ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Δ Ι Π Λ Ω Μ Α Τ Ι Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

ΕΛΕΓΧΟΣ **Α**ΣΦΑΛΟΥΣ **Δ**ΙΕΛΕΥΣΕΩΣ **Π**ΡΟΤΥΠΩΝ **Σ**ΤΡΑΤΙΩΤΙΚΩΝ **Ο**ΧΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ **Γ**ΕΦΥΡΕΣ ΤΩΝ **Ε**ΛΛΗΝΙΚΩΝ **Α**ΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ.ΤΖΑΝΝΕΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ : ΒΙΝΤΖΗΛΑΙΟΥ ΕΛΙΣΑΒΕΤ καθηγήτρια Ε.Μ.Π.
ΙΝ.ΣΙΓΑΛΑΣ επιστημονικός συνεργάτης Ε.Μ.Π.

Ευχαριστίες

Είναι αλήθεια πως για να προοδεύουμε σε κάθε τι που κάνουμε στη ζωή μας χρειάζομαστε δασκάλους με γνώση ,ήθος αγάπη για τη διδασκαλία και τους μαθητές.

Ευχαριστώ το Θεό γιατί στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο διδάχθηκα την επιστήμη του πολιτικού μηχανικού απο άξιους και καταξιωμένους δασκάλους.

Ευχαριστώ το Γενικό Επιτελείο Στρατού για την δυνατότητα που μου πρόσφερε να φοιτήσω σε ένα απο τα καλύτερα πανεπιστημιακά ιδρύματα της χώρας.

Ευχαριστώ την καθηγήτρια κ. Ελισάβετ Βιντζηλαίου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και μου ανέθεσε την παρούσα διπλωματική εργασία.

Ευχαριστώ τον καθηγήτη κ.Ιωάννη Σιγάλα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και μου ανέθεσε την παρούσα διπλωματική εργασία.Οι συμβουλές του και οι υποδείξεις τόσο στην εργασία αυτή όσο και οι γνώσεις που αποκόμισα απο την διδασκαλία του στο μάθημα της γεφυροποίας είναι ανεκτίμητες. Κρατάω σαν μαργαρίτη πολύτιμο την απάντηση στο ερώτημα μου, πως θα γίνω καλός μηχανικός .Να διαφημίζεις την αγνωσία σου !

Ευχαριστώ τον φίλο , πολιτικό μηχανικό ΕΜΠ ,κ.Χρήστο Γιαννέλο για τις υποδείξεις , τις οδηγίες, την υπομονή και το πολύτιμο χρόνο που μου διάθεσε καθώς και την συνεχή υποστήριξη κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ την σύζυγο μου Μάρθα για την υπομονή της και την συμπαράσταση της κατα τη διάρκεια των σπουδών μου. Απο τα παιδιά μας Διονυσία , Δημήτρη και Φανή ένα μεγάλο συγνώμη απο την απουσία μου και τη συχνή απάντηση στην περίοδο των εξεταστικών « Όχι τώρα» στο ερώτημα τους «Μπαμπά θα πάμε βόλτα;» .

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

1 Εισαγωγή

2 Νέοι ελληνικοί αυτοκινητόδρομοι - Σύγχρονες μέθοδοι κατασκευής

2.1 Γέφυρες κατασκευασμένες με τη μέθοδο της προβολοδόμησης

2.2 ΜέθοδοςΠροωθούμενων φορείων

2.3 Κατασκευή γεφυρών με χρήση προκατασκευασμένων δοκών

2.4 Λοιπές μέθοδοι κατασκευής γεφυρών στον ελλαδικό χώρο

3 Ιδιαιτερότητες στρατιωτικών οχημάτων και περιγραφή τυποποιημένων μεθόδων

3.1 Εισαγωγή

3.2 Κλασικοποίηση Οχημάτων (STANAG 2021)

3.2.1 Σκοπός κλασικοποίησης οχημάτων

3.2.2 Στρατιωτικός αριθμός κλασικοποίησης φορτίων οχημάτων(MLC numbers)

3.2.3 Οχήματα και τρόπος σήμανσης

3.2.4 Γρήγορη μέθοδος κλασικοποίησης οχημάτων

3.2.5 Υποθετικά οχήματα –Τυποποιημένες κλάσεις οχημάτων

4 Κλασικοποίηση γεφυρών σύμφωνα με STANAG 2021

4.1 Εισαγωγή

4.2 Κριτήρια του stanag 2021 που αφορούν την κλασικοποίηση Γεφυρών

4.3 Μέθοδοι κλασικοποίησης γεφυρών πολιτικού τύπου, κρατών μελών ΝΑΤΟ σύμφωνα με τα κριτήρια του stanag 2021

4.4 Μέθοδοι ταχείας κλασικοποίησης γεφυρών σύμφωνα με το τεχνικό εγχειρίδιο ΕΕ 10-11 Κλασικοποίηση γεφυρών και οχημάτων

4.4.1 Εισαγωγή

4.4.2 Αναλυτική μέθοδος σύμφωνα με ΕΕ10-11

4.4.3. Ταχεία μέθοδος σύμφωνα με ΕΕ10-11

4.4.4 Τύποι γεφυρών που κλασικοποιούνται με τον ΕΕ10-11

4.4.5 Παρατηρήσεις

5 Συρμός DIN 1072 κλάσης 60/30

6 Δυσμενέστερα Στρατιωτικά Οχήματα

6.1 Εισαγωγή

6.2 STEYER 40 M 60/S40/6X6

6.3 Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76

6.3.1 Ανάρτηση –Άξονες

6.3.2 Κάτοψη και αποστάσεις αξόνων Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76

6.3.3 Κάτοψη αρματοφορέα STEYER 40 M 60/S40/6X6(εικ.1α) με ρυμούλκου NK 1000-76 κατά τη μεταφορά του άρματος μάχης LEOPARD 2A6HELL

6.4 Αρμα μάχης LEOPARD 2A6 HELL

7 Παραδείγματα εφαρμογής
7.1.1 Γενικά
7.1.2. Εξεταζόμενα φορτία Στρατιωτικών Οχημάτων
7.1.3 Μεθοδολογία Ελέγχου
7.2 Γέφυρα μορφής εσχάρας πλακοδοκών
7.2.1 Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά
7.2.2 Προσομοίωση γεφυρών εσχάρας πλακοδοκών sofistik
7.2.3. Τρόπος επιβολής φορτίων των βαρέων στρατιωτικών οχημάτων
7.2.4 Αποτελεσμάτα διερεύνησης
7.2.5 Συμπεράσματα
7.3 Γέφυρα κατασκευασμένη με τη μέθοδο της προβολοδόμησης.A09TE06
7.3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά .
7.3.2 Προσομοίωση γέφυρας με πρόγραμμα sofistik
7.3.3. Τρόπος επιβολής φορτίων των βαρέων στρατιωτικών οχημάτων
7.3.4 Αποτελέσματα αναλύσεων
8. Συμπεράσματα

Παράρτημα Α

Βιβλιογραφία

.

1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες στην Ελλάδα έχουν γίνει μεγάλοι οδικοί άξονες όπως η Εγνατία οδός, ο αυτοκινητόδρομος Τρίπολη - Καλαμάτα, η Ιωνία οδός ο αυτοκινητόδρομος κεντρικής Ελλάδας (Ε65) κλπ. Στους οδικούς άξονες αυτούς έχουν κατασκευαστεί πληθώρα γεφυρών (στην πλειονότητα τους από οπλισμένο σκυρόδεμα) διαφόρων τύπων και ανοιγμάτων. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι πιο σημαντικοί τύποι είτε εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά ολοκληρωτικά στην Ελλάδα (σταδιακή προώθηση *εικ.1.1(β)*) είτε βρήκαν εφαρμογή σε ακραία ανοίγματα (πχ προβολοδόμηση *εικ.1.1(α)*). Οι περισσότερες γέφυρες έχουν σχεδιαστεί με τους γερμανικούς κανονισμούς DIN 1072. Οι παραπάνω όμως άξονες ενδέχεται να εξυπηρετήσουν και τη διέλευση στρατιωτικών οχημάτων τόσο σε περίοδο ειρήνης όσο και σε εμπόλεμη περίοδο. Τα στρατιωτικά οχήματα αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία οχημάτων που ξεφεύγουν από τις συνηθισμένες συνθήκες κυκλοφορίας και σε ορισμένες περιπτώσεις το φορτίο τους φτάνει τους 105 τόνους έναντι των 60+30 τόνων της κατηγορίας SLW 60/30 του DIN 1072. Προκύπτει λοιπόν το ερώτημα της ασφαλούς διέλευσης στρατιωτικών συρμών από τις υφιστάμενες γέφυρες των Ελληνικών αυτοκινητοδρόμων.

(α) *Γέφυρα Μετσοβίτικου ποταμού*

(β) *Γέφυρα Μεγαλορέματος*

Εικ. 1.1

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την ανάπτυξη μεθοδολογίας ελέγχου της επάρκειας υφισταμένων γεφυρών έναντι διελεύσεως υπέρβαρων οχημάτων τόσο του ελληνικού στρατού όσο και των συμμαχικών δυνάμεων του ΝΑΤΟ. Στα παραδείγματα που εξετάζονται γίνεται χρήση του δυσμενέστερου σύγχρονου συνδυασμού φορτιών του ελληνικού στρατού που είναι ο αρματοφορέας STEYER 40 M 60/S40/6X6 (*εικ.1.2(α)*) με ρυμουλκού NK 1000-76 κατά τη μεταφορά του άρματος μάχης LEOPARD 2A6HELL συνολικού βάρους συρμού 105 τόνων και συνδυασμού κινήσεων του άρματος μάχης LEOPARD 2A6 HELL βάρους 63 τόνων (*εικ.1.2(β)*). Η μέθοδος ελέγχου που εφαρμόστηκε για την διερεύνηση είναι η σύγκριση των εντατικών μεγεθών που αναπτύσσονται στο φορέα μιας γέφυρας, υπό των ανωτέρω συρμών και τα φορτία του DIN 1072 για κλάση 60/30. Παράλληλα γίνεται περιγραφή της ισχύουσας μεθόδου κλασικοποίησης γεφυρών και οχημάτων του ΝΑΤΟ (STANAG 2021) όπου διαπιστώνονται τα κενά και η αναγκαιότητα εφαρμογής πιο αναλυτικών και σύγχρονων μεθόδων.

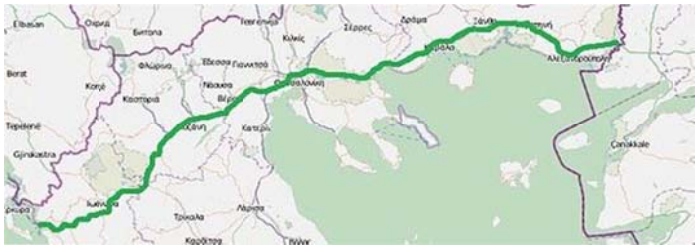
(α) *Αρματοφορέας 40 M 60/S40/6X6με ρυμουλκού NK 1000-76 κατά τη μεταφορά του άρματος μάχης LEOPARD 2A6HELL*

(β) *LEOPARD 2A6 HELL*

Εικ. 1.2 Οχήματα Σχεδιασμού

2. Νέοι Ελληνικοί Αυτοκινητόδρομοι και Σύγχρονες μέθοδοι κατασκευής.

Τα τελευταία χρόνια, όπως αναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε η κατασκευή αρκετών νέων αυτοκινητοδρόμων με της πλέον σύγχρονες προδιαγραφές όπως όπως η Εγνατία οδός, ο αυτοκινητόδρομος Τρίπολη - Καλαμάτα, η Ιωνία οδός ο αυτοκινητόδρομος κεντρικής Ελλάδας (Ε65) κλπ. (*εικ. 2.1*).



(α) *Εγνατία Οδός*

(β) *Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδας*

(α) *Ιόνια Οδός*

(α) *Μορέας*

Εικ. 2.1 Νέοι Μεγάλοι Αυτοκινητόδρομοι στον Ελλαδικό Χώρο

2.1 Γέφυρες κατασκευασμένες με τη μέθοδο της προβολοδόμησης

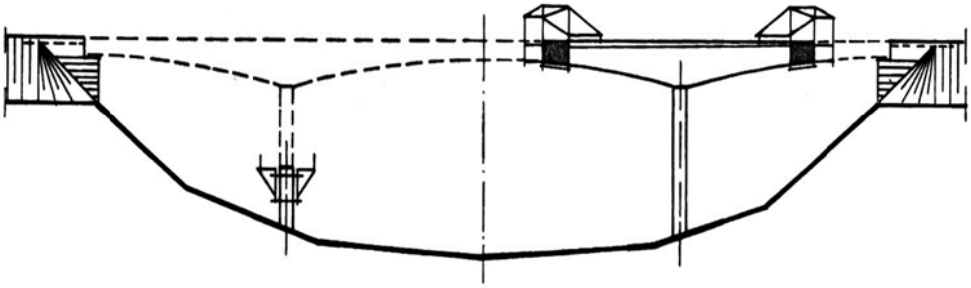
Με τον όρο «δόμησις εν προβόλω» (προβολοδόμηση) εννοούμε την κατασκευαστική διαδικασία με την οποία η δόμηση αρχίζει από μία σταθερή βάση (μεσόβαθρο ή σώμα πακτώσεως) και προωθείται κατά διακεκριμένα διαδοχικά στάδια κατά τη διάρκεια των οποίων το δομούμενο στοιχείο στηρίζεται κυρίως στη σταθερή βάση χωρίς πρόσθετη στήριξη στο έδαφος. Τα τμήματα προόδου της κατασκευής καλούνται σπόνδυλοι και έχουν συνήθως μήκη από 3,0 έως 5,0m. Η προβολοδόμηση αναπτύσσεται συνήθως συμμετρικά ως προς το μεσόβαθρο (*εικ.2.2(α)*) με τη βοήθεια των φορείων τα οποία ξεκινώντας απο τη θέση των βάθρων μετατίθενται διαδοχικά προς το μέσα των αντίστοιχων ανοιγμάτων ή προς τα ακρόβαθρα. Εξαίρεση αποτελούν οι προβολοδομήσεις με χρήση σώματος πάκτωσης(αντίβαρο) (*εικ.2.2(β)*) όταν οι συνθήκες δεν επιτρέπουν συμμετρική ανάπτυξη.

(α) *Συμμετρικά ως προς το μεσόβαθρο*

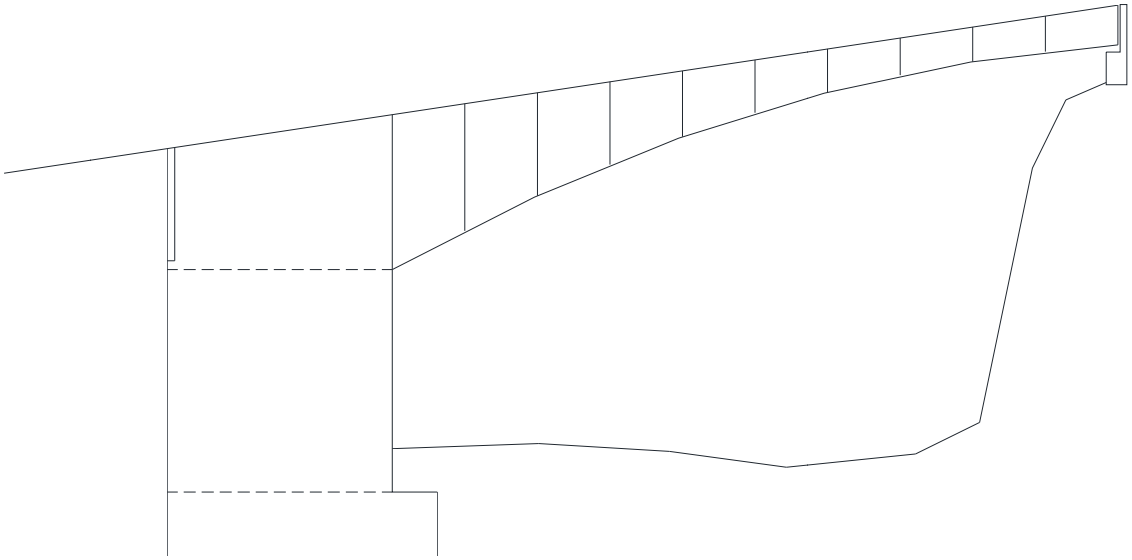
(β) *Με χρήση σώματος πάκτωσης*

Εικ. 2.2 *Γέφυρες με τη μορφή Προβολοδόμησης*

Μετά την ολοκλήρωση των προβόλων αποκαθίστανται η τελική μορφή των φορέων με την κατασκευή των τμημάτων συνδέσεως. Τα τμήματα αυτά είχαν αρχικώς μορφή αρθρώσεων , σήμερα όμως η τάση είναι τα τμήματα αυτά να εξασφαλίζουν συνθήκες πλήρους συνέχειας.



Συμμετρική Προβολοδόμηση



Προβολοδόμηση από σώμα παγιώσεως (αντίβαρο)

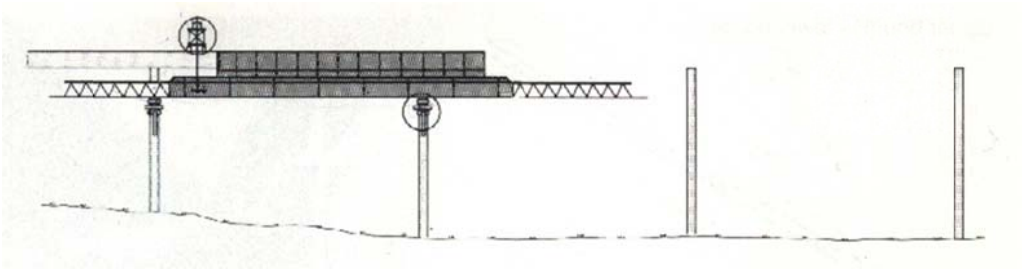
2.2 Μέθοδος Προωθούμενων Φορείων.

Κατά την μέθοδο αυτή η κατασκευή προχωρεί σε τμήματα μήκους ίσου προς το (τυπικό) άνοιγμα και σε πλήρες πλάτος («άνοιγμα- άνοιγμα»). Η «άνοιγμα- άνοιγμα» μέθοδος αρχικώς, αλλά και σήμερα, εφαρμόσθηκε σε γέφυρες συνεχείς περισσοτέρων ανοιγμάτων επί συμβατικών ή μηχανοποιημένων ικριωμάτων στηριζόμενων απευθείας στο έδαφος. Το κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ο αυτοπροωθούμενος σχηματισμός επί του οποίου στηρίζεται το καλούπι του φορέα της ανωδομής και μεταφέρεται από τη μια θέση στην άλλη. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί επιτυχώς σε συνεχείς γέφυρες μεγάλου συνολικού μήκους (ΣL>300 m) ή και σε γέφυρες μικρότερου μήκους αλλά εντός της ίδιας εργολαβίας (και για επιμέρους ανοίγματα μεταξύ 30 και 60 m).

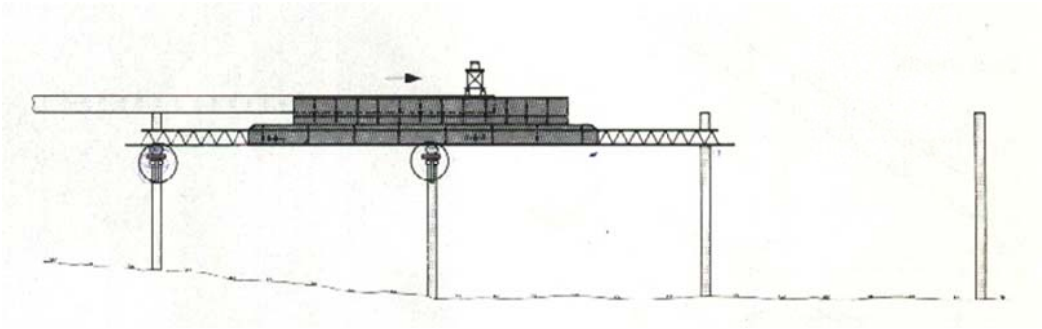
Εικ. 2.2.1 *Γέφυρα Κρυσταλοπηγής κατασκευασμένη με τη Μέθοδο Προωθούμενων Φορείων στη φάση κατασκευής.*

ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

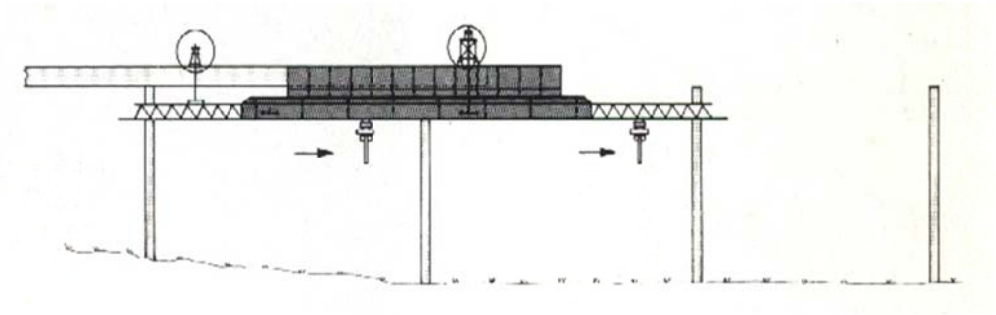
1. Θέση κατά την φάση σκυροδέματος. Ανάρτηση από το έτοιμο τμήμα (λίγο πριν τον αρμό) και στήριξη επί της πρόσθιας δοκού εδράσεως



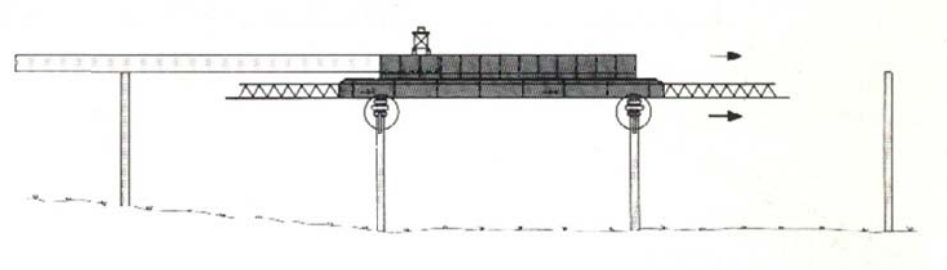
2. Το φορείο αποδεσμεύεται και προστίθεται μέχρις το Κ.Β. να έρθει πάνω από το βάθρο.



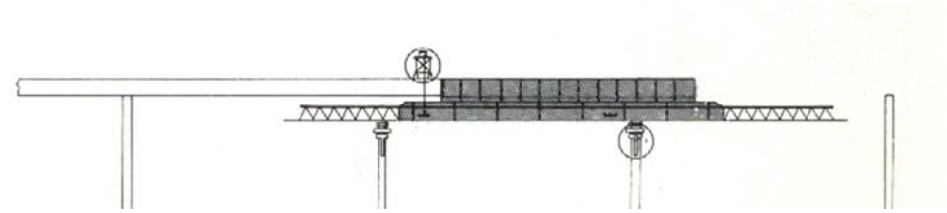
3. Οι δοκοί εδράσεως αποδεσμεύονται και προωθούνται προς τις νέες θέσεις ενώ το φορείο αναρτάται από έτοιμα τμήματα του καταστρώματος

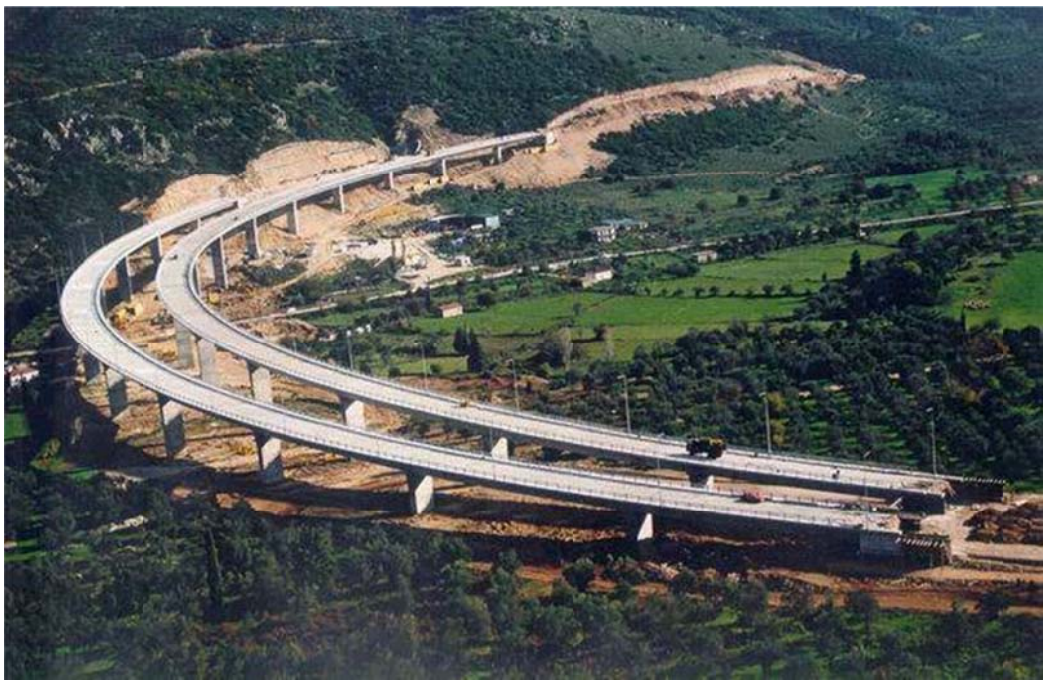


4. Μετάθεση του φορείου προς τη νέα θέση.



5. Θέση νέας σκυροδετήσεως





Εικ. 2.2.2 *Γέφυρα Κρυσταλοπηγής μετά την ολοκλήρωση της ανωδομής*

2.3 Κατασκευή Γεφυρών με Χρήση Προκατασκευασμένων Δοκών.

Η χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων στη σύγχρονη γεφυροποιία εμφανίζεται να έχει δύο κυρίως μορφές:

1. Προκατασκευασμένες δοκοί (στοιχεία πλήρους μήκους και τμηματικού πλάτους).
2. Προκατασκευασμένοι σπόνδυλοι (στοιχεία πλήρους πλάτους και τμηματικού μήκους).

Η επιλογή και χρήση αυτής της μεθόδου ευνοείται στις εξής περιπτώσεις:

1. Δυνατότητα διατάξεως ανεξαρτήτων (αρχικώς τουλάχιστον) ανοιγμάτων
2. Επί μέρους ανοίγματα 25,0 ~ 35,0m.
   Σε ειδικές περιπτώσεις η εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί και για ανοίγματα 20,0 ~ 45,0m με το άνω όριο να καθορίζεται κυρίως από την ανυψωτική ικανότητα του εξοπλισμού τοποθετήσεως.
3. Ευθύγραμμες οριζοντιογραφικώς χαράξεις.

   Η εφαρμογή επεκτείνεται και σε ήπιες καμπύλες χαράξεις (π.χ. R > 500m). Στις περιπτώσεις αυτές οι δοκοί τοποθετούνται κατά τη διεύθυνση χορδών της καμπύλης, ενώ οι καμπύλες οριογραμμές μορφώνονται με την πλάκα καταστρώματος.

4. Οι κύριες δοκοί τοποθετούνται σε αποστάσεις 2,0 ~ 3,5m μεταξύ τους.

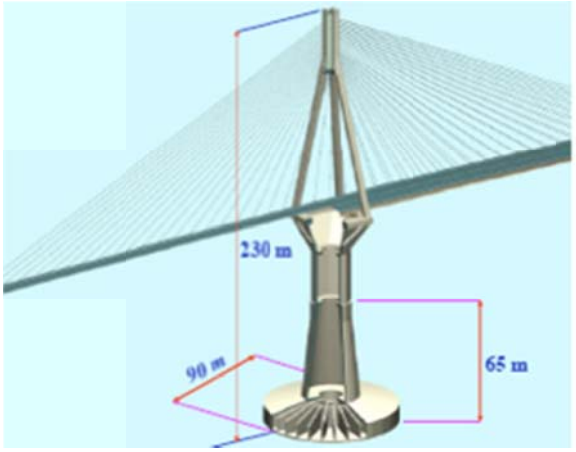
   Μεγαλύτερες αποστάσεις απαιτούν εγκάρσια προένταση.

5. Πλάκα καταστρώματος. Σκυροδετείτε επί των πελμάτων των δοκών ή των προπλακών. Η πλάκα καταστρώματος είναι διατμητικώς συνδεδεμένη με τις κύριες δοκούς ώστε να αποτελούν ενιαία διατομή

. **Εικ. 2.3.1** Γέφυρες *Εγνατίας Οδού με χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων*

2.4 Λοιπές μέθοδοι κατασκευής γεφυρών στον ελλαδικό χώρο.

Στην Ελλάδα έχουν κατασκευαστεί γέφυρες στις οποίες εφαρμόστηκαν μέθοδοι κατασκευής που δεν αναφέρονται στα ανωτέρα κεφάλαια της παρούσης εργασίας. Είναι γεγονός αναμφισβήτητο ότι είναι επιτακτική ανάγκη να εξεταστούν στην καταπόνηση που δέχονται από στρατιωτικά οχήματα και του συνδυασμού κίνησης τους κατά τη διάβαση αυτών.



Πηγή :www.gefyra.gr

Εικ. 2.4.1 *Ζεύξη Ρίου-Αντίριου (φάση κατασκευής)*

3. Ιδιαιτερότητες στρατιωτικών οχημάτων και περιγραφή τυποποιημένων μεθόδων.

3.1 Εισαγωγή

Η ανάγκη κοινών επιχειρησιακών ενεργειών και τεχνικών διαδικασιών μεταξύ των μελών κρατών του ΝΑΤΟ οδήγησε στις συμφωνίες τυποποίησης. Κάθε κράτος μέλος του ΝΑΤΟ προσαρμόζει σύμφωνα με τη σύνθεση και τον εξοπλισμό που διαθέτει στις ένοπλες δυνάμεις του, τους Standardization Agreement (**STANAG**). Στην Ελλάδα ο STANAG 2021 που αφορά την κλασικοποίηση γεφυρών και οχημάτων έχει μεταφραστεί και έχει ενσωματωθεί στο Εγχειρίδιο Εκστρατείας ΕΕ 10-1 Κλασικοποίηση γεφυρών και οχημάτων.

3.2 Κλασικοποίηση Οχημάτων (STANAG 2021)

Η κλασικοποίηση των στρατιωτικών οχημάτων του Ελληνικού Στρατού είναι τυποποίηση όλων των οχημάτων που έχουν μικτό βάρος άνω των τριών -3- τόνων. Επίσης κλασικοποιούνται και τα ρυμουλκούμενα οχήματα καθώς και οι φορείς ωφέλιμου φορτίου ίσου ή μεγαλύτερου από ενάμιση-1,5- τόνων. Ο ΕΕ 10-1 αναφέρει στις αρχές κλασικοποίησης οχημάτων την αναλυτική μέθοδο κλασικοποίησης οχημάτων, τον τρόπο σήμανσης επί των οχημάτων, την απλοποιημένη μέθοδο κλασικοποίησης με υποθετικά οχήματα –τυποποιημένες κλάσεις, καθώς και μια ταχεία μέθοδο κλασικοποίησης που χρησιμοποιείται κυρίως στο πεδίο των επιχειρήσεων, όπου το προσωπικό δεν έχει την γνώση ούτε το χρονικό περιθώριο να εφαρμώσει αναλυτικές μεθόδους. Ωστόσο η ταχεία μέθοδος έχει μικρή απόκλιση απο την αναλυτική μέθοδο και αποτελεί ένα καλό εργαλείο στα χέρια του διοικητή για την κλασικοποίηση οχημάτων σε περίοδο επιχειρήσεων.

Πηγή ΓΕΣ

(α) *Όχημα MS 240 GD 1.850 kgr*
Μικρότερο από 3 τόνους δεν έχει αριθμό κλάσης

Πηγή ΓΕΣ

(β*) Όχημα HUMMER M1025A2 βάρος 4.676 kgr*
Μεγαλύτερο από 3τόνους έχει αριθμό κλάσης 4

Εικ. 3.2.1

3.2.1 Σκοπός Κλασικοποίησης Οχημάτων

Η σχεδίαση των δρομολογίων για την κίνηση των στρατιωτικών οχημάτων τόσο σε γνωστό όσο και σε άγνωστο έδαφος απαιτεί την αναγνώριση από μηχανικούς προκειμένου να διαπιστωθεί η ομαλότητα του δρομολογίου, η κλάση των γεφυρών και οι κλίσεις του εδάφους. Η ανάγκη ανάπτυξης μεθοδολογίας για την ασφαλή διάβαση των οχημάτων οδήγησε τα μέλη κράτη του ΝΑΤΟ στη δημιουργία μεθόδου κλασικοποίησης οχημάτων έτσι ώστε να γνωρίζουν οι διοικήσεις αν τα οχήματα αυτά μπορούν να διέλθουν από συγκεκριμένα δρομολόγια. Σε περίπτωση που η κλάση ενός οχήματος είναι μεγαλύτερη από τη κλάση μιας γέφυρας δεν επιτρέπεται η διέλευση του πάνω από τη γέφυρα.Το σύστημα της κλασικοποίησης έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

1. Βοηθάει το διοικητή στην εκλογή των κατάλληλων δρομολογίων για τις τακτικές κινήσεις και των εφοδιασμό των μονάδων.
2. Βοηθάει το διοικητή στον υπολογισμό της απαιτούμενης ενίσχυσης της γέφυρας ή την κατασκευή νέας γέφυρας.
3. Προστατεύει τις υπάρχουσες γέφυρες από την υπερφόρτωση και τις ζημιές ή την καταστροφή τους .
4. Προστατεύει το προσωπικό από ατύχημα.
5. Διαφυλάττει ακέραια τα οχήματα και τα εφόδια .
6. Εξασφαλίζει οικονομία χρόνου και μέσων.
7. Οι διοικήσεις είναι σε θέση να αποκλείουν δρομολόγια πρόσβασης εχθρικών δυνάμεων ανάλογα την κλάση των εχθρικών οχημάτων.

Εικ. 3.2.2 *Στρατιώτες της 8ου Τάγματος Μηχανικού των ΗΠΑ τοποθετούν πασσάλους κάτω από γέφυρα κοντά στο Yangzi, Kore , για να αποτρέψουν την κατάρρευση και να απεγκλωβίσουν ένα άρμα M-4. 28 Ιαν 1951(http://www.history.army.mil)*

3.2.2 Στρατιωτικός αριθμός κλασικοποίησης φορτίων οχημάτων (MLC numbers)

Τα οχήματα σημαίνονται με αριθμούς κλασικοποίησης οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τα αποτελέσματα της φόρτισης όταν διέρχονται το οχήματα πάνω από μια γέφυρα. Ο αριθμός κλάσεως δεν αντιπροσωπεύει το πραγματικό βάρος του οχήματος. Αντιπροσωπεύει ένα συνδυασμό παραγόντων που περιλαμβάνουν το μικτό βάρος, της απόστασης των αξόνων, τη κατανομή του βάρους στους άξονες και της ταχύτητας του οχήματος. Όλα τα τυποποιημένα οχήματα που συμμετέχουν ενεργά στις τακτικές επιχειρήσεις και διέρχονται από γέφυρες έχουν αριθμό κλάσεως (MLC numbers). Η αναλυτική διαδικασία κλασικοποίησης των οχημάτων αναγράφεται αναλυτικά στον ΕΕ 10-11.

3.2.3.Οχήματα και τρόπος σήμανσης

Τα οχήματα διακρίνονται σε δυο κατηγορίες κατά την κλασικοποίηση

α. Μεμονωμένα οχήματα.

Αναφέρεται σε οχήματα ενός πλαισίου και ο αριθμός κλάσεως αφορά το όχημα έμφορτο. Αναγράφεται σε κυκλική πινακίδα σημάνσεως με μαύρα γράμματα σε κίτρινο φόντο και τοποθετείται στο εμπρός μέρος του οχήματος ή στον προφυλακτήρα του οχήματος με κόκκινα γράμματα σε κίτρινο φόντο (*εικ 3.2.3*).

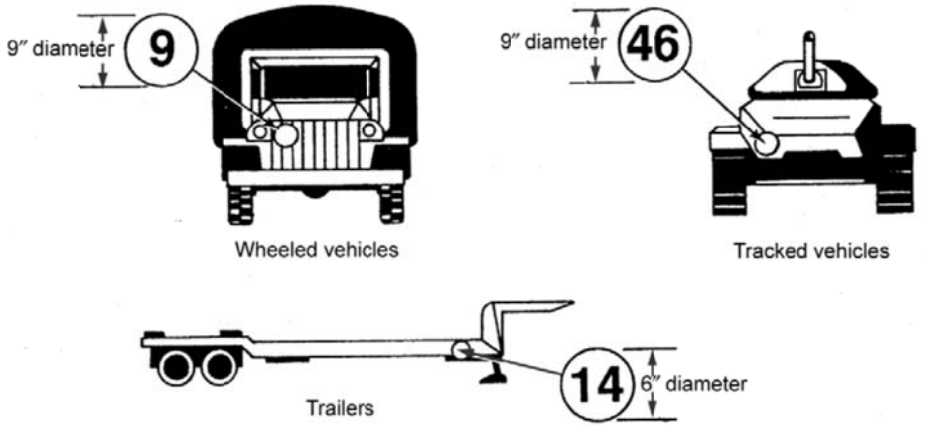
Πηγή:ΓΕΣ

Εικ. 3.2.3 *Τοποθέτηση Πινακίδας σε Άρμα LEOPARD HELL κλάση 70*

β. Συρμός οχημάτων

Όταν δύο ή περισσότερα οχήματα συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνεργάζονται ως ένα σχηματίζουν συρμό οχημάτων. Εάν ένα όχημα ρυμουλκεί ένα άλλο και η απόσταση μεταξύ τους είναι μικρότερη των 27,5 μέτρων ο συνδυασμός λαμβάνεται ως συρμός οχημάτων. Στην πινακίδα σημάνσεως του ρυμουλκού αναγράφεται το γράμμα C (compitation) με κόκκινο χρώμα, πάνω από τον αριθμό κλάσεως. Στο δεξιό πλευρό του ρυμουλκούμενου και ρυμουλκούντος οχήματος τοποθετείται πινακίδα σημάνσεως, στην οποία αναγράφεται ο αριθμός κλάσεως των οχημάτων όταν είναι αποσυνδεδεμένα.

Αρματοφορέας 40 M 60/S40/6X6 Συρμός οχημάτων



Εικ. 3.2.4 *Τοποθέτηση πινακίδων κλάσεως στρατιωτικών οχημάτων*

3.2.4 Γρήγορη μέθοδος κλασικοποίησης οχημάτων

α. Τροχοφόρα οχήματα

Η γρήγορη κλασικοποίηση ενός οχήματος μπορεί να επιτευχθεί με τις παρακάτω μεθόδους:

1. Με σύγκριση της απόστασης μεταξύ των τροχών και των μεγίστων φορτίων τους προς τα αντίστοιχα όμοιου ή σχεδόν όμοιου οχήματος γνωστής κλάσεως
2. Με εκτίμηση της προσωρινής κλάσης σύμφωνα με τη σχέση
   Προσωρινή κλάση =1,10 B
   όπου B= μικτό βάρος οχήματος σε τόνους. Σε περίπτωση αδυναμίας υπολογισμού βάρους οχήματος χρησιμοποιούμε τον κάτωθι τύπο:

   B=A P N/14225

   όπου
   B=μικτό βάρος οχήματος
   A=μέση επιφάνεια επαφής σε τετραγωνικά εκατοστά
   P=πίεση ελαστικών σε lbs/inch2 (PSI)
   N=αριθμός ελαστικών

   Παράδειγμα υπολογισμού με ελαστικά από HUMMER διαστάσεων 36΄΄X12,5X16,5
   Προσωρινή κλαση=1,10X 5,613kgr =6.17

   B=(31,75 X10.5 X 60 X 4)/14225=5,62kgr

   Προσωρινή κλαση=1,10X 5,62kgr =6,18
   Αριθμός κλάσης : 6

Πηγή : ΓΕΣ

(α) *Όχημα HUMMER-KORNET* **(β)** *Ελαστικά 36΄΄X12,5X16,5*

Εικ. 3.2.5 *Κλασικοποίηση HUMMER με ταχεία μέθοδο*

β. Ερπυστριοφόρα οχήματα

Η γρήγορη κλασικοποίηση ενός ερπυστριοφόρου οχήματος μπορεί να επιτευχθεί με τις παρακάτω μεθόδους:

1. Σύγκριση της επιφάνειας επαφής οχήματος και εδάφους του υπό μελέτη οχήματος με αντίστοιχο ερπυστριοφόρου οχήματος γνωστής κλάσεως και εκτίμηση της προσωρινής κλάσης .
2. Υπολογισμός της κλάσης απο τον τύπο
   Προσωρινή κλάση =1,20 Β (Όπου Β =μικτό βάρος σε τόνους)
   Τα ερπυστριοφόρα οχήματα υπολογίζονται ώστε να έχουν μικτό βάρος 9,753 tn/m2. Έτσι μετρώντας την επιφάνεια εδάφους που καλύπτει το όχημα μπορούμε να εκτιμήσουμε το μικτό του βάρος.

πηγή:ΓΕΣ

(α) *MLRS*

Πηγη:wikimedia

(β) *ερπύστρια MLRS*

Παράδειγμα υπολογισμού κλάσης MLRS M270

24,900 kg X1,20=29880 Άρα κλάση 30

Εικ. 3.2.6 *Κλασικοποίηση MLRS M270 με ταχεία μέθοδο*

γ. Συνδυασμός οχημάτων

Ο συνδυασμός οχημάτων δημιουργείται όταν δυο ή περισσότερα οχήματα συνεργάζονται ως ένα. Όταν ένα όχημα ακολουθεί ένα άλλο σε απόσταση μικρότερη των 30,5 μέτρων (100 ποδών) θεωρείται στους υπολογισμούς κλασικοποίησης ως συνδυασμός οχημάτων. Η κλάση τους υπολογίζεται ως εξής:

CCN=0.9(A-B) if A+B<60

CCN=A+B if A+B >60

Όπου

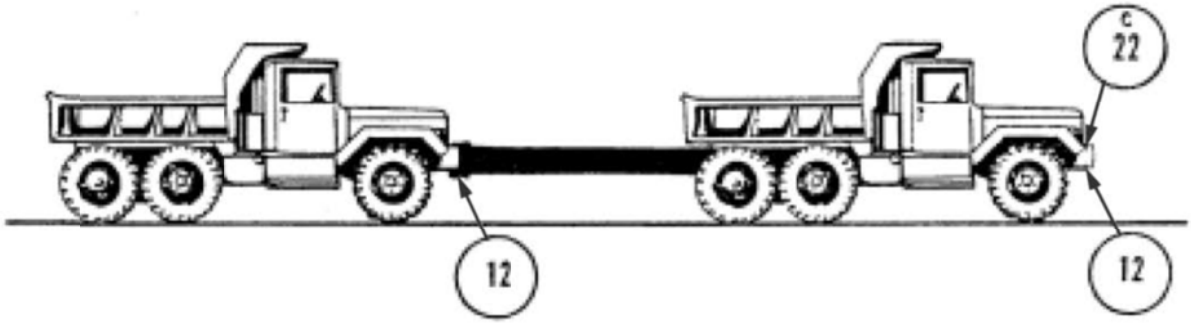
CCN=COMPINATION CLASSIFICATION NUMBER

A= κλάση πρώτου οχήματος

B=κλάση δευτέρου ακολουθούντος οχήματος

Πηγή :ΓΕΣ

(α) A+B>60



Πηγή: STANAG 2021

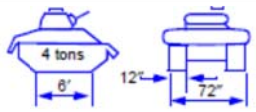
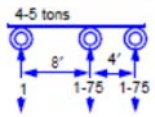
(β) A+β<60

Εικ. 3.2.7 *Κλασικοποίηση συνδυασμού οχημάτων με ταχεία μέθοδο*

3.2.5 Υποθετικά οχήματα –Τυποποιημένες κλάσεις οχημάτων

Ο STANAG 2021 περιλαμβάνει διαδικασίες κλασικοποίησης για περιπτώσεις που δεν μπορεί να εφαρμοστεί η αναλυτική διαδικασία. Η διαδικασία περιλαμβάνει 16 τύπους υποθετικών οχημάτων και τα οποία είναι κλάση 4 έως 150. Ο μικρός τόνος που χρησιμοποιείται στους πίνακες είναι μονάδα μέτρησης και ισούται με 2.000 pounds (907.18474 kg). Χρησιμοποιείτε κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και είναι γνωστός απλά ως ton. Στο πίνακα Β-1 αναγράφονται η μέγιστη πίεση ελαστικών, το ελάχιστο μέγεθος ελαστικών και η μέγιστη φόρτιση που ασκούν τα λάστιχα στο κατάστρωμα μιας γέφυρας. Οι αριθμοί κλασικοποίησης αναπτύχθηκαν ύστερα από μελέτες υποθετικών οχημάτων των οποίων τα χαρακτηριστικά ταιριάζουν σε αυτά τα οχήματα που χρησιμοποιούν στο στρατό τους τα κράτη μέλη του ΝΑΤΟ.

Table B-1. Standard Classes of Hypothetical Vehicles

Hypothetical Vehicles for Classification of Actual Vehicles and Bridges			
1	2	3	4
Class	Tracked Vehicles	Wheeled Vehicles	
		Axle Loads and Spacing	Maximum Single-Axle Load (in Short Tons)
4			

ερπυστριοφόρα φόρτιση μονού άξονα

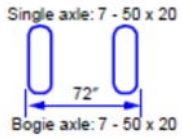
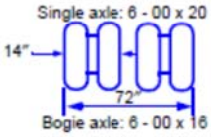
Κλάση οχήματος τροχοφόρα 3,5-4,5τόνων

Η απόσταση των αξόνων στο τροχοφόρο όχημα είναι 8ft=2,44m και 4ft=1.22m.

Τα φορτία των τροχών είναι 1ton=0,9 tn καιi 1,75 ton=1,59tn.

Στις στήλες 5-8 φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις τροχών και μεγέθη ελαστικών κυρίων αξόνων.

Table B-1. Standard Classes of Hypothetical Vehicles (continued)

Hypothetical Vehicles for Classification of Actual Vehicles and Bridges				
1	5	6	7	8
Class	Wheeled Vehicles			
	Minimum Wheel Spacing and Tire Sizes of Critical Axles			Maximum Tire Load and Minimum Tire Size
4				

Απόσταση απλού άξονα 72inches=1,83m και διαστάσεις ελαστικών πλάτος 7,5inches=190mm και διάμετρο ζάντας 20inches=508mm. Οι διαστάσεις των ελαστικών 7,5X20 είναι τα ελαστικά με διαστάσεις 190/85X20 και μέγιστο φορτίο ελαστικών 2500lbs=1,13tn και για τα ελαστικά των πίσω αξόνων 6 inches =1500mm και η απόσταση μεταξύ δυο τροχών 14inches=356mm.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β-2 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΜΠΤΙΚΩΝ ΡΟΠΏΝ

Τα φορτία που παράγονται από τη φόρτιση κάθε μεμονωμένου τροχού των υποθετικών οχημάτων αναγράφονται στο πίνακα Β-2 και Β-3. Αυτά τα στοιχεία βασίζονται στο αξίωμα ότι τα σημεία επαφής στο έδαφος δυο οχημάτων απέχουν απόσταση 100 ποδών ή 30,5 μέτρα μεταξύ τους.(1kip=4,448226KN και feet=0,305 m).

Table B-2. Wheeled- and Tracked-Vehicle Moment (in kip-feet)

Class	Wheeled/ Tracked	Span Length (feet)										
		4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30
4	W	4.96	7.44	9.92	12.40	14.88	17.92	21.40	25.60	30.00	41.00	52.20
	T	2.64	6.00	9.92	14.00	18.00	22.10	25.90	29.90	34.00	44.00	54.00

Table B-3. Wheeled- and Tracked-Vehicle Shear (in tons)

Class	Wheeled/ Tracked	Span Length (feet)									
		4	6	8	10	12	14	16	18	20	25
4	W	2.50	2.50	2.63	2.80	2.92	3.14	3.31	3.44	3.55	3.74
	T	1.33	2.00	2.50	2.80	3.00	3.14	3.25	3.33	3.40	3.52

4. Κλασικοποίηση γεφυρών σύμφωνα με STANAG 2021

4.1 Εισαγωγή

Ο αριθμός κλασικοποίησης μιας γέφυρας χρησιμοποιείται για να είναι διακριτό εάν ένα όχημα με συγκεκριμένο αριθμό κλασικοποίησης μπορεί να διέλθει από μια συγκεκριμένη γέφυρα χωρίς να προκαλέσει φθορές. Έτσι εξασφαλίζεται η ασφαλής διέλευση τόσο των τροχοφόρων όσο και των ερπυστριοφόρων οχημάτων. Η μέθοδος κλασικοποίησης κατά STANAG 2021 έχει σκοπό την τυποποίηση των γεφυρών για κοινή αντιμετώπιση από τις δυνάμεις των μελών NATO και δεν δίνει λεπτομερείς πληροφορίες για το σχεδιασμό μιας γέφυρας. Ο STANAG 2021 καλύπτει γέφυρες ενός ή περισσότερων ανοιγμάτων και περιλαμβάνει τόσο κατασκευή στρατιωτικών γεφυρών, σχεδίων όσο και γεφυρών κοινής ωφέλειας για πολιτική χρήση. Επειδή κάθε χώρα μπορεί να αναπτύξει συγκεκριμένες μεθόδους κλασικοποίησης γεφυρών δεν είναι υποχρεωτική η χρήση της αναλυτικής διαδικασίας τυποποίησης γεφυρών κατά STANAG 2021. Ωστόσο για λόγους ασφαλείας οι εθνικές μέθοδοι κλασικοποίησης πρέπει να τηρούν κάποια κριτήρια που αναφέρονται στον STANAG 2021.

Πηγή: http://www.konitsa.gr

(α) *Στρατιωτική Γεφυρα BAILEY Μπουραζανίου Κόνιτσας*

Πηγή: http://www.egnatia.eu

(β) *Γέφυρα Βοτονοσίου*

Εικ. 4.1.1 *Γέφυρες Ελέγχου κατά STANAG 2021.*

4.2 Κριτήρια του stanag 2021 που αφορούν την κλασικοποίηση Γεφυρών

4.2.1. Συνθήκες διέλευσης σε φυσιολογικές συνθήκες

Η διέλευση των οχημάτων σε φυσιολογικές συνθήκες να γίνεται σε απεριόριστη χρήση για τις γέφυρες πολιτικού τύπου και με αποδεκτούς περιορισμούς για τις στρατιωτικές γέφυρες για όλα τα οχήματα που κινούνται σε φάλαγγα, σύμφωνα πάντα με τους περιορισμούς κλάσης οχήμάτων. Στη σήμανση της γέφυρας αναγράφεται μόνο ο αριθμός κλασικοποίησης ης γέφυρας που αναφέρεται σε κανονικές, φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας.

4.2.2. Συνθήκες διέλευσης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Να προβλέπεται σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή σε περίοδο επιχειρήσεων η εξέταση της περίπτωσης διέλευσης οχημάτων που υπερβαίνει σε αριθμο κλάσης, την κλάση της γέφυρας και την καταγραφή του τρόπου διέλευσης του οχήματος πάνω απο τη γέφυρα χώρις να καταστραφεί η γέφυρα και τη χρήση οριακών κριτηρίων ασφαλείας. Σχετικά με τη διάβαση βαρέως οχήματος κλάσεως μεγαλύτερης απο τη κλάση της γέφυρας, τα οχήματα πρέπει να καθοδηγούνται στη μέση της γέφυρας με ταχύτητα όχι μεγαλύτερη των 5χλμ /ώρα. Η χρήση των φρένων και η αλλαγή ταχύτητας απαγορεύονται. Επιτρέπεται η διέλευση ενός οχήματος πάνω σε κάθε μεμονωμένο άνοιγμα.

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει η διέλευση βαρέως οχήματος να μην δημιουργήσει ένταση μεγαλύτερη απο αυτήν της έντασης σχεδιασμού της γέφυρας.

4.3 Μέθοδοι κλασικοποίησης γεφυρών πολιτικού τύπου, κρατών μελών ΝΑΤΟ σύμφωνα με τα κριτήρια του stanag 2021

(α) Αναλυτικές μεθοδολογίες κλασικοποίησης γεφυρών μελών ΝΑΤΟ:

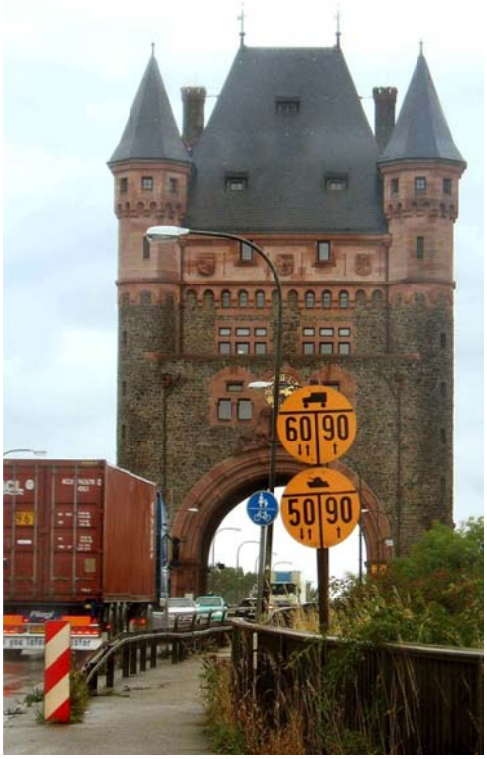
1. Ηνωμένο Βασίλειο ME VOL II- Field engineering Pamphlet 7 B-08/94
2. ΗΠΑ Track Commanders bridge crossing bookletGTA 5-7-12-06/91
3. Δανια N0DKLAS BRO HRN 510-005-05/96
4. Γαλλία GEN 150 / memento des technigues du Genie

(β) Μέθοδοι ταχείας κλασσικοποίησης γεφυρών πολιτικού τύπου

1. Γερμανία BRASSCO (Bridge Assement Code)
2. Βέλγιο BAP(Bridge Assement Procedure)

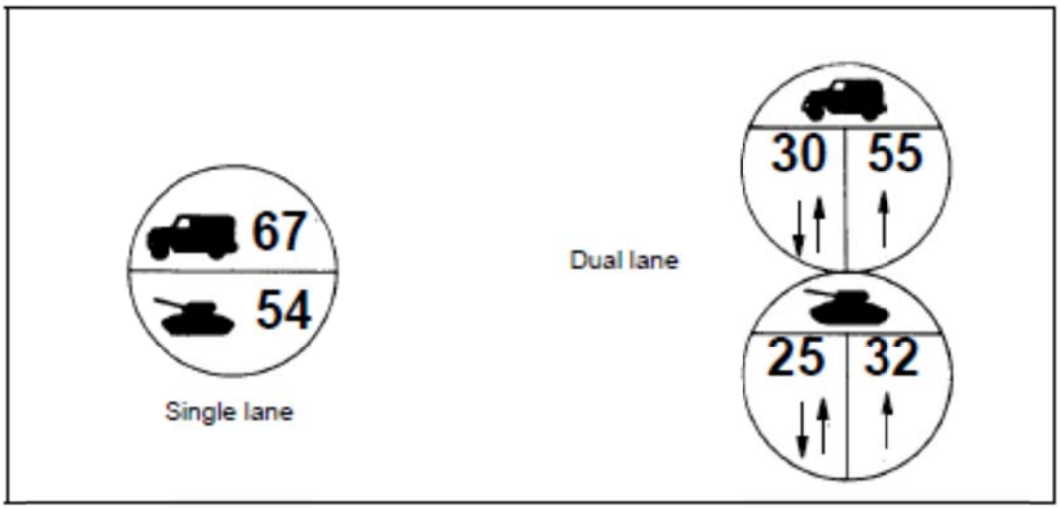
Πηγή: www.bung-gruppe.de

(α) *Πανοραμική εικόνα της Nibelungen Bridge Worms Germany*



πηγή :http://commons.wikimedia.org

(β) *πινακίδες κλασικοποίησης της Nibelungen Bridge Worms Germany*



Πηγή:FM 3-34-343

(γ) *Μέθοδος καταγραφής κλάσης σύμφωνα με τον FIELD MANUAL USA FM 3-34-343*

Εικ. 4.3.1 Κλασικοποίηση Γεφυρών

4.4 Μέθοδοι ταχείας κλασικοποίησης γεφυρών σύμφωνα με το τεχνικό εγχειρίδιο ΕΕ 10-11 Κλασικοποίηση γεφυρών και οχημάτων

4.4.1 Εισαγωγη

Στον Ελληνικό Στρατό εφαρμόζεται ο stanag 2021 ως αναφορά για την κλασικοποίηση των οχημάτων. Στη κλασικοποίηση γεφυρών οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στο ΕΕ 10-11 για τον υπολογισμό της κλάσης γέφυρας αναφέρονται σε μελέτες γεφυρών πριν το 1971. Όμως οι σύγχρονες μέθοδοι κατασκευής γεφυρών καθώς και η σύγχρονη τεχνολογία υλικών απαιτούν πιο εξελιγμένες μεθόδους υπολογισμού των εντάσεων που δέχεται η γέφυρα και των επιπτώσεων τους στην κατασκευή.

4.4.2. Αναλυτική μέθοδος σύμφωνα με ΕΕ10-11

Οι γέφυρες κλασικοποιούνται για απλή και διπλή κυκλοφορία. Διπλή γίνεται όταν η κλάση των ερπυστριοφόρων είναι μεγαλύτερη των 30, αλλιώς κλασικοποιείται με την κλάση του οχήματος που είναι έως 30 τόνους. Συμφώνα με τον ΕΕ10-11 γίνονται οι παρακάτω παραδοχές για τους υπολογισμούς της κλάσης:

- *Ανωδομή*: θεωρείται η ανωδομή ως το κρίσιμο μέρος της γέφυρας.
- *Κατάσταση της γέφυρας*: Η γέφυρα βρίσκεται σε καλή κατάσταση.
- *Κρούση*: Λαμβάνεται συντελεστής κρούσης ίσος με 0,15 όλων των ωφέλιμων επι της γέφυρας φορτίων.
- *Ιδιο βάρος κατασκευής*: Θεωρείται ομοιόμορφα κατανεμημένο και επιβαρύνει εξίσου όλα τα κύρια στοιχεία αυτής.
- *Επιτρεπόμενες τάσεις*: δίνονται αριθμητικές τιμές επιτρεπόμενων τάσεων για χάλυβα, ξυλεία, σκυρόδεμα.
- *Ικανότητα ανάλυσης ροπής*: Οι γέφυρες κλασικοποιούνται βάση της ικανότητας τους να φέρουν μια ορισμένη τιμή ροπής κάμψεως εκ της οποίας έχουν αφαιρεθεί οι τιμές των ροπών λόγω ιδίου βάρους και κρούσεως.
- *Κατανομή φορτίων*: χρήση τύπων ανάλογα με το είδος της γέφυρας.

4.4.3 Ταχεία μέθοδος σύμφωνα με ΕΕ10-11

Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι η ανάγκη στο πεδίο επιχειρήσεων γρήγορης μεθόδου κλασικοποίησεις γεφυρών. Η μέθοδος υπολογισμού στηρίζεται σε ένα αριθμό νομογραφημάτων ανάλογα το είδος της γέφυρας και τον τύπο των οχημάτων.

4.4.4 Τυποι γεφυρών που κλασικοποιούνται με τον ΕΕ10-11

Οι τύποι που κλασικοποιούνται είναι:

- Συνεχείς γέφυρες
- Γέφυρες με χαλύβδινους δοκούς
- Γέφυρες απο πλάκες ωπλισμένου σκυροδέματος
- Γέφυρες με πλακοδοκούς ωπλισμένου σκυροδέματος
- Γέφυρες με κιβωτιοειδή διατομή
- Γέφυρες μικτών δοκών (σύμμικτες)
- Δικτυωτές γέφυρες
- Τοξωτές γέφυρες
- Κρεμαστές γέφυρες
- Γέφυρες προεντεταμένου σκυροδέματος

4.4.5 Παρατηρήσεις

Το εγχειρίδιο εκστρατείας ΕΕ 10-11 με ημερομηνία εκδοσης 1971 είναι κατάλληλο για την κλασικοποιηση των οχημάτων και είναι σύμφωνος με το STANAG 2021 Μαιος 2014. Επίσης ο τρόπος σήμανσης των γεφυρών είναι σύμφωνος με τον STANAG 2021. Η μέθοδοι όμως κλασικοποίησης γεφυρών χρίζουν αναθεώρησης δεδομένου των σύγχρονων μεθόδων κατασκευής γεφυρών και την εξέλιξη της τεχνολογίας των υλικών.

Πηγή : http://www.greece.com

(α) *Γέφυρες Ευήνου (1967)*

Πηγή : http://www.egnatia.eu

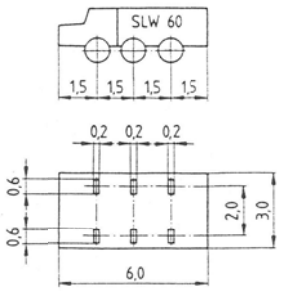
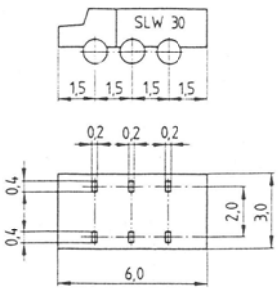
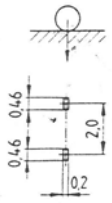
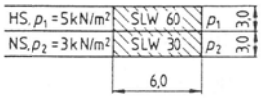
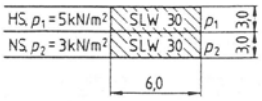
(β) *Γέφυρες :Γέφυρα Γ 2 (Καστανιά Κοζάνης) & Γέφυρα Μετσοβίτικου ποταμού (συγχρονές).*

Εικ. 4.4.1 *Γέφυρες πριν και μετά την έκδοση του ΕΕ 10-11*

5. Συρμός DIN 1072 κλάσης 60/30

Σύμφωνα με τον DIN 1072 κλάσης 60/30 ο συρμός αφορά όχημα 60 τόνων (600κN) που κινείται σε λωρίδα κυκλοφορίας πλάτους 3 μέτρων και η φόρτιση είναι συνεχές ομοιόμορφο φορτίο 0,5 τόνων N/m^2 (5kN/m^2). Επίσης ένα όχημα των 30 τόνων (300κN) που κινείται σε λωρίδα κυκλοφορίας πλάτους 3 μέτρων και η φόρτιση είναι συνεχές ομοιόμορφο φορτίο 0,3 τόνων N/m^2 (3kN/m^2). Για φορείς πλάτους μεγαλύτερου των 6 μ στο επιπλέον πλάτος λαμβάνουμε συνεχές ομοιόμορφο φορτίο 0,3 τόνων /m^2 (0,3kN/m^2). Τα παραπάνω οχήματα φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.

Table 1. **Standard imposed loads assigned to standard bridge classes** Dimensions in m

	Bridge class 60/30	Bridge class 30/30	
1	Heavy lorry (SLW)		
	 Total load: 600 kN. Wheel load: 100 kN. Substitute area load $p' = 33{,}3$ kN/m^2.	 Total load: 300 kN. Wheel load: 50 kN. Substitute area load $p' = 16{,}7$ kN/m^2.	One individual axle  Axle load: 130 kN (see Explanatory notes relating to subclause 3.3.1 in Supplement 1 to DIN 1072).
2	Loading of deck surface between the raised kerbs (carriageway)		
			
	HS – main traffic lane, allowance being made for the vibration coefficient, φ. NS – secondary traffic lane, no allowance being made for the vibration coefficient. For remaining areas, $p_2 = 3$ kN/m^2, no allowance being made for the vibration coefficient. (See subclause 3.3.4 for φ.)		
3	Loading of deck surface except for carriageway (footways and cycle tracks, verges, central reserve): the least favourable value given in line 3, items a) to c) below, shall be considered, no allowance being made for the vibration coefficient.		
	a) $p_2 \approx 3$ kN/m^2, together with the remaining loads as in line 2, HS to be considered with allowance being made for φ.		
	b) $p_3 = 5$ kN/m^2, loads as in line 2 not being considered (only applicable to the loading of individual structural elements such as footway slabs, longitudinal girders, cantilever slabs, cross girders).		
	c) For the parts of the bridge not protected against collision by means of a safety fence (applicable only to the loading of individual structural elements as described in line 3, item b) above), the following shall apply: The wheel load, P, shall be taken as 50 kN and the tyre contact area as 0,2 × 0,4, no allowance being made for the loads as in line 2. Where existing bridges of former classes 30, 45 and 60 can be reclassified into classes 30/30 or 60/30, the wheel load can be taken as 40 kN and the tyre contact area as 0,2 × 0,3, no allowance being made for the loads as in line 2.		
4	Correlation of revised bridge classes and types of road or highway[1] Bridge class 60/30: BAB, B, L, K, S. Bridge class 30/30: K, S, G, W.		

[1]) BAB: federal motorways; B: federal highways; L: provincial (*Land*) highways; S: urban or municipal thoroughfares, town streets; K: district roads, county roads; G: municipal unclassified roads; common ways; parish roads; W: farm tracks.

Πηγή: DIN 1072

6. Δυσμενέστερα Στρατιωτικά Οχήματα

6.1 Εισαγωγή

Για την παρούσα διπλωματική εργασία έγινε η επιλογή του βαρύτερου οχήματος του ελληνικού στρατού προκειμένου να γίνει η παραμετρική διερεύνηση της έντασης, που αναπτύσσεται σε φορείς γεφυρών συγκριτικά με την αντίστοιχη ένταση υπό τα φορτία της κλάσης 60/30 του DIN 1072. Το όχημα που επιλέχθηκε είναι ο αρματοφορέας STEYER 40 M 60/S40/6X6(εικ.1α) με ρυμουλκού NK 1000-76 κατά τη μεταφορά του άρματος μάχης LEOPARD 2A6HELL συνολικού βάρους συρμού 105 τόνων και για άρματος μάχης LEOPARD 2A6 HELL (εικ.1β)

6.2. STEYER 40 M 60/S40/6X6

Ο αρματοφορέας STEYER 40 M 60/S40/6X6 κατασκευάστηκε από την εταιρεία VOLVO- STEYER για τις σύγχρονες ανάγκες μεταφοράς αρμάτων του ελληνικού στρατού. Συγκεκριμένα για την ρυμούλκηση του ημιρυμουλκούμενου οχήματος μεταφοράς αρμάτων NK 1000-76. προκειμένου να γίνεται η μεταφορά των αρμάτων LEOPARD-HELL κλάσης 70 καθώς και των αρμάτων M1 ABRAMS. Οι διαστάσεις και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αρματοφορέα είναι:

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ 40M60 6X6	
Μήκος	8330mm
Πλάτος	2900mm
Υψος καμπύνας	3600mm
Μεταξόνιο	4025/1500mm
Μετατρόχιο μπροστά	2265mm
Μετατρόχιο πίσω	2275mm
Ελεύθερο διάκενο μπροστά /πίσω	481/435mm
Μέγιστη γωνία αναβαθμού απρόσκοπτης ανάβασης	24°
Ελάχιστη διάμετρος κύκλου στροφής	24m
Γωνία πρανούς μπροστά	40°
Γωνία πρανούς πίσω	45°
ΒΑΡΗ 40M60 6X6	
Επιτρεπόμενο συνολικό βάρος	39000gr
Επιτρεπόμενη φ'ορτιση μπροστινού άξονα	10000gr
Επιτρεπόμενη φόρτιση πισω άξονα	2X14500gr
Απόβαρο	17000gr
Φορτίο αρθρωτού συνδέσμου	21000gr
Συνολικό βάρος έλξης	120000gr

(α) *Αποστάσεις μετατρόχιου μπροστά –πίσω*

Πηγή:784ΤΜΕ

(β) *Αποστάσεις μεταξόνιου*

Εικ. 6.2.1 *Διαστάσεις STEYER 40 M 60/S40/6X6*

6.3. Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76

Ο αρματοφορέας του τύπου NK 1000-76 έχει κατασκευαστεί για να μεταφέρει τα εν χρήσει άρματα των τύπων M48, M60, LEOPARD 1, M88-A1 LEOPARD 2 A6 HELL, T80U και ABRAAMS.

Φέρει τέσσερις (4) σειρές ανεξάρτητων ταλαντούμενων αξόνων ανά πλευρά. Φέρει τριάντα τέσσερα (32) ελαστικά διαστάσεων 235/75 R 17,5. Είναι εξοπλισμένος για την ασφαλή μεταφορά των αρμάτων με όλους τους απαραίτητους τάκους και τους κρίκους για το δέσιμο των αρμάτων με αλυσίδες στην πλατφόρμα. Στο πίσω μέρος έχει δυο ράμπες μεγάλου μήκους για την άνετη φόρτωση και εκφόρτωση από την πλατφόρμα. Το πλέον κατάλληλο ρυμουλκό είναι το STEYER 40 M 60/S40/6X6.οι διαστάσεις και τα βάρη του αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πηγή:784ΤΜΕ

Εικ. 6.3.1 *Διαστάσεις STEYER 40 M 60/S40/6X6*

ΒΑΡΗ	
Μέγιστο μικτό βάρος	100.000 kgr
Απόβαρο	25.000 kgr
Μέγιστο ωφέλιμο βάρος	76.000 kgr
Μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος	78.000 kgr
Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα	Με πλήρεςφορτίο 80 km/h επί εθνικών οδών 40 km/h επί αγροτικών οδών 15 km/h εκτός δρόμου

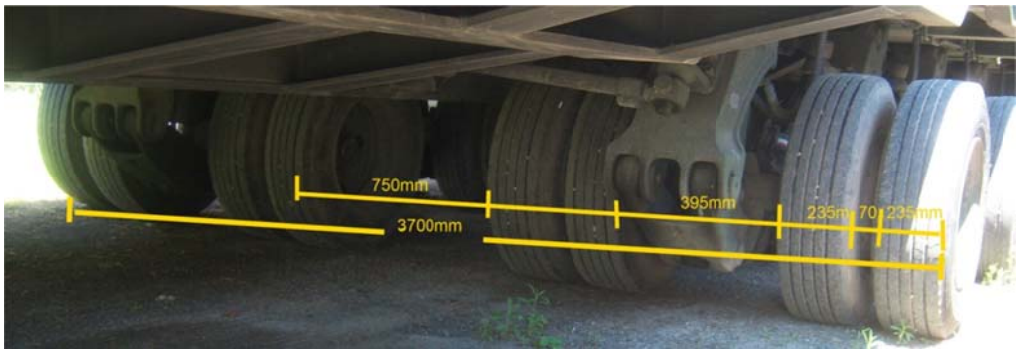
Διαστάσεις	
Ολικό μήκος	14.650mm
Ολικό Πλάτος	3.700mm

6.3.1 Ανάρτηση –Άξονες

Η υδραυλική ανάρτηση είναι σχεδιασμού ΝΙΚ.ΚΙΟΛΕΙΔΗΣ ΑΕΒΕ και κατασκευής ολλανδικού οίκου TRIDEC. Συνεργάζεται απόλυτα με τους ταλαντούμενους ημιάξονες του Γερμανικού εργοστασίου BPW. Ο συνδυασμός της αναρτήσεως και των αξόνων προσφέρει ομοιόμορφη κατανομή βάρους επ΄ολων των ελαστικών επί παντός εδάφους (κίνηση αξόνων επί τεσσάρων κατευθύνσεων άνω, κάτω, δεξιά.). Η ικανότητα εκάστοτε άξονα είναι 13 τόνοι. Το μετατρόχιο είναι 980mm και η εγκάρσια ταλάντωση του άξονα 10°. Η υδραυλική ανάρτηση διαθέτει ήλεκτρο-υδραυλικό σύστημα βυθίσεως και ανυψώσεως ώστε να ρυθμίζεται το ύψος πορείας. Το ημιρυμουλκούμενο όχημα έχει 32 τροχούς. Οι τροχοί είναι χαλύβδινοι διαστάσεως 6,75Χ17,5 και τα ελαστικά 235/75 Ρ17,5.

Πηγή: Τζάννες Γεώργιος

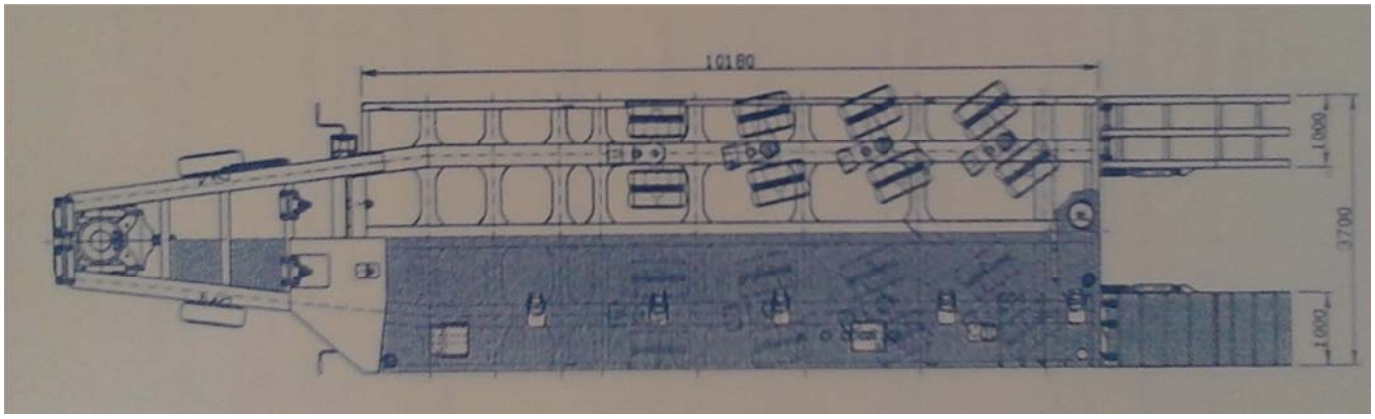
(α*) Διάταξη τροχών ΝΚ1000-76*



(β) *Διάταξη τροχών – αναρτήσεων ΝΚ1000-76*

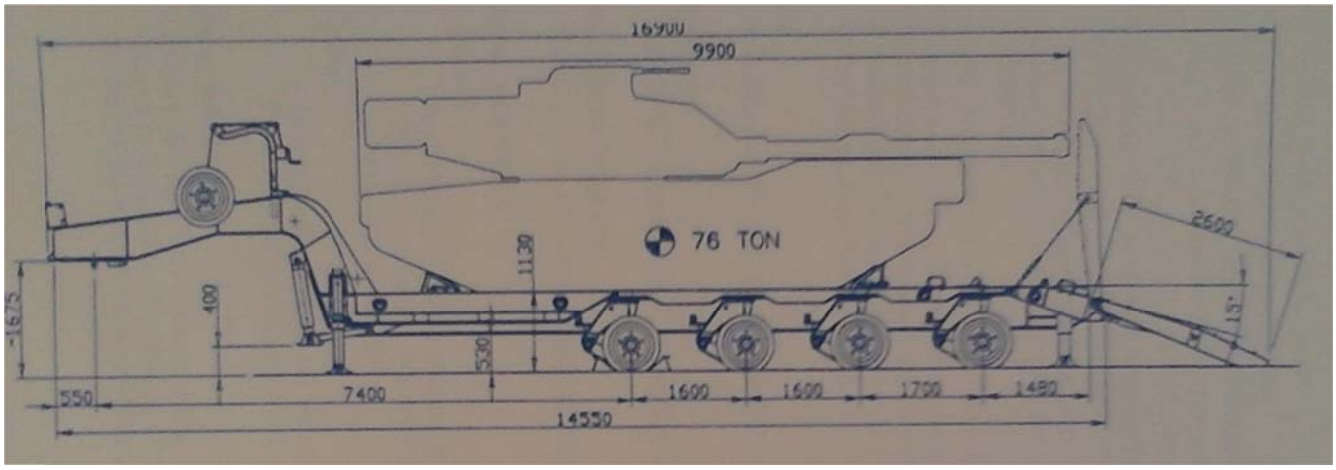
Εικ. 6.3.2 *Ανάρτηση ΝΚ 1000-76*

6.3.2 Κάτοψη και αποστάσεις αξόνων Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων ΝΚ1000-76



Πηγή :ΝΙΚ.ΚΙΟΛΕΙΔΗΣ MANUAL

(α) *Κάτοψη τροχών*

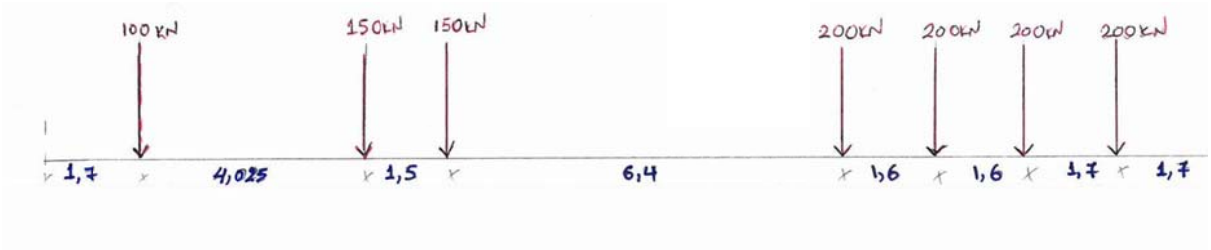


Πηγή :ΝΙΚ.ΚΙΟΛΕΙΔΗΣ MANUAL

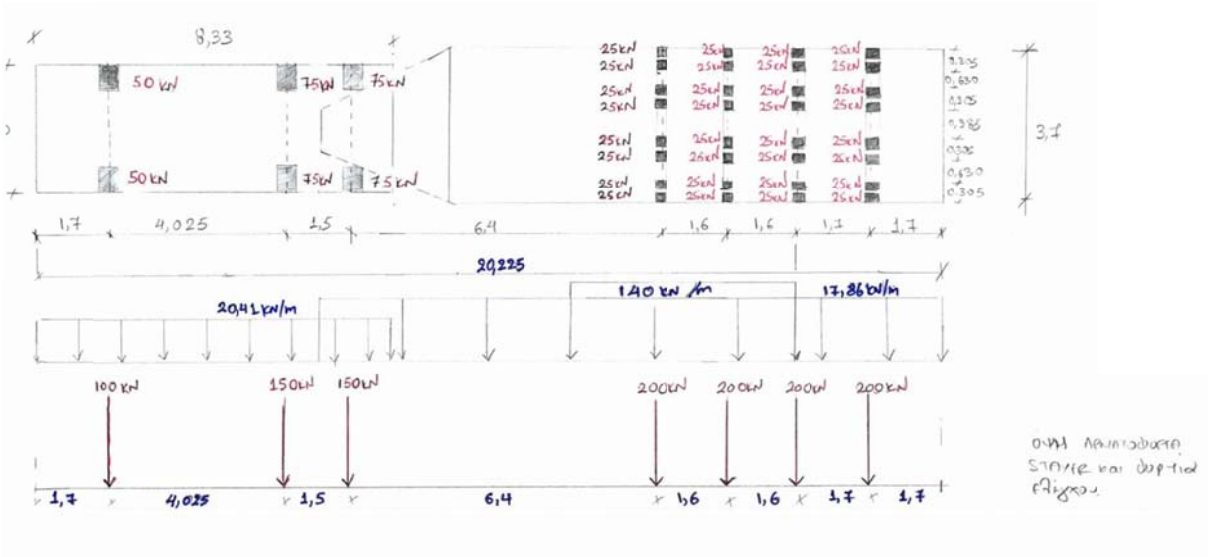
(**β)** *Αποστάσεις αξόνων*

Εικ.6.3.3 ΝΚ100-76

6.3.3 Κάτοψη αρματοφορέα STEYER 40 M 60/S40/6X6(εικ.1α) με ρυμούλκου NK 1000-76 κατά τη μεταφορά του άρματος μάχης LEOPARD 2A6HELL



(α) *Φορτία τροχών*



(**β**) *Κάτοψη*

Εικ.6.3.3.1. NK100-76 Φορτία Υπολογισμού

6.4 Άρμα μάχης LEOPARD 2A6 HELL

Το άρμα μάχης LEOPARD 2A6 HELL βάρους 63 τόνων αποτελεί το βαρύτερο τεθωρακισμένο όχημα του Ελληνικού στρατού. Η κίνηση του άρματος γίνεται με τη χρήση ερπυστριών. Εξετάστηκαν η κίνηση κατά φάλαγγα ανά ένα άρμα σε ένα στίχο και η κίνηση αρμάτων σε δύο φάλαγγες σε κίνηση παράλληλη κατά τη διέλευση τους από γέφυρες κατασκευασμένες απο προκατασκευασμένα στοιχεία και γέφυρες κατασκευασμένες με τη μέθοδο της προβολοδόμησης

Πηγή: ΓΕΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
Βάρος Μάχης	63 τόνοι
Μήκος	11,06 m
Πλάτος	3,81 m
Ύψος	3,1 m
Ισχύς Κινητήρα	1500 HP
Εδαφική Ανοχή	0,49 m
Χωρητικότητα Καυσίμου	1200 lt

7. Παραδείγματα Εφαρμογής

7.1.1 Γενικά

Εξετάζονται δύο παραδείγματα εφαρμογής με την εφαρμογή διαφόρων συνδυασμών βαρέων στρατιωτικών οχημάτων. Στο πρώτο εξετάζονται γέφυρες μορφής πλακοδοκών με ανοίγματα από 27 έως 39 m. Στο δεύτερο εξετάζει μία συγκεκριμένη γέφυρα μορφής προβολοδομήσεως η οποία είναι η γέφυρα A09TE06 στο τμήμα Α/Κ/ Στέρνας- Σήραγγα Αρτεμησίου του αυτοκινητοδρόμου ΜΟΡΕΑ.

(α) *Γέφυρες κατασκευασμένες με προκατασκευασμένα στοιχεία*

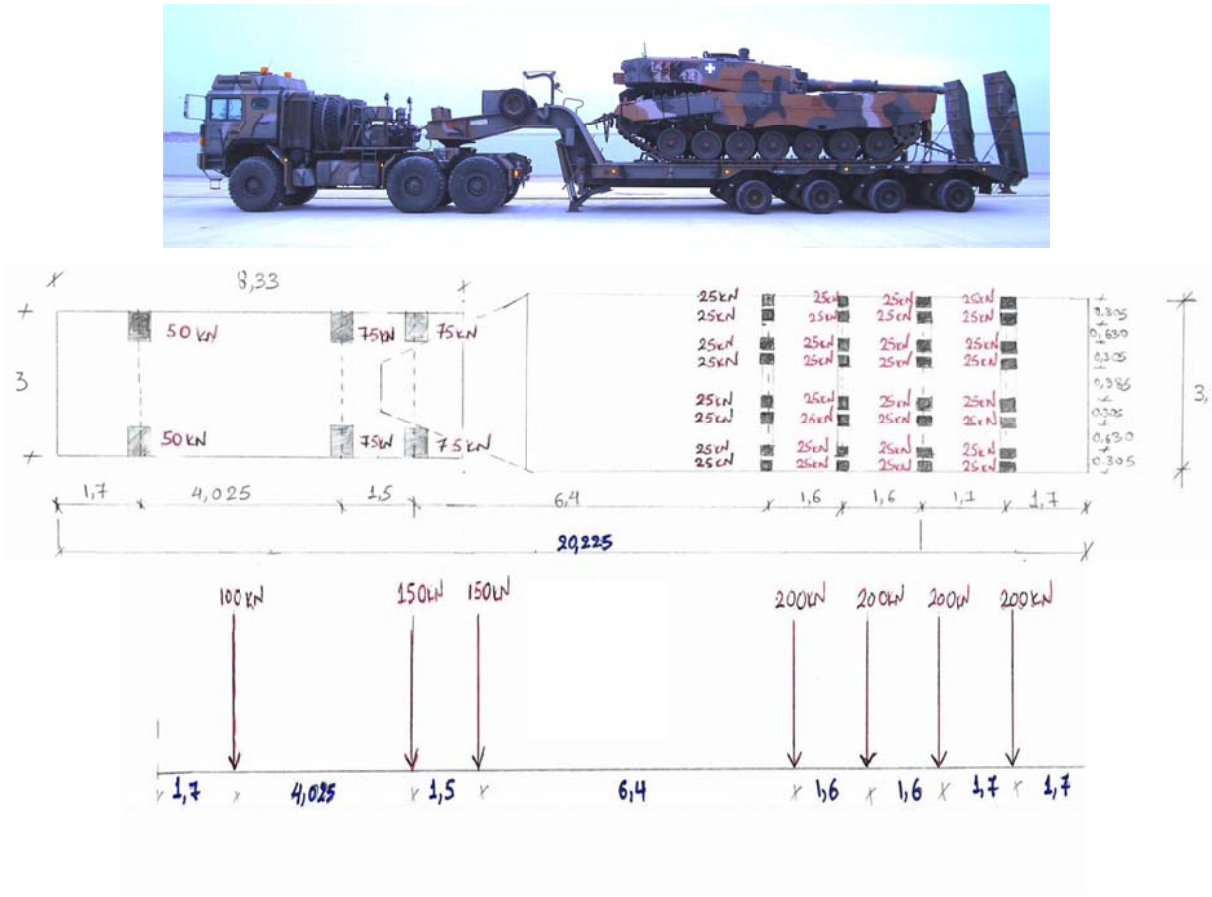
(β) *Γέφυρα A09-TE06*

Εικ.7.1 *Γέφυρες Παραδειγμάτων Εφαρμογής*

7.1.2 Εξεταζόμενα Φορτία Στρατιωτικών Οχημάτων

Α. Συρμός του αρματοφορέα STEYER 40 M 60/S40/6X6 σε συνδυασμό με το Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76 έμφορτο με το άρμα μάχης LEOPARD HELL 2A6.

Το βάρος του αρματοφορέα είναι STEYER 40 M 60/S40/6X6 είναι 17 TON(170κN) και το Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76 είναι 25TON (250kN).Το βάρος του άρματος μάχης LEOPARD HELL 2A6 είναι 63TON(630kN). Το συνολικό βάρος του συρμού είναι 105 TON (kN). Οι διαστάσεις του συρμού κατά τμήμα και η δίαταξη των αξόνων –τροχών αναφέρεται στο προηγούμενο κεφάλαιο. Σε κάθε τροχό έγινε ο καταμερισμός του φορτίου σε κάθε τροχό στην κάτοψη και στην όψη ανά άξονα.



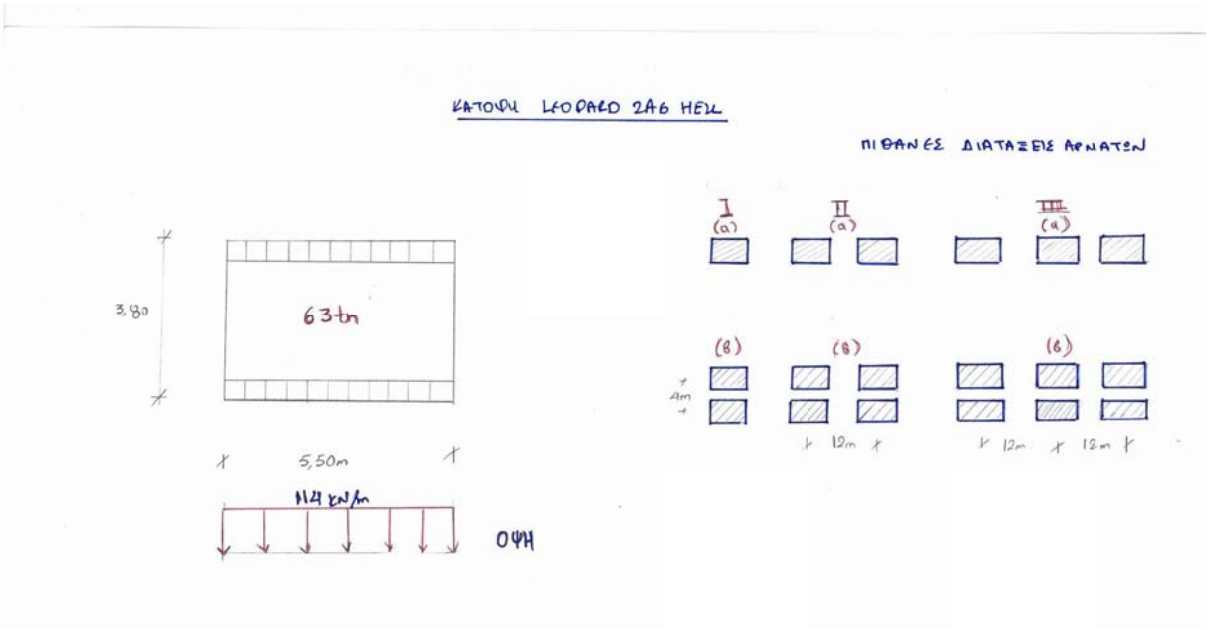
Εικ.7.2 *Κάτοψη και όψη φορτίων STEYER 40 M 60/S40/ 6X6*

Εξετάζονται οι περιπτώσεις κίνησης σε μία λωρίδα όπως και σε δύο λωρίδες κυκλοφορίας παράλληλα (περίπτωση διασταύρωσης με αντίθετη κίνηση).

Β. Άρμα μάχης LEOPARD 2A6 HELL

Η κίνηση του άρματος γίνεται με τη χρήση ερπυστριών. Το βάρος του άρματος μάχης LEOPARD 2A6 HELL καταμερίσθηκε στην κάτοψη σε δυο κατανεμημένα φορτία 93KN /m2 και στην όψη σε ένα κατανεμημένο φορτίο 114κN/m

Κίνηση αρμάτων μάχης LEOPARD 2A6HELL κατά ένα όχημα ή σε φάλαγκα

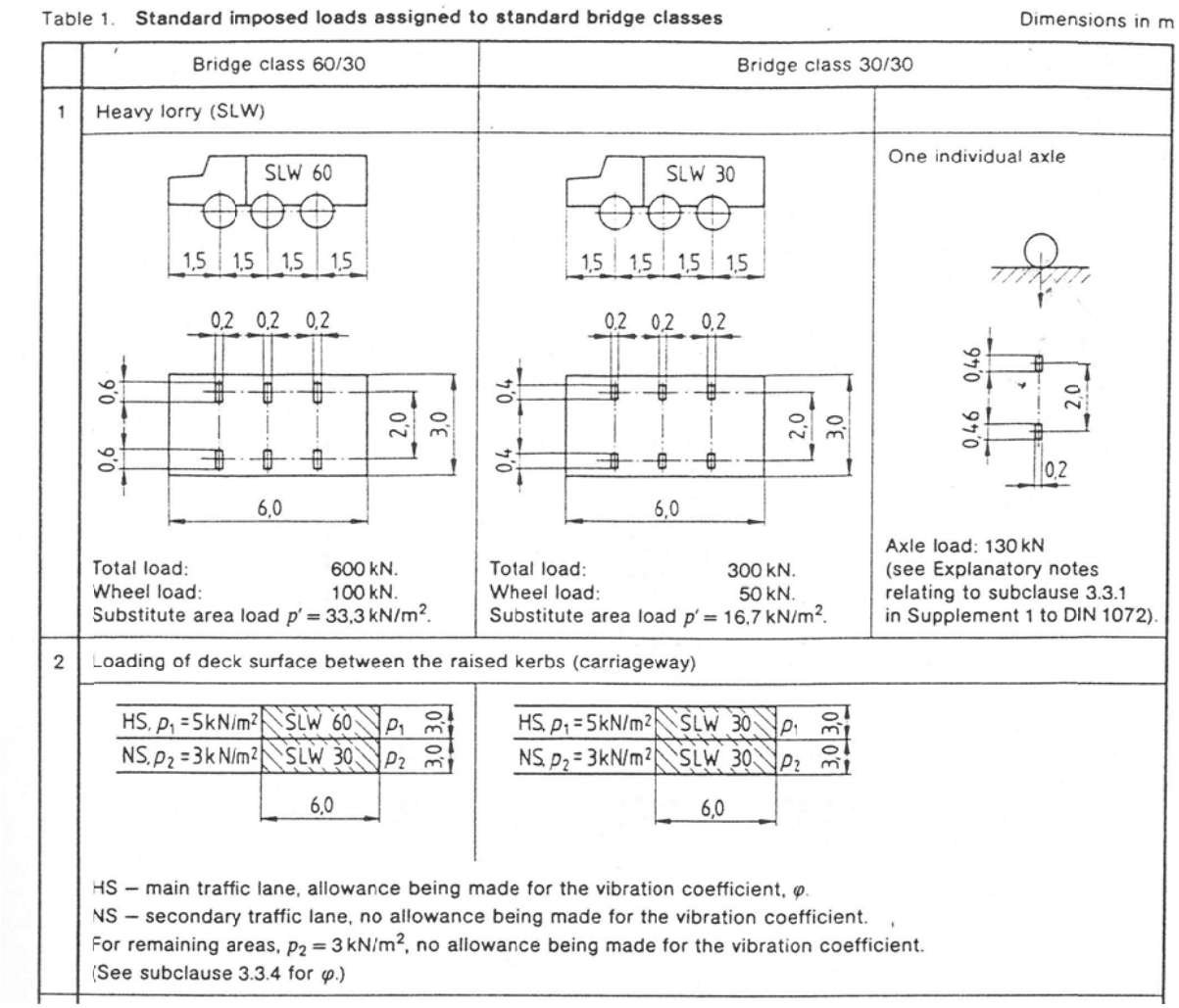


Εικ.7.3 *Κάτοψη και όψη φορτίων LEOPARD 2A6 HELL*

Εξετάζονται η διάβαση του συρμού είτε κινούμενο σε φάλαγγα έως 3 άρματα είτε σε μια λωρίδα κυκλοφορίας της γέφυρας είτε και στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας ταυτόχρονα.

7.1.2 Μεθοδολογία Ελέγχου

Κατά τις εξεταζόμενες περιπτώσεις ελέγχεται η μέγιστη ένταση που προκύπτει από το εκάστοτε φορτίο στρατιωτικού συρμού με την αντίστοιχη που προκύπτει από τα φορτία σχεδιασμού. Εδώ θεωρείται ότι τα φορτία σχεδιασμού είναι ο συρμός κλάσεως SLW 60/30 του DIN 1072 (εικ .



Εικ.7.3 *Φορτία DIN 1072*

7.2 Γέφυρες μορφής εσχάρας πλακοδοκών

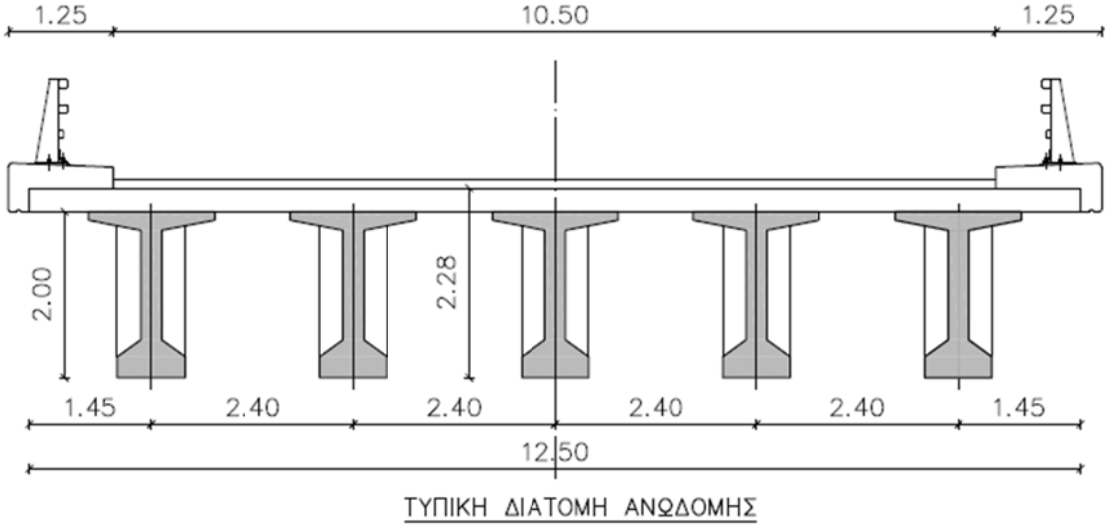
(α) *Τοποθέτηση προκατασκευασμένων δοκών σε γέφυρα* (Πηγή: ΟΤΜ)

(β) *Γέφυρα με προκατασκευασμένα στοιχεία στην Εγνατία Οδό* (Πηγή: ΟΤΜ)

Εικ.7.1 *Εικόνες Γεφυρών με χρήση προκατασκευασμένων στοιχειών στη φάση κατασκευής*

7.2.1 Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν γέφυρες μορφής εσχάρας πλακοδοκών διαφόρων ανοιγμάτων, πλάτους 10,50 μέτρων με την παρακάτω τυπική διατομή:

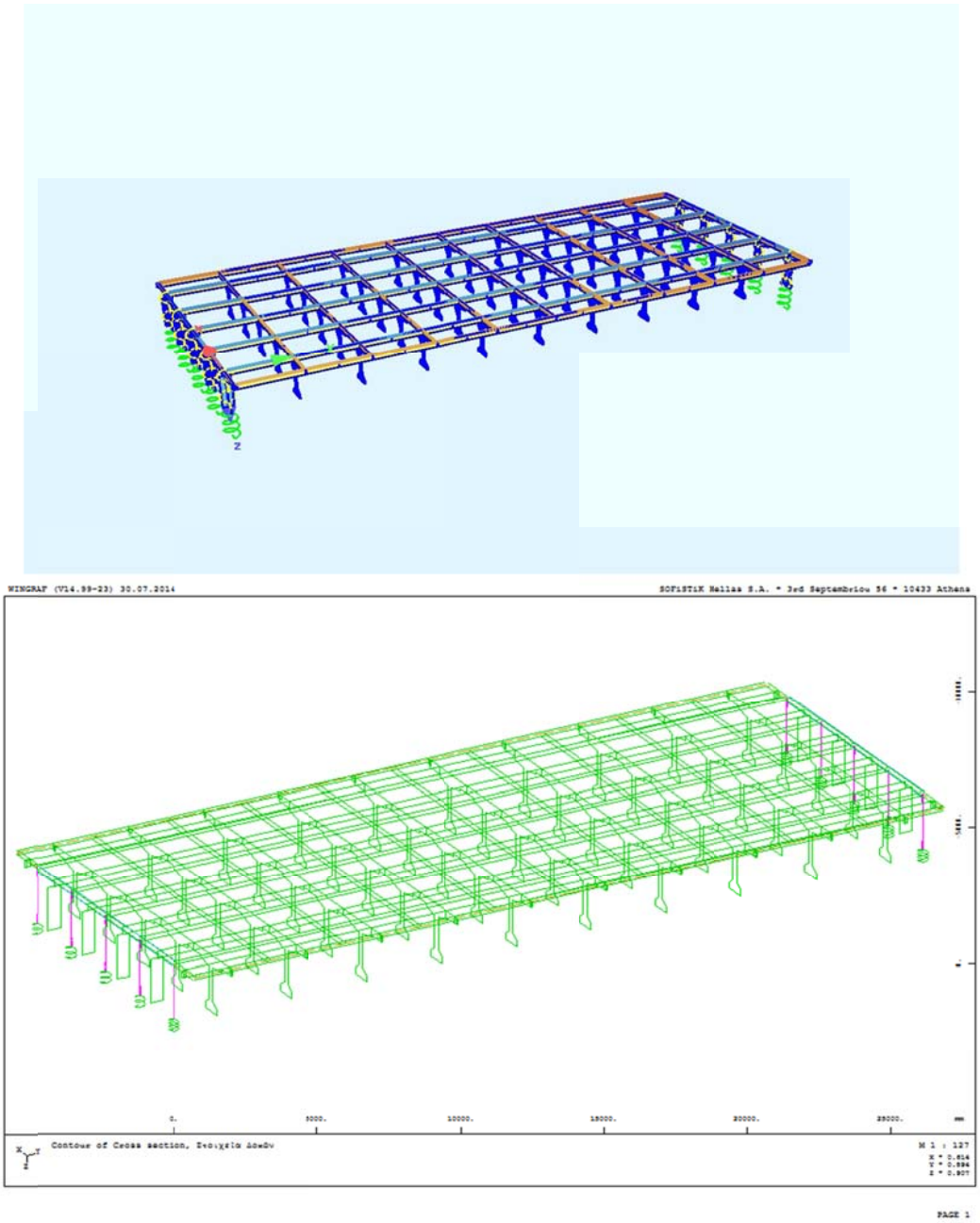


Εξετάστηκαν γέφυρες με διαμήκη μέλη μήκους 27, 30, 33,36,39 μέτρων με την παρακάτω κατά μήκος τομή:

Τα εγκάρσια μέλη των γεφυρών μορφής εσχάρας πλακοδοκών αποτελούν το κατάστρωμα της γέφυρας και οι διαδοκίδες στις στηρίξεις στα άκρα

7.2.2 Προσομοίωση γεφυρών εσχάρας πλακοδοκών με πρόγραμμα Sofistik

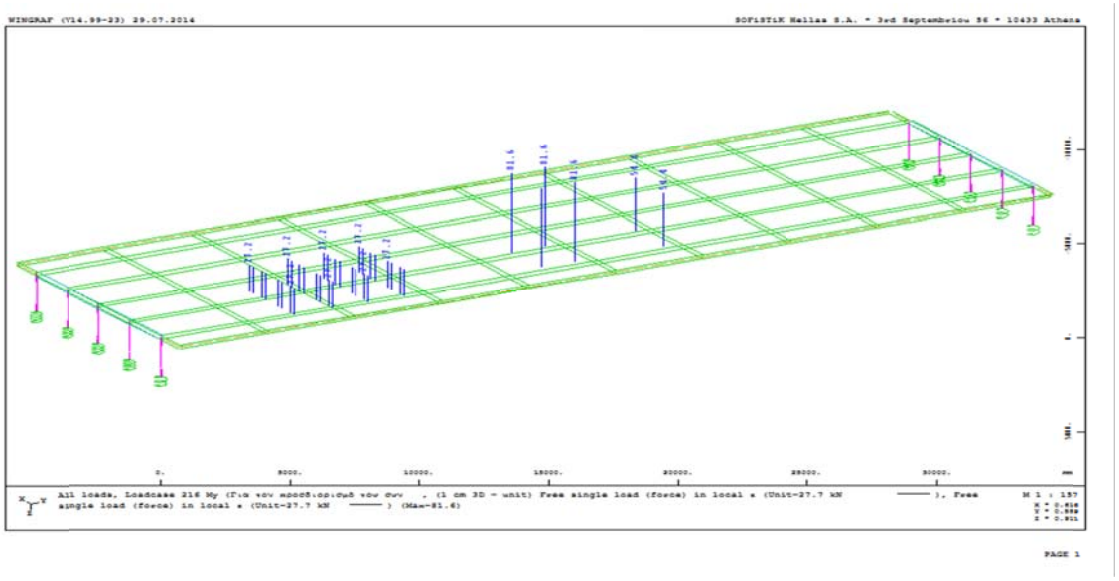
Για την υλοποίηση της διερεύνησης έγινε η προσομοίωση των γεφυρών εσχάρας πλακοδοκών με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος sofistik, που βασίζεται στην μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων.



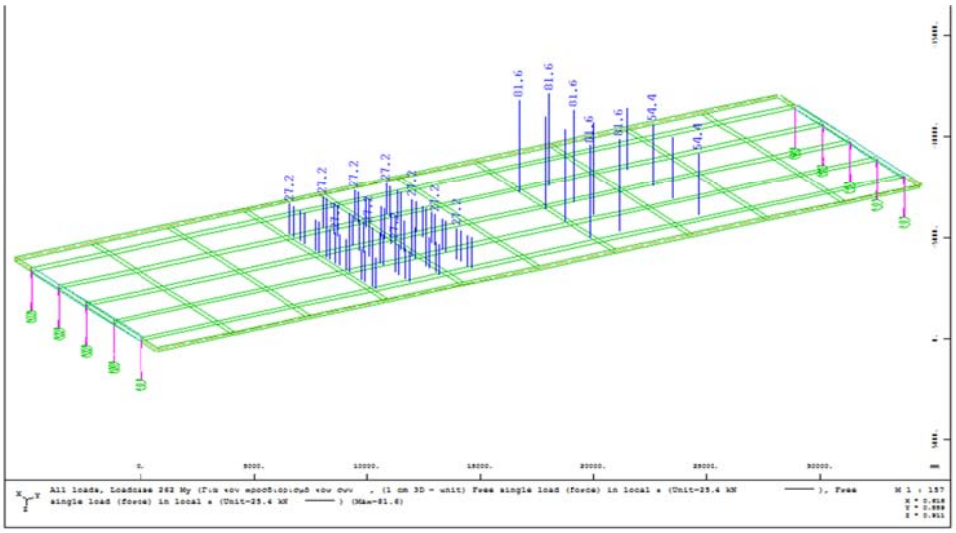
8.2 *Προσομοίωση γεφυρών εσχάρας πλακοδοκών(sofistik)*

7.2.3 Τρόπος επιβολής φορτιών των βαρέων στρατιωτικών οχημάτων

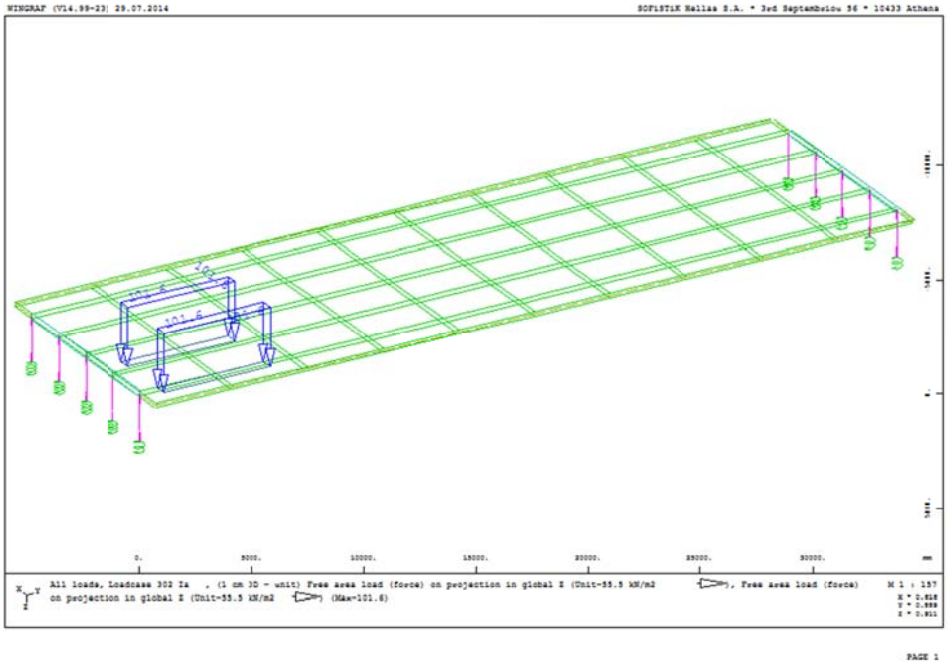
7.2.3.1 Διέλευση του αρματοφορέα STEYER 40 M 60/S40/6X6 σε συνδυασμό με το Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76 έμφορτο με το άρμα μάχης LEOPARD HELL 2A6 στη μία λωρίδα κυκλοφορίας



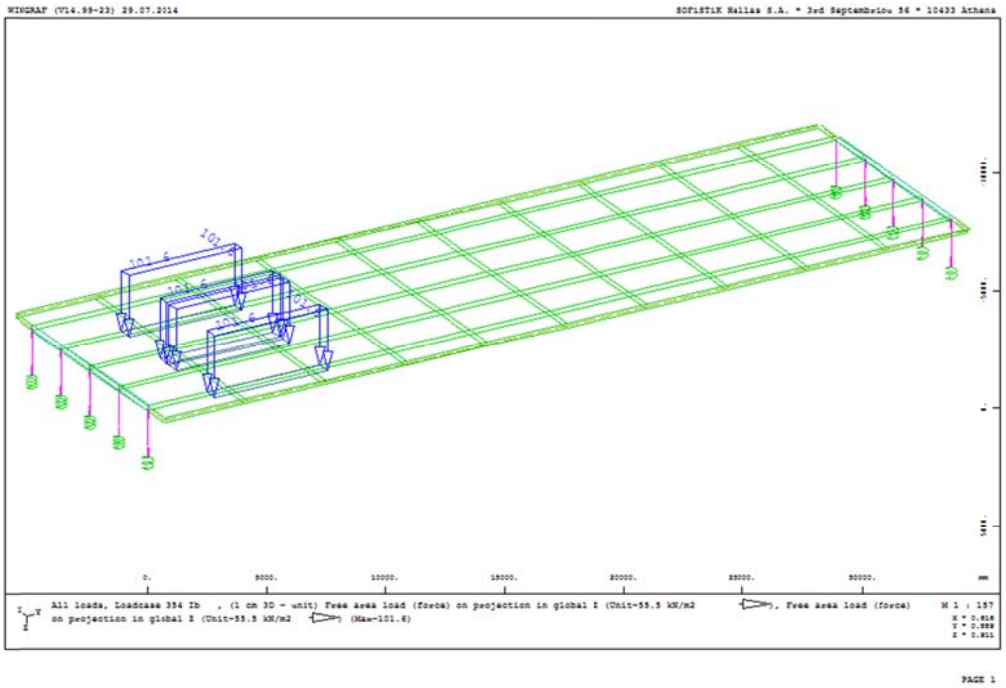
7.2.3.2 Διέλευση του αρματοφορέα STEYER 40 M 60/S40/6X6 σε συνδυασμό με το Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76 έμφορτο με το άρμα μάχης LEOPARD HELL 2A6 στις δυο λωρίδα κυκλοφορίας , παράλληλη κίνηση.



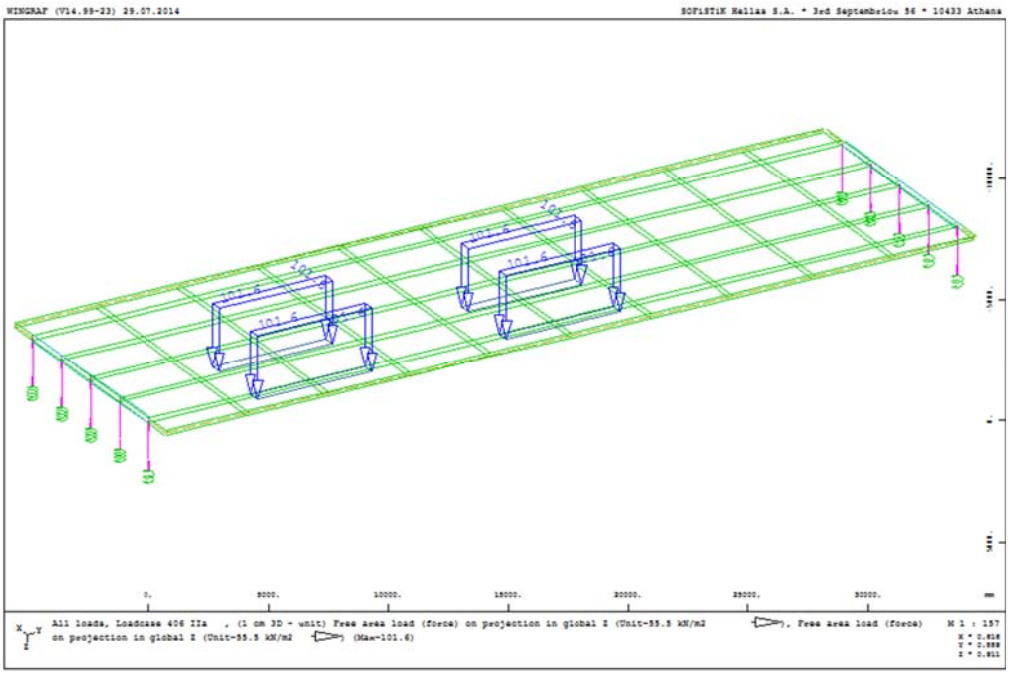
7.2.3.3 Άρματα μάχης LEOPARD 2A6 HELL κατά την κίνηση τους σε φάλαγγα ανά ένα όχημα- Ι(α)



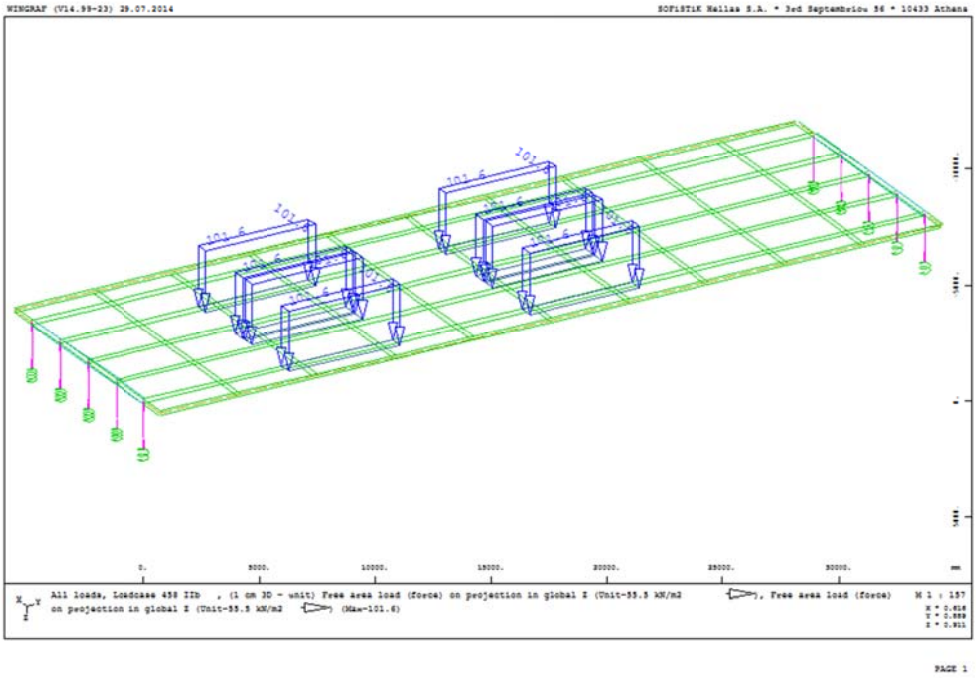
7.2.3.4 Άρματα μάχης LEOPARD 2A6 HELL κατά την κίνηση τους σε ζέυγος ταυτόχρονα στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας - Ι(β)



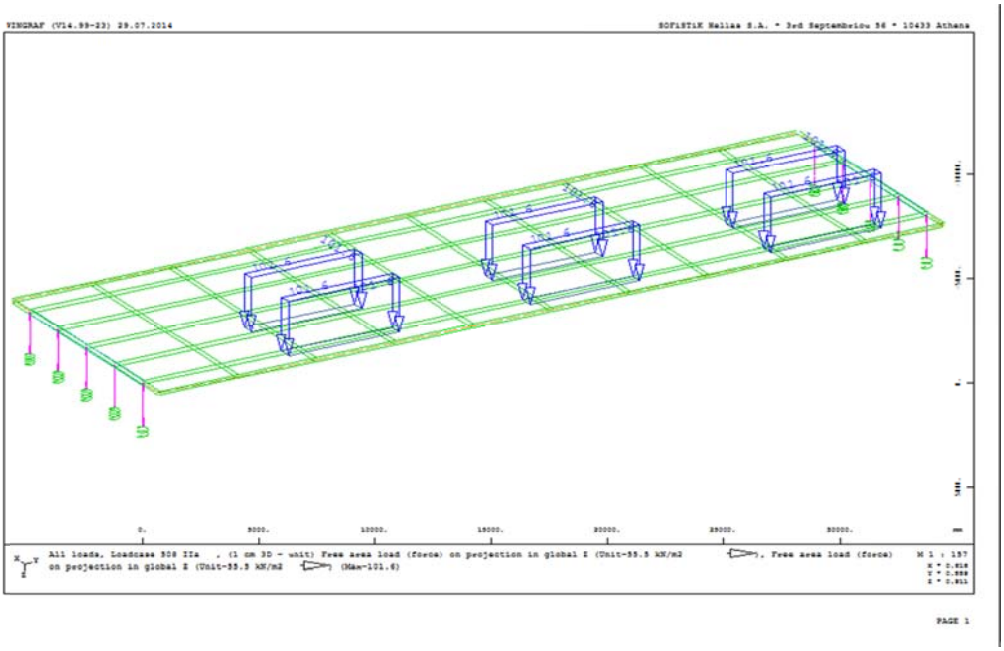
7.2.3.4 Άρματα μάχης LEOPARD 2A6 HELL κατά την κίνηση τους σε φάλαγγα στη μια λωρίδα κυκλοφορίας - II(α)



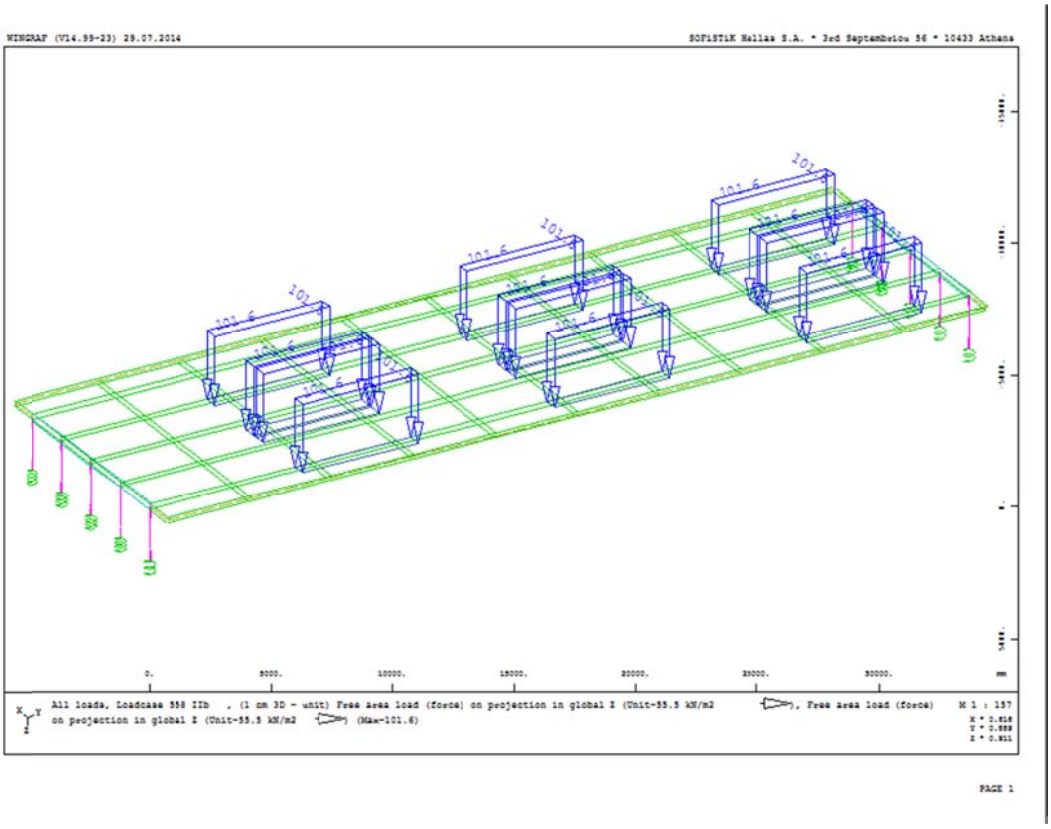
7.2.3.5 Άρματα μάχης LEOPARD 2A6 HELL κατά την κίνηση τους σε φάλαγγα ταυτόχρονα στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας - II(β)



7.2.3.6 Άρματα μάχης LEOPARD 2A6 HELL κατά την κίνηση τους σε φάλαγγα στη μια λωρίδα κυκλοφορίας - III(α)

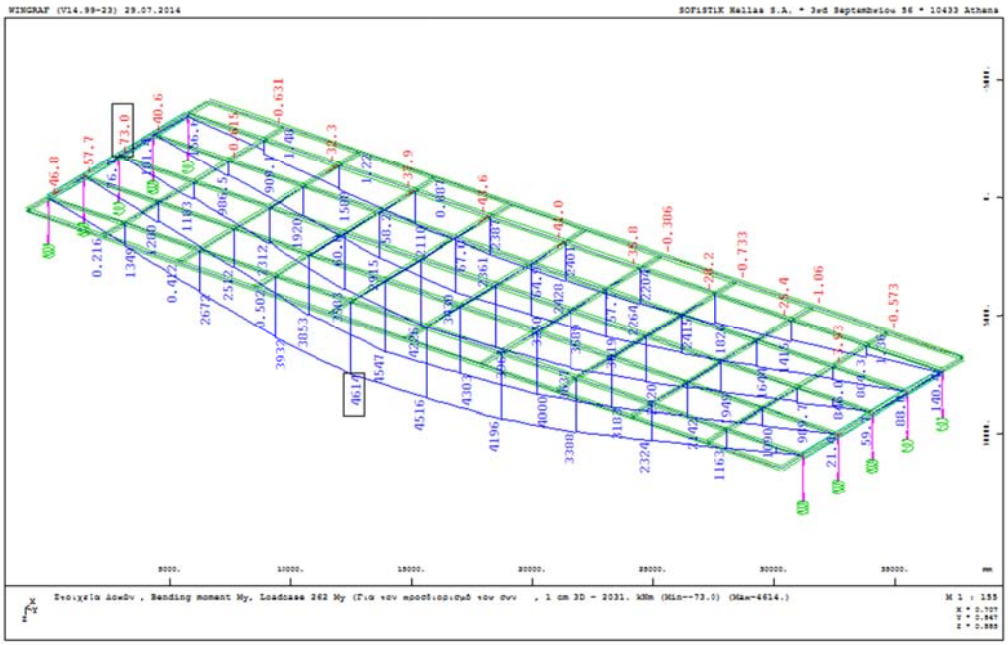


7.2.3.7 Άρματα μάχης LEOPARD 2A6 HELL κατά την κίνηση τους σε φάλαγγα ταυτόχρονα στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας - III(β)

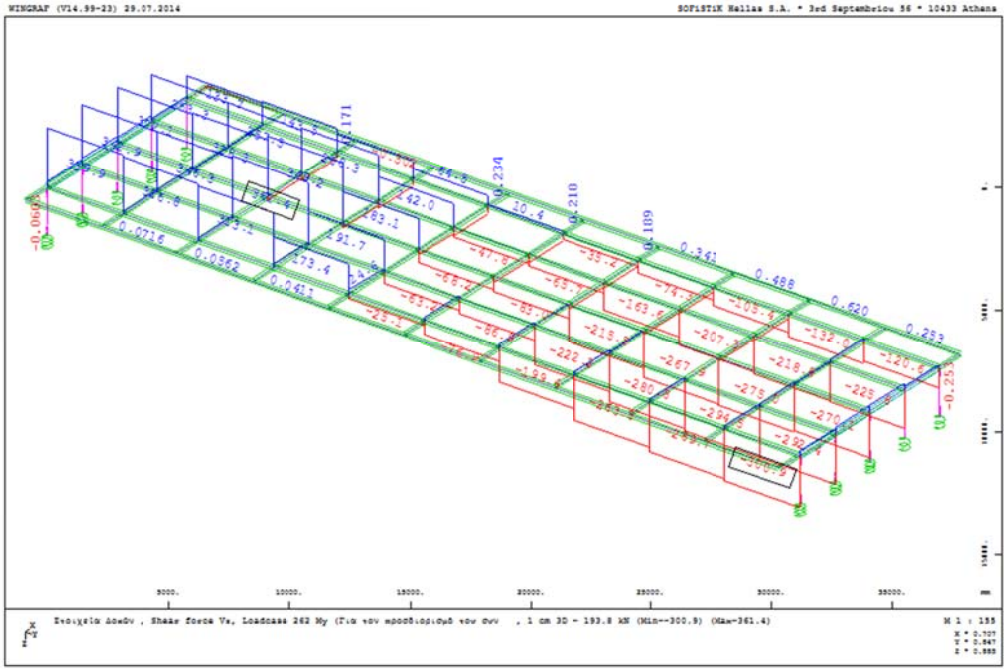


7.2.4 Αποτελέσματα διερεύνησης

Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις για 5 περιπτώσεις κεντρικού ανοίγματος δοκών (27, 30, 33, 36, 39) για κάθε μία από τις οποίες εφαρμόστηκαν 9 περιπτώσεις διελεύσεως στρατιωτικών συρμών. Για κάθε μία από τις παραπάνω (45) περιπτώσεις προκύπτουν διαγράμματα εντάσεως (ροπές και τέμνουσες) όπως αυτά που φαίνονται παρακάτω.



Ροπές Κάμψεως (kNm)



Τέμνουσες (kN)

Το πλήθος των παραπάνω αποτελεσμάτων παρουσιάζεται συνοπτικά και συγκριτικά στου παρακάτω πίνακες.

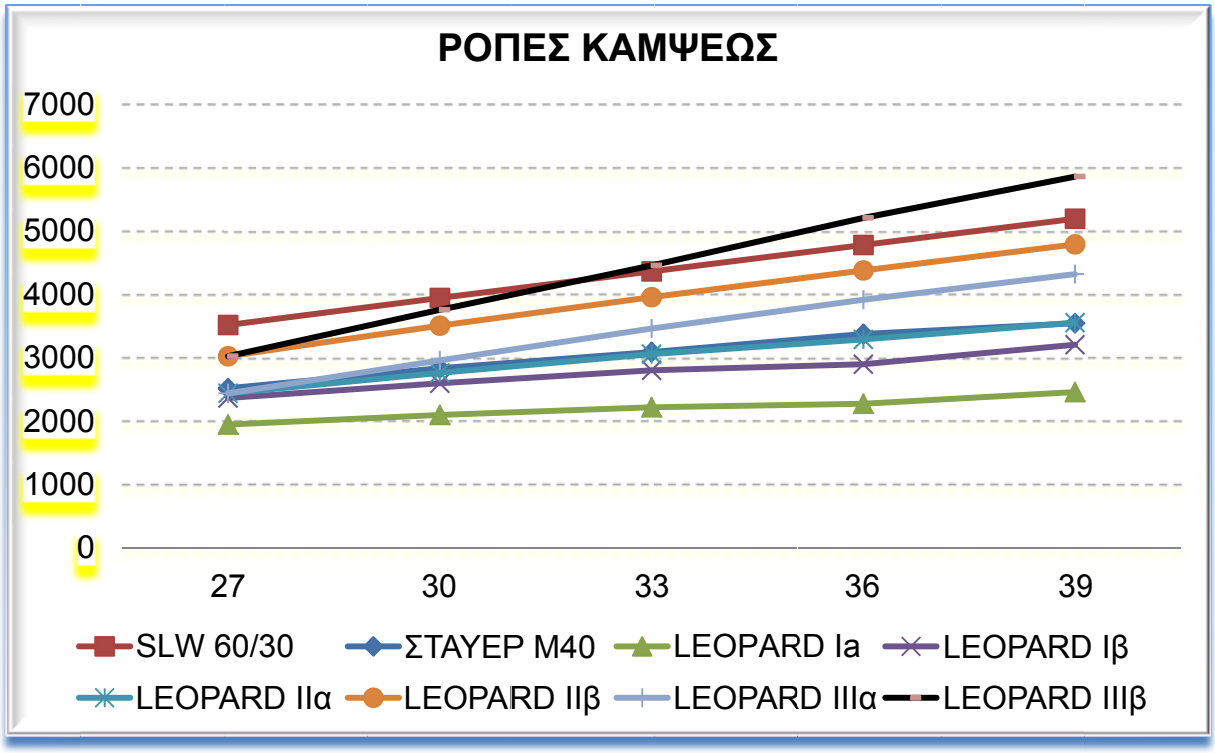
Πιν. 7.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ

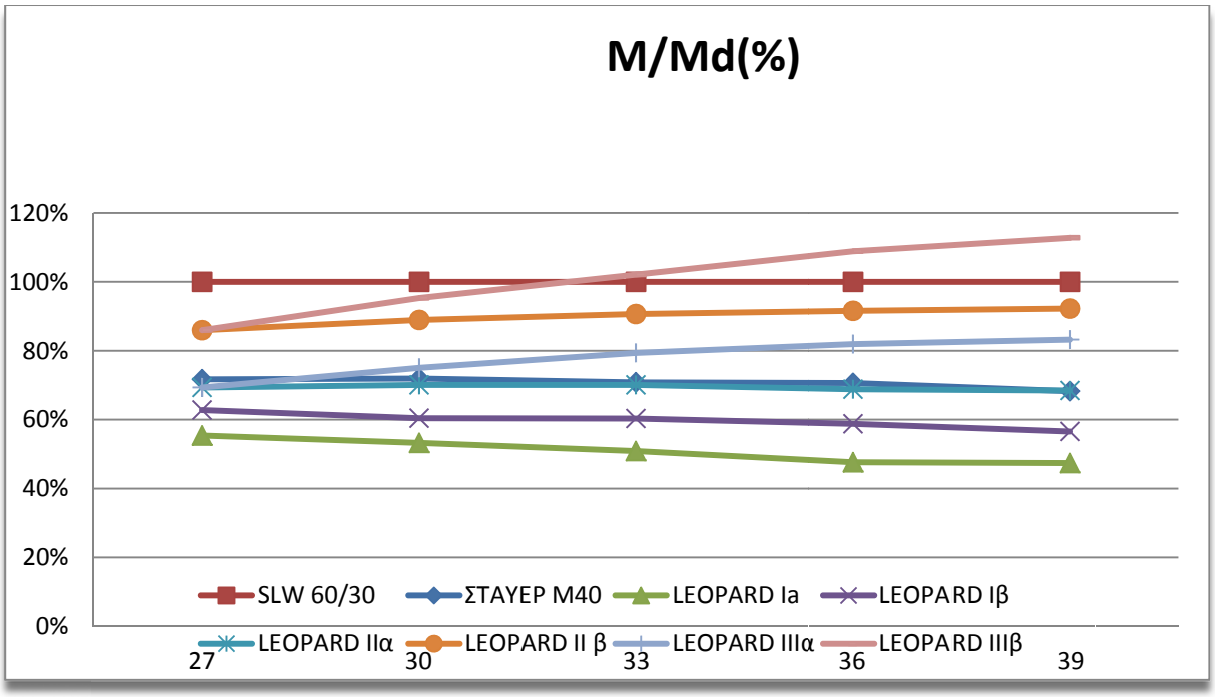
ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΠΛΑΚΟΔΟΚΏΝ								
ΡΟΠΕΣ ΚΑΜΨΕΩΣ kNm			LEOPARD					
L(m)	**SLW 60/30**	**STAYER M40**	**Ια**	**Ιβ**	**IIα**	**IIβ**	**IIIα**	**III β**
27	3521	2524	1951	2369	2442	3027	2442	3027
30	3946	2838	2102	2602	2766	3510	2962	3760
33	4367	3093	2223	2805	3061	3959	3466	4459
36	4783	3379	2278	2903	3292	4381	3919	5208
39	5196	3547	2463	3210	3557	4792	4324	5861
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΜΕΛΕΤΗΣ)								
L(m)	**SLW 60/30**	**STAYER M40**	**Ια**	**Ιβ**	**IIα**	**IIβ**	**IIIα**	**III β**
27	100%	72%	55%	67%	69%	86%	69%	86%
30	100%	72%	53%	66%	70%	89%	75%	95%
33	100%	71%	51%	64%	70%	91%	79%	102%
36	100%	71%	48%	61%	69%	92%	82%	109%
39	100%	68%	47%	62%	68%	92%	83%	113%

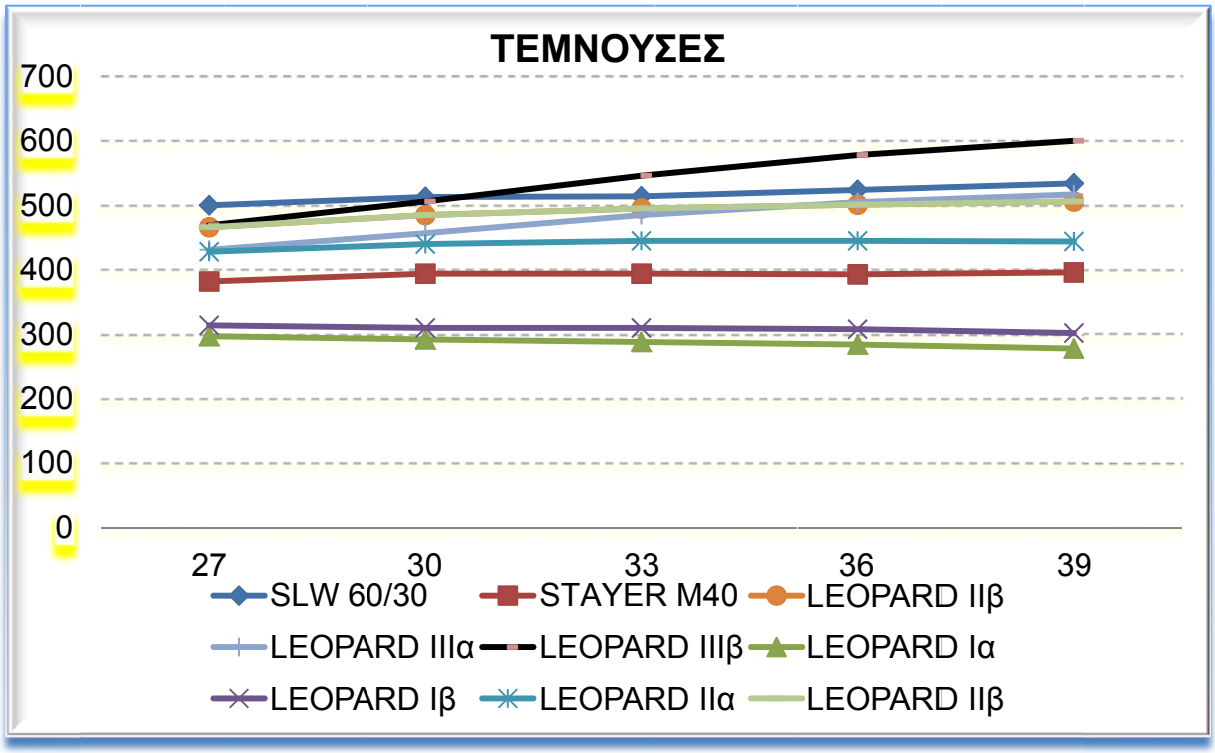
Πιν. 7.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΕΜΝΟΥΣΩΝ

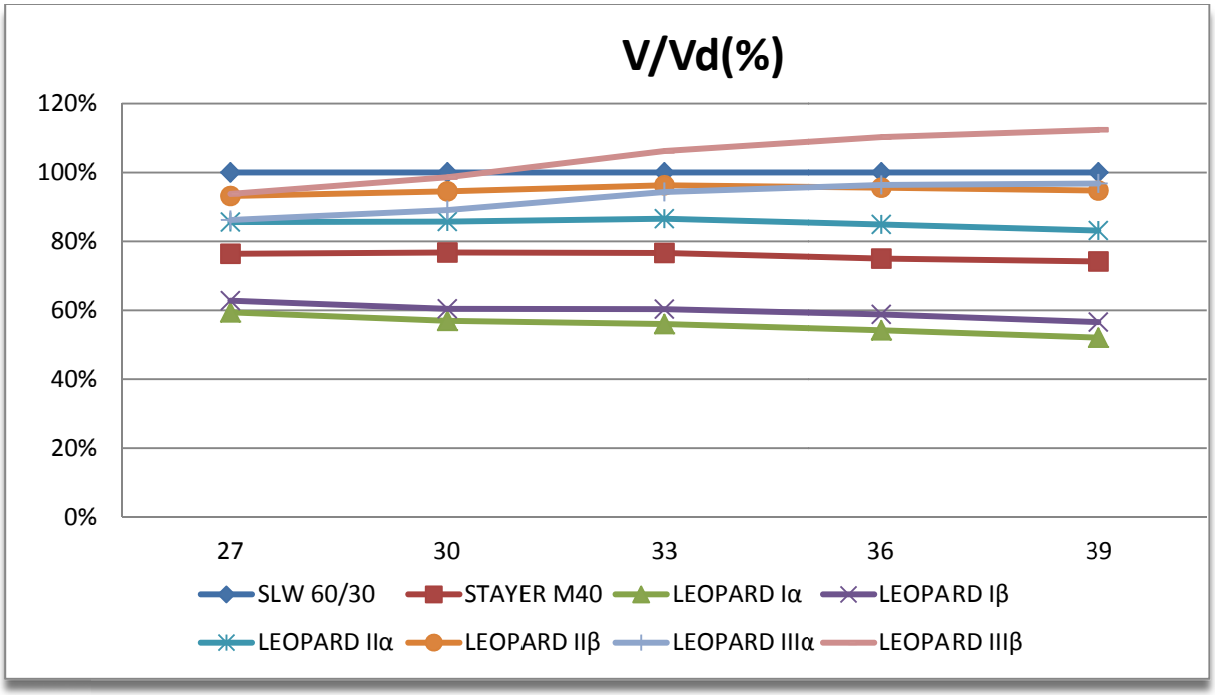
ΤΕΜΝΟΥΣΑ kN			**LEOPARD**					
L(m)	**SLW 60/30**	**STAYER M40**	**Ια**	**Ιβ**	**IIα**	**IIβ**	**IIIα**	**III β**
27	**500**	**382**	**297**	**314**	**428**	**466**	**431**	**469**
30	**513**	**394**	**292**	**310**	**440**	**485**	**457**	**506**
33	**514**	**394**	**288**	**310**	**445**	**495**	**485**	**546**
36	**524**	**393**	**284**	**308**	**445**	**501**	**505**	**578**
39	**534**	**396**	**278**	**302**	**444**	**506**	**517**	**600**

ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΝΤΑΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΜΕΛΕΤΗΣ)								
L(m)	**SLW 60/30**	**STAYER M40**	**Ια**	**Ιβ**	**IIα**	**IIβ**	**IIIα**	**III β**
27	100%	76%	59%	63%	86%	93%	86%	94%
30	100%	77%	57%	60%	86%	95%	89%	99%
33	100%	77%	56%	60%	87%	96%	94%	106%
36	100%	75%	54%	59%	85%	96%	96%	110%
39	100%	74%	52%	57%	83%	95%	97%	112%


ΡΟΠΕΣ ΚΑΜΨΕΩΣ
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
27
30
33
36
39
SLW 60/30
ΣΤΑΥΕΡ M40
LEOPARD Ia
LEOPARD Iβ
LEOPARD IIα
LEOPARD IIβ
LEOPARD IIIα
LEOPARD IIIβ


M/Md(%)
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
27
30
33
36
39
SLW 60/30
ΣΤΑΥΕΡ M40
LEOPARD Ia
LEOPARD Iβ
LEOPARD IIα
LEOPARD II β
LEOPARD IIIα
LEOPARD IIIβ


ΤΕΜΝΟΥΣΕΣ
700
600
500
400
300
200
100
0
27
30
33
36
39
SLW 60/30
STAYER M40
LEOPARD IIβ
LEOPARD IIIα
LEOPARD IIIβ
LEOPARD Iα
LEOPARD Iβ
LEOPARD IIα
LEOPARD IIβ


V/Vd(%)
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
27
30
33
36
39
SLW 60/30
STAYER M40
LEOPARD Iα
LEOPARD Iβ
LEOPARD IIα
LEOPARD IIβ
LEOPARD IIIα
LEOPARD IIIβ

7.2.5 Συμπεράσματα

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για τα φορτία υπολογισμού του συρμό του αρματοφορέα STEYER 40 M 60/S40/6X6 σε συνδυασμό με το Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76 έμφορτο με το άρμα μάχης LEOPARD HELL 2A6 καθώς και των συνδυασμών φορτίσεων από την κίνηση αρμάτων μάχης LEOPARD HELL 2A6 εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να αποφευχθούν δυσμενείς φορτίσεις επί των γεφυρών. Η ασφαλής διέλευση είναι επιτακτική ανάγκη προκειμένου να διασφαλιστούν τόσο η αποτροπή της φθοράς των γεφυρών όσο και η αποφυγή καταστροφής των στρατιωτικών οχημάτων. Εξετάστηκαν δυο περιπτώσεις κίνησης των ανωτέρω στρατιωτικών οχημάτων, της κίνησης σε φάλαγγα σε ένα στίχο και κίνηση σε φάλαγγα σε δυο στίχους. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε ότι σε όλα τα είδη γεφυρών που εξετάστηκαν τα εν λόγω φορτία, τα στρατιωτικά οχήματα που κινούνταν σε φάλαγγα σε ένα στίχο δεν δημιούργησαν επικίνδυνες εντάσεις στους φορείς των γεφυρών. Αντίθετα τα οχήματα που κινήθηκαν σε φάλαγγα ταυτόχρονα στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας των γεφυρών, οδήγησαν σε επικίνδυνες εντάσεις τους φορείς των γεφυρών.

Πηγή: ΓΕΣ

(α) *Κίνηση Αρμάτων Leopard σε φάλαγγα*

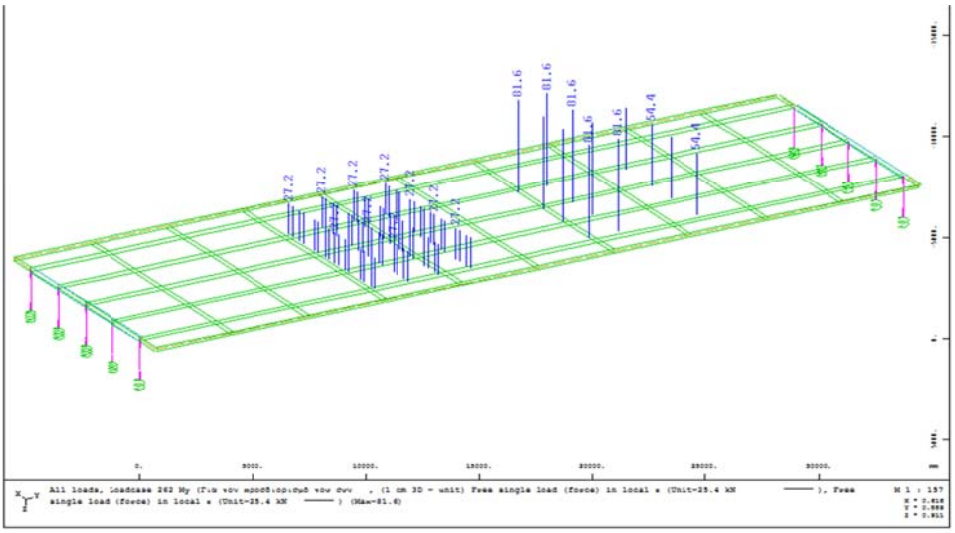
(β) *Κίνηση Αρμάτων Leopard στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας*

Εικ.7.3 *Κίνηση Αρμάτων Leopard 2A6*

ΟΧΗΜΑ: **STEYER 40 M 60/S40/6X6** έμφορτο με το άρμα μάχης LEOPARD HELL 2A6

Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση του αρματοφορέα σε κίνηση σε μια φάλαγγα δεν προκαλείται ένταση μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072.

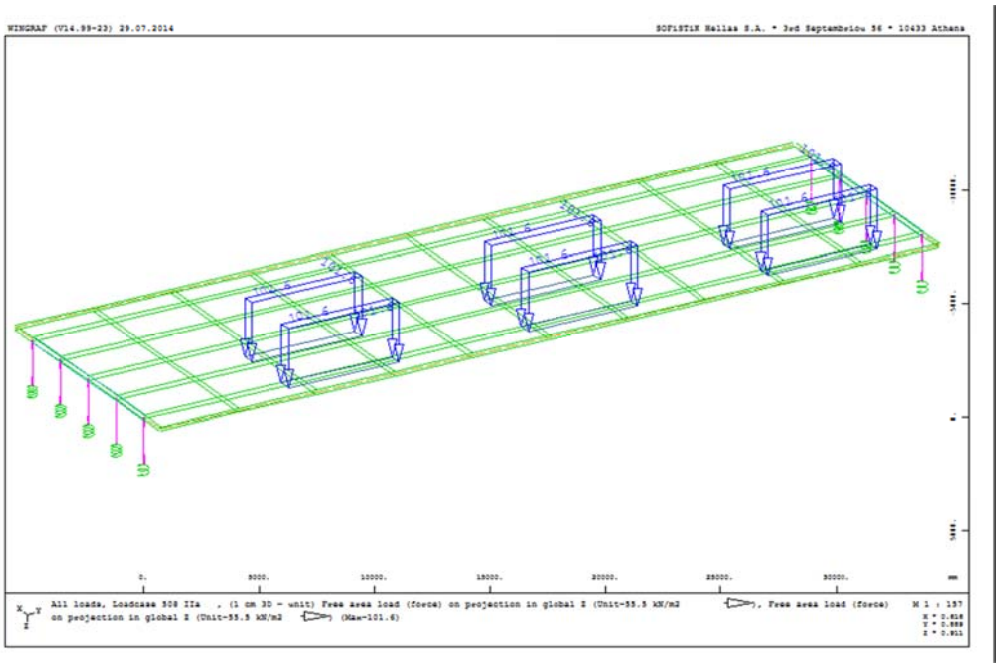
Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση του αρματοφορέα σε κίνηση φάλαγγας ταυτόχρονα και στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας δεν προκαλείται ένταση μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072 για ανοίγματα έως 39 μέτρα.



Εικ.7.4 *Η κίνηση έως και 2 οχημάτων STEYER δεν προκαλεί υπερβάσεις.*

ΟΧΗΜΑ: **LEOPARD HELL 2A6** και σε συνδυασμούς σε φάλαγγα

Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση των αρμάτων σε κίνηση σε φάλαγγα μίας γραμμής δεν προκαλείται ένταση μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072 για κανένα μήκος κεντρικού ανοίγματος.

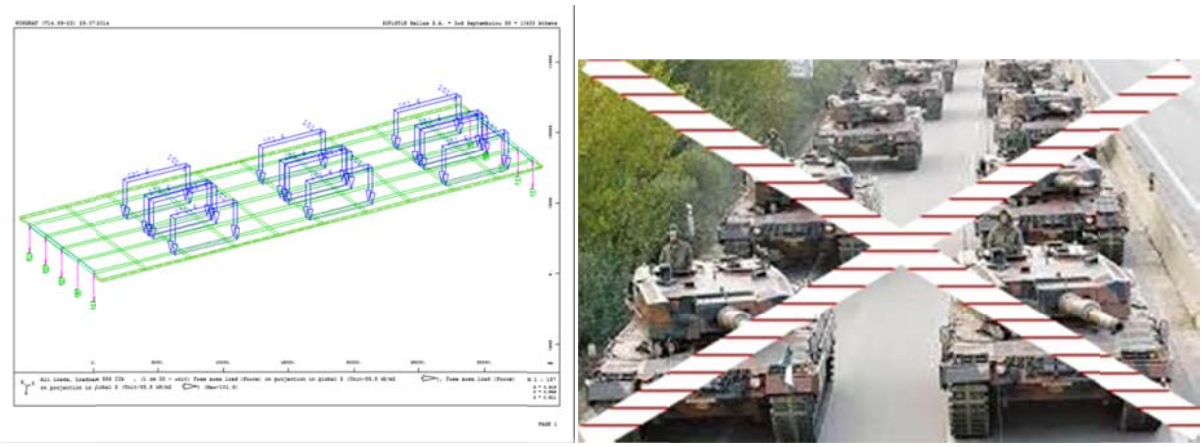


Εικ.7.5 *Η κίνηση σε μονή φάλαγγα του άρματος LEOPARD HELL δεν προκαλεί υπερβάσεις*

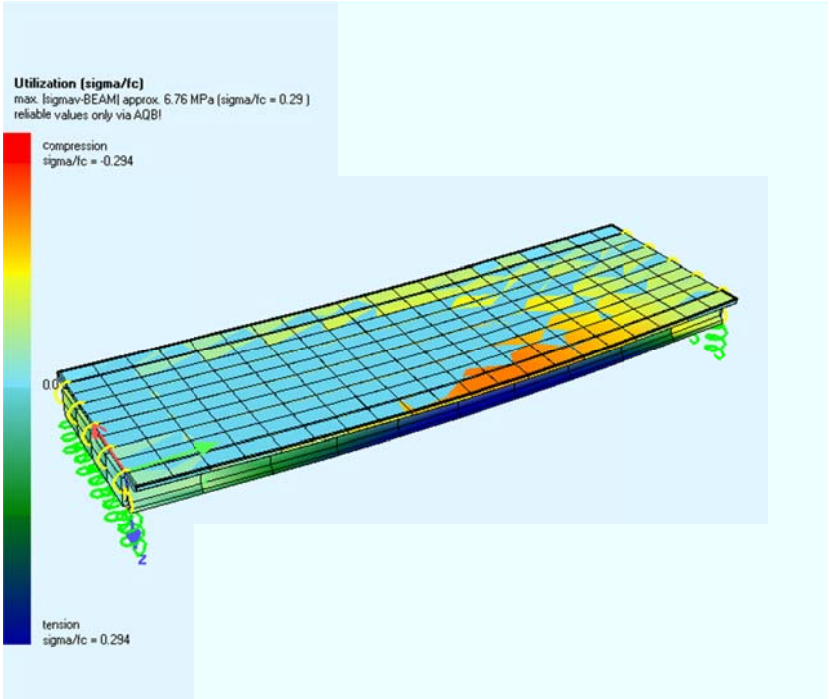
Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση των αρμάτων σε κίνηση κατά ζεύγη δεν προκαλείται ένταση μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072 μόνο για ανοίγματα γεφυρών έως 30 μέτρα.

Εικ.7.6 *Η κίνηση σε διπλή φάλαγγα των LEOPARD HELL μπορεί να γίνει με ασφάλεια.*

Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση των αρμάτων που κινούνται ταυτόχρονα σε 2 λωρίδες κυκλοφορίας και αποτελούνται από σύνολο 6 οχήματα (3 άρματα ανά λωρίδα) η ένταση που προκύπτει είναι μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072 για ανοίγματα γεφυρών άνω των 33 μέτρων.



Εικ.7.7 *Η κίνηση σε διπλή φάλαγγα των 6 σύνολο αρμάτων (και άνω) LEOPARD HELL δεν μπορεί να γίνει με ασφάλεια σε γέφυρες μορφής πλακοδοκών άνω των 33 μέτρων*

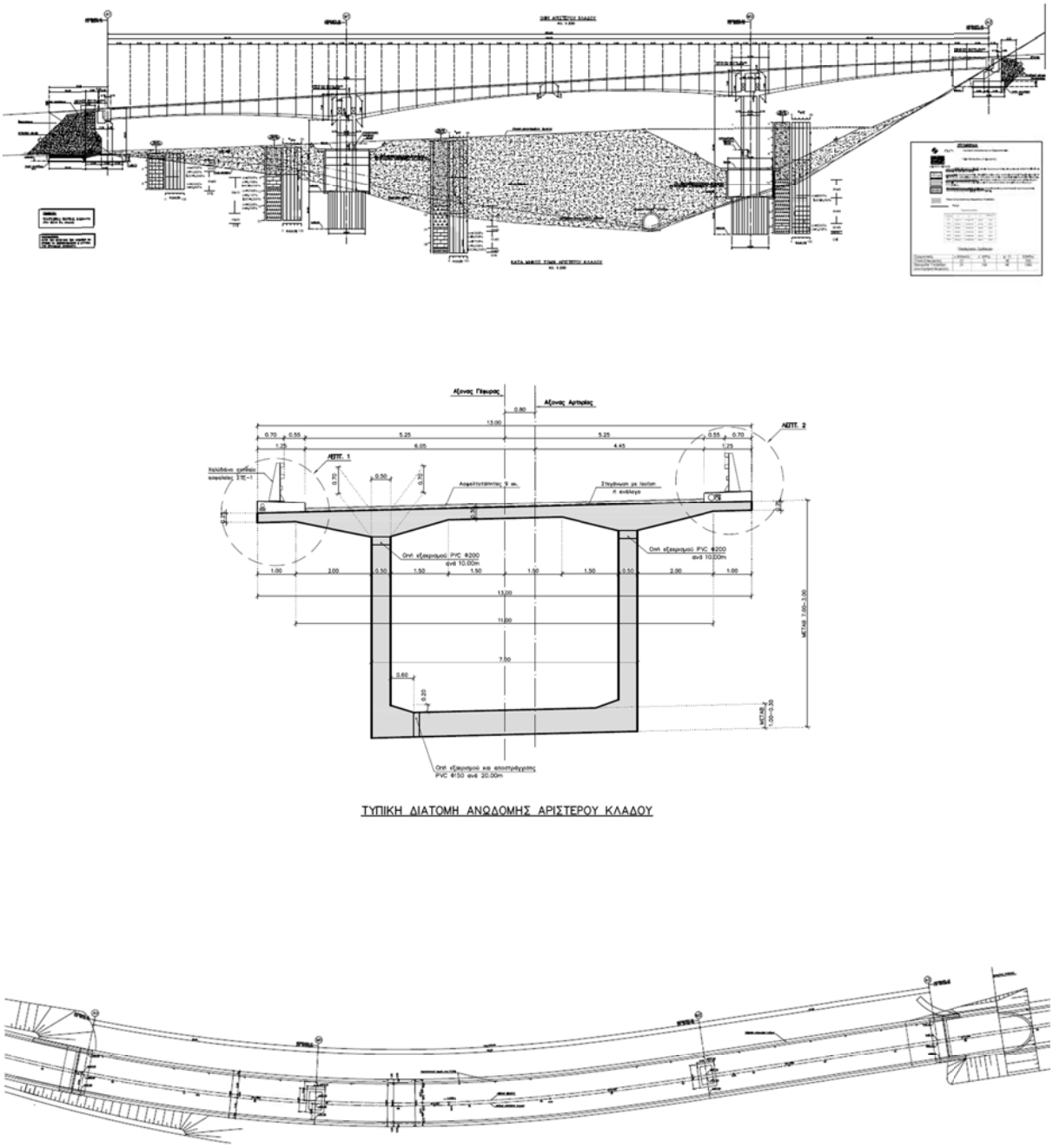


Εικ.7.8 *Παραμορφωμένη εικόνα κατά τη φόρτιση των συρμών ελέγχου*

7.3 Γέφυρα κατασκευασμένη με τη μέθοδο της προβολοδόμησης - A09TE06

7.3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά

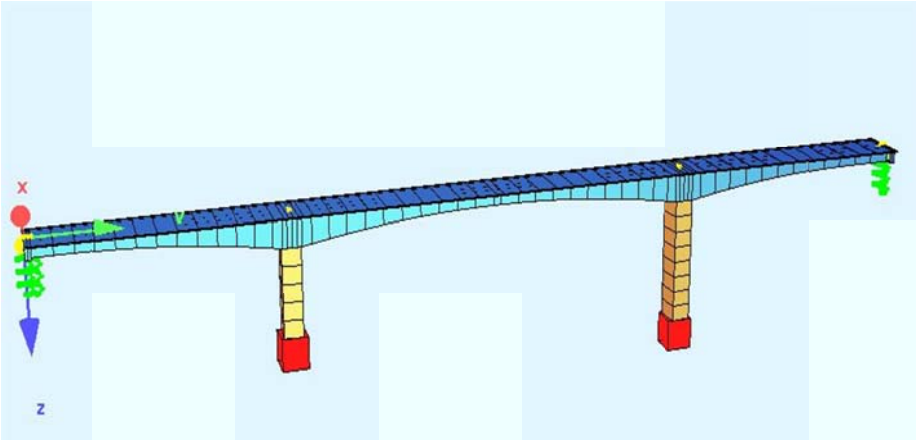
Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε η γέφυρα: A09TE06 του αυτοκινητόδρομου Μορέα με την παρακάτω διατομή:

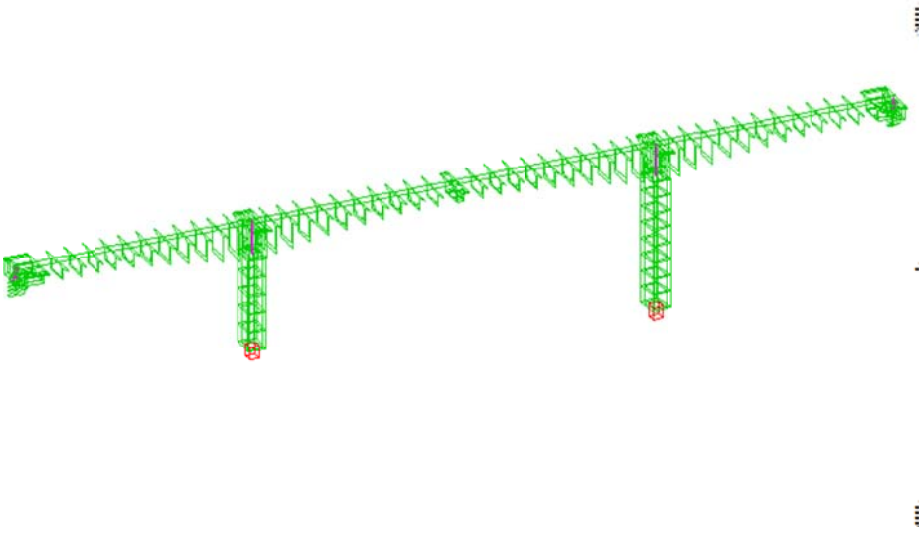


Εικ.7.9 *Τυπική διατομή ανωδομής γέφυρας A09TE06*

7.3.2 Προσομοίωση γέφυρας με πρόγραμμα Sofistik

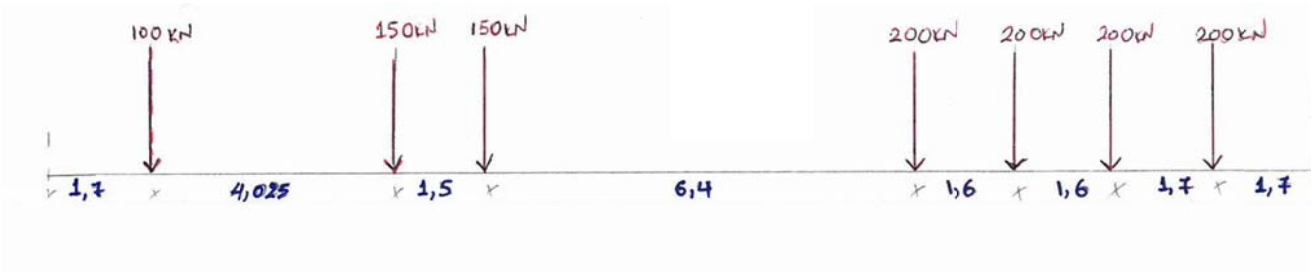
Για την υλοποίηση της διερεύνησης έγινε η προσομοίωση γέφυρας: A09TE06 του αυτοκινητόδρομου Μορέα με ραβδωτά στοιχεία στο χώρο, με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος sofistik, που βασίζεται στην μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων.



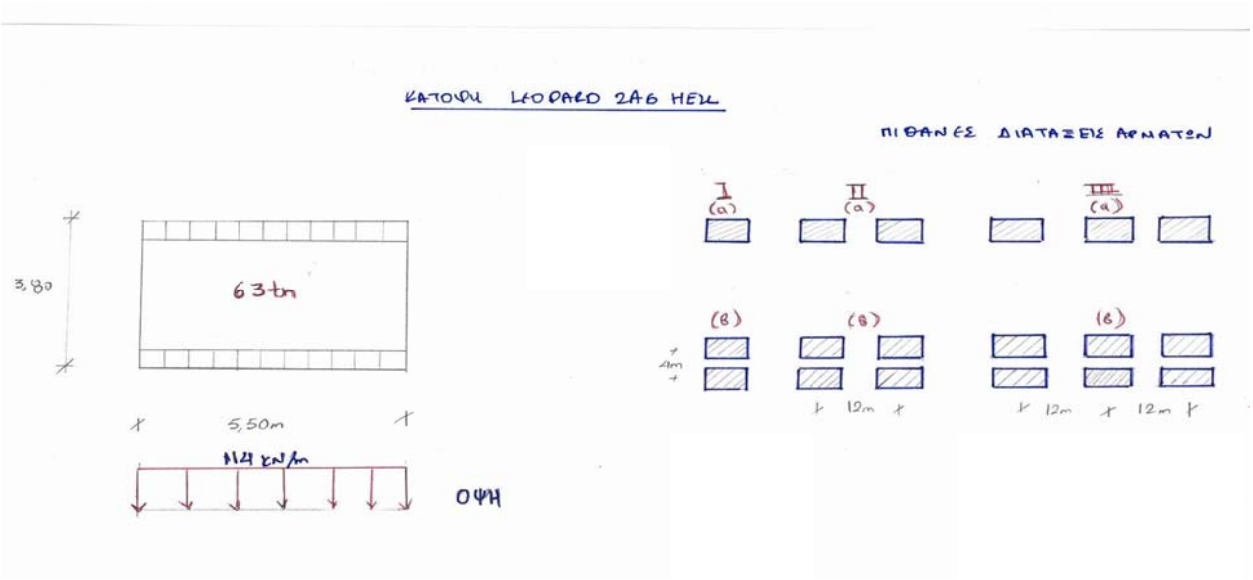


7.3.3 Τρόπος επιβολής φορτιών των βαρέων στρατιωτικών οχημάτων

7.3.3.1 Διέλευση του αρματοφορέα STEYER 40 M 60/S40/6X6 σε συνδυασμό με το Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76 έμφορτο με το άρμα μάχης LEOPARD HELL 2A6



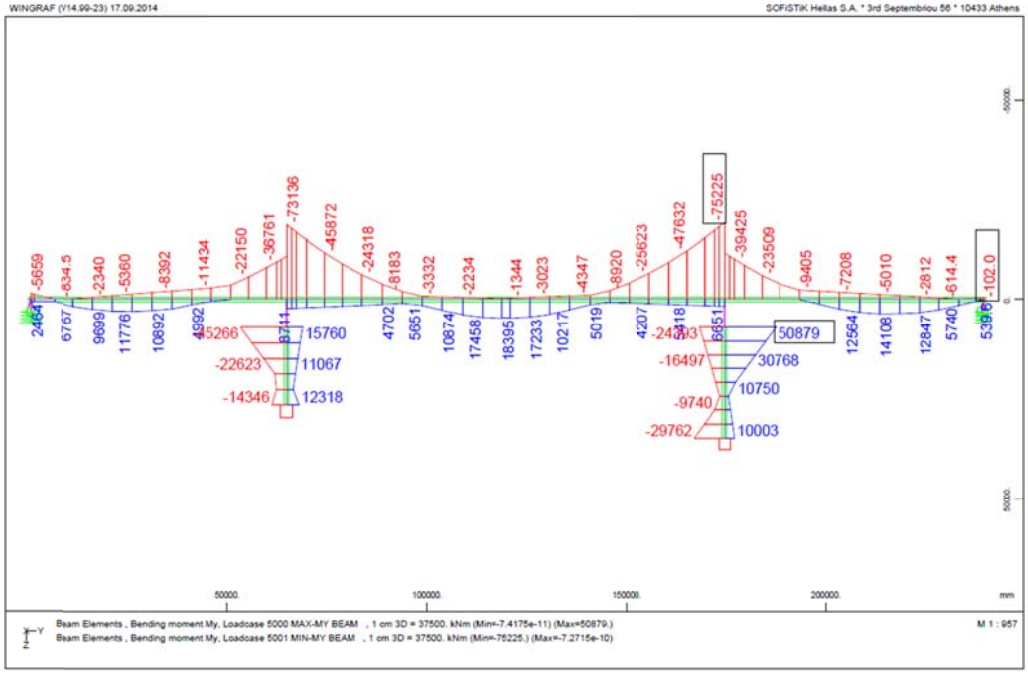
7.3.3.2 Άρματα μάχης LEOPARD 2A6 HELL



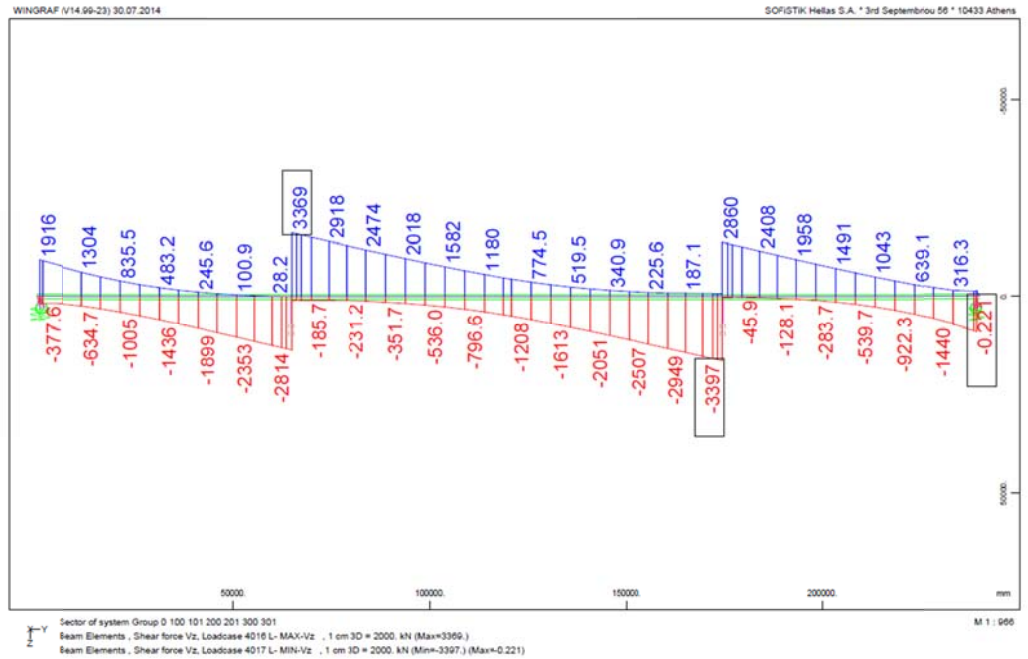
7.3.4 Αποτελέσματα Αναλύσεων

Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις για 9 περιπτώσεις διελεύσεως στρατιωτικών συρμών. Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις προκύπτουν διαγράμματα εντάσεως (ροπές και τέμνουσες) όπως αυτά που φαίνονται παρακάτω.

Περιβάλλουσες Ροπών Κάμψεως (kNm)

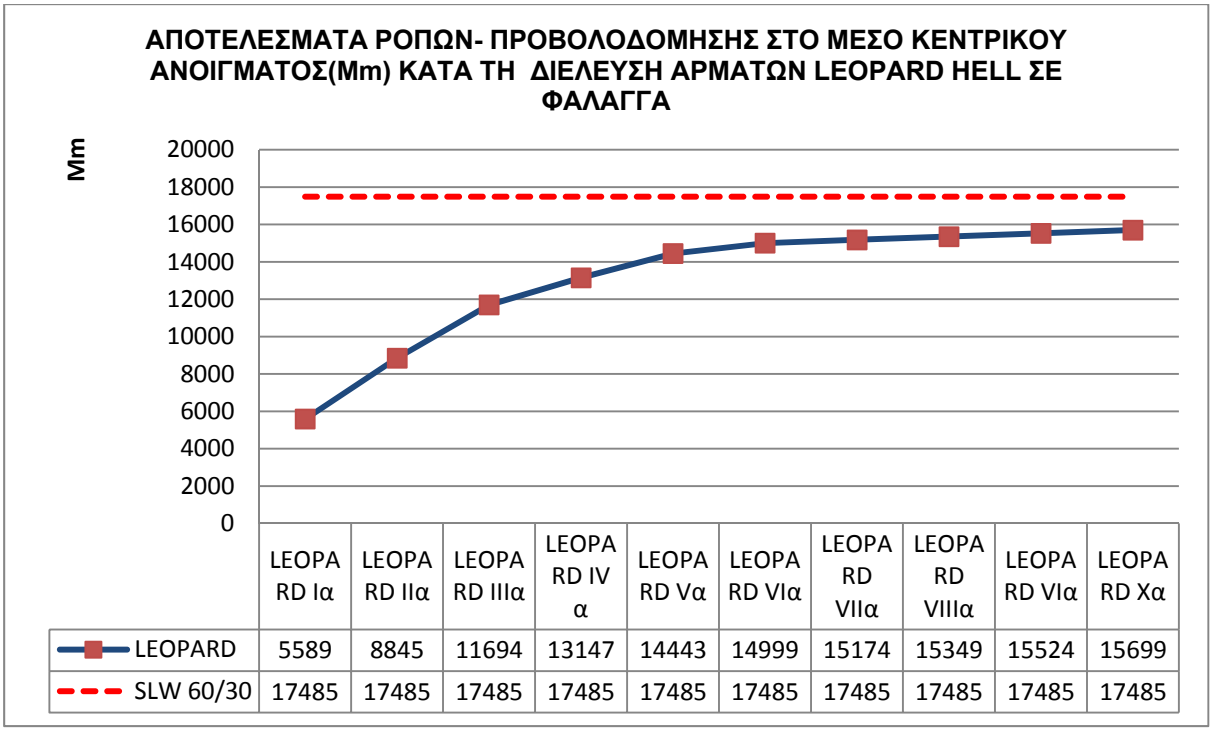


Περιβάλλουσες Τεμνουσών (kN)

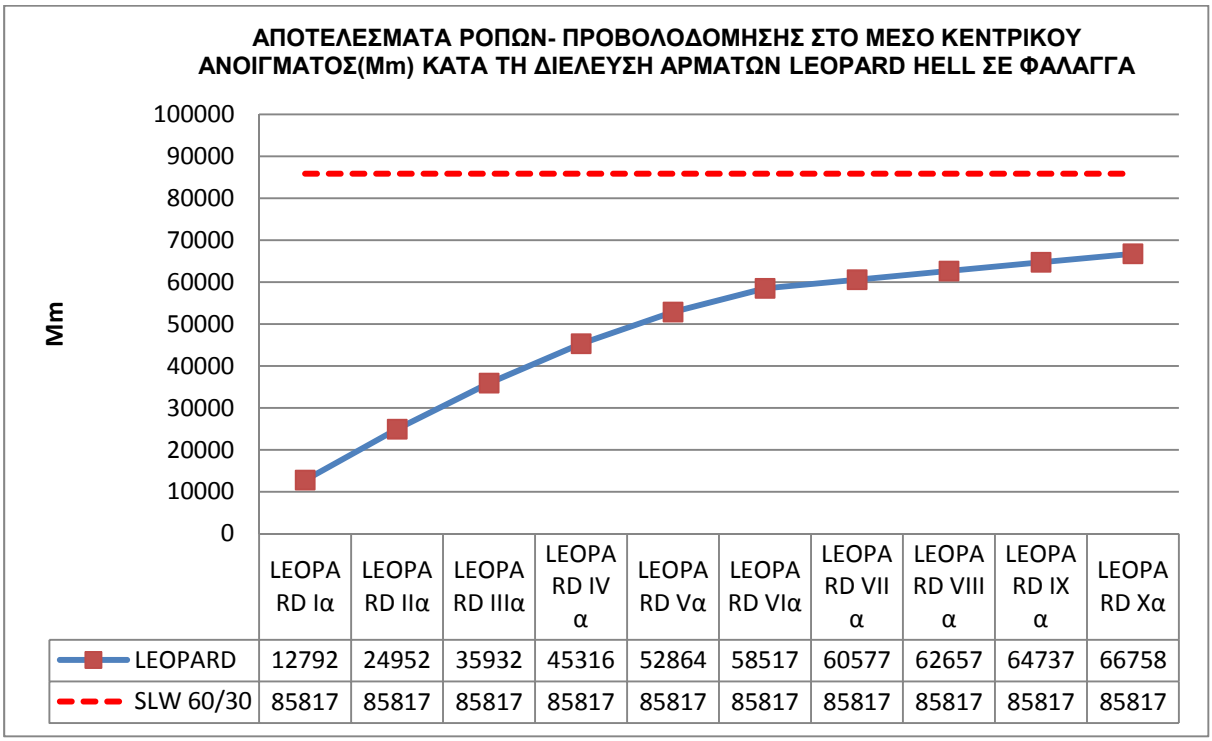


Το πλήθος των παραπάνω αποτελεσμάτων παρουσιάζεται συνοπτικά και συγκριτικά στον παρακάτω πίνακα και τα διαγράμματα που ακολουθούν.

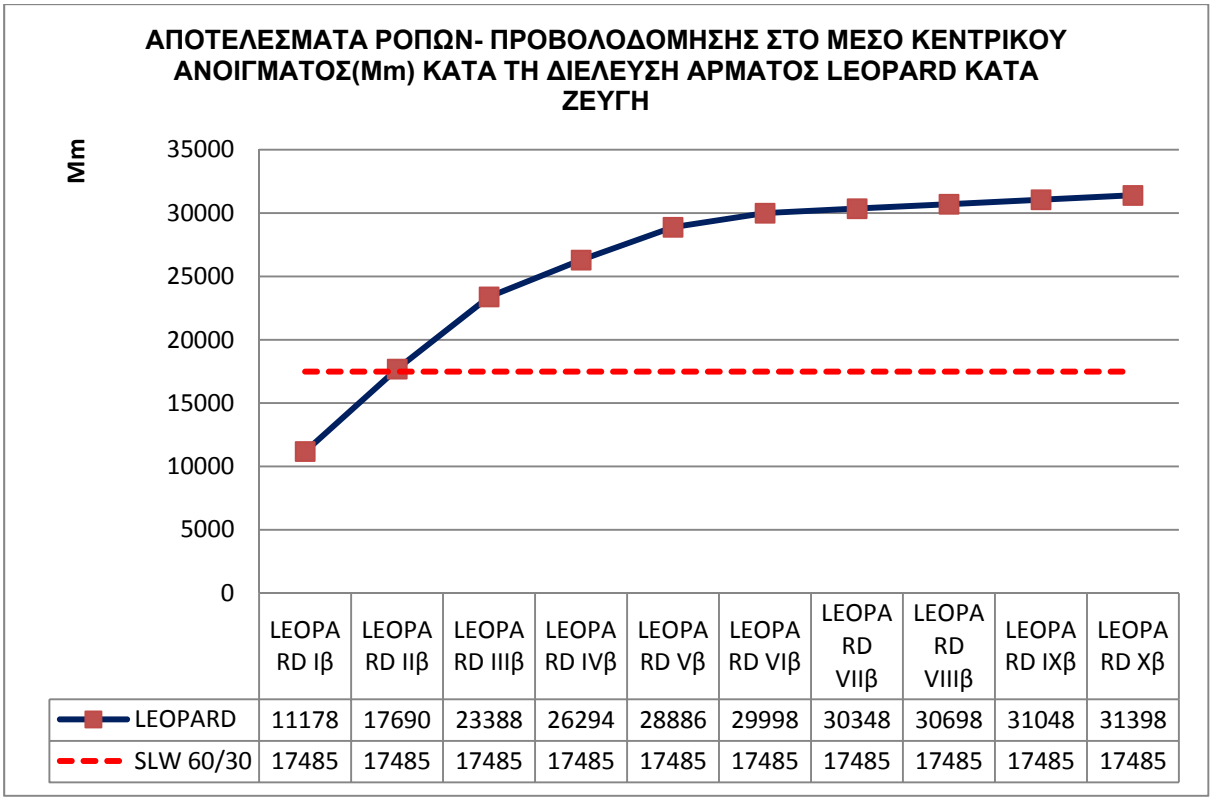
ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ -ΠΡΟΒΟΛΟΔΟΜΗΣΗ Α09-ΤΕ06				
ΡΟΠΕΣ (κNm)				ΤΕΜΝΟΥΣΕΣ(kN)
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ	LC	Mm	Ms	ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ
SLW 60/30	4000	17485	85817	3397
STAYER	5000	9319	24285	1165
STAYER(2)		18638	48570	2330
LEOPARD Iα	6000	5589	12792	613
LEOPARD Iβ		11178	25584	1226
LEOPARD IIα	7000	8845	24952	1192
LEOPARD IIβ		**17690**	49904	2384
LEOPARD IIIα	8000	11694	35932	1718
LEOPARD IIIβ		**23388**	71864	**3436**
LEOPARD IVα	9000	13147	45316	2167
LEOPARD IVβ		**26294**	90632	**4334**
LEOPARD Vα	10000	14443	52864	2516
LEOPARD Vβ		**28886**	**105728**	**5032**
LEOPARD VIα	11000	14999	58517	2756
LEOPARD VIβ		**29998**	**117034**	**5512**
LEOPARD Xα	12000	15699	66758	3032
LEOPARD Xβ		**31398**	**133516**	**6064**



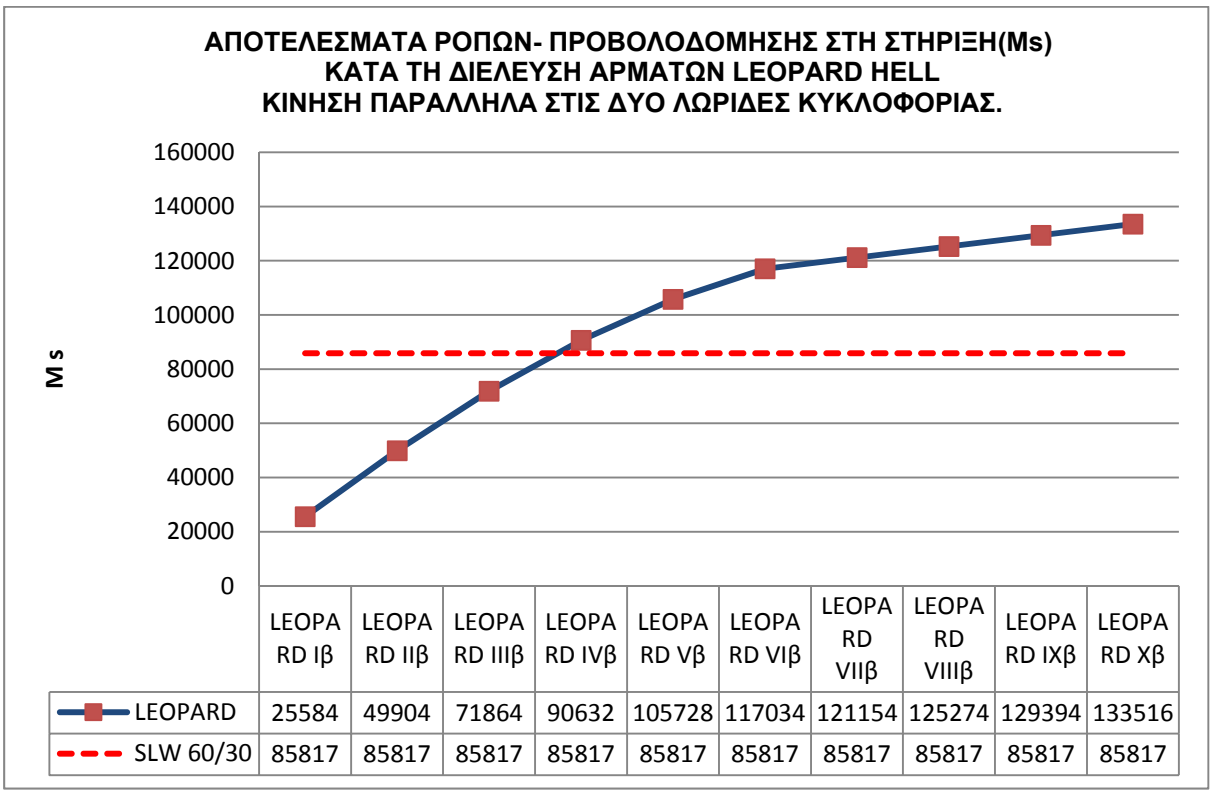
	LEOPARD Iα	LEOPARD IIα	LEOPARD IIIα	LEOPARD IV α	LEOPARD Vα	LEOPARD VIα	LEOPARD VIIα	LEOPARD VIIIα	LEOPARD VIα	LEOPARD Xα
LEOPARD	5589	8845	11694	13147	14443	14999	15174	15349	15524	15699
SLW 60/30	17485	17485	17485	17485	17485	17485	17485	17485	17485	17485



	LEOPARD Iα	LEOPARD IIα	LEOPARD IIIα	LEOPARD IV α	LEOPARD Vα	LEOPARD VIα	LEOPARD VII α	LEOPARD VIII α	LEOPARD IX α	LEOPARD Xα
LEOPARD	12792	24952	35932	45316	52864	58517	60577	62657	64737	66758
SLW 60/30	85817	85817	85817	85817	85817	85817	85817	85817	85817	85817



	LEOPARD Iβ	LEOPARD IIβ	LEOPARD IIIβ	LEOPARD IVβ	LEOPARD Vβ	LEOPARD VIβ	LEOPARD VIIβ	LEOPARD VIIIβ	LEOPARD IXβ	LEOPARD Xβ
LEOPARD	11178	17690	23388	26294	28886	29998	30348	30698	31048	31398
SLW 60/30	17485	17485	17485	17485	17485	17485	17485	17485	17485	17485



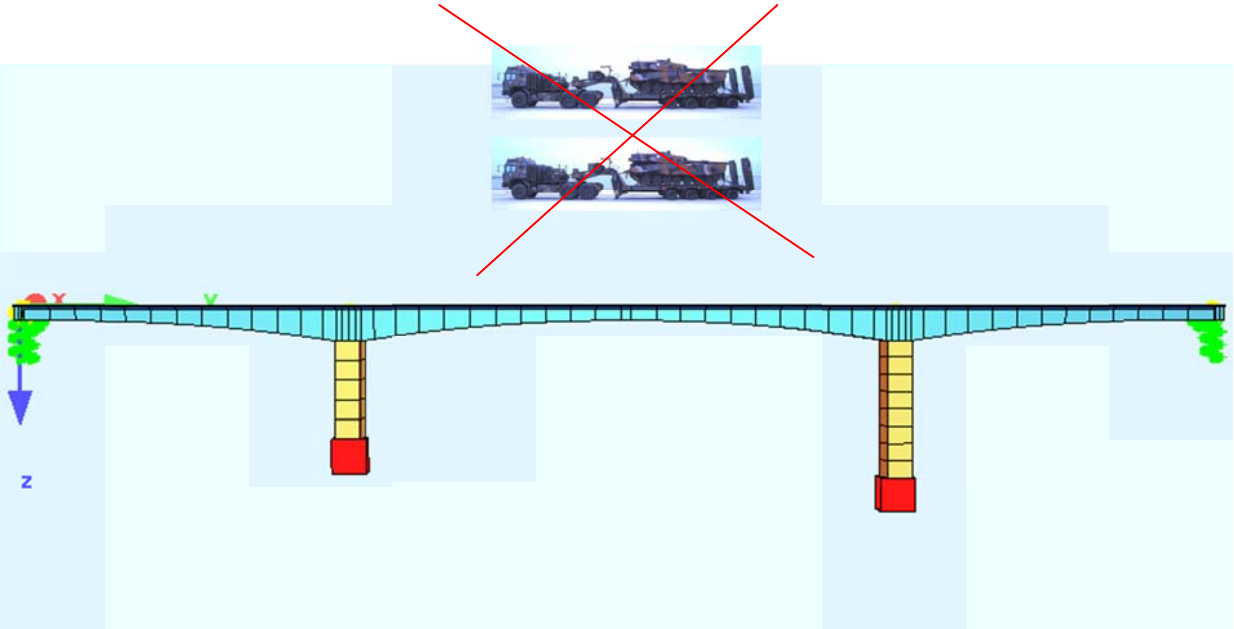
	LEOPARD Iβ	LEOPARD IIβ	LEOPARD IIIβ	LEOPARD IVβ	LEOPARD Vβ	LEOPARD VIβ	LEOPARD VIIβ	LEOPARD VIIIβ	LEOPARD IXβ	LEOPARD Xβ
LEOPARD	25584	49904	71864	90632	105728	117034	121154	125274	129394	133516
SLW 60/30	85817	85817	85817	85817	85817	85817	85817	85817	85817	85817

7.3.5 Συμπεράσματα

ΟΧΗΜΑ: **STEYER 40 M 60/S40/6X6** έμφορτο με το άρμα μάχης LEOPARD HELL 2A6.

Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση του αρματοφορέα STEYER 40 M 60/S40/6X6 σε συνδυασμό με το Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς αρμάτων NK1000-76 έμφορτο με το άρμα μάχης LEOPARD HELL 2A6 σε κίνηση σε μια φάλαγγα στη μια λωρίδα κυκλοφορίας δεν προκαλείται ένταση μεγαλύτερη απο αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072.

Σε αντίθεση η κίνηση του παραπάνω οχήματος σε 2 λωρίδες κυκλοφορίας προκαλείένταση μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072.



Εικ.7.10 *Η κίνηση του Stayer σε δύο λωρίδες κυκλοφορίας δεν μπορεί να γίνει με ασφάλεια.*

ΟΧΗΜΑ: **LEOPARD 2A6 HELL**

Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση των αρμάτων σε κίνηση σε μια φάλαγγα ανεξαρτήτως αριθμού δεν προκαλείται ένταση μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072.

Εικ.7.11 *Η κίνηση μονής φάλαγγας αρμάτων μπορεί να γίνει με ασφάλεια πάνω από τη γέφυρα*

Διαπιστώθηκε ότι κατά τη διέλευση των αρμάτων σε κίνηση κατά ζεύγη έως τέσσερα άρματα δεν προκαλείται ένταση μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072 .

Αντιθέτως ότι για κίνηση αρμάτων κατά ζεύγη άνω των έξι προκαλείται ένταση μεγαλύτερη από αυτή που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN 1072 .

Εικ.7.12 *Η κίνηση διπλής φάλαγγας αρμάτων με συνολικό αριθμό πάνω από 6 προκαλεί υπερβάσεις*

8. Συμπεράσματα

Απο την παραμετρική διερεύνηση της έντασης, που αναπτύσσεται στις γέφυρες που εξετάστηκαν από τη διέλευση υπέρβαρων στρατιωτικών οχημάτων συγκριτικά με την αντίστοιχη ένταση υπό τα φορτία κυκλοφορίας της κλάσης 60/30 του DIN 1072 διαπιστώθηκαν τα παρακάτω γενικά συμπεράσματα.

1. Η κίνηση βαρέων στρατιωτικών οχημάτων σε μονή φάλαγγα, στη μια λωρίδα κυκλοφορίας δεν προκαλεί ένταση μεγαλύτερη από αυτήν που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN1072 είτε σε φορείς γεφυρών κατασκευασμένους με τη μέθοδο των προκατασκευασμένων στοιχείων είτε σε φορείς γεφυρών κατασκευασμένων με τη μέθοδο της προβολοδόμησης .

2. Η κίνηση έξι βαρέων ερπυστριοφόρων στρατιωτικών οχημάτων βάρους άνω των 63 τόνων σε διπλή φάλαγγα, στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας προκαλεί ένταση μεγαλύτερη απο αυτήν που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN1072 σε φορείς γεφυρών κατασκευασμένους με τη μέθοδο των προκατασκευασμένων στοιχείων και μήκος μεγαλύτερο των 33 μέτρων.

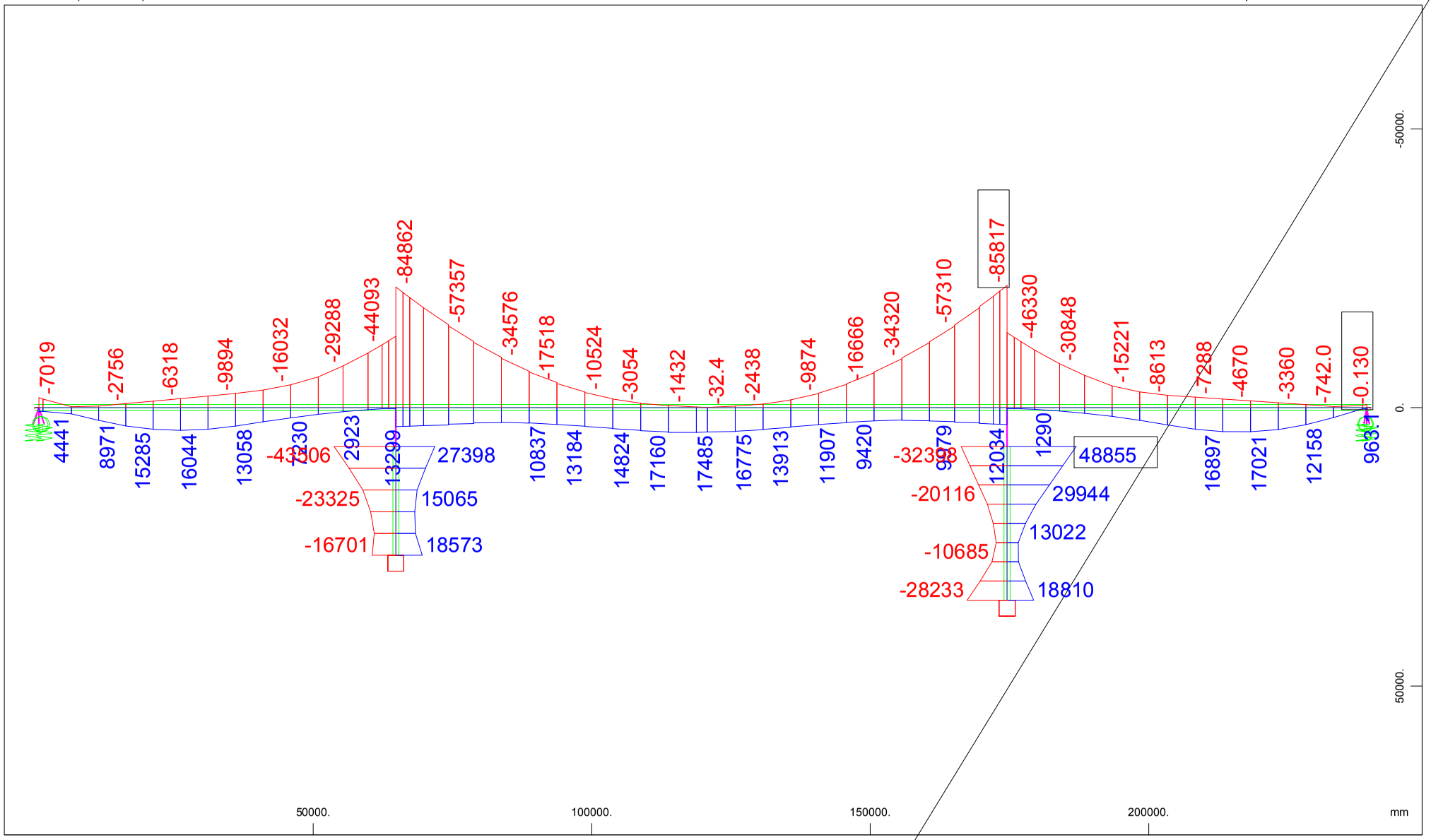
3. Η κίνηση έξι βαρέων ερπυστριοφόρων στρατιωτικών οχημάτων βάρους άνω των 63 τόνων σε διπλή φάλαγγα, στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας προκαλεί ένταση μεγαλύτερη απο αυτήν που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN1072 σε φορείς γεφυρών κατασκευασμένους με τη μέθοδο με τη μέθοδο της προβολοδόμησης .

4. Η κίνηση δυο και άνω βαρέων στρατιωτικών συρμών βάρους άνω των 105 τόνων σε διπλή φάλαγγα, στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας προκαλεί ένταση μεγαλύτερη απο αυτήν που προκαλούν τα φορτία της κλάσεως 60/30 του DIN1072 σε φορείς γεφυρών κατασκευασμένους με τη μέθοδο με τη μέθοδο της προβολοδόμησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

ΓΕΦΥΡΑΣ A09TE06



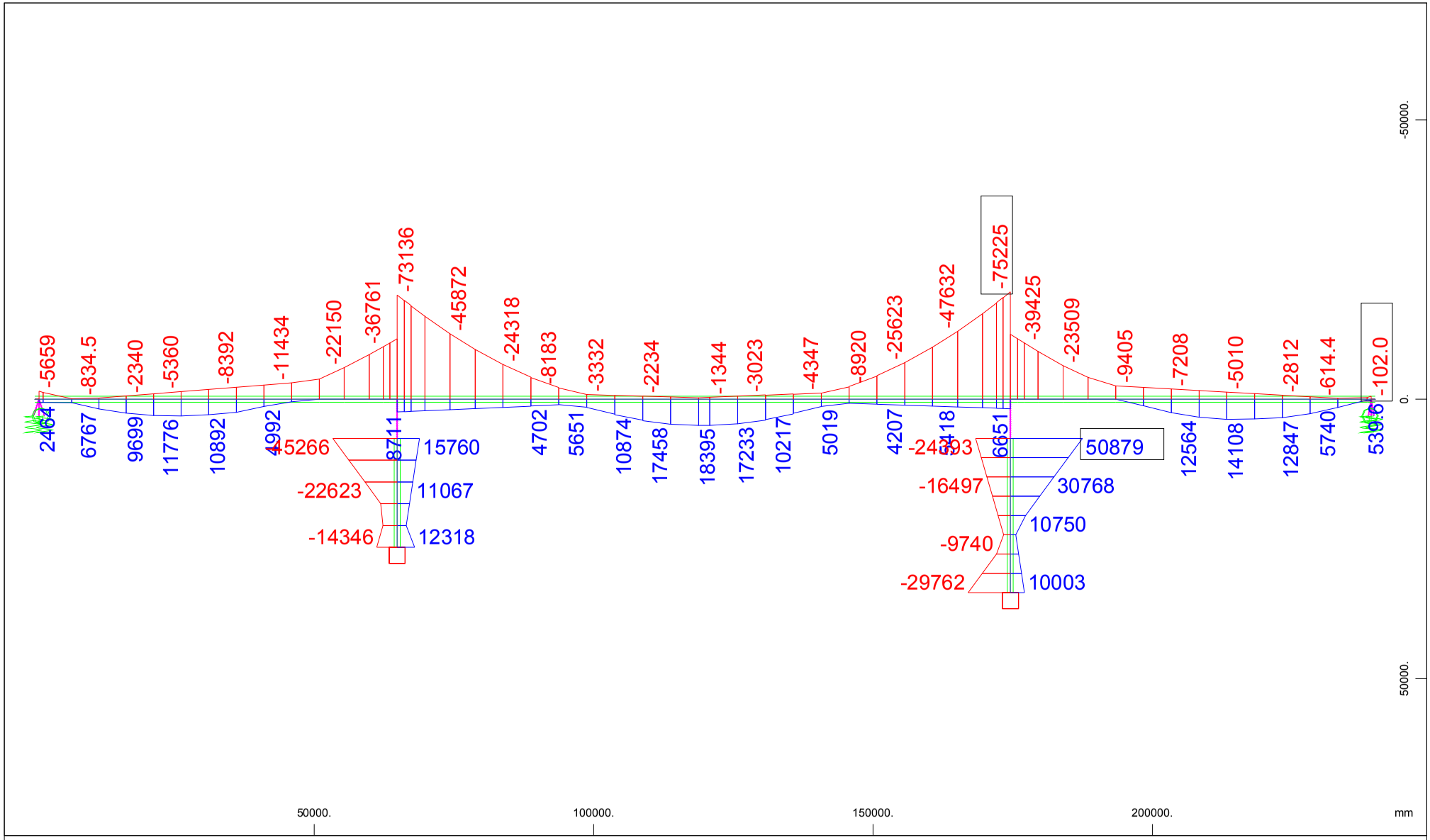
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 4010 L- MAX-My , 1 cm 3D = 37500. kNm (Max=48855.)

Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 4011 L- MIN-My , 1 cm 3D = 37500. kNm (Min=-85817.) (Max=-0.130)

X—Y
Z

M 1 : 957

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ

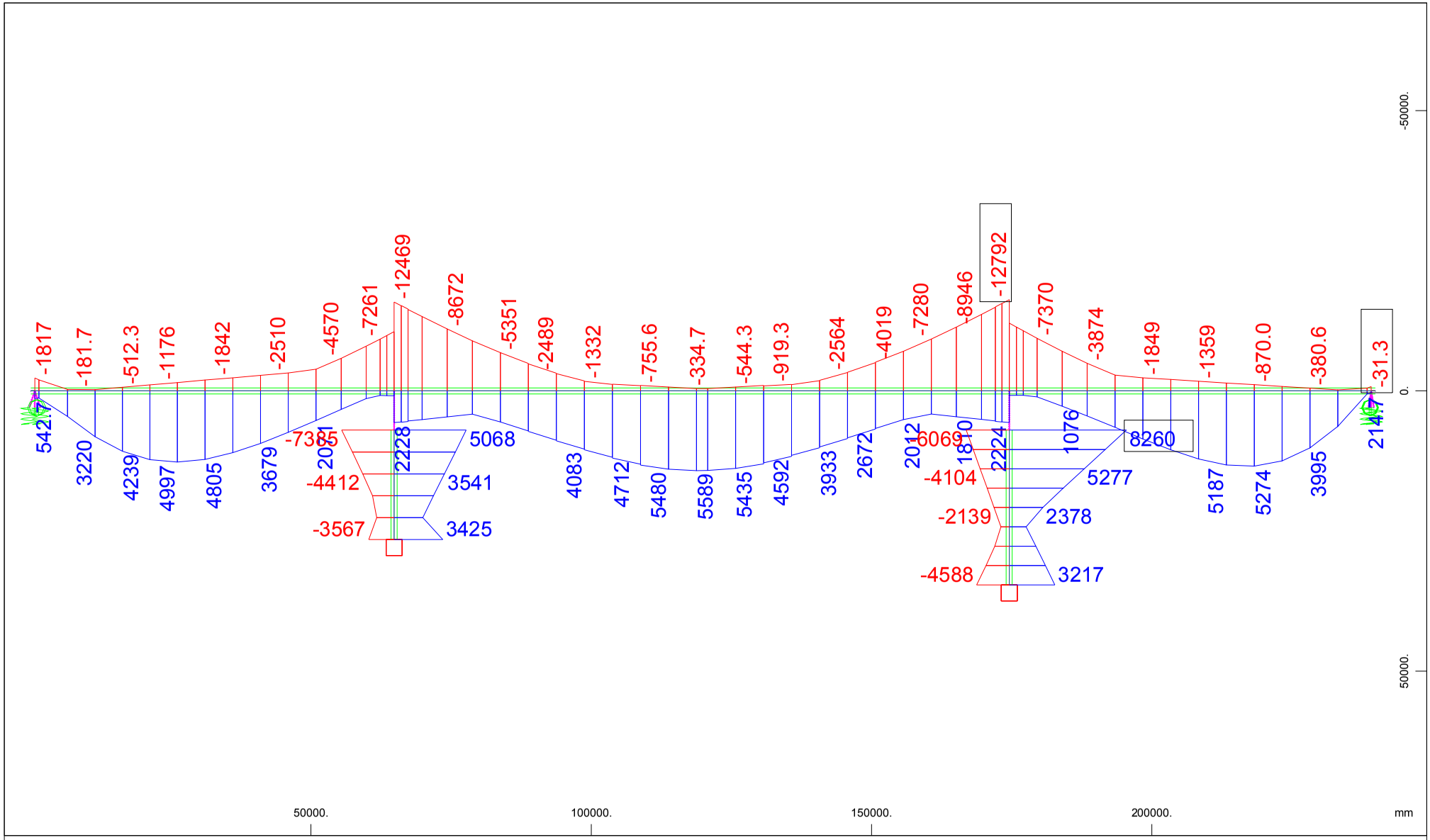


Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 5000 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 37500. kNm (Min=-7.4175e-11) (Max=50879.)
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 5001 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 37500. kNm (Min=-75225.) (Max=-7.2715e-10)

X—Y
Z

M 1 : 957

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ

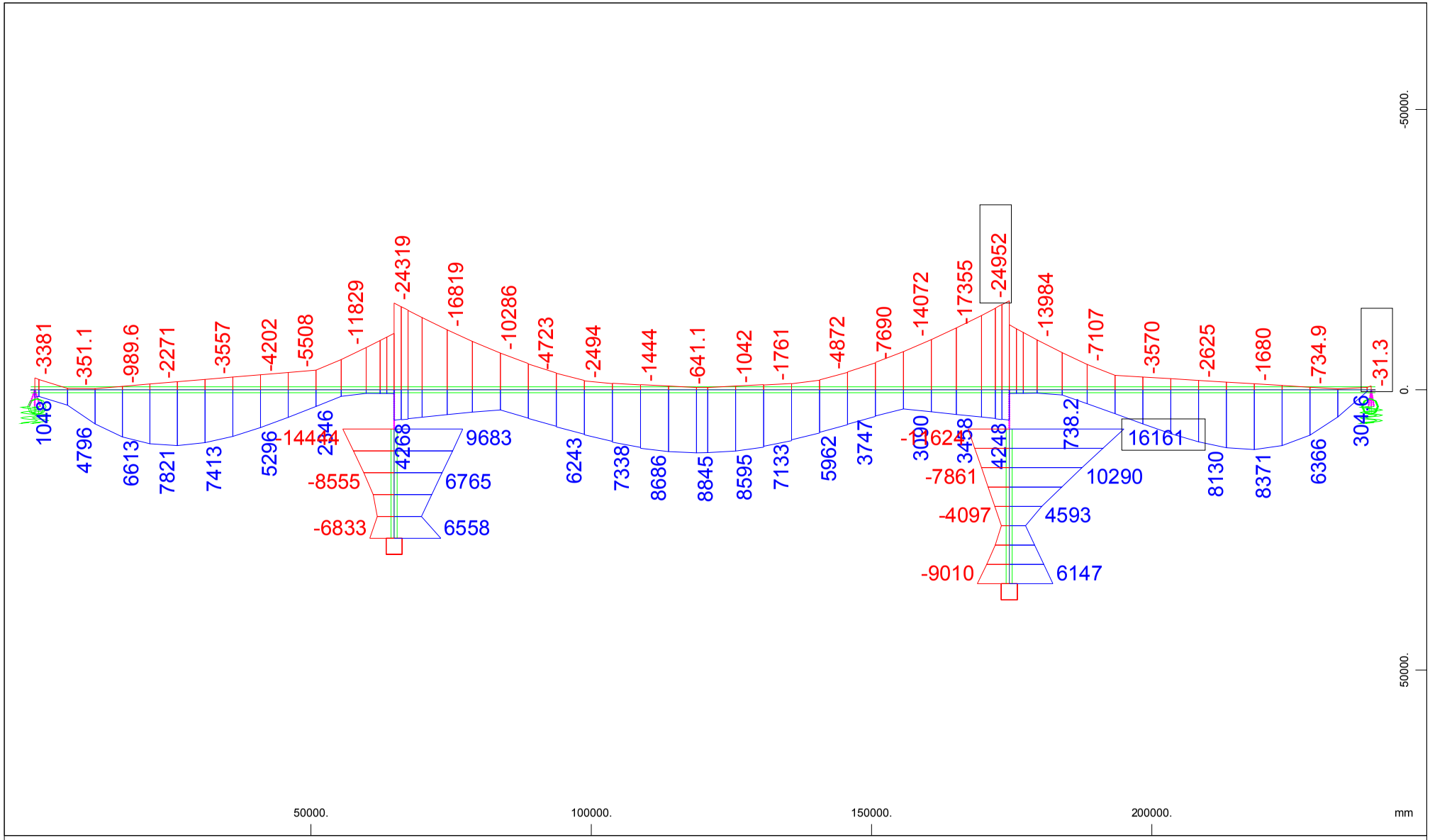


Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 6000 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 3750. kNm (Max=8260.)
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 6001 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 7500. kNm (Min=-12792.) (Max=-2.1733e-10)

X—Y
Z

M 1 : 954

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ

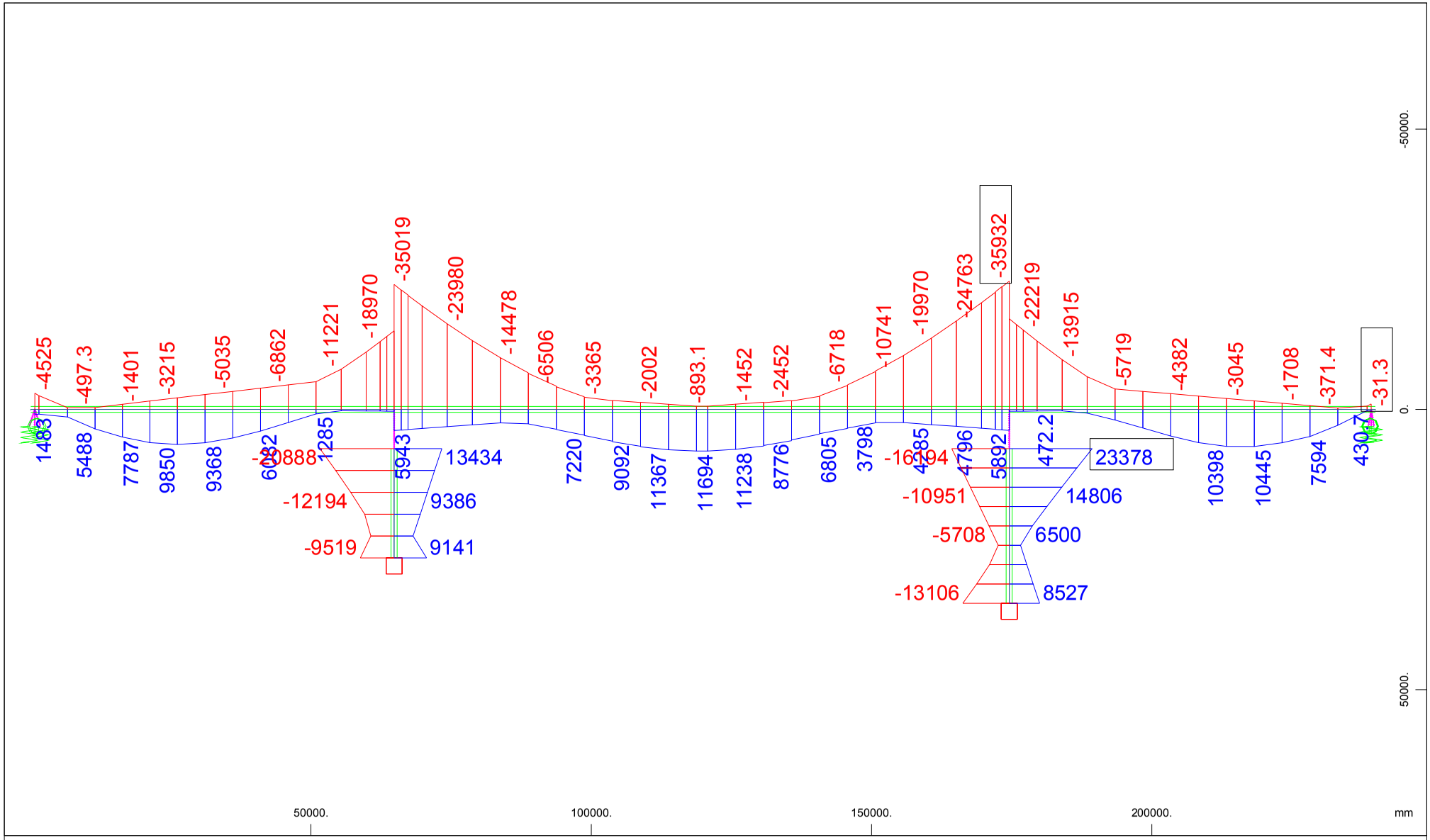


Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 7000 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 7500. kNm (Min=-1.0971e-10) (Max=16161.)
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 7001 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 15000. kNm (Min=-24952.) (Max=-3.2636e-10)

X—Y
Z

M 1 : 954

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ



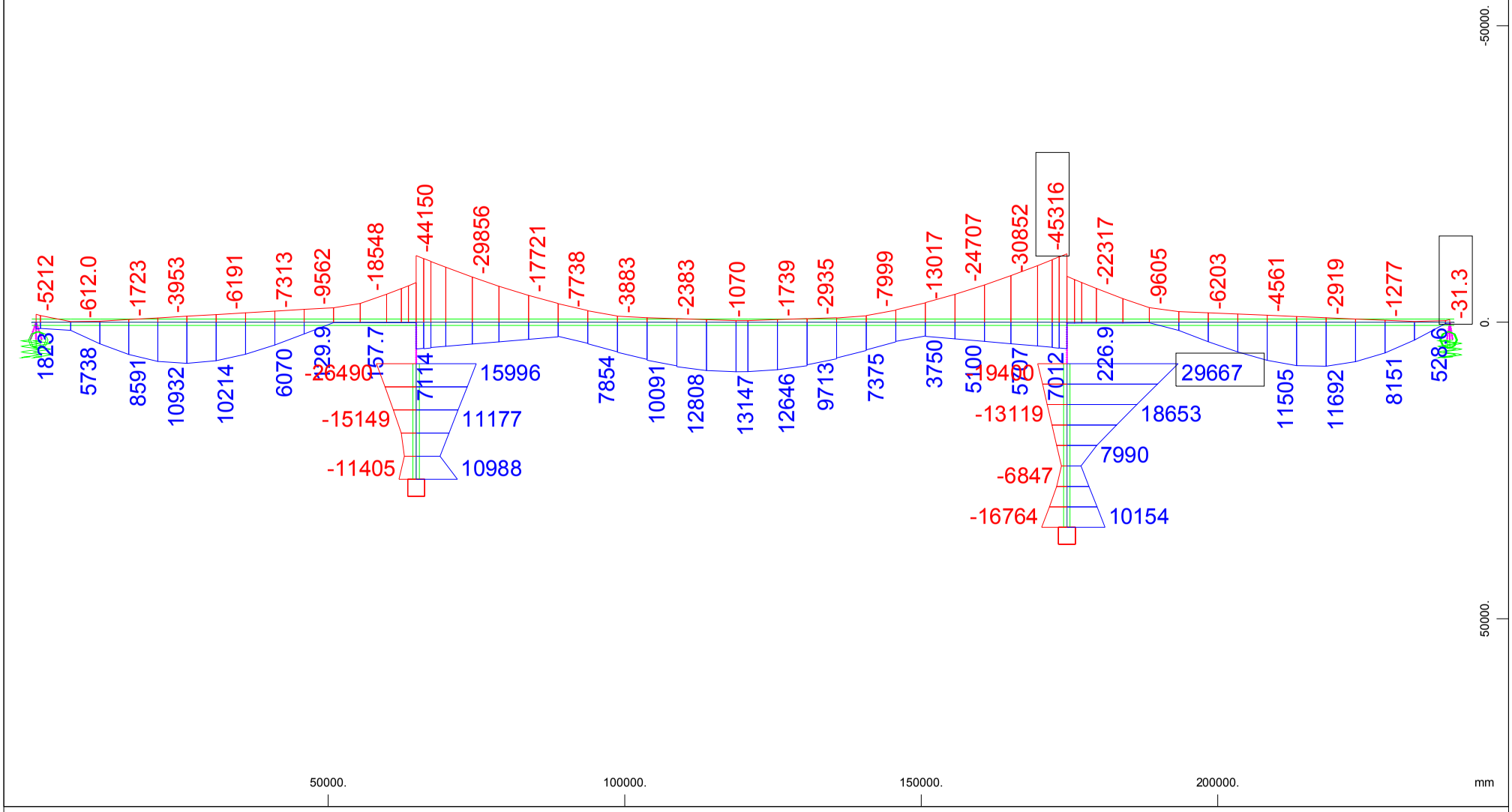
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 8000 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 15000. kNm (Max=23378.)

Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 8001 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 15000. kNm (Min=-35932.) (Max=-4.2914e-10)

X—Y
Z

M 1 : 954

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ

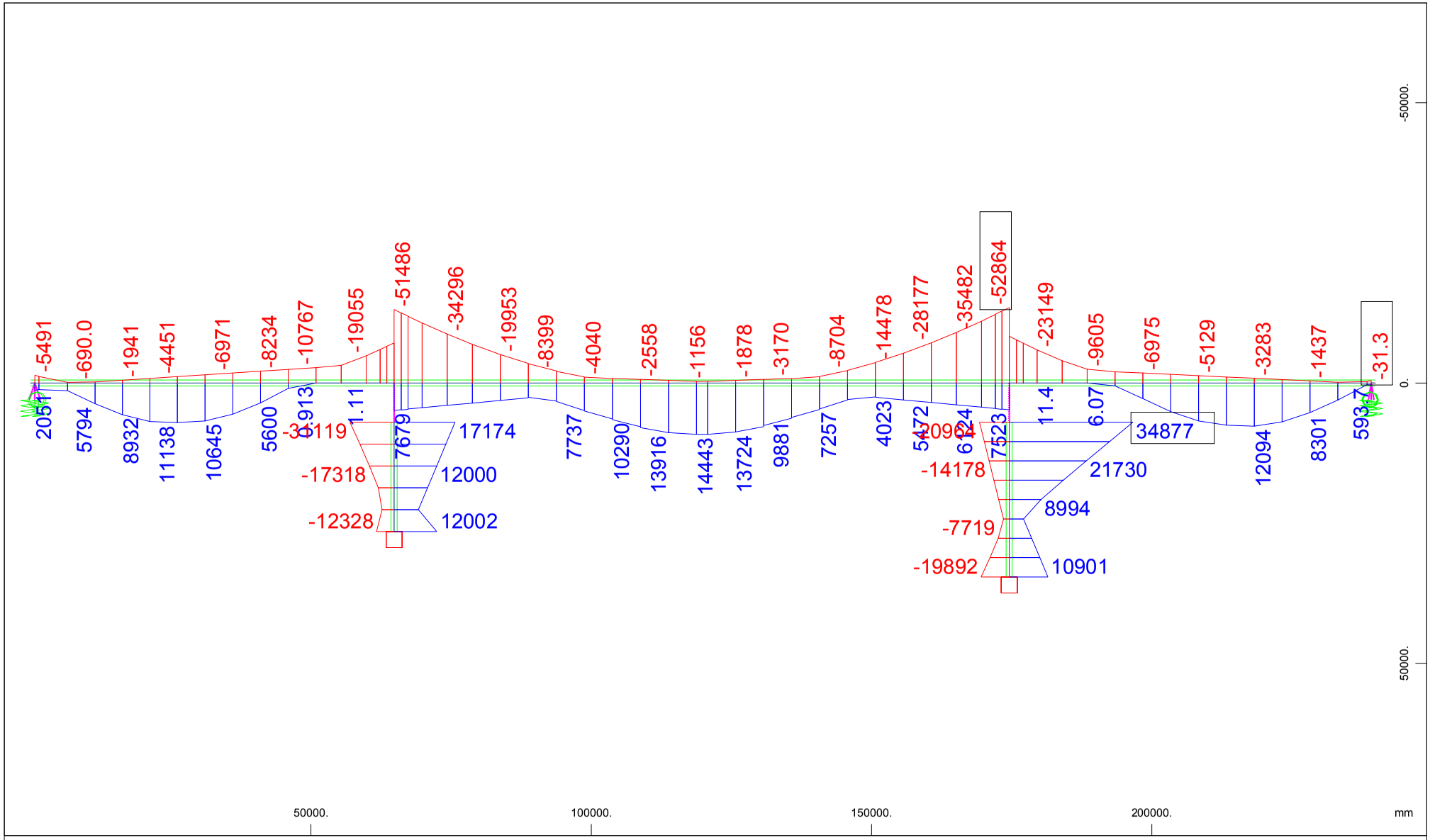


Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 9000 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 15000. kNm (Min=-2.8269e-10) (Max=29667.)
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 9001 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 37500. kNm (Min=-45316.) (Max=-5.9815e-10)

X—Y
Z

M 1 : 954

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ

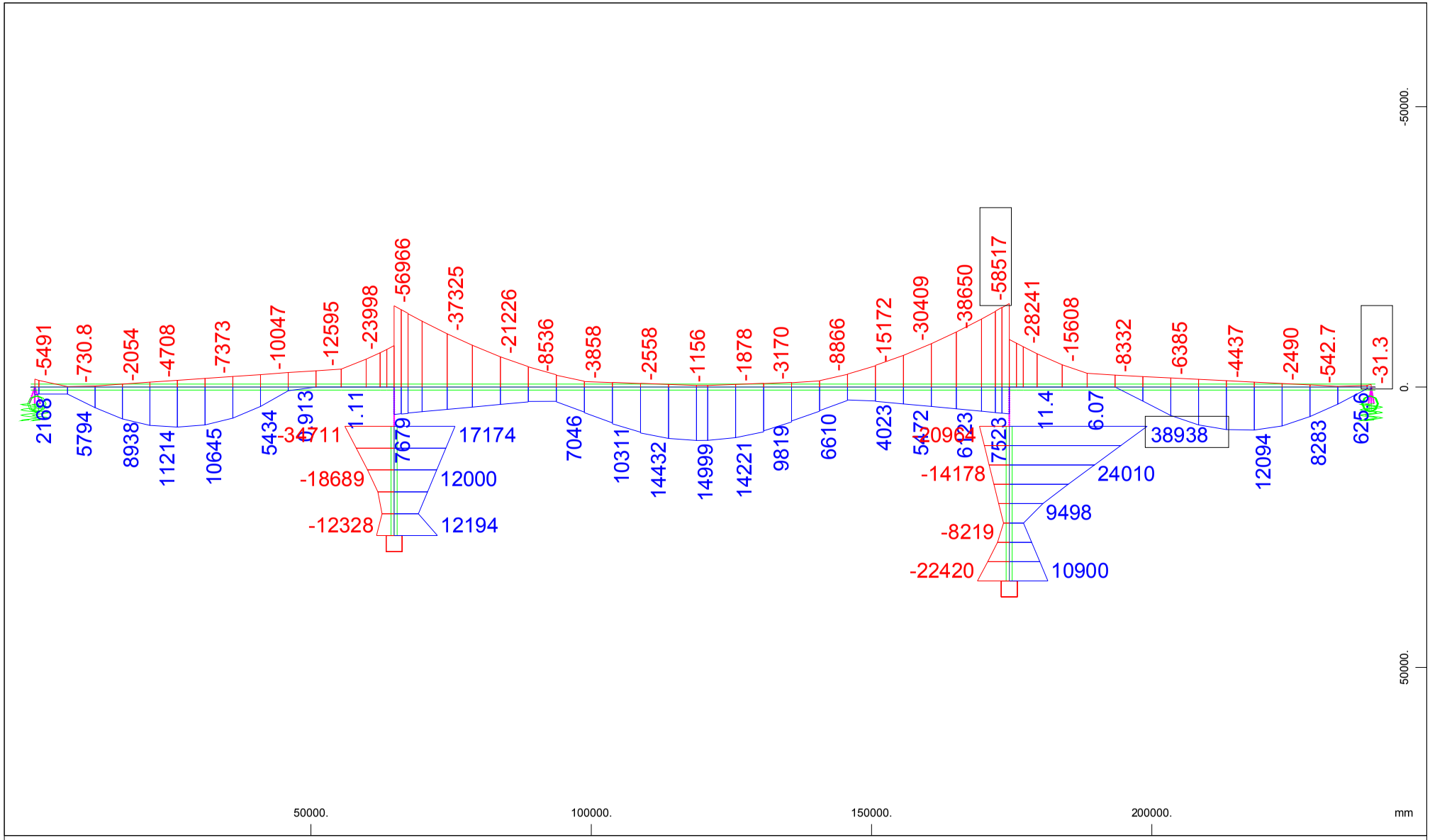


Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 10000 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 15000. kNm (Min=-3.2394e-10) (Max=34877.)
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 10001 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 37500. kNm (Min=-52864.) (Max=-6.3632e-10)

X—Y
Z

M 1 : 954

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ

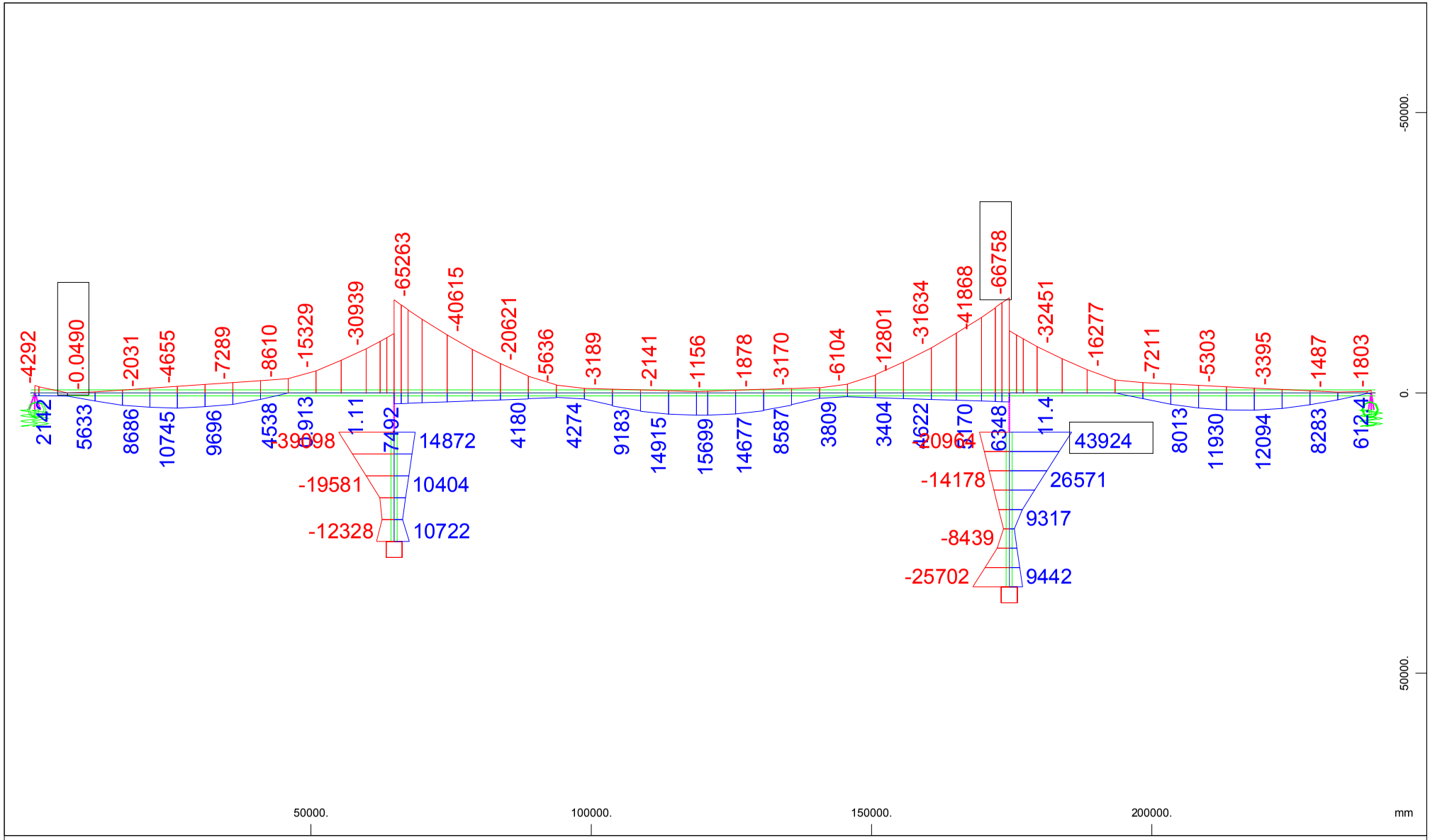


Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 11000 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 15000. kNm (Min=-1.4500e-10) (Max=38938.)
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 11001 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 37500. kNm (Min=-58517.) (Max=-6.5119e-10)

X—Y
Z

M 1 : 954

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ

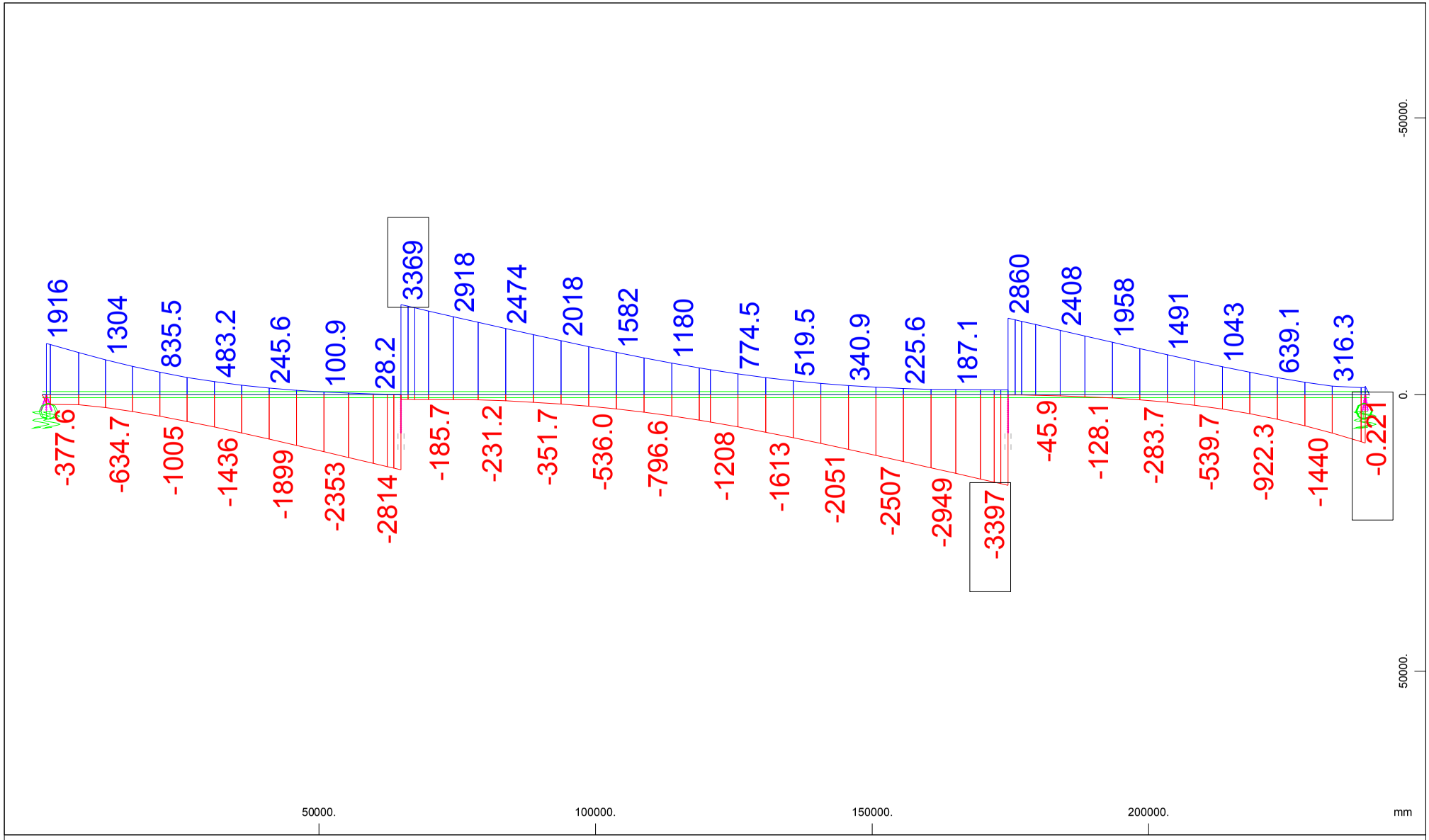


Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 12000 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 37500. kNm (Min=-3.8755e-11) (Max=43924.)
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 12001 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 37500. kNm (Min=-66758.) (Max=-4.8077e-10)

X—Y
Z

M 1 : 954

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΡΟΠΩΝ ΚΑΜΨΕΩΣ



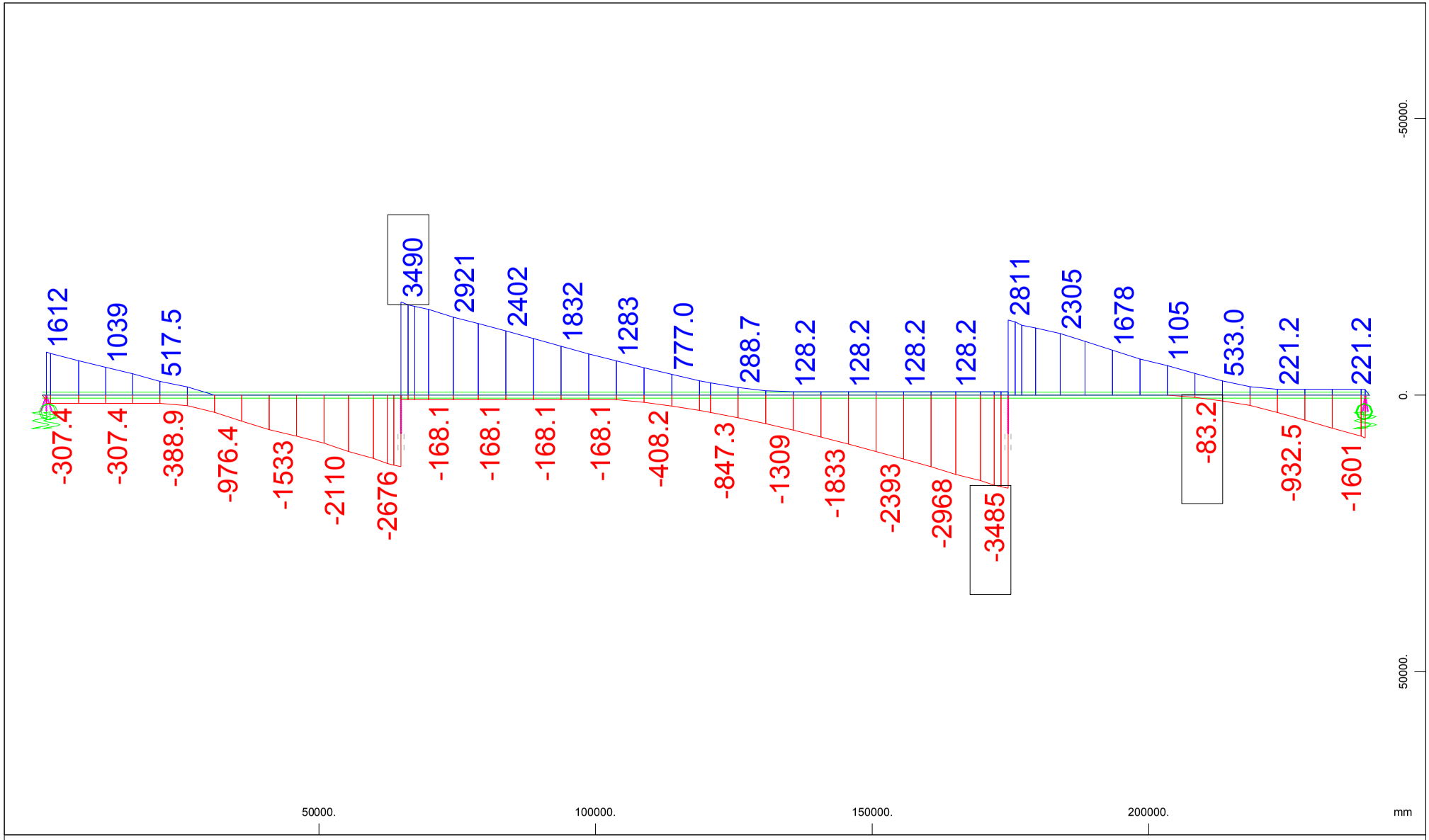
Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 4016 L- MAX-Vz , 1 cm 3D = 2000. kN (Max=3369.)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 4017 L- MIN-Vz , 1 cm 3D = 2000. kN (Min=-3397.) (Max=-0.221)

M 1 : 966

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΤΕΜΝΟΥΣΩΝ



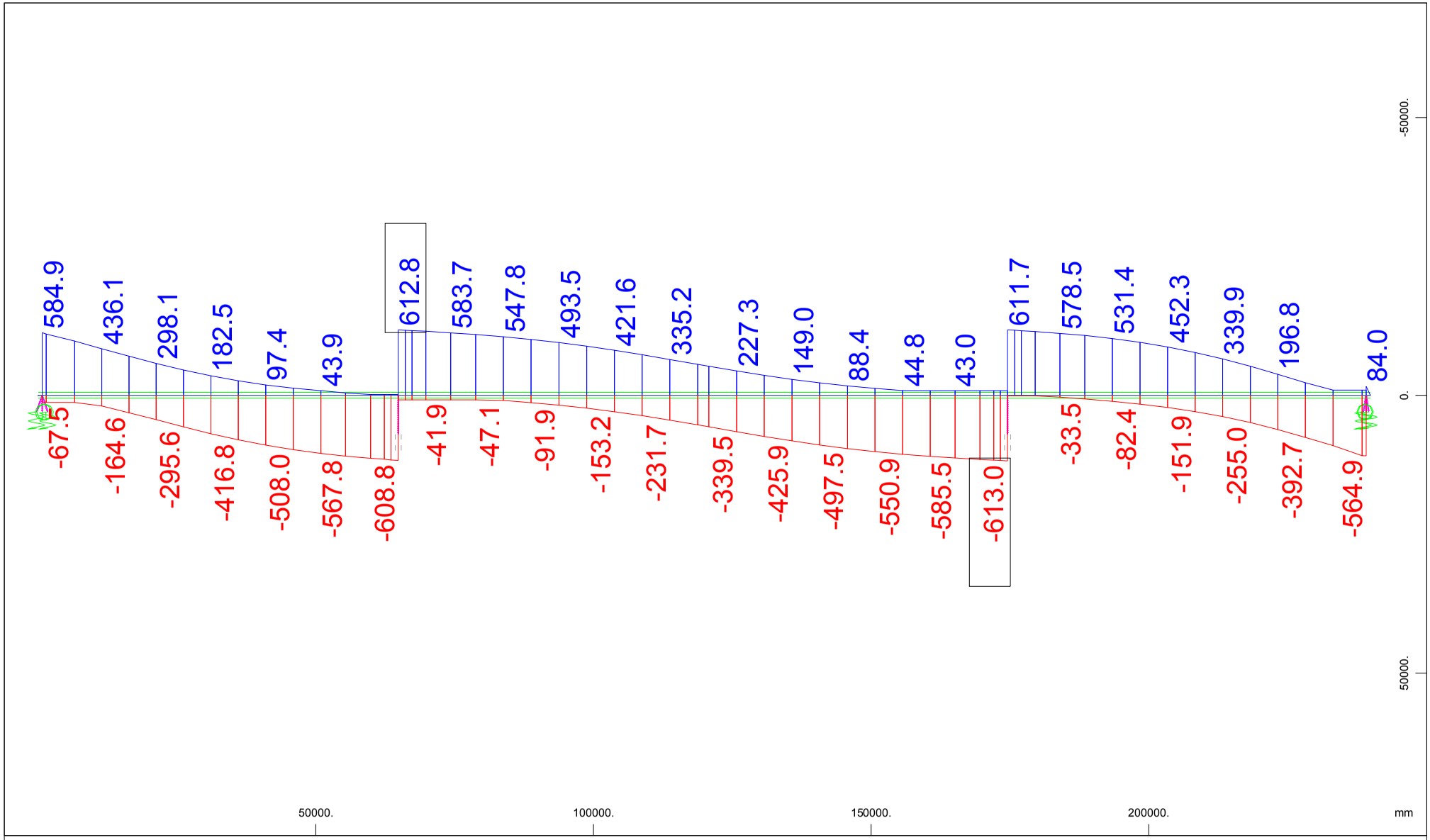
Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 5006 MAX-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Max=3490.)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 5007 MIN-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Min=-3485.) (Max=0)

M 1 : 966

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΤΕΜΝΟΥΣΩΝ

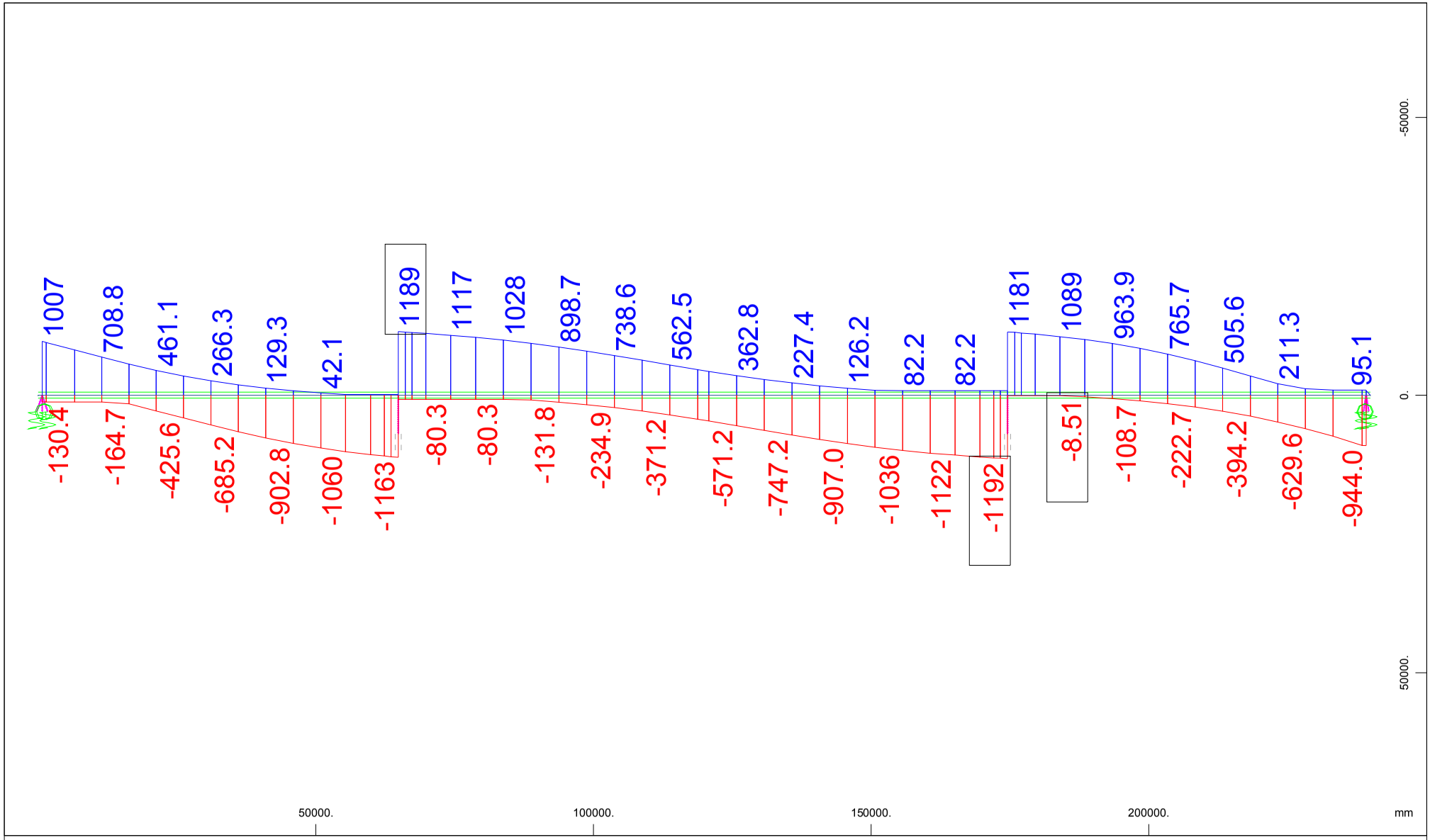


Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 6006 MAX-VZ BEAM , 1 cm 3D = 500.0 kN (Max=612.8)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 6007 MIN-VZ BEAM , 1 cm 3D = 500.0 kN (Min=-613.0) (Max=0)

M 1 : 963



Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

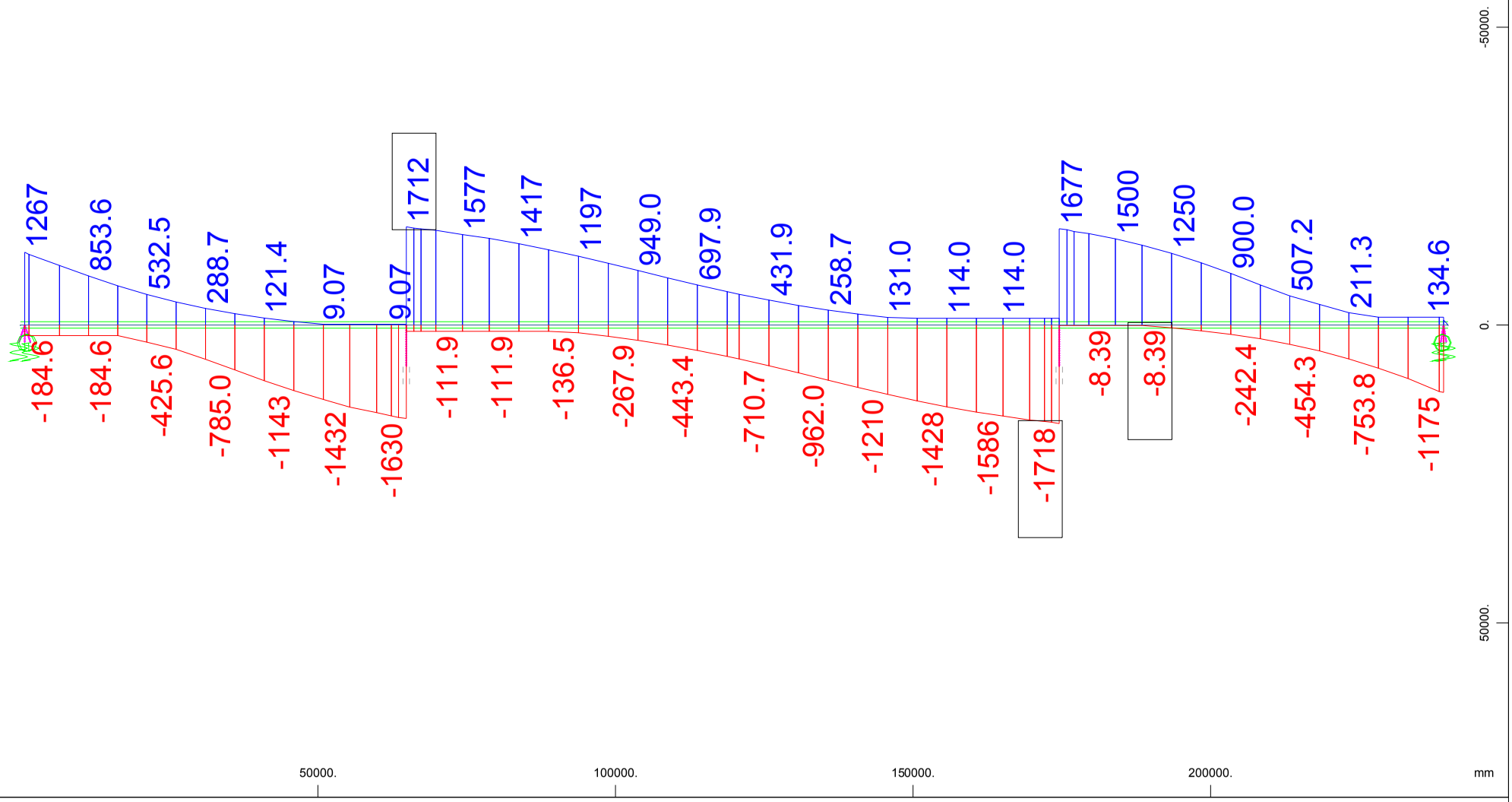
Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 7006 MAX-VZ BEAM , 1 cm 3D = 1000. kN (Max=1189.)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 7007 MIN-VZ BEAM , 1 cm 3D = 1000. kN (Min=-1192.) (Max=0)

X—Y
Z

M 1 : 963

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΤΕΜΝΟΥΣΩΝ



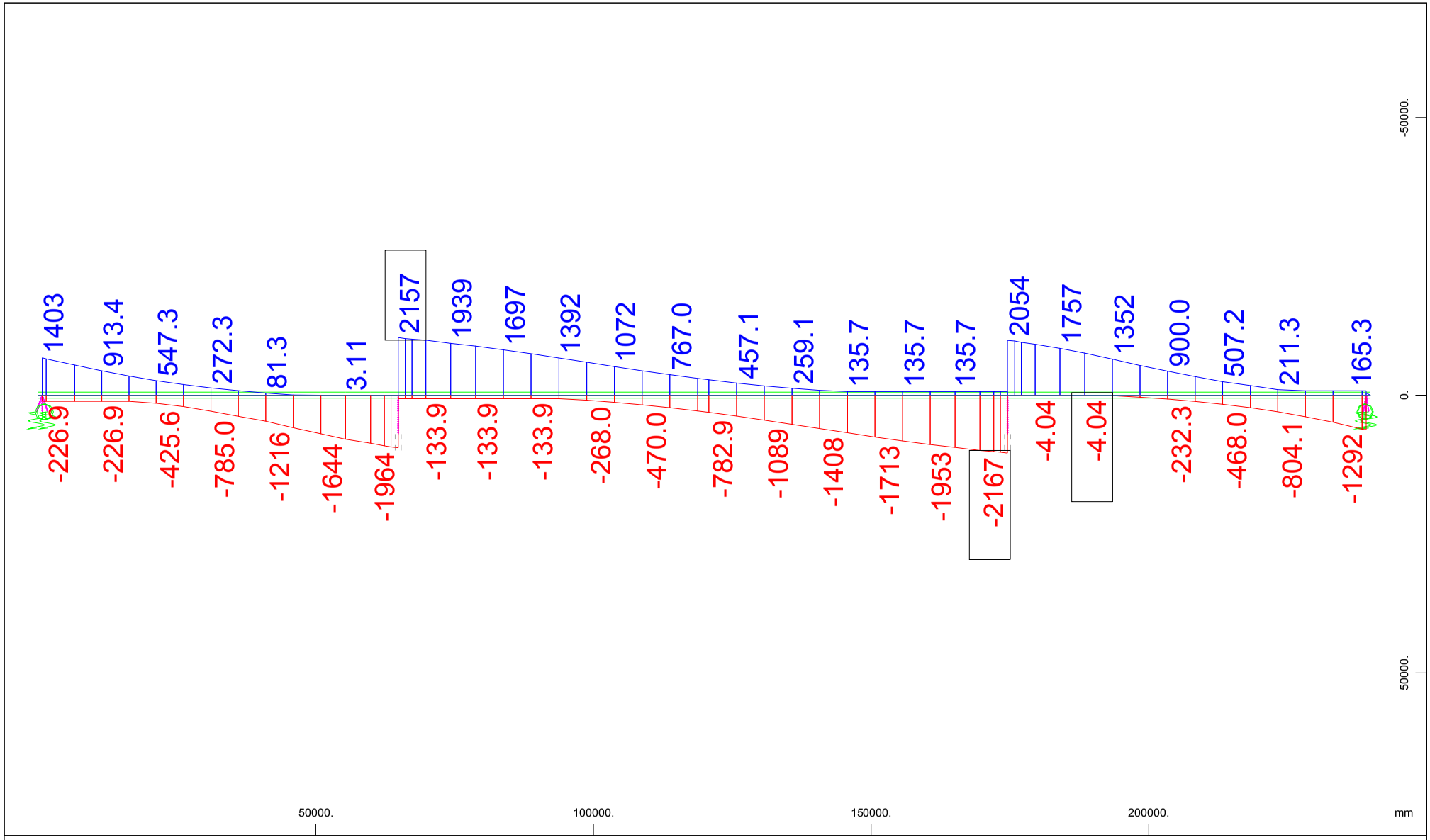
Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 8006 MAX-VZ BEAM , 1 cm 3D = 1000. kN (Max=1712.)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 8007 MIN-VZ BEAM , 1 cm 3D = 1000. kN (Min=-1718.) (Max=0)

M 1 : 963

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΤΕΜΝΟΥΣΩΝ

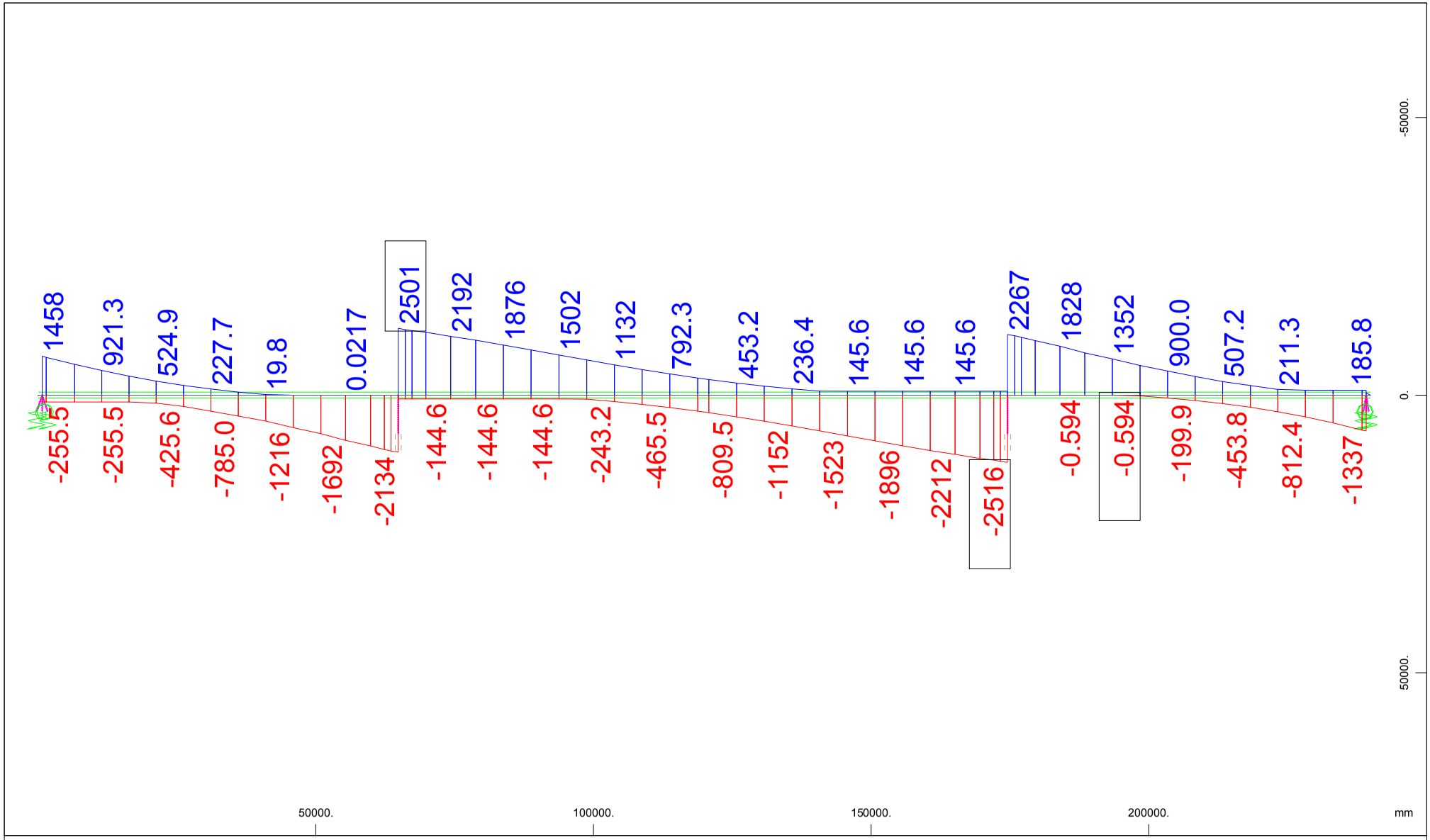


Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 9006 MAX-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Max=2157.)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 9007 MIN-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Min=-2167.) (Max=0)

M 1 : 963

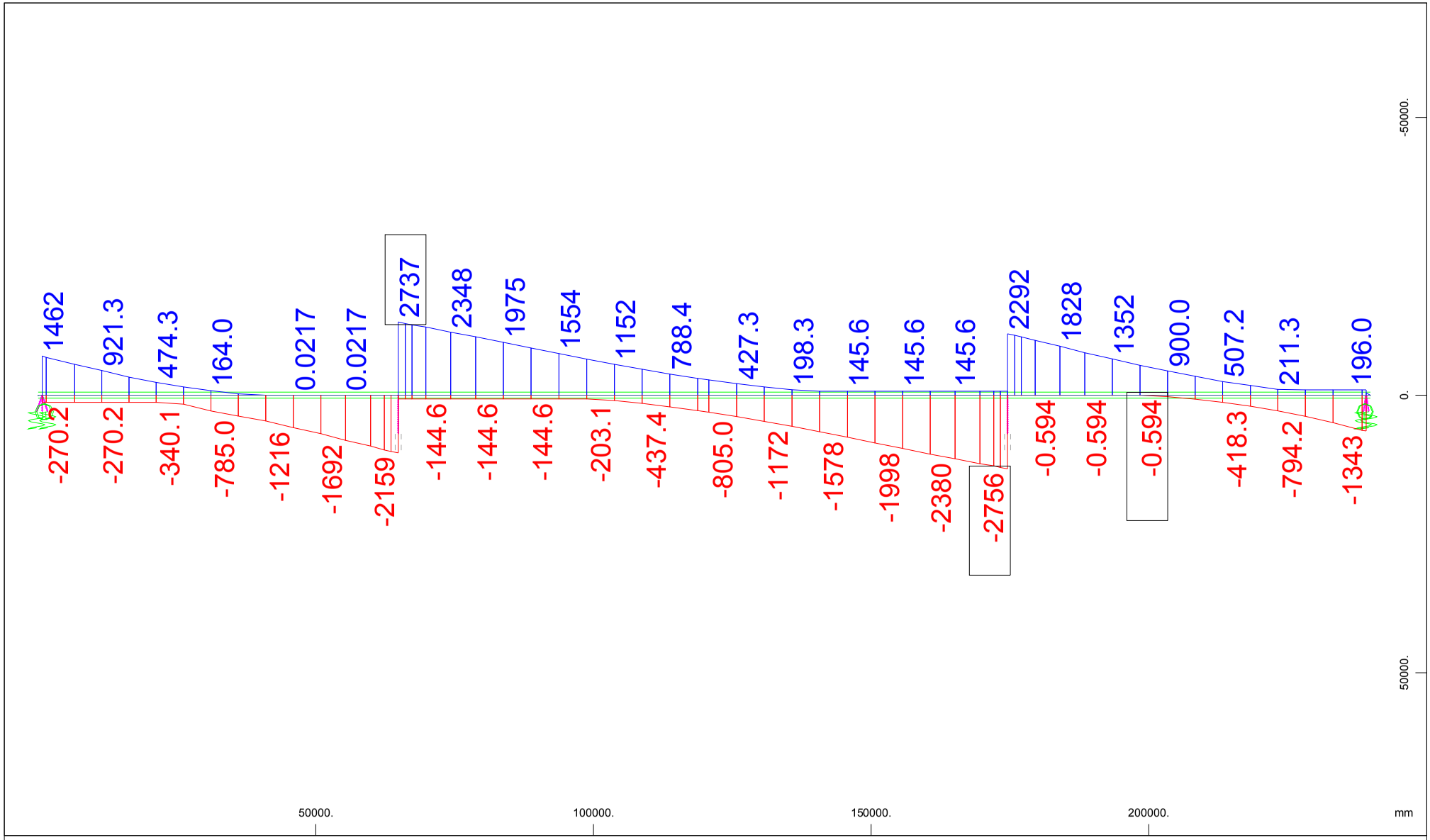


Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 10006 MAX-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Max=2501.)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 10007 MIN-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Min=-2516.) (Max=0)

M 1 : 963

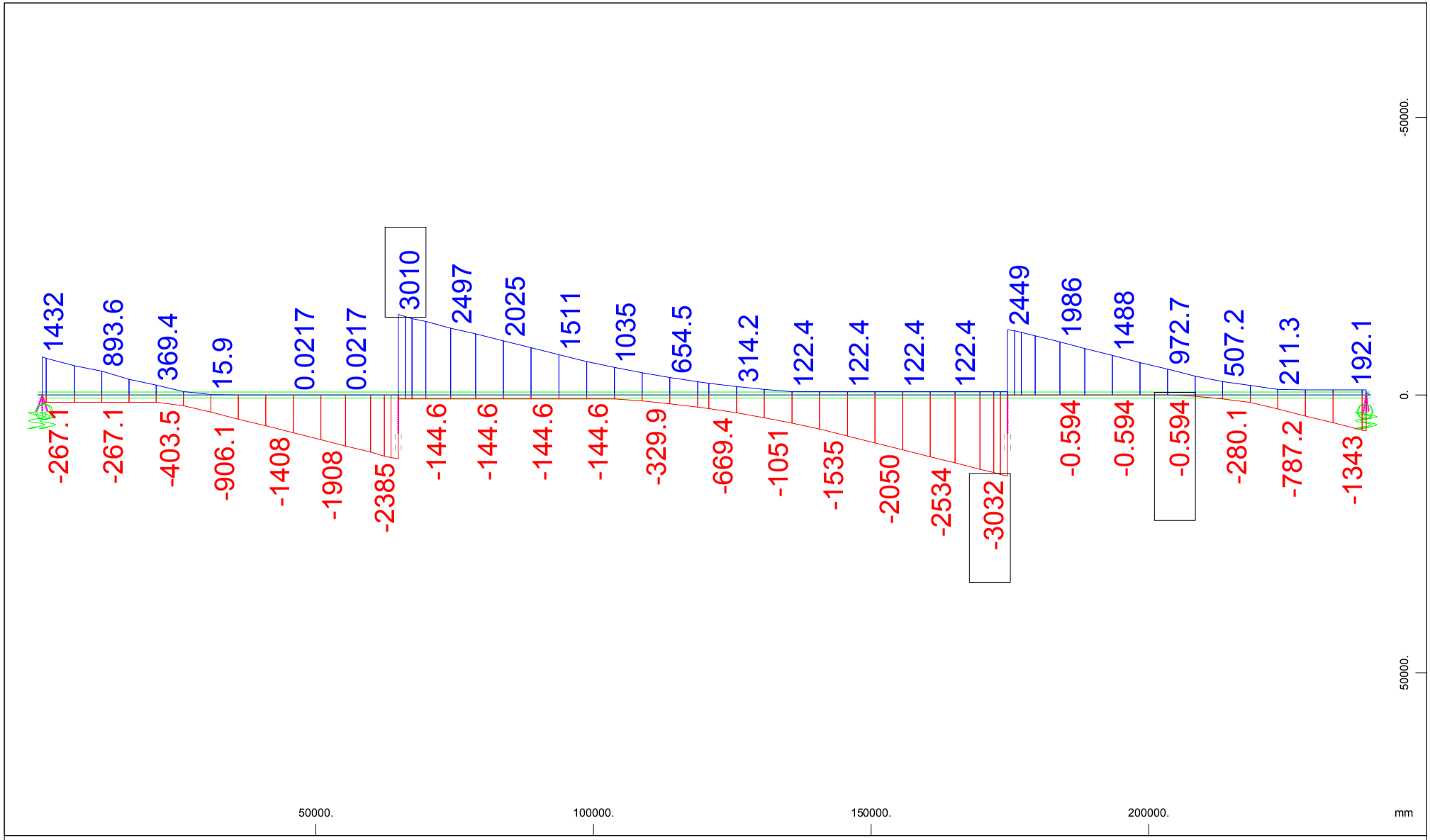


Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 11006 MAX-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Max=2737.)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 11007 MIN-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Min=-2756.) (Max=0)

M 1 : 963



Sector of system Group 0 100 101 200 201 300 301

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 12006 MAX-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Max=3010.)

Beam Elements , Shear force Vz, Loadcase 12007 MIN-VZ BEAM , 1 cm 3D = 2000. kN (Min=-3032.) (Max=0)

M 1 : 963

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΕΣ ΤΕΜΝΟΥΣΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.Εγχειρίδιο Εκστρατείας (ΕΕ 10-11) Κλασικοποίηση γεφυρών και οχημάτων Γενικό Επιτελείο Στρατού/ΔΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ(ΓΕΣ) Αθήνα Μάρτιος1971

2. STANAG 2021 MILENG (EDITION 7) - MILITARY LOAD CLASSIFICATION OF BRIDGES, FERRIES, RAFTS AND VEHICLES NATO STANDARDIZATION AGENCY AGENCE, OTAN DE NORMALISATION 22 May 2014

3.DIN 1072 Road and foot bridges ENGISH VERSION/ DEUTSCHE NORM DEC1985.

4.ΝΙΚ.ΚΙΟΛΕΙΔΗΣ MANUAL οχήματος με ρυμουλκού ΝΚ 1000-76

5.www.army.gr

6.Διερεύνηση έντασης φορέων γεφυρών για διέλευση υπερμεγέθους οχήματος

Ομιλος τεχνικών μελετών ΤΕΠΕ Απρ 2012

7.Παρουσιάσεις μαθήματος Εισαγωγή στη Γεφυροποιία ΕΜΠ (2014) Ι.Ν Σιγάλας.

8.Εισαγωγή στη γεφυροποιία ΘΠ Τάσιος-ΠΧ.Πλαίνης-Ι.Ν.Σιγάλας Εκδόσεις ΕΜΠ Αθήνα 1997.