

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 81.40m ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑ ΠΑΤΡΩΝ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ-ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

Δρ. Διονυσία-Πηνελόπη Κοντονή

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Αν. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:

Αλιβιζάτου Ερασμία

ΠΑΤΡΑ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Έχοντας φέρει σε πέρας πλέον την Πτυχιακή Εργασία μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Εισηγήτρια και Επιβλέπουσα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας Δρ. Διονυσία-Πηνελόπη Κοντονή, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό και Αν. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι., καταρχάς για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της υπόψη εργασίας, για την πολύτιμη και διαρκή βοήθεια που προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της Πτυχιακής Εργασίας, καθώς και για την αμέριστη υποστήριξη και την υπομονή της σε όλες τις φάσεις της Πτυχιακής Εργασίας μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος και τον κ. Σωτήρη Μηλιτσόπουλο Διπλ. Πολιτικό Μηχανικό Π.Ε. με Α βαθμό, επιβλέποντα μηχανικό του έργου του Ανισόπεδου Κόμβου, για την παροχή πληροφοριών σχετικά με την γέφυρα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας.

Πάτρα, Νοέμβριος 2015

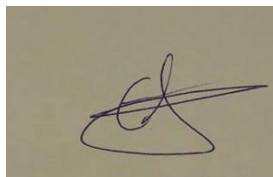
Αλιβιζάτου Ερασμία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία, που εκπονήθηκε στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας, περιλαμβάνει την πλήρη και αναλυτική μελέτη γέφυρας δυο ανοιγμάτων συνολικού μήκους 81.40m από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα με εφέδρανα, στη δεξιά Παραγλαύκια Πατρών, με τη χρήση Η/Υ. Για τη στατική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Η/Υ SOFISTIK και η μελέτη έγινε σύμφωνα με τους κανονισμούς : DIN – Fachbericht 100, DIN – Fachbericht 101, DIN – Fachbericht 102, Οδηγίες για την εφαρμογή των κανονισμών DIN-Fachberichte 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, Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων, Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδάστριας: Η κάτωθι υπογεγραμμένη σπουδάστρια έχει επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνει υπεύθυνα ότι είναι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου, έχει δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία της όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησε και έλαβε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνει επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχει ενσωματώσει στην εργασία της προερχόμενο από Βιβλία, ή άλλες εργασίες, ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχει πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχει αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Η Σπουδάστρια



Αλιβιζάτου Ερασμία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ | 2 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 3 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο</u> | 12 |
| ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ | 12 |
| 1.1 Γενικά | 12 |
| 1.2 Δομικά υλικά γεφυρών..... | 13 |
| 1.3 Κριτήρια επιλογής γεφυρών | 13 |
| 1.4 Δομικά μέλη και εξαρτήματα γεφυρών..... | 14 |
| 1.4.1 Κατάστρωμα –πλακά καταστρώματος..... | 15 |
| 1.4.2 Θεμέλια βάθρων..... | 15 |
| 1.4.3 Ακρόβαθρα | 16 |
| 1.4.4 Μεσόβαθρα | 17 |
| 1.4.5 Εφέδρανα..... | 17 |
| 1.4.6 Αρμοί..... | 18 |
| 1.4.7 Ανωδομή | 18 |
| 1.4.8 Σύστημα αποστράγγισης – αποχέτευσης..... | 19 |
| 1.4.9 Πτερυγότοιχοι..... | 19 |
| 1.5 Τύποι γεφυρών..... | 19 |
| 1.5.1 Κρεμαστή γέφυρα..... | 19 |
| 1.5.2 Καλωδιωτή γέφυρα | 20 |
| 1.5.3 Γέφυρα σε δοκούς..... | 21 |
| 1.5.4 Αμφιπροέχουσα γέφυρα..... | 23 |

| | |
|---|----|
| 1.5.5 Τοξωτή γέφυρα..... | 23 |
| 1.5.6 Κινητή γέφυρα..... | 24 |
| 1.5.7 Σύμμικτη γέφυρα..... | 25 |
| 1.5.8 Λοξή γέφυρα..... | 26 |
| 1.5.9 Δικτυωτή γέφυρα..... | 27 |
| 1.5.10 Πλωτή γέφυρα..... | 28 |
| 1.5.11 Στρατιωτική γέφυρα..... | 29 |
| 1.5.12 Γέφυρα με κιβώτια..... | 30 |
| 1.5.13 Σιδηρή γέφυρα..... | 30 |
| 1.5.14 Περιστρεφόμενη γέφυρα..... | 31 |
| 1.5.15 Λίθινη γέφυρα..... | 32 |
| 1.5.16 Βυθιζόμενη γέφυρα- υποβρύχια γέφυρα..... | 32 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο.....34

| | |
|---|----|
| ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ..... | 34 |
| 2.1 Εισαγωγή | 35 |
| 2.2 Ίδια βάρη και λοιπά μόνιμα φορτία | 35 |
| 2.3 Κινητά φορτία | 35 |
| 2.4 Φορτία κυκλοφορίας | 36 |
| 2.5 Φορτία άνεμου | 36 |
| 2.6 Τα φορτία χιονιού..... | 37 |
| 2.7 Φορτία λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών..... | 37 |
| 2.8 Τυχηματικά φορτία..... | 37 |
| 2.9 Δύναμη προέντασης | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 2.10 Σεισμικά φορτία | 38 |
| 2.11 Συνδυασμοί δράσεων..... | 39 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο</u> | 42 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 81.40m ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ | 42 |
| 3.1 Αντικείμενο – Συμβατικά στοιχεία | 42 |
| 3.2 Γενική περιγραφή τεχνικών έργων | 42 |
| 3.3 Παραδοχές | 43 |
| 3.3.1 Υλικά Κατασκευής..... | 43 |
| 3.3.2 Φορτία..... | 44 |
| 3.3.3 Σεισμική Φόρτιση | 44 |
| 3.3.4 Έδαφος..... | 44 |
| 3.3.5 Ονομαστικές επικαλύψεις οπλισμών | 44 |
| 3.3.6 Κατηγορίες έκθεσης στοιχείων σκυροδέματος | 44 |
| 3.3.7 Κανονισμοί | 45 |
| 3.4 Περιγραφή Τεχνικού | 45 |
| 3.4.1 Γενική περιγραφή ανωδομής..... | 45 |
| 3.4.2 Περιγραφή μεσοβάθρων..... | 46 |
| 3.4.3 Περιγραφή Θεμελίωσης..... | 47 |
| 3.4.4 Αρμοί | 47 |
| 3.4.5 Εφέδρανα..... | 48 |

| | |
|--|----|
| 3.4.6 Προένταση..... | 48 |
| 3.4.7 Τελικές επεξεργασίες επιφανειών σκυροδέματος..... | 49 |
| 3.4.8 Οδόστρωμα..... | 49 |
| 3.4.9 Πεζοδρόμια -Στηθαία ασφαλείας..... | 49 |
| 3.4.10 Φάσεις κατασκευής..... | 49 |
| 3.5 Γεωλογικές -Γεωτεχνικές Συνθήκες | 50 |
| 3.5.1 Περιγραφή εδάφους – Στοιχεία γεωτρήσεων..... | 50 |
| 3.5.2 Σεισμική διέγερση..... | 50 |
| 3.5.3 Οριζόντιος και κατακόρυφος δείκτης εδάφους..... | 50 |
| 3.5.4 Έλεγχος θεμελίωσης..... | 50 |
| 3.6 Στατική Ανάλυση | 50 |
| 3.6.1 Στατική ανάλυση..... | 50 |
| 3.6.2 Σεισμική ανάλυση..... | 51 |
| 3.6.3 Συνδυασμοί φορτίσεων..... | 52 |
| 3.6.3.1 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας..... | 52 |
| 3.6.3.2 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας – Σεισμός | 52 |
| 3.6.3.3 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας – Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού | 53 |
| 3.6.3.4 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Σπάνιος συνδυασμός | 53 |
| 3.6.3.5 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Συχνός συνδυασμός | 54 |
| 3.6.3.6 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Οιονεί -Μόνιμος συνδυασμός..... | 54 |

| | |
|---|----|
| 3.7 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση λειτουργίας οπλισμένου σκυροδέματος..... | 54 |
| 3.7.1 Έλεγχος θλιπτικών τάσεων στο σκυρόδεμα | 54 |
| 3.7.2 Έλεγχος ρηγμάτωσης | 55 |
| 3.7.3 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στον χάλυβα χαλαρού οπλισμού..... | 55 |
| 3.8 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση λειτουργίας προεντεταμένου σκυροδέματος..... | 55 |
| 3.8.1 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στο χάλυβα χαλαρού οπλισμού | 55 |
| 3.8.2 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στο χάλυβα προέντασης..... | 55 |
| 3.8.3 Έλεγχος θλιπτικών τάσεων στο σκυρόδεμα | 55 |
| 3.8.4 Έλεγχος απόθλιψης σκυροδέματος | 56 |
| 3.8.5 Έλεγχος ρηγμάτωσης | 56 |
| 3.9 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση αστοχίας οπλισμένου σκυροδέματος | 56 |
| 3.10 Ανάλυση φορέα ανωδομής και βάθρων | 56 |
| 3.10.1 Προσομοίωμα..... | 56 |
| 3.10.2 Βασικές φορτίσεις | 57 |
| 3.10.2.1 Ίδιο Βάρος Φορέα, G_0 | 57 |
| 3.10.2.2 Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία, G_1 | 57 |
| 3.10.2.3 Κινητά Φορτία, L | 57 |
| 3.10.2.4 Προένταση, P | 58 |
| 3.10.2.5 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας $[\Delta T_N]$ | 58 |
| 3.10.2.6 Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας $[\Delta T_N]$ | 59 |
| 3.10.2.7 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής – άνω παρειά θερμότερη της κάτω $[\Delta T_M]$ | 59 |

| | |
|---|----|
| 3.10.2.8 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής – κάτω παρειά θερμότερη της άνω [ΔT_M] | 59 |
| 3.10.2.9 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς [ΔT_N] | 59 |
| 3.10.2.10 Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς, [ΔT_N] | 59 |
| 3.10.2.11 Συνδυασμός ομοιόμορφης μεταβολής θερμοκρασίας και διαφοράς θερμοκρασίας [T] | 59 |
| 3.10.2.12 Διαφορικές υποχωρήσεις στηρίξεων [PS] | 60 |
| 3.10.2.13 Φορτία από άνεμο [W] | 60 |
| 3.10.2.14 Τροχοπέδηση [BR] | 60 |
| 3.10.2.15 Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης [CS] | 60 |
| 3.11 Φορτίσεις σεισμού | 61 |
| 3.11.1 Σεισμός σχεδιασμού (EQ) | 61 |
| 3.12 Υπολογιζόμενες φορτίσεις | 61 |
| 3.13 Έλεγχοι διατομών | 62 |
| 3.14 Αναλυτική Προμέτρηση | 62 |
| 3.15 Ανάλυση θεμελίωσης μεσοβάθρων | 69 |
| 3.15.1 Προσομοίωμα | 69 |
| 3.15.2 Βασικές φορτίσεις | 70 |
| 3.15.2.1 Ίδιο βάρος (LC 1) | 70 |
| 3.15.2.2 Ίδιο βάρος επίχωσης (LC 1) | 70 |
| 3.15.2.3 Αδρανειακή δύναμη κεφαλόδεσμου (LCs 11, 12 και 13) | 70 |
| 3.15.2.4 Αδρανειακή δύναμη επίχωσης (LCs 21, 22 και 23) | 70 |
| 3.15.2.5 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός (LC 101~112) | 71 |

| | |
|--|-----------|
| 3.15.2.6 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – χαρακτηριστικός συνδυασμός (LC 401~412) | 71 |
| 3.15.2.7 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση αστοχίας (LC 201~212) | 71 |
| 3.15.2.8 Φορτία από την ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό με $q=1.0$ (LC 301~312) | 71 |
| 3.15.2.9 Φορτία από την ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό με $q=1.5$ (LC 501~512)..... | 71 |
| 3.16 Συνδυασμοί φορτίσεων..... | 71 |
| 3.17 Έλεγχοι διατομών..... | 72 |
| 3.18 Υδραυλικά στοιχεία..... | 72 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο</u> | 73 |
| ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ-ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ | 73 |
| 4.1 Εδαφοτεχνικά στοιχεία | 73 |
| 4.1.1 Γενικές πληροφορίες – Γεωτρήσεις στην περιοχή των τεχνικών..... | 73 |
| 4.1.2 Στρωματογραφία | 74 |
| 4.1.3 Έλεγχοι ρευστοποίησης..... | 74 |
| 4.1.4 Χαρακτηριστικά στρώσεων – στατιστική επεξεργασία – τυπική τομή | 75 |
| 4.2 Μελέτη θεμελίωσης μεσοβάθρων τεχνικών..... | 75 |
| 4.2.1 Θεωρήσεις και Μεθόδους Θεμελίωσης..... | 75 |
| 4.2.2 Φέρουσα ικανότητα πασσάλων σε κατακόρυφα φορτία..... | 75 |
| 4.2.3 Καθίζηση πασσάλου και πασσαλο-ομάδων..... | 76 |
| 4.2.4 Αντίσταση του πασσάλου σε οριζόντια φόρτιση..... | 78 |

| | |
|---|------------|
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο</u> | 79 |
| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ – ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ..... | 79 |
| 5.1 Απόσπασμα τεύχους υπολογισμών ανωδομής με το λογισμικό SOFISTIK..... | 79 |
| 5.2 Απόσπασμα τεύχους θεμελίωσης μεσοβάθρων με το λογισμικό SOFISTIK..... | 209 |
| 5.3 Τεχνικά Σχέδια..... | 236 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο</u> | 237 |
| ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ..... | 237 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο</u> | 259 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 259 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 261 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α | 263 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β | 283 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

1.1 Γενικά

Γέφυρα είναι μία κατασκευή που αποκαθιστά τη συνέχεια μιας γραμμής επικοινωνίας, όπως μίας οδού (οδική γέφυρα), ενός σιδηροδρόμου, μίας ροής πεζών ή ενός αγωγού, πάνω από ένα εμπόδιο. Τα συνήθη εμπόδια που γεφυρώνονται είναι ποτάμια ή υδάτινες επιφάνειες, άλλοι συγκοινωνιακοί άξονες, τεχνητές υδάτινες ροές, εδαφικές ταπεινώσεις κ.τ.λ. Γενικά, οι γέφυρες θεωρούνται από τις πιο εντυπωσιακές κατασκευές και για πολλούς μηχανικούς αποτελούν την κορωνίδα της επιστήμης τους. Παράλληλα όμως, παρουσιάζουν πολλές ιδιομορφίες και λεπτά σημεία στην ανάλυση, τη διαστασιολόγηση και την ανέγερσή τους, γεγονός που καθιστά απαραίτητες κάποιες ιδιαίτερες γνώσεις για αυτούς που ασχολούνται με το αντικείμενο αυτό.

Τα υλικά δόμησης μέχρι τον 19^ο αιώνα ήταν ξύλο και πέτρες. Οι πρώτες γέφυρες ήταν φυσικές. Οι πρώτες τεχνητές γέφυρες κατασκευάστηκαν από τον άνθρωπο με δύο τρόπους: α) με την τοποθέτηση μεγάλων, επίπεδων λίθων, πάνω από τις φυσικές ροές, β) με μεγάλους κορμούς δέντρων που, που γεφύρωναν μικρά ρεύματα. Επεξεργαζόμενος μεγάλους λίθους άρχισε να τους τοποθετεί σε μορφές τόξων, γεφυρώνοντας στην αρχή μικρά και με την πάροδο των αιώνων μεγαλύτερα ανοίγματα.

Έτσι γεννήθηκαν οι τρεις βασικοί τύποι γεφυρών που συναντώνται και στη σύγχρονη τεχνική: α) οι γέφυρες με δοκούς με ένα ή περισσότερα ανοίγματα, β) οι κρεμαστές γέφυρες, γ) οι τοξωτές γέφυρες. Η ανάπτυξη της γνώσης και της τεχνολογίας επέτρεψε τη χρησιμοποίηση της πέτρας, των φυσικών ινών και του ξύλου ως υλικών κατασκευής γεφυρών με κατά πολύ αποτελεσματικότερο τρόπο, με ποικιλία συνδυασμών. Η ανακάλυψη των συνδετικών υλικών οδήγησε σε μια ποικιλία μορφών τοξωτών γεφυρών, θαυμαστών για την ιδιοφυΐα των λύσεων, το μέγεθος και το αρχιτεκτονικό αποτέλεσμα.

Πολύ πιο πρόσφατα, από τις αρχές του 19ου αιώνα, χρησιμοποιήθηκε στη γεφυροποιία και ο σίδηρος, αρχικά ως χυτοσίδηρος, αλλά πολύ γρήγορα, χάρη στην ανάπτυξη της μεταλλουργίας του σιδήρου, ως χάλυβας. Οι πολύ υψηλές αντοχές του χάλυβα επέτρεψαν, ήδη από το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα, την κατασκευή πολύ μεγάλων γεφυρών. Σημαντικότερη επίδραση στη γεφυροποιία άσκησε η ανάπτυξη του σιδηροδρόμου. Περί το τέλος του 19ου αιώνα και τις αρχές του 20ου ένα νέο υλικό χρησιμοποιήθηκε: το οπλισμένο σκυρόδεμα. Όμως, οι βασικοί τύποι γεφυρών δεν άλλαξαν. Βέβαια, η ποικιλία των νέων υλικών τους επέτρεψαν θαυμαστά επιτεύγματα, φτάνοντας σε γέφυρες με άνοιγμα μεγαλύτερο από χιλιόμετρο.

1.2 Δομικά υλικά γεφυρών

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα στη γεφυροποιία είναι κυρίως: το σκυρόδεμα, οπλισμένο και προεντεταμένο και, σπανιότερα πια, άοπλο· ο χάλυβας, με τη μορφή ράβδων οπλισμού του σκυροδέματος, καλωδίων προέντασης του σκυροδέματος, καλωδίων ανάρτησης, πρότυπων διατομών (ελάσματα «ταυ», γωνιακά κ.λπ.) που σχηματίζουν τον φορέα ή και τα λοιπά μέλη της γέφυρας· μια μεγάλη ποικιλία βοηθητικών υλικών, που χρησιμεύουν για την προστασία των πιο πάνω βασικών υλικών από εξωγενείς επιδράσεις, καθώς και για τον εξοπλισμό των γεφυρών για την καλύτερη αντιμετώπιση των αναγκών χρήσης τους. Το ξύλο, η πέτρα και οι φυτικές ίνες έχουν εκτοπιστεί και χρησιμοποιούνται σπανιότερα.

1.3 Κριτήρια επιλογής γεφυρών

Τα σχέδια των γεφυρών ποικίλουν ανάλογα με τη λειτουργία της γέφυρας, τη φύση του εδάφους πάνω στο οποίο κατασκευάζεται και φυσικά τα διαθέσιμα οικονομικά κονδύλια που έχουμε για την κατασκευή της. Ο διαχωρισμός των γεφυρών σε κατηγορίες ποικίλει, ανάλογα με τον εκάστοτε εξεταζόμενο παράγοντα. Οι βασικότεροι παράγοντες διάκρισης των γεφυρών είναι οι εξής:

- Προορισμός (οδικές, σιδηροδρομικές, μικτές, πεζογέφυρες, γέφυρες αγωγών, γέφυρες ταινιοδρόμων κλπ).
- Στατική μορφή κύριων δοκών (αμφιέρειστες, συνεχείς με ή χωρίς αρθρώσεις, πλαισιωτές, τοξωτές, κρεμαστές με ευθύγραμμο ή καμπύλο καλώδιο κλπ).
- Μόρφωση κύριων δοκών (ολόσωμες πρότυπες, σύνθετες ή κιβωτοειδείς, και δικτυωτές μορφής V, N, K κλπ, ισοστατικές ή υπερστατικές εσωτερικά).
- Θέση καταστρώματος (άνω, μέσης και κάτω διάβασης).
- Αριθμός καταστρωμάτων (μονώροφες και διώροφες).
- Είδος συνδέσεων (ηλωτές, κοχλιωτές, συγκολλητές).
- Λοξότητα (ορθές και λοξές).
- Γεωμετρική χάραξη άξονα (ευθύγραμμες ή καμπύλες, οριζόντιες ή κεκλιμένες).
- Διάρκεια χρήσης (μόνιμες, προσωρινές, λυόμενες).
- Κινητότητα (σταθερές και κινητές, π.χ. κυλιόμενες, κατακόρυφα ανυψούμενες, περιστρεφόμενες, βυθιζόμενες κλπ).

Κεντρική θέση στην γεφυροποιία κατέχει η εξέταση εναλλακτικών λύσεων και η ορθή επιλογή της βέλτιστης εξ' αυτών. Τα κριτήρια επιλογής μπορεί να

είναι τεχνικά, οικονομικά, λειτουργικά, αισθητικά, περιβαλλοντικά και άλλα της επιλογής του κύριου του έργου ή των υπόλοιπων παραγόντων αυτού. Έτσι στην γεφυροποιία συναγωνίζονται μορφές φορέων, δομικά υλικά, μέθοδοι κατασκευής και άλλες παράμετροι, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα την πολυμορφία των γεφυρών. Η οριστική επιλογή του υλικού και του είδους του φορέα δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί χωρίς την εξέταση ορισμένων παραγόντων, οι κυριότεροι των οποίων είναι οι ακόλουθοι:

- Τα φυσικά χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής (τοπογραφικά, γεωλογικά χαρακτηριστικά, έδαφος θεμελίωσης, υδρολογικά στοιχεία, σεισμολογικά χαρακτηριστικά, καιρικές συνθήκες, κλπ).
- Ο σκοπός του έργου (είδος και πυκνότητα κυκλοφορίας, μελλοντική πρόβλεψη, ταχύτητα ανέγερσης, διάρκεια ζωής, αισθητικές απαιτήσεις κλπ).
- Τοπικές συνθήκες (δυνατότητα πρόσβασης, προβλήματα κατασκευής, εργατοτεχνικό προσωπικό κλπ).

Μετά τη μελέτη των ανωτέρων συνιστωσών και λαμβανομένου υπόψη του οικονομικού παράγοντα, προσδιορίζεται η προσφορότερη/ενδεικνυόμενη λύση.

Γενικά οι γέφυρες διακρίνονται:

- ❖ Ανάλογα με τη χρήση ή τον τύπο του φορέα, σε "οδικές", "σιδηροδρομικές", "πεζών" και "πεζών και ποδηλάτων", υδατογέφυρες κ.λπ.
- ❖ Από το υλικό κατασκευής, σε "ξύλινες" (οι αρχαιότερες), "λίθινες" (αψιδωτές ή τοξωτές), "σχοινένιες", "μεταλλικές", "τσιμεντένιες" ή και "σύμμικτες".
- ❖ Εκ του τρόπου έδρασής των, που είναι και ο σημαντικότερος λόγος κατάταξής των, σε "κινητές" και σε "σταθερές" ή "σταθερώς εδραζόμενες".

1.4 Δομικά μέλη και εξαρτήματα γεφυρών

Στις γέφυρες διακρίνονται δύο ή τρία κύρια στοιχεία που τις συνθέτουν: α) το κατάστρωμα, β) ο φορέας, γ) τα βάθρα. Πολλές φορές, φορέας και κατάστρωμα συμπίπτουν. Το κατάστρωμα είναι η κατασκευή που φέρει την κυκλοφορία (οδού, πεζών κ.λπ.). Το κατάστρωμα «φέρεται» (δηλαδή στηρίζεται) στον φορέα της γέφυρας, που με τη σειρά του στηρίζεται στα βάθρα. Τα ακραία βάθρα λέγονται ακρόβαθρα και τα μεσαία μεσόβαθρα. Τα φορτία της κυκλοφορίας, μέσω του καταστρώματος, διαβιβάζονται στον φορέα, που με τη σειρά του τα μεταφέρει στα βάθρα και εκείνα στο έδαφος. Επειδή τα βάθρα διατάσσονται σε αποστάσεις, ο φορέας έχει την κύρια ευθύνη

«οριζόντιας μεταφοράς» των φορτίων. Οι καταπονήσεις του είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτερο είναι το άνοιγμά του, δηλαδή η απόσταση των βάθρων.

Τα τμήματα που αποτελούν μία γέφυρα είναι: Το σύστημα θεμελίωσης, τα ακρόβαθρα, τα μεσόβαθρα, το κατάστρωμα της ανωδομής, το Πτερυγότοιχο και το Επίχωμα. Επίσης, στην γέφυρα υπάρχουν κάποια εξαρτήματα, για την ομαλή λειτουργία της κατασκευής, τα οποία είναι : οι αρμοί, τα εφεδράνα, στηθαία ασφαλείας, το σύστημα αποχέτευσης και αποστράγγισης.

1.4.1 Κατάστρωμα –πλάκα καταστρώματος

Το κατάστρωμα δέχεται απευθείας τα κινητά φορτία της γέφυρας και τα μεταβιβάζει στις κύριες δοκούς. Διακρίνεται στο επίστρωμα και στις δοκούς καταστρώματος (μηκίδες και διαδοκίδες), οι οποίες μεταφέρουν τα φορτία στις κύριες δοκούς. Στο πλάτος καταστρώματος περιλαμβάνονται οι λωρίδες κυκλοφορίας των οχημάτων καθώς και τα πεζοδρόμια σε περίπτωση οδικών γεφυρών. Η πλάκα καταστρώματος μορφώνεται είτε από επί τόπου έγχυτο σκυρόδεμα επί ξυλοτύπων, είτε από προκατασκευασμένες πρόπλακες πάχους 7-10cm οι οποίες λειτουργούν ως ξυλότυποι και επί τόπου έγχυτο σκυρόδεμα στο υπόλοιπο πάχος της πλάκας (για τη διατμητική σύνδεση των δύο τμημάτων σκυροδέματος χρησιμοποιούνται κατάλληλες αναμονές οι οποίες εξέχουν της πρόπλακας), είτε από πλήρεις πρόπλακες, οι οποίες στηρίζονται επί των πελμάτων των κύριων δοκών ή των διαδοκίδων, είτε τέλος από χαλυβδόφυλλα και έγχυτο σκυρόδεμα, ως σύμμικτες πλάκες.

Οι κύριες δοκοί μεταφέρουν μέσω των εφεδράνων στα βάθρα όλα τα φορτία της γέφυρας, μόνιμα και κινητά. Οι διατομές τους μπορεί να είναι διατομής I (ελατή ή συγκολλητή), μορφής δικτυωμάτων, κιβωτίου ή και καλωδίων. Ανάλογα με τον τύπο της γέφυρας και τις επιμέρους απαιτήσεις, επιλέγεται και η προσφορότερη διατομή. Για παράδειγμα, στην περίπτωση γεφυρών μικρών ανοιγμάτων (μέχρι 30m), προτιμάται η χρήση πυκνά διατεταγμένων παράλληλων σιδηροδοκών, ενώ για κοιλαδογέφυρες, ανοίγματος 30-80m, προτείνεται η χρήση δύο ολόσωμων συγκολλητών σιδηροδοκών με άνισα πέλματα. Ενώ η χρήση δικτυωμάτων ως κύριων δοκών προσφέρεται στην περίπτωση ζεύξεως μεγαλύτερων ανοιγμάτων.

1.4.2 Θεμέλια βαθρών

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο αλλά και πρόβλημα είναι η σωστή θεμελίωση των βάθρων των γεφυρών, που αναλύεται αφενός στη σωστή επιλογή του τύπου της θεμελίωσης και αφετέρου στην εκλογή και εφαρμογή του τρόπου κατασκευής. Τα θεμέλια έχουν σκοπό να μεταφέρουν τα φορτία της όλης κατασκευής στο έδαφος κατανέμοντάς τα. Έτσι το έδαφος μπορεί να τα αναλάβει με επαρκή ασφάλεια και χωρίς μεγάλες και ανεπιθύμητες παραμορφώσεις. Το πρόβλημα γίνεται πιο περίπλοκο σε ποτάμια και

χειμάρρους, οπότε προστίθεται η ανάγκη προστασίας των θεμελίων από τη διαβρωτική ενέργεια του ρέοντος νερού. Ο κίνδυνος αυτός αντιμετωπίζεται με κατασκευή των θεμελίων σε μεγάλο βάθος, συνήθων 2 και κάποτε 4 φορές μεγαλύτερο από το βάθος του νερού που αντιστοιχεί στην περίπτωση μέγιστης απορροής.

Οι μέθοδοι θεμελίωσης που έχουν επινοηθεί για τη θεμελίωση τεχνικών έργων εφαρμόζονται: για υπέδαφος βραχώδες και ανθεκτικό, θεμέλια με απλή διαπλάτυνση του κορμού των βάθρων, για ρηγματωμένο βράχο μπορεί συμπληρωματικά να γίνονται τσιμεντένιες και μικροπάσσαλοι, για υλιώδη και αργιλώδη εδάφη εφαρμόζονται πάσσαλοι έγχυτοι, για ιδιαίτερα βαθιές θεμελιώσεις και μάλιστα μέσα σε ποτάμια, έχει χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του πεπιεσμένου αέρα. Το υποκατάστατο της μεθόδου αυτής είναι εναλλακτικά:

- ο Η κατασκευή πασσάλων μεγάλης διαμέτρου σε πολύ μεγάλο βάθος
- ο Η κατασκευή διαφραγματικών τοίχων

Και στις δύο περιπτώσεις οι πάσσαλοι ή οι διαφραγματικοί τοίχοι συνδέονται με τη λεγόμενη πασσαλοεσχάρα. Αυτή μπορεί να βρίσκεται σε μικρό μόνο βάθος υπό την επιφάνεια του εδάφους. Πάνω σ' αυτήν στηρίζεται ο κορμός του βάθρου. Τόσο οι πάσσαλοι όσο και οι διαφραγματικοί τοίχοι κατασκευάζονται με μηχανικά μέσα.

1.4.3 Ακρόβαθρα

Τα βάθρα αποτελούν τα σημεία στήριξης της γέφυρας και τα οποία παραλαμβάνουν, μέσω των εφεδράνων, όλες τις δυνάμεις που δρουν επί της γέφυρας και τις μεταφέρουν στη θεμελίωση. Διακρίνονται σε ακρόβαθρα και μεσόβαθρα.

Τα ακρόβαθρα είναι οι ακραίες στηρίξεις του φορέα της γέφυρας, αναλαμβάνοντας με την μορφή κατακόρυφων και οριζόντιων αντιδράσεων μέρος των φορτίσεων του. Επίσης τα ακρόβαθρα λειτουργούν και ως τοίχοι αντιστήριξης, αναλαμβάνοντας τις ωθήσεις που προέρχονται από το επίχωμα και εξασφαλίζοντας την ασφαλή μεταφορά τους στο έδαφος. Επάνω τους στηρίζονται οι πλάκες πρόσβασης και οι πτερυγότοιχοι, όπου εγκιβωτίζουν τα επίχωμα. Η μορφολογία των ακρόβαθρων είναι τέτοια ούτως ώστε να εξασφαλίζουν τον απαιτούμενο χώρο για την ανάπτυξη των οριζόντιων μετακινήσεων και στροφών γύρω από κατακόρυφο ή και οριζόντιο άξονα του φορέα της γέφυρας.

Η θέση των ακροβάθρων είναι στην αρχή και στο τέλος μιας γέφυρας, αποτελούν τον οδηγό μετάβασης από το επίχωμα στο κατάστρωμα και αντίστροφα. Ο σκοπός τους είναι :

- Να παραλαμβάνουν τις οριζόντιες και κατακόρυφες αντιδράσεις της ανωδομής.
- Να εξασφαλίζουν τον απαιτούμενο χώρο για τις οριζόντιες μετατοπίσεις της ανωδομής.
- Να εγκιβωτίζουν το επίχωμα με τους πτερυγότοιχους.

- Να αναλαμβάνουν τις ωθήσεις από το επίχωμα και να τις μεταφέρουν στο έδαφος.

1.4.4 Μεσόβαθρα

Ο βασικός ρόλος των μεσοβάθρων, είναι η μεταφορά των οριζόντιων, αλλά κυρίως των κατακόρυφων φορτίων της γέφυρας στην θεμελίωση. Επίσης είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να υπάρχει η ελάχιστη δυνατή παρεμπόδιση της ροής των εγκάρσιων υδάτων, ή της κυκλοφορίας των διασταυρωνόμενων οδών. Έτσι η μορφή που μπορεί να έχει το μεσόβαθρο μπορεί να είναι, κυκλικής ή ελλειπτικής, τετραγωνικής, ορθογωνικής, εξαγωνικής και οκταγωνικής διατομής. Τα μεσόβαθρα είναι αυτά που καθορίζουν τον αριθμό και το μήκος των ανοιγμάτων, κύριος σκοπός τους είναι να μεταφέρουν τα φορτία από τις οριζόντιες και κατακόρυφες μετατοπίσεις. Η μορφή των μεσόβαθρων εξαρτάται από το ύψος τους αλλά και το είδος του κωλύματος που πρόκειται να γεφυρωθεί.

1.4.5 Εφέδρανα

Τα εφέδρανα είναι μηχανικά στοιχεία τα οποία σκοπό έχουν να μεταφέρουν στα βάθρα τα φορτία, κατακόρυφα και οριζόντια (διαμήκη και εγκάρσια), τα οποία επιδρούν στο φορέα της γέφυρας. Επιπλέον, παρέχουν τη δυνατότητα σχετικών μετακινήσεων και στροφών στις θέσεις που τοποθετούνται. Τα εφέδρανα αυτά που δεν επιτρέπουν δεν επιτρέπουν την κατά μήκος ή την εγκάρσια μετακίνηση της ανωδομής, χαρακτηρίζονται ως σταθερά εφέδρανα ενώ εκείνα που επιτρέπουν την κατά μήκος ή την εγκάρσια μετακίνηση, χαρακτηρίζονται ως κινητά εφέδρανα. Τόσο τα σταθερά όσο και τα κινητά εφέδρανα, επιτρέπουν την στροφή.

Η θέση των εφεδράνων βρίσκεται ανάμεσα στην ανωδομή και την υποδομή, παίζουν πολύ μεγάλο ρόλο στην συμπεριφορά της κατασκευής και εκτελούν τις παρακάτω λειτουργίες: Μεταφέρουν τα φορτία κυκλοφορίας, τα φορτία λόγω σεισμού, τα ίδια βάρη της ανωδομής, φορτία σεισμών και ανέμων από την ανωδομή στην υποδομή. Επίσης εξασφαλίζουν στροφές και μετακινήσεις μεταξύ της ανωδομής και της υποδομής. Οι μετακινήσεις αυτές μπορεί να συμβούν είτε από ερπυσμό, είτε από συστολή και διαστολή του σκυροδέματος. Οι στροφές μπορεί να συμβούν είτε από κατασκευαστικές απώλειες, είτε από τα φορτία της κυκλοφορίας. Ο πλίνθος του εφεδράνου βρίσκεται ανάμεσα στην υποδομή και το εφέδρανο. Εκεί εδράζεται το εφέδρανο. Χρησιμοποιείται συνήθως για να προσφέρει στην έδραση του εφεδράνου, επιπεδότητα. Κύριοι τύποι των εφεδράνων είναι:

- Ελαστομερή εφέδρανα
- Εφέδρανα εγκιβωτισμένου ελαστικού
- Εφέδρανα συγκράτησης ανύψωσης.

1.4.6 Αρμοί

Το οπλισμένο σκυρόδεμα έχει την ιδιότητα τις θερμές μέρες να διαστέλλεται και τις ψυχρές μέρες να συστέλλεται. Έτσι και οι γέφυρες που είναι κατασκευασμένες από αυτό το υλικό έχουν αυτήν την ιδιότητα. Αυτό έχει ως συνέπεια την μετακίνηση της ανωδομής της γέφυρας. Γι' αυτό τοποθετούνται αρμοί συστολοδιαστολής, για την σωστή λειτουργία του φορέα της γέφυρας. Οι αρμοί εκτός από το να διευκολύνουν την συστολή και την διαστολή πρέπει να είναι και στεγανοί ώστε να μην διαβρέχονται τα μέλη της γέφυρας (π.χ. ακρόβαθρα) από όμβρια, ή από τυχόν λάδια και χημικά που έχουν χυθεί στο οδόστρωμα, ή να εισέρχονται μέσα διάφορα σκουπίδια. Επίσης οι αρμοί είναι κατασκευασμένοι έτσι, ούτως ώστε, να παραλαμβάνουν το 40% των σεισμικών μετακινήσεων. Οι αρμοί πρέπει να αντέχουν στον χρόνο και στις καιρικές συνθήκες.

Δυο είναι οι κύριες κατηγορίες των αρμών:

1. Ανοιχτοί αρμοί

Οι ανοικτοί αρμοί επιτρέπουν τη διαρροή του ύδατος και των φερτών υλικών δια του αρμού και χωρίζονται στους τυπικούς ανοιχτούς και στους οδοντωτούς.

2. Κλειστοί αρμοί

Οι κλειστοί αρμοί κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- Αρμός τοποθετούμενος με σφήνωση στο κενό του αρμού
- Αρμός με κυψελοειδή οργάνωση
- Αρμός ολισθαίνουσας πλάκας
- Προκατασκευασμένος ελαστομερής αρμός
- Αρμός αυτόματης διαμόρφωσης
- Ασφαλτικός αρμός διαστολής.

1.4.7 Ανωδομή

Ανάλογα με το ύψος, το μήκος, το μέγιστο άνοιγμα της γέφυρας, το ανάγλυφο του εδάφους, το κόστος και μια σειρά από άλλους παράγοντες, οι μελετητές διαλέγουν την μέθοδο κατασκευής της γέφυρας και γενικότερα την μέθοδο κατασκευής της ανωδομής. Οι μέθοδοι κατασκευής της ανωδομής μπορεί να είναι:

- Μέθοδος προβολοδόμησης
- Μέθοδος σταδιακής προώθησης
- Μέθοδος προωθούμενων-αυτοφερούμενων δοκών
- Μέθοδος προκατασκευασμένων δοκών.

1.4.8 Σύστημα αποστράγγισης – αποχέτευσης

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 απομάκρυνση 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 αποστράγγισης – αποχέτευσης είναι: η διατήρηση της κυκλοφοριακής ικανότητας του οδοστρώματος κατά την διάρκεια βροχόπτωσης, η προστασία του τεχνικού από διάβρωση και υποσκαφή, η ομαλή ένταξη του συστήματος στην αισθητική της γέφυρας και εύκολη συντήρηση του συστήματος. Το σύστημα αποχέτευσης αποτελείται από:

- Απορροή
- Τάφρος και επίκληση καταστρώματος
- Αγωγοί καταστρώματος
- Κατακόρυφοι αγωγοί αποχέτευσης - αποστράγγισης
- Συλλεκτήριοι αγωγοί
- Βαλβίδες καθαρισμού.

1.4.9 Πτερυγότοιχοι

Οι πτερυγότοιχοι είναι στην ουσία τοίχοι αντιστήριξης που εγκιβωτίζουν το μεταβατικό επίχωμα. Η διαφορά τους από τα ακρόβαθρα είναι ότι δεν παραλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία. Οι πτερυγότοιχοι κατατάσσονται ανάλογα με την γεωμετρία τους σε ευθείς, λοξούς και αντεπιστροφής και ανάλογα με την δομή τους ως, μονολιθικοί και ανεξάρτητοι.

1.5 Τύποι γεφυρών

1.5.1 Κρεμαστή γεφυρα

Οι κρεμαστές γέφυρες αποτελούνται από τρία μέρη. Από τους πυλώνες που στηρίζουν το βάρος της, από το κατάστρωμα που τοποθετείται πάνω στους πυλώνες και από τα καλώδια που σηκώνουν το βάρος του καταστρώματος και είναι στερεωμένα πάνω στους πυλώνες της γέφυρας. Σε αυτόν τον τύπο γέφυρας είναι τα καλώδια που σηκώνουν το βάρος του καταστρώματος κάθετα ως προς το κατάστρωμα. Γέφυρα αυτού του τύπου χρησιμοποιείται περισσότερο για τη διάβαση υδάτινων εμποδίων τα οποία διασχίζονται από πλοία. Χάρη σε αυτή την εξειδικευμένη τεχνική, μπορούν να κατασκευαστούν γέφυρες με άνοιγμα πολλών χιλιομέτρων. Οι πρώτες γέφυρες έγιναν από σχοινιά ή κλαδιά από μπαμπού. Στις σύγχρονες γέφυρες, τα καλώδια κρέμονται από τους πύργους που είναι συνημμένα σε κιβώτια ή φρεάτια. Τα κιβώτια ή φρεάτια εμφυτεύονται βαθιά στο πάτωμα μιας λίμνης ή ποταμού.



Σχήμα 1.1 : Γέφυρα «Aizhai Extra Large Suspension Bridge» στην Κίνα.

1.5.2 Καλωδιωτή γέφυρα

Οι καλωδιωτές γέφυρες αποτελούνται από περισσότερους στύλους-πυλώνες, οι οποίοι στηρίζουν με καλώδια το οδόστρωμα. Τα καλώδια είναι υψηλής αντοχής ώστε να μεταφέρουν τα φορτία του καταστρώματος στους πυλώνες μέσω αξονικού εφελκυσμού. Σ' αυτόν τον τύπο γέφυρας, τα καλώδια ανάρτησης αναρτώνται κατευθείαν από το οδόστρωμα στους πυλώνες και έτσι δεν χρειάζονται τα δυο κύρια καλώδια και οι άκρες αντιστήριξης του προηγούμενου τύπου.

Οι δυνάμεις και το βάρος του καταστρώματος μεταφέρονται μέσω των καλωδίων στους πύργους και στη συνέχεια στο έδαφος. Στην καλωδιωτή λύση οι κύριες δοκοί αναρτώνται μέσω δοκών στα βάθρα, τα οποία είναι ενισχυμένα σε σχέση με τις άλλες δύο περιπτώσεις και έχουν μεγαλύτερο ύψος. Τα κατακόρυφα φορτία του καταστρώματος αναλαμβάνονται από την κύρια δοκό, που καταπονείται πολύ λιγότερο από ότι η αντίστοιχη αμφιέριστη, η οποία μεταφέρει ένα τμήμα των φορτίων απευθείας στα βάθρα και το υπόλοιπο ποσοστό τους στους αναρτήρες. Για λόγους ευκολότερης σύγκρισης με τα άλλα δύο μοντέλα οι αναρτήρες είναι κοίλης κυκλικής διατομής και όχι τένοντες προεντάσεως, τουλάχιστον στη φάση προμελέτης. Τα καλώδια σε αυτό τον τύπο γέφυρας είναι λοξά ως προς το κατάστρωμα.

Αυτές οι γέφυρες αποδείχτηκαν ιδανικές για μεγαλύτερες αποστάσεις, τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά. Σε μια καλωδιωτή γέφυρα, απαιτείται λιγότερο καλώδιο και οι πύργοι που κατέχουν τα καλώδια είναι αναλογικά μικρότεροι. Η διάδοση της χρήσης του χάλυβα στις κατασκευές, ήταν αυτή που πριν από ένα περίπου αιώνα έδωσε την ώθηση στην κατασκευή καλωδιωτών και κρεμαστών γεφυρών. Οι καλωδιωτές γέφυρες έρχονται ουσιαστικά να καλύψουν το κενό μεταξύ των κρεμαστών γεφυρών και των συμβατικά κατασκευασμένων γεφυρών.

Η οικονομικότητα της κατασκευής μεγιστοποιείται για ανοίγματα της τάξης των 150 -800 m. Από εκεί και πάνω (>1500m) επιλέγεται συνήθως κρεμαστός

φορέας. Το στατικό σύστημα παίζει πρωταρχικό ρόλο. Εδώ οι εξελίξεις στην τεχνολογία των υλικών είναι ο κρίσιμος παράγοντας επιλογής. Τα βασικά στατικά συστήματα στις αναρτημένες από ευθύγραμμο καλώδια γέφυρες είναι ουσιαστικά τρία:

- Κατάστρωμα μεγάλης ακαμψίας αναρτώμενο από λίγα καλώδια σε συνδυασμό με μικρών διαστάσεων λυγηρούς πυλώνες
- Πυλώνες μεγάλης ακαμψίας που δύνανται να αναλάβουν μεγάλες ροπές σε συνδυασμό με ελαφρύ κατάστρωμα, στηριζόμενο από πολλά καλώδια
- Αγκυρωμένα σε ακρόβαθρα καλώδια τα οποία διέρχονται από την κορυφή των (εύκαμπτων) πυλώνων και αναρτούν το κατάστρωμα

Η μακρύτερη καλωδιωτή γέφυρα είναι η γέφυρα πάνω από Sutong του ποταμού Γιανγκτσέ στην Κίνα. Η απόσταση των πυλώνων είναι μεταξύ 200 και 1000 μέτρων. Μια από τις πιο γνωστές αυτού του τύπου που βρίσκεται στην Ελλάδα είναι η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου που έχει 4 πυλώνες και η απόσταση μεταξύ των πυλώνων είναι 560 μέτρα και είναι η δεύτερη μεγαλύτερη γέφυρα αυτού του τύπου στο κόσμο.



Σχήμα 1.2 : Γέφυρα «Ρίου-Αντίρριου» στην Πάτρα.

1.5.3 Γέφυρα σε δοκούς

Αποτελούν τον συνηθέστερο τύπο γεφυρών, λόγω της απλότητας κατασκευής τους. Ο τύπος αυτός έχει οριζόντιες αμφιαρθρωτές δοκούς που υποστηρίζονται στα άκρα τους με στηρίξεις. Όταν τα ανοίγματα είναι περισσότερα από ένα οι ενδιάμεσες υποστυλώσεις είναι γνωστές ως πυλώνες. Οι πρώτες γέφυρες σε δοκούς ήταν απλές κατασκευές που διαπερνούσαν ρέματα και ποτάμια. Στη σύγχρονη εποχή, οι γέφυρες σε δοκούς είναι μεγάλες γέφυρες από δοκούς χάλυβα και χαλύβδινα κιβώτια. Το βάρος ασκείται στο πάνω μέρος της δοκού και μεταφέρεται κατευθείαν προς τα άκρα και ωθεί προς τα κάτω τα βάθρα της γέφυρας. Αποτελείται κυρίως από ξύλο ή μέταλλο. Τα

ανοίγματα αυτών των γεφυρών δεν υπερβαίνουν συνήθως τα 70 μέτρα ωστόσο το άνοιγμα της Rio-Niteroi Bridge, μιας γέφυρας με κιβωτοειδή διατομή, είναι 300 μέτρα. Η μεγαλύτερη γέφυρα σε δοκούς του κόσμου είναι η Lake Pontchartrain Causeway στη νότια Λουιζιάνα στις Ηνωμένες Πολιτείες, μήκους 38,35 χιλιόμετρα, με επιμέρους ανοίγματα 17 μέτρων. Για ανοίγματα μέχρι 30 μέτρα συνηθίζεται η χρήση πυκνά διατεταγμένων παράλληλων μεταξύ τους σιδηροδοκών και από κατάστρωμα σταθερού πάχους μεταξύ 24 και 30cm. Το βασικό πλεονέκτημα της πυκνής διάταξης των σιδηροδοκών είναι η αποφυγή της χρήσης διαδοκίδων. Για γέφυρες ανοίγματος 30-80 μέτρων επικρατεί η χρήση δύο ολόσωμων συγκολλητών σιδηροδοκών με άνισα πέλματα.



Σχήμα 1.3: Γέφυρα « Lake Pontchartrain Causeway» στη νότια Λουιζιάνα στις Ηνωμένες Πολιτείες.

1.5.4 Αμφιπροέχουσα γέφυρα

Οι αμφιπροέχουσες γέφυρες κατασκευάζονται από προβόλους - οριζόντιες δοκούς που στηρίζονται σε ένα μόνο τέλος. Οι περισσότερες αμφιπροέχουσες γέφυρες αποτελούνται από ένα ζευγάρι συνεχών ανοιγμάτων που εκτείνονται από τις αντίθετες πλευρές των προβλητών ώστε να συναντηθούν στο κέντρο του εμποδίου που η γέφυρα διασχίζει. Οι αμφιπροέχουσες γέφυρες κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας τα ίδια υλικά και τεχνικές, όπως στις γέφυρες σε δοκούς. Η διαφορά έρχεται στη δράση των δυνάμεων μέσα από τη γέφυρα. Η μεγαλύτερη αρθρωτή γέφυρα είναι η 549 μέτρων "Κεμπέκ Γέφυρα" στο Κεμπέκ του Καναδά.



Σχήμα 1.4: Γέφυρα «Κεμπέκ» στο Κεμπέκ του Καναδά.

1.5.5 Τοξωτή γέφυρα

Έχοντας μεγάλη χρήση από τα αρχαία χρόνια αυτό το είδος γέφυρας χρησιμοποιεί το τόξο ή την παραβολή κάποιες φορές, για να οδηγήσει τα κατακόρυφα φορτία στα άκρα του. Υπήρξε καθοριστική μηχανική ευρεσιτεχνία, ώστε να γίνονται ζεύξεις πάνω από ποτάμια ή φαράγγια, όπου ήταν αρκετά δύσκολη η κατασκευή μεσόβαθρων εντός της κοίτης των ποταμών ή ακατόρθωτη στην περίπτωση φαραγγιών. Για ανοίγματα μεταξύ 100 και 250 m μπορεί να χρησιμοποιηθούν τόξα από τα οποία αναρτώνται συνήθως οι κύριες δοκοί. Πραγματοποιείται πρώτα η ανέγερση των τόξων και στη συνέχεια γίνεται η ανάρτηση των φορέων του καταστρώματος. Δημοφιλέστερο τύπο τοξωτών γεφυρών αποτελούν οι τοξωτές γέφυρες με ελκυστήρα, όπου οι κύριες δοκοί καταστρώματος συνδέονται με το τόξο τόσο στα άκρα, όσο και στις θέσεις των αναρτήρων. Οι τοξωτές γέφυρες έχουν στηρίγματα σε κάθε άκρο. Το βάρος της

γέφυρας μεταφέρεται και ωθεί τα βάθρα σε κάθε πλευρά. Τα πρώτα γνωστά τοξωτά γεφύρια χτίστηκαν στη χώρα μας με πιο γνωστό αυτό το Αρκαδικό.



Σχήμα 1.5: Γέφυρα στο Ντουμπάι.

1.5.6 Κινητή γέφυρα

Οι γέφυρες αυτές σχεδιάστηκαν για να διευκολύνουν τη κυκλοφορία των πλοίων που υπό άλλες συνθήκες δεν θα χωρούσαν κάτω από τη γέφυρα λόγω του μεγάλου ύψους τους. Οι κινητές γέφυρες κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια και χρησιμοποιούνται και από τον στρατό. Οι ανυψούμενες γέφυρες είναι εκείνες που αφήνουν ελεύθερο πέρασμα για πλοία. Το κατάστρωμα σε αυτές τις γέφυρες είναι κινητό και ανυψώνεται με συρμάτινους κάβους που στηρίζονται σε πλαίσια με περιστρεφόμενα τύμπανα.



Σχήμα 1.6: Γέφυρα «Tower Bridge of London» στο Λονδίνο.

1.5.7 Σύμμικτη γέφυρα

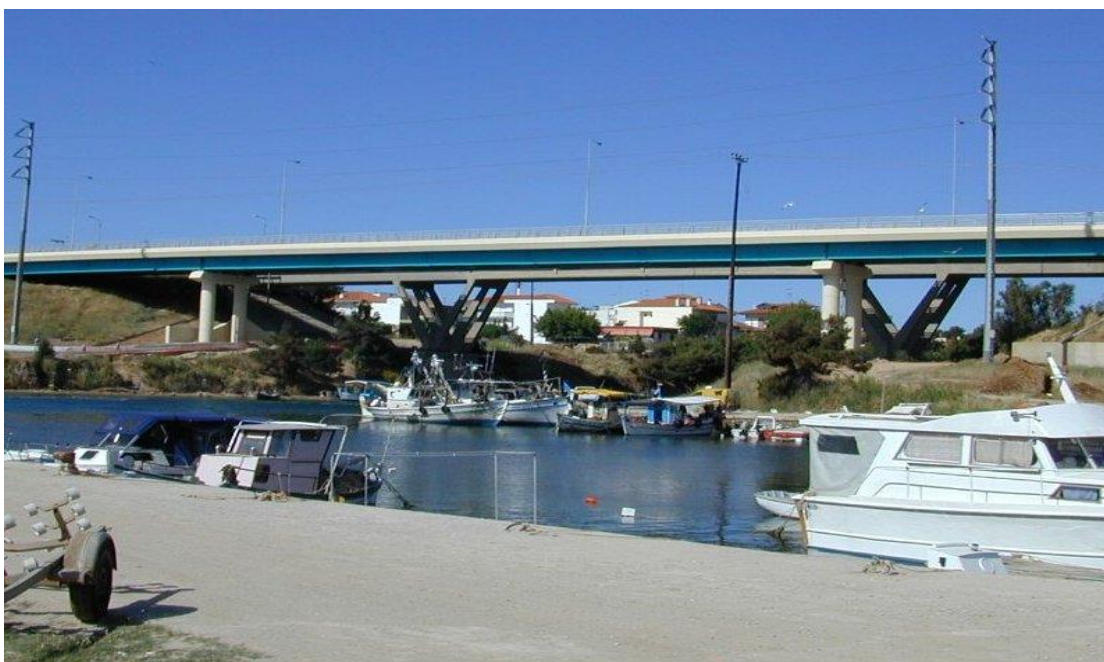
Σύμμικτες ονομάζονται οι γέφυρες στις οποίες χρησιμοποιούνται δύο τουλάχιστον διαφορετικά υλικά, εν προκειμένω οπλισμένο σκυρόδεμα και χάλυβας. Τα υλικά αυτά συνδέονται μεταξύ τους μέσω διατμητικών συνδέσμων, οι οποίοι σκοπό έχουν να εξασφαλίσουν την πλήρη μεταφορά της διατμητικής δύναμης και άρα το μηδενισμό της διολίσθησης, τη μείωση των βελών και την αύξηση της αντοχής της δοκού. Οι σιδηρές γέφυρες με κατάστρωμα από ορθότροπη πλάκα, κυριάρχησαν μέχρι το 1960 περίπου, αποτελώντας τον κύριο τύπο μεταλλικών γεφυρών. Ωστόσο με την πάροδο του χρόνου το υψηλό κόστος κατασκευής, η ευαισθησία του χαλύβδινου καταστρώματος έναντι πυρκαγιάς και έναντι κόπωσης αποτέλεσαν τους βασικότερους λόγους που οδήγησαν στην ευρεία επικράτηση των σύμμικτων γεφυρών.

Οι σύμμικτες γέφυρες συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των δύο επιμέρους υλικών κατασκευής τους (χάλυβα και σκυροδέματος), επιπρόσθετα με:

- Μεγάλη αντοχή, δυσκαμψία, πλαστιμότητα και ικανότητα απόσβεσης αν λάβει κανείς υπόψη και τη δυνατότητα ανακύκλωσης των υλικών.

- Προστασία του χάλυβα έναντι διάβρωσης και πυρκαγιάς.
- Μείωση των απαιτούμενων ποσοτήτων χάλυβα και των διαστάσεων των διατομών.
- Περιορισμός των φαινομένων καθολικού και τοπικού λυγισμού.
- Σημαντικά μειωμένος χρόνος ανέγερσης της κατασκευής και βελτιωμένη αισθητική.

Οι σύμμικτες γέφυρες όμως υπερτερούν και έναντι των προεντεταμένων και αυτό διότι παρόλο που το κόστος είναι πρακτικά το ίδιο και για τις δύο περιπτώσεις κατασκευής, η ταχύτητα ανέγερσης των πρώτων αποτελεί το σημαντικότερο πλεονέκτημα που τις καθιστά την προσφορότερη λύση στην κατηγορία φορέων με μέτρια ή μεγάλα ανοίγματα.

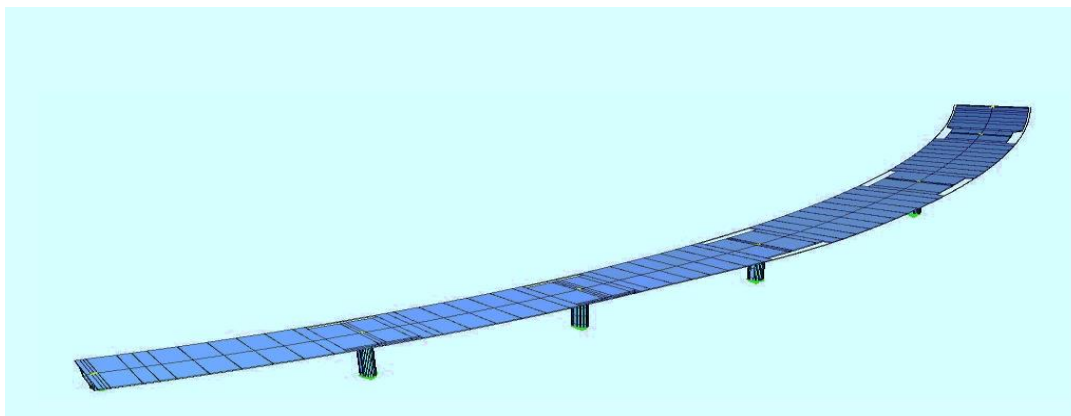


Σχήμα 1.7: Γέφυρα στην Ποτίδαια.

1.5.8 Λοξή γέφυρα

Οι γέφυρες λοξών καταστρωμάτων παρουσιάζουν ιδιάζουσα τρισδιάστατη συμπεριφορά και για το λόγο αυτό ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά τη μελέτη τους. Η πολυπλοκότητα της γεωμετρίας τους δημιουργεί αυξημένες απαιτήσεις κατά την ανάλυση ενώ η προσομοίωσή τους πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να προβλέπεται η πραγματική συμπεριφορά του φορέα. Η ύπαρξη λοξού καταστρώματος, σε κάθε τύπο γέφυρας, επηρεάζει τη γεωμετρία και κατ' επέκταση τη συμπεριφορά του φορέα. Έχει μάλιστα αποδειχθεί ότι το μέγεθος της γωνίας διασταύρωσης επηρεάζει τη συμπεριφορά του φορέα, τόσο

σε στατικά όσο και σε σεισμικά φορτία. Ειδικά φαινόμενα, όπως η στρέψη και η στρέβλωση των κύριων δοκών, η εκτός επιπέδου στροφή των κορμών των κύριων δοκών, οι συγκεντρώσεις δυνάμεων στις στηρίξεις και η ευαισθησία των κατασκευών σε κόπωση αποτελούν φαινόμενα που συναντώνται συνήθως σε λοξούς φορείς γεφυρών.



Σχήμα 1.8: Προσομοίωμα Λοξής Γέφυρας.

1.5.9 Δικτυωτή γέφυρα

Ο τύπος αυτός είναι ο πιο συνηθισμένος για τον λόγο ότι η κατασκευή είναι σχετικά απλή. Είναι μάλιστα πολύ διαδεδομένος στο σιδηροδρομικό δίκτυο της Ελλάδας. Για ανοίγματα μεγαλύτερα από 50 m είναι δυνατή η χρήση δικτυωμάτων ως κύριων δοκών, σταθερού ή μεταβλητού ύψους, προσαρμοσμένου στο διάγραμμα ροπών. Το ύψος αυξάνεται στο στήριγμα για συνεχείς φορείς ενώ για αμφιέρειστους στο άνοιγμα. Η πλάκα καταστρώματος συνδέεται διατμητικά με τη χαλύβδινη ράβδο του άνω πέλματος του δικτυώματος ώστε να συμμετέχει στην παραλαβή της έντασης εντός του συνεργαζόμενου πλάτους.



Σχήμα 1.9: Γέφυρα στο Πόρτο στον ποταμό Δούρο.



Σχήμα 1.10: Υπόδειγμα δικτυωτής γέφυρας.

1.5.10 Πλωτή γέφυρα

Οι γέφυρες αυτές είναι πολύ φτηνές και εύκολες στην κατασκευή τους, αν και δεν έχουν την σταθερότητα άλλων τύπων γεφυρών. Οι πλωτές γέφυρες σχηματίζονται από την παράθεση πλωτών μέσων που δένονται μεταξύ τους κατά τρόπο που να εξασφαλίζονται από σχετικές μετακινήσεις. Κατά αποστάσεις κάθε πλωτό μέσο αγκυρώνεται στον βυθό. Έτσι, όλη η κατασκευή παρουσιάζει μια επαρκή σταθερότητα. Επάνω στα πλωτά μέσα στηρίζεται το κατάστρωμα. Οι πλωτές γέφυρες έχουν κατά κανόνα προσωρινό χαρακτήρα. Υπάρχουν βέβαια και μόνιμες κατασκευές. Στην περίπτωση αυτή οι πλωτές γέφυρες διαθέτουν ένα τουλάχιστο κινητό τμήμα για τη διασφάλιση της ναυσιπλοΐας. Αποτελούνται από μία σειρά ειδικών σκαφών, πάνω στα οποία τοποθετούνται και αρθρώνονται πλαίσια κατάλληλα για να σχηματίσουν μία δίοδο. Οι γέφυρες αυτές είναι συνηθισμένες σαν βοηθητικές γέφυρες για την κατασκευή μιας μόνιμης γέφυρας.



Σχήμα 1.11: Η πλωτή γέφυρα στη Μικρή Πρέσπα.

1.5.11 Στρατιωτική γέφυρα

Τα κύρια χαρακτηριστικά και οι διαφοροποιήσεις των στρατιωτικών έναντι των συνήθων γεφυρών είναι τα εξής:

- Πρέπει να κατασκευάζονται σε ελάχιστο χρονικό διάστημα, συχνά υπό δυσμενείς συνθήκες
- Είναι προσωρινές
- Δεν απαιτείται να εξασφαλίζουν πλήρη ομαλότητα στην κυκλοφορία
- Μπορεί να αποσυντεθούν χωρίς καταστροφή του μέγιστου μέρους των τμημάτων τους και να επαναχρησιμοποιηθούν
- Μπορεί να χρησιμοποιηθούν με μικρότερους συντελεστές ασφαλείας

Τα πιο πάνω χαρακτηριστικά οδηγούν υποχρεωτικά σε:

1. Προτυποποίηση του υλικού
2. Προκατασκευή όλων σχεδόν των τμημάτων μιας γέφυρας, και μάλιστα με τέτοιο τρόπο ώστε η συναρμολόγηση και η τοποθέτηση να γίνονται εύκολα

Οι σύγχρονες στρατιωτικές γέφυρες μπορούν να ενταχθούν στις παρακάτω κατηγορίες.

α) Έτοιμες γεφυροκατασκευές επί αυτοκινήτων οχημάτων

β) Τμήματα δικτυωτών δοκών που συναρμολογούνται έτσι που να σχηματίζουν δοκούς, πάνω στις οποίες στηρίζεται το κατάστρωμα από ξύλινες δοκούς ή προκατασκευασμένα τμήματα

γ) Ολόσωμες δοκοί που συνδυάζονται με προκατασκευασμένα τεμάχια καταστρώματος

δ) Πλωτές γέφυρες επί μεταλλικών ή ελαστικών λέμβων που συνδέονται μεταξύ τους από προκατασκευασμένα τμήματα καταστρώματος, συνήθως μεταλλικά.



Σχήμα 1.12: Τυχαία Στρατιωτική Γέφυρα.

1.5.12 Γέφυρα με κιβώτια

Τα κιβώτια πλεονεκτούν από στατικής απόψεως προσφέροντας μεγάλη δυστρεψία και καλύτερη εγκάρσια κατανομή φορτίων, έχουν όμως μεγαλύτερο κατασκευαστικό κόστος και προτιμώνται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις μεγαλύτερων ανοιγμάτων. Αντί των πυκνά διατεταγμένων σιδηροδοκών Ι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μικρά ανοίγματα αεροστεγή μικροκιβώτια, ενώ για μεγαλύτερα ανοίγματα συνηθίζεται η χρήση επισκέψιμων κιβωτίων.



Σχήμα 1.13: Γέφυρα «SAN FRANCISCO-OAKLAND BAY BRIDGE».

1.5.13 Σιδηρή γέφυρα

Οι σιδηρές γέφυρες με κατάστρωμα από ορθότροπη πλάκα, κυριάρχησαν μέχρι το 1960 περίπου, αποτελώντας τον κύριο τύπο μεταλλικών γεφυρών. Με μήκος 220 μέτρα, η Solkan Bridge πάνω από τον ποταμό Soča Solkan στη Σλοβενία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πέτρινη γέφυρα στον κόσμο και η μεγαλύτερη πέτρινη σιδηροδρομική.



Σχήμα 1.14: Γέφυρα «Solkan Bridge» στη Σλοβενία.



Σχήμα 1.15: Υπόδειγμα σιδηρής γέφυρας.

1.5.14 Περιστρεφόμενη γέφυρα

Η γέφυρα Gateshead Millennium βρίσκεται πάνω από τον ποταμό Τάιν στην Αγγλία και σχεδιάστηκε από την αρχιτεκτονική εταιρεία Wilkinson Eyre. Η κομψή γέφυρα αποτελείται από δύο παραβολικές καμπύλες, όπου η μία καμπύλη αποτελεί τη γέφυρα των πεζών και των ποδηλατών και η άλλη καμπύλη αποτελεί την υποστήριξη της γέφυρας μέσω καλωδίων. Το σχήμα της γέφυρας θυμίζει οπτικά ένα βλέφαρο και η περιστροφική της κίνηση θυμίζει το ανοιγοκλείσιμο του βλέφαρου. Η γέφυρα περιστρέφεται ώστε να επιτρέψει στα διερχόμενα πλοία να διασχίζουν τον ποταμό χωρίς εμπόδια και η διάρκεια της ολοκλήρωσης της περιστροφής διαρκεί περίπου 4.5 λεπτά.



Σχήμα 1.16: Γέφυρα «Gateshead Millennium Bridge» στην Αγγλία.

1.5.15 Λίθινη γέφυρα

Ένα μεγάλο τμήμα της ιστορικής γέφυρας De Bosset στην Κεφαλονιά, της μεγαλύτερης λίθινης γέφυρας της Ευρώπης με μήκος περίπου ένα χιλιόμετρο, που ενώνει το Αργοστόλι με την απέναντι ακτή.

Η αρχιτεκτονική της διαμόρφωση χαρακτηρίζεται από διαδοχικές καμάρες οι οποίες στηρίζονται σε βάθρα μεγάλου εμβαδού κάτοψης και μικρού ύψους το οποίο μεταβάλλεται κατά μήκος του άξονά της. Η γέφυρα εμφανίζει διπλή κάμψη, έτσι ώστε να εκτείνεται σε δύο μέτωπα για να αντιμετωπίζει ευκολότερα την ορμή των κυμάτων αλλά και για να ανακυκλώνονται τα νερά της λιμνοθάλασσας.



Σχήμα 1.17: Η Ιστορική Γέφυρα « De Bosset» στην Κεφαλονιά.

1.5.16 Βυθιζόμενη γέφυρα- υποβρύχια γέφυρα

Η Διώρυγα της Κορίνθου στην Ελλάδα με το στενό ισθμό της διαχωρίζει την Πελοπόννησο, από την ελληνική ηπειρωτική χώρα, που συνδέει τον κόλπο της Κορίνθου, με τον Σαρωνικό κόλπο στο Αιγαίο Πέλαγος. Χτίστηκε μεταξύ 1881 και 1893 και θεωρείται ένα μεγάλο τεχνικό επίτευγμα για την εποχή του.

Ένα σκάφος περνά πάνω από την Υποβρύχιας γέφυρες στο ανατολικό άκρο της διώρυγας της Κορίνθου. Το πλοίο μπορεί μόνο να περάσει μέσα από το κανάλι, ένα κάθε φορά σε ένα σύστημα μονής κατεύθυνσης. Μεγαλύτερα πλοία πρέπει να έλκονται από ρυμουλκά. Το 1988, δύο βυθιζόμενες γέφυρες κατασκευάστηκαν υπάρχουν σε όλη την Διώρυγα της Κορίνθου, ένα σε κάθε άκρο, στην Ισθμία και την Κόρινθο.

Το κύριο πλεονέκτημα της μείωσης της γέφυρας αντί να σηκώνεται το πάνω είναι ότι δεν υπάρχει καμία δομή πάνω από το κανάλι της ναυτιλίας και ως εκ τούτου δεν υπάρχει περιορισμός ύψους για την κυκλοφορία των πλοίων. Επιπροσθέτως, η έλλειψη ενός άνω καταστρώματος δομή θεωρείται αισθητικά

ευχάριστο. Ωστόσο, η παρουσία της βυθισμένης κατασκευής της γέφυρας περιορίζει το σχέδιο των σκαφών της εσωτερικής ναυσιπλοΐας.



Σχήμα 1.18: Εικόνες από την Διώρυγα της Κορίνθου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Δράσεις είναι οι εξωτερικές καταπονήσεις, που εφαρμόζονται στην κατασκευή προκαλώντας ορθές και διατμητικές τάσεις. Ορθές ονομάζονται οι τάσεις, που δρουν κάθετα στην επιφάνεια που φορτίζουν, ενώ διατμητικές είναι οι τάσεις που δρουν παράλληλα στην επιφάνεια φόρτισης. Ορθές τάσεις προκύπτουν, όταν στη διατομή εφαρμόζονται μεγέθη ορθής έντασης, όπως Αξονική Δύναμη ή Ροπή Κάμψης, ενώ διατμητικές τάσεις προκύπτουν, όταν στη διατομή εφαρμόζονται Διατμητικά εντατικά μεγέθη, όπως Τέμνουσα Δύναμη ή Ροπή Στρέψης.

Ανάλογα με τη χρήση, τη μορφή και τη θέση του έργου, προσδιορίζονται οι δράσεις από τους ισχύοντες κανονισμούς, τους οποίους ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει, ώστε να εξασφαλισθεί η μη αστοχία αλλά και η σωστή λειτουργία της κατασκευής. Οι τιμές των φορτίων αλλά και οι συντελεστές ασφαλείας αυτών προκύπτουν από στατιστική ανάγνωση των αποκλίσεων των δυσμενέστερων καταστάσεων, που μπορεί να προκύψουν τόσο από πλευράς καταπονήσεων όσο και από πλευράς αντοχής των μελών. Σκοπός όλης αυτής της διαδικασίας είναι η σωστή μεταφορά των φορτίων, που δρουν στη γέφυρα, με ασφάλεια στη θεμελίωση. Οι κατηγορίες φορτίων είναι οι εξής :

Μόνιμα Φορτία (G)

- Ιδία βάρη κατασκευής G_{IB}
- Ιδία βάρη επικαλύψεων $G_{επικ}$
- Ιδία βάρη κυκλιδωμάτων $G_{κυγκλ}$
- Δυνάμεις προέντασης P

Κινητά Φορτία (Q)

- Ομοιόμορφα διανεμημένο κατακόρυφο φορτίο q_{fk}
- Συγκεντρωμένο φορτίο για γενικές και τοπικές επιδράσεις Q_{fwk}
- Οριζόντιο φορτίο που δρα κατά μήκος του άξονα της γέφυρας Q_{flk}
- Δράσεις Ανέμου F_w
- Φορτίο Χιονιού F_s
- Θερμοκρασιακές Μεταβολές T

Τυχηματικά Φορτία (F)

- Πρόσκρουση οχήματος σε βάθρο $F_{προσκρ}$

Σεισμικά Φορτία (E)

- Σεισμική δύναμη κατά τις 3 διευθύνσεις E

Ταλάντωση

- Αρμονική διέγερση επί του καταστρώματος.

2.2 Ίδια βάρη και λοιπά μόνιμα φορτία

Με τον όρο αυτό νοούνται όλες οι δράσεις, οι οποίες αναμένεται να ενεργήσουν στη γέφυρα κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης περιόδου αναφοράς και για την οποία η διαφοροποίηση του μεγέθους τους στο χρόνο είναι αμελητέα. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται όλα τα κατακόρυφα φορτία που δρουν καθ όλη τη διάρκεια ζωής του έργου όπως τα ίδια βάρη. Τα ίδια βάρη του φορέα λαμβάνονται απ' ευθείας υπόψη στο πρόγραμμα με την εντολή DIZ 1.0, εφόσον έχουμε καθορίσει τα υλικά και τα γεωμετρικά στοιχεία των χρησιμοποιούμενων διατομών. Επομένως, απομένει η τοποθέτηση των μόνιμων φορτίων λόγω ασφαλτόστρωσης στην περιοχή του οδοστρώματος, πεζοδρομίων και λειτουργικών λεπτομερειών. Με ίδιο βάρος ασφαλτοτάπητα και πάχος ασφάλτου 22 kN/m³ και 8 mm αντίστοιχα και με ύψος πεζοδρομίου μεγαλύτερο κατά 15 cm από αυτό των λωρίδων κυκλοφορίας, προκύπτουν τα τελικά στοιχεία της φόρτισης.

Στα μόνιμα φορτία κατατάσσονται οι καταπονήσεις, που έχουν μεγάλο (πρακτικά άπειρο) χρόνο επιβολής στη γέφυρα και εφαρμόζονται σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Αυτά είναι :

I. Το ίδιο βάρος των Διατομών προκύπτει από το ειδικό βάρος του χάλυβα, το οποίο είναι 78,5 kN/m³

II. Βάρος επικάλυψης θεωρείται ένα φορτίο 1kN/m² , το οποίο περιλαμβάνει τα βάρη επιχρίσεων, λοιπών εξοπλισμών, μονώσεων κτλ.

III. Τα κιγκλιδώματα προσθέτουν ένα κατακόρυφο φορτίο 1kN/m , σε μορφή λωρίδας κατά μήκος των κύριων δοκών.

IV. Πιθανές δυνάμεις προέντασης, είτε καλωδίων είτε τμημάτων κατά την περίοδο ανέγερσης.

2.3 Κινητά φορτία

Κινητά (μεταβλητά) φορτία: Με τον όρο αυτό νοούνται οι μεταβλητές δράσεις που οφείλονται σε στατικά φορτία από πεζούς ή δίκυκλα και που σχετίζονται με ελέγχους στην Οριακή κατάσταση αστοχίας και λειτουργικότητας. Στα κινητά φορτία κατατάσσονται οι καταπονήσεις , που προκύπτουν από τη χρήση της γέφυρας αλλά και από φορτία, τα οποία αν και αναμένεται να προκύψουν δεν γνωρίζουμε το χρόνο, τη φορά και το μέγεθός τους με σιγουριά. Αυτά τα φορτία έχουν αυξημένους συντελεστές ασφαλείας, διότι οι τιμές τους προκύπτουν από στατιστική παρατήρηση και υπάρχει

αβεβαιότητα. Τα κινητά φορτία πρέπει να τοποθετούνται με τέτοια φορά και παράλληλα με διαφορετικά ενδεχόμενα ταυτόχρονου συνδυασμού, ώστε να προκύπτουν τα πιθανότερα δυσμενή αποτελέσματα καταπόνησης. Αυτά είναι :

I. Ένα ομοιόμορφο διανεμημένο φορτίο ανθρωποσυνοστισμού ίσο με $5,0 \text{ kN/m}^2$.

II. Οριζόντιο φορτίο ίσο με το 10% του διανεμημένου φορτίου, δηλαδή $0,5 \text{ kN/m}^2$.

2.4 Φορτία Κυκλοφορίας

Στον κανονισμό ορίζονται τέσσερα μοντέλα φόρτισης για τα κατακόρυφα φορτία οδογέφυρας, τα οποία δίνουν τις περιοχές δράσης των φορτίων αυτών και τις χαρακτηριστικές τους τιμές. Σε μια τυχαία περίπτωση γίνεται χρήση του μοντέλου Φόρτισης 1 για το οποίο ισχύουν τα εξής:

Πρότυπη Φόρτιση 1 (LM1): Συγκεντρωμένα και ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία, τα οποία καλύπτουν την πλειονότητα των επιδράσεων από την κυκλοφορία βαρέων και 25 επιβατικών οχημάτων. Αυτό το προσομοίωμα θα χρησιμοποιείται για γενικούς και τοπικούς ελέγχους. Συγκεκριμένα, απαρτίζεται από τα συγκεντρωμένα φορτία δύο αξόνων (TS) και από το ομοιόμορφο διανεμημένο φορτίο (UDL) σε κάθε λωρίδα κυκλοφορίας. Τα φορτία αυτά πρέπει να τοποθετούνται στην πλέον δυσμενή θέση, τόσο κατά μήκος όσο και εγκάρσια μέσα στη λωρίδα. Προκειμένου, λοιπόν, να λάβουμε τα δυσμενέστερα αποτελέσματα, πραγματοποιούμε φορτίσεις για διάφορες θέσεις του ομοιόμορφου και των συγκεντρωμένων φορτίων.

2.5 Εγκάρσιος Άνεμος (LC9)

Η δράση του ανέμου επί μιας κατασκευής είναι συνάρτηση της διεύθυνσης και της ταχύτητας δράσεως, της διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου, του ύψους της πάνω από το έδαφος, καθώς επίσης του τύπου της και της επιφάνειάς της. Θεωρούνται κατά τις τρεις διευθύνσεις x , y και z . Οι δυνάμεις οι οποίες προκαλούνται κατά τις διευθύνσεις x και y οφείλονται σε άνεμο που πνέει κατά διαφορετικές διευθύνσεις και κανονικά δεν είναι ταυτόχρονες. Οι δυνάμεις που προκαλούνται στη διεύθυνση z μπορεί να προκύψουν από πνοή του ανέμου σε πολλές διευθύνσεις. Εάν είναι δυσμενείς και σημαντικές, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ως ταυτόχρονες με τις δυνάμεις που προκαλούνται σε κάθε άλλη διεύθυνση. Στην περίπτωση μας λαμβάνουμε υπόψη μόνο τον εγκάρσιο άνεμο.

Ο Άνεμος παίζει σημαντικό ρόλο στις κατασκευές και πολλές φορές τείνει να γίνει το σημαντικότερο μέγεθος καταπόνησης. Η τιμή της έντασής του διαφέρει ανάλογα με τη γεωγραφική θέση, τη φυσική θέση, την τοπογραφία, τις διαστάσεις της κατασκευής, τη μέση ταχύτητα ανέμου, το σχήμα της

κατασκευής, την κλίση της προσπίπτουσας επιφάνειας και τις διεύθυνσης του ανέμου . Αν και η δύναμη του ανέμου είναι χρονικά μεταβαλλόμενη και μπορεί να προκαλέσει και δυναμική καταπόνηση, τα φορτία ανέμου θεωρούνται στατικά. Τα φορτία ανέμου κατατάσσονται στις μεταβλητές ελεύθερες δράσεις. Η συνολική απόκριση των κατασκευών και των επιμέρους στοιχείων τους στη δράση του ανέμου, μπορεί να θεωρηθεί ως επαλληλία μιας «βασικής» και μίας «συντονιστικής» συνιστώσας, όπου η βασική συνιστώσα ενεργεί ως οιονεί στατική, ενώ η συντονιστική ως δυναμική.

2.6 Τα φορτία χιονιού

Τα φορτία αυτά αντιμετωπίζονται παραδοσιακά ορίζοντας μια απλή τιμή βάρους χιονιού ανάλογα με το ύψος χιονιού στη συγκεκριμένη περιοχή. Τα φορτία χιονιού υπάγονται στα μεταβλητά φορτία αν και σε πολύ ακραίες περιπτώσεις μπορούν να θεωρηθούν τυχηματικά. Υπολογίζονται για περίοδο επαναφοράς του έργου 50 έτη. Στην Ελλάδα υπάρχουν 3 ζώνες διαφοροποίησης των περιοχών, στην κάθε μια εκ των οποίων αντιστοιχεί και διαφορετικό φορτίο χιονιού.

2.7 Θερμοκρασιακές Μεταβολές

Η κατανομή της θερμοκρασίας μέσα σε μια διατομή ενός στοιχείου προκαλεί παραμορφώσεις. Όταν αυτές οι παραμορφώσεις είναι παρεμποδισμένες, τότε προκαλούνται τάσεις, οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για καταστάσεις διάρκειας και παροδικές. Στην κατηγορία των θερμοκρασιακών μεταβολών, ως τυχηματική φόρτιση ωστόσο, υπάγεται και η περίπτωση πυρκαγιάς, η οποία μπορεί να προκαλέσει ταχεία μείωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του χάλυβα.

2.8 Τυχηματικά φορτία

Οι δυνάμεις αυτές προέρχονται είτε από την κυκλοφορία κάτω από τη γέφυρα είτε από τυχαία παρουσία τροχοφόρου πάνω στη γέφυρα.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση λαμβάνεται υπόψη ένα φορτίο πρόσκρουσης οχήματος στα βάθρα ή άλλα στοιχεία στήριξης της γέφυρας, σε ύψος 1.25 m πάνω από την επιφάνεια του οδοστρώματος με φορτίο :

- 1000 kN παράλληλα προς τη διεύθυνση κυκλοφορίας του οχήματος
- 500 kN κάθετα προς τη διεύθυνση κυκλοφορίας του οχήματος

Λόγω της ευαισθησίας, που παρουσιάζουν οι πεζογέφυρες σε σχέση με τις οδικές και τις σιδηροδρομικές, θα προβλεφθεί στηθαίο ασφαλείας περιμετρικά των βάθρων και των λοιπών στηρίξεων για αποφυγή τέτοιου περιστατικού.

2.9 Δύναμη Προέντασης

Η χαρακτηριστική τιμή της δύναμης η οποία ασκείται στα καλώδια ώστε όταν εφαρμόζονται όλα τα μόνιμα φορτία, η κατασκευή να φτάσει στην επιθυμητή γεωμετρία και κατανομή τάσεων, λειτουργεί ως δράση.

2.10 Σεισμικά Φορτία

Κατά τη διατάραξη του φλοιού της Γής από τη μετακίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών εκλύεται ενέργεια, η οποία υπό τη μορφή ελαστικών κυμάτων μεταφέρεται στην επιφάνειά της και γίνεται αντιληπτή από τους ανθρώπους. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται σεισμός. Η Ελλάδα βρίσκεται πάνω από την Αιγαιακή πλάκα ενώ οι χαρακτηριστικές μετακινήσεις της περιοχής είναι η δυτική μετακίνηση της πλάκας της Ανατολίας κατά 25 mm ανά έτος και η νοτιοδυτική μετακίνηση της Αιγαιακής πλάκας στην περιοχή της Ελληνικής τάφρου κατά 50 mm ανά έτος.

Η σεισμική φόρτιση έχει σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις καθημερινές κατακόρυφες φορτίσεις επί των κατασκευών και για αυτό ο σωστός υπολογισμός της είναι καθοριστικός.

| Χαρακτηριστικά | Σεισμική Φόρτιση | Κατακόρυφη Φόρτιση |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1. Διεύθυνση | Οριζόντια | Κατακόρυφη |
| 2. Τύπος | Τυχηματική | Μόνιμη ή μεταβλητή |
| 3. Φύση | Επιβολή Παραμόρφωσης | Επιβολή Τάσης |
| 4. Εναλλαγή | Εναλλασσόμενη | Μονότονη |
| 5. Απόκριση | Δυναμική | Στατική |

Κατά τη διάρκεια του σεισμού αναπτύσσονται δύο οριζόντιες και μια κατακόρυφη επιτάχυνση, οι οποίες προκαλούν αδρανειακές δυνάμεις στις κατασκευές, με τις οριζόντιες να είναι συνήθως οι πιο κρίσιμες. Οι τρεις αυτές συνιστώσες θεωρούνται στατιστικά ανεξάρτητες. Ο προσδιορισμός των τιμών των σεισμικών διεγέρσεων καθορίζεται με τη βοήθεια των φασμάτων απόκρισης ενός μονοβάθμιου ταλαντωτή, σε όρους επιτάχυνσης.

Σεισμικές Δράσεις

Η μέθοδος ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε για την εισαγωγή της σεισμικής δράσης στην κατασκευή είναι η ισοδύναμη στατική μέθοδος ή αλλιώς μέθοδος θεμελιώδους ιδιομορφής. Στη μέθοδο αυτή θεωρούνται ισοδύναμες στατικές σεισμικές δυνάμεις που υπολογίζονται από τις δυνάμεις αδράνειας που αντιστοιχούν στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο του φορέα κατά την εξεταζόμενη διεύθυνση βάση του φάσματος σχεδιασμού. Η μέθοδος περιλαμβάνει απλουστεύσεις όσον αφορά το σχήμα της πρώτης ιδιομορφής και τον υπολογισμό της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου. Επισημαίνεται ότι η ισοδύναμη στατική μέθοδος επιλέχθηκε έναντι της Γραμμικής Δυναμικής Ανάλυσης-Μέθοδος φάσματος απόκρισης εξαιτίας της παρουσίας των καλωδίων τα οποία λόγω της μη γραμμικότητας τους αποκλείουν την εφαρμογή γραμμικής δυναμικής ανάλυσης καθώς αυτή βασίζεται στην αρχή της επαλληλίας. Για την εφαρμογή της μεθόδου θεμελιώδους ιδιομορφής έγιναν οι εξής θεωρήσεις σχετικά με τον τύπο εδάφους, τη σπουδαιότητα του έργου και την ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας.

Σεισμικές δράσεις (Γραμμική δυναμική ανάλυση - Μέθοδος φάσματος απόκρισης)

Οι σεισμικές δράσεις που ασκούνται στον φορέα μας βασίζονται στην μέθοδο της φασματικής απόκρισης ή αλλιώς στη φασματική δυναμική μέθοδο. Στη συνέχεια αναλύεται η συγκεκριμένη μέθοδος, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τη διαστασιολόγηση των μελών και από την οποία θα προκύψουν οι ιδιομορφές και οι αντίστοιχοι ιδιοπερίοδοι της κατασκευής για τον έλεγχο του συνολικού προσομοιώματος. Η Ανάλυση Φασματικής Απόκρισης είναι μια ελαστική ανάλυση των μέγιστων δυναμικών αποκρίσεων όλων των σημαντικών ιδιομορφών του φορέα, με τη χρήση των τεταγμένων του τοπικού φάσματος απόκρισης σχεδιασμού. Η συνολική απόκριση λαμβάνεται με στατιστικό συνδυασμό των μέγιστων ιδιομορφικών συμμετοχών. Μια τέτοια ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση για την οποία επιτρέπεται γραμμική ανάλυση.

2.11 Συνδυασμοί δράσεων

Στους συνδυασμούς δράσεων προσπαθούμε να επιτύχουμε τους δυσμενέστερους συνδυασμούς των ανεξάρτητων φορτίσεων μέσα σε στατιστικά αποδεκτά όρια, ώστε να μην υπάρχει σπατάλη υλικού άνευ λόγου. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μειωτικών συντελεστών, οι οποίοι εφαρμόζονται στα φορτία και σχετίζονται με την πιθανότητα ταυτόχρονης εμφάνισης των

ανεξάρτητων φορτίσεων. Προκειμένου να ελεγχθεί η επάρκεια των διατομών, οι συνδυασμοί δράσεων καλύπτουν όλες τις πιθανές καταστάσεις σχεδιασμού :

- *Διάρκειας*, οι οποίες αναφέρονται στις κανονικές συνθήκες χρήσης της κατασκευής.
- *Παροδικές*, οι οποίες αναφέρονται σε προσωρινές συνθήκες χρήσης του φορέα.
- *Τυχηματικές*, οι οποίες αναφέρονται σε εξαιρετικά σπάνιες και επίπονες συνθήκες για το έργο.
- *Σεισμικές*, οι οποίες αναφέρονται στη φόρτιση της κατασκευής από σεισμικό γεγονός.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες οριακών καταστάσεων, η οριακή κατάσταση αστοχίας (ΟΚΑ) και η οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (ΟΚΛ). Οριακές είναι οι καταστάσεις, πέραν των οποίων ο φορέας δεν ικανοποιεί τα κριτήρια σχεδιασμού του. Στην οριακή κατάσταση αστοχίας, η κατασκευή υπόκειται σε ελέγχους, οι οποίοι αφορούν τη μη κατάρρευση αυτής ή τμήμα αυτής και σχετίζονται με την ασφάλεια του φορέα αλλά και των ανθρώπων. Οι έλεγχοι, που γίνονται αφορούν οριακές αντοχές μελών και διατομών, απώλεια ευστάθειας, ανατροπή, κόπωση, θραύση, λυγισμός κλπ.

Η οριακή κατάσταση λειτουργικότητας σχετίζεται με τη δυνατότητα του φορέα να είναι λειτουργικός, δηλαδή να μην υπάρχουν έντονες ταλαντώσεις, μεγάλα βέλη, ρηγματώσεις κλπ. Οι έλεγχοι που γίνονται περιορίζουν παραμορφώσεις, οι οποίες επηρεάζουν την εμφάνιση και τη λειτουργία του έργου καθώς και την άνεση των χρηστών, αποσβένουν ταλαντώσεις, οι οποίες προκαλούν ενόχληση στους χρήστες και μηδενίζουν πιθανές βλάβες, οι οποίες επηρεάζουν αρνητικά την εμφάνιση, την ανθεκτικότητα και τη λειτουργία της κατασκευής.

Συνδυασμός των συνιστωσών σεισμικής δράσης

Το πιθανό μέγιστο αποτέλεσμα δράσης E , που οφείλεται στην ταυτόχρονη εφαρμογή των σεισμικών δράσεων παράλληλα προς τους οριζόντιους άξονες X , Y και τον κατακόρυφο άξονα Z , μπορεί να υπολογισθεί με την εφαρμογή του κανόνα ΤΡΑΤ στα μέγιστα αποτελέσματα δράσης E_x , E_y και E_z που οφείλονται σε ανεξάρτητες σεισμικές δράσεις σε κάθε άξονα:

Για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών ή μετακινήσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τρεις ακόλουθοι συνδυασμοί:

α) $EE_{dx} "+" 0,30 EE_{dy} "+" 0,30 EE_{dz}$

β) $0,30 EE_{dx} "+" EE_{dy} "+" 0,30 EE_{dz}$

γ) $0,30 EE_{dx} "+" 0,30 EE_{dy} "+" EE_{dz}$

όπου

"+" σημαίνει " να συνδυαστεί με "

- $EEdx$ είναι τα εντατικά μεγέθη ή μετακινήσεις λόγω της εφαρμογής της σεισμικής δράσης κατά την διεύθυνση του οριζόντιου άξονα x που επιλέχθηκε για τον φορέα

- $EEdy$ είναι τα εντατικά μεγέθη ή μετακινήσεις λόγω της εφαρμογής της ίδιας σεισμικής δράσης κατά την διεύθυνση του ορθογώνιου προς τον x οριζόντιου άξονα y του φορέα.

- $EEdz$ είναι τα εντατικά μεγέθη ή μετακινήσεις λόγω της εφαρμογής της κατακόρυφης συνιστώσας της σεισμικής δράσης σχεδιασμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 81.40m ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

3.1 Αντικείμενο – Συμβατικά στοιχεία

Η παρούσα μελέτη αναφέρεται στην **ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ** του **ΤΕΧΝΙΚΟΥ Τ3**, που βρίσκεται από **Χ.Θ. 0+415.90** έως **Χ.Θ. 0+497.16** της **Δεξιάς 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 εταιρίας «**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.**

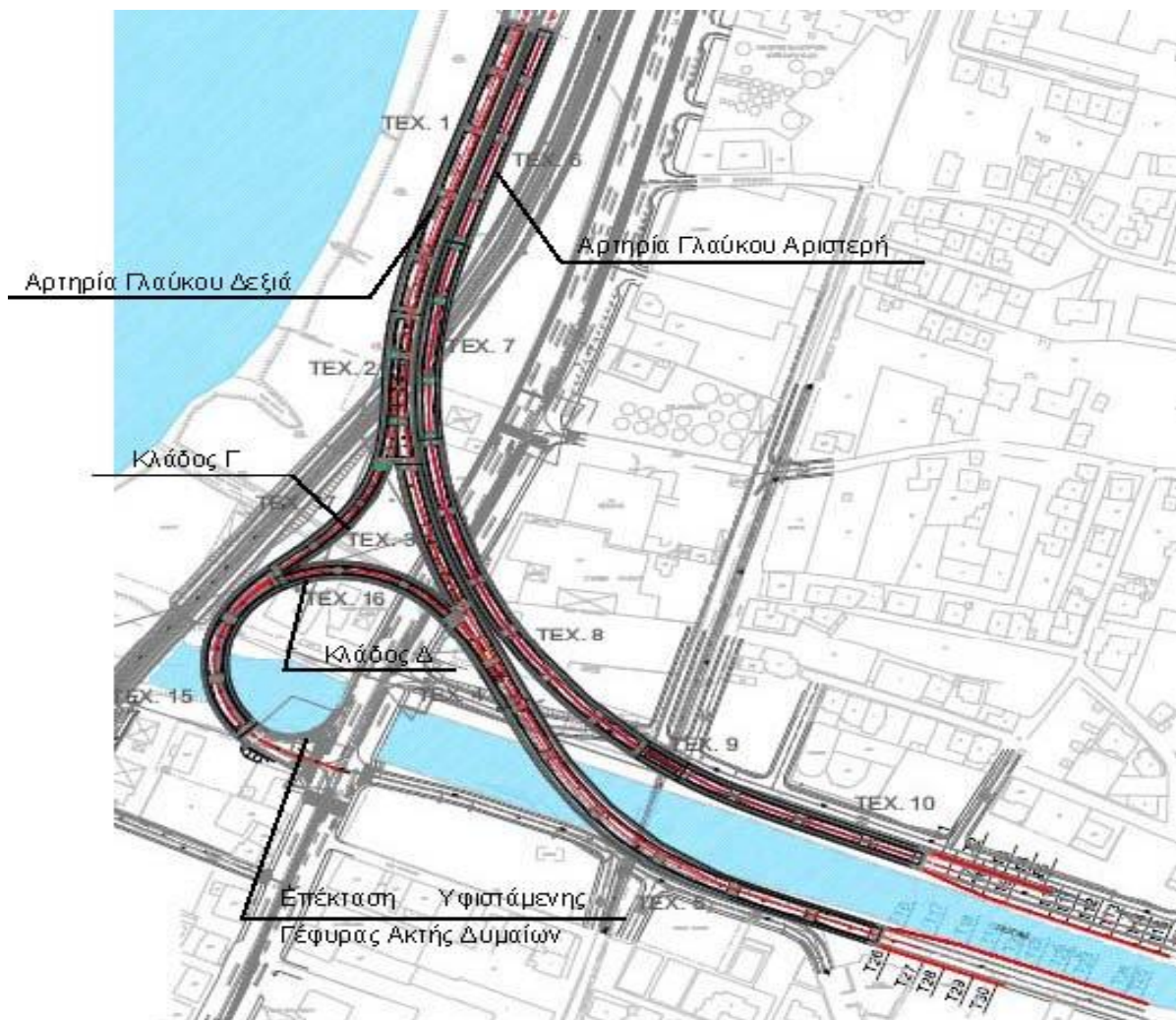
3.2 Γενική περιγραφή τεχνικών έργων

Η σύνδεση των Παραγλαύκίων 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 τη σύνδεση των Παραγλαύκίων 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:

- (i) Γέφυρα Δεξιάς Παραγλαύκιας Αρτηρίας (τεχνικά T1, T2, T3, T4, T5)
- (ii) Γέφυρα Αριστερής Παραγλαύκιας Αρτηρίας (τεχνικά T6, T7, T8, T9, T10)
- (iii) Γέφυρα Κλάδου Γ (τεχνικό T17)
- (iv) Γέφυρα Κλάδου Δ (τεχνικά T15, T16)
- (v) Επέκταση Υφιστάμενης Γέφυρας Ακτής Δυμαίων
- (vi) Τοίχοι Αντιστήριξης



Σχήμα 3.1 Διάταξη τεχνικών.

3.3 Παραδοχές

3.3.1 Υλικά Κατασκευής

- ✓ Προεντεταμένο σκυρόδεμα: Φορέας ανωδομής C40/50

- ✓ Οπλισμένο σκυρόδεμα: Μεσόβαθρα C30/37, Ακρόβαθρα, Κεφαλόδεσμοι C20/25, Πάσσαλοι C20/25, Πλάκες πρόσβασης C20/25, Τοίχοι αντιστήριξης, περυγότοιχοι C20/25, Πεζοδρόμια C40/50.
- ✓ 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 | 24.0 kN/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 (tu-to) | +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 =1.50, 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-Fachberichte 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 (Εργα Πολιτικού Μηχανικού), 2003)
- Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση (Ιούνιος 2007).

3.4 Περιγραφή τεχνικού

3.4.1 Γενική περιγραφή ανωδομής

Το τεχνικό Τ3 βρίσκεται στην Δεξιά Παραγλαύκια Αρτηρία, μεταξύ της Χ.Θ. 0+415.90 και Χ.Θ. 0+497.16 και έχει συνολικό μήκος 81.40m από αρμό σε αρμό. Το τεχνικό Τ3 διέρχεται πάνω από την υφιστάμενη Οδό Δυμαίων. Ο φορέας του Τεχνικού Τ3 χωρίζεται από το τεχνικό Τ2 με αρμό διαστολής στην θέση του μεσοβάθρου Μ8.Δ και από το τεχνικό Τ4 με αρμό διαστολής στην θέση του μεσοβάθρου Μ10.Δ. Πρόκειται για γέφυρα με φορέα κιβωτιοειδούς διατομής από προεντεταμένο σκυρόδεμα δύο ανοιγμάτων 39.55m+41.61m, συνολικού πλάτους 10.66m από το οποίο 1.03m καταλαμβάνονται από το αριστερό πεζοδρόμιο, 1.63m από το δεξιό πεζοδρόμιο, και το υπόλοιπο πλάτος από την επιφάνεια κυκλοφορίας πλάτους 8.00m. Οριζοντιογραφικά η χάραξη της οδού ακολουθεί αριστερόστροφη καμπύλη με μεταβλητή ακτίνα καμπυλότητας με ελάχιστη τιμή 247m. Μηκοτομικά η οδός ακολουθεί σταθερή ανοδική κλίση 0.5% περίπου.

Ο φορέας του καταστρώματος αποτελείται από μονοκύψελο κιβώτιο ύψους 2.5m από προεντεταμένο σκυρόδεμα C40/50. Το πλάτος της άνω πλάκας είναι

10.16m και το πλάτος της κάτω πλάκας είναι 5.5m. Το πάχος της άνω πλάκας είναι 0.30m ενώ στη σύνδεση της με τους κορμούς μορφώνεται 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 από 0.25m έως 0.45m. Οι κορμοί έχουν ελάχιστο πάχος 0.50m ενώ κοντά στις στηρίξεις μορφώνονται παχύνσεις μέχρι πάχους 0.9m. Στην περιοχή του μεσοβάθρου M10.Δ ο φορέας της ανωδομής του τεχνικού T3 συνορεύει με τον αντίστοιχο φορέα του τεχνικού T16 με διαμήκη αρμό. Στην περιοχή αυτή το πλάτος του κιβωτίου είναι μεταβλητό από 8.78m έως 10.16m με αντίστοιχη μεταβολή του προβόλου του κιβωτίου που είναι προσκείμενος προς το τεχνικό T16.

Ο φορέας του καταστρώματος στηρίζεται μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων στις θέσεις αξόνων στήριξης του μεσοβάθρου M8.ΔX.Θ. 0+417.56 (2 εφέδρανα) και του μεσοβάθρου M10.ΔX.Θ. 0+495.91 (2 εφέδρανα). Στην θέση του μεσοβάθρου M9.ΔX.Θ. 0+455.60 ο φορέας συνδέεται μονολιθικά με το μεσόβαθρο. Επιπλέον ο φορέας στηρίζεται εγκάρσιως στις θέσεις των μεσοβάθρων M8.Δ και M10.Δ με κατάλληλα εφέδρανα διατμητικής κλείδας (shear key) τα οποία επιτρέπουν ελεύθερη διαμήκη μετακίνηση.

3.4.2 Περιγραφή μεσοβάθρων

Τα μεσόβαθρα αποτελούνται από ένα στύλο και κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37. Το μεσόβαθρο M9.Δ συνδέεται μονολιθικά με τον φορέα και έχει ορθογωνική διατομή με ημικυκλικά άκρα με εξωτερικές διαστάσεις 3.5m x 2.5m.

Το μεσόβαθρο M8.Δ έχει ορθογωνική διατομή με το ένα άκρο ημικυκλικό με εξωτερικές διαστάσεις 3.0m x 2.5m. Το μεσόβαθρο M10.Δ έχει ορθογωνική διατομή με το ένα άκρο ημικυκλικό με εξωτερικές διαστάσεις 2.5m x 2.5m. Στην κορυφή των μεσοβάθρων M8.Δ και M10.Δ διαμορφώνεται κεφαλή για την έδραση του φορέα μέσω των εφεδράνων με μεταβλητό ύψος από 1.0m έως 2.0m. Για το μεσόβαθρο M8.Δ το πλάτος της κεφαλής κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι 5.6m και το μήκος της κεφαλής κατά τη διαμήκη διεύθυνση είναι 3.05m (ορθό 3.0m). Για το μεσόβαθρο M10.Δ το πλάτος της κεφαλής κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι 5.5m και το μήκος της κεφαλής κατά τη διαμήκη διεύθυνση είναι 2.5m.

Τα μεσόβαθρα έχουν συνολικό ύψος 7.86m για το M8.Δ, 8.01m για το M9.Δ, και 9.21m για το M10.Δ.

3.4.3 Περιγραφή Θεμελίωσης

Η θεμελίωση του τεχνικού στις θέσεις των μεσοβάθρων M8.Δ, M9.Δ, M10.Δ πραγματοποιείται μέσω καννάβου πασσάλων Φ1.20 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 κεφαλοδέσμων 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) |
|-----------|--|-------------------|--|
| M8.Δ | 3 x 6 | 38.5m | 9.6m x 20.4m |
| M9.Δ | 3 x 5 | 39.0m | 9.6m x 16.8m |
| M10.Δ | 4 x 5 | 38.0m | 13.2m x 16.8m |

Πίνακας 3.1 Στοιχεία θεμελίωσης μεσοβάθρων

Η θεμελίωση του βάθρου M8.Δ είναι κοινή με τα Τεχνικά T2 και T17 και η θεμελίωση του βάθρου M10.Δ είναι κοινή με τα Τεχνικά T4 και T16. 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 M8.Δ και M10.Δ προβλέπεται σύμφωνα με τη γεωτεχνική μελέτη η κατασκευή καννάβου χαλικοπασσάλων Φ100 κατάλληλου μήκους από κατάλληλο χονδρόκοκκο υλικό που επιτρέπει την στράγγιση. Κάτω από την επιφάνεια έδρασης των κεφαλοδέσμων των βάθρων προβλέπεται η διάστρωση στρώσης χαλίκων πάχους 0.30m, ίδιων ιδιοτήτων με το υλικό των χαλικοπασσάλων, για την πραγματοποίηση της στράγγισης. Στη διεπιφάνεια μεταξύ στρώσης στράγγισης και επίχωσης προβλέπεται η τοποθέτηση γεωφάσματος διαχωρισμού.

3.4.4 Αρμοί

Στα άκρα του καταστρώματος τοποθετούνται αρμοί συστολοδιαστολής: στο μεσόβαθρο M8.Δ αρμός τύπου ALGAFLEX T250AS ή ανάλογος, με ικανότητα μετακίνησης $\pm 125\text{mm}$, χωρίς προρύθμιση και στο μεσόβαθρο M10.Δ αρμός τύπου ALGAFLEX T250AS ή ανάλογος, με ικανότητα μετακίνησης $\pm 125\text{mm}$,

χωρίς προϋθμιση. Στην περιοχή της γειτνίασης με το Τεχνικό 16 τοποθετείται αρμός τύπου ALGAFLEX AW100 ή ανάλογος προσανατολισμένος κατά τη διαμήκη διεύθυνση του τεχνικού. Η ικανότητα μετακίνησης του παραπάνω αρμού είναι $\pm 50\text{mm}$ κατά τη διαμήκη διεύθυνση του τεχνικού δηλαδή εγκάρσια προς τον άξονα του αρμού.

Για τις προδιαγραφές των αρμών βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

3.4.5 Εφέδρανα

Για την έδραση του φορέα σε στα βάθρα M8.Δ και M10.Δ χρησιμοποιούνται απλά αγκυρούμενα ελαστομεταλλικά ορθογωνικά εφέδρανα τύπου ALGABLOC NB4 1100x1100/354(234) ή ανάλογου τύπου. Συνολικά τοποθετούνται 4 εφέδρανα, δύο στο M8.Δ και 2 στο M10.Δ. Για τις προδιαγραφές τους βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

Η εγκάρσια στήριξη του φορέα στα βάθρα M8.Δ και M10.Δ πραγματοποιείται μέσω εφεδράνων διατμητικής κλείδας (shear key) τύπου FIP GU 5000/200 ή ανάλογου τύπου. Συνολικά τοποθετούνται 2 εφέδρανα (ένα στο M8.Δ και ένα στο M10.Δ). Για τις προδιαγραφές τους βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

3.4.6 Προένταση

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

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

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.

3.4.7 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.

3.4.8 Οδόστρωμα

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

3.4.9 Πεζοδρόμια -Στηθαία ασφαλείας

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

3.4.10 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 γεωφάσματος διαχωρισμού.
5. Κατασκευή των κεφαλοδέσμων θεμελίωσης.
6. Κατασκευή των μεσοβάθρων και της κεφαλής τους.
7. Επανεπίχωση κεφαλοδέσμων.
8. Κατασκευή του φορέα της ανωδομής επί ικριώματος εδραζόμενου επί των τελικών εφεδράνων. Η κατασκευή του φορέα γίνεται σε μία φάση. Η τάνυση των τενόντων γίνεται σύμφωνα με το σχέδιο προέντασης.
9. Κατασκευή των πεζοδρομίων και των στηθαίων ασφαλείας.
10. 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 Γεωλογικές -γεωτεχνικές συνθήκες

3.5.1 Περιγραφή εδάφους – Στοιχεία γεωτρήσεων

Βλέπε γεωτεχνική έκθεση του τεχνικού.

3.5.2 Σεισμική διέγερση

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

3.5.3 Οριζόντιος και κατακόρυφος δείκτης εδάφους

Βλέπε γεωτεχνική έκθεση του τεχνικού.

3.5.4 Έλεγχος θεμελίωσης

Βλέπε γεωτεχνική έκθεση του τεχνικού.

3.6 Στατική ανάλυση

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 μεσόβαθρων αναλύονται με ανεξάρτητα προσομοιώματα όπου εισάγονται ως φορτίσεις οι αντιδράσεις των κορμών των μεσόβαθρων. Οι κεφαλόδεσμοι των θεμελιώσεων 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 σε συμφωνία με τη γεωτεχνική αξιολόγηση.

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

3.6.2 Σεισμική ανάλυση

Η σεισμική ανάλυση της ανωδομής (κατάστρωμα και βάθρα) πραγματοποιείται στο παραπάνω προσομοίωμα σύμφωνα τη μέθοδο της δυναμικής φασματικής ανάλυσης με χρήση του φάσματος σχεδιασμού που προβλέπει ο ΕΑΚ 2003 και οι «Οδηγίες για την Αντισεισμική Μελέτη Γεφυρών σε Συνδυασμό με DIN-FB» 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 $q=1.0$. Η ανάλυση για σεισμικές φορτίσεις γίνεται γενικά με τη ρηγματωμένη δυσκαμψία των στοιχείων (δυσκαμψία σταδίου II) σύμφωνα με τις Οδηγίες για την Αντισεισμική Μελέτη Γεφυρών σε Συνδυασμό Με DIN-FB – Παράρτημα Δ.

Εκτός από την 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 απόκριση. 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 οπλισμού των στοιχείων της γέφυρας και ο προσδιορισμός αρμών και εφεδράνων. Για τη σεισμική ανάλυση της θεμελίωσης των μεσοβάθρων χρησιμοποιούνται οι αντιδράσεις της ανωδομής που αντιστοιχούν στον σεισμικό συνδυασμό καθώς και η αδράνεια των αντίστοιχων στοιχείων της θεμελίωσης.

Για τη 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

$$\sum_{j \geq 1} Y_{Gj} \cdot G_{kj} \text{ " + " } \gamma_P \cdot P_k \text{ " + " } \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} \text{ " + " } \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \cdot \Psi_{oi} \cdot Q_{ki}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} \text{ " + " } P_k \text{ " + " } \gamma_1 \cdot A_{Ed} \text{ " + " } \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{ki}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GAj} \cdot G_{kj} + \gamma_{PA} \cdot P_k + A_d + \Psi_{1,1} \cdot Q_{kl} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{ki}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + "P_k" + "\Psi_{1,1} Q_{kl}" + "\sum_{i > 1} \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

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

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + "P_k" + "\sum_{i > 1} \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

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.2.

3.7 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση λειτουργίας οπλισμένου σκυροδέματος

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 το χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων ελέγχεται ότι η εφελκυστική τάση στο χαλαρό οπλισμό δεν υπερβαίνει την τιμή $0.8f_{yk} = 400\text{MPa}$.

3.8 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση λειτουργίας προεντεταμένου σκυροδέματος

3.8.1 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στο χάλυβα χαλαρού οπλισμού

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

3.8.2 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στο χάλυβα προέντασης

Σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II §4.4.1.4, ελέγχεται ότι, υπό τον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό δράσεων και για τη μέση τιμή της προέντασης, η εφελκυστική τάση στο 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 το 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 οιονείμόνιμο συνδυασμό δράσεων.

3.9 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση αστοχίας οπλισμένου σκυροδέματος

3.10 Ανάλυση φορέα ανωδομής και βάρων

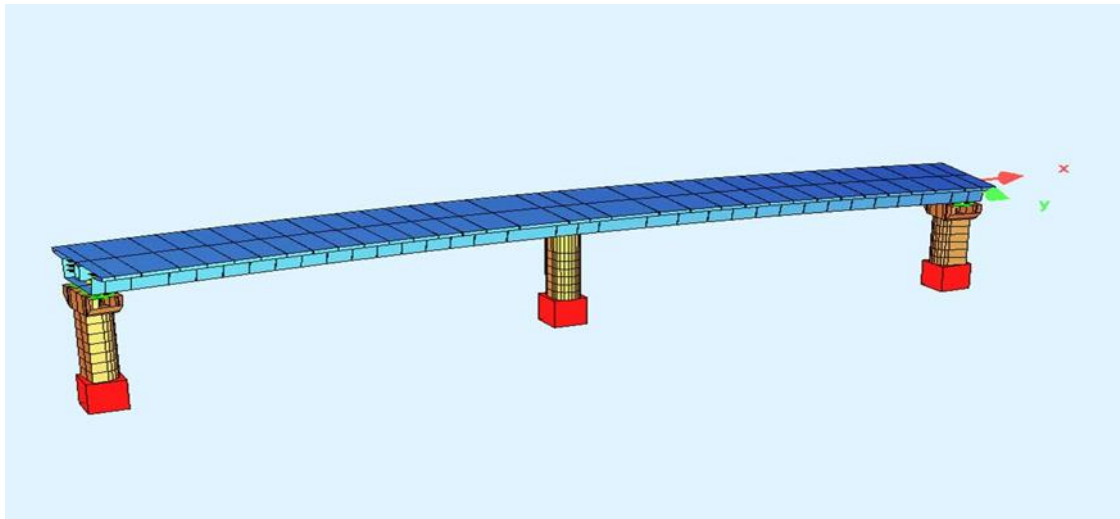
Πραγματοποιούνται έλεγχοι οριακής κατάστασης αστοχίας σε αξονική, καμπτική και διατμητική καταπόνηση σύμφωνα με το DIN-FB 102.

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.

Πίνακας 3.2 Ενότητες στοιχείων φορέα (groups)

| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | GROUP |
|----------------------|-------------------------------------|
| ΦΟΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ | 11 |
| ΚΟΡΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ | 1 έως 3 |
| ΚΕΦΑΛΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ | 51 και 53 |
| ΕΦΕΔΡΑΝΑ | 21 και 23 31 και 33 41 και 43 |
| ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ | 61,64 και 90 |



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: $\gamma_B = 25.0 \text{ kN/m}^3$

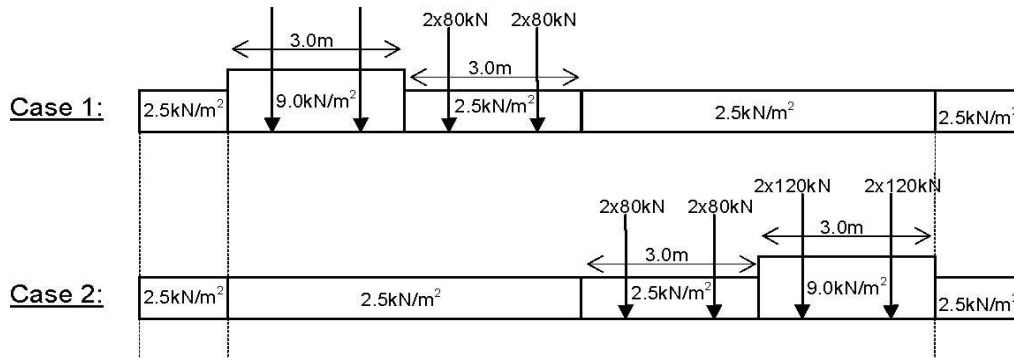
3.10.2.2 Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία, G_1

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 τσιμεντένεση). 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-Fachberichte στην Ελλάδα», για τύπο καταστρώματος 3 (σκυρόδεμα), και $T_{\max} = +45^\circ\text{C}$ είναι $T_{e,\max} = T_{\max} = +45.0^\circ\text{C}$. Για $T_0 = 15^\circ\text{C}$ προκύπτει τιμή ομοιόμορφης αύξησης θερμοκρασίας $\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 = +30.0^\circ\text{C}$

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-Fachberichte στην Ελλάδα», για τύπο καταστρώματος 3 (σκυρόδεμα), και $T_{\min} = -15^{\circ}\text{C}$ είναι $T_{e,\min} = T_{\min} + 7^{\circ}\text{C} = -8.0^{\circ}\text{C}$. Για $T_0 = 15^{\circ}\text{C}$ προκύπτει τιμή ομοιόμορφης μείωσης θερμοκρασίας $\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\min} = -23.0^{\circ}\text{C}$

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 $\Delta T_{M,\text{heat}} = 10^{\circ}\text{C}$

3.10.2.8 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής – κάτω παρειά θερμότερη της άνω [ΔT_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 $\Delta T_{M,\text{cool}} = 5^{\circ}\text{C}$

3.10.2.9 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς [ΔT_N]

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ V §6.3.1.3.3(4) η τιμή της $\Delta T_{N,\text{exp}}$ 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, [ΔT_N]

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ V §6.3.1.3.3(4) η τιμή της $\Delta T_{N,\text{con}}$ 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 σε κάθε ακρόβαθρο και στην βάση κάθε μεσοβάθρου. Λαμβάνεται υπόψη υποχώρηση οποιασδήποτε στήριξης εάν αυτή δίνει δυσμενή αποτελέσματα.

3.10.2.13 Φορτία από άνεμο [W]

Η τιμές της ανεμοπίεσης p_{wk} υπολογίζονται σύμφωνα με το DIN-FB 101 παράρτημα N και τις Οδηγίες Για Την Εφαρμογή Των Κανονισμών Din-Fachberichte 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.

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

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 ($d_{eff}=2A/u$, όπου A το εμβαδόν της διατομής και u το ανάπτυγμα της εκτεθειμένης επιφάνειας σε ξήρανση λαμβάνοντας τη 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 $T=20^{\circ}\text{C}$.

Σημειώνεται ότι στη φόρτιση του ερπυσμού και συστολής ξήρανσης περιλαμβάνονται οι χρόνιες απώλειες της προέντασης λόγω των παραπάνω φαινομένων καθώς και λόγω της χαλάρωσης του χάλυβα προέντασης.

Φορτίσεις σεισμού

3.11.1 Σεισμός σχεδιασμού (EQ)

Η σεισμική ανάλυση πραγματοποιείται όπως αναφέρθηκε στις παραγράφους 5.2 και 5.3. 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 Υπολογιζόμενες φορτίσεις

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

Πίνακας 3.3 Φορτίσεις ανωδομής

| 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 | Έλεγχος καταστώματος σε κατάσταση λειτουργίας - οίονει μόνιμος συνδυασμός - συχρός 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 – συχρός συνδυασμός |

| Φορτίσεις (LCs) | Περιγραφή |
|------------------------|--|
| 8501~8514 | Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός |
| | |
| 3000~3098 | Ιδιομορφές φορέα (ανάλυση άνω ορίου) |
| 3101~3108 | Φασματική ανάλυση άνω ορίου για το σεισμό σχεδιασμού στη διεύθυνση X |
| 3201~3208 | Φασματική ανάλυση άνω ορίου για το σεισμό σχεδιασμού στη διεύθυνση Y |
| 3301~3308 | Φασματική ανάλυση άνω ορίου για το σεισμό σχεδιασμού στη διεύθυνση Z |
| | |
| 3500~3598 | Ιδιομορφές φορέα (ανάλυση κάτω ορίου) |
| 3151~3158 | Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για το σεισμό σχεδιασμού στη διεύθυνση X |
| 3251~3258 | Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για το σεισμό σχεδιασμού στη διεύθυνση Y |
| 3351~3358 | Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για το σεισμό σχεδιασμού στη 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) |

3.13 Έλεγχοι διατομών

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

3.14 Αναλυτική Προμέτρηση

**ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ
ΑΝΙΣΟΠΕΔΟΣ ΚΟΜΒΟΣ ΓΛΑΥΚΟΥ - ΤΕΧΝΙΚΟ 3**

ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ

Γενικές εκσκαφές απο στάθμη φυσικού εδάφους

μεσόβαθρο M9.Δ Εμβαδόν διατομής * πλάτος = όγκος
37.6*20.53= 772 m³ όγκος 772 m³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΕΚΣΚΑΦΩΝ: 772 m³

Επανεπίχωση

μεσόβαθρο M9.Δ D10-9.6*16.8*2-7.41*0.73= όγκος 444 m³ όγκος 444 m³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗΣ: 444 m³

Μεταβατική επίχωση

επιφάνεια πλάτος όγκος
0 0,00 0 m³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΕΠΙΧΩΣΗΣ: 0 m³

Φρεατοπάσσαλος Φ1.20

μεσόβαθρο M9.Δ πλήθος 15 διάμετρος 1,2 μήκος 39 συνολ. όγκος 661,6 m³ συνολικό μήκος 585,0 m
661,6 m³

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ: 585,0 m

Χαλικοπάσσαλος Φ1.00

μεσόβαθρο M9.Δ πλήθος 0 διάμετρος 0,0 μήκος 0,0 συνολ. όγκος 0,0 m³ συνολικό μήκος 0 m
0,0 m³

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ: 0 m

Στρώση αμμοχάλικου με ιδιότητες στραγγιστηρίου

μεσόβαθρο M9.Δ πλάτος 0,0 μήκος 0,0 πάχος 0 όγκος 0,0 m³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟΥ ΜΕ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΟΥ 0,0 m³

Γεωύφασμα διαχωρισμού υλικών

μεσόβαθρο M9.Δ πλάτος 0,0 μήκος 0,0 επιφάνεια 0,0 m²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΩΝ 0.0 m²

Σελίδα 2

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ

Σκυρόδεμα C12/15 άοπλο, εξομαλυντικών στρώσεων

| | επιφάνεια | πάχος | όγκος | |
|---|-----------|-------|-------------|----------------------|
| στρώση καθαριότητας μεσόβαθρο Μ9.Δ | 172 | 0,1 | 17,2 | m ³ |
| Σκυρόδεμα διαμόρφωσης ρύσεων φορέα ανωδομής | | | 0,0 | m ³ |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ: | | | 17,2 | m³ |

Σκυρόδεμα C20/25 οπλισμένο

| | μήκος | πλάτος | πάχος | όγκος | |
|------------------------------|-------|--------|-------|-------|----------------|
| κεφαλόδεσμος μεσόβαθρου Μ9.Δ | 9,6 | 16,8 | 2 | 322,6 | m ³ |

ΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΤΩΝ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ ΣΤΟ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΤΩΝ ΦΡΕΑΤΟΠΑΣΣΑΛΩΝ

| | | |
|--------------------------------------|--------------|----------------------|
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ: | 322,6 | m³ |
|--------------------------------------|--------------|----------------------|

Σκυρόδεμα C30/37 οπλισμένο

| | εμβαδόν ύψος (m) διατομής (m ²) | εμβαδόν μήκος (m) εγκάρσιας τομής (m ²) | όγκος | |
|-------------------------|---|---|-------|----------------|
| κορμός μεσόβαθρου Μ8.Δ | 5,86 | 6,83 | 40,0 | m ³ |
| κορμός μεσόβαθρου Μ9.Δ | 8,01 | 7,41 | 59,4 | m ³ |
| κορμός μεσόβαθρου Μ10.Δ | 7,21 | 5,58 | 40,2 | m ³ |
| κεφαλή μεσόβαθρου Μ8.Δ | 3 | 10,1 | 30,3 | m ³ |
| κεφαλή μεσόβαθρου Μ9.Δ | 0 | 0 | 0,0 | m ³ |
| κεφαλή μεσόβαθρου Μ10.Δ | 2,5 | 10 | 25,0 | m ³ |

| | | |
|--------------------------------------|--------------|----------------------|
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ: | 194,9 | m³ |
|--------------------------------------|--------------|----------------------|

Σκυρόδεμα C40/50 οπλισμένο

| | συν. επιφάνεια | μήκος | όγκος | |
|---------------------------|----------------|-------|-------|----------------|
| αριστερό πεζοδρόμιο φορέα | 0,5 | 79,05 | 39,5 | m ³ |
| δεξί πεζοδρόμιο φορέα | 0,7 | 83,7 | 58,6 | m ³ |

| | | |
|--------------------------------------|-------------|----------------------|
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ: | 98,1 | m³ |
|--------------------------------------|-------------|----------------------|

Σκυρόδεμα C40/50 προεντεταμένο

| | | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Φορέας Καταστρώματος | όγκος 795,0 | όγκος 795,0 | m ³ |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|

| | | |
|--------------------------------------|--------------|----------------------|
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ: | 795,0 | m³ |
|--------------------------------------|--------------|----------------------|

ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΙ

Σιδηρός οπλισμός (BSt 500s)

| | όγκος σκυρ. (m ³) | βάρος | ποσότητα οπλισμού (kg/m ³) |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|--|
| Πάσσαλοι Μ9.Δ | 661,6 | 116995,8 kg | 176,8 |
| Κεφαλόδεσμος Μ9.Δ | 322,6 | 57214,5 kg | 177,4 |
| Μεσόβαθρο Μ8.Δ | 70,3 | 16775,5 kg | 238,5 |
| Μεσόβαθρο Μ9.Δ | 59,4 | 18177,0 kg | 306,2 |
| Μεσόβαθρο Μ10.Δ | 65,2 | 15901,5 kg | 243,8 |
| σύνολο υποδομής | 1179,1 | 225064,3 kg | 190,9 |
| φορέας ανωδομής - άνω και κάτω πλάκα | | 64923,4 kg | |
| φορέας ανωδομής - κατά πλάτος τομές | | 119635,3 kg | |
| σύνολο φορέα ανωδομής | 893,1 | 184559 kg | 206,65 |

| | | |
|----------------------------------|---------------|-----------|
| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ : | 409623 | kg |
|----------------------------------|---------------|-----------|

ΧΑΛΥΒΑΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ**Σκληρός χάλυβας προέντασης 1600/ 1860**

| τένοντες 27T15 | επιφάνεια κλώνου (mm ²) | αριθμός κλώνων | Συν. μήκος τενόντων (m) | βάρος |
|-------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|
| | 150 | 27 | 976,4 | 31042 kg |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ : | | | | 31042 kg |

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ**Επιφανειακό τελείωμα τύπου Γ**

| | επιφάνεια (m ²) | επιφάνεια | |
|---|--|---------------|----------------------|
| κατάστρωμα (κάτω εμφανής επιφ.) | 13.4*81.4= 1090,8 | 1090,8 | m ² |
| αριστερό πεζοδρόμιο φορέα | 2.35*79.05= 185,8 | 185,8 | m ² |
| δεξιό πεζοδρόμιο φορέα | 3.1*83.7= 259,5 | 259,5 | m ² |
| μεσόβαθρο M8 Δ | 0*2+1*2.5*2+1.41*2.5*2+0.5*2.5*2+9.93*5.54= 89,6 | 89,6 | m ² |
| μεσόβαθρο M9 Δ | 9.85*7.32= 72,1 | 72,1 | |
| μεσόβαθρο M10 Δ | 0*2+1*2.5*2+1.41*2.5*2+0.5*2.5*2+8.93*6.32= 91,0 | 91,0 | |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Γ: | | 1788,6 | m² |

Αντιρρυπαντική επάλειψη**1788,6 m²****ΜΟΝΩΣΕΙΣ****Διπλή ασφαλτική επάλειψη**

| μεσόβαθρο M9 Δ | επιφάνεια (m ²) | επιφάνεια | |
|--|-----------------------------|--------------|----------------------|
| 6.8+16.8+9.6+9.6)*2+(161.3-7.41)+9.85*0.69= | 266,3 | 266,3 | m ² |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗΣ ΕΠΑΛΕΙΨΗΣ: | | 266,3 | m² |

Στεγάνωση με ειδικές μεμβράνες

| επιφάνεια οδοστρώματος | επιφάνεια (m ²) | επιφάνεια | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------|
| | 650,7 | 650,7 | m ² |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: | | 650,7 | m² |

Υλικό μόρφωσης αρμού τύπου Flexcell ή ανάλογο

| | θέσεις | επιφάνεια | επιφάνεια | |
|----------------------------|--------|-----------|-------------|----------------------|
| Πεζοδρόμιο πλάτους 1.63m | 11 | 0,6 | 6,6 | m ² |
| Πεζοδρόμιο πλάτους 1.03m | 10 | 0,47 | 4,7 | m ² |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: | | | 11,3 | m² |

Σφράγιση οριζόντιων αρμών με PLASTIC 77 ή ανάλογο

| | θέσεις | μήκος | μήκος | |
|--------------------------|--------|-------|-------------|----------|
| Πεζοδρόμιο πλάτους 1.63m | 11 | 1,63 | 17,93 | m |
| Πεζοδρόμιο πλάτους 1.03m | 10 | 1,03 | 10,3 | m |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ: | | | 28,2 | m |

σφράγιση κατακόρυφων-κεκλιμένων αρμών με PLASTIJOINT ή ανάλογο

| | θέσεις | μήκος | μήκος | |
|------------------------|--------|-------|------------|----------|
| | 0 | 0 | 0 | |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ: | | | 0,0 | m |

ΔΙΑΦΟΡΑ

Στηθαίο ασφαλείας ΣΤΕ-9

| | | |
|---------------------|---------|--------|
| | μήκος | μήκος |
| αριστερή οριογραμμή | 79,05 m | 79,1 m |
| δεξιά οριογραμμή | 83,7 m | 83,7 m |

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΕ-9: 162,8 m

Αρμοί διαστολής-συστολής συνολικού εύρους μετακίνησης Dk=60mm

| | | | |
|--|---------|----------------------------|---------------------|
| | Dk (mm) | μήκος επι οδοστρώματος (m) | συν. ανηγμένο μήκος |
| μεσόβαθρο M10.Δ διαμήκης αρμός, αναγωγή σε Dk=60mm | 100 | 3,75 | 6,25 m |

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ: 6,25 m

Ελαστομεταλλικά εφέδρανα

| | | | |
|---------------------|---------------|--------|-------------|
| επιφάνεια κάτοψης | συνολικό ύψος | πλήθος | όγκος |
| 1,21 m ² | 0,354 m | 4 τεμ | 1713,36 lit |

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΗΘΟΣ: 1713,4 lit

Εφέδρανα διατμητικής κλειδας 4800/200

| | | |
|--|--------|---------|
| | πλήθος | τεμάχια |
| | 2 τεμ | 2 τεμ. |

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΗΘΟΣ: 2,0 τεμ.

Ασφαλτική ισωπεδωτική στρώση πάχους 0.05m

| | | | |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------------------------------|
| | πλήθος στρώσεων | επιφάνεια | |
| επιφάνεια οδοστρώματος | 1 | 650,7 | επιφάνεια 650,7 m ² |

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 650,7 m²

Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους 0.05m

| | | | |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------------------------------|
| | πλήθος στρώσεων | επιφάνεια | |
| επιφάνεια οδοστρώματος | 1 | 650,7 | επιφάνεια 650,7 m ² |

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 650,7 m²

Αντιολισθηρή στρώση κυκλοφορίας πάχους 0.04m

| | | | |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------------------------------|
| | πλήθος στρώσεων | επιφάνεια | |
| επιφάνεια οδοστρώματος | 1 | 650,7 | επιφάνεια 650,7 m ² |

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 650,7 m²

ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΙΣΟΠΕΔΟΣ ΚΟΜΒΟΣ ΓΛΑΥΚΟΥ - ΤΕΧΝΙΚΟ 3

| α/α | Κωδικός Άρθρου | Είδος εργασιών | Άρθρο αναθεώρησης | Μονάδα | Ποσότητα |
|-------------------------------|-----------------|--|-------------------|----------------|----------|
| ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ | | | | | |
| ΕΚΣΚΑΦΕΣ | | | | | |
| 1 | ΝΑΟΔΟ Α\Α02 | Εκσκαφή σε έδαφος γαιώδες - Ημιβραχώδες | ΝΟΔΟ 1123.Α | m ³ | 772 |
| ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ | | | | | |
| 2 | ΝΑΟΔΟ Α\Α20 | Κατασκευή επιχώματων | ΝΟΔΟ 1530 | m ³ | 444 |
| 3 | ΝΑΟΔΟ Α\Β04.2 | Μεταβατικά επιχώματα τεχνικών έργων και επιχώματα ζώνης αγωγών από κοκκώδη υλικά | ΥΔΡ 6068 | m ³ | 0 |
| ΦΡΕΑΤΟΠΑΣΣΑΛΟ | | | | | |
| 4 | ΝΑΟΔΟ Α\Β26.4 | Φρεατοπάσσαλος Φ1.20m | ΝΟΔΟ 2731 | m | 585 |
| ΧΑΛΙΚΟΠΑΣΣΑΛΟΙ | | | | | |
| 5 | ΝΑΟΔΟ Α\Β72 | Χαλικοπάσσαλος Φ1.00m | | m | 0 |
| 6 | | Στρώση αμμοχάλικου με ιδιότητες Στραγγιστηρίου | | m ³ | 0 |
| 7 | ΝΑΟΔΟ Α\Β64.2 | Γεώφασμα διαχωρισμού υλικών | | m ² | 0 |
| ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΟΣ | | | | | |
| ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ | | | | | |
| 8 | ΝΑΟΔΟ Α\Β29.2.2 | Σκυρόδεμα C12/15 (B10) κοιτοστρώσεων, περιβλημάτων αγωγών, εξομαλυντικών στρώσεων κλπ | ΟΔΟ-2531 | m ³ | 17.2 |
| 9 | ΝΑΟΔΟ Α\Β29.4.5 | Σκυρόδεμα οπλισμένο, κατηγορίας C20/25 βάθρων, πλακών πρόσβασης, τοίχων, θωρακίων, κλπ | ΝΟΔΟ 2551 | m ³ | 322.6 |
| 10 | ΝΑΟΔΟ Α\Β29.5.1 | Σκυρόδεμα οπλισμένο, κατηγορίας C30/37 βάθρων για το ύψος τους μέχρι 10m από το έδαφος, θωρακίων, προσκεφαλαίων, δοκών έδρασης, Κεφαλόδεσμων | ΝΟΔΟ 2551 | m ³ | 194.9 |
| 11 | ΝΑΟΔΟ Α\Β29.6.1 | Σκυρόδεμα οπλισμένο, κατηγορίας C40/50 κορμών, μεσοβάθρων με ολισθαίνοντα ή αναρριχώμενο ξυλότυπο | | m ³ | 98.1 |

| | | | | | |
|----|----------------------|---|-----------|----------------|-------------|
| 12 | ΝΑΟΔΟ Α\Β29.6.2.2 | Σκυρόδεμα προεντεταμένο, κατηγορίας C40/50 κιβωτοειδών φορέων επί κριωμάτων, ύψους 7,00 μ.<H <= 15,00 μ | ΝΟΔΟ 2566 | m ³ | 795.0 |
| | | ΟΠΛΙΣΜΟΙ | | | |
| 13 | ΝΑΟΔΟ Α\Β30.2 | Σιδηρούς οπλισμός STIII (S400) ή ST IV (S500s) εκτός υπόγειων έργων | ΝΟΔΟ 2612 | kg | 40962 3 |
| | | ΧΑΛΥΒΑΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ | | | |
| 14 | ΝΑΟΔΟ Α\Β31.2 | Σκληρός χάλυβας προέντασης 170/190 | ΝΟΔΟ 2602 | kg | 31042. 2 |
| | | ΜΟΝΩΣΕΙΣ | | | |
| | | ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ | | | |
| 15 | ΝΑΟΔΟ Α\Β36 | Μόνωση με διπλή ασφαλική επάλειψη | ΝΟΔΟ 2411 | m ² | 266.3 |
| 16 | ΝΑΟΔΟ Α\Β38 | Στεγάνωση με ειδικές μεμβράνες | ΝΟΔΟ 2412 | m ² | 650.7 |
| 17 | ΝΑΟΔΟ Α\Β32 | Διαμόρφωση επιφανειών σκυροδέματος τύπου Γ | ΥΔΡ 6403 | m ² | 1788.6 |
| 18 | ΝΑΟΔΟ Α\Β35 | Αντιρρυπαντική επάλειψη | ΟΙΚ 7902 | m ² | 1788.6 |

ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΙΣΟΠΕΔΟΣ ΚΟΜΒΟΣ ΓΛΑΥΚΟΥ - ΤΕΧΝΙΚΟ 3

| α/α | Κωδικός Άρθρου | Είδος εργασιών | Άρθρο αναθεώρησης | Μονάδα | Ποσότητα |
|-----|------------------|---|-------------------|----------------|----------|
| | | ΣΦΡΑΓΙΣΗ ΑΡΜΩΝ | | | |
| 19 | ΝΑΟΔΟ Α\Β43.3 | Μόρφωση αρμών με προκατασκευασμένες πλάκες 12mm τύπου FLEXCELL ή αναλόγου | ΥΔΡ 6370 | m ² | 11.3 |
| 20 | ΝΑΟΔΟ Α\Β43.1 | Σφράγιση οριζόντιων αρμών με PLASTIC 77 ή αναλόγου | ΥΔΡ 6370 | m | 28.2 |
| 21 | ΝΑΟΔΟ Α\Β43.2 | Σφράγιση κατακόρυφων – κεκλιμένων αρμών με PLASTI JOINT ή αναλόγου | ΥΔΡ 6370 | m | 0.0 |
| | | ΔΙΑΦΟΡΑ | | | |
| 22 | ΝΑΟΔΟ Α\Ε01.1 | Στηθαία ασφαλείας οδών | | m | 162.8 |
| 23 | ΝΑΟΔΟ Α\Β45 | Αρμοί διαστολής-συστολής εύρους μετακίνησης 60mm | ΝΟΔΟ 2651 | m | 6.3 |

| | | | | | |
|----|------------------|--|------------|----------------|--------|
| 24 | ΝΑΟΔΟ Α\Β46.1 | Σταθερά εφένδρανα γεφυρών Ελαστομεταλλικά ή ελαστομερή | ΝΟΔΟ 2912 | lit | 1713.4 |
| 25 | ΝΑΟΔΟ Α\Β46 | Εφένδρανα γεφυρών (εφένδρανα διατμητικής κλείδας 4800/200) | ΝΟΔΟ 2912 | τεμάχια | 2.0 |
| 26 | ΝΑΟΔΟ Α\07 | Ασφαλτική ισωπεδωτική στρώση πάχους 0.05m (Π.Τ.Π. Α265) | ΝΟΔΟ 4421B | m ² | 650.7 |
| 27 | ΝΑΟΔΟ Α\08.1 | Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους 0.05m (Π.Τ.Π. Α265) με χρήση κοινής Ασφάλτου | ΝΟΔΟ 4521B | m ² | 650.7 |
| 28 | ΝΑΟΔΟ Α\09.2 | Αντιολισθηρή στρώση από ασφαλτικό σκυρόδεμα 0,04m με χρήση τροποποιημένης ασφάλτου | ΝΟΔΟ 4521B | m ² | 650.7 |

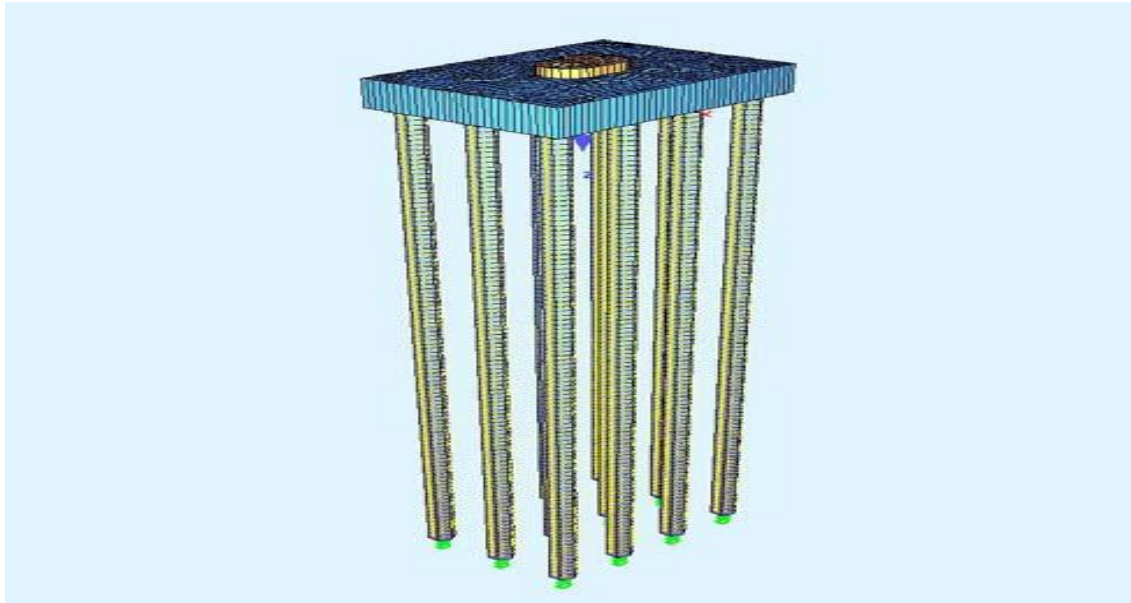
3.15 Ανάλυση θεμελίωσης μεσοβάθρων

3.15.1 Προσομοίωμα

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

Πίνακας 3.4 Ενότητες στοιχείων θεμελίωσης μεσοβάθρου (groups)

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



Σχήμα 3.4 Προσομοίωμα θεμελίωσης μεσοβάθρου.

3.15.2 Βασικές φορτίσεις

3.15.2.1 Ίδιο βάρος (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος του κεφαλόδεσμου.

3.15.2.2 Ίδιο βάρος επίχωσης (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος της επίχωσης επάνω στον κεφαλόδεσμο.

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

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

Ανοιγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha = \frac{Rd(t)}{g} = 0.24$

Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_i = 1.0$.

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

3.15.2.4 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 $\alpha = \frac{Rd(t)}{g} = 0.24$

Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_i = 1.0$.

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

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

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

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

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

3.15.2.7 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση αστοχίας (LC 201~212)

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

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

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

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

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

3.16 Συνδυασμοί φορτίσεων

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

Πίνακας 3.5 Συνδυασμοί φορτίσεων θεμελίωσης μεσοβάθρου.

| Φορτίσεις (LCs) | Περιγραφή |
|----------------------------|---|
| 1201~1212 και 1101~1116 | Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός |
| 2201~2212 και 2101~2116 | Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας |
| 3201~3212 και 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 και 4101~4116 | Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας -Σεισμικός συνδυασμός (σεισμός σχεδιασμού με $q=1.5$). |
| | |

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.

3.17 Έλεγχοι διατομών

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

3.18 Υδραυλικά στοιχεία

Για την αποχέτευση του καταστρώματος και την υδραυλική διαμόρφωση της κοίτης του ποταμού Γλαύκου βλέπε σχετική υδραυλική μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ-

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

4.1 Εδαφοτεχνικά Στοιχεία

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε από τον κ. Ηλία Αλκαλάη, Πολιτικό Μηχανικό για την εταιρεία ΓαίαΕργον, τον Απρίλιο 2013 στην Αθήνα.

Σημείωση: Τα σχέδια της παρακάτω μελέτης παρατίθενται στο Παράρτημα-Α της Πτυχιακής Εργασίας.

4.1.1 Γενικές πληροφορίες – Γεωτρήσεις στην περιοχή των τεχνικών

Στη θέση που προβλέπεται να κατασκευαστεί ο ανισόπεδος κόμβος σύνδεσης του λιμένα Πάτρας με τις Παραγλαύκιες αρτηρίες, εκτελέστηκαν από την εταιρία «ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ Ε.Π.Ε» το 2007, δεκατέσσερις (14) ερευνητικές δειγματοληπτικές γεωτρήσεις με ονομασία Γ1 έως Γ14.

Η αξιολόγηση των γεωτρήσεων έγινε από την εταιρία «ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ Α.Ε» στο τεύχος ΓΕΩΤ-1, το οποίο παραδόθηκε στον Ανάδοχο από την υπηρεσία.

Στην παρούσα φάση, εκτελέστηκε ένα συμπληρωματικό πρόγραμμα έρευνας από τον Ανάδοχο του έργου για τη συμπλήρωση των εδαφοτεχνικών πληροφοριών σε θέσεις στις οποίες δεν υπήρχαν στοιχεία από την προηγούμενη έρευνα. Το συμπληρωματικό ερευνητικό πρόγραμμα προέβλεπε την εκτέλεση οκτώ (8) νέων γεωτρήσεων, με την ονομασία ΓΝ1 έως ΓΝ8, σε διάφορες θέσεις βάθρων τεχνικών του κόμβου.

Όλες οι νέες γεωτρήσεις έφθασαν μέχρι βάθους 45m από την επιφάνεια του εδάφους. Η αναλυτική παρουσίαση των παραπάνω εργασιών έγινε στα τεύχη RPT-GEO-001 Τεύχος 1 (Οκτώβριος 2011) και Τεύχος 2 (Μάρτιος 2012), τα οποία έχουν υποβληθεί στην υπηρεσία. Η αναφορά των παραπάνω τευχών στις υπόλοιπες παραγράφους της παρούσας μελέτης θα γίνεται εν συντομία με την ονομασία ΓΕΩΤ/Ν-1 και ΓΕΩΤ/Ν-2.

Το τεχνικό Τ3, περιλαμβάνει 3 βάρθρα και πιο συγκεκριμένα τα Μ8.Δ, Μ9.Δ και Μ10.Δ. Το μεσόβαθρο Μ8.Δ είναι κοινό με το μεσόβαθρο του τεχνικού Τ2 και η μελέτη του θα υποβληθεί με τη μελέτη του τεχνικού Τ2. Το

μεσόβαθρο M10.Δ είναι κοινό με το μεσόβαθρο του τεχνικού T4 και η μελέτη του θα υποβληθεί με τη μελέτη του τεχνικού T4.

Στην περιοχή όπου προβλέπεται να γίνει η κατασκευή του τεχνικού T3 στην προηγούμενη φάση των ερευνητικών εργασιών είχε εκτελεστεί η γεώτρηση Γ5 με βάθος 30m, πλησίον της θέσης του μεσοβάθρου M8.A του τεχνικού T8 σε απόσταση 20m περίπου,

Η θέση της παραπάνω γεώτρησης Γ5, παρουσιάζεται στο απόσπασμα της οριζοντιογραφίας του τεχνικού T3 που υπάρχει στο παράρτημα της μελέτης.

Στις επόμενες παραγράφους του τεύχους γίνεται η αξιολόγηση των εδαφοτεχνικών στοιχείων λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της γεώτρησης που έχει εκτελεστεί και στη συνέχεια εκπονείται η μελέτη θεμελίωσης του βάθρου M9.Δ.

4.1.2. Στρωματογραφία

Με βάση τα αποτελέσματα των ερευνητικών εργασιών στην περιοχή κατασκευής του βάθρου M9.Δ του τεχνικού T3 εμφανίζονται οι ακόλουθοι εδαφικοί σχηματισμοί:

Από την επιφάνεια μέχρι βάθους που κυμαίνεται από 18,5m περίπου εμφανίζονται κυρίως αμμο-ιλυώδεις στρώσεις με κυμαινόμενα ποσοστά χαλίκων καθώς και αμμοχαλικώδεις στρώσεις μέσης πυκνότητας έως πυκνές. Ενδιάμεσα εμφανίζονται αργιλικές στρώσεις μέσης συνεκτικότητας πολύ στιφρές.

Κάτω από τους παραπάνω σχηματισμούς και μέχρι βάθους που φτάνει τα 32,5m περίπου, εμφανίζονται τεφροί- μελανότεφροι αργιλικοί σχηματισμοί με κυμαινόμενα ποσοστά άμμου, στις οποίες τοπικά εμφανίζονται και φυτικά υπολείμματα. Οι παραπάνω σχηματισμοί είναι μαλακοί έως μέσης συνεκτικότητας.

Τέλος κάτω από το βάθος των 32,5m εμφανίζεται σχηματισμός αποτελούμενος από καστανές- καστανέρυθρες αμμώδεις αργίλους με χαλίκια, στιφρές έως σκληρές στις οποίες τοπικά εμφανίζονται ενστρώσεις μεταβλητού πάχους από πυκνά αργιλώδη αμμοχάλικα.

Στο Παράρτημα του τεύχους παρουσιάζεται ενδεικτική κατά μήκος των γεωτρήσεων τοποθετημένη στο σχέδιο της κατά μήκος τομής του τεχνικού T3, στην οποία παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι εδαφικές στρώσεις που συναντηθήκαν.

4.1.3. Έλεγχος ρευστοποίησης

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεώτρησης Γ5 που εκτελέστηκε πλησίον του βάθρου M9.Δ δεν υπάρχει κίνδυνος ρευστοποίησης των εδαφικών σχηματισμών που παρουσιάζονται.

4.1.4. Χαρακτηριστικά στρώσεων - στατιστική επεξεργασία – τυπική τομή

Στο Παράρτημα του τεύχους δίνονται συγκεντρωτικοί πίνακες με τα αποτελέσματα όλων των επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών που έγιναν στην γεώτρηση Γ5. Γίνεται επεξεργασία των αποτελεσμάτων των δοκιμών και προσδιορίζονται χαρακτηριστικές αντιπροσωπευτικές τιμές για τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά κάθε στρώσεις, με τη χρήση και εμπειρικών ή αναλυτικών σχέσεων συσχετισμού μεταξύ των εδαφικών παραμέτρων από τη διεθνή βιβλιογραφία. Επίσης δίνονται διαγράμματα μεταβολής των κυριότερων χαρακτηριστικών με το βάθος.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, στο παράρτημα του τεύχους, πριν από τους υπολογισμούς του μεσοβάθρου της γέφυρας, παρουσιάζεται σχέδιο στο οποίο εμφανίζεται η τυπική στρωματογραφία υπολογισμού καθώς και οι παράμετροι εδάφους οι οποίοι λήφθηκαν στους υπολογισμούς της θεμελίωσης και οι οποίες προέκυψαν από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεώτρησης που εκτελέστηκε.

4.2 Μελέτη Θεμελίωσης μεσοβάθρων τεχνικών

4.2.1. Θεωρήσεις και Μέθοδος Θεμελίωσης

Η παρουσία επιφανειακών στρώσεων χαμηλής αντοχής και υψηλής συμπίεστικότητας μέχρι βάθη που φτάνουν και τα 32,5m, επιβάλλει την βαθιά θεμελίωση των βάθρων της γέφυρας μέσω μεγάλης διαμέτρου και μήκους έγχυτους πασσάλους από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Οι πάσσαλοι σχεδιάζονται, ώστε να αναλαμβάνουν τα κατακόρυφα και οριζόντια φορτία της ανωδομής, με επαρκή ασφάλειας έναντι αστοχίας του εδάφους, στατική επάρκεια της διατομής και περιορισμό των μετακινήσεων σε ανοιχτά επίπεδα, με βάση και τις σχετικές εκτιμήσεις και τους εδαφοτεχνικούς υπολογισμούς που παρουσιάζονται στις παραγράφους που ακολουθούν. Για την ασφαλή έδραση καθώς και τον περιορισμό των συνολικών και διαφορικών καθιζήσεων των βάθρων σε ανεκτά επίπεδα, οι πάσσαλοι θα διέρχονται μέσα από τους σχηματισμούς χαμηλής και μέσης αντοχής και θα εδράζονται εντός των βαθύτερων αργιλικών σχηματισμών οι οποίοι αποτελούνται από καστανές αργίλους υψηλότερης αντοχής και χαμηλότερης συμπίεστικότητας.

4.2.2. Φέρουσα ικανότητα πασσάλων σε κατακόρυφα φορτία

Στο Παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικοί υπολογισμοί φέρουσας ικανότητας σε κατακόρυφα φορτία για πασσάλους με μήκη που φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Η διάμετρος των πασσάλων είναι $\Phi 120\text{cm}$. Υπολογισμοί γίνονται με βάση τους Γερμανικούς Κανονισμούς DIN 1054

βάση τις παραμέτρους των στρώσεων που παρουσιάζονται στα σχέδια της μελέτης.

Το βάθρο θεμελιώνεται με πάσσαλο – ομάδα όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί:

| Τεχνικό | Βάθρο | Αρ. πασσάλ. | Lp (m) | ΧΛΚΜ (ρευστ.) | Απόστ. Πασσάλ. |
|---------|-------|-------------|--------|---------------|----------------|
| T3 | M9.Δ | 3X5=15 | 39,0 | Όχι | 3,60 |

Τα αναλυτικά αποτελέσματα, οι καμπύλες φορτίου υποχωρήσεων, η οριακή φέρουσα ικανότητα μεμονωμένου πασσάλου και τα επιτρεπόμενα κατακόρυφα φορτία σε θλίψη και εφελκυσμό ανάλογα με το συντελεστή ασφαλείας παρουσιάζονται στο Παράρτημα. Τα επιτρεπόμενα φορτία σε στατική φόρτιση λαμβάνονται με Συντελεστή Ασφαλείας F.S.=2 σύμφωνα με το DIN 1054 και σε σεισμική φόρτιση με F.S.=3 σε θλίψη και 1,5 σε εφελκυσμό για τον έλεγχο και τη διαστασιολόγηση του δυσμενέστερου κρίσιμου πασσάλου της ομάδας.

Με βάση τα αποτελέσματα των υπολογισμών προκύπτει ότι οι πάσσαλοι διαμέτρου Φ120m και μήκους 39,0m , φέρουν τα φορτία της ανωδομής , όπως υπολογίστηκαν από το στατικό μελετητή με επαρκή ασφάλεια έναντι φέρουσας ικανότητας του εδάφους όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

| Βάθρο | Στατικά φορτία (MN) (Φορτ. < Φ.Ι) | | Σεισμικά φορτία (MN) (Φορτ. < Φ.Ι) | |
|-------|--------------------------------------|------------|---------------------------------------|------------|
| | Θλίψη | Εφελκυσμός | Θλίψη | Εφελκυσμός |
| M14.A | 2,6 < 3,9 | - | 5,95 < 6,03 | |

4.2.3 Καθίζηση πασσάλου και πασσαλο-ομάδων

Με τη θεμελίωση με πασσάλους η έδραση του τεχνικού γίνεται σε μεγάλο βάθος και σε υψηλής δυσκαμψίας εδαφικές στρώσεις, με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση των υποχωρήσεων.

Για τη στατική προσομοίωση της ενδοσιμότητας του μεμονωμένου πασσάλου σε κατακόρυφη διεύθυνση μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατακόρυφο ελατήριο με τιμή του δείκτη δυσκαμψίας kv ,όπως προκύπτει από

υπολογισμούς που παρουσιάζονται στο Παράρτημα για τους πασσάλους των βάθρων.

Οι καμπύλες φορτίου-υποχώρησης με βάση τις καμπύλες του DIN 1054 είναι γενικά συντηρητικές και για το λόγο αυτό προκύπτουν μεγαλύτερες υποχωρήσεις και μικρότερες τιμές της σταθεράς k_v σε σχέση με τις παρατηρούμενες στην πράξη (π.χ τις τιμές που προκύπτουν με βάση τη μεθοδολογία που προτείνεται από τη FHWA 1999 και οποίες παρουσιάζονται επίσης στο παράρτημα).

Η παραπάνω διαφορά προκύπτει κυρίως λόγω της αυξημένης μετακίνησης που υπολογίζεται με βάση το DIN για την εκδήλωση της οριακής τριβής, σε αντίθεση με την παρατηρούμενη στην πράξη από σχετικές δοκιμές φόρτισης πασσάλων κατά τις οποίες η οριακή τριβή σε αργιλικά εδάφη αναπτύσσεται με μετακινήσεις μικρότερες από 1.0% D (δηλαδή 12 χιλιοστών για $D = 1,2m$). Για τον παραπάνω λόγο, για τις στατικές επιλύσεις όπου η μικρότερη ενδοσιμότητα οδηγεί σε δυσμενέστερο υπολογισμό των εντατικών μεγεθών, προτείνεται να χρησιμοποιηθούν τιμές του $k_v \sim 3 \div 4 \times k_{v,DIN}$ (με βάση τις σχετικές τιμές που δίνονται στο Παράρτημα).

Στο παράρτημα του τεύχους, παρουσιάζονται επίσης υπολογισμοί για τις αναμενόμενες υποχωρήσεις λόγω της μακροχρόνιας στερεοποίησης των αργιλικών σχηματισμών που συναντώνται στην περιοχή της έδρασης των πασσάλων.

Η αναμενόμενη καθίζηση της πασσαλοσανίδας εκτιμάται με αναλυτικούς υπολογισμούς που παρουσιάζονται στο Παράρτημα. Οι υπολογισμοί γίνονται με θεώρηση ισοδύναμης κοιτόστρωσης (equivalent raft), εδραζόμενης σε βάθος ίσο με τα 2/3 του πακτωμένου τμήματος των πασσάλων και κατανομή τάσεων σύμφωνα με τα αναφερόμενα από τους Poulos, 1993, Tomlinson, 1994 και FHWA-IF-99-025, 1999.

Για τον υπολογισμό των υποχωρήσεων λόγω της μακροχρόνιας στερεοποίησης των αργιλικών σχηματισμών κάτω από τα μόνιμα φορτία των βάθρων, χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι συμπίεστότητας των αργιλικών στρώσεων σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δοκιμών που εκτελέστηκαν.

Για την ισοδύναμη κοιτόστρωση υπολογίζονται οι καθιζήσεις σε βάθος επιρροής τέτοιο, ώστε η πρόσθετη επιβαλλόμενη τάση λόγω του μόνιμου φορτίου, να μην ξεπερνά περίπου το 10% της αρχικής ενεργού τάσης : $\Delta q_{net,group} \leq \sim 10\% \sigma'_{v0}$.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

| Τεχνικό | Βάθρο | Αρ. Πασσαλ | Lp(m) | ΧΛΚΠ (ρευστ.) | Φορτίο (MN) | Καθίζηση (cm) |
|---------|-------|---------------|-------|------------------|----------------|------------------|
| T3 | M9.Δ | 3×5=15 | 39,0 | OXI | 26,0 | 1,7 |

4.2.4. Αντίσταση του πασσάλου σε οριζόντια φόρτιση

Για τον υπολογισμό της αντίστασης του πασσάλου σε οριζόντια φορτία μπορεί να γίνει προσομοίωση της αντίδρασης του εδάφους με ελαστικές στηρίξεις στην πλευρική επιφάνεια του πασσάλου. Η δυσκαμψία των ελατηρίων αυτών υπολογίζεται βάσει του δείκτη εδάφους k_h .

Για τη στρωματογραφία που αναμένεται να συναντηθεί στη θέση του έργου και την προβλεπόμενη από την εκπονούμενη μελέτη διάταξη των πασσάλων μπορούν να ληφθούν, σύμφωνα με τα σχετικά αναφερόμενα Terzaghi (1995) και Tomlinson (1990).

Οι προτεινόμενες τιμές του δείκτη k_h σε κάθε εδαφική στρώση με το βάθος z από την κεφαλή των πασσάλων, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. Το βάθος έναρξης (0,00) της οριζόντιας αντίστασης του εδάφους αντιστοιχεί στη στάθμη έδρασης του κεφαλοδέσμου των πασσάλων του βάθρου.

Βάθρο Μ9.Α. – Στ. Εδρ. Κεφαλοδ. : +0,67

| Στ/ση | Περ/φή | Βάθος | | Πάχος | Μορφή | E | Hh | Kh _(z1) | Kh _(z2) |
|-------|-------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Από | ΈΩΣ | h (i) | | | | | |
| | | (m) | (m) | (m) | Αύξησης | (Mpa) | (MN/m ³) | (MN/m ³) | (MN/m ³) |
| 1. | CL_1 | 0.0 | 3.75 | 3.75 | Σταθερή | 4.7 | | 4.7 | 4.7 |
| 2. | SC_1 | 3.75 | 6.75 | 3.00 | Γραμ-μική αύξηση | | 5.30 | 25.2 | 38.4 |
| 3. | CL_2 | 6.75 | 8.75 | 2.00 | Γραμμική αύξηση | | 0.70 | 5.1 | 6.2 |
| 4. | SC,GM_ 1 | 8.75 | 13.15 | 4.40 | Γραμμική αύξηση | | 7.50 | 66.9 | 94.4 |
| 5. | SM_1 | 13.15 | 16.65 | 3.50 | Γραμμική αύξηση | 9.0 | 2.60 | 32.7 | 40.3 |
| 6. | CL_3 | 16.65 | 30.75 | 14.10 | Σταθερή | 7.0 | | 7.0 | 7.0 |
| 7. | CL_4 | 30.75 | 40.75 | 10.00 | Σταθερή | 31.5 | | 31.50 | 31.5 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ-ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

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

5.1 Απόσπασμα τεύχους υπολογισμών ανωδομής με το λογισμικό SOFISTIK

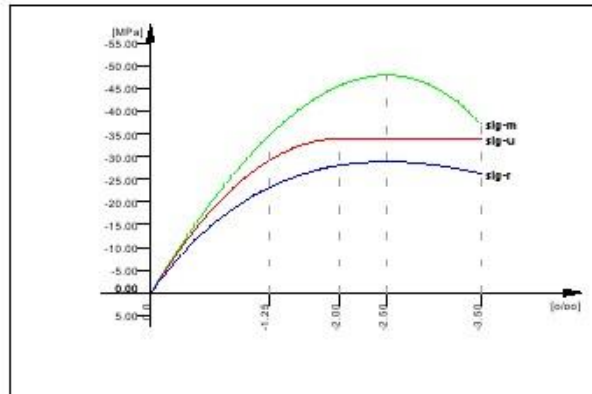
MATERIALS - SECTIONS

Default design code is DIN Fachbericht 102 Massivbröcken (2003) (Germany)

 Klasse(Tab.4.118): D
 Wind zone : Binnenland

No. 1 C 40/50 (DIN 1045-1)

| | | | | | |
|---|----|---------------------------|------------------|------------------|-------------|
| Youngs-modulus | E | 31387 [MPa] | Safetyfactor | 1.50 [-] | |
| Poisson-Ratio | mu | 0.20 [-] | Strength | fc | 34.00 [MPa] |
| Shear-modulus | G | 13078 [MPa] | Nomin. strength | fcn | 40.00 [MPa] |
| Compression modulus | | 17437 [MPa] | Tens. strength | fc _{tm} | 3.51 [MPa] |
| Weight | | 25.0 [kN/m ³] | 5 % t. strength | fc _{tk} | 2.46 [MPa] |
| Weight buoyancy | | 25.0 [kN/m ³] | 95 % t. strength | fc _{tk} | 4.56 [MPa] |
| Temp. elongat. coeff. | | 1.00E-05 [1/°K] | Bond strength | f _{bd} | 3.68 [MPa] |
| | | | Service strength | | 48.00 [MPa] |
| | | | Fatigue strength | | 19.04 [MPa] |
| Stress-Strain for serviceability | | | eps[0/00] | sig-m[MPa] | E-t[MPa] |
| Is only valid within the defined stress range | | | 0.000 | 0.00 | 34525 |
| | | | -1.250 | -34.65 | 20156 |
| | | | -2.500 | -48.00 | 0 |
| | | | -3.500 | -37.30 | -22613 |
| Stress-Strain for ultimate load | | | Safetyfactor | 1.50 | |
| Is only valid within the defined stress range | | | eps[0/00] | sig-u[MPa] | E-t[MPa] |
| | | | 0.000 | 0.00 | 34000 |
| | | | -2.000 | -34.00 | 0 |
| | | | -3.500 | -34.00 | 0 |
| Stress-Strain of calc. mean values | | | Safetyfactor | 1.50 | |
| Is only valid within the defined stress range | | | eps[0/00] | sig-r[MPa] | E-t[MPa] |
| | | | 0.000 | 0.00 | 29346 |
| | | | -1.250 | -23.21 | 10073 |
| | | | -2.500 | -28.90 | 0 |
| | | | -3.500 | -26.26 | -4949 |
| | | | Safetyfactor | 1.30 | |


No. 2 C 30/37 (DIN 1045-1)

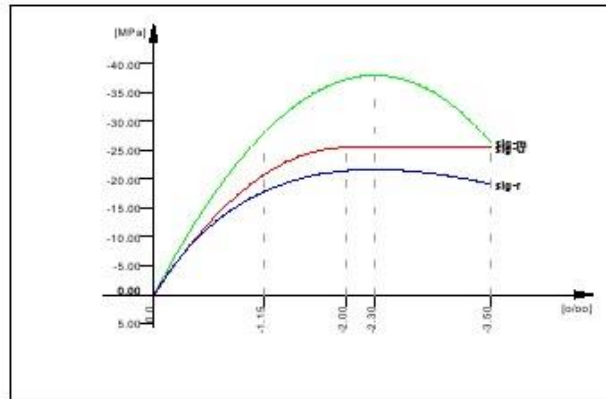
| | | | | | |
|---|----|---------------------------|------------------|------------------|-------------|
| Youngs-modulus | E | 28309 [MPa] | Safetyfactor | 1.50 [-] | |
| Poisson-Ratio | mu | 0.20 [-] | Strength | fc | 25.50 [MPa] |
| Shear-modulus | G | 11796 [MPa] | Nomin. strength | fcn | 30.00 [MPa] |
| Compression modulus | | 15727 [MPa] | Tens. strength | fc _{tm} | 2.90 [MPa] |
| Weight | | 25.0 [kN/m ³] | 5 % t. strength | fc _{tk} | 2.03 [MPa] |
| Weight buoyancy | | 25.0 [kN/m ³] | 95 % t. strength | fc _{tk} | 3.77 [MPa] |
| Temp. elongat. coeff. | | 1.00E-05 [1/°K] | Bond strength | f _{bd} | 3.04 [MPa] |
| | | | Service strength | | 38.00 [MPa] |
| | | | Fatigue strength | | 14.96 [MPa] |
| Stress-Strain for serviceability | | | eps[0/00] | sig-m[MPa] | E-t[MPa] |
| Is only valid within the defined stress range | | | 0.000 | 0.00 | 31939 |
| | | | -1.150 | -28.17 | 16798 |
| | | | -2.300 | -38.00 | 0 |
| | | | -3.500 | -26.48 | -19566 |
| Stress-Strain for ultimate load | | | Safetyfactor | 1.50 | |
| Is only valid within the defined stress range | | | eps[0/00] | sig-u[MPa] | E-t[MPa] |
| | | | 0.000 | 0.00 | 25500 |
| | | | -2.000 | -25.50 | 0 |
| | | | -3.500 | -25.50 | 0 |
| Stress-Strain of calc. mean values | | | Safetyfactor | 1.50 | |
| Is only valid within the defined stress range | | | eps[0/00] | sig-r[MPa] | E-t[MPa] |

MATERIALS - SECTIONS

No. 2 C 30/37 (DIN 1045-1)

Is only valid within the defined stress range

| | | |
|--------------|--------|-------|
| 0.000 | 0.00 | 27148 |
| -1.150 | -17.91 | 7543 |
| -2.300 | -21.68 | 0 |
| -3.500 | -19.15 | -3789 |
| Safetyfactor | | 1.30 |



No. 9 C 30/37 (DIN 1045-1)

| | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-------------|
| Youngs-modulus E | 28309 [MPa] | Safetyfactor | 1.50 [-] |
| Poisson-Ratio mu | 0.20 [-] | Strength fc | 25.50 [MPa] |
| Shear-modulus G | 11796 [MPa] | Nomin. strength fcn | 30.00 [MPa] |
| Compression modulus | 15727 [MPa] | Tens. strength fctm | 2.90 [MPa] |
| Weight | 0.0 [kN/m ³] | 5 % t. strength fctk | 2.03 [MPa] |
| Weight buoyancy | 0.0 [kN/m ³] | 95 % t. strength fctk | 3.77 [MPa] |
| Temp. elongat. coeff. | 1.00E-05 [1/°K] | Bond strength fbd | 3.04 [MPa] |
| | | Service strength | 38.00 [MPa] |
| | | Fatigue strength | 14.96 [MPa] |

Stress-Strain for serviceability
 Is only valid within the defined stress range

| | | |
|--------|------------|----------|
| eps[‰] | sig-m[MPa] | E-t[MPa] |
| 0.000 | 0.00 | 31939 |
| -1.150 | -28.17 | 16798 |
| -2.300 | -38.00 | 0 |
| -3.500 | -26.48 | -19566 |

Safetyfactor 1.50

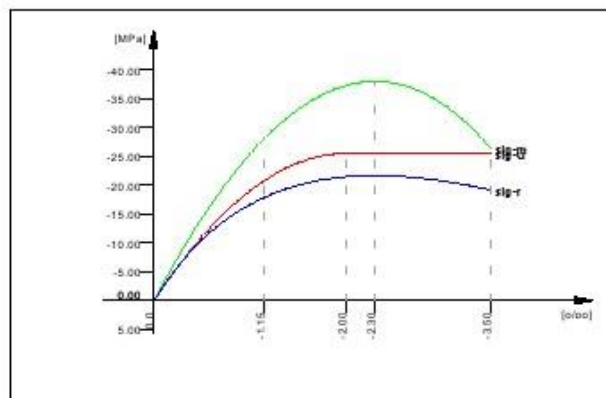
Stress-Strain for ultimate load
 Is only valid within the defined stress range

| | | |
|--------|------------|----------|
| eps[‰] | sig-u[MPa] | E-t[MPa] |
| 0.000 | 0.00 | 25500 |
| -2.000 | -25.50 | 0 |
| -3.500 | -25.50 | 0 |

Safetyfactor 1.50

Stress-Strain of calc. mean values
 Is only valid within the defined stress range

| | | |
|--------------|------------|----------|
| eps[‰] | sig-r[MPa] | E-t[MPa] |
| 0.000 | 0.00 | 27148 |
| -1.150 | -17.91 | 7543 |
| -2.300 | -21.68 | 0 |
| -3.500 | -19.15 | -3789 |
| Safetyfactor | | 1.30 |



SOFISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

No. 11 BSt 500 SA (DIN 1045-1)

| | | | | |
|---------------------|----|-----------------|----------------------|------------------|
| Youngs-modulus | E | 200000 [MPa] | Safetyfactor | 1.15 [-] |
| Poisson-Ratio | mu | 0.30 [-] | Yield stress | fy 500.00 [MPa] |
| Shear-modulus | G | 76923 [MPa] | Compr.yield val. | fyc 500.00 [MPa] |
| Compression modulus | | 166667 [MPa] | Tens. strength | ft 550.00 [MPa] |
| Weight | | 78.5 [kN/m3] | Compr. strength | fc 550.00 [MPa] |
| Weight buoyancy | | 78.5 [kN/m3] | Ultim. plast. strain | 25.00 [o/oo] |
| Temp.elongat.coeff. | | 1.20E-05 [1/*K] | relative bond coeff. | 1.00 [-] |
| max. thickness | | 32.00 [mm] | EC2 bondcoeff. K1 | 0.80 [-] |
| | | | Hardening modulus | 0.00 [MPa] |
| | | | Proportional limit | 500.00 [MPa] |
| | | | Dynamic stress range | 169.57 [MPa] |

 Stress-Strain for serviceability
 Is also extended beyond the
 defined stress range

| eps[o/oo] | sig-m[MPa] | E-t[MPa] |
|-----------|------------|----------|
| 1000.000 | 550.00 | 0 |
| 25.000 | 550.00 | 0 |
| 2.500 | 500.00 | 2222 |
| 0.000 | 0.00 | 200000 |
| -2.500 | -500.00 | 200000 |
| -25.000 | -550.00 | 2222 |
| -1000.000 | -550.00 | 0 |

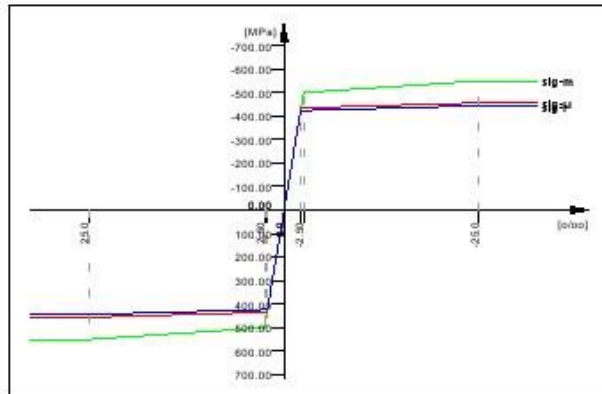
 Stress-Strain for ultimate load
 Is also extended beyond the
 defined stress range

| eps[o/oo] | sig-u[MPa] | E-t[MPa] |
|-----------|------------|----------|
| 1000.000 | 456.52 | 0 |
| 25.000 | 456.52 | 0 |
| 2.174 | 434.78 | 952 |
| 0.000 | 0.00 | 200000 |
| -2.174 | -434.78 | 200000 |
| -25.000 | -456.52 | 952 |
| -1000.000 | -456.52 | 0 |

 Stress-Strain of calc. mean values
 Is also extended beyond the
 defined stress range

| eps[o/oo] | sig-r[MPa] | E-t[MPa] |
|-----------|------------|----------|
| 1000.000 | 444.23 | 0 |
| 25.000 | 444.23 | 0 |
| 2.115 | 423.08 | 924 |
| 0.000 | 0.00 | 200000 |
| -2.115 | -423.08 | 200000 |
| -25.000 | -444.23 | 924 |
| -1000.000 | -444.23 | 0 |

SOFISTIK AG - www.sofistik.com


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

| | | | | |
|---------------------|----------|-----------------|----------------------|-------------------|
| Youngs-modulus | E | 195000 [MPa] | Safetyfactor | 1.15 [-] |
| Poisson-Ratio | mu | 0.30 [-] | Yield stress | fy 1670.00 [MPa] |
| Shear-modulus | G | 75000 [MPa] | Compr.yield val. | fyc 1670.00 [MPa] |
| Compression modulus | | 162500 [MPa] | Tens. strength | ft 1860.00 [MPa] |
| Weight | | 78.5 [kN/m3] | Compr. strength | fc 1860.00 [MPa] |
| Weight buoyancy | | 78.5 [kN/m3] | Ultim. plast. strain | 60.00 [o/oo] |
| Temp.elongat.coeff. | | 1.20E-05 [1/*K] | relative bond coeff. | 0.70 [-] |
| Relaxation CEB-1990 | Class 2 | | EC2 bondcoeff. K1 | 1.60 [-] |
| Relaxation 0.70*fpk | 2.50 [1] | | Hardening modulus | 0.00 [MPa] |
| | | | Proportional limit | 1366.10 [MPa] |
| | | | Dynamic stress range | 160.87 [MPa] |

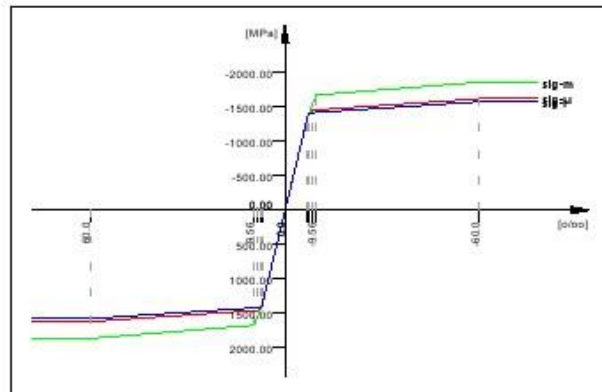
 Stress-Strain for serviceability
 Is also extended beyond the

| eps[o/oo] | sig-m[MPa] | E-t[MPa] |
|-----------|------------|----------|
| 1000.000 | 1860.00 | 0 |

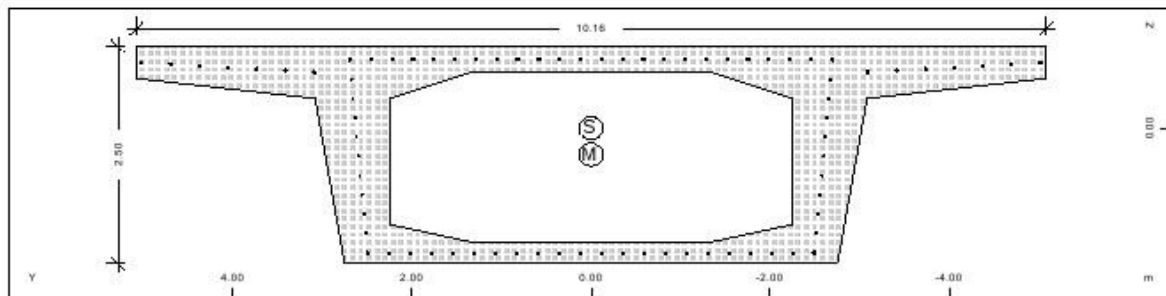
MATERIALS - SECTIONS

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

| defined stress range | 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[MPa] | E-t[MPa] |
| 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[MPa] | E-t[MPa] |
| 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) |



Cross section No. 1 - KIBOTIO-ANOITMA

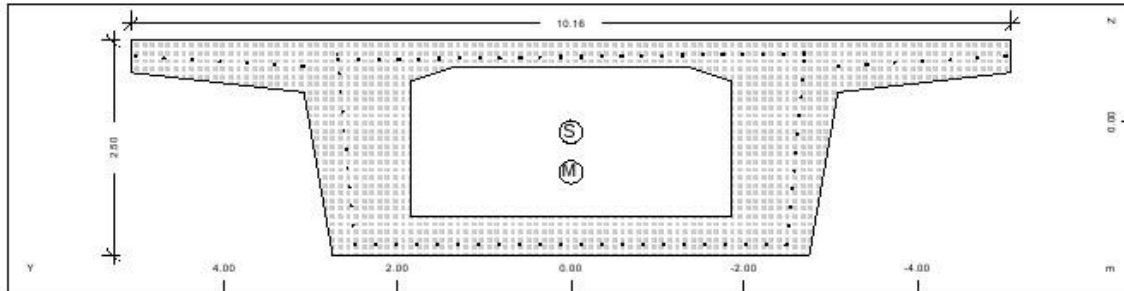


Static properties of cross section

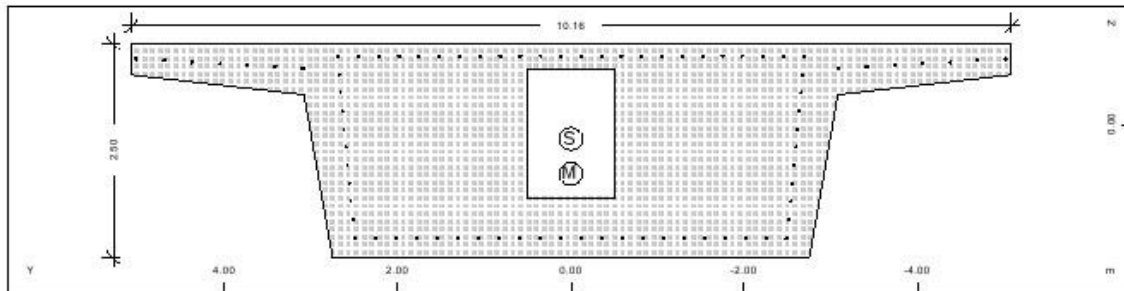
| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|-----|--------|-----------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |

MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

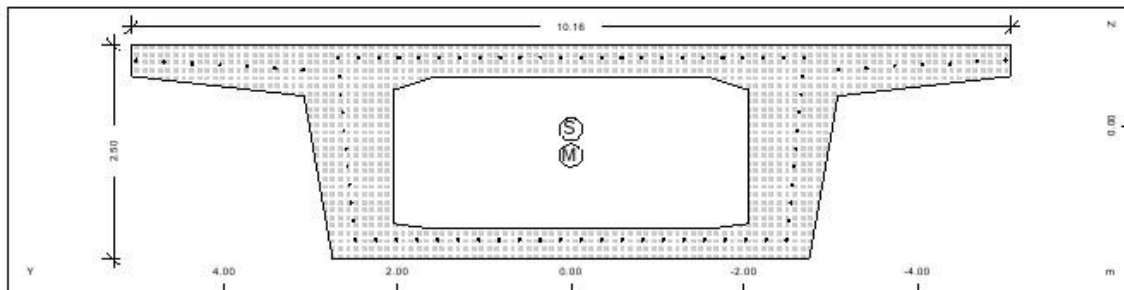
| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|------------------|-----------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 1 | = | KIBOTIO-ANOTIPMA | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 2 - KIBOTIO-ENIEX

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------|-----------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 2 | = | KIBOTIO-ENIEX | | | | | | |
| 1 | | 1.0323E+01 | | 7.671E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 258.08 |
| 11 | | 1.685E+01 | | 6.771E+01 | 0.114 | 0.580 | 13078 | |

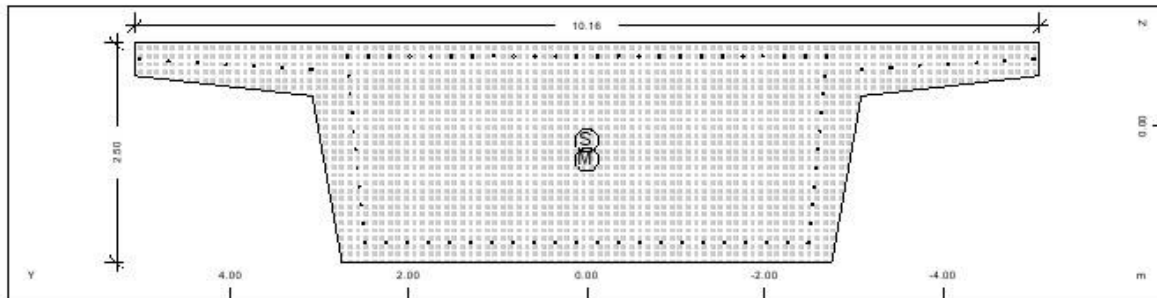
Cross section No. 3 - KIBOTIO-ETHP

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|--------------|-----------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 3 | = | KIBOTIO-ETHP | | | | | | |
| 1 | | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 |
| 11 | | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | |

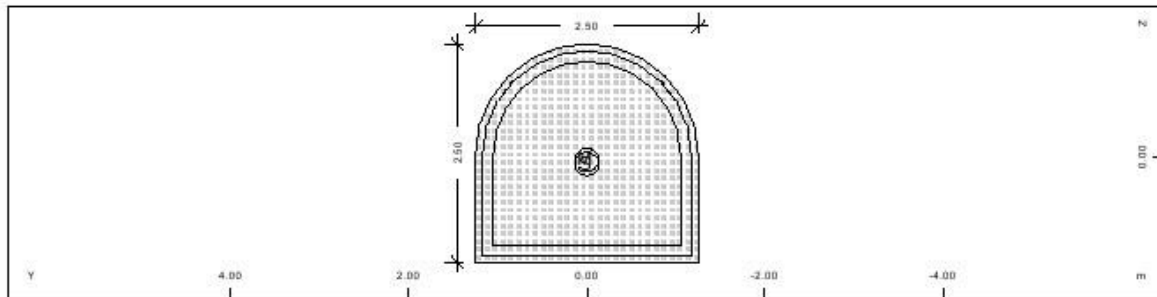
Cross section No. 4 - KIBOTIO-ENA


MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

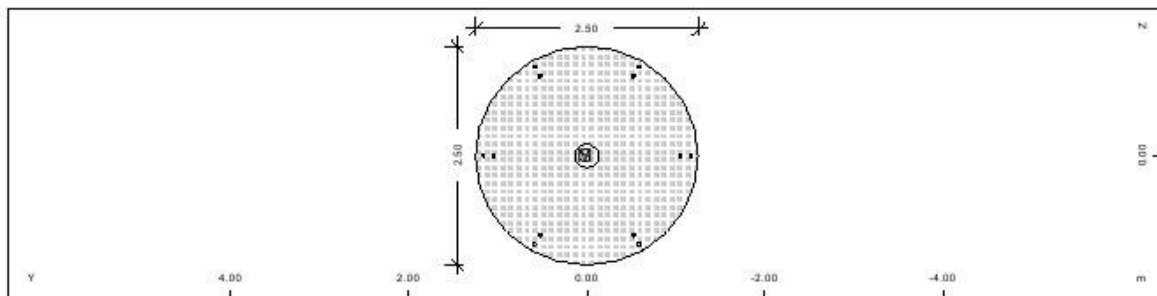
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 4 | = | KIBOTIO-ENA | | | | | | |
| | 1 | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| | 11 | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

Cross section No. 5 - KIBOTIO-ETHP MESAIA

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 5 | = | KIBOTIO-ETHP MESAIA | | | | | | |
| | 1 | 1.6713E+01 | | 9.325E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 417.82 |
| | 11 | 2.296E+01 | | 7.485E+01 | 0.160 | 0.380 | 13078 | |

Cross section No. 20 - BAΘPO-HMIKYKAIKO

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 20 | = | BAΘPO-HMIKYKAIKO | | | | | | |
| | 2 | 5.5514E+00 | | 2.483E+00 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 138.79 |
| | 11 | 4.589E+00 | | 2.565E+00 | 0.071 | 0.025 | 11796 | |

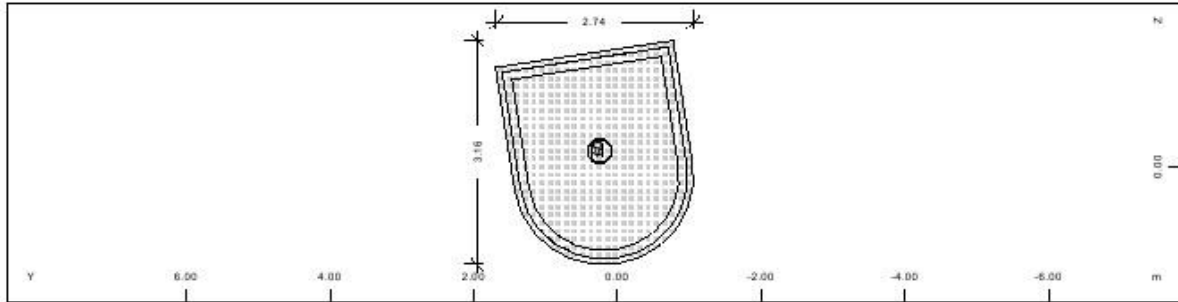
Cross section No. 21 - BAΘPO-KYKAIKO


MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|--------|-----|---------------|-----------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 21 | = | BA0P0-KYKAIKO | | | | | | |
| (COMP) | 2 | 4.9087E+00 | | 1.917E+00 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 122.72 |
| | 11 | 3.835E+00 | | 1.917E+00 | 0.000 | 0.000 | 11796 | |

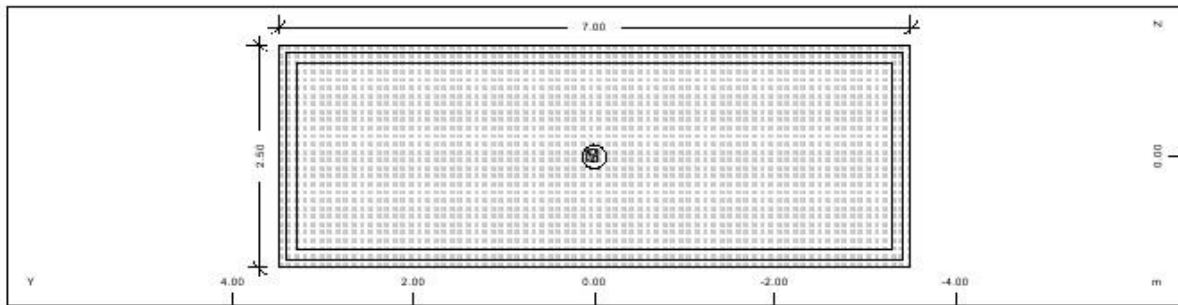
Cross section No. 22 - BA0P0-HMIKYKAIKO



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|------------------|-----------|------------|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 22 | = | BA0P0-HMIKYKAIKO | | | | | | |
| | 2 | 6.8014E+00 | | 4.420E+00 | 0.249 | 0.246 | 28309 | 170.04 |
| | 11 | 6.796E+00 | | 3.244E+00 | -0.239 | -0.218 | 11796 | |
| | | | | -1.859E-01 | | | | |

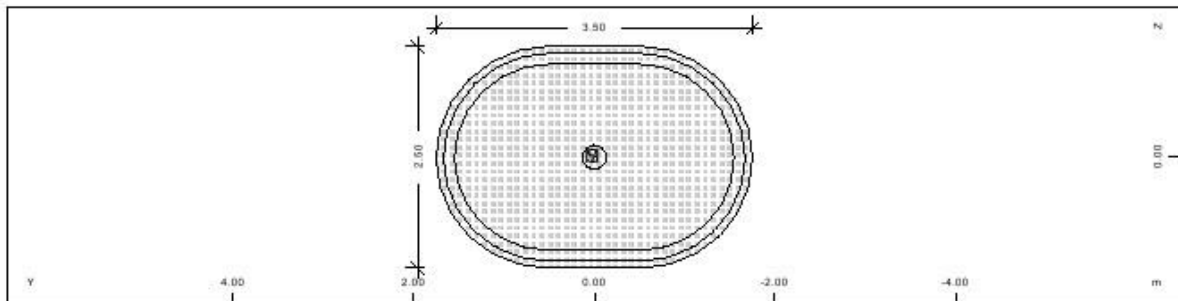
Cross section No. 23 - BA0P0-1



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|------------|-----------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 23 | = | BA0P0-1 | | | | | | |
| | 2 | 1.7500E+01 | | 9.115E+00 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 437.50 |
| | 11 | 2.829E+01 | | 7.146E+01 | 0.000 | 0.000 | 11796 | |

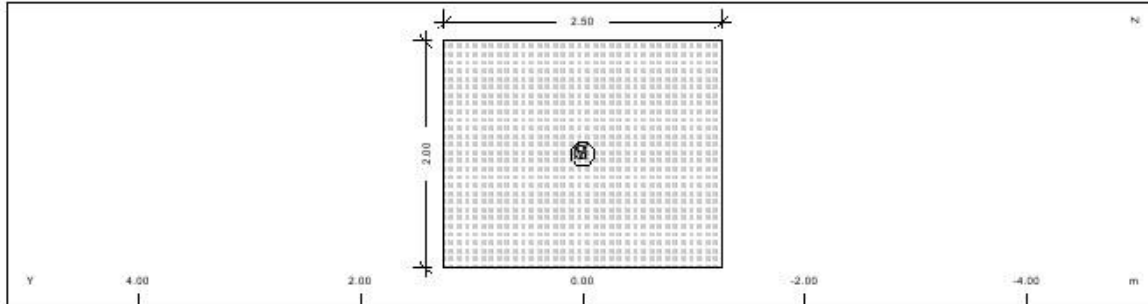
Cross section No. 24 - BA0P0-2



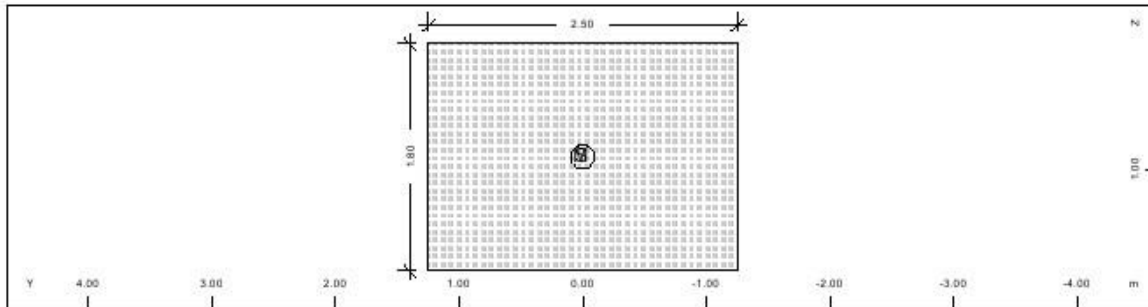
90 / SOFISTIK.AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

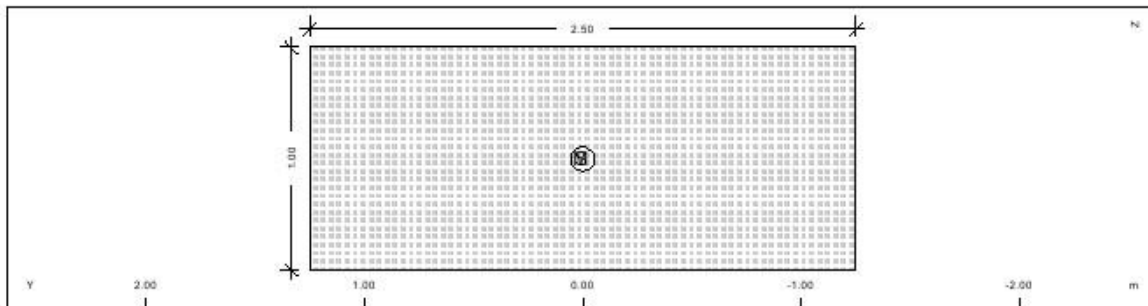
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 24 | = | BA0P0-2 | | | | | | |
| | 2 | 7.3529E+00 | | 3.176E+00 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 183.82 |
| | 11 | 8.156E+00 | | 5.855E+00 | 0.000 | 0.000 | 11796 | |

Cross section No. 25 - KE#AAH-BA0POY-1

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 25 | = | KE#AAH-BA0POY-1 | | | | | | |
| | 2 | 5.0000E+00 | | 1.667E+00 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 125.00 |
| | 11 | 3.436E+00 | | 2.604E+00 | 1.000 | 1.000 | 11796 | |

Cross section No. 26 - KE#AAH-BA0POY-2

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 26 | = | KE#AAH-BA0POY-2 | | | | | | |
| | 2 | 4.5000E+00 | | 1.215E+00 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 112.50 |
| | 11 | 2.711E+00 | | 2.344E+00 | 0.900 | 0.900 | 11796 | |

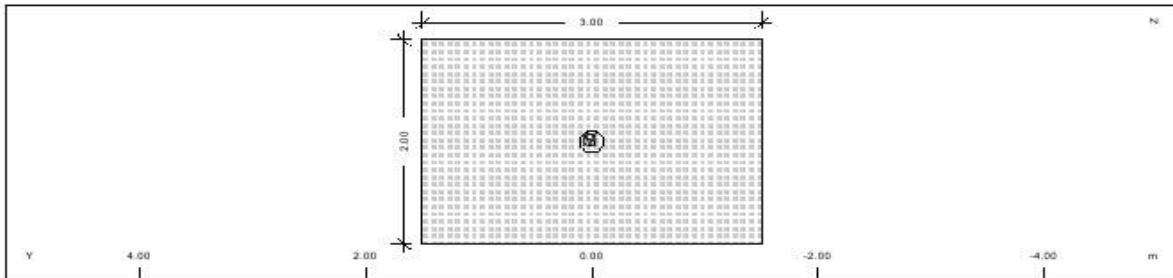
Cross section No. 27 - KE#AAH-BA0POY-3


MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A [m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gan [kN/m] |
|-----|-----|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 27 | = | KE#AAH-BA0POY-3 | | | | | | |
| | 2 | 2.5000E+00 | | 2.083E-01 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 62.50 |
| | 11 | 6.240E-01 | | 1.302E+00 | 0.500 | 0.500 | 11796 | |

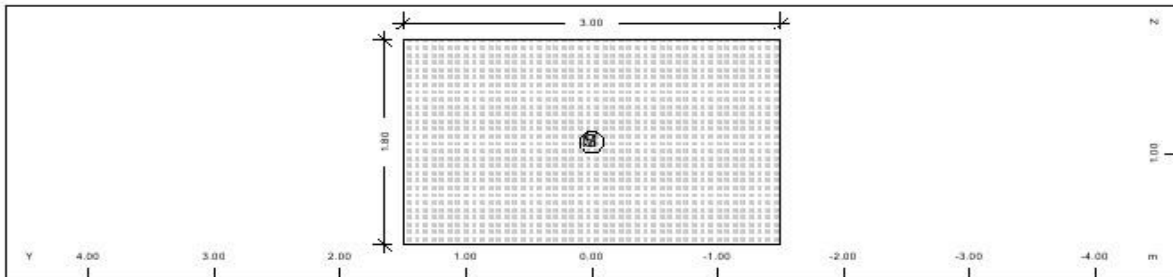
Cross section No. 28 - KE#AAH-BA0POY-1



Static properties of cross section

| No. | Mat | A [m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gan [kN/m] |
|-----|-----|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 28 | = | KE#AAH-BA0POY-1 | | | | | | |
| | 2 | 6.0000E+00 | | 2.000E+00 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 150.00 |
| | 11 | 4.700E+00 | | 4.500E+00 | 1.000 | 1.000 | 11796 | |

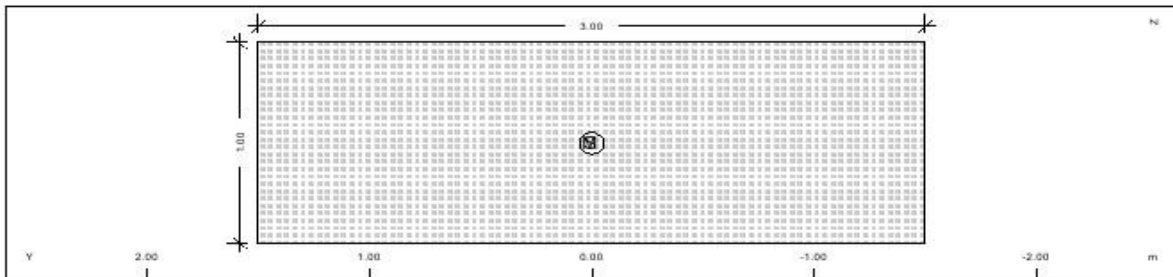
Cross section No. 29 - KE#AAH-BA0POY-2



Static properties of cross section

| No. | Mat | A [m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gan [kN/m] |
|-----|-----|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 29 | = | KE#AAH-BA0POY-2 | | | | | | |
| | 2 | 5.4000E+00 | | 1.458E+00 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 135.00 |
| | 11 | 3.651E+00 | | 4.050E+00 | 0.900 | 0.900 | 11796 | |

Cross section No. 30 - KE#AAH-BA0POY-3



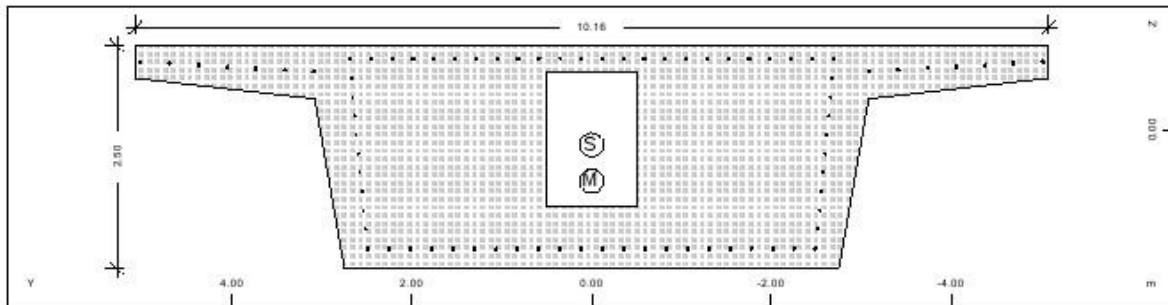
SO I I S T I K A O - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

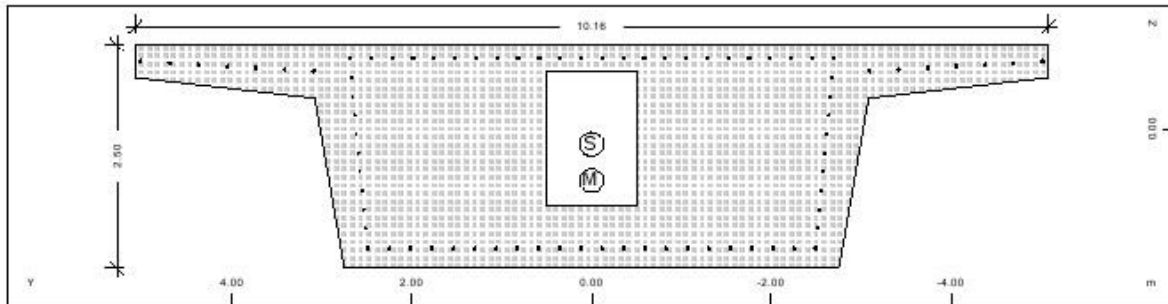
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 30 | = | KE#AAH-BA0POY-3 | | | | | | |
| | 2 | 3.0000E+00 | | 2.500E-01 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 75.00 |
| | 11 | 7.911E-01 | | 2.250E+00 | 0.500 | 0.500 | 11796 | |

Cross section No. 100 - AKAMITH
Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 100 | = | AKAMITH | | | | | | |
| | 9 | 1.0000E+03 | | 1.000E+05 | 0.000 | 0.000 | 28309 | 0.00 |
| | | 1.267E+05 | | 1.000E+05 | 0.000 | 0.000 | 11796 | |

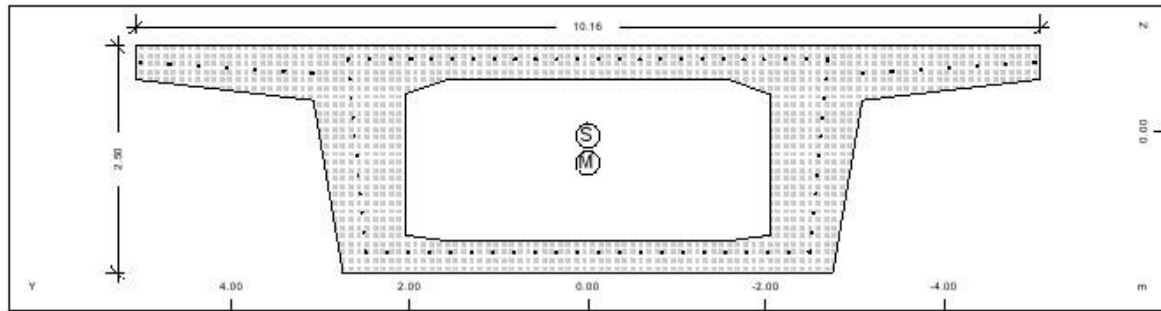
Cross section No. 101 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 101 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 |
| | 11 | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | |

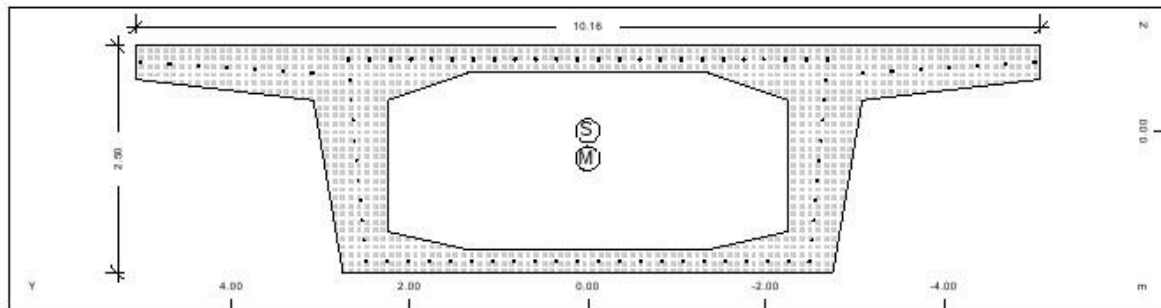
Cross section No. 102 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 102 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 |
| | 11 | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | |

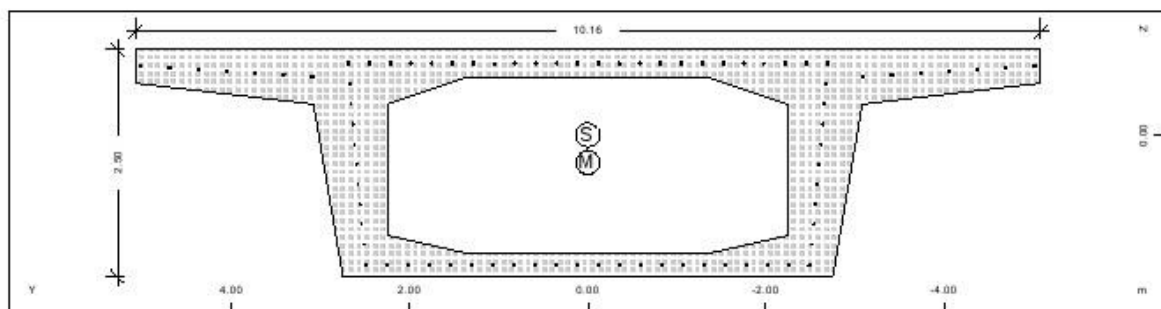
Cross section No. 103 - KIBOTIO-APXH

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 103 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| | 11 | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

Cross section No. 104 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 104 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

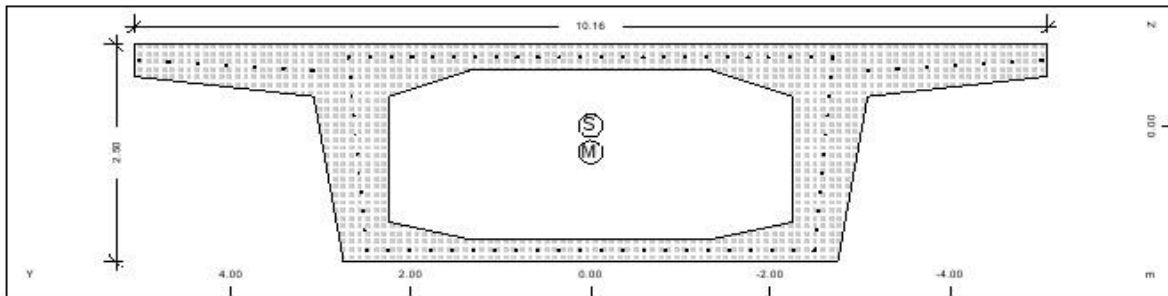
Cross section No. 105 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 105 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 106 - KIBOTIO-APXH

SOFISTIK A.G. - www.sofistik.com

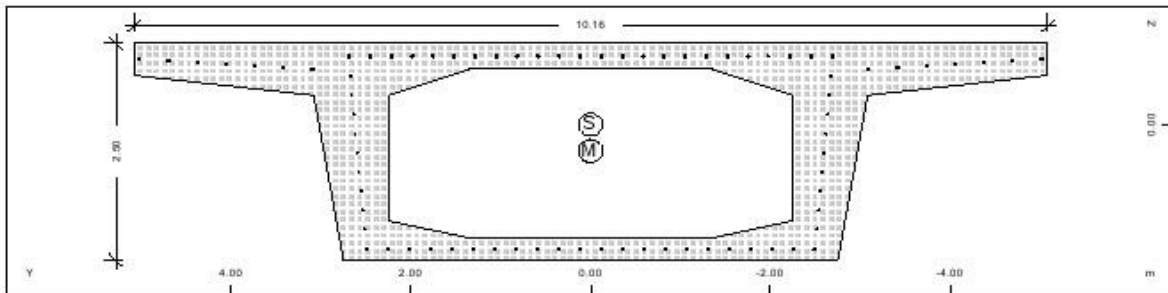
MATERIALS - SECTIONS



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 106 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

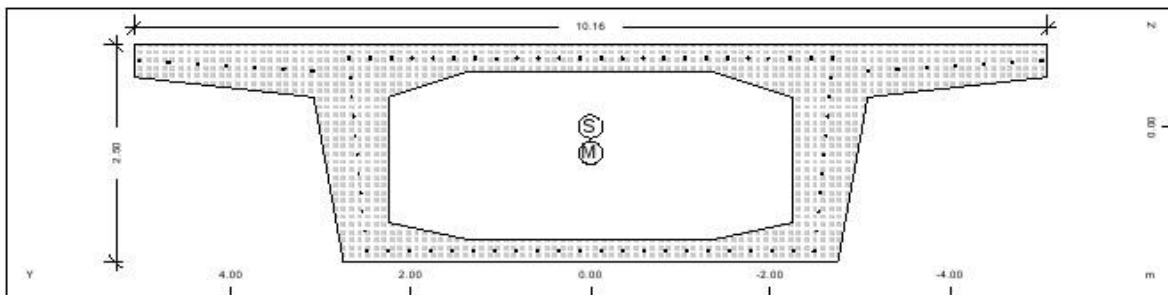
Cross section No. 107 - KIBOTIO-APXH



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 107 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 108 - KIBOTIO-APXH

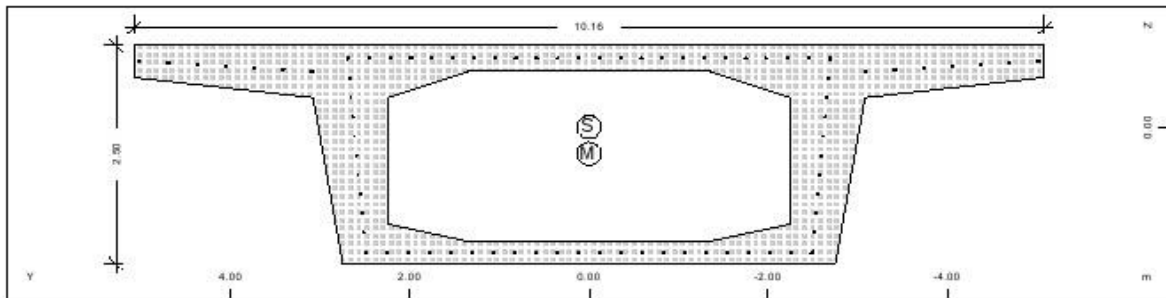


Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 108 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 109 - KIBOTIO-APXH

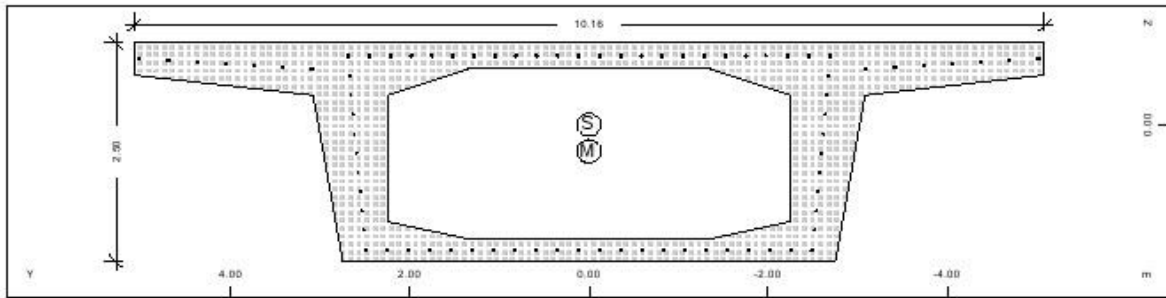
MATERIALS - SECTIONS



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gam [kN/m] |
|-----|-----|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 109 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | NoR | It [m ⁴] | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

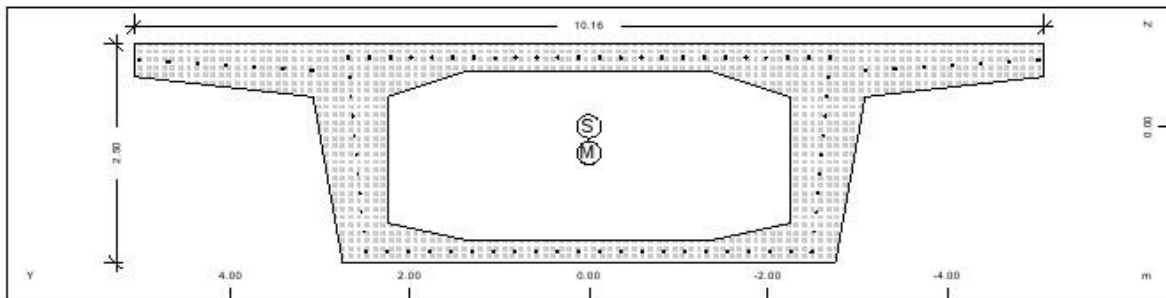
Cross section No. 110 - KIBOTIO-APXH



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gam [kN/m] |
|-----|-----|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 110 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | NoR | It [m ⁴] | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 111 - KIBOTIO-APXH

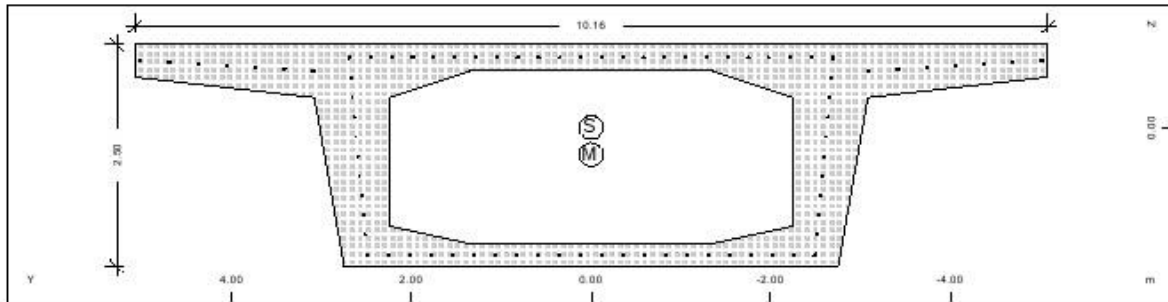


Static properties of cross section

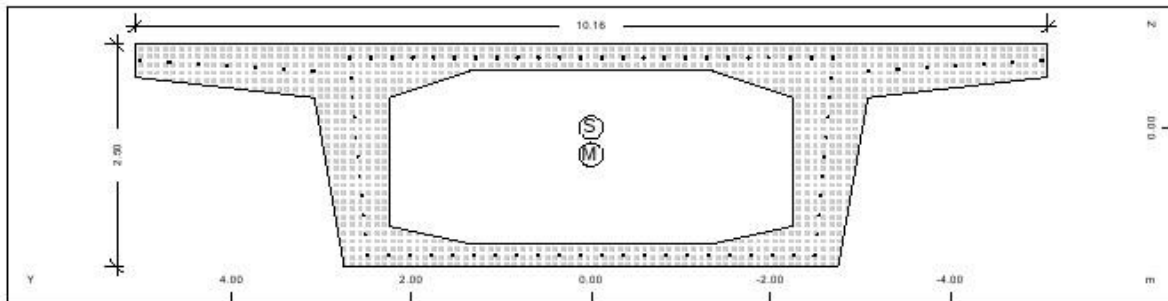
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gam [kN/m] |
|-----|-----|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 111 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | NoR | It [m ⁴] | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 112 - KIBOTIO-APXH

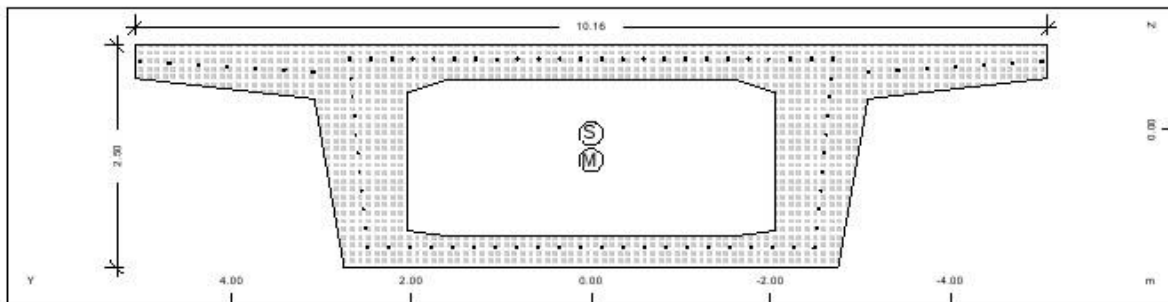
© SOFISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 112 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

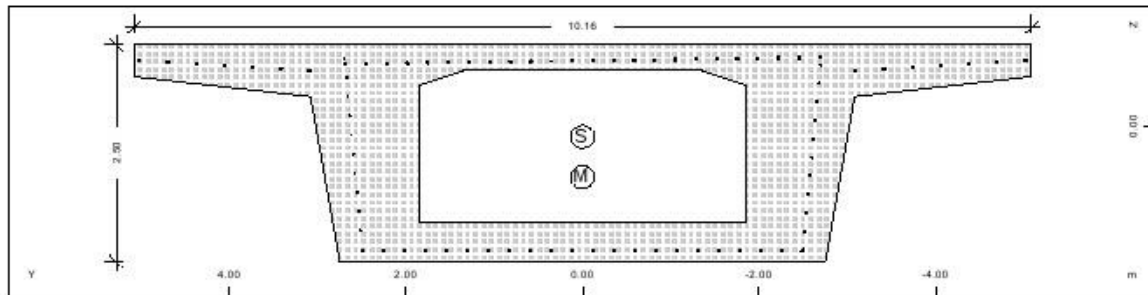
Cross section No. 113 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 113 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

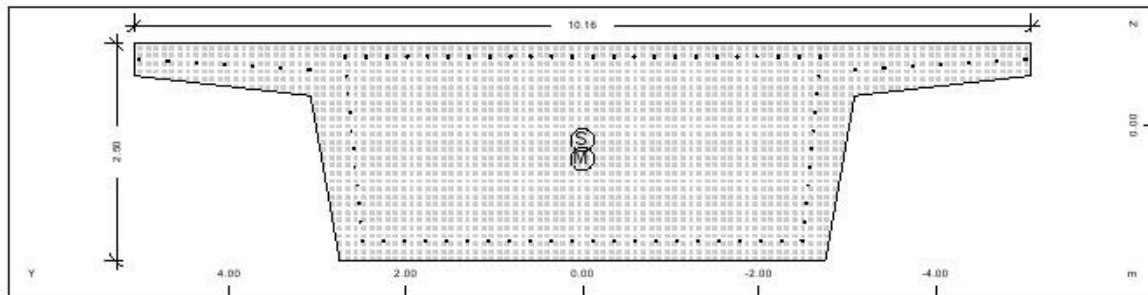
Cross section No. 114 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 114 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| 11 | | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

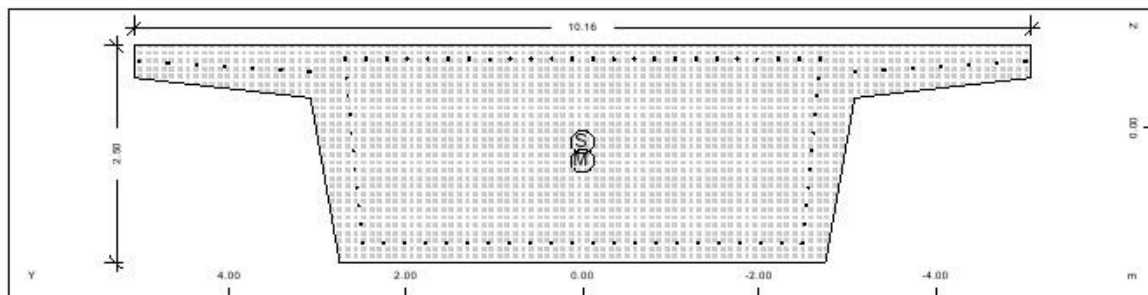
Cross section No. 115 - KIBOTIO-APXH

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 115 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 1.0323E+01 | | 7.671E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 258.08 |
| | 11 | 1.685E+01 | | 6.771E+01 | 0.114 | 0.580 | 13078 | |

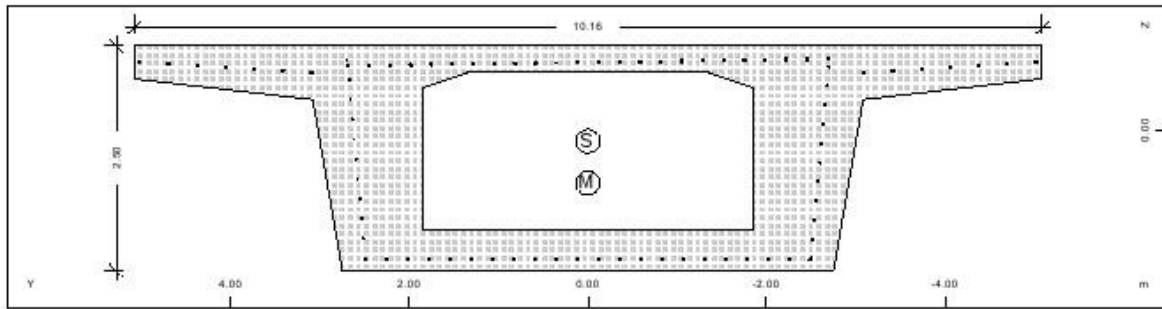
Cross section No. 116 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 116 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 1.6713E+01 | | 9.325E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 417.82 |
| | 11 | 2.296E+01 | | 7.485E+01 | 0.160 | 0.380 | 13078 | |

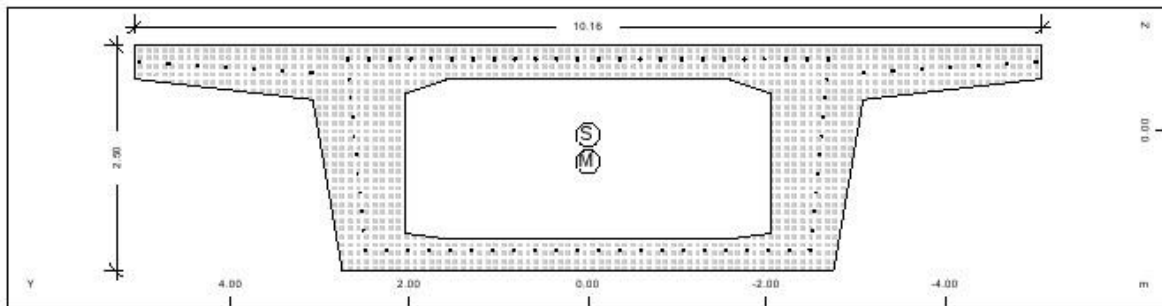
Cross section No. 117 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 117 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 1.6713E+01 | | 9.325E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 417.82 |
| | 11 | 2.296E+01 | | 7.485E+01 | 0.160 | 0.380 | 13078 | |

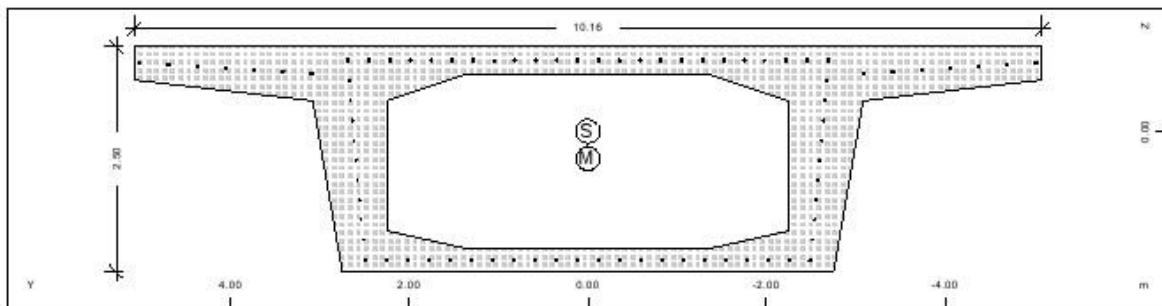
Cross section No. 118 - KIBOTIO-APXH

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|---------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 118 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 1.0323E+01 | | 7.671E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 258.08 |
| 11 | | 1.685E+01 | | 6.771E+01 | 0.114 | 0.580 | 13078 | |

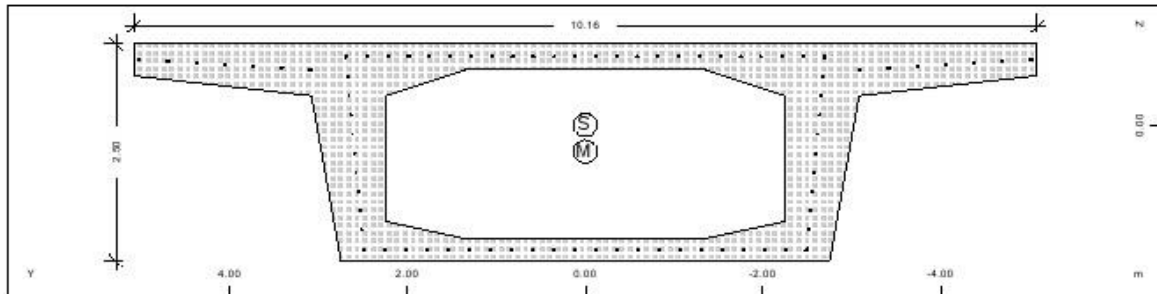
Cross section No. 119 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|---------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 119 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| 11 | | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

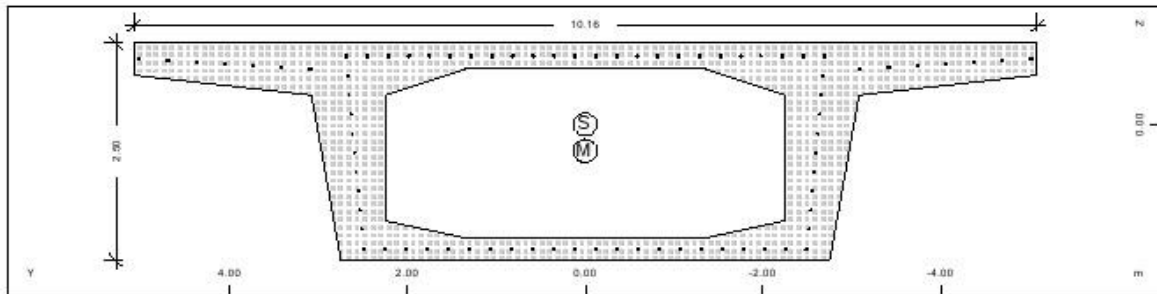
Cross section No. 120 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|---------------------|--------------------|-------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 120 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

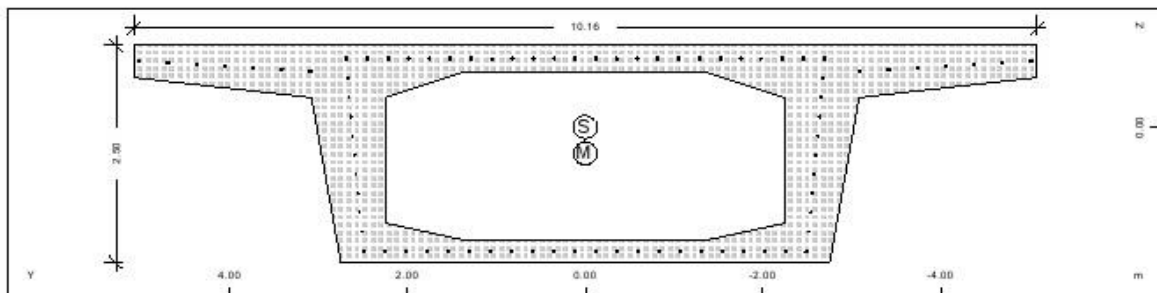
Cross section No. 121 - KIBOTIO-APXH

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 121 | = | KIBQTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 | |
| 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | | |

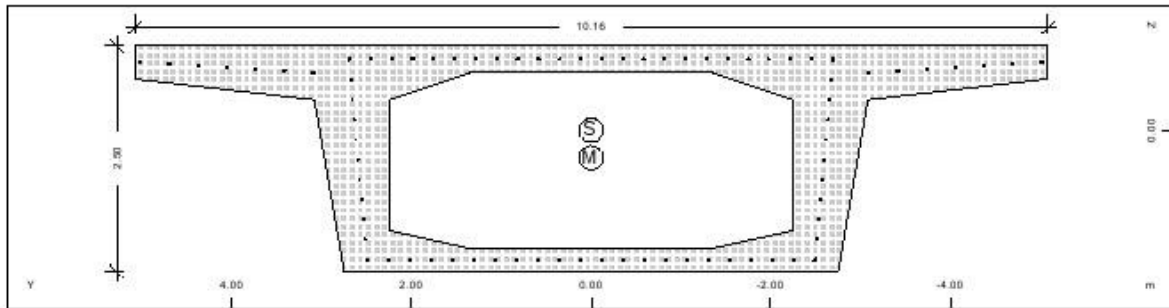
Cross section No. 122 - KIBQTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 122 | = | KIBQTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 | |
| 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | | |

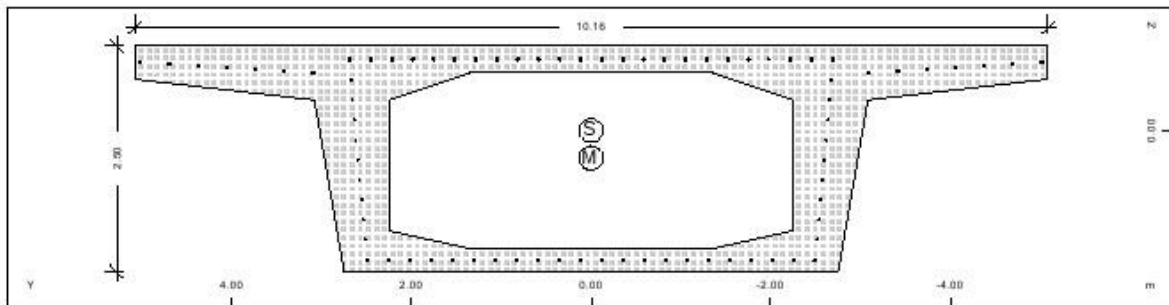
Cross section No. 123 - KIBQTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 123 | = | KIBQTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 | |
| 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | | |

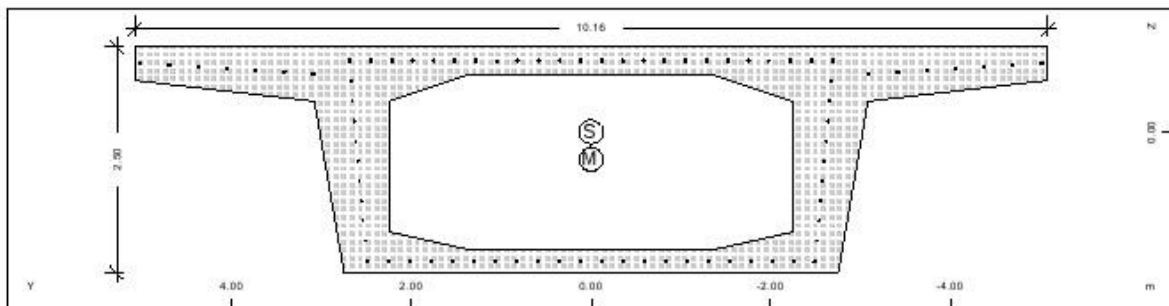
Cross section No. 124 - KIBQTIO-APXH

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 124 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

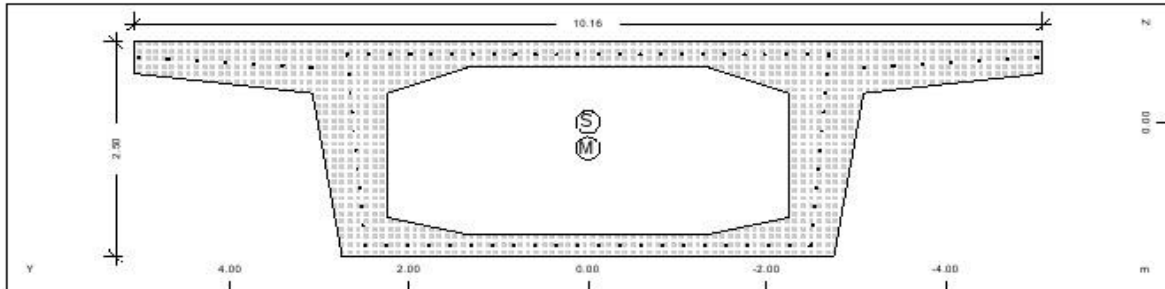
Cross section No. 125 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 125 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

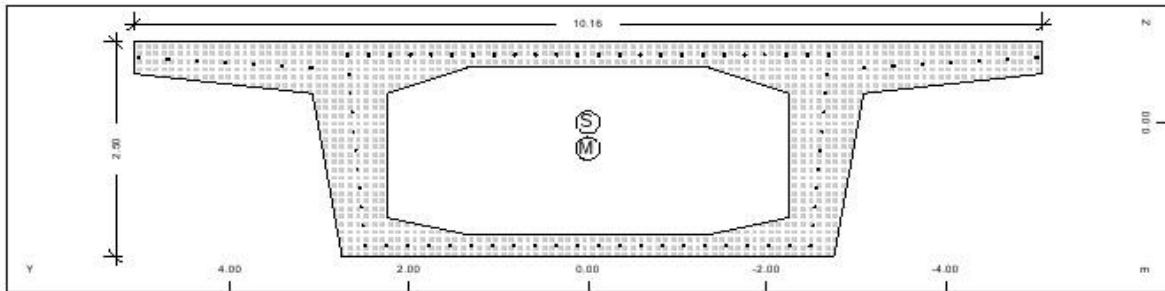
Cross section No. 126 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 126 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

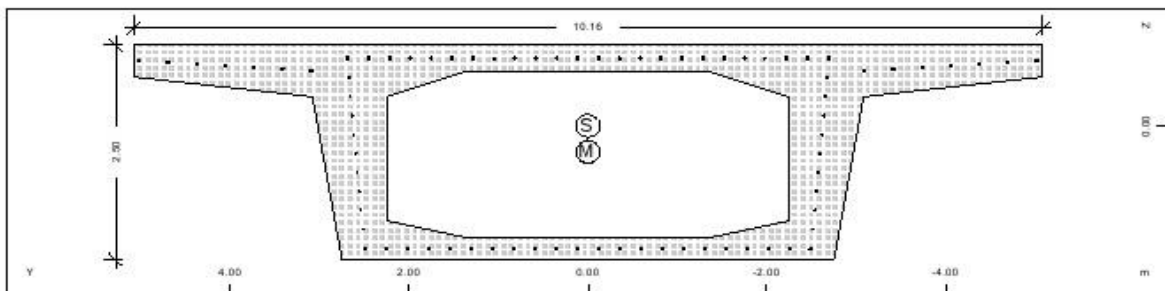
Cross section No. 127 - KIBOTIO-APXH

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | I _t [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 127 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 128 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

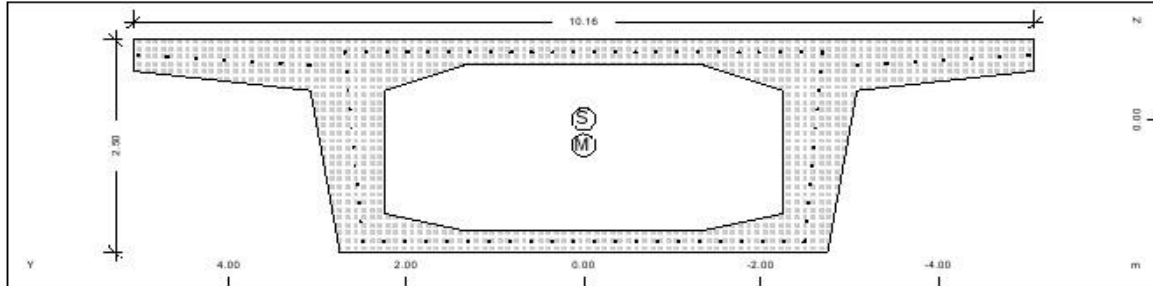
| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | I _t [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 128 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 129 - KIBOTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | I _t [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 129 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 130 - KIBOTIO-APXH

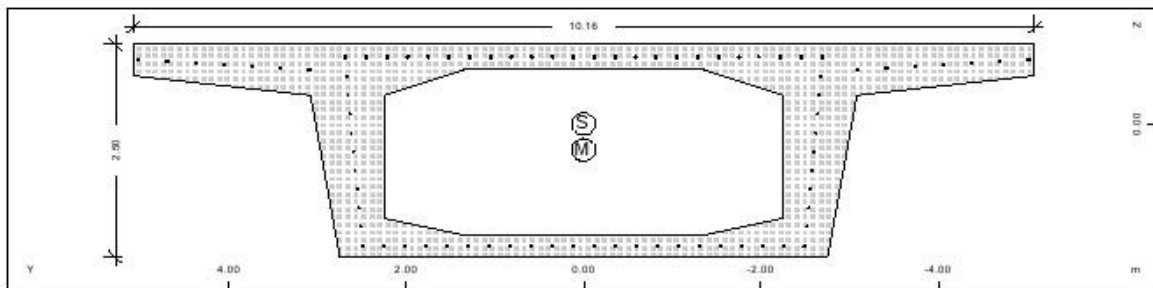
MATERIALS - SECTIONS



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|--------------|-----------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 130 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

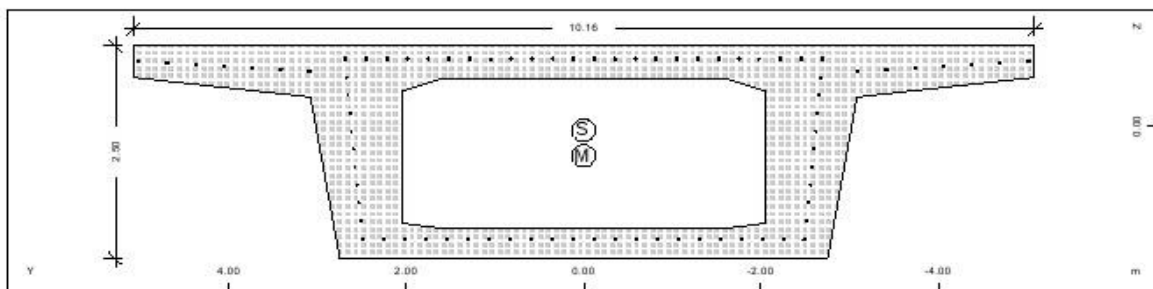
Cross section No. 131 - KIBOTIO-APXH



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|--------------|-----------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 131 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

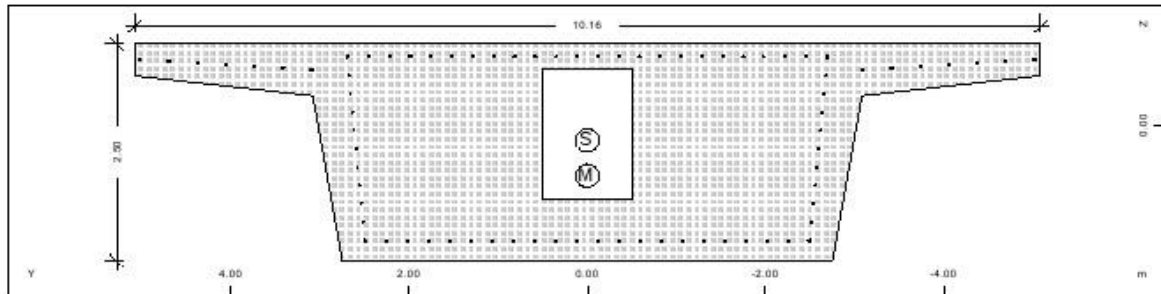
Cross section No. 132 - KIBOTIO-APXH



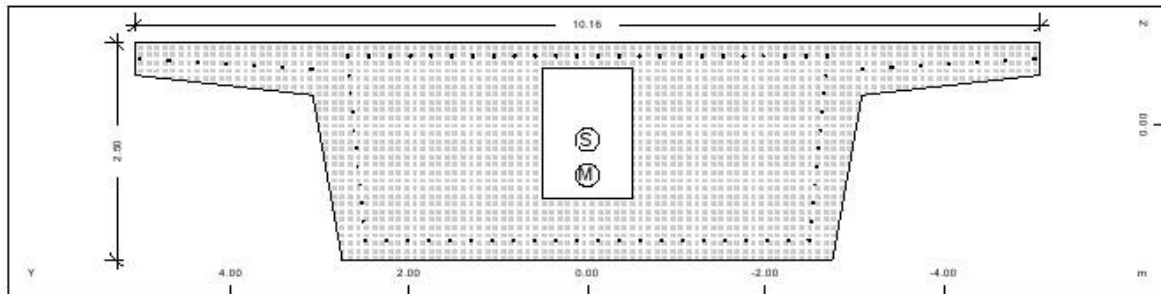
Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m2] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|--------------|-----------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m4] | [m2] | [m4] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 132 | = | KIBOTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| 11 | | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

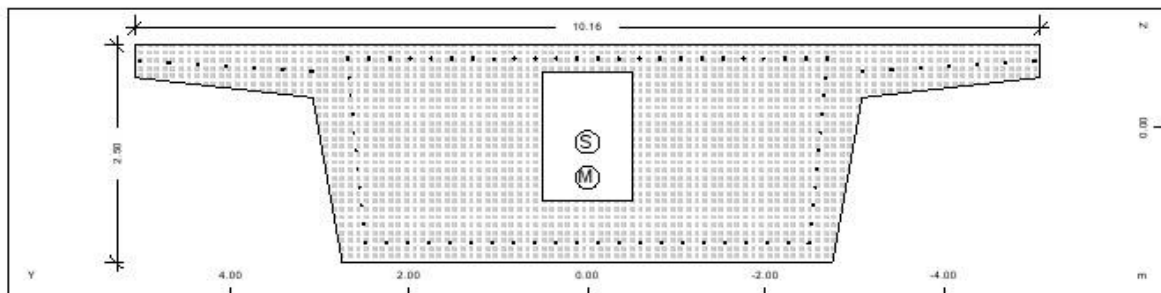
Cross section No. 133 - KIBOTIO-APXH

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 133 | = | KIBQTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 | |
| 11 | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | | |

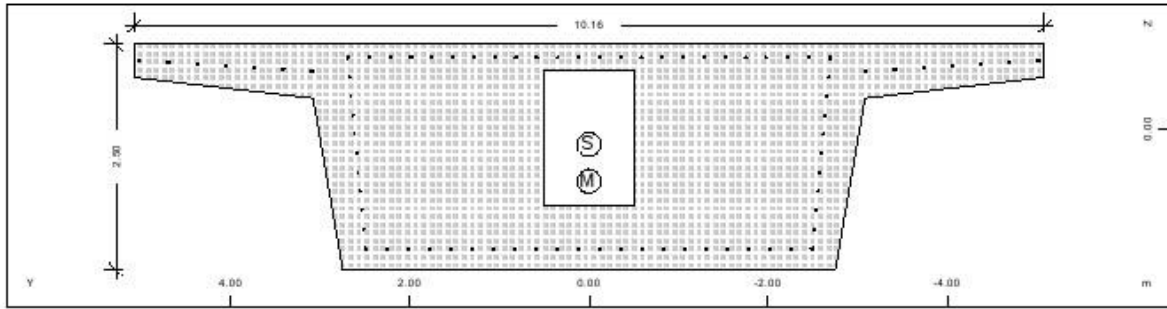
Cross section No. 134 - KIBQTIO-APXH

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 134 | = | KIBQTIO-APXH | | | | | | |
| 1 | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 | |
| 11 | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | | |

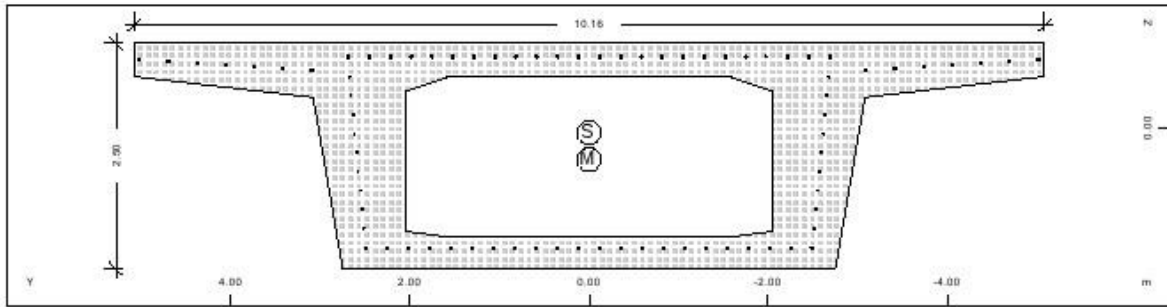
Cross section No. 301 - KIBQTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 301 | = | KIBQTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 | |
| 11 | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | | |

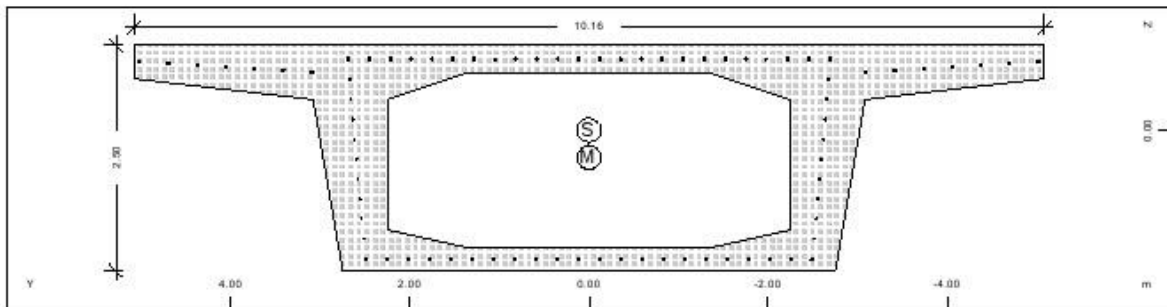
Cross section No. 302 - KIBQTIO-TEAOE

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 302 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 |
| 11 | | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | |

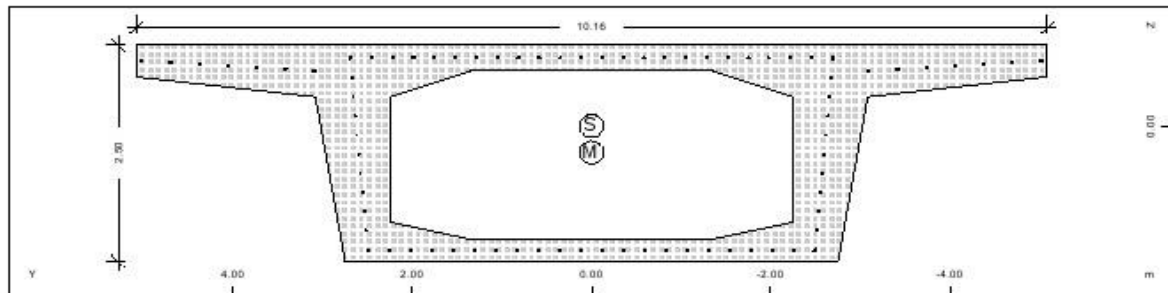
Cross section No. 303 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 303 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| 11 | | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

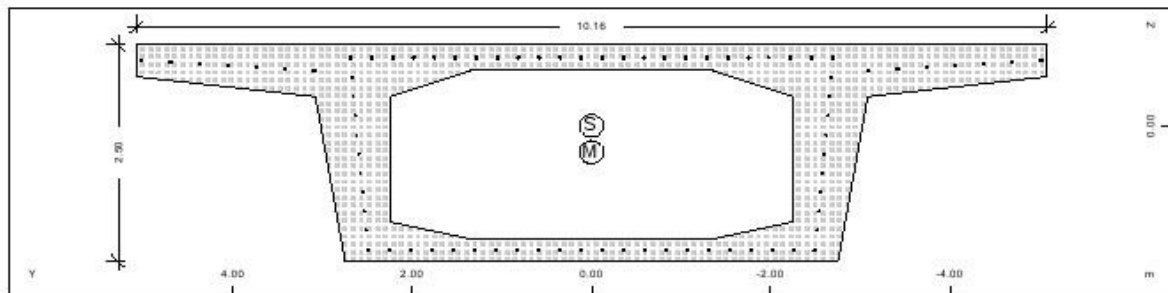
Cross section No. 304 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 304 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

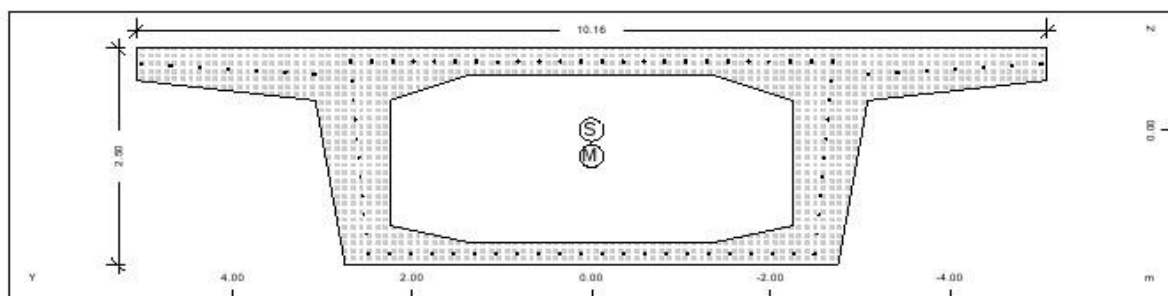
Cross section No. 305 - KIBOTIO-TEAOE

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 305 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 | |
| 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | | |

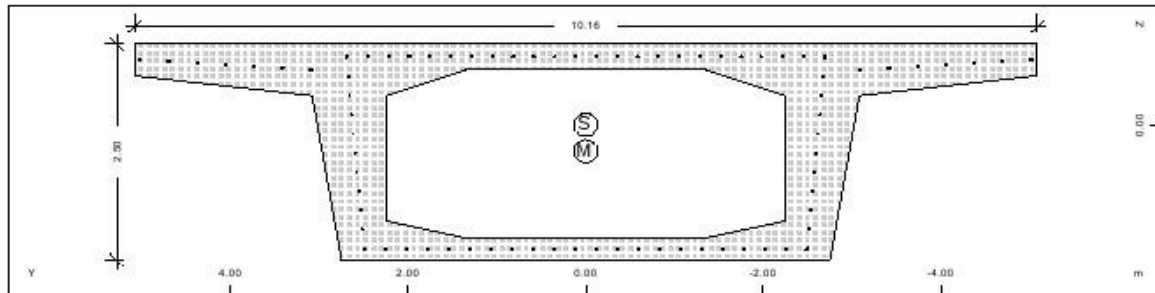
Cross section No. 306 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 306 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 | |
| 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | | |

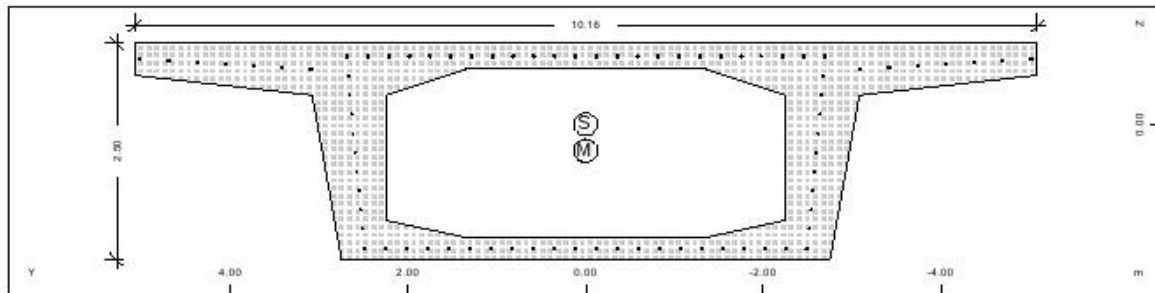
Cross section No. 307 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------|--------|---------|-----|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 307 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 | |
| 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | | |

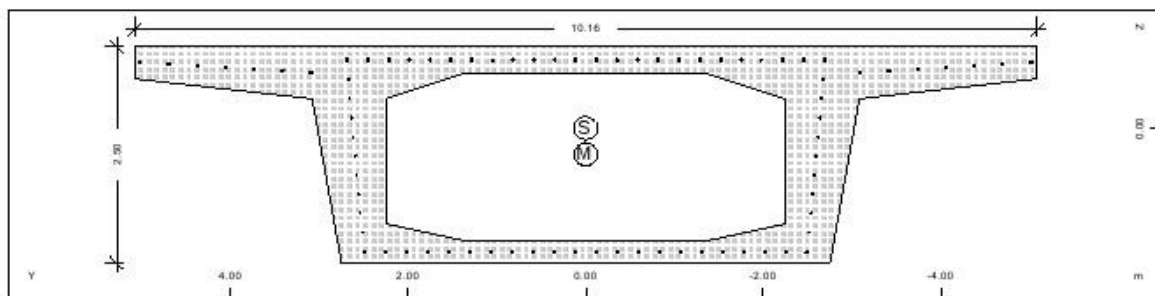
Cross section No. 308 - KIBOTIO-TEAOE

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 308 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

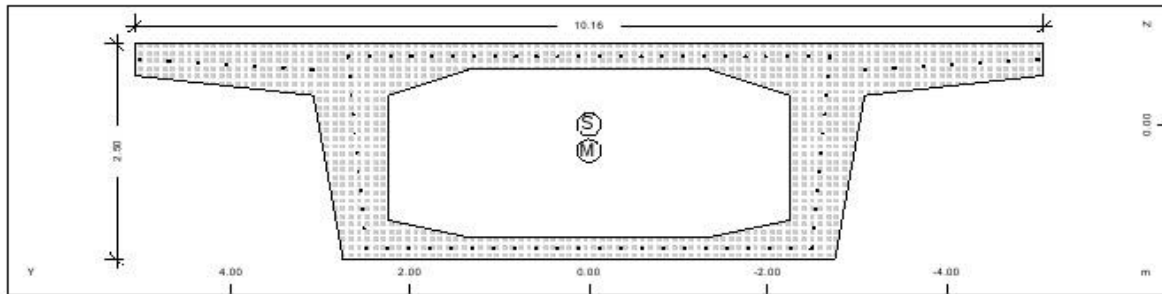
Cross section No. 309 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 309 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

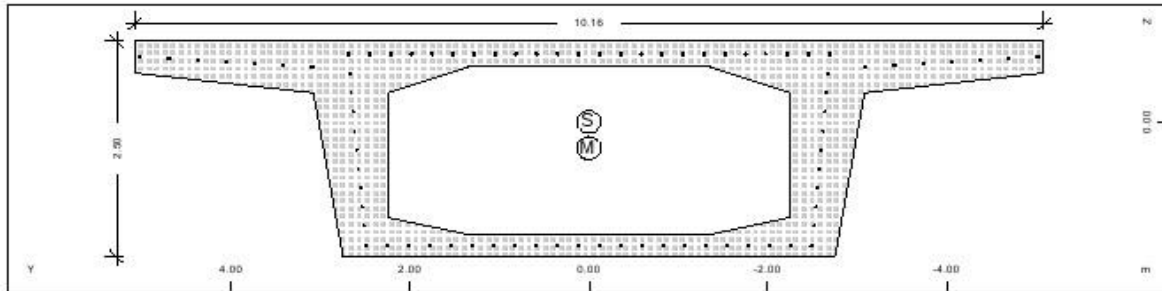
Cross section No. 310 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] | |
| 310 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

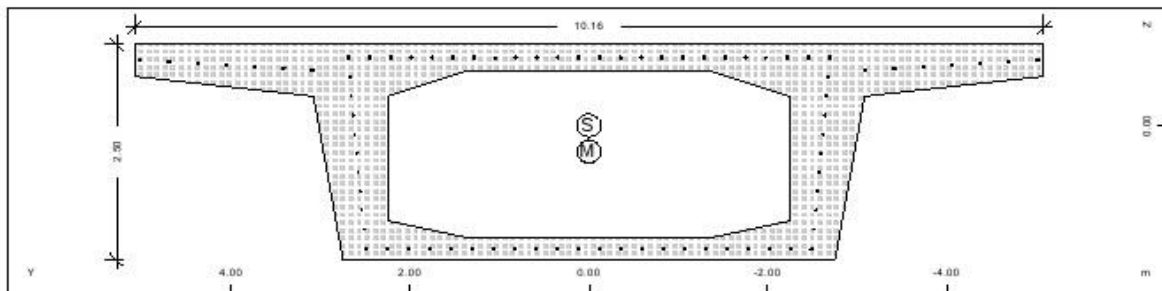
Cross section No. 311 - KIBOTIO-TEAOE

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 311 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

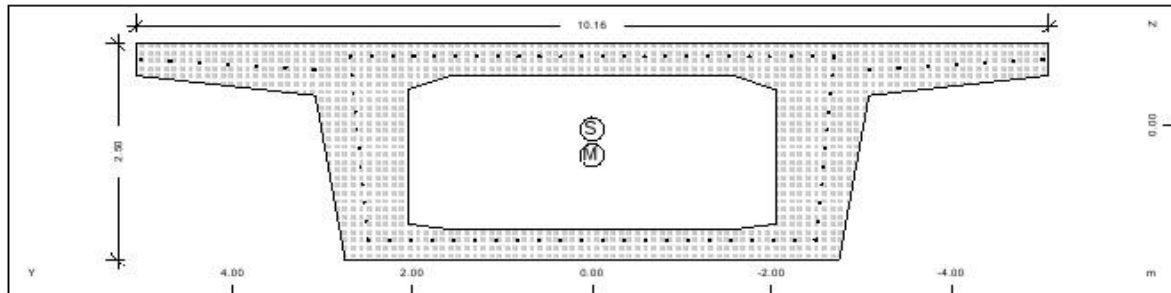
Cross section No. 312 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 312 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

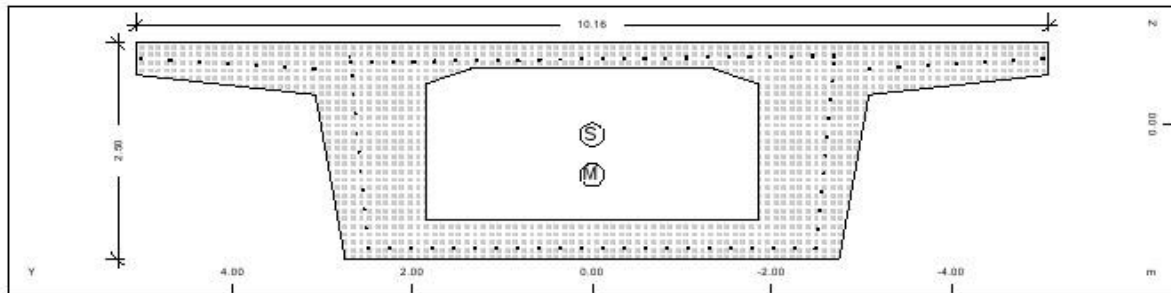
Cross section No. 313 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 313 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

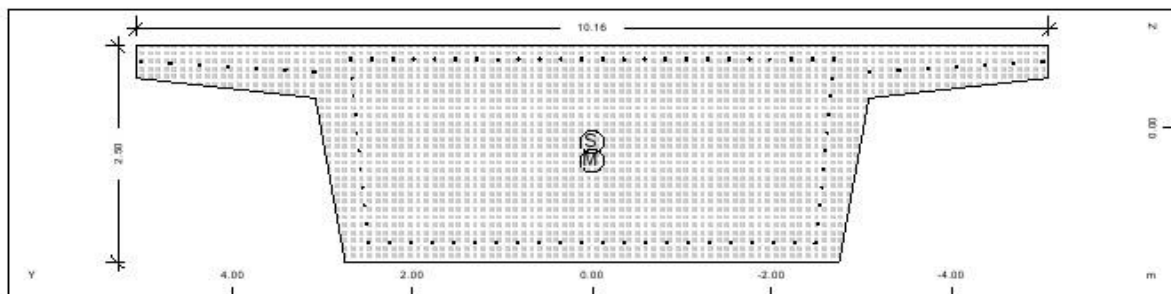
Cross section No. 314 - KIBOTIO-TEAOE

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 314 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| | 11 | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

Cross section No. 315 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

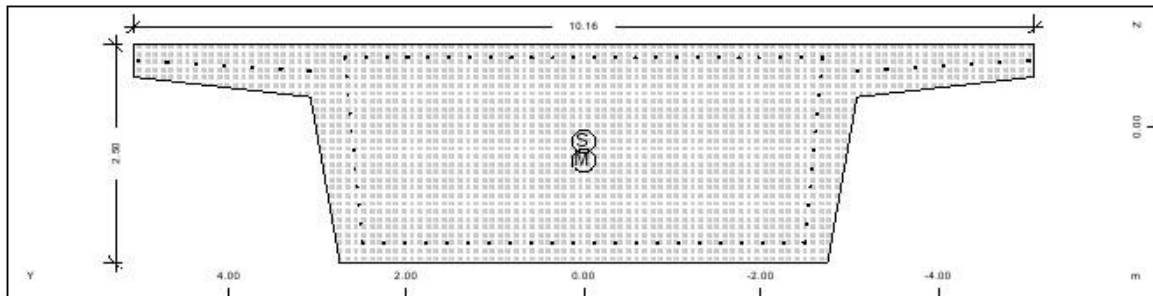
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 315 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 1.0323E+01 | | 7.671E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 258.08 |
| | 11 | 1.685E+01 | | 6.771E+01 | 0.114 | 0.580 | 13078 | |

Cross section No. 316 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 316 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 1.6713E+01 | | 9.325E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 417.82 |
| | 11 | 2.296E+01 | | 7.485E+01 | 0.160 | 0.380 | 13078 | |

Cross section No. 317 - KIBOTIO-TEAOE

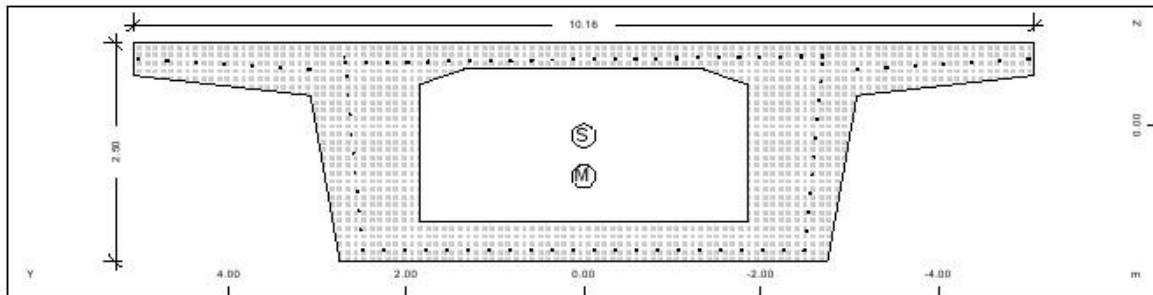
MATERIALS - SECTIONS



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gam [kN/m] |
|-----|-----|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 317 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 1.6713E+01 | | 9.325E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 417.82 |
| | 11 | 2.296E+01 | | 7.485E+01 | 0.160 | 0.380 | 13078 | |

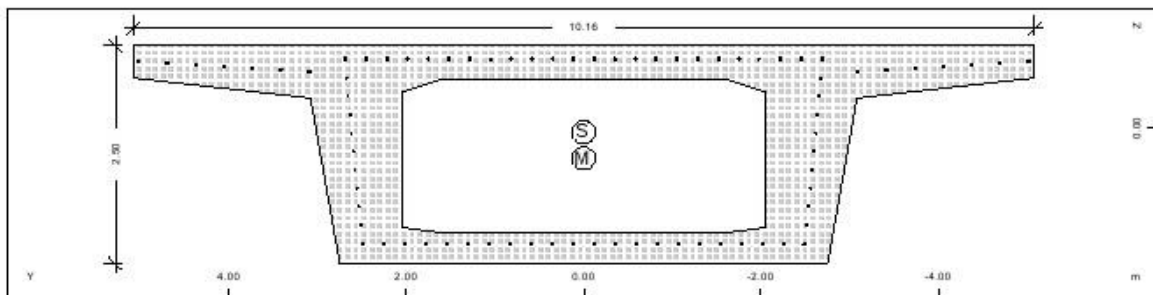
Cross section No. 318 - KIBOTIO-TEAOE



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gam [kN/m] |
|-----|-----|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 318 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 1.0323E+01 | | 7.671E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 258.08 |
| | 11 | 1.685E+01 | | 6.771E+01 | 0.114 | 0.580 | 13078 | |

Cross section No. 319 - KIBOTIO-TEAOE

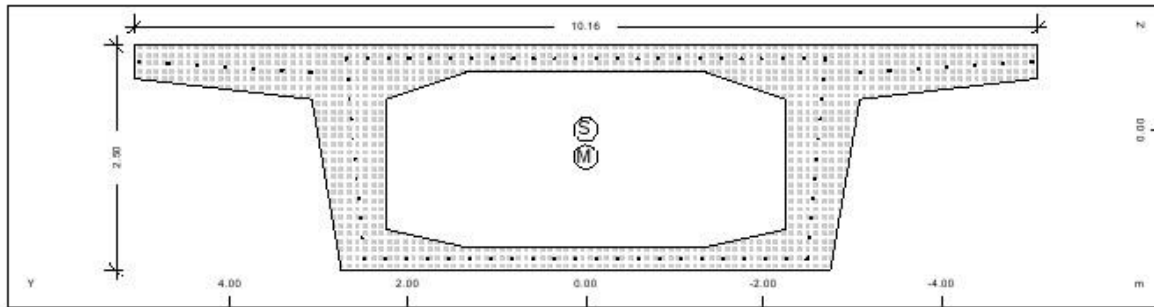


Static properties of cross section

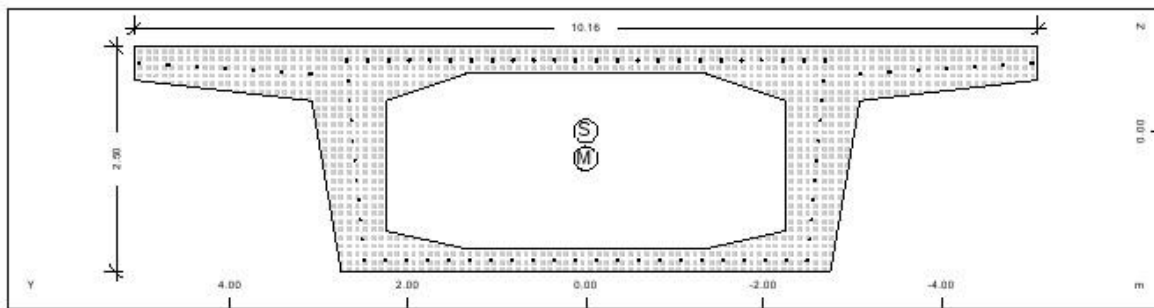
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz [m ²] | Iy/Iz/Iyz [m ⁴] | ys/zs [m] | y/z-sc [m] | modules [MPa] | gam [kN/m] |
|-----|-----|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|------------|
| 319 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| | 11 | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

Cross section No. 320 - KIBOTIO-TEAOE

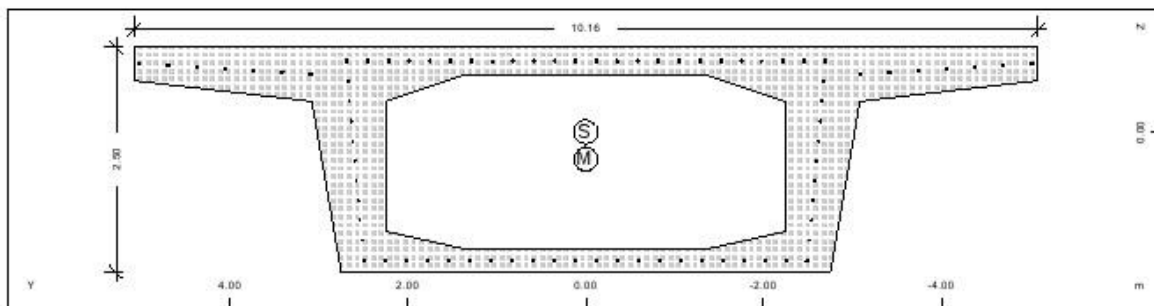
SO FISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 320 | = | KIBQTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 321 - KIBQTIO-TEAOE

Static properties of cross section

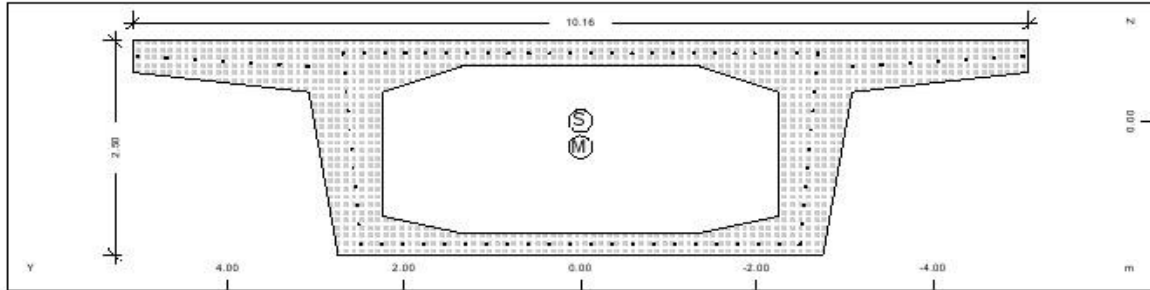
| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 321 | = | KIBQTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 322 - KIBQTIO-TEAOE

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | A _y /A _z /A _{yz} | I _y /I _z /I _{yz} | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|---|---|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 322 | = | KIBQTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 323 - KIBQTIO-TEAOE

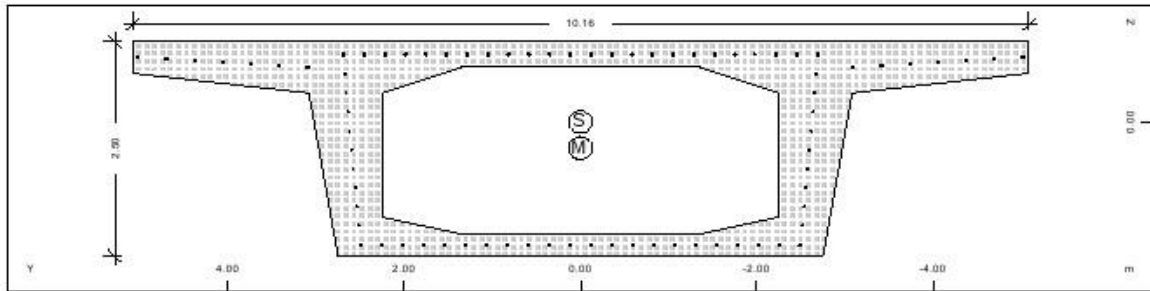
MATERIALS - SECTIONS



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 323 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

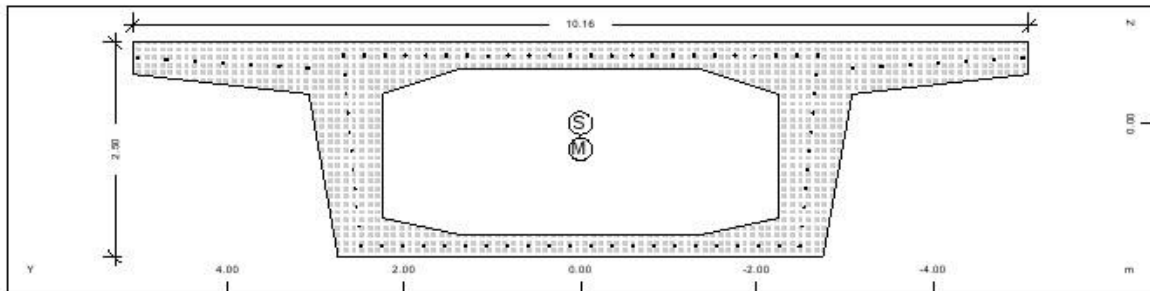
Cross section No. 324 - KIBOTIO-TEAOE



Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 324 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 325 - KIBOTIO-TEAOE

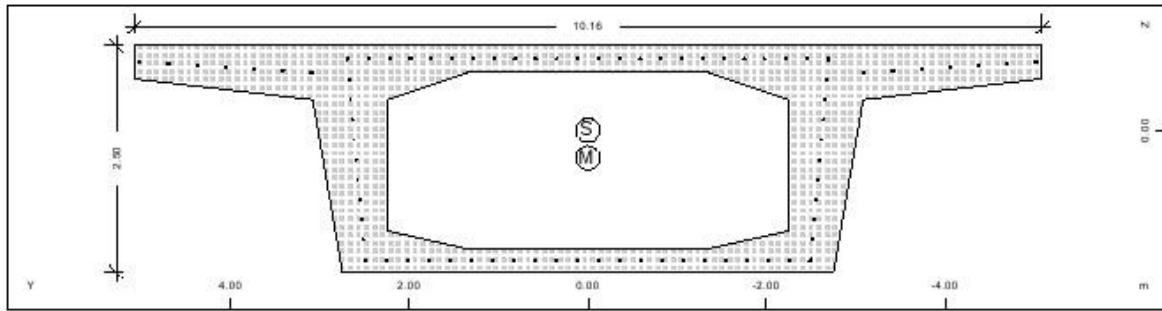


Static properties of cross section

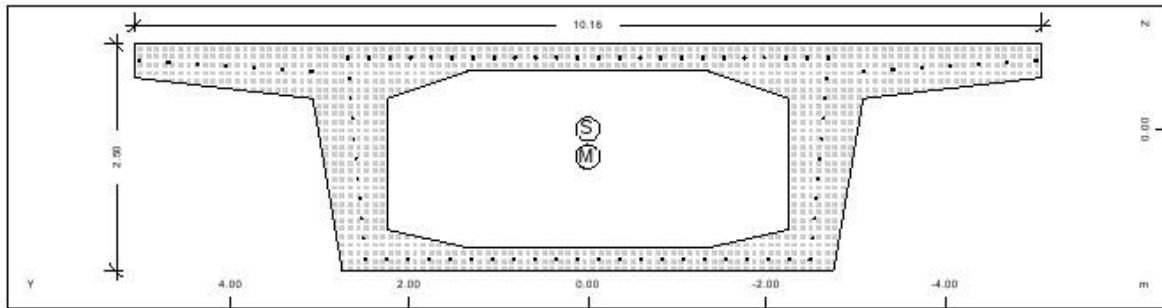
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 325 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| 1 | | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| 11 | | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 326 - KIBOTIO-TEAOE

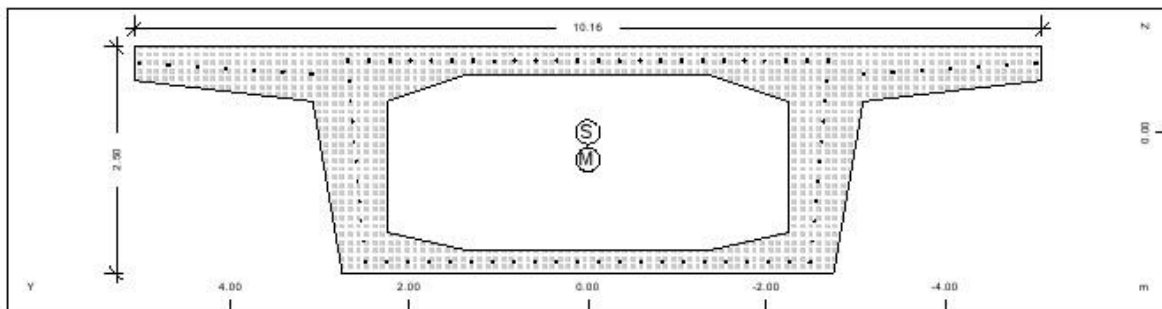
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 326 | = | KIBOTIO-TEAOS | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

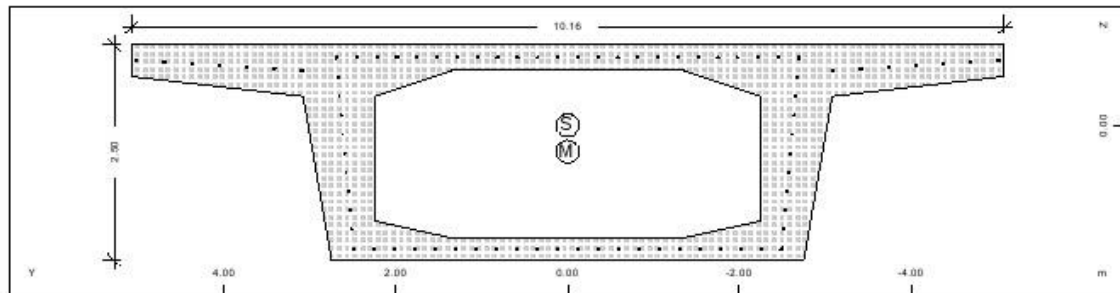
Cross section No. 327 - KIBOTIO-TEAOS

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 327 | = | KIBOTIO-TEAOS | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 328 - KIBOTIO-TEAOS

Static properties of cross section

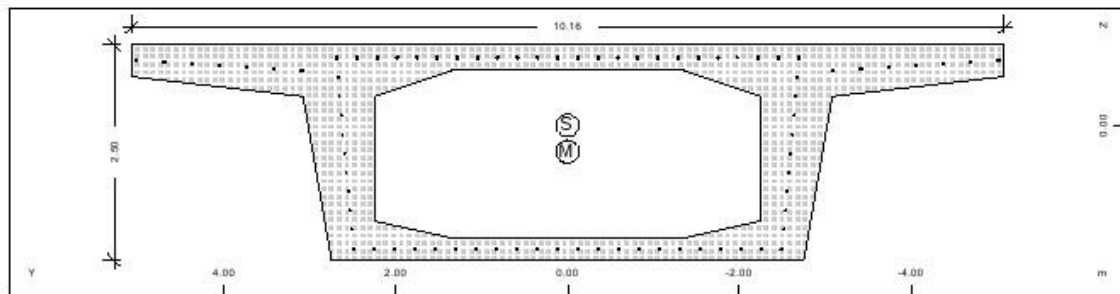
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gan |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| | NoR | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 328 | = | KIBOTIO-TEAOS | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 329 - KIBOTIO-TEAOS

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

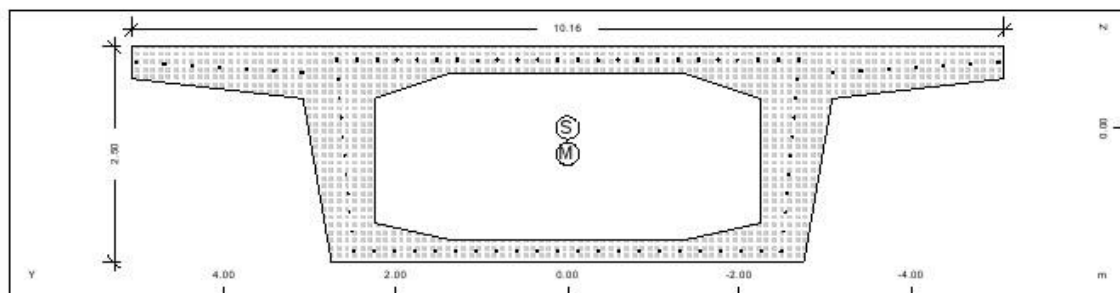
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 329 | = | KIBOTIO-TEAOS | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 330 - KIBOTIO-TEAOS


Static properties of cross section

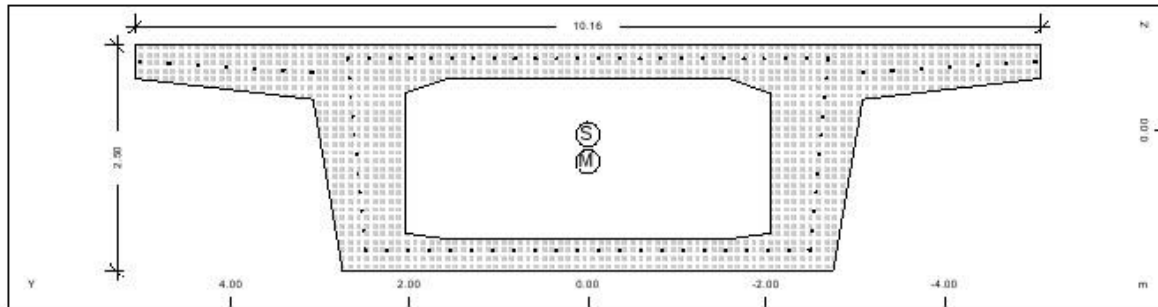
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 330 | = | KIBOTIO-TEAOS | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

Cross section No. 331 - KIBOTIO-TEAOS

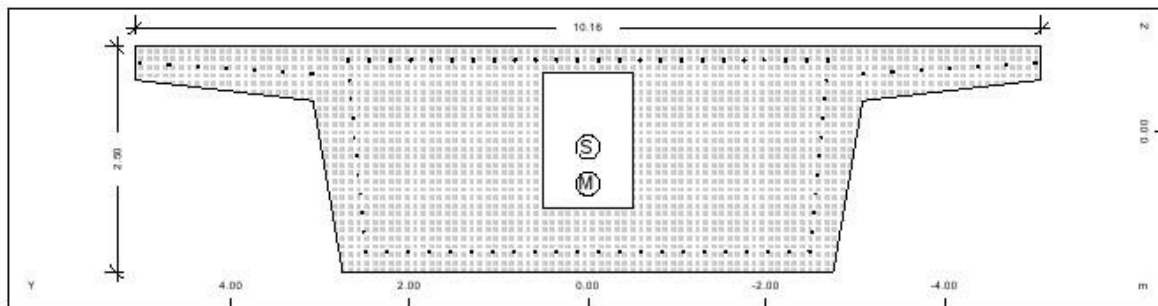

Static properties of cross section

| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|----------------------|-------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|
| NoR | | It [m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 331 | = | KIBOTIO-TEAOS | | | | | | |
| | 1 | 8.3880E+00 | | 6.404E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 209.70 |
| | 11 | 1.456E+01 | | 6.178E+01 | -0.012 | 0.294 | 13078 | |

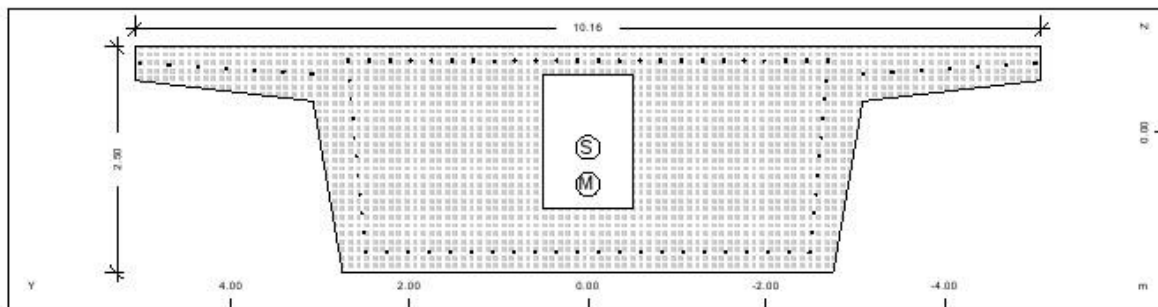
Cross section No. 332 - KIBOTIO-TEAOS

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

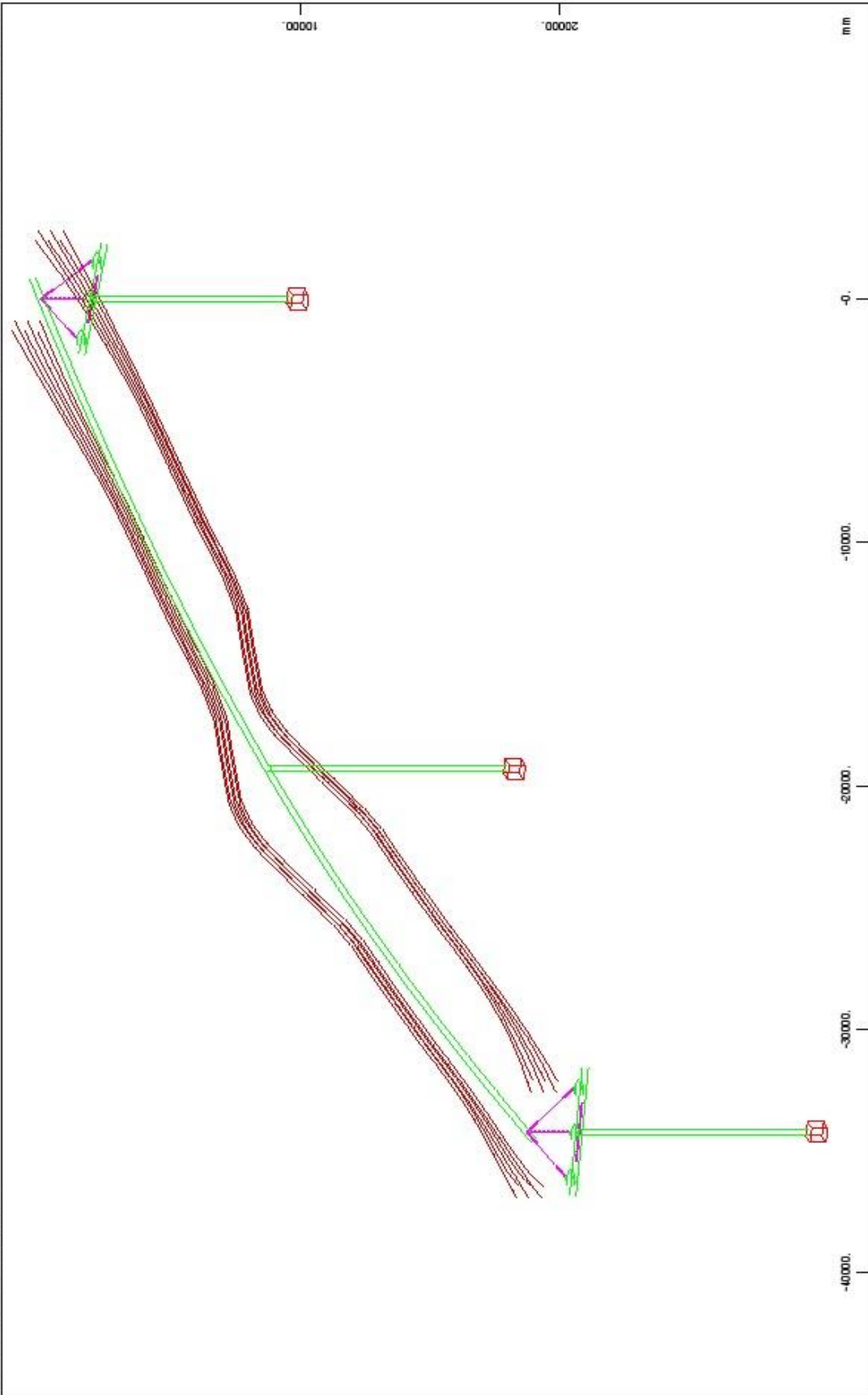
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 332 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 9.5505E+00 | | 7.180E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 238.76 |
| | 11 | 1.663E+01 | | 6.503E+01 | 0.041 | 0.344 | 13078 | |

Cross section No. 333 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

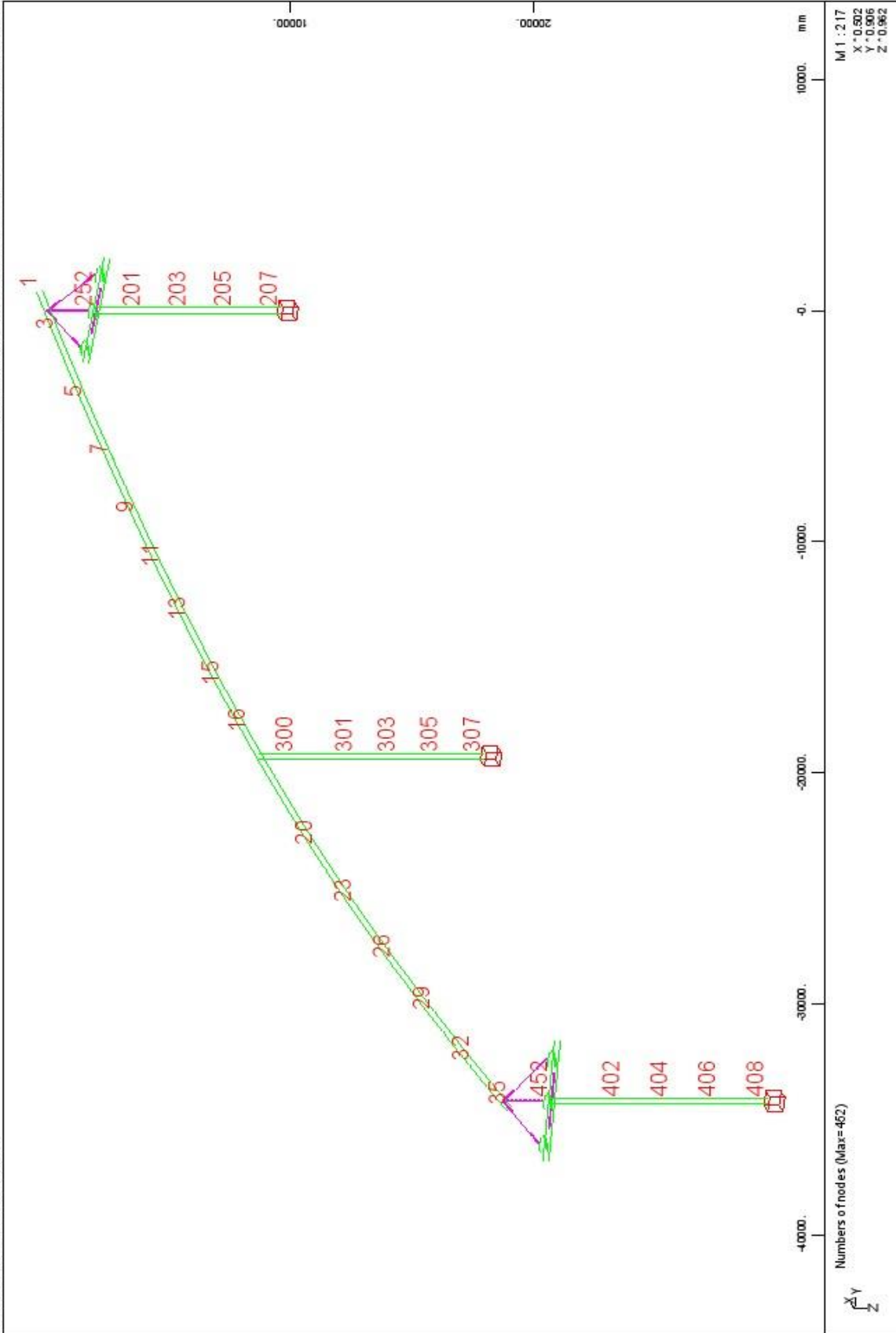
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 333 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 |
| | 11 | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | |

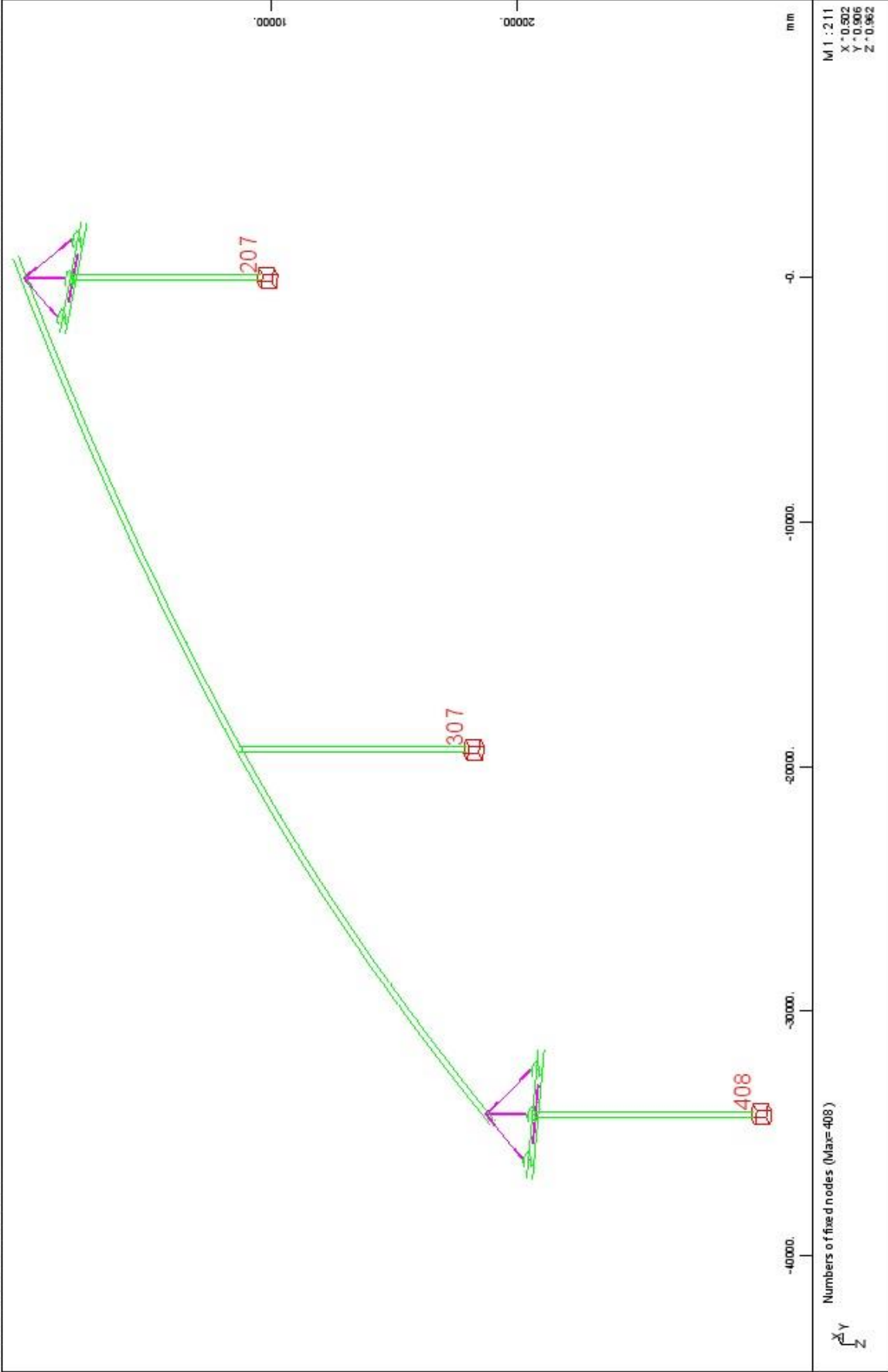
Cross section No. 334 - KIBOTIO-TEAOE

Static properties of cross section

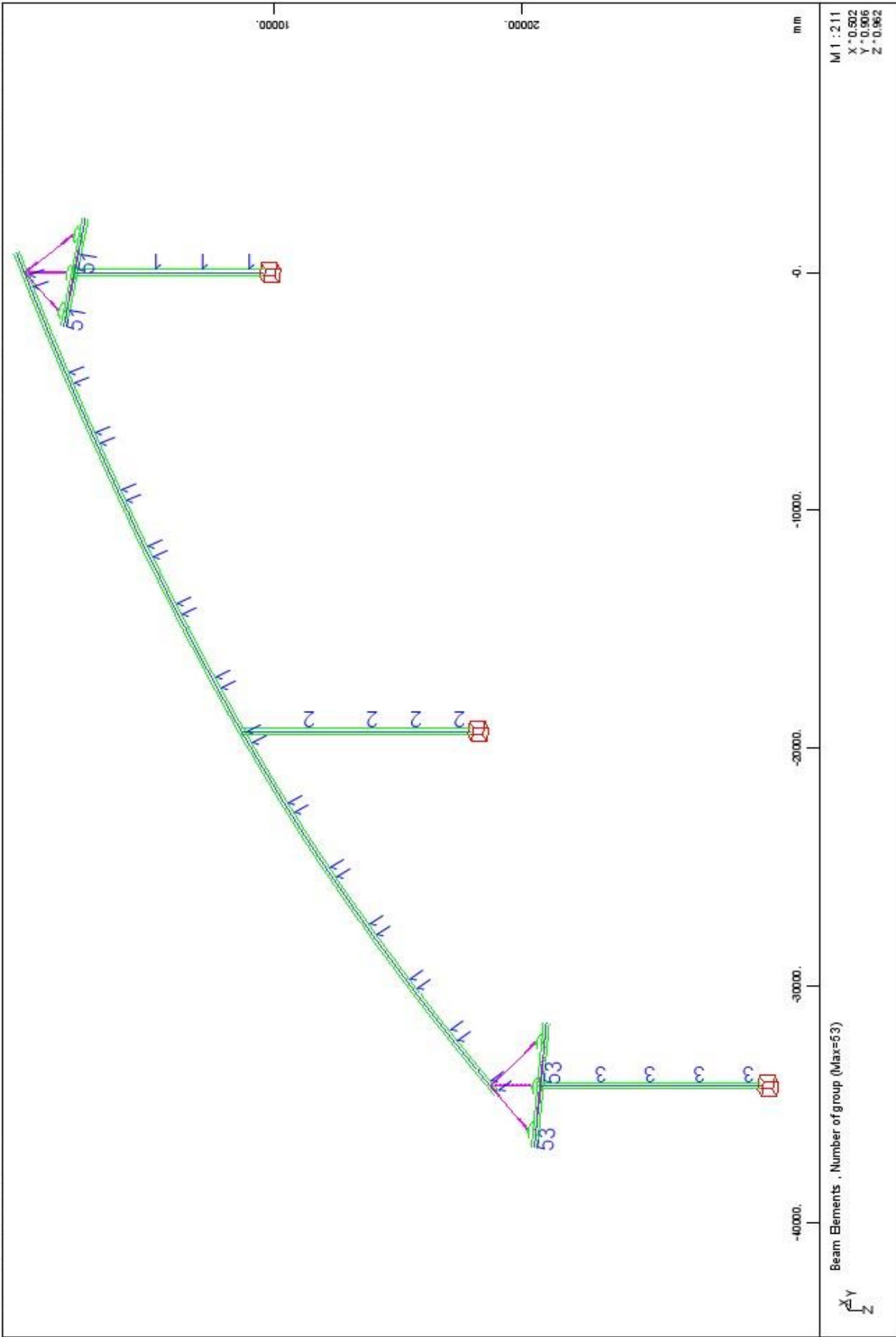
| No. | Mat | A[m ²] | Ay/Az/Ayz | Iy/Iz/Iyz | ys/zs | y/z-sc | modules | gam |
|-----|-----|---------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|---------|--------|
| NoR | | It[m ⁴] | [m ²] | [m ⁴] | [m] | [m] | [MPa] | [kN/m] |
| 334 | = | KIBOTIO-TEAOE | | | | | | |
| | 1 | 1.5213E+01 | | 9.038E+00 | 0.000 | 0.000 | 31387 | 380.33 |
| | 11 | 2.043E+01 | | 7.473E+01 | 0.166 | 0.573 | 13078 | |

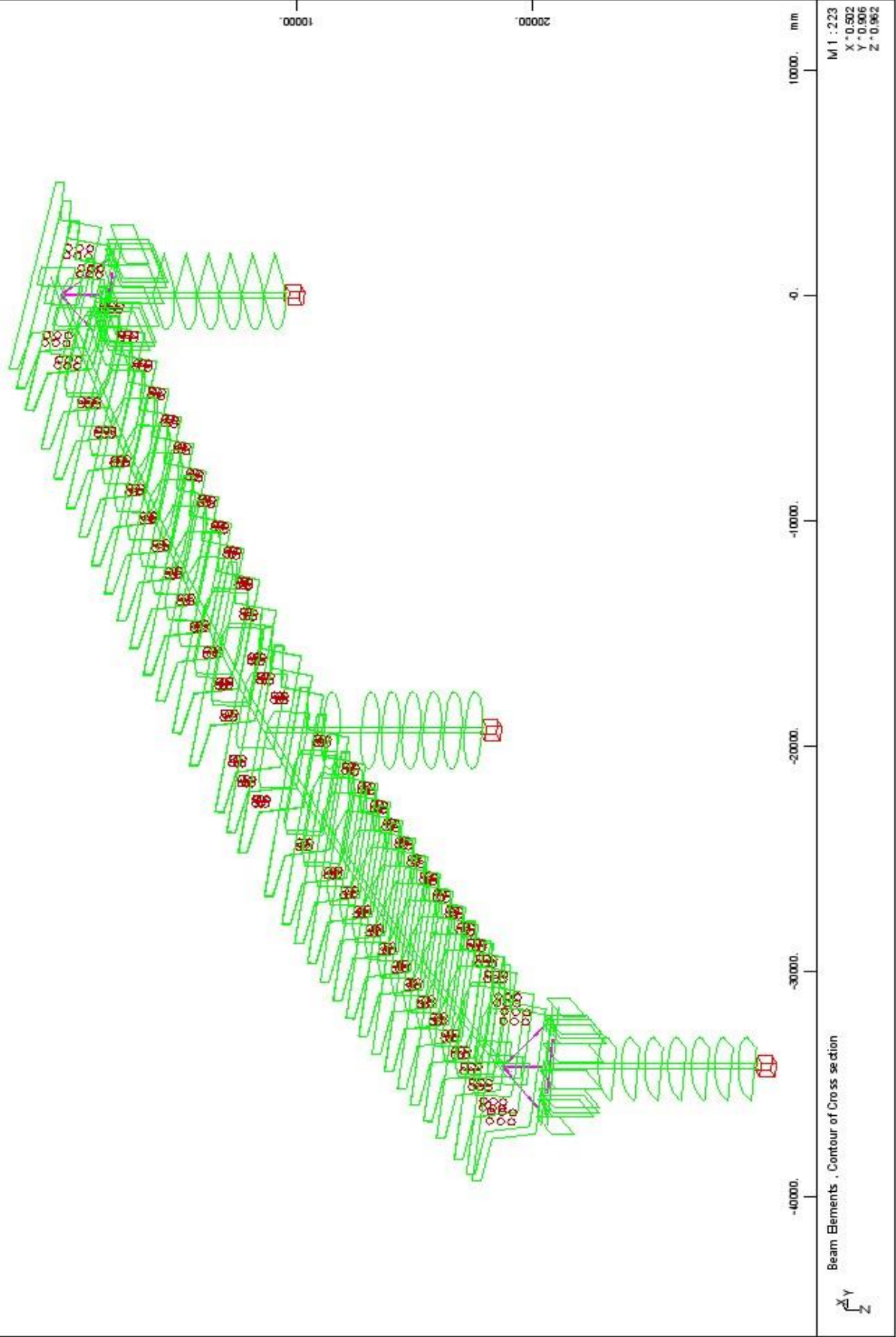


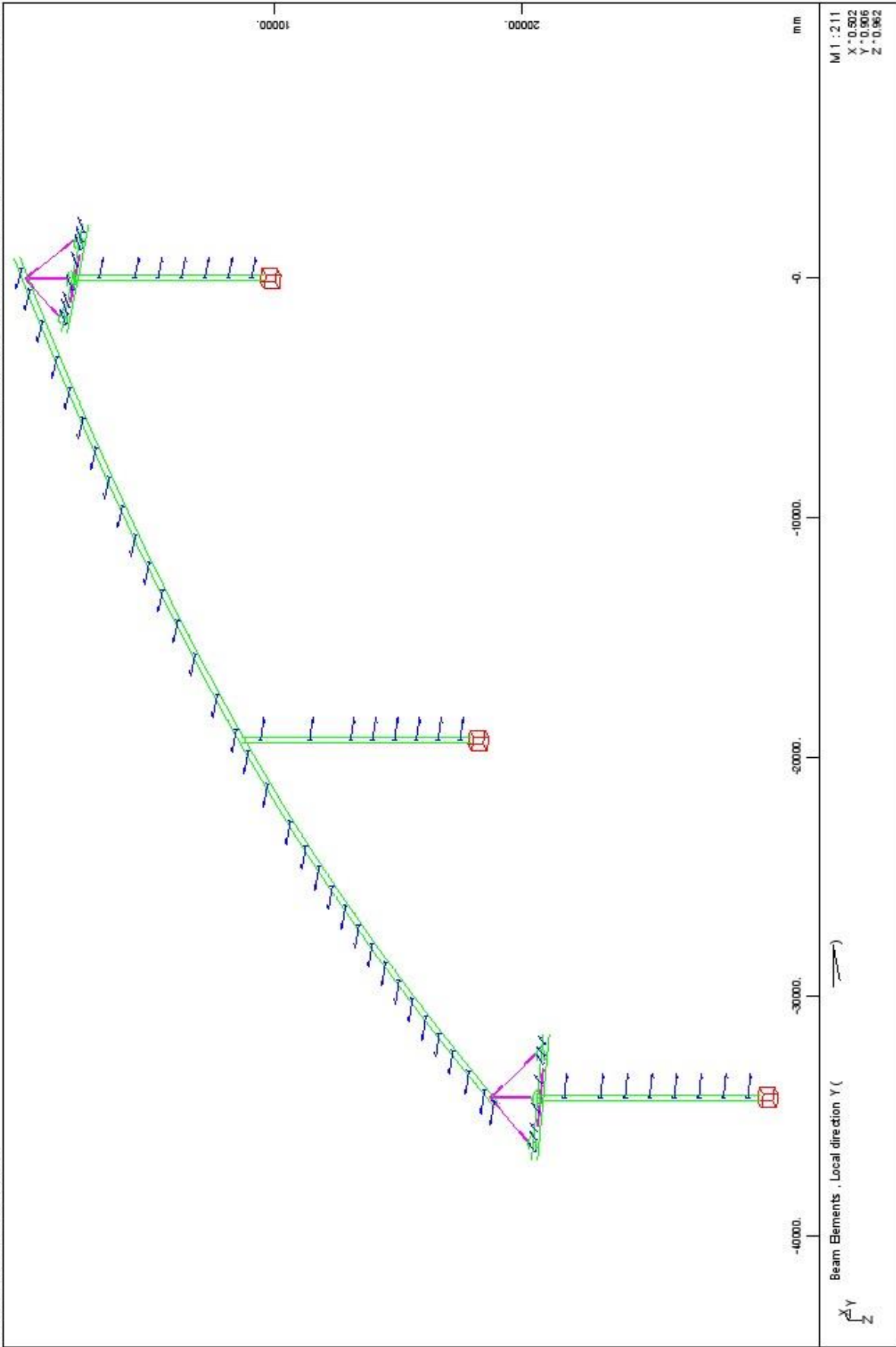
Structure
X
Y
Z
M1 : 216
X : 0.502
Y : 0.006
Z : 0.062

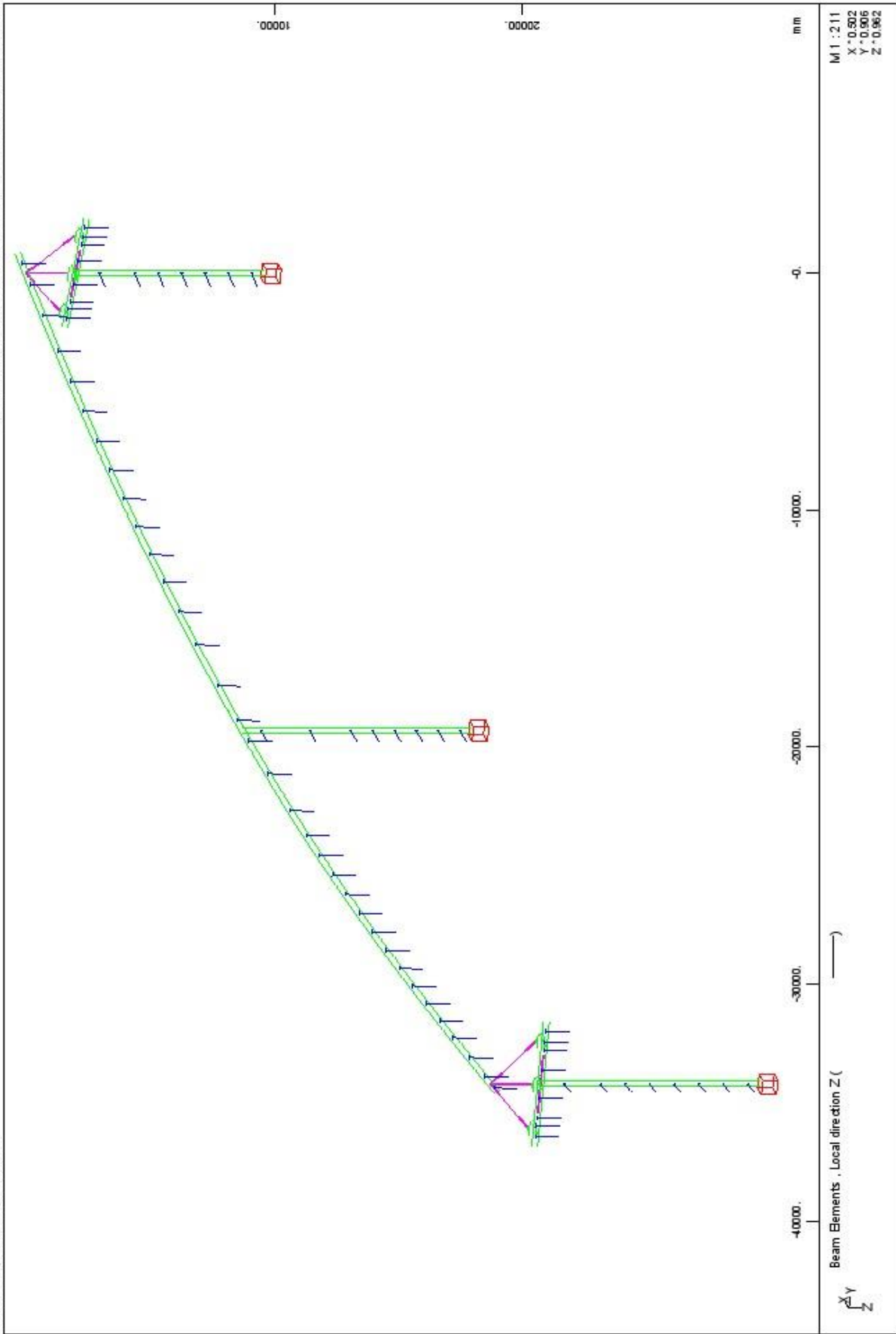


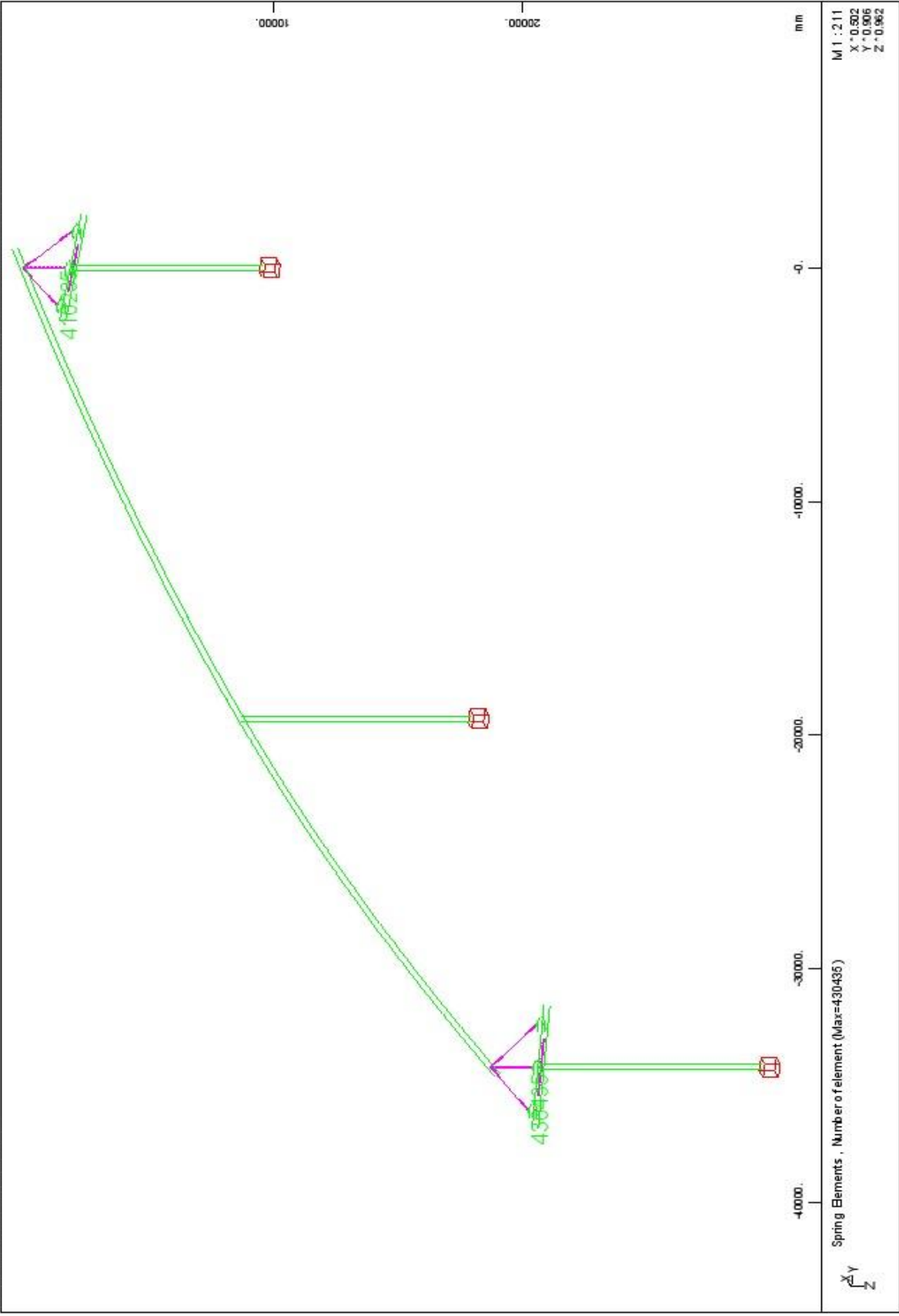


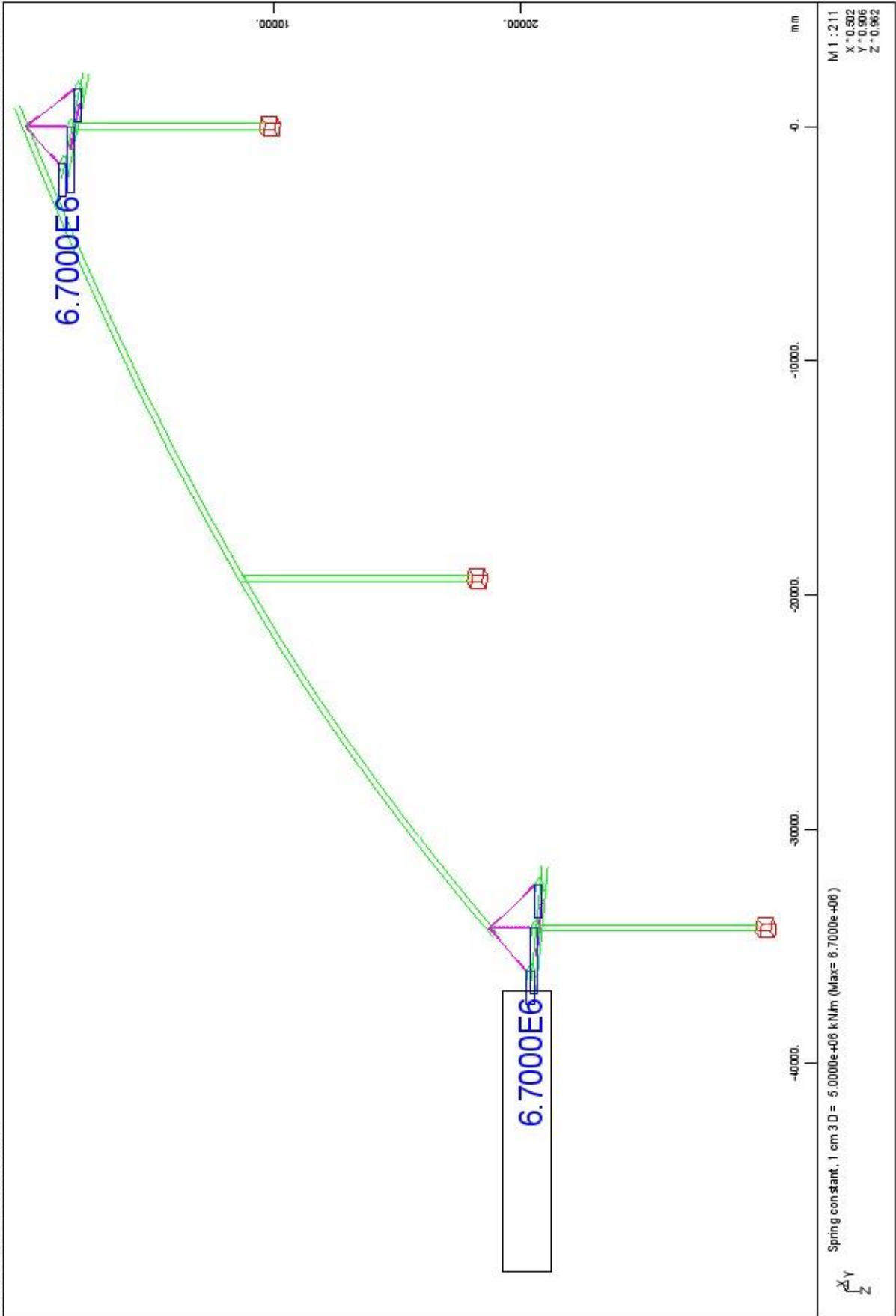




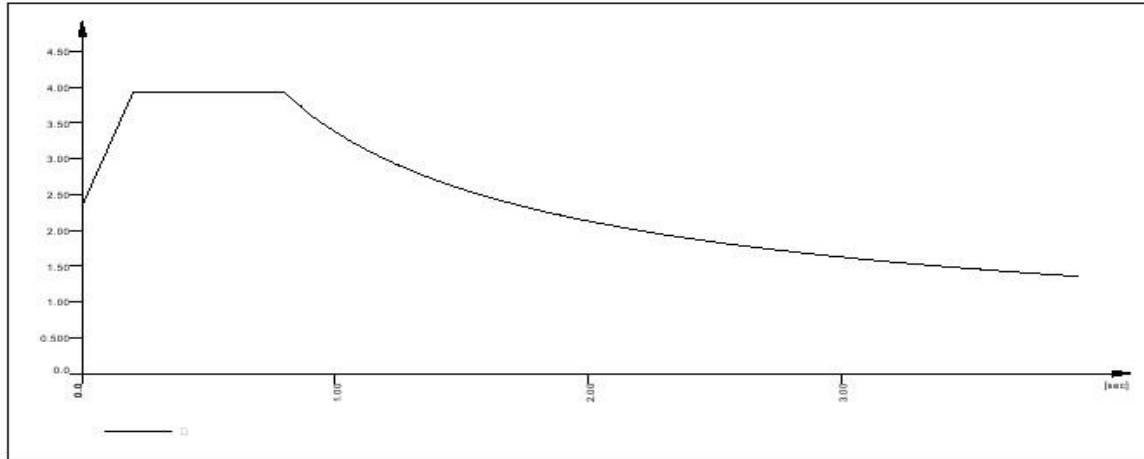








**STRUCTURE 3
 DESIGN SPECTRA**



Load Case 3999

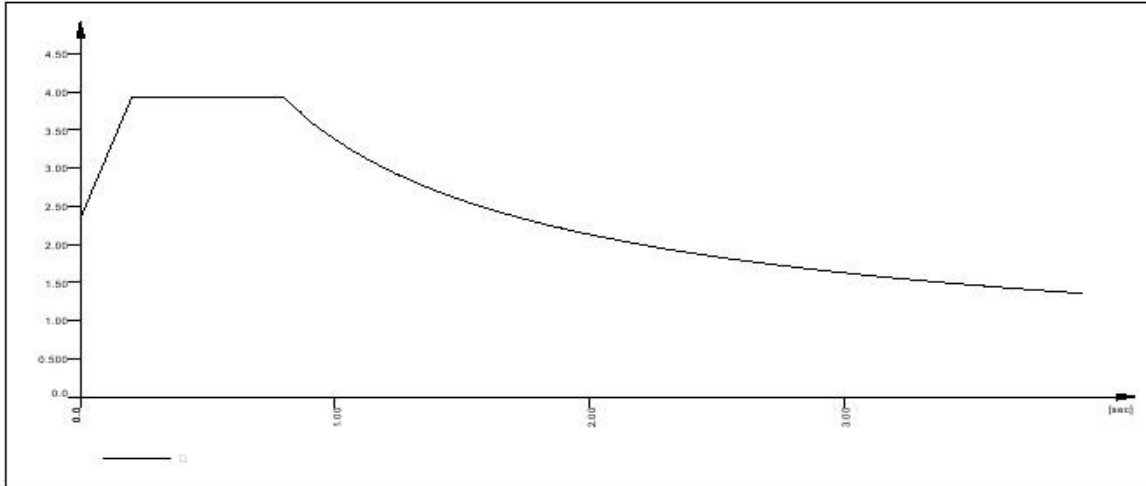
Factor forces and moments 1.000
 Factor dead weight DL-XX 0.000
 Factor dead weight DL-YY 0.000
 Factor dead weight DL-ZZ 0.000

Response spectra DESIGN SPECTRUM-Z

| D[-] | SA[-] | SB[-] | MIN[-] | TB[sec] | TC[sec] | TD[sec] | TE[sec] | K1[-] | K2[-] | A[m/sec²] |
|------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|-------|-----------|
| auto | | | | | | | | | | |
| | time | Factor | time | Factor | time | Factor | time | Factor | time | Factor |
| | [sec] | [-] | [sec] | [-] | [sec] | [-] | [sec] | [-] | [sec] | [-] |
| | 0.000 | 2.119 | 0.050 | 6.357 | 0.140 | 6.357 | 0.150 | 6.357 | | |
| | 0.227 | 4.823 | 0.304 | 3.969 | 0.381 | 3.415 | 0.458 | 3.020 | | |
| | 0.535 | 2.723 | 0.612 | 2.490 | 0.689 | 2.301 | 0.766 | 2.144 | | |
| | 0.843 | 2.011 | 0.920 | 1.897 | 0.997 | 1.798 | 1.074 | 1.711 | | |
| | 1.151 | 1.634 | 1.228 | 1.565 | 1.305 | 1.503 | 1.382 | 1.446 | | |
| | 1.459 | 1.395 | 1.536 | 1.348 | 1.613 | 1.305 | 1.690 | 1.265 | | |
| | 1.767 | 1.228 | 1.844 | 1.193 | 1.921 | 1.161 | 1.998 | 1.131 | | |
| | 2.075 | 1.103 | 2.152 | 1.077 | 2.229 | 1.052 | 2.306 | 1.028 | | |
| | 2.383 | 1.006 | 2.460 | 0.985 | 2.537 | 0.965 | 2.614 | 0.946 | | |
| | 2.691 | 0.928 | 2.768 | 0.910 | 2.845 | 0.894 | 2.922 | 0.878 | | |
| | 2.999 | 0.863 | 3.076 | 0.848 | 3.153 | 0.835 | 3.230 | 0.821 | | |
| | 3.307 | 0.809 | 3.384 | 0.796 | 3.461 | 0.784 | 3.538 | 0.773 | | |
| | 3.615 | 0.762 | 3.692 | 0.751 | 3.769 | 0.741 | 3.846 | 0.731 | | |
| | 3.923 | 0.721 | | | | | | | | |

SO FISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 3
 DESIGN SPECTRA



Load Case 3998

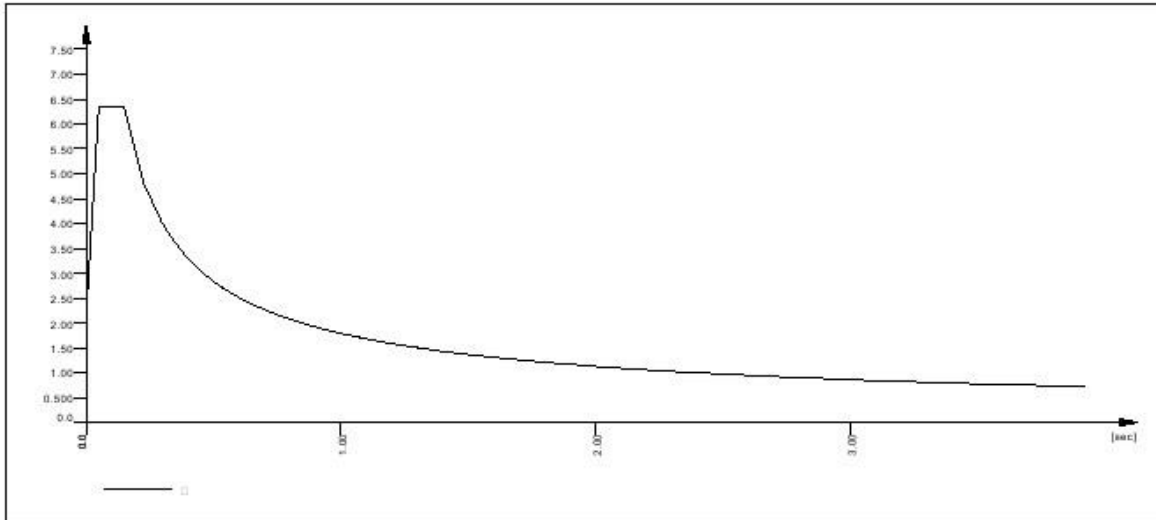
| | | |
|---------------------------|-------|-------|
| Factor forces and moments | | 1.000 |
| Factor dead weight | DL-XX | 0.000 |
| Factor dead weight | DL-YY | 0.000 |
| Factor dead weight | DL-ZZ | 0.000 |

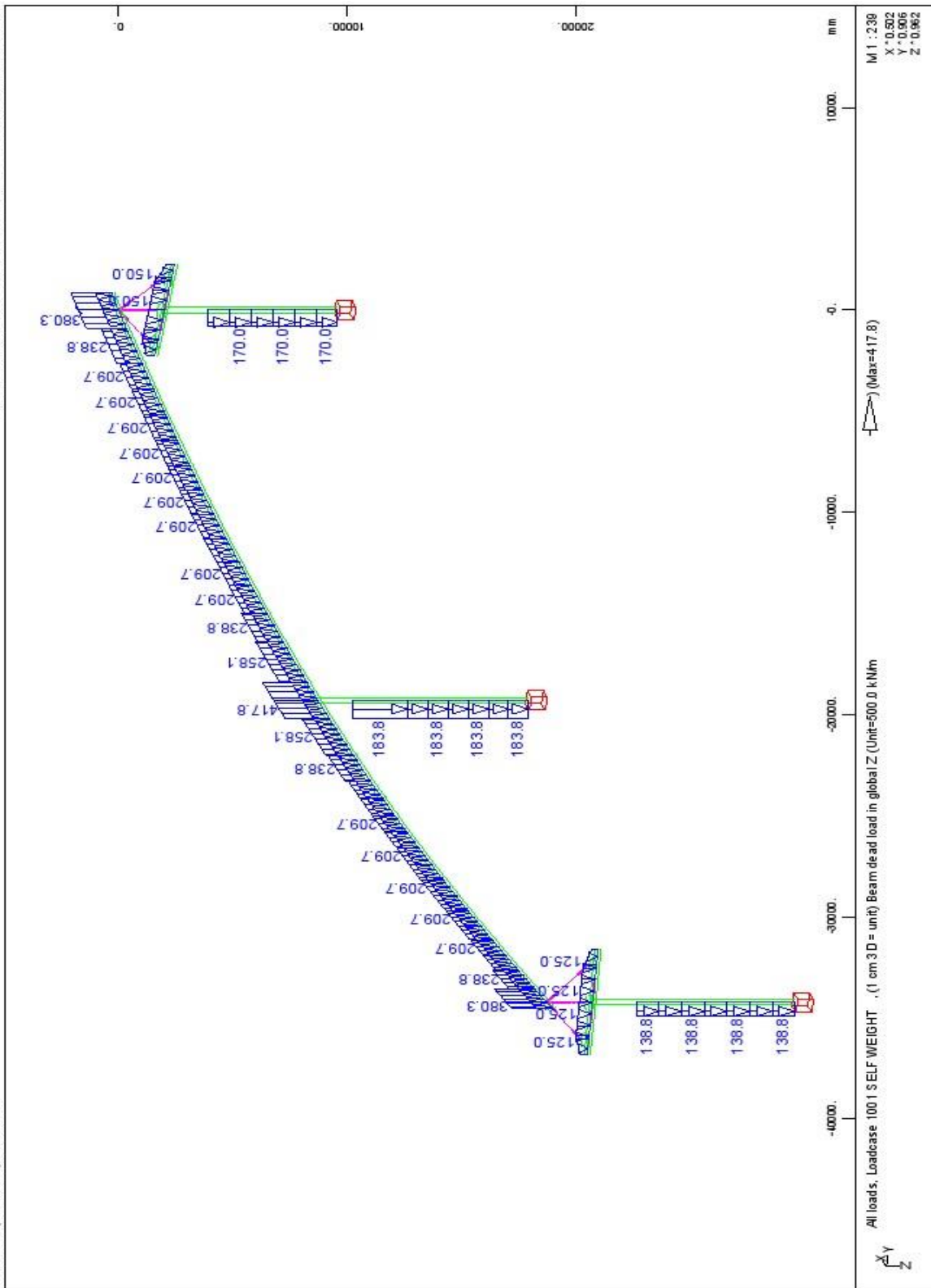
Response spectra DESIGN SPECTRUM-Y

| D[-] | SA[-] | SB[-] | MIN[-] | TB[sec] | TC[sec] | TD[sec] | TE[sec] | K1[-] | K2[-] | A[m/sec2] |
|------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|-------|-----------|
| auto | | | | | | | | | | |
| | time | Factor | time | Factor | time | Factor | time | Factor | time | Factor |
| | [sec] | [-] | [sec] | [-] | [sec] | [-] | [sec] | [-] | [sec] | [-] |
| | 0.000 | 2.354 | 0.200 | 3.924 | 0.790 | 3.924 | 0.800 | 3.924 | | |
| | 0.864 | 3.728 | 0.928 | 3.554 | 0.992 | 3.400 | 1.056 | 3.261 | | |
| | 1.120 | 3.136 | 1.184 | 3.021 | 1.248 | 2.917 | 1.312 | 2.822 | | |
| | 1.376 | 2.733 | 1.440 | 2.652 | 1.504 | 2.576 | 1.568 | 2.505 | | |
| | 1.632 | 2.440 | 1.696 | 2.378 | 1.760 | 2.320 | 1.824 | 2.265 | | |
| | 1.888 | 2.214 | 1.952 | 2.165 | 2.016 | 2.119 | 2.080 | 2.075 | | |
| | 2.144 | 2.034 | 2.208 | 1.994 | 2.272 | 1.957 | 2.336 | 1.921 | | |
| | 2.400 | 1.886 | 2.464 | 1.854 | 2.528 | 1.822 | 2.592 | 1.792 | | |
| | 2.656 | 1.763 | 2.720 | 1.735 | 2.784 | 1.709 | 2.848 | 1.683 | | |
| | 2.912 | 1.658 | 2.976 | 1.634 | 3.040 | 1.611 | 3.104 | 1.589 | | |
| | 3.168 | 1.568 | 3.232 | 1.547 | 3.296 | 1.527 | 3.360 | 1.507 | | |
| | 3.424 | 1.489 | 3.488 | 1.470 | 3.552 | 1.453 | 3.616 | 1.435 | | |
| | 3.680 | 1.419 | 3.744 | 1.402 | 3.808 | 1.387 | 3.872 | 1.371 | | |
| | 3.936 | 1.356 | | | | | | | | |

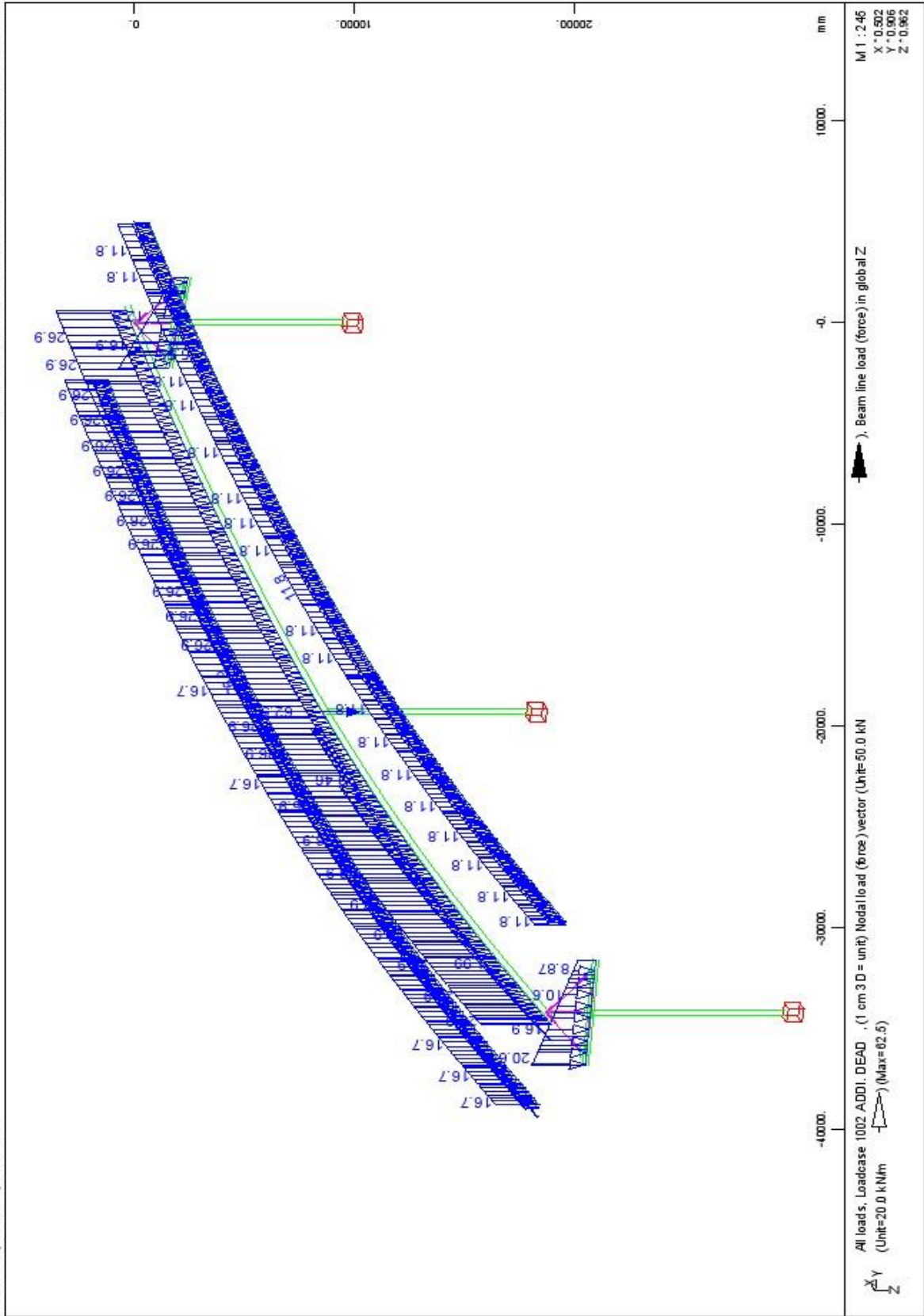
SOFISTIK.AG - www.sofistik.com

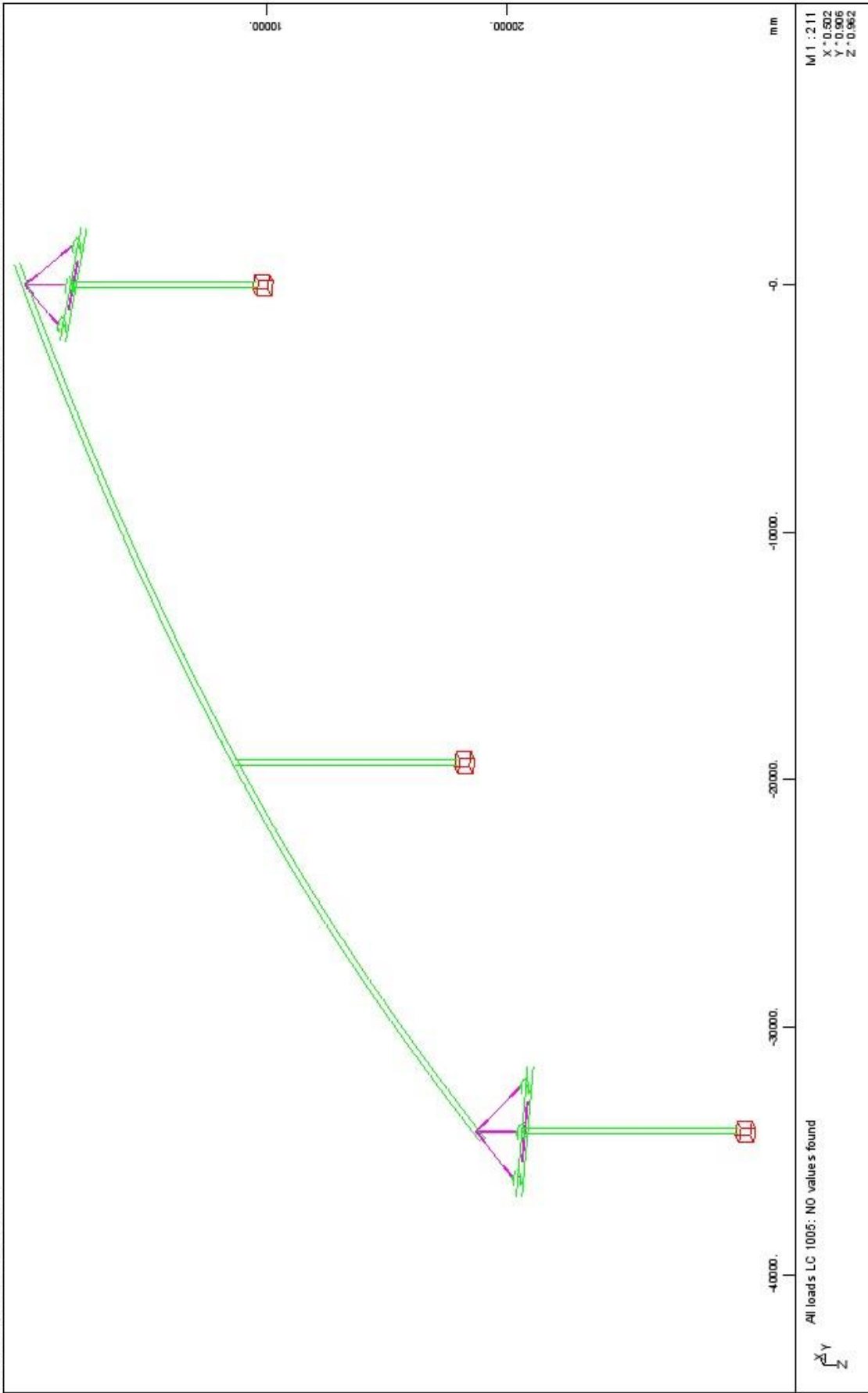
STRUCTURE 3
DESIGN SPECTRA

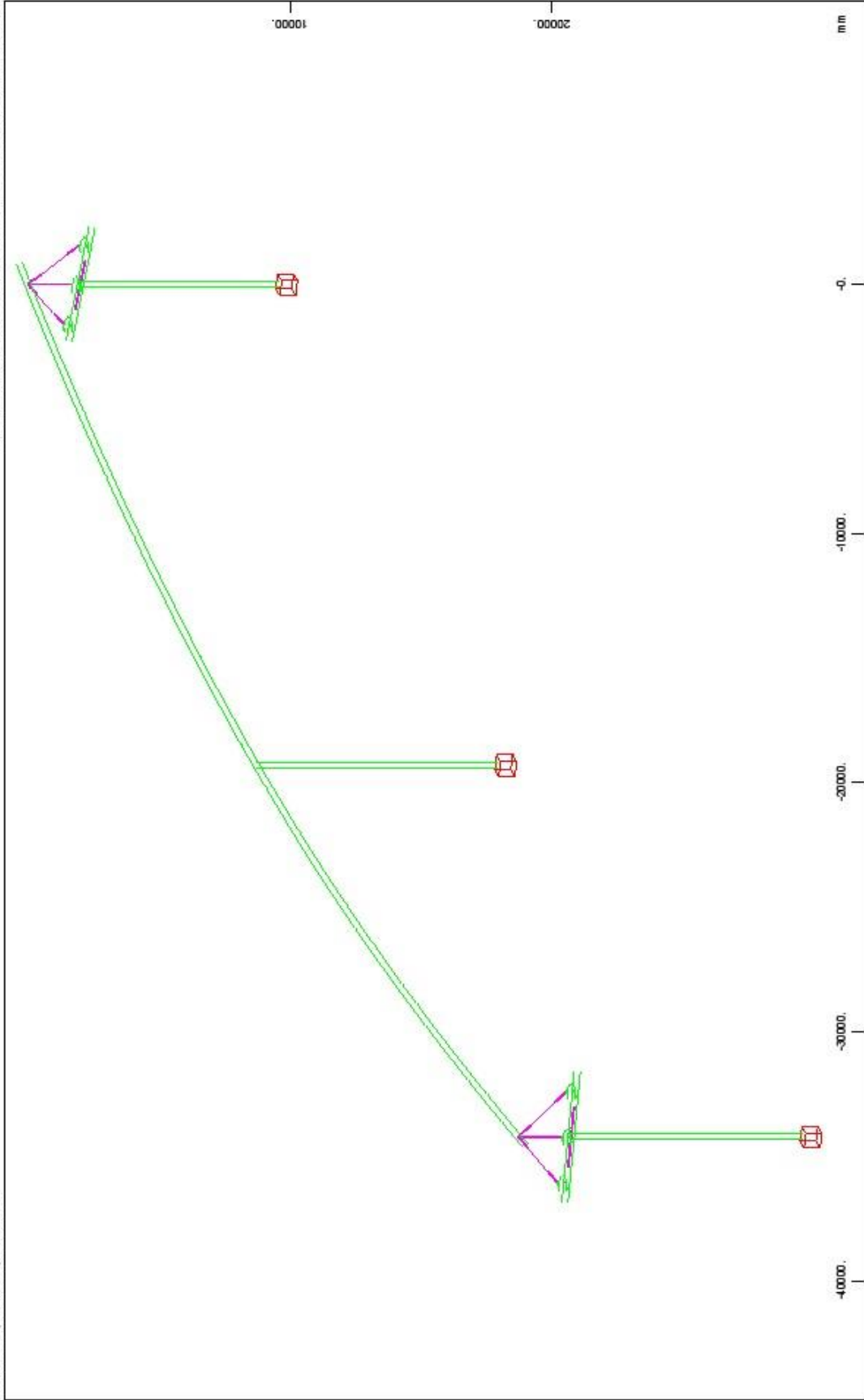




STRUCTURE 3
LOADS



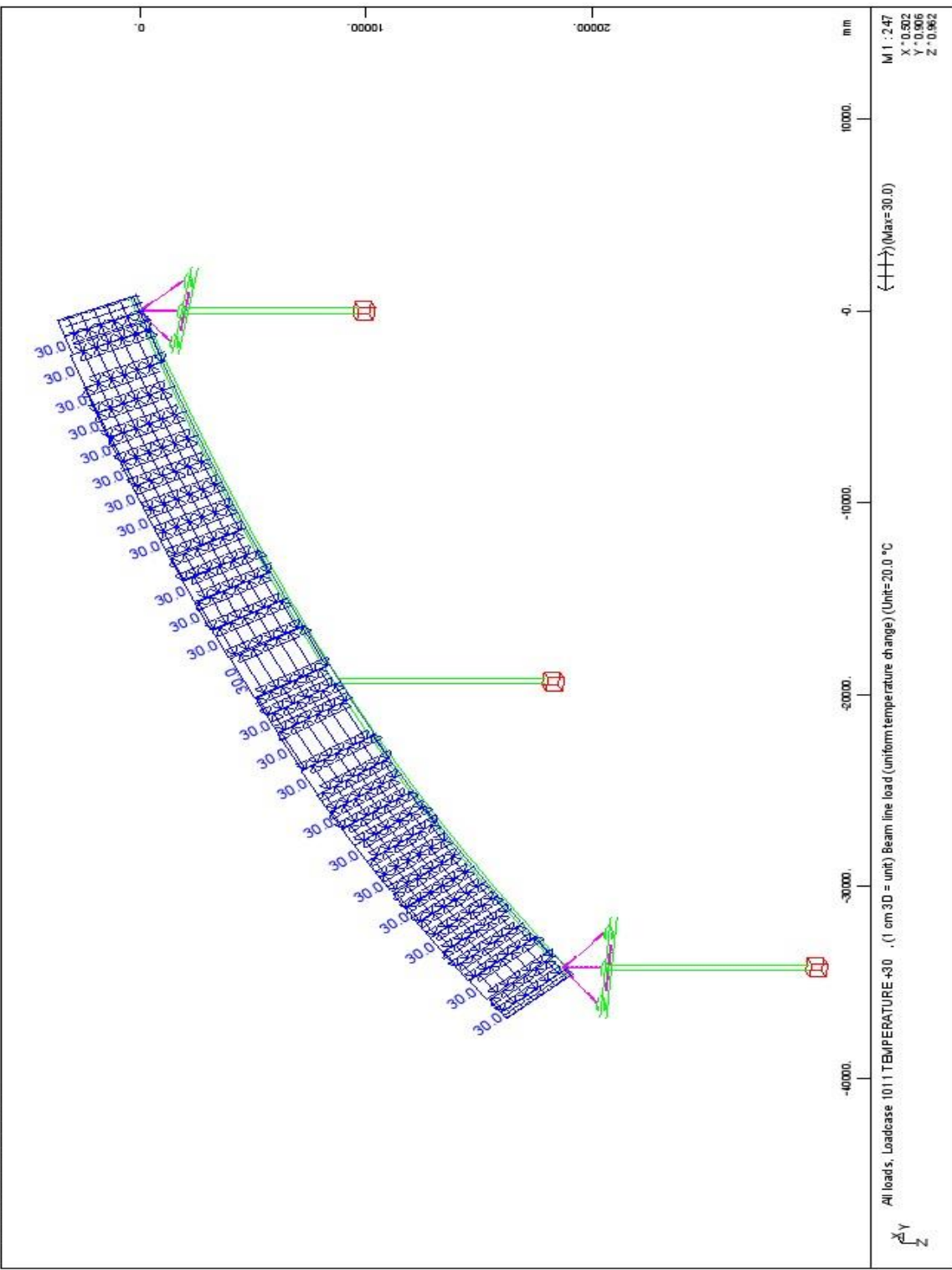


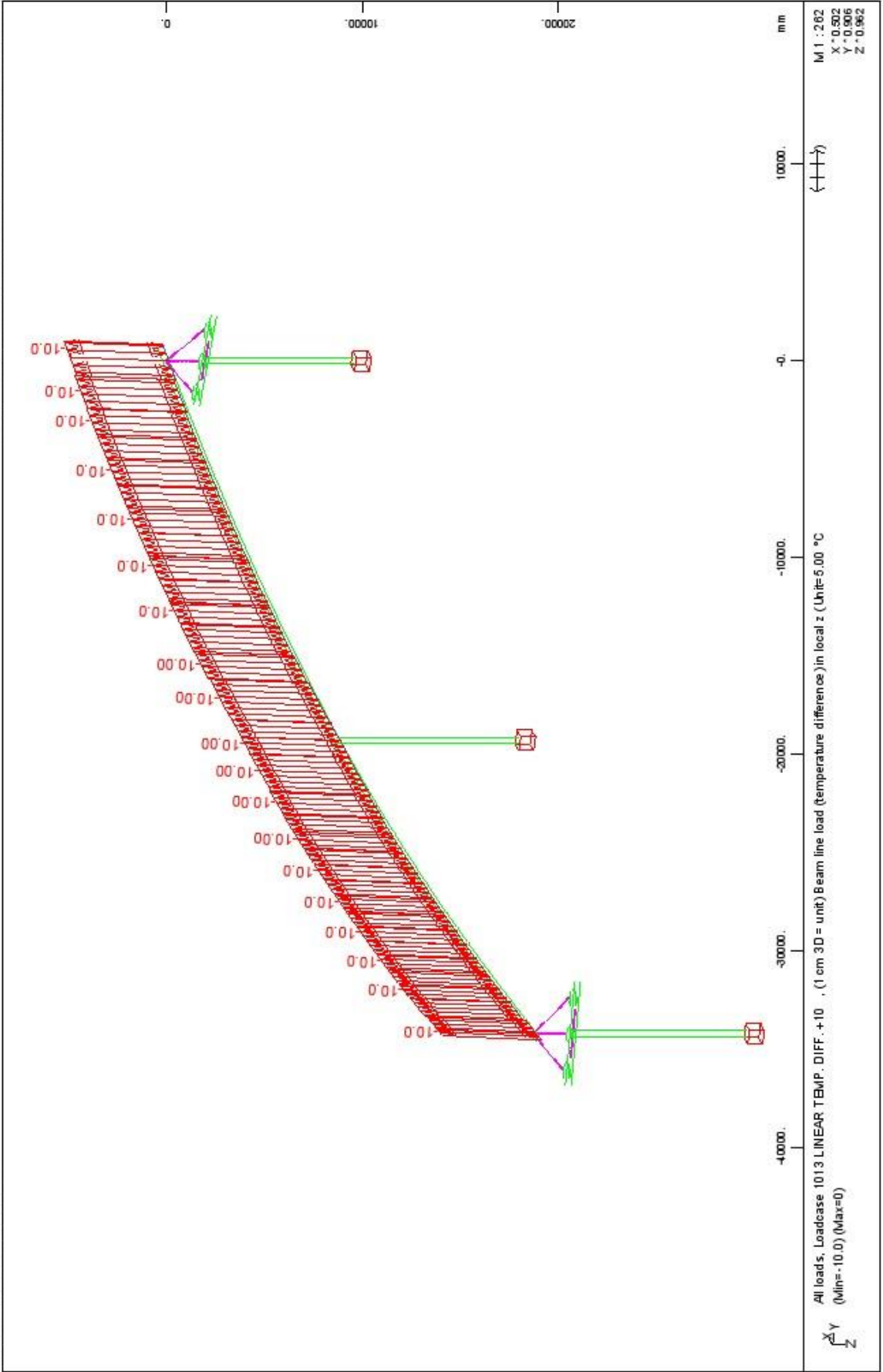


All loads LC 1102: NO values found

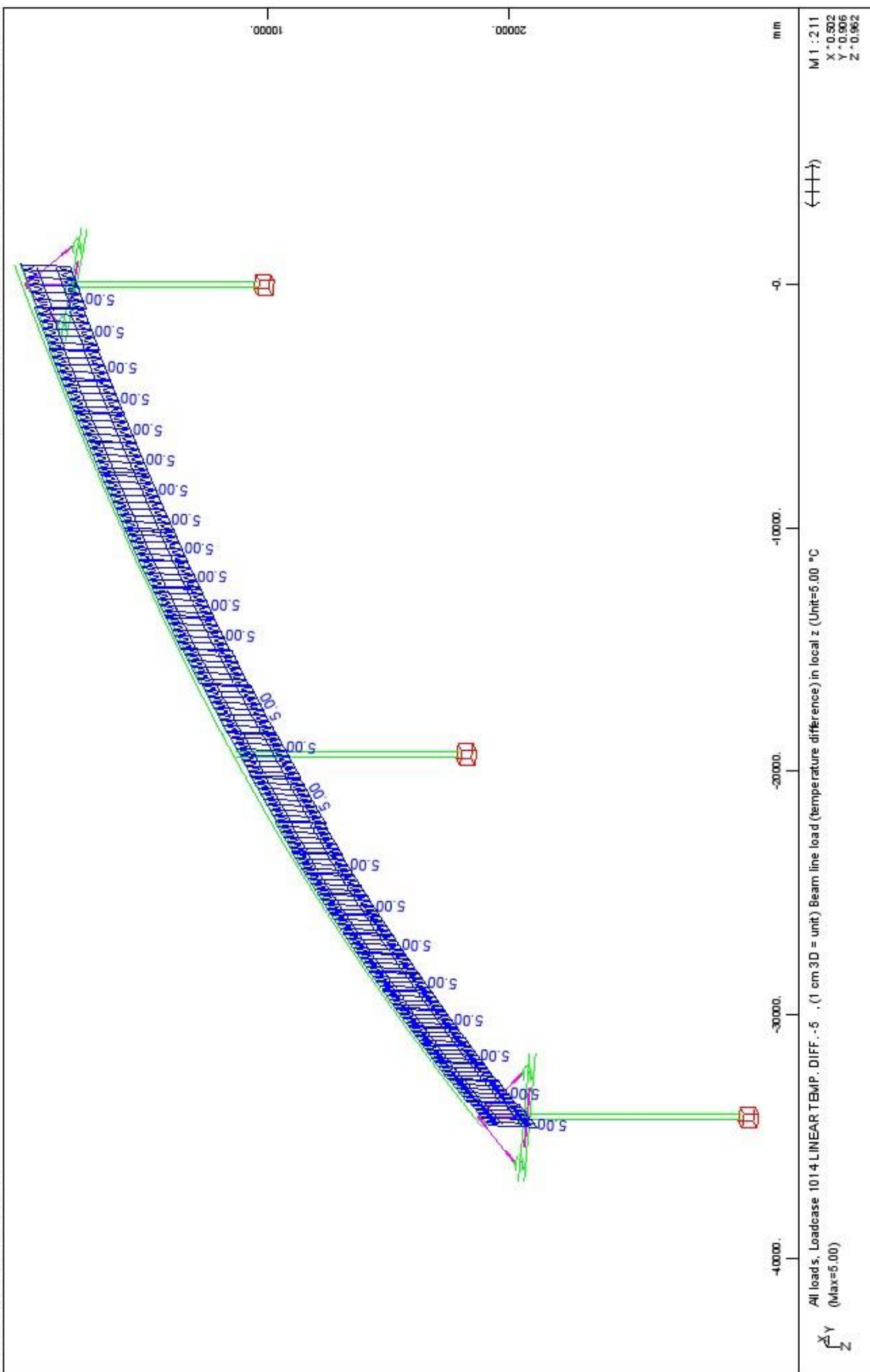
M 1 : 2.11
X : 0.502
Y : 0.006
Z : 0.962

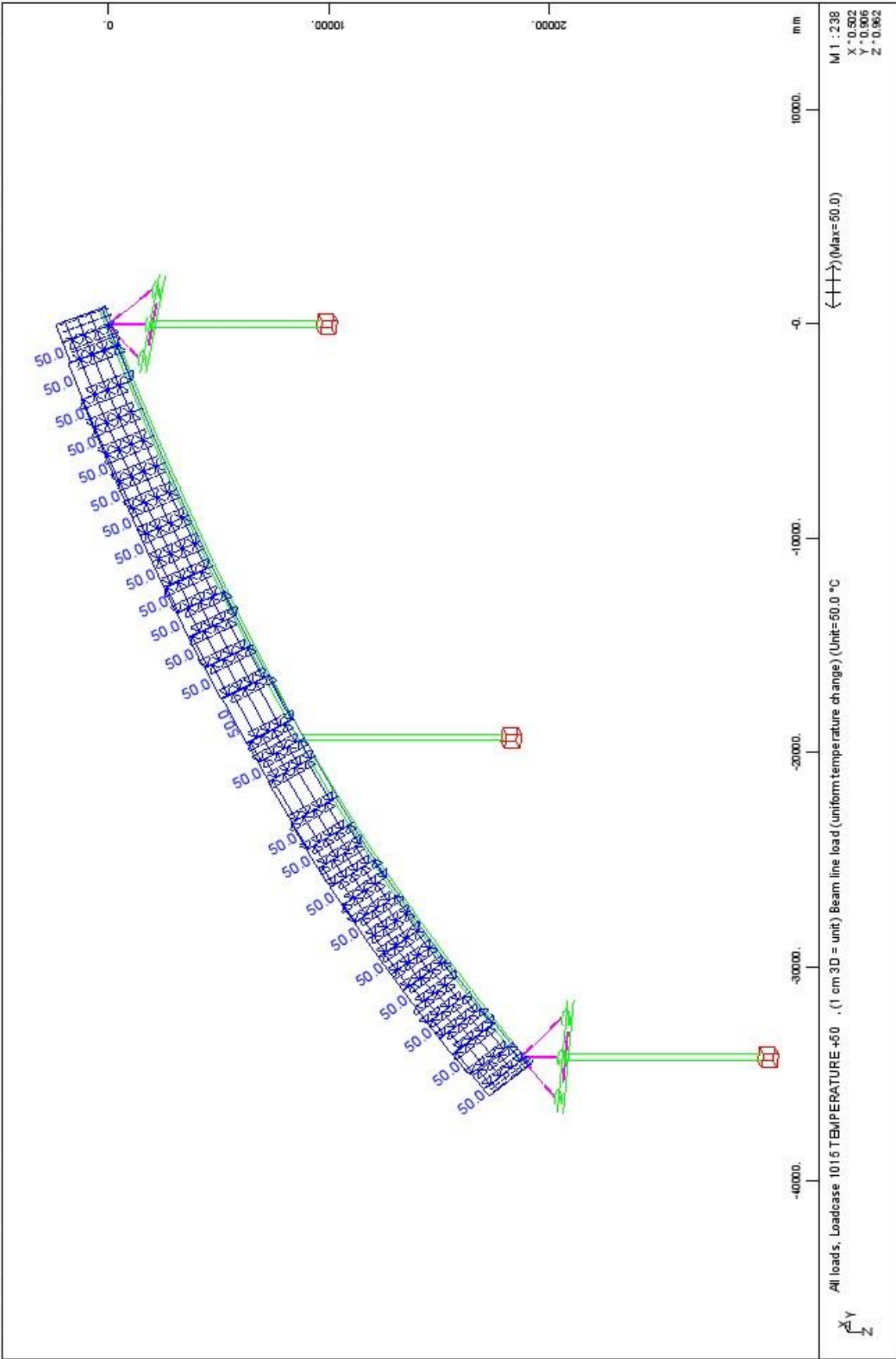
STRUCTURE 3
LOADS



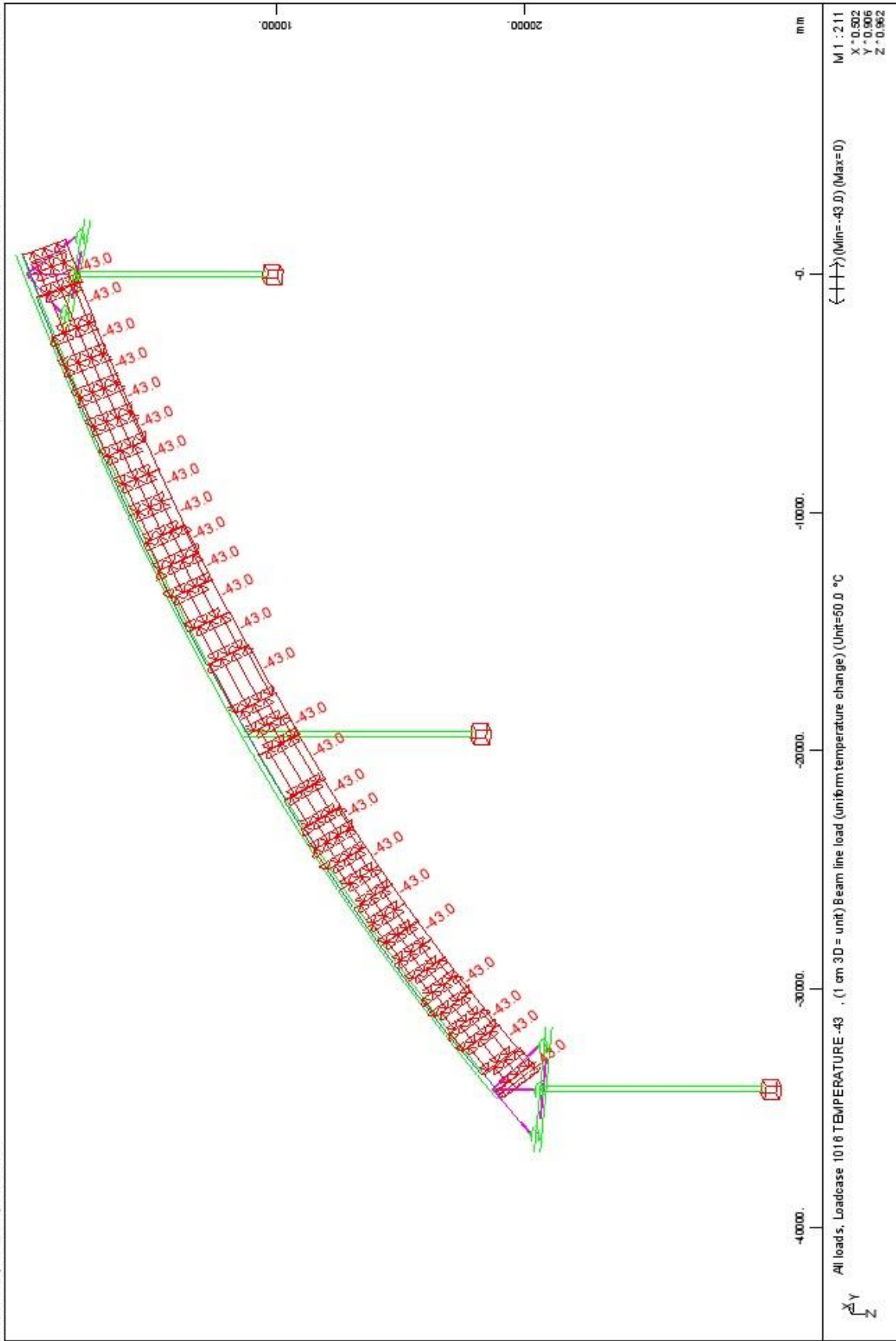


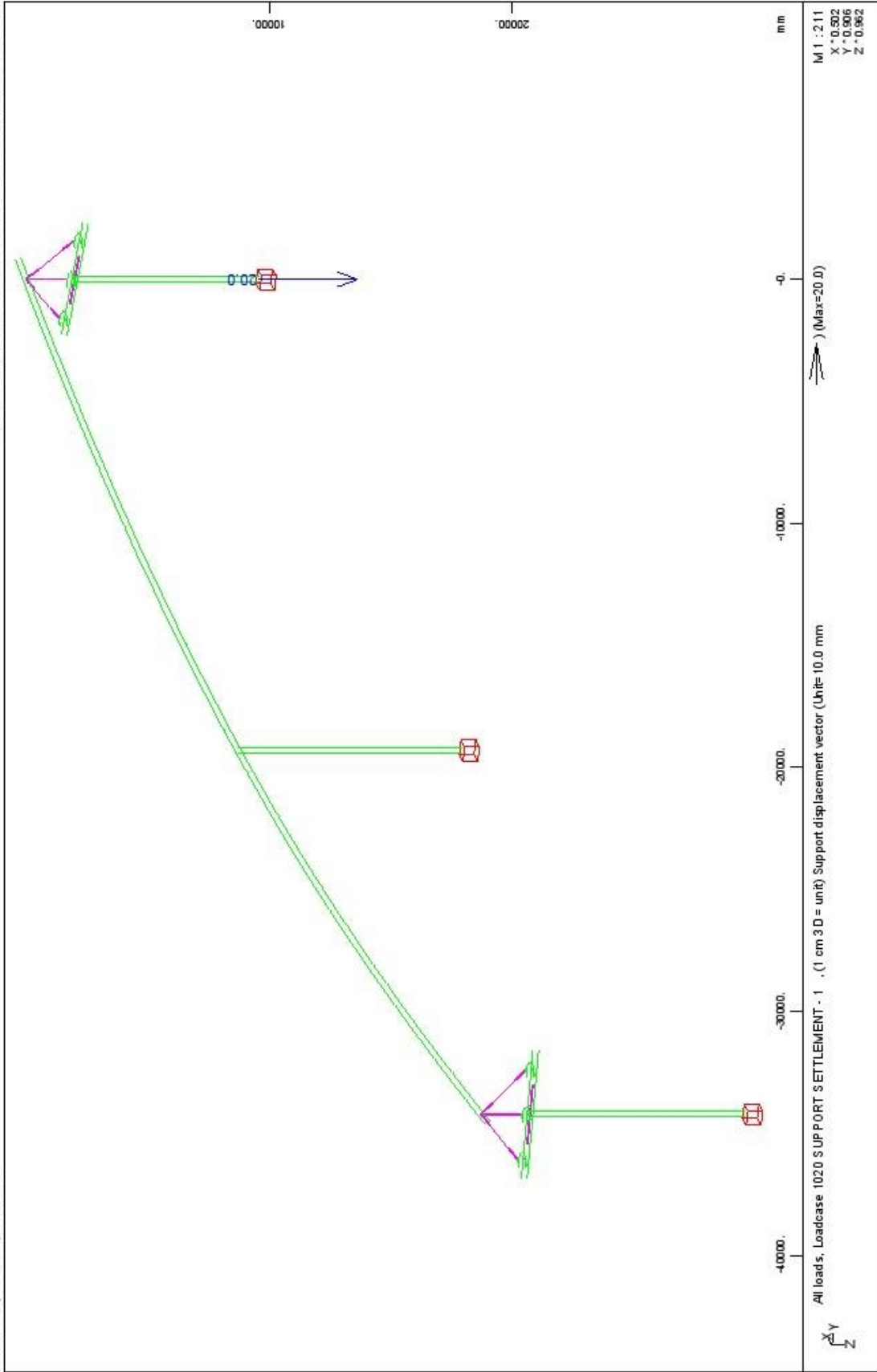
STRUCTURE 3
LOADS



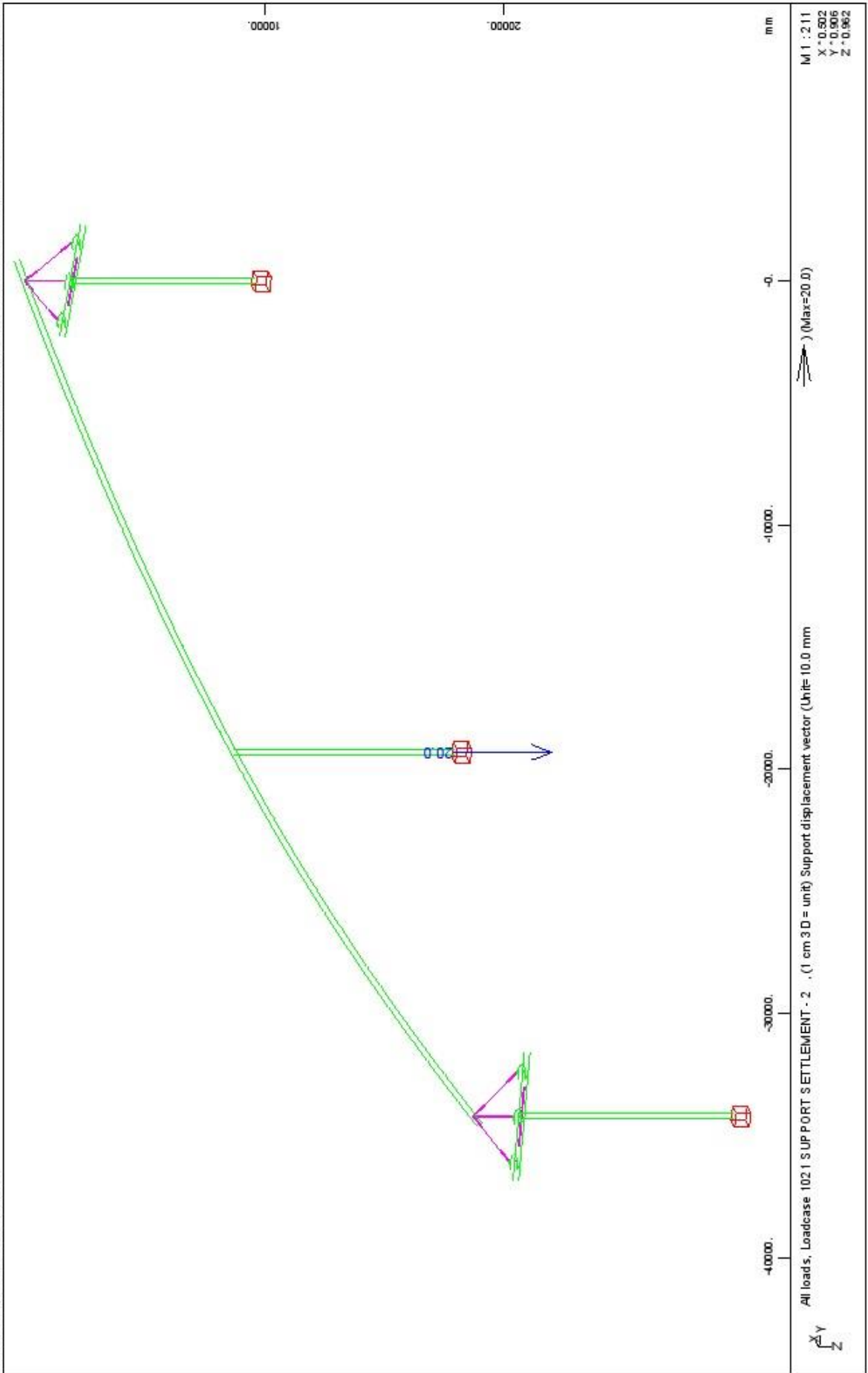


STRUCTURE 3
LOADS

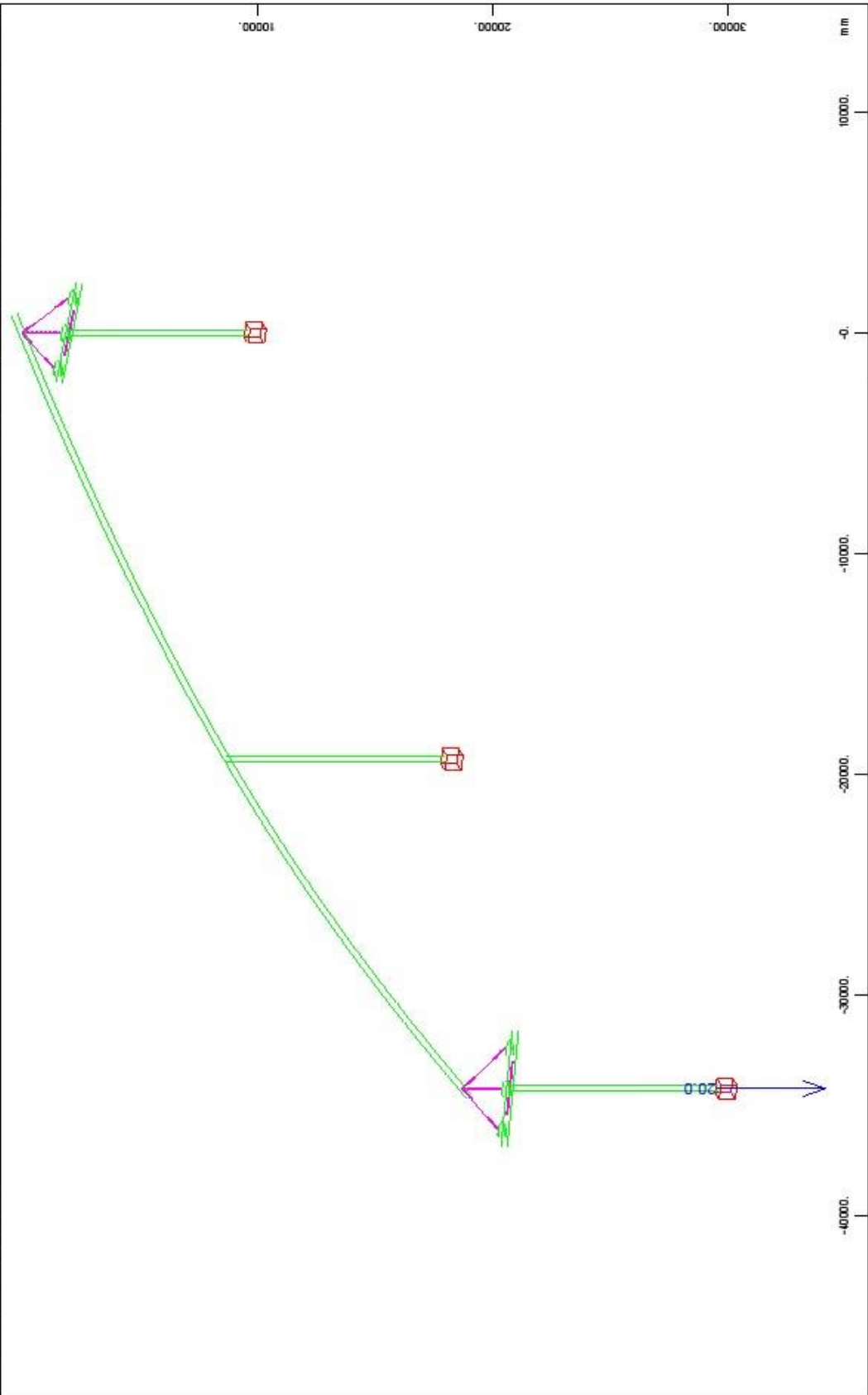




STRUCTURE 3
LOADS

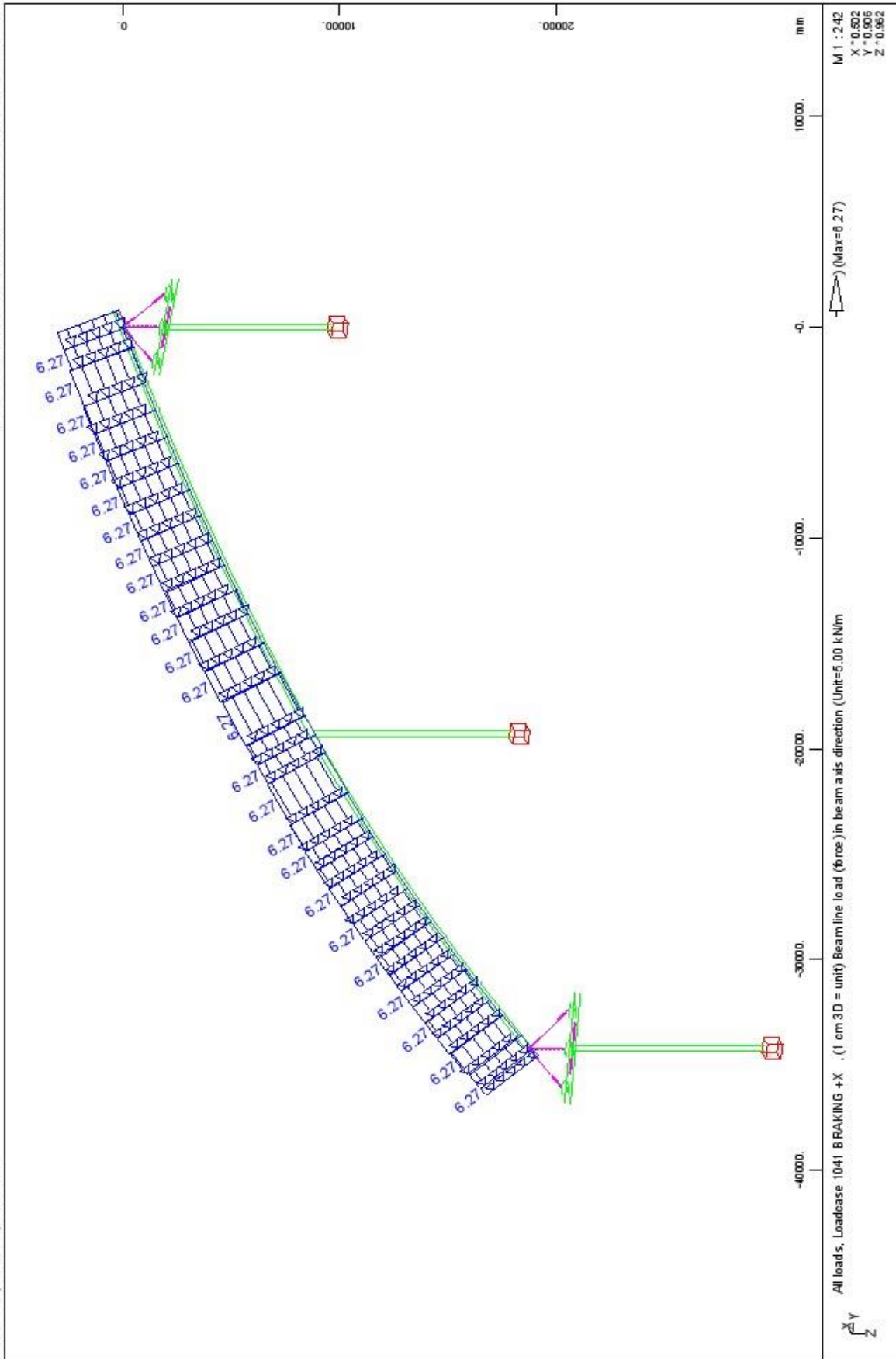


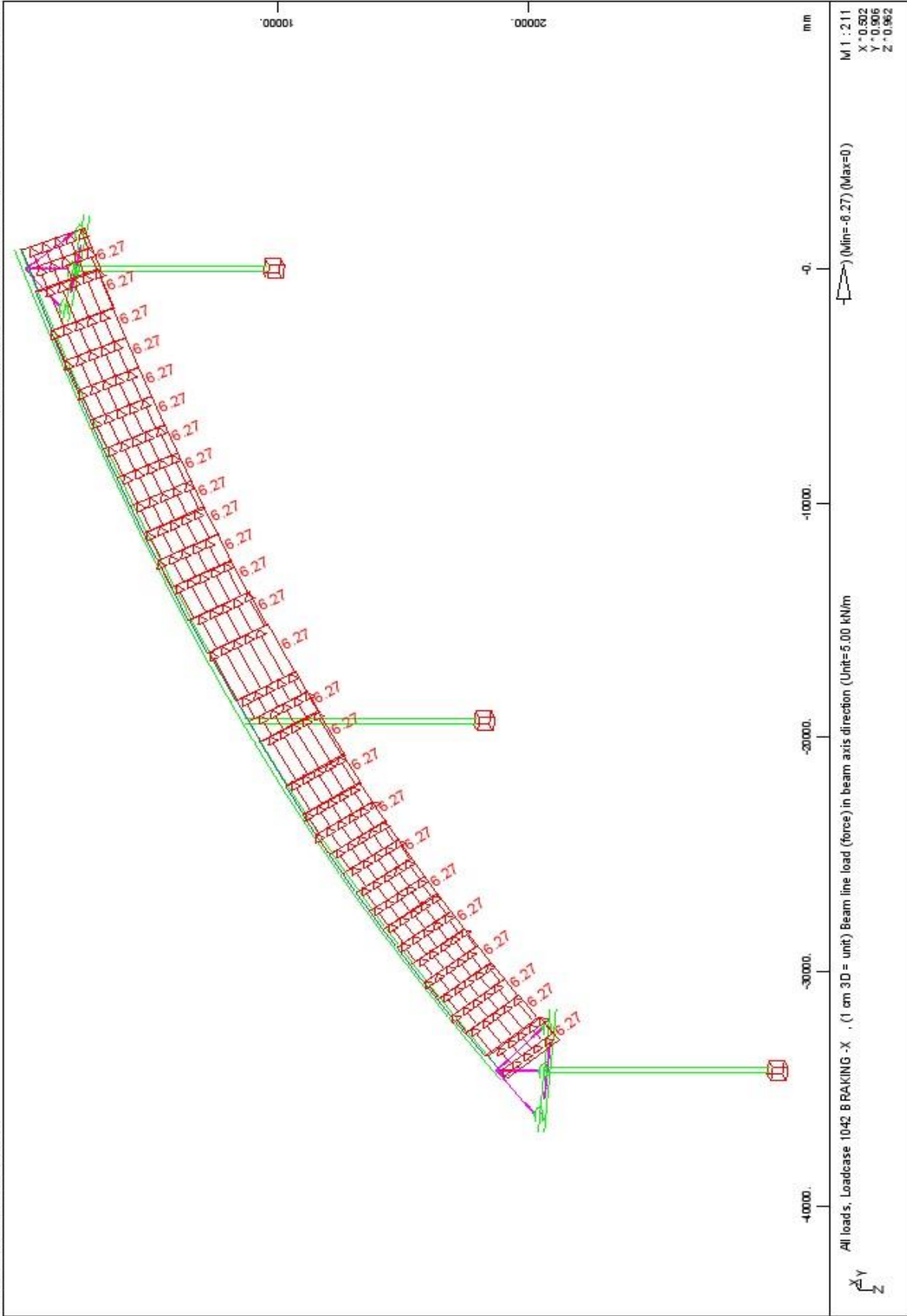
STRUCTURE 3
LOADS

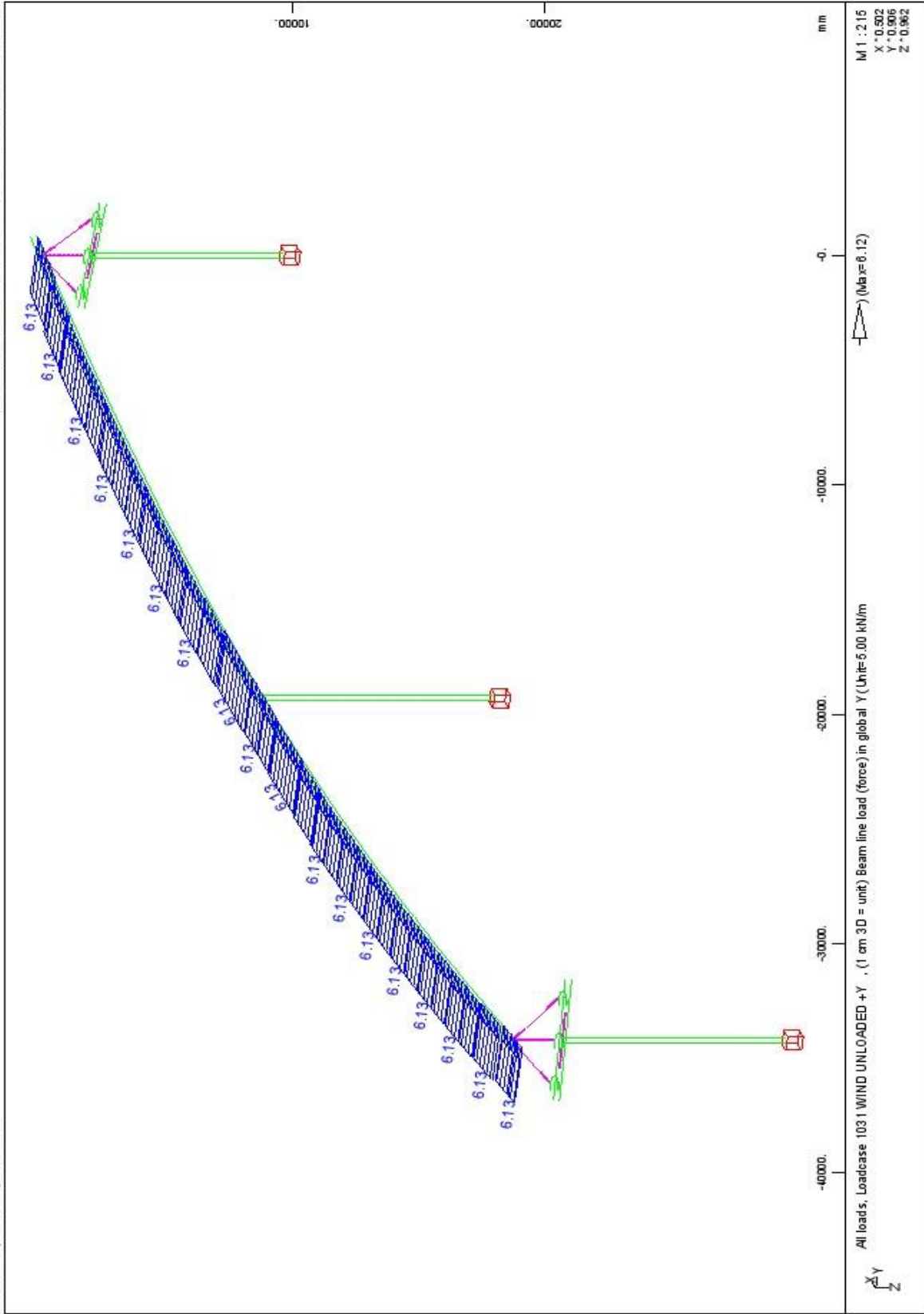


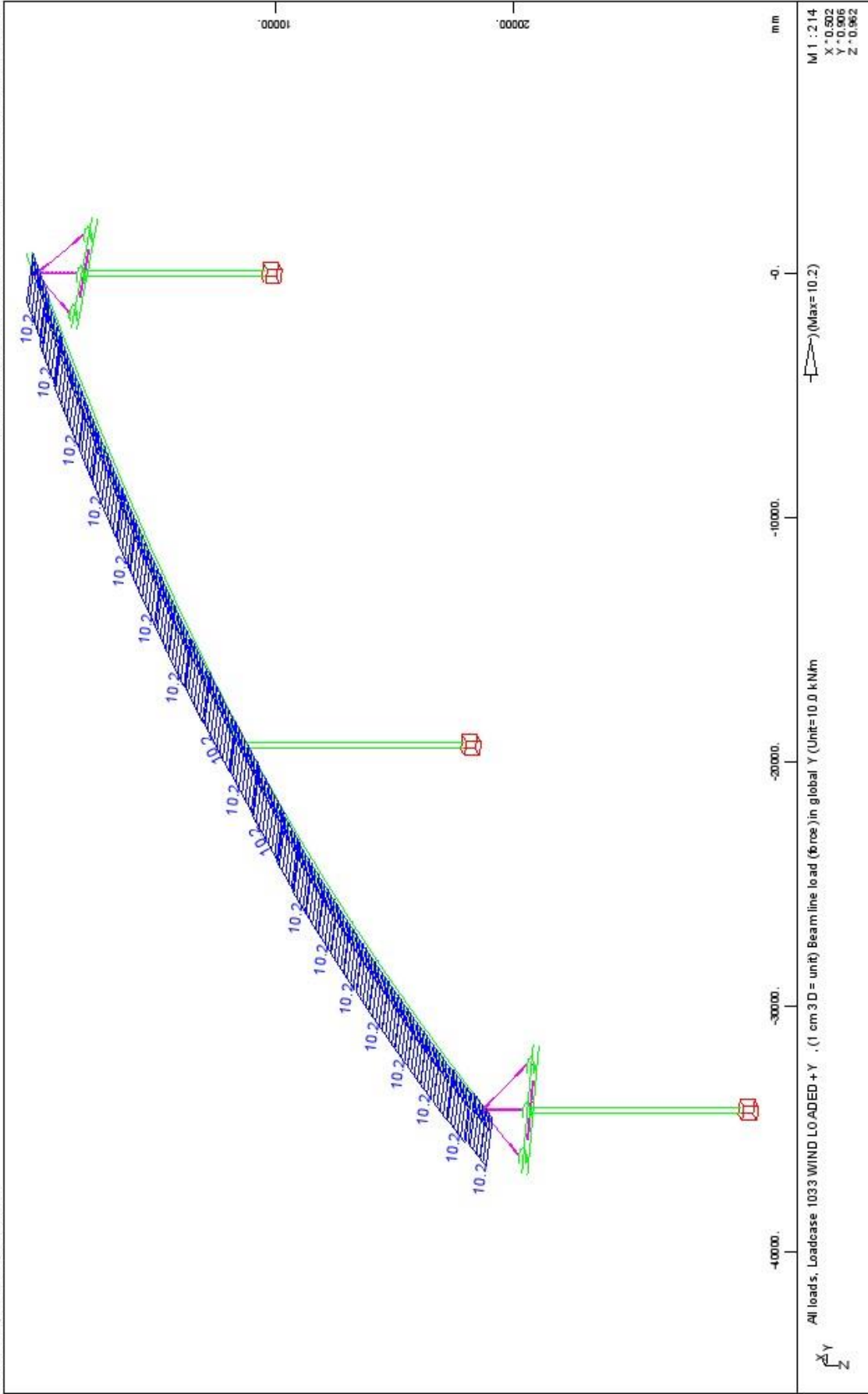
All loads, Loadcase 1022 SUP PORT SETTLEMENT - 3 . (1 cm 3 D = um) Support displacement vector (Unit=10.0 mm)
M 1 : 2.37
X : 0.502
Y : 0.906
Z : 0.962

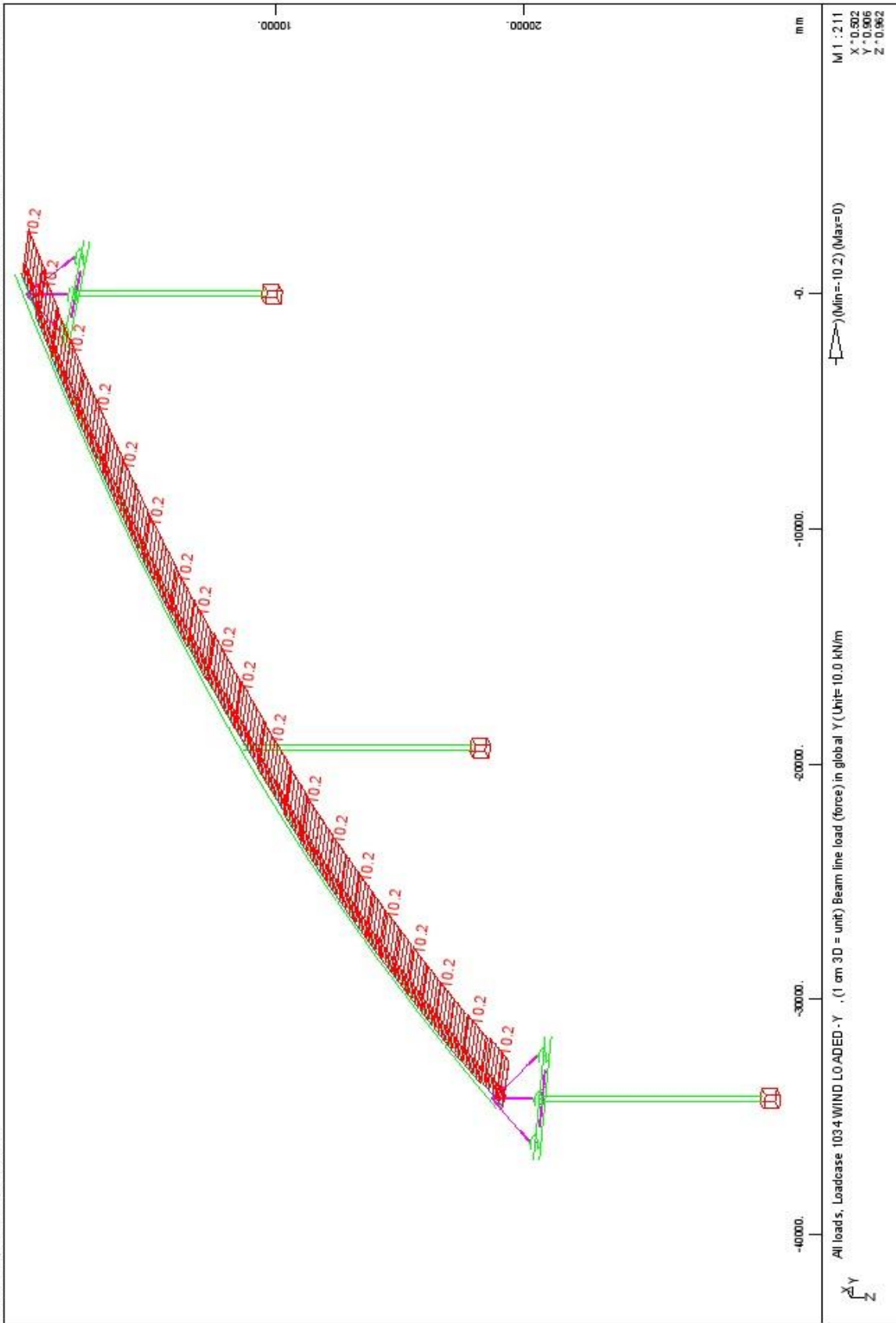
STRUCTURE 3
LOADS

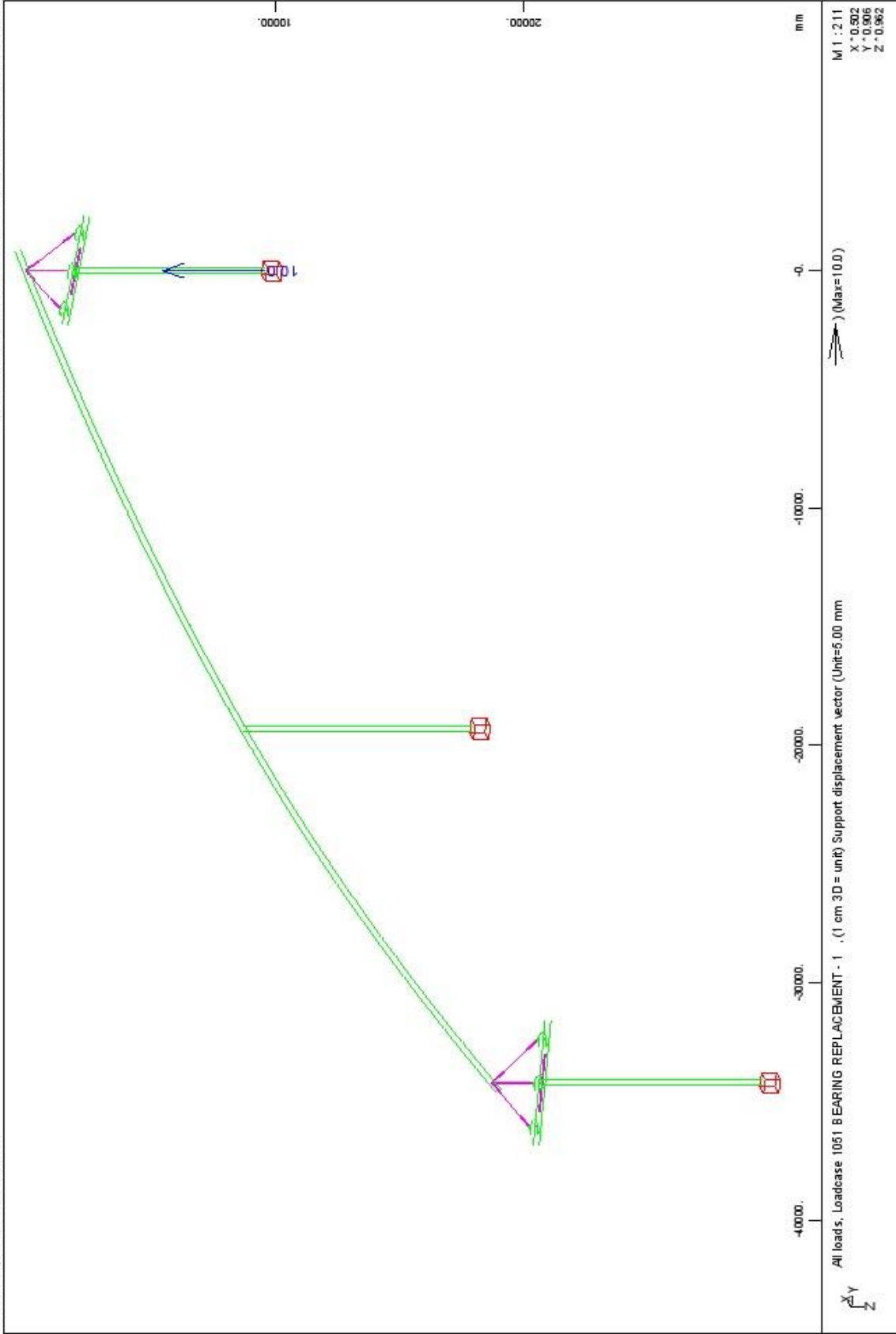


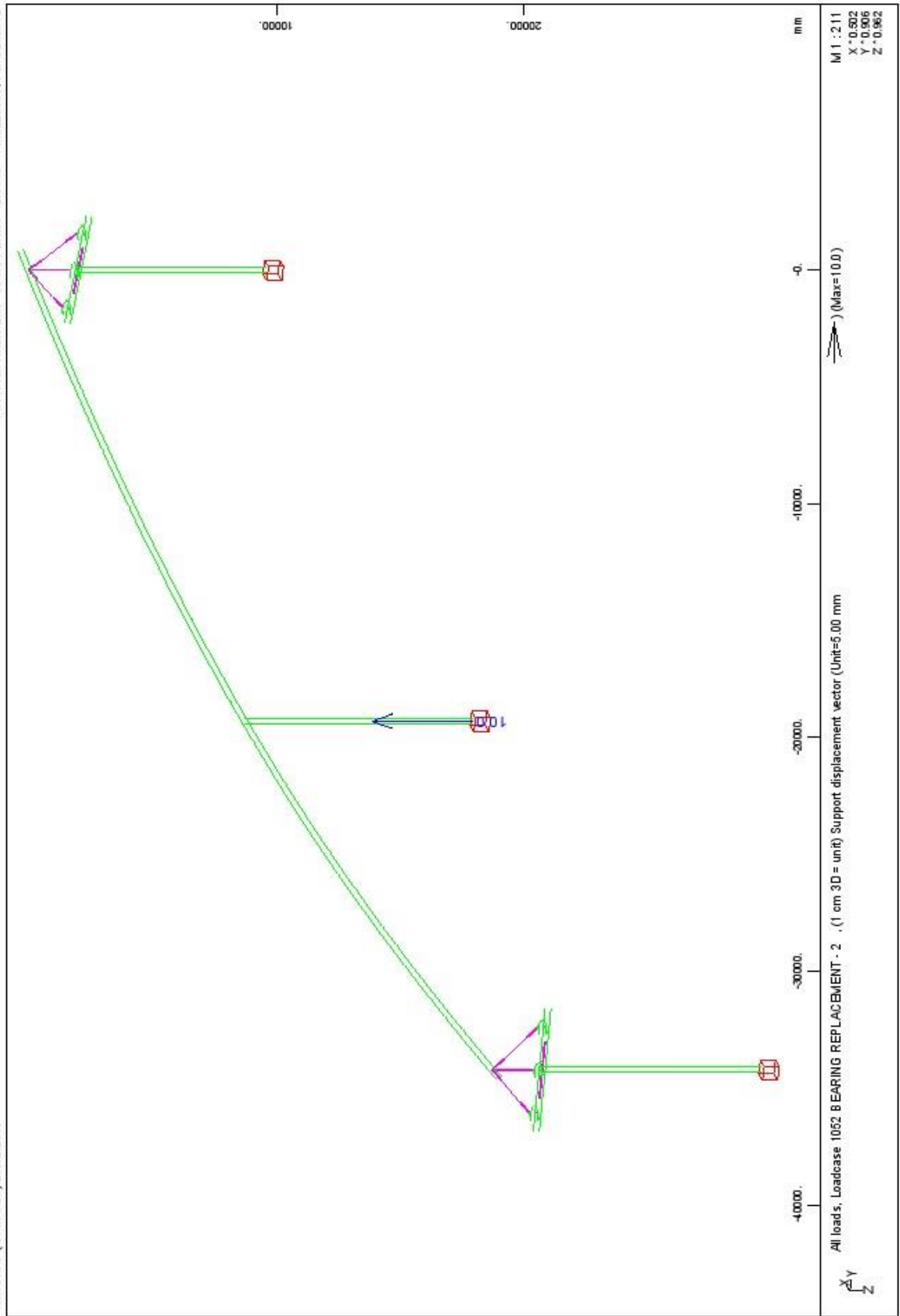


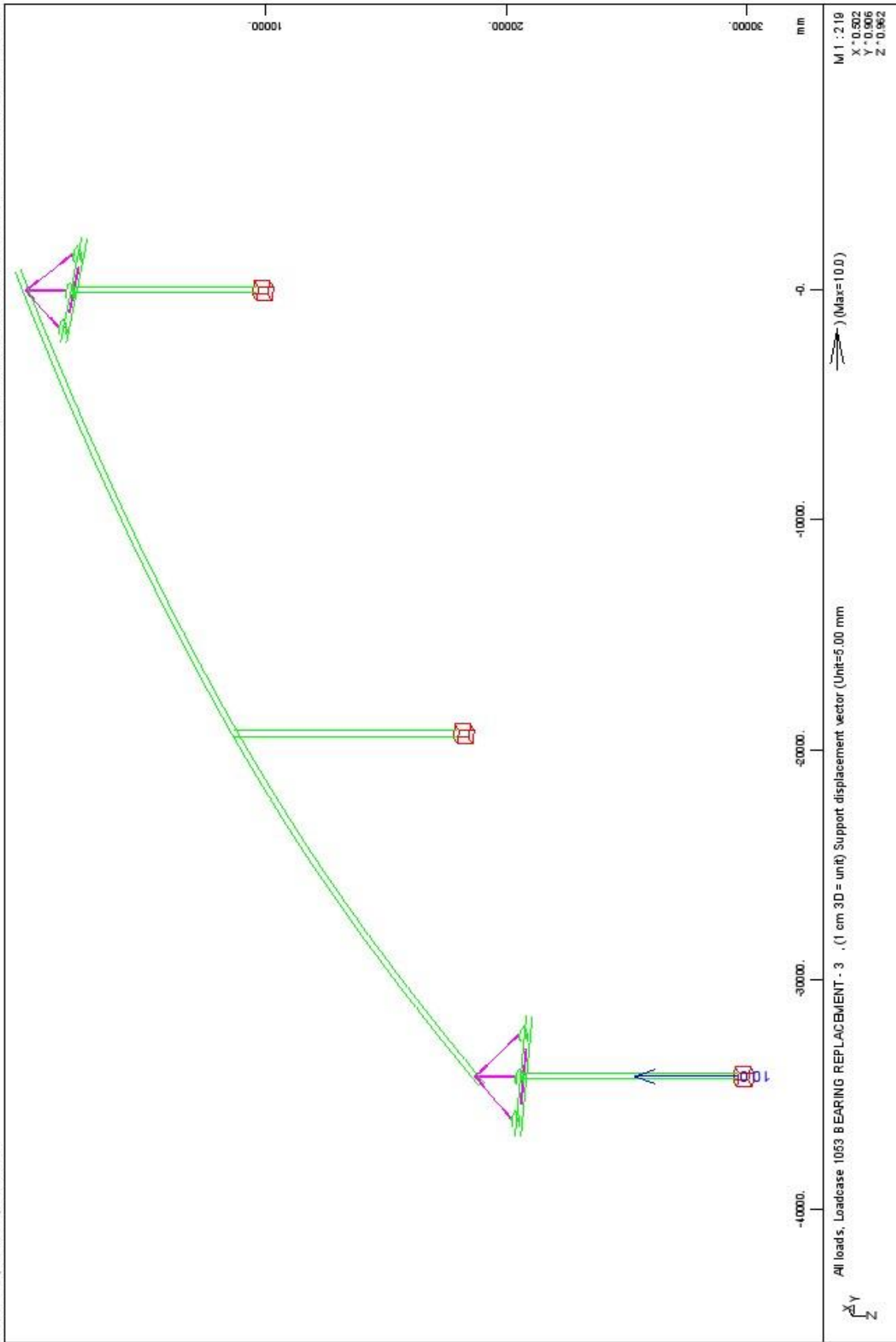




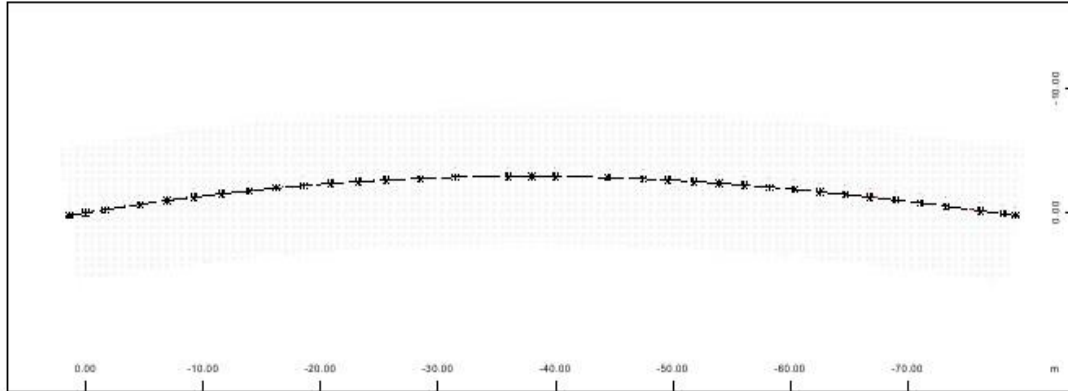




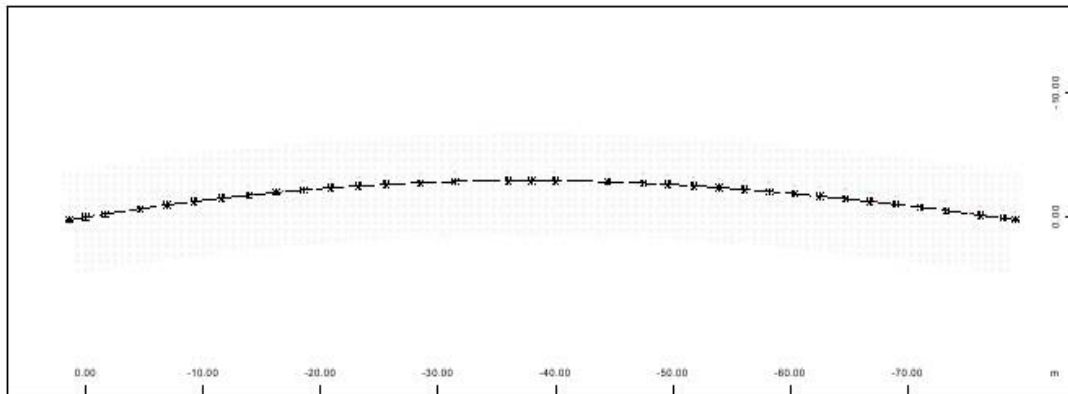




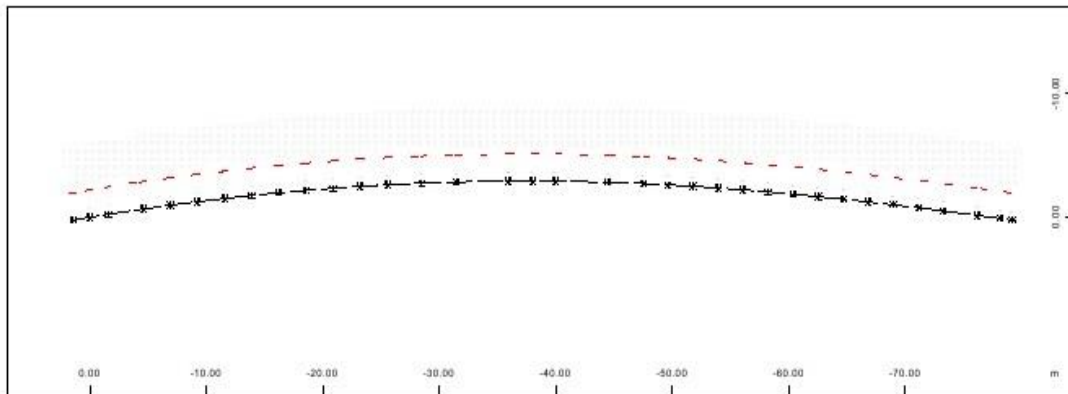
STRUCTURE 3
LOADS

STRUCTURE 3
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS

Neighbour nodes to lane AXIS.1 (DX = 0.500)

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | | | | | |


Neighbour nodes to lane AXIS.10 (DX = 0.500)

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | | | | | |

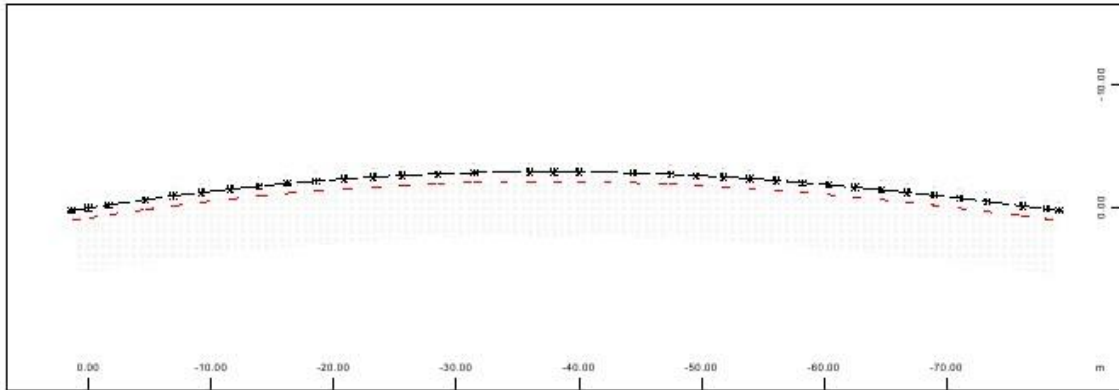


SOFISTIK.AG - www.sofistik.com

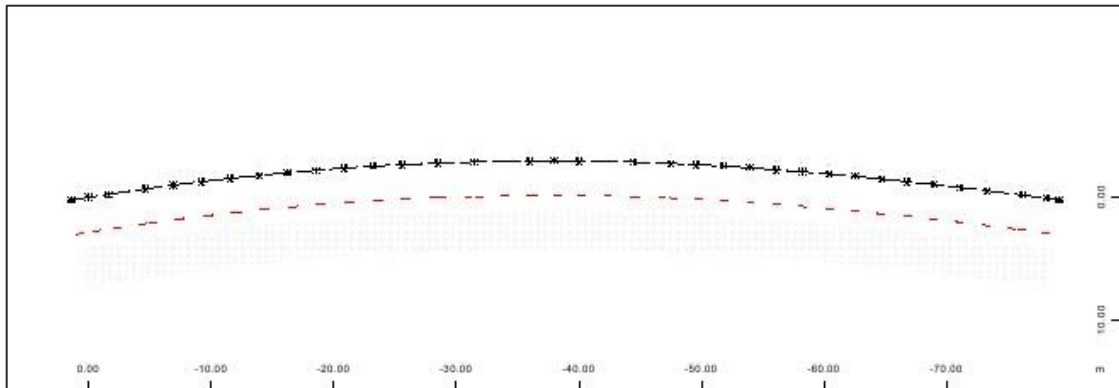
x

STRUCTURE 3
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS
Neighbour nodes to lane AXIS.11 (DX = 0.500)

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | | | | | |

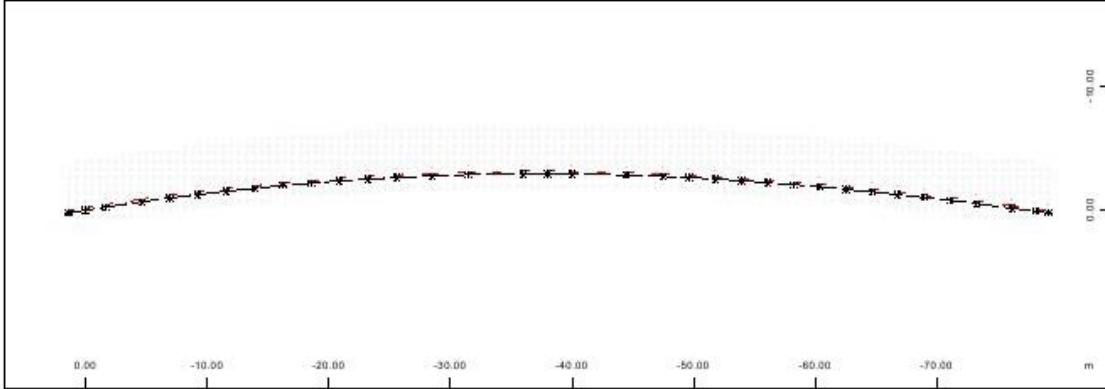

Neighbour nodes to lane AXIS.20 (DX = 0.500)

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | | | | | |


Neighbour nodes to lane AXIS.21 (DX = 0.500)

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | | | | | |

STRUCTURE 3
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS

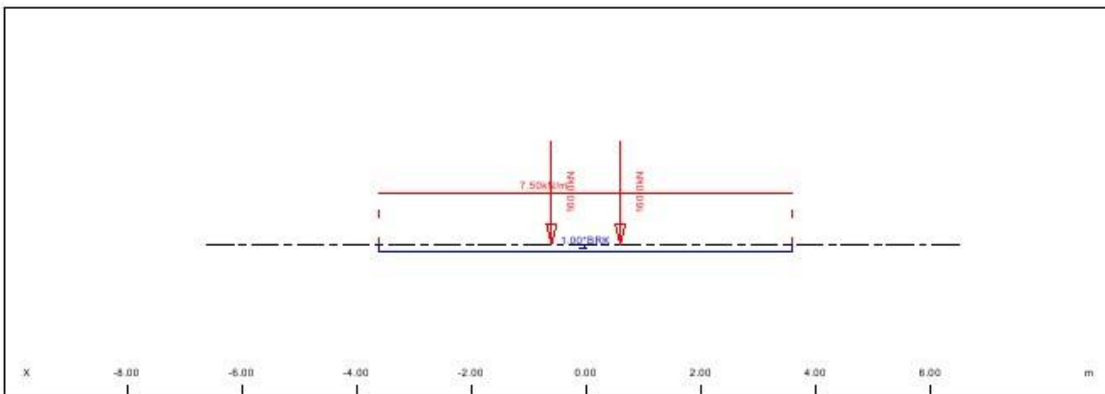


Load Train 50 (L) LM4 5kN/m2
 unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train 200 (L) TS 200kN
 unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train
 LMI / 200 EN 1991-3 Load model LMI
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 160.0 [kN]
 Traffic Lane 2.50 [kN/m2]
 Residual Area 2.50 [kN/m2]
 Brake load 1.8 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]

SO FISTIK AG - www.sofistik.com



Load elements of Load Train

| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|--------|--------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 7.50 | 1.0*BEK | 0.00 | 7.50 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| E | | | | | | | | | | | | |
| | 160.0 | 0.0 | 0.0 | 160.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |

STRUCTURE 3
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS
Load elements of Load Train

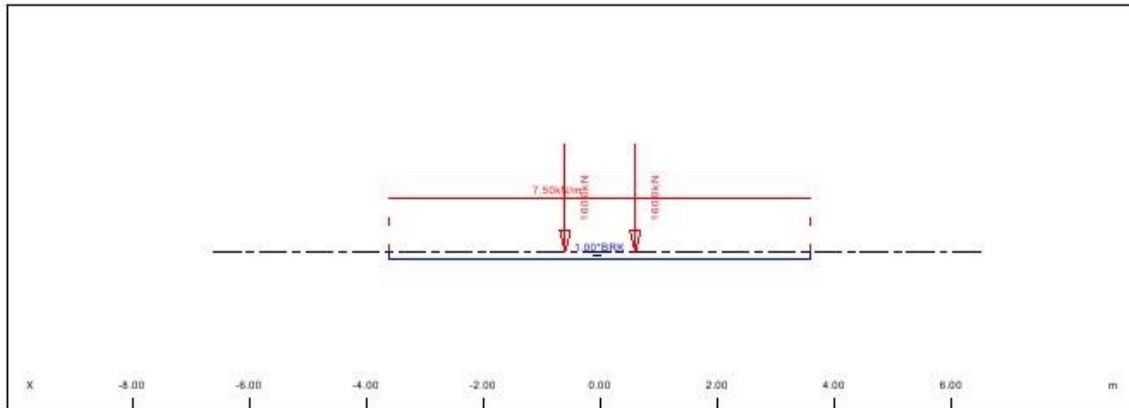
| | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|--------------------|
| E | 160.0 | 0.0 | 0.0 | 160.0 | 1.0 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | | b/l-Wh 0.400 0.400 |

Load Train 201 (L) TS 200kN

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

LMI / 200 EN 1991-3 Load model LMI
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 160.0 [kN]
 Traffic Lane 2.50 [kN/m2]
 Residual Area 2.50 [kN/m2]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]
 Loading travels in both directions
 Wind loading in unfavourable direction


Load elements of Load Train

| | Pv | P1 | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|-------|--------|--------------------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 7.50 | 1.0*BRK | 0.00 | 7.50 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 160.0 | 0.0 | 0.0 | 160.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | | | b/l-Wh 0.400 0.400 |
| E | 160.0 | 0.0 | 0.0 | 160.0 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | | | b/l-Wh 0.400 0.400 |

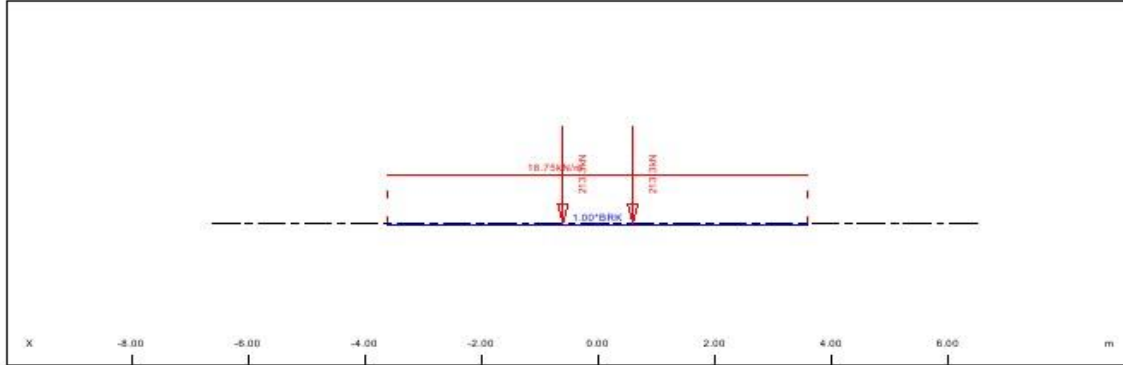
Load Train 202 (L) TS 200kN

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

LMI / 200 EN 1991-3 Load model LMI
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 213.3 [kN]
 Traffic Lane 6.25 [kN/m2]
 Residual Area 6.25 [kN/m2]
 Brake load 1.8 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]

STRUCTURE 3
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS



Load elements of Load Train

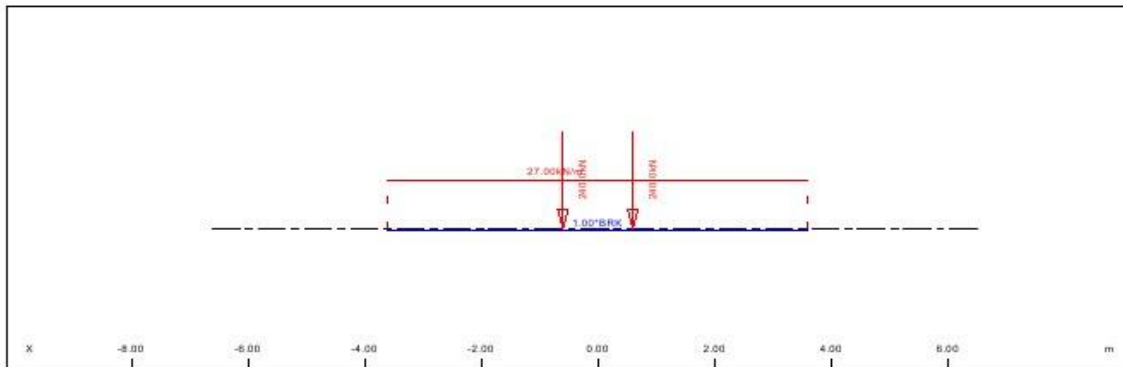
| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|--------|--------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 18.75 | 1.0*BRK | 0.00 | 18.75 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| E | 213.3 | 0.0 | 0.0 | 213.3 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| E | 213.3 | 0.0 | 0.0 | 213.3 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |

Load Train 300 (L) TS 300kN

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| unfavourable safety factor | 1.500 |
| favourable safety factor | 0.000 |
| Combination coefficient psi-0 | 0.750 (rare) |
| Combination coefficient psi-1' | 0.800 (non frequent) |
| Combination coefficient psi-1 | 0.750 (frequent) |
| Combination coefficient psi-2 | 0.200 (permanent) |

Load Train

| | |
|------------------------------------|--------------|
| LM1 / 300 EN 1991-3 Load model LM1 | |
| Load Train | 300.000 [-] |
| Axle load | 240.0 [kN] |
| Traffic Lane | 9.00 [kN/m2] |
| Residual Area | 2.50 [kN/m2] |
| Brake load | 1.8 [kN] |
| Total factor | 1.000 [-] |
| Width of loading | 3.000 [m] |
| Fact. centrifugal | 1.000 [-] |



Load elements of Load Train

| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 27.00 | 1.0*BRK | 0.00 | 27.00 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |

SO FISTIK AG - www.softik.com

STRUCTURE 3
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS
Load elements of Load Train

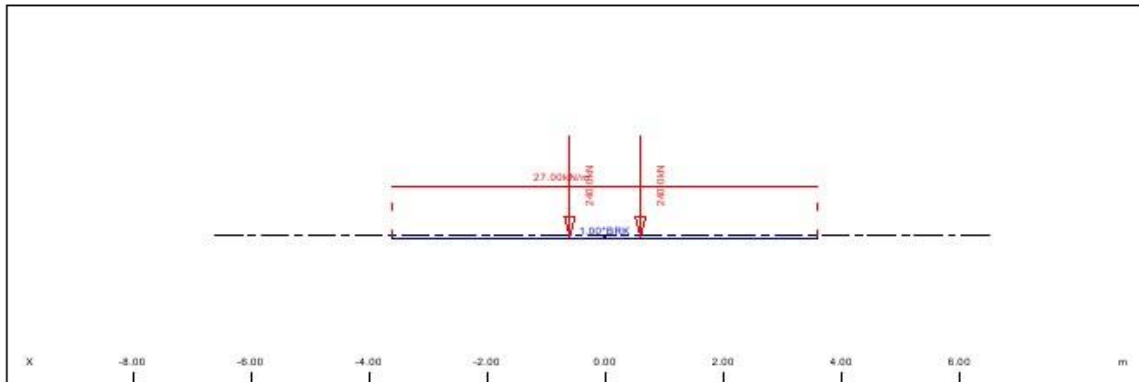
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
|---|-------|------|------|-------|-----|--------|-------|-------|-------|--------|--------------|-------|
| E | 240.0 | 0.0 | 0.0 | 240.0 | 1.0 | -0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | b/l-Wh 0.400 | 0.400 |
| E | 240.0 | 0.0 | 0.0 | 240.0 | 1.0 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | b/l-Wh 0.400 | 0.400 |

Load Train 301 (L) TS 300kN

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| unfavourable safety factor | 1.500 |
| favourable safety factor | 0.000 |
| Combination coefficient psi-0 | 0.750 (rare) |
| Combination coefficient psi-1' | 0.800 (non frequent) |
| Combination coefficient psi-1 | 0.750 (frequent) |
| Combination coefficient psi-2 | 0.200 (permanent) |

Load Train

| | | |
|------------------|-----------|----------------------|
| LMI / 300 | EN 1991-3 | Load model LMI |
| Load Train | 300.000 | [-] |
| Axle load | 240.0 | [kN] |
| Traffic Lane | 9.00 | [kN/m ²] |
| Residual Area | 2.50 | [kN/m ²] |
| Total factor | 1.000 | [-] |
| Width of loading | 3.000 | [m] |
| Fact.centrifugal | 1.000 | [-] |


Load elements of Load Train

| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-------|-------|-------|--------|--------------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] |
| p | 27.00 | 1.0*BRK | 0.00 | 27.00 | 0.0 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] |
| E | 240.0 | 0.0 | 0.0 | 240.0 | 1.0 | -0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | b/l-Wh 0.400 | 0.400 |
| E | 240.0 | 0.0 | 0.0 | 240.0 | 1.0 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | b/l-Wh 0.400 | 0.400 |

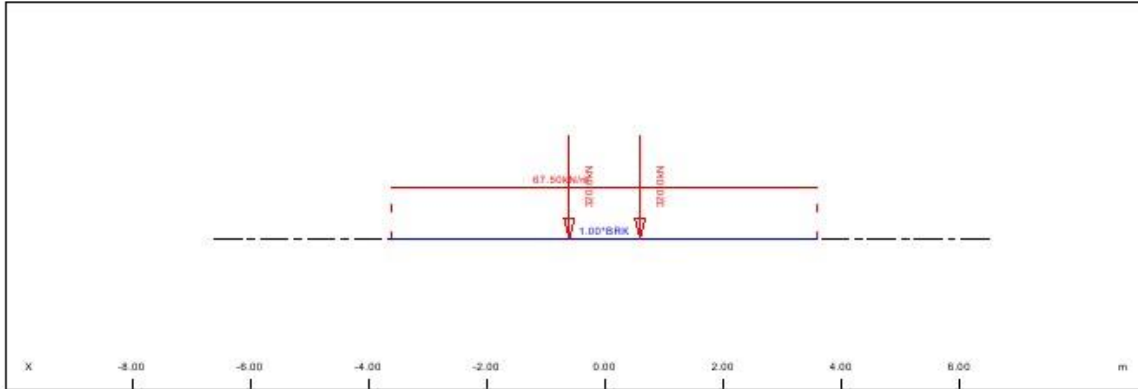
Load Train 302 (L) TS 300kN

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| unfavourable safety factor | 1.500 |
| favourable safety factor | 0.000 |
| Combination coefficient psi-0 | 0.750 (rare) |
| Combination coefficient psi-1' | 0.800 (non frequent) |
| Combination coefficient psi-1 | 0.750 (frequent) |
| Combination coefficient psi-2 | 0.200 (permanent) |

Load Train

| | | |
|--|-----------|----------------------|
| LMI / 300 | EN 1991-3 | Load model LMI |
| Load Train | 300.000 | [-] |
| Axle load | 320.0 | [kN] |
| Traffic Lane | 22.50 | [kN/m ²] |
| Residual Area | 6.25 | [kN/m ²] |
| Brake load | 1.8 | [kN] |
| Total factor | 1.000 | [-] |
| Width of loading | 3.000 | [m] |
| Fact.centrifugal | 1.000 | [-] |
| Loading travels in both directions | | |
| Wind loading in unfavourable direction | | |

STRUCTURE 3
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS



Load elements of Load Train

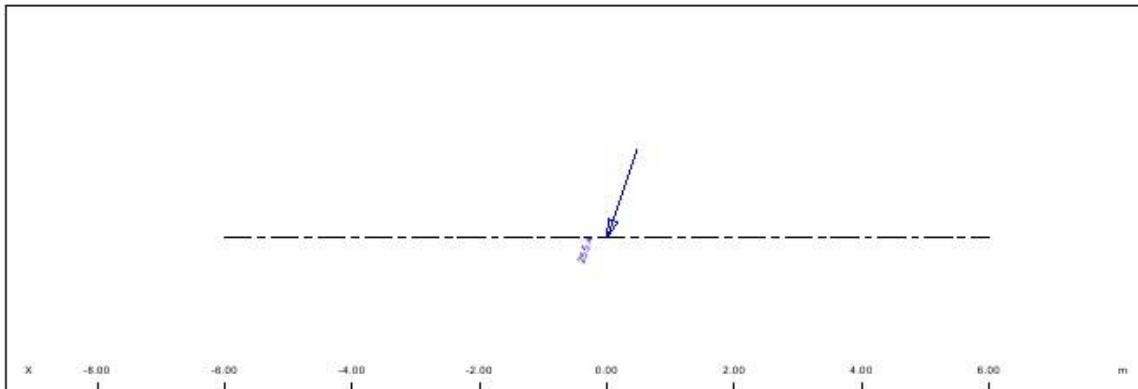
| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|--------|--------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 67.50 | 1.0*BRK | 0.00 | 67.50 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 320.0 | 0.0 | 0.0 | 320.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |
| E | 320.0 | 0.0 | 0.0 | 320.0 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |

Load Train 998 (L) TRANS. BRAKING & CENTRIFUGAL

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

USER User defined
 Total factor 1.000 [-]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]



Load elements of Load Train

| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|------|------|-------|------|------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 0.0 | 0.0 | 255.4 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |

Load Train 999 (L) WIND ON LANE

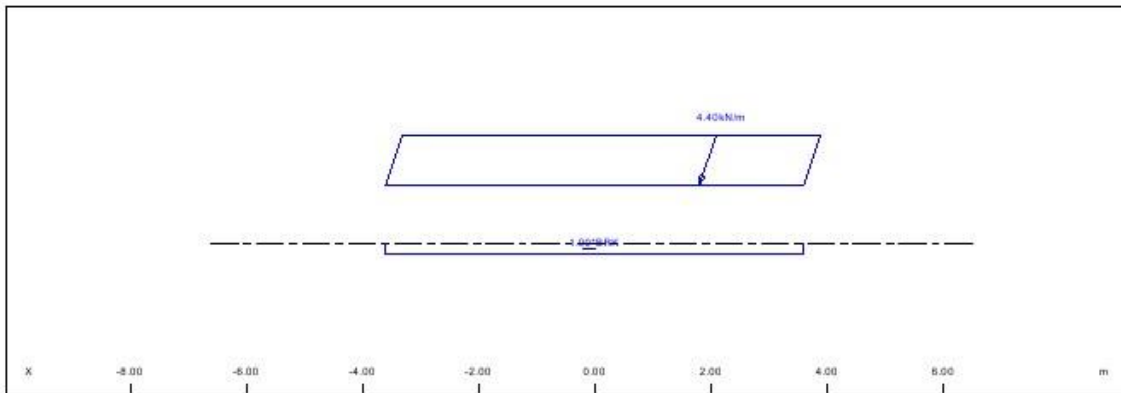
SO FISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 3
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS
Load Train 999 (L) WIND ON LANE

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

LM1 / 300 EN 1991-3 Load model LM1
 Load Train 300.000 [-]
 Wind Pressure 2.20 [kN/m²]
 Wind Load Height 2.000 [m]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]


Load elements of Load Train

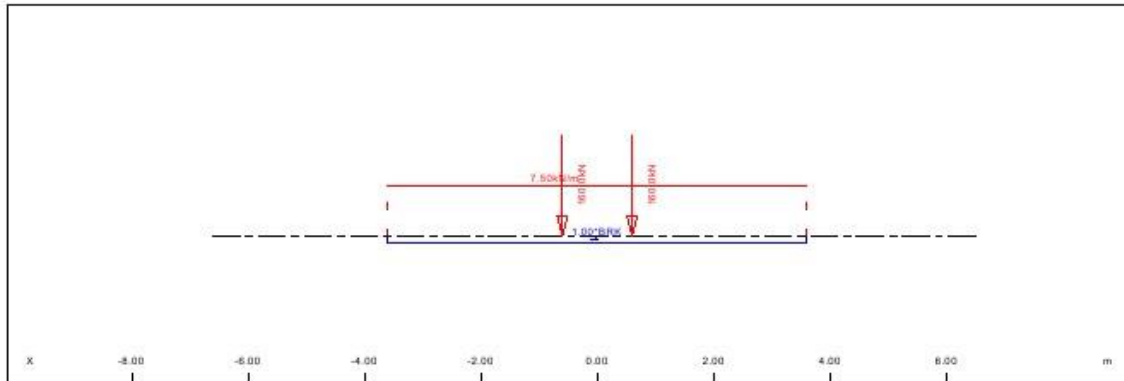
| | Pv | P1 | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|-------|--------|--------------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 0.00 | 1.0*BRK | 4.40 | 0.00 | 0.0 | | | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 3.000 | |
| E | | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| E | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | b/l-Wh 0.400 |
| | | | | | | | | | | | | b/l-Wh 0.400 |

STRUCTURE 3
TRAFFIC LOAD ENVELOPES
Load Train 200 (L) TS 200kN

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

LM1 / 200 EN 1991-3 Load model LM1
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 160.0 [kN]
 Traffic Lane 2.50 [kN/m²]
 Residual Area 2.50 [kN/m²]
 Brake load 1.8 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]


Load elements of Load Train

| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 7.50 | 1.0*BRK | 0.00 | 7.50 | 0.0 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 160.0 | 0.0 | 0.0 | 160.0 | 1.0 | -0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/1-Wh | 0.400 | 0.400 |
| E | 160.0 | 0.0 | 0.0 | 160.0 | 1.0 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/1-Wh | 0.400 | 0.400 |

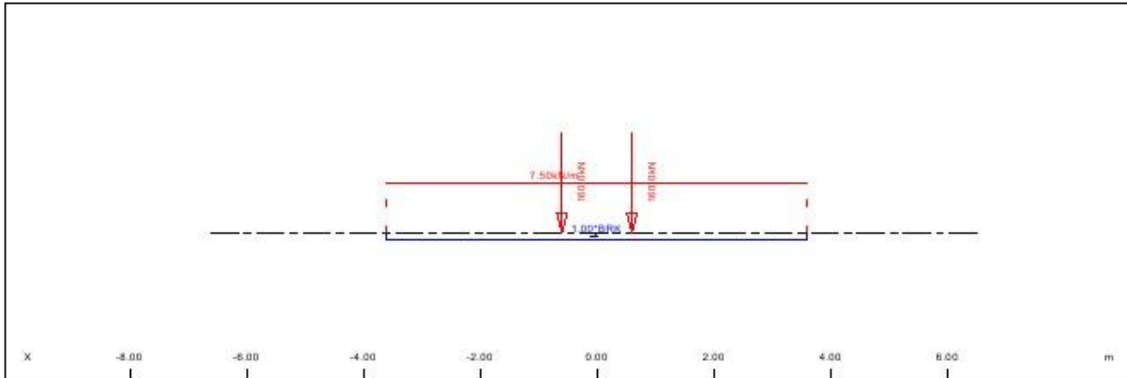
Load Train 201 (L) TS 200kN

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

LM1 / 200 EN 1991-3 Load model LM1
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 160.0 [kN]
 Traffic Lane 2.50 [kN/m²]
 Residual Area 2.50 [kN/m²]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]
 Loading travels in both directions
 Wind loading in unfavourable direction

STRUCTURE 3
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES



Load elements of Load Train

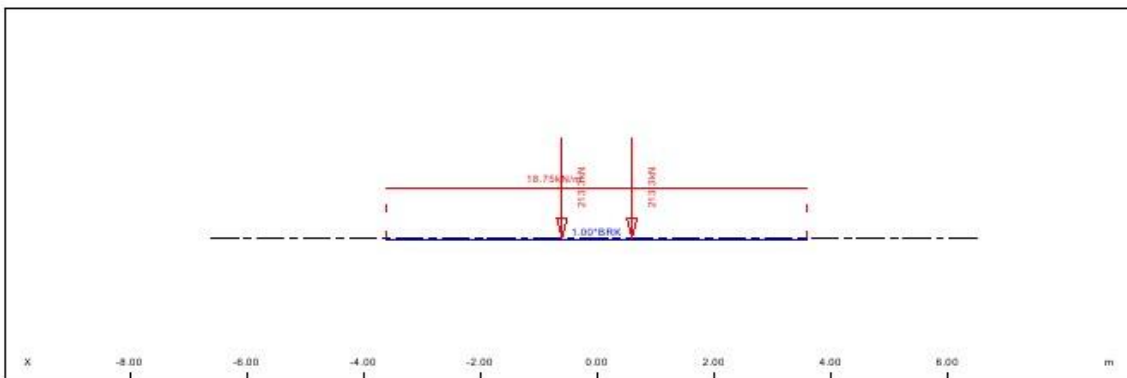
| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|--------|--------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 7.50 | 1.0*BRK | 0.00 | 7.50 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 160.0 | 0.0 | 0.0 | 160.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |
| E | 160.0 | 0.0 | 0.0 | 160.0 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |

Load Train 202 (L) TS 200kN

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| unfavourable safety factor | 1.500 |
| favourable safety factor | 0.000 |
| Combination coefficient psi-0 | 0.750 (rare) |
| Combination coefficient psi-1' | 0.800 (non frequent) |
| Combination coefficient psi-1 | 0.750 (frequent) |
| Combination coefficient psi-2 | 0.200 (permanent) |

Load Train

| | | |
|-------------------|-----------|----------------|
| LM1 / 200 | EN 1991-3 | Load model LM1 |
| Load Train | 200.000 | [-] |
| Axle load | 213.3 | [kN] |
| Traffic Lane | 6.25 | [kN/m2] |
| Residual Area | 6.25 | [kN/m2] |
| Brake load | 1.8 | [kN] |
| Total factor | 1.000 | [-] |
| Width of loading | 3.000 | [m] |
| Fact. centrifugal | 1.000 | [-] |



Load elements of Load Train

| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 18.75 | 1.0*BRK | 0.00 | 18.75 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |

SO FISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 3
TRAFFIC LOAD ENVELOPES
Load elements of Load Train

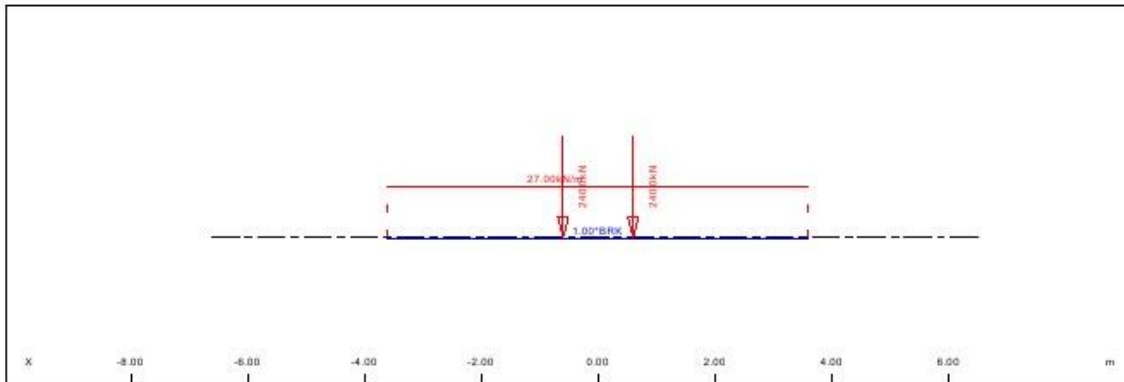
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] |
|---|-------|------|------|-------|-----|--------|-------|-------|--------|--------|-------|
| E | 213.3 | 0.0 | 0.0 | 213.3 | 1.0 | -0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | 0.400 |
| | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |
| E | 213.3 | 0.0 | 0.0 | 213.3 | 1.0 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | 0.400 |
| | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |

Load Train 300 (L) TS 300kN

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

Lm1 / 300 EN 1991-3 Load model Lm1
 Load Train 300.000 [-]
 Axle load 240.0 [kN]
 Traffic Lane 9.00 [kN/m²]
 Residual Area 2.50 [kN/m²]
 Brake load 1.8 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]


Load elements of Load Train

| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|--------|--------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 27.00 | 1.0*BRK | 0.00 | 27.00 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 240.0 | 0.0 | 0.0 | 240.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | 0.400 |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |
| E | 240.0 | 0.0 | 0.0 | 240.0 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | 0.400 |
| | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 | 0.400 |

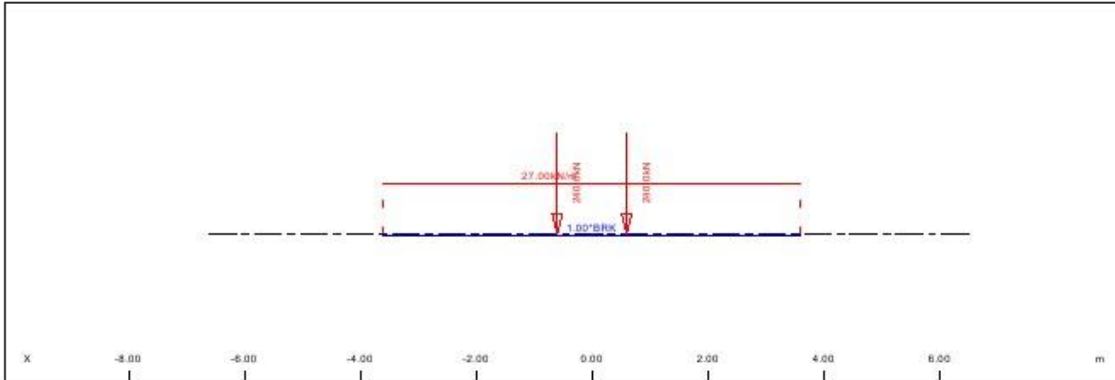
Load Train 301 (L) TS 300kN

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

Lm1 / 300 EN 1991-3 Load model Lm1
 Load Train 300.000 [-]
 Axle load 240.0 [kN]
 Traffic Lane 9.00 [kN/m²]
 Residual Area 2.50 [kN/m²]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]

STRUCTURE 3
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES



Load elements of Load Train

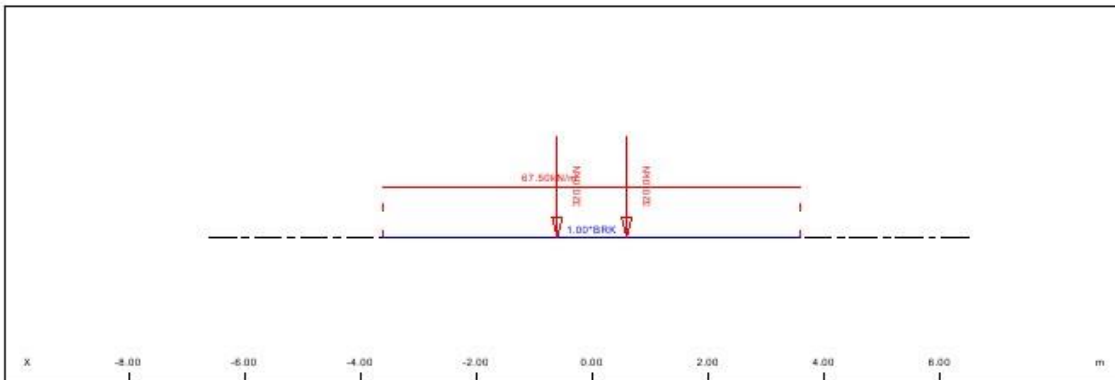
| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|-------|--------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 27.00 | 1.0*BRK | 0.00 | 27.00 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| E | 240.0 | 0.0 | 0.0 | 240.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| E | 240.0 | 0.0 | 0.0 | 240.0 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 |
| | | | | | | | | | | | b/l-Wh | 0.400 |

Load Train 302 (L) TS 300kN

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

LMI / 300 EN 1991-3 Load model LMI
 Load Train 300.000 [-]
 Axle load 320.0 [kN]
 Traffic Lane 22.50 [kN/m2]
 Residual Area 6.25 [kN/m2]
 Brake load 1.8 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]
 Loading travels in both directions
 Wind loading in unfavourable direction



Load elements of Load Train

SO FISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 3
TRAFFIC LOAD ENVELOPES
Load elements of Load Train

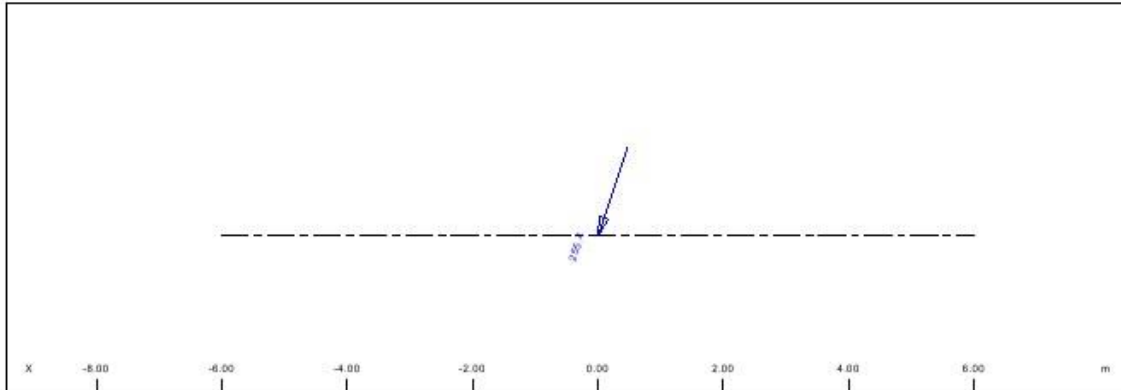
| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|--------|--------|-------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| p | 67.50 | 1.0*BRK | 0.00 | 67.50 | 0.0 | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.000 | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 320.0 | 0.0 | 0.0 | 320.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/1-Wh | 0.400 | 0.400 |
| E | 320.0 | 0.0 | 0.0 | 320.0 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| | | | | | | | | | | b/1-Wh | 0.400 | 0.400 |

Load Train 998 (L) TRANS. BRAKING & CENTRIFUGAL

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

USER User defined
 Total factor 1.000 [-]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]


Load elements of Load Train

| | Pv | Pl | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|------|------|-------|------|------|-------|---|-------|-------|-------|-----|-------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [-] | [m] | | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| E | 0.0 | 0.0 | 255.4 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |

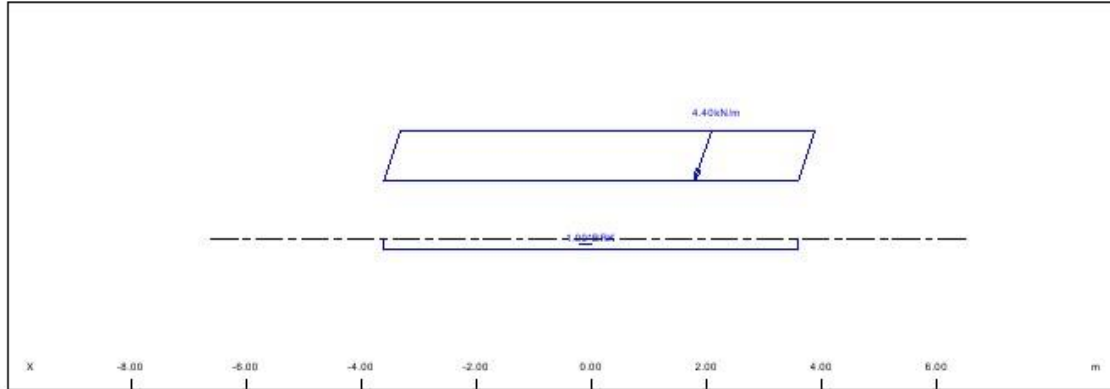
Load Train 999 (L) WIND ON LANE

unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

LMI / 300 EN 1991-3 Load model LMI
 Load Train 300.000 [-]
 Wind Pressure 2.20 [kN/m²]
 Wind Load Height 2.000 [m]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]

STRUCTURE 3
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

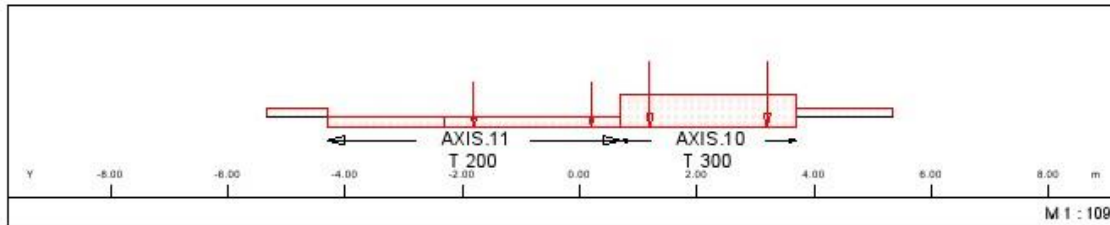


Load elements of Load Train

| | Pv | P1 | Pw | Pf | ffav | X | L | y | hw | hs | b | cont@ |
|---|--------|---------|--------|--------|------|--------|-----|-------|-------|-------|--------|--------------------|
| | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [-] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | |
| P | 0.00 | 1.0*BRK | 4.40 | 0.00 | 0.0 | | | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 3.000 | |
| E | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | -0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | |
| E | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.600 | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -2.000 | b/l-Wh 0.400 0.400 |
| | | | | | | | | | | | | b/l-Wh 0.400 0.400 |

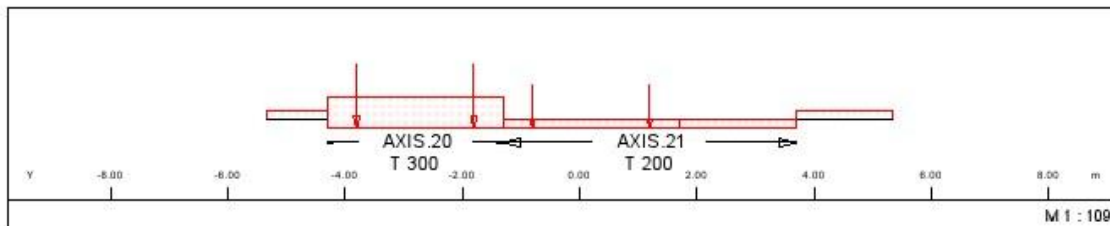
Evaluation : Case 1 Traffic-CHAR.

| Lane | LC | fact | p[kN/m2] | v[km/h] | yex[m] | Smin[-] | Smax[-] | Sdel |
|---------|--------------|------|----------|---------|--------|---------------------------|---------|------|
| AXIS.10 | 300 TS 300kN | 1.00 | 2.50 | 0.0 | 0.000 | | | |
| AXIS.11 | 200 TS 200kN | 1.00 | 2.50 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.10 | | |



Evaluation : Case 2 Traffic-CHAR.

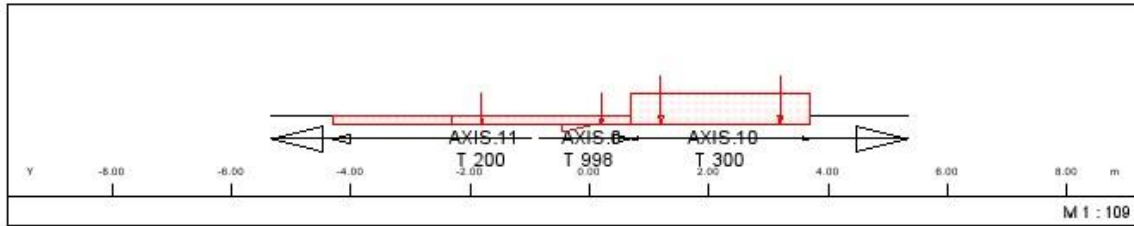
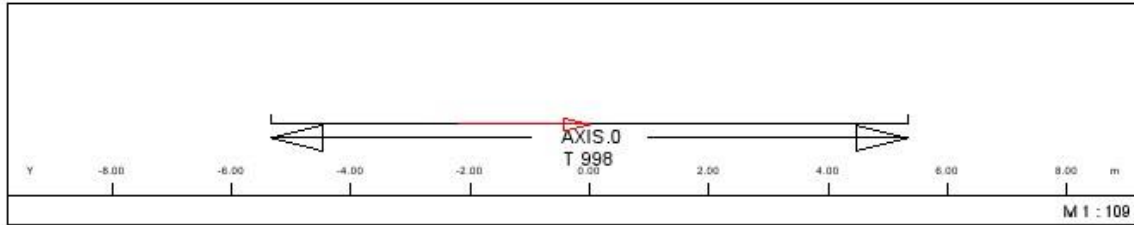
| Lane | LC | fact | p[kN/m2] | v[km/h] | yex[m] | Smin[-] | Smax[-] | Sdel |
|---------|--------------|------|----------|---------|--------|---------------------------|---------|------|
| AXIS.20 | 300 TS 300kN | 1.00 | 2.50 | 0.0 | 0.000 | | | |
| AXIS.21 | 200 TS 200kN | 1.00 | 2.50 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.20 | | |



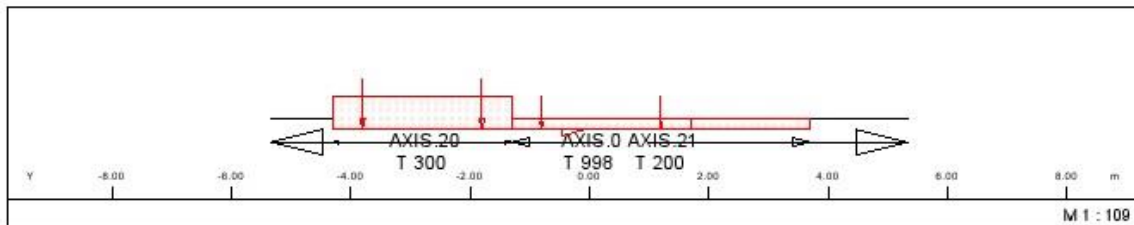
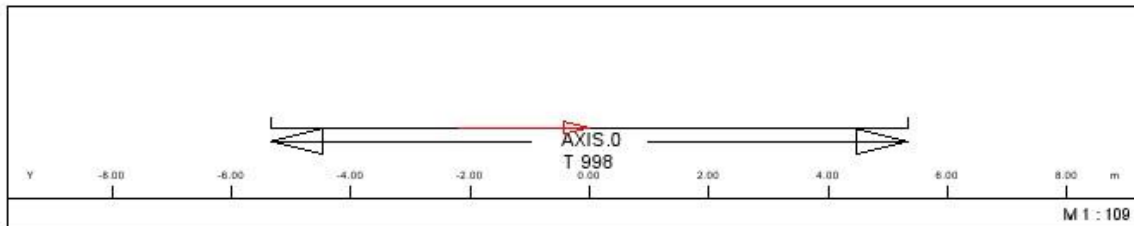
Evaluation : Case 3 Traffic-CHAR.

| Lane | LC | fact | p[kN/m2] | v[km/h] | yex[m] | Smin[-] | Smax[-] | Sdel |
|---------|----------------------|------|----------|---------|--------|---------------------------|---------|------|
| AXIS.0 | 998 TRANS. BRAKING & | 1.00 | 0.00 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.10 | | |
| AXIS.10 | 300 TS 300kN | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.000 | | | |
| AXIS.11 | 200 TS 200kN | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.10 | | |

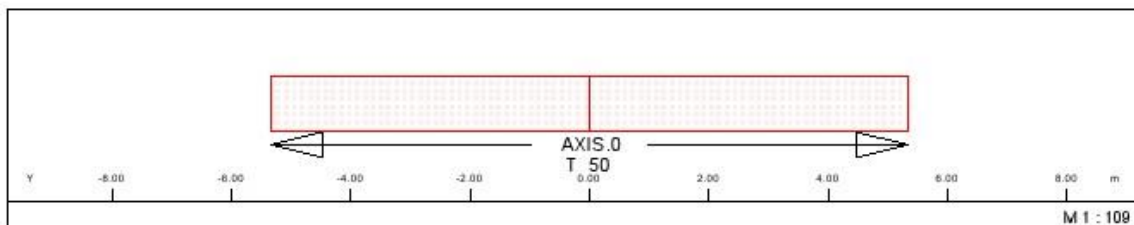
SOFISTIK A.O. - www.sofistik.com

STRUCTURE 3
TRAFFIC LOAD ENVELOPES

Evaluation : Case 4 Traffic-CHAR.

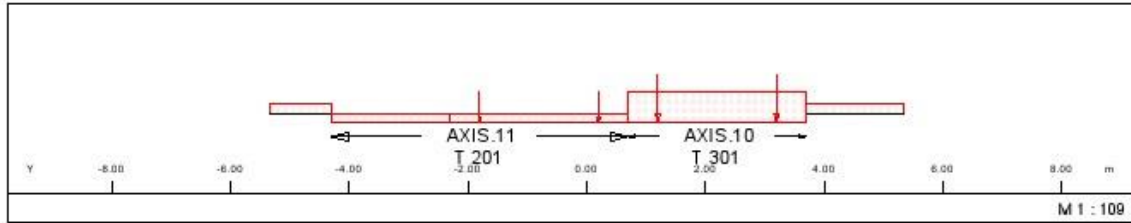
| Lane | LC | | fact | p [kN/m ²] | v [km/h] | yex [m] | Smin [-] | Smax [-] | Sdel |
|---------|-----|------------------|------|------------------------|----------|---------|----------|----------|---------------------------|
| AXIS.0 | 998 | TRANS. BRAKING & | 1.00 | 0.00 | 0.0 | 0.000 | | | synchronized with AXIS.20 |
| AXIS.20 | 300 | TS 300kN | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.000 | | | |
| AXIS.21 | 200 | TS 200kN | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.000 | | | synchronized with AXIS.20 |


Evaluation : Case 5 Traffic-CHAR.

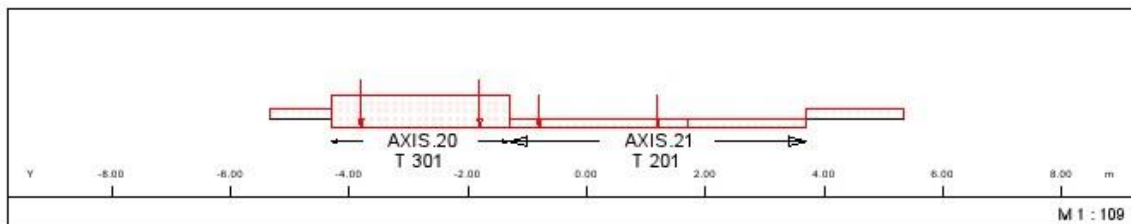
| Lane | LC | | fact | p [kN/m ²] | v [km/h] | yex [m] | Smin [-] | Smax [-] | Sdel |
|--------|----|------------------------|------|------------------------|----------|---------|----------|----------|------|
| AXIS.0 | 50 | LM4 5kN/m ² | 1.00 | 5.00 | 0.0 | 0.000 | | | |


Evaluation : Case 1 Traffic-FREQ.

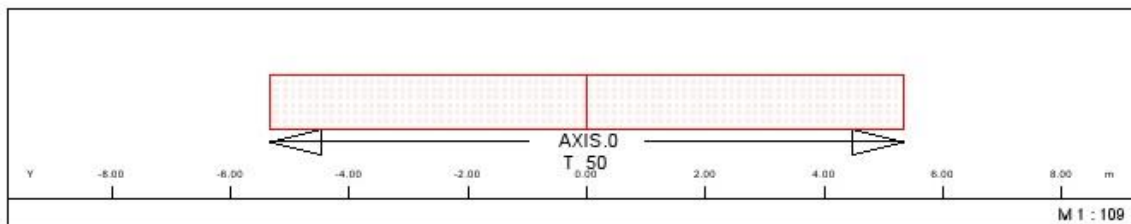
| Lane | LC | | fact | p [kN/m ²] | v [km/h] | yex [m] | Smin [-] | Smax [-] | Sdel |
|---------|-----|----------|------|------------------------|----------|---------|----------|----------|---------------------------|
| AXIS.10 | 301 | TS 300kN | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.000 | | | |
| AXIS.11 | 201 | TS 200kN | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.000 | | | synchronized with AXIS.10 |

STRUCTURE 3
TRAFFIC LOAD ENVELOPES

Evaluation : Case 2 Traffic-FREQ.

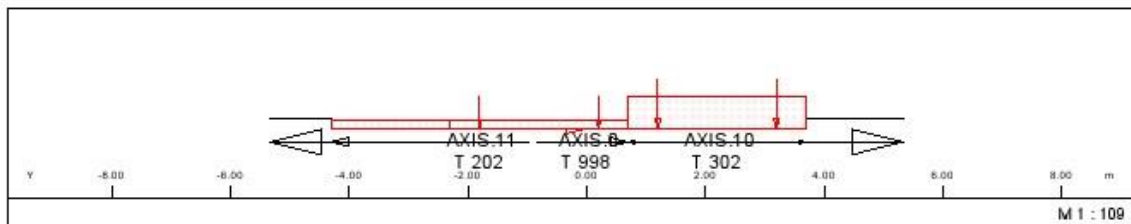
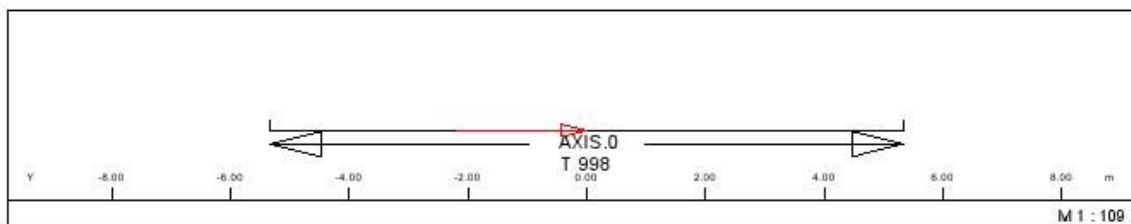
| Lane | LC | fact | p [kN/m ²] | v [km/h] | yex [m] | Smin [-] | Smax [-] | Sdel |
|---------|--------------|------|------------------------|----------|---------|---------------------------|----------|------|
| AXIS.20 | 301 TS 300kN | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.000 | | | |
| AXIS.21 | 201 TS 200kN | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.20 | | |


Evaluation : Case 3 Traffic-FREQ.

| Lane | LC | fact | p [kN/m ²] | v [km/h] | yex [m] | Smin [-] | Smax [-] | Sdel |
|--------|---------------------------|------|------------------------|----------|---------|----------|----------|------|
| AXIS.0 | 50 LM4 5kN/m ² | 0.40 | 2.00 | 0.0 | 0.000 | | | |


Evaluation : Case 1 TRAFFIC-BEARINGS REPLACEMENT

| Lane | LC | fact | p [kN/m ²] | v [km/h] | yex [m] | Smin [-] | Smax [-] | Sdel |
|---------|----------------------|------|------------------------|----------|---------|---------------------------|----------|------|
| AXIS.0 | 998 TRANS. BRAKING & | 0.50 | 0.00 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.10 | | |
| AXIS.10 | 302 TS 300kN | 0.50 | 1.25 | 0.0 | 0.000 | | | |
| AXIS.11 | 202 TS 200kN | 0.50 | 1.25 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.10 | | |

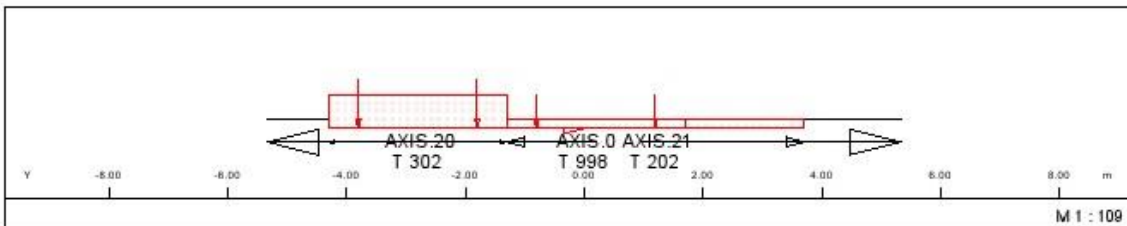
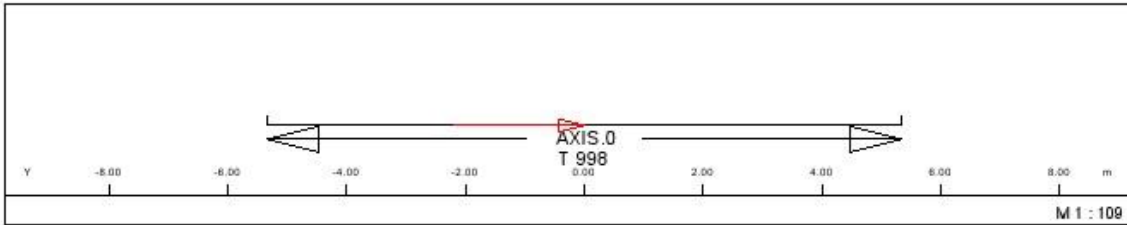


SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 3
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

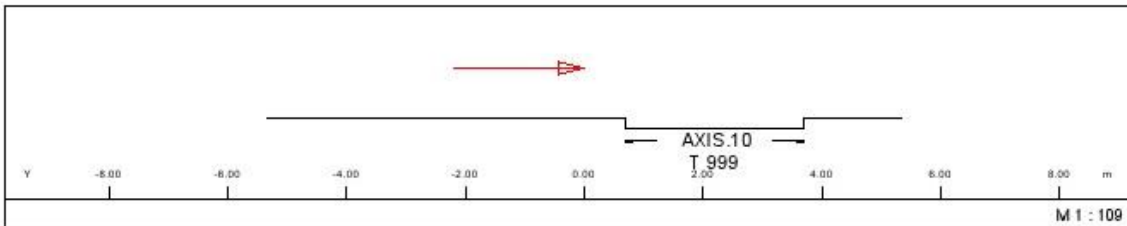
Evaluation : Case 2 TRAFFIC-BEARINGS REPLACEMENT

| Lane | LC | fact | p [kN/m ²] | v [km/h] | yex [m] | Smin [-] | Smax [-] | Sdel |
|---------|----------------------|------|------------------------|----------|---------|---------------------------|----------|------|
| AXIS.0 | 998 TRANS. BRAKING & | 0.50 | 0.00 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.20 | | |
| AXIS.20 | 302 TS 300kN | 0.50 | 1.25 | 0.0 | 0.000 | | | |
| AXIS.21 | 202 TS 200kN | 0.50 | 1.25 | 0.0 | 0.000 | synchronized with AXIS.20 | | |



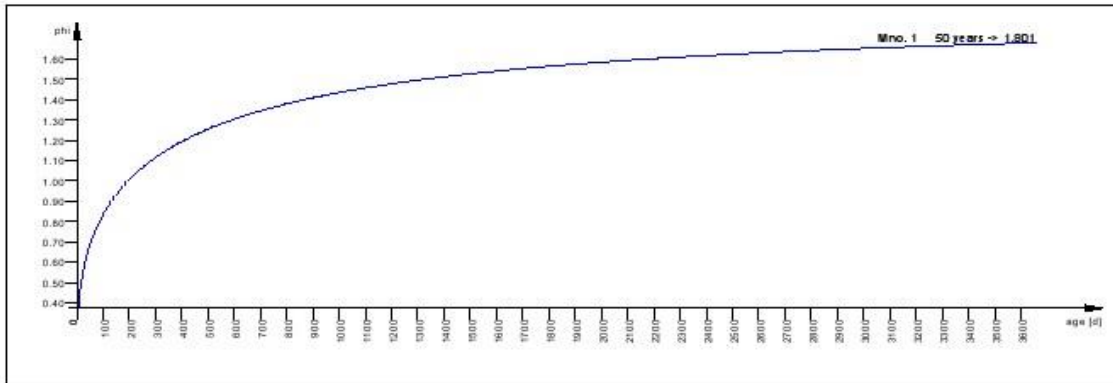
Evaluation : Case 1 WIND LOAD ON TRAFFIC LANES

| Lane | LC | fact | p [kN/m ²] | v [km/h] | yex [m] | Smin [-] | Smax [-] | Sdel |
|---------|------------------|------|------------------------|----------|---------|----------|----------|------|
| AXIS.10 | 999 WIND ON LANE | 1.00 | 0.00 | 0.0 | 0.000 | | | |

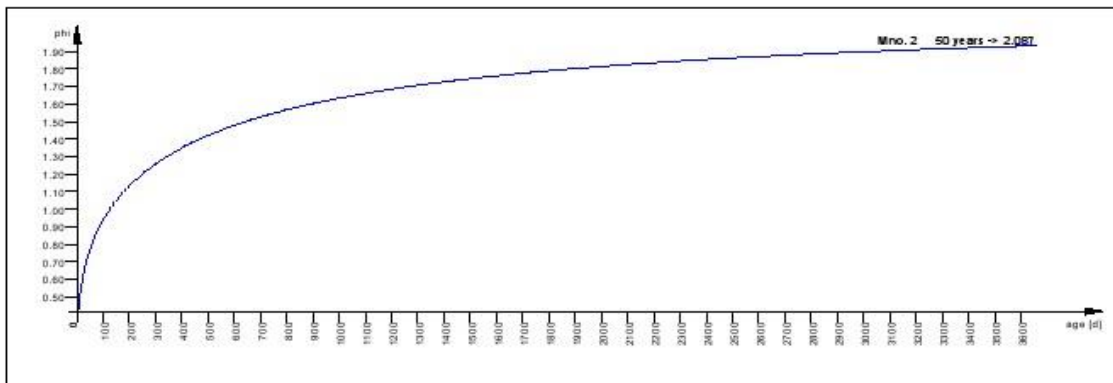


© SOFISTIK AG - www.sofistik.com

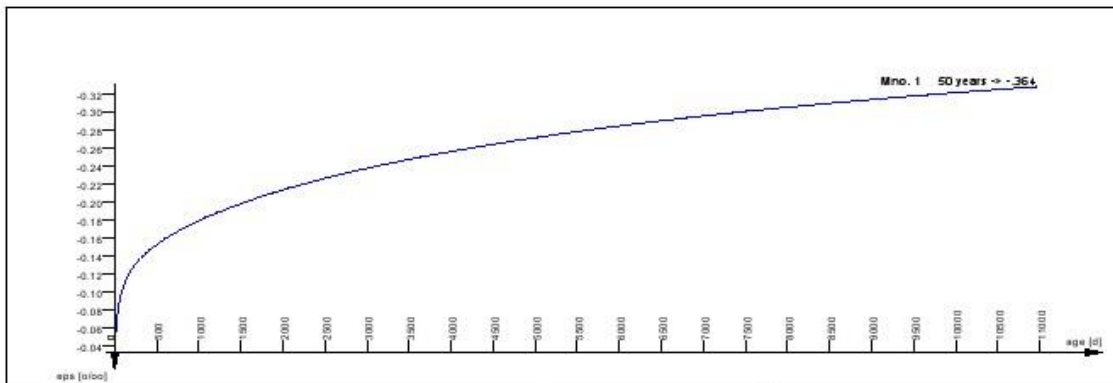
STRUCTURE 3
CONSTRUCTION STAGES



Creep development material no. 2 deff= 1.372 m T0= 7 d Temp= 20 ° RH= 70



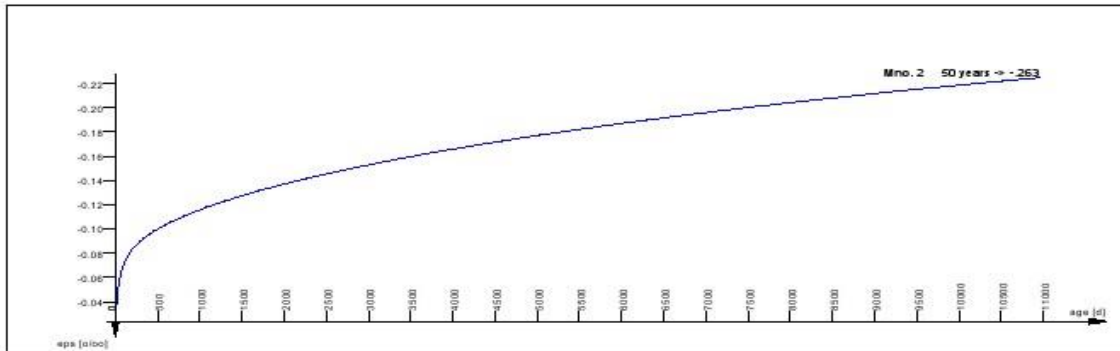
Shrinkage development material no. 1 deff= 0.689 m Temp= 20 ° RH= 70



Shrinkage development material no. 2 deff= 1.372 m Temp= 20 ° RH= 70

SO FISTIK AO - www.sofistik.com

**STRUCTURE 3
 CONSTRUCTION STAGES**



Creep values are evaluated according to the design code of the database.

Creep Values

| Grp | Mno | Type | deff [m] | T0 d | CS 15 | CS 200 | CS 201 | CS 202 | CS 203 | CS 204 | CS 205 | CS 206 |
|------------------|-----|------|----------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Time ---> | | | | | 30 | 37 | 73 | 146 | 290 | 580 | 1154 | 2300 |
| RH % ---> | | | | | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Temp ---> | | | | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 1 | 2 | beam | 1.372 | 7 | 0.66 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.21 | 0.17 | 0.12 |
| 2 | 2 | beam | 1.496 | 7 | 0.66 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.21 | 0.17 | 0.12 |
| 3 | 2 | beam | 1.245 | 7 | 0.67 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.22 | 0.21 | 0.17 | 0.12 |
| 11 | 1 | beam | 0.689 | 7 | 0.59 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.14 | 0.10 |
| 51 | 2 | beam | 1.025 | 7 | 0.68 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.23 | 0.21 | 0.17 | 0.12 |
| 53 | 2 | beam | 0.957 | 7 | 0.68 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.23 | 0.21 | 0.18 | 0.12 |

Creep Values

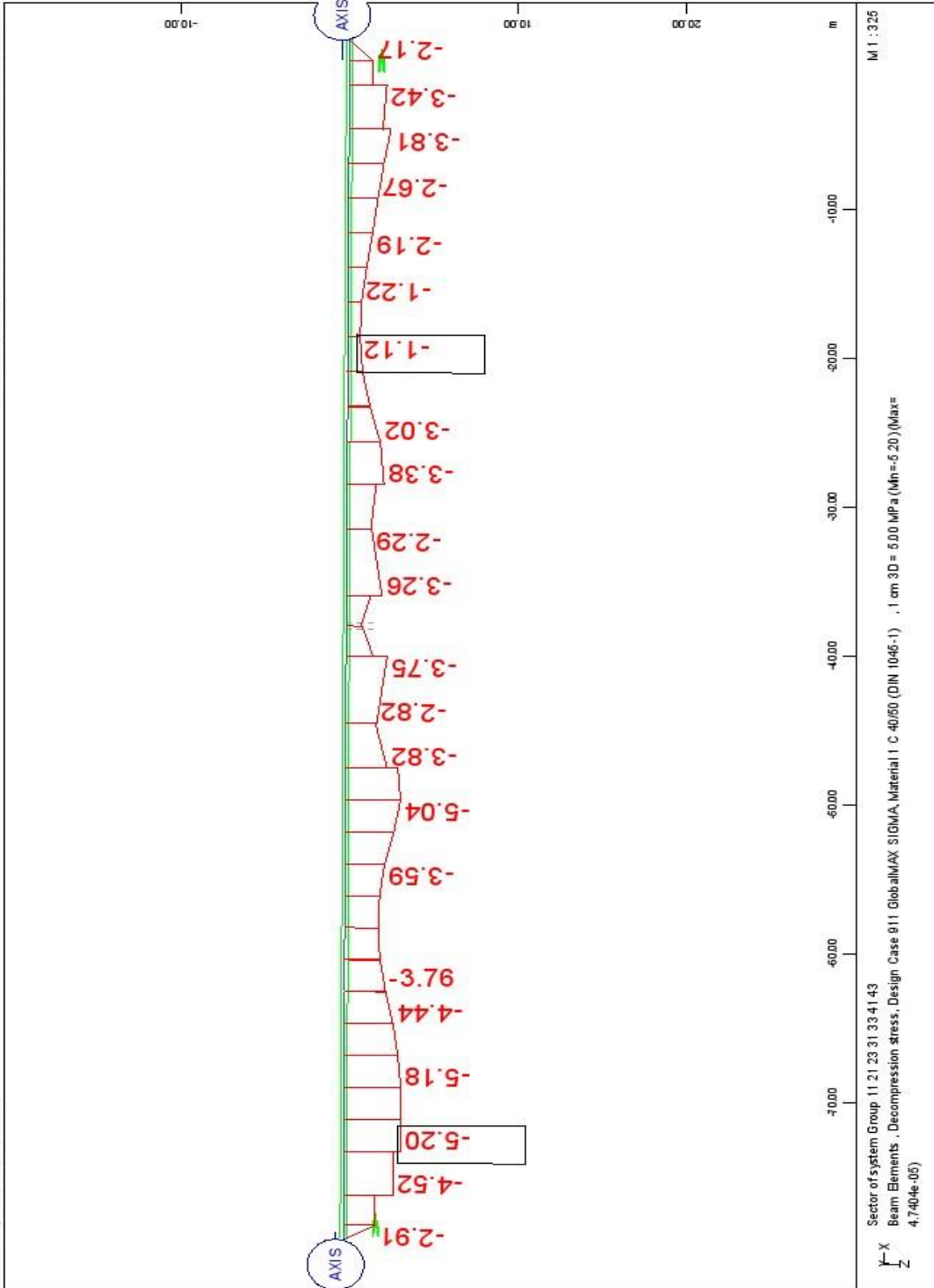
| Grp | Mno | Type | deff [m] | T0 d | CS 207 | CS 208 | CS 209 | total |
|------------------|-----|------|----------|------|--------|--------|--------|----------------|
| Time ---> | | | | | 4584 | 9134 | 18202 | 31920 |
| RH % ---> | | | | | 70 | 70 | 70 | |
| Temp ---> | | | | | 20 | 20 | 20 | |
| 1 | 2 | beam | 1.372 | 7 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 2.11 / 1.13 ** |
| 2 | 2 | beam | 1.496 | 7 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 2.10 / 1.13 ** |
| 3 | 2 | beam | 1.245 | 7 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 2.12 / 1.13 ** |
| 11 | 1 | beam | 0.689 | 7 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 1.82 / 1.10 ** |
| 51 | 2 | beam | 1.025 | 7 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 2.15 / 1.13 ** |
| 53 | 2 | beam | 0.957 | 7 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 2.16 / 1.13 ** |

** For the ** marked elements, the creep value will be additionally divided by the printed factor in AQB due to the problem of the reference E-modulus [Ecm/Ec0]. Please refer to Heft 525 Deutscher Ausschuss fuer Stahlbeton S. 65ff.

Shrinkage Values *10⁻⁶

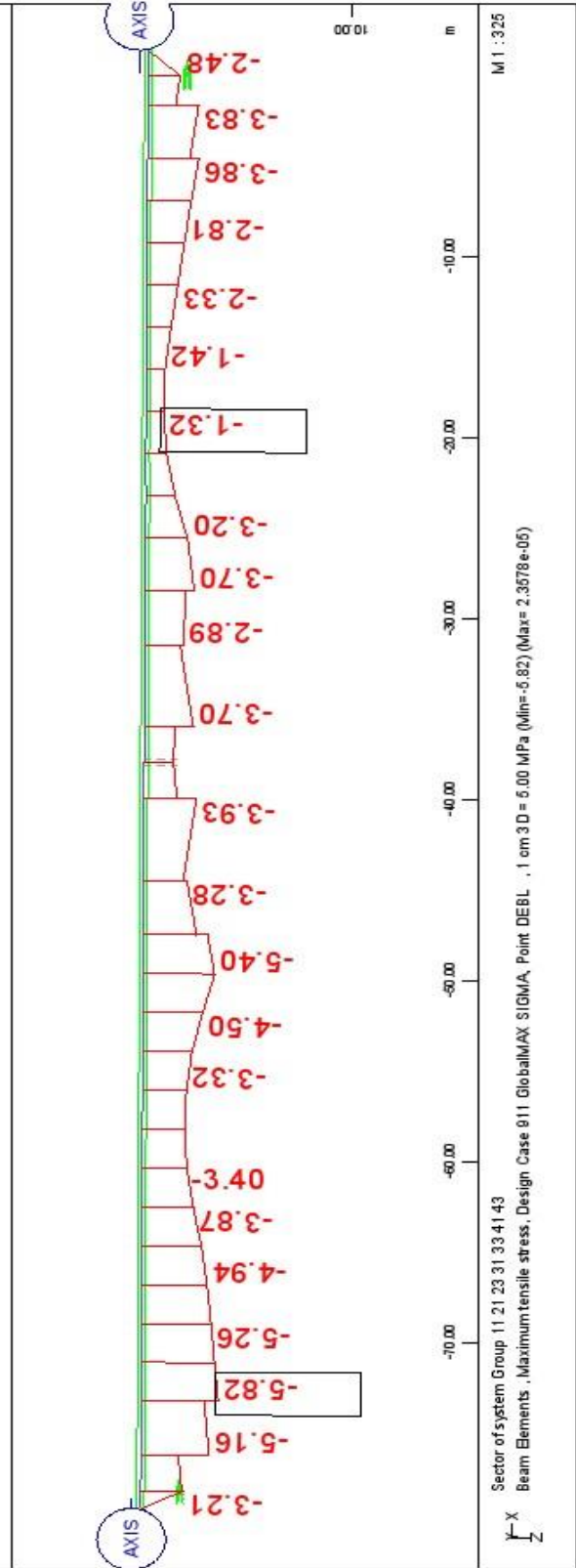
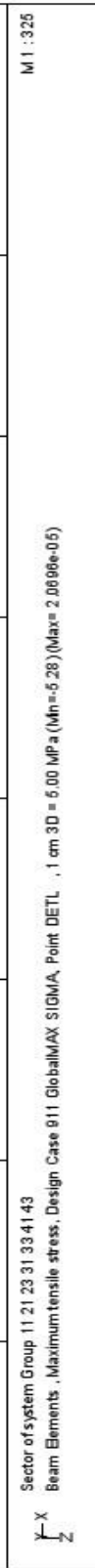
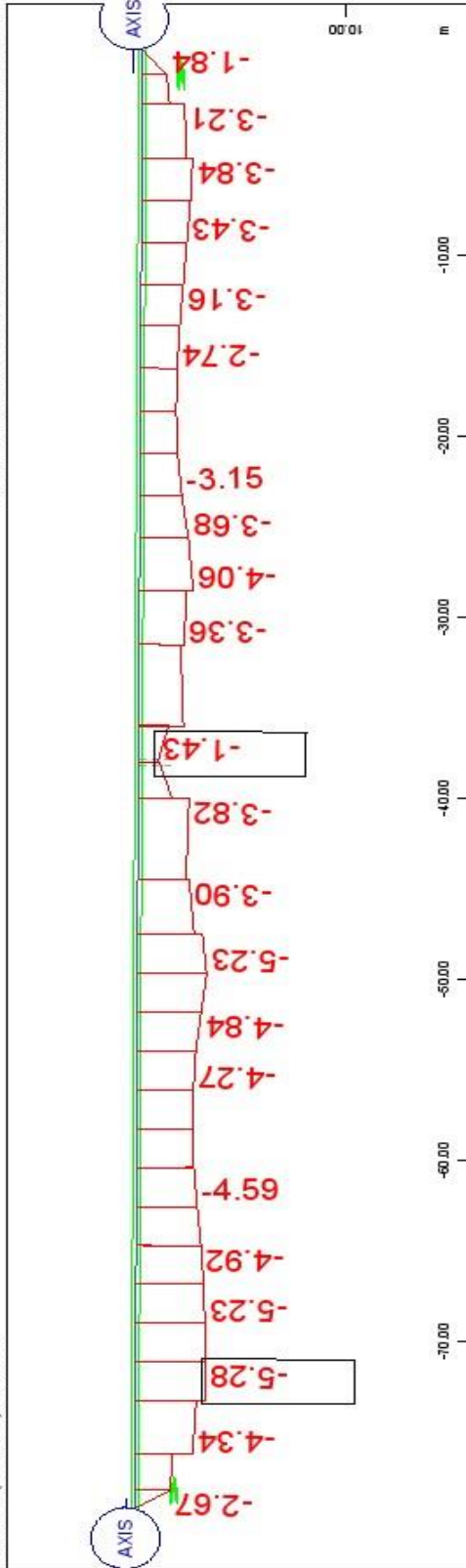
| Grp | Mno | Type | deff [m] | T0 d | CS 15 | CS 200 | CS 201 | CS 202 | CS 203 | CS 204 | CS 205 | CS 206 |
|------------------|-----|------|----------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Time ---> | | | | | 30 | 37 | 73 | 146 | 290 | 580 | 1154 | 2300 |
| RH % ---> | | | | | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Temp ---> | | | | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 1 | 2 | beam | 1.372 | 7 | -50.2 | -14.1 | -12.9 | -12.5 | -13.4 | -16.8 | -22.6 | -30.6 |
| 2 | 2 | beam | 1.496 | 7 | -49.6 | -13.6 | -12.4 | -11.8 | -12.5 | -15.5 | -20.8 | -28.4 |
| 3 | 2 | beam | 1.245 | 7 | -51.0 | -14.6 | -13.5 | -13.3 | -14.6 | -18.4 | -24.7 | -33.2 |
| 11 | 1 | beam | 0.689 | 7 | -73.5 | -21.5 | -20.3 | -20.4 | -22.6 | -28.0 | -35.8 | -44.2 |
| 51 | 2 | beam | 1.025 | 7 | -52.9 | -15.7 | -15.0 | -15.3 | -17.3 | -22.0 | -29.3 | -38.7 |
| 53 | 2 | beam | 0.957 | 7 | -53.7 | -16.2 | -15.6 | -16.1 | -18.4 | -23.5 | -31.1 | -40.7 |

SO FISTIK AG - www.sofistik.com

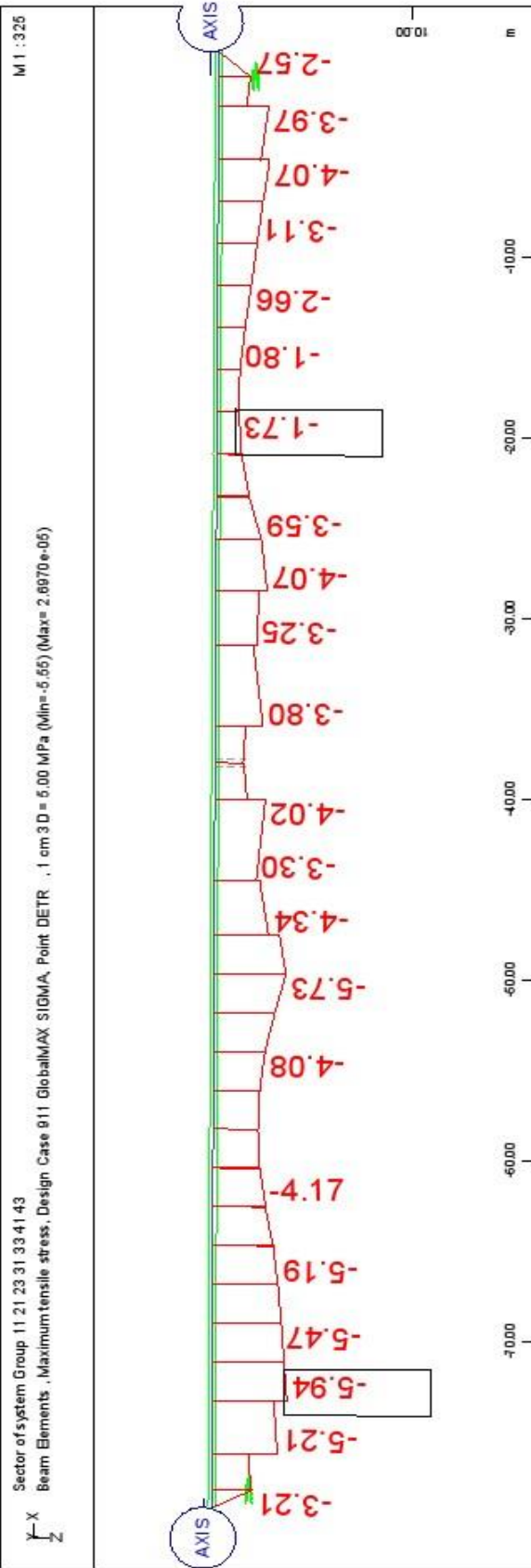
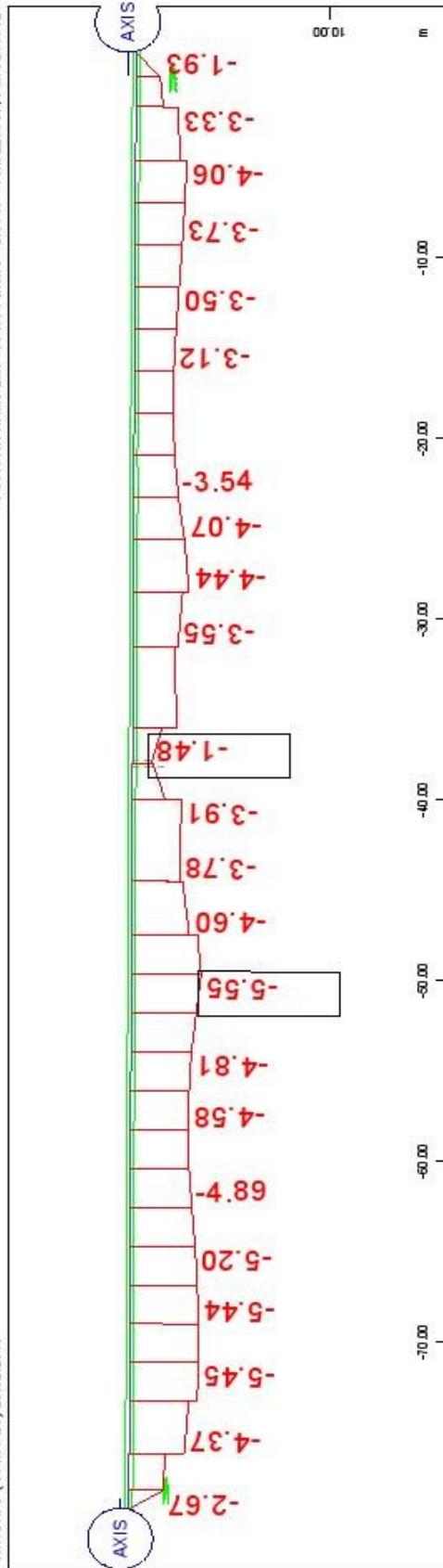


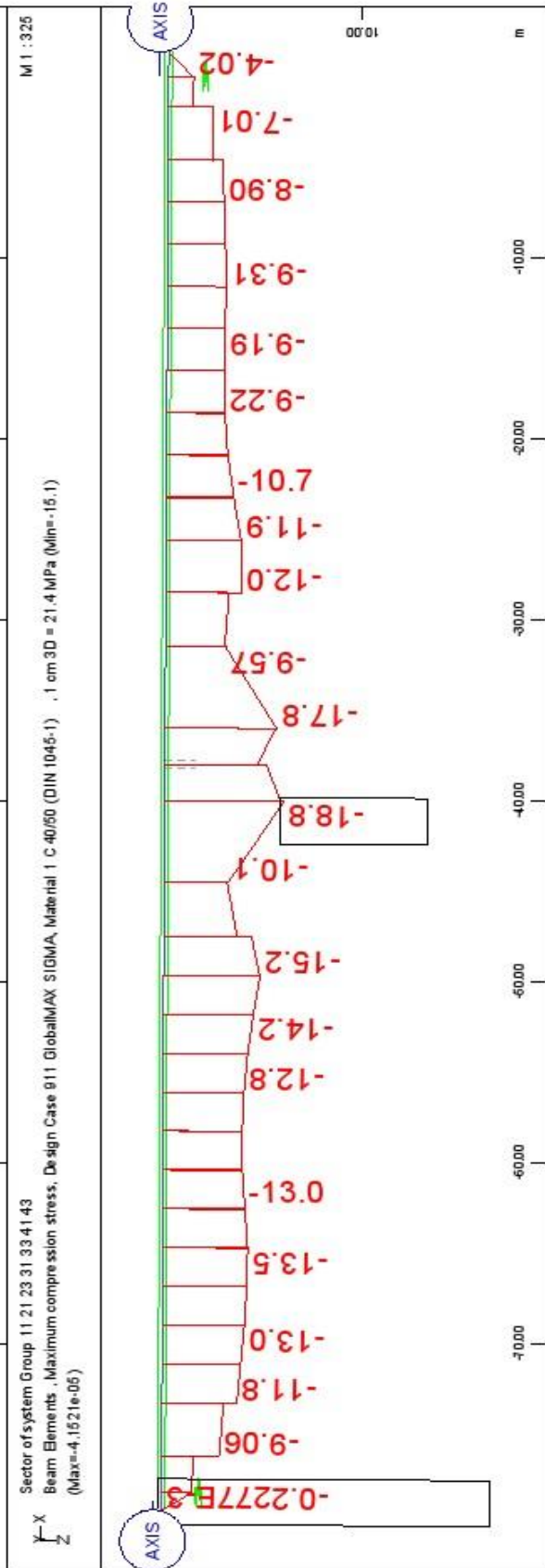
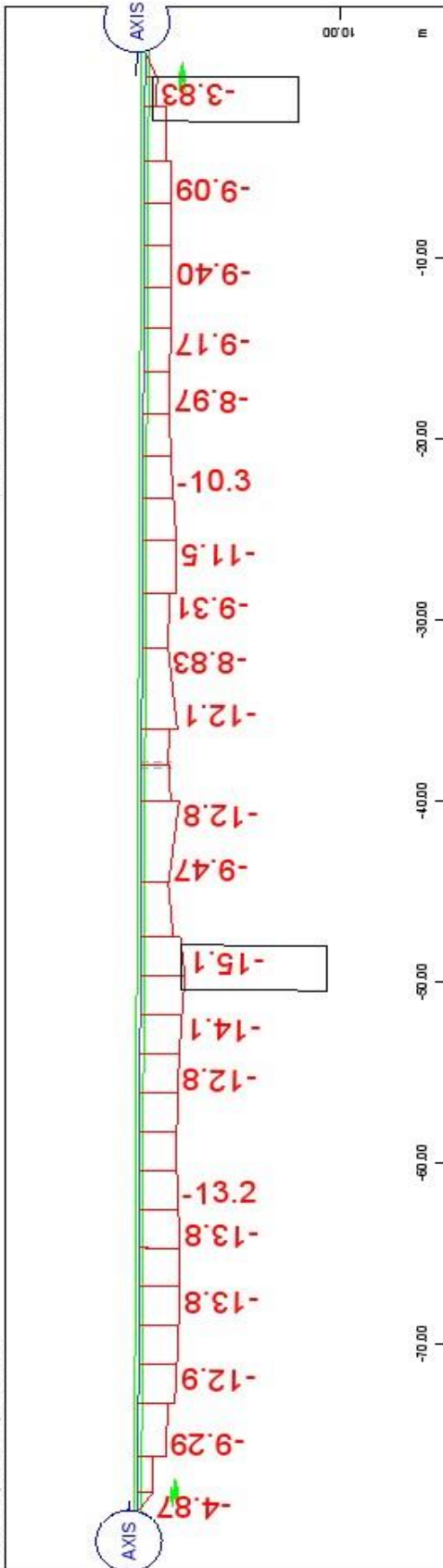
Sector of system Group 11 21 23 31 33 41 43
 Beam Elements , Decompression stress, Design Case 911 GlobalMAX SIGMA, Material 1 C 40/50 (DIN 1046-1) . 1 cm 3D = 5.00 MPa (Min=-5.20) (Max= 4.7404e-05)

STRUCTURE 3
 STRESS PLOTS

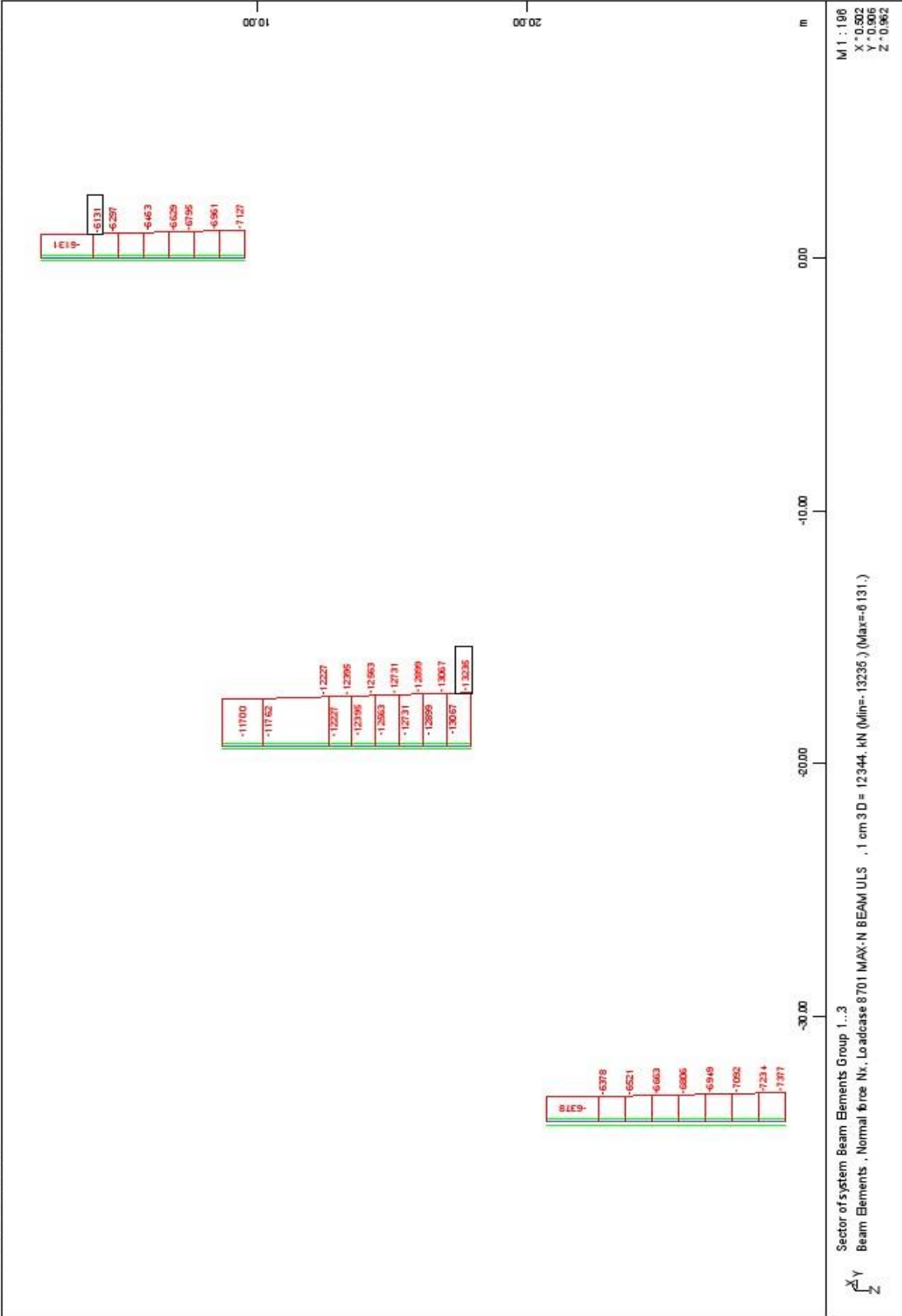


STRUCTURE 3
STRESS PLOTS

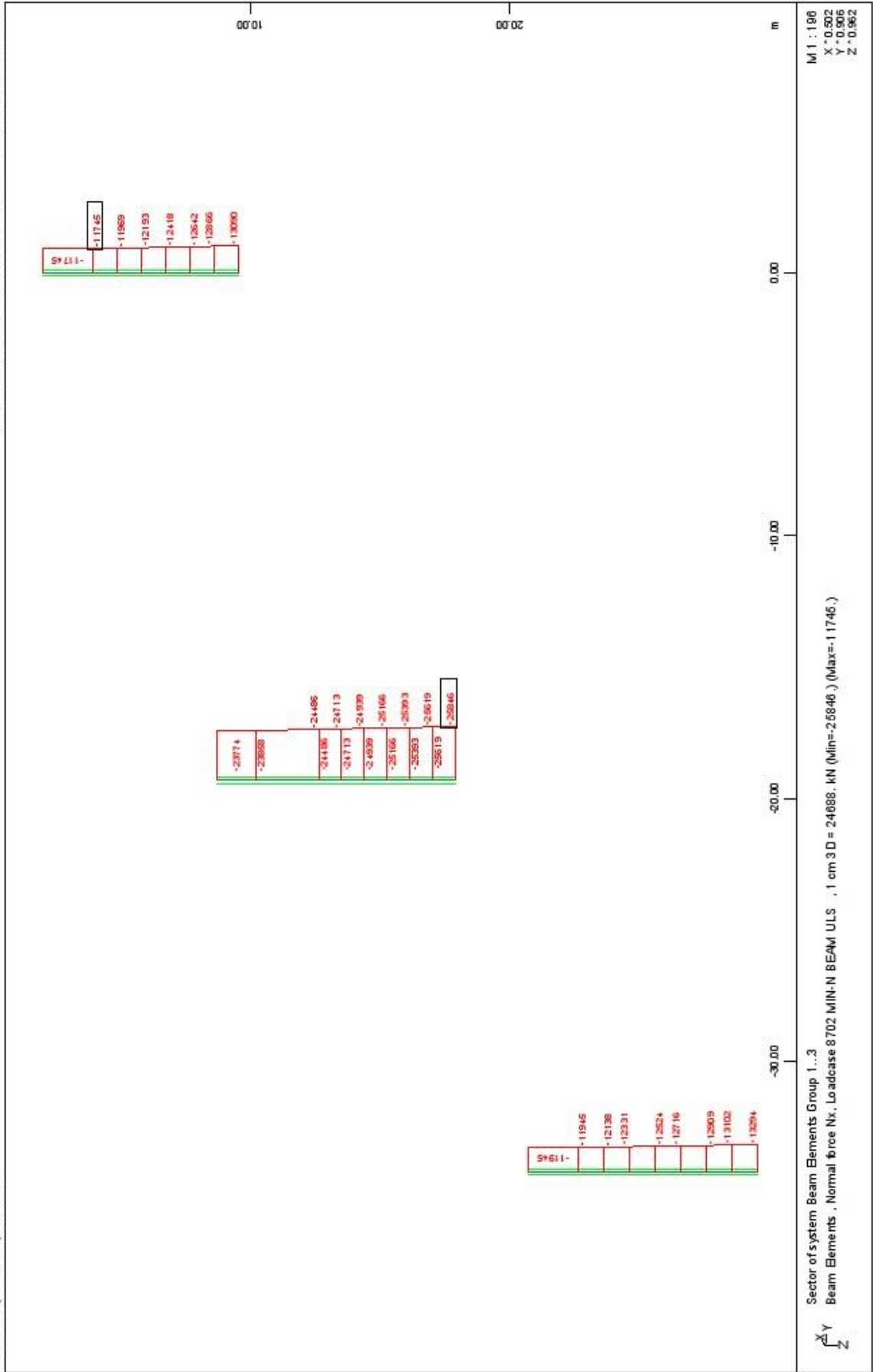




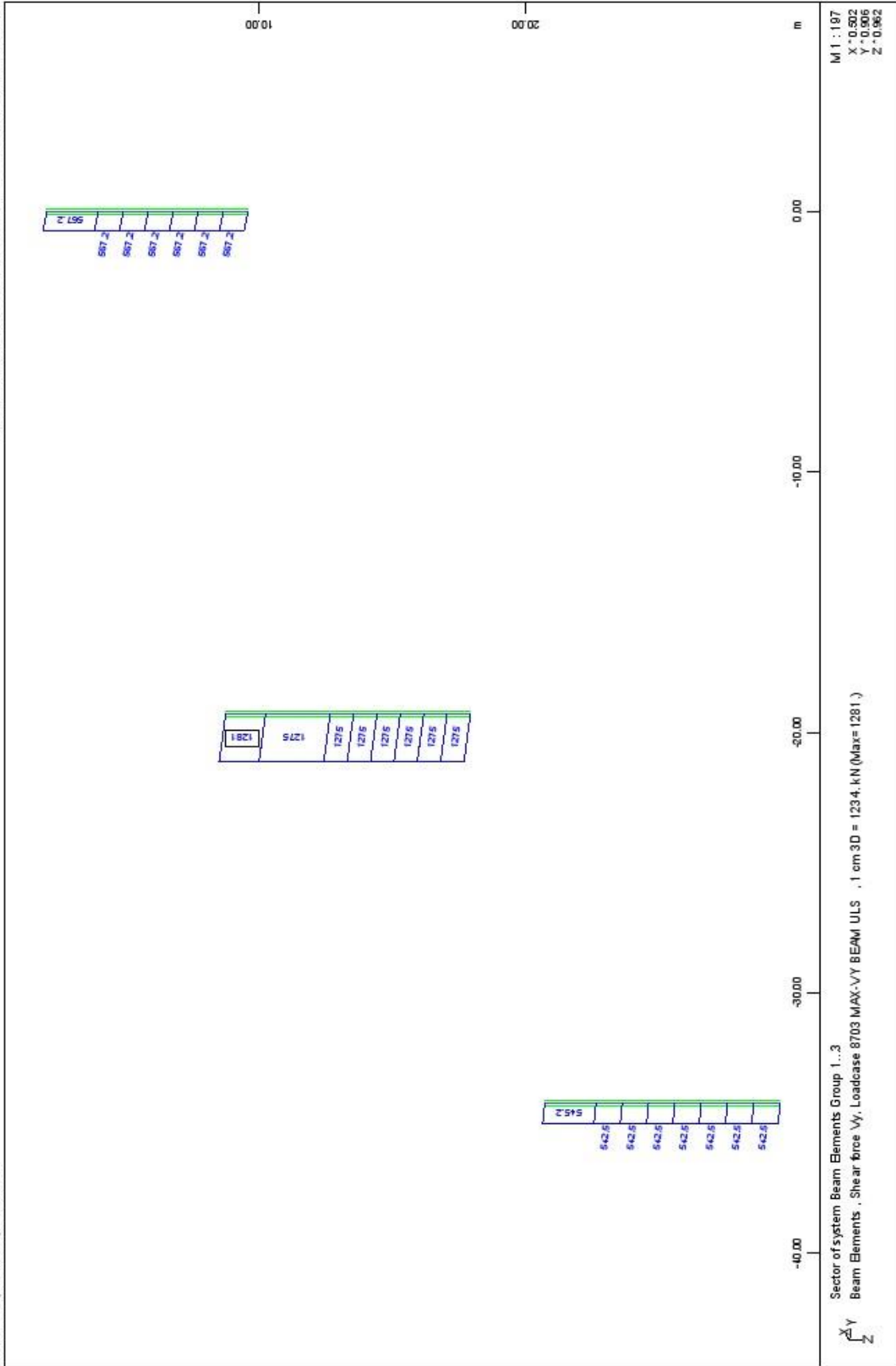
STRUCTURE 3
 COMPRESSION STRESS CHECK FOR QUASI-PERMANENT & CHARACTERISTIC COMBINATI



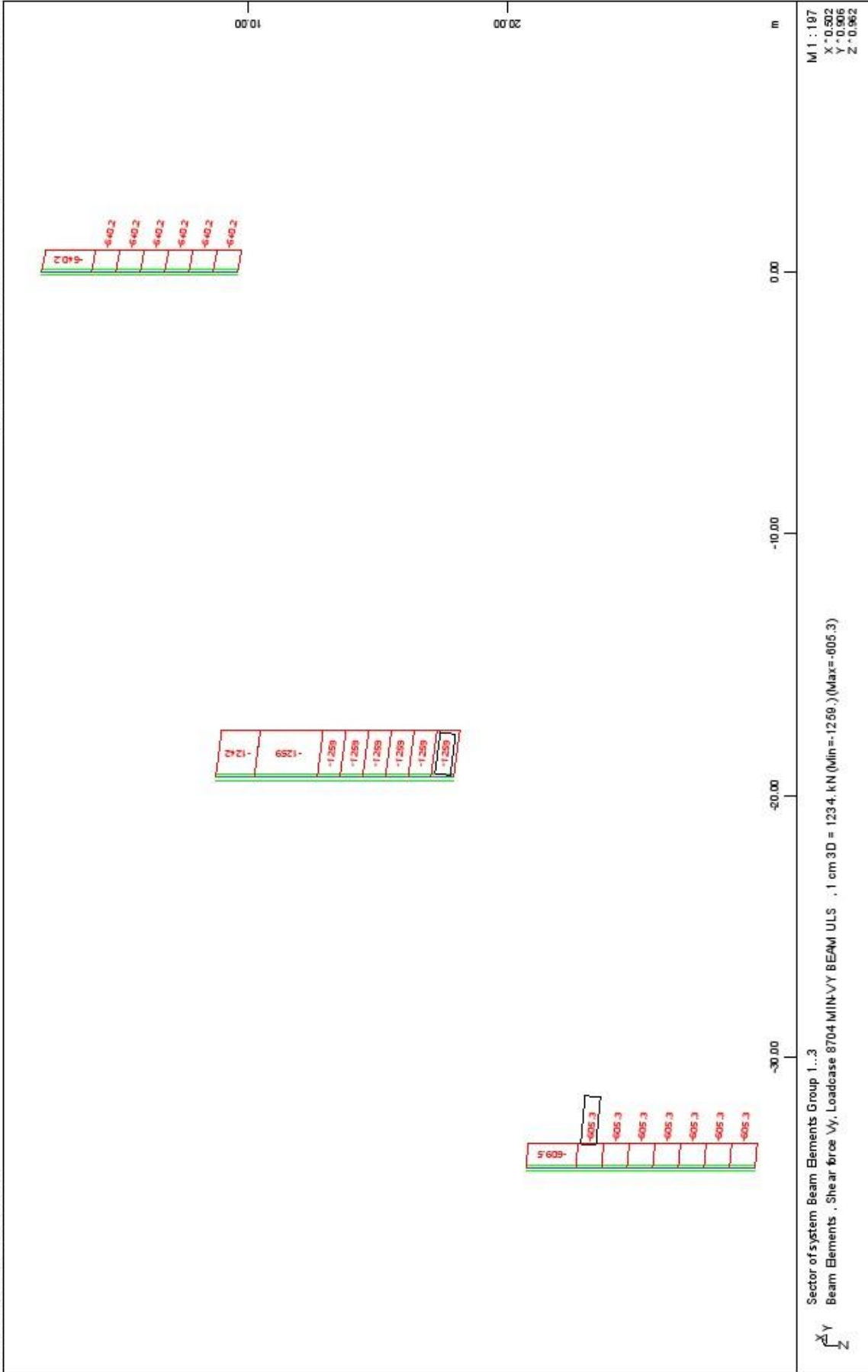
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN



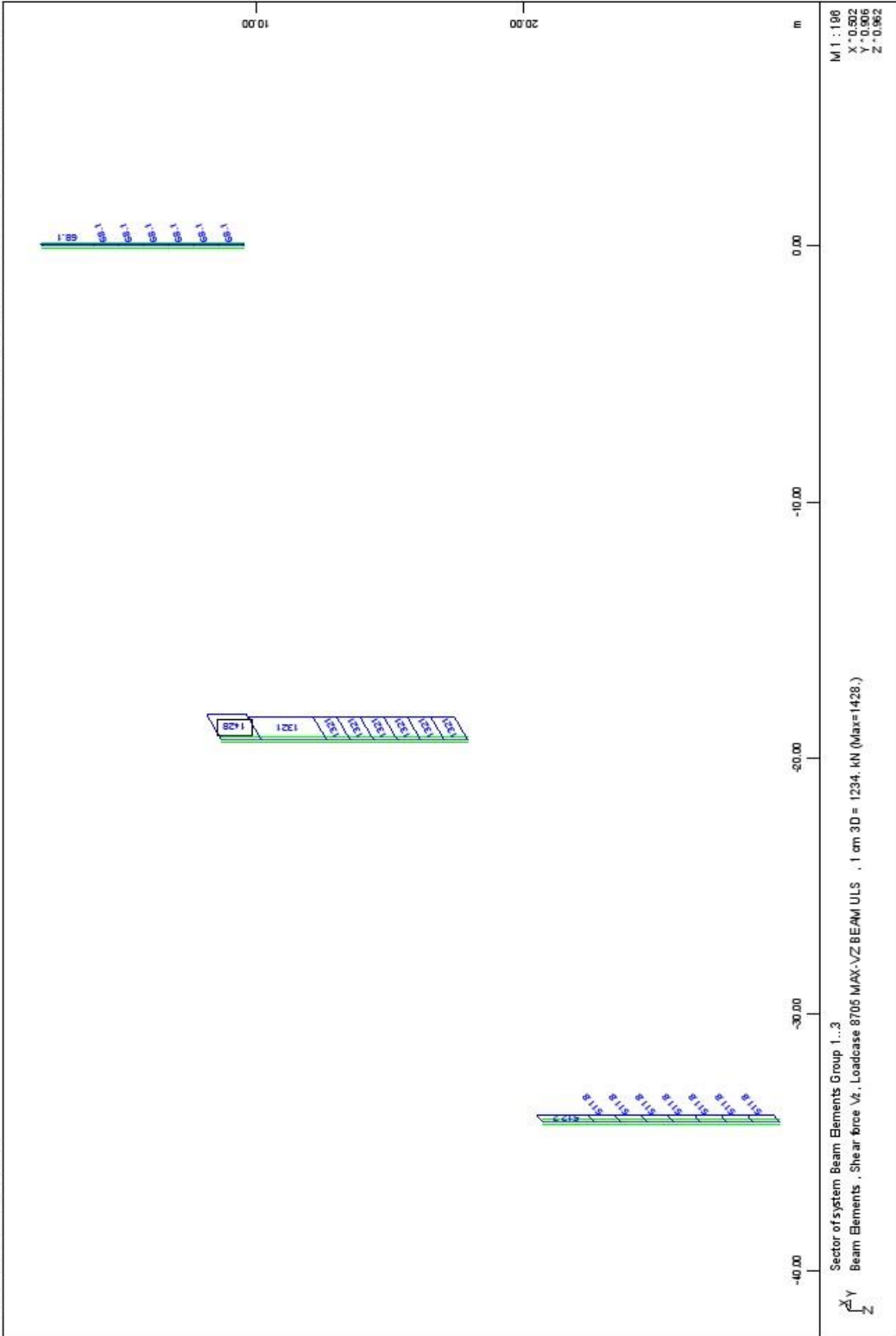
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN

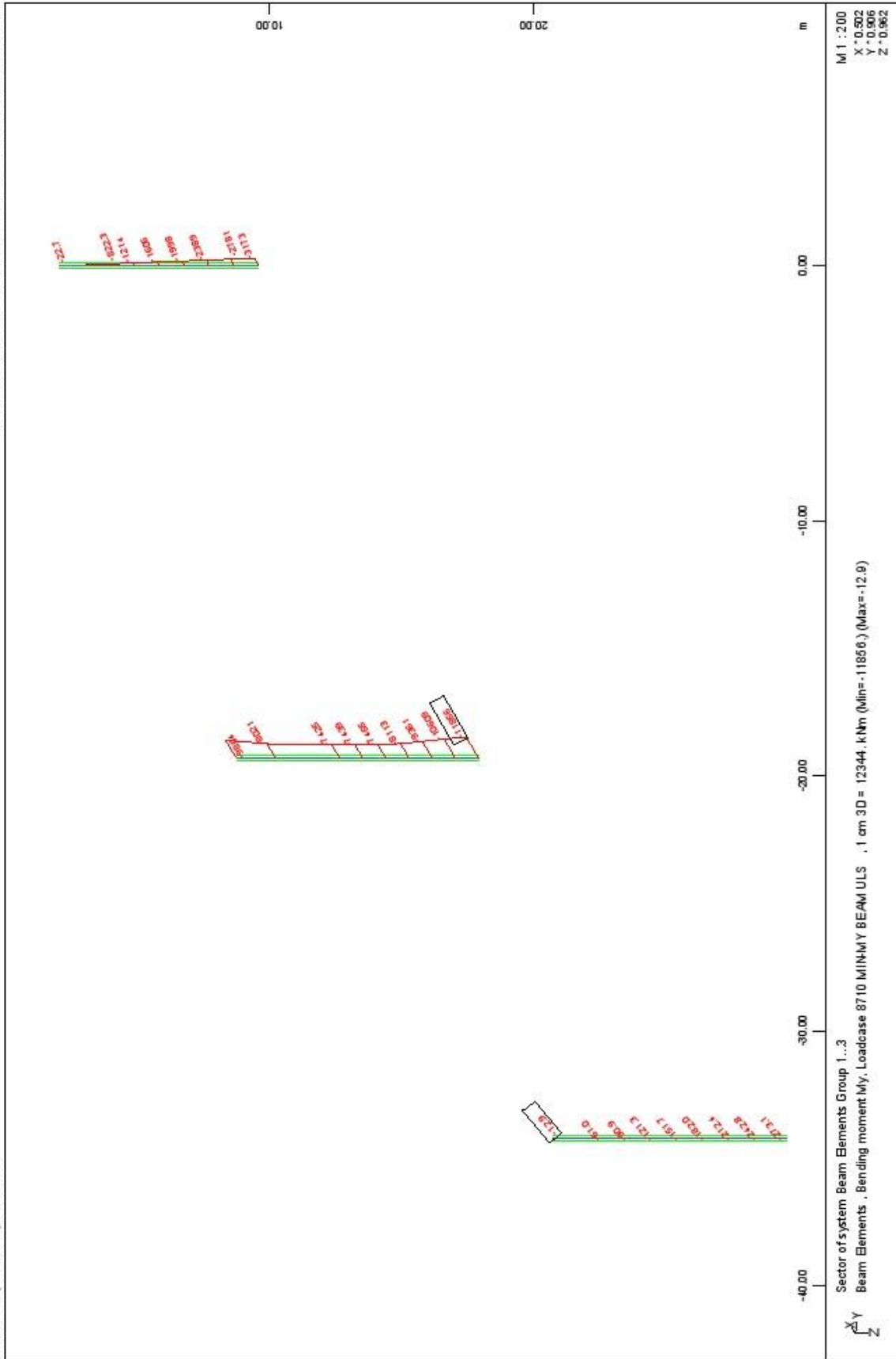


STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN

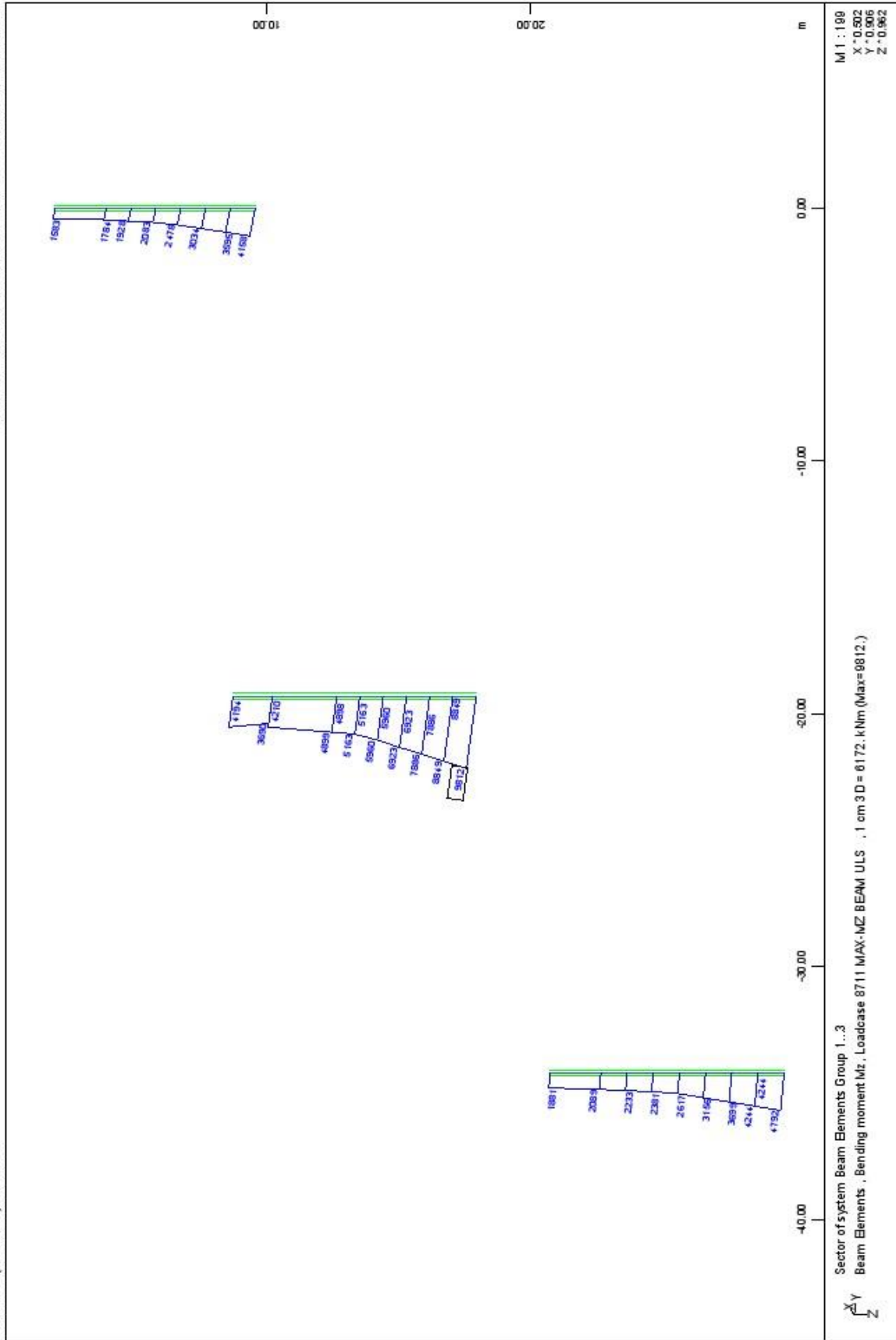


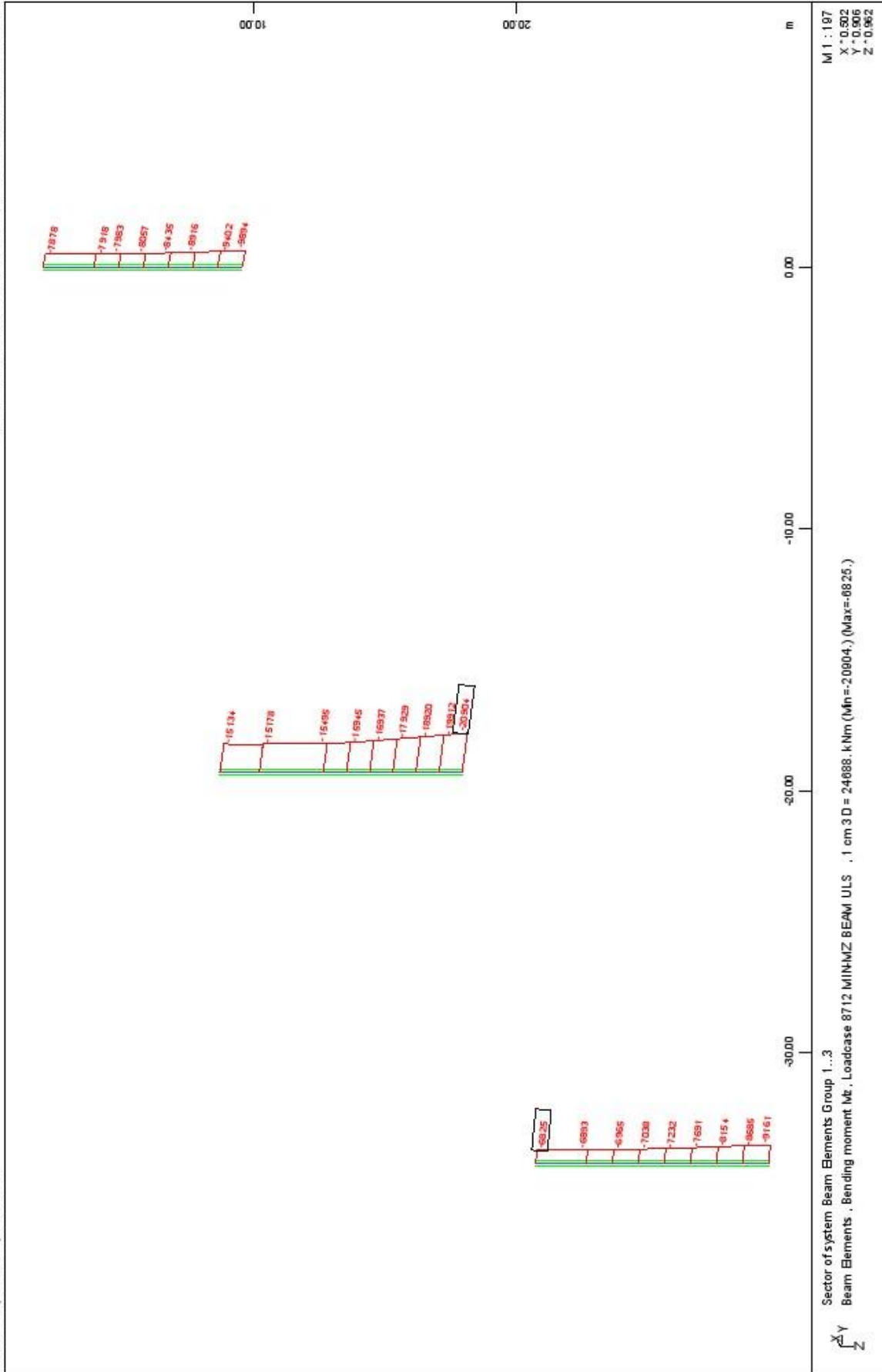
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN



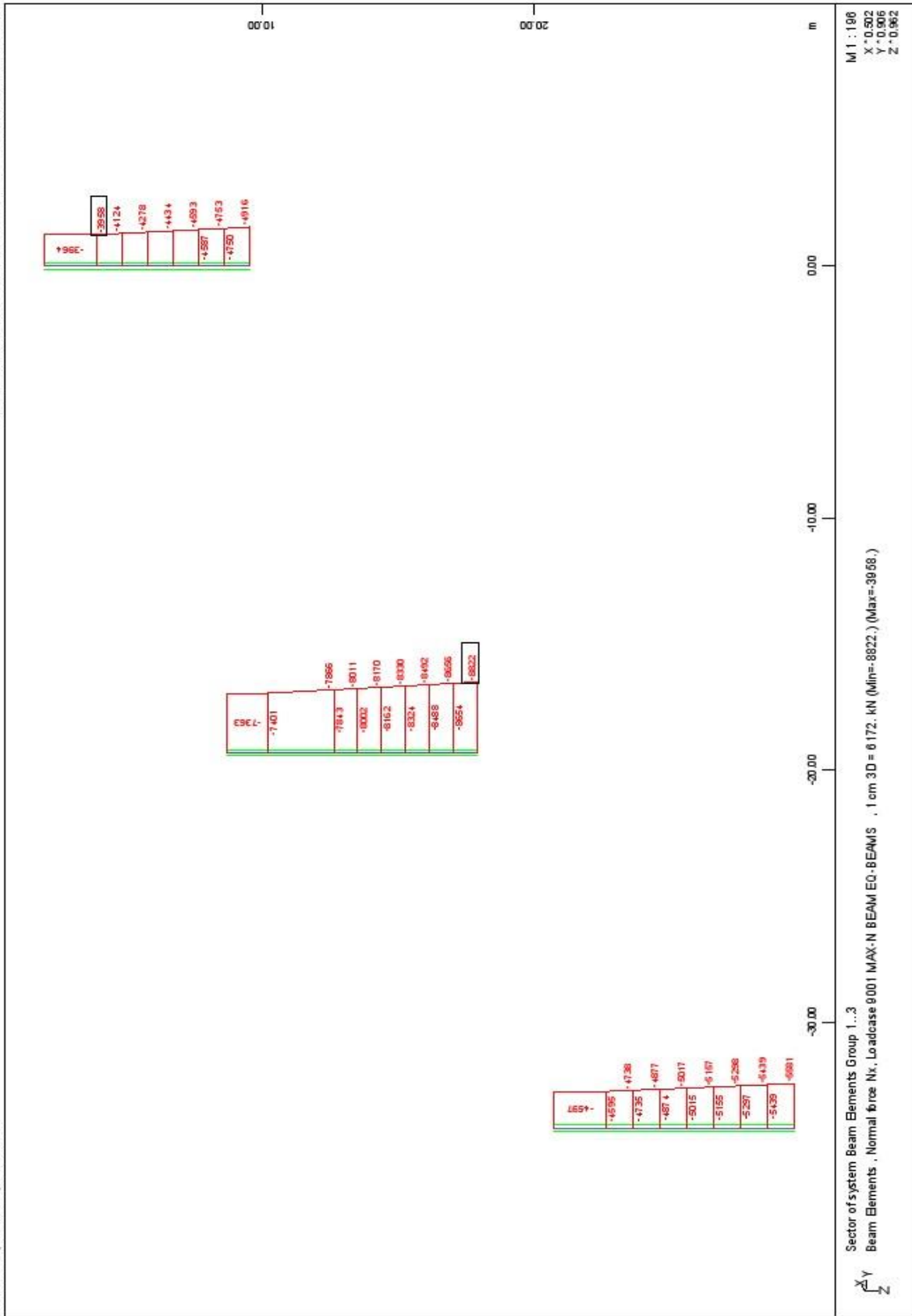


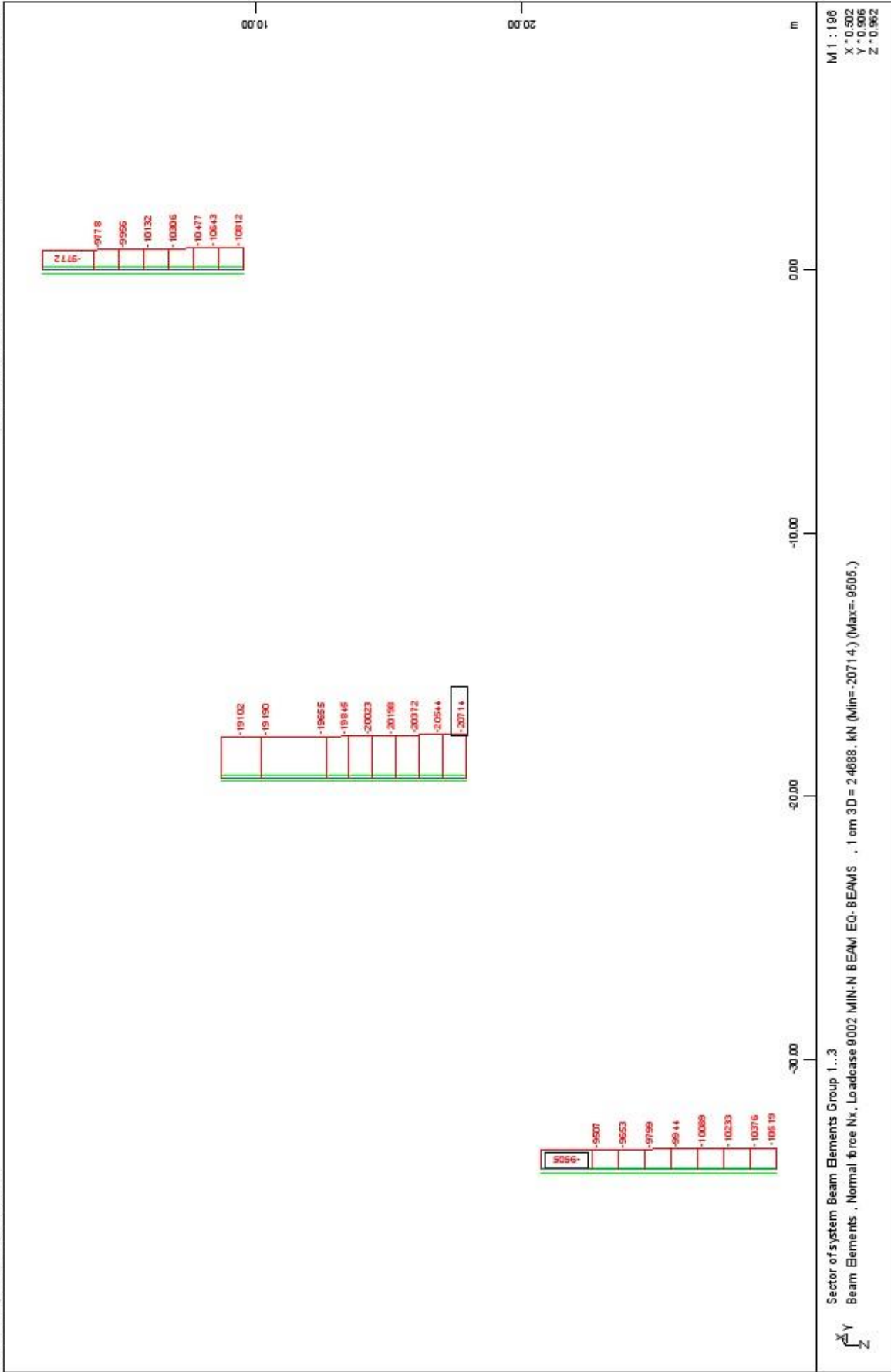
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN



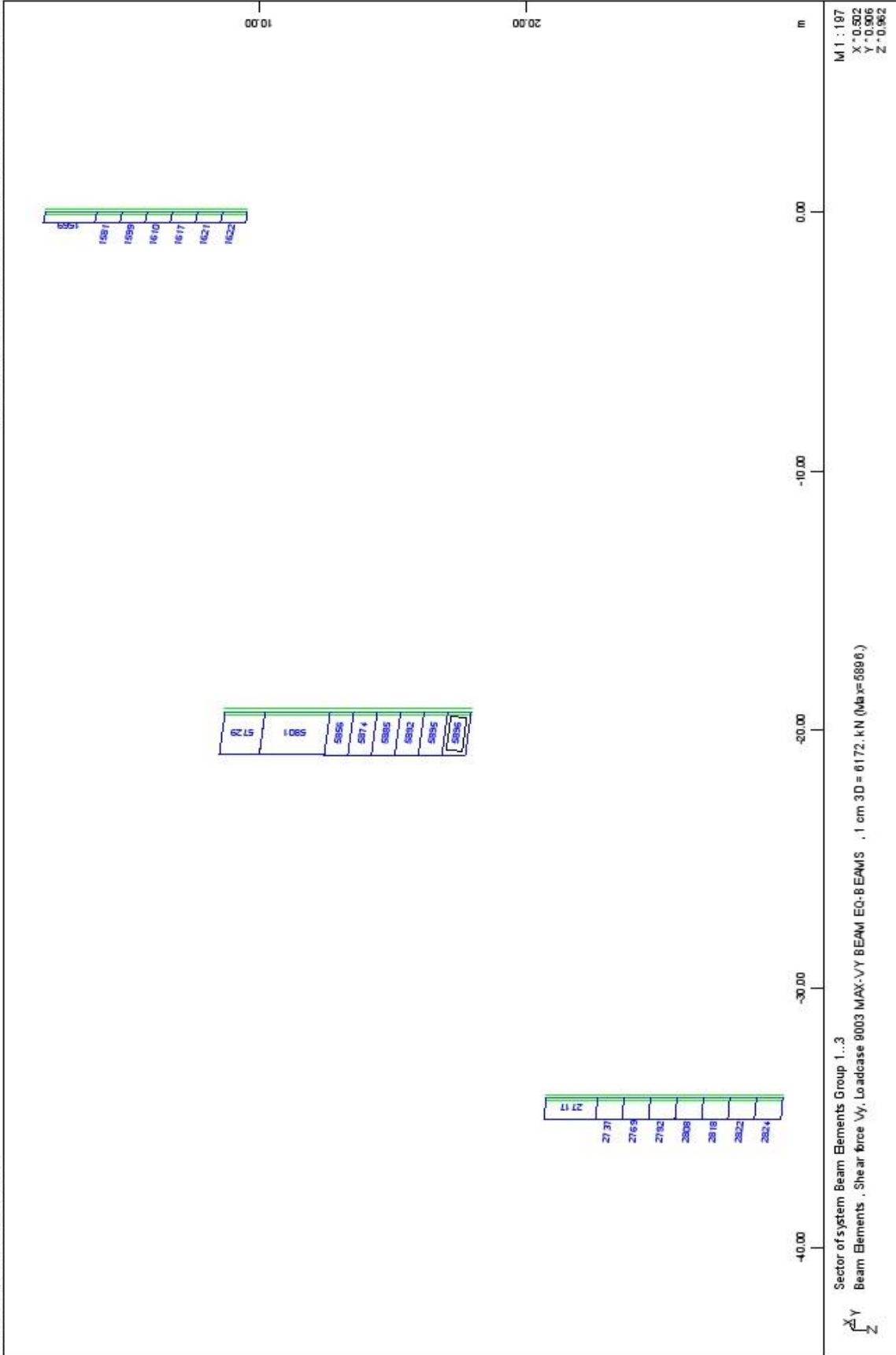


STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN

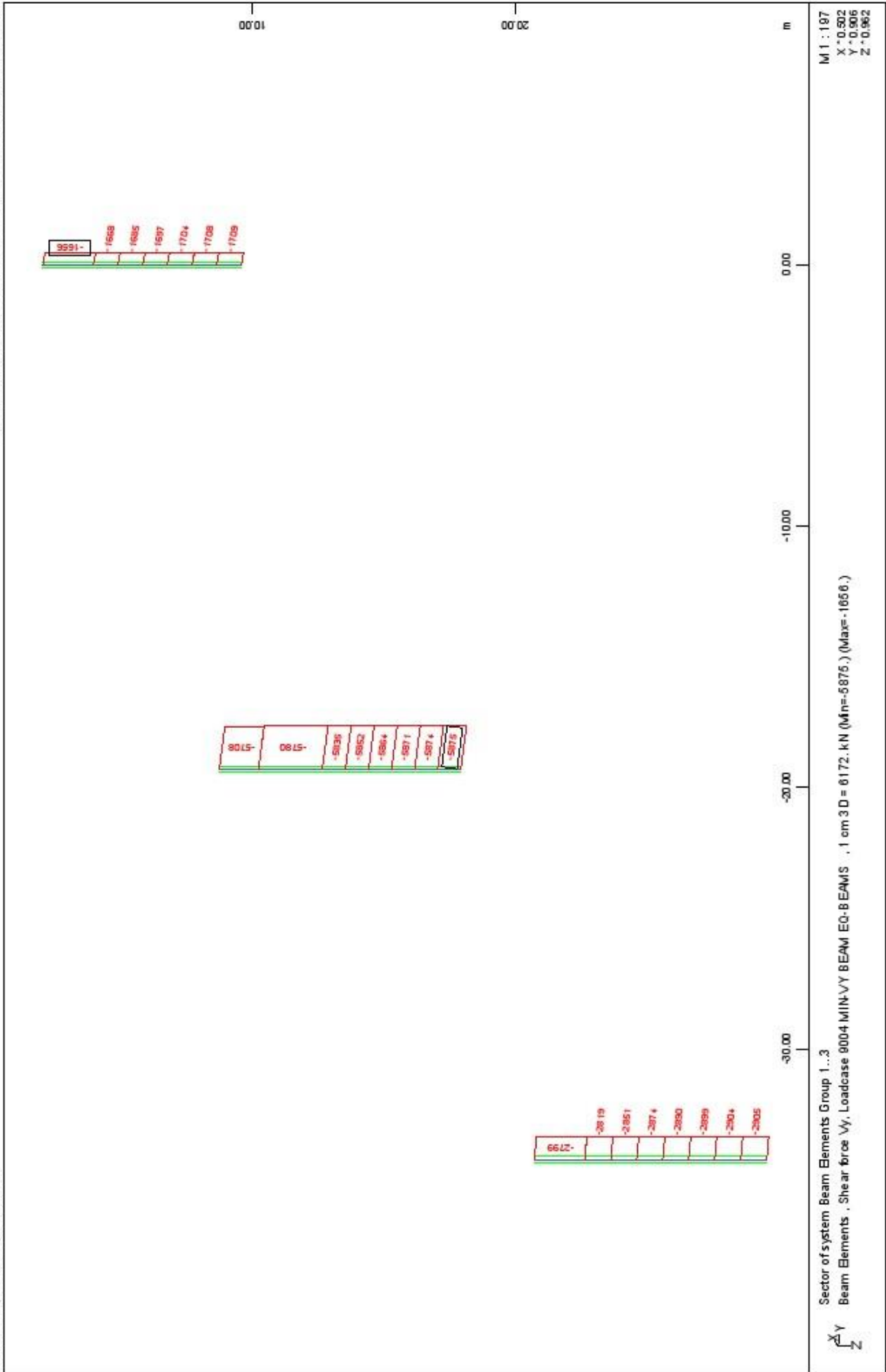




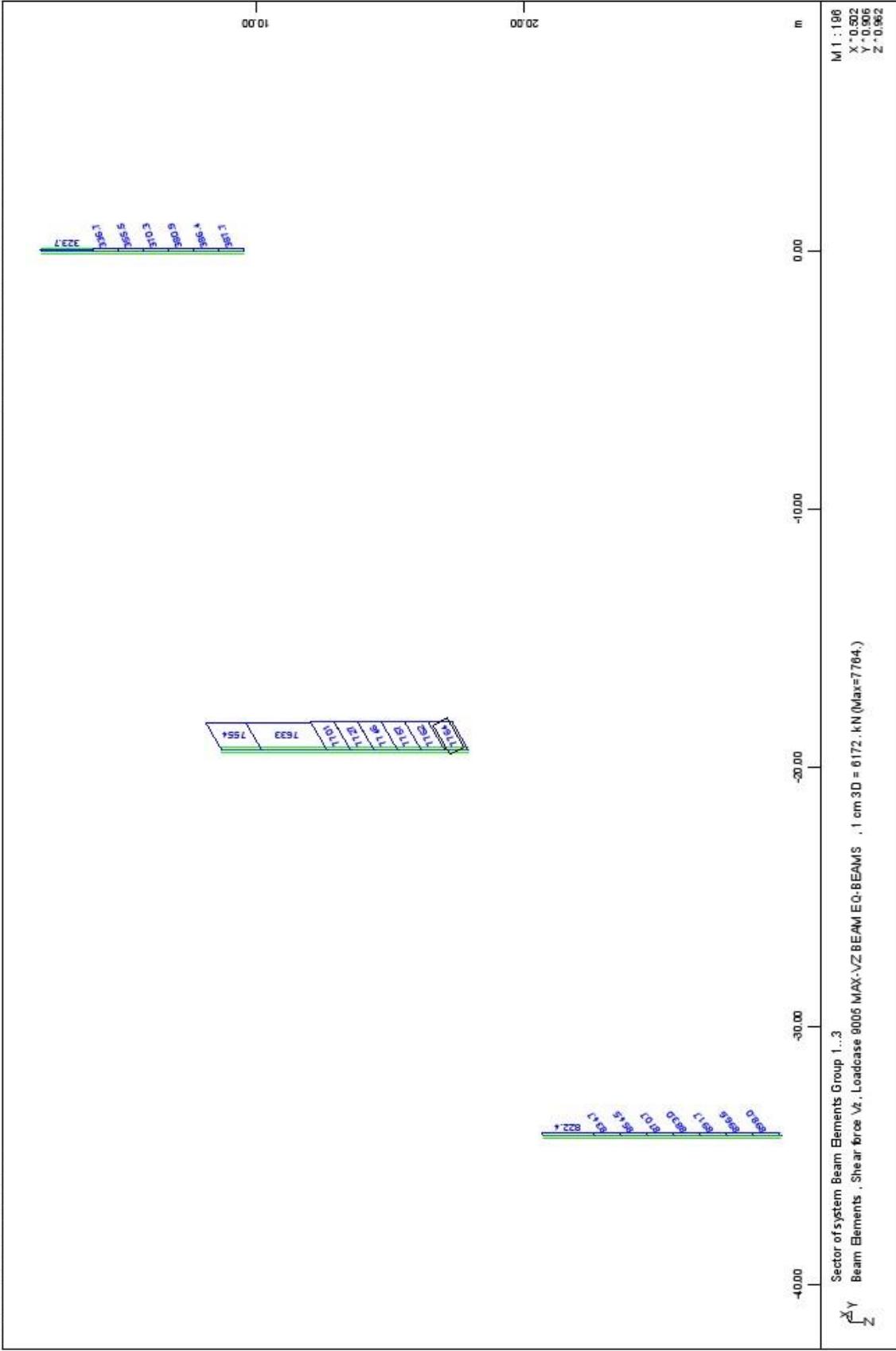
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

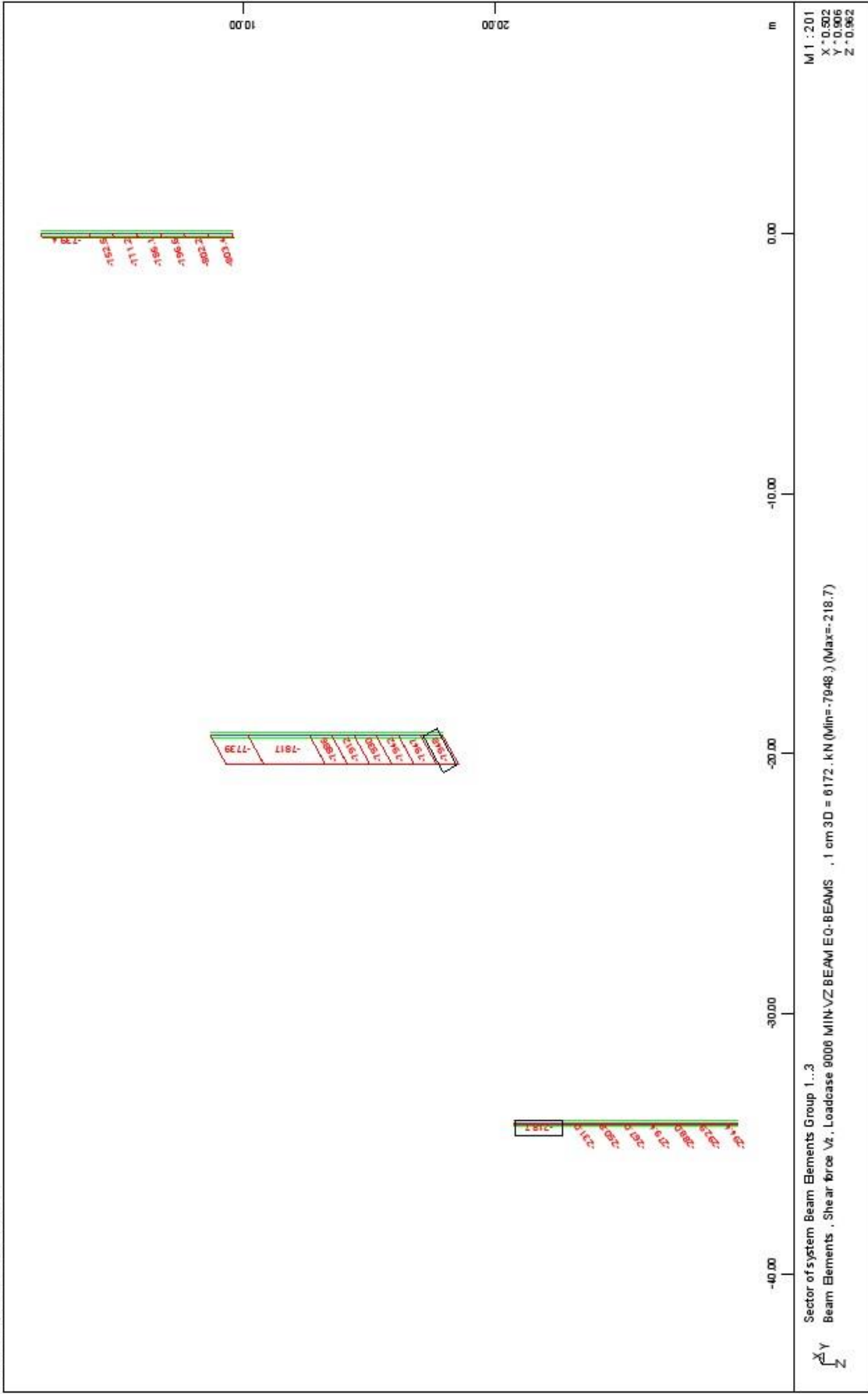


STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

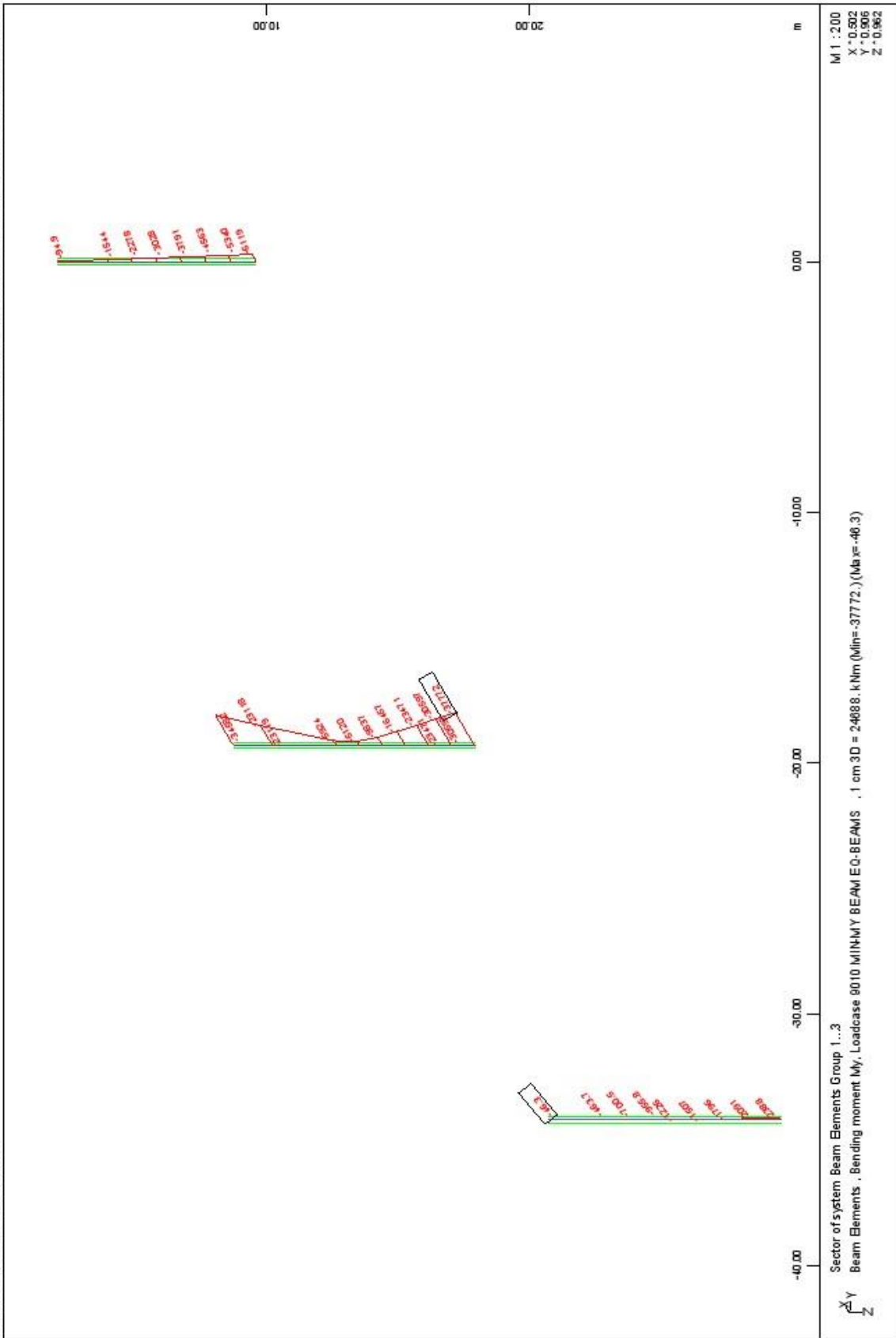


STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

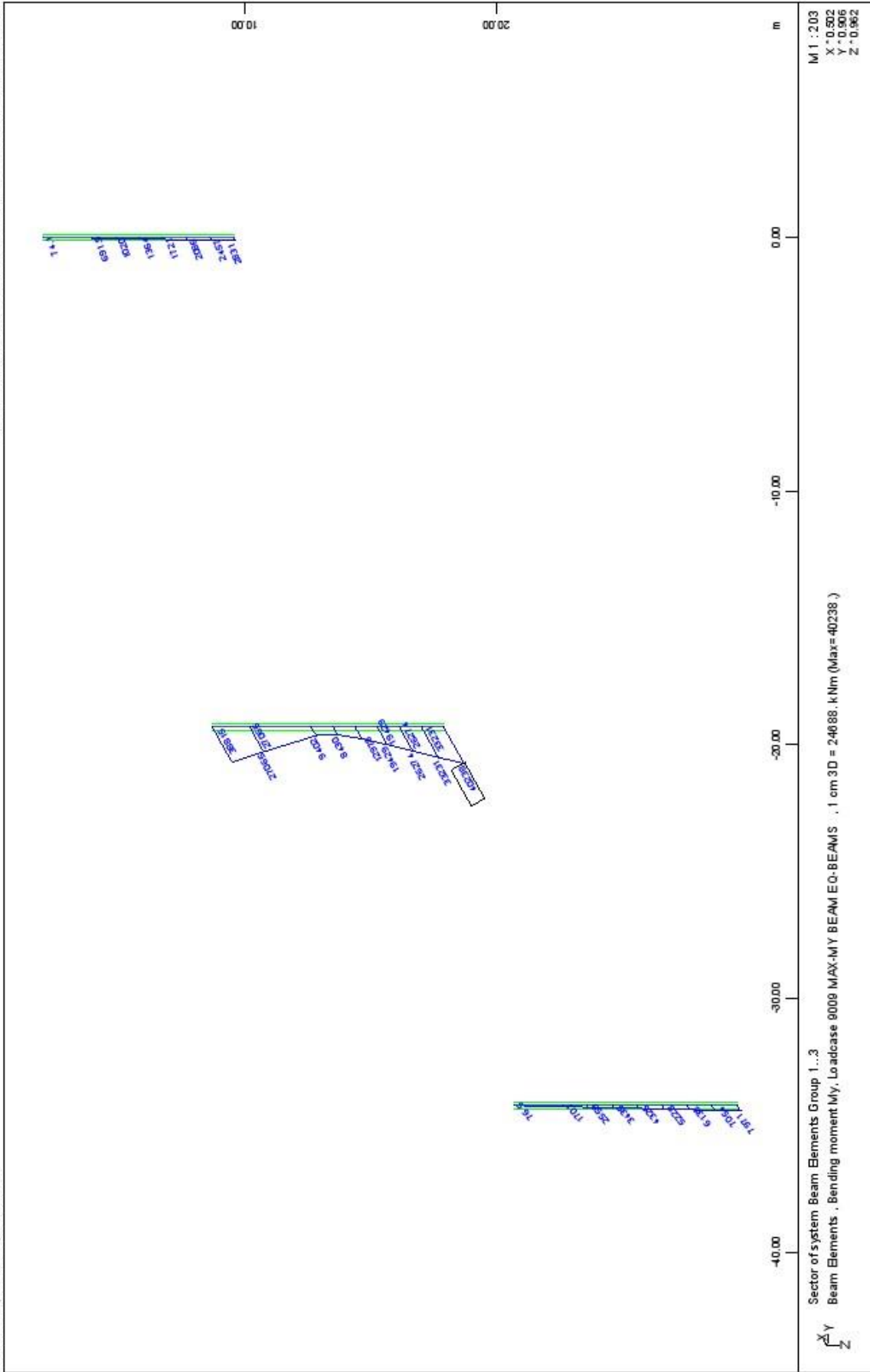




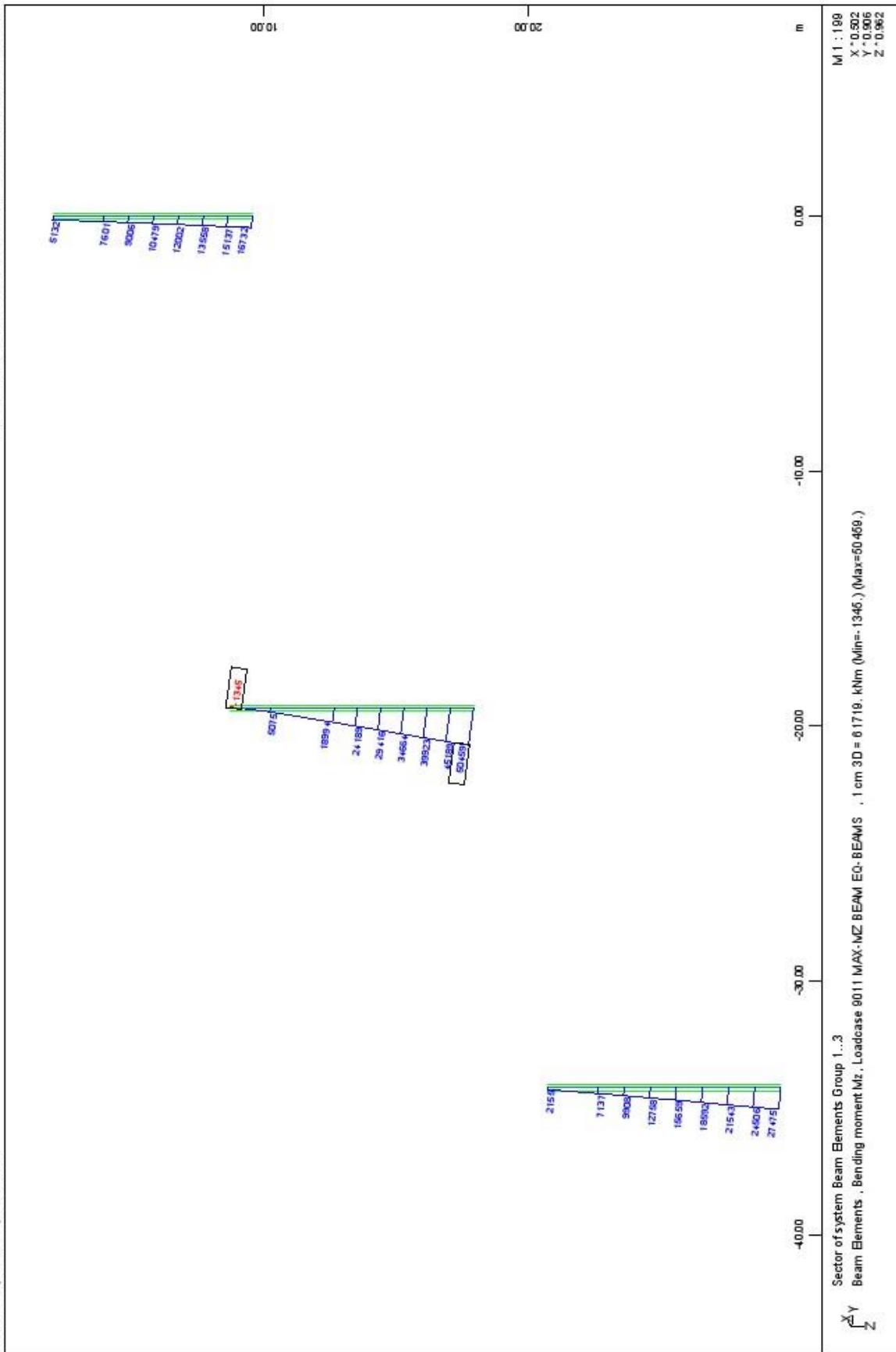
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN



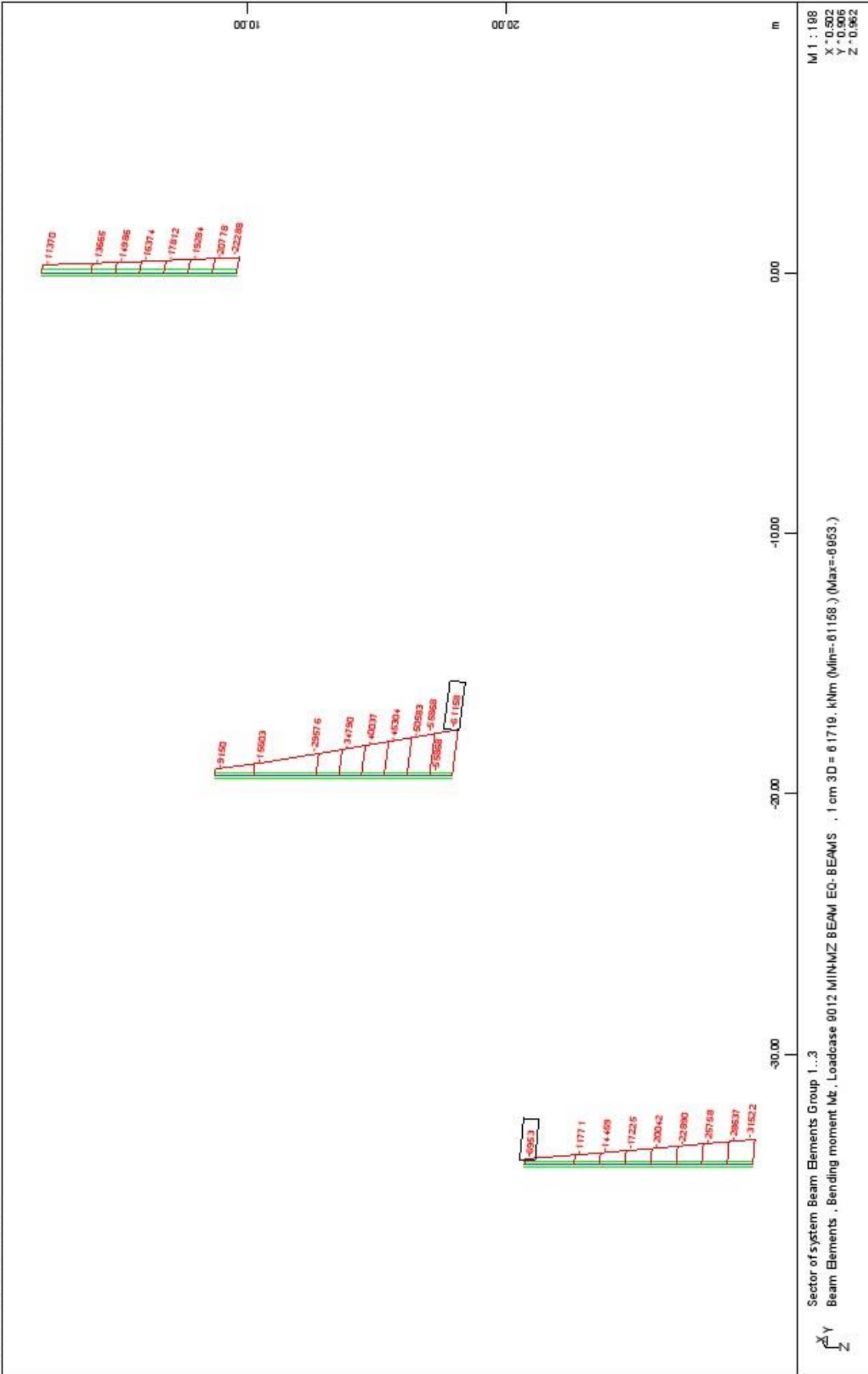
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN



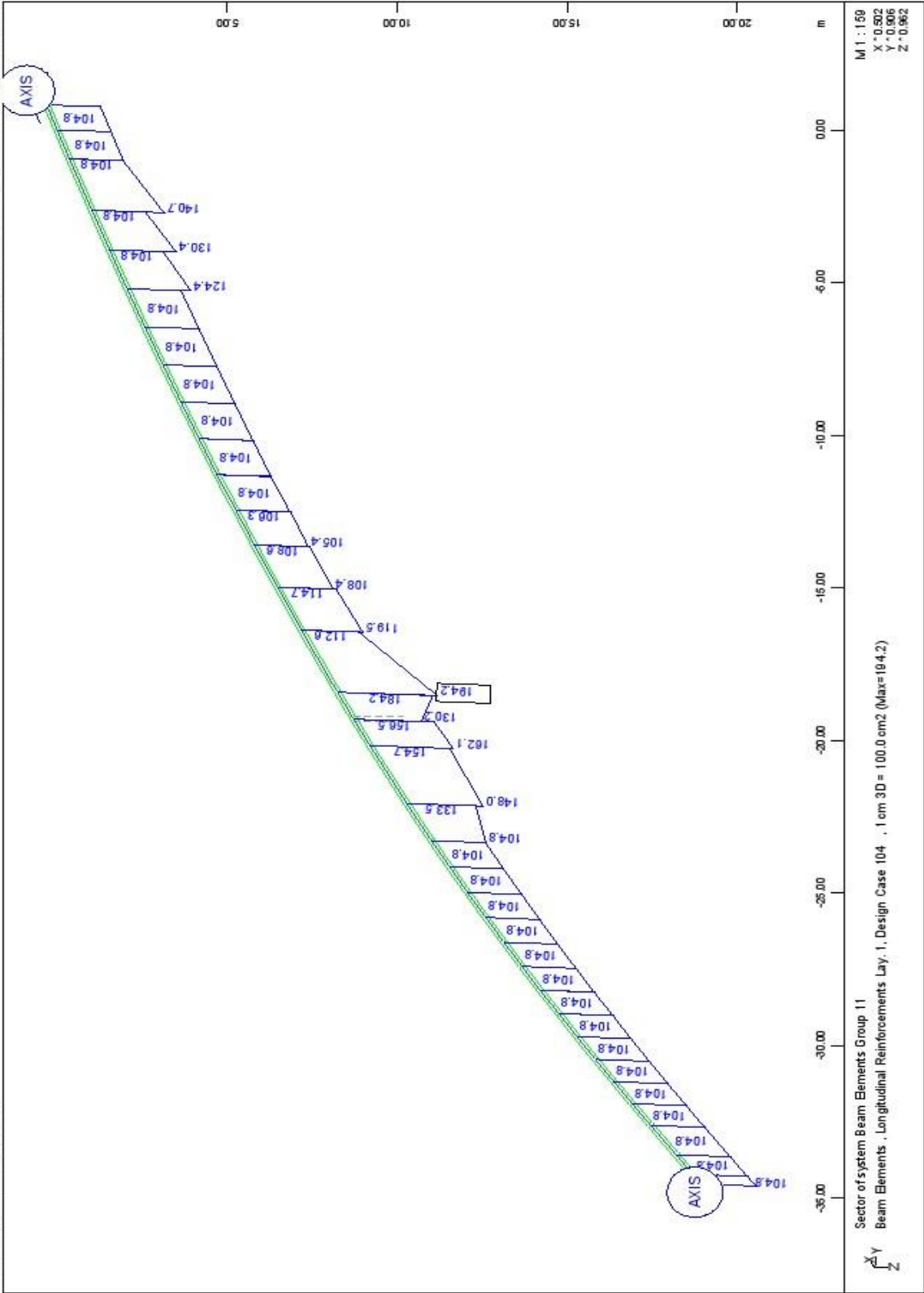
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

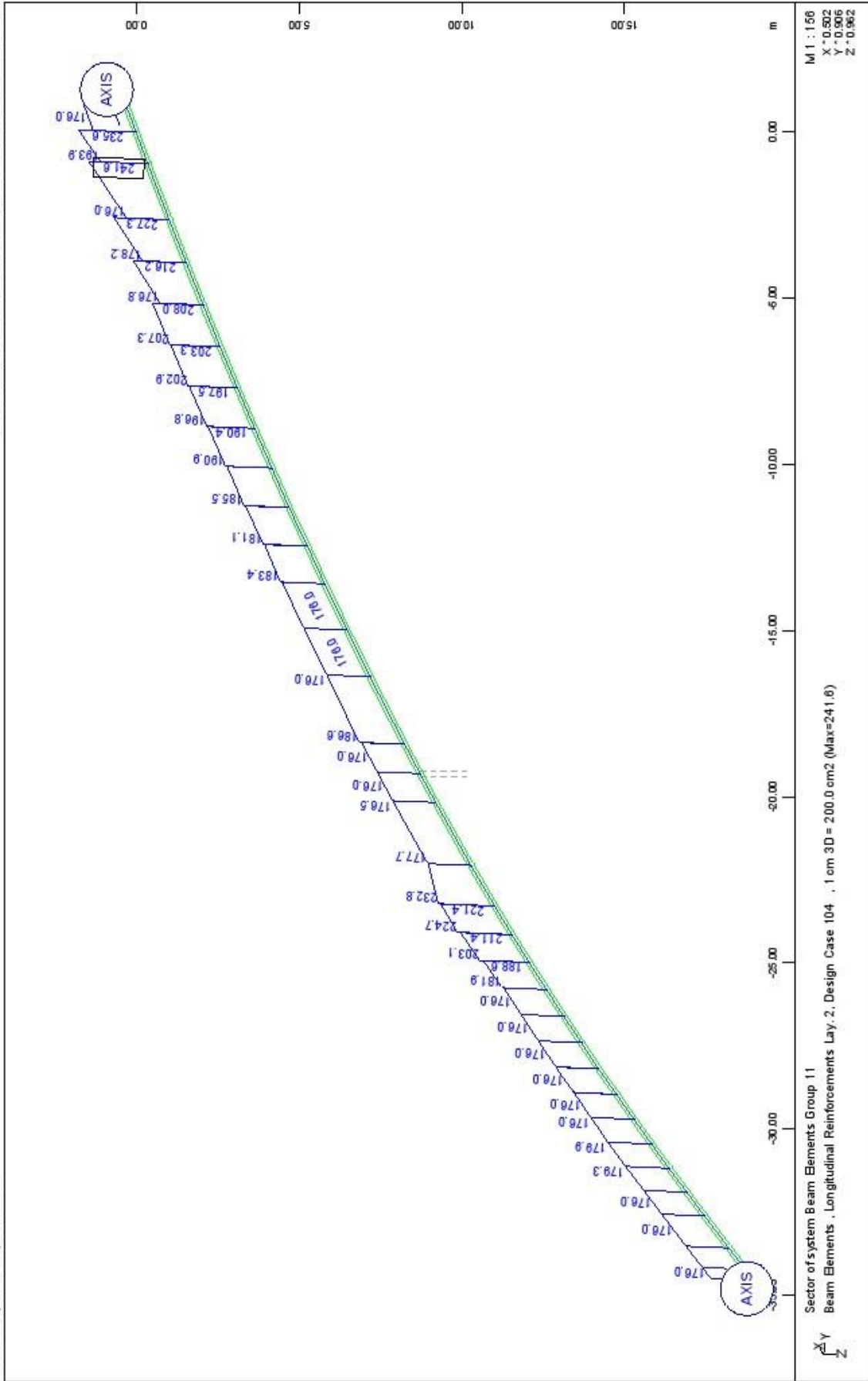


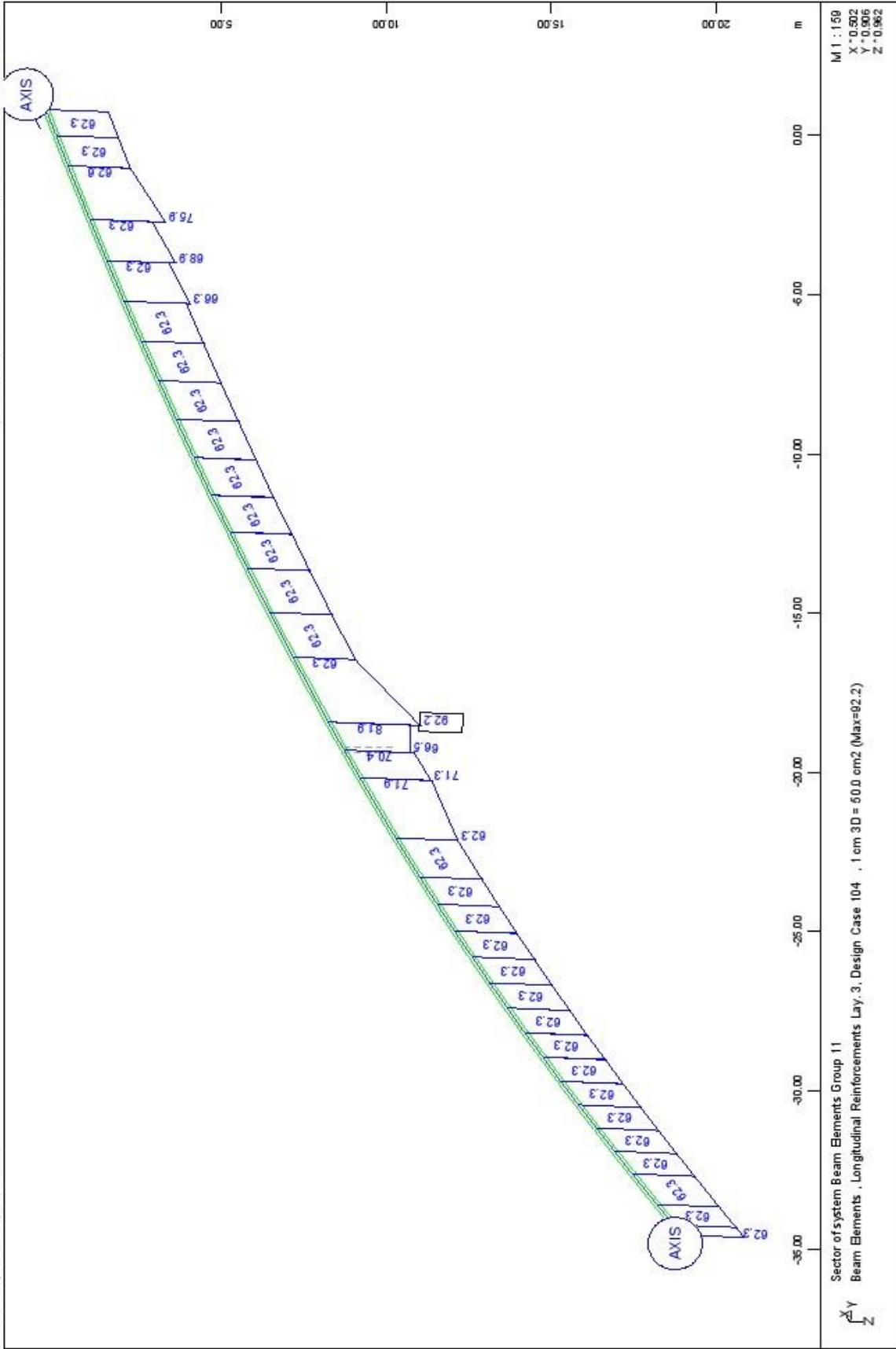
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

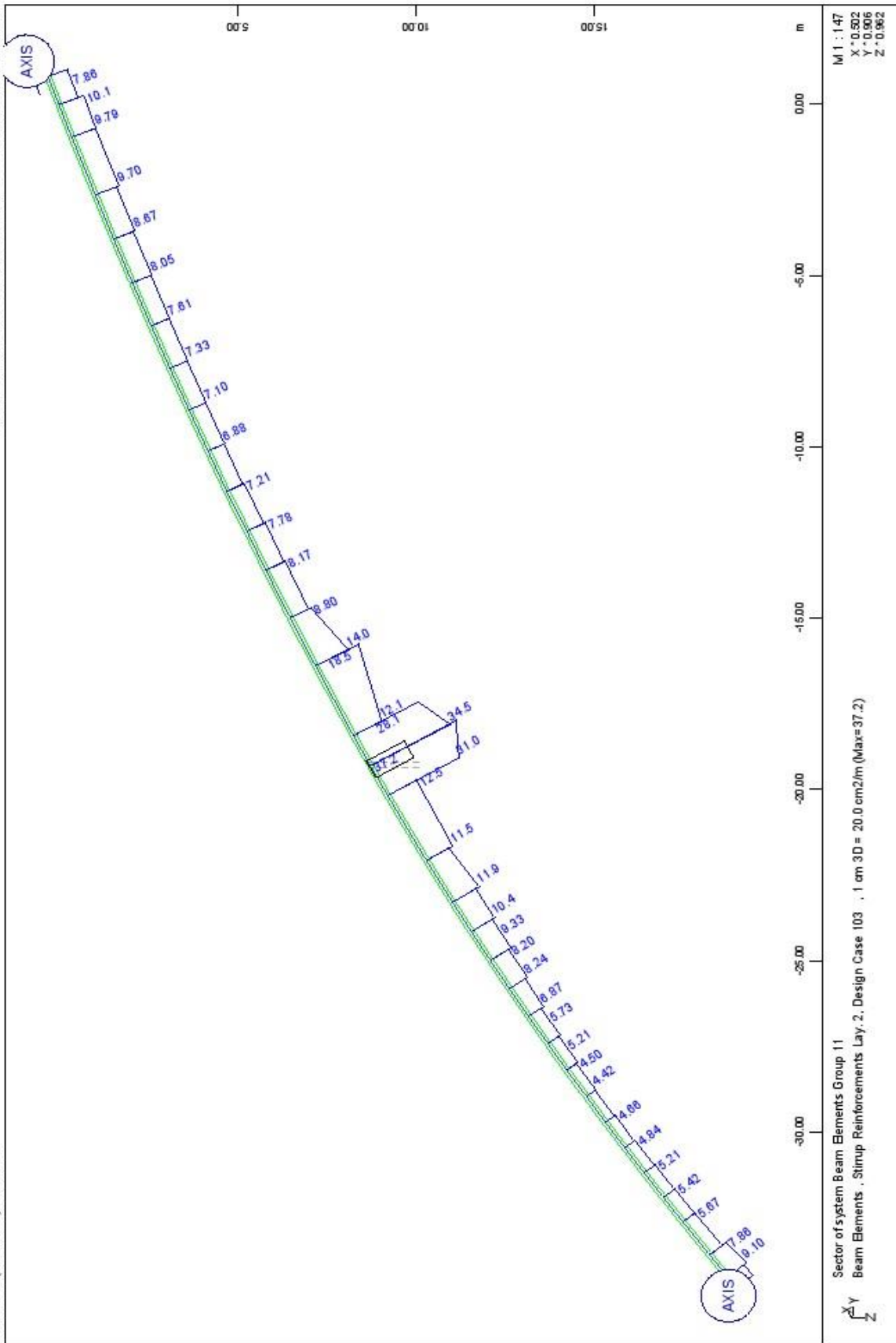


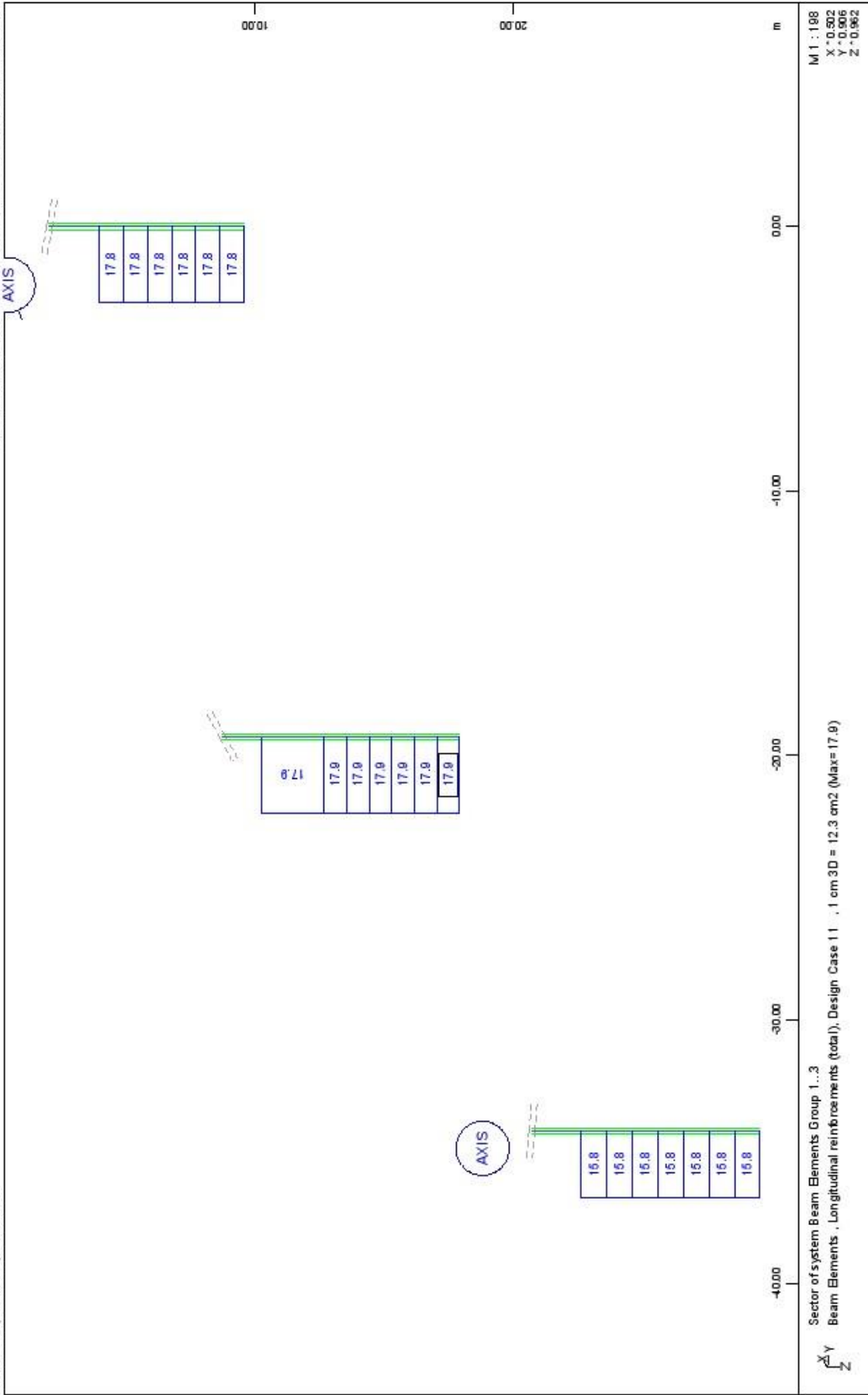
STRUCTURE 3
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN





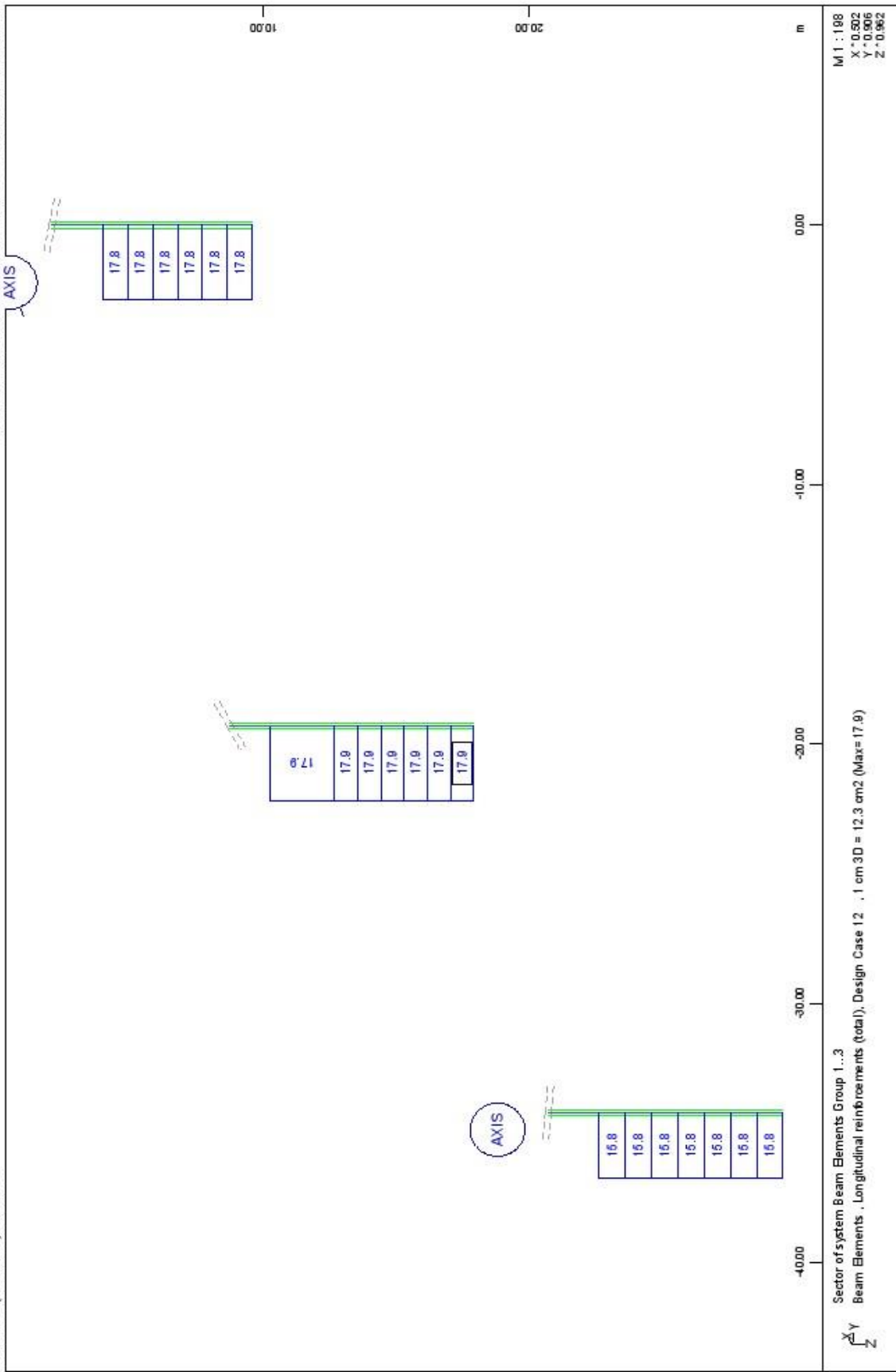


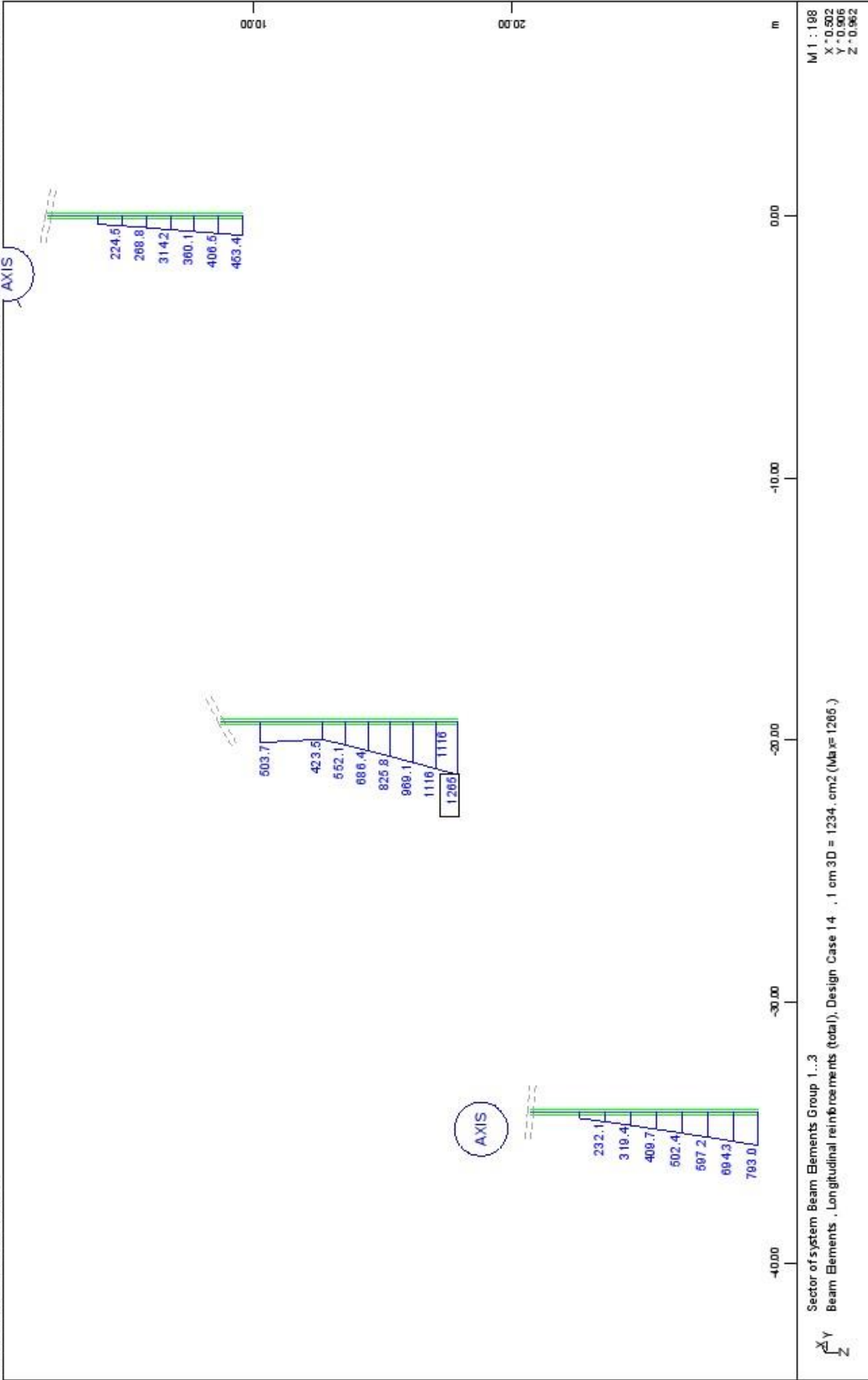


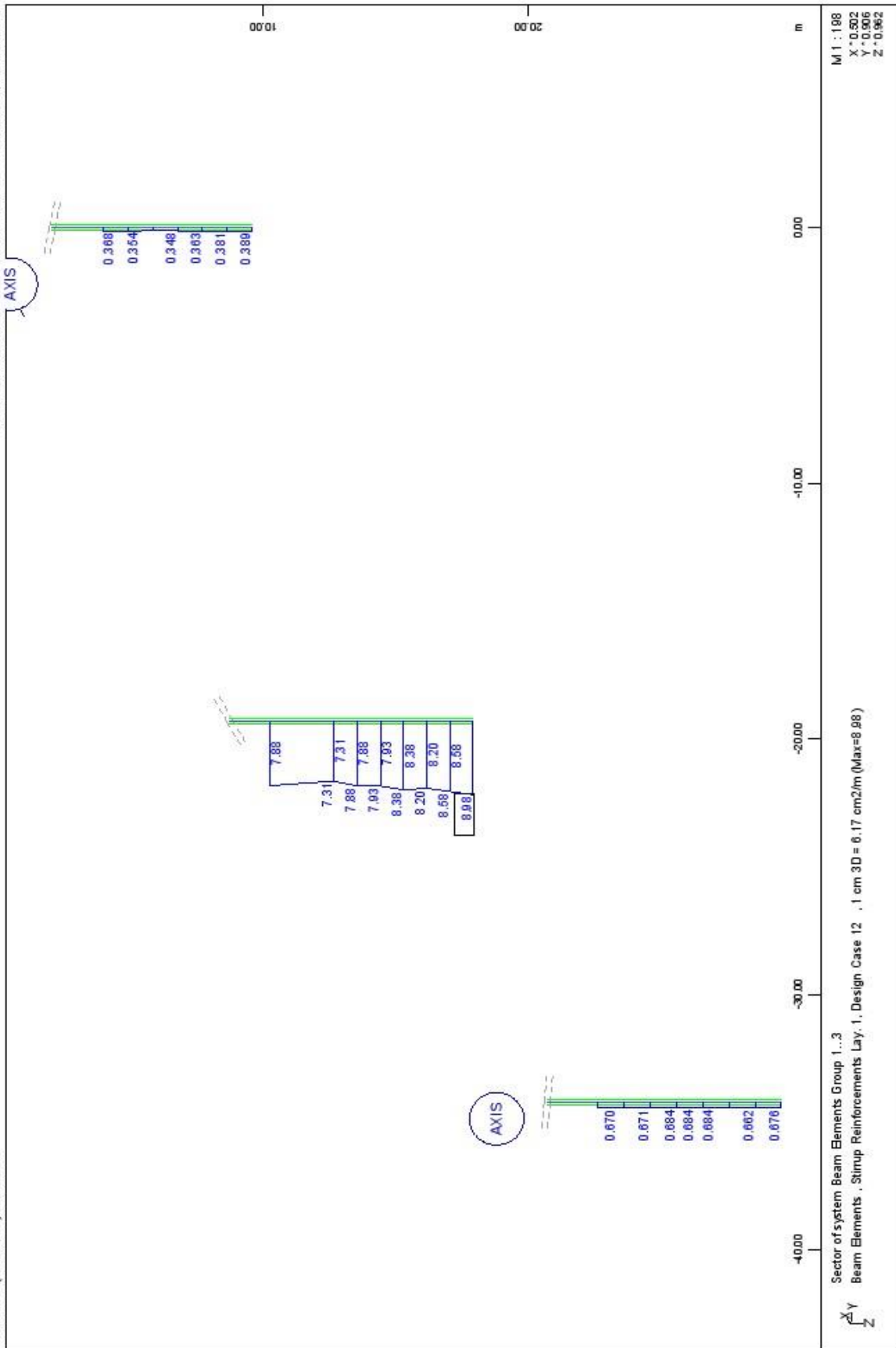


STRUCTURE 3

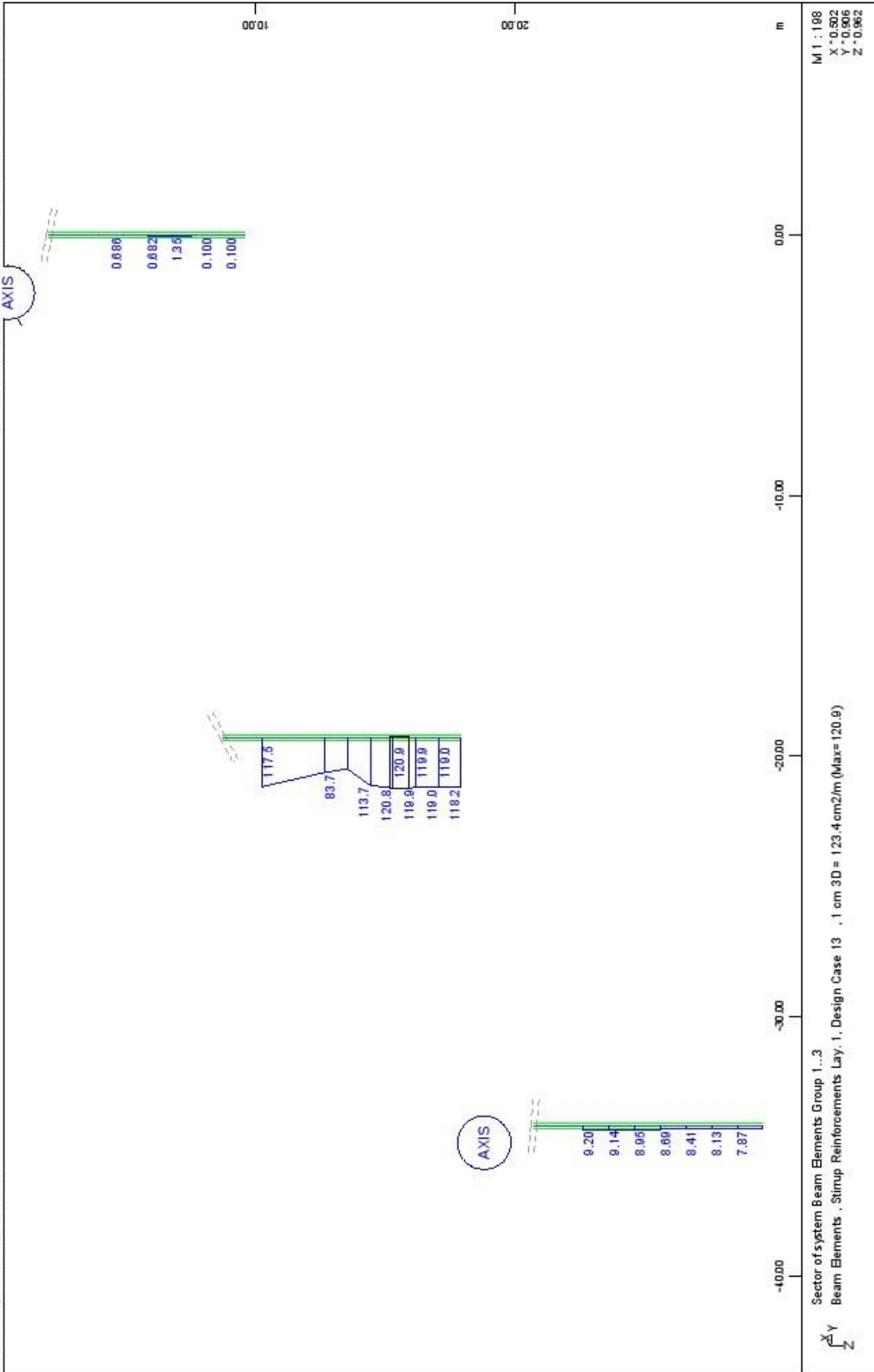
PIER REQUIRED REINFORCEMENT: 11=CRACK CONTROL, 12=ULS, 13=EQ-S HEAR, 14=EQ-BENDING

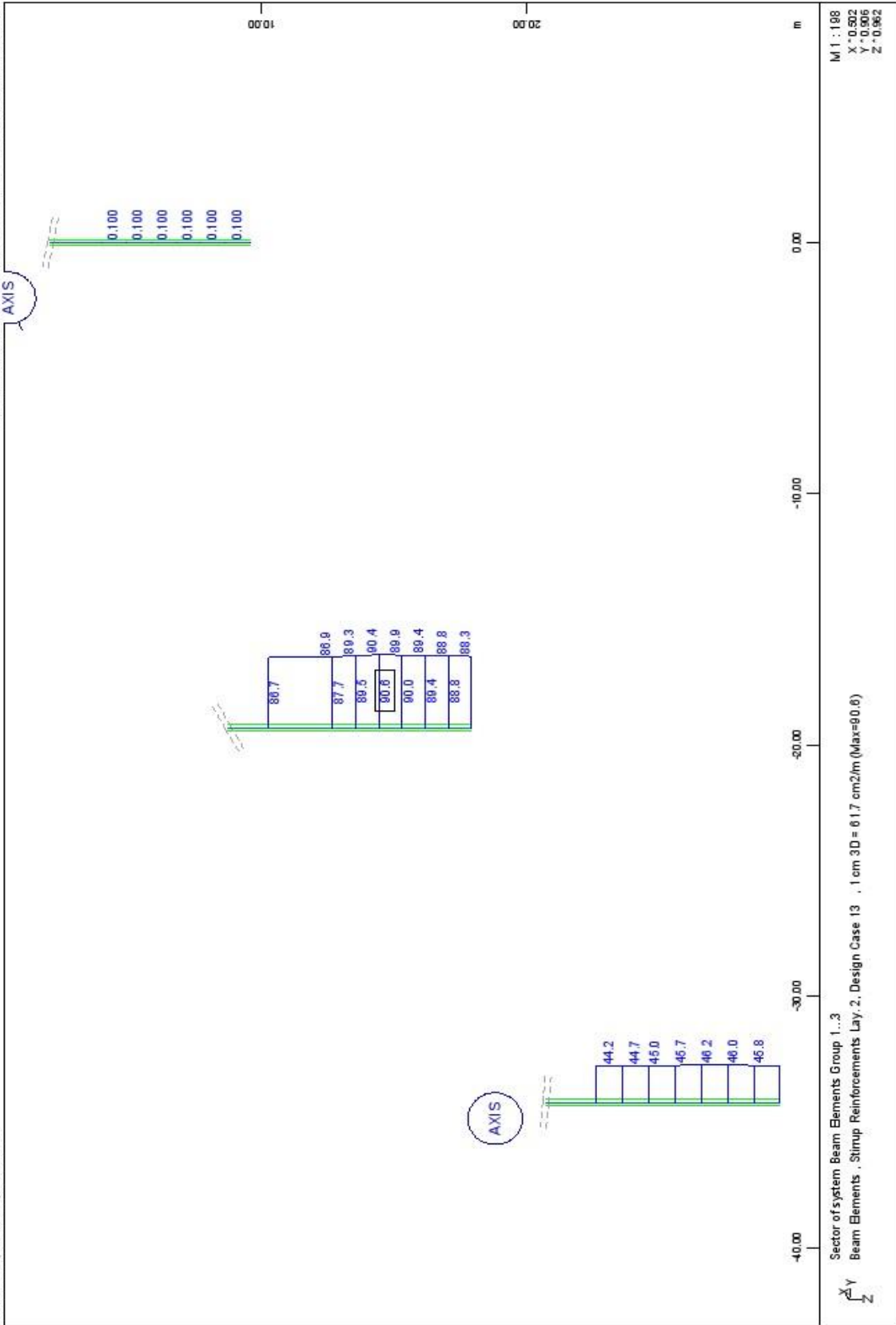






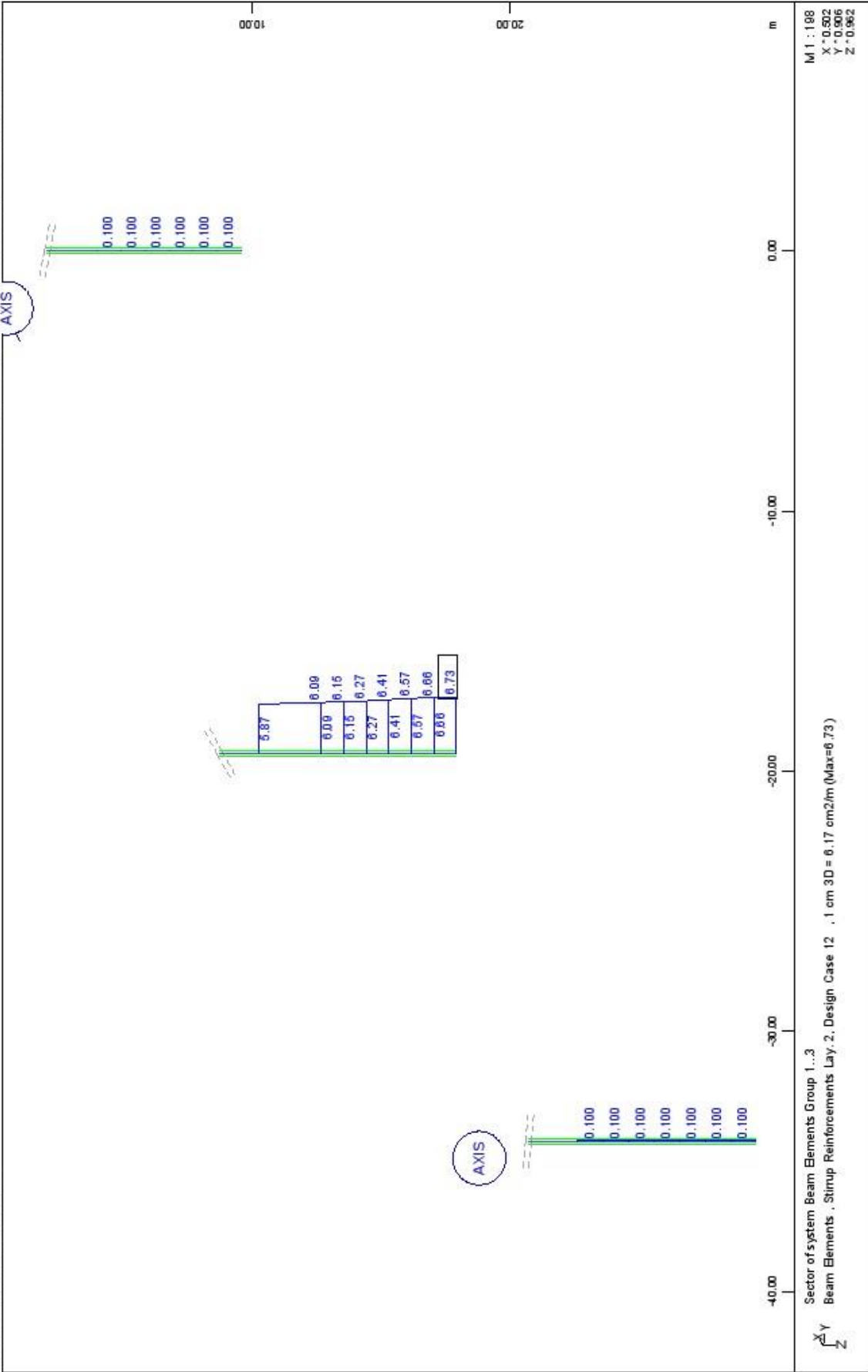
STRUCTURE 3
 PIER REQUIRED REINFORCEMENT: 11=CRACK CONTROL, 12=ULS, 13=EQ-S HEAR, 14=EQ-BENDING





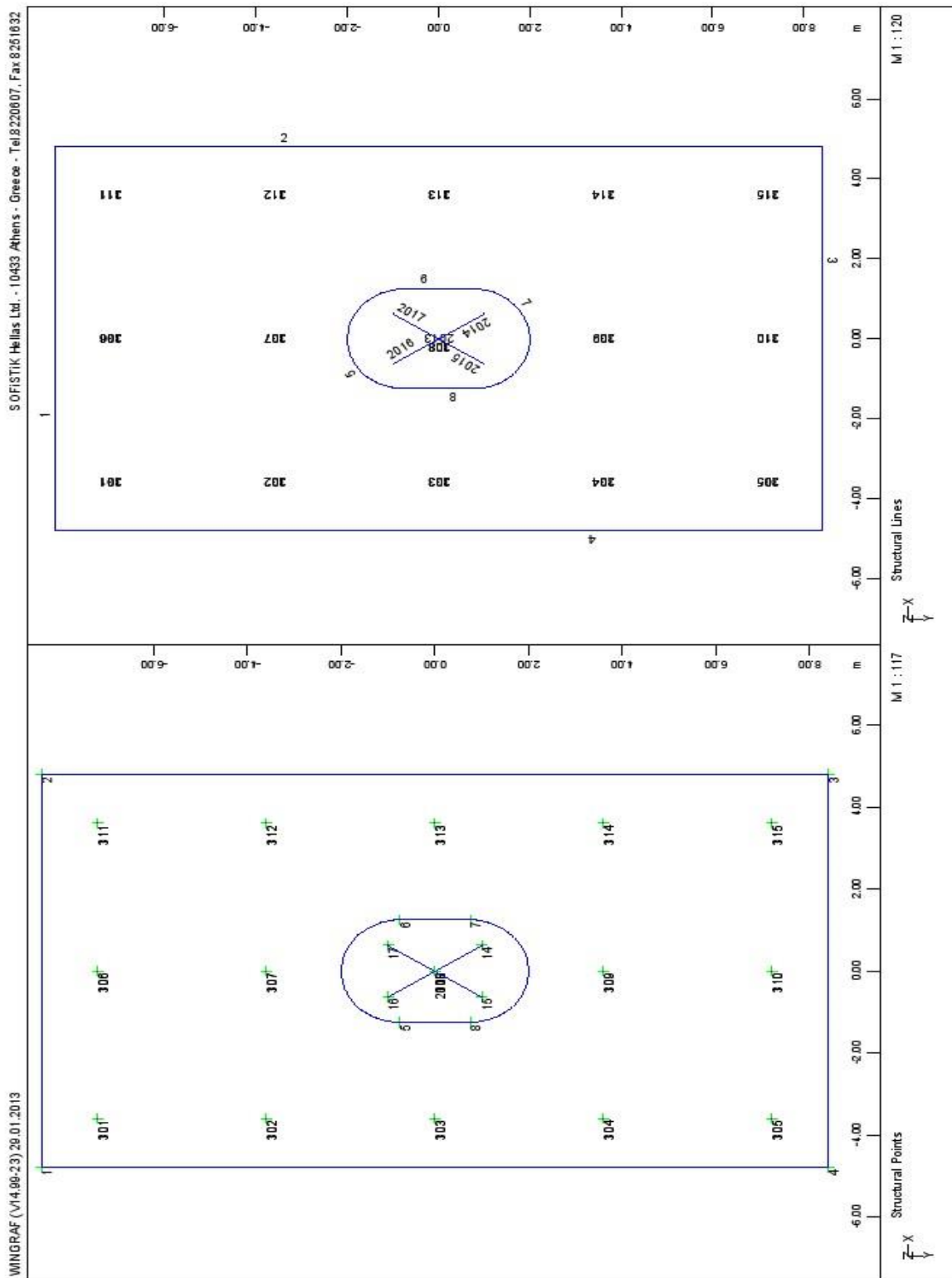
STRUCTURE 3

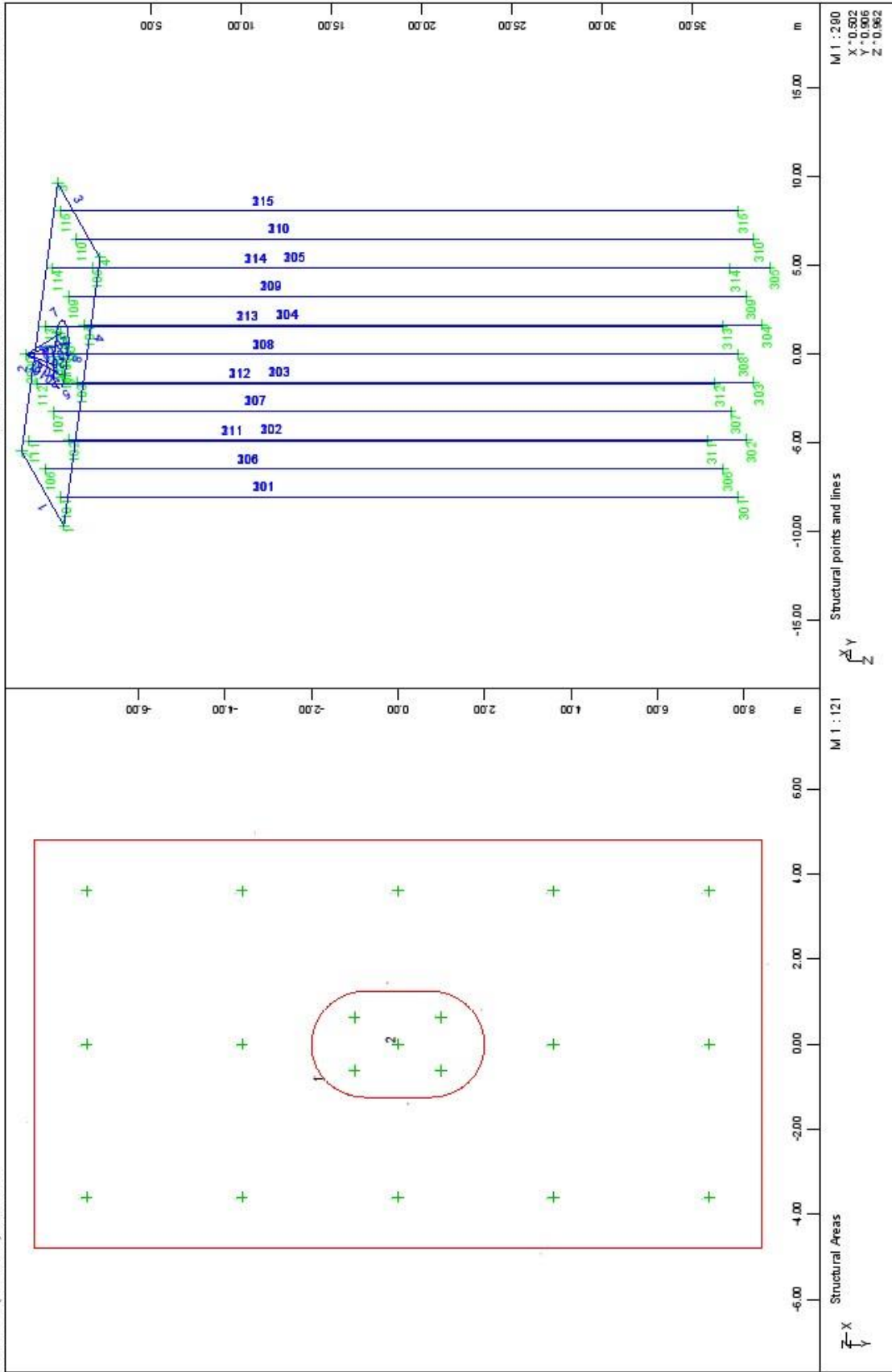
PIER REQUIRED REINFORCEMENT: 11=CRACK CONTROL, 12=ULS, 13=EQ-SHEAR, 14=EQ-BENDING



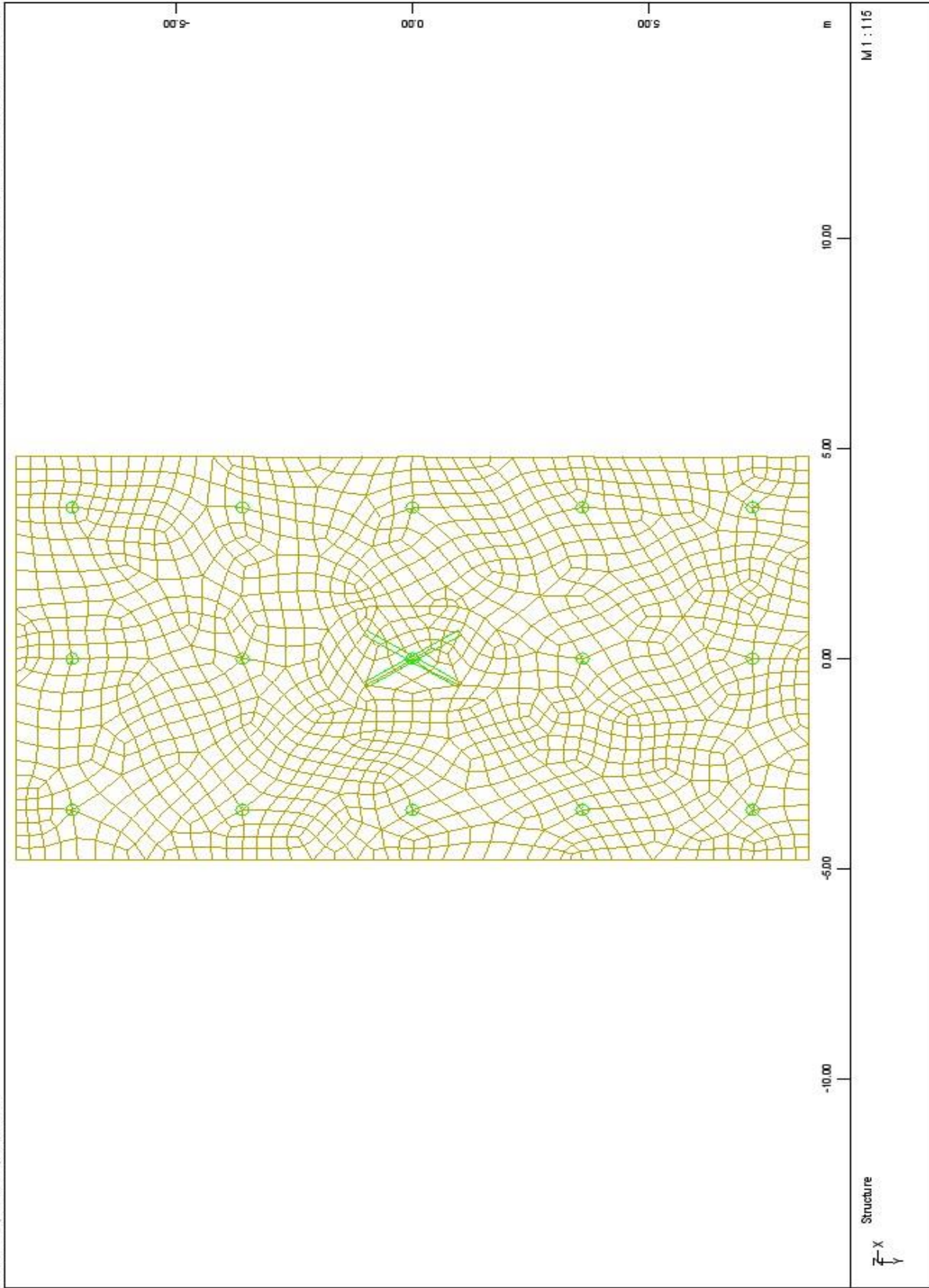
STRUCTURE 3
 PIER REQUIRED REINFORCEMENT: 11=CRACK CONTROL, 12=ULS, 13=EQ-S HEAR, 14=EQ-S BENDING

5.2 Απόσπασμα τεύχους θεμελίωσης μεσοβάθρων με το λογισμικό SOFISTIK

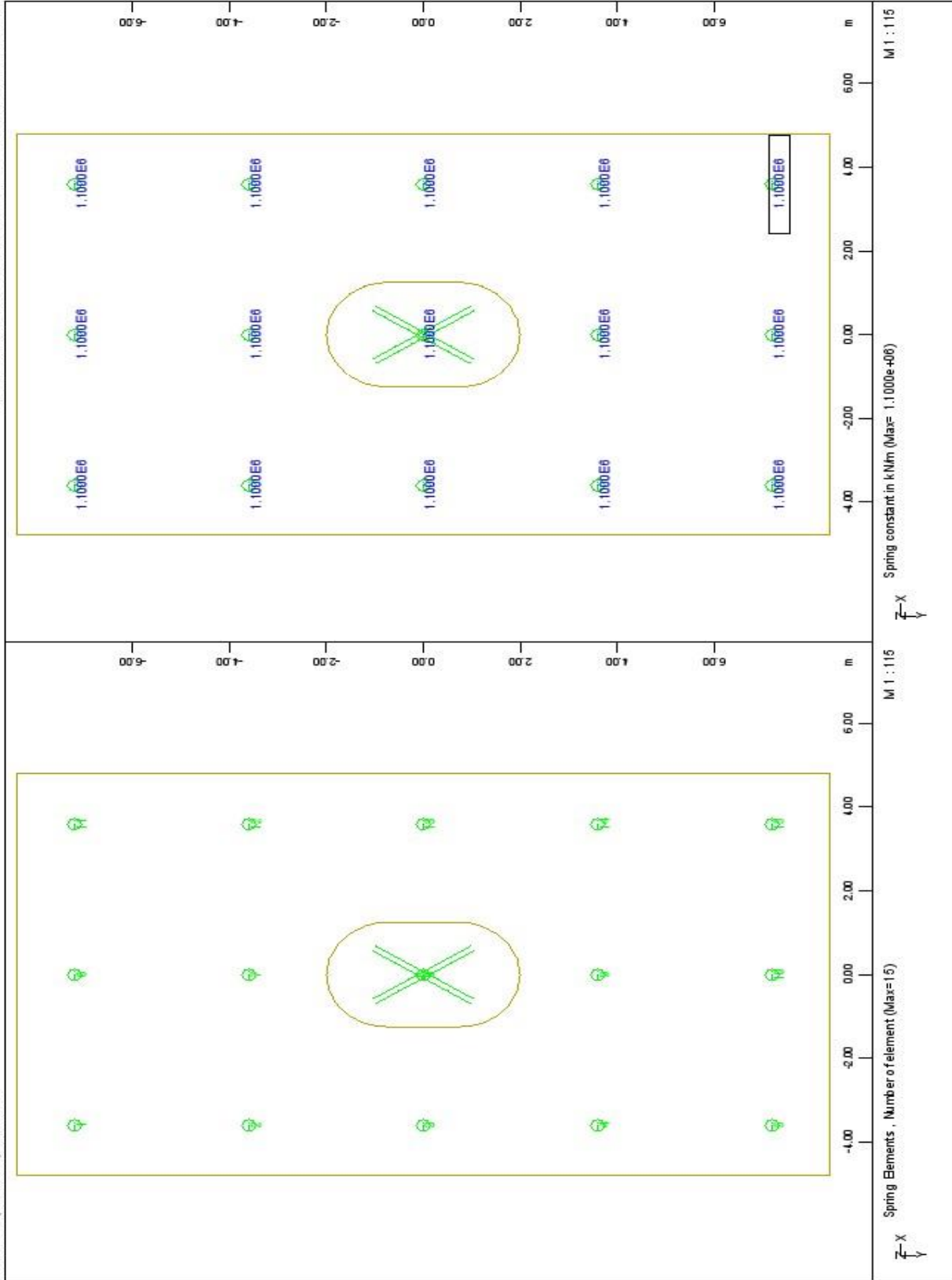




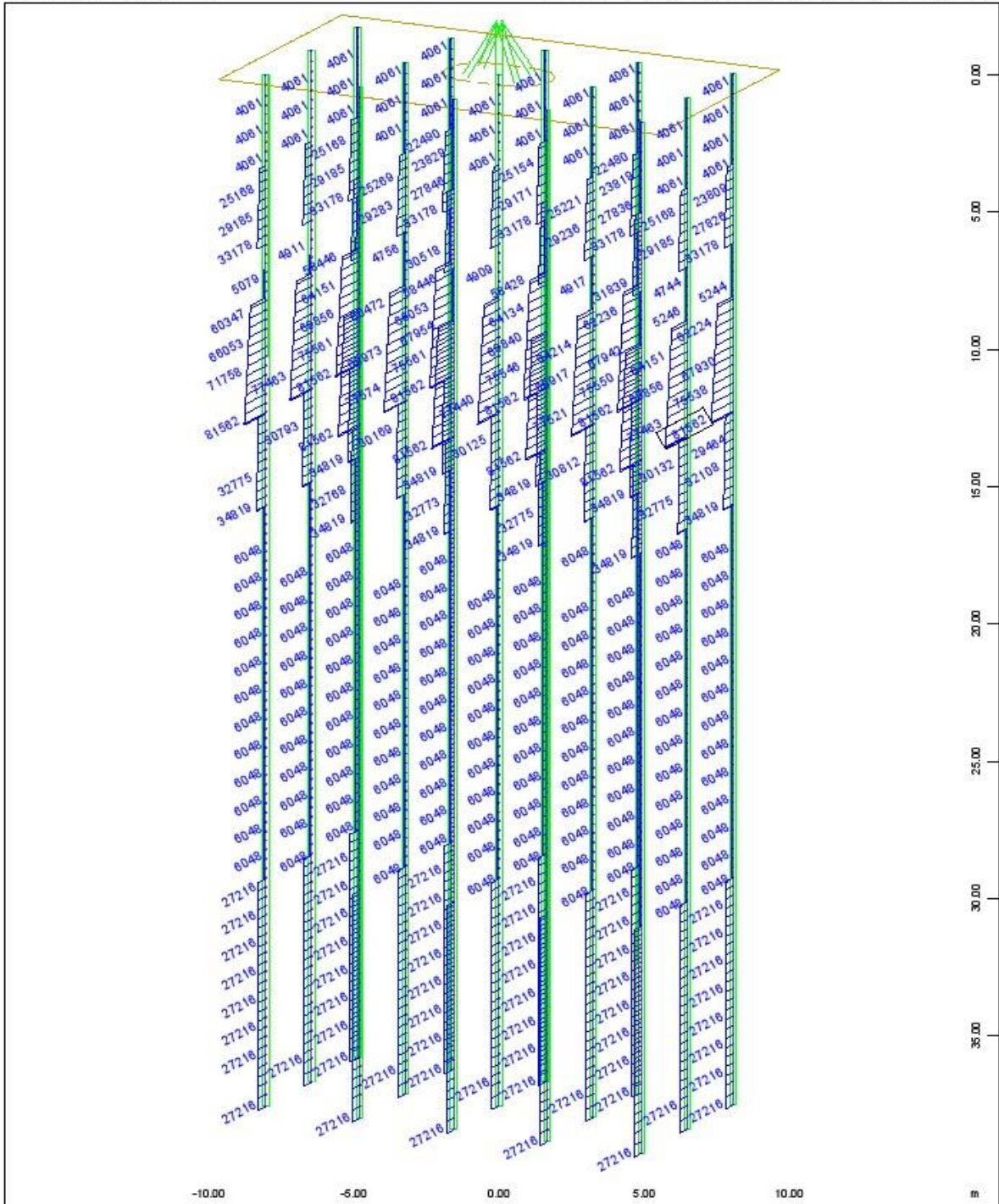
FOUNDATION OF PIER M1.1.D - STRUCTURE 4
NUMBERING OF AREAS, POINTS AND LINES



FOUNDATION OF PIER M1.1.D - STRUCTURE 4
PILE CAP FINITE ELEMENT MESH



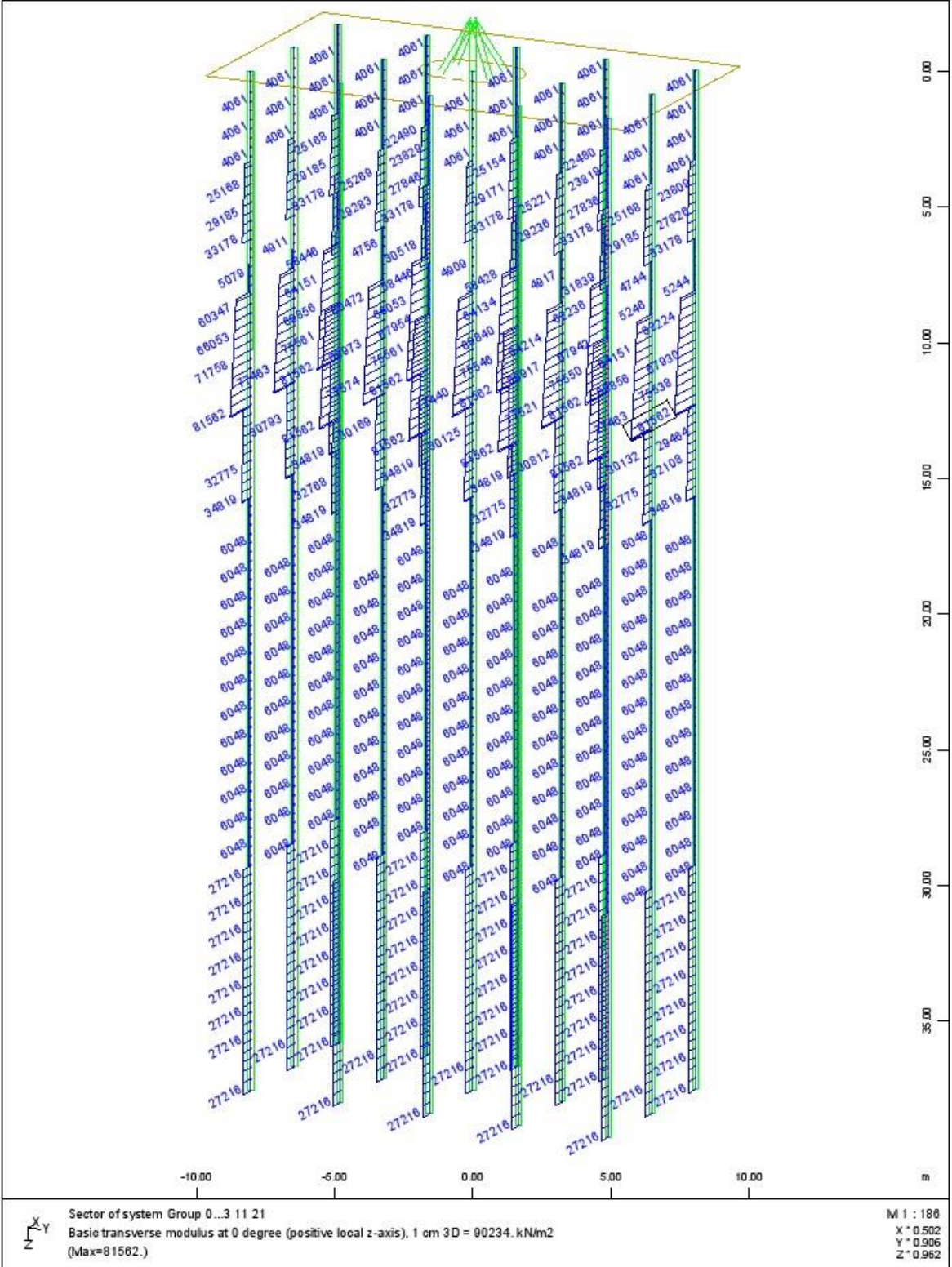
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
NUMBERING AND STIFFNESS OF PILE TIP SPRINGS



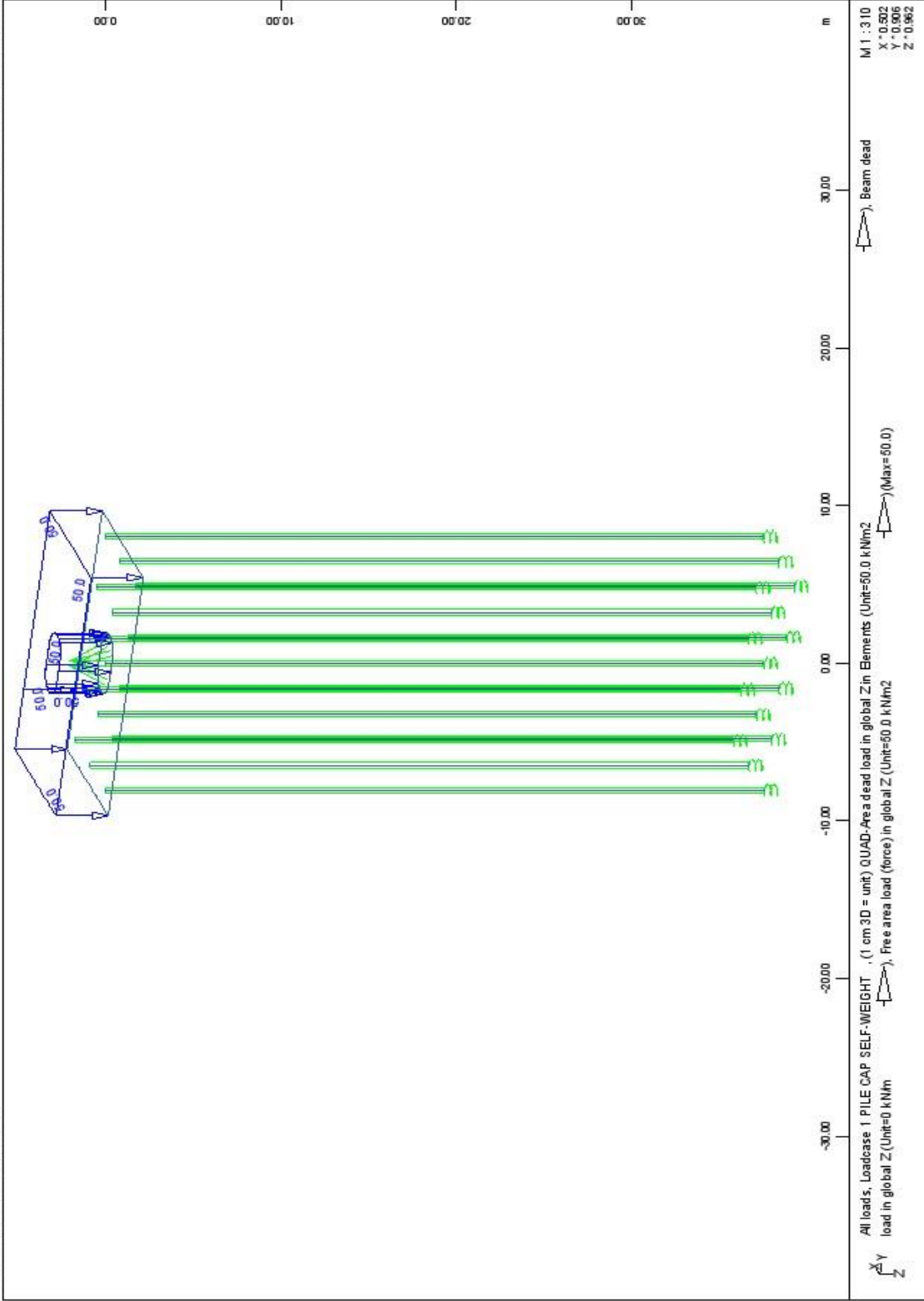
$\begin{matrix} X \\ Y \\ Z \end{matrix}$ Sector of system Group 0...3 11 21
 Basic transverse modulus at 0 degree (positive local z-axis), 1 cm 3D = 90234. kN/m2
 (Max=81562.)

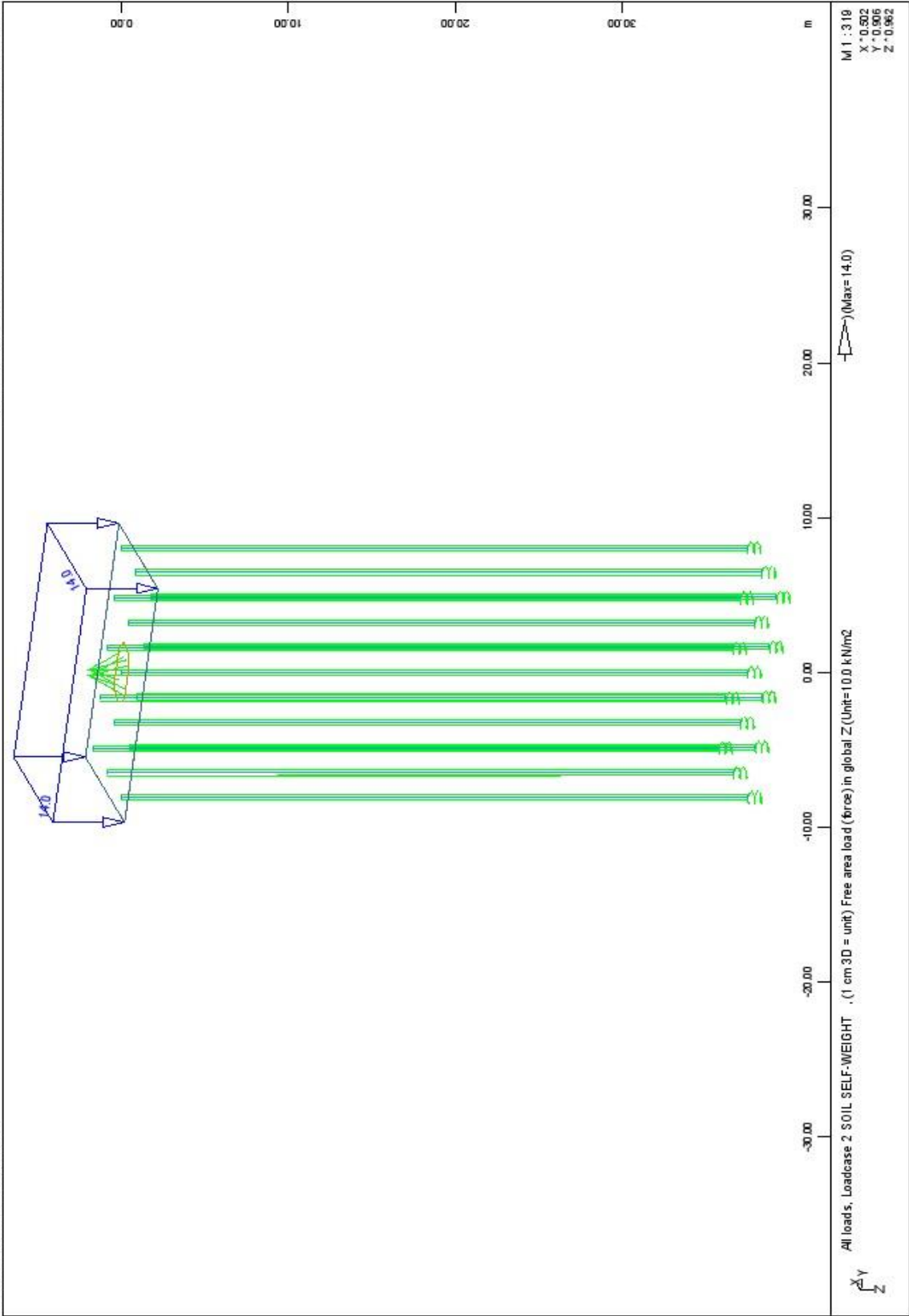
M 1 : 188
 X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.962

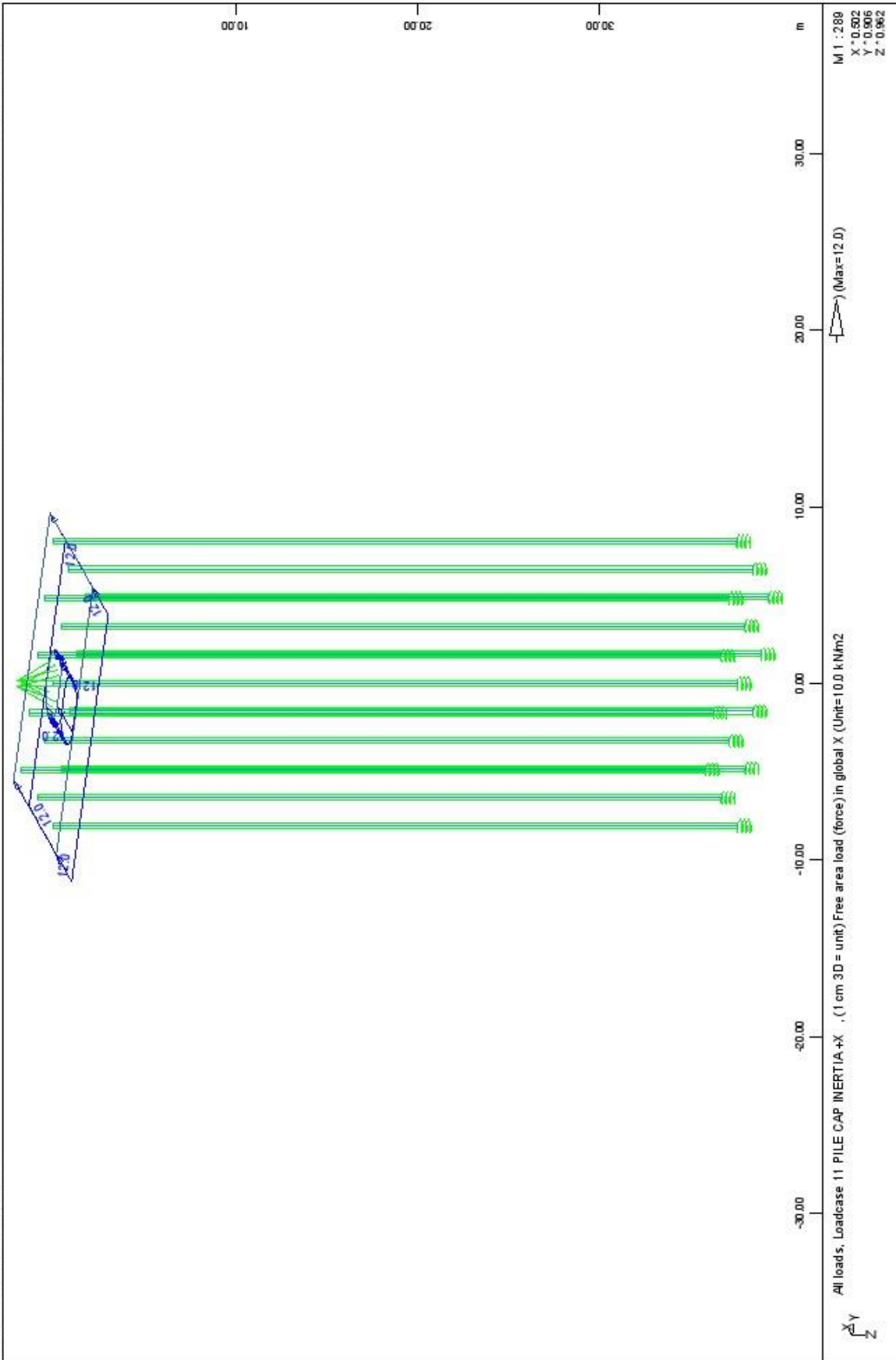
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
 TRANSVERSE SOIL INDEX (STATIC LOADINGS)

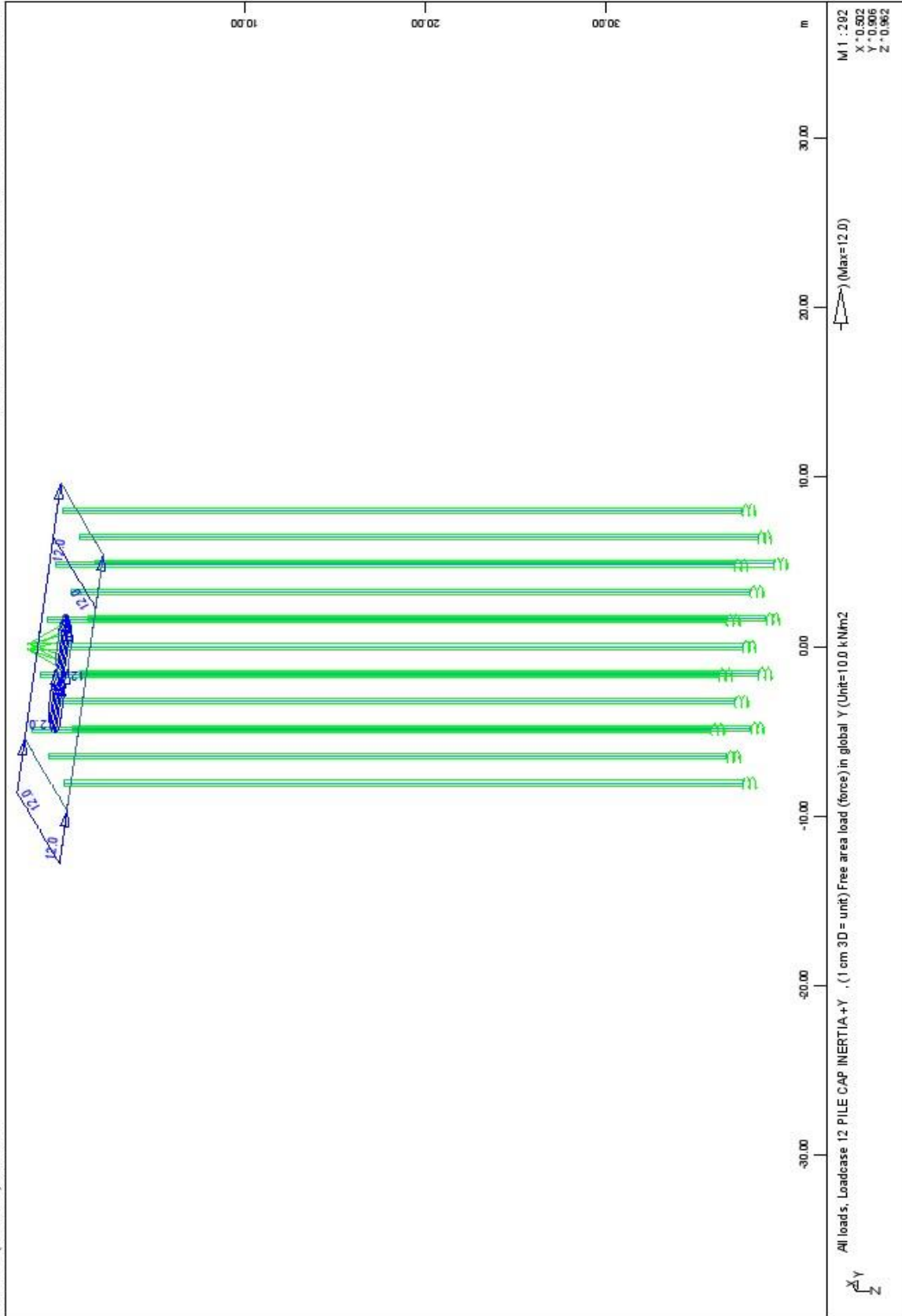


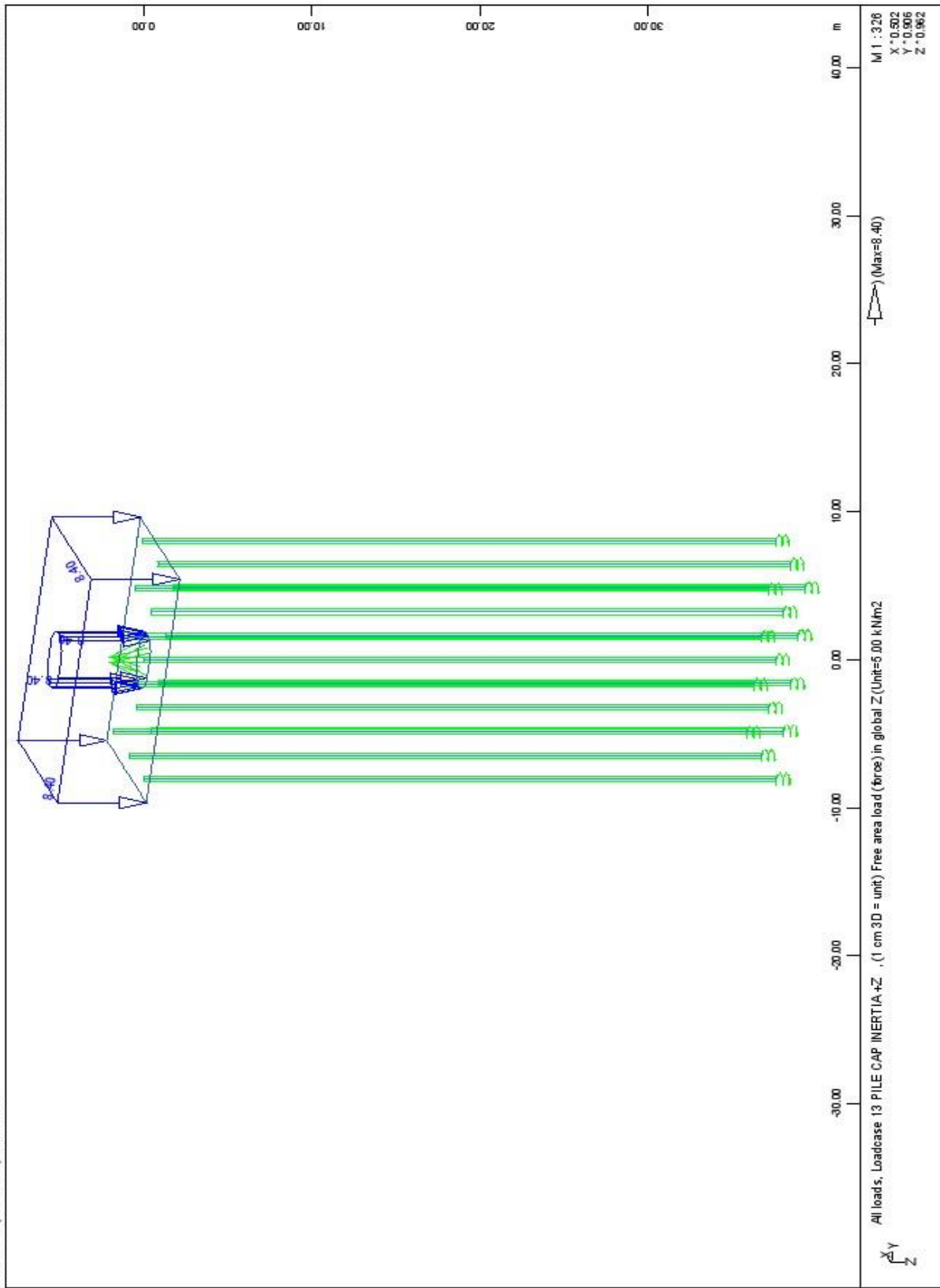
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
 TRANSVERSE SOIL INDEX (SEISMIC LOADINGS)



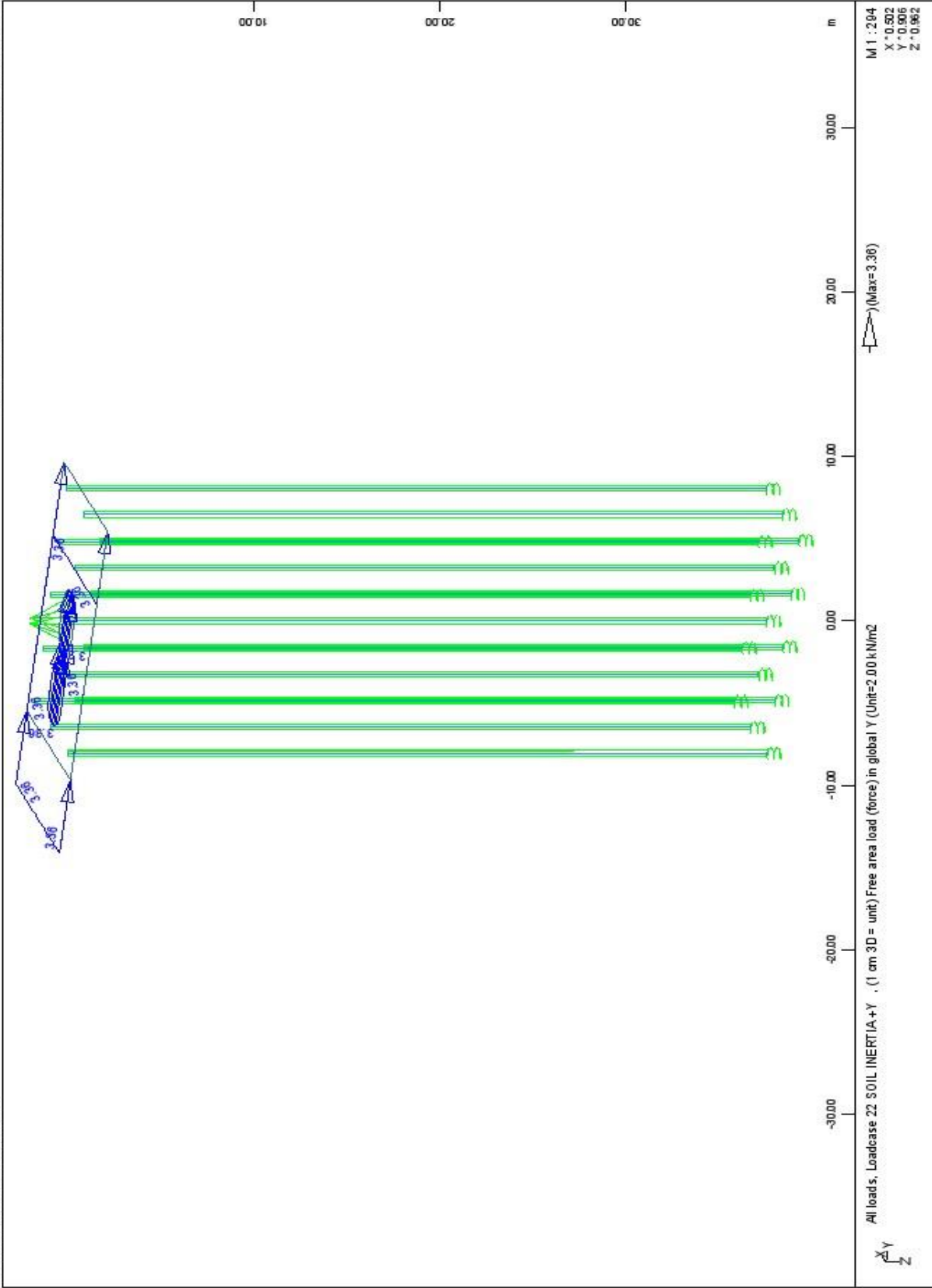




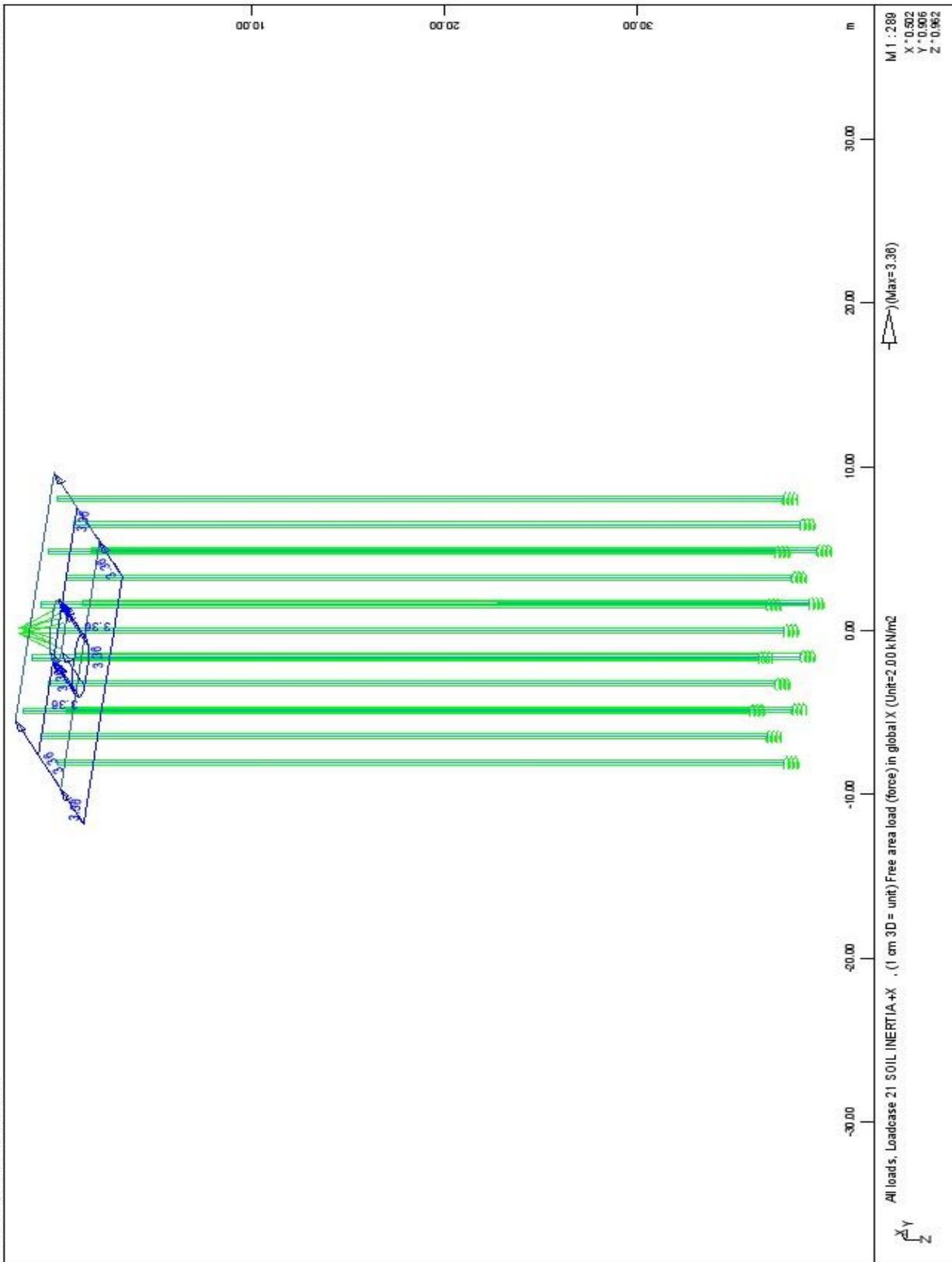




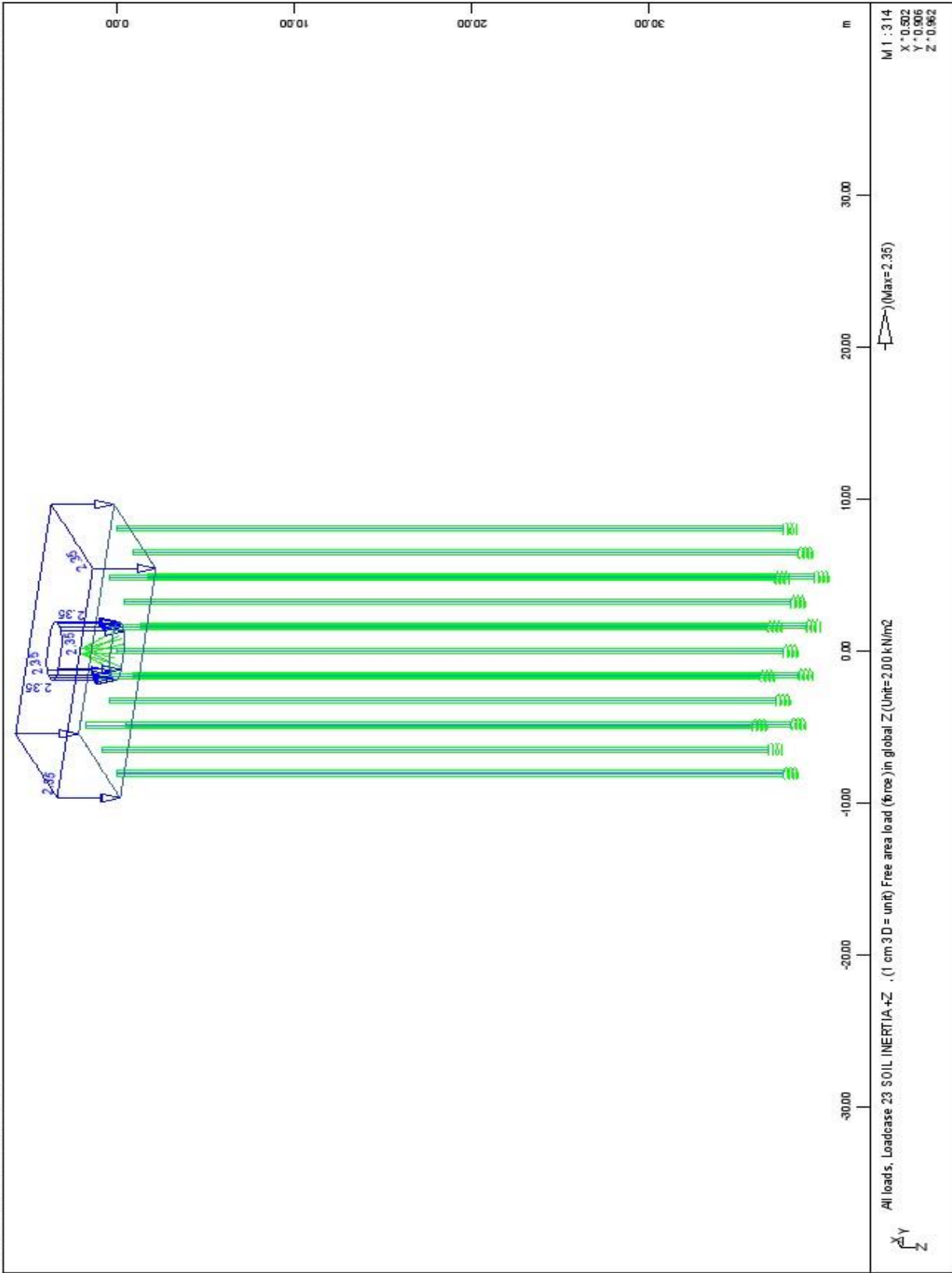
FOUNDATION OF PIER M1.1.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADING S



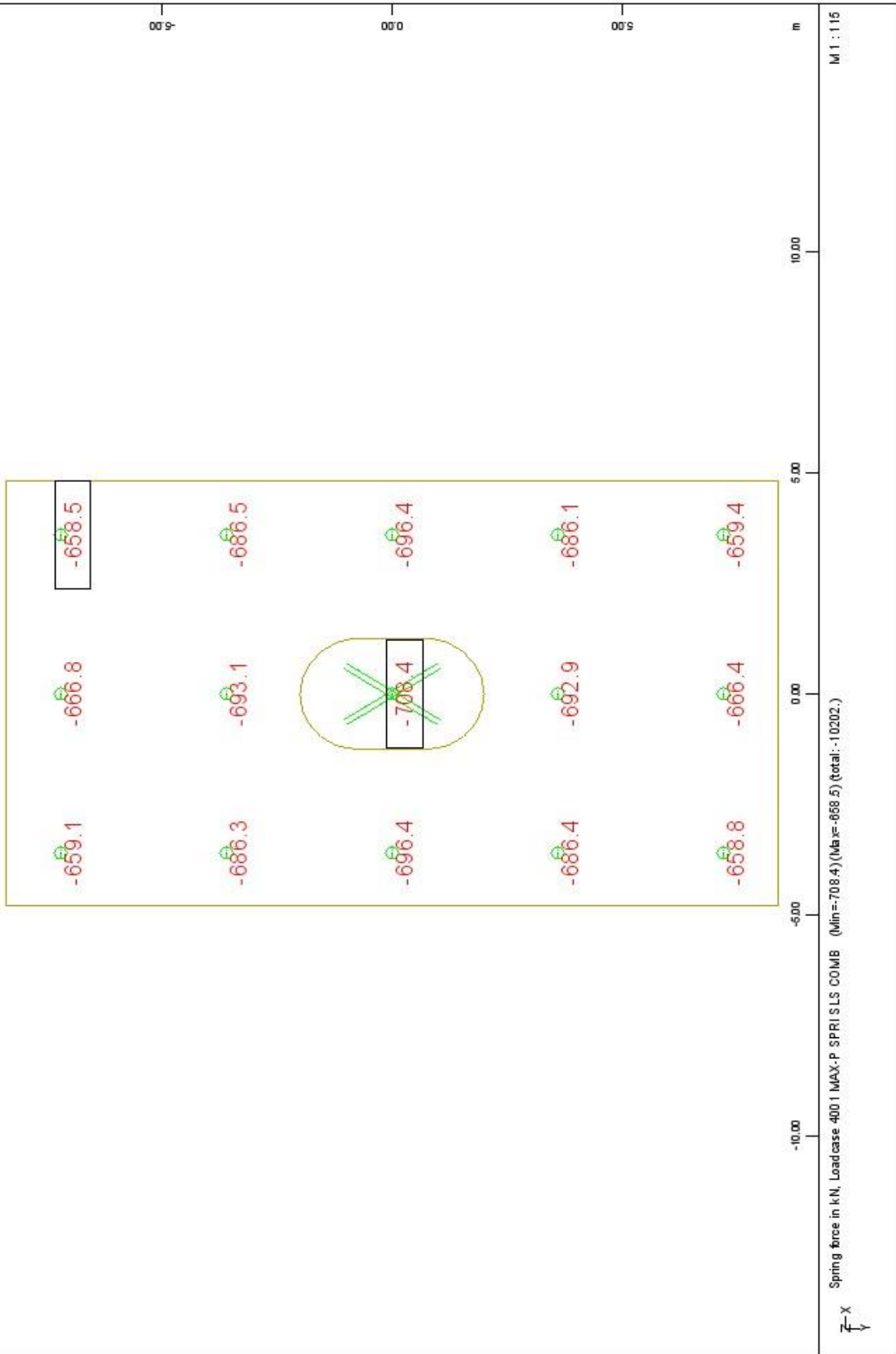
FOUNDATION OF PIER M1.D. - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS

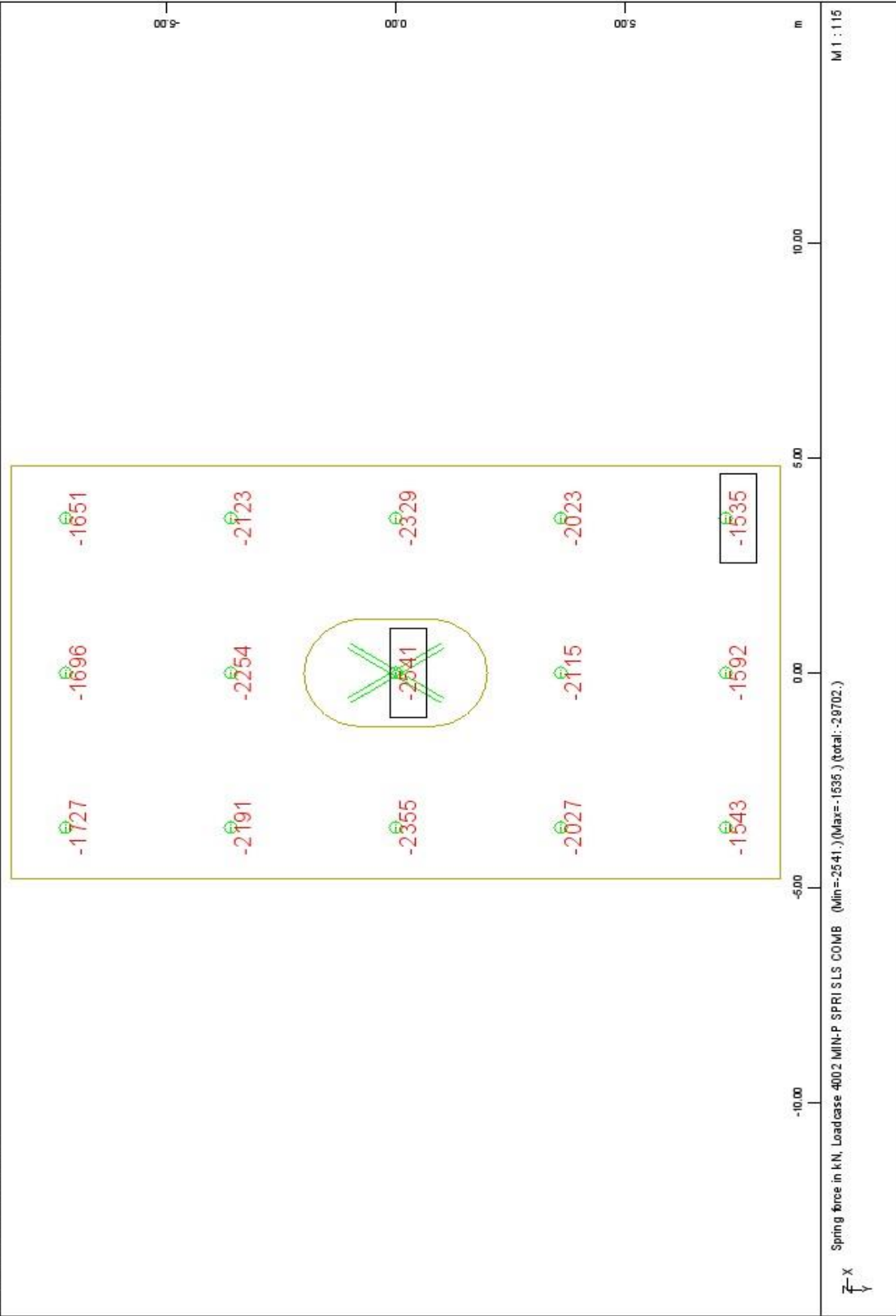


FOUNDATION OF PIER MI 1. D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADING S

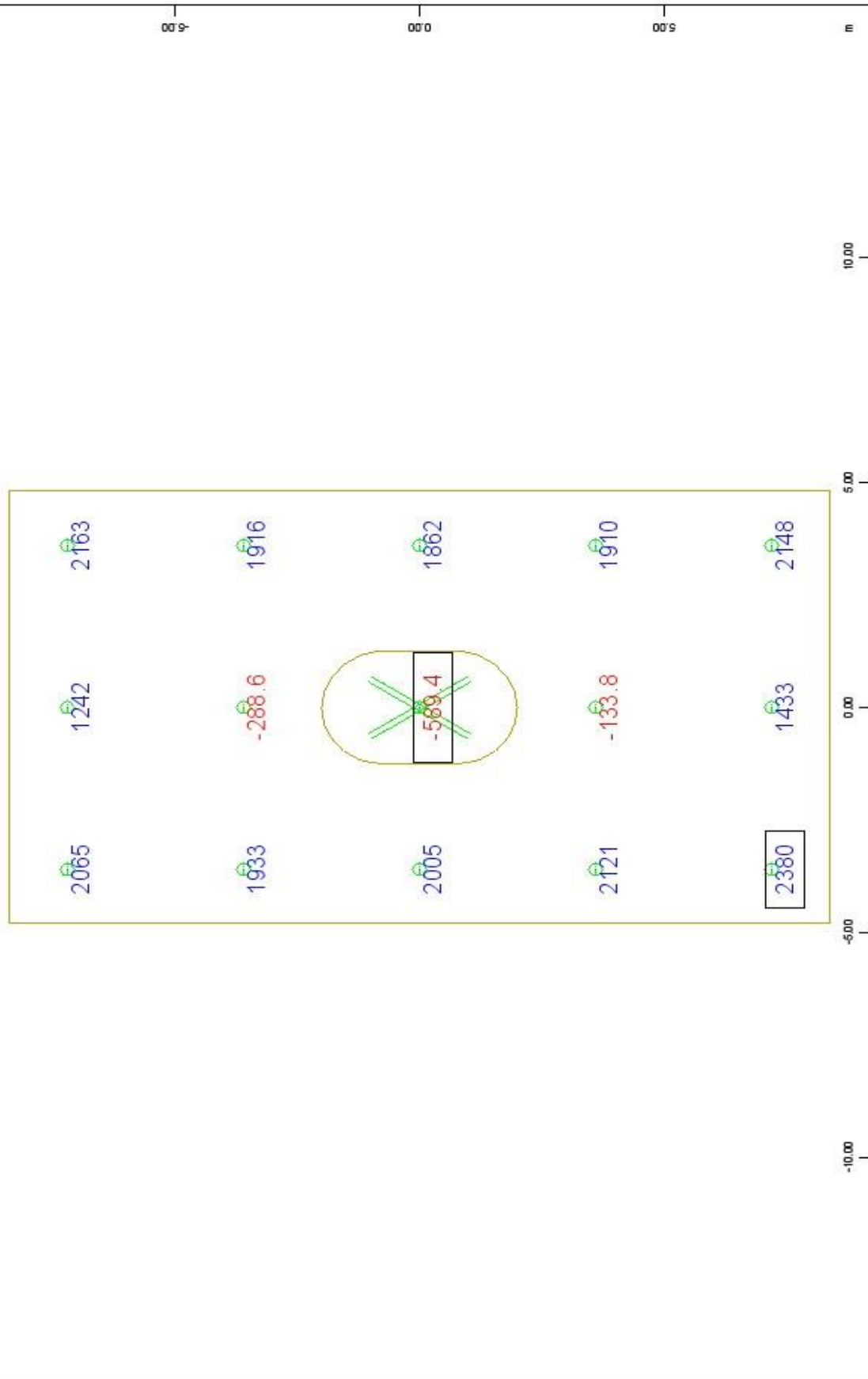


FOUNDATION OF PIER M1 1.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADING S





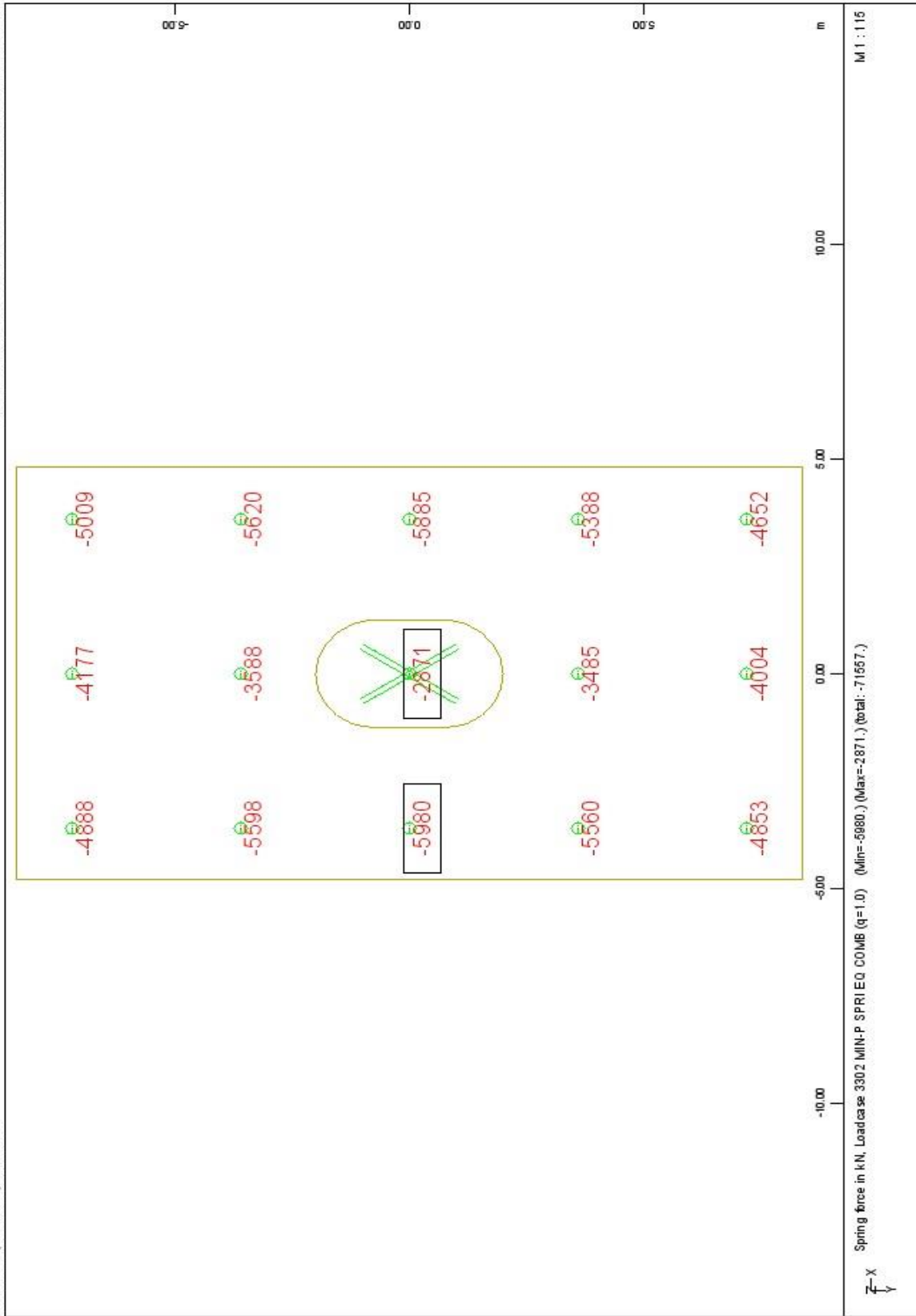
FOUNDATION OF PIER M1.1.D - STRUCTURE 4
 PILE CAPACITY CHECK: STATIC LOADINGS - COMPRESSION



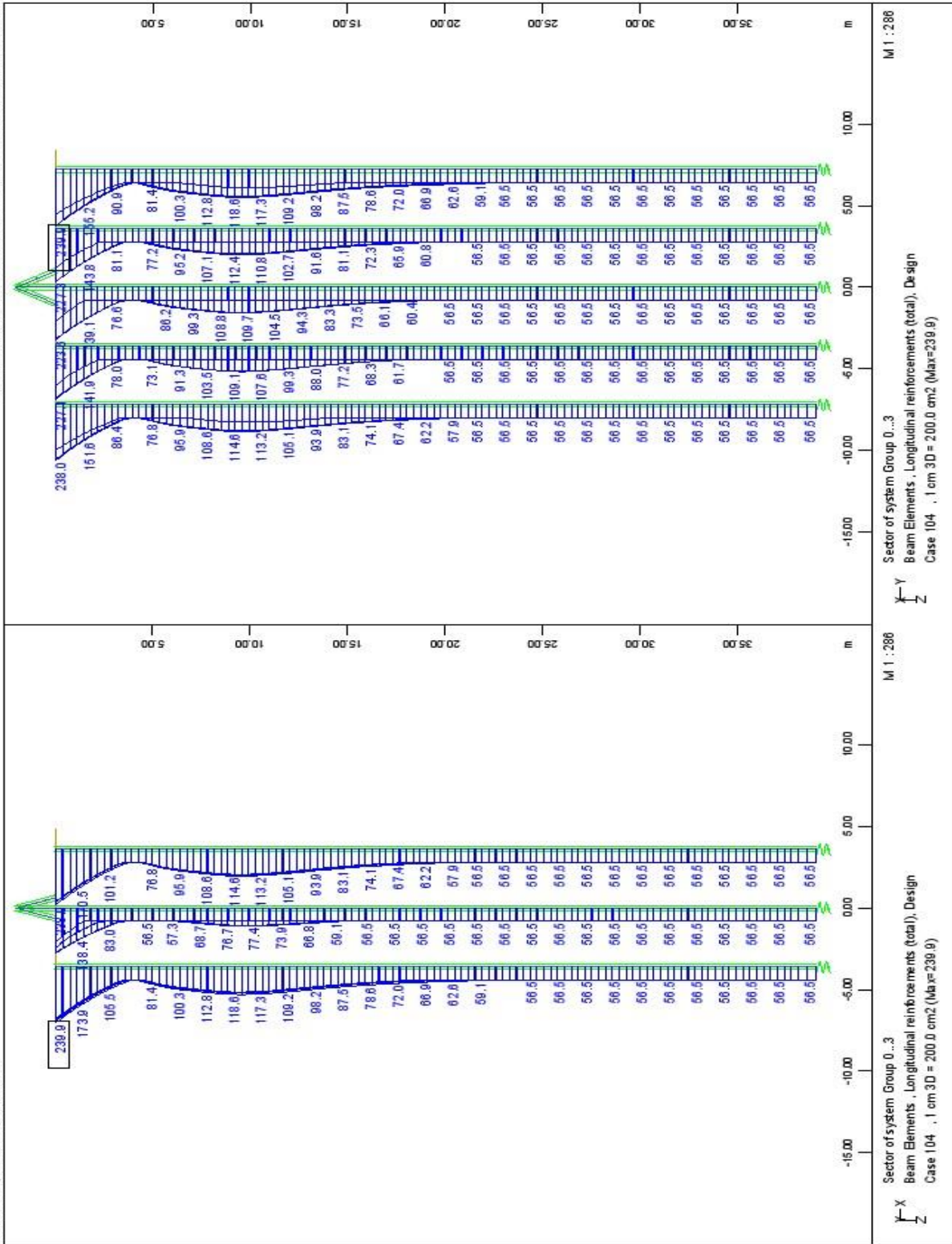
Spring force in kN, Loadcase 330 I MAX-P SPRI EQ COMB (q=1.0) (Min=-589.4) (Max=2380.0) (total: 22187.0)

M 1 : 115

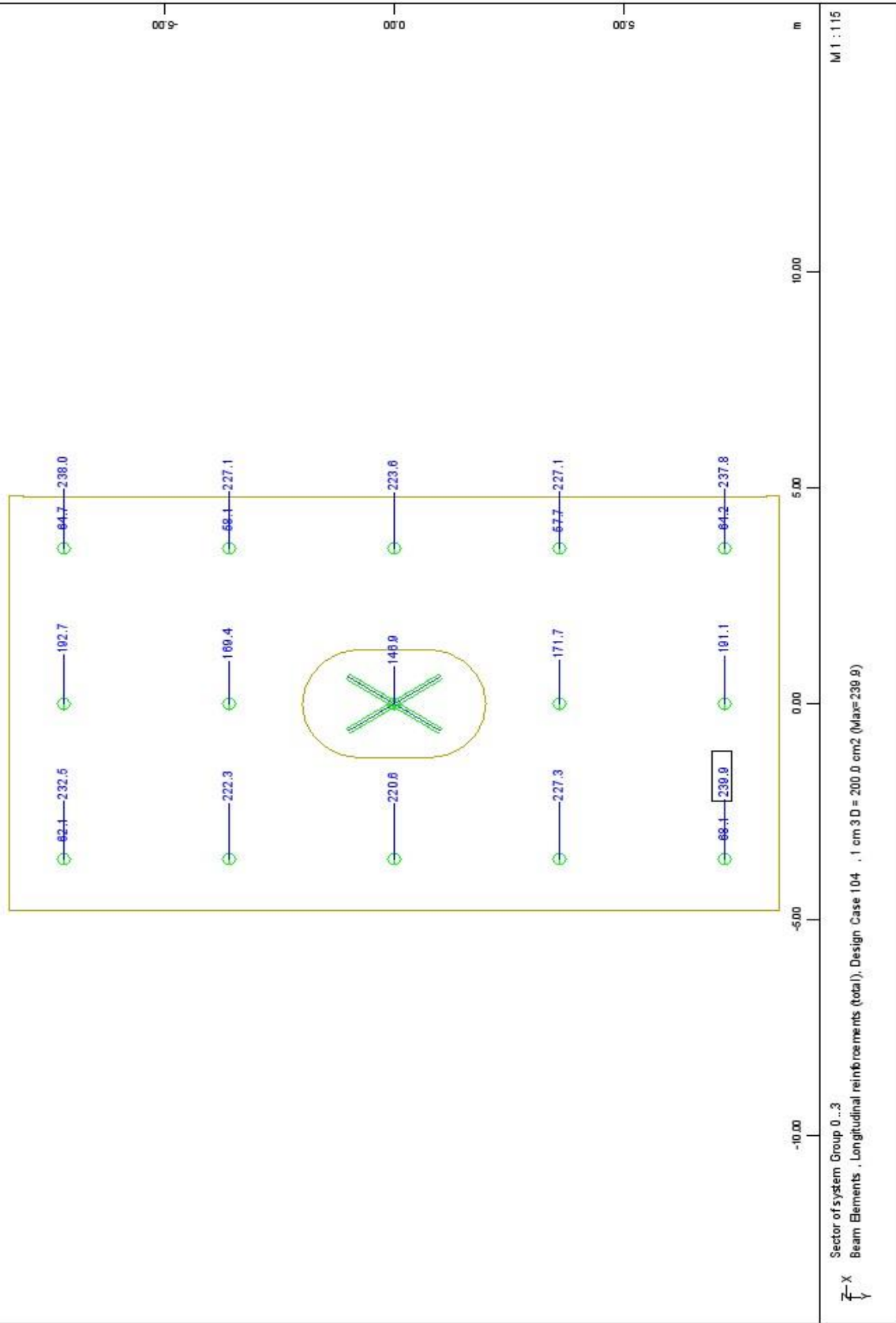
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
 PILE CAPACITY CHECK: SEISMIC LOADINGS - TENSION



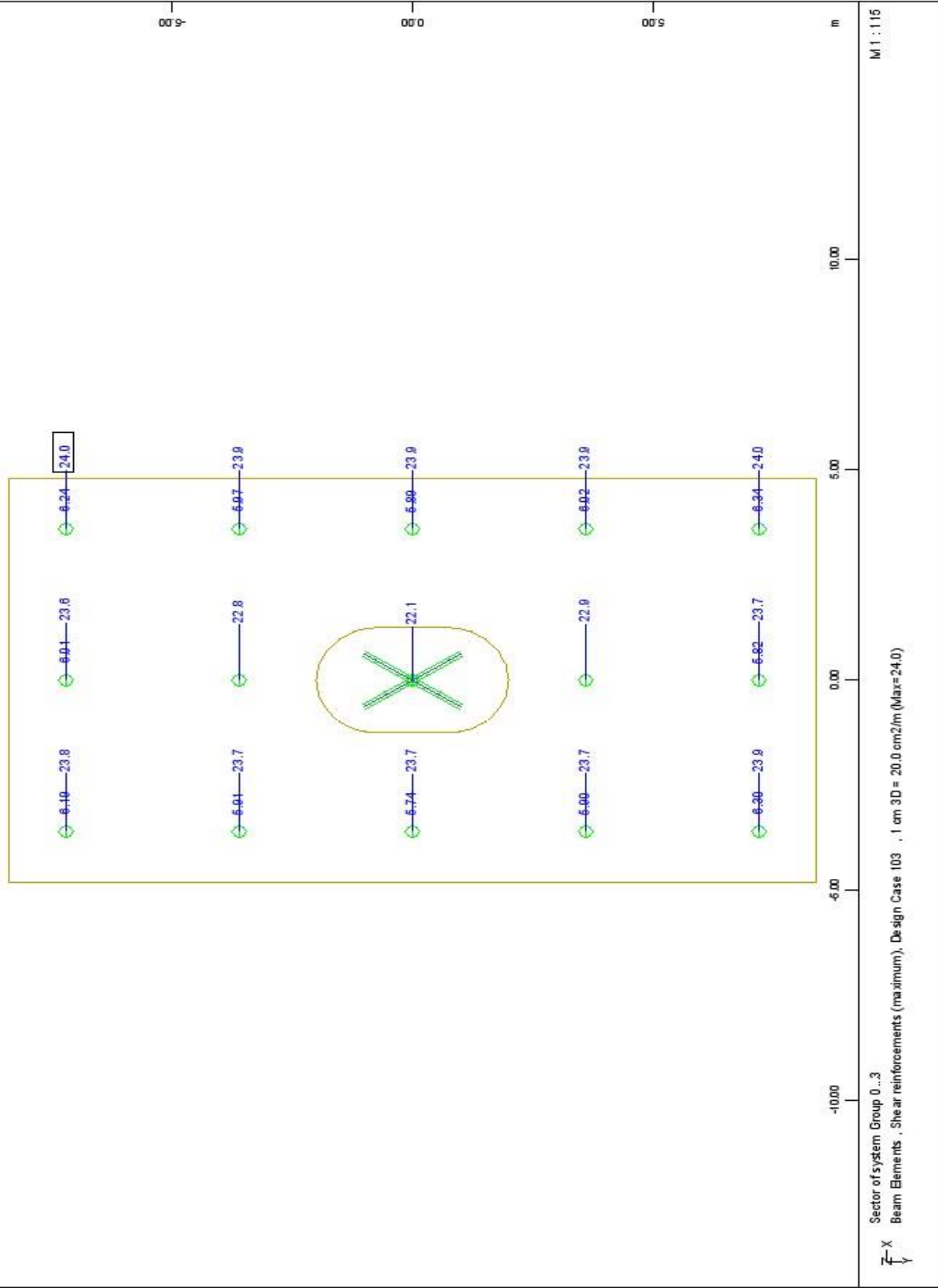
FOUNDATION OF PIER M1 1.D - STRUCTURE 4
PILE CAPACITY CHECK: SEISMIC LOADINGS - COMPRESSION

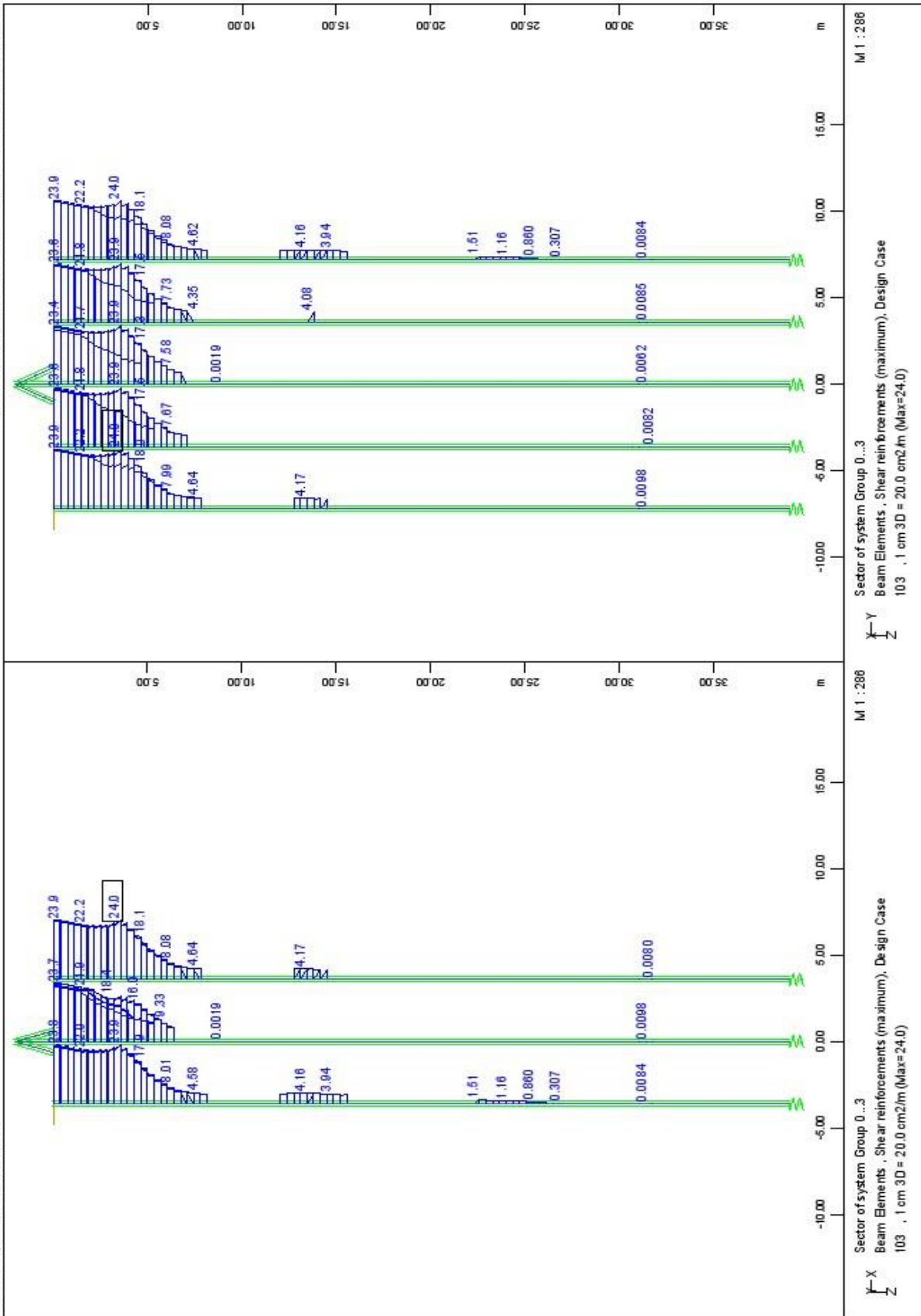


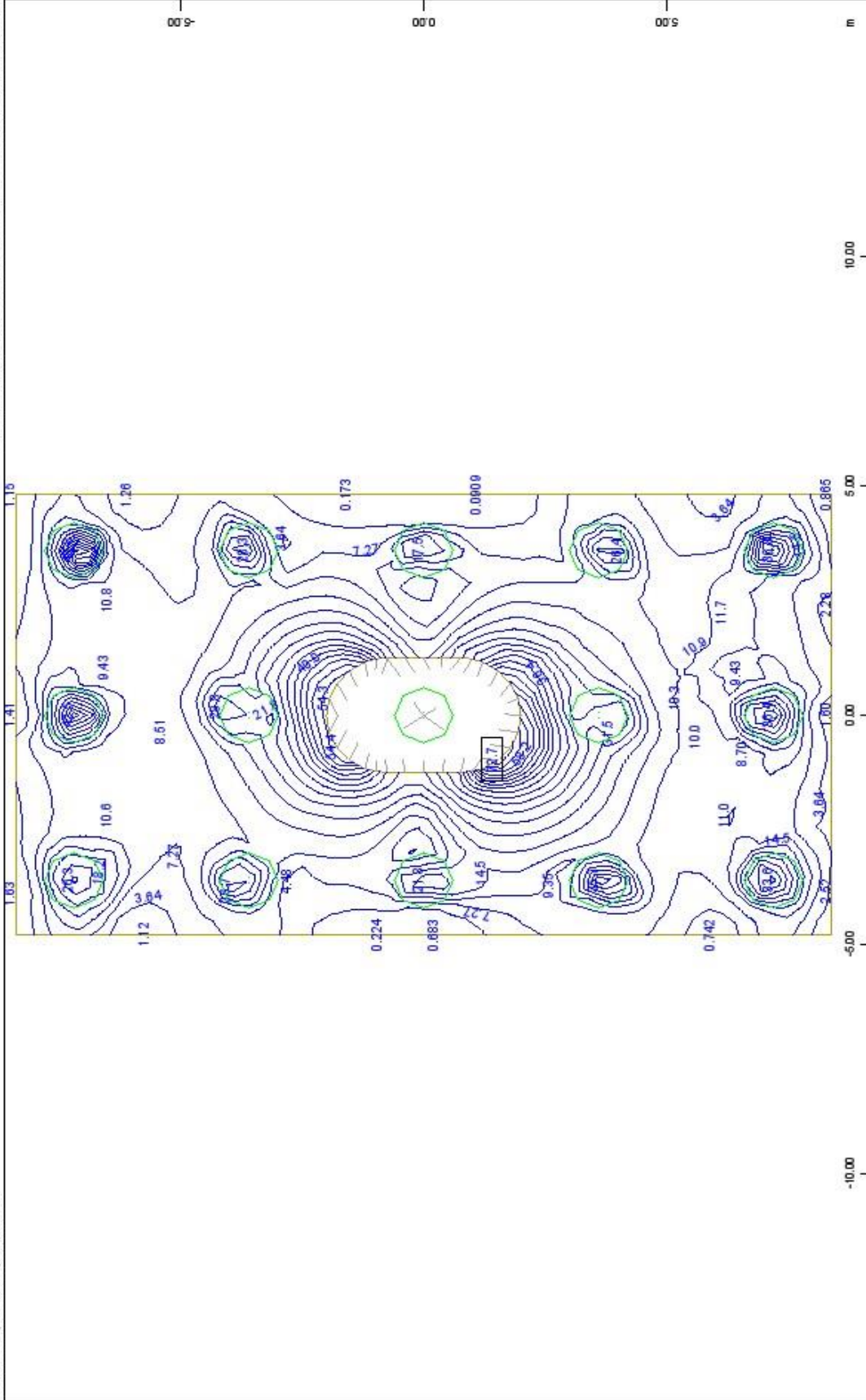
FOUNDATION OF PIER M1.1.D. - STRUCTURE 4
PILES LONGITUDINAL REINFORCEMENT - DISTRIBUTION ALONG LENGTH



FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
 PILES LONGITUDINAL REINFORCEMENT - MAXIMUM VALUE





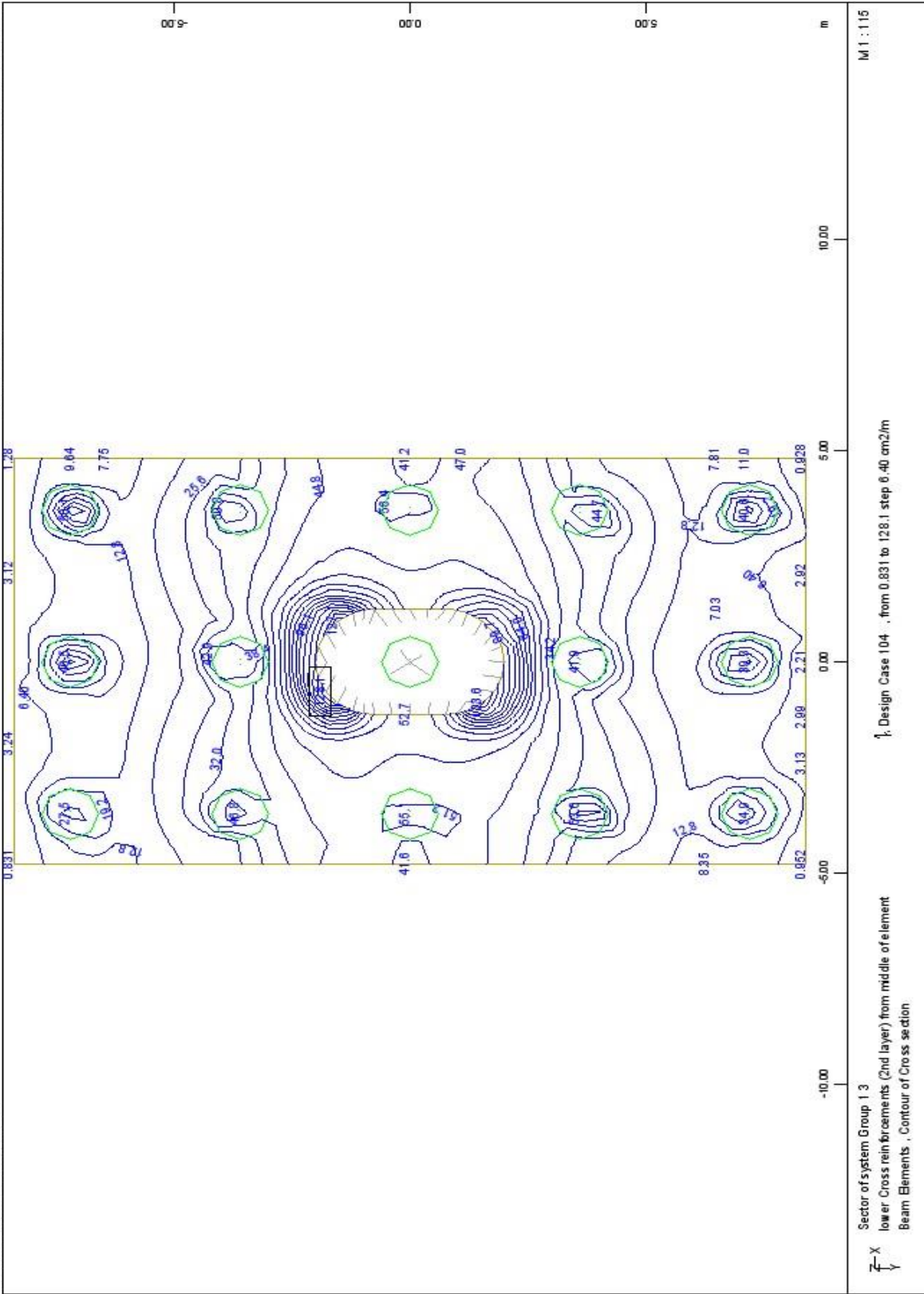


Sector of system Group 1 3
 upper Cross reinforcements (2nd layer) from middle of element
 Beam Elements , Contour of Cross section

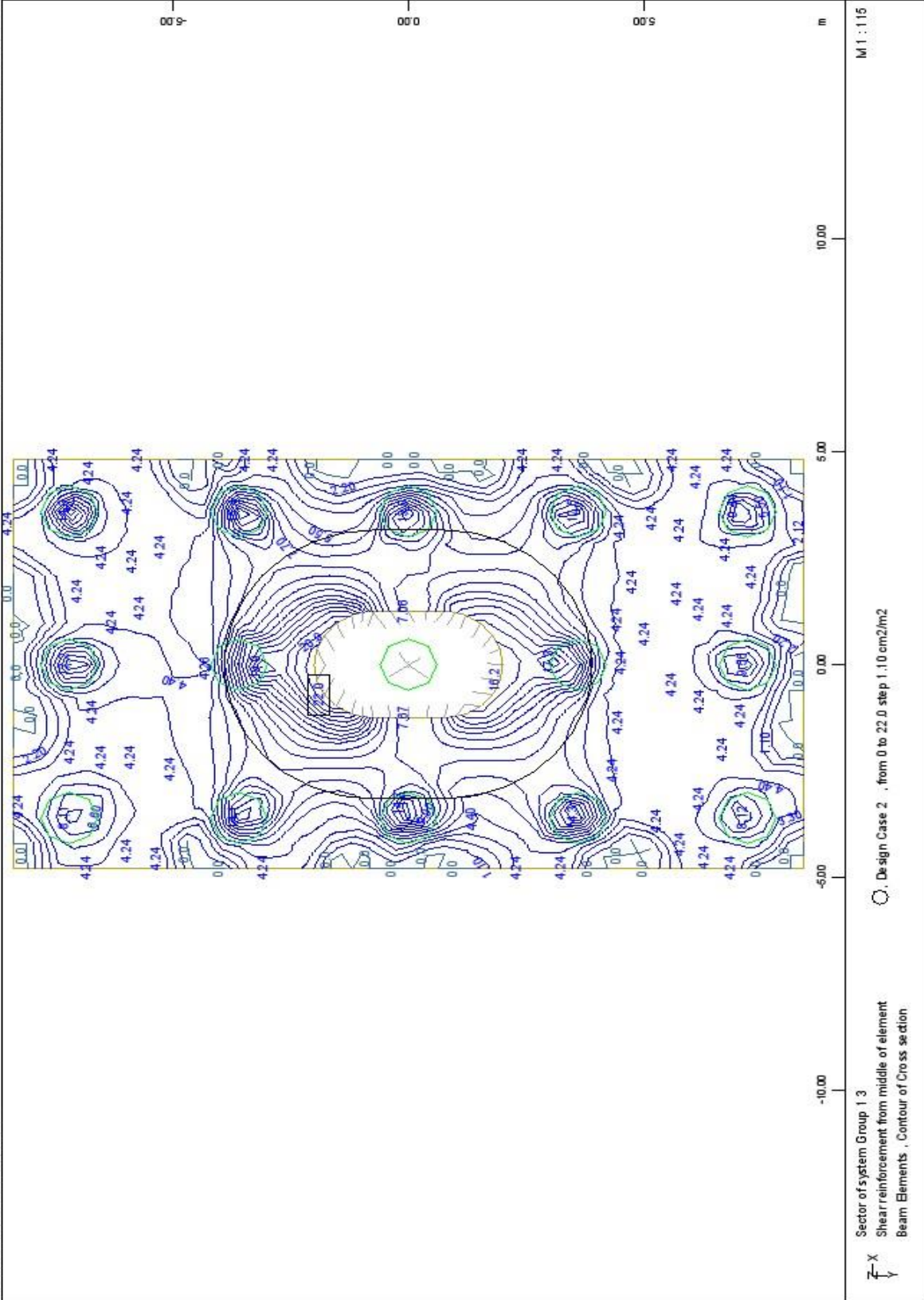
↑ Design Case 104 , from 0.0609 to 72.7 step 3.64 cm2/m

M 1 : 115

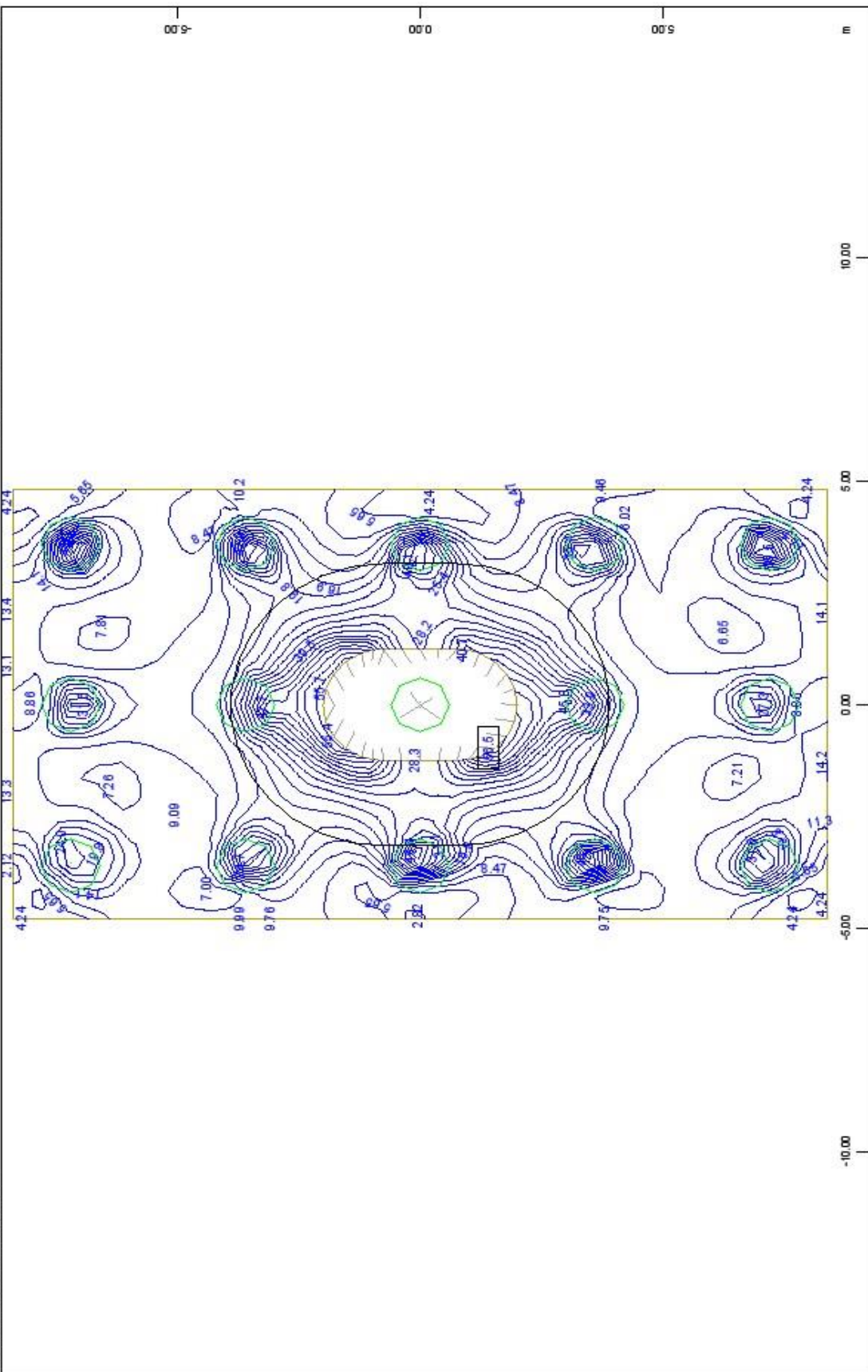
FOUNDATION OF PIER M1.D - STRUCTURE 4
 HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: TOP TRANSVERSE



FOUNDATION OF PIER M1 1.D - STRUCTURE 4
 HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: BOTTOM TRANSVERSE



FOUNDATION OF PIER M1.1.D - STRUCTURE 4
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT : SHEAR REINFORCEMENT FOR ULS COMBINATION



\vec{F} -X
 \vec{F} -Y
 Sector of system Group 1 3
 Shear reinforcement from middle of element
 Beam Elements, Contour of Cross section
 Design Case 3 ULS design, from 1.00 to 66.5 step 2.82 cm²/m²
 M 1 : 115

FOUNDATION OF PIER M1 1.D - STRUCTURE 4
 HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: SHEAR REINFORCEMENT FOR EQ. COMBINATION

5.3 Τεχνικά σχέδια

| ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ | ΤΙΤΛΟΣ |
|-----------------|---|
| Σ01 | ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ |
| Σ02 | ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ |
| Σ03 | ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ |
| Σ04 | ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΕΣ |
| Σ05 | ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ8.Δ |
| Σ06 | ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ9.Δ |
| Σ07 | ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ |
| Σ08 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ9.Δ |
| Σ09 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ9.Δ |
| Σ10 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ8.Δ |
| Σ11 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ9.Δ |
| Σ12 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ |
| Σ13 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ |
| Σ14 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ |
| Σ15 | ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΕΝΟΝΤΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ |
| Σ16 | ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ |
| Σ17 | ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ |

Τα Τεχνικά Σχέδια της Μελέτης βρίσκονται στο **Παράρτημα-Β** της Πτυχιακής Εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Οι παρακάτω φωτογραφίες της γέφυρας ελήφθησαν στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας από τη σπουδάστρια Αλιβιζάτου Ερασμία.



ΦΩΤ. 6.1: Βόρεια όψη τμήματος του καταστρώματος, της παρούσας γέφυρας T3, από το ακρόβαθρο M8 έως το μεσόβαθρο M9, κατά τη φάση αφαίρεσης ξυλοτύπου.



ΦΩΤ. 6.2: Γενική όψη του 1^{ου} ανοίγματος της γέφυρας T3-διακρίνονται οι αναμονές οπλισμού για την κατασκευή του 2^{ου} ανοίγματος.



ΦΩΤ. 6.3: Ανατολική όψη του 1^{ου} ανοίγματος της γέφυρας T3, όπου διακρίνεται το σύστημα ικριωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή.



ΦΩΤ. 6.4: Νότια όψη του 1^{ου} ανοίγματος της γέφυρας T3, στη φάση ξυλοτύπων στη θέση του μεσόβαθρου M9-διακρίνεται η πυκνή διάταξη ικριωμάτων.



ΦΩΤ. 6.5: Άποψη του βάθρου M9, διακρίνεται η μονολιθική σύνδεση με το κατάστρωμα.



ΦΩΤ. 6.6: Διάταξη οπλισμού της κιβωτιοειδούς διατομής του 1^{ου} ανοίγματος της γέφυρας T3, πριν τη σκυροδέτηση.



ΦΩΤ. 6.7: Άποψη του καταστρώματος του 1^{ου} ανοίγματος μετά τη σκυροδέτηση των τοιχωμάτων της κιβωτιοειδούς διατομής.



ΦΩΤ. 6.8: Ανατολική όψη της γέφυρας T3 (αριστερά) κατά την κατασκευή της ένωσης της με τη γέφυρα T16 (δεξιά).



ΦΩΤ. 6.9: Ανατολική όψη της γέφυρας T3, μετά την αφαίρεση τμήματος ξυλοτύπων της ανωδομής και των πεζοδρομίων – διακρίνεται στο βάθος το σημείο ένωσης των 2 γεφυρών T3 και T16 (κλάδου Δ).



ΦΩΤ. 6.10: Παρούσα γέφυρα T3 μετά την αφαίρεση τμήματος ξυλοτύπων της ανωδομής και των πεζοδρομίων (σε 1^ο πλάνο φαίνεται η Ανατολική όψη του κλάδου Γ - γέφυρας T17) .



ΦΩΤ. 6.11: Αναμονές οπλισμού στο άκρο του 1^{ου} ανοίγματος της γέφυρας T3, άνωθεν του μεσόβαθρου M9.



ΦΩΤ. 6.12: Τμήμα γέφυρας T3 κατά τη φάση σκυροδέτησης του καταστρώματος του 2^{ου} ανοίγματος.



ΦΩΤ. 6.13: ΝΑ όψη του βάθρου M10.Δ, κατά τη φάση κατασκευής, που είναι κοινό με τις γέφυρες T4 και T16.



ΦΩΤ. 6.14: Το ακρόβαθρο M10 κατά την αρχική φάση τοποθέτησης ελαστομεταλλικών εφεδράνων.



ΦΩΤ. 6.15: Νότια όψη του βάθρου M10.



ΦΩΤ. 6.16: Βόρεια όψη του μεσοβάθρου M8 (αποτελείται από τρεις στύλους οι οποίοι έχουν ορθογωνική διατομή με το ένα άκρο ημικυκλικό με εξωτερικές διαστάσεις (3m x 2.5m) κατά τη φάση κατασκευής της γέφυρας T3 (Γέφυρα Δεξιάς Παραγλαυκίας Αρτηρίας) και της γέφυρας T17 (κλάδου Γ).



ΦΩΤ. 6.17: Λεπτομέρεια των τενόντων προέντασης στη θέση αγκύρωσης.



ΦΩΤ. 6.18: Λεπτομέρεια του συστήματος προέντασης στη θέση τάνυσης.



ΦΩΤ. 6.19: Τα εφέδρανα που χρησιμοποιήθηκαν στο σύνολο του έργου του Ανισόπεδου κόμβου.



ΦΩΤ. 6.20: Λεπτομέρεια κεφαλής του βάθρου Μ6 (της γέφυρας Τ7), όπου διακρίνονται τα εφόδρανα πριν την αφαίρεση των υποστηριγμάτων τους.



ΦΩΤ. 6.21: Κατασκευή του ενδιάμεσου στηθαίου ασφαλείας, στο κατάστρωμα, της γέφυρας Τ17 (κλάδου Γ), πλησίον της γέφυρας Τ3.



ΦΩΤ. 6.22: Λεπτομέρεια του αρμού μεταξύ της γέφυρας T3 και T2 μετά την ολοκλήρωση σκυροδέτησης του καταστρώματος.



ΦΩΤ. 6.23: Άποψη του καταστρώματος της γέφυρας T3 κατά τις τελικές εργασίες κατασκευής του.



ΦΩΤ. 6.24: Γενική άποψη του καταστρώματος μετά την ολοκλήρωση των εργασιών σκυροδέτησης, διακρίνεται ο αρμός μεταξύ της γέφυρας T2 και T3.



ΦΩΤ. 6.25: Γενική άποψη του καταστρώματος μετά την ολοκλήρωση των εργασιών σκυροδέτησης, από τη γέφυρα T3 προς την T2.



ΦΩΤ. 6.26: Λεπτομέρεια αγωγού παροχέτευσης όμβριων υδάτων.



ΦΩΤ. 6.27: Γενική όψη της γέφυρας T3 (δύο ανοιγμάτων), μετά την ολοκλήρωση του έργου.



ΦΩΤ. 6.28: Γενική άποψη του βάθρου M8 μετά την ολοκλήρωση του έργου του Ανισόπεδου Κόμβου.



ΦΩΤ. 6.29: Νότια όψη βάθρου M8 και τμήματος του καταστρώματος μετά την ολοκλήρωση του έργου (δεξιά μόλις διακρίνεται η γέφυρα T8 της αριστερής παραγλαύκιας αρτηρίας, ενώ αριστερά φαίνεται τμήμα της γέφυρας T17 του κλάδου Γ).



ΦΩΤ. 6.30: Σε 1^ο πλάνο διακρίνεται η Βόρεια όψη του βάθρου M10 και τμήματος του καταστρώματος της γεφυρας T3, δεξιά η γέφυρα T16 του κλάδου Δ και αριστερά σε 2^ο πλάνο η γέφυρα T8 της αριστερής Παραγλαύκιας Αρτηρίας Πατρών, μετά την ολοκλήρωση του έργου.



ΦΩΤ. 6.31: Βάθρο Μ8, ΒΔ όψη (πάνω-αριστερά), δυτική όψη (κάτω- αριστερά), νότια όψη (πάνω- δεξιά) και ανατολική όψη (κάτω- δεξιά).



ΦΩΤ.6.32: Βάθρο Μ9, δυτική όψη (αριστερά) και ανατολική όψη στα (δεξιά).



ΦΩΤ. 6.33: Σε 1^ο πλάνο φαίνεται η γέφυρα T16, ενώ σε 2^ο πλάνο διακρίνεται η γέφυρα T3 και αριστερά η αρχή της γεφυράς T17.



ΦΩΤ. 6.34: Λεπτομέρεια άκρης αρμού επι του πεζοδρομίου της γέφυρας T3.



ΦΩΤ. 6.35: Διαχωριστικοί αρμοί μετά την ολοκλήρωση του έργου, αριστερά είναι στη θέση μεταξύ του τεχνικού T2&T3 ενώ στα δεξιά μεταξύ του τεχνικού T3&T4.



ΦΩΤ. 6.36: Διαχωριστικοί αρμοί μετά την ολοκλήρωση του έργου, στην συμβολή των γεφυρών T3 (αριστερά), T16 (δεξιά) και T4 (μετά τον οριζόντιο αρμό).



ΦΩΤ. 6.37: Αριστερά το τεχνικό T3 στην κατεύθυνση από το βάθρο M10.Δ προς το M8.Δ, ενώ δεξιά είναι το τεχνικό T3 στην κατεύθυνση από το βάθρο M8.Δ προς το M10.Δ .



ΦΩΤ. 6.38: Λάμπες ηλεκτροφωτισμού κάτωθεν και άνωθεν της γέφυρας T3.



ΦΩΤ. 6.39: Αριστερά φαίνεται η ΝΔ όψη του βάθρου M10, ενώ δεξιά φαίνεται η νότια όψη του βάθρου M10.



ΦΩΤ. 6.40: Αγωγός υδροδότησης όμβριων υδάτων, με την τοποθέτηση εσχάρας, μετά την ολοκλήρωση του έργου.



ΦΩΤ. 6.41: Νυχτερινή σήμανση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στο τομέα του υπολογισμού κατασκευών ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (H/Y) έχει γίνει απαραίτητο εργαλείο για το μηχανικό για να ολοκληρώσει την εργασία του.
2. Τα πλεονεκτήματα επίλυσης φορέων με H/Y προβάλλονται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις φορέων με πολλά μέλη όπου η επίλυση με κλασικές μεθόδους θα ήταν μακροχρόνια και κουραστική.
3. Ο μελετητής μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει αυτοτελώς την ορθότητα των αποτελεσμάτων που του δίνει το πρόγραμμα H/Y που χρησιμοποιεί πράγμα που απαιτεί να γνωρίζει πολύ καλά την κλασική στατική. Ο έλεγχος επιβάλλεται για την ασφάλεια της κατασκευής.
4. Υπάρχει μια πληθώρα προγραμμάτων H/Y που μπορεί κανείς να επιλέξει ανάλογα με τις ανάγκες του. Τα προγράμματα αυτά συνεχώς εξελίσσονται και ο βαθμός αξιοπιστίας τους ανεβαίνει.
5. Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την πλήρη αναλυτική μελέτη γέφυρας δυο ανοιγμάτων συνολικού μήκους 81.4m από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα με εφέδρανα, στη δεξιά Παραγλαύκια αρτηρία Πατρών, με τη χρήση H/Y.
6. Από τα σπουδαιότερα τμήματα της μελέτης και της κατασκευής ήταν η Θεμελίωση του τεχνικού στις θέσεις των μεσοβάθρων M8.Δ, M9.Δ, και M10.Δ που πραγματοποιείται μέσω καννάβου πασσάλων Φ1.20 από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 οι οποίοι ενώνονται στην κεφαλή τους με κεφαλόδεσμους πάχους 2.0m από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25. Για την αποφυγή του φαινομένου της ρευστοποίησης του εδάφους θεμελίωσης γύρω από τους πασσάλους των βάθρων M8.Δ και M10.Δ προβλέπεται σύμφωνα με τη 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 τη μελέτη της παρούσας γέφυρας λήφθηκαν υπόψη οι κανονισμοί: DIN – Fachbericht 100, DIN–Fachbericht 101, DIN–Fachbericht 102, ΕΑΚ 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 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, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα, 1999 – 2015.
4. EN 1991 Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των κατασκευών.
5. EN 1992 Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός των κατασκευών από σκυρόδεμα.
6. ΕΑΚ 2000. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός (Ε.Α.Κ. 2000. Υπ. Απόφαση Δ17α/141/3/ΦΝ 2184Β'/20-12-1999 & Φ.Ε.Κ 781/18-0602003). Όπως επίσης και το ΦΕΚ/Β' 1154/12-8-2003 –Δ17α/115/9/ΦΝ 275.
7. DIN–Fachbericht 101: Δράσεις σε γέφυρες.
8. DIN–Fachbericht 102: Γέφυρες από σκυρόδεμα.
9. Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων – (ΟΜΟΕ – Τεχνικών Έργων Οδοποιίας (Έργα Πολιτικού Μηχανικού), 2003).
10. Οδηγίες για την εφαρμογή των κανονισμών DIN–Fachbericht στην Ελλάδα (ΥΠΕΧΩΔΕ Ιούνιος 2007).
11. ΙΩΑΝΝΗΣ Ν. ΨΥΧΑΡΗΣ, «Διδακτικές Σημειώσεις για τα Ειδικά Θέματα Αντισεισμικής Τεχνολογίας: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Γεφυρών», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2011.
12. ΙΩΑΝΝΗΣ Κ. ΒΑΓΙΑΣ, «Σύμμικτες γέφυρες», «Οδηγός Σχεδιασμού με βάση τα DIN–Fachbericht και τους Ευρωκώδικες», εκδόσεις Κλειδάριθμος 2006.

13 ΙΑΣΩΝ Κ. ΒΑΡΔΑΚΟΥΛΙΑΣ, «Μελέτη Μεταλλικής Πεζογέφυρας», Διπλωματική Εργασία (Επιβλέπων Ιωάννης Κ. Βάγιας), ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, Αθήνα, 2012.

14. Πηγές από το διαδίκτυο:

<http://el.wikipedia.org>, <https://www.aegean.gr/gympeir/gefires.htm>
<http://kpe-makrin.mag.sch.gr/smnrgefyr13/erg1213/gefyres.pdf> .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

| α/α | ΤΙΤΛΟΣ |
|------------|--|
| 1 | Οριζοντιογραφία με θέσεις γεωτρήσεων |
| 2 | Ενδεικτική γεωτεχνική τομή Γεωτρήσεων κατά μήκος τεχνικού Τ3 |
| 3 | Συγκεντρωτικοί πίνακες αποτελεσμάτων επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών – διαγράμματα μεταβολής εδαφικών παραμέτρων με το βάθος |
| | Υπολογισμοί |
| 4 | Τυπική Στρωματογραφία – Παράμετροι εδάφους |
| 5 | Φέρουσα ικανότητα πασσάλων σε κατακόρυφη φόρτιση |
| 6 | Υπολογισμοί καθιζήσεων πασσαλοομάδων |

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

| ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ | ΤΙΤΛΟΣ |
|-----------------|---|
| Σ01 | ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ |
| Σ02 | ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ |
| Σ03 | ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ |
| Σ04 | ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΕΣ |
| Σ05 | ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ8.Δ |
| Σ06 | ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ9.Δ |
| Σ07 | ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ |
| Σ08 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ9.Δ |
| Σ09 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ9.Δ |
| Σ10 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ8.Δ |
| Σ11 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ9.Δ |
| Σ12 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ |
| Σ13 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ |
| Σ14 | ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ |
| Σ15 | ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΕΝΟΝΤΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ |
| Σ16 | ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ |
| Σ17 | ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ |