

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 52,4m ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑ ΠΑΤΡΩΝ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ-ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

Δρ. Διονυσία - Πηνελόπη Ν. Κοντονή
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Αναπλ. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι.

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ:

Κελεπούρη Αγγελική

ΠΑΤΡΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Έχοντας ολοκληρώσει την Πτυχιακή Εργασία μου, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την Εισηγήτρια και Επιβλέπουσα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, Δρ. Διονυσία – Πηνελόπη Κοντονή, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό και Αν. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι., για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη 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 τη παροχή στοιχείων σχετικά με τη μελέτη της γέφυρας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας.

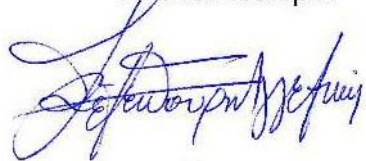
Κελεπούρη Αγγελική
Μάρτιος 2015,
Πάτρα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την πλήρη Μελέτη νέας γέφυρας από οπλισμένο σκυρόδεμα, με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, συνολικού μήκους 52,4m στη δεξιά Παραγλαύκια αρτηρία 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 Ε.Α.Κ. 2000/2003 και τον Ελληνικό Κανονισμό Σκυροδέματος.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδάστριας: Η κάτωθι υπογεγραμμένη σπουδάστρια έχει επίγνωση των συνεπειών του Νομού περί λογοκλοπής και δηλώνει υπεύθυνα ότι είναι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολόκληρου του κειμένου, έχει δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία της όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησε και έλαβε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνει επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο η κείμενο το οποίο έχει ενσωματώσει στην εργασία της προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή από 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



Κελεπούρη Αγγελική

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την πλήρη Στατική Μελέτη καθώς και τους Υδραυλικούς Υπολογισμούς για την κατασκευή νέας γέφυρας από οπλισμένο σκυρόδεμα, με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, συνολικού μήκους 52,4m στη δεξιά Παραγλαύκια αρτηρία 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 Ε.Α.Κ. 2000/2003 και τον Ελληνικό Κανονισμό Σκυροδέματος.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδάστριας: Η κάτωθι υπογεγραμμένη σπουδάστρια έχει επίγνωση των συνεπειών του Νομού περί λογοκλοπής και δηλώνει υπεύθυνα ότι είναι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολόκληρου του κειμένου, έχει δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία της όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησε και έλαβε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνει επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο η κείμενο το οποίο έχει ενσωματώσει στην εργασία της προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή από 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

Κελεπούρη Αγγελική

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ	7
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ	7
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ	7
1.2 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ- ΤΥΠΟΙ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	7
1.3 ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ.....	8
1.4 ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ	9
1.5 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	9
1.6 ΧΑΛΥΒΑΣ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΕΤΑΛΛΑ.....	9
1.7 ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ	10
1.8 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	10
1.8.1 ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΛΗ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ	10
1.8.2 ΤΜΗΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	11
1.9 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ	14
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ	16
ΟΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	16
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
2.2 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ DIN1072 (67/82).....	16
2.3 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1	18
2.4 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ.....	21
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ	22
ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 52,4 Μ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑ ΠΑΤΡΩΝ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.	22
3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ-ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	22
3.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	22
3.3 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	23
3.3.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	23
3.3.2 ΦΟΡΤΙΑ.....	23
3.3.3 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ.....	24
3.3.4 ΕΔΑΦΟΣ.....	24
3.3.5 ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	24
3.3.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	24
3.3.7 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	24
3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ	25
3.4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΩΔΟΜΗΣ.....	25
3.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ.....	25
3.4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.....	26
3.4.4 ΑΡΜΟΙ.....	27
3.4.5 ΕΦΕΔΡΑΝΑ.....	27
3.4.6 ΤΕΛΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	27
3.4.7 ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ.....	27
3.4.8 ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΑ-ΣΤΗΘΑΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	27
3.4.9 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	28
3.5 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ-ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	28

3.6 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	28
3.6.1 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	28
3.6.2 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	29
3.6.3 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ	29
3.6.3.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ- ΕΚΤΟΣ ΣΕΙΣΜΟΥ).....	29
3.6.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ –ΣΕΙΣΜΟΣ.....	30
3.6.3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ – ΤΥΧΗΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	30
3.6.3.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΣΠΑΝΙΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ.....	31
3.6.3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΣΥΧΝΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ.....	31
3.6.3.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΟΙΟΝΕΙ – ΜΟΝΙΜΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ.....	32
3.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	32
3.7.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	32
3.7.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗΣ.....	32
3.7.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΑ ΧΑΛΑΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	33
3.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	33
3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΡΩΝ.....	33
3.9.1 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ.....	33
3.9.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ.....	34
3.9.2.1 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΦΟΡΕΑ G_0	34
3.9.2.2 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ G_1	34
3.9.2.3 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ L	34
3.9.2.4 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔT_N	35
3.9.2.5 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΜΕΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔT_N	35
3.9.2.6 ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ-ΑΝΩ ΠΑΡΕΙΑ ΘΕΡΜΟΤΕΡΗ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΔT_M	35
3.9.2.7 ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ-ΚΑΤΩ ΠΑΡΕΙΑ ΘΕΡΜΟΤΕΡΗ ΤΗΣ ΑΝΩ	36
3.9.2.8 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΚΑΙ ΑΡΜΟΥΣ ΔT_N	36
3.9.2.9 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΜΕΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΚΑΙ ΑΡΜΟΥΣ ΔT_N	36
3.9.2.10 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ T	36
3.9.2.11 ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΥΠΟΧΩΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ PS	36
3.9.2.12 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΝΕΜΟ W	36
3.9.2.13 ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ BR	36
3.9.2.14 ΕΡΠΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΟΛΗ CS	37
3.10 ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ.....	37
3.10.1 ΣΕΙΣΜΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ EQ	37
3.11 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ.....	37
3.12 ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	39
3.13 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ	39
3.13.1 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ.....	39
3.14 ΒΑΣΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	40
3.14.1 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ $LC 1$	40
3.14.2 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΕΠΙΧΩΣΗΣ $LC 1$	40
3.14.3 ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ $LC 11,12 \& 13$	40
3.14.4 ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΕΠΙΧΩΣΗΣ $LCs 21,22 \& 23$	41
3.14.5 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΙΟΝΕΙ ΜΟΝΙΜΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $LC 101\sim 112$	41
3.14.6 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ $LC 401\sim 412$	41
3.14.7 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ $LC 201\sim 212$	41
3.14.8 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ $q=1$ $LC 301\sim 412$	41

3.14.9 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΣΥΝΔΥΑΜΟ ΜΕ $q=1.5 LC 501\sim 512$	41
3.15 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ.....	42
3.16 ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	42
3.17 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	42
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	43
ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ.....	43
4.1 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ.....	43
4.1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΚΣΚΑΦΕΣ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	43
4.1.2 ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗ.....	43
4.1.3 ΦΡΕΑΤΟΠΑΣΣΑΛΟΣ Φ1.20.....	43
4.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	44
4.2.1 ΧΑΛΙΚΟΠΑΣΣΑΛΟΣ Φ1.00.....	44
4.2.2 ΣΤΡΩΣΗ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟΥ ΜΕ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΩΝ.....	44
4.2.3 ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ.....	44
4.2.4 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C30/37 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ.....	44
4.2.5 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C35/45 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ.....	45
4.3 ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΙ.....	45
4.3.1 ΣΙΔΗΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ (BST 500C).....	45
4.4 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ.....	46
4.4.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΤΕΛΕΙΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Γ.....	46
4.4.2 ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΗ ΕΠΑΛΕΙΨΗ.....	46
4.5 ΜΟΝΩΣΕΙΣ.....	46
4.5.1 ΔΙΠΛΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΕΠΑΛΕΙΨΗ.....	46
4.5.2 ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ.....	46
4.6 ΑΡΜΟΙ.....	47
4.6.1 ΥΛΙΚΟ ΜΟΡΦΩΣΗΣ ΑΡΜΟΥ ΤΥΠΟΥ FLEXCELL Η ΑΝΑΛΟΓΟ.....	47
4.6.2 ΣΦΡΑΓΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΑΡΜΩΝ PLASTIC Η ΑΝΑΛΟΓΟ.....	47
4.7 ΔΙΑΦΟΡΑ.....	47
4.7.1 ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΕ-9.....	47
4.7.2 ΑΡΜΟΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ-ΣΥΣΤΟΛΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΕΥΡΟΥΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ DK=60MM.....	47
4.7.3 ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ.....	48
4.7.4 ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΙΣΩΠΕΔΩΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΠΑΧΟΥΣ 0,05M.....	48
4.7.5 ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ 0,05M.....	48
4.7.6 ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΣΤΡΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ 0,04M.....	48
5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	49
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	49
5.1 ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	49
5.1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ-ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ.....	49
5.1.2 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	50
5.1.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΗΣΗΣ.....	50
5.1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΡΩΣΕΩΝ-ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ-ΤΥΠΙΚΗ ΤΟΜΗ.....	51
5.2 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ.....	51
5.2.1 ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ.....	51
5.2.2 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	52
5.2.3 ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΠΑΣΣΑΛΟΥ ΚΑΙ ΠΑΣΣΑΛΟ-ΟΜΑΔΩΝ.....	53
5.2.4 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΑΣΣΑΛΟΥ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗ.....	54
5.3 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.....	56

6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	57
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ-ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ	57
6.1 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFISTIK.....	57
6.2 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFISTIK.....	131
6.2.1 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ11.Δ.....	131
6.2.2 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ.....	161
7 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	185
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ.....	185
8 ΚΕΦΑΛΑΙΟ	198
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	198
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	199
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	200
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	243

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Γέφυρα είναι ένα κατασκεύασμα που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για τη διάβαση του πάνω από κάποια φυσικά εμπόδια όπως κάποια ποσότητα νερού, μια κοιλάδα, έναν δρόμο. Τα υλικά δόμησης μέχρι τον 19ο αιώνα ήταν ξύλο και πέτρες. Οι γέφυρες στον 6ο αιώνα π.Χ. κατασκευάζονταν από ξύλο κυπαρισσιού και κέδρου. Τα σχέδια των γεφυρών ποικίλουν ανάλογα με τη λειτουργία της γέφυρας, τη φύση του εδάφους πάνω στο οποίο κατασκευάζεται και φυσικά τα διαθέσιμα οικονομικά κονδύλια που έχουμε για την κατασκευή της. Τη γνώση για την κατασκευή κυρτών γεφυρών κατείχαν οι Ρωμαίοι στα προχριστιανικά χρόνια και τα υλικά που χρησιμοποιούσαν τότε ήταν φυσικοί λίθοι και σκυρόδεμα. Το 1779 κατασκευάστηκε η πρώτη γέφυρα από χυτοσίδηρο στην Αγγλία, πάνω από τον ποταμό Σέβερν (Severn) γνωστή και ως Ironbridge. Η επόμενη εξέλιξη ήταν η αλυσόδετη κρεμαστή γέφυρα. Με την εξέλιξη του μπετόν δημιουργήθηκαν νέες δυνατότητες στην κατασκευή γεφυρών στις αρχές του 20ού αιώνα.

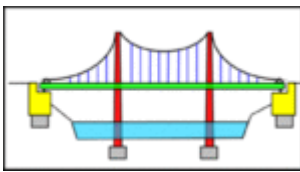
Γενικά οι γέφυρες διακρίνονται:

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

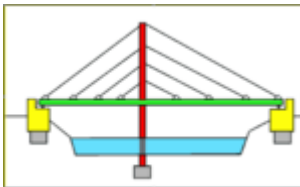
1.2. ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ- ΤΥΠΟΙ ΓΕΦΥΡΩΝ

Οι πρώτες γέφυρες έγιναν από την ίδια τη φύση. Οι πρώτες γέφυρες που κατασκευάστηκαν από ανθρώπους ήταν πιθανών ανοίγματα που καλύπτονταν από κούτσουρα ή ξύλινες σανίδες και στη συνέχεια από πέτρες χρησιμοποιώντας μια μικρή υποστήριξη και ρυθμισμένα χωρίσματα. Οι μεγαλύτεροι οικοδόμοι γεφυρών ήταν οι αρχαίοι Ρωμαίοι. Κατά τη διάρκεια του 18^{ου} αιώνα έγιναν πολλές καινοτομίες στο σχεδιασμό των γεφυρών. Στις αρχές του 1900 η χρήση της συγκόλλησης έφερε σημαντικές αλλαγές στη βιομηχανία των μεταλλικών κατασκευών. Από τη δεκαετία του 1930 όλα και περισσότερες μεγάλες γέφυρες κατασκευάζονται εξ' ολοκλήρου από χάλυβα.

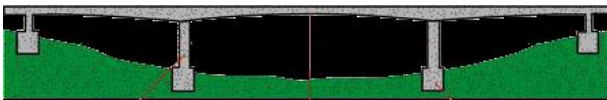
Τύποι γεφυρών:



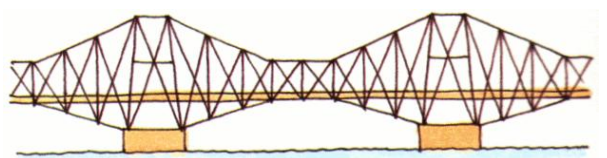
α. Κρεμαστή γέφυρα



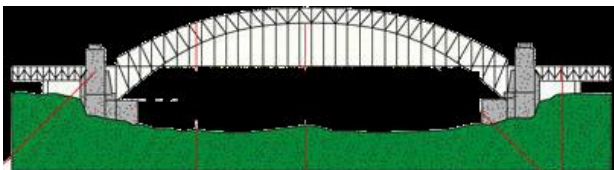
β. Καλωδιωτή γέφυρα



γ. Γέφυρα με δοκούς



δ. Αμφιπροέχουσα Γέφυρα



ε. Τοξωτή Γέφυρα



στ. Κινητή Γέφυρα

1.3 ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ

Οι φυσικοί λίθοι είναι στερεά σώματα διάφορων σχημάτων και διαστάσεων που προέρχονται από τα πετρώματα της γης. Αναμφισβήτητα με επιτυχία οι φυσικοί λίθοι χρησιμοποιούνται στη γεφυροποιία. Εκ παραδείγματι ο γρανίτης, ο βασάλτης, το μάρμαρο κ. α αποτελούν σημαντικούς φυσικούς λίθους. Σήμερα η χρήση τους είναι σπάνια μιας και του υψηλού κόστους κατασκευής τους.

Στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες χώρες με τη ίδια γεωλογική διάπλαση, οι φυσικοί λίθοι είναι άφθονοι. Αντίθετα σπανίζουν οι χώρες με εκτεταμένες πεδιάδες και ερήμους, όπου τα συμπαγή πετρώματα βρίσκονται σε μεγαλύτερο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους.

1.4 ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ

Οι τεχνητοί λίθοι λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν σε σχέση με τους φυσικούς λίθους, χρησιμοποιούνται ευρέως στις κατασκευές. Η δυνατότητα στην επιλογή πρώτων υλών, η παραγωγή δομικών στοιχείων με προκαθορισμένες διαστάσεις και ιδιότητες τους όπως και η οικονομική τους κατασκευή τους λόγω της δυνατότητας επεξεργασίας τους κοντά στο εργοστάσιο είναι οι κύριοι λόγοι επιλογής τεχνητών λίθων στη γεφυροποιία.

1.5 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Το σκυρόδεμα είναι το υλικό που παρουσιάζει την ευρύτερη χρήση από όλα τα άλλα υλικά τόσο στη χώρα μας όσο και διεθνώς. Αυτό οφείλεται κυρίως στον εξαιρετικό ευνοϊκό συνδυασμό ιδιοτήτων και κόστους και ειδικότερα πρώτον στην εξαιρετική συμπεριφορά του υλικού στο νερό και γενικά στην πολύ μεγάλη ανθεκτικότητά του σε διάρκεια και σε περιβαλλοντικές επιδράσεις, δεύτερον στη ευκολία με την οποία κατασκευές από σκυρόδεμα μορφώνονται σε μια τεράστια ποικιλία σχημάτων και μεγεθών και τρίτων στο χαμηλό κόστος του στη μεγάλη και άμεση διαθεσιμότητα των συστατικών του στη σχετικά χαμηλή ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή.

Η δομή του σκυροδέματος είναι εξαιρετικά ανομοιογενής και περίπλοκη. Το σκυρόδεμα αποτελείται από αδρανή (άμμος, χαλίκι, σκύρα) διαφόρων σχημάτων και μεγεθών που είναι συγκολλημένα μεταξύ τους μέσω του ενυδατωμένου τσιμεντοπολτού, που είναι το προϊόν την αντίδρασης του νερού με το τσιμέντο.

1.6 ΧΑΛΥΒΑΣ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα μέταλλα λαμβάνονται γενικά από εδαφικά υλικά, τα μεταλλεύματα. Η ανάμιξη των μετάλλων με άλλα στοιχεία δημιουργεί τα κράματα, τα οποία υφίστανται διάφορες κατεργασίες εν θερμώ ή εν ψυχρώ, με σκοπό τη βελτίωση ιδιοτήτων, τη μεταβολή σχήματος, μορφές κ. α.

Ο χάλυβας ή αλλιώς ατσάλι είναι κράμα σιδήρου- άνθρακα που περιέχει μικρή ποσότητα άνθρακα και μαγγανίου, αλλά και μικρά ποσοστά πυριτίου, φωσφόρου, θείου και οξυγόνου.

Είναι από τα σημαντικότερα βιομηχανικά υλικά αλλά και ένα από τα οικολογικά δομικά υλικά, είναι 100% ανακυκλώσιμος και διατηρεί τις ιδιότητες του μετά από πολλούς κύκλους ανακύκλωσης.

Στη γεφυροποιία συναντούμε τον χάλυβα σε μεταλλικές κατασκευές, σύμμεικτες γέφυρες και γέφυρες από οπλισμένο σκυρόδεμα.

1.7 ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ

Η διείσδυση των υδάτων και των υδρατμών στα δομικά υλικά μπορεί να προκαλεί μεγάλες φθορές όπως εκ παραδείγματι, διάβρωση και αποσάθρωση των υλικών, χημική διάβρωση και οξείδωση του σιδηρού οπλισμού του σκυροδέματος, δημιουργία εξανθημάτων και κηλίδων, ανάπτυξη χλωρίδας, λειχήνων και μυκήτων αλλά και κινήσεις στη μάζα των υλικών. Οι περισσότερες από τις παραπάνω φθορές οφείλονται στη επίδραση της υγρασίας σε συνάρτηση με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του νερού και σε σχέση με τις αντίστοιχες ιδιότητες των υλικών.

Οι διάφορες κατασκευές προκειμένου να είναι χρησιμοποιήσιμες και βιώσιμες απαιτούν αποτελεσματική στεγάνωση έναντι της υγρασίας και του νερού. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, συγκεκριμένα η τοποθέτηση χυτασφάλτου (πάχους 40mm – 60mm), ασφαλτοσκυρόδεμα (πάχους 50mm -70mm) και πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος (ελάχιστου πάχους 180 mm) αποτελούν λύση μόνο υπό τις κατάλληλες συνθήκες.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι επιστρώσεις δεν εξασφαλίζουν την κατάλληλη στεγανότητα, γι' αυτό τοποθετείται μια στεγανωτική στρώση μεταξύ της πλάκας καταστρώσεως και της επίστρωσης.

1.8 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

1.8.1 ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΛΗ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Τα τμήματα που αποτελούν τη γέφυρα είναι:

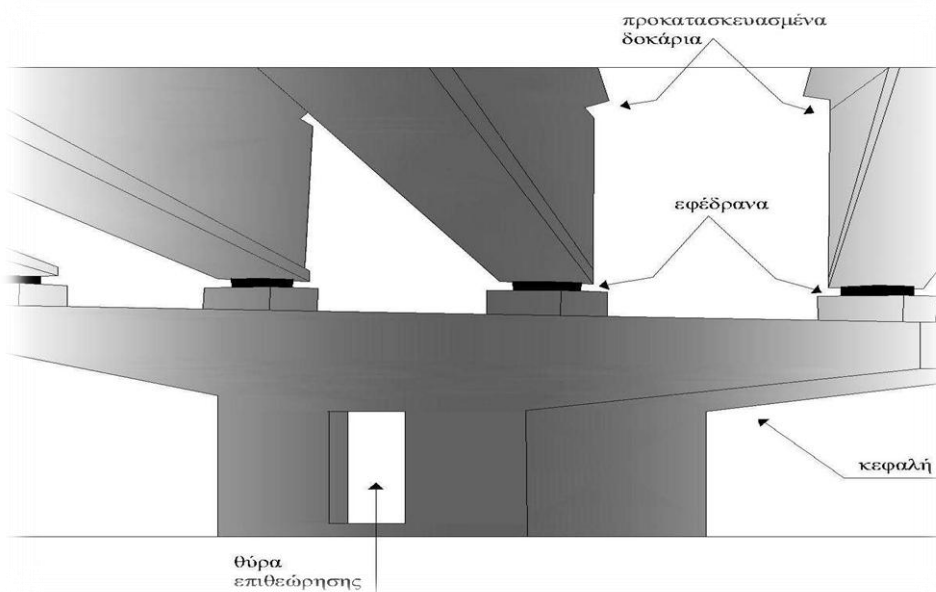
- Το σύστημα θεμελίωσης

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
- Πτερότοιχοι
- Επίχωμα

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

- Οι αρμοί
- Τα εφέδρανα
- Στηθαία ασφαλείας
- Συσκευές δυναμικής εμπλοκής
- Σύστημα αποχέτευσης και αποστράγγισης
- Πυλώνες ηλεκτροφωτισμού



Εικόνα 1.1 Γενικό πλάνο σύνδεσης ανωδομής με την υποδομή.

1.8.2 ΤΜΗΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

Τα προαναφερθέντα μέλη εντάσσονται σε τμήματα της «υποδομής» και της «ανωδομής».

Η υποδομή περιλαμβάνει τα βάθρα (ακρόβαθρα & μεσόβαθρα) τους τυχόν τοίχους αντιστήριξης στα ακρόβαθρα, τα έργα μετάβασης στην οδό(πλάκες πρόσβασης κ.α) και τέλος την θεμελίωση.

α) Ακρόβαθρα

Τα ακρόβαθρα είναι οι ακραίες στηρίξεις του φορέα της γέφυρας, αναλαμβάνοντας με την μορφή κατακόρυφων και οριζόντιων αντιδράσεων μέρος των φορτίσεών του. Επίσης τα ακρόβαθρα λειτουργούν και ως τοίχοι αντιστήριξης, αναλαμβάνοντας τις ωθήσεις που προέρχονται από το επίχωμα και εξασφαλίζοντας την ασφαλή μεταφορά τους στο έδαφος. Επάνω τους στηρίζονται οι πλάκες πρόσβασης και οι πτερυγότοιχοι, όπου εγκιβωτίζουν τα 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. Κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και ρόλο έχουν να μεταβιβάζουν μέσω των εφεδράνων στο έδαφος τα φορτία της ανωδομής.

β) Μεσόβαθρα

Ο βασικός ρόλος των μεσοβάθρων, είναι η μεταφορά των οριζόντιων, αλλά κυρίως των κατακόρυφων φορτίων της γέφυρας στην θεμελίωση. Επίσης είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να υπάρχει η ελάχιστη δυνατή παρεμπόδιση της ροής των

εγκάρσιων υδάτων, ή της κυκλοφορίας των διασταυρωνόμενων οδών. Έτσι η μορφή που μπορεί να έχει το μεσόβαθρο μπορεί να είναι, κυκλικής ή ελλειπτικής, τετραγωνικής, ορθογωνικής, εξαγωνικής και οκταγωνικής διατομής. Διαφέρουν από τα ακρόβαθρα στο ότι δε καταπονούνται σε ωθήσεις γαιών. Έχουν δηλαδή τη ικανότητα να κατασκευαστούν από άοπλο σκυρόδεμα ή κοίλα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Επίσης ανάλογα με το είδος και το ύψος της γέφυρας οι τύποι των μεσοβάθρων μπορεί να είναι:

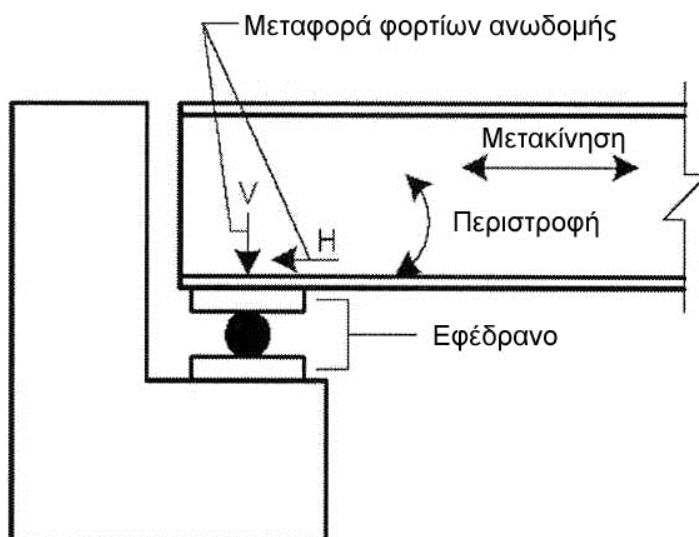
- Τοιχία
- Μεμονωμένα υποστυλώματα
- Πλαίσια, δίστηλα ή πολύστηλα
- Κολωνοπάσσαλοι

Τα κύρια δομικά στοιχεία των μεσοβάθρων είναι:

- Κεφαλή ή κεφαλόδεσμος ή δοκός έδρασης (ζύγωμα στην περίπτωση Πλαισιακού, πολύστουλου βάθρου)
- Τοιχίο ή υποστύλωμα
- Πέδιλο ή πασσαλόδεσμος
- Πάσσαλοι ή φρέαρ θεμελίωσης

γ) Εφέδρανα

Τα εφέδρανα μιας γέφυρας είναι ειδικά δομικά στοιχεία που συνδέουν την ανωδομή με την υποδομή. Οι δύο κύριες λειτουργίες των εφεδράνων είναι να μεταφέρουν δυνάμεις ορισμένου τύπου και ορισμένης διεύθυνσης από την ανωδομή στην υποδομή και να εξασφαλίζουν στροφές και μετακινήσεις μεταξύ της ανωδομής και της υποδομής.



Εικόνα 1.2 Προβολή εφεδράνου.

Εφέδρανα τα οποία δεν επιτρέπουν οριζόντιες μετακινήσεις ή μετατοπίσεις της ανωδομής αναφέρονται ως σταθερά εφέδρανα, ενώ αυτά που τις επιτρέπουν, κινητά

εφέδρανα. Και τα δύο είδη εφεδράνων επιτρέπουν περιστροφή γύρω από οριζόντιο άξονα ή και κατακόρυφο.

Τύποι εφεδράνων και λειτουργία τους

- Ελαστομερή εφέδρανα
- Εφέδρανα εγκιβωτισμένου ελαστικού
- Εφέδρανα συγκράτησης ανύψωσης

Ελαστομερή εφέδρανα

Τα ελαστομερή εφέδρανα είναι τα απλά ελαστομερή και τα ελαστομεταλλικά. Στη σύγχρονη γεφυροποιία δεν έχουν γενικώς εφαρμογή τα απλά ελαστομερή εφέδρανα.

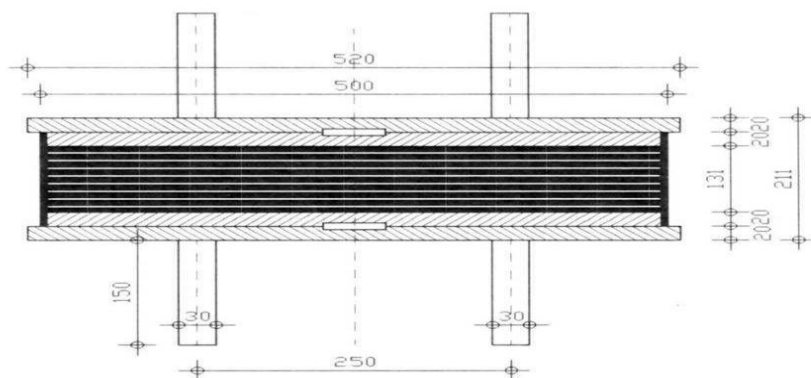
Απλά ελαστομερή

Ένα απλό ελαστομερές εφέδρανο αποτελείται από ένα ορθογωνίου ή κυλινδρικού σχήματος μαξιλάρι καθαρού νεοπρέν και είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις μικρών γεφυρών για τη μεταφορά περιορισμένων δυνάμεων από την ανωδομή στην υποδομή. Συνήθως αυτά τα εφέδρανα έχουν σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου, ίσου πάχους, όμως μαξιλάρια κυλινδρικού σχήματος έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί. Τα απλά ελαστομερή δεν έχουν μηχανικό σύστημα αγκύρωσης και παραλαμβάνουν οριζόντιες δυνάμεις μέσω τριβής του ελαστομερούς με το σκυρόδεμα.

Ελαστομεταλλικά εφέδρανα

Ένα ελαστομεταλλικό εφέδρανο αποτελείται από διαδοχικές στρώσεις νεοπρέν και μεταλλικών λάμων που συνεργάζονται ως ένα δομικό στοιχείο. Οι πλάκες αυτές δεν είναι ορατές αφού περιβάλλονται από νεοπρέν.

Τα ελαστομεταλλικά εφέδρανα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη γκάμα σύγχρονων γεφυρών και έχουν μεγάλη ικανότητα παραλαβής μετακινήσεων και φορτίων. Το ελασματοποιημένο εφέδρανο μειώνει την υπερβολική διόγκωση και επιτρέπει τις συστολοδιαστολές χωρίς υπερβολικές φθορές του και παραμορφώσεις. Επίσης, πολύ σημαντικό είναι ότι το ελαστομεταλλικό εφέδρανο αποκτά με την ενίσχυση των λαμών πολύ μεγάλη αξονική δυσκαμψία (μη ενδοτικότητα) για τα κατακόρυφα φορτία της ανωδομής. Στην πλειοψηφία των σύγχρονων γεφυρών με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, γίνεται χρήση αγκυρούμενων ελαστομεταλλικών εφεδράνων. Η αγκύρωση των εφεδράνων αυτών συντελείται με σύστημα αγκυρίων, βολβούς εμπλοκής, οδηγούς και πλάκες αγκύρωσης. Το όλο σύστημα πρέπει να είναι κατάλληλα διαστασιοποιημένο για την παραλαβή των μέγιστων οριζοντίων και κατακόρυφων δυνάμεων.



ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ
ΑΓΚΥΡΟΥΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΠΟΣΠΩΜΕΝΑ
ΤΥΠΟΥ 4
κλ. 1:5

ΤΥΠΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (σε χιλ.)				
	a	b	d	s	t
500 x 500 x 211	500	500	211	4 (x8)	11 (x9)

s : Πάχος στρώσεως μεταλλικου
t : Πάχος στρώσεως ελαστικου

Αριθμος στρώσεων

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΑΓΚΥΡΙΩΝ $H_{max}=500KN$

Εικόνα 1.3 Ελαστομεταλλικό Εφέδρανο.

Εφέδρανα εγκιβωτισμένου ελαστικού

Όταν οι δράσεις υπερβαίνουν τις ικανότητες των προαναφερθέντων ελαστομερών εφεδράνων (δηλαδή στην περίπτωση μεγάλων μετακινήσεων ή στροφών και μεταφοράς μεγάλων κατακόρυφων και οριζόντιων φορτίων), τότε χρησιμοποιούνται εφέδρανα σημειακού τύπου.

Εφέδρανα συγκράτησης

Για την αντιμετώπιση πιθανής ανασήκωσης του φορέα χρησιμοποιούμε τα εφέδρανα συγκράτησης. Ανασήκωση του φορέα μπορεί να προκληθεί σε ορισμένες περιπτώσεις γεφυρών λόγω σεισμού (μεγάλης τιμής της κατακόρυφης συνιστώσας του) ή λόγω μεγάλων κατακόρυφων φορτίων και μικρού ακραίου ανοίγματος. Ο τύπος της διάταξης συγκράτησης που χρησιμοποιείται εξαρτάται από το μέγεθος της δύναμης ανασήκωσης.

1.9 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ

Ο σχεδιασμός των γεφυρών διέπεται, κυρίως, από την προέχουσα λειτουργία τους που είναι η ικανότητά τους να φέρουν τα φορτία κυκλοφορίας. Η επιλογή του βέλτιστου συστήματος επηρεάζεται από τις τοπογραφικές συνθήκες, τις κυκλοφοριακές απαιτήσεις και από τις μεθόδους κατασκευής που μπορούν να εφαρμοσθούν, (Chen W.F., Duan L., 1999).

Είναι γνωστό ότι οι μελέτες των γεφυρών, όπως και όλων των κατασκευών, πρέπει να ικανοποιούν συγκεκριμένες λειτουργικές απαιτήσεις αναφορικά με τη χρήση τους, καθώς επίσης και κατασκευαστικές σχετιζόμενες με τον τρόπο που θα

κατασκευαστούν. Πέρα δε από αυτές, οι βασικοί παράγοντες του σχεδιασμού τους είναι: (α) η ασφάλεια, στην οποία συμπεριλαμβάνεται η αντισεισμικότητα, η οποία, πολλές φορές προκύπτει κρίσιμη, (β) η λειτουργικότητα, (γ) η οικονομικότητα (κατασκευής και συντήρησης) και (δ) η αισθητική.

Σκοπός μιας γέφυρας είναι η διέλευση (ενός δρόμου, ή σιδηροδρόμου ή και πεζόδρομου) πάνω από ένα εμπόδιο, φυσικό ή τεχνητό. Στη σημερινή οδοποιία και σιδηροδρομική οι γέφυρες προσαρμόζονται πλήρως στη χάραξη (ως προς τις ακτίνες καμπυλότητας σε μηκοτομή και οριζοντιογραφία, τις επικλίσεις, κ.λπ.). Έτσι σήμερα σε μικρές κοιλάδες, όπου 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. Επίσης, για λόγους απλότητας και οικονομίας, παλαιότερα οι γέφυρες κατασκευάζονταν ευθύγραμμες σε οριζοντιογραφία και κάθετες στον άξονα του εμποδίου (για τη μείωση του μήκους τους), καθορίζοντας έτσι τη χάραξη. 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 της ανάγκες της χάραξης σε μηκοτομή, και από παράγοντες του φυσικού ή τεχνητού εμποδίου. Πάνω από χειμάρρους ή ποταμούς ή και θάλασσα, καθοριστική είναι η ανώτατη στάθμη του νερού και οι ανάγκες της τυχόν ναυσιπλοΐας. Πάνω από τεχνητά εμπόδια, μας ενδιαφέρει το απαιτούμενο ελεύθερο ύψος κάτω από τη γέφυρα (συνήθως 5m πάνω από αυτοκινητοδρόμους, 2m πάνω από πεζοδρόμους, 3 έως 4m πάνω από δευτερεύουσες οδούς). Σε μικρού και μεσαίου ανοίγματος γέφυρες, βασικότερος παράγοντας για την επιλογή της μορφής μιας γέφυρας (τόσο της ανωδομής όσο και των βάθρων) είναι ο τρόπος κατασκευής.

Με εξαίρεση τις μεγάλου ανοίγματος γέφυρες, που κατά κανόνα κατασκευάζονται ως καλωδιωτές ή κρεμαστές, σε αυτοκινητοδρόμους με διαχωρισμένες τις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας κατασκευάζεται χωριστή γέφυρα ανά κατεύθυνση/κλάδο, και όχι κοινή. Έτσι η κυκλοφορία και των δύο κλάδων μπορεί να διοχετευθεί σε μια από τις δύο γέφυρες, αν η άλλη κλείσει λόγω οδικού ατυχήματος, έργων συντήρησης, ή τυχηματικών γεγονότων (βλάβες από σεισμό, δολιοφθορά, κ.λπ.). Επιπλέον, μπορεί η κατασκευή του δεύτερου κλάδου να γίνει με πρόσβαση από αυτόν που κατασκευάστηκε χρονικά πρώτος. Βεβαίως το συνολικό κόστος δύο παραλλήλων γεφυρών είναι (κατά 10% έως 20%) μεγαλύτερο αυτού της μίας κοινής. Επιπλέον, ένας μονός κλάδος με μονή σειρά βάθρων είναι αισθητικότερος δύο διπλών με διπλή σειρά βάθρων.

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΟΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ DIN1072 (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 4x1.5m = 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 $q_1 = 5\text{kN/m}^2$ 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 στηριξεων – 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 $\varphi = 1.4 - 0.008 L(\text{m}) \cdot 1$. 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 $q_2 = 3\text{kN/m}^2$ 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 $600\text{kN}/(3\text{m} \times 6\text{m}) = 33.3 \text{ kN/m}^2$ και του δευτερεύοντος με ομοιόμορφο φορτίο 16.7 kN/m^2 .

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 δε τοποθετείται καθόλου. Το υπόλοιπο του πλάτους φορτίζεται με το φορτίο q_r , για όσο πλάτος προκύπτει δυσμενεία 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 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 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 περισσεύει 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 περισσεύει χαρακτηρίζεται ως «υπόλοιπη επιφάνεια». Τέλος, για πλάτος πάνω από 9m τοποθετούνται και οι τρεις λωρίδες 1, 2 και 3 και περισσεύει και «υπόλοιπη επιφάνεια». Αν οι δυο κατευθύνσεις κυκλοφορίας βρίσκονται πάνω στην ίδια γέφυρα και χωρίζονται με διαχωριστικό στηθαίο ή νησίδα, τότε κάθε πλευρά του καταστρώματος εκατέρωθεν του διαχωριστικού χωρίζεται σε λωρίδες ανάλογα με το πλάτος της (δηλ. μέχρι 5.4m, 5.4 έως 6m, 6 έως 9m, πάνω από 9m). Οι λωρίδες 1, 2, 3 τοποθετούνται στα δύο μισά του καταστρώματος, ανάλογα με το αν χωράνε. Έτσι μπορεί οι λωρίδες 1, 2 και 3 να μη βρίσκονται στην ίδια πλευρά του διαχωριστικού, 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».

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 βαρείας 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 $q_r = 2.5\text{kN/m}^2$.

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. Επιπλέον, αν το δυσμενέστερο για το εντατικό μέγεθος που υπολογίζεται είναι να μη φορτίζεται μία λωρίδα με το ομοιόμορφο φορτίο q_i σ' όλο της το πλάτος, τότε το φορτίο q_i λαμβάνεται ότι δρα μόνο σ' εκείνο το τμήμα του πλάτους της λωρίδας που δίνει δυσμένεια. Το υπόλοιπο μένει αφόρτιστο. Όμως το φορτίο του οχήματος Q_i λαμβάνεται να δρα πάντα στο σύνολό του, στο μέσο του πλάτους της λωρίδας.

Κάθε λωρίδα τοποθετείται μόνο μια φορά στο πλάτος του καταστρώματος κυκλοφορίας.

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 στο μισό του πλάτους του καταστρώματος κυκλοφορίας χωράει και άλλη λωρίδα (τουλάχιστον το μισό του πλάτους της), τότε μία ακόμη (η λωρίδα 2 ή η 3) τοποθετείται δίπλα στη

λωρίδα 1 αλλά προφανώς προς το εσωτερικό του πλάτους του καταστρώματος και το όχημά της τοποθετείται στην ίδια κατά μήκος θέση όπως και το 1, ώστε να συμβάλλει θετικά με την εκκεντρότητά του στη ροπή στρέψης. Η άλλη λωρίδα (η 3ή η 2) τοποθετείται στο απέναντι τμήμα του μήκους και πλάτους της γέφυρας. Το ομοιόμορφο φορτίο των λωρίδων, $q_2=q_3$, ή της υπόλοιπης επιφάνειας, q_r , ασκείται μόνο μέχρι τον άξονα της γέφυρας, ώστε να μεγιστοποιείται η ροπή στρέψης.

Αν οι δυο κατευθύνσεις κυκλοφορίας βρίσκονται πάνω στην ίδια γέφυρα και χωρίζονται με διαχωριστικό στηθαίο ή νησίδα, κάθε πλευρά του καταστρώματος εκατέρωθεν του διαχωριστικού χωρίζεται σε λωρίδες ανάλογα με το πλάτος της και μπορεί π.χ. μόνο δύο λωρίδες να χωράνε στην ίδια πλευρά του διαχωριστικού. Τότε, αν το δυσμενέστερο για το υπόψη εντατικό μέγεθος είναι να τοποθετούνται οι λωρίδες συνολικά όσο γίνεται πιο έκκεντρα από τον άξονα της γέφυρας, μπορεί δυσμενέστερο να είναι να τοποθετηθούν οι λωρίδες 1 και 2 στη μία κατεύθυνση σε μέγιστη απόσταση από τον άξονα και το διαχωριστικό, η «υπόλοιπη επιφάνεια» να 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 μονίμων και κινητών φορτίων, καθότι είναι απίθανη η ταυτόχρονη μεγάλη υπέρβαση τόσο της ονομαστικής τιμής των μονίμων φορτίων όσον 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 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 475 χρ.) που ορίζει ο Κανονισμός (Ε.Α.Κ. 2000). Το φάσμα αυτό πολλαπλασιάζεται επί:

Το συντελεστή σπουδαιότητας γ_1 , που κατά την εγκύκλιο Ε39/99 του ΥΠΕΧΩΔΕ παίρνει τις εξής τιμές:

- ❖ $\gamma_1 = 1$ σε γέφυρες αυτοκινητοδρόμων, εθνικών οδών και σιδηροδρόμων
- ❖ $\gamma_1 = 1.3$ 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 χώρες με πυκνό δίκτυο αυτοκινητοδρόμων, κάποιοι από αυτούς χαρακτηρίζονται κρίσιμοι για τη διατήρηση των επικοινωνιών και οι γέφυρές τους σχεδιάζονται με γ_1).
- ❖ $\gamma_1 = 0.85$ σε γέφυρες οδών με μικρή σημασία για τις επικοινωνίες (σε επαρχιακούς ή αγροτικούς δρόμους). Για την περίπτωση αυτή ο Ευρωκώδικας 8 δίνει $\gamma_1 = 0.7$

Για το σχεδιασμό το ελαστικό φάσμα διαιρείται με:

Το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού (μετά τον πολλαπλασιασμό με γ_1) διαιρείται με το συντελεστή συμπεριφοράς q , ο οποίος αντικατοπτρίζει τη δυνατότητα της γέφυρας να αναπτύσσει με ασφάλεια ανακυκλιζόμενες ανελαστικές μετακινήσεις.

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 52,4 m ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ, ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΑΡΑΓΛΑΥΚΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑ ΠΑΤΡΩΝ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.

3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ- ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στη παρούσα μελέτη αναφέρεται στην ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ του ΤΕΧΝΙΚΟΥ Τ4, που βρίσκεται από Χ.Θ. 0+497.16 έως Χ.Θ. 0+549.48 της Δεξιάς Παραγλαύκιας Αρτηρίας και εντάσσεται στο έργο « Κατασκευή ανισόπεδου κόμβου σύνδεσης Παραγλαύκιας αρτηριών με το νέο λιμάνι Πατρών και κατασκευή τεχνικού εκβολής χειμάρρου διακονιάρη από Χ.Θ. 0+001,50 έως Χ.Θ. 0+050,00».

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

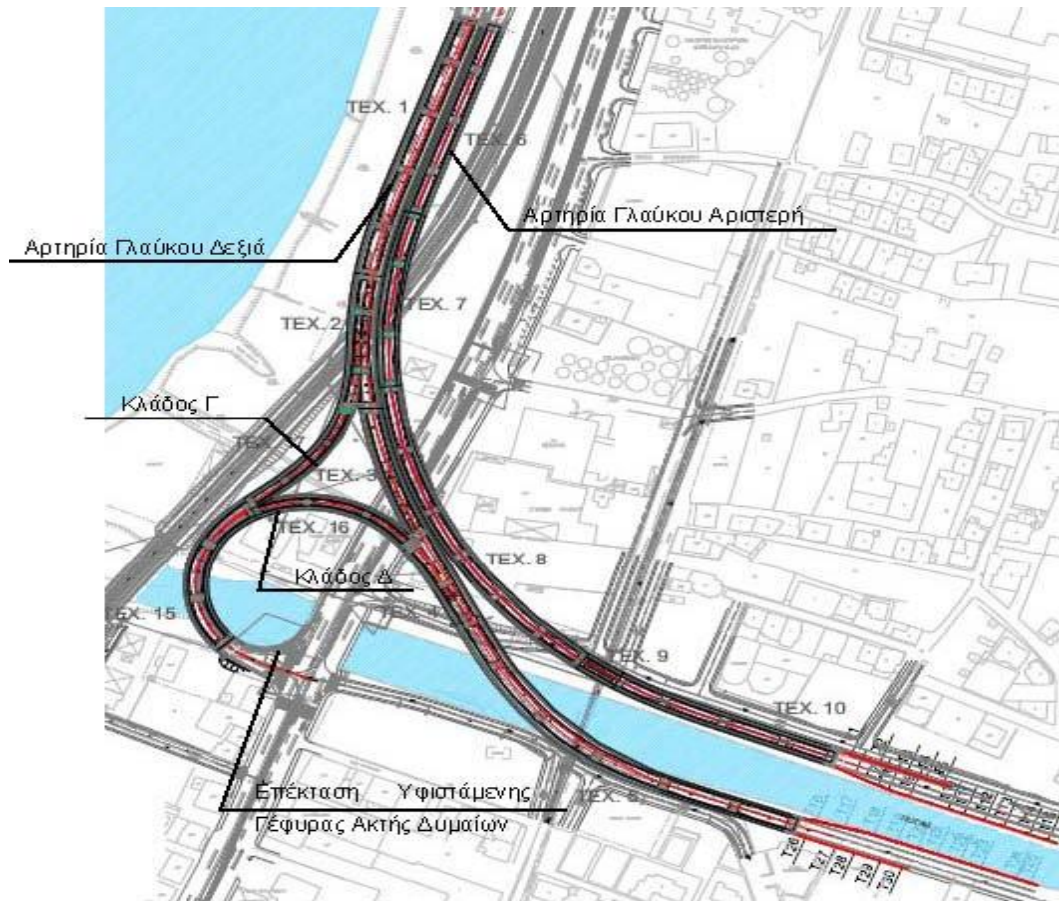
3.2 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

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

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

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

- I. Γέφυρα Δεξιάς Παραγλαύκιας Αρτηρίας (τεχνικά Τ1, Τ2, Τ3, Τ4, Τ5)
- II. Γέφυρα Αριστερής Παραγλαύκιας Αρτηρίας (τεχνικά Τ6, Τ7, Τ8, Τ9, Τ10)
- III. Γέφυρα Κλάδου Γ (τεχνικά Τ17)
- IV. Γέφυρα Κλάδου Δ (τεχνικά Τ15, Τ16)
- V. Επέκταση Υφιστάμενης Γέφυρας Ακτής Δυμαίων
- VI. Τοίχοι Αντιστήριξης



Σχήμα 3.1 Διάταξη τεχνικών

3.3 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

3.3.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Για την κατασκευή της γέφυρας προβλέπονται τα εξής υλικά:

- Φορέας ανωδομής: οπλισμένο σκυρόδεμα C35/45
- Μεσόβαθρα: οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37
- Ακρόβαθρα, Κεφαλόδεσμοι: οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25
- Πάσσαλοι: οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25
- Πλάκες πρόσβασης: οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25
- Τοίχοι αντιστήριξης, πτερυγότοιχοι: οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25
- Πεζοδρόμια: οπλισμένο σκυρόδεμα C35/45
- Άοπλο σκυρόδεμα: Ρύσεων, προστασίας μόνωσης C12/15 Εξομάλυνσης C12/15
- Χάλυβας οπλισμού γενικά: B500C

3.3.2 ΦΟΡΤΙΑ

- Ίδιο βάρος οπλισμένου σκυροδέματος 25 kN/m^3
- Ίδιο βάρος άοπλου σκυροδέματος 24 kN/m^3
- Ίδιο βάρος ασφαλτικών 24 kN/m^3
- Ίδιο βάρος γαιών 20 kN/m^3

- Κινητά φορτία κατά DIN- FB 101
- Ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας +30.0°C / -23.0°C
- Διαφορά θερμοκρασίας (tu-to) +10.0°C / -5.0°C

3.3.3 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

- | | |
|--|-------------------|
| • Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας | II (A=0.24g) |
| • Κατηγορία εδάφους Γ | (T1=0.2s,T2=0.8s) |
| • Συντελεστής σπουδαιότητας | $\gamma=1.00$ |
| • Διαμήκης Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς | $q_x=1.50$ |
| • Εγκάρσιος Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς | $q_y=1.50$ |
| • Κατακόρυφος Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς | $q_z=1.00$ |

3.3.4 ΕΔΑΦΟΣ

- | | |
|---|--------------------|
| • Γωνία εσωτερικής τριβής υλικών μεταβατικού επιχώματος | $\varphi=30^\circ$ |
| • Συνοχή υλικού μεταβατικού επιχώματος | $c=0$ |
| • Γωνία τριβής γαιών – τοιχώματος από σκυρόδεμα | $\delta=0$ |
| • Λοιπές παράμετροι εδάφους: Σύμφωνα με την γεωτεχνική έκθεση | |

3.3.5 ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΩΝ

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

3.3.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

- 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 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

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

- Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων – (ΟΜΟΕ-Τεχνικών Έργων Οδοποιίας (Έργα Πολιτικού Μηχανικού), 2003)
- Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση (Ιούνιος 2007)

3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

3.4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΩΔΟΜΗΣ

Το τεχνικό Τ4 βρίσκεται στην Δεξιά Παραγλαύκια Αρτηρία, μεταξύ της Χ.Θ. 0+497.16 και Χ.Θ. 0+549.48 και έχει συνολικό μήκος 52.4m από αρμό σε αρμό. Ο φορέας του Τεχνικού Τ4 χωρίζεται από το τεχνικό Τ5 με αρμό διαστολής στην θέση του μεσοβάθρου Μ12.Δ και από το τεχνικό Τ3 με αρμό διαστολής στην θέση του μεσοβάθρου Μ10.Δ. Το τεχνικό Τ4 εξυπηρετεί την συμβολή του Κλάδου Δ στην Δεξιά Παραγλαύκια Αρτηρία στην θέση του μεσοβάθρου Μ6.ΚΛ.Δ (η οποία ταυτίζεται με την θέση του μεσοβάθρου Μ10.Δ). Ο διαχωρισμός του Τεχνικού Τ4 με το τεχνικό Τ16 του κλάδου Δ γίνεται με αρμό διαστολής στην θέση του μεσοβάθρου Μ6.ΚΛ.Δ.

Πρόκειται για γέφυρα με φορέα κιβωτιοειδούς διατομής από οπλισμένο σκυρόδεμα δύο ανοιγμάτων 28.41m+24.00m, μεταβλητού συνολικού πλάτους από 14.16m έως 17.10m περίπου από το οποίο 1.03m καταλαμβάνονται από το αριστερό πεζοδρόμιο, 1.63m από το δεξιό πεζοδρόμιο, και το υπόλοιπο πλάτος από την επιφάνεια κυκλοφορίας με μεταβλητό πλάτος από 11.50m έως 14.44m. Οριζοντιογραφικά η χάραξη της οδού ακολουθεί δεξιόστροφη καμπύλη με μεταβλητή ακτίνα καμπυλότητας από ευθυγραμμία έως ελάχιστη 300m περίπου. Μηκοτομικά η οδός ακολουθεί σταθερή ανοδική κλίση 0.5% περίπου.

Ο φορέας του καταστρώματος αποτελείται από δικύπελο κιβώτιο ύψους 2.5m από οπλισμένο σκυρόδεμα C35/45. Το πλάτος της άνω πλάκας είναι μεταβλητό από 13.66m έως 16.6m και ακολουθεί το μεταβλητό πλάτος της οδού. Το πλάτος της κάτω πλάκας είναι μεταβλητό από 7.0m έως 11.90m. 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 έως 0.45m. Οι κορμοί έχουν ελάχιστο πάχος 0.60m ενώ κοντά στις στηρίξεις μορφώνονται παχύνσεις μέχρι πάχους 1.0m.

Ο φορέας του καταστρώματος στηρίζεται μέσω εφεδράνων στις εξής θέσεις αξόνων στήριξης: μεσόβαθρο Μ10.ΔΧ.Θ. 0+498.66 (4 εφέδρανα), μεσόβαθρο Μ11.ΔΧ.Θ. 0+525.44 (5 εφέδρανα), μεσόβαθρο Μ12.ΔΧ.Θ. 0+548.23 (3 εφέδρανα).

3.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ

Τα μεσόβαθρα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37. Το μεσόβαθρο Μ10.Δ αποτελείται από δύο στύλους οι οποίοι έχουν ορθογωνική διατομή με το ένα άκρο ημικυκλικό με εξωτερικές διαστάσεις 2.5m x 2.5m. Τα υπόλοιπα μεσόβαθρα Μ11.Δ και Μ12.Δ αποτελούνται από ένα στύλο και έχουν ορθογωνική διατομή με ημικυκλικά άκρα με εξωτερικές διαστάσεις 4.0m x 2.5m. Τα μεσόβαθρα έχουν συνολικό ύψος 9.21m για το Μ10.Δ, 9.20m για το Μ11.Δ, και 9.05m για το Μ12.Δ.

Στην κορυφή των μεσοβάθρων διαμορφώνεται κεφαλή για την έδραση του φορέα μέσω των εφεδράνων. Στο μεσόβαθρο M10.Δ η κεφαλή ενώνει τους δύο στύλους, έχει μεταβλητό ύψος από 1.0m έως 2.0m, το πλάτος της κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι 11.93m και το μήκος της κεφαλής κατά την διαμήκη διεύθυνση είναι μεταβλητό από 2.50m έως 3.18m.

Στο μεσόβαθρο M11.Δ η κεφαλή έχει μεταβλητό ύψος από 1.3m έως 2.3m, το πλάτος της κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι 8.00m και το μήκος της κεφαλής κατά την διαμήκη διεύθυνση είναι 2.50m. Στο μεσόβαθρο M12.Δ η κεφαλή έχει μεταβλητό ύψος από 1.0m έως 2.5m, το πλάτος της κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι 7.00m και το μήκος της κεφαλής κατά την διαμήκη διεύθυνση είναι 4.40m. Η κεφαλή του μεσοβάθρου M12.Δ είναι κοινή, πάνω στην οποία εδράζονται το Τεχνικό 4 και το Τεχνικό 5.

3.4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Η θεμελίωση του τεχνικού στις θέσεις των μεσοβάθρων M10.Δ, M11.Δ, M12.Δ πραγματοποιείται μέσω καννάβου πασσάλων Φ1.20 από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 οι οποίοι ενώνονται στην κεφαλή τους με κεφαλόδεσμους πάχους 2.0m από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25. Η διάταξη των πασσάλων, το μήκος των πασσάλων και οι διαστάσεις κάτοψης των κεφαλοδέσμων σε κάθε θέση θεμελίωσης βάθρου έχουν ως εξής:

Μεσόβαθρο	Διάταξη πασσάλων (πλήθος διαμήκως x πλήθος εγκαρσίως)	Μήκος πασσάλων	Διαστάσεις κάτοψης κεφαλόδεσμου (μήκος διαμήκως x πλάτος εγκαρσίως)
M10.D	4 x 5	38.0m	13.2m x 16.8m
M11.D	3 x 4	41.0m	9.6m x 13.2m
M12.D	3 x 4	42.0m	9.6m x 13.2m

Η θεμελίωση του βάθρου M10.Δ είναι κοινή με το Τεχνικό T3 και η θεμελίωση του βάθρου M12.Δ είναι κοινή με το Τεχνικό T5. Οι παραπάνω ποσότητες αναφέρονται συνολικά για την κοινή θεμελίωση των τεχνικών. Επιπλέον θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο ότι ο κεφαλόδεσμος M12.Δ κατασκευάζεται έκκεντρα σε σχέση με τον κορμό του μεσοβάθρου M12.Δ κατά 0.40m προς το Τεχνικό T5.

Για την αποφυγή του φαινομένου της ρευστοποίησης του εδάφους θεμελίωσης γύρω από τους πασσάλους των βάθρων M10.Δ, M11.Δ, και M12.Δ 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 ΑΡΜΟΙ

Στα άκρα του καταστρώματος τοποθετούνται αρμοί συστολοδιαστολής: στο μεσόβαθρο M10.Δ αρμός τύπου ALGAFLEX T250AS ή ανάλογου τύπου, με ικανότητα μετακίνησης $\pm 125\text{mm}$, χωρίς προρύθμιση και στο μεσόβαθρο M12.Δ αρμός τύπου ALGAFLEX TM400 ή ανάλογου τύπου, με ικανότητα μετακίνησης $\pm 200\text{mm}$, χωρίς προρύθμιση. Για τις προδιαγραφές τους βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

3.4.5 ΕΦΕΔΡΑΝΑ

Για την έδραση του φορέα σε κάθε βάθρο χρησιμοποιούνται απλά αγκυρούμενα ελαστομεταλλικά ορθογωνικά εφέδρανα τύπου ALGABLOC NB4 1100x1100/354(234) ή ανάλογου τύπου. Συνολικά τοποθετούνται 12 εφέδρανα. Για τις προδιαγραφές τους βλέπε σχέδιο λεπτομερειών της μελέτης.

3.4.6 ΤΕΛΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

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 ασφαλική επάλειψη.
- Σε όλες τις ορατές επιφάνειες των μεσοβάθρων και ακρόβαθρων τοποθετείται αντιρρυπαντική επάλειψη.

3.4.7 ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ

Για το 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 ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΑ - ΣΤΗΘΑΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Τα πεζοδρόμια του φορέα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα C35/45. Το τμήμα του γείσου του πεζοδρομίου μέχρι την άνω στάθμη του φορέα καταστρώματος σκυροδετείται ταυτόχρονα με τον φορέα από σκυρόδεμα και το υπόλοιπο σε 2η φάση. Το εσωτερικό (αριστερό) πεζοδρόμιο έχει πλάτος 1.03m και το εξωτερικό (δεξιό) 1.63m. Κατά μήκος και των δύο πεζοδρομίων τοποθετείται στηθαίο ασφαλείας τύπου ΣΤΕ-9. Κατά μήκος των πεζοδρομίων διαμορφώνονται αρμοί ανά περίπου 7.10m, με εύρος 0.02m.

3.4.9 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

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 εφεδρώνων. Η κατασκευή του φορέα γίνεται σε μία φάση.
9. Κατασκευή των πεζοδρομίων και των στηθαίων ασφαλείας.
10. Κατασκευή του οδοστρώματος.

Οι 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

Το έδαφος στη περιοχή του τεχνικού είναι κατηγορίας Γ, σύμφωνα με τη γεωλογική έκθεση.

3.6 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.6.1 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η ανάλυση και διαστασιολόγηση του φορέα της ανωδομής, των ακρόβαθρων 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 προσομοιώνονται τα προβλεπόμενα εφέδρανα.

Οι θεμελιώσεις 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 τη 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 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

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 μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση» για την περιοχή του έργου.

Η διαστασιολόγηση των βάρθρων σε κάμψη γίνεται σε θεώρηση συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς $q=1.5$, ενώ για την διαστασιολόγηση των βάρθρων σε τέμνουσα καθώς και του φορέα καταστρώματος γίνεται θεώρηση συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς $q=1.0$, σύμφωνα με τις §6.3(4) και §6.3(4) των « Οδηγιών για μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση». Η ανάλυση για σεισμικές φορτίσεις γίνεται γενικά με τη πλήρη δυσκαμψία των στοιχείων (δυσκαμψία σταδίου Ι). για την δυσκαμψία των εφεδράνων, γίνεται θεώρηση άνω και κάτω ορίου. Με την ανάλυση κάτω ορίου (Lower Bound) υπολογίζεται μέγιστες μετακινήσεις ενώ με την ανάλυση άνω ορίου (Upper Bound) υπολογίζονται οι μέγιστες δυνάμεις.

Εκτός από τη μάζα της γέφυρας λαμβάνεται υπόψη πρόσθετη μάζα του αντίστοιχου στο 20% του ομοιόμορφου φορτίου κυκλοφορίας. Εξετάζονται όλες οι ιδιόμορφες που έχουν σημαντική συμμετοχή στη συνολική απόκριση. Η επαλληλία των επιπονήσεων και των μετακινήσεων των ιδιόμορφων γίνεται με εφαρμογή της μεθόδου πλήρους τετραγωνικής επαλληλίας (CQC).

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

Για τη γραμμική σεισμική ανάλυση χρησιμοποιείται το πρόγραμμα SOFISTIK.

3.6.3 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

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 DIN-FB 102, 103, 104

Οι συνδυασμοί Φορτίσεων παρατίθενται παρακάτω για:

- Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
- Οριακή Κατάσταση Λειτουργίας

3.6.3.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ-ΕΚΤΟΣ ΣΕΙΣΜΟΥ)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P_K + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Όπου:

“+” υποδηλώνει « προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει « το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μια μόνιμη δράση

P είναι μια δράση προέντασης

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

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

Οι συντελεστές $\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.1

Και οι συντελεστές ψ_0 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.2

3.6.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ –ΣΕΙΣΜΟΣ

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_K + \gamma_1 \cdot A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Όπου:

“+” υποδηλώνει « προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει « το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μια μόνιμη δράση

P είναι μια δράση προέντασης

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

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

A_{Ed} είναι η σεισμική δράση

Οι συντελεστές $\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.1

Και οι συντελεστές ψ_2 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.2

3.6.3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ – ΤΥΧΗΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{pA} \cdot P_K + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Όπου:

“+” υποδηλώνει « προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει « το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μια μόνιμη δράση

P είναι μια δράση προέντασης

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

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

A_d είναι η τυχηματική δράση

Οι συντελεστές $\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.1

Και οι συντελεστές ψ_2 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.2

3.6.3.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΣΠΑΝΙΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_K + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Όπου:

"+" υποδηλώνει « προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει « το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μια μόνιμη δράση

P είναι μια δράση προέντασης

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

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

Και οι συντελεστές ψ_0 λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.2

3.6.3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΣΥΧΝΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_K + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Όπου:

"+" υποδηλώνει « προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει « το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μια μόνιμη δράση

P είναι μια δράση προέντασης

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

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

Και οι συντελεστές $\psi_1 \psi_2$ λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.2

3.6.3.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΟΙΟΝΕΙ – ΜΟΝΙΜΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_K + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Όπου:

“+” υποδηλώνει « προς συνδυασμό με...»

Σ υποδηλώνει « το συνδυασμένο αποτέλεσμα του...»

$G_{k,j}$ είναι μια μόνιμη δράση

P είναι μια δράση προέντασης

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

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

Και οι συντελεστές $\psi_1 \psi_2$ λαμβάνονται όπως αυτοί ορίζονται στο DIN-FB 101 πίνακα C.2

3.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

3.7.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Σύμφωνα με το DIN-FB 102 κεφ. II §4.4.1.2 για τον οιονει-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 ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗΣ

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

3.7.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΑ ΧΑΛΑΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

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 ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

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

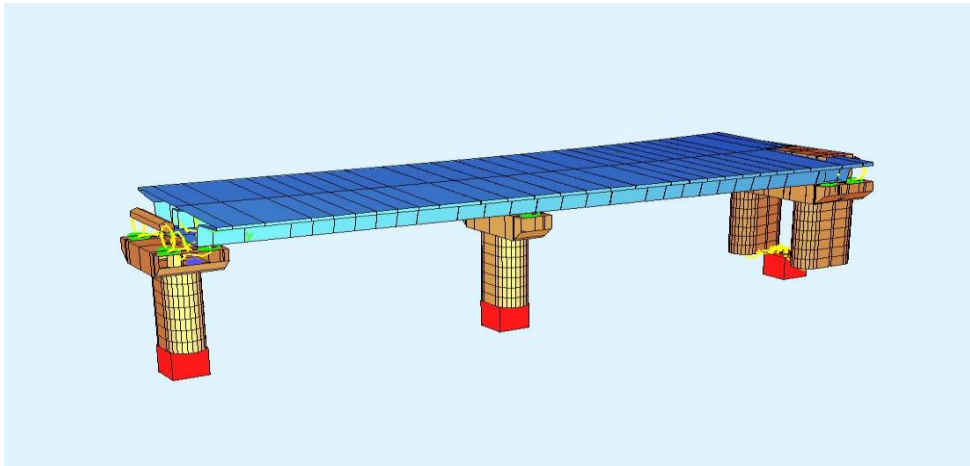
3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΡΩΝ

3.9.1 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ

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. Η γεωμετρία του προσομοιώματος του φορέα ανωδομής παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	GROUP
Φορέας Καταστρώματος	11
Κορμός Μεσόβαθρων	1 έως 4
Κεφαλή Μεσόβαθρων	51 έως 57
Εφέδρανα	21 έως 27 31 έως 37 41 έως 47

Πίνακας 3.2 Ενότητες στοιχείων φορέα (groups)



Σχήμα 3.2 Προσομοίωμα φορέα ανωδομής

3.9.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

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 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΦΟΡΕΑ G_0

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

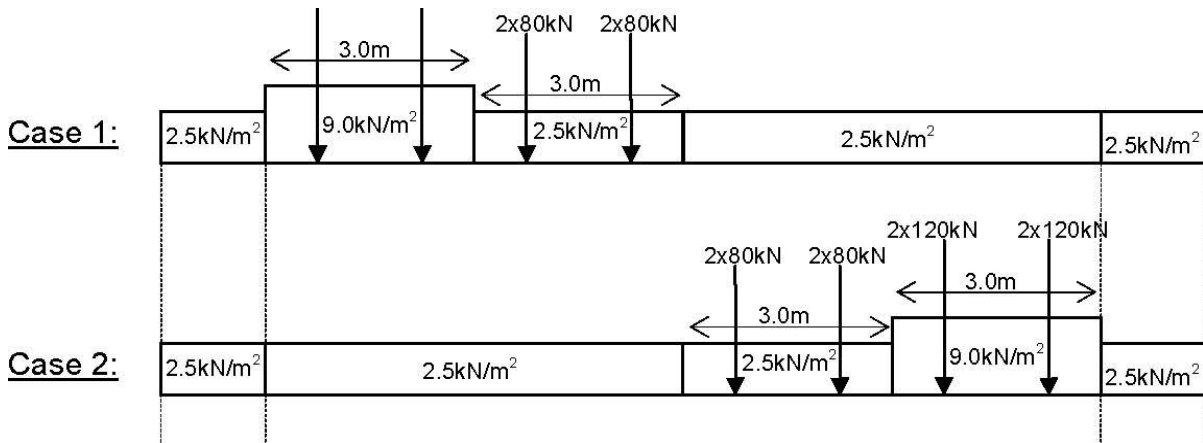
3.9.2.2 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ, G_1

Ως πρόσθετα μόνιμα φορτία λαμβάνονται τα φορτία καταστρώματος και πιο συγκεκριμένα οι ασφαλτικές 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 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ, L

Οι ονομαστικές λωρίδες κυκλοφορίας καθορίζονται με βάση τον Πίνακα 4.1 §4.2.3. του DIN-FB 101. Ως συμβατικό πλάτος οδοστρώματος w μέσα στο οποίο τοποθετούνται οι λωρίδες κυκλοφορίας λαμβάνεται επί το δυσμενέστερο η απόσταση μεταξύ των συστημάτων συγκράτησης των οχημάτων. Για συμβατικό πλάτος οδοστρώματος $w > 6.0\text{m}$ τοποθετούνται $n_1 = \text{int}(w/3)$ λωρίδες κυκλοφορίας με πλάτος ονομαστικής λωρίδας 3.0m και πλάτος εναπομένουσας επιφάνειας $w - n_1 \times 3.0\text{m}$.

Οι τιμές των φορτίων των πρότυπων φορτίσεων κινητών λαμβάνονται σύμφωνα με το DIN-FB 101. Εξετάζονται δύο περιπτώσεις σχετικά με την θέση των λωρίδων κυκλοφορίας κατά πλάτος της γέφυρας όπως φαίνεται στο Σχήμα.



Σχήμα 3.2 Εξεταζόμενες θέσεις κατά πλάτος της γέφυρας

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

3.9.2.4 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ [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 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΜΕΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ [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 ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ- ΑΝΩ ΠΑΡΕΙΑ ΘΕΡΜΟΤΕΡΗ ΤΗΣ ΚΑΤΩ [ΔT_M]

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

3.9.2.7 ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ- ΚΑΤΩ ΠΑΡΕΙΑ ΘΕΡΜΟΤΕΡΗ ΤΗΣ ΑΝΩ [ΔΤ_Μ]

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 ΔΤ_{Μ,cool} = 5 °C

3.9.2.8 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΚΑΙ ΑΡΜΟΥΣ [ΔΤ_Ν]

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

3.9.2.9 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΜΕΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΚΑΙ ΑΡΜΟΥΣ [ΔΤ_Ν]

Σύμφωνα με το DIN-FB 101 κεφ V §6.3.1.3.3(4) η τιμή της ΔΤ_{Ν,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 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ [Τ]

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

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

3.9.2.11 ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΥΠΟΧΩΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ [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 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΝΕΜΟ [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 ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ [BR]

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

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

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

3.9.2.14 ΕΡΠΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΟΛΗ [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 $T=20^{\circ}\text{C}$.

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

3.10 ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΟΥ

3.10.1 ΣΕΙΣΜΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (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 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

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

Φορτίσεις (LCs)	Περιγραφή
8001	Μόνιμα φορτία στο τελικό σύστημα
8002	Πρόσθετα μόνιμα φορτία στο τελικό σύστημα
8003	Προένταση στο τελικό σύστημα (σε χρόνο 0)
8004	Επιρροή συστολής ξήρανσης, ερπυσμού και χρόνιων απωλειών της προέντασης κατά την κατασκευή.
8005	Επιρροή συστολής ξήρανσης, ερπυσμού και χρόνιων απωλειών της προέντασης σε χρόνο άπειρο
911~912, 921~922, 931~932	Έλεγχοι καταστρώματος σε κατάσταση λειτουργίας -οιονεί 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 – οιονεί μόνιμος συνδυασμός
3000~3098	Ιδιομορφές φορέα (ανάλυση άνω ορίου)
3101~3108	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση X
3201~3208	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Y
3301~3308	Φασματική ανάλυση άνω ορίου για τον σεισμό σχεδιασμού στην διεύθυνση Z

Φορτίσεις (LCs)	Περιγραφή
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 διεύθυνση Ζ
9001~9012	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση φορέα (άνω ορίου - σεισμός σχεδιασμού $q=1.0$)
9101~9112	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση βάθρων (άνω ορίου - σεισμός σχεδιασμού $q=1.5$)
9121~9122	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση μετακινήσεων εφεδράνων (κάτω ορίου)
9131~9132 9141~9142	Σεισμικός συνδυασμός για διαστασιολόγηση δυνάμεων εφεδράνων (άνω ορίου)

Πίνακας 3.3 Φορτίσεις ανωδομής

3.12 ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Πραγματοποιούνται οι έλεγχοι οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τις παραγράφους 3.6 έως 3.8 του παρόντος.

3.13 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ

3.13.1 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ

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.

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

Πίνακας 3.4. Ενότητες στοιχείων φορέα (groups)



Σχήμα 3.4. Προσομοίωμα Θεμελίωσης Μεσόβαθρου

3.14 ΒΑΣΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

3.14.1 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος του κεφαλόδεσμου.

3.14.2 ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΕΠΙΧΩΣΗΣ (LC 1)

Λαμβάνεται το ίδιο βάρος της επίχωσης στο κεφαλόδεσμο.

3.14.3 ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ (LC 11,12 & 13)

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

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 .

3.14.4 ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΕΠΙΧΩΣΗΣ (LCS 21,22 & 23)

Λαμβάνεται αδρανειακή δύναμη του κεφαλόδεσμου στις διευθύνσεις Χ,Υ και Ζ

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

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

3.14.5 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ- ΟΙΩΝΕΙ ΜΟΝΙΜΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ (LC 101 ~112)

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

3.14.6 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ- ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ (LC 401 ~412)

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

3.14.7 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (LC 201 ~212)

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

3.14.8 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ Q=1.0 (LC 301 ~312)

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

3.14.9 ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ Q=1.5 (LC 501 ~512)

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

3.15 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

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

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

Πίνακας 3.5 Συνδυασμοί φορτίσεων Θεμελίωσης Μεσόβαθρων

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 κέλυφους.

3.16 ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Πραγματοποιούνται οι έλεγχοι οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τις παραγράφους 3.6 έως 3.8 του παρόντος.

3.17 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

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

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

4.1 ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ

4.1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΚΣΚΑΦΕΣ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

	Εμβαδόν διατομής * πλάτος=	όγκος		όγκος	
Μεσόβαθρο M10.	116.09*30.48=	3538	m ³	3538	m ³
Μεσόβαθρο M11.	61.77*25.65=	1584	m ³	1584	m ³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΕΚΣΚΑΦΩΝ:

5123 m³

4.1.2 ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗ

		όγκος		όγκος	
Μεσόβαθρο M10.	D10-9.6*13.2*2- 1.17*11.16=	3272	m ³	3272	m ³
Μεσόβαθρο M11.	D11-9.6*13.2*2- 0.45*8.66=	1327	m ³	1327	m ³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗΣ:

4599 m³

4.1.3 ΦΡΕΑΤΟΠΑΣΣΑΛΟΣ Φ1.20

	πλήθος	διάμετρος	μήκος	Συνολ. όγκος	συνολικό μήκος
Μεσόβαθρο M10.	20	1.2	38	859.5 m ³	760.0 m
Μεσόβαθρο M11.	12	1.2	41	556.4 m ³	492.0 m
				1416,0 m³	

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
ΠΑΣΣΑΛΩΝ:

1252.0 m

4.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

4.2.1 ΧΑΛΙΚΟΠΑΣΣΑΛΟΣ Φ1.00

	πλήθος	διάμετρος	μήκος	Συνολ. όγκος	συνολικό μήκος
Μεσόβαθρο M10.	114	1.0	14.0	1253.5 m ³	1596 m
Μεσόβαθρο M11.	81	1.0	14.0	890.6 m ³	1134 m
				2144.1 m³	

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ
ΠΑΣΣΑΛΩΝ:

2730 m

4.2.2 ΣΤΡΩΣΗ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟΥ ΜΕ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

	πλάτος	μήκος	πάχος	όγκος
Μεσόβαθρο M10.	23.3	26.4	0.3	184.5 m ³
Μεσόβαθρο M11.	19.2	22.8	0.3	131.3 m ³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟΥ ΜΕ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

315.9 m³

4.2.3 ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΩΝ

	πλάτος	μήκος	επιφάνεια
Μεσόβαθρο M10.	23.6	26.7	630.1 m ²
Μεσόβαθρο M11.	19.5	23.1	451.3 m ²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΩΝ

1081.4 m²

4.2.4 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C30/37 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ

	ύψος (m)	Εμβαδόν διατομής (m ²)	όγκος
Κορμός μεσόβαθρου M10.	7.21	11.16	80.5 m ³
Κορμός μεσόβαθρου M11.	6.9	8.66	59.8 m ³
	μήκος (m)	Εμβαδόν εγκάρσιας τομής (m ²)	όγκος
Κεφαλή μεσοβάθρου M10.	2.85	22.25	63.4 m ³
Κεφαλή μεσοβάθρου M11.	2.5	17.5	43.8 m ³

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:

247.4 m³

4.2.5 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C35/45 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ

	Συνολ. επιφάνεια	όγκος μήκος	όγκος
Φορέας Καταστρώματος		802.0	802.0 m ³
αριστερό πεζοδρόμιο φορέα	0.5	52.25	26.1 m ³
δεξί πεζοδρόμιο φορέα	0.7	50.9	35.6 m ³
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:			863.8 m³

4.3 ΣΙΔΗΡΟΠΛΙΣΜΟΙ

4.3.1 ΣΙΔΗΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ (BST 500S)

	όγκος σκυρ. (m ³)	βάρος	Ποσότητα οπλισμού(kg/m ³)
Πάσσαλοι M10.	859.5	117549.1 kg	136.8
Πάσσαλοι M11.	556.4	82624.1 kg	148.5
Κεφαλόδεσμος M10.	443.5	76118.7 kg	171.6
Κεφαλόδεσμος M11.	253.4	36879.1 kg	145.5
Μεσόβαθρο M10.	143.9	27169.0 kg	188.8
Μεσόβαθρο M11.	103.5	16248.5 kg	157.0
σύνολο υποδομής	2360.3	356588.4 kg	151.1
φορέας ανωδομής - άνω και κάτω πλάκα		116541.8 kg	
φορέας ανωδομής - κατά πλάτος τομές		140109.2 kg	
σύνολο φορέα ανωδομής	863.8	256651 kg	297.13
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ :		613239 kg	

4.4 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ

4.4.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΤΕΛΕΙΩΜΑ ΤΥΠΟΥ Γ

	επιφάνεια (m ²)	επιφάνεια
Κατάστρωμα (κάτω εμφανής επιφ.) αριστερό πεζοδρόμιο φορέα	$743+1.93*(51.9+51)=$ 941.6	941.6 m ²
δεξιό πεζοδρόμιο φορέα	$2.35*52.25=$ 122.8	122.8 m ²
Μεσόβαθρο M10.	$3.1*50.9=$ 157.8 $*2+1.41*2.85*2+0.5*2$ $.85+8.93*6.26+8.93*6$ $.09=$ 170.2	170.2 m ²
Μεσόβαθρο M11.	$7.5*2+1*2.5*2+1.41*2$ $.5*2+1*2.5*2+10.85*6$ $.39 =$ 121.4	121.4

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Γ:

1513.8 m²

4.4.2 ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΗ ΕΠΑΛΕΙΨΗ

1513.8 m²

4.5 ΜΟΝΩΣΕΙΣ

4.5.1 ΔΙΠΛΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΕΠΑΛΕΙΨΗ

	επιφάνεια (m ²)	Επιφ.
Μεσόβαθρο M10.	$+16.8)*2+(221.8-2*5.58)+8.93*0.95+$ $8.93*1.12=$ 349.1	349.1 m ²
Μεσόβαθρο M11.	$3.2+13.2+9.6+9.6)*$ $2+(126.7-$ $8.66)+10.85*0.43=$ 213.9	213.9 m ²

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗΣ ΕΠΑΛΕΙΨΗΣ:

563.0 m²

4.5.2 ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

	επιφ (m ²)	Επιφ.
επιφάνεια οδοστρώματος	631.3	631.3 m ²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:

631.3 m²

4.6 ΑΡΜΟΙ

4.6.1 ΥΛΙΚΟ ΜΟΡΦΩΣΗΣ ΑΡΜΟΥ ΤΥΠΟΥ FLEXCELL Η ΑΝΑΛΟΓΟ

	θέσεις	επιφάνεια	επιφάνεια	
πεζοδρόμιο 1.03m	7	0.45	3.15	m ²
πεζοδρόμιο 1.63m	7	0.6	4.2	m ²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:

7.4 m²

4.6.2 ΣΦΡΑΓΙΣΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΑΡΜΩΝ ΜΕ PLASTIC 77 Η ΑΝΑΛΟΓΟ

	θέσεις	μήκος	μήκος	
πεζοδρόμιο 1.03m	7	1.03	7.21	m
πεζοδρόμιο 1.63m	7	1.63	11.41	m

ΣΥΝΟΛΙΚΟ
ΜΗΚΟΣ:

18.6 m

4.7 ΔΙΑΦΟΡΑ

4.7.1 ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΕ-9

	μήκος	μήκος
αριστερή οριογραμμή	52.25 m	52.3 m
δεξιά οριογραμμή	50.9 m	50.9 m

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΕ-9:

103.2 m

4.7.2 ΑΡΜΟΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ- ΣΥΣΤΟΛΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΕΥΡΟΥΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ Dk=60 MM

	Dk (mm)	μήκος επί οδοστρώματος (m)	Συν. ανηγμένο μήκος
μεσόβαθρο M10.Δ , αναγωγή σε Dk=60mm	250	14.55	60.63 m

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ:

60.63 m

4.7.3 ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ

επιφάνεια κάτοψης
1.21 m²

συνολικό ύψος
0.354 m

πλήθος
12 τεμ

όγκος
5140.08 lit

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΛΗΘΟΣ:

5140.1 lit

4.7.4 ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΙΣΩΠΕΔΩΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΠΑΧΟΥΣ 0,05 Μ

επιφάνεια οδοστρώματος
πλήθος στρώσεων 1
επιφάνεια 631.3

επιφάνεια
631.3 m²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:

631.3 m²

4.7.5 ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ 0.05Μ

επιφάνεια οδοστρώματος
πλήθος στρώσεων 1
επιφάνεια 631.3

επιφάνεια
631.3 m²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:

631.3 m²

4.7.6 ΑΝΤΙΟΛΙΣΘΗΡΗ ΣΤΡΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΧΟΥΣ 0.04Μ

επιφάνεια οδοστρώματος
πλήθος στρώσεων 1
επιφάνεια 631.3

επιφάνεια
631.3 m²

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:

631.3 m²

5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

5.1 ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

5.1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ- ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

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

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

Η αξιολόγηση των γεωτρήσεων έγινε από την εταιρεία «ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ Α.Ε» στο τεύχος ΓΕΩ-1, το οποίο παραδόθηκε στον Ανάδοχο από την υπηρεσία.

Στη παρούσα φάση εκτελέστηκε ένα συμπληρωματικό πρόγραμμα έρευνας από τον Ανάδοχο του έργου για τη συμπλήρωση των εδαφοτεχνικών πληροφοριών σε θέσεις στις οποίες δεν υπήρχαν στοιχεία από τη προηγούμενη έρευνα. Το συμπληρωματικό ερευνητικό πρόγραμμα προέβλεπε την εκτέλεση οκτώ (8) νέων γεωτρήσεων, με την ονομασία ΓΝ1 έως και 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 μελάτης θα γίνεται εν συντομία με την ονομασία ΓΕΩ/Ν-1 και ΓΕΩ/Ν-2.

Το τεχνικό Τ4, περιλαμβάνει 3 βάθρα και τα συγκεκριμένα τα Μ10.Δ, Μ11.Δ (ή και με την ονομασία Μ7 κλ. Γ), και το Μ12.Δ είναι κοινό με το μεσόβαθρο του τεχνικού Τ5 και η μελέτη του έχει υποβληθεί με τη μελέτη του Τεχνικού Τ5.

Στη θέση όπου προβλέπεται να γίνει η κατασκευή του Τεχνικού Τ4, στη παρούσα φάση των ερευνητικών εργασιών εκτελέστηκαν οι γεωτρήσεις ΓΝ3 με βάθος 45 m, που στη θέση του μεσόβαθρου Μ10.Δ και η γεώτρηση ΓΝ4 στη θέση του μεσόβαθρου Μ11.Δ του Τ8 σε απόσταση 24m περίπου από το και Μ11.Δ.

Η θέση των παραπάνω γεωτρήσεων (ΓΝ3 και ΓΝ4), παρουσιάζεται στο απόσπασμα της οριζοντιογραφίας του Τεχνικού Τ4 που υπάρχει στο παράρτημα της μελέτης.

Στις επόμενες παραγράφους του τεύχους γίνεται η αξιολόγηση των εδαφοτεχνικών στοιχείων λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων που έχουν εκτελεστεί στη περιοχή του τεχνικού και στη συνέχεια εκπονείται η μελέτη θεμελίωσης των βάθρων Μ10.Δ και Μ11.Δ του τεχνικού.

5.1.2 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Με βάση τα αποτελέσματα των ερμηνευτικών εργασιών στη περιοχή κατασκευής του τεχνικού Τ4 εμφανίζονται οι ακόλουθοι εδαφικοί σχηματισμοί:

Από την επιφάνεια μέχρι βάθους που κυμαίνεται από 15,5 m (ΓΝ4) έως 20,2 m (ΓΝ3) εμφανίζονται κυρίων άμμο- ιλυώδεις στρώσεις με κυμαινόμενα ποσοστά χαλίκων χαλαρές έως μέσης πυκνότητας καθώς και αμμοχαλικώδες στρώσεις μέσης πυκνότητας έως πυκνές. Ενδιάμεσα εμφανίζονται τοπικά αργιλικές ενστρώσεις μικρού γενικά πάχους μέσης συνεκτικότητας.

Κάτω από τους παραπάνω σχηματισμούς και μέχρι βάθους που φθάνει τα 31,0 έως 32,5 m περίπου, εμφανίζονται τεφροί- μελανότεφροι αργιλικό σχηματισμοί με κυμαινόμενα ποσοστά άμμου, στις οποίες τυπικά εμφανίζονται και φυτικά υπολείμματα. Οι παραπάνω σχηματισμοί είναι μαλακοί έως μέσης συνεκτικότητας.

Τέλος κάτω από το βάθος των 31,0-32,5 m εμφανίζεται σχηματισμός αποτελούμενος από καστανές – καστανέρυθρες αμμώδεις αργίλους με χαλίκια, στιφρές έως σκληρές στις οποίες τοπικά εμφανίζονται ενστρώσεις μεταβλητού πάχους πυκνά αργιλώδη αμμοχάλικο.

Στο παράρτημα του τεύχους παρουσιάζεται ενδεικτική κατά μήκος γεωτρήσεων τοποθετημένη στο σχέδιο της κατά μήκος τομής του τεχνικού Τ4, στην οποία παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι εδαφικές στρώσεις που συναντήθηκαν σε κάθε θέση των γεωτρήσεων ΓΝ3 και ΓΝ4 κατά μήκος του τεχνικού.

5.1.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

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

Οι υπολογισμοί για την εκτίμηση της πιθανότητας ρευστοποίησης στα αμμώδεις και αμμοϊλυωδείς στρώσεις, έγιναν με τη θεώρηση σεισμικής επιτάχυνσης $a=0,24 g$, όπως προβλέπεται από τους Ελληνικούς Κανονισμούς για τη 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 δυο (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 άμμο- ιλυώδεις σχηματισμούς των γεωτρήσεων ΓΝ3 και ΓΝ4 σε διάφορα βάθη.

5.1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΡΩΣΕΩΝ- ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ- ΤΥΠΙΚΗ ΤΟΜΗ

Στο παράρτημα του τεύχους δίνονται συγκεντρωτικοί πίνακες με τα αποτελέσματα όλων των επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών που έγιναν στις γεωτρήσεις ΓΝ3 και ΓΝ4.

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 στη θέση κάθε μεσόβαθρου 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 οποίοι προέκυψαν από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν.

Στο παρακάτω σχέδιο παρουσιάζονται επίσης και οι άμμο-ιλυώδεις στρώσεις στις οποίες εμφανίζεται κίνδυνος ρευστοποίησης όπως προκύπτει από τους υπολογισμούς που αναφέρθηκαν στη παράγραφο 5.1.3.

5.2 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

5.2.1 ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ

Η παρουσία επιφανειακών στρώσεων χαμηλής αντοχής και υψηλής συμπιεστότητας μέχρι βάθη που φθάνουν και τα 33,0 m επιβάλλει τη βαθιά θεμελίωση και 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 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 τεφρές αργίλους χαμηλής αντοχής και υψηλής συμπιεστότητας και θα εδράζονται εντός των βαθύτερων αργιλικών σχηματισμών οι οποίοι εντοπίστηκαν σε βάθος της τάξης των 31,0 m έως 32,5 m κι οι οποίοι αποτελούνται από καστανές αργίλους υψηλότερης αντοχής και χαμηλής συμπιεστότητας.

Όπως αναφέρθηκε στη παράγραφο 5.1.3 παραπάνω, στη περιοχή του τεχνικού εμφανίζονται πιθανά ρευστοποιούμενες στρώσεις από την επιφάνεια μέχρι και βάθους 15,5 m. Λόγω της ρευστοποίησης, πέραν της απώλειας αντοχής της στρώσης παρατηρείται παράλληλα και σημαντική μείωση της ακαμψίας της, με αποτέλεσμα την αύξηση της συμπιεστότητας και την εκδήλωση συμπληρωματικών καθιζήσεων από το ίδιο βάρος του υπερκείμενου εδάφους. Μη ρευστοποιούμενες στρώσεις που υπέρκεινται στρώσης που ρευστοποιείται, όχι μόνον δε συμμετέχουν στη φέρουσα

ικανότητα των πασσάλων αλλά αντίθετα ασκούν στον πάσσαλο επιβαρυντική κατακόρυφη δύναμη από αρνητική τριβή, λόγω της σχετικής μετακίνησής τους σε σχέση με το σώμα του πασσάλου που προκαλείται από τη καθίζηση των ρευστοποιούμενων στρώσεων. Όταν η αρνητική αυτή δράση είναι μεγάλη μπορεί να προκαλεί 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 κάρναβο 1,8x1.8m για την αποφυγή της ρευστοποίησης στην περιοχή γύρω από το βάθρο. Η διάταξη των χαλικοπασσάλων παρουσιάζεται στα σχέδια της μελέτης καθώς και το απόσπασμα της οριζοντιογραφίας με τις θέσεις των χαλικοπασσάλων που υπάρχει στο παράρτημα. Η βελτίωση και ο αυξημένος συντελεστής ασφάλειας έναντι ρευστοποίησης με την προτεινόμενη γεωμετρία χαλικοπασσάλων παρουσιάζεται στο παράρτημα του τεύχους μετά τα φύλλα των υπολογισμών των ελέγχων ρευστοποίησης.

5.2.2 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ

Στο παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικοί υπολογισμοί φέρουσας ικανότητας σε κατακόρυφα φορτία για πασσάλους με μήκη που φαίνονται στο πίνακα που ακολουθεί. Η διάμετρος των πασσάλων είναι Φ120 cm. 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 βάθρου που υπάρχουν στα παράρτημα. Κατασκευή χαλικοπασσάλων Φ100cm και βάθους 14,0 m για την αποφυγή ρευστοποίησης των άμμο- ιλυωδών στρώσεων πέριξ των βάθρων, προβλέπεται να γίνει στα βάθρα M10.Δ και M11.Δ, τα οποία επηρεάζονται από τις γεωτρήσεις ΓΝ3 και ΓΝ4 στις οποίες υπάρχει πιθανότητα ρευστοποίησης του εδάφους σύμφωνα με τους υπολογισμούς της παρ.5.1.3 παραπάνω. Τα βάθρα θεμελιώνονται με πάσσαλο-ομάδες όπως φαίνονται στο πίνακα που ακολουθεί:

Τεχνικό	Βάθρο	Αρ. πασσαλ.	Lp (m)	ΧΛΚΠ (ρευστ)	Αποστ. πασσάλων
T4	M10.Δ	4X5=20	38.0	ΝΑΙ	3,60
	M11.Δ	3X4=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 Ασφάλειας 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 οι πάσσαλοι διαμέτρου $\Phi 120\text{cm}$ και μήκους 38,0 και 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) (Φορτ.<Φ.Ι)		Σεισμικά φορτία (MN) (Φορτ.<Φ.Ι)	
	Θλίψη	Εφελκ.	Θλίψη	Εφελκ.
M10.Δ	2,60<3,35	-	3,80<5,16	-
M11.Δ	2,20<3,36	-	3,70<5,17	-

5.2.3 ΚΑΘΙΖΗΣΗ ΠΑΣΣΑΛΟΥ ΚΑΙ ΠΑΣΣΑΛΟ-ΟΜΑΔΩΝ

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

Για τη στατική προσομοίωση της ενδοσιμότητας του μεμονωμένου πασσάλου σε κατακόρυφη διεύθυνση μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατακόρυφο ελατήριο με τιμή του δείκτη δυσκαμψίας k_v , 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 k_v σε σχέση με τις παρατηρούμενες στην πράξη (πχ 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 στις οποίες; Η οριακή τριβή σε αργιλικά εδάφη αναπτύσσεται με μετακινήσεις μικρότερες από 1,0% D (δηλαδή 12 χιλιοστών για $D=12\text{m}$). Για τον παραπάνω λόγο, για τις στατικές επιλύσεις όπου η μικρότερη ενδοσιμότητα οδηγεί σε δυσμενέστερο υπολογισμό των εντατικών μεγεθών, προτείνεται να χρησιμοποιηθούν τιμές $k_v \sim 3 \div 4 \times k_{v,DIN}$ (με βάση τις σχετικές τιμές που δίνονται στο Παράρτημα).

Στο παράρτημα Α παρουσιάζονται επίσης υπολογισμοί για τις αναμενόμενες υποχωρήσεις λόγω της μακροχρόνιας στερεοποίησης των αργιλικών σχηματισμών που συναντώνται στη περιοχή της έδρασης των πασσάλων.

Η αναμενόμενη καθίζηση της πασσαλοομάδας 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 Roulos,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 συμπίεστικότητας 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 μη ξεπερνά το 10% της αρχικής in situ ενεργού τάσης: $\Delta q_{net,group} \leq \sim 10\% \sigma'_{v0}$.

Οι υπολογισμοί των αναμενόμενων καθιζήσεων των πάσσαλο-ομάδων λόγω στερεοποίησης έγιναν για τα δυσμενέστερα βάθρα με τα μεγαλύτερα μόνιμα κατακόρυφα φορτία. Τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Τεχνικό	Βάθρο	Αρ. Πασσάλ.	Lp (m)	ΧΛΚΠ (ρευστ.)	Φορτίο (MN)	Καθίζηση (cm)
T4	M10.Δ	4X5=20	38.0	ΝΑΙ	40.5	1.2
	M11.Δ	3X4=12	41.0	ΝΑΙ	25.0	1.0

5.2.4 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΑΣΣΑΛΟΥ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗ

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 κεφαλόδεσμου των πασσάλων του βάθρου.

Βάθρο Μ10.Δ - Στ. Εδρ. Κεφαλοδ. : -0,88

Στρώση	Περιγραφή	Βάθος		Πάχος h (i) (m)	Μορφή Αύξησης	Ε (Μρα)	ηη (MN/m ³)	K _{h(z1)} (MN/m ³)	K _{h(z2)} (MN/m ³)
		Από (m)	Εως (m)						
1.	CL_1	0.00	3.30	3.30	Γραμμ. Αυξ.		0.70	1.5	3.4
2.	SM_1	3.30	6.70	3.40	Γραμμ. Αυξ.		3.40	16.4	26.1
3.	(SM, ML)_1	6.70	12.10	5.40	Γραμμ. Αυξ.		0.85	6.5	10.3
4.	ML_1	12.10	17.00	4.90	Γραμμ. Αυξ.		1.50	18.3	24.4
5.	CL_2	17.00	29.10	12.10	Σταθερ.	9.0		9.0	9.0
6.	CL_3	29.10	39.10	10.00	Σταθερ.	30.0		30.0	30.0
7.									
8.									

Βάθρο Μ11.Δ - Στ. Εδρ. Κεφαλοδ. : -0,66

Στρώση	Περιγραφή	Βάθος		Πάχος h (i) (m)	Μορφή Αύξησης	Ε (Μρα)	ηη (MN/m ³)	K _{h(z1)} (MN/m ³)	K _{h(z2)} (MN/m ³)
		Από (m)	Εως (m)						
1.	CL_1	0.00	2.80	2.80	Γραμμ. Αυξ.		0.70	1.34	2.97
2.	CL_2	2.80	6.50	3.70	Σταθερ.	7.0		7.00	7.00
3.	SM_1	6.50	13.00	6.50	Γραμμ. Αυξ.		3.70	27.13	47.17
4.	CL_3a	13.00	18.50	5.50	Σταθερ.	9.0		9.00	9.00
5.	CL_3b	18.50	28.20	9.70	Σταθερ.	37.5		37.50	37.50
6.	CL_4	28.20	32.80	4.60	Σταθερ.	7.5		7.50	7.50
7.	SC_1	32.80	35.80	3.00	Γραμμ. Αυξ.		5.30	155.03	168.27
8.	CL_5	35.80	45.80	10.00	Σταθερ.	14.5		14.50	14.50
9.									
10.									

5.3 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Τα σχέδια των γεωδαιτικών στοιχείων της Θεμελίωσης παρατίθενται στο Παράρτημα Α της Πτυχιακής Εργασίας.

6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ-ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

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

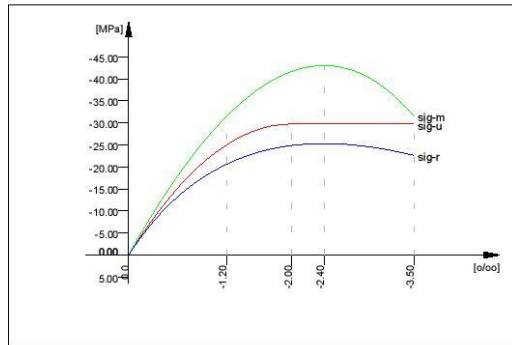
6.1 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFISTIK

MATERIALS - SECTIONS

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

No. 1 C 35/45 (DIN 1045-1)

Youngs-modulus	E	29878 [MPa]	Safetyfactor	1.50 [-]	
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc 29.75 [MPa]	
Shear-modulus	G	12449 [MPa]	Nomin. strength	fcn 35.00 [MPa]	
Compression modulus		16599 [MPa]	Tens. strength	fctm 3.21 [MPa]	
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk 2.25 [MPa]	
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk 4.17 [MPa]	
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd 3.37 [MPa]	
			Service strength	43.00 [MPa]	
			Fatigue strength	17.06 [MPa]	
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined stress range			0.000	0.00	33282
			-1.200	-31.43	18551
			-2.400	-43.00	0
			-3.500	-31.60	-21581
			Safetyfactor		1.50
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined stress range			0.000	0.00	29750
			-2.000	-29.75	0
			-3.500	-29.75	0
			Safetyfactor		1.50
Stress-Strain of calc. mean values			eps[o/oo]	sig-r[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined stress range			0.000	0.00	28290
			-1.200	-20.58	8850
			-2.400	-25.29	0
			-3.500	-22.63	-4452
			Safetyfactor		1.30


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

Youngs-modulus	E	28309 [MPa]	Safetyfactor	1.50 [-]	
Poisson-Ratio	mu	0.20 [-]	Strength	fc 25.50 [MPa]	
Shear-modulus	G	11796 [MPa]	Nomin. strength	fcn 30.00 [MPa]	
Compression modulus		15727 [MPa]	Tens. strength	fctm 2.90 [MPa]	
Weight		25.0 [kN/m3]	5 % t.strength	fctk 2.03 [MPa]	
Weight buoyancy		25.0 [kN/m3]	95 % t.strength	fctk 3.77 [MPa]	
Temp.elongat.coeff.		1.00E-05 [1/°K]	Bond strength	fbd 3.04 [MPa]	
			Service strength	38.00 [MPa]	
			Fatigue strength	14.96 [MPa]	
Stress-Strain for serviceability			eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined stress range			0.000	0.00	31939
			-1.150	-28.17	16798
			-2.300	-38.00	0
			-3.500	-26.48	-19566
			Safetyfactor		1.50
Stress-Strain for ultimate load			eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is only valid within the defined stress range			0.000	0.00	25500
			-2.000	-25.50	0
			-3.500	-25.50	0
			Safetyfactor		1.50
Stress-Strain of calc. mean values			eps[o/oo]	sig-r[MPa]	E-t[MPa]

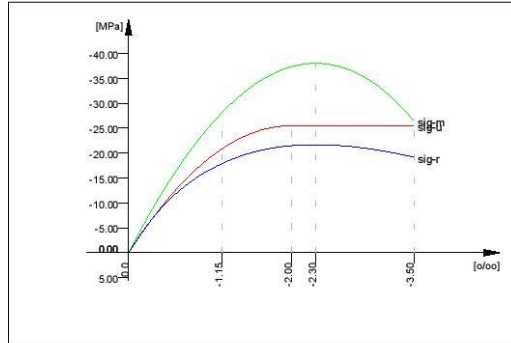
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

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

Is only valid within the defined stress range

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



No. 9 C 35/45 (DIN 1045-1)

Youngs-modulus E	29878 [MPa]	Safetyfactor	1.50 [-]
Poisson-Ratio mu	0.20 [-]	Strength fc	29.75 [MPa]
Shear-modulus G	12449 [MPa]	Nomin. strength fcn	35.00 [MPa]
Compression modulus	16599 [MPa]	Tens. strength fctm	3.21 [MPa]
Weight	0.0 [kN/m3]	5 % t.strength fctk	2.25 [MPa]
Weight buoyancy	0.0 [kN/m3]	95 % t.strength fctk	4.17 [MPa]
Temp.elongat.coeff.	1.00E-05 [1/°K]	Bond strength fbd	3.37 [MPa]
		Service strength	43.00 [MPa]
		Fatigue strength	17.06 [MPa]

Stress-Strain for serviceability

Is only valid within the defined stress range

eps[‰]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
0.000	0.00	33282
-1.200	-31.43	18551
-2.400	-43.00	0
-3.500	-31.60	-21581

Safetyfactor 1.50

Stress-Strain for ultimate load

Is only valid within the defined stress range

eps[‰]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
0.000	0.00	29750
-2.000	-29.75	0
-3.500	-29.75	0

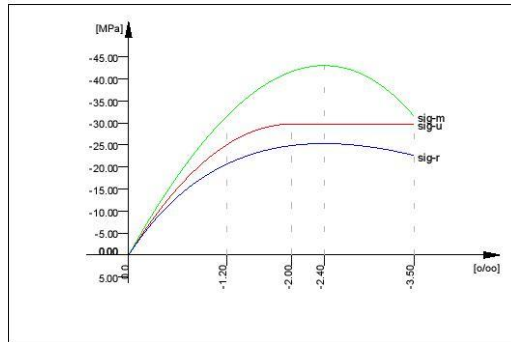
Safetyfactor 1.50

Stress-Strain of calc. mean values

Is only valid within the defined stress range

eps[‰]	sig-r[MPa]	E-t[MPa]
0.000	0.00	28290
-1.200	-20.58	8850
-2.400	-25.29	0
-3.500	-22.63	-4452

Safetyfactor 1.30



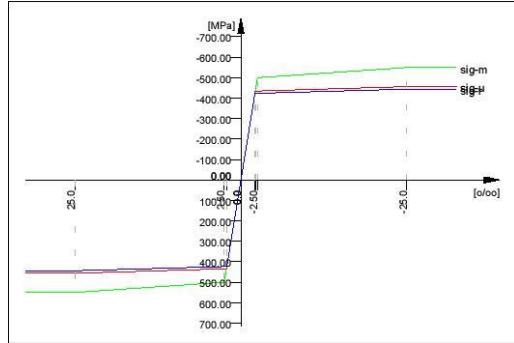
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

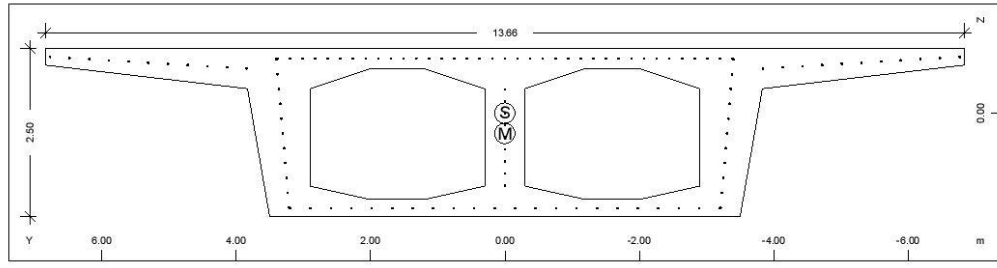
No. 11 Bst 500 SA (DIN 1045-1)

Youngs-modulus E	200000 [MPa]	Safetyfactor	1.15 [-]
Poisson-Ratio mu	0.30 [-]	Yield stress fy	500.00 [MPa]
Shear-modulus G	76923 [MPa]	Compr.yield val. fyc	500.00 [MPa]
Compression modulus	166667 [MPa]	Tens. strength ft	550.00 [MPa]
Weight	78.5 [kN/m3]	Compr. strength fc	550.00 [MPa]
Weight buoyancy	78.5 [kN/m3]	Ultim. plast. strain	25.00 [o/oo]
Temp.elongat.coeff.	1.20E-05 [1/°K]	relative bond coeff.	1.00 [-]
max. thickness	32.00 [mm]	EC2 bondcoeff. K1	0.80 [-]
		Hardening modulus	0.00 [MPa]
		Proportional limit	500.00 [MPa]
		Dynamic stress range	169.57 [MPa]
Stress-Strain for serviceability	eps[o/oo]	sig-m[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the	1000.000	550.00	0
defined stress range	25.000	550.00	0
	2.500	500.00	2222
	0.000	0.00	200000
	-2.500	-500.00	200000
	-25.000	-550.00	2222
	-1000.000	-550.00	0
		Safetyfactor	1.15
Stress-Strain for ultimate load	eps[o/oo]	sig-u[MPa]	E-t[MPa]
Is also extended beyond the	1000.000	456.52	0
defined stress range	25.000	456.52	0
	2.174	434.78	952
	0.000	0.00	200000
	-2.174	-434.78	200000
	-25.000	-456.52	952
	-1000.000	-456.52	0
		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	444.23	0
defined stress range	25.000	444.23	0
	2.115	423.08	924
	0.000	0.00	200000
	-2.115	-423.08	200000
	-25.000	-444.23	924
	-1000.000	-444.23	0
		Safetyfactor	(1.30)

SOFISTIK AG - www.sofistik.com



Cross section No. 1 - KIBOTIO-ANOIIMA 1

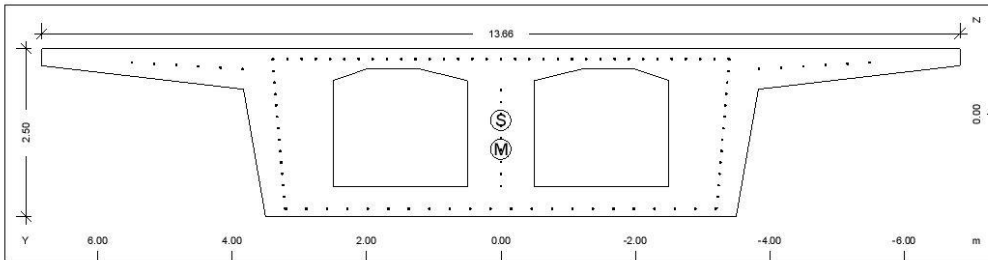


MATERIALS - SECTIONS

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]
1	=	KIBQTIO-ANOIPMA 1						
	1	1.1833E+01		8.866E+00	0.000	0.000	29878	295.83
	11	2.064E+01		1.253E+02	-0.005	0.297	12449	

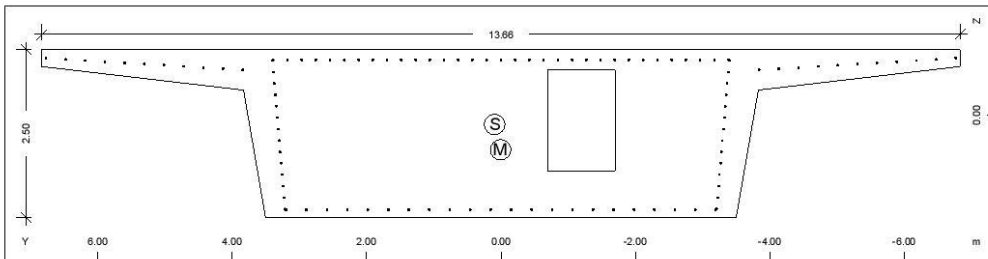
Cross section No. 2 - KIBQTIO-ENIEX



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]
2	=	KIBQTIO-ENIEX						
	1	1.4277E+01		1.018E+01	0.000	0.000	29878	356.93
	11	2.346E+01		1.362E+02	0.094	0.524	12449	

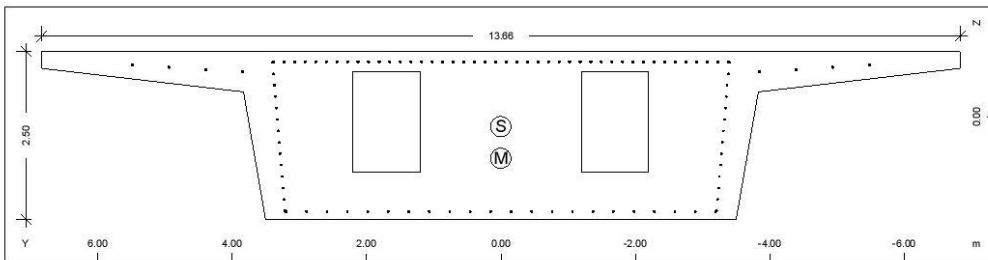
Cross section No. 3 - KIBQTIO-ETHP AKPAIA



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]
3	=	KIBQTIO-ETHP AKPAIA						
	1	1.9573E+01		1.163E+01	0.092	0.003	29878	489.33
	11	2.825E+01		1.513E+02	0.142	0.520	12449	

Cross section No. 4 - KIBQTIO-ETHP MEEAIA

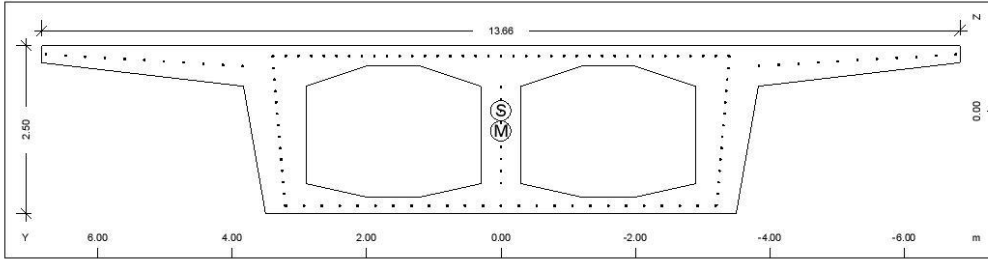


MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
4	=	KIBQTIO-ETHP ME2AIA						
	1	1.8073E+01		1.134E+01	0.000	0.000	29878	451.83
	11	2.615E+01		1.448E+02	0.147	0.618	12449	

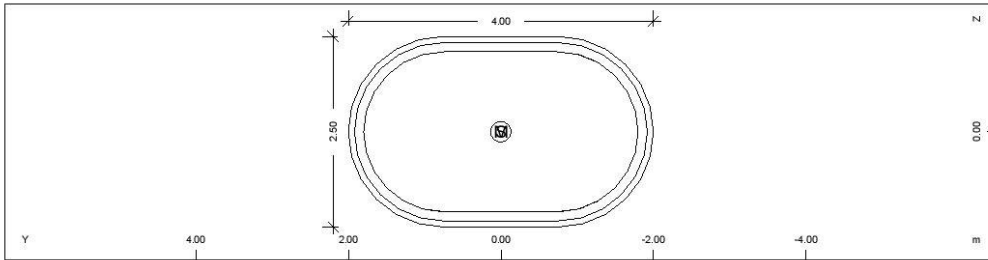
Cross section No. 5 - KIBQTIO-ANOIIMA 2



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
5	=	KIBQTIO-ANOIIMA 2						
	1	1.1833E+01		8.866E+00	0.000	0.000	29878	295.83
	11	2.064E+01		1.253E+02	-0.005	0.297	12449	

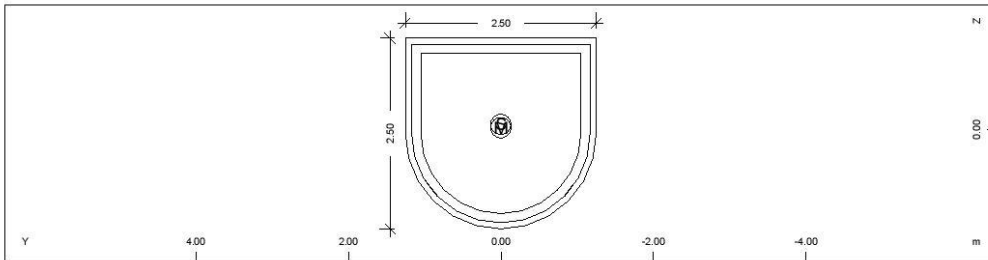
Cross section No. 21 - BA@PO-1



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
21	=	BA@PO-1						
	2	8.6029E+00		3.827E+00	0.000	0.000	28309	215.07
	11	1.060E+01		9.147E+00	0.000	0.000	11796	

Cross section No. 22 - BA@PO-2



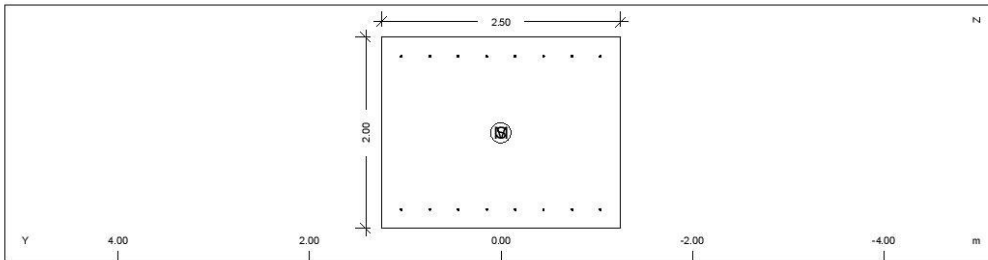
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
22	=	BA@PO-2						
	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	

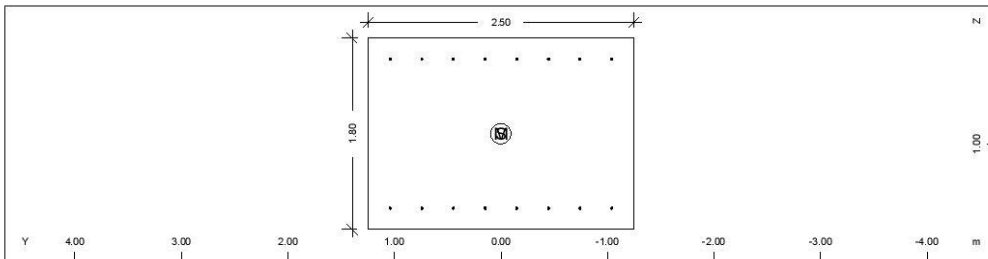
Cross section No. 25 - KEΦΑΛΗ-BA@POY-1



Static properties of cross section

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

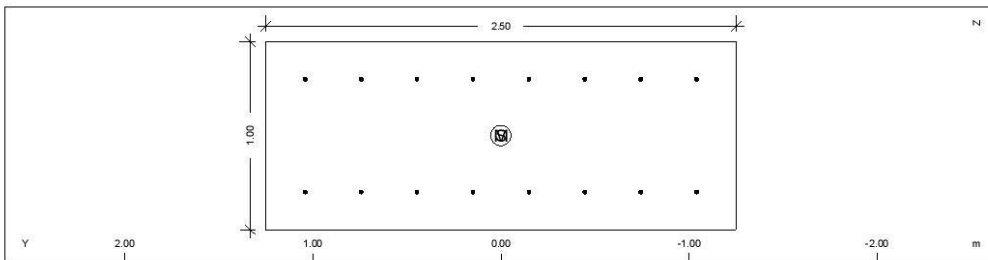
Cross section No. 26 - KEΦΑΛΗ-BA@POY-2



Static properties of cross section

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

Cross section No. 27 - KEΦΑΛΗ-BA@POY-3



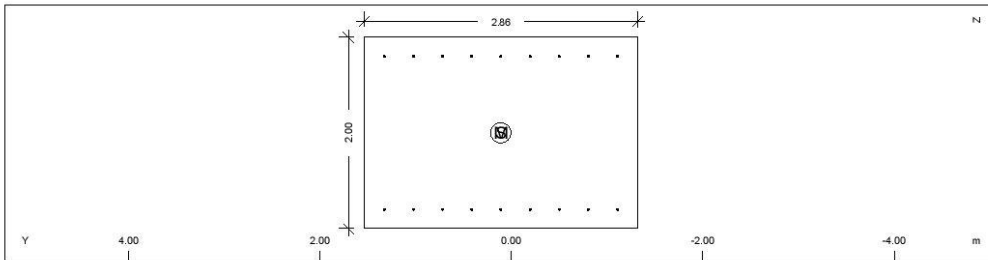
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

MATERIALS - SECTIONS

Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
59	=	KEΦAΛH-BA@POY-M10-9						
	2	6.0600E+00		2.020E+00	0.185	0.185	28309	151.50
	11	4.777E+00		4.636E+00	1.000	1.000	11796	

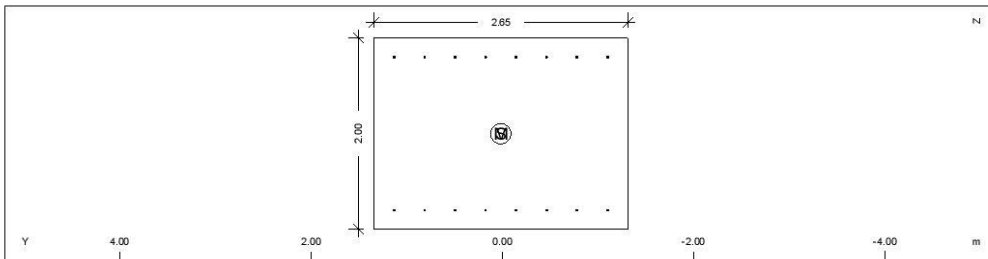
Cross section No. 60 - KEΦAΛH-BA@POY-M10-10



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]
60	=	KEΦAΛH-BA@POY-M10-10						
	2	5.7200E+00		1.907E+00	0.110	0.110	28309	143.00
	11	4.341E+00		3.899E+00	1.000	1.000	11796	

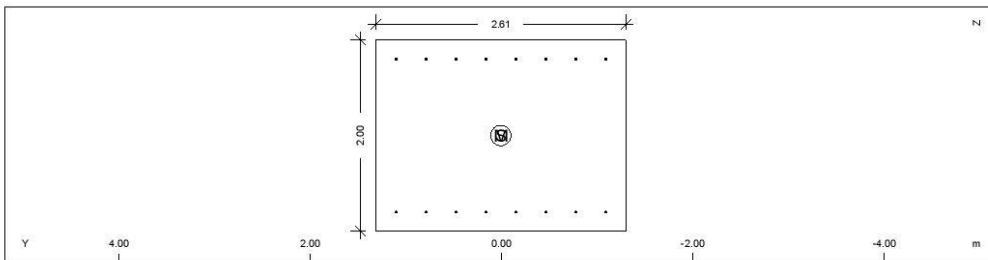
Cross section No. 61 - KEΦAΛH-BA@POY-M10-11



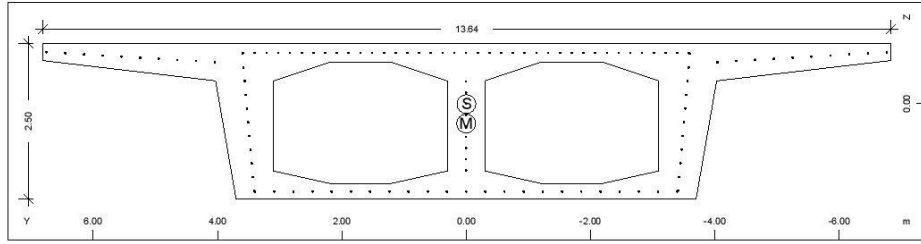
Static properties of cross section

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]
61	=	KEΦAΛH-BA@POY-M10-11						
	2	5.3000E+00		1.767E+00	0.015	0.015	28309	132.50
	11	3.809E+00		3.102E+00	1.000	1.000	11796	

Cross section No. 62 - KEΦAΛH-BA@POY-M10-12



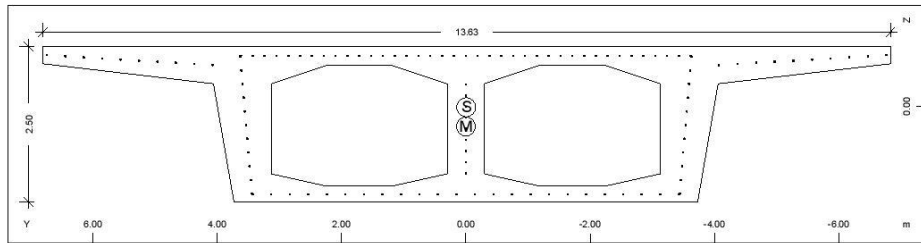
MATERIALS - SECTIONS



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]
107	=	KIBQTIO-APXH						
	1	1.1941E+01		9.067E+00	-0.005	-0.002	29878	298.54
	11	2.174E+01		1.332E+02	0.006	0.318	12449	

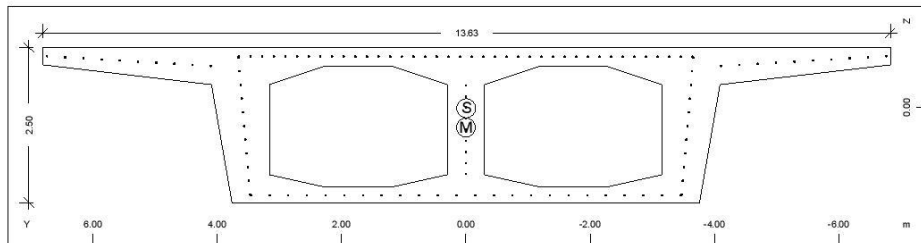
Cross section No. 108 - KIBQTIO-APXH



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
108	=	KIBQTIO-APXH						
	1	1.1954E+01		9.094E+00	-0.007	-0.003	29878	298.84
	11	2.190E+01		1.343E+02	0.008	0.320	12449	

Cross section No. 109 - KIBQTIO-APXH



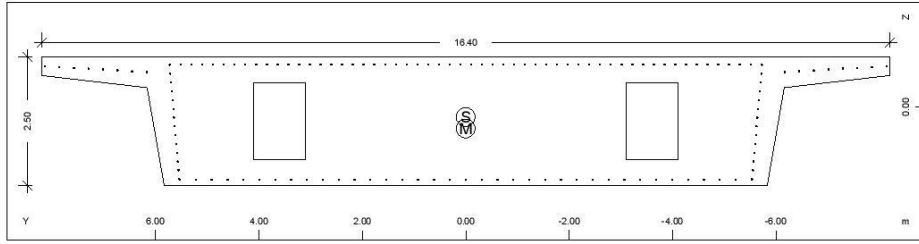
Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
109	=	KIBQTIO-APXH						
	1	1.1970E+01		9.124E+00	-0.007	-0.003	29878	299.26
	11	2.206E+01		1.356E+02	0.009	0.322	12449	

Cross section No. 110 - KIBQTIO-APXH

SOFISTIK A.G. - www.sofistik.com

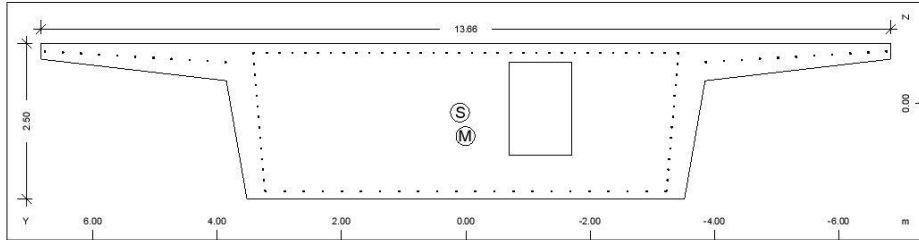
MATERIALS - SECTIONS



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
128	=	KIBQTIO-APXH						
	1	2.9142E+01		1.695E+01	0.000	0.000	29878	728.55
	11	5.216E+01		4.273E+02	0.199	0.420	12449	

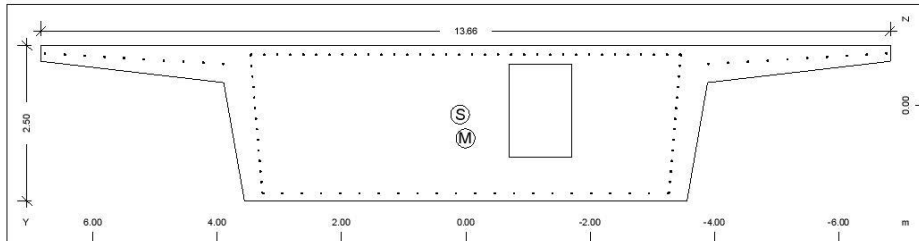
Cross section No. 301 - KIBQTIO-TEΛOΣ



Static properties of cross section

No.	Mat	A[m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-sc	modules	gam
NoR		It[m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
301	=	KIBQTIO-TEΛOΣ						
	1	1.9663E+01		1.167E+01	0.092	0.003	29878	491.58
	11	2.845E+01		1.527E+02	0.143	0.522	12449	

Cross section No. 302 - KIBQTIO-TEΛOΣ

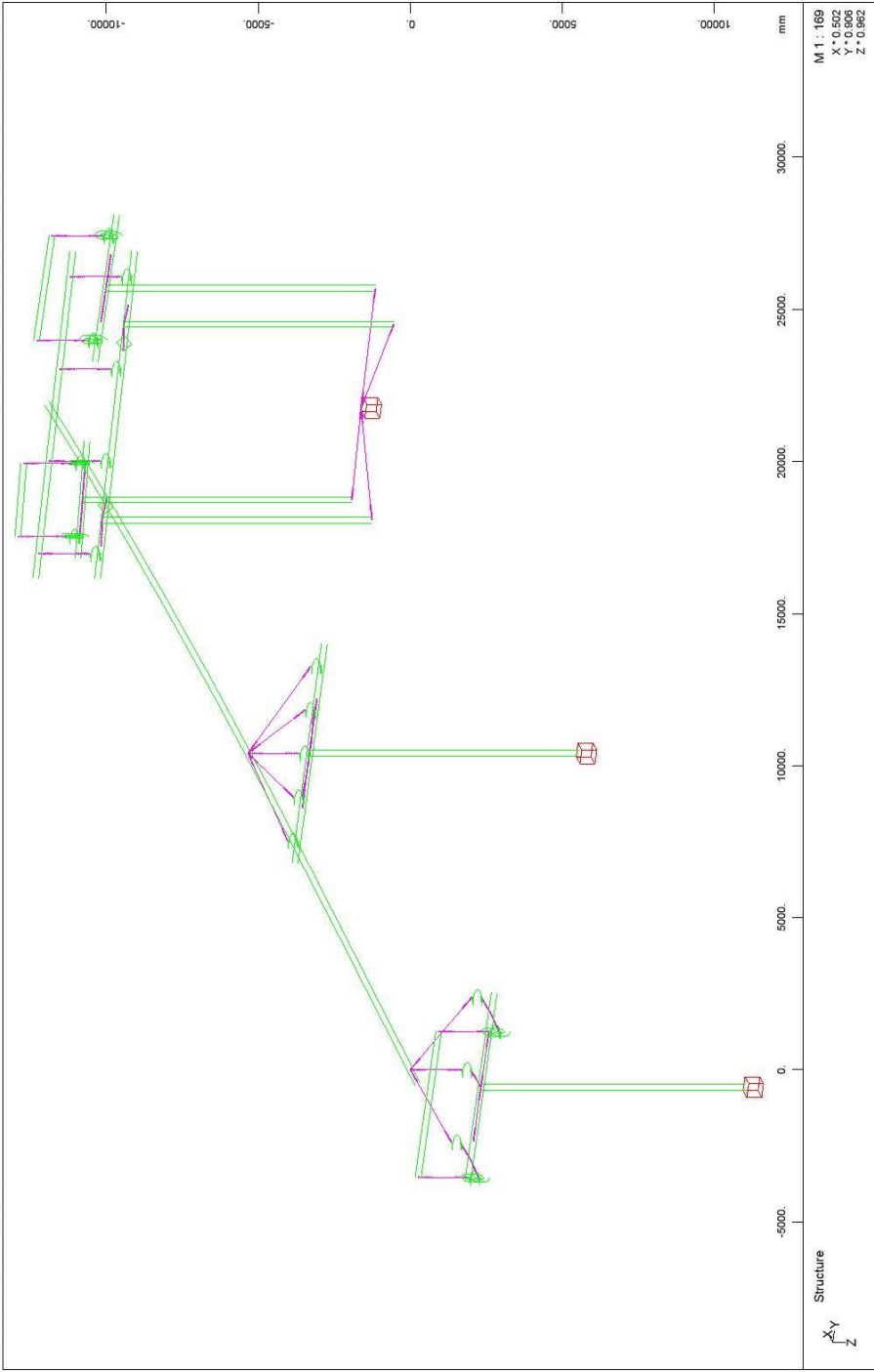


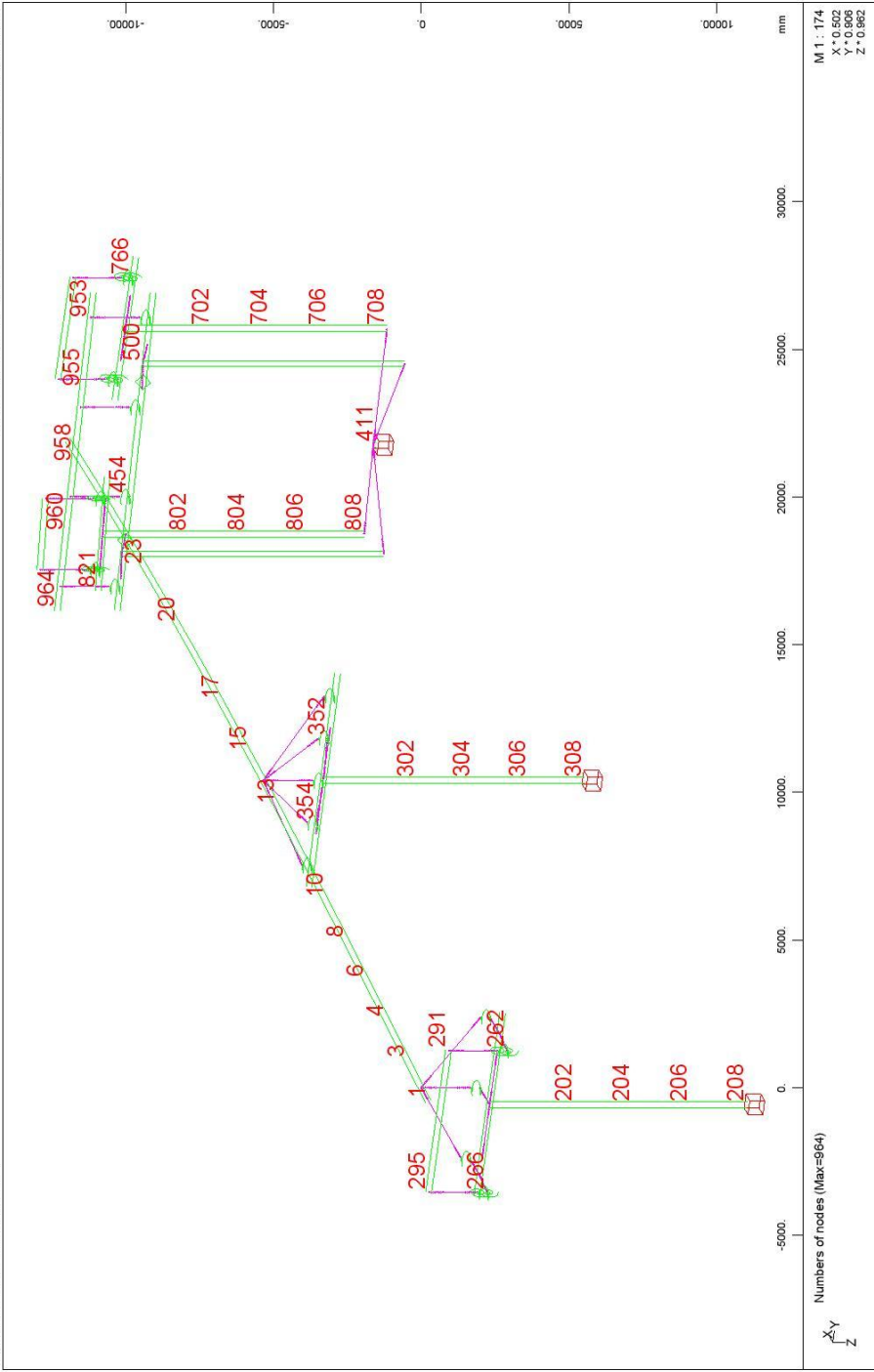
Static properties of cross section

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]
302	=	KIBQTIO-TEΛOΣ						
	1	1.9843E+01		1.176E+01	0.091	0.004	29878	496.08
	11	2.888E+01		1.556E+02	0.146	0.527	12449	

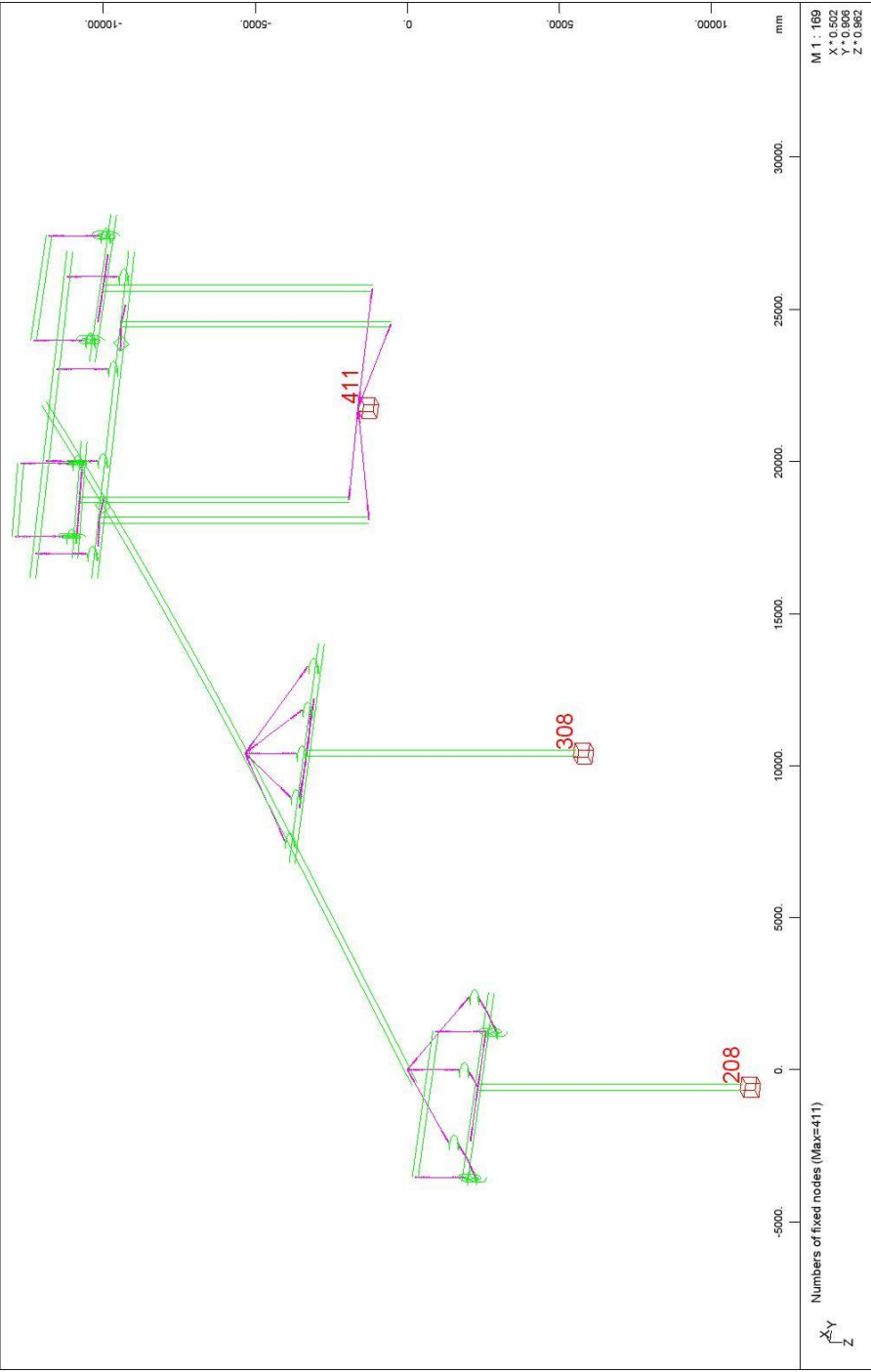
Cross section No. 303 - KIBQTIO-TEΛOΣ

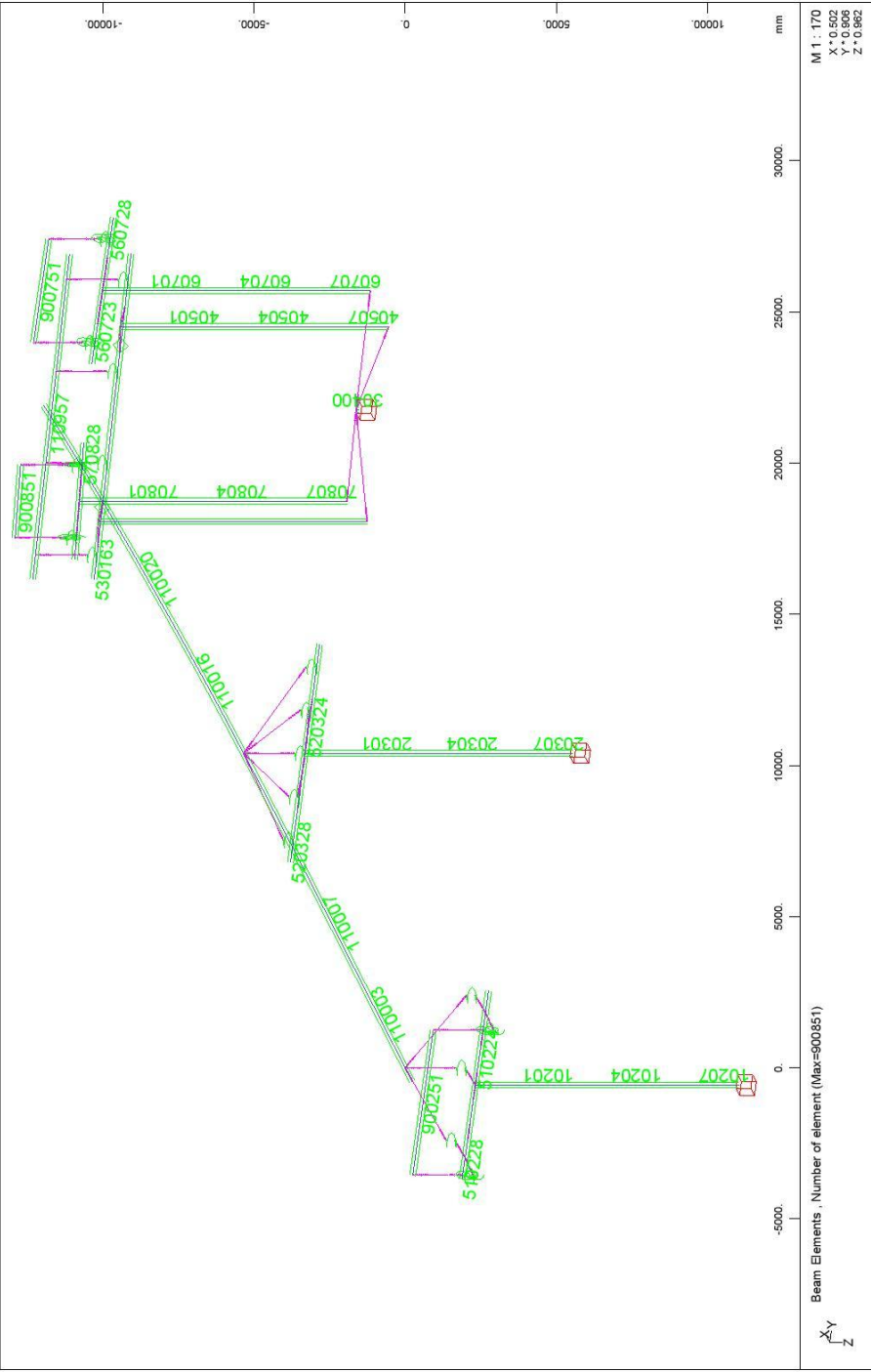
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

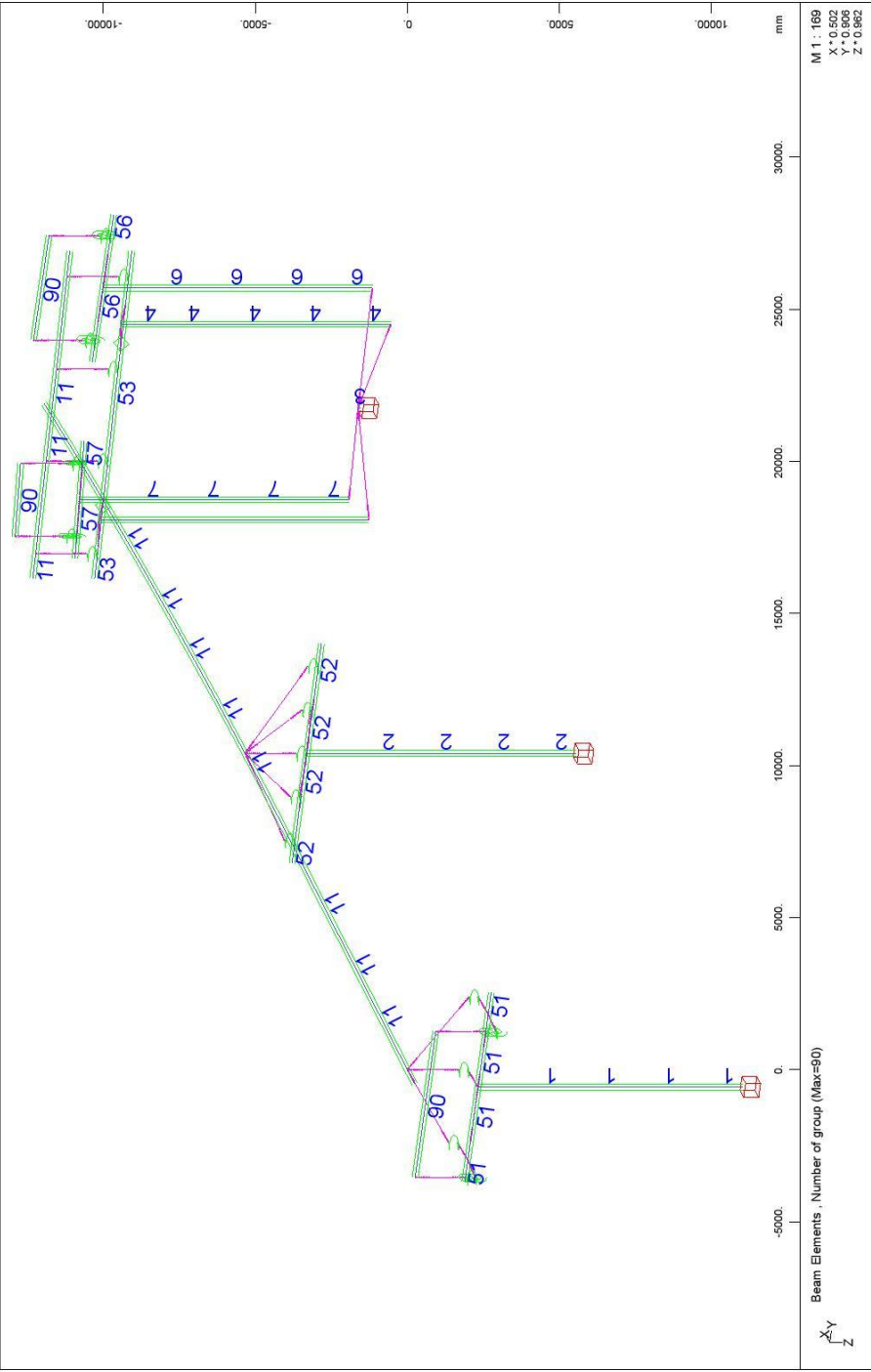


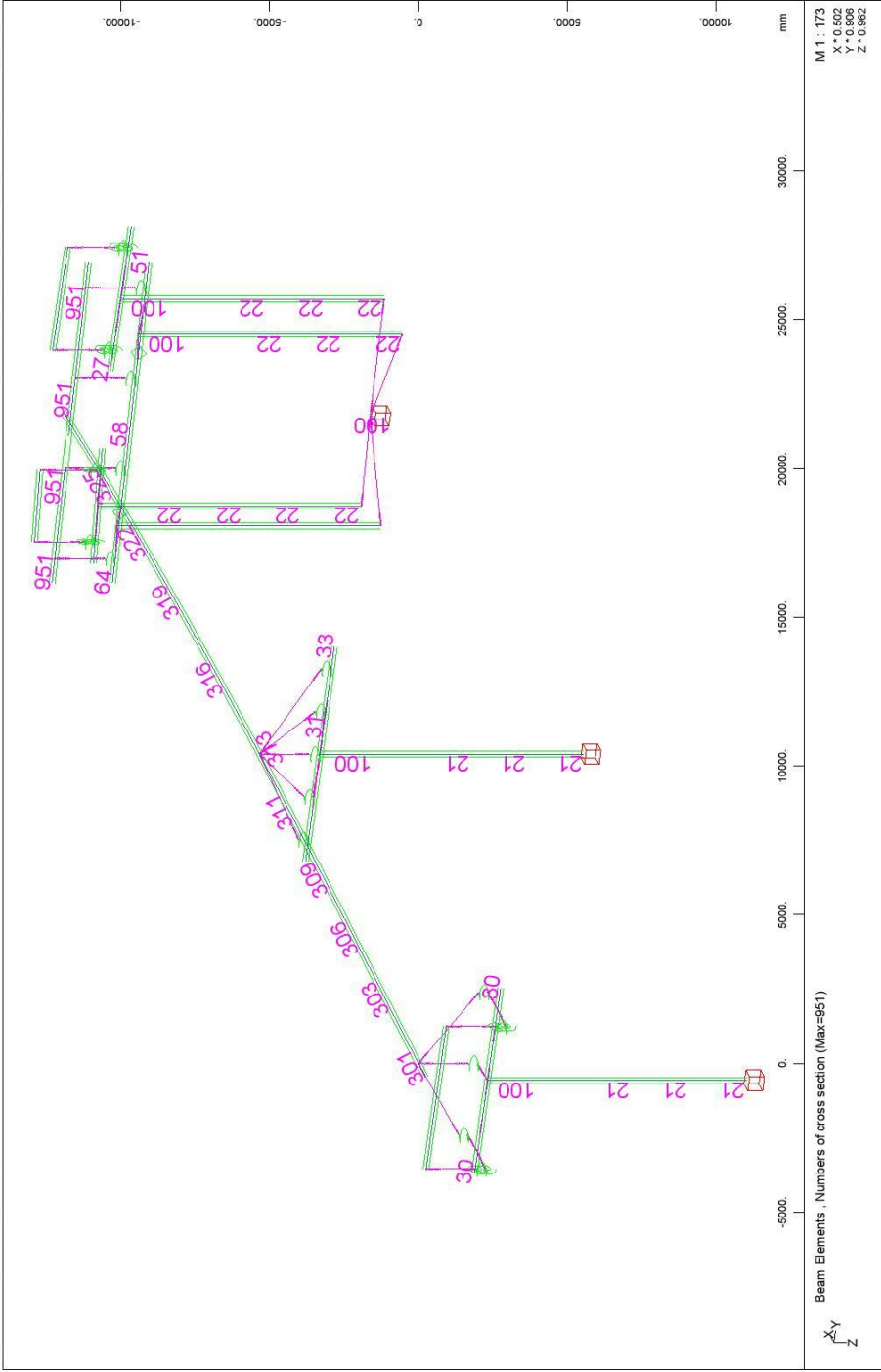


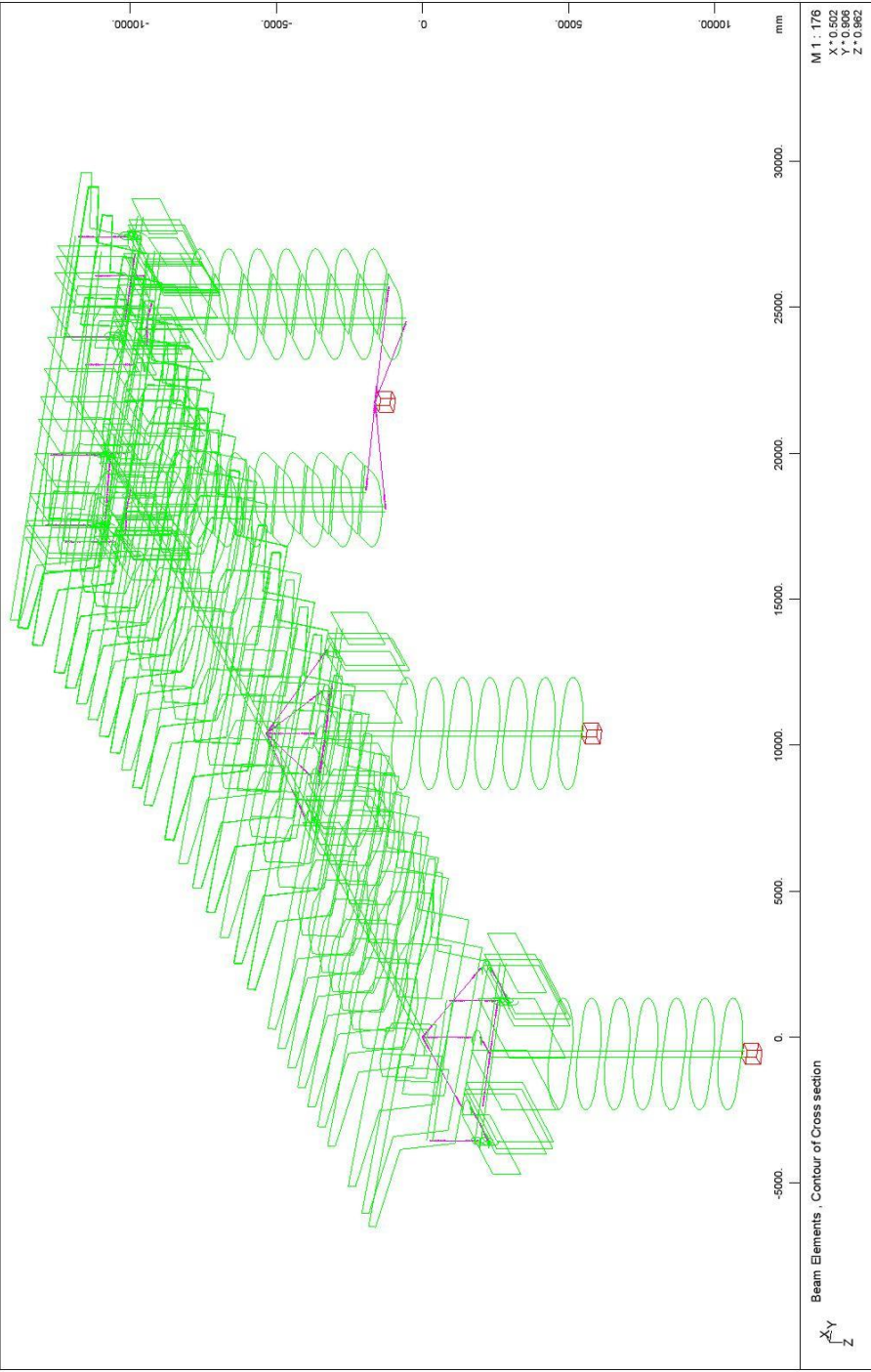
STRUCTURE 4
STRUCTURE



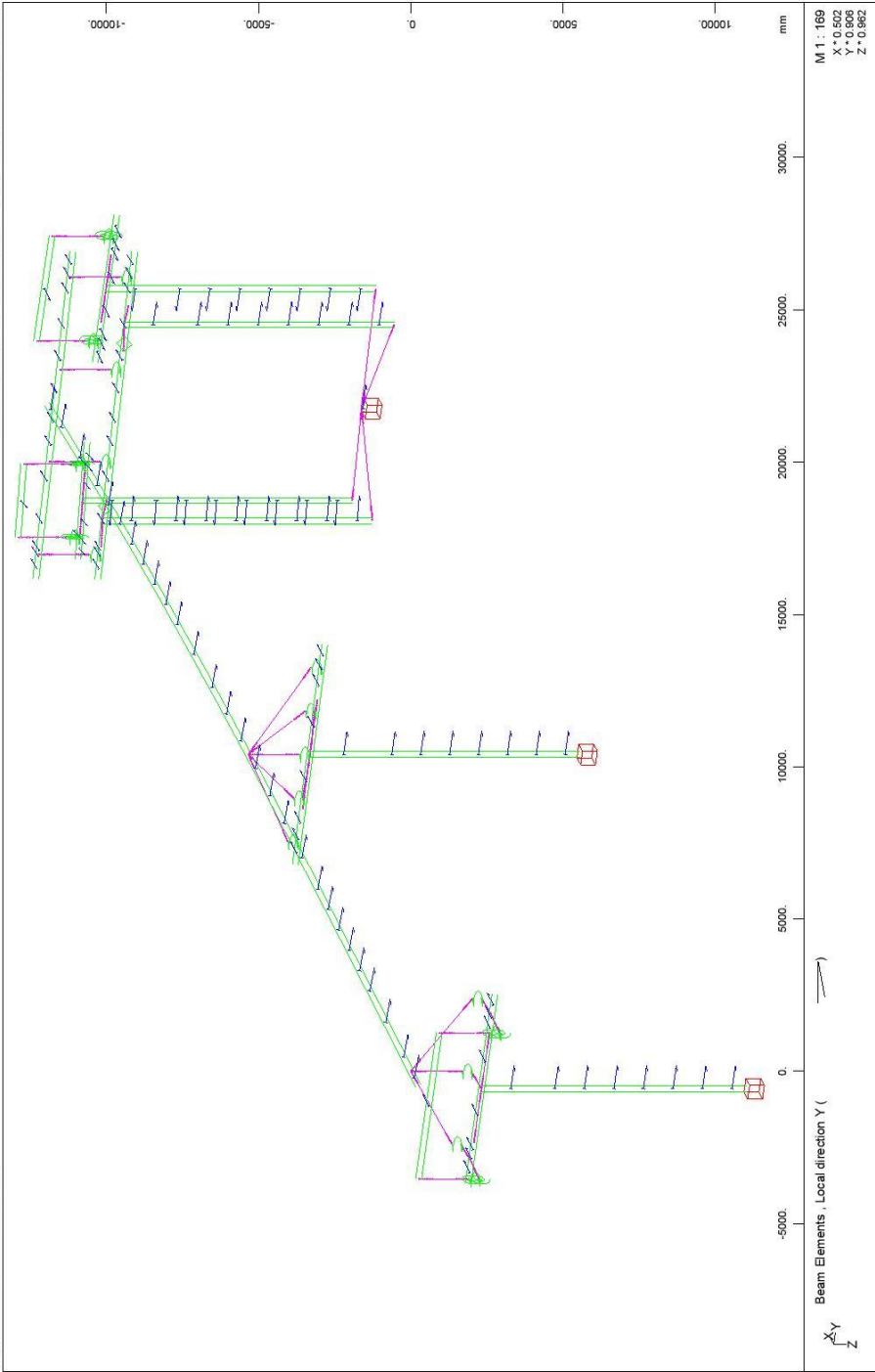


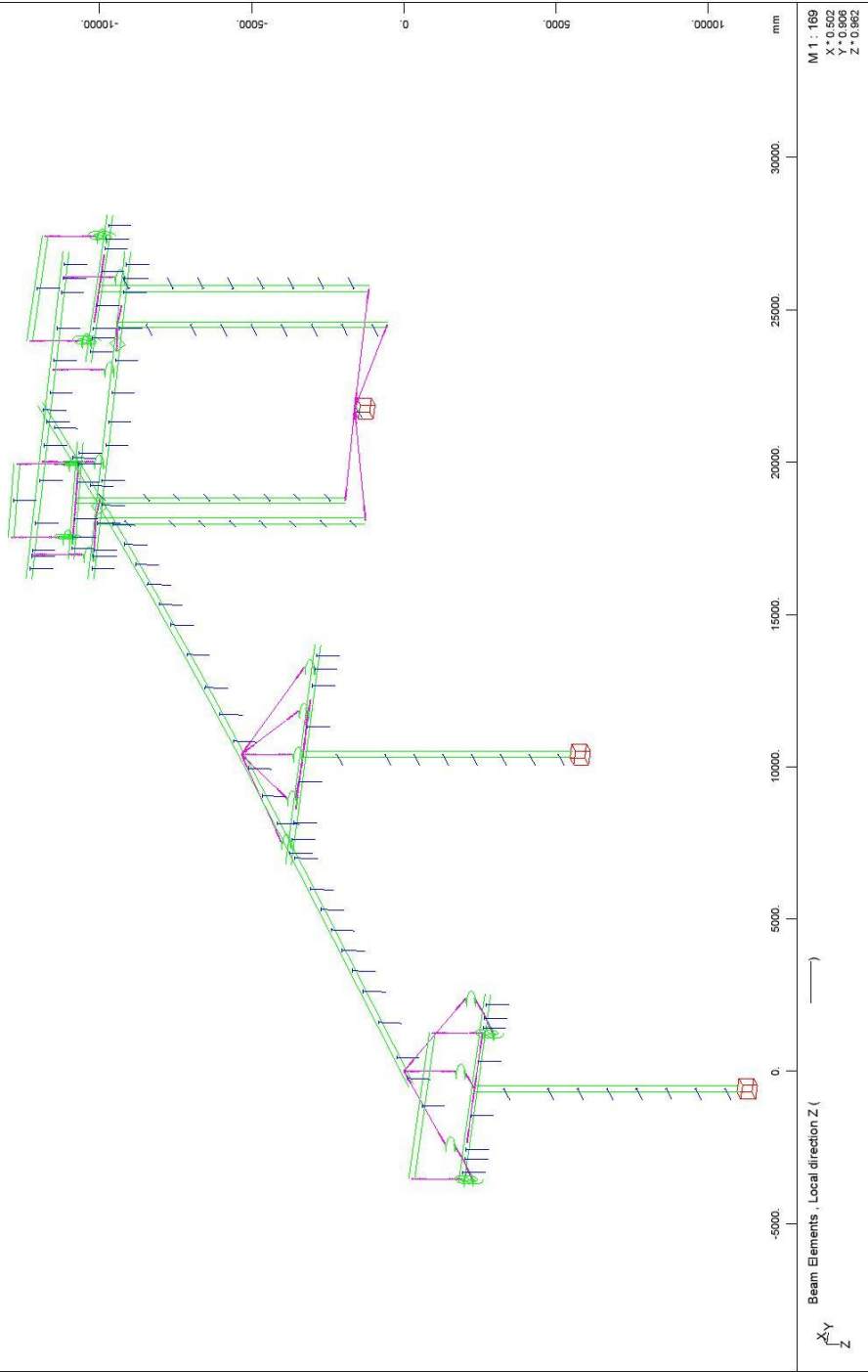




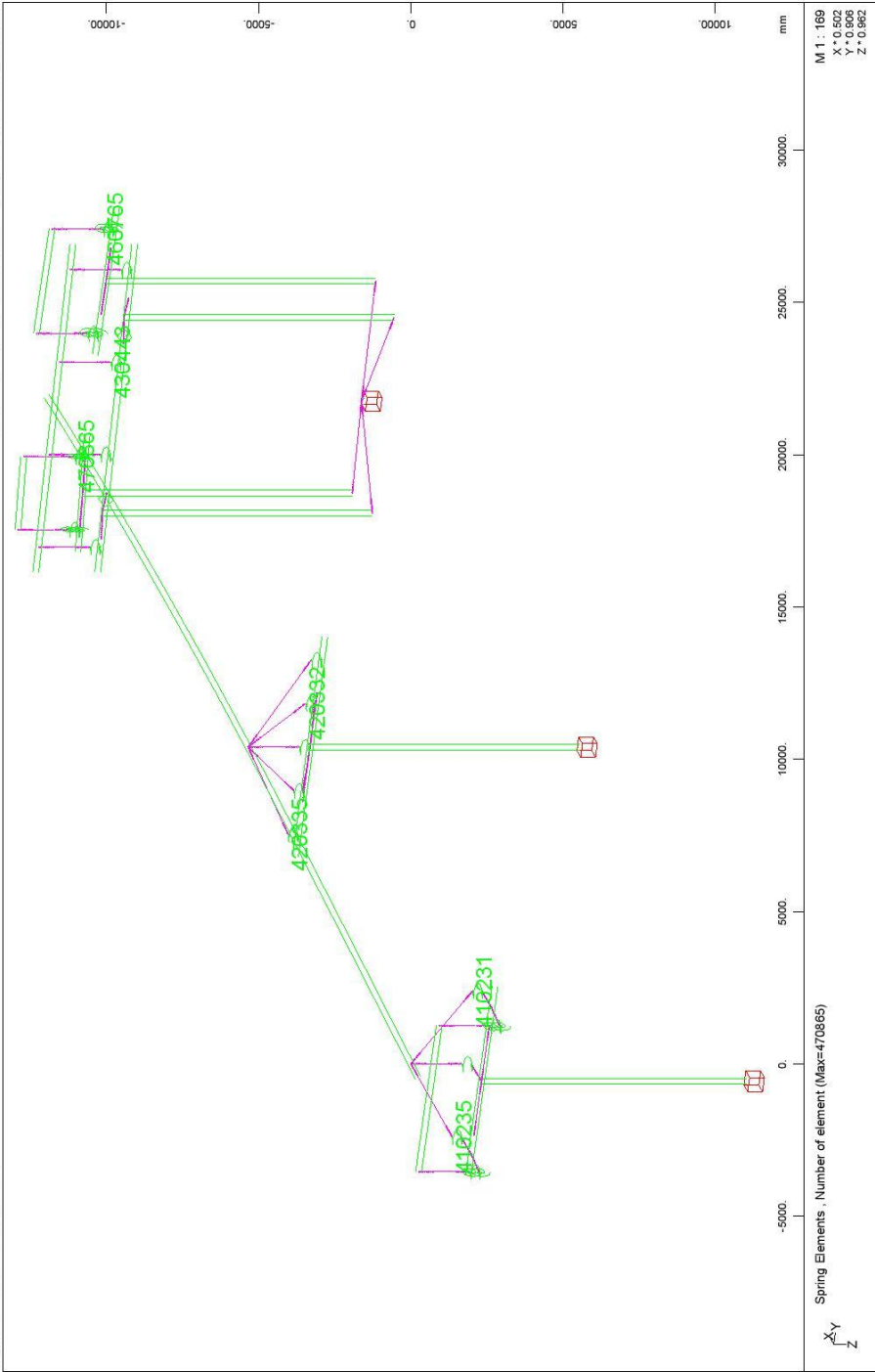


STRUCTURE 4
STRUCTURE

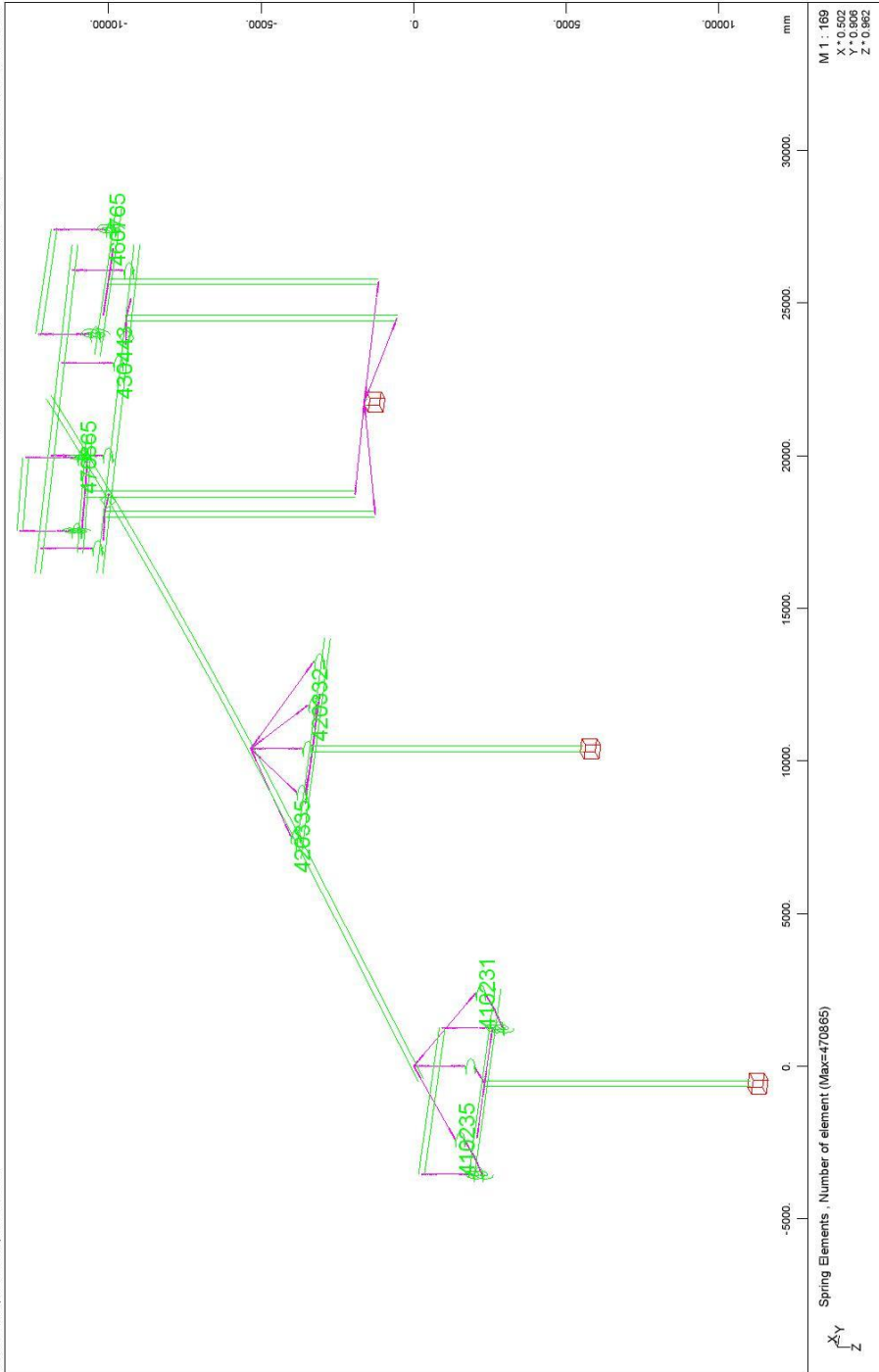




STRUCTURE 4
STRUCTURE



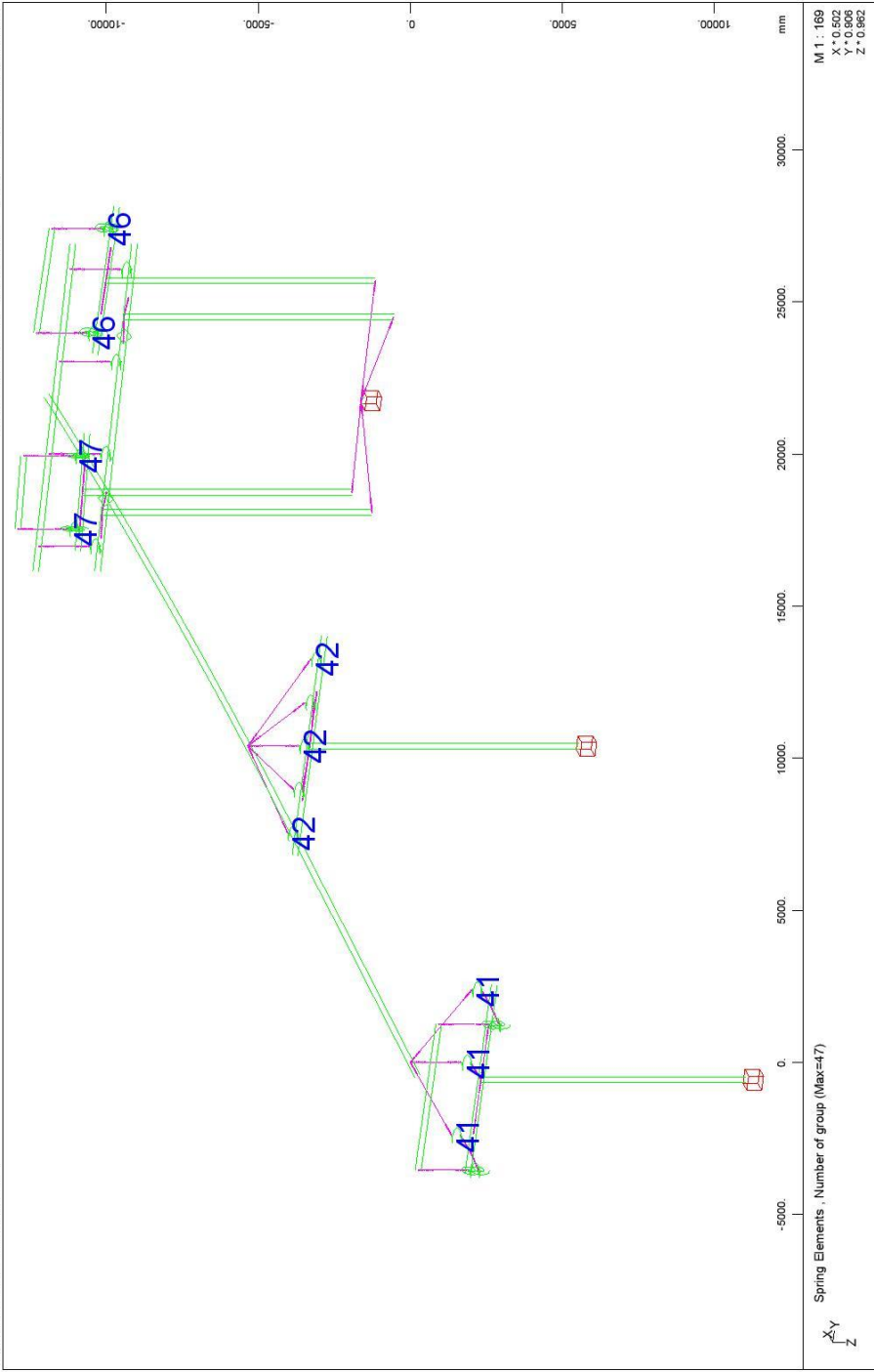
STRUCTURE 4
STRUCTURE



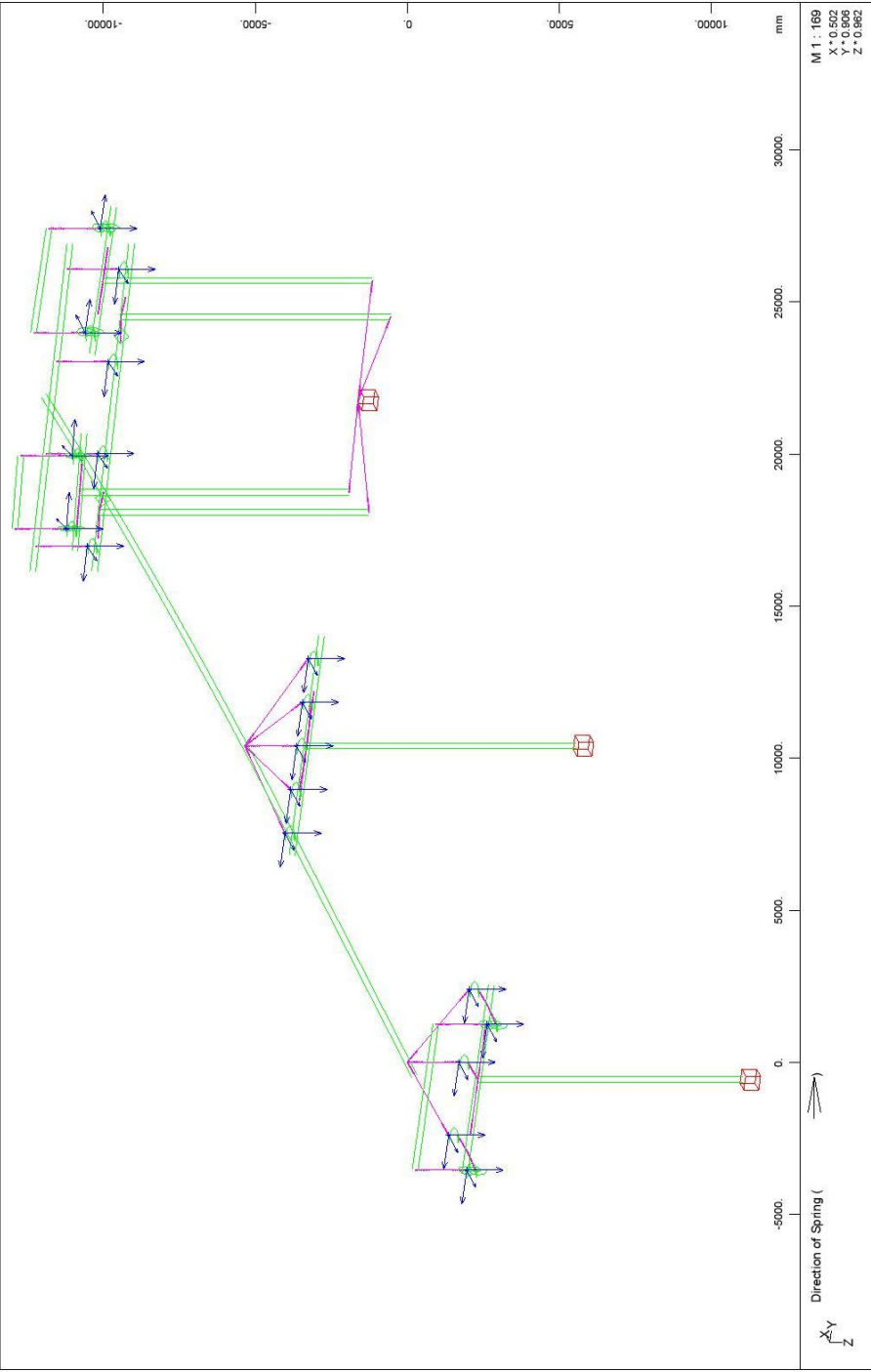
Spring Elements, Number of element (Max=470865)

M, 1 : 169
X : 0.982
Y : 0.982
Z : 0.982

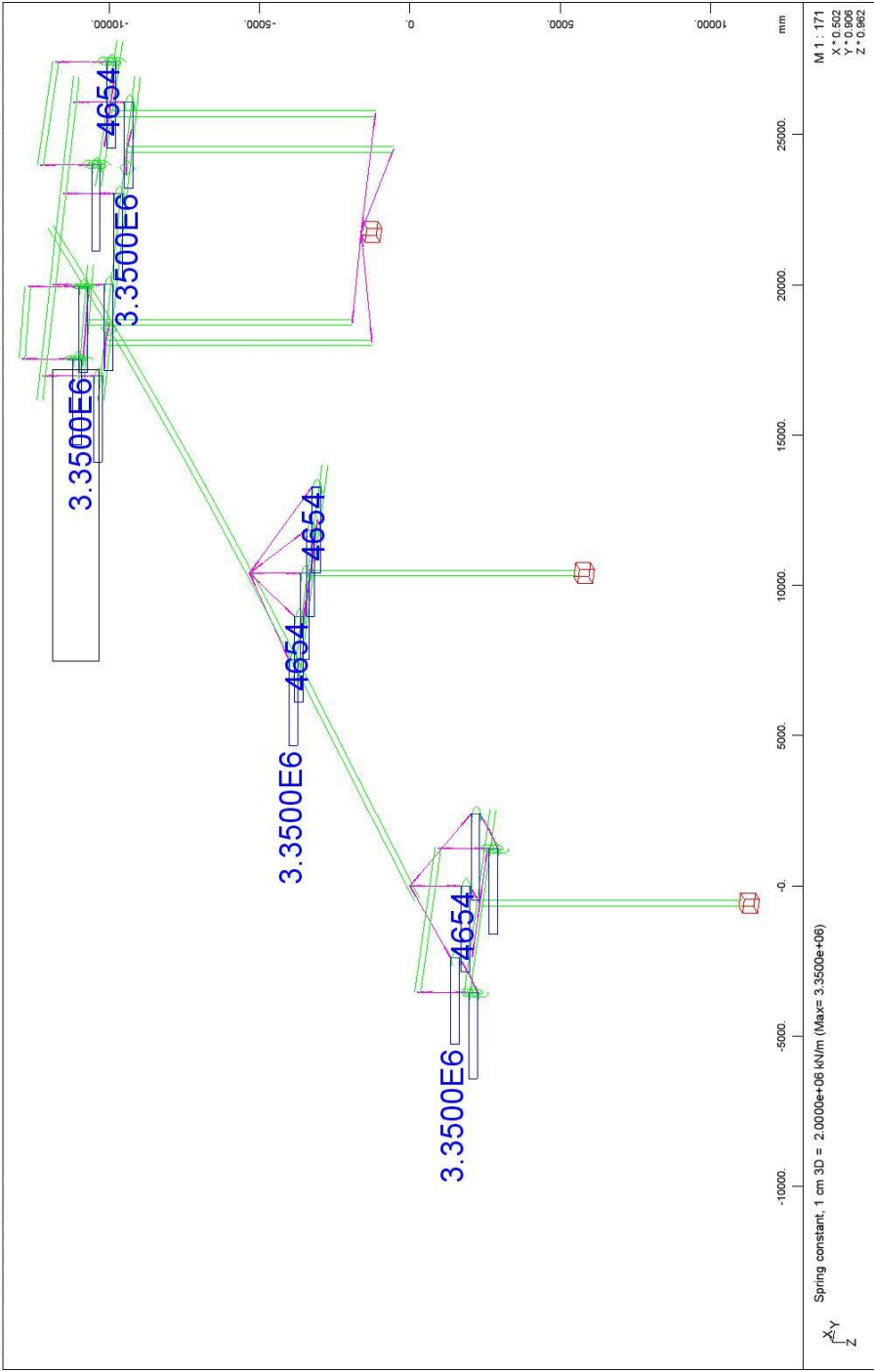
STRUCTURE 4
STRUCTURE



STRUCTURE 4
STRUCTURE

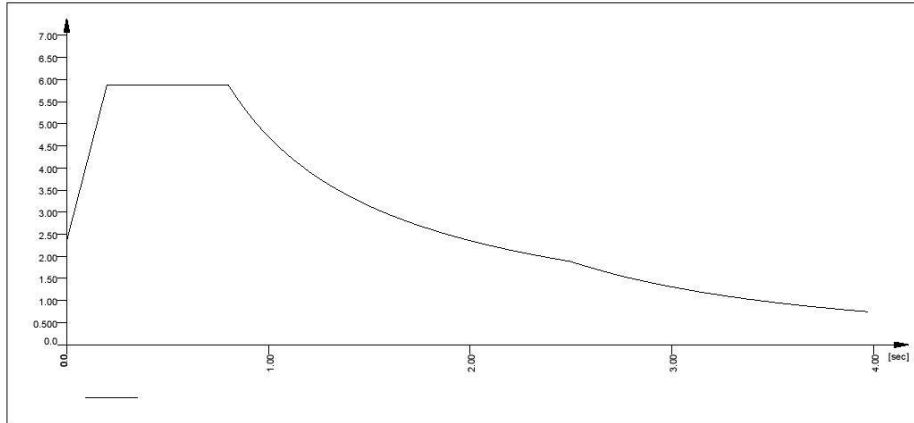


STRUCTURE 4
STRUCTURE



STRUCTURE 4
STRUCTURE

STRUCTURE 4
 DESIGN SPECTRA



Load Case 3998

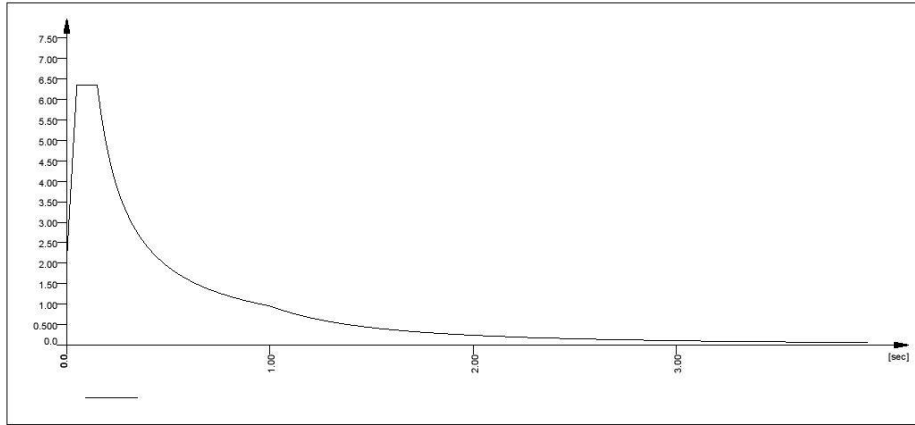
Factor forces and moments 1.000
 Factor dead weight DL-XX 0.000
 Factor dead weight DL-YY 0.000
 Factor dead weight DL-ZZ 0.000

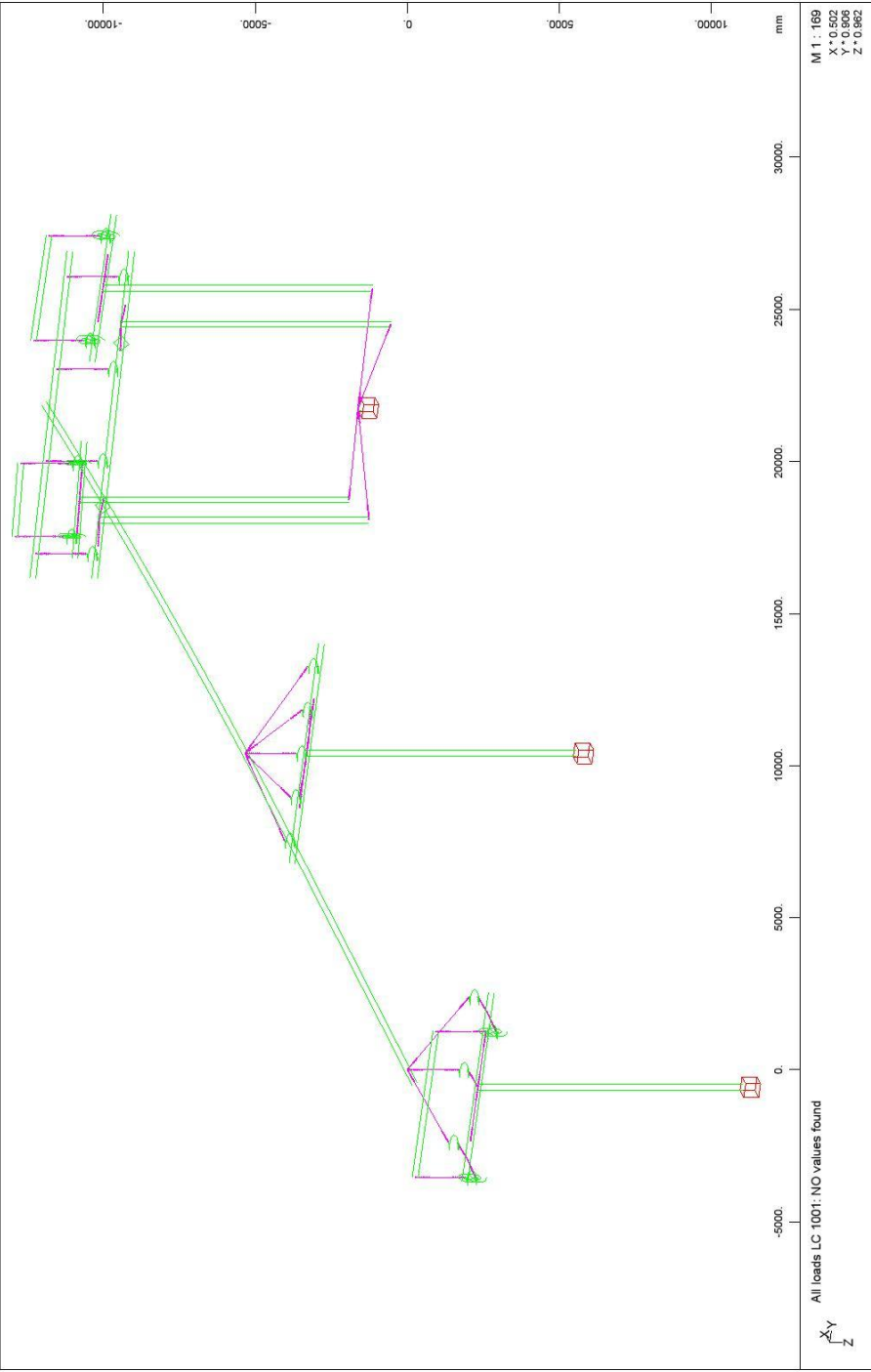
Response spectra ELASTIC SPECTRUM-Y

D[-]	SA[-]	SB[-]	MIN[-]	TB[sec]	TC[sec]	TD[sec]	TE[sec]	K1[-]	K2[-]	A[m/sec2]
auto										
	time	Factor	time	Factor	time	Factor	time	Factor	time	Factor
	[sec]	[-]	[sec]	[-]	[sec]	[-]	[sec]	[-]	[sec]	[-]
	0.000	2.354	0.200	5.886	0.790	5.886	0.800	5.886		
	0.834	5.646	0.868	5.425	0.902	5.220	0.936	5.031		
	0.970	4.854	1.004	4.690	1.038	4.536	1.072	4.393		
	1.106	4.258	1.140	4.131	1.174	4.011	1.208	3.898		
	1.242	3.791	1.276	3.690	1.310	3.595	1.344	3.504		
	1.378	3.417	1.412	3.335	1.446	3.256	1.480	3.182		
	1.514	3.110	1.548	3.042	1.582	2.976	1.616	2.914		
	1.650	2.854	1.684	2.796	1.718	2.741	1.752	2.688		
	1.786	2.637	1.820	2.587	1.854	2.540	1.888	2.494		
	1.922	2.450	1.956	2.407	1.990	2.366	2.024	2.326		
	2.058	2.288	2.092	2.251	2.126	2.215	2.160	2.180		
	2.194	2.146	2.228	2.113	2.262	2.082	2.296	2.051		
	2.330	2.021	2.364	1.992	2.398	1.964	2.432	1.936		
	2.466	1.909	2.500	1.884	2.530	1.839	2.560	1.796		
	2.590	1.755	2.620	1.715	2.650	1.676	2.680	1.639		
	2.710	1.603	2.740	1.568	2.770	1.534	2.800	1.502		
	2.830	1.470	2.860	1.439	2.890	1.409	2.920	1.381		
	2.950	1.353	2.980	1.326	3.010	1.299	3.040	1.274		
	3.070	1.249	3.100	1.225	3.130	1.202	3.160	1.179		
	3.190	1.157	3.220	1.135	3.250	1.115	3.280	1.094		
	3.310	1.074	3.340	1.055	3.370	1.037	3.400	1.018		
	3.430	1.001	3.460	0.983	3.490	0.966	3.520	0.950		
	3.550	0.934	3.580	0.919	3.610	0.903	3.640	0.888		
	3.670	0.874	3.700	0.860	3.730	0.846	3.760	0.833		
	3.790	0.820	3.820	0.807	3.850	0.794	3.880	0.782		
	3.910	0.770	3.940	0.758	3.970	0.747				

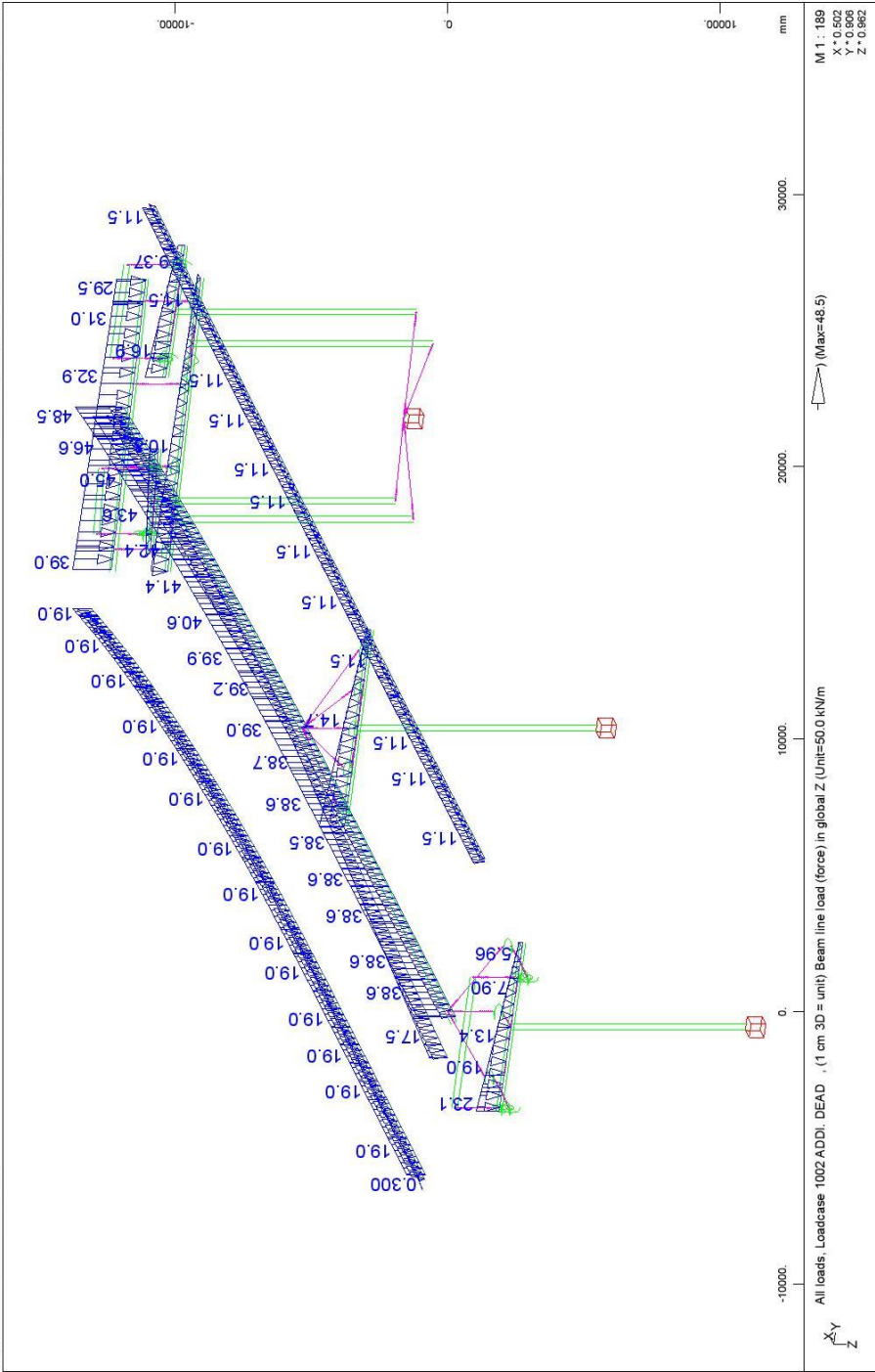
SOFiSTiK AG - www.sofistik.com

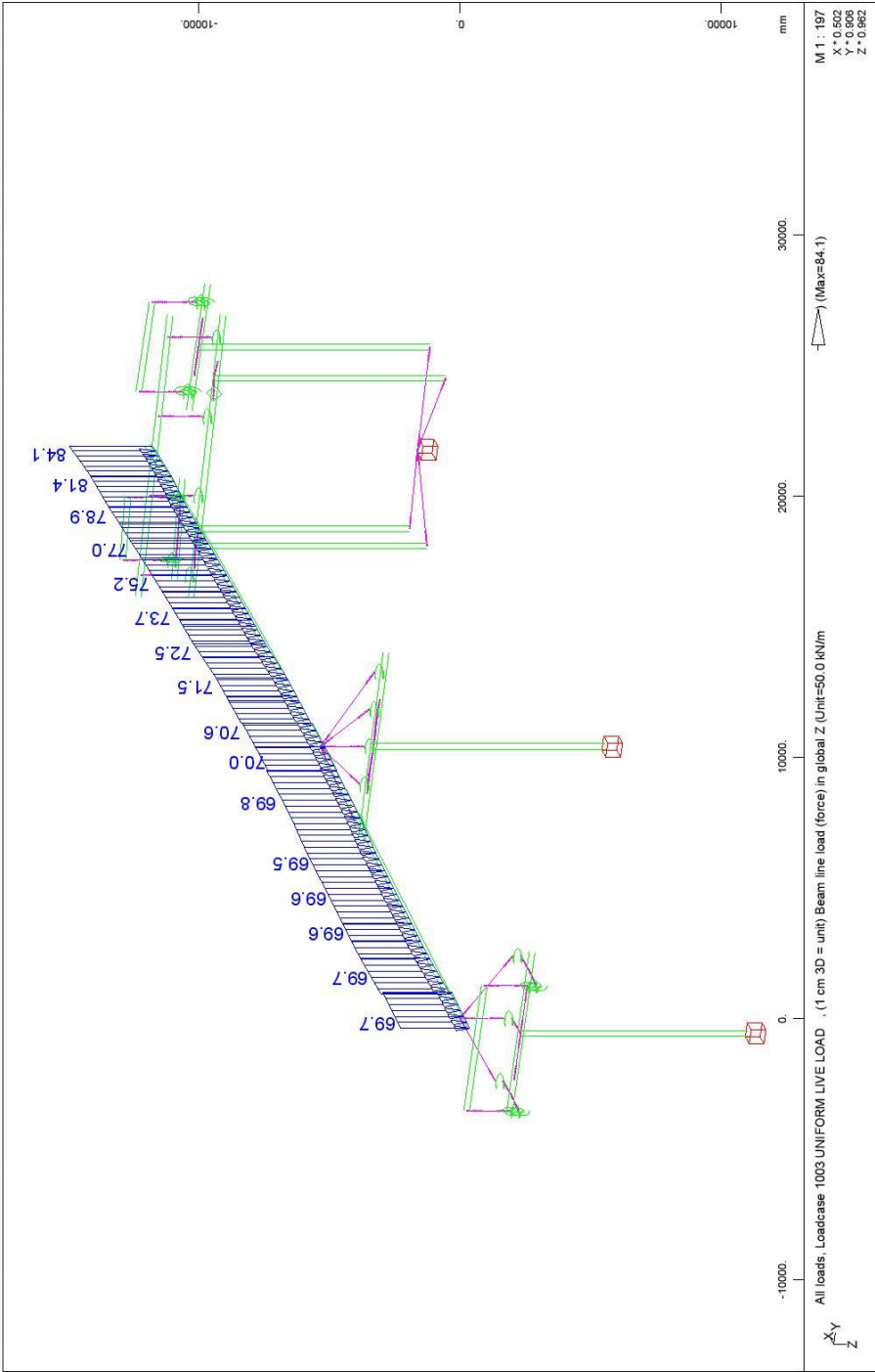
STRUCTURE 4
DESIGN SPECTRA



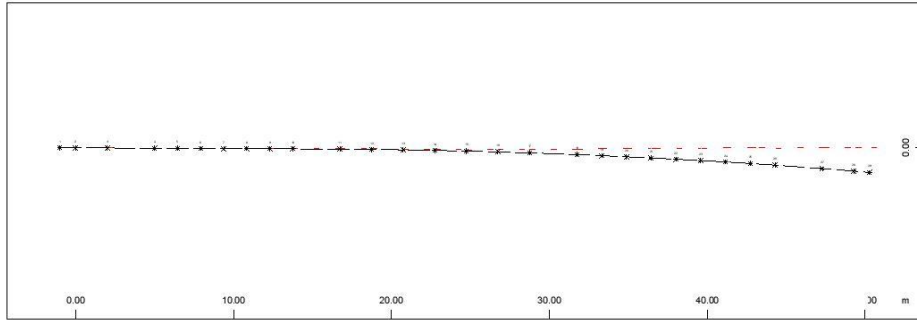


STRUCTURE 4
LOADS



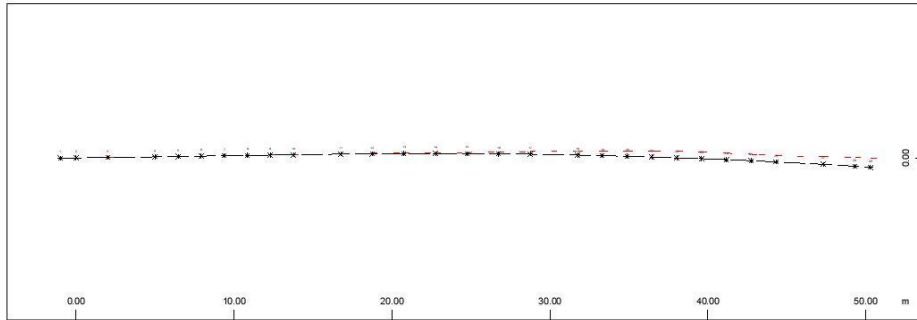


STRUCTURE 4
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS



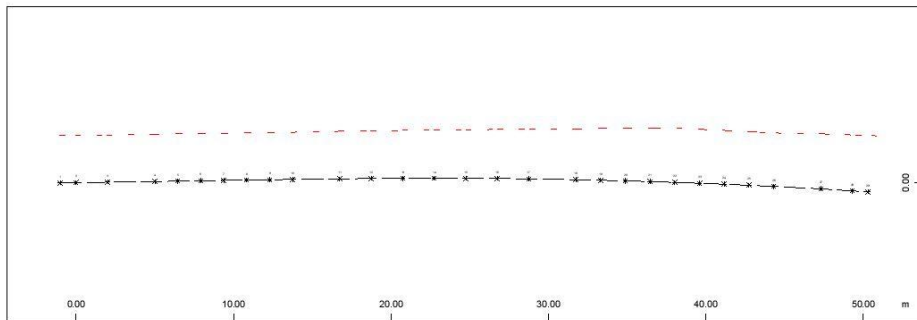
Neighbour nodes to lane LAXI.1 (DX = 0.500)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	



Neighbour nodes to lane LAXI.2 (DX = 0.500)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	

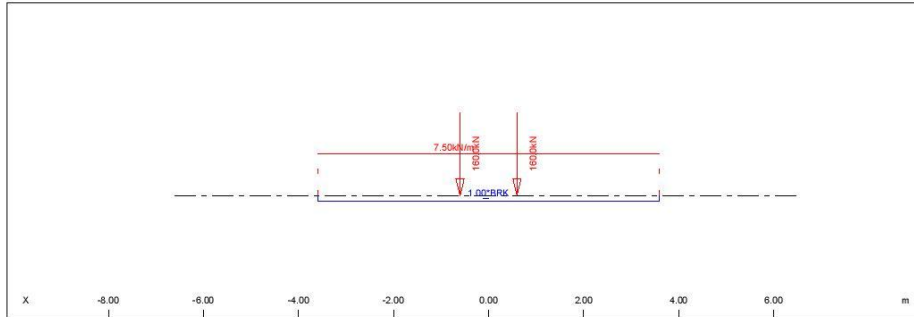


Neighbour nodes to lane LAXI.3 (DX = 0.500)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS



Load elements of Load Train

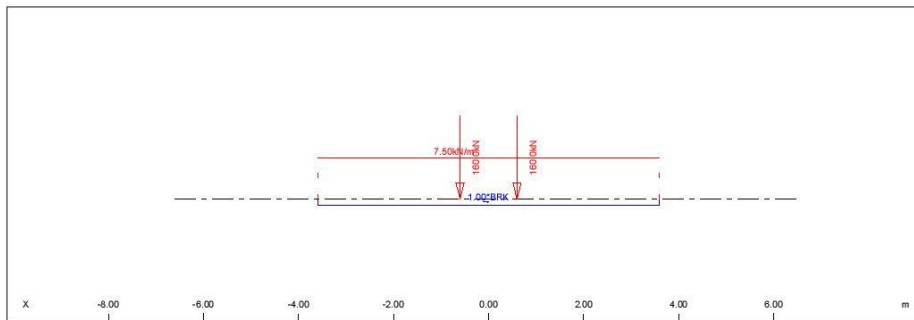
	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
P	7.50	1.0*BRK	0.00	7.50	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
E	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	0.600		0.000	0.000	b/1-Wh	0.400	0.400
										0.000	-2.000	
										b/1-Wh	0.400	0.400

Load Train 201 (L) TS 200kN

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

Load Train

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



Load elements of Load Train

	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
P	7.50	1.0*BRK	0.00	7.50	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	

SOFiSTiK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS

Load elements of Load Train

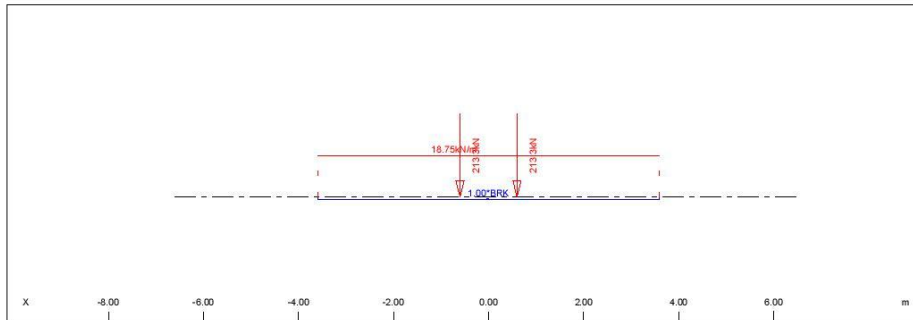
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
E	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	-0.600	0.000	0.000	0.000	-2.000
E	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	0.600	0.000	0.000	b/1-Wh	0.400
									b/1-Wh	0.400

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



Load elements of Load Train

	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
P	18.75	1.0*BRK	0.00	18.75	0.0		0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	
E		[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[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	0.000	-2.000	b/1-Wh	0.400
											b/1-Wh	0.400

Load Train 300 (L) TS 300kN

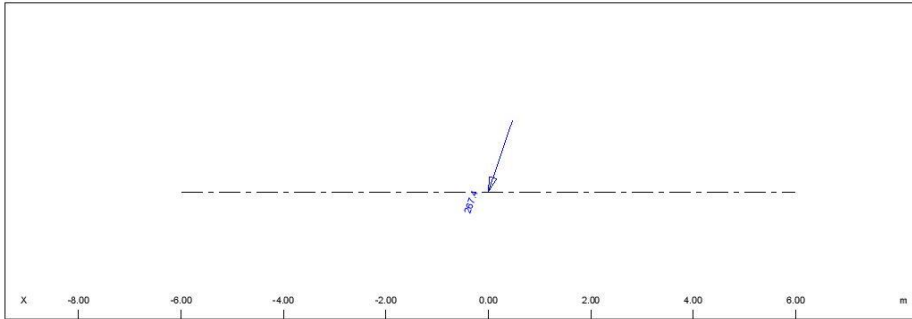
unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

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 1.5 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]
 Loading travels in both directions

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 DEFINITION OF TRAFFIC LANES AND LOAD TRAINS

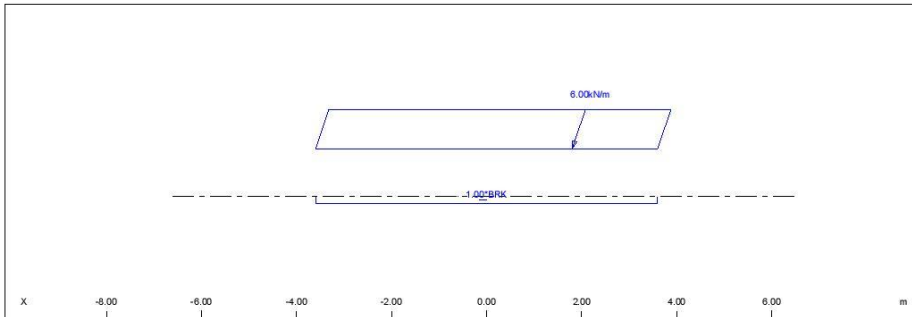


Load elements of Load Train

	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
E	0.0	0.0	267.4	0.0	0.0	0.000		0.000	0.000	0.000		

Load Train 999 (L) WIND ON LANE
 unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train
 LM1 / 300 EN 1991-3 Load model LM1
 Load Train 300.000 [-]
 Wind Pressure 3.00 [kN/m2]
 Wind Load Height 2.000 [m]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]
 Loading travels in both directions
 Wind loading in unfavourable direction



Load elements of Load Train

	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
p	0.00	1.0*BRK	6.00	0.00	0.0			0.000	1.000	0.000	3.000	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
										b/1-wh	0.400	0.400
										b/1-wh	0.400	0.400

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

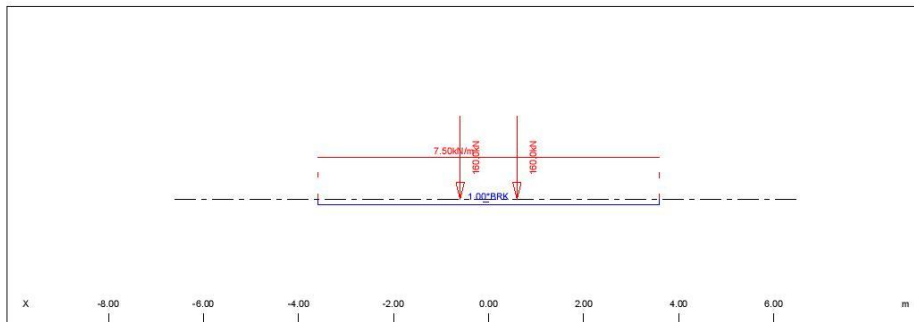
STRUCTURE 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

Load Train 200 (L) TS 200kN

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

Load Train

LM1 / 200 EN 1991-3 Load model LM1
 Load Train 200.000 [-]
 Axle load 160.0 [kN]
 Traffic Lane 2.50 [kN/m2]
 Residual Area 2.50 [kN/m2]
 Brake load 1.5 [kN]
 Total factor 1.000 [-]
 Width of loading 3.000 [m]
 Fact.centrifugal 1.000 [-]



Load elements of Load Train

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

Load Train 201 (L) TS 200kN

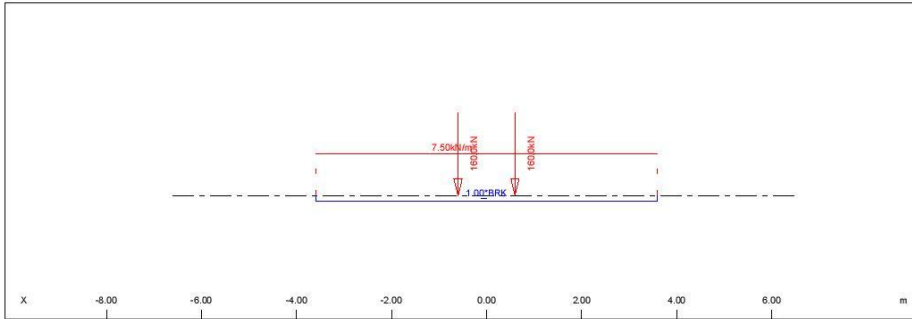
unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

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

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES



Load elements of Load Train

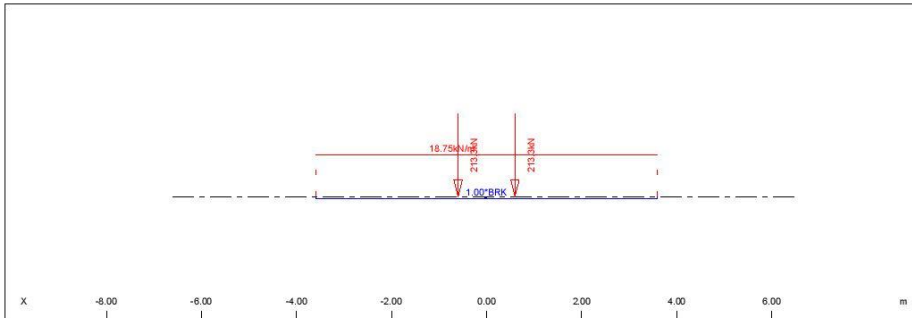
	Pv	P1	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
P	7.50	1.0*BRK	0.00	7.50	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
E	160.0											
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
E	160.0	0.0	0.0	160.0	1.0	0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
									b/1-Wh		0.400	0.400
									b/1-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/m ²]
Residual Area	6.25	[kN/m ²]
Brake load	1.5	[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	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
P	18.75	1.0*BRK	0.00	18.75	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	

SOFiSTiK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

Load elements of Load Train

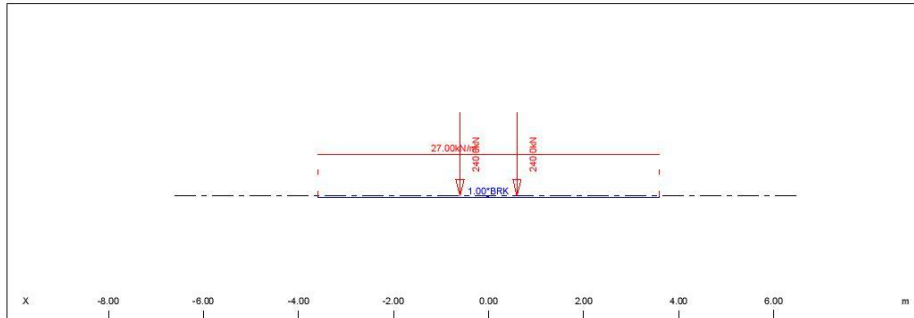
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
E	213.3	0.0	0.0	213.3	1.0	-0.600	0.000	0.000	0.000	-2.000
									b/1-Wh	0.400
E	213.3	0.0	0.0	213.3	1.0	0.600	0.000	0.000	0.000	-2.000
									b/1-Wh	0.400

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 1.5 [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

	Pv [kN/m]	Pl [kN/m]	Pw [kN/m]	Pf [kN/m]	ffav [-]	X [m]	L [m]	y [m]	hw [m]	hs [m]	b [m]	cont@
P	27.00	1.0*BRK	0.00	27.00	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	
E	240.0	0.0	0.0	240.0	1.0	-0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/1-Wh	0.400
E	240.0	0.0	0.0	240.0	1.0	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/1-Wh	0.400

Load Train 301 (L) TS 300kN

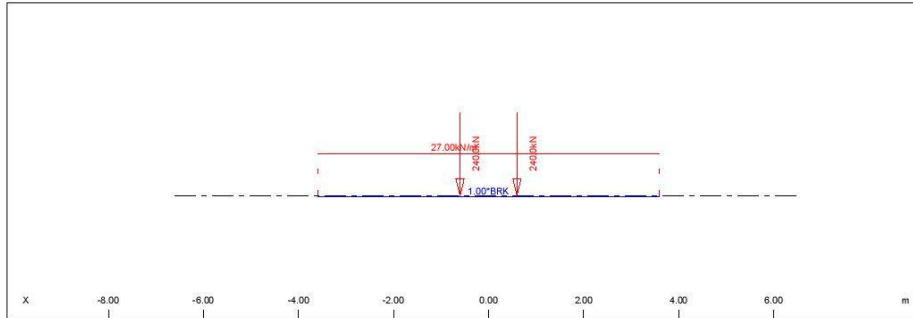
unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

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 [-]

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES



Load elements of Load Train

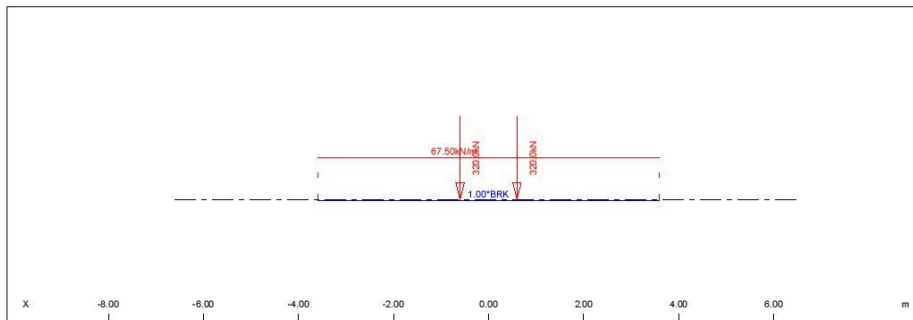
	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
P	27.00	1.0*BRK	0.00	27.00	0.0		0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	
E												
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]						
E	240.0	0.0	0.0	240.0	1.0	-0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.000	
E	240.0	0.0	0.0	240.0	1.0	0.600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

Load Train 302 (L) TS 300kN

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

Load Train

LM1 / 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 1.5 [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

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

Load elements of Load Train

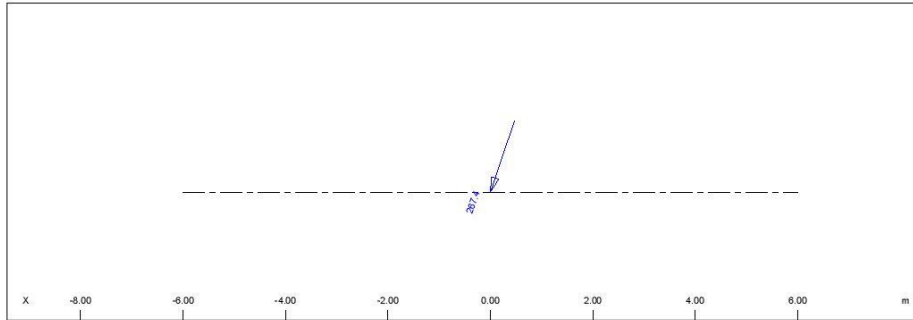
	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
P	67.50	1.0*BRK	0.00	67.50	0.0			0.000	0.000	0.000	3.000	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
E	320.0	0.0	0.0	320.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
											b/1-wh	0.400
E	320.0	0.0	0.0	320.0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

Load Train 998 (L) TRANS. BRAKING & CENTRIFUGAL

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

Load Train

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



Load elements of Load Train

	Pv	Pl	Pw	Pf	ffav	X	L	y	hw	hs	b	cont@
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
E	0.0	0.0	267.4	0.0	0.0	0.000		0.000	0.000	0.000		

Load Train 999 (L) WIND ON LANE

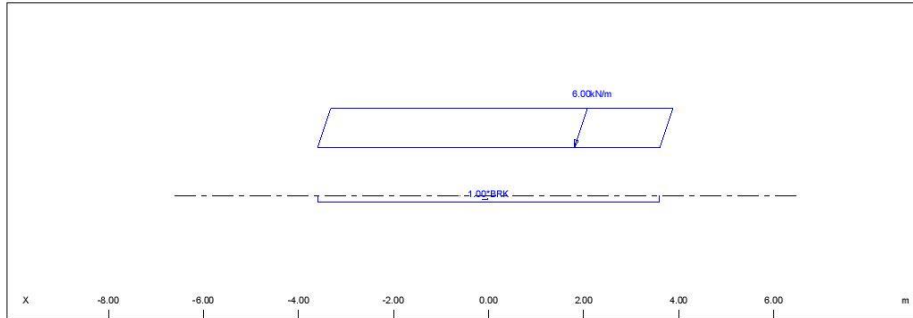
unfavourable safety factor 1.500
 favourable safety factor 0.000
 Combination coefficient psi-0 0.750 (rare)
 Combination coefficient psi-1' 0.800 (non frequent)
 Combination coefficient psi-1 0.750 (frequent)
 Combination coefficient psi-2 0.200 (permanent)

Load Train

LM1 / 300 EN 1991-3 Load model LM1
 Load Train 300.000 [-]
 Wind Pressure 3.00 [kN/m2]
 Wind Load Height 2.000 [m]
 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 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

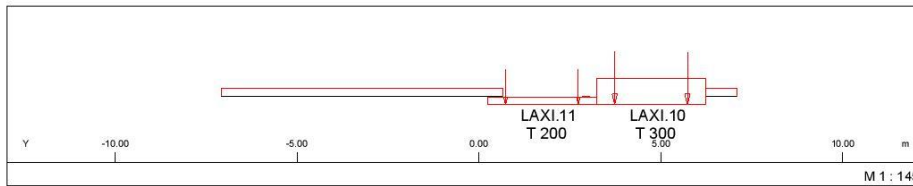


Load elements of Load Train

	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	0.00	1.0*BRK	6.00	0.00	0.0		0.000	1.000	0.000	3.000		
E	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	
E	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.600		0.000	0.000	0.000	-2.000	b/l-Wh 0.400 0.400

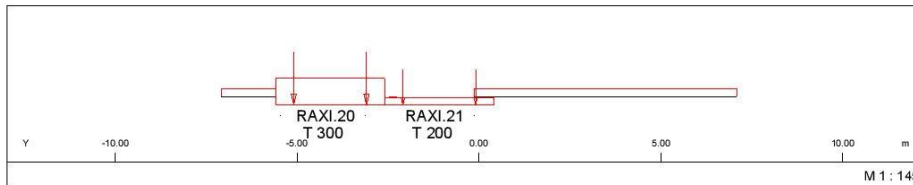
Evaluation : Case 1 Traffic-CHAR.

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



Evaluation : Case 2 Traffic-CHAR.

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

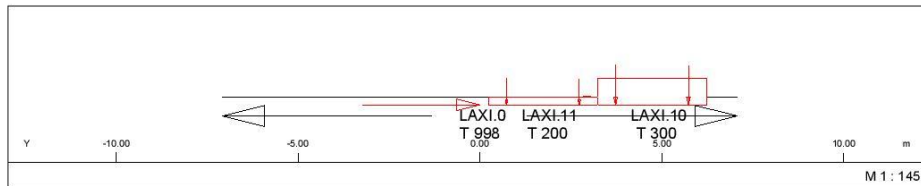
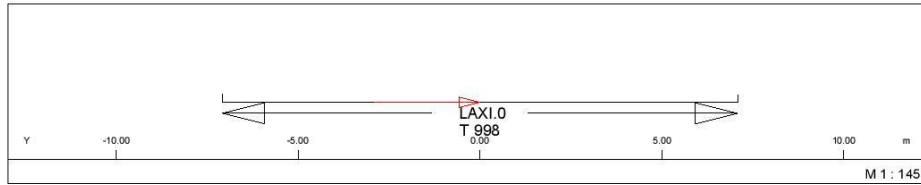


Evaluation : Case 3 Traffic-CHAR.

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

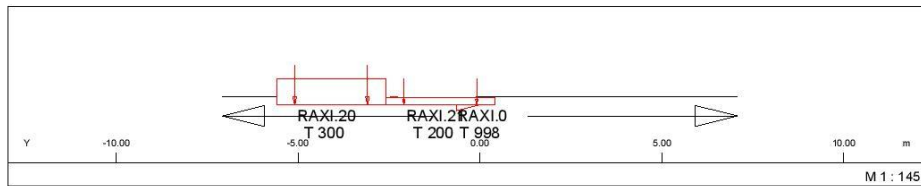
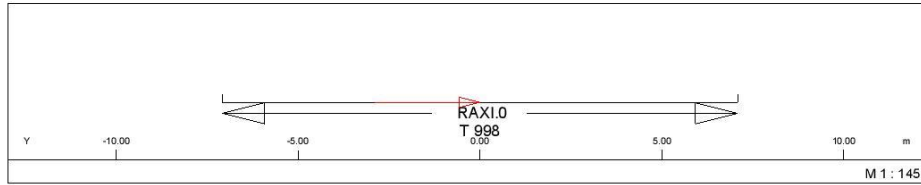
SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES



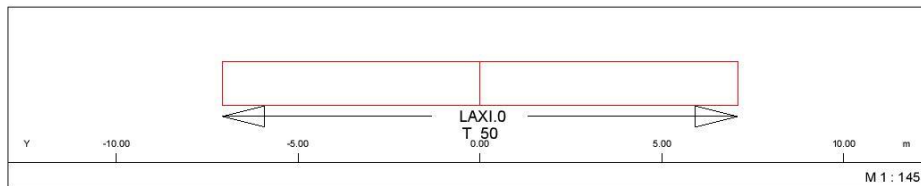
Evaluation : Case 4 Traffic-CHAR.

Lane	LC	fact	p[kN/m2]	v[km/h]	yex[m]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
RAXI.0	998	TRANS. BRAKING &	1.00	0.00	0.0	0.000		synchronized with RAXI.20
RAXI.20	300	TS 300kN	1.00	1.00	0.0	0.000		
RAXI.21	200	TS 200kN	1.00	1.00	0.0	0.000		synchronized with RAXI.20



Evaluation : Case 5 Traffic-CHAR.

Lane	LC	fact	p[kN/m2]	v[km/h]	yex[m]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
LAXI.0	50	LM4 5kN/m2	1.00	5.00	0.0	0.000		

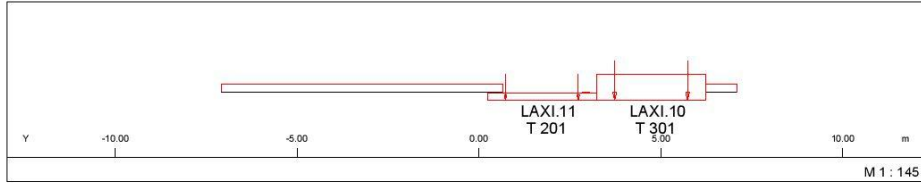


Evaluation : Case 1 Traffic-FREQ.

Lane	LC	fact	p[kN/m2]	v[km/h]	yex[m]	Smin[-]	Smax[-]	Sdel
LAXI.10	301	TS 300kN	1.00	1.00	0.0	0.000		
LAXI.11	201	TS 200kN	1.00	1.00	0.0	0.000		synchronized with LAXI.10

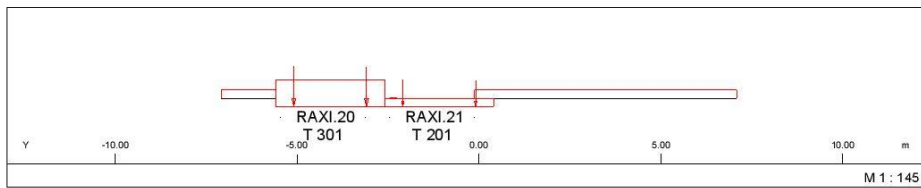
SOFISTIK A.G. - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES



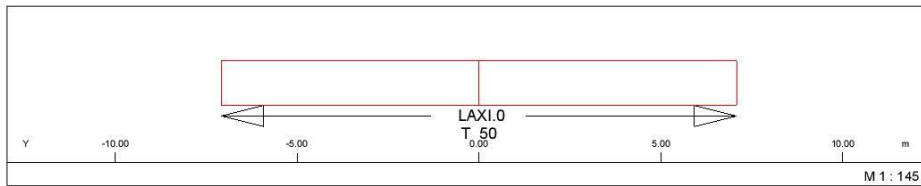
Evaluation : Case 2 Traffic-FREQ.

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



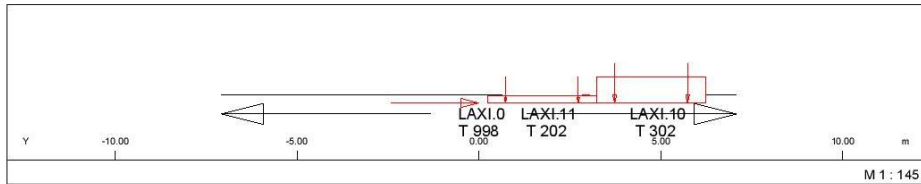
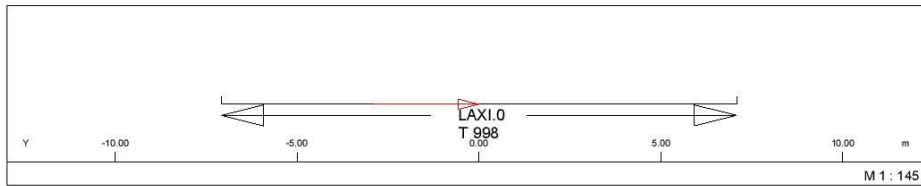
Evaluation : Case 3 Traffic-FREQ.

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



Evaluation : Case 1 TRAFFIC-BEARINGS REPLACEMENT

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

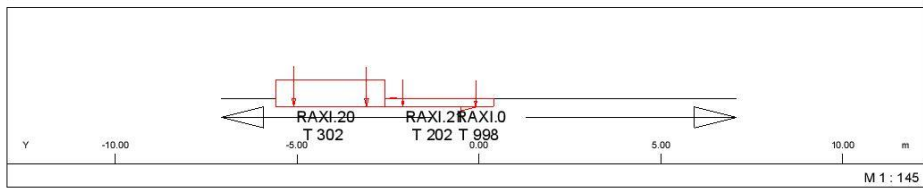
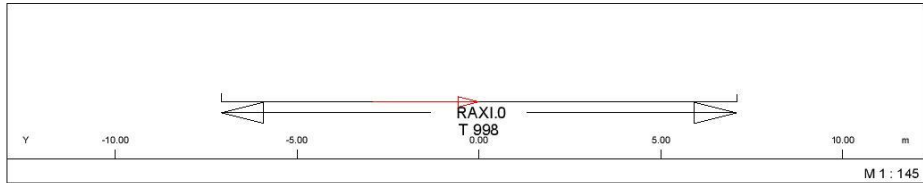


SOFISTIK AG - www.sofistik.com

STRUCTURE 4
 TRAFFIC LOAD ENVELOPES

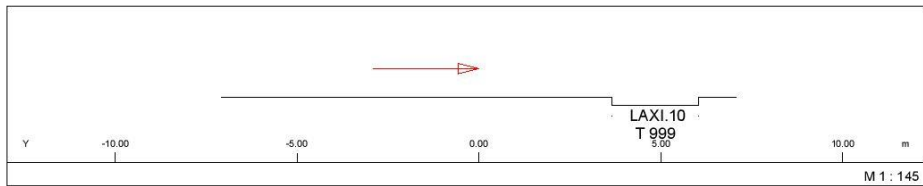
Evaluation : Case 2 TRAFFIC-BEARINGS REPLACEMENT

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



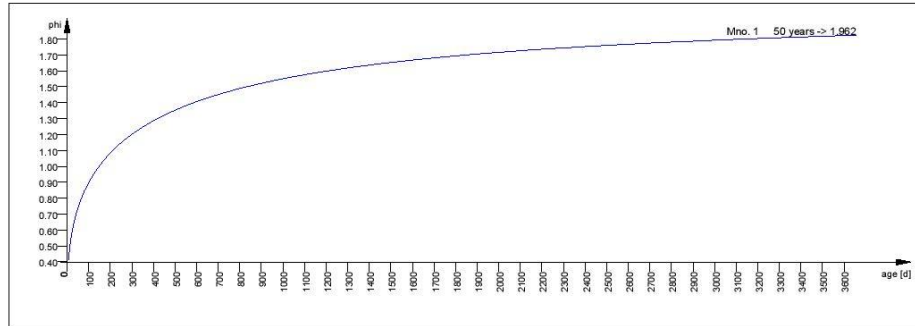
Evaluation : Case 1 WIND LOAD ON TRAFFIC LANES

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

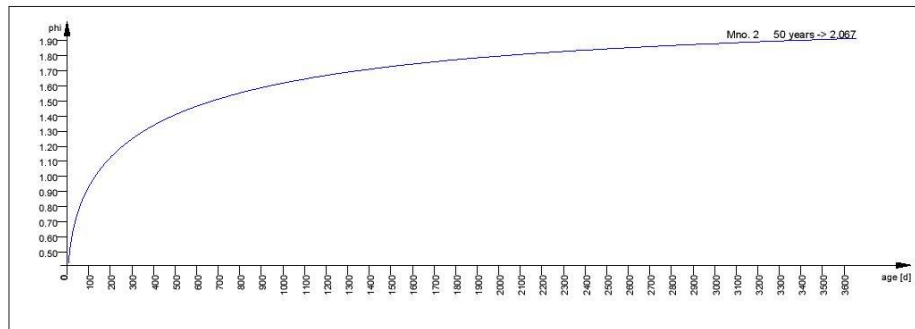


SOFISTIK AG - www.sofistik.com

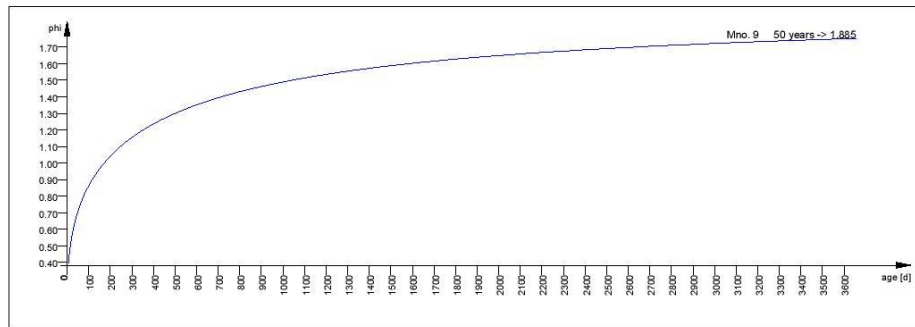
STRUCTURE 4
 CONSTRUCTION STAGES



Creep development material no. 2 deff= 1.588 m T0= 7 d Temp= 20 ° RH= 70



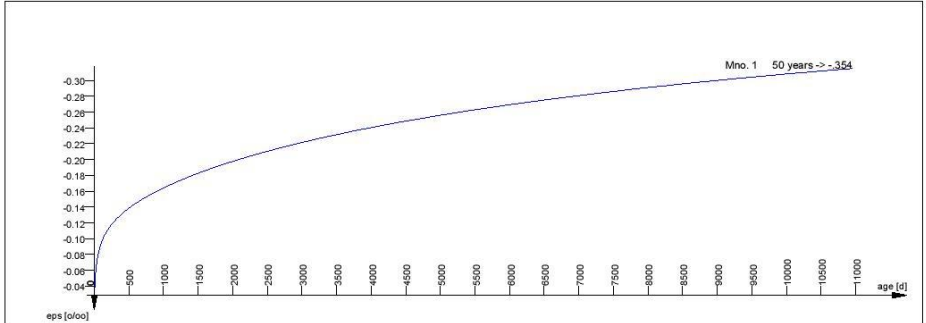
Creep development material no. 9 deff= 1.364 m T0= 7 d Temp= 20 ° RH= 70



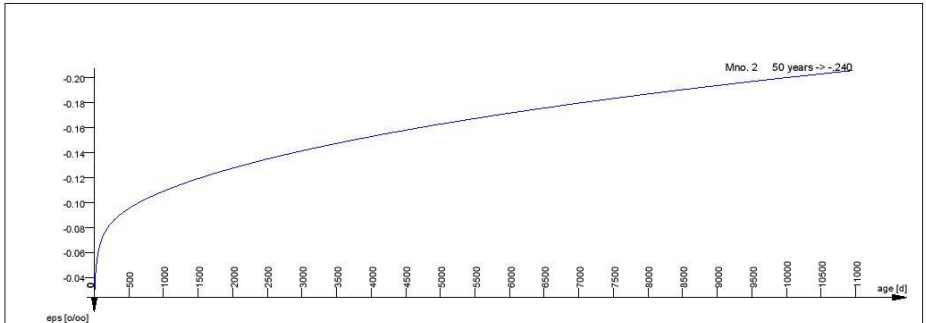
Shrinkage development material no. 1 deff= 0.759 m Temp= 20 ° RH= 70

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

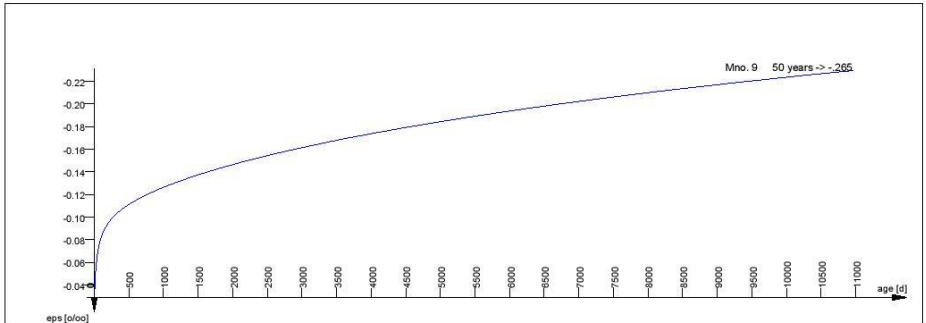
STRUCTURE 4
 CONSTRUCTION STAGES



Shrinkage development material no. 2 deff= 1.588 m Temp= 20 ° RH= 70

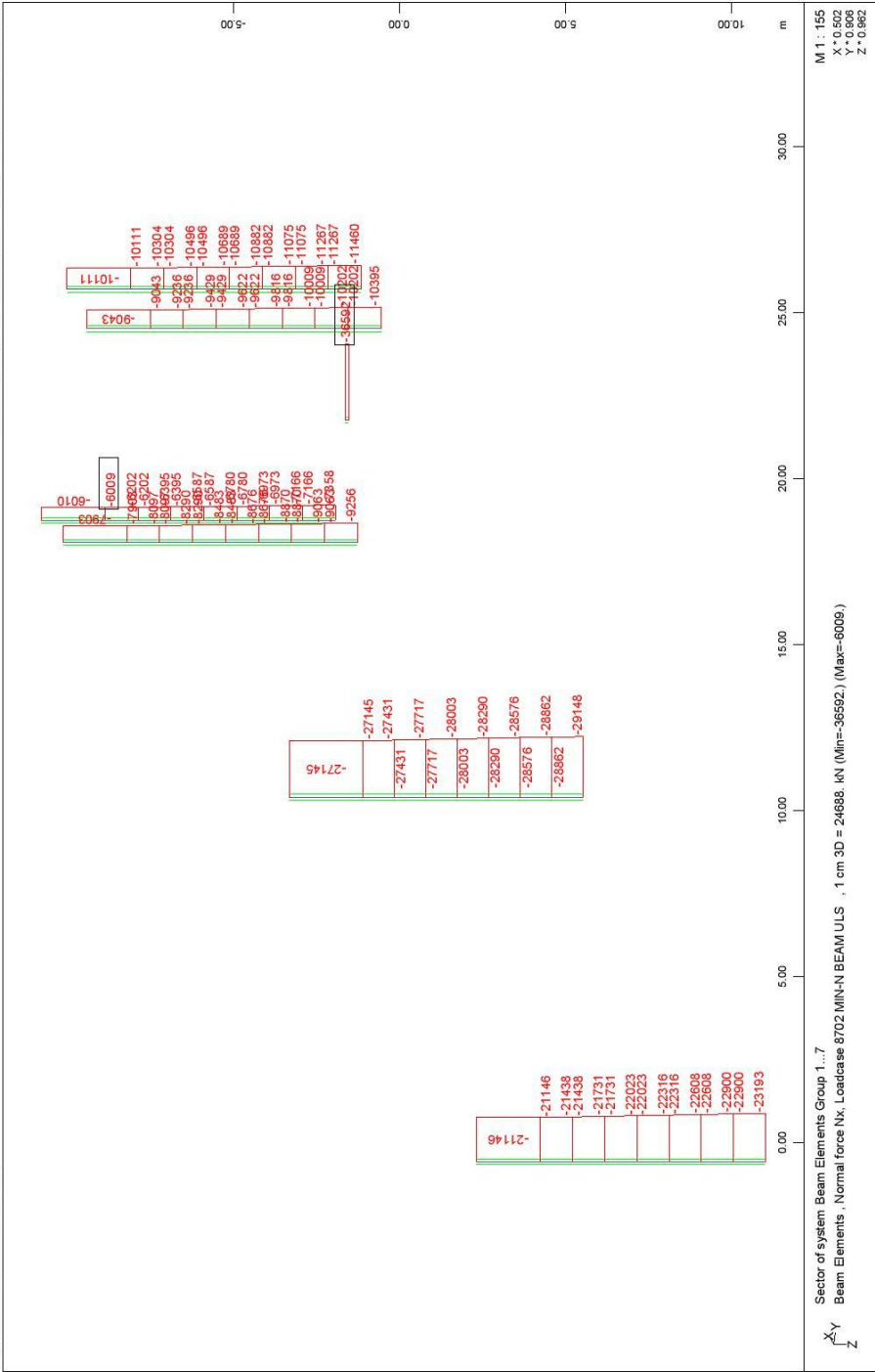


Shrinkage development material no. 9 deff= 1.364 m Temp= 20 ° RH= 70

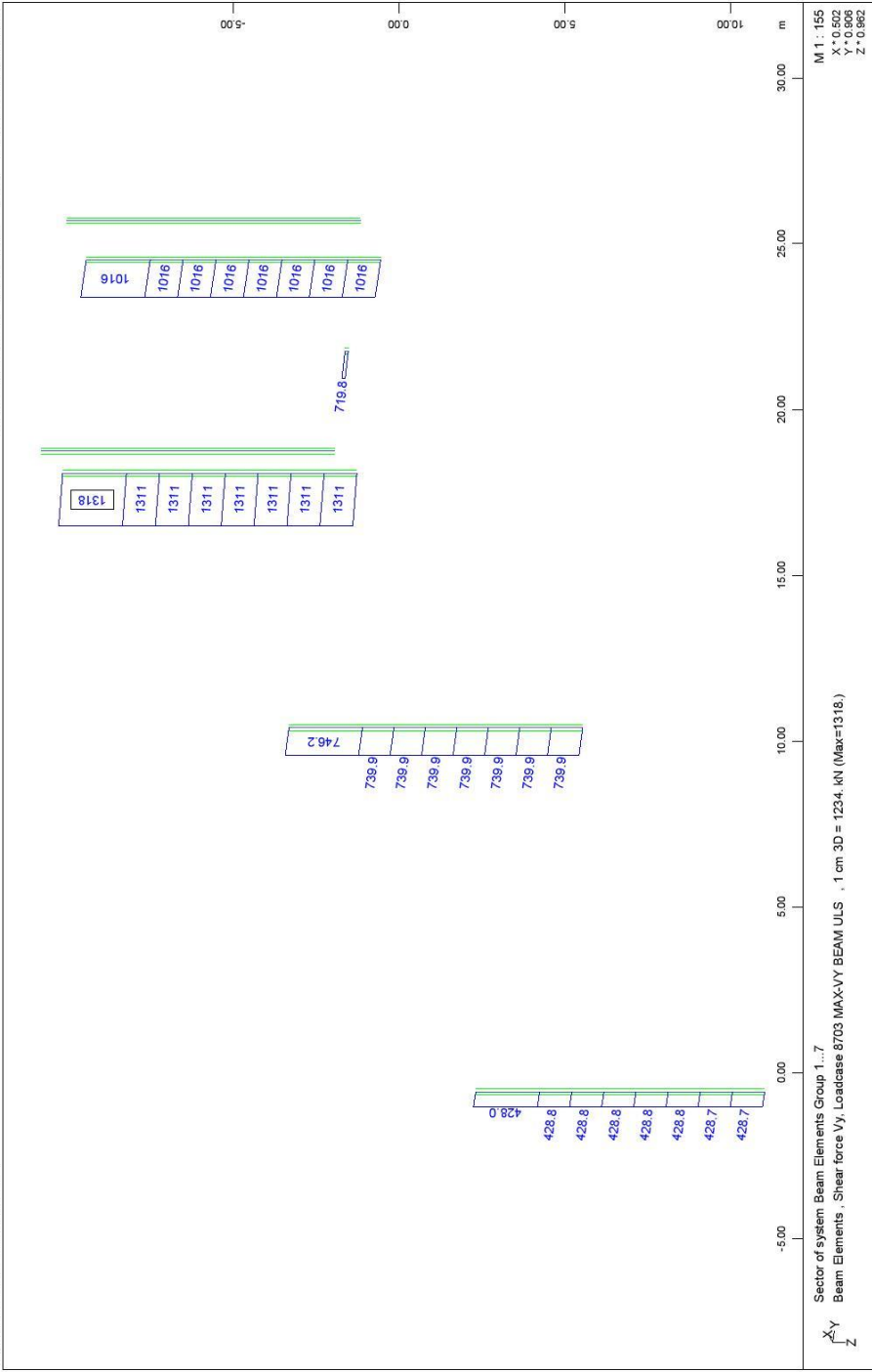


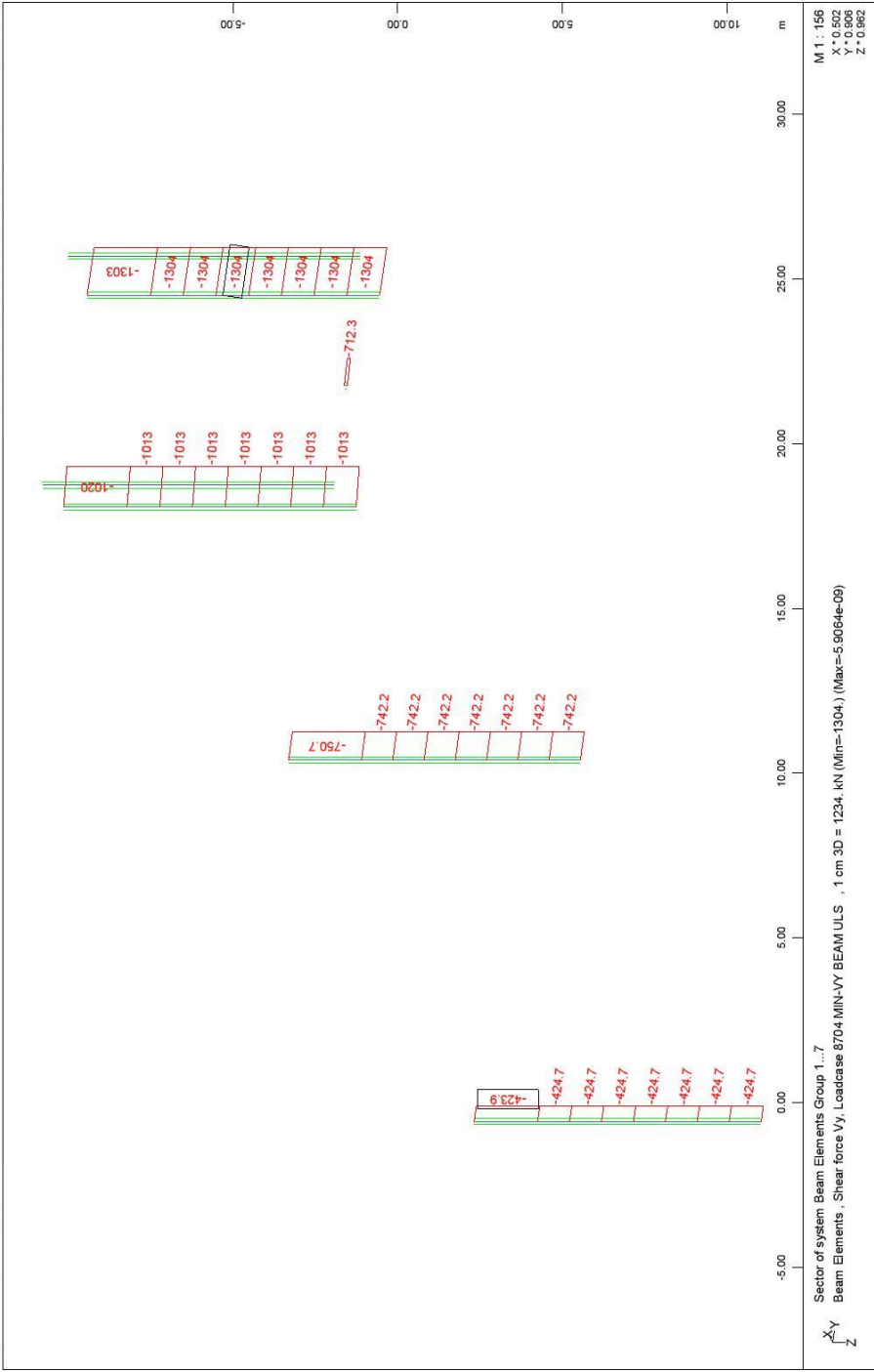
Creep values are evaluated according to the design code of the database.

SOFISTIK AG - www.sofistik.com

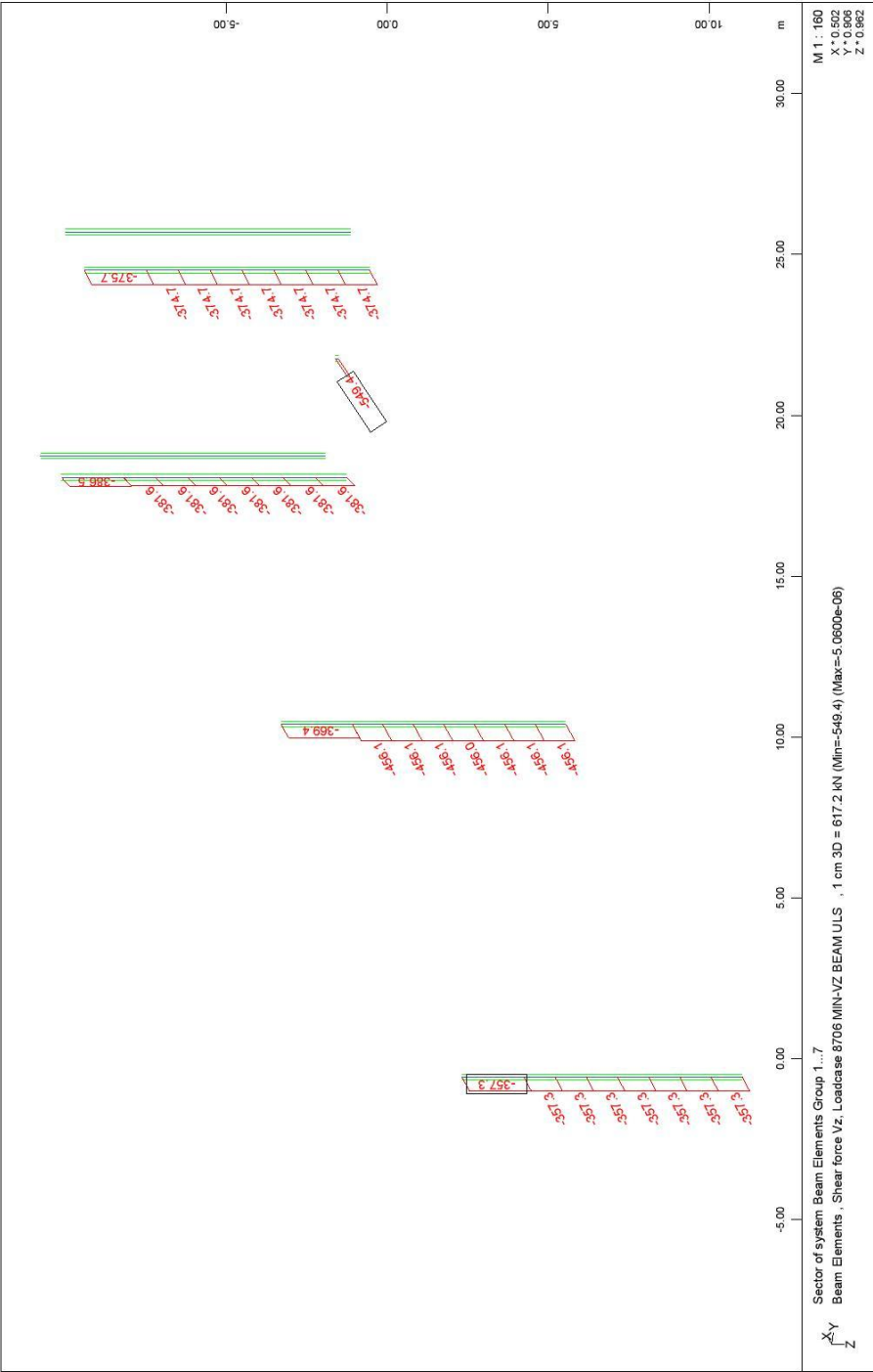


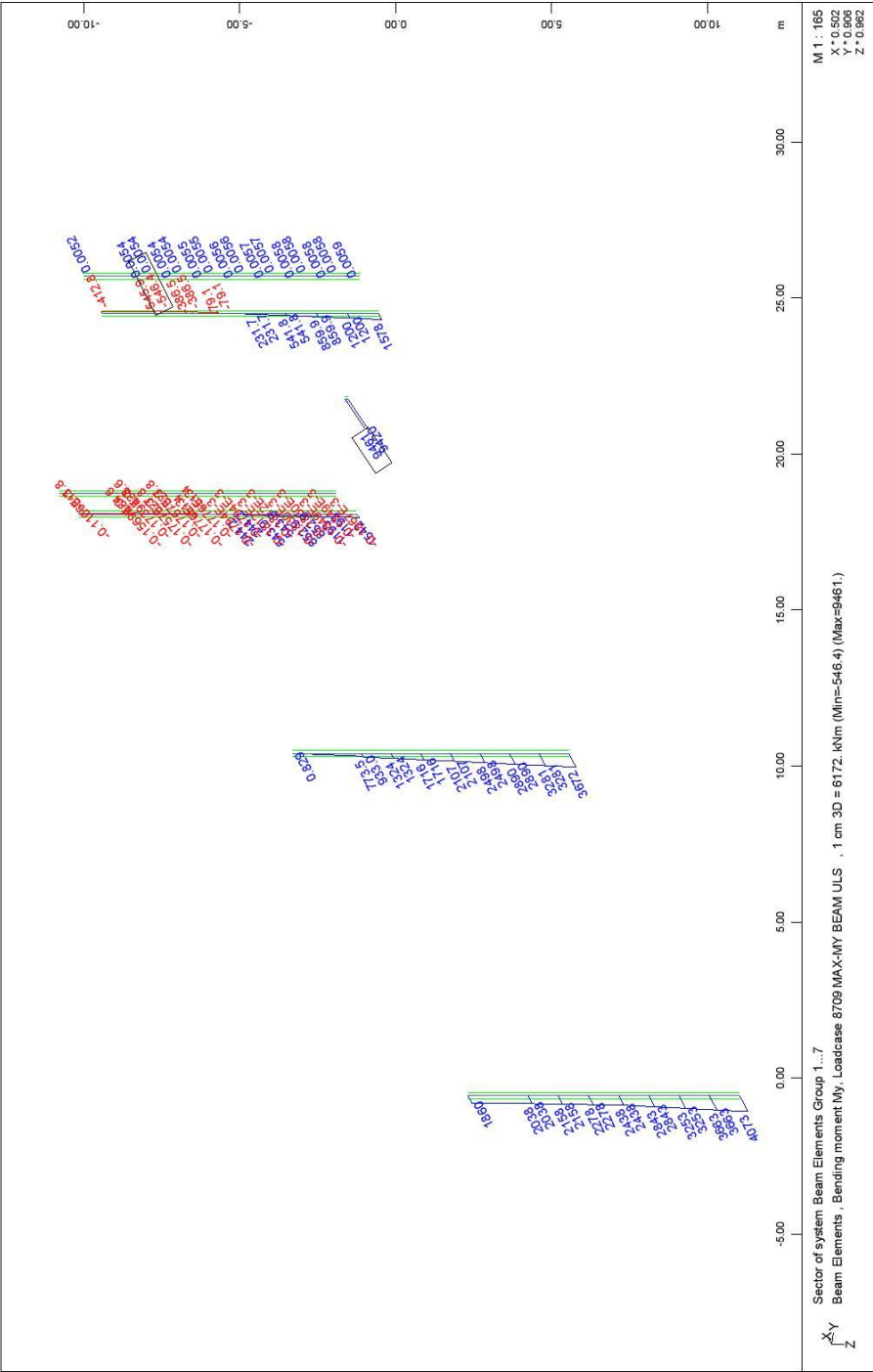
STRUCTURE 4
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN



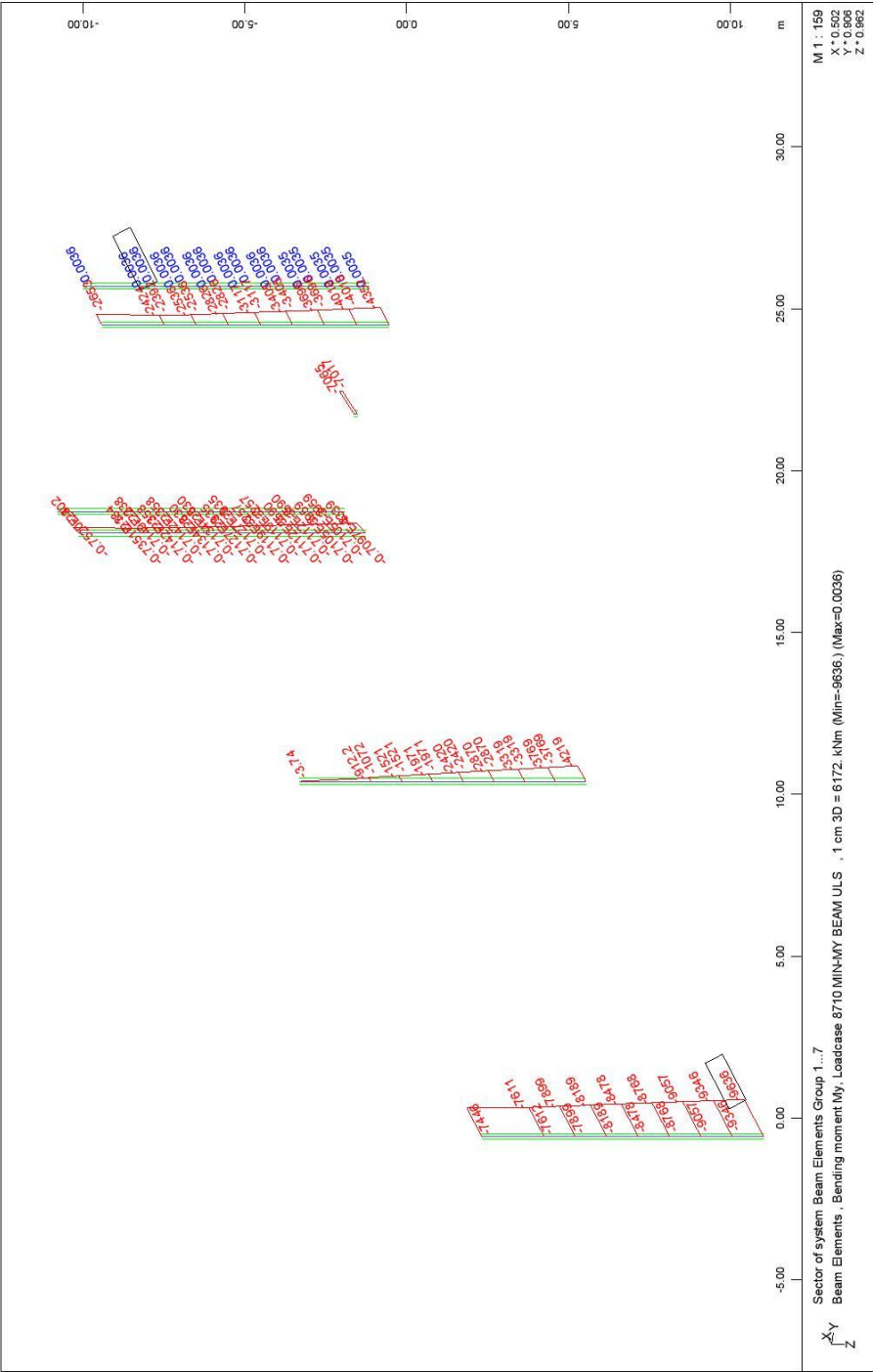


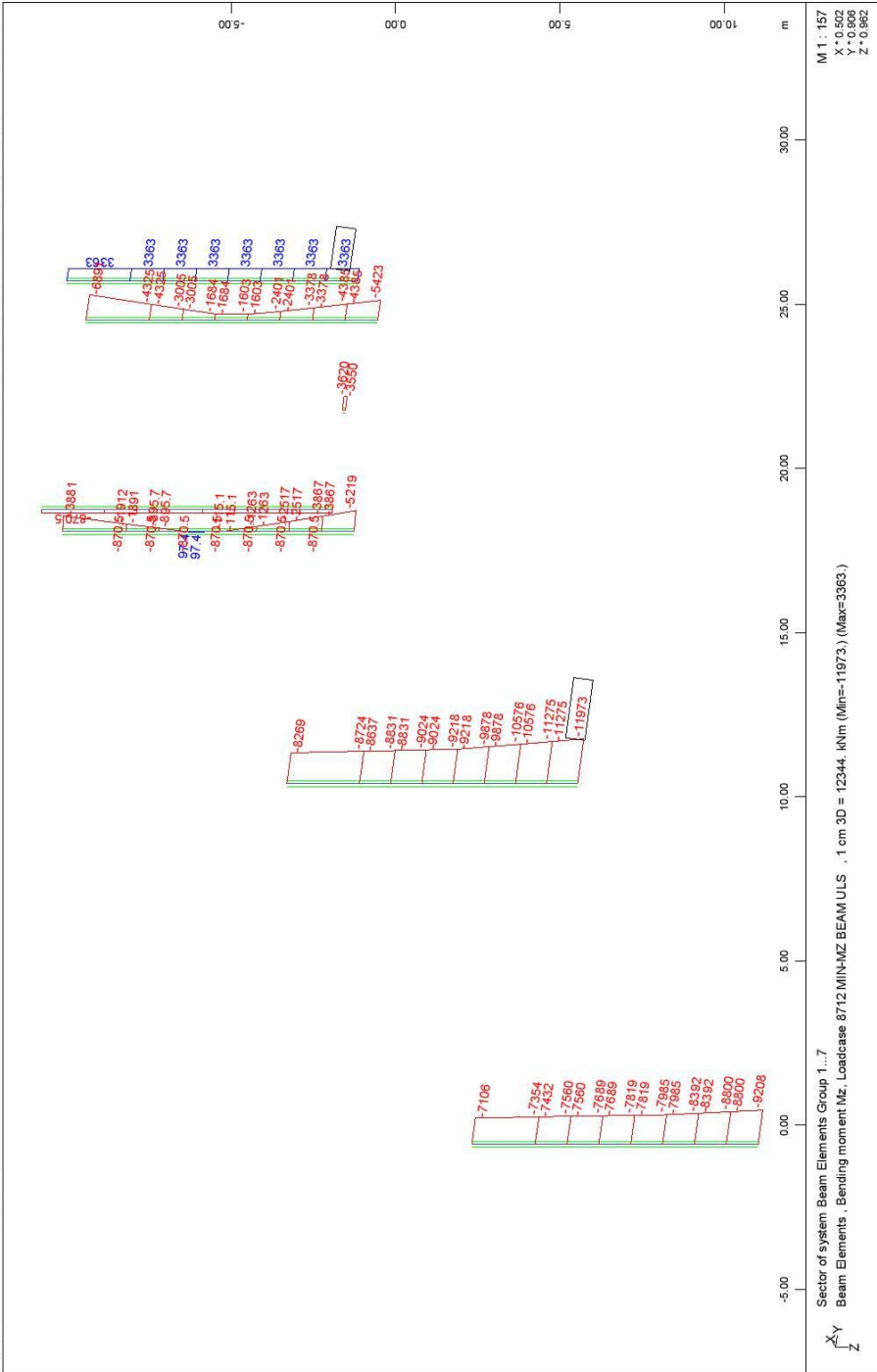
STRUCTURE 4
 PIER FORCES FOR ULS DESIGN



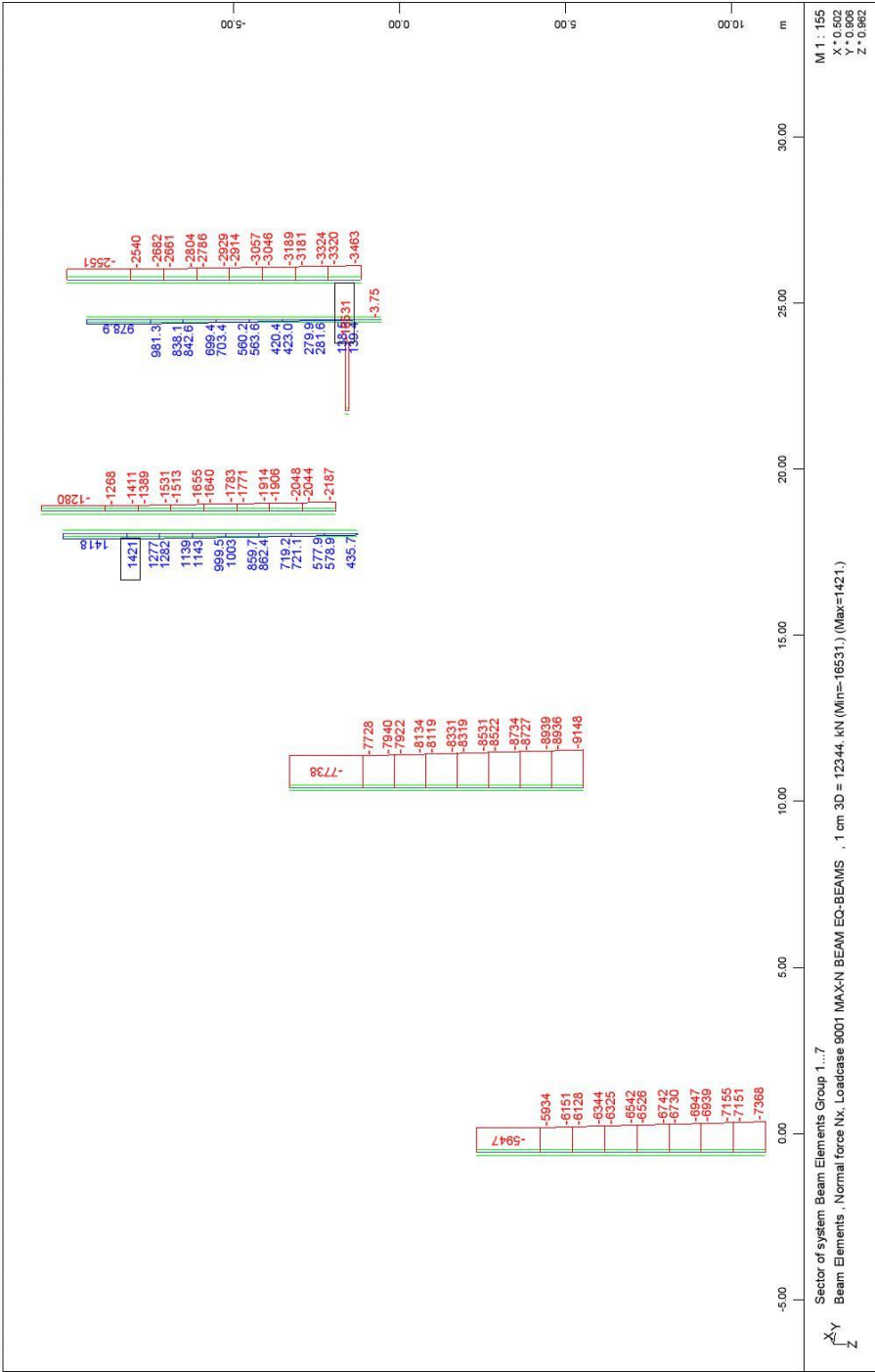


STRUCTURE 4
PIER FORCES FOR ULS DESIGN

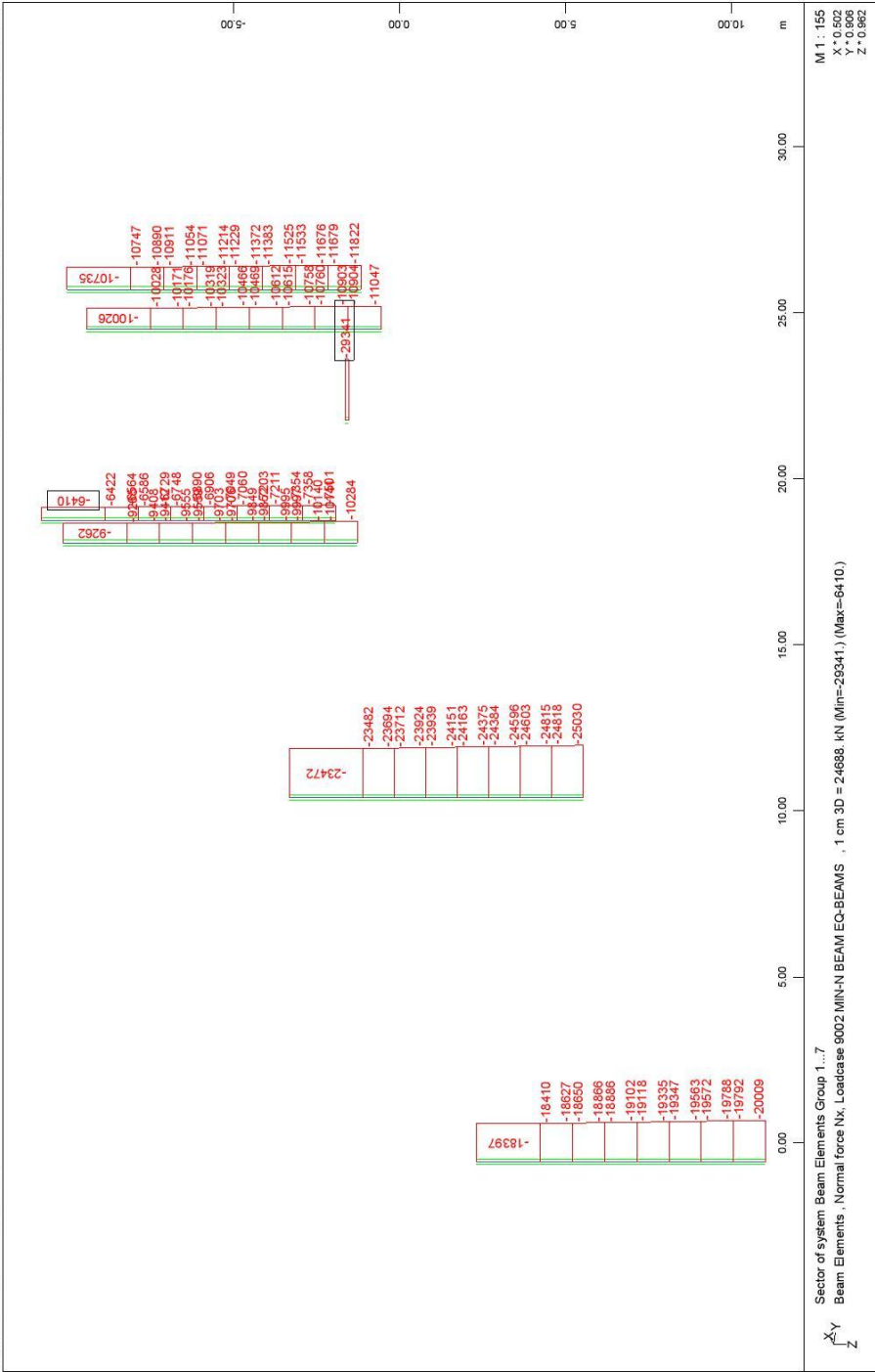




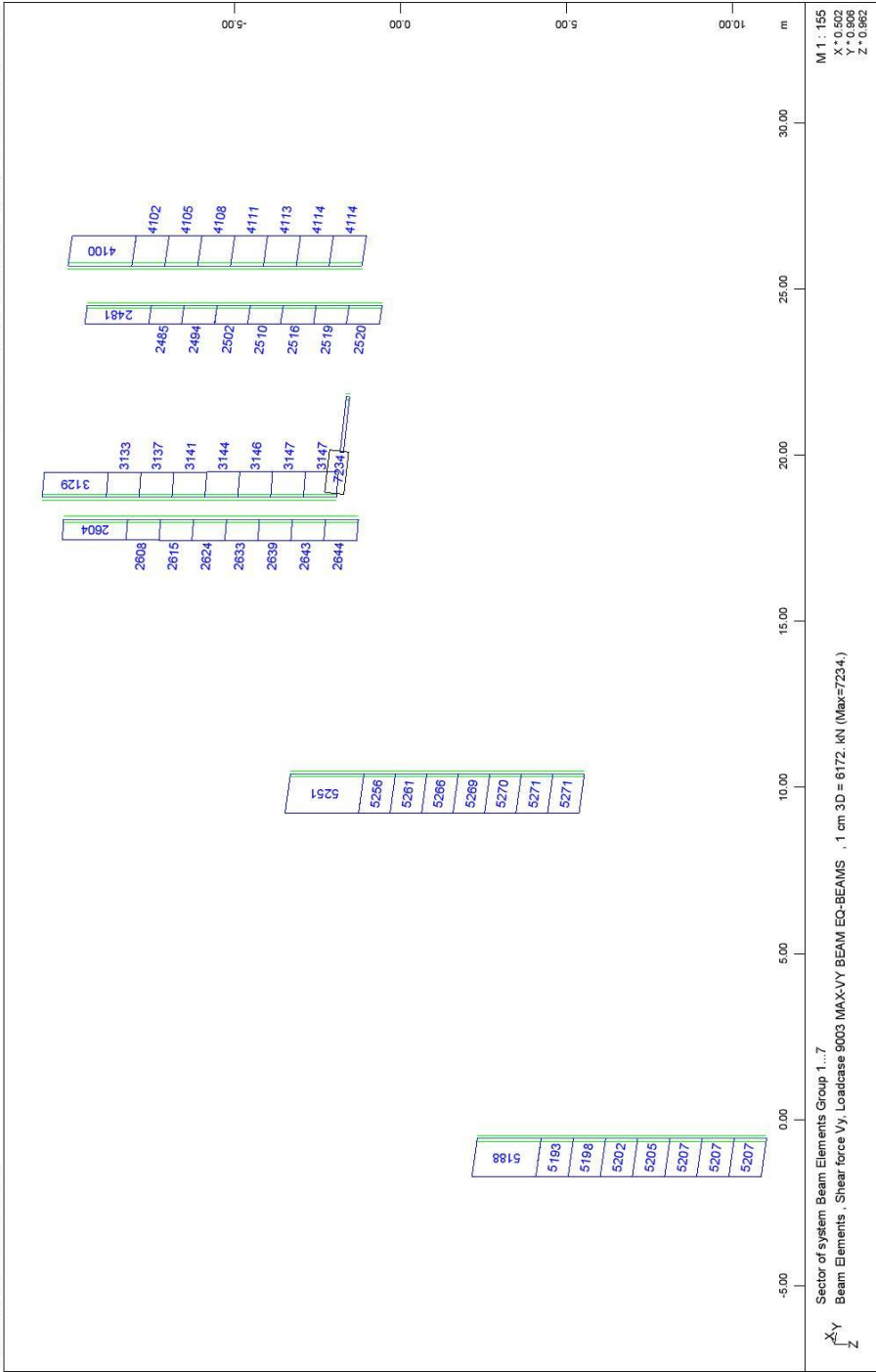
STRUCTURE 4
PIER FORCES FOR ULS DESIGN



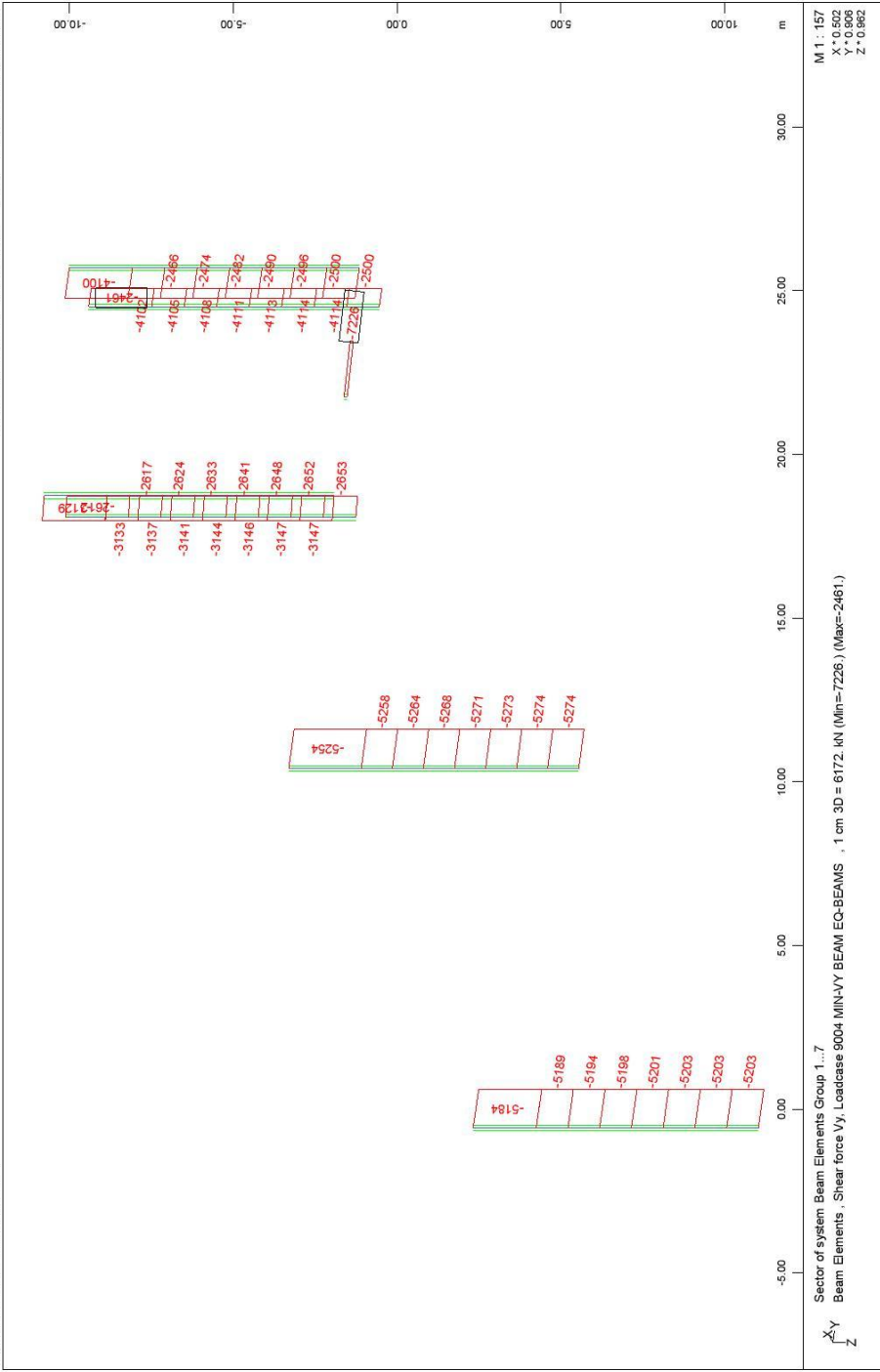
STRUCTURE 4
PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN



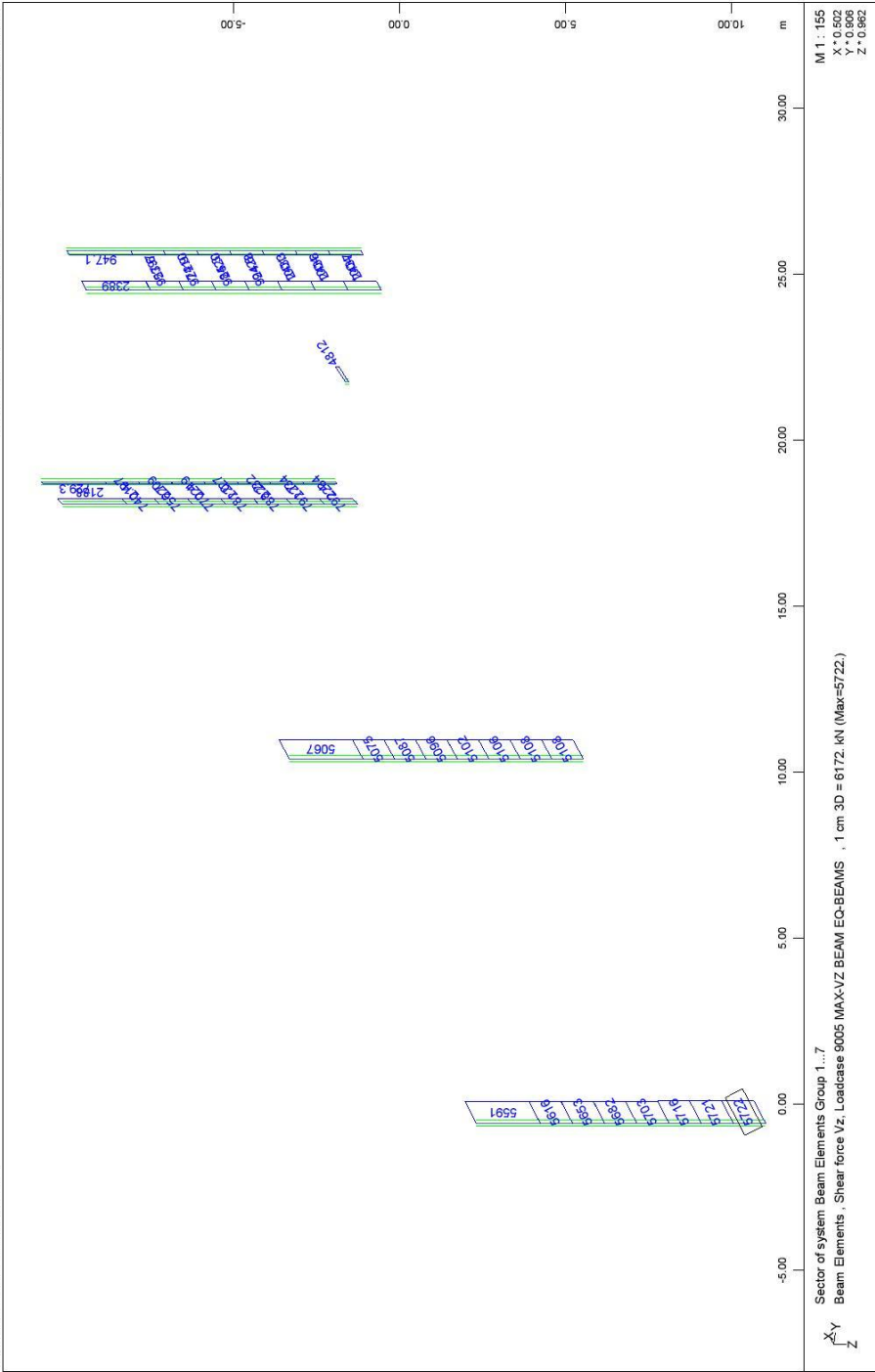
STRUCTURE 4
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN



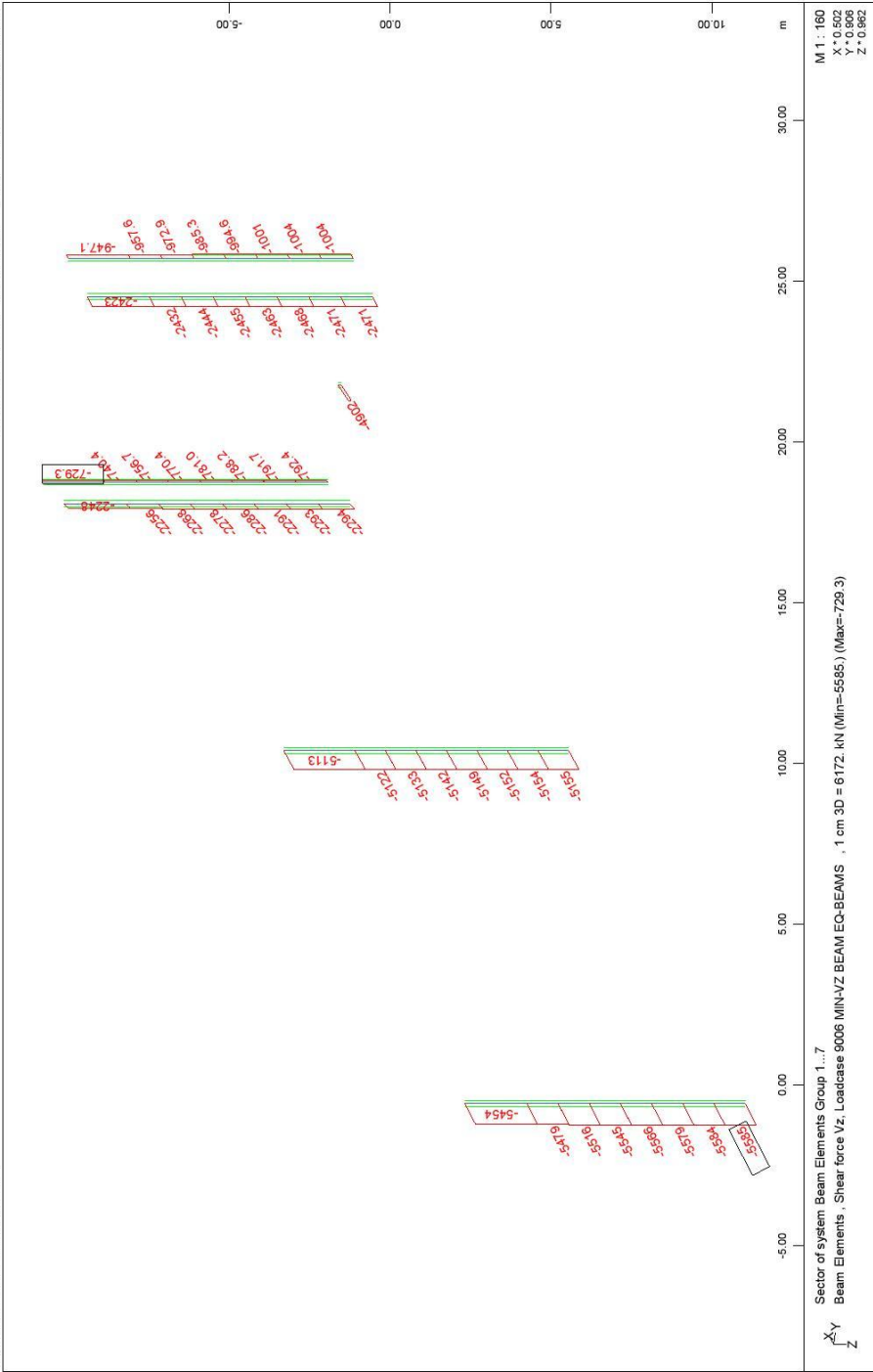
STRUCTURE 4
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

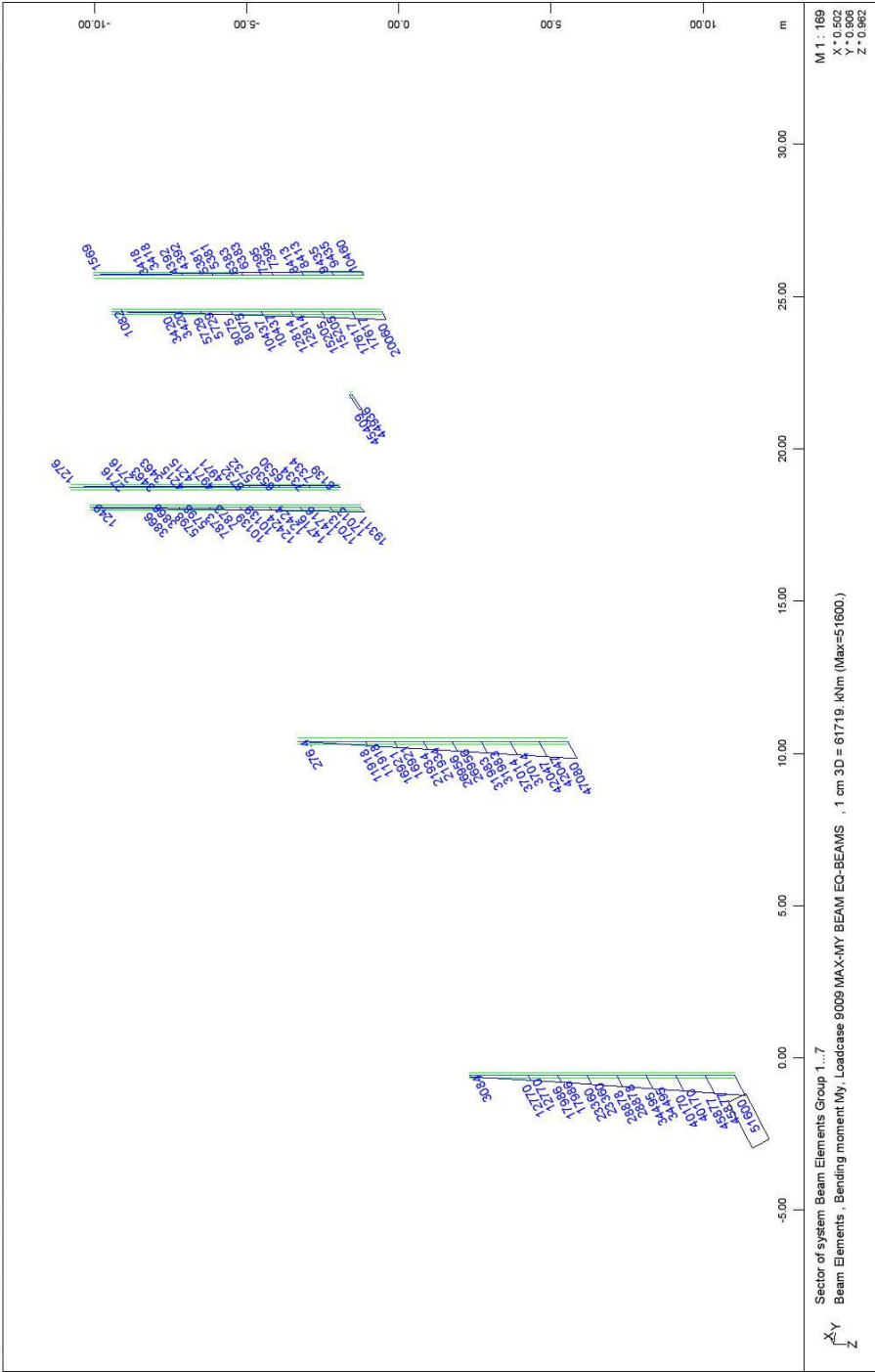


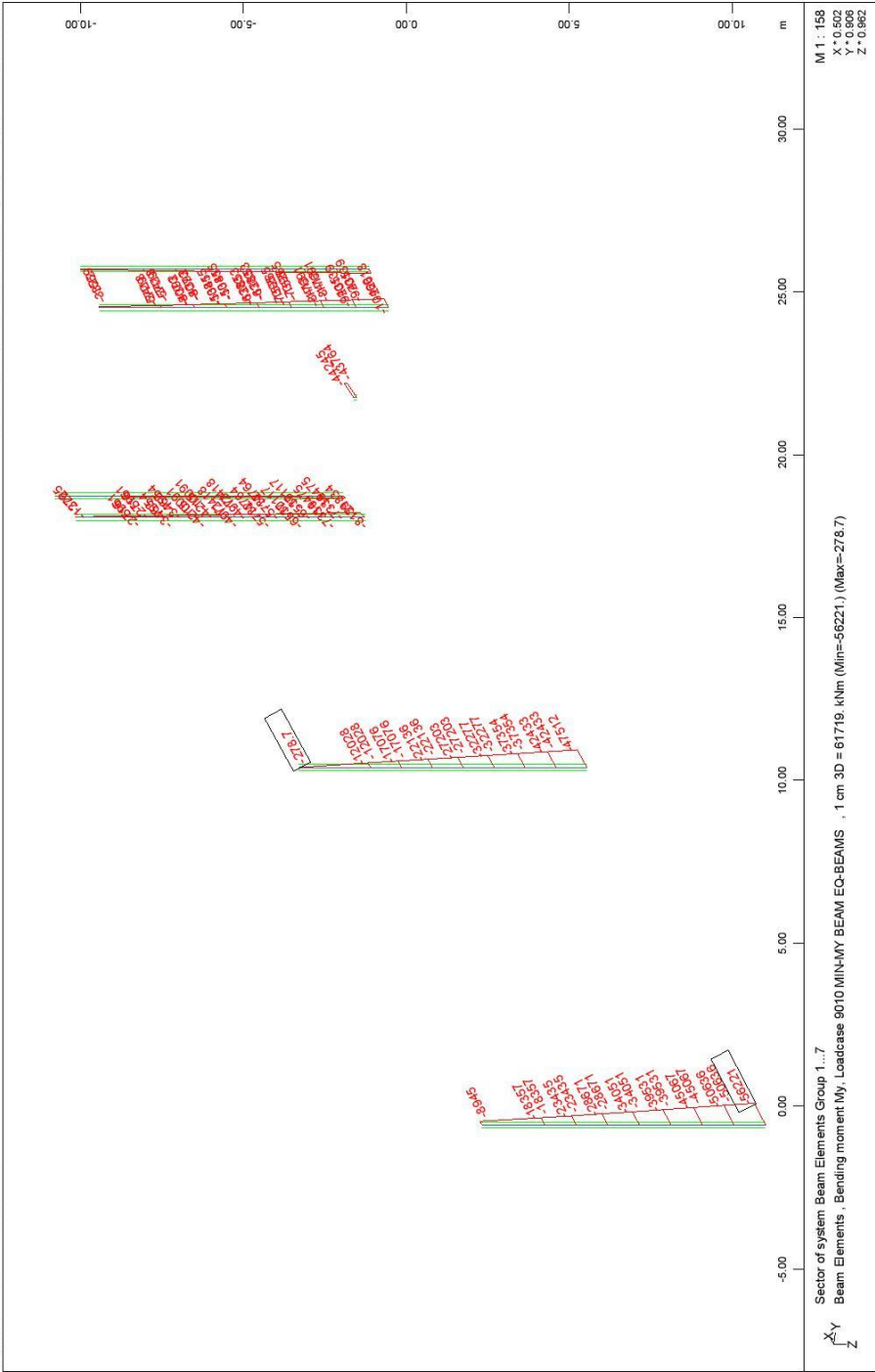
STRUCTURE 4
PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN



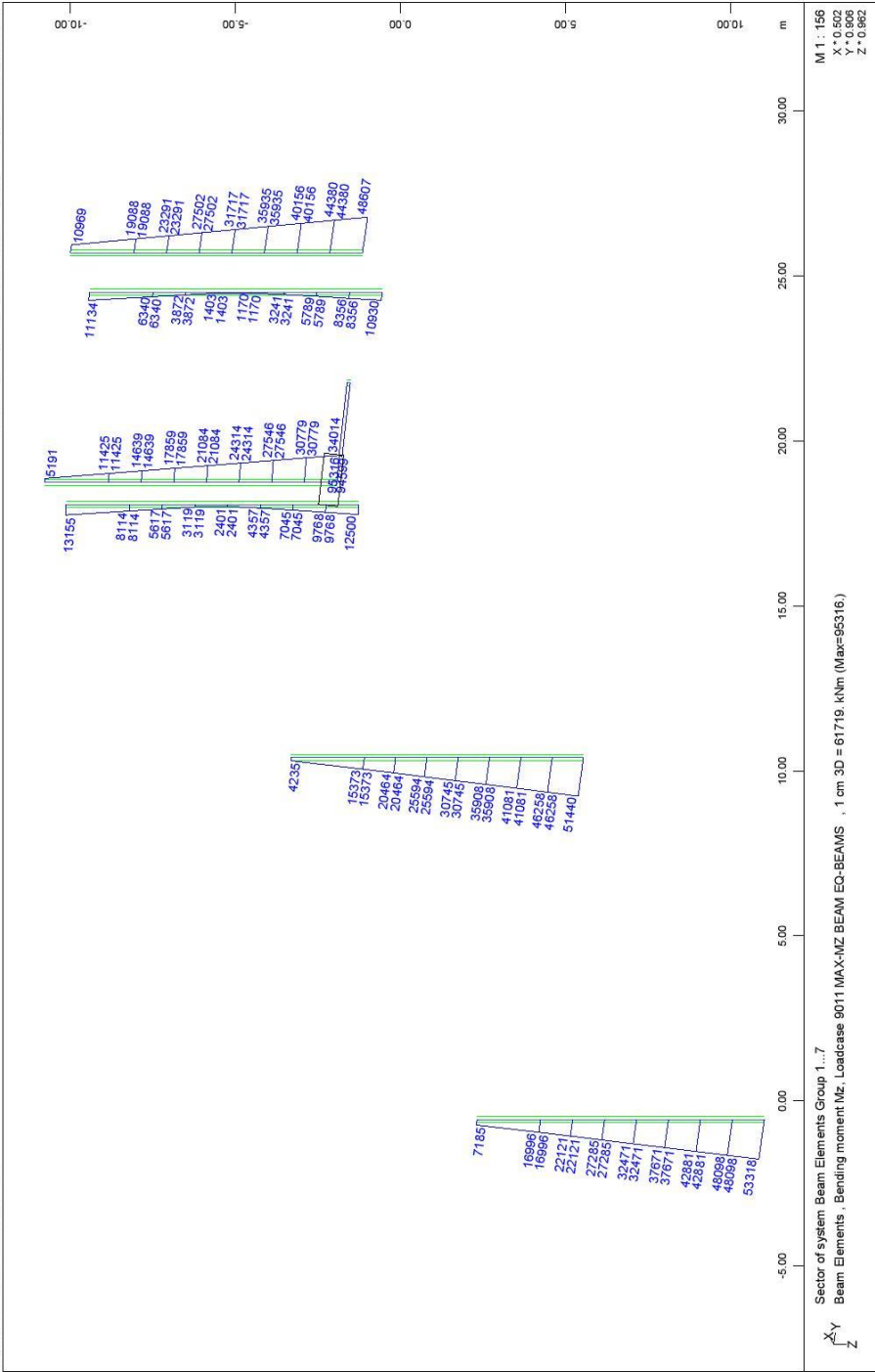
STRUCTURE 4
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN



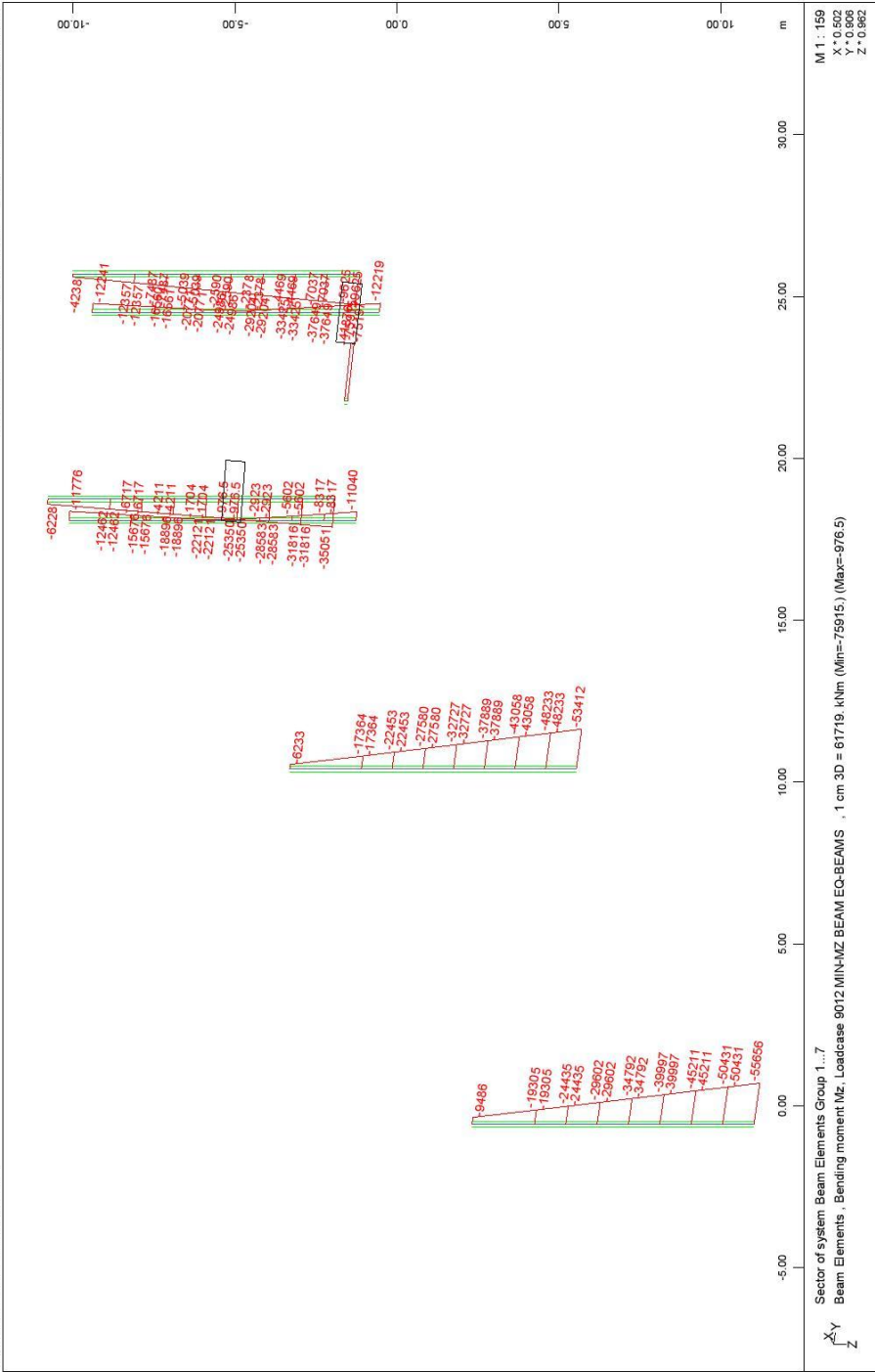




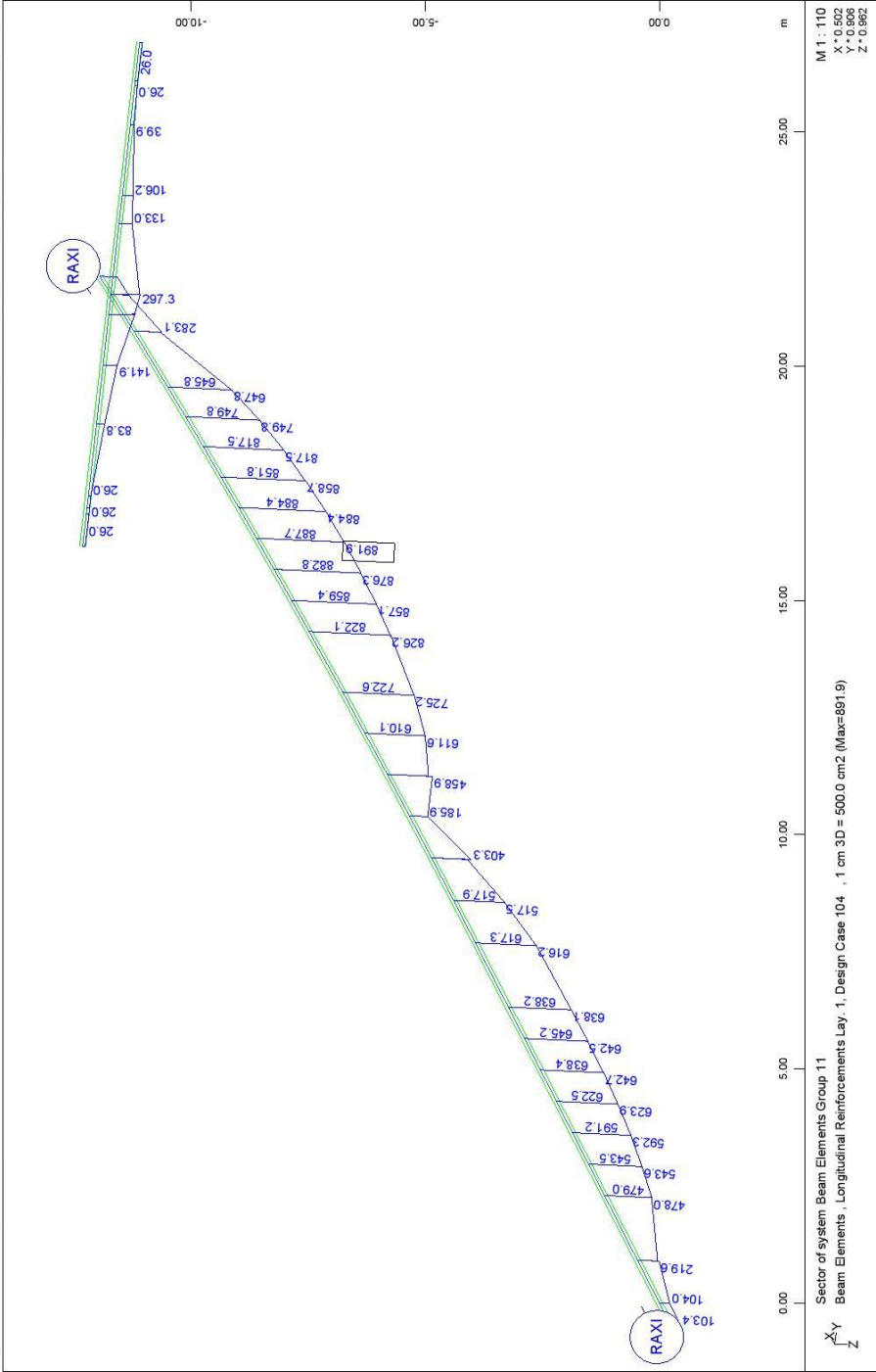
STRUCTURE 4
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

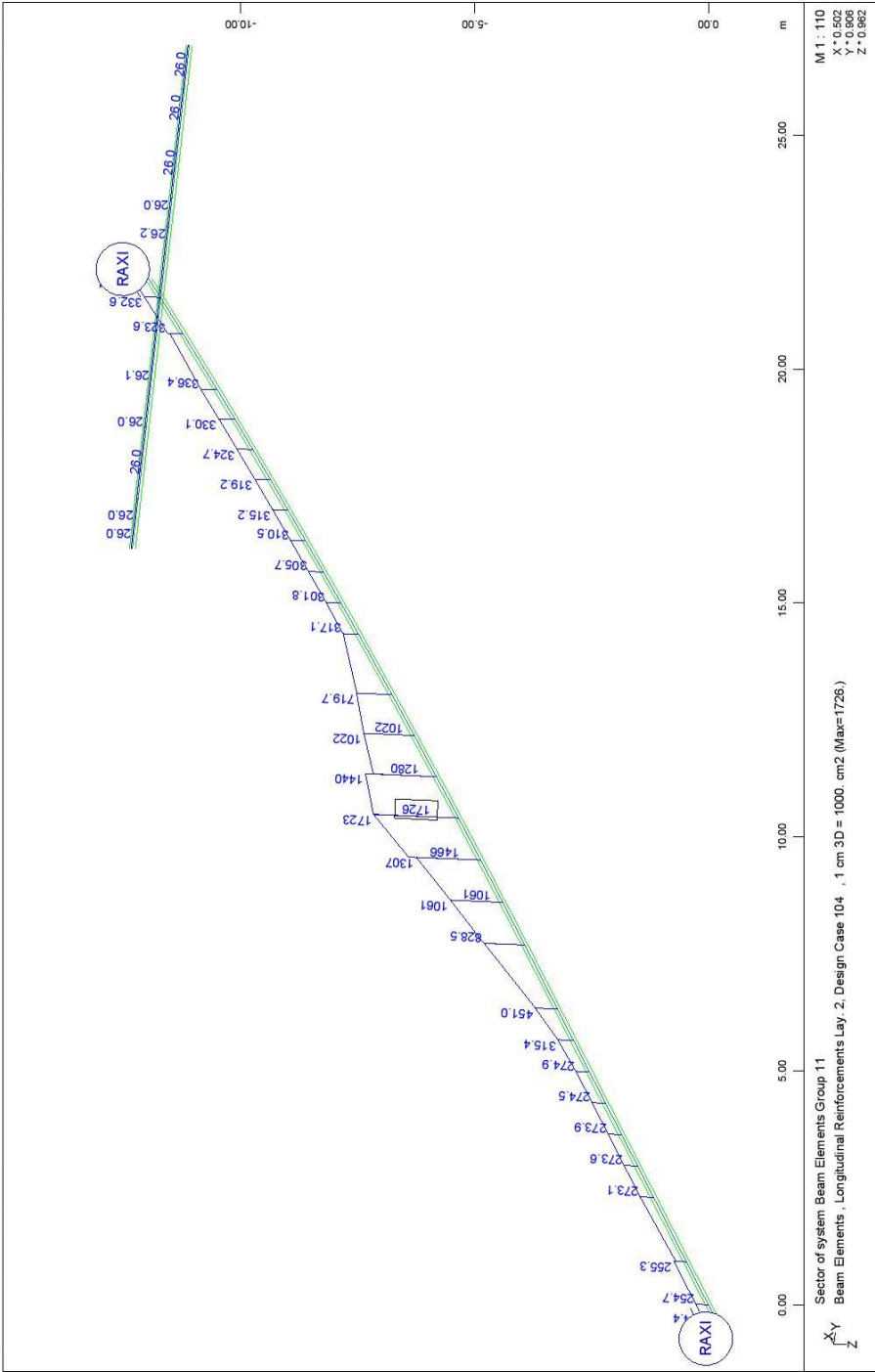


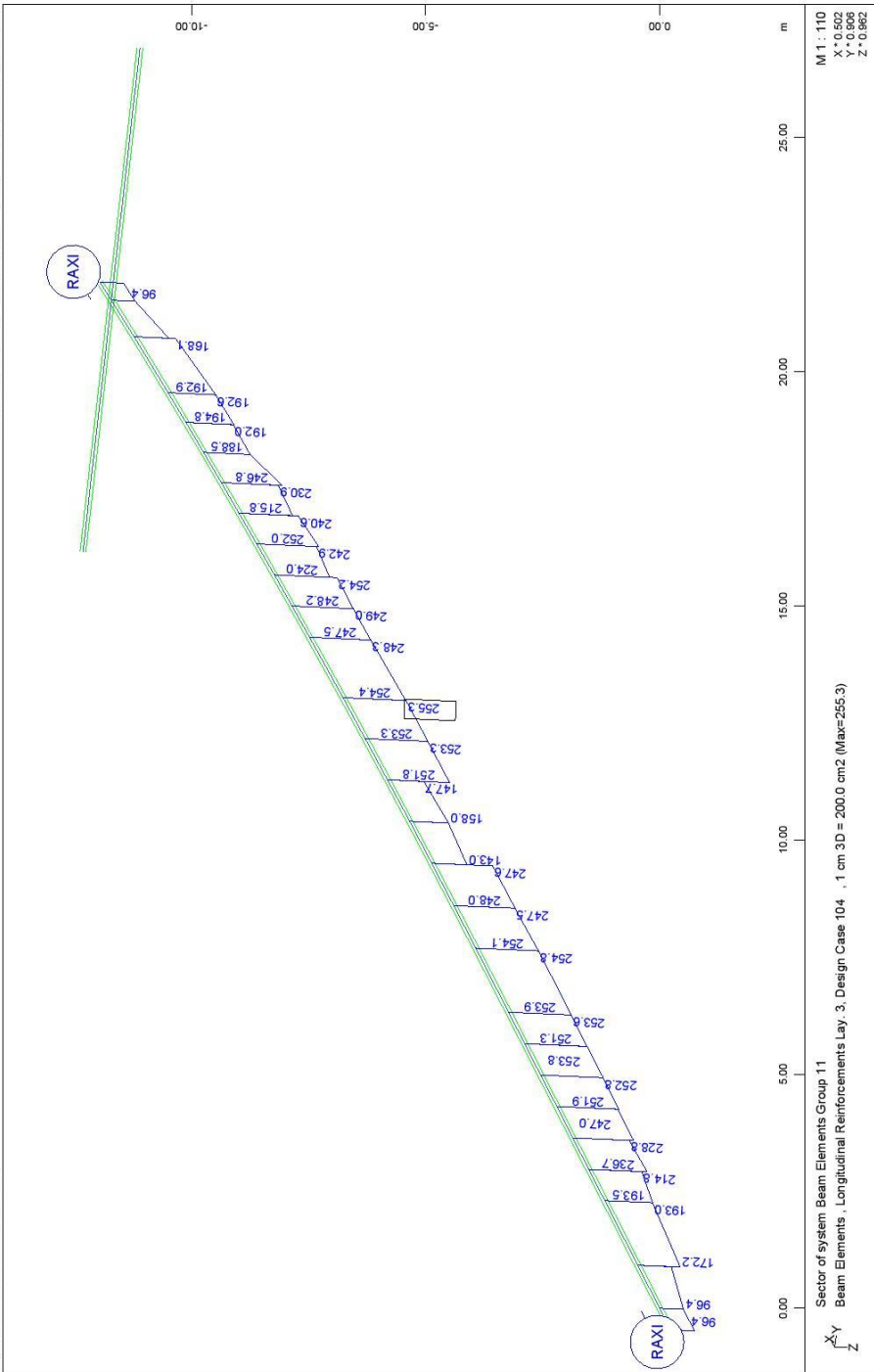
STRUCTURE 4
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

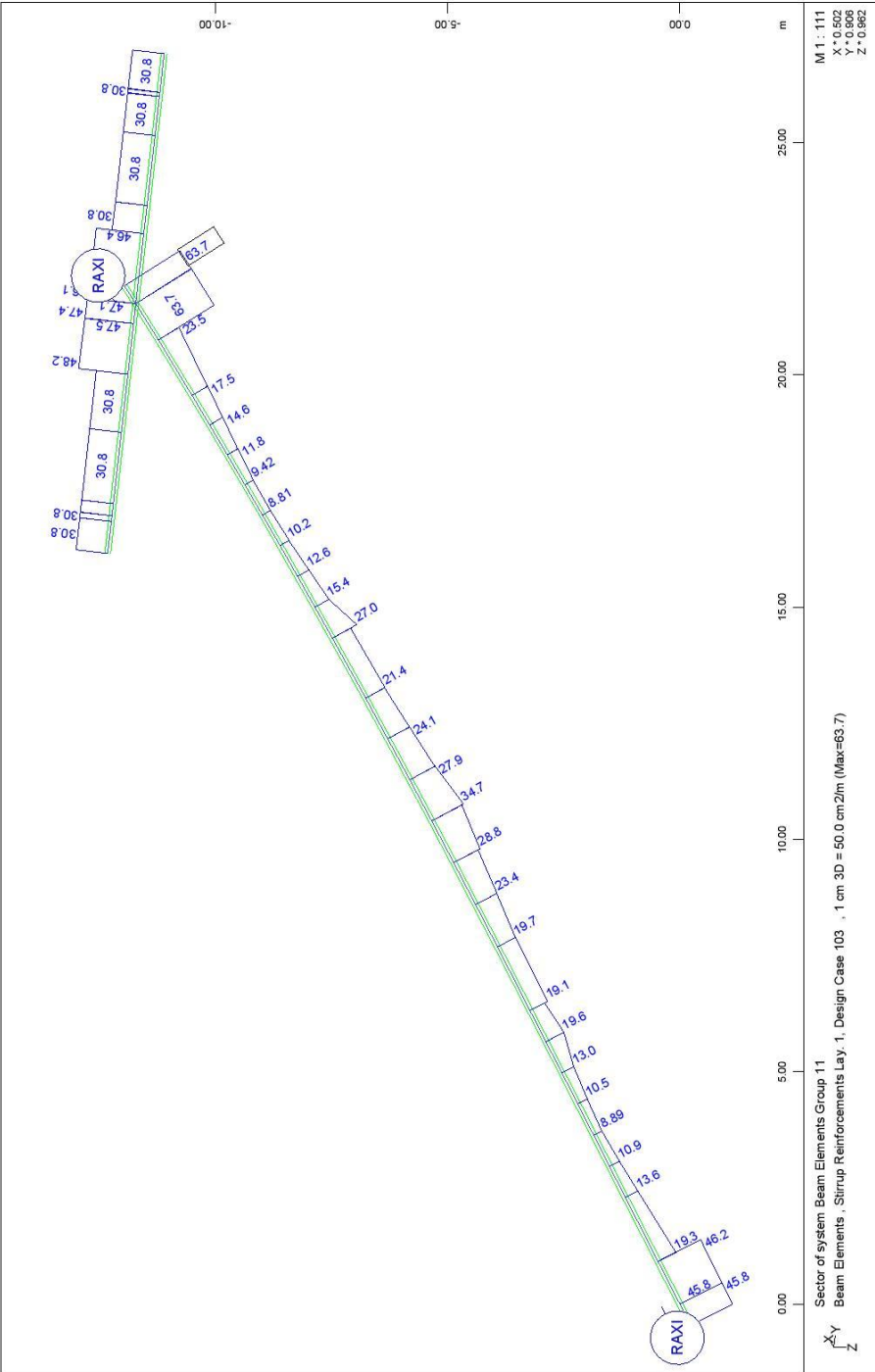


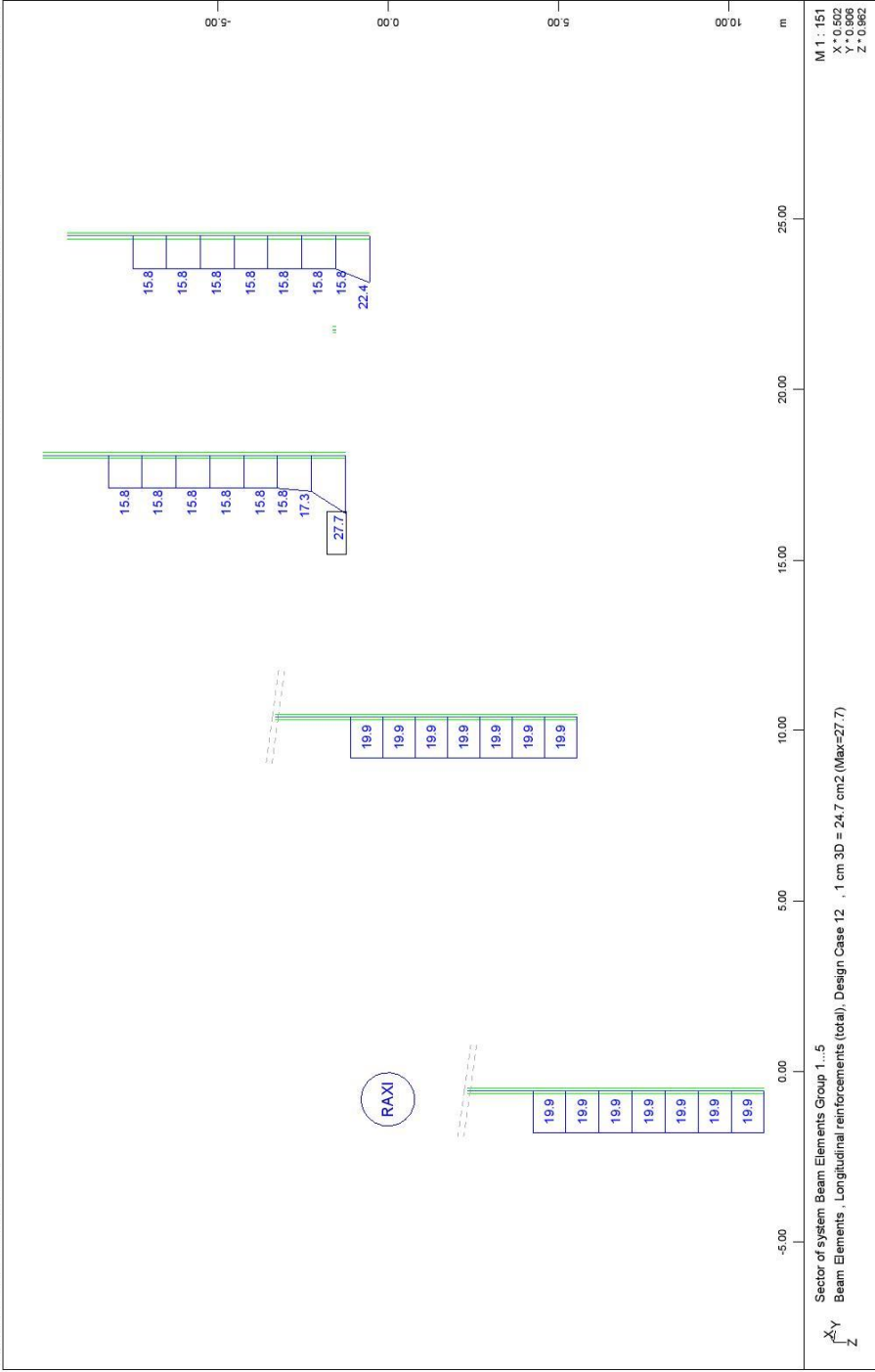
STRUCTURE 4
 PIER FORCES FOR EARTHQUAKE DESIGN

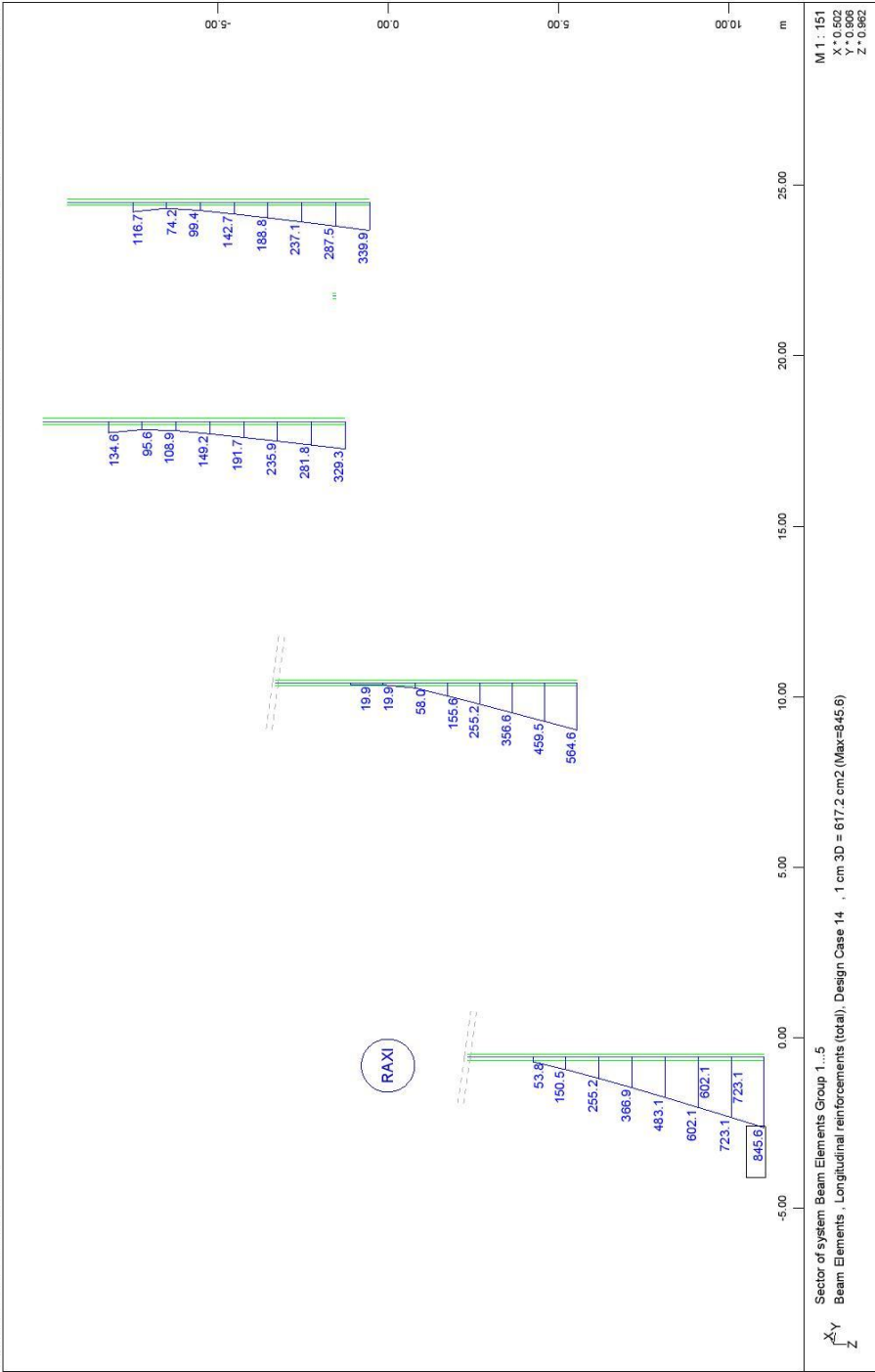




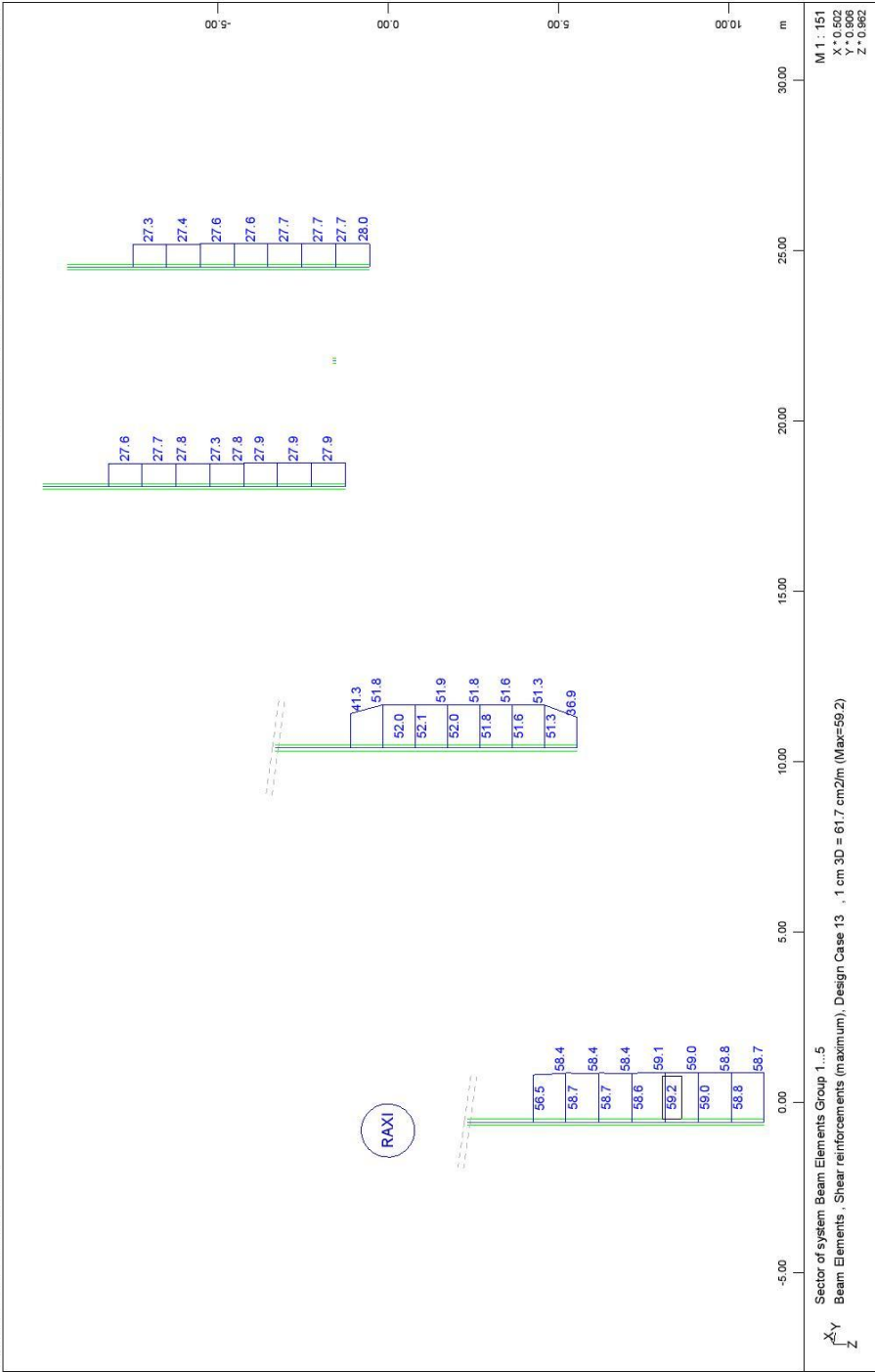




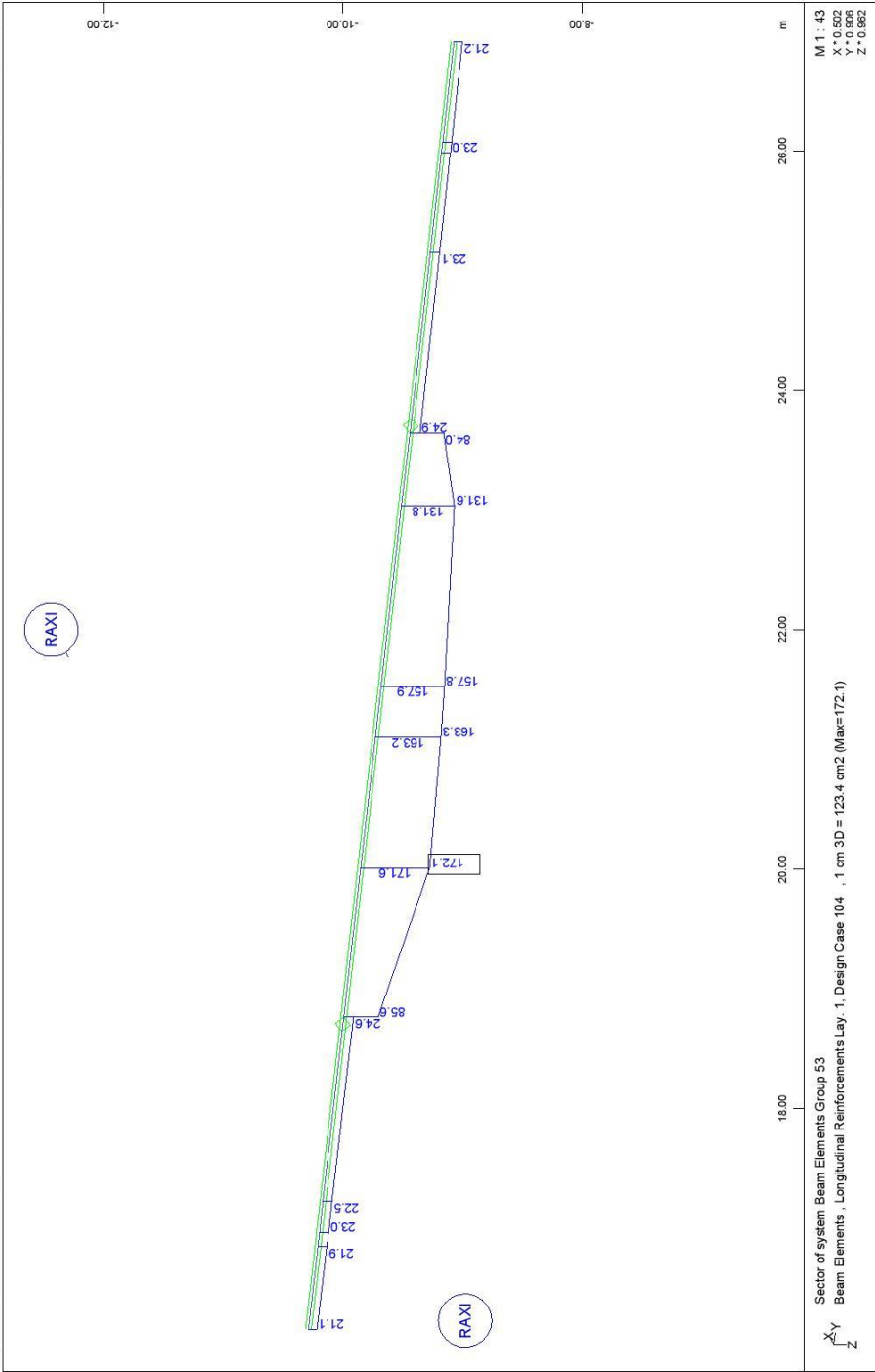


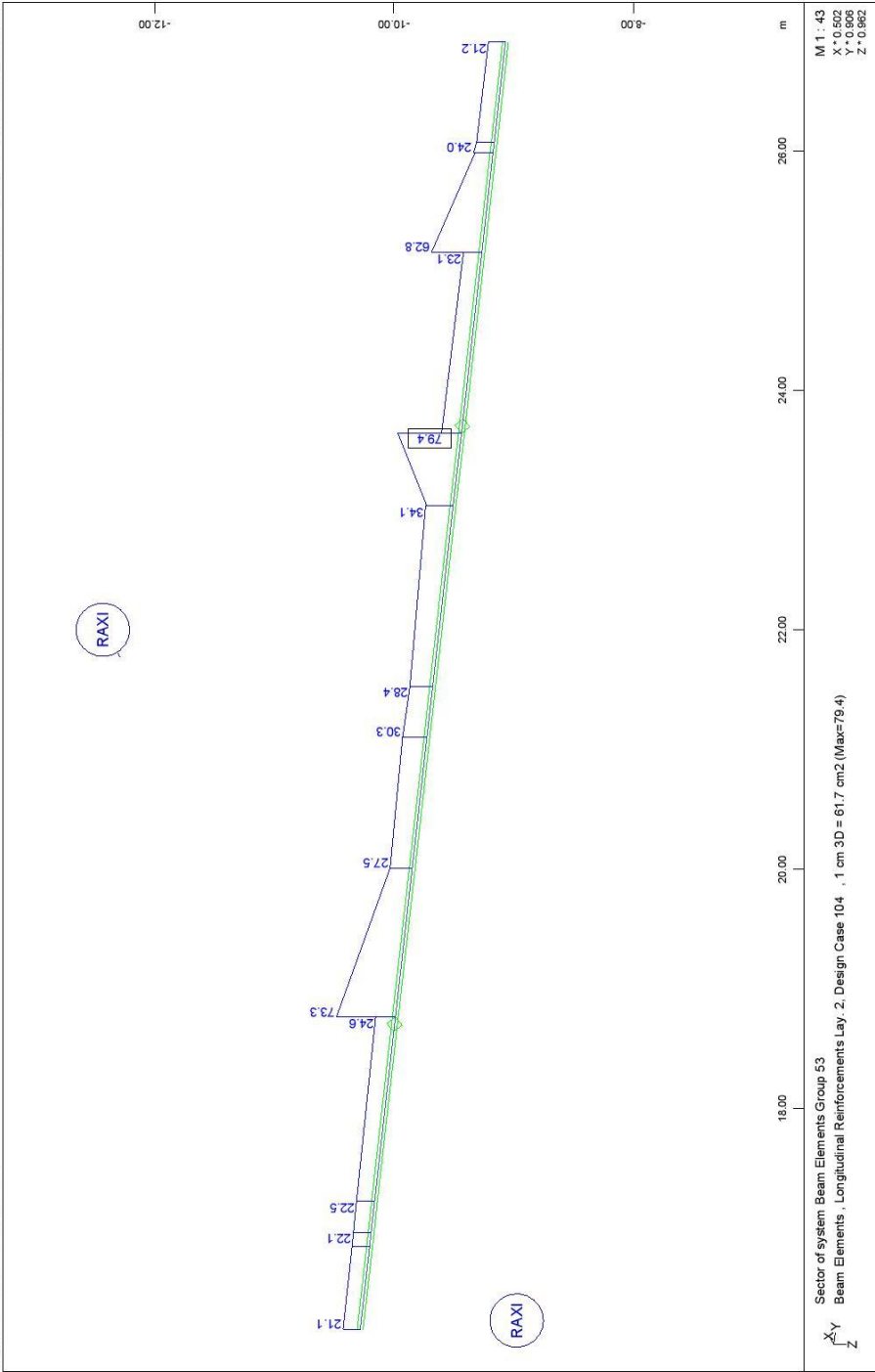


STRUCTURE 4
 PIER REQUIRED REINFORCEMENT: 11=CRACK CONTROL, 12=ULS, 13=EQ-SHEAR, 14=EQ-BENDING



STRUCTURE 4
 PIER REQUIRED REINFORCEMENT: 11=CRACK CONTROL, 12=ULS, 13=EQ-SHEAR, 14=EQ-BENDING

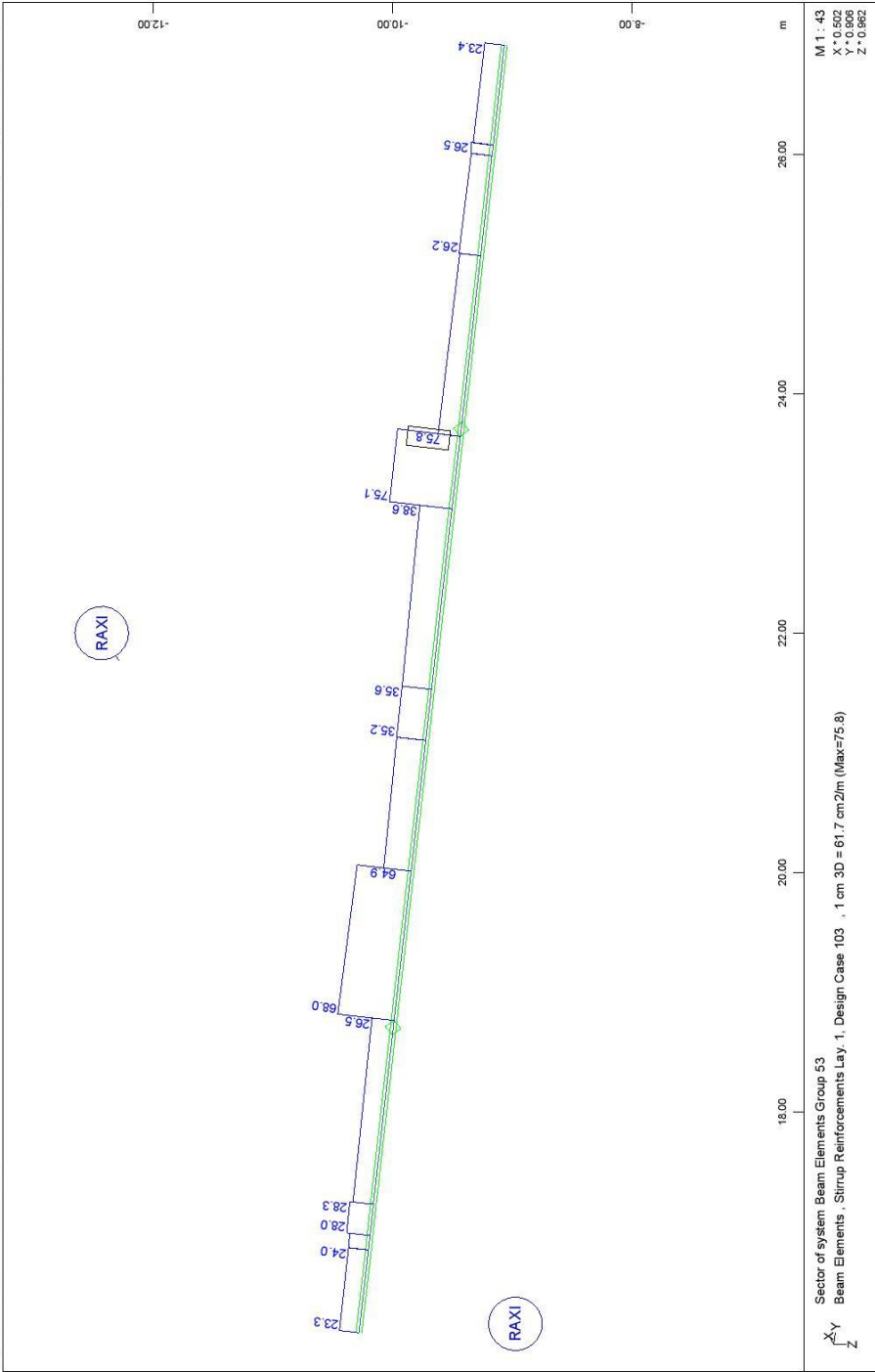




M 1 - 43
W = 0.52
X = 0.992
Z = 0.992

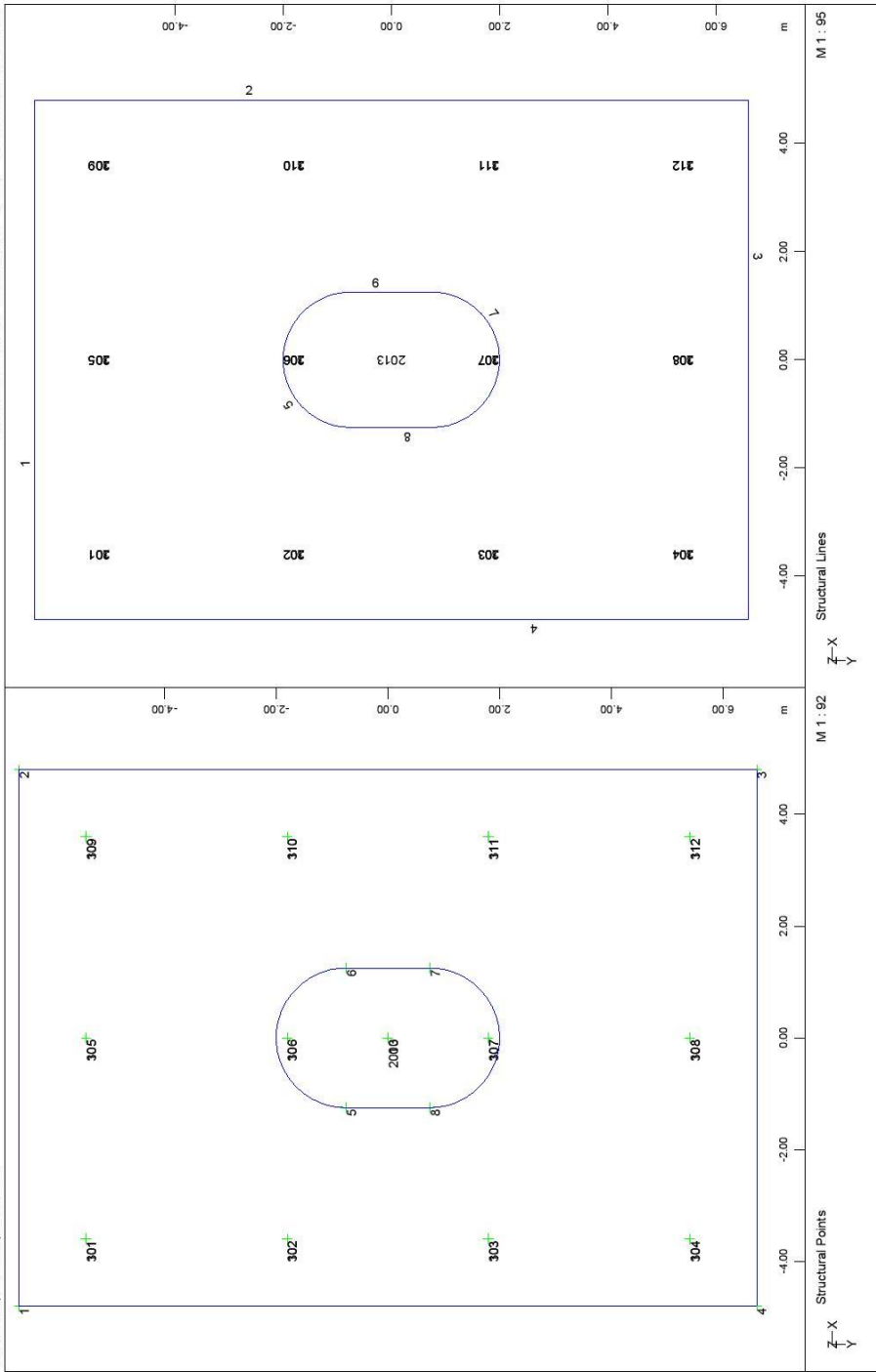
Sector of system Beam Elements Group 53
Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. 2, Design Case 104 , 1 cm 3D = 617 cm2 (Max=79.4)

STRUCTURE 4
M10.0 PIER HEAD REQUIRED REINFORCEMENT: LAY1=BOTTOM, LAY2=TOP

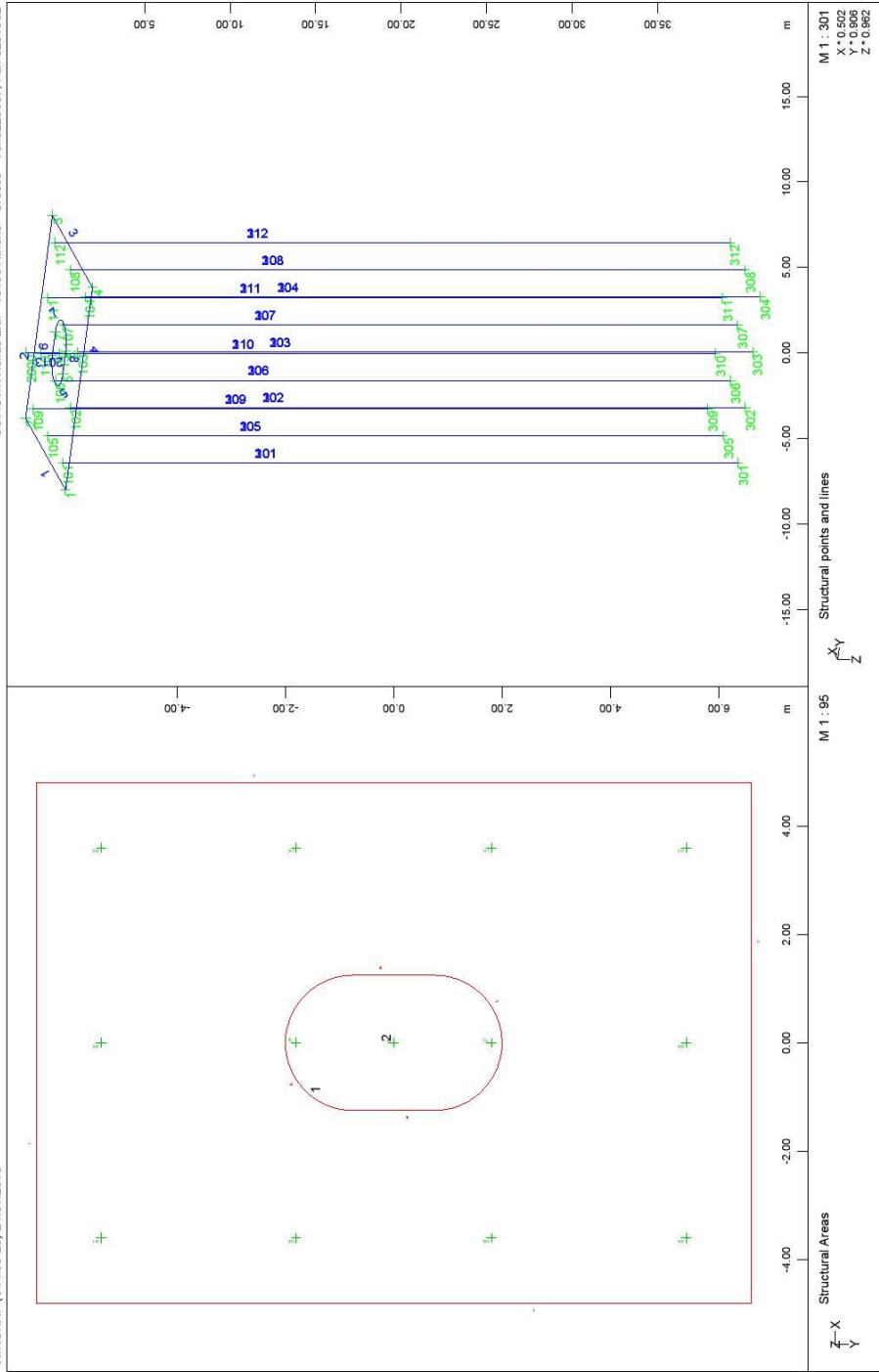


6.2 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SOFISTIK

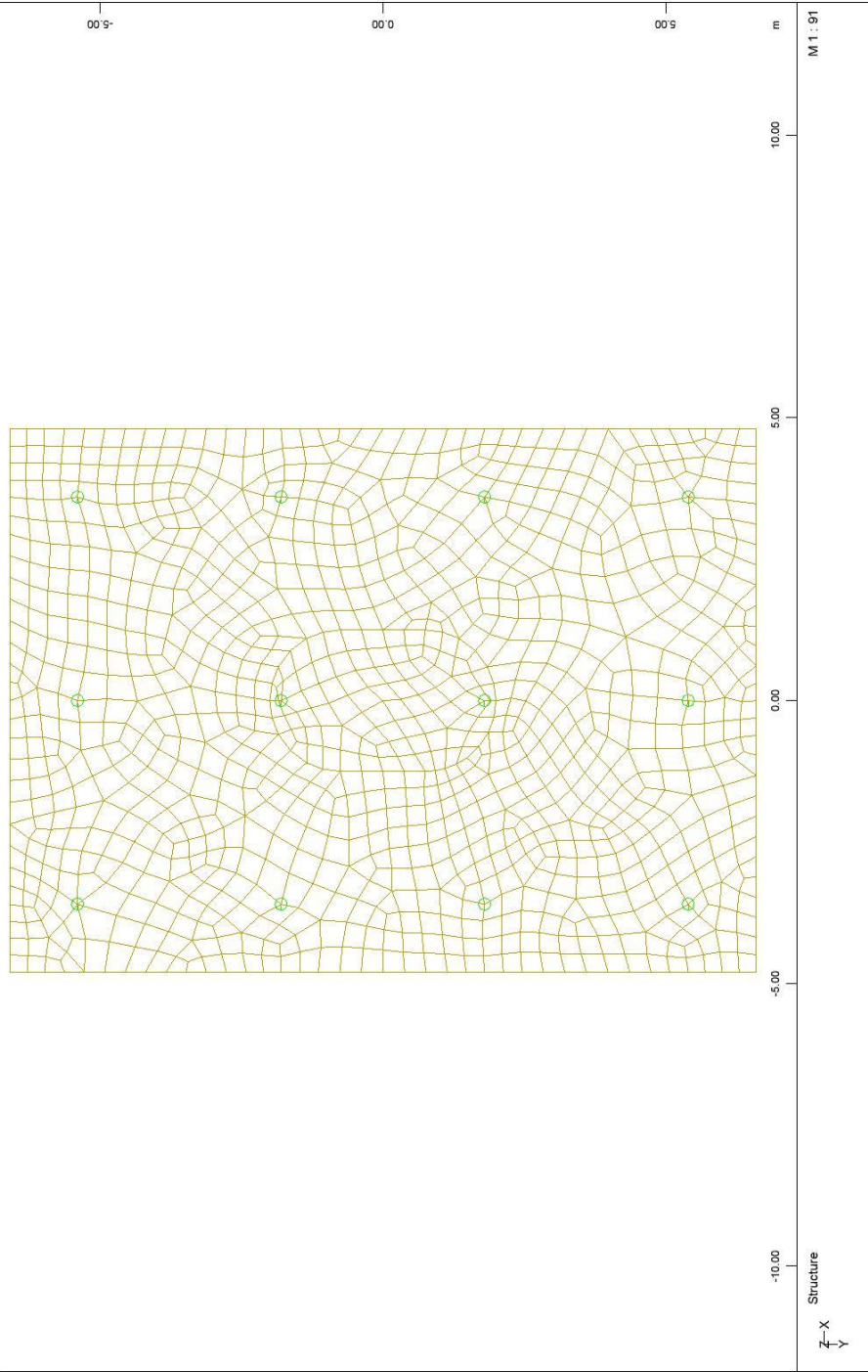
6.2.1 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ11. Δ



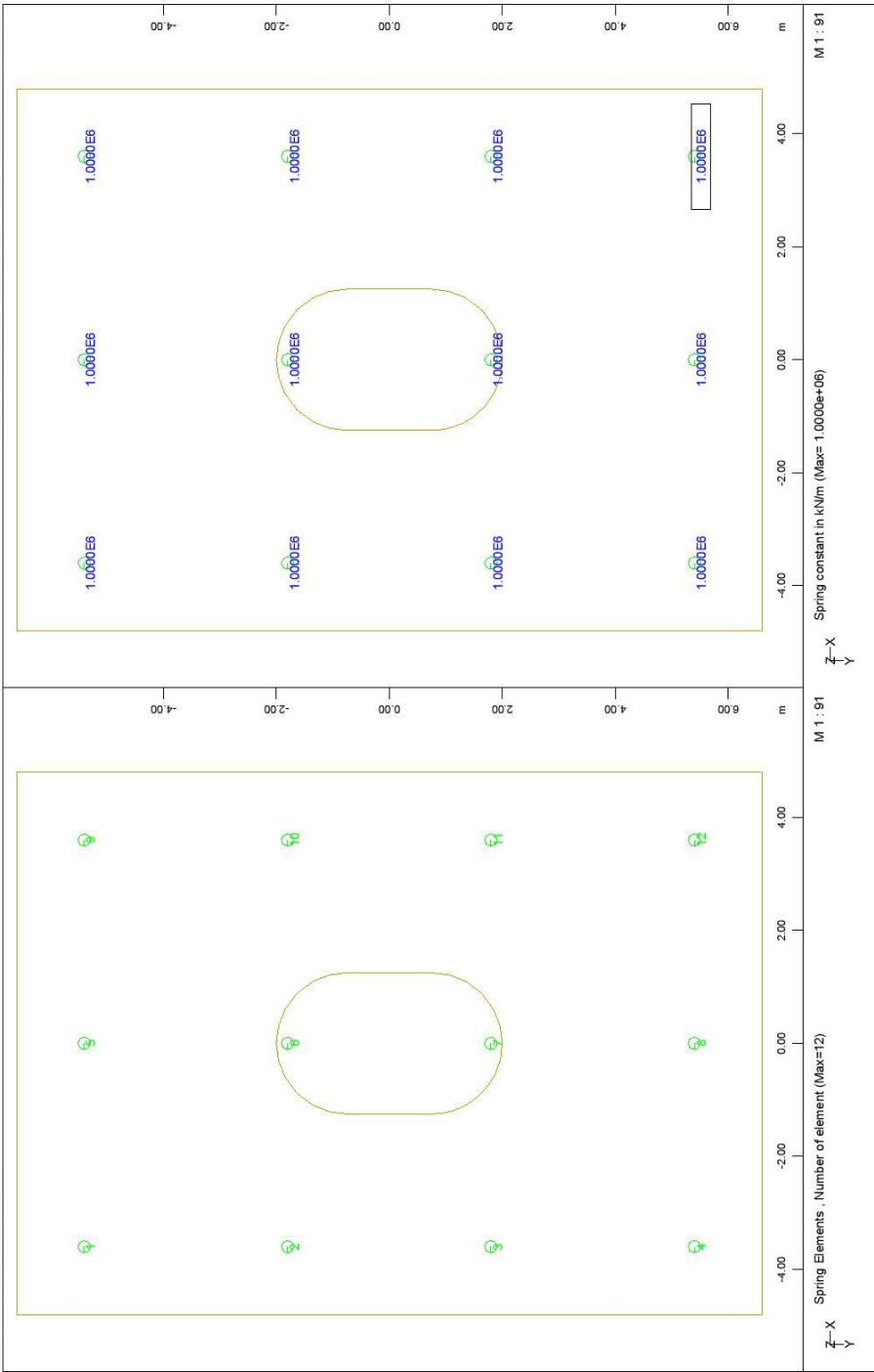
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
 GEOMETRIC POINTS AND LINES

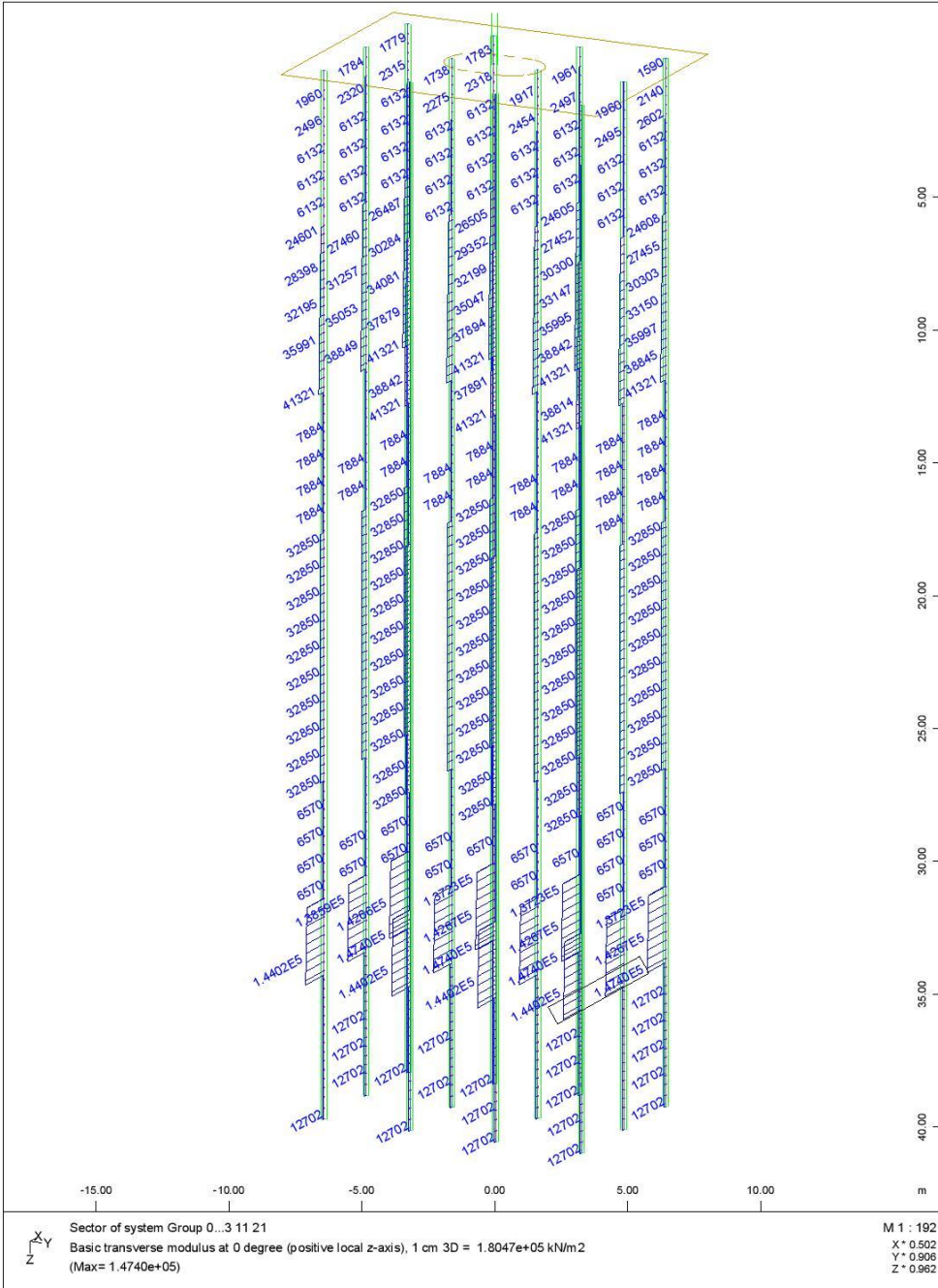


FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
NUMBERING OF AREAS, POINTS AND LINES

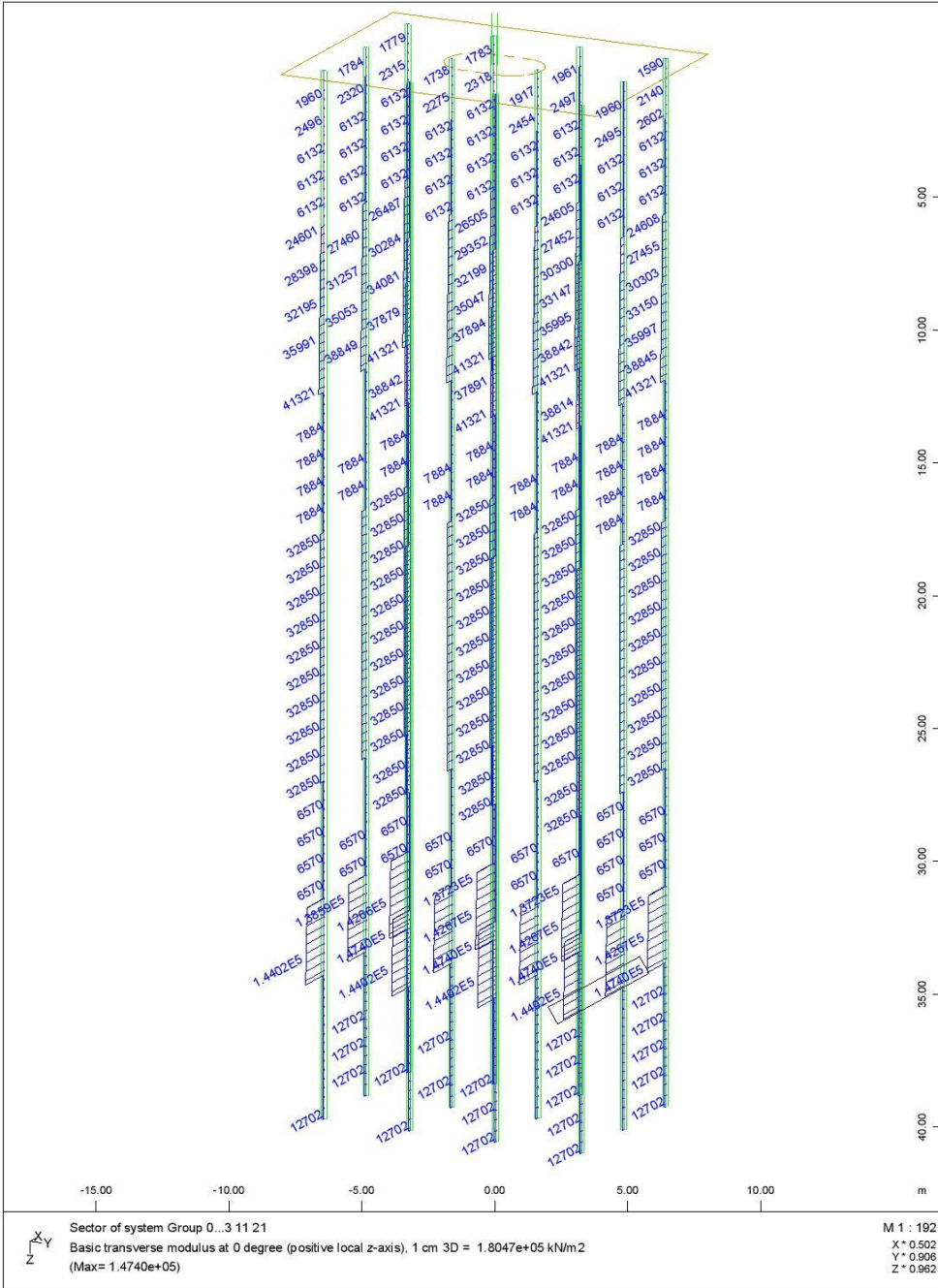


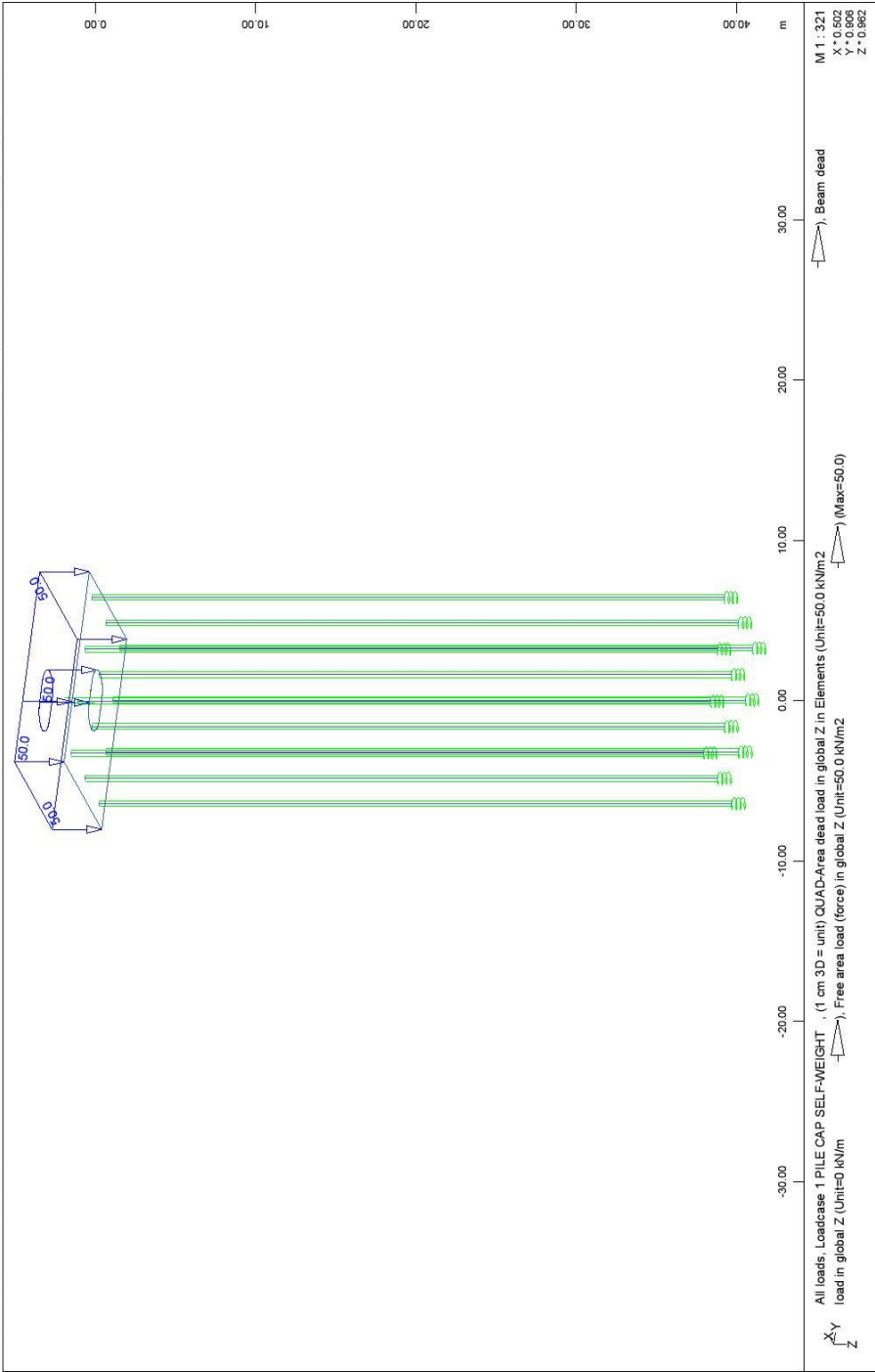
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAP FINITE ELEMENT MESH



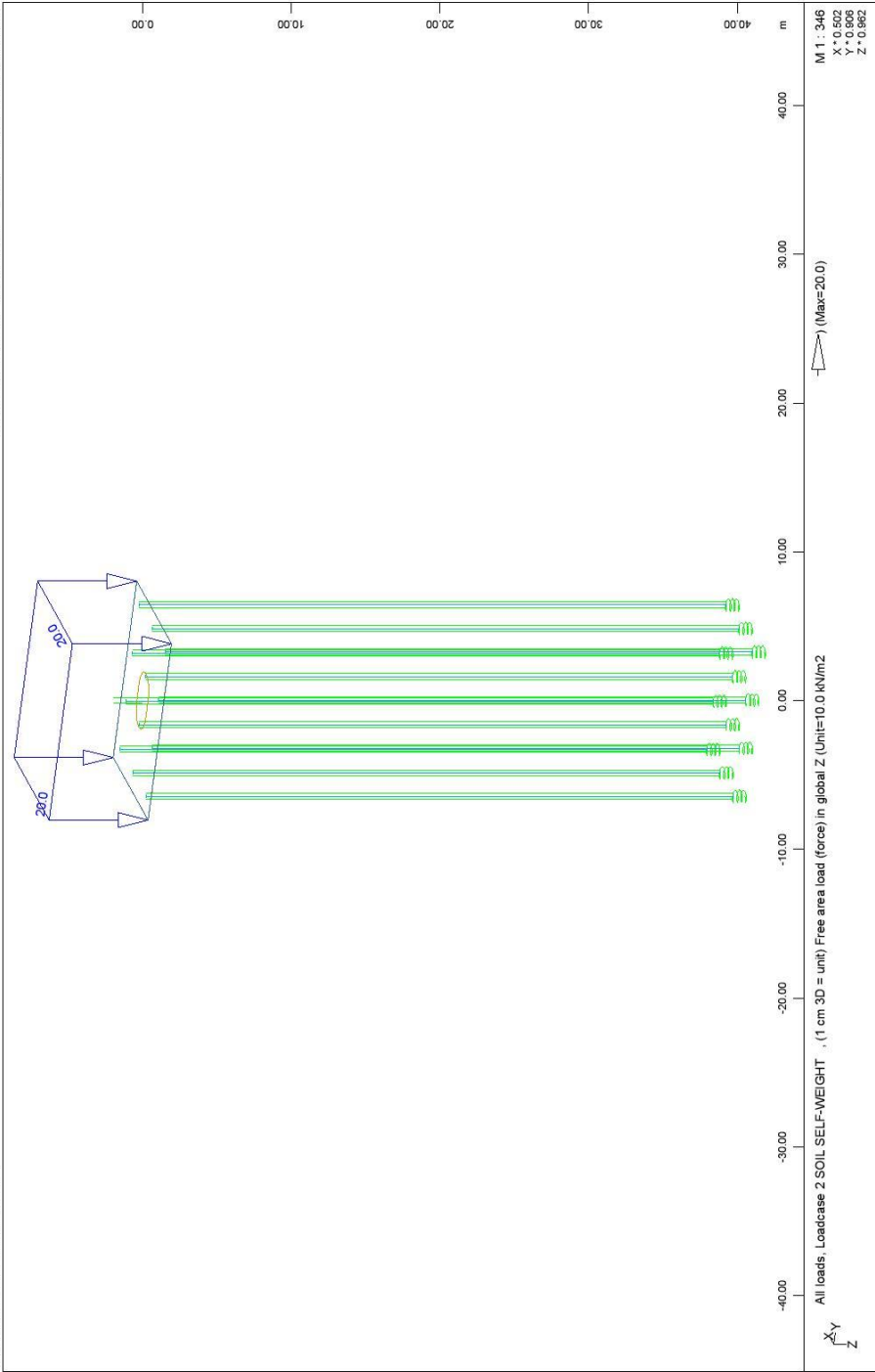


FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
 TRANSVERSE SOIL INDEX (STATIC LOADINGS)

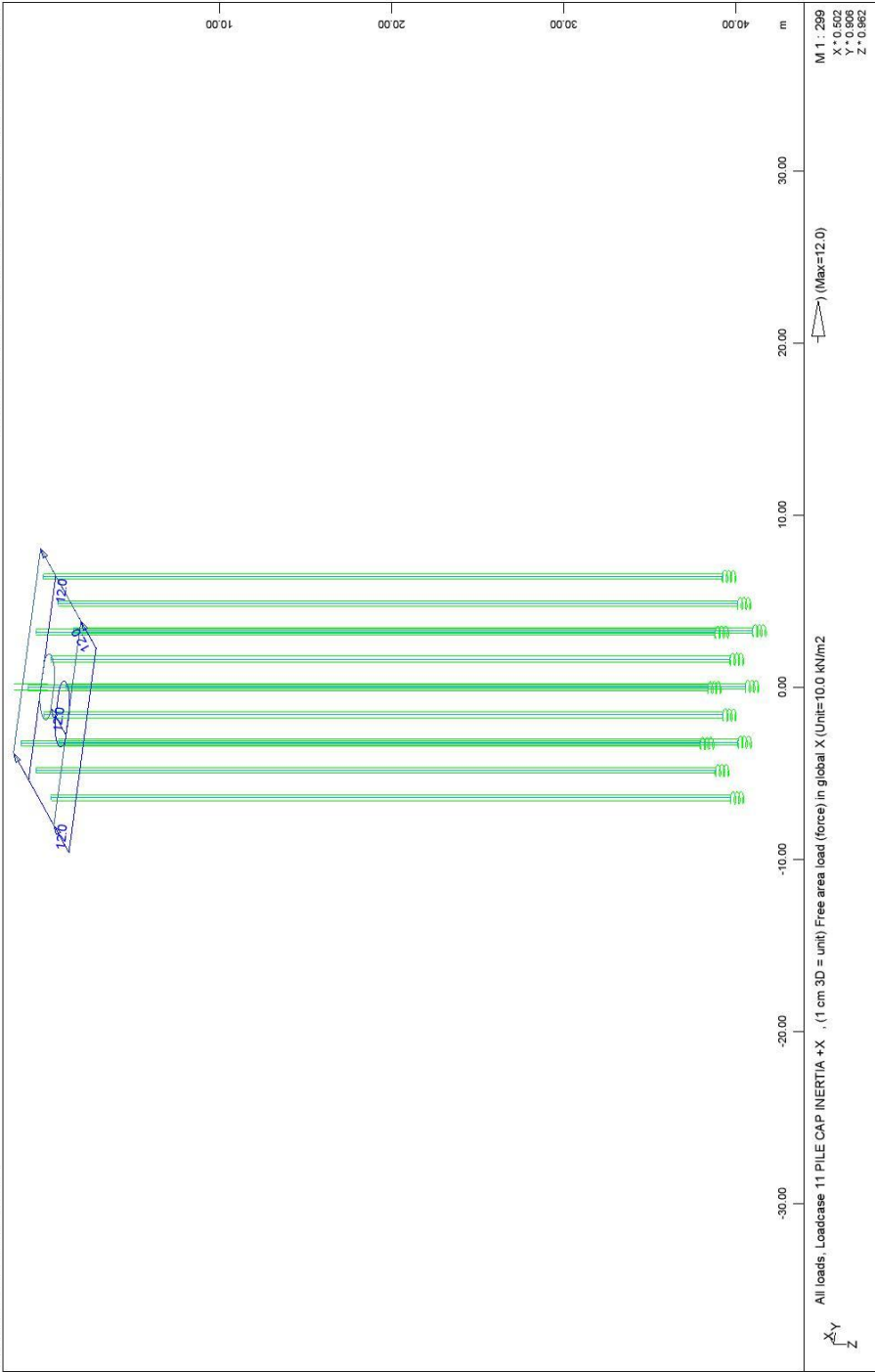




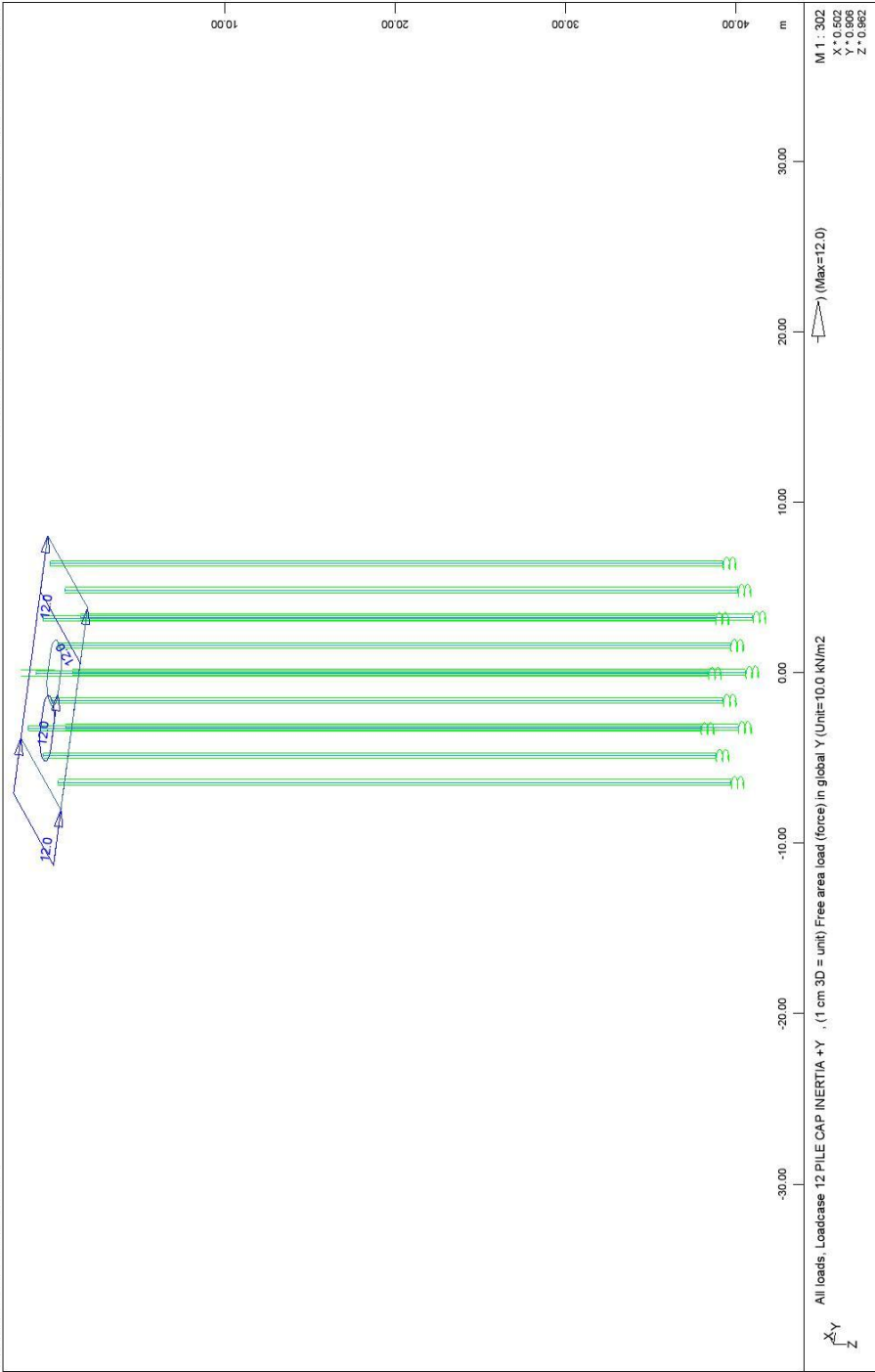
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
LOADINGS GRAPHS



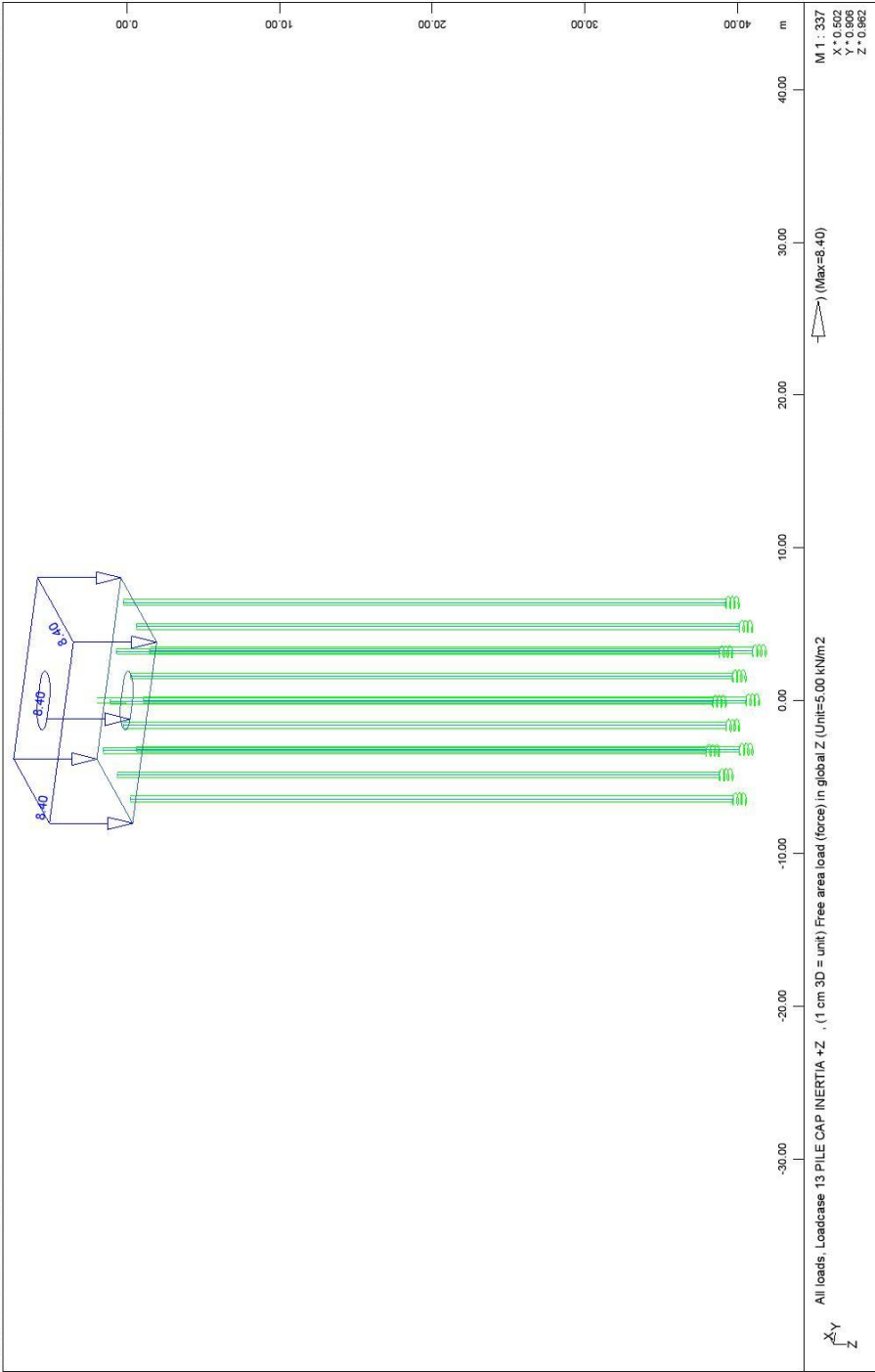
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



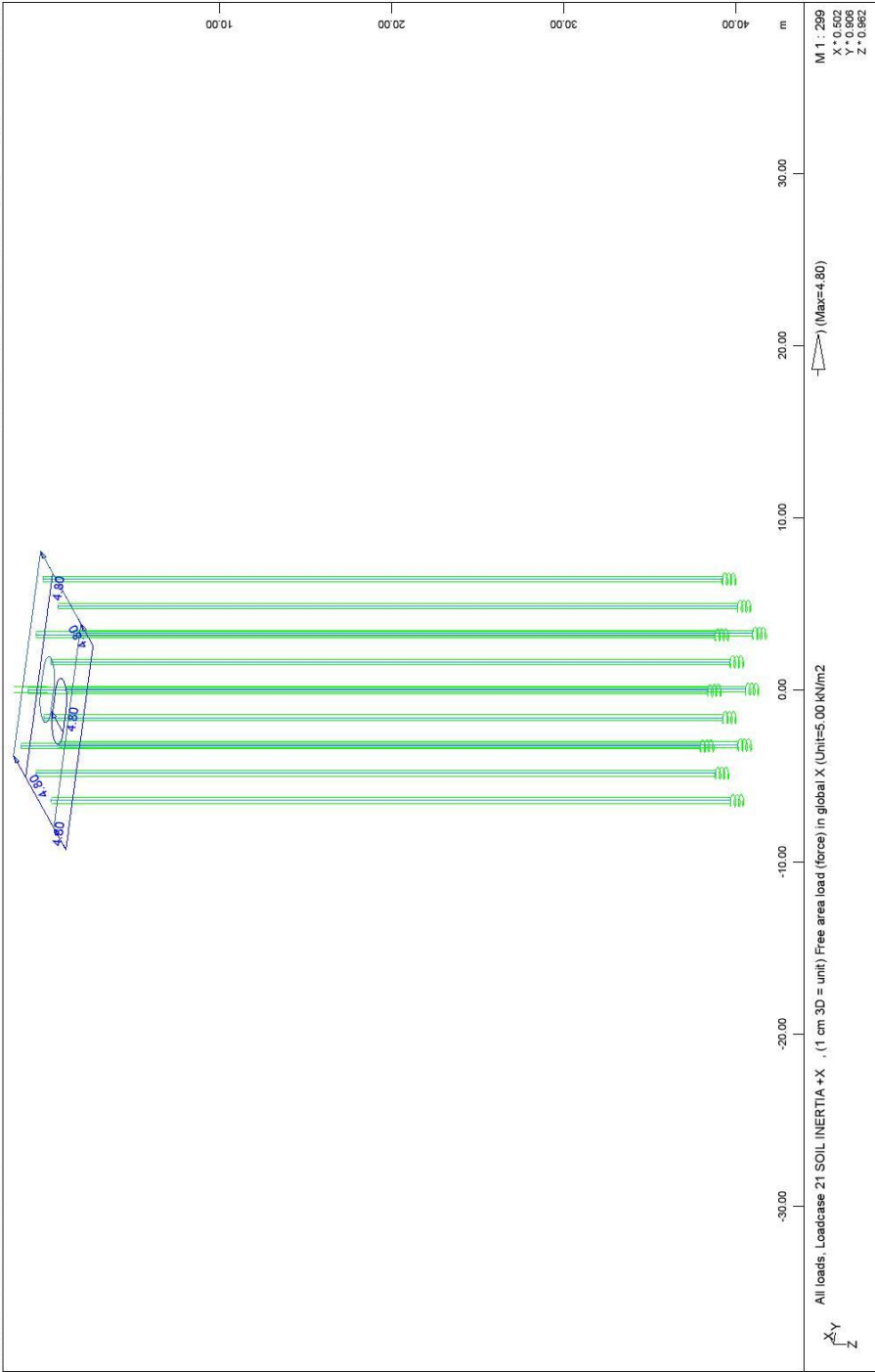
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



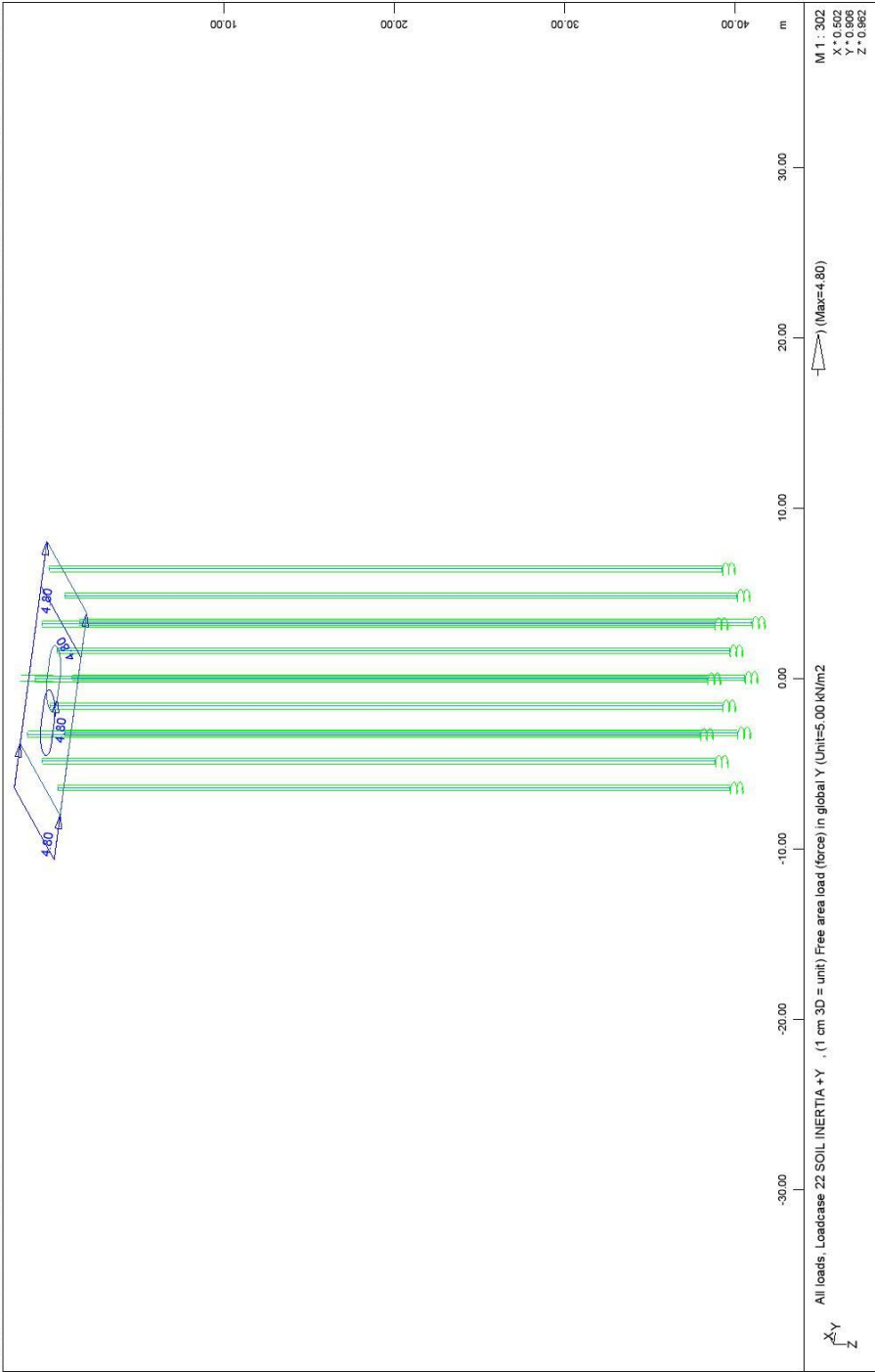
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



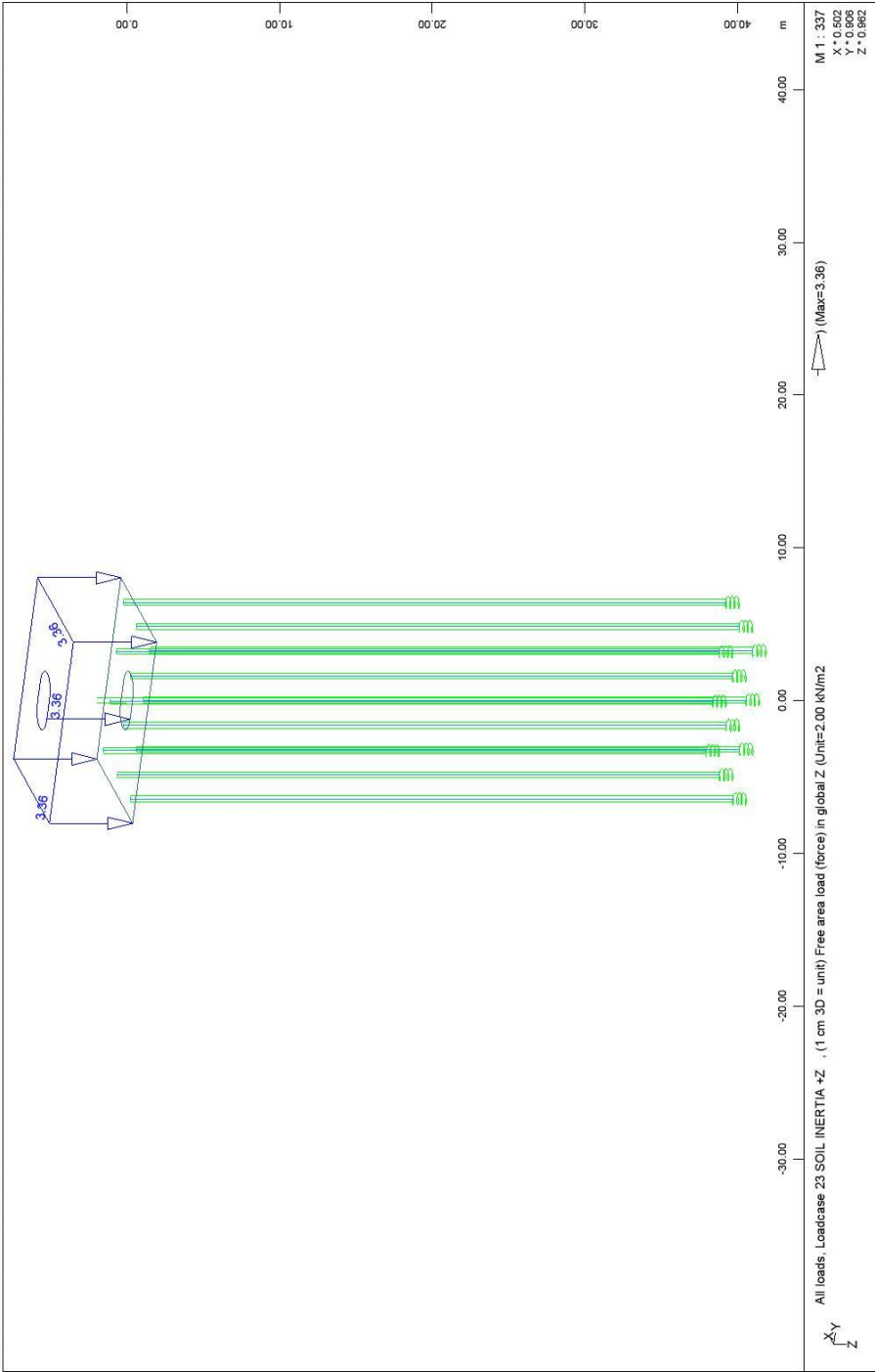
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



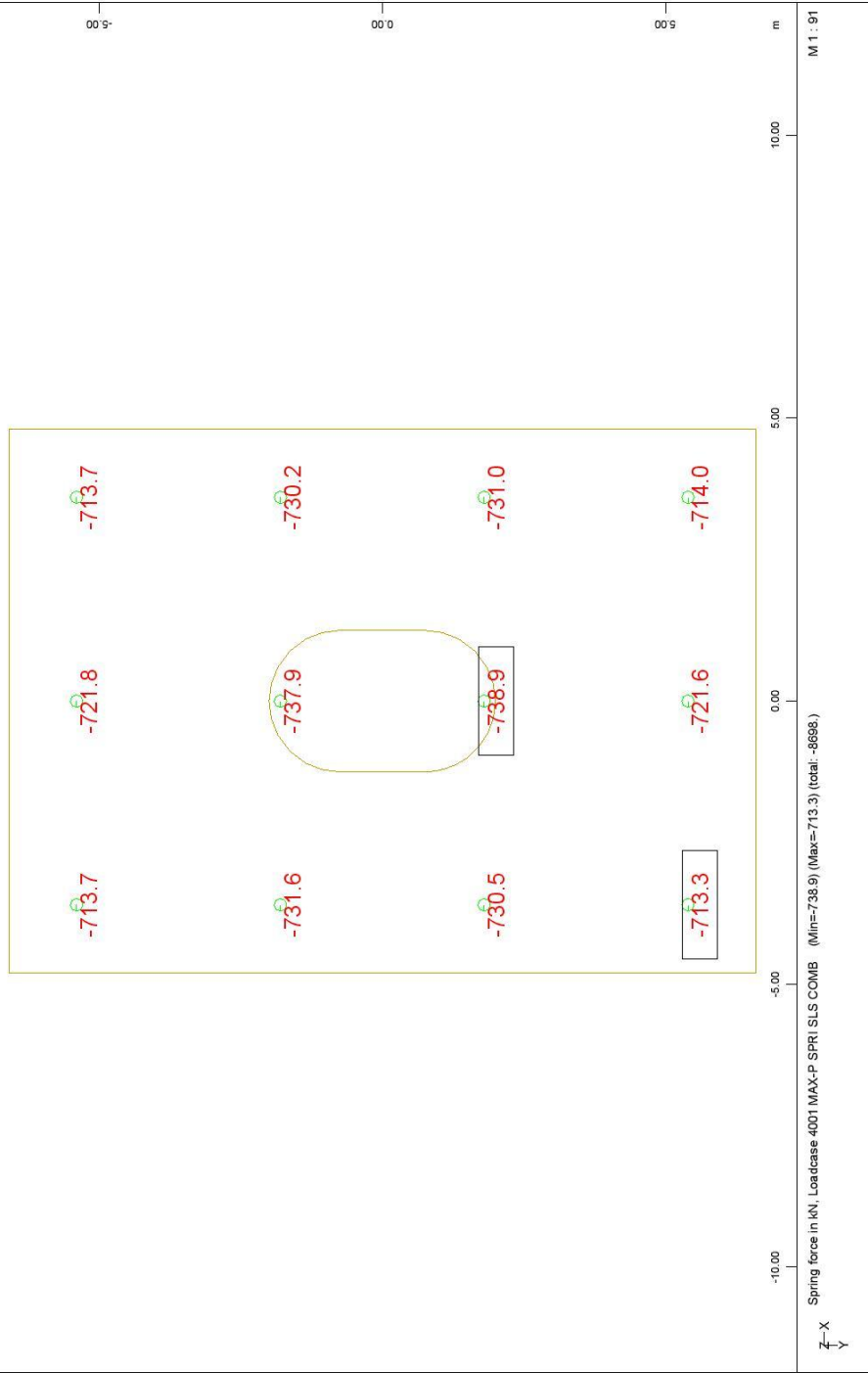
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



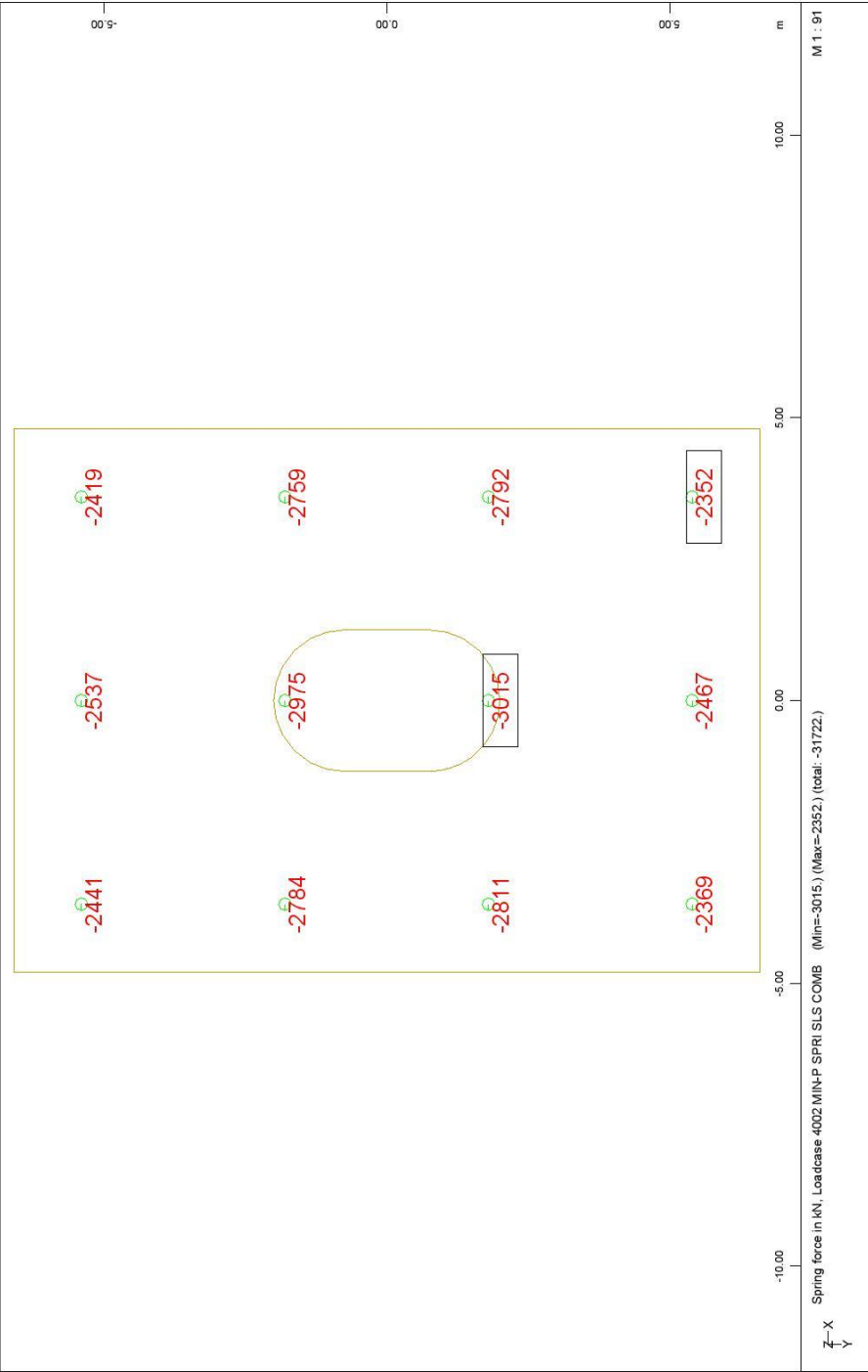
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



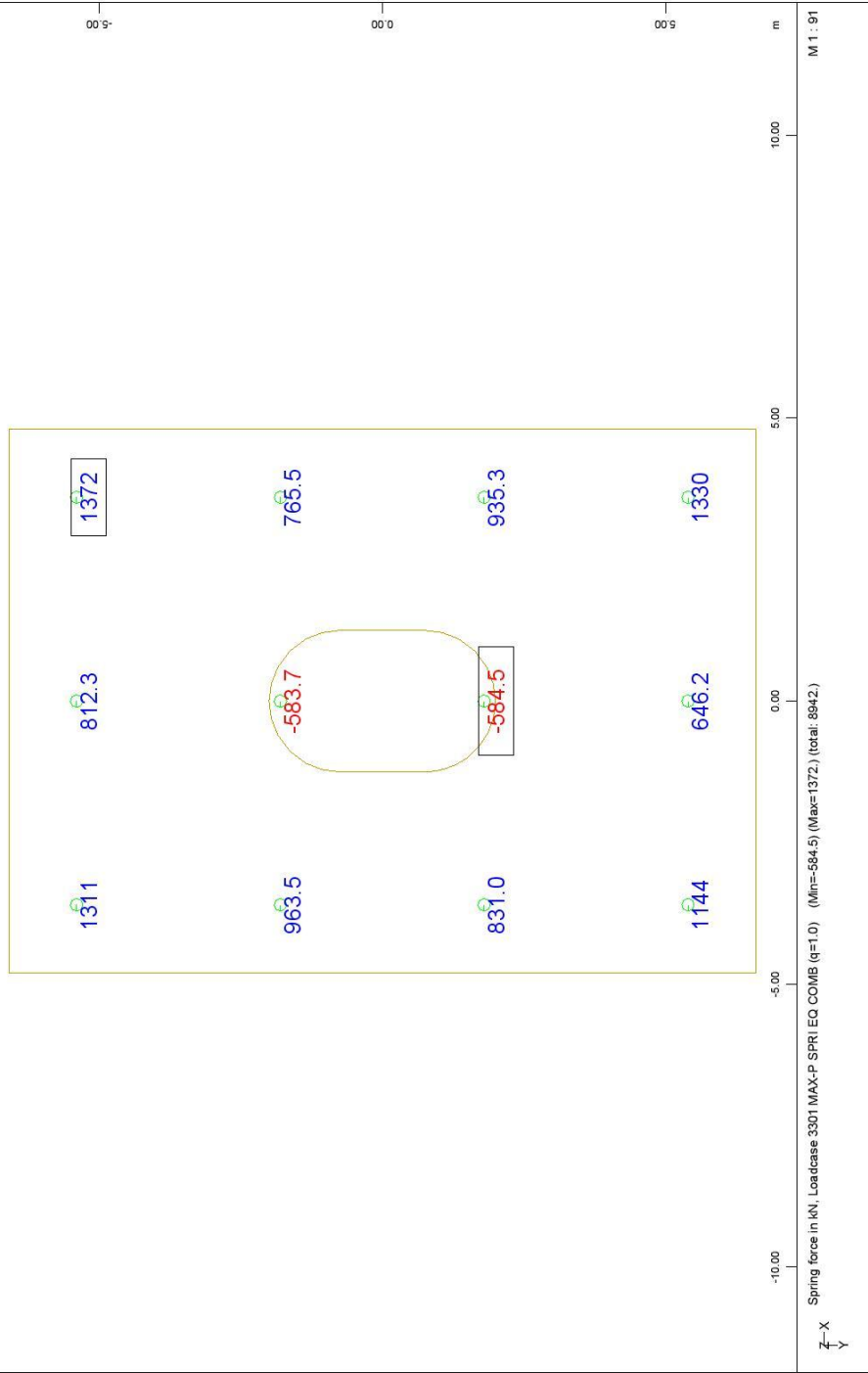
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS

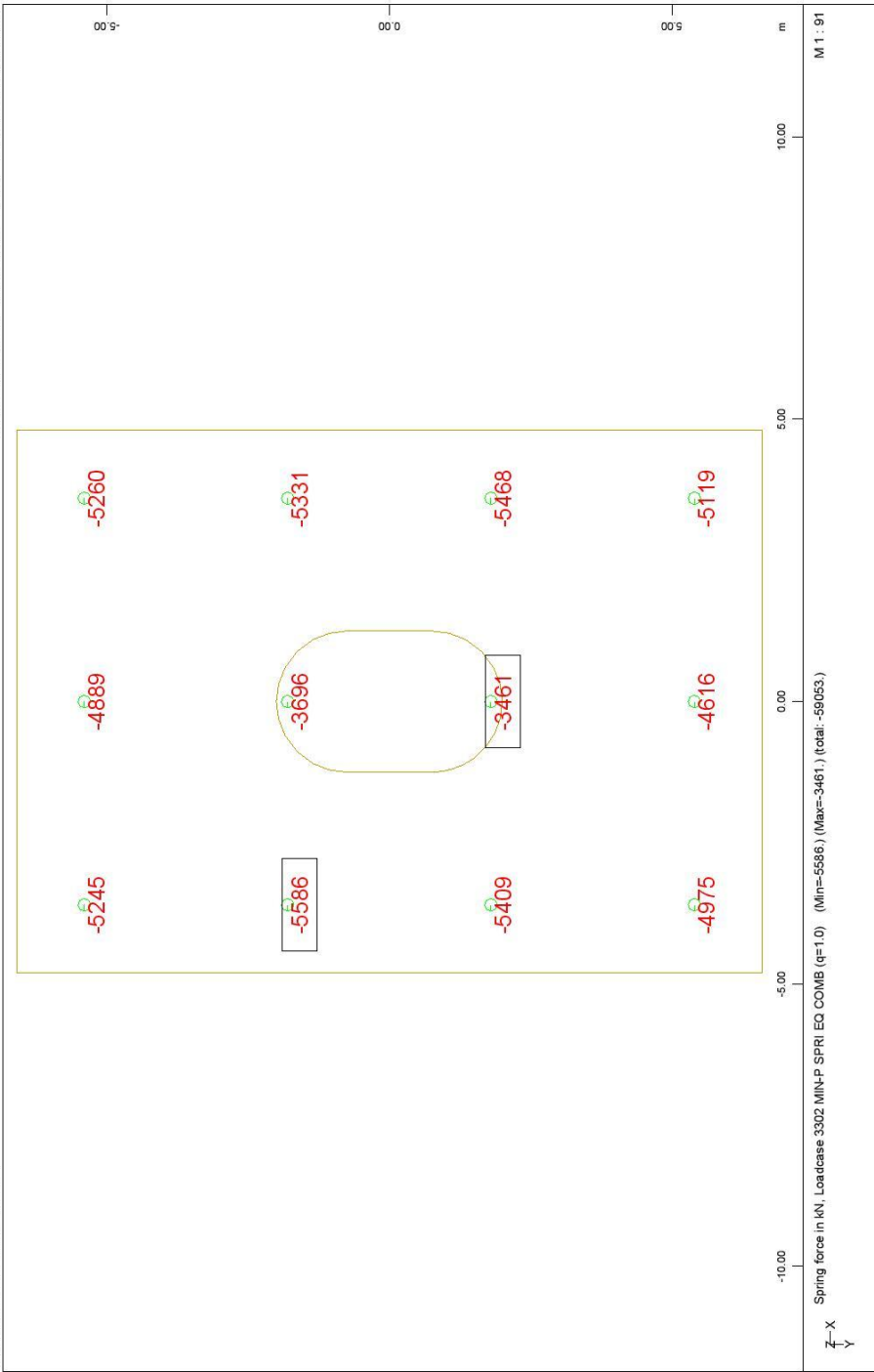


FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAPACITY CHECK: STATIC LOADINGS - TENSION

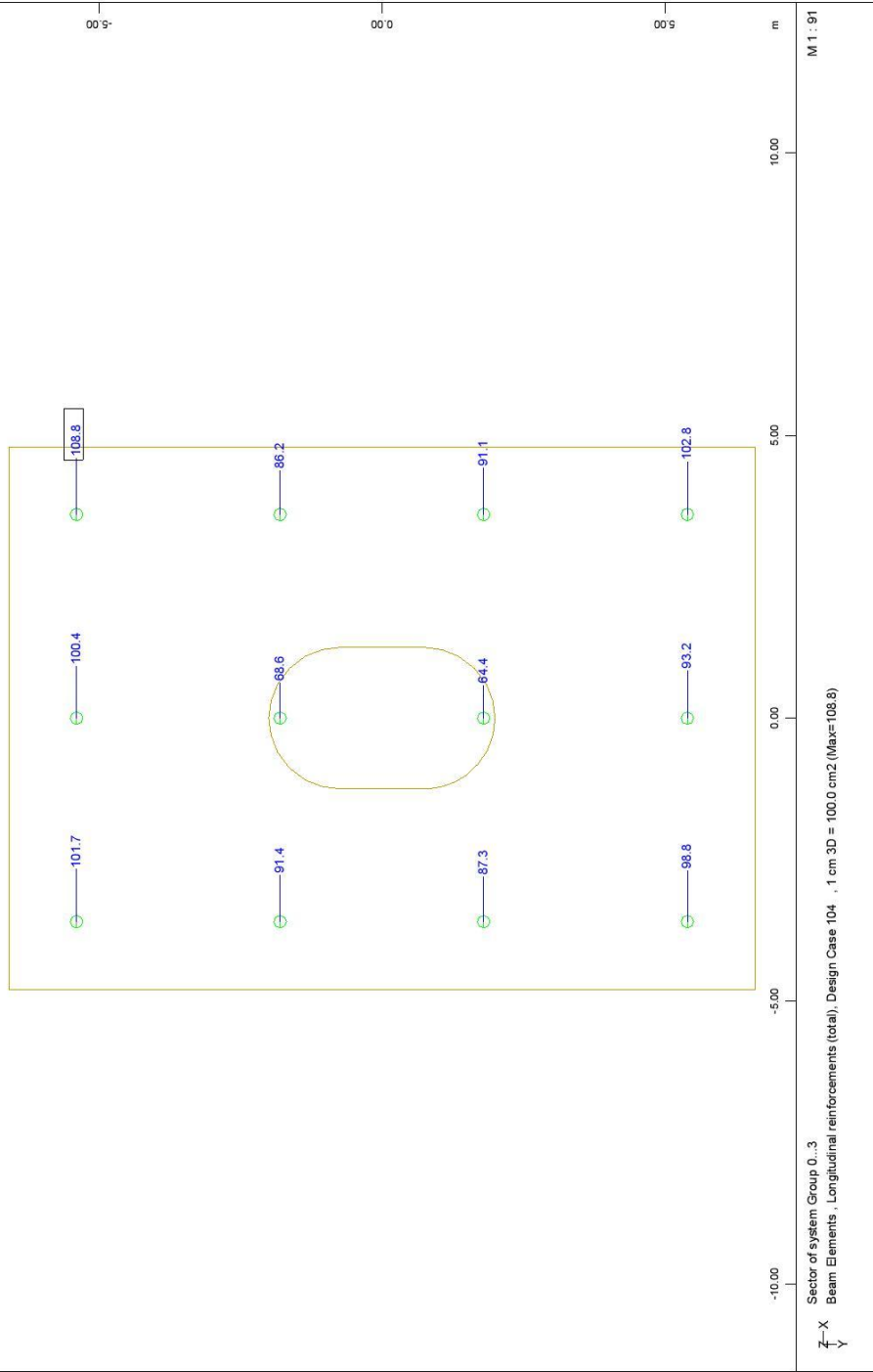


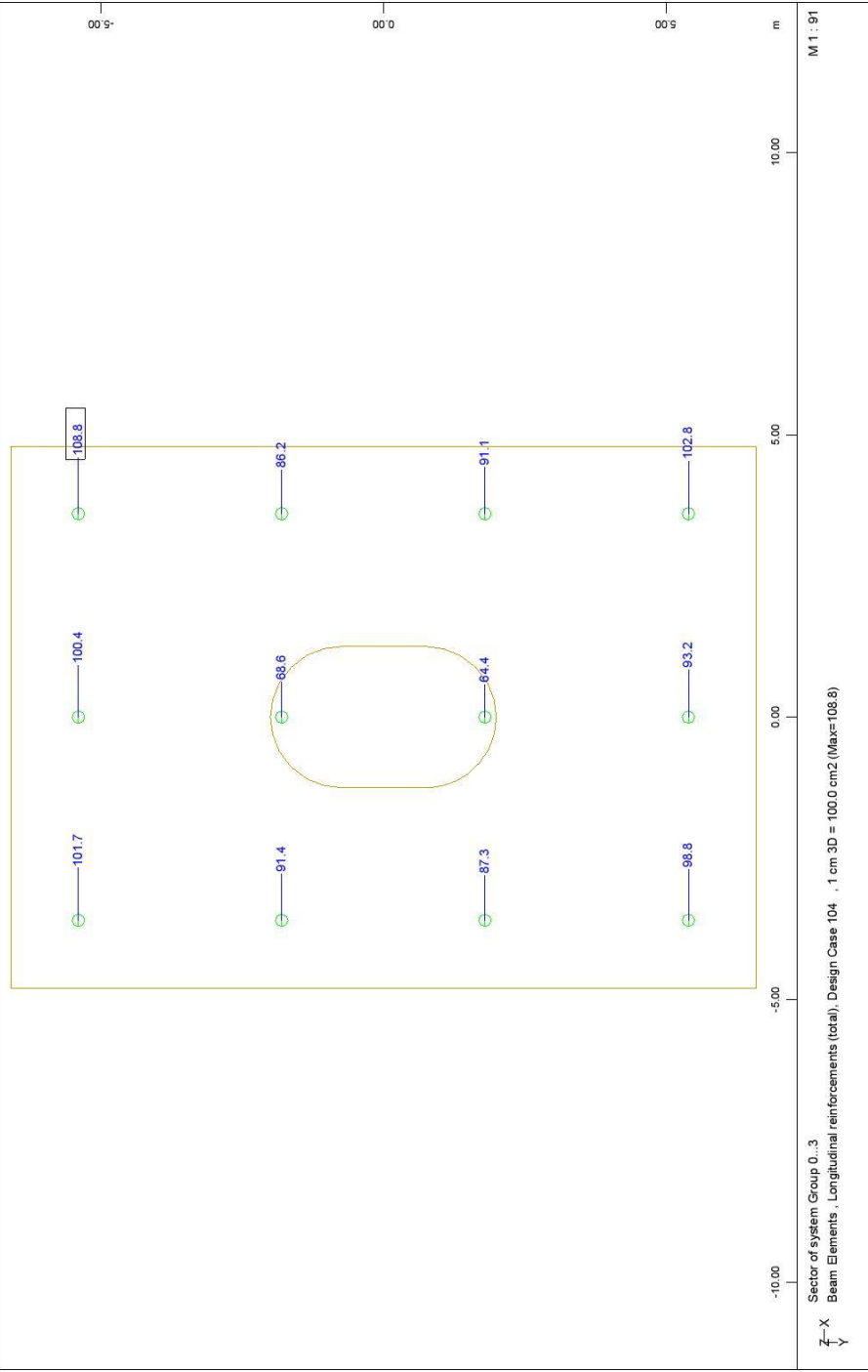
FOUNDATION OF PIER M11 D - STRUCTURE 4
PILE CAPACITY CHECK: STATIC LOADINGS - COMPRESSION

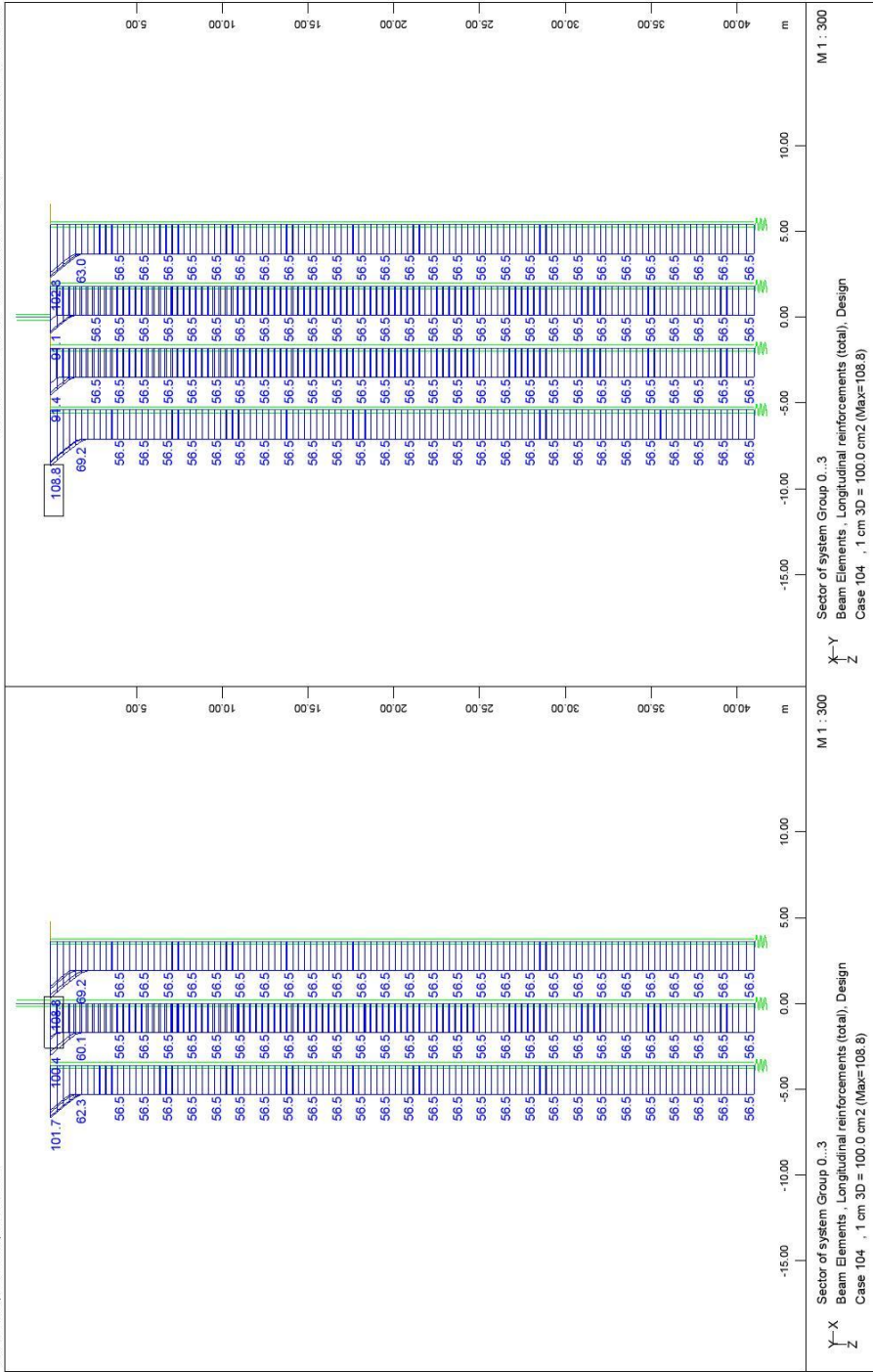


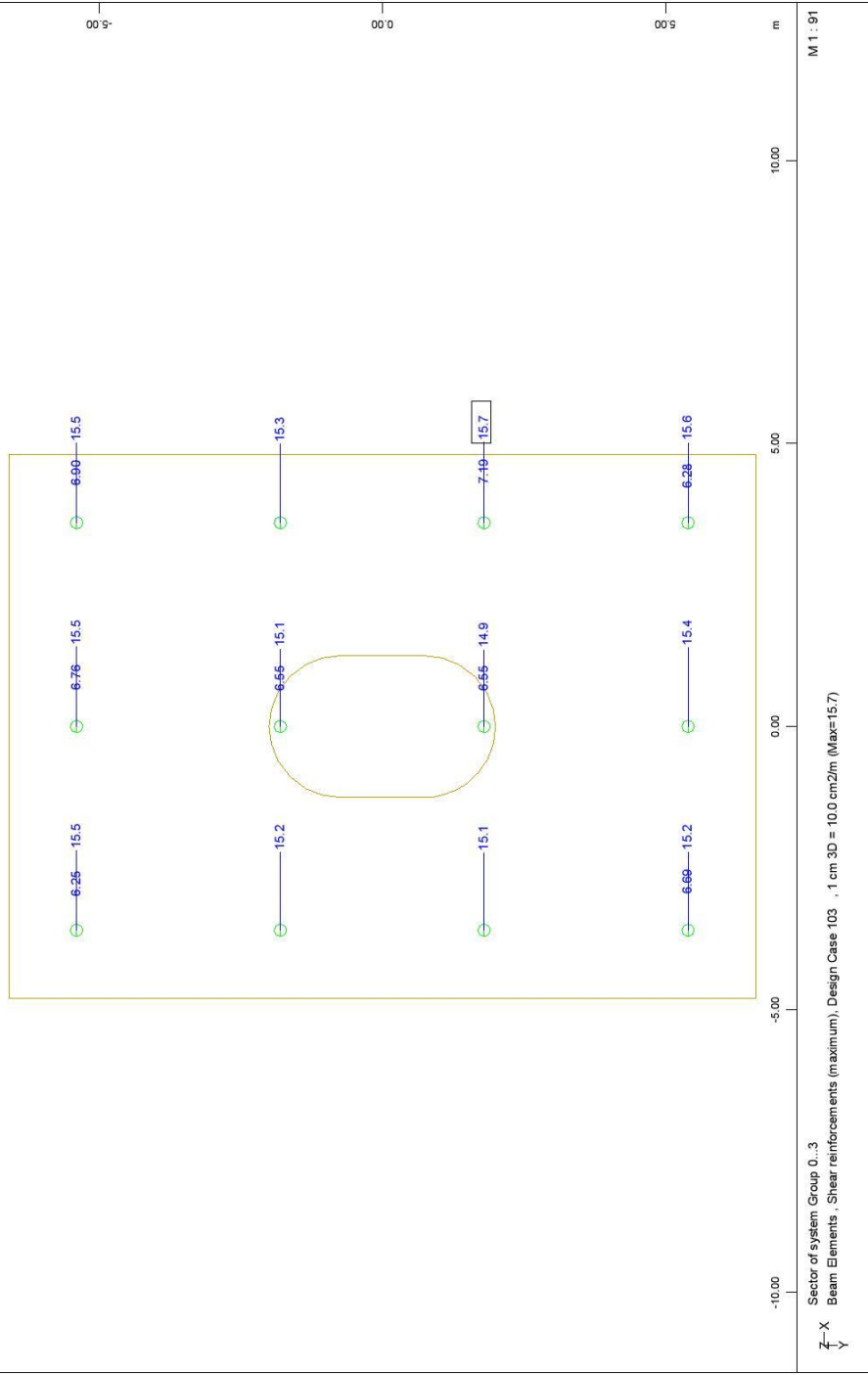


FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILE CAPACITY CHECK: SEISMIC LOADINGS - COMPRESSION

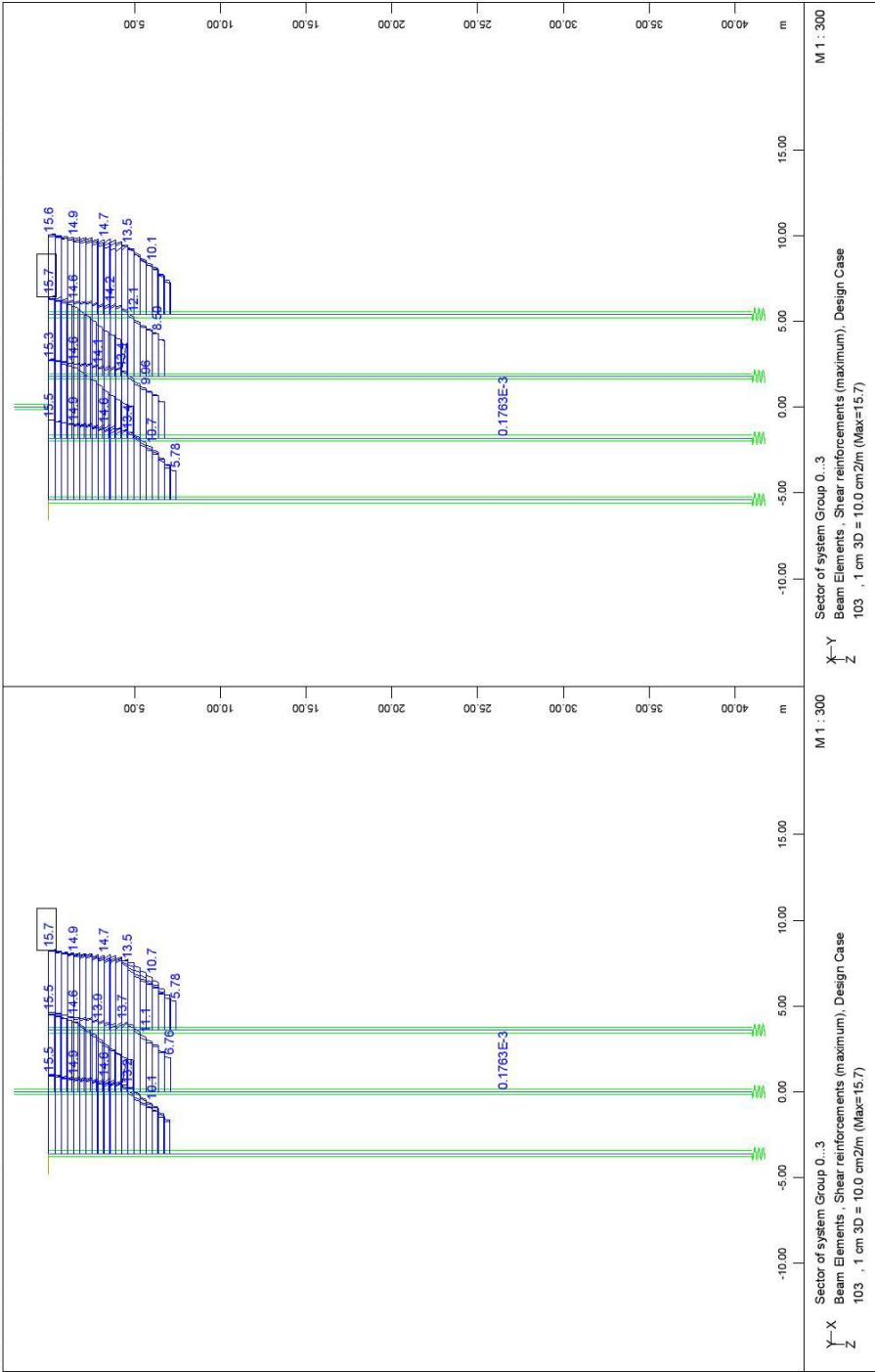




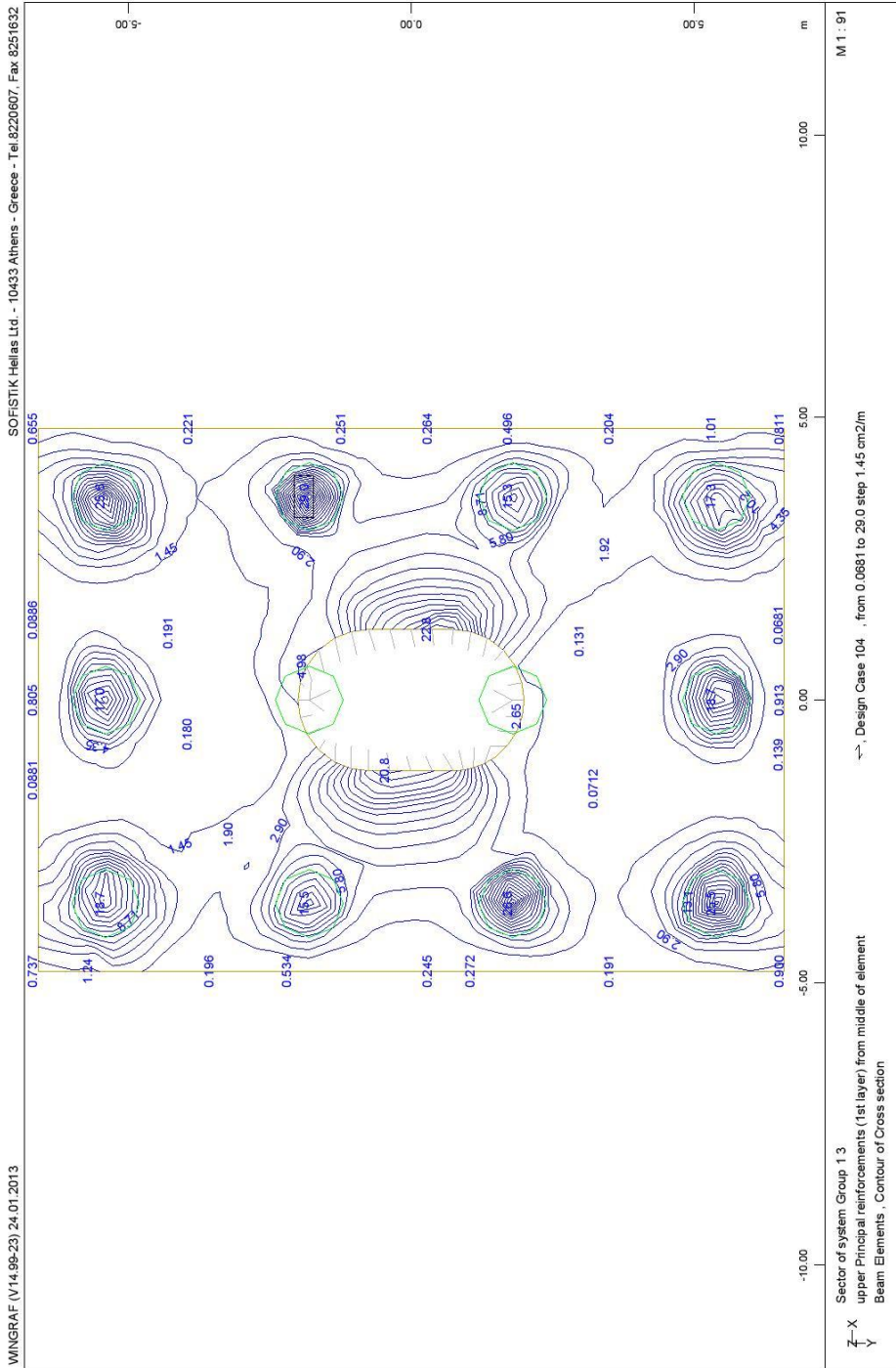


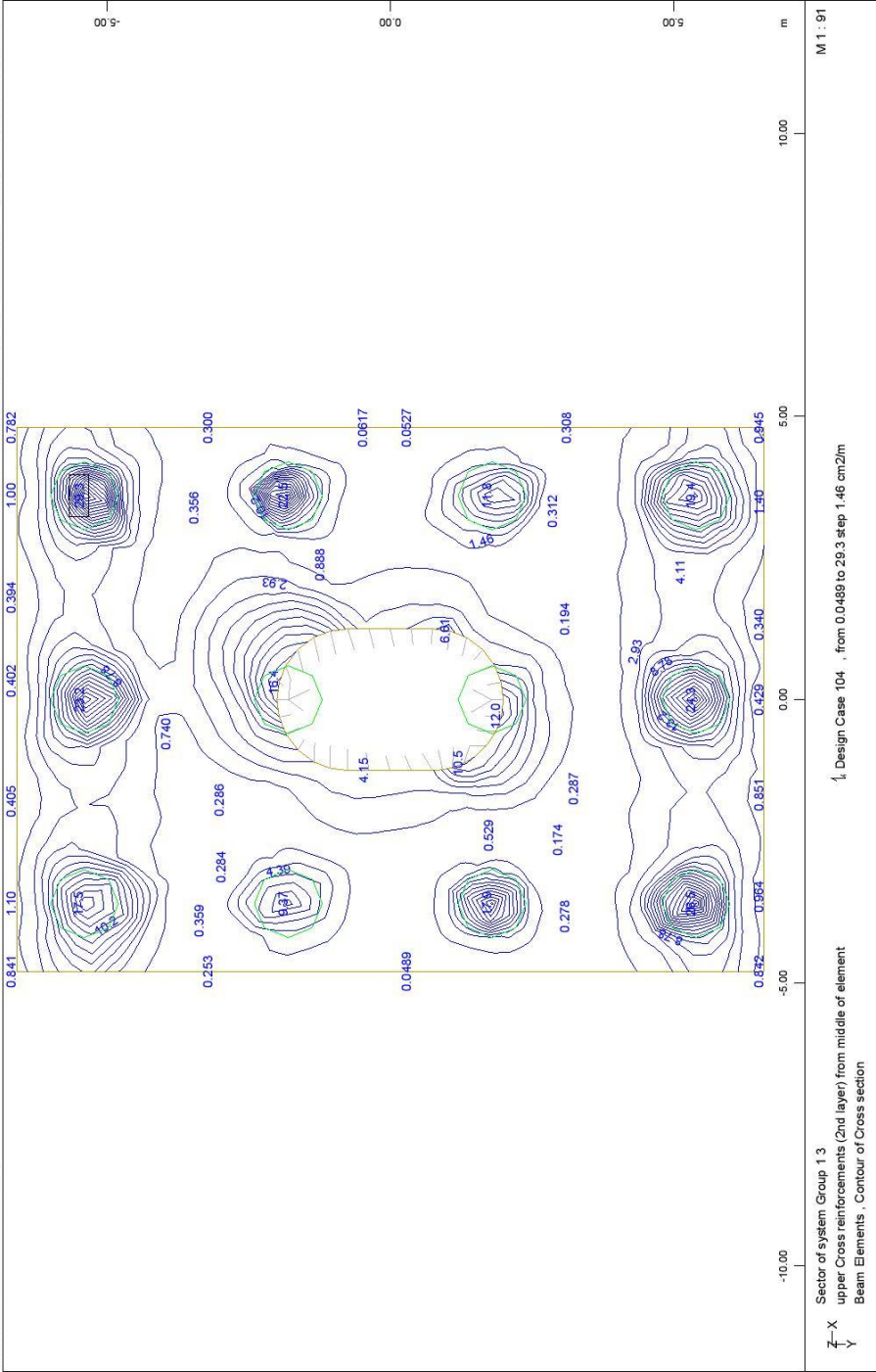


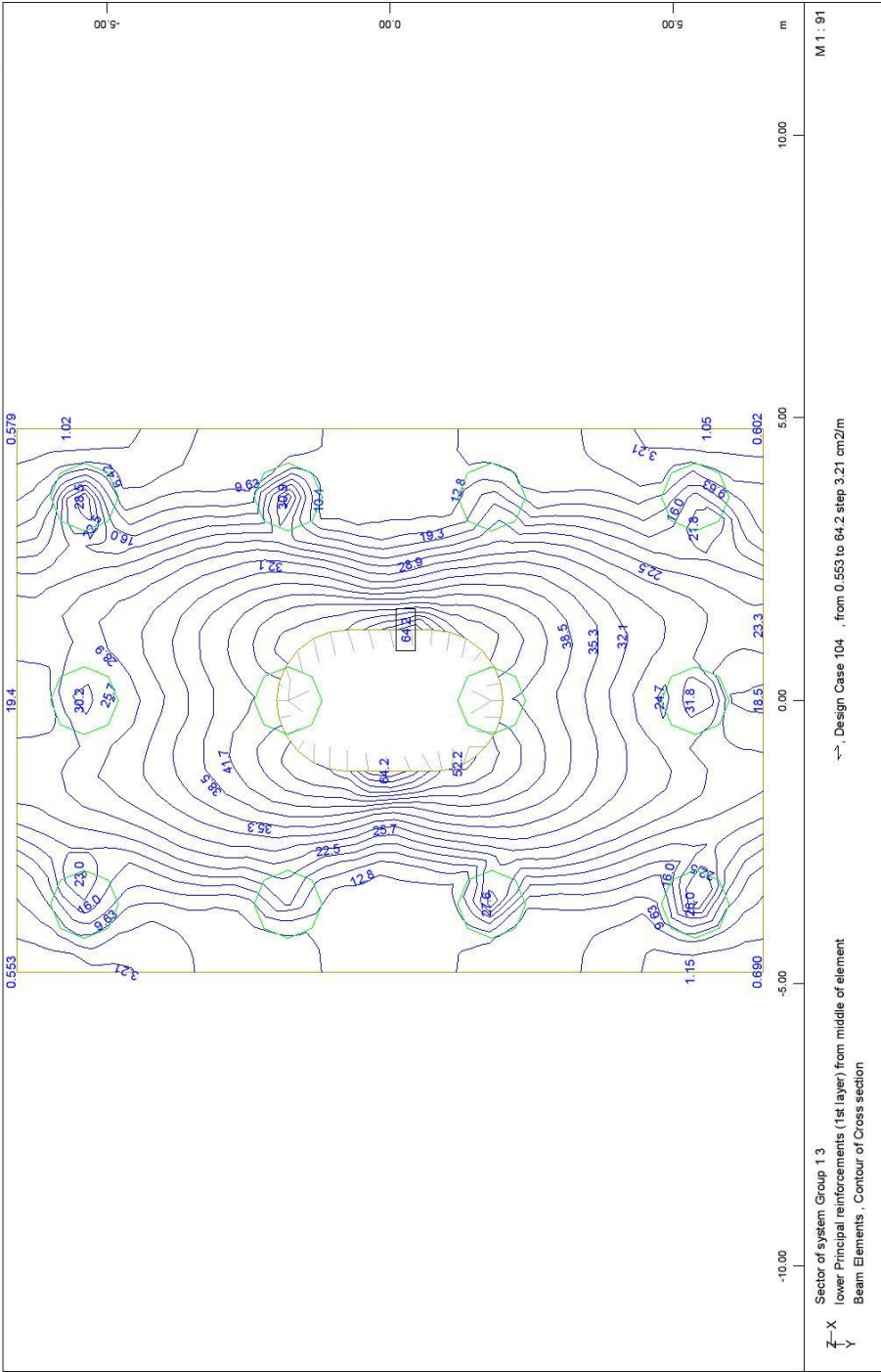
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
 PILES TRANSVERSE REINFORCEMENT - MAXIMUM VALUE



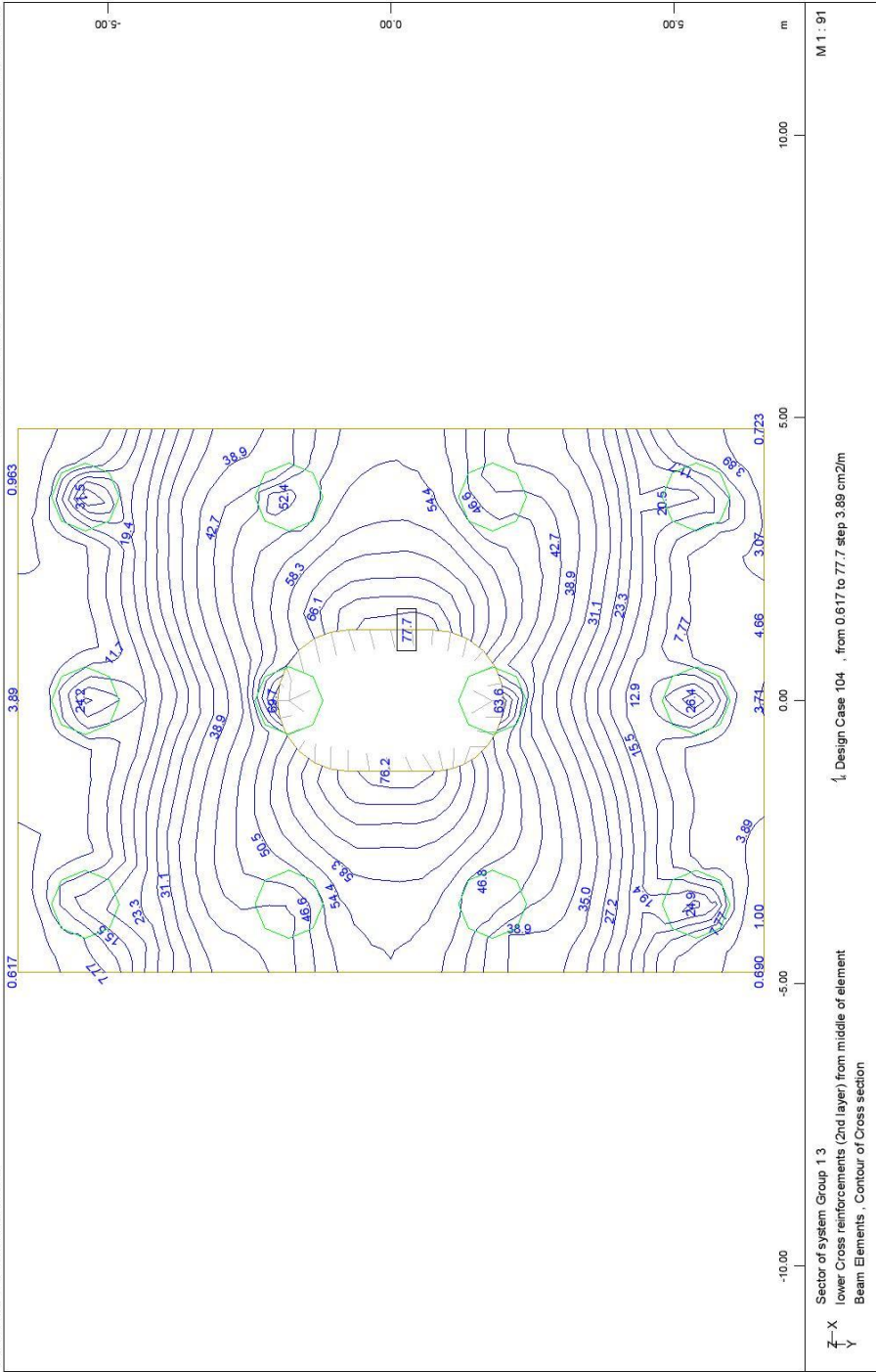
FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
PILES TRANSVERSE REINFORCEMENT - DISTRIBUTION ALONG LENGTH

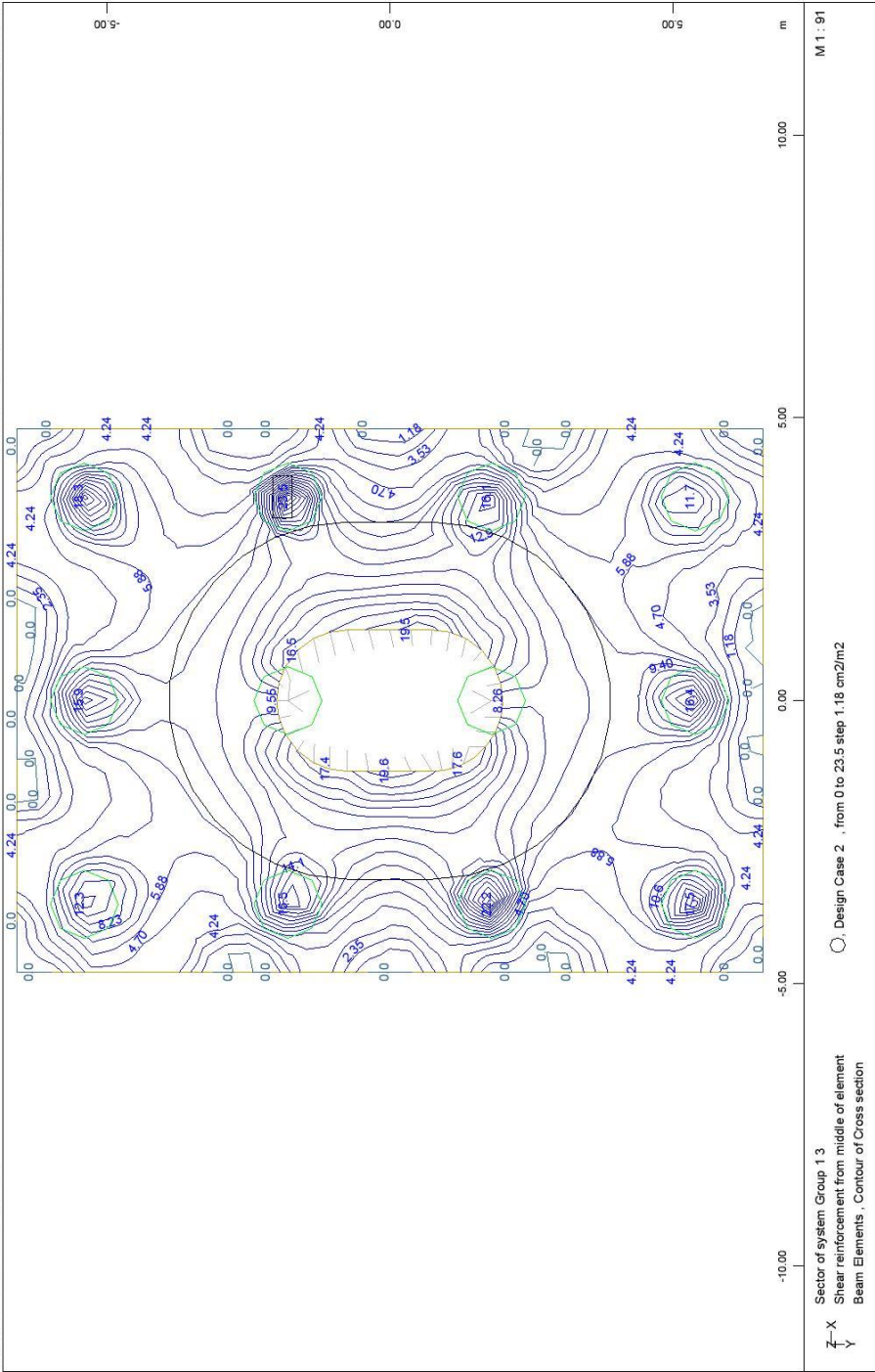






FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: BOTTOM LONGITUDINAL



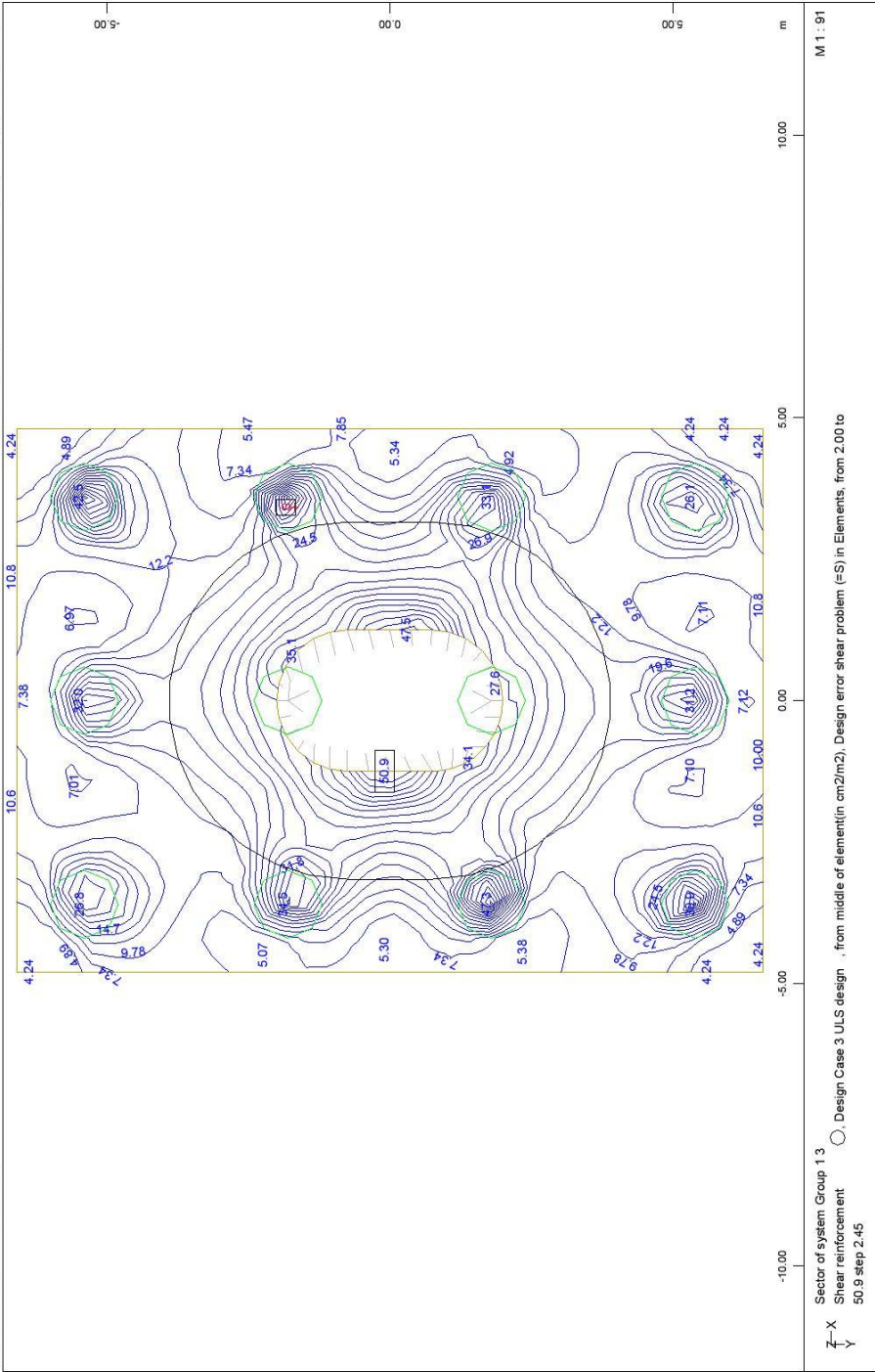


Sector of system Group 1 3
Shear reinforcement from middle of element
Beam Elements, Contour of Cross section

○ Design Case 2 , from 0 to 23.5 step 1.18 cm²/m²

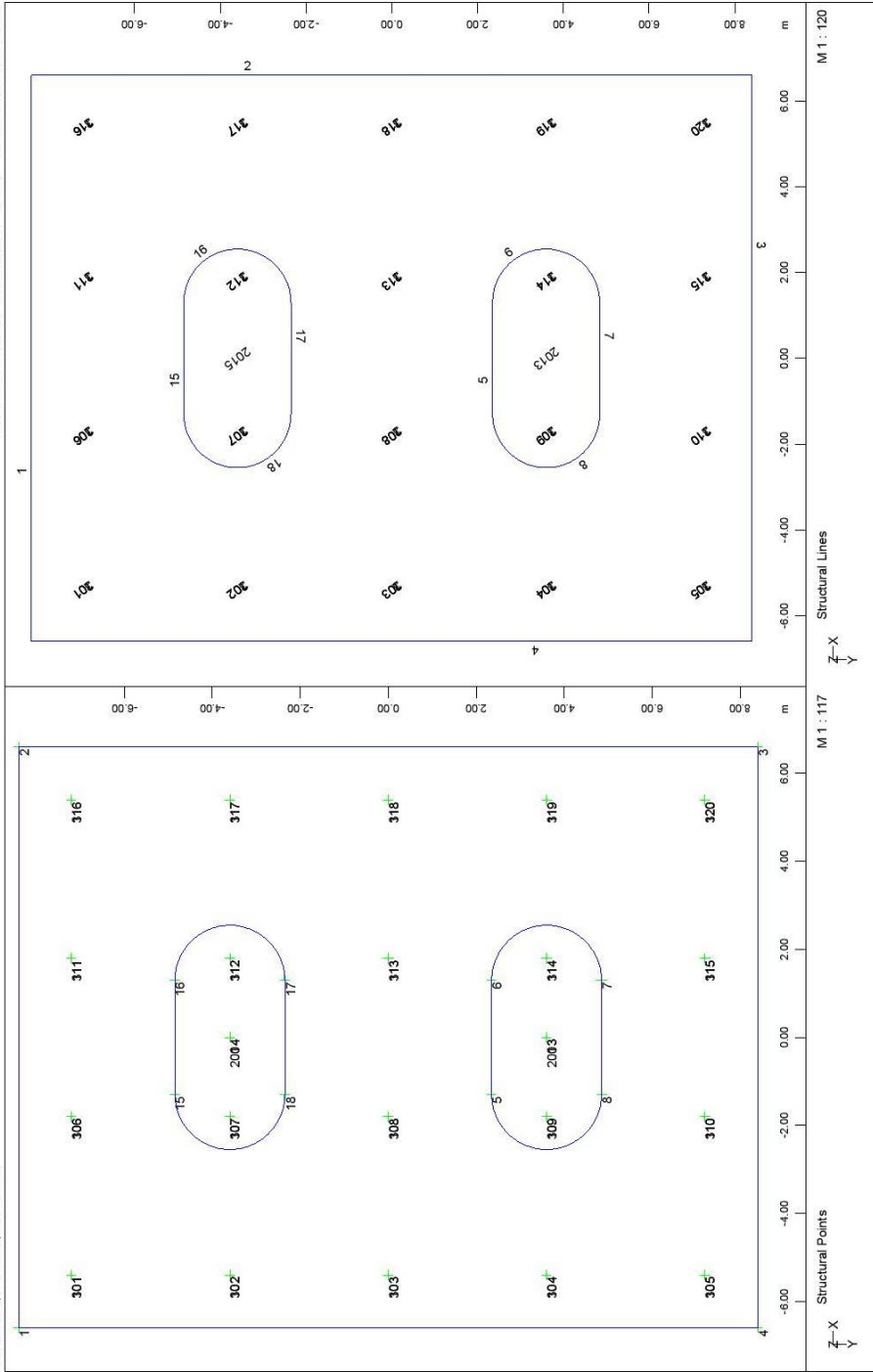
M 1 : 91

FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT - SHEAR REINFORCEMENT FOR ULS COMBINATION

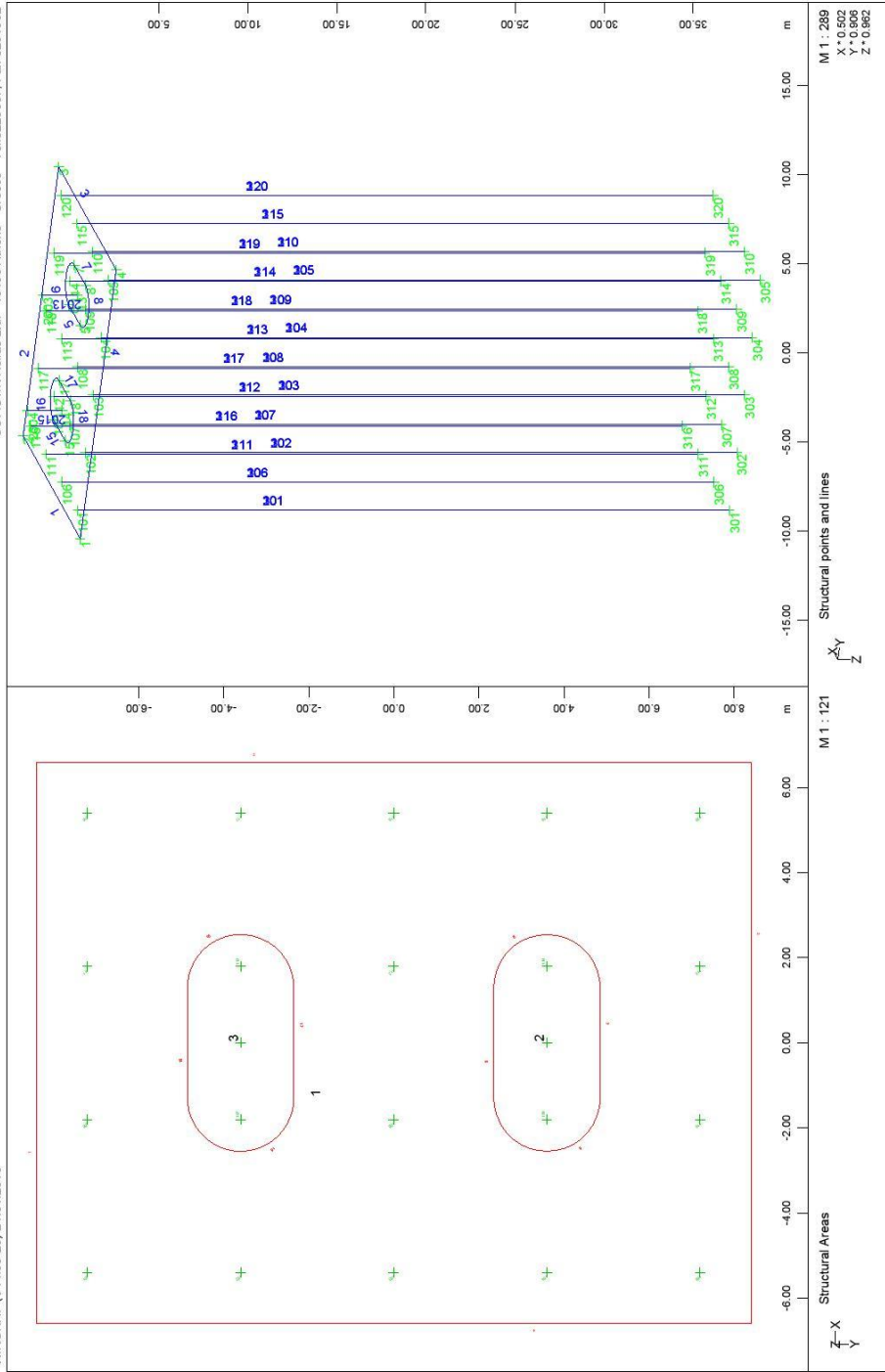


FOUNDATION OF PIER M11.D - STRUCTURE 4
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT - SHEAR REINFORCEMENT FOR EQ COMBINATION

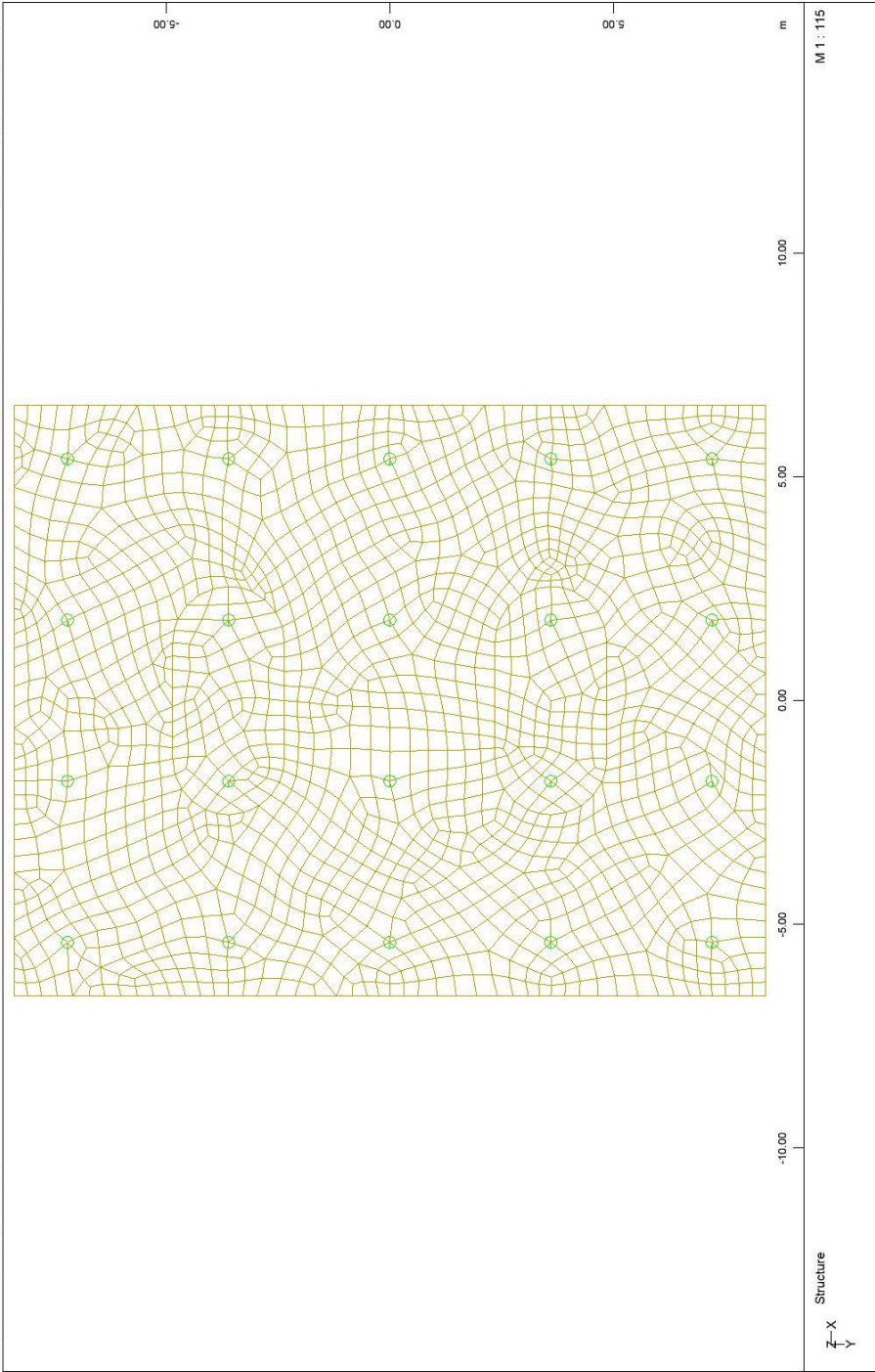
6.2.2 ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ



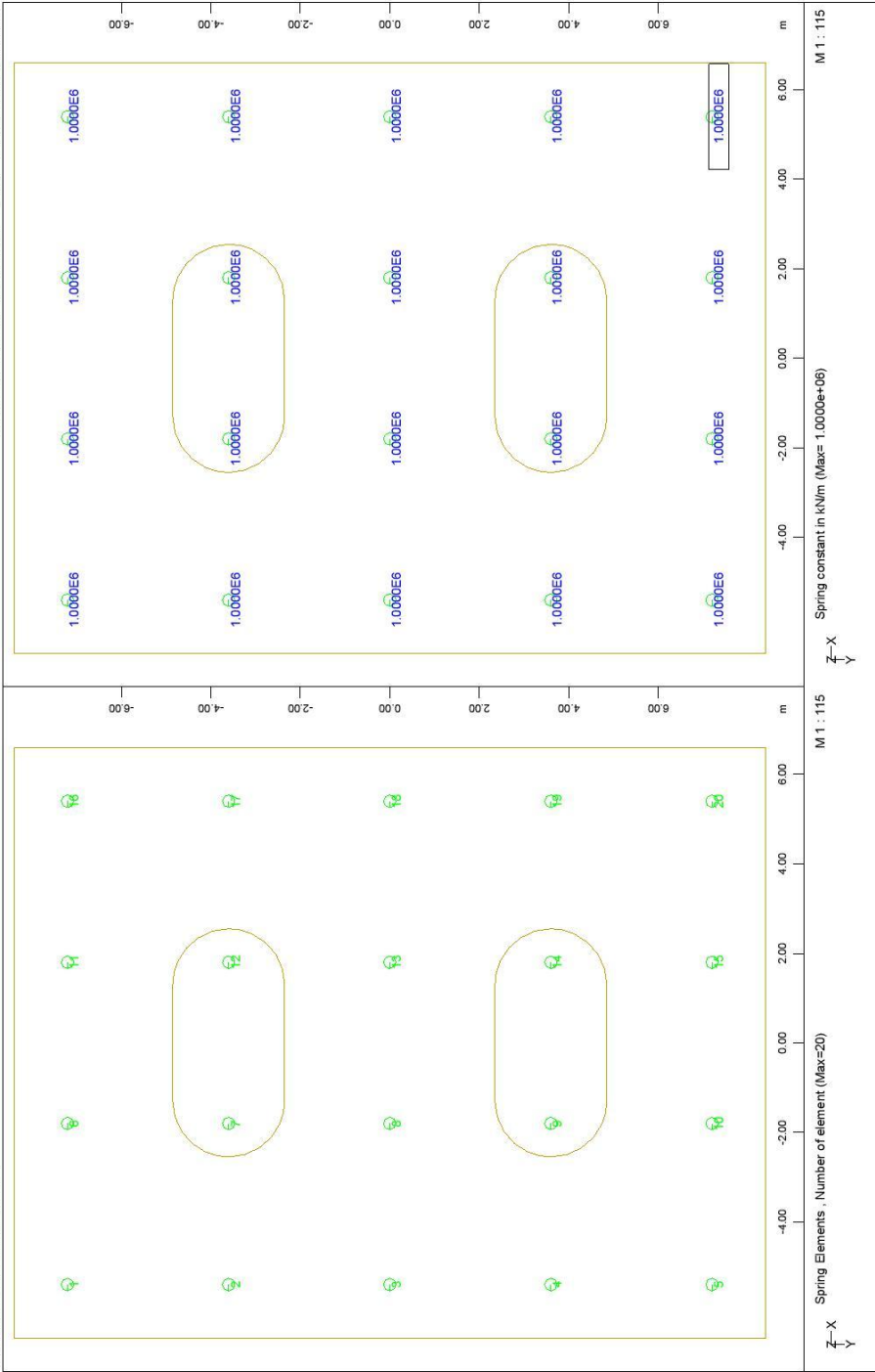
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
GEOMETRIC POINTS AND LINES



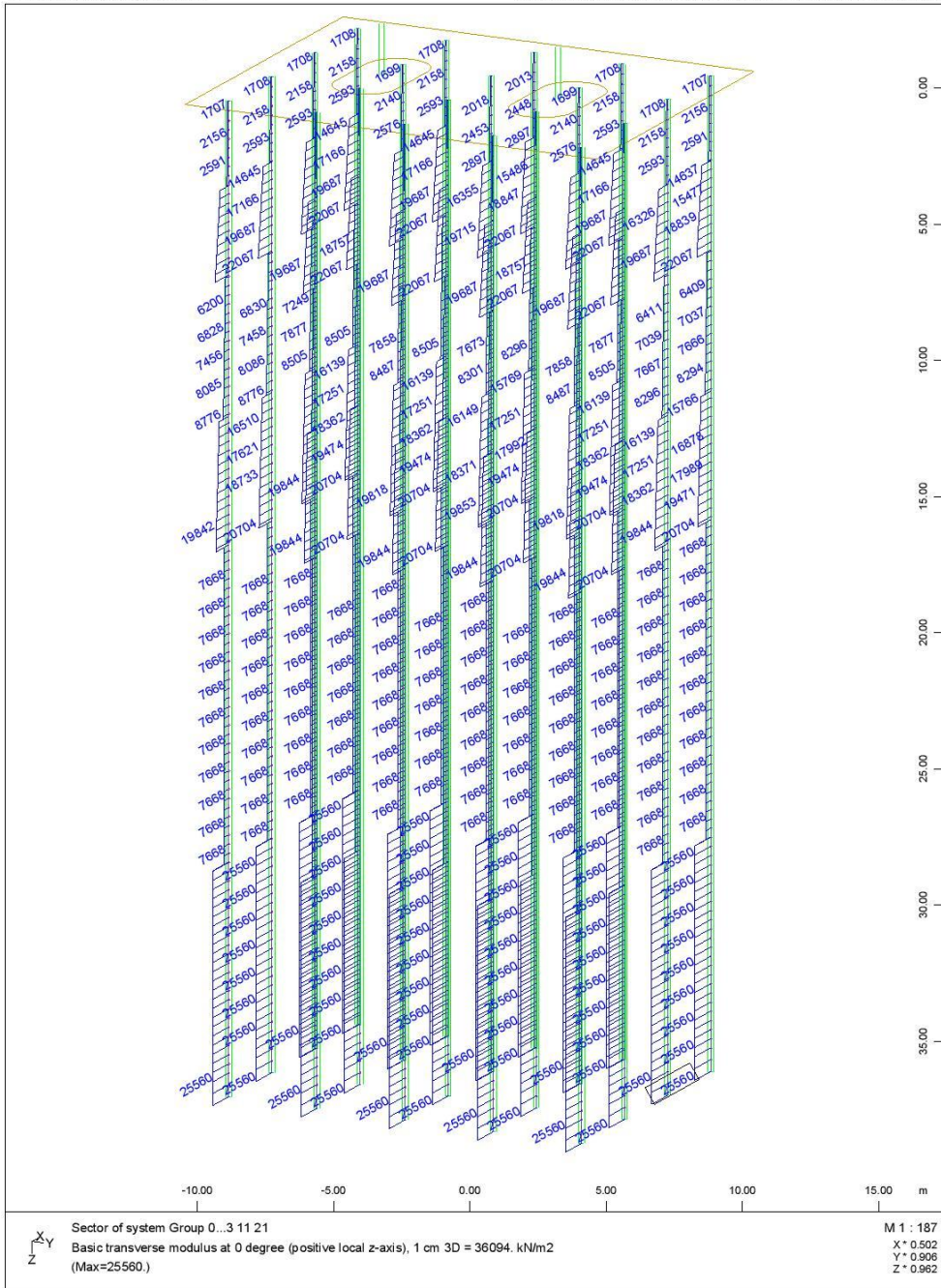
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
NUMBERING OF AREAS, POINTS AND LINES



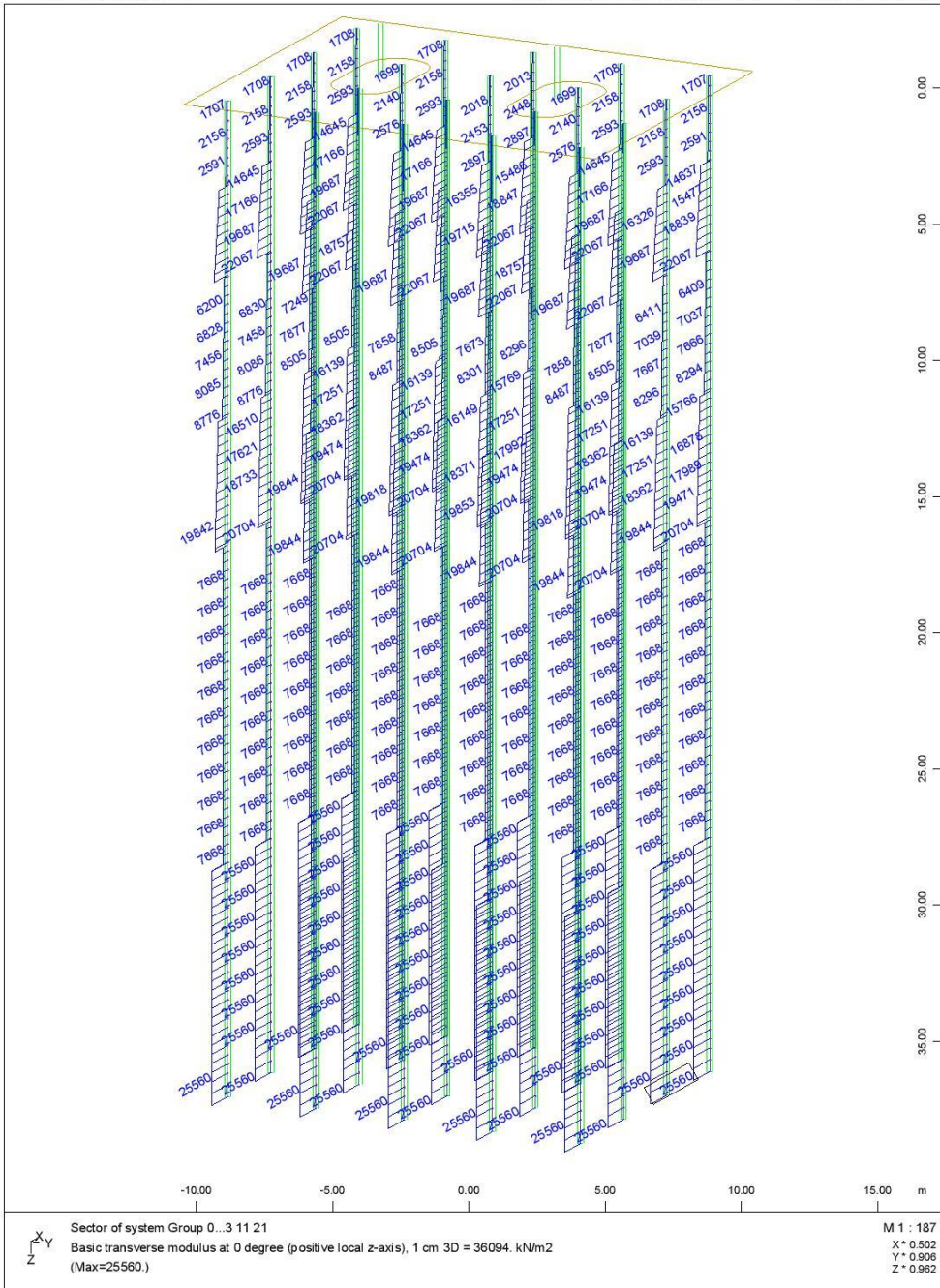
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
PILE CAP FINITE ELEMENT MESH



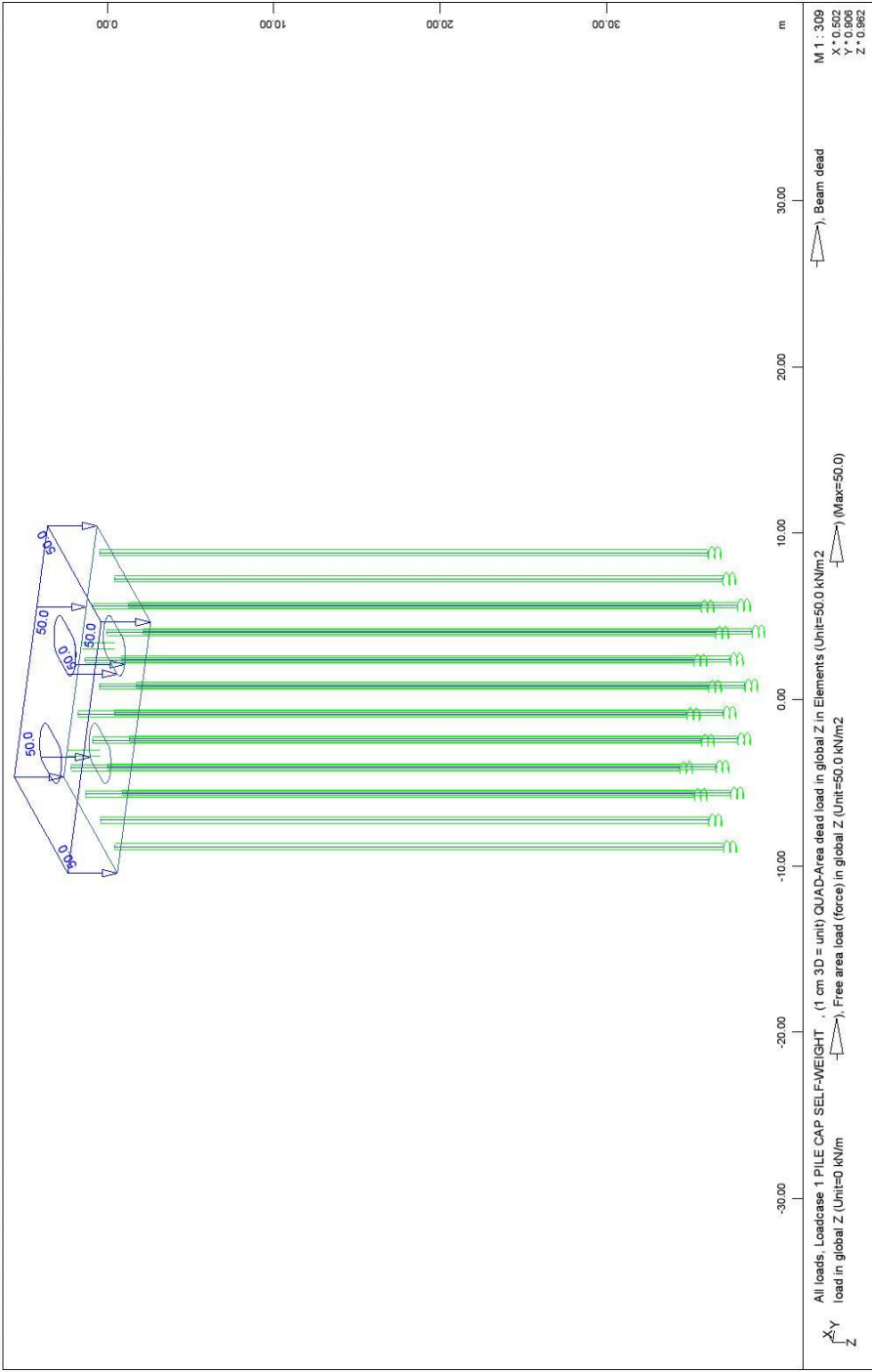
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
NUMBERING AND STIFFNESS OF PILE TIP SPRINGS



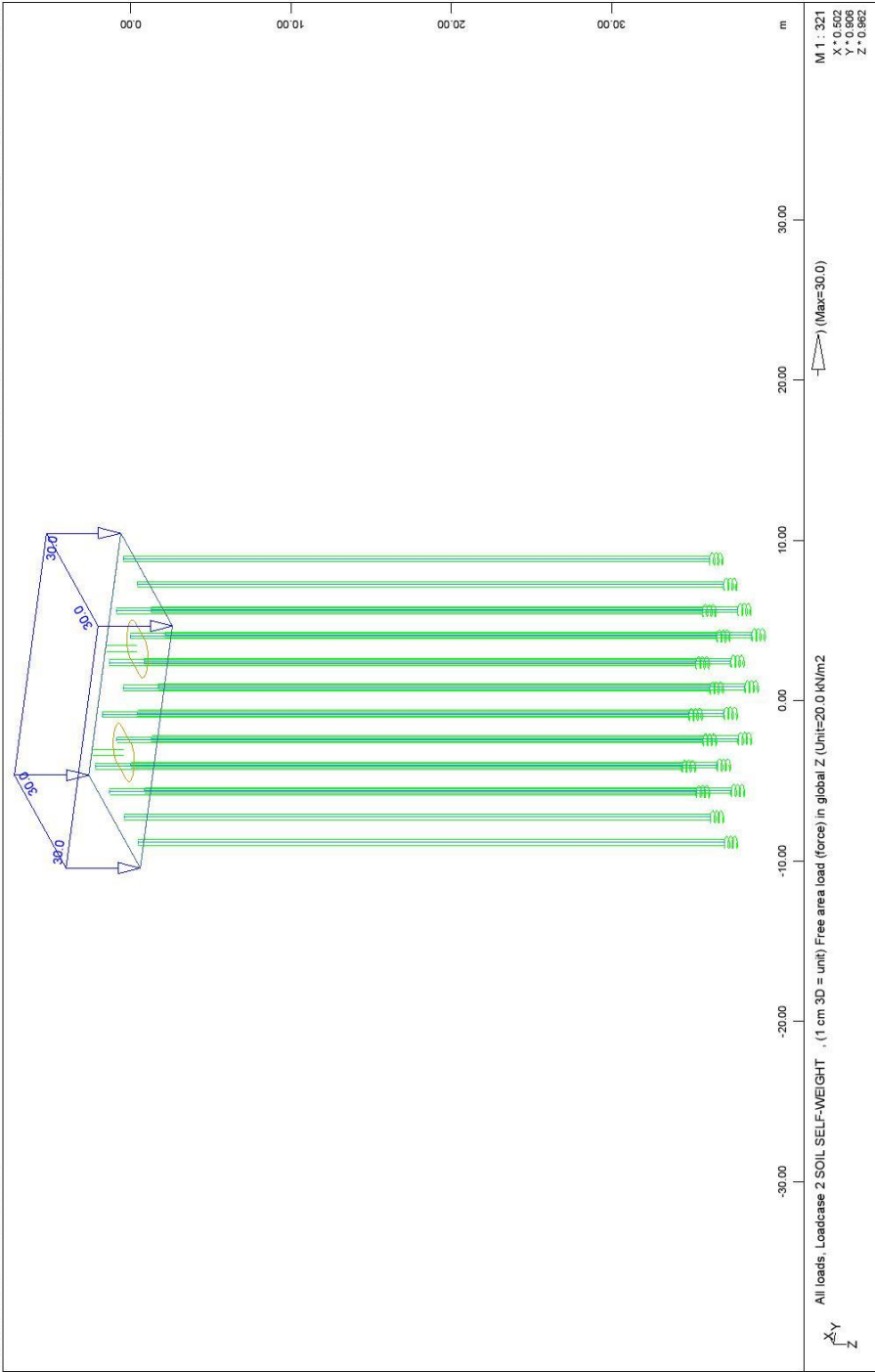
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
 TRANSVERSE SOIL INDEX (STATIC LOADINGS)



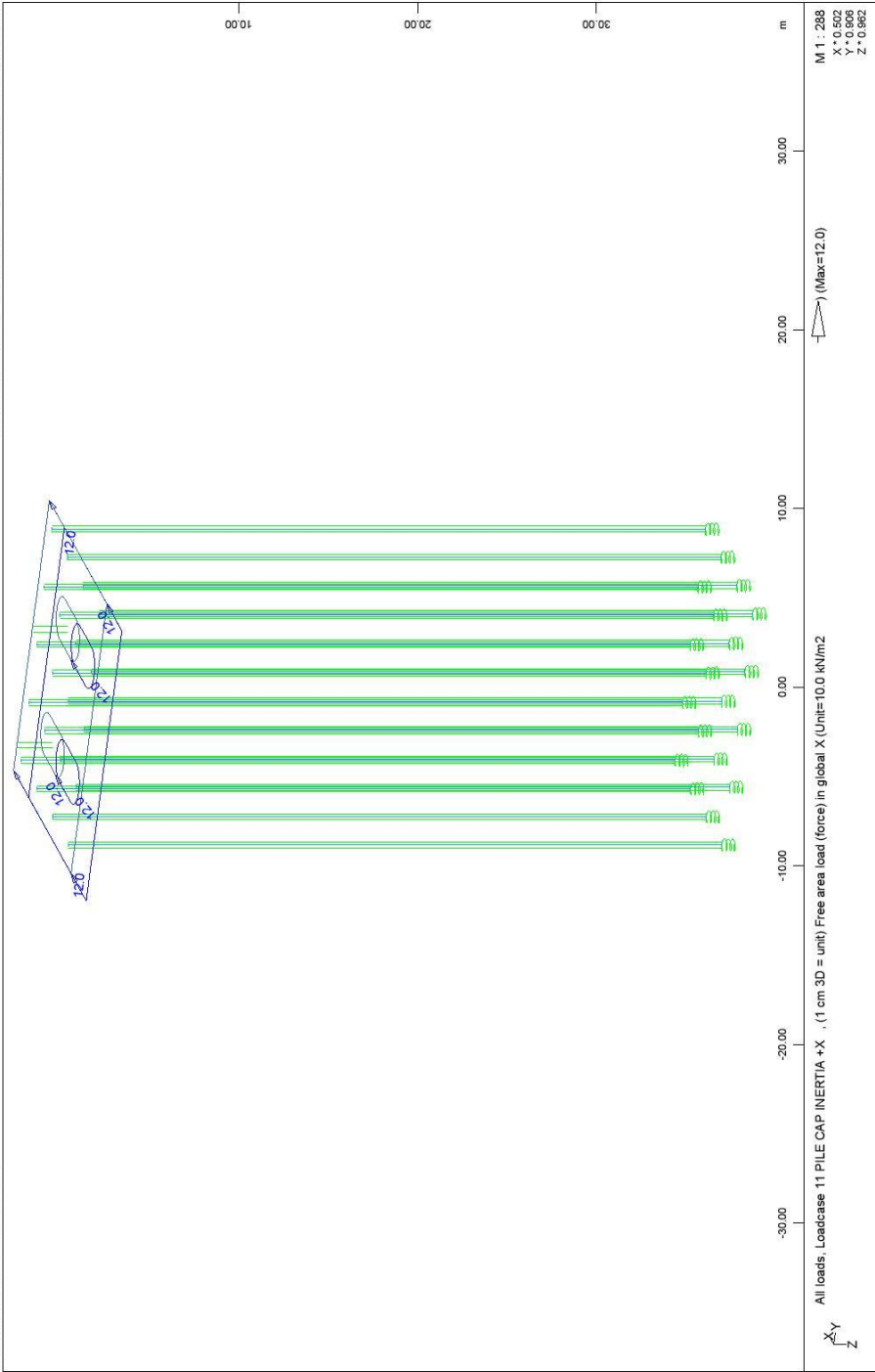
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
 TRANSVERSE SOIL INDEX (SEISMIC LOADINGS)

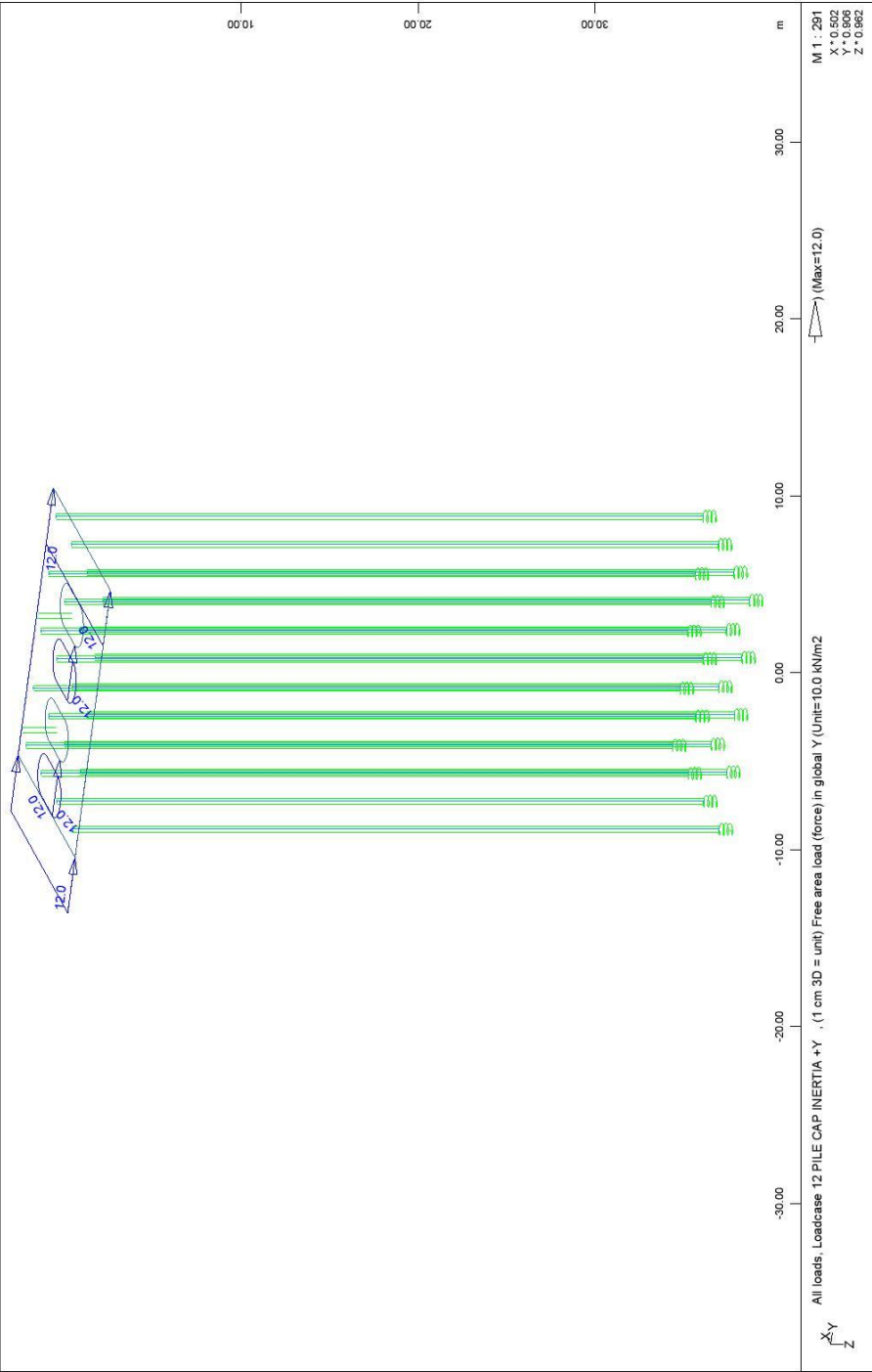


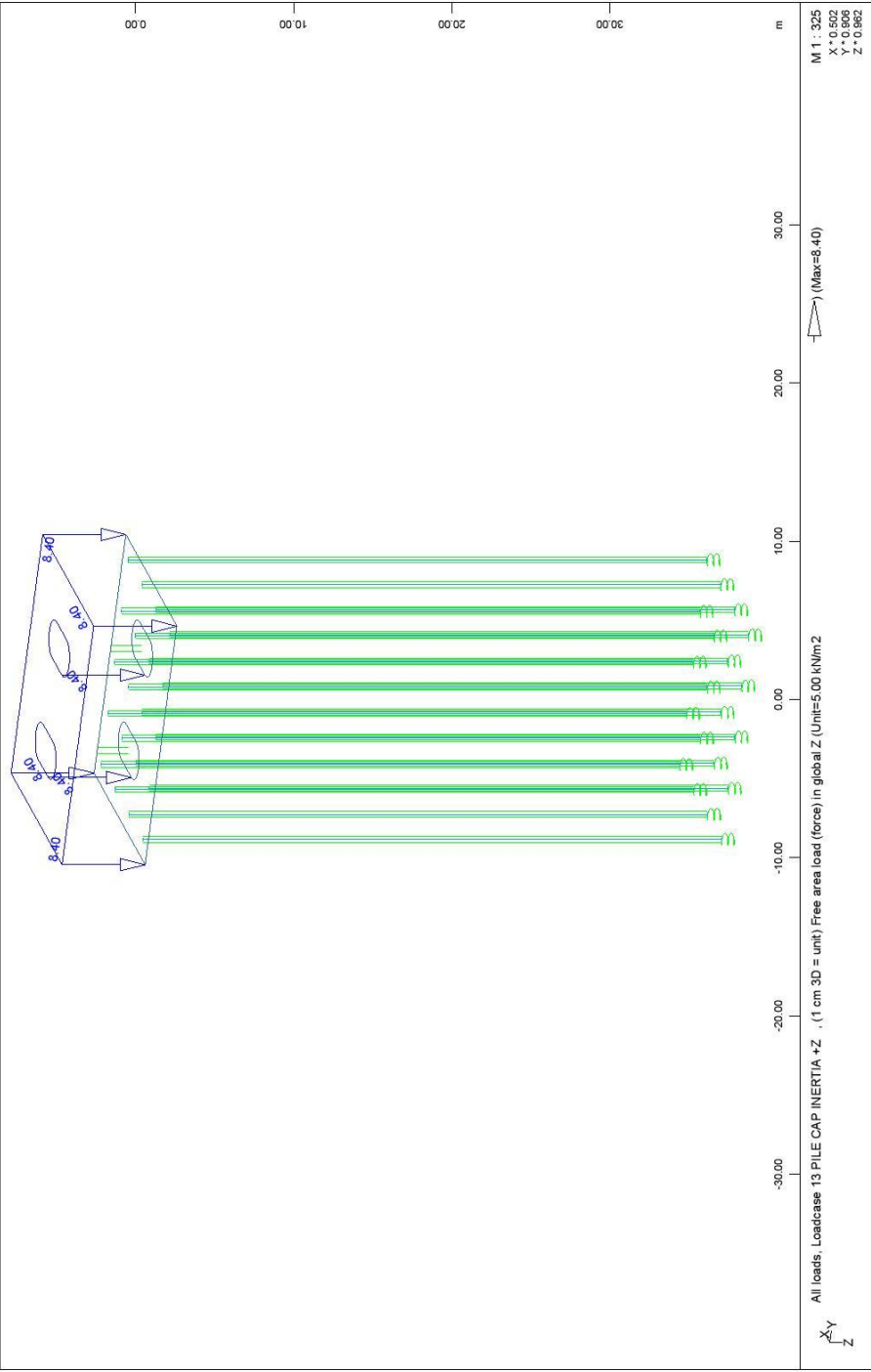
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
LOADINGS GRAPHS

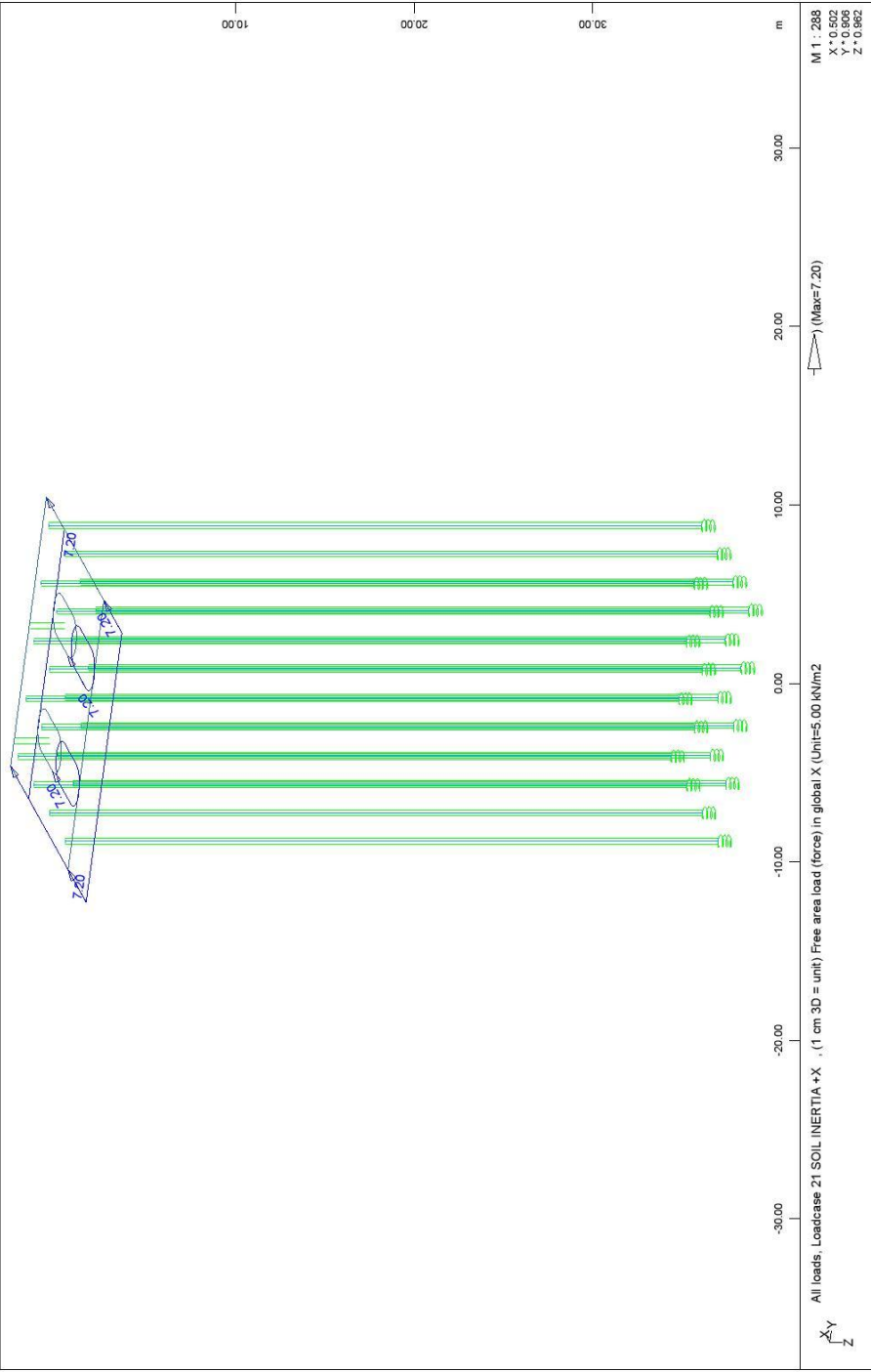


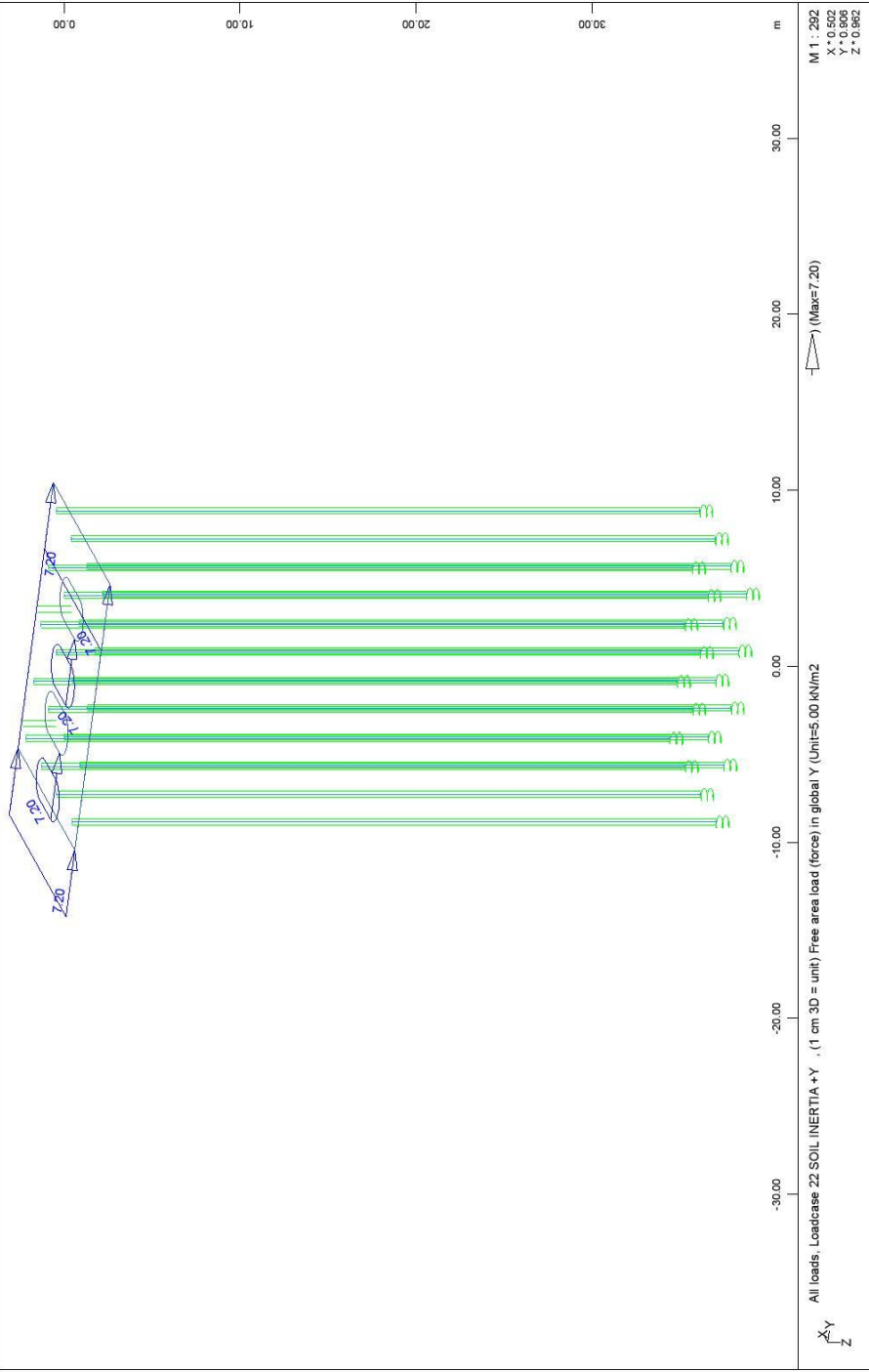
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



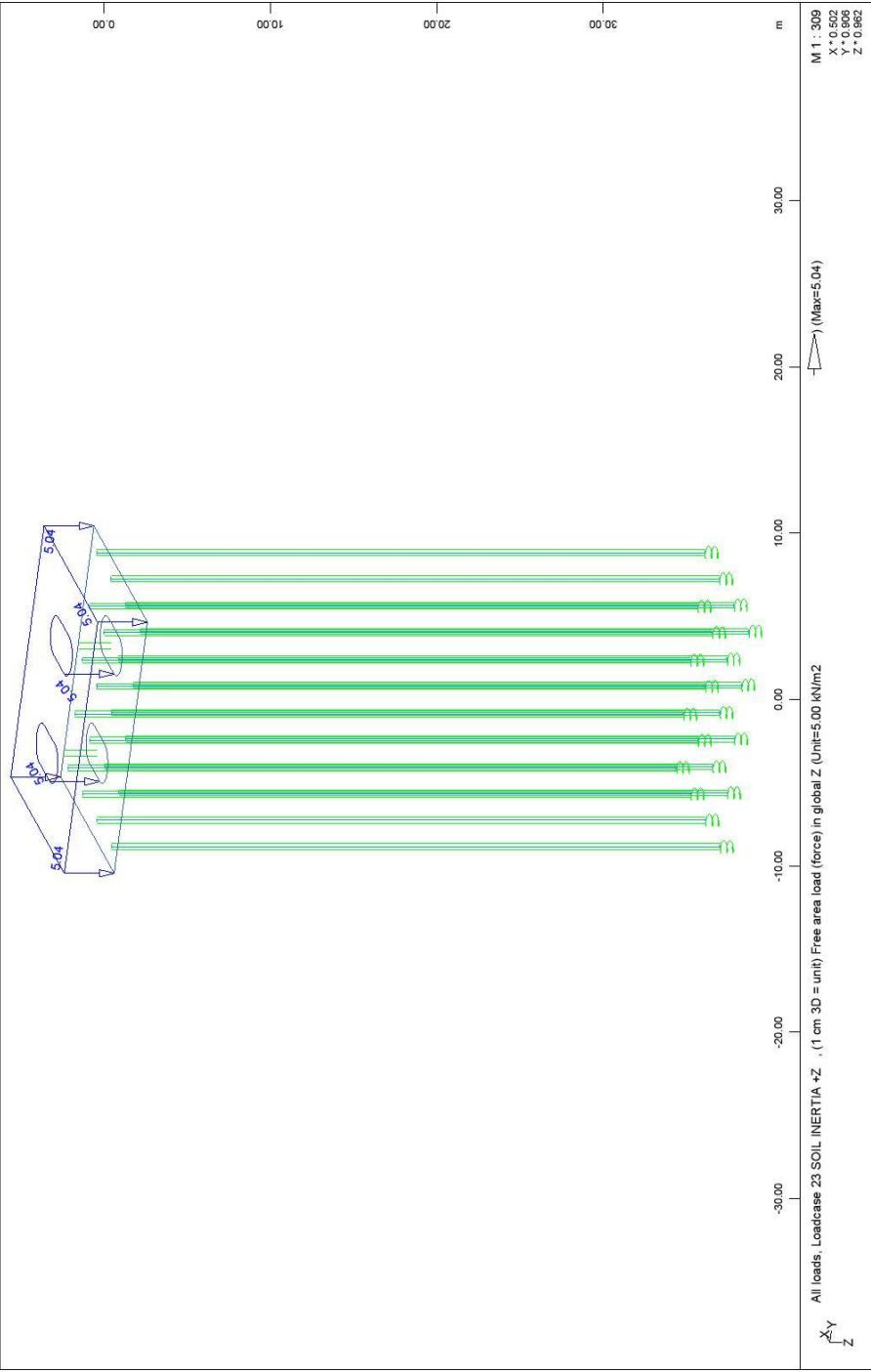




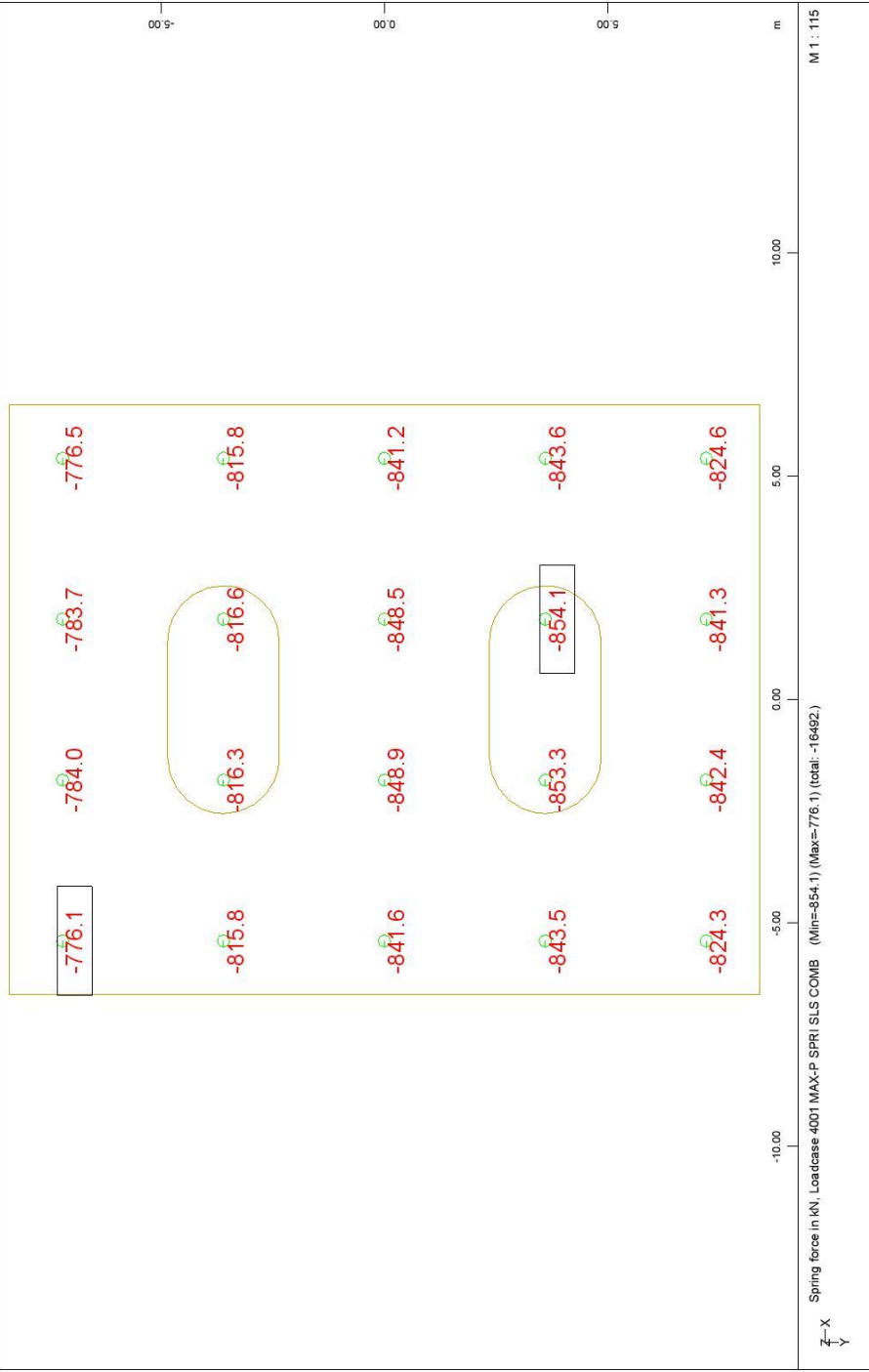




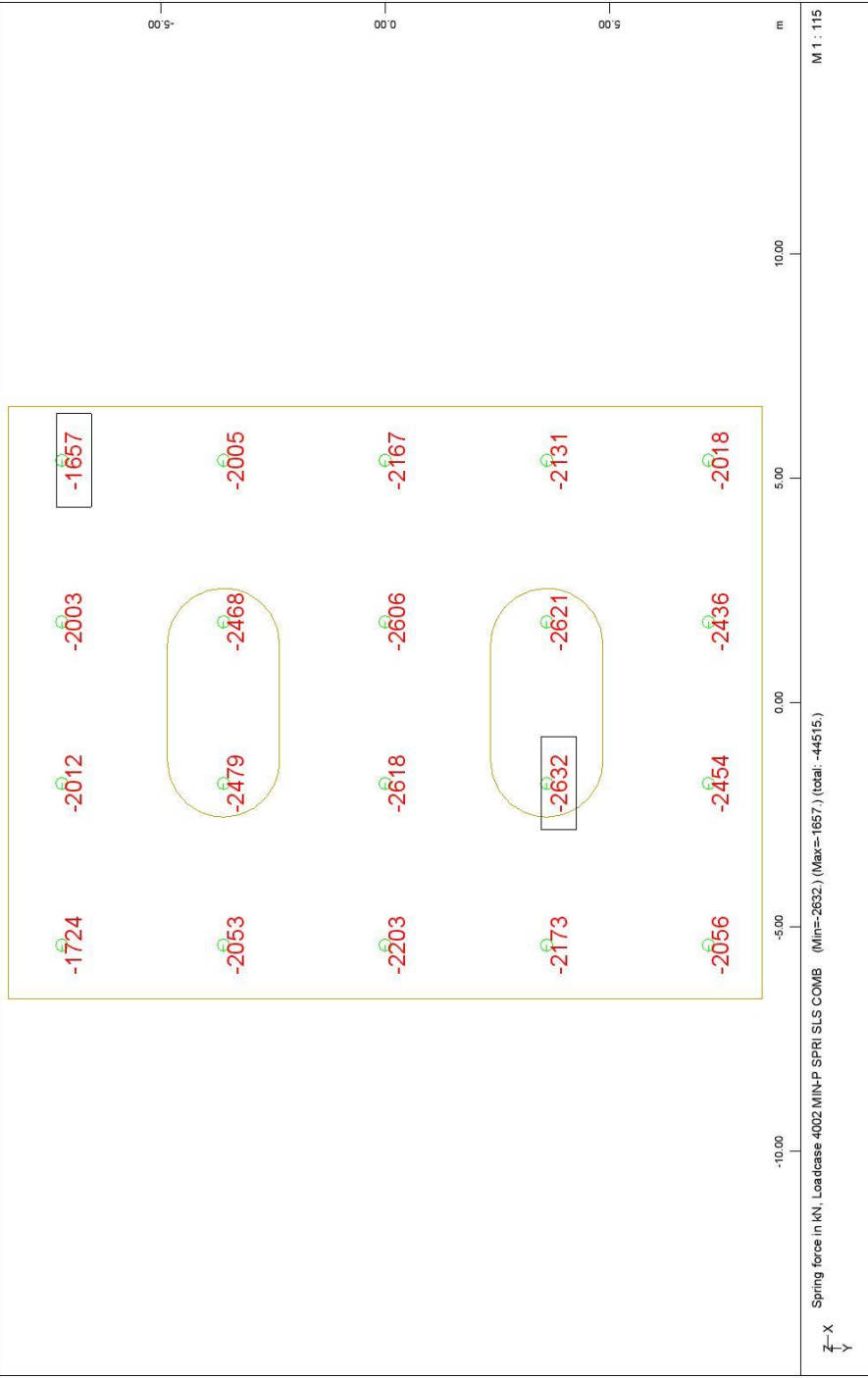
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



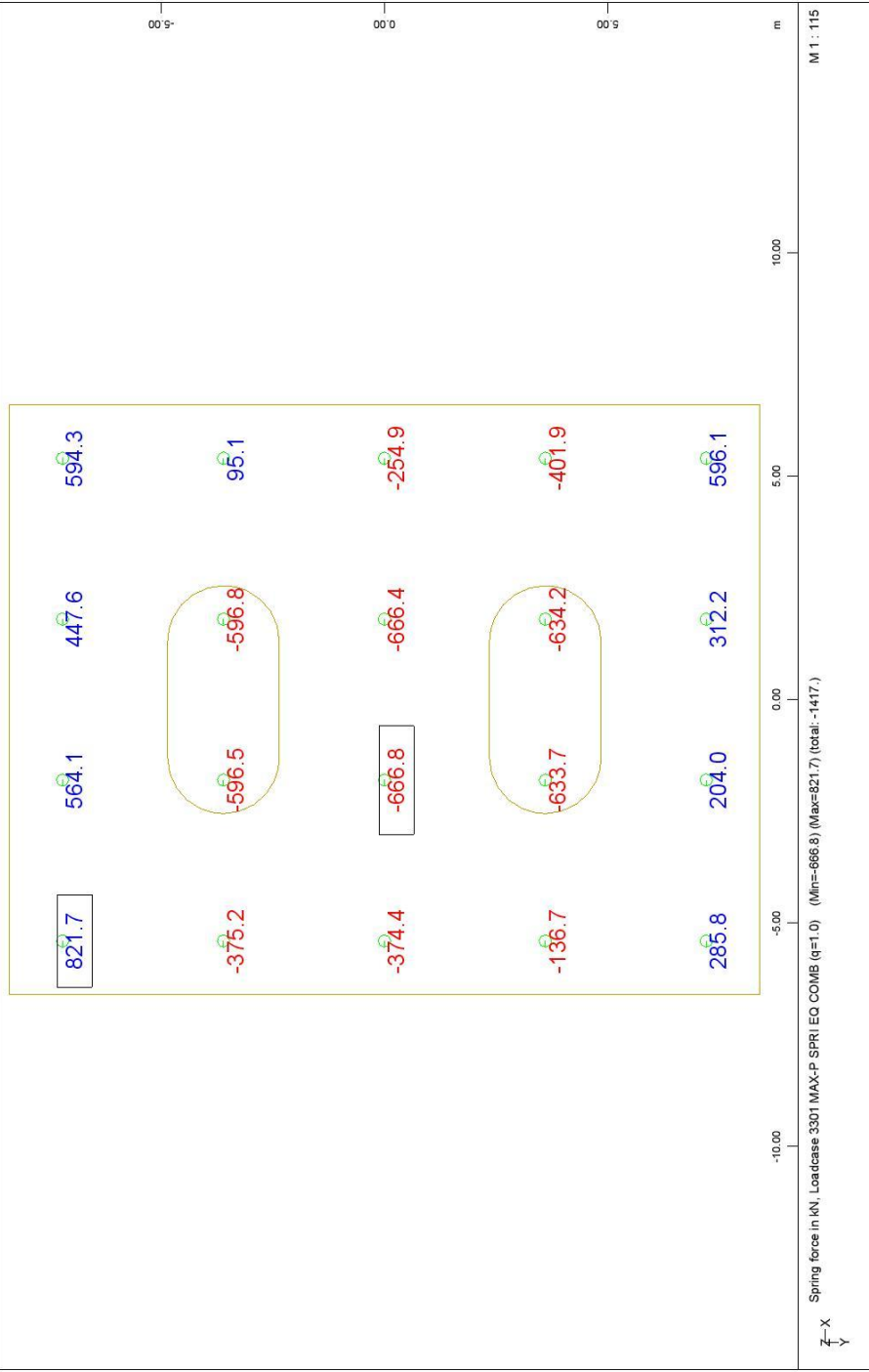
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
PILE CAP LOADINGS



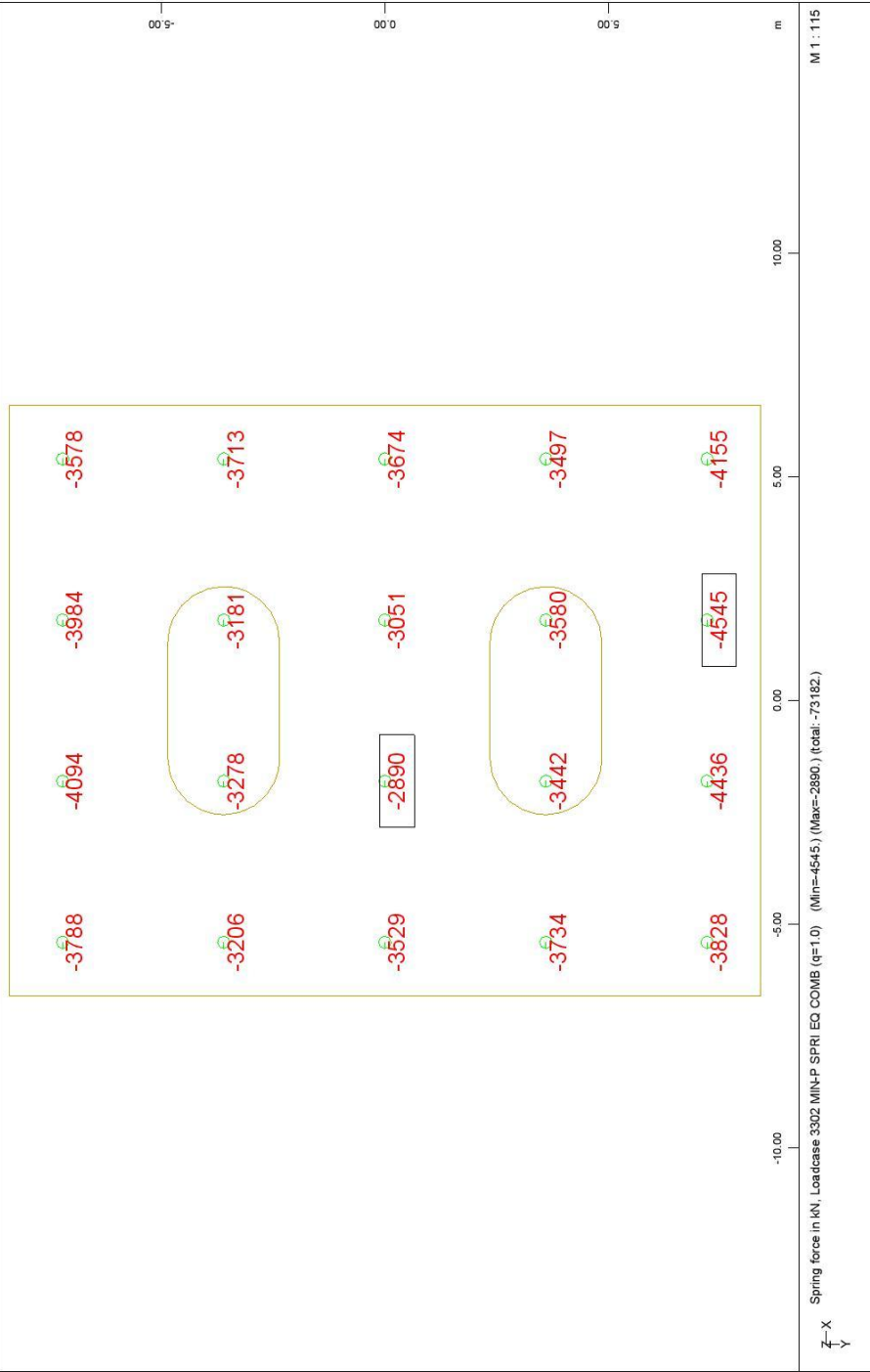
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
 PILE CAPACITY CHECK: STATIC LOADINGS - TENSION



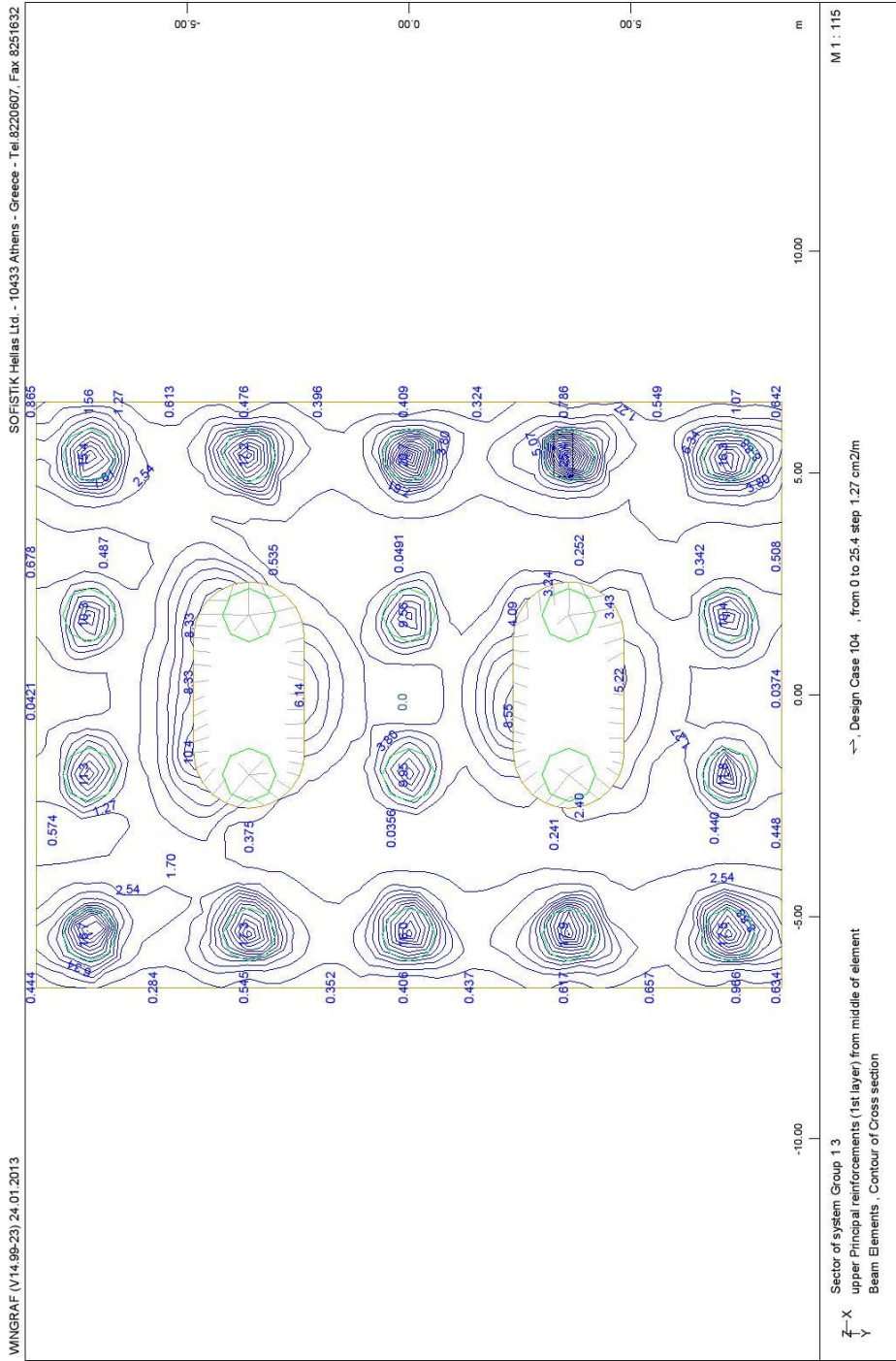
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
 PILE CAPACITY CHECK: STATIC LOADINGS - COMPRESSION

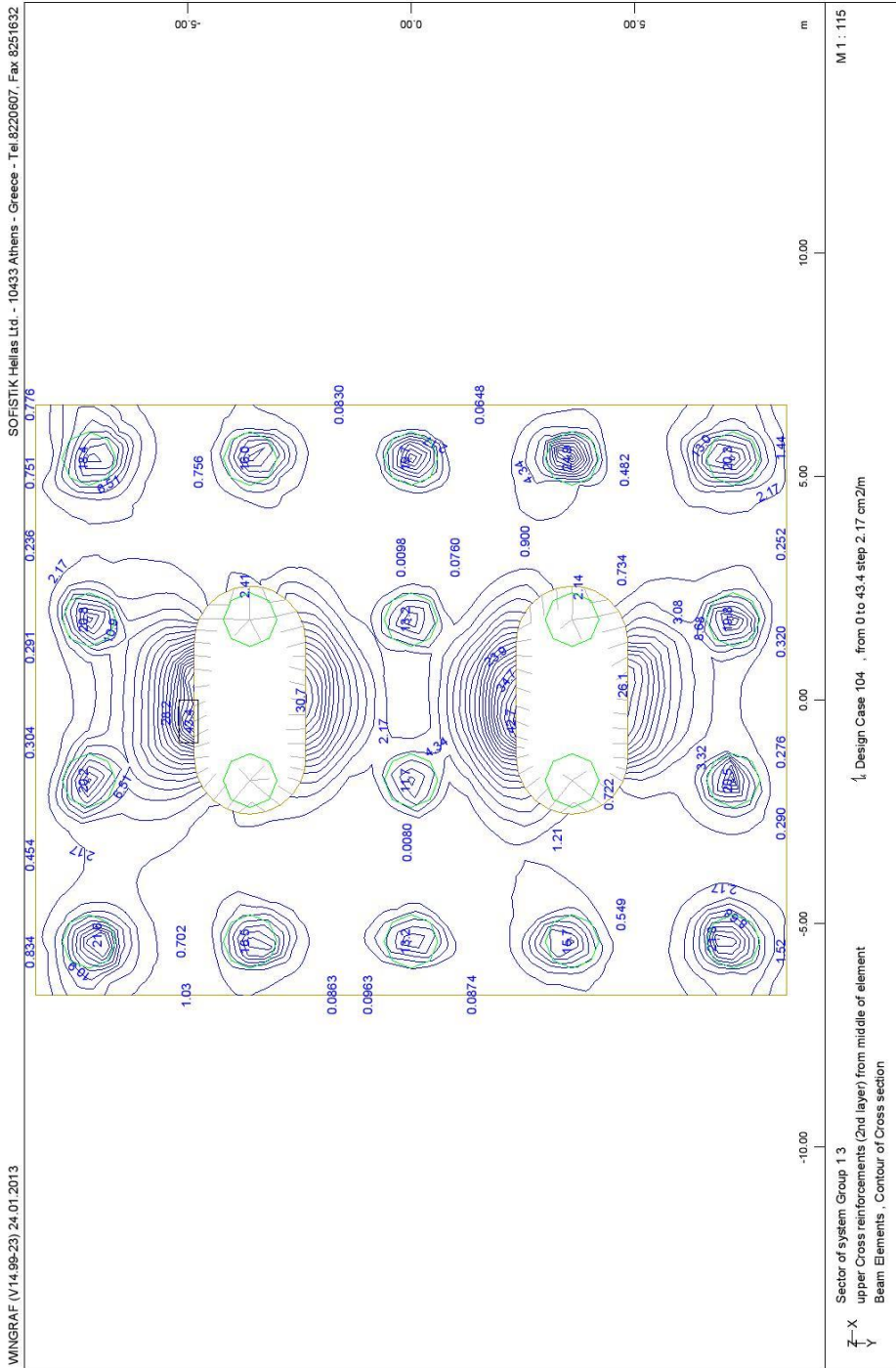


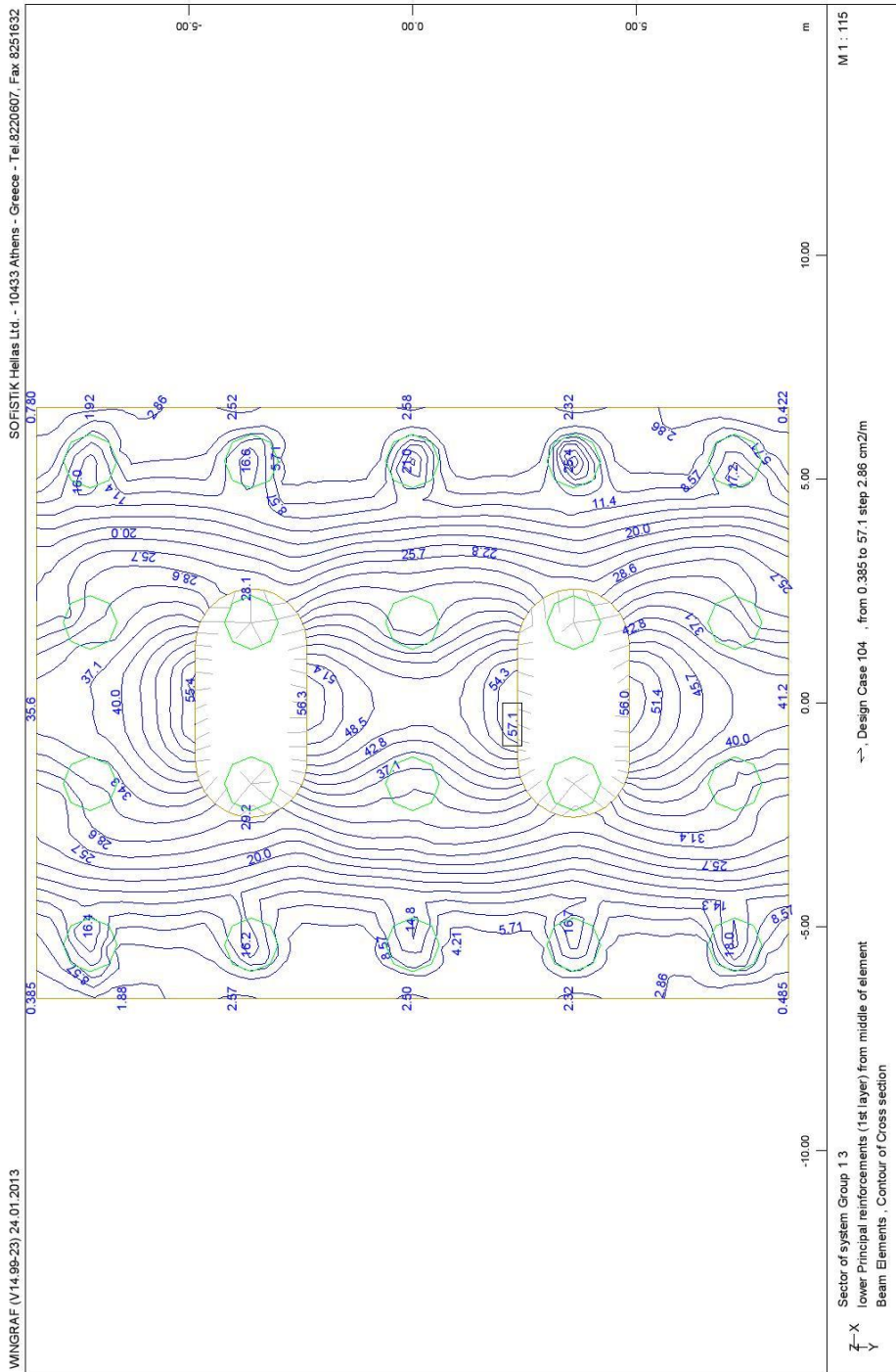
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
PILE CAPACITY CHECK - SEISMIC LOADINGS - TENSION



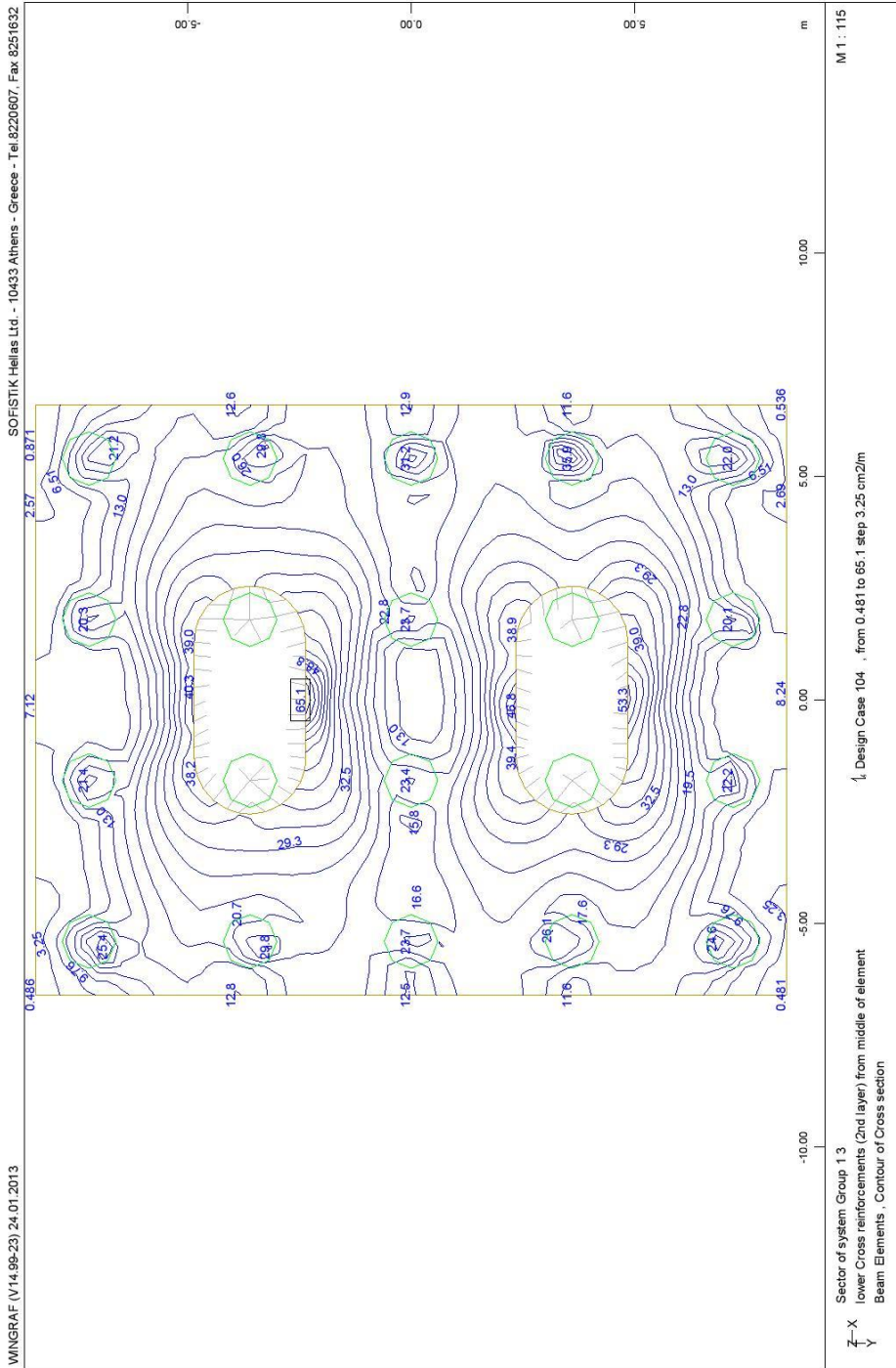
FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
PILE CAPACITY CHECK: SEISMIC LOADINGS - COMPRESSION

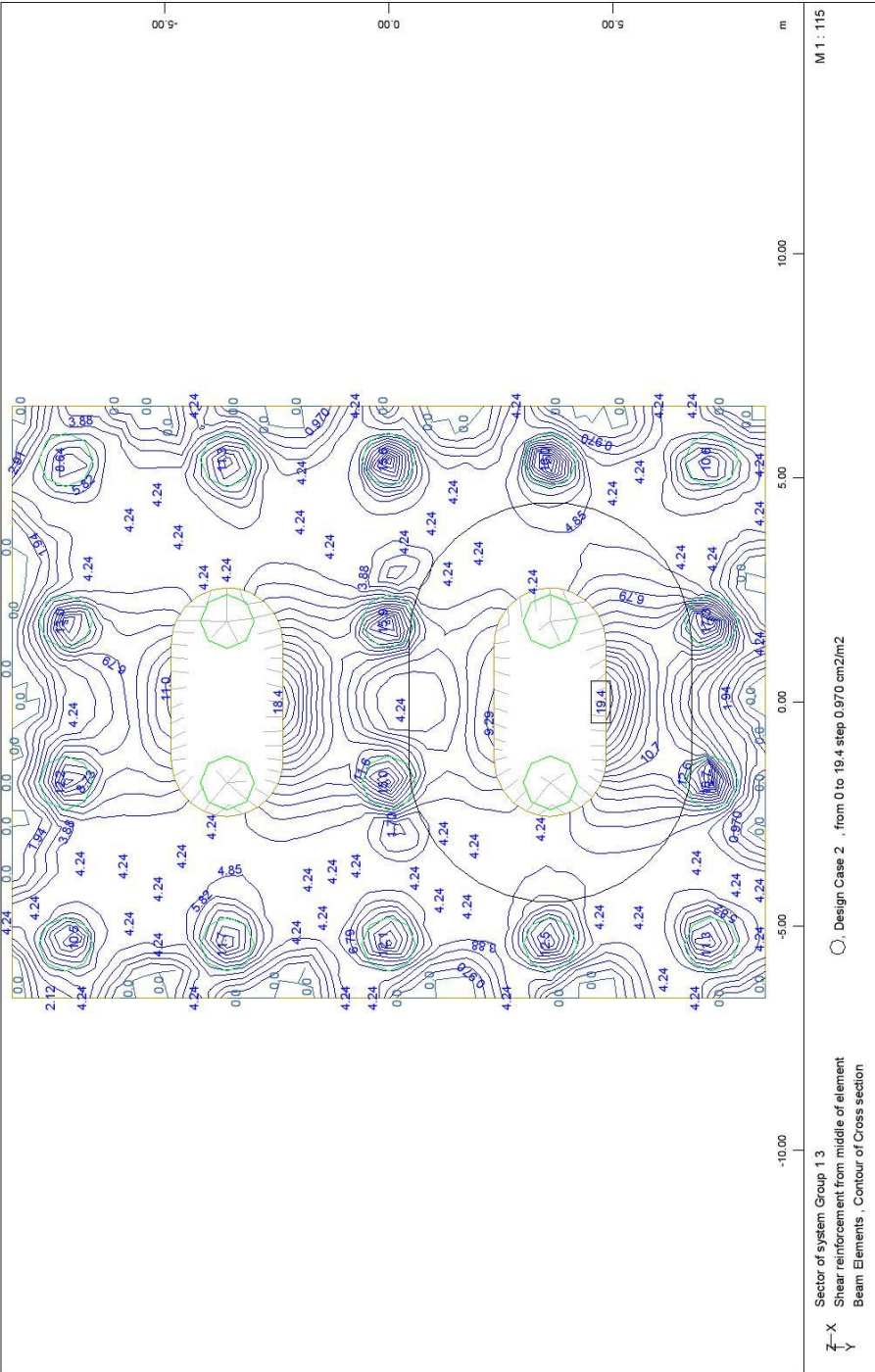






FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
 HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: BOTTOM LONGITUDINAL





FOUNDATION OF PIER M10.D - STRUCTURE 4
HEAD PILE CAP REINFORCEMENT: SHEAR REINFORCEMENT FOR ULS COMBINATION

7. ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

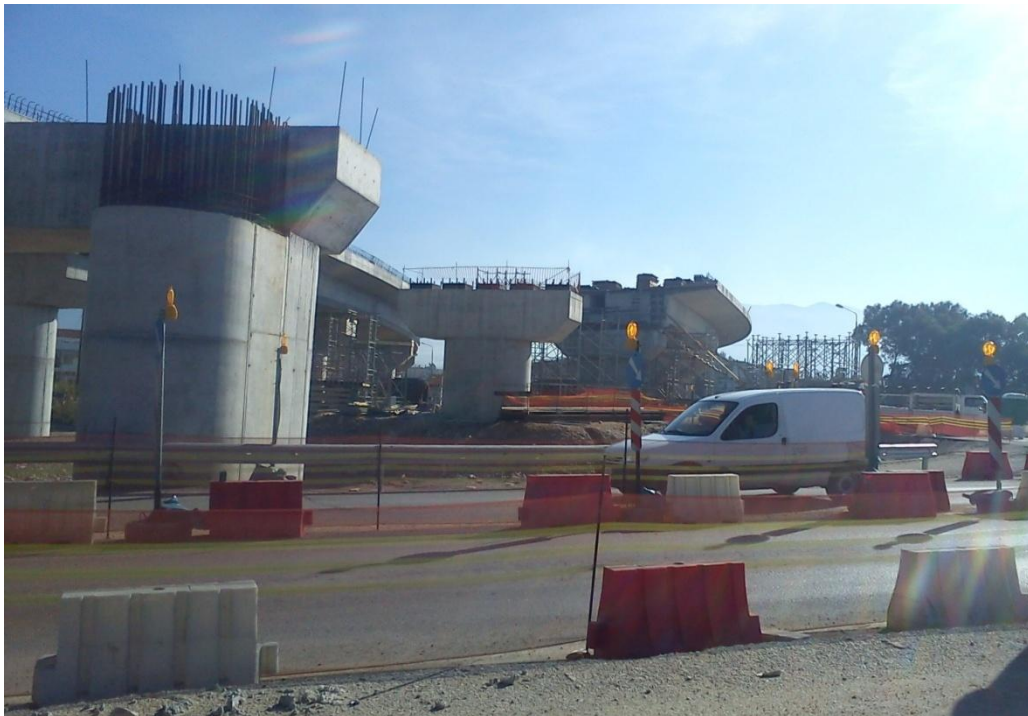
Οι φωτογραφίες της γέφυρας δύο ανοιγμάτων ελήφθησαν στα πλαίσια της εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας κατά τη χρονική περίοδο 6/12/2013 έως 06/08/2014 από τη σπουδάστρια Κελεπούρη Αγγελική.



Φωτ.7.1 Βορειοανατολική όψη του Μεσόβαθρου M12.Δ της παρούσας γέφυρας κατά τη φάση κατασκευής του καταστρώματος.



Φωτ.7.2 Γενική άποψη του μεσοβάθρου Μ.12Δ, όπου διακρίνεται η ο αρμός της παρούσας γέφυρας (αριστερά) με τη γέφυρα Τ5 (δεξιά).



Φωτ.7.3 Άποψη των μεσοβάθρων της παρούσας γέφυρας: διακρίνονται τα Μ10.Δ στη φάση ολοκλήρωσης της σκυροδέτησης, Μ11.Δ κατά την τοποθέτηση των εφεδράνων και Μ12.Δ κατά την κατασκευή του αρμού.



Φωτ.7.4 Βορειοανατολική όψη του μεσοβάθρου M12.Δ της παρούσας γέφυρας κατά την κατασκευή των ικριωμάτων επί των οποίων σκυροδετήθηκε η ανωδομή.



Φωτ.7.5 Το μεσόβαθρο M11.Δ της παρούσας γέφυρας ολοκληρωμένο με τα εφέδρανα τοποθετημένα στις θέσεις τους.



Φωτ. 7.6 Νοτιοδυτική όψη μεσόβαθρου M11.Δ της παρούσας γέφυρας.



Φωτ.7.7 Πλάγια όψη της κεφαλής του ολοκληρωμένου μεσοβάθρου M10.Δ (δύο ορθογωνικοί στύλοι με ημικυκλικά άκρα), όπου διακρίνεται η έδραση του καταστρώματος στα ελαστομεταλλικά εφέδρανα στη θέση ένωσης της παρούσας γέφυρας (δεξιά) με το τεχνικό T5 (αριστερά).



Φωτ.7.8 Σε πρώτο πλάνο άποψη του μεσόβαθρου M11.Δ της παρούσας γέφυρας, ορθογωνικής διατομής με ημικυκλικά άκρα διαστάσεων (4.0 x 2.5m), όπου διακρίνεται η έδραση του φορέα ανωδομής επί των εφεδράνων στην κεφαλή του βάθρου.



Φωτ.7.9 Λεπτομέρεια της κεφαλής του μεσοβάθρου M12.Δ (ορθογωνική διατομή με ημικυκλικά άκρα) της παρούσας γέφυρας (αριστερά) με τη γέφυρα T5 (δεξιά).



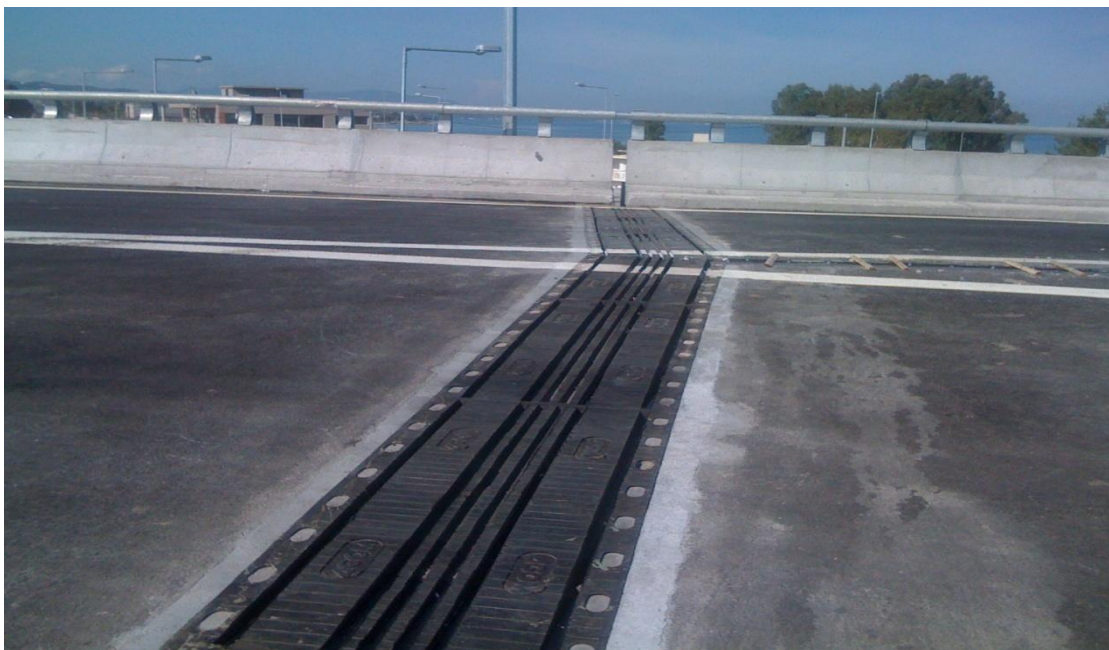
Φωτ.7.10 Αρμός (σε όψη) της παρούσας γέφυρας (δεξιά) με τη γέφυρα T5 (αριστερά) στη θέση του μεσόβαθρου M12.Δ.



Φωτ.7.11 Βορειοδυτική όψη της κεφαλής του μεσοβάθρου M11.Δ όπου διακρίνονται τα ελαστομεταλλικά εφέδρανα της παρούσας γέφυρας.



Φωτ.7.12 Όψη του μεσοβάθρου Μ10.Δ της παρούσας γέφυρας (ύψους 9.21m)



Φωτ.7.13 Αρμός του καταστρώματος στη θέση της ένωσης της παρούσας γέφυρας (αριστερά) με τις γέφυρες Τ16 και Τ3 (δεξιά).



Φωτ.7.14 Αρμός τύπου ALGAFLEX T250AS με ικανότητα μετακίνησης $\pm 125\text{mm}$ (στη θέση του μεσοβάθρου M10.Δ)



Φωτ.7.15 Λεπτομέρεια της ένωσης κλάδων Δ και Αρτηρίας Γλαύκου Δεξιά με αρμό τύπου ALGAFLEX T250AS



Φωτ.7.16 Λεπτομέρεια του αρμού πάνω από το μεσόβαθρο M10.Δ στην ένωση της παρούσας γέφυρας (αριστερά) με τη γέφυρα T3 (δεξιά).



Φωτ.7.17 Γενική άποψη του ολοκληρωμένου φορέα ανωδομής μετά και την τοποθέτηση του ασφαλτοτάπητα.



Φωτ.7.18 Αρμός τύπου ALGAFLEX TM400 στη θέση του μεσόβαθρου M12Δ στην ένωση της παρούσας (δεξιά) με τη γέφυρα T5 (αριστερά).



Φωτ.7.19 Φρεάτιο διαστάσεων 0.295 m x 0.395m στο κατάστρωμα για την ασφαλή απορροή των όμβριων υδάτων.



Φωτ.7.20 Λεπτομέρεια φρεατίου όπου διακρίνεται ο σωλήνας PVC Φ315 που προβλέπεται από τη μελέτη.



Φωτ.7.21 Μεσόβαθρο Μ12.Δ όπου διακρίνεται αγωγός υδροσυλλογής.



Φωτ.7.22 Διάταξη αγωγών υδροσυλλογής στην περιοχή του μεσοβάθρου Μ12.Δ.



Φωτ.7.23 Γενική όψη της ολοκληρωμένης γέφυρα που μελετήθηκε στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία με τις ενώσεις των γεφυρών Τ3 (αριστερά) και Τ5 (δεξιά).



Φωτ.7.24 Σε δεύτερο πλάνο γενική άποψη της γέφυρας που μελετήθηκε στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία και των υπολοίπων τεχνικών έργων με τα οποία συνδέεται.



Φωτ.7.25 Το κατάστρωμα της γέφυρας (διακρίνεται η σπουδάστρια της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας).

8 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στον τομέα του υπολογισμού 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 μακρόχρονα και κουραστική.
3. Ο μελετητής μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει αυτοτελώς την ορθότητα των αποτελεσμάτων που δίνει το πρόγραμμα H/Y που χρησιμοποιεί πράγμα που απαιτεί να γνωρίζει πολύ καλά τη κλασική στατική. Ο έλεγχος επιβάλλει 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 τη πλήρη και αναλυτική μελέτη γέφυρας δυο ανοιγμάτων συνολικού μήκους 52,4m από οπλισμένο σκυρόδεμα με ελαστομεταλλικά εφέδρανα, στη δεξιά Παραγλαύκια αρτηρία Πατρών με χρήση H/Y.
6. Από τα σπουδαιότερα τμήματα της μελέτης και της κατασκευής ήταν η θεμελίωση του τεχνικού στις θέσεις των μεσόβαθρων M10.Δ, M11.Δ και M12.Δ που πραγματοποιείται μέσω καννάβου πασσάλων Φ1.20 από οπλισμένο σκυρόδεμα οι οποίοι ενώνονται στη κεφαλή τους με κεφαλόδεσμους πάχους 2.0m από οπλισμένο σκυρόδεμα. Για την αποφυγή του φαινομένου της ρευστοποίησης του εδάφους θεμελίωσης γύρω από τους πασσάλους των βάθρων προβάλλεται σύμφωνα με τη γεωτεχνική μελέτη η κατασκευή καννάβου χαλικοπασσάλων Φ100 κατάλληλου μήκους από κατάλληλο χονδρόκοκκο υλικό που επιτρέπει την στράγγιση.
7. Η επιλογή του τύπου της γέφυρας και της μεθόδου κατασκευής επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον προϋπολογισμό του έργου. Ο μελετητής βάσει της πείρας και των γνώσεων του καλείται να κάνει τη σωστή επιλογή.
8. Κάθε μελέτη τεχνικού έργου οφείλει να συμμορφώνεται με τους ισχύοντες κανονισμούς υλικών φορτίσεων, ανάλυσης και διαστασιολόγησης. Για την μελέτη της παρούσας γέφυρας λήφθηκαν υπόψη οι κανονισμοί DIN – Fachbericht 100: Σκυρόδεμα, DIN – Fachbericht 101: Δράσεις σε γέφυρες, DIN – Fachbericht 102 : Γέφυρες από σκυρόδεμα. ΕΑΚ 2000: Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός. Οδηγίες για τη μελέτη των οδικών έργων. Οδηγίες για τη μελέτη γεφυρών με σεισμική μόνωση. Οδηγίες για αντισεισμική μελέτη γεφυρών σε συνδυασμό με DIN-FB 102, 103 104

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δ.-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, «Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ», Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, Πάτρα, 1995-1999.
2. Δ.-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, Επιστημονικά Εκπαιδευτικά Προγράμματα Η/Υ ειδικότητας Πολιτικού Μηχανικού, Πάτρα, 1985-2015.
3. Δ.-Π. Ν. ΚΟΝΤΟΝΗ, «Πολιτικός Μηχανικός & Η/Υ», «Εισαγωγή στους Η/Υ», «Εισαγωγή στο Διαδίκτυο (Internet) και στις υπηρεσίες του» (Διδακτικές Σημειώσεις), «Ασκήσεις Προγραμματισμού Η/Υ I & II» (Φύλλα Έργου), Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, Πάτρα, 1999-2015.
4. EN 1991 Ευρωκώδικας 1: Δράσεις επί των κατασκευών.
5. EN 1992 Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός των κατασκευών από σκυρόδεμα.
6. ΕΑΚ 2000. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός (Ε.Α.Κ. 2000/2003, 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.
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.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

- Οριζοντιογραφία με Θέσεις γεωτρήσεων
- Οριζοντιογραφία με Θέσεις χαλικοπασσάλων
- Ενδεικτική γεωτεχνική τομή κατά μήκος τεχνικού T4
- Συγκεντρωτικοί πίνακες αποτελεσμάτων επί τόπου και εργαστηριακών δομικών- Διαγράμματα μεταβολής εδαφικών παραμέτρων με το βάθος .
- Υπολογισμοί
 - ✓ Τυπική Στρωματογραφία- Παράμετροι εδάφους
 - ✓ Φέρουσα ικανότητα πασσάλων σε κατακόρυφη φόρτιση
 - ✓ Υπολογισμοί καθιζήσεων πάσσαλο-ομάδων
- Έλεγχοι ρευστοποίησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

1. ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ
2. ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ
3. ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ
4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΕΣ
5. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ
6. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ11.Δ
7. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ12.Δ
8. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ
9. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ11.Δ
10. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ Μ10.Δ
11. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΥ Μ11.Δ
12. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ10.Δ
13. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ Μ11.Δ
14. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩ-ΚΑΤΩ ΠΛΑΚΑΣ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ
15. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΩΝ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ
16. ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ