

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΤΡΙΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 69,91m
ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΦΕΔΡΑΝΑ,
ΠΛΗΣΙΟΝ ΤΗΣ ΔΕΞΙΑΣ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΑΣ ΑΡΤΗΡΙΑΣ
ΠΑΤΡΩΝ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ – ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

Δρ. Διονυσία – Πηνελόπη Κοντονή

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Αν. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:

Τσινιά Γεωργία

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Έχοντας πλέον ολοκληρώσει την Πτυχιακή Εργασία μου, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την Εισηγήτρια και Επιβλέπουσα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, Δρ. Διονυσία – Πηνελόπη Ν. Κοντονή, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό και Αν. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι., για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της Πτυχιακής Εργασίας, τη συνεχή καθοδήγηση και την υπομονή της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σωτήρη Μηλιτσόπουλο, Πολιτικό Μηχανικό ΠΕ με Α βαθμό, επιβλέποντα μηχανικό του έργου του Ανισόπεδου Κόμβου, για την παροχή στοιχείων σχετικά με τη μελέτη της γέφυρας της παρούσας ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.

Πάτρα, Ιανουάριος 2015

Γεωργία Τσινιά

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την πλήρη Στατική Μελέτη καθώς και τους Υδραυλικούς Υπολογισμούς για την κατασκευή νέας γέφυρας από οπλισμένο σκυρόδεμα, με εφέδρανα, συνολικού μήκους 69,91m πλησίον της δεξιάς Παραγλαύκιας αρτηρίας Πατρών. Για την επίλυση του συνόλου του τεχνικού (φορέας, ακρόβαθρα, μεσόβαθρα) έγινε χρήση κατάλληλου λογισμικού πεπερασμένων στοιχείων (SOFiSTiK), σύμφωνα με τους κανονισμούς DIN 1072, 1055, 1045, 1075, 4227, 1054, 4085, 4014, 4128, τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό και τον Ελληνικό Κανονισμό Σκυροδέματος.

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 όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Η σπουδάστρια



Γεωργία Τσινιά

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	7
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	7
1.2 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ	8
1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ	8
1.3.1 ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ	9
1.3.2 ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ.....	10
1.3.3 ΕΦΕΔΡΑΝΑ.....	10
1.3.4 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ	11
1.4 ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΓΕΦΥΡΩΝ	12
1.4.1 ΚΑΛΩΔΙΩΤΗ ΓΕΦΥΡΑ	12
1.4.2 ΚΡΕΜΑΣΤΗ ΓΕΦΥΡΑ	12
1.4.3 ΤΟΞΩΤΗ ΓΕΦΥΡΑ	13
1.4.4 ΓΕΦΥΡΑ ΜΕ ΔΟΚΟΥΣ	14
1.4.5 ΑΜΦΙΠΡΟΕΧΟΥΣΑ ΓΕΦΥΡΑ	14
1.4.6 ΚΙΝΗΤΗ ΓΕΦΥΡΑ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:	16
2.1 Εισαγωγή	16
2.2 Φορτία κυκλοφορίας οδογεφυρών κατά το DIN 1072 (67/82).	16
2.3 Φορτία κυκλοφορίας οδογεφυρών κατά τον Ευρωκώδικα 1.....	18
2.4 Η ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	22
3.1 Αντικείμενο – Συμβατικά στοιχεία	22
3.2 Γενική περιγραφή τεχνικών έργων	22
3.3 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	24
3.3.1 Υλικά Κατασκευής	24
3.3.2 Φορτία.....	24
3.3.3 Σεισμική Φόρτιση.....	24
3.3.4 Έδαφος	24
3.3.5 Ονομαστικές επικαλύψεις σπλισμών	25
3.3.6 Κατηγορίες έκθεσης στοιχείων σκυροδέματος	25
3.3.7 Κανονισμοί	25

3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ	25
3.4.1 Γενική περιγραφή ανωδομής	25
3.4.2 Περιγραφή μεσοβάθρων	26
3.4.3 Περιγραφή Θεμελίωσης.....	27
3.4.4 Αρμοί	28
3.4.5 Εφέδρανα	28
3.4.6 Τελικές επεξεργασίες επιφανειών σκυροδέματος	28
3.4.7 Οδόστρωμα	29
3.4.8 Πεζοδρόμια -Στηθαία ασφαλείας	29
3.4.9 Φάσεις κατασκευής.....	29
3.5. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	30
3.5.1 Περιγραφή εδάφους – Στοιχεία γεωτρήσεων	30
3.5.2 Σεισμική διέγερση	30
3.5.3 Οριζόντιος και κατακόρυφος δείκτης εδάφους.....	30
3.5.4 Έλεγχος θεμελίωσης.....	30
3.6 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	30
3.6.1 Στατική ανάλυση	30
3.6.2 Σεισμική ανάλυση	31
3.6.3 Συνδυασμοί φορτίσεων.	31
3.6.3.1 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Θεμελιώδεις συνδυασμοί -Εκτός Σεισμού)	32
3.6.3.2 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας – Σεισμός.....	32
3.6.3.3 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας – Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού..	33
3.6.3.4 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Σπάνιος συνδυασμός	33
3.6.3.5 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Συχνός συνδυασμός	34
3.6.3.6 Έλεγχος σε οριακή κατάσταση λειτουργίας – Οιονεί -Μόνιμος συνδυασμός	34
3.7 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση λειτουργίας οπλισμένου σκυροδέματος	35
3.7.1 Έλεγχος θλιπτικών τάσεων στο σκυρόδεμα.....	35
3.7.2 Έλεγχος ρηγμάτωσης.....	35
3.7.3 Έλεγχος εφελκυστικών τάσεων στον χάλυβα χαλαρού οπλισμού	35
3.8 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση αστοχίας οπλισμένου σκυροδέματος.....	35
3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΡΩΝ.....	36
3.9.1 Προσομοίωμα	36
3.9.2 Βασικές φορτίσεις	36

3.9.2.1 Ίδιο Βάρος Φορέα, G0	37
3.9.2.2 Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία, G1	37
3.9.2.3 Κινητά Φορτία, L	37
3.9.2.4 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας [ΔTN]	38
3.9.2.5 Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας [ΔTN]	38
3.9.2.6 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής – άνω παρειά θερμότερη της κάτω [ΔTM]	38
3.9.2.7 Διαφορά θερμοκρασίας ανωδομής – κάτω παρειά θερμότερη της άνω [ΔTM]	38
3.9.2.8 Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς [ΔTN]	38
3.9.2.9 Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας για εφέδρανα και αρμούς, ΔTN	39
3.9.2.10 Συνδυασμός ομοιόμορφης μεταβολής θερμοκρασίας και διαφοράς θερμοκρασίας [T]	39
3.9.2.11 Διαφορικές υποχωρήσεις στηρίξεων [PS]	39
3.9.2.12 Φορτία από άνεμο [W]	39
3.9.2.13 Τροχοπέδηση [BR]	39
3.9.2.14 Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης [CS]	40
3.10 Φορτίσεις σεισμού	40
3.10.1 Σεισμός σχεδιασμού (EQ)	40
3.11 Υπολογιζόμενες φορτίσεις	40
3.12 Έλεγχοι διατομών	41
3.13 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ	41
3.13.1 Προσομοίωμα	41
3.13.2 Βασικές φορτίσεις	42
3.13.2.1 Ίδιο βάρος (LC 1)	42
3.13.2.2 Ίδιο βάρος επίχωσης (LC 1)	42
3.13.2.3 Αδρανειακή δύναμη κεφαλόδεσμου (LCs 11, 12 και 13)	43
3.13.2.4 Αδρανειακή δύναμη επίχωσης (LCs 21, 22 και 23)	43
3.13.2.5 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – οιονεί μόνιμος συνδυασμός (LC 101~112)	43
3.13.2.6 Φορτία από ανωδομή για την οριακή κατάσταση λειτουργίας – χαρακτηριστικός συνδυασμός (LC 401~412)	43
3.13.2.7 Φορτία από την ανωδομή για την οριακή κατάσταση αστοχίας (LC 201~212)	43
3.13.2.8 Φορτία από την ανωδομή για τον σεισμικό συνδυασμό με q=1.0 (LC 301~312)	44
3.13.2.9 Φορτία από την ανωδομή για τα ικανοτικά μεγέθη του σεισμικού συνδυασμού (LC 501~512)	44
3.14 Συνδυασμοί φορτίσεων	44

3.15 Έλεγχοι διατομών	45
3.16 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ	46
3.16.1 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ	46
3.16.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ	47
3.16.3 ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΙ	48
3.16.4 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ	49
3.16.5 ΜΟΝΩΣΕΙΣ	49
3.16.6 ΔΙΑΦΟΡΑ	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο	53
Εδαφοτεχνικά Στοιχεία	53
4.1 Γενικές πληροφορίες – Γεωτρήσεις στην περιοχή των τεχνικών	53
4.2 Στρωματογραφία	54
4.3 Έλεγχοι ρευστοποίησης	54
4.4 Χαρακτηριστικά στρώσεων – στατιστική επεξεργασία – τυπική τομή	55
4.5 Μελέτη Θεμελίωσης τεχνικών	55
4.5.1 Θεωρήσεις και Μέθοδος Θεμελίωσης	55
4.5.2 Φέρουσα ικανότητα πασσάλων σε κατακόρυφα φορτία	56
4.6 Καθίζηση πασσάλου και πασσαλο-ομάδων	57
4.7 Αντίσταση του πασσάλου σε οριζόντια φόρτιση	58
4.8 Σχέδια	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	60
5.1 Απόσπασμα τεύχους υπολογισμών ανωδομής με το λογισμικό SOFiSTiK	60
5.2 Απόσπασμα τεύχους θεμελίωσης μεσοβάθρων με το λογισμικό SOFiSTiK	152
5.2.1 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου Μ3.ΚΛ.Γ.	152
5.2.2 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου Μ4.ΚΛ.Γ.	182
5.3 Τεχνικά Σχέδια	212
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο	213
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο	240
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	240
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	241
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	242
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	243
ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ	243

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Γέφυρα είναι μια κατασκευή που έχει σκοπό της συνέχειας μιας γραμμής επικοινωνίας, όπως μιας οδού (οδική γέφυρα), ενός σιδηροδρόμου, μιας ροής πεζών ή ενός αγωγού, πάνω από ένα εμπόδιο. Τα συνήθη εμπόδια που γεφυρώνονται είναι ποτάμια ή γενικότερα υδάτινες επιφάνειες, άλλοι συγκοινωνιακοί άξονες, τεχνητές υδάτινες ροές, εδαφικές ταπεινώσεις κ.τ.λ.

Από τα πανάρχαια χρόνια, η αποκατάσταση της συνέχειας μιας οδού πάνω από μια υδάτινη ροή αποτελούσε σημαντικό πρόβλημα. Έτσι, ο άνθρωπος αναγκάστηκε να το αντιμετωπίσει, δηλαδή να κατασκευάσει γέφυρες από τους προϊστορικούς ακόμα χρόνους. Η ονομασία των γεφυρών συχνά συνδυάζεται με τοπωνυμία της θέσης της γέφυρας, με τον κατασκευαστή και κάποτε με τον πολιτικό ή στρατιωτικό ηγέτη που διέταξε την κατασκευή της ή με το εμπόδιο που γεφυρώνεται.

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 γεφύρωναν μικρά ρεύματα. Σχετικά σύντομα θα έγινε αντιληπτό ότι η τοποθέτηση δύο ή και περισσότερων κορμών δεμένων μεταξύ τους με σχοινιά έδινε μια πολύ πιο αποτελεσματική κατασκευή. Και οι δύο τρόποι παρείχαν ιδιαίτερα περιορισμένες δυνατότητες.

Οι άνθρωποι που ζούσαν στους λιμναίους οικισμούς αντιλήφθηκαν πρώτοι τη δυνατότητα που προσέφεραν τα φυσικά σχοινιά. Η πλέξη αυτών των φυσικών σχοινιών οδήγησε στην κατασκευή των πρώτων κρεμαστών γεφυρών. Ο άνθρωπος της νεολιθικής εποχής πιστεύεται ότι το 4.000 π.Χ. ήταν ήδη ώριμος να μιμηθεί τα φυσικά τόξα. Έτσι, επεξεργάζεται μεγάλους λίθους και τους τοποθετεί σε μορφές τόξων. Πολύ πιο πρόσφατα, από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, χρησιμοποιήθηκε στη γεφυροποιία και ο σίδηρος, αρχικά ως χυτοσίδηρος, αλλά πολύ πιο γρήγορα ως χάλυβας. Οι πολύ υψηλές αντοχές του χάλυβα επέτρεψαν, ήδη από το δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα, την κατασκευή πολύ μεγάλων γεφυρών. Σημαντικότερη επίδραση στη γεφυροποιία άσκησε η ανάπτυξη του σιδηροδρόμου. Είναι βέβαιο ότι η ανάπτυξη της γεφυροποιίας και του σιδηροδρόμου αλληλοστηρίχθηκαν και συμβάδισαν χρονικά.

Περίπου στο τέλος του 19^{ου} αιώνα και στις αρχές του 20^{ου} ένα νέο υλικό χρησιμοποιήθηκε: το οπλισμένο σκυρόδεμα. Το υλικό αυτό και η χρονικά παράλληλη εμφάνιση και ανάπτυξη του αυτοκινήτου έδωσαν νέες σημαντικές δυνατότητες κατασκευής γεφυρών. Όμως, οι βασικοί τύποι γεφυρών δεν άλλαξαν. Βέβαια η ποικιλία των νέων υλικών και οι εξαιρετικές δυνατότητες τους επέτρεψαν θαυμαστά επιτεύγματα, φθάνοντας σε γέφυρες με άνοιγμα μεγαλύτερο από 1 χιλιόμετρο.

1.2 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα στη γεφυροποιία είναι κυρίως:

- Το σκυρόδεμα, οπλισμένο και προεντεμένο και, σπανιότερα πια, άοπλο.
- Ο χάλυβας, με τη μορφή ράβδων οπλισμού του σκυροδέματος, καλωδίων βασικής προέντασης του σκυροδέματος, καλωδίων ανάρτησης, πρότυπων διατομών που σχηματίζουν τον φορέα ή και τα λοιπά μέρη της γέφυρας
- Μια μεγάλη ποικιλία βοηθητικών υλικών, που χρησιμεύουν για την προστασία των παραπάνω 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. Ο βασικός λόγος είναι οι μικρότερες δυνατότητες των υλικών αυτών αυτοτελώς, αλλά και σε σχέση με το κόστος εργασίας που συνεπάγεται η χρήση τους.

1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

Στις γέφυρες διακρίνονται 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. Το κατάστρωμα στηρίζεται στον φορέα της γέφυρας, που με τη σειρά του στηρίζεται στα βάθρα. Τα φορτία της κυκλοφορίας διαβιβάζονται μέσω του καταστρώματος στον φορέα που με τη σειρά του τα μεταφέρει στα βάθρα και εκείνα στο έδαφος

Τα τμήματα που αποτελούν μία γέφυρα είναι:

- Το σύστημα θεμελίωσης

Η θεμελίωση μιας γέφυρας ανάλογα με το έδαφος που θα εδράζεται μπορεί να είναι, επιφανειακή θεμελίωση, επιφανειακή με ανασήκωμα, πασσαλοκολώνες, πάσσαλοι με κεφαλόδεσμο και φρέατα.

- Τα ακρόβαθρα
- Τα μεσόβαθρα
- Το κατάστρωμα της ανωδομής
- Πτερυγότοιχοι
- Επίχωμα

Επίσης στην γέφυρα υπάρχουν κάποια εξαρτήματα, για την ομαλή λειτουργία της κατασκευής, τα οποία είναι:

- Οι αρμοί
- Τα εφέδρανα
- Σηθαία ασφαλείας
- Σύστημα αποχέτευσης και αποστράγγισης
- Πυλώνες ηλεκτροφωτισμού

1.3.1 ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ

Τα ακρόβαθρα είναι οι ακραίες στηρίξεις του φορέα της γέφυρας, αναλαμβάνοντας με την μορφή κατακόρυφων και οριζόντιων αντιδράσεων μέρος των φορτίσεων του, ενώ κατασκευάζονται από σπλισμένο σκυρόδεμα. 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 εγκιβωτίζονται τα επιχώματα. 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.

Όταν ο φορέας στηρίζεται στο ακρόβαθρο με εφέδρανα, τότε το ακρόβαθρο συνεχίζεται μέχρι την επιφάνεια της οδού πρόσβασης προς τα πάνω και πίσω από το φορέα καταστρώματος, σχηματίζοντας το θωράκιο, ένα μικρό και λεπτό τοίχο αντιστήριξης. Στόχος του θωρακίου είναι να προστατέψει τα εφέδρανα από το επίχωμα.

Όταν ο φορέας συνδέεται μονολιθικά με τον φορέα καταστρώματος, τότε μεταξύ θωρακίων και πλάκας καταστρώματος τοποθετείται ο αρμός διαστολής. Οι αρμοί συνήθως τοποθετούνται στα ακρόβαθρα για την ομαλότερη κυκλοφορία των

οχημάτων. Συνήθως κάτω από το οδόστρωμα της οδού τοποθετείται η «πλάκα πρόσβασης», μια πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος πάνω από το επίχωμα, που στηρίζεται στο θωράκιο ή στο ακρόβαθρο. Στόχος της είναι να εξομαλύνει τις καθιζήσεις του επιχώματος και του ακρόβαθρου, ώστε αυτές να μην εκδηλωθούν με τη μορφή αναβαθμού στον αρμό μεταξύ ακρόβαθρων και επιχώματος. Η πλάκα πρόσβασης έχει το ίδιο πλάτος με αυτό του οδοστρώματος και μήκος λίγων μέτρων κατά τον άξονα της γέφυρας.

1.3.2 ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ

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.

1.3.3 ΕΦΕΔΡΑΝΑ

Τα εφέδρανα βρίσκονται ανάμεσα στην ανωδομή και την υποδομή της γέφυρας μεταφέροντας δυνάμεις ορισμένου τύπου και ορισμένης διεύθυνσης. 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. Συνήθως κατασκευάζονται από σκυροδεμα ή χάλυβα ή ελαστικό ή διάφορα συνθετικά υλικά. Είδη εφεδράνων:

- Σταθερά εφέδρανα (άρθρωση), περιλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία και οριζόντιες κατά μήκος και εγκάρσιες δυνάμεις, ενώ επιτρέπουν μόνο περιστροφή του φορέα γύρω από τον εγκάρσιο άξονα.
- Κινητά εφέδρανα (κύλιση), περιλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία και ενδεχομένως και εγκάρσιες δυνάμεις, ενώ επιτρέπουν στροφή του φορέα κατά τον εγκάρσιο άξονα και κίνηση κατά την διαμήκη διεύθυνση. Κινητά εφέδρανα ονομάζουμε τα σημειακά κινητά εφέδρανα και τα γραμμικά κυλιόμενα εφέδρανα.
- Χαλύβδινα εφέδρανα, κατασκευάζονται από χυτοχάλυβα ή σφυρήλατο βελτιωμένο χάλυβα. Χαλύβδινα εφέδρανα ονομάζουμε τα γραμμικά

κινητά (εφέδρανα ολίσθησης, κυλίνδρων κ.λ.π.) και τα γραμμικά σταθερά εφέδρανα.

1.3.4 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ

Σκοπός της κατασκευής μιας γέφυρας είναι η διέλευση πάνω από ένα εμπόδιο, φυσικό ή τεχνητό (ενός δρόμου ή σιδηροδρόμου ή πεζοδρομίου). Στη σημερινή οδοποιία οι γέφυρες προσαρμόζονται πλήρως στη χάραξη (ως προς τις ακτίνες καμπυλότητας σε μηκοτομή και οριζοντιογραφία, τις επικλίσεις κ.λ.π.). Έτσι λοιπόν, σε μικρές κοιλάδες, παλαιότερα η οδός θα ακολουθούσε τη φυσική κλίση του εδάφους ή θα κατασκευαζόταν σε επίχωμα χαμηλού ύψους, κατασκευάζεται γέφυρα, η οποία εξασφαλίζει ομαλή μηκοτομή με μικρότερη επέμβαση στο περιβάλλον από το τυχόν επίχωμα. Σήμερα, μεσαίου ανοίγματος γέφυρες κατασκευάζονται λοξές ως προς το εμπόδιο και σε καμπύλη, ακολουθώντας τη χάραξη.

Η καθ' ύψος θέση της γέφυρας καθορίζεται, εκτός από τις ανάγκες της χάραξης σε μηκοτομή, και από παράγοντες του φυσικού ή τεχνητού εμποδίου. Πάνω από τεχνητά εμπόδια, μας ενδιαφέρει το απαιτούμενο ελεύθερο ύψος κάτω από τη γέφυρα (5m πάνω από αυτοκινητοδρόμους, 2m πάνω από πεζόδρομους 3m έως 4m πάνω από δευτερεύουσες οδούς).

Σε μικρού ή μεσαίου ανοίγματος γέφυρες, βασικότερος παράγοντας για την επιλογή της μορφής της γέφυρας (της ανωδομής καθώς και των βάθρων) είναι ο τρόπος κατασκευής. Ο τρόπος κατασκευής καθορίζεται: α) από τεχνικούς παράγοντες που έχουν σχέση με τη γεωγραφία της θέσης, τη φύση του εμποδίου που γεφυρώνεται και το ύψος της γέφυρας από το φυσικό έδαφος και β) από το διατιθέμενο (ειδικό) εξοπλισμό και το κόστος απόκτησης νέου.

Πέραν από τον τρόπο κατασκευής, βασικοί παράγοντες για τον σχεδιασμό μιας γέφυρας είναι: α) η οικονομία / κόστος του έργου, β) η λειτουργικότητα του, γ) η αισθητική και δ) η ασφάλεια (στην Ελλάδα κυρίως για σεισμό).

Με εξαίρεση τις μεγάλου ανοίγματος γέφυρες, που κατά κανόνα κατασκευάζονται ως καλωδιωτές ή κρεμαστές, σε αυτοκινητοδρόμους με διαχωρισμένες τις 2 διευθύνσεις κυκλοφορίας κατασκευάζεται χωριστή γέφυρα ανά κατεύθυνση / κλάδο, και όχι κοινή. Έτσι η κυκλοφορία και των 2 κλάδων μπορεί να διοχετευθεί σε 1 από τις 2 γέφυρες, αν η άλλη κλίσει για οποιοδήποτε λόγο (ατύχημα, έργα, βλάβες από σεισμό κ.α.). Βεβαίως το συνολικό κόστος 2 παράλληλων γεφυρών είναι (κατά 10% ως 20%) μεγαλύτερο από αυτό μιας κοινής.

1.4 ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΓΕΦΥΡΩΝ

1.4.1 ΚΑΛΩΔΙΩΤΗ ΓΕΦΥΡΑ

Η καλωδιωτή γέφυρα αποτελείται από έναν ή περισσότερους στύλους οι οποίοι στηρίζουν με καλώδια το οδόστρωμα. Η ιδέα προέρχεται από τις κρεμαστές γέφυρες. 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, αν και οι κρεμαστές είναι ιδανικότερες για ακόμα μεγαλύτερες αποστάσεις, εάν θεωρήσουμε ότι μία καλωδιωτή γέφυρα δεν αποτελείται από πολλαπλούς πυλώνες, καθιστώντας την τεχνικά ομάδα γεφυρών σε σειρά. Η απόσταση των πυλώνων είναι μεταξύ 200 και 1000 μέτρων. Μια από τις πιο γνωστές αυτού του τύπου, είναι η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου, έχει 4 πυλώνες και η απόσταση μεταξύ των πυλώνων είναι 560 μέτρα, είναι η δεύτερη μεγαλύτερη γέφυρα αυτού του τύπου στο κόσμο.



Σχήμα 1.1 – Γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου.

1.4.2 ΚΡΕΜΑΣΤΗ ΓΕΦΥΡΑ

Στη γέφυρα αυτή το κατάστρωμα στηρίζεται σε δύο κύρια καλώδια τα οποία με τη σειρά τους είναι αναρτημένα συνήθως σε δυο πύργους. Στα κύρια καλώδια και στα καλώδια ανάρτησης κρέμεται (αναρτάται) η γέφυρα. Τα κύρια καλώδια διατρέχουν όλο το μήκος της γέφυρας και είναι σταθερά στερεωμένα στις δυο άκρες. Όλο το βάρος της γέφυρας μεταφέρεται στα καλώδια, μετά στους πύργους και εντέλει στη γη όπου οι πύργοι είναι σταθερά θεμελιωμένοι. Οι κρεμαστές γέφυρες είναι κατάλληλες για μεγάλα ανοίγματα. Επίσης όλες σχεδόν οι γέφυρες αυτού του τύπου έχουν ένα υποστηρικτικό πλαίσιο κάτω από το οδόστρωμα το οποίο δυναμώνει την κατασκευή και εμποδίζει την κίνηση της γέφυρας από τον άνεμο.



Σχήμα 1.2 - Γέφυρα της Χρυσής Πύλης, Σαν Φρανσίσκο.

1.4.3 ΤΟΞΩΤΗ ΓΕΦΥΡΑ

Είναι ο πιο παλιός τύπος γέφυρας ο οποίος, χάρις στο κυκλικό σχέδιο, όλο το βάρος της γέφυρας και το φορτίο μεταφέρονται στις δυο βάσεις δεξιά και αριστερά. Αν θέλουμε να γεφυρώσουμε μεγαλύτερες αποστάσεις πρέπει να σχεδιάσουμε περισσότερα τόξα. Οι τοξωτές γέφυρες έχουν στηρίγματα σε κάθε άκρο, ενώ το βάρος τους μεταφέρεται και ωθεί τα βάθρα σε κάθε πλευρά.



Σχήμα 1.3 – Γέφυρα της Τσακώνας.

1.4.4 ΓΕΦΥΡΑ ΜΕ ΔΟΚΟΥΣ

Μια γέφυρα δοκών είναι το απλούστερο είδος γέφυρας διότι η κατασκευή της είναι σχετικά απλή. Αποτελείται από οριζόντιες δοκούς που υποστηρίζονται με στηρίξεις στα άκρα τους, ενώ όταν τα ανοίγματα της γέφυρας είναι περισσότερα από ένα, τότε τα ενδιάμεσα υποστυλώματα τα ονομάζουμε πυλώνες.



Σχήμα 1.4 - Εγνατία. Γέφυρα Μετσόβου.

1.4.5 ΑΜΦΙΠΡΟΕΧΟΥΣΑ ΓΕΦΥΡΑ

Η αμφιπροέχουσα γέφυρα αποτελείται από ένα ζευγάρι συνεχών ανοιγμάτων που εκτείνονται από τις αντίθετες πλευρές των προβλητών για να συναντηθούν στο κέντρο. Κατασκευάζεται από οριζόντιες δοκούς – προβόλους που στηρίζονται σε ένα μόνο τέλος.



Σχήμα 1.5 - Snake River Γέφυρα - Lyons Ferry Washington.

1.4.6 ΚΙΝΗΤΗ ΓΕΦΥΡΑ

Μια κινητή γέφυρα είναι μια κανονική γέφυρα για πεζούς και αυτοκίνητα που σηκώνεται ή ανοίγει για να επιτρέψει τη διέλευση (συνήθως) μικρών ή μεγάλων πλοίων. Ένα πλεονέκτημα της κατασκευής της είναι το χαμηλό κόστος, ενώ το κύριο μειονέκτημα της είναι ότι η κυκλοφορία στη γέφυρα πρέπει να διακόπτεται όποτε αυτή ανοίγει για να περάσει κάποιο πλοίο.



Σχήμα 1.6 – Αγ. Πετρούπολη, Ρωσία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: **ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ**

2.1 Εισαγωγή

Σήμερα στην Ελλάδα για τον σχεδιασμό των οδογεφυρών χρησιμοποιούνται τα φορτία κυκλοφορίας του Γερμανικού Κανονισμού DIN 1072 και συγκεκριμένα αυτά της έκδοσης του Νοεμβρίου 1967, όπως αυτή τροποποιήθηκε με τη (Γερμανική) Εγκύκλιο 9 του 1982. Μέχρι όμως το τέλος της δεκαετίας του 2000 θα εφαρμόζονται, αντί του DIN 1072, οι σχετικοί Ευρωκώδικες και συγκεκριμένα: α) Το Παράρτημα A2 του Ευρωκώδικα EN1990 που αφορά τις γέφυρες (EN1990 – Eurocode: Basis of Structural Design, Annex A2: Application for bridges) και β) το τμήμα του Ευρωκώδικα 1 (για τις δράσεις) που αφορά τα φορτία κυκλοφορίας γεφυρών (EN1991-2 Eurocode 1 – Actions on Structures - Part 2: General actions – Traffic loads on bridges).Επισημαίνεται ότι οι Ευρωκώδικες αποτελούν ένα πλήρες σύστημα για το σχεδιασμό και τη μελέτη κατασκευών οποιουδήποτε τύπου από όλα τα δομικά υλικά της πράξης.

Για τους ανωτέρω λόγους, περιγράφονται εδώ τόσο τα φορτία κυκλοφορίας οδογεφυρών του DIN 1072, όσο και αυτά κατά τους Ευρωκώδικες, καθώς και οι συνδυασμοί τους.

2.2 Φορτία κυκλοφορίας οδογεφυρών κατά το DIN 1072 (67/82).

Η βασική (σχεδόν αποκλειστική) κατηγορία φορτίων που χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό οδογεφυρών στην Ελλάδα είναι η κατηγορία ή κλάση 60/30, που περιλαμβάνει δυο βαρεια οχήματα, ένα των 60t και ένα των 30t. Έτσι εδώ περιοριζόμαστε στην κατηγορία αυτή.

Ως κατάστρωμα της γέφυρας στο οποίο δρουν τα φορτία κυκλοφορίας λαμβάνεται ολόκληρη η επιφάνεια μεταξύ (της εσωτερικής επιφάνειας) των κρασπέδων ή των στηθαίων των πεζοδρομίων (όποιο είναι πλησιέστερα προς τον άξονα της γέφυρας) και (της εσωτερικής επιφάνειας) των τυχόν διαζωμάτων που ενδεχόμενα χωρίζουν τους δύο κλάδους (αν οι δύο κλάδοι φέρονται από την ίδια γέφυρα). Η επιφάνεια του καταστρώματος χωρίζεται στα εξής μέρη :

- Στην κύρια λωρίδα (ΚΛ), πλάτους 3m
- Στη δευτερεύουσα λωρίδα (ΔΛ), πλάτους 3m ή όσο το υπόλοιπο του πλάτους του καταστρώματος, αν το συνολικό πλάτος του είναι μικρότερο από 6m.
- Στο υπόλοιπο της επιφάνειας.

Τα φορτία κυκλοφορίας στην κύρια λωρίδα είναι τα εξής:

- Όχημα 60t, με μήκος 6m και πλάτος 3m (όσο της λωρίδας), με 3 άξονες τροχών ανά 1.5m (απόσταση του 1ου άξονα από αρχή οχήματος: 1.5m, απόσταση τελευταίου άξονα από τέλος οχήματος: 1.5m, σύνολο $4 \times 1.5m = 6m$). Ο κάθε άξονας θεωρείται ότι έχει δύο τροχούς, σε απόσταση 2m μεταξύ τους κατά το πλάτος του οχήματος, με φορτίο 100kN ανά τροχό. Η επιφάνεια επαφής του τροχού με το κατάστρωμα είναι 0.2m (κατά το μήκος του οχήματος) x 0.6m (κατά το πλάτος). Το όχημα αυτό ονομάζεται κύριο όχημα. Η φόρτιση της γέφυρας από το κύριο όχημα μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από 3 συγκεντρωμένα φορτία των 200kN το καθένα, σε απόσταση 1.5m μεταξύ τους.
- Ομοιόμορφο φορτίο $q_1 = 5kN/m_2$ σ' όλο το μήκος της κύριας λωρίδας μπροστά και πίσω από το κύριο όχημα. Το κύριο όχημα τοποθετείται σ' εκείνη τη θέση κατά μήκος της γέφυρας για την οποία προκύπτει η δυσμενέστερη δυνατή επιρροή στο εντατικό μέγεθος που μας ενδιαφέρει. Έτσι, αν μας ενδιαφέρει η ροπή κάμψης σε μια διατομή της γέφυρας, τοποθετείται ο μεσαίος άξονας στη διατομή αυτή. Κατ' εξαίρεση, αν η διατομή που μας ενδιαφέρει είναι έξω από τα μεσαία τρίτα του ανοίγματος L μεταξύ διαδοχικών στηρίξεων – ή γενικότερα μεταξύ διαδοχικών σημείων μηδενισμού της γραμμής επιρροής – είναι δυσμενέστερη η τοποθέτηση του 1ου άξονα στη διατομή που μας ενδιαφέρει και των άλλων δύο προς το κέντρο του ανοίγματος. Όλο το υπόλοιπο της κύριας λωρίδας μπρος και πίσω από το κύριο όχημα, μέχρι το σημείο μηδενισμού της γραμμικής επιρροής, φορτίζεται από το ομοιόμορφο φορτίο q_1 .

Η ένταση που προκύπτει από τη φόρτιση της κύριας λωρίδας (ή, ισοδύναμα, το φορτίο του κύριου οχήματος και το ομοιόμορφο φορτίο q_1) πολλαπλασιάζονται επί συντελεστή ταλάντωσης $\varphi = 1.4 - 0.008 L(m)$. Αν η τιμή του L (άνοιγμα ή απόσταση σημείων μηδενισμού γραμμής επιρροής) ξεπερνά τα 50m, λαμβάνεται $\varphi = 1$.

Στη δευτερεύουσα λωρίδα θεωρείται ότι υπάρχουν:

- Όχημα βάρους 30t (Δευτερεύον όχημα), όμοιο καθ' όλα με το κύριο όχημα των 60t εκτός από το βάρος ανά τροχό (50 kN, συνολικό βάρος άξονα 100kN και οχήματος 300kN) και το πλάτος των τροχών (0.4m κατά το πλάτος της γέφυρας). Το δευτερεύον όχημα θεωρείται ότι βρίσκεται ακριβώς δίπλα στο κύριο όχημα κατά το πλάτος της γέφυρας.
- Ομοιόμορφο φορτίο $q_2 = 3kN/m_2$ μπρός και πίσω από το δευτερεύον όχημα (όπως το q_1 της κύριας λωρίδας).

Αν το άνοιγμα L της γέφυρας - ή γενικότερα η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σημείων μηδενισμού της γραμμής επιρροής του εντατικού μεγέθους που μας ενδιαφέρει – ξεπερνά τα 30m, επιτρέπεται η απλοποίηση του κύριου οχήματος ως ομοιόμορφο φορτίο $600kN / (3m \times 6m) = 33.3 kN/m_2$ και του δευτερεύοντος με ομοιόμορφο φορτίο 16.7

kN/m².

Στο υπόλοιπο του καταστρώματος της γέφυρας (όσο πλάτος έχει), καθώς και στα πεζοδρόμια, λαμβάνεται ομοιόμορφο φορτίο $q_r = 3\text{kN/m}^2$. Ο συντελεστής φ δεν πολλαπλασιάζει τα φορτία εκτός της κύριας λωρίδας.

Προφανώς αν η δράση των φορτίων σε κάποιο τμήμα της επιφάνειας του καταστρώματος είναι ανακουφιστική, τότε δεν θεωρούνται ότι δρουν σ' αυτό φορτία κυκλοφορίας.

Η θέση της κύριας λωρίδας στο πλάτος του καταστρώματος πρέπει να είναι η δυσμενέστερη για το εντατικό μέγεθος που μας ενδιαφέρει. Η δευτερεύουσα λωρίδα τοποθετείται δίπλα της, εκτός αν αυτό δεν είναι δυσμενές, οπότε δεν τοποθετείται καθόλου. Το υπόλοιπο του πλάτους φορτίζεται με το φορτίο q_r , για όσο πλάτος προκύπτει δυσμέμεια για το υπόψη εντατικό μέγεθος.

Τονίζεται ότι λαμβάνεται μόνο μία κύρια λωρίδα και μόνο μία δευτερεύουσα το πολύ σ' όλο το πλάτος του καταστρώματος, ανεξάρτητα του αν σ' αυτό περιλαμβάνεται ο ένας κλάδος(κατεύθυνση) κυκλοφορίας ή και οι δύο. Έτσι, αν υπάρχει χωριστή γέφυρα για κάθε κλάδο, η κάθε μία από τις δύο γέφυρες θα υπολογισθεί (χωριστά) για δράση της κύριας και της δευτερεύουσας λωρίδας στο πλάτος του καταστρώματός της. Αν οι δύο αυτές παράλληλες γέφυρες στηρίζονται σε κοινά βάθρα (και όχι σε χωριστά βάθρα ανά γέφυρα και κλάδο), τα βάθρα και η θεμελίωσή τους θα υπολογισθούν για δράση μιας μόνο κύριας και μιας δευτερεύουσας λωρίδας σ' όλο το πλάτος και των δυο χωριστών γεφυρών. Το DIN 1072 προβλέπει επίσης και οριζόντια φορτία, από τροχοπέδηση ή επιτάχυνση των οχημάτων, από φυγόκεντρες δυνάμεις, κ.α.

2.3 Φορτία κυκλοφορίας οδογεφυρών κατά τον Ευρωκώδικα 1

Ο καθορισμός των φορτίων κυκλοφορίας στον Ευρωκώδικα 1 είναι πολύ πιο περίπλοκος απ' ό,τι στο DIN 1072. Είναι όμως τεχνικά και επιστημονικά αρτιότερος και ανταποκρίνεται πολύ καλύτερα στα σημερινά δεδομένα των Ευρωπαϊκών αυτοκινητοδρόμων διεθνούς κυκλοφορίας.

Εδώ δίνονται τα βασικά μόνον στοιχεία των φορτίων κυκλοφορίας κατά τον Ευρωκώδικα 1. Δεδομένου μάλιστα ότι έχουν ήδη περιγραφεί τα φορτία κατά το DIN 1072, δίνονται μόνον οι σχετικές διαφορές του Ευρωκώδικα 1.

Διακρίνονται τρεις λωρίδες κυκλοφορίας, αντί δύο του DIN 1072. Αυτές αριθμούνται ως λωρίδα 1, 2 και 3. Γενικώς το πλάτος κάθε λωρίδας είναι 3m. Αν το πλάτος καταστρώματος είναι μεταξύ 3m και 5.4m, τοποθετείται μόνον η λωρίδα 1 σε πλάτος 3m, και ότι περισεύει χαρακτηρίζεται ως «υπόλοιπη επιφάνεια». Αν το πλάτος καταστρώματος είναι μεταξύ 5.4m και 6m, μοιράζεται σε δύο λωρίδες (στην 1 και στη 2) πλάτους ίσου με το μισό του καταστρώματος. Για πλάτος μεταξύ 6m και 9m

τοποθετούνται λωρίδες 1 και 2 πλάτους 3m, και ότι περισεύει χαρακτηρίζεται ως «υπόλοιπη επιφάνεια». Τέλος, για πλάτος πάνω από 9m τοποθετούνται και οι τρεις λωρίδες 1, 2 και 3 και περισεύει και «υπόλοιπη επιφάνεια».

Τα φορτία κυκλοφορίας που δίνει ο Ευρωκώδικας 1 έχουν, υπό τις συνθήκες του 2000, πιθανότητα υπέρβασης 5% σε 50 χρόνια σε γέφυρες ανοίγματος 10m μέχρι 200m. Για μεγαλύτερα ανοίγματα τα φορτία του Ευρωκώδικα είναι συντηρητικά. Τα φορτία που δίνονται για αυτοκινητοδρόμους βαρειάς βιομηχανικής κυκλοφορίας διεθνών μεταφορών είναι τα εξής:

- Στη λωρίδα 1: όχημα βάρους $Q_1 = 600\text{kN}$, ομοιόμορφο φορτίο σ' όλο το μήκος(περιλαμβανομένης της επιφάνειας κάτοψης του οχήματος) : $q_1 = 9\text{kN/m}^2$.
- Στη λωρίδα 2: όπως στην 1, αλλά με βάρος οχήματος $Q_2 = 400\text{kN}$ και ομοιόμορφο φορτίο $q_2 = 2.5\text{kN/m}^2$.
- Στη λωρίδα 3: όπως στην 2, αλλά με βάρος οχήματος $Q_3 = 200\text{kN}$.
- Στην «υπόλοιπη επιφάνεια» κυκλοφορίας θεωρείται μόνον ομοιόμορφο φορτίο $q_f = 2.5\text{kN/m}^2$.

Σε αυτοκινητοδρόμους μικρότερης κυκλοφορίας (κυρίως επιβατικής) η κάθε χώρα επιτρέπεται να μειώνει τα ανωτέρω φορτία μέχρι και κατά 20%.

Οι τιμές των ανωτέρω φορτίων περιλαμβάνουν ήδη την επιρροή της ταλάντωσης. Έτσι δεν χρειάζεται επαύξηση με συντελεστή αντίστοιχο του ϕ κατά DIN 1072.

Τα φορτία των οχημάτων θεωρείται ότι ασκούνται σ' ένα διπλό άξονα με 2 τροχούς ανά άξονα, με απόσταση 2m μεταξύ τροχών κατά το πλάτος του οχήματος (αφήνοντας 0.5m μέχρι την άκρη του πλάτους του οχήματος). Η επιφάνεια επαφής των τροχών λαμβάνεται τετράγωνη, πλευράς 0.4m. Το όχημα θεωρείται ότι κινείται κατά μήκος του άξονα της λωρίδας, οπότε το φορτίο του ασκείται στο μέσο του πλάτους της λωρίδας. Σε γέφυρες ανοίγματος πάνω από 10m (δηλαδή πρακτικά σε όλες) το συνολικό φορτίο του οχήματος επιτρέπεται να θεωρείται συγκεντρωμένο σε ένα σημείο, στο κέντρο του οχήματος.

Για τοπικούς ελέγχους στοιχείων μικρού ανοίγματος οι δύο άξονες του διπλού άξονα λαμβάνεται χωριστά, σε απόσταση 1.2m μεταξύ τους. Για τέτοιου είδους ελέγχους τα οχήματα δυο διαφορετικών λωρίδων μπορεί να πλησιάσουν μεταξύ τους, με τους τροχούς τους να φθάνουν μέχρι απόσταση από κέντρο σε κέντρο 0.5m (αντί 1m που είναι κανονικά).

Η θέση των λωρίδων 1, 2 και 3 κατά πλάτος της γέφυρας και των οχημάτων κάθε λωρίδας κατά μήκος της πρέπει να επιλέγεται ώστε να δίνει τα δυσμενέστερα αποτελέσματα για το υπόψη εντατικό μέγεθος. Έτσι, σε αντίθεση με το DIN 1072, η λωρίδα 2 και το όχημα της δεν χρειάζεται να βρίσκονται ακριβώς δίπλα στην 1 και στο αντίστοιχο όχημα.

Εννοείται ότι η φόρτιση κατά μήκος μιας λωρίδας εκτείνεται μόνο σ' εκείνο το

μήκος της γέφυρας για το οποίο προκύπτει δυσμένεια. Π.χ., αν μας ενδιαφέρει η ροπή στρέψης σε κάποια διατομή της γέφυρας σχετικά μακριά από στήριξη που δεσμεύει (“πακτώνει”) το φορέα καταστρώματος σε στρέψη, δεδομένου ότι η σχετική γραμμή επιρροής αλλάζει πρόσημο (από + σε -) στις δύο πλευρές της διατομής, η λωρίδα 1 τοποθετείται στο τμήμα της επιφάνειας μέχρι την υπόψη διατομή και στη μέγιστη δυνατή απόσταση από τον άξονα της γέφυρας (ώστε να δίνει τη μέγιστη φόρτιση) και η λωρίδα 2 στο απέναντι τμήμα του μήκους και του πλάτους της γέφυρας, ώστε να δίνει – με αντίθετη εκκεντρότητα ως προς τον άξονα – στρεπτική φόρτιση με το ίδιο πρόσημο όπως και η λωρίδα 1. Τα οχήματα των λωρίδων 1 και 2 τοποθετούνται πολύ κοντά στη διατομή που μας ενδιαφέρει – ώστε να μεγιστοποιείται η στρεπτική φόρτιση εξαιτίας του καθενός τους - απλά σε αντίθετη πλευρά της διατομής και σε αντίθετη βέβαια θέση ως προς τον άξονα της γέφυρας.

Αν οι δυο κατευθύνσεις κυκλοφορίας βρίσκονται πάνω στην ίδια γέφυρα και χωρίζονται με διαχωριστικό στηθαίο ή νησίδα οι λωρίδες 1,2 και 3 μπορεί να μην βρίσκονται στην ίδια πλευρά του στηθαίου, αλλά μία από αυτές σε διαφορετική. Π.χ., αν σε κάθε κατεύθυνση το κατάστρωμα έχει πλάτος 7.5m, και επομένως χωράει μόνον δύο λωρίδες των 3m, τότε η λωρίδα 3 θα βρίσκεται στην άλλη κατεύθυνση και το κενό των $7.5-2 \times 3 = 1.5\text{m}$ που περισσεύει στη μία κατεύθυνση, ή των $7.5-3 = 4.5\text{m}$ στην άλλη, θεωρούνται «υπόλοιπη επιφάνεια».

Αν μάλιστα το δυσμενέστερο για το υπόψη εντατικό μέγεθος είναι να τοποθετούνται οι λωρίδες συνολικά όσο γίνεται πιο έκκεντρα από τον άξονα της γέφυρας, τότε οι λωρίδες 1 και 2 τοποθετούνται στη μέγιστη απόσταση από τον άξονα και το διαχωριστικό,

Η «υπόλοιπη επιφάνεια» συμπληρώνει το κενό μέχρι το διαχωριστικό, ενώ στην απέναντι κατεύθυνση η λωρίδα 3 να τοποθετείται κολλητά στο διαχωριστικό και ως «υπόλοιπη επιφάνεια» να φορτίζεται όσο πλάτος της δίνει δυσμένεια.

Με τα ανωτέρω φορτία κυκλοφορίας στο κατάστρωμα συνδυάζεται φόρτιση των πεζοδρομίων (και της τυχόν ενδιάμεσης νησίδας, αν αυτή διαθέτει επαρκές πλάτος για να φιλοξενήσει πεζούς) με φορτίο 2.5kN/m^2 . Εναλλακτικά, και αν αυτό είναι δυσμενέστερο, μπορεί να φορτίζονται μόνον τα πεζοδρόμια και η τυχόν νησίδα με φορτίο συνωστισμού 5kN/m^2 (χωρίς φορτία κυκλοφορίας στο κατάστρωμα).

Ο συνδυασμός των ανωτέρω φορτίων κυκλοφορίας, Q, με τα μόνιμα φορτία, G, γίνεται με συντελεστές 1.35 και στα δύο, δηλ. $1.35G+1.35Q$, αντί του $1.35G+1.5Q$ που λαμβάνεται γενικώς στα κτίρια. Οι Ευρωπαϊκές χώρες έχουν όμως το δικαίωμα να πάρουν μειωμένους (και πιο ρεαλιστικούς) συνδυασμούς μόνιμων και κινητών φορτίων, καθότι είναι απίθανη η ταυτόχρονη μεγάλη υπέρβαση τόσο της ονομαστικής τιμής των μόνιμων φορτίων όσο και αυτής των κινητών.

Η μείωση που συνιστάται στον Ευρωκώδικα EN1990 (Βάσεις του σχεδιασμού)

είναι η εξής : Στο συνδυασμό 1.35G+1.35Q (ή 1.35G+1.5Q για τα κτίρια), όταν λαμβάνεται η πλήρης τιμή των μονίμων φορτίων G μπορεί να λαμβάνεται η τιμή συνδυασμού των φορτίων κυκλοφορίας, που ισούται με το 75% των οχημάτων των λωρίδων συν το 40% των ομοιόμορφων φορτίων των λωρίδων, της «υπόλοιπης επιφάνειας» και των πεζοδρομίων. Αντίστοιχα, όταν λαμβάνεται η πλήρης τιμή των φορτίων κυκλοφορίας, μπορεί να θεωρούνται μόνιμα φορτία μειωμένα κατά 15%, γίνονται δηλ. $1.35 \times 0.85G = 1.15G$.

Τα μειωμένα φορτία κυκλοφορίας (δηλ. το 75% του φορτίου οχημάτων συν το 40% των ομοιόμορφων φορτίων), πολλαπλασιασμένα επί το συντελεστή φορτίου 1.35, συνδυάζονται και με τις θερμοκρασιακές δράσεις (ονομαστικές τιμές) πολλαπλασιασμένες επί συντελεστή φορτίου 1.5 και βεβαίως με τα μόνιμα φορτία ως άνω (1.35G ή 1.15G, ανάλογα με το αν υιοθετείται η σχετική ελάφρυνση ή όχι).

2.4 Η ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

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

- Το συντελεστή σπουδαιότητας που κατά την εγκύκλιο Ε39/99 του ΥΠΕΧΩΔΕ παίρνει τις εξής τιμές:
 - $\gamma_i = 1$ σε γέφυρες αυτοκινητοδρόμων, εθνικών οδών και σιδηροδρόμων
 - $\gamma_i = 1.3$ σε μεγάλες γέφυρες (για τις οποίες όμως γίνεται, συνήθως, ειδική μελέτη για τον καθορισμό του φάσματος σχεδιασμού για την συμβατικά διάρκεια ζωής του έργου) ή για γέφυρες πολύ σημαντικές για τη διατήρηση των επικοινωνιών. (Σε νχώρες με πυκνό δίκτυο αυτοκινητοδρόμων, κάποιοι από αυτούς χαρακτηρίζονται κρίσιμοι για τη διατήρηση των επικοινωνιών και οι γέφυρές τους σχεδιάζονται με $\gamma_i > 1$).
 - $\gamma_i = 0.85$ σε γέφυρες οδών με μικρή σημασία για τις επικοινωνίες (σε επαρχιακούς ή αγροτικούς δρόμους). Για την περίπτωση αυτή ο Ευρωκώδικας 8 δίνει $\gamma_i = 0.7$ Για το σχεδιασμό το ελαστικό φάσμα διαιρείται με:
- Το συντελεστή συμπεριφοράς q , ο οποίος αντικατροπίζει την δυνατότητα της γέφυρας να αναπτύσσει με ασφάλεια ανακυκλιζόμενες ανελαστικές μετακινήσεις και ισούται περίπου με την ανεκτή τιμή του συνολικού δείκτη πλαστιμότητας μετακινήσεων της γέφυρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΤΡΙΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 69,91m ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.

3.1 Αντικείμενο – Συμβατικά στοιχεία

Η παρούσα μελέτη αναφέρεται στην **ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ** του **ΤΕΧΝΙΚΟΥ Τ17**, που βρίσκεται από **Χ.Θ. 0+052.36** έως **Χ.Θ. 0+123.67** του Κλάδου Γ και εντάσσεται στο έργο **«ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΙΣΟΠΕΔΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΩΝ ΑΡΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΟ ΛΙΜΑΝΙ ΠΑΤΡΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΚΒΟΛΗΣ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΔΙΑΚΟΝΙΑΡΗ ΑΠΟ Χ.Θ. 0+001,50 ΕΩΣ Χ.Θ. 0+050,00»**.

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

3.2 Γενική περιγραφή τεχνικών έργων

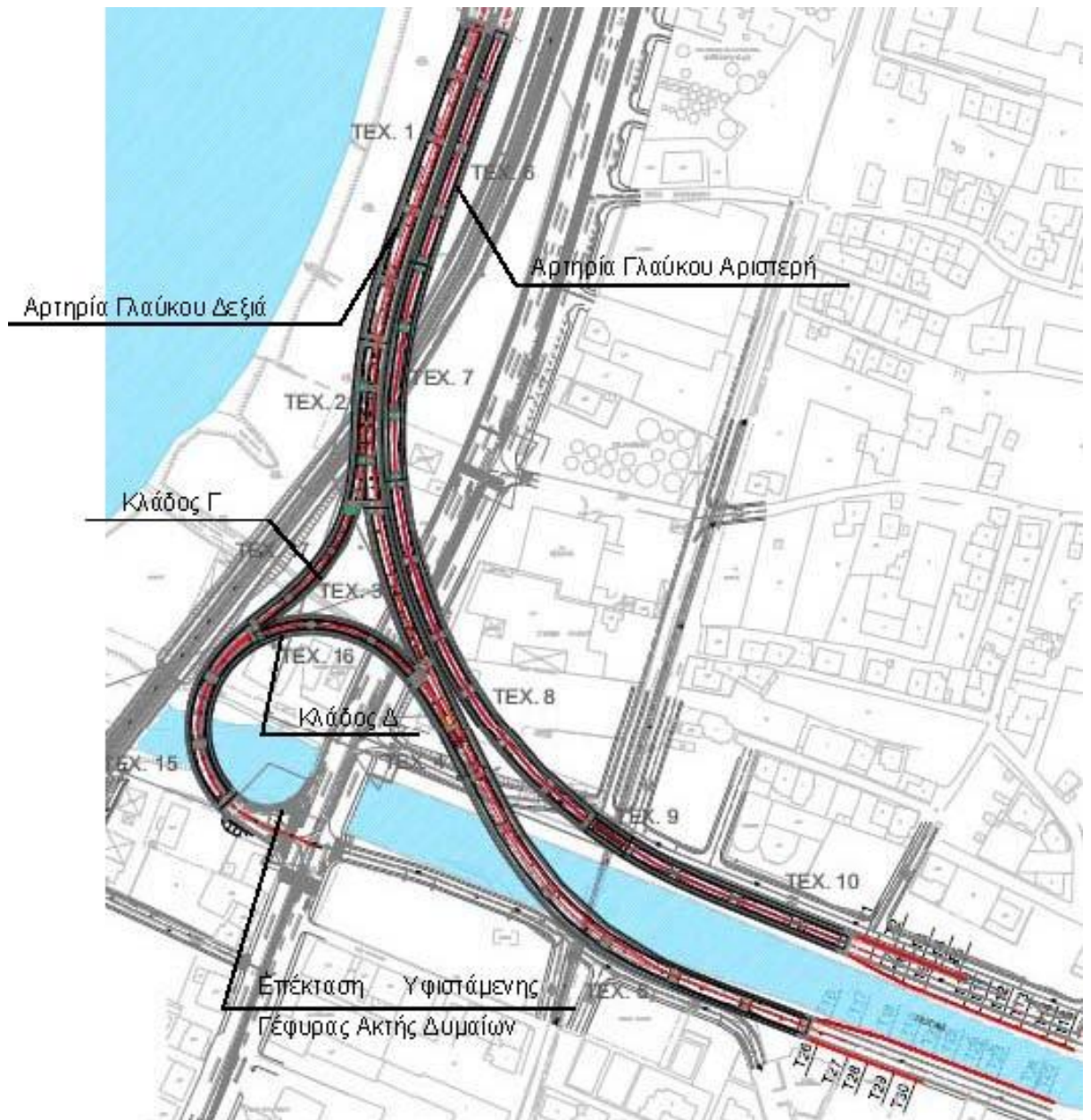
Η σύνδεση των Παραγλαύκιων Αρτηριών με το Λιμάνι πραγματοποιείται με επέκταση των υφιστάμενων αρτηριών οι οποίες ανυψώνονται για να γεφυρώσουν ανισόπεδα την υφιστάμενη σιδηροδρομική Γραμμή Πάτρας – Πύργου, στη συνέχεια κινούνται δεξιόστροφα αρχίζοντας να συγκλίνουν και καταλήγουν να κινούνται παράλληλα 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 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 «Πειραϊκής – Πατραϊκής» Ο Ανισόπεδος Κόμβος που δημιουργείται για την σύνδεση των Παραγλαύκιων 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 Τ1, Τ2, Τ3, Τ4, Τ5)

- (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 3.2 Διάταξη τεχνικών.

3.3 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

3.3.1 Υλικά Κατασκευής

-Οπλισμένο σκυρόδεμα:

Φορέας ανωδομής C35/45

Μεσόβαθρα C30/37

Ακρόβαθρα,Κεφαλόδεσμοι C20/25

Πάσσαλοι C20/25

Πλάκες πρόσβασης C20/25

Τοίχοι αντιστήριξης, πτερυγότοιχοι C20/25

Πεζοδρόμια C35/45

-Άοπλο σκυρόδεμα: Ρύσεων, προστασίας μόνωσης C12/15
Εξομάλυνσης C12/15

-Χάλυβας οπλισμού γενικά: Bst 500s

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 $+30.0^\circ\text{C}$ / -23.0°C

-Διαφορά θερμοκρασίας $(t_u-t_o) +10.0^\circ\text{C}$ / -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 $\gamma=1.00$

Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς Διαμήκης $\alpha_x=2.25$ Εγκάρσιος $\alpha_y=2.10$ Κατακόρυφος $\alpha_z=1.00$

3.3.4 Έδαφος

-Γωνία εσωτερικής τριβής υλικών μεταβατικού επιχώματος $\varphi=30^\circ$

-Συνοχή υλικού μεταβατικού επιχώματος $c=0$

-Γωνία τριβής γαιών – τοιχώματος από σκυρόδεμα $\delta=0^\circ$

-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 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

3.4.1 Γενική περιγραφή ανωδομής

Το Τεχνικό Τ17 βρίσκεται στον Κλάδο Γ, μεταξύ της Χ.Θ. 0+052.36 και Χ.Θ. 0+123.67 και έχει συνολικό μήκος 69.91m από αρμό σε αρμό. Ο φορέας του Τεχνικού Τ17 χωρίζεται από το τεχνικό Τ15 με αρμό διαστολής στην θέση του μεσοβάθρου Μ2.ΚΛ.Γ (το οποίο ταυτίζεται με την θέση του Μ3.ΚΛ.Δ) και από το τεχνικό Τ2 με αρμό διαστολής στην θέση του μεσοβάθρου Μ5.ΚΛ.Γ (το οποίο ταυτίζεται με την θέση του Μ8.Δ). Πρόκειται για γέφυρα με φορέα κιβωτιοειδούς διατομής από οπλισμένο σκυρόδεμα τριών ανοιγμάτων 16.33m+29.81m+21.21m,

μεταβλητού συνολικού πλάτους από 7.29m έως 9.53m από το οποίο 1.63m καταλαμβάνονται από το αριστερό πεζοδρόμιο, 1.03m από το δεξιό πεζοδρόμιο, και το υπόλοιπο πλάτος από την επιφάνεια κυκλοφορίας με μεταβλητό πλάτος από 5.66m έως 6.77m. Οριζοντιογραφικά η χάραξη της οδού ακολουθεί αριστερόστροφη καμπύλη με μεταβλητή ακτίνα καμπυλότητας με ελάχιστη τιμή 80m. Μηκοτομικά η οδός ακολουθεί παραβολική χάραξη με μεταβλητή κλίση από ανοδική 5.5% έως καθοδική 0.5% περίπου.

Ο φορέας του καταστρώματος αποτελείται από μονοκύψελο κιβώτιο ύψους 2.5m από οπλισμένο σκυρόδεμα C35/45. Το πλάτος της άνω πλάκας στο τυπικό τμήμα είναι μεταβλητό από 8.16 έως 8.66 και ακολουθεί το μεταβλητό πλάτος της οδού. Το πλάτος της κάτω πλάκας είναι 4.0m. Το πάχος της άνω πλάκας είναι 0.30m ενώ στην 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 0.40m ενώ κοντά στις στηρίξεις μορφώνονται παχύνσεις μέχρι πάχους 0.8m. Στην περιοχή του μεσοβάθρου Μ3.ΚΛ.Δ ο φορέας της ανωδομής του Τεχνικού Τ17 συνορεύει με τον αντίστοιχο φορέα του τεχνικού Τ15 με διαμήκη αρμό. Στην περιοχή αυτή το πλάτος του κιβωτίου είναι μεταβλητό από 7.06m έως 8.16m με αντίστοιχη μεταβολή του προβόλου του κιβωτίου που είναι προσκείμενος προς το τεχνικό Τ15.

Ο φορέας του καταστρώματος στηρίζεται μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων στις θέσεις αξόνων στήριξης του μεσοβάθρου Μ2.ΚΛ.ΓΧ.Θ. 0+053.61 (2 εφέδρανα) και του μεσοβάθρου Μ5.ΚΛ.ΓΧ.Θ. 0+122.36 (2 εφέδρανα). Στις θέσεις των μεσοβάθρων Μ3.ΚΛ.Γ Χ.Θ. 0+069.97 και Μ4.ΚΛ.ΓΧ.Θ. 0+100.27 ο φορέας συνδέεται μονολιθικά με το μεσόβαθρο. Επιπλέον ο φορέας στηρίζεται εγκαρσίως στις θέσεις των μεσοβάθρων Μ2.ΚΛ.Γ και Μ5.ΚΛ.Γ με κατάλληλα εφέδρανα διατμητικής κλειδας (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. Τα μεσόβαθρα Μ3.ΚΛ.Γ και Μ4.ΚΛ.Γ συνδέονται μονολιθικά με τον φορέα και έχουν ορθογωνική διατομή με διαστάσεις 3.4m x 1.35m.

Τα μεσόβαθρα Μ2.ΚΛ.Γ και Μ5.ΚΛ.Γ έχουν ορθογωνική διατομή με το ένα άκρο ημικυκλικό με εξωτερικές διαστάσεις 2.5m x 2.5m. Στην κορυφή των μεσοβάθρων Μ2.ΚΛ.Γ και Μ5.ΚΛ.Γ διαμορφώνεται κεφαλή για την έδραση του φορέα μέσω των εφεδράνων με μεταβλητό ύψος από 1.0m έως 2.0m. Για το μεσόβαθρο

M2.ΚΛ.Γ το πλάτος της κεφαλής κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι 4.0m και το μήκος της κεφαλής κατά την διαμήκη διεύθυνση είναι 2.5m. Για το μεσόβαθρο M5.ΚΛ.Γ το πλάτος της κεφαλής κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι 5.0m και το μήκος της κεφαλής κατά την διαμήκη διεύθυνση είναι 2.5m.

Τα μεσόβαθρα έχουν συνολικό ύψος 4.98m για το M2.ΚΛ.Γ, 5.54m για το M3.ΚΛ.Γ, 7.08m για το M4.ΚΛ.Γ και 7.80m για το M5.ΚΛ.Γ.

3.4.3 Περιγραφή Θεμελίωσης

Η θεμελίωση του τεχνικού στις θέσεις των μεσοβάθρων M2.ΚΛ.Γ, M3.ΚΛ.Γ, M4.ΚΛ.Γ, M5.ΚΛ.Γ πραγματοποιείται μέσω καννάβου πασσάλων Φ1.20 από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 οι οποίοι ενώνονται στην κεφαλή τους με κεφαλοδέσμους 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 κεφαλοδέσμου (μήκος διαμήκως x πλάτος εγκαρσίως)
M2.ΚΛ.Γ	4 x 4	38.5m	13.2m x 13.2m
M3.ΚΛ.Γ	4 x 3	41.0m	13.2m x 9.6m
M4.ΚΛ.Γ	3 x 4	41.0m	9.6m x 13.2m
M5.ΚΛ.Γ	3 x 6	38.5m	9.6 m x 20.4m

Πίνακας 3.4.3. Στοιχεία θεμελίωσης μεσοβάθρων.

Η θεμελίωση του βάθρου M2.ΚΛ.Γ είναι κοινή με τα Τεχνικά T15 και T16 και η θεμελίωση του βάθρου M5.ΚΛ.Γ (η οποία ταυτίζεται με το M8.Δ) είναι κοινή με τα Τεχνικά T2 και T3. 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 M2.ΚΛ.Γ, M3.ΚΛ.Γ, M4.ΚΛ.Γ, και M5.ΚΛ.Γ προβλέπεται σύμφωνα με την 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. Στην

διεπιφάνεια μεταξύ στρώσης στράγγισης και επίχωσης προβλέπεται η τοποθέτηση γεωυφάσματος διαχωρισμού.

3.4.4 Αρμοί

Στα άκρα του καταστρώματος τοποθετούνται αρμοί συστολοδιαστολής: στο μεσόβαθρο M2.ΚΛ.Γ αρμός τύπου ALGAFLEX T200AS ή ανάλογος, με ικανότητα μετακίνησης $\pm 100\text{mm}$, χωρίς προρύθμιση και στο μεσόβαθρο M5.ΚΛ.Γ αρμός τύπου ALGAFLEX T250AS ή ανάλογος, με ικανότητα μετακίνησης $\pm 125\text{mm}$, χωρίς προρύθμιση. Στην περιοχή της γεινίασης με το Τεχνικό 16 και το Τεχνικό 3 τοποθετείται αρμός τύπου ALGAFLEX AW100 ή ανάλογος προσανατολισμένος κατά την διαμήκη διεύθυνση του τεχνικού. Η ικανότητα μετακίνησης του παραπάνω αρμού είναι $\pm 50\text{mm}$ κατά την 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 στα βάθρα M2.ΚΛ.Γ και M5.ΚΛ.Γ χρησιμοποιούνται αγκυρούμενα ελαστομεταλλικά ορθογωνικά εφέδρανα με παρεμπόδιση ανύψωσης (anti-lifting) τύπου ALGABLOC NB-AL 400x600/66 ή ανάλογου τύπου. Συνολικά τοποθετούνται 4 εφέδρανα, δυο στο M2.ΚΛ.Γ και δυο στο M5.ΚΛ.Γ. για τις προδιαγραφές τους βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

Η εγκάρσια στήριξη του φορέα στα βάθρα M2.ΚΛ.Γ και M5.ΚΛ.Γ πραγματοποιείται μέσω εφεδράνων διατμητικής κλειδας (shear key) τύπου FIP GU 5000/200 ή ανάλογου τύπου. Συνολικά τοποθετούνται 2 εφέδρανα (ένα στο M2.ΚΛ.Γ και ένα στο M5.ΚΛ.Γ). Για τις προδιαγραφές τους βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

3.4.6 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 τοποθετείται

αντιρρυπαντική επάλειψη.

3.4.7 Οδόστρωμα

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

3.4.8 Πεζοδρόμια -Στηθαία ασφαλείας

Τα πεζοδρόμια του φορέα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα C35/45. Το τμήμα του γείσου του πεζοδρομίου μέχρι την άνω στάθμη του φορέα καταστρώματος σκυροδετείται ταυτόχρονα με τον φορέα. Το εξωτερικό (αριστερό) πεζοδρόμιο έχει πλάτος 1.63m και το εσωτερικό (δεξιό) 1.03m. 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.

3.4.9 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.
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. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

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 την 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 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.6.1 Στατική ανάλυση

Η ανάλυση και διαστασιολόγηση του φορέα της ανωδομής, των μεσοβάθρων 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 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 θεμελίωσης 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 την γεωτεχνική αξιολόγηση.

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

3.6.2 Σεισμική ανάλυση

Η σεισμική ανάλυση της ανωδομής (κατάστρωμα και βάρθρα) πραγματοποιείται στο παραπάνω προσομοίωμα σύμφωνα την μέθοδο της δυναμικής φασματικής ανάλυσης με χρήση του φάσματος σχεδιασμού που προβλέπει ο ΕΑΚ 2003 και οι «Οδηγίες για την Αντισεισμική Μελέτη Γεφυρών σε Συνδυασμό Με DIN-FB» για την περιοχή του έργου.

Η διαστασιολόγηση των βάρθρων σε κάμψη γίνεται με θεώρηση συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς q σύμφωνα με τις παραδοχές της μελέτης, ενώ για την διαστασιολόγηση των βάρθρων 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 σπλισμού των στοιχείων της γέφυρας και ο προσδιορισμός αρμών και εφεδράνων. Για την σεισμική ανάλυση της θεμελίωσης των μεσοβάρθρων χρησιμοποιούνται οι αντιδράσεις της ανωδομής που αντιστοιχούν στον σεισμικό συνδυασμό καθώς και η αδράνεια των αντίστοιχων στοιχείων της θεμελίωσης.

Για την σεισμική ανάλυση χρησιμοποιείται το πρόγραμμα SOFISTIK.

3.6.3 Συνδυασμοί φορτίσεων.

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

Οι Συνδυασμοί Φορτίσεων παρατίθενται παρακάτω για:

- Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
- Οριακή Κατάσταση Λειτουργίας

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

Λαμβάνεται υπόψη ο δυσμενέστερος συνδυασμός δράσεων από τους ακόλουθους

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} \text{ "+" } \gamma_P \cdot P_k \text{ "+" } \gamma_{Q1} \cdot Q_{ki} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

όπου:

“+” υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση

P είναι η δράση προέντασης

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

$Q_{k,i}$ είναι μία συνοδευτική μεταβλητή δράση. Οι συντελεστές γ_G , γ_P , γ_Q λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.1 και οι συντελεστές ψ_0 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακας C.2.

3.6.3.2 Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας – Σεισμός

Λαμβάνεται υπόψη ο ακόλουθος συνδυασμός δράσεων

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

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

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

όπου:

“+” υποδηλώνει «προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει «το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μία μόνιμη δράση

P είναι η δράση προέντασης

A_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

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

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

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

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

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

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

3.8 Έλεγχοι για οριακή κατάσταση αστοχίας οπλισμένου σκυροδέματος

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

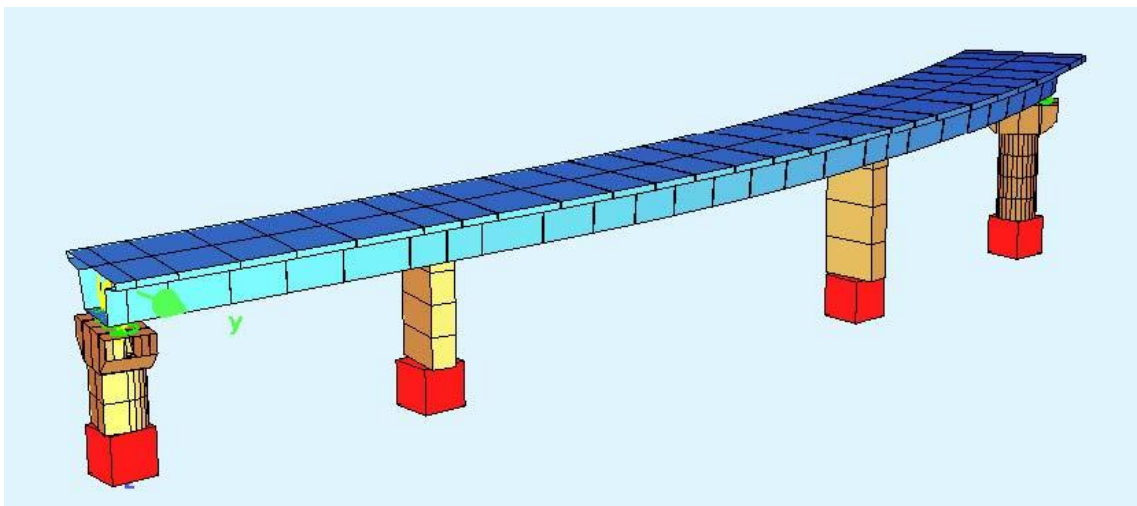
3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΡΩΝ

3.9.1 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 2). Η γεωμετρία του προσομοιώματος του φορέα ανωδομής παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.

Πίνακας 3.9.1. Ενότητες στοιχείων φορέα (groups).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	GROUP
ΦΟΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	11
ΚΟΡΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ	1 έως 4
ΚΕΦΑΛΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ	51 και 54
ΕΦΕΔΡΑΝΑ	21 και 24 31 και 34 41 και 44



Σχήμα 3.9.1. Προσομοίωμα φορέα ανωδομής.

3.9.2 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.

3.9.2.1 Ίδιο Βάρος Φορέα, G0

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

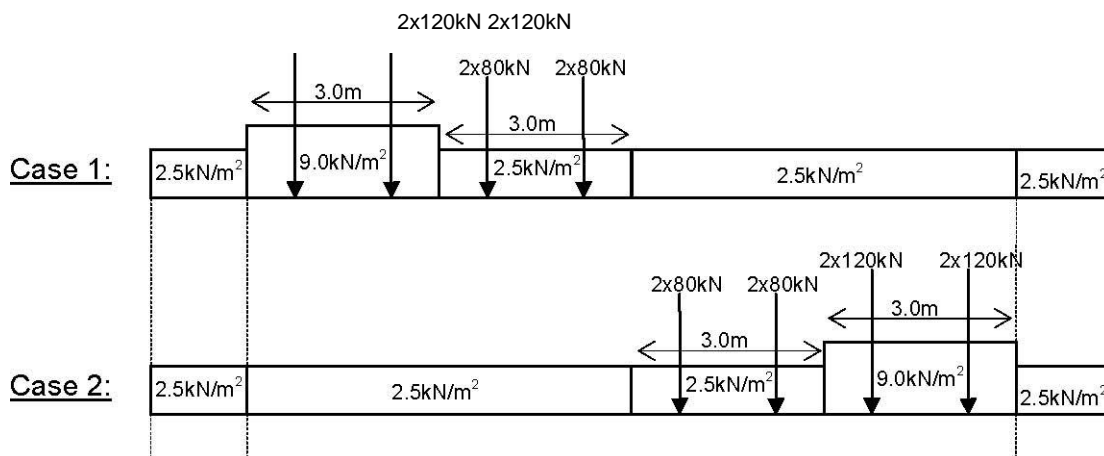
3.9.2.2 Πρόσθετα Μόνιμα Φορτία, G1

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.

3.9.2.3 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



Σχήμα 3.9.2.3 Εξεταζόμενες θέσεις κατά πλάτος της γέφυρας.

το DIN-FB 101. Εξετάζονται δύο περιπτώσεις σχετικά με την θέση των λωρίδων κυκλοφορίας κατά πλάτος της γέφυρας όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.

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.

3.9.2.4 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 $\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = +30.0^{\circ}\text{C}$

3.9.2.5 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 $\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = -23.0^{\circ}\text{C}$

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

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

3.9.2.7 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 $\Delta T_{M,cool} = 5^{\circ}\text{C}$

3.9.2.8 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 $\Delta T_{N,exp}$ 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.

3.9.2.9 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 $\Delta T_{N,con}$ 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.

3.9.2.10 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

$$\begin{aligned} &\Delta T_N + 0.75 \Delta T_M \\ &0.35 \Delta T_N + \Delta T_M \end{aligned}$$

3.9.2.11 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.

3.9.2.12 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).

3.9.2.13 Τροχοπέδηση [BR]

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

$$Q_{ik} = 0,6 a_{Ql} \cdot (2Q_{ik}) \div 0,10 a_{Ql} \cdot q_{ik} \cdot w_l \cdot L \quad \text{και} \quad 360 a_{Ql} \leq Q_{ik} \leq 900 \text{ KN}$$

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

3.9.2.14 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 την μισή εξωτερική περίμετρο και ολόκληρη την εξωτερική). Για τον υπολογισμό του ερπυστικού συντελεστή λαμβάνονται ακόμα υπόψη η μέση σχετική ατμοσφαιρική υγρασία ($R=70\%$), η ενεργός ηλικία του σκυροδέματος κατά την επιβολή της τάσης t_0 , και η μέση θερμοκρασία $T=20^\circ\text{C}$.

3.10 Φορτίσεις σεισμού

3.10.1 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»: $E_i \pm 0.30 \times E_j \pm 0.30 \times E_k$

3.11 Υπολογιζόμενες φορτίσεις

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

Πίνακας 3.11 Φορτίσεις ανωδομής.

Φορτίσεις (LCs)	Περιγραφή
8001	Μόνιμα φορτία στο τελικό σύστημα
Φορτίσεις (LCs)	Περιγραφή
8002	Πρόσθετα μόνιμα φορτία στο τελικό σύστημα
8005	Επιρροή συστολής ξήρανσης, ερπυσμού και χρόνιων απωλειών της προέντασης σε χρόνο άπειρο
911~912, 921~922, 931~932	Έλεγχοι καταστρώματος σε κατάσταση λειτουργίας -οιωνεί μόνιμος συνδυασμός -συχνός συνδυασμός -χαρακτηριστικός συνδυασμός
8701~8714	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης αστοχίας
8301~8314	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – χαρακτηριστικός συνδυασμός
8401~8414	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών

	οριακής κατάστασης λειτουργίας – συχνός συνδυασμός
8501~8514	Περιβάλλουσες εντατικών μεγεθών οριακής κατάστασης λειτουργίας – οίονει μόνιμος συνδυασμός
3000~3098	Ιδιομορφές φορέα (ανάλυση άνω ορίου)
3101~3108	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Χ
3201~3208	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Υ
3301~3308	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Ζ
3500~3598	Ιδιομορφές φορέα (ανάλυση κάτω ορίου)
3151~3158	Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Χ
3251~3258	Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Υ
3351~3358	Φασματική ανάλυση κάτω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην
Φορτίσεις (LCs)	Περιγραφή
	διεύθυνση Ζ
9001~9012	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση βάρων σε κάμψη (συντελεστής q σύμφωνα με τις παραδοχές της μελέτης)
9051~9062	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση του φορέα σε κάμψη, διάτμηση και των βάρων σε κάμψη ($q=1.0$)
9121~9122	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση μετακινήσεων εφεδράνων (κάτω ορίου)
9131~9132 9141~9142	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση δυνάμεων εφεδράνων (άνω ορίου)

3.12 Έλεγχοι διατομών

Πραγματοποιούνται οι έλεγχοι διατομών οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τις παραγράφους 5.1 έως 5.6 του παρόντος.

3.13 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ

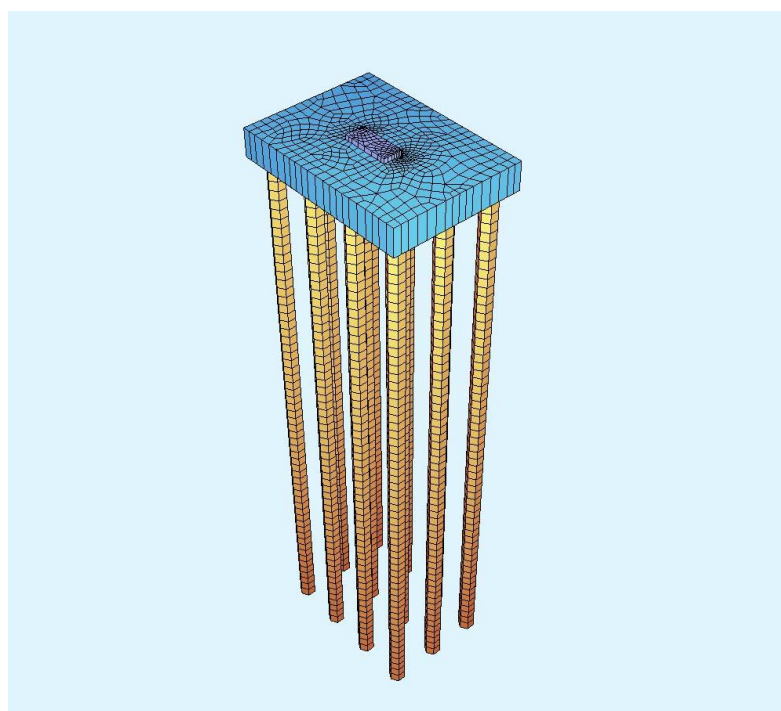
3.13.1 Προσομοίωμα

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 4.

Πίνακας 3.13.1 Ενότητες στοιχείων θεμελίωσης μεσοβάθρου (groups).

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



Σχήμα 3.13.1 Προσομοίωμα θεμελίωσης μεσοβάθρου.

3.13.2 Βασικές φορτίσεις

3.13.2.1 Ίδιο βάρος (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος του κεφαλόδεσμου.

3.13.2.2 Ίδιο βάρος επίχωσης (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος της επίχωσης επάνω στον κεφαλόδεσμο.

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

Λαμβάνεται αδρανειακή δύναμη του κεφαλόδεσμου στις διευθύνσεις X, Y και Z. $R_d(t)$

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

Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_i = 1.0$.

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

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

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

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

Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_i = 1.0$.

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

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

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

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

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

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

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

οριακή κατάσταση αστοχίας.

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

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

3.13.2.9 Φορτία από την ανωδομή για τα ικανοτικά μεγέθη του σεισμικού συνδυασμού (LC 501~512)

Λαμβάνονται η φόρτιση από τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται στην βάση του μεσοβάθρου που αντιστοιχούν στα σεισμικά μεγέθη της ανωδομής που αντιστοιχούν στον σεισμό σχεδιασμού με q σύμφωνα με τις παραδοχές της μελέτης.

3.14 Συνδυασμοί φορτίσεων

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

Πίνακας 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 σύμφωνα με τις
παραδοχές της μελέτης).

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.

3.15 Έλεγχοι διατομών

Πραγματοποιούνται οι έλεγχοι διατομών οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τις παραγράφους 5.1 έως 5.6 του παρόντος.

3.16 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

3.16.1 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ

3.16.1.1 Γενικές εκσκαφές απο στάθμη φυσικού εδάφους

	όγκος		όγκος	
μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	1620	m ³	1620	m ³
μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	1410	m ³	1410	m ³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΕΚΣΚΑΦΩΝ:

3030 m³

Επανεπίχωση

μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	D10-13.2*9.6*2- 4.59*1.07=	1362	m ³	1362	m ³
μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	D11-13.2*9.6*2- 4.59*0.5=	1154	m ³	1154	m ³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗΣ:

2516 m³

3.16.1.2

Φρεατοπάσσα

λος Φ1.20

	πλήθος	διάμετρος	μήκος	συνολ. όγκος	συνολικό μήκος
μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	12	1,2	41	556,4 m ³	492,0 m
μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	12	1,2	41	556,4 m ³	492,0 m
				1112,9 m³	

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ:

984,0 m

3.16.1.3

Χαλικοπάσσα

λος Φ1.00

	πλήθος	διάμετρος	μήκος	συνολ. όγκος	συνολικό μήκος
μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	76	1,0	12,0	716,3 m ³	912 m
μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	83	1,0	12,0	782,3 m ³	996 m
				1498,5 m³	

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ:

1908 m

3.16.1.4 Στρώση αμμοχάλικου με ιδιότητες στραγγιστηρίου

	πλάτος	μήκος	πάχος	όγκος	
μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	19,2	20,3	0,3	117,0	m ³
μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	22,8	19,2	0,3	131,6	m ³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟΥ ΜΕ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

248,6 m³

3.16.1.5 Γεώφασμα διαχωρισμού υλικών

	πλάτος	μήκος	επιφάνεια	
μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	19,5	20,6	402,1	m ²
μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	23,1	19,5	451,3	m ²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΩΝ

853,4 m²

3.16.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ

Σκυρόδεμα C12/15 άοπλο, εξομαλυντικών στρώσεων

	επιφάνεια	πάχος	όγκος	
στρώση καθαριότητας μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	136	0,1	13,6	m ³
στρώση καθαριότητας μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	136	0,1	13,6	m ³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:

27,2 m³

Σκυρόδεμα C20/25 οπλισμένο

	μήκος	πλάτος	πάχος		
κεφαλόδεσμος μεσοβάθρου M3.ΚΛ.Γ	13,2	9,6	2	253,4	m ³
κεφαλόδεσμος μεσοβάθρου M4.ΚΛ.Γ	9,6	13,2	2	253,4	m ³

ΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΤΩΝ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ ΣΤΟ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΤΩΝ ΦΡΕΑΤΟΠΑΣΣΑΛΩΝ

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:

506,9 m³

Σκυρόδεμα C30/37 οπλισμένο

	ύψος (m)	εμβαδόν διατομής (m ²)	όγκος	
κορμός μεσόβαθρου M2.ΚΛ.Γ	2,98	5,58	16,6	m ³
κορμός μεσόβαθρου M3.ΚΛ.Γ	5,54	4,59	25,4	m ³
κορμός μεσόβαθρου M4.ΚΛ.Γ	7,08	4,59	32,5	m ³
κορμός μεσόβαθρου M5.ΚΛ.Γ	5,8	6,83	39,6	m ³

	μήκος (m)	εμβαδόν εγκάρσιας τομής (m ²)	όγκος	
κεφαλή μεσοβάθρου M2.ΚΛ.Γ	2	7,25	14,5	m ³
κεφαλή μεσοβάθρου M5.ΚΛ.Γ	2	8,99	18,0	m ³
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:			146,6	m³

Σκυρόδεμα C35/45

οπλισμένο

	συν. επιφάνεια	μήκος		
αριστερό πεζοδρόμιο φορέα	0,73	65,77	48,0	m ³
δεξί πεζοδρόμιο φορέα	0,42	69,04	29,0	m ³

Φορέας Καταστρώματος	Μήκος (m)	Επιφάνεια Διατ. (m ²)	Όγκος (m ³)	
Τυπική διατομή	23,25	6,72	156,24	
Μεταβλητή διατομή	18,00	7,69	138,42	
Διατομή πάχυνσης κορμού	14,00	8,66	121,24	
Διατομή διαδοκίδων	14,16	11,33	160,43	Συνολικός όγκος φορέα

	Μήκος	Πλάτος	Πάχος		
Πρόβολος αρμού M2.ΚΛ.Γ	0,17	7,1	0,3	0,4	m ³
Πρόβολος αρμού M5.ΚΛ.Γ	0,17	9,0	0,3	0,5	m ³
Τάκος Εφεδράνων M2.ΚΛ.Γ	2,3	4	0,1	0,9	m ³
Τάκος Εφεδράνων M5.ΚΛ.Γ	2,5	4,19	0,19	2,0	m ³
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:				657,1	m³

3.16.3 ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΙ

Σιδηρός οπλισμός

(BSt 500s)

	όγκος σκυρ. (m ³)	βάρος	ποσότητα οπλισμού (kg/m ³)
Πάσσαλοι M3.ΚΛ.Γ	556,4	75176,9	kg 135,1
Πάσσαλοι M4.ΚΛ.Γ	556,4	73028,0	kg 131,2
Κεφαλόδεσμος	253,4	37224,8	kg 146,9

M3.ΚΛ.Γ Κεφαλόδεσμος M4.ΚΛ.Γ	253,4	37739,9	kg	148,9
Μεσόβαθρο M2.ΚΛ.Γ	16,6	6855,0	kg	412,2
Μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	25,4	9400,4	kg	369,7
Μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	32,5	11985,5	kg	368,8
Ακρόβαθρο M5.ΚΛ.Γ	39,6	13864,4	kg	350,0
σύνολο υποδομής	1733,9	265274,9	kg	153,0
φορέας ανωδομής - άνω και κάτω πλάκα		96448,5	kg	
φορέας ανωδομής - κατά πλάτος τομές		107414,0	kg	
σύνολο φορέα ανωδομής	657,1	203863	kg	310,26
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ :		469137	kg	

3.16.4 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ

Επιφανειακό τελείωμα τύπου Γ

		επιφάνεια (m ²)	επιφάνεια	
κατάστρωμα (κάτω εμφανής επιφ.) αριστερό πεζοδρόμιο φορέα	3.04*65.77=	199,9	199,9	m ²
δεξιό πεζοδρόμιο φορέα	2.32*69.04=	160,2	160,2	m ²
μεσόβαθρο M2.ΚΛ.Γ	93*2.32+2*(1+1.25)*2.5+(2.5*2.5-5.58)+2*7.25=	47,1	47,1	m ²
μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ	9.5*4.47=	42,5	42,5	m ²
μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ	9.5*6.58=	62,5	62,5	m ²
μεσόβαθρο M5.ΚΛ.Γ	8.93*4.99+2*(2+1.25)*2.5+(2.5*2.5-5.58)+2*2*5=	81,5	81,5	m ²
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Γ:			1183,7	m²

Αντιρρυπαντική επάλειψη

1183,7 m²

3.16.5 ΜΟΝΩΣΕΙΣ

3.16.5.1 Διπλή ασφαλτική επάλειψη

		επιφάνεια (m ²)	επιφάνεια	
μεσόβαθρο Μ2.ΚΛ.Γ	8.93*0.66=	5,9	5,9	m ²
μεσόβαθρο Μ3.ΚΛ.Γ	3.2+9.6+13.2+9.6)*2+(13.2* 9.6-4.59)+9.5*1.07=	223,5	223,5	m ²
μεσόβαθρο Μ4.ΚΛ.Γ	13.2+9.6+13.2+9.6)*2+(13.2 *9.6-4.59)+9.5*0.5=	218,1	218,1	m ²
μεσόβαθρο Μ5.ΚΛ.Γ	8.93*0.82=	7,3	7,3	m ²

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗΣ ΕΠΑΛΕΙΨΗΣ:

454,8 m²

3.16.5.2 Στεγάνωση

με ειδικές μεμβράνες

επιφάνεια

οδοστρώματος

επιφάνεια (m²)

445,9

επιφάνεια

445,9 m²

**ΣΥΝΟΛΙ
ΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:**

445,9 m²

3.16.5.3 Υλικό μόρφωσης αρμού

τύπου Flexcell ή ανάλογο

	θέσεις	επιφάνεια
αριστερό πεζοδρόμιο	9	0,73
δεξιό πεζοδρόμιο	9	0,43

6,57

3,87

**ΣΥΝΟΛΙ
ΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:**

10,4 m²

3.16.5.4 Σφράγιση οριζόντιων αρμών με PLASTIC

77 ή ανάλογο

	θέσεις	μήκος
αριστερό πεζοδρόμιο	9	1,63
δεξιό πεζοδρόμιο	9	1,03

14,67

9,27

**ΣΥΝΟΛΙΚΟ
ΜΗΚΟΣ:**

23,9

**3.16.5.5 Σφράγιση κατακόρυφων-κεκλιμένων αρμών με
PLASTIJOINT ή ανάλογο**

	θέσεις	μήκος
αριστερό πεζοδρόμιο	9	1,27
δεξιό πεζοδρόμιο	9	1,09

μήκος

11,43

9,81

**ΣΥΝΟΛΙΚΟ
ΜΗΚΟΣ:**

21,2

3.16.6 ΔΙΑΦΟΡΑ

3.16.6.1

Στηθαίο ασφαλείας ΣΤΕ-9

	μήκος		μήκος
αριστερή οριογραμμή	65,77	m	65,8
δεξιά οριογραμμή	69,04	m	69,0

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΕ-9:

134,8

3.16.6.2 Ελαστομεταλλικά εφέδρανα με παρεμπόδιση ανύψωσης (anti-lifting) 400x600/66

πλήθος		τεμάχια
4	τεμ	4 τεμ.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΗΘΟΣ:

4,0 τεμ.

3.16.6.3 Εφέδρανα διατμητικής κλείδας 5000/200

πλήθος		τεμάχια
2	τεμ	2 τεμ.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΗΘΟΣ:

2,0 τεμ.

3.16.6.4 Ασφαλτική ισωπεδωτική στρώση πάχους 0.05m

	πλήθος στρώσεων	επιφάνεια	επιφάνεια
επιφάνεια οδοστρώματος	1	445,9	445,88 m ²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:

445,9 m²

**3.16.6.5 Ασφαλτική στρώση
κυκλοφορίας πάχους 0.05m**

	πλήθος στρώσεων	επιφάνεια
επιφάνεια οδοστρώματος	1	445,9

επιφάνεια
445,88 m²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:

445,9 m²

**3.16.6.6 Αντιολισθηρή στρώση
κυκλοφορίας πάχους 0.04m**

	πλήθος στρώσεων	επιφάνεια
επιφάνεια οδοστρώματος	1	445,9

επιφάνεια
445,88 m²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:

445,9 m²

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ –

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ.

Εδαφοτεχνικά Στοιχεία

4.1 Γενικές πληροφορίες – Γεωτρήσεις στην περιοχή των τεχνικών.

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

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

Η αξιολόγηση των γεωτρήσεων έγινε από την εταιρεία «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 την συμπλήρωση των εδαφοτεχνικών πληροφοριών σε θέσεις στις οποίες δεν υπήρχαν 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.

Η γέφυρα, περιλαμβάνει 4 μεσόβαθρα και πιο συγκεκριμένα τα Μ2 κλ.Γ, Μ3 κλ.Γ, Μ4 κλ.Γ και Μ5 κλ.Γ. Το μεσόβαθρο Μ2 κλ.Γ είναι κοινό με το μεσόβαθρο του τεχνικού Τ15 και η μελέτη του υποβλήθηκε με την μελέτη του τεχνικού Τ15. Το μεσόβαθρο Μ5 κλ.Γ είναι κοινό με το μεσόβαθρο του τεχνικού Τ2 και η μελέτη του θα υποβληθεί με την μελέτη του τεχνικού Τ2. Στις επόμενες παραγράφους του τεύχους γίνεται η αξιολόγηση των εδαφοτεχνικών στοιχείων λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων που έχουν εκτελεστεί στην περιοχή του τεχνικού έργου και στη συνέχεια εκπονείται η μελέτη θεμελίωσης των βάθρων Μ3 κλ.Γ και Μ4 κλ.Γ του έργου, των οποίων η μελέτη δεν περιέχεται στα τεχνικά Τ15 και Τ2.

Στην περιοχή όπου προβλέπεται να γίνει η κατασκευή των δύο παραπάνω μεσοβάθρων του τεχνικού T16 υπάρχει η γεώτρηση Γ11 από την έρευνα της προηγούμενης φάσης (ΓΕΩΤ-1).

Η γεώτρηση Γ11 εκτελέστηκε πλησίον του βάθρου M3 κλ.Γ του έργου. Η θέση της παραπάνω γεώτρησης, παρουσιάζεται στο απόσπασμα της οριζοντιογραφίας του έργου που υπάρχει στο παράρτημα της μελέτης.

4.2 Στρωματογραφία

Με βάση τα ευρήματα των ερευνητικών εργασιών στην περιοχή κατασκευής του έργου εμφανίζονται οι ακόλουθοι εδαφικοί σχηματισμοί:

Στην περιοχή των μεσοβάθρων M3 και M4 κλ.Γ, σύμφωνα με την γεώτρηση Γ11, από την στάθμη έδρασης του κεφαλοδέσμου μέχρι βάθους 13,7m, εμφανίζονται κυρίως αμμο-ιλυώδεις στρώσεις με κυμαινόμενα ποσοστά χαλίκων χαλαρές έως μέσης πυκνότητας καθώς και αμμοχαλικώδεις στρώσεις πυκνές. Κάτω από το βάθος των 33,5m εμφανίζεται σχηματισμός αποτελούμενος από καστανές – καστανέρυθρες αμμώδεις αργίλους με χαλίκια, στριφρές έως σκληρές στις οποίες τοπικά εμφανίζονται ενστρώσεις μεταβλητού πάχους από πυκνά αργιλώδη αμμοχάλικα.

Στο παράρτημα του τεύχους παρουσιάζεται ενδεικτική κατά μήκος των γεωτρήσεων τοποθετούμενη στο σχέδιο της κατά μήκος τομής του έργου, στην οποία παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι εδαφικές στρώσεις που συναντήθηκαν στη θέση της γεώτρησης Γ11.

4.3 Έλεγχοι ρευστοποίησης

Λόγω της παρουσίας αμμοίλυωδών στρώσεων μικρής αντοχής και σε μικρά βάθη (μικρότερα από 16,0m) και της υψηλής σεισμικότητας της περιοχής παρουσιάζεται κίνδυνος ρευστοποίησης στις παραπάνω εδαφικές στρώσεις στην περίπτωση εκδήλωσης ενός ισχυρού σεισμού.

Οι υπολογισμοί για την εκτίμηση της πιθανότητας ρευστοποίησης στις αμμώδεις και αμμο-ιλυώδεις στρώσεις, έγιναν με την θεώρηση σεισμικής επιτάχυνσης $a = 0.24g$, όπως προβλέπεται από τους Ελληνικούς κανονισμούς για την περιοχή του έργου (Πάτρα) και για ένα μέγεθος σεισμού $M_w = 7,5$ το οποίο αντιστοιχεί σε 6,9 περίπου της κλίμακας Richter. Οι σχετικοί υπολογισμοί έγιναν με δύο (2) διαφορετικές μεθοδολογίες που εφαρμόζονται σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική. Τα αναλυτικά αποτελέσματα και οι σχέσεις υπολογισμού της κάθε μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε, παρουσιάζονται επίσης στο παράρτημα της παρούσας έκθεσης.

Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς κίνδυνος ρευστοποίησης εδαφικών στρώσεων εμφανίζεται σε αμμο-ιλυώδεις και αμμοχαλικώδεις σχηματισμούς της γεώτρησης Γ11 σε διάφορα βάθη μέχρι βάθους 13,7m από την επιφάνεια.

4.4 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 στη γεώτρηση Γ11. Γίνεται επεξεργασία των αποτελεσμάτων των δοκιμών και προσδιορίζονται χαρακτηριστικές αντιπροσωπευτικές τιμές για τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά κάθε στρώσης, 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 για τα μεσόβαθρα 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 των γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν.

Στο παραπάνω σχέδιο παρουσιάζονται επίσης και οι αμμοχαλικώδεις και αμμο-ιλυώδεις στρώσεις στις οποίες εμφανίζεται κίνδυνος ρευστοποίησης όπως προκύπτει από τους υπολογισμούς που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 1.3.

4.5 Μελέτη Θεμελίωσης τεχνικών

4.5.1 Θεωρήσεις και Μέθοδος Θεμελίωσης

Η παρουσία επιφανειακών στρώσεων χαμηλής αντοχής και υψηλής συμπίεστικότητας μέχρι βάθη που φθάνουν και τα 34,5m, επιβάλλει τη 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 ασφάλεια έναντι αστοχίας του εδάφους, στατική επάρκεια της διατομής και περιορισμό των μετακινήσεων σε ανεκτά 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 τον ανώτερο αργιλικό σχηματισμό, ο οποίος αποτελείται από τέφρες αργίλους χαμηλής αντοχής και υψηλής συμπίεστικότητας και θα εδράζονται εντός των βαθύτερων αργιλικών σχηματισμών οι οποίοι εντοπίστηκαν σε βάθος της τάξης των 34,5m και οι οποίοι αποτελούνται από αργίλους υψηλότερης αντοχής και χαμηλής συμπίεστικότητας.

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 1.3 παραπάνω, στην περιοχή του έργου εμφανίζονται πιθανά ρευστοποιούμενες στρώσεις από την επιφάνεια μέχρι βάθους 13,7m. Λόγω της ρευστοποίησης, πέραν της απώλειας αντοχής της στρώσης παρατηρείται παράλληλα και σημαντική μείωση της ακαμψίας της, με αποτέλεσμα την αύξηση της συμπίεστικότητας και την εκδήλωση συμπληρωματικών καθιζήσεων από το ίδιο βάρος του υπερκείμενου εδάφους. Μη ρευστοποιούμενες στρώσεις που υπέρκεινται στρώσης που ρευστοποιείται, όχι μόνον δεν συμμετέχουν στην φέρουσα

ικανότητα των πασσάλων αλλά αντίθετα ασκούν στον πάσσαλο επιβαρυντική κατακόρυφη δύναμη από αρνητική τριβή, λόγω της σχετικής μετακίνησης τους σε σχέση με το σώμα του πασσάλου που προκαλείται από την καθίζηση των ρευστοποιούμενων στρώσεων. Όταν η αρνητική αυτή δράση είναι μεγάλη μπορεί να προκαλέσει ανεπιτρεπτες καθιζήσεις των πασσάλων, πέραν των οφειλομένων στα μόνιμα φορτία του.

Για τον περιορισμό επί πλέον καθιζήσεων από τα φορτία αρνητικών τριβών των ρευστοποιούμενων στρώσεων και εξ' αυτού του γεγονότος την ανάγκη σημαντικής αύξησης του βάθους έδρασης των πασσάλων για τον περιορισμό των παρασιτικών καθιζήσεων στα βάθρα στα οποία υπάρχει πιθανότητα ρευστοποίησης του εδάφους, προβλέπεται η κατασκευή χαλικοπασσάλων διαμέτρου Φ100cm σε κάναβο 1,8×1,8m για την αποφυγή της ρευστοποίησης στην περιοχή γύρω από το βάθρο. Η διάταξη των χαλικοπασσάλων παρουσιάζεται στα σχέδια της μελέτης καθώς και στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας με τις θέσεις των χαλικοπασσάλων που βρίσκεται στο παράρτημα.

Η βελτίωση και ο αυξημένος συντελεστής ασφαλείας έναντι ρευστοποίησης μη την προτεινόμενη γεωμετρία χαλικοπασσάλων παρουσιάζεται στο παράρτημα του τεύχους μετά τα φύλλα των υπολογισμών των ελέγχων ρευστοποίησης.

4.5.2 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 Φ120cm. Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τους Γερμανικούς Κανονισμούς DIN 1054 (Ιαν. 2005) και οι τιμές οριακής αντοχής αιχμής και πλευρικής τριβής σε κάθε στρώση προκύπτουν από τα αναφερόμενα στους πίνακες του DIN 1054 με βάση τις παραμέτρους των στρώσεων που παρουσιάζονται στα σχέδια της τυπικής στρωματογραφίας στη θέση κάθε μεσοβάθρου που υπάρχουν στο παράρτημα.

Στα βάθρα M3 κλ.Γ και M4 κλ.Γ, προβλέπεται κατασκευή χαλικοπασσάλων Φ100cm για την αποφυγή ρευστοποίησης και βάθους 12,0m.

Τα βάθρα θεμελιώνονται με πασσαλο-ομάδες όπως φαίνονται στο πίνακα που ακολουθεί:

Τεχνικό	Βάθρο	Αρ. Πασσαλ.	Lp (m)	ΧΛΚΠ (ρευστ.)	Αποστ. πασσάλων
T17	M3 κλ.Γ	3×4=12	41,0	ΝΑΙ	3,60
	M4 κλ.Γ	3×4=12	41,0	ΝΑΙ	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. = 1,3 σε θλίψη και 1,5 σε εφελκυσμό για τον έλεγχο και διαστασιολόγηση του δυσμενέστερου κρίσιμου πασσάλου της ομάδας.

Με βάση τα αποτελέσματα των υπολογισμών προκύπτει ότι πάσσαλοι διαμέτρου Φ120cm και μήκους 41,0m, φέρουν τα φορτία της ανωδομής, όπως υπολογίστηκαν από το στατικό μελετητή με επαρκή ασφάλεια έναντι φέρουσας ικανότητας του εδάφους όπως φαίνεται στον πίνακα παρακάτω:

Βάθρο	Στατικά φορτία (MN) (Φ.Ι > Φορτ.)		Σεισμικά φορτία (MN) (Φ.Ι > Φορτ.)	
	Θλίψη	Εφελκ.	Θλίψη	Εφελκ.
M3 κλ.Γ	3,54 > 3,12	-	5,40 > 4,80	-
M3 κλ.Γ	3,60 > 3,05	-	6,50 > 4,40	-

4.6 Καθίζηση πασσάλου και πασσαλο-ομάδων

Με τη θεμελίωση με πασσάλους η έδραση του έργου 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 τον λόγο αυτό προκύπτουν μεγαλύτερες υποχωρήσεις και μικρότερες τιμές της σταθεράς kv σε σχέση με τις παρατηρούμενες στην πράξη (π.χ. τις τιμές που προκύπτουν με βάση τη μεθοδολογία που προτείνεται από τη FHWA 1999 και οι 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 στη 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 kv ~ 3÷4×kv_{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 πασσαλο-ομάδας 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 συμπιεστότητας 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 το 10% της αρχικής in situ ενεργού τάσης: $\Delta q_{net,group} \leq \sim 10\% \sigma'_{v0}$.

Τεχνικό	Βάθος	Αρ. Πασσαλ.	Lp (m)	ΧΛΚΠ (ρευστ.)	Φορτίο (MN)	Καθίζηση (cm)
T16	M3 κλ.Γ M4 κλ.Γ	3×4=12	41,0	NAI	18,5	0,7

4.7 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 (1955) 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 εκάστοτε στάθμη έδρασης του κεφαλοδέσμου των πασσάλων του βάθρου.

Βάθος M3 κλ.Γ – Στ. Εδρ. Κεφαλοδ. : +1,07

Στρώση	Περιγραφή	Βάθος		Πάχος		Μορφή Αύξησης	E (Μpa)	Nh (MN/m ³)	Kh _(z1) (MN/m ³)	Kh _(z2) (MN/m ³)
		Από (m)	Έως (m)	h (i) (m)	h (i) (m)					
1.	TE_1	0.00	3.00	3.00		Γραμμ.Αυξ.		1.80	4.50	9.00
2.	SM_1	3.00	5.80	2.80		Γραμμ.Αυξ.		4.00	20.00	29.33
3.	SC-SM_1	5.80	7.80		.00	Γραμμ.Αυξ.		7.00	51.33	63.00
4.	SM_2	7.80	10.20		.40	Γραμμ.Αυξ.		3.00	27.00	33.00
5.	CL_1	10.20	21.50	11.30		Σταθερ.	14.0		14.00	14.00
6.	CL_2	21.50	30.90	9.40		Σταθερ.	30.0		30.00	30.00
7.	CL_3	30.90	40.90	10.00		Σταθερ.	37.5		37.50	37.50

Βάθος M4 κλ.Γ – Στ. Εδρ. Κεφαλοδ. : +0,75

Στρώση	Περιγραφή	Βάθος		Πάχος		Μορφή Αύξησης	E (Μpa)	Nh (MN/m ³)	Kh _(z1) (MN/m ³)	Kh _(z2) (MN/m ³)
		Από (m)	Έως (m)	h (i) (m)	h (i) (m)					
1.	TE_1	0.00	3.00	2.15		Γραμμ.Αυξ.		1.80	4.50	7.72
2.	SM_1	3.00	5.80	2.80		Γραμμ.Αυξ.		4.00	17.17	26.50
3.	SC-SM_1	5.80	7.80	2.00		Γραμμ.Αυξ.		7.00	46.38	58.04

4.	SM_2	7.80	10.20	2.40	Γραμμ.Αυξ.	3.00	24.88	30.87
5.	CL_1	10.20	21.50	11.30	Σταθερ.	14.0	14.00	14.00
6.	CL_2	21.50	30.90	9.40	Σταθερ.	30.0	30.00	30.00
7.	CL_3	30.90	40.90	10.00	Σταθερ.	37.5	37.50	37.50

Όλες οι παραπάνω τιμές του k_h θα πρέπει να μειωθούν λόγω αλληλεπίδρασης των πασσάλων της ομάδας κατά DIN 1054 με βάση την προβλεπόμενη από την μελέτη διάταξη των πασσάλων.

4.8 Σχέδια

- Απόσπασμα τοπογραφικού –Θέσεις ερευνητικών γεωτρήσεων
- Απόσπασμα τοπογραφικού –Θέσεις χαλικοπασσάλων
Ενδεικτική κατά μήκος τομή γεωτρήσεων
- Συγκεντρωτικοί πίνακες αποτελεσμάτων –Διαγράμματα εδαφικών παραμέτρων
- Υπολογισμοί
- Τεχνικό T17 – Μεσόβαθρα M3 κλ. Γ και M4 κλ. Γ
- Έλεγχοι Ρευστοποίησης

Τα σχέδια της Μελέτης παρατίθενται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ –Α** της Πτυχιακής Εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ – ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

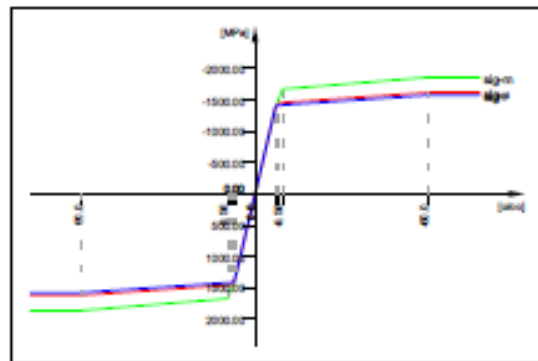
Σημείωση: Η μελέτη εκπονήθηκε από τον κ. Τηλέμαχο Παναγιωτάκο, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό της τεχνικής εταιρείας «DENCO Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.».

5.1 Απόσπασμα τεύχους υπολογισμών ανωδομής με το λογισμικό SOFiSTiK.

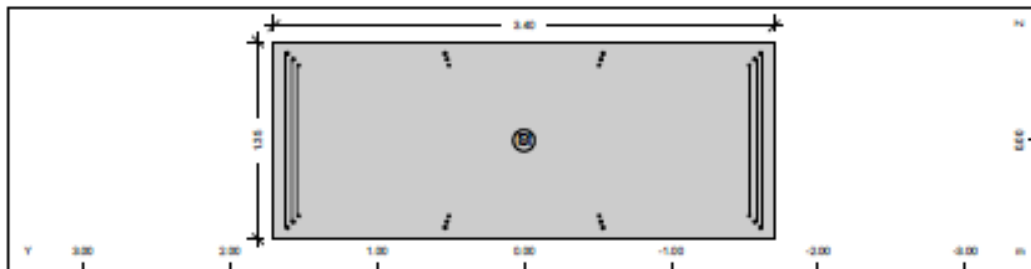
MATERIALS - SECTIONS

No. 12 St 1670 S (DIN 1045-1) (mod) P9E

	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	1000.000	1617.39	0
defined stress range	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	1000.000	1573.85	0
defined stress range	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. 21 - ΒΑΣΠΟ-ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ

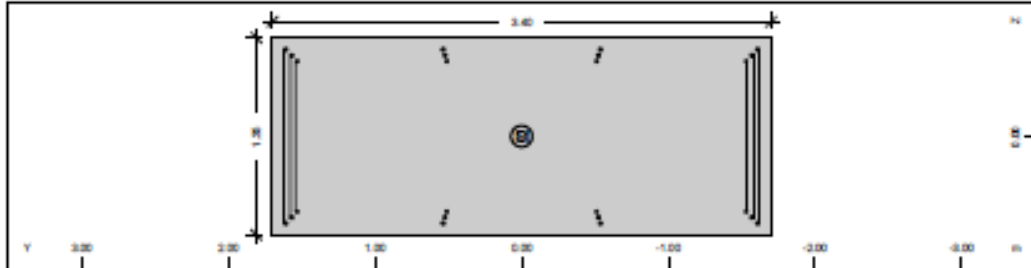


Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gas
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
21	-	ΒΑΣΠΟ-ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ						
	2	4.5900E+00		6.971E-01	0.000	0.000	28309	114.75
	11	2.093E+00		4.422E+00	0.000	0.000	11796	

MATERIALS - SECTIONS

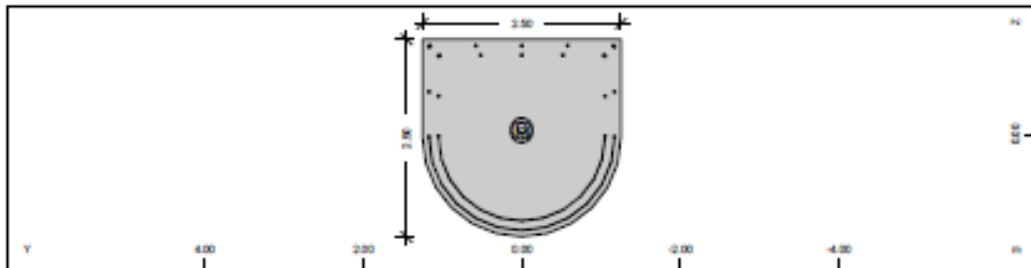
Cross section No. 22 - ΒΑ8ΡΟ-ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qsm
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
22	=	ΒΑ8ΡΟ-ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ						
	2	4.5900E+00		6.971E-01	0.000	0.000	28309	114.75
	11	2.093E+00		4.422E+00	0.000	0.000	11796	

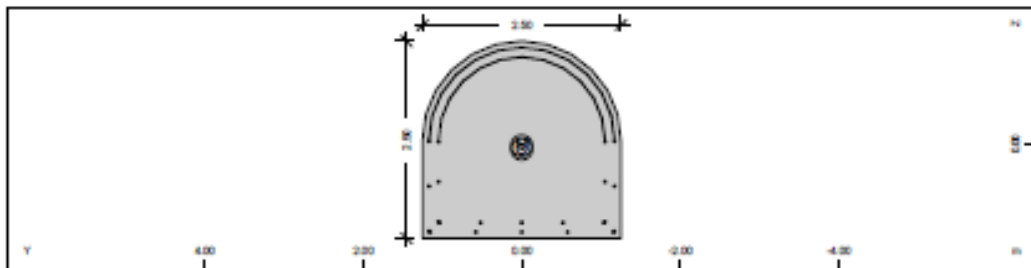
Cross section No. 23 - ΒΑ8ΡΟ-ΗΜΙΚΥΚΛΙΚΟ



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qsm
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
23	=	ΒΑ8ΡΟ-ΗΜΙΚΥΚΛΙΚΟ						
	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. 24 - ΒΑ8ΡΟ-ΗΜΙΚΥΚΛΙΚΟ2

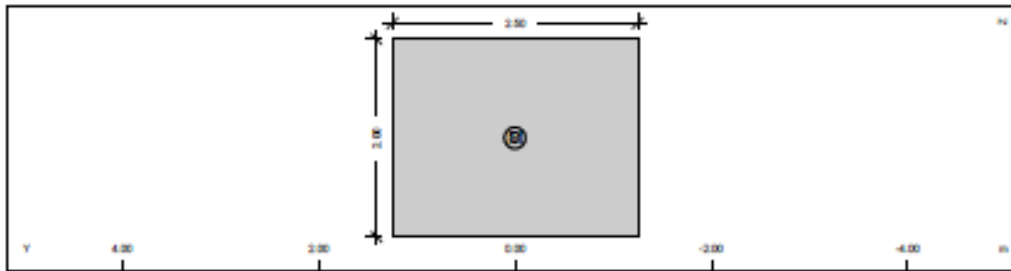


Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qsm
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
24	=	ΒΑ8ΡΟ-ΗΜΙΚΥΚΛΙΚΟ2						
	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. 25 - ΚΕ#ΑΝΙ-ΒΑ8ΡΟY-1

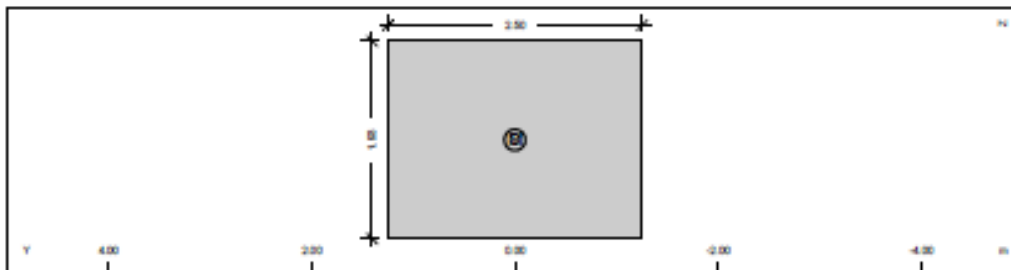
MATERIALS - SECTIONS



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Ix/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
	NoIt	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
25	=	KE00AN-BASPOY-1						
	9	5.0000E+00		1.667E+00	0.000	0.000	28309	0.00
	11	3.436E+00		2.604E+00	1.000	1.000	11796	

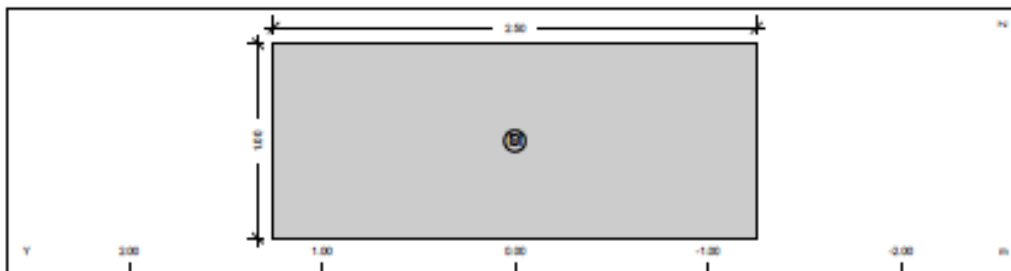
Cross section No. 26 - KE00AN-BASPOY-2



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Ix/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
	NoIt	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
26	=	KE00AN-BASPOY-2						
	9	4.8250E+00		1.498E+00	0.000	0.000	28309	0.00
	11	3.174E+00		2.513E+00	0.965	0.965	11796	

Cross section No. 27 - KE00AN-BASPOY-3

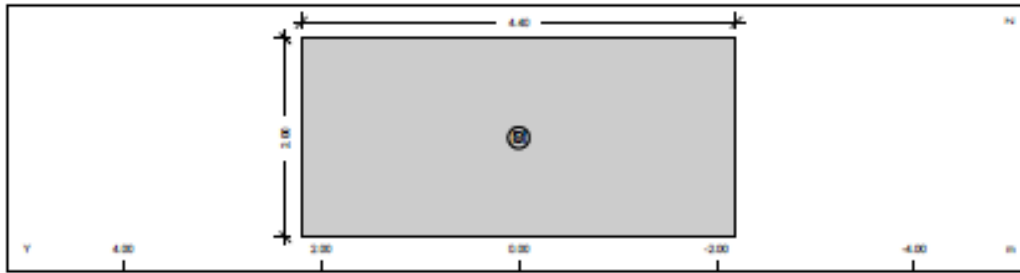


Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Ix/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
	NoIt	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
27	=	KE00AN-BASPOY-3						
	9	2.5000E+00		2.083E-01	0.000	0.000	28309	0.00
	11	6.240E-01		1.302E+00	0.500	0.500	11796	

Cross section No. 28 - IIAATIA KE00AN-BASPOY-1

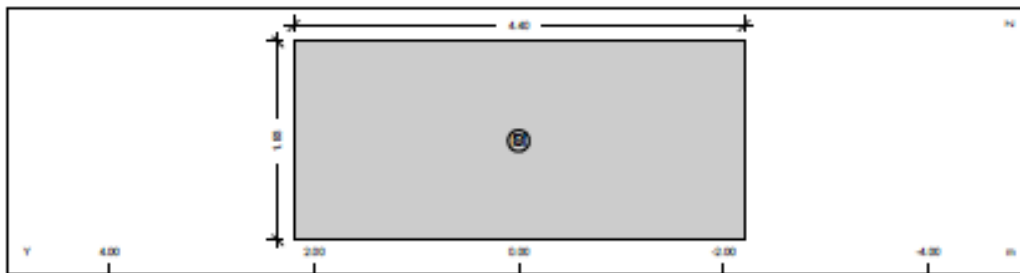
MATERIALS - SECTIONS



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]
28	=	ΠΑΤΙΑ ΚΕΦΑΛΗ-ΒΑΘΥ-1						
	9	8.8000E+00		2.933E+00	0.000	0.000	28309	0.00
	11	8.385E+00		1.420E+01	1.000	1.000	11796	

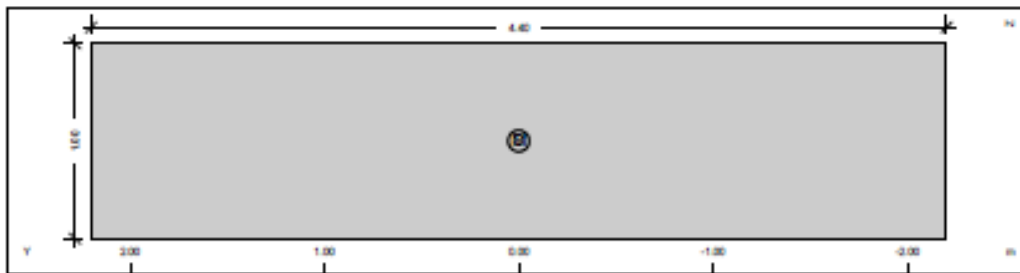
Cross section No. 29 - ΠΑΤΙΑ ΚΕΦΑΛΗ-ΒΑΘΥ-2



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]	gam [kN/m]
29	=	ΠΑΤΙΑ ΚΕΦΑΛΗ-ΒΑΘΥ-2						
	9	8.4920E+00		2.636E+00	0.000	0.000	28309	0.00
	11	7.640E+00		1.370E+01	0.965	0.965	11796	

Cross section No. 30 - ΠΑΤΙΑ ΚΕΦΑΛΗ-ΒΑΘΥ-3



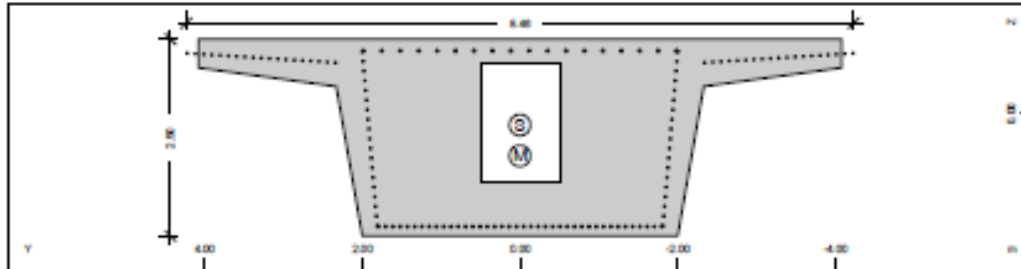
Static properties of cross section

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]
30	=	ΠΑΤΙΑ ΚΕΦΑΛΗ-ΒΑΘΥ-3						
	9	4.4000E+00		3.667E-01	0.000	0.000	28309	0.00
	11	1.261E+00		7.099E+00	0.500	0.500	11796	

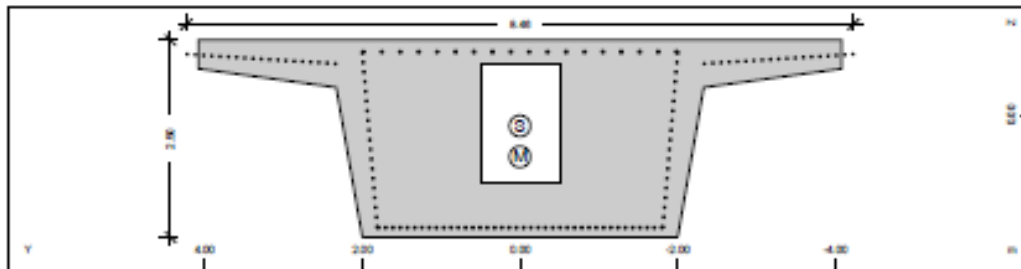
Cross section No. 100 - ΑΞΑΜΩΤΗ

MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

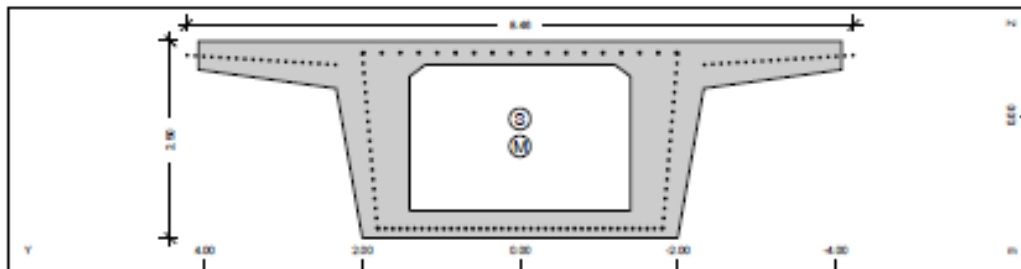
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
100	=	AKAMITH						
	9	1.0000E+03		1.000E+05	0.000	0.000	28309	0.00
		1.267E+05		1.000E+05	0.000	0.000	11796	

Cross section No. 101 - KINGTIO-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	=	KINGTIO-APXH						
	1	1.1209E+01		6.817E+00	0.000	0.000	29878	280.24
	11	1.308E+01		3.484E+01	0.141	0.533	12449	

Cross section No. 102 - KINGTIO-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	=	KINGTIO-APXH						
	1	1.1209E+01		6.817E+00	0.000	0.000	29878	280.24
	11	1.308E+01		3.484E+01	0.141	0.533	12449	

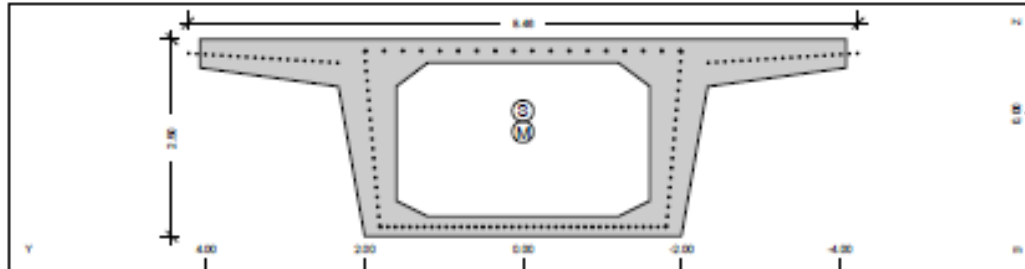
Cross section No. 103 - KINGTIO-APXH


MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
103	=	KIBGTIO-APXH						
	1	7.5579E+00		5.466E+00	0.000	0.000	29878	188.95
	11	1.059E+01		3.164E+01	0.039	0.387	12449	

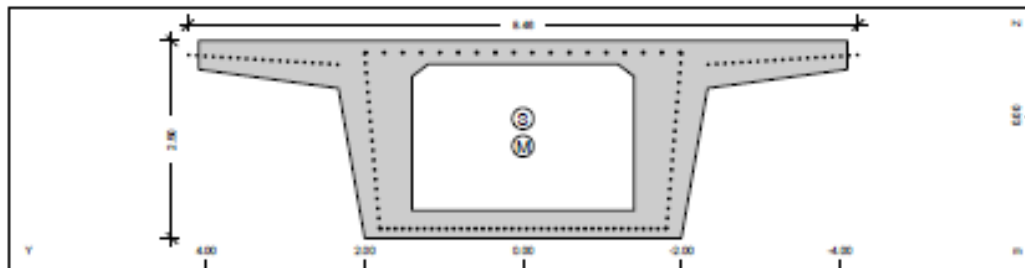
Cross section No. 104 - KIBGTIO-APXH



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
104	=	KIBGTIO-APXH						
	1	6.667E+00		4.848E+00	0.000	0.000	29878	166.69
	11	9.664E+00		3.007E+01	-0.039	0.226	12449	

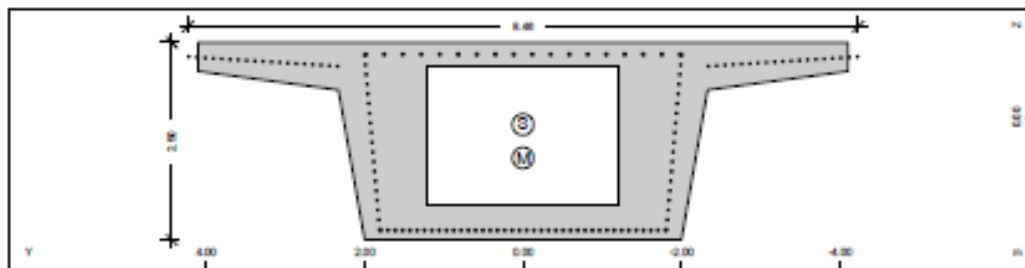
Cross section No. 105 - KIBGTIO-APXH



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
105	=	KIBGTIO-APXH						
	1	7.567E+00		5.472E+00	0.000	0.000	29878	189.19
	11	1.059E+01		3.179E+01	0.038	0.386	12449	

Cross section No. 106 - KIBGTIO-APXH

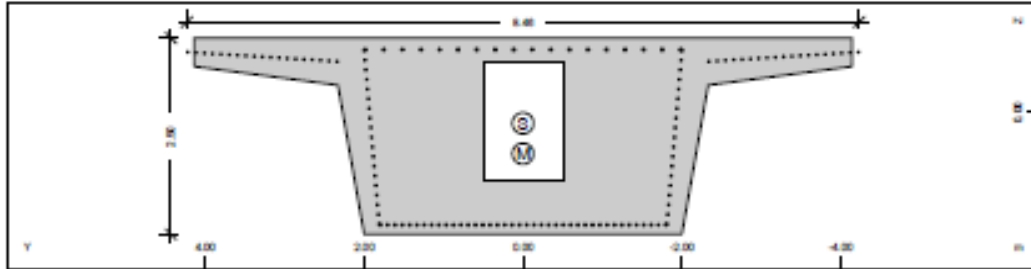


MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ya/za	y/z-ec	modules	gan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
106	=	KINGTIO-APXH						
	1	8.5321E+00		5.994E+00	0.000	0.000	29878	213.30
	11	1.132E+01		3.333E+01	0.090	0.513	12449	

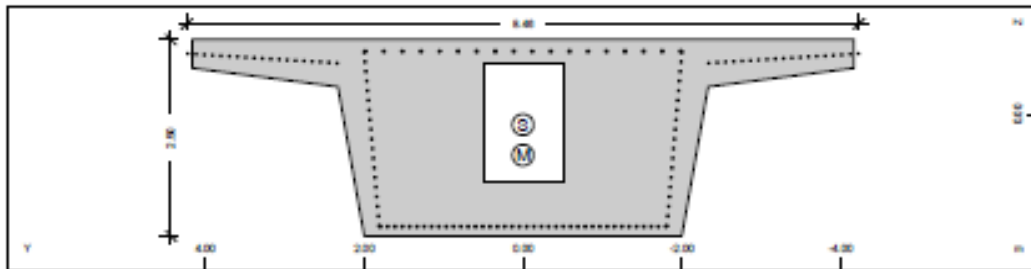
Cross section No. 107 - KINGTIO-APXH



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ya/za	y/z-ec	modules	gan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
107	=	KINGTIO-APXH						
	1	1.1267E+01		6.859E+00	0.000	0.000	29878	281.68
	11	1.308E+01		3.576E+01	0.137	0.524	12449	

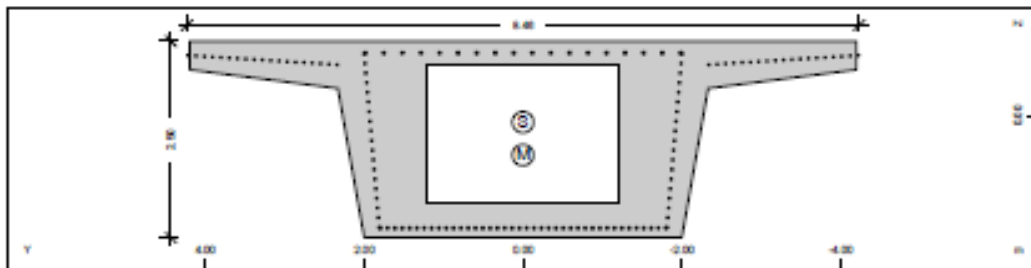
Cross section No. 108 - KINGTIO-APXH



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ya/za	y/z-ec	modules	gan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
108	=	KINGTIO-APXH						
	1	1.1291E+01		6.877E+00	0.000	0.000	29878	282.28
	11	1.308E+01		3.615E+01	0.135	0.521	12449	

Cross section No. 109 - KINGTIO-APXH

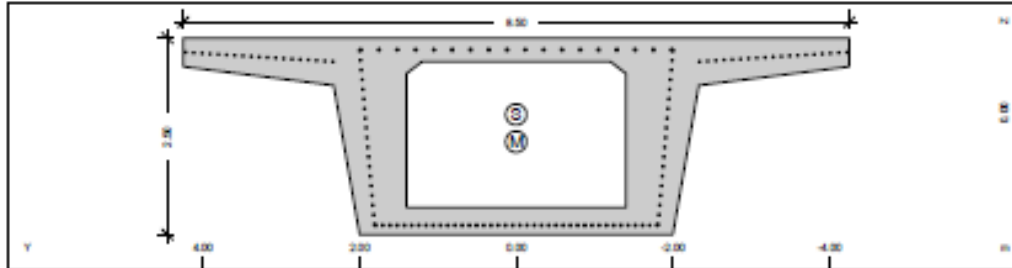


MATERIALS - SECTIONS

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-ec [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
109	=	KINGTIO-APXH						
	1	8.6189E+00		6.050E+00	0.000	0.000	29878	215.47
	11	1.132E+01		3.473E+01	0.082	0.501	12449	

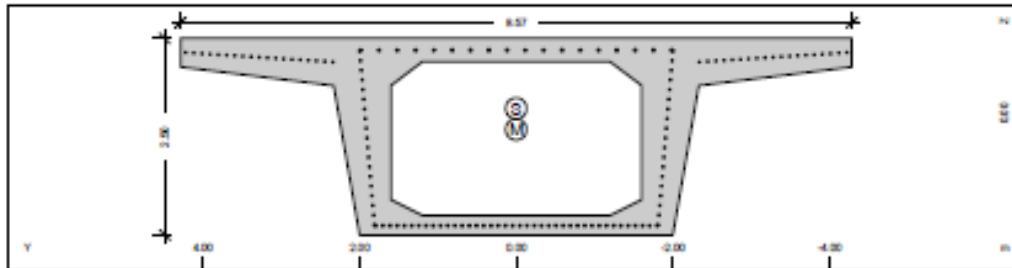
Cross section No. 110 - KINGTIO-APXH



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-ec [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
110	=	KINGTIO-APXH						
	1	7.7217E+00		5.558E+00	0.000	0.000	29878	193.04
	11	1.060E+01		3.430E+01	0.023	0.368	12449	

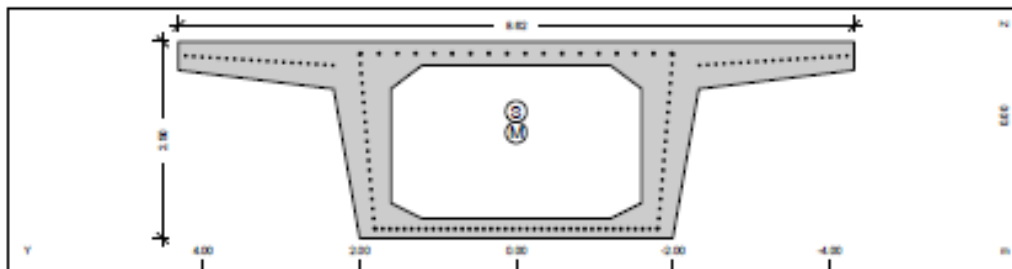
Cross section No. 111 - KINGTIO-APXH



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-ec [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
111	=	KINGTIO-APXH						
	1	6.8651E+00		4.937E+00	0.000	0.000	29878	171.63
	11	9.681E+00		3.331E+01	-0.058	0.208	12449	

Cross section No. 112 - KINGTIO-APXH

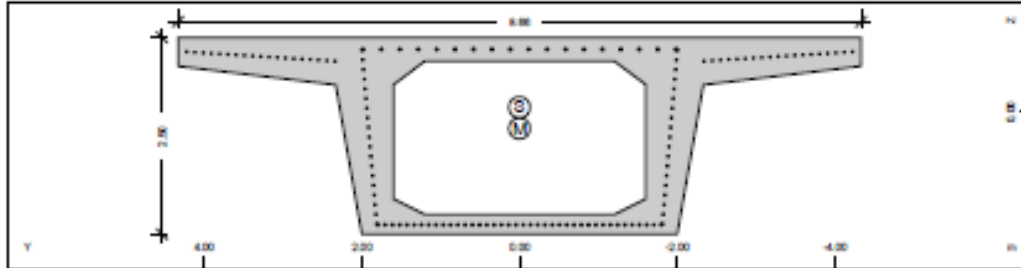


MATERIALS - SECTIONS

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]
112	=	KIBGTIO-APXH						
1		6.8892E+00		4.948E+00	0.000	0.000	29878	172.23
11		9.684E+00		3.372E+01	-0.061	0.206	12449	

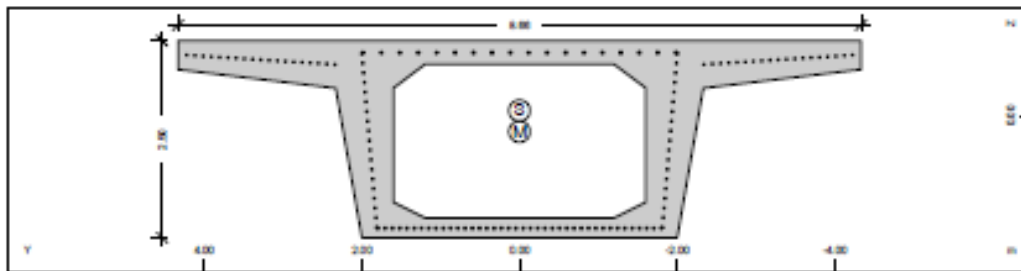
Cross section No. 113 - KIBGTIO-APXH



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	=	KIBGTIO-APXH						
1		6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
11		9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

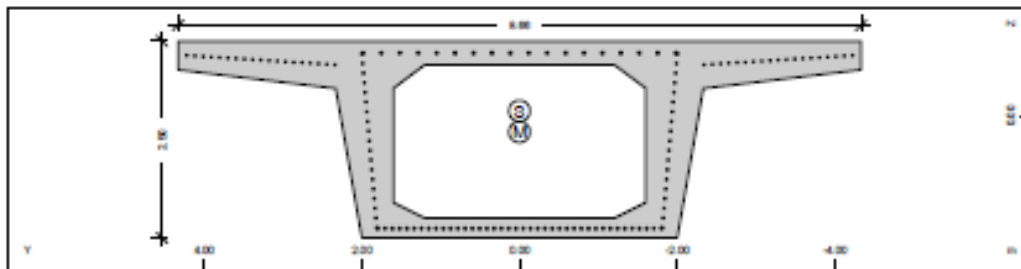
Cross section No. 114 - KIBGTIO-APXH



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	=	KIBGTIO-APXH						
1		6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
11		9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

Cross section No. 115 - KIBGTIO-APXH

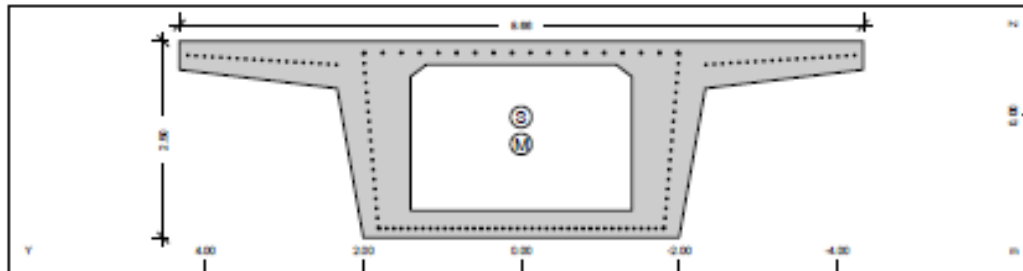


C:\SOFISTIK\AQUA\WWW.SOFISTIK.GR

MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

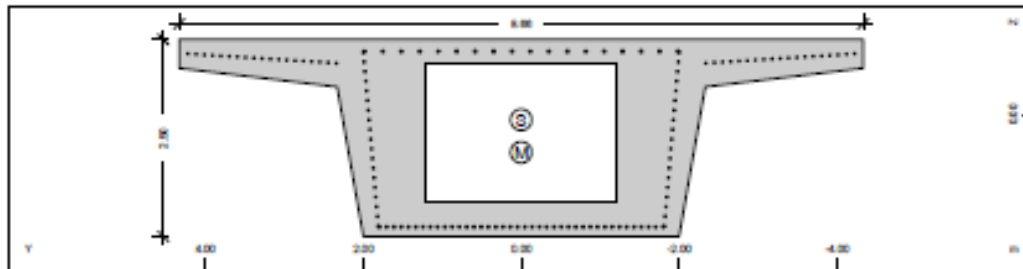
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
115	=	KINGTIO-APXH						
1		6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
11		9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

Cross section No. 116 - KINGTIO-APXH


Static properties of cross section

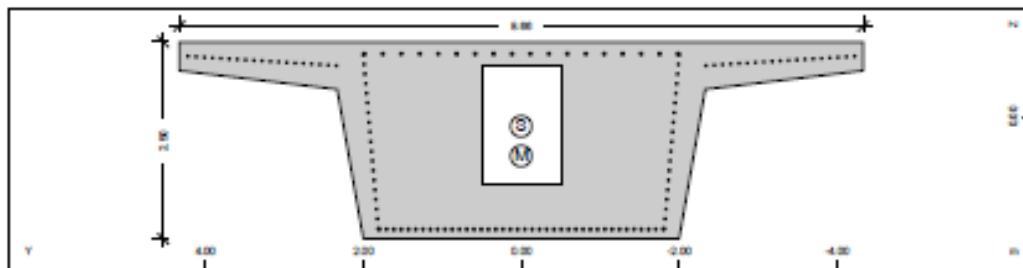
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
116	=	KINGTIO-APXH						
1		7.7988E+00		5.600E+00	0.000	0.000	29878	194.97
11		1.061E+01		3.562E+01	0.016	0.359	12449	

Cross section No. 117 - KINGTIO-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]
117	=	KINGTIO-APXH						
1		8.7490E+00		6.132E+00	0.000	0.000	29878	218.72
11		1.134E+01		3.694E+01	0.071	0.483	12449	

Cross section No. 118 - KINGTIO-APXH

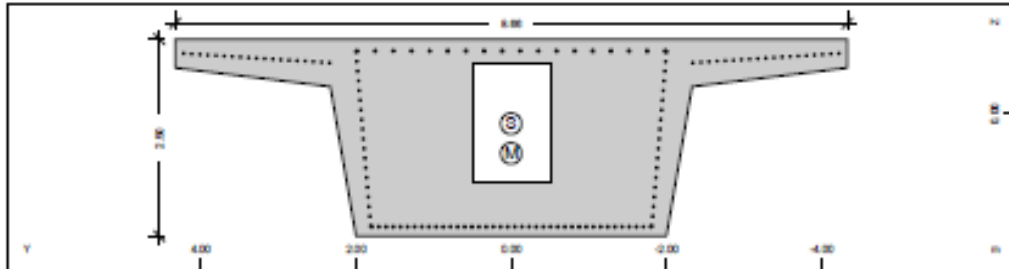


MATERIALS - SECTIONS

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]
118	=	KIBGTIO-APXH						
	1	1.1450E+01		6.991E+00	0.000	0.000	29878	286.26
	11	1.310E+01		3.883E+01	0.123	0.499	12449	

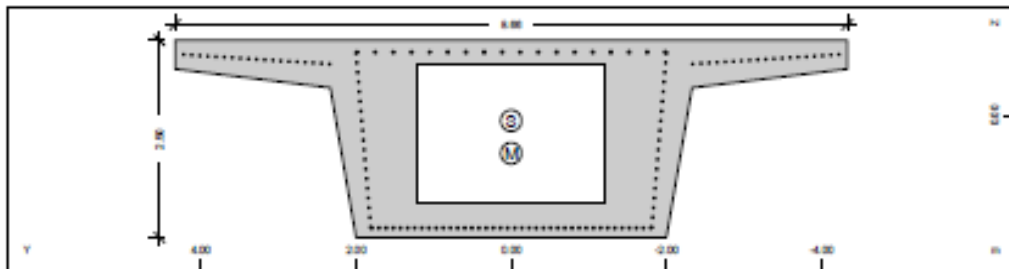
Cross section No. 119 - KIBGTIO-APXH



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]
119	=	KIBGTIO-APXH						
	1	1.1450E+01		6.991E+00	0.000	0.000	29878	286.26
	11	1.310E+01		3.883E+01	0.123	0.499	12449	

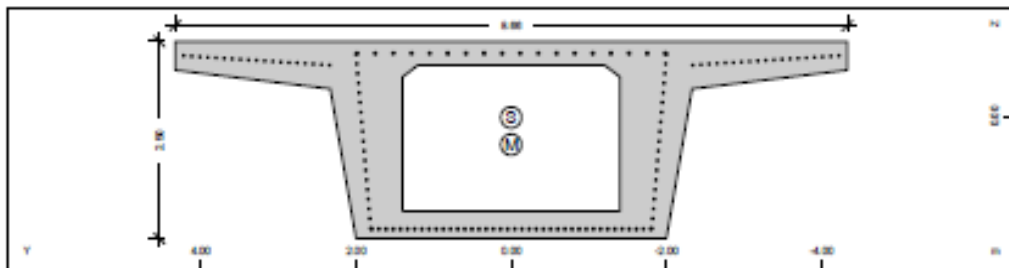
Cross section No. 120 - KIBGTIO-APXH



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]
120	=	KIBGTIO-APXH						
	1	8.7490E+00		6.132E+00	0.000	0.000	29878	218.72
	11	1.134E+01		3.694E+01	0.071	0.483	12449	

Cross section No. 121 - KIBGTIO-APXH

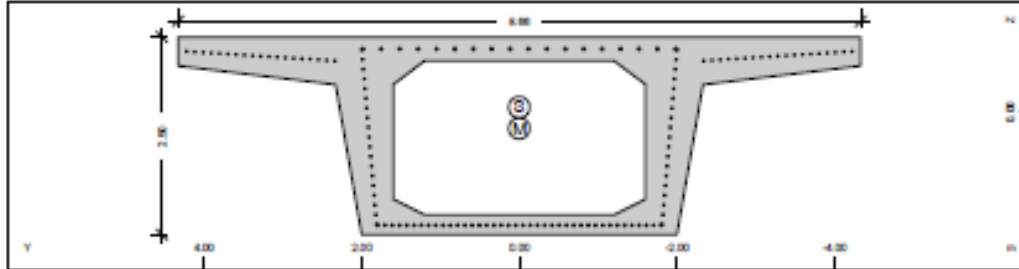


MATERIALS - SECTIONS

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	-	KINGTIO-APXH						
	1	7.7988E+00		5.600E+00	0.000	0.000	29878	194.97
	11	1.061E+01		3.562E+01	0.016	0.359	12449	

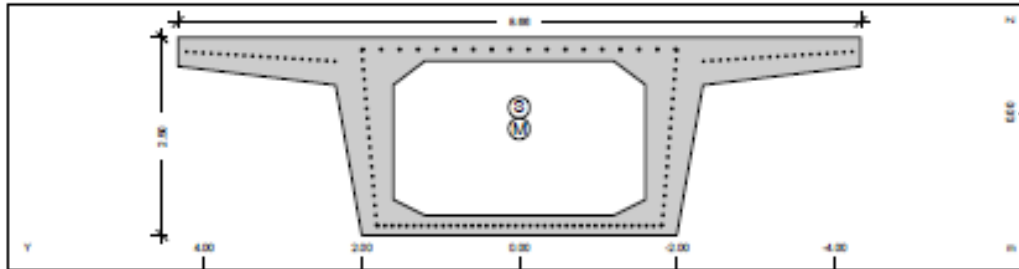
Cross section No. 122 - KINGTIO-APXH



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	-	KINGTIO-APXH						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

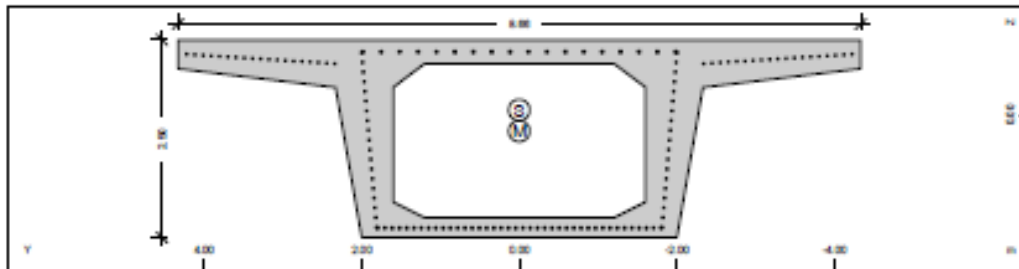
Cross section No. 123 - KINGTIO-APXH



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	-	KINGTIO-APXH						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

Cross section No. 124 - KINGTIO-APXH

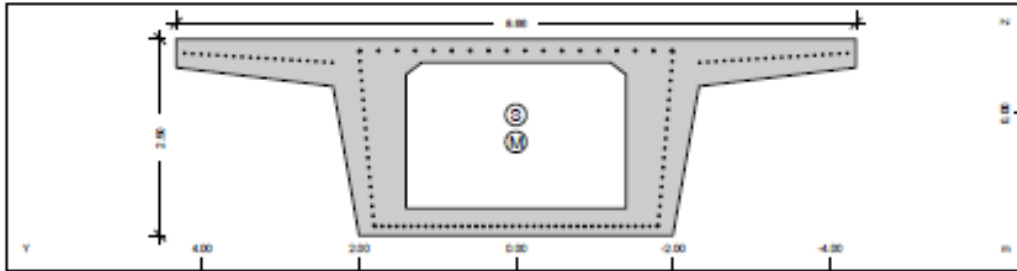


MATERIALS - SECTIONS

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]
124	=	KIBGTIO-APXH						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

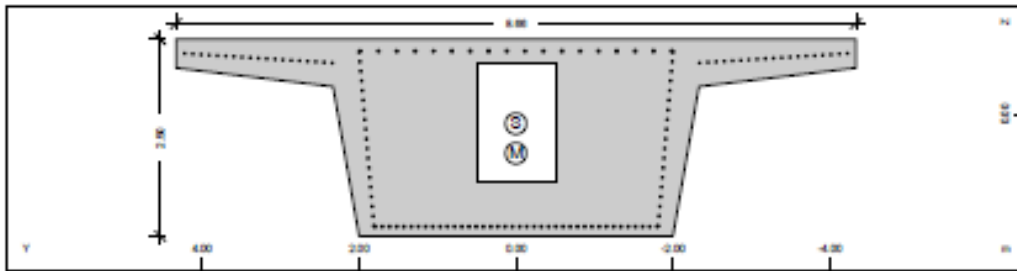
Cross section No. 125 - KIBGTIO-APXH



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]
125	=	KIBGTIO-APXH						
	1	7.7988E+00		5.600E+00	0.000	0.000	29878	194.97
	11	1.061E+01		3.562E+01	0.016	0.359	12449	

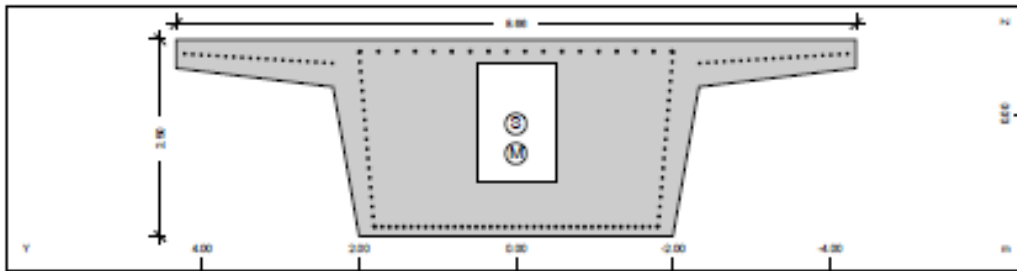
Cross section No. 126 - KIBGTIO-APXH



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]
126	=	KIBGTIO-APXH						
	1	1.1450E+01		6.991E+00	0.000	0.000	29878	286.26
	11	1.310E+01		3.883E+01	0.123	0.499	12449	

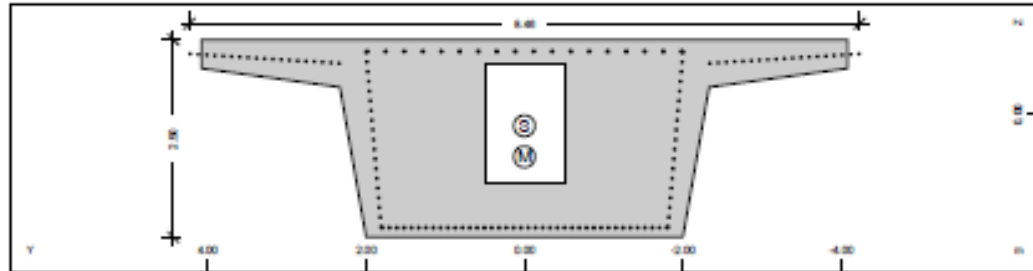
Cross section No. 127 - KIBGTIO-APXH



MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

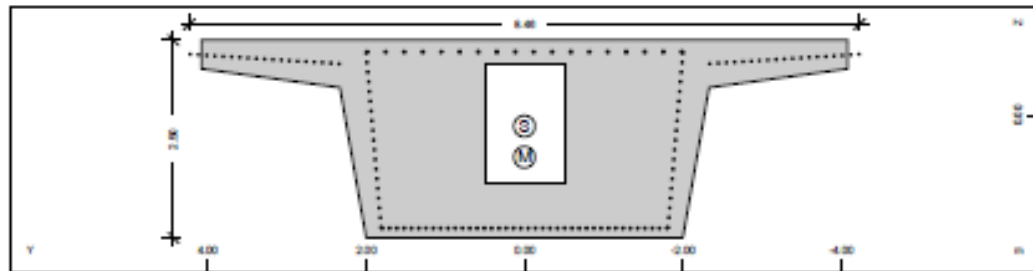
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
127	=	KINGTIO-APXH						
	1	1.1450E+01		6.991E+00	0.000	0.000	29878	286.26
	11	1.310E+01		3.883E+01	0.123	0.499	12449	

Cross section No. 301 - KINGTIO-TEACE


Static properties of cross section

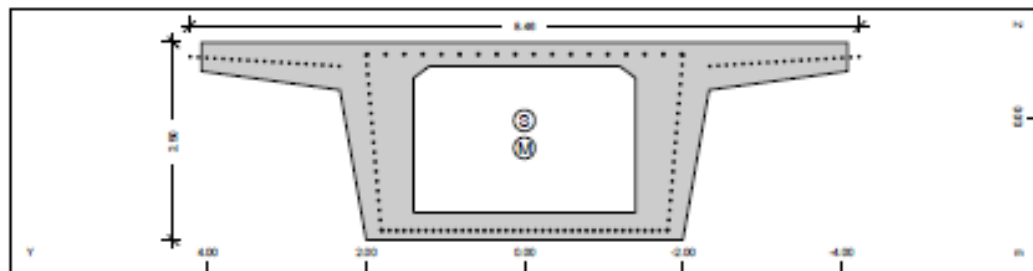
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
301	=	KINGTIO-TEACE						
	1	1.1209E+01		6.817E+00	0.000	0.000	29878	280.24
	11	1.308E+01		3.484E+01	0.141	0.533	12449	

Cross section No. 302 - KINGTIO-TEACE


Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
302	=	KINGTIO-TEACE						
	1	1.1209E+01		6.817E+00	0.000	0.000	29878	280.24
	11	1.308E+01		3.484E+01	0.141	0.533	12449	

Cross section No. 303 - KINGTIO-TEACE



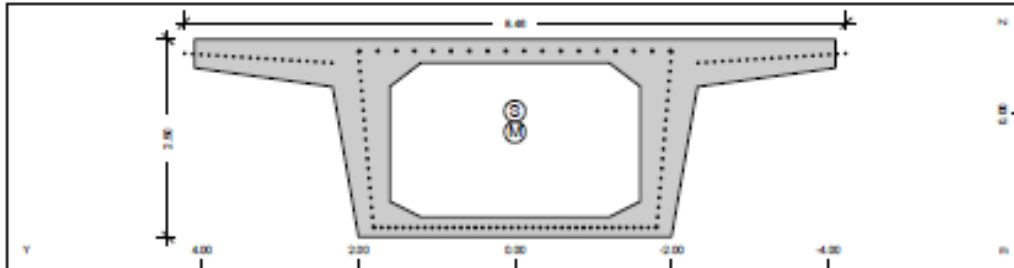
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ya/za	y/z-sc	modules	gam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
303	-	KINGTIO-TEACE						
	1	7.5579E+00		5.466E+00	0.000	0.000	29878	188.95
	11	1.059E+01		3.164E+01	0.039	0.387	12449	

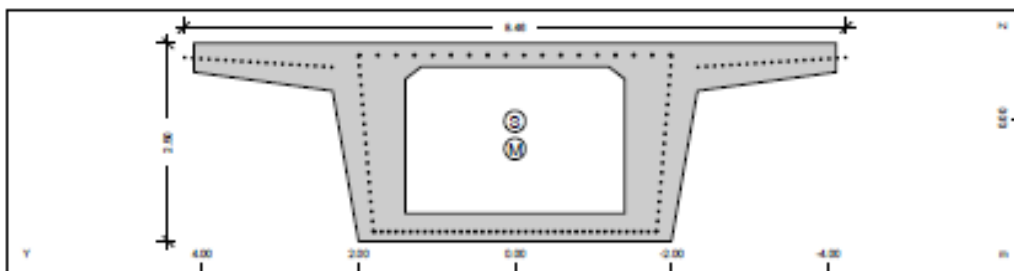
Cross section No. 304 - KINGTIO-TEACE



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ya/za	y/z-sc	modules	gam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
304	-	KINGTIO-TEACE						
	1	6.6772E+00		4.852E+00	0.000	0.000	29878	166.93
	11	9.665E+00		3.023E+01	-0.040	0.225	12449	

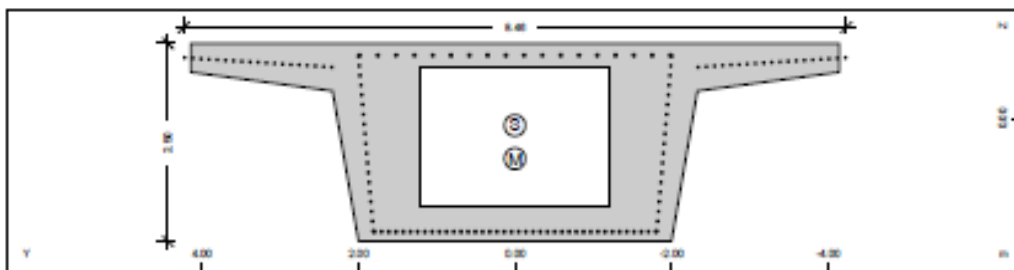
Cross section No. 305 - KINGTIO-TEACE



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ya/za	y/z-sc	modules	gam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
305	-	KINGTIO-TEACE						
	1	7.5820E+00		5.480E+00	0.000	0.000	29878	189.55
	11	1.059E+01		3.202E+01	0.036	0.384	12449	

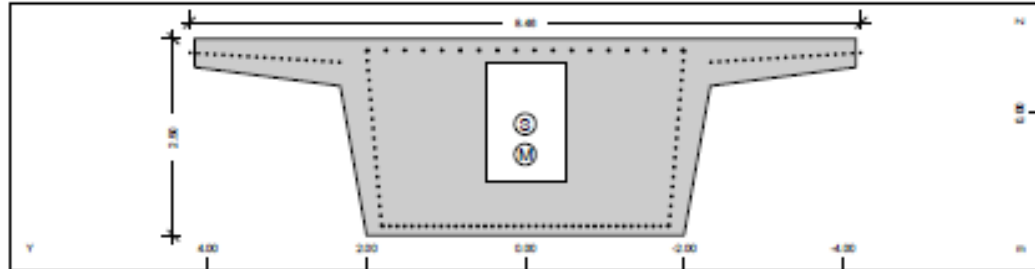
Cross section No. 306 - KINGTIO-TEACE



MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

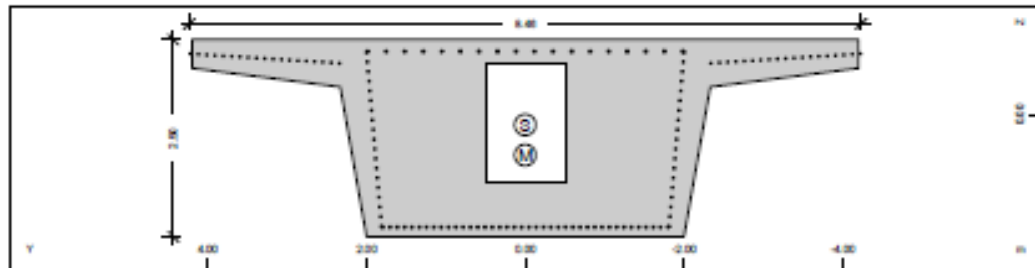
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
306	=	KINGTIO-TRACE						
	1	8.5659E+00		6.016E+00	0.000	0.000	29878	214.15
	11	1.132E+01		3.387E+01	0.087	0.507	12449	

Cross section No. 307 - KINGTIO-TRACE


Static properties of cross section

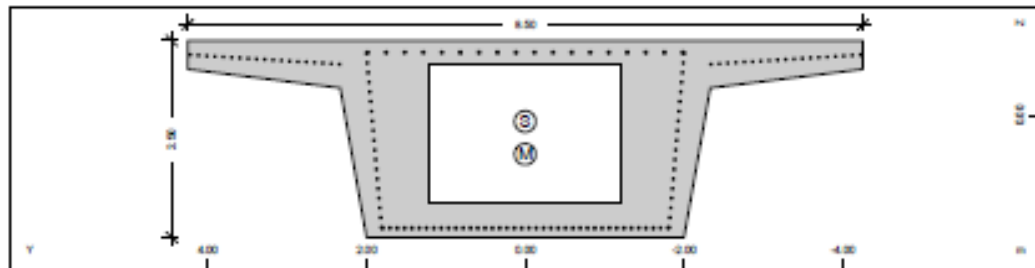
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
307	=	KINGTIO-TRACE						
	1	1.1291E+01		6.877E+00	0.000	0.000	29878	282.28
	11	1.308E+01		3.615E+01	0.135	0.521	12449	

Cross section No. 308 - KINGTIO-TRACE


Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	qam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
308	=	KINGTIO-TRACE						
	1	1.1320E+01		6.898E+00	0.000	0.000	29878	283.01
	11	1.309E+01		3.662E+01	0.133	0.517	12449	

Cross section No. 309 - KINGTIO-TRACE

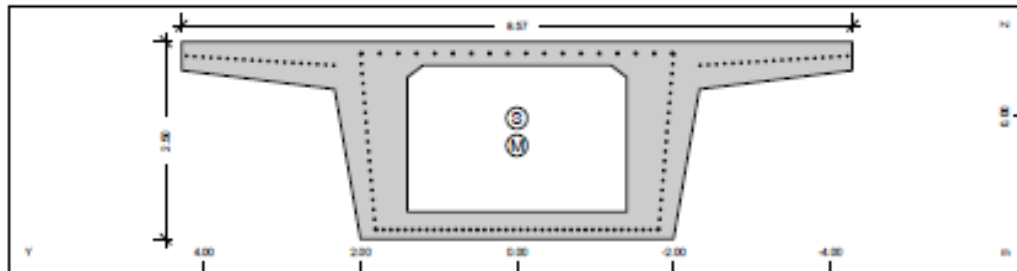


MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-ec	modules	qan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
309	=	KIBOTIO-TEAOE						
1		8.6719E+00		6.084E+00	0.000	0.000	29878	216.80
11		1.133E+01		3.561E+01	0.078	0.494	12449	

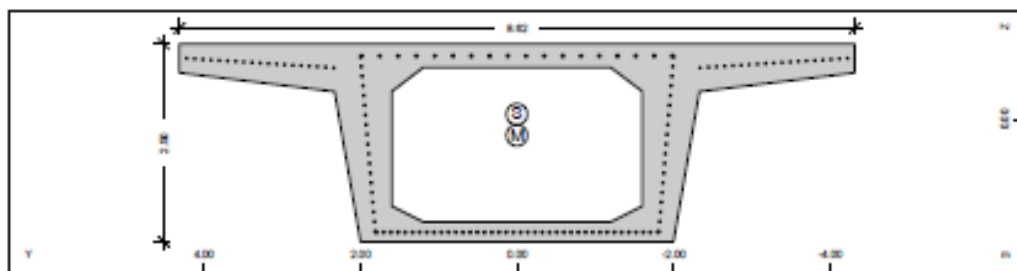
Cross section No. 310 - KIBOTIO-TEAOE



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-ec	modules	qan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
310	=	KIBOTIO-TEAOE						
1		7.7555E+00		5.577E+00	0.000	0.000	29878	193.89
11		1.061E+01		3.487E+01	0.020	0.364	12449	

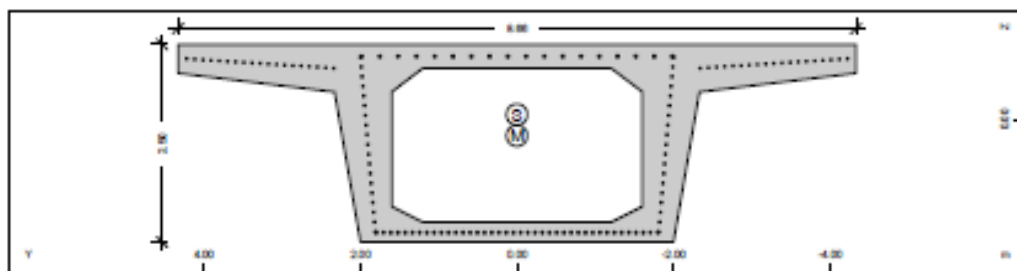
Cross section No. 311 - KIBOTIO-TEAOE



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-ec	modules	qan
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
311	=	KIBOTIO-TEAOE						
1		6.8892E+00		4.948E+00	0.000	0.000	29878	172.23
11		9.684E+00		3.372E+01	-0.061	0.206	12449	

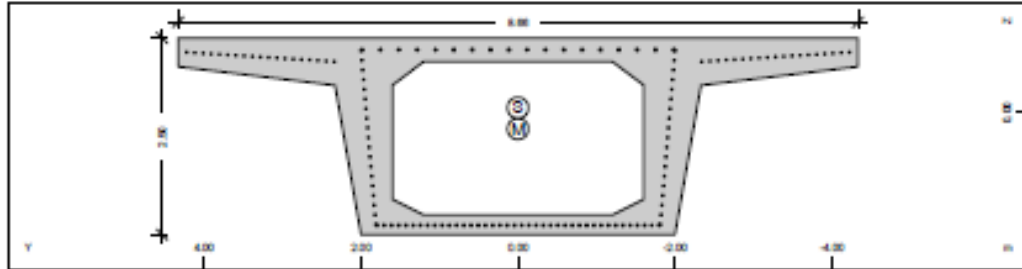
Cross section No. 312 - KIBOTIO-TEAOE



MATERIALS - SECTIONS
Static properties of cross section

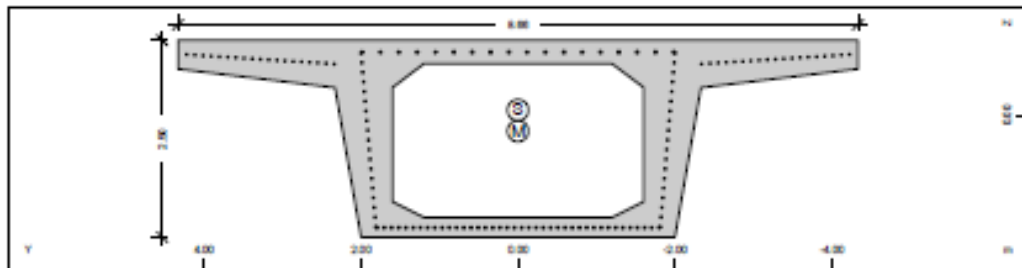
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-ec	modules	gam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
312	=	KIBGTIO-TRACE						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

Cross section No. 313 - KIBGTIO-TRACE


Static properties of cross section

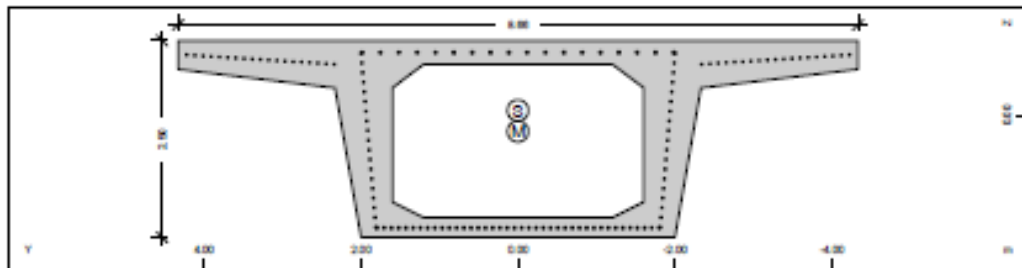
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-ec	modules	gam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
313	=	KIBGTIO-TRACE						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

Cross section No. 314 - KIBGTIO-TRACE


Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-ec	modules	gam
	NoR	It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
314	=	KIBGTIO-TRACE						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

Cross section No. 315 - KIBGTIO-TRACE

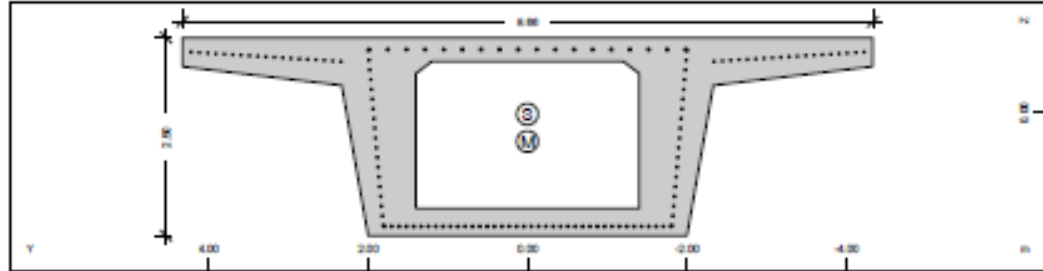


MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz [m ²]	Iy/Iz/Iyz [m ⁴]	ya/za [m]	y/z-sc [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
315	=	KINGTIO-TEAOE						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

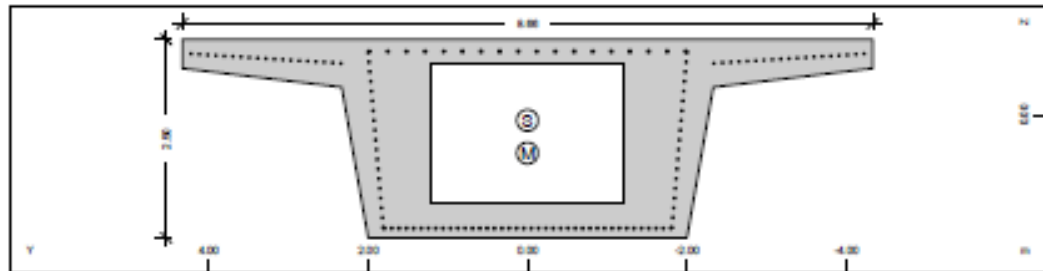
Cross section No. 316 - KINGTIO-TEAOE



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz [m ²]	Iy/Iz/Iyz [m ⁴]	ya/za [m]	y/z-sc [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
316	=	KINGTIO-TEAOE						
	1	7.7988E+00		5.600E+00	0.000	0.000	29878	194.97
	11	1.061E+01		3.562E+01	0.016	0.359	12449	

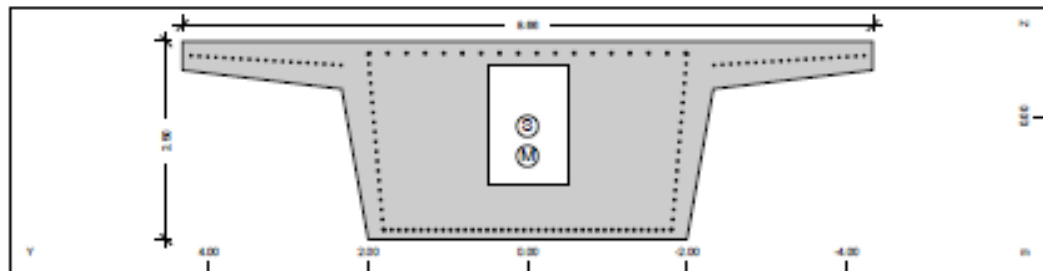
Cross section No. 317 - KINGTIO-TEAOE



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz [m ²]	Iy/Iz/Iyz [m ⁴]	ya/za [m]	y/z-sc [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
317	=	KINGTIO-TEAOE						
	1	8.7490E+00		6.132E+00	0.000	0.000	29878	218.72
	11	1.134E+01		3.694E+01	0.071	0.483	12449	

Cross section No. 318 - KINGTIO-TEAOE

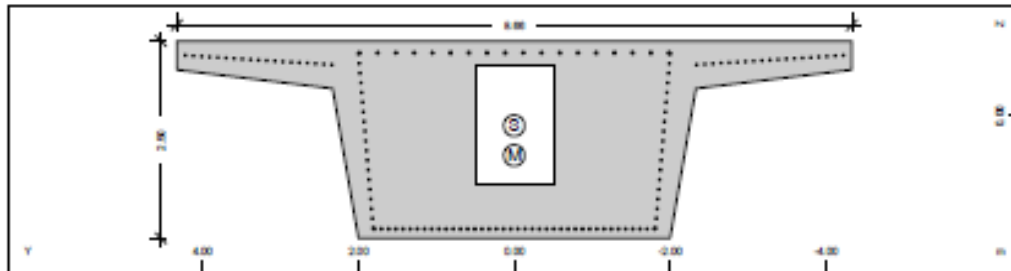


MATERIALS - SECTIONS

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]
318	=	KIBGTIO-TRAOE						
1		1.1450E+01		6.991E+00	0.000	0.000	29878	286.26
11		1.310E+01		3.883E+01	0.123	0.499	12449	

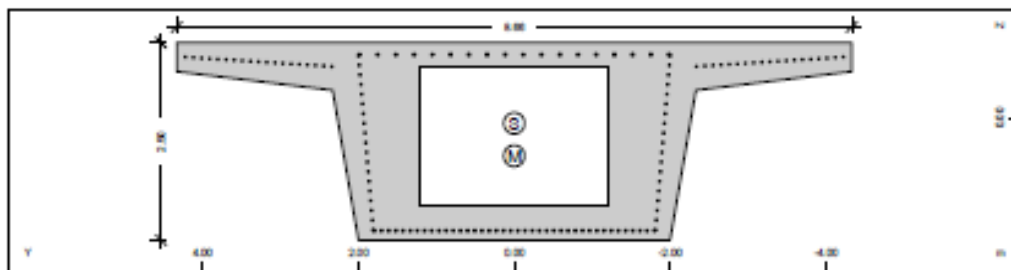
Cross section No. 319 - KIBGTIO-TRAOE



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]
319	=	KIBGTIO-TRAOE						
1		1.1450E+01		6.991E+00	0.000	0.000	29878	286.26
11		1.310E+01		3.883E+01	0.123	0.499	12449	

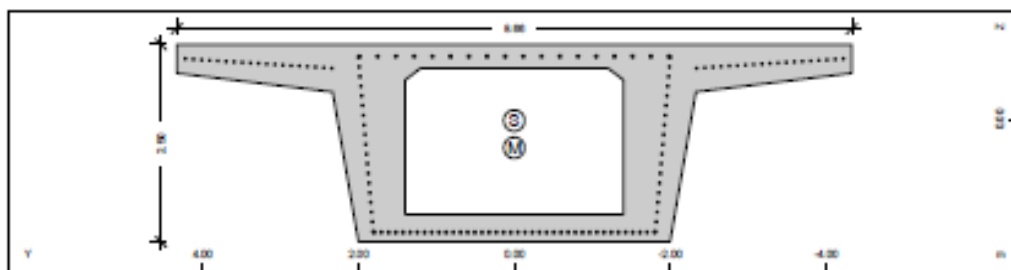
Cross section No. 320 - KIBGTIO-TRAOE



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]
320	=	KIBGTIO-TRAOE						
1		8.7490E+00		6.132E+00	0.000	0.000	29878	218.72
11		1.134E+01		3.694E+01	0.071	0.483	12449	

Cross section No. 321 - KIBGTIO-TRAOE

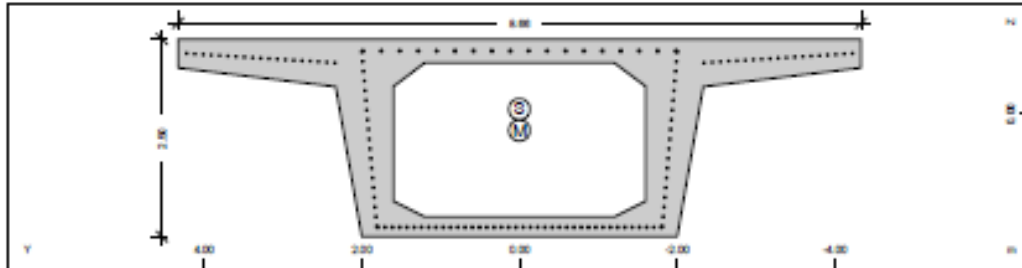


MATERIALS - SECTIONS

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]
321	-	KINGTIO-TRACE						
	1	7.7988E+00		5.600E+00	0.000	0.000	29878	194.97
	11	1.061E+01		3.562E+01	0.016	0.359	12449	

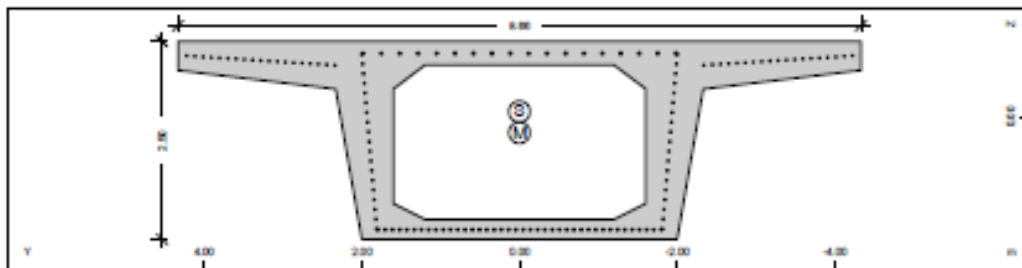
Cross section No. 322 - KINGTIO-TRACE



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]
322	-	KINGTIO-TRACE						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

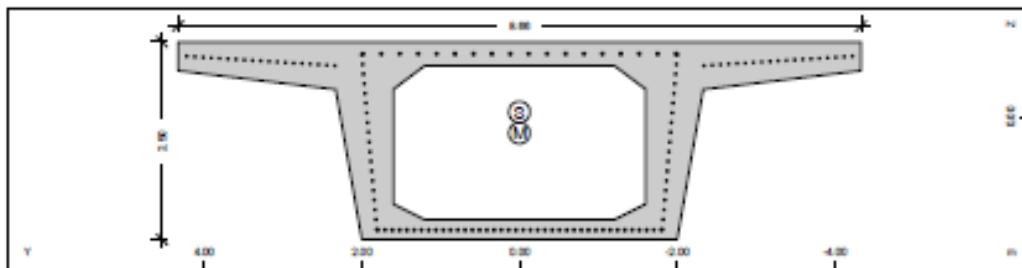
Cross section No. 323 - KINGTIO-TRACE



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	-	KINGTIO-TRACE						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

Cross section No. 324 - KINGTIO-TRACE

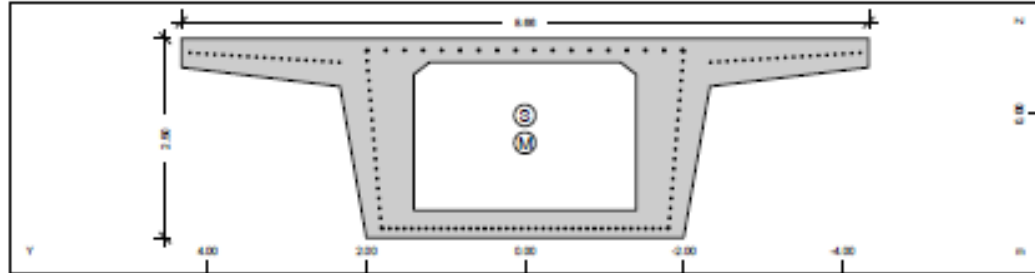


MATERIALS - SECTIONS

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-ec [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
324	-	KINGTIO-TEAGE						
	1	6.9085E+00		4.956E+00	0.000	0.000	29878	172.71
	11	9.686E+00		3.406E+01	-0.062	0.204	12449	

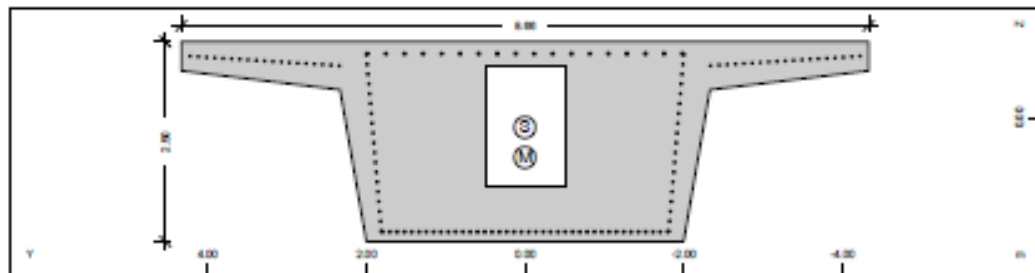
Cross section No. 325 - KINGTIO-TEAGE



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-ec [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
325	-	KINGTIO-TEAGE						
	1	7.7988E+00		5.600E+00	0.000	0.000	29878	194.97
	11	1.061E+01		3.562E+01	0.016	0.359	12449	

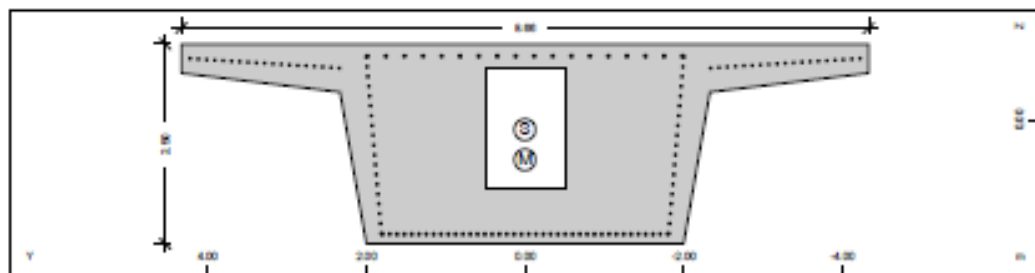
Cross section No. 326 - KINGTIO-TEAGE

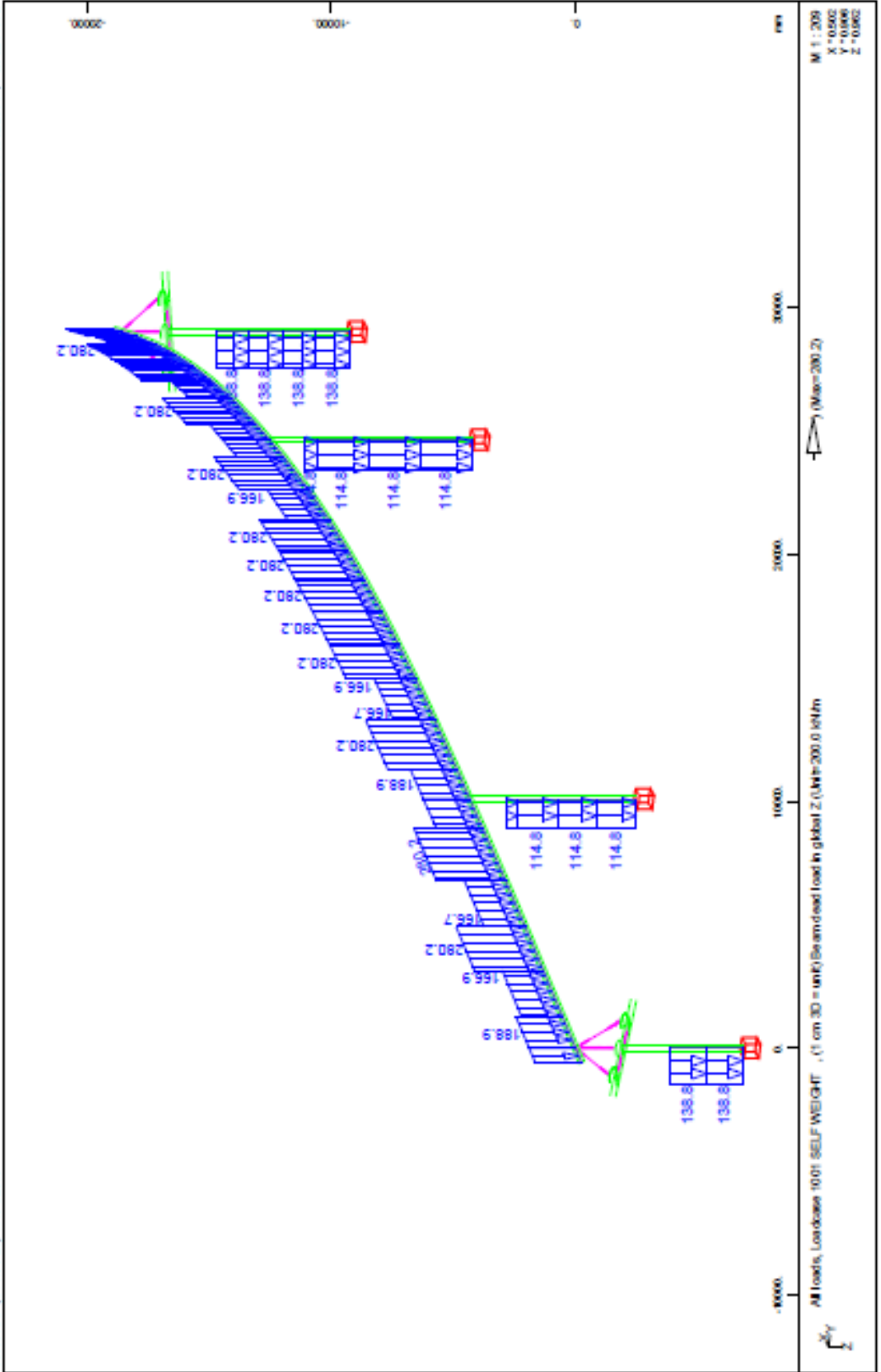


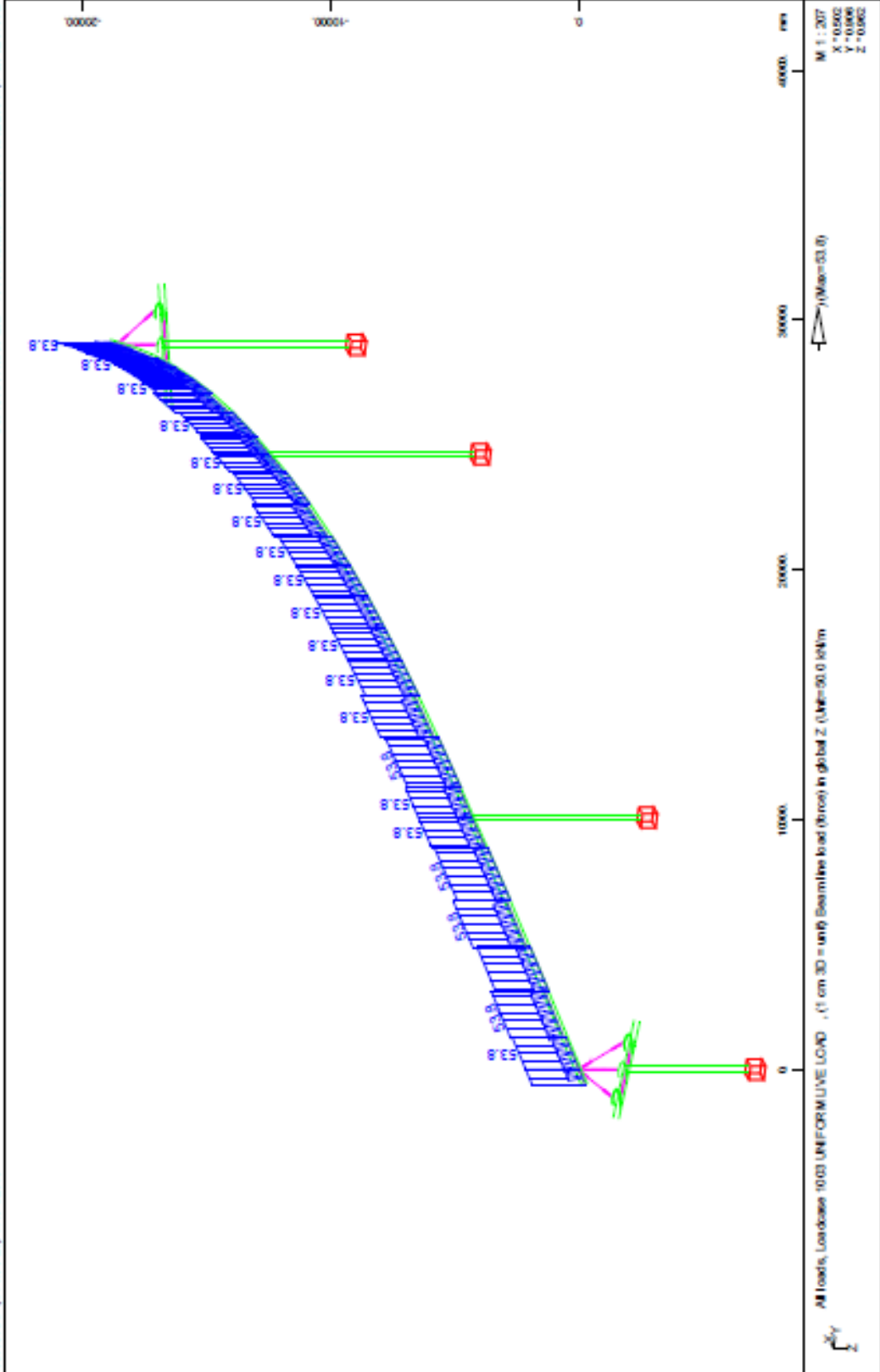
Static properties of cross section

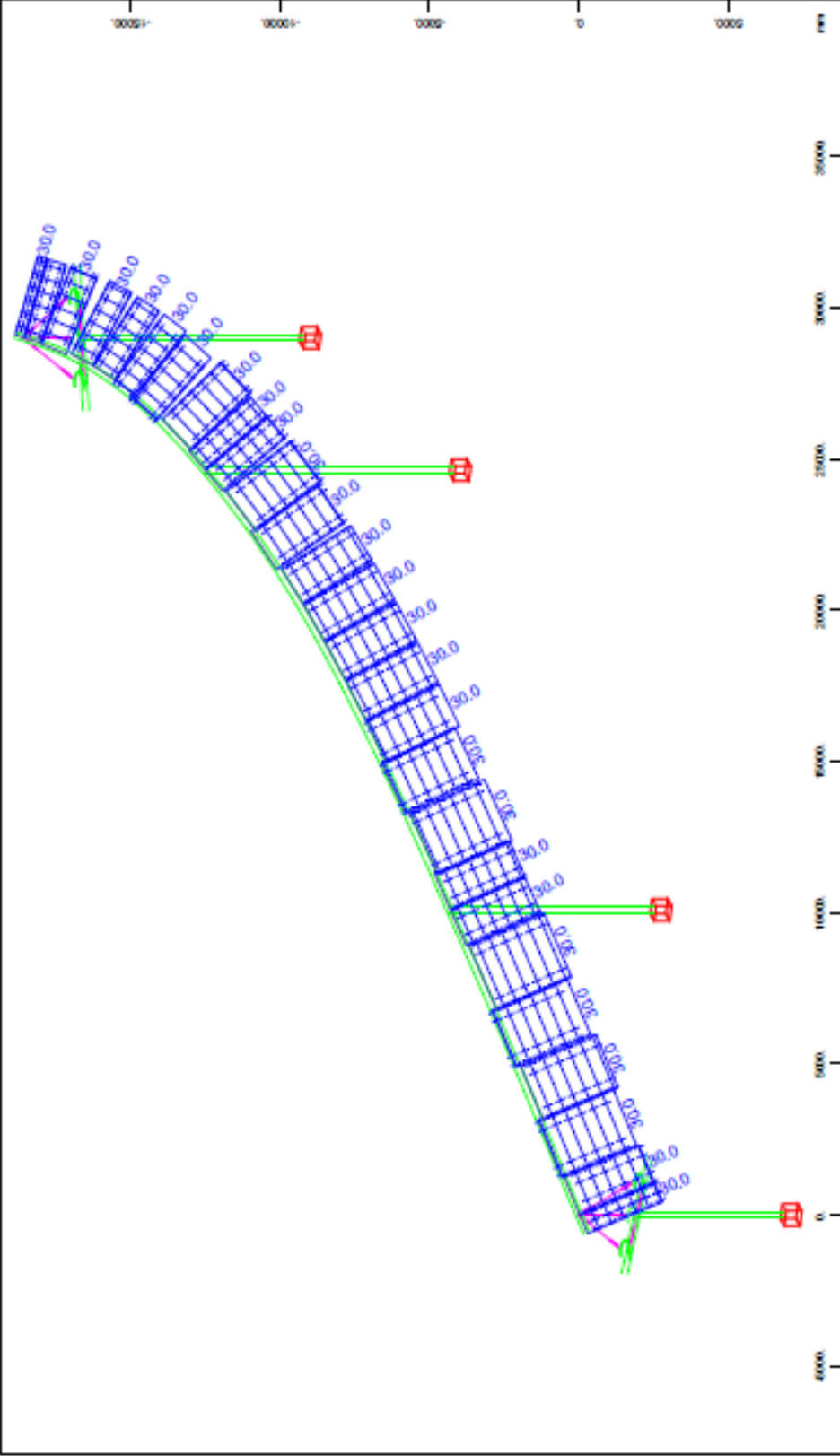
No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz [m ²]	Iy/Iz/Iyz [m ⁴]	ys/zs [m]	y/z-ec [m]	modules [MPa]	gam [kN/m]
326	-	KINGTIO-TEAGE						
	1	1.1450E+01		6.991E+00	0.000	0.000	29878	286.26
	11	1.310E+01		3.883E+01	0.123	0.499	12449	

Cross section No. 327 - KINGTIO-TEAGE



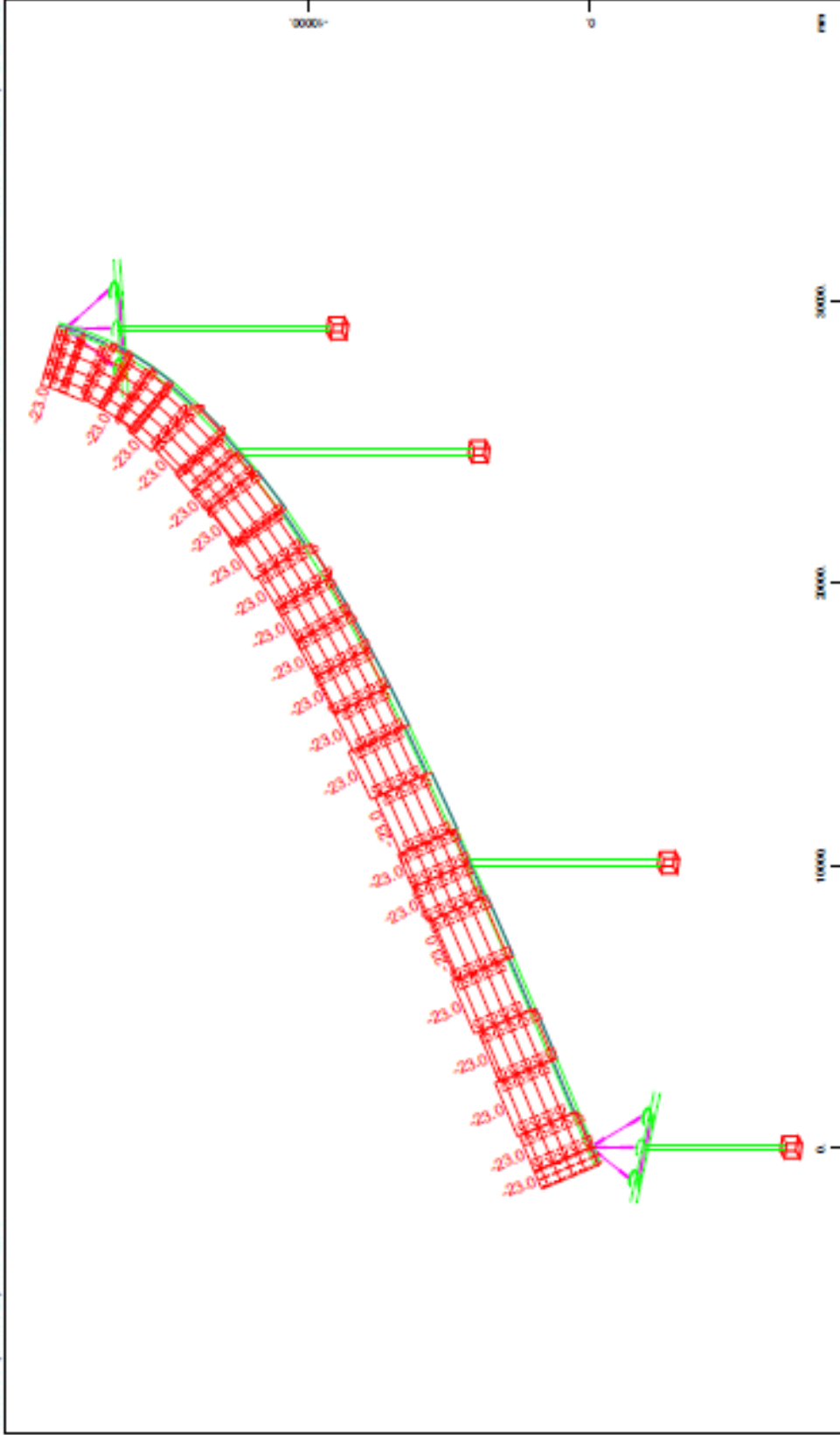






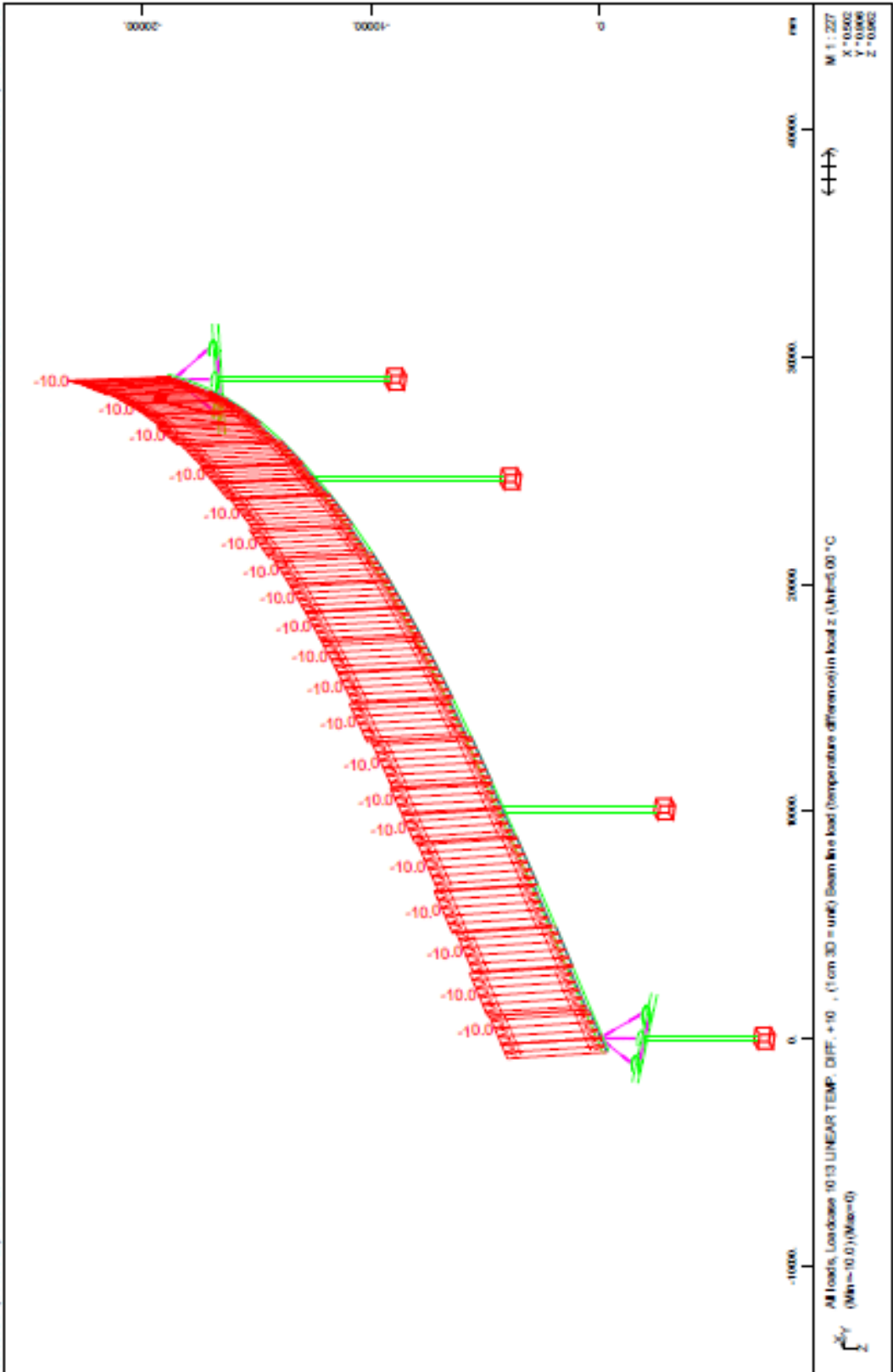
All loads, Loadcase 10111 TEMPERATURE+30 , (1 cm 3D = mm) Beam line load (uniform temperature change) (Unit=30.0 °C)
M 1 : 101
X = 0.502
Y = 0.000
Z = 0.982
←(++) (Max=30.0)

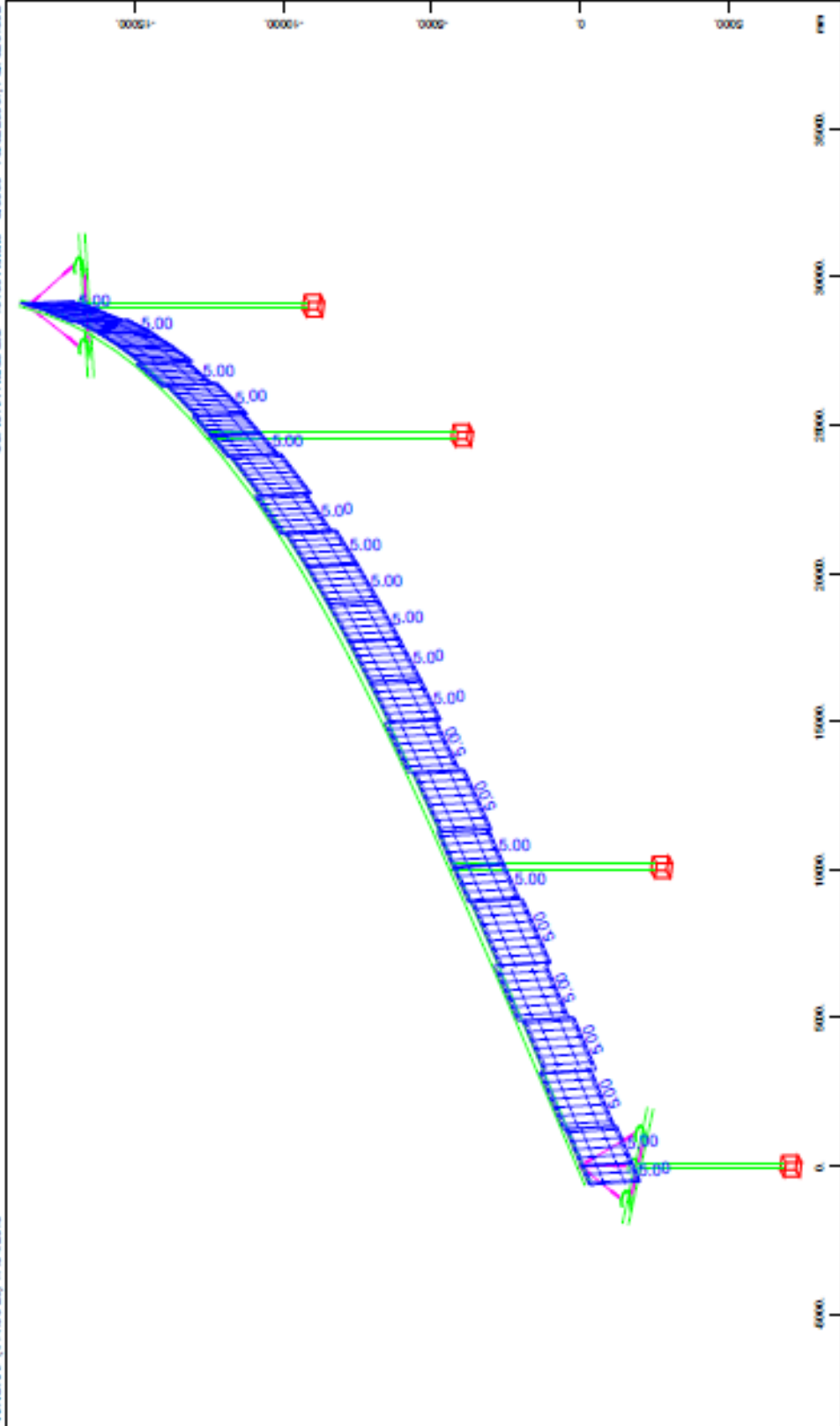
STRUCTURE 17
LOADS



All loads, Loadcase 10:12 TEMPERATURE -23 , (1 cm 3D = unit) Beamline load (uniform temperature change) (Air: 20.0 °C)
M 1: 191
X = 0.002
Y = 0.000
Z = 0.002
← (11) (Min=-23.0) (Max=0)

STRUCTURE 17
LOADS

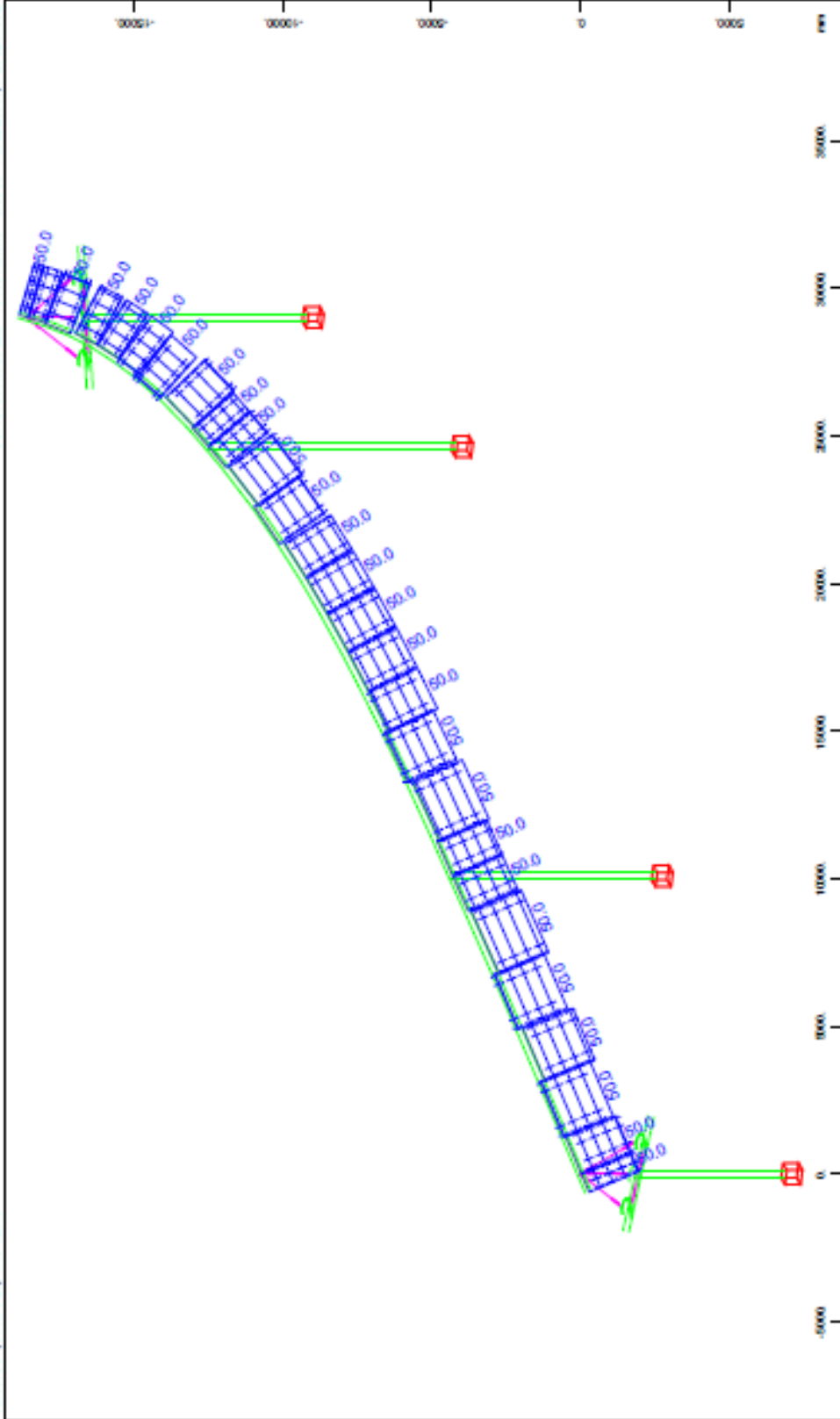




z1
x1 y1

All loads, Loadcase 10:14 LINEAR TEMP. DIFF. -5. (1 cm 3.0= unit) Beam line load temperature difference in local z1 (Unit=5.00°C) (Max=5.00)

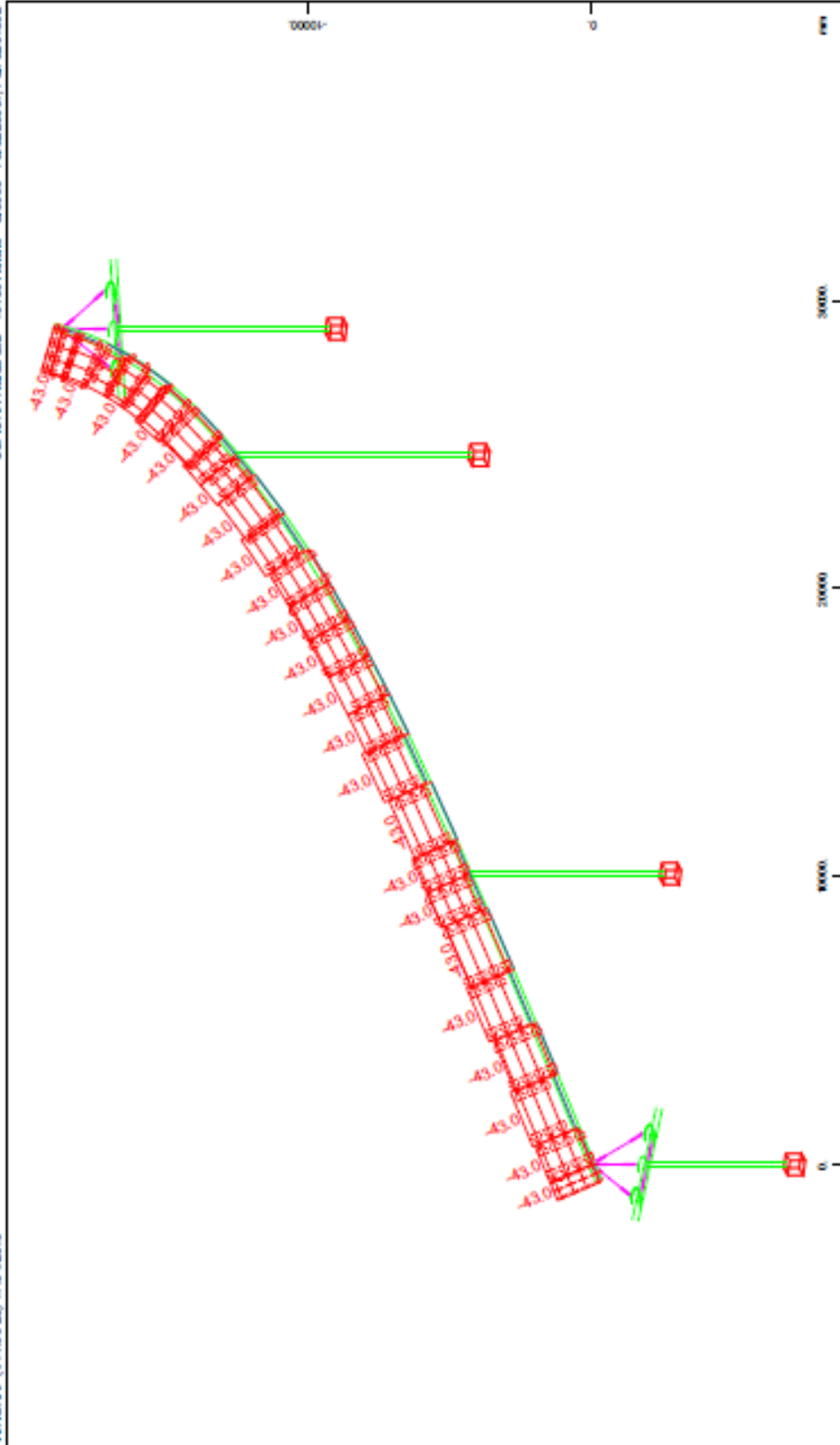
M 1:101
X=0.000
Y=0.000
Z=0.002



All loads, Loadcase 10 15 TEMPERATURE 50 , (1 cm 3D = unit) Beamline load (uniform temperature change) (Unit=50.0 °C)

← + + + + + (Max=0.0)

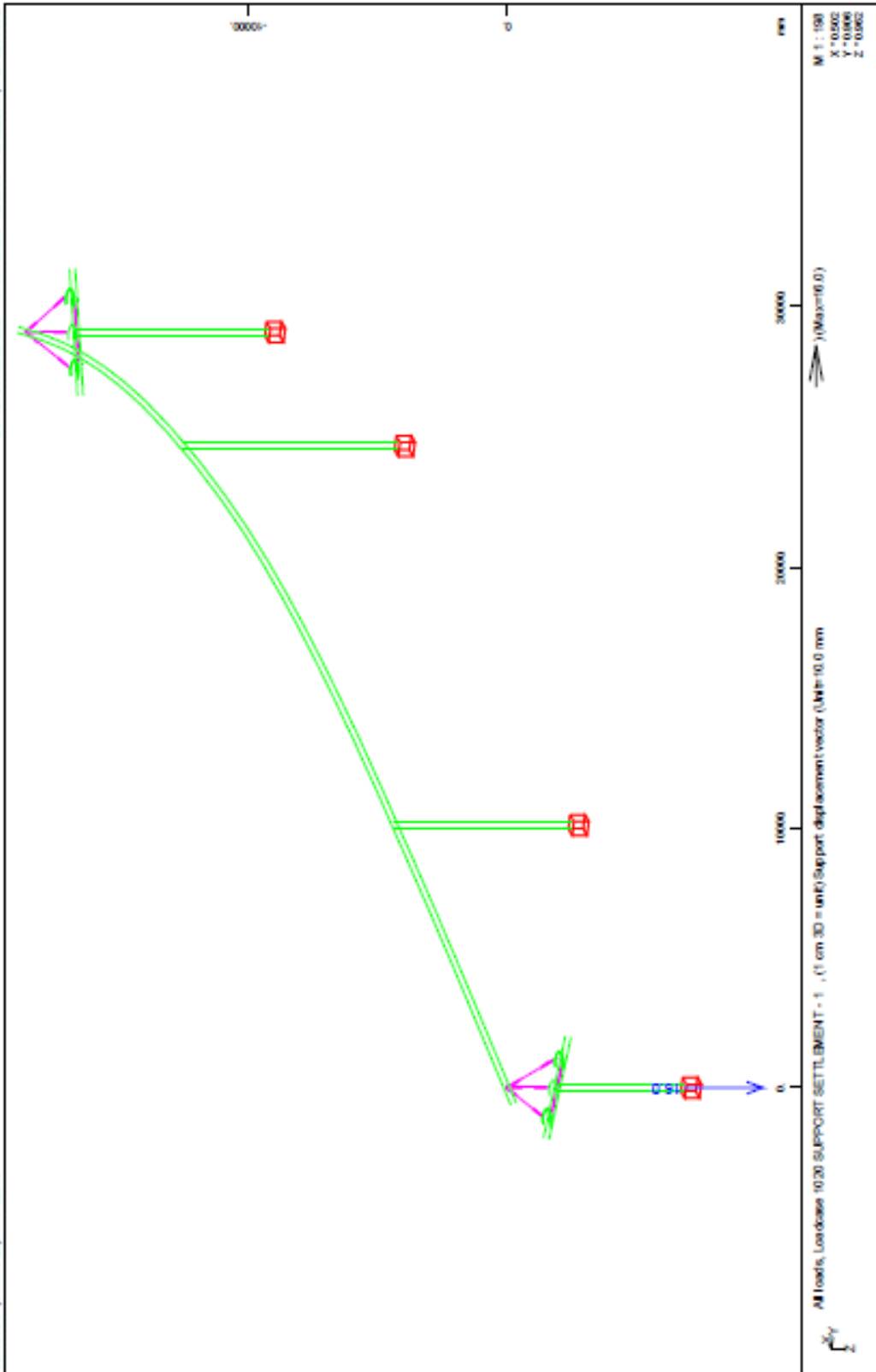
MM : 101
X = 0.002
Y = 0.000
Z = 0.002

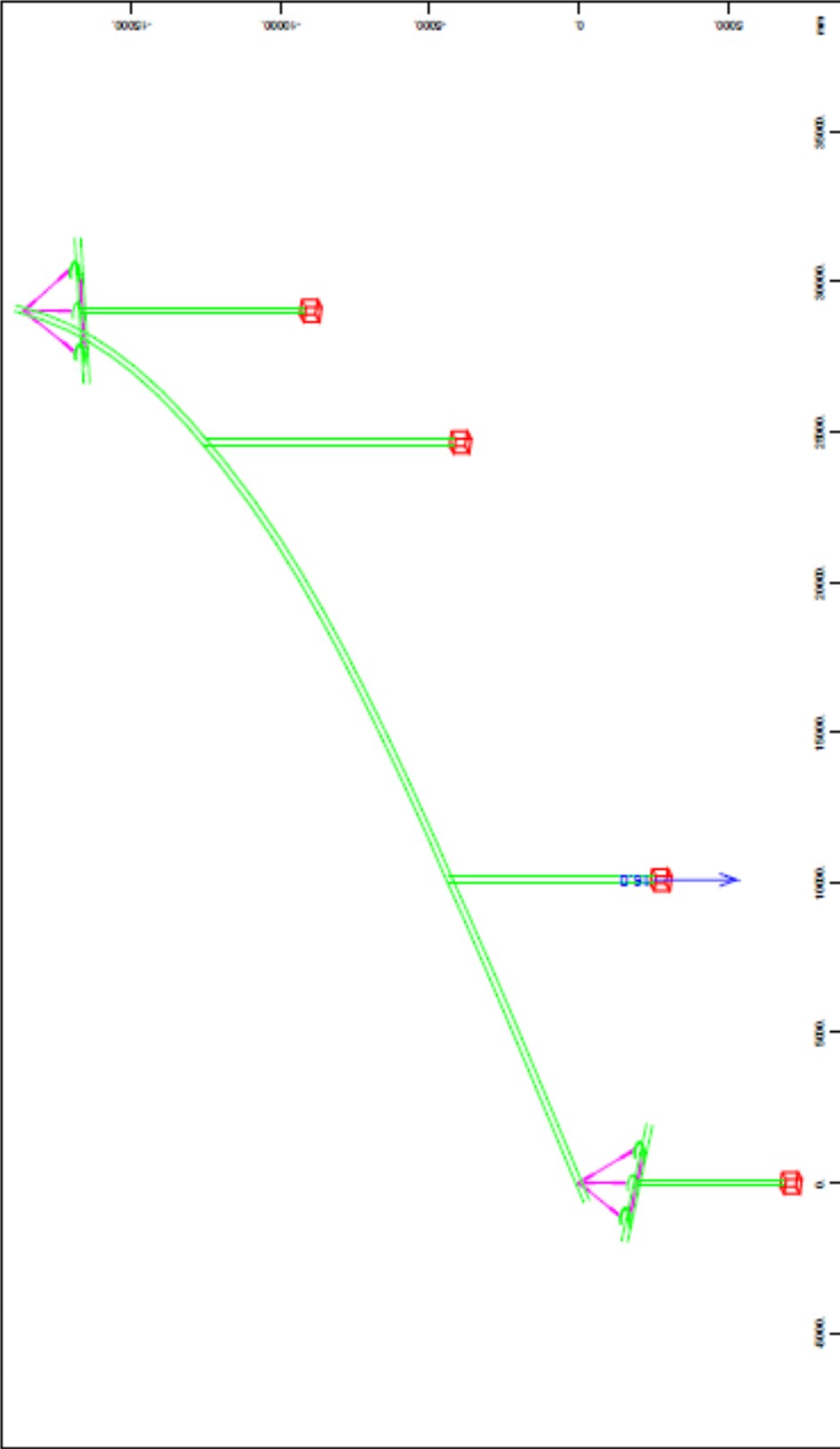


All loads, Loadcase 10 10 TEMPERATURE-43 , (1 cm 3D = unit) Beamline load (uniform temperature change) (UM=50.0 °C)

M : 100
X : 0.000
Y : 0.000
Z : 0.000

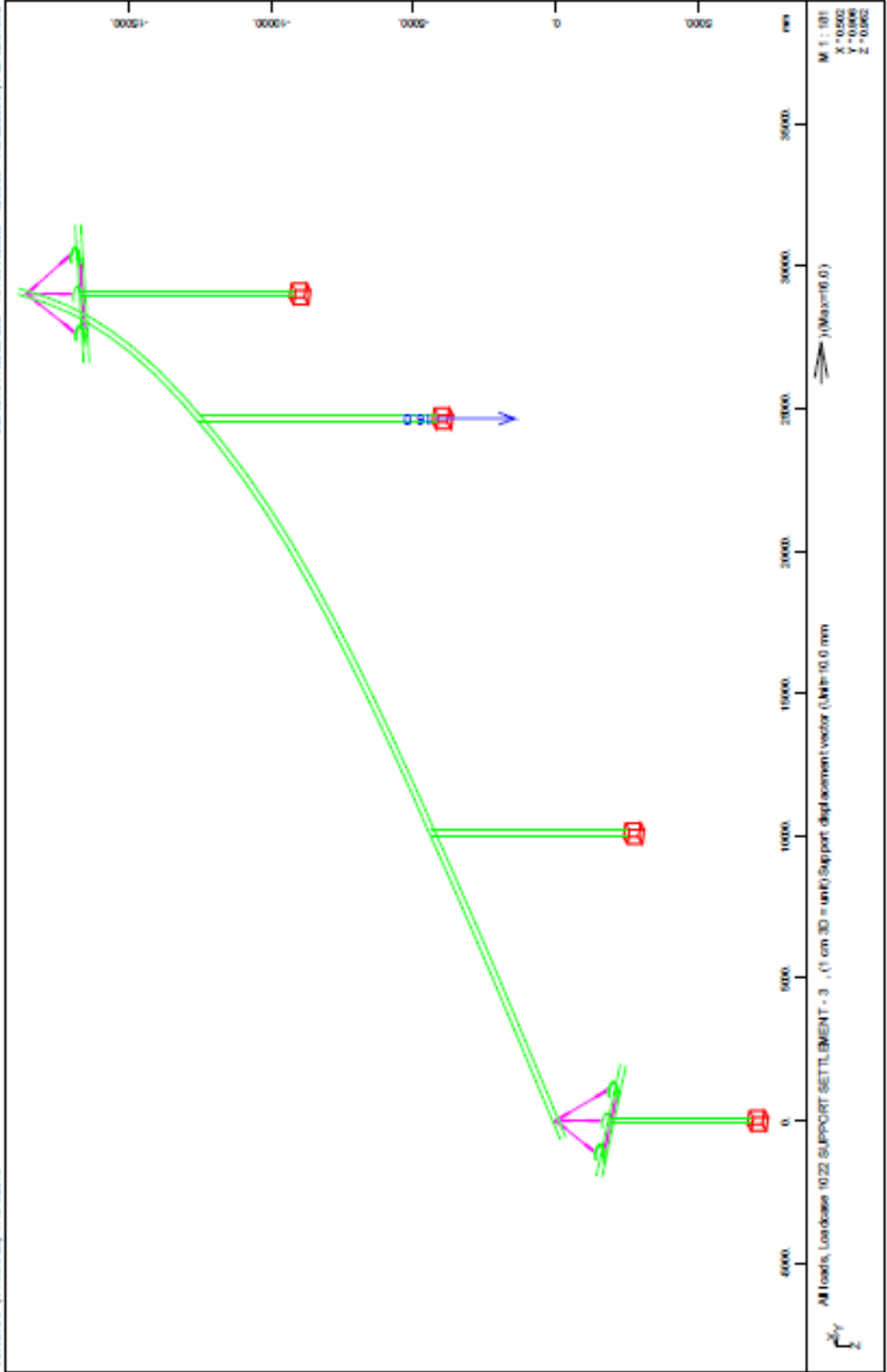
STRUCTURE 17
LOADS

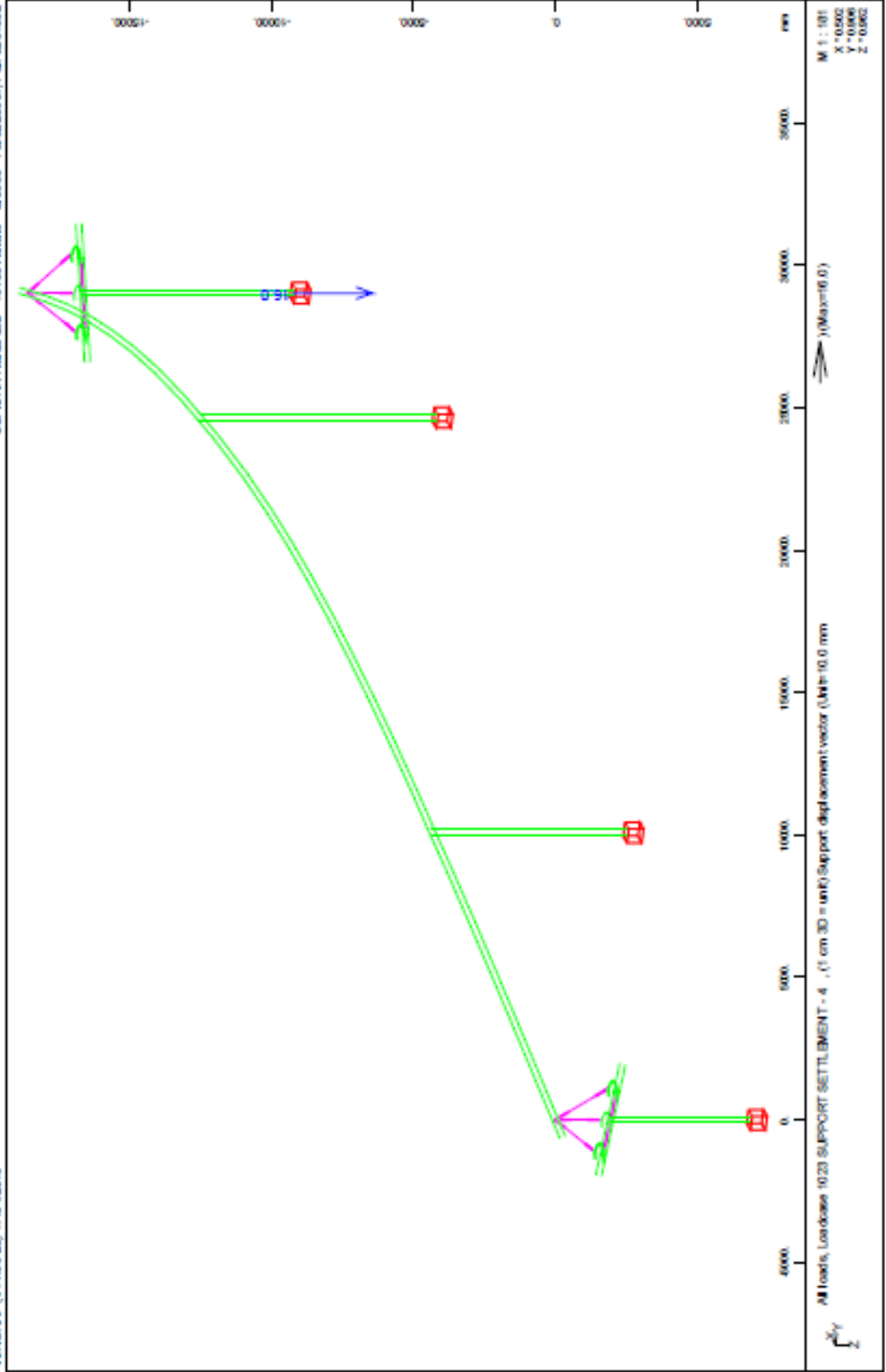


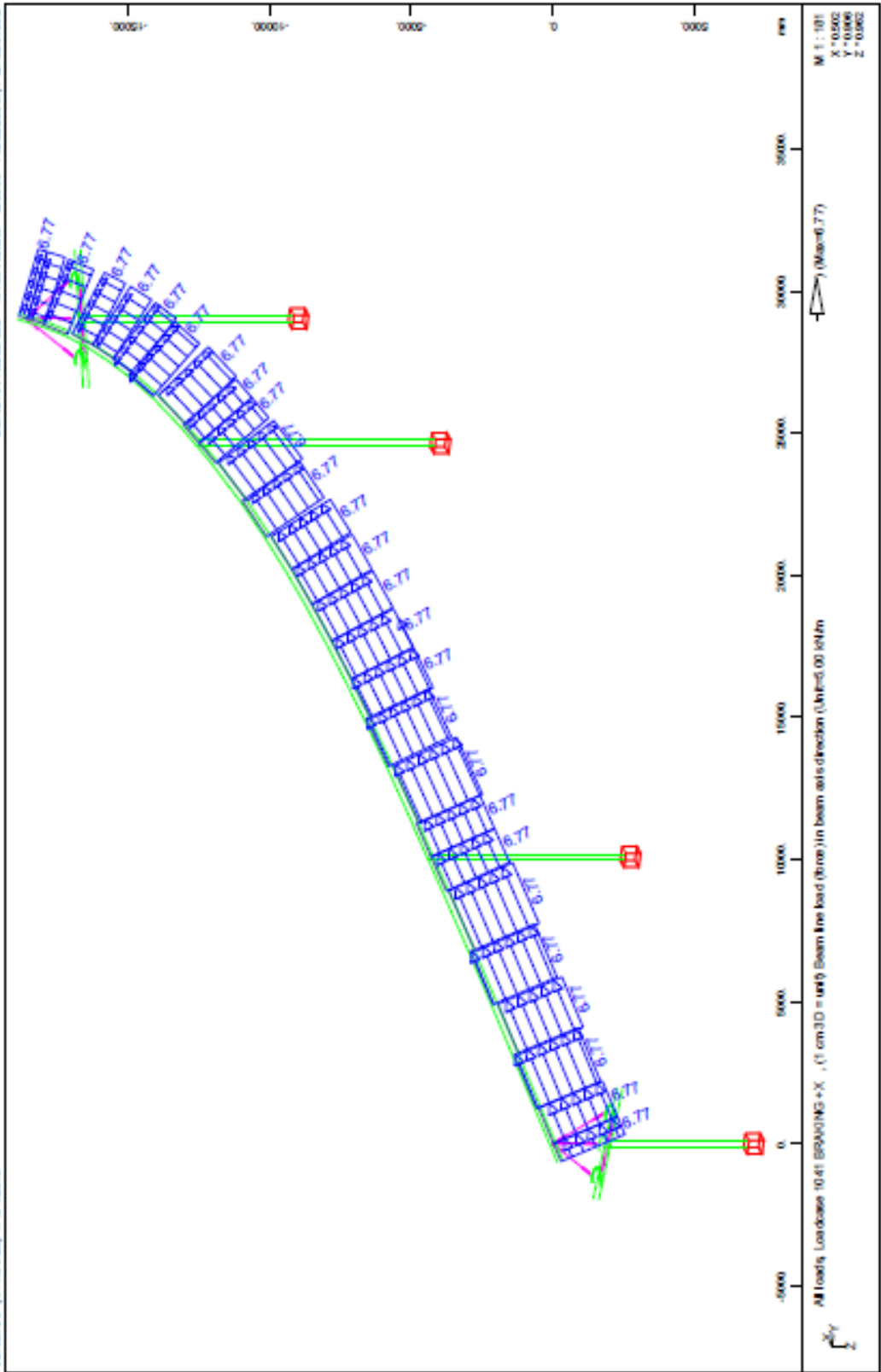


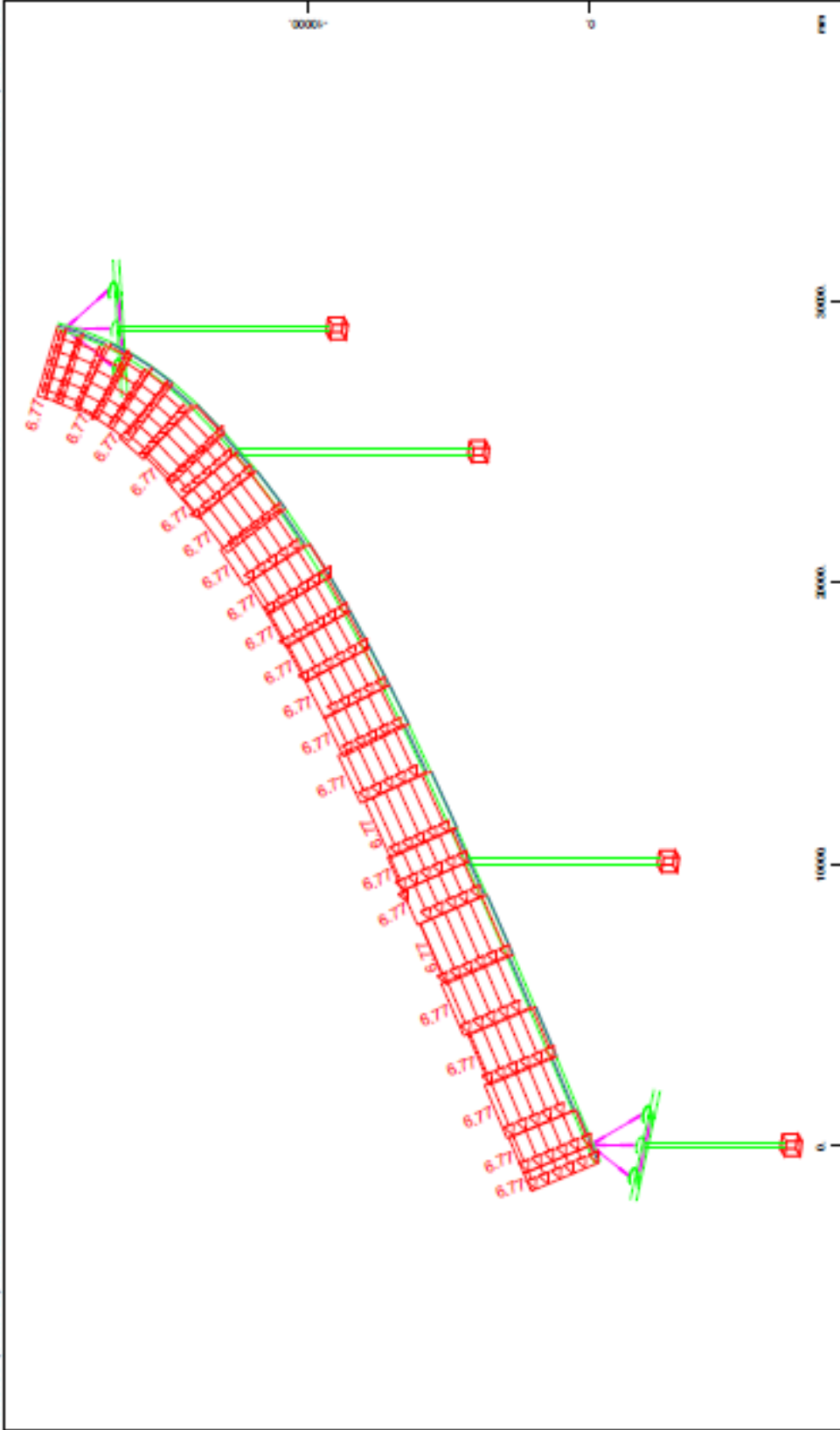
M : 1 : 101
X : 0.500
Y : 0.000
Z : 0.500
(M)ax=(0.0)

STRUCTURE 17
LOADS





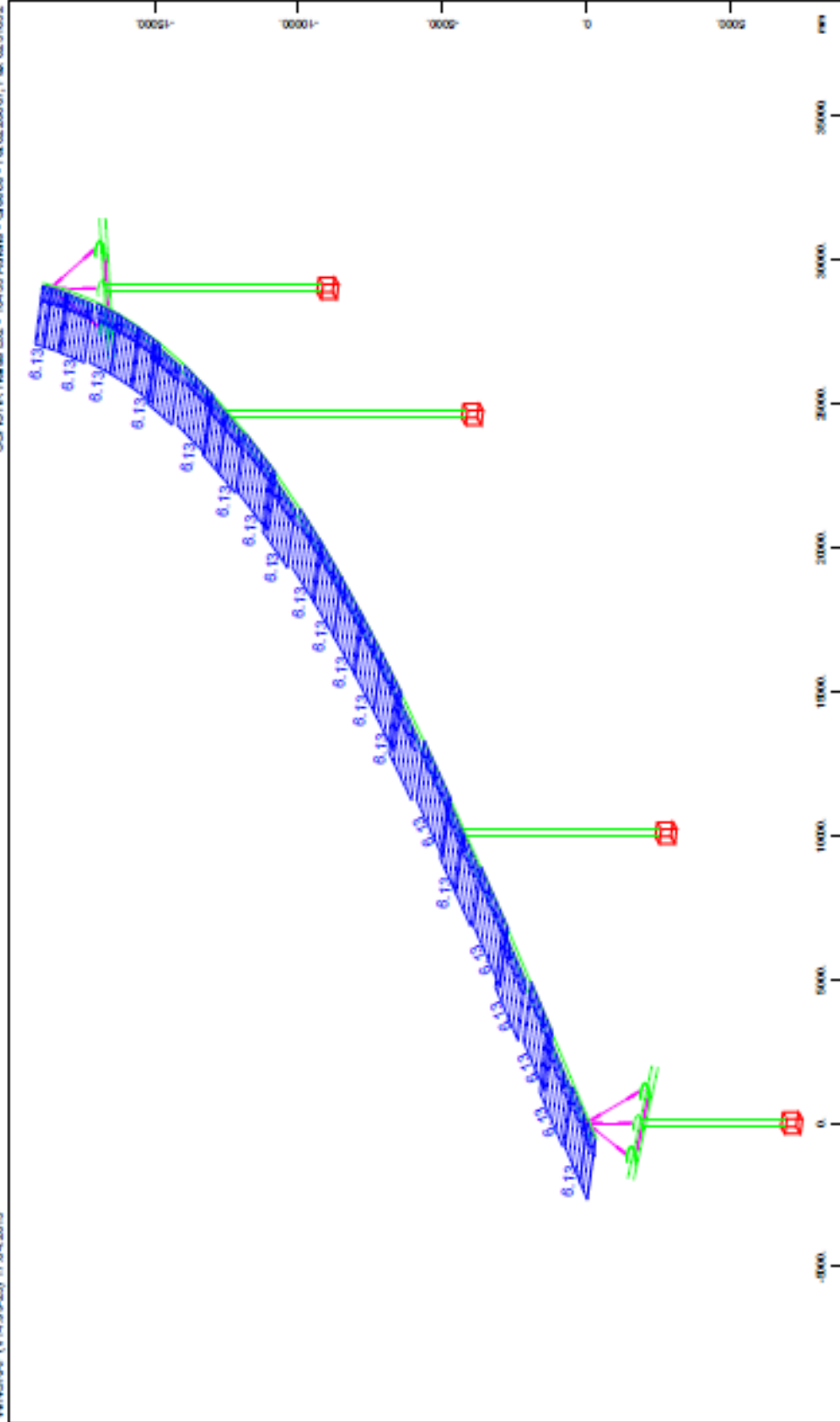




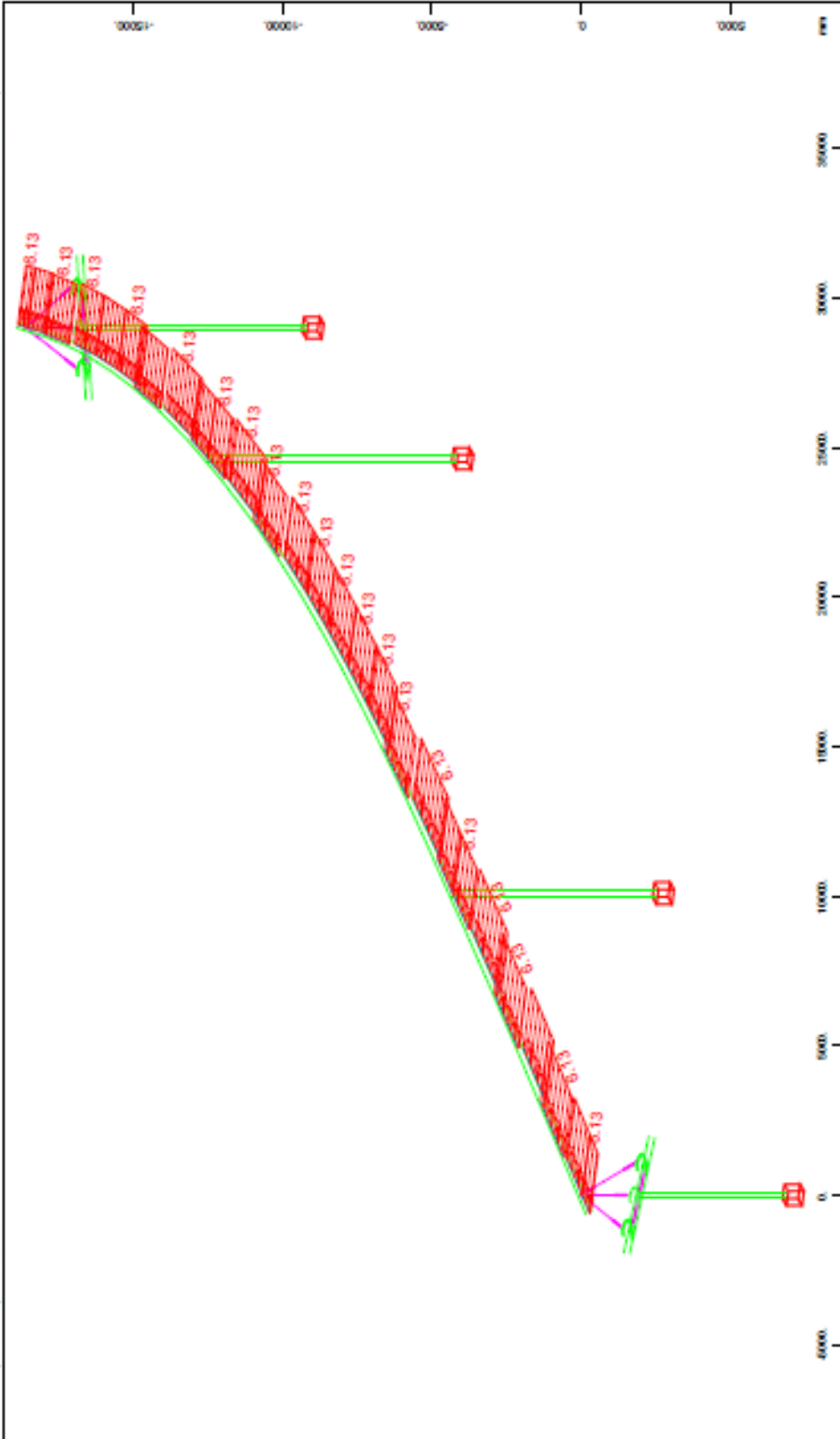
All loads, Loadcase 10-02 BRACING-X, (1 cm 3D = unit) Beamsline load (force) in beam axis direction (Unit=0.00 kN/m)

M 1:191
X=0.002
Y=0.000
Z=0.982

30000 (Min=6.77) (Max=0)



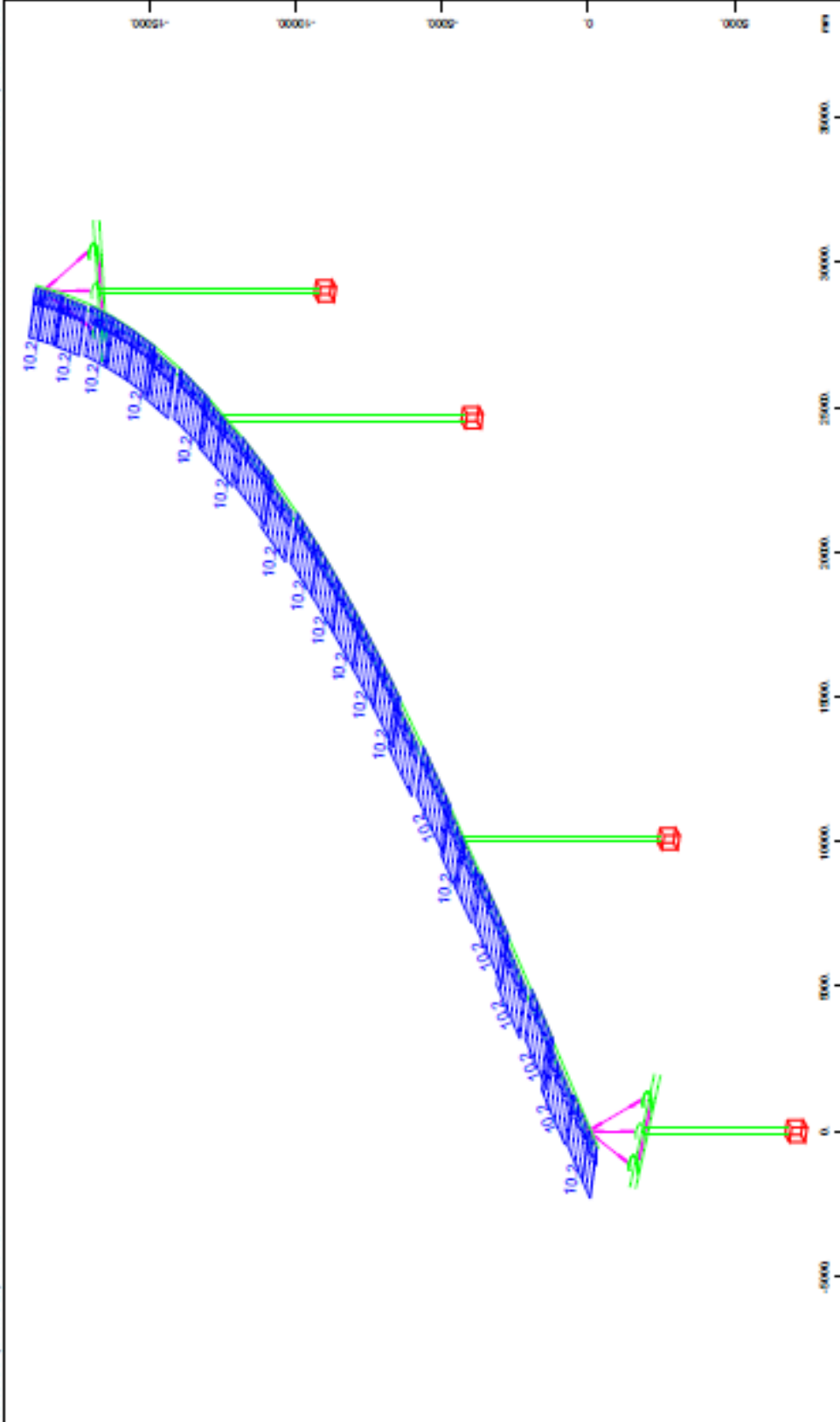
All loads, Loadcase 10:31 WIND UNLOADED -Y', (1 am 3D = unk) Beam line load (force) in global Y (Units: kN/m)
M: 1:100
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 0.000



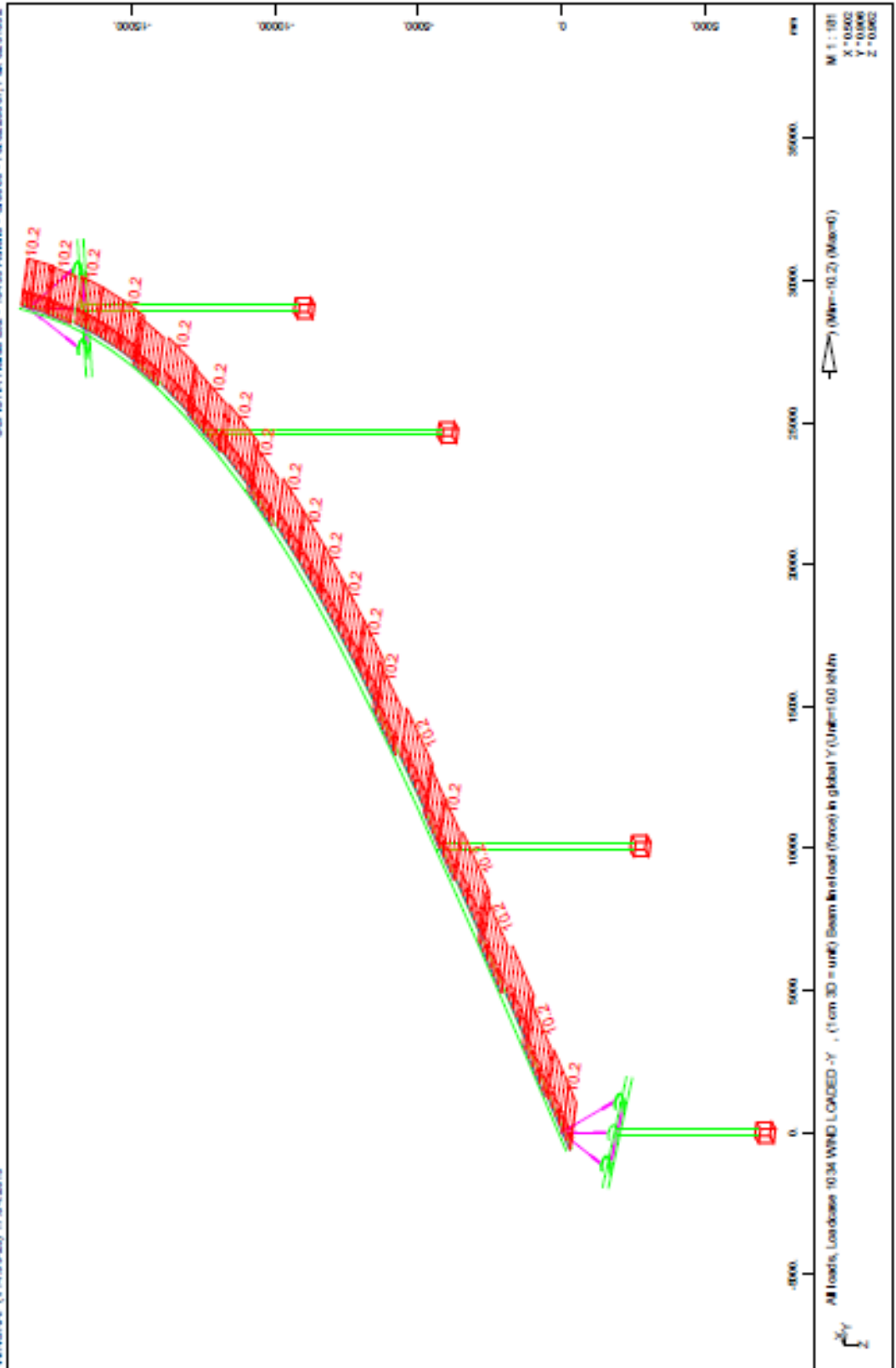
All loads, Loadcase 10:32 WIND UNLOADED - Y, (1 cm 3D = unit) Beamline load (force) in global Y, (Unit=0.01 kN/m)
(Min=6.12)(Max=0)

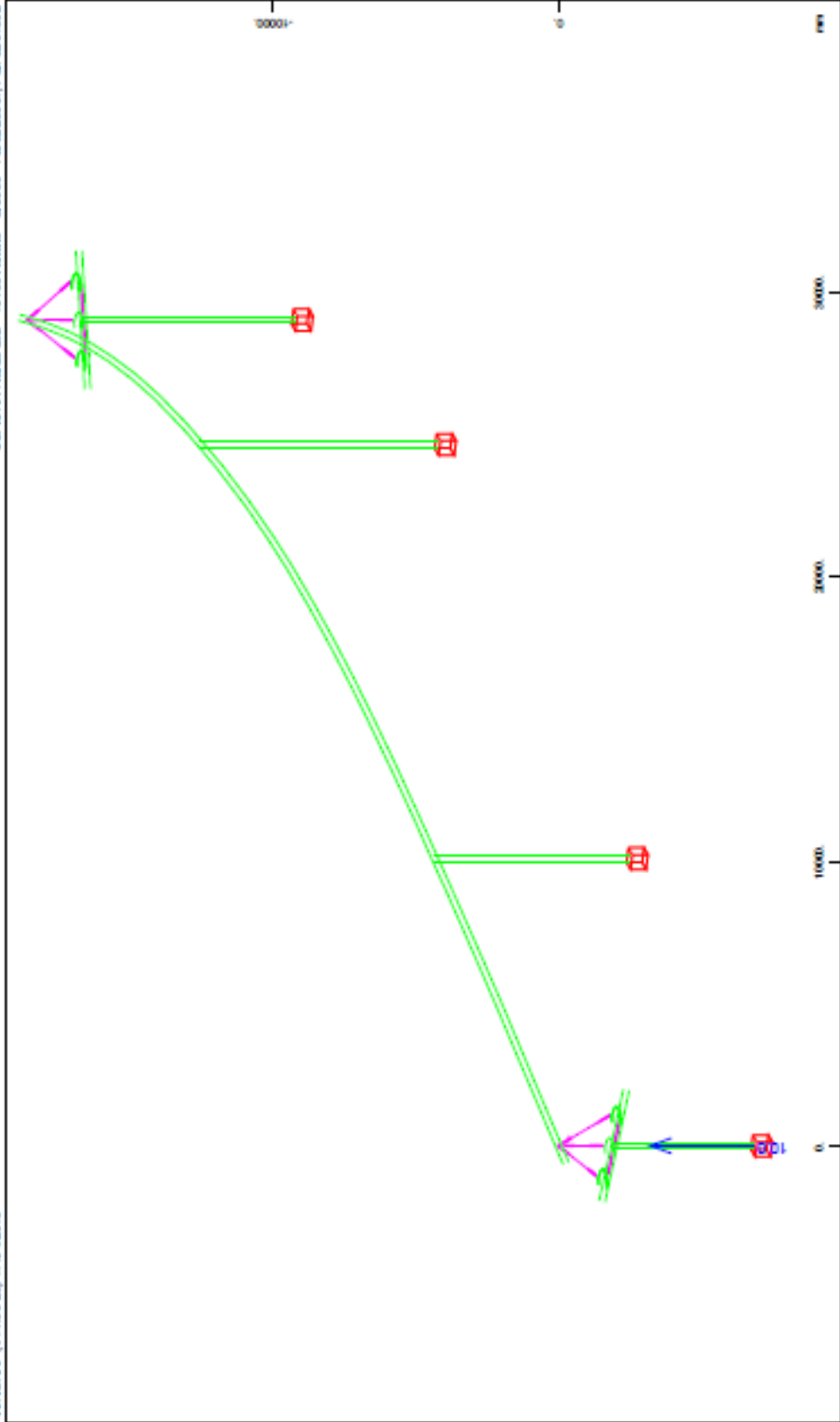
M : 101
X : 0.002
Y : 0.006
Z : 0.062

STRUCTURE 17
LOADS



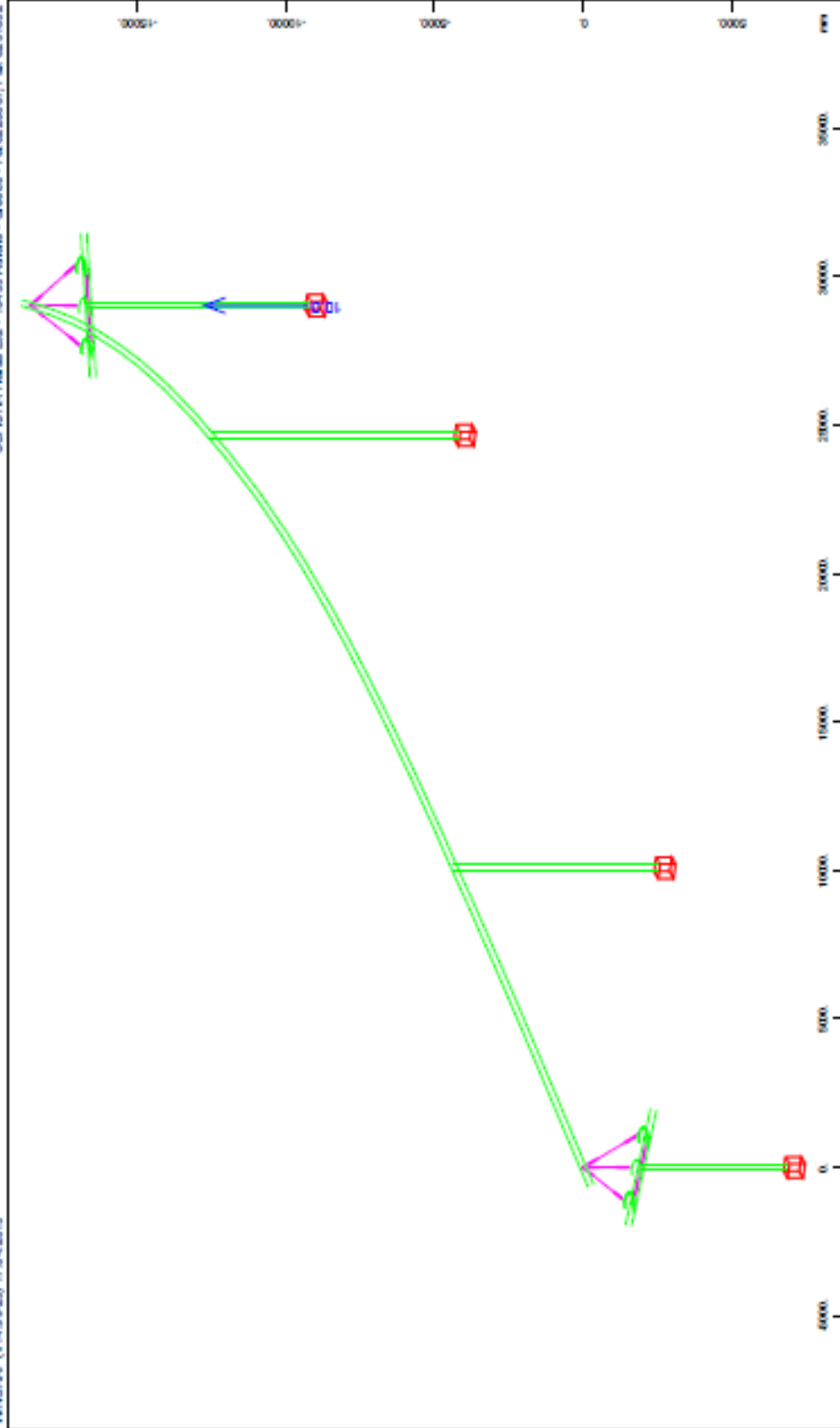
All loads, Loadcase 10.33 WIND LOADED +Y, (1 cm 3D = unit) Beamline load (force) in global Y (Unit=10.0 kN/m)
Magnif: 0.2
M: 1: 105
X: 0.002
Y: 0.006
Z: 0.002





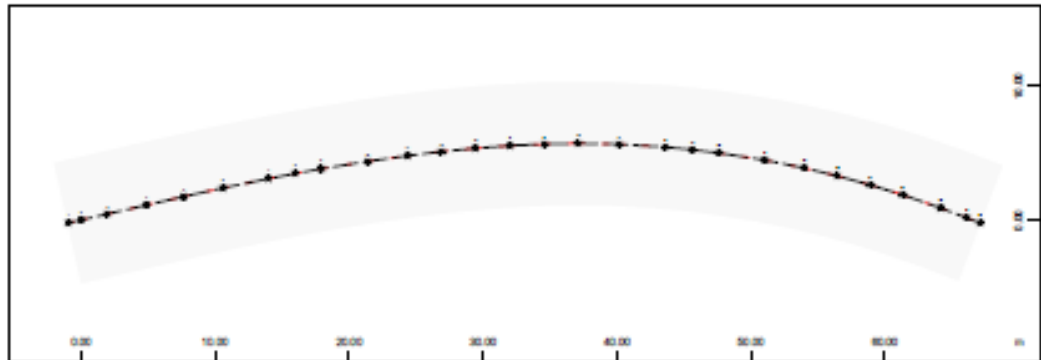
M : 100
X : 10500
Y : 0
Z : 10000

(Max=0.0)



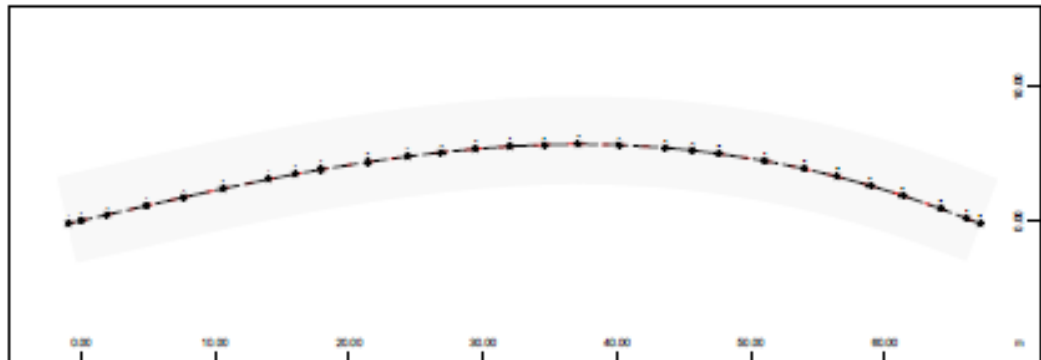
All loads: Loadcase 1033 BEARING REPLACEMENT - 4, (1 cm 3D = unk) Support displacement vector (Unit=0.01 mm)
y)Max=0.0
M 1 : 101
X : 0.000
Y : 0.000
Z : 0.000

STRUCTURE 17
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS



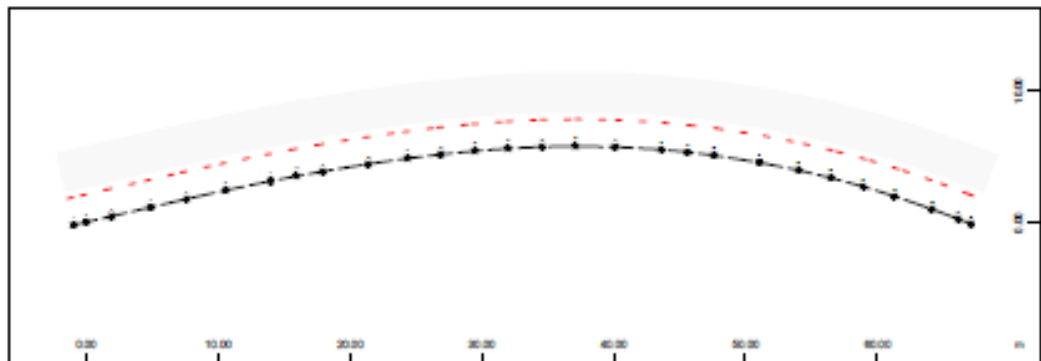
Neighbour nodes to lane AXIS.1 (DX = 0.500)

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		



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		

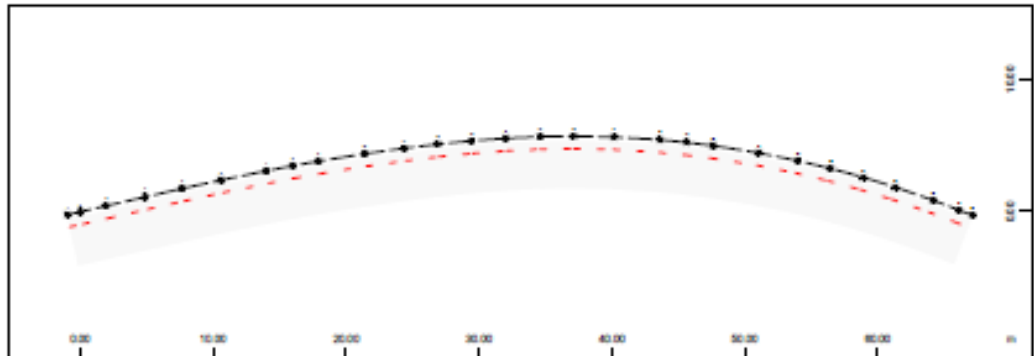


Neighbour nodes to lane AXIS.11 (DX = 0.500)

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		

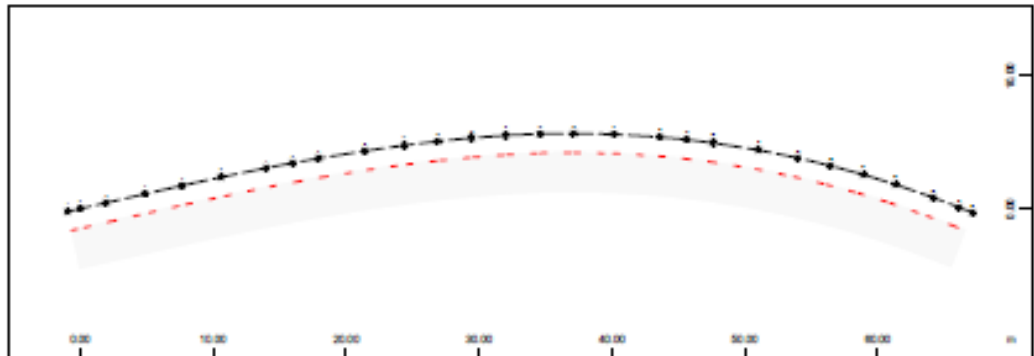
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 17
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS



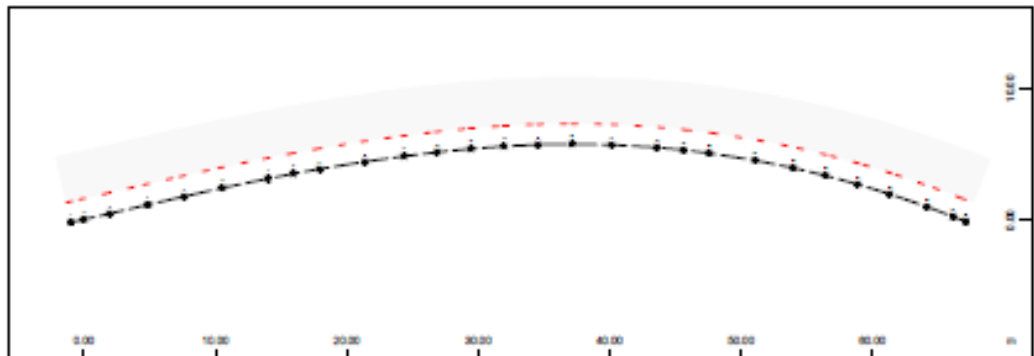
Neighbour nodes to lane AXIS.20 (DX = 0.500)

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		



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		



X
 Z Y

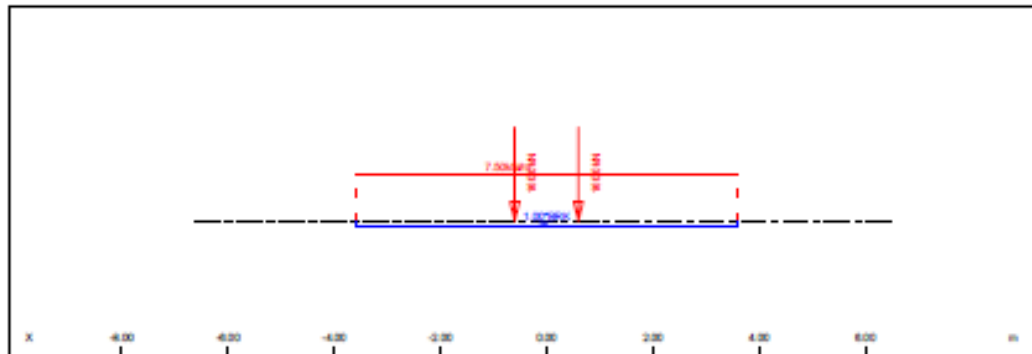
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 17
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)

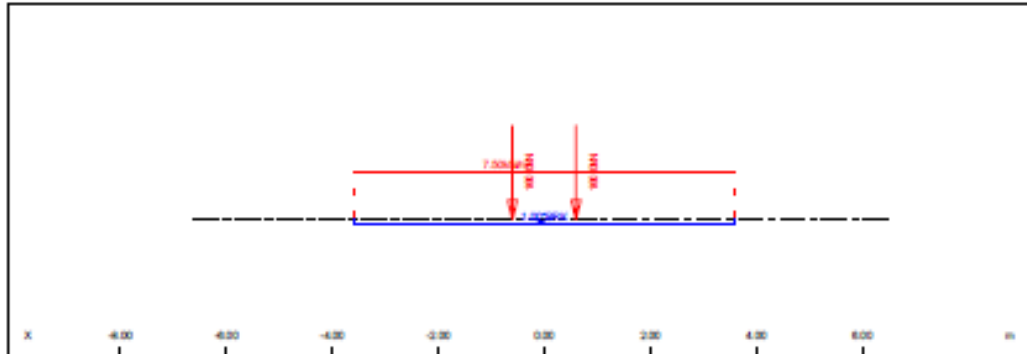
Load Train
 LMI / 200 EN 1991-3 Load model LM1
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 160.0 [kN]
 Traffic Lane 2.50 [kN/m2]
 Residual Area 2.50 [kN/m2]
 Brake load 1.7 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]



Load elements of Load Train												
	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[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 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 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

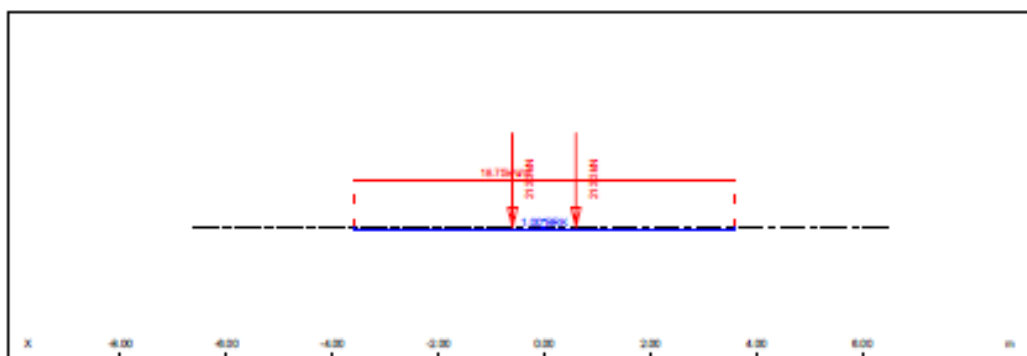
STRUCTURE 17
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS
Load Train
 Wind loading in unfavourable direction

Load elements of Load Train

	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	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]	
R	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
R	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 LM1
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 213.3 [kN]
 Traffic lane 6.25 [kN/m2]
 Residual Area 6.25 [kN/m2]
 Brake load 1.7 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]


SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 17
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS
Load elements of Load Train

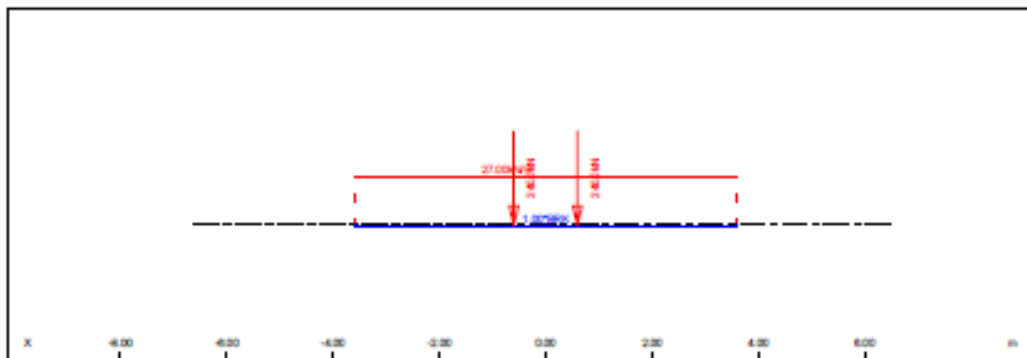
	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
p	18.75	1.0*BRK	0.00	18.75	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	213.3	0.0	0.0	213.3	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
E	213.3	0.0	0.0	213.3	1.0	0.600		0.000	0.000	b/1-Wb	0.400	0.400
										b/1-Wb	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

LMI / 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	1.7 [kN]
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	ha	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	
E	240.0	0.0	0.0	240.0	1.0	0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
										b/1-Wb	0.400	0.400
										b/1-Wb	0.400	0.400

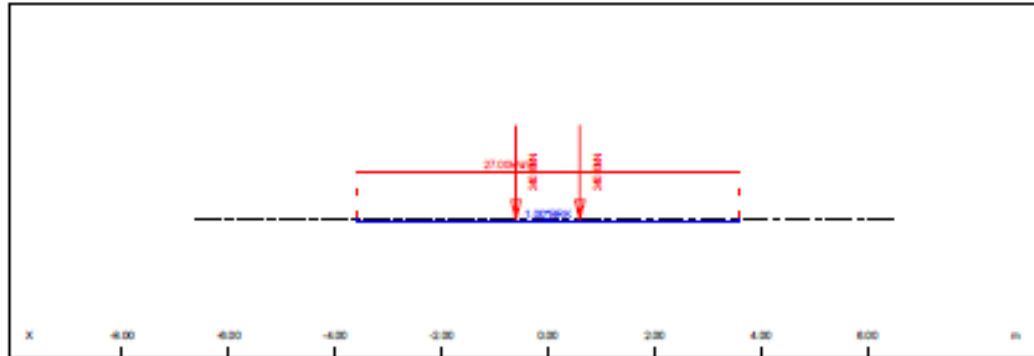
Load Train 301 (L) TS 300kN

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 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]

STRUCTURE 17
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS

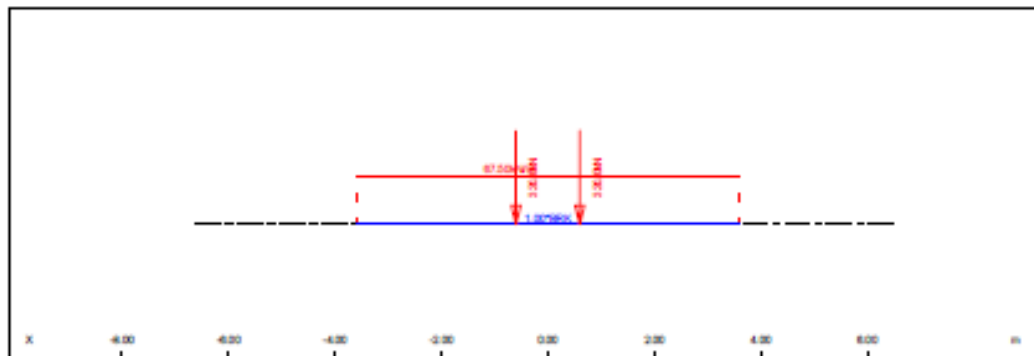
Load Train
 Fact.centrifugal 1.000 [-]

Load elements of Load Train

	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	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	
											b/l-Wh	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

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 IM1
 Load Train 300.000 [-]
 Axle load 320.0 [kN]
 Traffic Lane 22.50 [kN/m2]
 Residual Area 6.25 [kN/m2]
 Brake load 1.7 [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


SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 17
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS

Load elements of Load Train

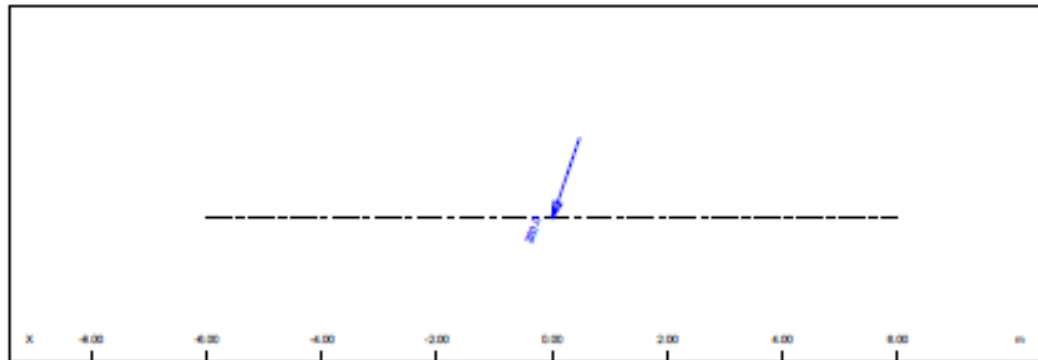
	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
P	67.50	1.0*BRK	0.00	67.50	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	320.0	0.0	0.0	320.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
										b/l-Wb	0.400	0.400
E	320.0	0.0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

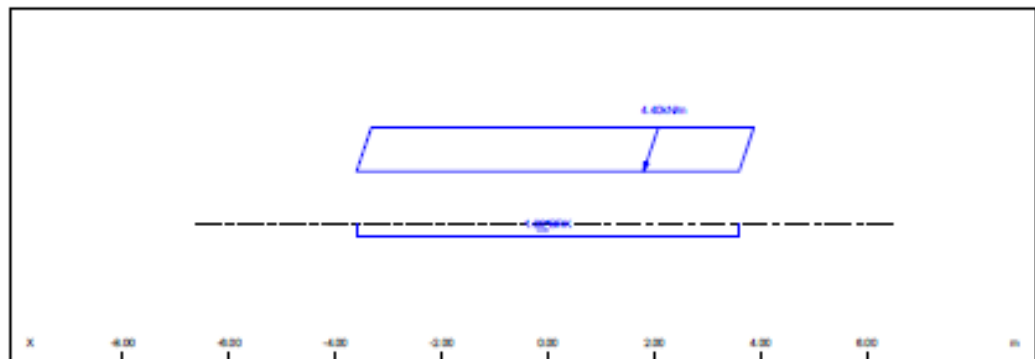
	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	b	cont@
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
E	0.0	0.0	280.0	0.0	0.0	0.000		0.000	0.000	0.000		

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

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 [-]

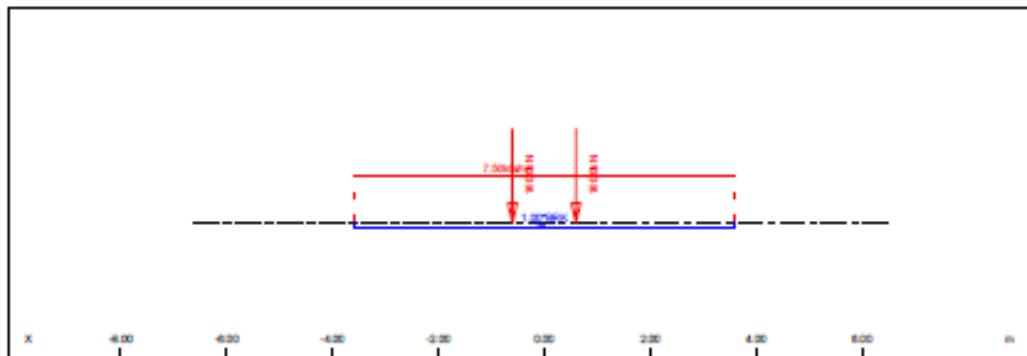
STRUCTURE 17
DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS

Load elements of Load Train

	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	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	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
R	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/l-Wb	0.400 0.400
R	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/l-Wb	0.400 0.400

STRUCTURE 17
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)

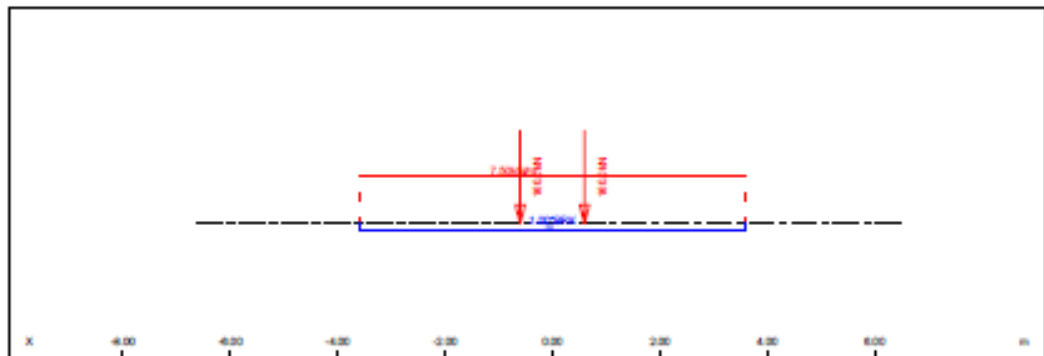
Load Train
 LMI / 200 EN 1991-3 Load model LM1
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 160.0 [kN]
 Traffic Lane 2.50 [kN/m2]
 Residual Area 2.50 [kN/m2]
 Brake load 1.7 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]


Load elements of Load Train

	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	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]	
R	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
										b/l-Wb	0.400	0.400
R	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
										b/l-Wb	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 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 17
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES


Load elements of Load Train

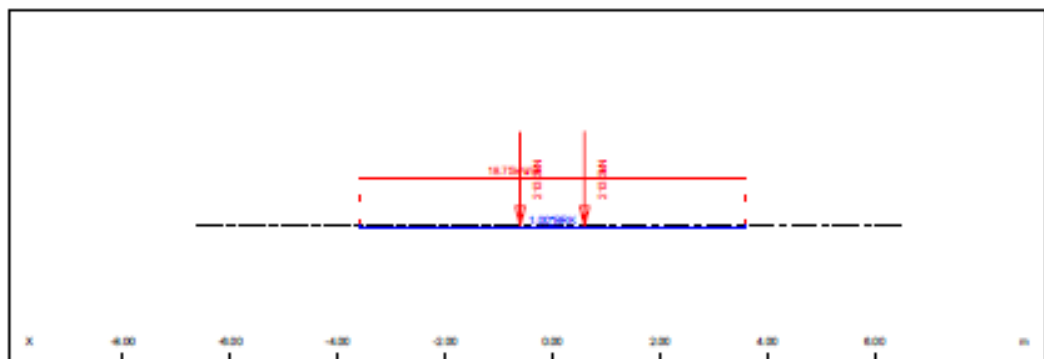
	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
p	7.50	1.0*BRK	0.00	7.50	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
R	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/l=Wh	0.400 0.400
											0.000	-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	1.7	[kN]
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	ha	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	

STRUCTURE 17
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

Load elements of Load Train

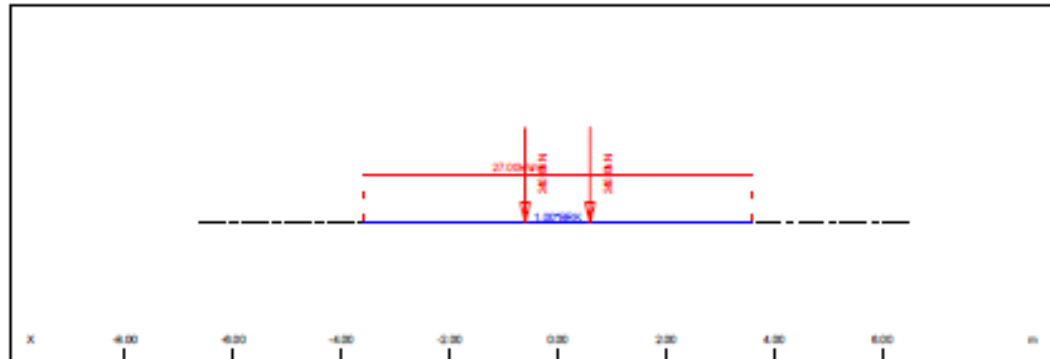
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
E	213.3	0.0	0.0	213.3	1.0	-0.600	0.000	0.000	0.000	-2.000
									b/l-Wh	0.400 0.400
E	213.3	0.0	0.0	213.3	1.0	0.600	0.000	0.000	0.000	-2.000
									b/l-Wh	0.400 0.400

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	1.7	[kN]
Total factor	1.000	[-]
Width of loading	3.000	[m]
Fact.centrifugal	1.000	[-]



Load elements of Load Train

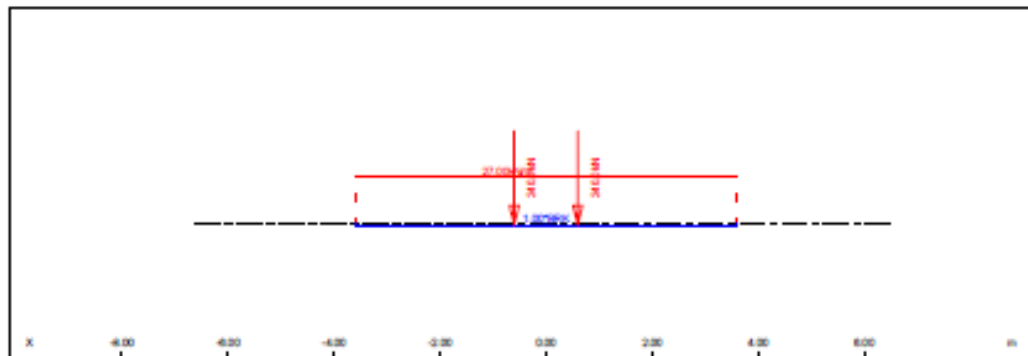
	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
p	27.00	1.0*HRK	0.00	27.00	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	240.0	0.0	0.0	240.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/l-Wh	0.400 0.400
E	240.0	0.0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

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 17
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES


Load elements of Load Train

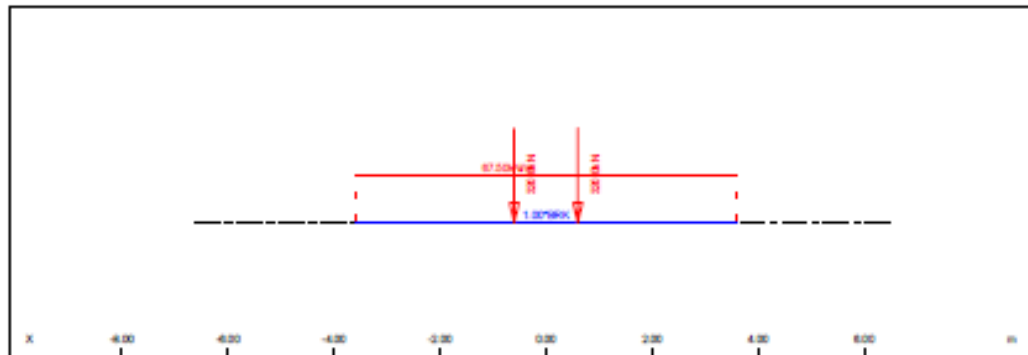
	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
p	27.00	1.0*BRK	0.00	27.00	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	240.0	0.0	0.0	240.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/1-Wb	0.400
E	240.0	0.0	0.0	240.0	1.0	0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/1-Wb	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 LM1
 Load Train 300.000 [-]
 Axle load 320.0 [kN]
 Traffic Lane 22.50 [kN/m2]
 Residual Area 6.25 [kN/m2]
 Brake load 1.7 [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

STRUCTURE 17
TRAFFIC LOAD ENVELOPES
Load elements of Load Train

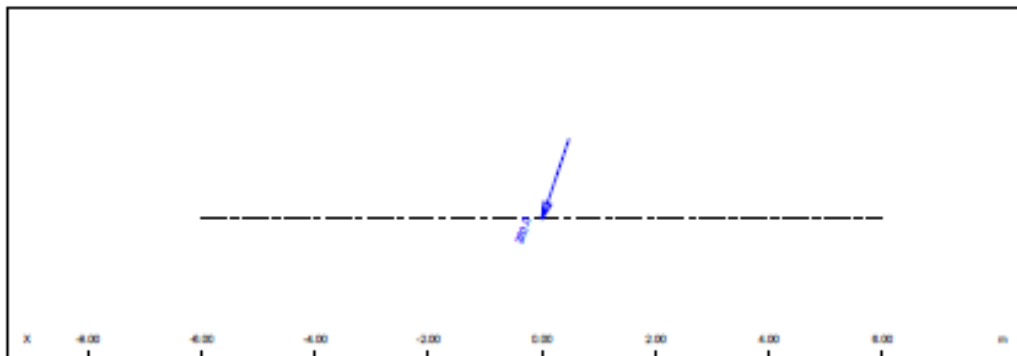
	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
p	67.50	1.0*BRK	0.00	67.50	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	320.0	0.0	0.0	320.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
E	320.0	0.0	0.0	320.0	1.0	0.600		0.000	0.000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

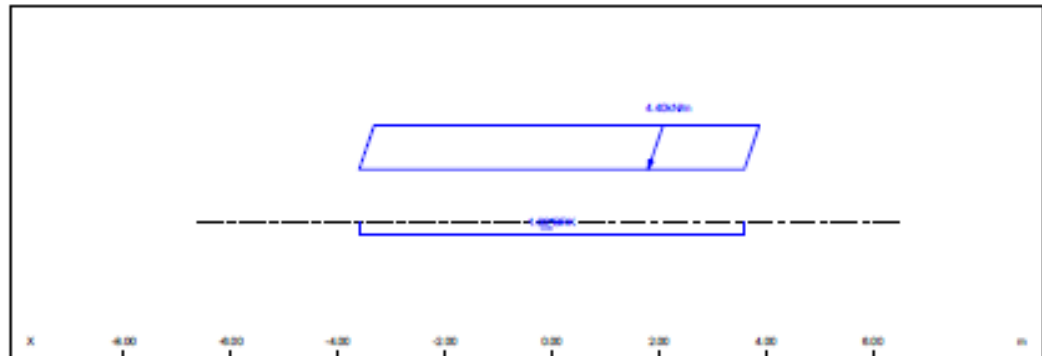
	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	0.0	0.0	280.0	0.0	0.0	0.000		0.000	0.000	0.000		

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

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 [-]

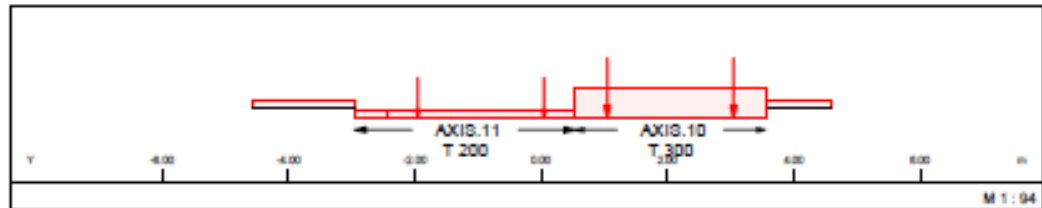
STRUCTURE 17
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES


Load elements of Load Train

	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	ha	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	
	[kN]	[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	
											b/l-Wb	0.400 0.400
E	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/l-Wb	0.400 0.400

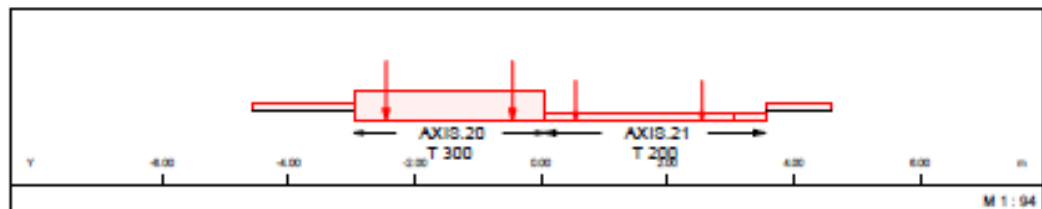
Evaluation : Case 1 Traffic-CHAR.

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		



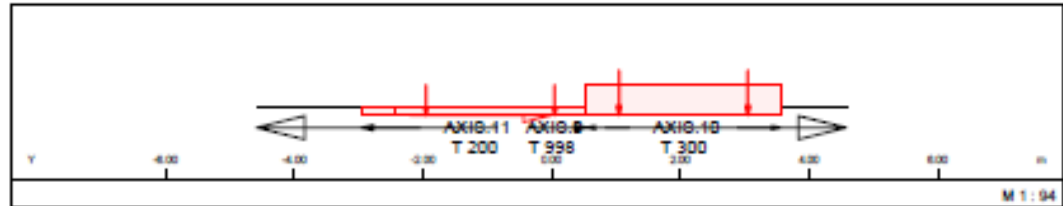
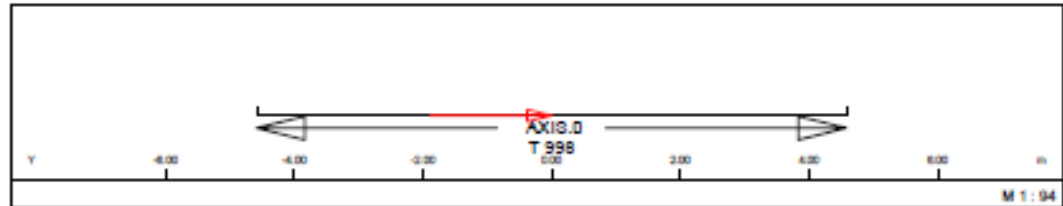
Evaluation : Case 2 Traffic-CHAR.

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		



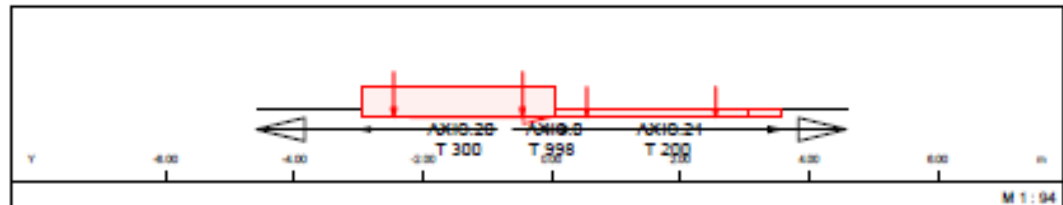
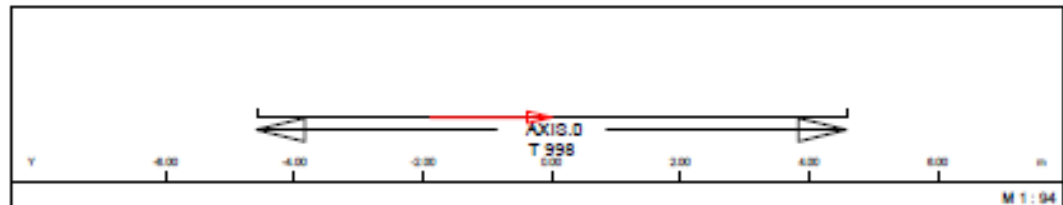
Evaluation : Case 3 Traffic-CHAR.

Lane	LC	fact	p[kN/m2]	v[km/h]	yex[m]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.0	998 TRANS. BRAKING s	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		

STRUCTURE 17
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES


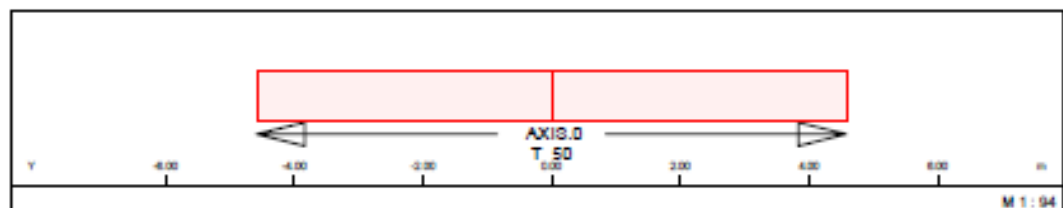
Evaluation : Case 4 Traffic-CHAR.

Lane	LC	fact	p[kN/m ²]	v[km/h]	yex[m]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.0	998 TRANS. BRAKING s	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



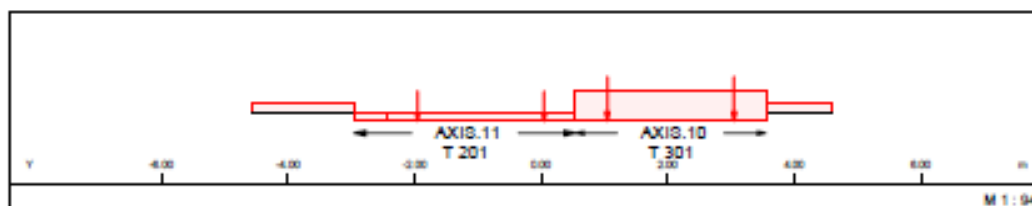
Evaluation : Case 5 Traffic-CHAR.

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			



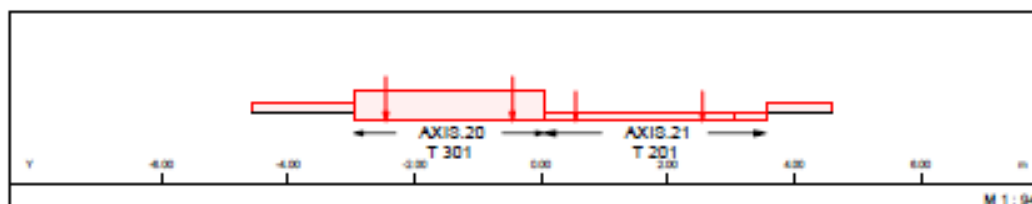
Evaluation : Case 1 Traffic-FREQ.

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 17
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES


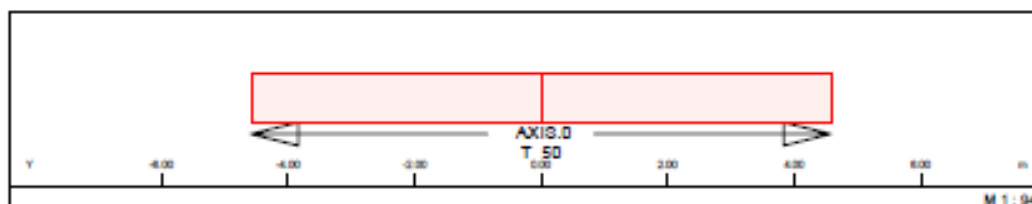
Evaluation : Case 2 Traffic-FREQ.

Lane	LC	fact	p[kN/m ²]	v[km/h]	yax[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		



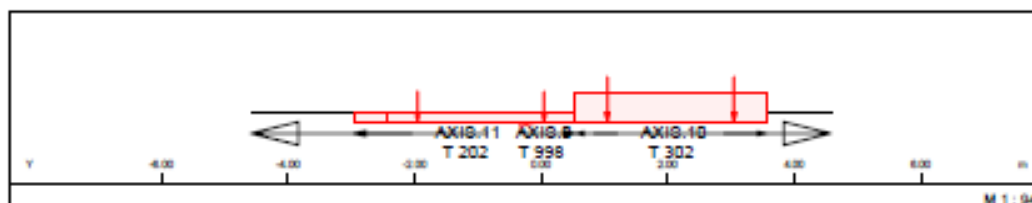
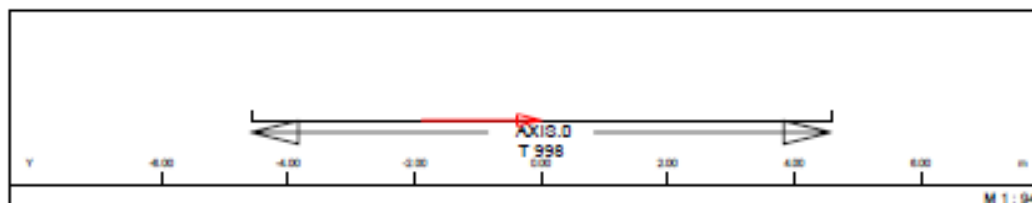
Evaluation : Case 3 Traffic-FREQ.

Lane	LC	fact	p[kN/m ²]	v[km/h]	yax[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]	yax[m]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.0	998 TRANS. BRAKING s	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		

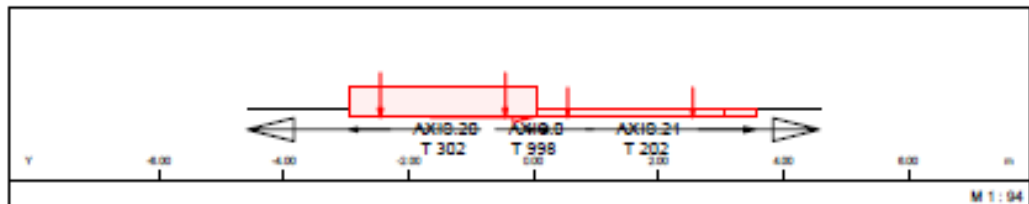
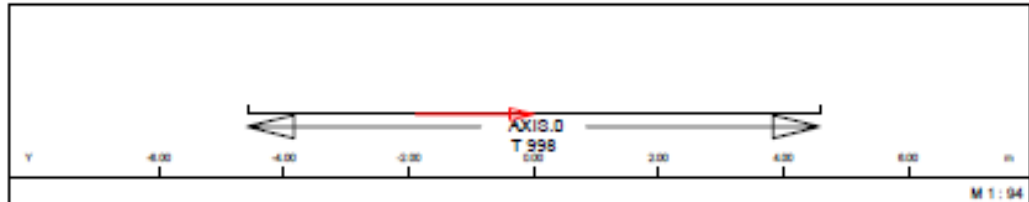


SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 17
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

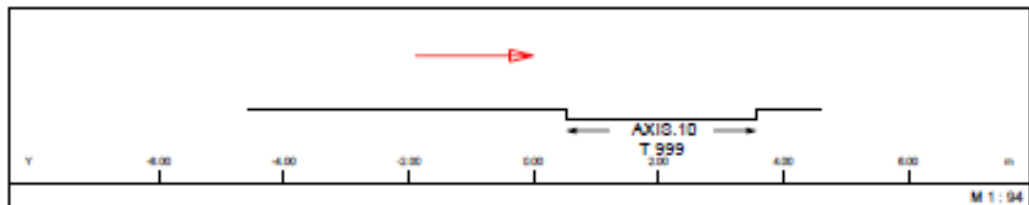
Evaluation : Case 2 TRAFFIC-BEARINGS REPLACEMENT

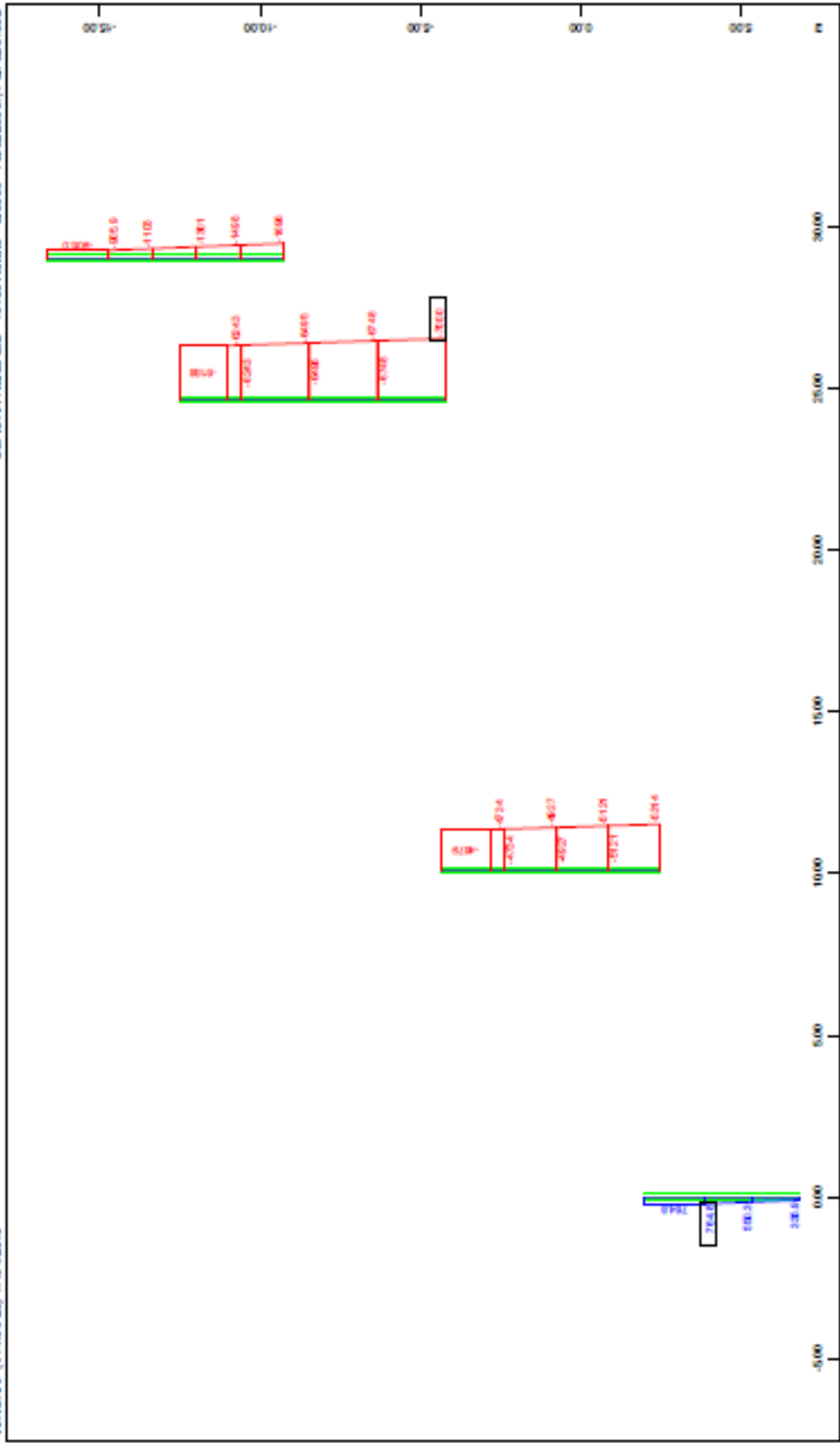
Lane	LC		fact	p[kN/m ²]	v[km/h]	yex[m]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.0	998	TRANS. BRAKING &	0.50	0.00	0.0	0.000			synchronized with AXIS.20
AXIS.20	302	TS 300kN	0.50	1.25	0.0	0.000			
AXIS.21	202	TS 200kN	0.50	1.25	0.0	0.000			synchronized with AXIS.20



Evaluation : Case 1 WIND LOAD ON TRAFFIC LANES

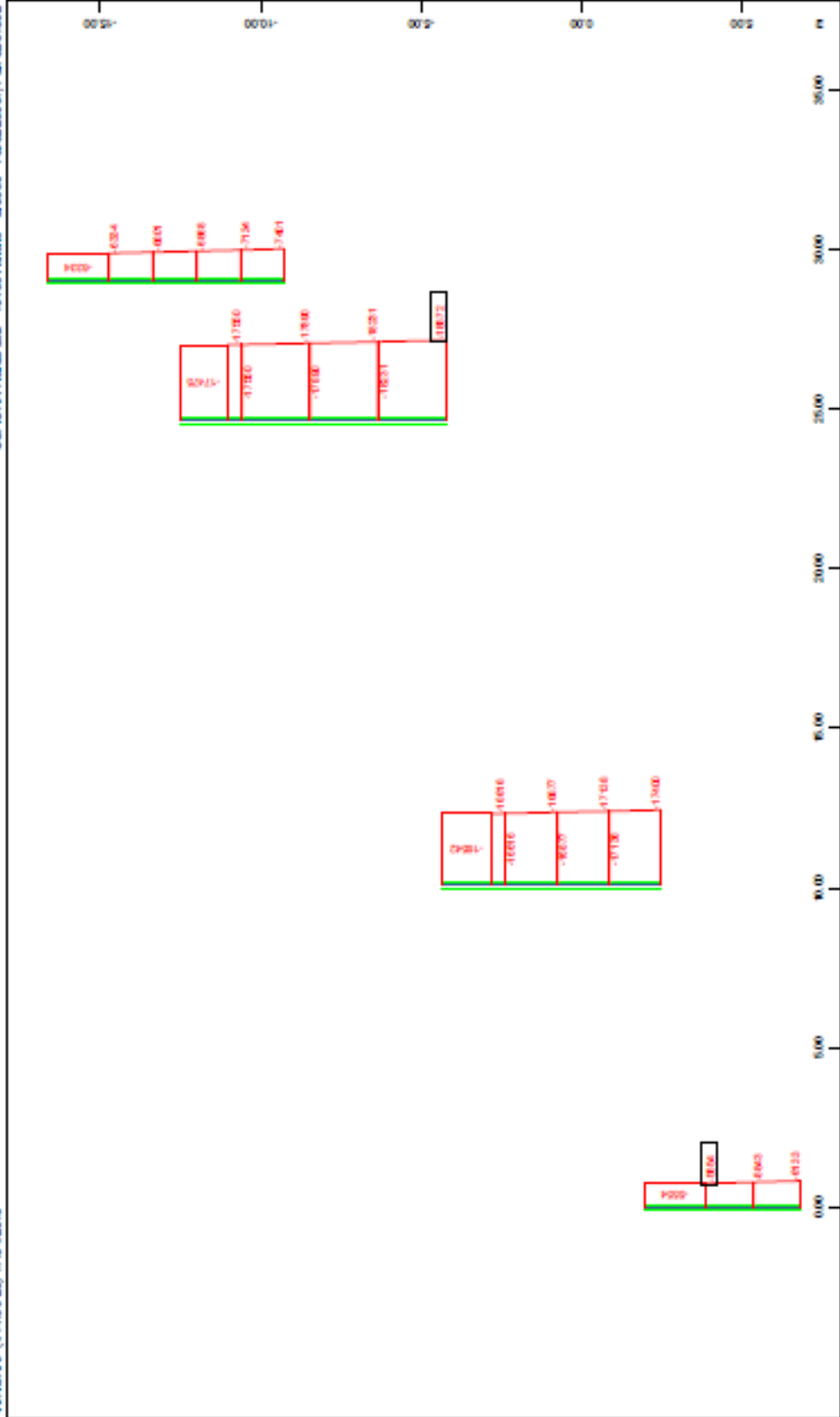
Lane	LC		fact	p[kN/m ²]	v[km/h]	yex[m]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
AXIS.10	999	WIND ON LANE	1.00	0.00	0.0	0.000			





STRUCTURE 17
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN

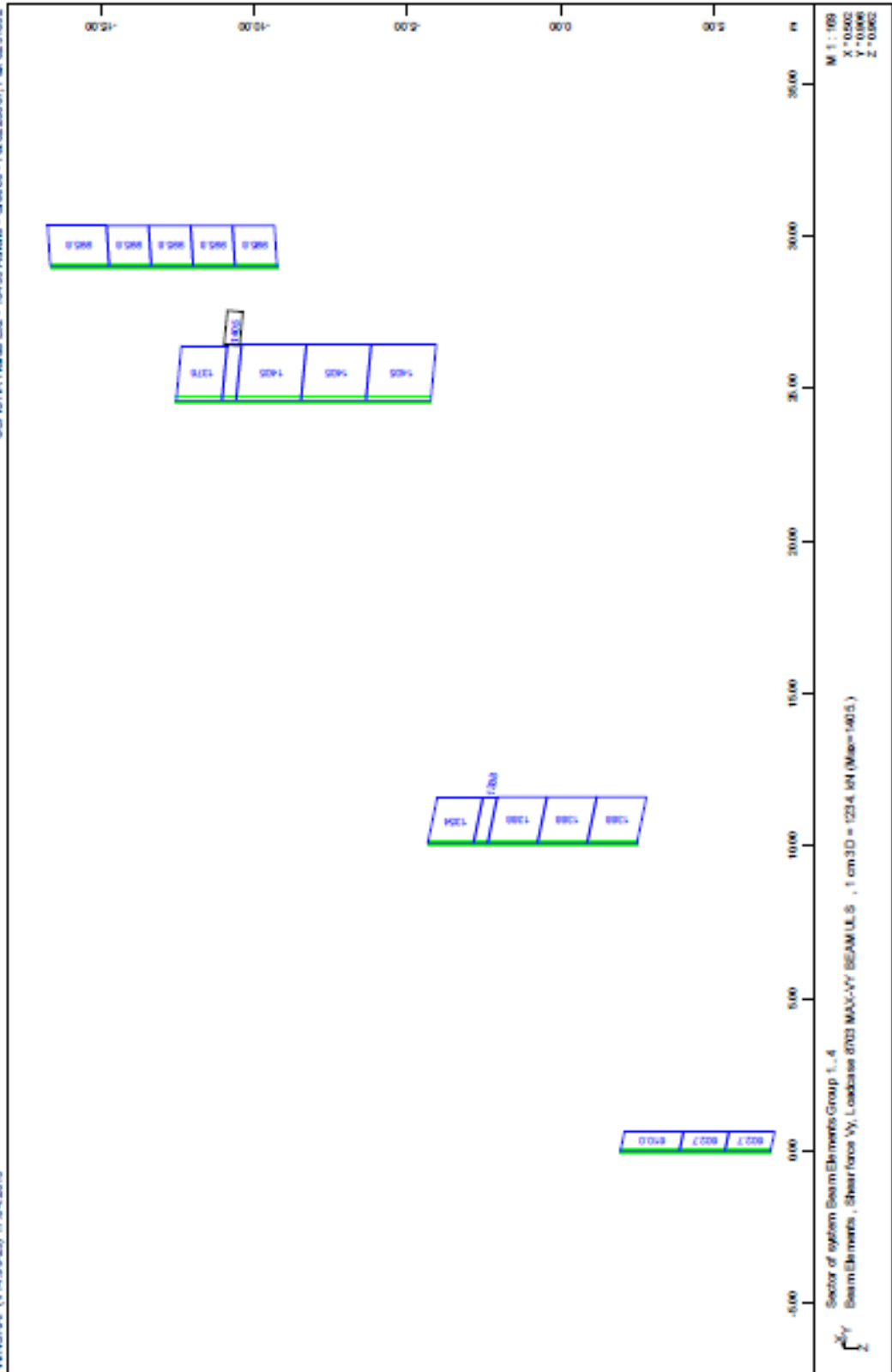
M 1: 107
 X 0.000
 Y 0.000
 Z 0.000



Sector of system BeamElementsGroup 1..4
 BeamElements , Normal force Ns, Loadcase 8702 MIN-M BEAM ULS , 1 cm 3D = 12344 kN (Min=-18572,)(Max=6554.)

M : 107
 X : 0.002
 Y : 0.000
 Z : 0.002

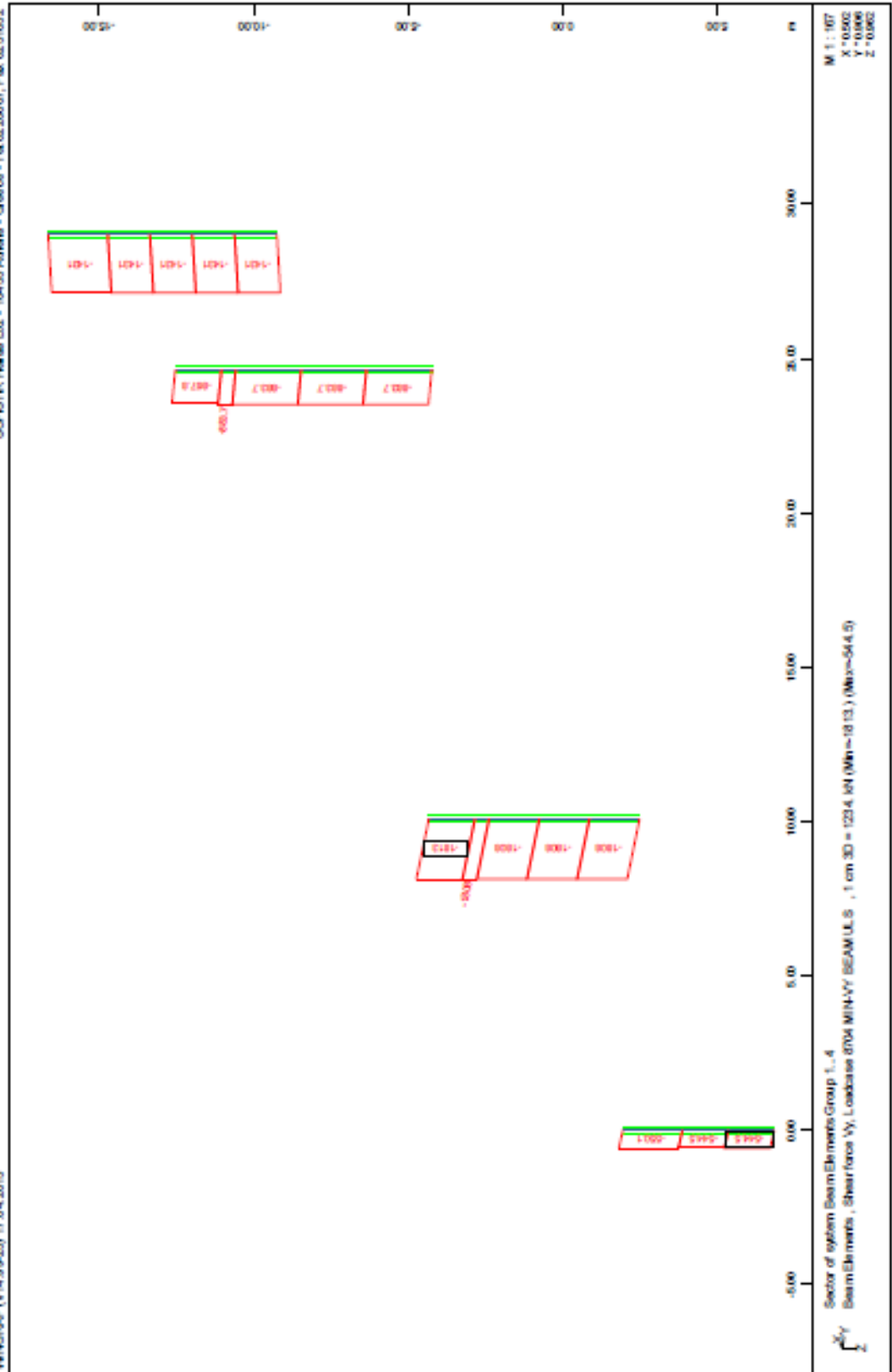
STRUCTURE 17
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN

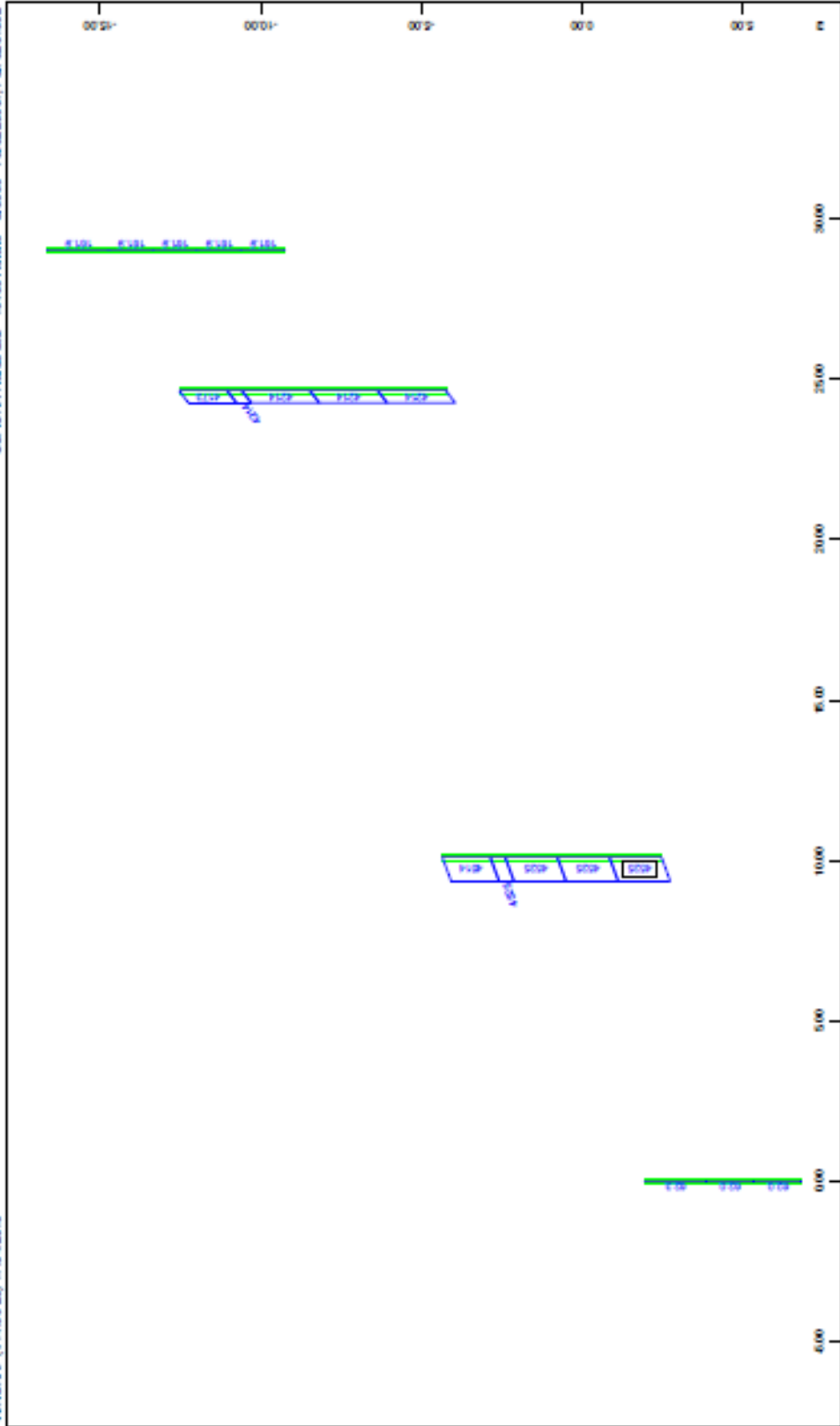


M: 1:100
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 0.000

Sector of system Beam Elements Group 1...4
Beam Elements , Shear force Vy, Loadcase 0703 MAX-VY BEAM ULS , 1 cm 3D = 123.4 64 (Mag=140.5)

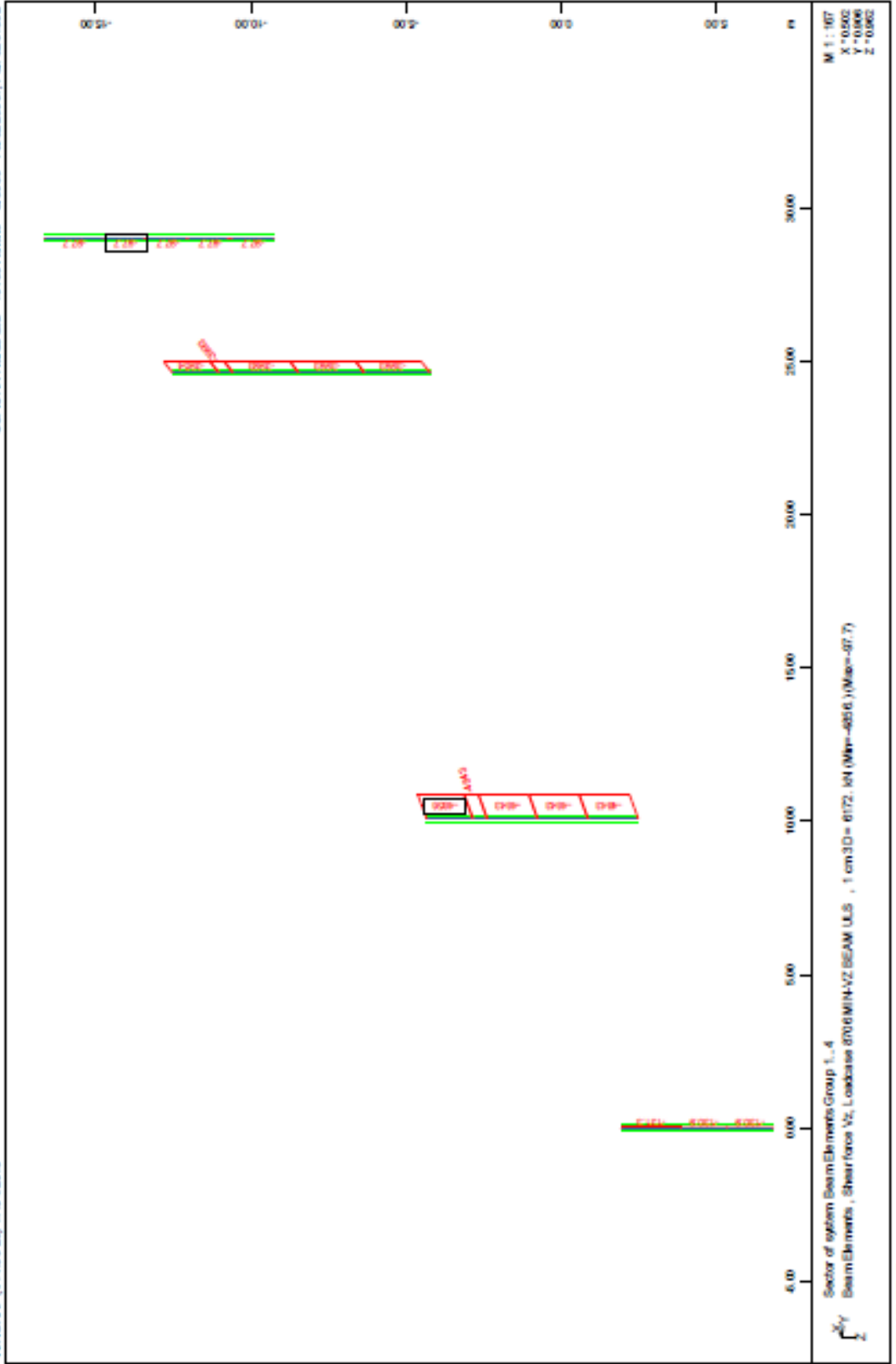
STRUCTURE 17
PER FORCES FOR ULS DESIGN

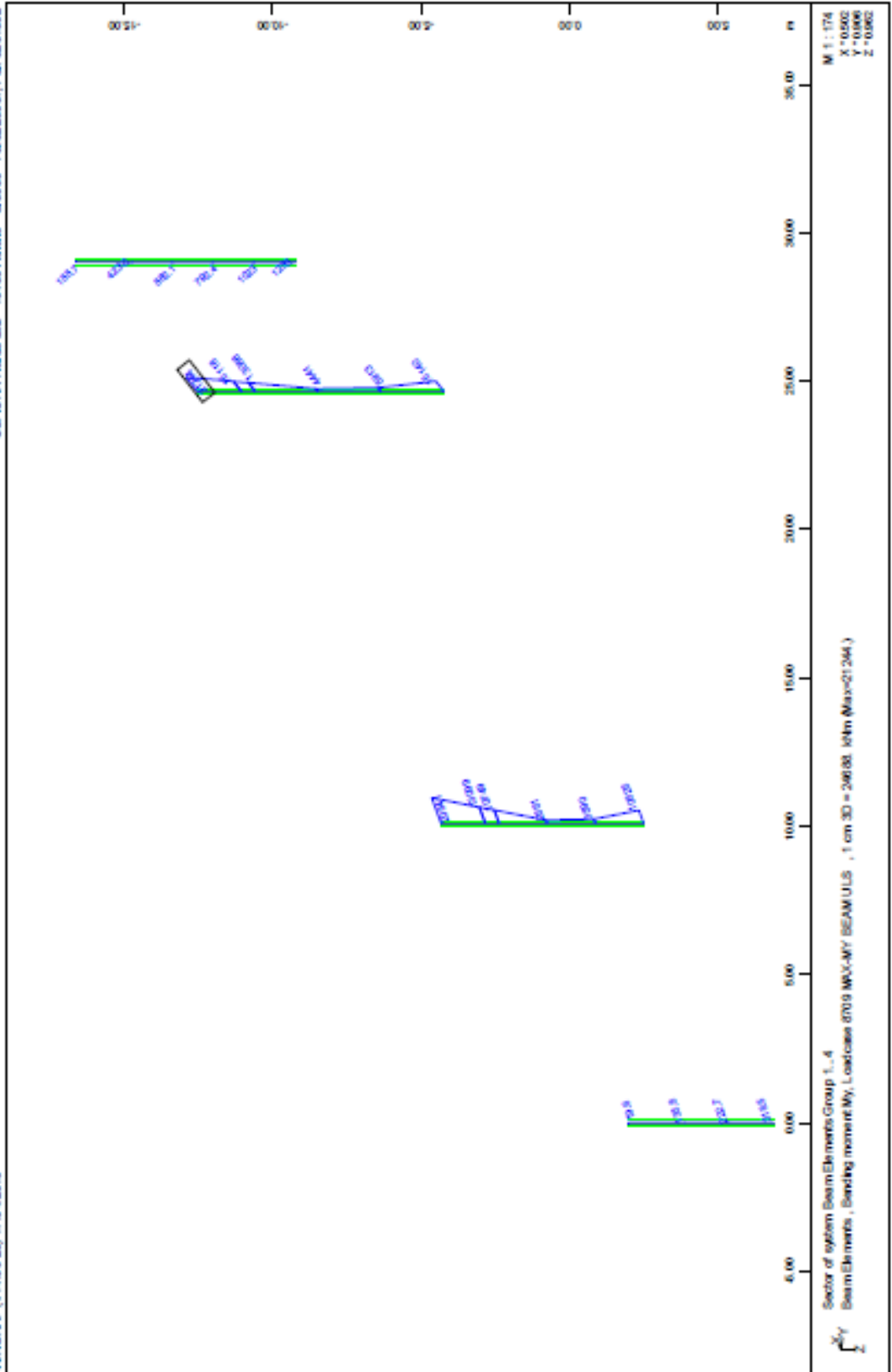




Sector of system BeamElements Group 1..4
BeamElements , Shear forces Vx, Loadcase 0705 MAX-V2 BEAM ULS , 1 cm.3D = 0.172, kN (Max=0.025)

M 1 : 107
X : 10.000
Y : 10.000
Z : 10.000

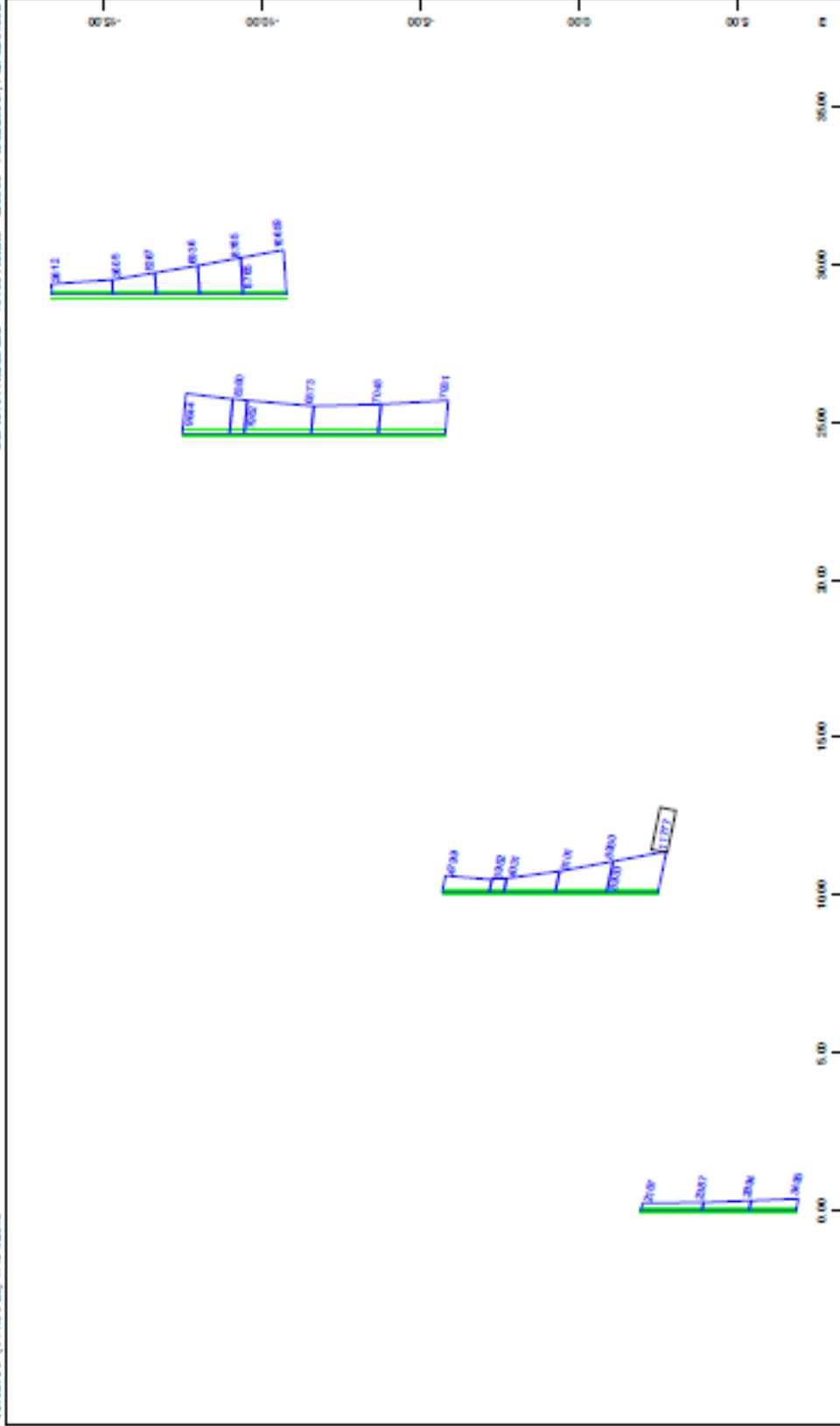






$\sum X, Y$ Sector of system Beam Elements Group 1..4
 Beam Elements , Bending moment M_y , Load case 871.0 MAIN-Y BEAM ULS , 1 cm 3D = 24693 kNm (Min=-2146.0) (Max=25.2)
 M : 170
 X : 0.902
 Y : 0.006
 Z : 0.062

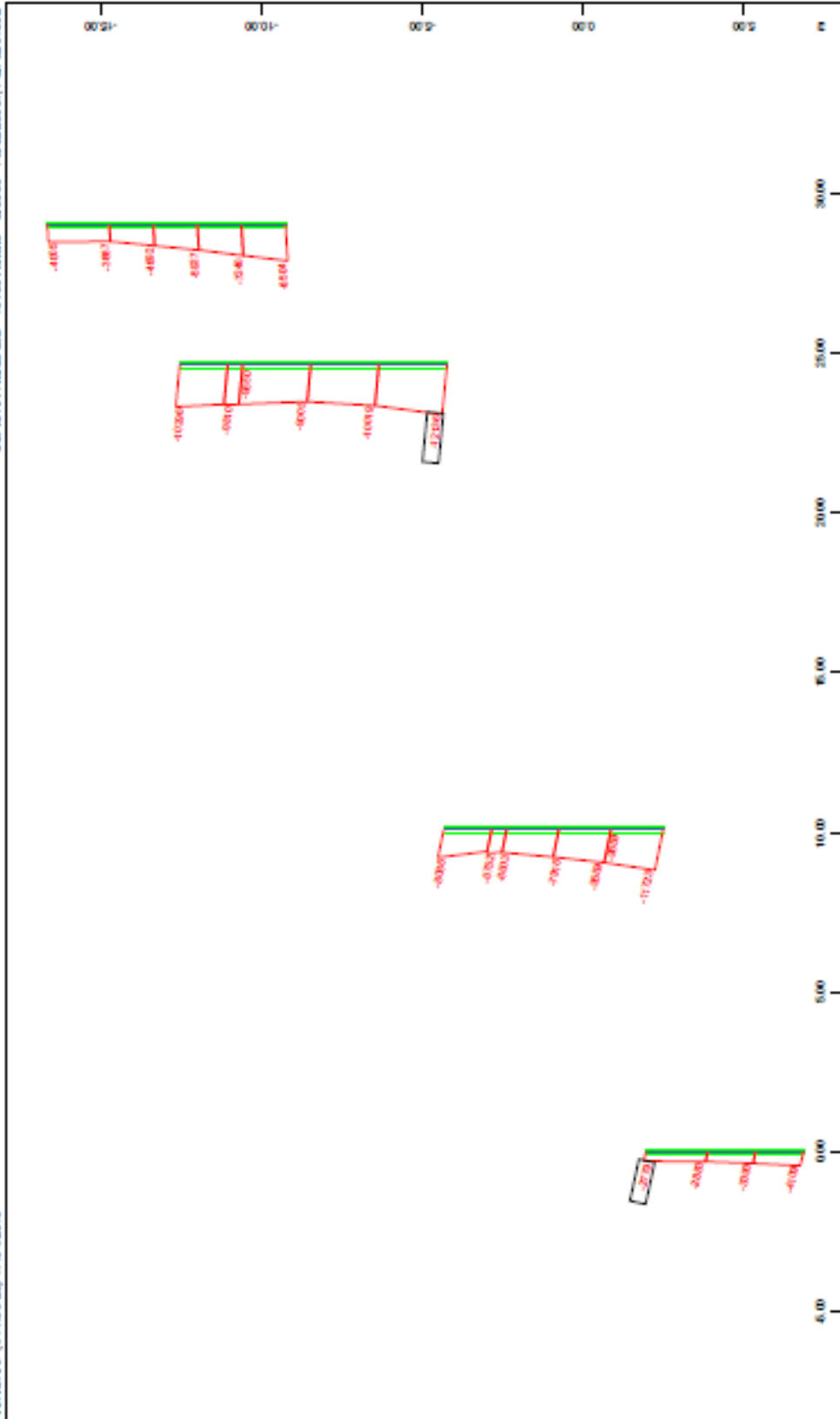
STRUCTURE 17
 PER FORCES FOR ULS DESIGN



Sector of system BeamElements Group 1..4
 BeamElements , Bending moment Mc, Loadcase 0711 MUX-MZ BEAM ULS , 1 cm 3D= 1234.4 60mm(Max=117.77.)

M 1 : 170
 X : 0.002
 Y : 0.000
 Z : 0.002

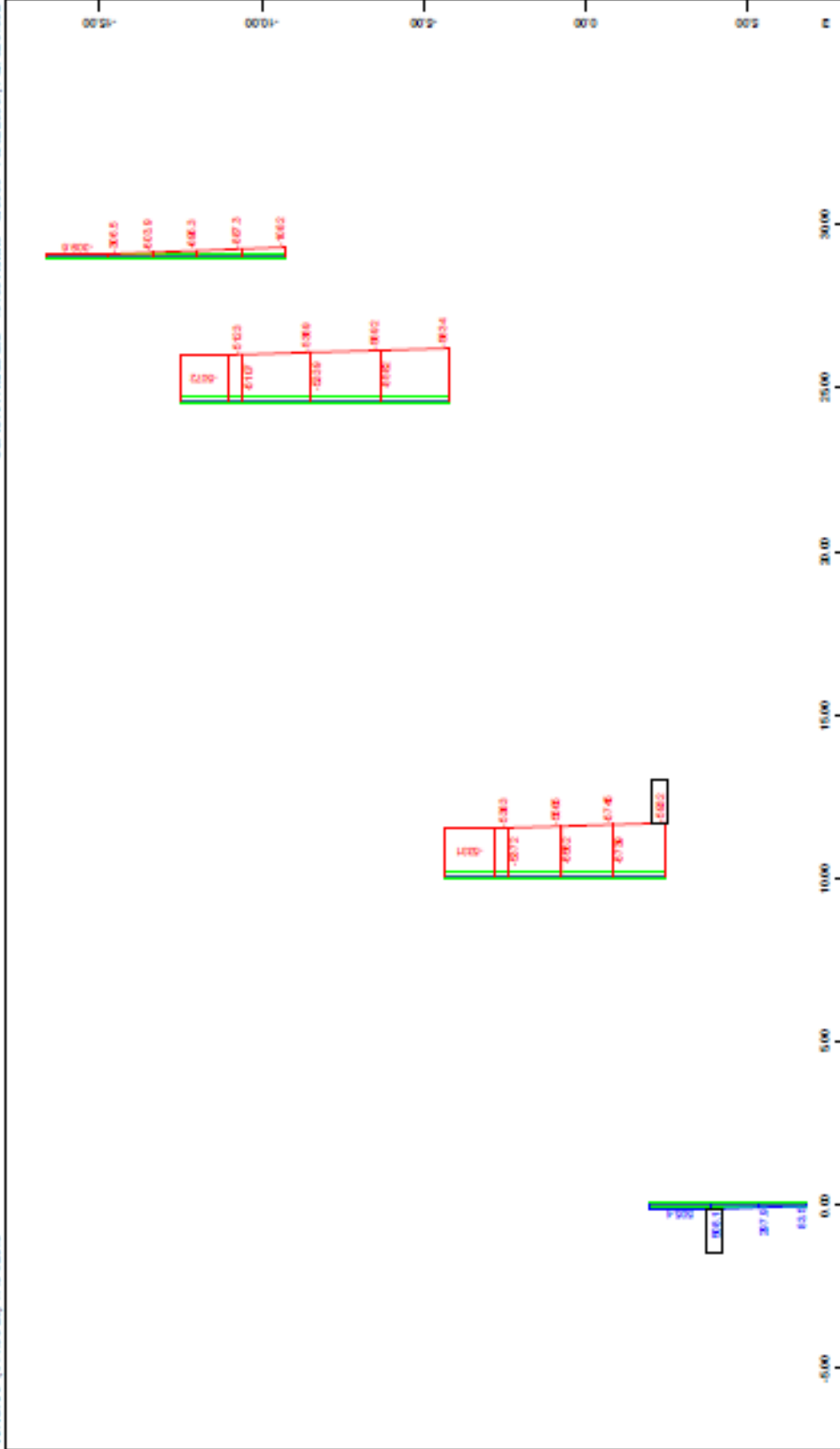
STRUCTURE 17
PIER FORCES FOR ULS DESIGN



Sector of system Beam Elements Group 1..4
 Beam Elements , Bending moment Mz, Loadcase 8712 MP44Z SSPM ULS , 1 cm 3D = 123.44 kNm(MM=-12136.) (Max=-2779.)

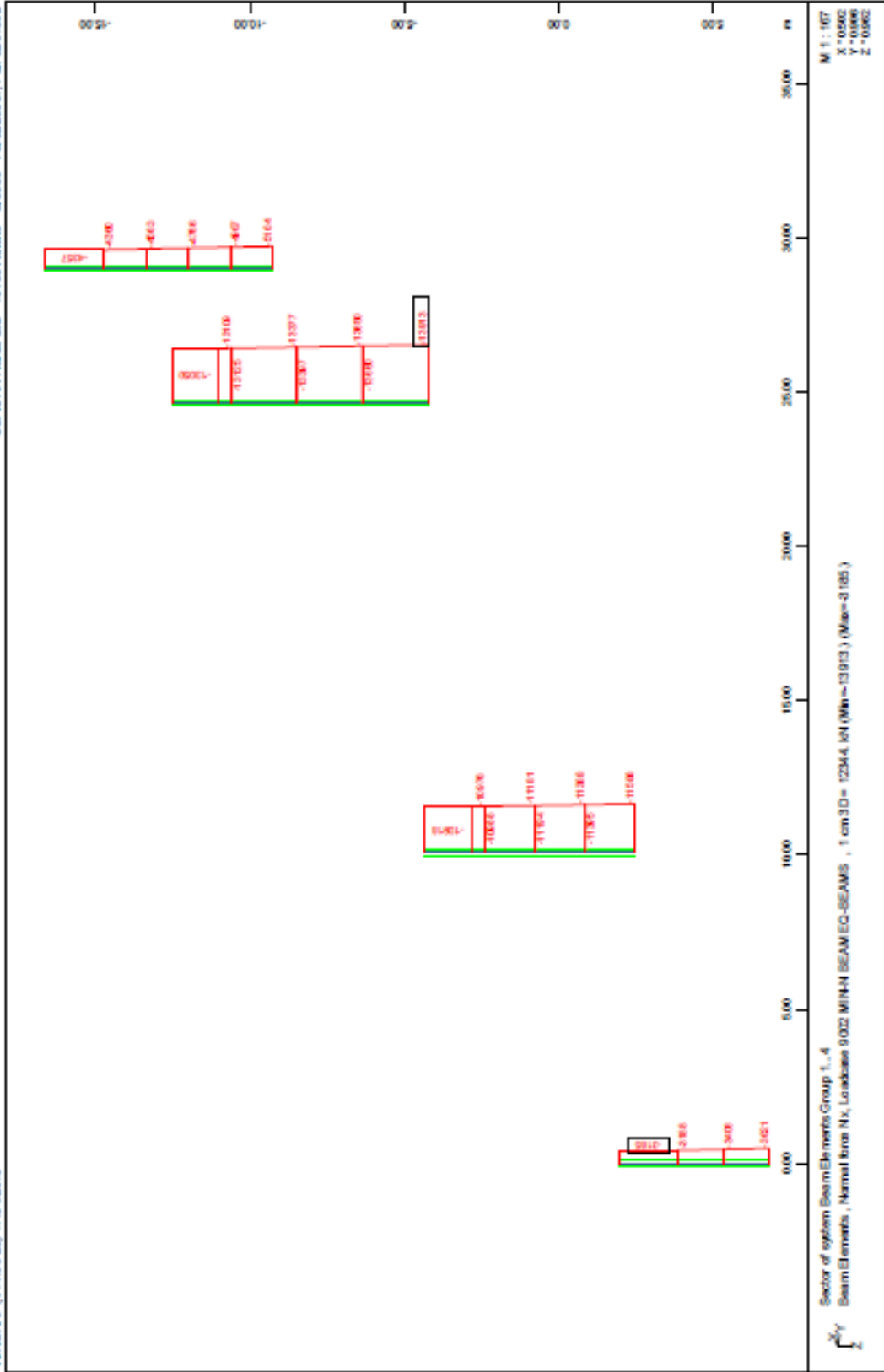
M 1 : 107
 X = 0.000
 Y = 0.000
 Z = 0.000

STRUCTURE 17
 PER FORCES FOR ULS DESIGN



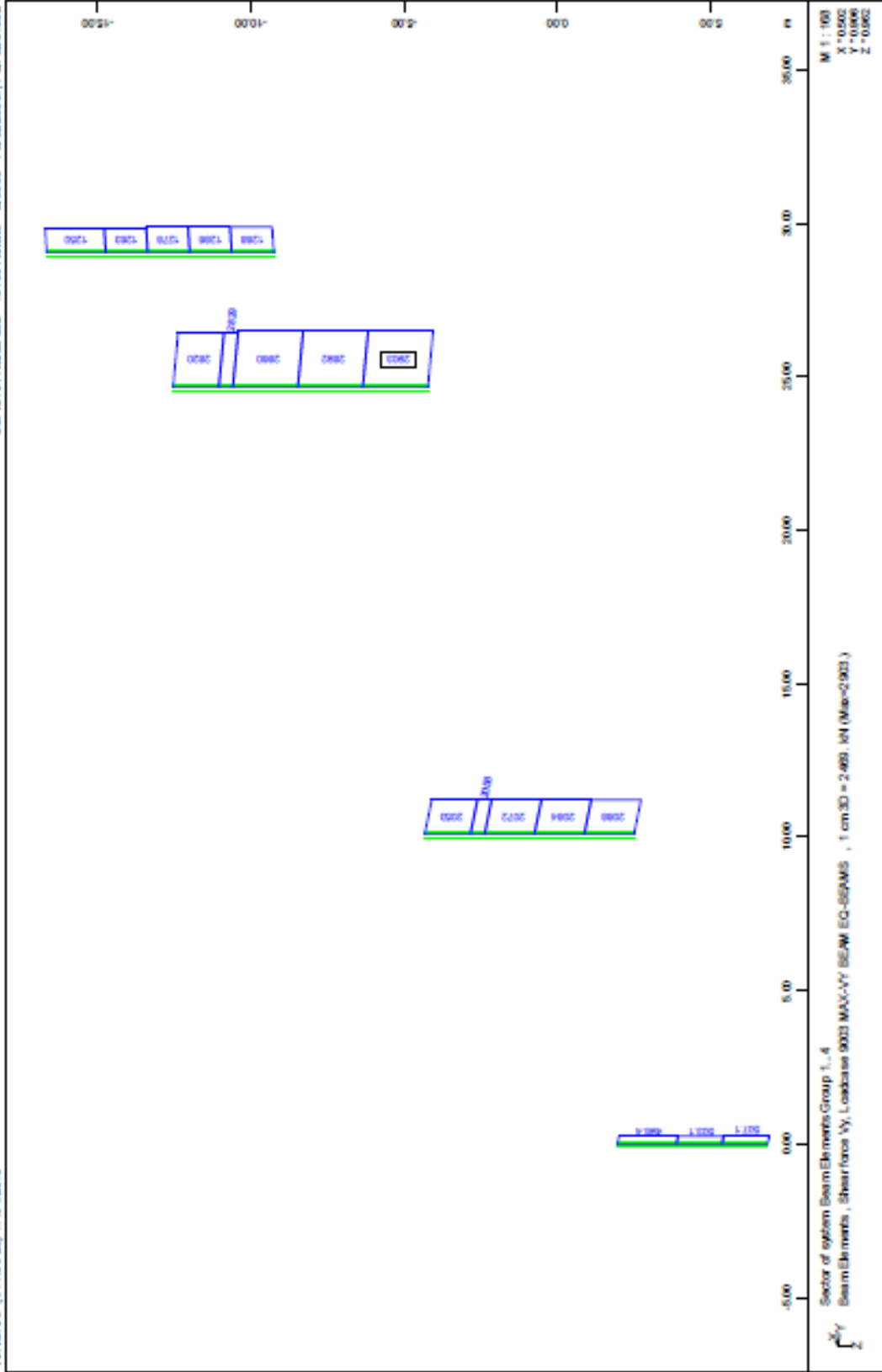
Sector of system Beam Elements Group 1...4
 Beam Elements, Normal force N_x, Lo address 9001 MAX-H BEAM-EC-SEWMS, 1 cm.3D = 0172, kN (Min=-5032)(Max=508.1)
 M: 1 : 107
 X: 0.000
 Y: 0.000
 Z: 0.000

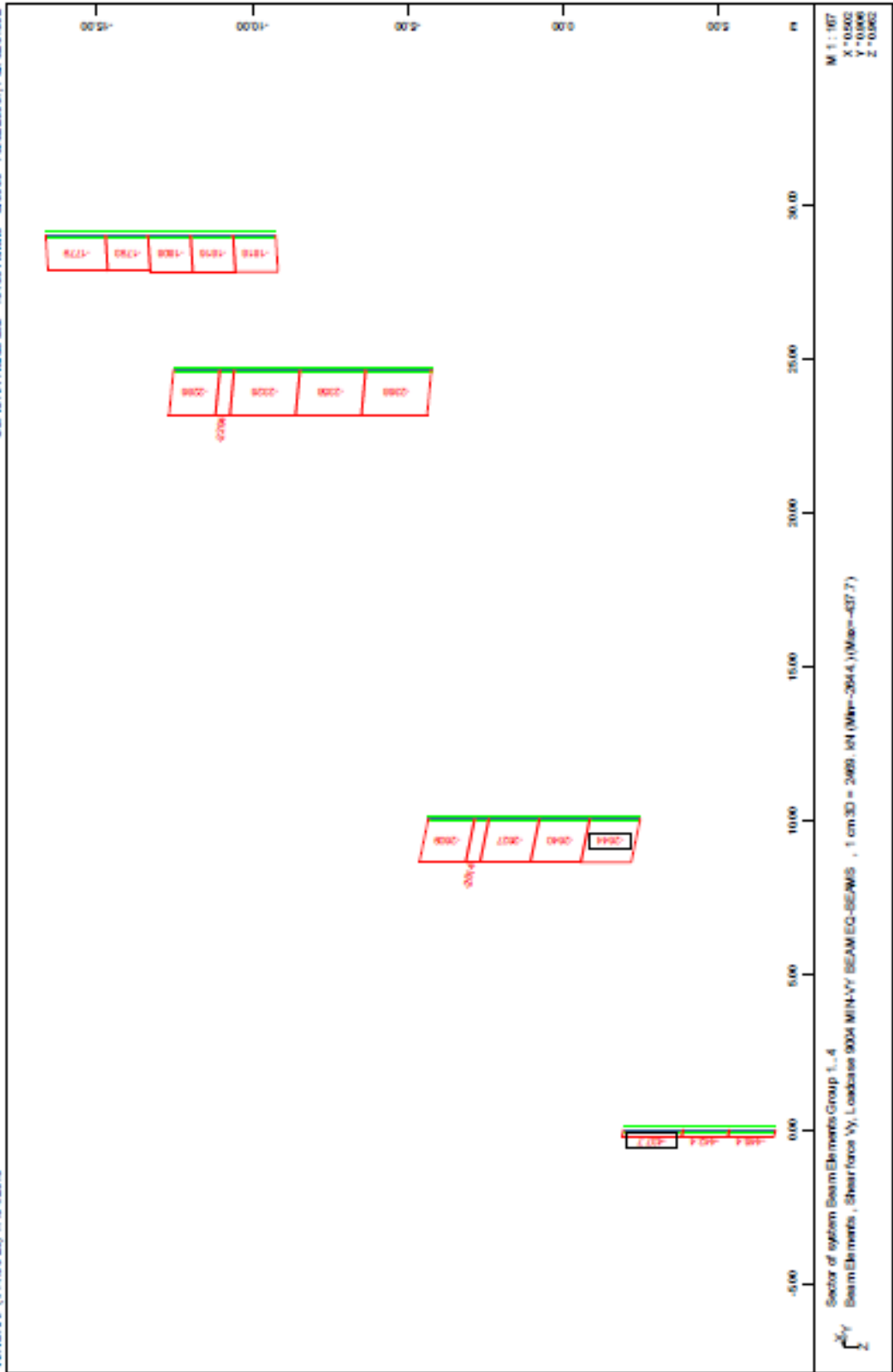
STRUCTURE 17
 PER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

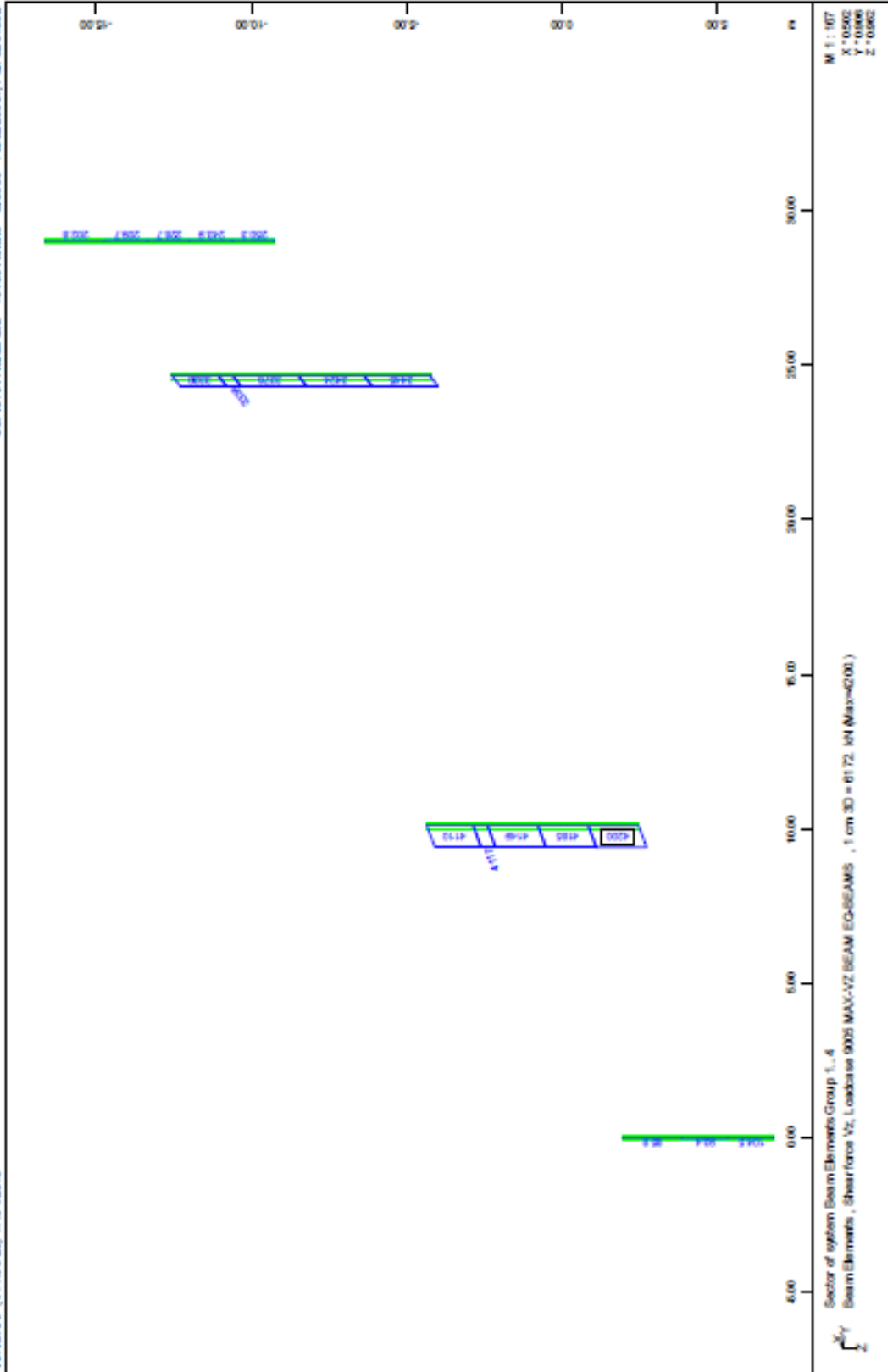


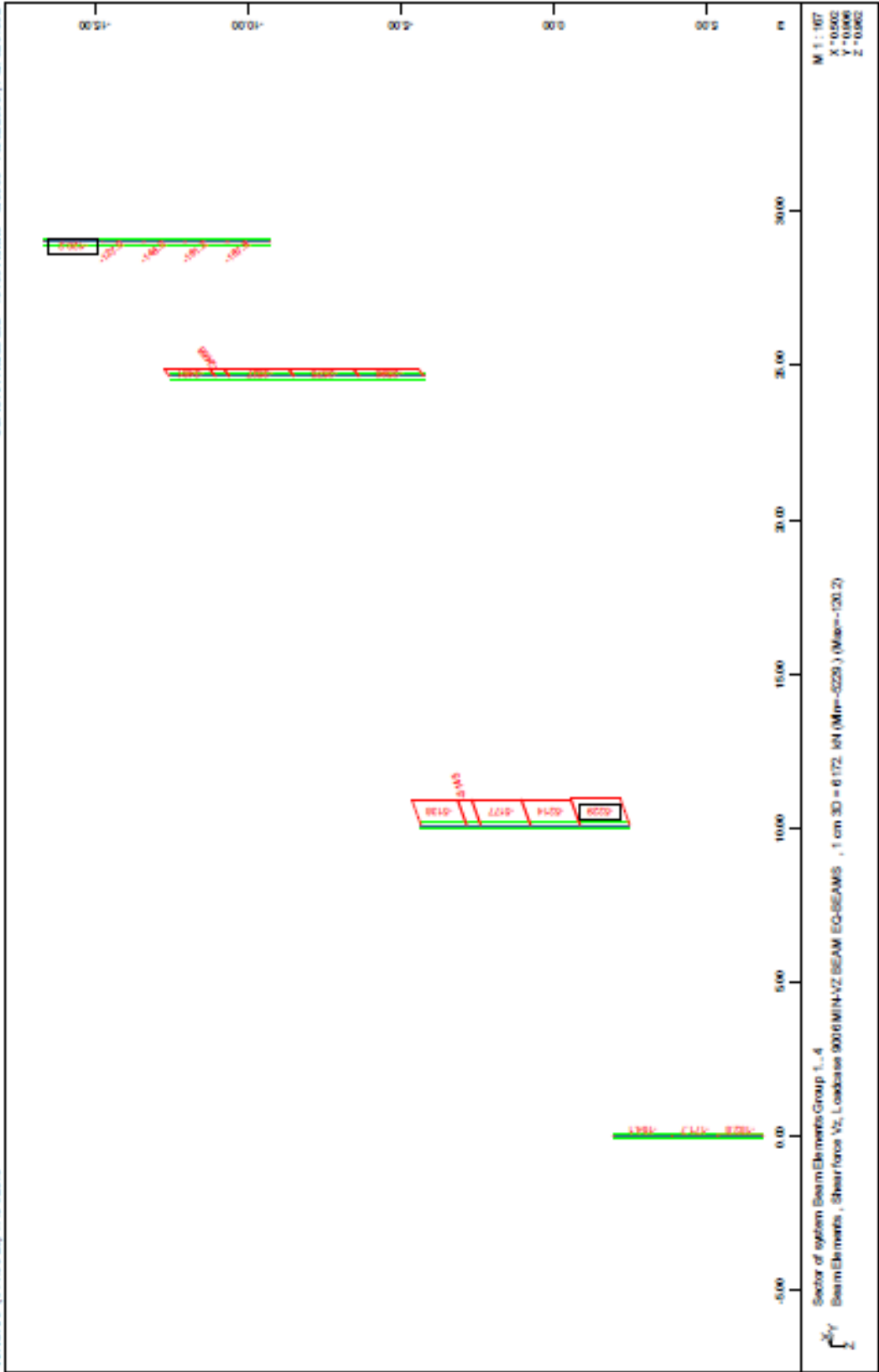
Sector of system Beam Elements Group 1..4
 Beam Elements , Normal force N_y, Loadcase 9002 MIN-H BEAM EQ-BEAMS , 1 cm 3 D = 12364 kN (Min = 131913) (Max = 3185)

STRUCTURE 17
 PER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

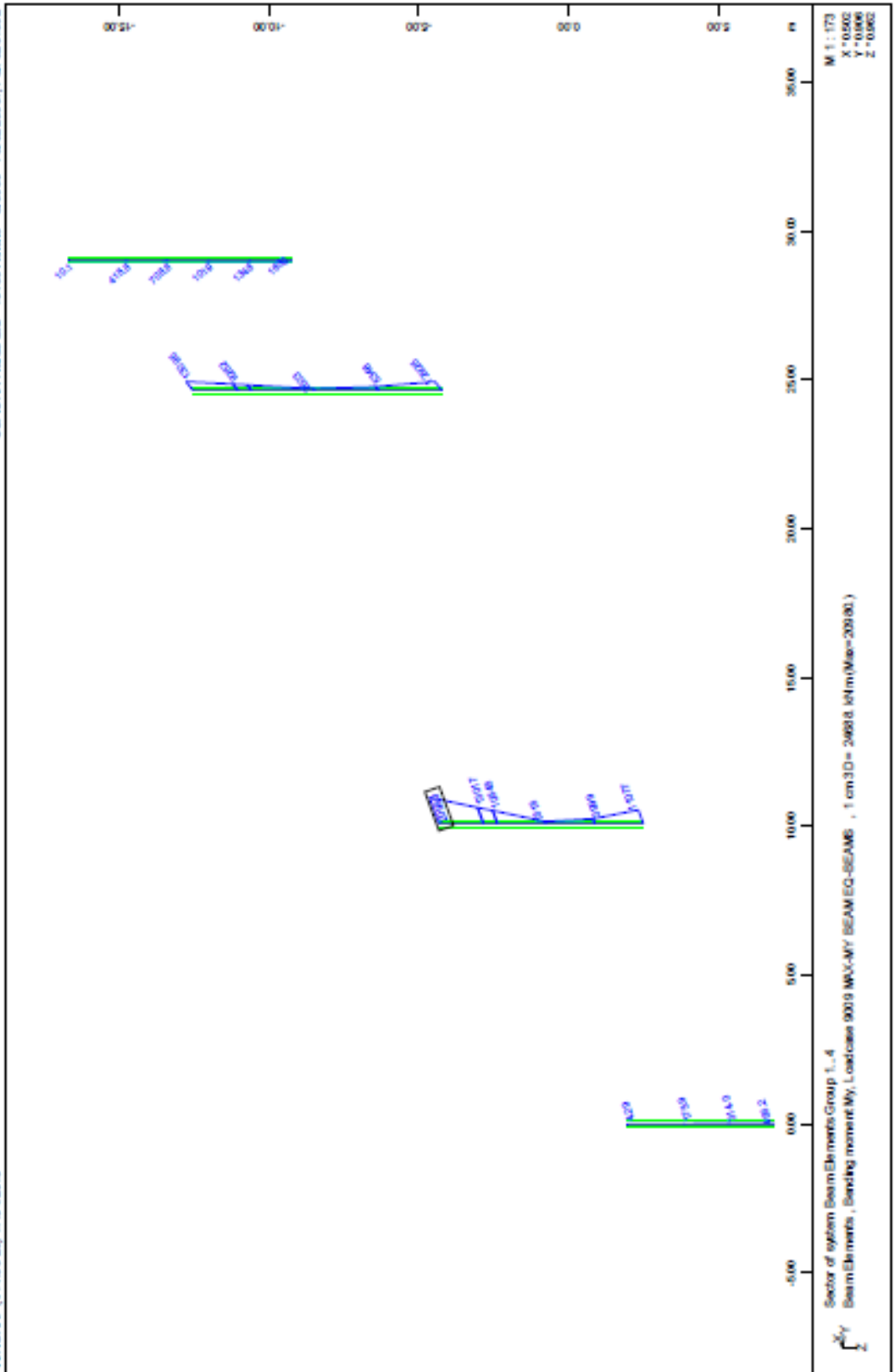


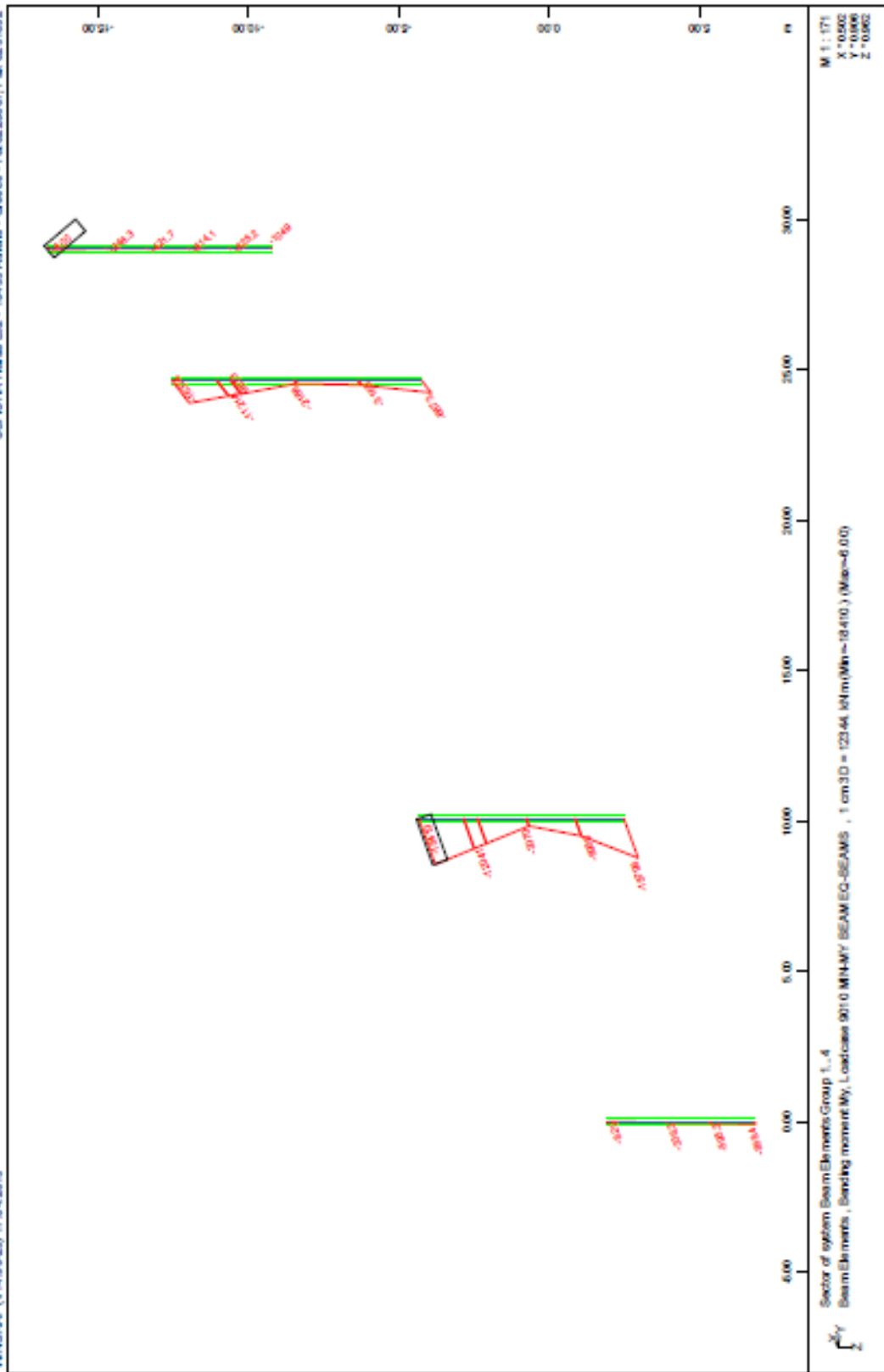




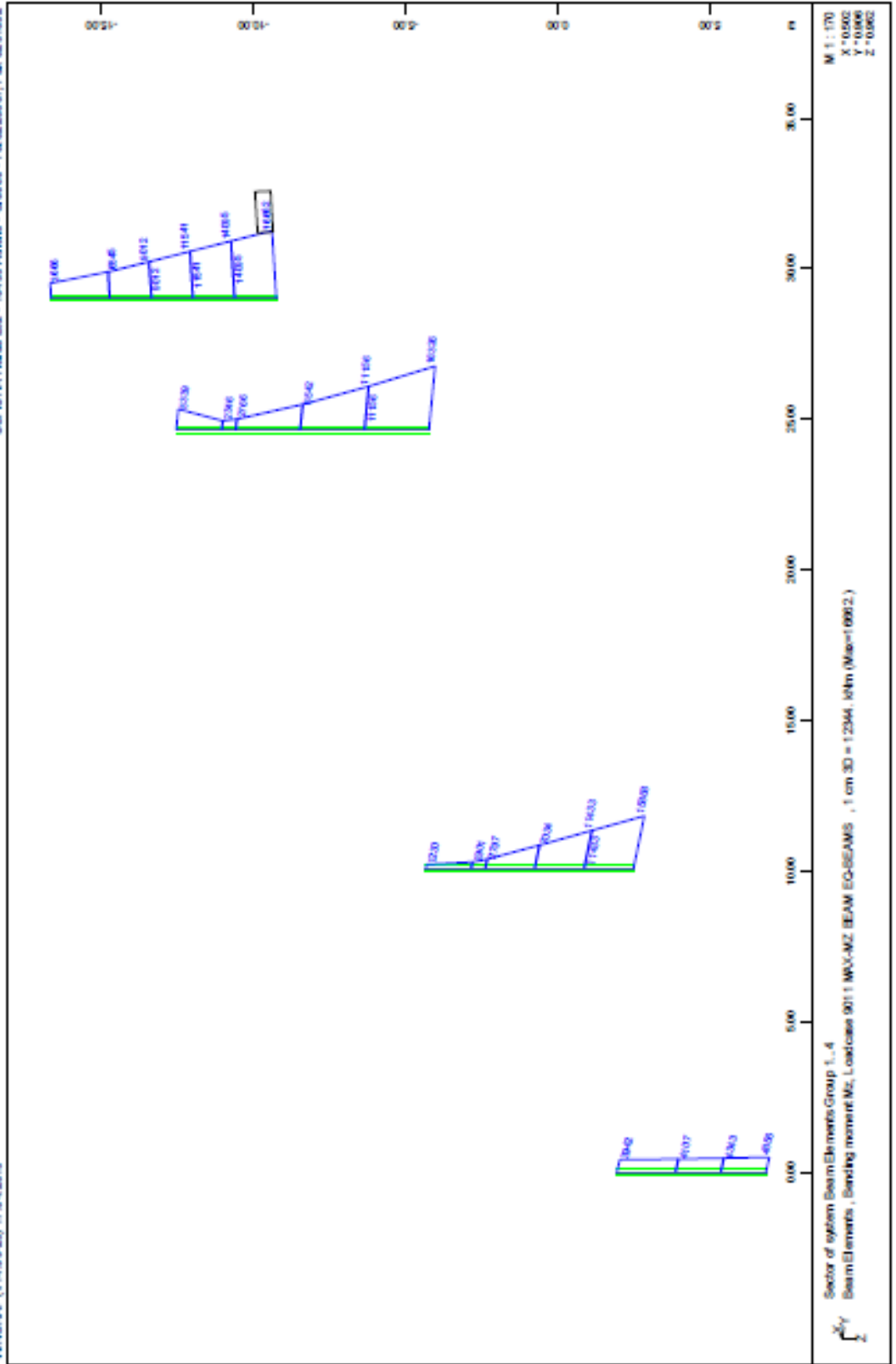


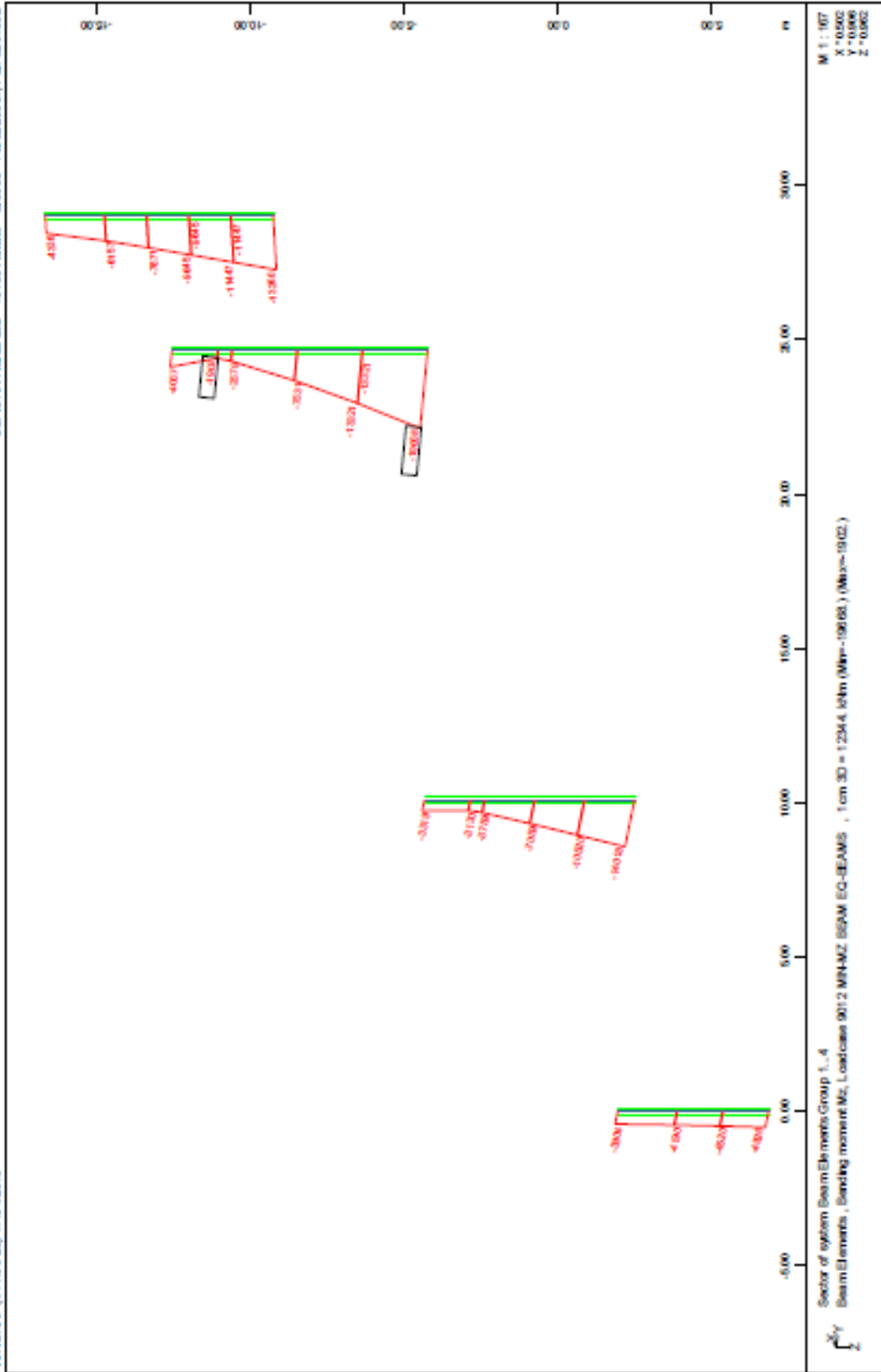
STRUCTURE 17
PER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN



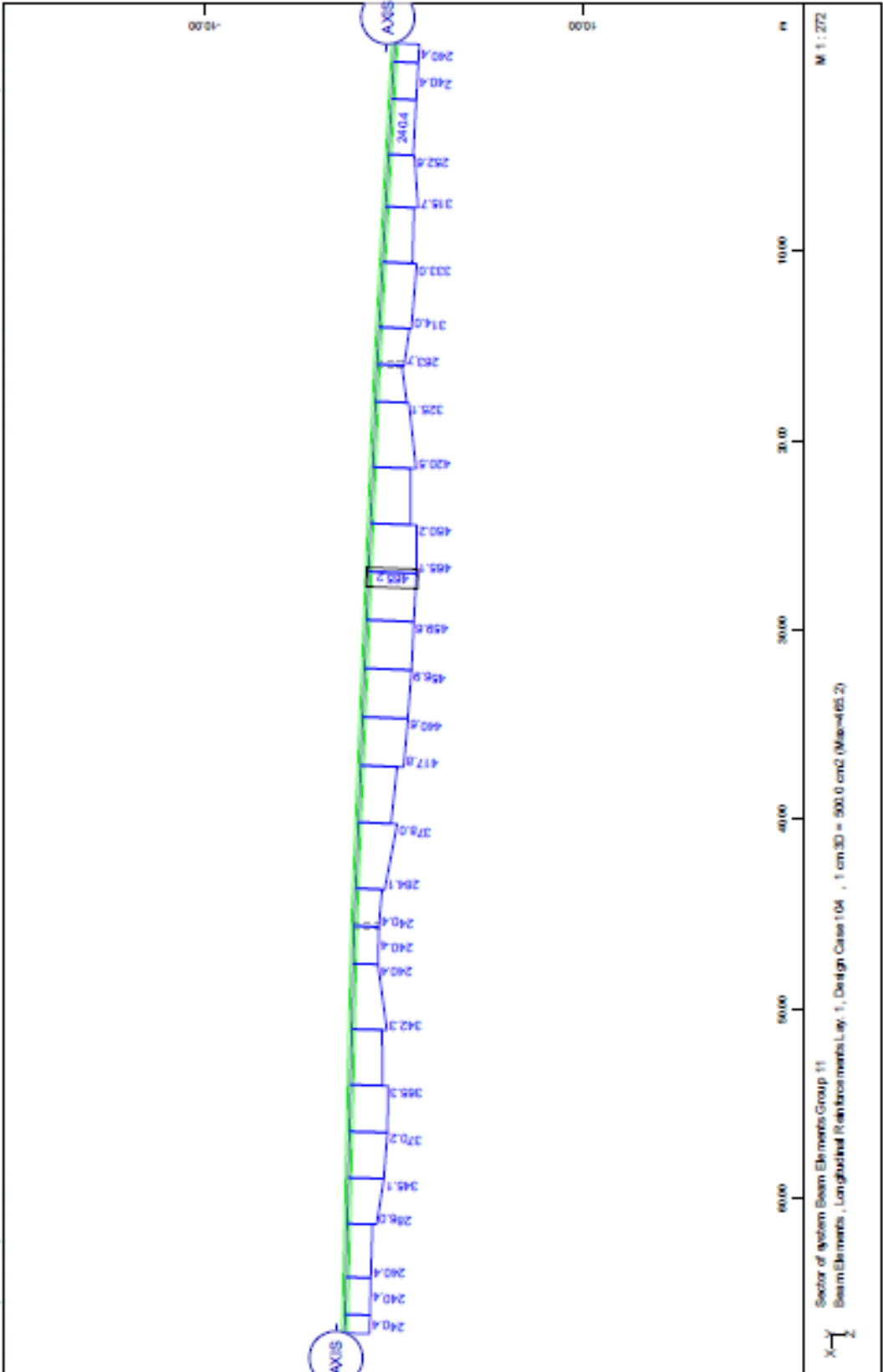


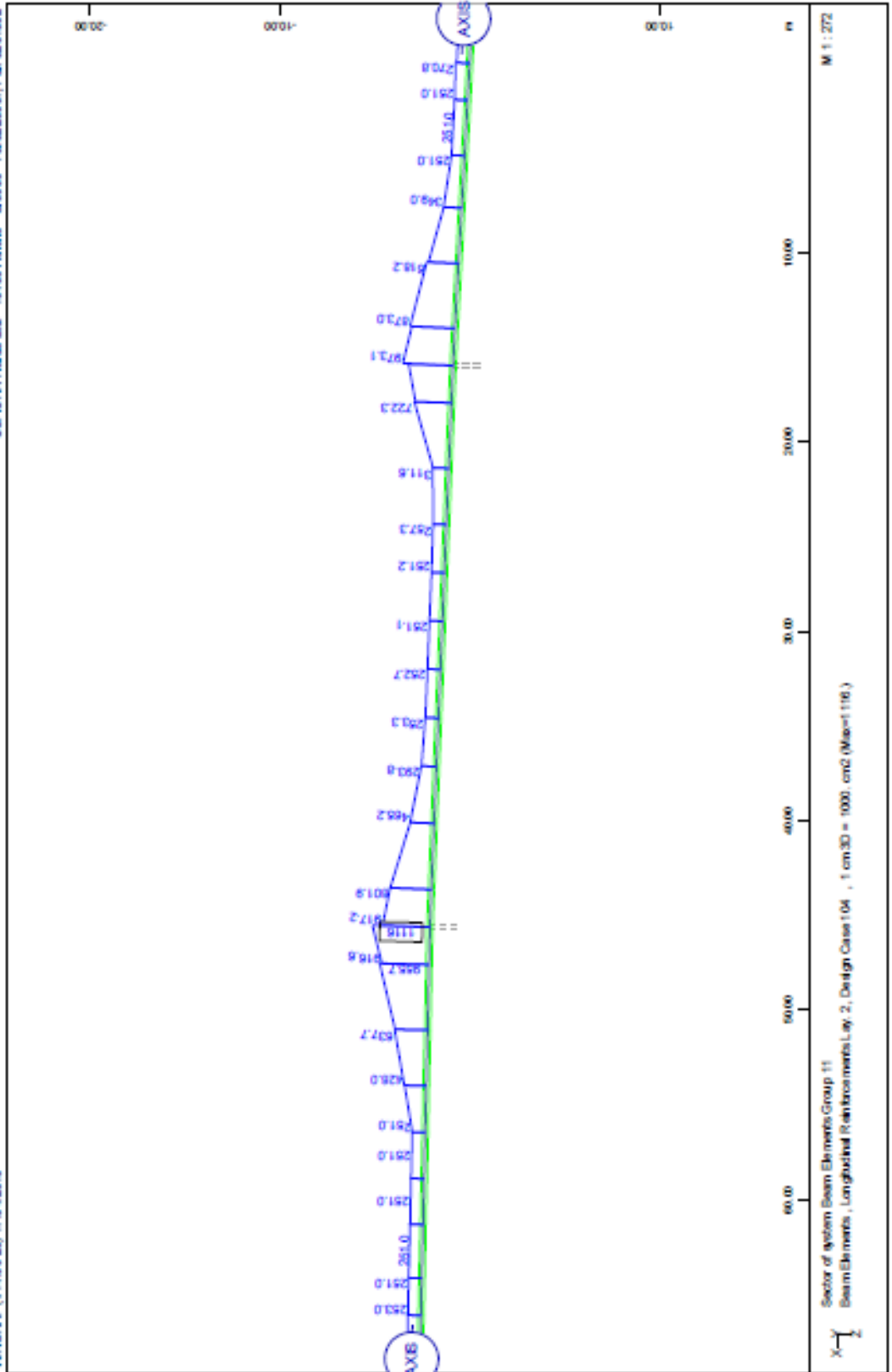
STRUCTURE 17
PER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

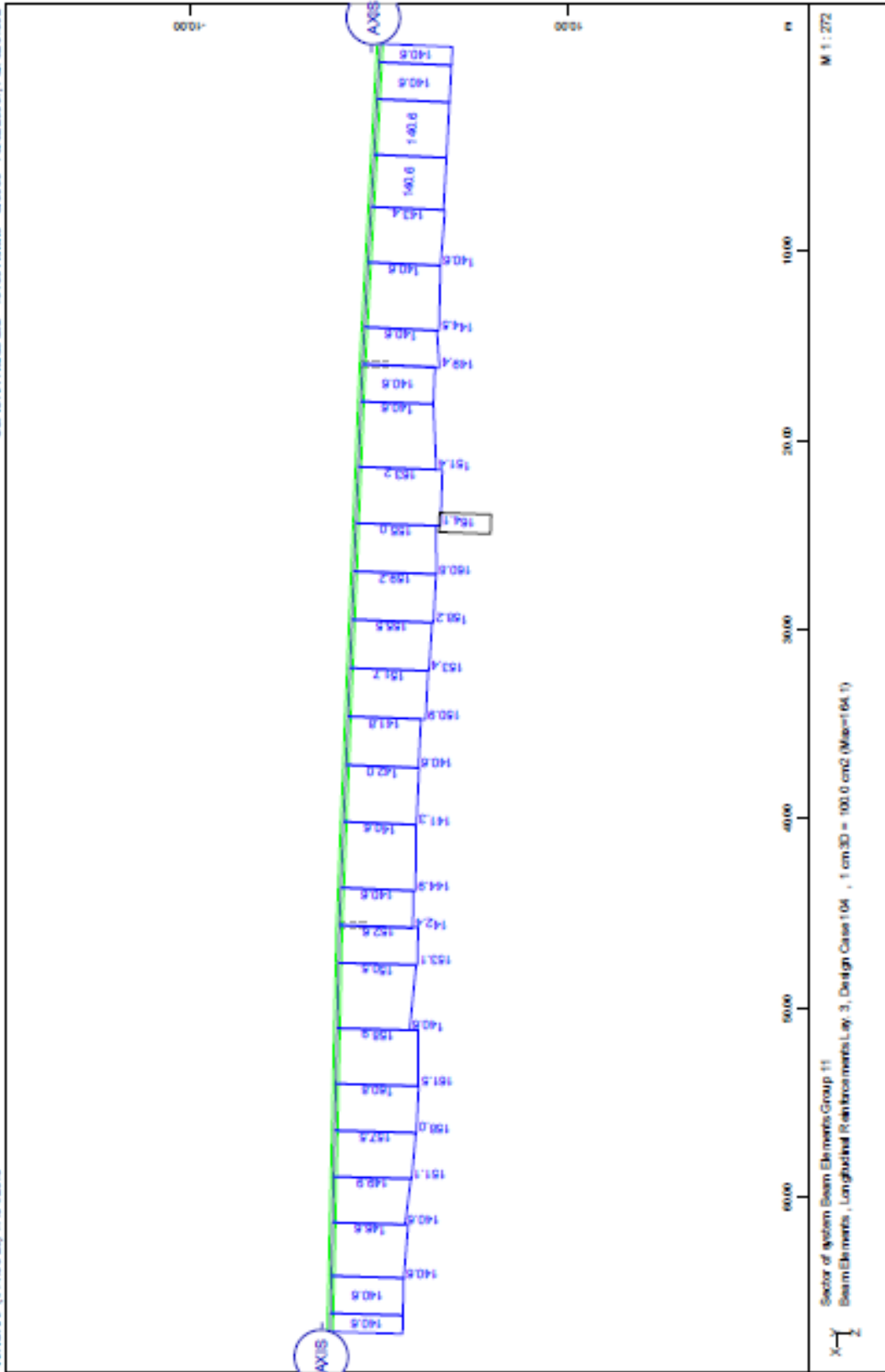


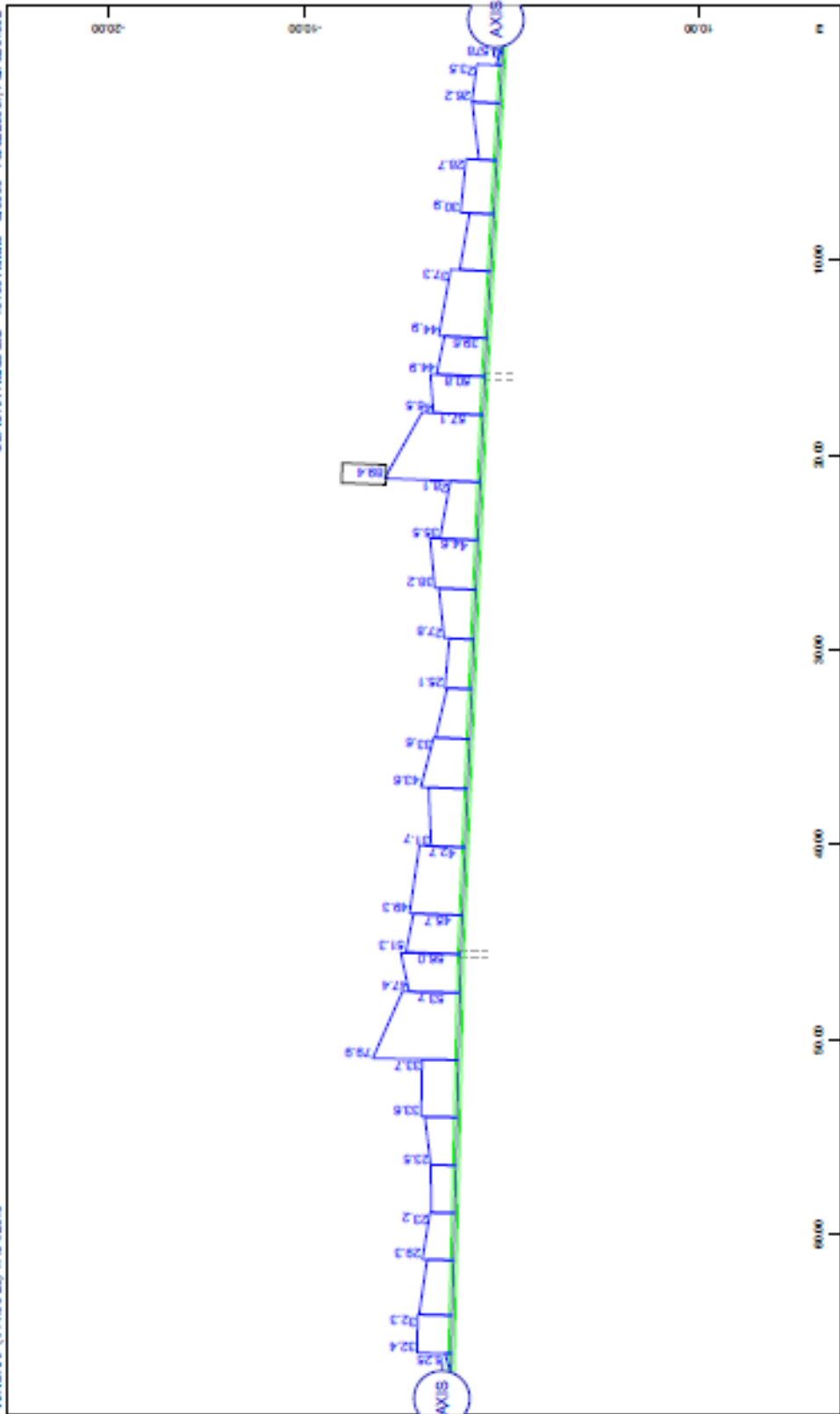


STRUCTURE 17
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN





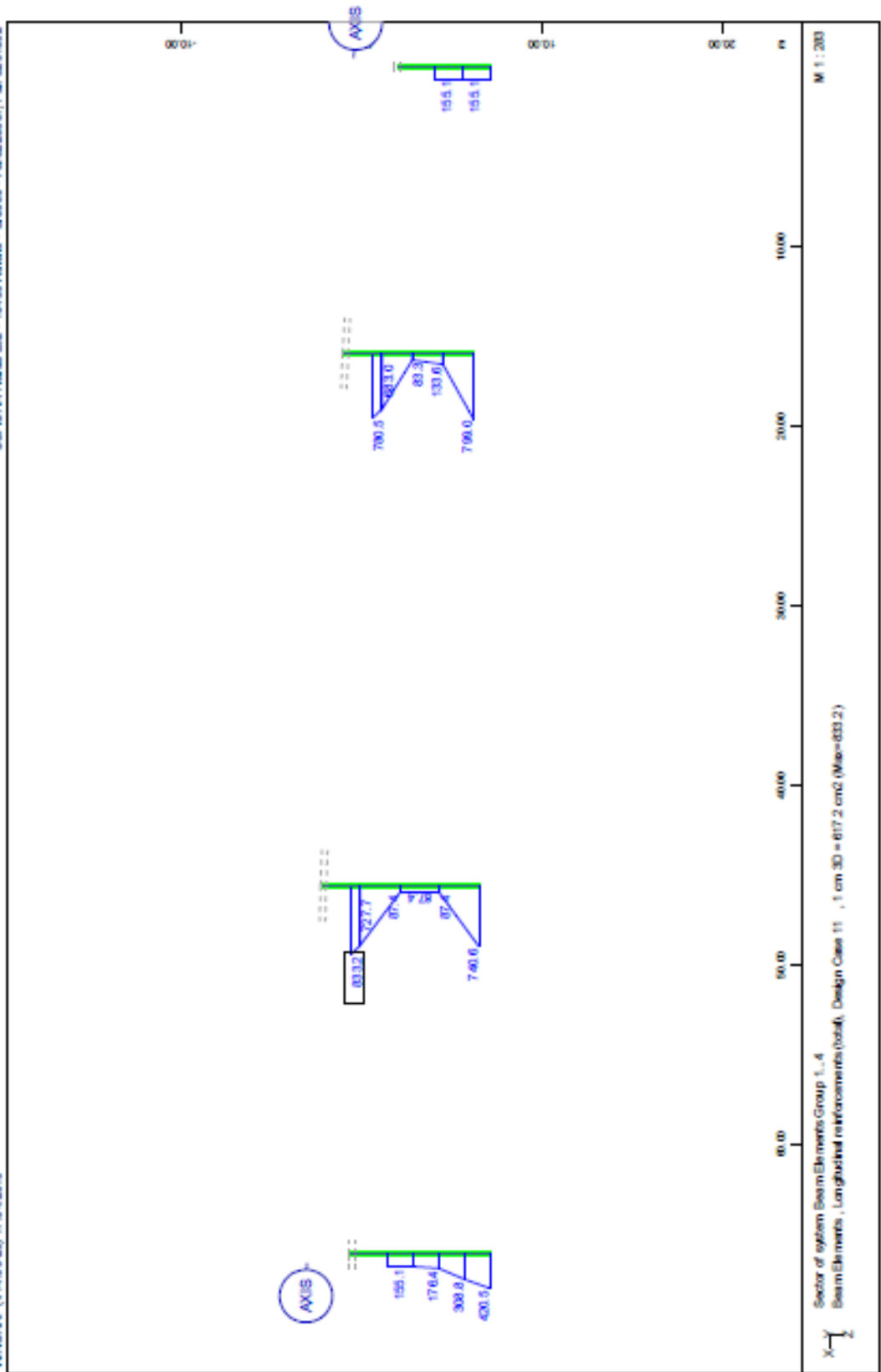




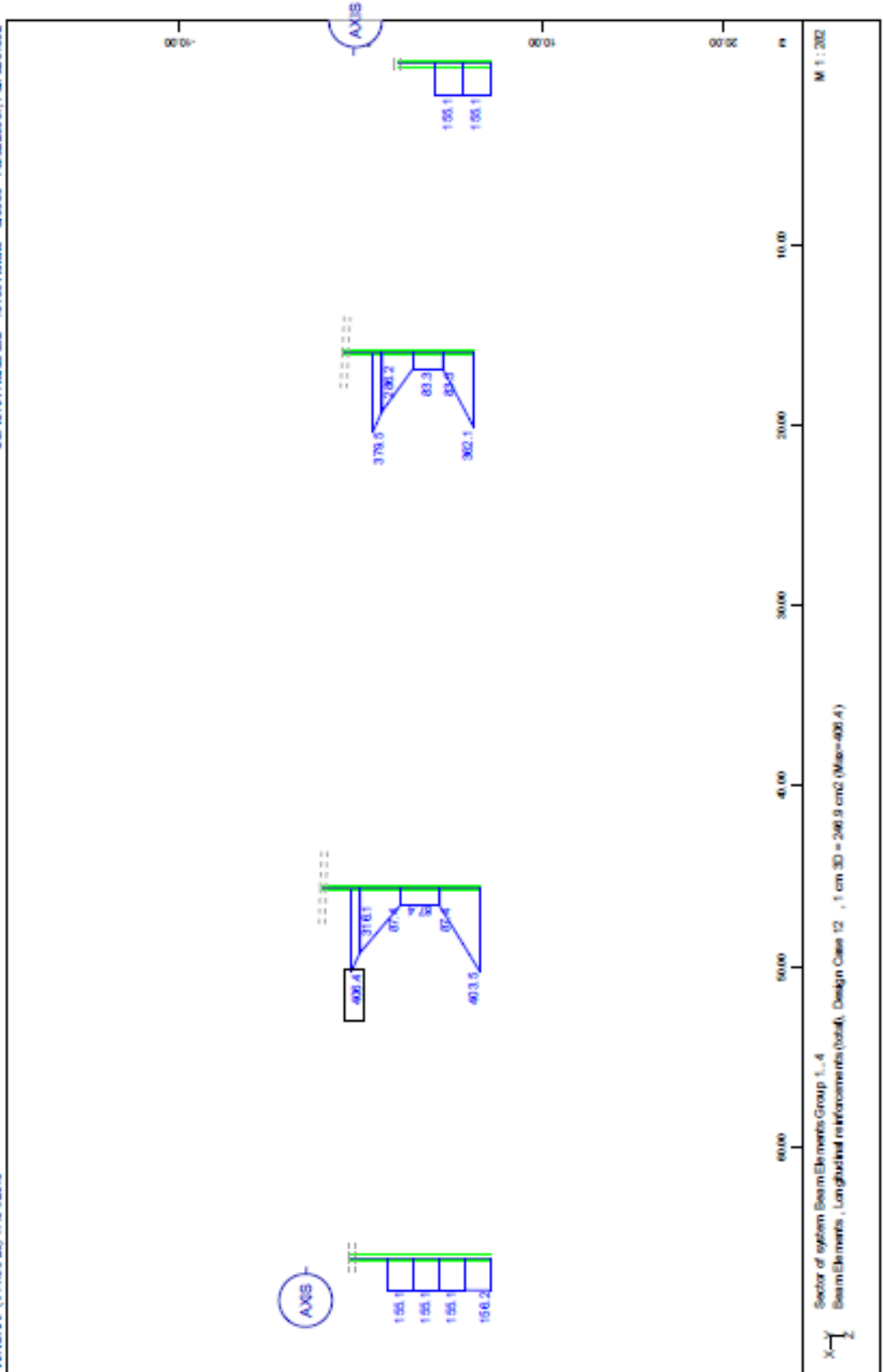

 Sector of system Beam Elements Group 11
 Beam Elements , Strip Reinforcement Lay. 1, Design Case 103 , 1 cm 3D = 50.0 cm³/m (Max=0.9.4)

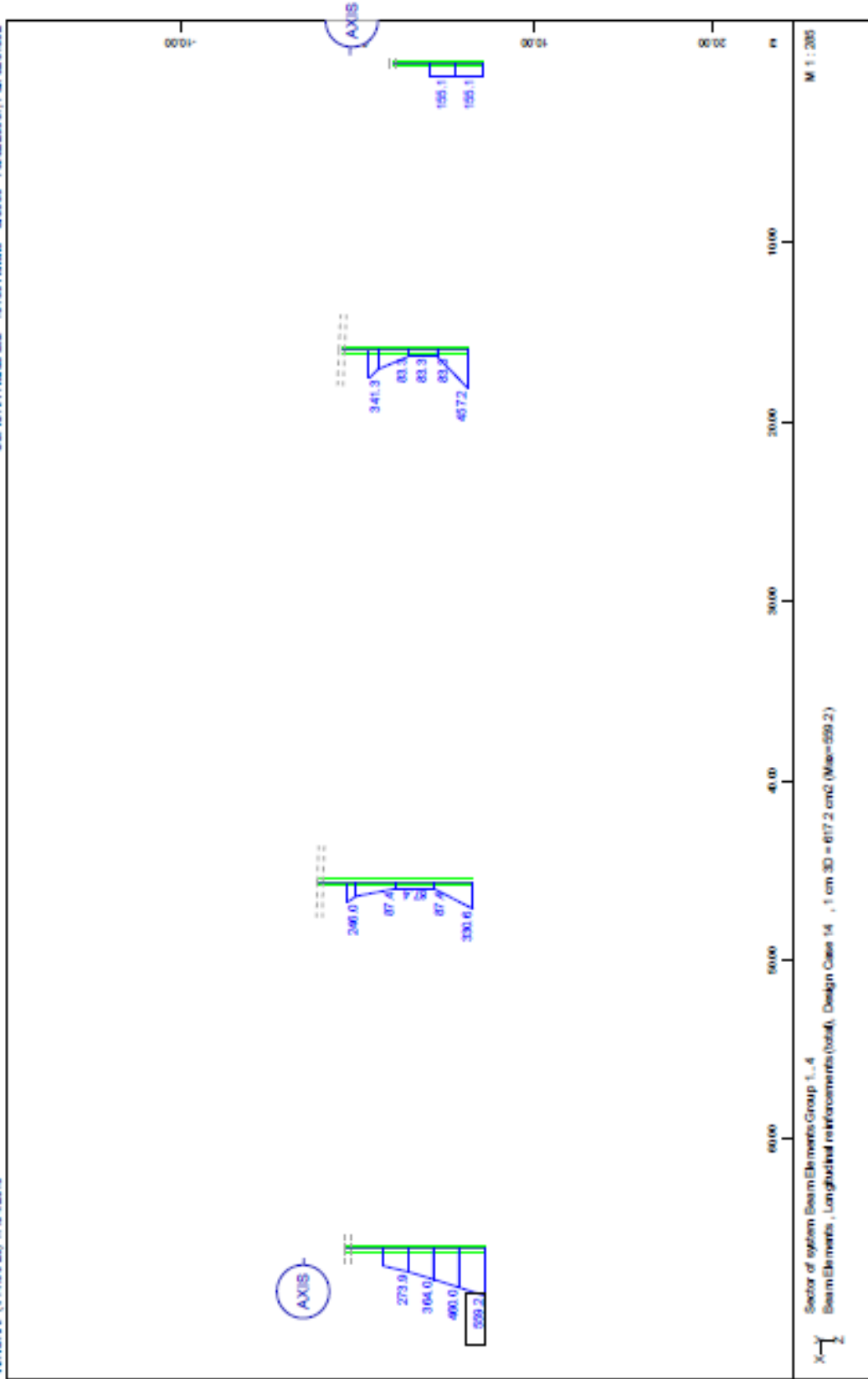
M 1 : 272

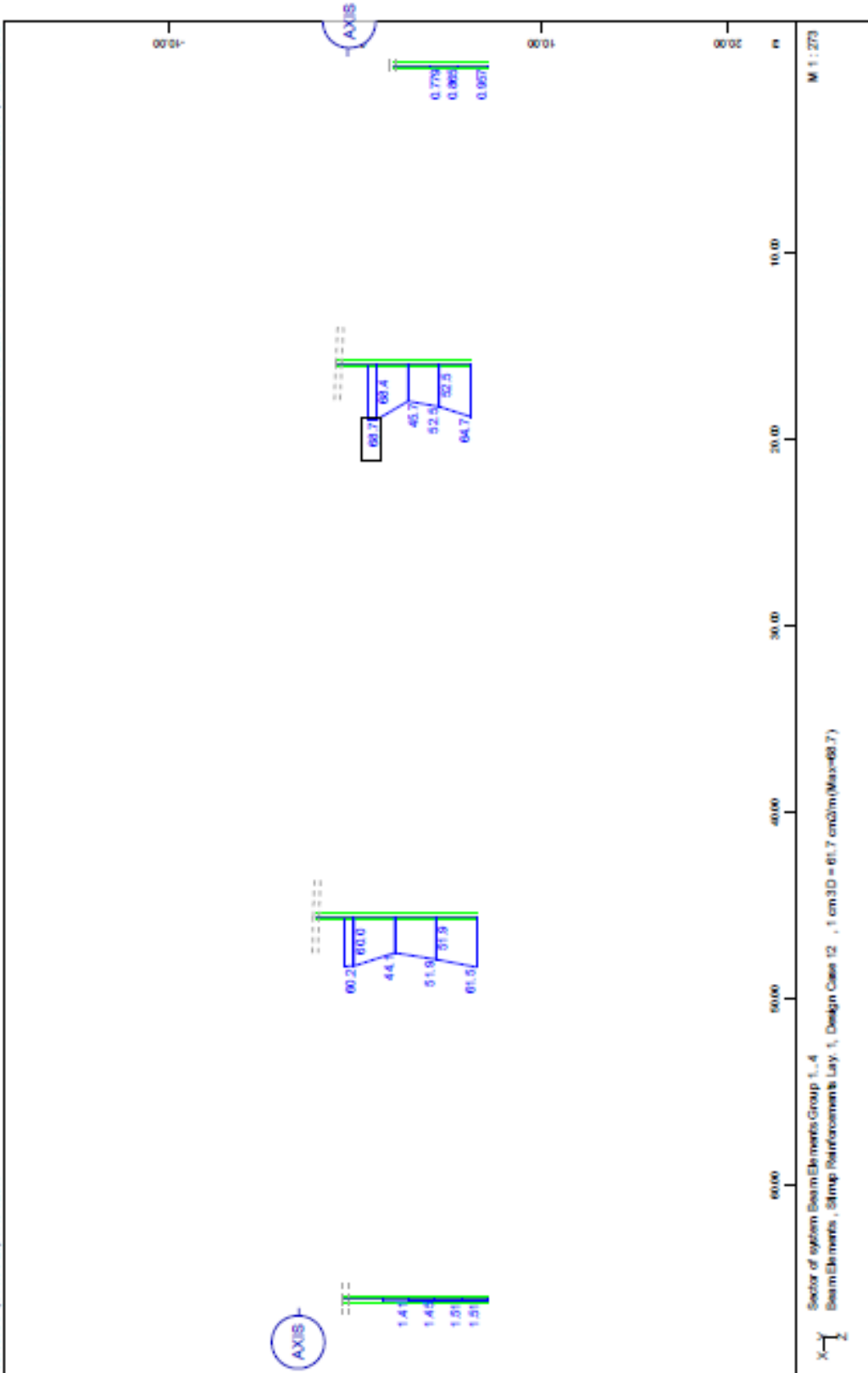
STRUCTURE 17
 DECK REQUIRED SHEAR REINFORCEMENT: LAY1=MAIN, LAY2=TRANSVERSE

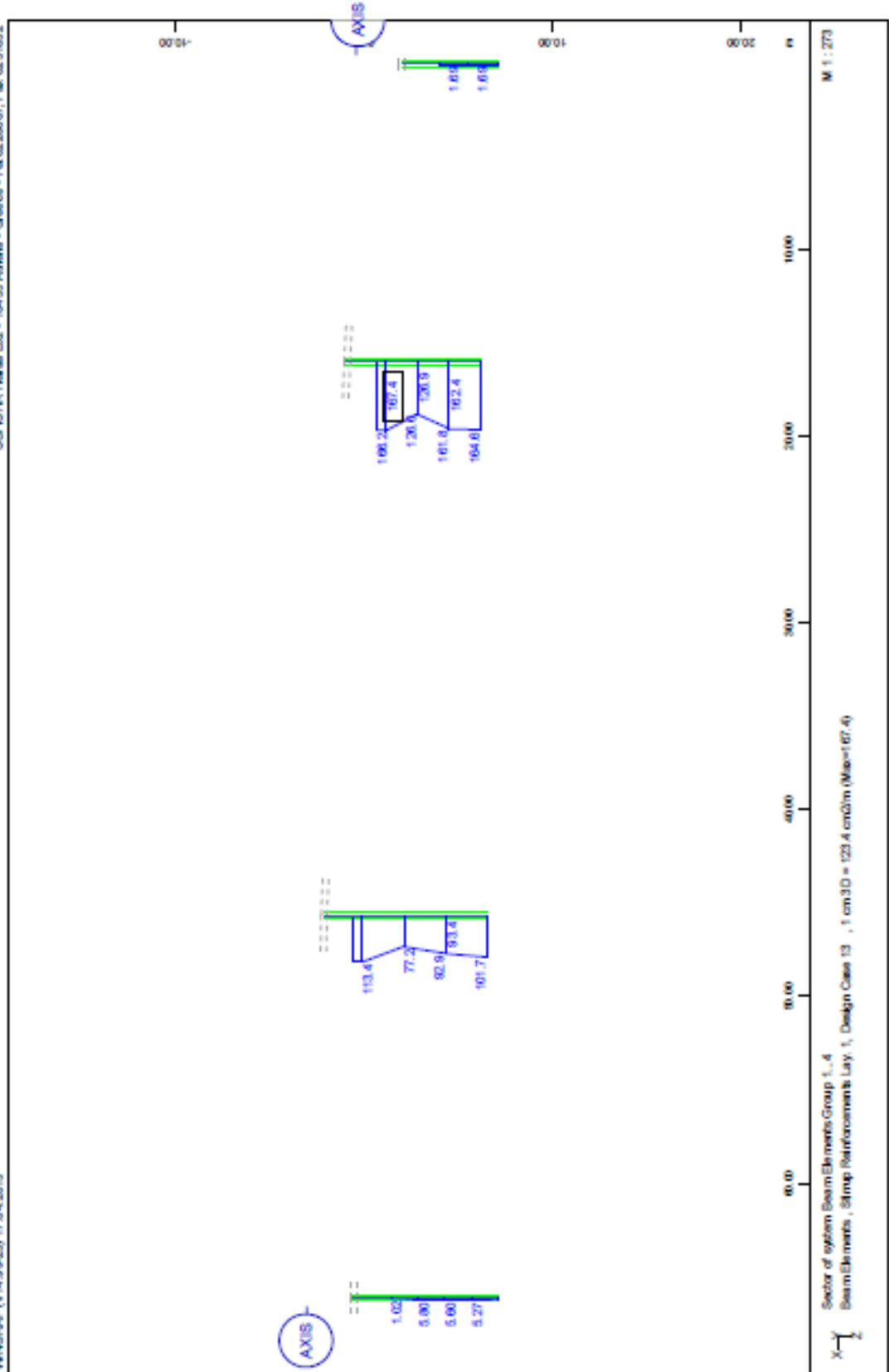


STRUCTURE 17
 PER REQUIRED REINFORCEMENT: 11=CRACK CONTROL, 12=U.S., 13=EQ-SHEAR, 14=EQ-BENDING



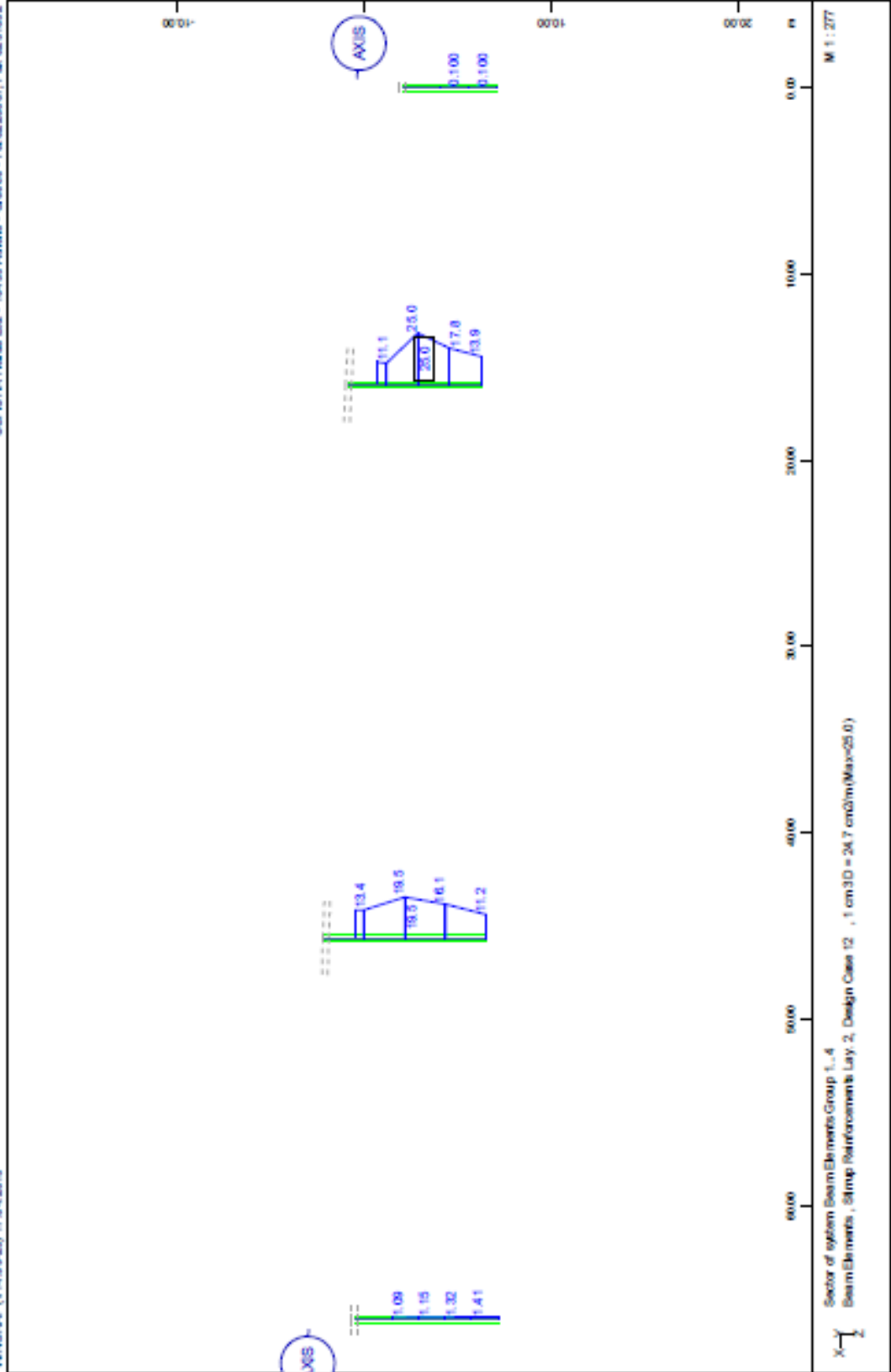


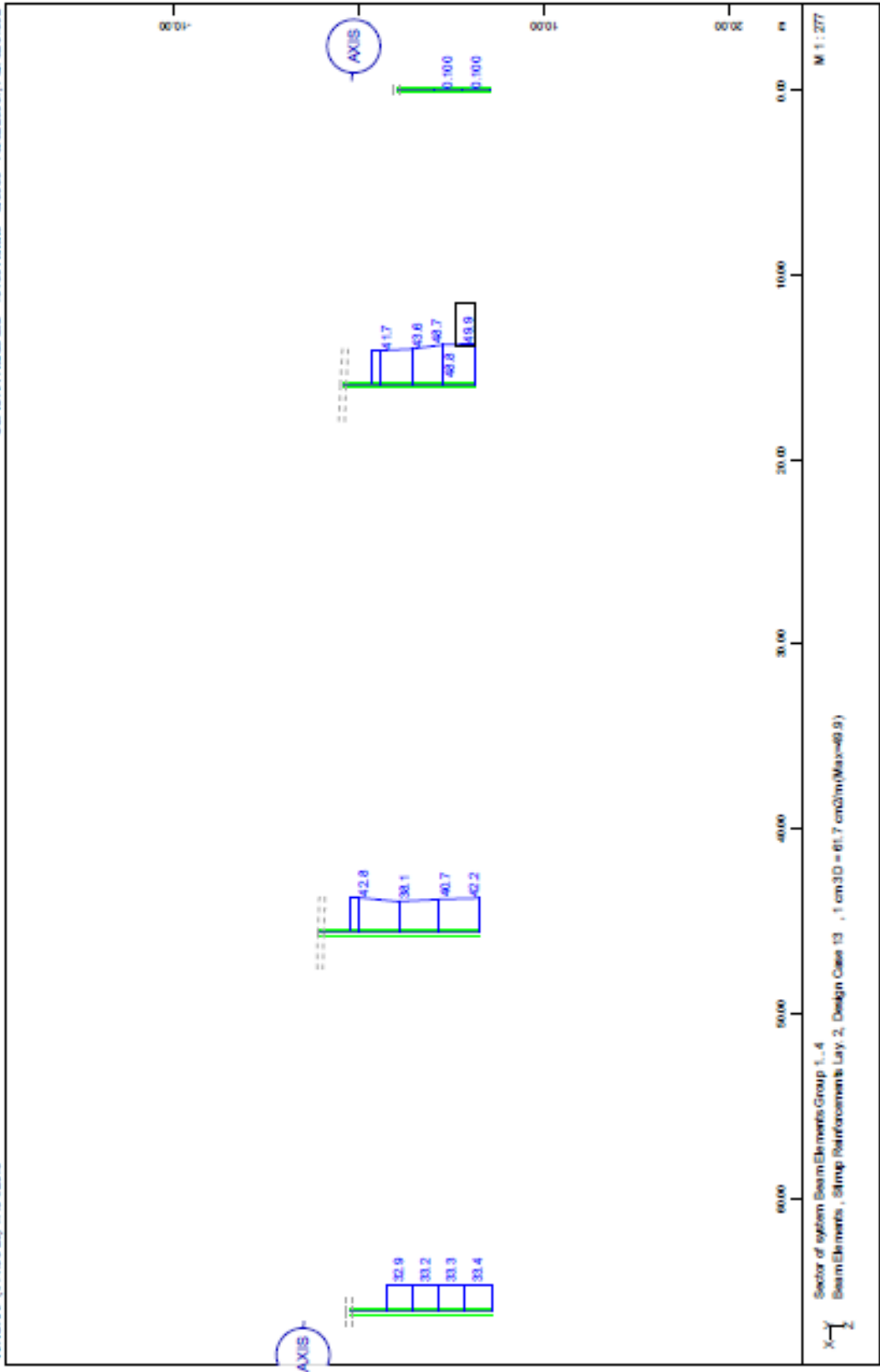




Sector of system Beam Elements Group 1..4
 BeamElements, Slmp Reinforcements Lay 1, Design Case 13 , 1 cm³D = 123.4 cm³m (Max=107.4)

STRUCTURE 17
 PER REQUIRED REINFORCEMENT: 11=CRACK-CONTROL, 12=U.S, 13=EQ-SHEAR, 14=EQ-BENDING





5.2 Απόσπασμα τεύχους θεμελίωσης μεσοβάθρων με το λογισμικό SOFiSTiK.

5.2.1 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου Μ3.ΚΛ.Γ.

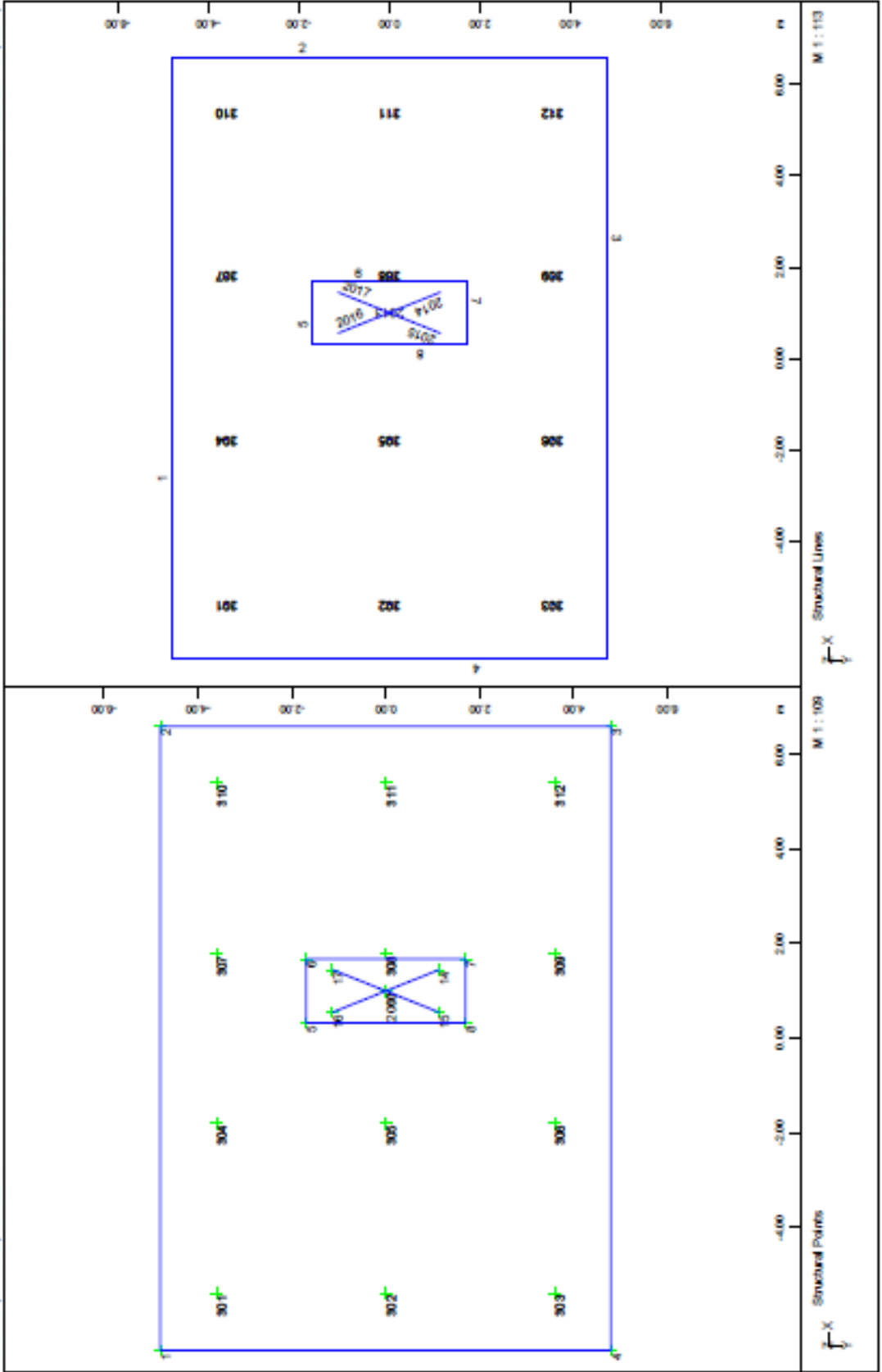
FOUNDATION OF PIER M3.KL.G - STRUCTURE 17

SCFSTK.AG - www.scfstk.com

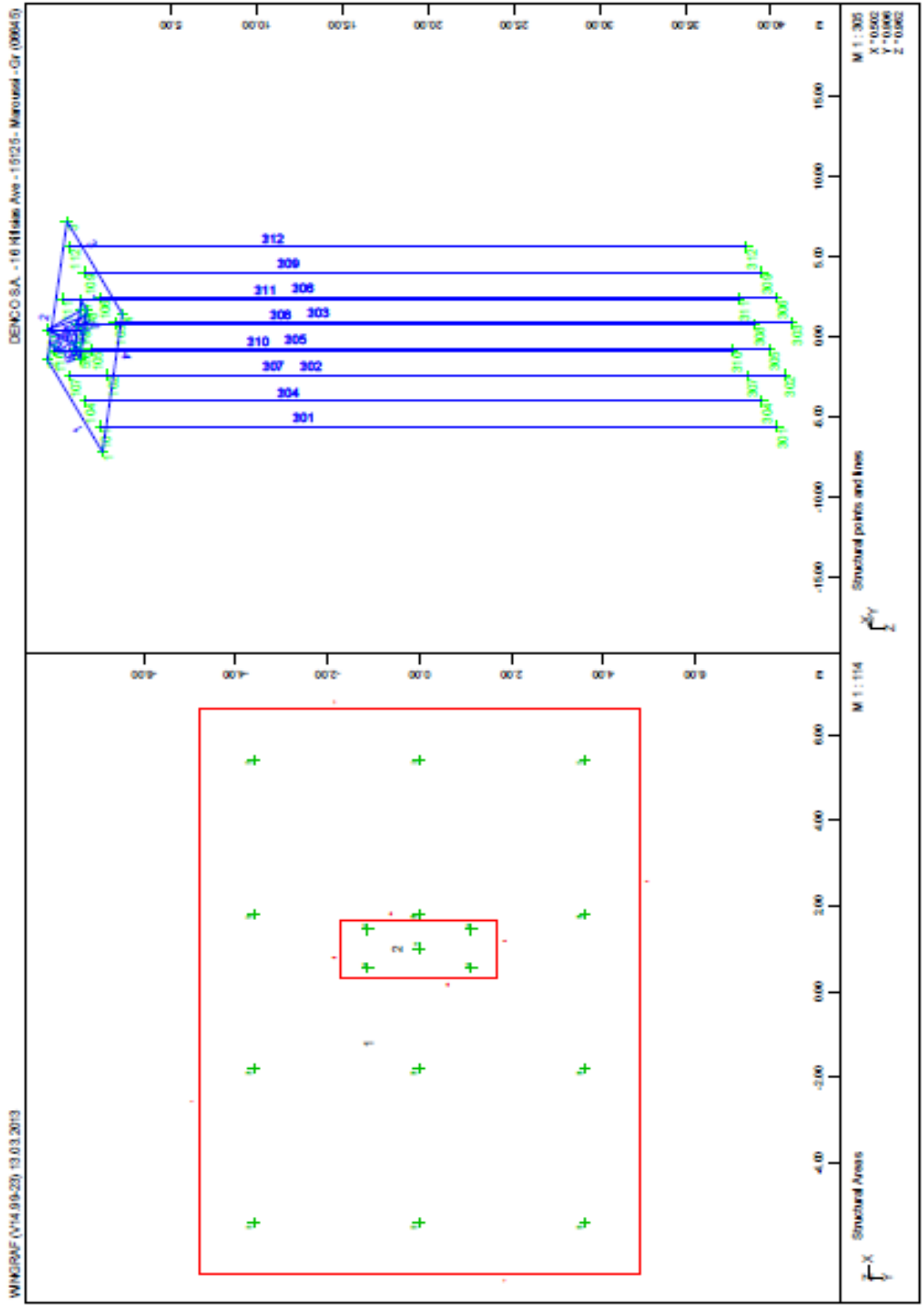
--- 2. MODEL GEOMETRY ---

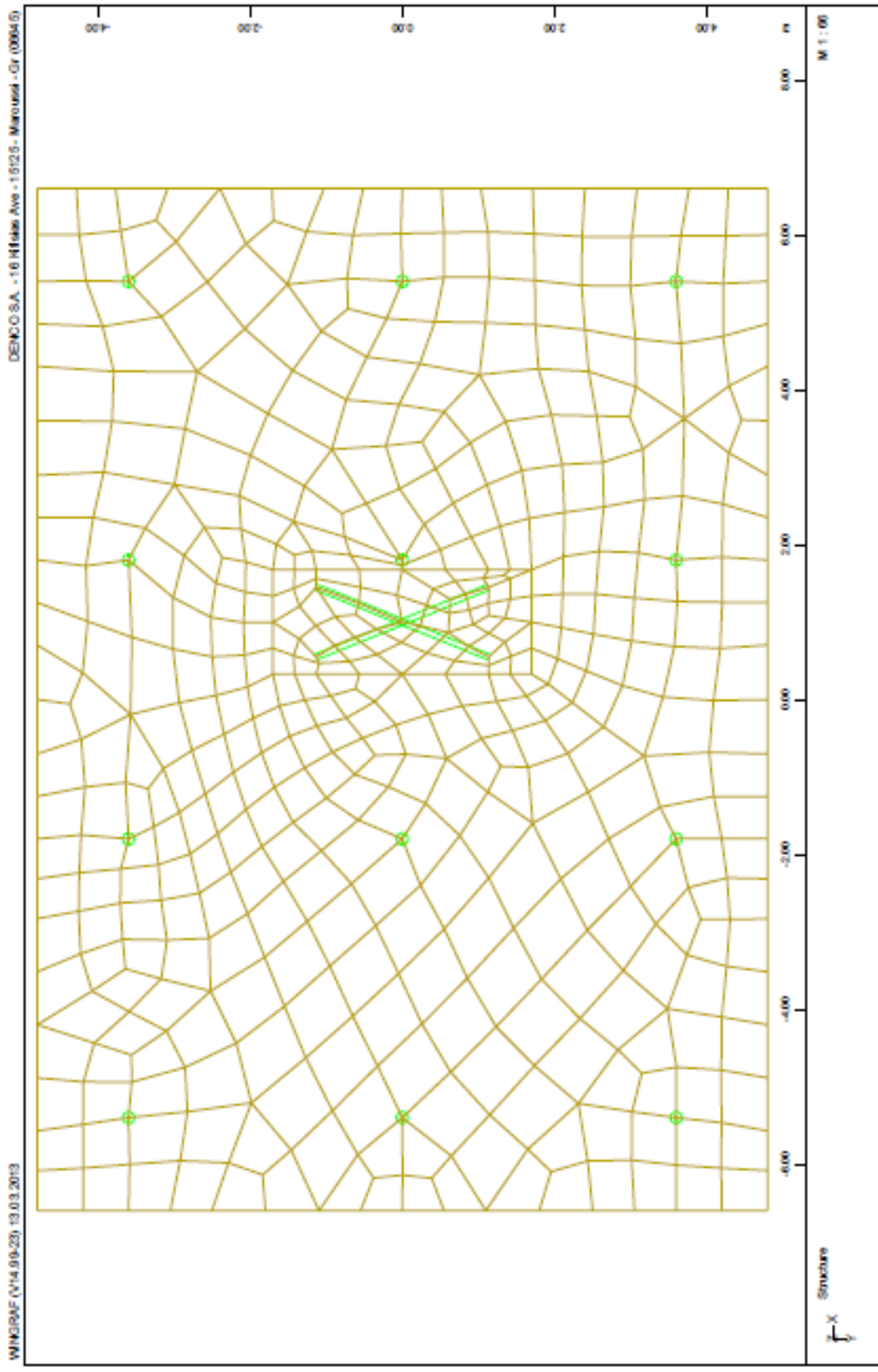
DEMO S.A. - 16 Hitek Ave - 15125 - Marousi - Gr (0064 G)

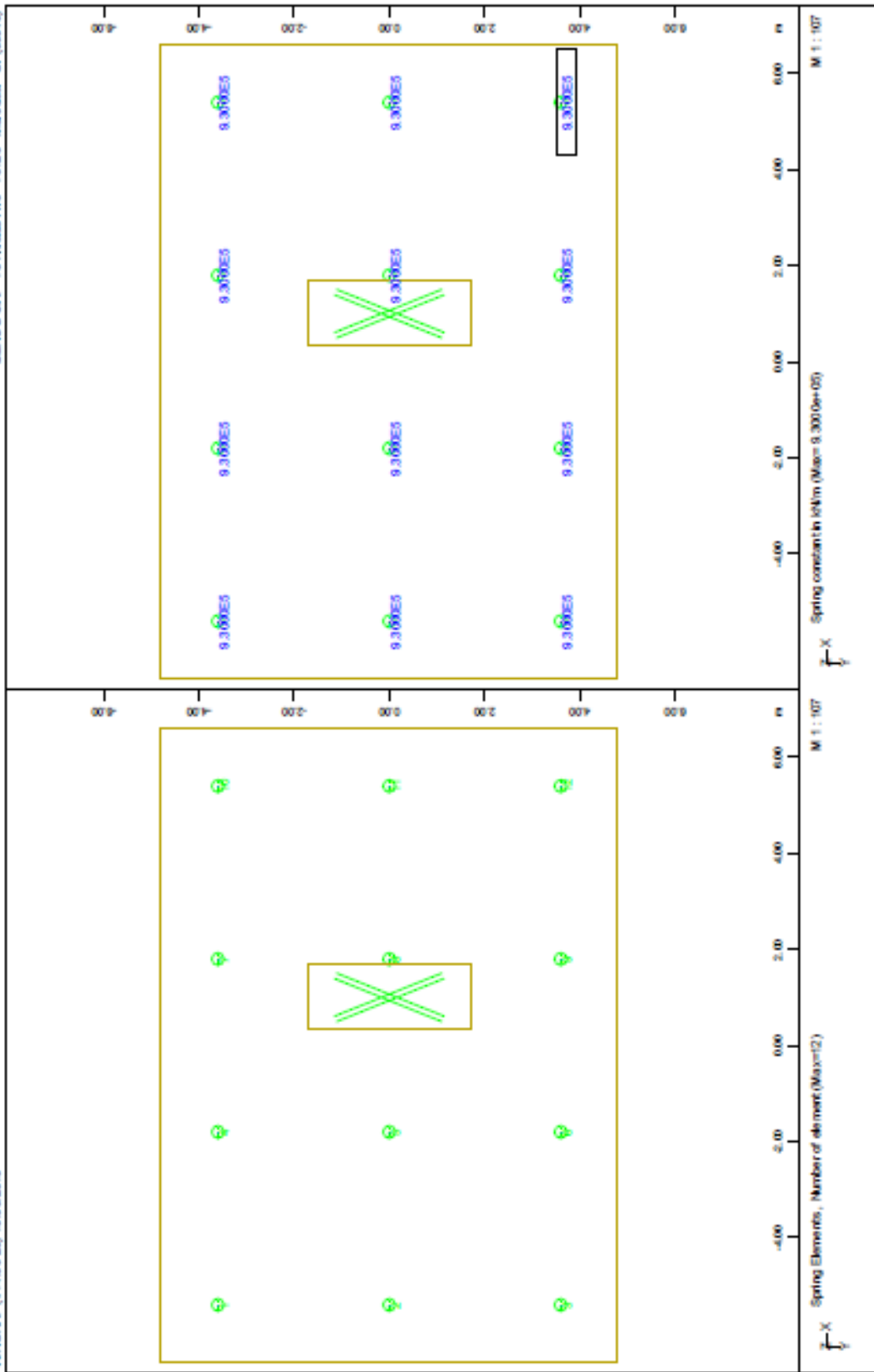
WINGRAF (V14.99.23) 13.03.2013



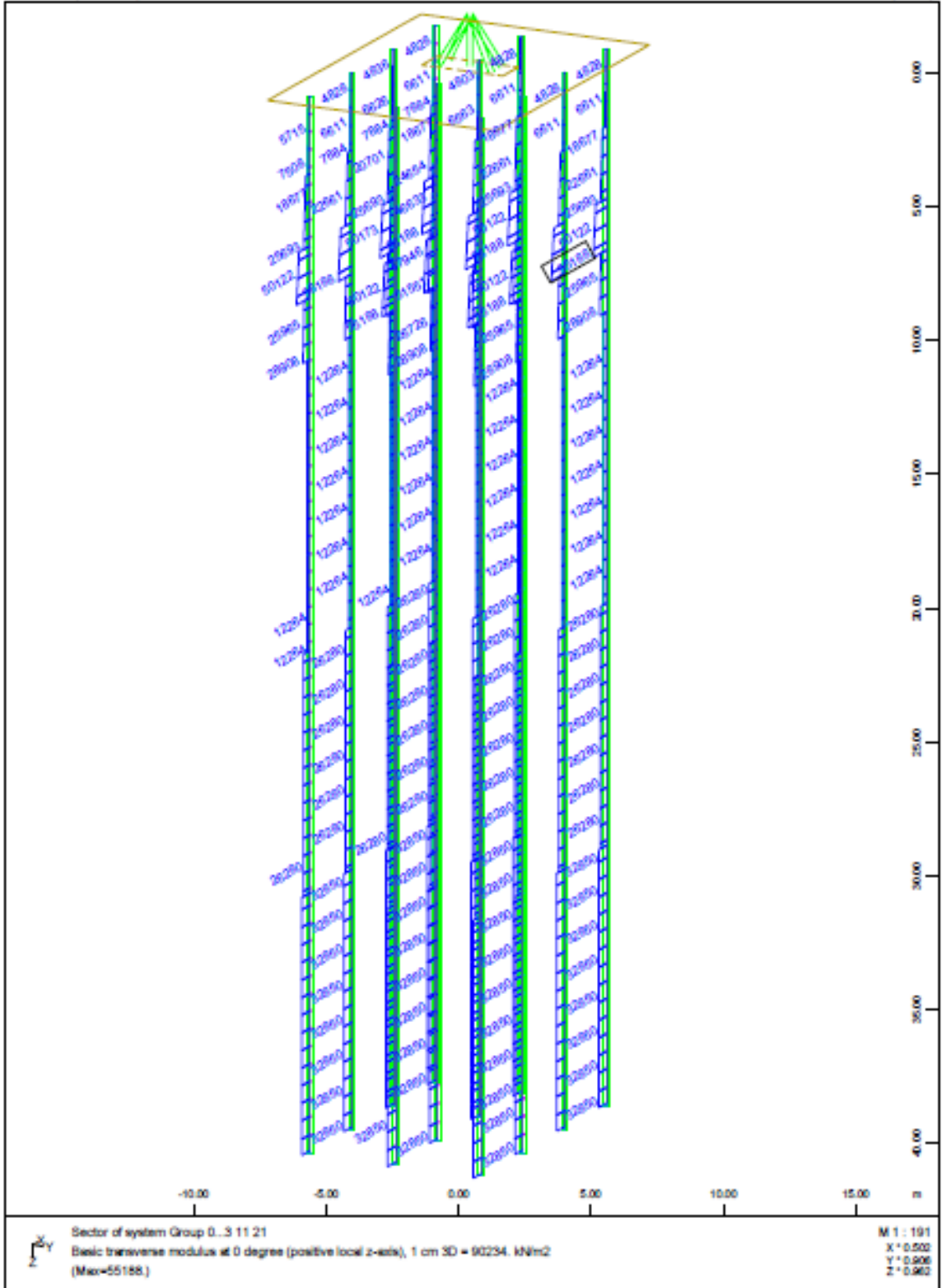
FOUNDATION PIER M3.KL.G - STRUCTURE 17
GEOMETRIC POINTS AND LINES



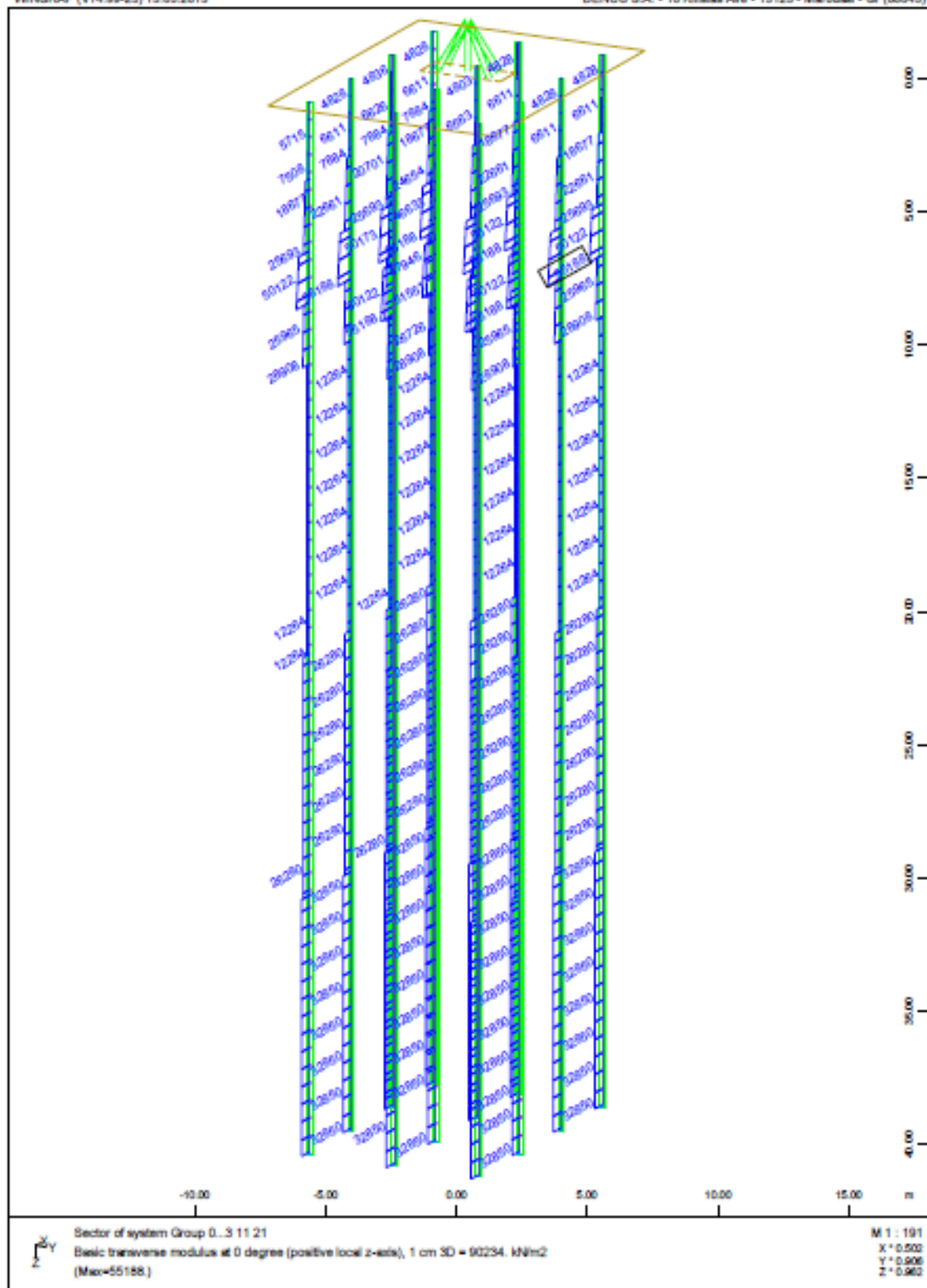




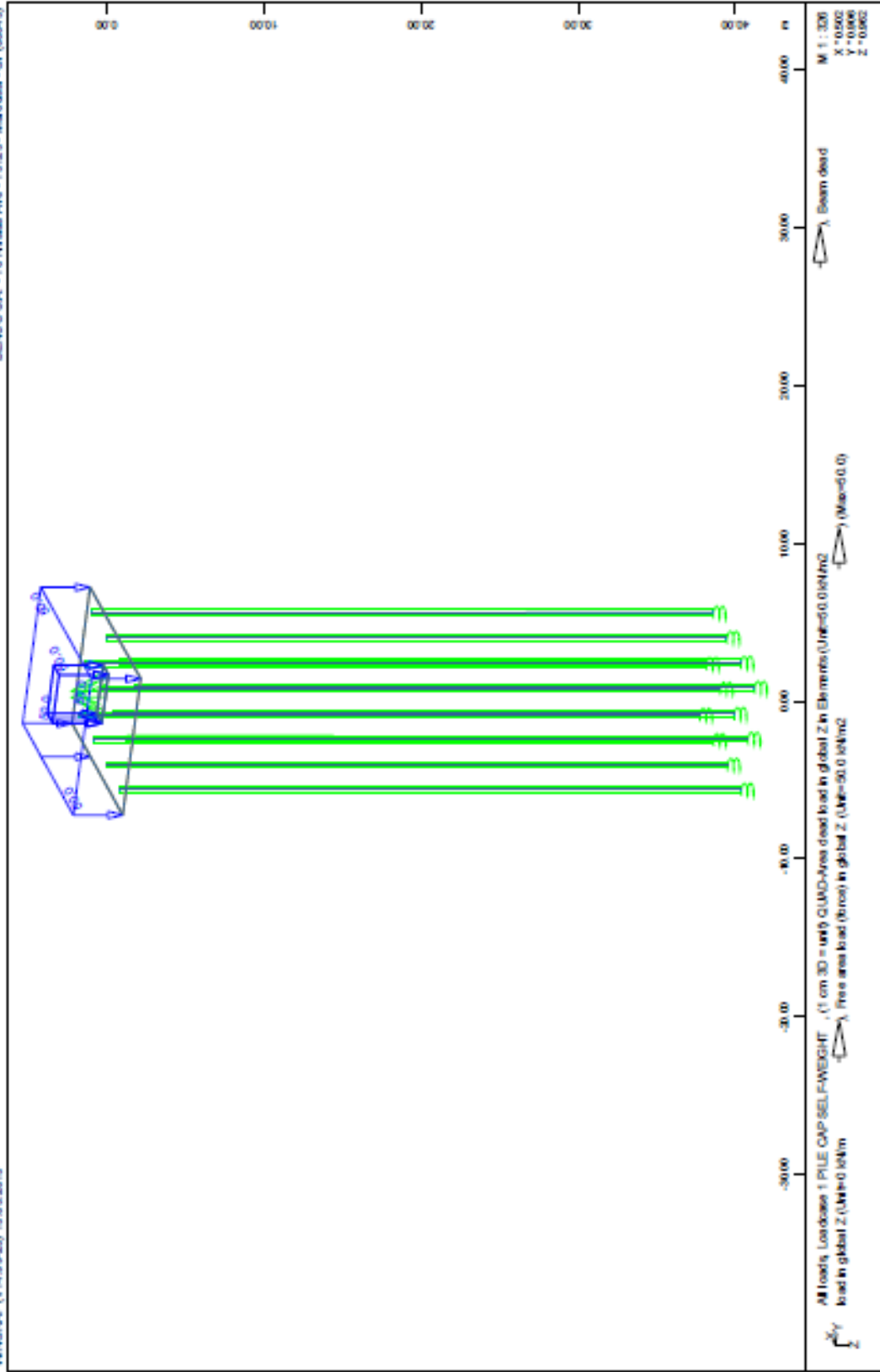
FOUNDATION PIER M3 XL G - STRUCTURE 17
NUMBERING AND STIFFNESS OF PILE TIP SPRINGS



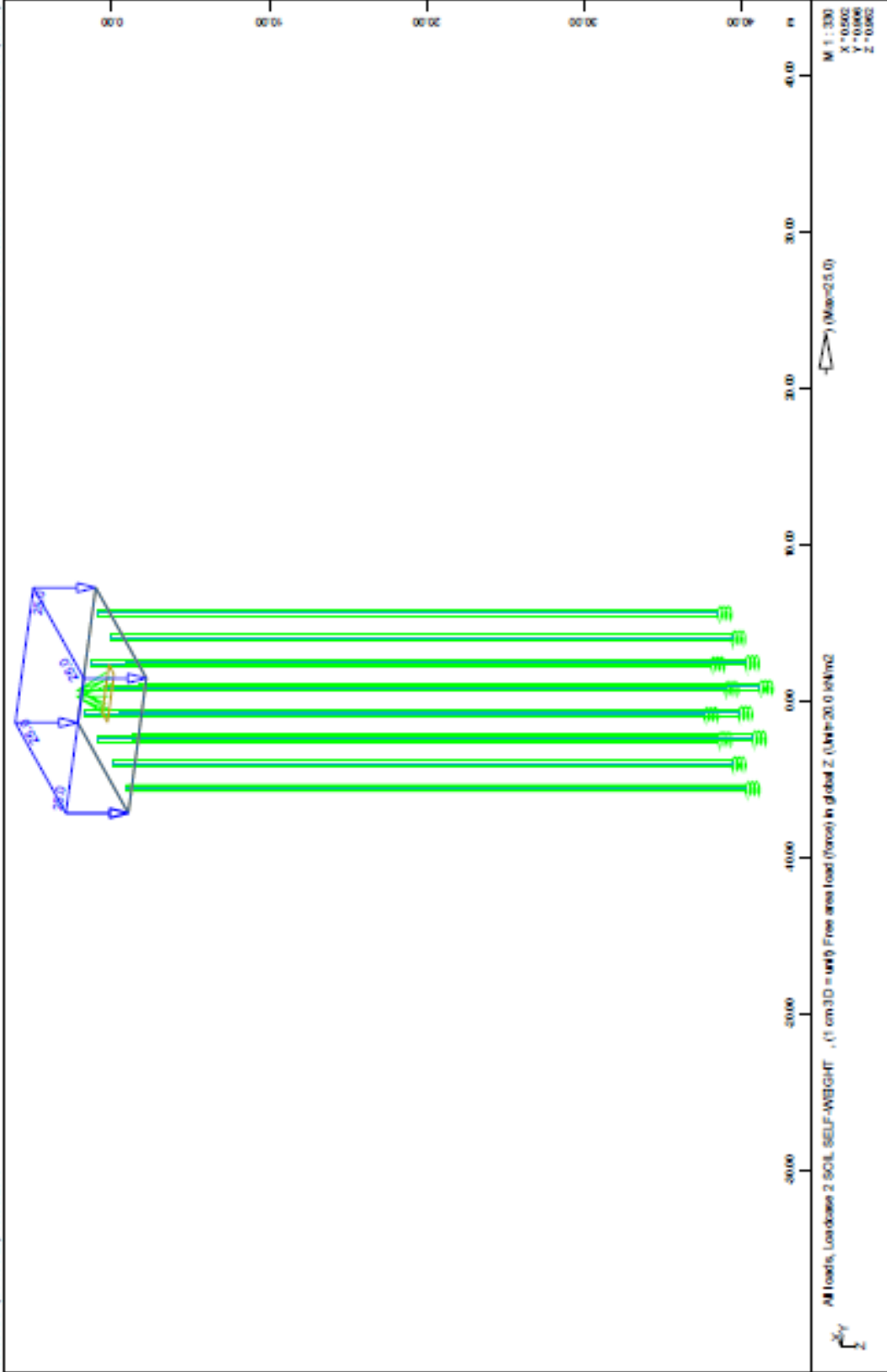
FOUNDATION OF PIER M3.KLG - STRUCTURE 17
 TRANSVERSE SOIL INDEX (STATIC LOADINGS)

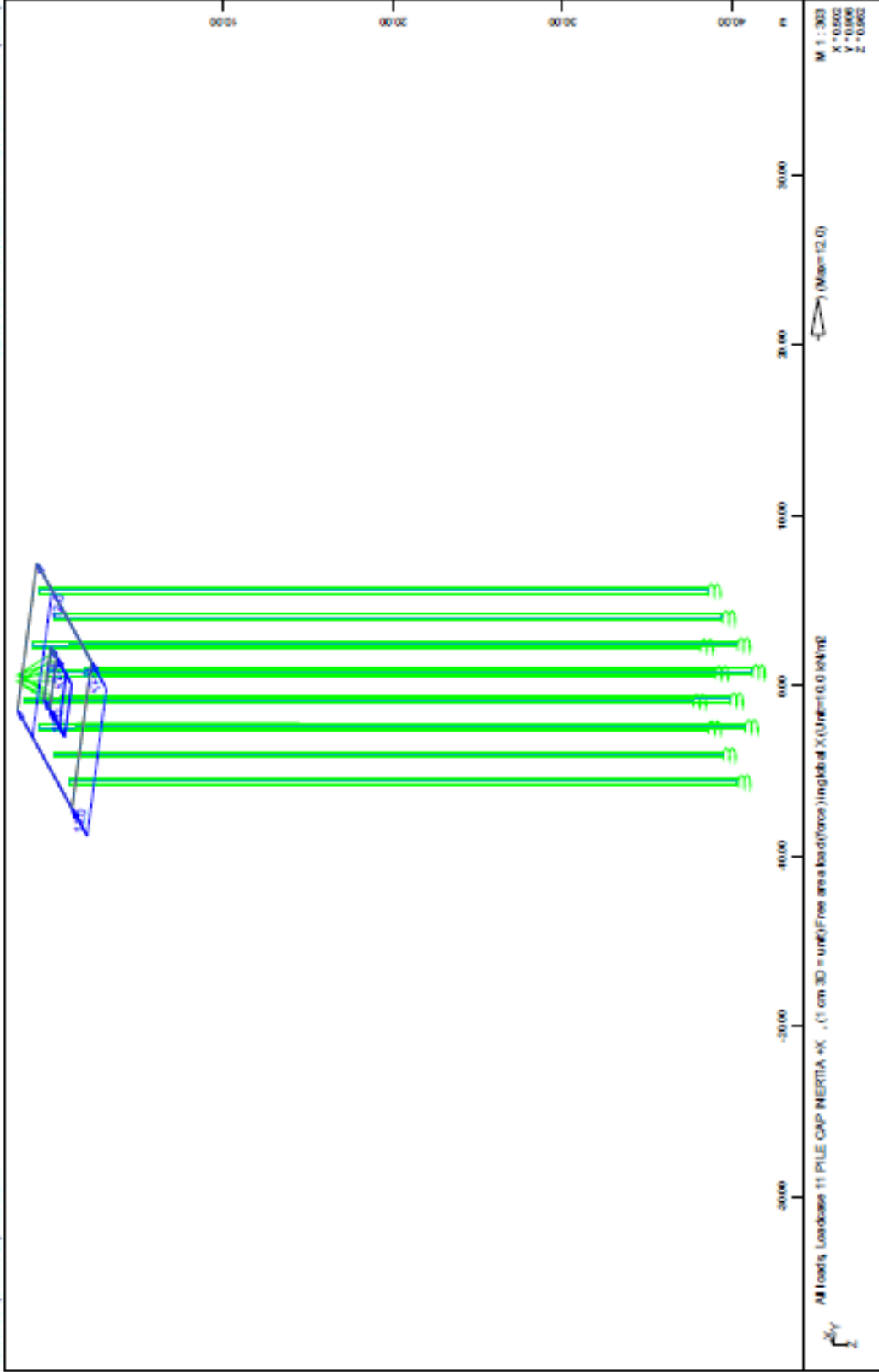


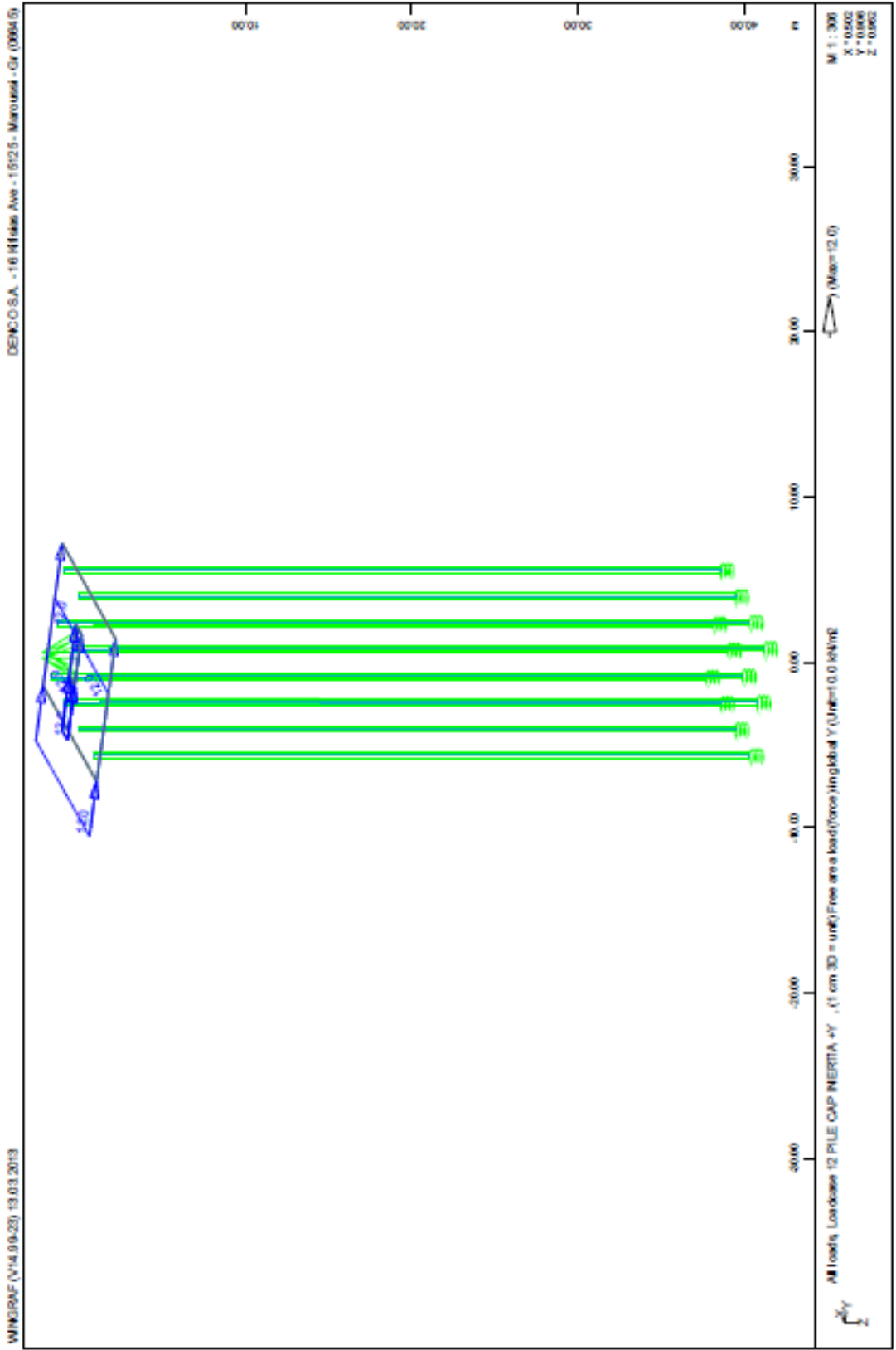
FOUNDATION OF PIER M3.KLG - STRUCTURE 17
 TRANSVERSE SOIL INDEX (SEISMIC LOADINGS)

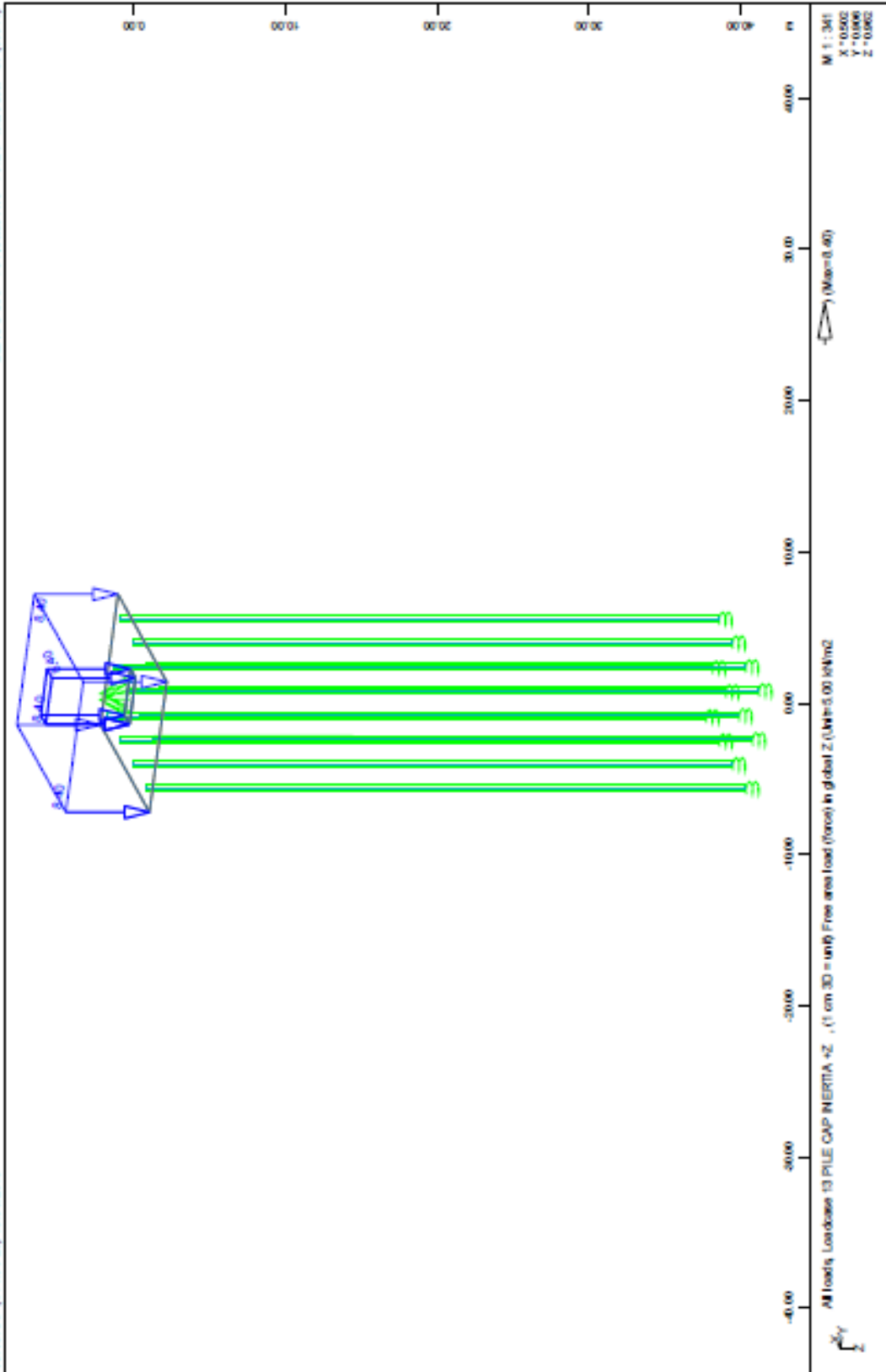


FOUNDATION OF PIER M3.L.G. - STRUCTURE 17
LOADING GRAPH

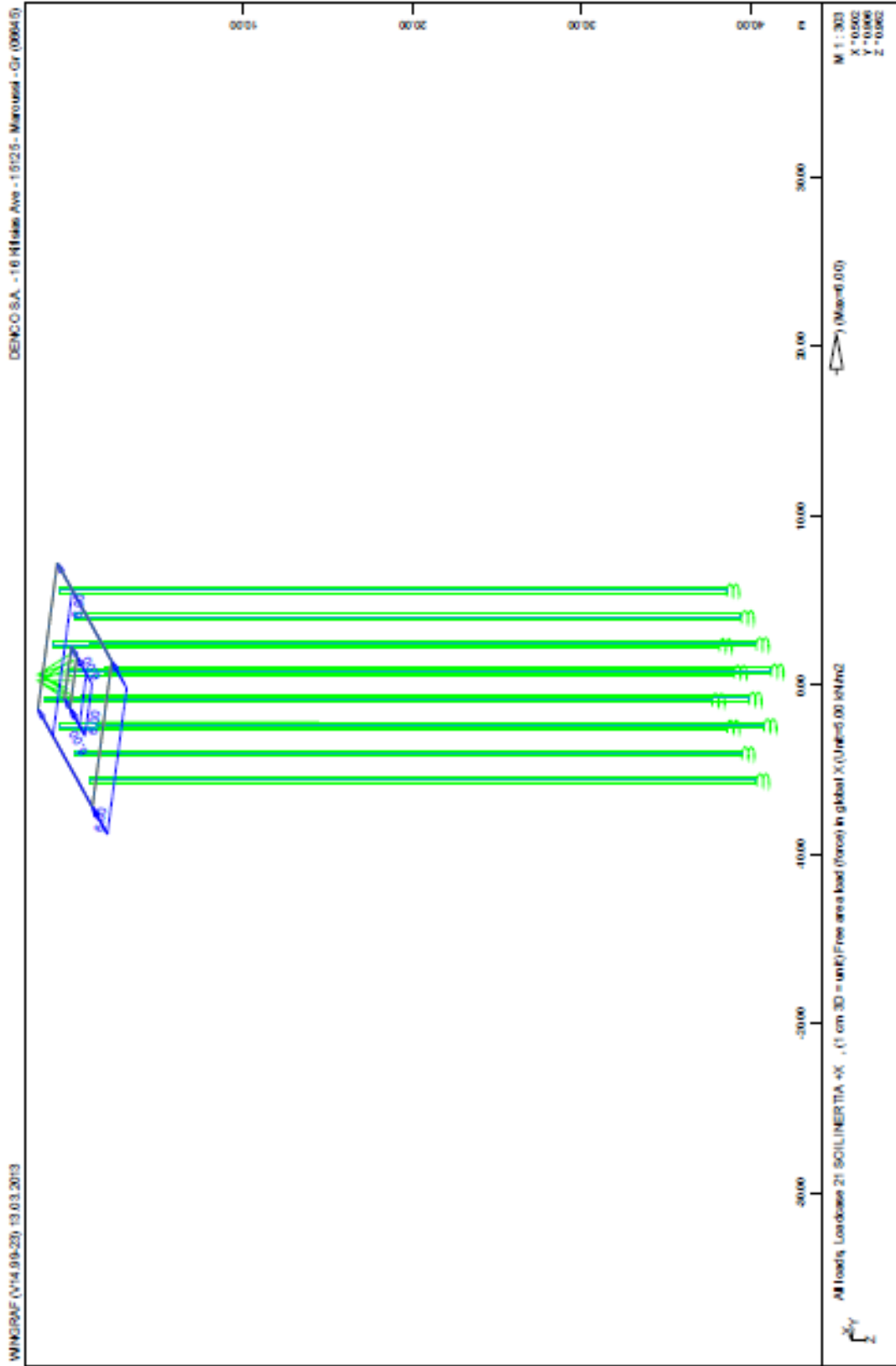


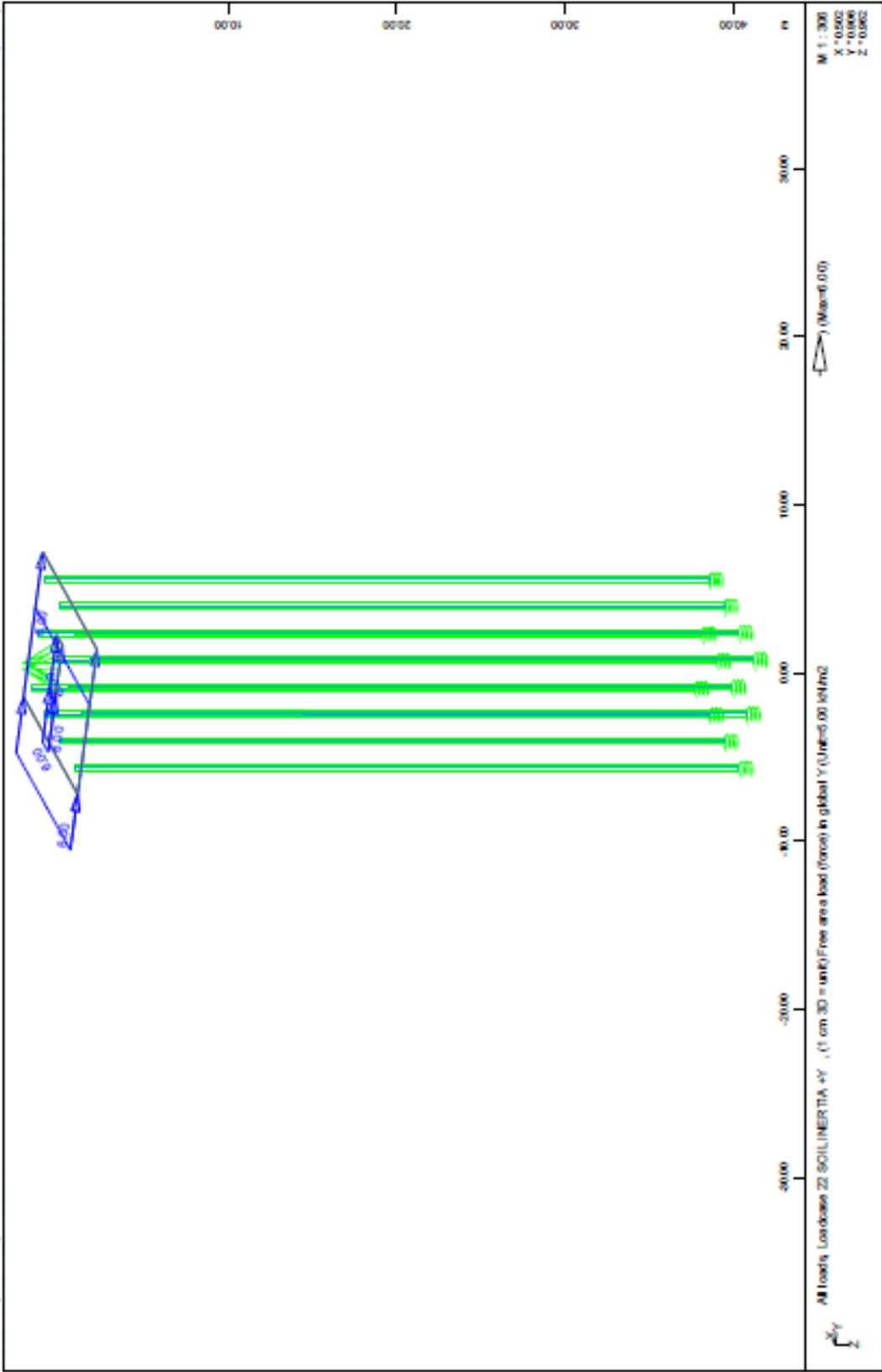




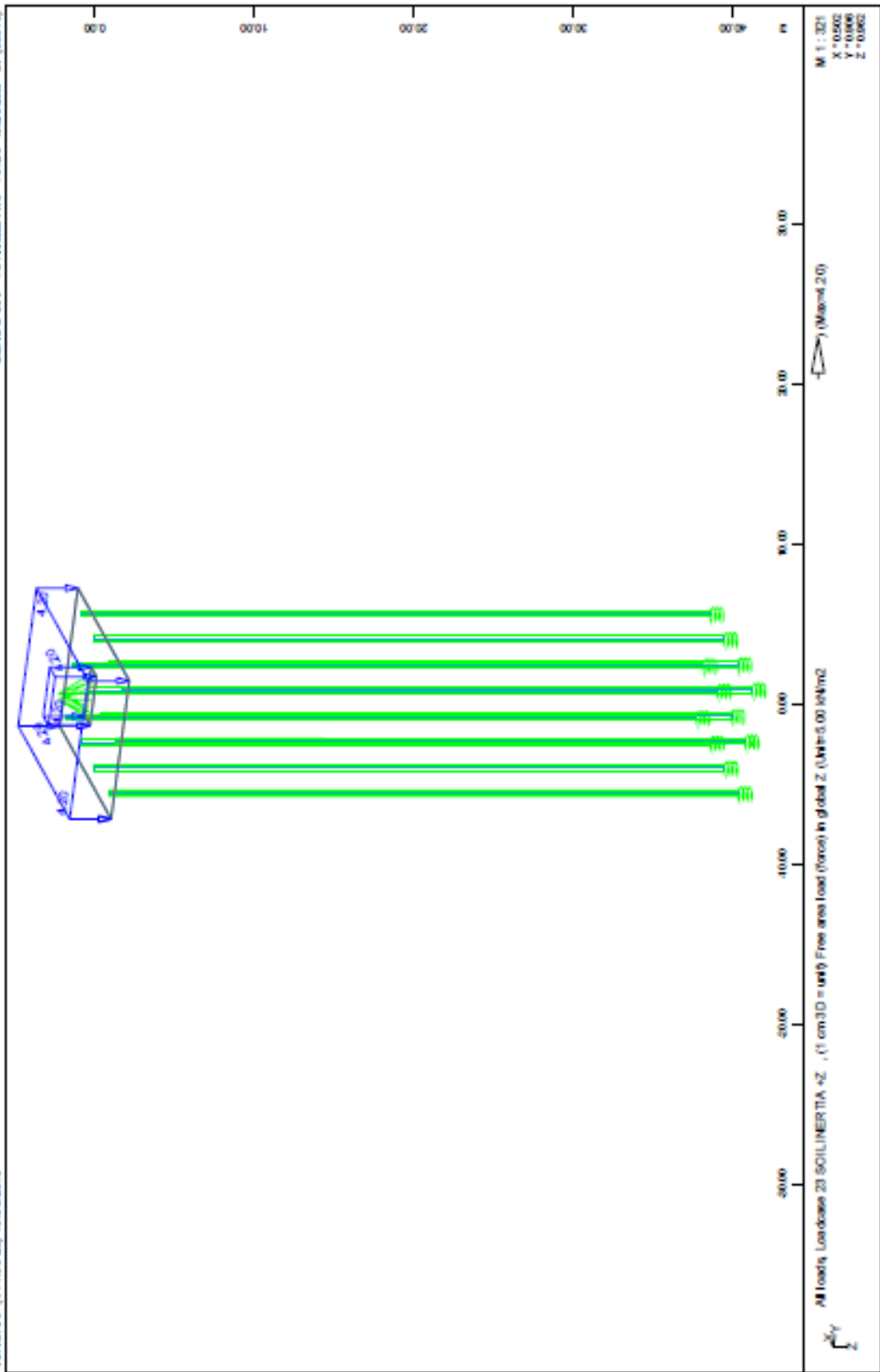


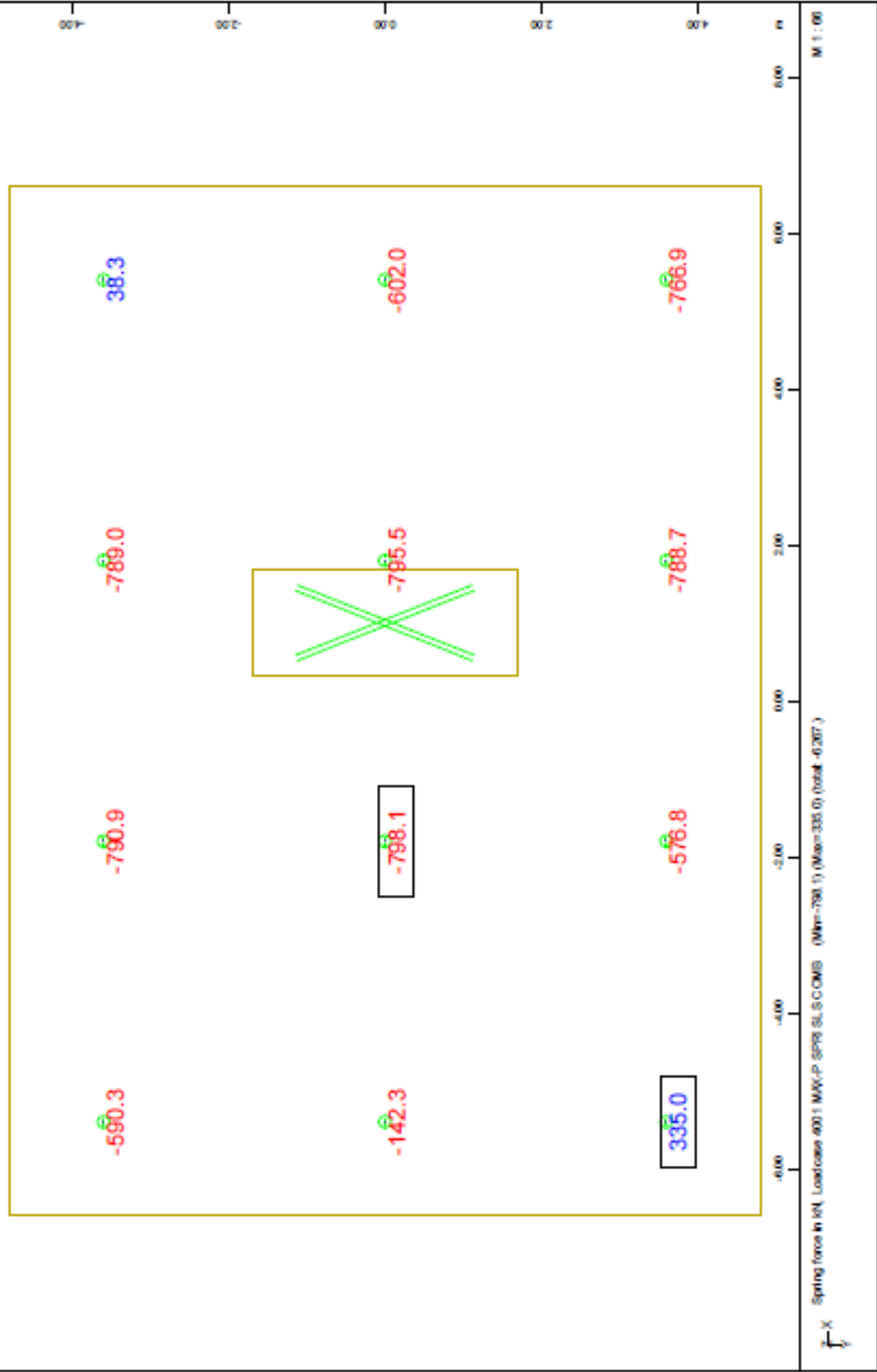
FOUNDATION PIER M3 KL.G - STRUCTURE 17
PILE CAP LOADINGS



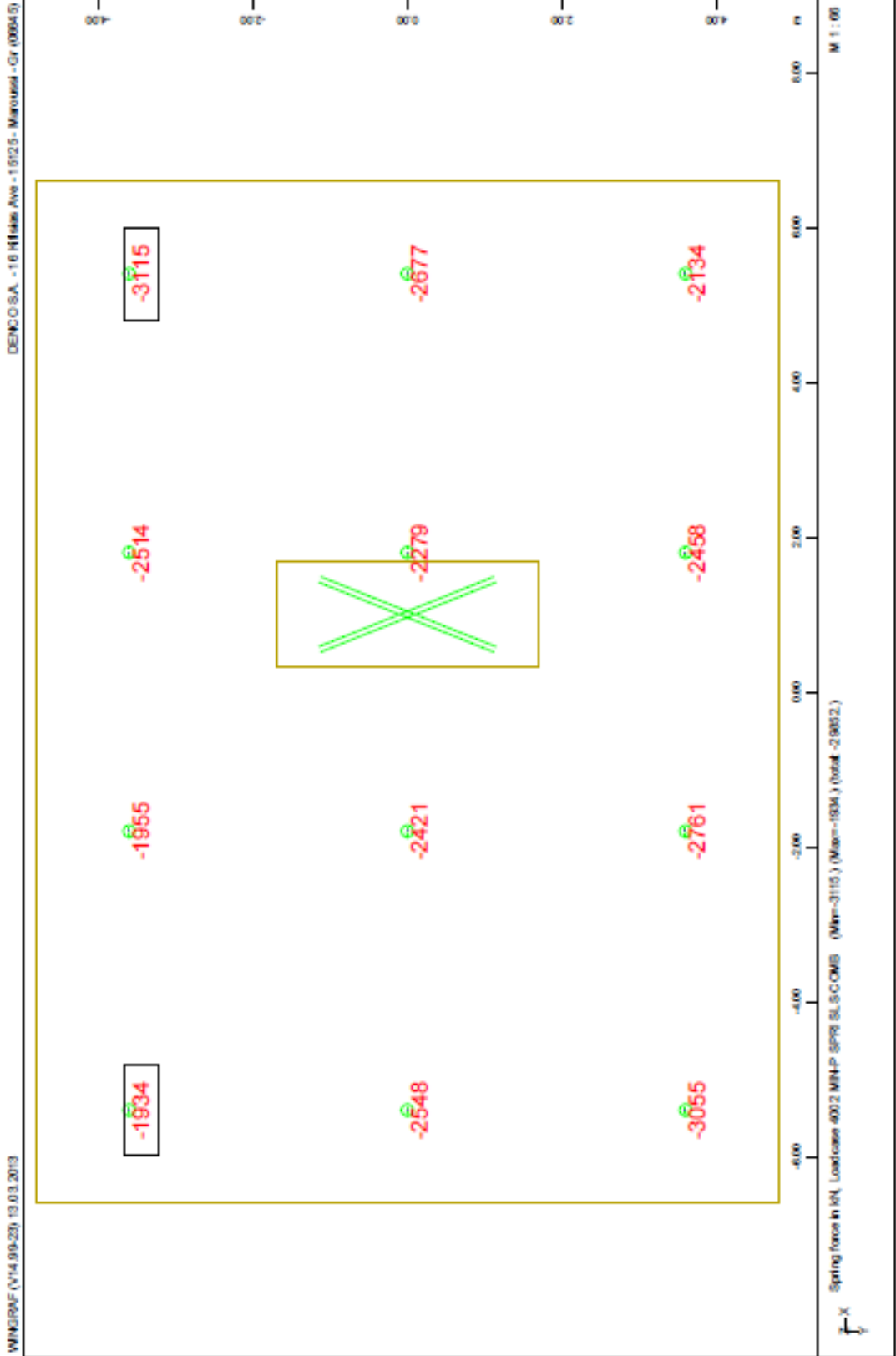


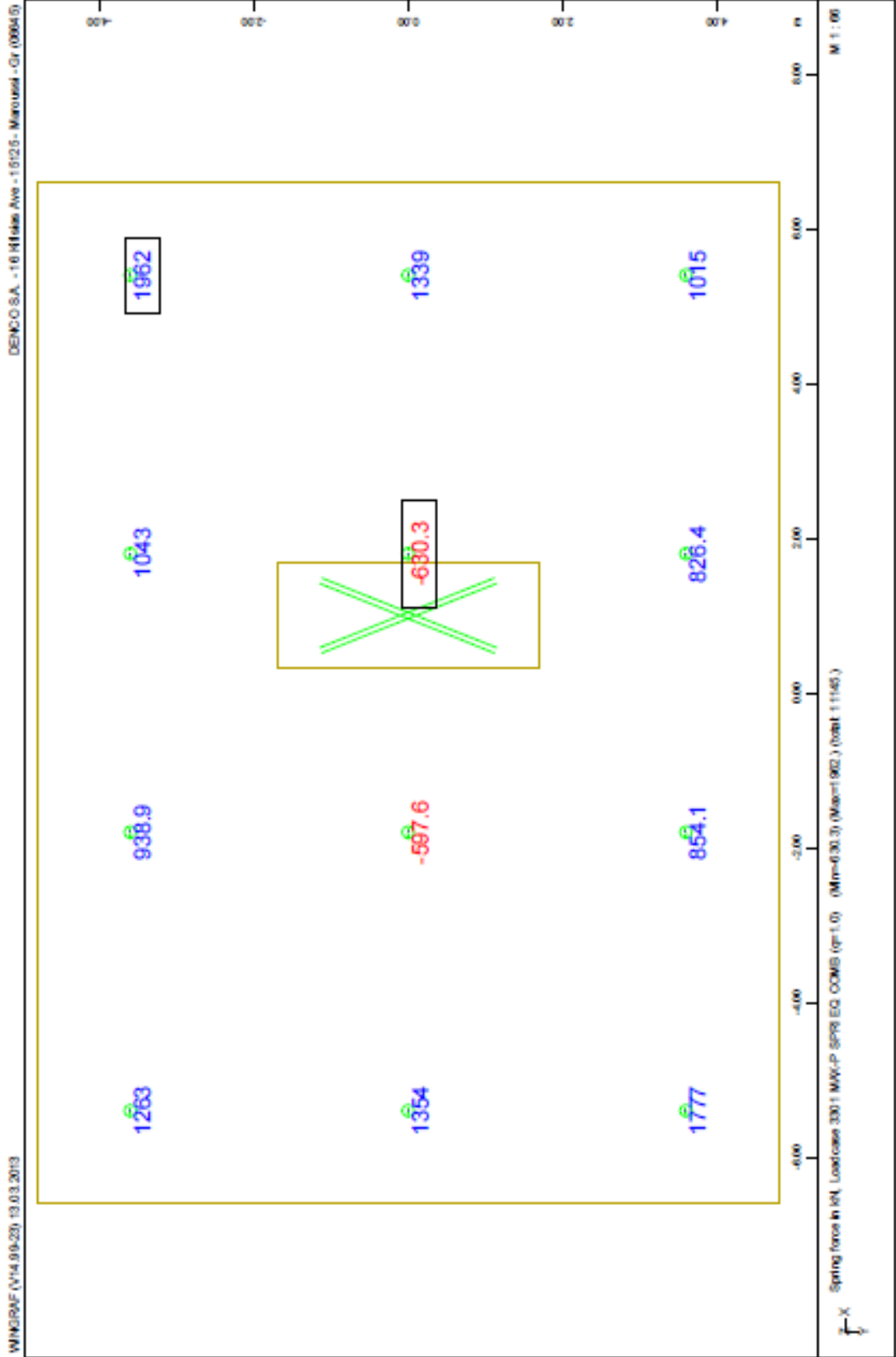
FOUNDATION PIER M3 KL.G. - STRUCTURE 17
PILE CAP LOADINGS

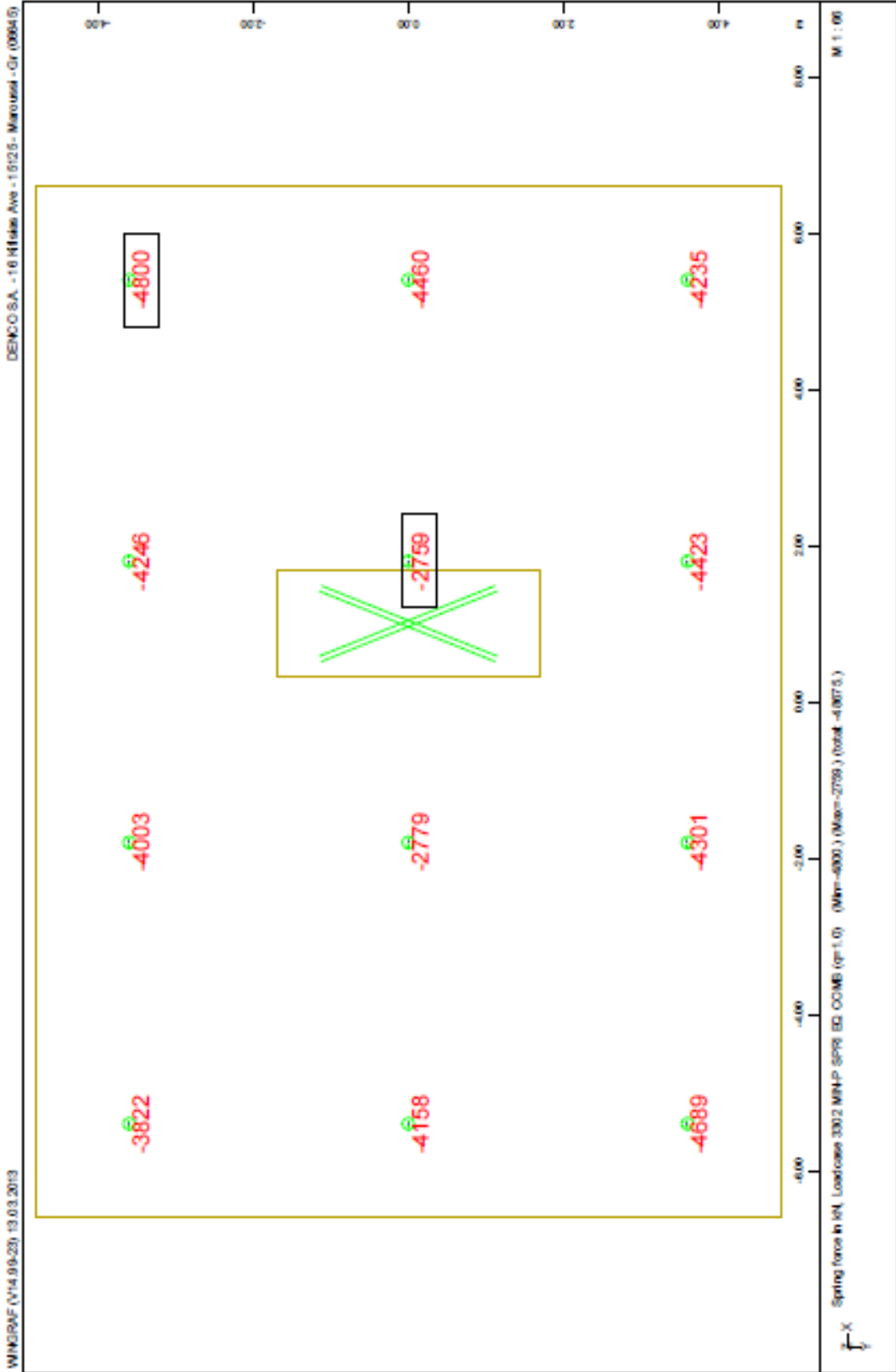




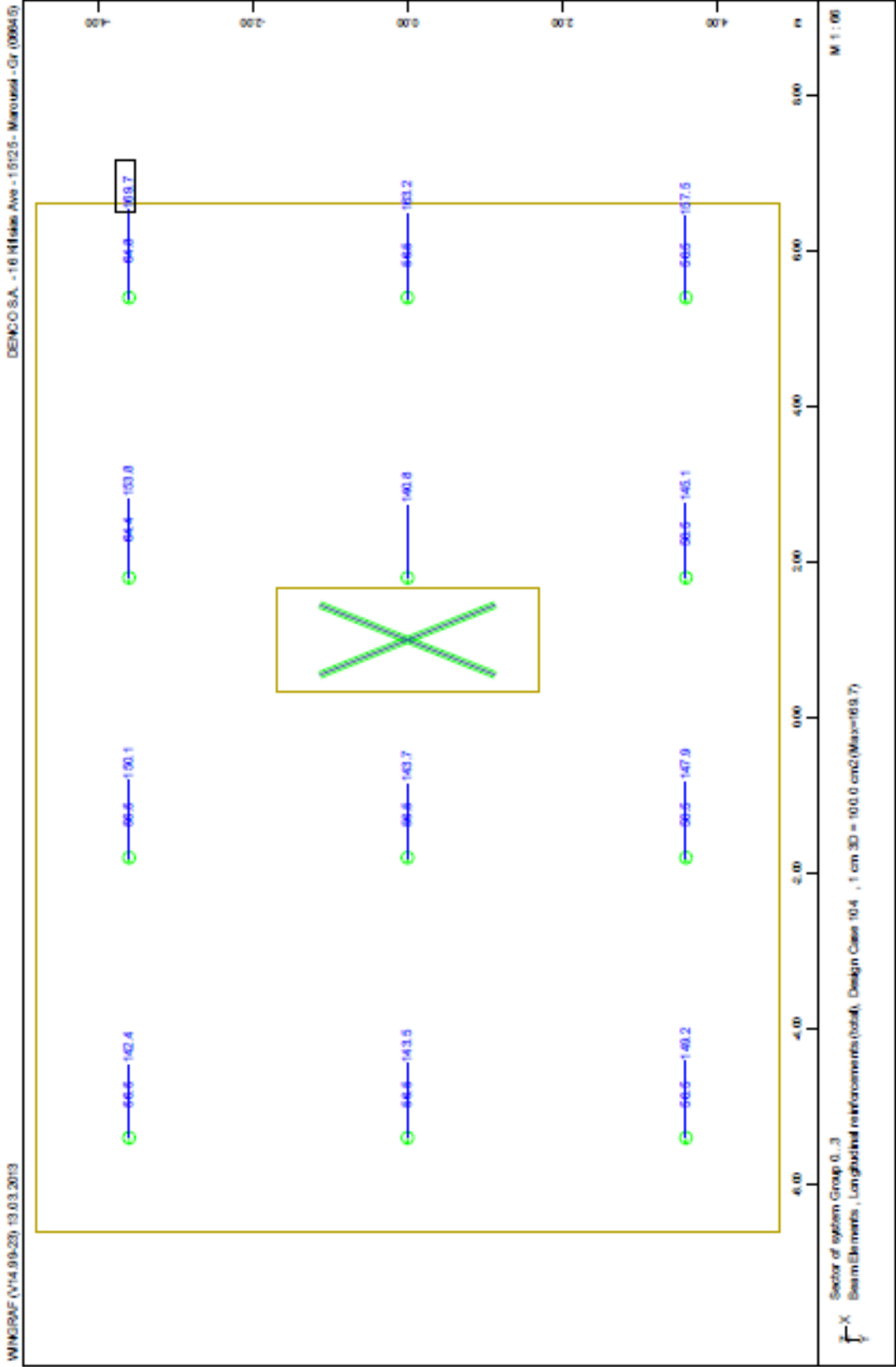
FOUNDATION PIER M3.KL.G - STRUCTURE 17
PILE CAPACITY CHECK: STATIC LOADINGS - TENSION

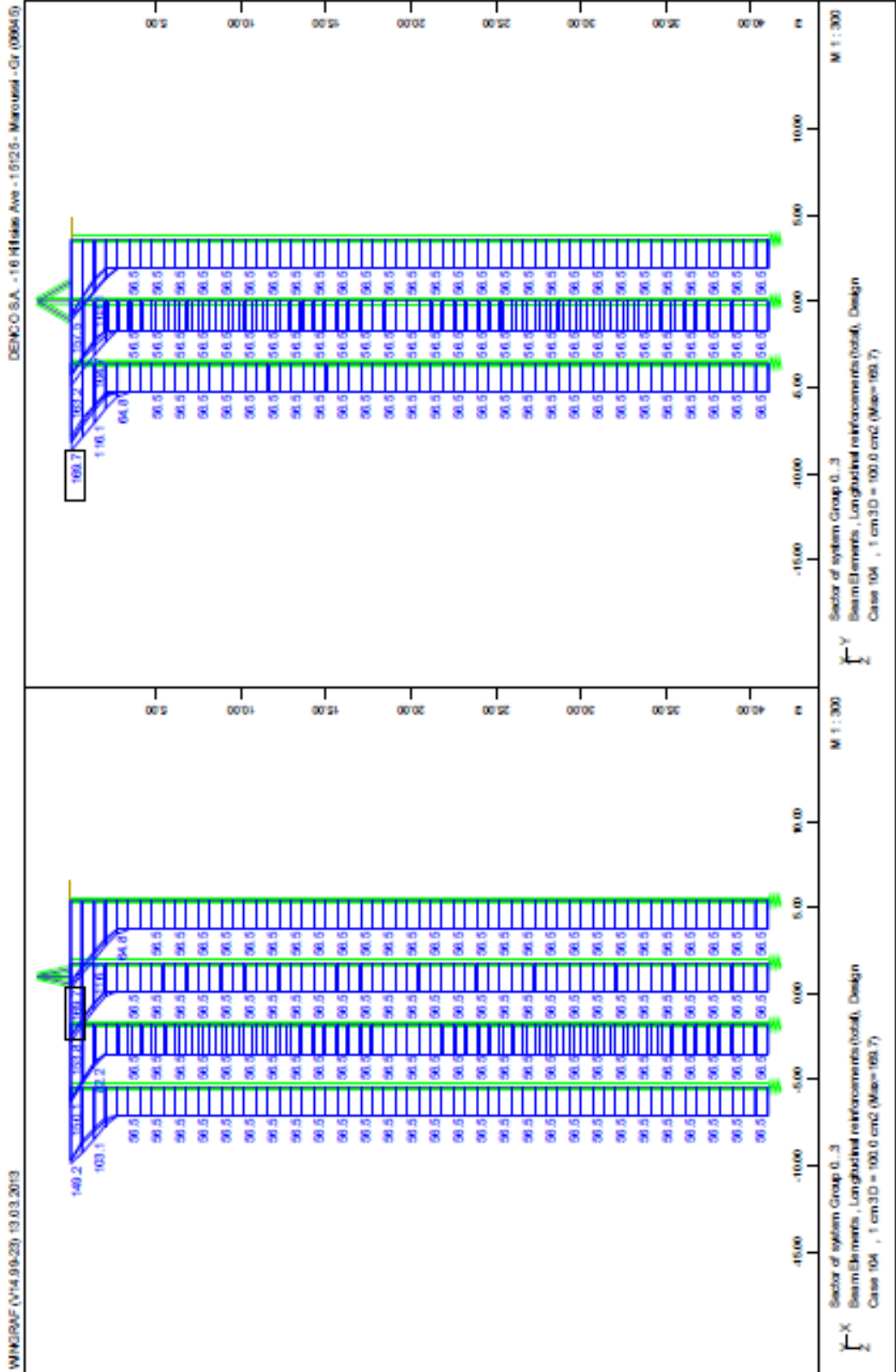




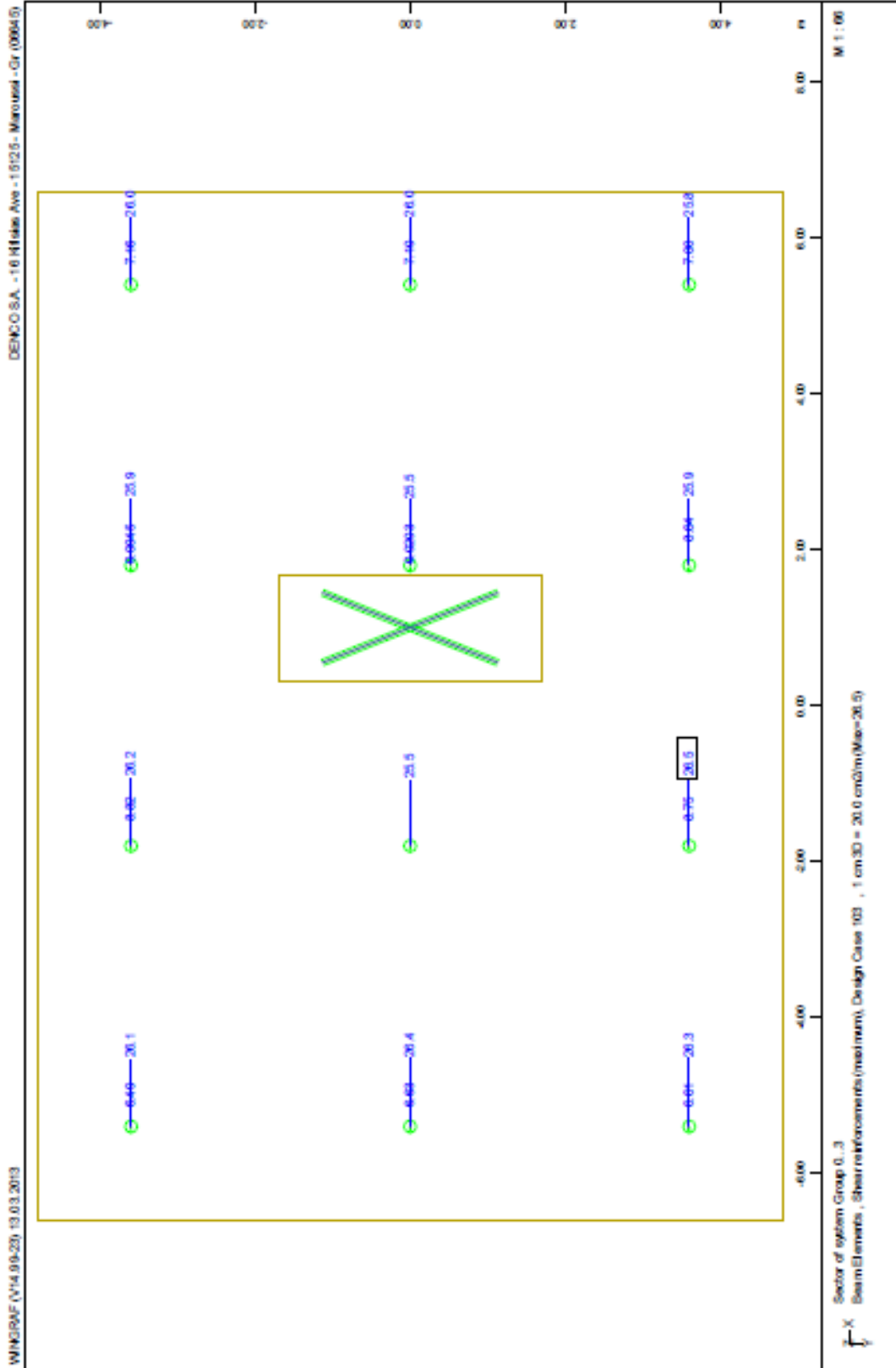


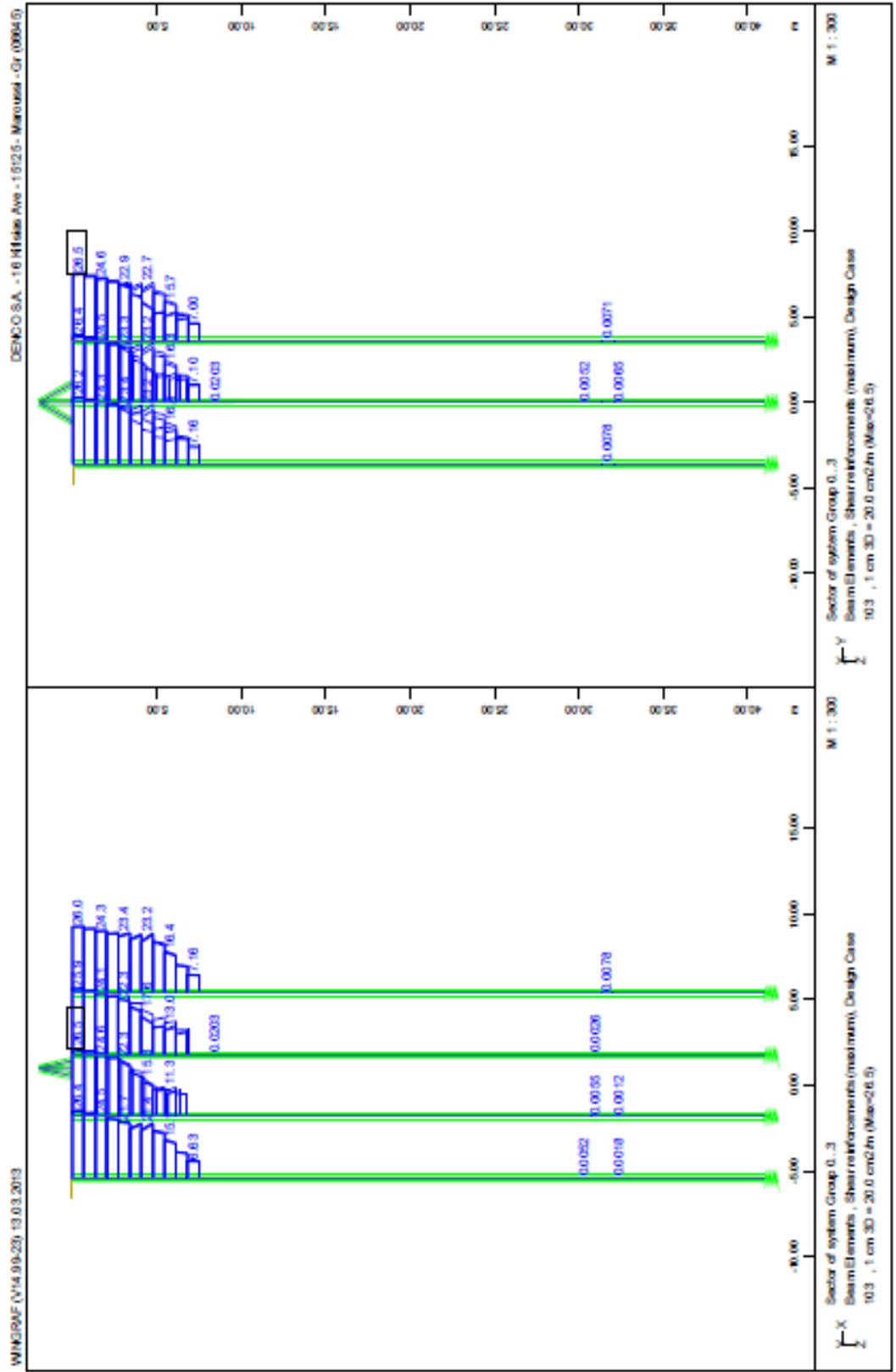
FOUNDATION PIER M3 XL G - STRUCTURE 17
 PILE CAPACITY CHECK: SEISMIC LOADINGS - COMPRESSION



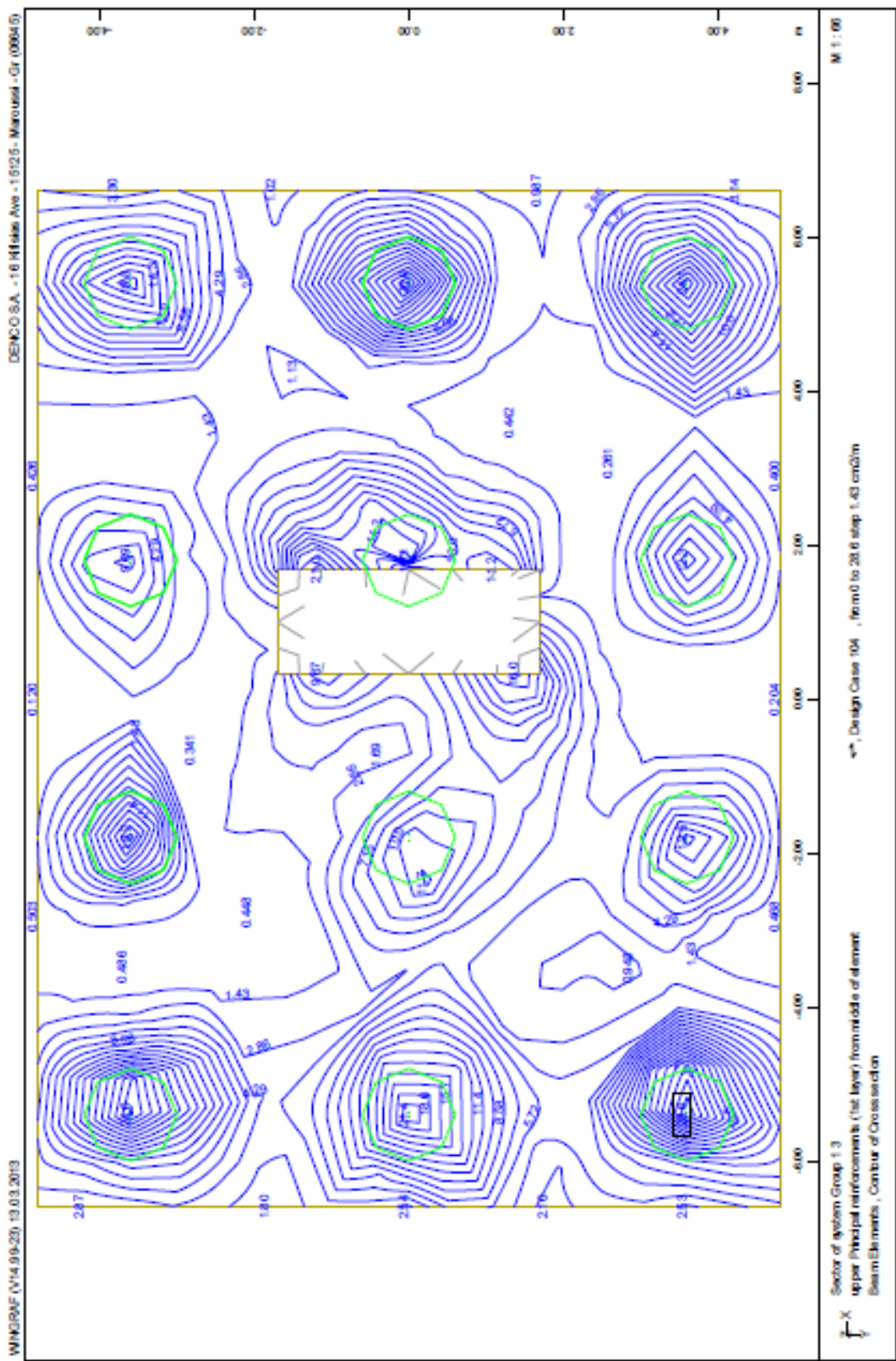


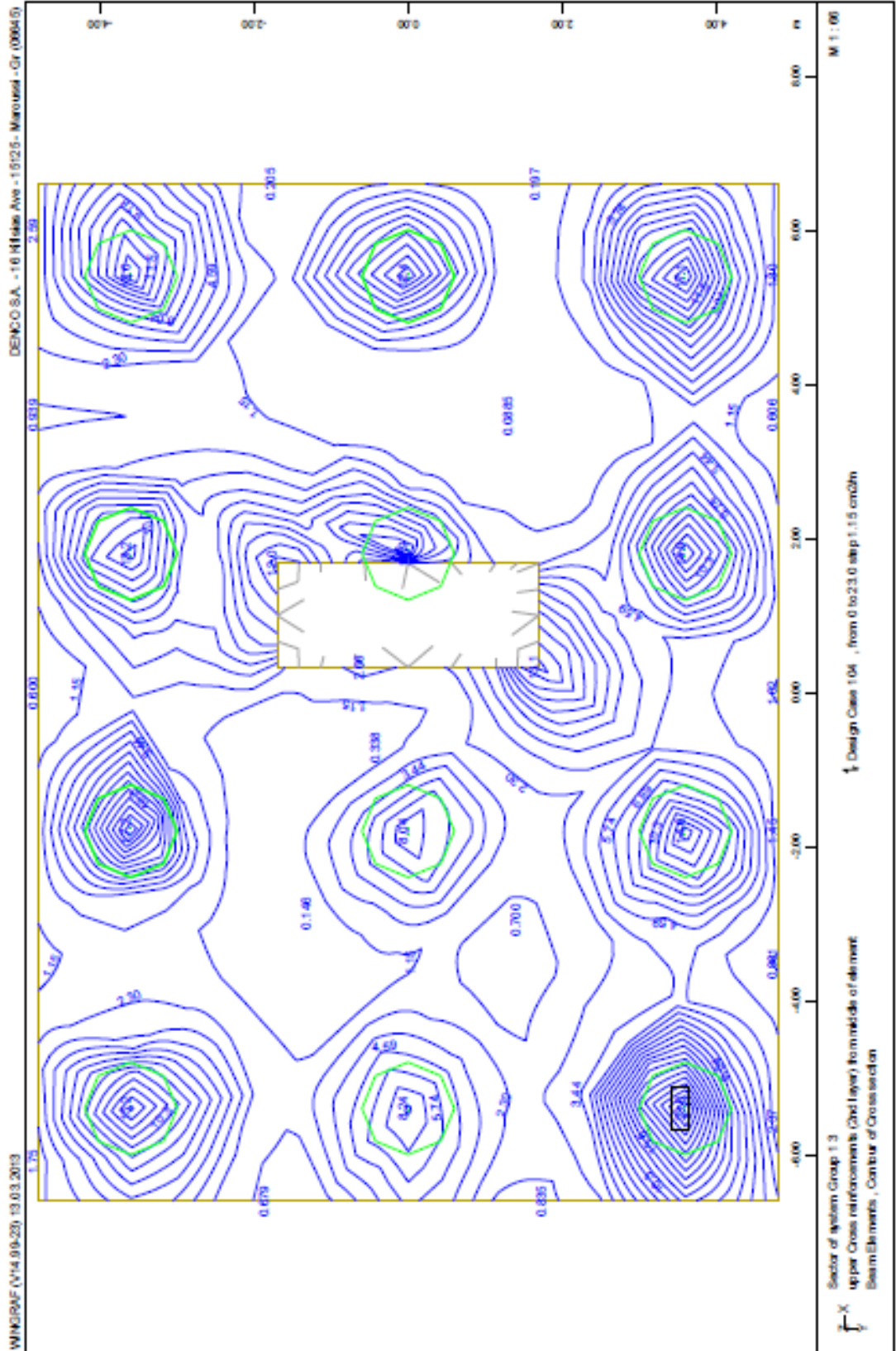
FOUNDATION OF PIER M3.KL.G. - STRUCTURE 17
 PLUS LONGITUDINAL REINFORCEMENT - DISTRIBUTION ALONG LENGTH

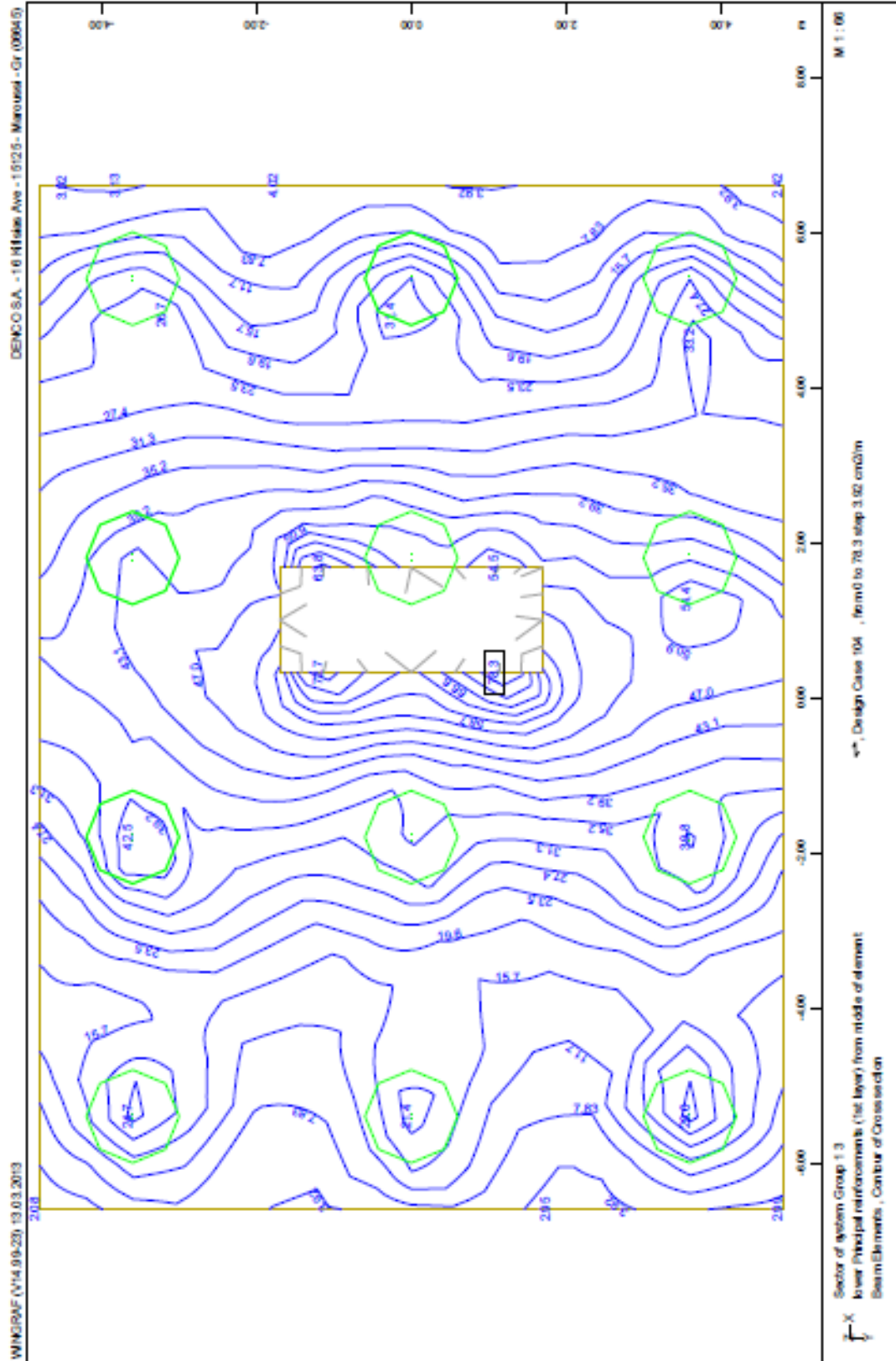


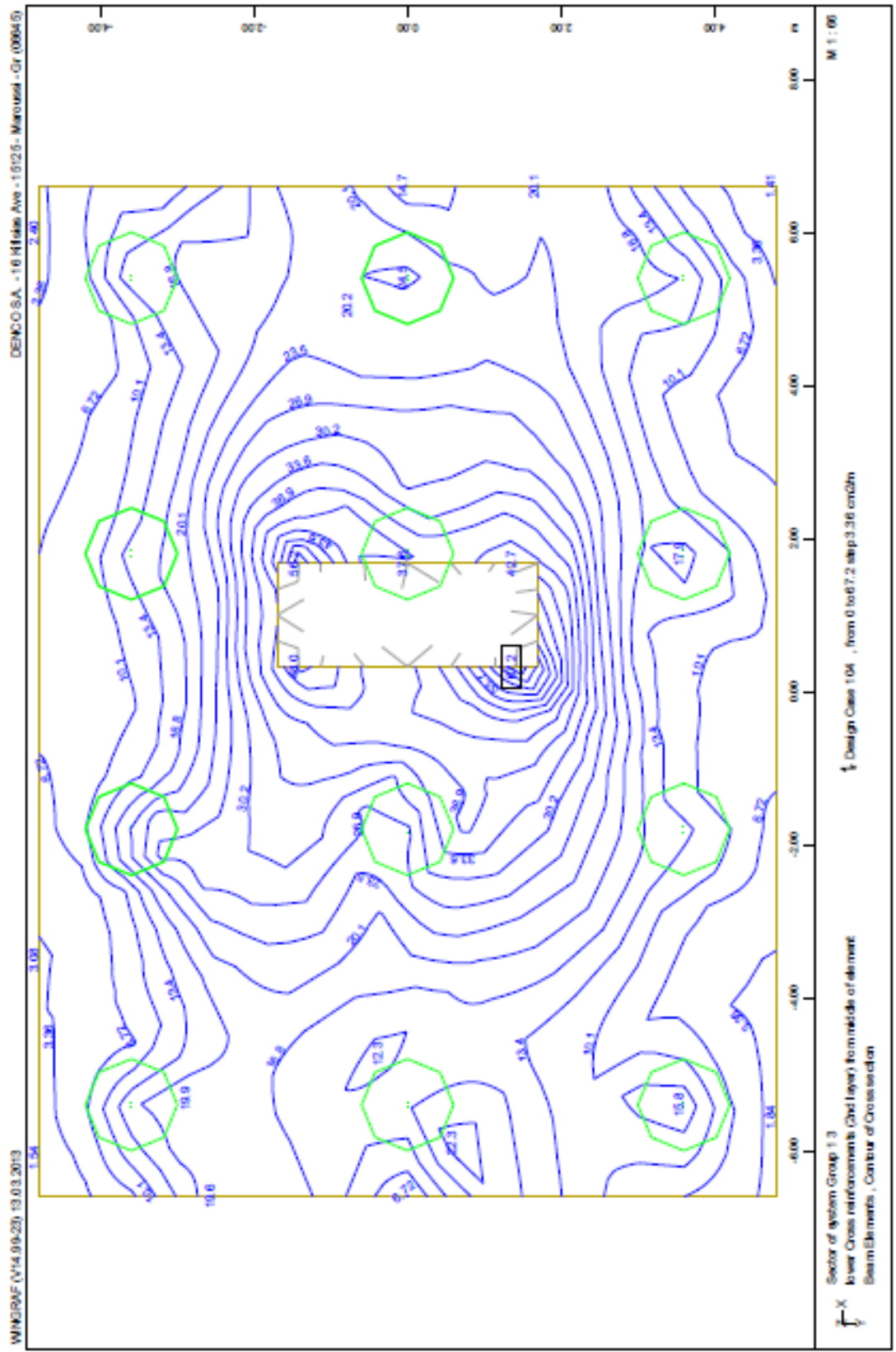


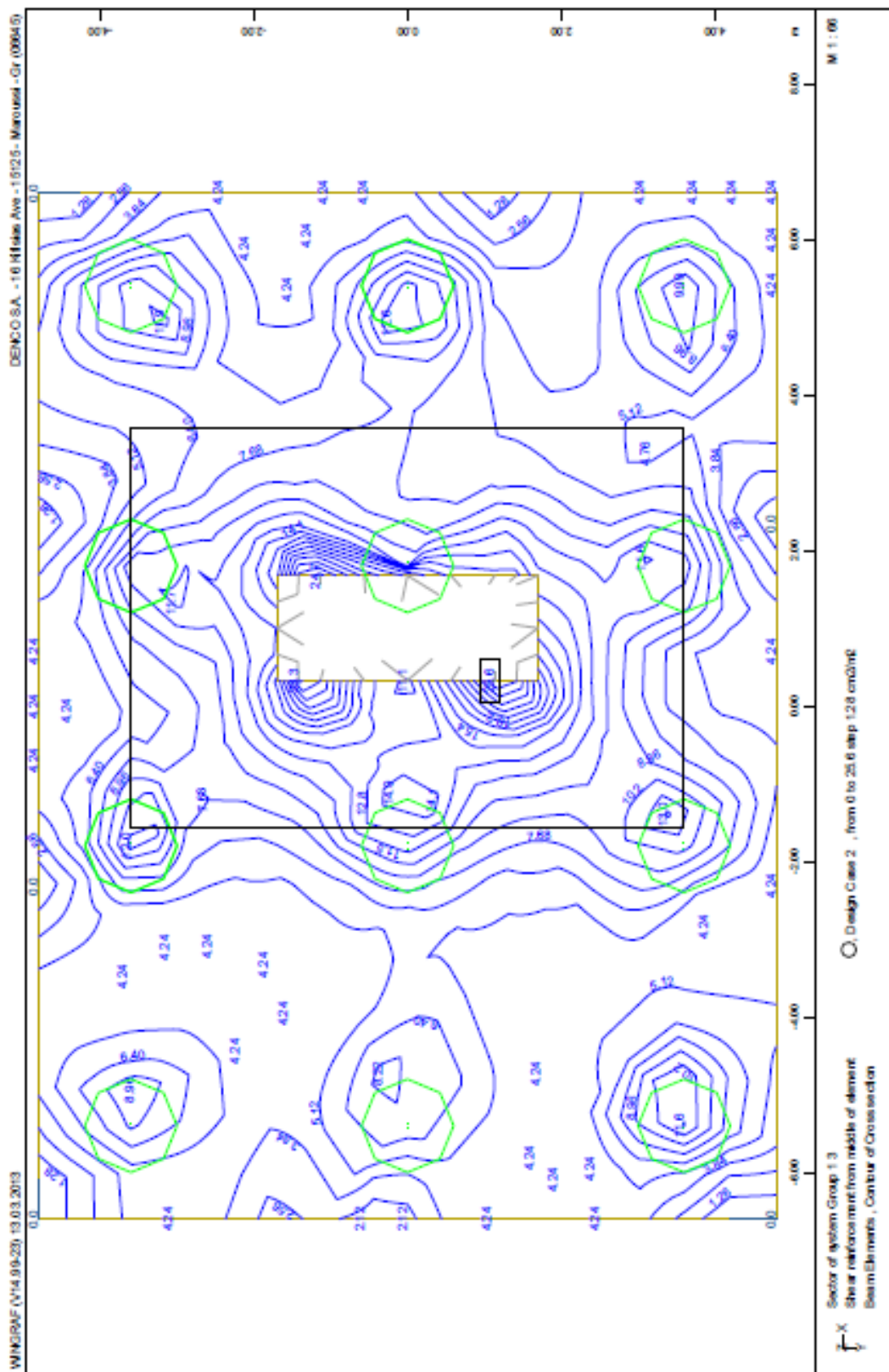
FOUNDATION OF PIER M3.K.G. - STRUCTURE 17
 PLUS TRANSVERSE REINFORCEMENT - DISTRIBUTION ALONG LENGTH

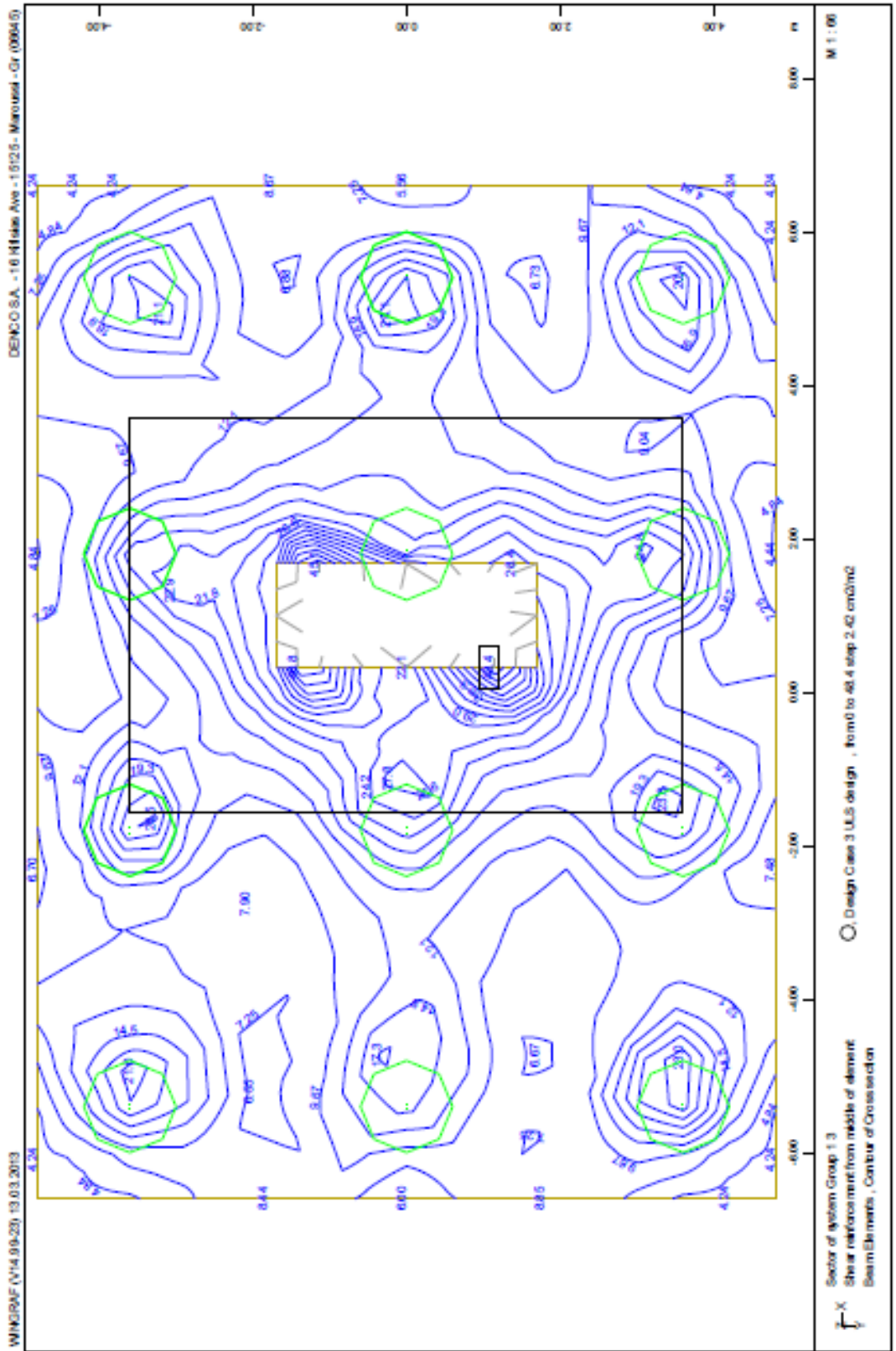










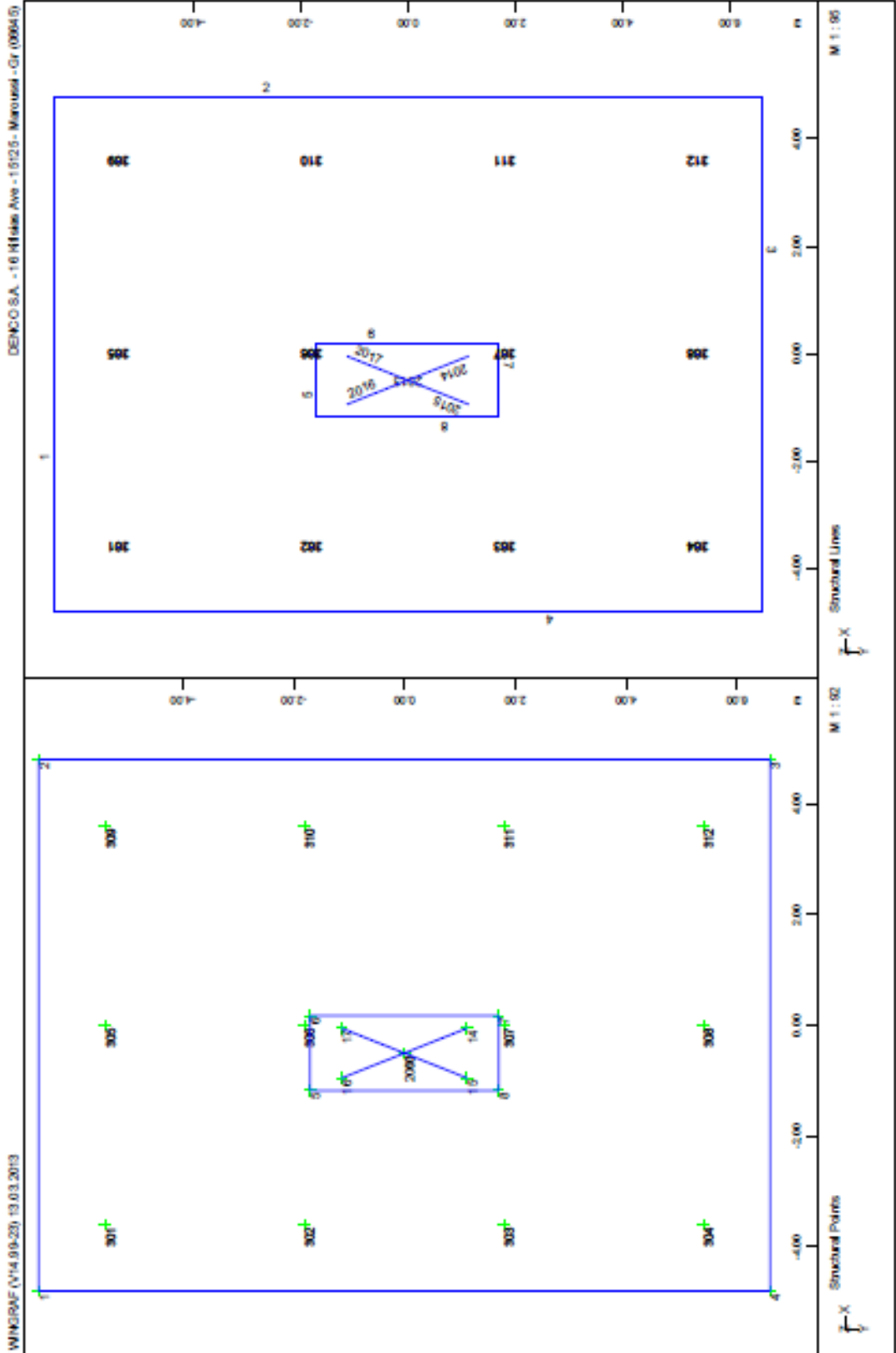


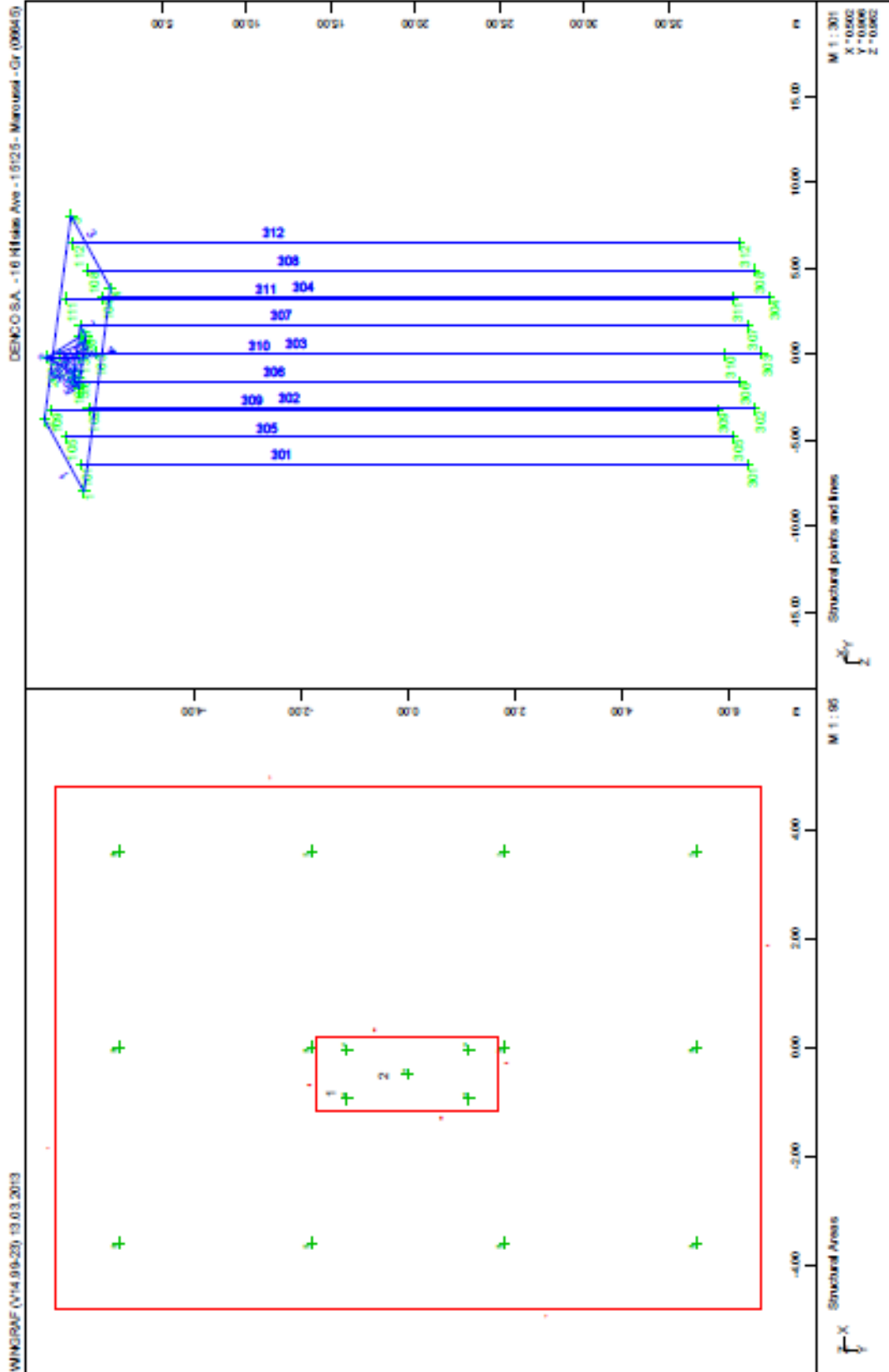
5.2.2 Απόσπασμα υπολογισμών θεμελίωσης μεσόβαθρου Μ4.ΚΛ.Γ.

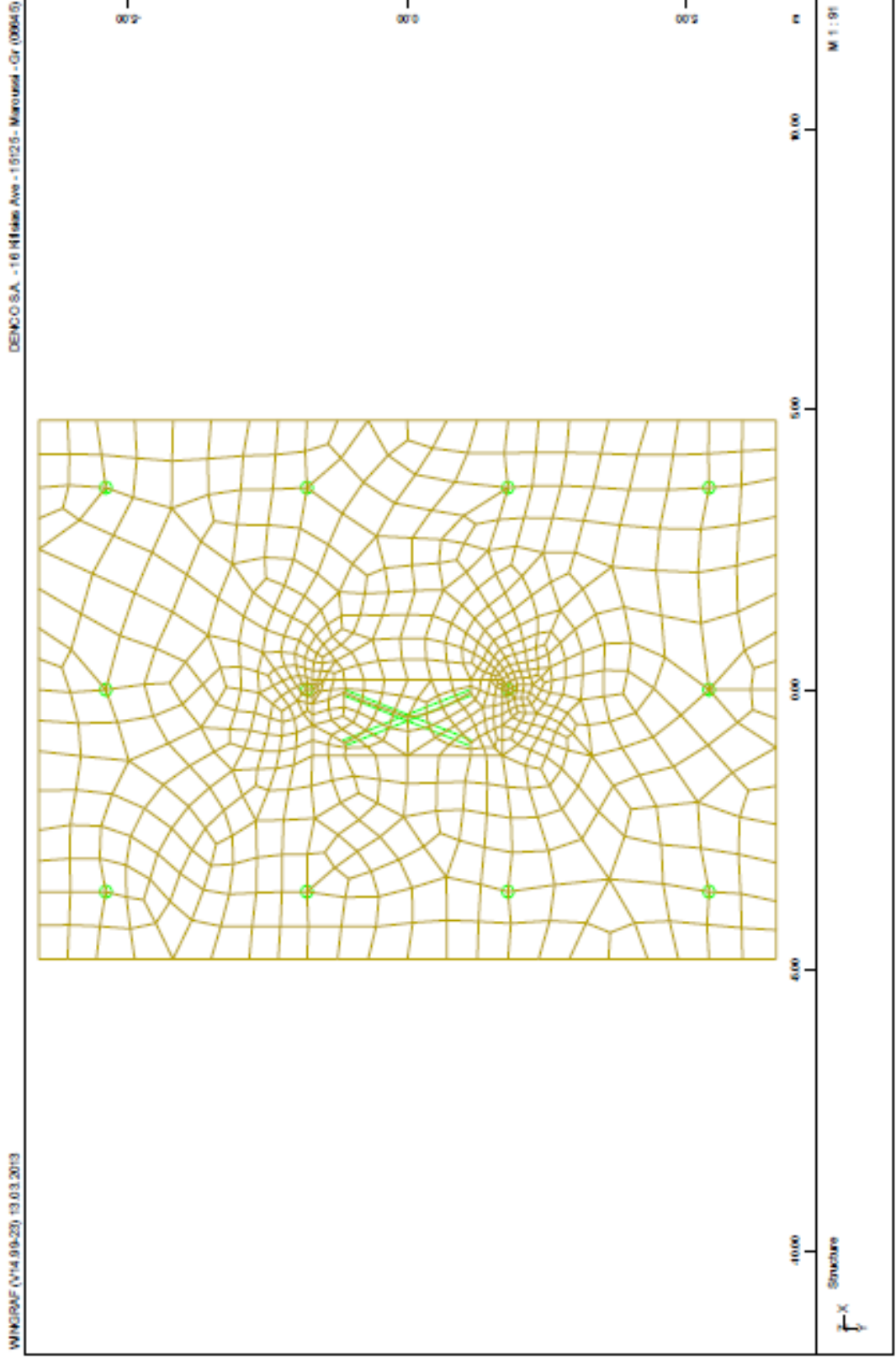
FOUNDATION OF PIER M4.KL.G - STRUCTURE 17

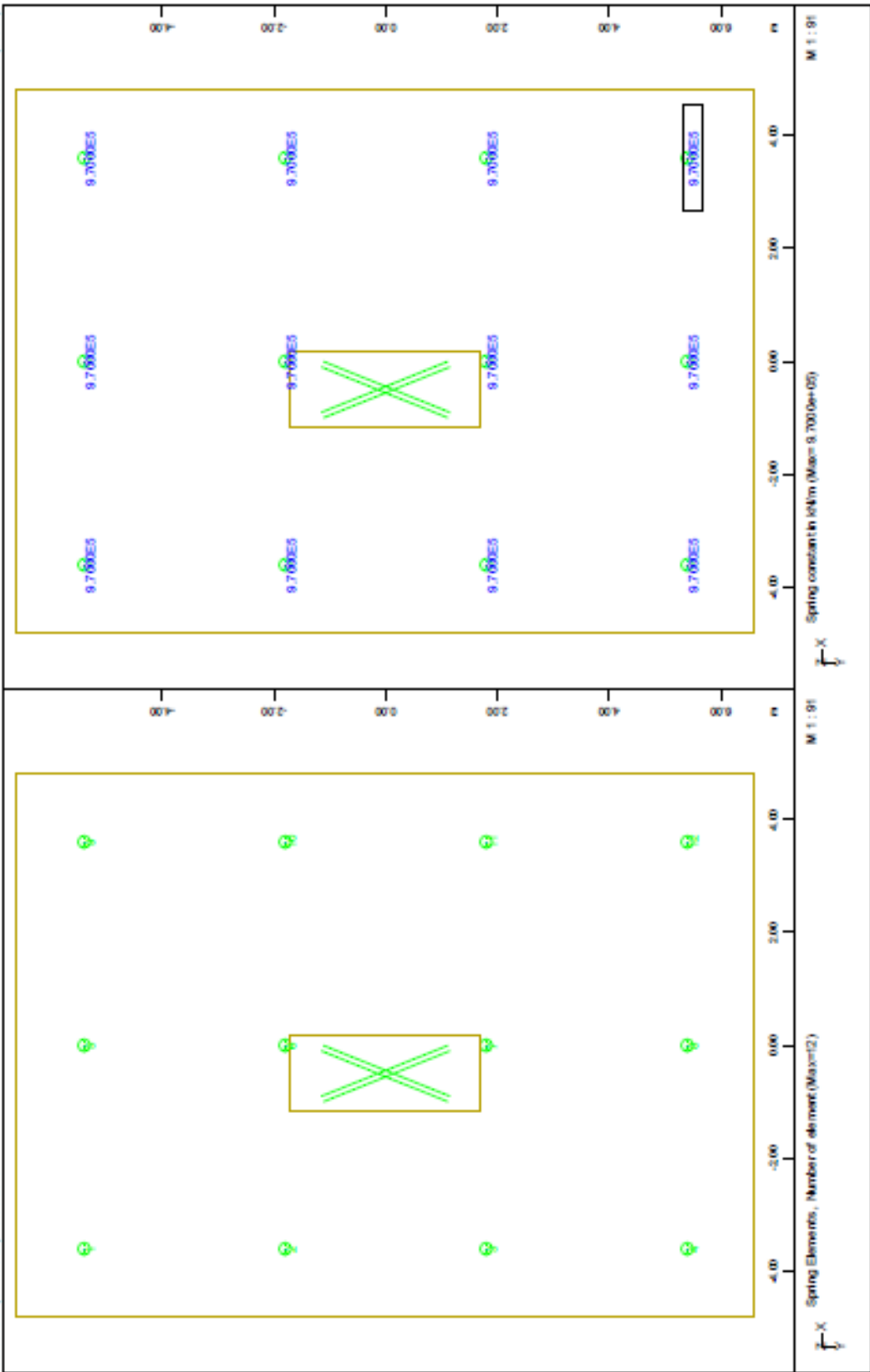
SCOPETEK AG - www.scopetek.com

--- 2. MODEL GEOMETRY ---

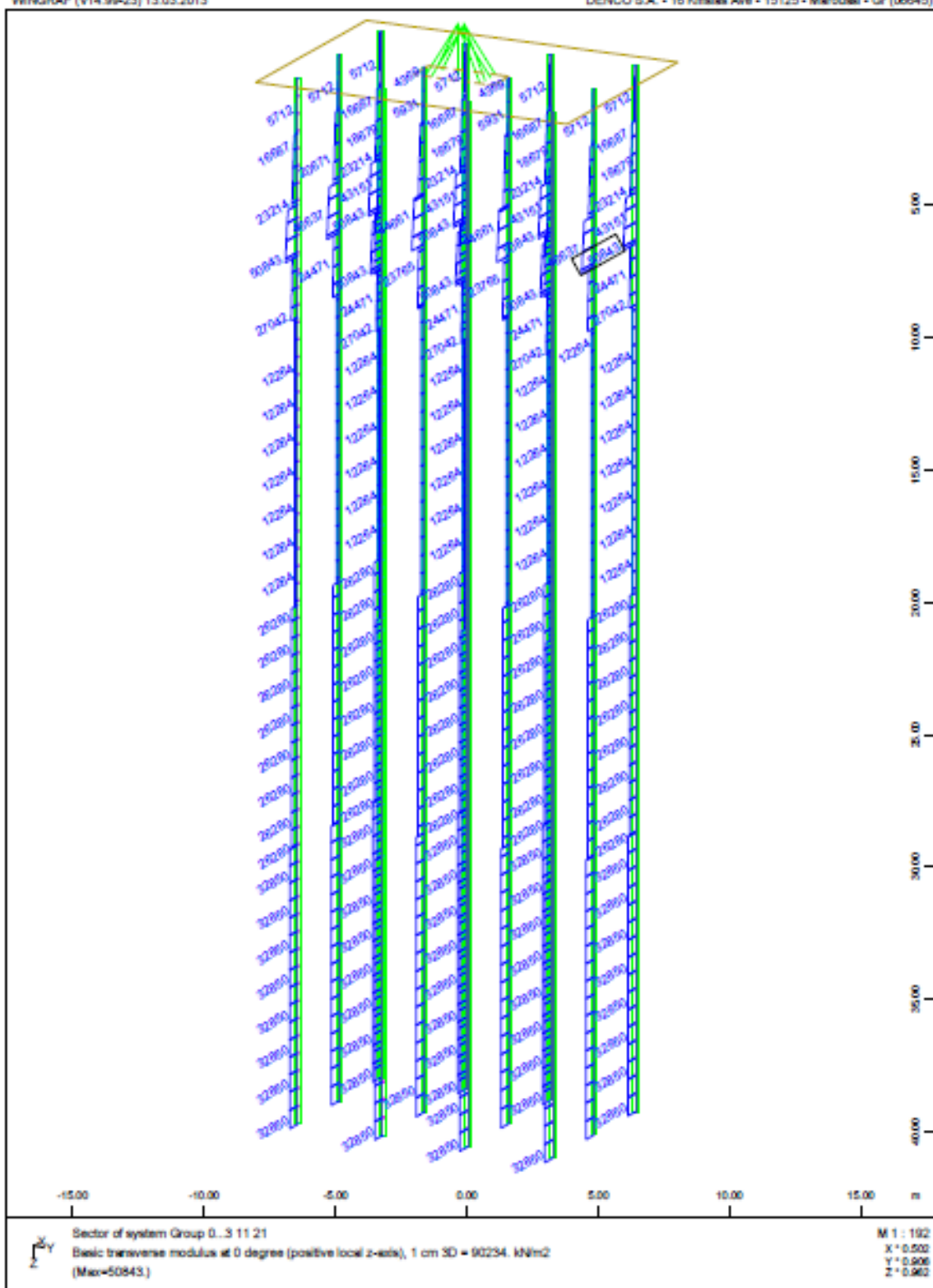




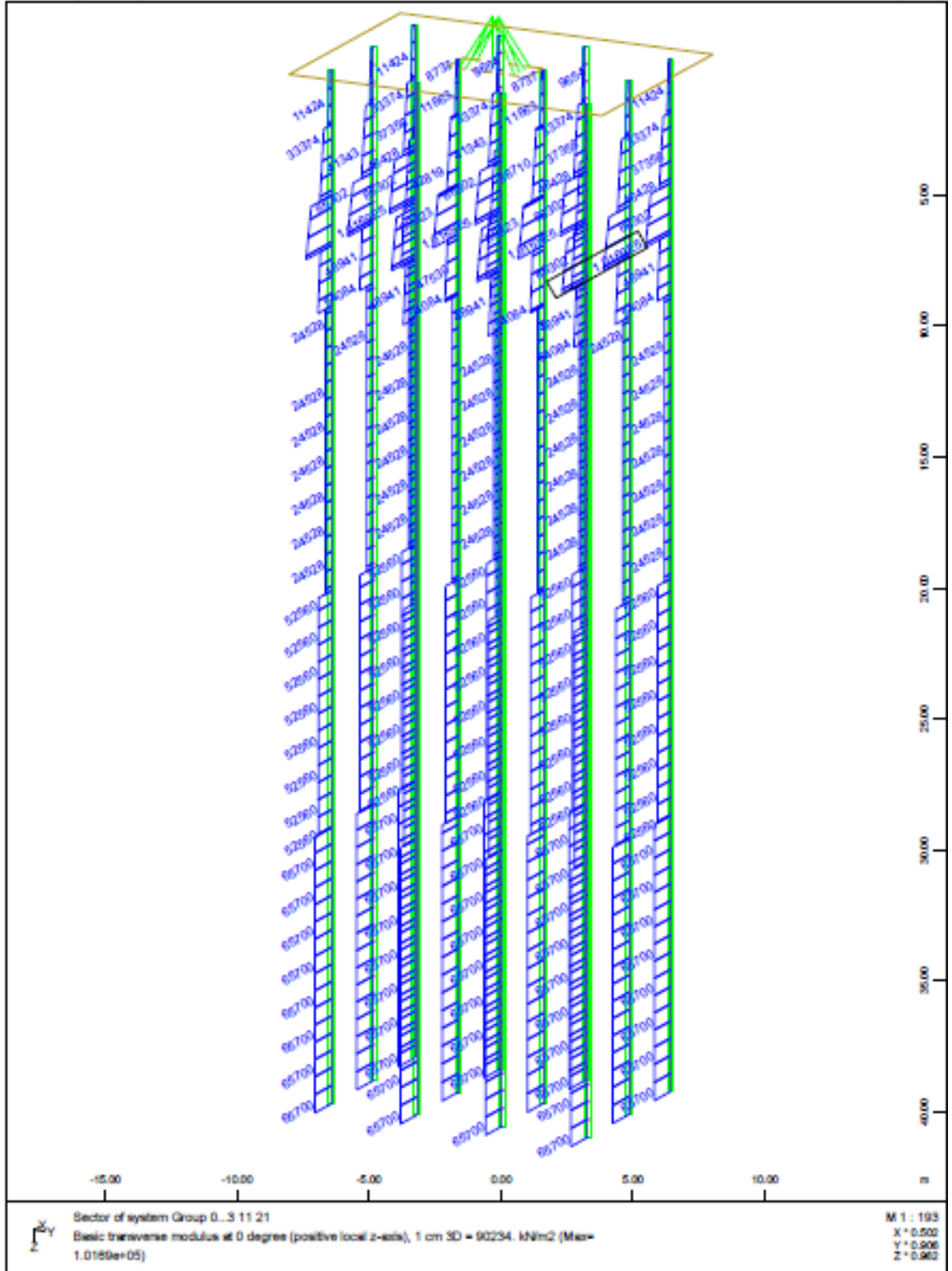




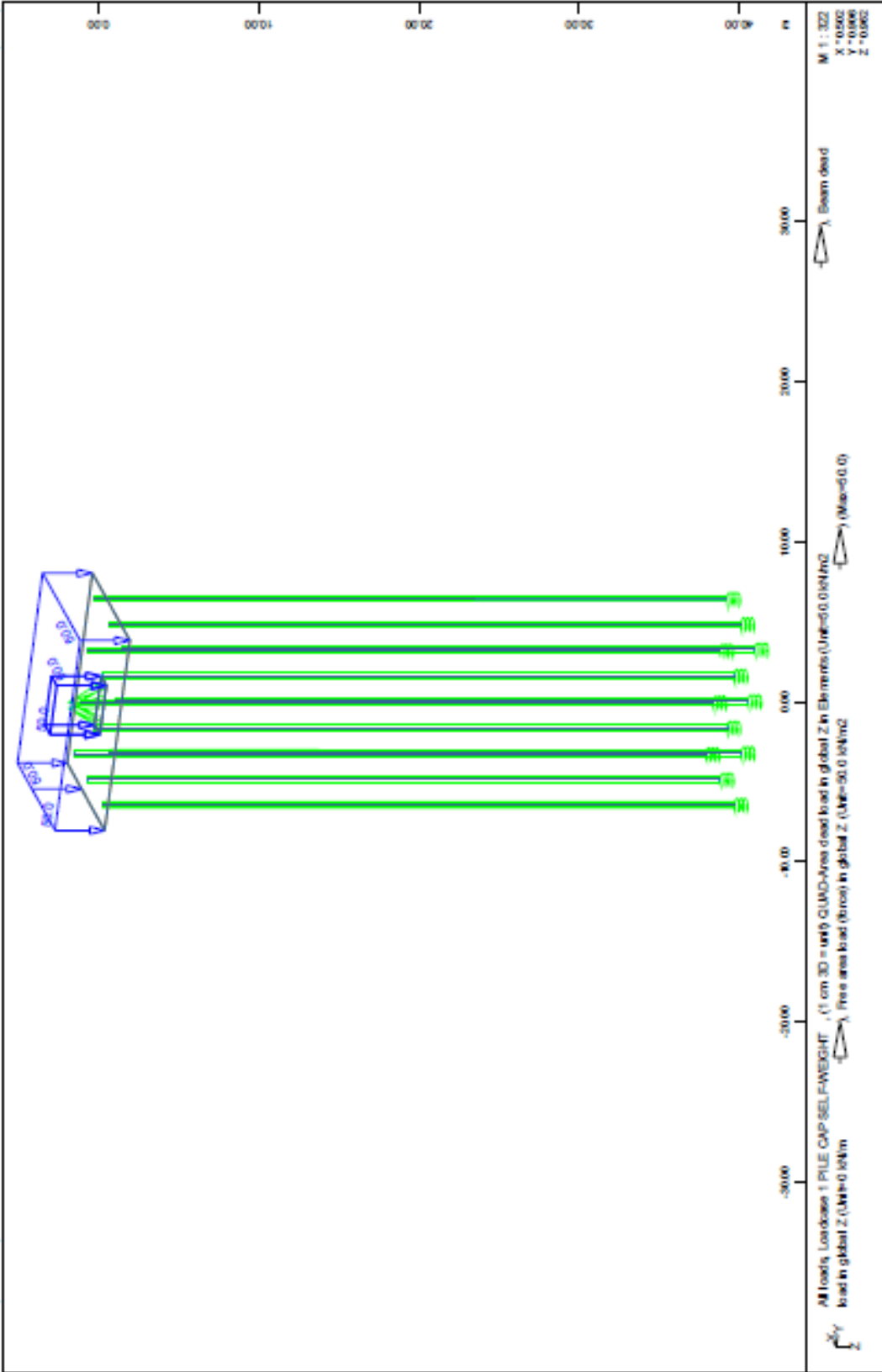
FOUNDATION OF PIER M4 KL.G. - STRUCTURE 17
NUMBERING AND STIFFNESS OF PILE TOP SPRINGS

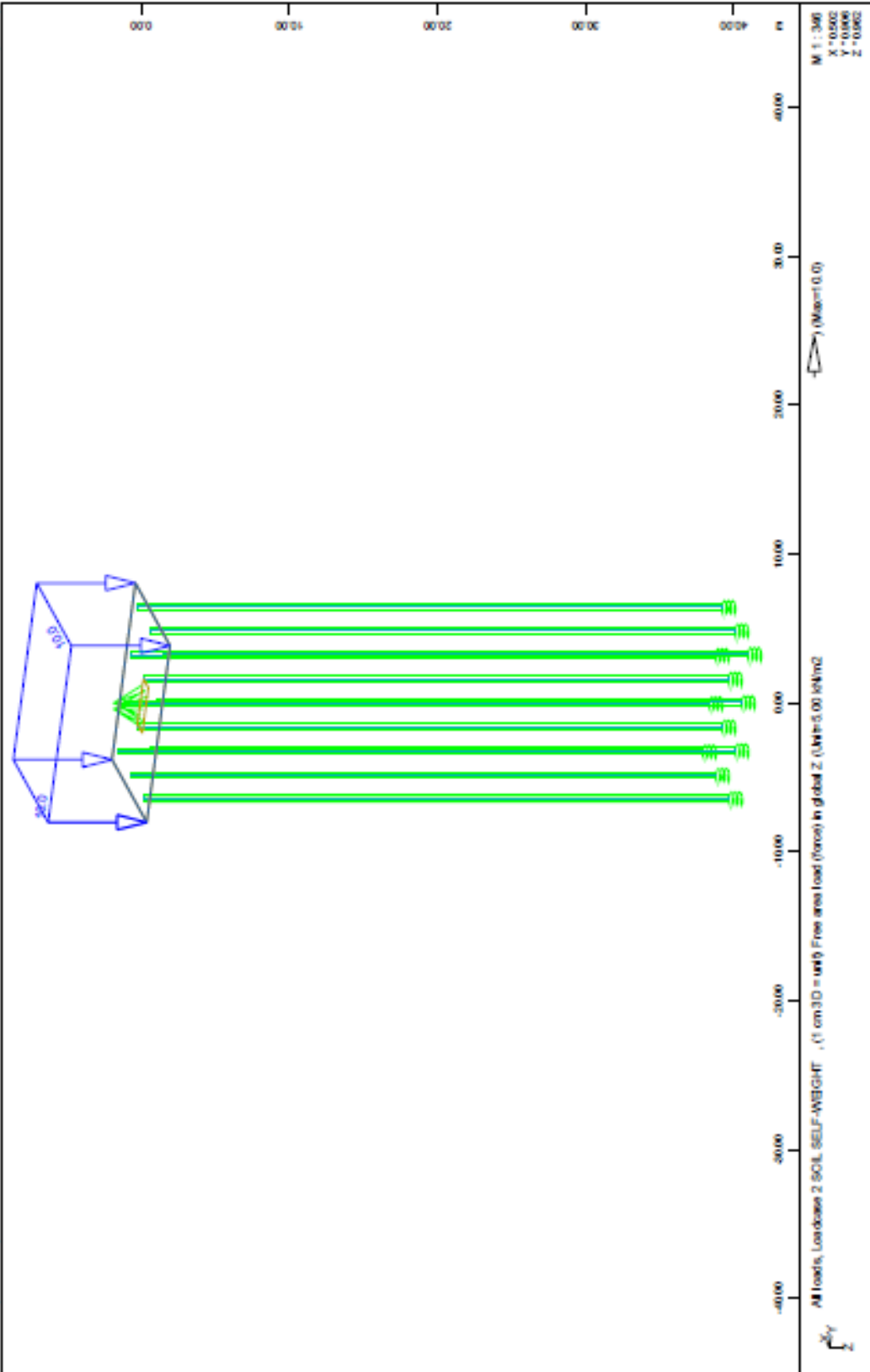


FOUNDATION OF PIER M4.KL.G - STRUCTURE 17
 TRANSVERSE SOIL INDEX (STATIC LOADINGS)

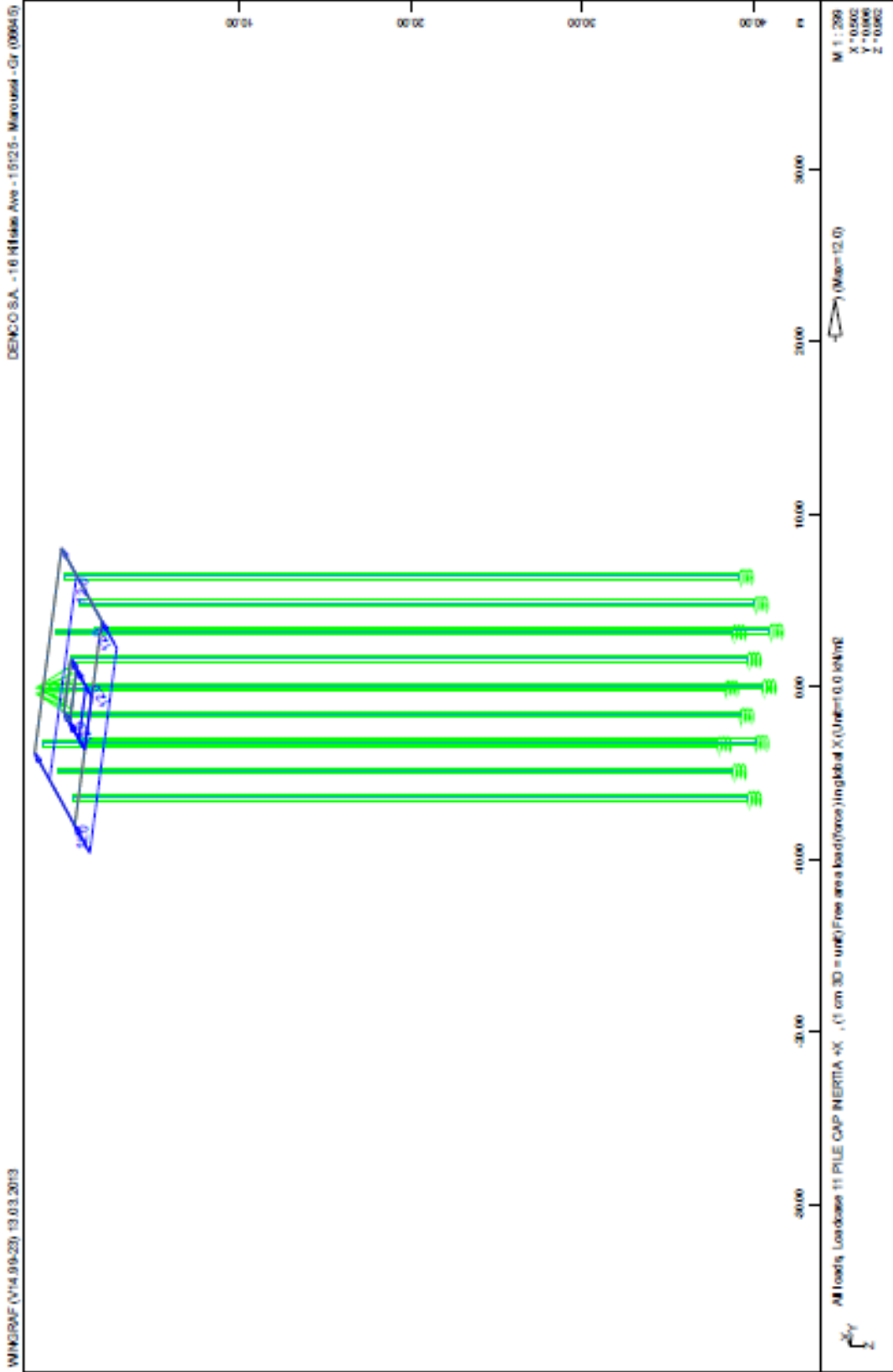


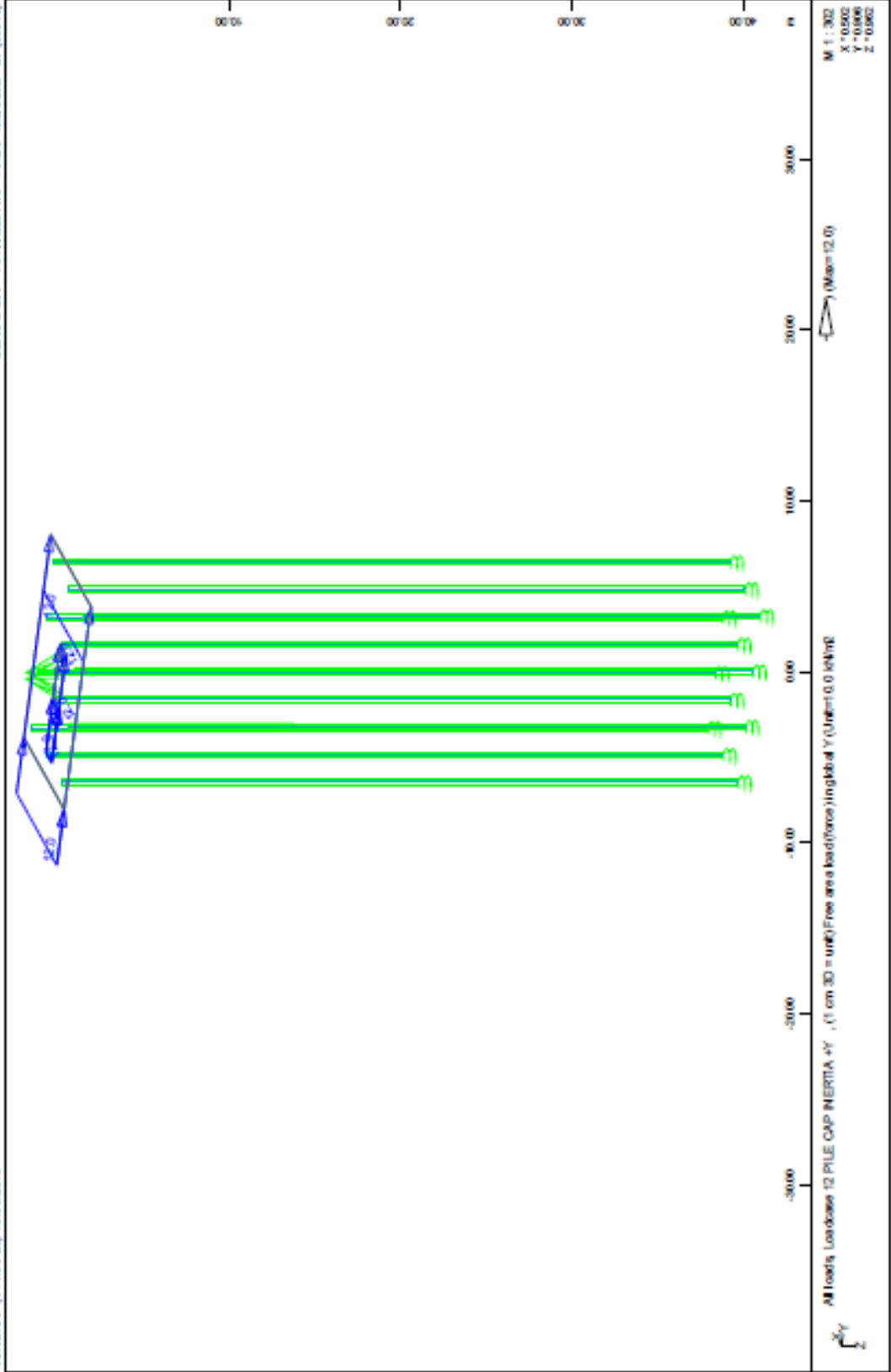
FOUNDATION OF PIER M4.KLG - STRUCTURE 17
 TRANSVERSE SOIL INDEX (SEISMIC LOADINGS)

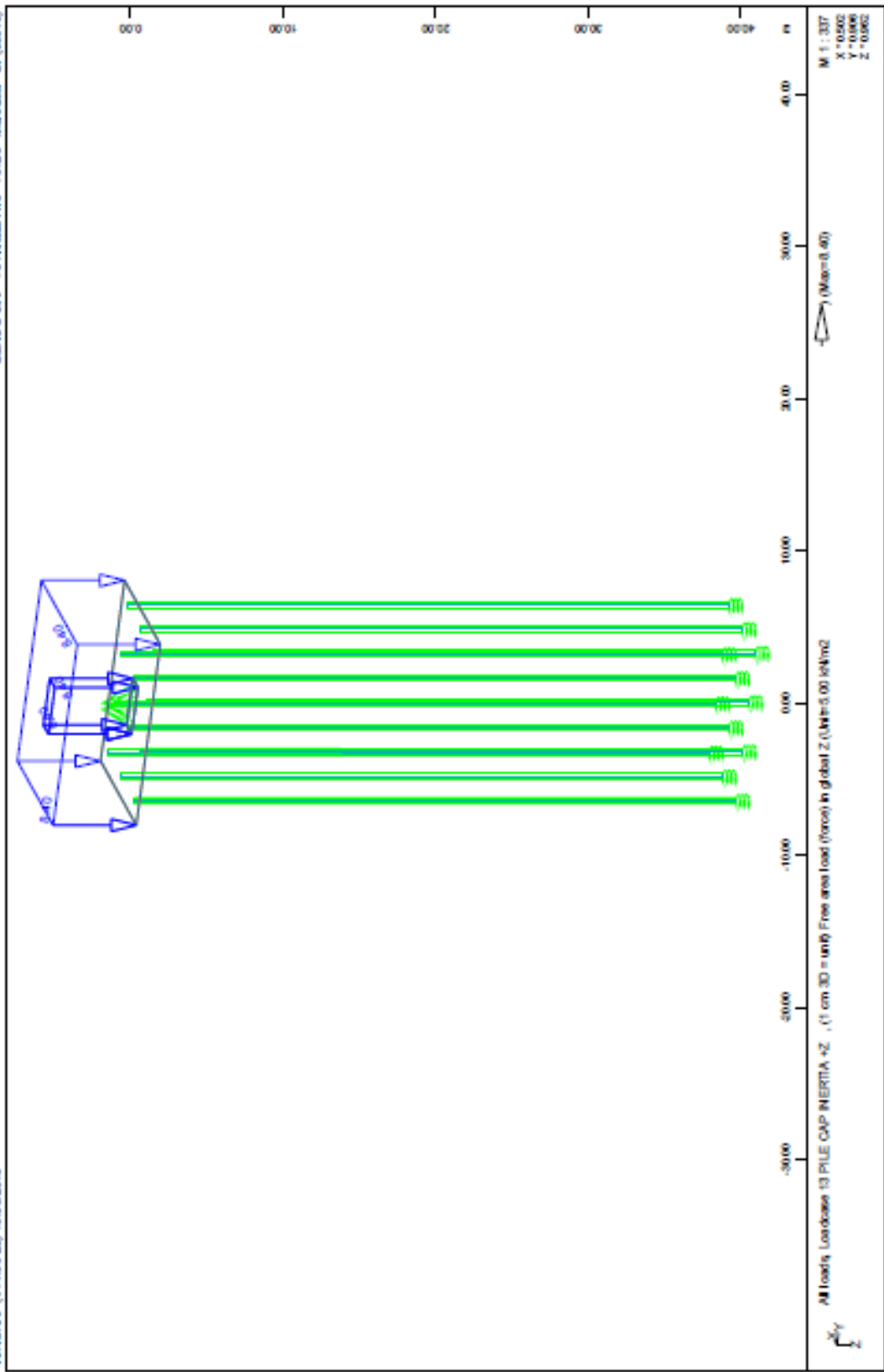




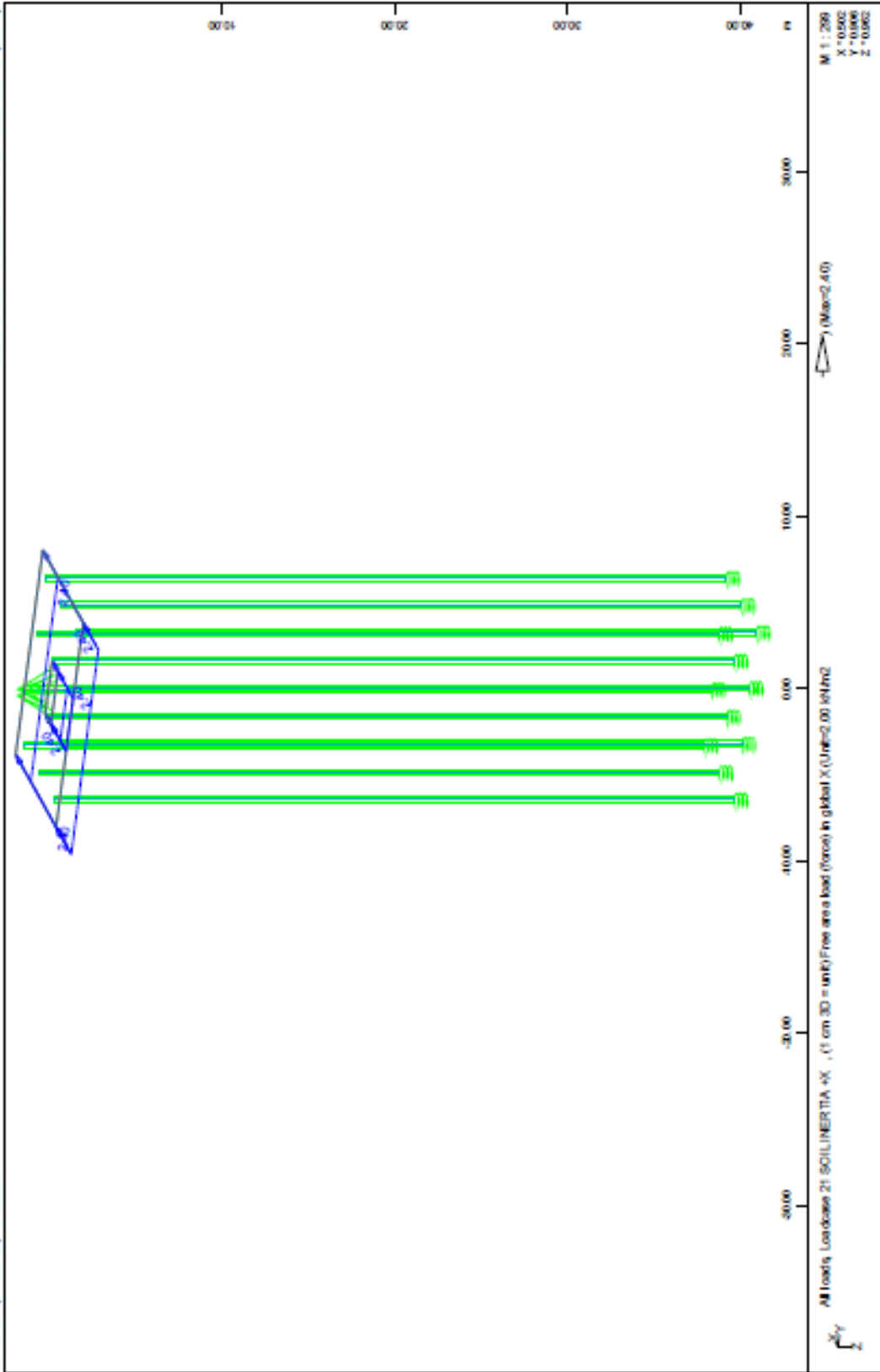
FOUNDATION OF PIER M4 KL.G. - STRUCTURE 17
PILE CAP LOADINGS



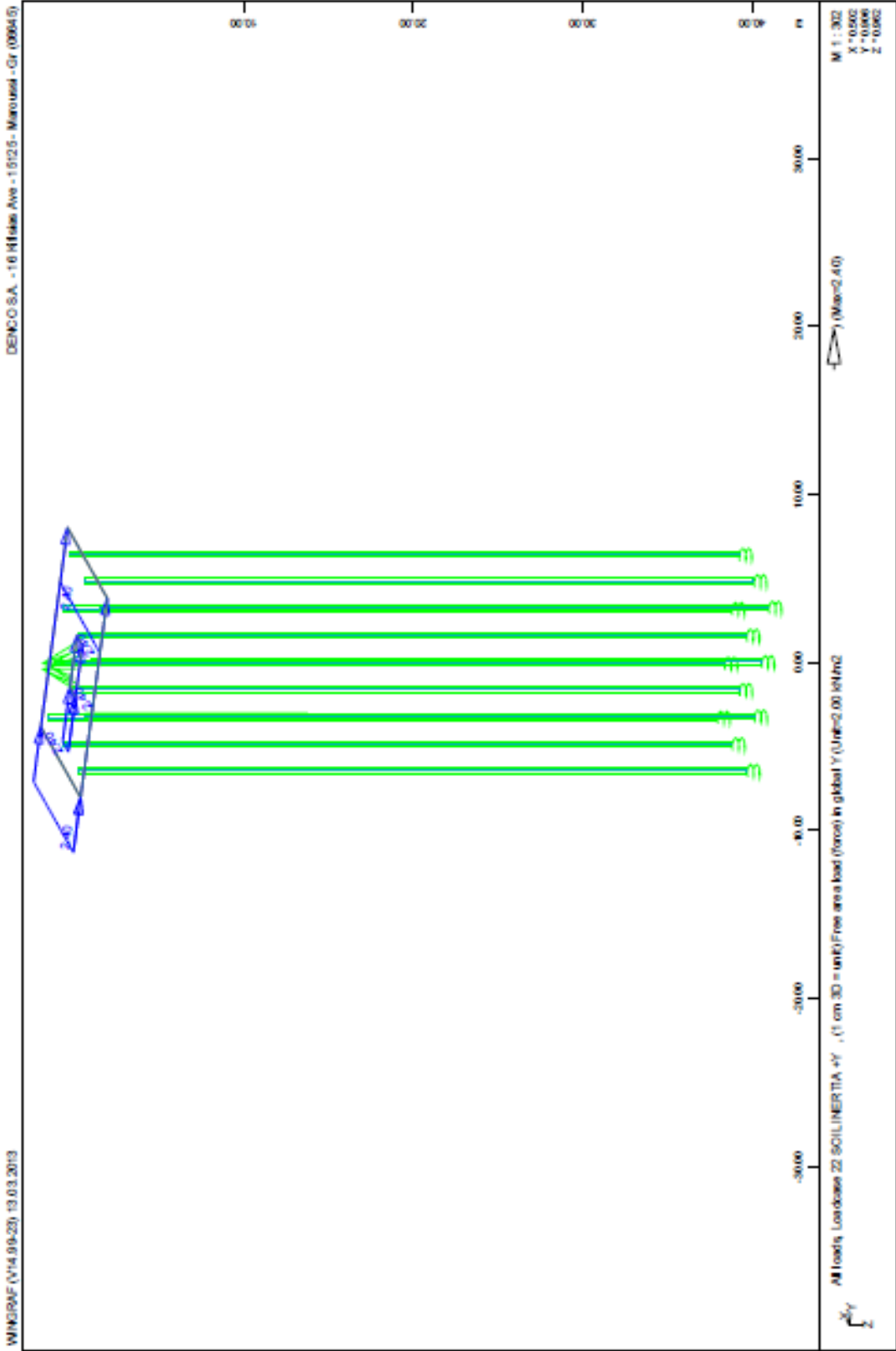


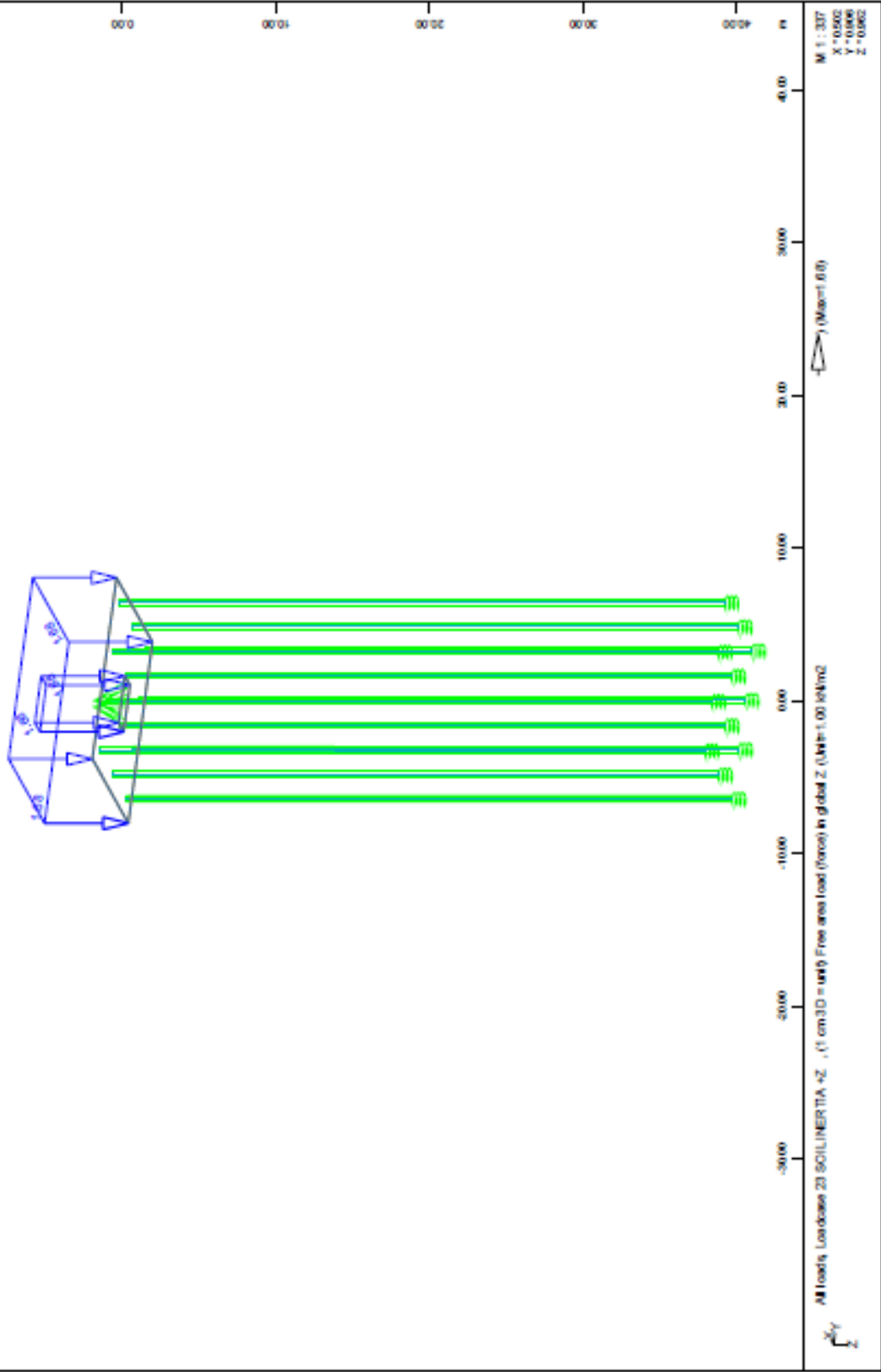


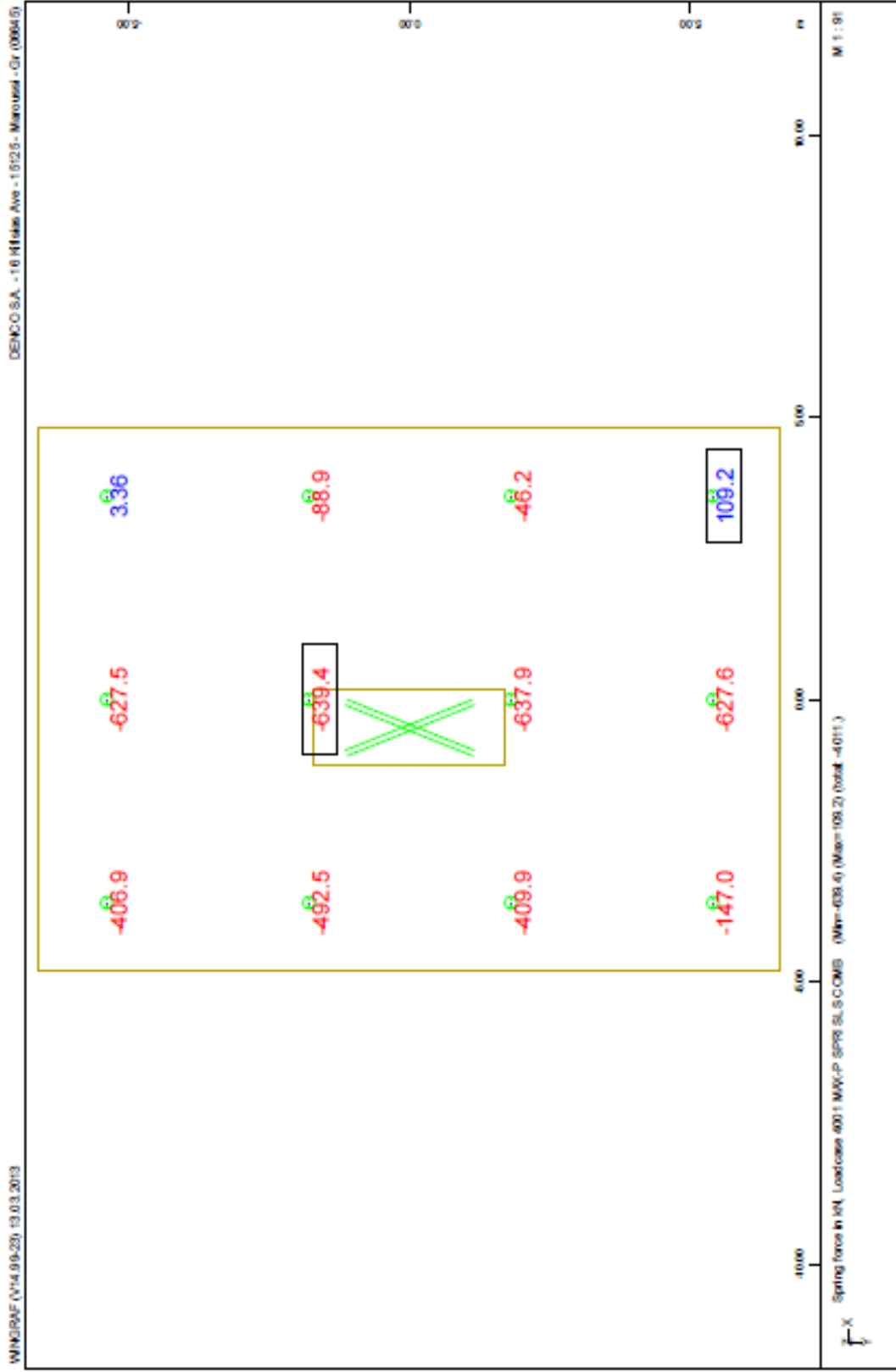
FOUNDATION PIER M4 KL.G. - STRUCTURE 17
PILE CAP LOADINGS

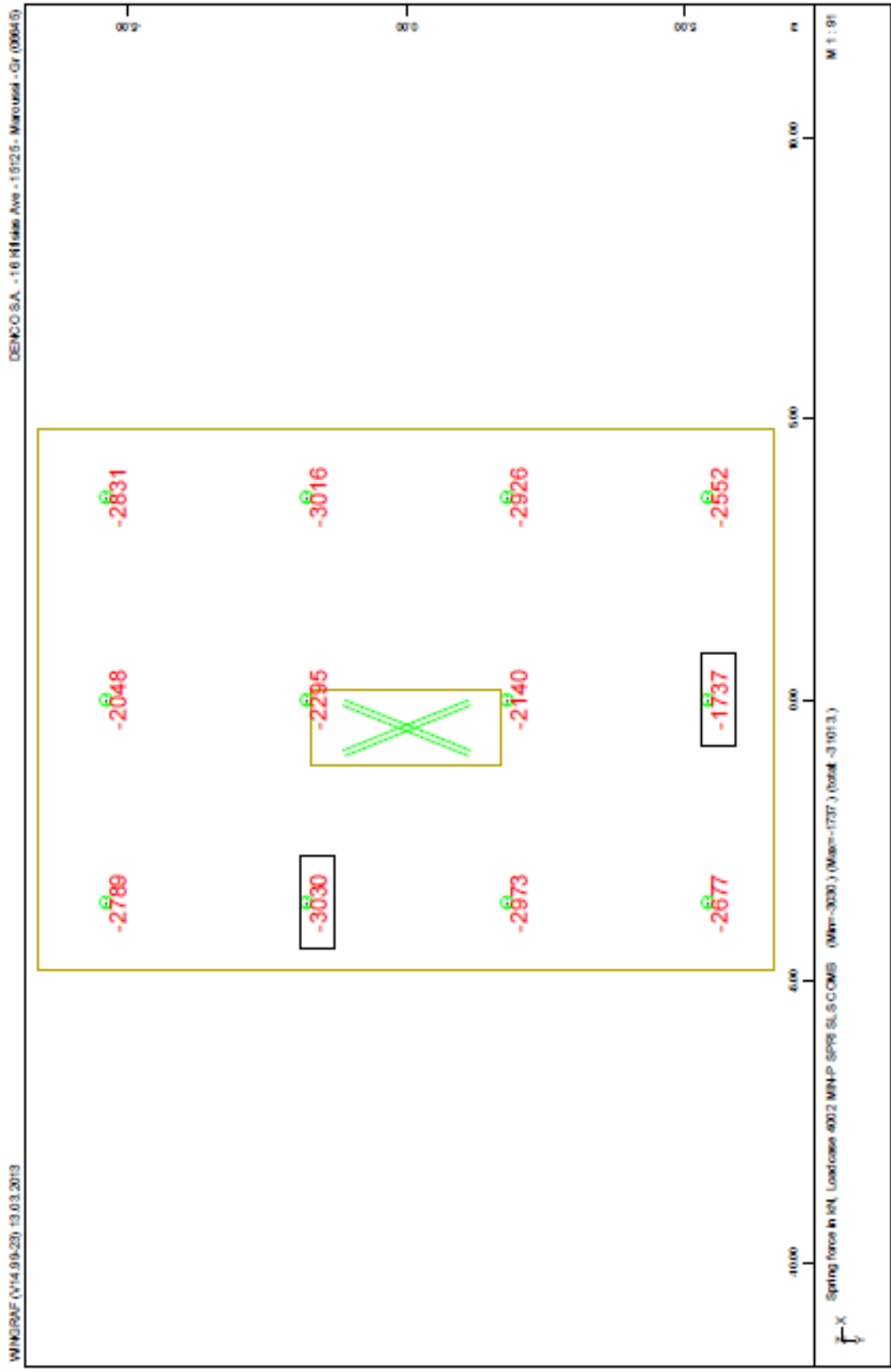


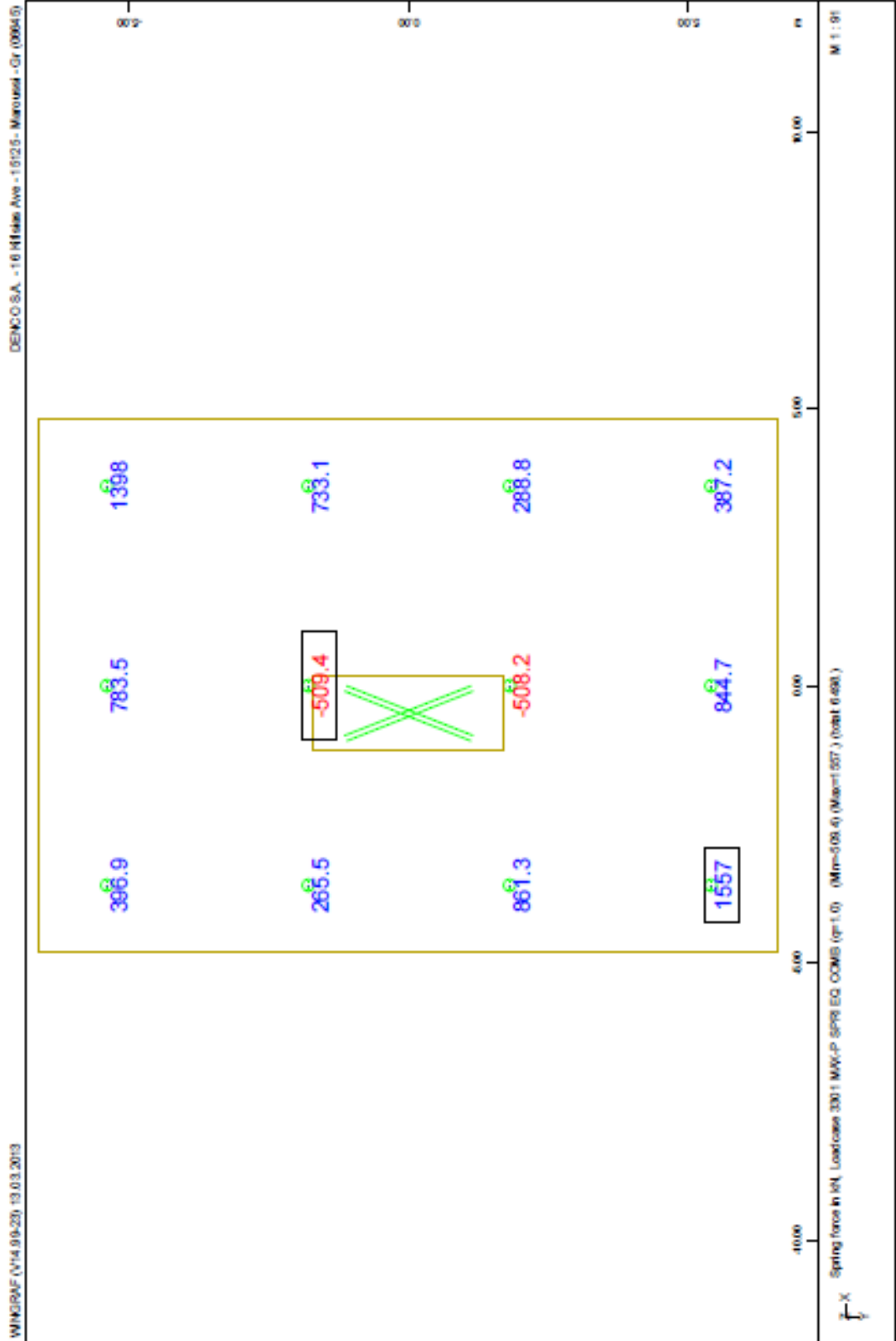
FOUNDATION OF PIER MAR.KL.G. - STRUCTURE 17
PILE CAP LOADINGS

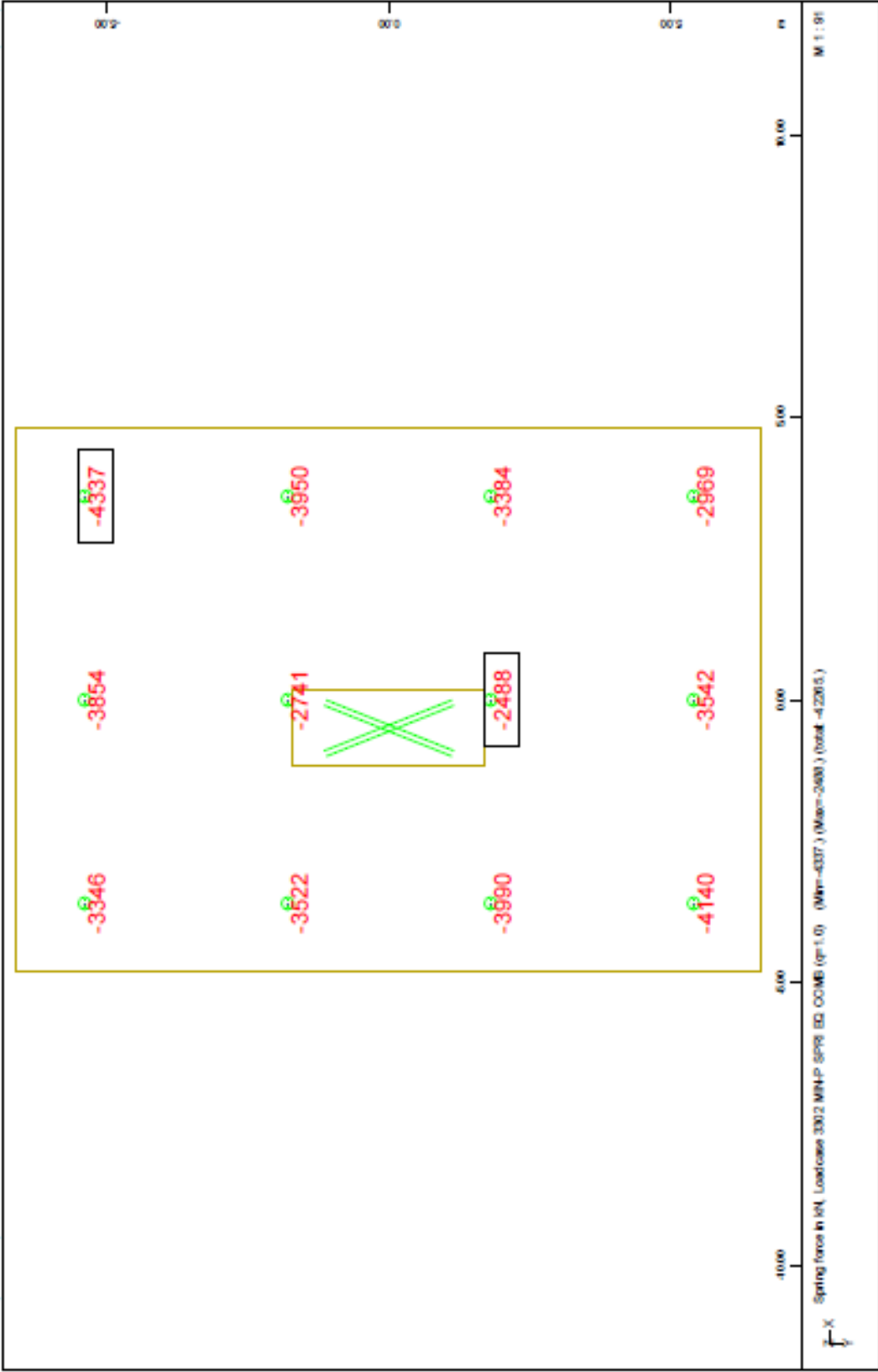




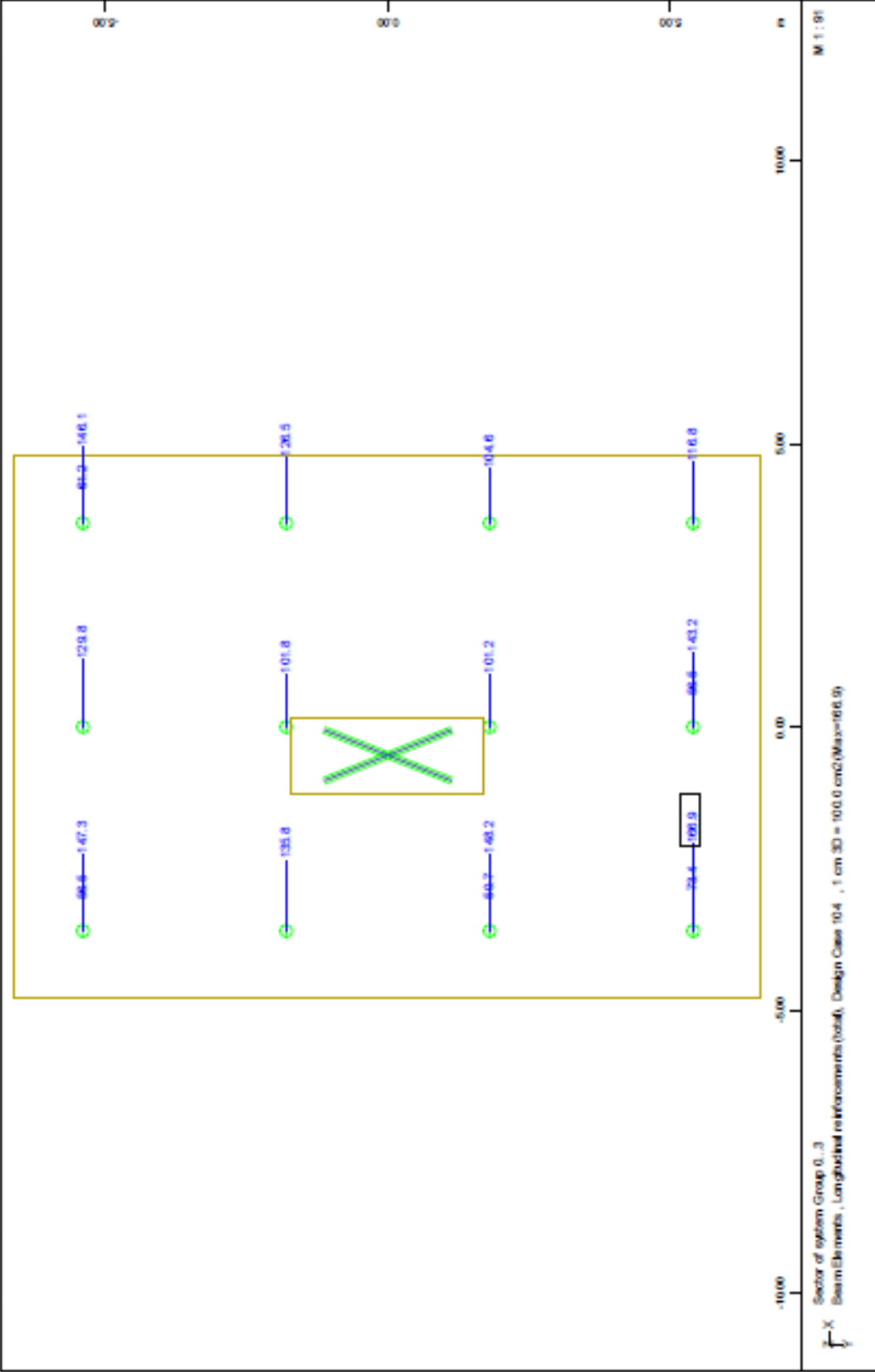


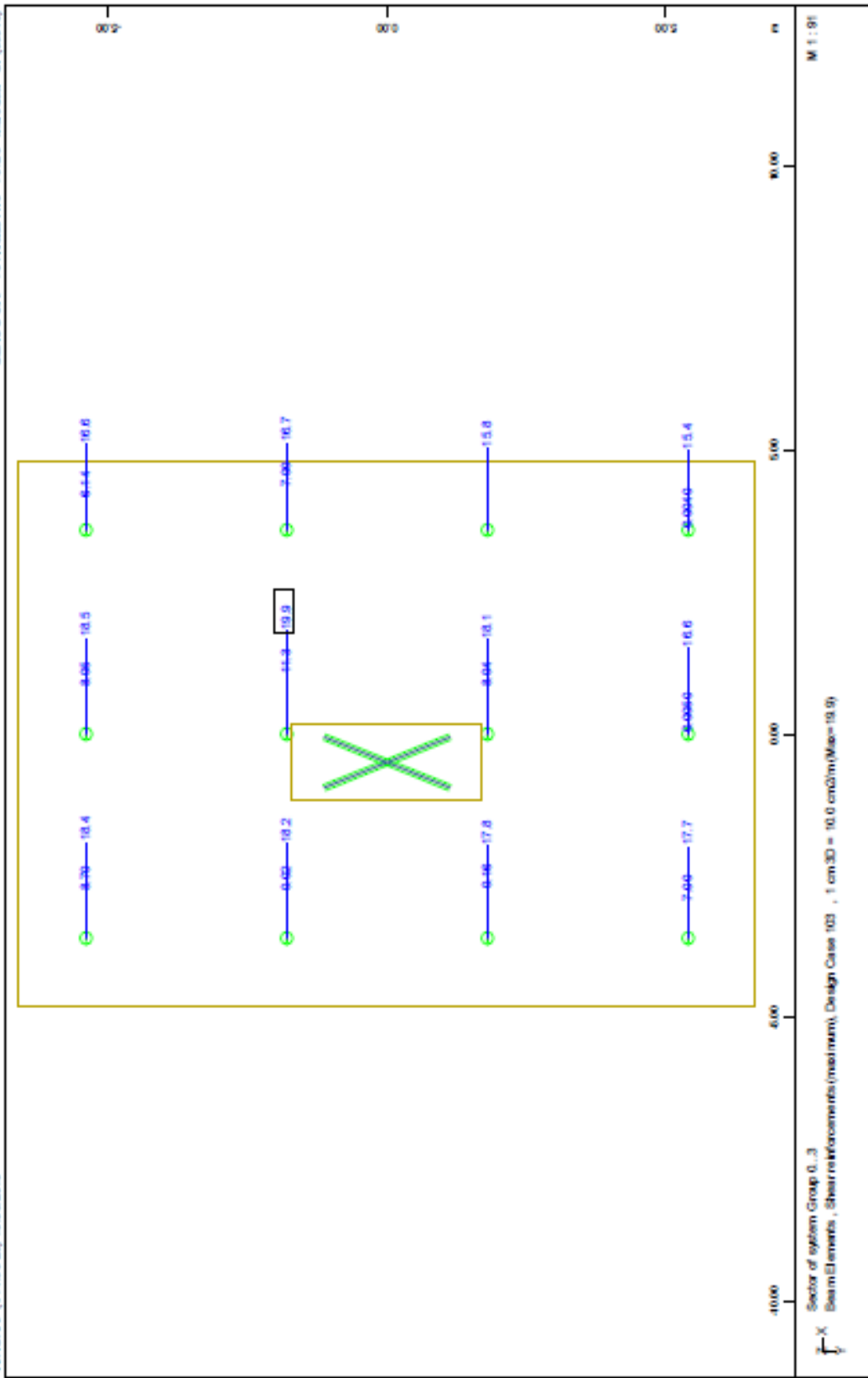






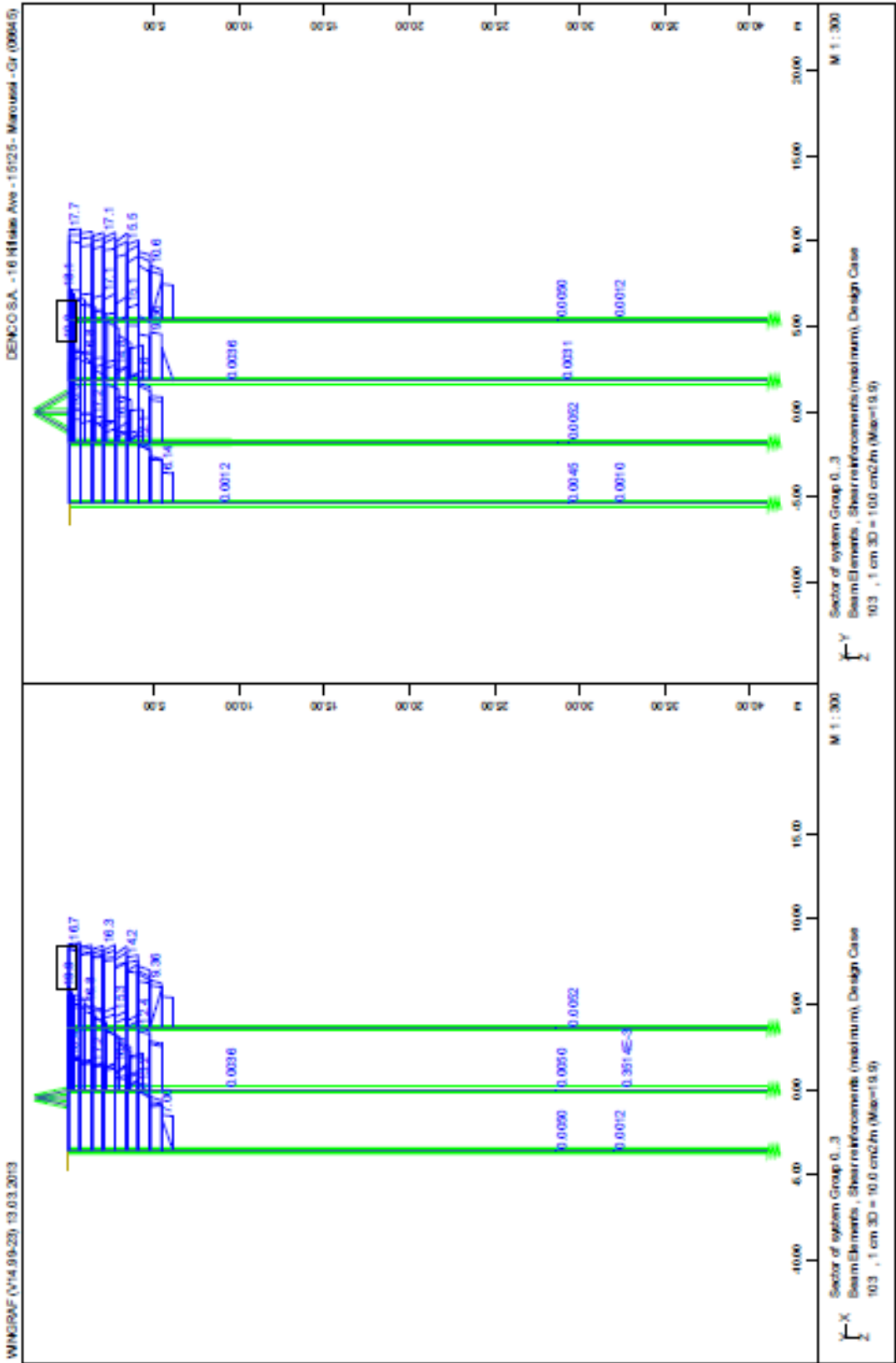
FOUNDATION OF PIER MA KL.G. - STRUCTURE 17
PILE CAPACITY CHECK: SEISMIC LOADINGS -- COMPRESSION

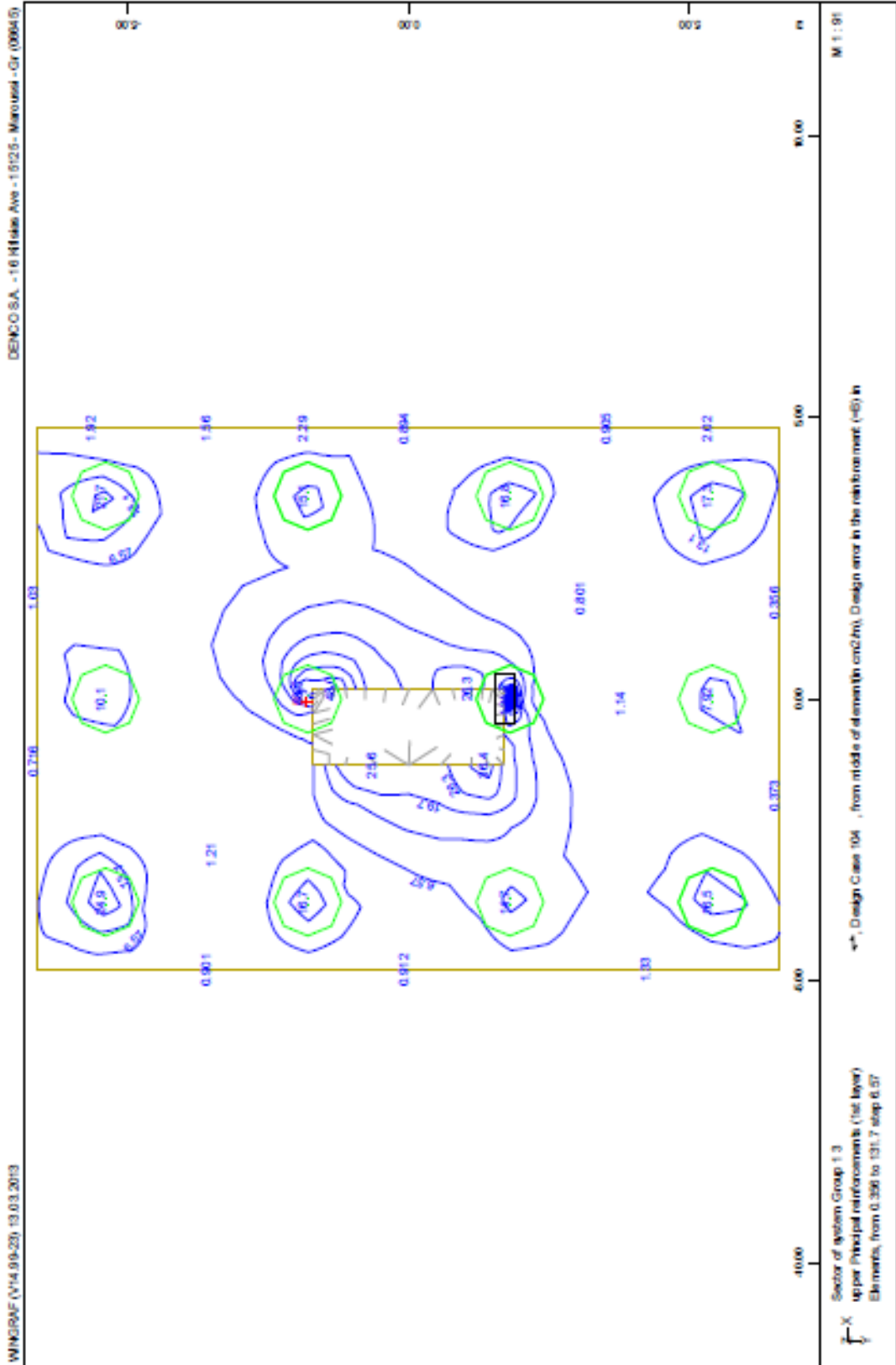


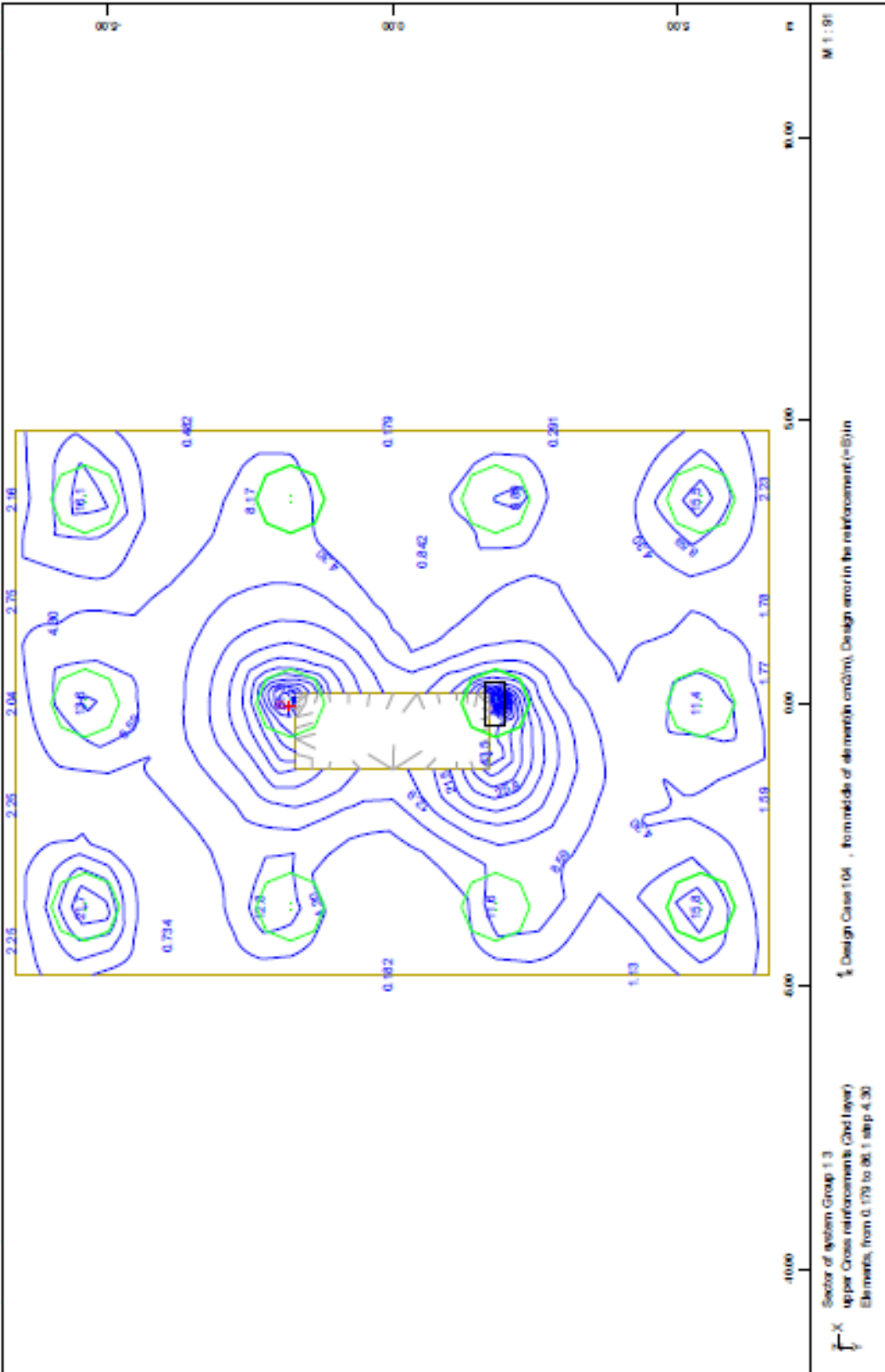


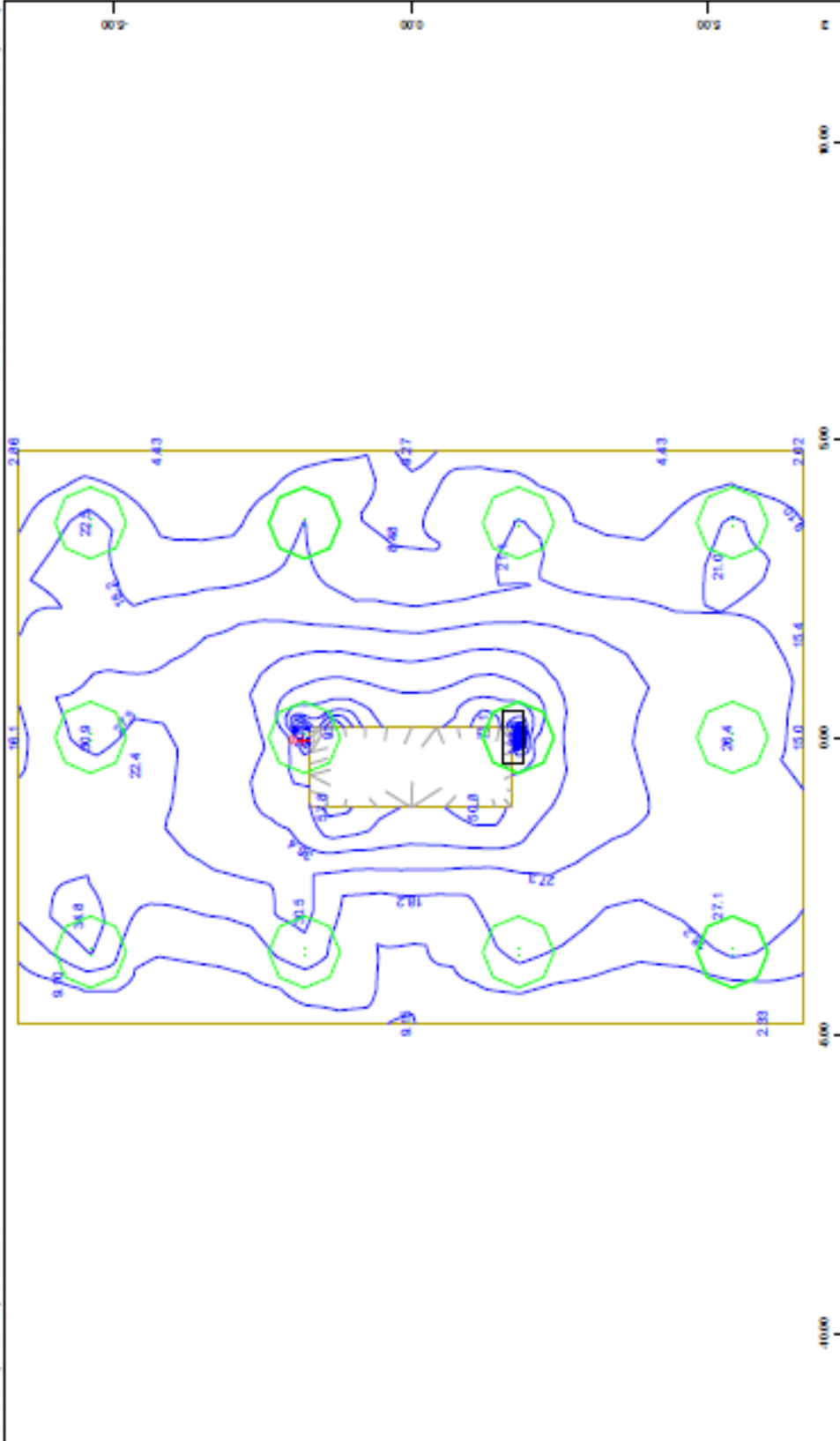
X
Y
Sector of system Group 0..3
BeamElements , ShearReinforcements (m/min), Design Case 103 , 1 cm 3D = 10.0 cm2/m (Max=10.9)


FOUNDATION PIER WALK-G - STRUCTURE 17
PLUS TRANSVERSE REINFORCEMENT - MAXIMUM VALUE







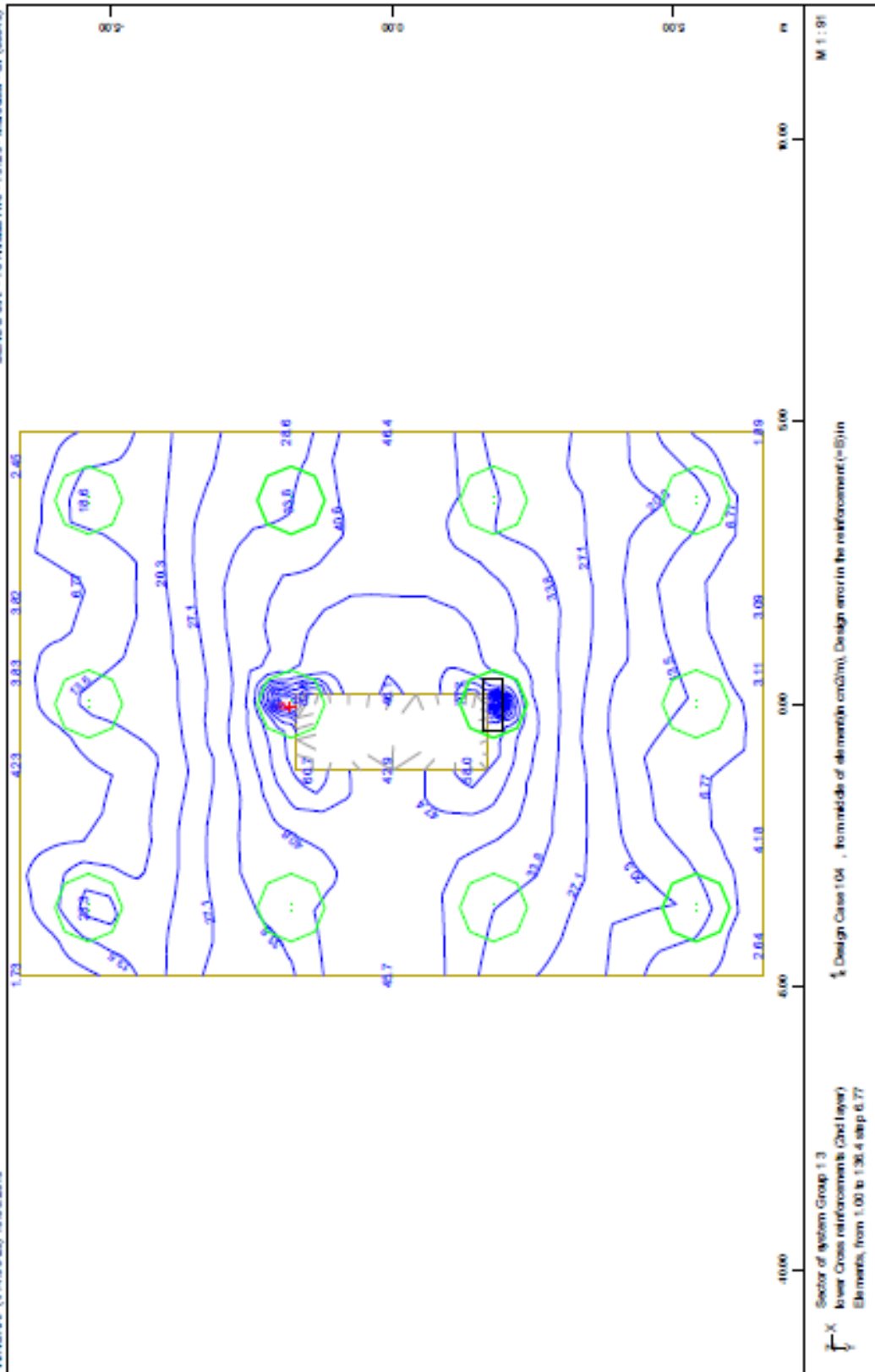


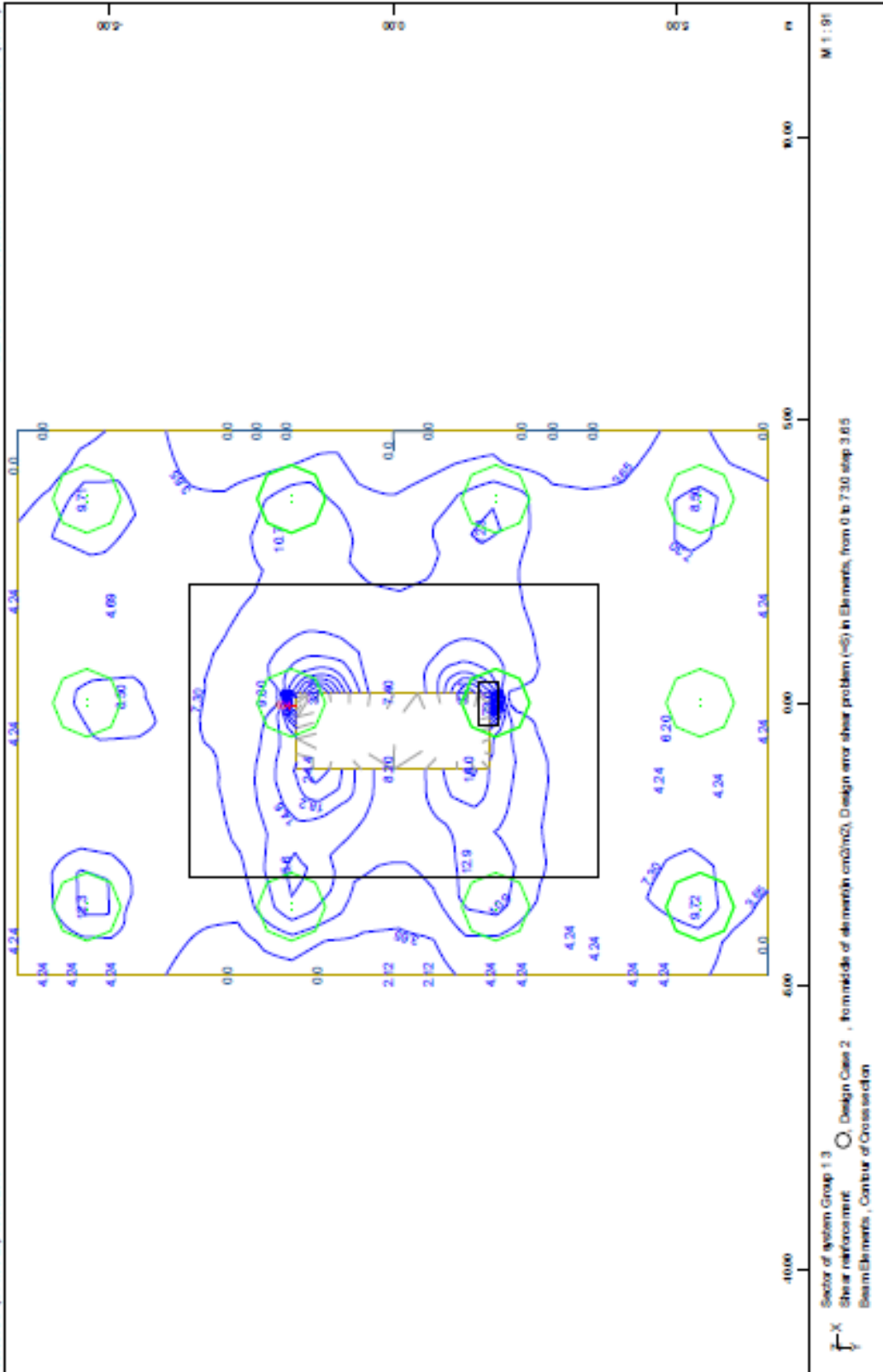
 X
 Is view Principal reinforcements (1st layer)
 Elements, from 1.00 to 1.03.0 step 0.10

**, Design Case 104, from middle of element (m). Design error in the reinforcement (m) in

M 1 : 91

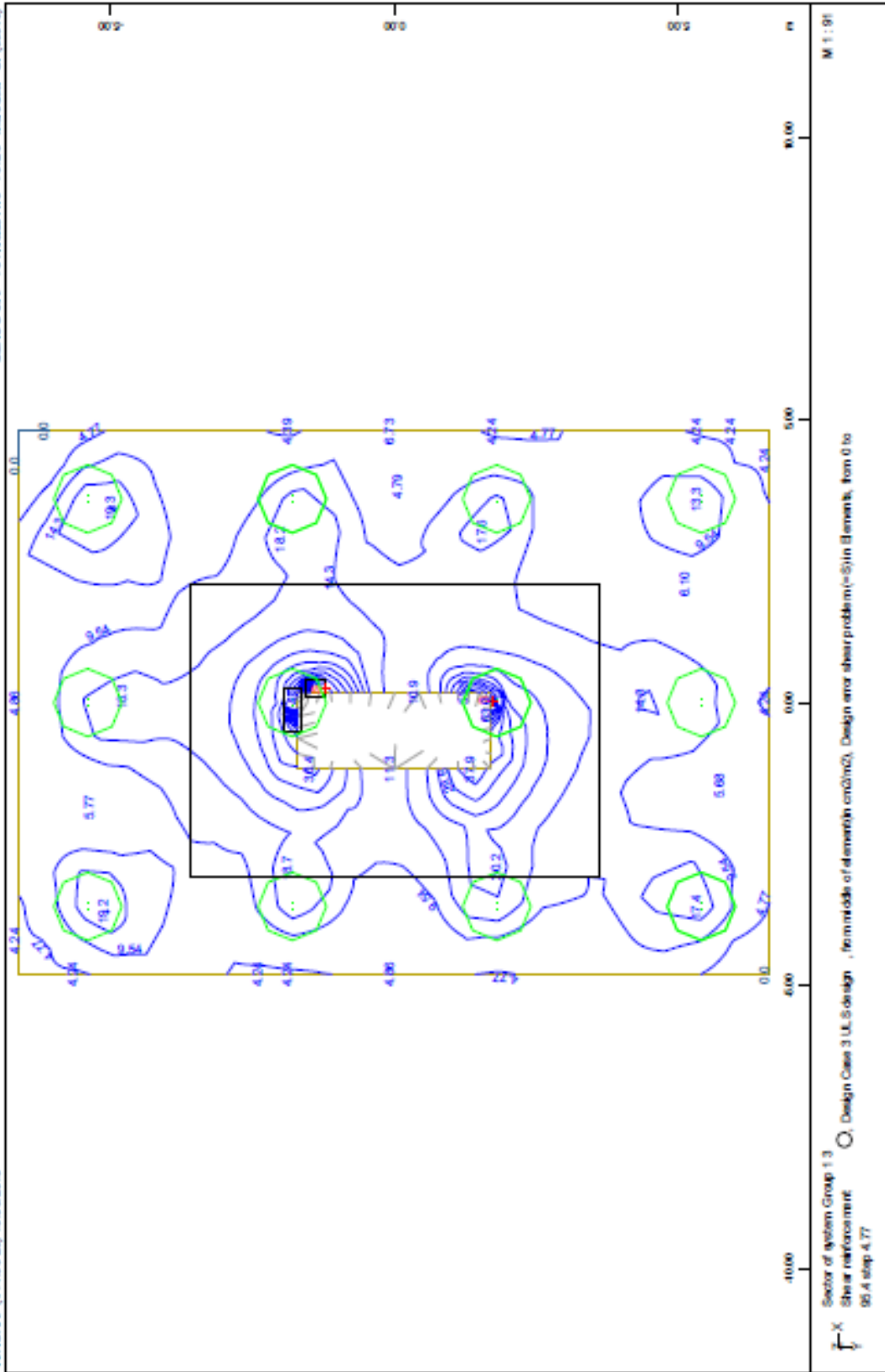
FOUNDATION OF PIER M4 KL.G. - STRUCTURE 17
 HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: BOTTOM LONGITUDINAL





Sector of system Group 1.3
Shear reinforcement Design Cases 2 Reinforce of element cm²/m², Design error shear problem (σ) in Elements, from 0 to 730 step 3.65
BeamElements, Contour of Cross-section

FOUNDATION OF PIER MAL.L.G. - STRUCTURE 17
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: SHEAR REINFORCEMENT FOR ULS COMBINATION



f_x Sector of system Group 1.3
 f_y Shear reinforcement: Design Case 3 U.L. design , for inside of element cm(2), Design error shear problem(=S)in Element, from 0 to 95.4 step 4.77
 FOUNDATION OF PIER MA KL.G. - STRUCTURE 17
 HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: SHEAR REINFORCEMENT FOR EQ. COMBINATION

5.3 Τεχνικά Σχέδια

- Σ01. ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ
- Σ02. ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ
- Σ03. ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ
- Σ04. ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΕΣ
- Σ05. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.ΚΛ.Γ
- Σ06. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.ΚΛ.Γ
- Σ07. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.ΚΛ.Γ
- Σ08. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ5.ΚΛ.Γ
- Σ09. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.ΚΛ.Γ
- Σ10. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.ΚΛ.Γ
- Σ11. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.ΚΛ.Γ
- Σ12. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.ΚΛ.Γ
- Σ13. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.ΚΛ.Γ
- Σ14. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.ΚΛ.Γ
- Σ15. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.ΚΛ.Γ
- Σ16. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ5.ΚΛ.Γ
- Σ17. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ
- Σ18. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ
- Σ19. ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ

Τα τεχνικά σχέδια της Μελέτης παρατίθενται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – Β** της Πτυχιακής Εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΗΚΟΥΣ 69,91m ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΠΛΗΣΙΟΝ ΤΗΣ ΔΕΞΙΑΣ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΑΣ ΑΡΤΗΡΙΑΣ ΠΑΤΡΩΝ.

Οι παρακάτω φωτογραφίες της γέφυρας ελήφθησαν στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας από τη σπουδάστρια κα Τσινιά Γεωργία.



Φωτ. 6.1: Γενική άποψη της γέφυρας τριών ανοιγμάτων με καμπυλότητα μήκους 69,91m από οπλισμένο σκυρόδεμα με εφέδρανα, πλησίον της δεξιάς παραπλαύκιας αρτηρίας Πατρών. Διακρίνονται τα μεσόβαθρα (από αριστερά προς δεξιά) το M8.Δ της γέφυρας T2, τα M5.ΚΛ.Γ, M4.ΚΛ.Γ, M3.ΚΛ.Γ και M2.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17 καθώς και το αντίστοιχο μεσόβαθρο της γέφυρας T15.



Φωτ. 6.2: ΝΑ όψη της παρούσας ολοκληρωμένης γέφυρας T17.



Φωτ. 6.3: ΒΔ όψη μεσόβαθρου Μ5 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17 (σε πρώτο πλάνο – τοποθέτηση ξυλοτύπων ανωδομής μεσόβαθρων Μ4 ΚΛ.Γ- Μ5 ΚΛ.Γ) διακρίνονται τα συρματόσχοινα προέντασης της γέφυρας Τ2.



Φωτ. 6.4: Τοποθέτηση ξυλοτύπων ανωδομής μεσόβαθρων Μ4 ΚΛ.Γ- Μ5 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17.



Φωτ. 6.5: Ολοκληρωμένο τμήμα ανωδομής μεσόβαθρων M4 ΚΛ.Γ- M5 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17.



Φωτ. 6.6: Αρμός μεταξύ γέφυρας T2 (αριστερά) και μεσόβαθρου M5 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17 (δεξιά).



Φωτ. 6.7: Ολοκληρωμένο τμήμα αρμού μεταξύ γέφυρας T2 (αριστερά) και μεσόβαθρου M5 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17 (δεξιά).



Φωτ. 6.8: Ολοκληρωμένο τμήμα μεσόβαθρου M5.ΚΛ.Γ (αριστερά) της γέφυρας T17 {διακρίνεται το ημικυκλικό άκρο του M5.ΚΛ.Γ μεσόβαθρου με εξωτερικές διαστάσεις 2,5m x 2,5m}.



Φωτ. 6.9: ΝΑ όψη του μεσόβαθρου Μ4 Κλ. Γ της παρούσας γέφυρας Τ17. (Σε δεύτερο πλάνο διαχωρισμός κλάδου Δ της γέφυρας Τ16 (δεξιά) με την γέφυρα Τ3).



Φωτ. 6.10: ΝΑ όψη του ολοκληρωμένου τμήματος του μεσόβαθρου Μ4 Κλ. Γ της παρούσας γέφυρας Τ17.



Φωτ. 6.11: Μεσόβαθρο M4 ΚΛ.Γ ορθογωνικής διατομής 3,4m x 1,35m (μονολιθική σύνδεση με την ανωδομή).



Φωτ. 6.12: Όψη μεσόβαθρου M4 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17. (Σε δεύτερο πλάνο η ανωδομή της γέφυρας T3).



Φωτ. 6.13: ΒΔ όψη του μεσόβαθρου Μ4 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17. (Τοποθέτηση ξυλοτύπων σκυροδέτησης μεταξύ μεσόβαθρων Μ4 ΚΛ.Γ και Μ5 ΚΛ.Γ).



Φωτ. 6.14: Ολοκληρωμένο τμήμα του μεσόβαθρου Μ4 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17, ορθογωνικής διατομής 3,4m x 1,35m (μονολιθική σύνδεση με την ανωδομή).



Φωτ. 6.15: ΝΔ όψη του μεσόβαθρου Μ3.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17. (Σε δεύτερο πλάνο η γέφυρα Τ16).



Φωτ. 6.16: ΝΔ όψη του ολοκληρωμένου τμήματος του μεσόβαθρου Μ3.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17.



Φωτ. 6.17: ΝΔ όψη μεσόβαθρου Μ3.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17. (Σε δεύτερο πλάνο η γέφυρα Τ2 [αριστερά] και η γέφυρα Τ3 [δεξιά]).



Φωτ. 6.18: Όψη του ολοκληρωμένου μεσόβαθρου Μ3.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17. (Σε δεύτερο πλάνο η γέφυρα Τ3).



Φωτ. 6.19: ΝΑ όψη μεσόβαθρου Μ3.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17.



Φωτ. 6.20: ΝΑ όψη του ολοκληρωμένου μεσόβαθρου Μ3.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17. (Σε δεύτερο πλάνο το μεσόβαθρο Μ4.ΚΛ.Δ της γέφυρας Τ16).



Φωτ. 6.21: Νότια όψη μεσόβαθρου Μ3 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17 (μονολιθική σύνδεση με την ανωδομή).



Φωτ. 6.22: Νότια όψη μεσόβαθρου Μ3 ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17, (ολοκληρωμένο τμήμα της).



Φωτ. 6.23: Κεφαλοδοκός του μεσόβαθρου Μ2.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17(δεξιά) και αριστερά το αντίστοιχο μεσόβαθρο της γέφυρας Τ16.



Φωτ. 6.24: Ολοκληρωμένο τμήμα της κεφαλοδοκού του μεσόβαθρου Μ2.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17.



Φωτ. 6.25: ΝΑ όψη μεσόβαθρου Μ2.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας Τ17, (διακρίνεται από αριστερά και το μεσόβαθρο Μ3.ΚΛ.Γ).



Φωτ. 6.26: Αρμός μεταξύ γέφυρας Τ17 (αριστερά) και Τ15 (δεξιά). (Διακρίνεται και το ημικυκλικό άκρο του Μ2.ΚΛ.Γ μεσόβαθρου με εξωτερικές διαστάσεις 2,5m x 2,5m).



Φωτ. 6.27: Ολοκληρωμένο τμήμα του αρμού μεταξύ της γέφυρας T17 (αριστερά) και T15 (δεξιά). Διακρίνεται ο σωλήνας αποχέτευσης των όμβριων υδάτων.



Φωτ. 6.28: Διαχωρισμός κλάδου Γ-Δ καθώς και θέσεις εφεδράνων (δεξιά το μεσόβαθρο M2.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17 και αριστερά το αντίστοιχο της γέφυρας T16).



Φωτ. 6.29: Διαχωρισμός κλάδου Γ-Δ (ολοκληρωμένο τμήμα του), δεξιά το μεσόβαθρο M2.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17 και αριστερά το αντίστοιχο της γέφυρας T16).



Φωτ. 6.30: Διαχωρισμός κλάδου Γ-Δ καθώς και θέσεις εφεδράνων (δεξιά το μεσόβαθρο M2.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17 και αριστερά το αντίστοιχο της γέφυρας T16).



Φωτ. 6.31: Οπλισμός άνωθεν του μεσόβαθρου M4.ΚΛ.Γ της παρούσας γέφυρας T17. (Σε πρώτο πλάνο το μονοκυψελωτό κιβώτιο ύψους 2,5m από σκυρόδεμα C35/45).



Φωτ. 6.32: Σκυροδετημένο τμήμα της παρούσας γέφυρας T17. (Διακρίνονται από αριστερά τα μεσόβαθρα M3.ΚΛ.Γ και M2.ΚΛ.Γ αυτής και ακολουθεί μετά τον αρμό η γέφυρα T15).



Φωτ. 6.33: Σκυροδετημένο τμήμα της παρούσας γέφυρας T17, (σε φάση κατασκευής το τμήμα άνωθεν του μεσόβαθρου M4.ΚΛ.Γ).



Φωτ. 6.34: Σκυροδετημένο τμήμα της παρούσας γέφυρας T17, διακρίνεται το μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ (μονολιθική σύνδεση με την ανωδομή).



Φωτ. 6.35: Ολοκληρωμένο τμήμα της παρούσας γέφυρας T17(δεξιά), διακρίνεται το μεσόβαθρο M3.ΚΛ.Γ (μονολιθική σύνδεση με την ανωδομή) και αριστερά η γέφυρα T16.



Φωτ. 6.36: Νότια όψη του σκυροδετημένου τμήματος της παρούσας γέφυρας T17, διακρίνεται το μεσόβαθρο M4.ΚΛ.Γ (μονολιθική σύνδεση με την ανωδομή).



Φωτ. 6.37: Ολοκληρωμένο τμήμα της παρούσας γέφυρας T17, (διακρίνονται από αριστερά τα μεσόβαθρα M3.ΚΛ.Γ, M4.ΚΛ.Γ και M5.ΚΛ.Γ).



Φωτ. 6.38: ΝΑ όψη της παρούσας γέφυρας T17. Διακρίνεται αριστερά τμήμα του καταστρώματος της γέφυρας T2, η παρούσα γέφυρα T17 με τα μεσόβαθρα M5.ΚΛ.Γ και M4.ΚΛ.Γ όπισθεν των ξυλοτύπων και στη συνέχεια τα μεσόβαθρα M3.ΚΛ.Γ και M2.ΚΛ.Γ. μετά τον αρμό ακολουθεί η γέφυρα T15.



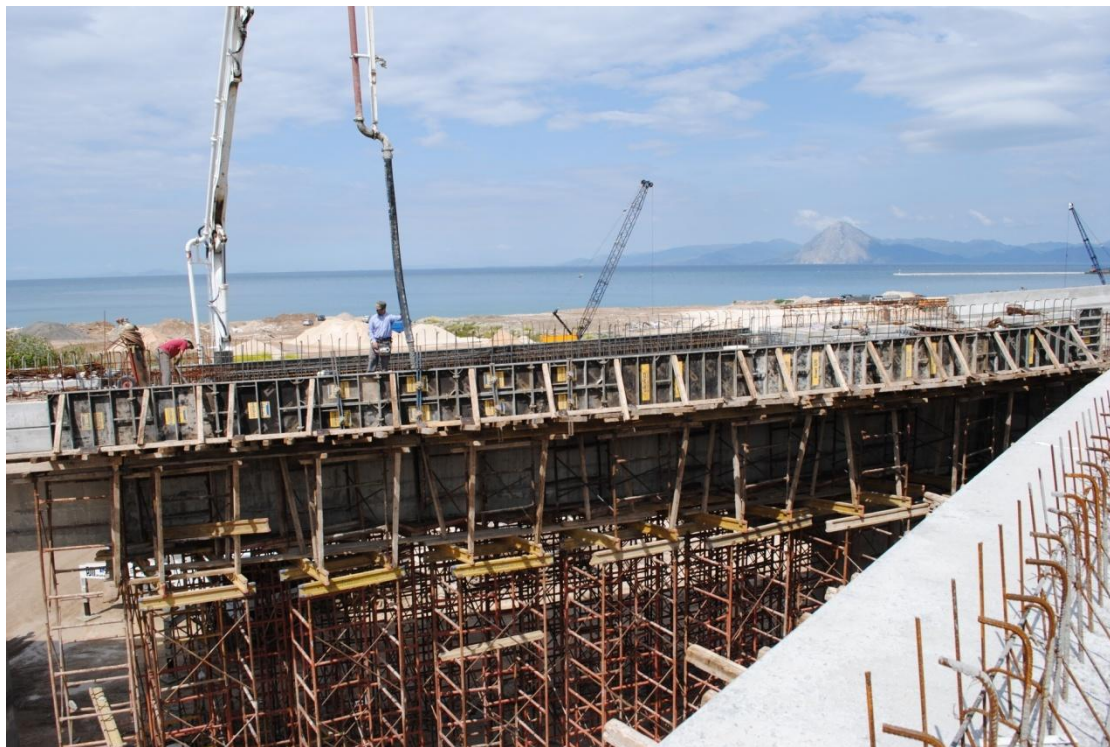
Φωτ. 6.39: ΝΑ όψη της ολοκληρωμένης γέφυρας T17. (Διακρίνονται από αριστερά τμήμα της γέφυρας T2, τα μεσόβαθρα Μ4.ΚΛ.Γ, Μ3.ΚΛ.Γ και Μ2.ΚΛ.Γ της γέφυρας T17, ακολουθεί ο αρμός και μετά η γέφυρα T15).



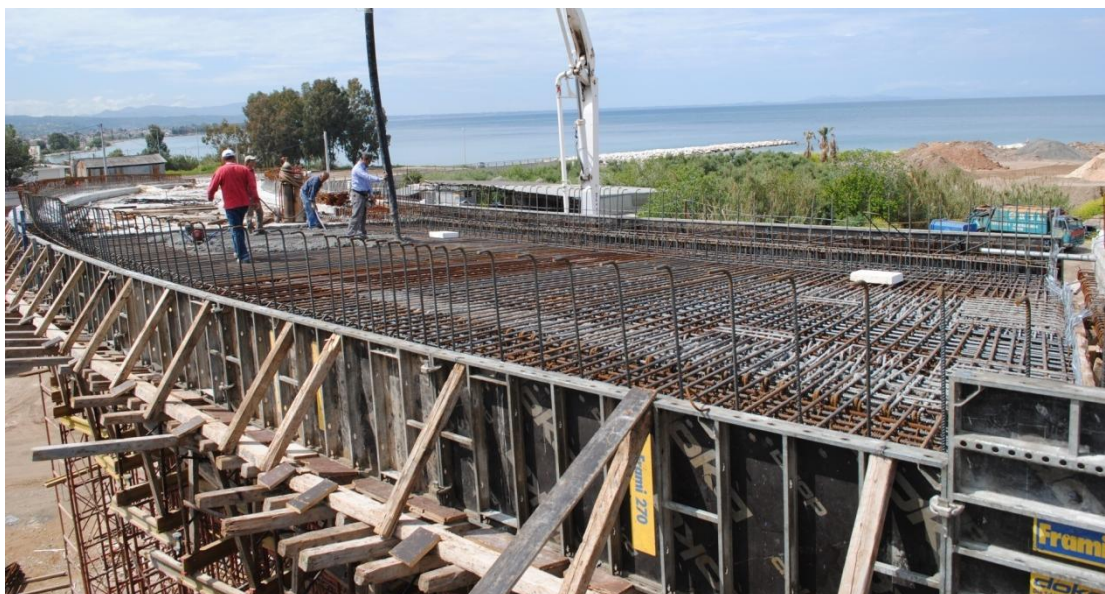
Φωτ. 6.40: ΒΔ όψη της γέφυρας T17. (Σε φάση κατασκευής το τμήμα άνωθεν μεταξύ των μεσόβαθρων Μ4.ΚΛ.Γ [αριστερά] και Μ5.ΚΛ.Γ [δεξιά]).



Φωτ. 6.41: ΒΔ όψη της ολοκληρωμένης γέφυρας T17, (διακρίνονται τα μεσόβαθρα M4.ΚΛ.Γ [αριστερά] και M5.ΚΛ.Γ [δεξιά]).



Φωτ. 6.42: Όψη της παρούσας γέφυρας T17, (σε πρώτο πλάνο ο ξυλότυπος της ανωδομής άνωθεν του M4.ΚΛ.Γ).



Φωτ. 6.43: Σκυροδέτηση καταστρώματος της γέφυρας T17, (σε πρώτο πλάνο ο οπλισμός της επιφάνειας του).



Φωτ. 6.44: Σκυροδέτηση του καταστρώματος της παρούσας γέφυρας T17.



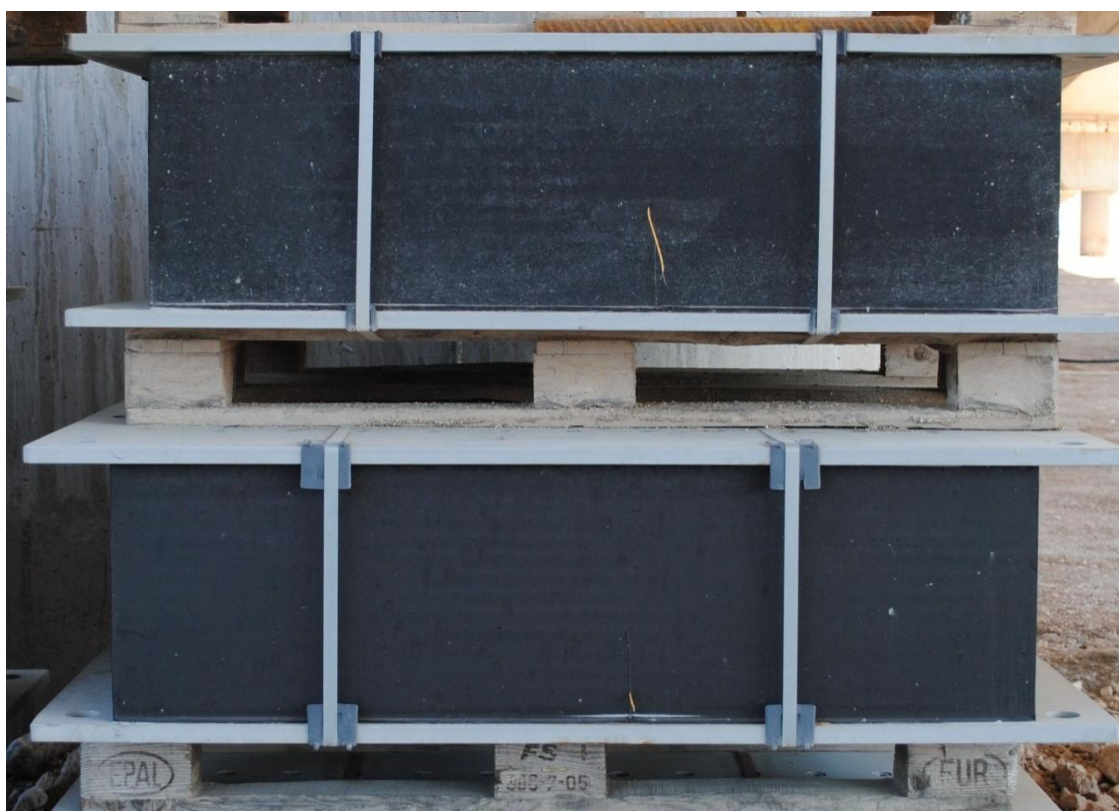
Φωτ. 6.45: ΝΑ όψη της παρούσας γέφυρας – ασφαλτοστρωμένο τμήμα της. (Εν αναμονή αντιολισθηρής ασφαλτικής στρώσης).



Φωτ. 6.46: Ασφαλτοστρωμένο τμήμα της παρούσας γέφυρας T17 (εν αναμονή αντιολισθηρής ασφαλτικής στρώσης).



Φωτ. 6.47: Ολοκληρωμένο τμήμα της παρούσας γέφυρας T17.



Φωτ. 6.48: Τα εφέδρανα που χρησιμοποιηθήκαν στο σύνολο του έργου του Ανισόπεδου Κόμβου.



Φωτ. 6.49: Προστατευτικά κιγκλιδώματα και κράσπεδο.



Φωτ. 6.50: Λεπτομέρεια αγωγού υδροδότησης όμβριων υδάτων.



Φωτ. 6.51: Λάμπα ηλεκτροφωτισμού.



Φωτ. 6.52: Τοποθέτηση αρμών συστολο-διαστολής.



Φωτ. 6.53: Τοποθέτηση αρμών συστολο-διαστολής (αφαίρεση της απαιτούμενης ασφάλτου για την τοποθέτηση του αρμού).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στον τομέα του υπολογισμού των κατασκευών ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (H/Y) έχει γίνει ένα σημαντικότερο εργαλείο για να βοηθάει το μηχανικό να εκτελεί 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 και αναλυτική μελέτη γέφυρας τριών ανοιγμάτων με καμπυλότητα μήκους 69,91m από σπλισμένο σκυρόδεμα με εφέδρανα, πλησίον της παραγλαύκιας αρτηρίας στην Πάτρα, με χρήση H/Y.
6. Από τα σπουδαιότερα τμήματα της μελέτης και τις κατασκευής ήταν η θεμελίωση του τεχνικού στις θέσεις των μεσόβαθρων Μ2.ΚΛ.Γ. Μ3.ΚΛ.Γ. Μ4.ΚΛ.Γ και Μ5.ΚΛ.Γ που πραγματοποιείται μέσω καννάβου πασσάλων Φ 1.20 οι οποίοι ενώνονται στην κεφαλή τους με κεφαλόδεσμους πάχους 2.0m. Για την αποφυγή του φαινομένου της ρευστοποίησης του εδάφους θεμελίωσης γύρω από τους πασσάλους των βάθρων προβλέπεται συμφωνά με την γεωτεχνική μελέτη η κατασκευή καννάβου χαλικοπασσάλων Φ100 κατάλληλου μήκους από κατάλληλο χονδρόκοκκο υλικό που επιτρέπει την στράγγιση.
7. Η επιλογή του τύπου της γέφυρας και της μεθόδου κατασκευής επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον προϋπολογισμό του έργου. Ο μελετητής βάσει της πείρας και των γνώσεων του καλείται να κάνει τη σωστή επιλογή.
8. Κάθε μελέτη τεχνικού έργου οφείλει να συμμορφώνεται με τους ισχύοντες κανονισμούς υλικών, φορτίσεων, ανάλυσης και διαστασιολόγησης. Για την μελέτη της παρούσας γέφυρας λήφθηκαν υπόψη οι κανονισμοί : DIN – Fachbericht 100, Din – Fachbericht 101, DIN – Fachbericht 102, EAK 2000, Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων. Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση. Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών σε συνδυασμό με DIN – FB 102, 103, 104.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δ.-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, «Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ», Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, Πάτρα, 1995 – 1999.
2. Δ.-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, Επιστημονικά Εκπαιδευτικά Προγράμματα Η/Υ ειδικότητας Πολιτικού Μηχανικού, Πάτρα, 1985 – 2014.
3. Δ.-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, «Πολιτικός Μηχανικός & Η/Υ». «Εισαγωγή στους Η/Υ», «Εισαγωγή στο Διαδίκτυο (internet) και στις υπηρεσίες του» (Διδακτικές Σημειώσεις), «Ασκήσεις Προγραμματισμού Η/Υ I & II» (Φύλλα Έργου), Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, Πάτρα, 1999 – 2014.
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 – Fachberichte στην Ελλάδα (ΥΠΕΧΩΔΕ Ιούνιος 2007).
11. ΜΙΧΑΗΛ Ν. ΦΑΡΔΗΣ, «Σύνθεση Γεφυρών Σκυροδέματος» Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2011.
12. F. LEONHARDT, «Ολόσωμες κατασκευές 6, Ολόσωμες γέφυρες». Γκιούρδας, 1979.
13. Πηγές Διαδικτύου:
<https://www.flickr.com/photos/80651083@N00/3600678151/>
<http://cybergoulion.blogspot.gr/2010/06/blog-post.html>
<http://freehdw.com/wallpaper/draw-bridge-open-at-dusk-71851.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

- Απόσπασμα τοπογραφικού –Θέσεις ερευνητικών γεωτρήσεων
- Απόσπασμα τοπογραφικού –Θέσεις χαλικοπασσάλων
Ενδεικτική κατά μήκος τομή γεωτρήσεων
- Συγκεντρωτικοί πίνακες αποτελεσμάτων –Διαγράμματα εδαφικών παραμέτρων
- Υπολογισμοί
- Τεχνικό Τ17 – Μεσόβαθρα Μ3 κλ. Γ και Μ4 κλ. Γ
- Έλεγχοι Ρευστοποίησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

01. ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ
02. ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ
03. ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ
04. ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΕΣ
05. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.ΚΛ.Γ
06. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.ΚΛ.Γ
07. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.ΚΛ.Γ
08. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ5.ΚΛ.Γ
09. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.ΚΛ.Γ
10. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.ΚΛ.Γ
11. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.ΚΛ.Γ
12. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.ΚΛ.Γ
13. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ2.ΚΛ.Γ
14. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ3.ΚΛ.Γ
15. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ4.ΚΛ.Γ
16. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ5.ΚΛ.Γ
17. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ
18. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ
19. ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ