμή μέγιστης θερμοκρασίας αέρος ίση με $+37^{\circ}\text{C}$.

2.1.6 Φορτία κυκλοφορίας οδογεφυρών

Η θέση και αρίθμηση των λογιστικών λωρίδων πρέπει να καθορίζονται σε συμφωνία με τις ακόλουθες διατάξεις:

- Η θέση των λογιστικών λωρίδων δεν εξαρτάται αναγκαστικά από την αρίθμησή τους.
- Το πλήθος των φορτισμένων λωρίδων, που λαμβάνονται υπόψη η θέση τους στο κατάστρωμα και η αρίθμησή τους πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε, για κάθε ξεχωριστό έλεγχο (π.χ. έλεγχος φέρουσας ικανότητας διατομής έναντι κάμψης), να προκύπτουν οι δυσμενέστερες καταπονήσεις από τα προσομοιώματα φόρτισης.
- Η πιο δυσμενής λωρίδα κυκλοφορίας φέρει τον αριθμό 1, η δεύτερη πιο δυσμενής φέρει τον αριθμό 2, κτλ (βλέπε σχήμα 2.1).



Σχ. 2.1 Λωρίδες κυκλοφορίας

Για κάθε ιδιαίτερο έλεγχο, πρέπει το προσομοίωμα φόρτισης, ευρισκόμενο εντός της λογιστικής λωρίδας να τοποθετείται στην δυσμενέστερη θέση (μήκος φόρτισης και θέση κατά την διαμήκη έννοια).

Τα προσομοιώματα φόρτισης για κατακόρυφα φορτία αποδίδουν τις εξής δράσεις από κυκλοφορία:

- **Προσομοίωμα Φόρτισης 1:** Συγκεντρωμένα και ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία, τα οποία καλύπτουν τις περισσότερες των δράσεων από κυκλοφορία φορτηγών και επιβατικών οχημάτων. Αυτό το προσομοίωμα ισχύει μόνο για γενικούς ελέγχους.
- **Προσομοίωμα Φόρτισης 2:** Μονοαξονικό φορτίο με τυπικές επιφάνειες επαφής των ελαστικών, το οποίο συνυπολογίζει τις δυναμικές δράσεις συνήθους κυκλοφορίας σε δομικά στοιχεία με βραχύ άνοιγμα. Αυτό το προσομοίωμα πρέπει να εφαρμόζεται ιδιαίτερα και ισχύει μόνο για τοπικούς ελέγχους.

- **Προσομοίωμα Φόρτισης 3:** Συνωστισμός ανθρώπων. Αυτό το προσομοίωμα θα εφαρμόζεται μόνο, αν το απαιτεί ο κύριος του έργου. Προβλέπεται μόνο για γενικούς ελέγχους. Ισχύει μόνο για συγκεκριμένες παροδικές καταστάσεις διαστασιολόγησης.

2.1.7 Σεισμική δράση

Για το σχεδιασμό γεφυρών, η σεισμική δράση ορίζεται με βάση το ελαστικό φάσμα με απόσβεση $\zeta=5\%$ και πιθανότητα υπέρβασης 10% σε 50 χρόνια (μέση περίοδος επαναφοράς 475 χρόνια) που ορίζει ο κανονισμός (ΕΑΚ 2000/2003). Το φάσμα αυτό πολλαπλασιάζεται επί:

- Το συντελεστή σπουδαιότητας γ_1 που κατά την εγκύκλιο Ε39/99 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. παίρνει τις εξής τιμές:
 1. $\gamma_1=1$ σε γέφυρες αυτοκινητοδρόμων, εθνικών οδών και σιδηροδρόμων.
 2. $\gamma_1= 1,3$ σε μεγάλες γέφυρες (στις οποίες γίνεται ειδική μελέτη για τον καθορισμό του φάσματος σχεδιασμού για την συμβατική διάρκεια ζωής του έργου) ή για γέφυρες πολύ σημαντικές για τη διατήρηση των επικοινωνιών. Σε χώρες με πυκνό δίκτυο αυτοκινητοδρόμων, κάποιοι από αυτούς χαρακτηρίζονται κρίσιμοι για την διατήρηση των επικοινωνιών.
 3. $\gamma_1=0,85$ σε γέφυρες οδών με μικρή σημασία για τις επικοινωνίες (σε επαρχιακούς ή αγροτικούς δρόμους). Για την περίπτωση αυτή ο Ευρωκώδικας 8 δίνει $\gamma_1 = 0,7$.

Για τον σχεδιασμό το ελαστικό φάσμα διαιρείται με:

- Το συντελεστή συμπεριφοράς q , ο οποίος αντικατοπτρίζει τη δυνατότητα της γέφυρας να αναπτύσσει με ασφάλεια ανακυκλιζόμενες ανελαστικές μετακινήσεις και ισούται περίπου με την ανεκτή τιμή του συνολικού δείκτη πλαστιμότητας μετακινήσεων της γέφυρας.

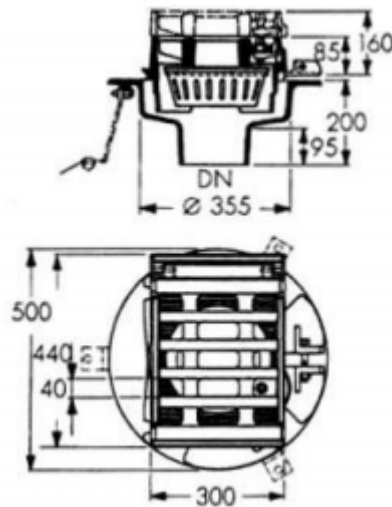
2.2 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

Το σύστημα αποστράγγισης – αποχέτευσης είναι ένα σύστημα, από σωλήνες και φρεάτια που είναι τοποθετημένα στα δομικά στοιχεία της γέφυρας και κύριος στόχος του είναι η **υδροσυλλογή των ομβρίων** από το κατάστρωμα της γέφυρας και η απομάκρυνσή τους ούτως ώστε να μην διεισδύσουν στο τεχνικό. Τα όμβρια καθώς ξεπλένουν το οδόστρωμα παρασέρνουν λάδια χημικά και διάφορα σκουπίδια, γι' αυτό σε κάποιες γέφυρες υπάρχει σύστημα ελέγχου ρύπανσης.

Οι κύριοι στόχοι ενός συστήματος αυτού είναι:

- Η διατήρηση της κυκλοφοριακής ικανότητας του οδοστρώματος κατά την διάρκεια βροχόπτωσης
- Προστασία του τεχνικού από διάβρωση και υποσκαφή
- Ομαλή ένταξη του συστήματος στην αισθητική της γέφυρας

- Εύκολη συντήρηση του συστήματος



Σχ. 2.2 Φρεάτιο υδροσυλλογής

2.3 ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

Συνήθως για την προκαταρκτική μελέτη θεμελίωσης μιας γέφυρας και αφού έχουν προηγηθεί μελέτες υδρολογικές και υδραυλικές που καθορίζουν μέγιστη και ελάχιστη στάθμη νερού και ουσιαστικά την αναμενόμενη παροχή νερού, όπως και θέματα μεταφοράς φερτών υλών, γίνονται ακολούθως γεωτρήσεις, συνήθως ανά βάθρο προκειμένου να δημιουργεί μια όσο το δυνατό λεπτομερής γεωτεχνική-γεωλογική τομή. Επιπροσθέτως δημιουργείται και σε κατάλληλη κλίμακα λεπτομερής γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής. Η γνώση των τεχνικό-γεωλογικών συνθηκών της περιοχής οδηγεί στην επιλογή του τύπου θεμελίωσης των βάθρων, επιφανειακή θεμελίωση ή πάσσαλοι που θα εδράζονται πάνω στο βραχώδες υπόβαθρο για ελαχιστοποίηση των μετακινήσεων.

Ο ποταμός στα ψηλά τμήματα του έχει πιο μικρό πλάτος, ενώ και η κοιλάδα που θα γεφυρωθεί έχει σχήμα V. Η κοίτη του έχει συνήθως μικρό πάχος αλλουβίων και συνήθως η θεμελίωση μπορεί να γίνει πάνω στο βραχώδες υπόβαθρο με επιφανειακού τύπου θεμελίωση. Στα μεσαία τμήματα το πλάτος του ποταμού αυξάνει και χονδροκοκκά υλικά έχουν αποθεθεί στις όχθες του. Στα άκρα της κοιλάδας έχουν αναπτυχθεί στοιχειώδεις αναβαθμίδες και πάλι η θεμελίωση των ακροβάθρων θα γίνει στο βραχώδες υπόβαθρο, ενώ το μεσόβαθρο θεμελιώνεται μέσα στην κοίτη με τη χρήση πασσάλων. Τέλος στα χαμηλά τμήματα του ποταμού όπου υπάρχει σημαντικό πάχος αλλουβίων, η θεμελίωση της γέφυρας, τόσο στην περιοχή των ακροβάθρων όσο και στην περιοχή των μεσόβαθρων γίνεται με πασσάλους. Οι πάσσαλοι μπορεί να είναι αιχμής αν το βραχώδες υπόβαθρο ή πυκνοί ή στιφροί εδαφικοί σχηματισμοί αναπτύσσονται σε σχετικά μικρό βάθος από την επιφάνεια, αλλά αν το βραχώδες υπόβαθρο είναι βαθιά τότε οι πάσσαλοι είναι πάσσαλοι τριβής.

2.3.1 Είδη Θεμελιώσεων

- **Απλή Θεμελίωση:** Γίνεται σε συναφή εδάφη χωρίς παρουσία νερού και για μέτρια φορτία.
- **Θεμελίωση επί πασσάλων:** Γίνεται στην κοίτη των ποταμών και για γέφυρες που φέρουν υψηλά φορτία. Ο αριθμός των πασσάλων, οι διαστάσεις τους και το βάθος έδρασης τους εξαρτάται από τα φορτία που μεταβιβάζονται στη θεμελίωση και την ποιότητα του εδάφους.
- **Θεμελίωση επί φρεατοπασσάλων:** Γίνεται όταν το μήκος των πασσάλων σε σχέση με την κακή ποιότητα του εδάφους ή μετακινήσεων του θα προκαλούσε πλευρικά φαινόμενα αστάθειας. Εισάγεται ένας πάσσαλος διατομής και πάνω σε αυτόν γίνεται η θεμελίωση.
- **Θεμελίωση επί γενικής κοιτόστρωσης:** Γίνεται πάνω σε συνεχή πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα, η οποία συνδέει τα βάρθρα και τους πυλώνες μεταξύ τους. Κατασκευάζεται σε στεγνά ή μη εδάφη.
- **Υποθαλάσσιες θεμελιώσεις:** Γίνεται η εκσκαφή του εδάφους, η αποκομιδή των προϊόντων εκσκαφής. Τοποθετείται κυλινδρικό καλούπι και ο οπλισμός και στη συνέχεια γίνεται η σκυροδέτηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 115,93m ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑ ΠΑΤΡΩΝ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.

3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ - ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η παρούσα μελέτη αναφέρεται στην ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ του ΤΕΧΝΙΚΟΥ Τ6, που βρίσκεται από Χ.Θ. 0+160.26 έως Χ.Θ. 0+275.02 της Αριστερά Παραγλαύκιας Αρτηρίας και εντάσσεται στο έργο «ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΙΣΟΠΕΔΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΩΝ ΑΡΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΟ ΛΙΜΑΝΙ ΠΑΤΡΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΚΒΟΛΗΣ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ ΑΠΟ Χ.Θ. 0+001,50 ΕΩΣ Χ.Θ. 0+050,00».

Η μελέτη εκπονήθηκε από τον κ. Τηλέμαχο Παναγιωτάκο, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό της τεχνικής εταιρείας «DENCO Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.» στα πλαίσια της υπ' αριθμό πρωτοκόλλου ΤΠ / ΦΚ 06 / ΜΕ1 / ΟΙΚ2281 / 14 - 10 - 2011 εντολής ανάθεσης του Υπουργείου ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ / Γ.Γ.Δ.Ε. / Ε.Υ.Δ.Ε. – Μ.Ε.Δ.Ε.

3.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

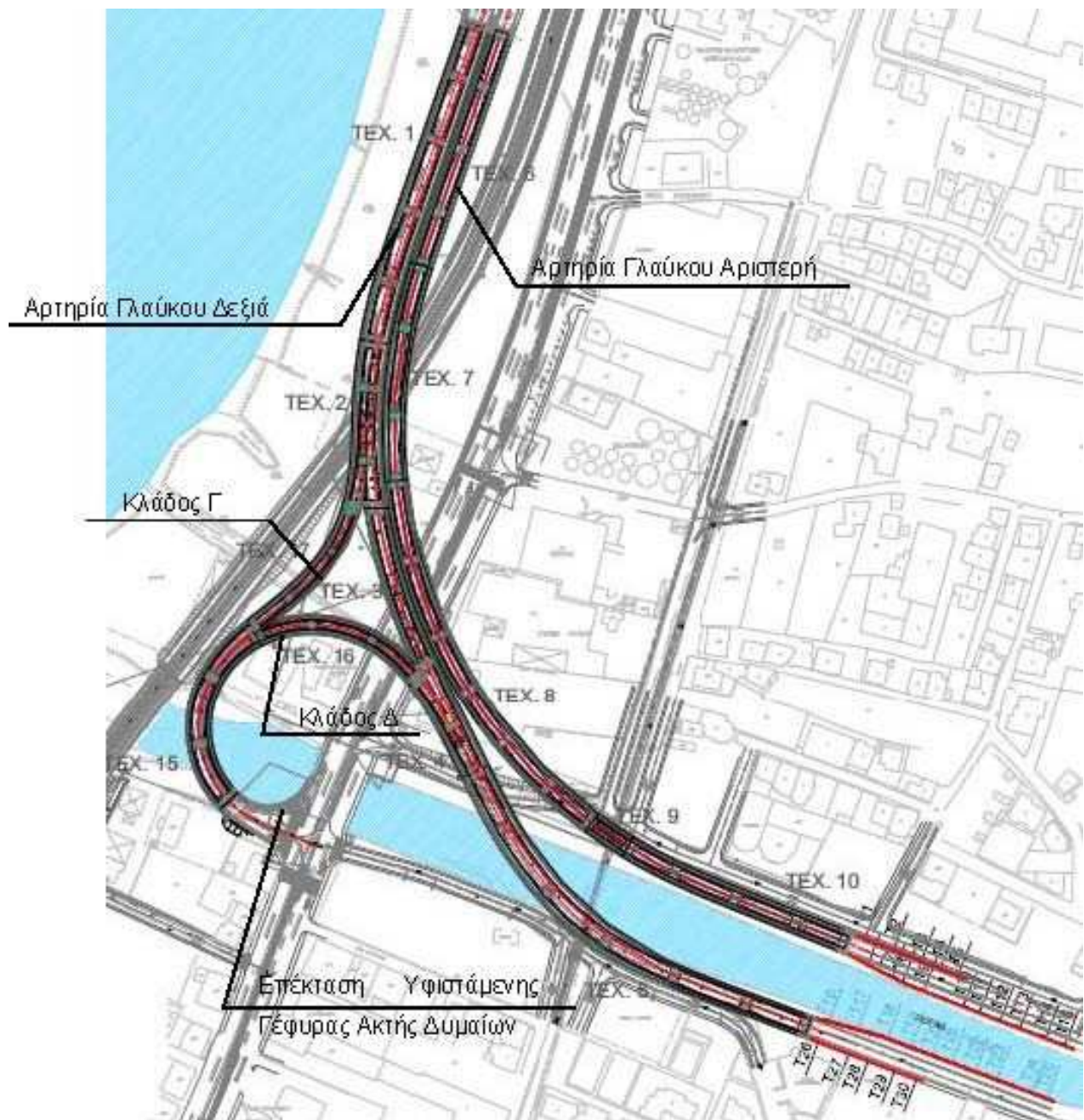
Η σύνδεση των Παραγλαύκιας Αρτηριών με το Λιμάνι πραγματοποιείται με επέκταση των υφιστάμενων αρτηριών οι οποίες ανυψώνονται για να γεφυρώσουν ανισόπεδα την υφιστάμενη σιδηροδρομική Γραμμή Πάτρας – Πύργου, στη συνέχεια κινούνται δεξιόστροφα αρχίζοντας να συγκλίνουν και καταλήγουν να κινούνται παράλληλα άνωθεν της οδού Ακτής Δυμαίων και της μελλοντικής διπλής σιδηροδρομικής γραμμής. Η ερυθρά μειώνεται σταδιακά μέχρι το ύψος του φυσικού εδάφους οπότε και συνδέεται με το οδικό δίκτυο του λιμανιού (Σχήμα 3.1.).

Ο Κλάδος Γ εξυπηρετεί την κίνηση από το Νέο Λιμάνι προς Πύργο ή Πάτρα. Ο Κλάδος Δ εξυπηρετεί την κίνηση από Πάτρα ή Πύργο προς την Ευρεία Παράκαμψη Πατρών. Οι κινήσεις που εξυπηρετούσαν οι κλάδοι Α και Β θα πραγματοποιούνται μέσω του ισόπεδου κόμβου «Πειραιϊκής – Πατραϊκής». Ο Ανισόπεδος Κόμβος που δημιουργείται για την σύνδεση των Παραγλαύκιας Αρτηριών με το λιμάνι και την παραλιακή λεωφόρο της Ακτής Δυμαίων είναι τύπου σταυρού και μορφής μισού τριφυλλιού.

Το έργο αποτελείται από τα παρακάτω τεχνικά έργα τα οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους με αρμούς:

- Γέφυρα Δεξιάς Παραγλαύκιας Αρτηρίας (τεχνικά Τ1, Τ2, Τ3, Τ4, Τ5)
- Γέφυρα Αριστερής Παραγλαύκιας Αρτηρίας (τεχνικά Τ6, Τ7, Τ8, Τ9, Τ10)
- Γέφυρα Κλάδου Γ (τεχνικό Τ17)
- Γέφυρα Κλάδου Δ (τεχνικά Τ15, Τ16)

- Επέκταση Υφιστάμενης Γέφυρας Ακτής Δυμαίων
- Τοίχοι Αντιστήριξης



Σχήμα 3.1. Διάταξη τεχνικών

3.3 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

3.3.1 Υλικά Κατασκευής

Προεντεταμένο σκυρόδεμα: Φορέας ανωδομής
 Οπλισμένο σκυρόδεμα: Μεσόβαθρα

C40/50
 C30/37

Ακρόβαθρα: Κεφαλοδεσμοί	C20/25
Πάσσαλοι	C20/25
Πλάκες πρόσβασης	C20/25
Τοίχοι αντιστήριξης, πτερυγότοιχοι	C20/25
Πεζοδρόμια	C35/45
Άοπλο σκυρόδεμα: Ρύσεων, προστασίας μόνωσης	C12/15
Εξομάλυνσης	C12/15
Χάλυβας οπλισμού γενικά:	Bst 500s
Χάλυβας προέντασης:	Y1860S7 1600/1860

3.3.2 Φορτία

• Ίδιο βάρος οπλισμένου σκυροδέματος	25.0 kN/m ³
• Ίδιο βάρος άοπλου σκυροδέματος	24.0kN/m ³
• Ίδιο βάρος ασφαλτικών	24.0 kN/m ³
• Ίδιο βάρος γαιών	20.0 kN/m ³
• Κινητά φορτία κατά DIN-FB 101	
• Ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας	+30.0 C / -23.0 °C
• Διαφορά θερμοκρασίας (t _u -t _o)	+10.0 °C / -5.0 °C

3.3.3 Σεισμική Φόρτιση

• Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	II (A=0.24g)
• Κατηγορία εδάφους	Γ (T ₁ =0.2s, T ₂ =0.8s)
• Συντελεστής σπουδαιότητας	γ=1.00
• Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς	
	Διαμήκης q _x =1 Εγκάρσιος q _y =1.50
	Κατακόρυφος q _z =1.00

3.3.4 Έδαφος

• Γωνία εσωτερικής τριβής υλικών μεταβατικού επιχώματος	φ=30°
• Συνοχή υλικού μεταβατικού επιχώματος	c=0
• Γωνία τριβής γαιών – τοιχώματος από σκυρόδεμα	δ=0°
• Λοιπές παράμετροι εδάφους: Σύμφωνα με την γεωτεχνική έκθεση	

3.3.5 Ονομαστικές επικαλύψεις οπλισμών

• Γενικά	45mm
• Επιφάνειες σκυροδετούμενες επί εδάφους	55mm
• Πάσσαλοι	100mm

3.3.6 Κατηγορίες έκθεσης στοιχείων σκυροδέματος

- Φορέας καταστρώματος από προεντεταμένο σκυρόδεμα C
- Φορέας καταστρώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα D
- Μεσόβαθρα από οπλισμένο σκυρόδεμα D
- Στοιχεία θεμελίωσης από οπλισμένο σκυρόδεμα E

3.3.7 Κανονισμοί

- DIN–Fachbericht 100: Σκυρόδεμα (συμπληρωματικά ως προς τον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος).
- DIN–Fachbericht 101: Δράσεις σε γέφυρες.
- DIN–Fachbericht 102: Γέφυρες από σκυρόδεμα.
- Οδηγίες για την εφαρμογή των κανονισμών DIN-Fachbericht στην Ελλάδα (ΥΠΕΧΩΔΕ Ιούνιος 2007).
- Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών σε συνδυασμό με DIN-FB 102, 103, 104 (ΥΠΕΧΩΔΕ Ιούνιος 2007) - ΕΑΚ 2000. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός (Ε.Α.Κ. 2000, Υπ. Απόφαση Δ17α/141/3/ΦΝ 2184Β'/20-12-1999 & Φ.Ε.Κ 781/18-06-2003), όπως επίσης και το ΦΕΚ/ Β' 1154/12-8-2003 – Δ17α/115/9/ΦΝ 275.
- Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων – (ΟΜΟΕ - Τεχνικών Έργων Οδοποιίας (Έργα Πολιτικού Μηχανικού), 2003).
- Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση (Ιούνιος 2007).

3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

3.4.1 Γενική περιγραφή ανωδομής

Το τεχνικό Τ6 βρίσκεται στην δεξιά Παραγλαύκια αρτηρία, μεταξύ της Χ.Θ. 0+160.26 και Χ.Θ. 0+275.02 και έχει συνολικό μήκος 115.93m από αρμό σε αρμό. Ο φορέας του Τεχνικού Τ6 χωρίζεται από το τεχνικό Τ7 με αρμό διαστολής στη θέση του μεσόβαθρου Μ4.Α. Πρόκειται για γέφυρα με φορέα κιβωτιοειδούς διατομής από προεντεταμένο σκυρόδεμα τεσσάρων ανοιγμάτων 26.00m+31.24m+31.52m+25.99m, συνολικού πλάτους 10.66m από το οποίο 1.63m καταλαμβάνονται από το αριστερό πεζοδρόμιο, 1.03m από το δεξιό πεζοδρόμιο, και το υπόλοιπο πλάτος από την επιφάνεια κυκλοφορίας πλάτους 8.00m. Οριζοντιογραφικά η χάραξη της οδού ακολουθεί αρχικά ευθύγραμμη χάραξη από το ακρόβαθρο Α1.Α μέχρι τη θέση του μεσόβαθρου Μ3.Α περίπου και στην συνέχεια αριστερόστροφη καμπύλη με μεταβλητή ακτίνα

καμπυλότητας μέχρι το μεσόβαθρο M4.A. Μηκοτομικά η οδός ακολουθεί παραβολική χάραξη με ανοδική μεταβλητή κλίση από 6.0% έως 3.65% περίπου.

Ο φορέας του καταστρώματος αποτελείται από μονοκύπελο κιβώτιο ύψους 2.5m από προεντεταμένο σκυρόδεμα C40/50. Το πλάτος της άνω πλάκας είναι 10.16m και το πλάτος της κάτω πλάκας είναι 5.50m. Το πάχος της άνω πλάκας είναι 0.30m ενώ στην σύνδεση της με τους κορμούς διαμορφώνεται πάχυνση με μεταβλητό πάχος έως 0.60m. Το πάχος της κάτω πλάκας είναι 0.25m ενώ στην σύνδεση της με τους κορμούς μορφώνεται πάχυνση με μεταβλητό πάχος έως 0.45m. Οι κορμοί έχουν ελάχιστο πάχος 0.50m ενώ κοντά στις στηρίξεις διαμορφώνονται παχύνσεις μέχρι πάχους 0.90m.

Ο φορέας του καταστρώματος στηρίζεται μέσω εφεδράνων στις εξής θέσεις αξόνων στήριξης: ακρόβαθρο A1.A Χ.Θ. 0+160.26 (2 εφέδρανα), μεσόβαθρο M1.A Χ.Θ. 0+186.26 (3 εφέδρανα), μεσόβαθρο M2.A Χ.Θ. 0+217.49 (3 εφέδρανα), μεσόβαθρο M3.A Χ.Θ. 0+249.02 (3 εφέδρανα) και μεσόβαθρο M4.A Χ.Θ. 0+273.77 (2 εφέδρανα).

3.4.2 Περιγραφή μεσοβάθρων

Τα μεσόβαθρα αποτελούνται από ένα στύλο και κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37. Το μεσόβαθρο M1.A έχει ορθογωνική διατομή διαστάσεων 5.50m x 2.50m. Τα υπόλοιπα μεσόβαθρα M2.A έως και M4.A έχουν κυκλική διατομή διαμέτρου 2.50m. Τα μεσόβαθρα έχουν συνολικό ύψος 2.65m για το M1.A, 4.50m για το M2.A, 6.25m για το M3.A και 7.25m για το M4.A.

Στην κορυφή των μεσοβάθρων M2.A έως M4.A διαμορφώνεται κεφαλή για την έδραση του φορέα μέσω των εφεδράνων με μεταβλητό ύψος από 1.0m έως 2.0m. Το πλάτος της κεφαλής κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι 5.5m. Το μήκος της κεφαλής κατά την διαμήκη διεύθυνση είναι 2.50m για τα μεσόβαθρα από M2.A, έως M3.A και 4.40m για το μεσόβαθρο M4.A. Στο μεσόβαθρο M1.A η έδραση των εφεδράνων πραγματοποιείται απ' ευθείας στον κορμό ορθογωνικής διατομής. Η κεφαλή του μεσοβάθρου M4.A είναι κοινή, πάνω στην οποία εδράζονται το Τεχνικό 6 και το Τεχνικό 7.

3.4.3 Περιγραφή Ακρόβαθρου

Το ακρόβαθρο A1.A είναι τοιχοειδές στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25, πλάτους 9.60m, πάχους 3.6m, και συνολικού ύψους περίπου 6.85m στον άξονα της γέφυρας. Το θωράκιο έχει πάχος 0.60m και ύψος περίπου 3.42m. Ανάμεσα στο θωράκιο και το ακρόβαθρο διαμορφώνεται χώρος επιθεώρησης πλάτους 1.0m. Πίσω από το θωράκιο κατασκευάζονται πλάκες πρόσβασης από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 οι οποίες εδράζονται πάνω στο θωράκιο μέσω κατάλληλου προβόλου. Σε κάθε ακρόβαθρο κατασκευάζονται 3 πλάκες πρόσβασης πάχους 0.25m και διαστάσεων κάτοψης 2.80m x 3.50m που διαχωρίζονται μεταξύ τους με αρμό πάχους 0.02m. Κάθετα στο θωράκιο κατασκευάζονται ανηρτημένοι πτερυγότοιχοι για την συγκράτηση του επιχώματος της οδοποιίας πάχους 0.60m και μήκους 4.90m.

3.4.4 Περιγραφή Θεμελίωσης

Η θεμελίωση του τεχνικού στις θέσεις του ακροβάθρου A1.A και των μεσόβαθρων M1.A, M2.A, M3.A και M4.A πραγματοποιείται μέσω καννάβου πασσάλων Φ120 από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 οι οποίοι ενώνονται στην κεφαλή τους με κεφαλόδεσμους πάχους 2.0m από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25. Η διάταξη των πασσάλων, το μήκος των πασσάλων και οι διαστάσεις κάτοψης των κεφαλοδεσμών σε κάθε θέση θεμελίωσης βάθρου έχουν ως εξής:

Μεσόβαθρο	Διάταξη πασσάλων (πλήθος διαμήκως x πλήθος εγκαρσίως)	Μήκος Πασσάλων	Διαστάσεις κάτοψης κεφαλόδεσμου (μήκος διαμήκως x πλάτος εγκαρσίως)
A1.A	3 x 3	36.0m	9.6m x 9.6m
M1.A	4 x 3	36.7m	13.2m x 9.6m
M2.A	4 x 3	36.2m	13.2m x 9.6m
M3.4	4 x 3	36.2m	13.2m x 9.6m
M4.A	3 x 4	36.2m	9.6m x 13.2m

Πίνακας 3.1. Στοιχεία θεμελίωσης μεσοβάθρων

Η θεμελίωση του βάθρου M4.A είναι κοινή με το Τεχνικό T7. Οι παραπάνω ποσότητες αναφέρονται συνολικά για την κοινή θεμελίωση των τεχνικών.

Για την αποφυγή του φαινομένου της ρευστοποίησης του εδάφους θεμελίωσης γύρω από τους πασσάλους των βάθρων A1.A, M1.A, M2.A, M3.A και M4.A προβλέπεται σύμφωνα με την γεωτεχνική μελέτη η κατασκευή κάνναβου χαλικοπασσάλων Φ100 κατάλληλου μήκους από κατάλληλο χονδρόκοκκο υλικό που επιτρέπει την στράγγιση. Κάτω από την επιφάνεια έδρασης των κεφαλόδεσμων των βάθρων προβλέπεται η διάστρωση στρώσης χαλίκων πάχους 0.30m, ίδιων ιδιοτήτων με το υλικό των χαλικοπασσάλων, για την πραγματοποίηση της στράγγισης. Στην επιφάνεια μεταξύ στρώσης στράγγισης και επίχωσης προβλέπεται η τοποθέτηση γεωυφάσματος διαχωρισμού.

Στο επίχωμα πίσω από το ακρόβαθρο A1.A προβλέπεται σύμφωνα με την γεωτεχνική μελέτη θεμελίωσης του επιχώματος, η κατασκευή κάνναβου χαλικοπασσάλων Φ100 κατάλληλου μήκους από κατάλληλο χονδρόκοκκο υλικό που επιτρέπει την στράγγιση, στρώσης χαλίκων πάχους 0.50m καθώς και πλαστικά στραγγιστήρια.

3.4.5 Αρμολογία

Στα άκρα του καταστρώματος τοποθετούνται αρμοί συστολοδιαστολής: στο ακρόβαθρο A1.A αρμός τύπου ALGAFLEX T250AS ή ανάλογος, με ικανότητα μετακίνησης $\pm 125\text{mm}$, χωρίς προρύθμιση και στο μεσόβαθρο M4.A αρμός τύπου ALGAFLEX TM400 ή ανάλογου τύπου, με ικανότητα μετακίνησης $\pm 200\text{mm}$, χωρίς προρύθμιση. Για τις προδιαγραφές τους βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

3.4.6 Εφέδρανα

Για την έδραση του φορέα σε κάθε βάθρο και στο ακρόβαθρο χρησιμοποιούνται απλά αγκυρούμενα ελαστομεταλλικά ορθογωνικά εφέδρανα τύπου ALGABLOC NB4 1100 x 1100/354(234) ή ανάλογου τύπου. Συνολικά τοποθετούνται 13 εφέδρανα. Για τις προδιαγραφές τους βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

3.4.7 Προένταση

Η προένταση του φορέα της ανωδομής πραγματοποιείται μονόπλευρα και σύμφωνα με τις φάσεις κατασκευής με δώδεκα (12) τένοντες, έξι ανά κορμό, από χάλυβα προέντασης 1600/1860 (κατά EN 10138). Το σύστημα προέντασης που χρησιμοποιήθηκε κατά την μελέτη είναι BBV SYSTEMS ή ανάλογο και συγκεκριμένα τένοντες τύπου BBV L22 (22 κλώνοι) και BBV L27 (27 κλώνοι). Χαρακτηριστικά συστήματος προέντασης (με σειρά L22 / L27):

- Συντελεστής τριβής: 0.20
- Συντελεστής αθέλητης κλίσης: 0.30deg/m
- Ολίσθηση σφήνας κατά την αγκύρωση: 5mm
- Διάμετρος σωλήνα περιβλήματος: 117 / 125mm
- Ελάχιστο ευθύγραμμο μήκος στην αγκύρωση: 1.20m
- Ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας: 8.60 / 10.10m
- Ελάχιστη επικάλυψη καλωδίων: 106 / 110mm
- Ελάχιστη αξονική απόσταση μεταξύ τενόντων: 210 / 220mm
- Ονομαστική διάμετρος κλώνου τένοντα: 0.6" = 15.2mm
- Επιφάνεια κλώνου: 150mm²
- Βασική δύναμη προ έντασης κλώνου: $F_p = 0.65 \times (1860 \times 150) = 0.65 \times 265.5\text{kN} = 181.35\text{kN}$
- Μέτρο ελαστικότητας χάλυβα προ έντασης: 195 GPa

Η εφαρμογή της προέντασης προβλέπεται να γίνει όταν το σκυρόδεμα αποκτήσει αντοχή κυλίνδρου $f_{cm,0,cyl}$ τουλάχιστον 38MPa όπως ορίζεται από τις προδιαγραφές του συστήματος προέντασης. Η τσιμεντένεση των σωλήνων περιβολής των τενόντων προβλέπεται να γίνει το ταχύτερο δυνατό μέσα στο επόμενο 24ωρο. Οι περιοχές αγκύρωσης (φωλιές) πληρώνονται με σκυρόδεμα κατηγορίας τουλάχιστον C25/30.

3.4.8 Τελικές επεξεργασίες επιφανειών σκυροδέματος

Τελικές επεξεργασίες επιφανειών σκυροδέματος:

- Όλες οι ορατές επιφάνειες (φορείς ανωδομής, βάθρα) διαμορφώνονται με επιφανειακό τελείωμα ΤΥΠΟΥ Γ.
- Όλες οι αφανείς επιφάνειες (θεμελιώσεις) και οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με γαίες, διαμορφώνονται με επιφανειακό τελείωμα ΤΥΠΟΥ Α και μονώνονται με διπλή ασφαλτική επάλειψη.
- Σε όλες τις ορατές επιφάνειες των μεσοβάθρων και ακροβάθρων τοποθετείται αντιρρυπαντική επάλειψη.

3.4.9 Οδόστρωμα

Προβλέπονται τρεις στρώσεις ασφαλτικών η ανώτερη εκ των οποίων αντιολισθηρή, πάχους 4cm. Κάτω από τις στρώσεις ασφαλτικών γίνεται στεγάνωση με ειδική στεγανωτική μεμβράνη. Το συνολικό πάχος των ασφαλτικών είναι ίσο με 14cm.

3.4.10 Πεζοδρόμια - Σηθαιά ασφαλείας

Τα πεζοδρόμια του φορέα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα C35/45. Το τμήμα του γείσου του πεζοδρομίου μέχρι την άνω στάθμη του φορέα καταστρώματος σκυροδετείται ταυτόχρονα με τον φορέα από σκυρόδεμα C40/50. Το εσωτερικό (αριστερό) πεζοδρόμιο έχει πλάτος 1.03m και το εξωτερικό (δεξιό) 1.63m. Κατά μήκος και των δύο πεζοδρομίων τοποθετείται σηθαιό ασφαλείας τύπου ΣΤΕ-9. Κατά μήκος των πεζοδρομίων διαμορφώνονται αρμοί ανά περίπου 7.10m, με εύρος 0.02m.

3.4.11 Φάσεις κατασκευής

Οι φάσεις κατασκευής του τεχνικού περιλαμβάνουν εν γένει τις παρακάτω φάσεις:

1. Γενική εκσκαφή στην περιοχή του τεχνικού μέχρι την στάθμη εργασίας.
2. Κατασκευή χαλικοπασσάλων.
3. Κατασκευή των φρεατοπασσάλων.
4. Κατασκευή στρώσης στράγγισης και γεφυφάσματος διαχωρισμού.
5. Κατασκευή των κεφαλόδεσμων θεμελίωσης.
6. Κατασκευή των μεσοβάθρων και της κεφαλής τους.
7. Κατασκευή του ακροβάθρου. Η κατασκευή του θωρακίου και των πτερυγότοιχων του ακροβάθρου προβλέπεται να ολοκληρωθεί μετά την προένταση του φορέα.
8. Επανεπίχωση κεφαλόδεσμων.
9. Κατασκευή του φορέα της ανωδομής σε φάσεις εδραζόμενου επί των τελικών εφεδράνων. Η κατασκευή του φορέα γίνεται από το μεσόβαθρο M4.A προς το ακρόβαθρο A1.A σε φάσεις του ενός ανοίγματος. Σε κάθε φάση γίνεται τάνυση των αντίστοιχων τενόντων σύμφωνα με το σχέδιο προέντασης. Οι τένοντες του επόμενου ανοίγματος συνδέονται με τους τένοντες του κατασκευασμένου τμήματος μέσω κατάλληλων συνδέσμων.
10. Κατασκευή του μεταβατικού επιχώματος μέχρι τη βάση του θωρακίου.

11. Σκυροδέτηση του υπόλοιπου τμήματος των ακροβάθρων (θωράκιο και πτερυγότοιχοι).
12. Κατασκευή του υπόλοιπου τμήματος του μεταβατικού επιχώματος. Κατασκευή των πλακών πρόσβασης.
13. Κατασκευή των πεζοδρομίων και των στηθαίων ασφαλείας.
14. Κατασκευή του οδοστρώματος.

Φάσεις κατασκευής οι οποίες δεν αλληλεπιδρούν η μία με την άλλη μπορούν να υλοποιούνται με διαφορετική σειρά από την αναγραφόμενη.

3.5 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ- ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

3.5.1 Περιγραφή εδάφους

Στοιχεία γεωτρήσεων. Βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'.

3.5.2 Σεισμική διέγερση

Το έδαφος στην περιοχή του τεχνικού είναι κατηγορίας Γ σύμφωνα με την γεωτεχνική έκθεση.

3.5.3 Οριζόντιος και κατακόρυφος δείκτης εδάφους

Βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'.

3.5.4 Έλεγχος θεμελίωσης

Βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'.

3.6 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.6.1 Στατική ανάλυση

Η ανάλυση και διαστασιολόγηση του φορέα της ανωδομής, των ακροβάθρων και της θεμελίωσης γίνεται με κατάλληλα χωρικά προσομοιώματα πεπερασμένων στοιχείων τα οποία αποδίδουν με ικανοποιητική προσέγγιση την κατανομή των δυσκαμψιών, των μαζών και των συνθηκών στήριξης.

Ο φορέας της ανωδομής και τα μεσόβαθρα προσομοιώνονται με γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία δοκού με κατάλληλη διακριτοποίηση. Στις θέσεις των στηρίξεων του καταστρώματος στα μεσόβαθρα και το ακρόβαθρο εισάγονται ελατήρια κατάλληλης δυσκαμψίας τα οποία προσομοιώνουν τα προβλεπόμενα εφέδρανα.

Η θεμελίωση των μεσοβάθρων αναλύονται με ανεξάρτητα προσομοιώματα όπου εισάγονται ως φορτίσεις οι αντιδράσεις των κορμών των μεσόβαθρων. Οι κεφαλόδεσμοι των θεμελίωσεων προσομοιώνονται με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία κέλυφους. Οι πάσσαλοι της θεμελίωσης προσομοιώνονται με γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία δοκού εδραζόμενα επί συνεχούς ελαστικής στήριξης η οποία αποδίδει την ενδοσιμότητα του εδάφους σε συμφωνία με την γεωτεχνική αξιολόγηση.

Το ακρόβαθρο αναλύεται με ανεξάρτητο προσομοίωμα όπου εισάγονται ως φορτίσεις οι αντιδράσεις της ανωδομής. Ο κορμός και ο κεφαλόδεσμος της θεμελίωσης του ακροβάθρου προσομοιώνονται με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία κελύφους. Οι πάσσαλοι της θεμελίωσης προσομοιώνονται με γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία δοκού εδραζόμενα επί συνεχούς ελαστικής στήριξης, η οποία αποδίδει την ενδοσιμότητα του εδάφους.

Η στατική ανάλυση γίνεται γενικά με τη πλήρη δυσκαμψία των στοιχείων (δυσκαμψία σταδίου I). Για την στατική ανάλυση χρησιμοποιείται το πρόγραμμα SOFISTIK.

3.6.2 Σεισμική ανάλυση

Η σεισμική ανάλυση της ανωδομής (κατάστρωμα και βάθρα) πραγματοποιείται στο παραπάνω προσομοίωμα σύμφωνα την μέθοδο της δυναμικής φασματικής ανάλυσης με χρήση του φάσματος σχεδιασμού που προβλέπει ο ΕΑΚ 2003 και οι «Οδηγίες για μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση» για την περιοχή του έργου.

Η διαστασιολόγηση των βάθρων σε κάμψη γίνεται με θεώρηση συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς $q=1.5$, ενώ για την διαστασιολόγηση των βάθρων σε τέμνουσα καθώς και του φορέα καταστρώματος γίνεται θεώρηση συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς $q=1.0$, σύμφωνα με τις §6.3(2) και §6.3(4) των «Οδηγιών για μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση». Η ανάλυση για σεισμικές φορτίσεις γίνεται γενικά με τη πλήρη δυσκαμψία των στοιχείων (δυσκαμψία σταδίου I). Για την δυσκαμψία των εφεδράνων, γίνεται θεώρηση άνω και κάτω ορίου. Με την ανάλυση κάτω ορίου (Lower Bound) υπολογίζονται μέγιστες μετακινήσεις ενώ με την ανάλυση άνω ορίου (Upper Bound) υπολογίζονται μέγιστες δυνάμεις. Εκτός από τη μάζα της γέφυρας λαμβάνεται υπόψη πρόσθετη μάζα που αντιστοιχεί στο 20% του ομοιόμορφου φορτίου κυκλοφορίας. Εξετάζονται όλες οι ιδιομορφές που έχουν σημαντική συμμετοχή στην συνολική απόκλιση. Η επαλληλία των επιπονήσεων και των μετακινήσεων των ιδιομορφών γίνεται με εφαρμογή της μεθόδου πλήρους τετραγωνικής επαλληλίας (CQC).

Με βάση την δυναμική σεισμική ανάλυση γίνεται ο προσδιορισμός του σπλισμού των στοιχείων της γέφυρας και ο προσδιορισμός αρμών και εφεδράνων. Για την σεισμική ανάλυση ακροβάθρου χρησιμοποιούνται οι αντιδράσεις της ανωδομής που αντιστοιχούν στον σεισμικό συνδυασμό καθώς και η αδράνεια των αντίστοιχων στοιχείων του ακροβάθρου. Ομοίως πραγματοποιείται και η σεισμική ανάλυση της θεμελίωσης των μεσοβάθρων.

Για την σεισμική ανάλυση χρησιμοποιείται το πρόγραμμα SOFISTIK.

3.6.3 Συνδυασμοί φορτίσεων

Κατά την ανάλυση του τεχνικού, εφαρμόζεται συνδυασμοί φορτίσεων, όπως αυτοί ορίζονται στα DIN-FB 100, DIN-FB 101, DIN-FB 102 και στις Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών σε συνδυασμό με DIN-FB 102, 103, 104.

Οι Συνδυασμοί Φορτίσεων παρατίθενται παρακάτω για:

- Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
- Οριακή Κατάσταση Λειτουργίας

3.6.3.1 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Θεμελιώδεις συνδυασμοί - Εκτός Σεισμού)

Λαμβάνεται υπόψη ο δυσμενέστερος συνδυασμός δράσεων από τους ακόλουθους:

$$\sum \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} \text{ "+" } \gamma_p \cdot P_k \text{ "+" } \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} \text{ "+" } \sum \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

όπου:

“+” υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση

P είναι η δράση προέντασης

$Q_{k,1}$ είναι η κύρια μεταβλητή δράση

$Q_{k,i}$ είναι μία συνοδευτική μεταβλητή δράση

Οι συντελεστές γ_G , γ_p , γ_Q λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.1 και οι συντελεστές ψ_0 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.2.

3.6.3.2 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας – Σεισμός

Λαμβάνεται υπόψη ο ακόλουθος συνδυασμός δράσεων

$$\sum \gamma_{Gkj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } \gamma_1 \cdot A_{Ed} \text{ "+" } \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{ki}$$

όπου:

“+” υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση

P είναι η δράση προέντασης

A_{Ed} είναι η σεισμική δράση

$Q_{k,i}$ είναι μία συνοδευτική μεταβλητή δράση

Οι συντελεστές ψ_2 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.2.

3.6.3.3 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας – Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού

Λαμβάνεται υπόψη ο ακόλουθος συνδυασμός δράσεων

$$\sum \gamma_{Gaj} \cdot G_{kj} \text{ "+" } \gamma_{PA} \cdot P_k \text{ "+" } A_d \text{ "+" } \psi_{1,1} \cdot Q_{ki} \text{ "+" } \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{ki}$$

όπου:

"+" υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση

P είναι η δράση προέντασης

A_d είναι η τυχηματική δράση

$Q_{k,1}$ είναι η κύρια μεταβλητή δράση

$Q_{k,i}$ είναι μία συνοδευτική μεταβλητή δράση

Οι συντελεστές ψ_2 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.2.

3.6.3.4 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Σπάνιος συνδυασμός

Λαμβάνεται υπόψη ο ακόλουθος συνδυασμός δράσεων

$$\sum G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } Q_{k,1} \text{ "+" } \sum \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

όπου:

"+" υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση

P είναι η δράση προέντασης

$Q_{k,1}$ είναι η κύρια μεταβλητή δράση

$Q_{k,i}$ είναι μία συνοδευτική μεταβλητή δράση

Οι συντελεστές ψ_0 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.2.

3.6.3.5 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Συχνός συνδυασμός

Λαμβάνεται υπόψη ο ακόλουθος συνδυασμός δράσεων

$$\sum G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k1} \text{ "+" } \sum \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

όπου:

"+" υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση

P είναι η δράση προέντασης

$Q_{k,1}$ είναι η κύρια μεταβλητή δράση

$Q_{k,i}$ είναι μία συνοδευτική μεταβλητή δράση

Οι συντελεστές ψ_1, ψ_2 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.2.

3.6.3.6 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Οιονεί - Μόνιμος συνδυασμός

Λαμβάνεται υπόψη ο ακόλουθος συνδυασμός δράσεων

$$\sum G_{kj} \text{ "+" } P_k \text{ "+" } \sum \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

όπου:

"+" υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση

P είναι η δράση προέντασης

$Q_{k,i}$ είναι μία συνοδευτική μεταβλητή δράση

Οι συντελεστές ψ_2 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.

3.7 ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

3.7.1 Έλεγχος θλιπτικών τάσεων στο σκυρόδεμα

Σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II § 4.4.1.2 για τον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό δράσεων ελέγχεται ότι η τάση του σκυροδέματος δεν υπερβαίνει την τιμή $0.45f_{ck}$ επιτρέποντας έτσι

παραδοχή γραμμικού ερπυσμού. Για τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων ελέγχεται ότι η τάση του σκυροδέματος δεν υπερβαίνει την τιμή $0.60f_{ck}$.

3.7.2 Έλεγχος ρηγμάτωσης

Πραγματοποιείται έλεγχος ρηγμάτωσης σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II §4.4.0.3 πίνακας 4.118, με τα παρακάτω όρια ανάλογα με την κατηγορία απαίτησης κάθε στοιχείου:

- Οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας απαίτησης E: εύρος ρωγμής 0.3mm υπό τον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό δράσεων.
- Οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας απαίτησης D: εύρος ρωγμής 0.2mm υπό τον συχνό συνδυασμό δράσεων.

3.7.3 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στον χάλυβα χαλαρού οπλισμού

Σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II §4.4.1.3 υπό τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων ελέγχεται ότι η εφελκυστική τάση στον χαλαρό οπλισμό δεν υπερβαίνει την τιμή $0.8f_{yk}=400\text{MPa}$.

3.8 ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

3.8.1 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στον χάλυβα χαλαρού οπλισμού

Σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II §4.4.1.3 υπό τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων ελέγχεται ότι η εφελκυστική τάση στον χαλαρό οπλισμό δεν υπερβαίνει την τιμή $0.8f_{yk}=400\text{MPa}$.

3.8.2 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στον χάλυβα προέντασης

Σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II §4.4.1.4, ελέγχεται υπό τον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό δράσεων και για την μέση τιμή της προέντασης, η εφελκυστική τάση στον χάλυβα προέντασης δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή $0.65f_{pk}$.

3.8.3 Έλεγχος θλιπτικών τάσεων στο σκυρόδεμα

Σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II §4.4.1.2 για τον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό δράσεων ελέγχεται ότι η τάση του σκυροδέματος δεν υπερβαίνει την τιμή $0.45f_{ck}$ επιτρέποντας έτσι παραδοχή γραμμικού ερπυσμού. Για τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων ελέγχεται ότι η τάση του σκυροδέματος δεν υπερβαίνει την τιμή $0.60f_{ck}$.

3.8.4 Έλεγχος απόθλιψης σκυροδέματος

Σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II §4.4.2.1, για τον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό δράσεων, ελέγχεται η απόθλιψη σκυροδέματος στην προσκείμενη προς τον τένοντα, ακραία ίνα της διατομής.

3.8.5 Έλεγχος ρηγμάτωσης

Έλεγχος ρηγμάτωσης για προεντεταμένο σκυρόδεμα κατηγορίας απαίτησης C: εύρος ρωγμής 0.2mm υπό τον συχνό συνδυασμό δράσεων και έλεγχος απόθλιψης υπό τον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό δράσεων.

3.9 ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Πραγματοποιούνται έλεγχοι οριακής κατάστασης αστοχίας σε αξονική, καμπτική και διατμητική καταπόνηση σύμφωνα με το DIN-FB 102.

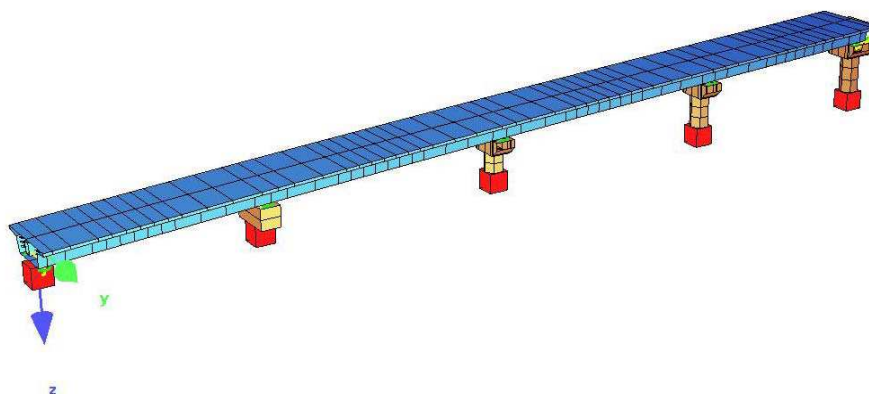
3.10 ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΡΩΝ

3.10.1 Προσομοίωμα

Ο φορέας ανωδομής προσομοιώνεται με γραμμικά στοιχεία δοκού. Σε κάθε στοιχείο δοκού λαμβάνονται οι ιδιότητες της αντίστοιχης διατομής. Τα ελαστομεταλλικά εφέδρανα προσομοιώνονται με κατάλληλα ελατήρια. Τα στοιχεία κάθε επιμέρους τμήματος του φορέα ομαδοποιούνται όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.2.). Η γεωμετρία του προσομοιώματος του φορέα ανωδομής παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.2.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	GROUP
ΦΟΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	11 έως 15
ΚΟΡΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ	1 έως 6
ΚΕΦΑΛΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ	53 έως 56
ΕΦΕΔΡΑΝΑ	21 έως 26 31 έως 36 41 έως 46

Πίνακας 3.2. Ενότητες στοιχείων φορέα (groups)



Σχήμα 3.2. Προσομοίωμα φορέα ανωδομής

3.10.2 Βασικές φορτίσεις

Όλες οι φορτίσεις και οι συνδυασμοί τους καθορίζονται από τα DIN-FB 100, DIN-FB 101 και DIN-FB 102 για τους στατικούς συνδυασμούς και από τις Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών σε συνδυασμό με DIN-FB 102, 103, 104 για τους συνδυασμούς με σεισμό.

3.10.2.1 Ίδιο Βάρος Φορέα, G_0

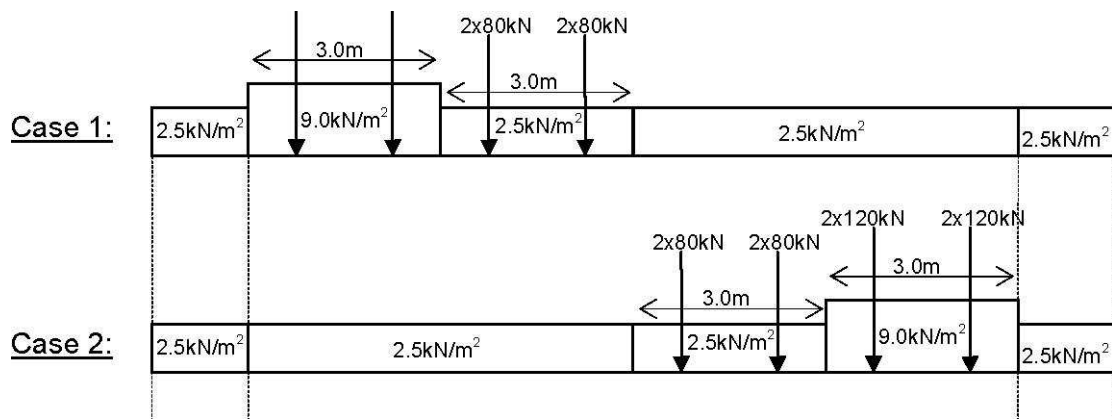
Υπολογίζεται εσωτερικά από το πρόγραμμα ανάλυσης με βάση τις διατομές των μελών, που έχουν περιγραφεί και το ειδικό βάρος του οπλισμένου σκυροδέματος: $\gamma_B = 25.0 \text{ kN/m}^3$.

3.10.2.2 Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία, G_1

Ως πρόσθετα μόνιμα φορτία λαμβάνονται τα φορτία καταστρώματος και πιο συγκεκριμένα οι ασφαλικές στρώσεις ελάχιστου πάχους 14cm, το σκυρόδεμα ρύσεων ή διαμόρφωσης επικλίσεων εφόσον υπάρχει, το φορτίο των πεζοδρομίων και το φορτίο των στηθαίων ασφαλείας.

3.10.2.3 Κινητά Φορτία, L

Οι ονομαστικές λωρίδες κυκλοφορίας καθορίζονται με βάση τον Πίνακα 4.1 §4.2.3. του DIN-FB 101. Ως συμβατικό πλάτος οδοστρώματος w μέσα στο οποίο τοποθετούνται οι λωρίδες κυκλοφορίας λαμβάνεται επί το δυσμενέστερο η απόσταση μεταξύ των συστημάτων συγκράτησης των οχημάτων. Για συμβατικό πλάτος οδοστρώματος $w > 6.0 \text{ m}$ τοποθετούνται $n_1 = \text{int}(w/3)$ λωρίδες κυκλοφορίας με πλάτος ονομαστικής λωρίδας 3.0m και πλάτος εναπομένουσας επιφάνειας $w - n_1 \times 3.0 \text{ m}$. Οι τιμές των φορτίων των πρότυπων φορτίσεων κινητών λαμβάνονται σύμφωνα με το DIN-FB 101. Εξετάζονται δύο περιπτώσεις σχετικά με την θέση των λωρίδων κυκλοφορίας κατά πλάτος της γέφυρας όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.3.



Σχήμα 3.3. Εξεταζόμενες θέσεις κατά πλάτος της γέφυρας

Οι περιβάλλουσες των εντατικών μεγεθών υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα μέσω δυσμενούς φόρτισης των γραμμών επιρροής των μελών του φορέα τόσο στην διαμήκη όσο και στην εγκάρσια διεύθυνση (κατά αντιστοιχία με τις επιφάνειες επιρροής επιφανειακών φορέων). Στις φορτίσεις αυτές έχει ληφθεί υπόψη και η επιρροή του φορτίου τροχοπέδησης.

3.10.2.4 Προένταση, P

Η φόρτιση της προέντασης επιλύεται επιπλέον στο τελικό σύστημα λαμβάνοντας υπόψη την κατάλληλη διατομή του φορέα (πριν την τσιμεντένευση). Οι άμεσες και οι χρόνιες απώλειες προέντασης στη θέση x υπολογίζονται σύμφωνα με τη σχέση: $T_x = T_0 e^{-\mu\alpha - \mu\beta x}$

όπου T_0 η προένταση στη θέση εφαρμογής της, α η διαφορά της κλίσης του καλωδίου στη θέση x ως προς τη κλίση του καλωδίου στη θέση εφαρμογής της, μ ο συντελεστής τριβής και β ο συντελεστής αθέλητης κλίσης.

3.10.2.5 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας [ΔT_N]

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ. V §6.3.1.3 και τις «Οδηγίες για την εφαρμογή των κανονισμών DIN-Fachbericht στην Ελλάδα», για τύπο καταστρώματος 3 (σκυρόδεμα), και $T_{\max} = +45$ °C είναι $T_{e,\max} = T_{\max} = +45.0$ °C. Για $T_0 = 15$ °C προκύπτει τιμή ομοιόμορφης αύξησης θερμοκρασίας $\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = +30.0$ °C.

3.10.2.6 Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας [ΔT_N]

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ V §6.3.1.3 και τις «Οδηγίες για την εφαρμογή των κανονισμών DIN-Fachbericht στην Ελλάδα», για τύπο καταστρώματος 3 (σκυρόδεμα), και $T_{\min} = -15$ °C είναι $T_{e,\min} = T_{\min} + 7$ °C = -8.0 °C.

Για $T_0 = 15$ °C προκύπτει τιμή ομοιόμορφης μείωσης θερμοκρασίας $\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = -23.0$ °C.

3.10.2.7 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής – άνω παρειά θερμότερη της κάτω [ΔT_M]

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ V §6.3.1.4 για τύπο καταστρώματος κιβωτιοειδούς διατομής από σκυρόδεμα: Άνω παρειά θερμότερη της κάτω κατά $\Delta T_{M,heat} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.10.2.8 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής – κάτω παρειά θερμότερη της άνω $[\Delta T_M]$

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ V §6.3.1.4 για τύπο καταστρώματος κιβωτιοειδούς διατομής από σκυρόδεμα: Κάτω παρειά θερμότερη της άνω κατά $\Delta T_{M,cool} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.10.2.9 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς $[\Delta T_N]$

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ.V §6.3.1.3.3(4) η τιμή της $\Delta T_{N,exp}$ προσαυξάνεται κατά 20°C και γίνεται ίση με $+50.0^\circ\text{C}$. Η φόρτιση αυτή εισάγεται για τον προσδιορισμό των μετακινήσεων στην θέση των αρμών συστολοδιαστολής και των εφεδράνων.

3.10.2.10 Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς, $[\Delta T_N]$

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ.V §6.3.1.3.3(4) η τιμή της $\Delta T_{N,con}$ προσαυξάνεται κατά 20°C και γίνεται ίση με -43.0°C . Η φόρτιση αυτή εισάγεται για τον προσδιορισμό των μετακινήσεων στην θέση των αρμών συστολοδιαστολής και των εφεδράνων.

3.10.2.11 Συνδυασμός ομοιόμορφης μεταβολής θερμοκρασίας και διαφοράς θερμοκρασίας $[T]$

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ V §6.3.1.5(1) εξετάζονται οι παρακάτω συνδυασμοί ομοιόμορφης μεταβολής θερμοκρασίας ΔT_N και διαφοράς θερμοκρασίας ΔT_M .

$$\Delta T_N + 0.75 \times \Delta T_M$$

$$0.35 \times \Delta T_N + \Delta T_M$$

3.10.2.12 Διαφορικές υποχωρήσεις στηρίξεων $[PS]$

Λαμβάνεται κατακόρυφη βύθιση 20mm στην θέση στήριξης στο ακρόβαθρο και στην βάση κάθε μεσοβάθρου. Λαμβάνεται υπόψη υποχώρηση οποιασδήποτε στήριξης εάν αυτή δίνει δυσμενή αποτελέσματα.

3.10.2.13 Φορτία από άνεμο $[W]$

Οι τιμές της ανεμοπίεσης p_{wk} υπολογίζονται σύμφωνα με το DIN-FB 101 παράρτημα N και τις Οδηγίες Για Την Εφαρμογή Των Κανονισμών Din-Fachbericht Στην Ελλάδα. Λαμβάνεται βασική τιμή ταχύτητας ανέμου 33m/s και κατηγορία εδάφους 0 (παραθαλάσσια ζώνη).

3.10.2.14 Τροχοπέδηση $[BR]$

Λαμβάνεται φορτίο τροχοπέδησης σύμφωνα με DIN-FB 101, κεφ. IV §4.4.1.

$$Q_{lk} = 0,6 \alpha_{ql} \cdot (2Q_{lk}) \div 0,10 \alpha_{ql} \cdot q_{lk} \cdot w_l \cdot L \text{ και } 360 \alpha_{ql} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ kN}$$

Σημειώνεται ότι το φορτίο τροχοπέδησης έχει ενσωματωθεί στον υπολογισμό των φορτίσεων από κινητό φορτίο.

3.10.2.15 Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης [CS]

Λαμβάνεται η επίδραση της συστολής ξήρανσης και του ερπυσμού έως χρόνο άπειρο. Ο ερπυσμός και η συστολή ξήρανσης υπολογίζονται αναλυτικά ως συνάρτηση του χρόνου σύμφωνα με το DIN-FB 102 για κάθε στοιχείο της κατασκευής με βάση το ενεργό πάχος του ($d_{\text{eff}}=2A/u$, όπου A το εμβαδόν της διατομής και u το ανάπτυγμα της εκτεθειμένης επιφάνειας σε ξήρανση λαμβάνοντας την μισή εξωτερική περίμετρο και ολόκληρη την εξωτερική). Για τον υπολογισμό του ερπυστικού συντελεστή λαμβάνονται ακόμα υπόψη η μέση σχετική ατμοσφαιρική υγρασία (R=70%), η ενεργός ηλικία του σκυροδέματος κατά την επιβολή της τάσης t_0 , και η μέση θερμοκρασία $T=200^{\circ}\text{C}$. Σημειώνεται ότι στην φόρτιση του ερπυσμού και συστολής ξήρανσης περιλαμβάνονται οι χρόνιες απώλειες της προέντασης λόγω των παραπάνω φαινομένων καθώς και λόγω της χαλάρωσης του χάλυβα προέντασης.

3.11 ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ

3.11.1 Σεισμός σχεδιασμού (EQ)

Η χωρική επαλληλία των τριών διευθύνσεων της σεισμικής δράσης λαμβάνεται υπόψη σύμφωνα με τις «Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών σε συνδυασμό με DIN-FB 102, 103, 104»:

$$E_i \pm 0.30x E_j \pm 0.30x E_k$$

3.12 ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

Από την ανάλυση του φορέα στο τελικό σύστημα με την κατάλληλη διατομή προκύπτουν οι εξής περιβάλλουσες φορτίσεων:

Φορτίσεις (LCs)	Περιγραφή
8001	Μόνιμα φορτία στο τελικό σύστημα
8002	Πρόσθετα μόνιμα φορτία στο τελικό σύστημα
8003	Προένταση στο τελικό σύστημα (σε χρόνο 0)
8004	Επιρροή συστολής ξήρανσης, ερπυσμού και χρόνιων απωλειών της προέντασης κατά την κατασκευή.
8005	Επιρροή συστολής ξήρανσης, ερπυσμού και χρόνιων απωλειών της προέντασης σε χρόνο άπειρο.

911-912 921-922 931-932	Έλεγχοι καταστρώματος σε κατάσταση λειτουργίας -ιονεί μόνιμος συνδυασμός -συχνός συνδυασμός -χαρακτηριστικός συνδυασμός
8701-8714	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας
8301-8314	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – χαρακτηριστικός συνδυασμός
8401-8414	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – συχνός συνδυασμός

Φορτίσεις (LCs)	Περιγραφή
8501-8514	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – ιονεί μόνιμος συνδυασμός
3000-3098	Ιδιομορφές φορέα (ανάλυση άνω ορίου)
3101-3108	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση X
3201-3208	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Y
3301-3308	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Z
3500-3598	Ιδιομορφές φορέα (ανάλυση κάτω ορίου)
3151-3158	Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση X
3251-3258	Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Y
3351-3358	Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Z
9001-9012	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση φορέα (άνω ορίου – σεισμός σχεδιασμού $q = 1.0$)
9101-9112	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση βάθρων (άνω ορίου – σεισμός σχεδιασμού $q = 1.5$)
9121-9122	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση μετακινήσεων εφεδράνων (κάτω ορίου)
9131-9132 9141-9142	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση δυνάμεων εφεδράνων (άνω ορίου)

Πίνακας 3.3 Φορτίσεις ανωδομής.

3.13 ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Πραγματοποιούνται οι έλεγχοι διατομών οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τις παραγράφους 3.6 έως 3.9 του παρόντος.

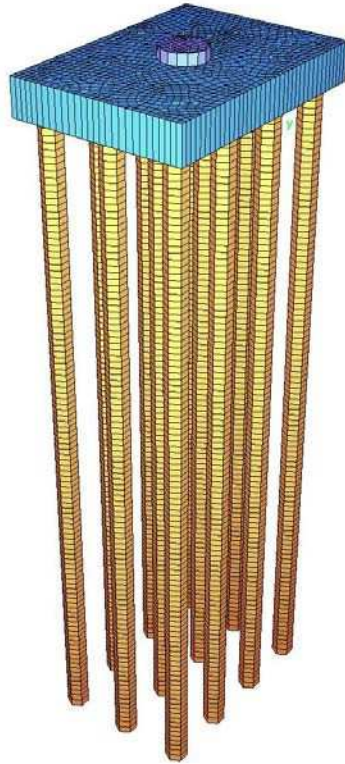
3.14 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ

3.14.1 Προσομοίωμα

Ο κεφαλόδεσμος της θεμελίωσης των μεσόβαθρων προσομοιώνονται με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία κέλυφους ενώ οι πάσσαλοι με γραμμικά στοιχεία δοκού. Τα στοιχεία κάθε επιμέρους τμήματος της θεμελίωσης ομαδοποιούνται όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.4.). Η γεωμετρία του προσομοιώματος της θεμελίωσης παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.4.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	GROUP
ΕΛΑΤΗΡΙΑ ΑΙΧΜΗΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ	0
ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΣ	1
ΑΚΑΜΠΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ	2
ΠΑΣΣΑΛΟΙ	3

Πίνακας 3.4. Ενόητες στοιχείων θεμελίωσης μεσοβάθρου (groups)



Σχήμα 3.4. Προσομοίωμα θεμελίωσης μεσοβάθρου.

3.14.2 Βασικές φορτίσεις

3.14.2.1 Ίδιο βάρος (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος του κεφαλόδεσμου.

3.14.2.2 Ίδιο βάρος επίχωσης (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος της επίχωσης επάνω στον κεφαλόδεσμο.

3.14.2.3 Αδρανειακή δύναμη κεφαλόδεσμου (LCs 11, 12 και 13)

Λαμβάνεται αδρανειακή δύναμη του κεφαλόδεσμου στις διευθύνσεις X, Y και Z.

Ανοιγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha=Rd(t)/g=0.24$

Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_i= 1.0$.

Οι αδρανειακές δυνάμεις είναι ίσες με την μάζα του φορέα / χώματος πολλαπλασιασμένη επί τον σεισμικό συντελεστή α .

3.14.2.4 Αδρανειακή δύναμη επίχωσης (LCs 21, 22 και 23)

Λαμβάνεται αδρανειακή δύναμη της επίχωσης του κεφαλόδεσμου στις διευθύνσεις X, Y και Z.

Ανοιγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha=R_d(t)/g=0.24$

Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_i = 1.0$

Οι αδρανειακές δυνάμεις είναι ίσες με την μάζα του φορέα / χώματος πολλαπλασιασμένη επί τον σεισμικό συντελεστή α .

3.14.2.5 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός (LC 101-112)

Λαμβάνονται η φόρτιση από τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται στην βάση του μεσοβάθρου που αντιστοιχεί στον συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής σε οριακή κατάσταση λειτουργίας.

3.14.2.6 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – χαρακτηριστικός συνδυασμός (LC 401-412)

Λαμβάνονται φόρτιση από την συνισταμένη των εφεδράνων που αντιστοιχεί στον συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής σε οριακή κατάσταση λειτουργίας –οιονεί μόνιμος συνδυασμός.

3.14.2.7 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση αστοχίας (LC 201-212)

Λαμβάνονται η φόρτιση από τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται στην βάση του μεσοβάθρου που αντιστοιχεί στον συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής σε οριακή κατάσταση αστοχίας.

3.14.2.8 Φορτία από την ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό με $q=1.0$ (LC 301-312)

Λαμβάνονται η φόρτιση από τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται στην βάση του μεσοβάθρου που αντιστοιχεί στον σεισμικό συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής (ικανοτικά μεγέθη $q=1.0$).

3.14.2.9 Φορτία από την ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό με $q=1.5$ (LC 501-512)

Λαμβάνονται η φόρτιση από τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται στην βάση του μεσοβάθρου που αντιστοιχεί στον σεισμικό συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής (σεισμικός συνδυασμός με $q=1.5$).

3.15 ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Από την ανάλυση του φορέα στο τελικό σύστημα με την κατάλληλη διατομή προκύπτουν οι εξής περιβάλλουσες φορτίσεων για την διαστασιολόγηση των στοιχείων:

Φορτίσεις	Περιγραφή
1201-1212 1101-1116	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός
2201-2212 2101-2116	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας
3201-3212 3101-3116	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας – Σεισμικός συνδυασμός (σεισμός σχεδιασμού με $q = 1.0$)
4001-4002	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – χαρακτηριστικός συνδυασμός
4201-4212 4101-4116	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας – Σεισμικός συνδυασμός (σεισμός σχεδιασμού με $q = 1.5$).

Πίνακας 3.5. Συνδυασμοί φορτίσεων θεμελίωσης μεσοβάθρου.

Στις παραπάνω φορτίσεις οι x201 έως x212 αντιστοιχούν σε περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών στοιχείων δοκού. Οι x101 έως x116 αντιστοιχούν σε περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών επιφανειακών στοιχείων κελύφους.

3.16 ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Πραγματοποιούνται οι έλεγχοι διατομών οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τις παραγράφους 3.6 έως 3.9 του παρόντος.

3.17 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ

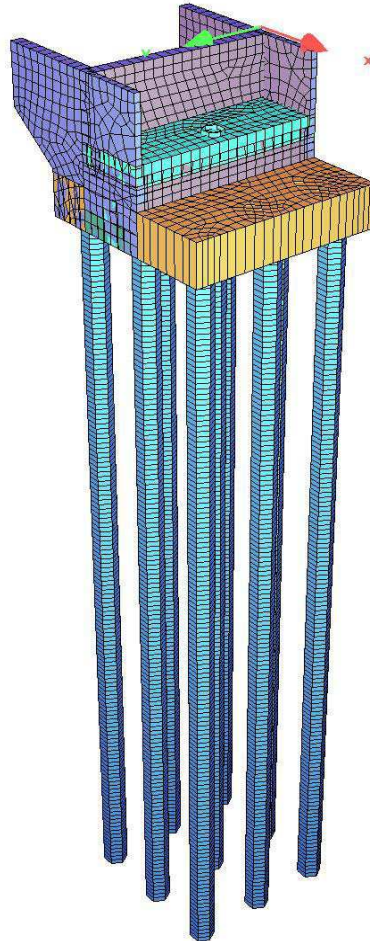
3.17.1 Προσομοίωμα

Ο κορμός του ακροβάθρου προσομοιώνεται με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία κελύφους ενώ οι πάσσαλοι με γραμμικά στοιχεία δοκού. Τα στοιχεία κάθε επιμέρους τμήματος του ακροβάθρου ομαδοποιούνται όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.6.). Η γεωμετρία του προσομοιώματος των ακροβάθρων παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.5.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	GROUP
ΕΛΑΤΗΡΙΑ ΑΙΧΜΗΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ	0
ΘΩΡΑΚΙΟ	1
ΚΟΡΜΟΣ, ΠΛΑΚΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	2,3
ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ / ΔΕΞΙΑ ΠΤΕΡΥΓΟΤΟΙΧΟΣ	4,5

ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ / ΔΕΞΙΑ ΤΟΙΧΟΣ	6,7
ΠΑΣΣΑΛΟΙ	9
ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΑΚΑΜΠΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	8,101,102,103

Πίνακας 3.6. Ενότητες στοιχείων ακροβάθρου (groups).



Σχήμα 3.5. Προσομοίωμα ακροβάθρου.

3.17.2 Βασικές φορτίσεις

3.17.2.1 Ίδιο βάρος ακροβάθρου (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος του ακροβάθρου των πεζοδρομίων και της πλάκας πρόσβασης που εδράζεται στο θωράκιο.

3.17.2.2 Ίδιο βάρος γαιών (LC 2)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος γαιών πάνω στον κεφαλόδεσμο.

3.17.2.3 Οριζόντιες ωθήσεις (LC 5 - LC 8)

Λαμβάνονται οριζόντιες ωθήσεις ηρεμίας στον κορμό του βάθρου και τους πτερυγότοιχους.

3.17.2.4 Κινητό στο επίχωμα (LC 41 - LC 53)

Λαμβάνεται πρόσθετη ώθηση στο ακρόβαθρο λόγω θεώρησης κινητού φορτίου στο επίχωμα, για τρεις (3) θέσεις του κινητού κατά πλάτος.

Για $\theta = 60^\circ$ και μήκος κατανομής $b_x = 5.00 \text{ m}$,

πλάτος κατανομής

$$b_y = 2 \times 3.00 = 6.00 \text{ m} \quad p_{60+30} = 0.8 \times (600+400)/(5.00 \times 6.00) = 26.67 \text{ kN/m}^2$$

$$z_0 = 5.00 \times \tan 60^\circ = 8.65 \text{ m} \quad (\text{βάθος επιρροής φορτίου})$$

$$K_0 = 0.500$$

Σε βάθος $z = 0.0 \text{ m}$ το φορτίο που ασκείται στο ακρόβαθρο είναι $p_0 = k_0 \times p = 13.34 \text{ kN/m}^2$

Σε βάθος $z = 8.65 \text{ m}$ το φορτίο που ασκείται στο ακρόβαθρο είναι $p_z = k_0 \times p_x (1 - z / z_0) \Rightarrow p_z = 0.00 \text{ kN/m}^2$

3.17.2.5 Όχημα στο θωράκιο (LC 61 - LC 63)

Λαμβάνεται φόρτιση από κινητά φορτία στο θωράκιο τρεις (3) θέσεις του κινητού κατά πλάτος. Γίνεται θεώρηση ενός άξονα της πρότυπης φόρτισης ανά λωρίδα κυκλοφορίας (κύρια και δευτερεύουσα). Εφαρμόζεται επίσης σε όλο το πλάτος στέψης του θωρακίου το ομοιόμορφο φορτίο της κύριας λωρίδας 9.0 kN/m^2 καθώς και το φορτίο 2.5 kN/m^2 στο υπόλοιπο πλάτος του ακροβάθρου. Λαμβάνεται επίσης οριζόντιο φορτίο $0.6 \times 0.8 \times 300$ στην κύρια λωρίδα.

3.17.2.6 Πρόσκρουση στο στηθαίο ασφαλείας (LCs 81,91)

Λαμβάνεται φορτία πρόσκρουσης στο στηθαίο ασφαλείας το οποίο αγκυρώνεται στο πεζοδρόμιο των πτερυγότοιχων. Θεωρείται εγκάρσιο φορτίο 200 kN το οποίο εφαρμόζονται σε ύψος 1.0 m από την βάση του στηθαίου.

3.17.2.7 Αδρανειακή για διεύθυνση X (LC 101,102)

Λαμβάνεται αδρανειακή δύναμη στην διεύθυνση X για τον φορέα και το χώμα πάνω στον κεφαλοδεσμό.

$$\text{Ανοιγμένος σεισμικός συντελεστής } \alpha = R_d(t)/g = 0.24$$

$$\text{Συντελεστής σπουδαιότητας: } \gamma_i = 1.0.$$

Οι αδρανειακές δυνάμεις είναι ίσες με την μάζα του φορέα / χώματος πολλαπλασιασμένη επί τον σεισμικό συντελεστή α .

3.17.2.8 Πρόσθετες ωθήσεις για διεύθυνση X (LC 105,106)

Λαμβάνονται πρόσθετες ωθήσεις σεισμού στην διεύθυνση X τύπου Mononobe-Okabe.

Η συνολική ώθηση λόγω σεισμού κατά Mononobe-Okabe είναι:

$$E_D = 0.5 \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot H^2$$

Όπου για ενεργητικές καταστάσεις είναι:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos\theta \times \sin^2(\psi - \theta - \delta_d) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \times (\phi_d - \beta - \theta)^2}{\sin(\psi - \theta - \delta_d) \times \sin(\psi + \beta)}} \right]}$$

και για παθητικές καταστάσεις είναι:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \varphi'_d - \vartheta)}{\cos\theta \times \sin^2\psi \times (\psi + \vartheta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi'_d) \times \sin(\varphi_d + \beta - \vartheta)^2}{\sin(\psi + \beta) \times \sin(\psi + \vartheta)}} \right]}$$

Στις άνω σχέσεις εφαρμόζονται οι ακόλουθες τιμές:

$$\psi = 90^\circ, \beta = 0, \phi'_d = \tan^{-1}(\tan\phi/\gamma_\phi), \delta = 0, \delta_d = \tan^{-1}(\tan\delta/\gamma_\phi) = 0, \gamma_\phi = 1.00$$

$$\theta = \tan^{-1}(K_h/1 \pm K_v) \text{ και } K_h = \alpha_g \cdot S, k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

3.17.2.9 Αδρανειακή για διεύθυνση Y (LCs 111, 112)

Λαμβάνεται αδρανειακή δύναμη στην διεύθυνση Y για τον φορέα και το χώμα πάνω στον κεφαλόδεσμο.

Ανοιγμένος σεισμικός συντελεστής $\alpha = R_d(t)/g = 0.24$

Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_i = 1.0$.

Οι αδρανειακές δυνάμεις είναι ίσες με την μάζα του φορέα / χώματος πολλαπλασιασμένη επί τον σεισμικό συντελεστή α .

3.17.2.10 Πρόσθετες ωθήσεις για διεύθυνση Y (LCs 117, 118, 127, 128)

Λαμβάνονται πρόσθετες ωθήσεις σεισμού στην διεύθυνση Y τύπου Mononobe-Okabe.

Η συνολική ώθηση λόγω σεισμού κατά Mononobe-Okabe είναι:

$$E_d = 0.5 \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot H^2$$

Όπου για ενεργητικές καταστάσεις είναι:

$$K = \frac{\sin^2 (\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos\theta \times \sin^2\psi \times (\psi + \theta - \delta_d) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \times \sin(\phi_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta + \delta_d) \times \sin(\psi + \theta)}} \right]}$$

και για παθητικές καταστάσεις είναι:

$$K = \frac{\sin^2 (\psi + \varphi'_d - \vartheta)}{\cos\theta \times \sin^2\psi \times (\psi + \vartheta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi'_d) \times \sin(\varphi_d + \beta - \vartheta)^2}{\sin(\psi + \beta) \times \sin(\psi + \vartheta)}} \right]}$$

Στις άνω σχέσεις εφαρμόζονται οι ακόλουθες τιμές: $\psi = 90^\circ$, $\beta = 0$, $\phi'_d = \tan^{-1}(\tan\phi/\gamma_\phi)$, $\delta = 0$, $\delta_d = \tan^{-1}(\tan\phi/\gamma_\phi) = 0$, $\gamma_\phi = 1.25$

$\theta = \tan^{-1}(K_h/1 \pm K_v)$ και $k_h = \alpha_g \cdot S$, $k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$

3.17.2.11 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – χαρακτηριστικός συνδυασμός (LC 201-212)

Λαμβάνονται φόρτιση από την συνισταμένη των εφεδράνων που αντιστοιχεί στον συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός.

3.17.2.12 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός (LC 301-312)

Λαμβάνονται φόρτιση από την συνισταμένη των εφεδράνων που αντιστοιχεί στον συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός.

3.17.2.13 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση αστοχίας (LC 401-412)

Λαμβάνονται φόρτιση από την συνισταμένη των εφεδράνων που αντιστοιχεί στον συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής σε οριακή κατάσταση αστοχίας.

3.17.2.14 Φορτία από ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό (LC 501-512)

Λαμβάνονται φόρτιση από την συνισταμένη των εφεδράνων που αντιστοιχεί στον σεισμικό συνδυασμό φορτίσεων της ανωδομής.

3.18 ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

Από την ανάλυση του φορέα στο τελικό σύστημα προκύπτουν οι εξής περιβάλλουσες φορτίσεων για την διαστασιολόγηση των στοιχείων:

Φορτίσεις	Περιγραφή
1901-1916 2901-2912	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός
1101-1116 2101-2112 3101-3102	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – χαρακτηριστικός συνδυασμός
1301-1316 2301-2312	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας
1501-1516 2501-2512 3501-3502	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας – Σεισμικός συνδυασμός (σεισμός σχεδιασμού).
1401-1416 2401-2412	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας – Τυχηματικός συνδυασμός.

Πίνακας 3.7. Συνδυασμοί φορτίσεων ακροβάθρου.

Στις παραπάνω φορτίσεις οι 2x01 έως 2x12 αντιστοιχούν σε περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών στοιχείων δοκού. Οι 1x01 έως 1x16 αντιστοιχούν σε περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών επιφανειακών στοιχείων κελύφους. Οι 3x01 έως 3x02 αντιστοιχούν σε περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών ελατηρίων αιχμής πασσάλων.

3.19 ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Πραγματοποιούνται έλεγχοι διατομών οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με όσα αναφέρονται στις παραγράφους 3.6 έως 3.9 του παρόντος.

3.20 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Για την αποχέτευση του καταστρώματος βλέπε σχετική υδραυλική μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

4.1 Χωματοουργικά							
4.1.1 Γενικές εκσκαφές από στάθμη φυσικού εδάφους							
			όγκος			όγκος	
ακρόβαθρο Α1.Α			1653	m ³		1653	m ³
μεσόβαθρο Μ1.Α			1454	m ³		1454	m ³
μεσόβαθρο Μ2.Α			1477	m ³		1477	m ³
μεσοβαθρο Μ3.Α			1417	m ³		1417	m ³
Συνολικός Όγκος Εκσκαφών :						6002	m³
4.1.2 Επανεπίχωση							
			όγκος			όγκος	
ακρόβαθρο Α1.Α			939	m ³		939	m ³
μεσόβαθρο Μ1.Α			1051	m ³		1051	m ³
μεσόβαθρο Μ2.Α			1077	m ³		1077	m ³
μεσοβαθρο Μ3.Α			1017	m ³		1017	m ³
Συνολικός Όγκος Επανεπίχωσης :						4084	m³
4.1.3 Μεταβατική επίχωση							
		επιφάνεια	πλάτος			όγκος	
μεταβατικό επίχωμα ακρόβαθρο Α2.Α		10.33	8.46			87	m ³
Συνολικός Όγκος Επίχωσης :						87	m³
4.1.4 Φρεατοπάσσαλος Φ1.20							
		πλήθος	διάμετρος	μήκος	συνολικός όγκος		συνολικό μήκος
ακρόβαθρο Α1.Α		9	1.2	36.0	366.4	m ³	324.0 m
μεσόβαθρο Μ1.Α		12	1.2	36.7	498.1	m ³	440.4 m
μεσόβαθρο Μ2.Α		12	1.2	36.2	491.3	m ³	4.34.4 m
μεσόβαθρο Μ3.Α		12	1.2	36.2	491.3	m ³	434.4 m
Συνολικό Μήκος Πασσάλων :						1633.2	m

<u>4.1.5 Χαλικοπάσσαλος Φ1.00</u>								
		πλήθος	διάμετρος	μήκος	Συνολ. όγκος		Συνολικό μήκος	
ακρόβαθρο A1.A		53	1.0	8.0	333.0	m ³	424	m
μεσόβαθρο M1.A		67	1.0	12.0	631.5	m ³	804	m
μεσόβαθρο M2.A		67	1.0	12.0	631.5	m ³	804	m
μεσόβαθρο M3.A		69	1.0	11.0	596.1	m ³	759	m
					2192.0	m³		
Συνολικό μήκος πασσάλων :							2791	m
<u>4.1.6 Στρώση αμμοχάλικου με ιδιότητες στραγγιστηρίου</u>								
		πλάτος	μήκος	πάχος			όγκος	
ακρόβαθρο A1.A		22.2	19.2	0.3			127.9	m ³
μεσόβαθρο M1.A		19.2	22.8	0.3			131.6	m ³
μεσόβαθρο M2.A		19.2	22.8	0.3			131.6	m ³
μεσόβαθρο M3.A		19.2	22.8	0.3			131.6	m ³
Συνολικός Όγκος Στρώσης Αμμοχάλικου Με Ιδιότητες Στραγγιστηρίου :							522.6	m³
<u>4.1.7 Γεώφασμα διαχωρισμού υλικών</u>								
		πλάτος	μήκος				επιφάνεια	
ακροβαθρο A1.A		22.1	19.5				431.4	m ²
μεσοβαθρο M1.A		19.5	23.1				451.3	m ²
μεσόβαθρο M2.A		19.5	23.1				451.3	m ²
μεσόβαθρο M3.A		19.5	23.1				451.3	m ²
Συνολική Επιφάνεια Γεώφασματος Διαχωρισμού Υλικών :							1785.3	m²

4.2 Σκυροδέματα							
<u>4.2.1 Σκυρόδεμα C12/15 άοπλο, αξομαλυντικών στρώσεων</u>							
			επιφάνεια	πάχος			όγκος
στρώση καθαριότητας ακρόβαθρο A1.A			100	0.1			10.0 m ³
στρώση καθαριότητας μεσόβαθρο M1.A			136	0.1			13.6 m ³
στρώση καθαριότητας μεσόβαθρο M2.A			136	0.1			13.6 m ³
στρώση καθαριότητας μεσόβαθρο M3.A			136	0.1			13.6 m ³
			επιφάνεια	πλάτος			όγκος
πλήρωση με άοπλο σκυρόδεμα ακρόβαθρο A1.A			7.66	9.6			73.5 m ³
στρώσεις καθαριότητας :	μήκος	πλάτος	πάχος				όγκος
πλάκες πρόσβασης ακροβάθρου A1.A	8.46	3.5	0.1				3.0 m ³
				όγκος			
σκυρόδεμα διαμόρφωσης ρύσεων φορέα ανωδομής				0			0.0 m ³
Συνολικός Όγκος Σκυροδέματος :							127.3 m³
<u>4.2.2 Σκυρόδεμα C20/25 οπλισμένο</u>							
	μήκος	πλάτος	πάχος				
κεφαλόδεσμος ακρόβαθρου A1.A	9.6	9.6	2				184.3 m ³
κεφαλόδεσμος μεσόβαθρου M1.A	13.2	9.6	2				253.4 m ³
κεφαλόδεσμος μεσόβαθρου M2.A	13.2	9.6	2				253.4 m ³
κεφαλόδεσμος μεσόβαθρου M3.A	13.2	9.6	2				253.4 m ³
πλάκα πρόσβασης ακροβάθρου A1.A	8.46	3.5	0.25				7.4 m ³
					όγκος		
κορμός-θωράκιο ακροβάθρου A1.A					85.2	m ³	
πτερυγότοιχοι					23.4	m ³	

ακροβάθρου Α1.Α							
πλευρικοί τοίχοι ακροβάθρου Α1.Α				4.2	m ³		
σύνολο ακροβάθρου Α1.Α						112.7	m ³
Συνολικός Όγκος Σκυροδέματος :							
						1064.7	m³
<u>4.2.3 Σκυρόδεμα C30/37 οπλισμένο</u>							
		ύψος (m)	εμβαδόν διατομής (m ²)			όγκος	
κορμός μεσοβάθρου Μ1.Α		2.64	13.75			36.4	m ³
κορμός μεσοβάθρου Μ2.Α		2.5	4.91			12.3	m ³
κορμός μεσοβάθρου Μ3.Α		4.25	4.91			20.9	m ³
		μήκος		εμβαδόν εγκάρσιας τομής		Όγκος	
κεφαλή μεσοβάθρου Μ1.Α	0	m	0	m ²		0.0	m ³
κεφαλή μεσοβάθρου Μ2.Α	2.5	m	10	m ²		25.0	m ³
κεφαλή μεσοβάθρου Μ3.Α	2.5	m	10	m ²		25.0	m ³
Συνολικός Όγκος Σκυροδέματος :							
						119.6	m³
<u>4.2.4 Σκυρόδεμα C35/45 οπλισμένο</u>							
		συν. επιφάνεια	μήκος				
αριστερό πεζοδρόμιο φορέα		0.7	115.92			81.1	m ³
δεξί πεζοδρόμιο φορέα		0.5	116.15			58.1	m ³
αριστερό πεζοδρόμιο ακρόβαθρο Α1.Α		1.34	5.93			7.9	m ³
δεξί πεζοδρόμιο ακρόβαθρο Α1.Α		0.85	5.93			5.0	m ³
Συνολικός Όγκος Σκυροδέματος :							
						152.2	m³

<u>4.2.5 Σκυρόδεμα C40/50 προεντεταμένο</u>							
			όγκος			όγκος	
φορέας Καταστρώματος			1174.2			1174.2	m ³

Συνολικός Όγκος Σκυροδέματος :						1174.2	m³
4.3 Σιδηροπλισμοί							
4.3.1 Σιδηρός οπλισμός (BSt 500s)							
	Όγκος σκυρ.		βάρος		Ποσότητα οπλισμού		
πάσσαλοι A1.A	366.4	m ³	50853.9	kg		138.8	kg/m ³
πάσσαλοι M1.A	498.1	m ³	68316.5	kg		137.2	kg/m ³
πάσσαλοι M2.A	491.3	m ³	67828.5	kg		138.1	kg/m ³
πάσσαλοι M3.A	491.3	m ³	67828.5	kg		138.1	kg/m ³
κεφαλόδεσμος M1.A	253.4	m ³	33857.0	kg		133.6	kg/m ³
κεφαλόδεσμος M2.A	253.4	m ³	34891.2	kg		137.7	kg/m ³
κεφαλόδεσμος M3.A	253.4	m ³	35045.2	kg		138.3	kg/m ³
ακρόβαθρο A1.A	317.4	m ³	42549.2	kg		134.1	kg/m ³
μεσόβαθρο M1.A	36.4	m ³	2701.1	kg		74.1	kg/m ³
μεσόβαθρο M2.A	37.3	m ³	7154.3	kg		191.9	kg/m ³
μεσόβαθρο M3.A	45.9	m ³	8214.4	kg		179.1	kg/m ³
σύνολο υποδομής	3044.4	m ³	419238.8	kg		137.7	kg/m ³
Φορέας ανωδομής – 1 ^η φάση			23844.2	kg			
Φορέας ανωδομής – 2 ^η φάση			24011.4	kg			
Φορέας ανωδομής – 3 ^η φάση			23914.8	kg			
Φορέας ανωδομής – 4 ^η φάση			13252.2	kg			
Φορέας ανωδομής –κατά πλάτος τομές			192395.3	kg			
Σύνολο φορέα ανωδομής	1313.4		277418	kg		211.22	kg/m ³
Συνολικό Βάρος Οπλισμού :			696657	kg			

4.4 Χάλυβας Προέντασης							
<u>4.4.1 Σκληρός Χάλυβας Προέντασης 1600/1860</u>							
	επιφάνεια κλώνου (mm ²)	Αριθμός κλώνων	Συν. Μήκος ενόντων (m)			Βάρος	
τένοντες 22T15	150	22	930.4			24102	Kg
τένοντες 27T15	150	27	463.8			14745	kg
Συνολικό Βάρος :						38847	kg
4.5 Επιφανειακά τελιώματα							
<u>4.5.1 Επιφανειακό τελίωμα τύπου Γ</u>							
			επιφάνεια			επιφάνεια	
κατάστρωμα (κάτω εμφανής επιφ.)			1550.0	m ²		1550.0	m ²
πεζοδρόμιο αριστερά			338.0	m ²		338.0	m ²
πεζοδρόμιο δεξιά			254.3	m ²		254.3	m ²
ακρόβαθρο Α1.Α			45.8	m ²		45.8	m ²
μεσόβαθρο Μ1.Α			37.1	m ²		37.1	m ²
μεσόβαθρο Μ2.Α			53.1	m ²		53.1	m ²
μεσόβαθρο Μ3.Α			66.9	m ²		66.9	m ²
Συνολικό Εμβαδό Τελειώματος Τύπου Γ :						2345.1	m²
<u>4.5.2 Αντιρρυπαντική επάλειψη</u>						2345.1	m²
4.6 Μονώσεις							
<u>4.6.1 Διπλή ασφαλτική επάλειψη</u>							
			επιφάνεια			επιφάνεια	
ακρόβαθρο Α1.Α			295.9	m ²		295.9	m ²
μεσόβαθρο Μ1.Α			208.6	m ²		208.6	m ²
μεσόβαθρο Μ2.Α			215.4	m ²		215.4	m ²
μεσόβαθρο Μ3.Α			215.3	m ²		215.3	m ²
Συνολικό Εμβαδό Ασφαλτικής Επάλειψης :						935.3	m²
<u>4.6.2 Στεγάνωση με ειδικές μεμβράνες</u>							

			επιφάνεια			επιφάνεια	
Επιφάνεια οδοστρώματος			929.0	m ²		929.0	m ²
Συνολική Επιφάνεια :						929.0	m²
<u>4.6.3 Υλικό μόρφωσης αρμού τύπου Flexcell ή ανάλογο</u>							
			θέσεις	μήκος	πάχος	επιφάνεια	
Πλάκες πρόσβασης ακροβάθρου A1.A			4	3.5	0.25	3.5	m ²
Πλάκες πρόσβασης εγκάρσια			1	8.46	0.25	2.1	m ²
Πεζοδρόμια αριστερά			17	1	0.68	11.56	m ²
Πεζοδρόμια δεξιά			17	1	0.43	7.31	m ²
Συνολική Επιφάνεια :						24.5	m²
<u>4.6.4 Σφράγιση οριζόντιων αρμών με PLASTIC 77 ή ανάλογο</u>							
				θέσεις	μήκος	μήκος	
Πλάκες πρόσβασης ακροβάθρου A1.A				4	3.5	14	m
Πλάκες πρόσβασης εγκάρσια				1	8.46	8.46	m
Πεζοδρόμια αριστερά				16	1.63	26.08	m
Πεζοδρόμια δεξιά				16	1.03	16.48	m
Συνολικό μήκος :						65.0	m
<u>4.6.5 Σφράγιση κατακόρυφων – κεκλιμένων αρμών με PLASTIJOINT ή ανάλογο</u>							
				θέσεις	μήκος	μήκος	
Πεζοδρόμια αριστερά				16	1.06	16.96	
Πεζοδρόμια δεξιά				16	1.06	16.96	
Συνολικό μήκος :						33.9	m
4.7 Αποστράγγιση							
<u>4.7.1 Σωλήνας PVC Φ 200 στραγγιστηρίων</u>							
				μήκος		μήκος	
Ακρόβαθρο A1.A				20.1	m	20.1	m
Συνολικό Μήκος :						20.1	m
<u>4.7.2 Γεώφασμα στραγγιστηρίων</u>							
			μήκος		περίμετρος	επιφάνεια	

	20.1	m	2.00	m		40.2	m ²
Συνολικό Εμβαδόν Γεωύφασματος :						40.2	m²
<u>4.7.3 Υλικό πλήρωσης στραγγιστηρίων</u>							
		μήκος		επιφάνεια		όγκος	
		20.1	m	0.23	m ²	4.6	m ³
Συνολικός Όγκος Υλικού Πλήρωσης :						4.6	m³
4.8 Διάφορα							
<u>4.8.1 Σηθαίο ασφαλείας ΣΤΕ-9</u>							
			μήκος			μήκος	
αριστερή οριογραμμή			122.02	m		122.0	m
δεξιά οριογραμμή			122.25	m		122.3	m
Συνολικό Μήκος ΣΤΕ-9 :						244.3	m
<u>4.8.2 Αρμοί διαστολής- συστολής συνολικού εύρους μετακίνησης Dk = 60 mm</u>							
		Dk (mm)	μήκος επί οδοστρώματος (m)			συν. ανηγμένο μήκος	
Ακρόβαθρο Α1.Α, αναγωγή σε Dk=60 mm		250	8			33.33	m
Συνολικό Μήκος :						33.33	m
<u>4.8.3 Ελαστομεταλλικά εφέδρανα</u>							
επιφάνεια κάτοψης		συνολικό ύψος		πλήθος		όγκος	
1.21	m ²	0.354	m	13	τεμ	5568.42	lit
Συνολικό πλήθος :						5568.4	lit

<u>4.8.4 Ασφαλτική ισωπεδωτική στρώση πάχους 0.05 m</u>							
			πλήθος στρώσεων	επιφάνεια		επιφάνεια	
επιφάνεια οδοστρώματος			1	929.0		929.04	m ²
Συνολική Επιφάνεια :						929.0	m²
<u>4.8.5 Ασφαλτική στρώση</u>							

κυκλοφορίας πάχους 0.05m						
			πλήθος στρώσεων	επιφάνεια		επιφάνεια
Επιφάνεια οδοστρώματος			1	929.0		929.04 m ²
Συνολική Επιφάνεια :						929.0 m²
4.8.6 Αντιολισθηρή στρώση κυκλοφορίας πάχους 0.04 m						
			πλήθος στρώσεων	επιφάνεια		επιφάνεια
Επιφάνεια οδοστρώματος			1	929.0		929.04 m ²
Συνολική Επιφάνεια :						929.0 m²

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ –ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

Σημείωση: Η μελέτη εκπονήθηκε από τον Τηλέμαχο Παναγιωτάκο, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό της τεχνικής εταιρείας «DENCO Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.».

5.1 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΑΝΑΔΩΜΗΣ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFiStiK.



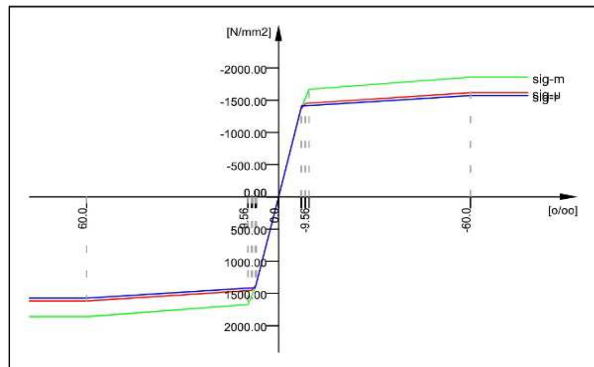
DENCO S.A. - 16 Kifisias Ave - 15125 - Maroussi - Greece (06645)
 AQUA - GENERAL CROSS SECTIONS (V 15.62-23)

STRUCTURE 6
 MATERIALS - SECTIONS

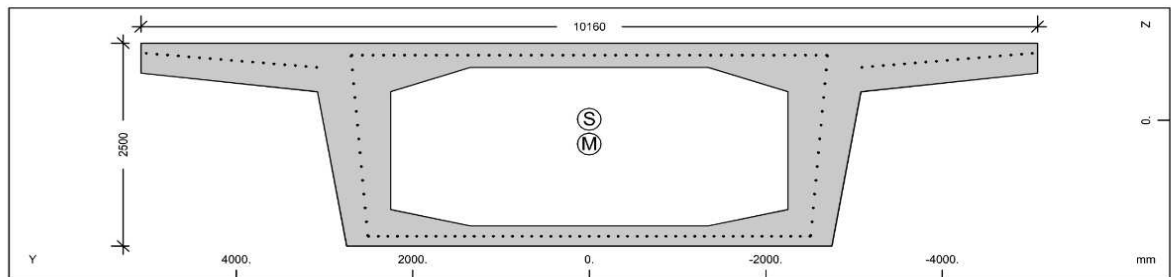
No. 12 St 1670 S (DIN 1045-1) (mod) PRE

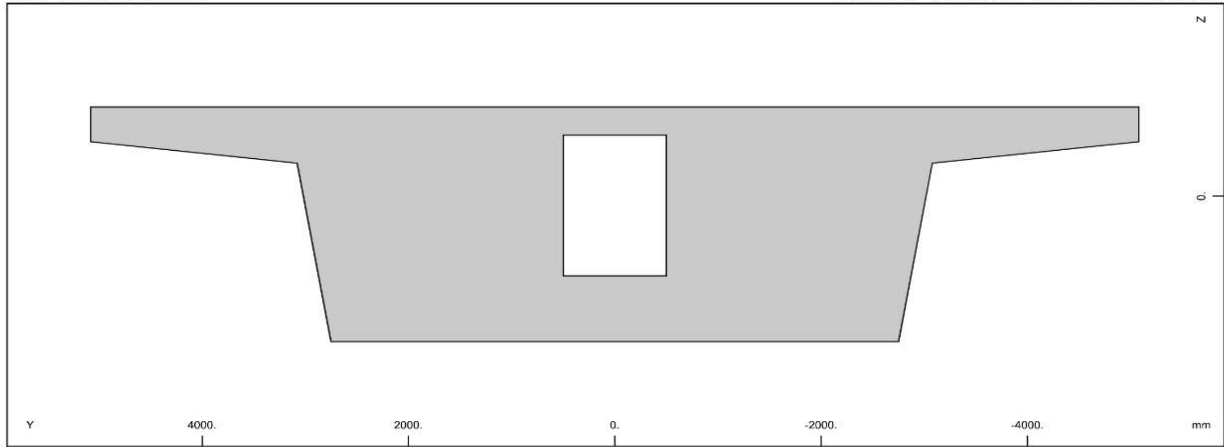
Is also extended beyond the defined stress range	1000.000	1860.00	0
	60.000	1860.00	0
	9.564	1670.00	3767
	7.006	1366.10	118782
	0.000	0.00	195000
	-7.006	-1366.10	195000
	-9.564	-1670.00	118782
	-60.000	-1860.00	3767
	-1000.000	-1860.00	0
	Safetyfactor		1.15
Stress-Strain for ultimate load	eps[o/oo]	sig-u[N/mm2]	E-t[N/mm2]
Is also extended beyond the defined stress range	1000.000	1617.39	0
	60.000	1617.39	0
	8.447	1452.17	3205
	7.006	1366.10	59715
	0.000	0.00	195000
	-7.006	-1366.10	195000
	-8.447	-1452.17	59715
	-60.000	-1617.39	3205
	-1000.000	-1617.39	0
	Safetyfactor		(1.15)
Stress-Strain of calc. mean values	eps[o/oo]	sig-r[N/mm2]	E-t[N/mm2]
Is also extended beyond the defined stress range	1000.000	1573.85	0
	60.000	1573.85	0
	8.247	1413.08	3106
	7.247	1413.08	0
	0.000	0.00	195000
	-7.247	-1413.08	195000
	-8.247	-1413.08	0
	-60.000	-1573.85	3106
	-1000.000	-1573.85	0
	Safetyfactor		(1.30)

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

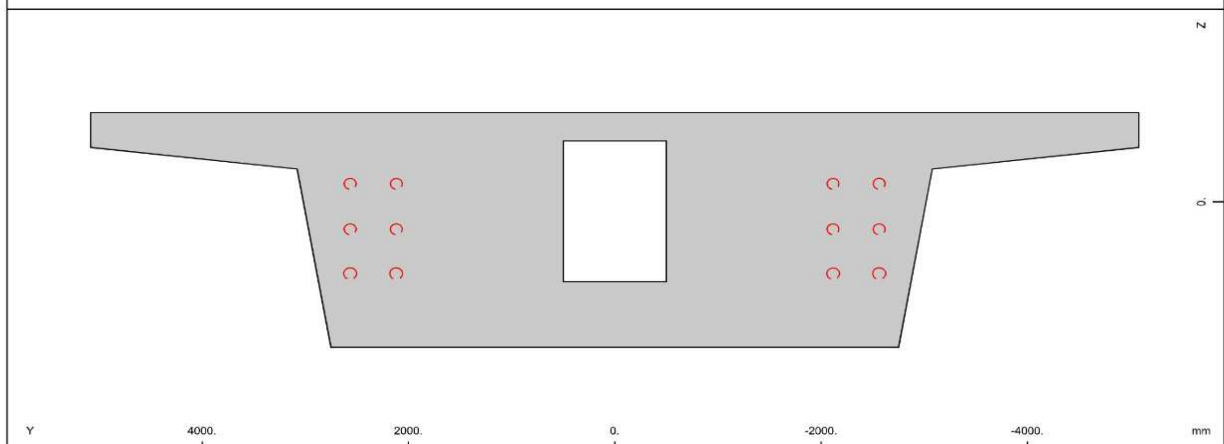


Cross section No. 1 - KIBQTIO-ANOITMA

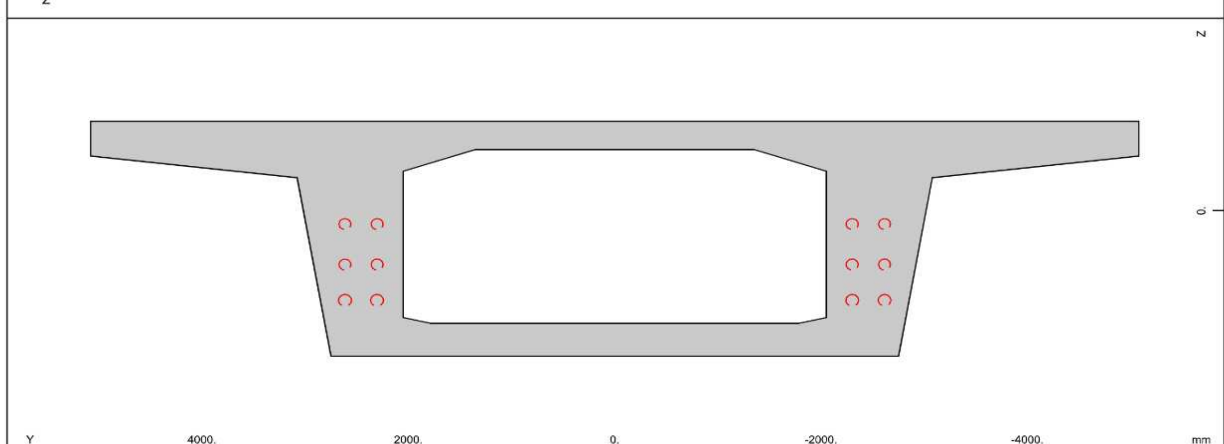




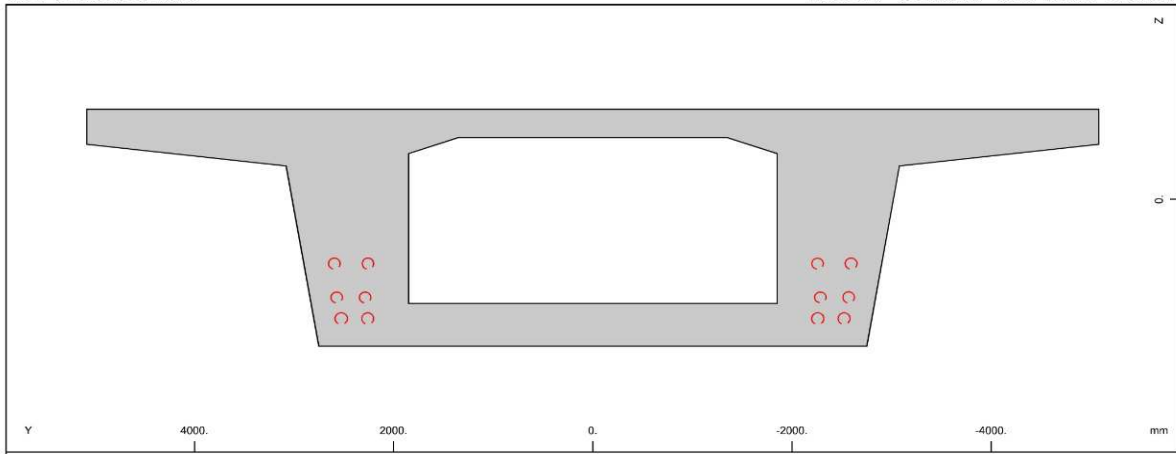
Y X Z Cross section No 3 beam 110001 x = 0.000 construction stage 1 M 1 : 64



Y X Z Cross section No 3 beam 110002 x = 0.000 construction stage 1 M 1 : 64

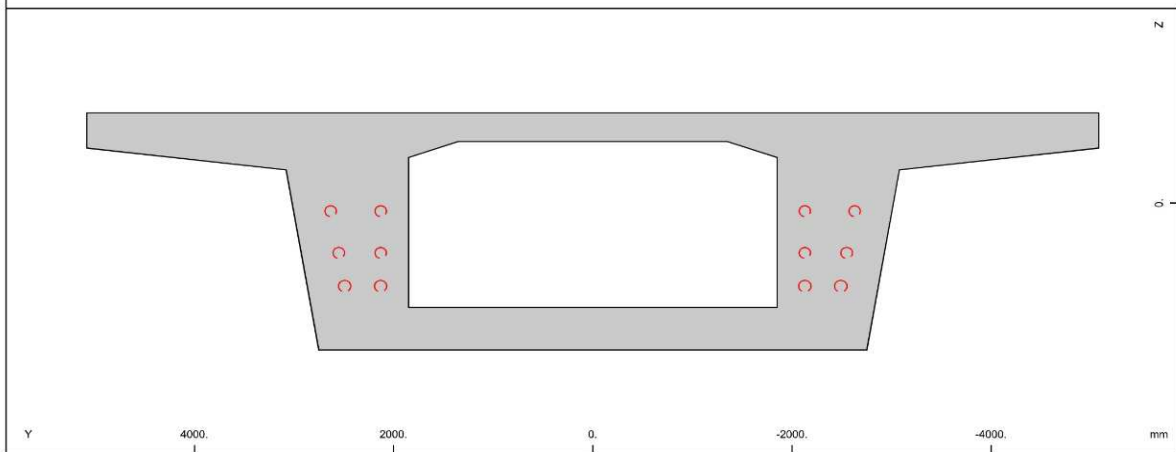


Y X Z Cross section No 4 beam 110003 x = 0.000 construction stage 1 M 1 : 64



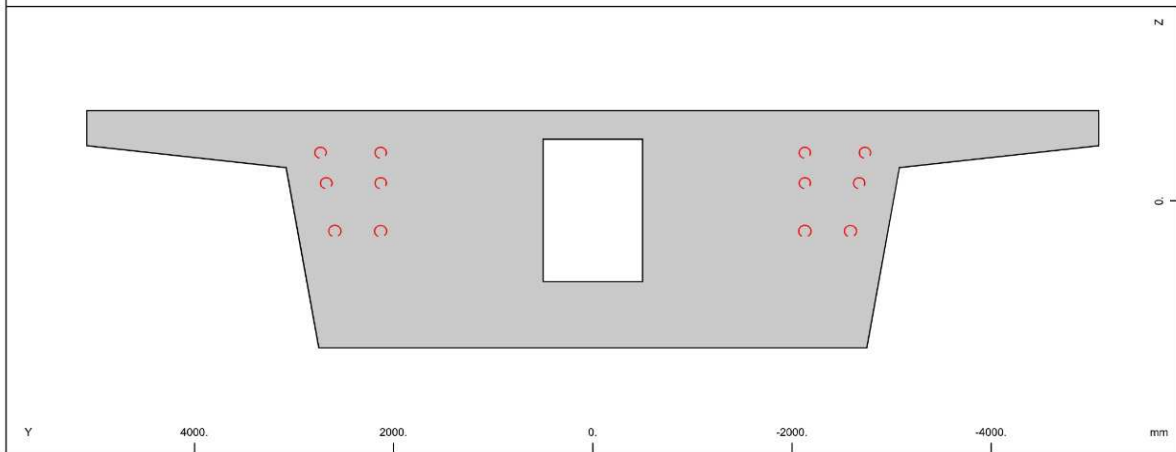
Cross section No 2 beam 120025 x = 0.000 construction stage 1

M 1 : 64



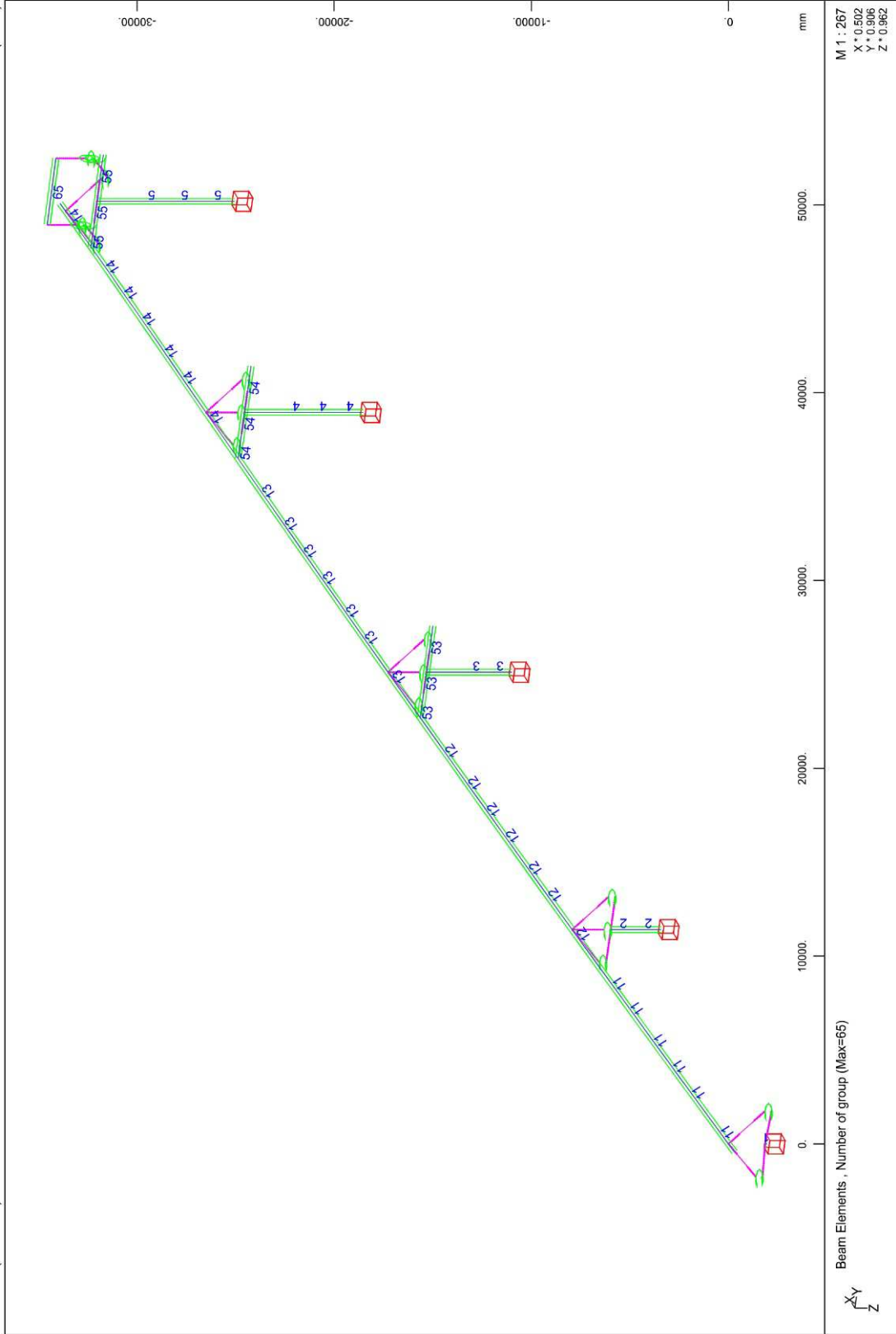
Cross section No 2 beam 130026 x = 0.000 construction stage 1

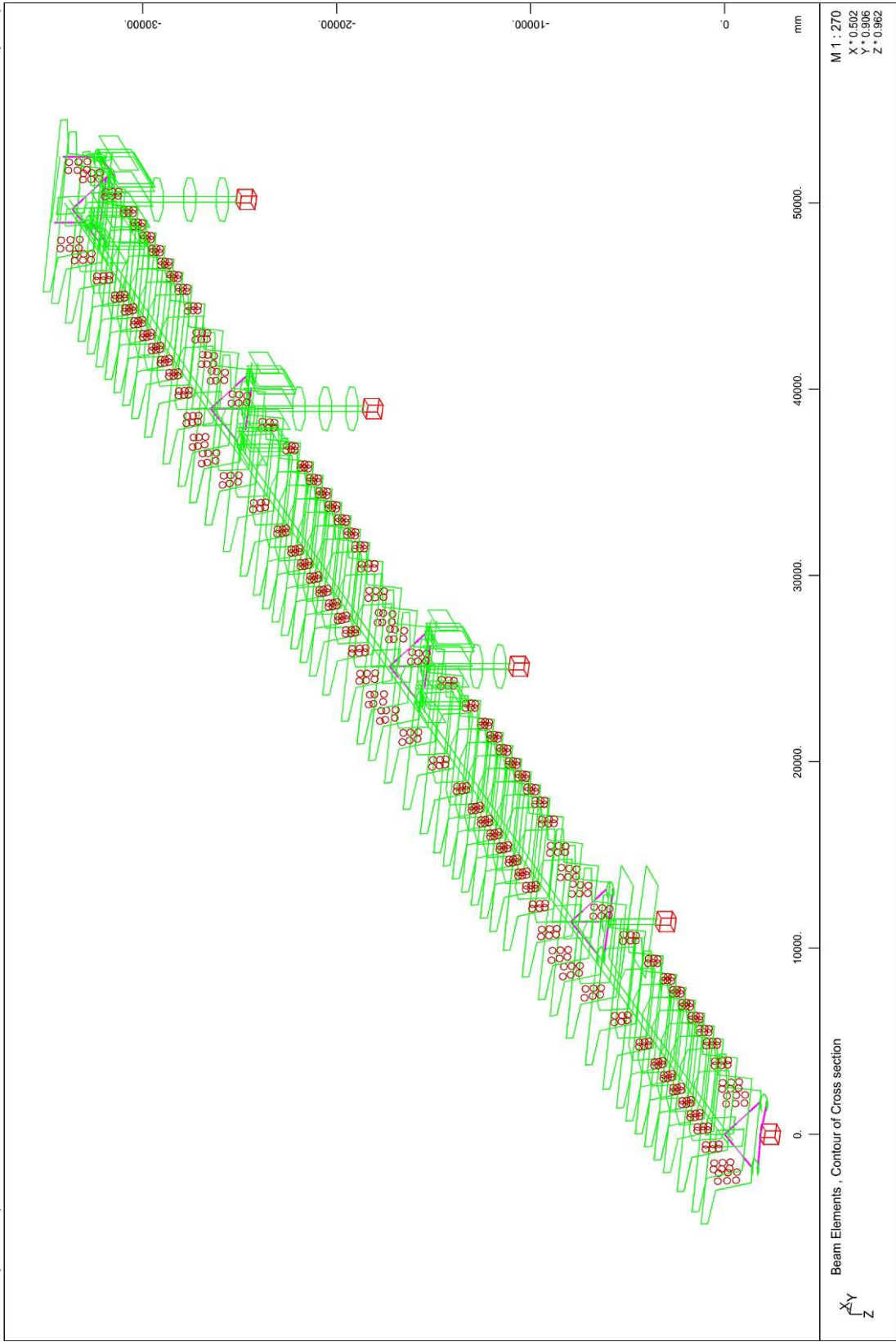
M 1 : 64

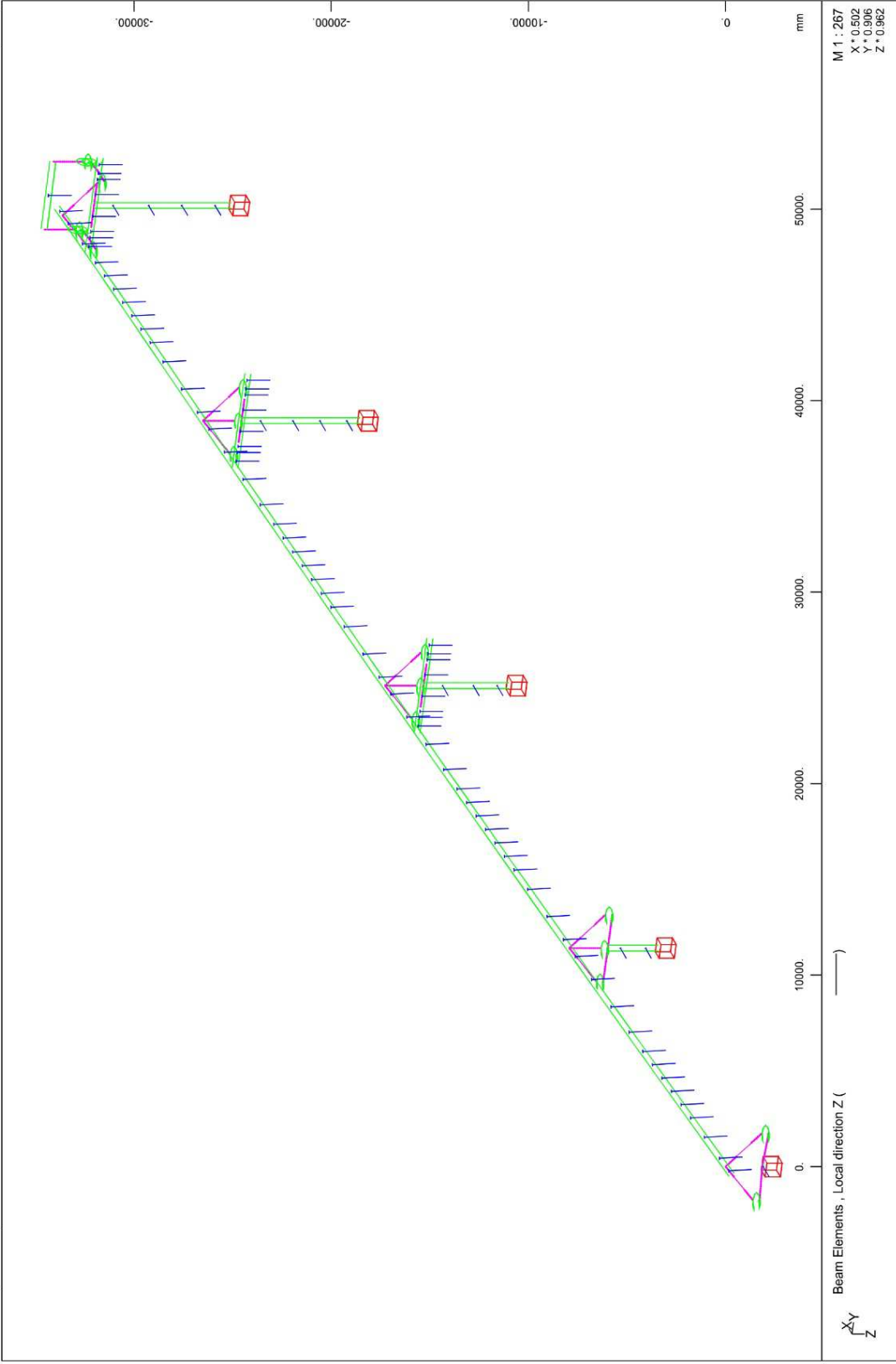


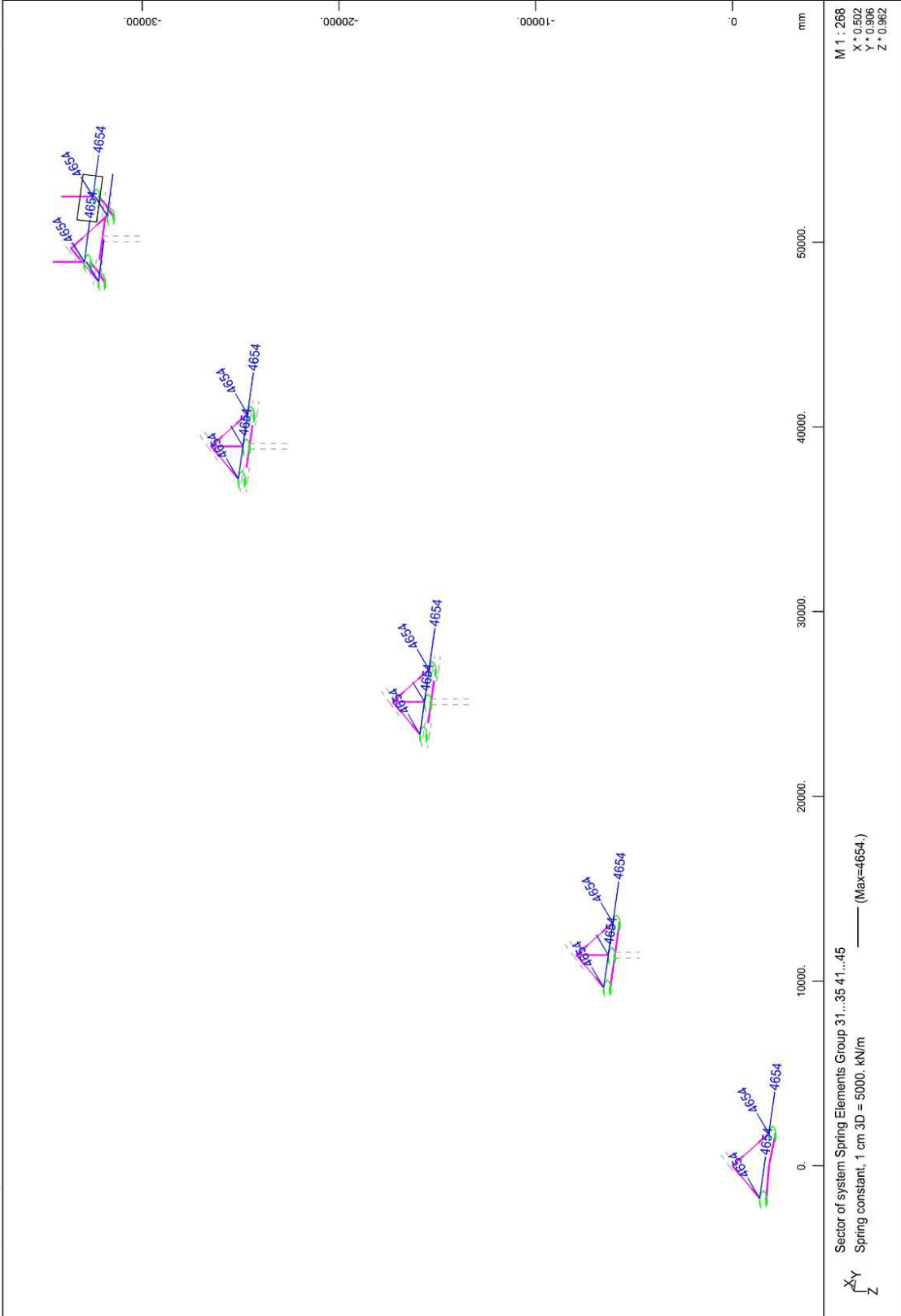
Cross section No 3 beam 130027 x = 0.000 construction stage 1

M 1 : 64



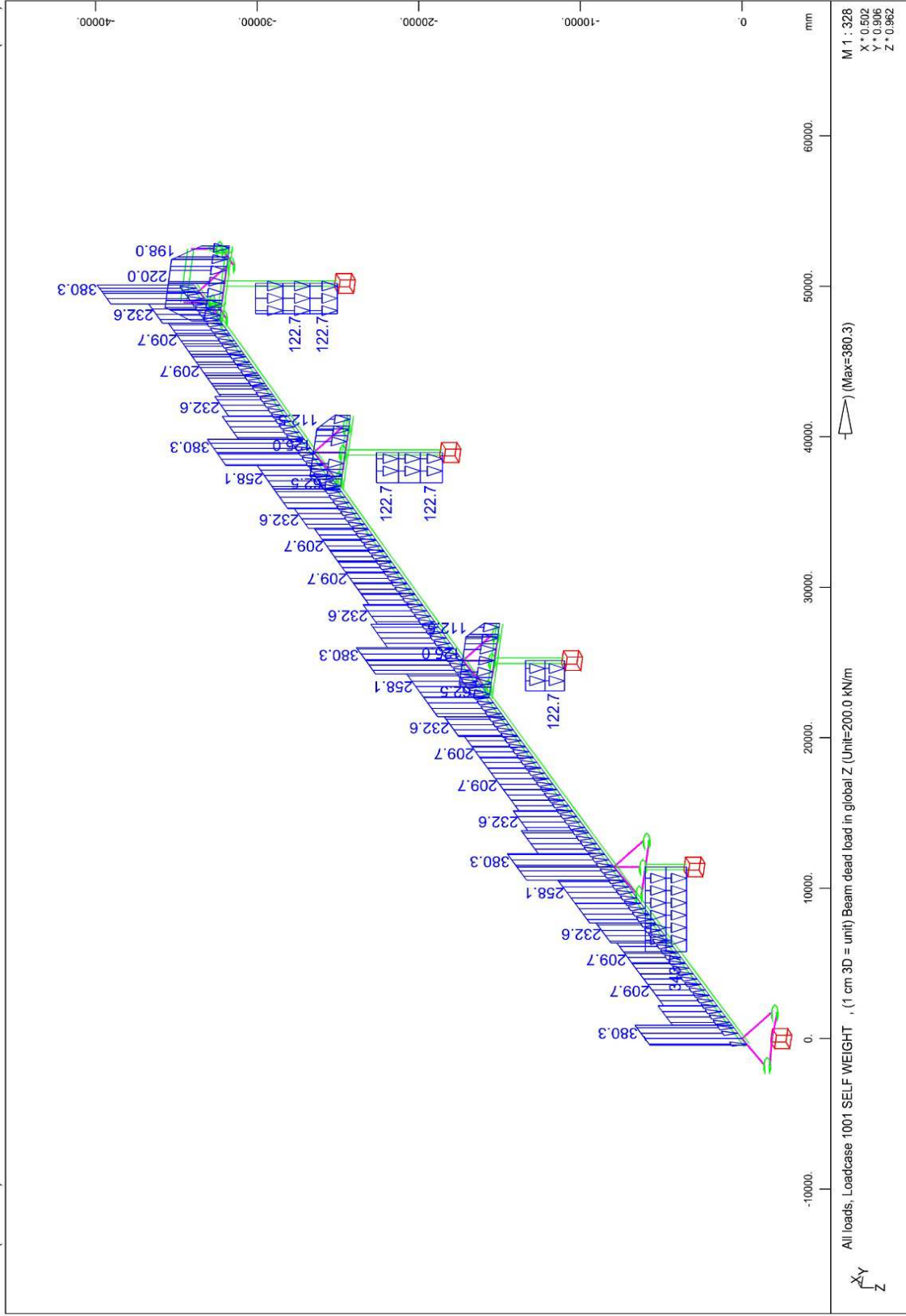


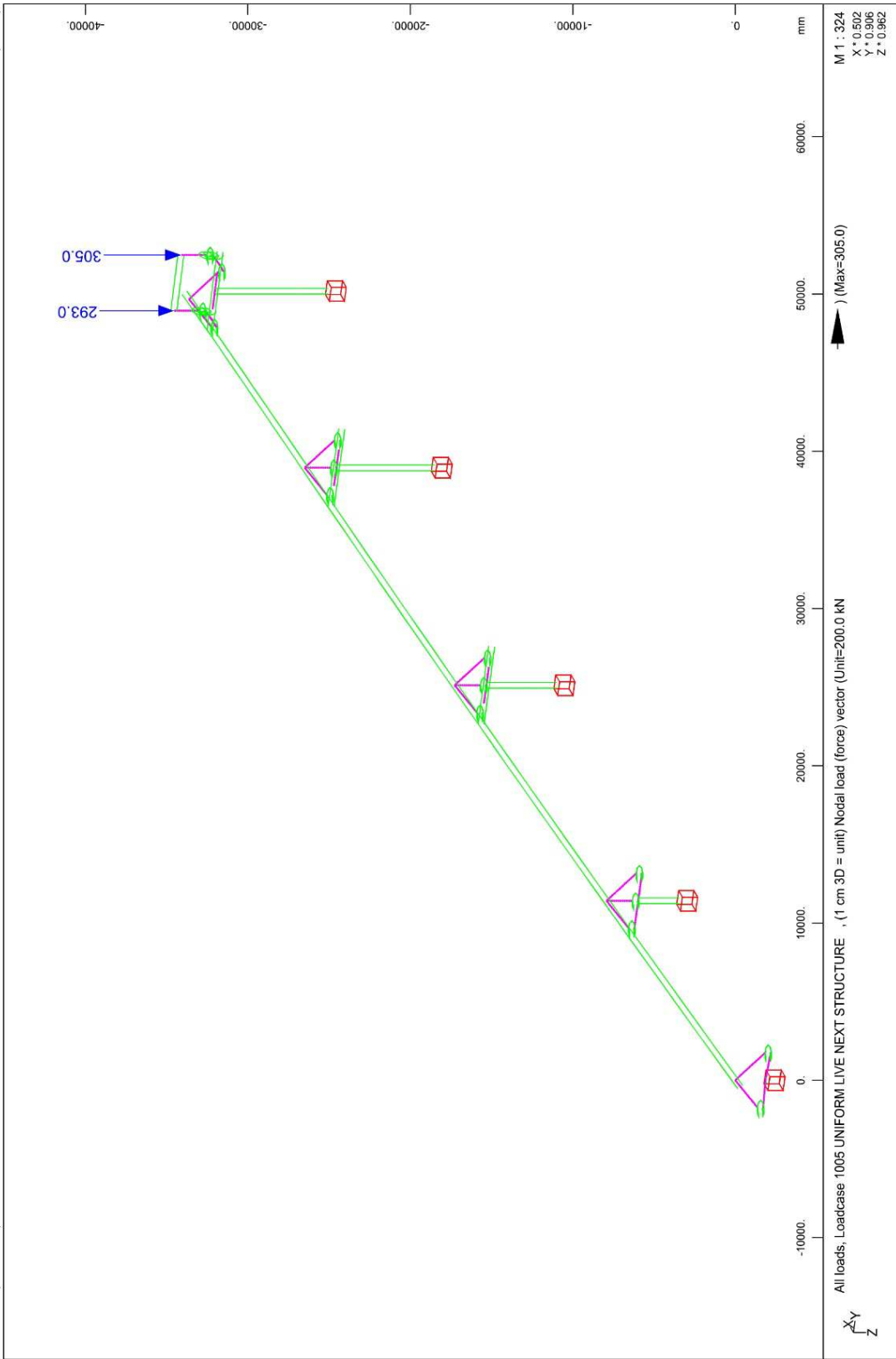




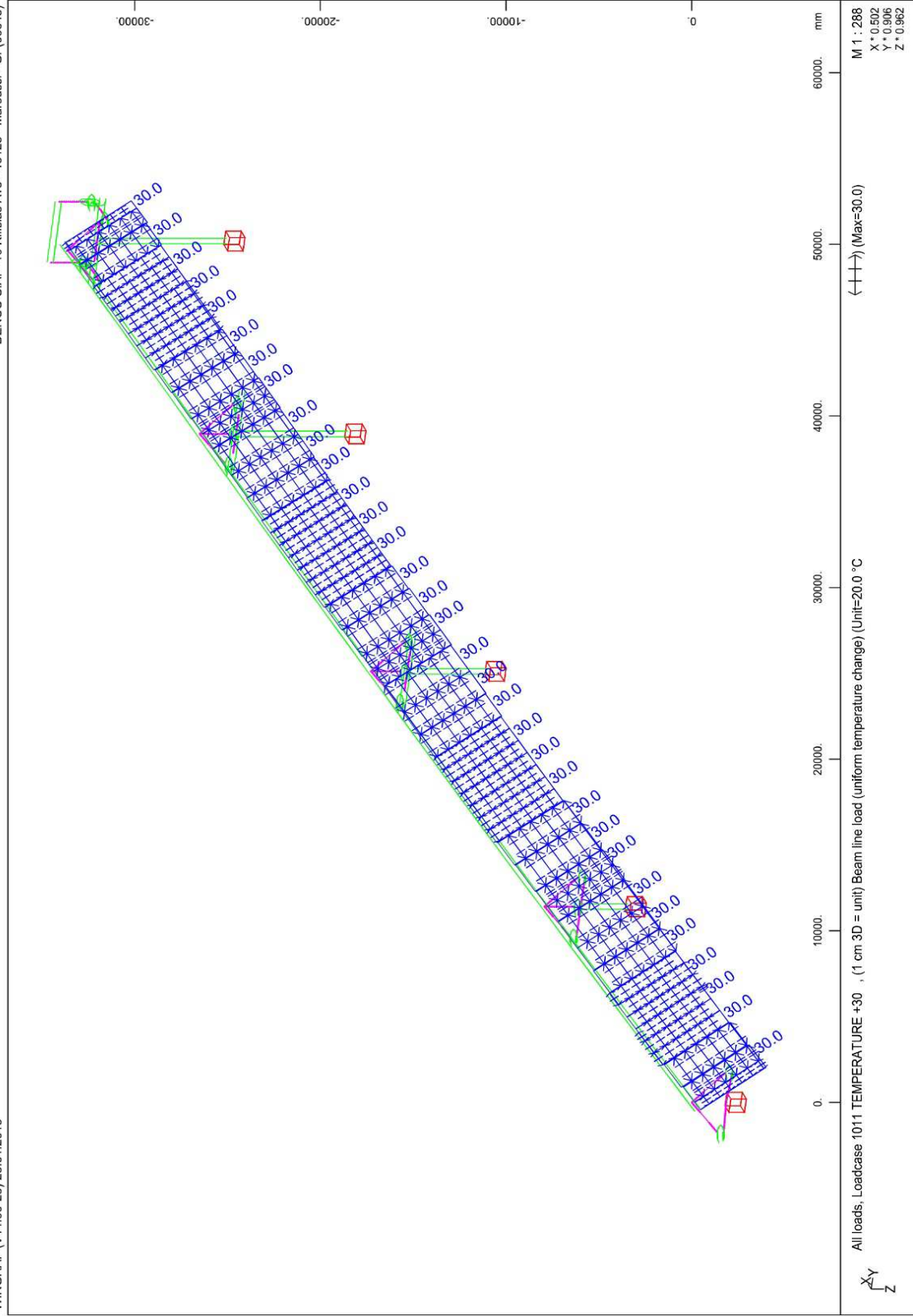
STRUCTURE 6

STRUCTURE

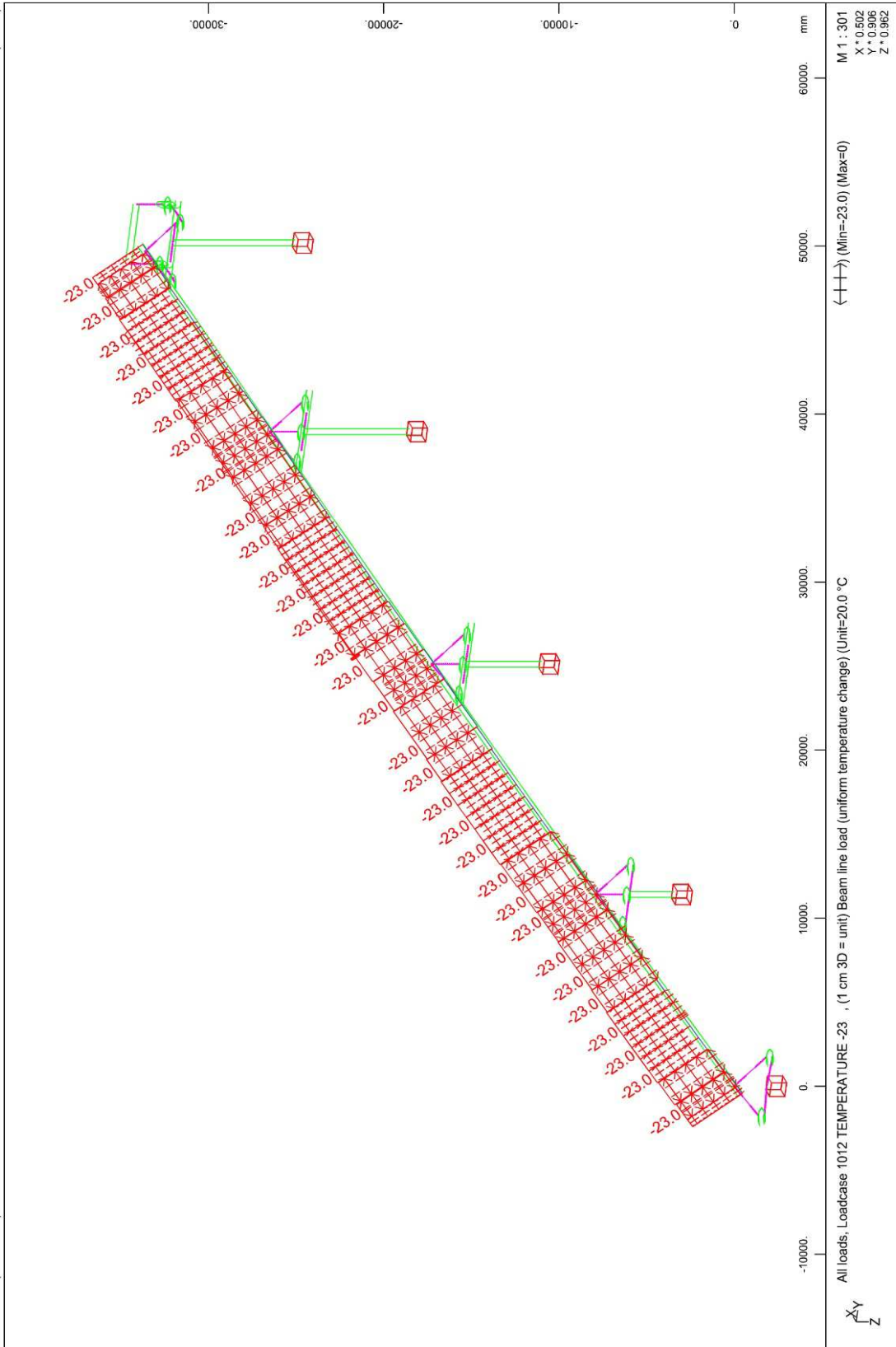




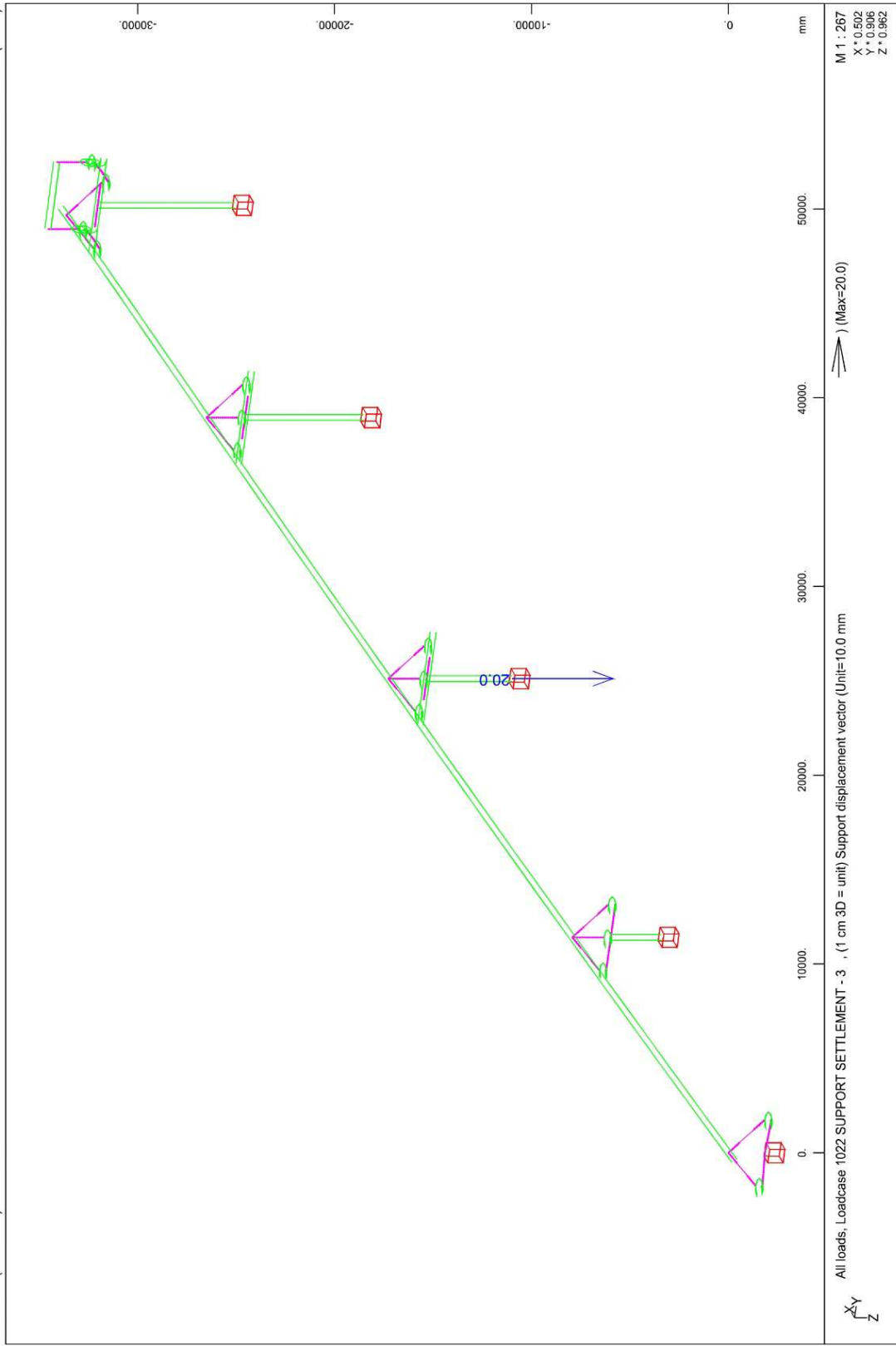
STRUCTURE 6
LOADS



STRUCTURE 6
LOADS



STRUCTURE 6
LOADS



STRUCTURE 6
LOADS

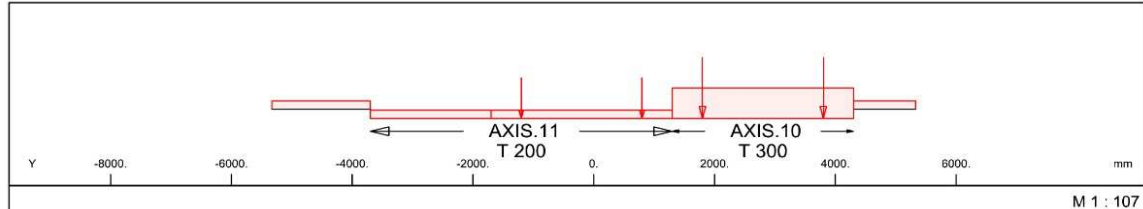


DENCO S.A. - 16 Kifisias Ave - 15125 - Maroussi - Greece (06645)
 ELLA - EXTENDED LIVE LOAD ANALYSIS (V 12.41-23)

STRUCTURE 6
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

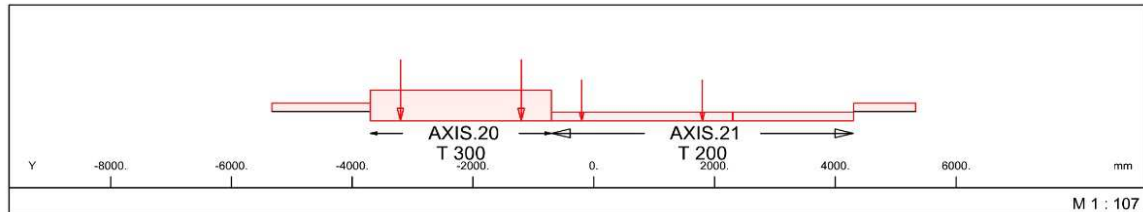
Evaluation : Case 1 Traffic-CHAR.

Lane	LC	fact	p[kN/m2]	v[km/h]	yex[mm]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.10	300 TS 300kN	1.00	2.50	0.0	0			
AXIS.11	200 TS 200kN	1.00	2.50	0.0	0	synchronized with AXIS.10		



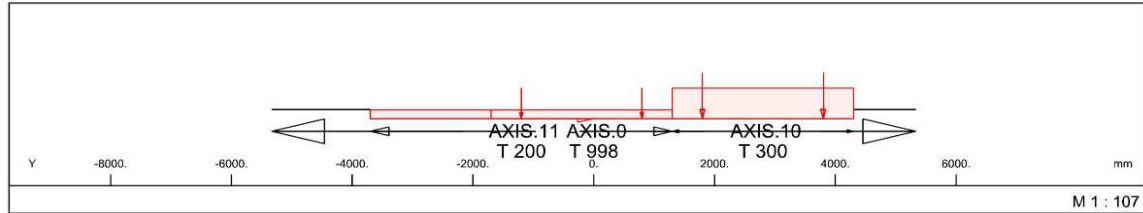
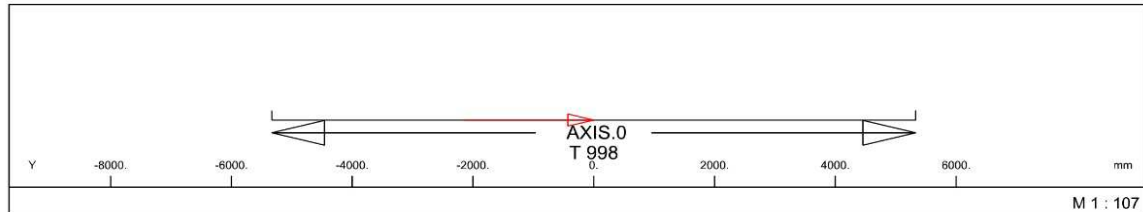
Evaluation : Case 2 Traffic-CHAR.

Lane	LC	fact	p[kN/m2]	v[km/h]	yex[mm]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.20	300 TS 300kN	1.00	2.50	0.0	0			
AXIS.21	200 TS 200kN	1.00	2.50	0.0	0	synchronized with AXIS.20		



Evaluation : Case 3 Traffic-CHAR.

Lane	LC	fact	p[kN/m2]	v[km/h]	yex[mm]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.0	998 TRANS. BRAKING &	1.00	0.00	0.0	0	synchronized with AXIS.10		
AXIS.10	300 TS 300kN	1.00	1.00	0.0	0			
AXIS.11	200 TS 200kN	1.00	1.00	0.0	0	synchronized with AXIS.10		



Evaluation : Case 4 Traffic-CHAR.

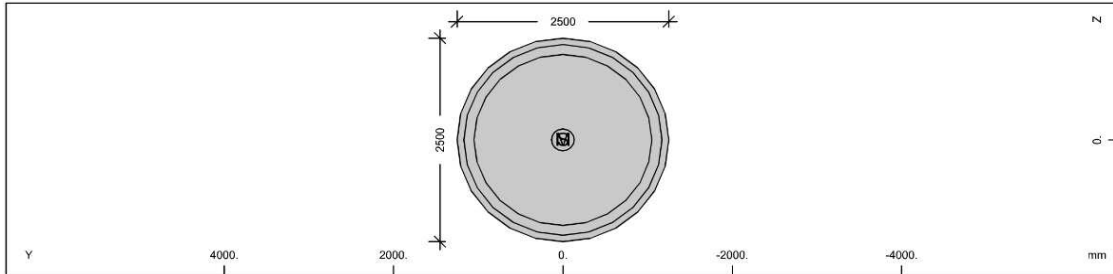
Lane	LC	fact	p[kN/m2]	v[km/h]	yex[mm]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.0	998 TRANS. BRAKING &	1.00	0.00	0.0	0	synchronized with AXIS.20		
AXIS.20	300 TS 300kN	1.00	1.00	0.0	0			
AXIS.21	200 TS 200kN	1.00	1.00	0.0	0	synchronized with AXIS.20		

SOFSTIK AG - www.sofstik.com



DENCO S.A. - 16 Kifisias Ave - 15125 - Maroussi - Greece (06645)
 AQUA - GENERAL CROSS SECTIONS (V 15.62-23)

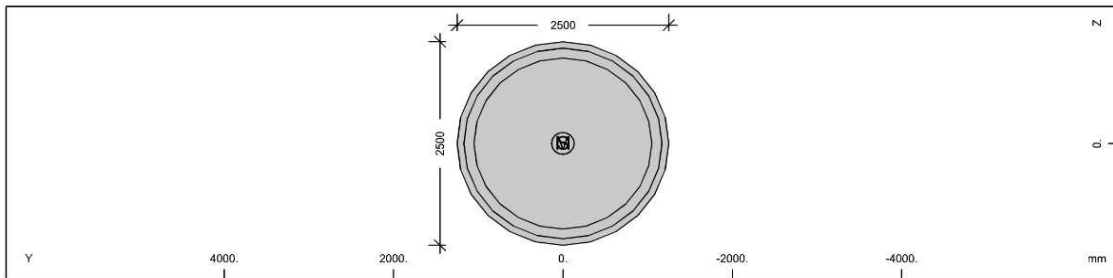
STRUCTURE 6
 DECK STIFFNESS REDUCTION FOR SEISMIC ANALYSIS



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
22	=	BAØPO-M2.A						
(COMP)	2	4.9087E+06		1.917E+12	0.0	0.0	28309	122.72
	11	3.835E+12		1.917E+12	0.0	0.0	11796	

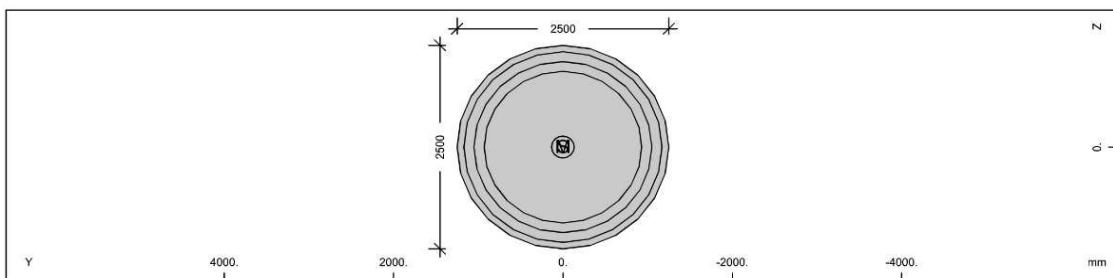
Cross section No. 23 - BAØPO-M3.A



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
23	=	BAØPO-M3.A						
(COMP)	2	4.9087E+06		1.917E+12	0.0	0.0	28309	122.72
	11	3.835E+12		1.917E+12	0.0	0.0	11796	

Cross section No. 24 - BAØPO-M4.A



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
24	=	BAØPO-M4.A						
	2	4.9087E+06		1.917E+12	0.0	0.0	28309	122.72
	11	3.835E+12		1.917E+12	0.0	0.0	11796	

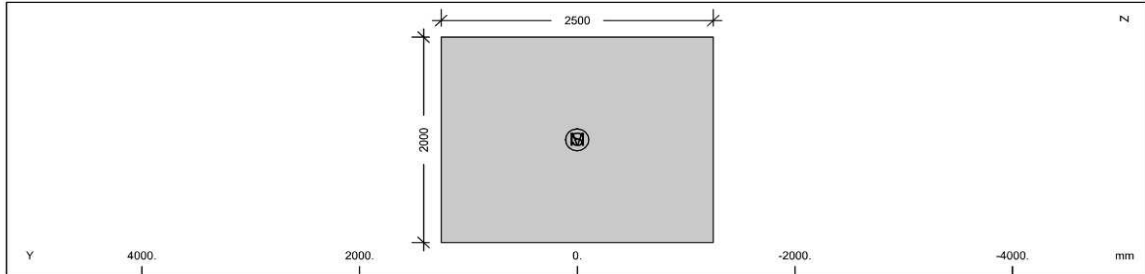
Cross section No. 41 - KEØ-BAØPOY-M2.A-(1)

SOFISTIK AG - www.sofistik.com



DENCO S.A. - 16 Kifisias Ave - 15125 - Maroussi - Greece (06645)
 AQUA - GENERAL CROSS SECTIONS (V 15.62-23)

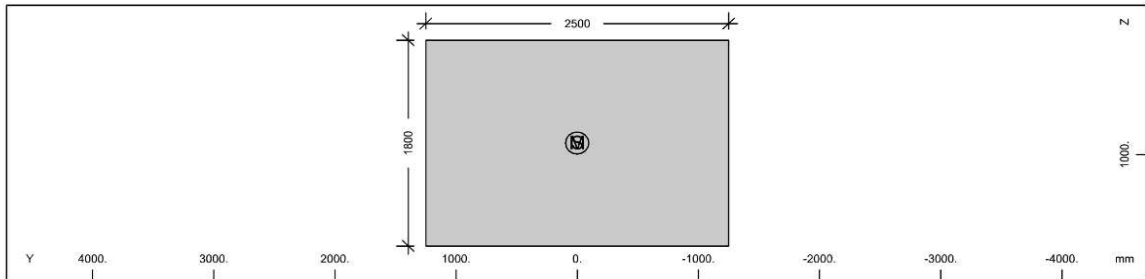
STRUCTURE 6
 DECK STIFFNESS REDUCTION FOR SEISMIC ANALYSIS



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
51	=	KEΦ-BAΦPOY-M3.A-(1)						
	NoR	It [mm ⁴]						
	2	5.0000E+06		1.667E+12	0.0	0.0	28309	125.00
	11	3.436E+12		2.604E+12	1000.0	1000.0	11796	

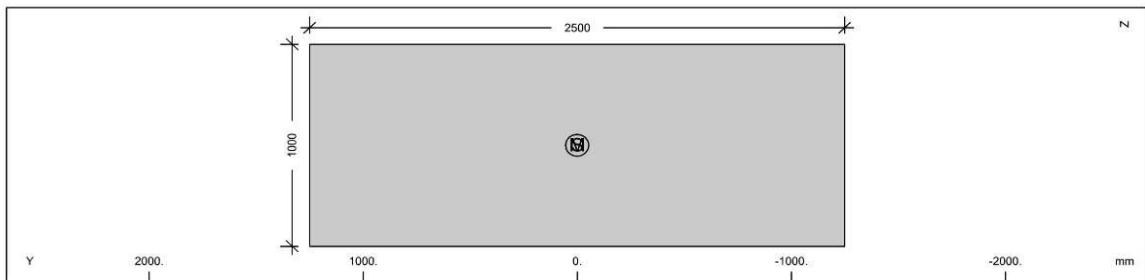
Cross section No. 52 - KEΦ-BAΦPOY-M3.A-(2)



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
52	=	KEΦ-BAΦPOY-M3.A-(2)						
	NoR	It [mm ⁴]						
	2	4.5000E+06		1.215E+12	0.0	0.0	28309	112.50
	11	2.711E+12		2.344E+12	900.0	900.0	11796	

Cross section No. 53 - KEΦ-BAΦPOY-M3.A-(3)



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
53	=	KEΦ-BAΦPOY-M3.A-(3)						
	NoR	It [mm ⁴]						
	2	2.5000E+06		2.083E+11	0.0	0.0	28309	62.50
	11	6.240E+11		1.302E+12	500.0	500.0	11796	

Cross section No. 61 - KEΦ-BAΦPOY-M4.A-(1)

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

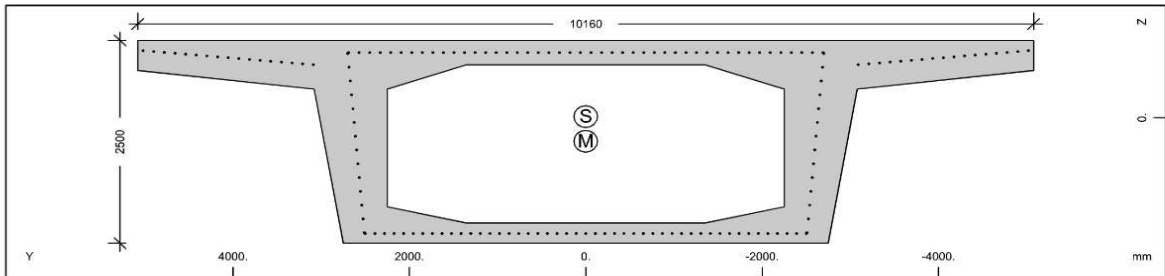
STRUCTURE 6
 REDEFINITION OF CROSS-SECTIONS

Default design code is DIN Fachbericht 102 Massivbrücken (2003) (Germany)
 Klasse(Tab.4.118): D
 Wind zone : Binnenland

Materials

- No. 1 C 40/50 (DIN 1045-1)
- No. 2 C 30/37 (DIN 1045-1)
- No. 9 C 30/37 (DIN 1045-1)
- No. 11 BSt 500 SA (DIN 1045-1)
- No. 12 St 1670 S (DIN 1045-1) (mod) PRE

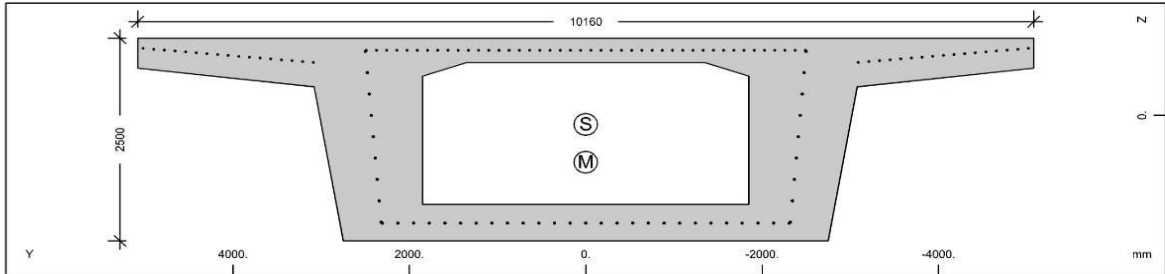
Cross section No. 1 - KIBQTIO-ANOITMA



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
1	=	KIBQTIO-ANOITMA						
	1	8.3880E+06		6.404E+12	0.0	0.0	31387	209.70
	11	1.456E+13		6.178E+13	-11.5	293.7	13078	

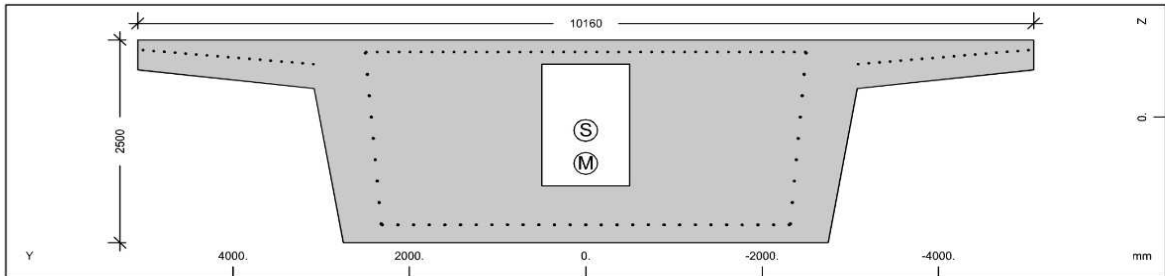
Cross section No. 2 - KIBQTIO-ENIEX



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
2	=	KIBQTIO-ENIEX						
	1	1.0323E+07		7.671E+12	0.0	0.0	31387	258.08
	11	1.685E+13		6.771E+13	113.7	579.5	13078	

Cross section No. 3 - KIBQTIO-ETHP



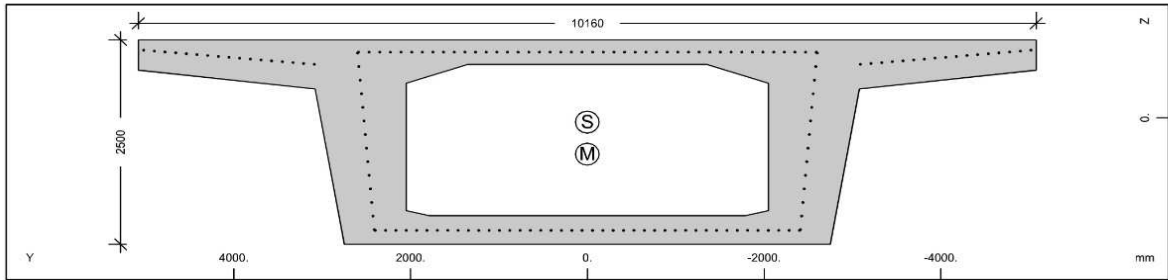
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 6
 REDEFINITION OF CROSS-SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
3	=	KIBQTIO-ETHP						
	NoR	It [mm ⁴]						
	1	1.5213E+07		9.038E+12	0.0	0.0	31387	380.33
	11	2.043E+13		7.473E+13	166.4	572.6	13078	

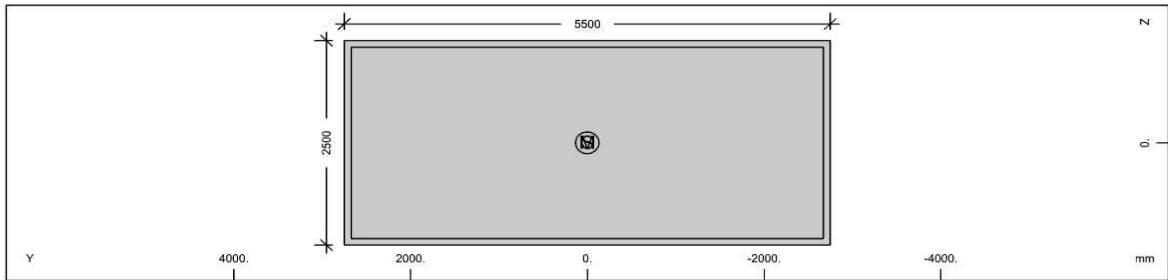
Cross section No. 4 - KIBQTIO-ENAIAMEEH



Static properties of cross section

No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
4	=	KIBQTIO-ENAIAMEEH						
	NoR	It [mm ⁴]						
	1	9.3046E+06		7.064E+12	0.0	0.0	31387	232.61
	11	1.584E+13		6.482E+13	56.1	446.6	13078	

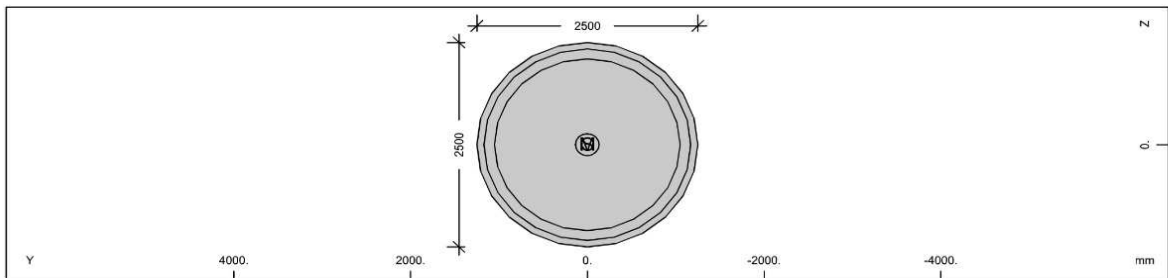
Cross section No. 21 - BA@PO-M1.A



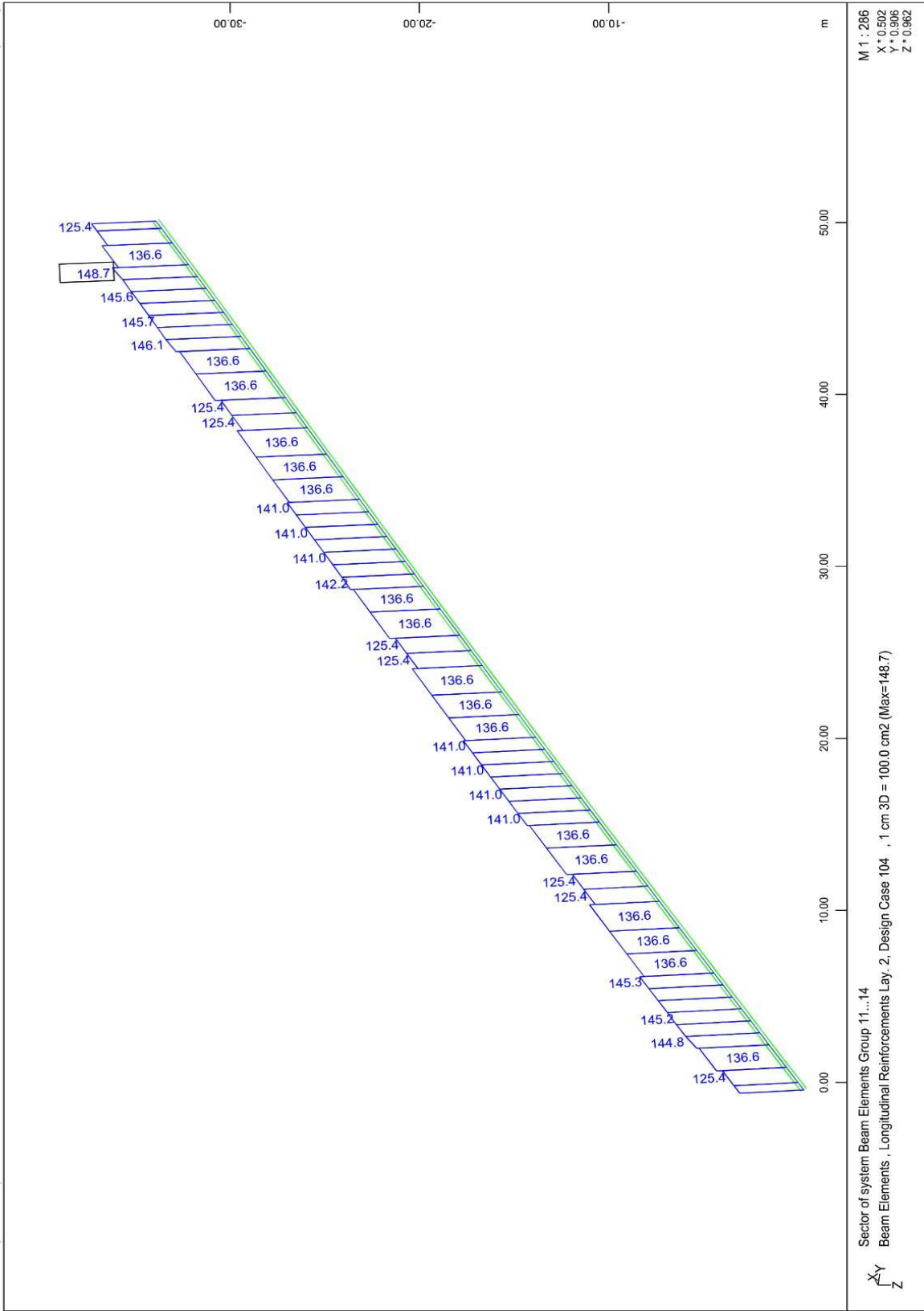
Static properties of cross section

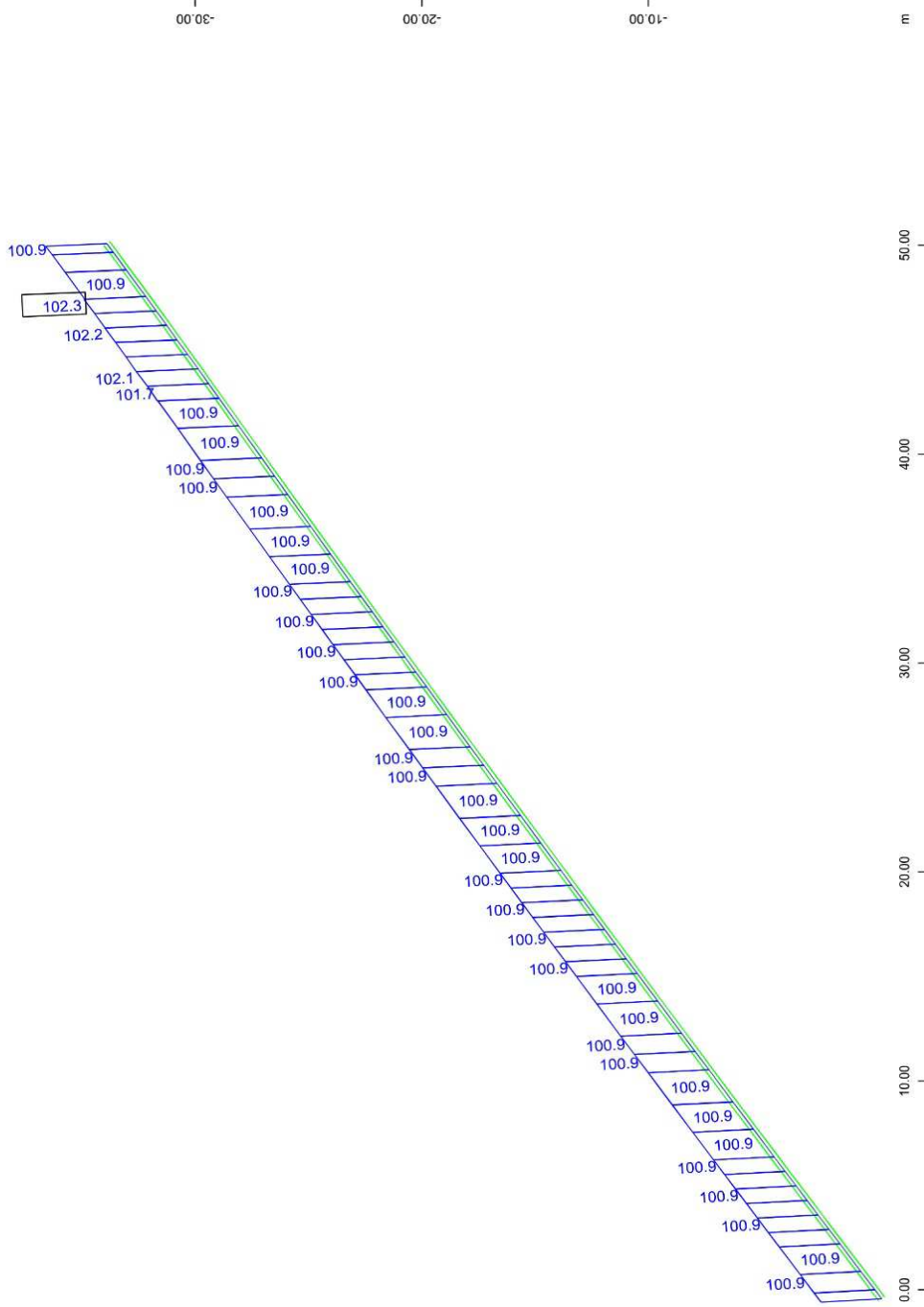
No.	Mat	A [mm ²]	Ay/Az/Ayz [mm ²]	Iy/Iz/Iyz [mm ⁴]	ys/zs [mm]	y/z-sc [mm]	modules [N/mm ²]	gam [kN/m]
21	=	BA@PO-M1.A						
	NoR	It [mm ⁴]						
	2	1.3750E+07		7.161E+12	0.0	0.0	28309	343.75
	11	2.047E+13		3.466E+13	0.0	0.0	11796	

Cross section No. 22 - BA@PO-M2.A



SOFISTIK AG - www.sofistik.com



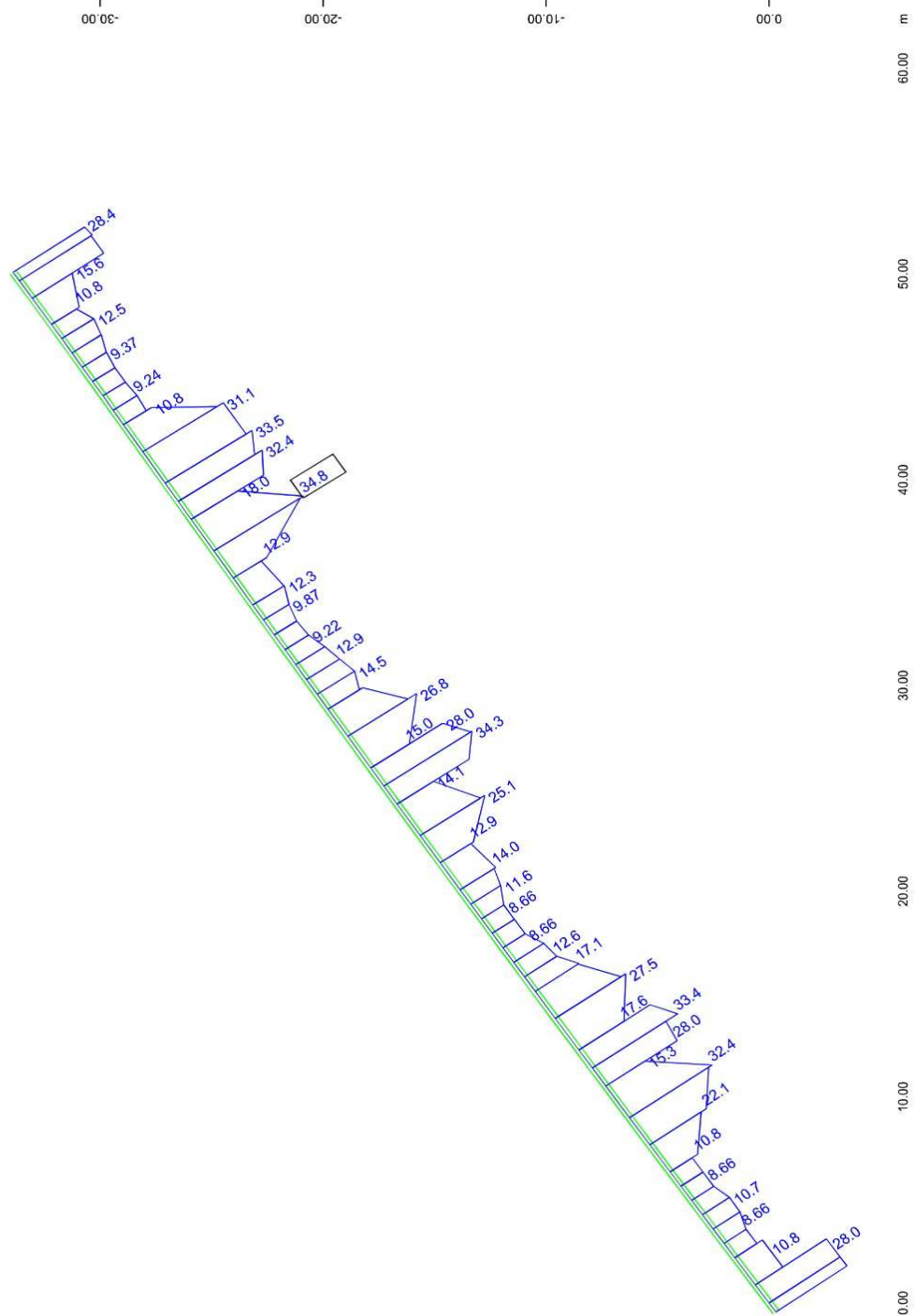


M 1 : 280
X*0.502
Y*0.906
Z*0.962

Sector of system Beam Elements Group 11...14
Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. 4, Design Case 104 , 1 cm 3D = 100.0 cm2 (Max=102.3)

X
Y
Z

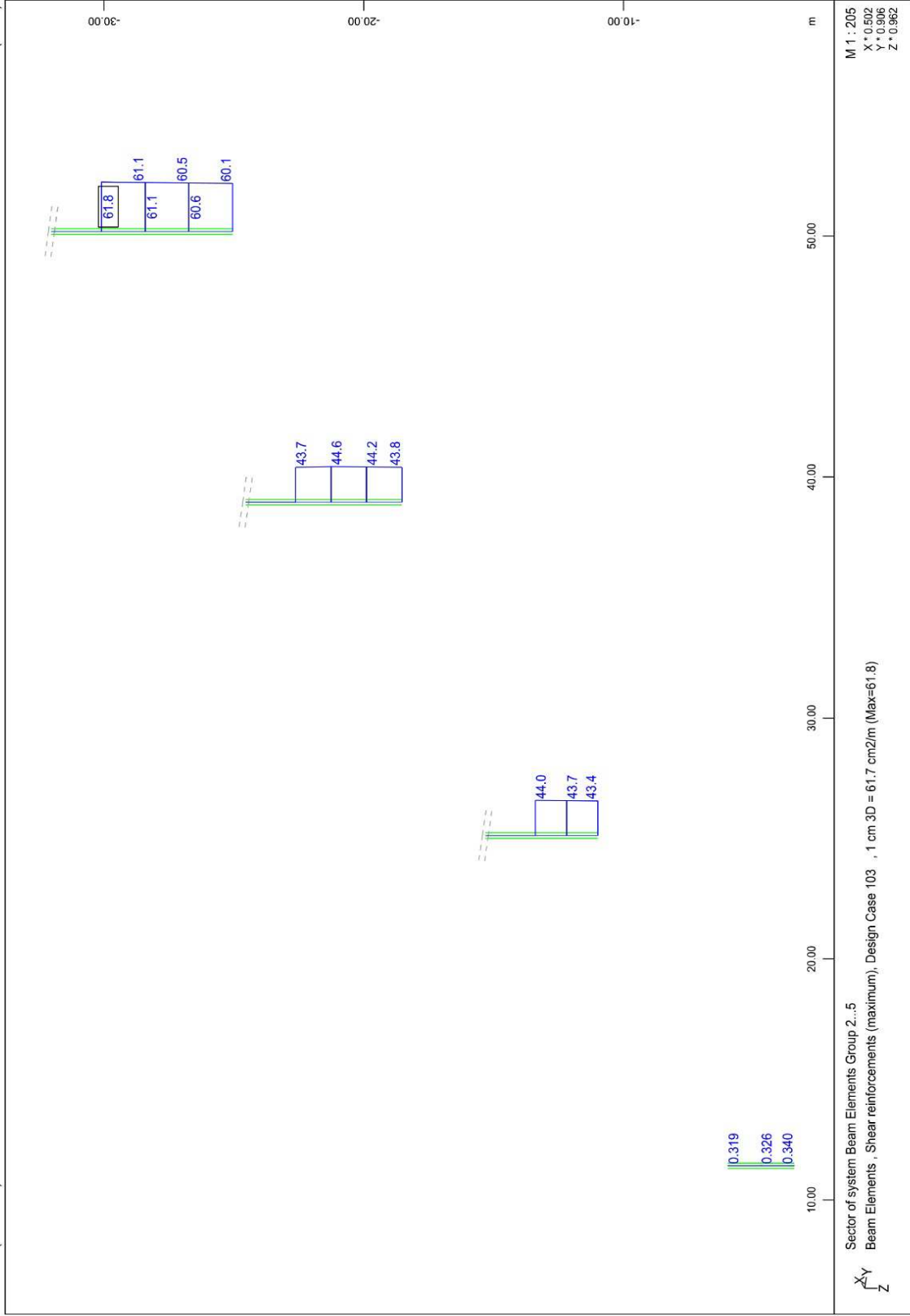
STRUCTURE 6
DECK REQUIRED BENDING REINFORCEMENT: LAY1=BOTTOM, LAY2=TOP, LAY3=WEBS (TOTAL), LAY4=CANTILEVERS (TOTAL)



Sector of system Beam Elements Group 11...14
 Beam Elements , Stirrup Reinforcements Lay. 1, Design Case 103 , 1 cm 3D = 20.0 cm²/m (Max=34.8)

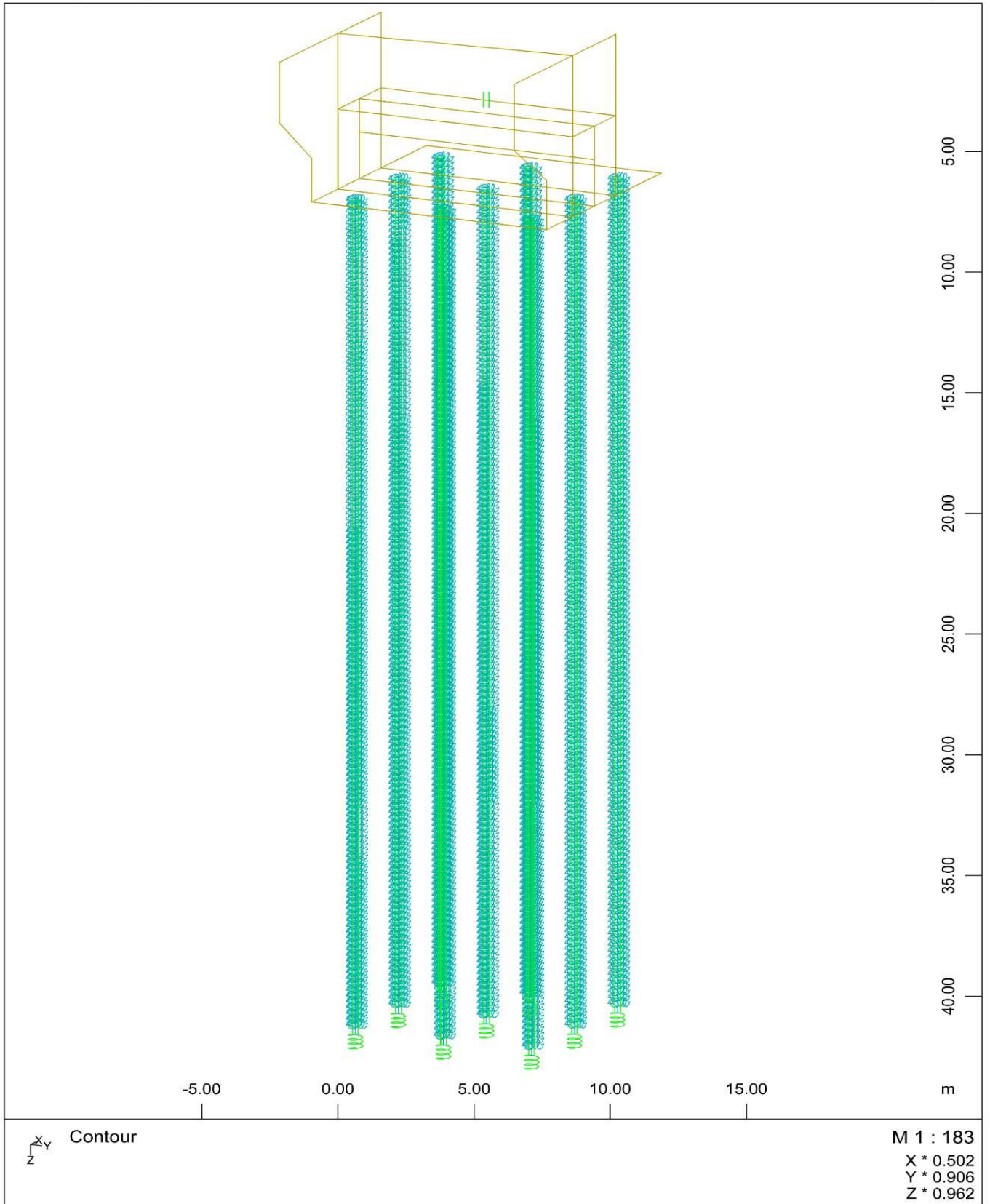
M 1 : 278
 X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.982

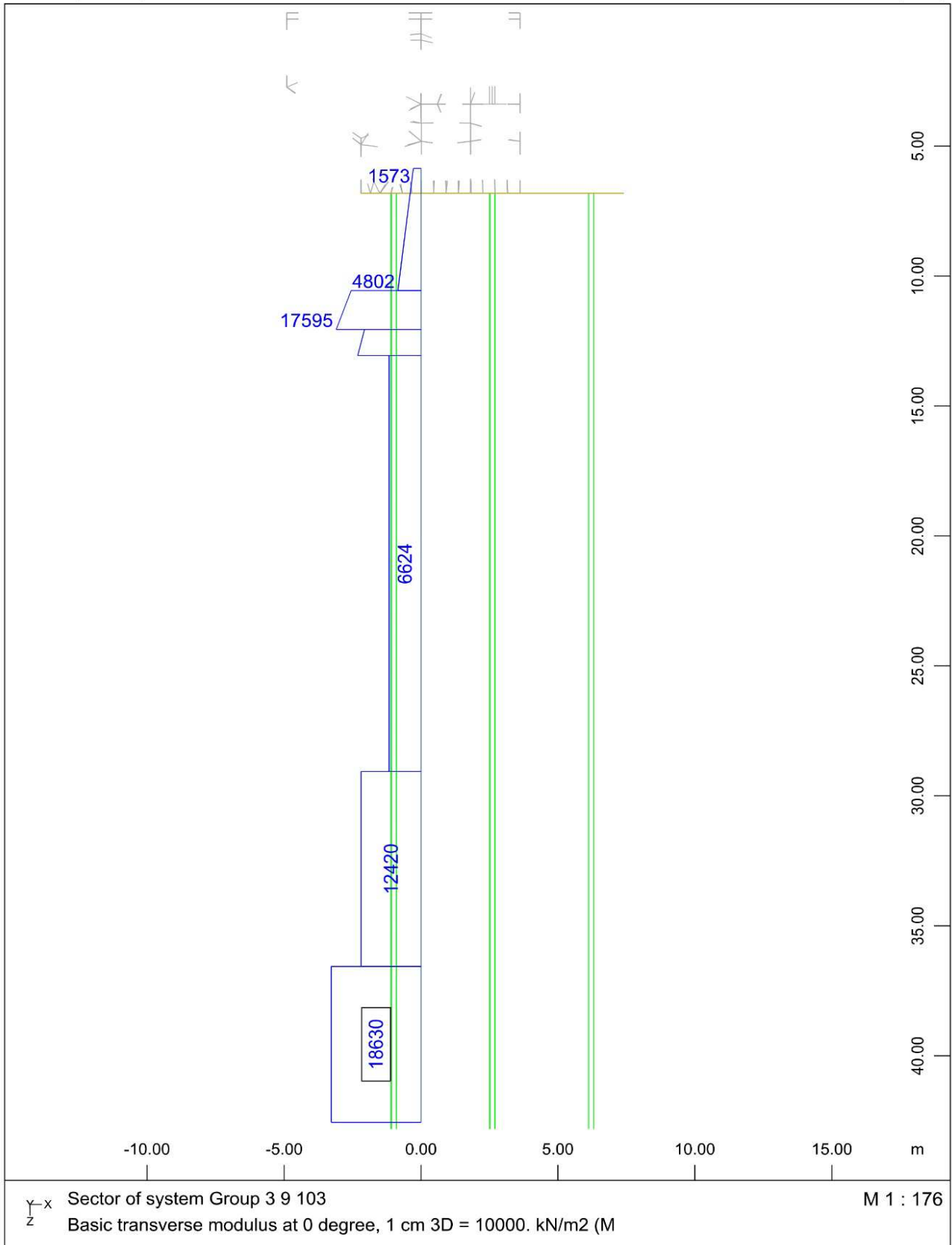
STRUCTURE 6
 DECK REQUIRED SHEAR REINFORCEMENT: LAY1=MAIN, LAY2=TRANSVERSE

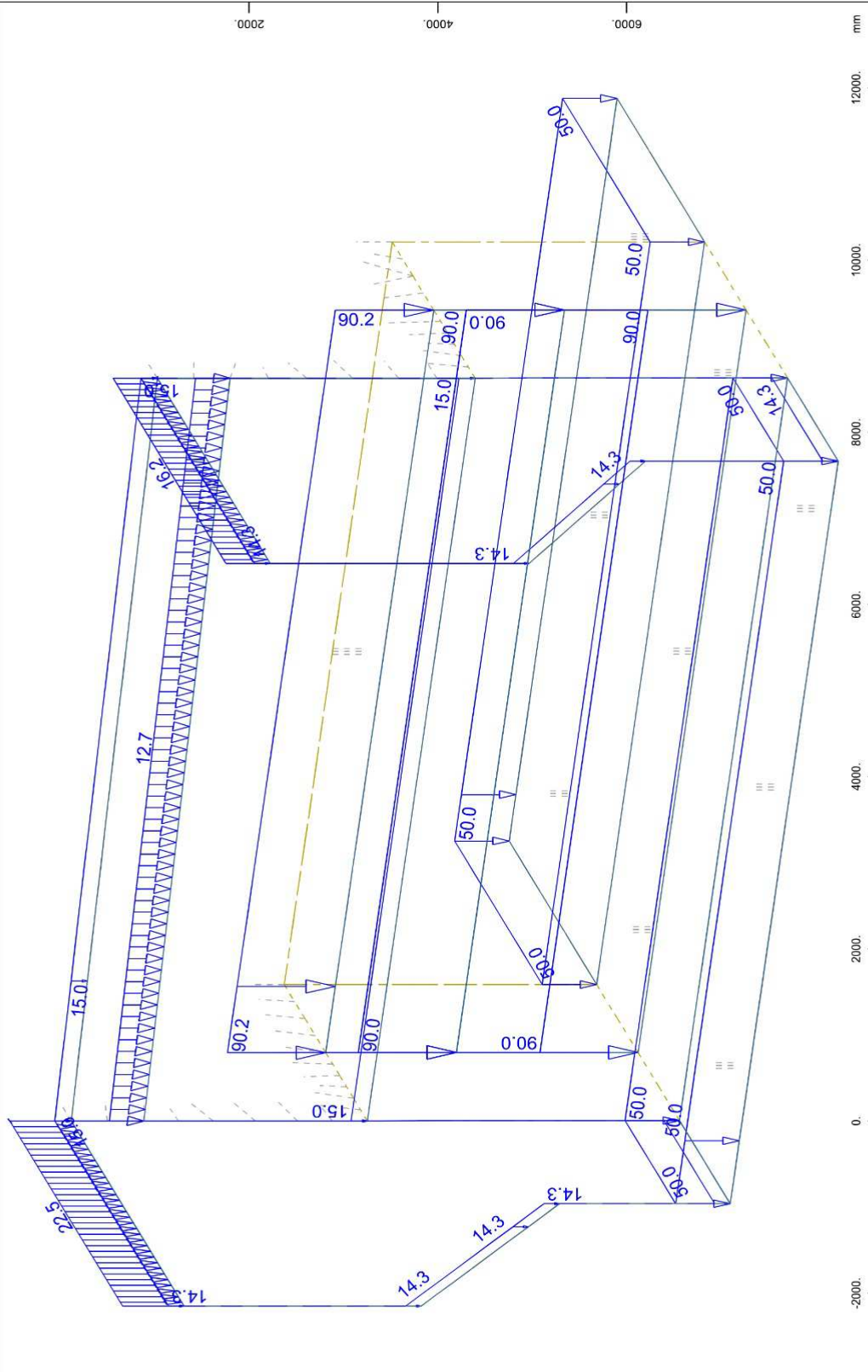


STRUCTURE 6
PIER REQUIRED REINFORCEMENT

5.2 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFiStiK.

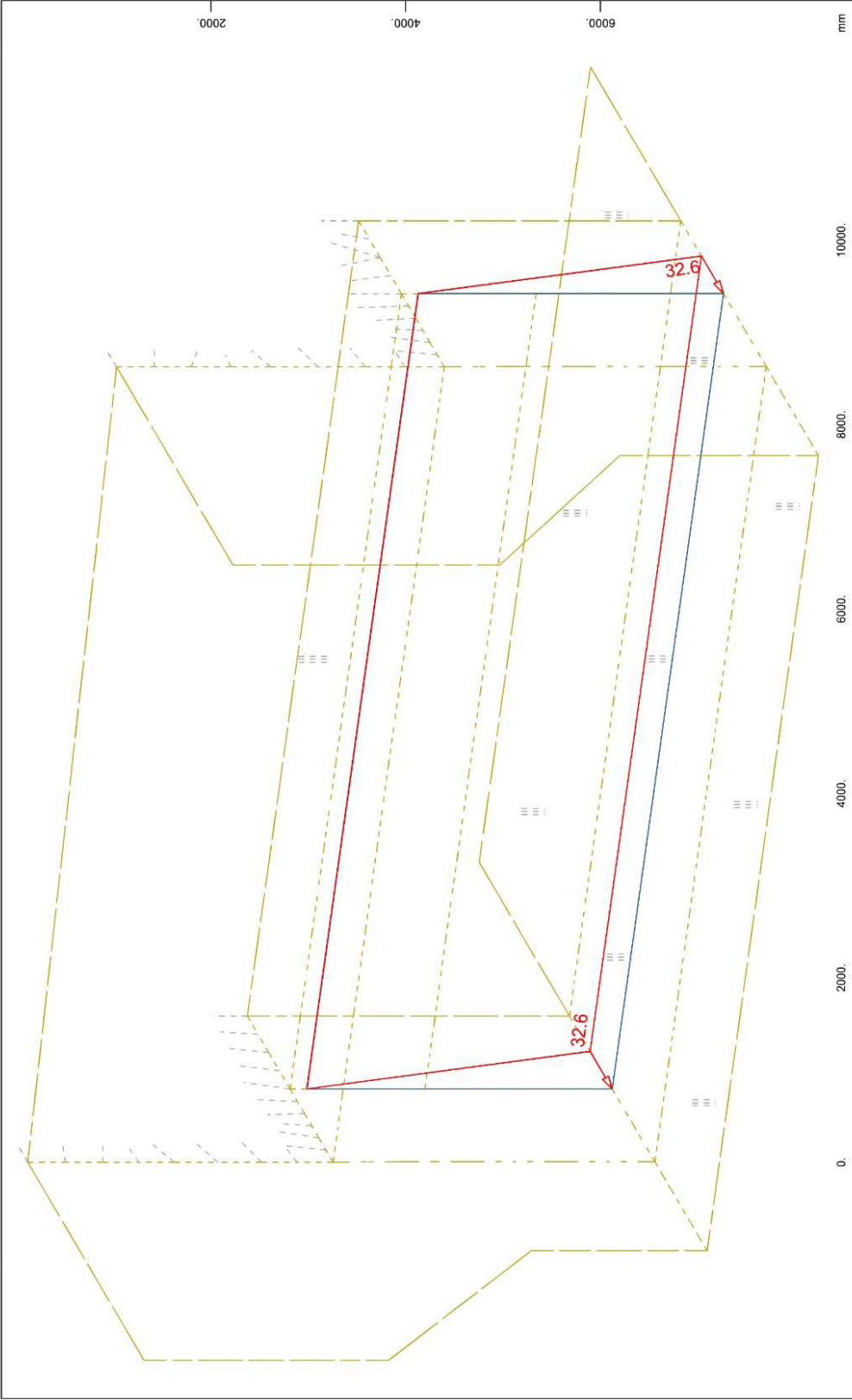






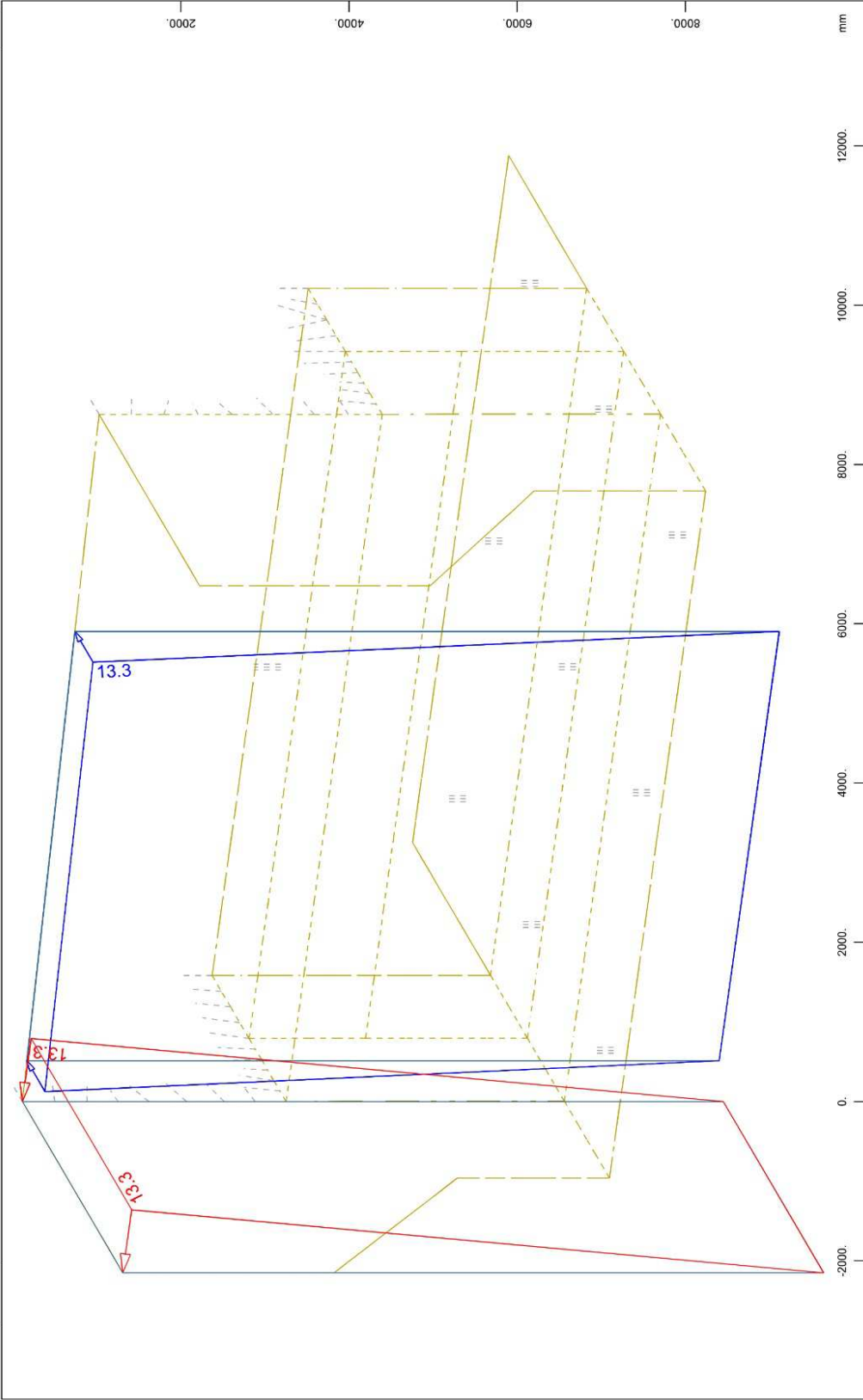
Sector of system Quadrilateral Elements Group 1...5.8.101...103
 All loads, Loadcase 1 ABUTMENT SELF WEIGHT, (1 cm 3D = unit) QUAD-Area dead load in global Z in Elements (Unit=50.0 kN/m²)
 load (force) in global Z (Unit=20.0 kN/m) Free line Free area load (force) in global Z (Unit=50.0 kN/m²) (Max=90.2)

M 1 : 60
 X : 0.502
 Y : 0.906
 Z : 0.962



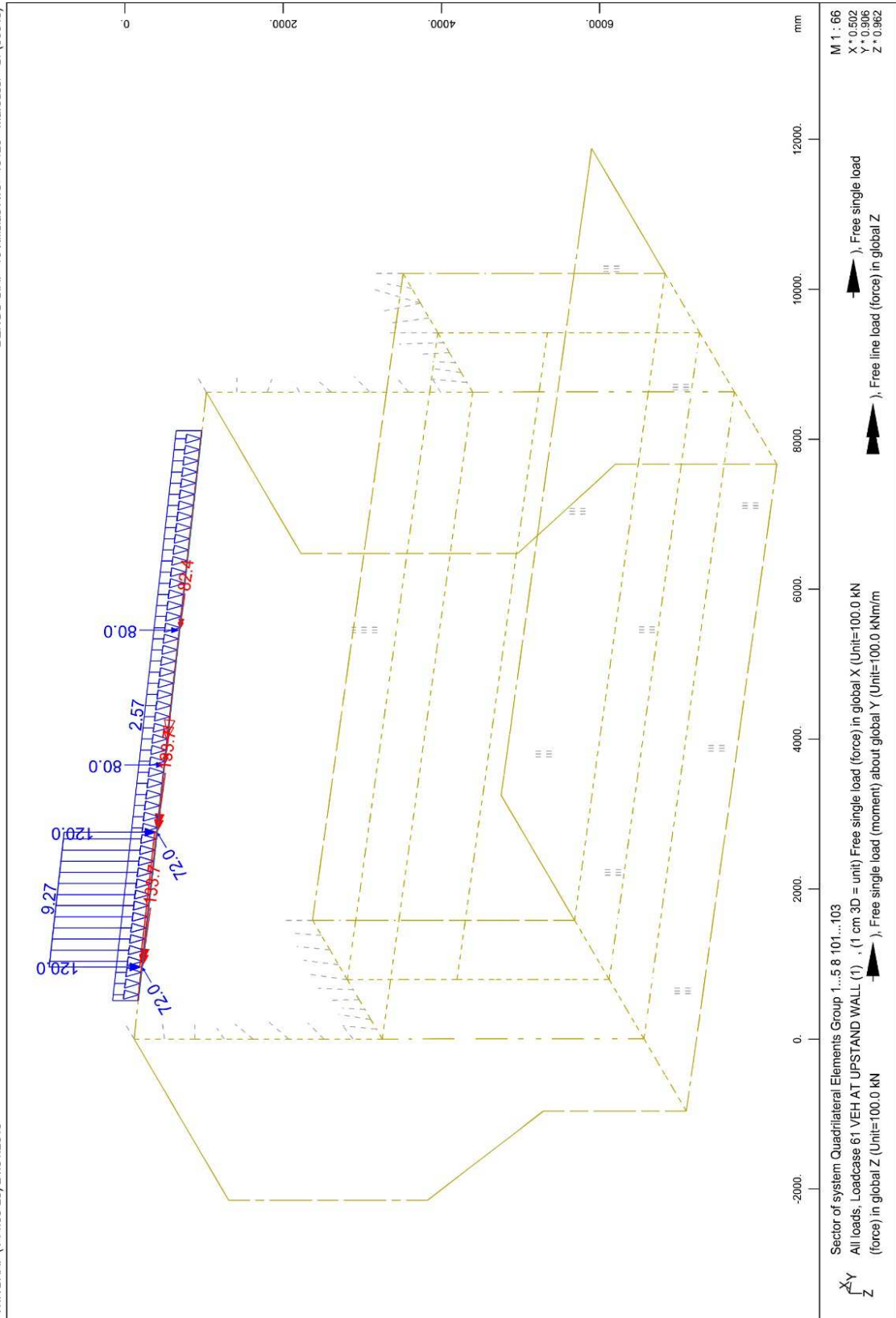
Sector of system Quadriateral Elements Group 1...8 101...103
All loads: Loadcase 5 SOIL_PRESSURE - FRONT , (1 cm 3D = unit) Free area load (force) on projection in global X (Unit=20.0 kN/m2)
(Min=32.6) (Max=0)

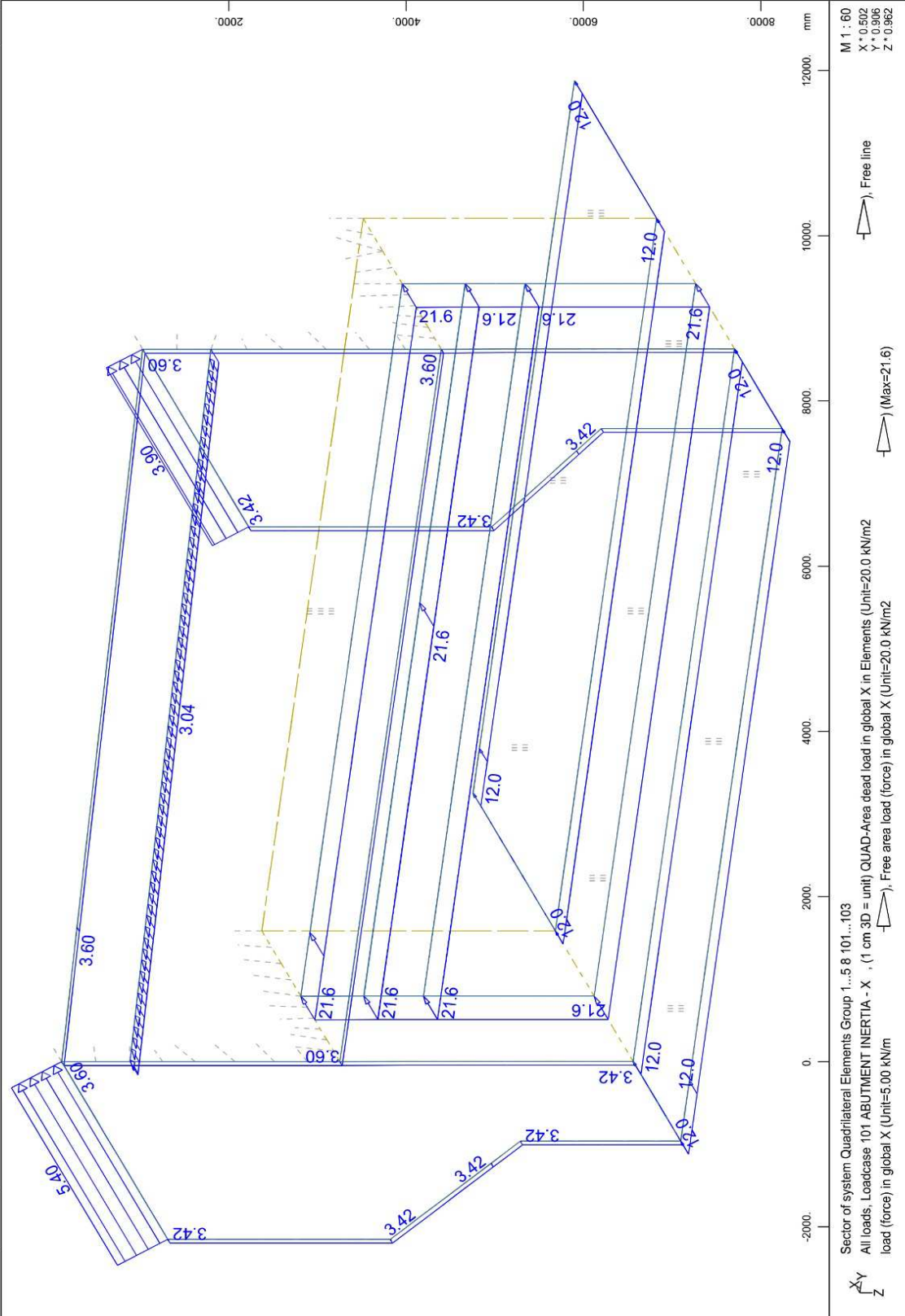
M 1 : 57
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

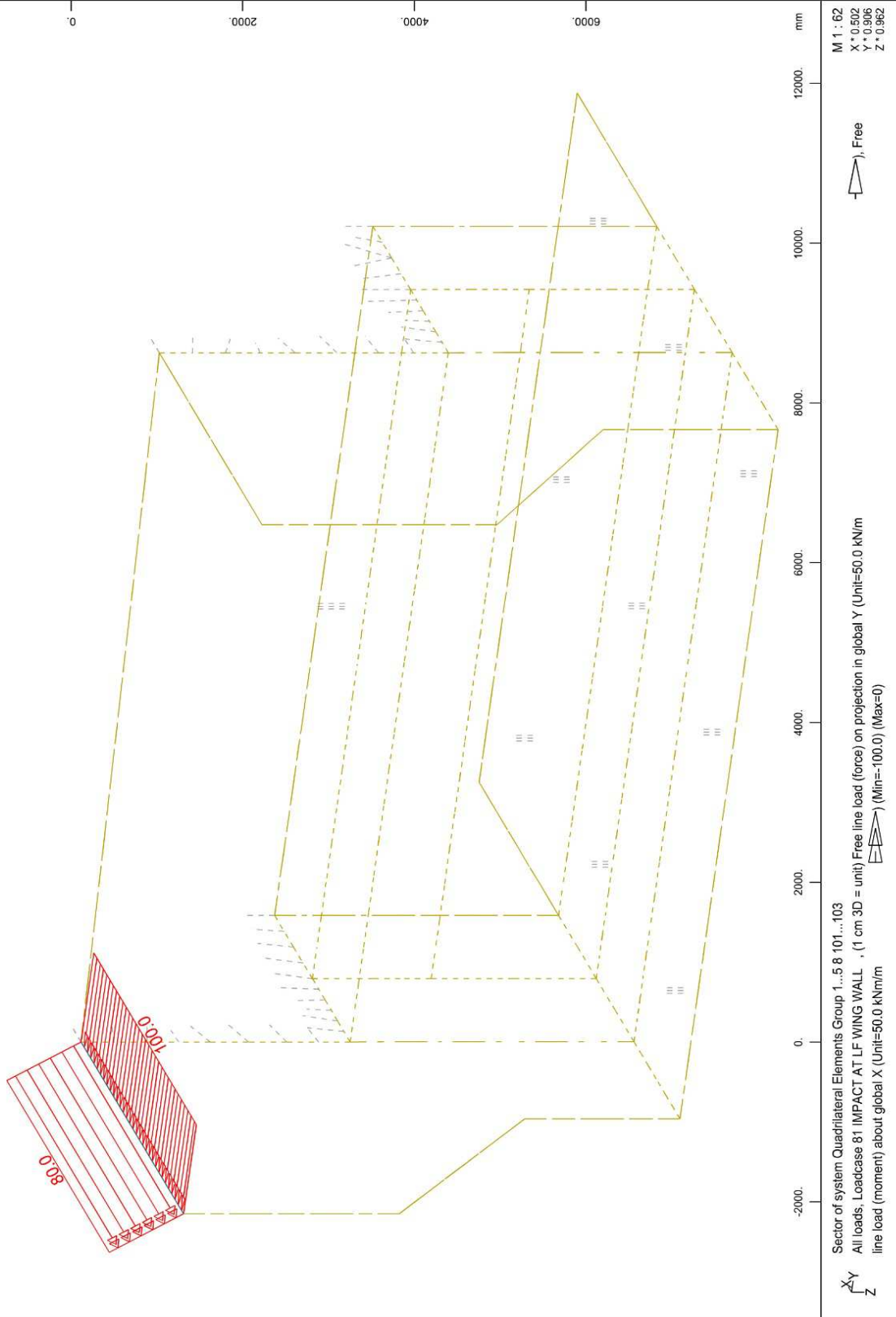


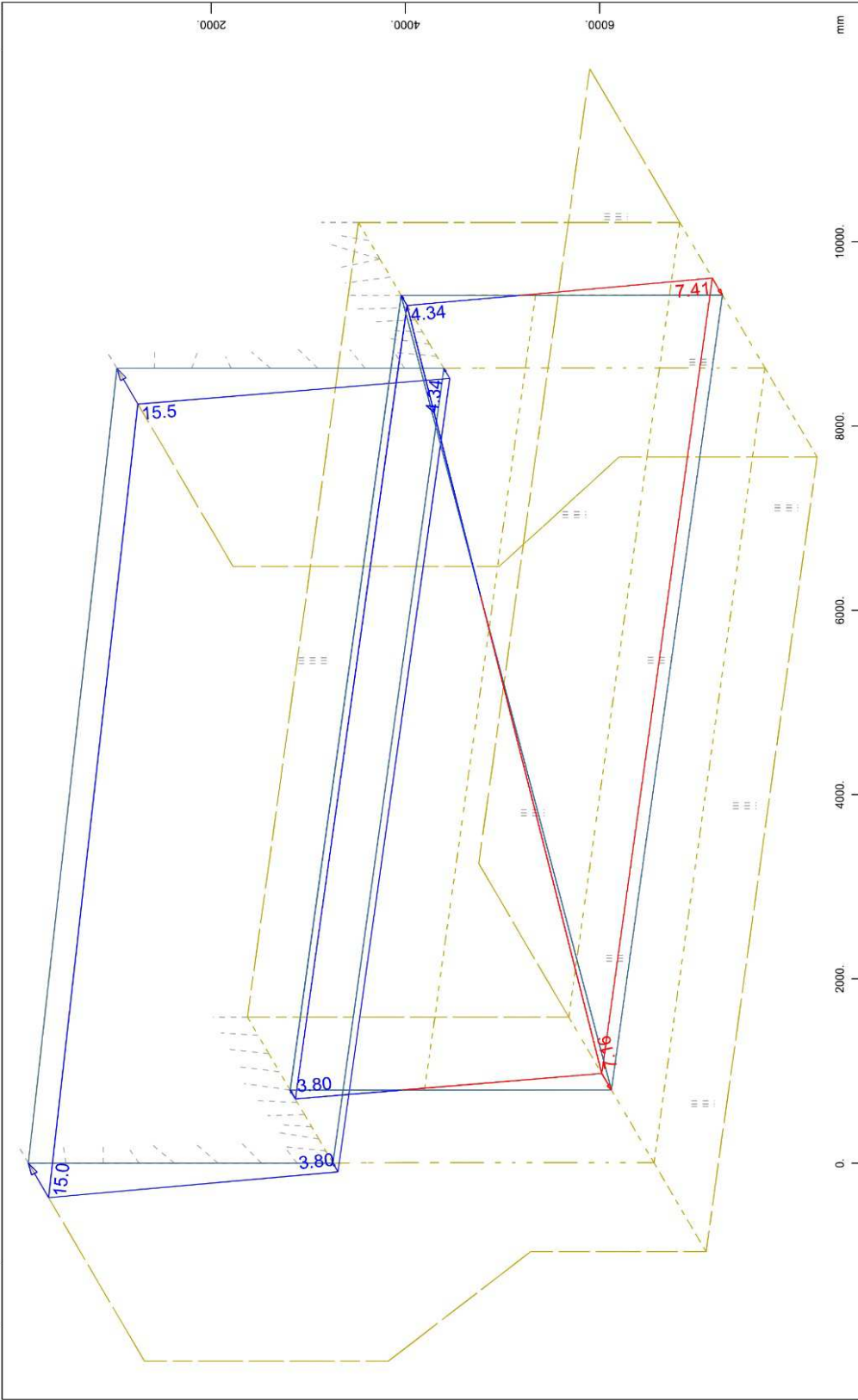
Sector of system Quadrilateral Elements Group 1...5 8 101...103
 All loads, Loadcase 41 VEH AT SOIL (1) , (1 cm 3D = unit) Free area load (force) on projection in global X (Unit=10.0 kN/m2
 load (force) on projection in global Y (Unit=10.0 kN/m2
 M 1 : 66
 X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.982

ABUTMENT A1.A - STRUCTURE 6
Load Graphs



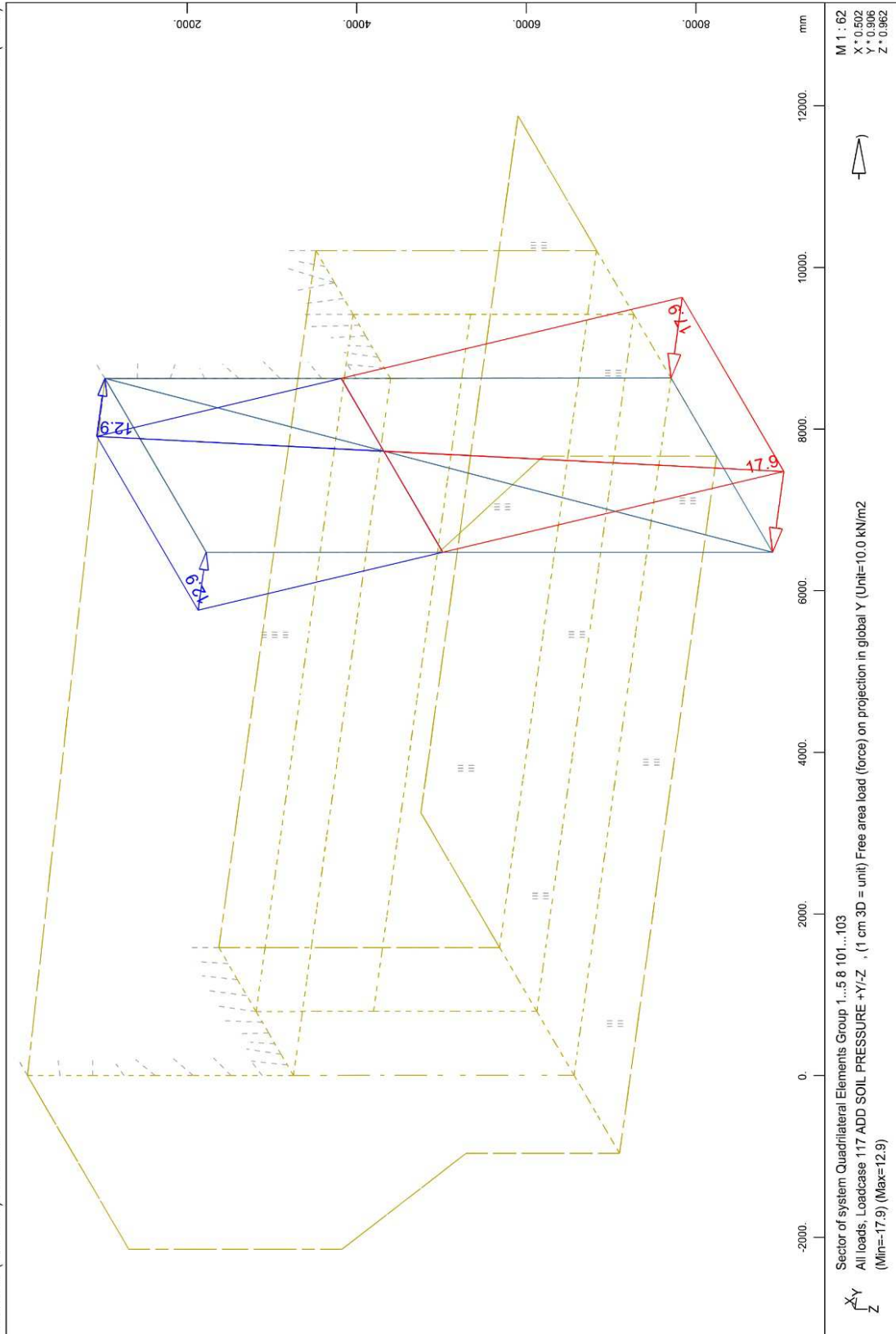


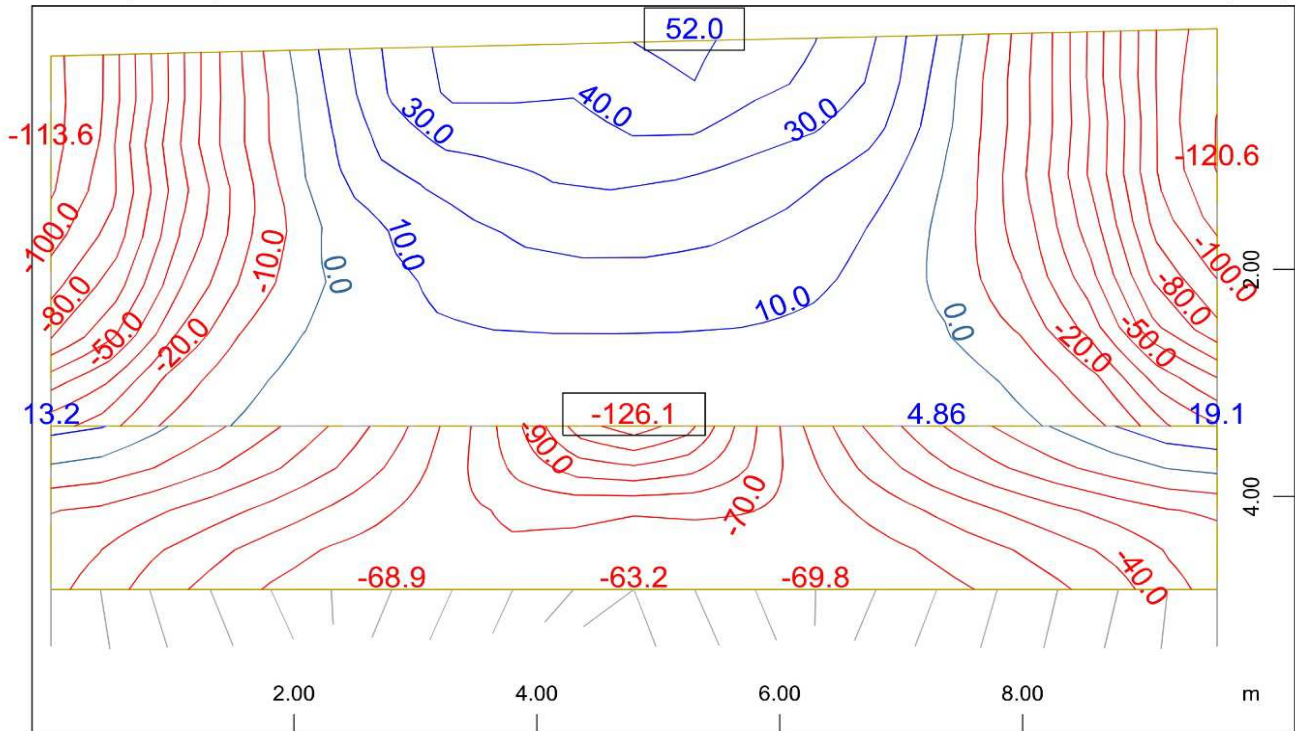




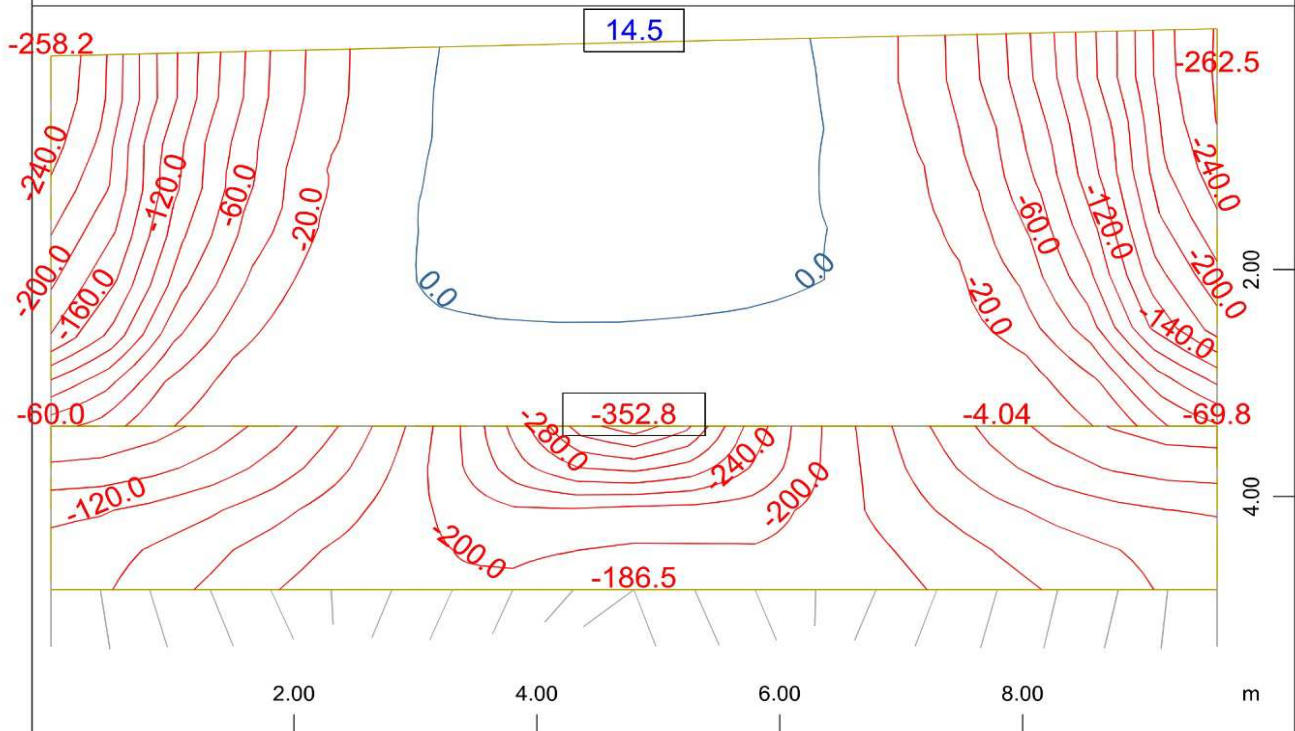
Sector of system Quadrilateral Elements Group 1...5 101...103
All loads, Loadcase 106 ADD SOIL PRESSURE X+Z , (1 cm 3D = unit) Free area load (force) on projection in global X (Unit=10.0 kN/m2)
(Min=-7.41) (Max=15.5)

M 1 : 57
X * 0.502
Y * 0.906
Z * 0.962

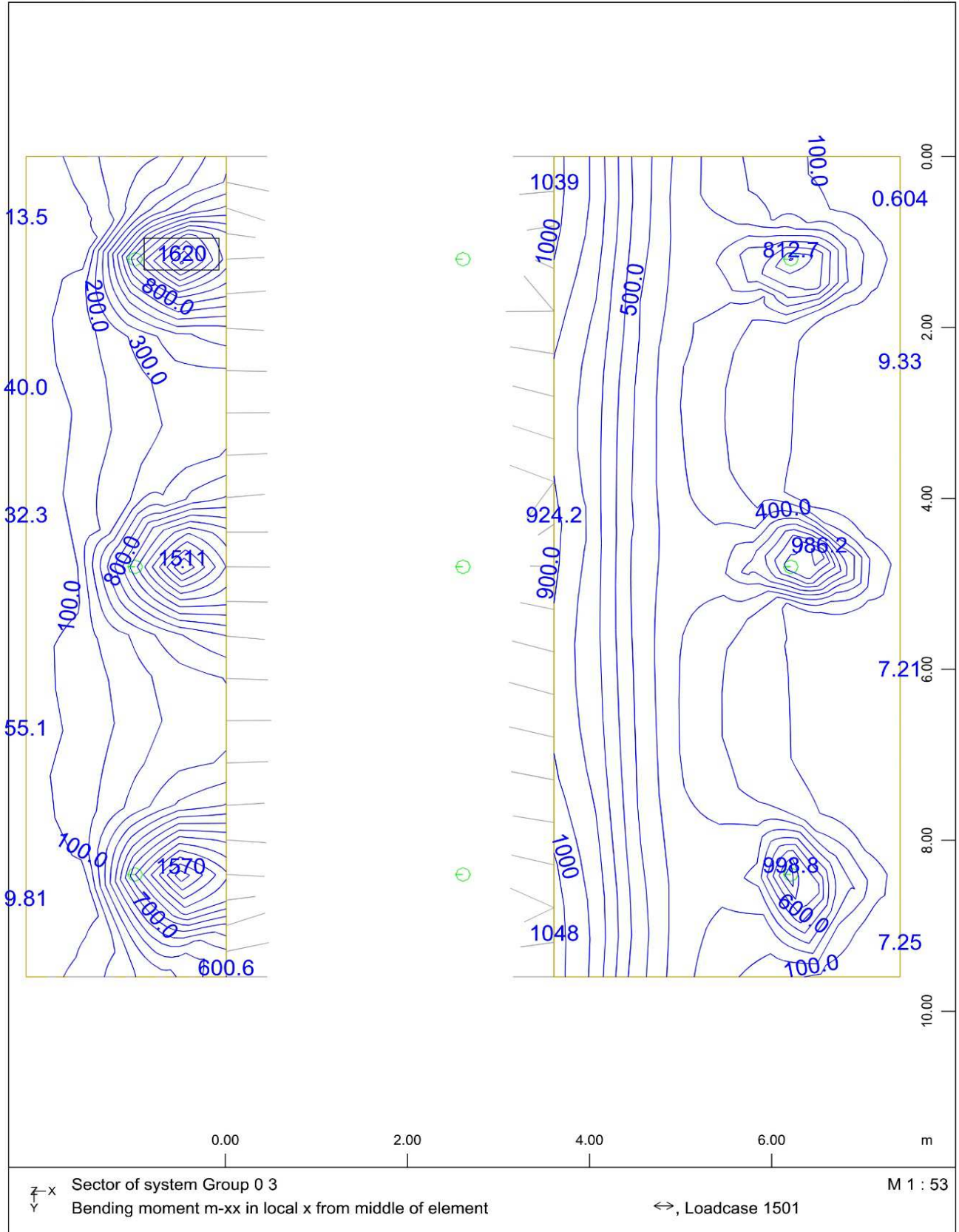




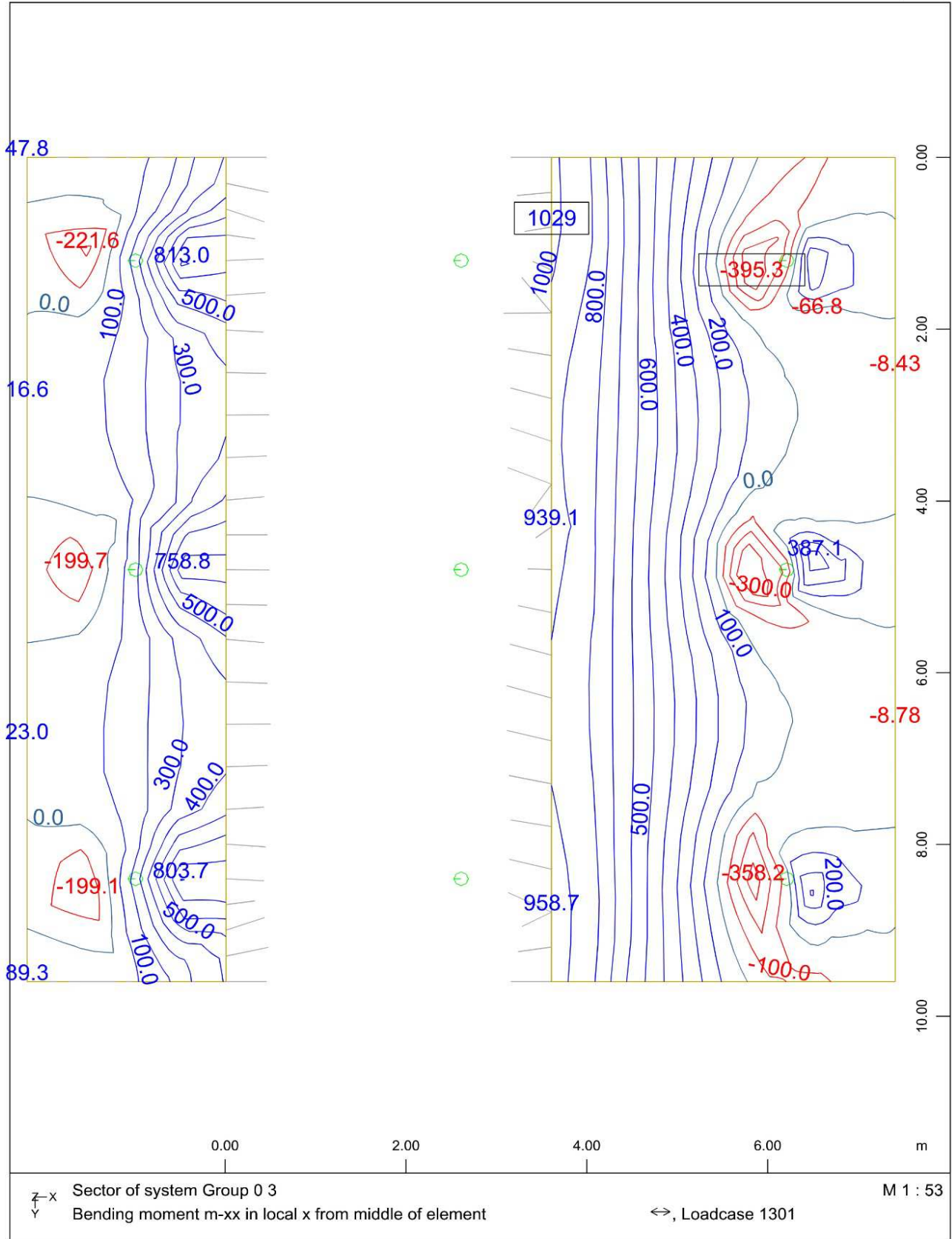
Sector of system Quadrilateral Elements Group 1 2 M 1 : 53
 Bending moment m-xx in local x from middle of element <=>, Loadcas



Sector of system Quadrilateral Elements Group 1 2 M 1 : 53
 Bending moment m-xx in local x from middle of element <=>, Loadcas



ABUTMENT A1.A - STRUCTURE 6
 PILE CAP MAX-MX MOMENT (ULS-EQ)

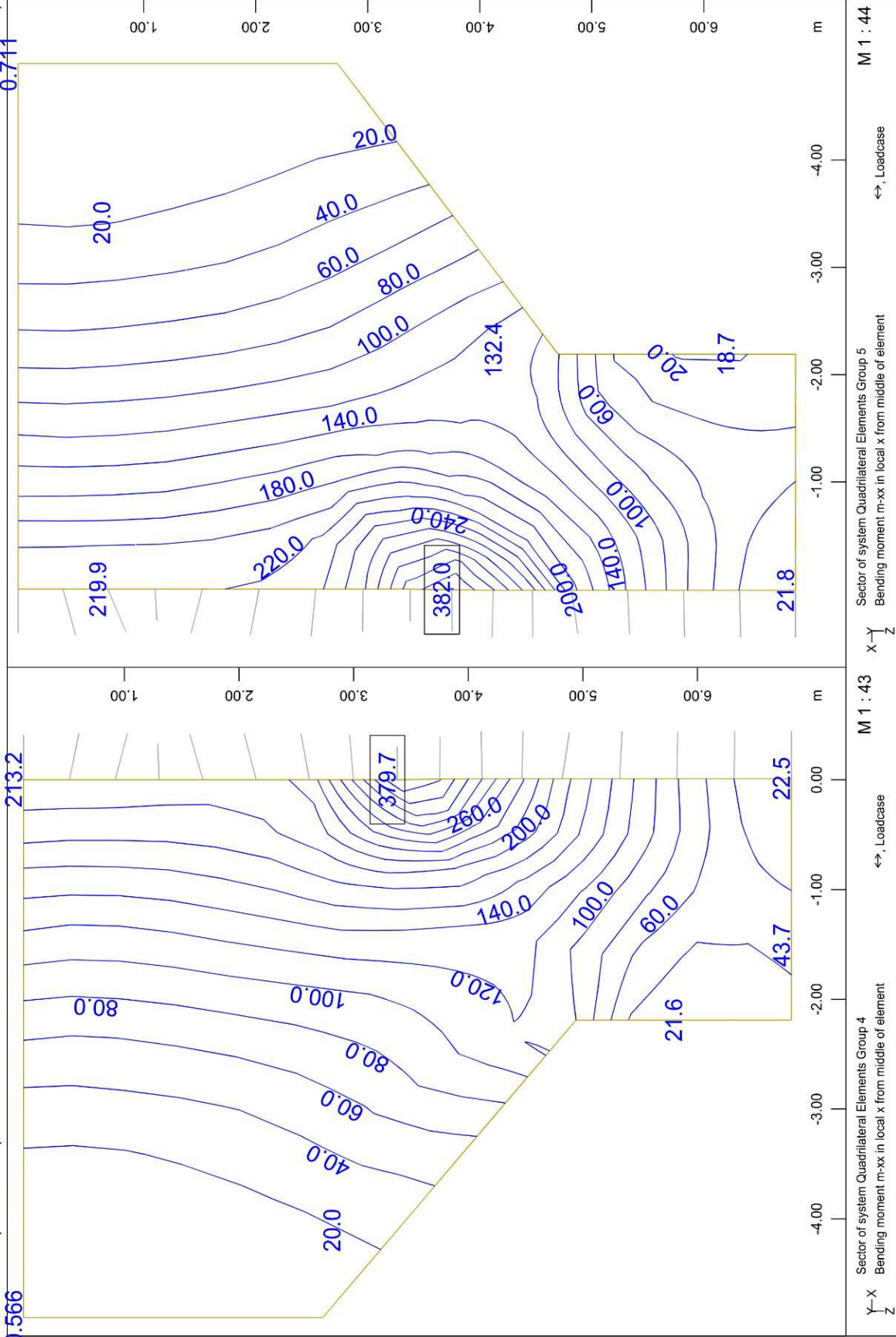


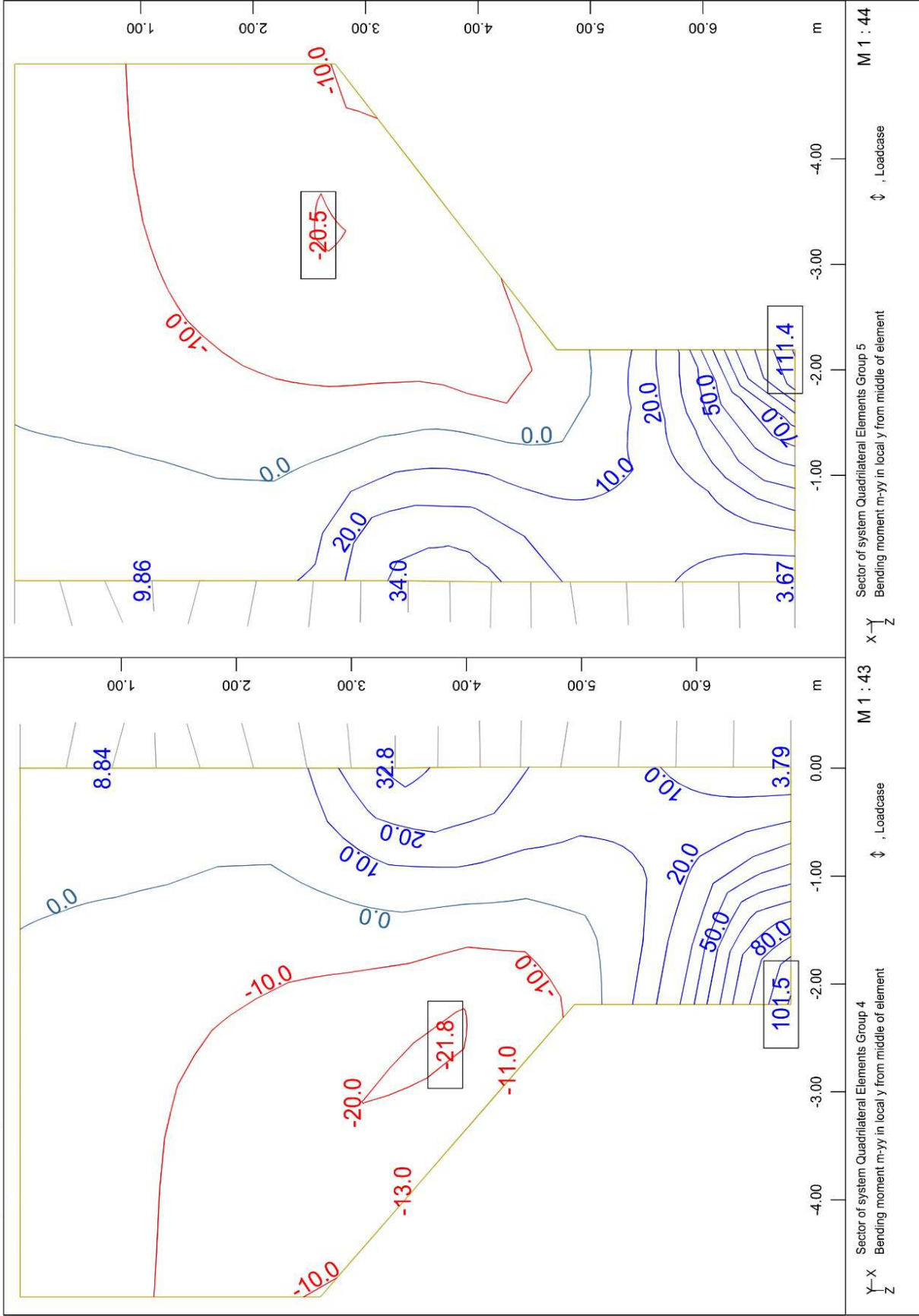
ABUTMENT A1.A - STRUCTURE 6
PILE CAP MOMENT ENVELOPES

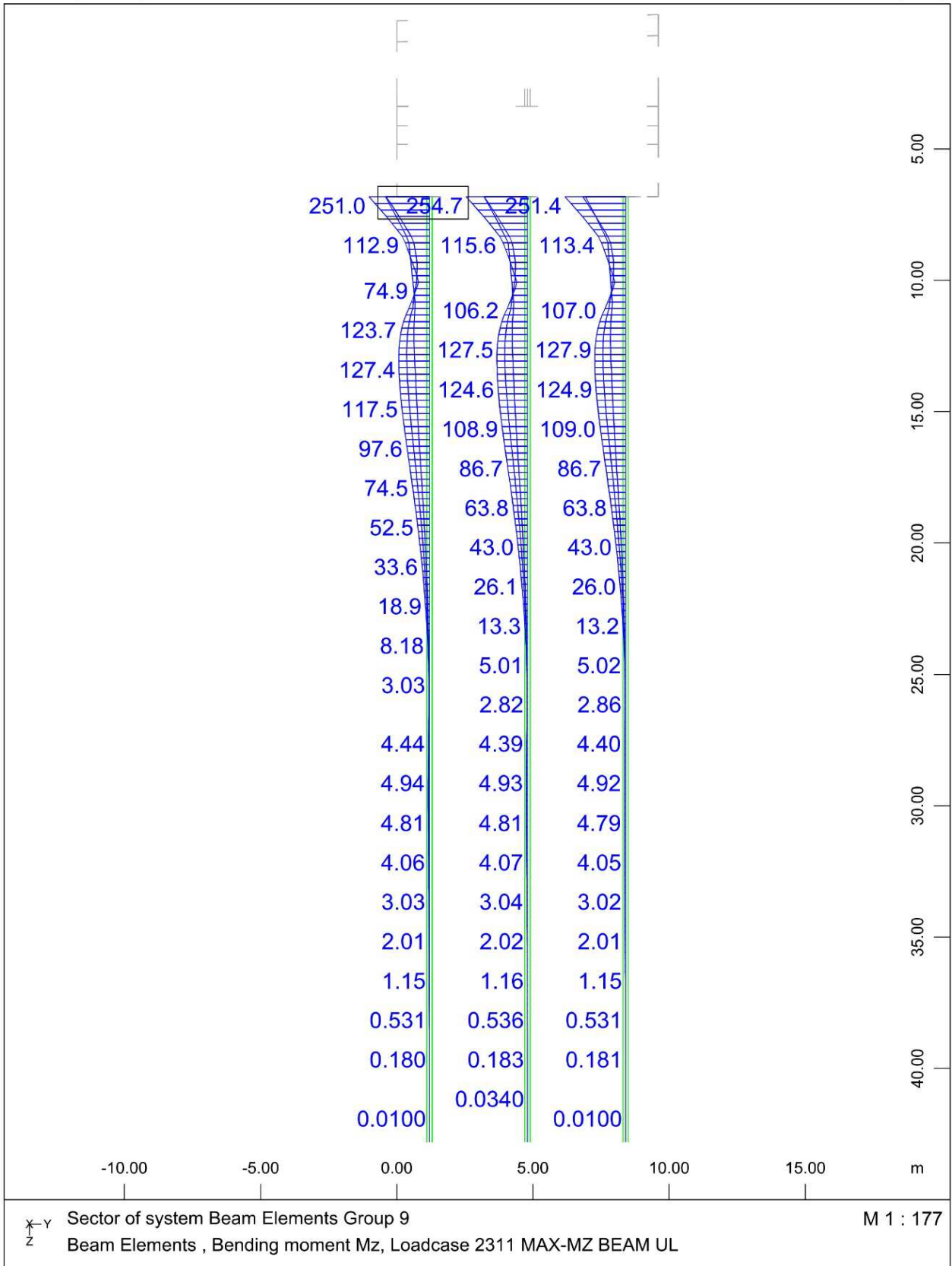
0:5666

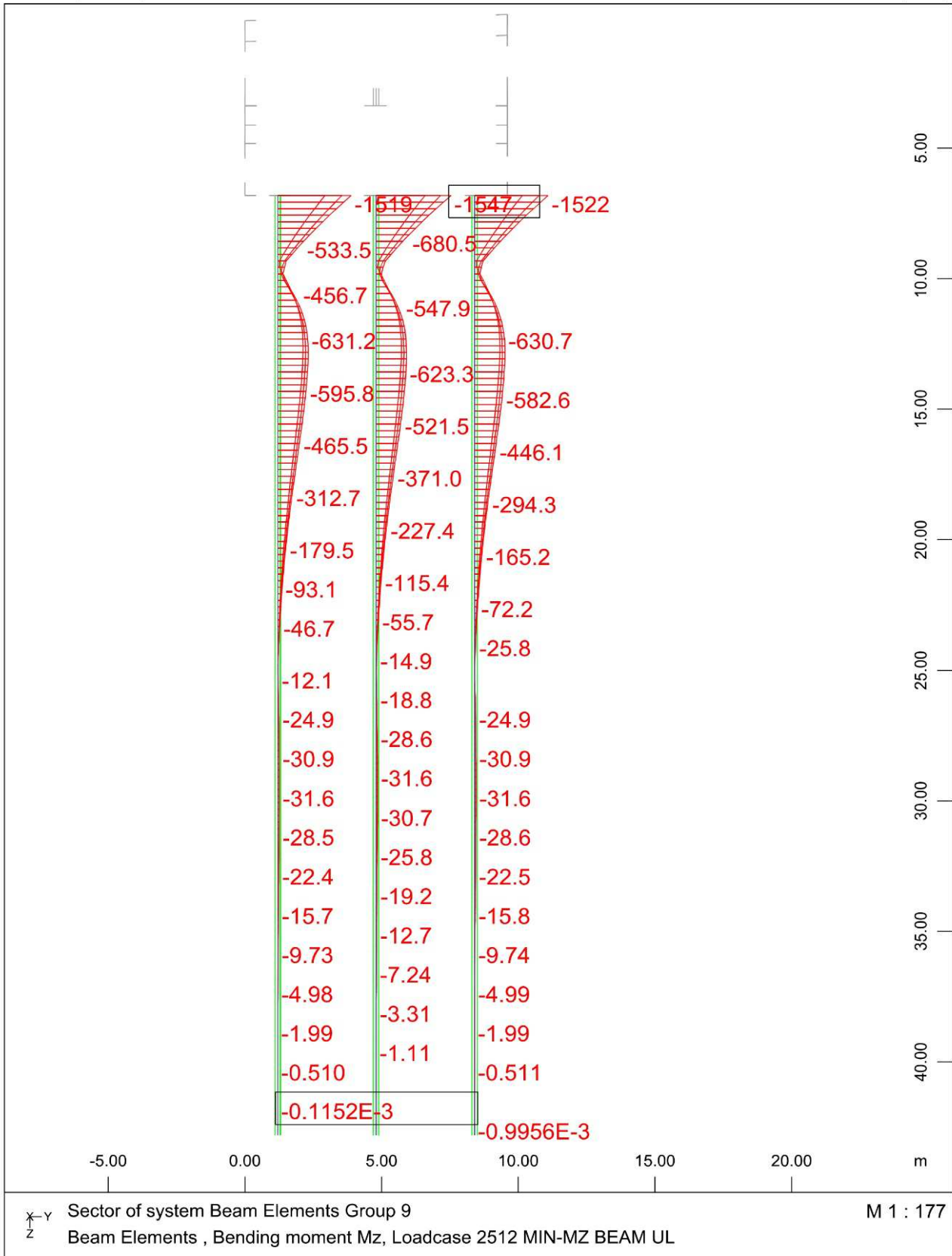
213.2

0:711





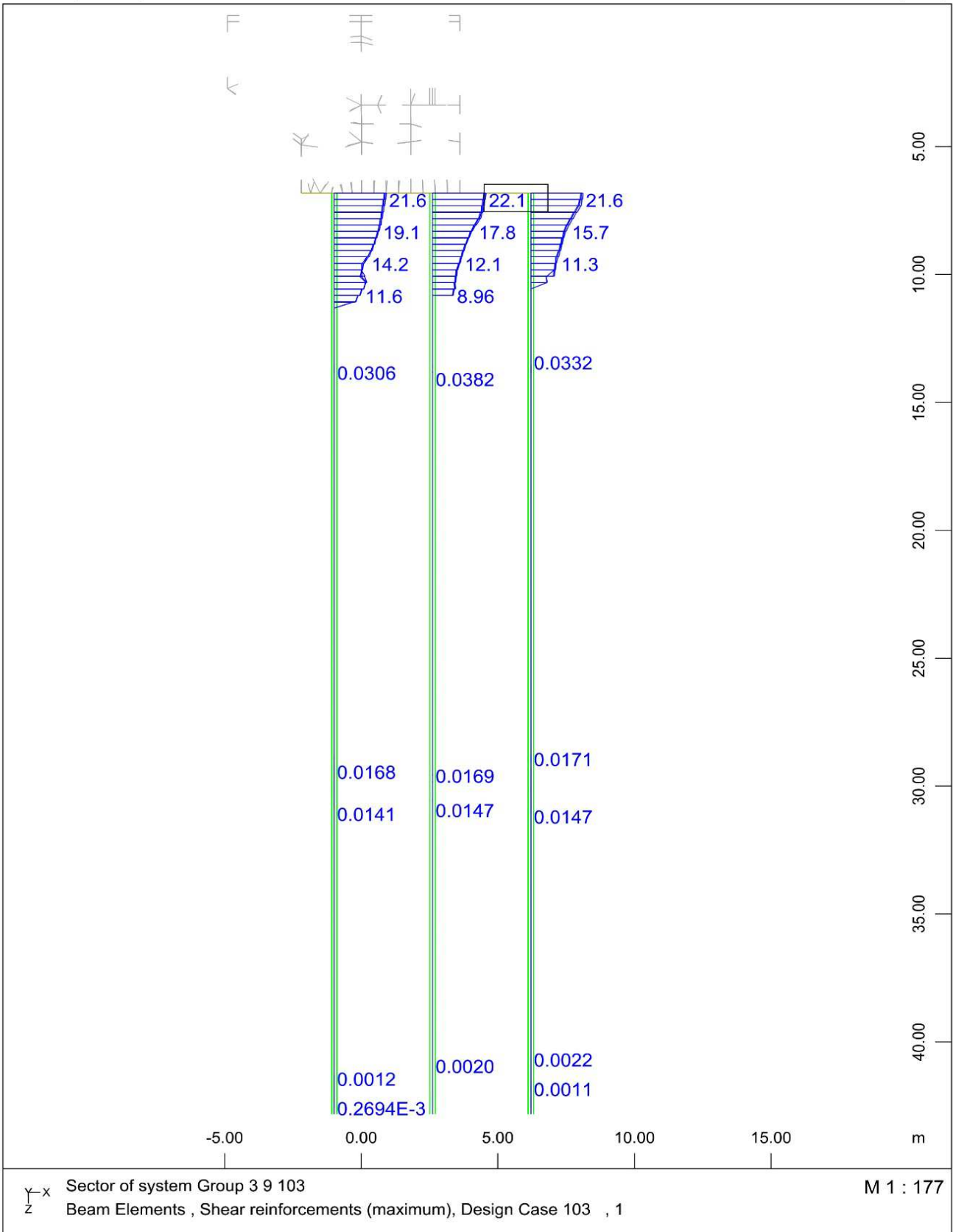


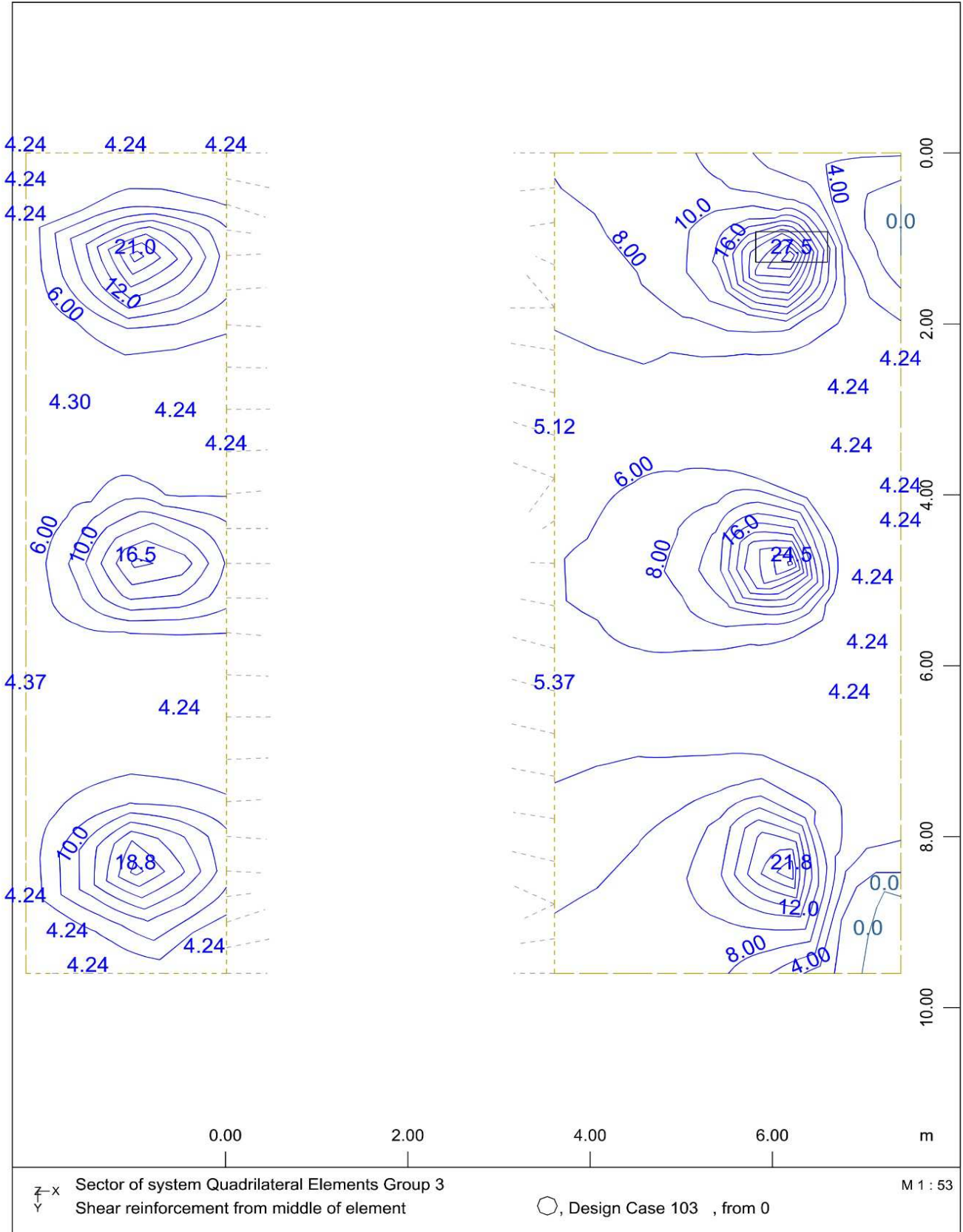


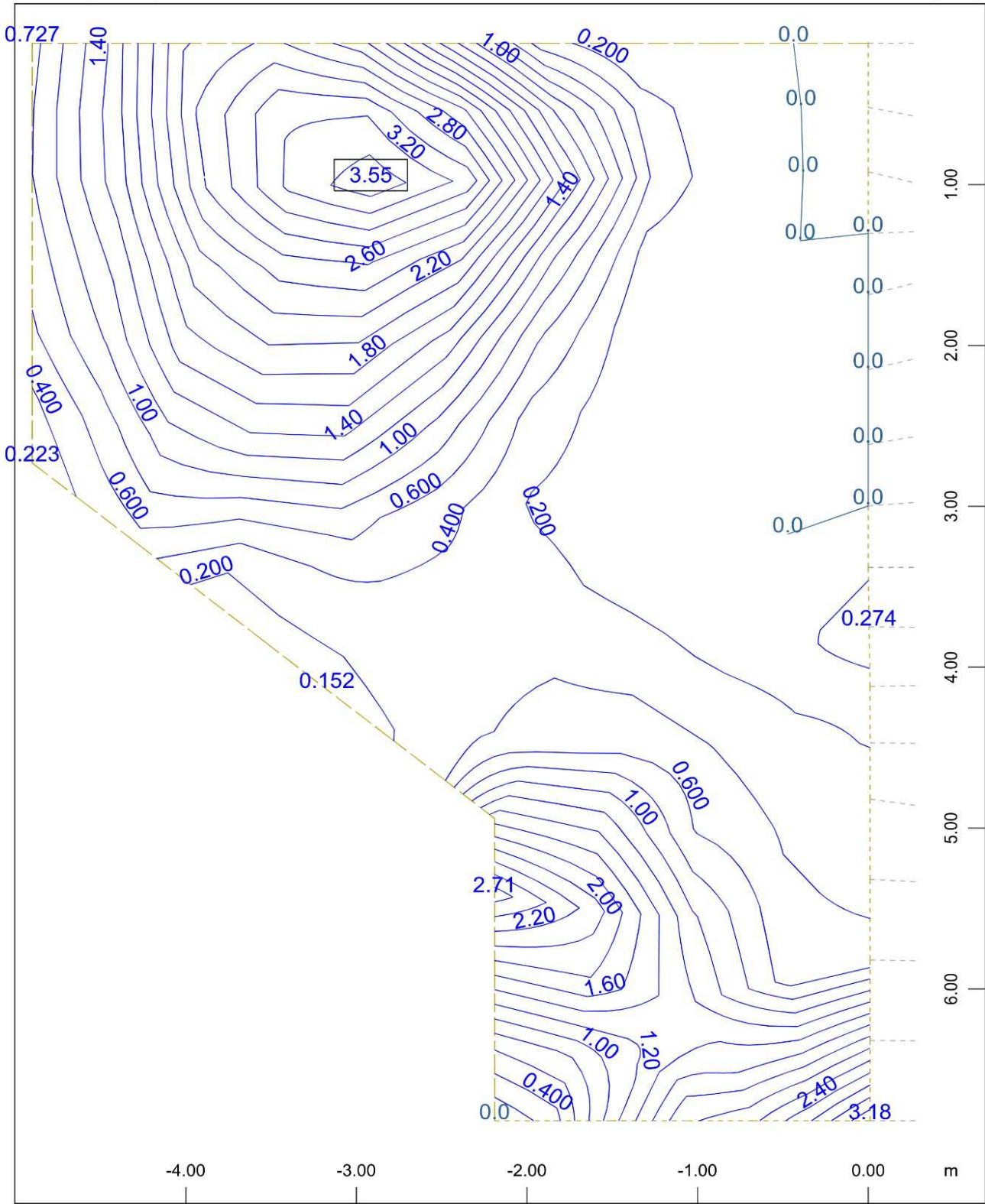
X-Y
Z

Sector of system Beam Elements Group 9
Beam Elements , Bending moment Mz, Loadcase 2512 MIN-MZ BEAM UL

M 1 : 177

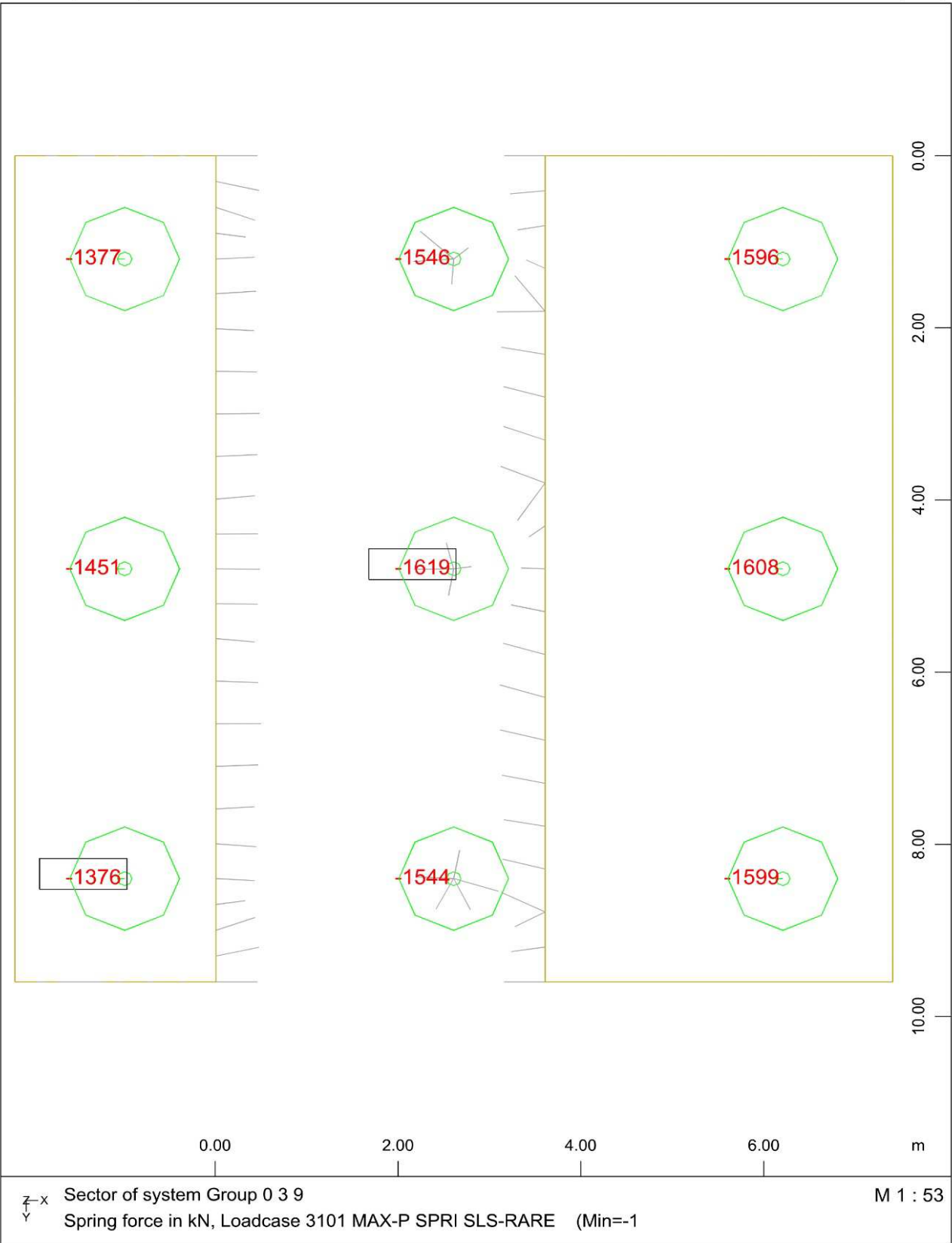






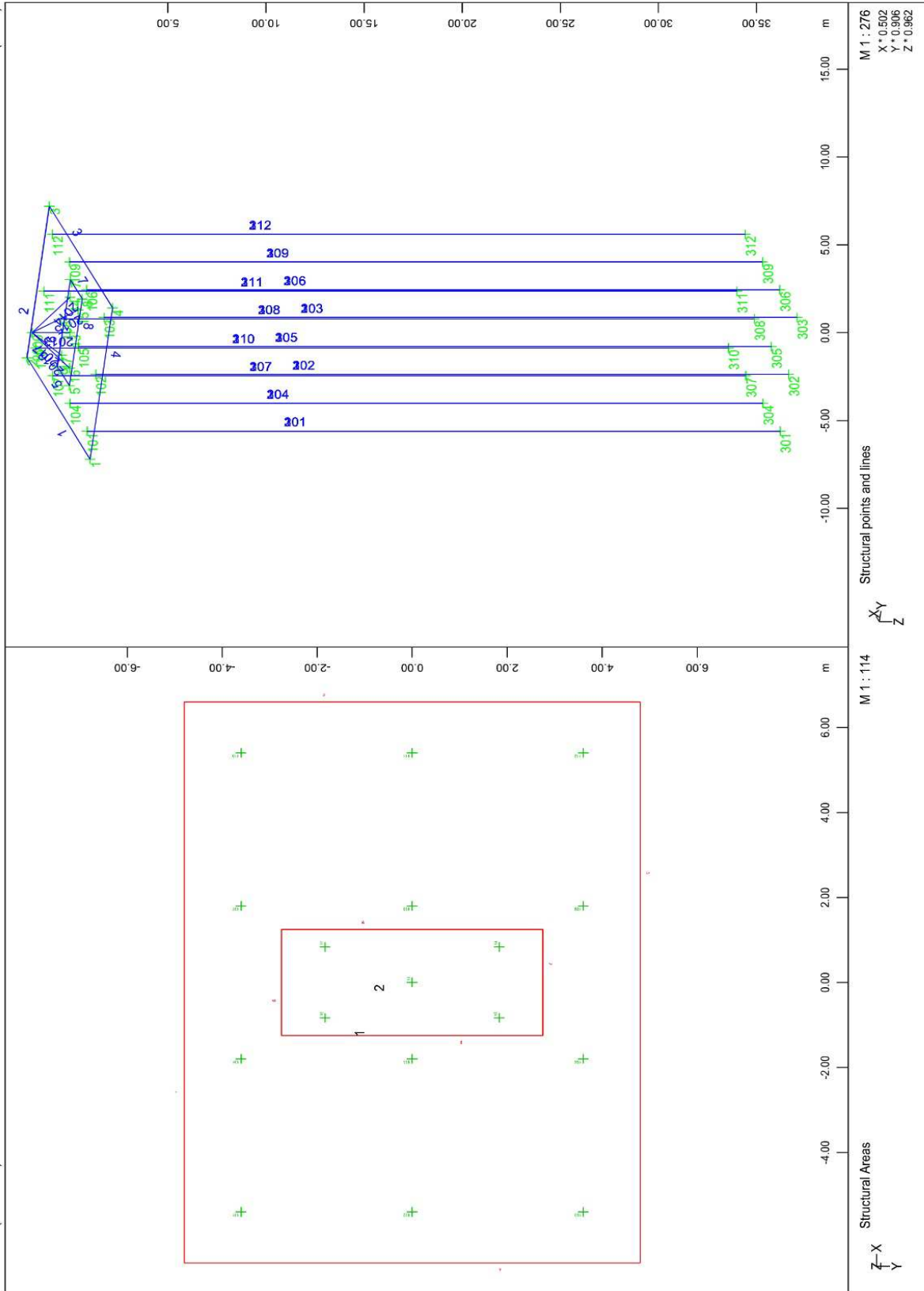
Y-x Sector of system Quadrilateral Elements Group 4
z upper Principal reinforcements (1st layer) from middle of element

M 1 : 29
↔, Des

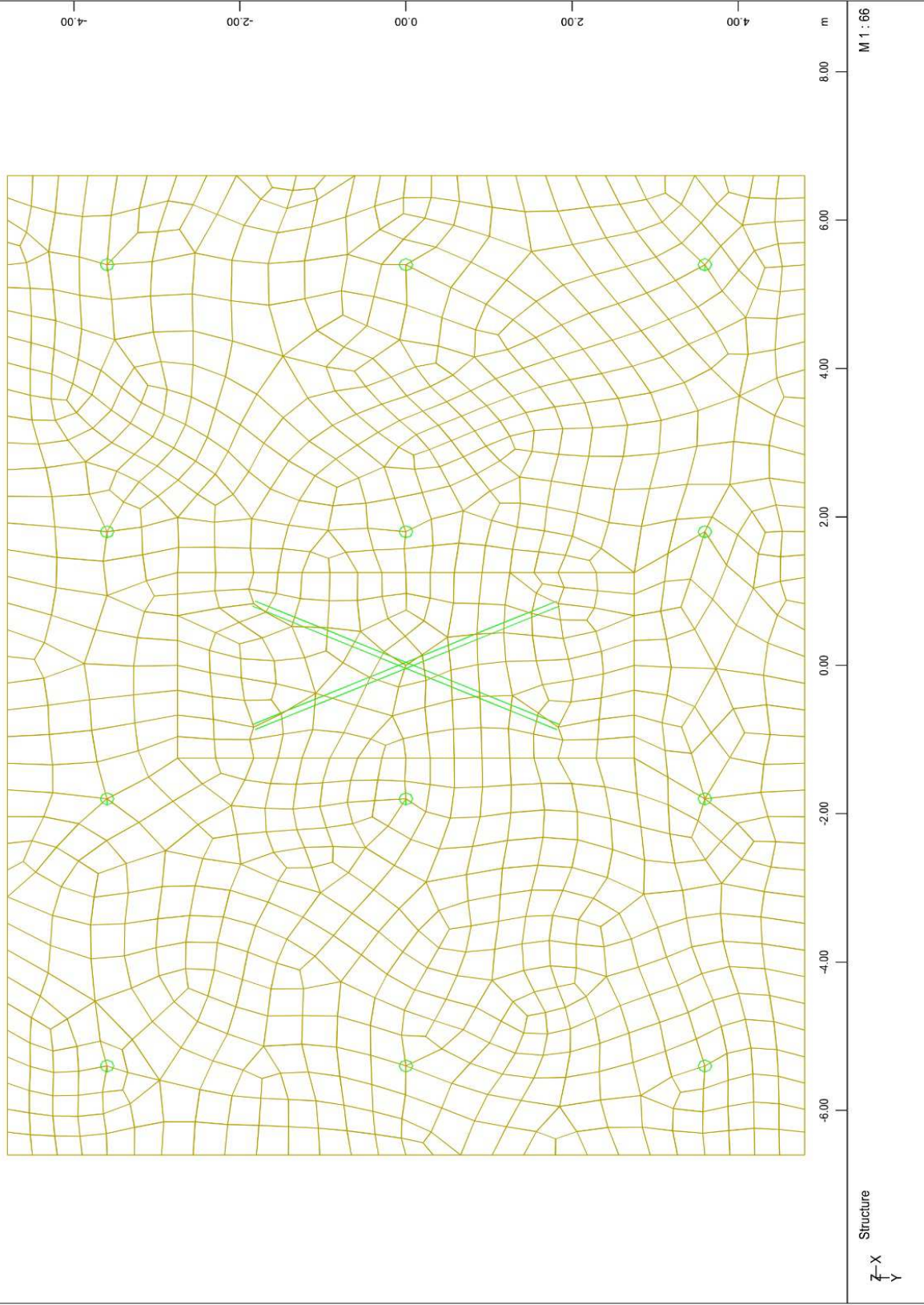


5.3 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFISTIK.

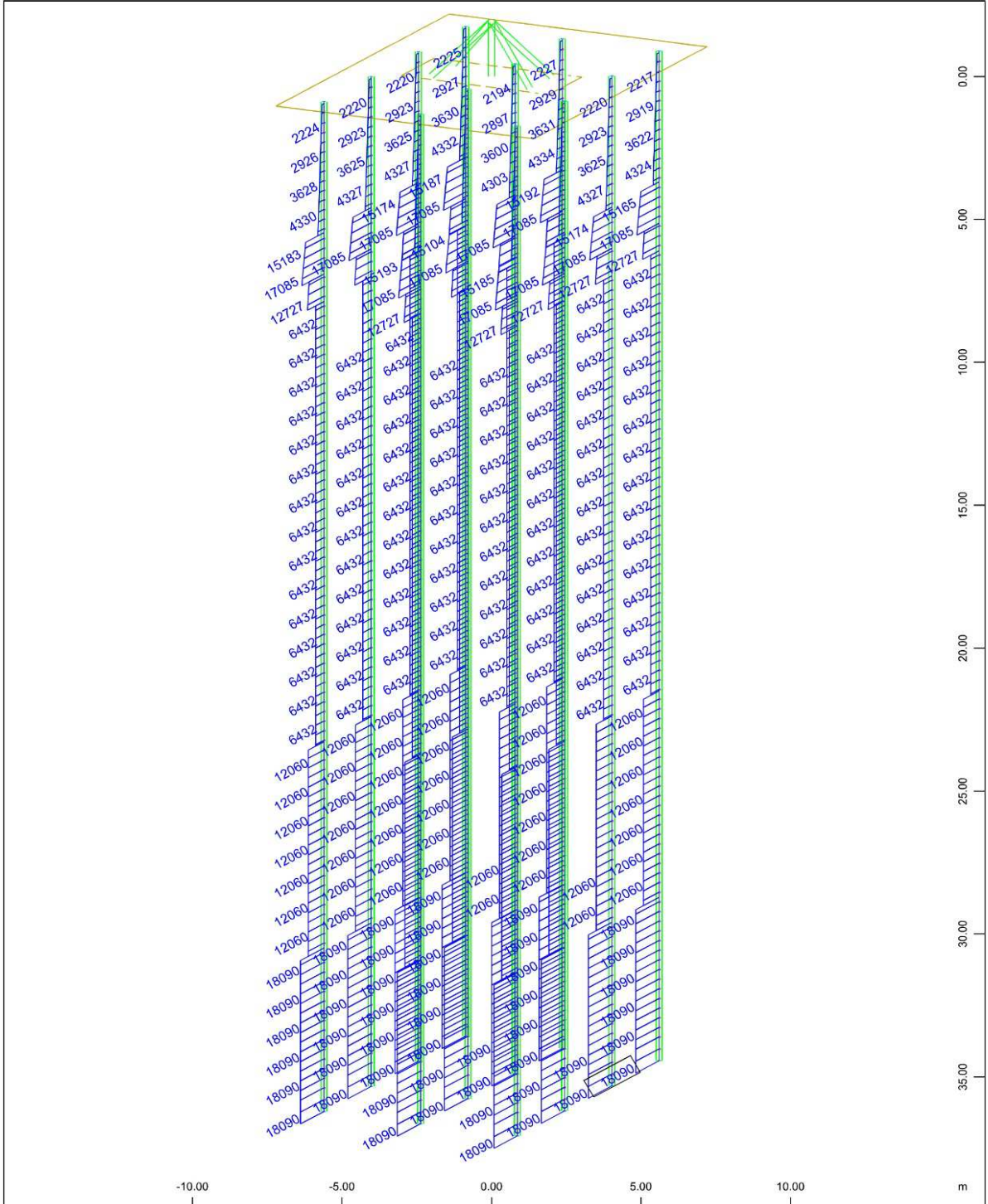
5.3.1 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου Μ1.Α




FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
 NUMBERING OF AREAS, POINTS AND LINES



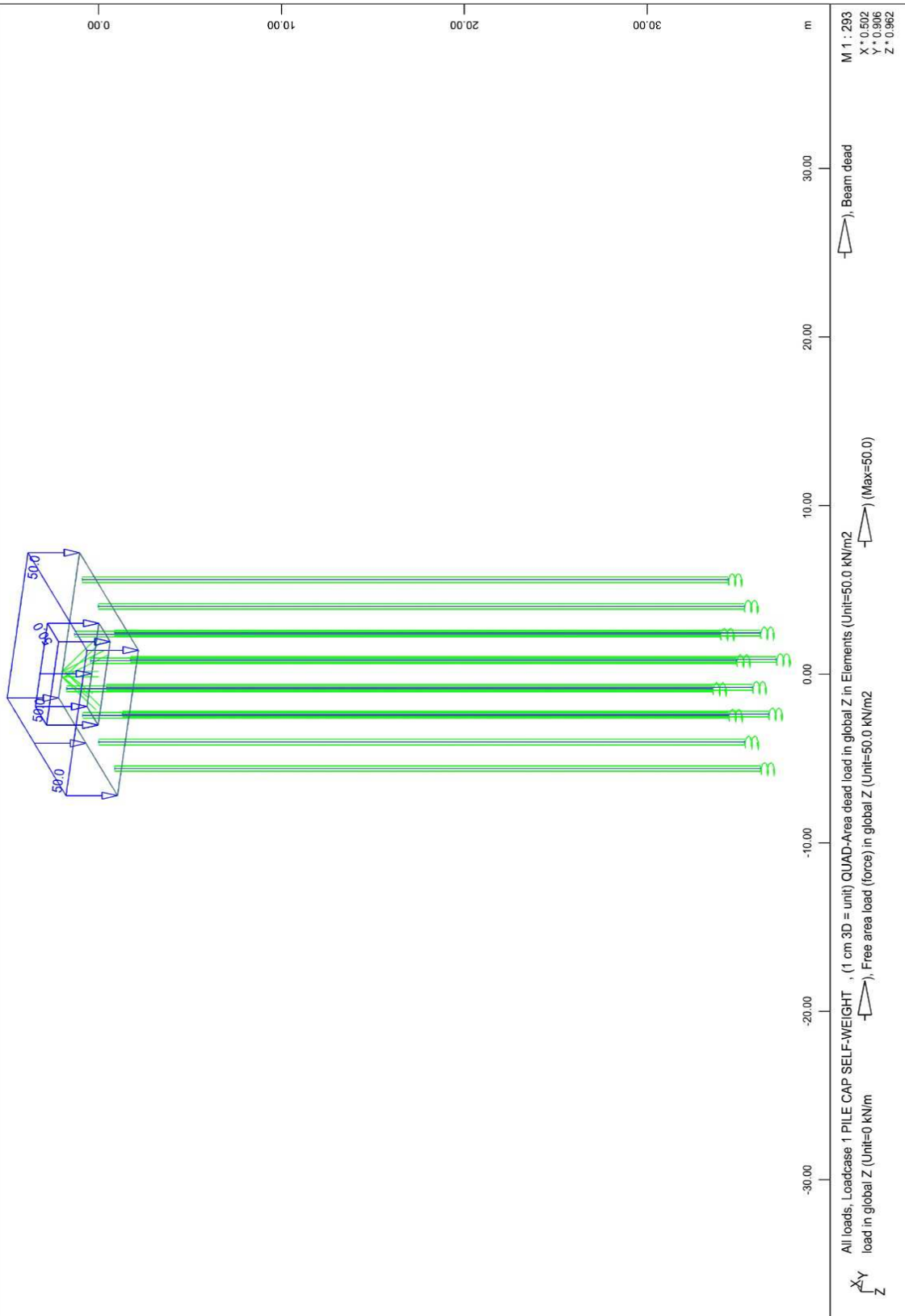
FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
PILE CAP FINITE ELEMENT MESH



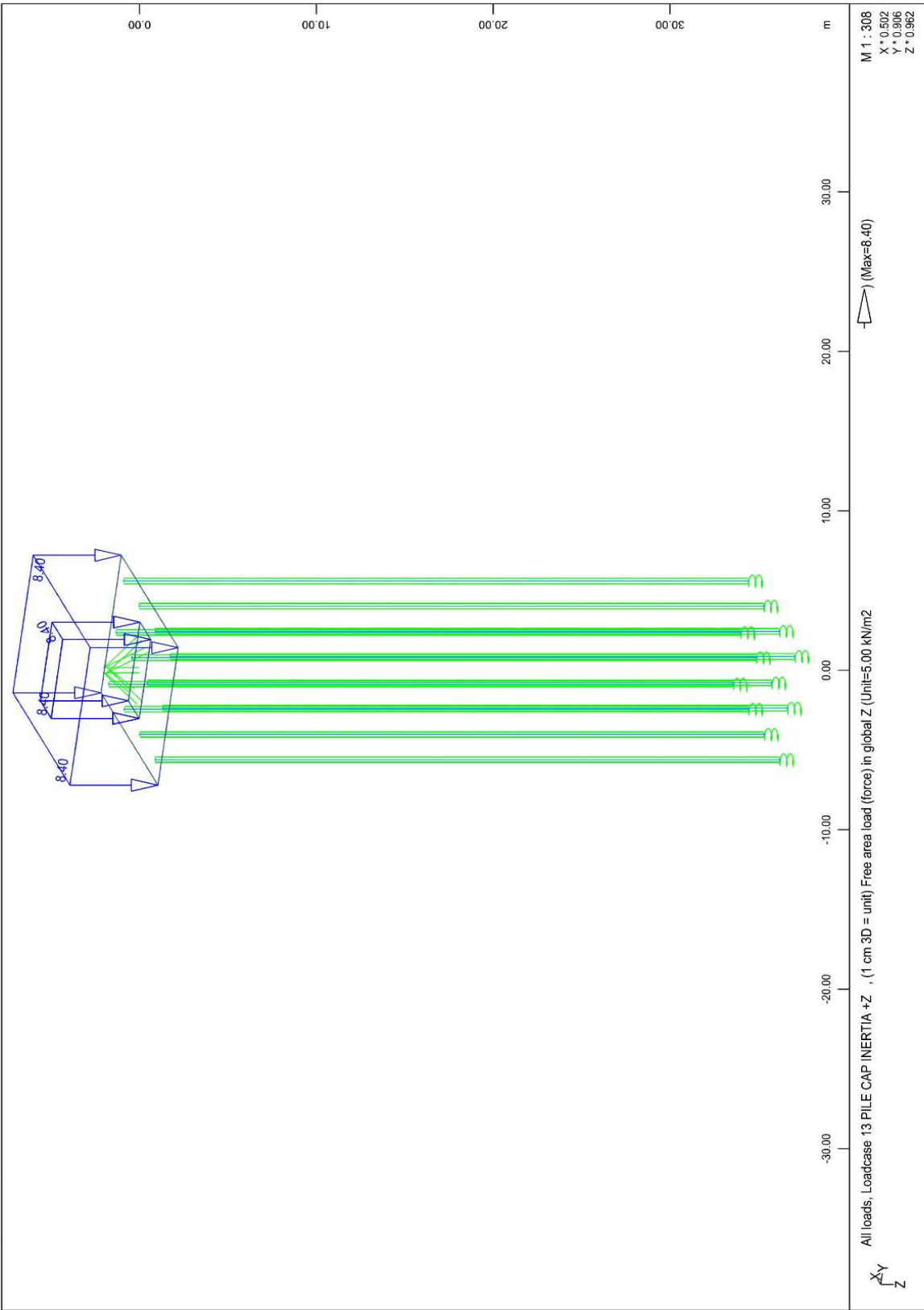

 Sector of system Group 0...3 11 21
 Basic transverse modulus at 0 degree (positive local z-axis), 1 cm 3D = 18047. kN/m2
 (Max=18090.)

M 1 : 178
 X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.962

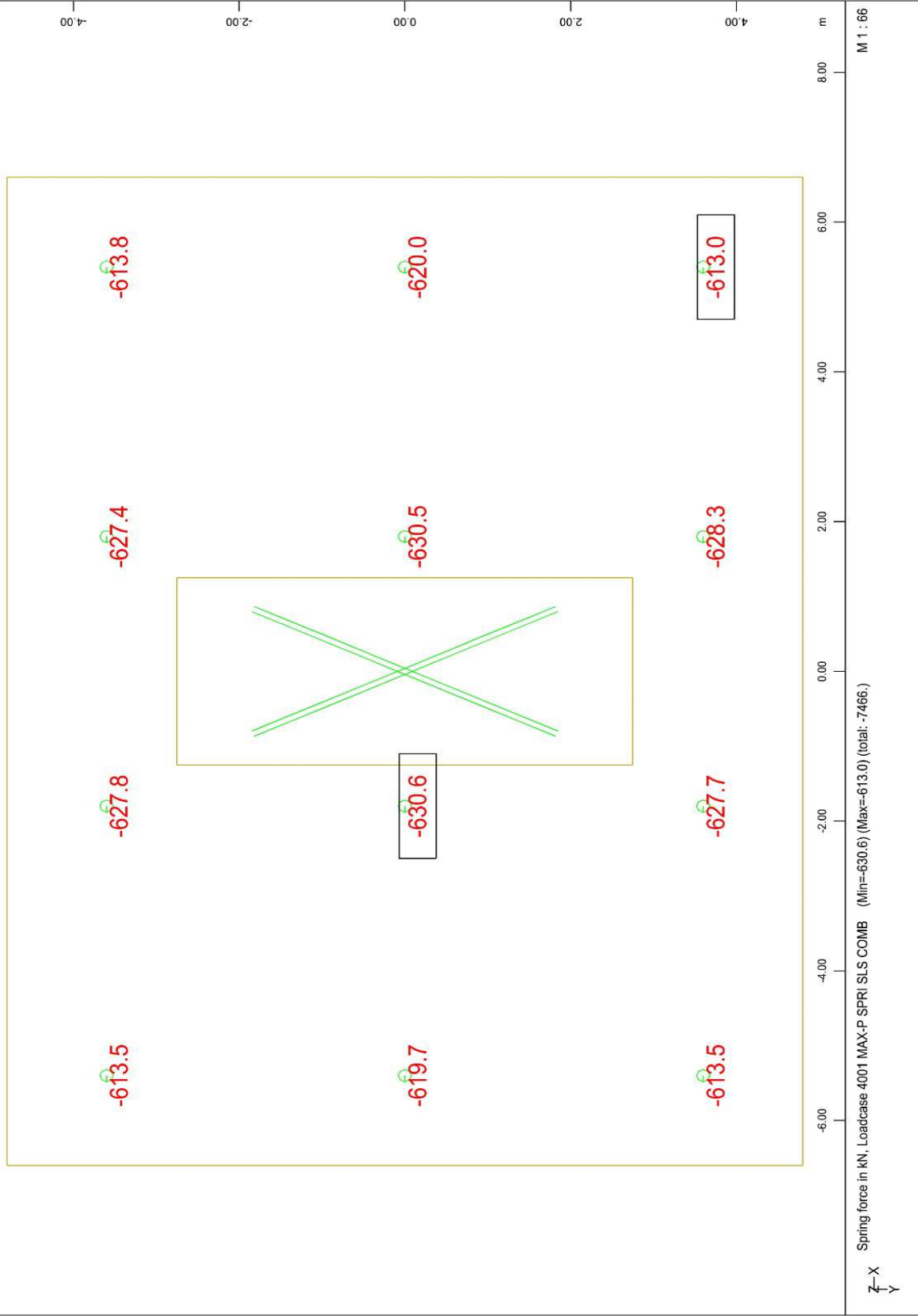
FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
 TRANSVERSE SOIL INDEX (STATIC LOADINGS)



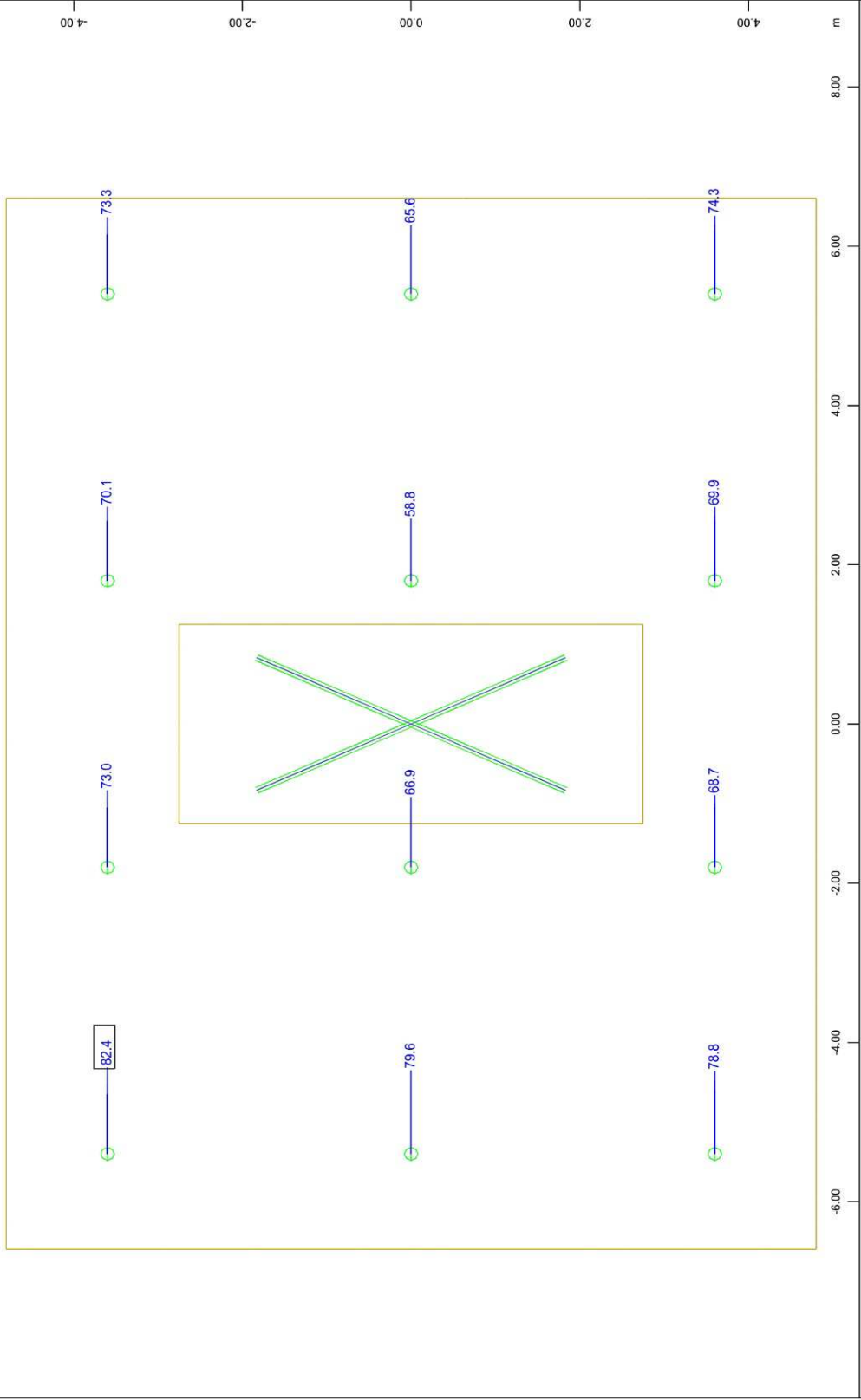
FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
LOADINGS GRAPHS



FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
PILE CAP LOADINGS

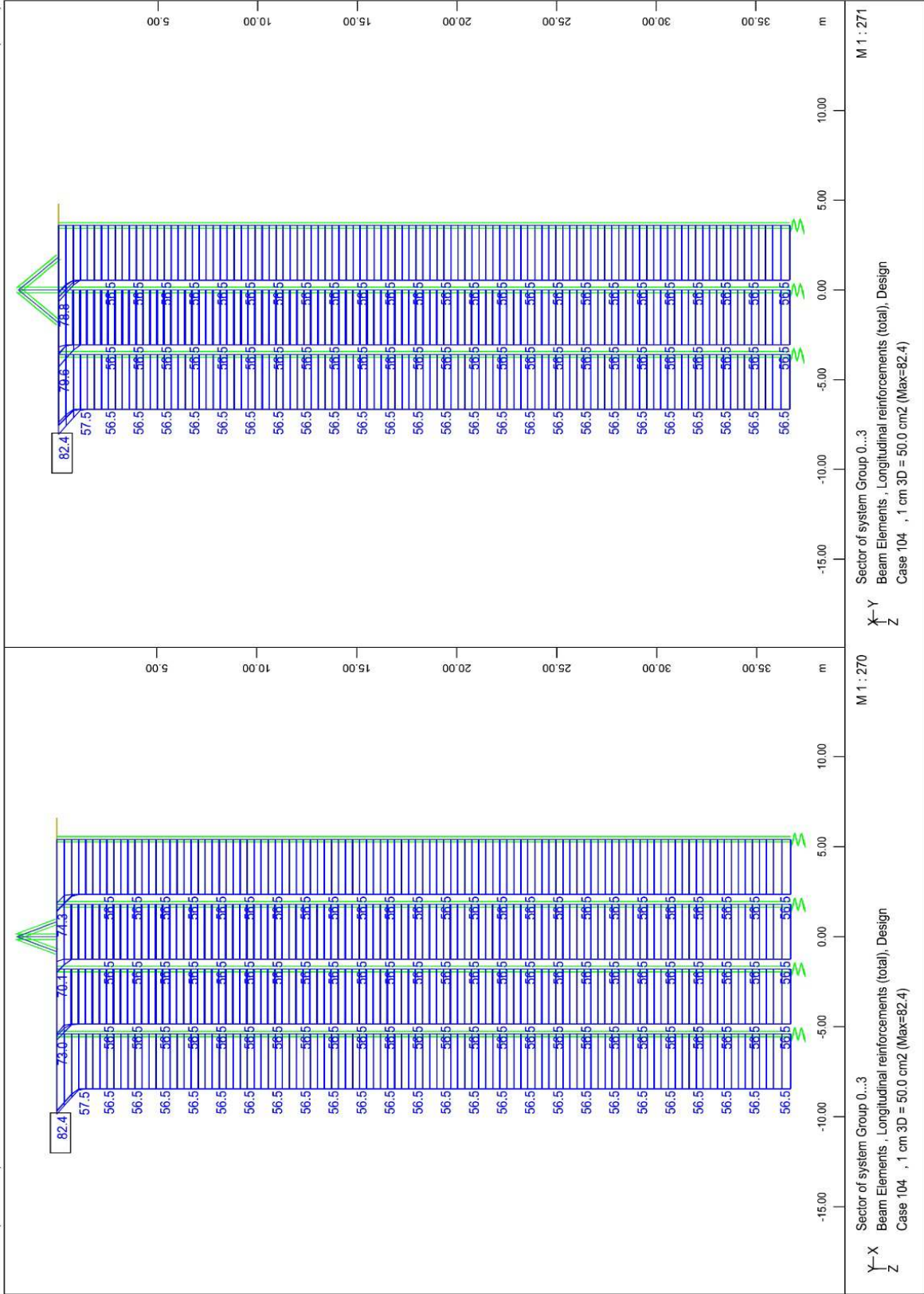


FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
PILE CAPACITY CHECK: STATIC LOADINGS - TENSION

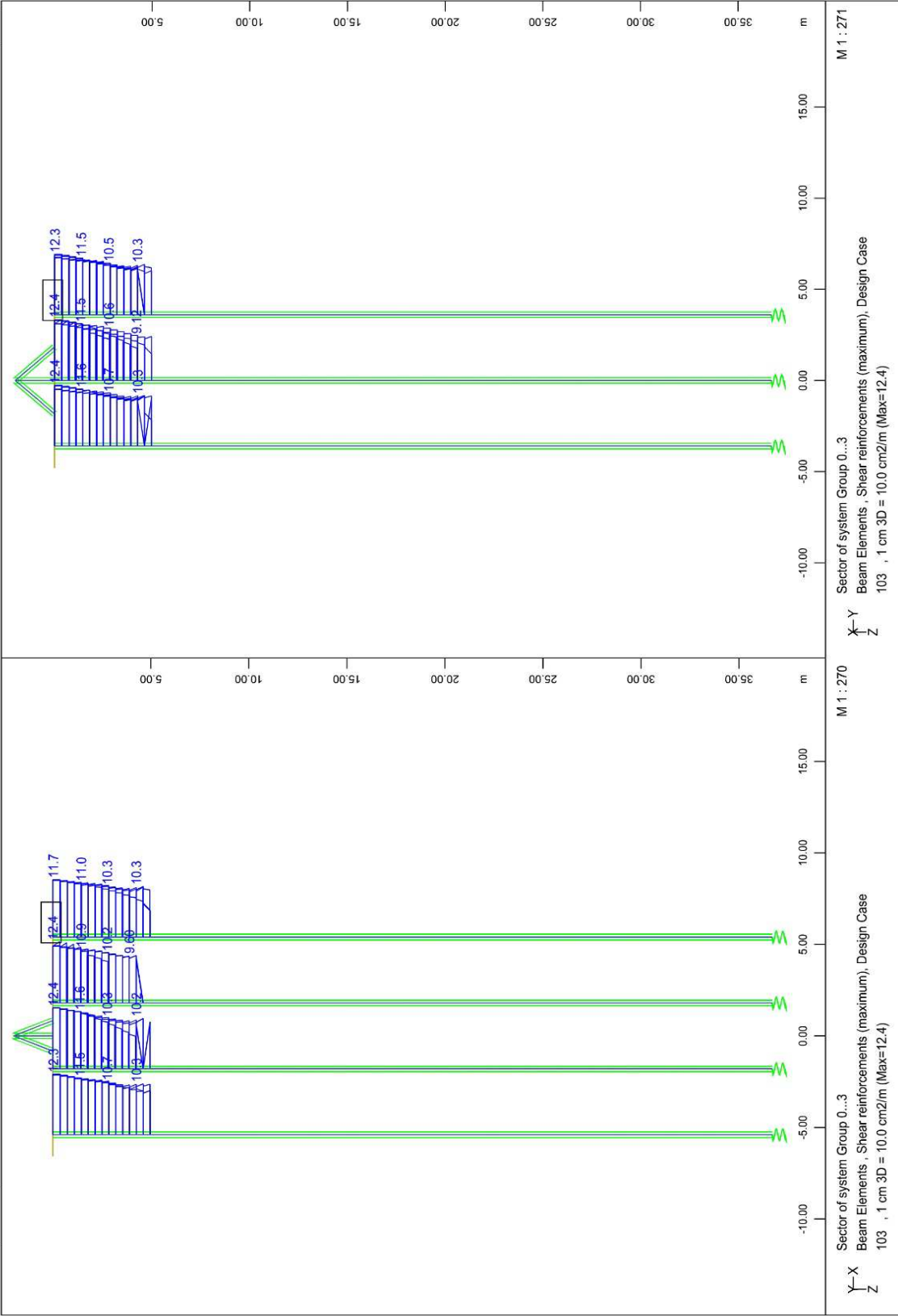


Sector of system Group 0...3
Beam Elements , Longitudinal reinforcements (total), Design Case 104 , 1 cm 3D = 50.0 cm2 (Max=82.4)

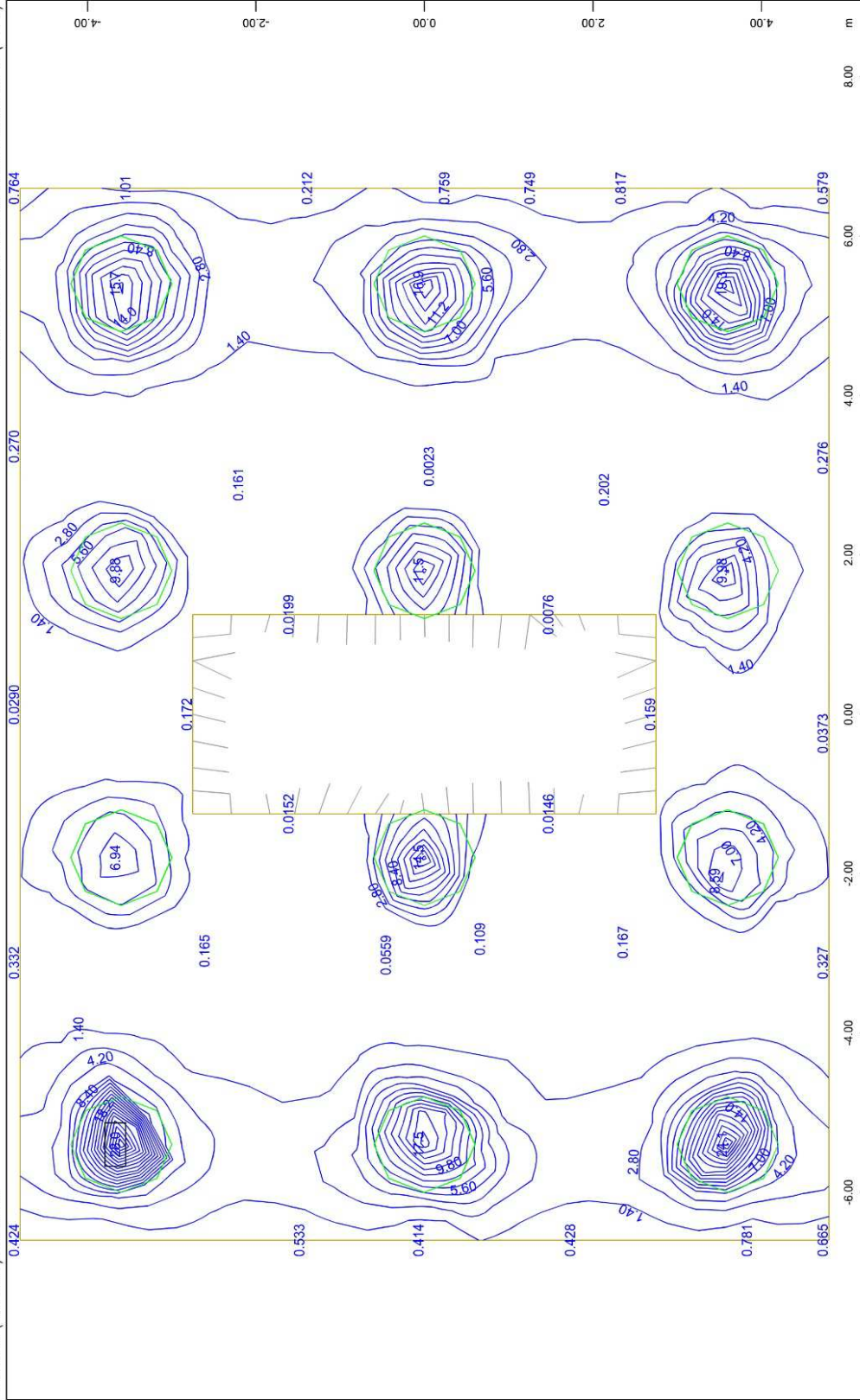
FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
PILES LONGITUDINAL REINFORCEMENT - MAXIMUM VALUE



FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
PILES LONGITUDINAL REINFORCEMENT - DISTRIBUTION ALONG LENGTH

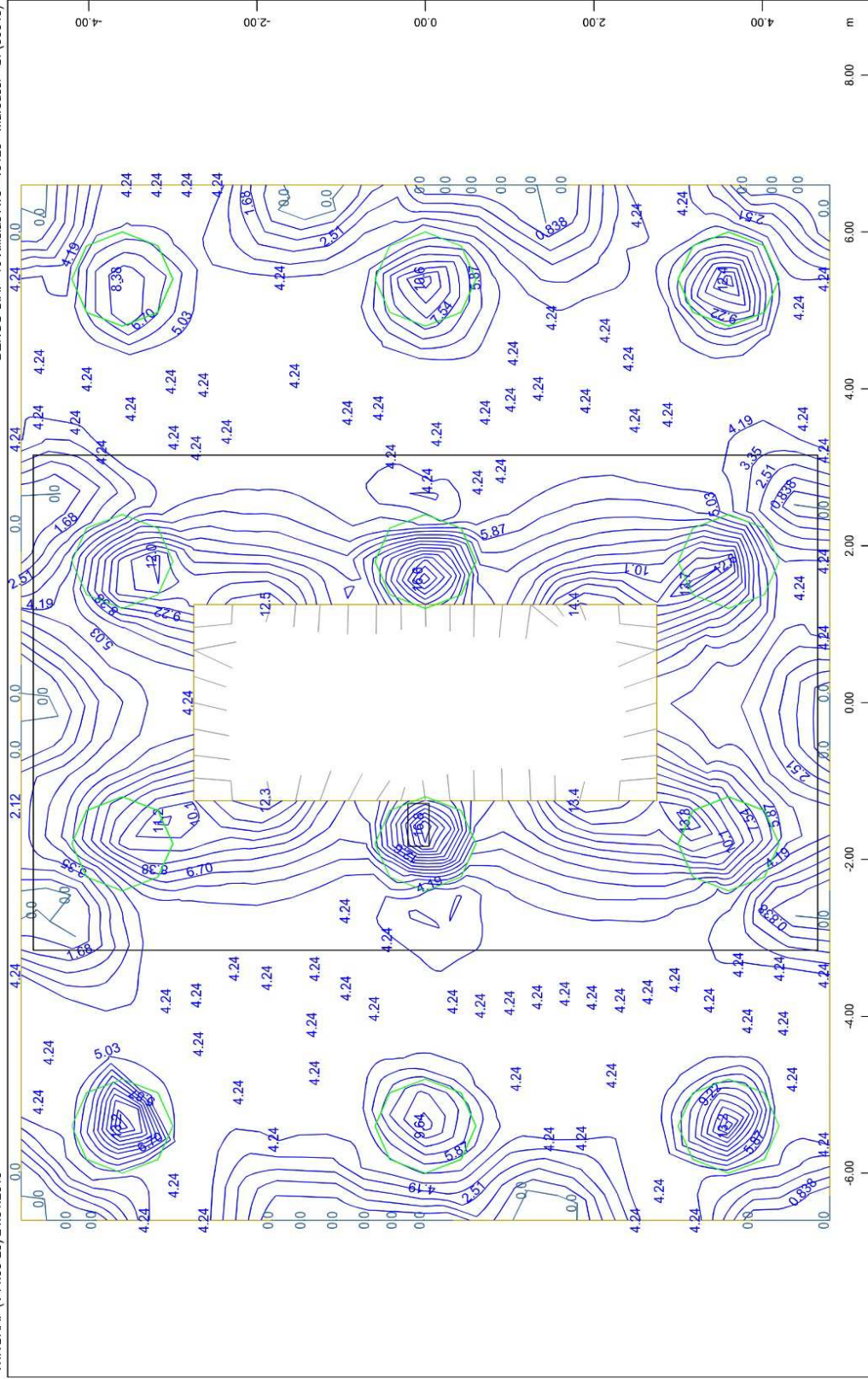


FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
PILES TRANSVERSE REINFORCEMENT - DISTRIBUTION ALONG LENGTH



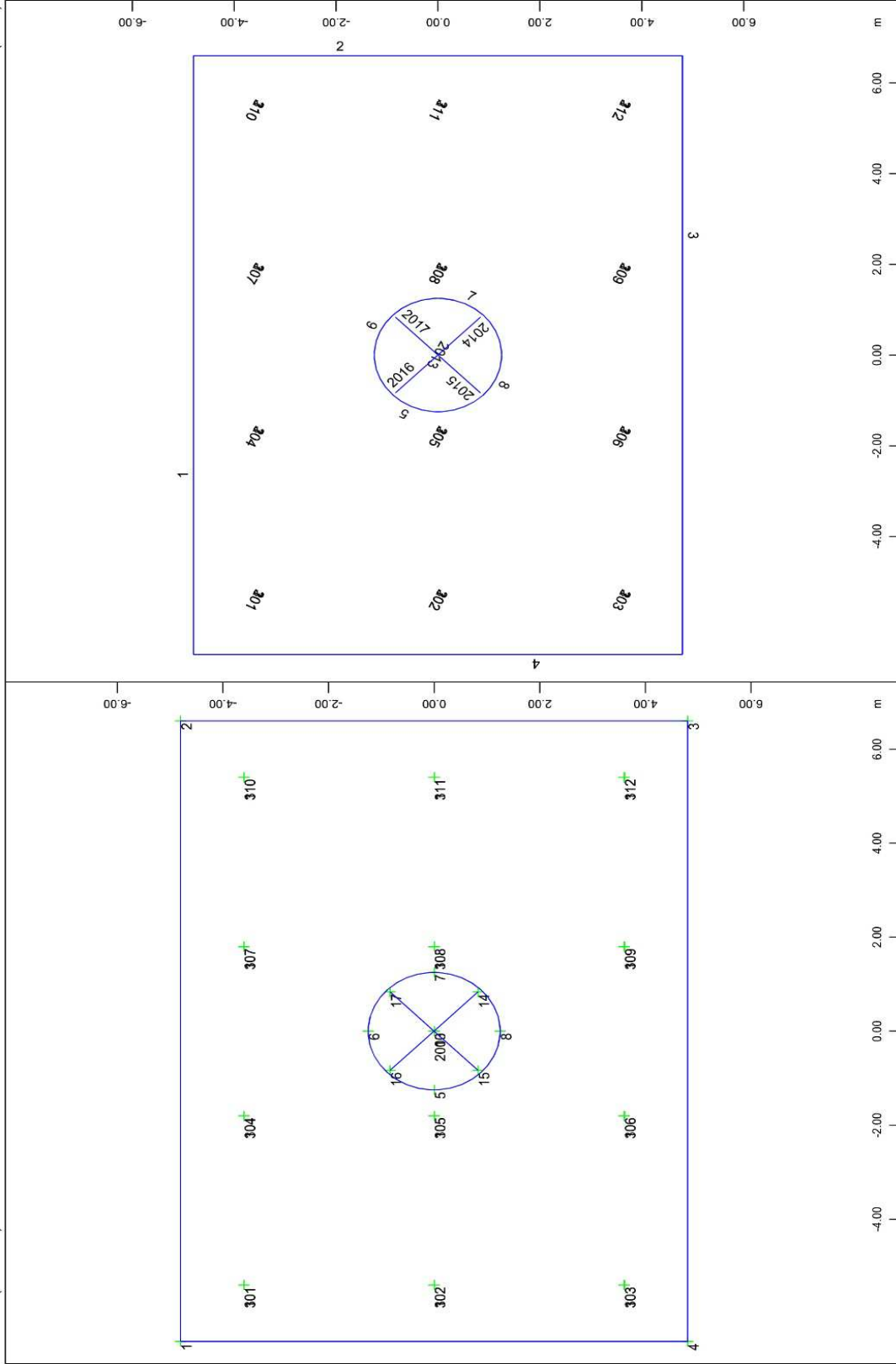
Sector of system Group 1 3
Z X
Y
upper Principal reinforcements (1st layer) from middle of element
Beam Elements , Contour of Cross section
↖, Design Case 104 , from 0 to 28.0 step 1.40 cm2/m
M 1 : 66

FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
PILE CAP REINFORCEMENT: TOP LONGITUDINAL



Sector of system Group 1.3
Z-X Shear reinforcement from middle of element
Y Beam Elements , Contour of Cross section
M 1 : 66
○, Design Case 2 , from 0 to 16.8 step 0.838 cm2/m2
FOUNDATION OF PIER M1.A - STRUCTURE 6
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: SHEAR REINFORCEMENT FOR ULS COMBINATION

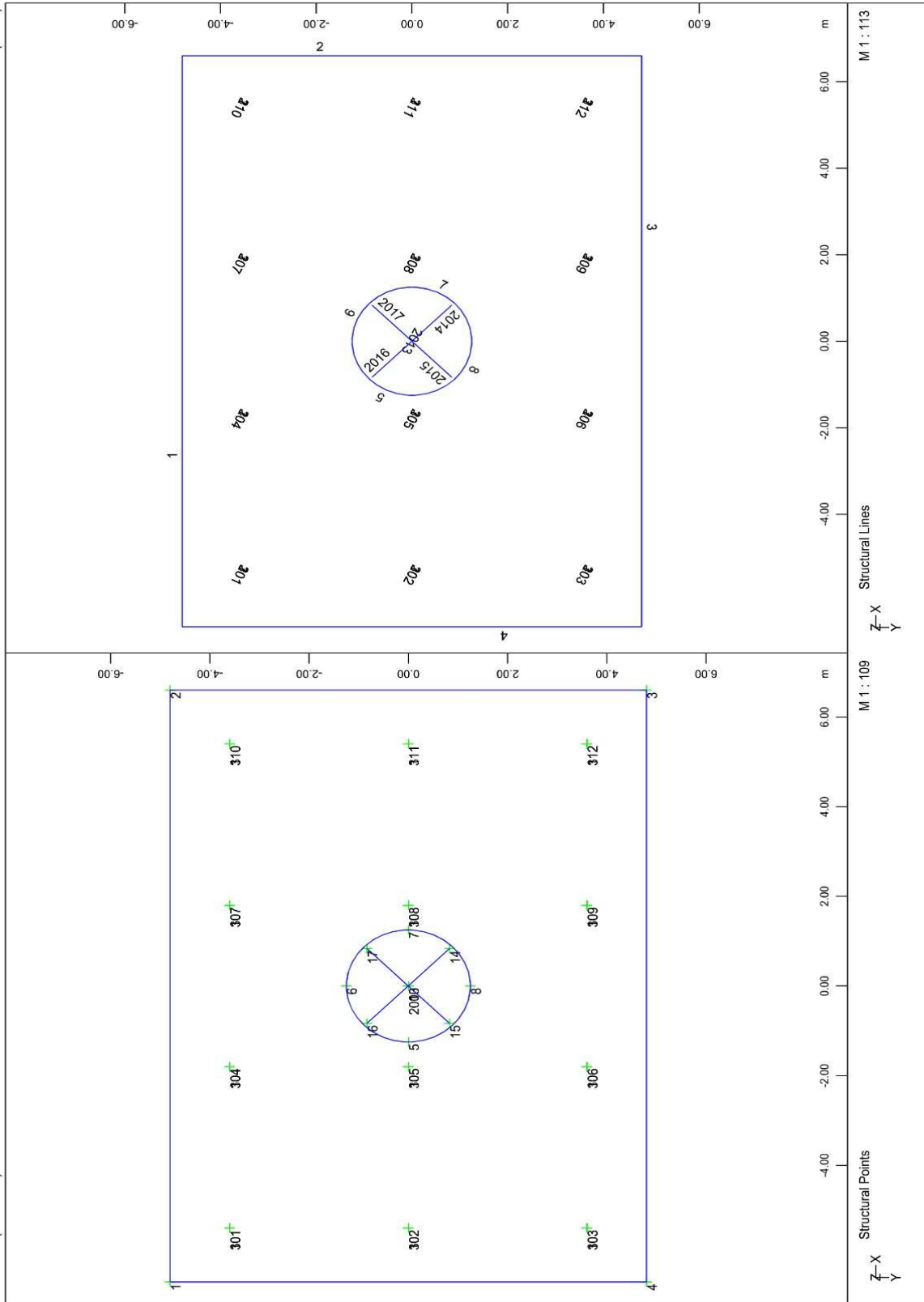
5.3.2 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου M2.A .



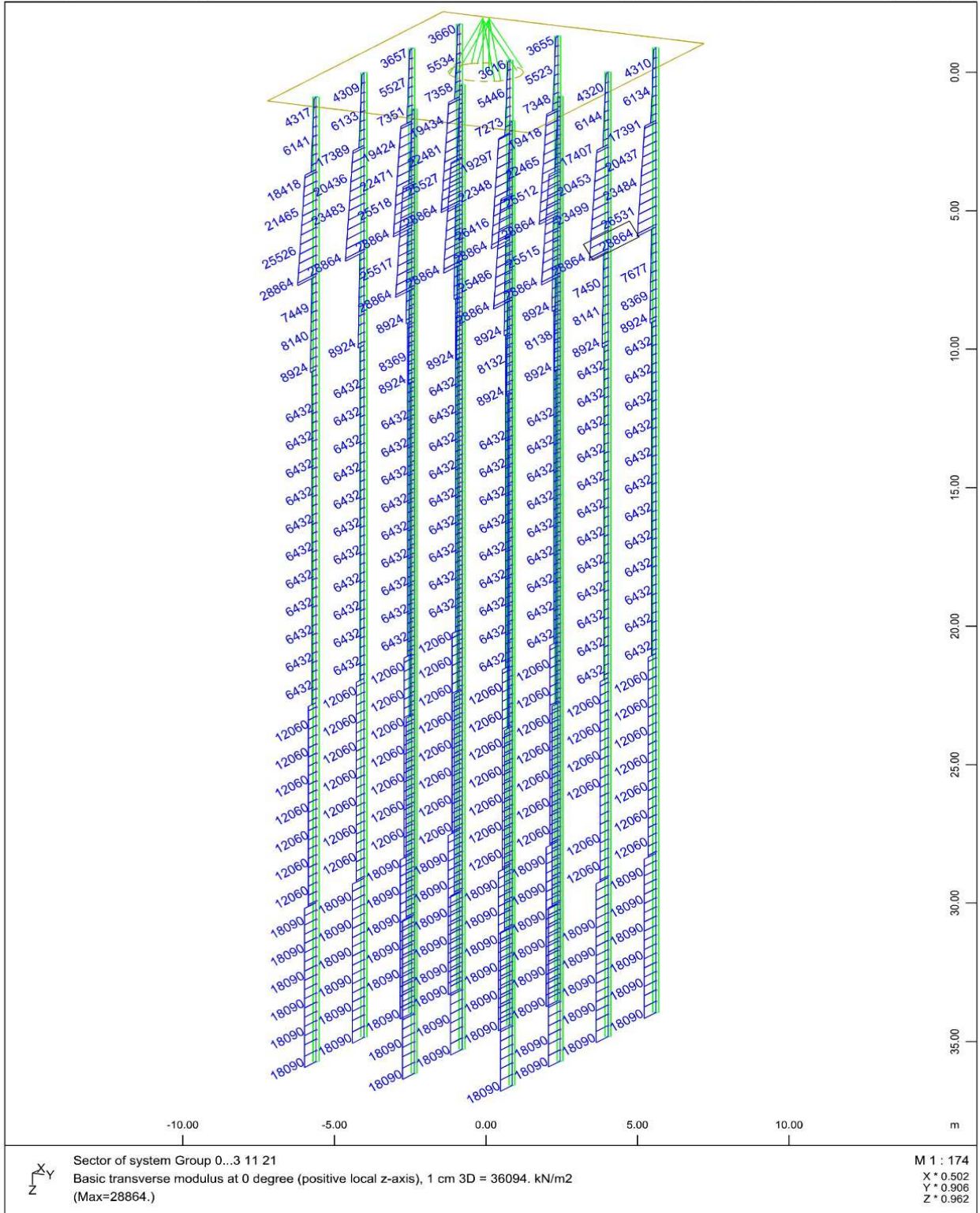
Structural Points
M 1 : 109

Structural Lines
M 1 : 113

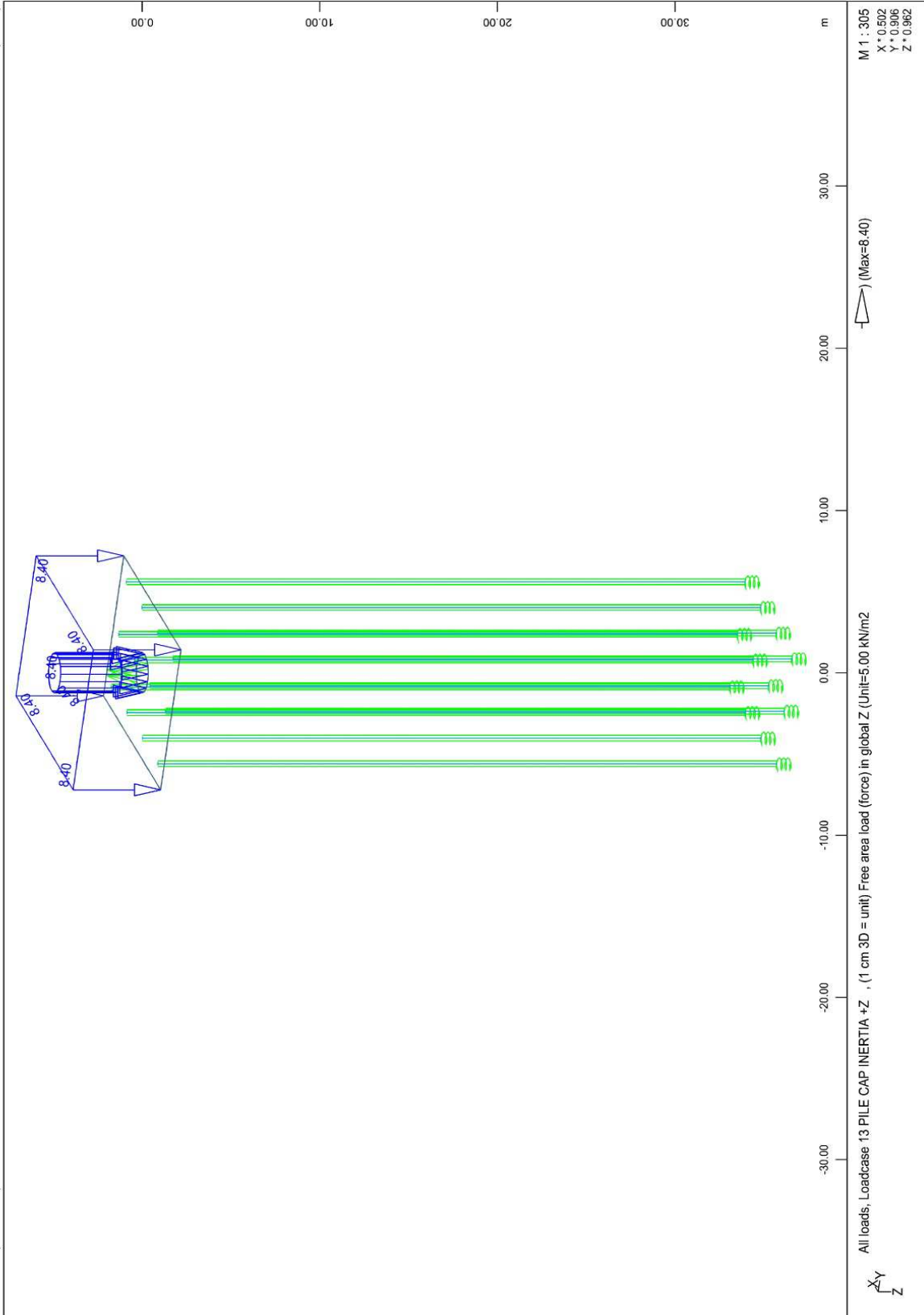
FOUNDATION OF PIER M2A - STRUCTURE 6
GEOMETRIC POINTS AND LINES



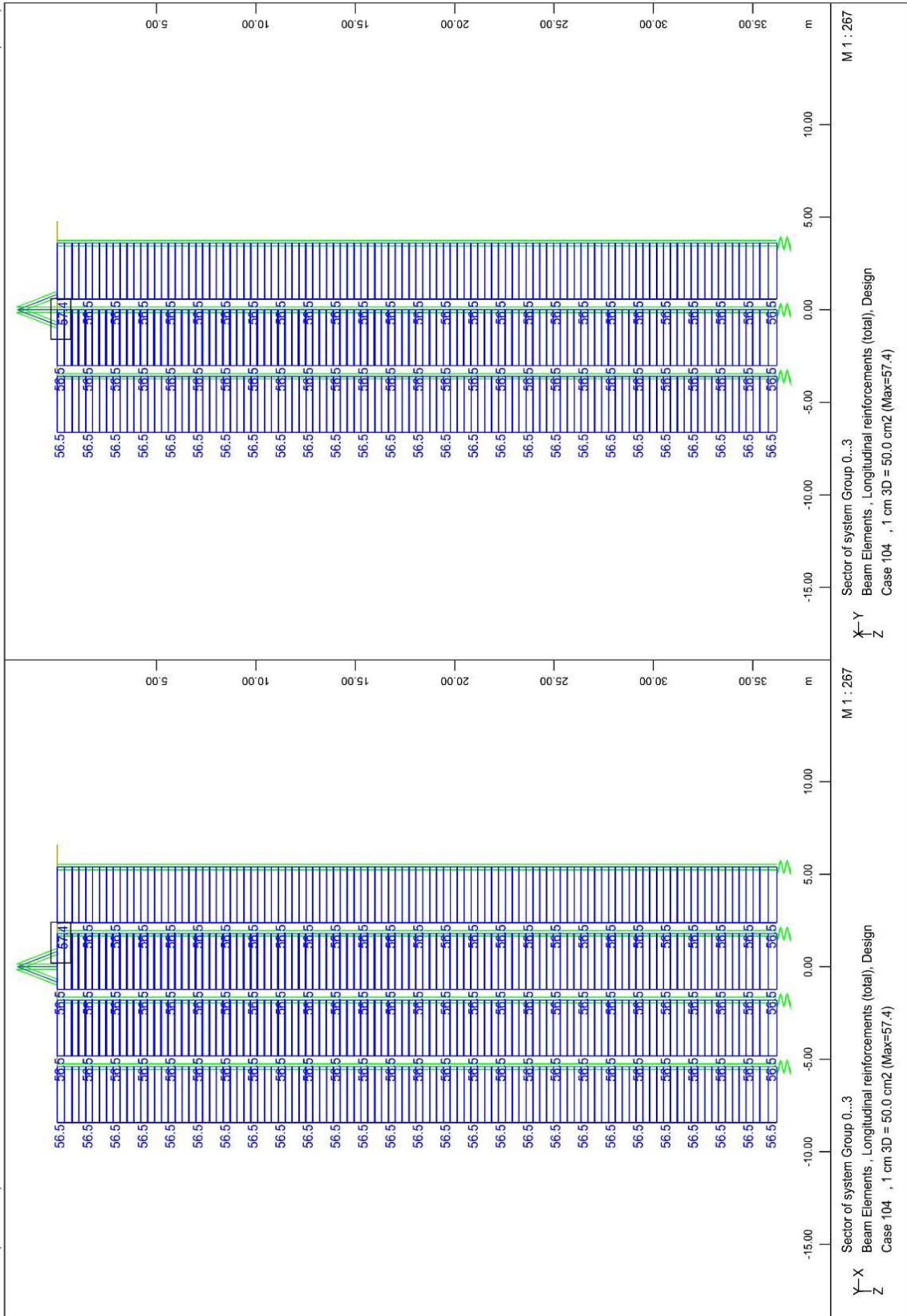
FOUNDATION OF PIER M2.A - STRUCTURE 6
GEOMETRIC POINTS AND LINES



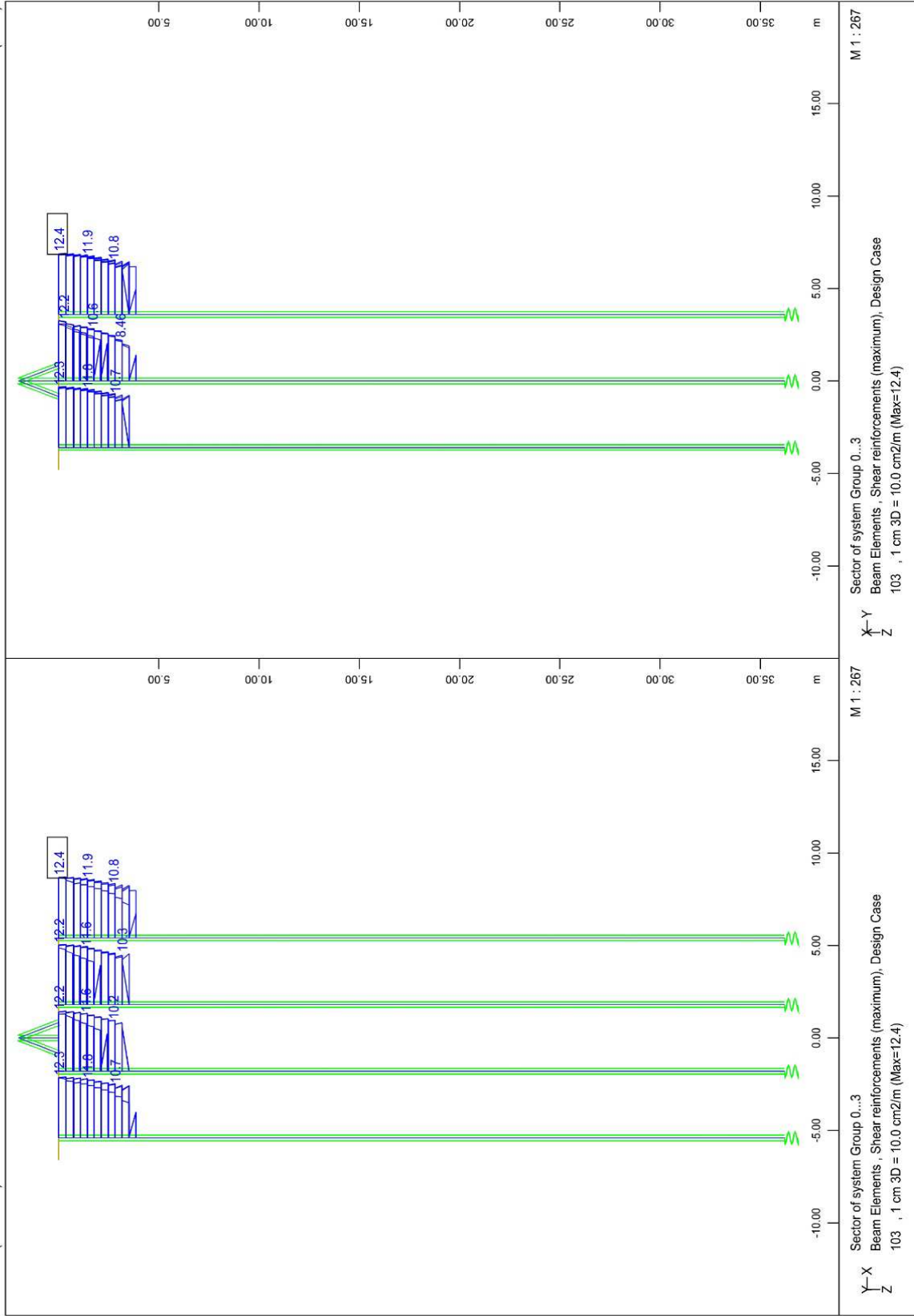
FOUNDATION OF PIER M2.A - STRUCTURE 6
 TRANSVERSE SOIL INDEX (SEISMIC LOADINGS)



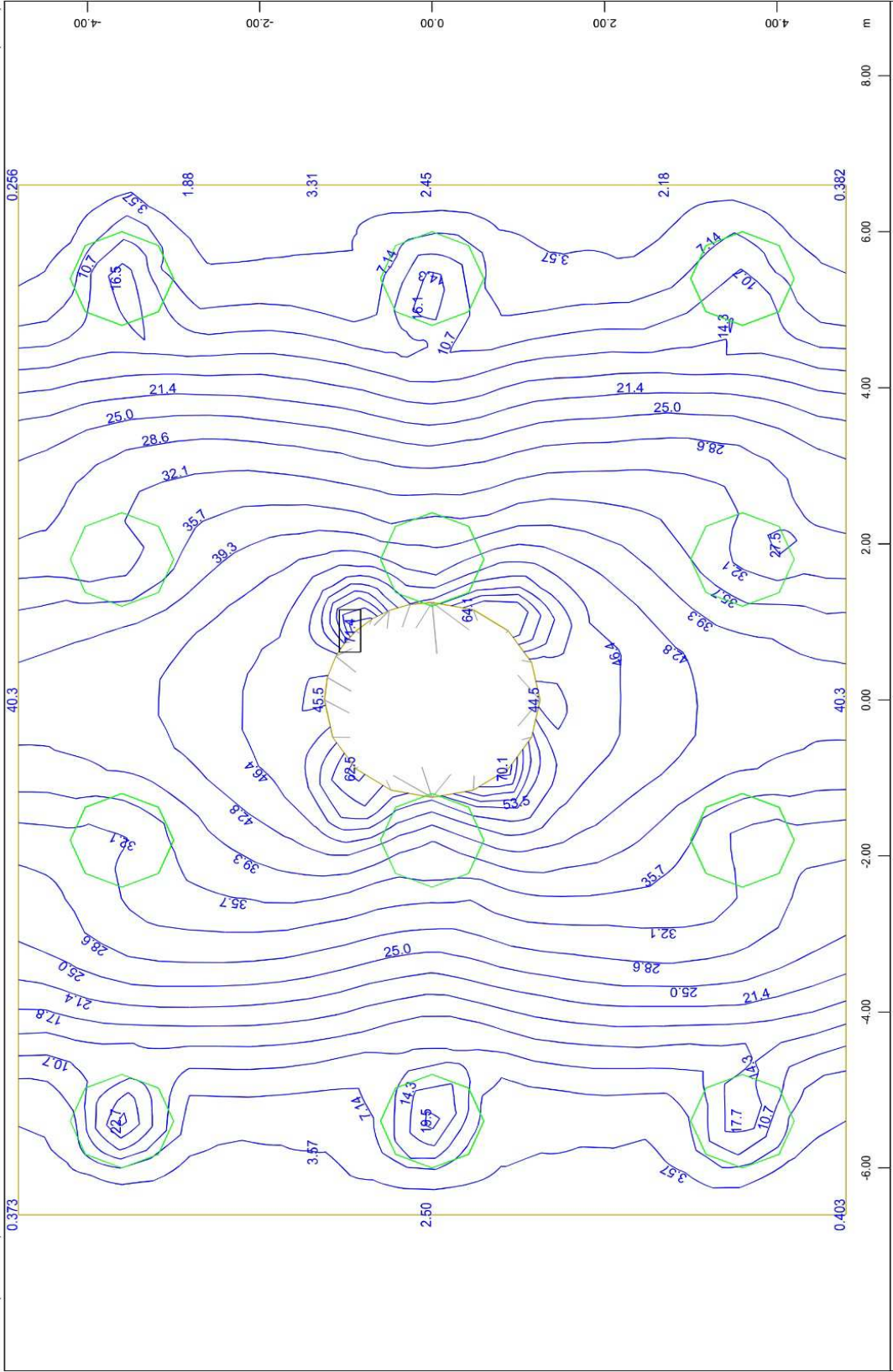
FOUNDATION OF PIER M2.A - STRUCTURE 6
PILE CAP LOADINGS



FOUNDATION OF PIER M2.A - STRUCTURE 6
PILES LONGITUDINAL REINFORCEMENT - DISTRIBUTION ALONG LENGTH

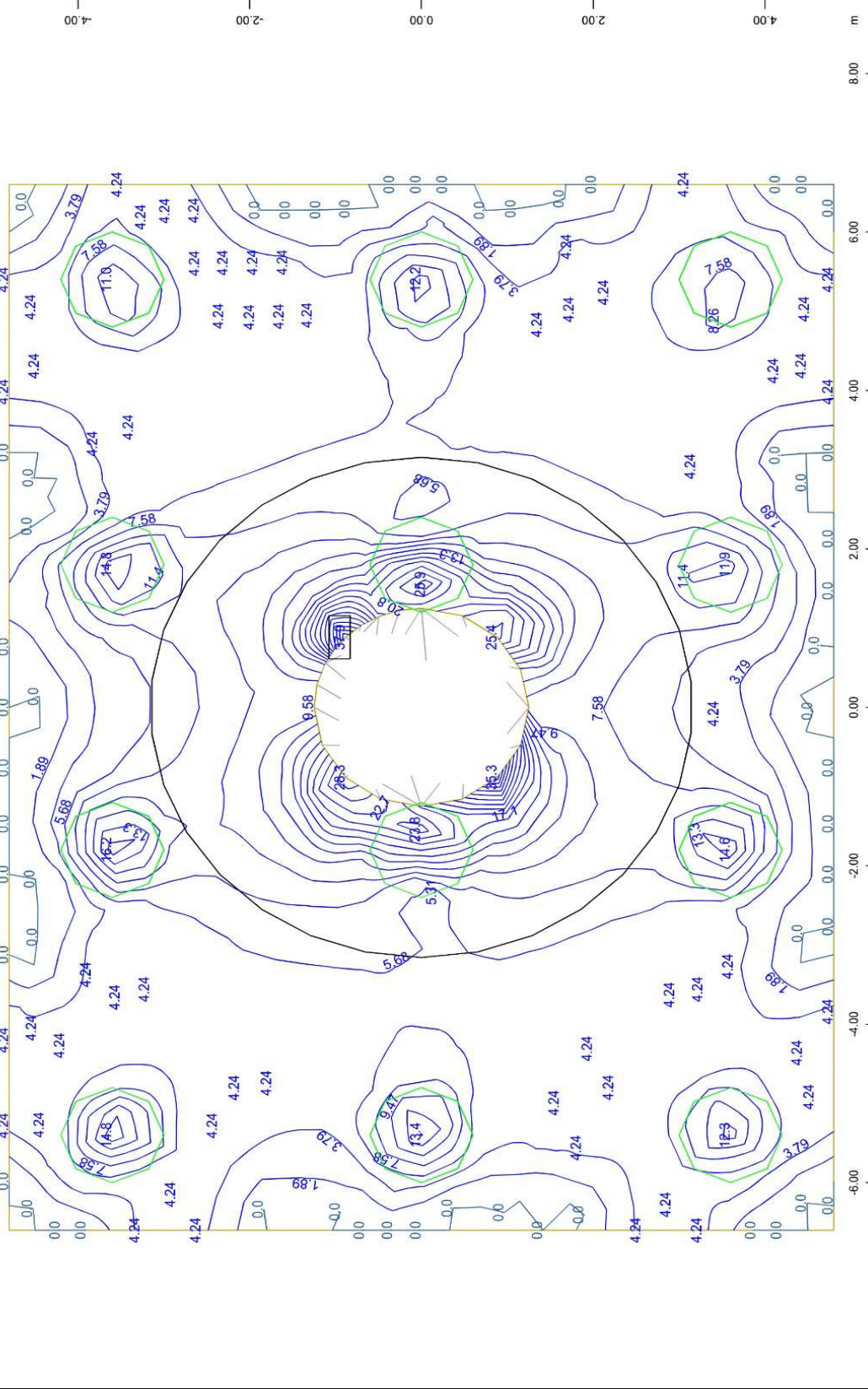


FOUNDATION OF PIER M2.A - STRUCTURE 6
PILES TRANSVERSE REINFORCEMENT - DISTRIBUTION ALONG LENGTH



Sector of system Group 1 3
Z-X
Y
lower Principal reinforcements (1st layer) from middle of element
Beam Elements , Contour of Cross section
↔, Design Case 104 , from 0 to 71.4 step 3.57 cm2/m
M 1 : 66

FOUNDATION OF PIER M2.A - STRUCTURE 6
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: BOTTOM LONGITUDINAL



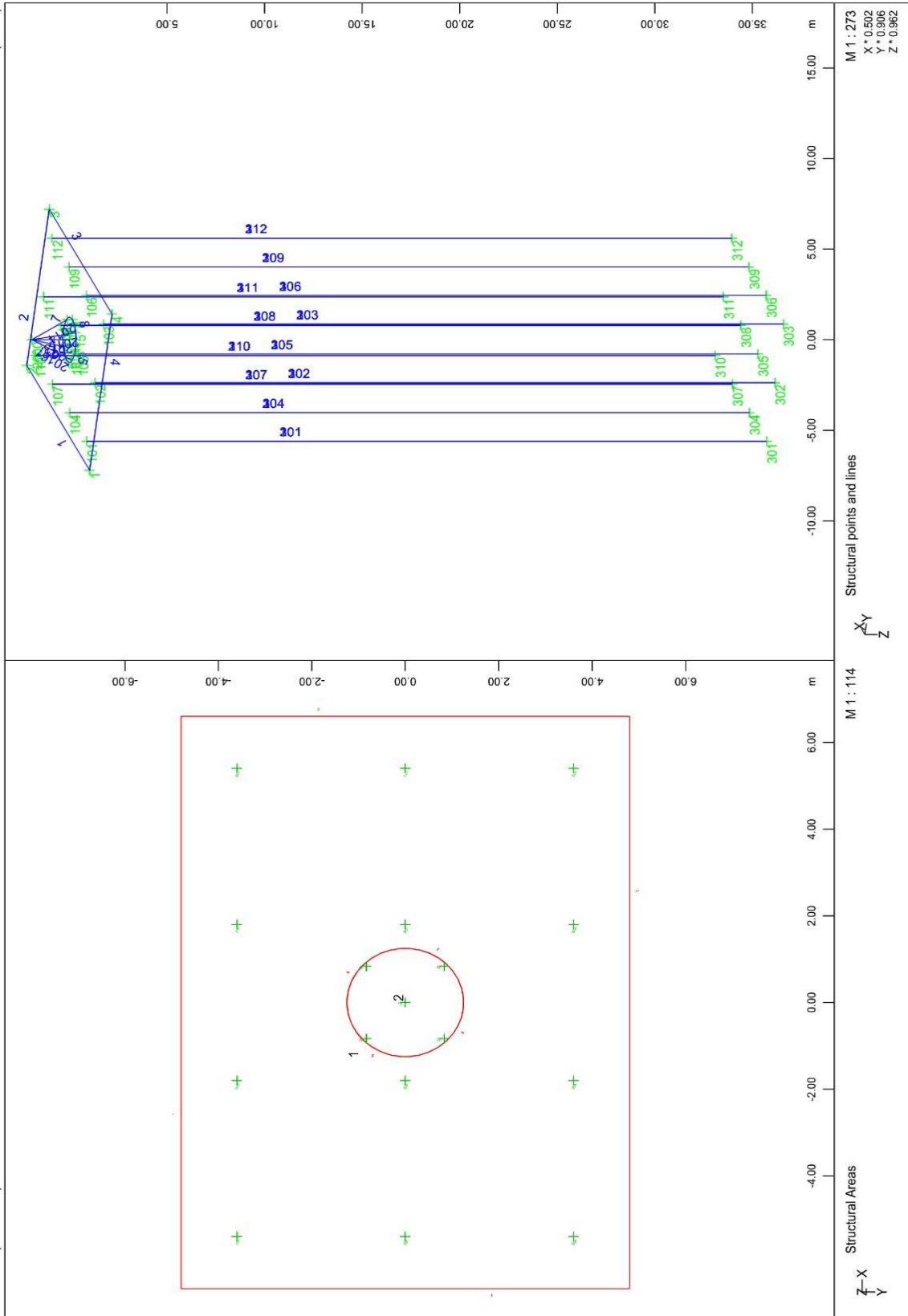
M 1 : 66

○, Design Case 2 , from 0 to 37.9 step 1.89 cm²/m²

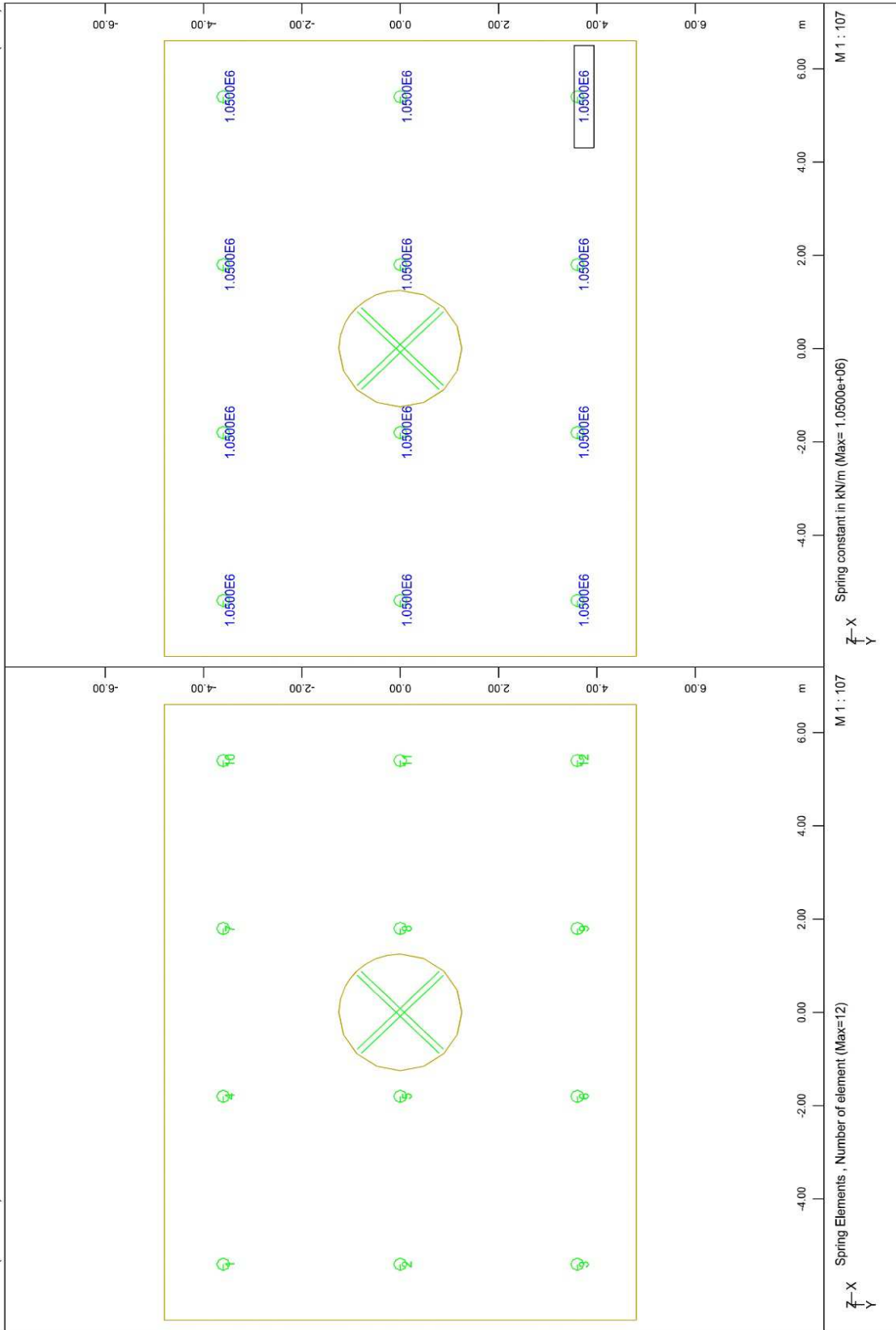
→ X
→ Y
Sector of system Group 1 3
Shear reinforcement from middle of element
Beam Elements , Contour of Cross section

FOUNDATION OF PIER M2.A - STRUCTURE 6
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: SHEAR REINFORCEMENT FOR ULS COMBINATION

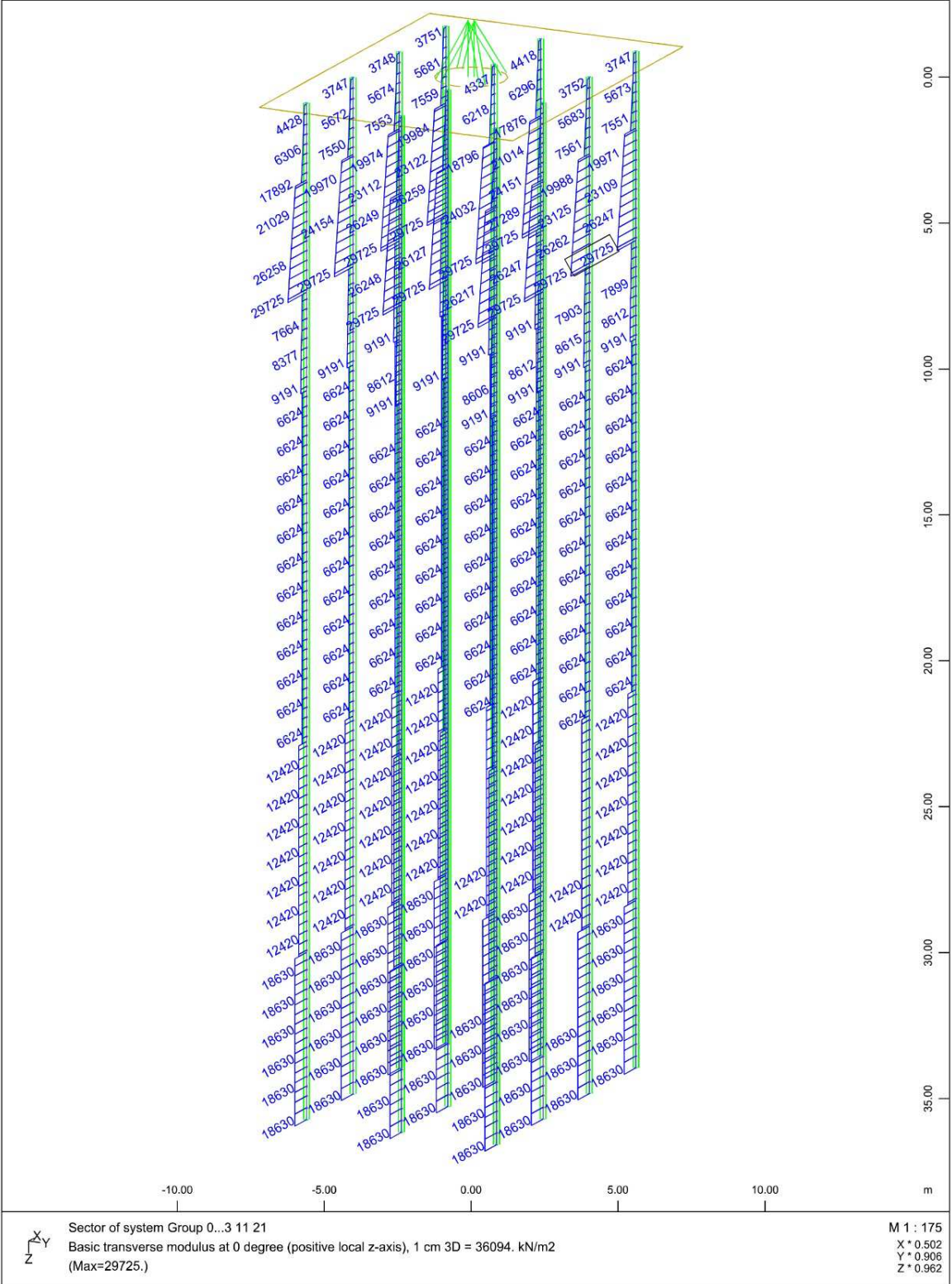
5.3.3 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου M3.A .



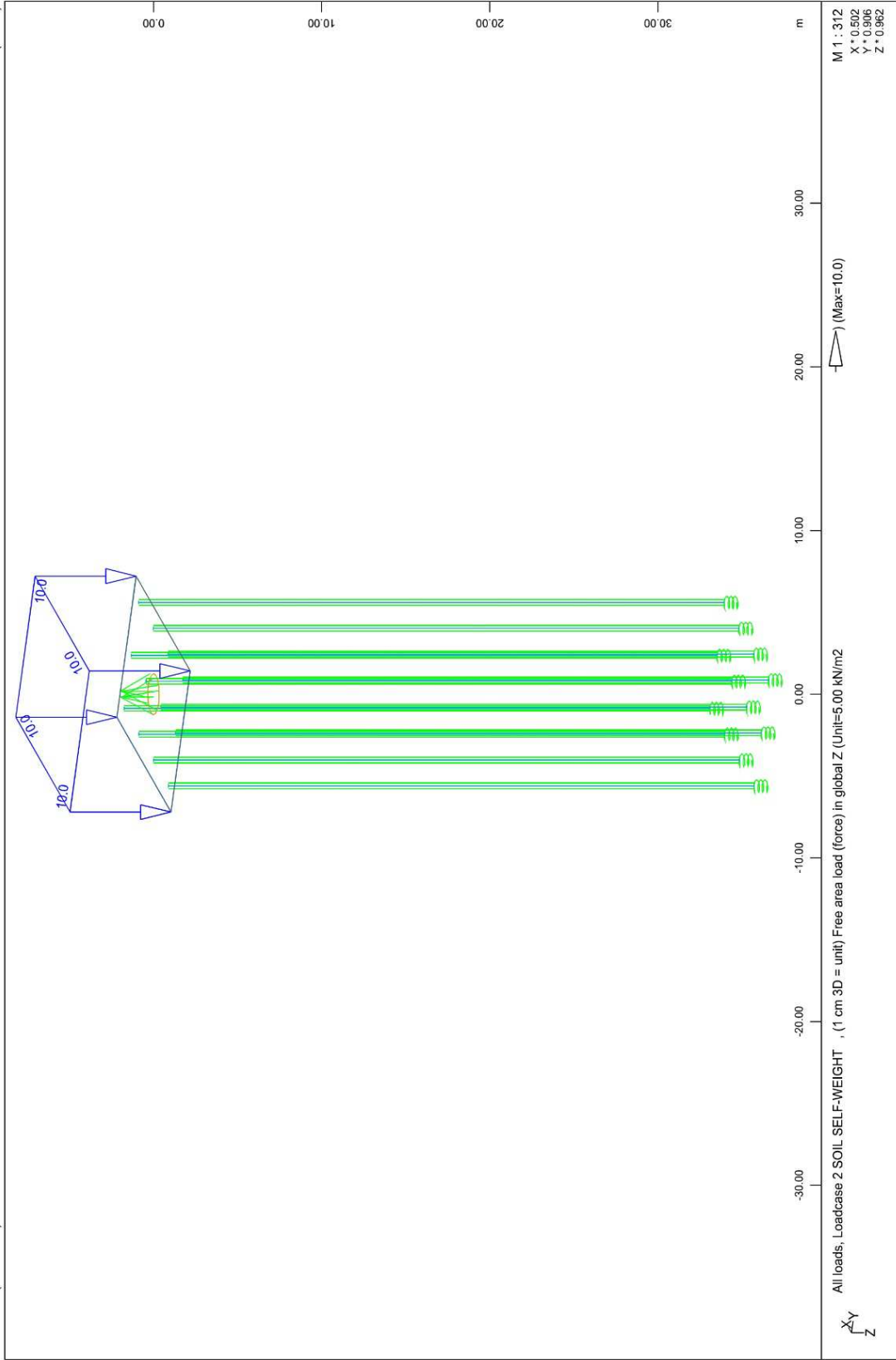
FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
NUMBERING OF AREAS, POINTS AND LINES

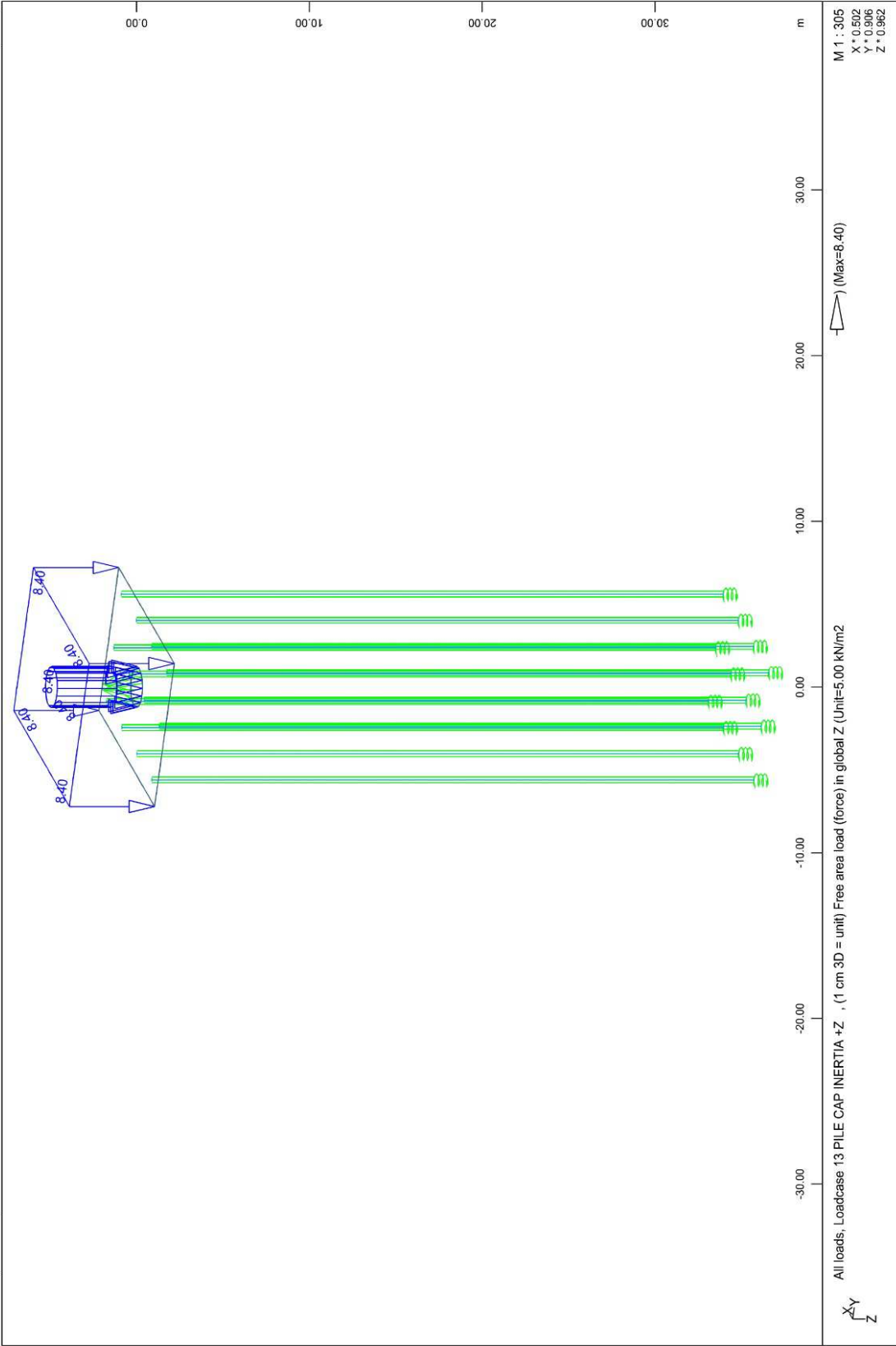


FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
NUMBERING AND STIFFNESS OF PILE TIP SPRINGS

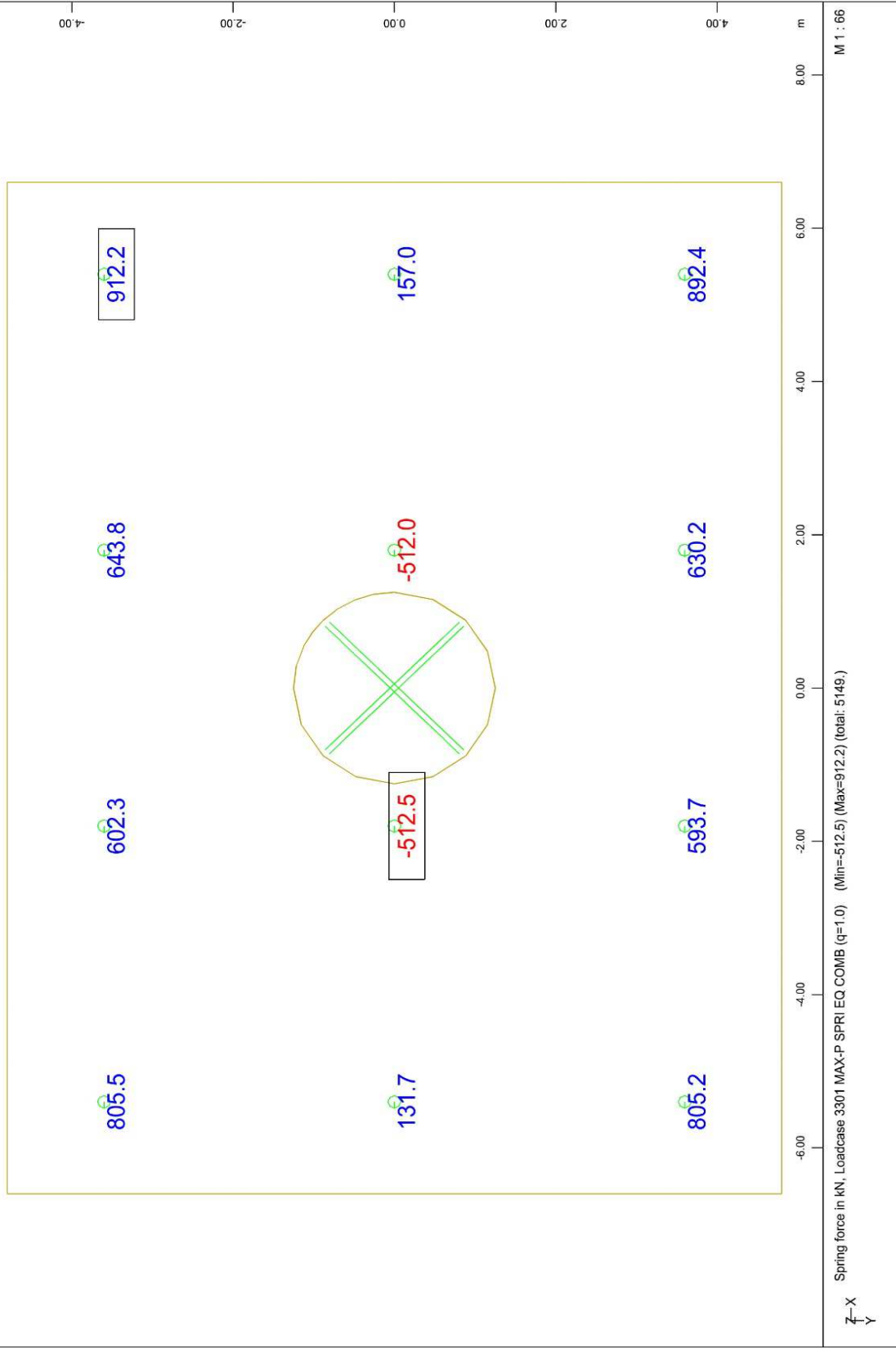


FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
 TRANSVERSE SOIL INDEX (SEISMIC LOADINGS)

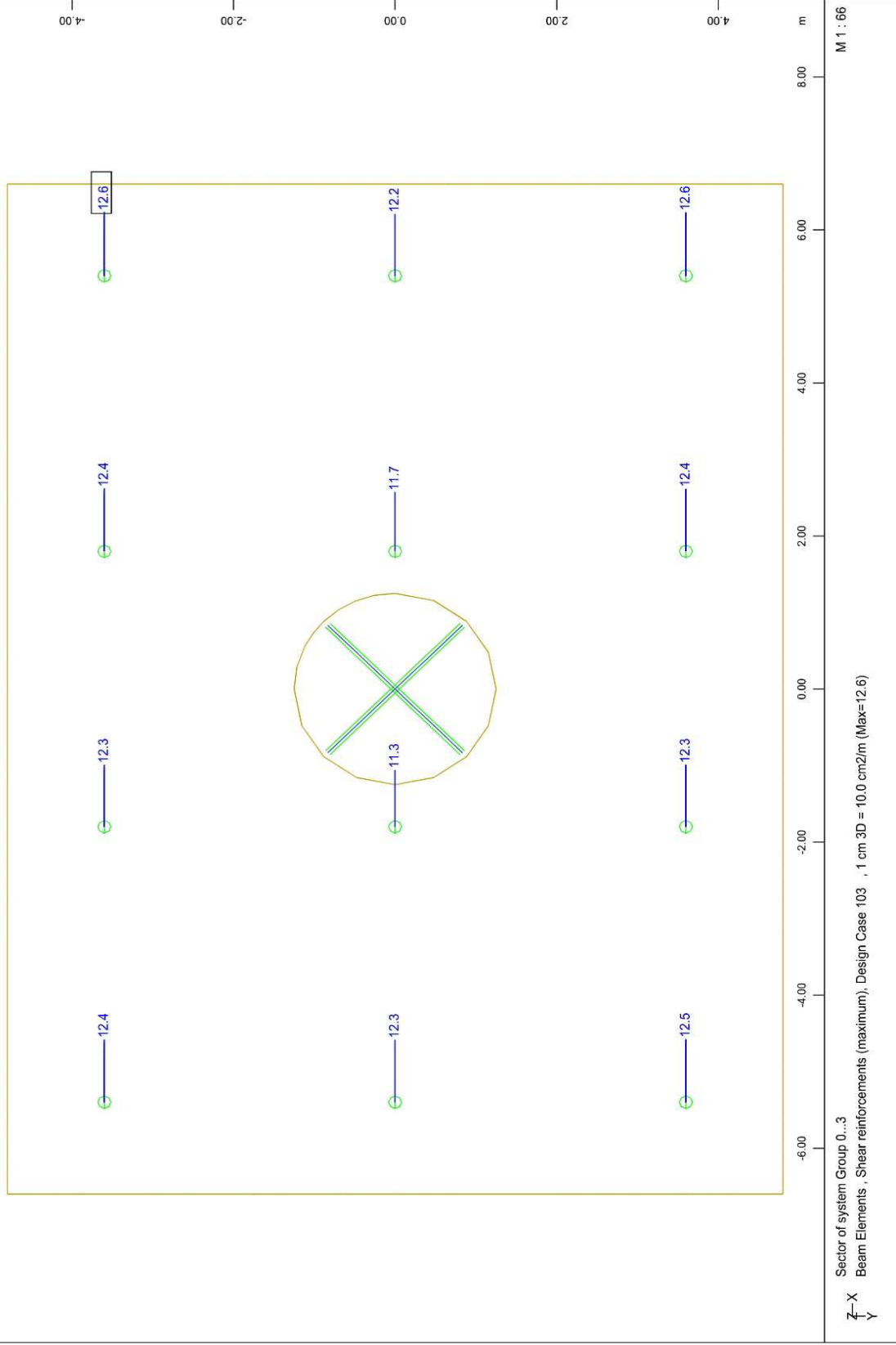




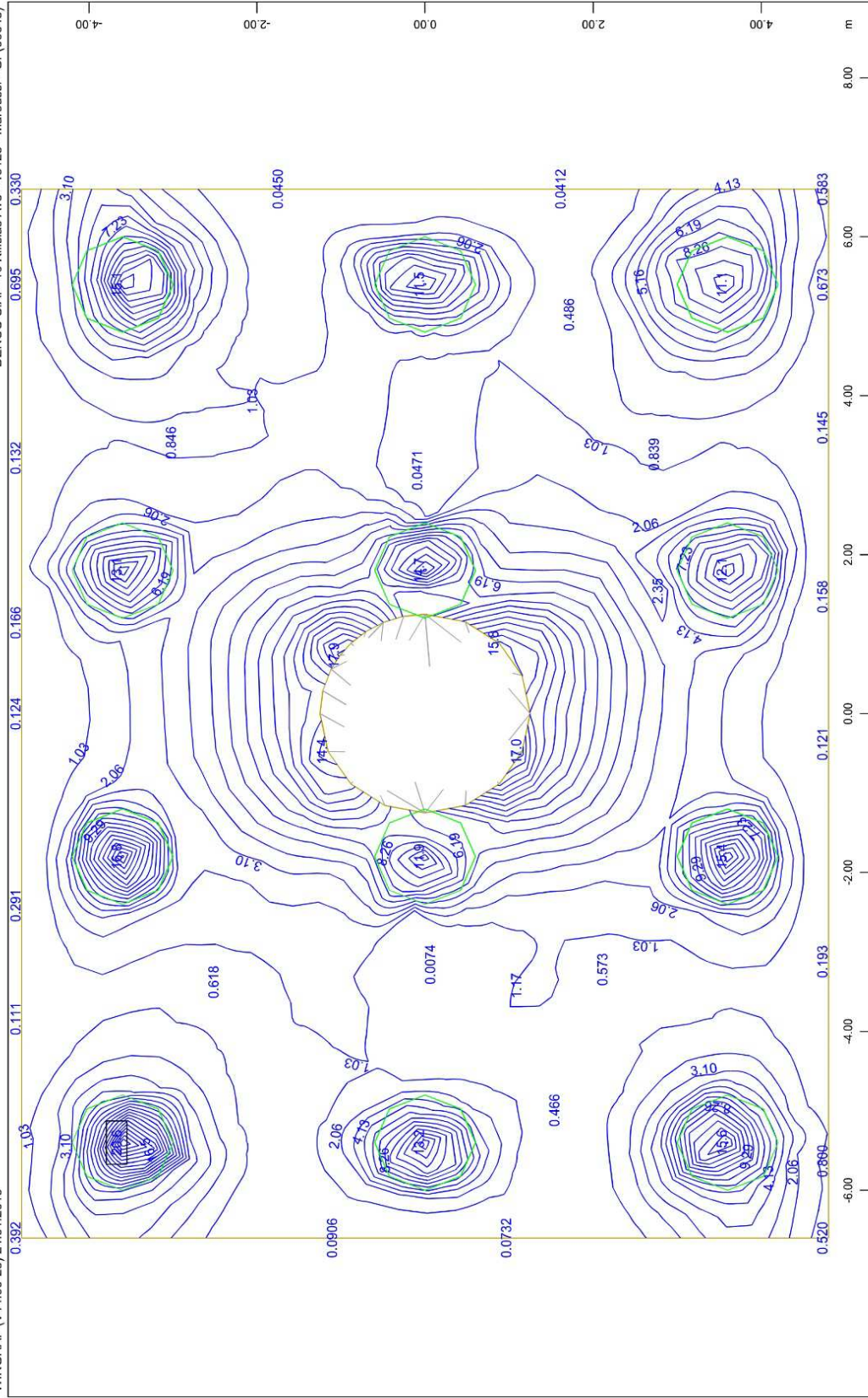
FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
PILE CAP LOADINGS



FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
PILE CAPACITY CHECK: SEISMIC LOADINGS - TENSION

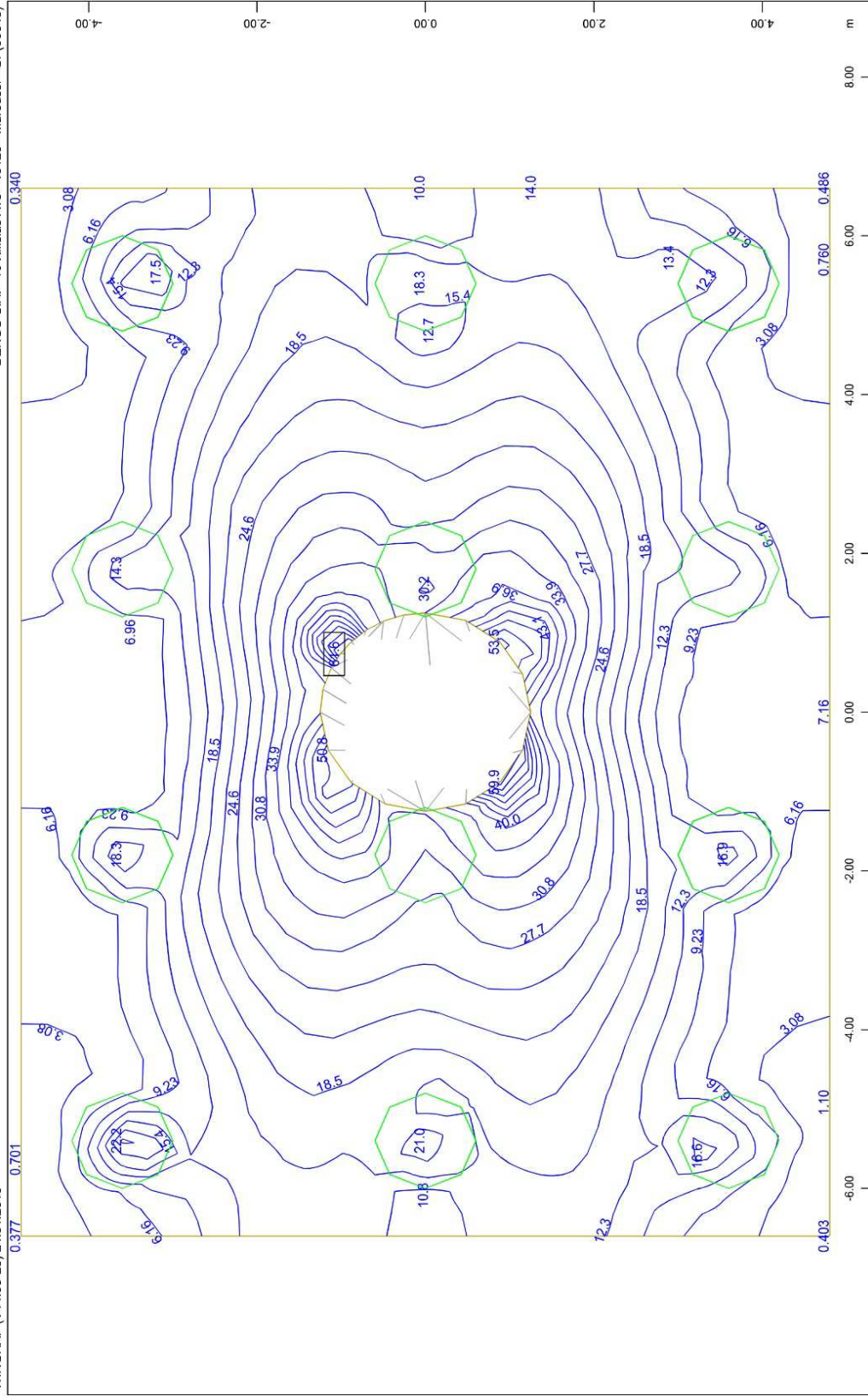


FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
PILES TRANSVERSE REINFORCEMENT - MAXIMUM VALUE



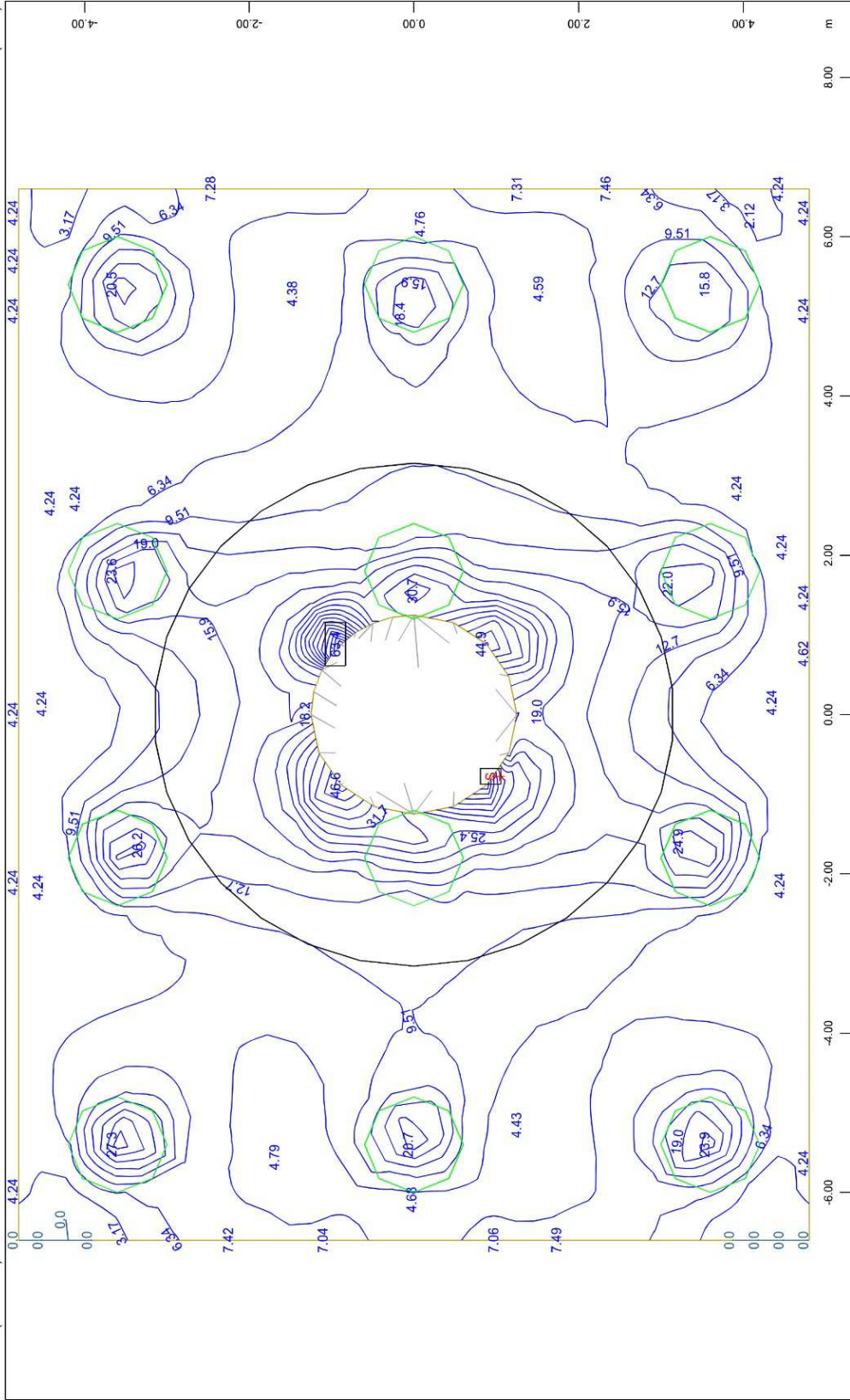
Sector of system Group 1 3
 upper Cross reinforcements (2nd layer) from middle of element
 Beam Elements , Contour of Cross section
 1 Design Case 104 , from 0 to 20.6 step 1.03 cm2/m
 M 1 : 66

FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
 HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: TOP TRANSVERSE



Sector of system Group 1 3
Z-X
Y
lower Cross reinforcements (2nd layer) from middle of element
Beam Elements , Contour of Cross section
1, Design Case 104 , from 0 to 61.6 step 3.08 cm2/m
M 1 : 66

FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: BOTTOM TRANSVERSE



Sector of system Group 1 3
 Shear reinforcement ○, Design Case 3 ULS design, from middle of element (in cm²/m²), Design error shear problem (=S) in Elements, from 0 to 63.4 step 3.17

M 1 : 66
 FOUNDATION OF PIER M3.A - STRUCTURE 6
 HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: SHEAR REINFORCEMENT FOR EQ COMBINATION

5.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΤΙΤΛΟΣ
Σ01	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ
Σ02	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ
Σ03	ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ
Σ04	ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΕΣ
Σ05	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α1.Α
Σ06	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1.Α
Σ07	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.Α
Σ08	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.Α
Σ09	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.Α
Σ10	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α1.Α
Σ11	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1.Α
Σ12	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ Μ2.Α & Μ3.Α
Σ13	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α1.Α
Σ14	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1.Α
Σ15	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.Α
Σ16	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.Α
Σ17	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1.Α
Σ18	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.Α
Σ19	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.Α
Σ20	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ – 1 ^Η ΦΑΣΗ
Σ21	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ – 2 ^Η ΦΑΣΗ
Σ22	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ - 3 ^Η ΦΑΣΗ
Σ23	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ – 4 ^Η ΦΑΣΗ
Σ24	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
Σ25	ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ 1 ^{ΗΣ} & 2 ^{ΗΣ} ΦΑΣΗΣ
Σ26	ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ 2 ^{ΗΣ} & 3 ^{ΗΣ} ΦΑΣΗΣ
Σ27	ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ 3 ^{ΗΣ} & 4 ^{ΗΣ} ΦΑΣΗΣ
Σ28	ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ 4 ^{ΗΣ} ΦΑΣΗΣ
Σ29	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ
Σ30	ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ

Τα τεχνικά σχέδια της Μελέτης παρατίθενται στο παράρτημα Α' της Πτυχιακής Εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Οι παρακάτω φωτογραφίες της γέφυρας ελήφθησαν στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας κατά την χρονική περίοδο από 19-03-2014 έως 5-09-2014 από τους σπουδαστές Γραμματικόπουλο Κωνσταντίνο και Μοσχούλη Ελισάβετ.



Φωτ. 6.1 Γενική όψη γέφυρας T6 και βάθρων.



Φωτ. 6.2 Ακρόβαθρο Α1.Α με σπλισμό ΒSt 500S για την κατασκευή στηθαίου ασφαλείας στο άνω μέρος.



Φωτ. 6.3 Μεσόβαθρο Μ1.Α ορθογωνικής διατομής (πριν την αφαίρεση των προσωρινών στηριγμάτων του εφεδράνου).



Φωτ. 6.4 Μεσόβαθρο M2.A κυκλικής διατομής με κεφαλοδοκό (πριν την αφαίρεση των προσωρινών στηριγμάτων του εφεδράνου).



Φωτ. 6.5 Μεσόβαθρο M3.A κυκλικής διατομής με κεφαλοδοκό (πριν την αφαίρεση των προσωρινών στηριγμάτων του εφεδράνου).



Φωτ. 6.6 Μεσόβαθρο M4.A κυκλικής διατομής με κεφαλοδοκό (πριν την αφαίρεση των προσωρινών στηριγμάτων του εφεδράνου) και αρμός διαστολής της σύνδεσης με τη γέφυρα T7 στα αριστερά.



Φωτ. 6.7 Δυτική όψη παρούσας γέφυρας T6 (και μέρος της γέφυρας T7, αριστερά του αρμού) και όψη όλων των βάθρων αυτής (M1.A, M2.A, M3.A, M4.A).



Φωτ. 6.8 Οδόστρωμα τμήματος γέφυρας T6 όπου φαίνονται οι αρμοί διαστολής (πριν την ασφαλτόστρωση).



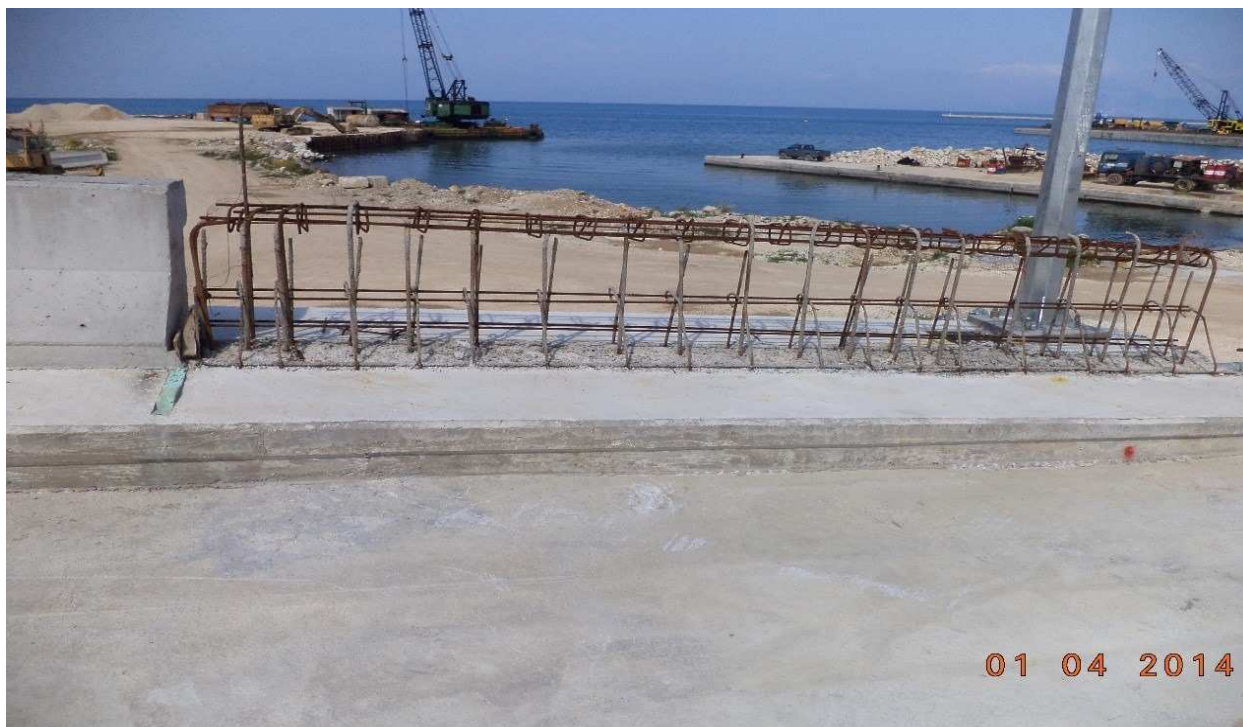
Φωτ. 6.9 Οδόστρωμα τμήματος γέφυρας T6 (μετά την ασφαλτόστρωση).



Φωτ. 6.10 Οπλισμός BSt 500S με πλέγμα για την κατασκευή στηθαίου ασφάλειας.



Φωτ. 6.11 Όψη στηθαίου από σκυρόδεμα, κιγκλίδωμα και ελαστική καλύπτρα του αρμού διαστολής.



Φωτ. 6.12 Οπλισμός BSt 500S για την κατασκευή στηθαίου ασφαλείας.



Φωτ. 6.13 Στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα με πακτωμένη βάση στερέωσης στύλου ηλεκτροφωτισμού, όπου φαίνονται τα βλήτρα.



Φωτ. 6.14 Αρμός διαστολής με εμφανή τον σιδηρό σπλισμό BSt 500S, όπου εσωτερικά φαίνεται το σύστημα προέντασης.



Φωτ. 6.15 Αρμός διαστολής με κάλυψη ασφαλτικού τάπητα με ΠΤΠ Α265 (κυκλοφοριακός τάπητας).



Φωτ. 6.16 Ελαστική καλύπτρα στον αρμό διαστολής μετά το πέρας των εργασιών και όψη διαγράμμισης του τμήματος Τ6 της γέφυρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στον τομέα του υπολογισμού των κατασκευών ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (Η/Υ) έχει γίνει ένα σημαντικότερο εργαλείο για να βοηθάει το μηχανικό να εκτελεί την εργασία του.
2. Τα πλεονεκτήματα επίλυσης φορέων με Η/Υ προβάλλονται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις φορέων με πολλά μέλη όπου η επίλυση με κλασσικές μεθόδους θα ήταν μακροχρόνια και κουραστική.
3. Υπάρχει μια πληθώρα προγραμμάτων Η/Υ που μπορεί κανείς να επιλέξει ανάλογα με τις ανάγκες του. Τα προγράμματα αυτά εξελίσσονται συνέχεια και η αξιοπιστία τους αυξάνεται.
4. Ο μελετητής μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει αυτοτελώς την ορθότητα των αποτελεσμάτων που του δίνει το πρόγραμμα Η/Υ που χρησιμοποιεί, πράγμα το οποίο απαιτεί να γνωρίζει πολύ καλά την κλασική στατική. Ο έλεγχος αυτός, επιβάλλεται για την ασφάλεια της κατασκευής.
5. Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την πλήρη και αναλυτική μελέτη γέφυρας τεσσάρων ανοιγμάτων συνολικού μήκους 115,93m από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, στην Αριστερή Παραγλάυκια Αρτηρία Πατρών, με τη χρήση Η/Υ.
6. Από τα πιο σπουδαία τμήματα της μελέτης και της κατασκευής ήταν η θεμελίωση του τεχνικού στις θέσεις του ακρόβαθρου Α1.Α και των μεσόβαθρων Μ1.Α, Μ2.Α, Μ3.Α και Μ4.Α που πραγματοποιείται μέσω καννάβου πασσάλων Φ120, οι οποίοι ενώνονται στην κεφαλή τους με κεφαλόδεσμοις πάχους 2.0m από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25. Για την αποφυγή του φαινομένου της ρευστοποίησης του εδάφους θεμελίωσης γύρω από τους πασσάλους όλων των βάθρων προβλέπεται σύμφωνα με την γεωτεχνική μελέτη η κατασκευή καννάβου χαλικοπασσάλων Φ100 κατάλληλου μήκους από κατάλληλο χονδρόκοκκο υλικό που επιτρέπει την στράγγιση.
7. Η επιλογή του τύπου της γέφυρας και της μεθόδου κατασκευής επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον προϋπολογισμό του έργου. Ο μελετητής βάσει της πείρας και των γνώσεων του καλείται να κάνει τη σωστή επιλογή.
8. Κάθε μελέτη τεχνικού έργου οφείλει να συμμορφώνεται με τους ισχύοντες κανονισμούς υλικών, φορτίσεων, ανάλυσης και διαστασιολόγησης. Για την μελέτη της παρούσας γέφυρας λήφθηκαν υπόψη οι κανονισμοί: DIN-Fachbericht 101, DIN-Fachbericht 102, Ε.Α.Κ. 2000/2003, Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων, Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση, Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών σε συνδυασμό με DIN-FB 102, 103, 104.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δ-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, «Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ», Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, Πάτρα, 1995 – 1999.
2. Δ-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, Επιστημονικά Εκπαιδευτικά Προγράμματα Η/Υ ειδικότητας Πολιτικού Μηχανικού, Πάτρα, 1985 – 2015.
3. Δ-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, «Πολιτικός Μηχανικός & Η/Υ», «Εισαγωγή στους Η/Υ», «Εισαγωγή στο Διαδίκτυο (internet) και στις υπηρεσίες του.» (Διδακτικές Σημειώσεις), «Ασκήσεις Προγραμματισμού Η/Υ I & II » (Φύλλα Έργου), Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, Πάτρα, 1999 – 2015.
4. EN 1991 Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των κατασκευών.
5. EN 1992 Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός των κατασκευών από σκυρόδεμα.
6. EN 1992 Ευρωκώδικας 2 Μέρος 2: Γέφυρες από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα.
7. ΕΑΚ 2000. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός (Ε.Α.Κ. 2000/2003, Υπ. Απόφαση Δ17α/141/3ΦΝ218Β'/20-12-1999 & ΦΕΚ 781/18—06-2003), όπως επίσης και το ΦΕΚ/Β' 1154/12-8-2003 – Δ17α/115/9/ΦΝ 275.
8. DIN - Fachbericht 101: Δράσεις σε γέφυρες.
9. DIN - Fachbericht 102: Γέφυρες από σκυρόδεμα.
10. Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων – (ΟΜΟΕ - Τεχνικών Έργων Οδοποιίας (Έργα Πολιτικού Μηχανικού), 2003).
11. Μ.Ν. ΦΑΡΔΗΣ, «Σύνθεση Γεφυρών Σκυροδέματος» Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2011.
12. Δ. Ε. ΜΠΙΣΚΙΝΗΣ, «Διδακτικές σημειώσεις ΓΕΦΥΡΟΠΟΪΑΣ: Είδη γεφυρών και μέθοδοι κατασκευής», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας.
13. F. LEONHARDT, «Ολόσωμες κατασκευές 6, Ολόσωμες γέφυρες», Γκιούρδας, 1979.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΤΙΤΛΟΣ
Σ01	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ
Σ02	ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ
Σ03	ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ
Σ04	ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΕΣ
Σ05	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α1.Α
Σ06	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1.Α
Σ07	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.Α
Σ08	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.Α
Σ09	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.Α
Σ10	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α1.Α
Σ11	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1.Α
Σ12	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ Μ2.Α & Μ3.Α
Σ13	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α1.Α
Σ14	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1.Α
Σ15	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.Α
Σ16	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.Α
Σ17	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ1.Α
Σ18	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.Α
Σ19	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.Α
Σ20	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ – 1 ^Η ΦΑΣΗ
Σ21	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ – 2 ^Η ΦΑΣΗ
Σ22	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ - 3 ^Η ΦΑΣΗ
Σ23	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ – 4 ^Η ΦΑΣΗ
Σ24	ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
Σ25	ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ 1 ^{ΗΣ} & 2 ^{ΗΣ} ΦΑΣΗΣ
Σ26	ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ 2 ^{ΗΣ} & 3 ^{ΗΣ} ΦΑΣΗΣ
Σ27	ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ 3 ^{ΗΣ} & 4 ^{ΗΣ} ΦΑΣΗΣ
Σ28	ΤΕΝΟΝΤΕΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ 4 ^{ΗΣ} ΦΑΣΗΣ
Σ29	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ
Σ30	ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

ΤΙΤΛΟΣ
ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
Γενικές πληροφορίες-Γεωτρήσεις στην περιοχή των τεχνικών
Στρωματογραφία
Έλεγχοι ρευστοποίησης
Χαρακτηριστικά στρώσεων – στατική επεξεργασία – τυπική τομή
ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ
Θεωρήσεις και Μέθοδος Θεμελίωσης
Φέρουσα ικανότητα πασσάλων σε κατακόρυφα φορτία
Καθίζηση πασσάλου και πασσαλο-ομάδων
Αντίσταση του πασσάλου σε οριζόντια φόρτιση
Επιχώματα πρόσβασης
Εξέλιξη καθιζήσεων-βελτίωση εδάφους
Ευστάθεια επιχωμάτων πρόσβασης