

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΑΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ
ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 47,4m ΚΑΙ
ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ ΜΕ
ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΟΥΣ, ΣΤΑ ΡΕΤΣΙΑΝΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΡΤΑΣ,
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ**



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ – ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:

Δρ. Διονυσία – Πηνελόπη Κοντονή

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Αν. Καθηγήτρια Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

Δουκάκης Γεώργιος

Μπάτσος Παύλος

ΠΑΤΡΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

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

Πάτρα, Ιανουάριος 2014

***Γεώργιος Δουκάκης
Πάυλος Μπάτσος***

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την πλήρη Στατική Μελέτη καθώς και τους Υδραυλικούς Υπολογισμούς για την κατασκευή νέας γέφυρας από προεντεταμένο και οπλισμένο σκυρόδεμα, με θεμελίωση σε μικροπασσάλους, συνολικού μήκους 47,4m στο Δημοτικό Διαμέρισμα Ρετσιανών και κατά μήκος της επαρχιακής οδού Άνω Καλεντίνη – Ρετσιανά – Καστανιά του Ν. Άρτας. Για την επίλυση του συνόλου του τεχνικού (φορέας, ακρόβαθρα, μεσόβαθρο, μικροπάσσαλοι) έγινε χρήση κατάλληλου λογισμικού πεπερασμένων στοιχείων (SOFiSTiK), σύμφωνα με τους κανονισμούς DIN 1072, 1055, 1045, 1075, 4227, 1054, 4085, 4014, 4128, τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό και τον Ελληνικό Κανονισμό Σκυροδέματος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ.....	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iii

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	1
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.2 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	1
1.2.1 ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ.....	1
1.2.2 ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΛΙΘΟΙ.....	2
1.2.3 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	2
1.2.4 ΧΑΛΥΒΕΣ.....	2
1.2.5 ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ.....	3
1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	4
1.3.1 ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ.....	5
1.3.2 ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ.....	6
1.3.3 ΕΦΕΔΡΑΝΑ.....	6
1.4 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΟΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	8
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2.2 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ DIN 1072 (67/82).....	8
2.3 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1.....	10
2.4 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ.....	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	14
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	14
3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ- ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΤΕΧΝΙΚΟ....	14
3.3 ΥΛΙΚΑ- ΦΟΡΤΙΑ- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	16
3.3.1 ΥΛΙΚΑ.....	16
3.3.2 ΦΟΡΤΙΑ.....	16
3.3.3 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	17
3.4 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ.....	17

3.4.1 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ (Α.Τ.Ε.Ο Α' 2004).....	18
3.4.2 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ (Α.Τ.Ε.Ο Α' 2012).....	19
3.5 ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	20
3.6 ΠΙΝΑΚΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	26
3.7 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	41
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	41
4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	41
4.2.1 ΕΜΒΑΔΟΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	41
4.2.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	41
4.2.3 ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΡΡΟΗΣ.....	41
4.2.4 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ..	42
4.2.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΟΥ MANNING- STRICKLER.....	42
4.3 ΕΝΤΑΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ.....	42
4.4 ΠΑΡΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	42
4.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	43
4.5.1 ΔΙΑΤΟΜΗ.....	43
4.5.2 ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΡΟΜΕΝΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ.....	43
4.5.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	43
4.6 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	45
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	45
5.1.1 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	45
5.1.2 ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ.....	46
5.1.3 ΥΛΙΚΑ.....	46
5.1.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ.....	46
5.1.5 ΕΔΑΦΟΣ-ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ.....	46
5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	47
5.2.1 ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ - ΑΝΑΛΥΣΗ.....	47
5.2.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	48
5.2.3 ΦΟΡΤΙΑ.....	48
5.2.3.α. ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ.....	48
5.2.3.β. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΜΑ.....	48
5.2.3.γ. ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ	48

5.2.3.δ. ΣΥΣΤΟΛΗ ΠΗΞΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΡΙΨΥΣΜΟΣ.....	49
5.2.3.ε. ΑΝΕΜΟΣ.....	49
5.2.3.στ. ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ.....	49
5.2.3.ζ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	49
5.2.3.η. ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	49
5.2.3.θ. ΟΜΟΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΩΘΗΣΕΩΝ ΓΑΙΩΝ.....	50
5.2.3.ι. ΑΝΤΙΘΕΤΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΩΘΗΣΕΩΝ ΓΑΙΩΝ.....	50
5.2.3.κ. ΔΥΝΑΤΕΣ ΥΠΟΧΩΡΗΣΕΙΣ ΒΑΘΡΩΝ.....	50
5.2.4 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ.....	51
5.2.5 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ.....	51
5.2.6 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ.....	52
5.2.6.α. ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	52
5.2.6.β. ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (DIN 1075 § 9).....	53
5.2.7.α. ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ ΣΤΥΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ....	54
5.2.7.β. ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ ΣΤΥΛΩΝ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ....	54
5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.....	55
5.4 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....	55
5.5 ΠΤΕΡΥΓΟΤΟΙΧΟΙ.....	122
5.5.1 ΠΤΕΡΥΓΟΤΟΙΧΟΣ T ₂	122
5.5.2 ΠΤΕΡΥΓΟΤΟΙΧΟΣ T ₄	123
5.6 ΠΛΑΚΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ.....	125

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΗΚΟΥΣ 47,4m ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΚΑΙ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ. ΣΤΑ ΡΕΤΣΙΑΝΑ ΤΟΥ Ν.ΑΡΤΑΣ.....	127
6.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	127
6.2 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	128
6.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	129
6.4 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	130
6.5 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	131
6.6 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	131
6.7 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	132
6.8 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	132
6.9 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	133
6.10 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	134
6.11 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	135
6.12 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	135

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	136
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	137
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ	140

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε μια γέφυρα, αρχικά θα πρέπει να γνωρίζουμε τι είναι και ποιό σκοπό εξυπηρετεί η κατασκευή της.

Οι γέφυρες, λοιπόν, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι κατασκευές σε πασσάλους ή πυλώνες, που φέρουν οριζόντια πλάκα κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων και συνδέουν δύο ή περισσότερα σημεία πάνω από ένα εμπόδιο. Τα συνήθη εμπόδια που γεφυρώνονται είναι υδάτινες επιφάνειες, συγκοινωνιακοί άξονες, μεγάλα εδαφικά σχίσματα κ.τ.λ.

1.2 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

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

1.2.1 ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ

Ανθεκτικοί φυσικοί λίθοι, όπως ο γρανίτης, ο πορφυρίτης, ο βασάλτης, ο διορίτης, το μάρμαρο κ.α. χρησιμοποιήθηκαν με μεγάλη επιτυχία στη γεφυροποιία, και μάλιστα στα βάθρα και σε θολωτές κατασκευές, άλλοτε σαν φέροντα στοιχεία και άλλοτε σαν επένδυση. Σήμερα, χρησιμοποιούνται σπάνια εξαιτίας του μεγάλου κόστους κατεργασίας τους.

Ωστόσο, τα ιδιαίτερα προσόντα των φυσικών λίθων ως δομικά υλικά, όπως, η αισθητική υπεροχή τους (δεν είναι τυχαία η προσωνυμία «δομικό υλικό του θεού»), η μεγάλη αντοχή στη διάβρωση από το νερό και την άμμο, καθώς και η σαφώς καλύτερη γήρανση τους σε σύγκριση με το μονότονο και απωθητικό σκυρόδεμα, καθιστά επιτακτική τη συχνότερη χρήση τους.

1.2.2 ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΛΙΘΟΙ

Οι τεχνητοί λίθοι χρησιμοποιούνται συχνότερα στην γεφυροποιία και είναι οικονομικοί λόγω της δυνατότητας κατασκευής τους κοντά στο εργοτάξιο. Οι λίθοι αυτοί χρησιμοποιούνται σαν επένδυση σε τοιχοποιίες και βάθρα. Χαρακτηριστικοί τεχνητοί λίθοι είναι οι οπτοί και άνοπτοι πλίνθοι, τα κεραμικά πλακίδια επένδυσης τοίχων, οι τσιμεντόλιθοι κ.α.

1.2.3 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Σκυρόδεμα χαρακτηρίζουμε τον τεχνητό λίθο που προκύπτει από την ανάμιξη τσιμέντου, ύδατος, αδρανών υλικών και ενδεχομένως από διάφορα άλλα πρόσμικτα υλικά που επηρεάζουν ορισμένες ιδιότητες του σκυροδέματος όπως π.χ. χρόνος πήξεως, ρευστότητα κ.λ.π.

Το σκυρόδεμα στο οποίο έχουν τεθεί για ενίσχυσή του, χαλύβδινες ράβδοι (οπλισμός) ονομάζεται οπλισμένο σκυρόδεμα. Είναι επομένως ένα σύμμεκτο υλικό. Η αποτελεσματική συνεργασία των δύο υλικών είναι αναγκαία προϋπόθεση για την ασφαλή παραλαβή των εντατικών μεγεθών και την αλληλοσυμπλήρωση των μηχανικών ιδιοτήτων τους. Η συνεργασία των δύο υλικών επιτυγχάνεται με:

- α) Συνάφεια
- β) Θερμική διαστολή
- γ) Φυσική προστασία χάλυβα

Το προεντεταμένο σκυρόδεμα είναι επίσης σύμμεκτο υλικό, αποτελείται από το οπλισμένο σκυρόδεμα και από χαλύβδινες ράβδους υψηλής αντοχής (τένοντες) που έχουν προενταθεί.

Η προένταση των τενόντων προκαλεί θλίψη στο σκυρόδεμα ή μικρή εφελκυστική τάση στη θλιβόμενη ζώνη του φορέα, με αποτέλεσμα η παραλαμβανόμενη φόρτιση, να είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που θα μπορούσε να παραλάβει μια απλά φορτισμένη διατομή.

Στην ανωδομή θα χρησιμοποιούνται κανονικά σκυροδέματα C25 ως C55 και στα θεμέλια και τα επενδυμένα βάθρα κανονικά σκυροδέματα C15 ως C35.

1.2.4 ΧΑΛΥΒΕΣ

Ο χάλυβας (ατσάλι) είναι ένα κράμα σιδήρου (Fe) με μικρή περιεκτικότητα άνθρακα (C) και μαγγανίου (Mn), καθώς και μικρές ποσότητες θείου (S), φωσφόρου (P), πυριτίου (Si) και οξυγόνου (O) και αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα βιομηχανικά υλικά. Είναι 100% ανακυκλώσιμος και διατηρεί τις ιδιότητες του αναλλοίωτες ακόμη και μετά από πολλούς κύκλους ανακύκλωσης.

Στην γεφυροποιία χρησιμοποιείτε στην κατασκευή μεταλλικών, σύμμεικτων γεφυρών και γεφυρών από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ο χάλυβας έχει αναγνωριστεί ως το πιο οικονομικό υλικό για έναν μεγάλο αριθμό τύπων γεφυρών. Η χρησιμοποίησή του έχει επεκταθεί και αυξηθεί σε πολύ υψηλό βαθμό και είναι σχεδόν απαραίτητος σε κάθε είδους κατασκευή γέφυρας. Σε αυτό συνέβαλλε σημαντικά και η αλματώδης ανάπτυξη της παραγωγής και της επεξεργασίας του.

Χαρακτηριστικά ως κοινοί οπλισμοί θα χρησιμοποιούνται χάλυβες οπλισμού με νευρώσεις BSt 420/500 ή 500/550, επειδή η υψηλή τους ποιότητα συνάφειας και αντοχής χρειάζεται στον περιορισμό των ρωγμών. Παρά τη δυναμική καταπόνηση των γεφυρών, σπάνια είναι καθοριστική η αντοχή κόπωσης. Τα συγκολλητά πλέγματα προσφέρονται ως κυρίως οπλισμός.

Ως χάλυβες προέντασης για τους τένοντες, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν όλοι οι εγκεκριμένοι χάλυβες προέντασης, εφόσον ληφθούν υπόψη κάθε φορά οι όροι εγκριτικών αποφάσεων.

1.2.5 ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ & ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ

Η διείσδυση των υδάτων και των υδρατμών στα δομικά υλικά προκαλεί μεγάλες φθορές όπως διάβρωση και αποσάθρωση των υλικών, χημική διάβρωση και οξειδωση του σιδηρού οπλισμού του σκυροδέματος, δημιουργία εξανθημάτων και κηλίδων, ανάπτυξη χλωρίδας, λειχηνών και μηκυτών, κινήσεις στη μάζα των υλικών κ.α. Έτσι, λοιπόν οι κατασκευές προκειμένου να είναι βιώσιμες απαιτούν αποτελεσματική στεγάνωση έναντι υγρασίας και νερού.

Η χρήση επιστρώσεων, όπως, χυτάσφαλοι (πάχους 40mm ως 60mm), ασφαλτοσκυροδέματος (πάχους 50mm ως 70mm) και πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος (ελάχιστου πάχους 180mm) αποτελούν λύση μόνο υπό τις κατάλληλες συνθήκες (προδιαγραφές έργου, διαβρωτικοί παράγοντες).

Στην πραγματικότητα καμία επίστρωση δεν είναι τελείως στεγανή, συνεπώς, για την αξιόπιστη προστασία των πλακών καταστρώματος τοποθετείται μια στεγανωτική στρώση μεταξύ της πλάκας καταστρώματος και της επίστρωσης. Κατάλληλες στεγανώσεις είναι φύλα χαλκού ή αλουμινίου περασμένα με μάλθη (ασφάλτιο), ή τεχνικές ύλες όπως το Rhepanol. Πρέπει να πούμε ακόμα πως και οι στρώσεις ασφαλικής μαστίχης πάχους 10 mm, αποδείχθηκαν στην πράξη ικανοποιητικές.

Παλαιότερα τοποθετούσαν κάτω από την στεγανωτική στρώση ένα στρώμα ινών υάλου. Αυτό το έκαναν για να παρεμποδίσουν το σχηματισμό φυσαλίδων ατμού, λόγω της εξάτμισης του πλεονάζοντος νερού στο σκυρόδεμα. Αυτό όμως δρούσε σαν αποστράγγιση στις ευαίσθητες περιοχές και έκανε περισσότερο κακό παρά καλό, διαχέοντας τα βλαβερά υλικά. Ο κίνδυνος σχηματισμού φυσαλίδων ατμού είναι μικρός και καταπολεμάται καλύτερα, με μια μονωτική στρώση εποξειδικής ρητίνης.

1.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

Στη γεφυροποιία διακρίνουμε την «υποδομή» της γέφυρας και την «ανωδομή». Η υποδομή περιλαμβάνει τα βάθρα (ακρόβαθρα και μεσόβαθρα), τους τυχόν τοίχους αντιστήριξης στα ακρόβαθρα, έργα μετάβασης στην οδό (πλάκες πρόσβασης κ.α.) και τέλος τη θεμελίωση. Η ανωδομή περιλαμβάνει τον φορέα καταστρώματος, το κατάστρωμα κυκλοφορίας, τα τυχόν εφέδρανα στήριξης του φορέα στα βάθρα και διάφορα άλλα στοιχεία χωρίς δομικό ρόλο (πεζοδρόμια, κιγκλιδώματα, στηθαία ασφαλείας στα πεζοδρόμια, διαχωριστικά στηθαία κλάδων κυκλοφορίας, οδόστρωμα και τυχόν μόνωση φορέα καταστρώματος, αρμοί διαστολής, αποχετεύσεις ομβριών, στύλους φωτισμού, διελεύσεις αγωγών κ.α.). Το οδόστρωμα με την μόνωση καλείται και «επιδομή» της γέφυρας.

Σαν κύρια μέρη μιας γέφυρας λαμβάνονται:

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

Σαν δευτερεύοντα μέρη μιας γέφυρας λαμβάνονται:

1. Τα έργα προστασίας και άμυνας (κιγκλιδώματα, ασφαλικός τάπητας, τοίχοι αντιστηρίξεως κ.λ.π.).
2. Τα έργα διακόσμησης.

Οι στηρίξεις των γεφυρών έχουν να ικανοποιήσουν τις εξής απαιτήσεις:

1. Να μεταφέρουν στη θεμελίωση τα φορτία (μόνιμα, κινητά, ειδικά κ.λ.π.).
2. Να μεταφέρουν στη θεμελίωση τις δράσεις στις στηρίξεις λόγω καταναγκασμού από προένταση, θερμοκρασιακές επιρροές κ.λ.π. όταν η έδραση του φορέα είναι υπερστατική.
3. Να μεταφέρουν στη θεμελίωση οριζόντιες συνιστώσες των δράσεων στις στηρίξεις λόγω ανέμου, τροχοπεδήσεων, τριβών στα εφέδρανα, καταναγκασμών, σεισμού κ.α.
4. Να επιτρέπουν χωρίς ένταση από καταναγκασμούς ή με ελεγχόμενη ένταση, μεταβολές μήκους της ανωδομής και των βάθρων λόγω θερμοκρασίας, προέντασης, ερπυσμού και συστολής από ξήρανση του σκυροδέματος κ.λ.π.
5. Να επιτρέπουν χωρίς ή με ελεγχόμενη ένταση από καταναγκασμούς παραμορφώσεις των στατικών στοιχείων της ανωδομής και της θεμελίωσης, όπως βυθίσεις των κύριων δοκών και αντίστοιχες στροφές των στηρίξεων,

συστροφές λόγω στρέψης, υποχωρήσεις και στροφές των σωμάτων θεμελίωσης.

6. Να είναι ασφαλείς, να διαθέτουν αντοχή διάρκειας και η κατασκευή τους να είναι εύκολη και οικονομική.
7. Σχεδόν πάντα η στήριξη είναι σημαντικό στοιχείο της αισθητικής της γέφυρας και συνεπώς, πρέπει η διαστασιολόγηση και η διαμόρφωση της είναι προσεγμένες.

1.3.1 ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ

Κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και ρόλος τους είναι να αναλαμβάνουν τα φορτία της ανωδομής της γέφυρας και να τα μεταβιβάζουν μέσω των εδράνων στο έδαφος. Υπολογίζονται, επίσης, και σαν τοίχοι αντιστήριξης.

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

Αν ο φορέας καταστρώματος στηρίζεται στο ακρόβαθρο με εφέδρανα (διαφορετικά μπορεί να συνδέεται μονολιθικά με το ακρόβαθρο), τότε το ακρόβαθρο συνεχίζεται προς τα πάνω μέχρι την επιφάνεια της οδού πρόσβασης και πίσω από το φορέα καταστρώματος, σχηματίζοντας ένα μικρό και λεπτότερο τοίχο αντιστήριξης που λέγεται θωράκιο. Στόχος του θωρακίου είναι να προστατέψει τα εφέδρανα από το επίχωμα. Συνήθως, υπάρχει θωράκιο δεξιά ή αριστερά από το φορέα καταστρώματος, παράλληλα στον άξονα της γέφυρας, έτσι ώστε να σχηματίζεται στην κάτωψη της γέφυρας ένα Π, μέσα στο οποίο εισχωρεί ο φορέας καταστρώματος.

Αν το ακρόβαθρο δεν συνδέεται μονολιθικά με τον φορέα καταστρώματος, τότε μεταξύ θωρακίων και πλάκας καταστρώματος / οδοστρώματος τοποθετείται ο αρμός διαστολής (επειδή οι αρμοί δημιουργούν όχληση στην κυκλοφορία, τοποθετούνται μόνο στα άκρα της γέφυρας, στα ακρόβαθρα). Συχνά κάτω από το οδόστρωμα της οδού πρόσβασης τοποθετείται η λεγόμενη «πλάκα πρόσβασης», η οποία είναι πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος πάνω από το επίχωμα, που στηρίζεται σε πατούρα του θωρακίου ή του ακροβάθρου. Στόχος είναι η εξομάλυνση διαφορικών καθιζήσεων του ακροβάθρου και του επιχώματος, ώστε αυτές να μην εκδηλωθούν με τη μορφή αναβαθμού στον αρμό μεταξύ ακροβάθρων και επιχώματος. Η πλάκα πρόσβασης έχει πλάτος όσο το κατάστρωμα και μήκος (κατά τον άξονα της γέφυρας) λίγων μέτρων.

1.3.2 ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ

Τα μεσόβαθρα διαφέρουν από τα ακρόβαθρα στο ότι δεν καταπονούνται σε ωθήσεις γαιών. Έτσι, λοιπόν, μπορούν να κατασκευαστούν και άοπλα ή κοίλα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

1.3.3 ΕΦΕΔΡΑΝΑ

Τα εφέδρανα μεταφέρουν στα βάθρα (ακρόβαθρα και μεσόβαθρα) τα φορτία της ανωδομής επιτρέποντας και ορισμένες κινήσεις των φορέων της αυτής (στροφές και μετατοπίσεις). Το υλικό από το οποίο κατασκευάζονται είναι σκυρόδεμα ή χάλυβας ή ελαστικό ή διάφορα συνθετικά υλικά.

Είδη εφεδράνων:

1. Σταθερά εφέδρανα (άρθρωση), τα οποία παραλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία και οριζόντιες (κατά μήκος και εγκάρσιες) δυνάμεις. Επιτρέπουν μόνο περιστροφή του φορέα γύρω από τον εγκάρσιο άξονα.
2. Κινητά εφέδρανα (κύλιση) τα οποία παραλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία και ενδεχομένως και εγκάρσιες δυνάμεις. Επιτρέπουν στροφή του φορέα κατά τον εγκάρσιο άξονα και κίνηση κατά την διαμήκη διεύθυνση. Σαν κινητά εφέδρανα έχουμε τα σημειακά κινητά εφέδρανα και γραμμικά κυλιόμενα εφέδρανα.
3. Χαλύβδινα εφέδρανα, τα οποία κατασκευάζονται από χυτοχάλυβα ή σφυρήλατο βελτιωμένο χάλυβα. Σαν χαλύβδινα εφέδρανα λαμβάνουμε τα γραμμικά κινητά (εφέδρανα ολίσθησης, κυλίνδρων κ.λ.π.) και τα γραμμικά σταθερά εφέδρανα.

1.4 ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΕΦΥΡΩΝ

Σκοπός μιας γέφυρας είναι η διέλευση (ενός δρόμου ή σιδηρόδρομου ή πεζοδρομίου) πάνω από ένα εμπόδιο, φυσικό ή τεχνητό. Στη σημερινή οδοποιία οι γέφυρες προσαρμόζονται πλήρως στη χάραξη (ως προς τις ακτίνες καμπυλότητας σε μηκοτομή και οριζοντιογραφία, τις επικλίσεις κ.λ.π.). Έτσι, λοιπόν, σε μικρές κοιλάδες, 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 την μείωση του μήκους τους), καθορίζοντας έτσι την 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 τις ανάγκες της χάραξης σε μηκοτομή, και από παράγοντες του φυσικού ή τεχνητού εμποδίου. Πάνω από χείμαρρους, ποταμούς ή 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 αυτοκινητόδρομους, 2m πάνω από πεζόδρομους, 3 ως 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. Ο τρόπος κατασκευής καθορίζεται: α) από τεχνικούς παράγοντες που έχουν σχέση με τη γεωγραφία της θέσης, τη φύση του εμποδίου που γεφυρώνεται και το ύψος της γέφυρας από το φυσικό έδαφος και β) από το διατιθέμενο (ειδικό) εξοπλισμό και το κόστος απόκτησης νέου.

Πέραν από τον τρόπο κατασκευής, βασικοί παράγοντες για τον σχεδιασμό μιας γέφυρας είναι: α) η οικονομία / κόστος του έργου, β) η λειτουργικότητα του (που καθορίζεται από την χάραξη), γ) η αισθητική και δ) οπωσδήποτε η ασφάλεια (για την Ελλάδα κυρίως έναντι σεισμού).

Με εξαίρεση τις μεγάλου ανοίγματος γέφυρες, που κατά κανόνα κατασκευάζονται ως καλωδιωτές ή κρεμαστές, σε αυτοκινητοδρόμους με διαχωρισμένες τις δύο διευθύνσεις κυκλοφορίας κατασκευάζεται χωριστή γέφυρα ανά κατεύθυνση / κλάδο, και όχι κοινή. Έτσι η κυκλοφορία και των δύο κλάδων μπορεί να διοχετευθεί σε μία από τις δύο γέφυρες, αν η άλλη κλίσει λόγω οδικού ατυχήματος, έργων συντήρησης ή τυχηματικών γεγονότων (βλάβες από σεισμό, δολιοφθορά κ.λ.π.). Βεβαίως το συνολικό κόστος δύο παράλληλων γεφυρών είναι (κατά 10% ως 20%) μεγαλύτερο αυτού της μιας κοινής. Επιπλέον, ένας μονός κλάδος με μονή σειρά βάθρων είναι πιο αισθητικός δύο διπλών με διπλή σειρά βάθρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. 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 τα μέσα της δεκαετίας του 2000 εκτιμάται ότι θα εφαρμόζονται, αντί του DIN 1072, οι σχετικοί Ευρωκώδικες και συγκεκριμένα: α) Το Παράρτημα A2 του Ευρωκώδικα EN1990 που αφορά τις γέφυρες (EN1990 – EurocodeQ 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 ΤΟ DIN 1072 (67/82)

Η βασική (σχεδόν αποκλειστική) κατηγορία φορτίων που χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό οδογεφυρών στην Ελλάδα είναι η κατηγορία ή κλάση 60/30, που περιλαμβάνει δύο βαρεία 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 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.
- Στην 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 1^{ου} άξονα από αρχή οχήματος: 1,5m, απόσταση τελευταίου άξονα από τέλος οχήματος: 1,5m, σύνολο $4 \times 1.5m = 6m$). Ο κάθε άξονας θεωρείται ότι έχει 2 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) \times 0.6m (κατά το πλάτος). Το όχημα αυτό ονομάζεται κύριο όχημα. Η φόρτιση της γέφυρας από το κύριο όχημα μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από 3 συγκεντρωμένα φορτία των 200kN το καθένα, σε απόσταση 1.5m μεταξύ τους.
- Ομοιόμορφο φορτίο $q_1 = 5kN/m$ σ' όλο το μήκος της κύριας λωρίδας μπροστά και πίσω από το κύριο όχημα. Το κύριο όχημα τοποθετείται σε 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 1 διατομή της γέφυρας, τοποθετείται ο μεσαίος άξονας στη διατομή αυτή. Κατ' εξαίρεση, αν η διατομή που μας ενδιαφέρει είναι έξω από τα μεσαία τρίτα του ανοίγματος L μεταξύ διαδοχικών στηρίξεων – ή γενικότερα μεταξύ διαδοχικών σημείων μηδενισμού της γραμμής επιρροής – είναι δυσμενέστερη η τοποθέτηση του 1^{ου} άξονα στη διατομή που μας ενδιαφέρει και των άλλων 2 προς το κέντρο του ανοίγματος. Όλο το υπόλοιπο της κύριας λωρίδας εμπρός 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 σχήματος και το ομοιόμορφο φορτίο q_1) πολλαπλασιάζονται επί συντελεστή ταλάντωσης $\varphi = 1.4 - 0.008 L(m) > 1$. 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 (50kN, συνολικό βάρος άξονα 100kN και οχήματος 300kN) και το πλάτος των τροχών (0.4m κατά το πλάτος της γέφυρας). Το δευτερεύον όχημα θεωρείται ότι βρίσκεται ακριβώς δίπλα στο κύριο όχημα κατά το πλάτος της γέφυρας.
- Ομοιόμορφο φορτίο $q_2 = 3kN/m^2$ μπρος και πίσω από το δευτερεύον όχημα (όπως το ρ_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 $600\text{kN}/(3\text{m}\times 6\text{m}) = 33.3\text{kN}/\text{m}^2$ του δευτερεύοντος με ομοιόμορφο φορτίο $16.7\text{kN}/\text{m}^2$.

Στο υπόλοιπο του καταστρώματος της γέφυρας (όσο πλάτος έχει), καθώς και στα πεζοδρόμια, λαμβάνεται ομοιόμορφο φορτίο $q_r = 3\text{kN}/\text{m}^2$. 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 σε αυτό φορτία κυκλοφορίας.

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

Το DIN 1072 προβλέπει επίσης και οριζόντια φορτία από την τροχοπέδηση ή επιτάχυνση των οχημάτων, από φυγόκεντρες δυνάμεις, κ.α.

2.3 ΦΟΡΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ 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 των Ευρωκώδικα 1. Δεδομένου μάλιστα, ότι έχουν ήδη περιγραφεί σαν φορτία κατά το DIN 1072, δίνονται μόνον οι σχετικές διαφορές του Ευρωκώδικα 1.

Διακρίνονται τρεις λωρίδες κυκλοφορίας, αντί για 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 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 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».

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 μόνο ομοιόμορφο φορτίο 2.5 kN/m^2 .

Σε αυτοκινητόδρομους 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 να συντελεστεί αντίστοιχο το ϕ κατά DIN 1072.

Τα φορτία των οχημάτων θεωρείται ότι ασκούνται σε 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. Σε γέφυρες ανοίγματος πάνω από 10m (δηλαδή πρακτικά σε όλες) το συνολικό φορτίο του οχήματος επιτρέπεται να θεωρείται συγκεντρωμένο σε ένα σημείο.

Για τοπικούς ελέγχους στοιχείων μικρού ανοίγματος, οι δύο άξονες του διπλού άξονα λαμβάνονται χωριστά, σε απόσταση 1.2m μεταξύ τους. Για τέτοιου είδους ελέγχους τα οχήματα δύο 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 αλλά και αυτή των οχημάτων κάθε λωρίδας 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 όχημά της δεν χρειάζεται να βρίσκονται ακριβώς δίπλα στην 1 και στο αντίστοιχο όχημα.

Εννοείται ότι η φόρτιση κατά μήκος μιας λωρίδας εκτείνεται μόνο σ' εκείνο το μήκος της γέφυρας για το οποίο προκύπτει η δυσμένεια. Π.χ., αν μας ενδιαφέρει η ροπή στρέψης σε κάποια διατομή της γέφυρας, δεδομένου ότι η σχετική γραμμή επιρροής αλλάζει πρόσημο (από + σε -) στις δύο πλευρές της διατομής, η λωρίδα 1 τοποθετείται στο τμήμα της επιφάνειας μέχρι την υπόψη διατομή και στη μέγιστη δυνατή απόσταση από τον άξονα της γέφυρας (ώστε να δίνει τη μέγιστη φόρτιση)

και η λωρίδα 2 στο απέναντι τμήμα του μήκους και του πλάτους της γέφυρας, ώστε να δίνει – με αντίθετη εκκεντρότητα ως προς τον άξονα – στρεπτική φόρτιση με το ίδιο πρόσημο όπως και η λωρίδα 1. Τα οχήματα των λωρίδων 1 και 2 τοποθετούνται πολύ κοντά στη διατομή που μας ενδιαφέρει – ώστε να μεγιστοποιείται η στρεπτική φόρτιση εξαιτίας του καθενός τους – απλά σε αντίθετη πλευρά της διατομής και σε αντίθετη βέβαια θέση ως προς τον άξονα της γέφυρας.

Αν οι δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας βρίσκονται πάνω στην ίδια γέφυρα και χωρίζονται με διαχωριστικό στηθαίο οι λωρίδες 1, 2 και 3 μπορεί να μην βρίσκονται στην ίδια πλευρά του στηθαίου, αλλά μία από αυτές σε διαφορετική. Π.χ., αν σε κάθε κατεύθυνση το κατάστρωμα έχει πλάτος 7.5m, και επομένως χωράει μόνο δύο λωρίδες των 3m, τότε η λωρίδα 3 θα βρίσκεται στην άλλη κατεύθυνση και το κενό των $7.5-(2 \times 3) = 1.5\text{m}$ που περισσεύει στη μία κατεύθυνση, ή των $7.5-3 = 4.5\text{m}$ στην άλλη, θεωρούνται «υπόλοιπη επιφάνεια». Αν μάλιστα το δυσμενέστερο για το υπόψη εντατικό μέγεθος είναι να τοποθετούνται οι λωρίδες συνολικά όσο γίνεται πιο έκκεντρα από τον άξονα της γέφυρας, τότε οι λωρίδες 1 και 2 τοποθετούνται στη μέγιστη απόσταση από τον άξονα και το διαχωριστικό. Η «υπόλοιπη επιφάνεια» συμπληρώνει το κενό μέχρι το διαχωριστικό, ενώ στην απέναντι κατεύθυνση η λωρίδα 3 τοποθετείται κολλητά στο διαχωριστικό και ως «υπόλοιπη επιφάνεια» 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. Εναλλακτικά και αν αυτό είναι δυσμενέστερο, μπορεί να φορτίζονται μόνο τα πεζοδρόμια και η τυχόν νησίδα με φορτίο συνωστισμού 5kN/m (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 στα κτίρια. Οι Ευρωπαϊκές χώρες έχουν όμως το δικαίωμα να πάρουν μειωμένους (και πιο ρεαλιστικούς) συνδυασμούς μόνιμων και κινητών φορτίων, καθότι είναι απίθανη η ταυτόχρονη μεγάλη υπέρβαση, τόσον της ονομαστικής τιμής των μόνιμων φορτίων όσον και αυτής των κινητών.

Η μείωση που συνίσταται στον Ευρωκώδικα EN1990 είναι οι εξής: Στο συνδυασμό $1.35G + 1.35Q$ (ή $1.35G + 1.5Q$ για τα κτίρια), όταν λαμβάνεται η πλήρης τιμή των μόνιμων φορτίων κυκλοφορίας, που ισούται με το 75% των οχημάτων των λωρίδων, της «υπόλοιπης επιφάνειας» και των πεζοδρομίων. Αντίστοιχα, όταν λαμβάνεται η πλήρης τιμή των φορτίων κυκλοφορίας, μπορούν να θεωρούνται μόνιμα φορτία μειωμένα κατά 15%, 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 με το συντελεστή φορτίου 1.35, συνδυάζονται και με τις θερμοκρασιακές δράσεις (ονομαστικές τιμές) πολλαπλασιασμένες επί συντελεστή φορτίου 1.5 και βεβαίως με τα μόνιμα φορτία

ως άνω (1.35G ή 1.15G, ανάλογα με το αν υιοθετείται η σχετική ελάφρυνση ή όχι).

2.4 Η ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

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

- Το συντελεστή σπουδαιότητας γ_1 , που κατά την εγκύκλιο Ε39/99 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ παίρνει τις εξής τιμές:
 - $\gamma_1 = 1$ 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 συμβατική διάρκεια ζωής του έργου) ή για γέφυρες πολύ σημαντικές για τη διατήρηση των επικοινωνιών. Σε χώρες με πυκνό δίκτυο αυτοκινητοδρόμων, κάποιοι από αυτούς χαρακτηρίζονται κρίσιμοι για τη διατήρηση των επικοινωνιών και οι γέφυρές τους σχεδιάζονται με $\gamma_1 > 1$).
 - $\gamma_1 = 0.85$ σε γέφυρες οδών με μικρή σημαία για τις επικοινωνίες (σε επαρχιακούς ή αγροτικούς δρόμους). Για την περίπτωση αυτή ο Ευρωκώδικας 8 δίνει $\gamma_1 = 0.7$.

Για τον σχεδιασμό το ελαστικό φάσμα διαιρείται με:

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στην παρούσα τεχνική έκθεση περιγράφεται και αιτιολογείται η λύση, που προτείνεται για την κατασκευή νέας γέφυρας κατά μήκος της επαρχιακής οδού Άνω Καλεντίνη-Ρετσιανά-Καστανιά του Ν. Άρτας, εντός του Δημοτικού Διαμερίσματος Ρετσιανών, σε αντικατάσταση παλιάς γέφυρας που παρασύρθηκε από πλημμύρα στις 24-10-2003. Η μελέτη συντάχθηκε από τον Διπλ. Πολιτικό Μηχανικό κ. Σωτήριο Μέλλη στα πλαίσια του έργου: "Κατασκευή νέας γέφυρας και αποκατάσταση υπάρχουσας μικρής οδικής στα Ρετσιανά Άρτας" για λογαριασμό της αναδόχου κατασκευής ΑΚΑΜΑΣ Α.Ε από το Γραφείο Μελετών ΜΕΤΕ ΣΥΣΜ Α.Ε. το 2004.

3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ – ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΤΕΧΝΙΚΟ

Σύμφωνα με τις υπάρχουσες τοπικές συνθήκες και τα συμβατικά δεδομένα της μελέτης δημοπράτησης η νέα γέφυρα προορίζεται να συνδέσει τις εκατέρωθεν όχθες του χειμάρρου Ρετσιανά εντός του οικισμού, κατά μήκος των οποίων διήκει η ως άνω επαρχιακή οδός. Η απόσταση μεταξύ των δύο οχθών στη στέψη τους ανέρχεται σε 40,0 μ. περίπου, δεδομένης όμως της μη ύπαρξης χώρου πίσω από την εν λόγω παρόχθια οδό είναι φανερό, ότι ο άξονας της γέφυρας δεν μπορεί να διαταχθεί κάθετα προς τον άξονα του χειμάρρου.

Επιλέγοντας λοιπόν, μια μέτρια λοξότητα 60° ως προς τον άξονα του χειμάρρου επιτυγχάνονται ακτίνες συναρμογής οριζοντιογραφικά 14,0 μ. στον άξονα, δηλ. 11,0 μ. περίπου στην οριογραμμή, η οποία θεωρείται ελάχιστη απαίτηση για την κίνηση ενός λεωφορείου ή φορτηγού. Στη θέση αυτή η (λοξή) απόσταση μεταξύ των ακροβάθρων ανέρχεται σε 46,0 μ. με απαιτούμενους ανηρτημένους πτερυγότοιχους μικρού μήκους.

Υψομετρικά, η ερυθρά του καταστρώματος προκύπτει μονοσήμαντα από τα υπάρχοντα υψόμετρα της εκατέρωθεν παρόχθιας οδού, βρίσκεται δε 5,0 μ. περίπου ψηλότερα από την κοίτη του χειμάρρου. Τέλος, θεωρώντας σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Δ την οδό διατομής ζ2, δηλ. με το ελάχιστο πλάτος 5,50/7,50 μ., η διατομή της γέφυρας προκύπτει $6,50+2\times 0,75 = 8.00$ μ.

Με τα δεδομένα αυτά και ιδιαίτερα το σχετικά μικρό ύψος μεταξύ καταστρώματος της γέφυρας και κοίτης, το οποίο δεν επιδέχεται αύξηση λόγω της μεγάλης κλίσης (11,5%) κατά μήκος της βορεινής παρόχθιας οδού, είναι φανερό, ότι η επιλογή ενός ανοίγματος δεν είναι σκόπιμη, γιατί με ύψος φορέα 2,00-2,50 μ. θα προέκυπτε περιορισμένο ελεύθερο ύψος (2,80-2,30 μ.) για την υδραυλική

διατομή του χειμάρρου. Κατά συνέπεια είναι σκόπιμη η διάταξη ενός μεσόβαθρου οδηγώντας σε δύο ανοίγματα των 23,0 μ. και ύψος φορέα 1,30 μ. έτσι, ώστε να υπάρχει ελεύθερο ύψος ροής 3,5 μ. περίπου.

Κάτω από τις συνθήκες αυτές είναι φανερό, ότι εν προκειμένω προσφέρεται η λύση γέφυρας δύο ανοιγμάτων από χυτό επί τόπου σκυρόδεμα. Περαιτέρω και στο πλαίσιο της λογικής των *integrale* ή *robuste Bruken* (ενιαίες ή ρωμαλέες γέφυρες) ο φορέας θα μπορούσε να έχει μονολιθική πλαισιακή μορφή, αποφεύγοντας αρμούς και εφάδρανα και διαθέτοντας μεγάλα αποθέματα ασφαλείας σε απρόβλεπτες και ακραίες συνθήκες. Έτσι η διατομή του ζυγώματος του πλαισίου διαμορφώνεται με μορφή κιβωτίου (εξαιρετικά) με κεκλιμένες παρειές, με δύο κυκλικά κενά και εκατέρωθεν προβόλους, από προεντεταμένο σκυρόδεμα κατά τη διαμήκη διεύθυνση. Το μεσόβαθρο αποτελείται από ένα στύλο κυκλικής διατομής διαμέτρου 1,20 μ., ενώ τα ακρόβαθρα από τρεις στύλους διαμέτρου 0,80 μ.

Για τη διερεύνηση του εδάφους θεμελίωσης εκτελέστηκε από το Π.Ε.Δ.Ε.Ηπείρου η περιστροφική δειγματοληπτική γεώτρηση στη θέση Γ1 βαθμούς 8,6 μ. και η τομή 2, στη συνέχεια δε εκτελέστηκε και μια γεώτρηση στη θέση του μεσόβαθρου από το Γραφείο Γεωτεχνικών Ερευνών-Μελετών ΠΑΝΓΑΙΑ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των εν λόγω ερευνών το έδαφος σε βάθος 2,0-5,0 μ. αποτελείται από αργιλοχάλικες με κροκάλες μεγάλων διαστάσεων, στη συνέχεια δε από ψαμμίτη με λεπτές στρώσεις ιλυολίθου και το αντίστροφο, με στάθμη υπογείου ορίζοντα εκείνη του επιφανειακού νερού. Η διερεύνηση της σκληρότητας των πετρωμάτων και του μεγέθους των επιφανειακών ογκωδών φερτών υλικών της κοίτης οδήγησε στο συμπέρασμα, ότι η αρχική πρόθεση θεμελίωσης με έγχυτους πασσάλους διαμέτρου 80 εκ. είναι εκτός πραγματικότητας στις συγκεκριμένες συνθήκες, εξ αιτίας των οποίων μπορεί να γίνει λόγος μόνο για θεμελίωση με μικροπασσάλους. Πέρα από το πρόβλημα αυτό στην περίπτωση των φρεατοπασσάλων θα υπήρχε και πρόβλημα αδυναμίας μεταφοράς του απαιτούμενου εξοπλισμού για την κατασκευή τους δια μέσου των υπάρχουσών γεφυρών μικρού επιτρεπομένου φορτίου διέλευσης.

Με δεδομένη την μη επιλογή της επιφανειακής θεμελίωσης εξαιτίας του αυξημένου κινδύνου σε υποσκαφή προκύπτει σαν μοναδική λύση για τη συγκεκριμένη περίπτωση η θεμελίωση σε μικροπασσάλους διαμέτρου 30 εκ. Προβλέπονται 26 πάσσαλοι μήκους 11,0 μ. στα ακρόβαθρα και 36 πάσσαλοι του ίδιου μήκους στο μεσόβαθρο, από τους οποίους οι εσωτερικοί κατακόρυφοι, οι δε εξωτερικοί κεκλιμένοι με γωνία 15 μοιρών. Οι πάσσαλοι αυτοί συνδέονται στις κεφαλές τους με πλάκα κεφαλοδέσμου πάχους 1,0 μ., με τον οποίο συνδέονται μονολιθικά οι στύλοι των μεσόβαθρων και ακρόβαθρων, οι τελευταίοι ευρισκόμενοι εντός του πρηνούς της αντίστοιχης όχθης, τα οποία προβλέπονται επενδεδυμένα με λιθοπλήρωτα συρματοκιβώτια (σαραζανέτια) με μήκος 40,0 μ. Για προστασία από τη διάβρωση λόγω της μεγάλης ταχύτητας των πλημμυρικών νερών του χειμάρρου.

Οι οπλισμοί των μικροπασσάλων τοποθετούνται στις αντίστοιχες οπές, οι οποίες πληρούνται με τσιμεντοκονία ισοδύναμης αντοχής με C20/25. Για την τσιμεντοκονία ισχύει ο λόγος ύδατος προς τσιμέντο ίσο με 0,45.

Η στεγάνωση του καταστρώματος επιτυγχάνεται με ασφαλτόπανο, το οποίο προστατεύεται από σκυρόδεμα κλίσεων. Προβλέπεται επίσης, μόνωση με διπλή επάλειψη ασφαλικού γαλακτώματος των επιφανειών βάθρων και πτερυγότοιχων από σκυρόδεμα, που επιχώνονται, καθώς και η τοποθέτηση κιγκλιδώματος – στηθαίου στα πεζοδρόμια της γέφυρας.

Τέλος για την εξασφάλιση του έργου κατά τη διάρκεια της κατασκευής έναντι πλημμύρας διαμορφώνεται σχετικό ανάχωμα προσωρινής εκτροπής των νερών, όπως φαίνεται στο σχετικό σχέδιο.

3.3 ΥΛΙΚΑ - ΦΟΡΤΙΑ - ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

3.3.1 ΥΛΙΚΑ

Για την κατασκευή της γέφυρας προβλέπονται τα εξής υλικά:

- Σκυρόδεμα C8/10 (B10): Σκυρόδεμα καθαριότητας
- Σκυρόδεμα C20/25 (B25): Κεφαλόδεσμοι, πλάκες πρόσβασης, πεζοδρόμια
- Σκυρόδεμα C30/37 (B35): Φορέας, στύλοι βάθρων, πτερυγότοιχοι
- Τσιμεντένεμα ισοδύναμου αντοχής με C20/25 (B25): Μικροπάσσαλοι
- Χάλυβας οπλισμού S500s (BSt 500/550 RU): Χαλαροί οπλισμοί
- Χάλυβας προέντασης St 1570/1770: Καλώδια προέντασης

3.3.2 ΦΟΡΤΙΑ

- Ίδιο βάρος οπλισμένου σκυροδέματος: 25,0 kN/m³
- Ίδιο βάρος ασφαλτοτάπητα: 22,0 kN/m³
- Μεταβατικό επίχωμα: $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 30,0^\circ$, $c = 0,0$
- Προένταση
- Κινητά κατακόρυφα φορτία: κλάσης 60/30 ($\phi = 1,21$)
- Τροχοπέδηση: $\pm 310,4 \text{ kN}$
- Ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας: $T = \pm 25,0^\circ \text{ C}$
- Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ άνω-κάτω πέλματος φορέα: $+7,0^\circ \text{ C} / -3,5^\circ \text{ C}$
- Άνεμος: 0,9 kN/m²
- Συστολή σκυροδέματος από ξήρανση και ερπυσμό
- Δυνατές μετατοπίσεις του εδάφους θεμελίωσης: 1,0 cm
- Σεισμικότητα περιοχής: II ($\alpha_0 = 0,24$)
- Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_1 = 0,85$
- Συντελεστής μετελαστικής συμπεριφοράς: $q_x = 1,0$ $q_y = 1,0$ $q_z = 1,0$

- Επικινδυνότητα εδάφους: A
- Συντελεστής θεμελίωσης: $\theta = 1,0$

3.3.3 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Για το σύνολο του έργου εφαρμόζονται οι Γερμανικοί Κανονισμοί, όπως ισχύουν σήμερα σύμφωνα με την Εγκύκλιο Ε33/03 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ (αρ. πρωτ. ΔΜΕΟ/γ/Ο/689/11-12-2003) και συγκεκριμένα:

- DIN1072 Οδογέφυρες και πεζογέφυρες. Παραδοχές φορτίων(Δεκ. 1985)
- DIN1055 Παραδοχές φορτίων (Μέρος 1 – Ιούλ. 1978, Μέρος 2 – Φέβρ. 1976)
- DIN1045 Κατασκευές από απλό και οπλισμένο σκυρόδεμα. Διαστασιολόγηση και εκτέλεση (Ιουλ. 1988)
- DIN1075 Γέφυρες από σκυρόδεμα. Διαστασιολόγηση και εκτέλεση (Απρ. 1981)
- DIN4227 Μέρος 1/A1 – Προεντεταμένο σκυρόδεμα. Δομικά στοιχεία από κανονικό σκυρόδεμα με περιορισμένη ή πλήρη προένταση (Ιούλ. 1988/Δεκ. 1995)
- DIN1054 Έδαφος θεμελίωσης. Επιτρεπόμενη φόρτιση του εδάφους θεμελίωσης (Νοέμβρ. 1976)
- DIN4085 Έδαφος θεμελίωσης. Υπολογισμός της ώθησης γαιών. Βάσεις υπολογισμού. (Φεβρ. 1987)
- DIN4014 Έγχυτοι πάσσαλοι. Κατασκευή, διαστασιολόγηση και αντοχή. (Μάρτ. 1990)
- DIN4128 Έγχυτοι μικροπάσσαλοι. Κατασκευή διαστασιολόγηση και αντοχή. (Απρ. 1983) - Εγκύκλιος 39/99 Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ (αρ. πρωτ. ΔΜΕΟγ/Ο/884/24-12-1999) - Αναμόρφωση της εγκυκλίου 39/93 “Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών”

3.4 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Παρατίθεται ο προϋπολογισμός συνόλου εργασιών γέφυρας που υπολογίστηκε με τη βοήθεια των Αναλυτικών Τιμολογίων Έργων Οδοποιίας (Α.Τ.Ε.Ο) με τιμές Α' τριμήνου 2004. Επίσης, στα πλαίσια της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας συντάχθηκε και ο προϋπολογισμός συνόλου εργασιών γέφυρας με τιμές (Α.Τ.Ε.Ο) Α' τριμήνου 2012.

3.4.1 ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ (Α.Τ.Ε.Ο Α'04)

α/α	Άρθρο ΑΤΕΟ	Είδος εργασίας	Είδος μονάδας	Ποσότητα	Τιμή μονάδας	Δαπάνη
1	2151	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων	m ³	550	10.06	5,533.00
2	2521	Άοπλο σκυρόδεμα C8/10 (B10) εξομαλυντικών στρώσεων	m ³	25	79.46	1,986.50
3	A.T.Y.E 6070	Διάστρωση προϊόντων εκσκαφής-κατασκευή επιχώματος	m ³	1,600	0.34	544.00
4	N.T.	Πλήρης κατασκευή μικροπασσάλων	mm	970	64.56	62,623.20
5	2551	Οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 (B25) πλακ. πρόσβασης, κλίσεων	m ³	50	129.00	6,450.00
6	2551	Οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 (B25) βάρθρον, πτερυγοτόιχων, πεζοδρομίων	m ³	150	129.00	19,350.00
7	N.T.	Οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37 (B35) στύλων, βάρθρον, πεζοδρομίων	m ³	40	150.00	6,000.00
8	2565	Προεντεταμένο σκυρόδεμα C30/37 B(35) πλακοδοκών ύψους H<7,00m.	m ³	230	255.28	58,714.40
9	2620	Σκληρός χάλυβας προέντασης St 150/170	kg	7,500	6.38	47,850.00
10	2612	Σιδηρούς οπλισμός St IV (S500s)	kg	80,000	1.09	87,200.00
11	A.T.O.E 3841	Διαμόρφωση επιφ. σκυροδέματος τύπου Γ	m ²	550	9.53	5,241.50
12	A.T.O.E 7902	Αντιρρυπαντική επάλειψη	m ²	550	23.21	12,765.50
13	2411	Μόνωση με διπλή ασφαλική επάλειψη	m ²	550	3.55	1,952.50
14	2412	Στεγάνωση με ειδικές μεμβράνες	m ²	350	20.11	7,038.50
15	N.T	Στόμια αποχέτευσης γεφυρών (10 τεμάχια)	kg	900	9.80	8,820.00
16	A.T.Y.E 6620.1	Σωλήνες PE 6 ATM διέλευσης καλωδίων Φ90mm	mm	110	10.14	1,115.40
17	ΣΧΕΤ. 4120	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	m ²	350	1.01	353.50
18	ΣΧΕΤ. 4521.B	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας A265/B πάχους 5cm	m ²	350	4.50	1,575.00
19	2652	Σιδηρά κυγκλιδώματα	kg	1,000	3.76	3,760.00
20	2653	Γαλβανισμένοι μεταλλικοί σωλήνες κυγκλιδώματων	kg	550	3.76	2,068.00
21	2612	Δομικό πλέγμα T311 S500s (BSt500/550 RU)	kg	700	1.09	763.00
22	2311	Προμήθεια συρματοπλέγματος φατνών	kg	3,800	1.04	3,952.00
23	2312	Κατασκευή φατνών	m ²	2,200	2.60	5,720.00
24	2313	Πλήρωση φατνών με κροκάλες	m ²	300	30.45	9,135.00
		Σύνολο (€)				360,511.00

3.4.2 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ (Α.Τ.Ε.Ο Α' 2012)

α/α	Άρθρο ΑΤΕΟ	Είδος εργασίας	Είδος μονάδας	Ποσότητα	Τιμή μονάδας	Δαπάνη
1	2151	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων	m ³	550	12.94	7,117.00
2	2521	Άοπλο σκυρόδεμα C8/10 (B10) εξομαλυντικών στρώσεων	m ³	25	105.01	2,625.25
3	A.T.Y.E 6070	Διάστρωση προϊόντων εκσκαφής-κατασκευή επιχώματος	m ³	1,600	0.29	464.00
4	N.T.	Πλήρης κατασκευή μικροπασσάλων	mm	970	79.80	77,406.00
5	2551	Οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 (B25) πλακ. πρόσβασης, κλίσεων	m ³	50	165.15	8,257.50
6	2551	Οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 (B25) βάθρων, περυγοτοίχων, πεζοδρομίων	m ³	150	165.15	24,772.50
7	N.T.	Οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37 (B35) στύλων, βάθρων, πεζοδρομίων	m ³	40	215.00	8,600.00
8	2565	Προεντεταμένο σκυρόδεμα C30/37 B(35) πλακοδοκών ύψους H<7,00m.	m ³	230	312.93	71,973.90
9	2620	Σκληρός χάλυβας προέντασης St 150/170	kg	7,500	14.09	105,675.00
10	2612	Σιδηρούς οπλισμός St IV (S500s)	kg	80,000	1.30	104,000.00
11	A.T.O.E 3841	Διαμόρφωση επιφ. σκυροδέματος τύπου Γ	m ²	550	10.64	5,852.00
12	A.T.O.E 7902	Αντιρρυπαντική επάλειψη	m ²	550	25.80	14,190.00
13	2411	Μόνωση με διπλή ασφαλτική επάλειψη	m ²	550	3.95	2,172.50
14	2412	Στεγάνωση με ειδικές μεμβράνες	m ²	350	23.81	8,333.50
15	N.T	Στόμια αποχέτευσης γεφυρών (10 τεμάχια)	kg	900	9.13	8,217.00
16	A.T.Y.E 6620.1	Σωλήνες PE 6 ATM διέλευσης καλωδίων Φ90mm	mm	110	10.76	1,183.60
17	ΣΧΕΤ. 4120	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	m ²	350	0.73	255.50
18	ΣΧΕΤ. 4521.B	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας A265/B πάχους 5cm	m ²	350	5.99	2,096.50
19	2652	Σιδηρά κιγκλιδώματα	kg	1,000	4.31	4,310.00
20	2653	Γαλβανισμένοι μεταλλικοί σωλήνες κιγκλιδωμάτων	kg	550	4.31	2,370.50
21	2612	Δομικό πλέγμα T311 S500s (BSt500/550 RU)	kg	700	1.30	910.00
22	2311	Προμήθεια συρματοπλέγματος φατνών	kg	3,800	2.64	10,032.00
23	2312	Κατασκευή φατνών	m ²	2,200	3.02	6,644.00
24	2313	Πλήρωση φατνών με κροκάλες	m ²	300	38.34	11,502.00
		Σύνολο (€)				488,960.25

3.5 ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων (ΑΤΕΟ 2151)

Μεσόβαθρα:	$8,00 \times 8,00 \times 2,15$	$= 137,60 \text{ M}^3$
Ακρόβαθρα:	$4,50 \times 70,70 \times 4,20 \times 2$	$= 404,50 \text{ M}^3$
		<u>στρογγ. = 7,90 M³</u>
		$= 550,00 \text{ M}^3$
		= 550 M³

Λοπλο σκυρόδεμα C8/10 (B10) εξομαλυντικών στρώσεων (ΑΤΕΟ 2521)

Μεσόβαθρα:	$6,00 \times 6,00 \times 0,15$	$= 5,40 \text{ M}^3$
Ακρόβαθρα:	$(2,80 \times 9,00 \times 0,15) \times 2$	$= 7,56 \text{ M}^3$
Πλάκες πρόσβασης:	$(7,82 + 9,52) \times 4,15 \times 0,15$	$= 10,79 \text{ M}^3$
		<u>στρογγ. = 1,25 M³</u>
		$= 25,00 \text{ M}^3$
		= 25 M³

Διάστρωση προϊόντων εκσκαφής – Κατασκευή επιχώματος (ΑΤΥΕ 6070)

$(3,00 + 6,00) \times 4,00 \times 0,50 \times 84 \times 0 + (3,00 + 6,00) \times 2,00 \times 0,50 \times 6,70$	$= 1572,30 \text{ M}^3$
	<u>στρογγ. = 27,70 M³</u>
	$= 1600,00 \text{ M}^3$
	= 1600 M³

Πλήρη κατασκευή μικροπασσάλων

Μικροπάσσαλοι:	$(26 + 36 + 26) \times 11,00$	$= 968,00 \text{ M}$
		<u>στρογγ. = 2,00 M</u>
		$= 970,00 \text{ M}$
		= 970 M.M

Οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 (B25), πλακών πρόσβασης, κλίσεων (ΑΤΕΟ 2551)

Πλάκες πρόσβασης:	$(7,52+9,22) \times 4,00 \times 0,3$	= 20,10	M ³
Σκυρόδεμα κλίσεων φορέα:	$0,08 \times 6,50 \times 48,80$	= 25,40	M ³
		<u>στρογγ. = 4,5</u>	<u>M³</u>
		= 50,00	M ³
		= 50	M³

Οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 (B25), βάθρων – θωρακίων (ΑΤΕΟ 2551)

Κεφαλόδεσμοι μεσοβάθρων:	$5,70^2 \times 1,00$	= 32,49	M ³
Ακρόβαθρα:	$(5,25 \times 8,70 + 3 \times 2,90 \times 0,503) \times 2$	= 100,10	M ³
Πτερυγότοιχοι:	$(0,7+1,8) \times (5,2+4,95+3,0+2,8) \times 0,5^2$	= 9,97	M ³
		<u>στρογγ. = 7,44</u>	<u>M³</u>
		= 150,00	M ³
		= 150	M³

Οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37 (B35) στύλων βάθρων, πεζοδρομίων (N.T.)

Στύλοι μεσόβαθρου:	$(\pi \times 1,20^2 / 4) \times 4,45$	= 5,03	M ³
Πεζοδρόμια:	$0,263 \times 113,65$	= 29,89	M ³
		<u>στρογγ. = 5,08</u>	<u>M³</u>
		= 40,00	M ³
		= 40	M³

Προεντεταμένο σκυρόδεμα C30/37 (B35) πλακοδοκών ύψους H<7,00μ. (ΑΤΕΟ 2565)

Φορέας:	$5,79 \times (0,30+5,00+0,30) + 4,785 \times (20,2 \times 2)$	= 225,74	M ³
		<u>στρογγ. = 4,26</u>	<u>M³</u>
		= 230,00	M ³
		= 230	M³

Σκληρός γάλυβας προέντασης St 150/170 (ATEO 2620)

Φορέας:	$50,80 \times 1,10 \times 11$	= 7.376,20	ΧΛΓΡ.
		<u>στρογγ. = 123,84</u>	ΧΛΓΡ.
		= 7.500,00	ΧΛΓΡ.
		= 7.500	ΧΛΓΡ.

Σιδηρούς οπλισμός St IV (S500s) (ATEO 2612)

Φορέας:		= 26.328,20	ΧΛΓΡ.
Ακροβάθρων A_1, A_2 :		= 8.079,10	ΧΛΓΡ.
Στύλος Μεσόβαθρου:		= 1.765,60	ΧΛΓΡ.
Στύλοι Ακροβάθρων:		= 4.743,00	ΧΛΓΡ.
Κεφαλόδεσμοι:		= 17.073,10	ΧΛΓΡ.
Μικροπάσσαλοι:		= 18.747,90	ΧΛΓΡ.
		<u>στρογγ. = 3.263,10</u>	ΧΛΓΡ.
		= 80.000,00	ΧΛΓΡ.
		= 80.000	ΧΛΓΡ.

Διαμόρφωση επιφανειών σκυροδέματος τύπου Γ (Α.Τ.Ο.Ε. 3841)

Φορέας:	$8,58 \times 46,00$	= 394,68	M^2
Πεζοδρόμια:	$(0,55 + 0,25) \times 113,15$	= 90,52	M^2
Στύλοι μεσόβαθρων:	$(2 \times \pi \times 0,6) \times 4,45$	= 16,78	M^2
Ακρόβαθρα:	$(0,7 + 1,80) \times (5,2 + 4,95 + 3,0 + 2,8) \times 0,5$	= 19,94	M^2
		<u>στρογγ. = 28,08</u>	M^2
		= 550,00	M^2
		= 550	M^2

Αντιρρυπαντική επάλειψη (Α.Τ.Ο.Ε. 7902)

Όπως 13:		= 550	M^2
----------	--	--------------	-------------------------

Μόνωση με διπλή ασφαλτική επάλειψη (ΑΤΕΟ 2411)

Ακρόβαθρα:	$(1,62+6,00) \times 8,70 + 2,5 \times 2,00$	= 71,30 M ²
Στύλοι ακροβάθρων:	$(\pi \times 0,80 \times 2,95) \times 3 \times 2$	= 44,49 M ²
Πλάκες πρόσβασης:	$(7,52+9,22) \times 4,00$	= 66,96 M ²
Στύλος μεσόβαθρου:	$\pi \times 1,20 \times 1,00$	= 3,77 M ²
Θεμελίωση μεσόβαθρων:	$5,70^2 + 5,70 \times 1,00 \times 4$	= 55,30 M ²
Πτερυγότοιχοι:	$(0,7+1,80) \times (5,2+4,95+3,0+2,8) \times 0,5$	= 19,94 M ²
	<u> στρογγ. = 13,25 M²</u>	
	$2 \times 275,00$	M ²
		= 550 M²

Στεγάνωση με ειδικές μεμβράνες (ΑΤΕΟ 2412)

Πλάκα καταστρώματος:	$7,50 \times 46,00$	= 345,0 M ²
	<u> στρογγ. = 5,00 M²</u>	
		= 350,0 M ²
		= 350 M²

Στόμια αποχέτευσης γεφυρών (Ν.Τ.)

$$10 \times 90,00 = \mathbf{900 \text{ ΧΛΓΡ.}}$$

Σωλήνες PE 6Atm διέλευσης καλωδίων Φ90 γλστ. (Α.Τ.Υ.Ε 6620.1)

$$(46,00+8,0) \times 2 = 108,00 \text{ M.M}$$
$$\text{στρογγ.} = \underline{2,00 \text{ M.M}}$$
$$= 110,00 \text{ M.M}$$
$$= \mathbf{110 \text{ M.M.}}$$

Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη (ΣΧΕΤ.4120)

$$\text{Όπως 16:} = \mathbf{350 \text{ M}^2}$$

Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας Α265/Β πάχους 5 εκ. (ΣΧΕΤ.4521.Β)

$$\text{Όπως 16:} = \mathbf{350 \text{ M}^2}$$

Σιδηρά κυκλιδώματα (ΑΤΕΟ 2652)

$$\begin{aligned} 56 \times 0,9 \times 12,9 + 5,89 \times 56 &= 980,00 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ \text{στρογγ.} &= 20,00 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ &= 1000,00 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ &= \mathbf{1000} \text{ ΧΛΓΡ.} \end{aligned}$$

Γαλβανισμένοι μεταλλικοί σωλήνες κυκλιδωμάτων (ΑΤΕΟ 2653)

$$\begin{aligned} 4,8 \times 113,15 &= 543,12 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ \text{στρογγ.} &= 6,88 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ &= 550,00 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ &= \mathbf{550} \text{ ΧΛΓΡ.} \end{aligned}$$

Δομικό πλέγμα T131 S500s (Bst500/550 RU) (ΑΤΕΟ 2612)

$$\begin{aligned} \text{Σκυρόδεμα κλίσεων: } 2 \times 2,79 \times 1,92 \times 48,80 \times 6,50 \times 1,92 \times 1,10 &= 680,64 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ \text{στρογγ.} &= 19,36 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ &= 700,0 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ &= \mathbf{700} \text{ ΧΛΓΡ.} \end{aligned}$$

Προμήθεια συρματοπλέγματος (ανα γγρ. Τοποθετηθέντος συρματοπλέγματος και σύρματος) (ΑΤΕΟ 2311)

$$\begin{aligned} \text{Συρματοπλέγμα: } 2 \times 150 \times 1,80 \times 7,00 &= 3780,00 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ \text{στρογγ.} &= 20,00 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ &= 3800,00 \text{ ΧΛΓΡ.} \\ &= \mathbf{3800} \text{ ΧΛΓΡ.} \end{aligned}$$

Κατασκευή φαντών (ΑΤΕΟ 2312)

$$\begin{aligned} \text{Φάτνες: } 2 \times 150 \times 7 &= 2100,00 \text{ M}^2 \\ \text{στρογγ.} &= 100,00 \text{ M}^2 \\ &= 2200,00 \text{ M}^2 \\ &= \mathbf{2200} \text{ M}^2 \end{aligned}$$

Πλήρωση φαντών με κροκάλες (ΑΤΕΟ 2313)

$$2 \times 150 \times 0,5 \times 2,00 \times 1,00$$

$$= 300,00 \quad \text{M}^3$$

$$= \mathbf{300,00} \quad \mathbf{M}^3$$

3.6 ΠΙΝΑΚΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ : ΦΟΡΕΑΣ

Κατηγορία χάλυβα : ... S500s

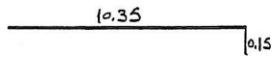
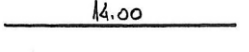
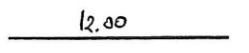
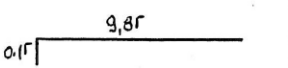
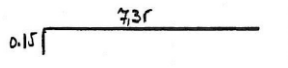
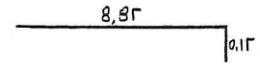
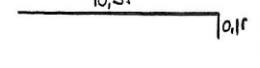
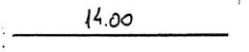
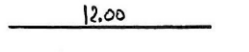
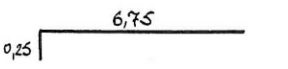
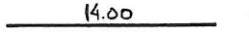
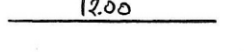
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	α/α	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)								
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
	1.		14	7.00	80				560,0					
	2a.		14	14.00	80				1120,0					
	2b.		14	12.00	40				480,0					
	3a.		14	8,60	280				2408,0					
	3b.		14	2,00 + 8,00	58				290,0					
	4		12	4,00	633			2532,0						
	5.		14	7.00	40				280,0					
	6a.		14	14.00	40				560,0					
	6b.		14	12.00	20				240,0					
	7a.		14	5,65	262				1480,3					
	7b.		14	2,50 + 5,50	28				112,0					
	8.		20	5,65	50						282,5			
	9.		14	7.00	32				224,0					
		Σε μεταφορά						2532,0	7754,3		282,5			

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	α/α	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)								
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
		Από μεταφορά						2532,0	7754,3			282,5		
	10a		14	14.00	32				448,0					
	10β		14	12.00	16				192,0					
	11		12	7.00	88				616,0					
	12a		12	14.00	88				1232,0					
	12β		12	12.00	44				528,0					
	13		12	4.10	616				2525,6					
	14		12	3,70	308				1139,6					
	15		10	1,33 1,02	660				775,5					
	16		12	1,50	190				285,0					
	17a		10	10,00	13				130,0					
	17β		10	7,50	13				97,5					
	17γ		10	9,00	13				117,0					
		Σε μεταφορά						1120,0	8858,2	8394,3		282,5		

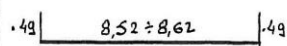
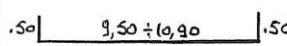

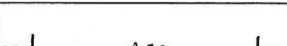


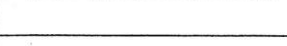
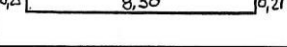
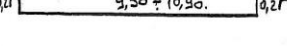
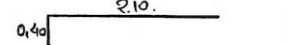
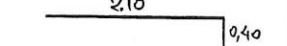
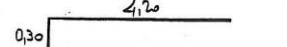
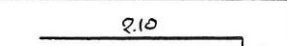
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	α/α	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)								
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
		Από μεταφορά					1120,0	8858,2	8344,3			282,5		
	17δ.		10	10,50	13		136,5							
	18α		10	14,00	52		728,0							
	18β		10	12,00	26		312,0							
	19α		16	10,00	5					50,0				
	19β		16	7,50	5					37,5				
	19γ		16	9,00	5					45,0				
	19δ		16	10,50	5					52,5				
	20α		16	14,00	20					280,0				
	20β		16	12,00	10					120,0				
	21		12	7,00	40			280,0						
	22α		12	14,00	40			560,0						
	22β		12	12,00	20			240,0						
		Σε μεταφορά					2216,5	4438,2	8344,3	585,0		282,5		

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	α/α	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)								
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
		Από μεταφορά					2246,5	9938,2	8344,3	585,0		282,5		
23.			10	2.00	560		1120,0							
24.			10	1.05	560		588,0							
25.			14	7.00	22				154,0					
26.			22	7.00	50							350,0		
27.			18	7.00	46					322,0				
28.			14	4.60 ÷ 3.40	70				280,0					
29.			12	5.05 ÷ 5.35	56				291,2					
30.			12	4.65 ÷ 4.95	24				115,2					
31.			25	2.20	60									132,0
32.			14	2.36	32				75,5					
33.			14	1.66	24				39,8					
		Σε μεταφορά					4004,5	10244,6	8943,6	585,0	322,0	282,5	350,0	132,0

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	α/α	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)									
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	
	1α.		25	9,50 ÷ 9,60	30.										286,5
	1β.		25	10,50 ÷ 11,90	30										336,0
	2α.		20	9,50.	4								38,0		
	2β.		20	10,50	4.								42,0		
	3α.		20	9,60	7								67,2		
	3β.		20	11,90.	7								83,3		
	4α.		12	9,00	32			288,0							
	4β.		12	10,00 ÷ 11,40.	32			342,4							
	5α.		20	2,50.	4.								10,0		
	5β.		20	2,50	4								10,0		
	5γ.		20	4,50	4.								18,0		
	5δ.		20	2,50	4.								10,0		
	6		14	1,30	10				13,0						
		Σε μεταφορά						630,4	13,0				278,5		622,5

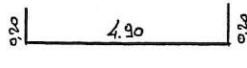
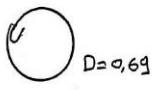
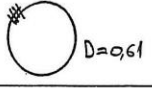
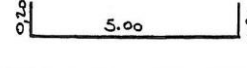
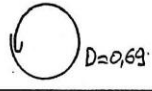
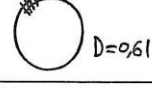
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	α/α	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)								
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
		Από μεταφορά						630,4	13,0			278,5		622,5
	7.		16	2,20	115					253,0				
	8.		20	6,00	110.							660,0		
	9.		12	5,50	65			357,5						
	10.		12	6,30	65			409,5						
	11.		12	4,70	174			817,8						
	13a.		18	6,70	5						33,5			
	13b.		18	7,10	5						35,5			
	13γ.		16	4,50.	5					22,5				
	13δ.		14	2,90	13				37,7					
	14a.		12	6,60	5			33,0						
	14b.		12	6,70	5			33,5						
	14γ.		12	4,60	5			23,0						
		Σε μεταφορά						2304,7	50,7	275,7	61,0	938,5		622,5

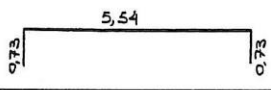
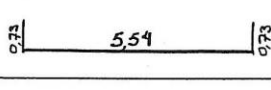
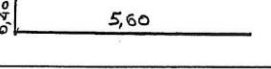
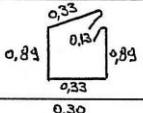
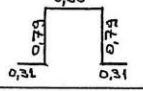
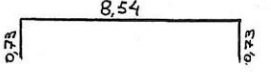
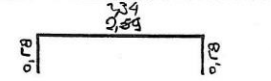
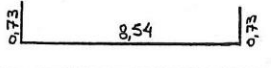
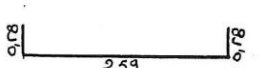
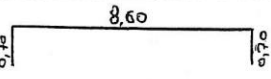
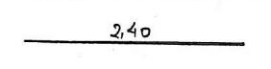
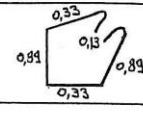
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	α/α	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)								
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
		Από μεταφορά						2304,7	50,7	275,5	69,0	938,5		622,5
	14δ		12	3,00	13			39,0						
	15α		18	1,40 ÷ 6,30	8						30,8			
	15β		18	1,40 ÷ 6,80	8						32,8			
	15γ		16	1,45 ÷ 4,40	8					23,4				
	16α		12	2,70 ÷ 6,60	8			37,2						
	16β		12	1,80 ÷ 6,70	8			34,0						
	16γ		12	4,65 ÷ 4,70	8			25,4						
	17α		16	5,10	3					15,3				
	17β		16	6,25	3					18,8				
	17γ		16	4,40	3					13,2				
	17δ		16	2,50	3					7,5				
	18α		12	2,55 ÷ 1,22	167			314,8						
		Σε μεταφορά						2755,1	50,7	353,7	132,6	938,5		622,5

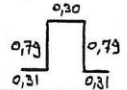
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	αα	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)									
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25	
ΑΚΡΟΒΑΘΡΟ Α1	1.		25	5,30	90										477,0
	2.		12	2,17	252			546,8							
	3.		18	2,20	6						13,2				
ΑΚΡΟΒΑΘΡΟ Α2	1.		25	5,40	90										
	2.		12	2,17	258			559,9							486,0
	3.		18	2,20	6						13,2				
Συνολικό μήκος ανά διάμετρο								1106,7			264.				963,0
Βάρος ανά μ.μ.								9,888			1,948				3,870
Ολικό βάρος ανά διάμετρο								982,7			52,7				3707,6
Σύνολο βάρους οπλισμού															4.743,0 κιλγρ.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	αα	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)								
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΙ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΣ	1.		20	7,00	112							784,0		
	2.		25	7,00	100									700,0
	3.		20	6,00	12							72,0		
	4.		12	2,70	420			1134,0						
	5.		25	2,50	130									325,0
ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΟΙ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ	1α.		20	10,00	50							500,0		
	1β.		20	3,50	172							602,0		
	2α.		25	10,00	50									500,0
	2β.		25	3,50	172									602,0
	3α.		20	10,00	12							120,0		
	3β.		20	2,40	12							28,8		
	4.		12	2,70	420			1134,0						
			Σε μεταφορά						2268,0				2106,8	

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στοιχείο	α/α	Σκαρίφημα οπλισμού	Φ	Μήκος τεμαχ. (m)	Αριθ. ομοίων τεμαχ.	Ολικό μήκος (m)								
						Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
		Από μεταφορά						2268,0				2106,8		2127,0
	5.		25	2,50	174									435,0
Συνολικό μήκος ανά διάμετρο								2268,0				2106,8		2562,0
Βάρος ανά μ.μ.								9888				2466		3850
Ολικό βάρος ανά διάμετρο								2014,0				5195,4		9863,7
Σύνολο βάρους οπλισμού						17.073,1 χιλ.γρ.								

3.7 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

1. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ
2. ΚΑΤΟΨΗ – ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ ΓΕΦΥΡΑΣ
3. ΟΨΗ – ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ ΓΕΦΥΡΑΣ
4. ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ ΤΟΜΕΣ ΓΕΦΥΡΑΣ – ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ
5. ΦΟΡΕΑΣ – ΧΑΛΑΡΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ
6. ΦΟΡΕΑΣ – ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ
7. ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΤΥΛΩΝ – ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ – ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΩΝ
8. ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΕΚΤΡΟΠΗ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ

Τα τεχνικά σχέδια της Μελέτης παρατίθενται στο Παράρτημα της Πτυχιακής Εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αντικείμενο του παρόντος είναι ο έλεγχος της επάρκειας της διατομής της γέφυρας από άποψη υδραυλικής παροχρητευτικότητας για την πλημμυρική παροχή του προς γεφύρωση χειμάρρου Ρετσιανών. Οι υδραυλικοί υπολογισμοί συντάχθηκαν από τον Διπλ. Πολιτικό Μηχανικό κ. Νικόλαο Νανούση στα πλαίσια του έργου: "Κατασκευή νέας γέφυρας και αποκατάσταση υπάρχουσας μικρής οδικής στα Ρετσιανά Άρτας" για λογαριασμό της αναδόχου κατασκευής ΑΚΑΜΑΣ Α.Ε από το Γραφείο Μελετών ΜΕΤΕ ΣΥΣΜ Α.Ε. το 2004.

4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

4.2.1 ΕΜΒΑΔΟΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Η λεκάνη απορροής του ρέματος φαίνεται σε ιδιαίτερο σχέδιο σε κλίμακα 1:50.000. Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής ανέρχεται σε 24,2 km².

Σύμφωνα με τις Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. §8.1.1.2(α) πίνακας 8.1-1 η λεκάνη απορροής κατατάσσεται στις «μεγάλες λεκάνες απορροής» ($A > 20,0 \text{ km}^2$). Σύμφωνα με την ίδια παράγραφο η παραπάνω λεκάνη κατατάσσεται στις εξωτερικές λεκάνες απορροής.

4.2.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Σύμφωνα με τις Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. §8.1.1.2.(β)-1) για τις εξωτερικές λεκάνες απορροής χωρίς περαιτέρω διεύρυνση των επιμέρους συνθηκών, ο συντελεστής απορροής για λοφώδεις εκτάσεις (κλίσεις 5% έως 20%) λαμβάνεται: $C=0,50$.

4.2.3 ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΡΡΟΗΣ

Για τον υπολογισμό του χρόνου συρροής εφαρμόζεται η σχέση GIANDOTTI: $t = [4 \times (F)^{1/2} + 1,5 \times L] / [0,8 \times (Z)^{1/2}]$ όπου:

t: ο χρόνος συρροής σε ώρες,

F: η επιφάνεια της λεκάνης σε km²,

L: το μήκος της γραμμής φυσικής απορροής σε km,

Z: η υψομετρική διαφορά του μέσου υψομέτρου της λεκάνης απορροής και του σημείου ελέγχου σε m.

Μέγιστο υψόμετρο: 1960 m.

Υψόμετρο εκβολής: 420 m.

Μέσο υψόμετρο: $(1960+420)/2 = 1055$ m.

$Z = 1055-420 = 635$ m.

$L = 9,7$ km.

$t = [4 \times (24,2)^{1/2} + 1,5 \times 9,7] / [0,8 \times (635)^{1/2}] = 5,5$ h.

4.2.4 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σύμφωνα με τις Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. πίνακας 8.1-7. η περίοδος επανάληψης της βροχόπτωσης μελέτης είναι: $T = 50$ έτη.

4.2.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΟΥ MANNING – STRICKLER

Σύμφωνα με τις Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. πίνακας 8.1-6 για την κοίτη χειμάρρων – ρεμάτων $n = 0,025 \div 0,060$. Εκλέγεται $n = 0,03$.

4.3 ΕΝΤΑΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ. 11913/6-10-1997 της τότε ΕΔΕΚΔΜ, για χρόνο συρροής $t = 5,5$ h και για περίοδο επαναφοράς $T = 50$ έτη, η ένταση της βροχόπτωσης είναι: $i = 25,5$ mm/h.

4.4 ΠΑΡΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για τον υπολογισμό της παροχής μελέτης σε εξωτερικές λεκάνες μεγάλου μεγέθους εφαρμόζεται η ορθολογική μέθοδος:

$Q = 0,278 \times C \times i \times A$, όπου:

$C = 0,50$, ο συντελεστής απορροής

$i = 25,5$ mm/h, η ένταση της βροχόπτωσης

$A = 24200$ στρέμματα, το εμβαδό της λεκάνης απορροής

$Q = 86000$ lit/sec, η παροχή υπολογισμού σε lit/sec $\rightarrow Q = 86$ m³/sec.

4.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

4.5.1 ΔΙΑΤΟΜΗ

Η διατομή του ρέματος στη θέση του τεχνικού είναι τραπεζοειδής με κλίση πρανών 2:3, έχει πλάτος κοίτης 27,0 m και ελεύθερο ύψος 3,45 m.

4.5.2 ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ

Σύμφωνα με τις Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. πίνακας 8.2-1 η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για την παροχή σχεδιασμού σε σχέση με το είδος έργου και τις ιδιότητες των τοιχωμάτων είναι της τάξης των 5,0 m/s.

4.5.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Για τον υπολογισμό αγωγών με ελεύθερη ροή εφαρμόζεται η συνθήκη συνέχειας σε συνδυασμό με τον τύπο του MANNING – STRICKLER:

$$Q = A \times V \text{ (m}^3\text{/s),}$$

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times S^{1/2},$$

$$R = A/T, \text{ όπου:}$$

Q: η παροχή στον αγωγό για δεδομένο βάθος (m³/s),

A: η υγρή διατομή (m²),

V: η ταχύτητα ροής (m/s),

(1/n): ο συντελεστής τραχύτητας (m^{1/3}/s),

R: η υδραυλική ακτίνα (m),

T: η βρεχόμενη περίμετρος (m),

S: η κλίση πυθμένα.

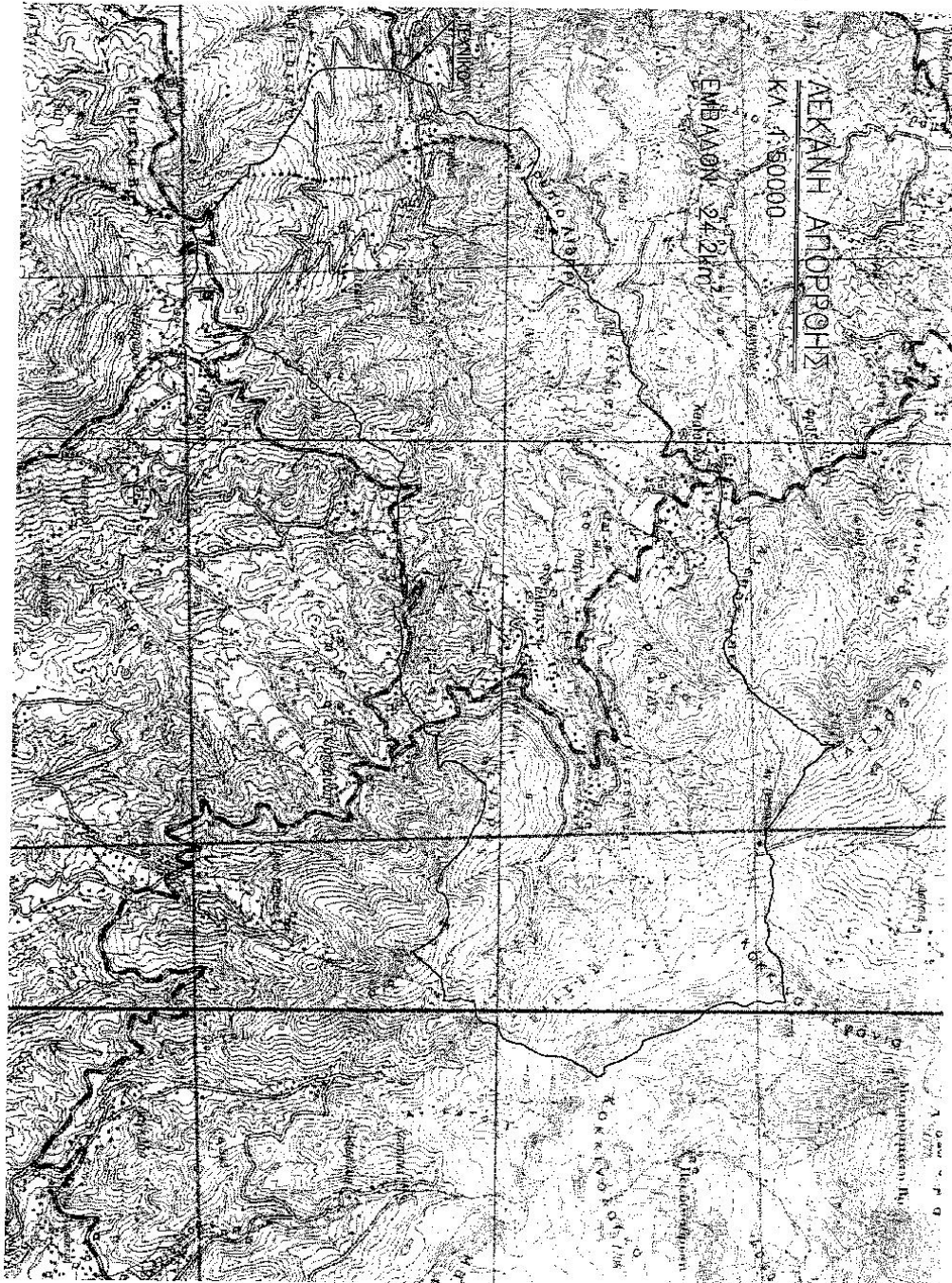
Όπως προκύπτει από το τοπογραφικό διάγραμμα, η κατά μήκος κλίση του ρέματος στην περιοχή της γέφυρας ανέρχεται σε 2,7%.

$$\text{Έτσι: } V = (1/0,03) \times 0,72^{2/3} \times 0,027^{1/2} = 4,3 \text{ m/sec} < 5,0 \text{ m/sec.}$$

Η υδραυλική ακτίνα $R = 0,72 \text{ m}$, αντιστοιχεί σε υγρά διατομή $A = 21,5 \text{ m}^2$, βρεχόμενη περίμετρο $T = 29,8 \text{ m}$ ($R = A/T = 21,5/29,8 = 0,72 \text{ m}$) και ύψος ροής για την παροχή σχεδιασμού 0,78 m.

$$\text{Έτσι: } Q = 21,5 \times 4,3 = 92,4 \text{ m}^3\text{/sec} > 86,0 \text{ m}^3\text{/sec} \text{ και ελεύθερο ύψος } L_h = 3,45 \text{ m} > 0,78 + 1,0 = 1,78 \text{ m (Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. §8.2.5.(4)).}$$

4.6 ΔΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΕΦΥΡΑΣ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται οι Στατικοί Υπολογισμοί, με τη χρήση Η/Υ, της Μελέτης της Γέφυρας (Φορέας, Μεσόβαθρο, Ακρόβαθρα, Θεμελιώσεις). Συγκεκριμένα, το κεφάλαιο περιλαμβάνει τη Μεθοδολογία Υπολογισμού, τα Γραφήματα με χρήση Η/Υ, τα αποτελέσματα των Υπολογισμών της Γέφυρας με χρήση Η/Υ και επιπλέον τον υπολογισμό των Πτερυγότοιχων και των Πλακών Πρόσβασης. Οι στατικοί υπολογισμοί συντάχθηκαν από τον Διπλ. Πολιτικό Μηχανικό κ. Σωτήριο Μέλλη στα πλαίσια του έργου: "Κατασκευή νέας γέφυρας και αποκατάσταση υπάρχουσας μικρής οδικής στα Ρετσιανά Άρτας" για λογαριασμό της αναδόχου κατασκευής ΑΚΑΜΑΣ Α.Ε από το Γραφείο Μελετών ΜΕΤΕ ΣΥΣΜ Α.Ε. το 2004.

5.1.1 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Για το σύνολο του έργου εφαρμόζονται οι Γερμανικοί Κανονισμοί, όπως ισχύουν σήμερα με την Εγκύκλιο Ε33/03 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. (αρ. πρωτ. ΔΜΕΟ/γ/Ο/689/11-12-2003) και συγκεκριμένα:

- DIN1072 Οδογέφυρες και πεζογέφυρες. Παραδοχές φορτίων(Δεκ. 1985)
- DIN1055 Παραδοχές φορτίων (Μέρος 1 – Ιούλ. 1978, Μέρος 2 – Φέβρ. 1976)
- DIN1045 Κατασκευές από απλό και οπλισμένο σκυρόδεμα. Διαστασιολόγηση και εκτέλεση (Ιουλ. 1988)
- DIN1075 Γέφυρες από σκυρόδεμα. Διαστασιολόγηση και εκτέλεση (Απρ. 1981)
- DIN4227 Μέρος 1/A1 – Προεντεταμένο σκυρόδεμα. Δομικά στοιχεία από κανονικό σκυρόδεμα με περιορισμένη ή πλήρη προένταση (Ιούλ. 1988/Δεκ. 1995)
- DIN1054 Έδαφος θεμελίωσης. Επιτρεπόμενη φόρτιση του εδάφους θεμελίωσης (Νοέμβρ. 1976)
- DIN4085 Έδαφος θεμελίωσης. Υπολογισμός της ώθησης γαιών. Βάσεις υπολογισμού. (Φεβρ. 1987)
- DIN4014 Έγχυτοι πάσσαλοι. Κατασκευή, διαστασιολόγηση και αντοχή. (Μάρτ. 1990)
- DIN4128 Έγχυτοι μικροπάσσαλοι. Κατασκευή διαστασιολόγηση και αντοχή. (Απρ. 1983) - Εγκύκλιος 39/99 Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ (αρ. πρωτ. ΔΜΕΟγ/Ο/884/24-12-1999) - Αναμόρφωση της εγκυκλίου 39/93 "Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών"

5.1.2 ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ

Κλάση γέφυρας: 60/30 κατά DIN 1072

5.1.3 ΥΛΙΚΑ

Για την κατασκευή της γέφυρας προβλέπονται τα εξής υλικά:

- Σκυρόδεμα C8/10(B10): Σκυρόδεμα καθαριότητας
- Σκυρόδεμα C20/25(B25): Κεφαλόδεσμοι, πλάκες πρόσβασης, πεζοδρόμια
- Σκυρόδεμα C30/37(B35): Φορέας, στύλοι βάθρων, πτερυγότοιχοι
- Τσιμεντένεμα ισοδύναμου αντοχής με C20/25(B25): Μικροπάσσαλοι
- Χάλυβας οπλισμού S500s(BSt 500/550 RU): Χαλαροί οπλισμοί
- Χάλυβας προέντασης St 1570/1770: Καλώδια προέντασης

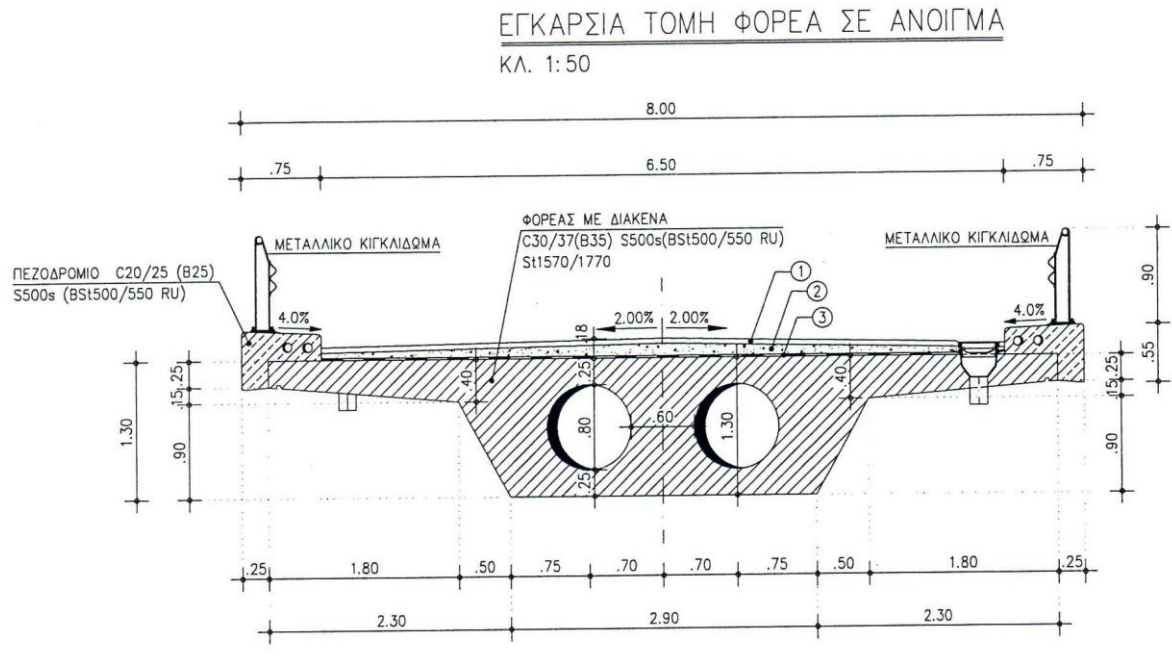
5.1.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ

B+B ή PRECO

5.1.5 ΕΛΑΦΟΣ – ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Υλικό επίχωσης πίσω από τα ακρόβαθρα: $\varphi = 30,0^\circ$, $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$,
 $c = 0,0$. Σεισμικότητα περιοχής: II ($\alpha_0 = 0,24$), επικινδυνότητα εδάφους: A.
Συντελεστής σπουδαιότητας: $\gamma_1 = 0,85$, συντελεστής θεμελίωσης: $\theta = 1,0$,
συντελεστής μεταλαστικής συμπεριφοράς φορέα: $q_x = 1,0$, $q_y = 1,0$, $q_z = 1,0$.

5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ



5.2.1 ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ – ΑΝΑΛΥΣΗ

Το στατικό σύστημα της γέφυρας είναι πλαίσιο στο χώρο, που αποτελείται από το φορέα, τους στύλους των ακρόβαθρων και το στύλο του μεσόβαθρου. Ο φορέας είναι συνεχής, 2 ανοιγμάτων, με συνολικό θεωρητικό μήκος 47,4 m ($23,7 + 23,7 = 47,4$ m). Η διατομή του φορέα είναι μορφής πλάκας με κυκλικά κενά, ύψους 1,3 m. Ο στύλος του μεσόβαθρου είναι συμπαγής διαμέτρου 1,2 m και συνδέεται μονολιθικά με το φορέα. Το καθαρό ύψος του ανέρχεται σε 4,45 m και θεμελιώνεται μέσω κεφαλόδεσμου σε 36 μικροπασσάλους. Αντίστοιχα, οι στύλοι των ακρόβαθρων είναι συμπαγείς διαμέτρου 0,80 m και συνδέονται μονολιθικά με το φορέα. Τα καθαρά ύψη τους ανέρχονται σε 3,00 m για τους στύλους του ακρόβαθρου A1 και 2,89 m για τους στύλους του ακρόβαθρου A2. Οι στύλοι κάθε ακρόβαθρου θεμελιώνονται μέσω κεφαλόδεσμου σε 26 μικροπασσάλους.

Οι μικροπασσαλοι στηρίζονται πλευρικά καθώς και στον πόδα τους σε ελατήρια, οι σταθερές των οποίων προκύπτουν από τη μελέτη αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της εδαφοτεχνικής έρευνας. Οι περιοχές πιθανών πλαστικών αρθρώσεων του συστήματος είναι οι κεφαλές και οι πόδες των στύλων.

5.2.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Οι υπολογισμοί εκτελούνται με το πακέτο προγραμμάτων SOFiSTiK της εταιρείας SOFiSTiK GmbH, Munchen, Deutschland.

5.2.3 ΦΟΡΤΙΑ

5.2.3.α ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ

Το ίδιο βάρος του φορέα ($g = 25,0 \text{ kN/m}^3$) υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα.

5.2.3.β ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΟΝΙΜΑ

Πεζοδρόμια $g_{\text{πεζ}} = 25,0 \text{ kN/m}^3$.
Τάπητας $g_{\text{ταπ}} = 22,0 \text{ kN/m}^3$.

5.2.3.γ ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ

Εξετάζονται οι ακόλουθες δύο περιπτώσεις ωθήσεων γαιών στα ακρόβαθρα της γέφυρας:

- Ενεργές ωθήσεις $k_a = 0,20$
- Ουδέτερες ωθήσεις $k_o = 0,5034$ Κινητά φορτία

Συντελεστής ταλάντωσης: $L_\varphi = 47,4/2 = 23,7 \text{ m}$.

$\varphi = 1,400 - 0,008 \times 23,7 = 1,210$. Κλάση SLW 60/30: $P60 = 100 \text{ kN}$,
 $P30 = 50 \text{ kN}$, $p1 = 5,0 \text{ kN/m}^2$, $p2 = 3,0 \text{ kN/m}^2$.

Οι περιβάλλουσες των εντατικών μεγεθών ελέγχου υπολογίζονται με τη βοήθεια του προγράμματος ELSE μετά από καθορισμό των τροχιών κυκλοφορίας του κυρίως οχήματος και των πιθανών διατάξεων των οχημάτων στο κατάστρωμα. Για κάθε τροχιά υπολογίζεται μία γραμμή επιρροής για φόρτιση στον άξονα της τροχιάς από μοναδιαίο φορτίο και ροπή. Η γραμμή επιρροής από ροπή είναι απαραίτητη για οχήματα που κινούνται έκκεντρα ως προς τον άξονα της τροχιάς. Το πρόγραμμα αξιολογεί τις γραμμές επιρροής και προσδιορίζει τις δυσμενέστερες θέσεις των φορτίων κυκλοφορίας για κάθε εντατικό μέγεθος στα σημεία ελέγχου.

5.2.3.δ ΣΥΣΤΟΛΗ ΠΗΞΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΡΠΥΣΜΟΣ

Για τον υπολογισμό των συντελεστών συστολής ξήρανσης σκυροδέματος και ερπυσμού θεωρούνται οι παρακάτω τιμές:

$$k_{ef} = 1,50$$

$$A = 4,7847 \text{ m}^2$$

$$u = (2 \times 1,806) + (2 \times 1,030) + 2,90 = 8,57 \text{ m}$$

$$d_{ef} = k_{ef} \times 2 \times A / u = 1,68 \text{ m}$$

$$\varphi = 2,05$$

Η συστολή ξήρανσης λαμβάνεται υπόψη με συντελεστή:

$$\varepsilon_{s00} = - 21,5 \times 10^{-5}$$

5.2.3.ε ΑΝΕΜΟΣ

$$A_{av} = 1,30 + 0,20 + 3,50 = 5,00 \text{ kN/m}$$

$$W = 5,00 \times 0,90 = 4,50 \text{ kN/m}$$

Η ανεμοφόρτιση στη γέφυρα χωρίς φορτία κυκλοφορίας ($w = 1,75 \text{ kN/m}^2$) είναι ευμενέστερη της ανεμοφόρτισης με φορτία κυκλοφορίας ($w = 0,90 \text{ kN/m}^2$) και συνεπώς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

5.2.3.στ ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ

$$B = (300,0 + 600,0) / 3 = 300,0 \text{ kN}$$

$$B = [(48,8 - 6,0) \times 3,0 \times 5,0 + 600,0] / 4 = 310,4 \text{ kN}$$

$$B_{max} = 310,4 \text{ kN} \rightarrow 310,4 / 48,8 = 6,36 \text{ kN/m}$$

5.2.3.ζ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας $T = \pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$
Διαφορά θερμοκρασίας $\Delta T = +7 \text{ }^\circ\text{C} / -3,5 \text{ }^\circ\text{C}$ μεταξύ άνω/κάτω πέλματος πλάκας φορέα.

5.2.3.η ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

$$\text{Ζώνη: II} \rightarrow \alpha_0 = 0,24$$

$$\text{Συντελεστής θεμελίωσης: } \theta = 1,0$$

$$\text{Συντελεστής σπουδαιότητας: } \gamma_1 = 0,85$$

Κατηγορία εδάφους: Σύμφωνα με τη μελέτη αξιολόγησης γεωτεχνικής έρευνας από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας κατατάσσεται στην κατηγορία A $\rightarrow T_1 = 0,10 \text{ s}$, $T_2 = 0,40 \text{ s}$.

Συντελεστής μετελαστικής συμπεριφοράς: $q_x = 1,0$, $q_y = 1,0$, $q_z = 1,0$.

Με την ιδιομορφική ανάλυση του φορέα προκύπτουν οι παρακάτω τιμές των θεμελιωδών ιδιοπεριόδων:

$T_x = 0,278 \text{ sec}$, $T_y = 0,250 \text{ sec}$, $T_z = 0,221 \text{ sec}$

και οι ανηγμένες επιταχύνσεις σχεδιασμού λαμβάνουν τιμές:

$\alpha_x = 0,510$, $\alpha_y = 0,510$, $\alpha_z = 0,237$.

5.2.3.θ ΟΜΟΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΩΘΗΣΕΩΝ ΓΑΙΩΝ

Μέθοδος Mononobe-Okabe:

$q_w = 1,00$

$a_h = 0,24/1,0 = 0,24$, $a_v = 0,3 \times 0,24 = 0,072$

$\varphi = 30^\circ$, $\theta = \arctan\left(\frac{0,24}{1-0,072}\right) = 14,5^\circ$, $\beta = i = \delta = 0$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(30-14,5)}{\cos^2 14,5 \left[1 + \sqrt{\frac{\sin 30 * \sin(30-14,5)}{\cos 14,5}} \right]^2} = 0,527$$

5.2.3.ι ΑΝΤΙΘΕΤΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΩΘΗΣΕΩΝ ΓΑΙΩΝ

$H \approx 2,00 \text{ m} \rightarrow e_E = 0,85 \times 0,75 \times 0,24 \times 20,0 \times 2,0 \times 2,0 = 12,24 \text{ kN/m}$

5.2.3.κ ΔΥΝΑΤΕΣ ΥΠΟΧΩΡΗΣΕΙΣ ΒΑΘΡΩΝ

Υποχώρηση μεσόβαθρου M κατά 1cm

Υποχώρηση ακρόβαθρου A1 κατά 1cm

Υποχώρηση ακρόβαθρου A2 κατά 1cm

5.2.4 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

LC1	Μόνιμα φορτία
LC2	Πρόσθετα μόνιμα φορτία
LC3	Προένταση (v)
LC4	Ισοστατικά μεγέθη προέντασης (v_0)
LC5	Παρασιτικά μεγέθη προέντασης (v_p)
LC6	Ερπυσμός και συστολή ξήρανσης
LC7	Ωθήσεις γαιών ($K = 0,20$)
LC8	Ωθήσεις γαιών ($K = 0,50$)
LC 11÷16	max/min M_y, V_z, M_t στην πλάκα λόγω κινητών φορτίων
LC 17÷22	max/min N, M_y, M_z στους στύλους λόγω κινητών φορτίων
LC 23÷24	Ομόφορες ωθήσεις $\pm X$
LC 25	Αντίθετες ωθήσεις X
LC 27÷32	max/min M_z, N, M_y στους μικροπασσάλους
LC 34÷35	Άνεμος $\pm Y$
LC 36÷37	Τροχοπέδηση $\pm X$
LC 38÷39	$T = \pm 25^\circ C$
LC 40÷41	$\Delta T = +7,0^\circ C / -3,5^\circ C$
LC 42÷44	Δυνατές μετατοπίσεις εδάφους θεμελίωσης (μεσόβαθρο)
LC 45÷46	Δυνατές μετατοπίσεις εδάφους θεμελίωσης (ακρόβαθρα A1, A2)
LC 47÷49	Σεισμός κατά $+X, +Y$ και $+Z$
LC 347÷349	Σεισμός κατά $-X, -Y$ και $-Z$
LC 50÷57	max/min N, M_y, M_z, M_t λόγω σεισμού
LC 200	Ομοιόμορφο κινητό φορτίο για σεισμικές φορτίσεις

5.2.5 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ

Τοποθετούνται 11 καλώδια των 1200,6” St 1570/1770 τα οποία έχουν παραβολική μορφή και αγκυρώνονται στα κατακόρυφα μέτωπα των δύο άκρων του φορέα. Όλα τα καλώδια εντείνονται αμφίπλευρα δεξιά και αριστερά. Η αρχική δύναμη προέντασης κάθε καλωδίου είναι 1620 kN. Για τις απώλειες από τριβές είναι: $\mu = 0,20$ και $\beta = 0,01$ rad/m. Η ολίσθηση των σφηνών αγκύρωσης ανέρχεται σε 3mm. Η προένταση εφαρμόζεται 15 ημέρες μετά τη διάστρωση του σκυροδέματος, οπότε για τον ερπυσμό και την συστολή πήξεως είναι: $\varphi_{00} = 2,05$ και $\varepsilon_{s00} = -21,5 \times 10^{-5}$.

5.2.6 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Οι συνδυασμοί ελέγχου των δομικών στοιχείων της γέφυρας προκύπτουν από την εφαρμογή των Κανονισμών DIN 1045 (Ιούλ. 88), DIN 1072 (Δεκ. 85), DIN 1075 (Απρ. 81), DIN 4227 μέρος 1/A1(Ιούλ. 88/Δεκ. 95) και Εγκ. 39/99. Οι φορτίσεις, οι οποίες γενικά λαμβάνονται υπόψη, είναι οι παρακάτω:

Κύρια φορτία (H)	Πρόσθετα φορτία (Z)
g_1 μόνιμα φορτία	T ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας
g_2 πρόσθετα μόνιμα φορτία	ΔT διαφορά θερμ. άνω-κάτω πέλματος
e ωθήσεις γαιών ενεργές ή ηρεμίας	w άνεμος
v_0 προένταση $t=0$	b τροχοπέδηση
v_∞ προένταση $t=\infty$	Ειδικά φορτία (S)
q κινητά φορτία	S πρόσκρουση οχήματος στα βάθρα
ΔS συστολή πήξης	ΔS_m δυνατές υποχωρήσεις βάθρων
ΔS_w πιθανές υποχωρήσεις βάθρων	Σεισμικά φορτία (E)
ΔS_L ανύψωση φορέα για αλλαγή εφεδράνων	

5.2.6.a ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

1. Έλεγχοι τάσεων – περιορισμένη προένταση

Φορτίσεις H

$$g_1 + v_0$$

$$g_1 + g_2 + v_0$$

$$g_1 + g_2 + e + v_0$$

$$g_1 + g_2 + e + v_0 + q$$

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty + \Delta S$$

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty + \Delta S + q + \Delta S_w$$

Φορτίσεις HZ

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty + \Delta S + q + w + b + 0,7\Delta T + T + \Delta S_w$$

Παρατηρήσεις:

- Η ανύψωση του φορέα για αλλαγή εφεδράνων (ΔS_L) και οι δυνατές υποχωρήσεις βάθρων (ΔS_m) δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τον έλεγχο των τάσεων, βλ. DIN 4227/1 § 9.2.7 και § 10.1.2(2).
- Ο συνδυασμός του 70% των κινητών με το 100% των θερμοκρασιακών φορτίων δεν απαιτείται για τον έλεγχο των τάσεων στην περίπτωση φόρτισης HZ (DIN 4227/1 § 9.2.5(3)).

2. Έλεγχος τάσεων με απαίτηση πλήρους προέντασης (DIN 4227/1 §10.1.2(2))

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty + \Delta S + 0,5q$$

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty + \Delta S + \Delta S_w$$

3. Έλεγχος ασφάλειας σε ρηγμάτωση (DIN 4227/1 § 10.2)

$$g_1 + g_2 + e + 0,9v_\infty + \Delta S + q + w + b + \Delta T + T + \Delta S_w + \Delta S_L$$

Οι δυνατές υποχωρήσεις βάρων (ΔS_m) δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τον έλεγχο της ρηγμάτωσης (DIN 4227/1 § 10.2(6)).

4. Έλεγχος ασφάλειας σε θραύση (DIN 4227/1 § 11.1)

$$1,75(g_1+g_2+e) + v'_\infty + \Delta S + 1,75(q + w + b) + \Delta T + T + \Delta S_L + \left(\frac{\Delta S_w}{0,4\Delta S_m} \right)$$

$$g_1 + g_2 + e + v'_\infty + \Delta S + 0,2q + E$$

- v'_∞ το παρασιτικό τμήμα της προέντασης
- Η παρένθεση υποδηλώνει εκλογή της δυσμενέστερης φόρτισης

5.2.6.β ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (DIN 1075 § 9)

Φορτίσεις H

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty/1,75 + \Delta S/1,75 + \Delta S_w/1,75$$

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty/1,75 + \Delta S/1,75 + 0,5q + \Delta S_w/1,75 + \Delta S_L/1,75$$

Η διαστασιολόγηση πραγματοποιείται με συντελεστές ασφαλείας της διατομής 1,75 και 2,10.

Φορτίσεις HZ

$$g_1+g_2+e+\frac{v_\infty}{0,9 \times 1,75} + \frac{\Delta S}{0,9 \times 1,75} + q+b + w + \left[0,7 \times \frac{\Delta T}{0,9 \times 1,75} \right] + \frac{T}{0,9 \times 1,75} + \left(\frac{\Delta S_w}{0,9 \times 1,75} \right) + \left(\frac{0,4\Delta S_m}{0,9 \times 1,75} \right)$$

$$g_1+g_2+e+\frac{v_\infty}{0,9 \times 1,75} + \frac{\Delta S}{0,9 \times 1,75} + 0,7q+b+w + \frac{\Delta T}{0,9 \times 1,75} + \frac{T}{0,9 \times 1,75} + \left(\frac{\Delta S_w}{0,9 \times 1,75} \right) + \left(\frac{0,4\Delta S_m}{0,9 \times 1,75} \right)$$

$$g_1 + g_2 + e + \frac{v_\infty}{0,9 \times 1,75} + \frac{\Delta S}{0,9 \times 1,75} + 0,5q + b + w + \frac{\Delta T + T}{0,9 \times 1,75} + \left(\frac{\Delta S_w}{0,9 \times 1,75} \right) + \frac{\Delta S_L}{0,9 \times 1,75}$$

Η διαστασιολόγηση πραγματοποιείται με συντελεστές ασφαλείας της διατομής $0,9 \times 1,75$ και $0,9 \times 2,10$.

Σεισμικός συνδυασμός

$$g_1 + g_2 + v_\infty + \Delta S + 0,2q + E$$

Η διαστασιολόγηση πραγματοποιείται με συντελεστές ασφάλειας 1,50 για το σκυρόδεμα και 1,15 για τον χάλυβα.

Φορτίσεις ΗΑ

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty + \Delta S + q + \Delta S_w + S$$

$$g_1 + g_2 + e + v_\infty + \Delta S + 0,5q + \Delta S_w + \Delta S_L + S$$

Η διαστασιολόγηση πραγματοποιείται με συντελεστές ασφάλειας της διατομής 1,00.

5.2.7.α ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ ΣΤΥΛΩΝ ΜΕΣΟΒΑΘΡΩΝ

(Στοιχείο 101) $D=1,2$ m, C30/37 (B35), S500s (BSt 500/550RU)

Από τον έλεγχο σε διάτμηση, απαιτούνται $45,56 \text{ cm}^2/\text{m}$. Τοποθετούνται σπειρ. Συνδ. $2\Phi 12/10$ ($45,24 \text{ cm}^2/\text{m}$).

$$A_c = 3,14 \times 0,60^2 = 1,131 \text{ m}^2$$

$$A_{cc} = 3,14 \times (1,20 - 2 \times 0,05 - 2 \times 0,012)^2 / 4 = 0,909 \text{ m}^2$$

$$\eta_K = 6771 / (30 \times 10^3 \times 1,131) = 0,200 < 0,30$$

$$\omega \geq 0,7 \times (1,131/0,909) \times 0,200 - 0,10 = 0,074 < 0,18, \omega \geq 0,18$$

Σπειροειδής συνδετήρες $2\Phi 12/10$

$$p_s = (4 \times 1,131) / (10 \times 108,8) \times 2 = 8,316 \times 10^{-3}$$

$$\omega = 8,316 \times 10^{-3} \times 434,8 / 20 = 0,181 > 0,18$$

$$\max_s = (1/5) \times (120 - 5 - 5 - 1,2 \times 2) = 21,50 \text{ cm}$$

$$\max_s = \delta \times d_{sl} = 4 \times 2,5 = 10 \text{ cm}$$

5.2.7.β ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ ΣΤΥΛΩΝ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ

(Στοιχείο 201) $D = 0,80$ m, C30/37 (B35), S500s (BSt 500/550RU)

Από τον έλεγχο σε διάτμηση, απαιτούνται $34,74 \text{ cm}^2/\text{m}$. Τοποθετούνται σπειρ. συνδ. $2\Phi 12/10$ ($45,24 \text{ cm}^2/\text{m}$).

$$A_c = 3,14 \times 0,40^2 = 0,503 \text{ m}^2$$

$$Acc = 3,14 \times (0,80 - 2 \times 0,05 - 2 \times 0,012)^2 / 4 = 0,359 \text{ m}^2$$

$$n_K = 1946 / (30 \times 10^3 \times 0,503) = 0,129 < 0,30$$

$$\omega \geq 0,7 \times (0,503 / 0,359) \times 0,129 - 0,10 = 0,027 < 0,18, \omega \geq 0,18$$

Σπειροειδής συνδετήρες 2Φ12/10

$$p_s = (4 \times 1,131) / (10 \times 68,8) \times 2 = 13,151 \times 10^{-3}$$

$$\omega = 13,151 \times 10^{-3} \times 434,8 / 20 = 0,264 > 0,18$$

$$max_s = (1/5) \times (80 - 5 - 5 - 1,2 \times 2) = 13,52 \text{ cm}$$

$$max_s = \delta \times d_{sl} = 4 \times 2,5 = 10 \text{ cm}$$

5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών με τη χρήση του πακέτου προγραμμάτων SOFiSTiK της εταιρείας SOFiSTiK GmbH, Munchen, Deutschland, είναι εκτενή και για το λόγο αυτό δεν παρατίθεται στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία.

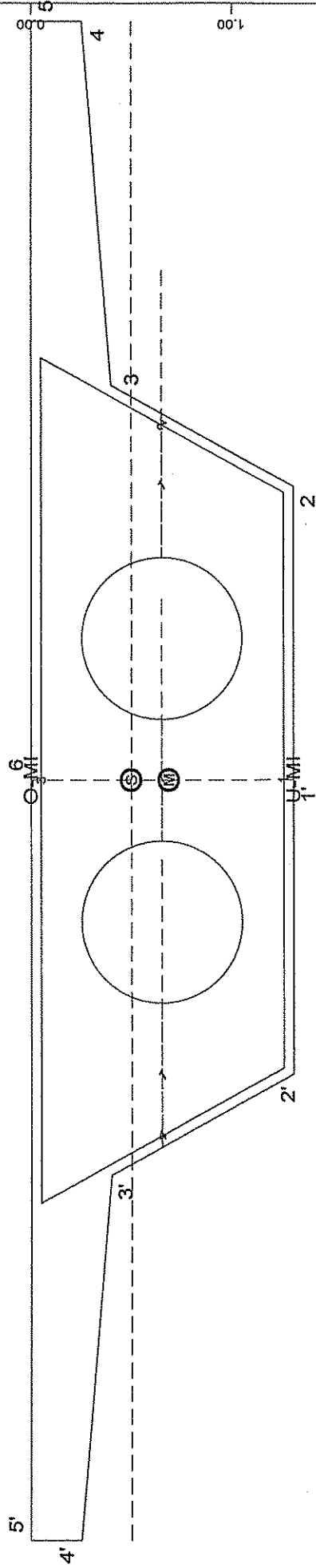
5.4 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Στις επόμενες 65 σελίδες παρατίθενται τα γραφήματα της Μελέτης με χρήση Η/Υ.

Cross section No 1

A = 4.7847E0 [m²]

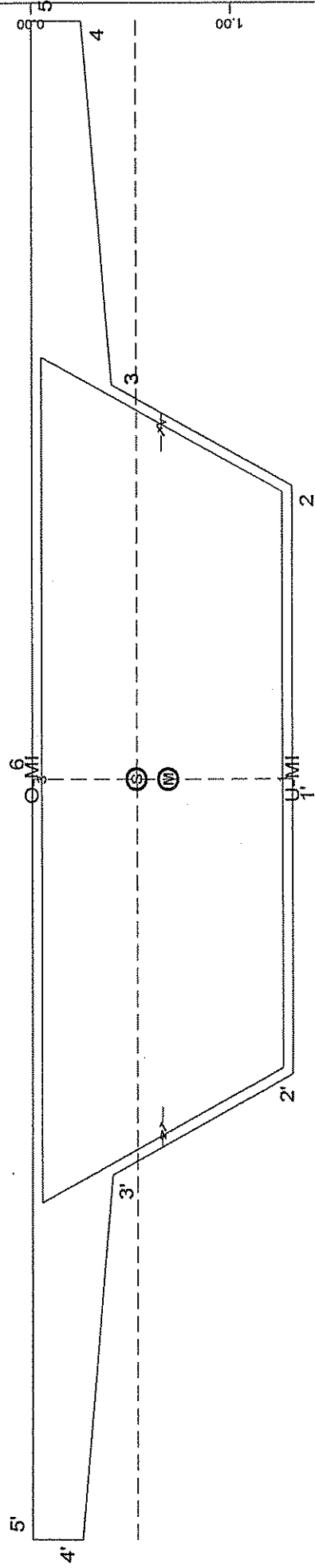
IT = 0.9258E0, Y = 0.7749E0, IZ = 1.3814E1 [m⁴]



Cross section No 2

A = 5.7900E0 [m²]

IT = 1.0284E0, Y = 0.8342E0, IZ = 1.4346E1 [m⁴]



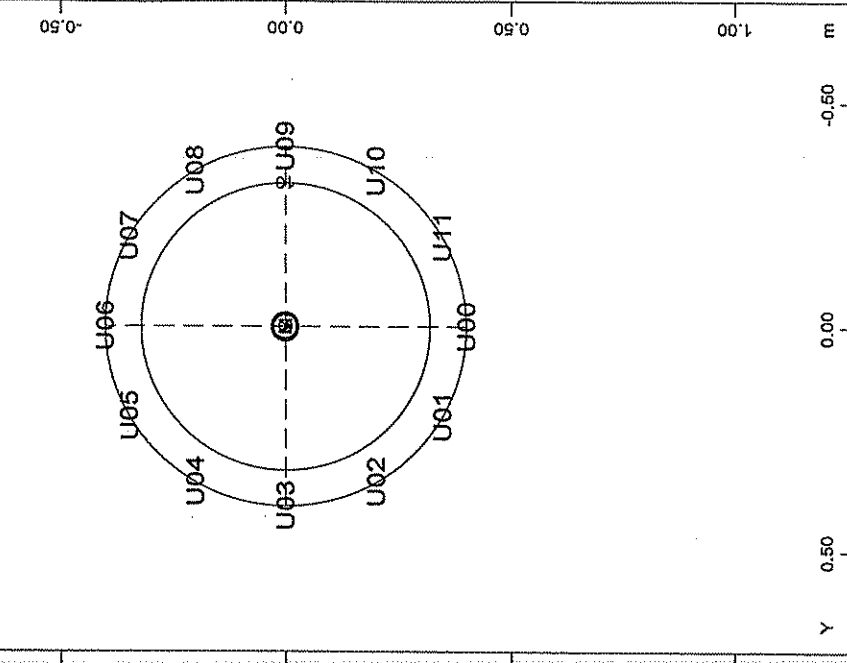
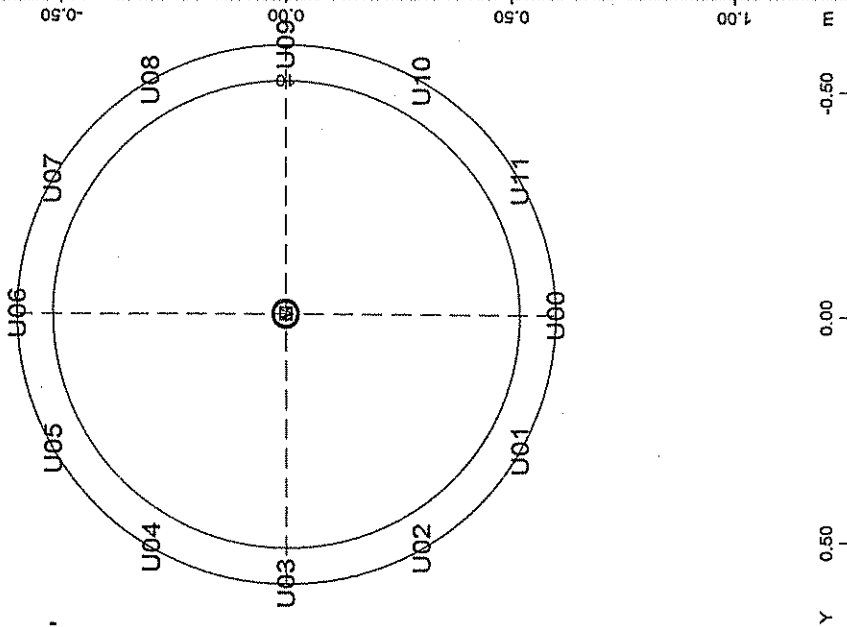
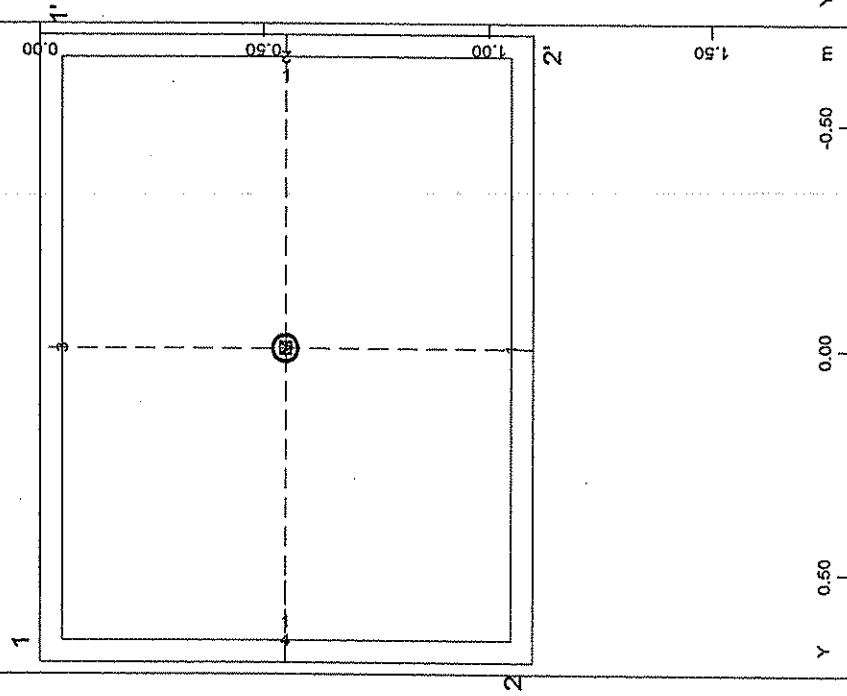
Y-Z

M 1 : 30

Cross section No 3
A =1.5400E0 [m2]
IT=0.1623E0, IY=0.1553E0, IZ=0.2515E0 [m4]

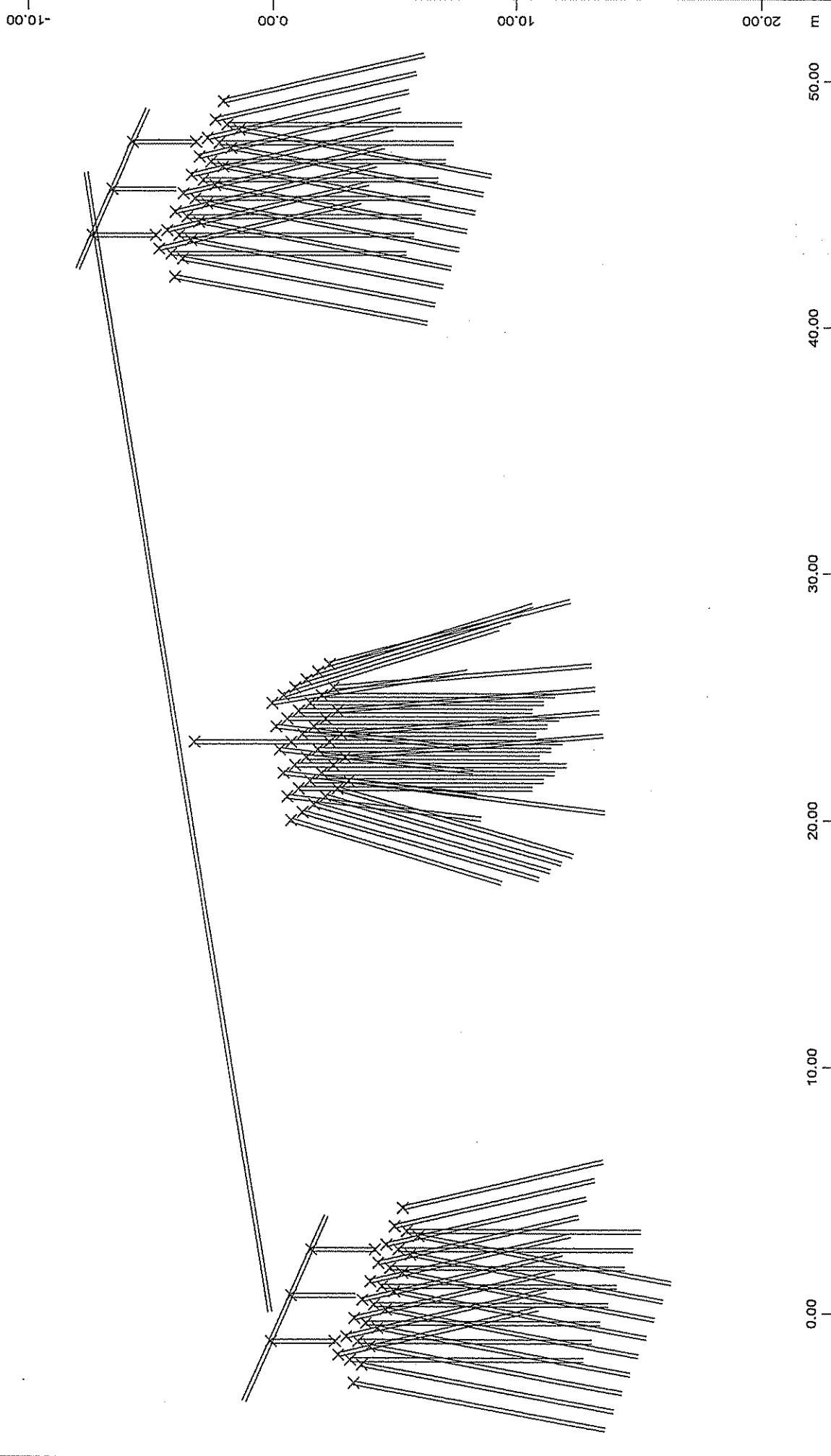
Cross section No 4 R 60 cm (R-As 52 cm)
A =1.1310E0 [m2]
IT=0.2036E0, IY=0.1018E0, IZ=0.1018E0 [m4]

Cross section No 5 R 40 cm (R-As 32 cm)
A =0.5027E0 [m2]
IT=0.4021E-1, IY=0.2011E-1, IZ=0.2011E-1 [m4]



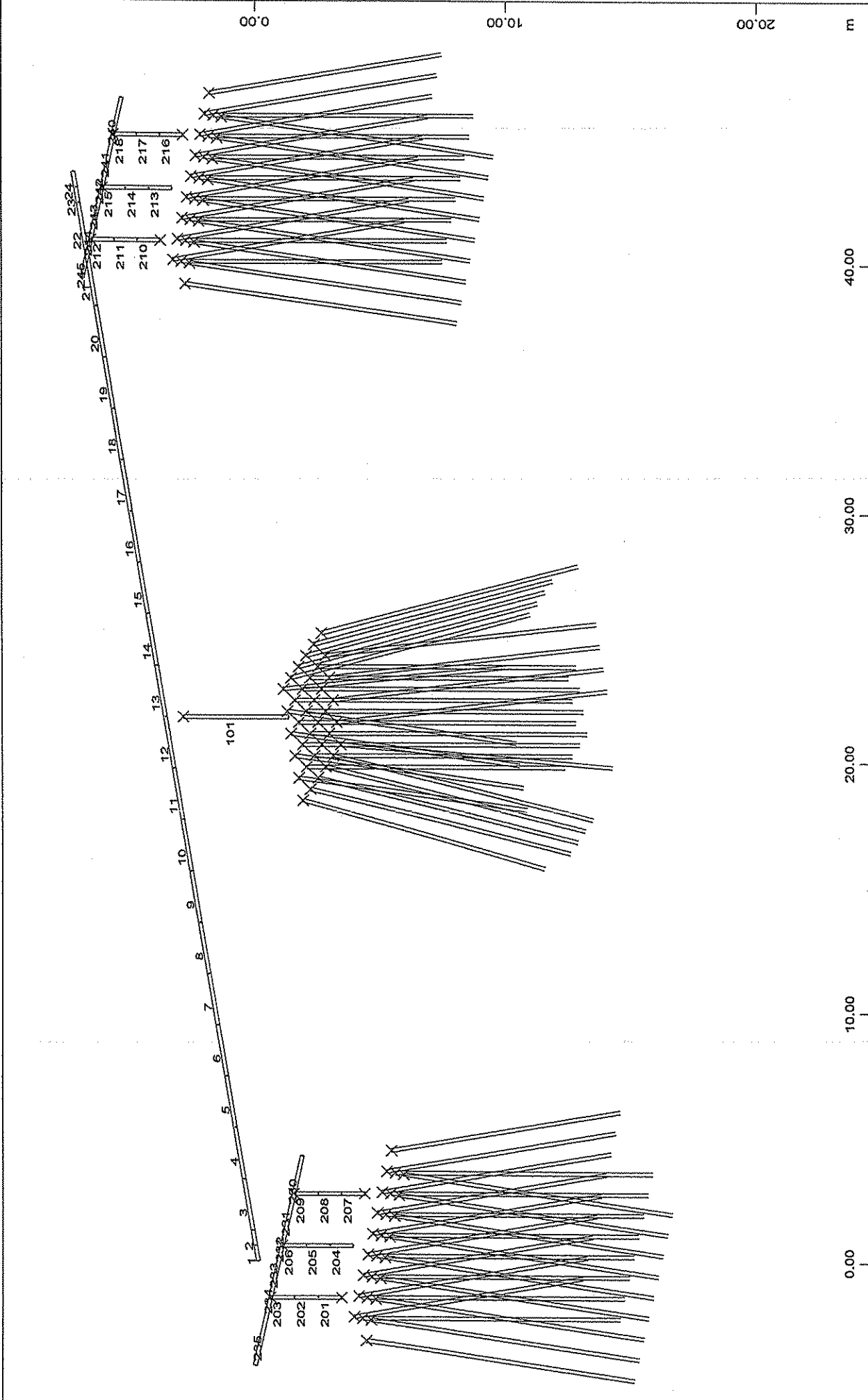
Y-Z

M 1 : 17



ELEMENT GROUP 0...14

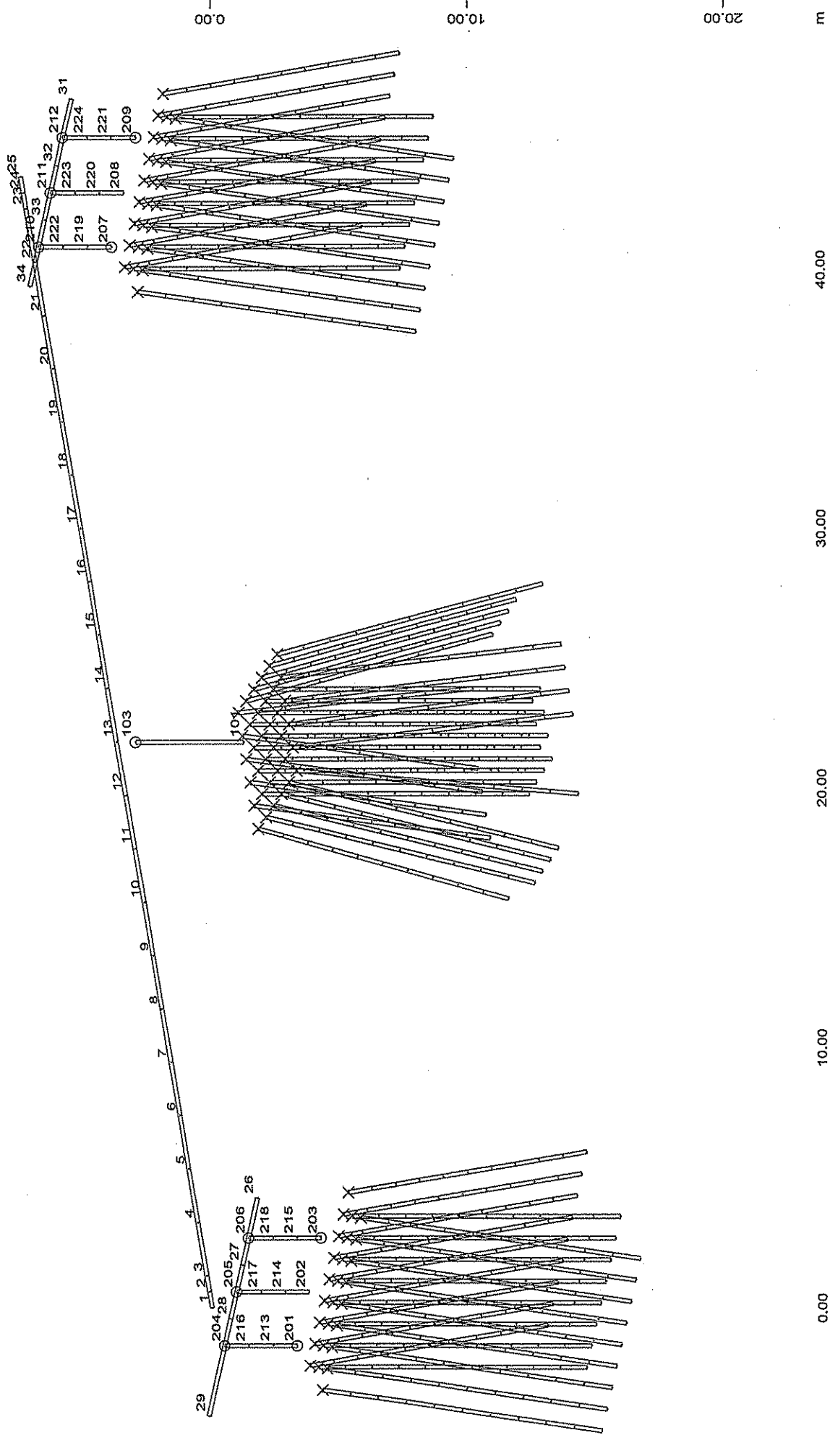
M 1 : 223
X * 0.9661
Y * 0.5866
Z * 0.5663





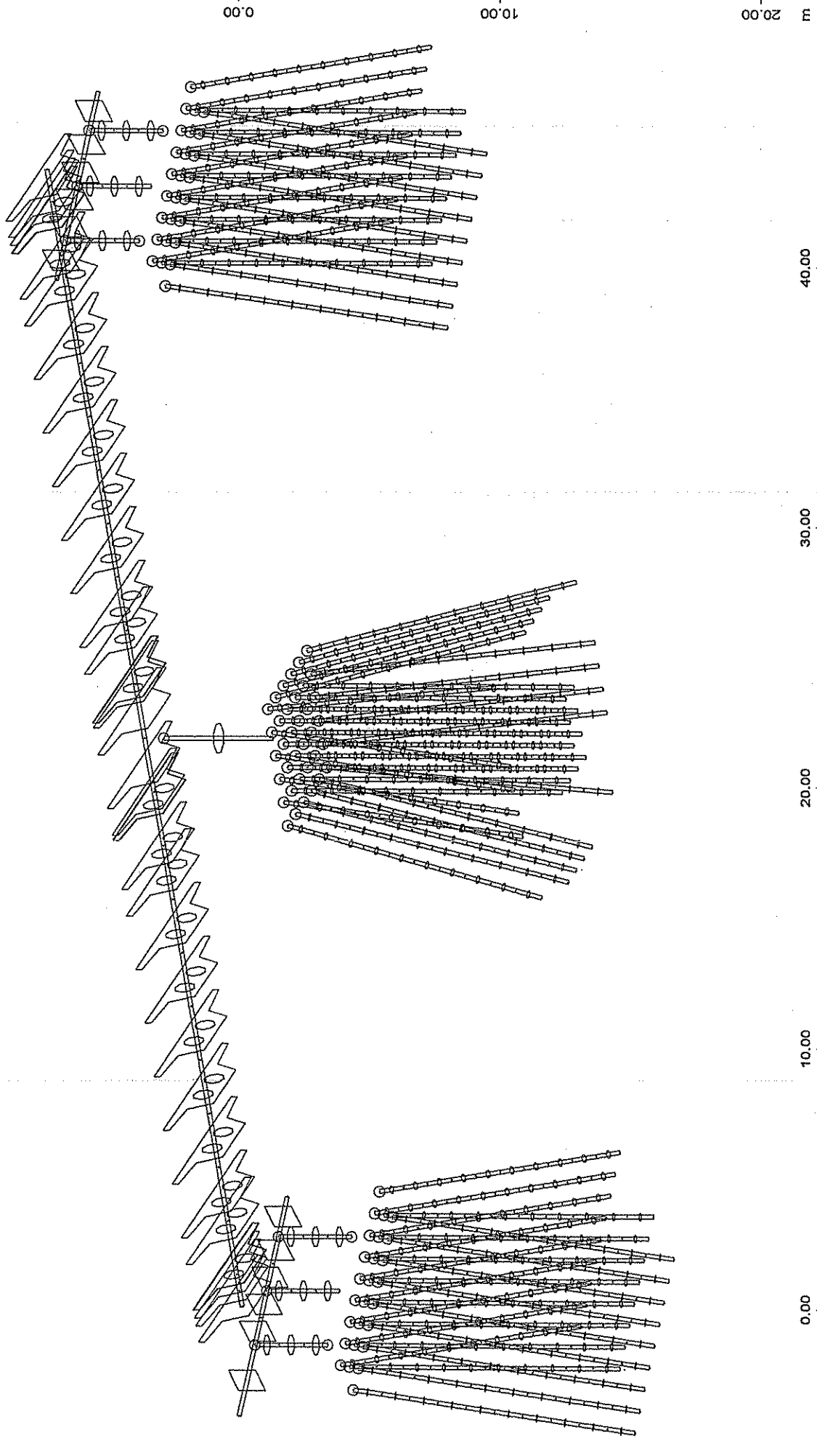
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 3...14
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0...2
 ELEMENT NUMBERS

M 1 : 212
 X : 0.907
 Y : 0.639
 Z : 0.942




 X : 0.907
 Y : 0.559
 Z : 0.942

M 1 : 212
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 3...14
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0...2
 NODE NUMBERS



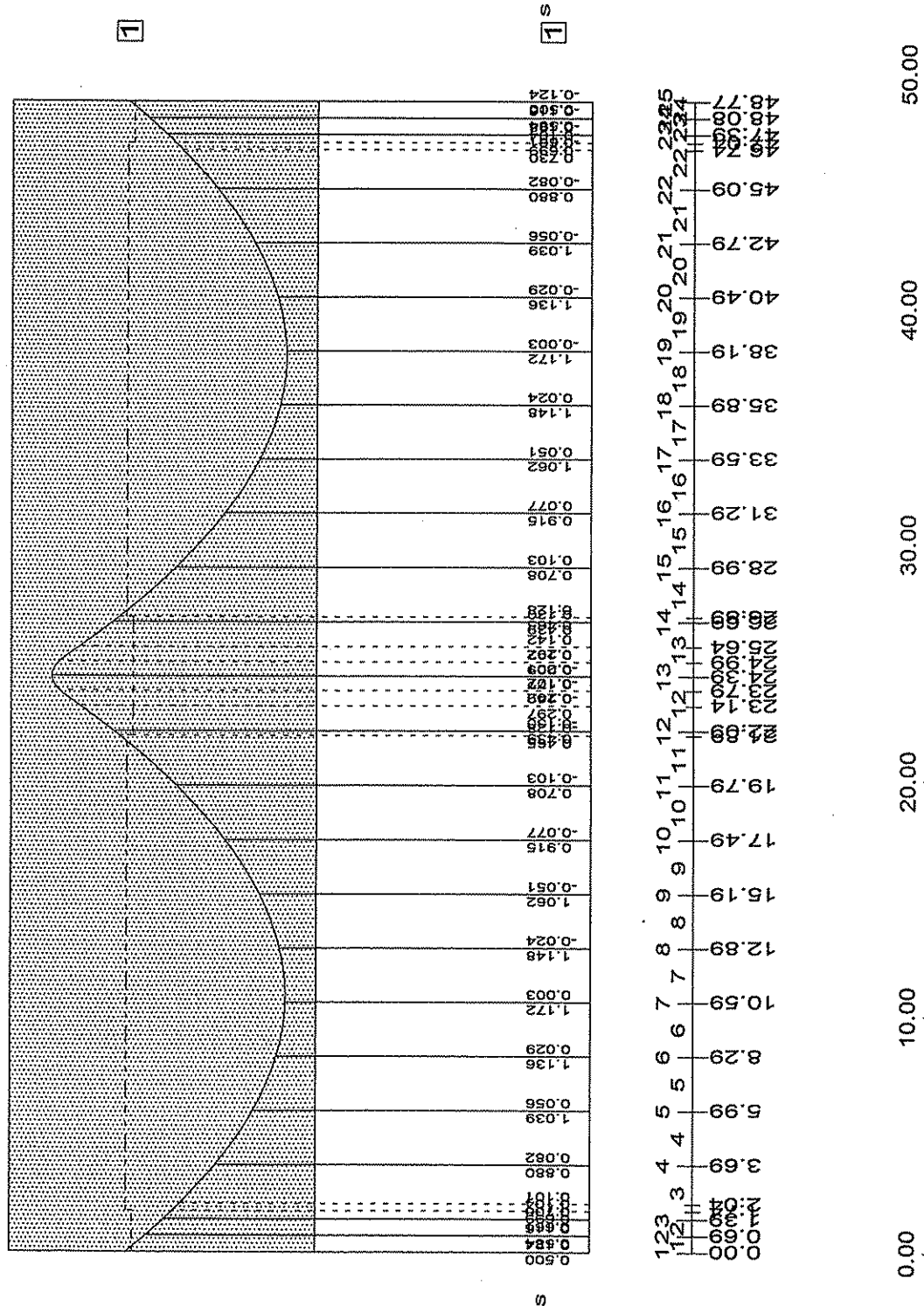
ELEMENT GROUP 0...14

SECTIONS

X
Y
Z

M 1 : 212

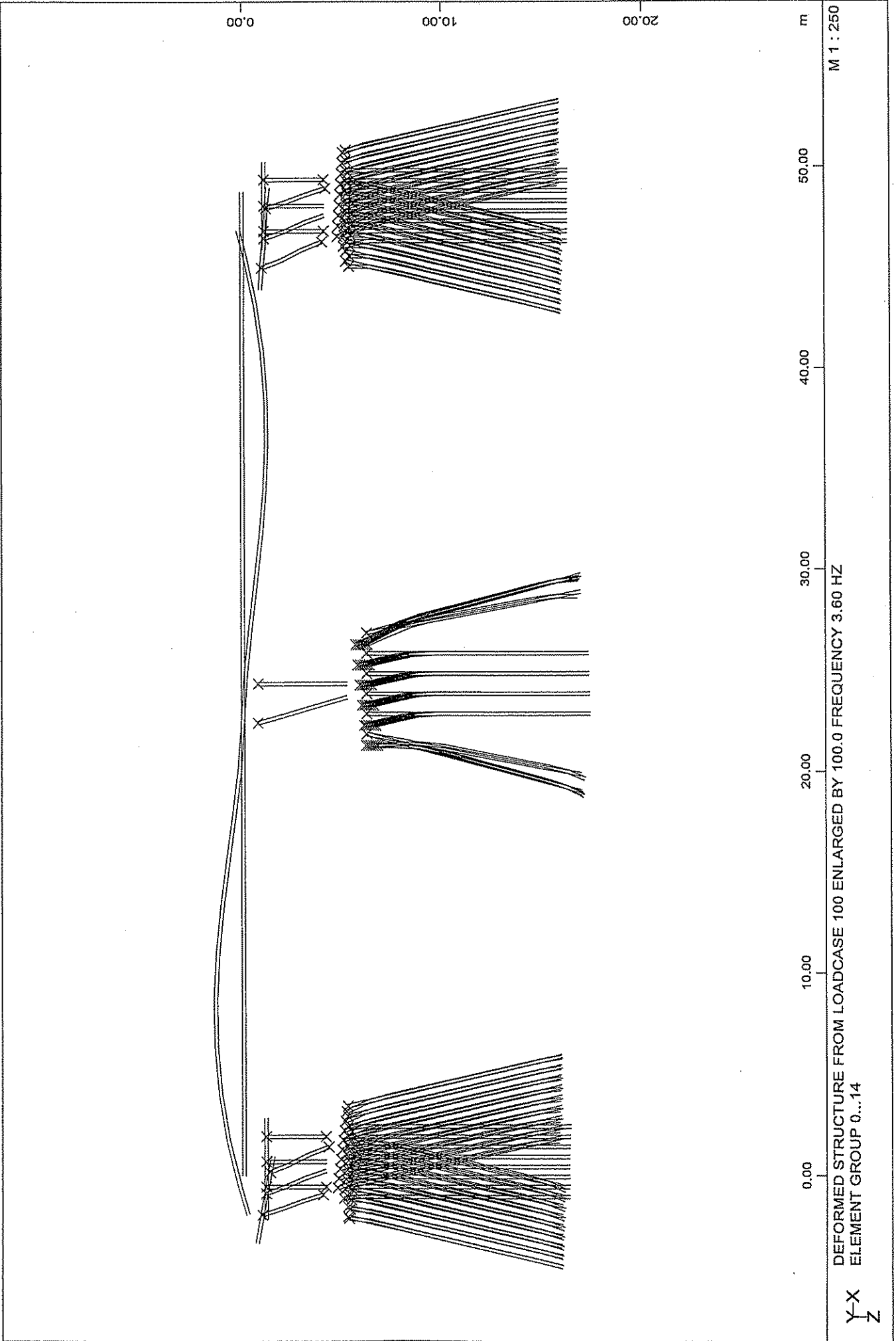
X : 0.907
Y : 0.539
Z : 0.942

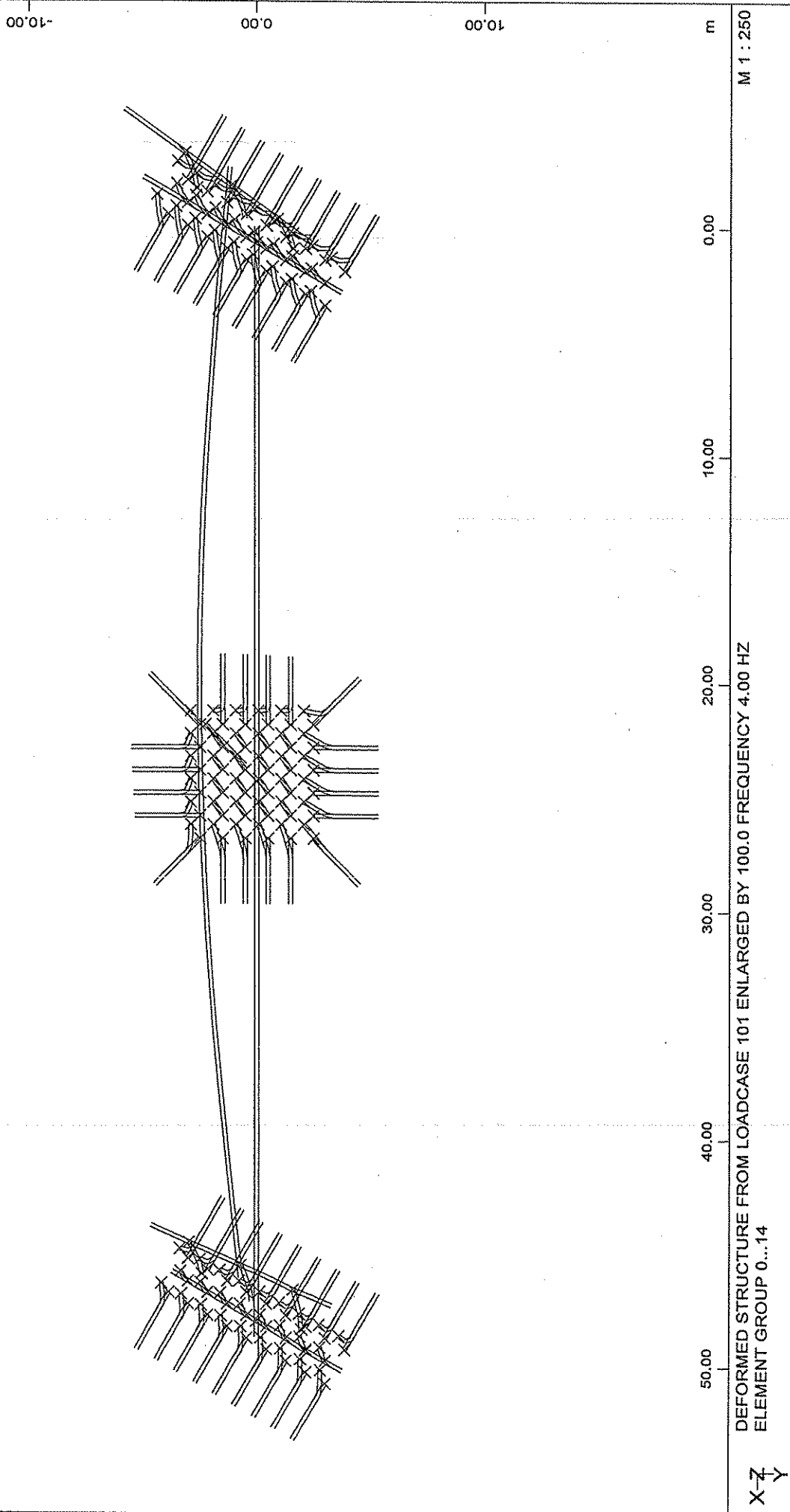


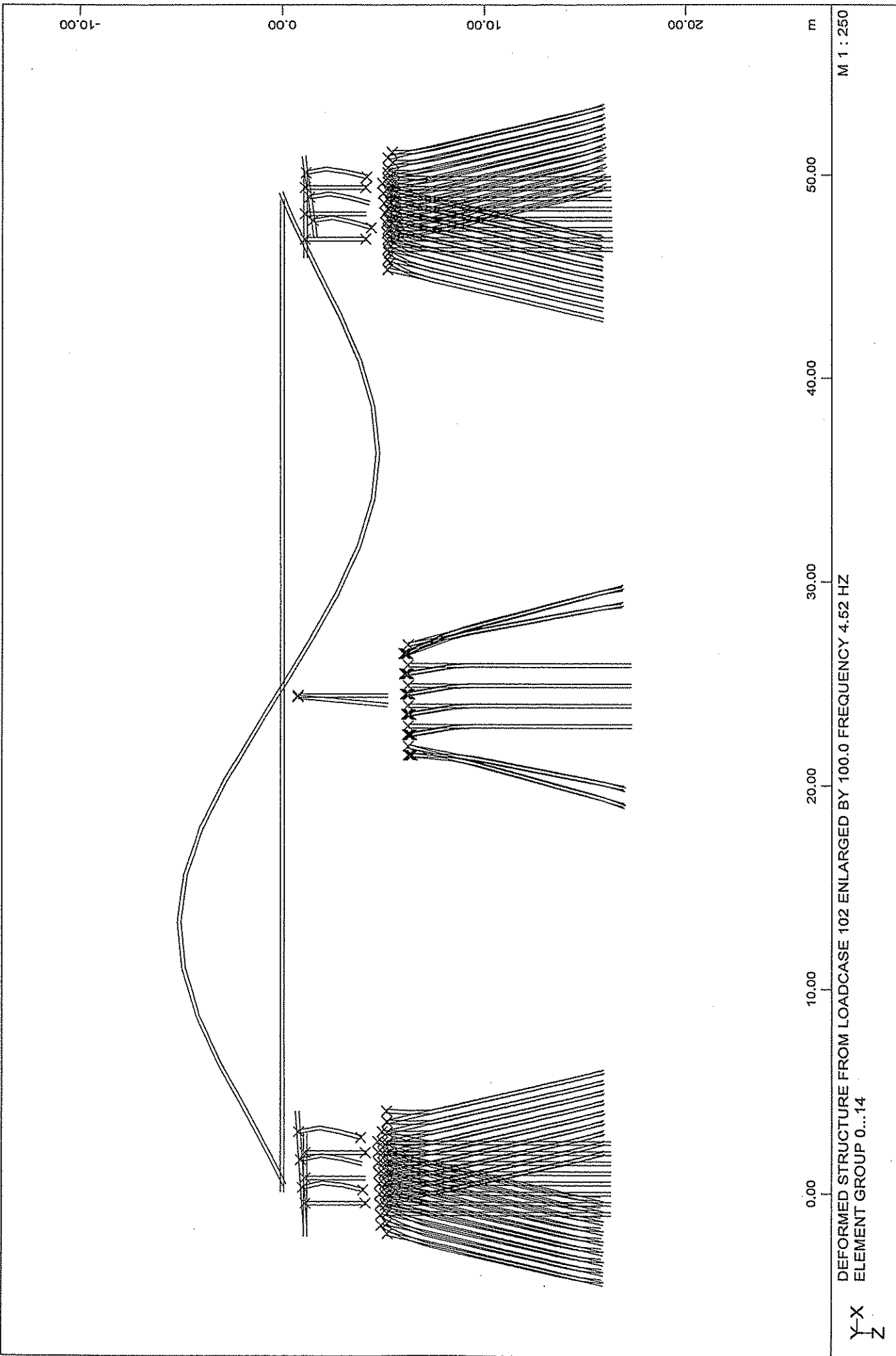
M 1 : 281

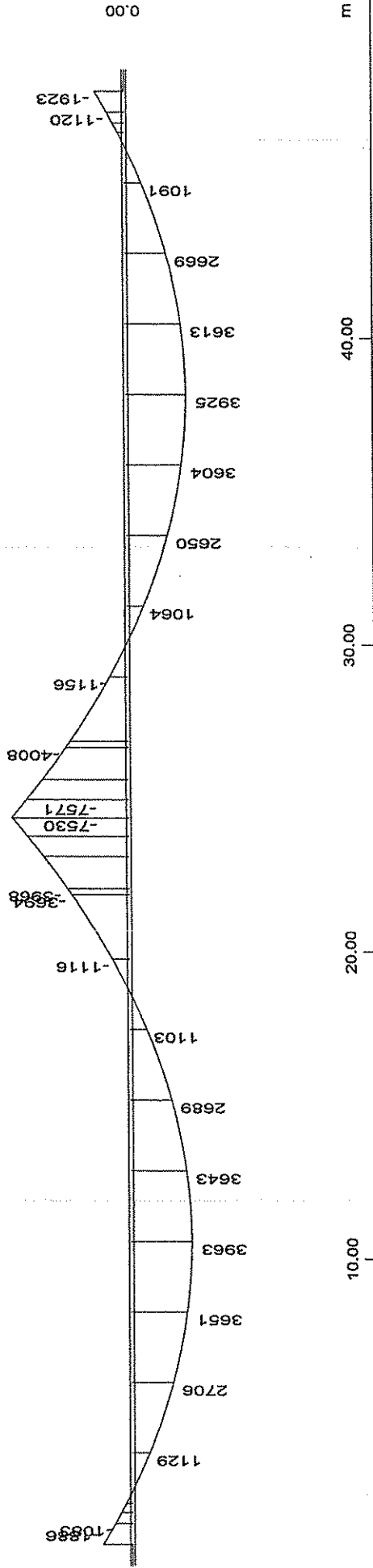
VERTICAL- Height factor: 10.0 Geometry-No: 1

ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ. ΡΕΤΣΙΑΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΕΝΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ



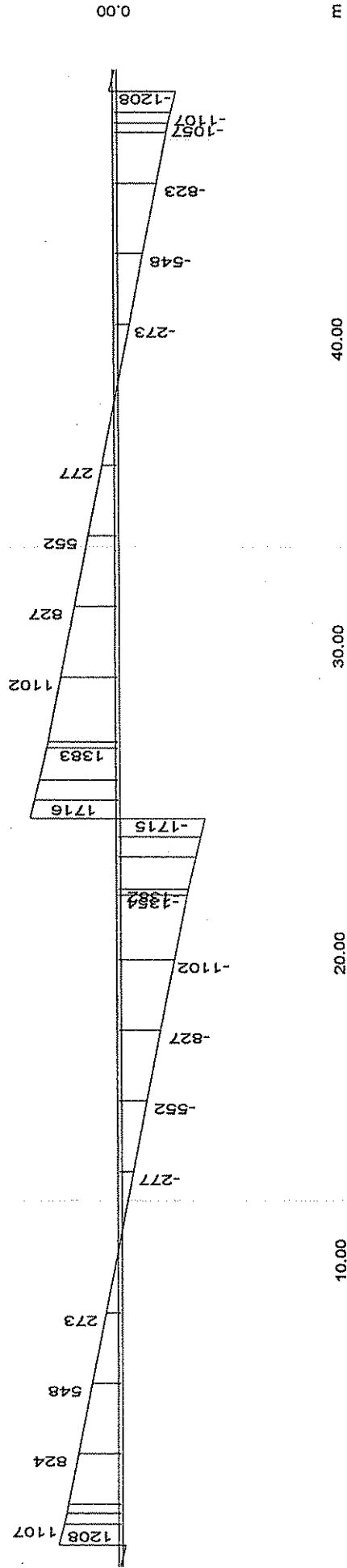






M 1 : 200

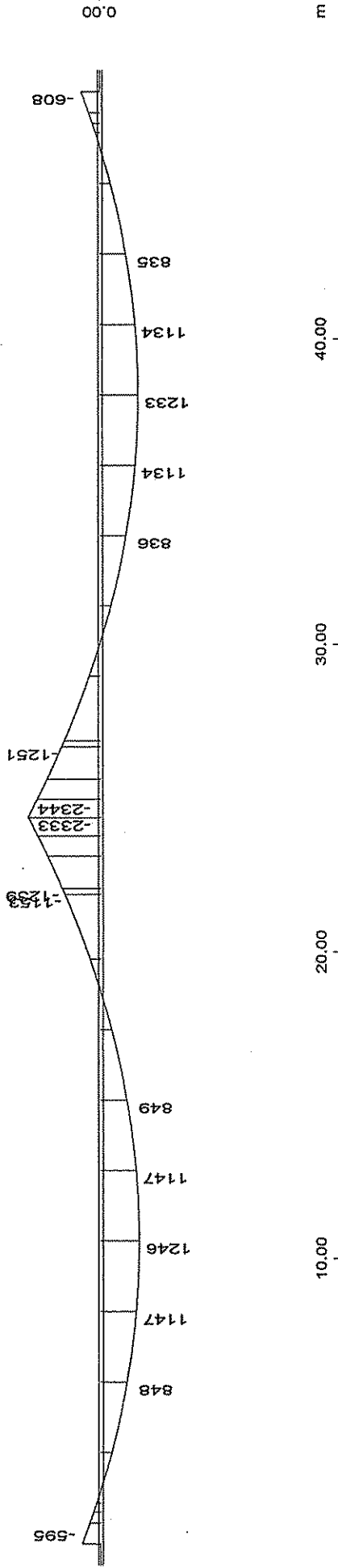
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM MOMENTS MY LC 1 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 4000 kNm



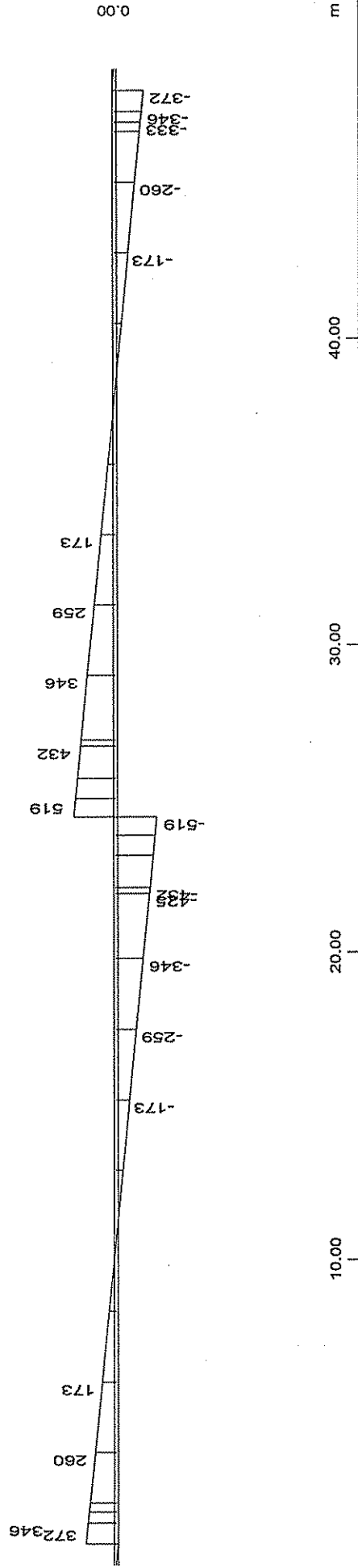
M 1 : 200

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM SHEAR FORCES QZ LC 1 ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 1200 kN



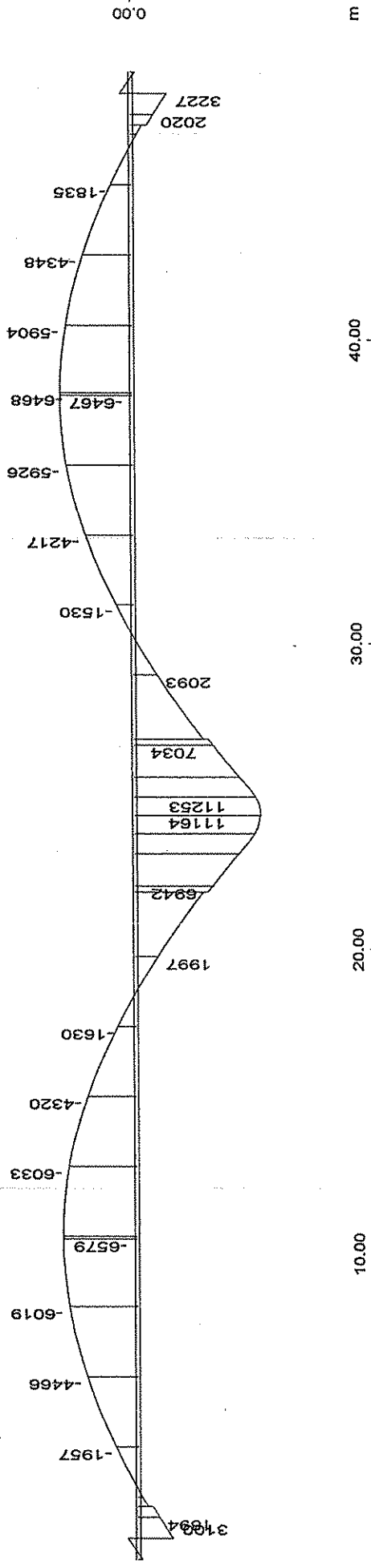


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM MOMENTS M_y LC 2 ΠΡΟΣΘ. ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 2000 kNm

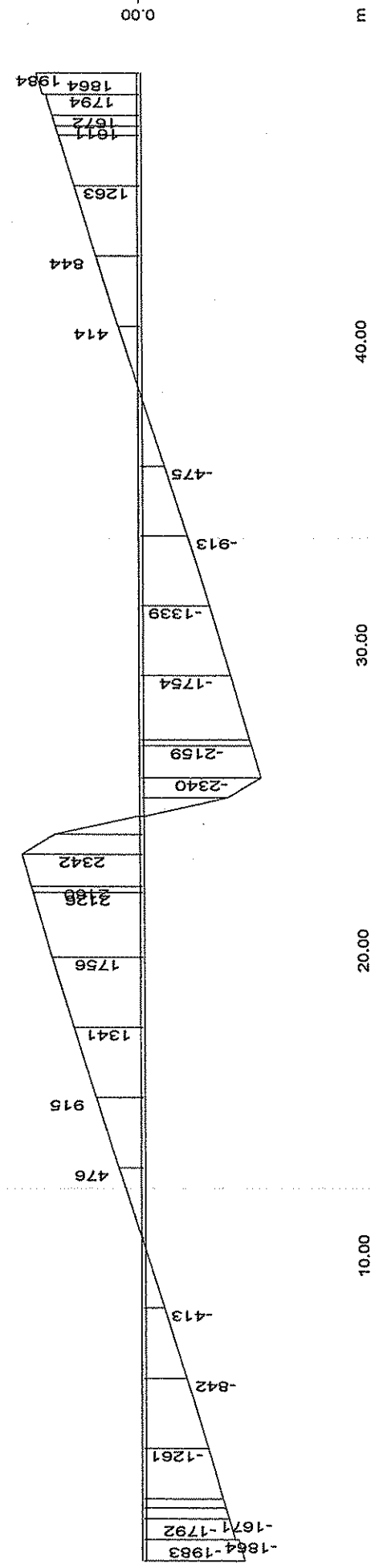


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM SHEAR FORCES Q_z LC 2 ΠΡΟΣΘ. ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 750.0 kN



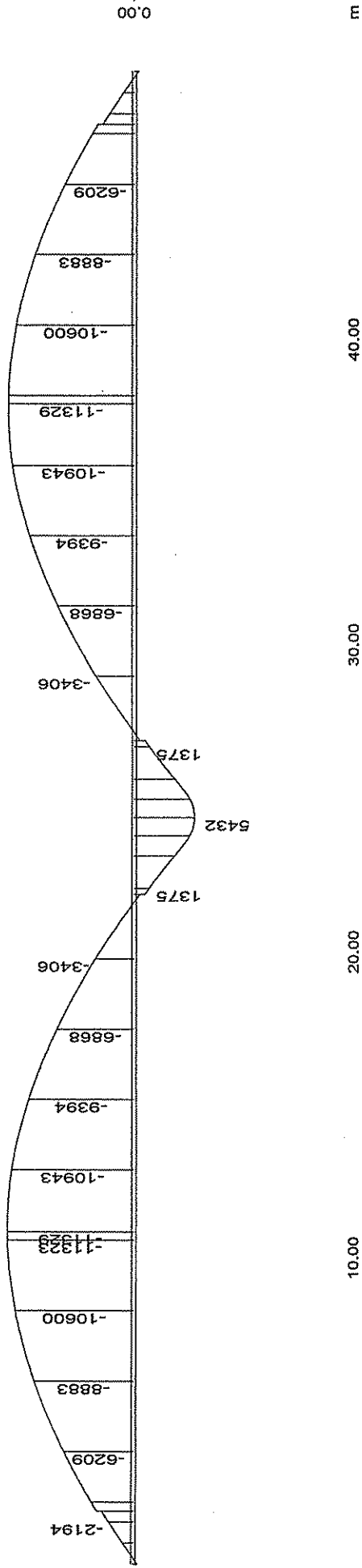


M 1 : 200
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM MOMENTS MY LC 3 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ V 1 CM = 5500 kNm

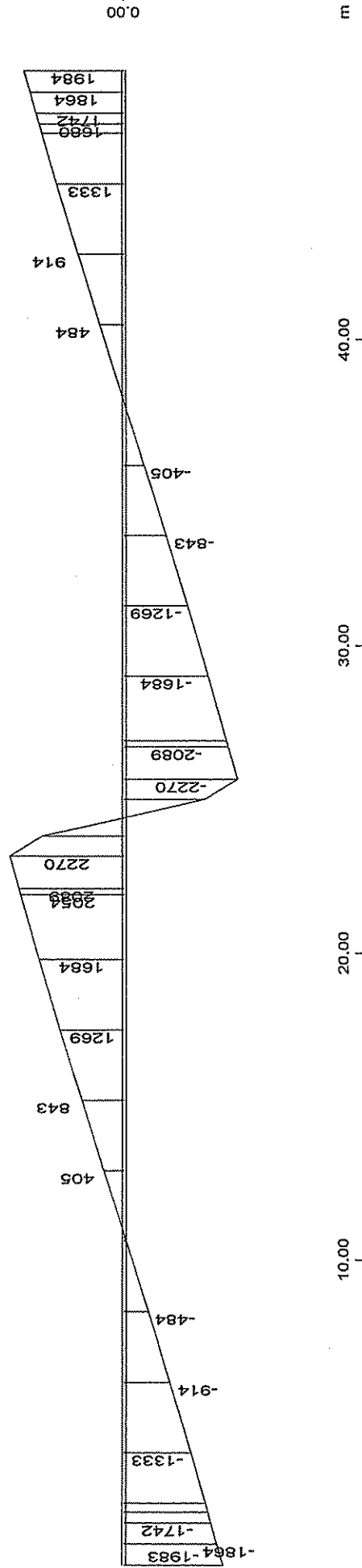


M 1 : 200
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM SHEAR FORCES QZ LC 3 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ V 1 CM = 1200 kN

ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ. ΠΕΤΣΙΑΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
 INTERNAL FORCES OF BRIDGE SUPERSTRUCTURE

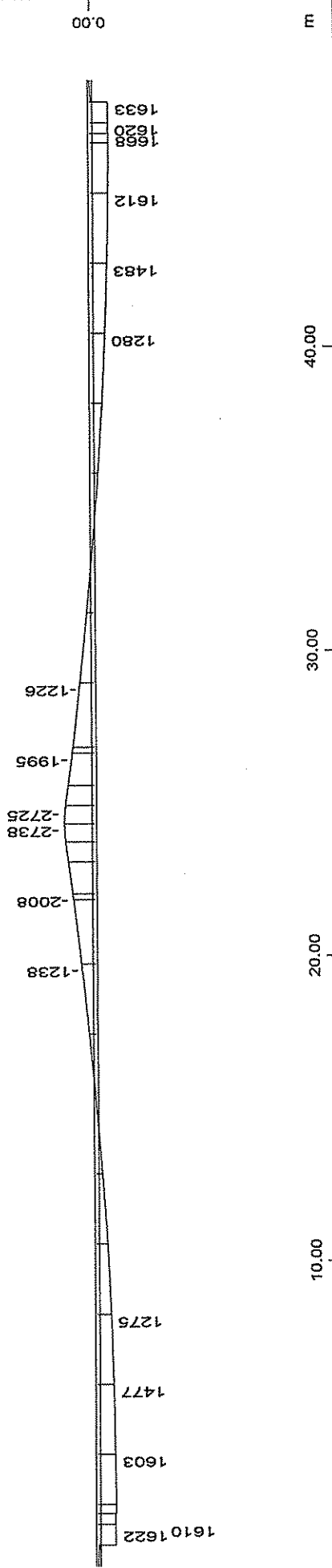


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM MOMENTS MY LC 4 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΙΣΟΣΤΑΤ. V₀ 1 CM = 5500 kNm

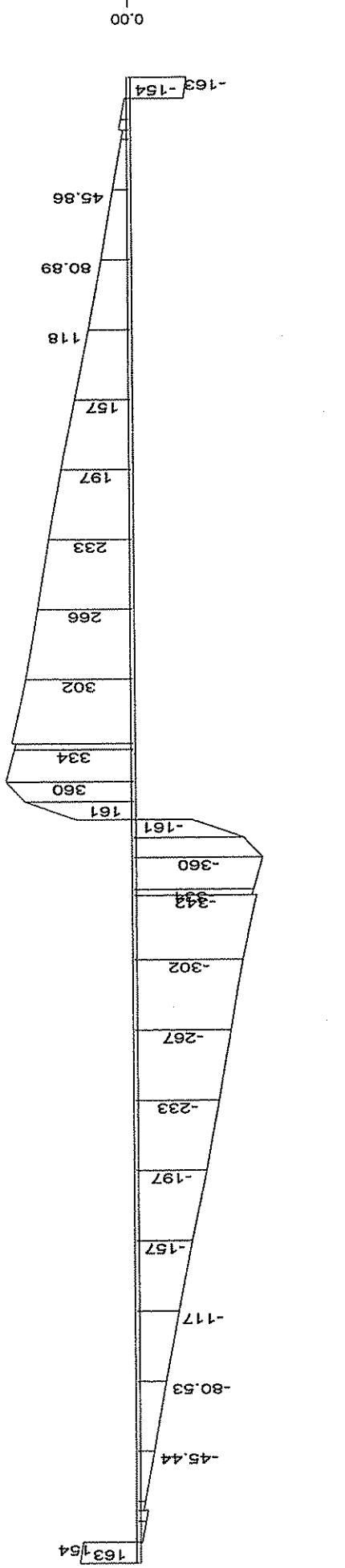


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM SHEAR FORCES QZ LC 4 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ ΙΣΟΣΤΑΤ. V₀ 1 CM = 1200 kN

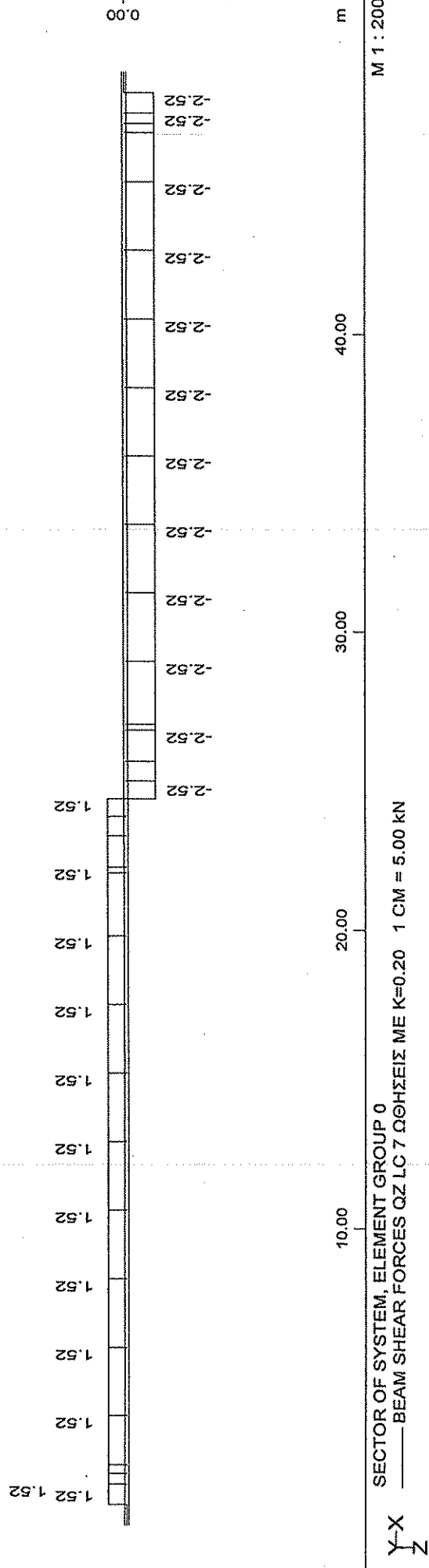
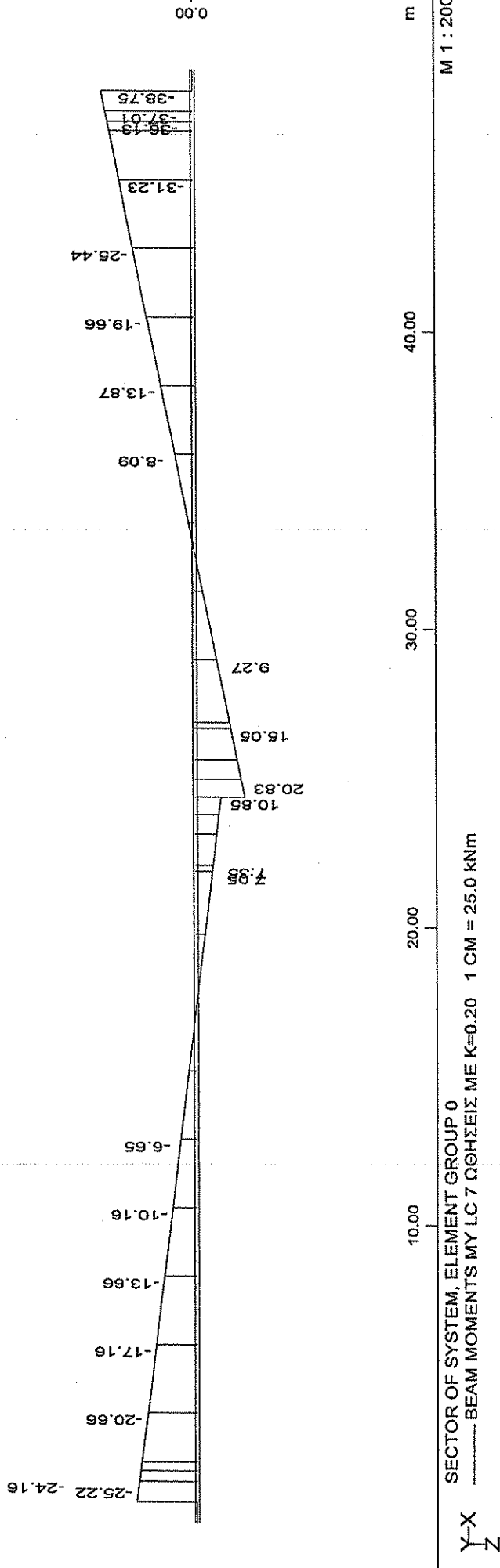


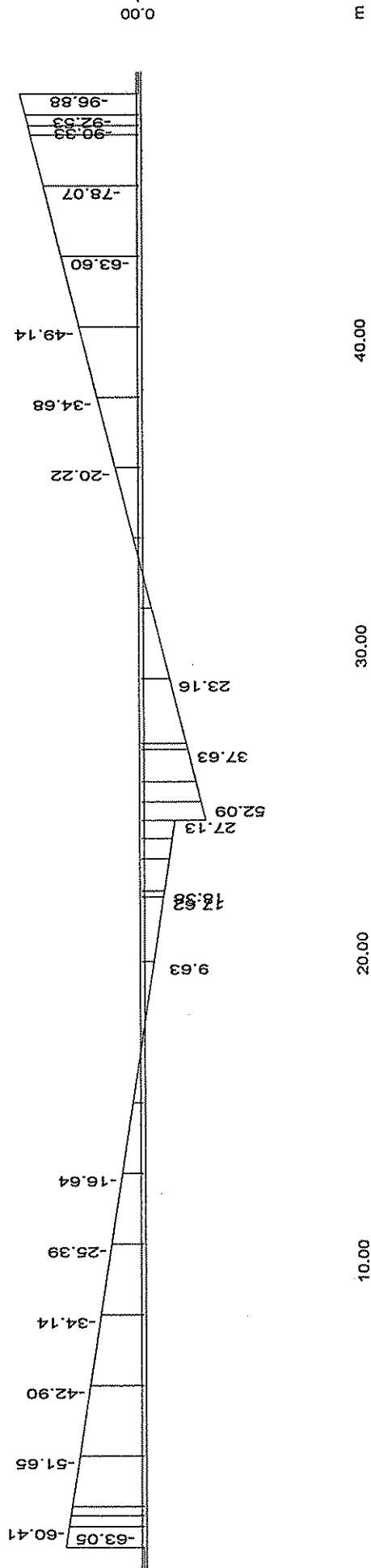


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM MOMENTS MY LC 6 C+S 1 CM = 5500 kNm
 M 1 : 200



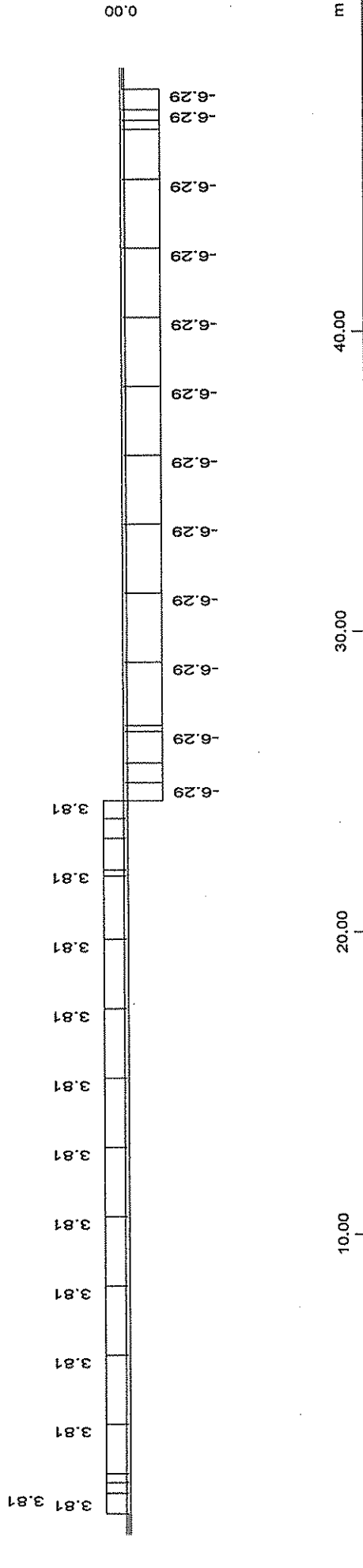
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM SHEAR FORCES QZ LC 6 C+S 1 CM = 170.0 kN
 M 1 : 200





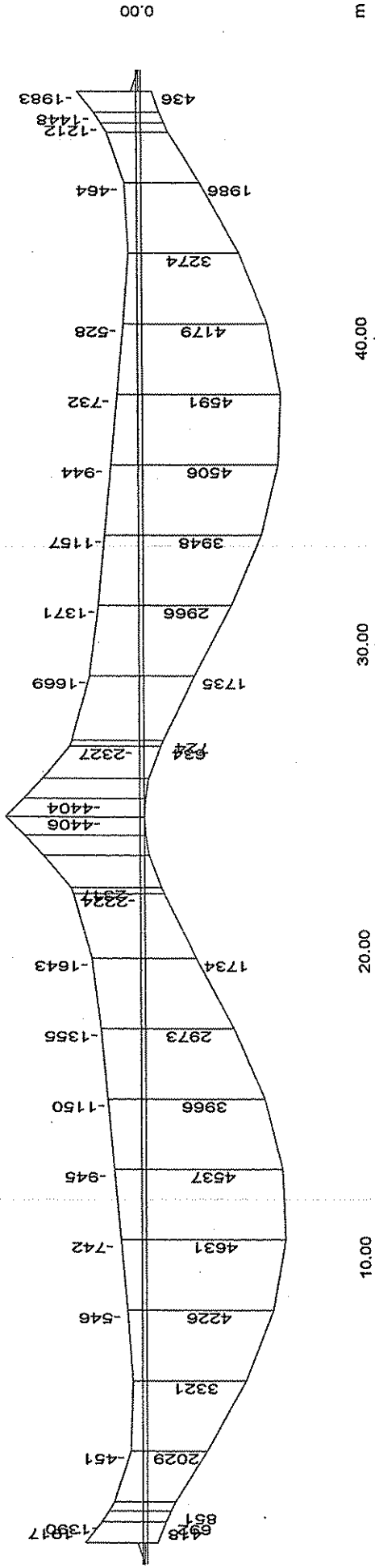
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM MOMENTS MY LC 8 ΩΘΗΣΕΙΣ ΜΕ Κ=0.50 1 CM = 50.0 kNm

M 1 : 200



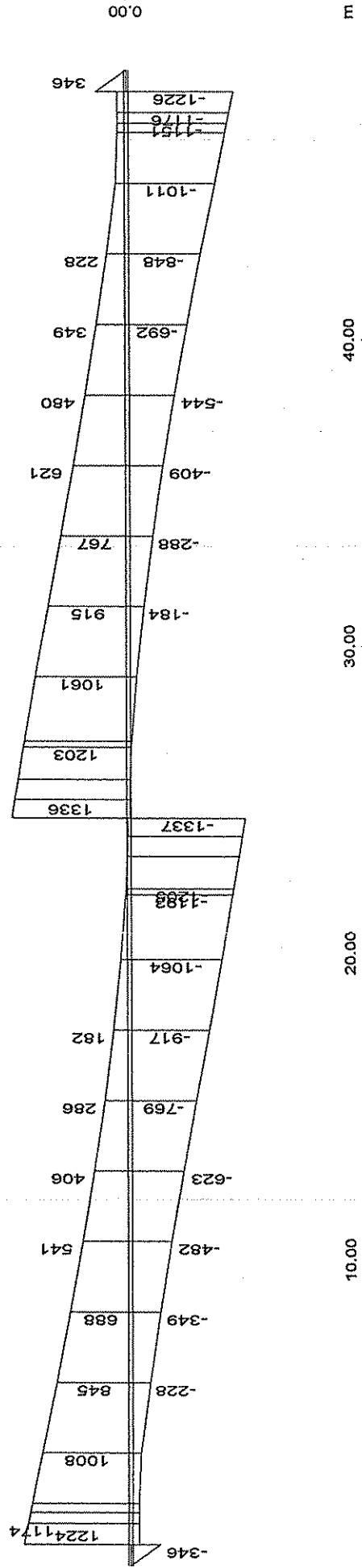
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM SHEAR FORCES QZ LC 8 ΩΘΗΣΕΙΣ ΜΕ Κ=0.50 1 CM = 10.0 kN

M 1 : 200



M 1 : 200

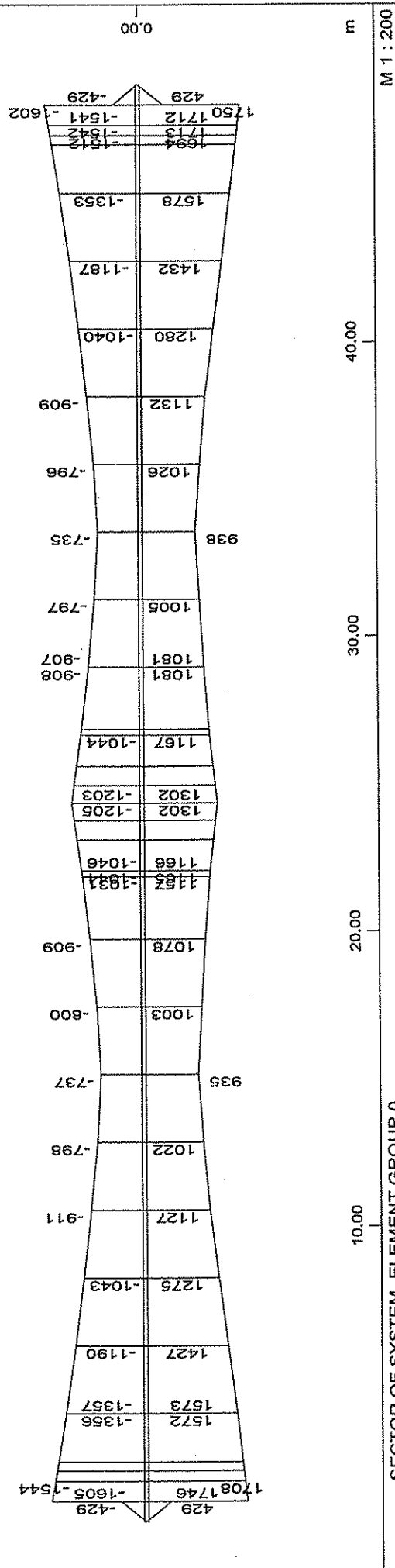
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 ——— BEAM MOMENTS MY LC 11 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MAX MY 1 CM = 2000 kNm
 ——— BEAM MOMENTS MY LC 12 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MIN MY 1 CM = 2000 kNm



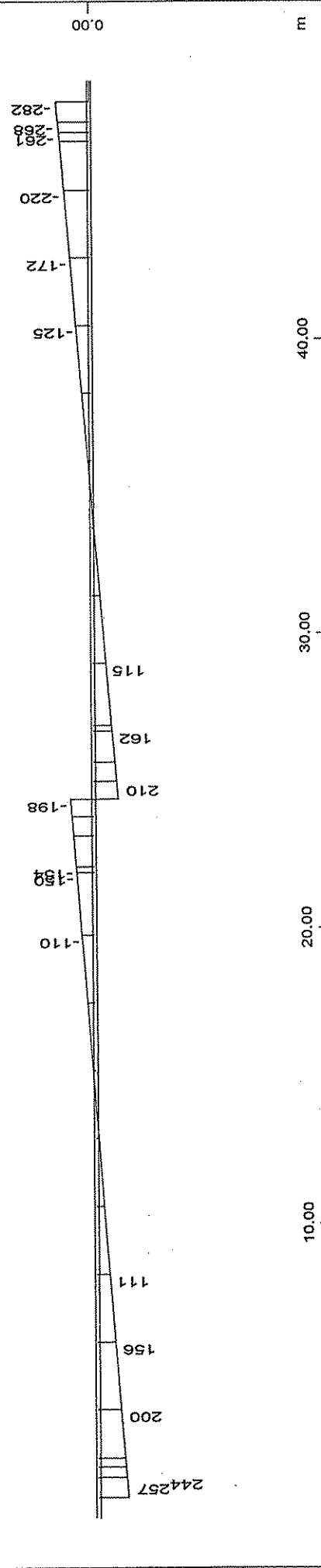
M 1 : 200

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 ——— BEAM SHEAR FORCES QZ LC 13 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MAX VZ 1 CM = 700.0 kN
 ——— BEAM SHEAR FORCES QZ LC 14 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MIN VZ 1 CM = 700.0 kN

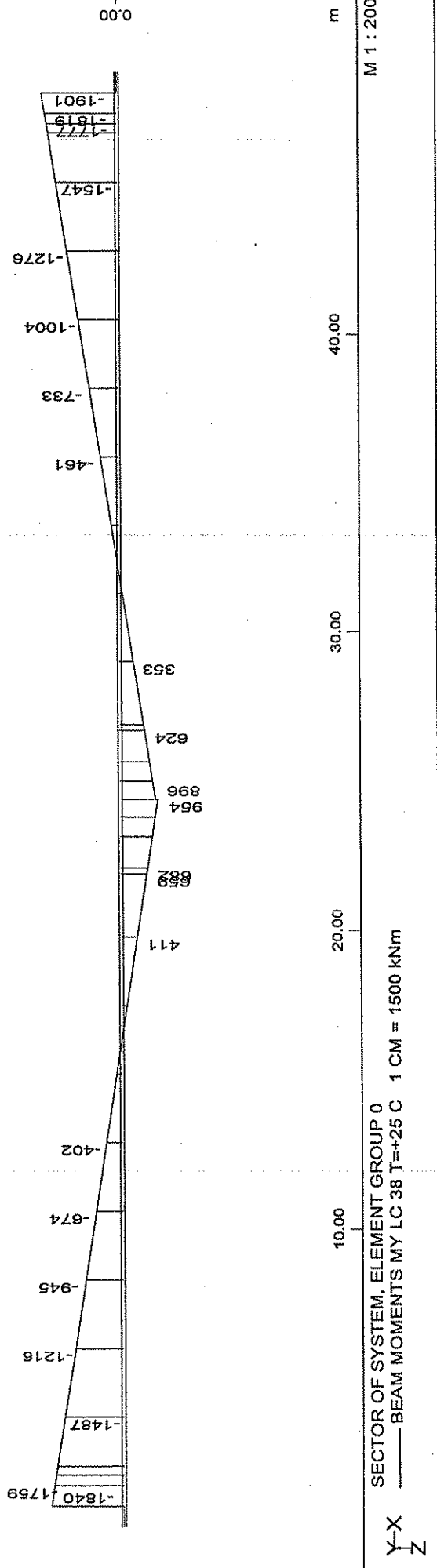
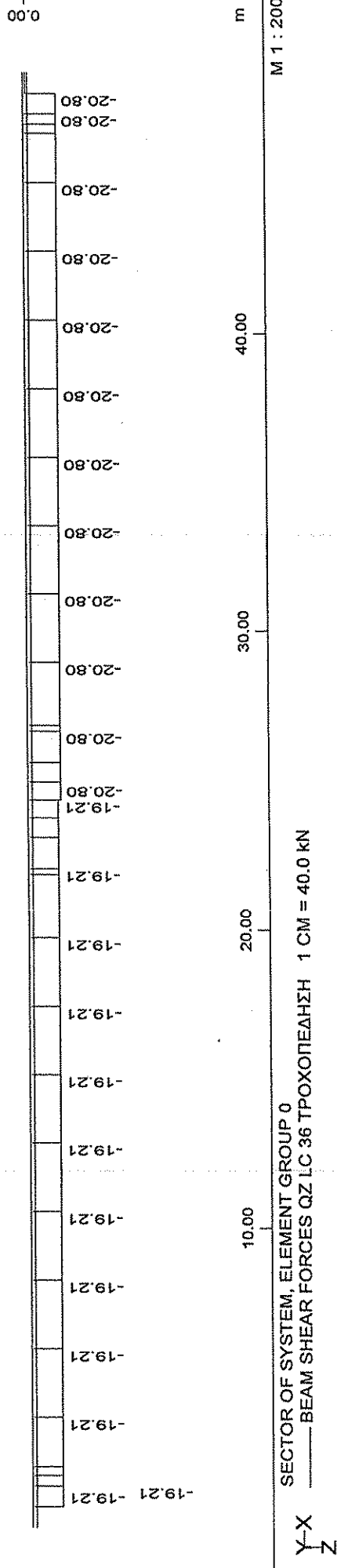
ΓΕΥΡΑ ΣΤΟ ΔΔ ΠΕΤΣΙΑΝΟΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
 INTERNAL FORCES OF BRIDGE SUPERSTRUCTURE



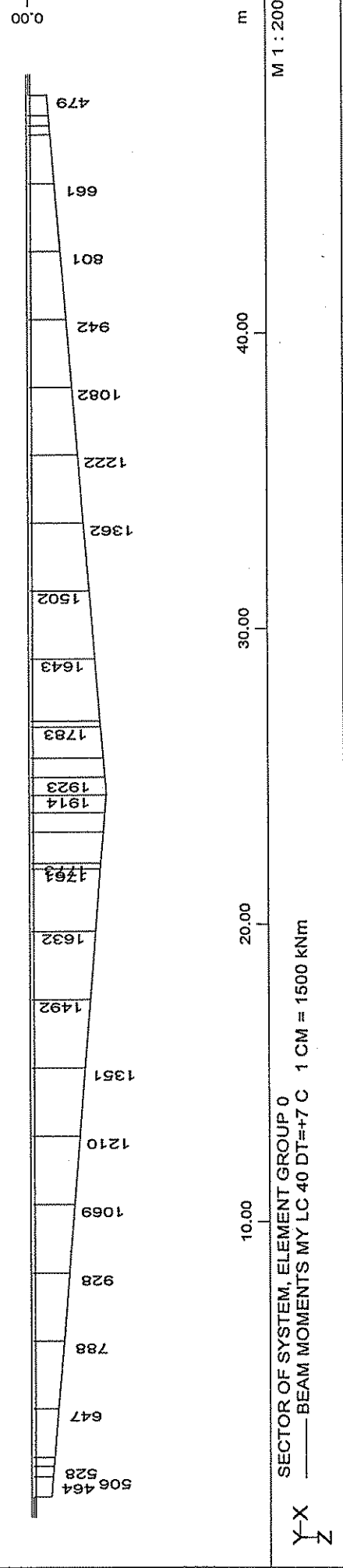
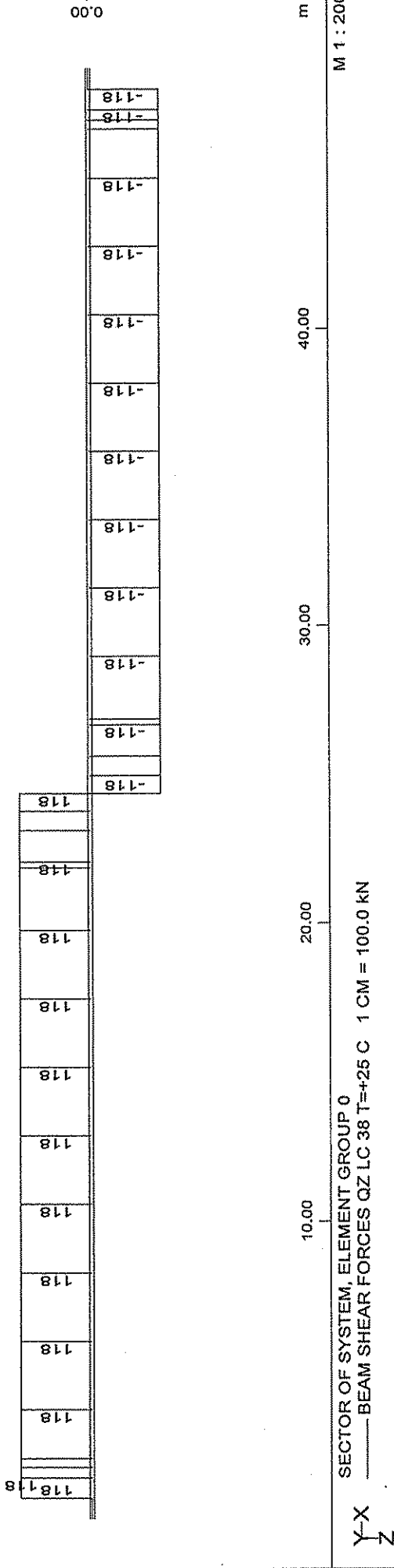
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 ——— BEAM MOMENTS MT LC 15 TRAFFIC LOADS-MAX MT 1 CM = 1000 kNm
 ——— BEAM MOMENTS MT LC 16 TRAFFIC LOADS-MIN MT 1 CM = 1000 kNm

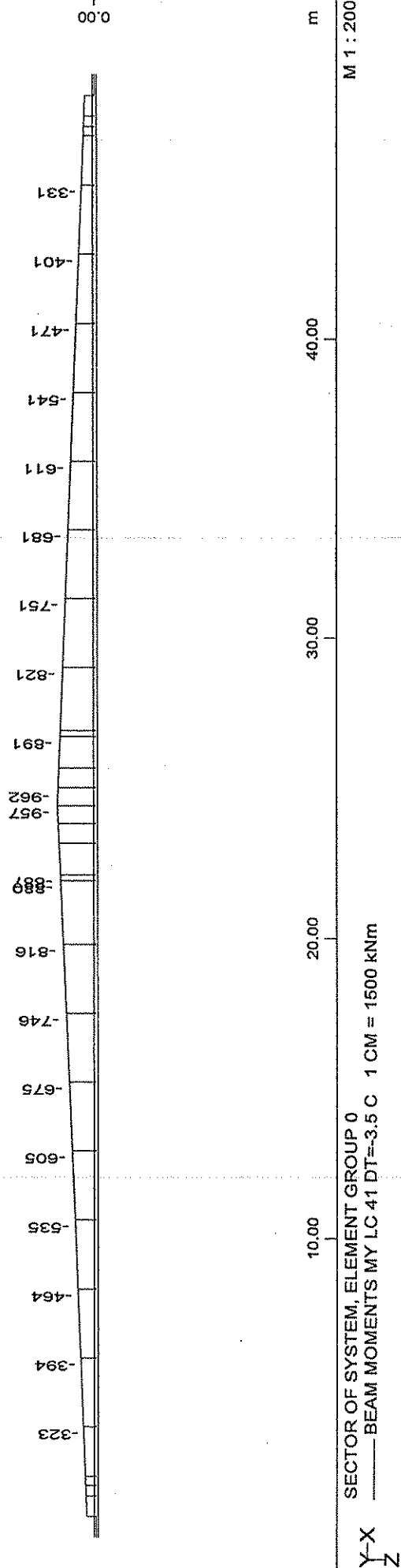
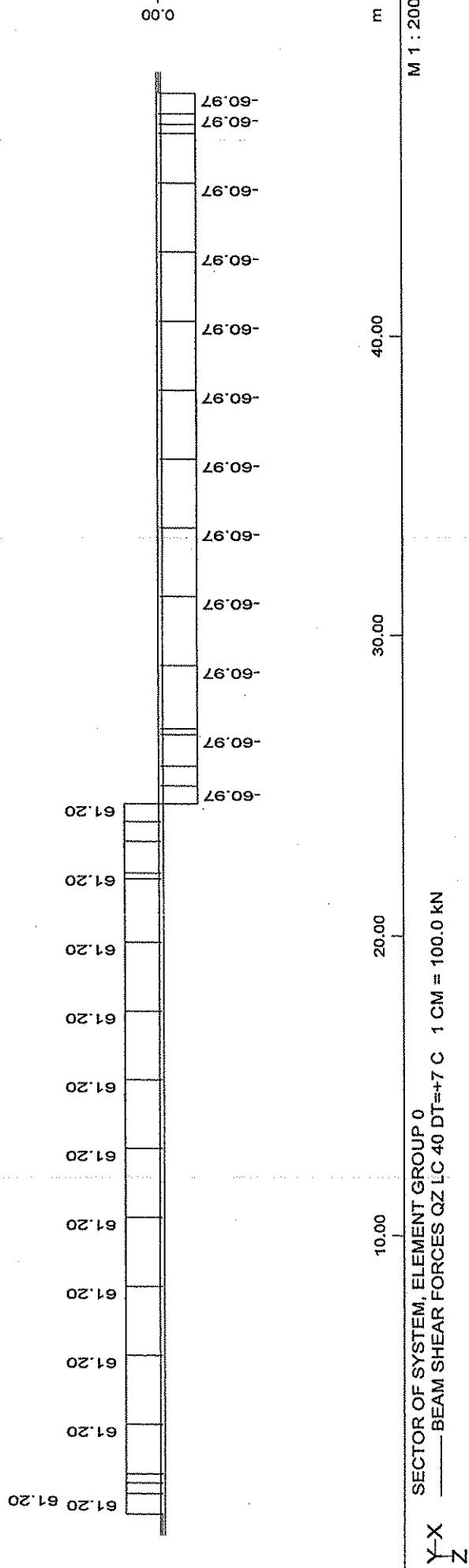


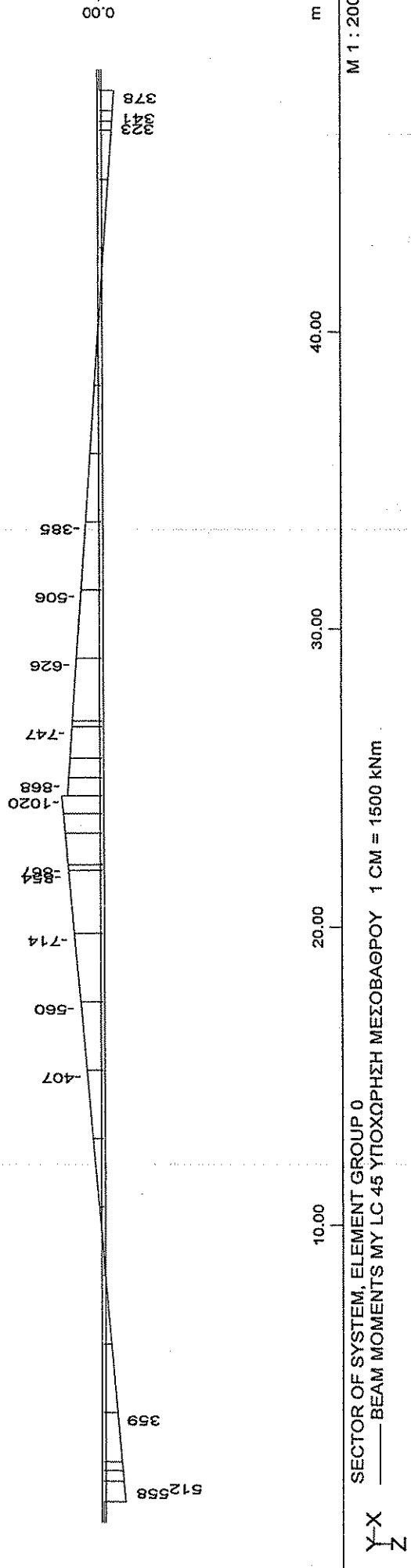
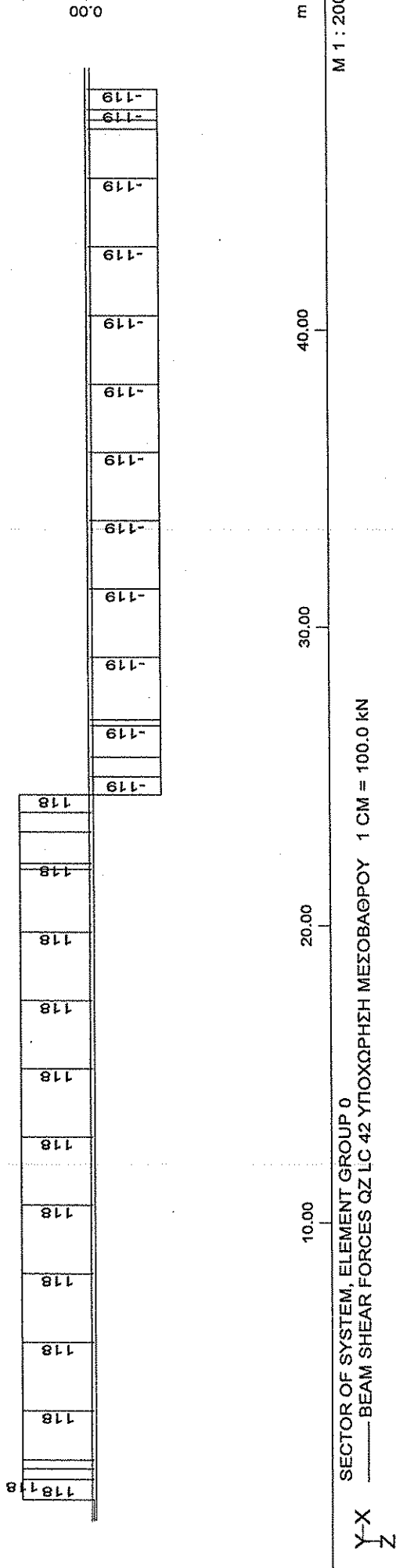
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 ——— BEAM MOMENTS MY LC 36 ΤΡΟΧΟΠΕΛΗΞΗ 1 CM = 500.0 kNm

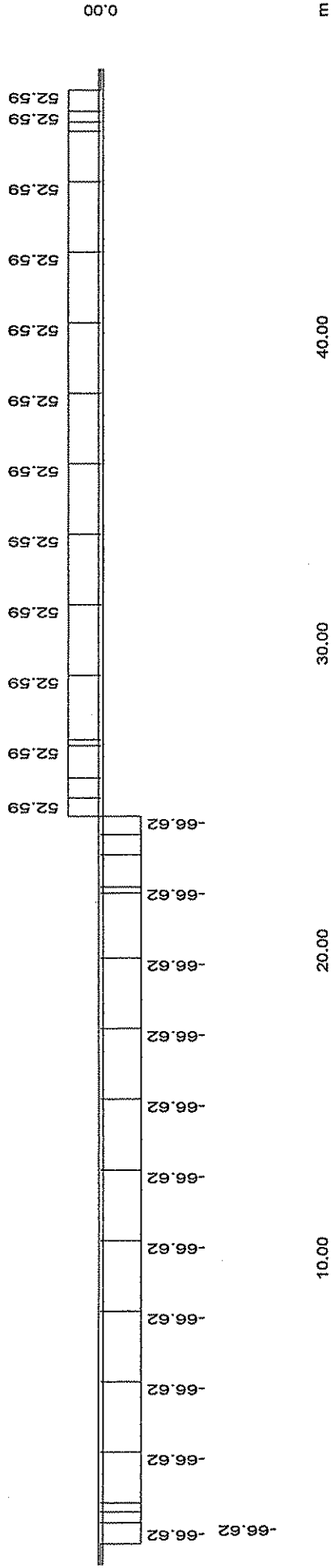


ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ. ΠΕΤΣΙΑΝΟΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
 INTERNAL FORCES OF BRIDGE SUPERSTRUCTURE

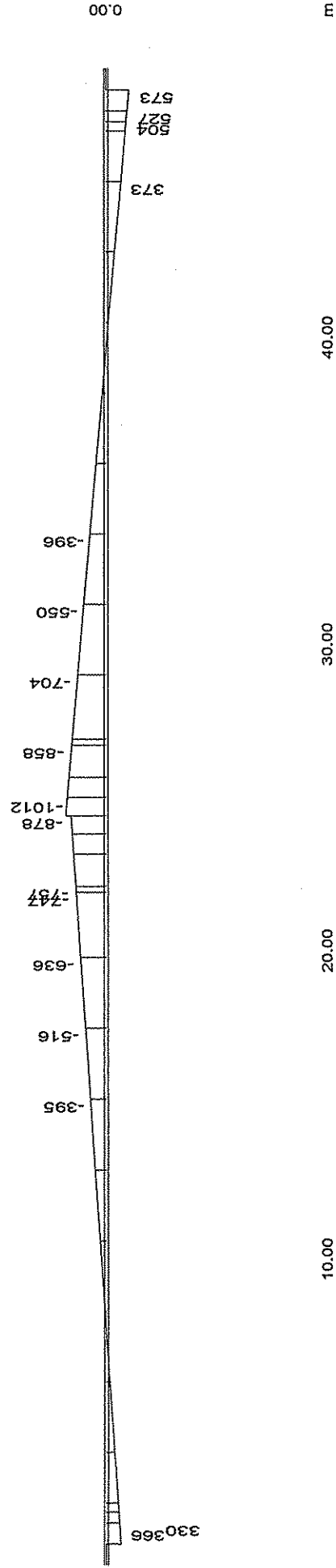






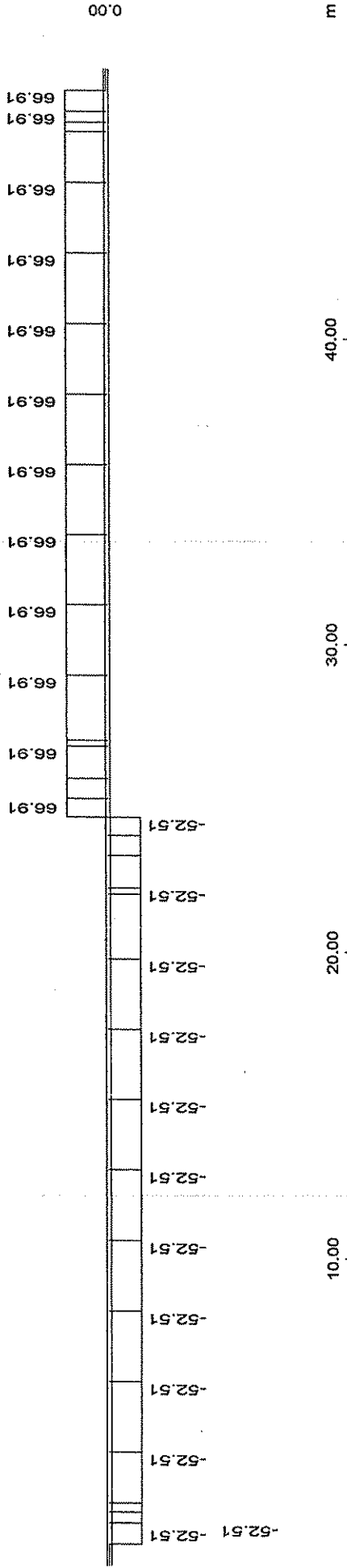


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM SHEAR FORCES QZ LC 46 ΥΠΟΧΡΗΣΗ ΜΕΣΘΑΦΟΥ 1 CM = 100.0 kN

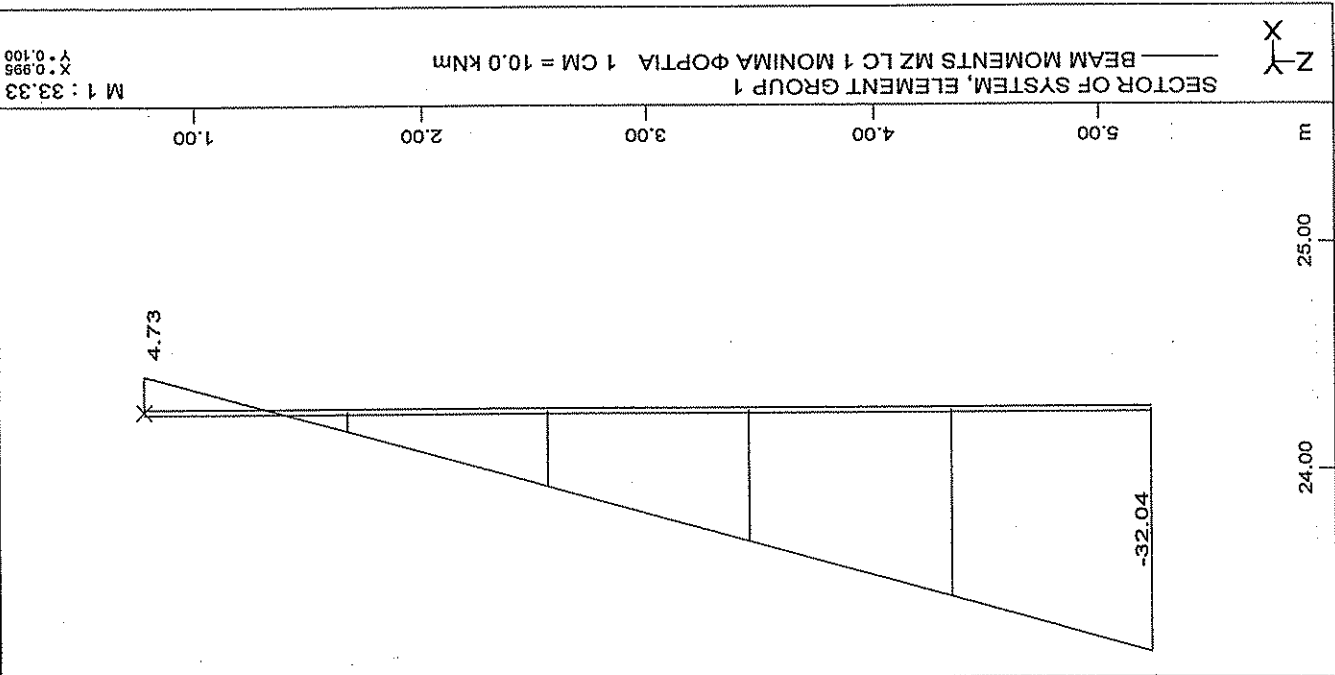
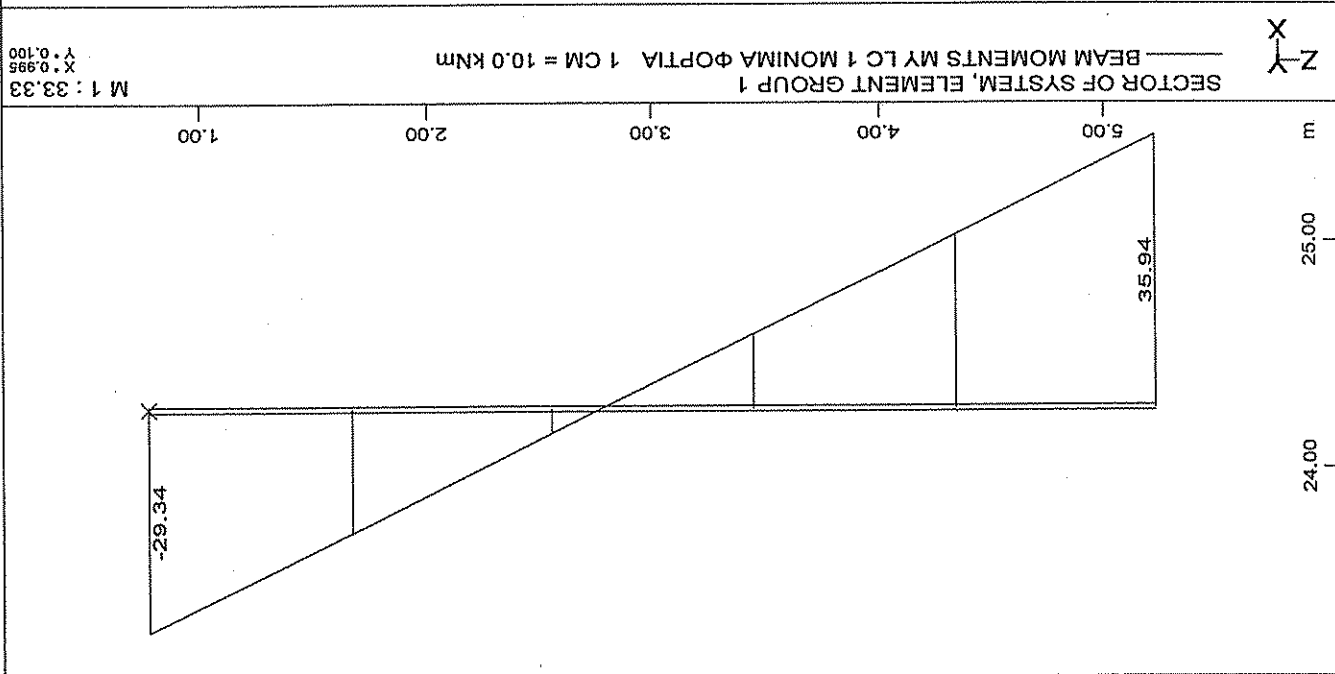
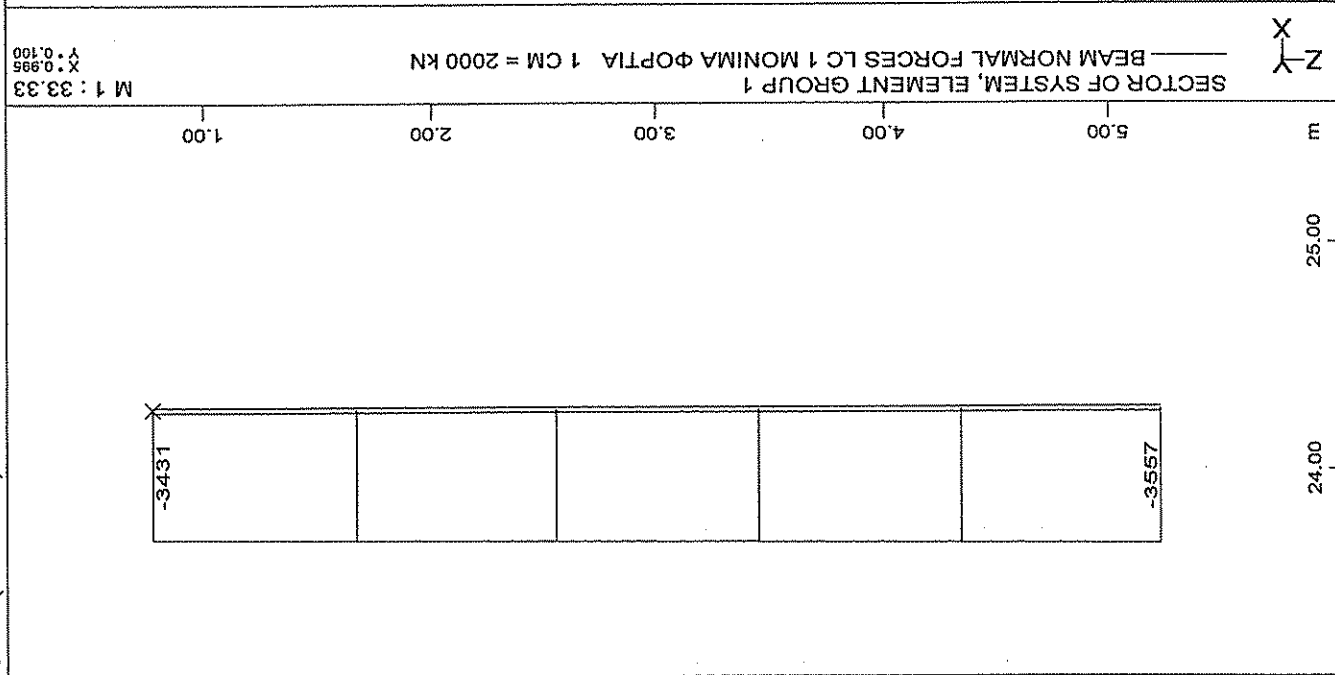


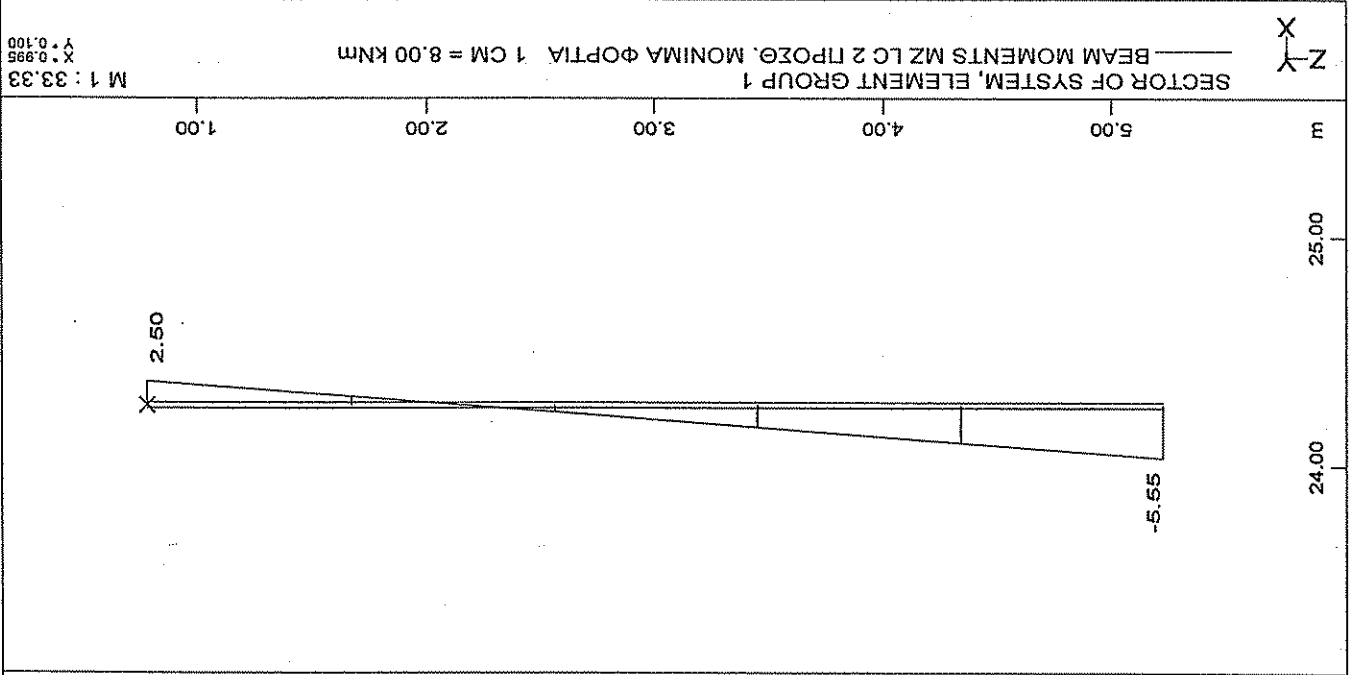
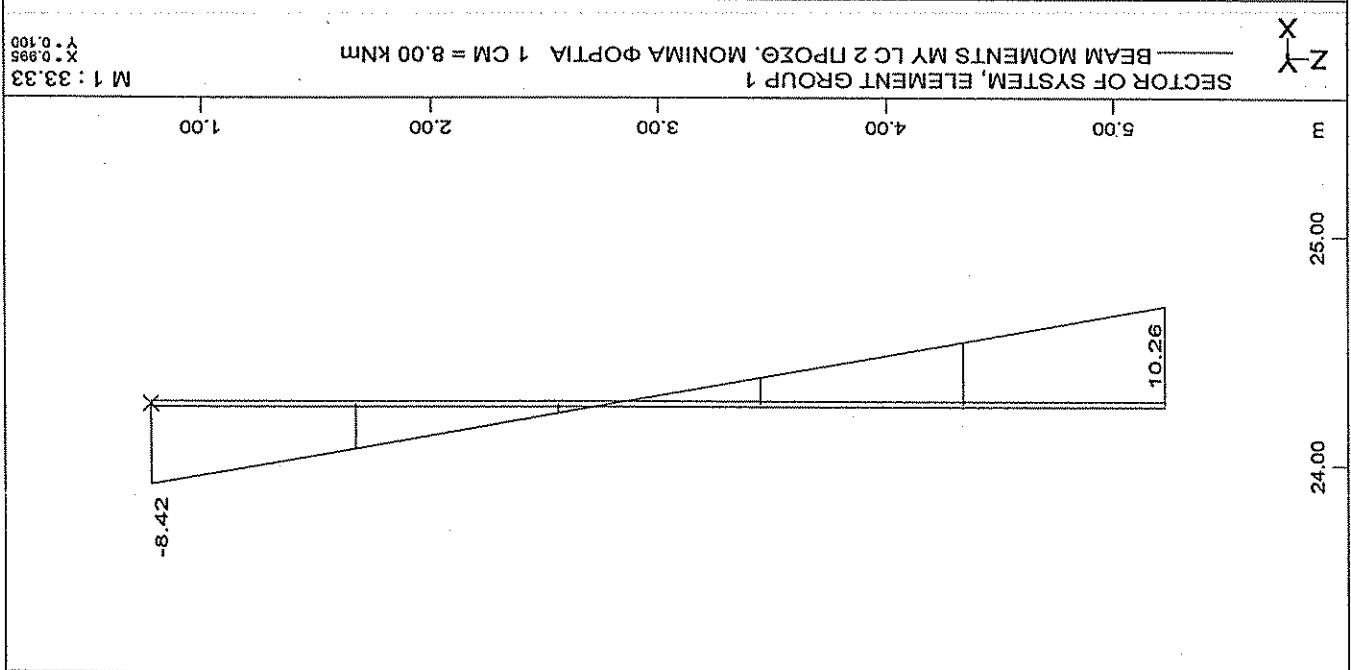
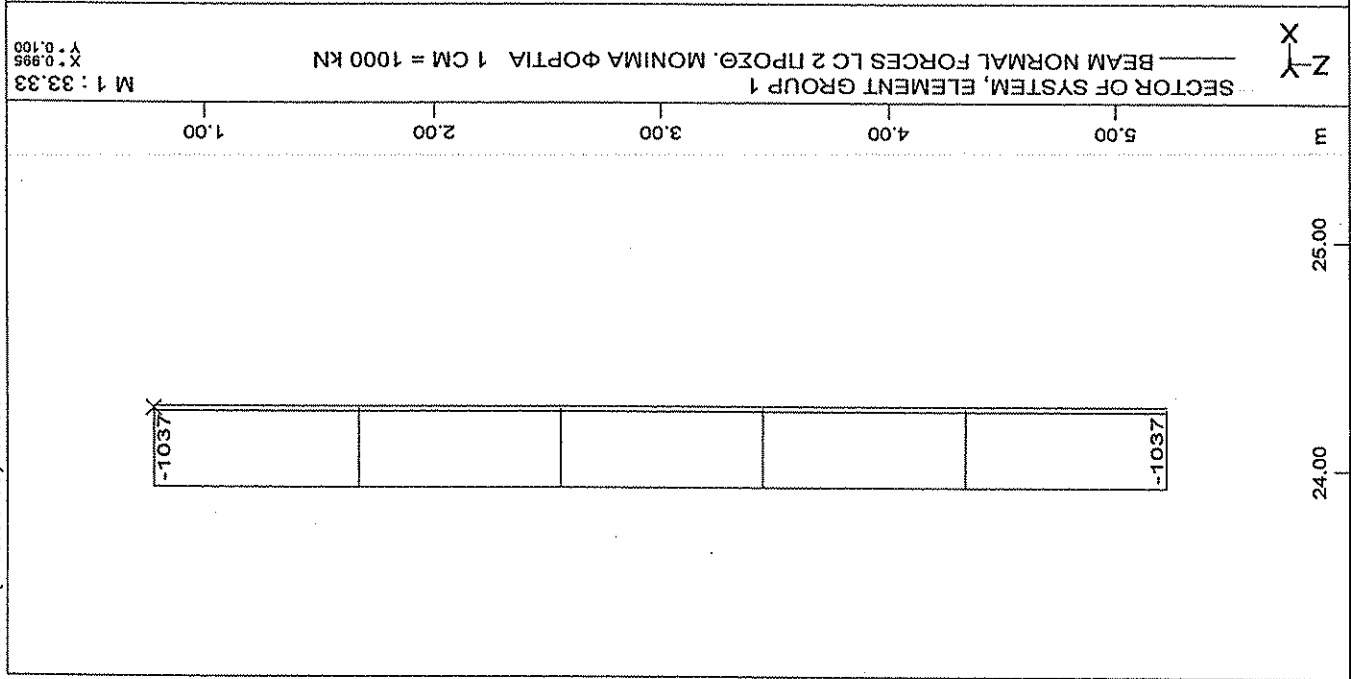
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
 BEAM MOMENTS MY LC 46 ΥΠΟΧΡΗΣΗ ΜΕΣΘΑΦΟΥ 1 CM = 1500 kNm

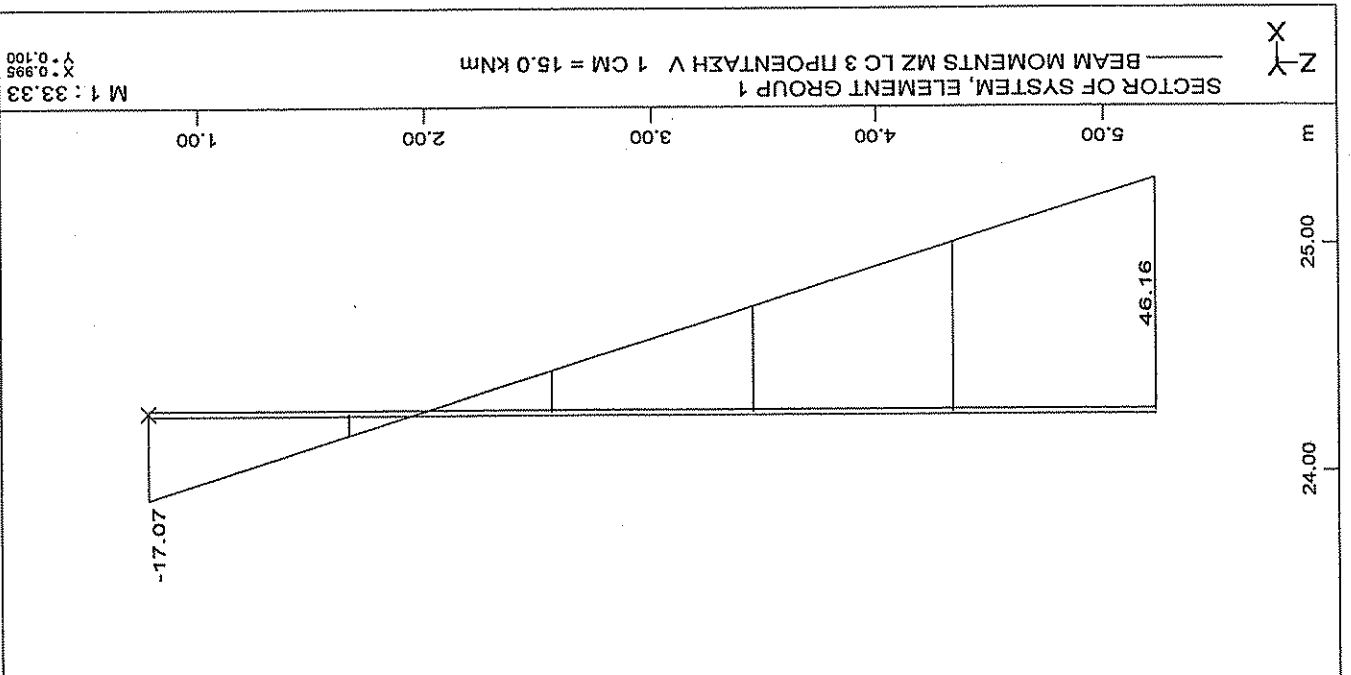
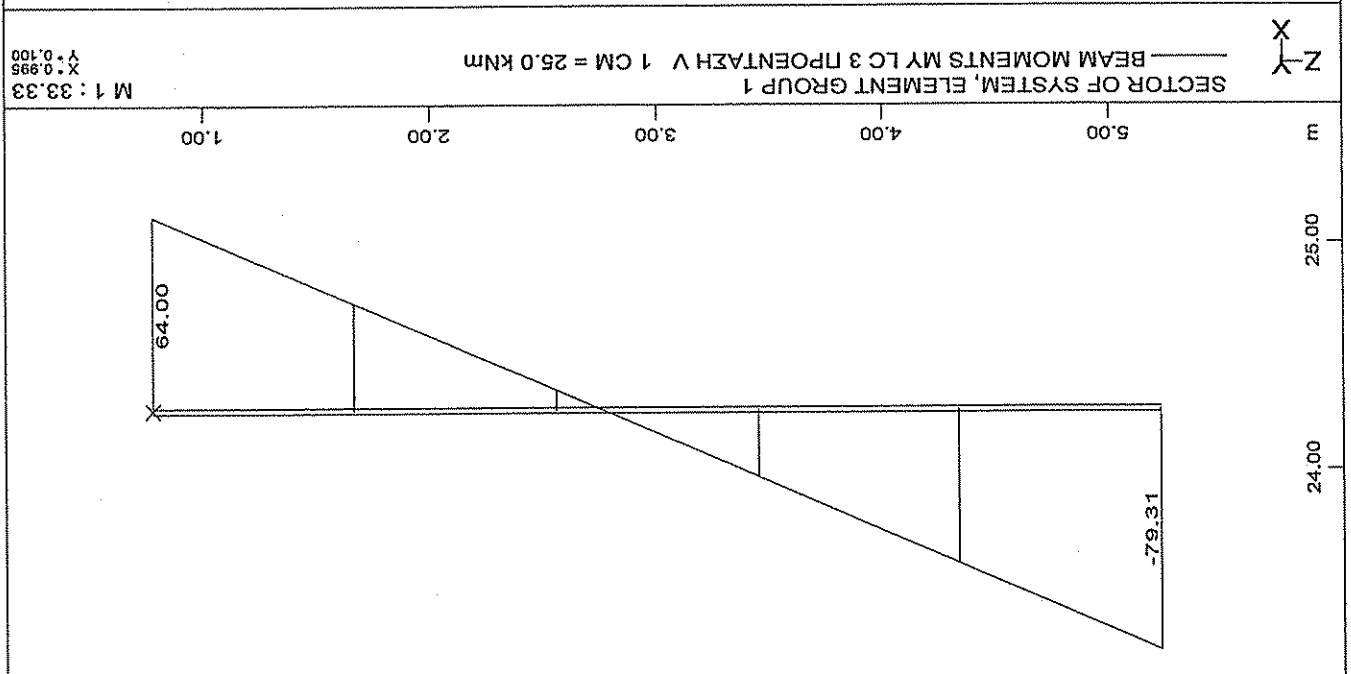
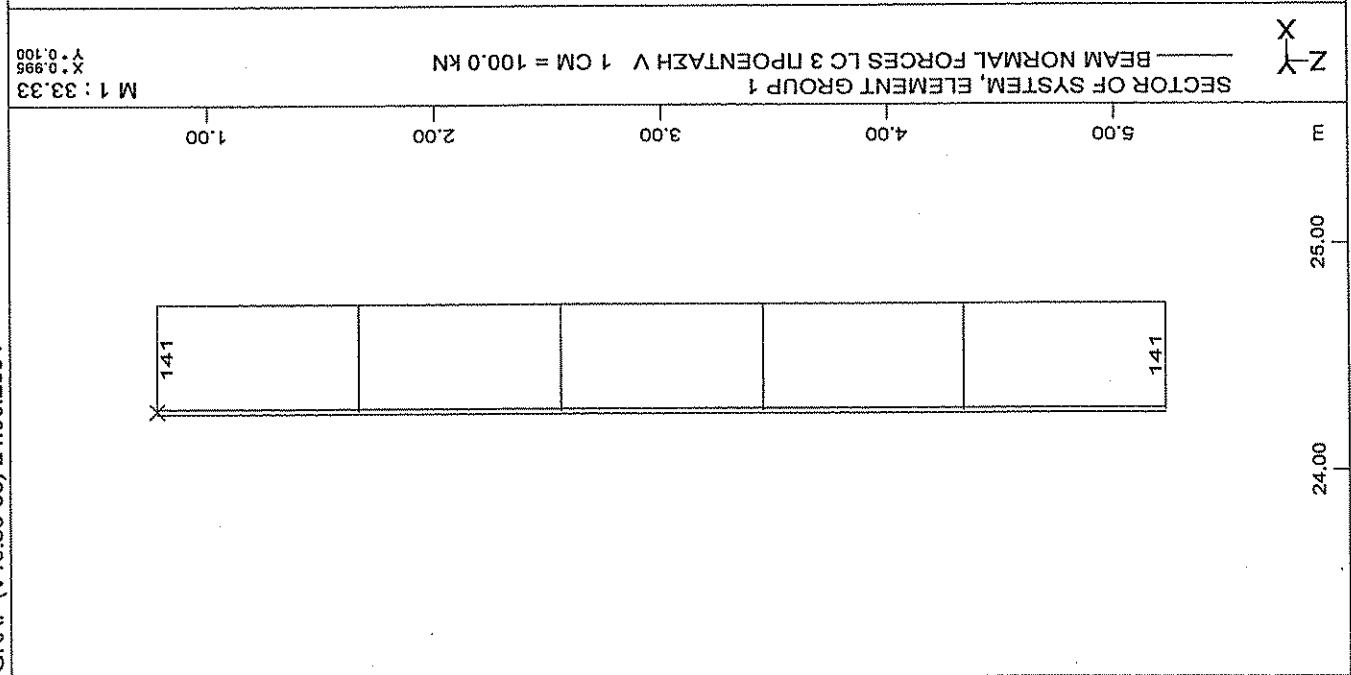


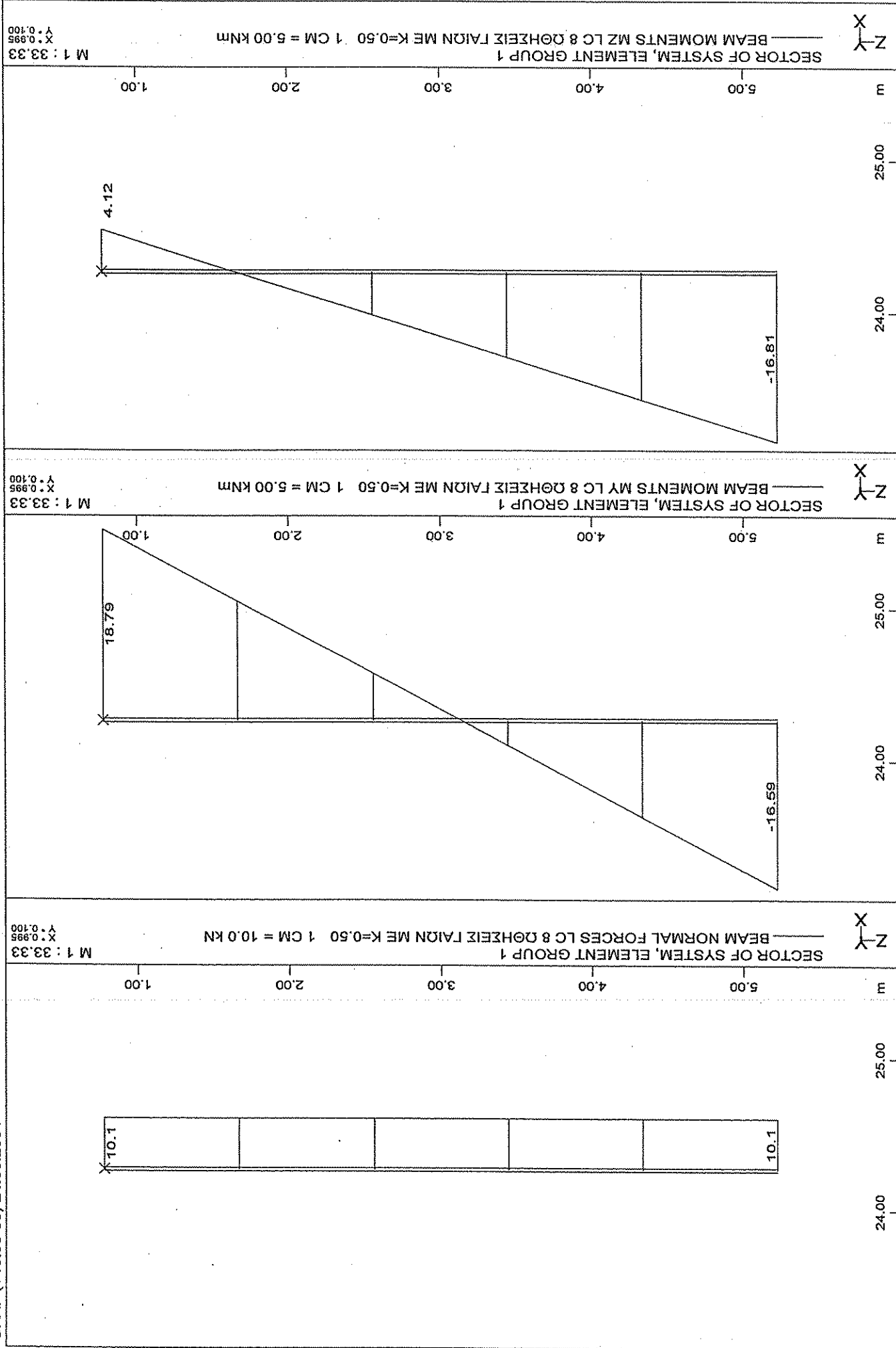


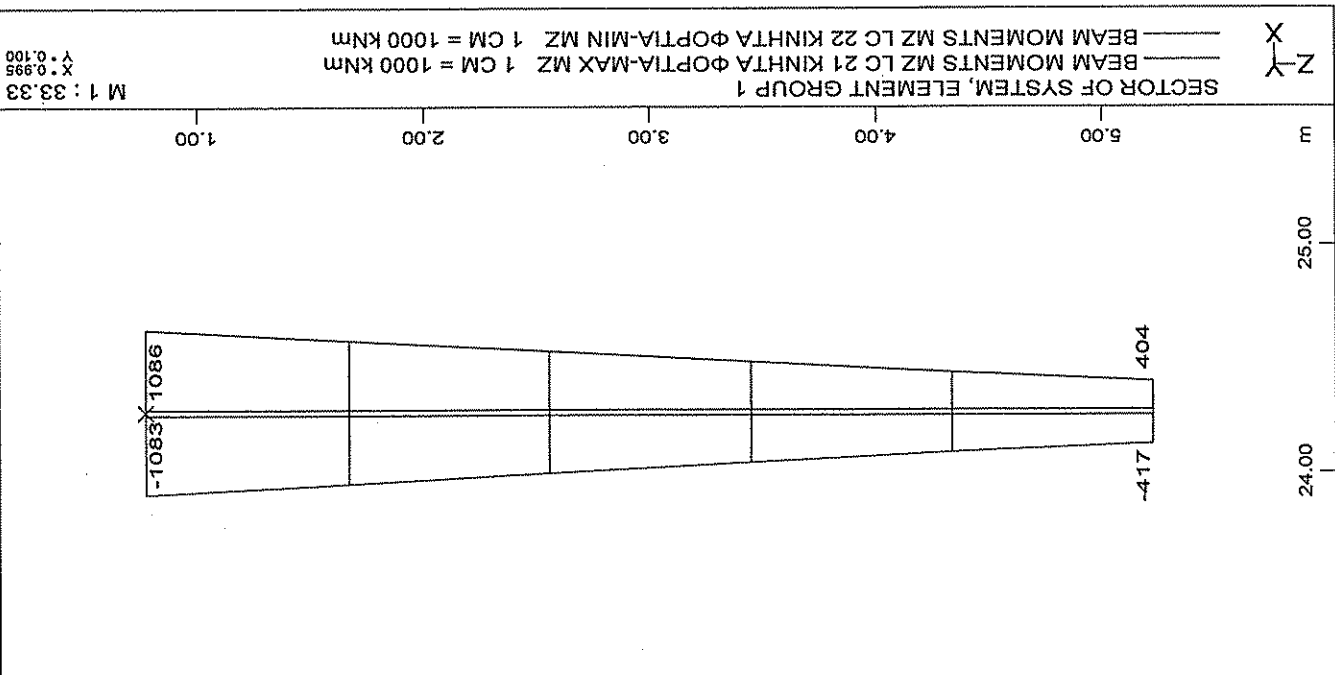
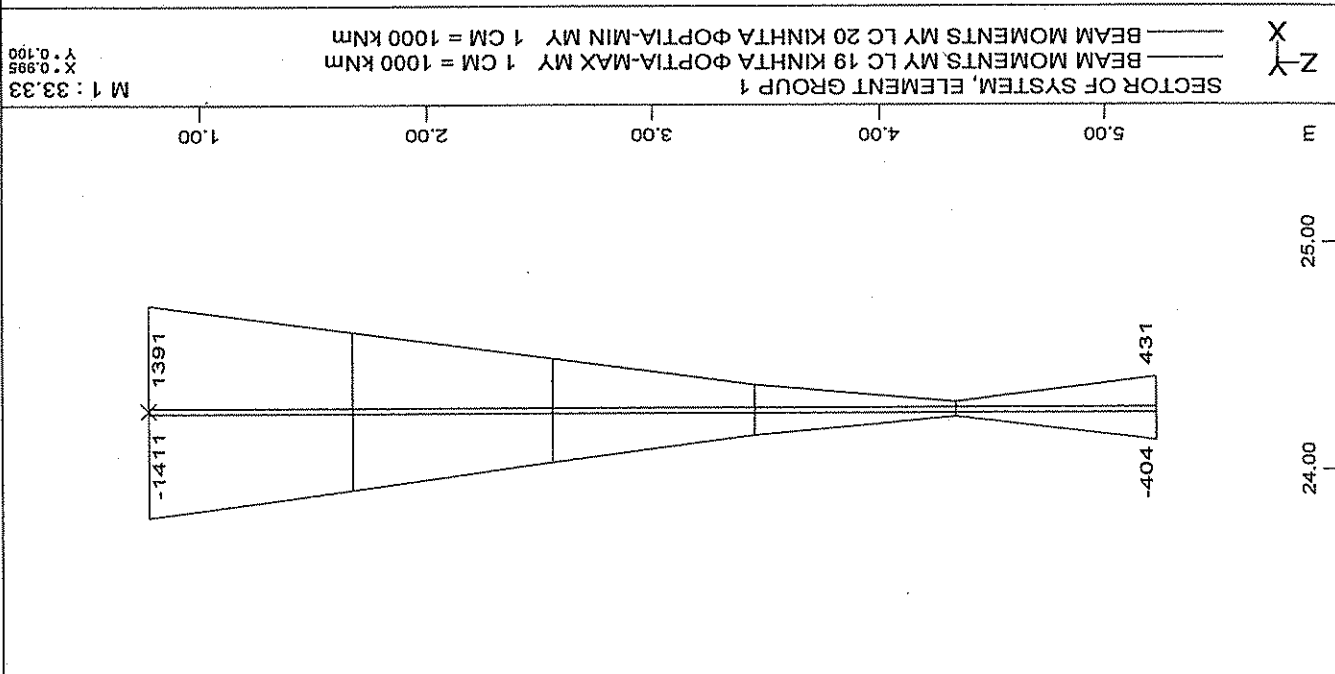
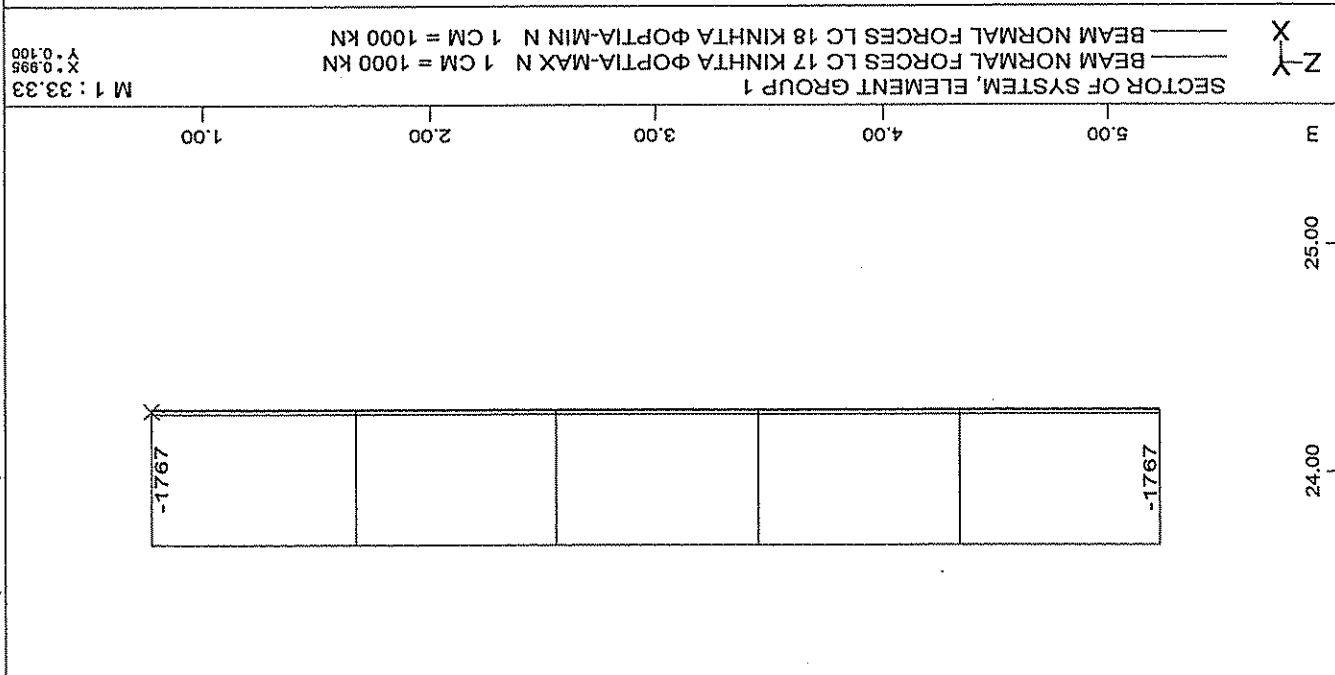
Y-X
Z
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0
—— BEAM SHEAR FORCES QZ LC 46 ΥΠΟΧΡΗΣΗ ΜΕΣΩΒΑΘΡΟΥ 1 CM = 100.0 kN
M 1 : 200

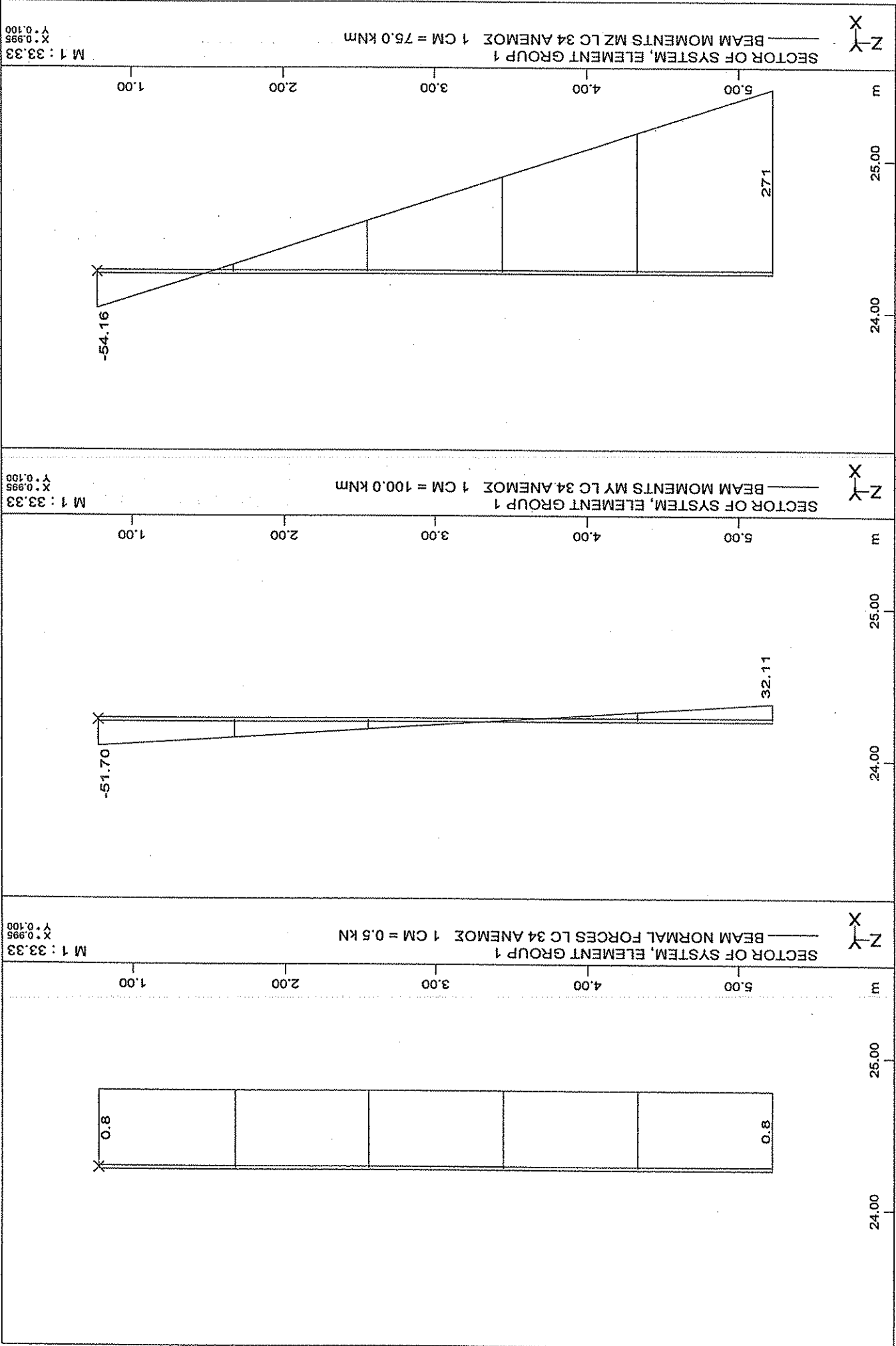






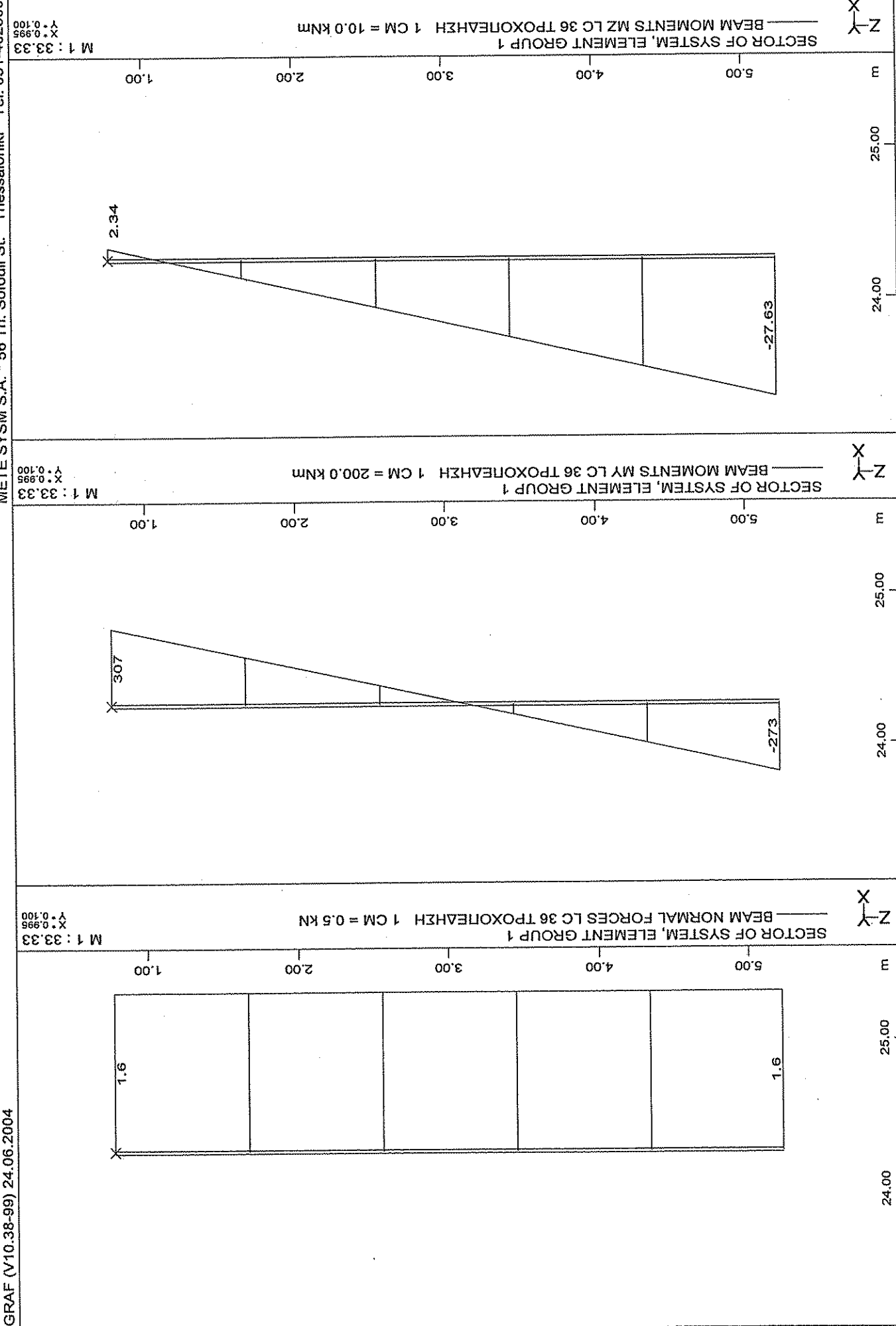


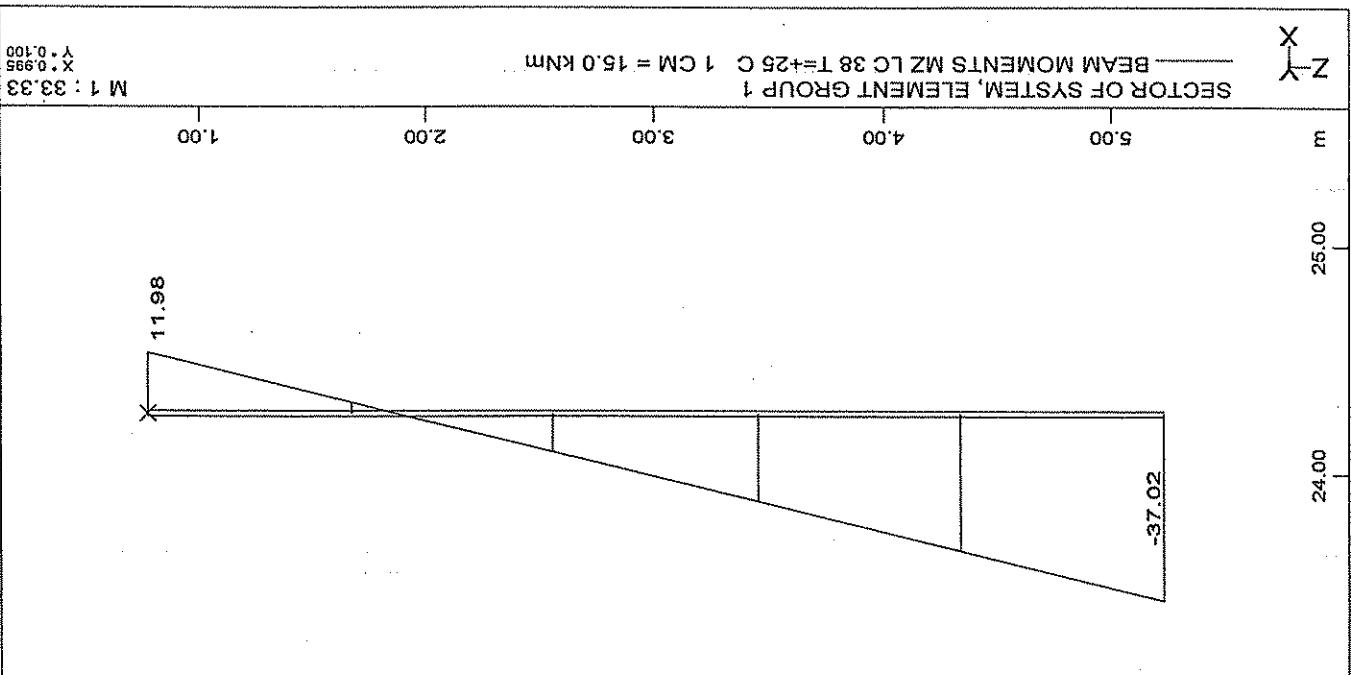
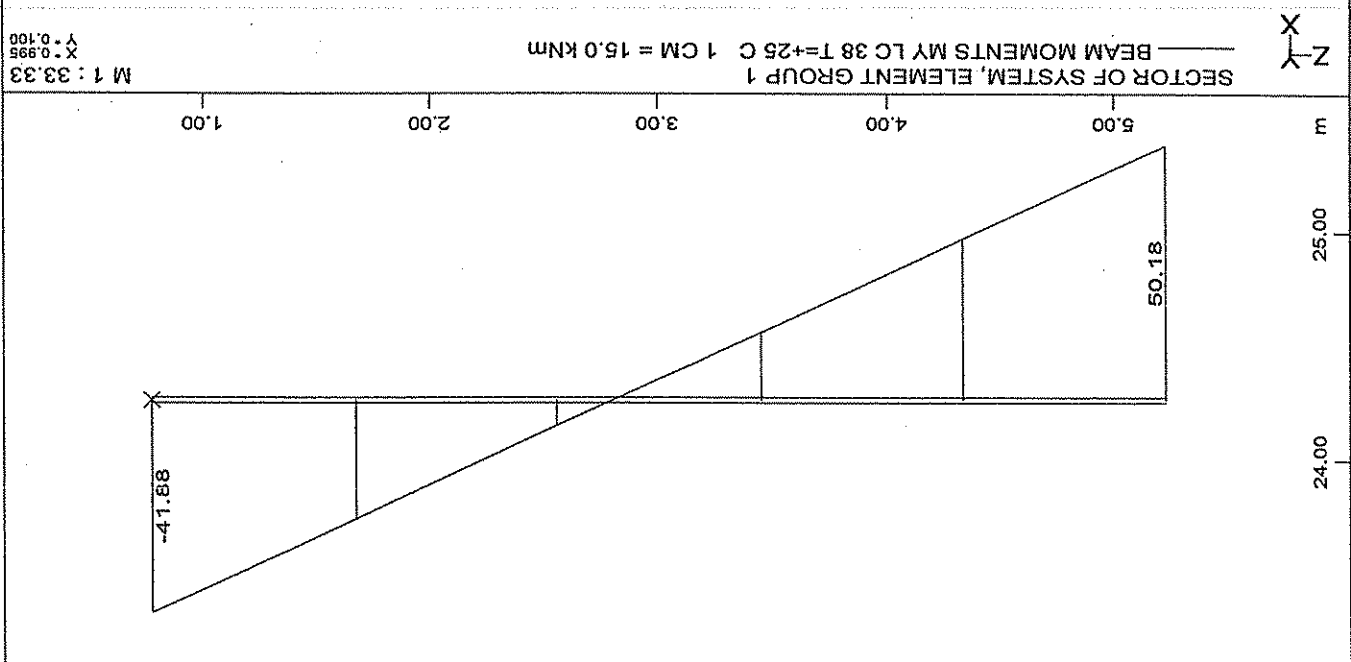
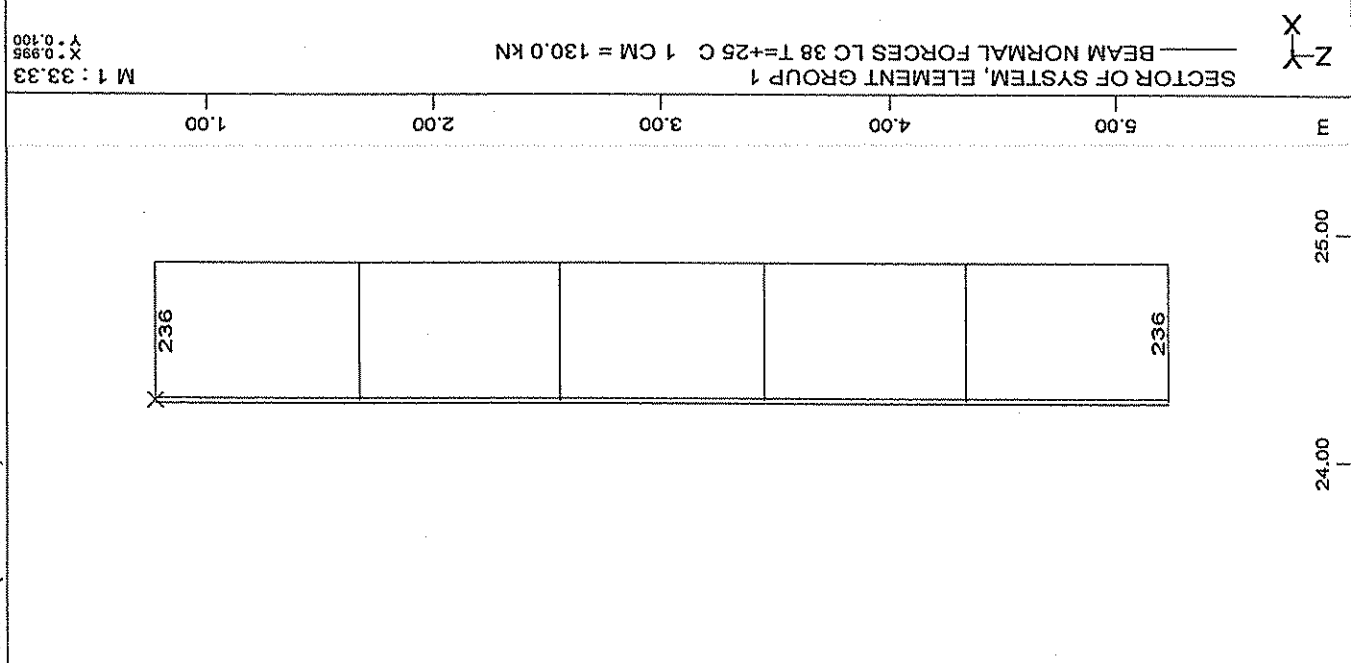


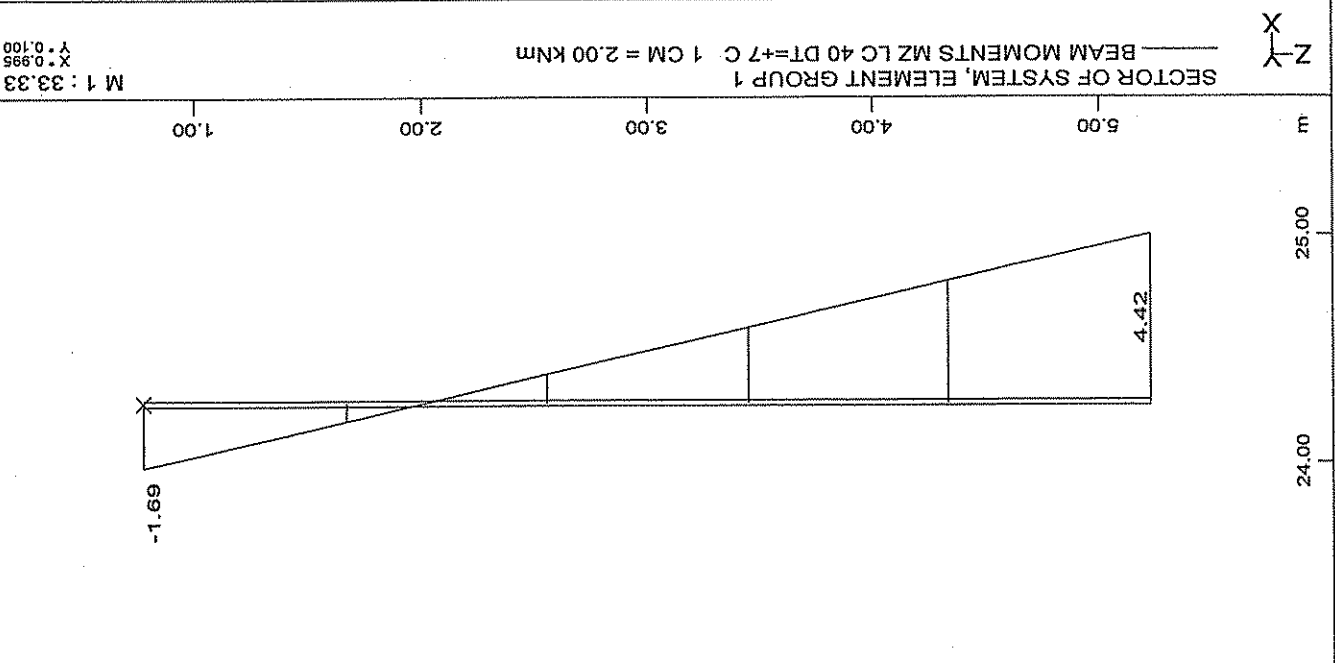
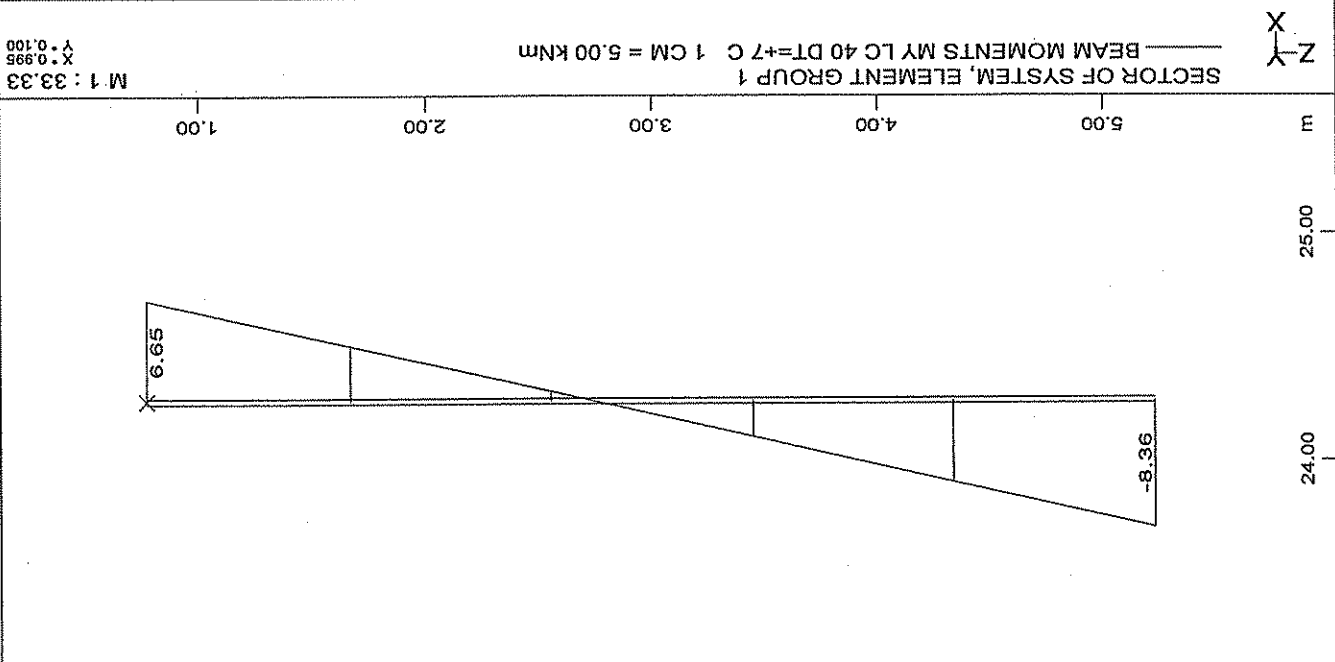
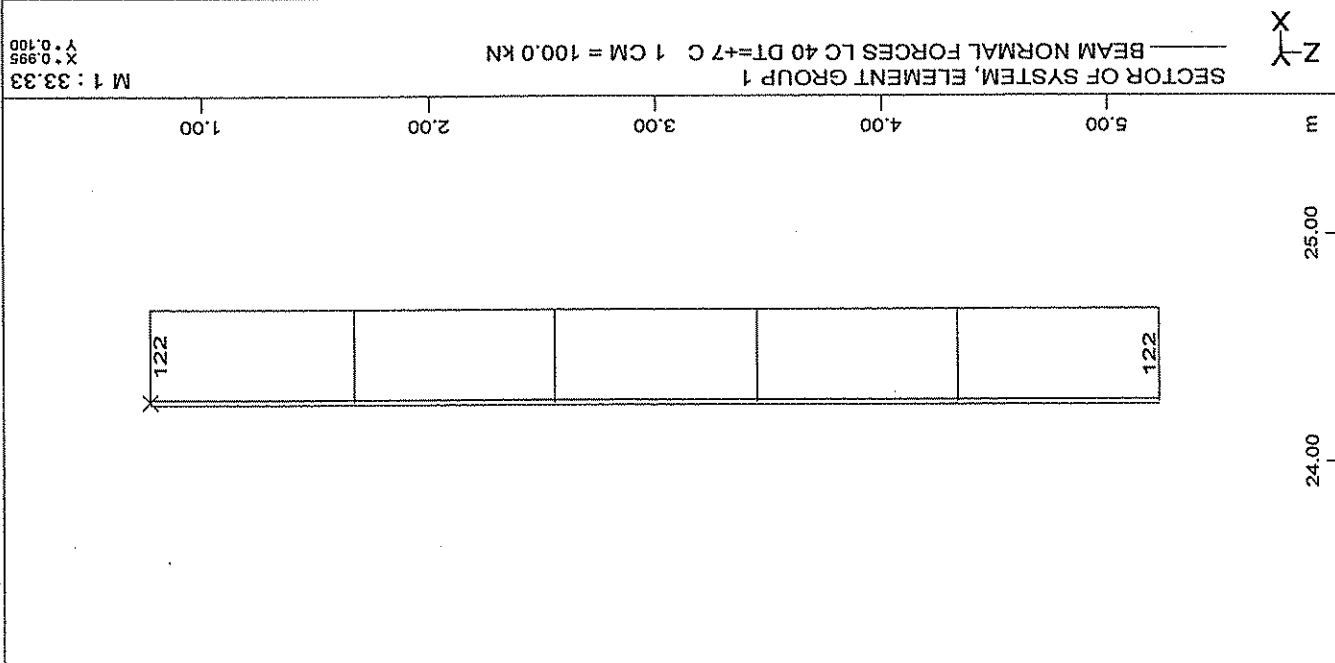


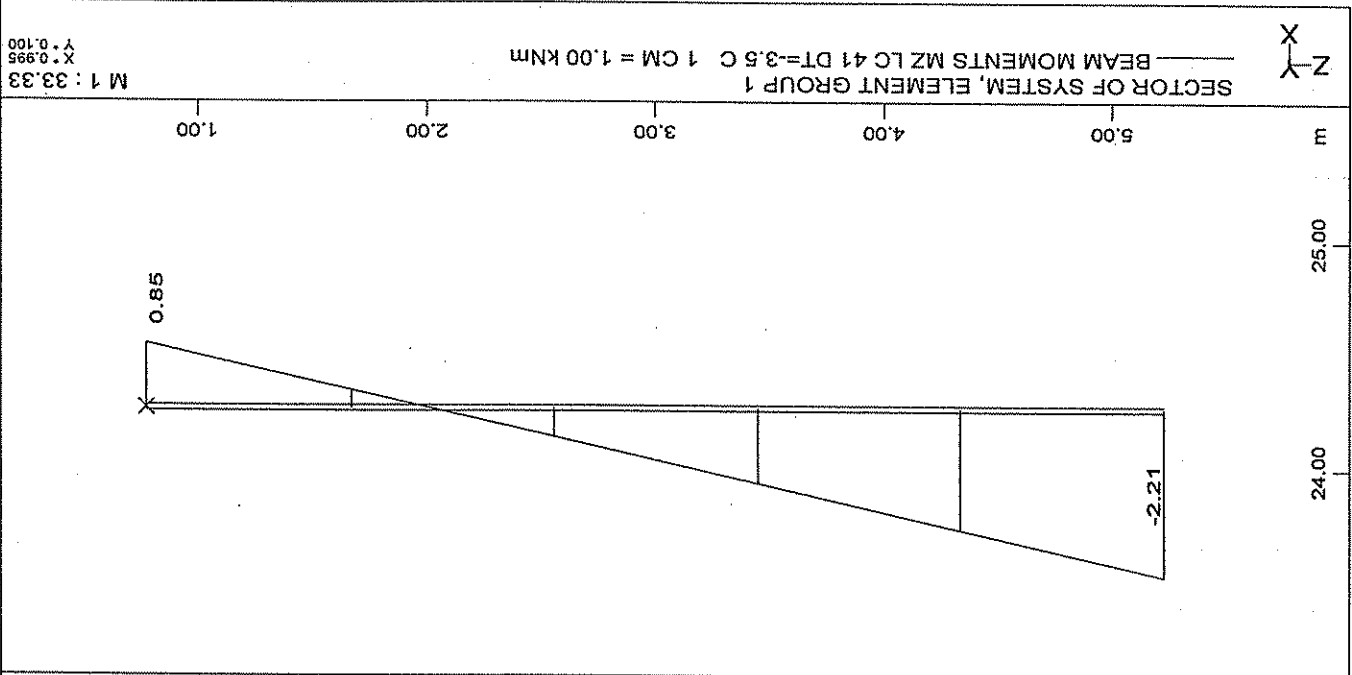
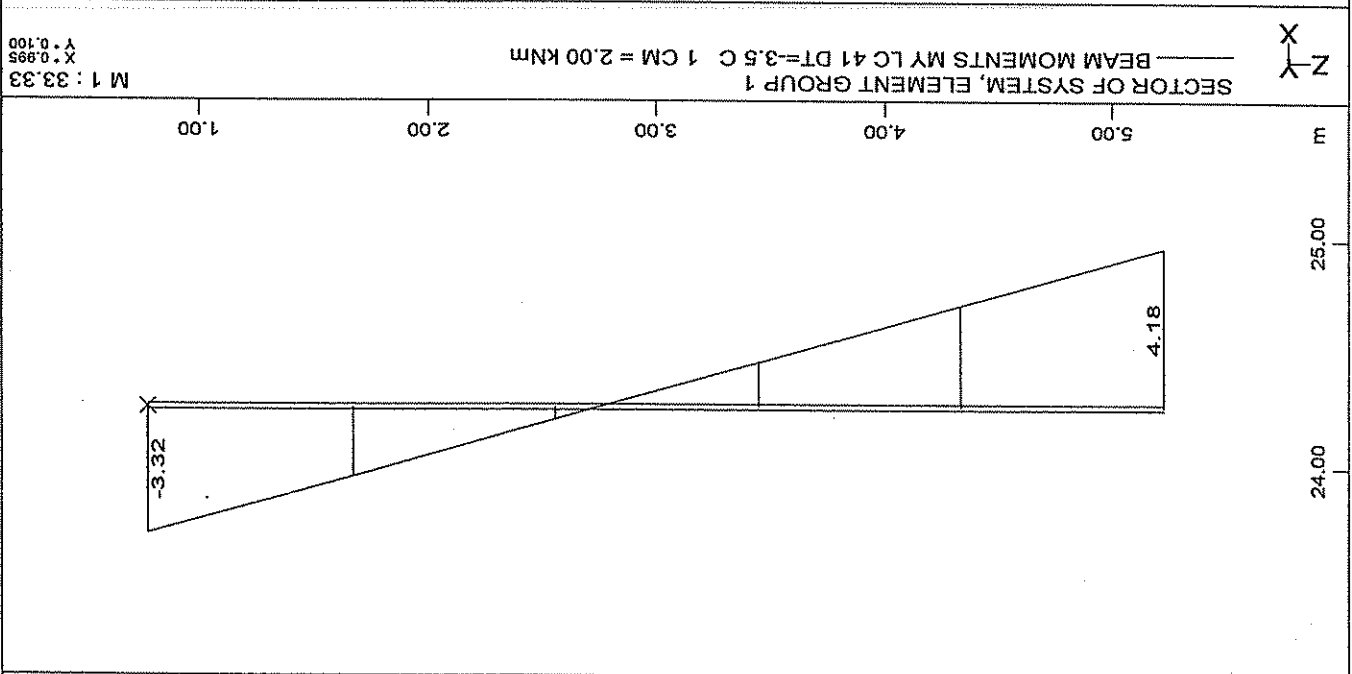
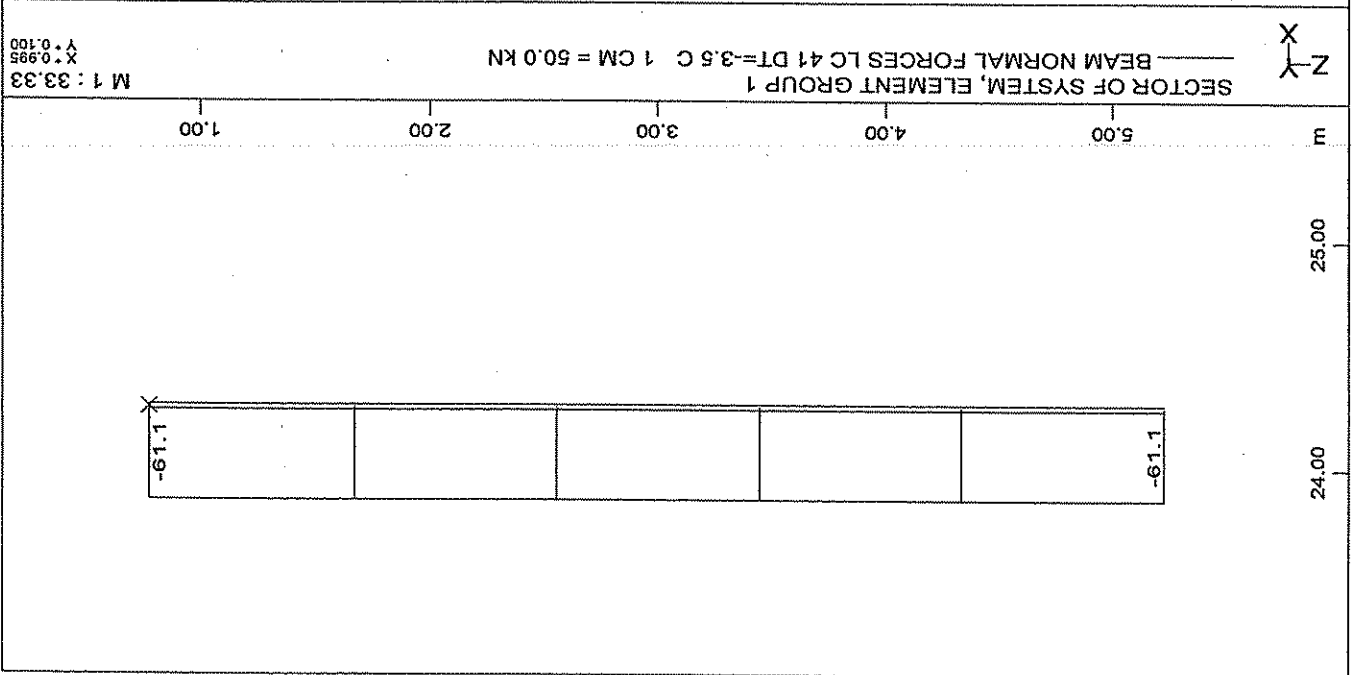
ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ. ΠΕΤΣΙΑΝΟΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ

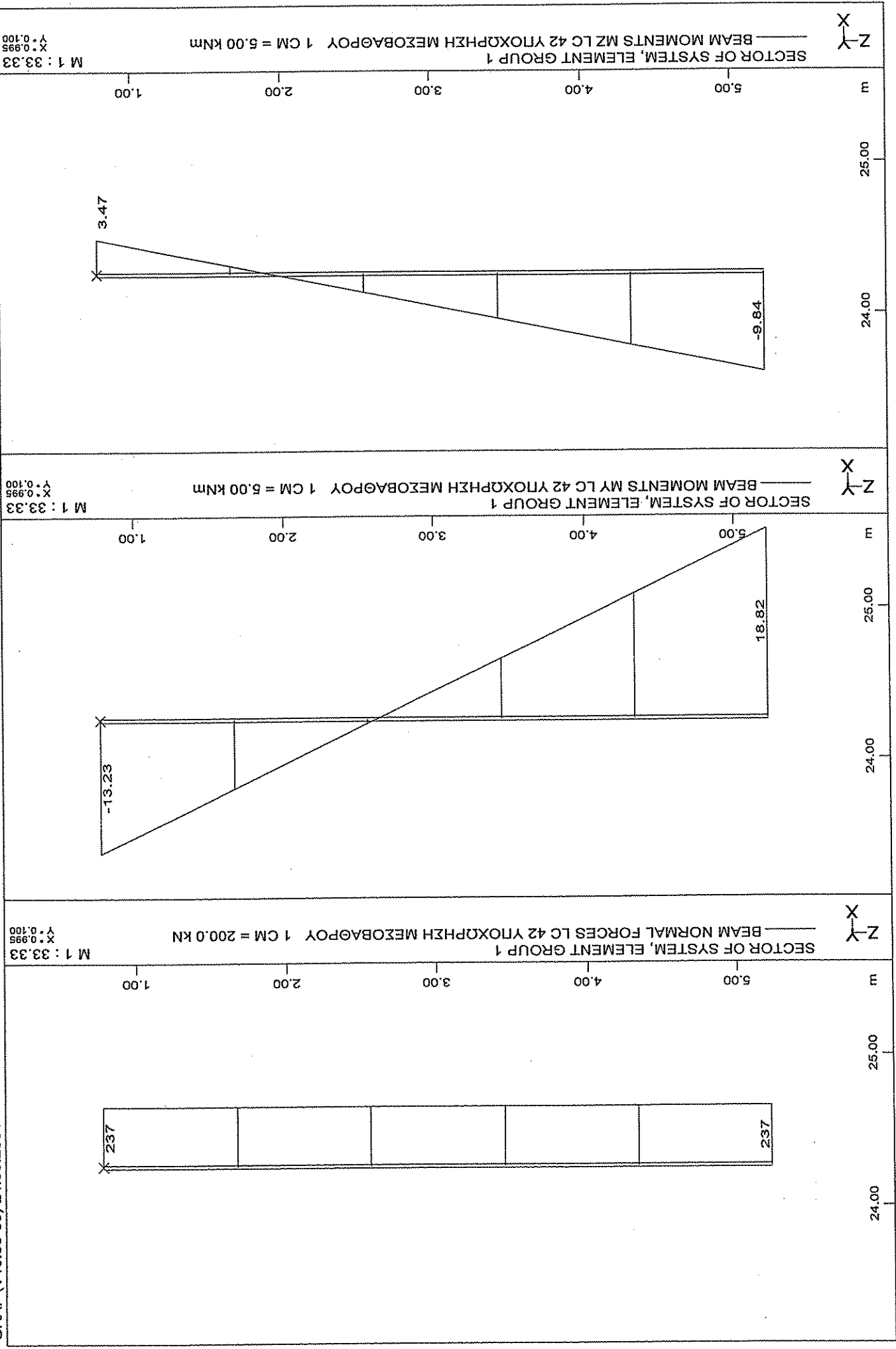
COLUMN MOMENTS AND AXIAL FORCES

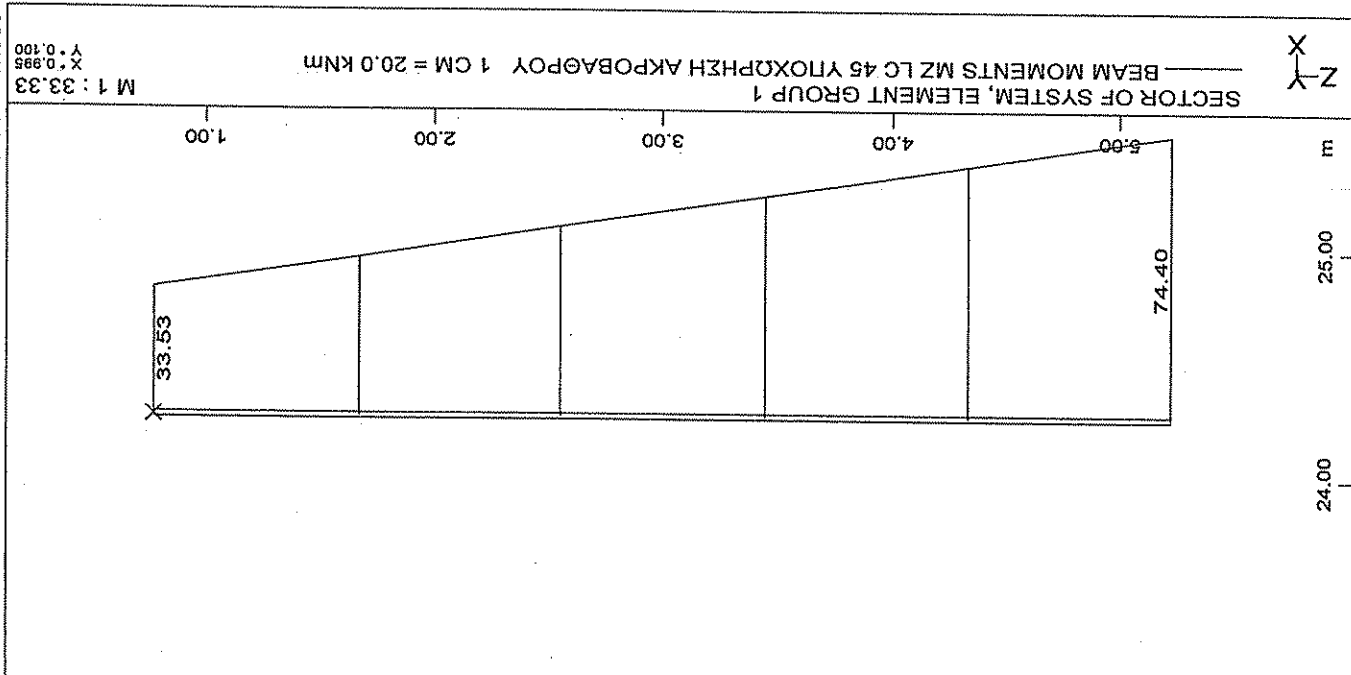
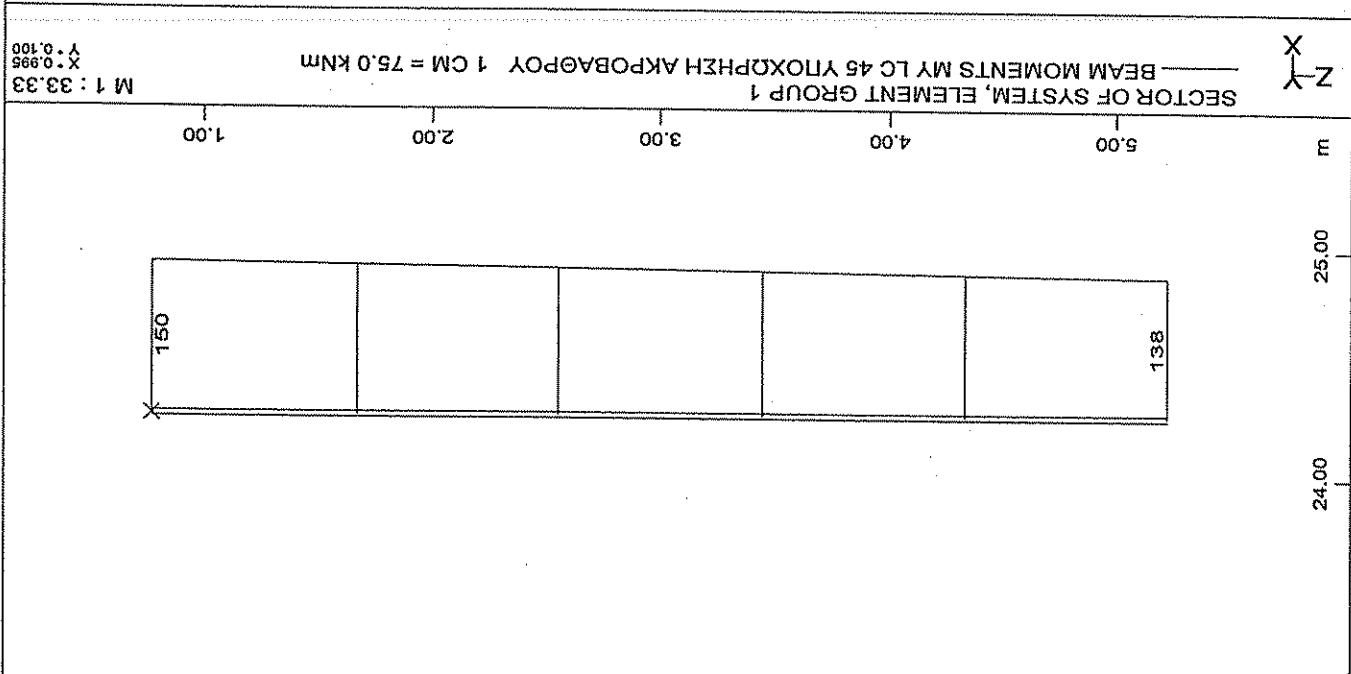
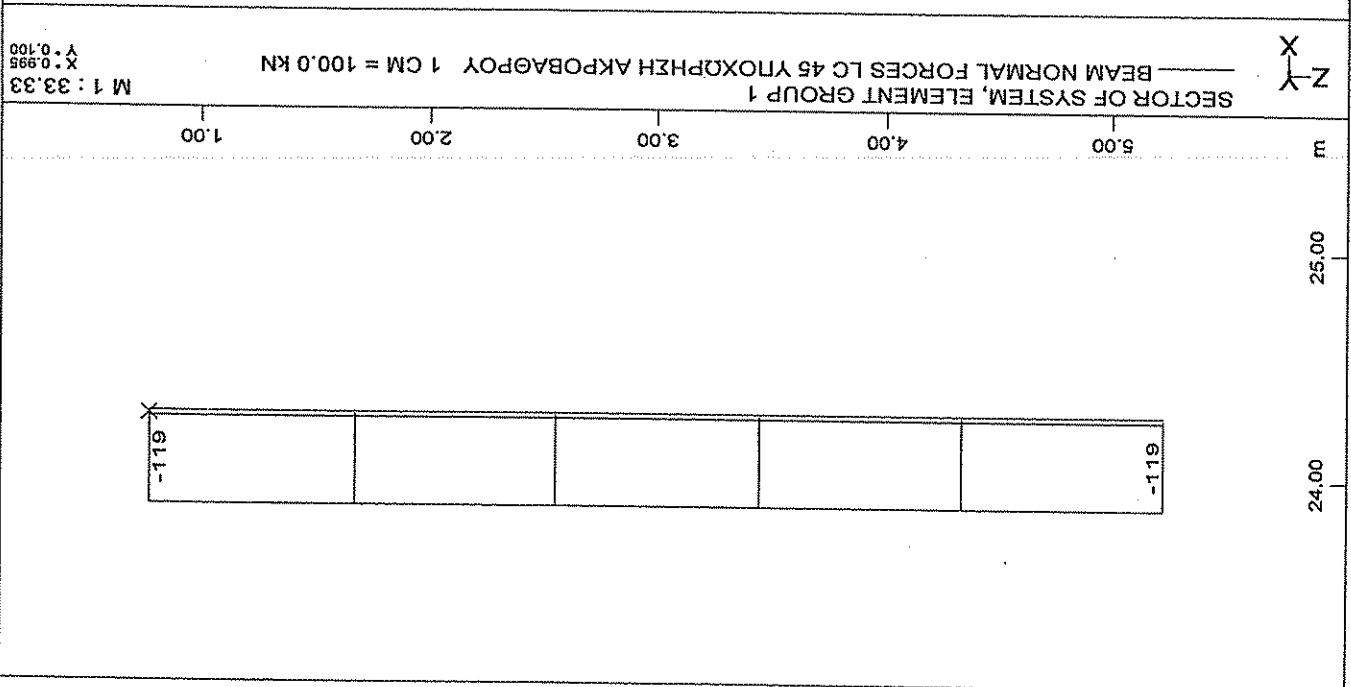


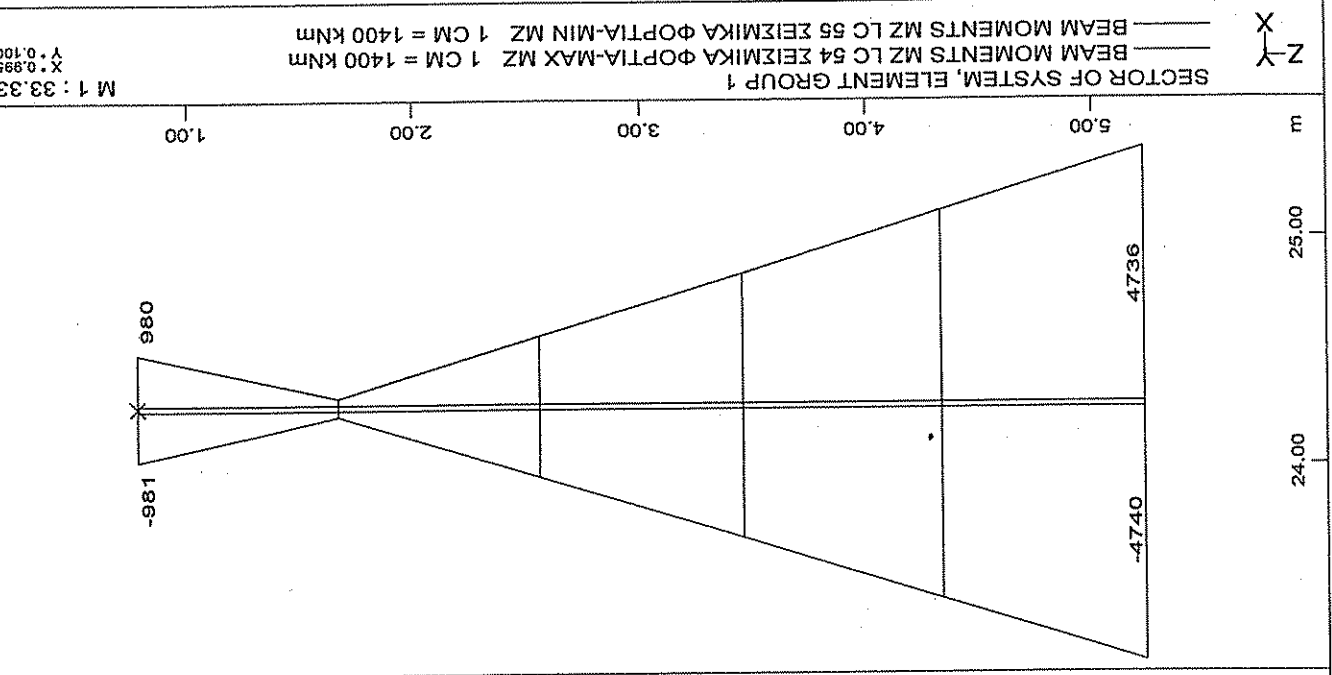
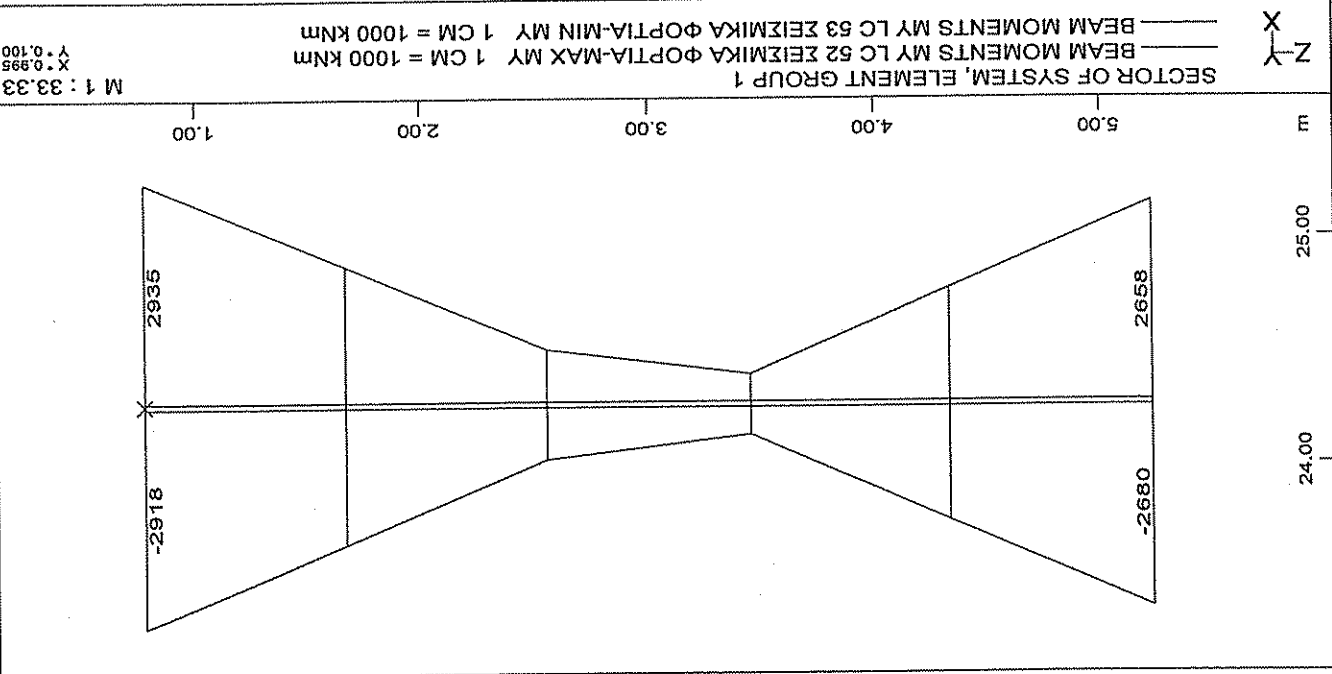
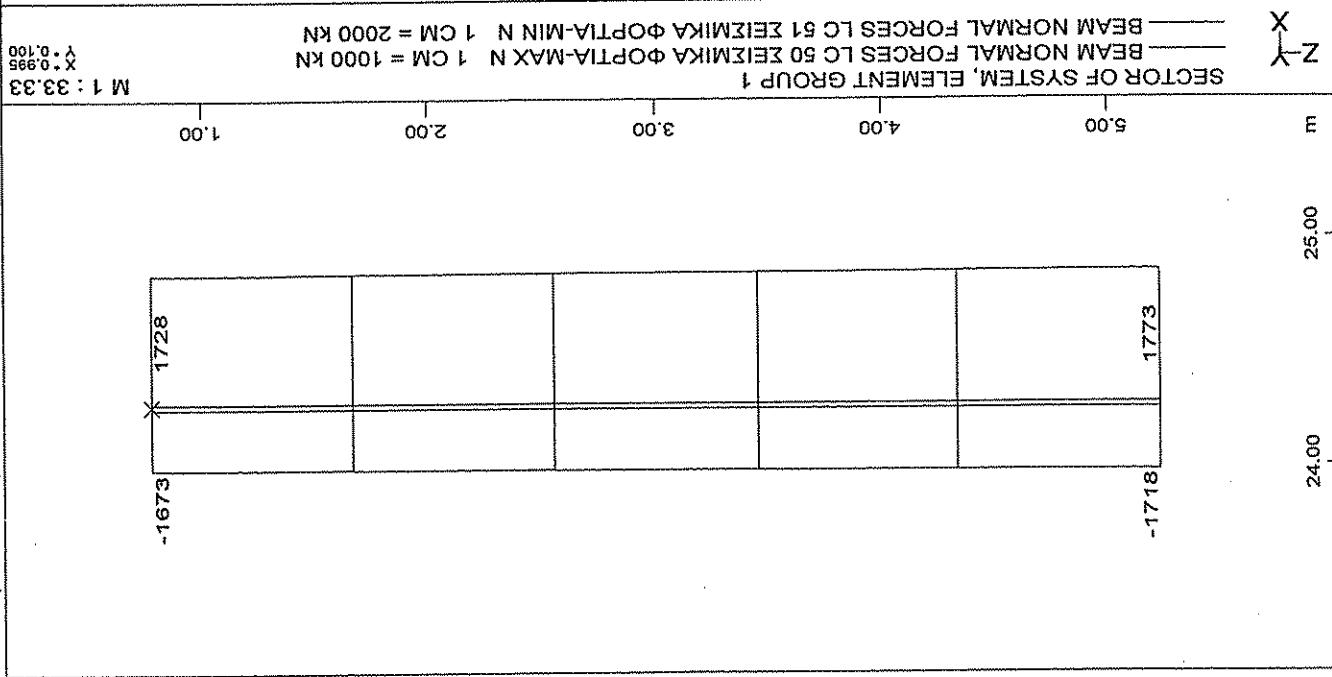


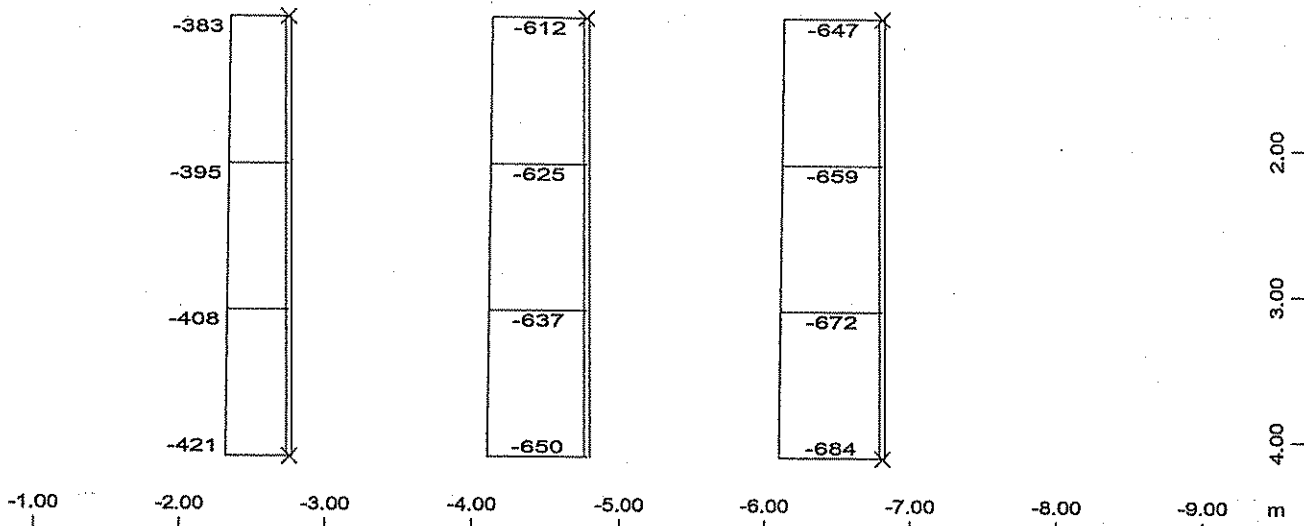








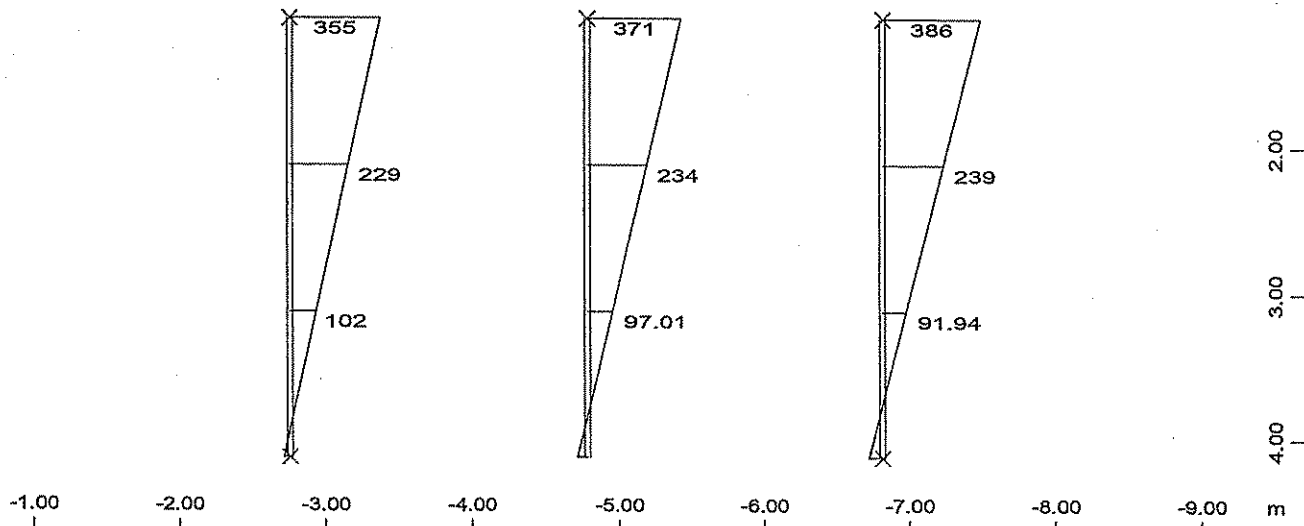




Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 1 MONIMA ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 500.0 kN

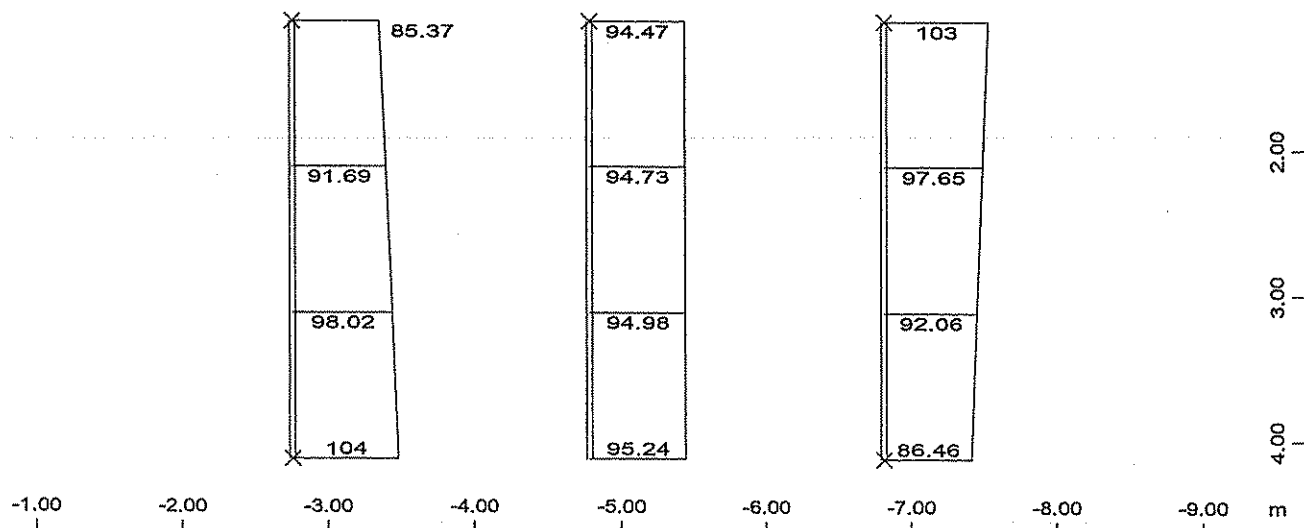
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 1 MONIMA ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 300.0 kNm

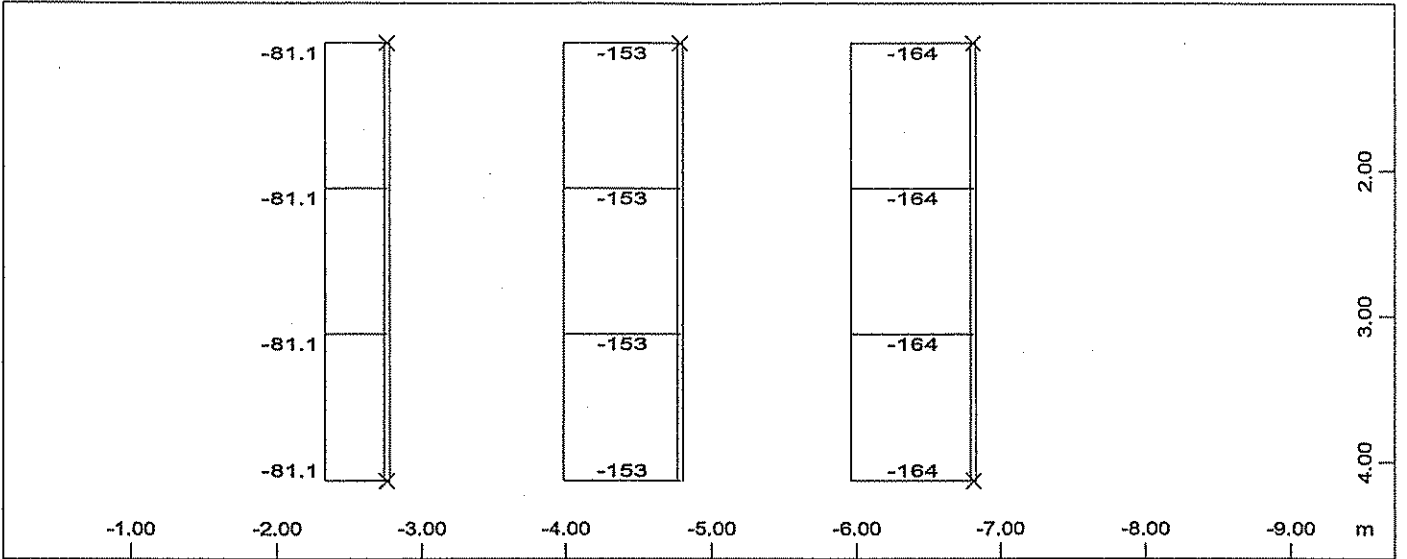
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 1 MONIMA ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 75.0 kNm

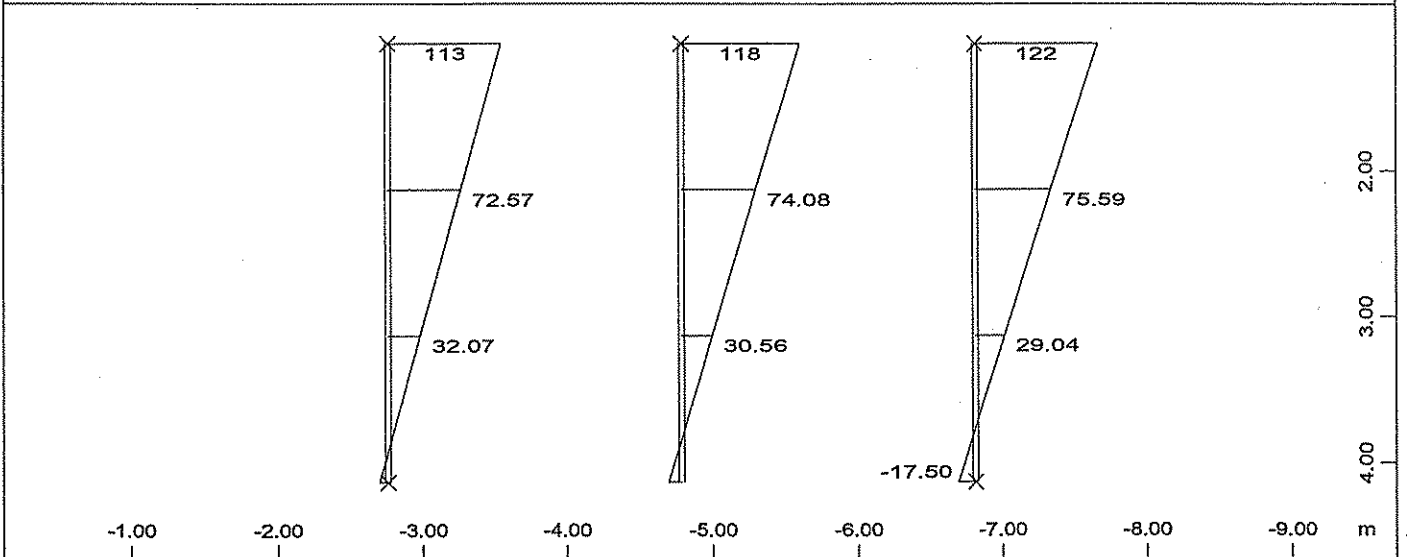
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 2 ΠΡΟΣΘ. ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 100.0 kN

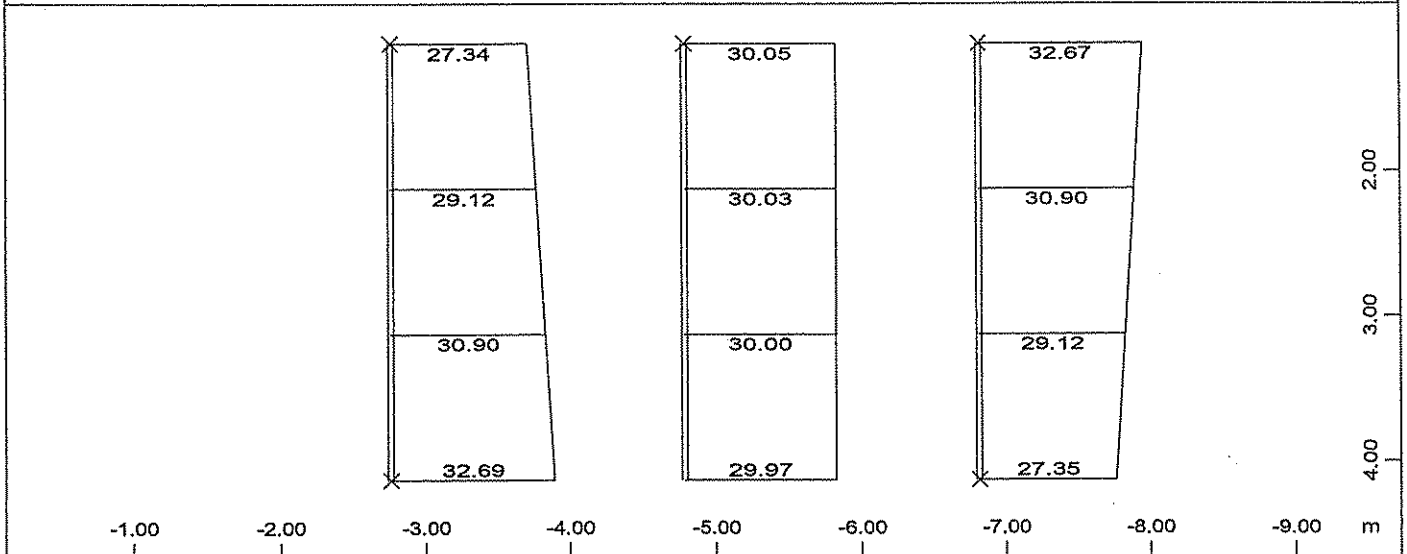
M 1 : 52
 X : 0.100
 Y : 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 2 ΠΡΟΣΘ. ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 75.0 kNm

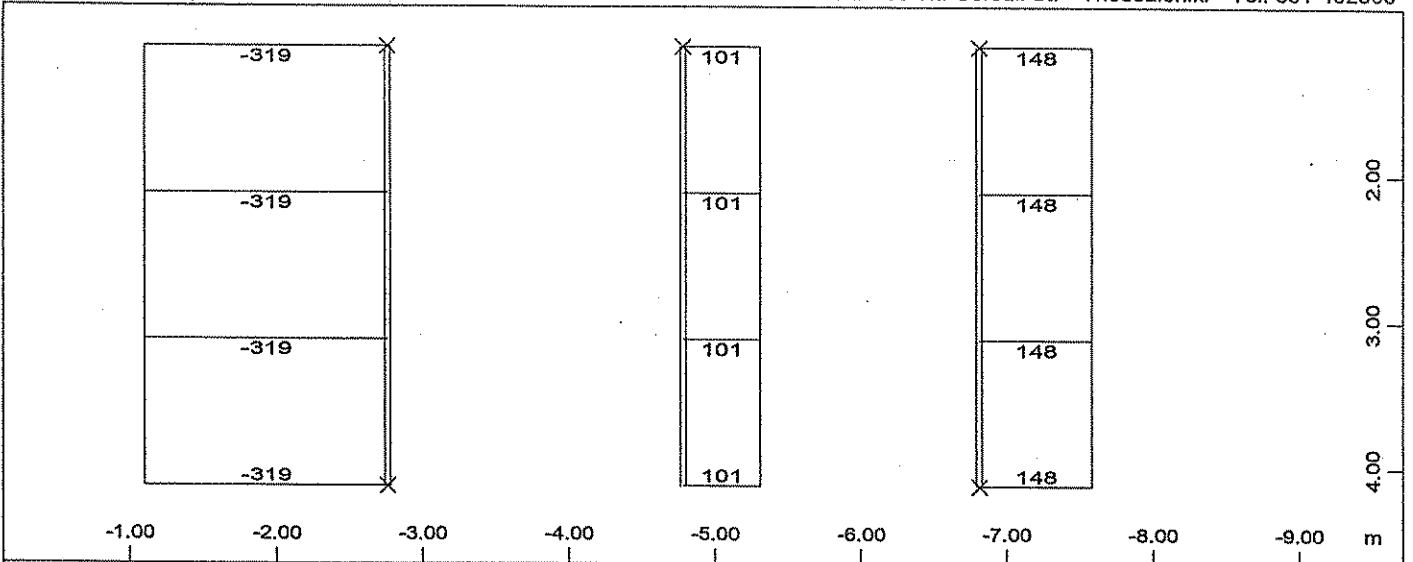
M 1 : 52
 X : 0.100
 Y : 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 2 ΠΡΟΣΘ. ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ 1 CM = 15.0 kNm

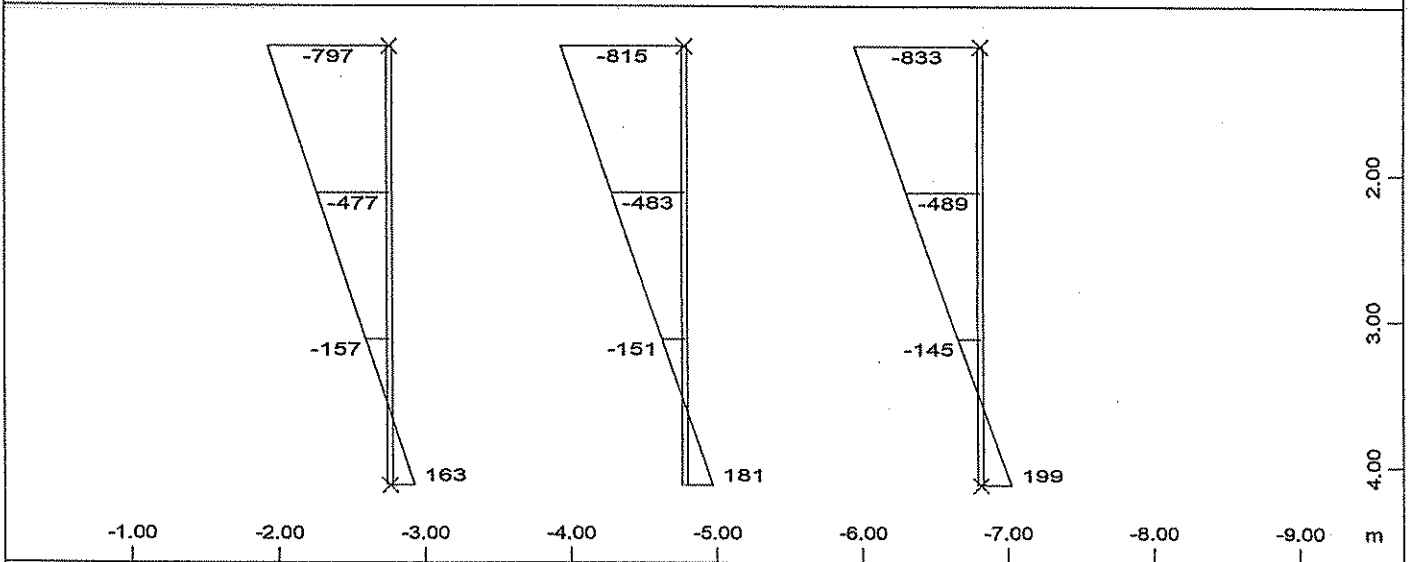
M 1 : 52
 X : 0.100
 Y : 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 3 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ V 1 CM = 100.0 kN

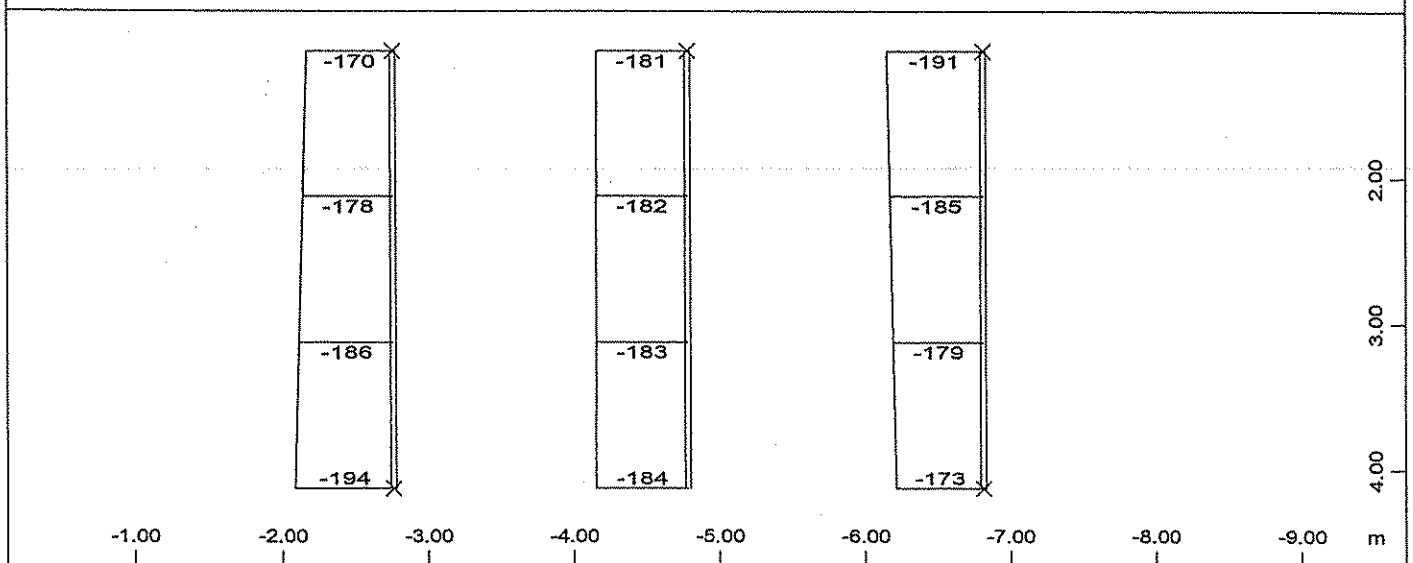
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 3 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ V 1 CM = 500.0 kNm

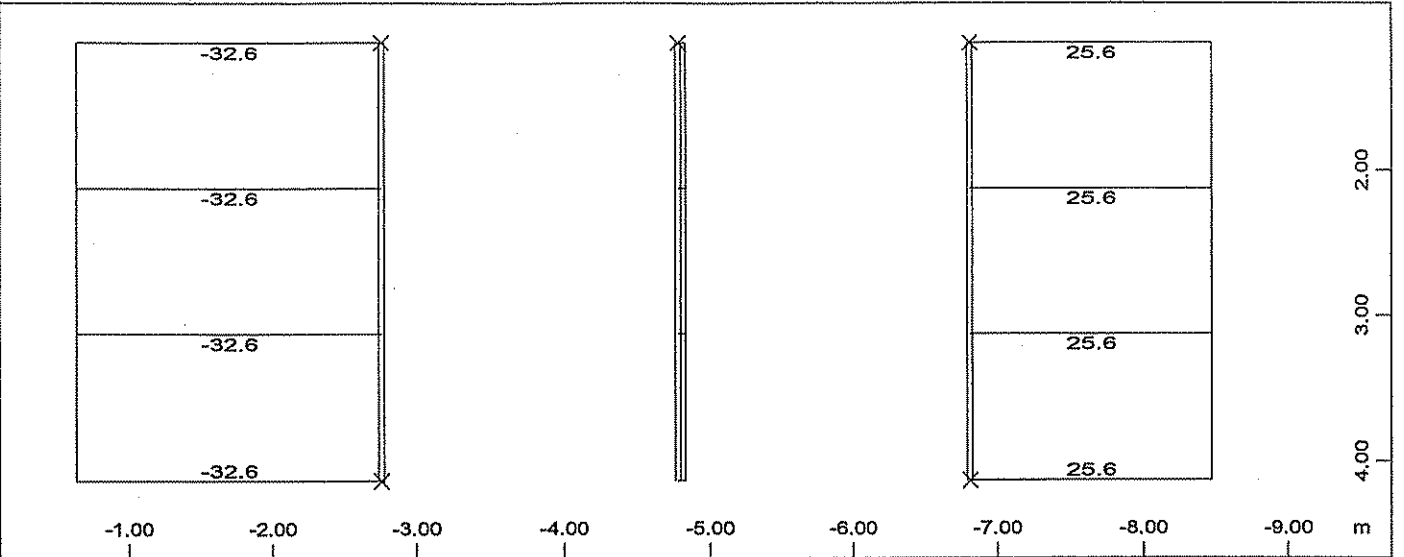
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

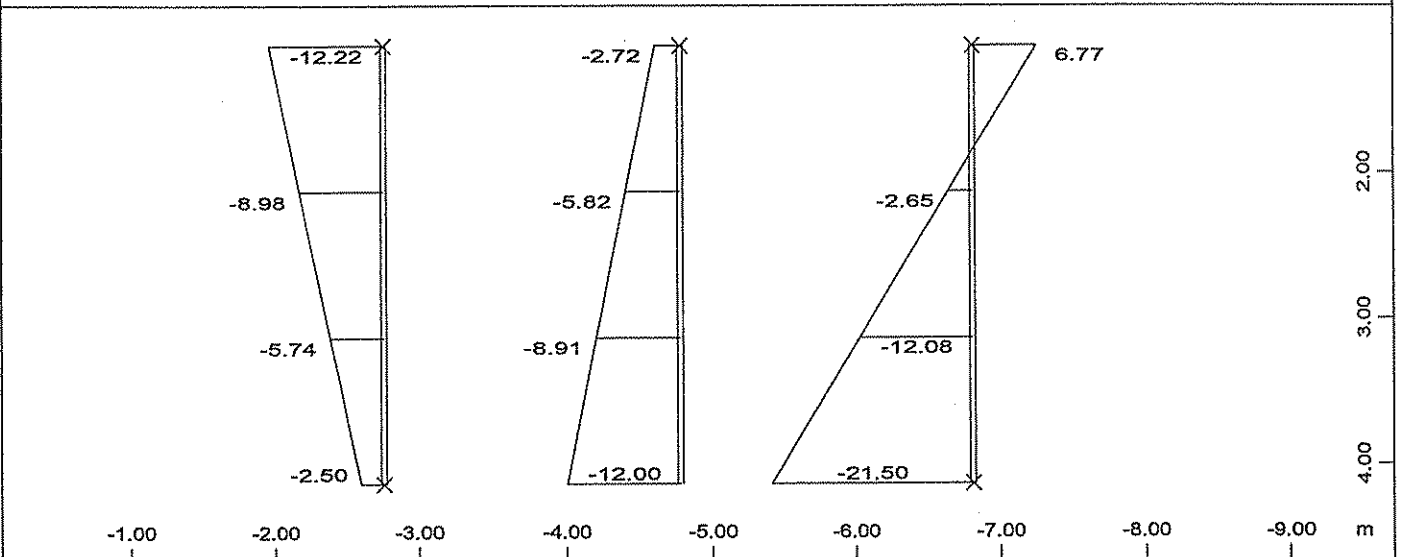
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 3 ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ V 1 CM = 150.0 kNm

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



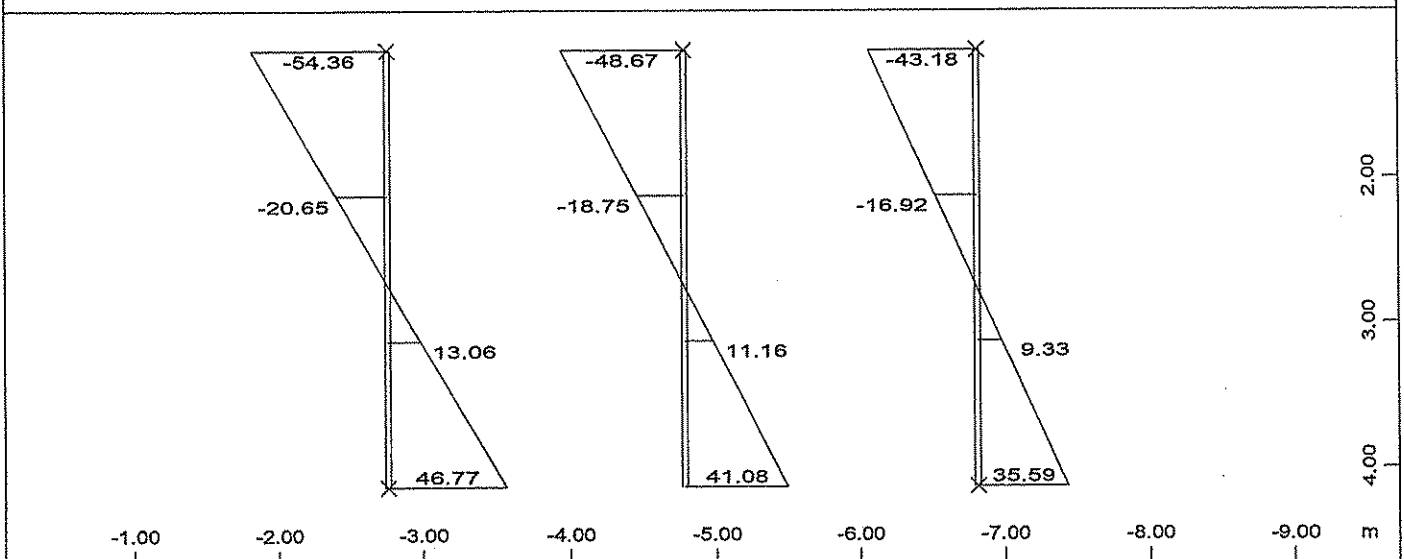
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 8 ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ ΜΕ Κ=0.50 1 CM = 8.0 kN

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



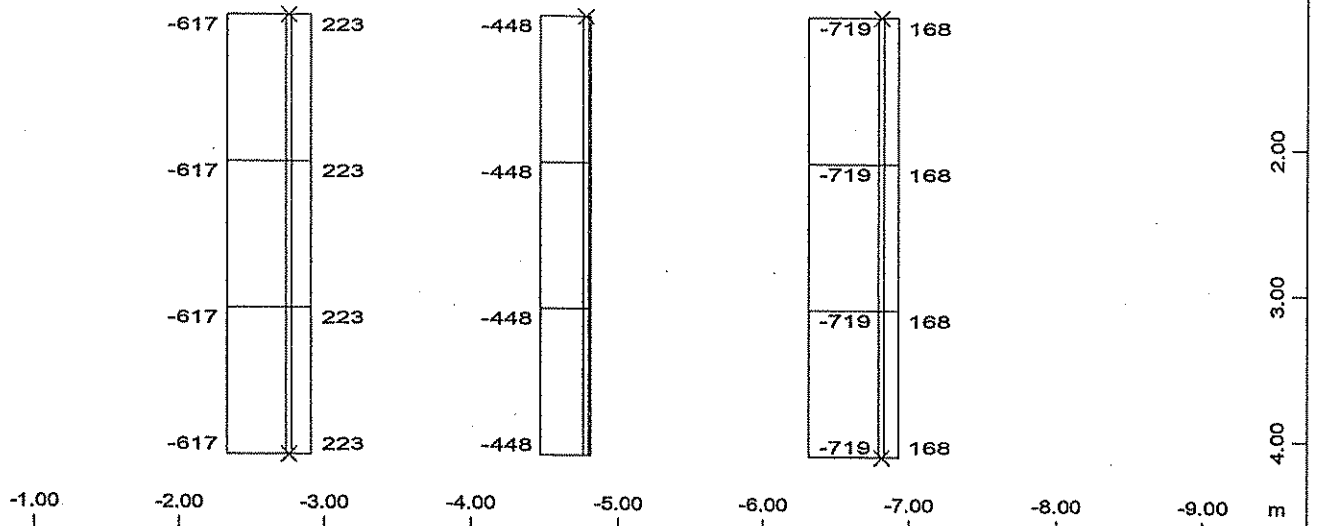
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 8 ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ ΜΕ Κ=0.50 1 CM = 8.00 kNm

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995

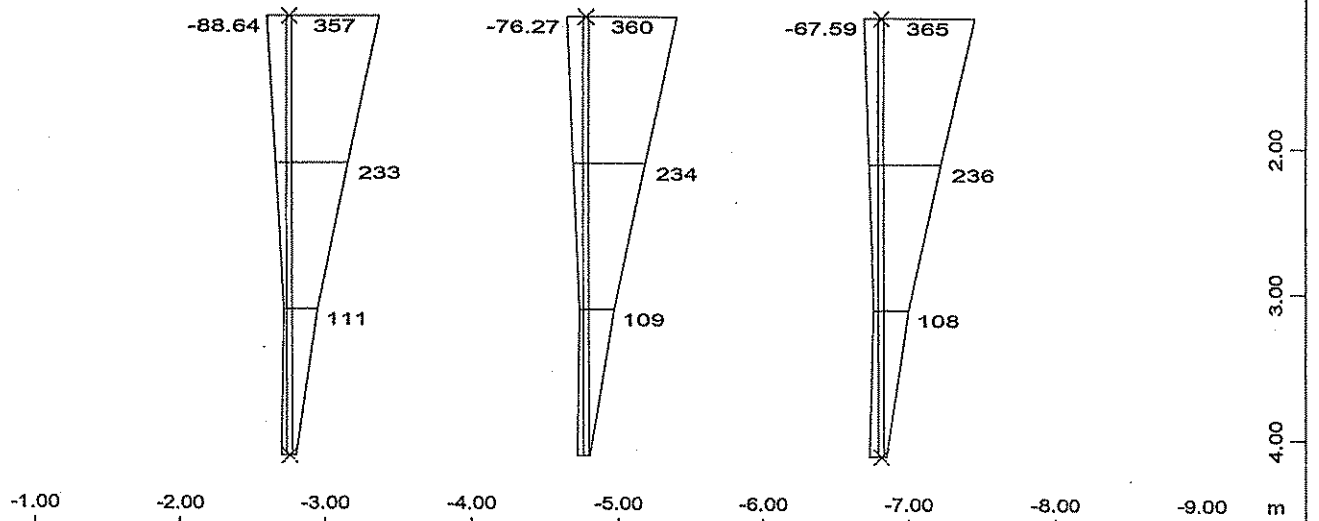


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 8 ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ ΜΕ Κ=0.50 1 CM = 30.0 kNm

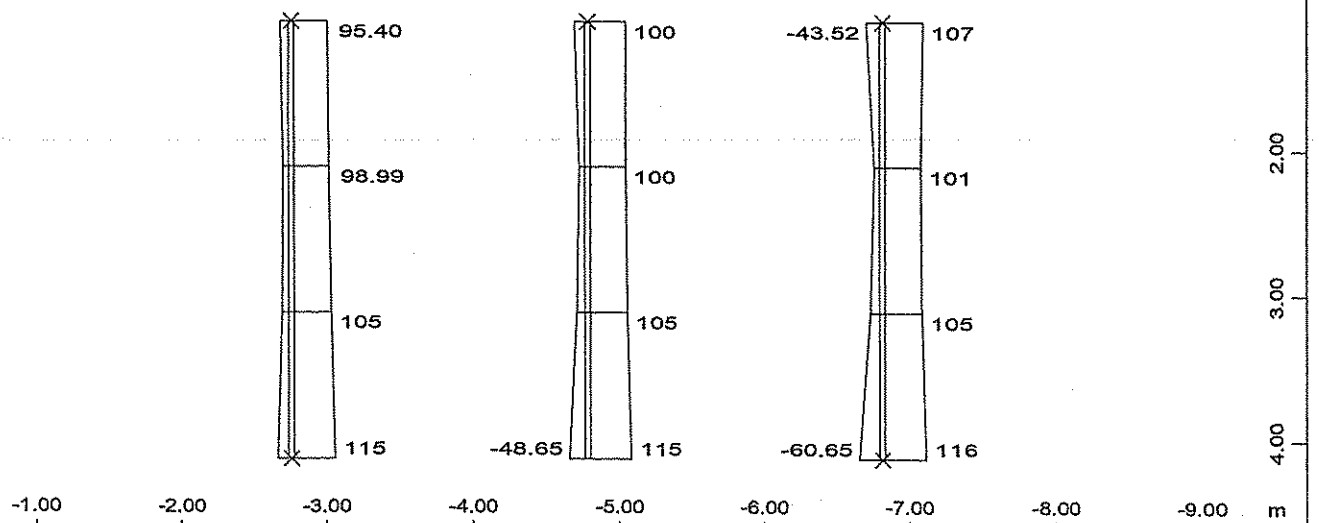
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 — BEAM NORMAL FORCES LC 17 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MAX N 1 CM = 750.0 kN
 — BEAM NORMAL FORCES LC 18 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MIN N 1 CM = 750.0 kN
 M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995

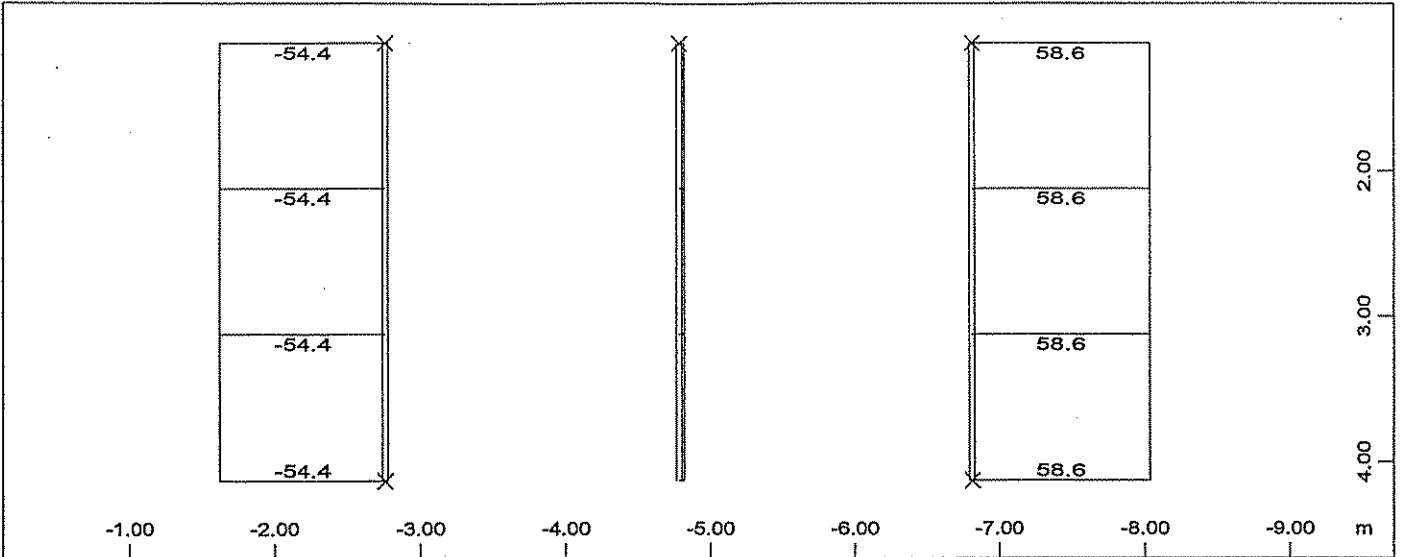


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 — BEAM MOMENTS MY LC 19 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MAX MY 1 CM = 300.0 kNm
 — BEAM MOMENTS MY LC 20 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MIN MY 1 CM = 300.0 kNm
 M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



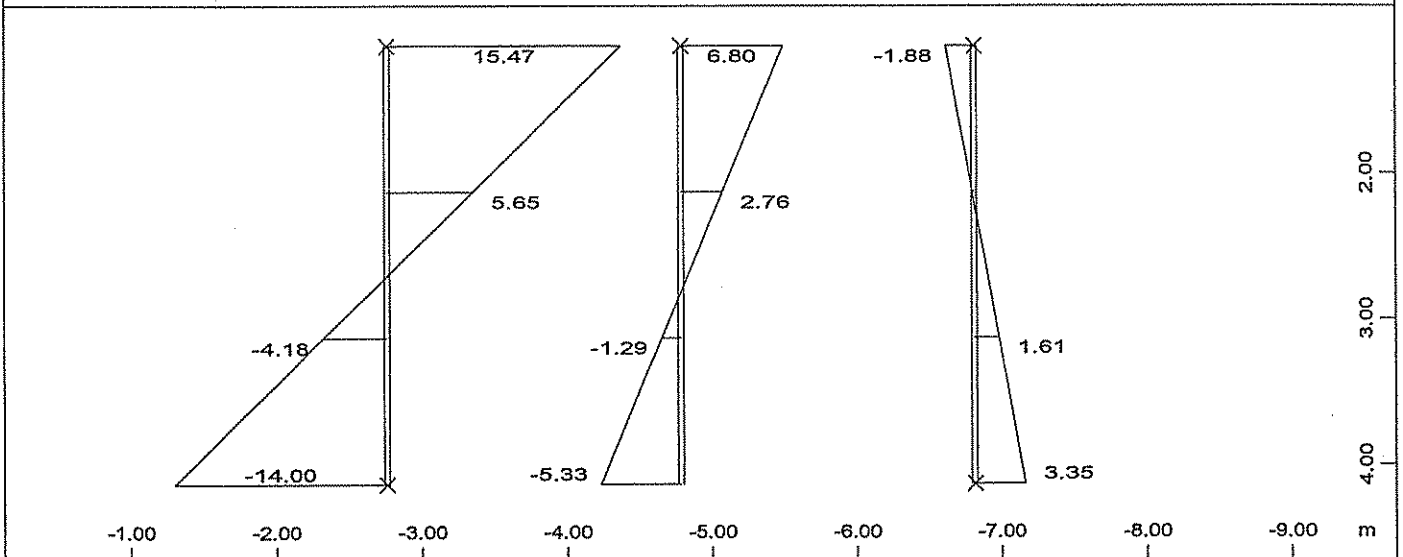
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 — BEAM MOMENTS MZ LC 21 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MAX MZ 1 CM = 200.0 kNm
 — BEAM MOMENTS MZ LC 22 ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ-MIN MZ 1 CM = 200.0 kNm
 M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995

ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ ΡΕΤΣΙΑΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
 COLUMN MOMENTS AND AXIAL FORCES



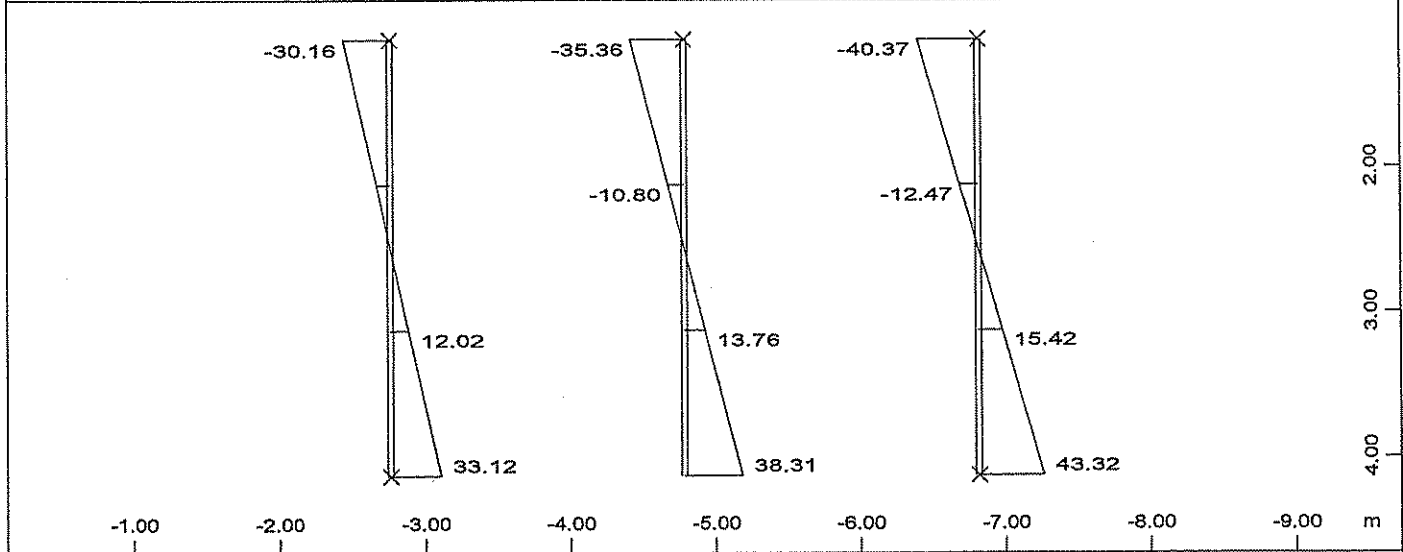
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 ——— BEAM NORMAL FORCES LC 34 ANEMΟΣ 1 CM = 25.0 kN

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



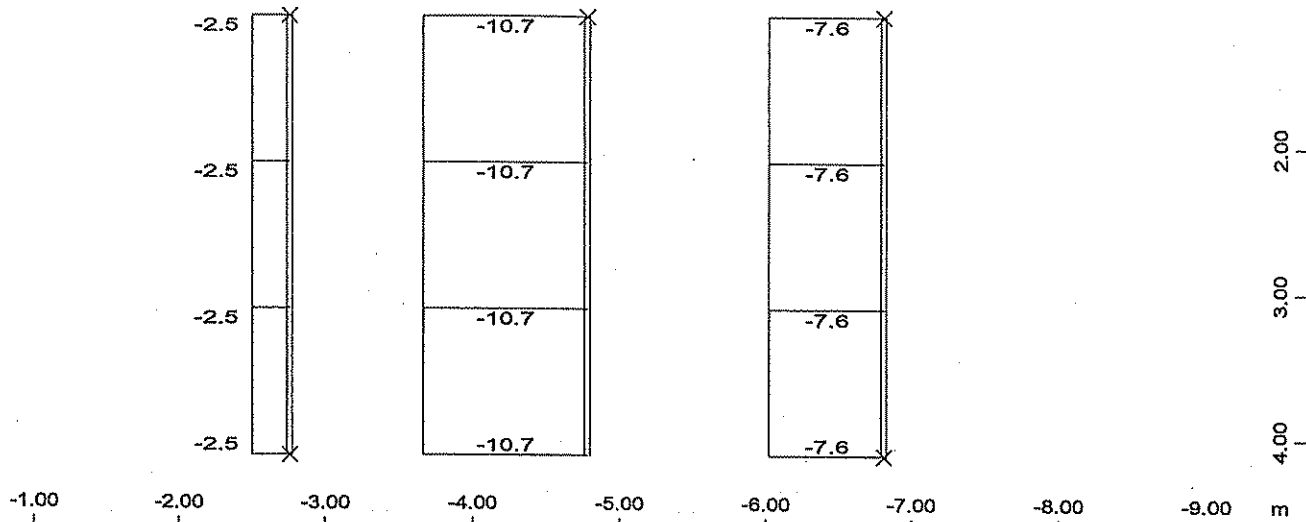
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 ——— BEAM MOMENTS MY LC 34 ANEMΟΣ 1 CM = 5.00 kNm

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995

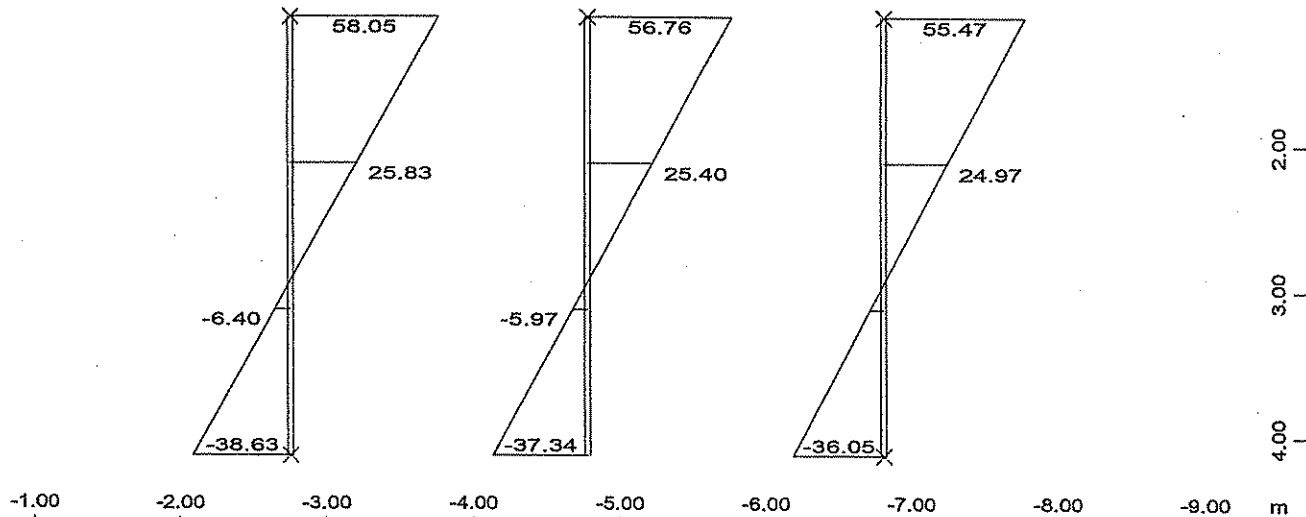


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 ——— BEAM MOMENTS MZ LC 34 ANEMΟΣ 1 CM = 50.0 kNm

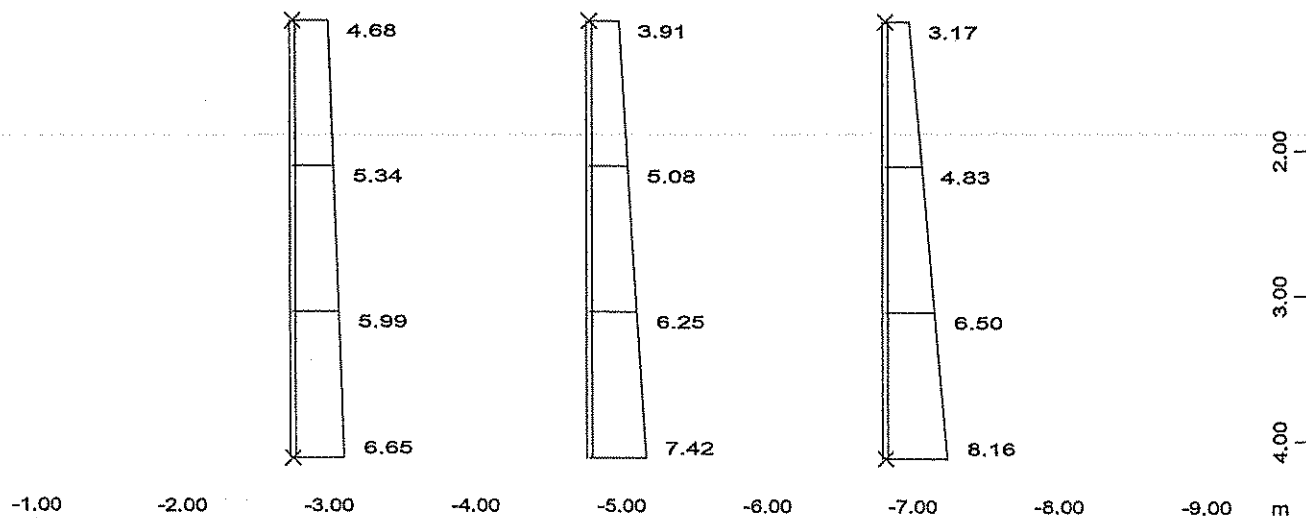
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



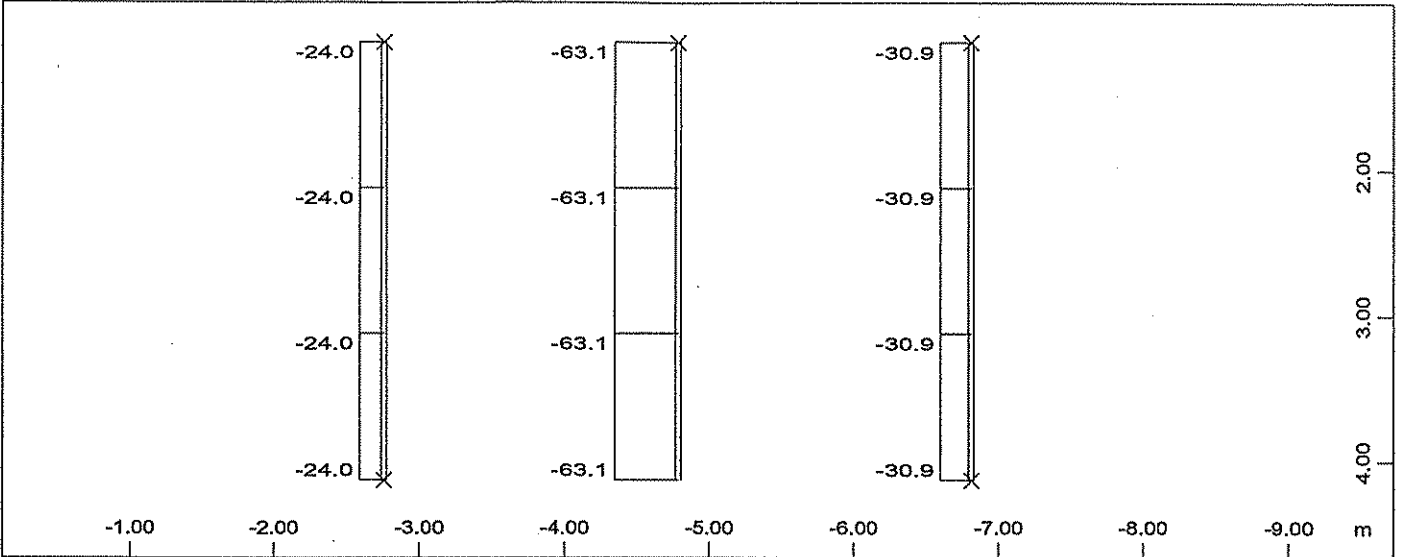
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 36 ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ 1 CM = 5.0 kN
 M 1 : 52
 X : 0.100
 Y : 0.995



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 36 ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ 1 CM = 30.0 kNm
 M 1 : 52
 X : 0.100
 Y : 0.995



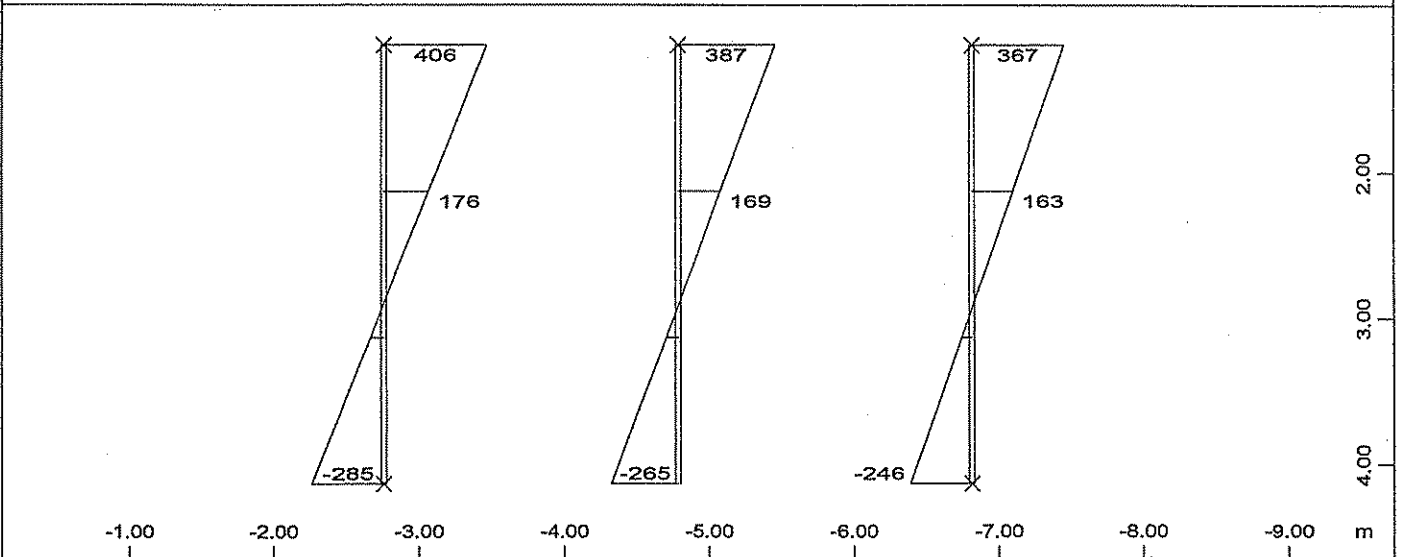
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 36 ΤΡΟΧΟΠΕΔΗΣΗ 1 CM = 10.0 kNm
 M 1 : 52
 X : 0.100
 Y : 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 38 T=+25 C 1 CM = 75.0 kN

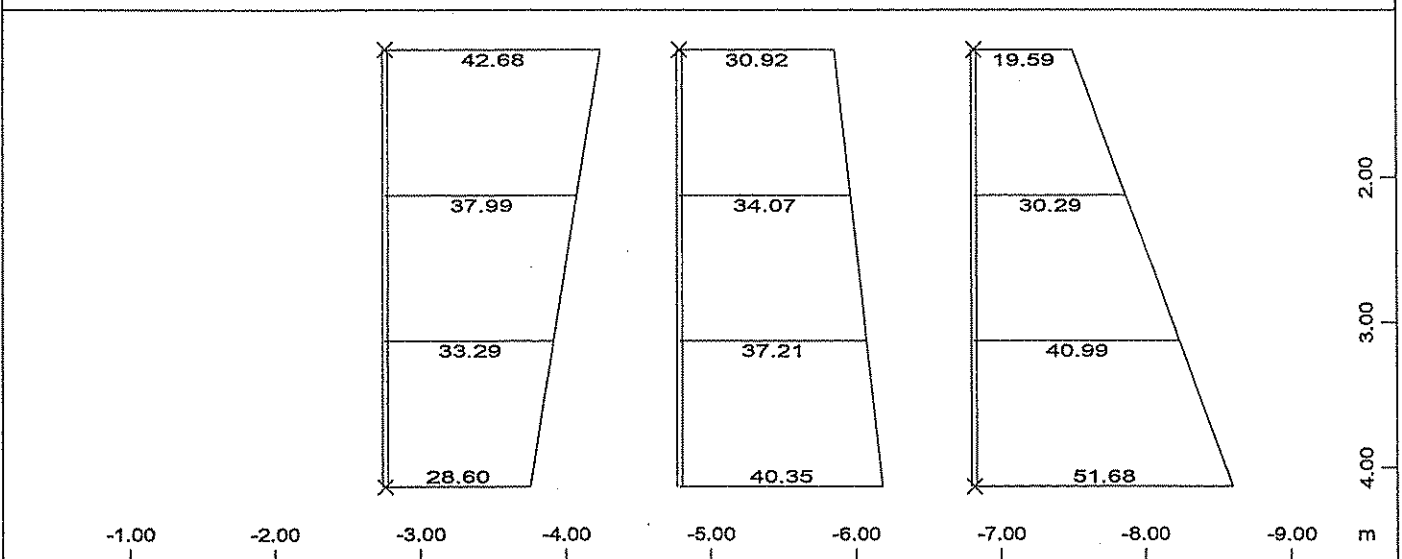
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 38 T=+25 C 1 CM = 300.0 kNm

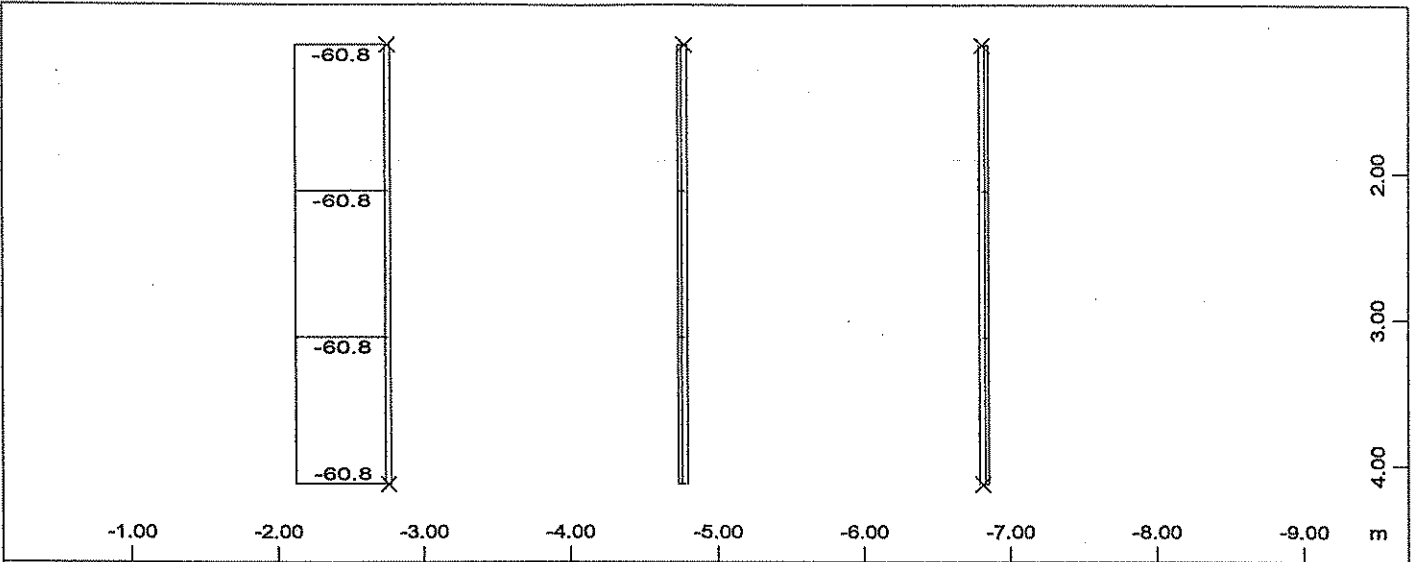
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 38 T=+25 C 1 CM = 15.0 kNm

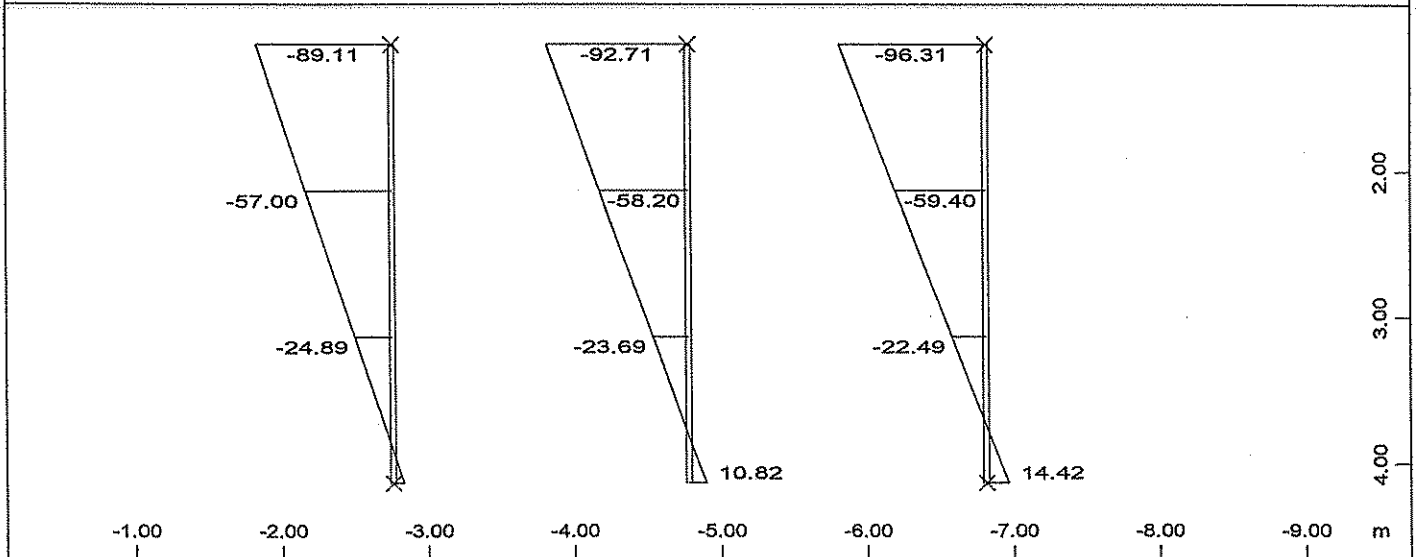
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 40 DT=+7 C 1 CM = 50.0 kN

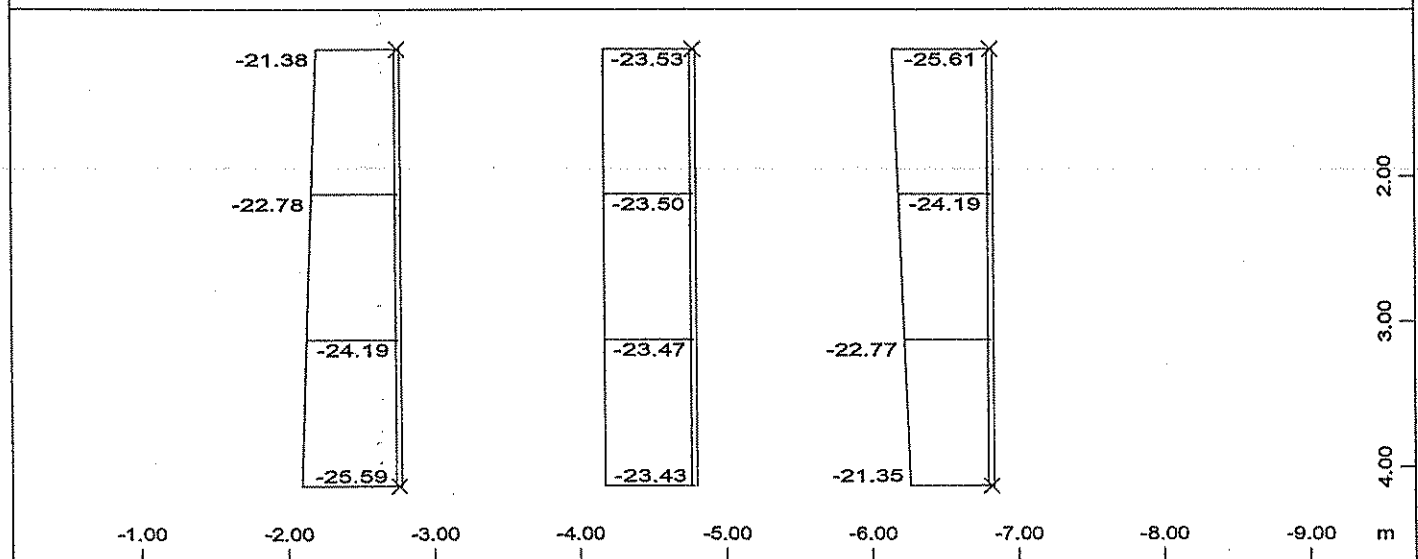
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 40 DT=+7 C 1 CM = 50.0 kNm

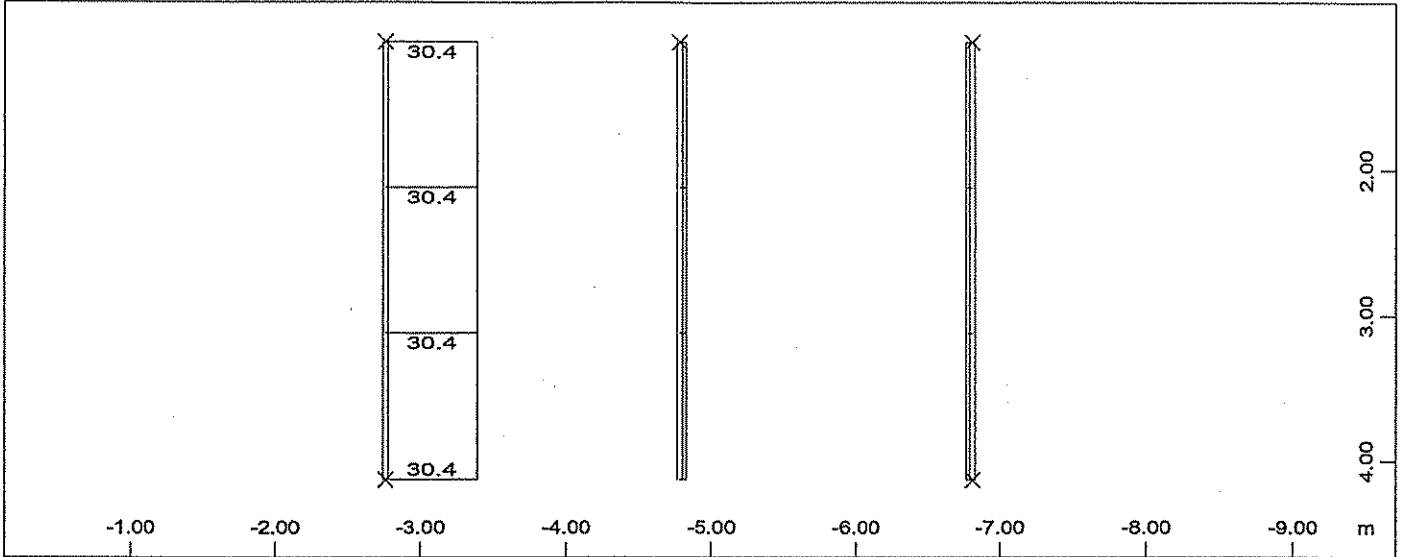
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 40 DT=+7 C 1 CM = 20.0 kNm

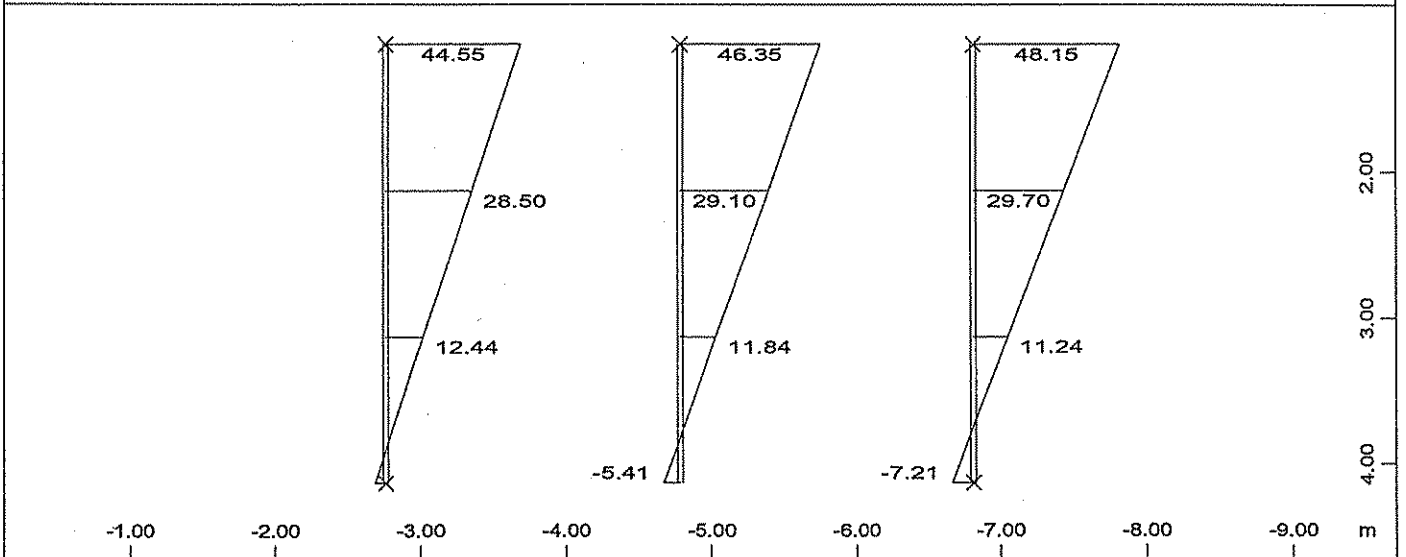
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 41 DT=-3.5 C 1 CM = 25.0 kN

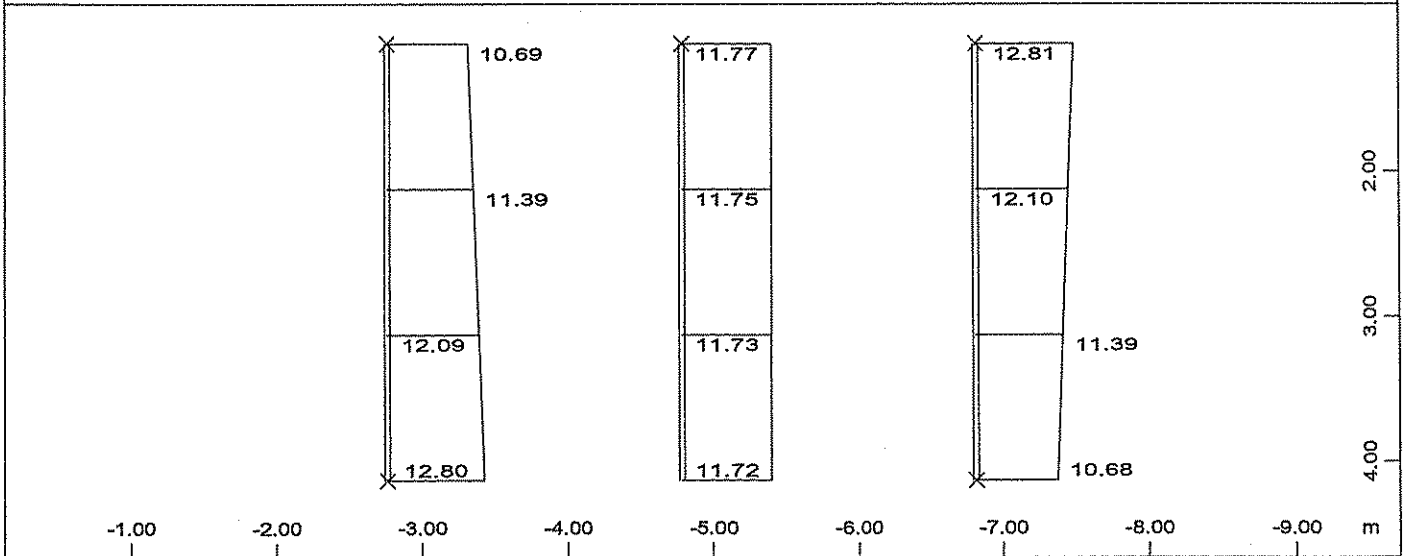
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 41 DT=-3.5 C 1 CM = 25.0 kNm

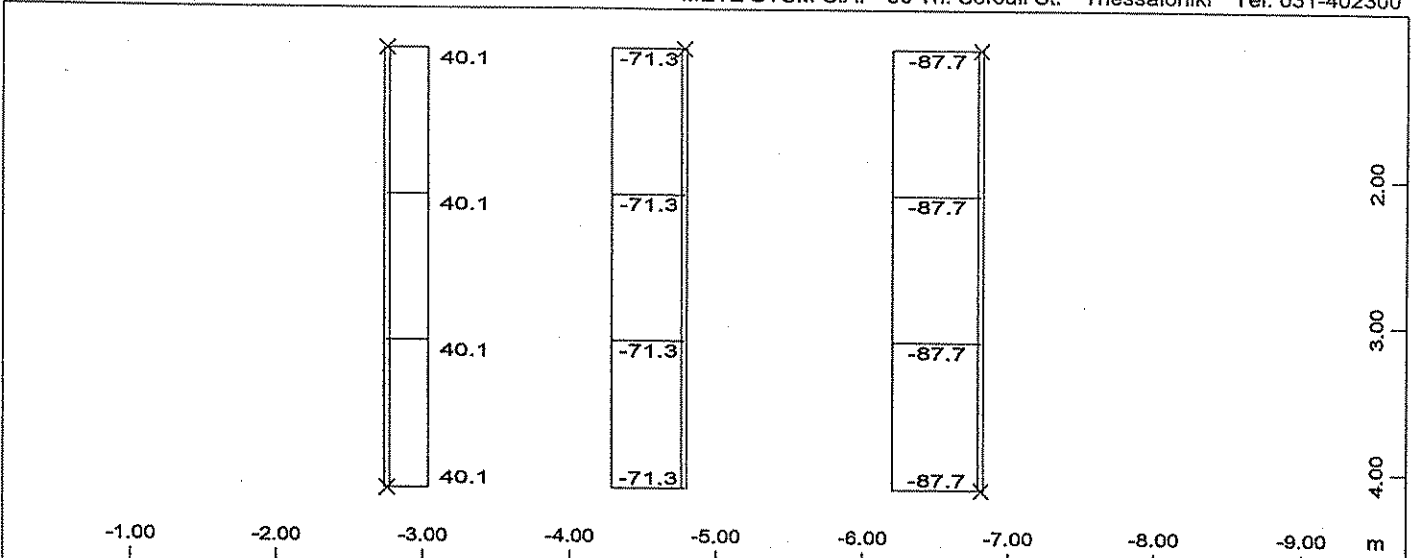
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



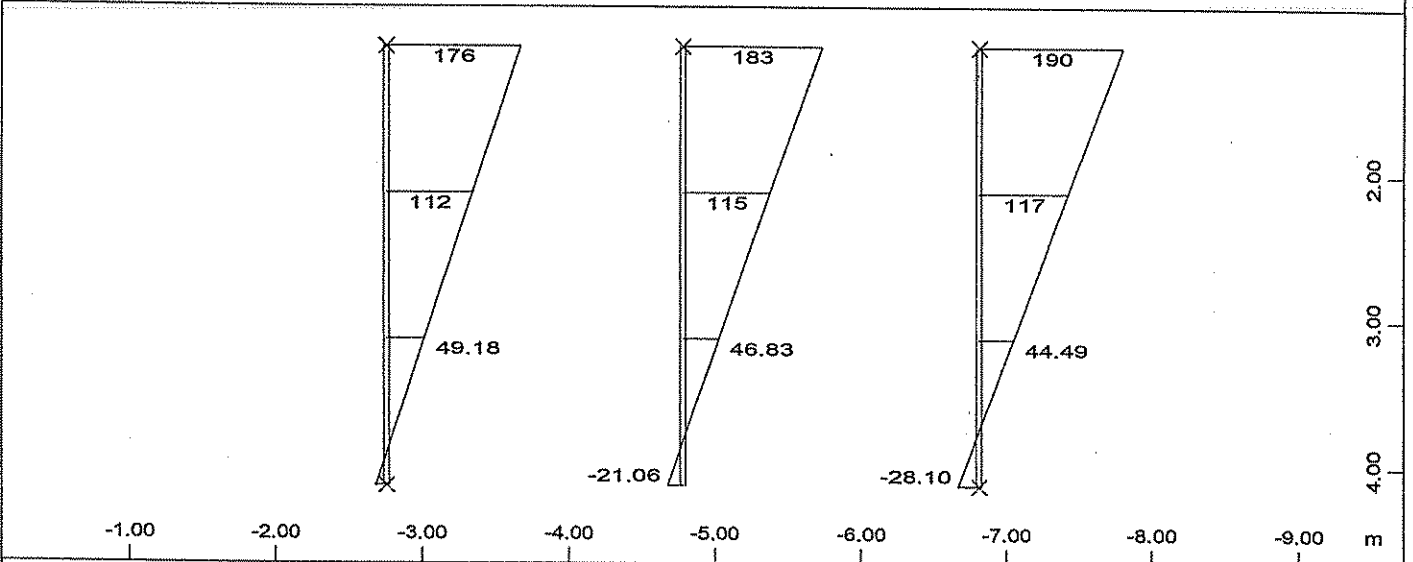
Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 41 DT=-3.5 C 1 CM = 10.0 kNm

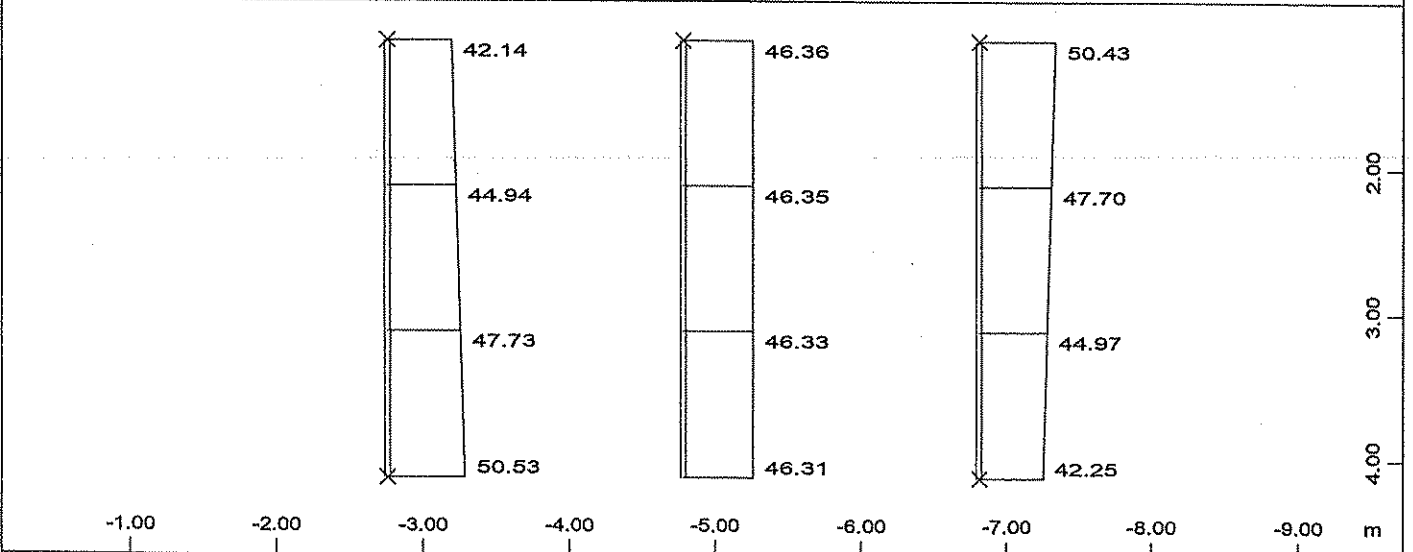
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



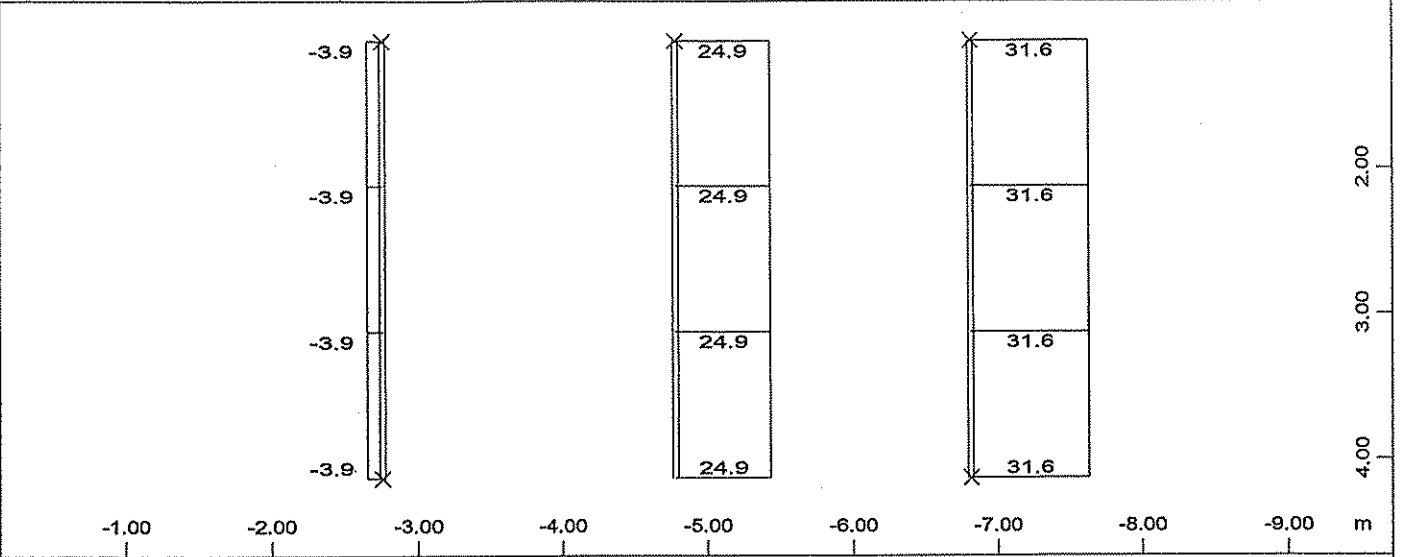
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 42 ΥΠΟΧΩΡΗΣΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ 1 CM = 75.0 kN
 M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 42 ΥΠΟΧΩΡΗΣΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ 1 CM = 100.0 kNm
 M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



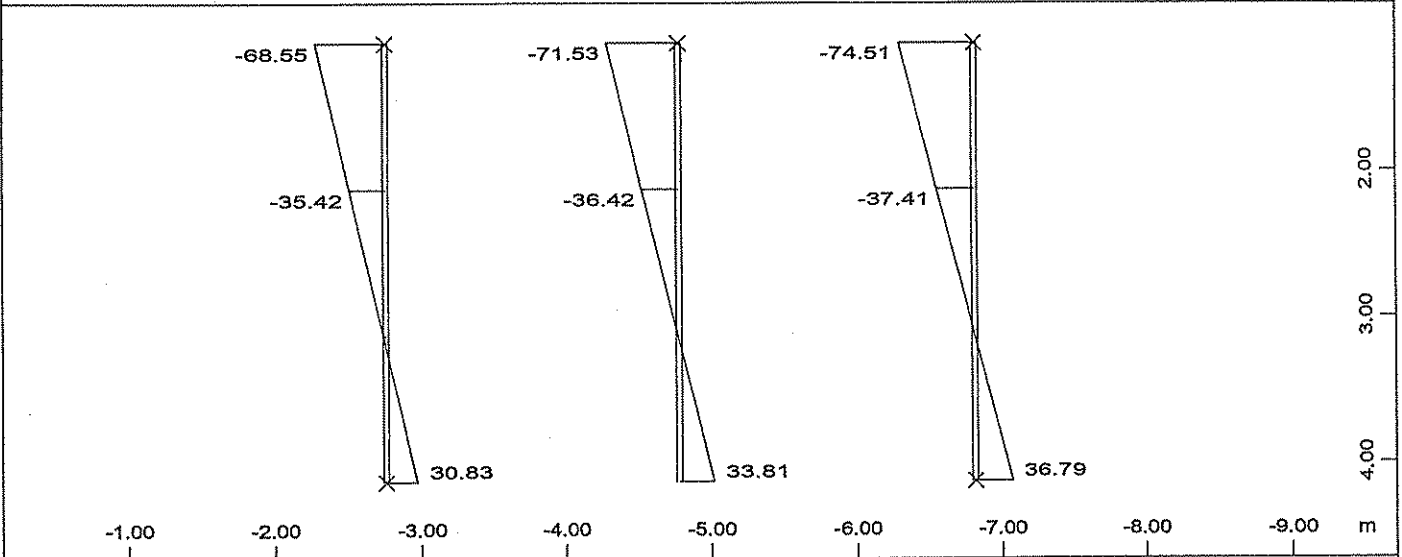
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 42 ΥΠΟΧΩΡΗΣΗ ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ 1 CM = 50.0 kNm
 M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM NORMAL FORCES LC 45 ΥΠΟΧΩΡΗΣΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ 1 CM = 20.0 kN

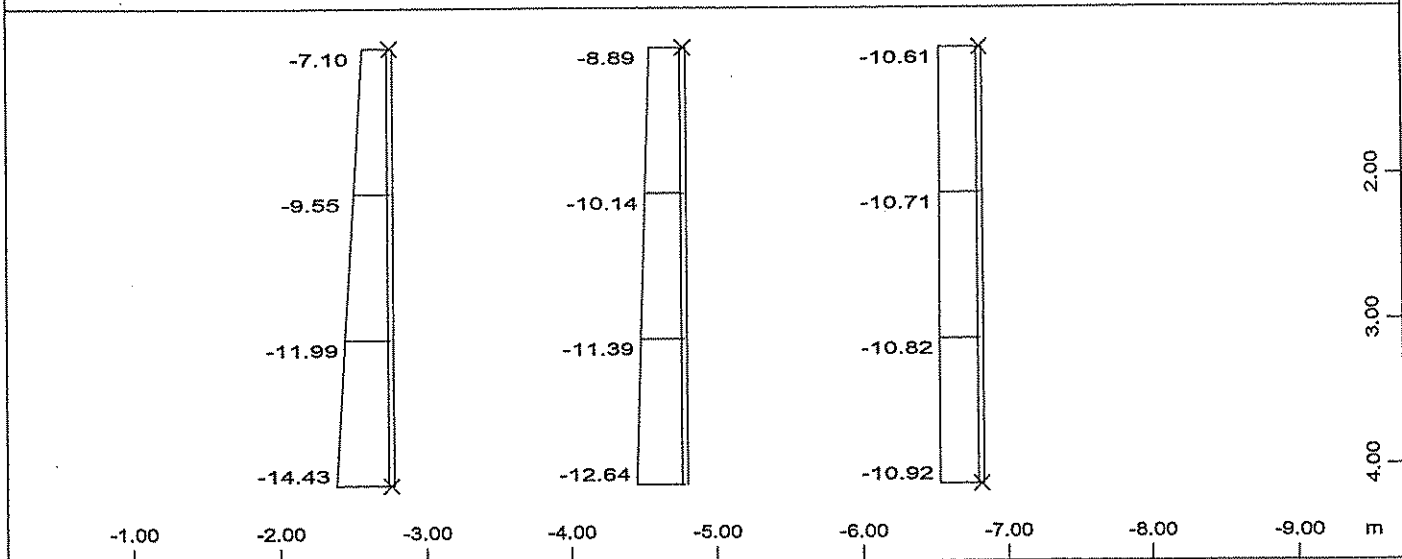
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MY LC 45 ΥΠΟΧΩΡΗΣΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ 1 CM = 75.0 kNm

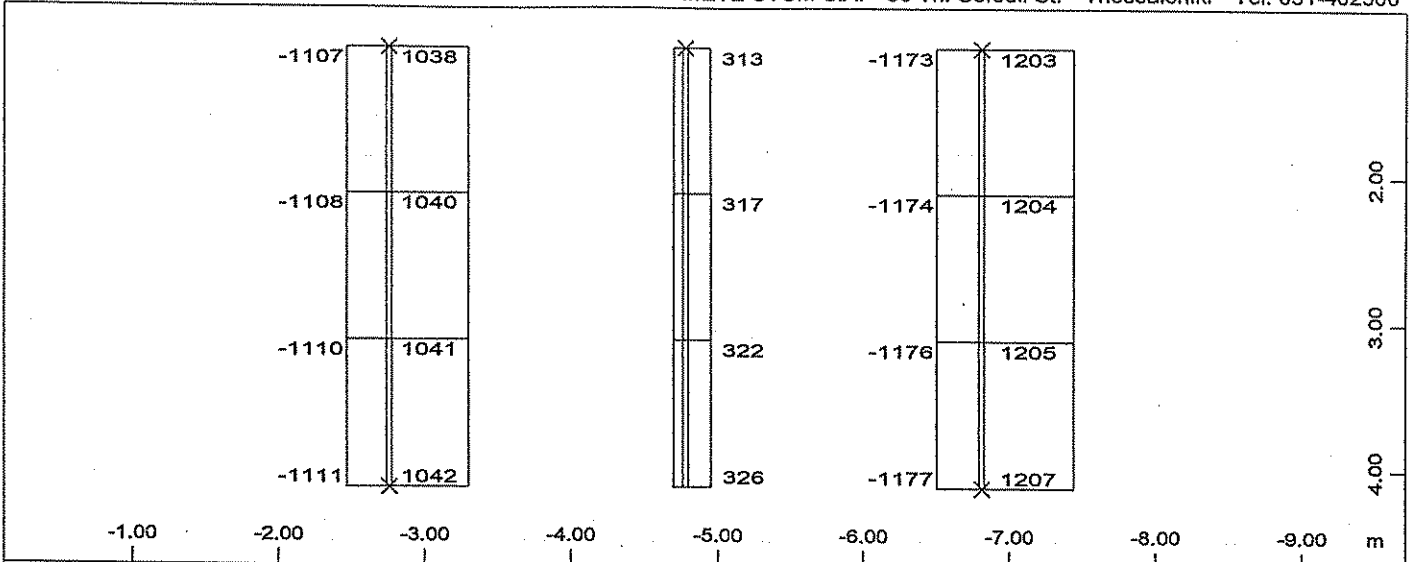
M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



Y-X
Z

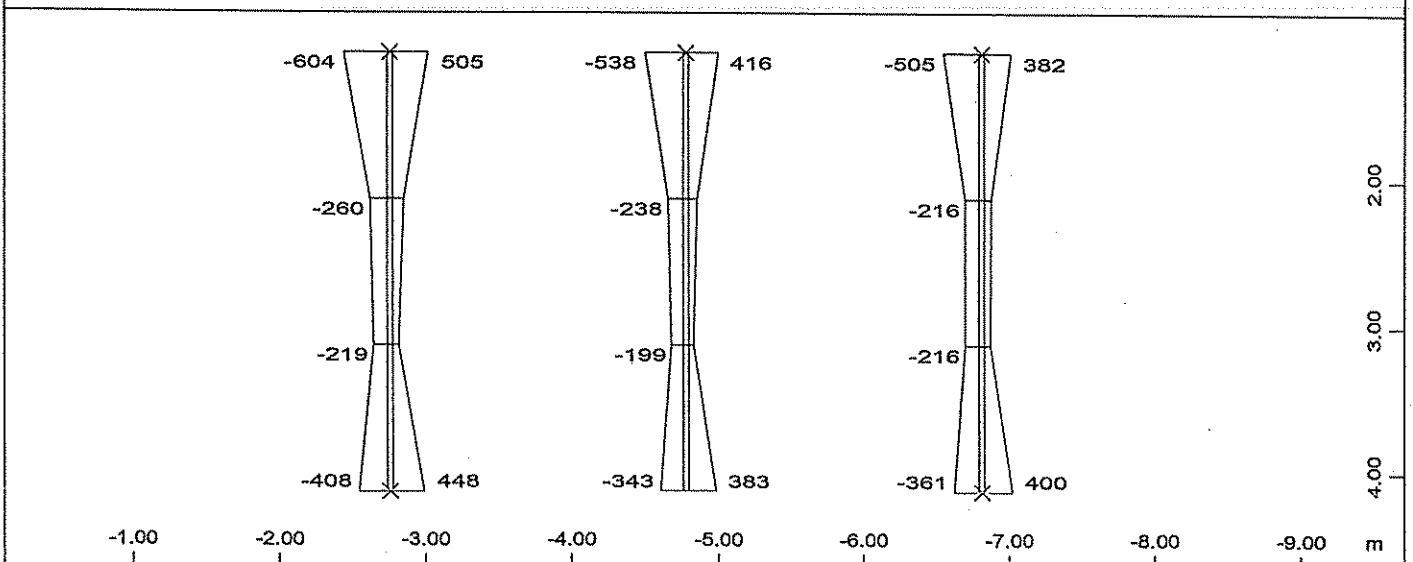
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 BEAM MOMENTS MZ LC 45 ΥΠΟΧΩΡΗΣΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ 1 CM = 20.0 kNm

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



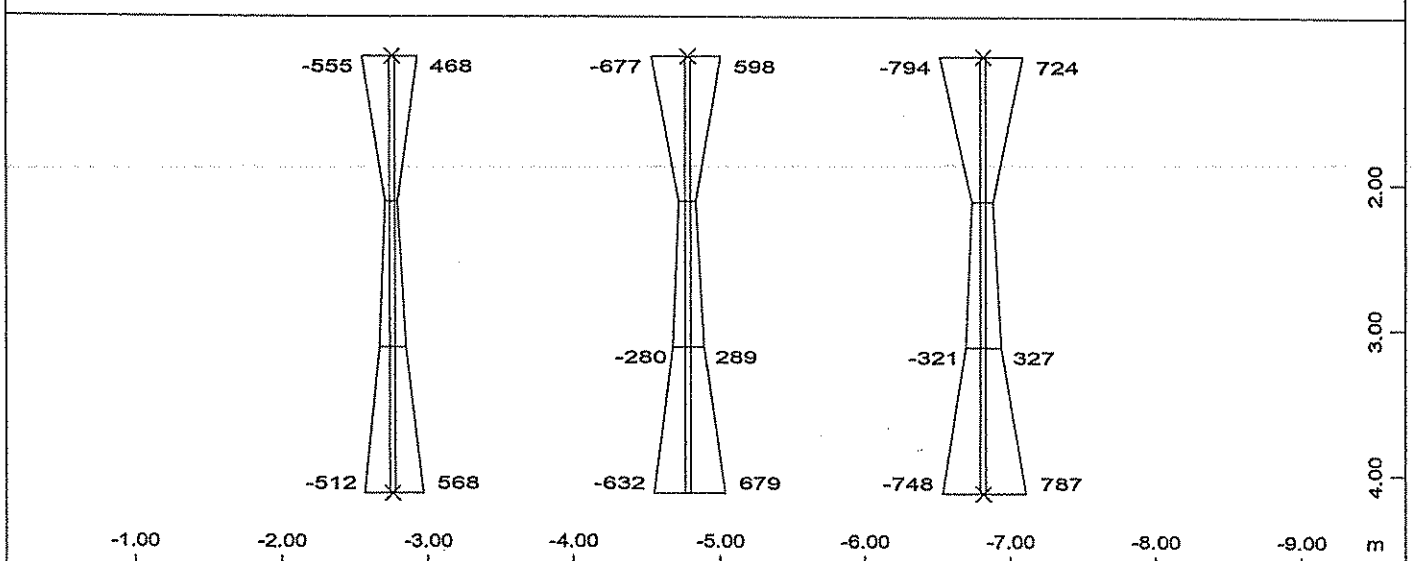
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 — BEAM NORMAL FORCES LC 50 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-MAX N 1 CM = 1000 kN
 — BEAM NORMAL FORCES LC 51 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-MIN N 1 CM = 2000 kN

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 — BEAM MOMENTS MY LC 52 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-MAX MY 1 CM = 1000 kNm
 — BEAM MOMENTS MY LC 53 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-MIN MY 1 CM = 1000 kNm

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995



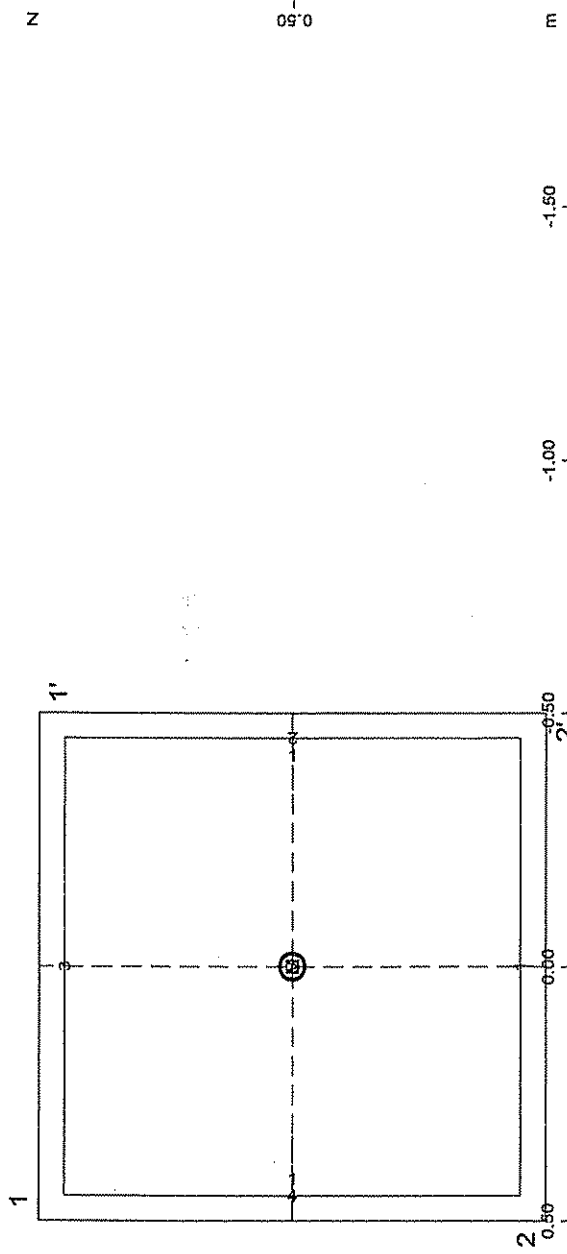
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENTS 210...218
 — BEAM MOMENTS MZ LC 54 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-MAX MZ 1 CM = 1400 kNm
 — BEAM MOMENTS MZ LC 55 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ-MIN MZ 1 CM = 1400 kNm

M 1 : 52
 X * 0.100
 Y * 0.995

Cross section No 1

A =1.0000E0 [m2]

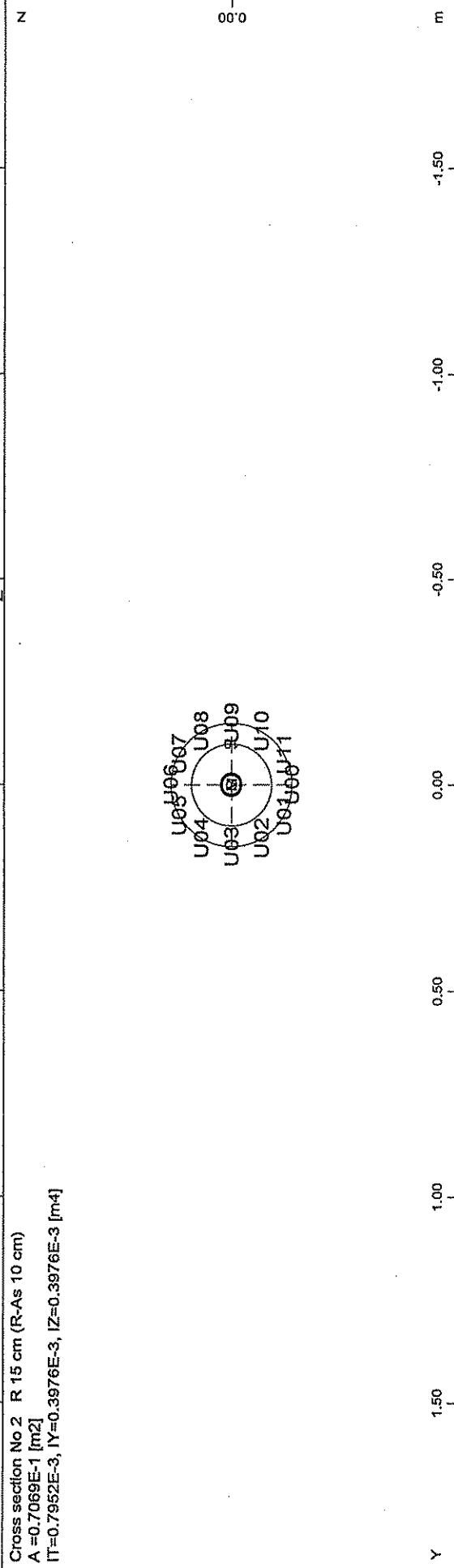
$\Gamma = 0.1406E0$, $Y = 0.8333E-1$, $IZ = 0.8333E-1$ [m4]



Cross section No 2 R 15 cm (R-As 10 cm)

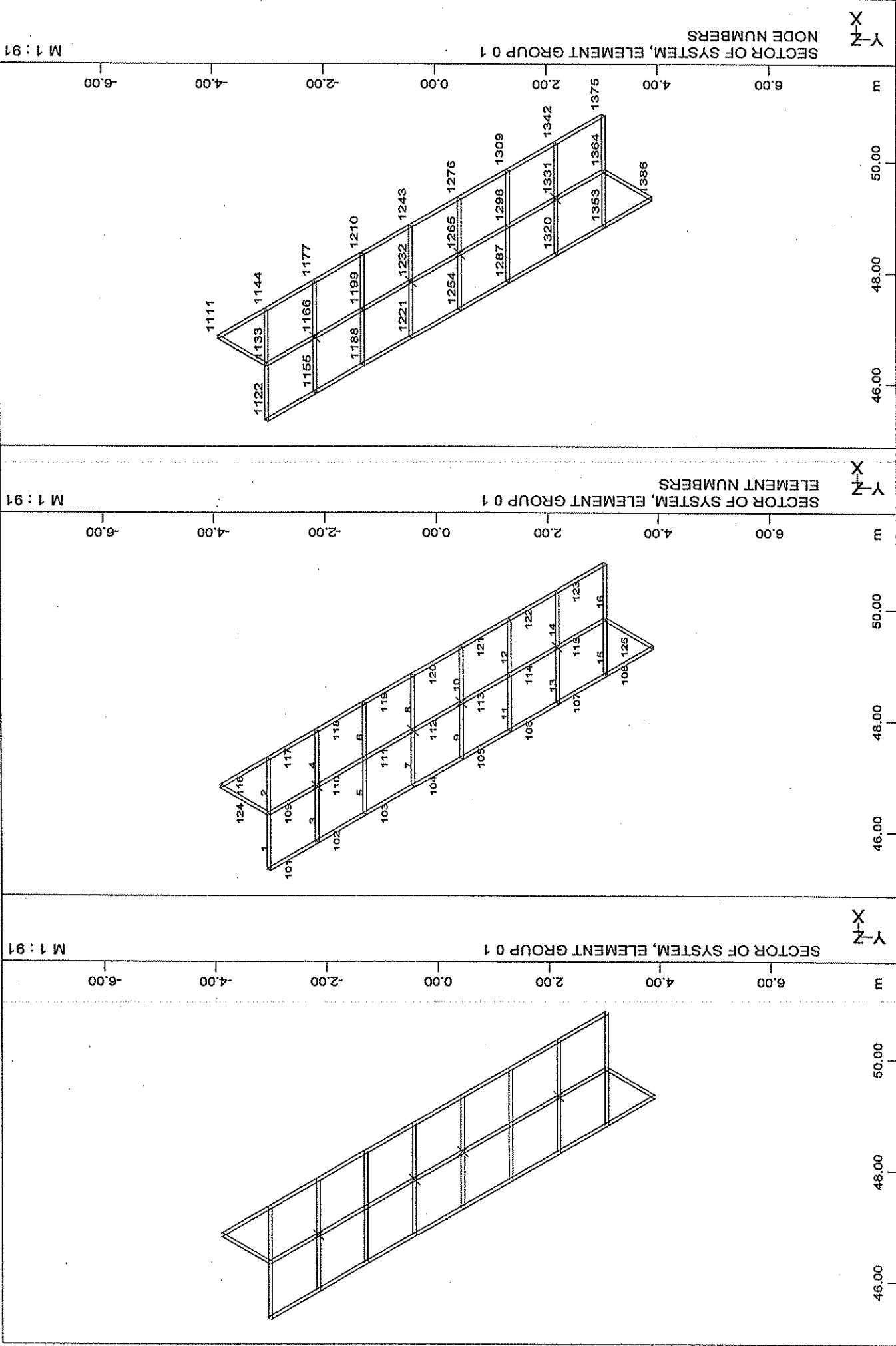
A =0.7069E-1 [m2]

$\Gamma = 0.7952E-3$, $Y = 0.3976E-3$, $IZ = 0.3976E-3$ [m4]

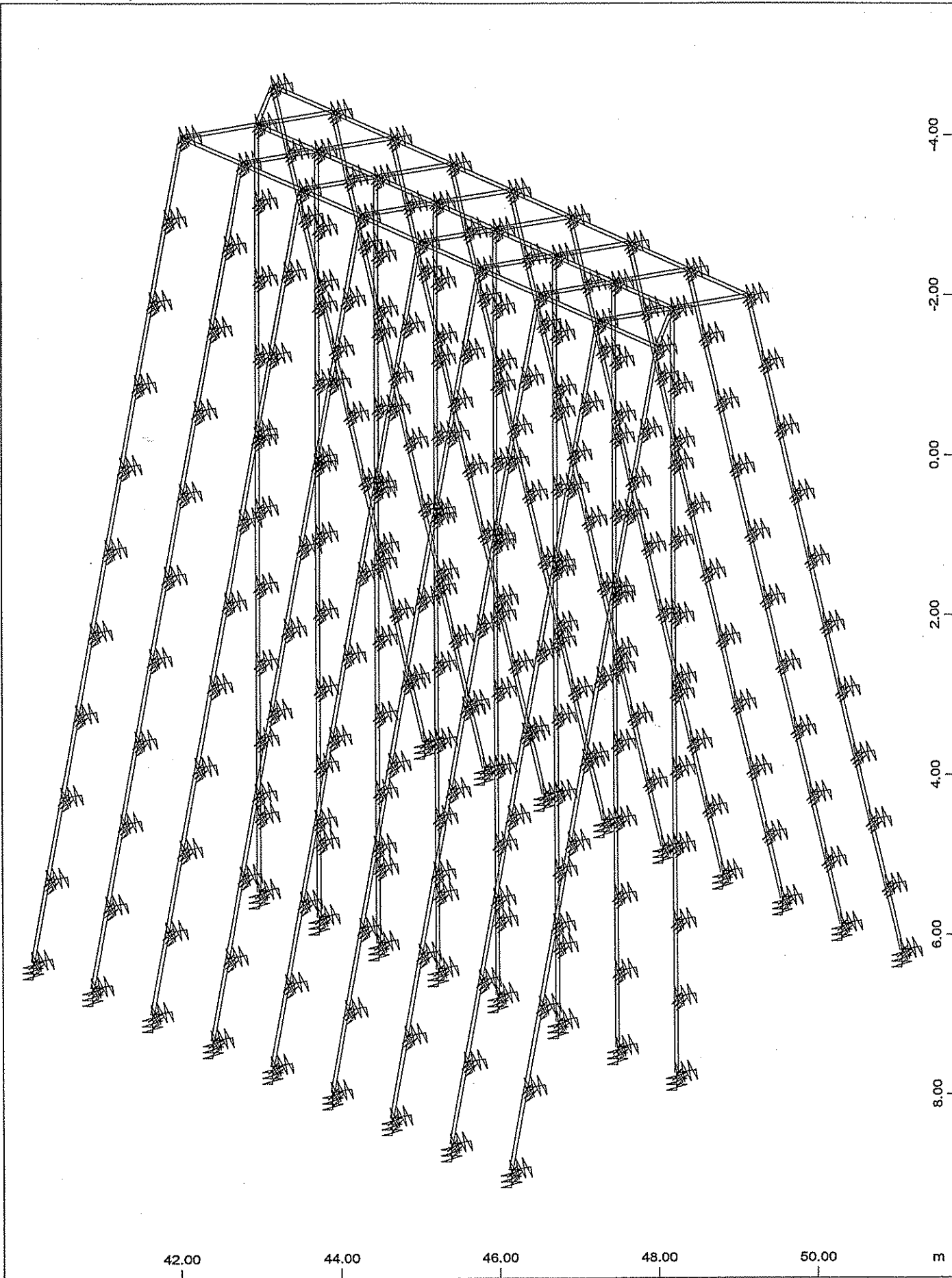


Y-Z

M 1 : 15



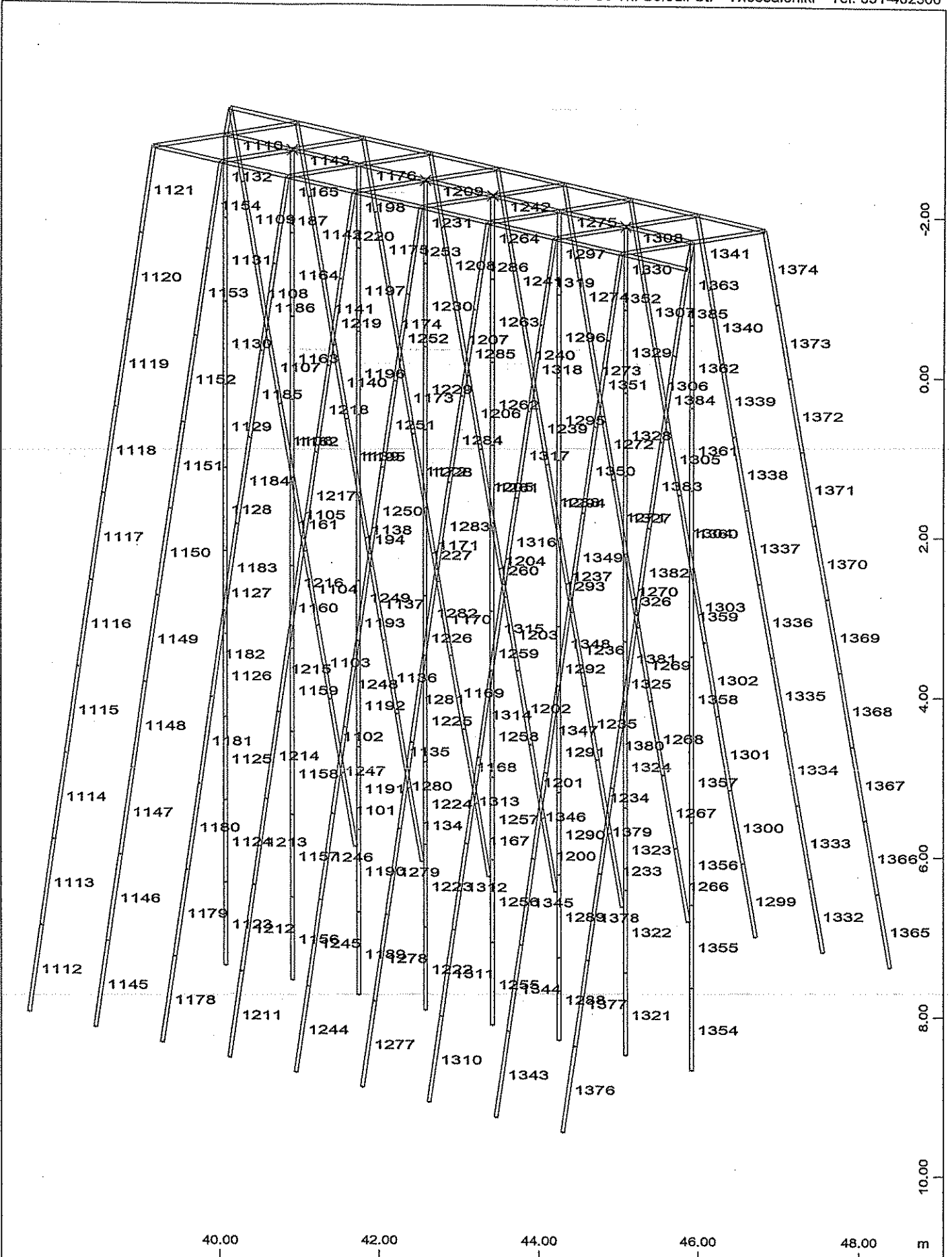
ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ. ΡΕΤΣΙΑΝΟΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
FINITE ELEMENT DISCRETIZATION



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0...80

M 1 : 65
X * 0.961
Y * 0.566
Z * 0.869

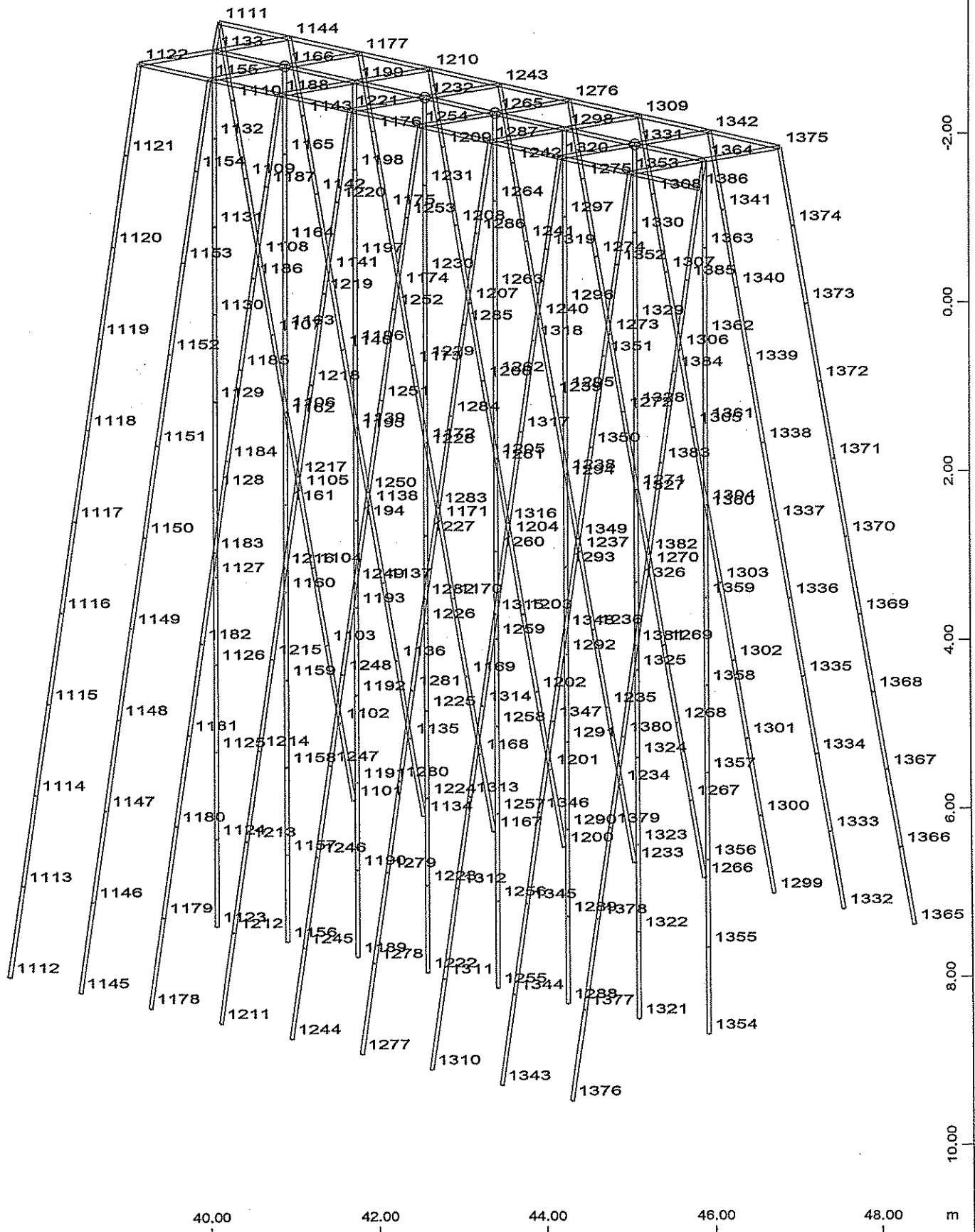




SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 2...14
 ELEMENT NUMBERS
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0 1

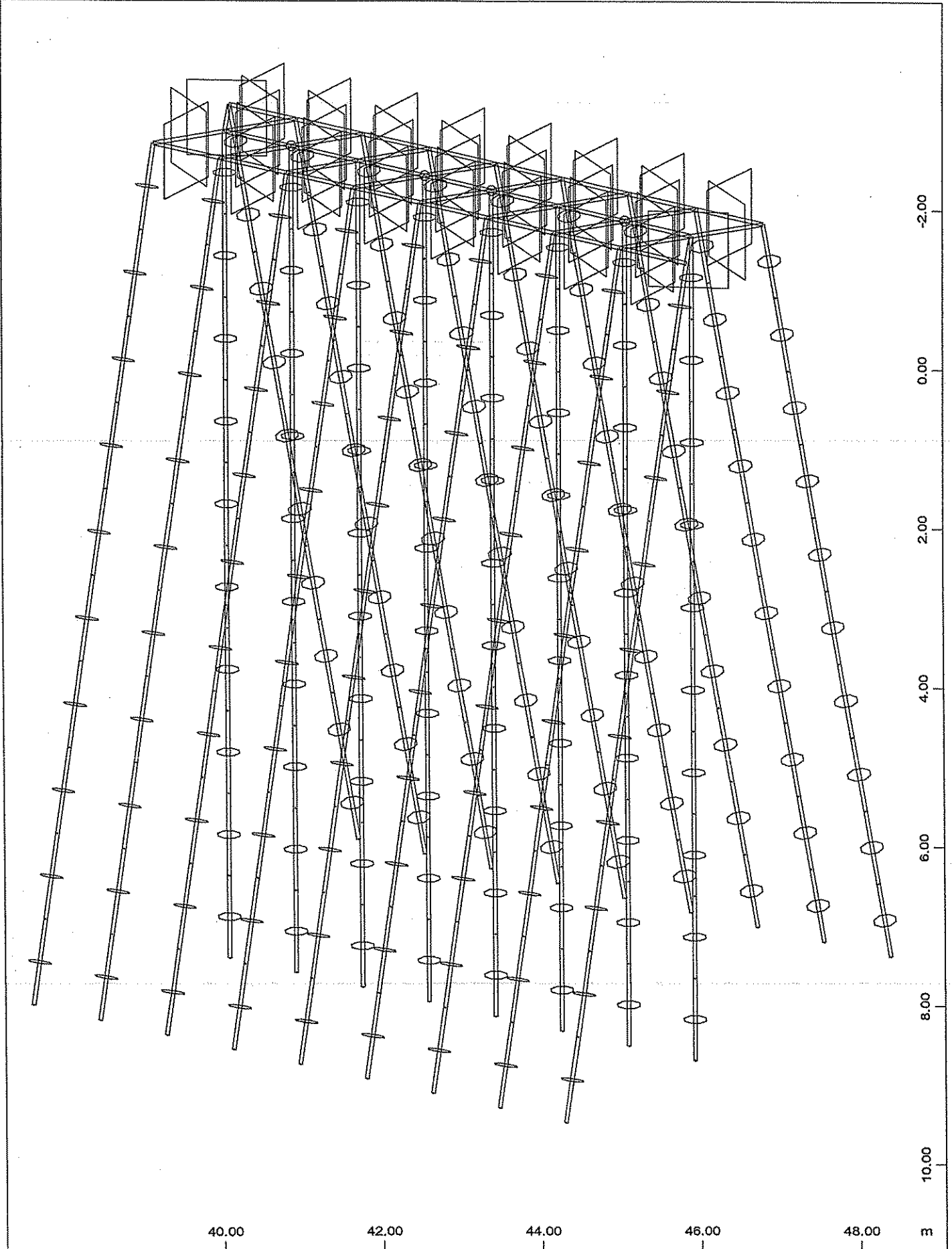
M 1 : 64
 X * 0.907
 Y * 0.939
 Z * 0.942

ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ. ΠΕΤΣΙΑΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
 FINITE ELEMENT DISCRETIZATION



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 2...14
 NODE NUMBERS
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0 1

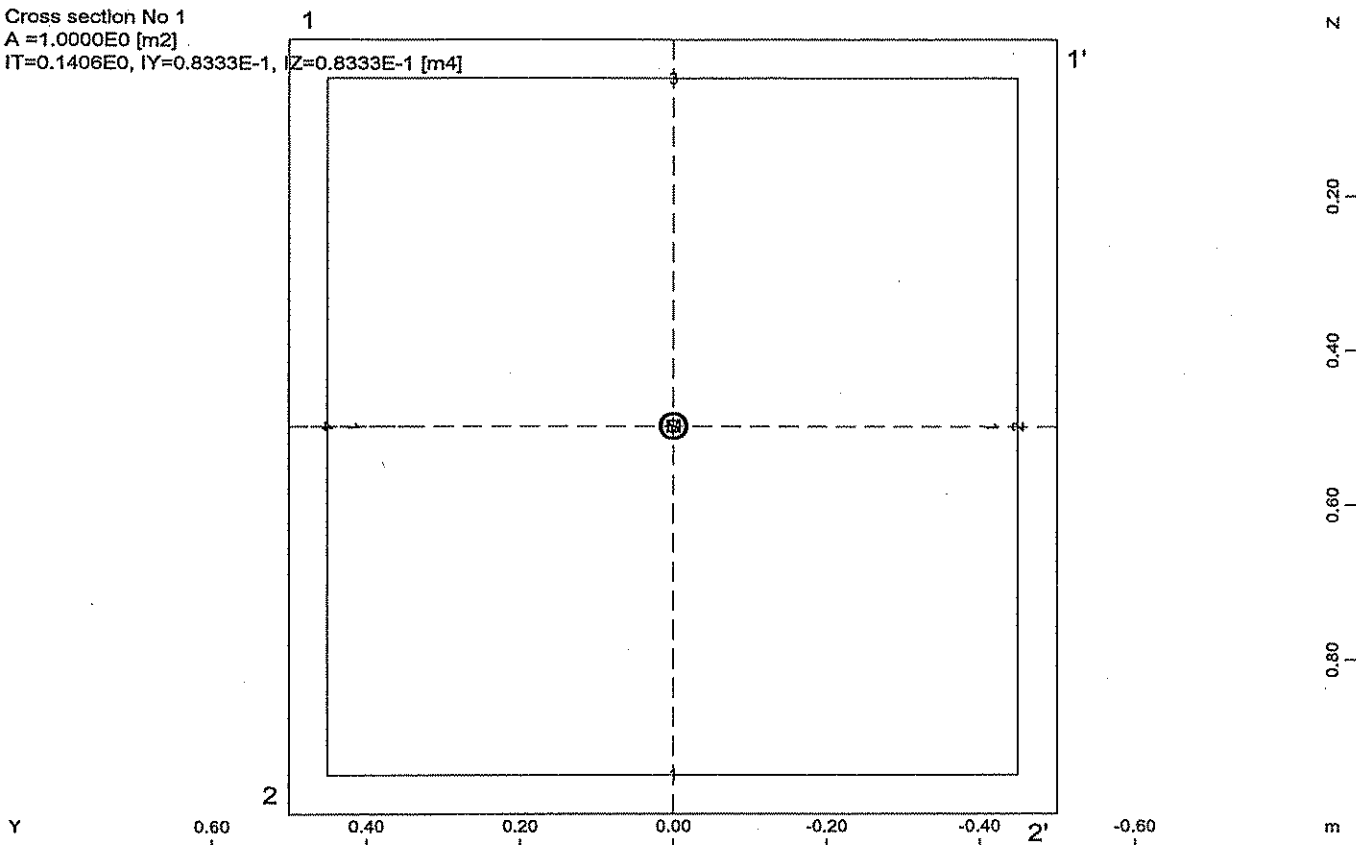
M 1 : 64
 X : 0.907
 Y : 0.539
 Z : 0.942



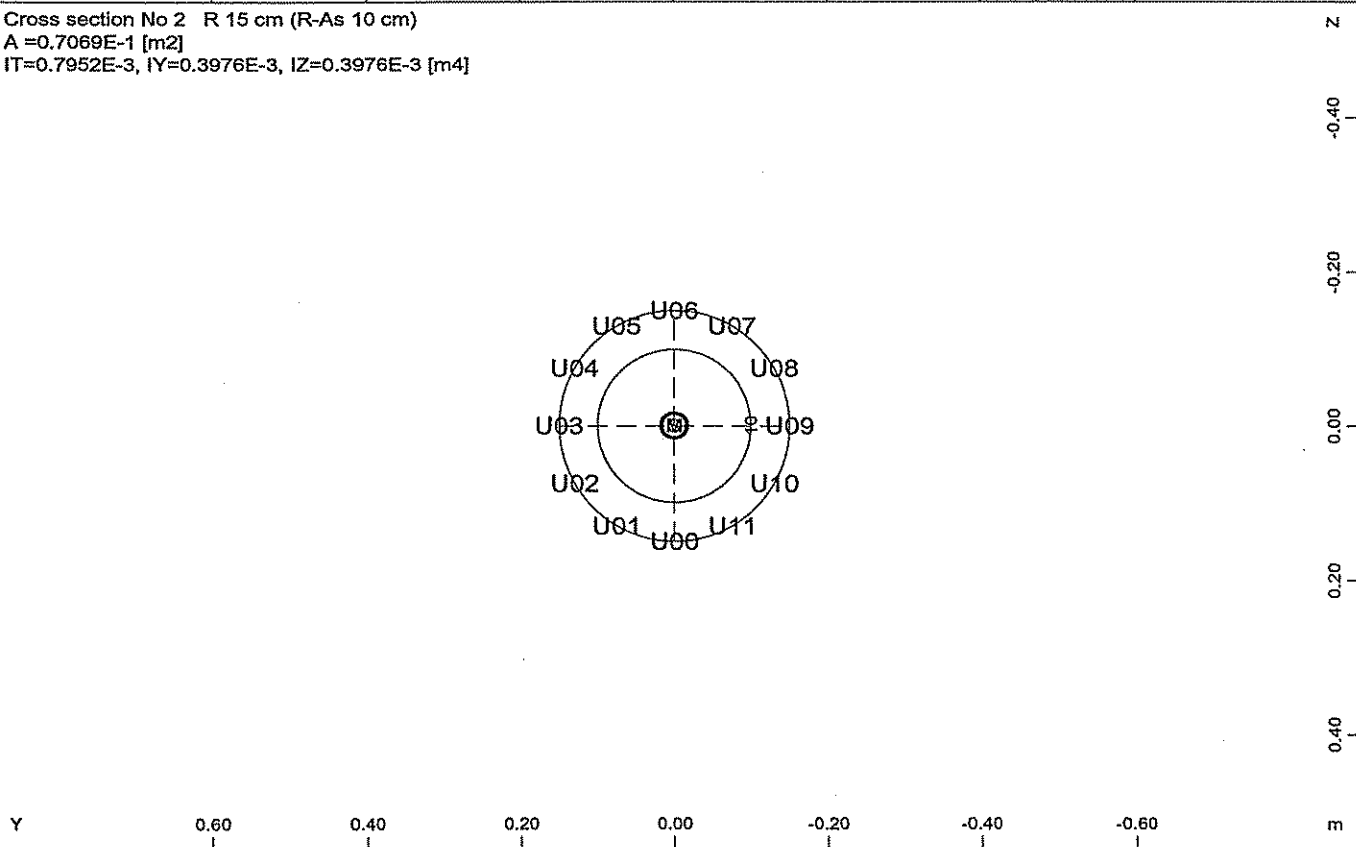
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0...14
SECTIONS

M 1 : 64
X : 0.907
Y : 0.539
Z : 0.942

Cross section No 1
 A = 1.0000E0 [m2]
 IT = 0.1406E0, IY = 0.8333E-1, IZ = 0.8333E-1 [m4]

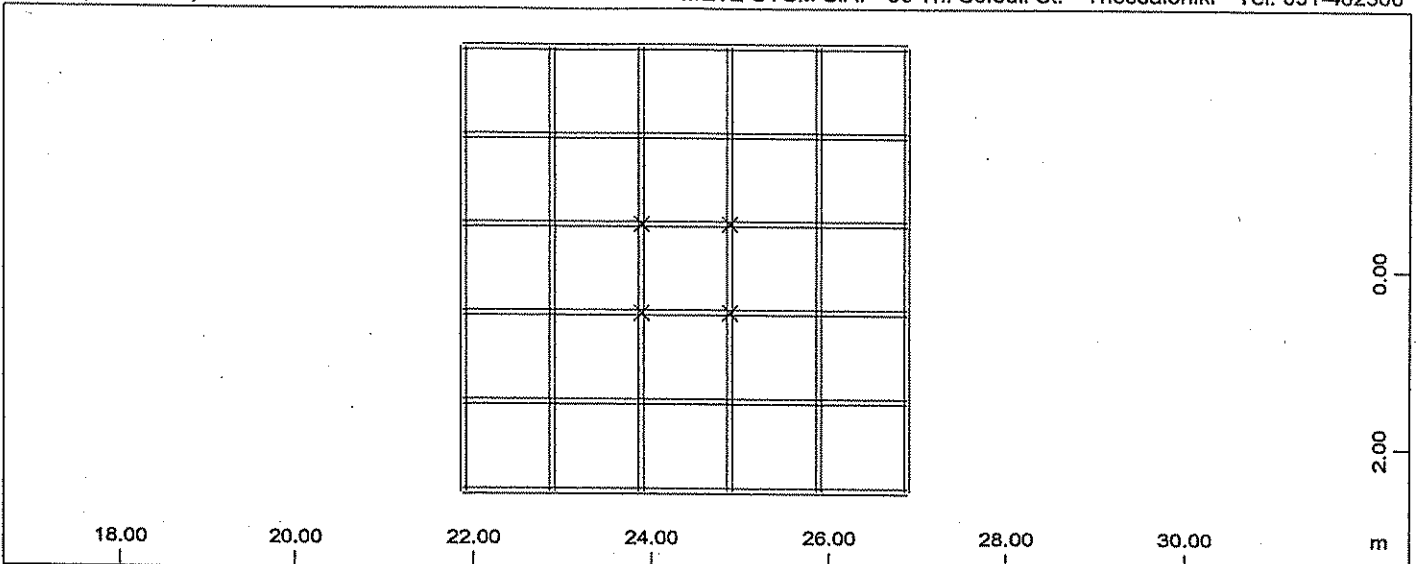


Cross section No 2 R 15 cm (R-As 10 cm)
 A = 0.7069E-1 [m2]
 IT = 0.7952E-3, IY = 0.3976E-3, IZ = 0.3976E-3 [m4]



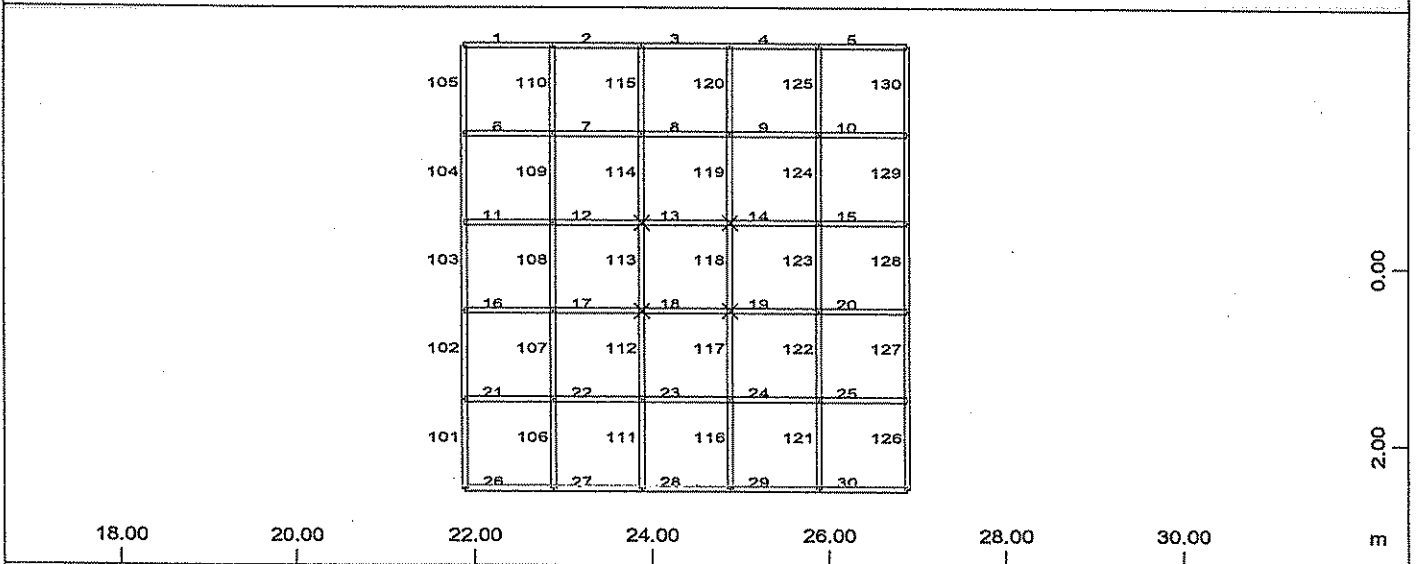
Y-Z

M 1 : 9.84



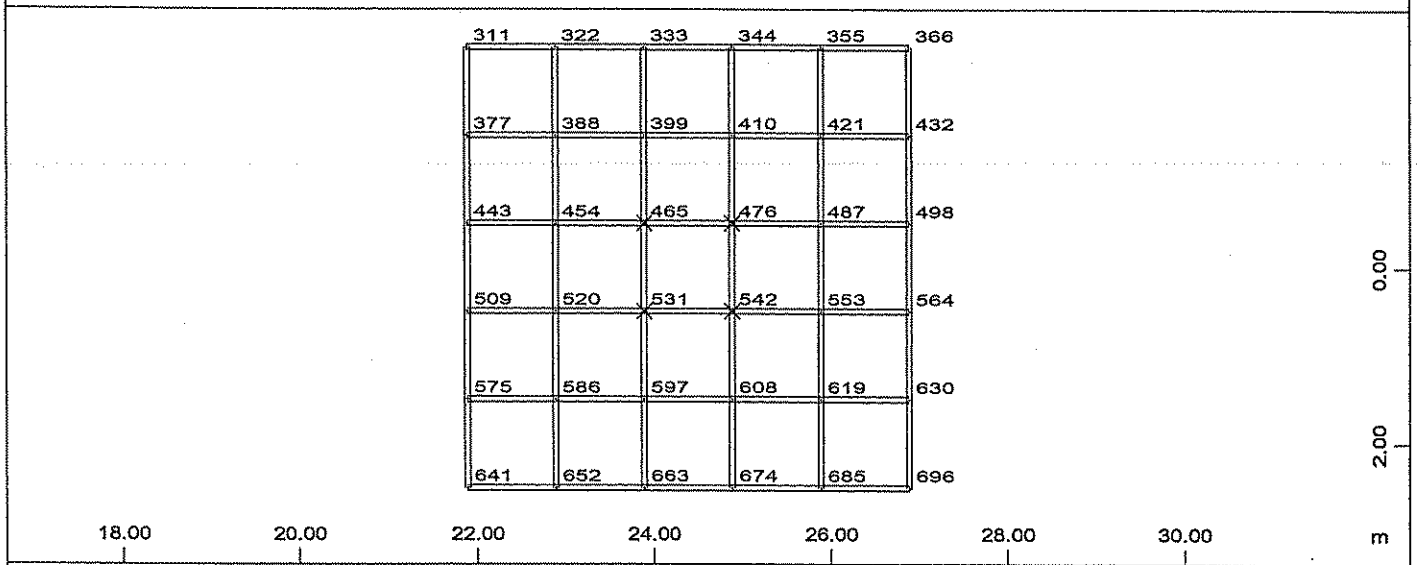
SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0 1

M 1 : 86



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0 1
ELEMENT NUMBERS

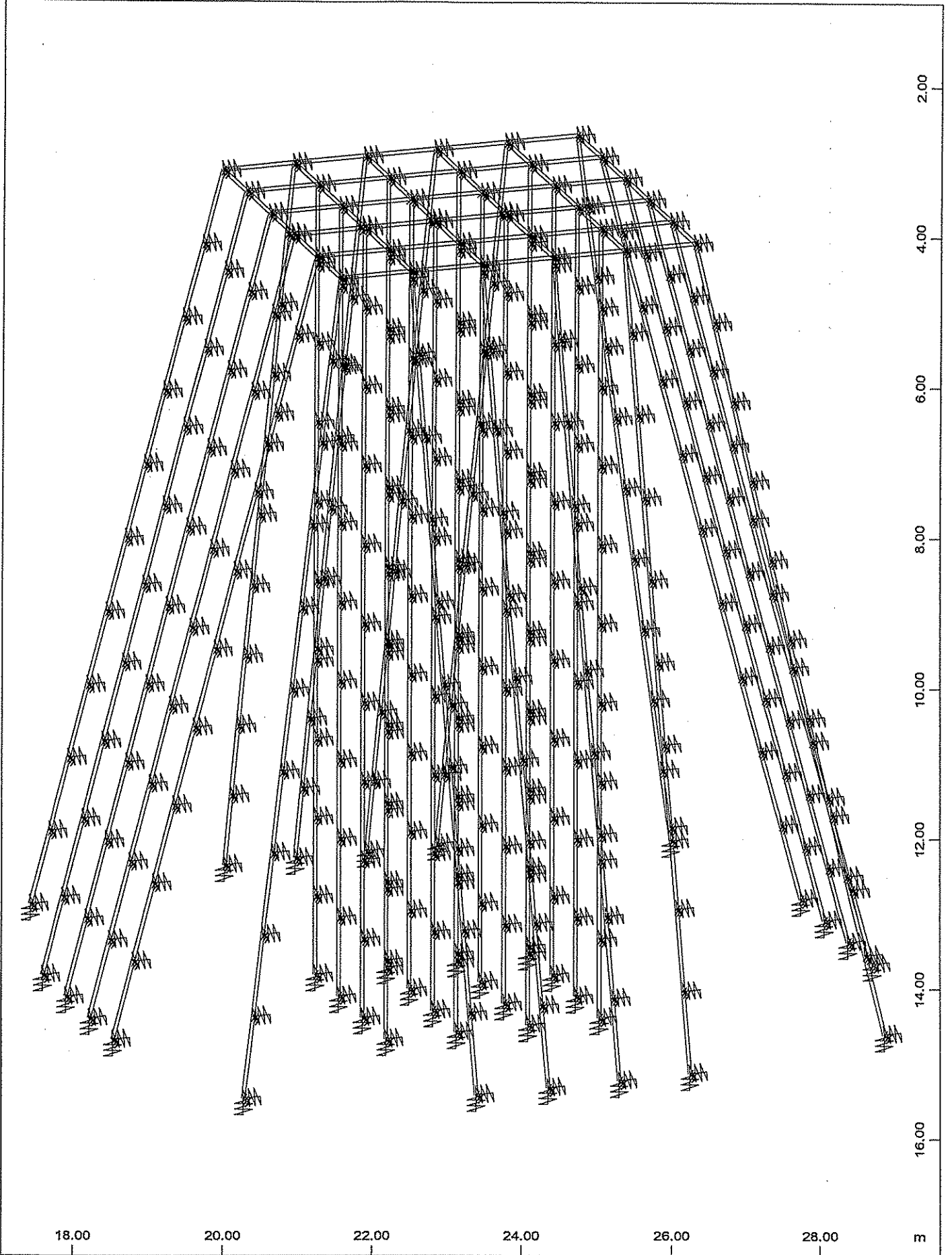
M 1 : 86



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0 1
NODE NUMBERS

M 1 : 86





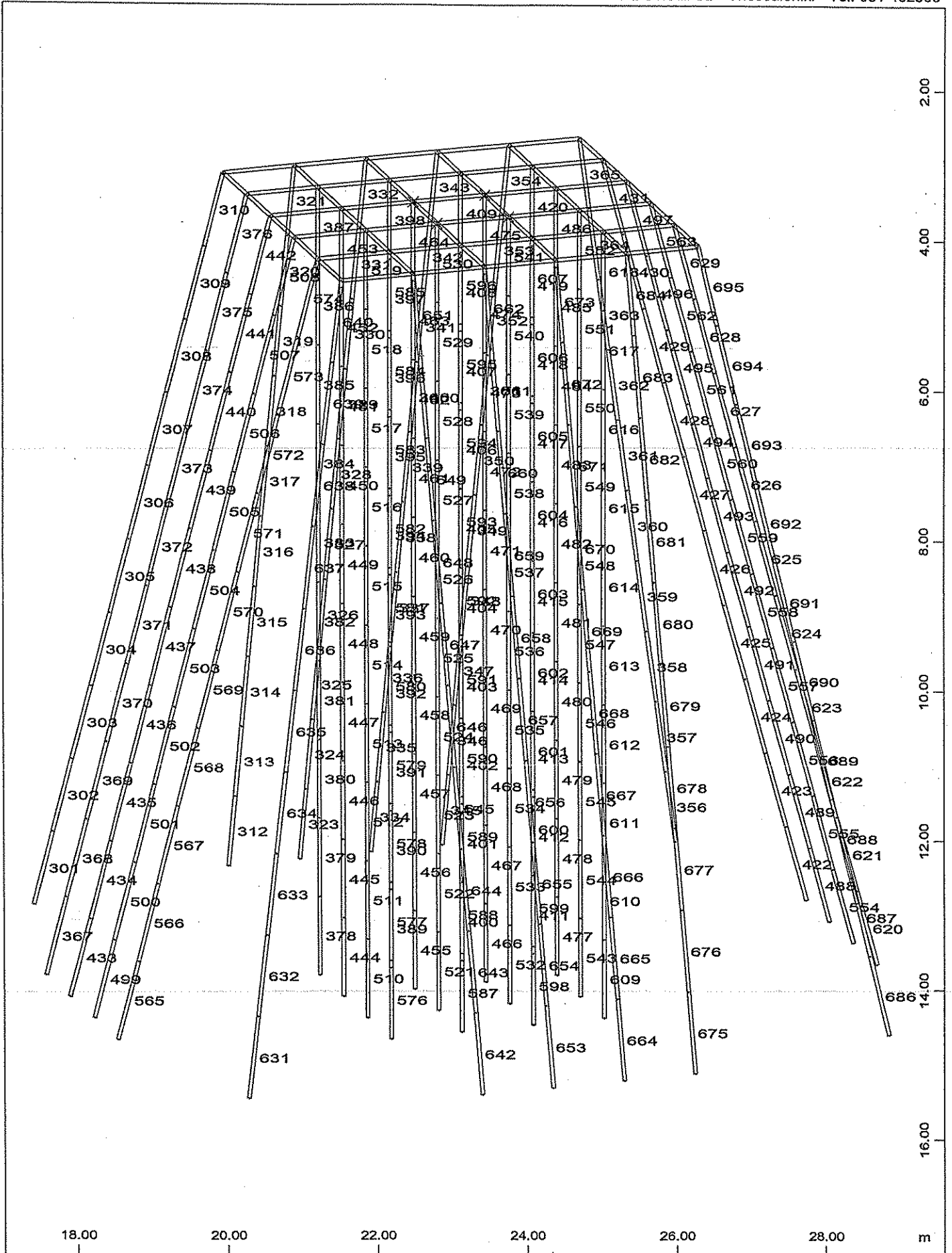
18.00 20.00 22.00 24.00 26.00 28.00 m

SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0...80

M 1 : 68
X : 0.953
Y : 0.426
Z : 0.953



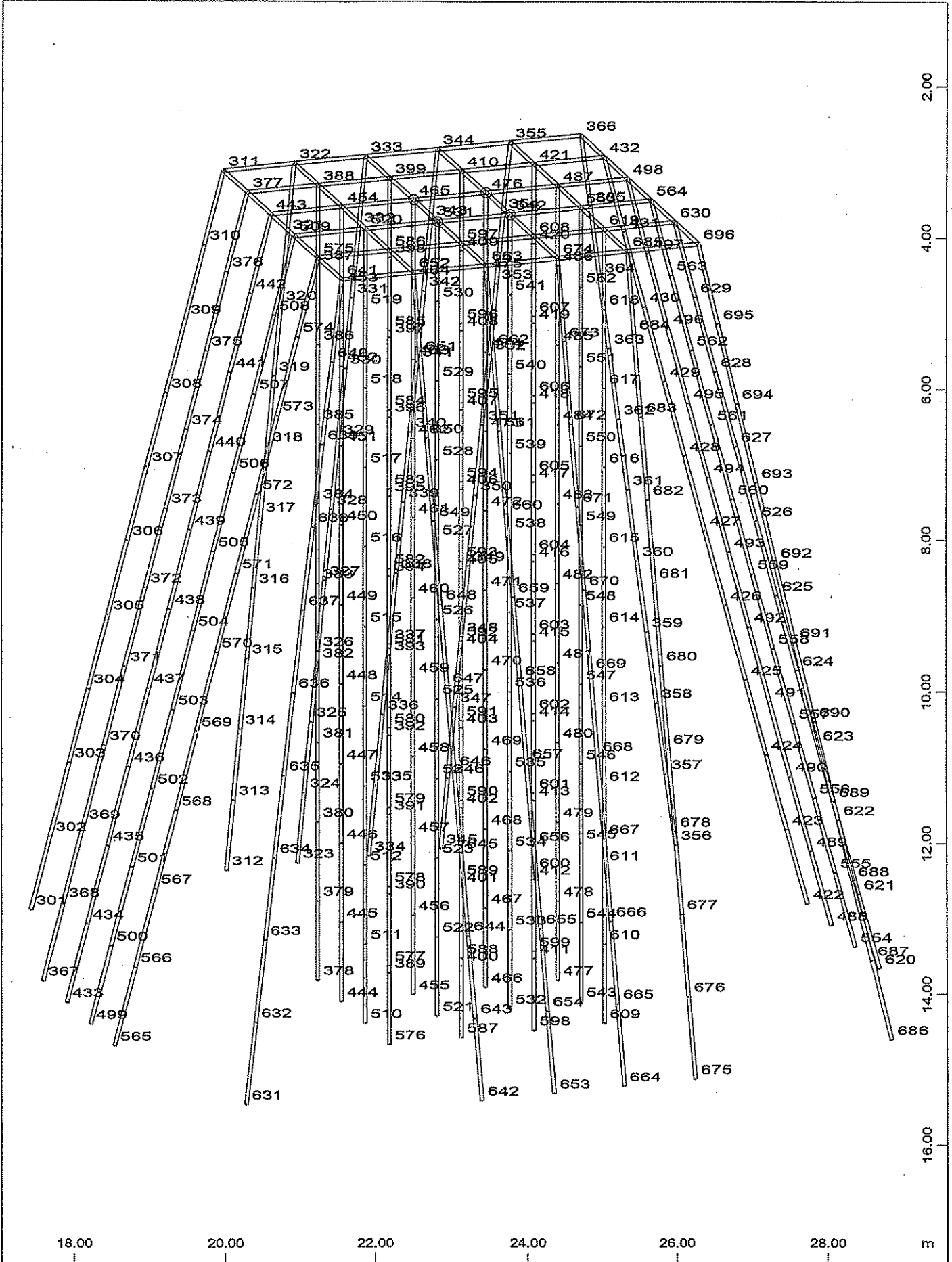
ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ ΡΕΤΣΙΑΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
FINITE ELEMENT DISCRETIZATION



SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 2...14
 ELEMENT NUMBERS
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0 1

M 1 : 68
 X * 0.953
 Y * 0.426
 Z * 0.953

ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟ Δ.Δ. ΠΕΤΣΙΑΝΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ Ν. ΑΡΤΑΣ
 FINITE ELEMENT DISCRETIZATION



18.00 20.00 22.00 24.00 26.00 28.00 m

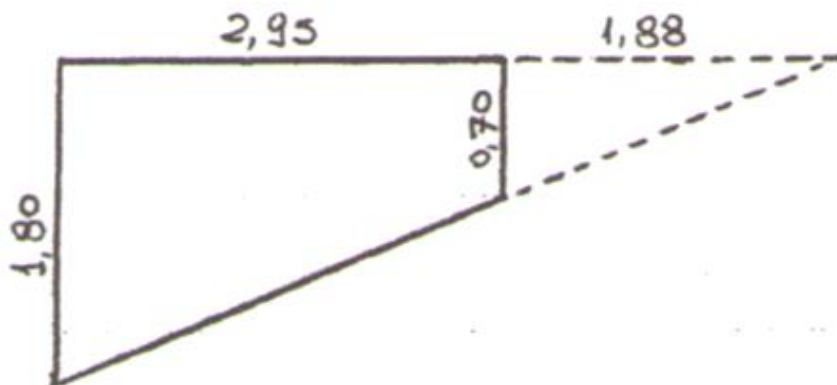


SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 2...14
 NODE NUMBERS
 SECTOR OF SYSTEM, ELEMENT GROUP 0 1

M 1 : 68
 X : 0.953
 Y : 0.428
 Z : 0.953

5.5 ΠΤΕΡΥΓΟΤΟΙΧΟΙ

5.5.1 ΠΤΕΡΥΓΟΤΟΙΧΟΣ T₂



Υλικά: B35, BSt 500/550

Έδαφος: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $\varphi = 30^\circ$, $\delta = 0^\circ$, $K_\varepsilon = 0,333$

Φορτία κυκλοφορίας: $P = 33,33 \text{ kN/m}^3$

Διατομή: $d = 50 \text{ cm}$, $b = 100 \text{ cm}$.

A. Έλεγχος σε κατάσταση λειτουργίας

$$P_{1E} = 0,333 \times 1,80 \times 20 = 12,00 \text{ kN/m}^2$$

$$E_{1E} = 0,5 \times 12,00 \times 1,80 = 10,80 \text{ kN/m}$$

$$Y_{1E} = 10,80 \times 4,83 \times 1/3 = 17,39 \text{ kN}$$

$$P_{2E} = 0,333 \times 0,70 \times 20 = 4,67 \text{ kN/m}^2$$

$$E_{1E} = 0,5 \times 4,67 \times 0,70 = 1,63 \text{ kN/m}$$

$$Y_{1E} = 1,63 \times 1,88 \times 1/3 = 1,02 \text{ kN}$$

$$\text{Συνεπώς: } M_E = \frac{1}{4} \times 17,39 \times 4,83 - 1,02 \times (2,95 + 1,88 \times \frac{1}{4}) \rightarrow M_E = 17,51 \text{ kNm}$$

$$\text{Όχημα 601: } E_p = 0,333 \times 33,33 \rightarrow E_p = 11,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Συνεπώς: } M_p = \frac{2,95^2}{6} (2 \times 0,70 + 1,80) \times 11,11 \rightarrow M_p = 51,57 \text{ kNm}$$

$$\text{Συνολική ανηγμένη ροπή: } M_{\text{οπ}} = \frac{1}{1,8} \times (17,51 + 51,57) \rightarrow M_{\text{οπ}} = 38,38 \text{ kNm/m}$$

Διαστασιολογήσι:

$$M_e = 38,38 \text{ kNm/m} \rightarrow K_h = \frac{45}{\sqrt{38,38 \times 1}} = 7,26 \rightarrow K_s = 3,60$$

$$\text{Συνεπώς: } A_s = 3,60 \times \frac{38,38}{45} \rightarrow A_s = 3,07 \text{ cm}^2/\text{m}$$

B. Έλεγχος σε πρόσκρουση οχήματος P = 100 kN

Συνολική ανηγμένη ροπή: $M_{οπ} = \frac{1}{1,80 \times 1,75} \times (17,51 + 295) \rightarrow M_{οπ} = 99,21 \text{ kNm/m}$

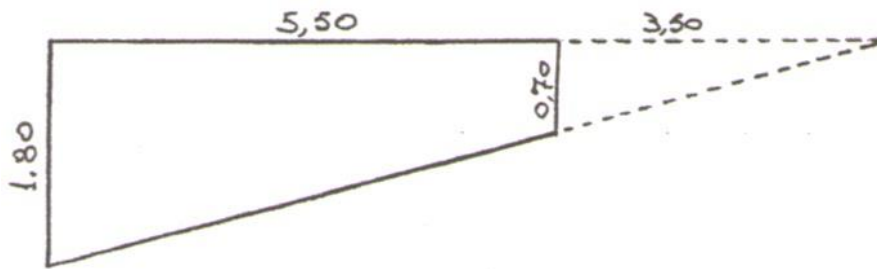
Διαστασιολόγηση: $M_e = 99,21 \text{ kNm/m} \rightarrow K_h = \frac{45}{\sqrt{99,21 \times 1}} = 4,52 \rightarrow K_s = 3,70$

Συνεπώς: $A_s = 3,70 \times \frac{99,21}{45} \rightarrow A_s = 8,16 \text{ cm}^2/\text{m}$

Τίθενται:

- Εξωτερικά: Φ12/15 (7,54 cm²/m)
- Εσωτερικά: Φ16/15 (13,40 cm²/m) οριζοντίως και Φ12/15 (7,54 cm²/m) κατακόρυφα.

5.5.2 ΠΤΕΡΥΓΟΤΟΙΧΟΣ T₄



Υλικά: B35, BSt 500/550

Έδαφος: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $\varphi = 30^\circ$, $\delta = 0^\circ$, $K_e = 0,333$

Φορτία κυκλοφορίας: $P = 33,33 \text{ kN/m}^3$

Διατομή: $d = 50 \text{ cm}$, $b = 100 \text{ cm}$.

A. Έλεγχος σε κατάσταση λειτουργίας

$$P_{1E} = 0,333 \times 1,80 \times 20 = 12,00 \text{ kN/m}^2$$

$$E_{1E} = 0,5 \times 12,00 \times 1,80 = 10,80 \text{ kN/m}$$

$$Y_{1E} = 10,80 \times 9,00 \times 1/3 = 32,40 \text{ kN}$$

$$P_{2E} = 0,333 \times 0,70 \times 20 = 4,67 \text{ kN/m}^2$$

$$E_{1E} = 0,5 \times 4,67 \times 0,70 = 1,63 \text{ kN/m}$$

$$Y_{1E} = 1,63 \times 3,50 \times 1/3 = 1,91 \text{ kN}$$

$$\text{Συνεπώς: } M_E = \frac{1}{4} \times 32,40 \times 9,00 - 1,91 \times (5,50 + 3,50 \times \frac{1}{4}) \rightarrow M_E = 60,72 \text{ kNm}$$

$$\text{Όχημα 601: } E_p = 0,333 \times 33,33 \rightarrow E_p = 11,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Συνεπώς: } M_p = \frac{5,50^2}{6} (2 \times 0,70 + 1,80) \times 11,11 \rightarrow M_p = 179,25 \text{ kNm}$$

$$\text{Συνολική ανηγμένη ροπή: } M_{οπ} = \frac{1}{1,8} \times (60,72 + 179,25) \rightarrow M_{οπ} = 133,32 \text{ kNm/m}$$

Διαστασιολογήσι:

$$M_e = 133,32 \text{ kNm/m} \rightarrow K_h = \frac{45}{\sqrt{133,32 \times 1}} = 3,90 \rightarrow K_s = 3,70$$

$$\text{Συνεπώς: } A_s = 3,70 \times \frac{133,32}{45} \rightarrow A_s = 10,96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

B. Έλεγχος σε πρόσκρουση οχήματος P = 100 kN

$$\text{Συνολική ανηγμένη ροπή: } M_{οπ} = \frac{1}{1,80 \times 1,75} \times (100 \times 5,50 + 60,72) \rightarrow M_{οπ} = 193,88 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Διαστασιολόγηση: } M_e = 193,88 \text{ kNm/m} \rightarrow K_h = \frac{45}{\sqrt{193,88 \times 1}} = 3,23 \rightarrow K_s = 3,75$$

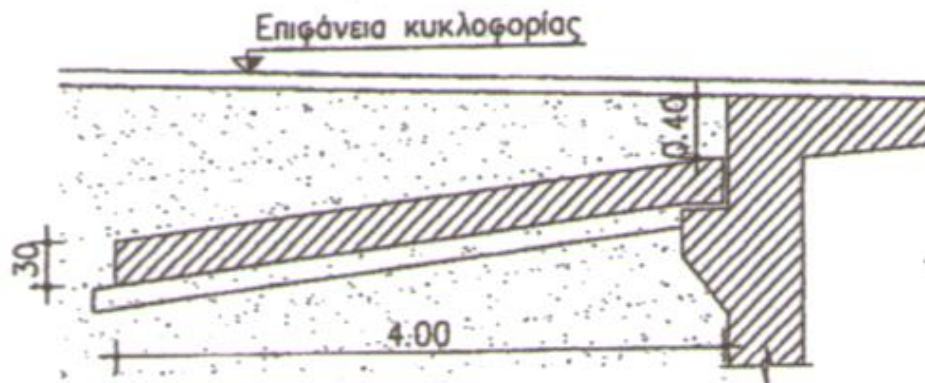
$$\text{Συνεπώς: } A_s = 3,75 \times \frac{193,88}{45} \rightarrow A_s = 16,16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Τίθενται:

- Εξωτερικά: Φ12/15 (7,54 cm²/m)
- Εσωτερικά: Φ18/15 (19,96 cm²/m) οριζοντίως και Φ12/15 (7,54 cm²/m) κατακόρυφα.

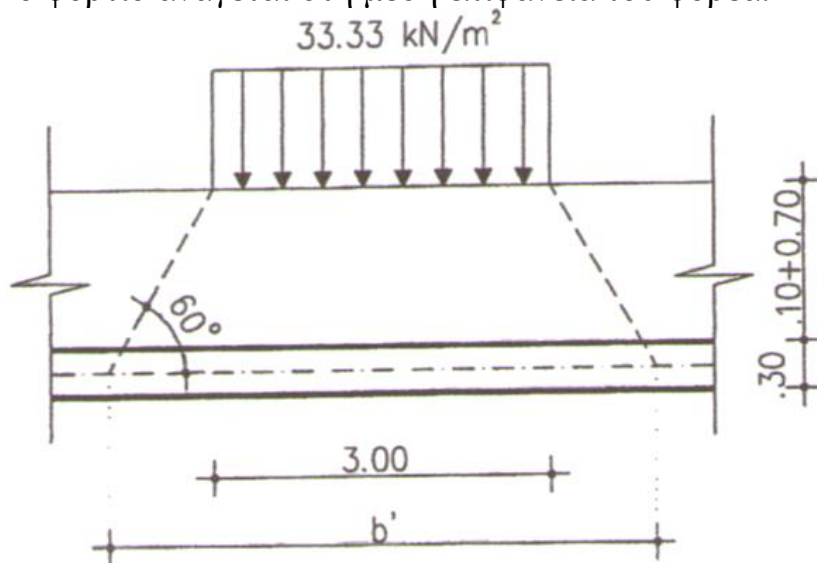
5.6 ΠΛΑΚΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

1. Φορτία:



- Ίδιο βάρος φορέα: $0,30 \times 25,0 = 7,50 \text{ kN/m}^2$
- Βάρος υπερκείμενης επίχωσης: $\approx 0,70 \times 20,0 = 14,0 \text{ kN/m}^2$
- Τάπητας κυκλοφορίας: $\approx 0,10 \times 22,0 = 2,20 \text{ kN/m}^2$
- Όχημα SLW60: Επιφανειακή κατανομή $q = 33,33 \text{ kN/m}^2$

Το φορτίο ανάγεται στη μέση επιφάνεια του φορέα.

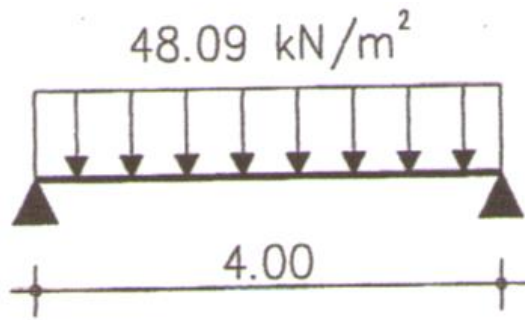


$$b' = 3,0 + 2 \times 0,95 \times \tan 30^\circ = 4,10 \text{ m}$$

$$q' = 33,33 \times \frac{3,00}{4,10} = 24,39 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Ολικό φορτίο } p = 7,50 + 14,00 + 2,20 + 24,39 = 48,09 \text{ kN/m}^2$$

2. Διαστασιολόγηση:



$$m = 48,09 \times \frac{4,00^2}{8} = 96,18 \text{ kN/m}^2$$

$$d = 0,30 \text{ m} \rightarrow h = 0,26 \text{ m}$$

$$k_h = \frac{26}{\sqrt{96,18}} = 2,65 \rightarrow k_s = 3,87$$

$$a_s = \frac{96,18}{26} \times 3,87 = 14,32 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Φ18/15 (16,97 cm²/m)

Εγκάρσια Φ12/15

Υλικά: C20/25 (B25), S500s (BSt 500/550).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΗΚΟΥΣ 47,4 m ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΚΑΙ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, ΣΤΑ ΡΕΤΣΙΑΝΑ ΤΟΥ Ν. ΑΡΤΑΣ

Οι παρακάτω φωτογραφίες της γέφυρας ελήφθησαν στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας από τους σπουδαστές κ. Μπάτσο Παύλο και κ. Δουκάκη Γεώργιο.



Φωτ. 6.1: Νότια όψη γέφυρας.



Φωτ. 6.2: Γενική άποψη φορέα μονολιθικής πλαισιακής μορφής από προεντεταμένο σκυρόδεμα.



Φωτ. 6.3: Μεσόβαθρο κυκλικής διατομής.



Φωτ. 6.4: Ακρόβαθρο ανατολικής όχθης.



Φωτ. 6.5: Ακρόβαθρο δυτικής όχθης.



Φωτ. 6.6: Ενίσχυση ανατολικής παρειάς με λιθοπλήρωτα συρματοκιβώτια (σαραζανέτια).



Φωτ. 6.7: Ενίσχυση δυτικής παρειάς με λιθοπλήρωτα συρματοκιβώτια (σαραζανέτια).



Φωτ. 6.8: Ειδικά διαμορφωμένο πρανές δυτικής όχθης με συρματοπλεγμα.



Φωτ. 6.9: Οδόστρωμα γέφυρας.



Φωτ. 6.10: Προστατευτικά κικλιδώματα και κράσπεδο.



Φωτ. 6.11: Λεπτομέρεια αγωγού αποχέτευσης όμβριων υδάτων καταστρώματος.



Φωτ. 6.12: Παραμένον ακρόβαθρο προϋπάρχουσας γέφυρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στον τομέα του Υπολογισμού των Κατασκευών ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (H/Y) έχει γίνει ένα σημαντικότερο εργαλείο για να βοηθάει το μηχανικό να εκτελεί την εργασία του.
2. Τα πλεονεκτήματα επίλυσης φορέων με H/Y προβάλλονται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις φορέων με πολλά μέλη όπου η επίλυση με κλασικές μεθόδους «με το χέρι» θα ήταν μακροχρόνια και κουραστική. Επίσης, στις κλασικές μεθόδους «με το χέρι» συνήθως γίνονται περισσότερες απλουστευτικές παραδοχές για να επιτευχθεί η επίλυση των φορέων.
3. Ο μελετητής – μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει αυτοτελώς την ορθότητα των αποτελεσμάτων που του δίνει το πρόγραμμα H/Y που χρησιμοποιεί, πράγμα που απαιτεί να γνωρίζει πολύ καλά την κλασική στατική. Ο έλεγχος επιβάλλεται για την ασφάλεια της κατασκευής.
4. Η κατασκευή της γέφυρας στα Ρετσιανά του Ν. Άρτας, λόγω των νέων τεχνικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν πολύ σύντομη και έτσι δόθηκε πιο γρήγορα σε κυκλοφορία.
5. Από τα σπουδαιότερα τμήματα της μελέτης και της κατασκευής ήταν η σωστή θεμελίωση. Στη νέα γέφυρα δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην θεμελίωση και την έδρασή της. Επίσης, έγινε εξυγίανση των πρανών του ποταμού στις παρειές τους.
6. 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 1072, 1055, 1045, 1075, 4227, 1054, 4085, 4014, 4128, Ε.Α.Κ. 2000/2003 και Ε.Κ.Ω.Σ. 2000.
7. Η ανάλυση και διαστασιολόγηση της παρούσας γέφυρας έγινε με εξειδικευμένο λογισμικό H/Y, που έλαβε υπόψη τους παραπάνω κανονισμούς και έδωσε ακριβή αποτελέσματα σε πολύ σύντομο χρόνο.

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 – 2013.
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, 1999-2013.
4. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Γ. ΤΖΙΟΛΑΣ, «Γέφυρες Σιδηρές & Συμμετρικές Κατασκευές», (Θεωρία – Μεθοδολογία – Εφαρμογές), Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1994.
5. ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ Γ. ΚΟΥΤΙΤΑΣ, «Εισαγωγή στην Παράκτια Τεχνική & τα Λιμενικά Έργα», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1996.
6. M.S. TROITSKY, «Planning and Design of Bridges», John Wiley & Sons, 1994.
7. Θ.Π. ΤΑΣΙΟΣ – ΠΛΑΙΝΗΣ – Ι.Ν. ΣΙΓΑΛΑΣ, «Εισαγωγή στη Γεφυροποιία», (Πρόχειρες Σημειώσεις του Μαθήματος 8^{ου} Εξαμήνου στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τομέας Δομοστατικής Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος), Αθήνα, 1997.
8. KOCH / WELDEMANN, «Γεφυροποιία Ολόσωμες, Οδικές Γέφυρες Μορφής Δοκού Μέρος 1» (Μετάφραση ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΔΗΜ. ΧΑΤΖΗΘΕΩΔΟΡΟΥ), Γκιούρδας Μόσχος, Αθήνα, 1976.
9. DEMETRIOS E. TONIAS, «Bridge Engineering», McGraw – Hill, Inc, 1995.
10. F. LEONHARDT, «Ολόσωμες Κατασκευές, 6, Ολόσωμες Γέφυρες», Γκιούρδας, 1979.
11. ΜΙΧΑΗΛ Ν. ΦΑΡΔΗΣ , «Σύνθεση Γεφυρών Σκυροδέματος», Πάτρα, 2004.
12. KENNETH R. WHITE-JOHN MINOR-KENNETH N. DERUCHER, «Bridge Maintenance Inspection and Evaluation Second Edition, Revised and Expanded», Marcel Dekker, Inc, 1992.
13. BOWLES I.E., «Foundation Analysis & Design», 5th edition, McGraw-Hill, U.S.A., 1996.
14. CIRIA, «Design of Lateraty Loaded Piles», CIRIA Report 103, by W.K. Elson, London, 1984.

15. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ ΕΛΔΦΩΝ Υ.Δ.Ε., «Τεχνικές Προδιαγραφές Γεωτρήσεων Ξηράς για Γεωτεχνικές Έρευνες» (Ε101-83), 1983.
16. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ ΕΛΔΦΩΝ Υ.Δ.Ε., «Προδιαγραφές Εργαστηριακών και επι τόπου Δοκιμών Εδαφομηχανικής» (Ε105-86), 1986.
17. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ ΕΛΔΦΩΝ Υ.Δ.Ε., «Προδιαγραφές Εργαστηριακών και επι τόπου Δοκιμών Βραχομηχανικής» (Ε102-84), 1984.
18. DIN 4014 «Κανονισμός Διαστασιολόγησης Φρεατοπασσάλων» Έκδοση Μαρτίου 1990.
19. HVORSLEV M.J. «Subsurface Exploration and Sampling of Soils for Civil Engineering Purposes», Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, U.S.Army, 1949.
20. LAMPE T. W. « Soil Testing for Engineers», John Wiley & Sons, New York, 1951.
21. LAMPE T.W., WITHMAN R.V. «Soil Mechamcs», John Wiley & Sons, New York, 1969.
22. MITCHELL J.K., GUZIKOFSKI E, VILLET W.C.B., «The Measurement of Soil Properties in Situ», Department of Civil Engineering, U.C. Berkeley, 1978.
23. PECK R.B., HANSON W.E., THORNBURN T.H., «Foundation Engineering», John Wiley & Sons, New York, 2nd edition, 1974.
24. POULOS H.G., DAVIS E.H., «Pile Foundation Analysis and Design», John Wiley & Sons, New York, 1980.
25. STROUD M.A., BUTLER F.G., «The Standard Penetration Test and the Engineering Properties of Glacial Materials», 1975.
26. ΤΑΣΙΟΣ Θ.Π., «Μνημόνιο Θεμελιώσεων», 1964.
27. TERZAGHI K., PECK R.B., «Soil Mechanics in Engineering Practice», John Wiley & Sons, New York, 2nd edition, 1967.
28. TOMLINSON M.J., «Pile Design and Construction Practice», Viewpoint Publications, London, 1987.
29. WINTHRKORNH F., FANG H.Y., «Van Nostrand Remhoid», New York, 1975.
30. Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε., «Νέος Αντισεισμικός Κανονισμός», Απόφαση Δ17α/08/32/Φ.Ν. 275/30.9/12.10.1992 (ΦΕΚ 613 Β), όπως πραγματοποιήθηκε με την υπ' αριθμόν Δ17α/04/46/Φ.Ν. 275/20/20.6.1995 (ΦΕΚ 534 Β) Απόφαση και με τις προσθήκες της υπ' αριθμόν Δ17α/01.

31. RUBENER STIEGLER, «Θεμελιώσεις - Ορύγματα σε Υπόγειο Νερό, Στεγανώσεις, Ειδικά Θέματα, Τοίχοι Αντιστήριξης, τόμος 3, απόδοση Θεολογίτης Μ. Δημήτρης», εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1985.
32. Ε.Α.Κ. 2000/2003 – «Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000/2003», ΟΑΣΠ & ΣΠΜΕ, Αθήνα, 2001/2003.
33. Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 – «Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος», ΟΑΣΠ & ΣΠΜΕ, Αθήνα, 2001.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

1. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ.
2. ΚΑΤΟΨΗ – ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ ΓΕΦΥΡΑΣ.
3. ΟΨΗ – ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ ΓΕΦΥΡΑΣ.
4. ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ ΤΟΜΕΣ ΓΕΦΥΡΑΣ – ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ.
5. ΦΟΡΕΑΣ – ΧΑΛΑΡΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ.
6. ΦΟΡΕΑΣ – ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ.
7. ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΤΥΛΩΝ – ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ – ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΩΝ.
8. ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΕΚΤΡΟΠΗ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ.