

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ
ΚΑΛΩΔΙΩΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΜΙΚΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Ι. ΜΑΣΟΥΡΑΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ
ΕΜΚ ΜΕ 2012/06

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012

Πρόλογος

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διατριβής μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή μου Ιωάννη Ερμόπουλο για τις πολύτιμες γνώσεις που μας προσέφερε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μαθήματος Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων II και τη σημαντική καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, καθώς επίσης και τον Πολιτικό Μηχανικό Γεώργιο Σταματόπουλο για τη σημαντική βοήθειά του στα θέματα εξιδανίκευσης και ανάλυσης των καλωδιωτών γεφυρών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς μου για τη συμβολή τους στην καλλιέργεια της προσωπικότητάς μου, αλλά και για την αμέριστη συμπαράστασή τους στις επιλογές και προσπάθειες μου.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΛΩΔΙΩΤΩΝ
ΓΕΦΥΡΩΝ ΜΙΚΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Ι. ΜΑΣΟΥΡΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ , ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ
ΕΜΚ ΜΕ 2012/06

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η παραμετρική διερεύνηση της συμπεριφοράς τριών καλωδιωτών γεφυρών μικτού συστήματος. Πρόκειται για γέφυρες οι οποίες διαθέτουν κύριο παραβολικό καλώδιο, κατακόρυφους αναρτήρες καθώς και κεκλιμένα καλώδια. Έχοντας ως δεδομένα τη γεωμετρία των γεφυρών αυτών και τις διατομές των μελών του φέροντος οργανισμού τους, πραγματοποιήσαμε μια σειρά αναλύσεων με παράμετρο τη διάμετρο των κεκλιμένων καλωδίων. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με χρήση του Στατικού Προγράμματος Sap 2000 Version 14.

Στο πρώτο κεφάλαιο της διατριβής, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των καλωδιωτών γεφυρών καθώς και η στατική λειτουργία των επιμέρους μελών του φέροντος οργανισμού τους. Επίσης, γίνεται ιστορική αναδρομή της κατασκευής των καλωδιωτών γεφυρών με την παρουσίαση έργων που αποτέλεσαν ορόσημα σε αυτόν τον τομέα της Γεφυροποιίας. Στο τέλος του κεφαλαίου, γίνεται αναφορά στη μη γραμμική συμπεριφορά των καλωδιωτών γεφυρών, η οποία οφείλεται τόσο στις

μεγάλες μετακινήσεις των φορέων αυτών όσο και στη στατική λειτουργία των καλωδίων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται αρχικά ο τρόπος εξιδανίκευσης του φέροντος οργανισμού των γεφυρών ενώ στη συνέχεια παρατίθενται οι μηχανικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής τους καθώς και τα αδρανειακά χαρακτηριστικά των διατομών των διάφορων μελών τους. Τέλος, παρουσιάζονται οι φορτίσεις που χρησιμοποιήθηκαν στις παραμετρικές αναλύσεις καθώς και οι αντίστοιχοι συνδυασμοί φόρτισης με βάση τους οποίους υπολογίστηκε η εντατική και παραμορφωσιακή κατάσταση των γεφυρών.

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας, γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων των στατικών και ιδιομορφικών αναλύσεων που αφορούν την 1^η καλωδιωτή γέφυρα συνολικού μήκους 960 m. Αρχικά, παρατίθενται τα διαγράμματα εντατικής κατάστασης των πυλώνων, των κύριων δοκών και του καταστρώματος της γέφυρας καθώς επίσης και τα διαγράμματα που αφορούν την κατανομή της αξονικής έντασης στους αναρτήρες, στα κεκλιμένα καλώδια καθώς και στο κύριο παραβολικό καλώδιο. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι κύριες ιδιομορφές της γέφυρας για τις διάφορες τιμές της διαμέτρου των κεκλιμένων καλωδίων και γίνεται διαγραμματική απεικόνιση της μεταβολής των τιμών των αντίστοιχων ιδιοπεριόδων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της διατριβής, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων που αφορούν την 2^η καλωδιωτή γέφυρα συνολικού μήκους 1280 m. Στην αρχή αυτού του κεφαλαίου, παρουσιάζονται επίσης τα διαγράμματα εντατικής κατάστασης των διαφόρων μελών του φέροντος οργανισμού καθώς και συγκριτικά διαγράμματα της αξονικής καταπόνησης των καλωδίων. Στη συνέχεια, ακολουθεί η αναλυτική παρουσίαση των κύριων ιδιομορφών της γέφυρας για τις διάφορες τιμές διαμέτρων των κεκλιμένων καλωδίων και γίνεται σύγκριση των τιμών των ιδιοπεριόδων που προκύπτουν.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρατίθενται τα αποτελέσματα των στατικών και ιδιομορφικών αναλύσεων που αφορούν την 3^η καλωδιωτή γέφυρα συνολικού μήκους 1600 m. Ομοίως με τα δύο προηγούμενα κεφάλαια, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των διαγραμμάτων εντατικής κατάστασης της γέφυρας καθώς και των αντίστοιχων ιδιομορφών της που προέκυψαν μέσω των παραμετρικών αναλύσεων.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε όσον αφορά τη συμπεριφορά των καλωδιωτών γεφυρών μικτού συστήματος. Αρχικά παρατηρήσαμε ότι αυξάνοντας τη διάμετρο των κεκλιμένων

καλωδίων, οι γέφυρες γίνονται πιο δύσκαμπτες κυρίως όσον αφορά την ταλάντωσή τους στην κατακόρυφη διεύθυνση. Επίσης, η αύξηση της διατομής των κεκλιμένων καλωδίων έχει ως αποτέλεσμα την καταπόνησή τους με υψηλότερες αξονικές δυνάμεις και την αντίστοιχη μείωση της αξονικής έντασης του κυρίου παραβολικού καλωδίου και των αναρτήρων.

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
DIVISION OF STRUCTURAL ENGINEERING
LABORATORY OF STEEL STRUCTURES
INTER – DEPARTMENTAL POSTGRADUATE COURSES
“STRUCTURAL DESIGN AND ANALYSIS OF STRUCTURES”

POSTGRADUATE THESIS

**PARAMETRIC INVESTIGATION OF BEHAVIOR OF CABLE SUPPORTED
BRIDGES WITH MIXED CABLE SYSTEM**

STYLIANOS MASOURAS

SUPERVISOR: IOANNIS ERMOPOULOS, PROFESSOR N.T.U.A
EMK ME 2012/06

ABSTRACT

This thesis investigates the behavior of three cable supported bridges with mixed cable system, which have one main parabolic cable, vertical suspenders and inclined cables. Knowing the exact geometry and loading of these bridges, we performed a series of parametric analyses with the Static Program Sap 2000 Version 14, using as parameter the diameter of the inclined cables.

In the first chapter of this thesis, we present the characteristics of cable supported bridges and the static role of their members. Moreover, there is a flashback to the construction of cable bridges through last centuries by displaying the most important of them. At the end of the chapter, we describe the non linear behavior of cable bridges which results from the large displacements of this type of structures and the static function of the cables.

In the second chapter, we describe how we simulated the different elements of the bridges' bearing system at Sap2000 and we present the mechanical properties of the materials and the cross sections used in these structures. In the end, we define the

load combinations which were used in order to find the stress and strain state of the bridges.

The third chapter refers to the results of static and modal analyses concerning the first cable bridge which has an overall length of 960 m. First of all, we present the axial and shear forces diagrams of the bridge's pylons and main beams as well as their bending moment diagrams. What is more, we display the distribution of axial loading among the inclined cables, the suspenders and the parabolic cable and we also show the stress state diagrams of the deck's slab. Finally, we display the main modes of bridge's oscillations and the variation of the eigenfrequencies caused by the increase of inclined cables' diameter.

The fourth chapter presents the results of the analyses that refer to the second cable bridge with an overall length of 1280 m. In the beginning of the chapter, we display the moment and forces diagrams of the main parts of the bridge and also diagrams with the axial stress of cables. What is more, we present the most important mode shapes of the bridge for the values of our analysis' parameter.

In the fifth chapter, the results concerning the third cable bridge with total length of 1600 m are shown. Like the two previous chapters, we present the diagrams of forces and moments as well as the shape modes of this bridge for the different values of the inclined cables' diameter.

In the sixth chapter, we present the conclusions that we have reached concerning the behavior of cable bridges with mixed system. First, we conclude that by increasing the diameter of inclined cables the bridges become stiffer during their oscillations especially in the vertical direction. Furthermore, the increase of the inclined cables' section results in higher axial forces at these cables and at the same time reduces the axial strain of the parabolic cable and vertical suspenders.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	i
Περίληψη.....	ii
Περιεχόμενα	vii
1. Καλωδιωτές Γέφυρες	1
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Ιστορία Των Καλωδιωτών Γεφυρών	5
1.3 Καλώδια	22
1.4 Πυλώνες	24
1.5 Σύνδεση Καλωδίων – Πυλώνα	28
1.6 Κατάστρωμα – Κύριες Δοκοί	30
1.7 Σύνδεση Καλωδίων – Καταστρώματος	34
1.8 Σύνδεση Καλωδίων Στα Βάθρα Αγκύρωσης	35
1.9 Μη Γραμμικότητα Καλωδιωτών Γεφυρών	37
2. Στατική Ανάλυση Καλωδιωτών Γεφυρών	41
2.1 Εξιδανίκευση Φέροντος Οργανισμού Καλωδιωτής Γέφυρας	42
2.1.1 Είδη Παραμόρφωσης	42
2.1.2 Εξιδανίκευση Μελών Γέφυρας	43
2.1.3 Εξιδανίκευση Στηρίξεων Και Συνδέσεων Μελών Γέφυρας	44
2.2 Υλικά Φέροντος Οργανισμού Γέφυρας	45
2.3 Διατομές Μελών Φέροντος Οργανισμού Γέφυρας	49
2.4 Φορτίσεις Καλωδιωτών Γεφυρών.....	54
3. Γέφυρα Συνολικού Μήκους 960 m.....	57
3.1 Αποτελέσματα Στατικών Αναλύσεων.....	60
3.1.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$	60
3.1.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 2.5 \text{ cm}$	68
3.1.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 5.0 \text{ cm}$	75
3.1.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 7.5 \text{ cm}$	81
3.1.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 10.0 \text{ cm}$	87
3.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Στατικών Αναλύσεων	93
3.3 Αποτελέσματα Ιδιομορφικών Αναλύσεων.....	95
3.3.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$	95

3.3.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 2.5 \text{ cm}$	102
3.3.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 5.0\text{cm}$	109
3.3.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 7.5\text{cm}$	116
3.3.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 10.0\text{cm}$	123
3.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ιδιομορφικών Αναλύσεων.....	130
4. Γέφυρα Συνολικού Μήκους 1280 m.....	132
4.1 Αποτελέσματα Στατικών Αναλύσεων.....	135
4.1.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$	135
4.1.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 3.0 \text{ cm}$	142
4.1.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 6.0 \text{ cm}$	149
4.1.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 9.0 \text{ cm}$	155
4.1.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 12.0 \text{ cm}$	161
4.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Στατικών Αναλύσεων	167
4.3 Αποτελέσματα Ιδιομορφικών Αναλύσεων.....	169
4.3.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$	169
4.3.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 3.0 \text{ cm}$	176
4.3.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 6.0\text{cm}$	182
4.3.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 9.0\text{cm}$	189
4.3.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 12.0\text{cm}$	195
4.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ιδιομορφικών Αναλύσεων.....	202
5. Γέφυρα Συνολικού Μήκους 1600 m.....	203
5.1 Αποτελέσματα Στατικών Αναλύσεων.....	206
5.1.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$	206
5.1.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 3.5 \text{ cm}$	213
5.1.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 7.0 \text{ cm}$	221
5.1.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 10.5 \text{ cm}$	227
5.1.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 14.0 \text{ cm}$	233
5.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Στατικών Αναλύσεων	239
5.3 Αποτελέσματα Ιδιομορφικών Αναλύσεων.....	240
5.3.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$	240
5.3.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 3.5 \text{ cm}$	247
5.3.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 7.0\text{cm}$	253
5.3.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 10.5\text{cm}$	258
5.3.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 14.0\text{cm}$	264

5.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ιδιομορφικών Αναλύσεων.....	269
6. Συμπεράσματα.....	273
7. Βιβλιογραφία	274

1. Καλωδιωτές Γέφυρες

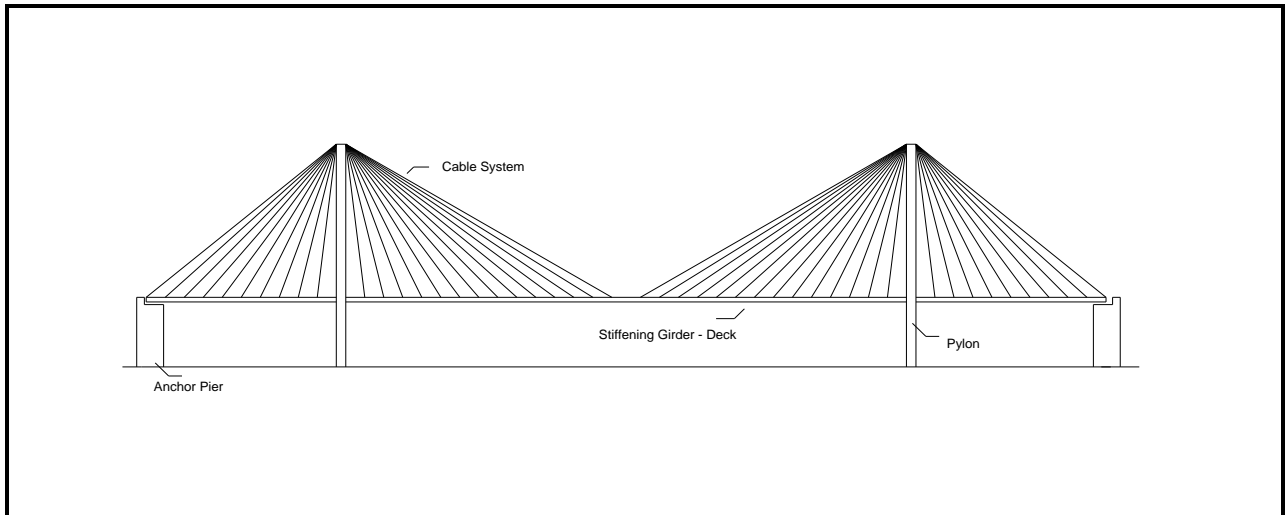
1.1 Εισαγωγή

Οι καλωδιωτές γέφυρες αποτελούν μια ευρέως χρησιμοποιούμενη κατηγορία γεφυρών στις οποίες η στήριξη του καταστρώματος και των κύριων δοκών πραγματοποιείται μέσω ενός συστήματος καλωδίων. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η ικανότητα γεφύρωσης μεγάλων ανοιγμάτων χωρίς τη χρήση ενδιάμεσων στηρίξεων. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση τους κρίνεται ιδιαίτερα ανταγωνιστική, σε σύγκριση με άλλα στατικά συστήματα γεφυρών, για ανοίγματα εύρους από 200 m έως 2000 m (και πλέον) που αποτελούν το 90 % των ανοιγμάτων που χρησιμοποιούνται στις μέρες μας.

Για την κατασκευή των καλωδιωτών γεφυρών απαιτούνται σημαντικοί οικονομικοί πόροι, οι οποίοι εξασφαλίζονται στις περισσότερες περιπτώσεις μέσω τραπεζικού δανεισμού. Εντούτοις, η μακροχρόνια θετική επίδραση αυτών των έργων στις οικονομίες των χωρών καθιστά την κατασκευή τους οικονομικά συμφέρουσα. Αποτελούν σύμβολο ανάπτυξης και ευημερίας των χωρών αυτών καθώς και βασικό μοχλό ανάπτυξης των οικονομιών τους αφού συμβάλλουν στη σημαντική μείωση του χρόνου και του κόστους στις μεταφορές ανθρώπων και αγαθών.

Για τη μεγάλη πλειοψηφία των καλωδιωτών γεφυρών, το στατικό σύστημά τους απαρτίζεται από τα παρακάτω στοιχεία :

- το κατάστρωμα και τις κύριες δοκούς έδρασης (Deck – Stiffening Girder)
- το σύστημα των καλωδίων (Cable System)
- τους πυλώνες (Pylons)
- το σύστημα αγκύρωσης (Anchor Pier)

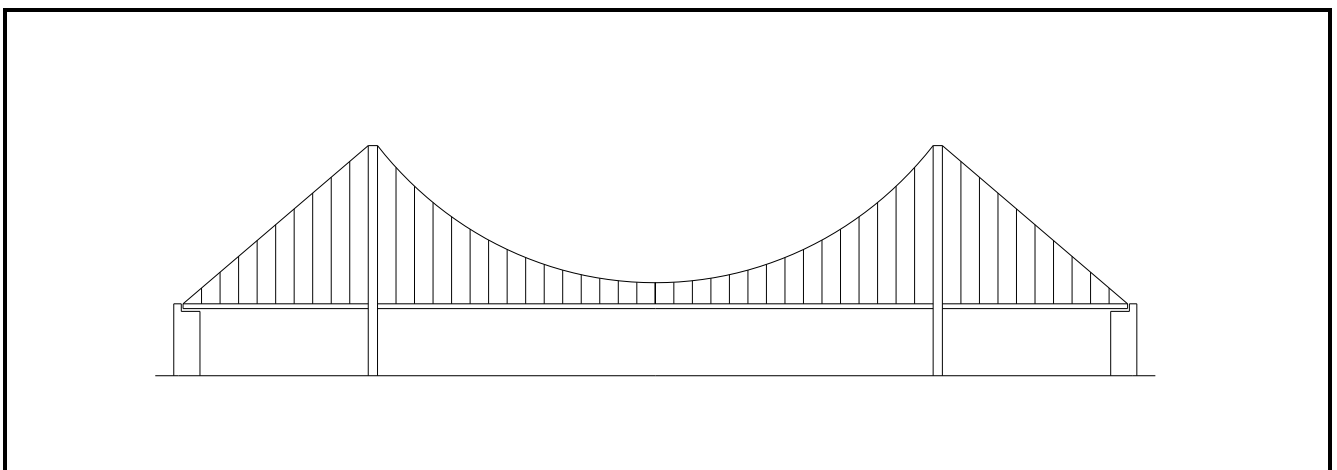


Σχήμα 1.1 Στατικό Σύστημα Καλωδιωτών Γεφυρών

Ανάλογα με τη διάταξη του συστήματος καλωδίωσης, οι καλωδιωτές γέφυρες διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες :

- Κρεμαστές Γέφυρες

Όπως παρατηρούμε και στο παρακάτω σχήμα γίνεται χρήση ενός κύριου παραβολικού καλωδίου και κατακόρυφων ή ελαφρώς κεκλιμένων αναρτήρων που συνδέουν τις κύριες δοκούς έδρασης του καταστρώματος με το βασικό καλώδιο.

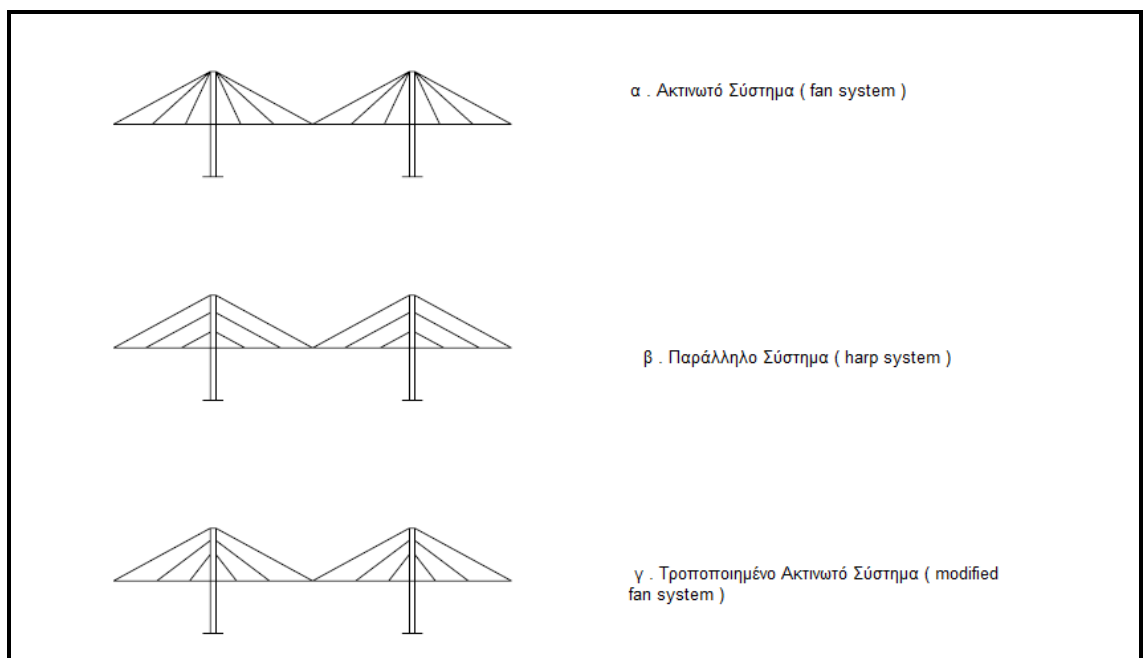


Σχήμα 1.2 Μορφή Κρεμαστής Γέφυρας

- Αναρτημένες Με Ευθύγραμμα Καλώδια

Σε αυτή την κατηγορία καλωδιωτών γεφυρών χρησιμοποιούνται ευθύγραμμα καλώδια για τη σύνδεση των κύριων δοκών με τους πυλώνες. Οι επιμέρους υποκατηγορίες συστημάτων καλωδίωσης κατά τη διαμήκη έννοια των γεφυρών που προκύπτουν είναι οι εξής :

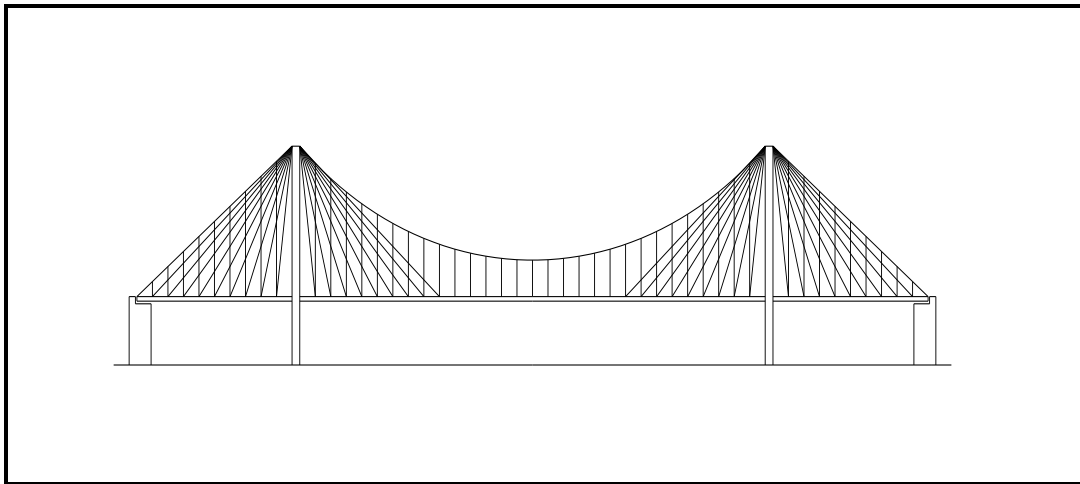
- Ακτινωτό Σύστημα (fan system) : όλα τα καλώδια καταλήγουν στην κορυφή του πυλώνα
- Παράλληλο Σύστημα (harp system): τα καλώδια τοποθετούνται παράλληλα και σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους μέσω κατάλληλης επιλογής θέσεων αγκύρωσής τους κατά ύψος του πυλώνα
- Τροποποιημένο Ακτινωτό Σύστημα (modified fan system) : τα καλώδια καταλήγουν σε διαφορετικές θέσεις αγκύρωσης στην κορυφή του πυλώνα



Σχήμα 1.3 Συστήματα Διάταξης Καλωδίωσης κατά τη διαμήκη διεύθυνση της γέφυρας

- Μικτό Σύστημα Γεφυρών

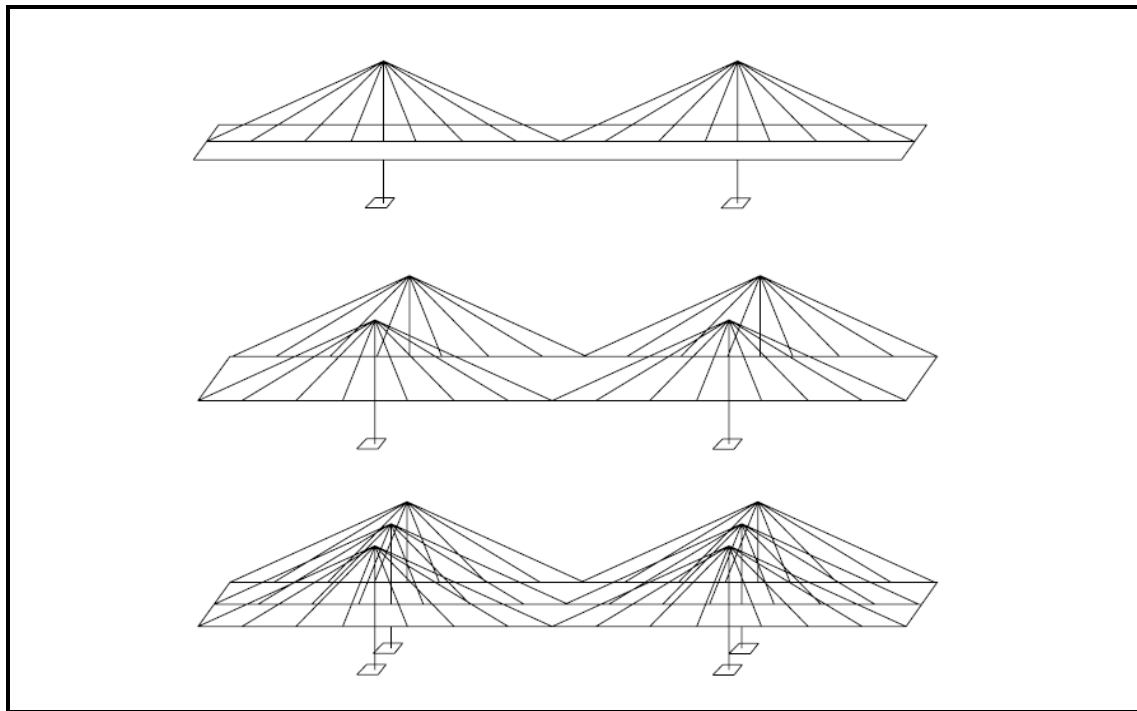
Σε αυτήν την κατηγορία, συναντούμε συνδυασμό των επιμέρους συστημάτων καλωδίωσης των κρεμαστών και αναρτημένων με ευθύγραμμα καλώδια γεφυρών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η γέφυρα Brooklyn στην Νέα Υόρκη όπου γίνεται χρήση καμπύλου καλωδίου ανάρτησης, κατακόρυφων αναρτήρων καθώς και κεκλιμένων ευθύγραμμων καλωδίων.



Σχήμα 1.4 Μικτό Σύστημα Γεφυρών

Όσον αφορά τη διάταξη των καλωδίων κατά την εγκάρσια διεύθυνση της γέφυρας, υπάρχει η δυνατότητα διάταξης τους σε ένα, δύο ή και τρία επίπεδα (κατακόρυφα ή κεκλιμένα) τα οποία δεν είναι απαραίτητα συμμετρικά ως προς τον άξονα της γέφυρας. Στην περίπτωση όπου γίνεται χρήση ενός επιπέδου καλωδίωσης, αυτό τοποθετείται στον άξονα συμμετρίας της γέφυρας και η παραλαβή των στρεπτικών εντάσεων γίνεται από κιβωτοειδούς διατομής δοκούς με σημαντική στρεπτική αντίσταση. Ασύμμετρη θέση του επιπέδου αυτού επιλέγεται συνήθως σε καλωδιωτές πεζογέφυρες όπου τα φορτία λειτουργίας είναι μικρότερα και συνεπώς προκύπτει όχι έντονη στρεπτική καταπόνηση. Στη μεγάλη πλειοψηφία των οδικών γεφυρών, τα καλώδια διατάσσονται σε δύο επίπεδα. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται μεγαλύτερη ευστάθεια του φορέα έναντι εγκάρσιων φορτίσεων (ανεμοπίεση) καθώς επίσης καλύτερη κατανομή των φορτίων του καταστρώματος στα επιμέρους καλώδια. Τέλος, στην περίπτωση που το πλάτος της γέφυρας είναι

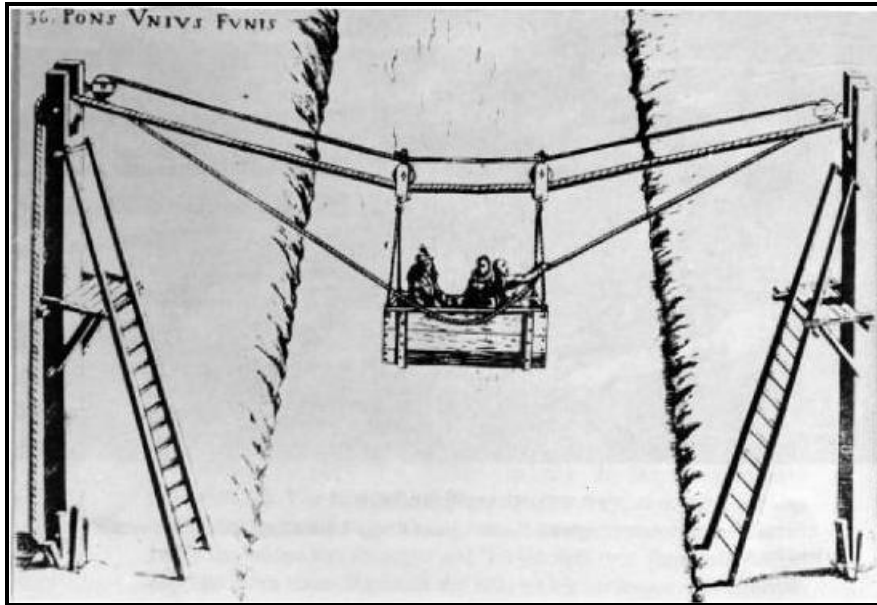
μεγάλο (τρεις ή τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας ανά διεύθυνση) και προβλέπεται η διέλευση μεγάλων και βαρέων οχημάτων γίνεται διάταξη καλωδίων σε τρία επίπεδα.



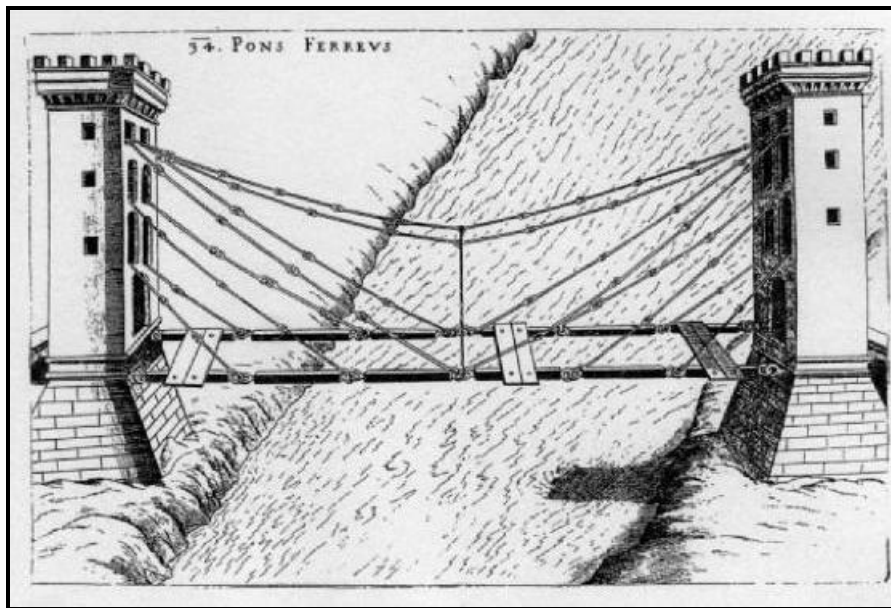
Σχήμα 1.5 Εγκάρσια διάταξη καλωδίων σε ένα , δύο και τρία επίπεδα

1.2 Ιστορία των Καλωδιωτών Γεφυρών

Στο βιβλίο *Machinae Nova* ("New Machine"), που εκτιμάται ότι εκδόθηκε στην περίοδο από 1595 έως 1617 από τον Βενετό μηχανικό Faustus Verantius, παρουσιάζονται τα σχέδια δύο γεφυρών που αποτέλεσαν τον προπομπό των κρεμαστών γεφυρών. Στο πρώτο σχέδιο, με την ονομασία *Pons Unius Funis* ("Unique Rope Bridge"), διακρίνεται μια διάταξη από σχοινιά, η οποία με τη βοήθεια δύο στηριγμάτων στις όχθες του ποταμού και τη χρήση ενός ξύλινου κιβωτίου, λειτουργούσε ως μέσο μεταφοράς ανθρώπων και εμπορευμάτων. Αντίστοιχα, στο σχέδιο *Pons Ferreus* ("Iron Bridge") παρατηρούμε την ύπαρξη δύο ισχυρών πέτρινων βάθρων εκατέρωθεν του ποταμού ενώ η ανάρτηση του καταστρώματος πραγματοποιείται με χρήση καμπύλων και ευθύγραμμων καλωδίων αλυσοειδούς μορφής.



Σχήμα 1.6 Η γέφυρα Pons Unius Funis του Βενετού μηχανικού Faustus Verantius



Σχήμα 1.7 Η γέφυρα Pons Ferreus του Βενετού μηχανικού Faustus Verantius

Η πρώτη κρεμαστή γέφυρα με καλώδια από σύρματα σιδήρου, υπό την ονομασία St Antoine, κατασκευάστηκε το 1823 από τον Ελβετό μηχανικό στρατού Guillaume Henri Dufour στην πόλη της Γένοβας. Η γέφυρα διέθετε δύο ανοίγματα μήκους 42 m και η κατασκευή της στηρίχθηκε στην μελέτη του Γάλλου μηχανικού Marc Seguin. Τις επόμενες δύο δεκαετίες, ο Marc Seguin και τα τέσσερα αδέρφια του κατασκεύασαν αρκετές κρεμαστές γέφυρες σε όλη την Ευρώπη, οι οποίες

αποτέλεσαν σημαντικό βήμα για τις εντυπωσιακές κατασκευές που ακολούθησαν αργότερα.

Η κατασκευή των καλωδίων από σύρματα σιδήρου δημιούργησε όμως προβλήματα που σχετίζονταν με την ανθεκτικότητά τους αφού δεν είχε αναπτυχθεί μέχρι τότε αποτελεσματική μέθοδος προστασίας του σιδήρου από την διάβρωση. Για αυτόν τον λόγο, κορυφαίοι μηχανικοί της εποχής προτιμούσαν να χρησιμοποιούν για την ανάρτηση των γεφυρών αρθρωτά συνδεδεμένες ράβδους σχηματίζοντας τεράστιες αλυσίδες.

Αυτός ο τρόπος ανάρτησης των γεφυρών εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από τον Βρετανό μηχανικό Thomas Telford στην γέφυρα Menai (1826) που βρίσκεται μεταξύ της νήσου Anglesey και την ηπειρωτική χώρα της Ουαλίας. Διαθέτει κεντρικό άνοιγμα μήκους 176 m και αποτελεί την πρώτη σύγχρονη κρεμαστή γέφυρα στον κόσμο.



Σχήμα 1.8 Το σύστημα καλωδίωσης της γέφυρας Menai (1826)



Σχήμα 1.9 Η κρεμαστή γέφυρα Menai (1826)

Γενικά, η χρήση καλωδίων μορφής αλυσίδας προτιμήθηκε από τους Άγγλους μηχανικούς κατά τη διάρκεια του 19^{ου} αιώνα και ακολούθησε η κατασκευή πολλών αξιοσημείωτων γεφυρών. Ανάμεσα σε αυτές, η γέφυρα Clifton (1864) που σχεδιάστηκε από τον μηχανικό Isambard Kingdom Brunel και διαθέτει μεσαίο άνοιγμα μήκους 214 m. Πρόκειται για εντυπωσιακό μήκος ανοίγματος, αν αναλογιστεί κανείς ότι ο λόγος αντοχής προς πυκνότητα του χάλυβα των αλυσίδων ήταν λιγότερος από το 1/5 του αντίστοιχου λόγου του χάλυβα των σύγχρονων καλωδιωτών γεφυρών.



Σχήμα 1.10 Η κρεμαστή γέφυρα Clifton (1864)



Σχήμα 1.11 Καλώδια γέφυρας Clifton μορφής αλυσίδας

Ανάλογη χρήση καλωδίων αλυσοειδούς μορφής έγινε και στη γέφυρα Albert (1873) στον ποταμό Τάμεση, η οποία χαρακτηρίζεται από το μικτό σύστημα καλωδίωσης που χρησιμοποιήθηκε. Ένα τμήμα της φόρτισης του καταστρώματος μεταφέρεται μέσω των κατακόρυφων αναρτήρων στο κύριο παραβολικό καλώδιο ενώ το υπόλοιπο τμήμα παραλαμβάνεται από τα κεκλιμένα ευθύγραμμα καλώδια που καταλήγουν στην κορυφή των πυλώνων. Η γέφυρα αυτή διαθέτει μεσαίο άνοιγμα μήκους 122 m και είναι ακόμα σε λειτουργία με κάποιους περιορισμούς στη διερχόμενη κυκλοφορία.



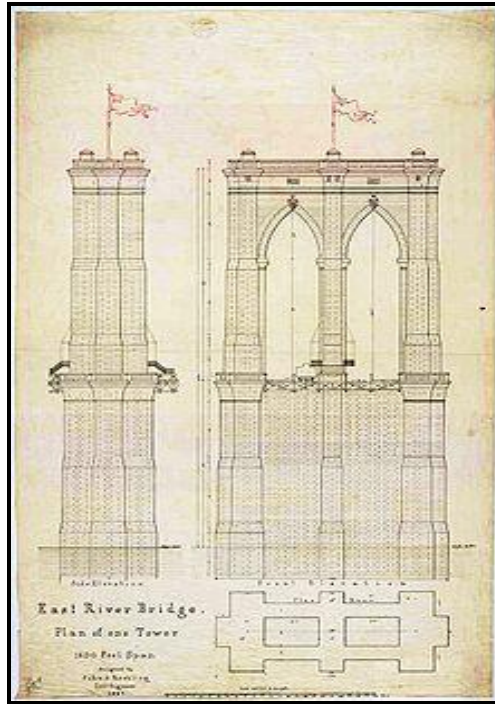
Σχήμα 1.12 Γέφυρα Albert (1873)

Ένα επίσης σημαντικό παράδειγμα χρήσης μικτού συστήματος καλωδίωσης αποτελεί η γέφυρα Cincinnati – Covington (1866) που διασχίζει τον ποταμό Ohio. Μελετήθηκε από τον Γερμανό μηχανικό Roebling και το μεσαίο άνοιγμά της, μήκους 322 m, κατείχε εκείνη την εποχή το ρεκόρ ελεύθερου ανοίγματος.



Σχήμα 1.13 Γέφυρα Cincinnati – Covington (1866)

Η γέφυρα Brooklyn, που διαπερνά τον ποταμό East River μεταξύ Manhattan και Brooklyn, θεωρείται δικαιολογημένα ο πρόγονος όλων των σύγχρονων κρεμαστών γεφυρών. Μελετήθηκε επίσης από τον Γερμανό μηχανικό Roebling και δόθηκε στην κυκλοφορία το 1883. Η κατασκευή της διήρκησε συνολικά 14 χρόνια και αποτέλεσε ένα ορόσημο στον τομέα των κατασκευών. Η γέφυρα Brooklyn αποτελεί μια καλωδιωτή γέφυρα μικτού τύπου και είναι συνολικού μήκους 1058 m. Πιο συγκεκριμένα, διαθέτει μεσαίο άνοιγμα 486 m ενώ τα δύο ακραία ανοίγματα της είναι μήκους 286 m το καθένα. Αξιοπρόσεχτο στοιχείο της γέφυρας είναι και οι τεράστιοι πύργοι της με τα γοτθικά τόξα, όπου γίνεται η αγκύρωση των καλωδίων. Είναι κατασκευασμένοι εξ ολοκλήρου από γρανίτη και έχουν συνολικό ύψος 84 m.



Σχήμα 1.14 Σχέδια των πύργων της γέφυρας Brooklyn (1867)



Σχήμα 1.15 Σύστημα Καλωδίωσης γέφυρας Brooklyn



Σχήμα 1.16 Πανοραμική άποψη γέφυρας Brooklyn (1883)

Η γέφυρα Manhattan (1909), μεσαίου ανοίγματος 448 m και συνολικού μήκους 2089 m, αποτελεί την πρώτη κρεμαστή γέφυρα για την ανάλυση της οποίας χρησιμοποιήθηκε η μη γραμμική ελαστική θεωρία. Κατά την ανάλυση της γέφυρας, για τον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών υπολογίστηκαν οι συνολικές μετακινήσεις του φορέα υπό τα φορτία μέσω της διατύπωσης των εξισώσεων ισορροπίας στην παραμορφωμένη κατάσταση του φορέα.



Σχήμα 1.17 Γέφυρα Manhattan (1909)

Η γέφυρα George Washington (1931), κεντρικού ανοίγματος 1066 m, αποτέλεσε την πρώτη κρεμαστή γέφυρα που είχε κατασκευαστεί με μήκος ανοίγματος μεγαλύτερο του 1 km. Σχεδόν διπλασίασε τα ελεύθερα ανοίγματα των προηγούμενων γεφυρών εκείνης της εποχής. Σχεδιάστηκε από τον μηχανικό Othmar Ammann και αποτελείται από δύο στάθμες καταστρώματος, όπου η ανώτερη στάθμη λειτουργεί για τη διέλευση οχημάτων ενώ η κατώτερη ως σιδηροδρομική.



Σχήμα 1.18 Γέφυρα George Washington (1931)

Η γέφυρα Golden Gate (1937) έχει κεντρικό άνοιγμα μήκους 1280 m , 20 % μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της γέφυρας George Washington. Είναι συνολικού μήκους 2737 m ενώ οι πυλώνες της φθάνουν σε ύψος 227 m από την επιφάνεια του νερού. Το κατάστρωμα της είναι αναρτημένο από δύο κύρια παραβολικά καλώδια διαμέτρου 93 cm το καθένα.



Σχήμα 1.19 Γέφυρα Golden Gate (1937)

Η κρεμαστή γέφυρα Verrazano Narrows (1964) στην Νέα Υόρκη αποτελεί μια ακόμα εντυπωσιακή κατασκευή που διαθέτει δύο επίπεδα καταστρώματος. Όταν ολοκληρώθηκε, διέθετε το μεγαλύτερο άνοιγμα στον κόσμο, 1298 m , ξεπερνώντας το αντίστοιχο άνοιγμα της Golden Gate κατά 18 m.



Σχήμα 1.20 Γέφυρα Verrazano Narrows (1964)

Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα κατασκευάστηκε η πρώτη καλωδιωτή γέφυρα που είναι πλήρως αναρτημένη από ευθύγραμμα καλώδια. Πρόκειται για τη γέφυρα Stromsund (1956) στη Σουηδία που διαθέτει μεσαίο άνοιγμα 183 m και δύο πλευρικά των 75 m. Εφαρμόστηκε ακτινωτό σύστημα καλωδίωσης όπου δύο ζευγάρια καλωδίων ξεκινούν από την κορυφή κάθε πυλώνα.



Σχήμα 1.21 Γέφυρα George Stromsund (1956)

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει κατασκευαστεί μεγάλος αριθμός καλωδιωτών γεφυρών αφού αποτελούν τον πιο αποτελεσματικό και οικονομικό τρόπο γεφύρωσης μεγάλων ανοιγμάτων. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές αξιοσημείωτες περιπτώσεις καλωδιωτών γεφυρών.



Σχήμα 1.22 Γέφυρα Humber (1981)



Σχήμα 1.23 Γέφυρα Iwakurojima (1988)



Σχήμα 1.24 Γέφυρα Ikuchi (1991)



Σχήμα 1.25 Γέφυρα Akashi – Kaikyo (1998)



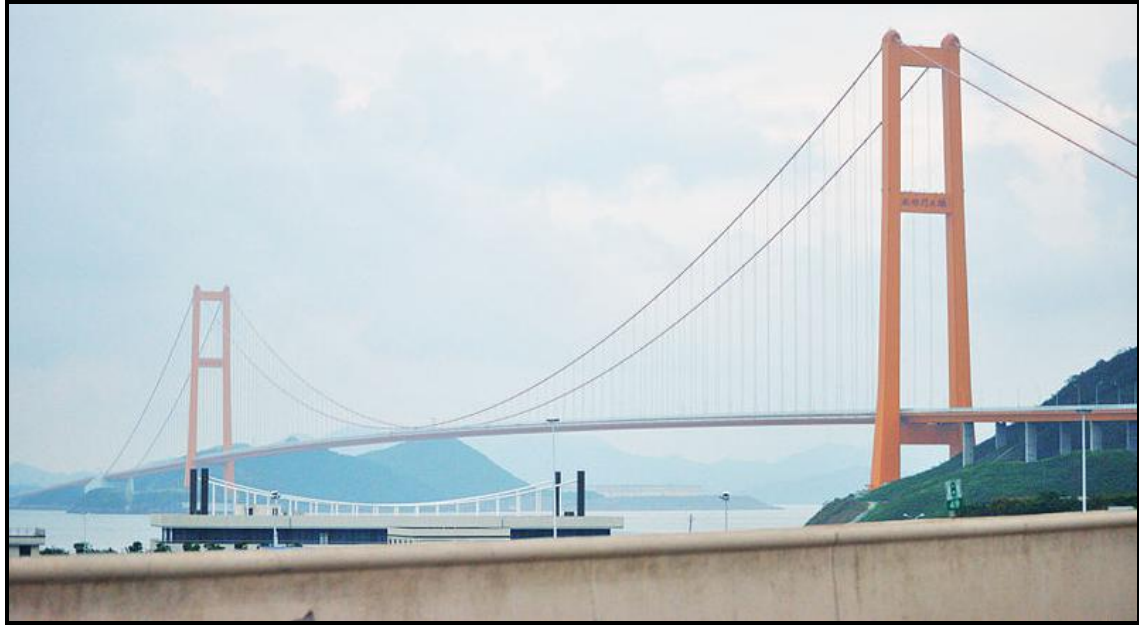
Σχήμα 1.26 Γέφυρα Tatara (1999)



Σχήμα 1.27 Γέφυρα Millau Viaduct (2004)



Σχήμα 1.28 Γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου (2004)



Σχήμα 1.29 Γέφυρα Xihoumen (2009)



Σχήμα 1.30 Γέφυρα Bridge to Russky Island (2012)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι τριάντα κρεμαστές και καλωδιωτές γέφυρες με τα μεγαλύτερα ελεύθερα ανοίγματα στον κόσμο.

Πίνακας 1.1 Οι 30 κρεμαστές γέφυρες με το μεγαλύτερο σε μήκος κύριο άνοιγμα

A/A	Όνομα Κρεμαστής Γέφυρας	Μεσαίο Άνοιγμα (m)	Χώρα	Έτος Ολοκλήρωσης Έργου
1	Akashi – Kaikyo	1991	Ιαπωνία	1998
2	Xihoumen	1650	Κίνα	2009
3	Great Belt	1624	Δανία	1998
4	Yi Sun - sin	1535	Νότια Κορέα	2012
5	Runyang	1490	Κίνα	2005
6	Humber	1410	Αγγλία	1981
7	Jiangyin	1385	Κίνα	1999
8	Tsing Ma	1377	Κίνα	1997
9	Verrazano - Narrows	1298	ΗΠΑ	1964
10	Golden Gate	1280	ΗΠΑ	1937
11	Yangluo	1280	Κίνα	2007
12	High Coast	1210	Σουηδία	1997
13	Mackinac	1158	ΗΠΑ	1957
14	Aizhai	1146	Κίνα	2012
15	Huangpu	1108	Κίνα	2008
16	Minami Bisan - Seto	1100	Ιαπωνία	1989
17	Second Bosphorus	1090	Τουρκία	1988
18	Balinghe	1088	Κίνα	2009
19	First Bosphorus	1074	Τουρκία	1973
20	George Washington	1067	ΗΠΑ	1931
21	Third Kurushima - Kaikyo	1030	Ιαπωνία	1999
22	Second Kurushima - Kaikyo	1020	Ιαπωνία	1999
23	Ponte 25 de Abril	1013	Πορτογαλία	1966
24	Forth Road	1006	Αγγλία	1964
25	Kita Bisan - Seto	990	Ιαπωνία	1988
26	Severn	988	Αγγλία	1966
27	Yichang	960	Κίνα	2001
28	Shimotsui – Seto	940	Ιαπωνία	1988
29	Xiling	900	Κίνα	1996
30	Si Du River	900	Κίνα	2009

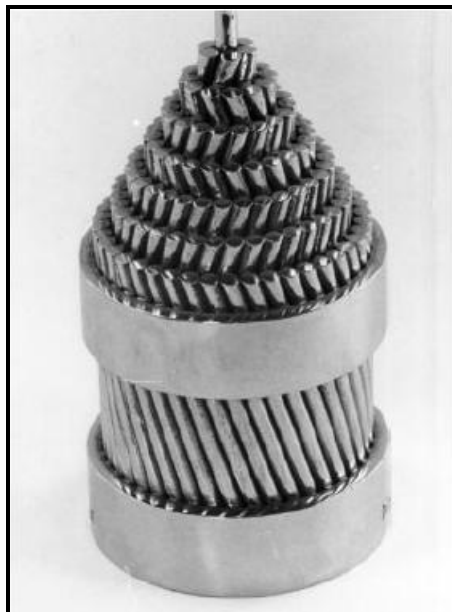
Πίνακας 1.2 Οι 30 καλωδιωτές γέφυρες (αναρτημένες με ευθύγραμμα καλώδια) με το μεγαλύτερο σε μήκος κύριο άνοιγμα

A/A	Όνομα Καλωδιωτής Γέφυρας	Μεσαίο Άνοιγμα (m)	Χώρα	Έτος Ολοκλήρωσης Έργου
1	Bridge to Russky Island	1104	Ρωσσία	2012
2	Sutong	1088	Κίνα	2008
3	Stonecutters	1018	Κίνα	2009
4	E ' Dong	926	Κίνα	2010
5	Tatara	890	Ιαπωνία	1999
6	Pont de Normandie	856	Γαλλία	1995
7	Jingyue	816	Κίνα	2010
8	Incheon	800	Νότια Κορέα	2009
9	Zolotoy Rog	737	Ρωσσία	2012
10	Shanghai Yangtze River	730	Κίνα	2009
11	Minpu	708	Κίνα	2010
12	Third Nanjing Yangtze	648	Κίνα	2005
13	Second Nanjing Yangtze	628	Κίνα	2001
14	Jintang	620	Κίνα	2009
15	Baishazhou	618	Κίνα	2000
16	Erqi Yangtze River	2x616	Κίνα	2011
17	Qingzhou	605	Κίνα	2001
18	Yangpu	602	Κίνα	1993
19	Xupu	590	Κίνα	1997
20	Meiko – Chuo	590	Ιαπωνία	1998
21	Taoyaomen	580	Κίνα	2003
22	Rio - Antirio	560	Ελλάδα	2004
23	Can Tho	550	Βιετνάμ	2010
24	Skarnsund	530	Νορβηγία	1991
25	Baluarte	520	Μεξικό	2012
26	Queshi	518	Κίνα	1999
27	Tsurumi Tsubasa	510	Ιαπωνία	1994
28	Anqing	510	Κίνα	2005
29	Tianxingzhou	504	Κίνα	2009
30	Jingzhou Yangtze	500	Κίνα	2002

1.3 Καλώδια

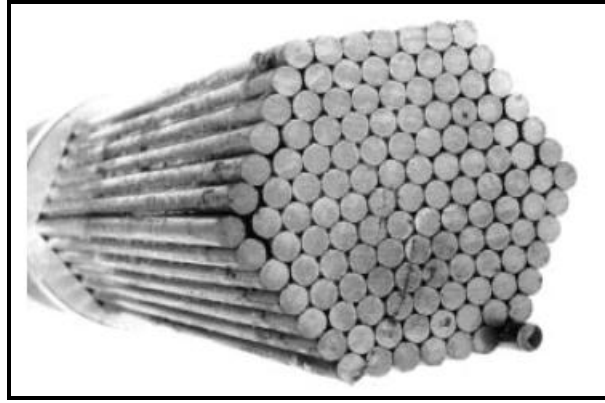
Τα καλώδια αποτελούν βασικό τμήμα του φέροντος οργανισμού όλων των καλωδιωτών γεφυρών αφού αναλαμβάνουν τη μεταφορά των φορτίων του καταστρώματος στους πυλώνες. Αποτελούνται από χαλύβδινα σύρματα διαμέτρου 3 ~ 7 mm τα οποία παρουσιάζουν υψηλή αντοχή έναντι του κοινού χάλυβα των κατασκευών προσφέροντας έτσι στη διατομή του καλωδίου εξαιρετικά μηχανικά χαρακτηριστικά. Όμως, ο χάλυβας αυτός χαρακτηρίζεται από περιορισμένη ολκιμότητα αφού η επιμήκυνση θραύσης είναι περίπου το 1/5 αυτής του κατασκευαστικού χάλυβα. Ανάλογα τον τρόπο διαμόρφωσης της διατομής των καλωδίων από σύρματα, αυτά διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες :

- Καλώδια ελικοειδούς πλέξης : χρησιμοποιείται ένα κεντρικό ευθύγραμμο σύρμα ενώ τα υπόλοιπα το περιβάλλουν ελικοειδώς με σταθερό βήμα



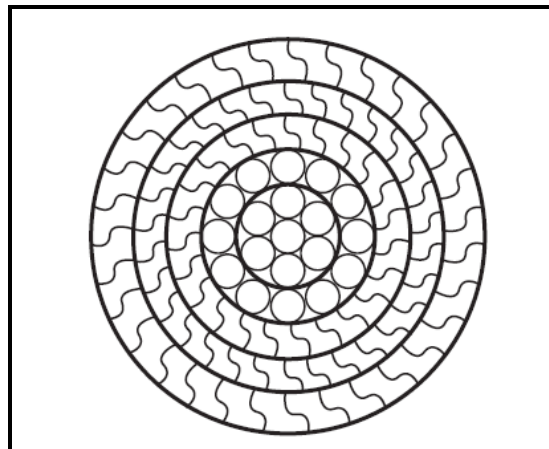
Σχήμα 1.31 Διατομή καλωδίου ελικοειδούς πλέξης της γέφυρας Lillebaelt

- Καλώδια παράλληλης πλέξης : τα σύρματα τοποθετούνται παράλληλα προς τον διαμήκη άξονα του καλωδίου και συνδέονται μεταξύ τους μέσω εξωτερικής περιέλιξης



Σχήμα 1.32 Διατομή καλωδίου της γέφυρας Bisan Seto αποτελούμενη από παράλληλα συρματοχόινα οριζόντιας διάταξης

- **Περίκλειστα καλώδια :** στον πυρήνα του καλωδίου τοποθετούνται τυπικά σύρματα κυκλικής διατομής και ελικοειδούς μορφής, στις εξωτερικές στρώσεις υπάρχουν σύρματα ειδικής μορφής σχήματος Z ενώ η τελική επιφάνεια είναι πρακτικά κλειστή



Σχήμα 1.33 Διατομή περικλειστού καλωδίου

1.4 Πυλώνες

Οι πυλώνες μιας καλωδιωτής γέφυρας αποτελούν το πλέον συμβολικό από άποψη αισθητικής τμήμα της κατασκευής. Λόγω του τεράστιου μεγέθους του έργου απαιτείται απλός και κομψός σχεδιασμός της μορφής των πυλώνων.

Η επιλογή του τύπου των πυλώνων γίνεται, πέραν της αισθητικής, με βάση τις απαιτήσεις του στατικού συστήματος του φορέα, το σύστημα καλωδίωσης, τις συνθήκες της περιοχής, την οικονομία καθώς και τους κατασκευαστικούς περιορισμούς του έργου. Η απλούστερη μορφή πυλώνα που συναντούμε είναι αυτή του ενός προβόλου στην περίπτωση όπου έχουμε ένα επίπεδο καλωδίωσης ενώ στη συνήθη περίπτωση των δύο επιπέδων καλωδίωσης χρησιμοποιούνται δύο πρόβολοι ή πυλώνες σχήματος Η, Α, Π, ανεστραμμένου Υ και διαμαντιού. Αξίζει να σημειώσουμε ότι τα σχήματα Α, Π, ανεστραμμένο Υ και διαμαντιού είναι εξαιρετικές επιλογές για καλωδιωτές γέφυρες μεγάλων ανοιγμάτων με πολύ εύκαμπτα καταστρώματα.



Σχήμα 1.34 Γέφυρα Brotonne – Πυλώνας μορφής προβόλου



Σχήμα 1.35 Γέφυρα Theodor Heuss (Düsseldorf) – Πυλώνας αποτελούμενος από δύο ανεξάρτητους προβόλους



Σχήμα 1.36 Γέφυρα Oresund – Πυλώνας σχήματος Η



Σχήμα 1.37 Γέφυρα Pasco – Kennewick – Πυλώνες σχήματος Π



Σχήμα 1.38 Γέφυρα Bridge to Russky Island – Πυλώνες σχήματος Α



Σχήμα 1.39 Γέφυρα Sutong – Πυλώνες σχήματος ανεστραμμένου Υ



Σχήμα 1.40 Γέφυρα Baytown – Πυλώνες σχήματος διαμαντιού

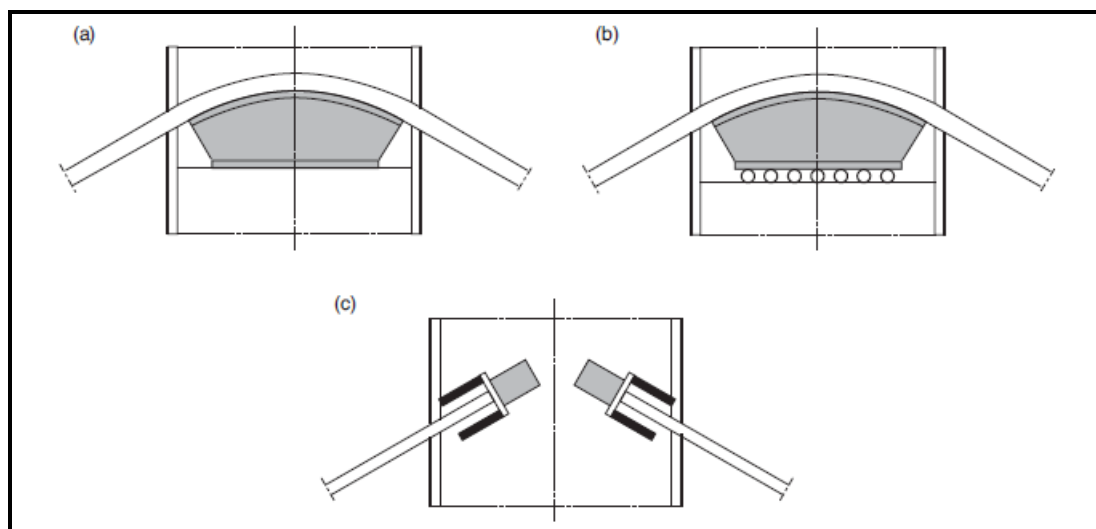
Η στήριξη των πυλώνων στη θεμελίωση γίνεται μέσω πάκτωσης ή άρθρωσης ανάλογα με τη σχέση μεταξύ των οριζόντιων και κατακόρυφων δυνάμεων που δρουν σε αυτούς αλλά και ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους θεμελίωσης. Στη πλειοψηφία των περιπτώσεων επιλέγεται στήριξη των πυλώνων μέσω πάκτωσης η

οποία οδηγεί σε σημαντικές καμπτικές ροπές στη βάση, προσφέρει μεγάλη δυσκαμψία στη γέφυρα ενώ από κατασκευαστική άποψη είναι πιο εύκολη η υλοποίησή της σε σχέση με την αρθρωτή έδραση με σημαντικό οικονομικό όφελος.

Οι πύργοι των γεφυρών κατασκευάζονται από σκυρόδεμα ή χάλυβα ενώ παλαιότερα ως υλικό επιλεγόταν η τοιχοποιία. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού καθορίζεται κυρίως από τις απαιτήσεις αντοχής του πυλώνα έναντι των διαφόρων φορτίσεων, την επιθυμητή ταχύτητα ανέγερσης του πυλώνα καθώς και τις ιδιαίτερες συνθήκες του εδάφους. Τα τελευταία χρόνια έχει επικρατήσει η χρήση κυψελωτών διατομών οπλισμένου σκυροδέματος .

1.5 Σύνδεση Καλωδίων - Πυλώνα

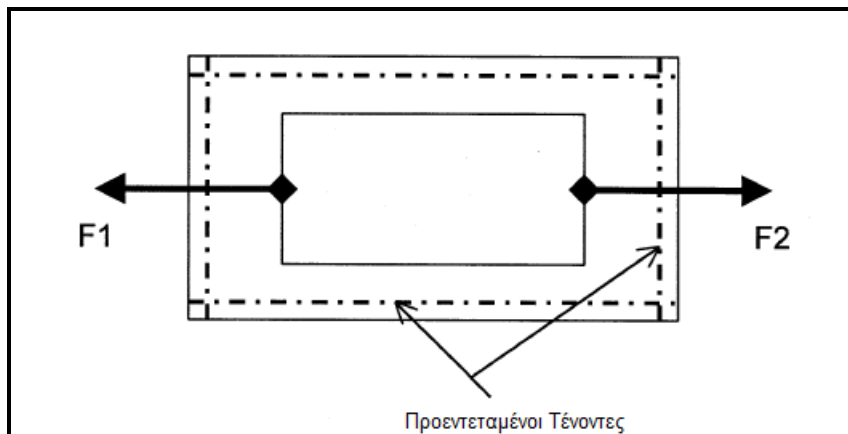
Η σύνδεση του καλωδίου με τον πυλώνα πραγματοποιείται είτε μέσω της αγκύρωσης των καλωδίων σε αυτόν είτε μέσω ειδικών εφεδράνων μορφής “σαμαριού”. Οι βασικοί τύποι σύνδεσης καλωδίου – πυλώνα παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



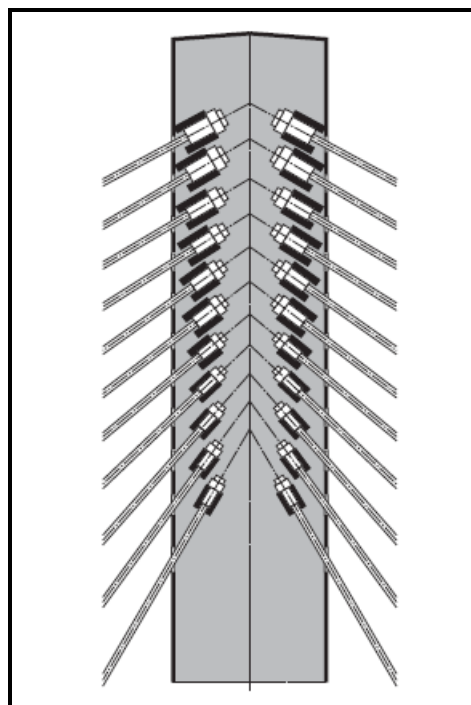
Σχήμα 1.41 Τρεις βασικοί τρόποι σύνδεσης πυλώνα καλωδίου

Στην περίπτωση όπου έχουμε πυλώνα κιβωτιοειδούς διατομής, τα καλώδια μπορούν να αγκυρωθούν στο μπροστά και πίσω τοίχωμα της διατομής του. Γίνεται χρήση προεντεταμένων τενόντων ώστε να εξασφαλιστεί η απαραίτητη προένταση των τοιχωμάτων της διατομής και να είναι δυνατή η παραλαβή των δυνάμεων

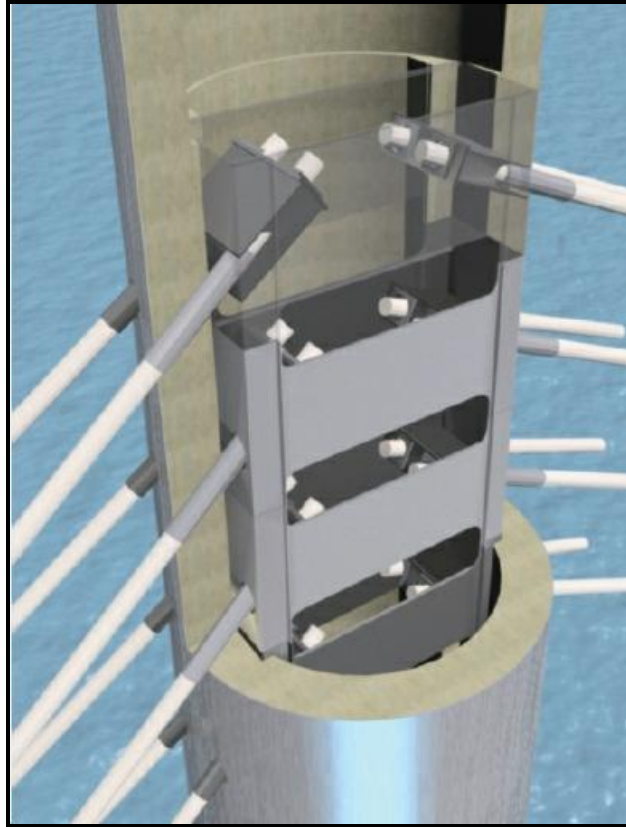
αγκύρωσης από την διατομή του πυλώνα. Οι γέφυρες Talmadge, Baytown και Yang Pu παρουσιάζουν αυτήν την λεπτομέρεια αγκύρωσης. Σε άλλες γέφυρες τα καλώδια αγκυρώνονται σε ένα μεταλλικό μέλος στην κορυφή του πυλώνα. Το μεταλλικό αυτό μέλος έχει τη μορφή δοκού ή κιβωτίου και πρέπει να συνδέεται με τον πύργο της γέφυρας μέσω ήλων διάτμησης ή άλλων μηχανικών τρόπων προκειμένου να είναι δυνατή η εξασφάλιση των απαιτούμενων δυνάμεων αγκύρωσης.



Σχήμα 1.42 Διάταξη προεντεταμένων τενόντων στην περιοχή αγκύρωσης των καλωδίων



Σχήμα 1.43 Διάταξη αγκύρωσης των καλωδίων στο τροποποιημένο ακτινωτό σύστημα καλωδίωσης



Σχήμα 1.44 Γέφυρα Stonecutters – Αγκύρωση των καλωδίων στην κορυφή του πυλώνα

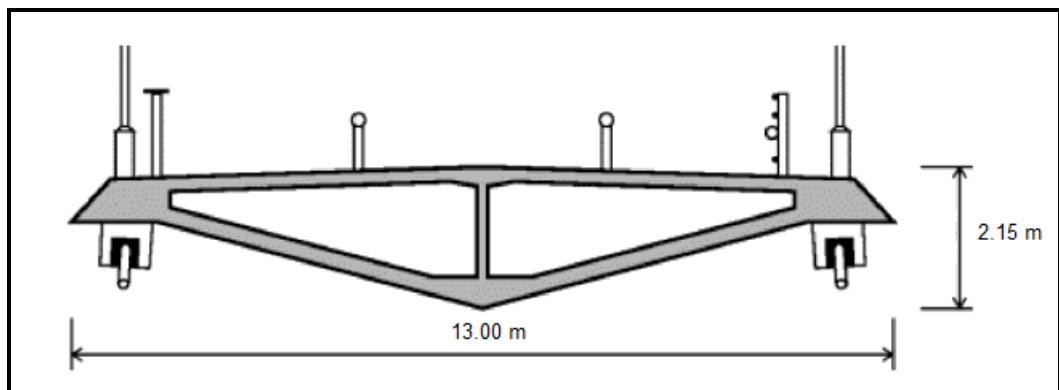
1.6 Κατάστρωμα – Κύριες Δοκοί

Οι κύριες δοκοί και το κατάστρωμα αποτελούν τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού της γέφυρας που υπόκεινται στο μεγαλύτερο τμήμα των εξωτερικά επιβαλλόμενων φορτίων. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι η οδική κυκλοφορία δρα στο κατάστρωμα της γέφυρας και ότι η φόρτιση λόγω ανέμου δημιουργεί δυσμενέστερη εντατική κατάσταση στις κύριες δοκούς σε σχέση με τα καλώδια.

Σε αντίθεση με το σύστημα καλωδίωσης όπου όλα τα καλώδια πρέπει να βρίσκονται σε εφελκυσμό, οι κύριες δοκοί θα πρέπει να μπορούν να αναλαμβάνουν τόσο θλιπτικές όσο και εφελκυστικές δυνάμεις. Στις σύγχρονες καλωδιωτές γέφυρες οι κύριες δοκοί συνεργάζονται με το κατάστρωμα προκειμένου να πετύχουμε την απαιτούμενη αντοχή και δυσκαμψία του φορέα. Οι διάφοροι τύποι καταστρώματος που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθοι :

➤ Κατάστρωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα

Η πυκνή διάταξη των καλωδίων στις γέφυρες οδήγησε στην ευρεία χρήση καταστρώματων από σκυρόδεμα. Σε σύγκριση με τα αντίστοιχα από χάλυβα, τα καταστρώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα έχουν αρκετά μεγαλύτερο ίδιο βάρος ενώ απαιτούν μικρότερο κόστος κατασκευής. Συνήθως, οι κύριες δοκοί έδρασης μορφώνονται ως κιβωτιοειδείς διατομές από οπλισμένο ή προεντεταμένο σκυρόδεμα. Οι διατομές αυτές είναι δυνατό να προκατασκευαστούν στο εργοτάξιο και να αποκατασταθεί η συνέχειά τους μέσω προέντασης. Τέλος, λόγω του μεγάλου ίδιου βάρους του καταστρώματος, η αεροδυναμική συμπεριφορά του φορέα είναι πολύ καλύτερη σε σχέση με τα ελαφρύτερα χαλύβδινα καταστρώματα.



Σχήμα 1.45 Διατομή καταστρώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα στη γέφυρα Kvarnsund

➤ Μεταλλικό κατάστρωμα

Όταν επιλέγεται η λύση του μεταλλικού καταστρώματος γίνεται χρήση κύριων δοκών έδρασης μορφής διπλού ταν ή κιβωτίου ενώ τοποθετείται μια σχετικά λεπτή μεταλλική πλάκα πάχους μεγαλύτερου ή ίσου των 12 mm, η οποία είναι ενισχυμένη με διαμήκεις νευρώσεις, ανοικτές ή κλειστές. Αυτός ο τύπος καταστρώματος χαρακτηρίζεται από μικρό ίδιο βάρος σε σύγκριση με το αντίστοιχο από σκυρόδεμα, γεγονός που συνεπάγεται μικρότερες αδρανειακές δυνάμεις λόγω σεισμού και τελικώς οδηγούμαστε σε μικρότερες διατομές των υπόλοιπων μελών της γέφυρας με σημαντικό οικονομικό όφελος.



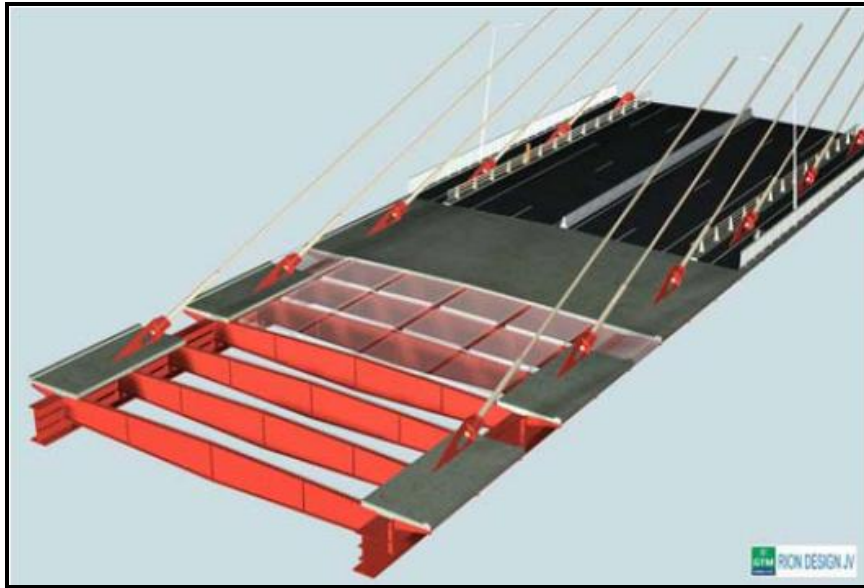
Σχήμα 1.46 Μεταλλικό κατάστρωμα γέφυρας Stonecutters

➤ Σύμμικτο κατάστρωμα

Στην περίπτωση όπου η καλωδιωτή γέφυρα φέρει σύμμικτο κατάστρωμα, η πλάκα του καταστρώματος μορφώνεται από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους μεταξύ 18 ~ 25 cm ενώ συνεργάζεται διατμητικά με τις χαλύβδινες δοκούς έδρασης. Εκτός από τη μεταφορά των φορτίων, το κατάστρωμα συνεισφέρει στην αντοχή του φορέα παραλαμβάνοντας τόσο καμπτικές ροπές όσο και αξονικές δυνάμεις, οι οποίες είναι σημαντικού μεγέθους στις καλωδιωτές γέφυρες. Οι διατομές κυρίων δοκών που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθες :

- Ανοικτές δοκοί μορφής διπλού ταυ

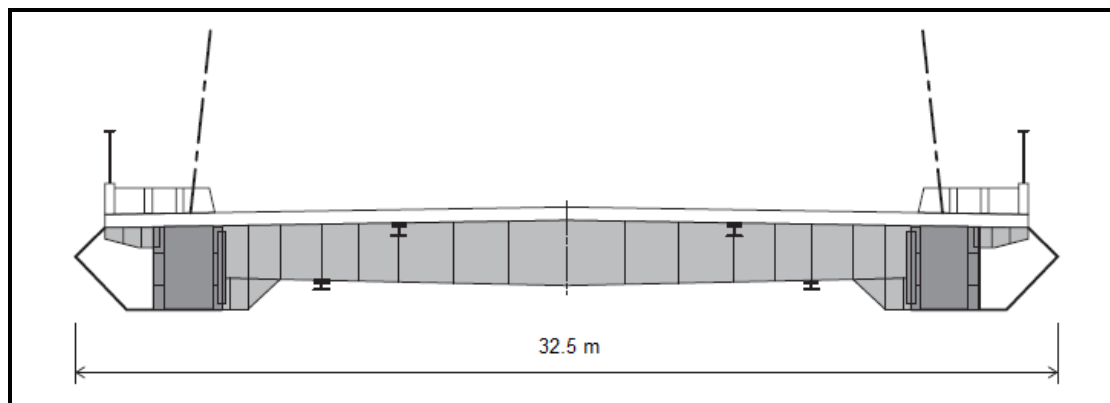
Όταν γίνεται χρήση διατομών διπλού ταυ το κατάστρωμα της γέφυρας μορφώνεται ως εσχάρα δοκών. Κατά τη διαμήκη έννοια τοποθετούνται δύο ή περισσότερες κύριες δοκοί οι οποίες ενώνονται στην εγκάρσια διεύθυνση μέσω διαδοκίδων ανά 3 ~ 5 m. Τόσο οι κύριες όσο και οι δευτερεύουσες δοκοί έδρασης συνδέονται διατμητικά με την πλάκα σκυροδέματος. Οι χαλύβδινες δοκοί που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως συγκολλητές διατομές και συχνά μεταβαλλόμενων διαστάσεων κατά μήκος του φορέα, ανάλογα με τα εντατικά μεγέθη.



Σχήμα 1.47 Σύμμικτο Κατάστρωμα γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου

- Δοκοί κιβωτοειδούς διατομής

Οι χαλύβδινες δοκοί κιβωτοειδούς διατομής έχουν ορθογωνικό ή τραπεζοειδές σχήμα ενώ είναι ιδιαίτερα απλές στην κατασκευή σε σύγκριση με τις αντίστοιχες ανοικτού τύπου αφού είναι δυνατή η κατασκευή μιας σταθερής διατομής με μόνο μεταβλητό μέγεθος το πάχος των τοιχωμάτων. Επίσης, οι διατομές αυτές παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυστρεψία (καλύτερη παραλαβή των έκκεντρων φορτίων κυκλοφορίας) και καλύτερη συμπεριφορά σε αεροδυναμικά φαινόμενα σε σχέση με τις αντίστοιχες μορφής διπλού ταυ. Τέλος, για την αποφυγή φαινομένων τοπικού λυγισμού και την προστασία της δοκού έναντι σκωρίασης είναι αναγκαίο να επιλέγονται κατάλληλα πάχη των τοιχωμάτων της διατομής.



Σχήμα 1.48 Γέφυρα Yangpu – Σύμμικτο Κατάστρωμα όπου γίνεται χρήση χαλύβδινων δοκών κιβωτοειδούς διατομής

- Δοκοί μορφής δικτυώματος

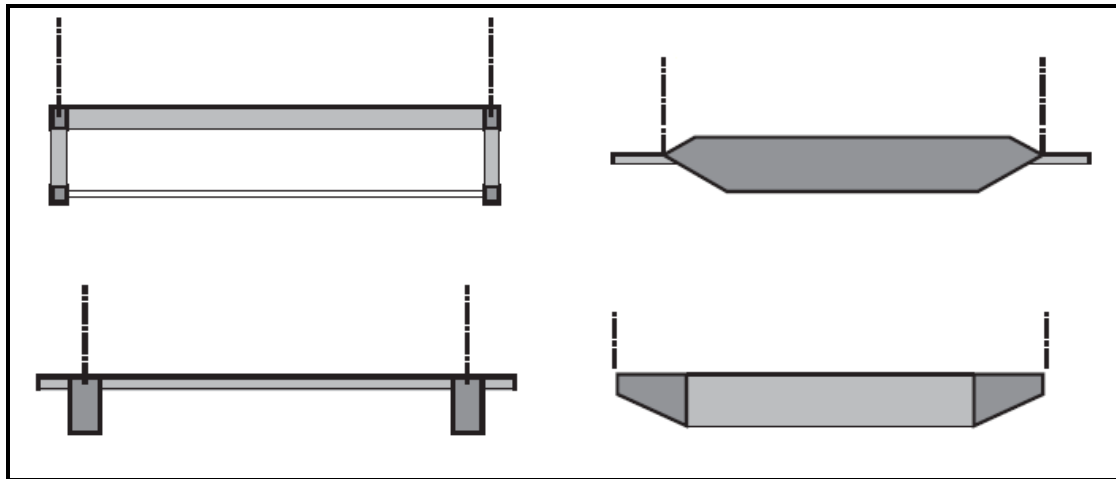
Στις περιπτώσεις όπου απαιτείται η κατασκευή καταστρώματος σε δύο στάθμες για οδική και σιδηροδρομική κυκλοφορία γίνεται χρήση κυρίων δοκών έδρασης με μορφή δικτυώματος. Οι τελευταίες παρουσιάζουν ικανοποιητική στρεπτική δυσκαμψία και μεγάλο λόγο δυσκαμψίας προς ίδιο βάρος ενώ σε σύγκριση με τις ολόσωμες δοκούς απαιτούν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής και συντήρησης και υστερούν αισθητικά.



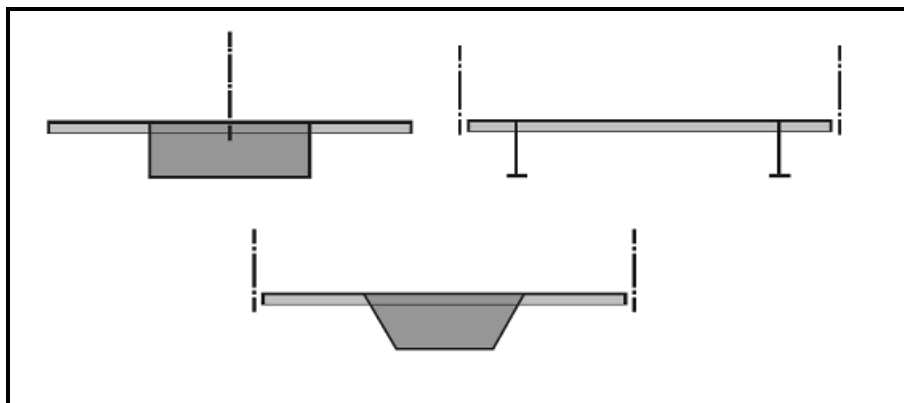
Σχήμα 1.49 Γέφυρα Akashi – Kaikyo – Χρήση κύριων δοκών έδρασης μορφής δικτυώματος

1.7 Σύνδεση Καλωδίων - Καταστρώματος

Σε αρκετές περιπτώσεις, η διατομή του καταστρώματος επιτρέπει την άμεση σύνδεση των καλωδίων με τις κύριες δοκούς έδρασης, ενώ για τη μεταβίβαση των φορτίων στα καλώδια γίνεται συχνά χρήση μικρών διαφραγμάτων. Όταν όμως τα φέροντα στοιχεία του καταστρώματος βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από τις θέσεις αγκύρωσης των καλωδίων απαιτείται έμμεση σύνδεσή τους με αυτά. Η σύνδεση αυτή πραγματοποιείται με ιδιαίτερη κατασκευαστική διαμόρφωση των θέσεων αγκύρωσης και την προσθήκη κατάλληλων κατασκευαστικών στοιχείων.



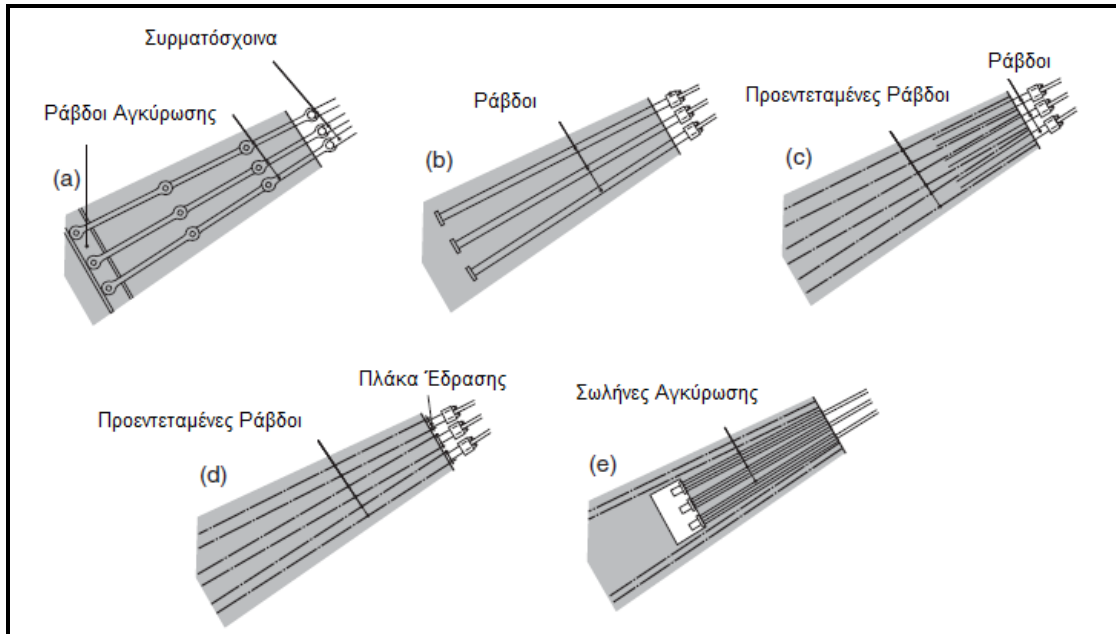
Σχήμα 1.50 Άμεση σύνδεση καταστρώματος - καλωδίων



Σχήμα 1.51 Έμμεση σύνδεση καταστρώματος - καλωδίων

1.8 Σύνδεση Καλωδίων Στα Βάθρα Αγκύρωσης

Στις γέφυρες όπου το σύστημα καλωδίωσης αγκυρώνεται στο έδαφος, η συνολική δύναμη των κυρίων καλωδίων μεταφέρεται σε αυτό μέσω των βάθρων αγκύρωσης. Η μεταφορά των δυνάμεων από το καλώδιο στο μπλοκ αγκύρωσης γίνεται μέσω της αγκύρωσης των επιμέρους συρματόσχοινων του καλωδίου στο σκυρόδεμα του βάθρου. Οι κύριες διαστάσεις του βάθρου αγκύρωσης εξαρτώνται από το μέγεθος των δυνάμεων του καλωδίου, τον συντελεστή τριβής της διεπιφάνειας μεταξύ σκυροδέματος και εδάφους έδρασης καθώς και τη διατμητική αντοχή του εδάφους.

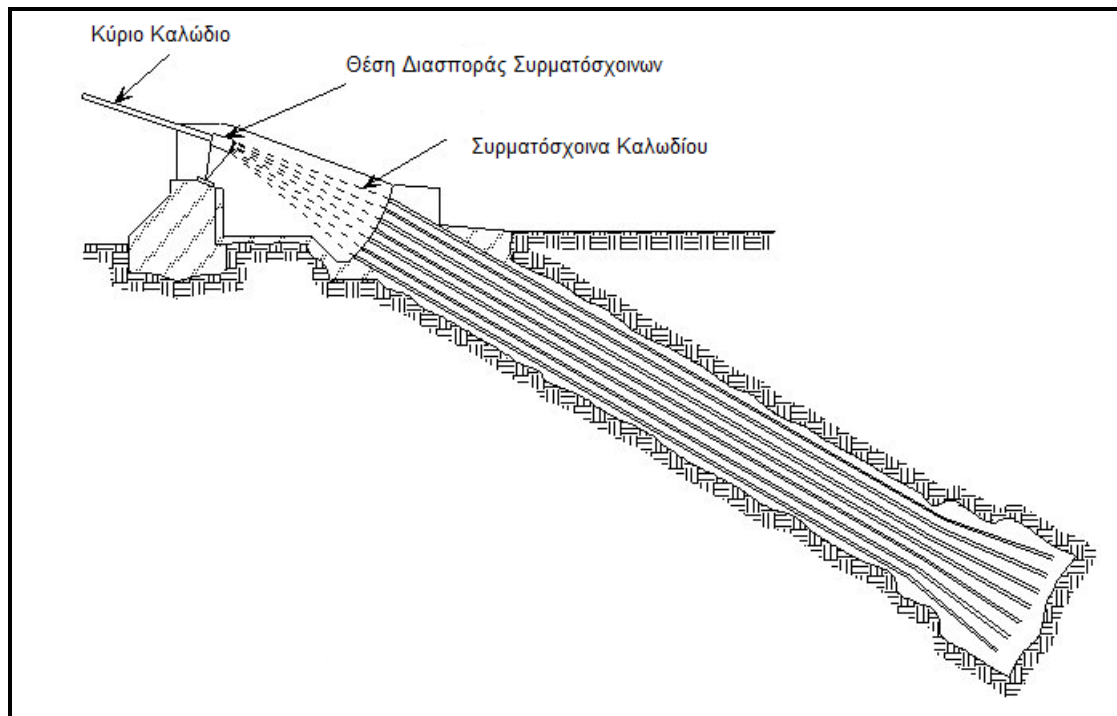


Σχήμα 1.52 Πέντε λύσεις για την μεταφορά των δυνάμεων στο βάθρο αγκύρωσης

Ο πλέον συνηθισμένος τύπος βάρου αγκύρωσης που χρησιμοποιείται είναι αυτός που μεταφέρει τα φορτία στο έδαφος μέσω βαρύτητας. Σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται μεγάλο ίδιο βάρος του βάρου προκειμένου να εξουδετερώσει την κατακόρυφη συνιστώσα της δύναμης του καλωδίου καθώς και να εξασφαλίσει την απαραίτητη με το έδαφος τριβή ώστε να παραλάβει την οριζόντια συνιστώσα της δύναμης του καλωδίου. Όταν στην περιοχή του βάρου αγκύρωσης το έδαφος είναι βραχώδες, τότε επιλέγεται η εναλλακτική λύση της αγκύρωσης των συρματόσχοινων μέσα στην μάζα του βράχου.



Σχήμα 1.53 Γέφυρα Akashi – Kaikyo : Βάθρο αγκύρωσης κυρίου καλωδίου διαστάσεων 84m x 63m x 52 m



Σχήμα 1.54 Γέφυρα Firth of Forth: Αγκύρωση κυρίου καλωδίου στο βράχο

1.9 Μη Γραμμικότητα Καλωδιωτών Γεφυρών

Οι καλωδιωτές γέφυρες παρουσιάζουν έντονη μη γραμμική συμπεριφορά η οποία οφείλεται τόσο στα καλώδια όσο και στις κύριες δοκούς και τους πυλώνες. Αυτή η μη γραμμικότητα απαιτεί την πραγματοποίηση μη γραμμικών αναλύσεων όπου οι εξισώσεις ισορροπίας του φορέα λαμβάνονται στην παραμορφωμένη κατάσταση, δεν ισχύει η αρχή της επαλληλίας ενώ η τελική στατική επίλυση του φορέα προκύπτει μέσω της σύγκλισης μιας επαναληπτικής διαδικασίας.

Γενικώς, στις κατασκευές οι μη γραμμικότητες είναι δύο κατηγοριών : α) Λόγω υλικού και β) Λόγω γεωμετρίας.

❖ Μη γραμμικότητα λόγω υλικού

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη συμπεριφορά των μελών από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι ο σχηματισμός ρηγματώσεων. Οι ρωγμές σχηματίζονται όταν σε οποιοδήποτε σημείο ενός μέλους η εφελκυστική τάση υπερβεί την εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος ή όταν ένα μέλος δεν διαθέτει την απαιτούμενη πλαστιμότητα ώστε να ακολουθήσει τις αναπτυσσόμενες

παραμορφώσεις. Τόσο το σκυρόδεμα όσο και ο χάλυβας παρουσιάζουν μη γραμμική συμπεριφορά σε μεγάλες τιμές τάσεων. Για την ελαστική ανάλυση ενός φορέα υπό τα φορτία λειτουργείας η παραδοχή γραμμικής συμπεριφοράς του υλικού ισχύει με ικανοποιητική ακρίβεια. Στην περίπτωση όμως που μελετούμε τη συμπεριφορά του φορέα υπό φορτία μεγάλης έντασης μέχρι την κατάρρευσή του η πραγματοποίηση μη γραμμικής ανάλυσης είναι απαραίτητη. Αξίζει να αναφέρουμε ότι στις καλωδιωτές γέφυρες η πιο συνήθης μη γραμμικότητα του νόμου τάσεων – παραμορφώσεων του υλικού οφείλεται στη χαλάρωση των καλωδίων σε περίπτωση θλίψης.

❖ Μη γραμμικότητα λόγω γεωμετρίας

Οι γεωμετρικές μη γραμμικότητες σε μια καλωδιωτή γέφυρα οφείλονται στους εξής παράγοντες :

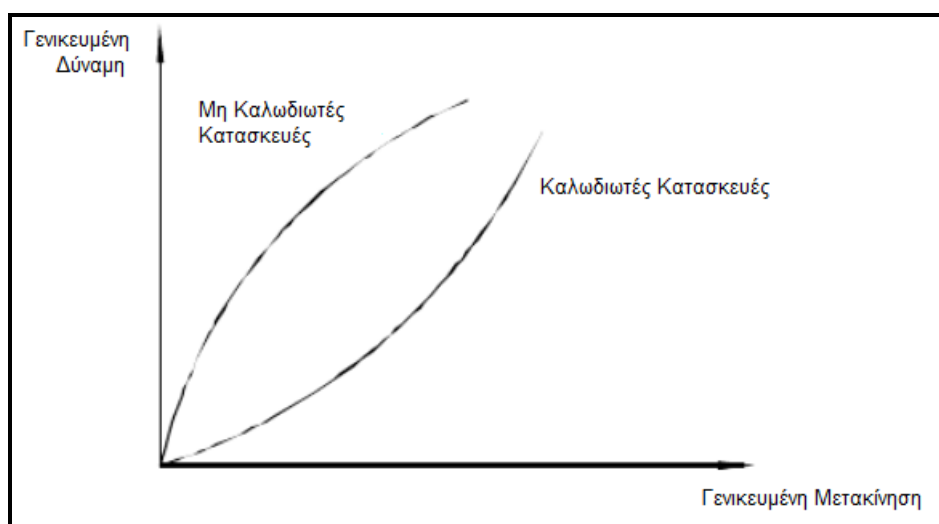
- Τη βύθιση του καλωδίου λόγω του εφελκυσμού και της επιμήκυνσης

Είναι γνωστό από τη Στατική ότι όταν ένα καλώδιο, στηριζόμενο στα δύο άκρα του, υπόκειται στο ίδιο βάρος του και σε μια εξωτερικά επιβαλλόμενη εφελκυστική δύναμη θα παραμορφωθεί όπως μια αλυσίδα. Αυξάνοντας την αξονική δύναμη οδηγούμαστε σε αύξηση όχι μόνο της αξονικής παραμόρφωσης του καλωδίου αλλά επίσης και σε μείωση της βύθισής του, γεγονός που οδηγεί σε μη γραμμική σχέση Δύναμης – Μετακίνησης. Η επιρροή της βύθισης του καλωδίου στην αξονική δυσκαμψία διατυπώθηκε για πρώτη φορά αναλυτικά από τον Ernst (1965). Πρότεινε τη χρήση ενός ισοδύναμου μέτρου ελαστικότητας όπου θα λαμβάνεται υπόψη η επιρροή του βέλους και της εφελκυστικής τάσης επί της μεταβλητής ακαμψίας του καλωδίου. Το ισοδύναμο αυτό μέτρο ελαστικότητας, E_{eq} , δίνεται από την παρακάτω σχέση :

$$E_{eq} = E / [1 + (w L)^2 E / (12 \sigma^3)]$$

- E : μέτρο ελαστικότητας του ευθύγραμμου καλωδίου
- w : ειδικό βάρος καλωδίου
- L : οριζόντια προβολή του μήκους του καλωδίου
- σ : εφελκυστική τάση του καλωδίου

Είναι ενδιαφέρον να σημειώσουμε ότι η παραπάνω μη γραμμική συμπεριφορά του καλωδίου οδηγεί σε αύξηση της δυσκαμψίας της γέφυρας καθώς οι δυνάμεις μεγαλώνουν σε μέγεθος. Η συμπεριφορά αυτή λόγω γεωμετρικής μη γραμμικότητας απεικονίζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί όπου γίνεται εμφανής η διαφορά στη συμπεριφορά των καλωδιωτών φορέων σε σχέση με τις υπόλοιπες κατασκευές.



Σχήμα 1.55 Μη γραμμική συμπεριφορά καλωδιωτών κατασκευών

- Τη δράση των θλιπτικών δυνάμεων στο κατάστρωμα και τους πυλώνες

Η μη γραμμικότητα των πυλώνων και των κύριων δοκών έδρασης οφείλεται στην ταυτόχρονη δράση θλιπτικών αξονικών δυνάμεων και καμπτικών ροπών. Ο βαθμός της μη γραμμικότητας καθορίζεται από το μέγεθος της θλιπτικής δύναμης σε σύγκριση με το φορτίο λυγισμού καθώς και την προκαλούμενη παραμόρφωση των μελών από την καμπτική δράση. Η θλιπτική αυτή δύναμη δημιουργεί δευτερογενείς καμπτικές ρωγμές στο στοιχείο με αποτέλεσμα τη μη γραμμική σχέση φορτίου – μετακίνησης του μέλους. Για αυτόν το λόγο, σε κάθε βήμα της μη γραμμικής ανάλυσης του φορέα υπολογίζεται η τροποποιημένη καμπτική και αξονική δυσκαμψία των μελών ώστε να ληφθεί υπόψη η μη γραμμική συμπεριφορά τους.

- Την επίδραση των μεγάλων μετακινήσεων λόγω της ευκαμψίας του στατικού συστήματος της γέφυρας

Όπως αναφέραμε στην αρχή αυτής της ενότητας, κατά την πραγματοποίηση της μη γραμμικής ανάλυσης ενός φορέα οι εξισώσεις ισορροπίας λαμβάνονται στην παραμορφωμένη κατάστασή του. Λόγω των μεγάλων μετακινήσεων της γέφυρας (φαινόμενα $P - \Delta$) είναι απαραίτητη η στατική επίλυση του φορέα με τη μέθοδο της βαθμιαίας φόρτισης, όπου σε κάθε βήμα της φόρτισης θα πρέπει να υπολογίζονται οι συνολικές μετακινήσεις του φορέα, να προσδιορίζεται η παραμορφωμένη γεωμετρία του καθώς και να ενημερώνεται το μητρώο δυσκαμψίας ως προς τον παραμορφωμένο φορέα.

2. Στατική Ανάλυση Καλωδιωτών Γεφυρών

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής ασχοληθήκαμε με την παραμετρική ανάλυση τριών καλωδιωτών γεφυρών μικτού συστήματος, συνολικού μήκους 960 m, 1280 m και 1600 m αντίστοιχα. Πρόκειται για γέφυρες που υιοθετούν χαρακτηριστικά τόσο των κρεμαστών όσο και των αναρτημένων από ευθύγραμμο καλώδια γεφυρών, αφού διαθέτουν κύριο παραβολικό καλώδιο, κατακόρυφους αναρτήρες καθώς και κεκλιμένα ευθύγραμμο καλώδια.

Πίνακας 2.1 Διαστάσεις Ανοιγμάτων Καλωδιωτών Γεφυρών

	Μήκος Μεσαίου Ανοιγματος	Μήκος Ακραίων Ανοιγμάτων	Συνολικό Μήκος Γέφυρας
1^η Γέφυρα	600 m	180 m	960 m
2^η Γέφυρα	800 m	240 m	1280 m
3^η Γέφυρα	1000 m	300 m	1600 m

Οι πυλώνες των γεφυρών αυτών είναι κατασκευασμένοι από οπλισμένο σκυρόδεμα και έχουν συνολικά ύψη 180 m, 240 m και 300 m αντίστοιχα. Διαθέτουν σύμμικτο κατάστρωμα, συνολικού πλάτους 18 m, το οποίο αποτελείται από πλάκα σκυροδέματος πάχους 25 cm, η οποία εδράζεται μέσω διαμητικών ήλων σε χαλύβδινες κύριες δοκούς και διαδοκίδες.

Για κάθε γέφυρα πραγματοποιήσαμε μια σειρά αναλύσεων έχοντας ως παράμετρο τη διάμετρο των κεκλιμένων ευθύγραμμων καλωδίων (D_{inclined}). Οι περιπτώσεις τις οποίες εξετάσαμε είναι οι ακόλουθες :

- $D_{\text{inclined}} = 0$ – Περίπτωση Κρεμαστής Γέφυρας
- $D_{\text{inclined}} = 0.05 D$ – Μικτό Σύστημα Καλωδίωσης
- $D_{\text{inclined}} = 0.10 D$ – Μικτό Σύστημα Καλωδίωσης
- $D_{\text{inclined}} = 0.15 D$ – Μικτό Σύστημα Καλωδίωσης
- $D_{\text{inclined}} = 0.20 D$ – Μικτό Σύστημα Καλωδίωσης

όπου D : η διάμετρος του κυρίου παραβολικού καλωδίου

Οι διάμετροι των παραβολικών καλωδίων καθώς και των αναρτήρων των τριών καλωδιωτών γεφυρών που μελετήσαμε παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.2 Διάμετροι Παραβολικών Καλωδίων - Αναρτήρων

	Διάμετρος Παραβολικού Καλωδίου, D	Διάμετρος Κατακόρυφων Αναρτήρων, $D_{vertical} = 0.20 D$
1^η Γέφυρα	50 cm	10 cm
2^η Γέφυρα	60 cm	12 cm
3^η Γέφυρα	70 cm	14 cm

Οι παραμετρικές στατικές αναλύσεις των τριών καλωδιωτών γεφυρών πραγματοποιήθηκαν με χρήση του προγράμματος Sap 2000 Version 14. Τα βήματα που ακολουθήσαμε για την πραγματοποίηση των αναλύσεων είναι τα ακόλουθα :

- Ορισμός της γεωμετρίας της γέφυρας
- Εξιδανίκευση των μελών της γέφυρας με χρήση γραμμικών μελών και επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων
- Αντιστοίχιση διατομών στα διάφορα μέλη του φέροντος οργανισμού της γέφυρας
- Αντιστοίχιση υλικού στις επιμέρους διατομές των μελών
- Ορισμός τρόπου στήριξης Φορέα
- Ορισμός φορτίων – Συνδυασμοί φόρτισης
- Στατική Μη Γραμμική Ανάλυση Φορέα

2.1 Εξιδανίκευση Φέροντος Οργανισμού Καλωδιωτής Γέφυρας

2.1.1 Είδη Παραμόρφωσης

Προκειμένου να προχωρήσουμε στην κατάλληλη εξιδανίκευση του φορέα θα πρέπει να γνωρίζουμε το είδος της παραμόρφωσης των μελών του καθώς επίσης και τη στατική λειτουργία τους. Συνολικά υπάρχουν τρία είδη παραμόρφωσης :

➤ Γραμμική Παραμόρφωση

Η παραμόρφωση ενός μέλους καλείται γραμμική όταν ισχύει η αρχή της επιπεδότητας των διατομών. Σύμφωνα με την παραπάνω αρχή, η παραμόρφωση του μέλους θα χαρακτηρίζεται από μία (συνήθως) μεσαία γραμμή του ολικού όγκου του, που όλες οι κάθετες σε αυτήν επίπεδες τομές παραμένουν και μετά την παραμόρφωση επίπεδες και κάθετες στην παραμορφωμένη μεσαία γραμμή. Η παραπάνω μεσαία γραμμή ονομάζεται άξονας της γραμμικής παραμόρφωσης και οι κάθετες σε αυτήν τομές, διατομές του γραμμικού μέλους.

➤ Επιφανειακή Παραμόρφωση

Κατά την επιφανειακή παραμόρφωση ενός μέλους, η παραμόρφωσή του χαρακτηρίζεται από μία μεσαία επιφάνεια, που όλα τα κάθετα σε αυτήν ευθύγραμμα τμήματά παραμένουν και μετά την παραμόρφωση ευθύγραμμα και κάθετα στην παραμορφωμένη μέση επιφάνεια. Τα κάθετα στην μέση επιφάνεια τμήματα ονομάζονται πάχη της πλάκας.

➤ Χωρική Παραμόρφωση

Η παραμόρφωση ενός μέλους καλείται χωρική, όταν ο τρόπος παραμόρφωσης του δεν χαρακτηρίζεται από τις προαναφερθέντες μορφές παραμόρφωσης.

2.1.2 Εξιδανίκευση Μελών Γέφυρας

Στην συγκεκριμένη ενότητα, παρουσιάζονται αναλυτικά οι εξιδανικεύσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τα διάφορα στοιχεία του βασικού φέροντος οργανισμού των γεφυρών.

❖ Πυλώνες

Η εξιδανίκευση των πυλώνων πραγματοποιήθηκε με χρήση μελών γραμμικής παραμόρφωσης (Frame Elements), καθώς μπορούμε να θεωρήσουμε με μεγάλη ακρίβεια ότι κατά την παραμόρφωσή τους ισχύει η αρχή της επιπεδότητας των διατομών. Με τον ίδιο τρόπο εξιδανικεύτηκαν και οι συνδετήριες δοκοί των πυλώνων.

❖ Κύριες Δοκοί - Διαδοκίδες

Η προσομοίωση της στατικής λειτουργίας των κύριων δοκών έδρασης του καταστρώματος και των αντίστοιχων διαδοκίδων έγινε επίσης με χρήση γραμμικών μελών.

❖ Πλάκα Καταστρώματος

Η εξιδανίκευση της πλάκας του καταστρώματος έγινε μέσω της διακριτοποίησής της με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία τύπου κελύφους (Shell Elements – Thin).

❖ Καλώδια

Τα καλώδια προσομοιώθηκαν ως γραμμικά μέλη τα οποία λειτουργούν μόνο υπό αξονική εφελκυστική ένταση.

2.1.3 Εξιδανίκευση Στηρίξεων Και Συνδέσεων Μελών Γέφυρας

❖ Στηρίξεις Γέφυρας

Η στήριξη των πυλώνων της γέφυρας στο έδαφος θεμελίωσης πραγματοποιείται μέσω πακτώσεων ενώ η έδραση του καταστρώματος στα δύο ακρόβαθρα επιτυγχάνεται μέσω κυλίσεων. Όσον αφορά την έδραση του καταστρώματος στις συνδετήριες δοκούς των πυλώνων, η μία θέση στήριξης

εξιδανικεύτηκε ως πάκτωση με χρήση κατάλληλων άκαμπτων στοιχείων ενώ η δεύτερη ως κύλιση επιτρέποντας μετάθεση του καταστρώματος μόνο κατά τη διαμήκη διεύθυνση της γέφυρας.

❖ Σύνδεση Πλάκας Καταστρώματος – Δοκών Έδρασης

Η σύνδεση της πλάκας του καταστρώματος με τις αντίστοιχες δοκούς έδρασης προσομοιώθηκε με χρήση άκαμπτων μεταλλικών στοιχείων κυκλικής διατομής, τα οποία λειτουργούν ως διατμητικοί ήλοι. Λόγω της μεγάλης ακαμψίας τους, επιτυγχάνεται μονολιθική σύνδεση της πλάκας με τις δοκούς και ενιαία στατική λειτουργία χωρίς να παρατηρείται διατμητική ολίσθηση στην κοινή διεπιφάνεια.

2.2 Υλικά Φέροντος Οργανισμού Γέφυρας

➤ Πυλώνες – Συνδετήριες Δοκοί Πυλώνων

Οι πυλώνες της γέφυρας καθώς και τα αντίστοιχα συνδετήρια δοκάρια είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα, το οποίο αποτελείται από σκυρόδεμα ποιότητας C50/60 και χάλυβα ποιότητας B500C. Οι μηχανικές ιδιότητες των παραπάνω υλικών παρουσιάζονται στη συνέχεια.

General Data	
Material Name and Display Color	C50/60 <input type="checkbox"/>
Material Type	Concrete
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	25.
Mass per Unit Volume	2,5493
Units	
	KN, m, C
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	37000000
Poisson's Ratio, U	0,3
Coefficient of Thermal Expansion, A	1,170E-05
Shear Modulus, G	14230769
Other Properties for Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	50000.

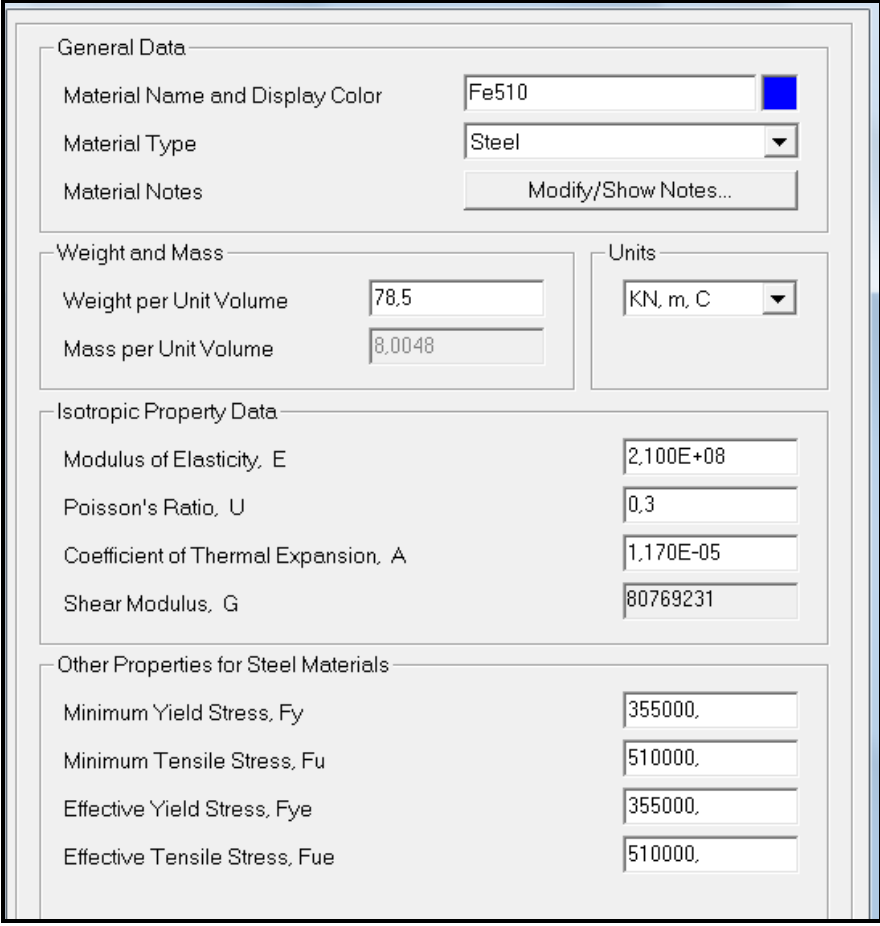
Σχήμα 2.1 Μηχανικά Χαρακτηριστικά Σκυροδέματος C50/60

General Data	
Material Name and Display Color	B500C <input type="checkbox"/>
Material Type	Rebar
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	78,5
Mass per Unit Volume	8,0048
Units	
	KN, m, C
Uniaxial Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2E+08
Poisson's Ratio, U	0.
Coefficient of Thermal Expansion, A	1,170E-05
Shear Modulus, G	0.
Other Properties for Rebar Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	500000
Minimum Tensile Stress, Fu	600000
Expected Yield Stress, Fye	500000
Expected Tensile Stress, Fue	600000

Σχήμα 2.2 Μηχανικά Χαρακτηριστικά Χάλυβα B500C

➤ Κύριες Δοκοί – Διαδοκίδες

Οι κύριες δοκοί έδρασης του καταστρώματος καθώς και οι αντίστοιχες διαδοκίδες είναι χαλύβδινες διατομές μορφής διπλού ταυ. Η ποιότητα του χάλυβα των διατομών αυτών είναι Fe510.



General Data	
Material Name and Display Color	Fe510
Material Type	Steel
Material Notes	Modify/Show Notes...

Weight and Mass		Units
Weight per Unit Volume	78,5	KN, m, C
Mass per Unit Volume	8,0048	

Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2,100E+08
Poisson's Ratio, U	0,3
Coefficient of Thermal Expansion, A	1,170E-05
Shear Modulus, G	80769231

Other Properties for Steel Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	355000,
Minimum Tensile Stress, Fu	510000,
Effective Yield Stress, Fye	355000,
Effective Tensile Stress, Fue	510000,

Σχήμα 2.3 Μηχανικά Χαρακτηριστικά Χάλυβα Fe510

➤ Κατάστρωμα Γέφυρας

Η πλάκα του καταστρώματος της γέφυρας είναι επίσης κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, όπου η ποιότητα του σκυροδέματος είναι C50/60 ενώ του οπλισμού είναι B500C.

➤ Καλώδια

Ο χάλυβας υψηλής αντοχής των καλωδίων που επιλέχθηκε για την μόρφωση των καλωδίων έχει τις ακόλουθες μηχανικές ιδιότητες :

General Data	
Material Name and Display Color	Cable_Steel
Material Type	Steel
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	78,5
Mass per Unit Volume	8,0048
Units	KN, m, C
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2,050E+08
Poisson's Ratio, U	0,3
Coefficient of Thermal Expansion, A	1,170E-05
Shear Modulus, G	78846154
Other Properties for Steel Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	1200000,
Minimum Tensile Stress, Fu	1600000,
Effective Yield Stress, Fye	1200000,
Effective Tensile Stress, Fue	1600000,

Σχήμα 2.4 Μηχανικά Χαρακτηριστικά Χάλυβα Καλωδίων

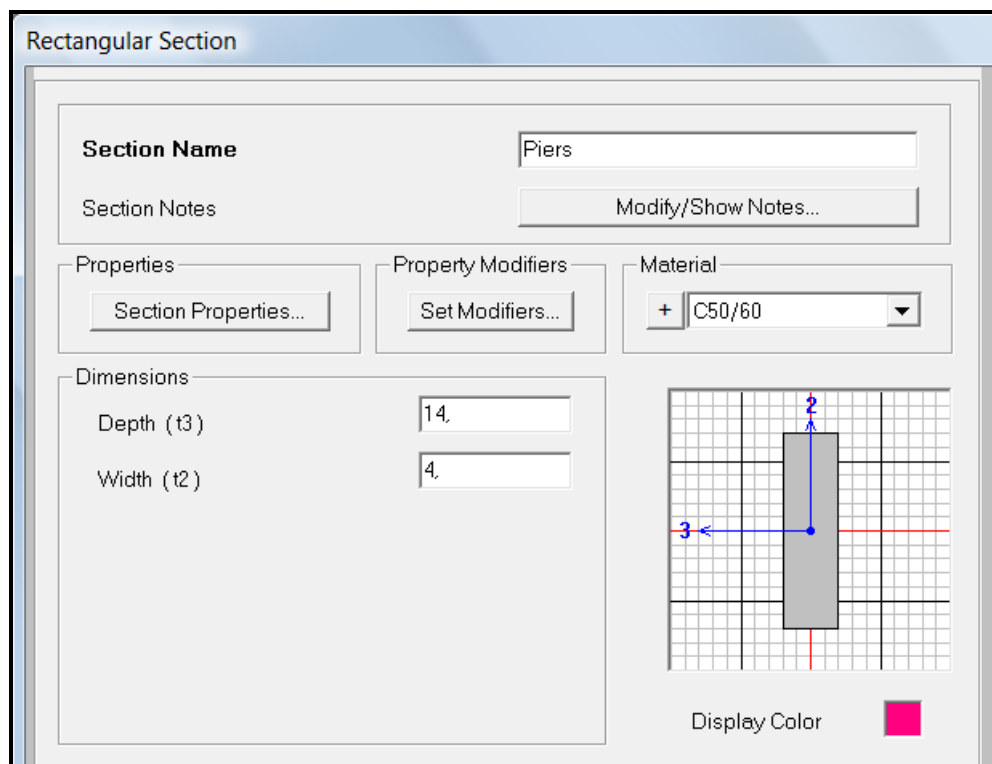
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα υλικά κατασκευής των διάφορων μελών του φέροντος οργανισμού των γεφυρών.

Πίνακας 2.3 Υλικά Μελών Φέροντος Οργανισμού Γέφυρας

Μέλος Γέφυρας	Υλικό	Κατηγορία Υλικού
Πυλώνες	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Σκυρόδεμα C50/60 Χάλυβας B500C
Συνδετήριες Δοκοί Πυλώνων	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Σκυρόδεμα C50/60 Χάλυβας B500C
Κύριες Δοκοί	Χάλυβας	Fe510
Διαδοκίδες	Χάλυβας	Fe510
Πλάκα Καταστρώματος	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Σκυρόδεμα C50/60 Χάλυβας B500C
Καλώδια	Χάλυβας Υψηλής Αντοχής	

2.3 Διατομές Μελών Φέροντος Οργανισμού Γέφυρας

➤ Πυλώνες



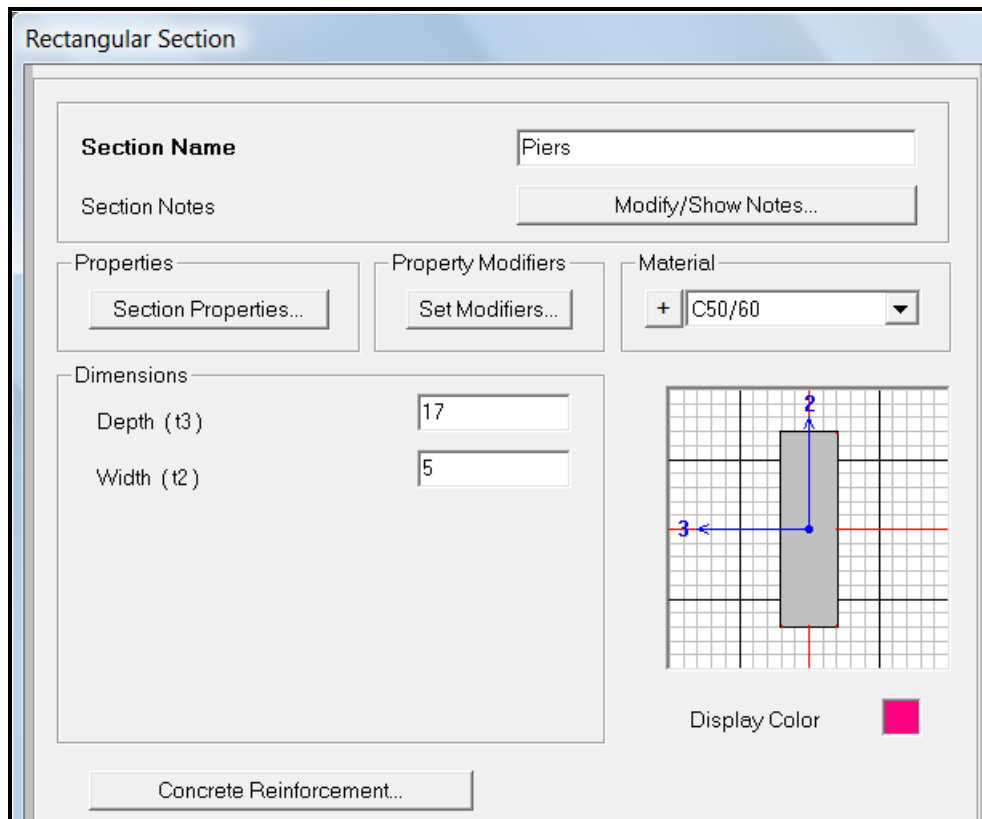
Σχήμα 2.5 Γεωμετρία Διατομής Πυλώνων Καλωδιωτών Γεφυρών Συνολικού Μήκους 960 m και 1280 m

Property Data

Section Name: Piers

Properties			
Cross-section (axial) area	56.	Section modulus about 3 axis	130,6667
Torsional constant	244,9365	Section modulus about 2 axis	37,3333
Moment of Inertia about 3 axis	914,6667	Plastic modulus about 3 axis	196.
Moment of Inertia about 2 axis	74,6667	Plastic modulus about 2 axis	56.
Shear area in 2 direction	46,6667	Radius of Gyration about 3 axis	4,0415
Shear area in 3 direction	46,6667	Radius of Gyration about 2 axis	1,1547

Σχήμα 2.6 Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής Πυλώνων Καλωδιωτών Γεφυρών Συνολικού Μήκους 960 m και 1280 m



Σχήμα 2.7 Γεωμετρία Διατομής Πυλώνων Καλωδιωτής Γέφυρας Συνολικού Μήκους 1600 m

Property Data			
Section Name		Piers	
Properties			
Cross-section (axial) area	85.	Section modulus about 3 axis	240,8333
Torsional constant	577,1652	Section modulus about 2 axis	70,8333
Moment of Inertia about 3 axis	2047,0833	Plastic modulus about 3 axis	361,25
Moment of Inertia about 2 axis	177,0833	Plastic modulus about 2 axis	106,25
Shear area in 2 direction	70,8333	Radius of Gyration about 3 axis	4,9075
Shear area in 3 direction	70,8333	Radius of Gyration about 2 axis	1,4434

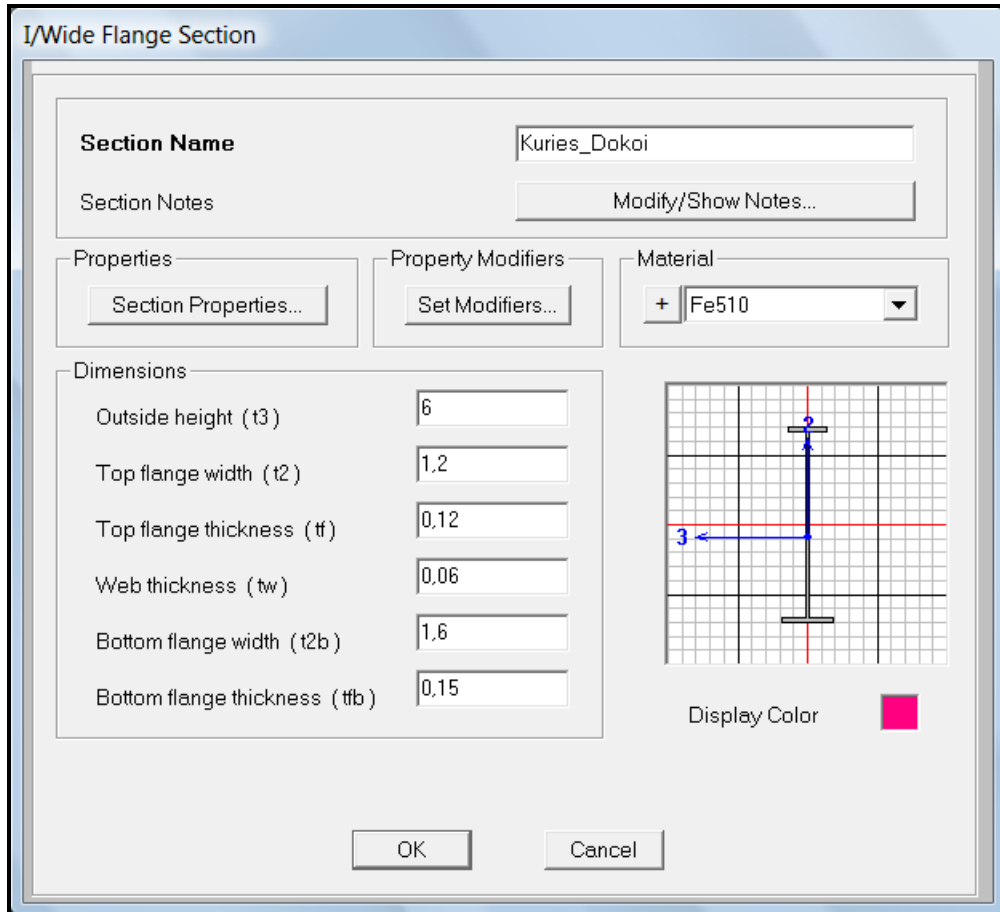
Σχήμα 2.8 Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής Πυλώνων Καλωδιωτής Γέφυρας Συνολικού Μήκους 1600 m

➤ Κύριες Δοκοί Έδρασης Καταστρώματος

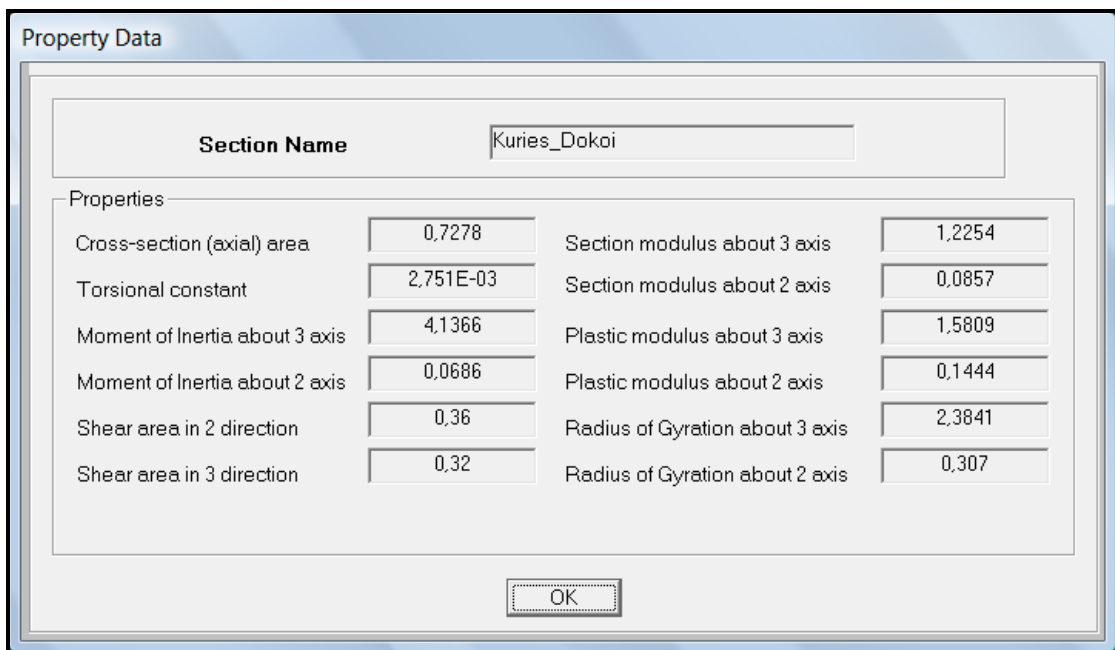
Σχήμα 2.9 Γεωμετρία Διατομής Κυρίων Δοκών Καλωδιωτών Γεφυρών
Συνολικού Μήκους 960 m και 1280 m

Section Name			
Kuries_Dokoi			
Properties			
Cross-section (axial) area	0,6678	Section modulus about 3 axis	0,9587
Torsional constant	2,679E-03	Section modulus about 2 axis	0,0857
Moment of Inertia about 3 axis	2,7217	Plastic modulus about 3 axis	1,232
Moment of Inertia about 2 axis	0,0686	Plastic modulus about 2 axis	0,1435
Shear area in 2 direction	0,3	Radius of Gyration about 3 axis	2,0188
Shear area in 3 direction	0,32	Radius of Gyration about 2 axis	0,3204

Σχήμα 2.10 Αδρανειακά Χαρακτηριστικά Διατομής Κυρίων Δοκών Καλωδιωτών
Γεφυρών Συνολικού Μήκους 960 m και 1280 m

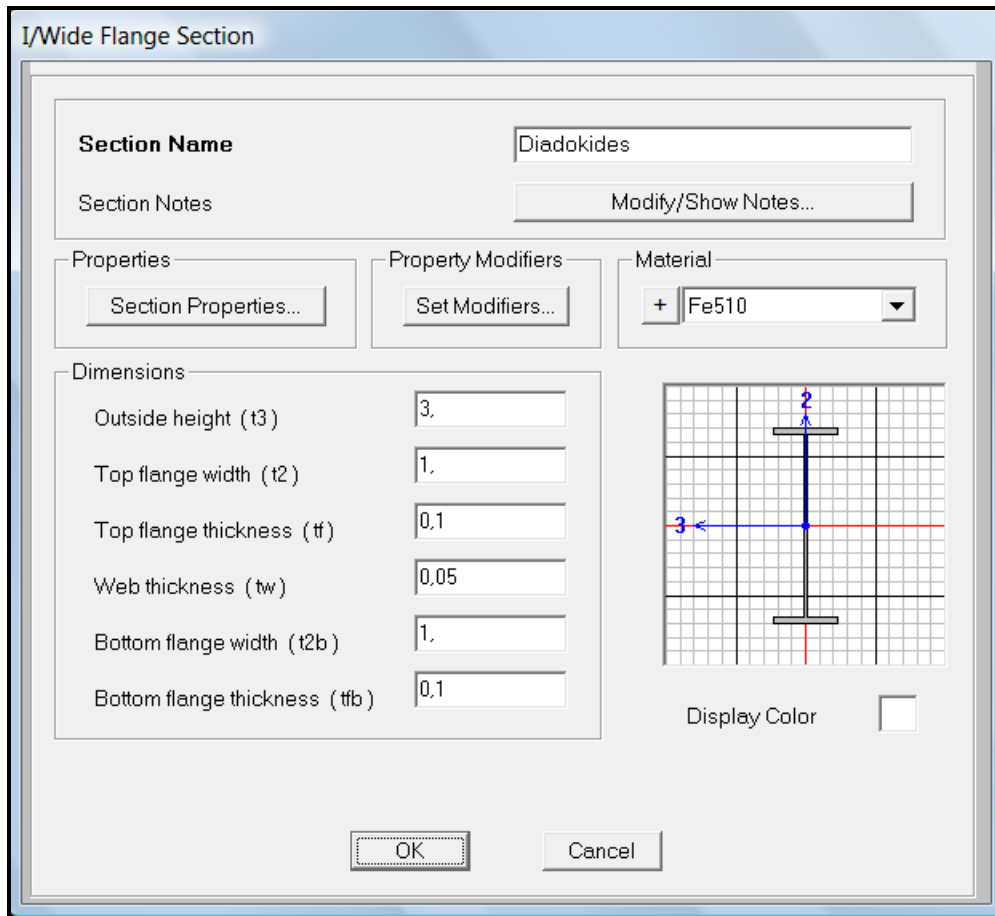


Σχήμα 2.11 Γεωμετρία Διατομής Κυρίων Δοκών Καλωδιωτής Γέφυρας
Συνολικού Μήκους 1600 m

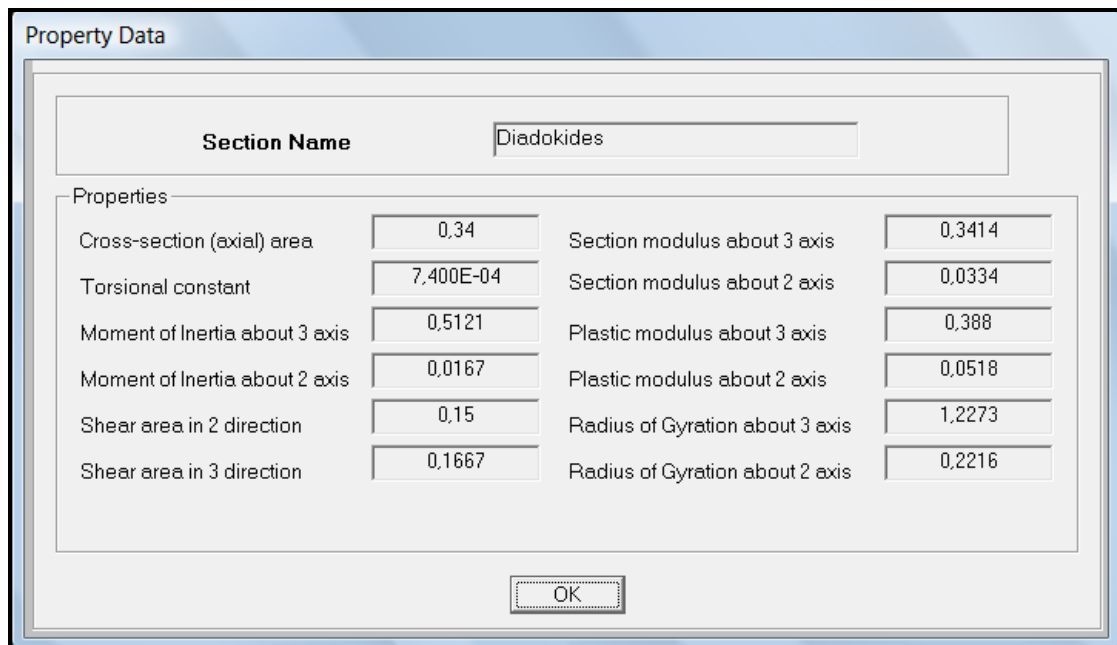


Σχήμα 2.12 Γεωμετρία Διατομής Κυρίων Δοκών Καλωδιωτής Γέφυρας
Συνολικού Μήκους 1600 m

➤ Διαδοκίδες



Σχήμα 2.13 Γεωμετρία Διατομής Διαδοκίδων



Σχήμα 2.14 Γεωμετρία Διατομής Διαδοκίδων

2.4 Φορτίσεις Καλωδιωτών Γεφυρών

Για την πραγματοποίηση των στατικών αναλύσεων των χωρικών προσομοιωμάτων των γεφυρών λάβαμε υπόψη τα παρακάτω μόνιμα και κινητά φορτία, τα οποία θεωρούμε ότι δρουν στο κατάστρωμα της γέφυρας.

- Μόνιμα Φορτία Καταστρώματος: $G_{\text{deck}} = 6 \text{ kN/m}^2$
- Κινητά Φορτία Καταστρώματος: $Q_{\text{deck}} = 5 \text{ kN/m}^2$

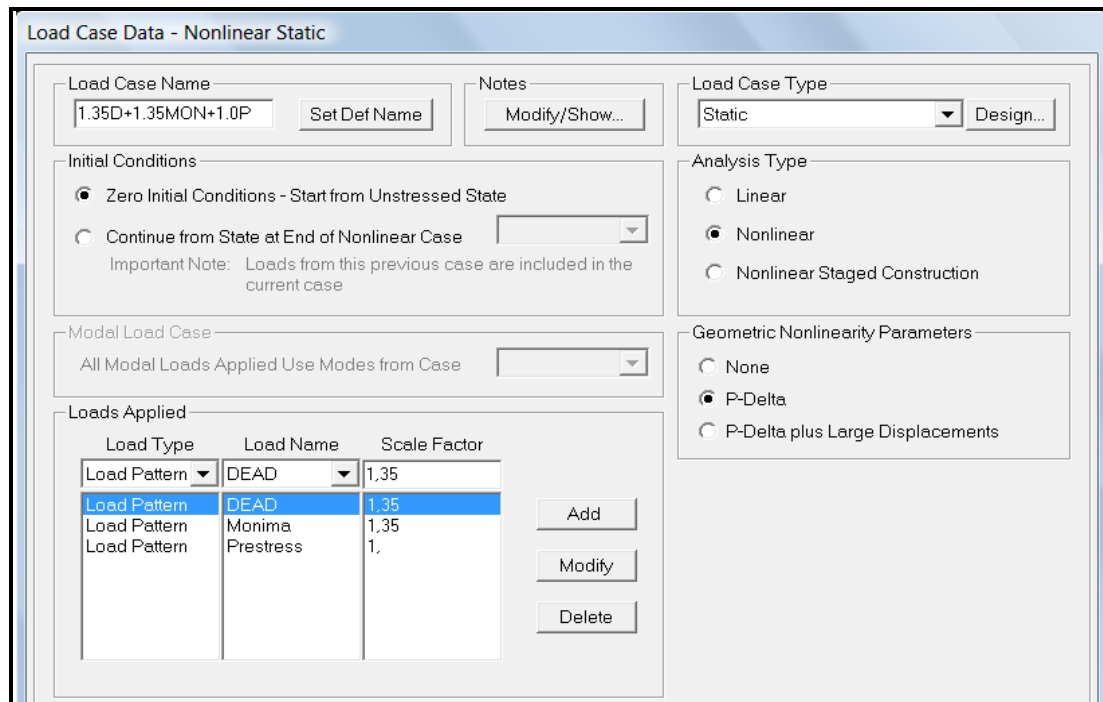
Ο συνδυασμός φόρτισης με βάση τον οποίο υπολογίστηκε η εντατική κατάσταση των διαφόρων μελών των γεφυρών είναι ο ακόλουθος :

$$1.35G + 1.00P + 1.50Q \text{ (ULS : Ultimate Limit State)}$$

- ✓ G : τα ίδια βάρη των μελών του φορέα (Dead Loads) καθώς και τα μόνιμα φορτία του καταστρώματος (G_{deck})
- ✓ P : η επιβολή προέντασης στα καλώδια
- ✓ Q: τα κινητά φορτία του καταστρώματος (Q_{deck})

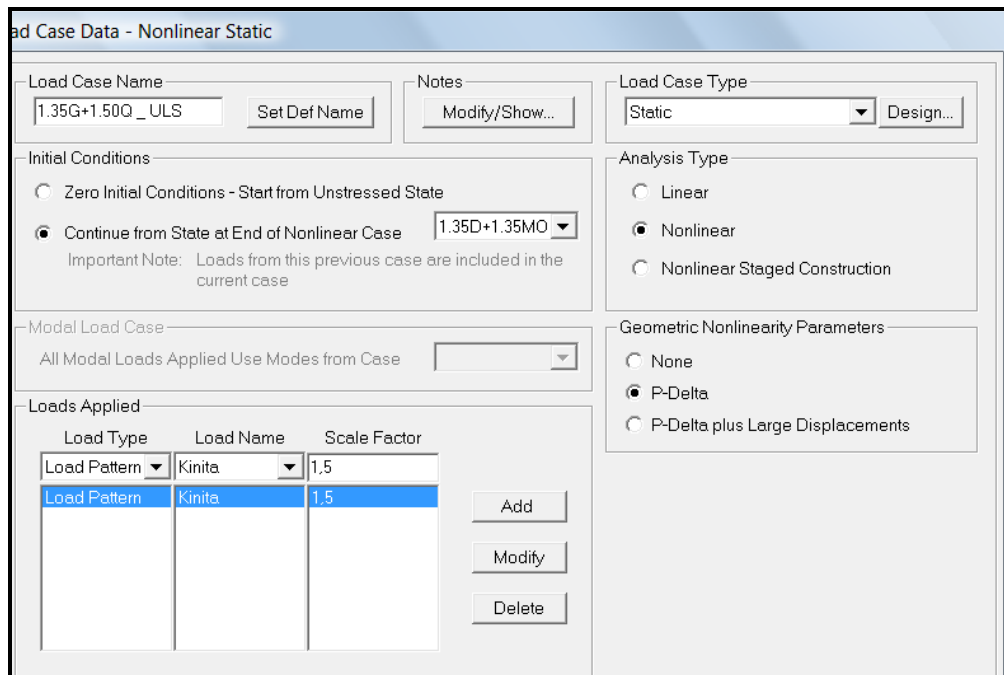
Όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή της διατριβής, οι φορείς των καλωδιωτών γεφυρών παρουσιάζουν έντονη γεωμετρική μη γραμμικότητα που οφείλεται τόσο στις μεγάλες μετακινήσεις τους όσο και στη στατική λειτουργία των καλωδίων. Προκειμένου λοιπόν να επιβληθούν οι παραπάνω φόρτισεις μη γραμμικά εφαρμόστηκε η παρακάτω διαδρομή φόρτισης:

- Αρχικά επιβλήθηκαν στον φορέα της γέφυρας τα μόνιμα φορτία με συντελεστή φόρτισης 1.35 και οι δυνάμεις προέντασης των καλωδίων με φορτιστικό συντελεστή 1.00



Σχήμα 2.15 Επιβολή Μόνιμων Φορτίων – Προέντασης Καλωδίων

- Μετά την ολοκλήρωση της επιβολής των μόνιμων φορτίων και της προέντασης των καλωδίων, ακολουθεί η επιβολή των κινητών φορτίων με αντίστοιχο συντελεστή φόρτισης 1.50



Σχήμα 2.16 Επιβολή Κινητών Φορτίων

Τέλος, ο αντίστοιχος συνδυασμός φόρτισης με βάση τον οποίο έγινε ο έλεγχος των παραμορφώσεων και μετακινήσεων του φορέα είναι ο ακόλουθος :

1.00G + 1.00P + 1.00Q (SLS : Serviceability Limit State)

3. Γέφυρα Συνολικού Μήκους 960 m

Πρόκειται για μια καλωδιωτή γέφυρα μικτού συστήματος. Διαθέτει μεσαίο άνοιγμα μήκους $L_{\text{μεσαίο}} = 600$ m ενώ τα δύο ακραία ανοίγματα της είναι μήκους $L_{\text{ακραιο}} = 180$ m το καθένα. Αποτελείται από δύο κατακόρυφα επίπεδα καλωδίωσης κατά την εγκάρσια έννοια ενώ το κατάστρωμά της, συνολικού πλάτους $B = 18$ m, εδράζεται σε κύριες δοκούς και διαδοκίδες που έχουν μορφή διπλού ταυ. Οι διαδοκίδες τοποθετούνται κατά την εγκάρσια έννοια του καταστρώματος ανά 10 m και συνδέονται μέσω πάκτωσης με τα κύρια δοκάρια.

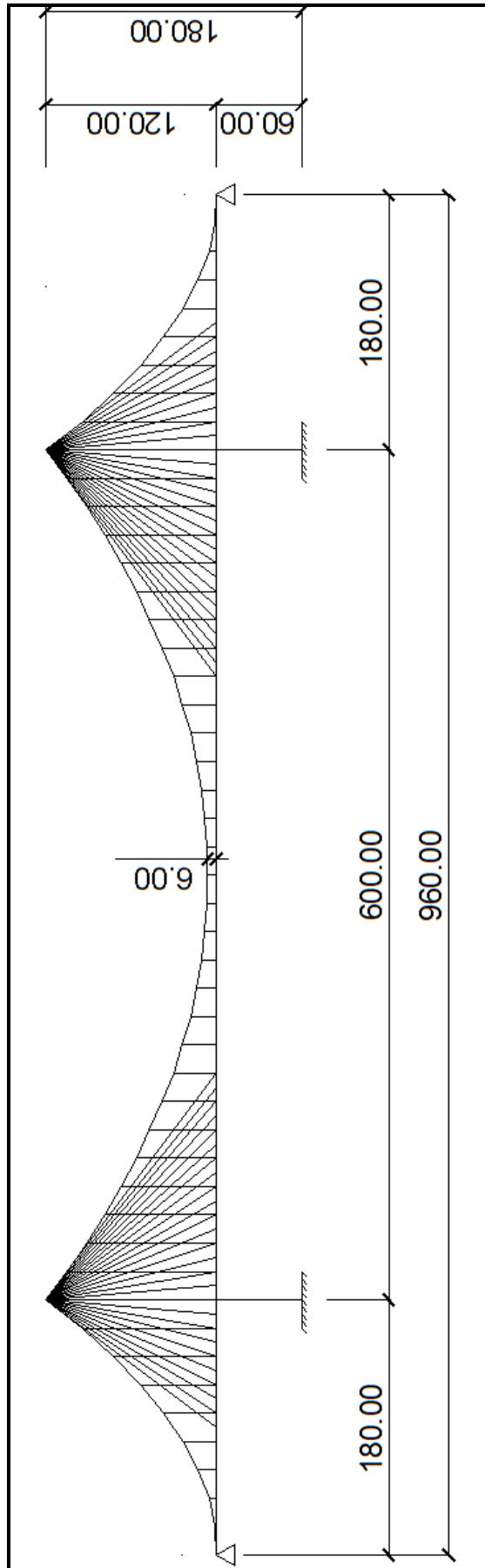
Οι κατακόρυφοι αναρτήρες τοποθετούνται ανά 20 m ενώ τα αντίστοιχα κεκλιμένα καλώδια διατάσσονται ανά 10 m. Οι διατομές των καλωδίων του φορέα της γέφυρας είναι οι εξής :

- ✓ Διάμετρος Κύριου Παραβολικού Καλωδίου : $D = 50$ cm
- ✓ Διάμετρος Κατακόρυφων Αναρτήρων : $D_{\text{vertical}} = 10$ cm

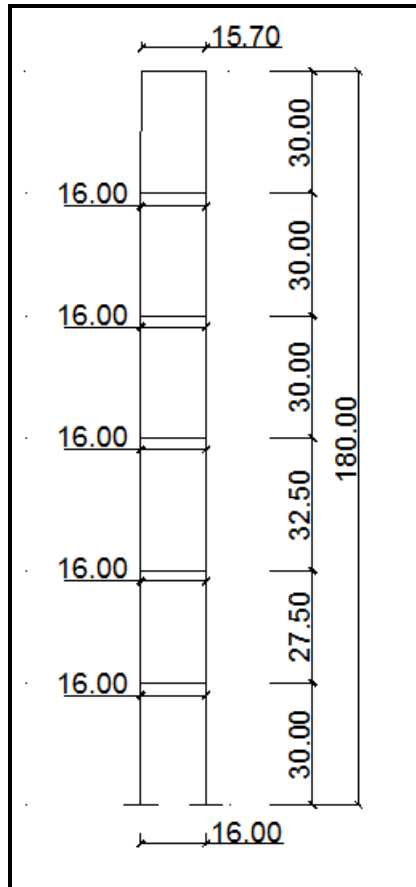
Κατά την πραγματοποίηση των παραμετρικών αναλύσεων της γέφυρας, λάβαμε υπόψη τις ακόλουθες τιμές διαμέτρων των κεκλιμένων ευθύγραμμων καλωδίων :

- ✓ Διάμετρος Κεκλιμένων Ευθύγραμμων Καλωδίων, D_{inclined}
 - $D_{\text{inclined}} = 0$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.05 D = 2.5$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.10 D = 5.0$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.15 D = 7.5$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.20 D = 10.0$ cm

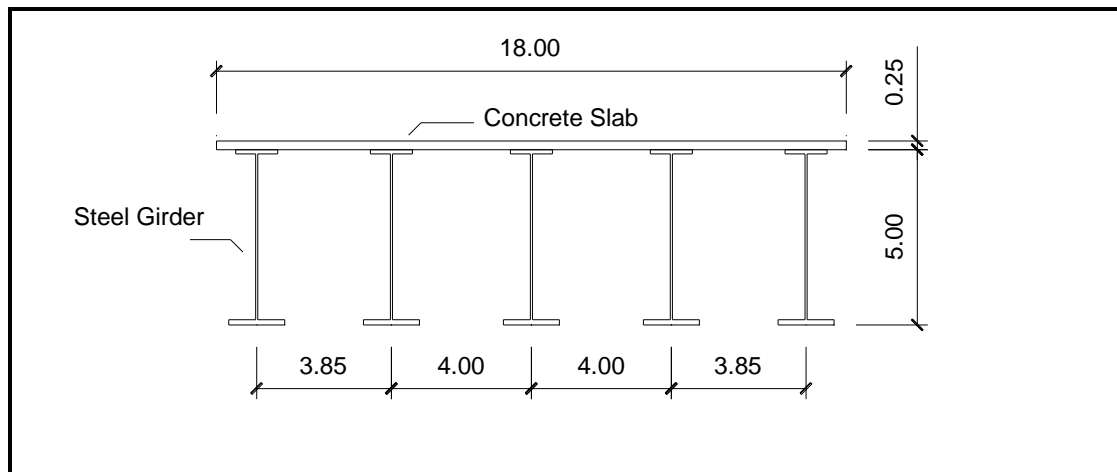
Σε όλες τις επιμέρους αναλύσεις της γέφυρας, η δύναμη προέντασης των μελών του παραβολικού καλωδίου ήταν ίση με $P = 60840$ kN.



Σχήμα 3.1 Μηκοτομή Γέφυρας



Σχήμα 3.2 Γεωμετρία Πυλώνα



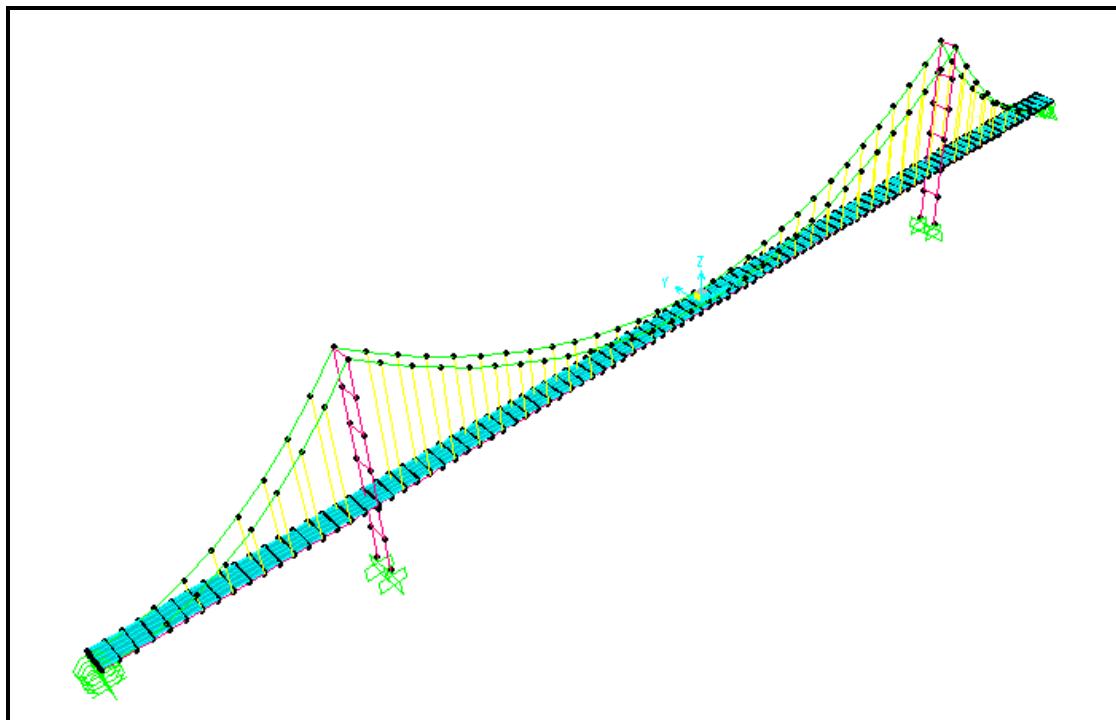
Σχήμα 3.3 Γεωμετρία Διατομής Καταστρώματος

3.1 Αποτελέσματα Στατικών Αναλύσεων

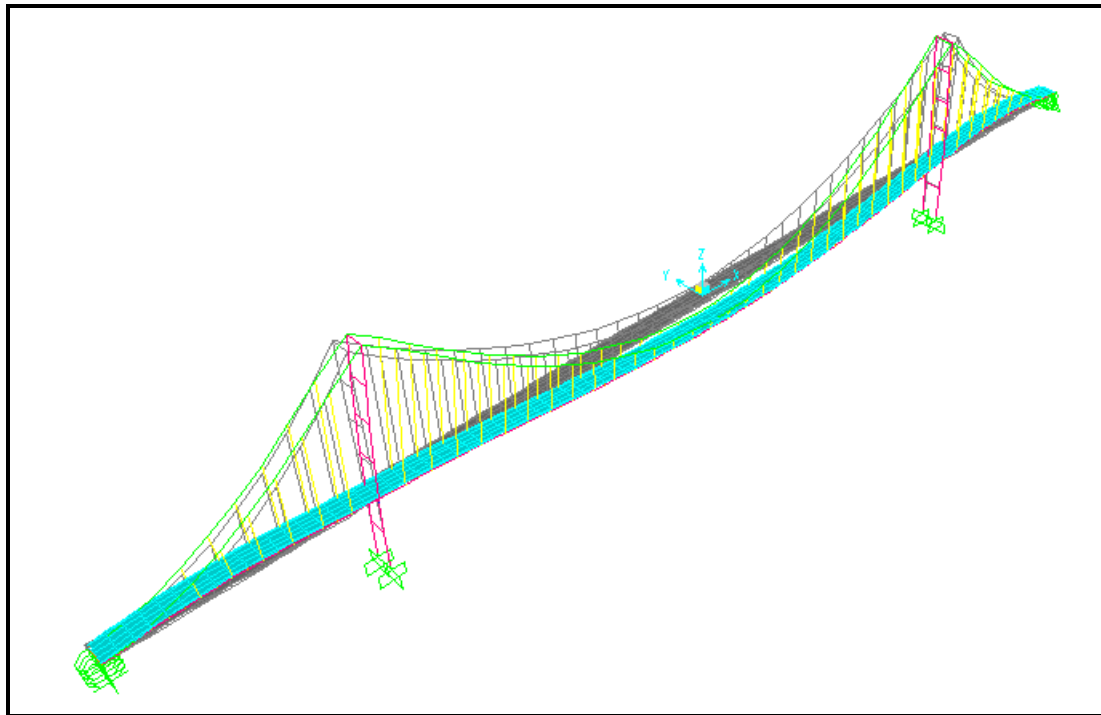
Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατικών αναλύσεων που πραγματοποιήσαμε για τις διάφορες τιμές διαμέτρων των κεκλιμένων ευθύγραμμων καλωδίων. Η εντατική κατάσταση των μελών της γέφυρας υπολογίστηκε για τον συνδυασμό φόρτισης ($1.35G + 1.00 P + 1.50Q$).

3.1.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$

Σε αυτήν την περίπτωση, η γέφυρά μας συμπεριφέρεται ως κρεμαστή αφού δε διαθέτει κεκλιμένα ευθύγραμμα καλώδια. Η δύναμη προέντασης που επιβλήθηκε σε όλα τα μέλη του κύριου παραβολικού καλωδίου είναι ίση με $P = 60840 \text{ kN}$.

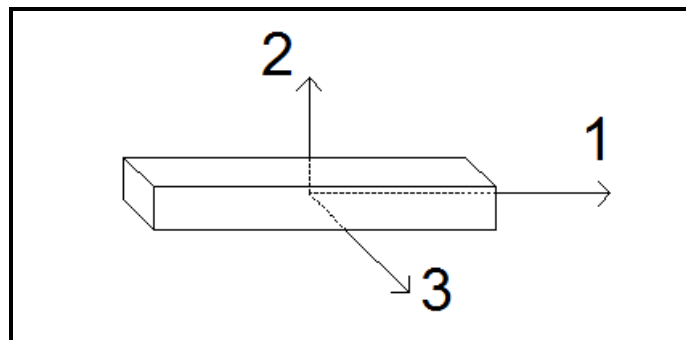


Σχήμα 3.4 Προσομοίωμα Γέφυρας

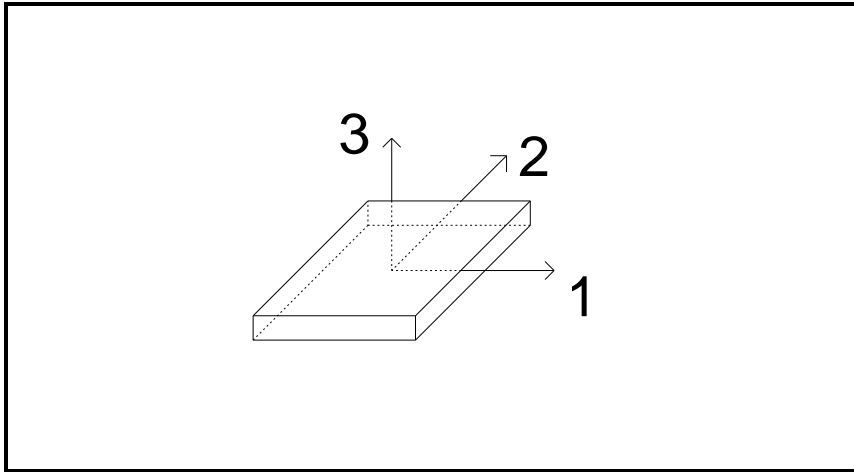


Σχήμα 3.5 Παραμορφωμένη Γεωμετρία Γέφυρας – Συνδυασμός Φόρτισης $1.35G + 1.00 P + 1.50Q$ (ULS)

Όπως αναφέραμε, τα εντατικά μεγέθη των μελών του φέροντος οργανισμού της γέφυρας υπολογίστηκαν για τον συνδυασμό φόρτισης $1.35G + 1.00 P + 1.50Q$ (ULS). Τα τοπικά συστήματα συντεταγμένων των γραμμικών μελών καθώς και των επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων τύπου κελύφους με βάση τα οποία υπολογίστηκαν τα εντατικά μεγέθη παρουσιάζονται στα ακόλουθα σχήματα.

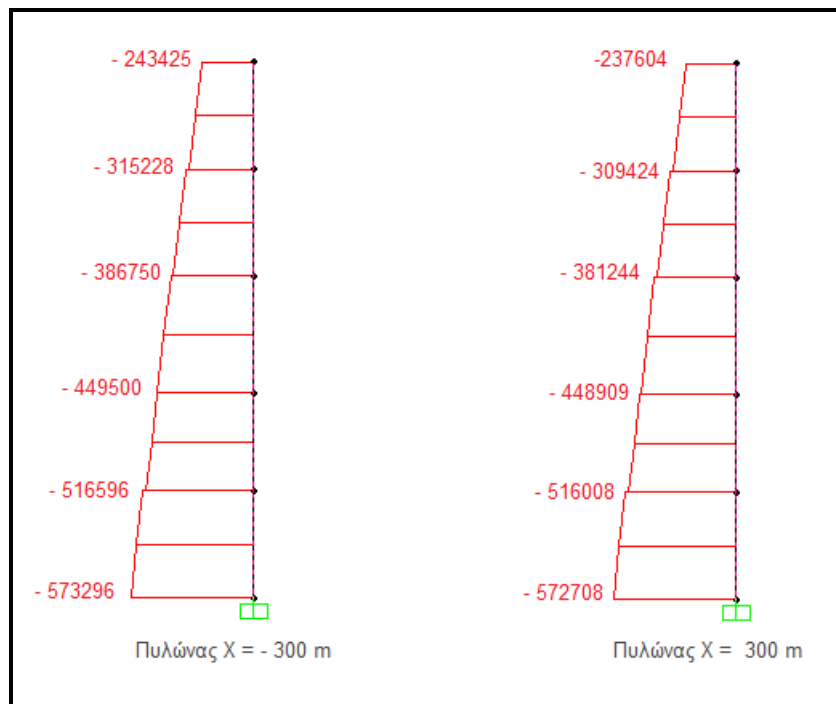


Σχήμα 3.6 Τοπικό Σύστημα Συντεταγμένων Γραμμικού Μέλους

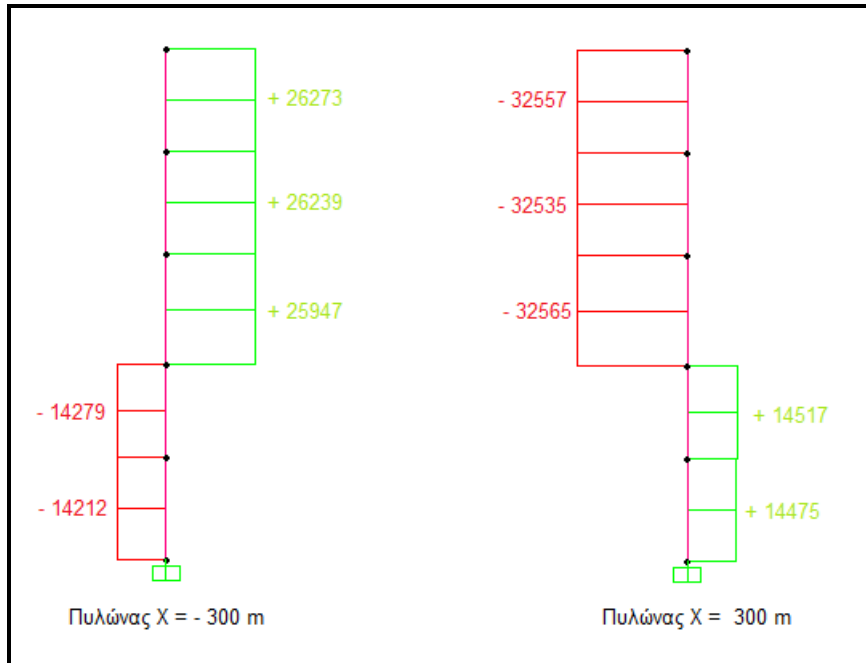


Σχήμα 3.7 Τοπικό Σύστημα Συντεταγμένων Πεπερασμένου Στοιχείου

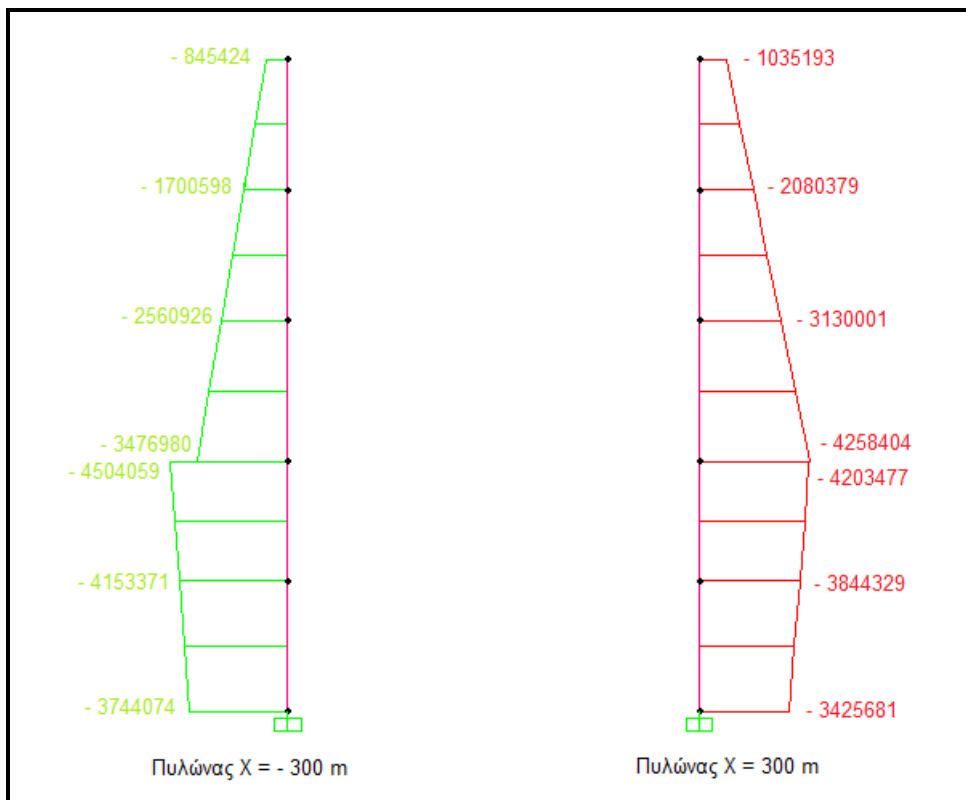
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 3.8 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

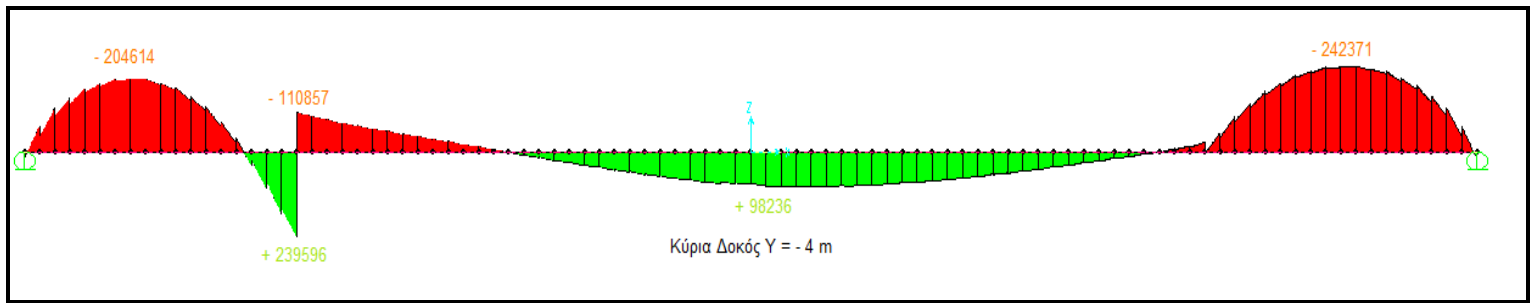


Σχήμα 3.9 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

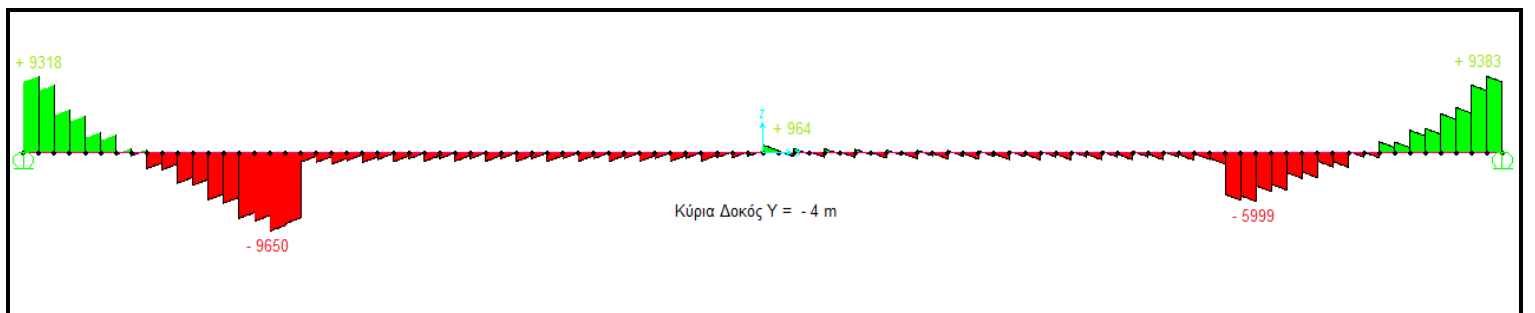


Σχήμα 3.10 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

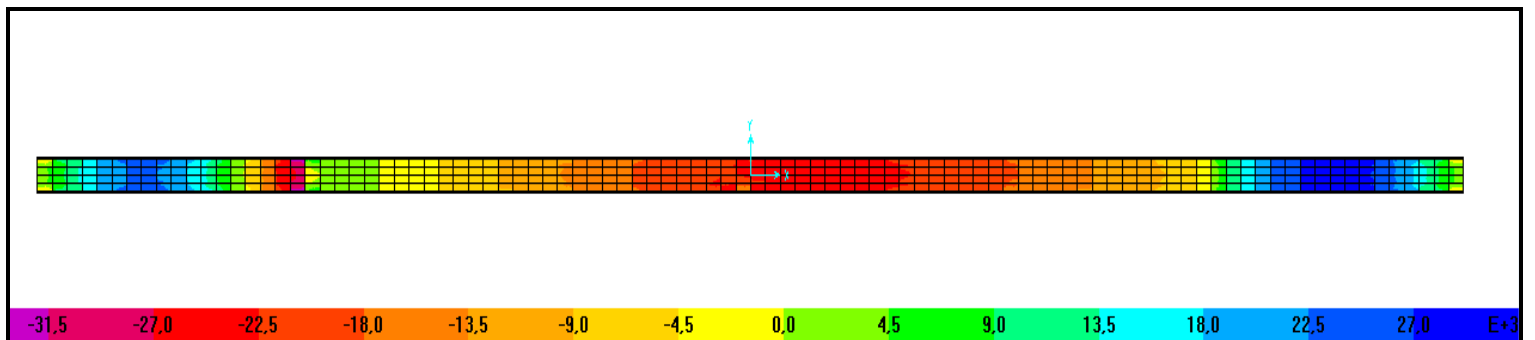


Σχήμα 3.11 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

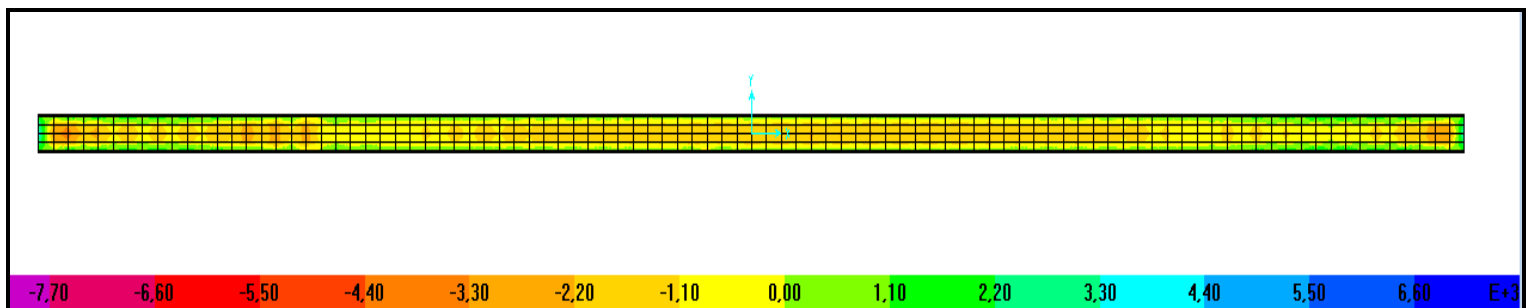


Σχήμα 3.12 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

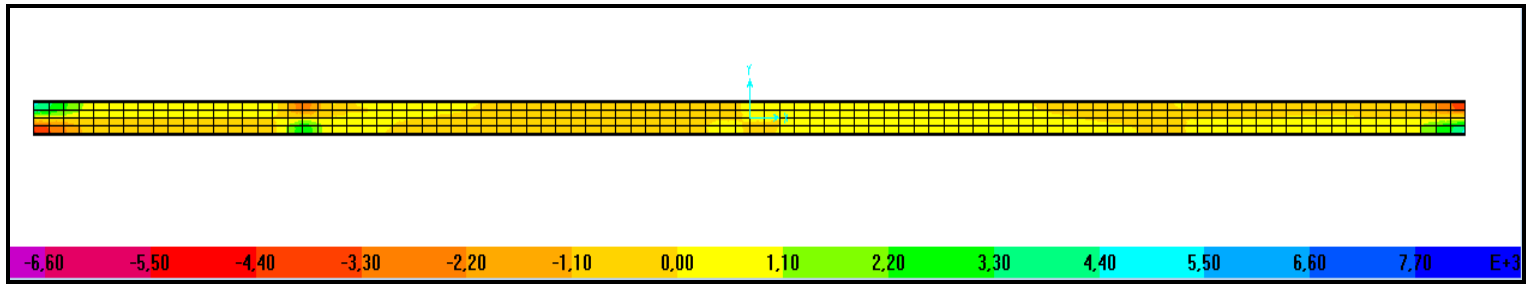
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Καταστρώματος



Σχήμα 3.13 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]

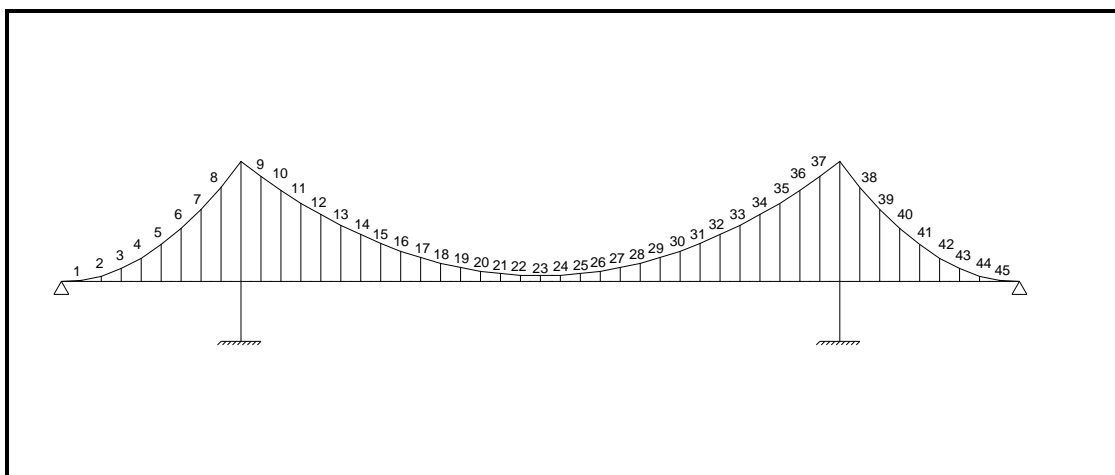


Σχήμα 3.14 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]

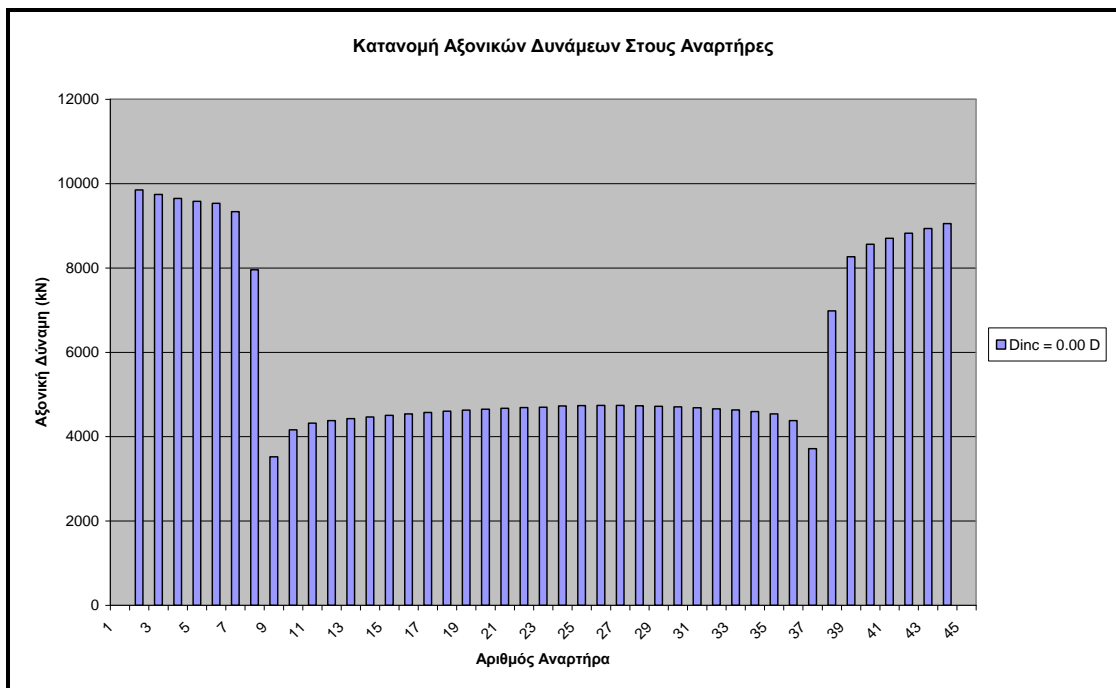


Σχήμα 3.15 Διατμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S₁₋₂ [kN/m²]

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες



Σχήμα 3.16 Αρίθμηση Κατακόρυφων Αναρτήρων Γέφυρας



Σχήμα 3.17 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

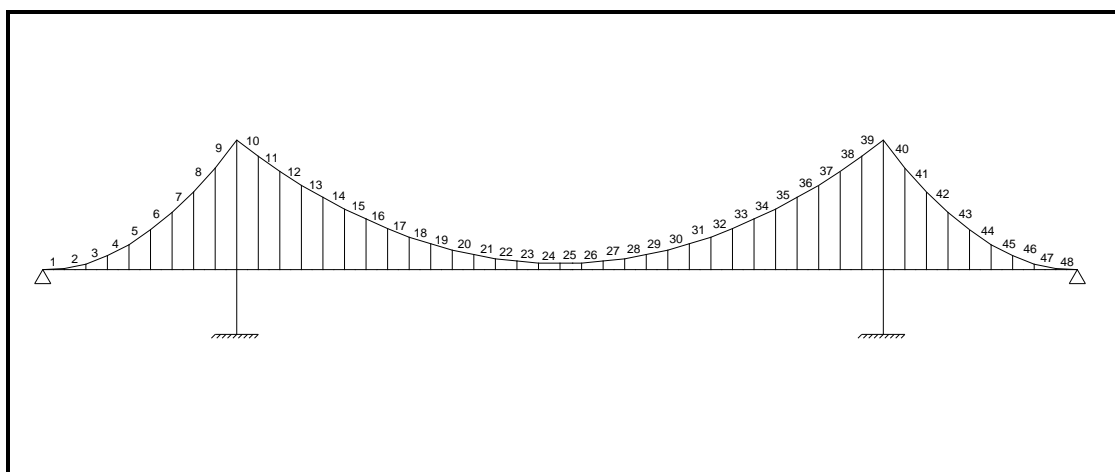
Πίνακας 3.1 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.00D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	1,78	21	4672,26	41	8700,81
2	9849,95	22	4688,73	42	8822,56
3	9740,62	23	4698,43	43	8936,51
4	9648,94	24	4726,17	44	9051,61
5	9578,56	25	4735,92	45	1,66
6	9531,88	26	4739,88		
7	9332,91	27	4738,24		
8	7956,51	28	4731,69		
9	3522,46	29	4720,51		
10	4159,51	30	4704,83		
11	4317,18	31	4684,75		
12	4380,98	32	4660,36		
13	4425,63	33	4631,51		
14	4465,54	34	4595,90		
15	4503,08	35	4538,75		
16	4538,34	36	4381,06		
17	4571,04	37	3715,27		
18	4600,89	38	6980,96		
19	4627,69	39	8263,65		
20	4651,37	40	8561,41		

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο



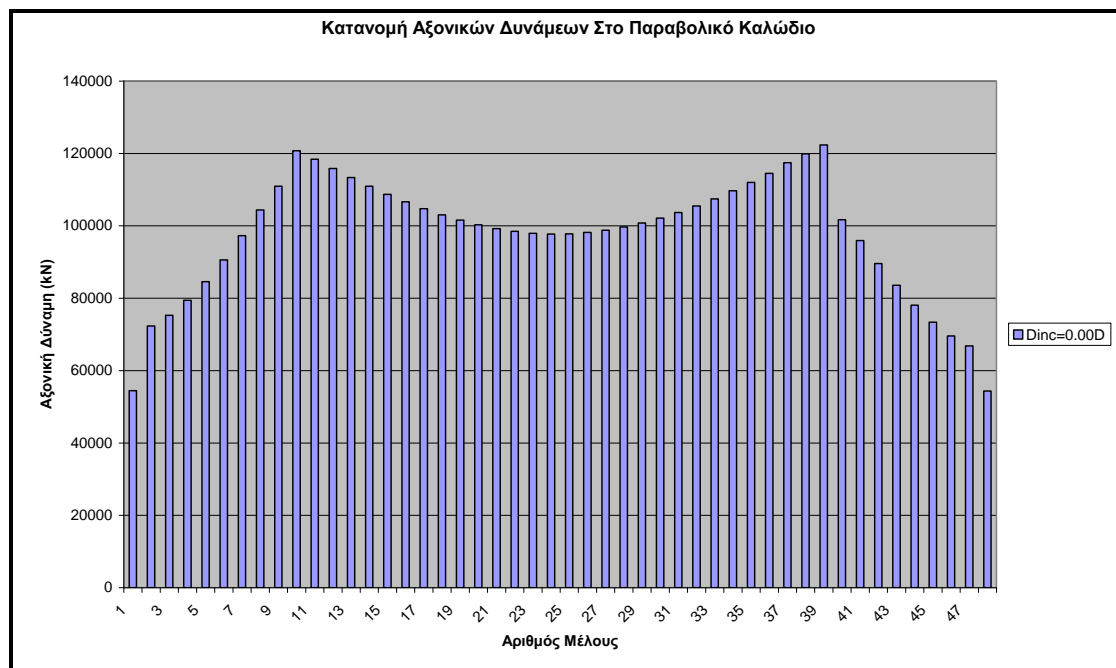
Σχήμα 3.18 Αρίθμηση Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Πίνακας 3.2 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.00D

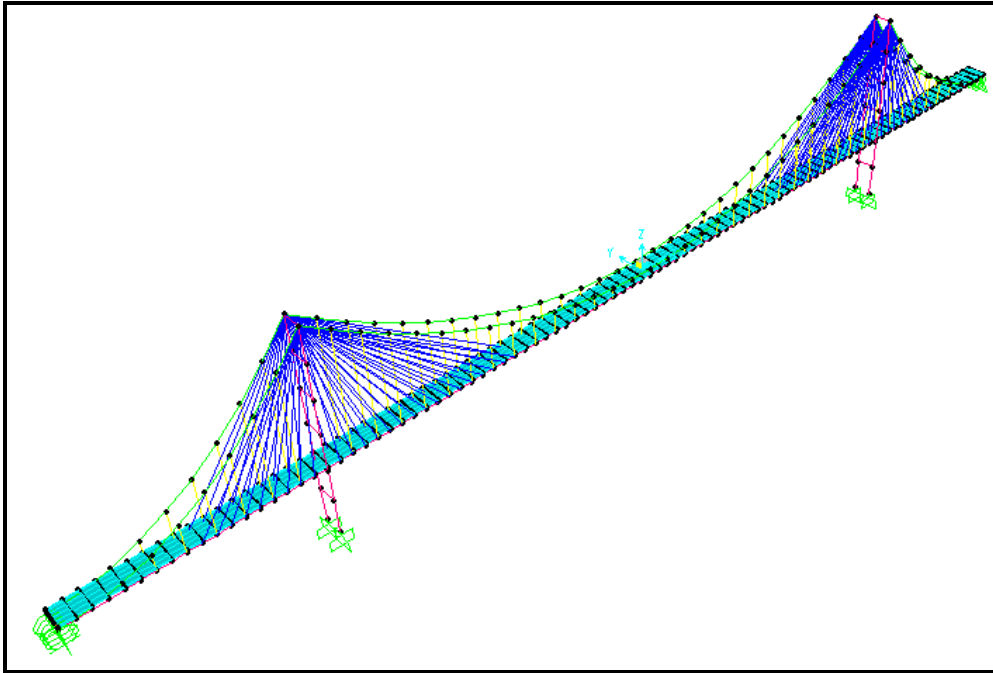
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]

A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	54463	21	99244	41	95924
2	72321	22	98458	42	89578
3	75262	23	97938	43	83546
4	79406	24	97709	44	78078
5	84564	25	97782	45	73343
6	90559	26	98167	46	69526
7	97245	27	98793	47	66815
8	104378	28	99662	48	54357
9	110910	29	100769		
10	120717	30	102109		
11	118389	31	103676		
12	115819	32	105458		
13	113309	33	107445		
14	110926	34	109662		
15	108692	35	111977		
16	106624	36	114492		
17	104734	37	117416		
18	103038	38	119866		
19	101548	39	122334		
20	100279	40	101690		

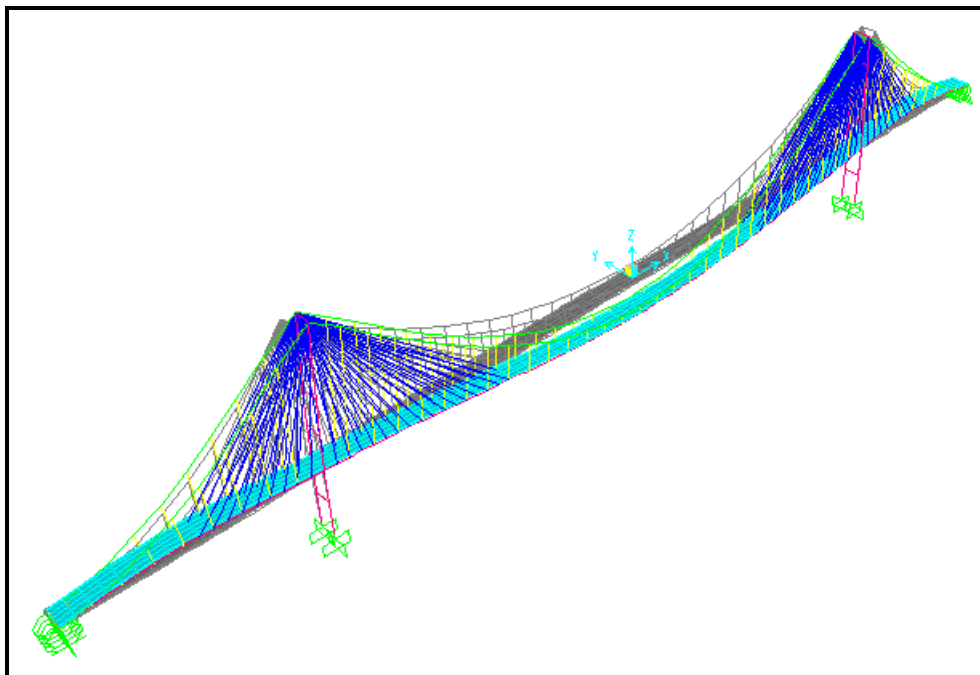


Σχήμα 3.19 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

3.1.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 2.5 \text{ cm}$

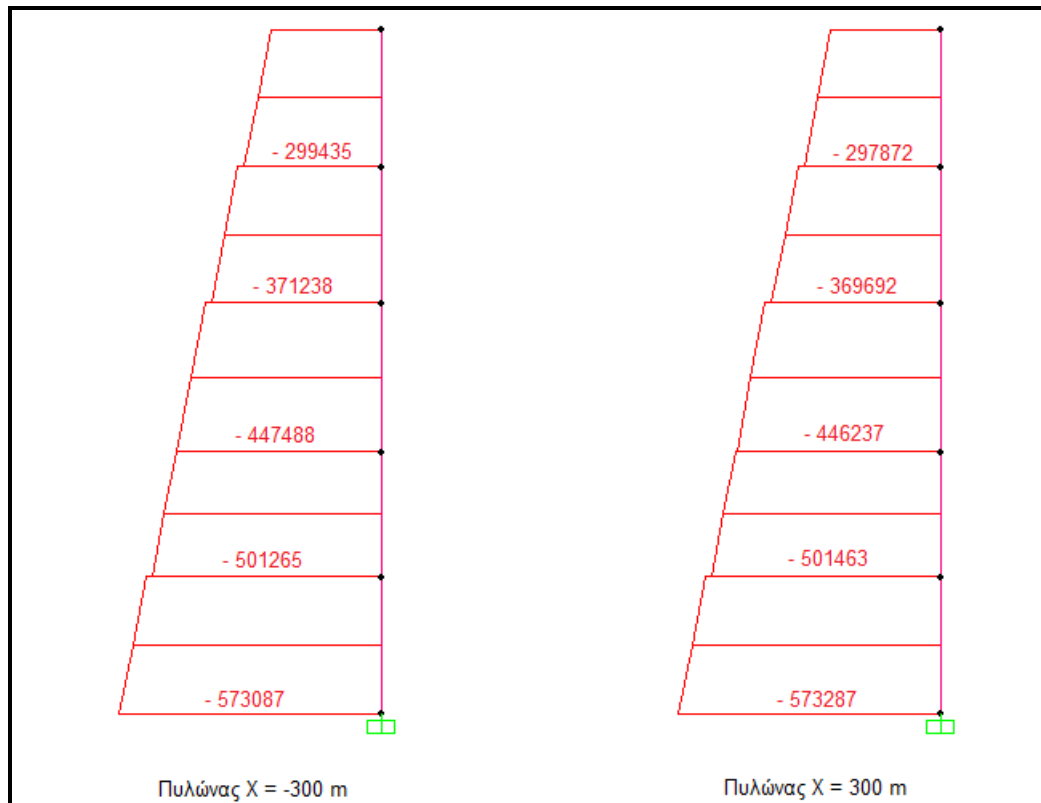


Σχήμα 3.20 Προσομοίωμα Γέφυρας

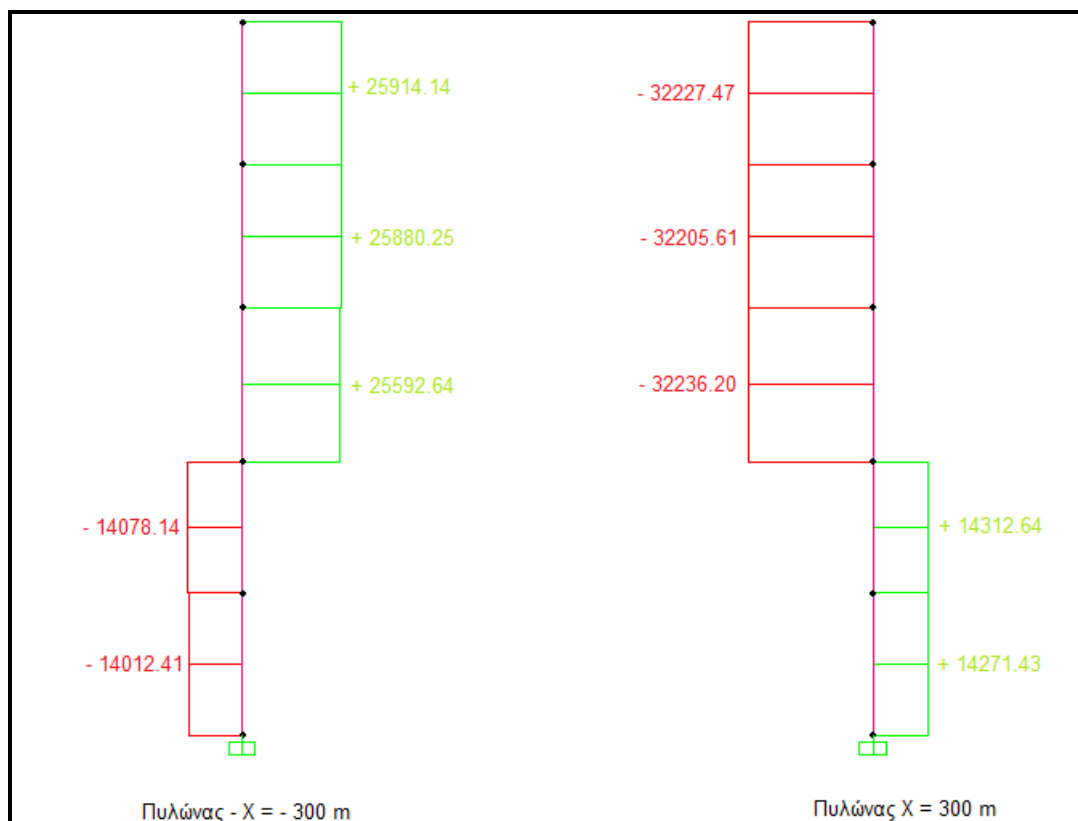


Σχήμα 3.21 Παραμορφωμένη Γεωμετρία Γέφυρας – Συνδυασμός Φόρτισης
 $1.35G + 1.00 P + 1.50Q$ (ULS)

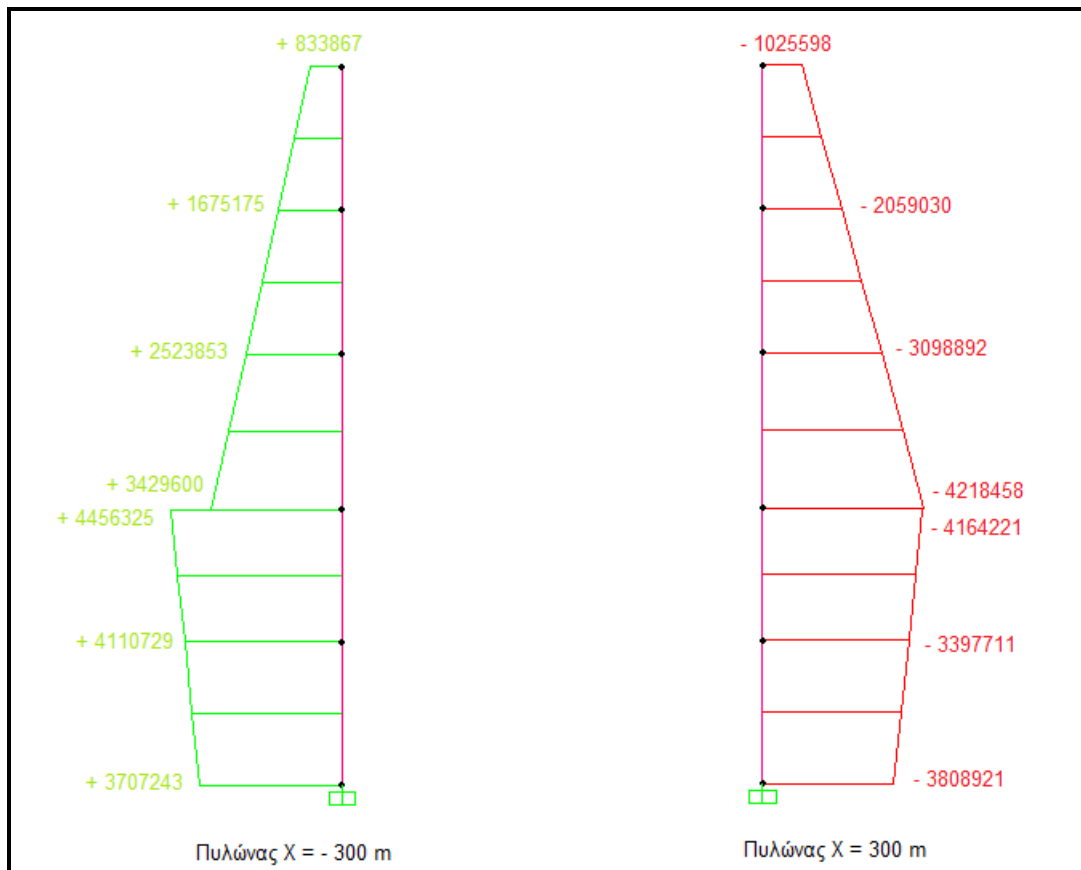
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 3.22 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

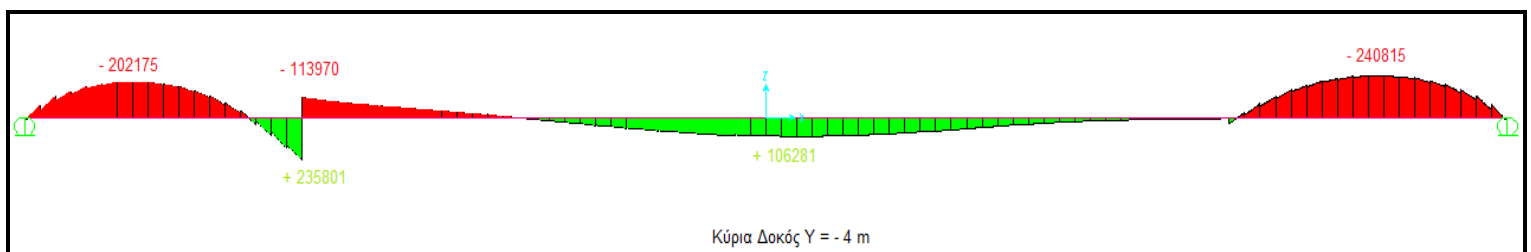


Σχήμα 3.23 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F₂₋₂ [kN]

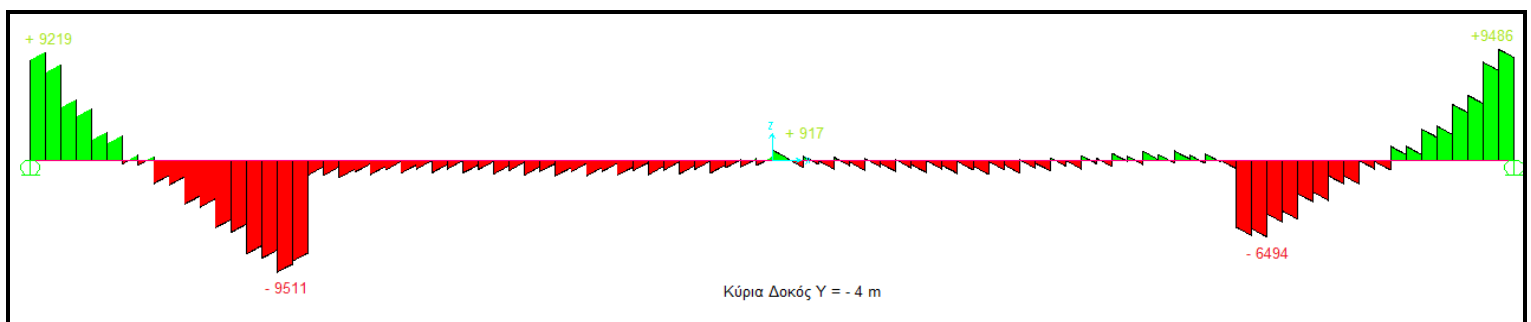


Σχήμα 3.24 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

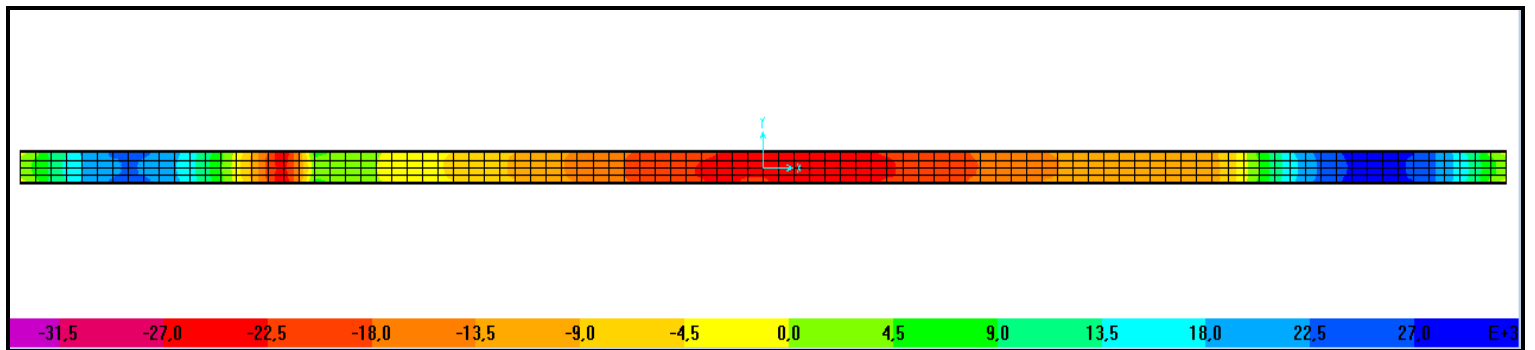


Σχήμα 3.25 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

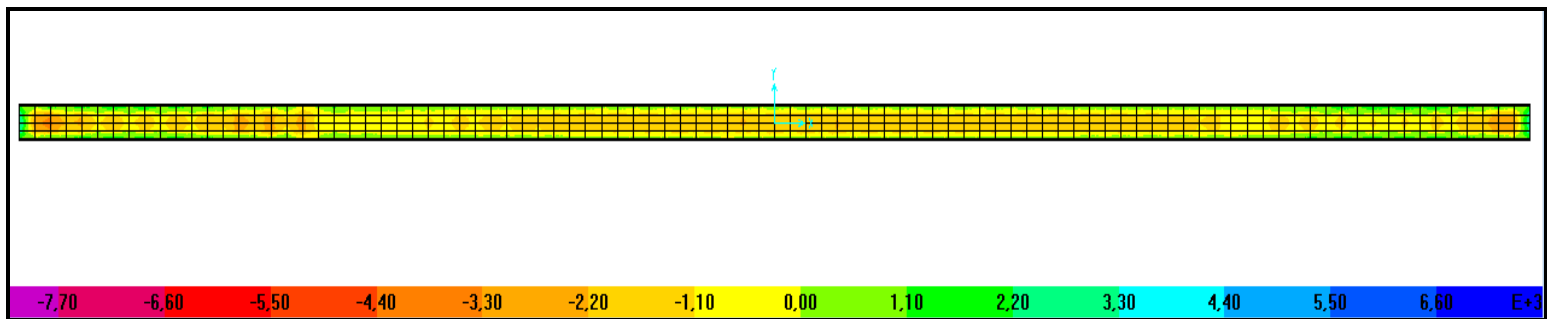


Σχήμα 3.26 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

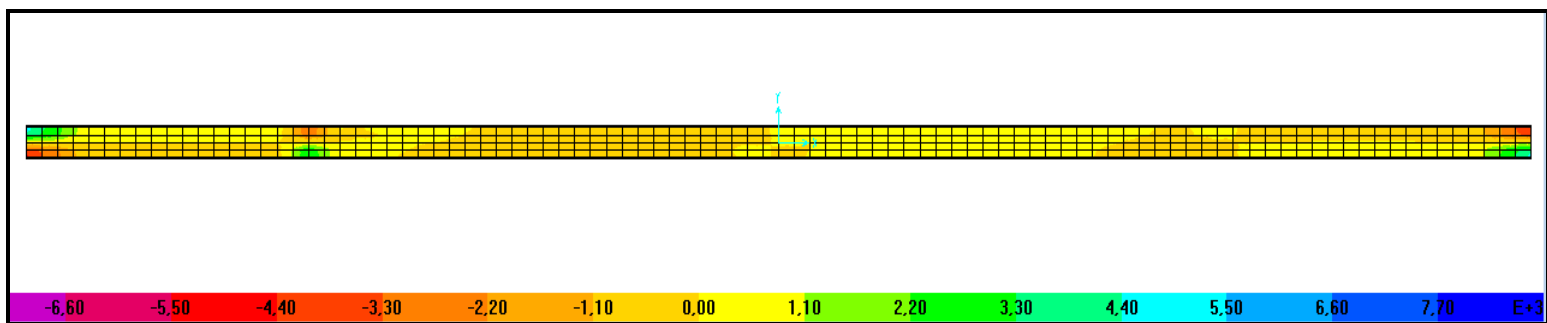
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Καταστρώματος



Σχήμα 3.27 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m^2]



Σχήμα 3.28 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m^2]



Σχήμα 3.29 Διαμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-2} [kN/m^2]

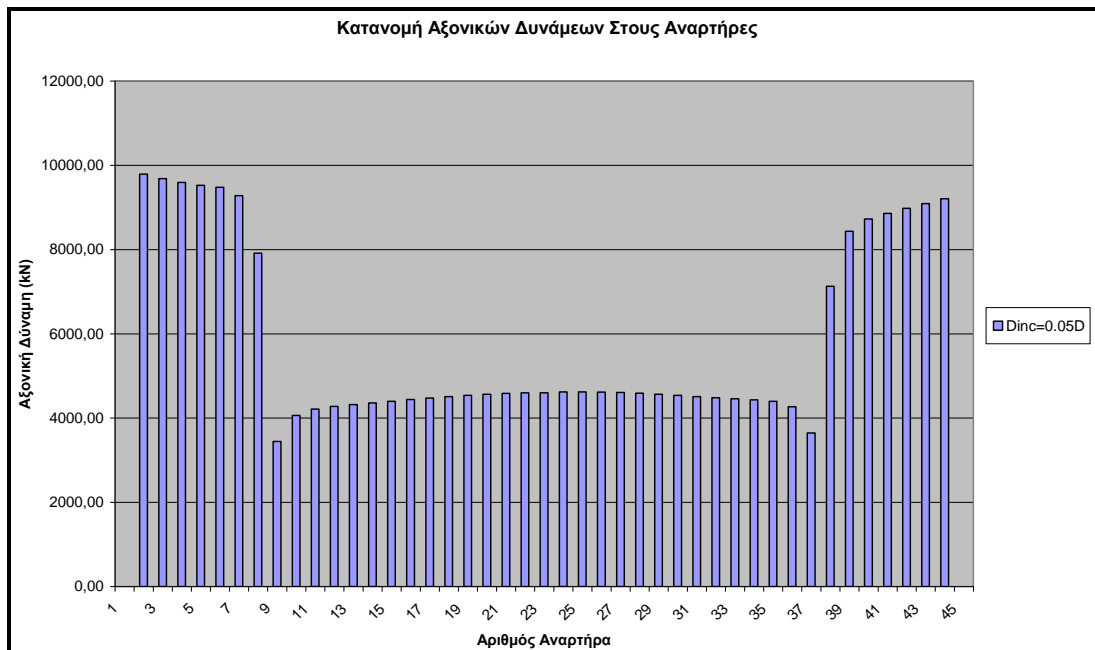
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 3.3 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.05D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	1,77	21	4584,54	41	8857,39
2	9788,90	22	4597,00	42	8976,23
3	9681,07	23	4599,00	43	9089,91
4	9590,53	24	4619,32	44	9206,34
5	9520,84	25	4620,66	45	1,68
6	9474,20	26	4616,12		
7	9276,54	27	4605,17		
8	7911,21	28	4588,25		
9	3444,12	29	4565,77		
10	4061,18	30	4538,03		
11	4213,50	31	4509,12		
12	4275,22	32	4481,59		
13	4318,84	33	4456,40		
14	4358,94	34	4432,19		
15	4398,38	35	4394,90		
16	4437,60	36	4266,82		
17	4475,51	37	3644,18		
18	4509,52	38	7126,55		
19	4539,25	39	8432,44		
20	4564,31	40	8724,70		

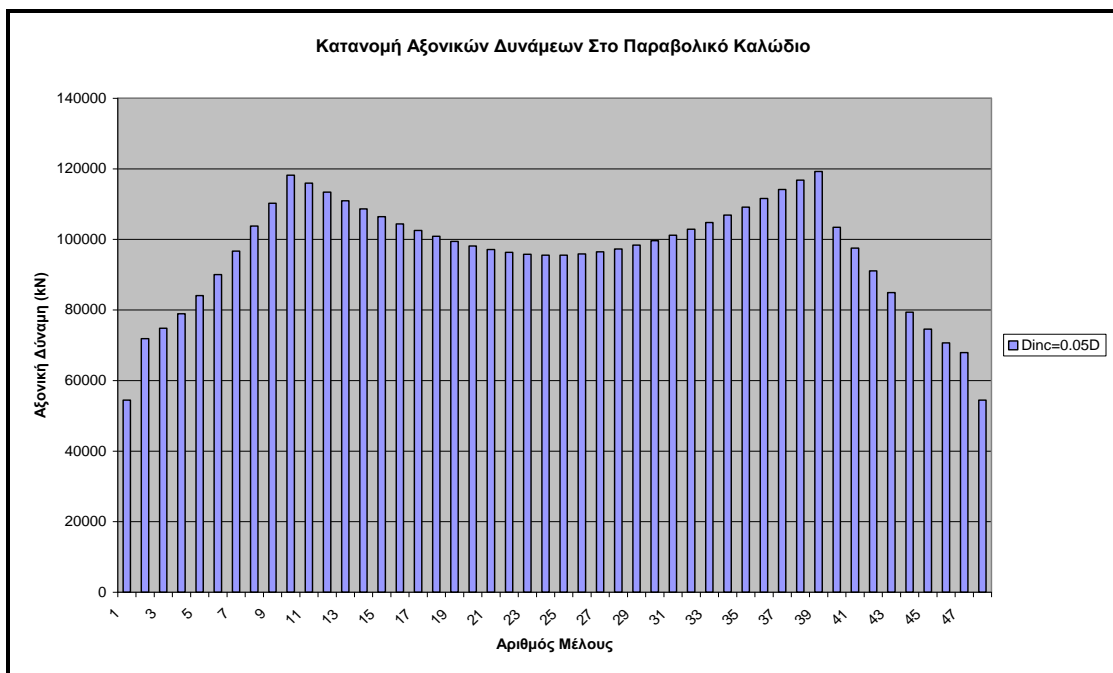


Σχήμα 3.30 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 3.4 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

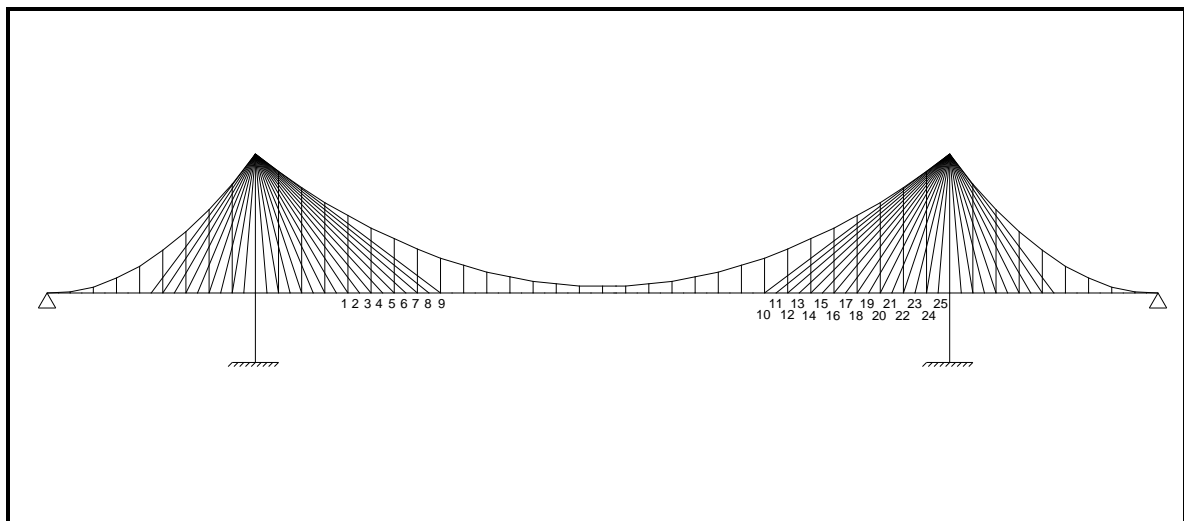
Dinc=0.05D					
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]					
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	54418	21	97112	41	97525
2	71876	22	96318	42	91057
3	74799	23	95778	43	84917
4	78920	24	95511	44	79356
5	84048	25	95533	45	74544
6	90010	26	95870	46	70665
7	96659	27	96455	47	67910
8	103751	28	97285	48	54418
9	110249	29	98350		
10	118200	30	99645		
11	115916	31	101157		
12	113399	32	102875		
13	110941	33	104786		
14	108608	34	106880		
15	106420	35	109146		
16	104393	36	111574		
17	102538	37	114144		
18	100869	38	116795		
19	99400	39	119216		
20	98143	40	103403		



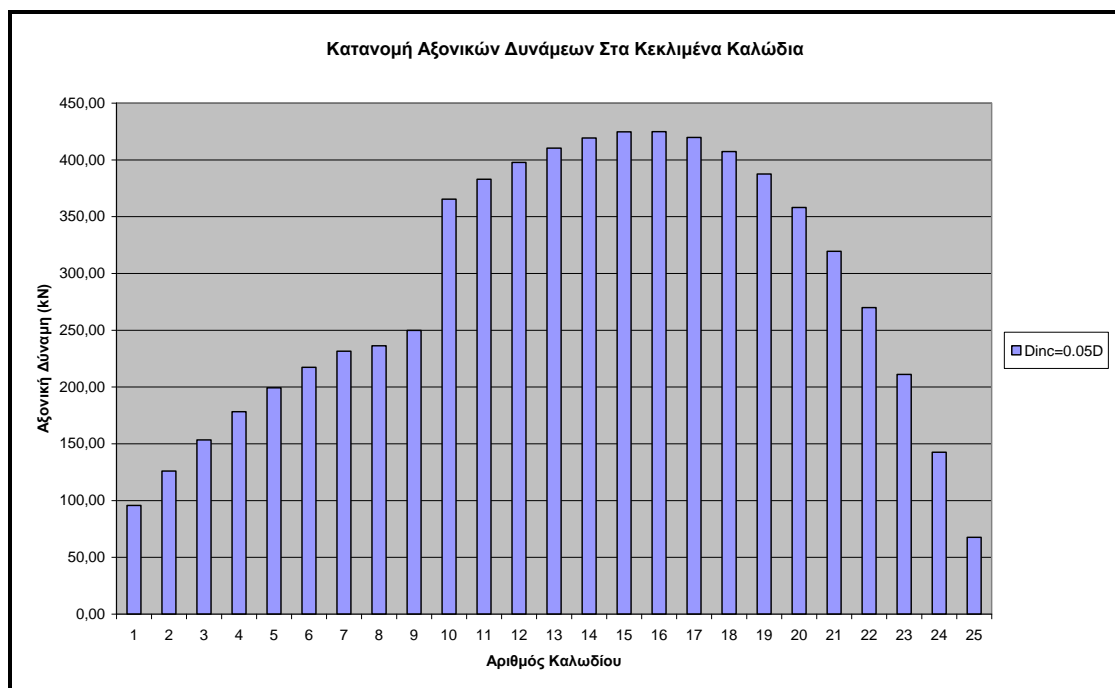
Σχήμα 3.31 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Η εύρεση της κατανομής των αξονικών δυνάμεων στα κεκλιμένα καλώδια έγινε λαμβάνοντας υπόψη μόνο αυτά που καταπονούνται με σημαντικό αξονικό φορτίο. Η αρίθμηση αυτών των καλωδίων είναι εμφανής στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 3.32 Αρίθμηση Κεκλιμένων Καλωδίων



Σχήμα 3.33 Κατανομή Αξονικών Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 3.5 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

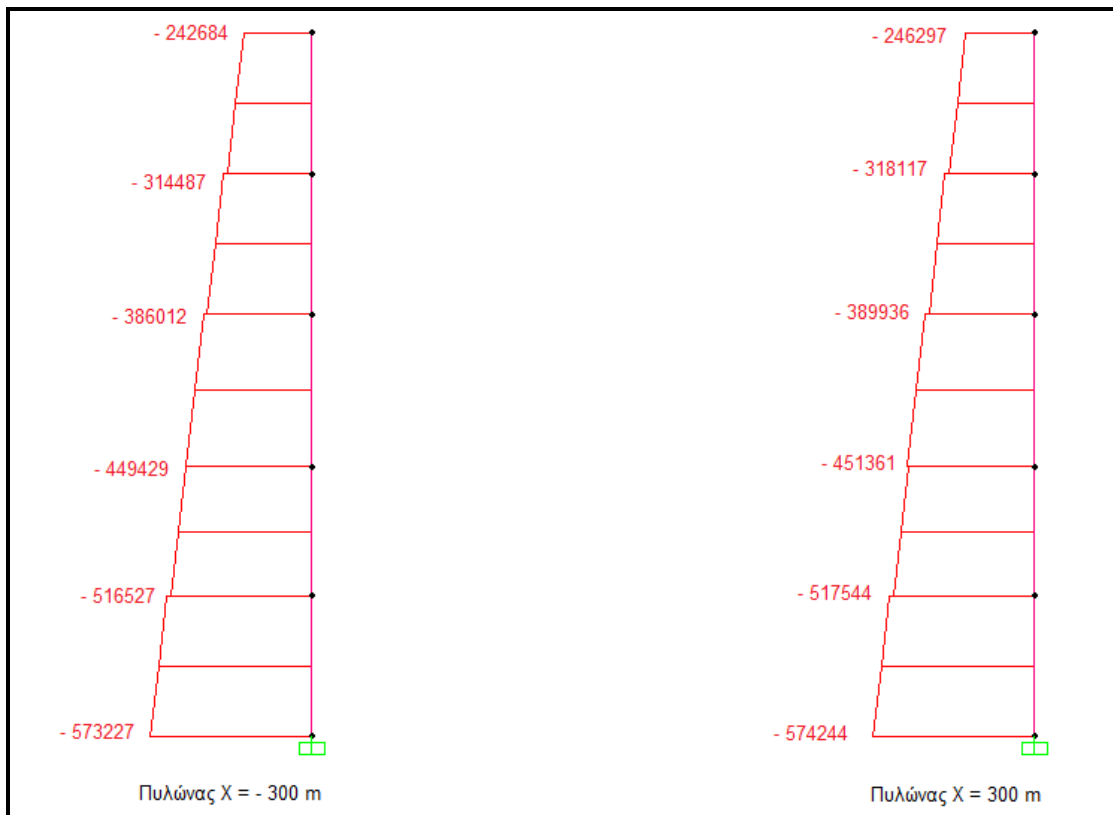
D_{inc}=0.05D

Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων N_{inclined} [kN]

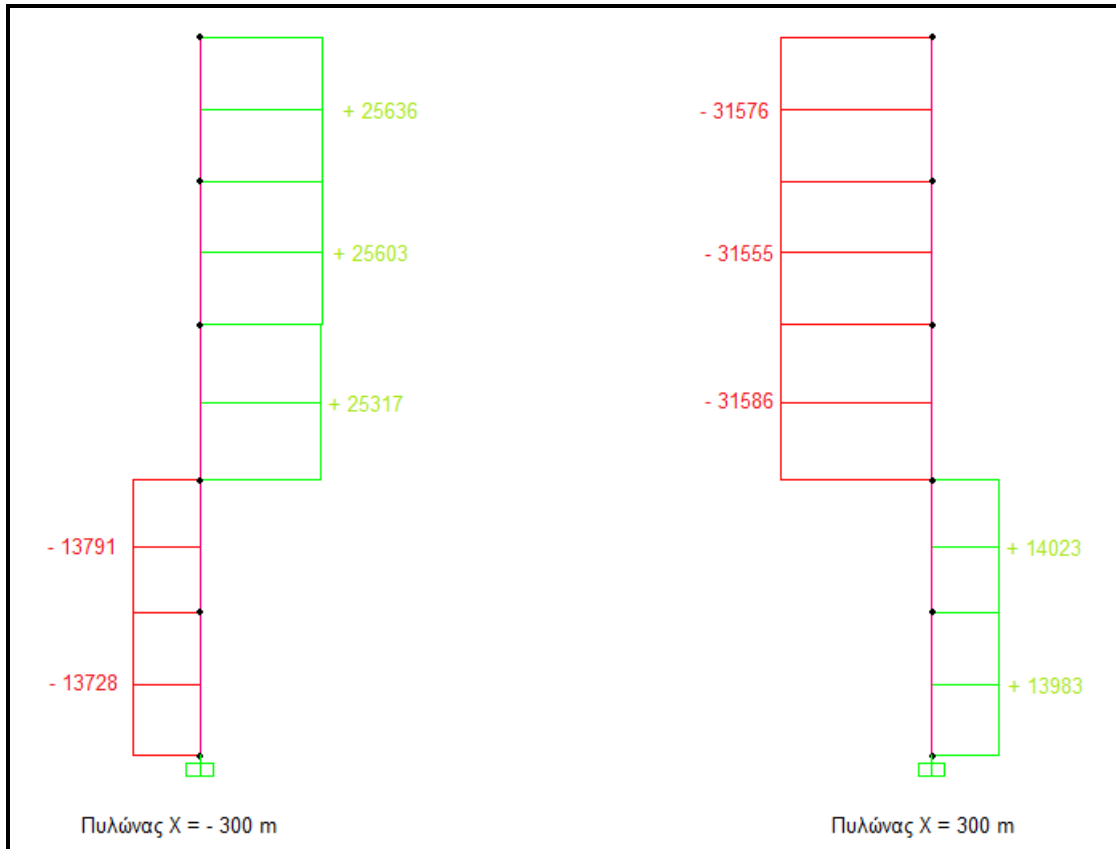
A/A	N _{inclined} [kN]	A/A	N _{inclined} [kN]	A/A	N _{inclined} [kN]
1	95,67	10	365,43	19	387,45
2	125,92	11	382,86	20	358,01
3	153,32	12	397,75	21	319,42
4	178,23	13	410,34	22	269,86
5	199,33	14	419,28	23	211,00
6	217,33	15	424,69	24	142,43
7	231,41	16	424,84	25	67,53
8	236,22	17	419,74		
9	249,82	18	407,27		

3.1.3 D_{inclined} = 0.10D = 5.0 cm

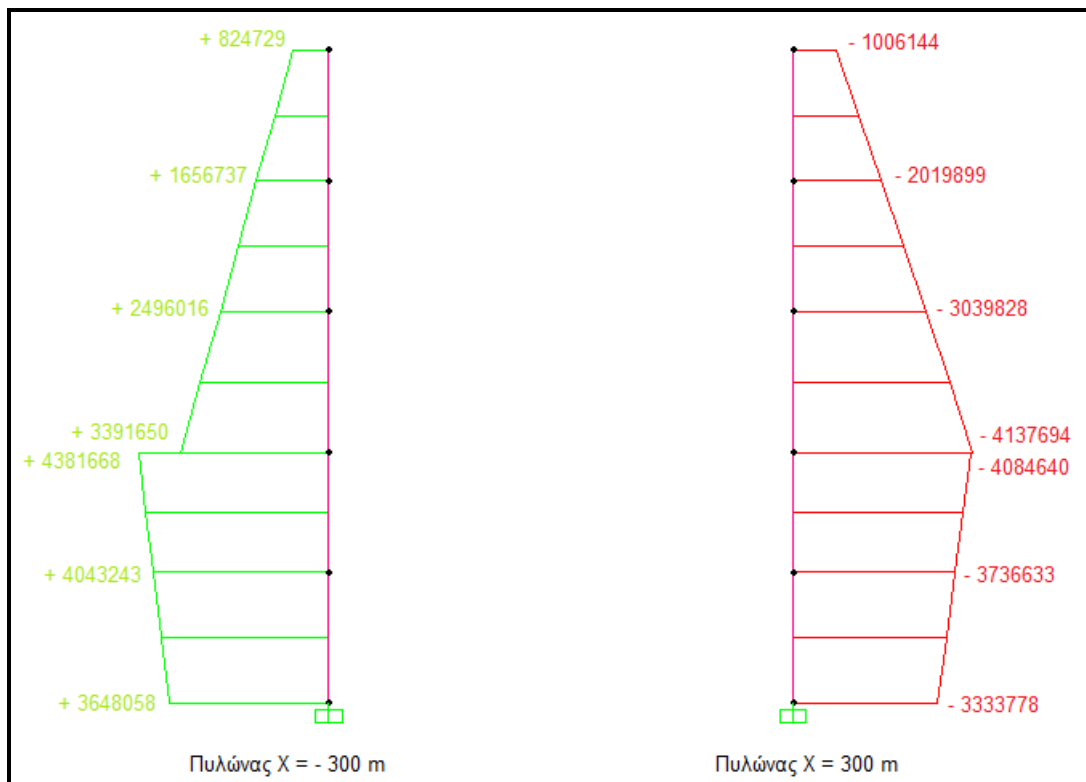
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 3.34 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

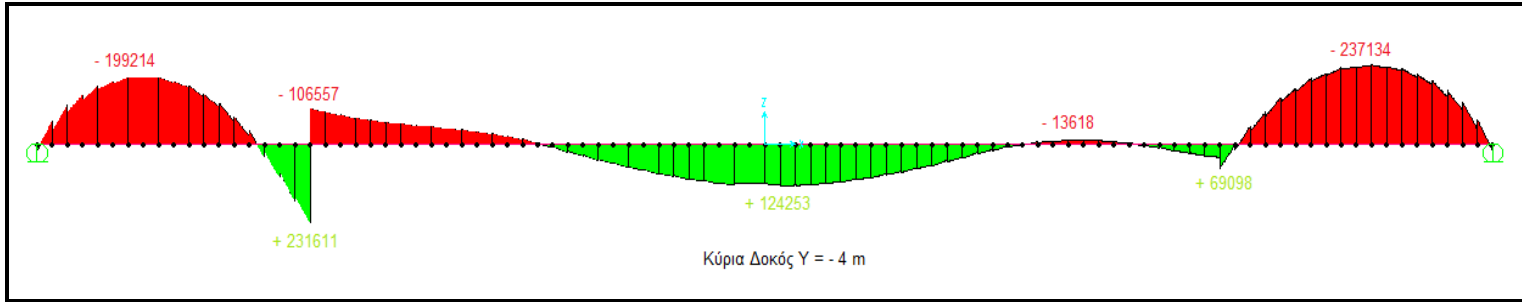


Σχήμα 3.35 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

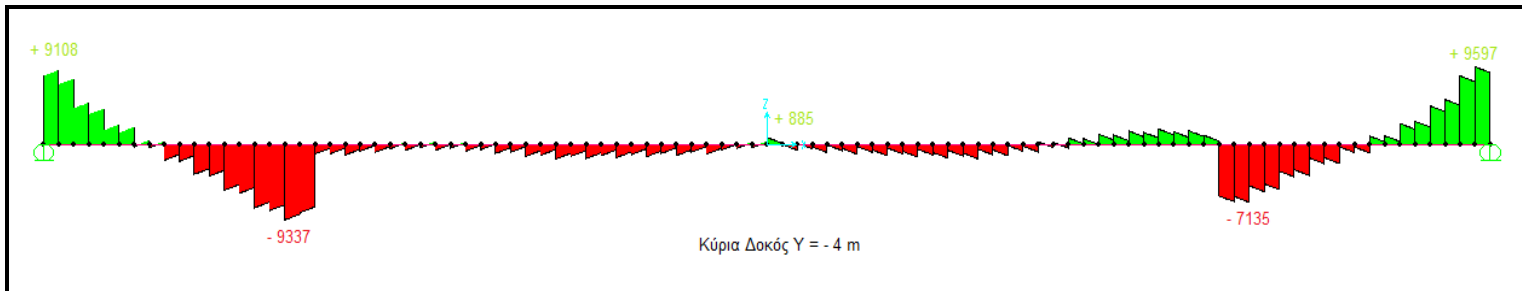


Σχήμα 3.36 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

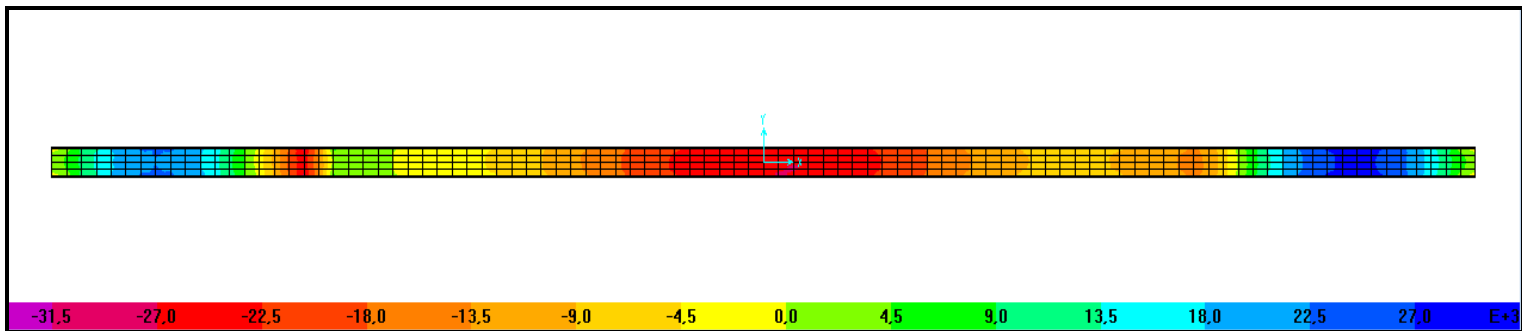


Σχήμα 3.37 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

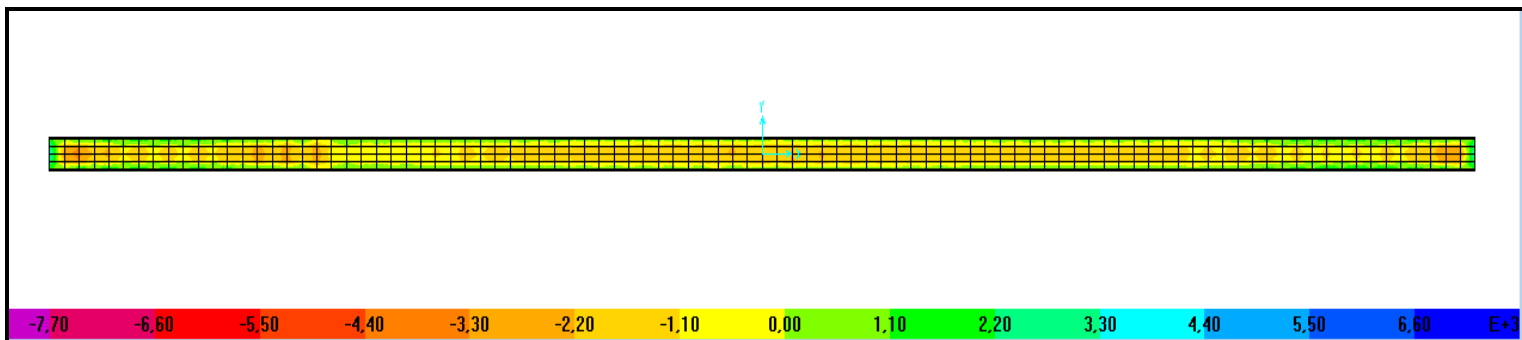


Σχήμα 3.38 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

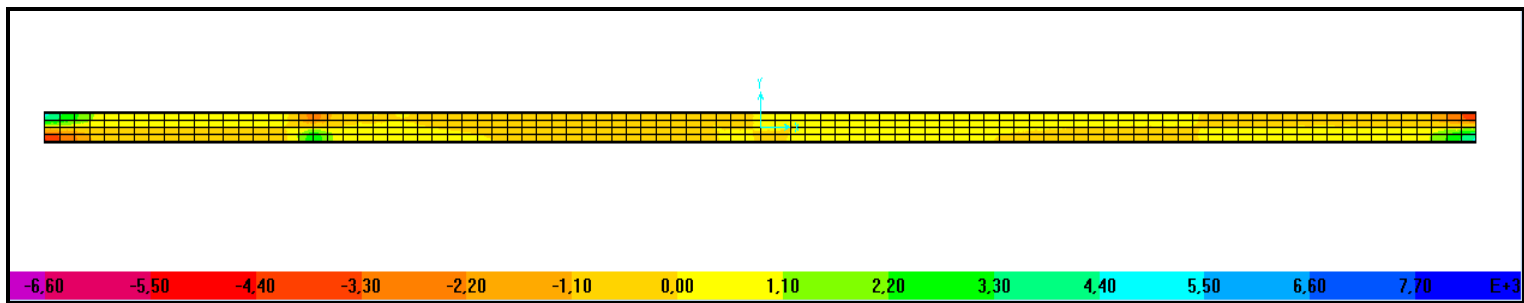
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 3.39 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]



Σχήμα 3.40 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]



Σχήμα 3.41 Διατμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S₁₋₂ [kN/m²]

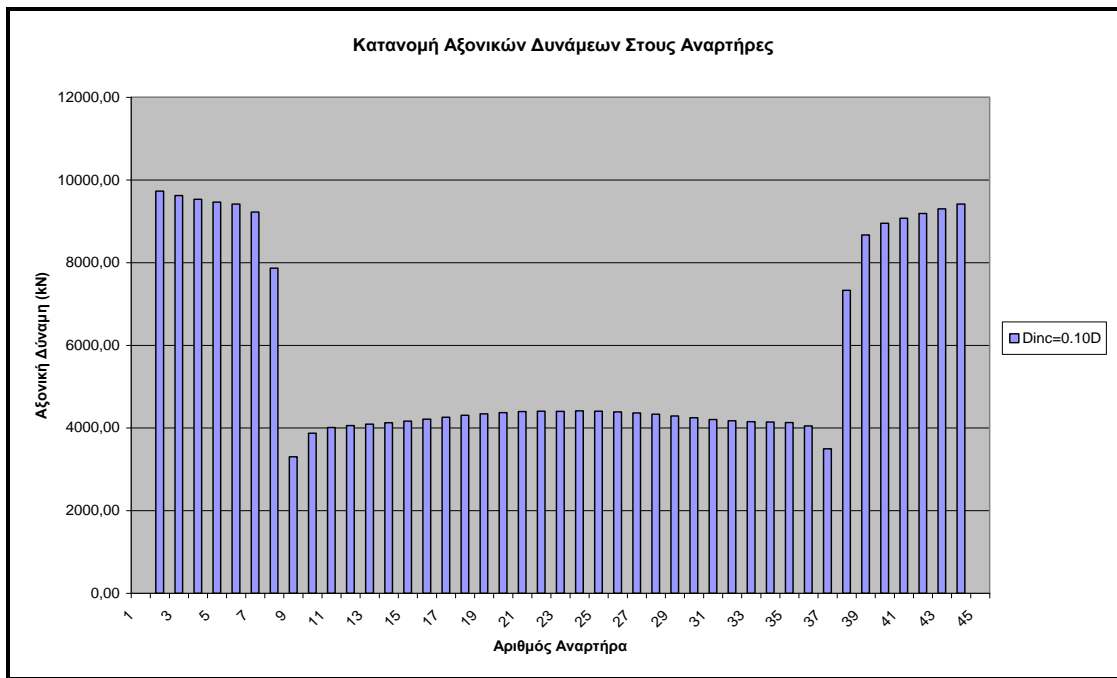
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 3.6 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

D_{inc}=0.10D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων N_{vertical} [kN]

A/A	N _{vertical} [kN]	A/A	N _{vertical} [kN]	A/A	N _{vertical} [kN]
1	1,76	21	4395,08	41	9072,93
2	9726,97	22	4405,12	42	9186,73
3	9620,86	23	4399,25	43	9299,43
4	9531,73	24	4412,06	44	9417,34
5	9463,06	25	4402,88	45	1,71
6	9416,72	26	4386,64		
7	9220,38	27	4362,18		
8	7865,80	28	4329,89		
9	3300,00	29	4290,53		
10	3873,69	30	4244,63		
11	4008,22	31	4203,12		
12	4057,79	32	4171,67		
13	4091,82	33	4151,83		
14	4126,09	34	4142,92		
15	4165,24	35	4132,36		
16	4210,98	36	4046,90		
17	4260,34	37	3496,20		
18	4304,18	38	7330,64		
19	4341,90	39	8668,03		
20	4372,49	40	8951,04		

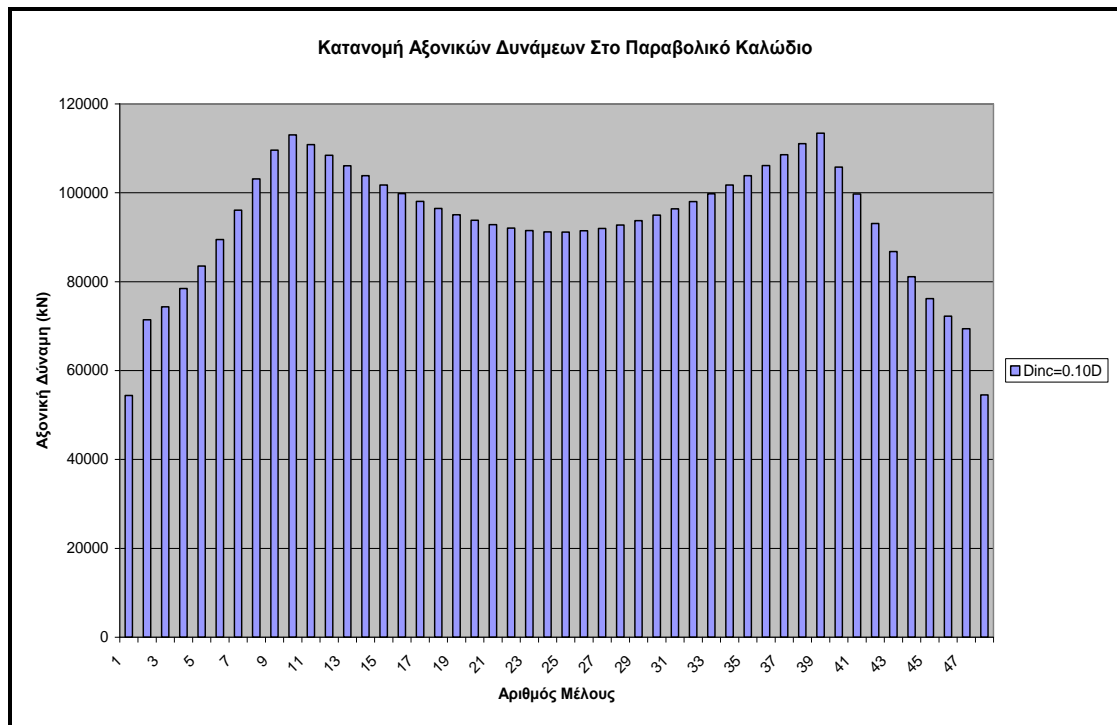


Σχήμα 3.42 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 3.7 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.10D					
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]					
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	54369	21	92806	41	99712
2	71422	22	92022	42	93074
3	74328	23	91471	43	86783
4	78424	24	91169	44	81095
5	83523	25	91150	45	76176
6	89451	26	91421	46	72212
7	96062	27	91954	47	69396
8	103116	28	92728	48	54491
9	109580	29	93731		
10	113019	30	94950		
11	110817	31	96371		
12	108404	32	97981		
13	106053	33	99766		
14	103826	34	101720		
15	101741	35	103837		
16	99809	36	106112		
17	98039	37	108534		
18	96442	38	111055		
19	95028	39	113384		
20	93812	40	105747		



Σχήμα 3.43 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

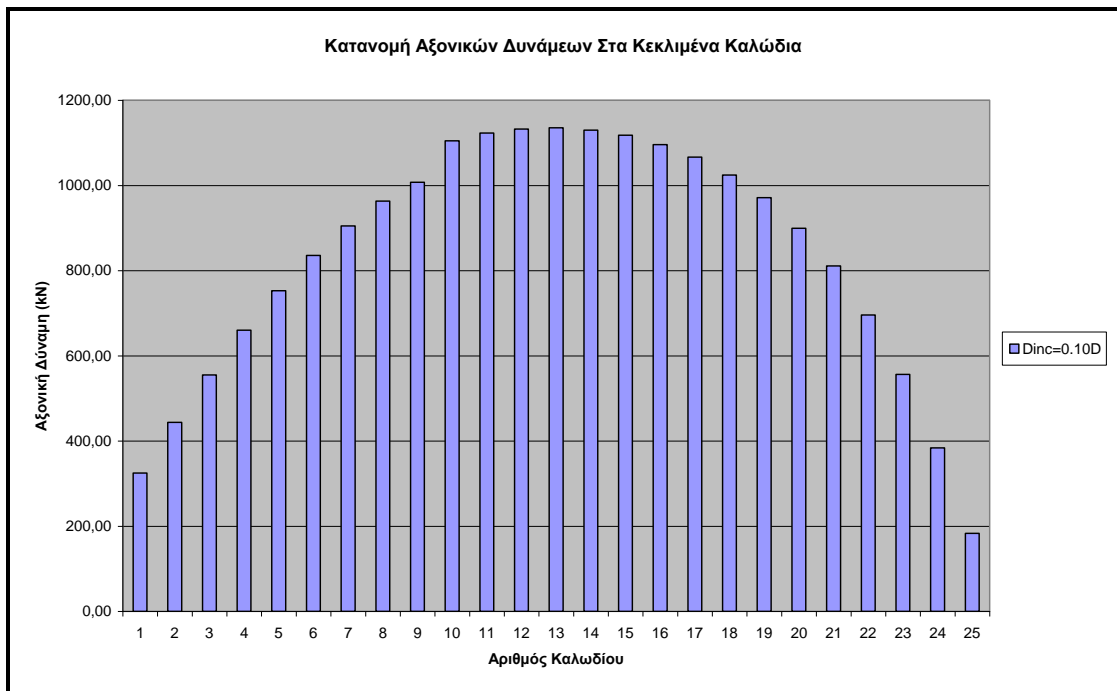
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 3.8 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

Dinc=0.10D

Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων Ninclined [kN]

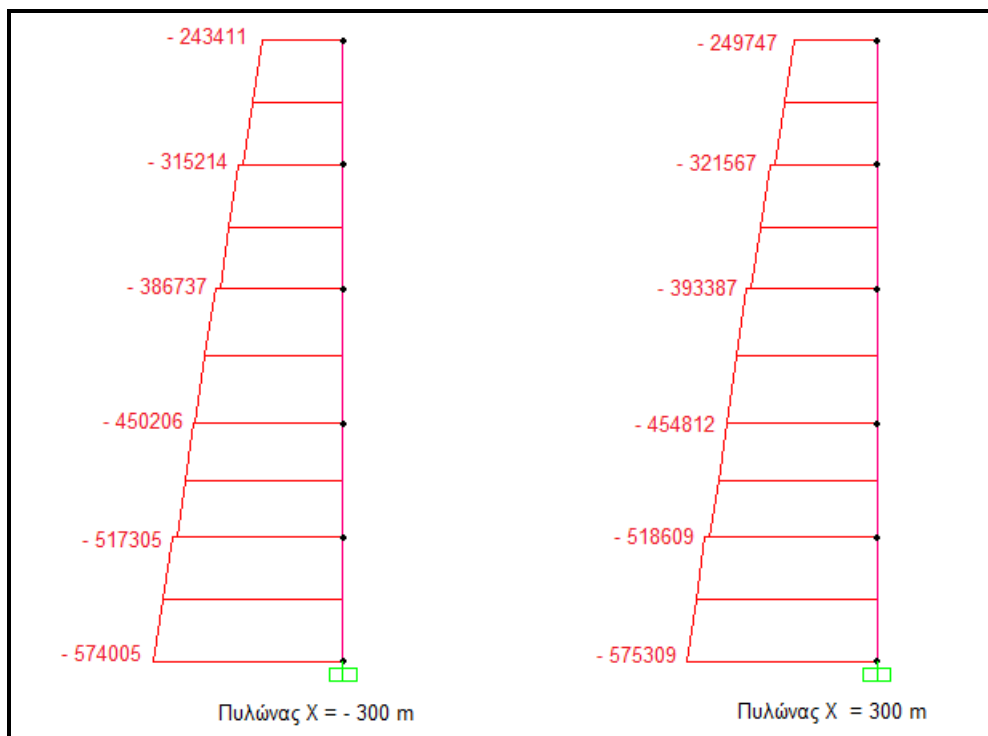
A/A	Ninclined [kN]	A/A	Ninclined [kN]	A/A	Ninclined [kN]
1	324,73	10	1104,92	19	971,25
2	443,76	11	1122,98	20	899,63
3	555,16	12	1132,26	21	810,87
4	660,00	13	1135,48	22	695,84
5	752,82	14	1129,73	23	556,29
6	835,77	15	1117,87	24	383,87
7	905,07	16	1095,96	25	183,03
8	963,19	17	1066,65		
9	1007,33	18	1024,41		



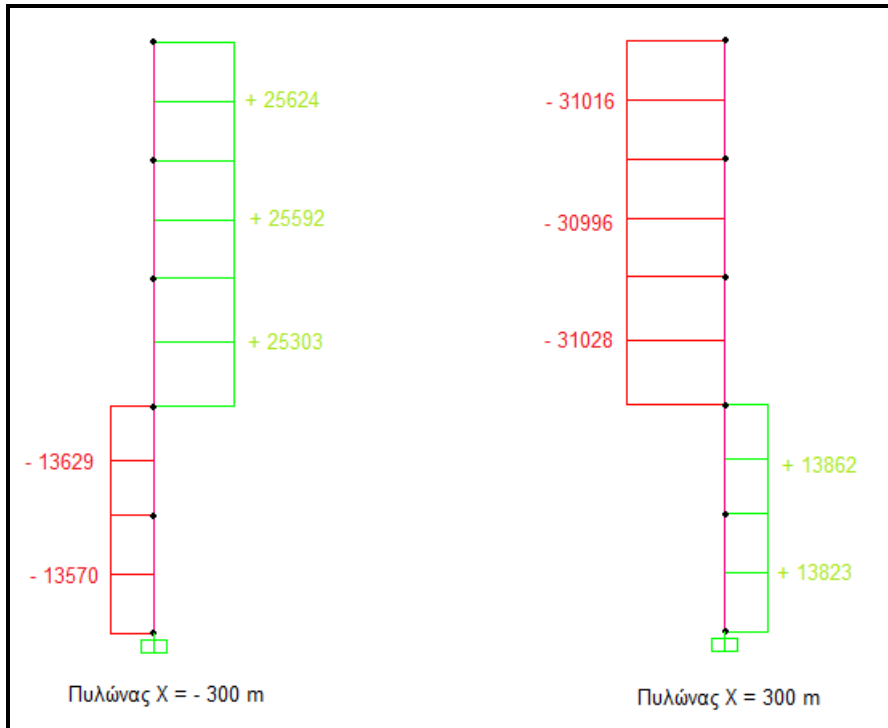
Σχήμα 3.44 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

3.1.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 7.5 \text{ cm}$

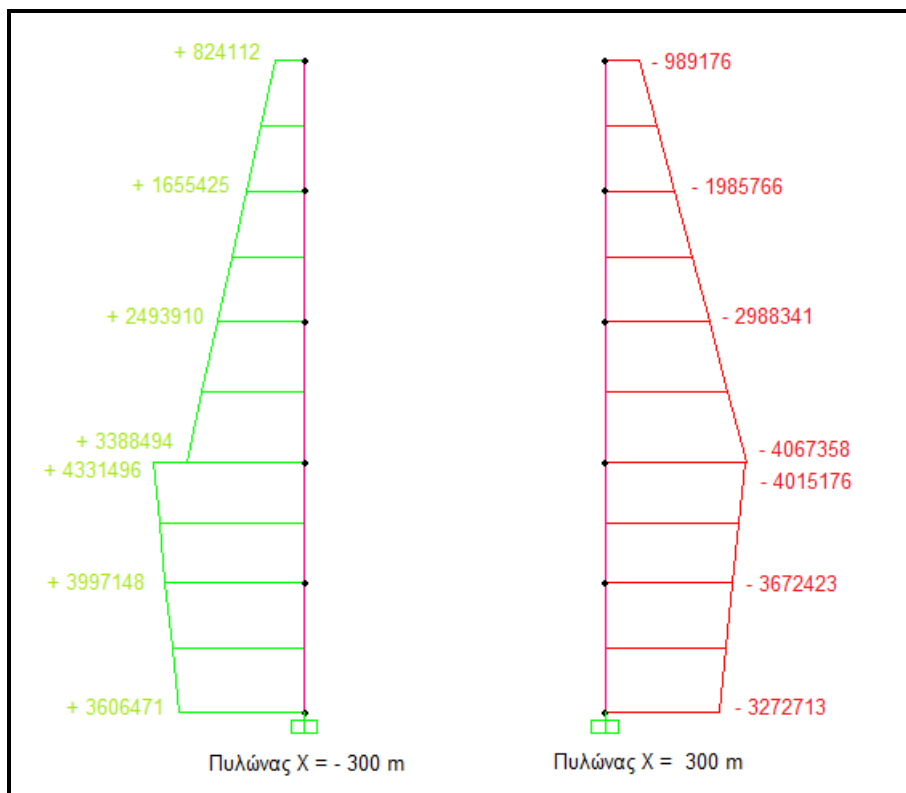
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 3.45 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

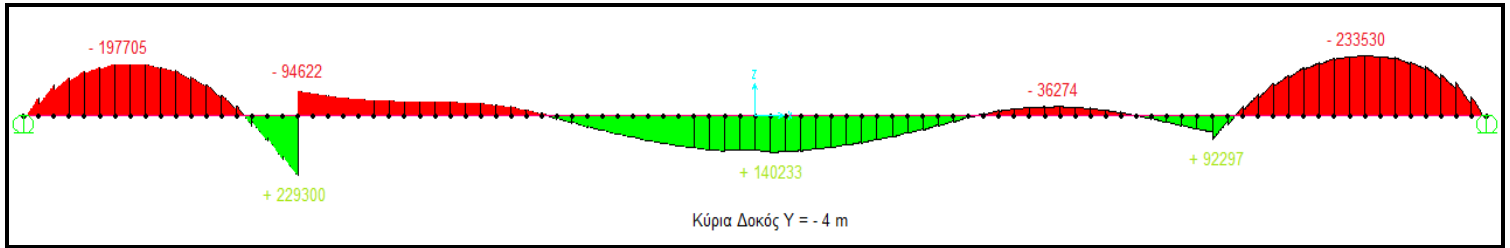


Σχήμα 3.46 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

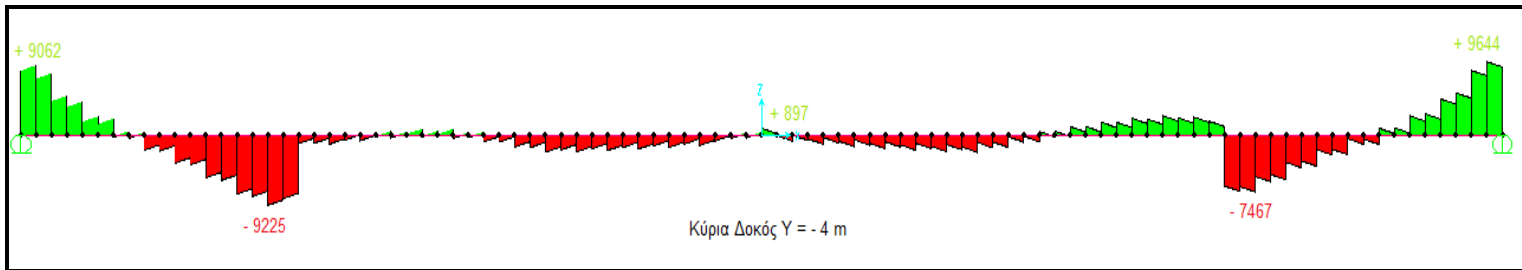


Σχήμα 3.47 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

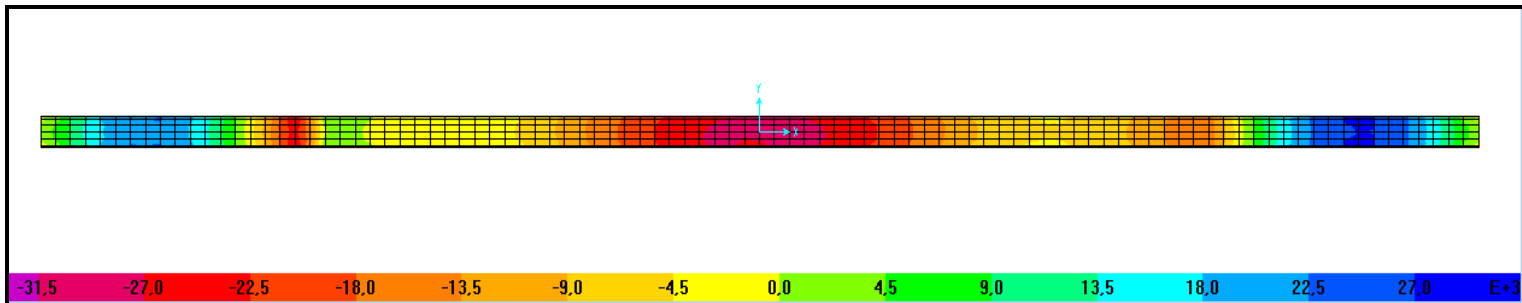


Σχήμα 3.48 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

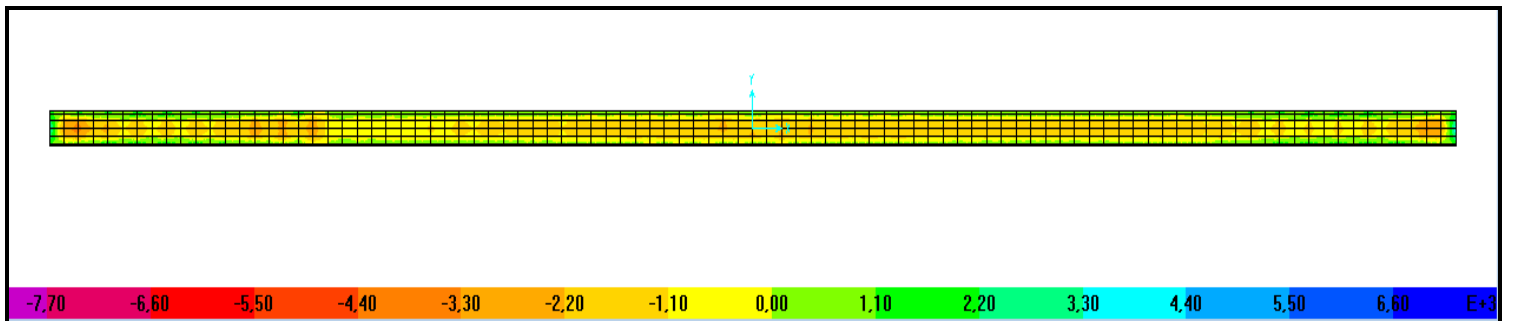


Σχήμα 3.49 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

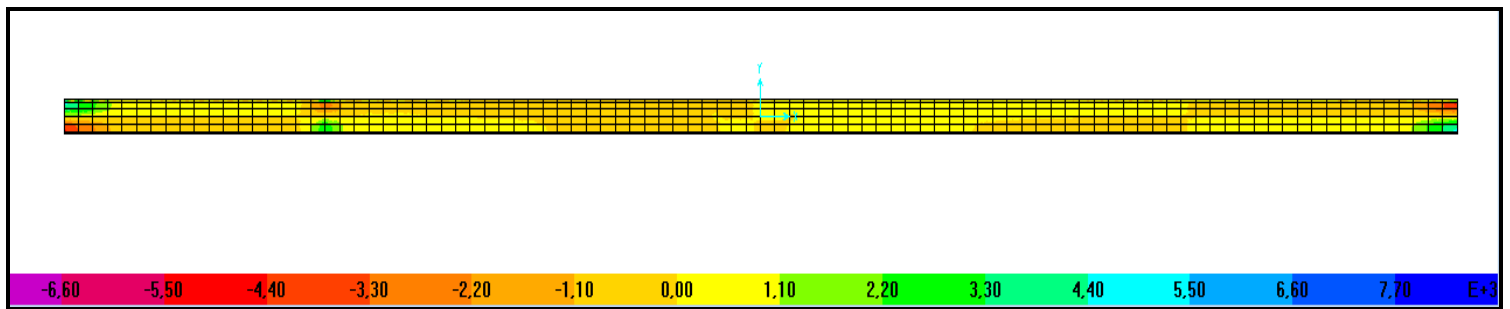
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 3.50 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]



Σχήμα 3.51 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]



Σχήμα 3.52 Διαμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]

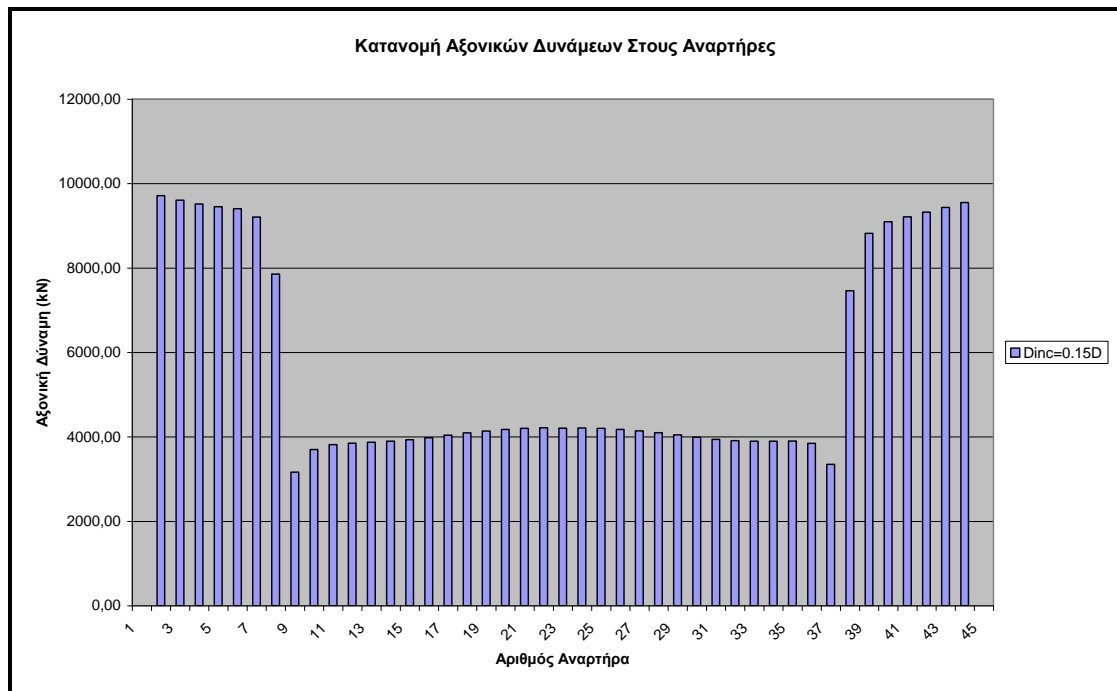
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 3.9 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.15D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	1,76	21	4203,88	41	9211,86
2	9712,19	22	4215,11	42	9321,76
3	9606,82	23	4206,70	43	9433,43
4	9518,47	24	4212,94	44	9552,00
5	9450,55	25	4201,93	45	1,74
6	9404,53	26	4178,15		
7	9208,22	27	4144,42		
8	7855,33	28	4101,34		
9	3166,68	29	4050,10		
10	3699,35	30	3991,35		
11	3816,46	31	3942,58		
12	3852,34	32	3910,98		
13	3873,09	33	3896,63		
14	3896,84	34	3898,04		
15	3931,16	35	3903,43		
16	3980,45	36	3845,07		
17	4040,36	37	3350,39		
18	4093,67	38	7463,20		
19	4139,71	39	8821,11		
20	4176,90	40	9097,70		



Σχήμα 3.53 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

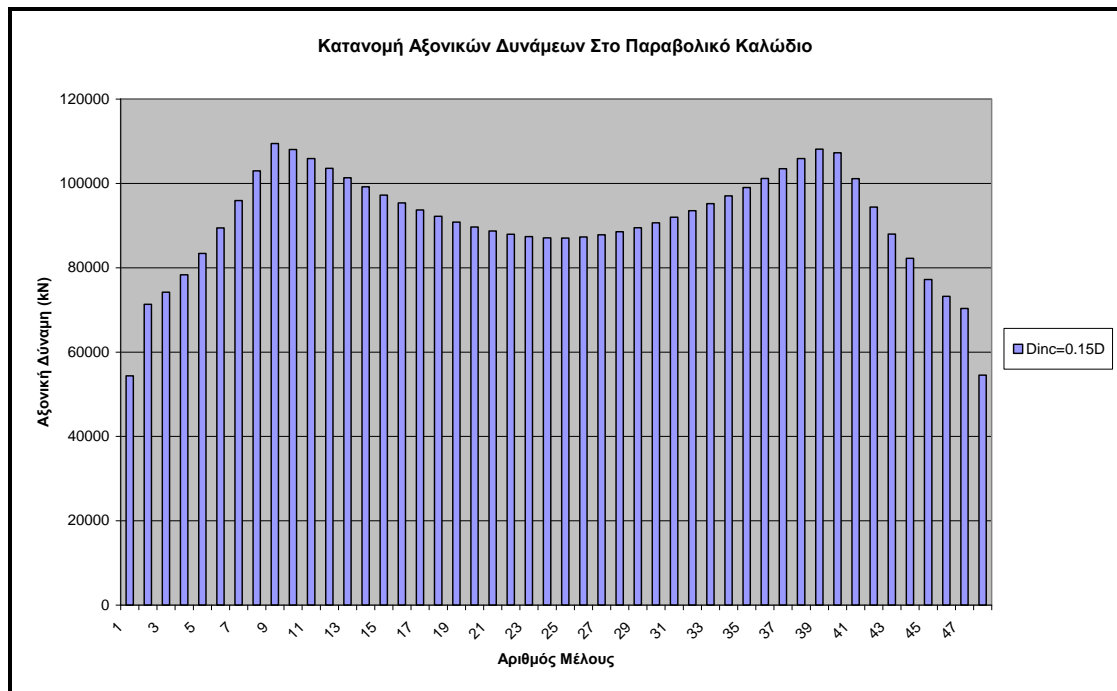
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 3.10 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.15D

Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]

A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	54350	21	88683	41	101110
2	71309	22	87921	42	94360
3	74210	23	87379	43	87972
4	78301	24	87073	44	82201
5	83394	25	87035	45	77213
6	89451	26	87281	46	73195
7	95918	27	87781	47	70341
8	102963	28	88517	48	54529
9	109420	29	89470		
10	108004	30	90628		
11	105879	31	91974		
12	103562	32	93493		
13	101313	33	95175		
14	99188	34	97014		
15	97204	35	99008		
16	95370	36	101157		
17	93690	37	103454		
18	92170	38	105858		
19	90819	39	108100		
20	89652	40	107246		



Σχήμα 3.54 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

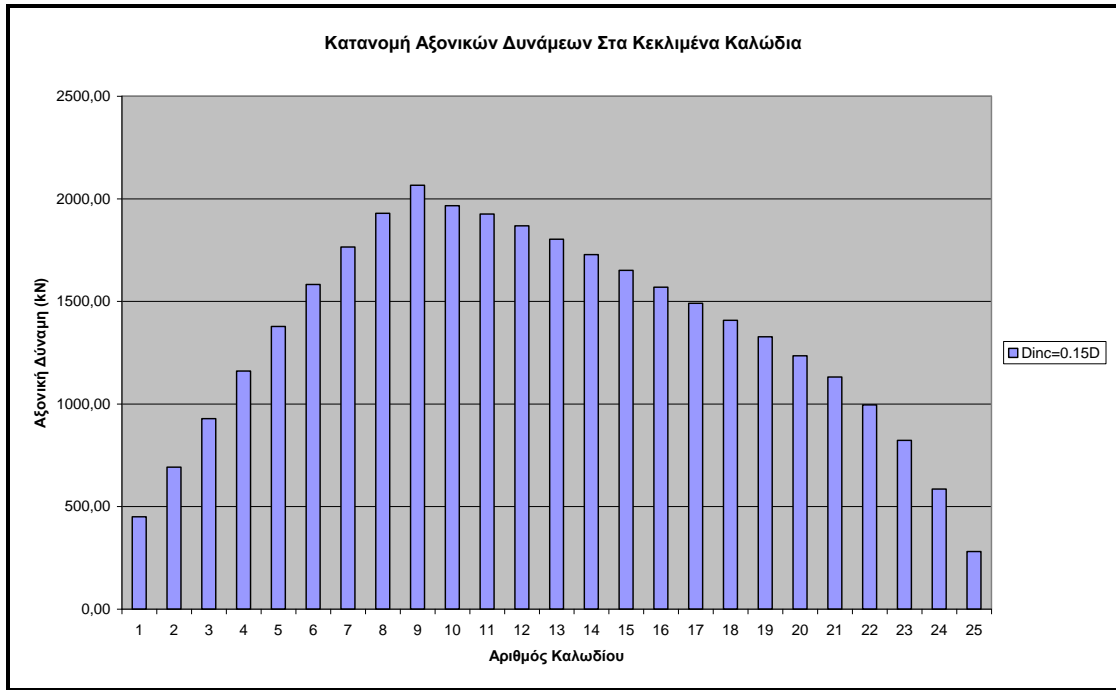
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 3.11 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

Dinc=0.15D

Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων Ninclined [kN]

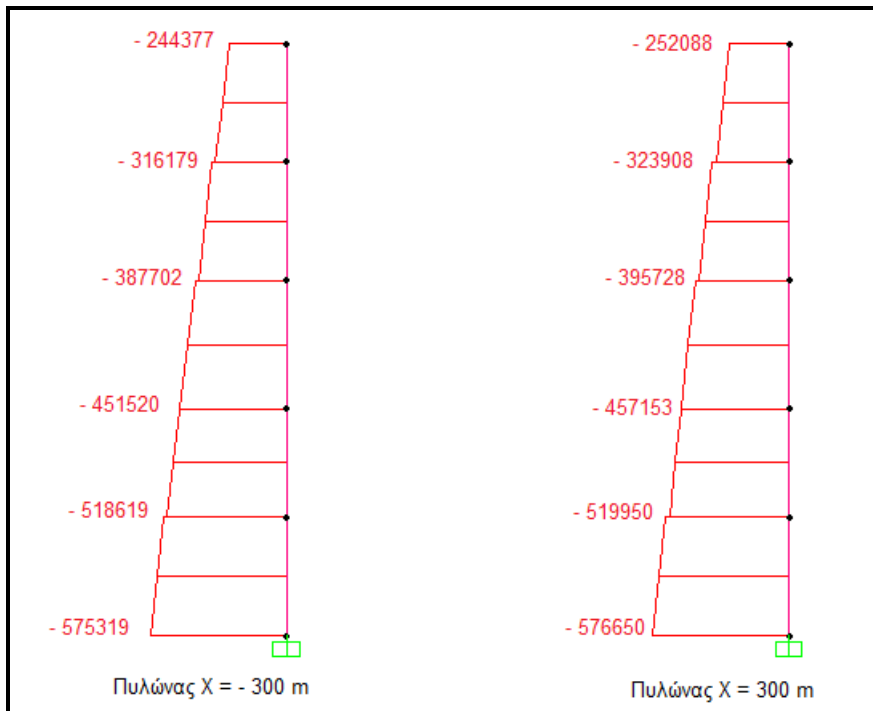
A/A	Ninclined [kN]	A/A	Ninclined [kN]	A/A	Ninclined [kN]
1	450,12	10	1965,96	19	1327,35
2	692,02	11	1925,57	20	1234,68
3	927,99	12	1868,35	21	1131,63
4	1160,51	13	1803,21	22	995,20
5	1377,43	14	1727,45	23	822,32
6	1582,09	15	1650,76	24	585,07
7	1764,83	16	1568,64	25	280,34
8	1928,87	17	1490,37		
9	2066,13	18	1407,66		



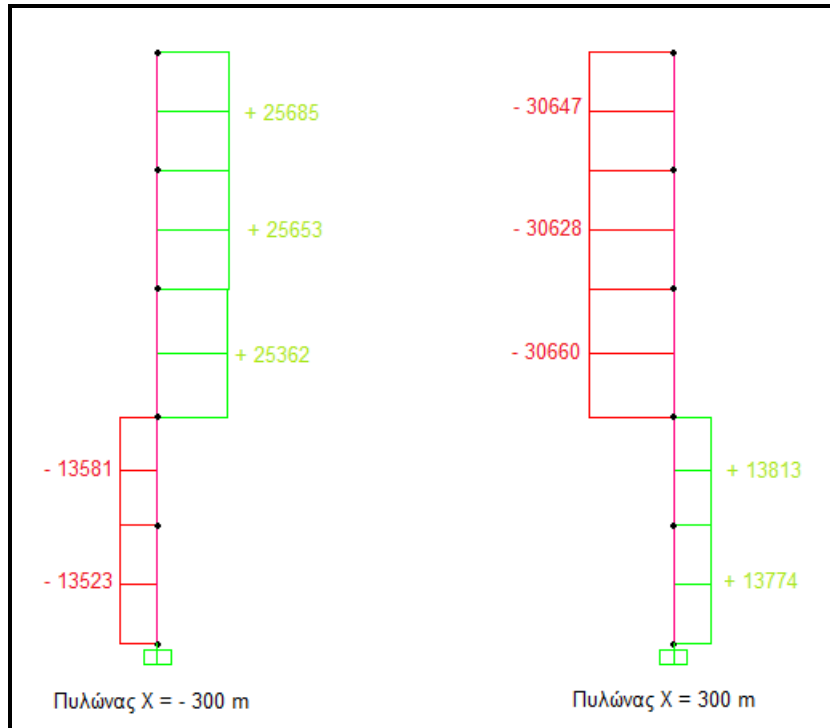
Σχήμα 3.55 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

3.1.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 10.0 \text{ cm}$

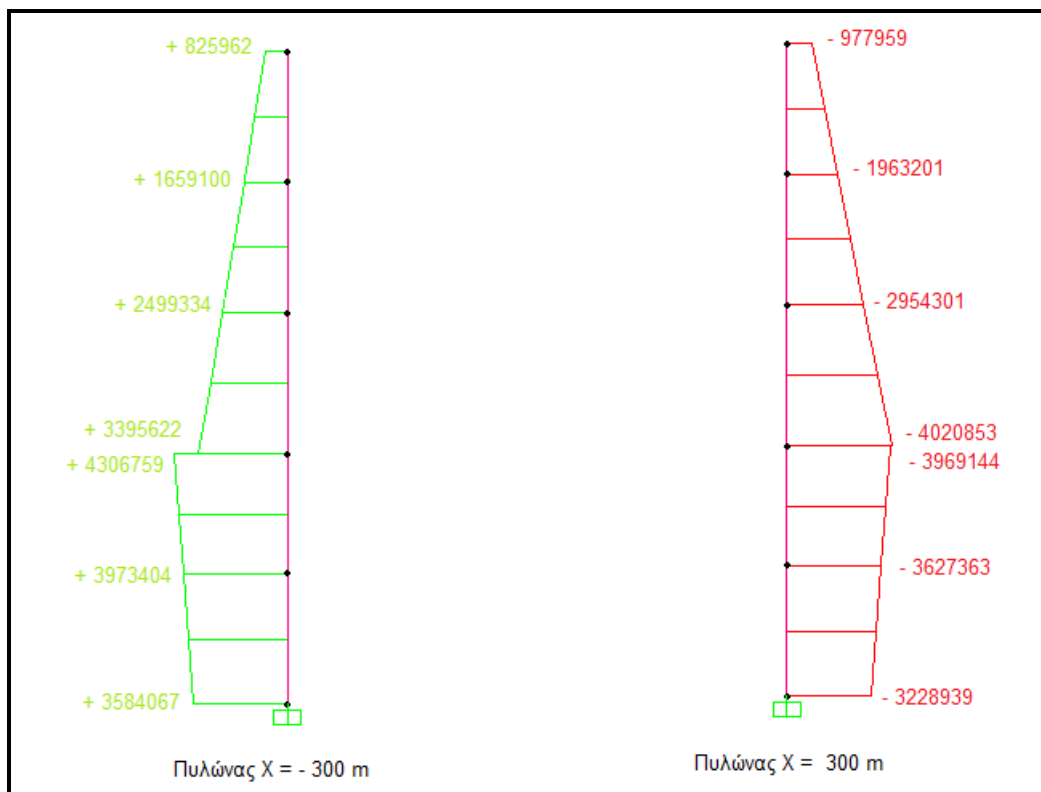
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 3.56 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

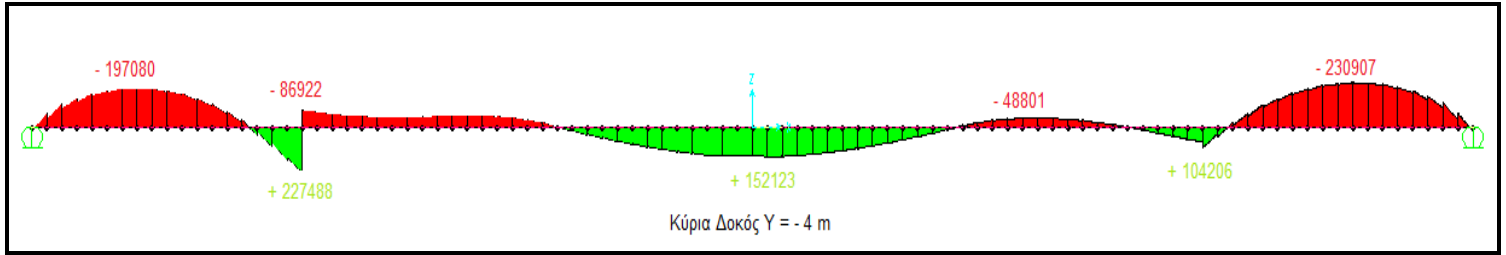


Σχήμα 3.57 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

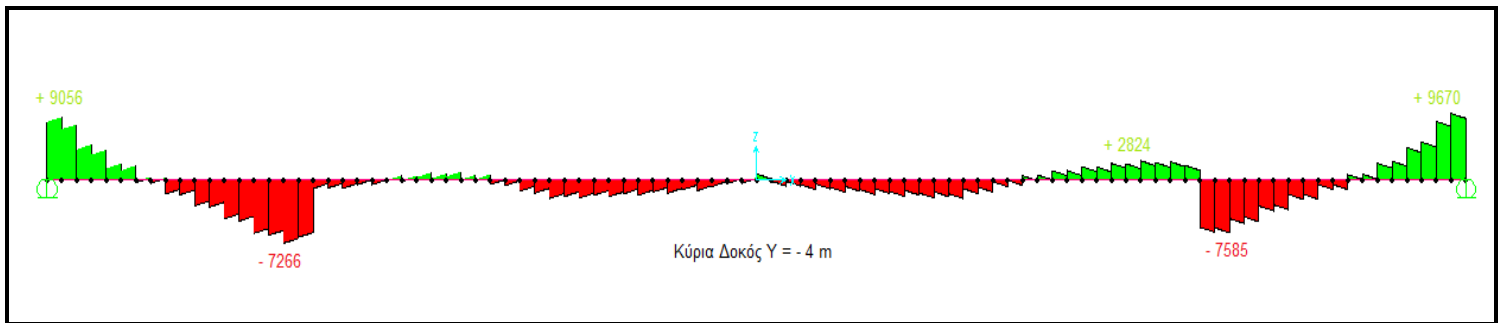


Σχήμα 3.58 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

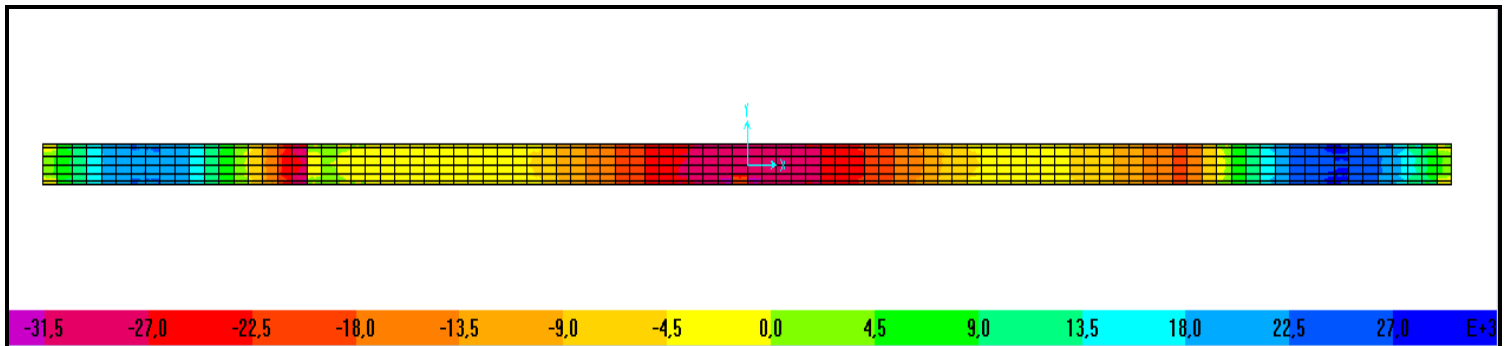


Σχήμα 3.59 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

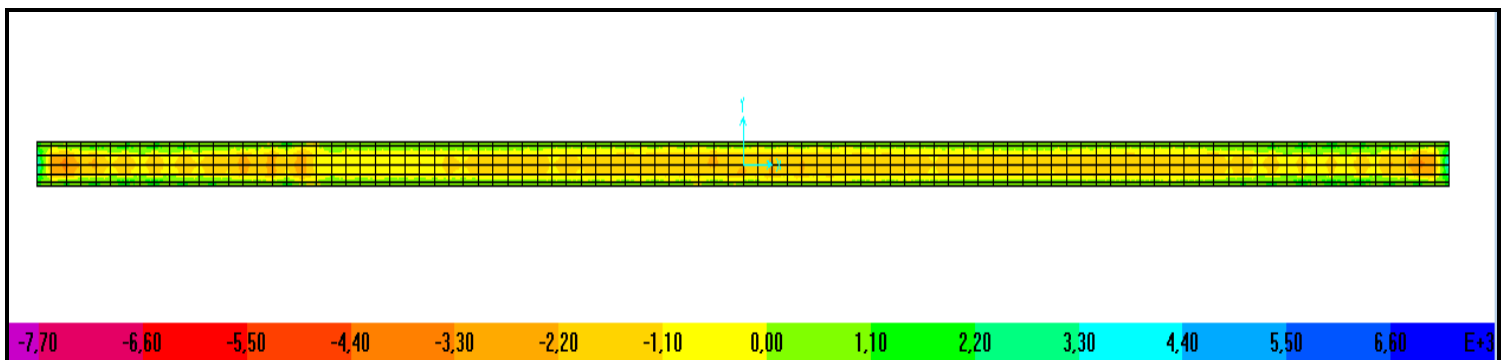


Σχήμα 3.60 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

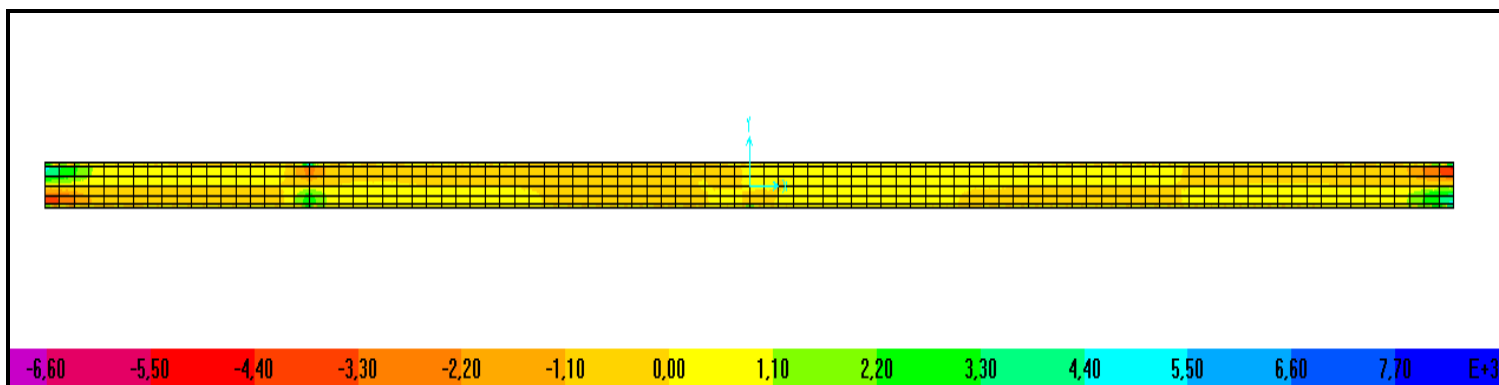
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 3.61 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]



Σχήμα 3.62 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]



Σχήμα 3.63 Διατμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S₂₋₂ [kN/m²]

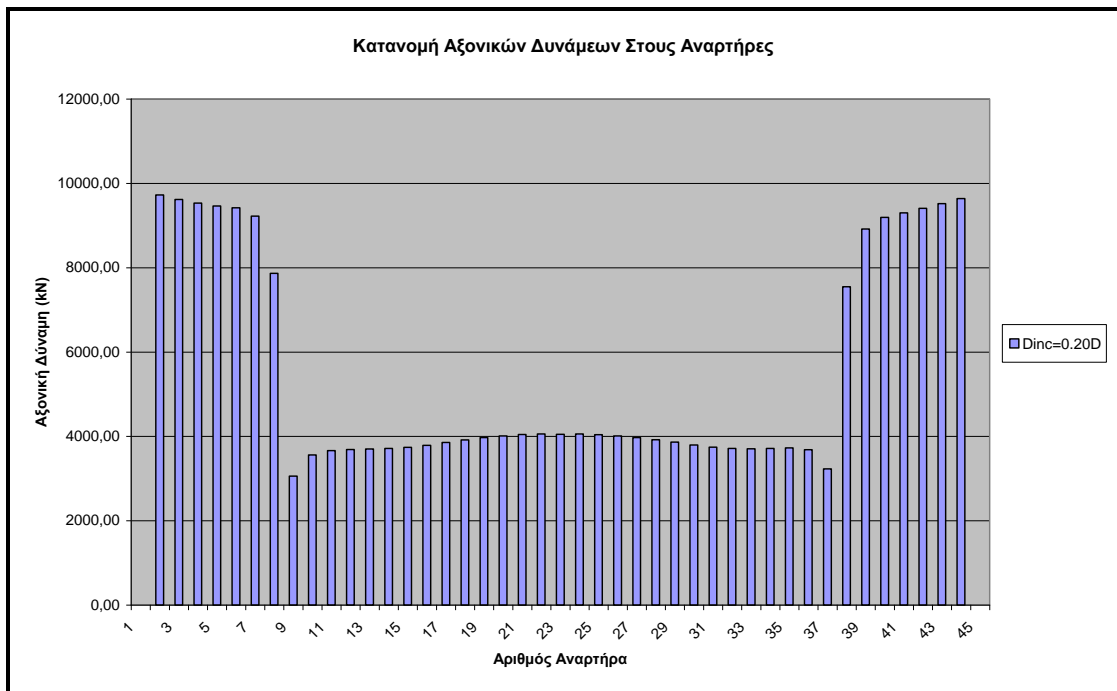
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 3.12 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.20D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	1,76	21	4043,03	41	9301,21
2	9723,98	22	4056,35	42	9408,61
3	9618,80	23	4047,65	43	9519,56
4	9530,84	24	4057,29	44	9638,52
5	9463,47	25	4039,13	45	1,75
6	9417,65	26	4010,70		
7	9220,41	27	3971,00		
8	7864,00	28	3920,87		
9	3056,13	29	3861,93		
10	3557,61	30	3794,77		
11	3662,86	31	3743,23		
12	3690,12	32	3714,67		
13	3699,56	33	3706,40		
14	3712,16	34	3714,97		
15	3739,17	35	3728,73		
16	3788,85	36	3685,06		
17	3856,52	37	3228,77		
18	3916,88	38	7546,02		
19	3969,39	39	8918,12		
20	4012,00	40	9191,60		



Σχήμα 3.64 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

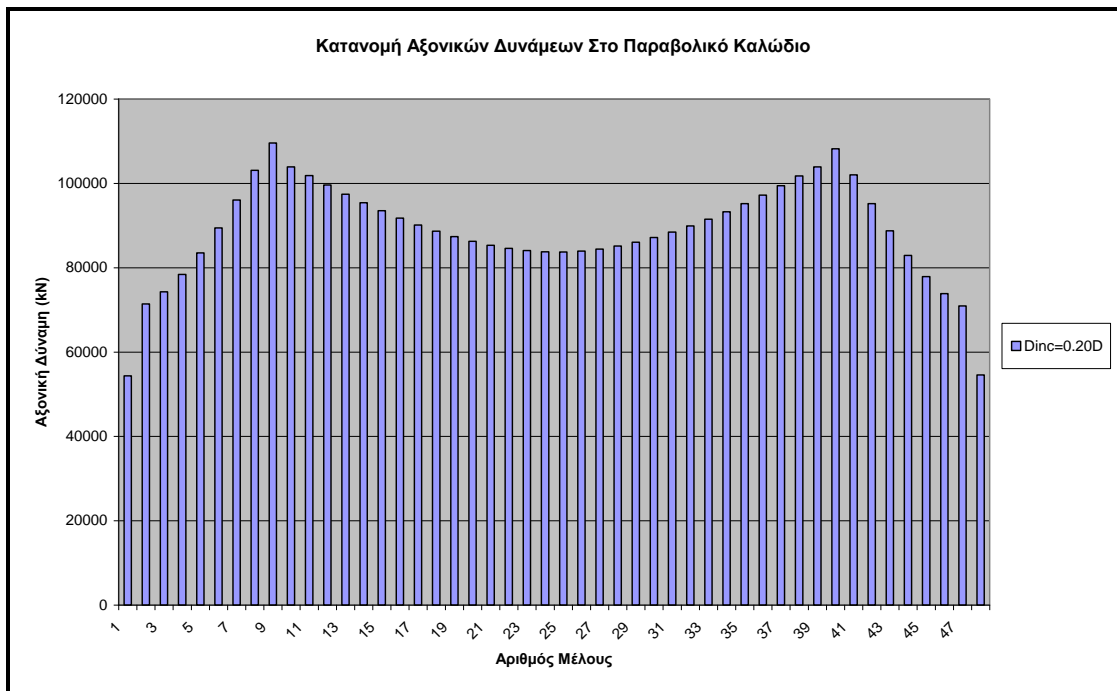
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 3.13 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.20D

Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]

A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	54349	21	85321	41	102006
2	71389	22	84584	42	95186
3	74293	23	84057	43	88735
4	78389	24	83755	44	82911
5	83488	25	83713	45	77879
6	89417	26	83946	46	73826
7	96029	27	84427	47	70947
8	103083	28	85134	48	54551
9	109546	29	86051		
10	103904	30	87162		
11	101842	31	88451		
12	99604	32	89901		
13	97436	33	91505		
14	95393	34	93259		
15	93490	35	95163		
16	91735	36	97218		
17	90130	37	99422		
18	88676	38	101735		
19	87380	39	103904		
20	86257	40	108206		



Σχήμα 3.65 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

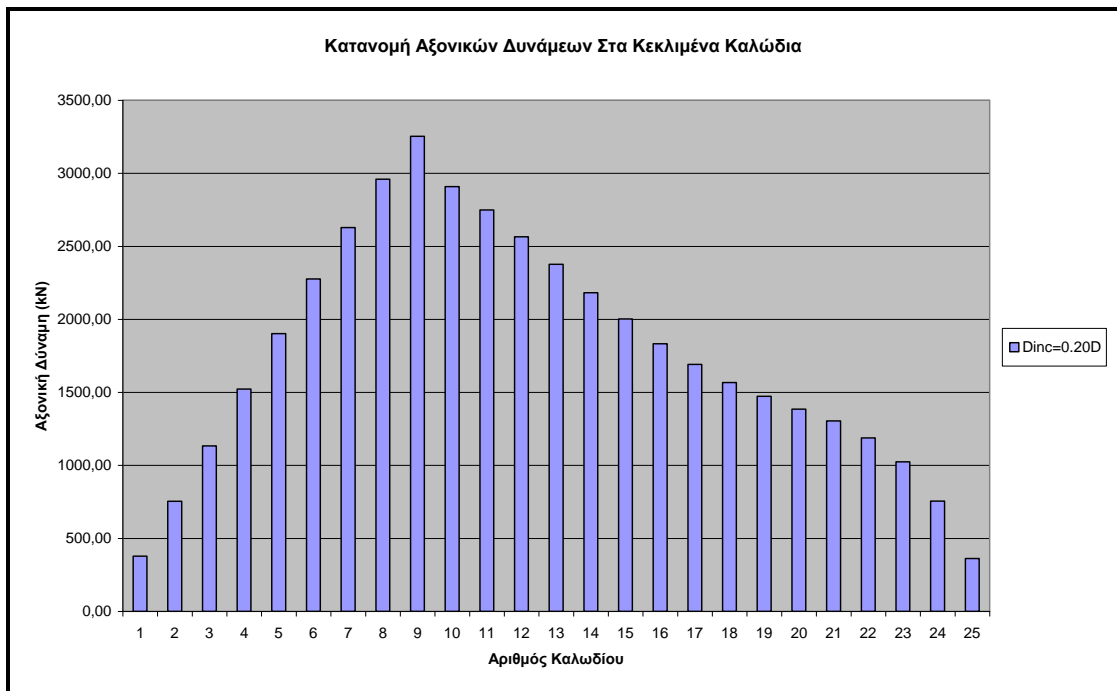
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 3.14 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

Dinc=0.20D

Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων Ninclined [kN]

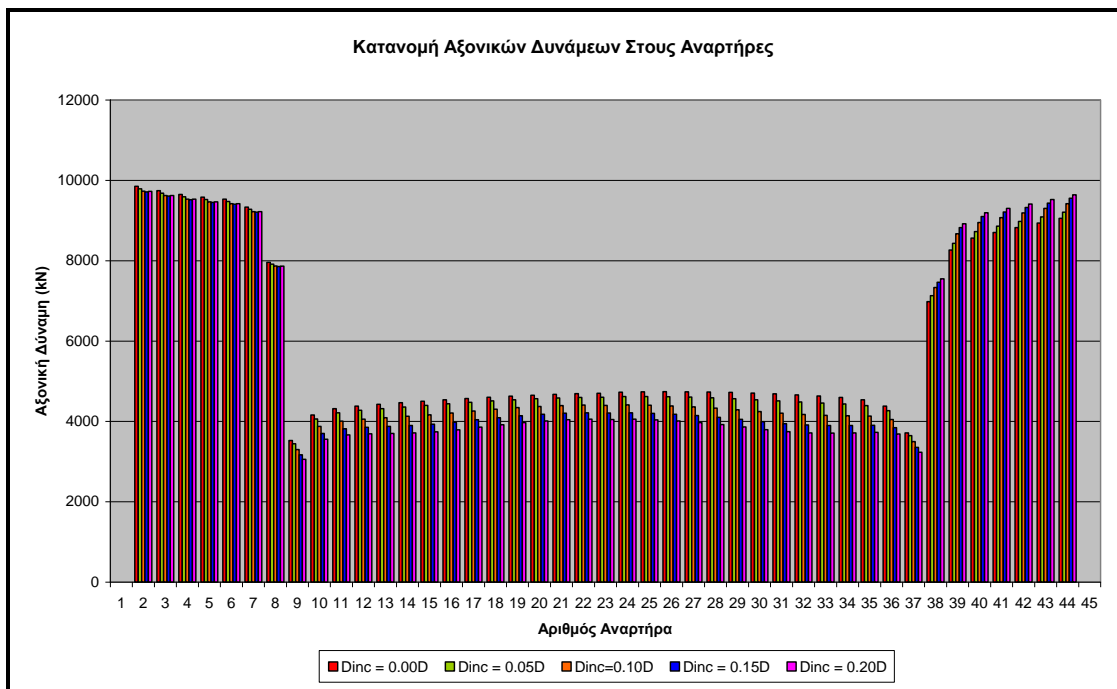
A/A	Ninclined [kN]	A/A	Ninclined [kN]	A/A	Ninclined [kN]
1	378,19	10	2908,32	19	1473,47
2	754,22	11	2748,67	20	1385,15
3	1133,78	12	2565,20	21	1304,27
4	1523,09	13	2376,77	22	1187,89
5	1902,29	14	2182,61	23	1023,88
6	2276,53	15	2002,68	24	754,74
7	2627,83	16	1832,77	25	362,54
8	2959,09	17	1691,51		
9	3253,39	18	1567,37		



Σχήμα 3.66 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

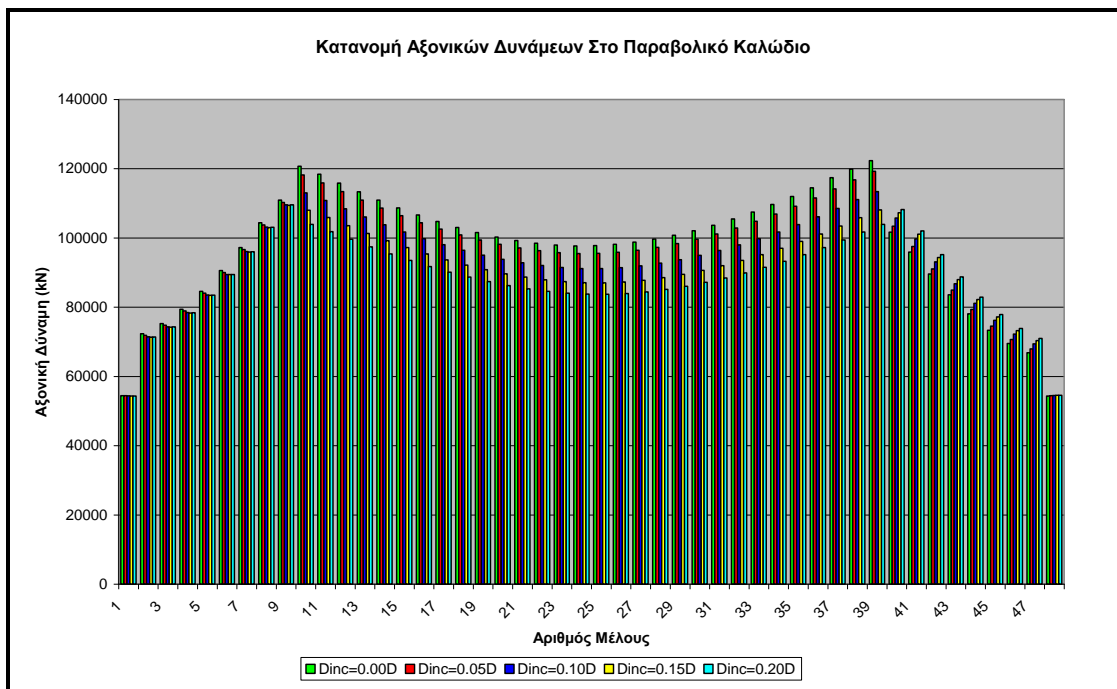
3.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Στατικών Αναλύσεων

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες



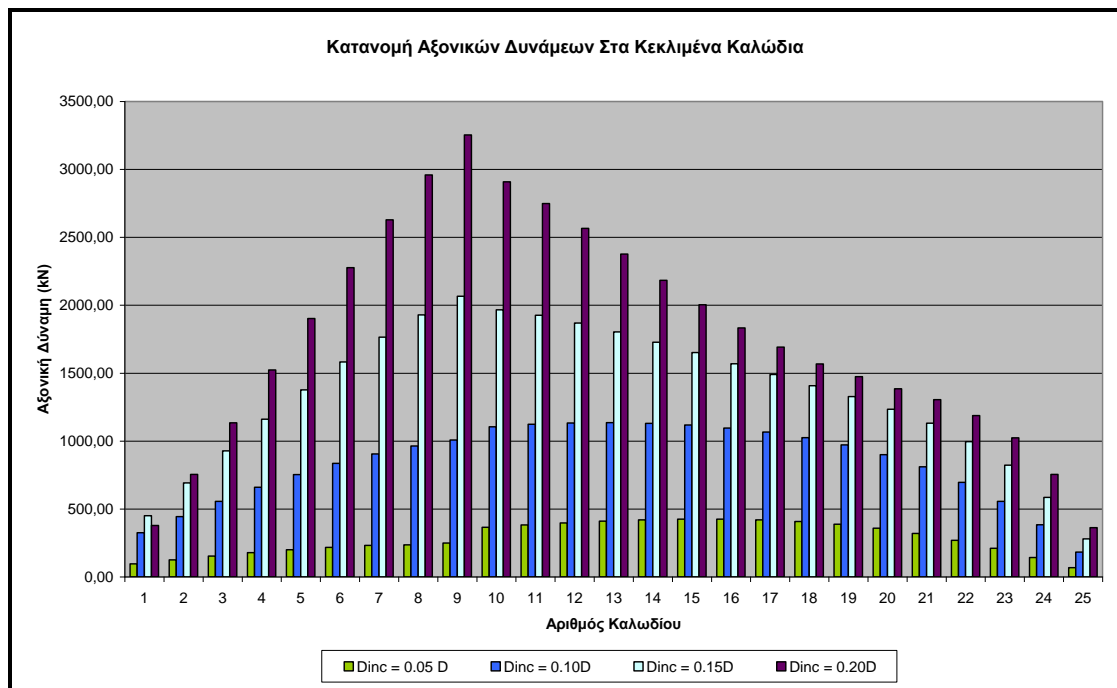
Σχήμα 3.67 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο



Σχήμα 3.68 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια



Σχήμα 3.69 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

3.3 Αποτελέσματα Ιδιομορφικών Αναλύσεων

Η μάζα της γέφυρας που λήφθηκε υπόψη για την πραγματοποίηση των ιδιομορφικών αναλύσεων προέρχεται από τον συνδυασμό φόρτισης (1.00G + 0.50Q).

3.3.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$

Πίνακας 3.15 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

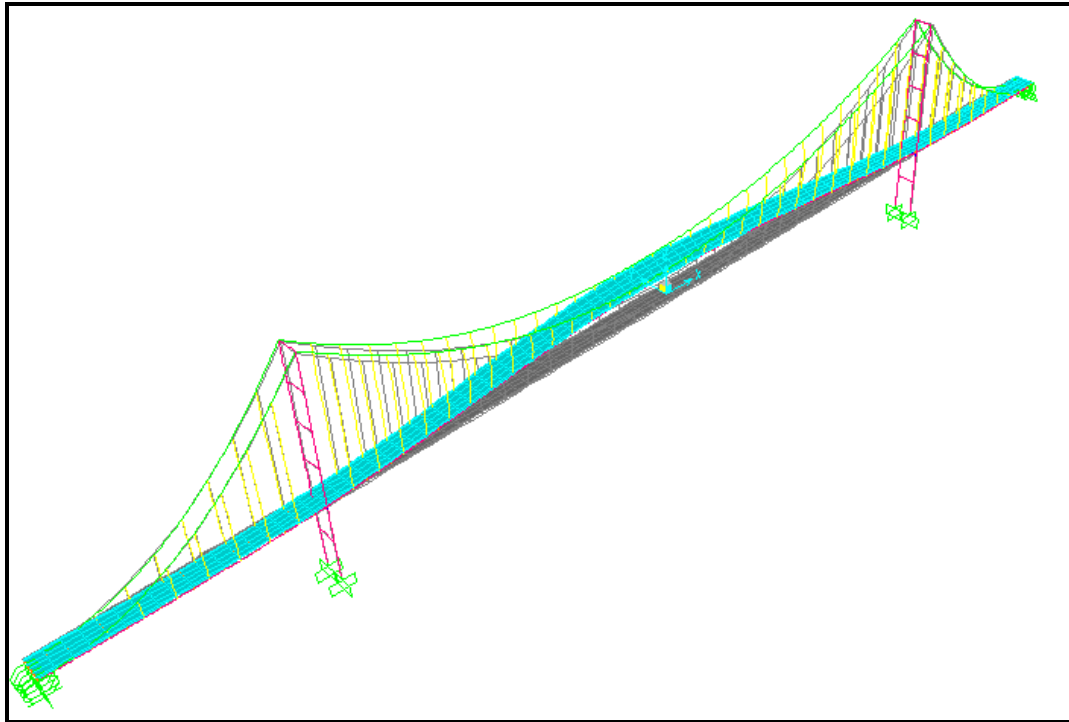
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,13	2,204E-08	0,2069	5,183E-09	2,204E-08	0,2069	5,183E-09
Mode	2	8,01	2,386E-06	1,737E-08	0,06594	0,000002408	0,2069	0,06594
Mode	3	6,85	0,08178	6,049E-11	0,00454	0,08178	0,2069	0,07048
Mode	4	4,91	0,52338	1,455E-07	0,00052	0,60516	0,2069	0,071
Mode	5	4,79	1,339E-06	0,00759	1,854E-08	0,60517	0,2145	0,071
Mode	6	4,55	2,511E-08	0,53567	2,683E-08	0,60517	0,75016	0,071
Mode	7	4,24	6,091E-07	0,00097	9,66E-09	0,60517	0,75114	0,071
Mode	8	3,70	0,00245	8,214E-07	0,00035	0,60762	0,75114	0,07135
Mode	9	3,14	4,531E-07	0,00377	1,854E-07	0,60762	0,75491	0,07135
Mode	10	3,11	6,549E-09	0,00003097	2,524E-09	0,60762	0,75494	0,07135
Mode	11	3,08	1,157E-08	0,0001	9,14E-11	0,60762	0,75504	0,07135
Mode	12	3,06	8,734E-10	0,000006389	2,478E-10	0,60762	0,75505	0,07135
Mode	13	2,96	4,313E-07	0,0027	3,757E-07	0,60762	0,75774	0,07135
Mode	14	2,50	6,54E-08	0,0005	3,453E-07	0,60762	0,75825	0,07135
Mode	15	2,39	1,073E-08	0,00168	1,017E-07	0,60762	0,75993	0,07135
Mode	16	2,28	4,302E-09	0,00117	1,839E-08	0,60762	0,7611	0,07135
Mode	17	2,27	4,376E-06	0,00000635	0,0000237	0,60762	0,76111	0,07137
Mode	18	2,26	0,01631	1,344E-09	0,10171	0,62393	0,76111	0,17308
Mode	19	2,17	1,641E-08	0,00002465	1,089E-09	0,62393	0,76113	0,17308
Mode	20	2,17	9,728E-08	0,00001809	1,975E-08	0,62393	0,76115	0,17308
Mode	21	2,09	0,00688	1,191E-07	0,00117	0,63082	0,76115	0,17425
Mode	22	1,94	1,091E-08	0,04157	9,192E-11	0,63082	0,80272	0,17425
Mode	23	1,90	3,661E-08	0,00009281	2,45E-09	0,63082	0,80281	0,17425
Mode	24	1,87	1,202E-07	0,00268	7,738E-09	0,63082	0,80549	0,17425
Mode	25	1,86	4,843E-07	0,000005439	5,137E-10	0,63082	0,8055	0,17425
Mode	26	1,81	2,103E-07	0,00019	4,196E-09	0,63082	0,80569	0,17425
Mode	27	1,80	2,227E-07	0,0012	5,917E-09	0,63082	0,80689	0,17425
Mode	28	1,76	0,20297	8,621E-07	0,00742	0,83379	0,80689	0,18168
Mode	29	1,71	2,519E-06	0,05768	7,58E-09	0,83379	0,86457	0,18168
Mode	30	1,49	0,00112	0,00016	0,03679	0,83491	0,86472	0,21847
Mode	31	1,49	4,791E-06	0,03029	0,00021	0,83491	0,89501	0,21868
Mode	32	1,43	1,857E-08	0,00032	0,000001415	0,83491	0,89534	0,21868
Mode	33	1,42	9,143E-08	0,00004008	0,000001557	0,83491	0,89538	0,21868
Mode	34	1,40	2,274E-06	0,00307	0,00002824	0,83491	0,89845	0,21871
Mode	35	1,38	0,00363	0,00001048	0,03523	0,83854	0,89846	0,25394

Mode	36	1,31	2,193E-08	0,000003877	7,413E-08	0,83854	0,89847	0,25394
Mode	37	1,31	3,264E-10	0,00005687	1,692E-08	0,83854	0,89852	0,25394
Mode	38	1,30	9,582E-09	0,00025	6,86E-08	0,83854	0,89877	0,25394
Mode	39	1,30	3,049E-09	0,00012	3,199E-08	0,83854	0,89889	0,25394
Mode	40	1,29	4,966E-09	0,00637	5,763E-09	0,83854	0,90526	0,25394
Mode	41	1,26	1,429E-10	0,000006848	9,642E-08	0,83854	0,90526	0,25394
Mode	42	1,25	3,703E-08	7,529E-08	2,808E-08	0,83854	0,90526	0,25394
Mode	43	1,25	9,856E-09	0,000008931	2,204E-09	0,83854	0,90527	0,25394
Mode	44	1,18	7,385E-07	0,03101	2,815E-07	0,83854	0,93628	0,25394
Mode	45	1,15	0,03816	8,874E-07	0,00005998	0,87671	0,93628	0,254
Mode	46	1,12	6,032E-08	0,00026	1,669E-08	0,87671	0,93654	0,254
Mode	47	1,12	1,208E-07	0,00242	9,775E-09	0,87671	0,93896	0,254
Mode	48	1,04	5,363E-13	0,00011	3,201E-08	0,87671	0,93907	0,254
Mode	49	1,02	1,861E-08	0,00000133	1,556E-09	0,87671	0,93907	0,254
Mode	50	1,02	1,53E-06	0,000001734	4,055E-08	0,87671	0,93907	0,254
Mode	51	1,02	0,00014	5,748E-10	0,000004527	0,87685	0,93907	0,254
Mode	52	0,99	5,754E-09	0,00028	3,857E-09	0,87685	0,93935	0,254
Mode	53	0,99	6,476E-07	0,0001	1,158E-07	0,87685	0,93945	0,254
Mode	54	0,95	1,467E-07	0,00028	1,847E-10	0,87685	0,93973	0,254
Mode	55	0,95	1,169E-07	0,00003904	1,787E-11	0,87685	0,93977	0,254
Mode	56	0,94	0,03526	1,488E-09	0,00023	0,91211	0,93977	0,25423
Mode	57	0,92	7,617E-10	0,00003533	1,279E-09	0,91211	0,9398	0,25423
Mode	58	0,92	3,564E-10	0,00004281	2,628E-10	0,91211	0,93984	0,25423
Mode	59	0,91	1,582E-10	0,00029	1,152E-09	0,91211	0,94013	0,25423
Mode	60	0,91	1,655E-09	0,000001235	3,034E-09	0,91211	0,94013	0,25423

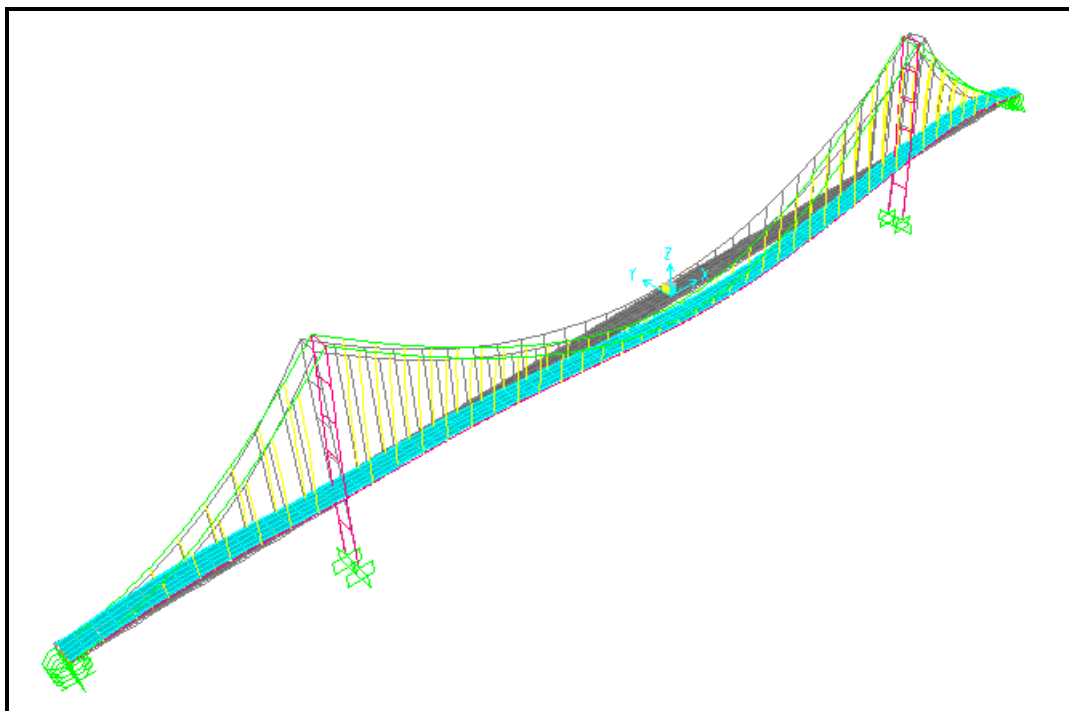
Πίνακας 3.16 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ	
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,13	0,01157	1,167E-10	0,00037	0,01157	1,167E-10	0,00037	
Mode	2	8,01	1,458E-08	0,00044	5,473E-12	0,01157	0,00044	0,00037	
Mode	3	6,85	5,405E-11	0,00185	3,259E-09	0,01157	0,00229	0,00037	
Mode	4	4,91	1,629E-07	0,09112	6,754E-07	0,01157	0,09341	0,00037	
Mode	5	4,79	0,01191	3,038E-07	0,55581	0,02348	0,09341	0,55618	
Mode	6	4,55	0,80735	1,587E-08	0,00666	0,83083	0,09341	0,56284	
Mode	7	4,24	0,00107	2,142E-08	0,11286	0,83191	0,09341	0,6757	
Mode	8	3,70	2,182E-06	0,00156	9,552E-08	0,83191	0,09497	0,6757	
Mode	9	3,14	0,00455	1,647E-08	0,000007381	0,83646	0,09497	0,67571	
Mode	10	3,11	0,0001	6,689E-10	0,00003137	0,83656	0,09497	0,67574	
Mode	11	3,08	2,257E-05	2,458E-09	0,00524	0,83658	0,09497	0,68098	
Mode	12	3,06	1,009E-05	4,843E-10	0,0003	0,83659	0,09497	0,68128	
Mode	13	2,96	0,00458	6,372E-09	0,00022	0,84117	0,09497	0,6815	
Mode	14	2,50	0,00377	5,557E-09	0,000007548	0,84494	0,09497	0,68151	
Mode	15	2,39	0,00118	2,443E-08	0,00363	0,84613	0,09497	0,68514	
Mode	16	2,28	0,00093	3,631E-10	0,00291	0,84706	0,09497	0,68806	
Mode	17	2,27	4,842E-06	9,393E-07	0,00001556	0,84706	0,09497	0,68807	
Mode	18	2,26	4,983E-08	0,00376	5,399E-08	0,84706	0,09873	0,68807	
Mode	19	2,17	0,0000609	2,483E-10	0,00109	0,84712	0,09873	0,68917	
Mode	20	2,17	4,428E-05	2,088E-08	0,0008	0,84717	0,09873	0,68996	

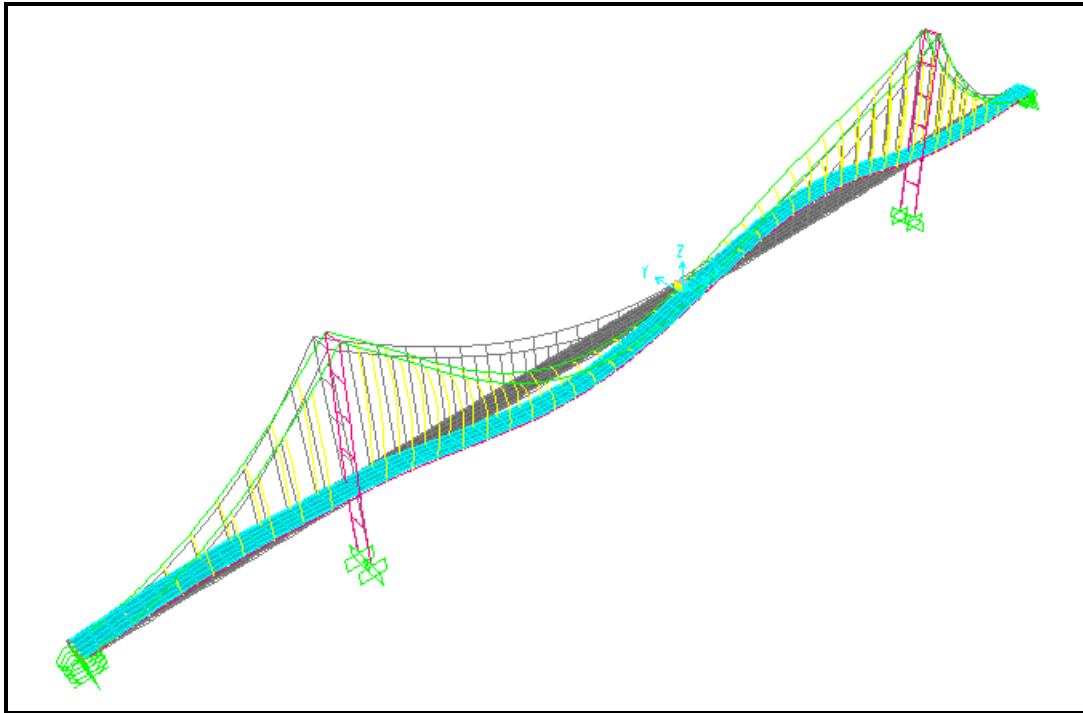
Mode	21	2,09	4,934E-08	0,00864	4,274E-08	0,84717	0,10738	0,68996
Mode	22	1,94	0,01878	5,18E-10	0,07196	0,86595	0,10738	0,76192
Mode	23	1,90	1,944E-05	1,417E-08	0,00001599	0,86597	0,10738	0,76194
Mode	24	1,87	0,00052	6,267E-08	0,00031	0,86649	0,10738	0,76225
Mode	25	1,86	5,23E-07	1,584E-07	0,00086	0,86649	0,10738	0,76311
Mode	26	1,81	8,941E-05	5,054E-08	0,00069	0,86658	0,10738	0,7638
Mode	27	1,80	0,00054	1,274E-07	0,00358	0,86712	0,10738	0,76738
Mode	28	1,76	1,946E-07	0,08526	0,000000831	0,86712	0,19264	0,76738
Mode	29	1,71	0,02334	6,227E-07	0,06292	0,89046	0,19264	0,8303
Mode	30	1,49	0,00015	0,00021	0,00001461	0,89061	0,19285	0,83031
Mode	31	1,49	0,02883	0,000001822	0,0021	0,91944	0,19286	0,83242
Mode	32	1,43	4,229E-06	7,387E-08	0,02004	0,91945	0,19286	0,85245
Mode	33	1,42	7,895E-05	3,405E-08	0,00082	0,91953	0,19286	0,85328
Mode	34	1,40	0,00417	0,000001391	0,01807	0,92369	0,19286	0,87135
Mode	35	1,38	1,104E-05	0,00083	0,00002663	0,92371	0,19369	0,87137
Mode	36	1,31	5,056E-08	8,658E-10	0,0000318	0,92371	0,19369	0,8714
Mode	37	1,31	7,725E-06	3,141E-08	0,00075	0,92371	0,19369	0,87215
Mode	38	1,30	0,00031	1,919E-08	0,00043	0,92403	0,19369	0,87259
Mode	39	1,30	0,00018	4,431E-09	0,00029	0,9242	0,19369	0,87288
Mode	40	1,29	0,00612	8,923E-08	0,00037	0,93032	0,19369	0,87325
Mode	41	1,26	0,00026	1,737E-07	0,01135	0,93059	0,19369	0,8846
Mode	42	1,25	8,802E-07	7,794E-10	0,00007839	0,93059	0,19369	0,88468
Mode	43	1,25	7,457E-06	1,891E-07	0,01948	0,93059	0,19369	0,90416
Mode	44	1,18	0,02746	0,000002044	0,00259	0,95805	0,19369	0,90675
Mode	45	1,15	8,862E-07	0,02143	3,359E-10	0,95805	0,21512	0,90675
Mode	46	1,12	0,00023	1,211E-09	0,00001931	0,95828	0,21512	0,90677
Mode	47	1,12	0,00211	2,745E-09	0,00018	0,96039	0,21512	0,90695
Mode	48	1,04	1,609E-05	6,245E-09	0,00049	0,96041	0,21512	0,90744
Mode	49	1,02	3,63E-07	6,138E-07	0,00003416	0,96041	0,21512	0,90747
Mode	50	1,02	4,854E-08	0,00009774	0,00002068	0,96041	0,21521	0,90749
Mode	51	1,02	8,509E-08	0,00895	5,095E-07	0,96041	0,22416	0,90749
Mode	52	0,99	0,0002	2,599E-08	0,00046	0,96061	0,22416	0,90796
Mode	53	0,99	0,00035	8,399E-07	0,00028	0,96095	0,22416	0,90824
Mode	54	0,95	5,705E-05	5,108E-09	0,00075	0,96101	0,22416	0,909
Mode	55	0,95	7,936E-06	4,25E-10	0,00011	0,96102	0,22416	0,9091
Mode	56	0,94	3,304E-09	0,00248	7,025E-11	0,96102	0,22665	0,9091
Mode	57	0,92	3,466E-05	6,881E-10	2,172E-07	0,96105	0,22665	0,9091
Mode	58	0,92	4,098E-05	2,721E-11	6,421E-07	0,96109	0,22665	0,9091
Mode	59	0,91	8,28E-06	4,205E-10	0,00097	0,9611	0,22665	0,91008
Mode	60	0,91	3,147E-08	1,788E-09	0,000004259	0,9611	0,22665	0,91008



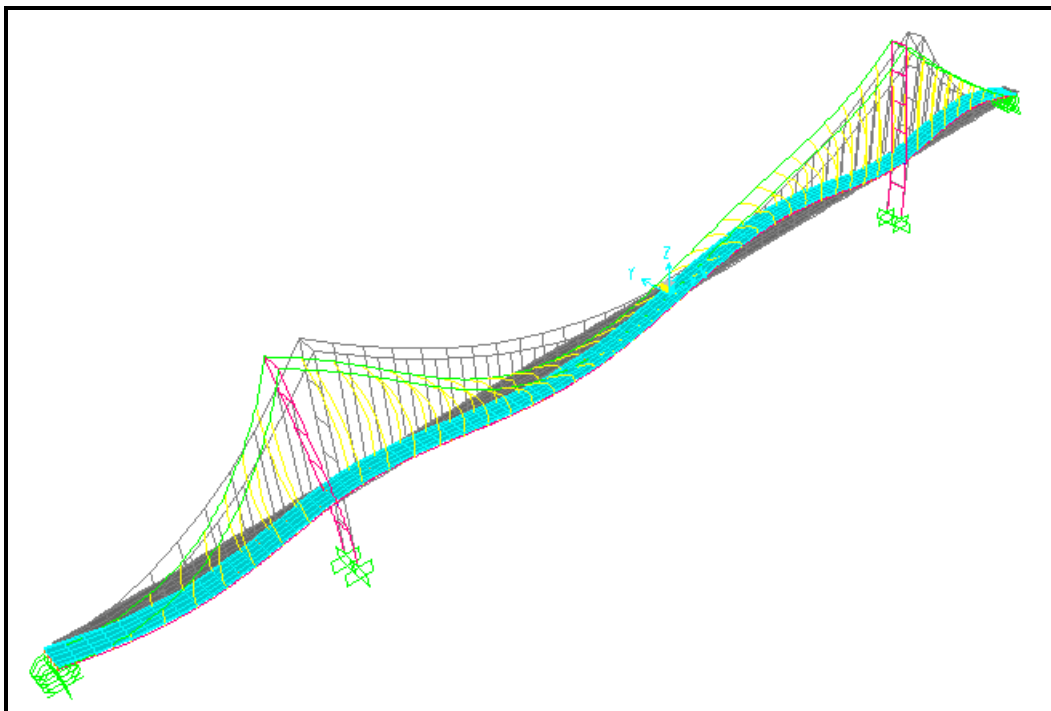
Σχήμα 3.70 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 9.13 \text{ sec}$



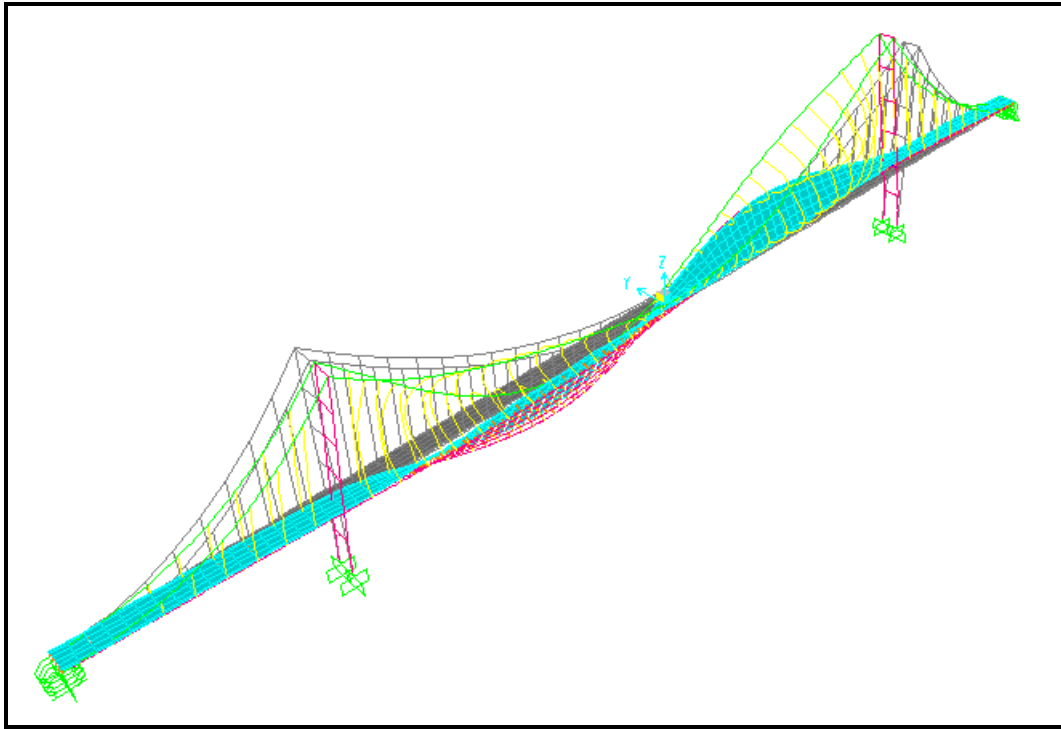
Σχήμα 3.71 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 8.01 \text{ sec}$



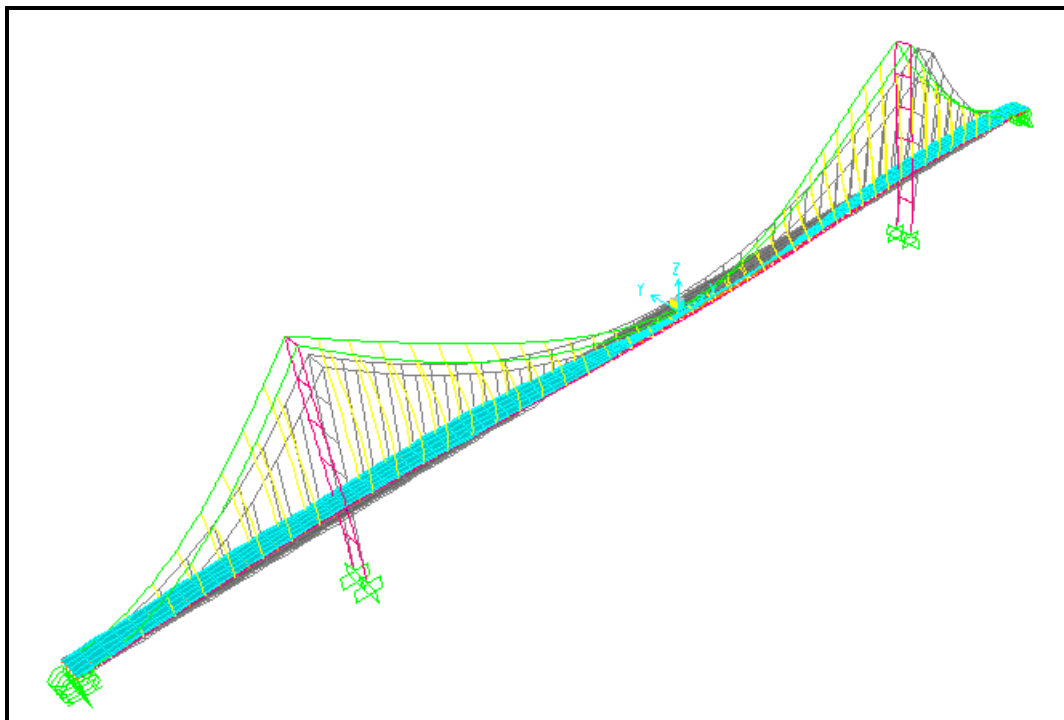
Σχήμα 3.72 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 6.85 \text{ sec}$



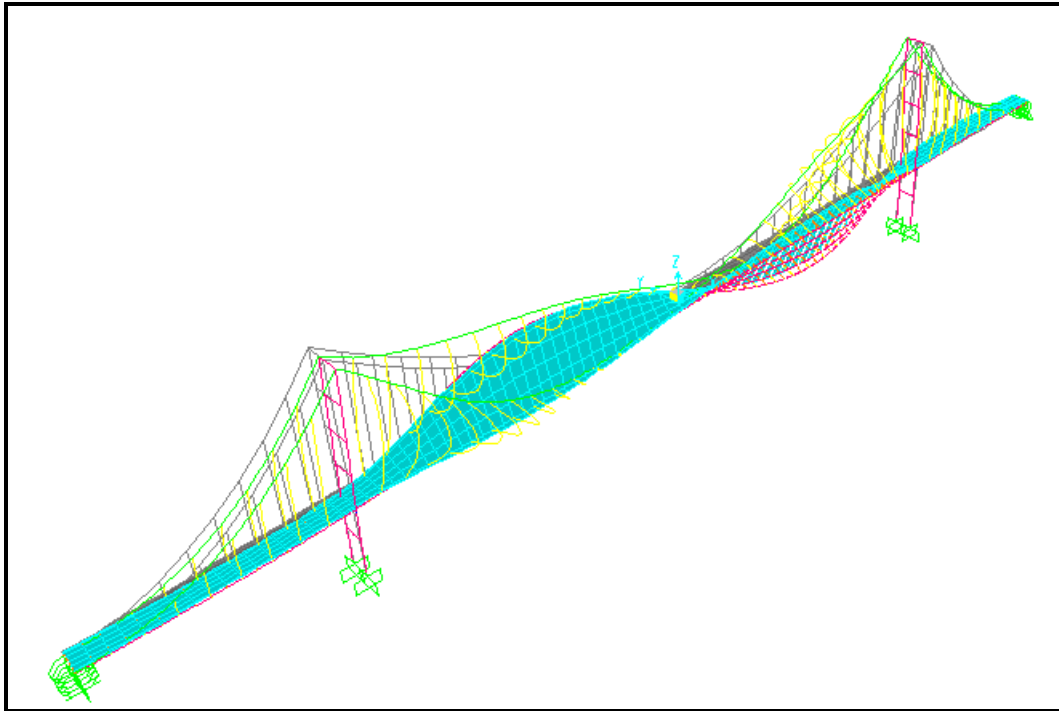
Σχήμα 3.73 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 4.91 \text{ sec}$



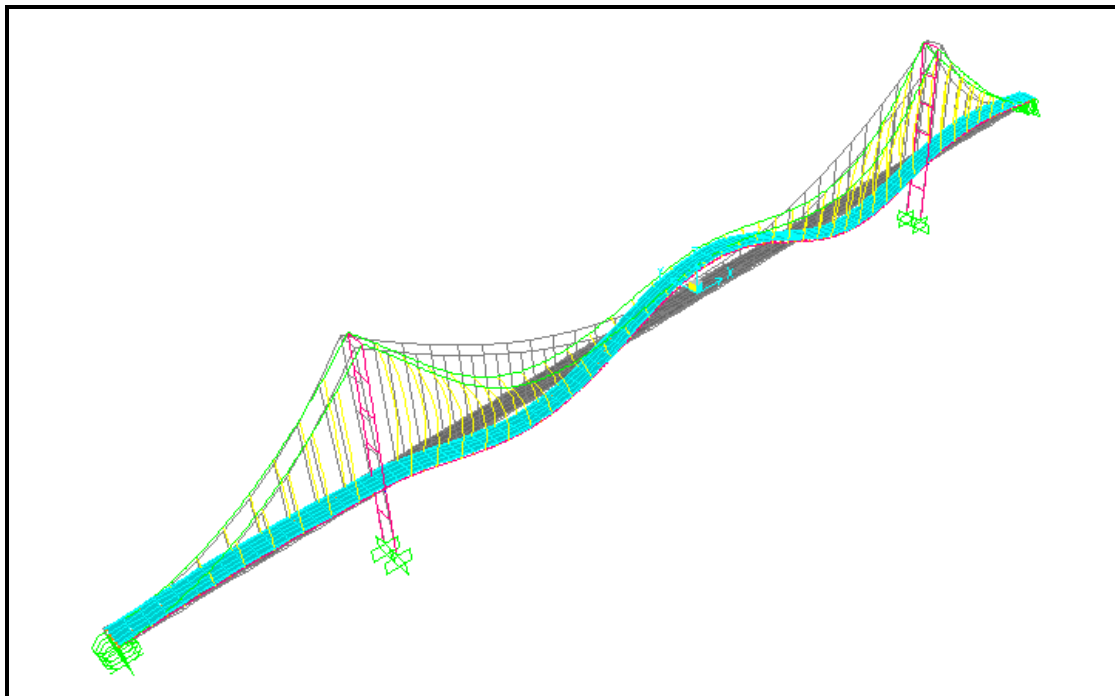
Σχήμα 3.74 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 4.79 \text{ sec}$



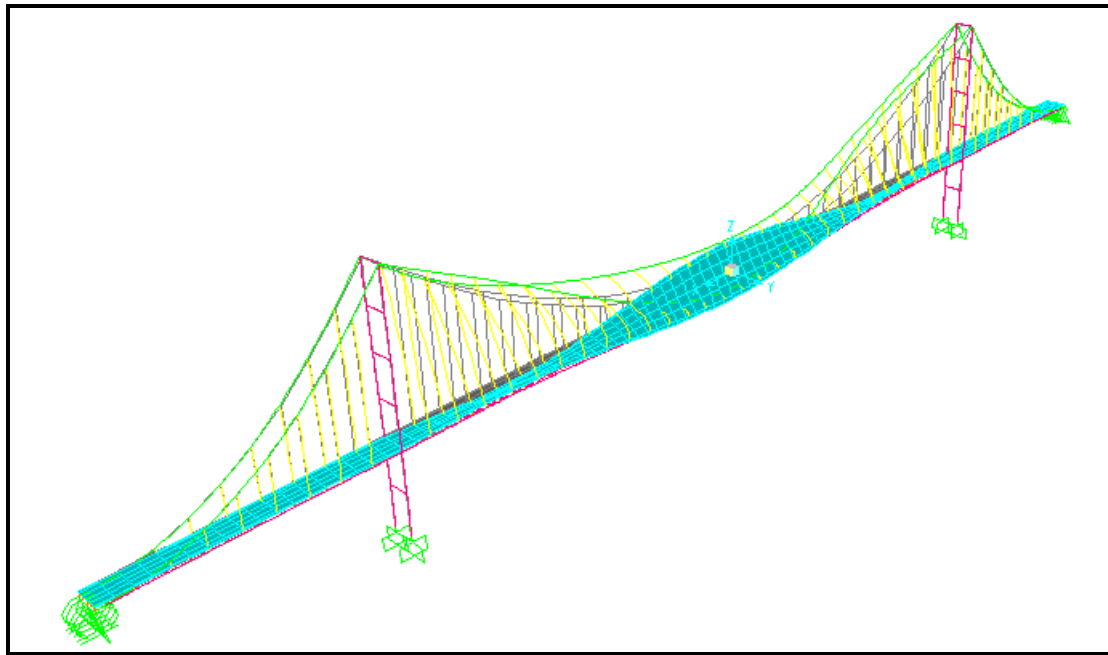
Σχήμα 3.75 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 4.55 \text{ sec}$



Σχήμα 3.76 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 4.24 \text{ sec}$



Σχήμα 3.77 8^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_8 = 4.24 \text{ sec}$



Σχήμα 3.78 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 2.96 \text{ sec}$

3.3.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 2.5 \text{ cm}$

Πίνακας 3.17 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

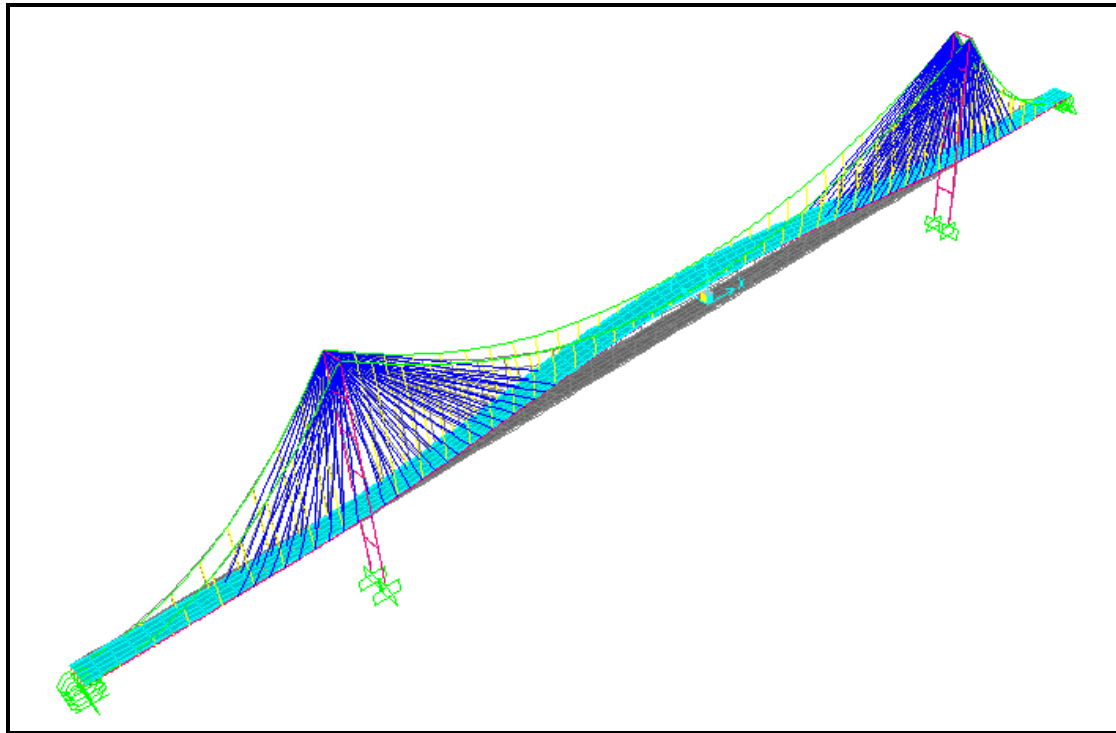
TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,11	2,181E-08	0,20698	3,558E-09	2,181E-08	0,20698	3,558E-09	
Mode	2	7,93	0,00027	1,266E-08	0,06825	0,00027	0,20698	0,06825	
Mode	3	6,46	0,15335	3,733E-10	0,00143	0,15362	0,20698	0,06968	
Mode	4	4,75	3,266E-07	0,01189	7,445E-09	0,15362	0,21887	0,06968	
Mode	5	4,69	0,45537	2,023E-07	0,00059	0,60899	0,21887	0,07027	
Mode	6	4,55	1,907E-07	0,53172	2,38E-08	0,60899	0,75059	0,07027	
Mode	7	4,10	5,472E-07	0,00024	4,521E-09	0,60899	0,75083	0,07027	
Mode	8	3,59	0,00209	8,105E-07	0,00004947	0,61108	0,75083	0,07032	
Mode	9	3,16	5,706E-07	0,00426	6,393E-08	0,61108	0,75509	0,07032	
Mode	10	3,14	2,058E-08	0,00013	1,566E-09	0,61108	0,75522	0,07032	
Mode	11	3,11	8,178E-09	0,00005887	2,904E-10	0,61108	0,75528	0,07032	
Mode	12	3,09	9,032E-10	0,000007202	8,737E-14	0,61108	0,75529	0,07032	
Mode	13	2,96	7,362E-07	0,00228	1,946E-07	0,61108	0,75756	0,07032	
Mode	14	2,44	7,075E-08	0,00092	5,815E-07	0,61108	0,75849	0,07032	
Mode	15	2,36	1,119E-08	0,00167	7,72E-08	0,61108	0,76016	0,07032	
Mode	16	2,26	5,878E-10	0,00134	1,157E-09	0,61108	0,7615	0,07032	
Mode	17	2,25	6,398E-07	0,000005169	0,000002439	0,61108	0,76151	0,07032	
Mode	18	2,22	0,01792	5,603E-09	0,10073	0,629	0,76151	0,17105	
Mode	19	2,18	7,369E-08	0,000005348	7,256E-09	0,629	0,76151	0,17105	
Mode	20	2,18	0,0000001	0,00003377	1,257E-07	0,629	0,76154	0,17105	
Mode	21	2,05	0,0125	1,625E-07	0,00241	0,6415	0,76154	0,17346	
Mode	22	1,93	3,226E-08	0,04093	7,53E-13	0,6415	0,80247	0,17346	

Mode	23	1,91	2,992E-08	0,00012	5,111E-09	0,6415	0,8026	0,17346
Mode	24	1,89	2,505E-09	0,00277	1,094E-08	0,6415	0,80537	0,17346
Mode	25	1,84	2,44E-07	0,00072	2,164E-11	0,6415	0,80609	0,17346
Mode	26	1,82	2,236E-07	0,0000113	2,912E-09	0,6415	0,8061	0,17346
Mode	27	1,80	8,426E-07	0,00041	1,058E-08	0,6415	0,80651	0,17346
Mode	28	1,75	0,19302	0,00001491	0,00791	0,83451	0,80651	0,18137
Mode	29	1,71	0,0000041	0,05922	4,266E-08	0,83452	0,86573	0,18137
Mode	30	1,49	0,00087	0,00001243	0,03838	0,83539	0,86574	0,21975
Mode	31	1,49	1,863E-07	0,02791	0,00002195	0,83539	0,89366	0,21977
Mode	32	1,44	1,884E-09	0,0019	9,876E-08	0,83539	0,89556	0,21977
Mode	33	1,43	1,741E-08	0,00002894	6,206E-07	0,83539	0,89559	0,21977
Mode	34	1,40	7,003E-07	0,00328	0,00001181	0,83539	0,89887	0,21978
Mode	35	1,36	0,00338	0,000006898	0,03473	0,83878	0,89887	0,25451
Mode	36	1,31	1,188E-08	0,00002728	1,258E-07	0,83878	0,8989	0,25451
Mode	37	1,31	4,786E-09	0,000007356	5,392E-08	0,83878	0,89891	0,25451
Mode	38	1,30	2,318E-08	0,000004712	8,609E-08	0,83878	0,89891	0,25451
Mode	39	1,30	2,406E-09	0,00029	1,931E-09	0,83878	0,8992	0,25451
Mode	40	1,27	2,159E-11	0,00745	2,127E-09	0,83878	0,90666	0,25451
Mode	41	1,26	6,761E-10	0,00001625	1,156E-07	0,83878	0,90667	0,25451
Mode	42	1,26	3,353E-08	4,416E-07	3,77E-08	0,83878	0,90667	0,25451
Mode	43	1,25	7,062E-09	0,00013	1,558E-08	0,83878	0,9068	0,25451
Mode	44	1,18	5,955E-07	0,02852	3,228E-07	0,83878	0,93531	0,25451
Mode	45	1,15	0,03805	4,689E-07	0,00002934	0,87683	0,93531	0,25454
Mode	46	1,13	2,365E-07	0,0003	2,277E-08	0,87683	0,93561	0,25454
Mode	47	1,12	4,574E-07	0,00336	2,15E-08	0,87683	0,93898	0,25454
Mode	48	1,03	6,543E-10	0,00008573	3,564E-08	0,87683	0,93906	0,25454
Mode	49	1,03	3,148E-09	0,000009369	6,961E-10	0,87683	0,93907	0,25454
Mode	50	1,03	1,467E-09	0,000001666	1,237E-12	0,87683	0,93907	0,25454
Mode	51	1,01	9,659E-05	9,53E-09	0,000004803	0,87693	0,93907	0,25454
Mode	52	0,99	2,496E-07	0,00007758	5,444E-08	0,87693	0,93915	0,25454
Mode	53	0,99	4,005E-07	0,00031	6,009E-08	0,87693	0,93946	0,25454
Mode	54	0,94	3,379E-06	0,00029	6,473E-09	0,87693	0,93976	0,25454
Mode	55	0,94	2,538E-05	0,00002205	9,081E-08	0,87696	0,93978	0,25454
Mode	56	0,94	0,03525	5,47E-10	0,00016	0,91221	0,93978	0,2547
Mode	57	0,93	3,515E-10	0,00003873	1,526E-09	0,91221	0,93982	0,2547
Mode	58	0,93	2,708E-10	0,00004606	1,311E-10	0,91221	0,93986	0,2547
Mode	59	0,91	6,321E-10	0,00029	1,312E-09	0,91221	0,94015	0,2547
Mode	60	0,91	1,637E-09	0,00000144	2,943E-09	0,91221	0,94015	0,2547

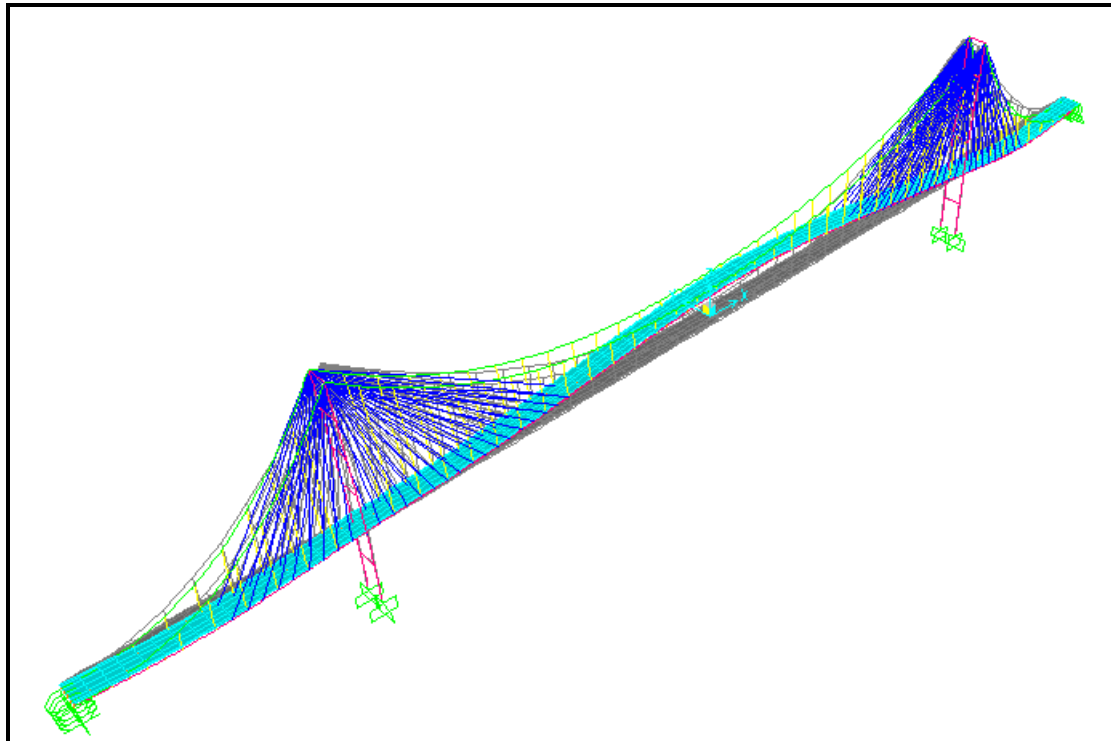
Πίνακας 3.18 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ	
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,11	0,01165	1,696E-10	0,00036	0,01165	1,7E-10	0,00036	
Mode	2	7,93	1,646E-08	0,00007977	2,831E-11	0,01165	7,98E-05	0,00036	
Mode	3	6,46	1,117E-11	0,00003502	3,849E-09	0,01165	0,00011	0,00036	
Mode	4	4,75	0,01845	3,355E-08	0,6016	0,0301	0,00011	0,60196	
Mode	5	4,69	2,454E-07	0,0902	0,000001013	0,03011	0,09031	0,60196	
Mode	6	4,55	0,80176	9,916E-13	0,01389	0,83187	0,09031	0,61585	
Mode	7	4,10	0,00013	2,049E-08	0,05965	0,832	0,09031	0,6755	
Mode	8	3,59	2,414E-06	0,00181	7,073E-08	0,832	0,09212	0,6755	

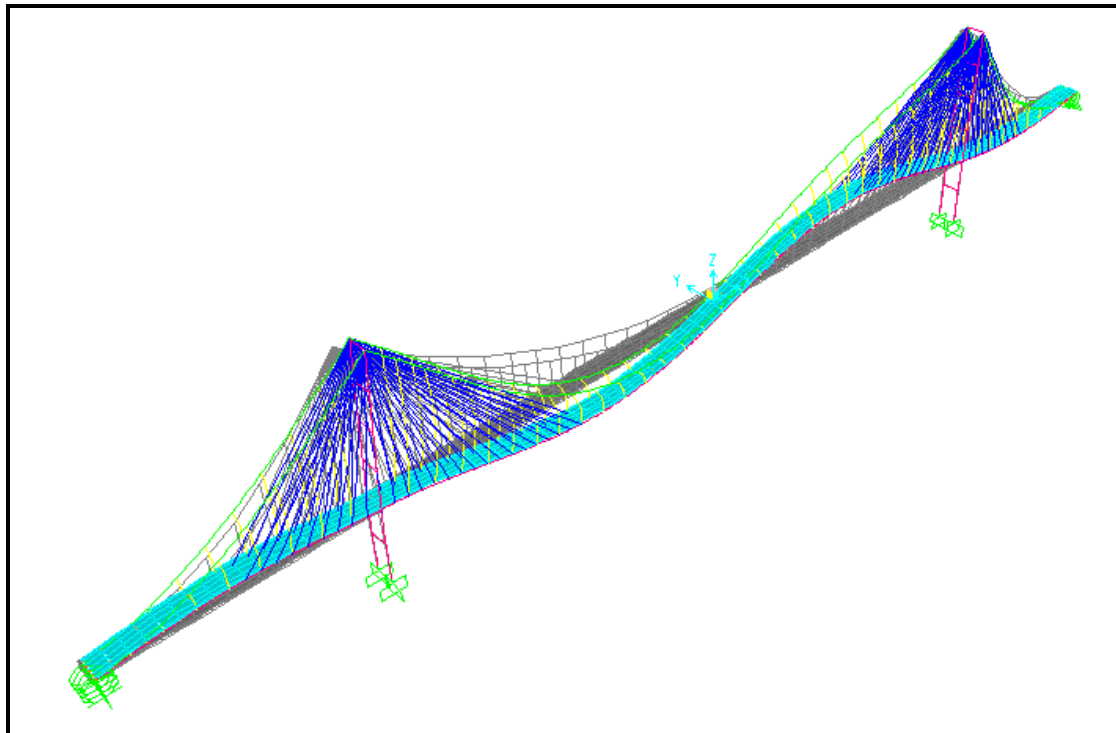
Mode	9	3,16	0,004	4,099E-08	0,000001796	0,836	0,09212	0,67551
Mode	10	3,14	0,00018	1,87E-12	0,000009681	0,83618	0,09212	0,67551
Mode	11	3,11	2,157E-06	3,089E-09	0,00509	0,83619	0,09212	0,68061
Mode	12	3,09	4,195E-06	4,603E-10	0,00082	0,83619	0,09212	0,68143
Mode	13	2,96	0,00469	2,125E-08	0,00016	0,84088	0,09212	0,68158
Mode	14	2,44	0,0047	2,583E-09	0,00009151	0,84558	0,09212	0,68167
Mode	15	2,36	0,00104	3,304E-08	0,00363	0,84662	0,09212	0,68531
Mode	16	2,26	0,00099	4,594E-14	0,00323	0,84761	0,09212	0,68853
Mode	17	2,25	3,686E-06	1,122E-07	0,00001228	0,84762	0,09212	0,68855
Mode	18	2,22	3,549E-08	0,00369	5,898E-08	0,84762	0,09581	0,68855
Mode	19	2,18	1,671E-05	3,992E-09	0,00027	0,84763	0,09581	0,68882
Mode	20	2,18	0,0001	3,38E-08	0,00168	0,84774	0,09581	0,6905
Mode	21	2,05	7,294E-08	0,00862	8,934E-08	0,84774	0,10443	0,6905
Mode	22	1,93	0,01845	1,172E-09	0,07108	0,86619	0,10443	0,76158
Mode	23	1,91	3,187E-05	1,52E-08	0,00004623	0,86622	0,10443	0,76163
Mode	24	1,89	0,00059	1,053E-08	0,00027	0,86681	0,10443	0,76189
Mode	25	1,84	0,00026	1,018E-07	0,000002358	0,86707	0,10443	0,76189
Mode	26	1,82	2,802E-06	3,687E-08	0,00008714	0,86707	0,10443	0,76198
Mode	27	1,80	0,00022	4,055E-07	0,00495	0,86729	0,10443	0,76693
Mode	28	1,75	3,944E-07	0,09004	0,00000146	0,86729	0,19447	0,76693
Mode	29	1,71	0,02422	0,000001315	0,06431	0,89151	0,19447	0,83124
Mode	30	1,49	1,175E-05	0,00028	0,000002089	0,89152	0,19475	0,83124
Mode	31	1,49	0,02695	3,745E-07	0,00248	0,91848	0,19475	0,83372
Mode	32	1,44	0,00089	4,908E-09	0,01121	0,91937	0,19475	0,84493
Mode	33	1,43	2,354E-07	8,298E-09	0,00187	0,91937	0,19475	0,84679
Mode	34	1,40	0,00477	7,085E-07	0,02488	0,92413	0,19475	0,87168
Mode	35	1,36	6,763E-06	0,00071	0,00001339	0,92414	0,19547	0,87169
Mode	36	1,31	0,00013	2,877E-08	0,00049	0,92427	0,19547	0,87217
Mode	37	1,31	0,0000443	2,965E-09	0,00026	0,92431	0,19547	0,87243
Mode	38	1,30	1,351E-06	2,808E-09	0,000002124	0,92431	0,19547	0,87243
Mode	39	1,30	7,836E-05	6,805E-09	0,00014	0,92439	0,19547	0,87257
Mode	40	1,27	0,00739	1,153E-07	0,00001219	0,93178	0,19547	0,87258
Mode	41	1,26	0,00019	1,252E-07	0,00802	0,93197	0,19547	0,8806
Mode	42	1,26	1,721E-06	6,925E-10	0,00013	0,93197	0,19547	0,88073
Mode	43	1,25	8,398E-06	2,151E-07	0,02341	0,93198	0,19547	0,90414
Mode	44	1,18	0,02523	0,000001766	0,00257	0,95722	0,19547	0,90671
Mode	45	1,15	4,88E-07	0,02008	7,458E-10	0,95722	0,21555	0,90671
Mode	46	1,13	0,00026	3,949E-08	0,00002275	0,95748	0,21555	0,90673
Mode	47	1,12	0,00293	5,636E-08	0,00026	0,96041	0,21555	0,90699
Mode	48	1,03	1,941E-05	1,717E-09	0,00039	0,96043	0,21555	0,90738
Mode	49	1,03	5,561E-06	6,595E-08	0,00016	0,96044	0,21555	0,90754
Mode	50	1,03	1,402E-06	1,249E-07	0,00005875	0,96044	0,21555	0,90759
Mode	51	1,01	7,816E-08	0,00897	9,358E-08	0,96044	0,22452	0,90759
Mode	52	0,99	0,00047	4,868E-07	0,00068	0,9609	0,22452	0,90827
Mode	53	0,99	6,419E-05	4,825E-07	0,00001656	0,96097	0,22452	0,90829
Mode	54	0,94	5,166E-05	2,099E-07	0,00084	0,96102	0,22452	0,90913
Mode	55	0,94	3,79E-06	0,000001453	0,00006338	0,96102	0,22452	0,90919
Mode	56	0,94	4,156E-09	0,00242	1,95E-09	0,96102	0,22694	0,90919
Mode	57	0,93	3,771E-05	6,087E-10	2,558E-07	0,96106	0,22694	0,90919
Mode	58	0,93	4,502E-05	8,08E-12	1,709E-08	0,96111	0,22694	0,90919
Mode	59	0,91	9,515E-06	3,988E-10	0,00092	0,96112	0,22694	0,91011
Mode	60	0,91	4,331E-08	1,837E-09	0,000004733	0,96112	0,22694	0,91011



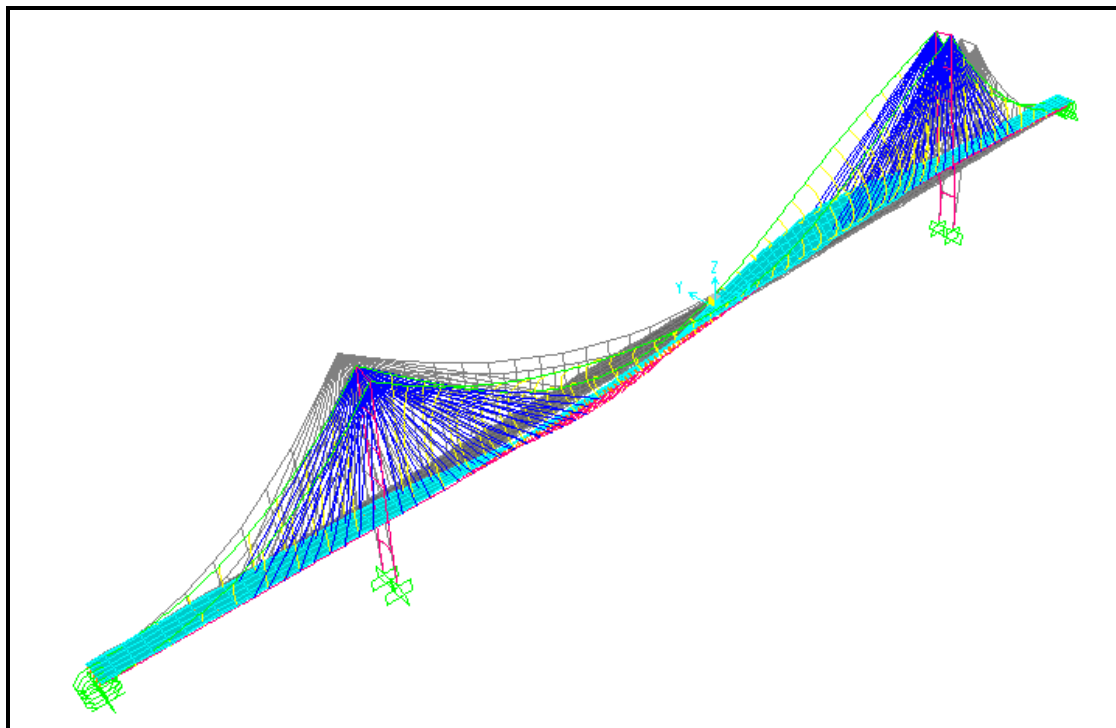
Σχήμα 3.79 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 9.11 \text{ sec}$



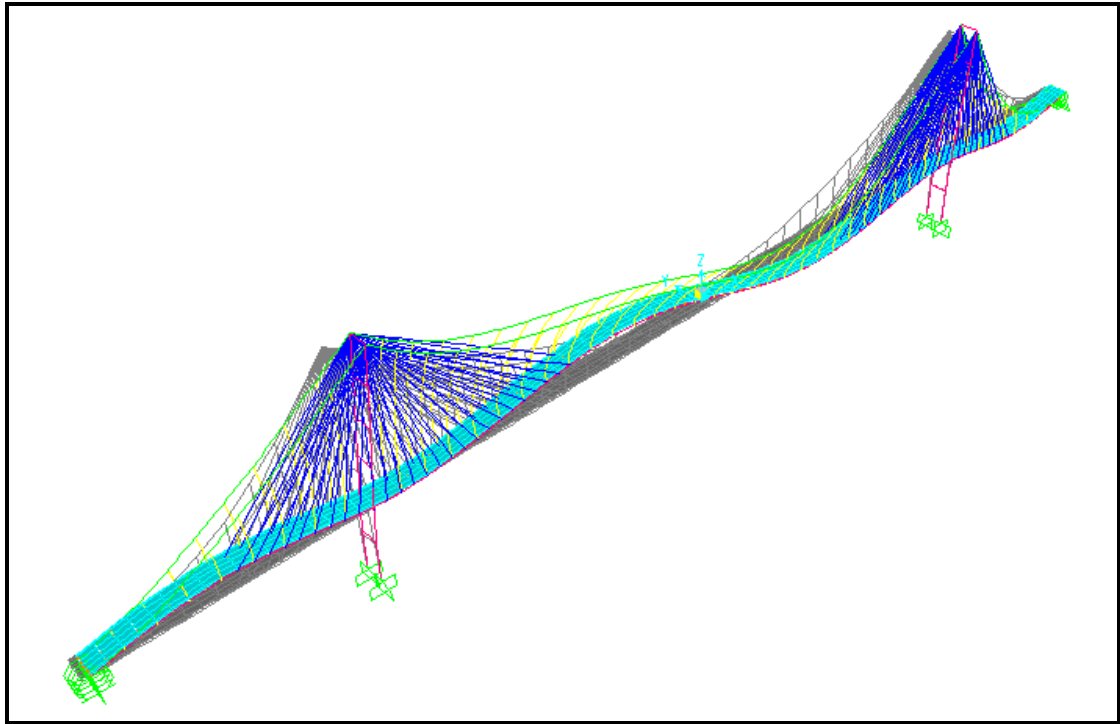
Σχήμα 3.80 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 7.93 \text{ sec}$



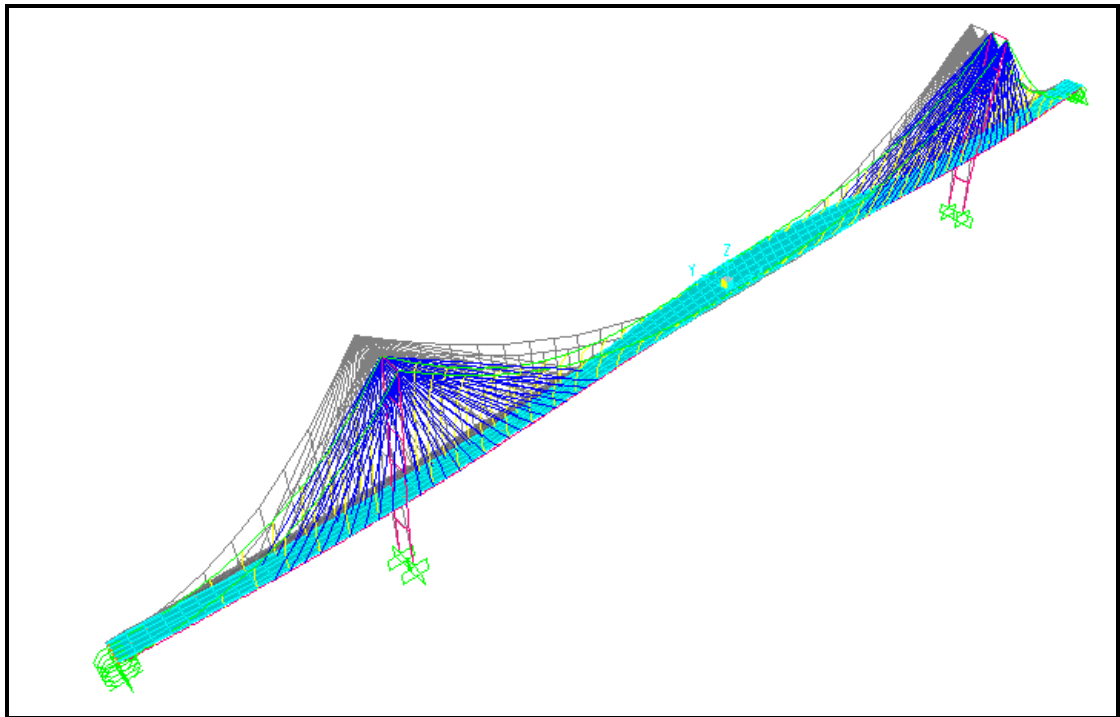
Σχήμα 3.81 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 6.46 \text{ sec}$



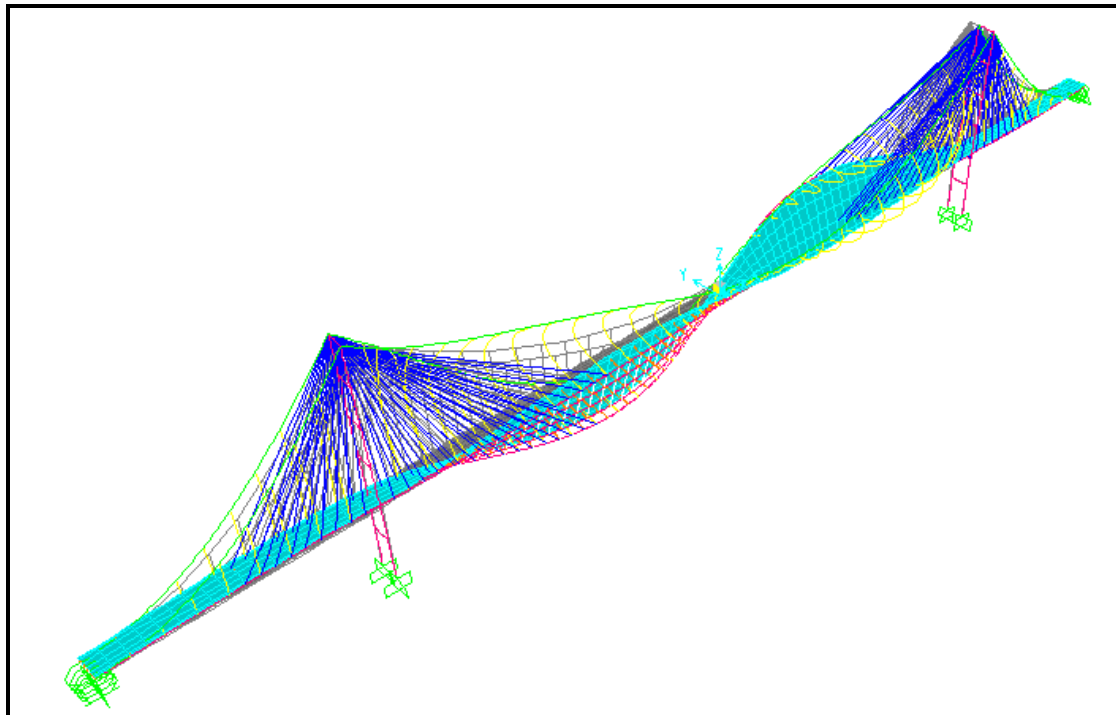
Σχήμα 3.82 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 4.75 \text{ sec}$



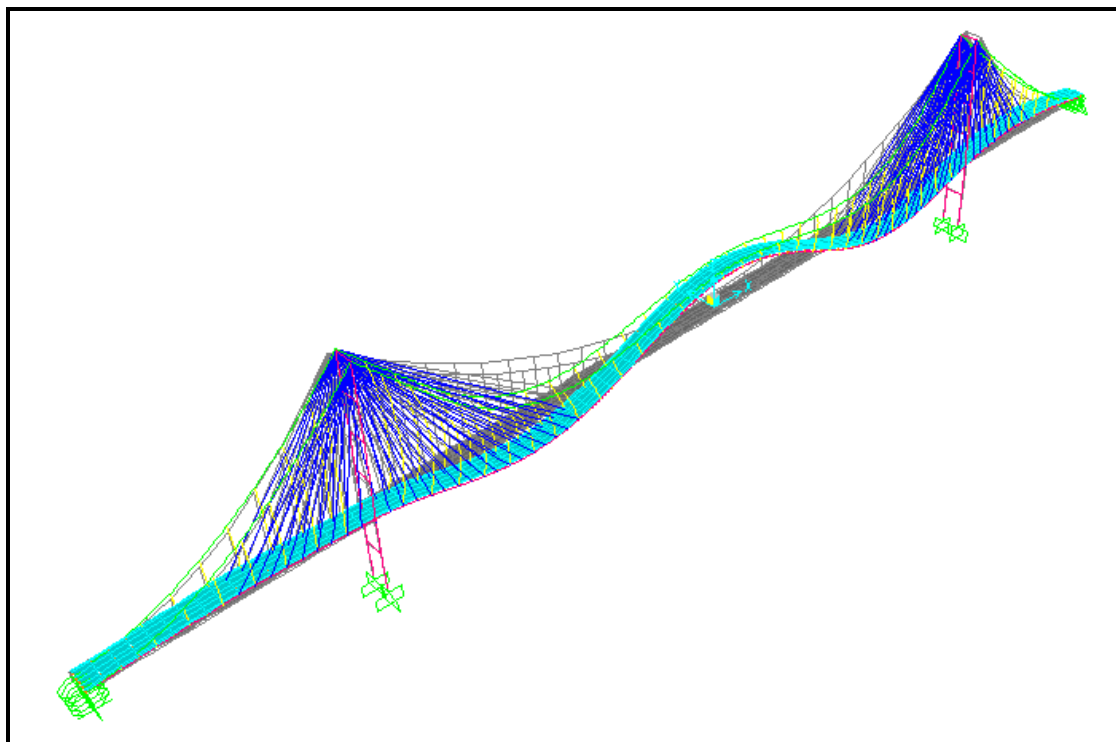
Σχήμα 3.83 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 4.69 \text{ sec}$



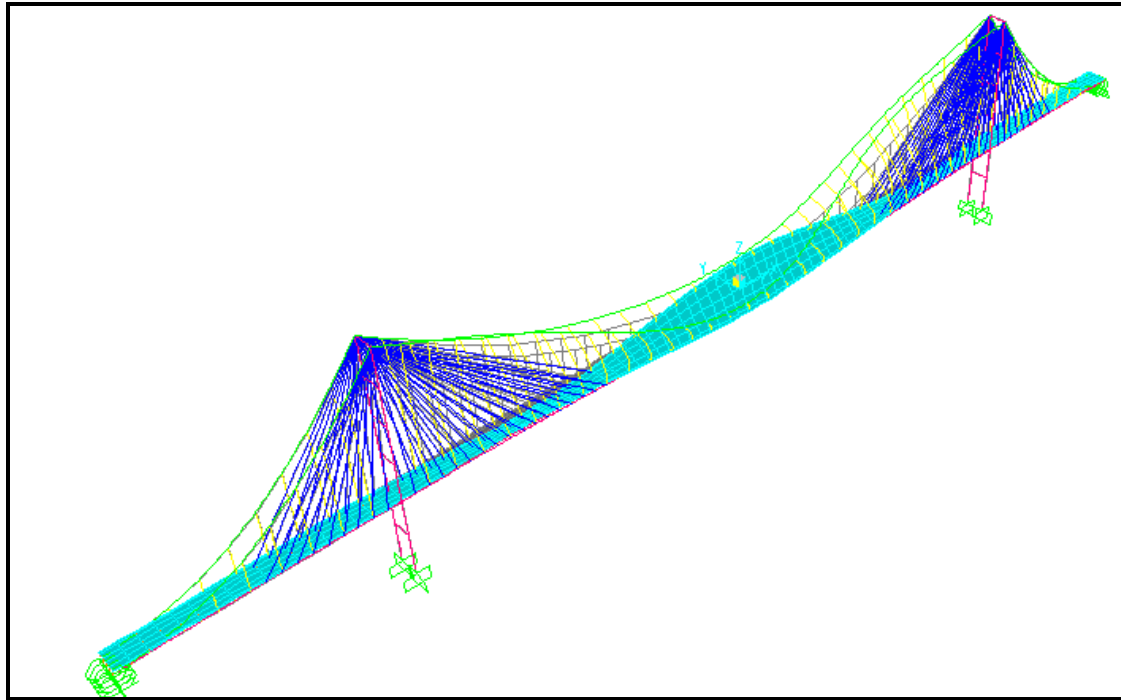
Σχήμα 3.84 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 4.55 \text{ sec}$



Σχήμα 3.85 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 4.10 \text{ sec}$



Σχήμα 3.86 8^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_8 = 3.59 \text{ sec}$



Σχήμα 3.87 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 2.96 \text{ sec}$

3.3.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 5.0 \text{ cm}$

Πίνακας 3.19 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

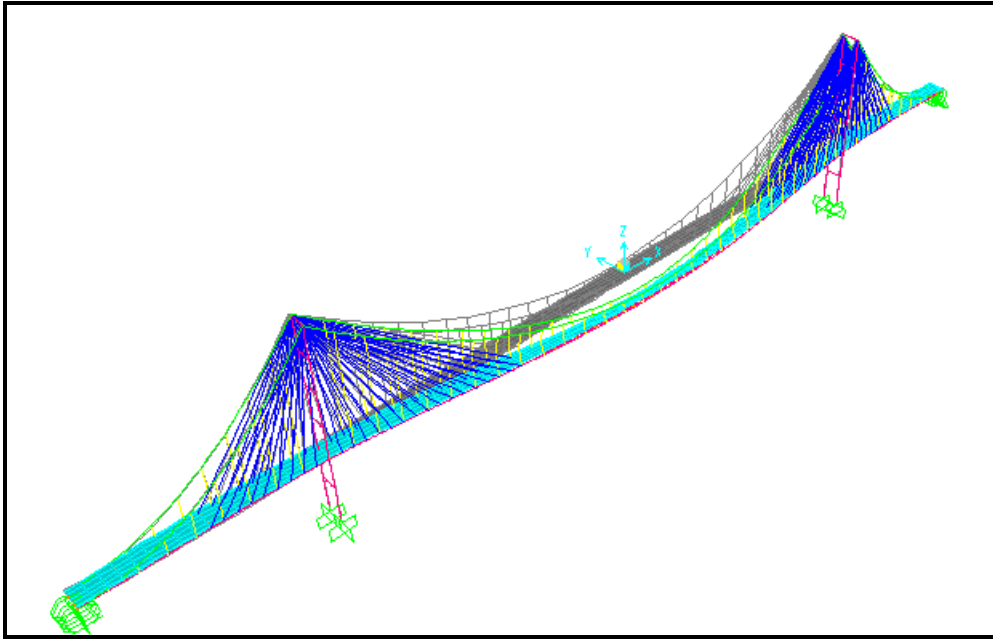
TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,09	2,172E-08	0,20724	1,603E-09	2,172E-08	0,20724	1,603E-09	
Mode	2	7,85	0,00087	6,614E-09	0,06787	0,00087	0,20724	0,06787	
Mode	3	6,05	0,29745	3,212E-09	0,00024	0,29832	0,20724	0,06811	
Mode	4	4,72	1,492E-08	0,01841	1,359E-08	0,29832	0,22564	0,06811	
Mode	5	4,55	7,812E-09	0,52447	2,93E-08	0,29832	0,75012	0,06811	
Mode	6	4,12	0,31953	8,309E-11	0,00071	0,61786	0,75012	0,06882	
Mode	7	3,84	4,772E-07	0,00004992	6,799E-11	0,61786	0,75017	0,06882	
Mode	8	3,38	0,00093	0,000001833	0,00054	0,61879	0,75017	0,06936	
Mode	9	3,21	8,612E-07	0,00386	9,619E-08	0,61879	0,75403	0,06936	
Mode	10	3,19	3,451E-07	0,00155	4,098E-08	0,61879	0,75558	0,06936	
Mode	11	3,16	6,008E-09	0,00000792	2,033E-10	0,61879	0,75559	0,06936	
Mode	12	3,15	1,185E-09	0,00001001	4,583E-10	0,61879	0,7556	0,06936	
Mode	13	2,96	1,759E-06	0,00158	4,717E-08	0,61879	0,75718	0,06936	
Mode	14	2,31	4,648E-08	0,00259	0,000000885	0,61879	0,75976	0,06936	
Mode	15	2,27	2,278E-08	0,00104	0,000000115	0,61879	0,7608	0,06936	
Mode	16	2,24	1,724E-11	0,00178	5,08E-10	0,61879	0,76259	0,06936	
Mode	17	2,23	1,22E-07	0,00000388	1,693E-07	0,61879	0,76259	0,06936	
Mode	18	2,18	3,139E-08	1,419E-07	3,151E-08	0,61879	0,76259	0,06936	
Mode	19	2,18	1,897E-08	0,00002979	2,535E-07	0,61879	0,76262	0,06936	
Mode	20	2,12	0,0269	2,498E-08	0,09351	0,64569	0,76262	0,16287	
Mode	21	1,95	4,598E-07	0,000001665	7,467E-09	0,64569	0,76262	0,16287	
Mode	22	1,93	4,554E-05	0,03831	0,00001027	0,64574	0,80093	0,16288	

Mode	23	1,93	0,04354	0,00003695	0,00889	0,68927	0,80097	0,17177
Mode	24	1,92	7,84E-07	0,00451	4,021E-09	0,68927	0,80547	0,17177
Mode	25	1,86	2,027E-07	0,00034	1,865E-08	0,68927	0,80582	0,17177
Mode	26	1,85	2,073E-07	0,00048	1,672E-08	0,68928	0,8063	0,17177
Mode	27	1,72	1,608E-05	0,01158	6,412E-07	0,68929	0,81788	0,17177
Mode	28	1,72	0,1473	0,00005439	0,00848	0,83659	0,81794	0,18025
Mode	29	1,71	0,00011	0,05088	0,000005815	0,8367	0,86882	0,18026
Mode	30	1,49	0,00042	5,077E-07	0,0409	0,83712	0,86882	0,22116
Mode	31	1,48	1,728E-09	0,01487	0,000001322	0,83712	0,8837	0,22116
Mode	32	1,46	1,536E-09	0,00076	1,313E-07	0,83712	0,88446	0,22116
Mode	33	1,44	1,994E-08	0,01379	0,000000306	0,83712	0,89824	0,22116
Mode	34	1,40	5,574E-08	0,00151	0,000003245	0,83712	0,89975	0,22117
Mode	35	1,34	1,839E-07	0,00002635	0,000002543	0,83712	0,89977	0,22117
Mode	36	1,33	1,511E-06	0,0000144	0,00002036	0,83712	0,89979	0,22119
Mode	37	1,33	0,00264	0,000005022	0,03484	0,83976	0,89979	0,25603
Mode	38	1,28	2,502E-08	0,000007366	1,215E-07	0,83976	0,8998	0,25603
Mode	39	1,28	4,282E-10	0,00038	4,43E-09	0,83976	0,90018	0,25603
Mode	40	1,26	7,909E-09	9,128E-07	0,000000264	0,83976	0,90018	0,25603
Mode	41	1,26	2,312E-08	7,162E-08	6,879E-08	0,83976	0,90018	0,25603
Mode	42	1,25	3,54E-09	0,00037	6,25E-08	0,83976	0,90055	0,25603
Mode	43	1,23	2,518E-08	0,01506	0,000000103	0,83976	0,9156	0,25603
Mode	44	1,18	3,75E-07	0,01588	3,849E-07	0,83976	0,93149	0,25603
Mode	45	1,15	1,133E-07	0,00033	3,734E-08	0,83976	0,93182	0,25603
Mode	46	1,14	0,00012	0,00716	1,657E-07	0,83988	0,93898	0,25603
Mode	47	1,14	0,03702	0,00002927	0,000003137	0,8769	0,93901	0,25604
Mode	48	1,05	2,481E-09	0,000001204	1,354E-09	0,8769	0,93901	0,25604
Mode	49	1,05	7,044E-11	9,732E-07	1,051E-09	0,8769	0,93901	0,25604
Mode	50	1,02	4,873E-09	0,00005845	4,602E-08	0,8769	0,93907	0,25604
Mode	51	1,00	1,185E-05	8,245E-09	0,000005304	0,87691	0,93907	0,25604
Mode	52	0,99	5,077E-07	8,859E-09	8,504E-08	0,87691	0,93907	0,25604
Mode	53	0,98	1,206E-07	0,00042	1,067E-08	0,87691	0,93948	0,25604
Mode	54	0,95	1,499E-09	0,00002881	1,639E-09	0,87691	0,93951	0,25604
Mode	55	0,94	5,976E-12	0,00003463	7,191E-11	0,87691	0,93955	0,25604
Mode	56	0,94	0,03552	1,327E-08	0,00002163	0,91243	0,93955	0,25606
Mode	57	0,93	2,456E-07	0,00034	2,155E-09	0,91243	0,93989	0,25606
Mode	58	0,93	2,59E-07	0,00001136	3,921E-09	0,91243	0,9399	0,25606
Mode	59	0,91	3,675E-09	0,00028	1,324E-09	0,91243	0,94018	0,25606
Mode	60	0,91	1,688E-09	0,00000169	2,865E-09	0,91243	0,94018	0,25606

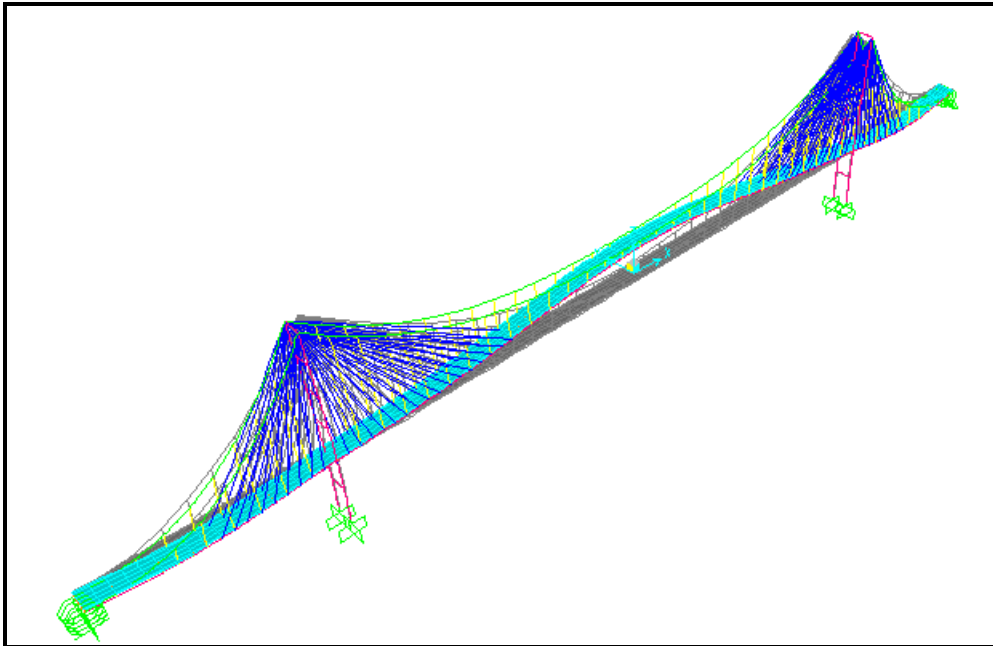
Πίνακας 3.20 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,09	0,01185	1,901E-10	0,00035	0,01185	1,901E-10	0,00035
Mode	2	7,85	1,962E-08	0,000001695	3,43E-11	0,01185	1,695E-06	0,00035
Mode	3	6,05	2,581E-10	0,00751	3,323E-09	0,01185	0,00751	0,00035
Mode	4	4,72	0,0284	1,844E-08	0,63044	0,04025	0,00751	0,6308
Mode	5	4,55	0,79207	5,744E-08	0,0238	0,83232	0,00751	0,6546
Mode	6	4,12	5,837E-10	0,074	4,32E-11	0,83232	0,08151	0,6546
Mode	7	3,84	2,195E-05	1,463E-08	0,02066	0,83234	0,08151	0,67526
Mode	8	3,38	5,055E-06	0,00282	6,106E-08	0,83235	0,08433	0,67526

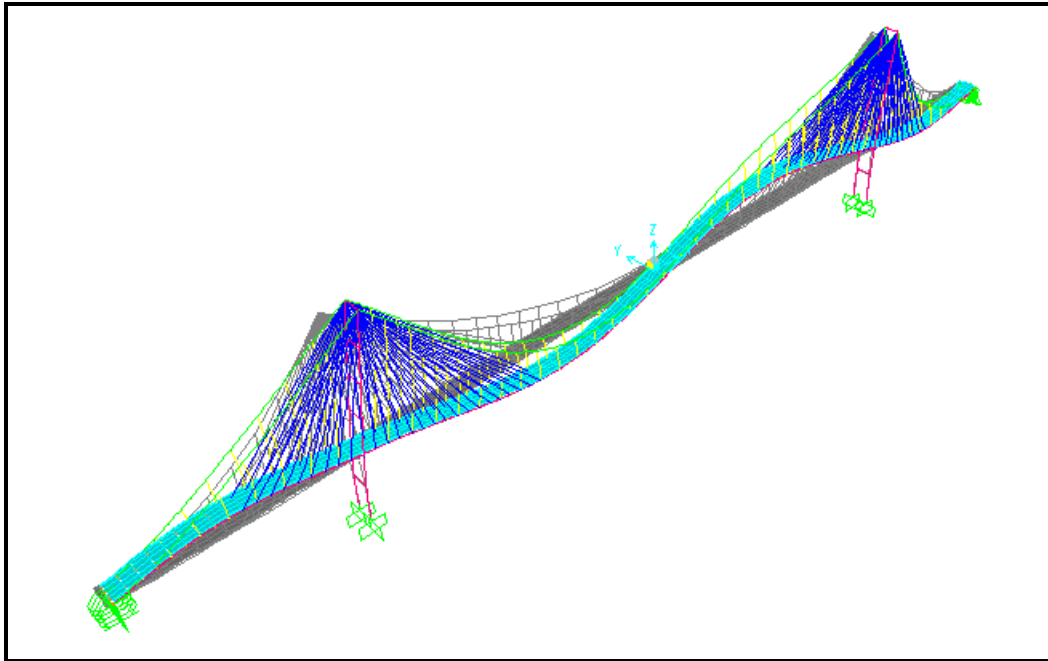
Mode	9	3,21	0,00247	3,962E-07	8,595E-07	0,83482	0,08433	0,67526
Mode	10	3,19	0,00107	1,057E-07	1,336E-07	0,83589	0,08433	0,67526
Mode	11	3,16	2,625E-06	7,469E-09	0,00218	0,8359	0,08433	0,67744
Mode	12	3,15	1,559E-06	7,525E-11	0,00419	0,8359	0,08433	0,68164
Mode	13	2,96	0,00468	1,799E-07	0,00008315	0,84057	0,08433	0,68172
Mode	14	2,31	0,00711	2,463E-10	0,00135	0,84768	0,08433	0,68307
Mode	15	2,27	0,0002	4,927E-08	0,00267	0,84788	0,08433	0,68573
Mode	16	2,24	0,00123	2,411E-10	0,00402	0,84911	0,08433	0,68975
Mode	17	2,23	2,584E-06	1,495E-08	0,00008686	0,84911	0,08433	0,68976
Mode	18	2,18	1,253E-06	1,835E-09	0,00001352	0,84911	0,08433	0,68977
Mode	19	2,18	0,00022	1,985E-09	0,00237	0,84933	0,08433	0,69214
Mode	20	2,12	1,746E-08	0,00395	2,022E-08	0,84933	0,08828	0,69214
Mode	21	1,95	4,05E-08	2,672E-09	0,00002054	0,84933	0,08828	0,69216
Mode	22	1,93	0,01705	0,00005355	0,06773	0,86638	0,08828	0,75989
Mode	23	1,93	1,634E-05	0,00448	0,00006922	0,8664	0,09276	0,75996
Mode	24	1,92	0,00136	1,915E-08	0,0017	0,86777	0,09276	0,76166
Mode	25	1,86	0,00013	2,173E-10	0,00047	0,8679	0,09276	0,76213
Mode	26	1,85	0,00019	4,049E-10	0,0006	0,86809	0,09276	0,76273
Mode	27	1,72	0,00452	0,00001118	0,00155	0,87261	0,09277	0,76428
Mode	28	1,72	0,0000215	0,10693	0,00006238	0,87263	0,19971	0,76434
Mode	29	1,71	0,02176	0,0000752	0,07032	0,89439	0,19978	0,83466
Mode	30	1,49	4,135E-07	0,00049	2,296E-07	0,89439	0,20027	0,83466
Mode	31	1,48	0,01529	4,601E-08	0,00325	0,90968	0,20027	0,83791
Mode	32	1,46	0,00072	2,366E-10	0,00002963	0,91041	0,20027	0,83794
Mode	33	1,44	0,01163	3,866E-08	0,0009	0,92203	0,20027	0,83884
Mode	34	1,40	0,00308	2,205E-07	0,03305	0,92511	0,20027	0,87189
Mode	35	1,34	8,854E-05	1,046E-08	0,0000306	0,9252	0,20027	0,87192
Mode	36	1,33	5,242E-05	2,955E-07	0,00005072	0,92525	0,20027	0,87197
Mode	37	1,33	4,931E-06	0,00048	0,000004115	0,92526	0,20075	0,87198
Mode	38	1,28	1,802E-06	3,552E-09	0,000005796	0,92526	0,20075	0,87198
Mode	39	1,28	9,314E-05	1,242E-08	0,0003	0,92535	0,20075	0,87228
Mode	40	1,26	0,00033	1,188E-07	0,00677	0,92568	0,20075	0,87904
Mode	41	1,26	8,71E-06	4,004E-10	0,00021	0,92569	0,20075	0,87925
Mode	42	1,25	0,00075	2,824E-07	0,02397	0,92644	0,20075	0,90322
Mode	43	1,23	0,01358	1,956E-11	0,00083	0,94002	0,20075	0,90405
Mode	44	1,18	0,01394	0,000001125	0,00225	0,95397	0,20075	0,90629
Mode	45	1,15	0,00029	1,472E-07	0,00003579	0,95425	0,20075	0,90633
Mode	46	1,14	0,0062	0,00005752	0,00072	0,96045	0,20081	0,90705
Mode	47	1,14	2,583E-05	0,01596	0,000002411	0,96047	0,21677	0,90705
Mode	48	1,05	1,591E-06	9,811E-09	0,00003945	0,96047	0,21677	0,90709
Mode	49	1,05	1,083E-06	1,183E-08	0,00003375	0,96048	0,21677	0,90713
Mode	50	1,02	6,612E-05	1,512E-08	0,0007	0,96054	0,21677	0,90782
Mode	51	1,00	1,135E-07	0,00881	1,358E-07	0,96054	0,22557	0,90782
Mode	52	0,99	0,00047	0,000001764	0,00054	0,96101	0,22557	0,90836
Mode	53	0,98	4,214E-06	5,22E-08	0,000007599	0,96101	0,22557	0,90837
Mode	54	0,95	3,748E-05	1,434E-09	0,000000266	0,96105	0,22557	0,90837
Mode	55	0,94	4,568E-05	1,792E-12	0,000001125	0,9611	0,22557	0,90837
Mode	56	0,94	9,877E-10	0,0022	7,825E-09	0,9611	0,22777	0,90837
Mode	57	0,93	5,699E-05	1,911E-08	0,00098	0,96115	0,22777	0,90935
Mode	58	0,93	1,848E-06	6,324E-08	0,00003296	0,96116	0,22777	0,90938
Mode	59	0,91	1,094E-05	1,809E-10	0,00084	0,96117	0,22777	0,91023
Mode	60	0,91	5,956E-08	1,755E-09	0,000005188	0,96117	0,22777	0,91023



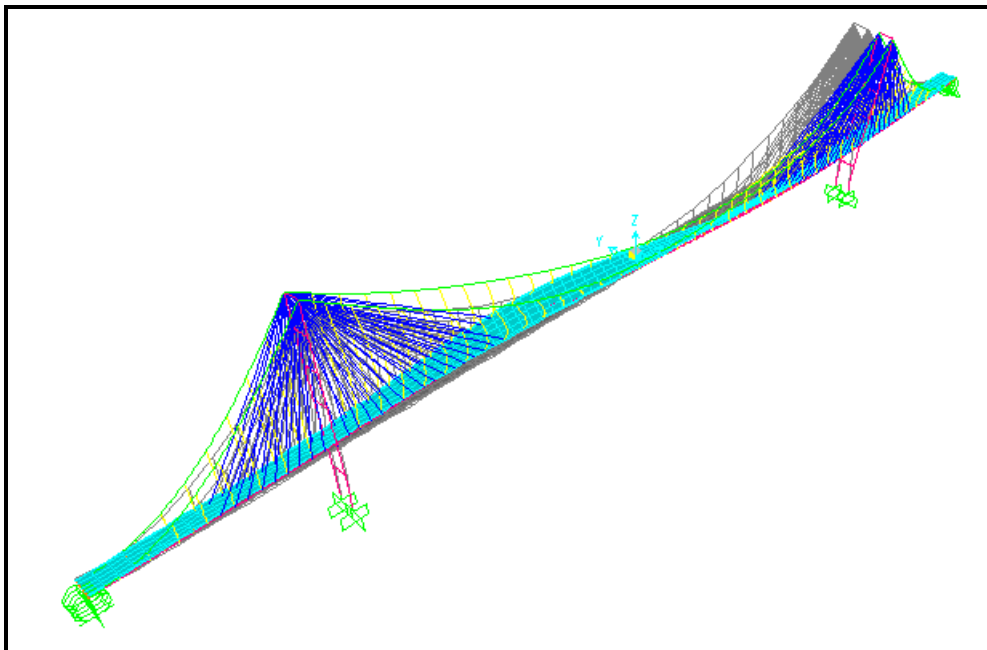
Σχήμα 3.88 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 9.09 \text{ sec}$



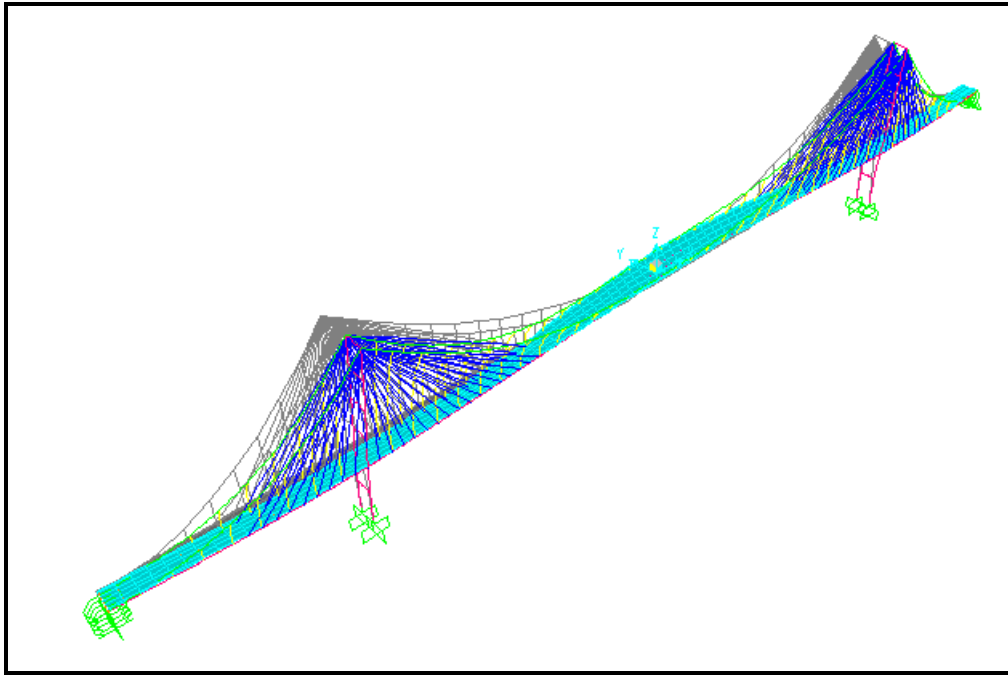
Σχήμα 3.89 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 7.85 \text{ sec}$



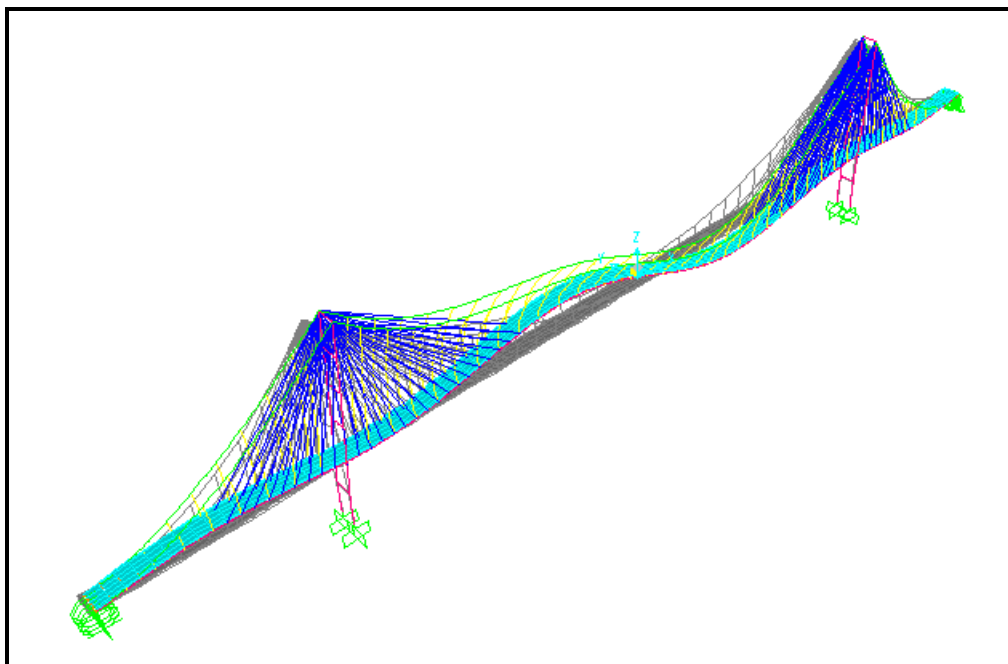
Σχήμα 3.90 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 6.05 \text{ sec}$



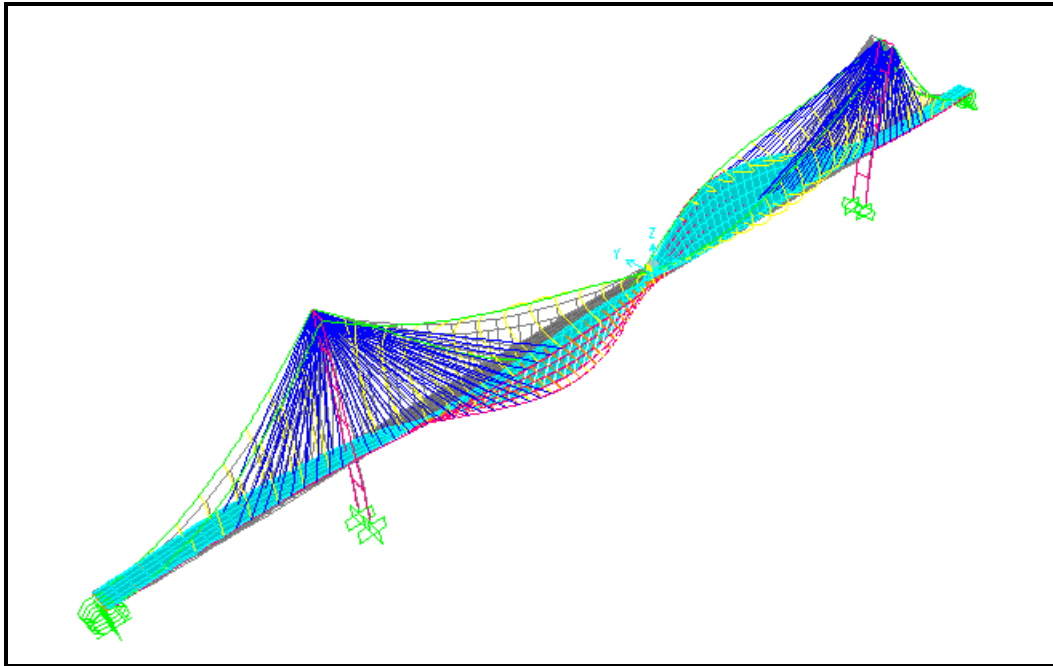
Σχήμα 3.91 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 4.72 \text{ sec}$



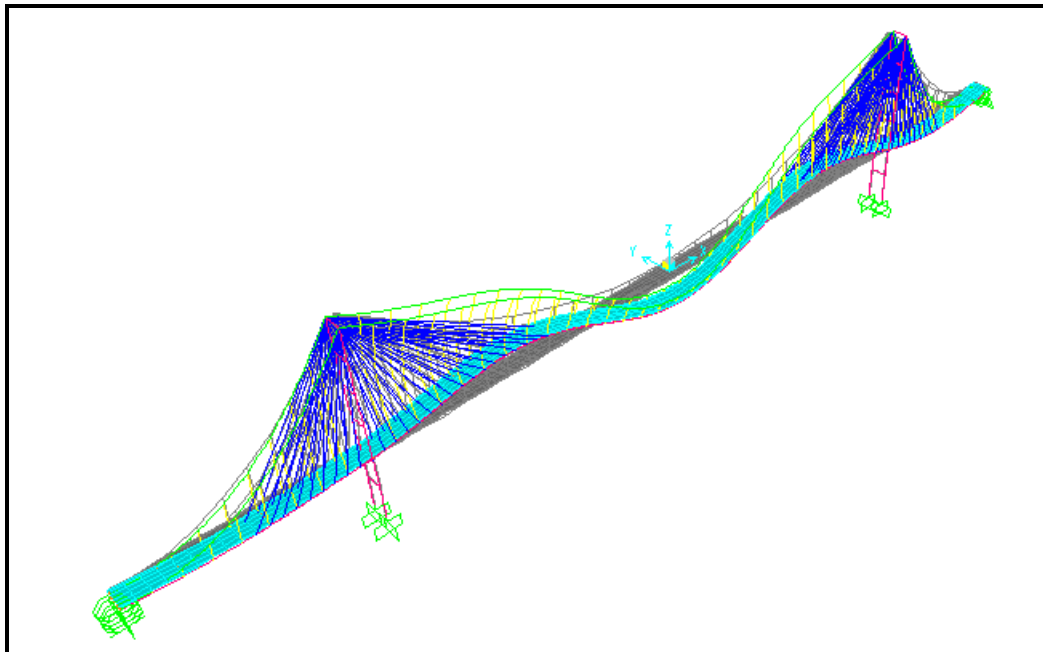
Σχήμα 3.92 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 4.55 \text{ sec}$



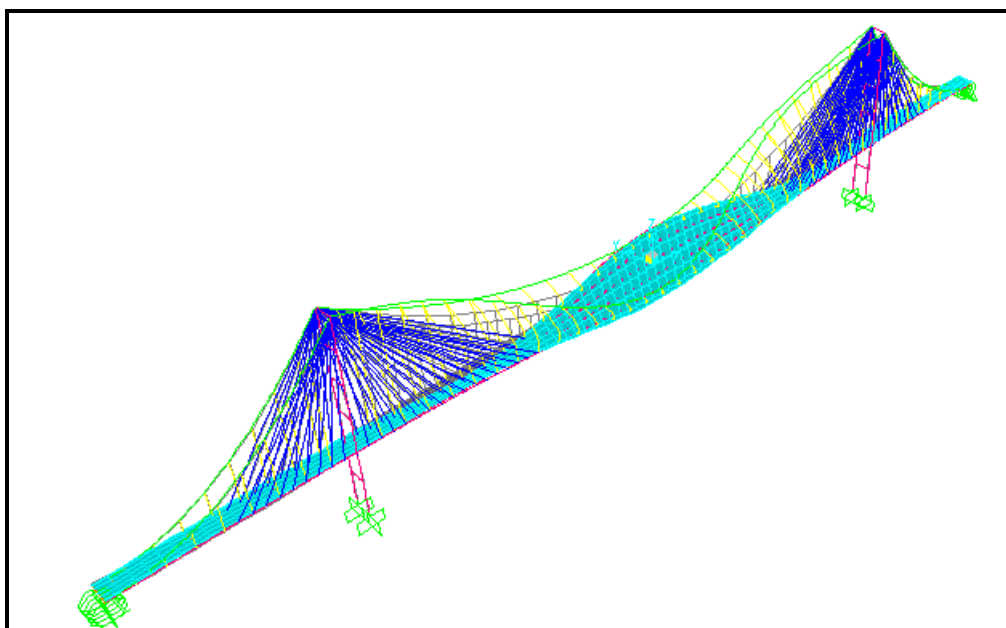
Σχήμα 3.93 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 4.12 \text{ sec}$



Σχήμα 3.94 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 3.84 \text{ sec}$



Σχήμα 3.95 8^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_8 = 3.38 \text{ sec}$



Σχήμα 3.96 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 2.96 \text{ sec}$

3.3.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 7.5 \text{ cm}$

Πίνακας 3.21 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

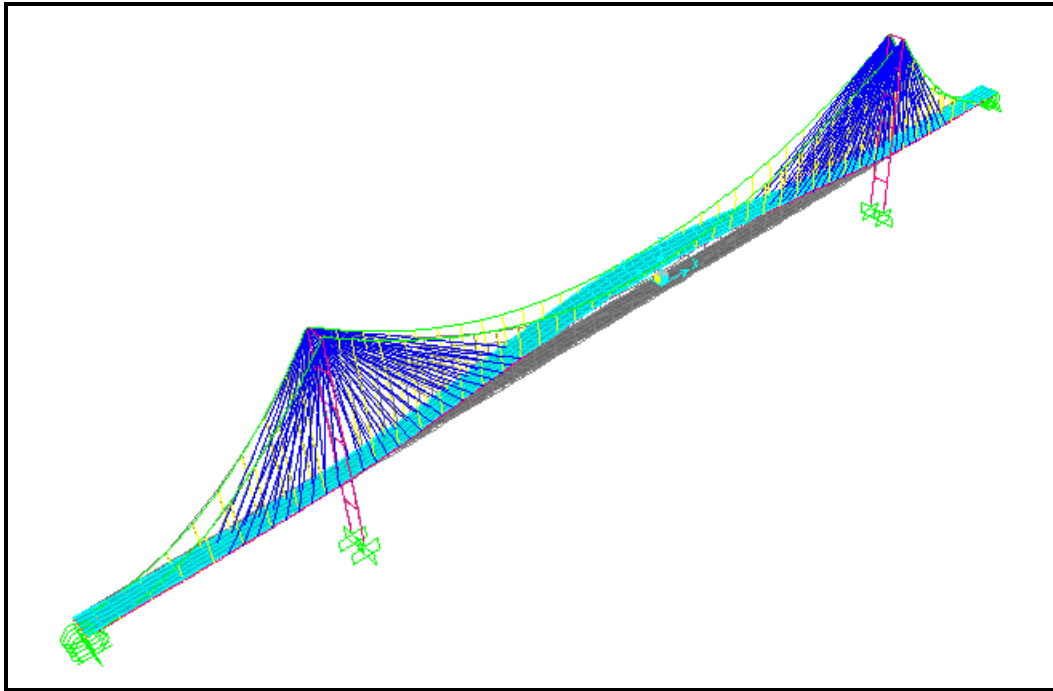
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,07	2,144E-08	0,20777	1,37E-09	2,144E-08	0,20777	1,37E-09
Mode	2	7,80	0,00127	6,98E-09	0,06648	0,00127	0,20777	0,06648
Mode	3	5,90	0,37126	5,079E-09	0,00007351	0,37252	0,20777	0,06655
Mode	4	4,72	9,229E-09	0,0216	1,394E-08	0,37252	0,22937	0,06655
Mode	5	4,56	3,722E-10	0,52049	2,664E-08	0,37252	0,74986	0,06655
Mode	6	3,65	1,283E-06	0,00004142	4,497E-09	0,37252	0,7499	0,06655
Mode	7	3,62	0,25395	2,173E-08	0,00116	0,62648	0,7499	0,06771
Mode	8	3,22	3,608E-06	0,00252	0,00001986	0,62648	0,75242	0,06773
Mode	9	3,21	1,739E-05	0,00273	0,00019	0,6265	0,75515	0,06792
Mode	10	3,20	0,00013	0,00035	0,00263	0,62663	0,7555	0,07055
Mode	11	3,17	4,51E-08	6,108E-09	2,404E-08	0,62663	0,7555	0,07055
Mode	12	3,15	5,237E-09	1,461E-08	1,458E-08	0,62663	0,7555	0,07055
Mode	13	2,95	2,328E-06	0,00137	0,000001875	0,62663	0,75687	0,07055
Mode	14	2,20	2,138E-11	0,00441	4,253E-07	0,62663	0,76128	0,07055
Mode	15	2,19	1,104E-10	0,00324	4,37E-09	0,62663	0,76452	0,07055
Mode	16	2,19	2,248E-08	0,000007189	1,795E-07	0,62663	0,76453	0,07055
Mode	17	2,18	8,719E-08	0,000002907	4,868E-08	0,62663	0,76453	0,07055
Mode	18	2,16	5,308E-08	3,949E-09	7,113E-09	0,62663	0,76453	0,07055
Mode	19	2,14	1,24E-08	0,00008171	2,639E-07	0,62663	0,76462	0,07055
Mode	20	2,00	0,05812	3,384E-07	0,0729	0,68475	0,76462	0,14345
Mode	21	1,95	4,94E-07	0,00003138	1,575E-07	0,68475	0,76465	0,14345
Mode	22	1,92	1,182E-07	0,04056	0,000000344	0,68475	0,8052	0,14345
Mode	23	1,92	9,068E-07	0,00078	2,693E-07	0,68475	0,80598	0,14345

Mode	24	1,87	4,503E-08	0,00024	9,719E-08	0,68475	0,80623	0,14345
Mode	25	1,86	1,892E-07	0,00045	0,000000111	0,68475	0,80668	0,14345
Mode	26	1,81	0,10454	7,589E-08	0,03055	0,78929	0,80668	0,174
Mode	27	1,71	1,797E-07	0,06591	1,801E-08	0,78929	0,87258	0,174
Mode	28	1,65	0,0515	4,608E-07	0,00501	0,84079	0,87259	0,17902
Mode	29	1,61	4,612E-07	0,00031	1,319E-07	0,84079	0,87289	0,17902
Mode	30	1,48	0,00014	6,931E-08	0,04164	0,84093	0,87289	0,22066
Mode	31	1,47	4,39E-10	0,00354	1,053E-08	0,84093	0,87644	0,22066
Mode	32	1,46	8,545E-10	0,00087	5,195E-09	0,84093	0,87731	0,22066
Mode	33	1,42	7,816E-09	0,02359	5,786E-07	0,84093	0,90089	0,22066
Mode	34	1,38	1,923E-09	3,885E-09	0,000001	0,84093	0,90089	0,22066
Mode	35	1,34	9,604E-10	0,00001943	4,226E-08	0,84093	0,90091	0,22066
Mode	36	1,34	8,693E-10	0,00001284	6,335E-08	0,84093	0,90093	0,22066
Mode	37	1,28	0,00133	0,000004572	0,03743	0,84226	0,90093	0,25809
Mode	38	1,26	2,261E-08	0,00023	0,000002249	0,84226	0,90117	0,25809
Mode	39	1,26	5,401E-08	0,000006567	0,0000013	0,84226	0,90117	0,25809
Mode	40	1,25	1,551E-08	0,00048	8,038E-07	0,84226	0,90165	0,25809
Mode	41	1,25	2,15E-08	3,702E-07	4,684E-08	0,84226	0,90165	0,25809
Mode	42	1,24	2,034E-09	0,00009986	1,812E-08	0,84226	0,90175	0,25809
Mode	43	1,20	1,363E-08	0,03202	0,000001135	0,84226	0,93378	0,25809
Mode	44	1,16	1,977E-07	0,00015	6,986E-09	0,84226	0,93393	0,25809
Mode	45	1,16	6,124E-08	6,846E-07	6,009E-08	0,84226	0,93393	0,25809
Mode	46	1,12	0,0000822	0,00511	8,998E-07	0,84234	0,93904	0,25809
Mode	47	1,12	0,03411	0,00001352	0,00009501	0,87646	0,93905	0,25819
Mode	48	1,05	4,048E-09	0,000001925	1,358E-09	0,87646	0,93905	0,25819
Mode	49	1,05	1,593E-09	0,000001595	1,799E-09	0,87646	0,93906	0,25819
Mode	50	1,01	1,119E-07	0,00004061	7,998E-08	0,87646	0,9391	0,25819
Mode	51	0,99	1,398E-07	2,455E-08	0,000001406	0,87646	0,9391	0,25819
Mode	52	0,98	3,585E-07	0,000002127	1,454E-08	0,87646	0,9391	0,25819
Mode	53	0,97	1,805E-07	0,0004	8,191E-09	0,87646	0,9395	0,25819
Mode	54	0,95	1,145E-09	0,00003498	1,809E-09	0,87646	0,93953	0,25819
Mode	55	0,95	9,802E-12	0,0000436	3,31E-11	0,87646	0,93958	0,25819
Mode	56	0,93	0,03632	1,181E-08	0,00007729	0,91278	0,93958	0,25827
Mode	57	0,91	3,049E-08	0,00038	1,642E-10	0,91278	0,93996	0,25827
Mode	58	0,91	3,468E-08	0,00000324	3,781E-09	0,91278	0,93996	0,25827
Mode	59	0,90	1,057E-09	0,00034	5,586E-10	0,91278	0,94031	0,25827
Mode	60	0,90	1,923E-09	0,000001282	3,105E-09	0,91278	0,94031	0,25827

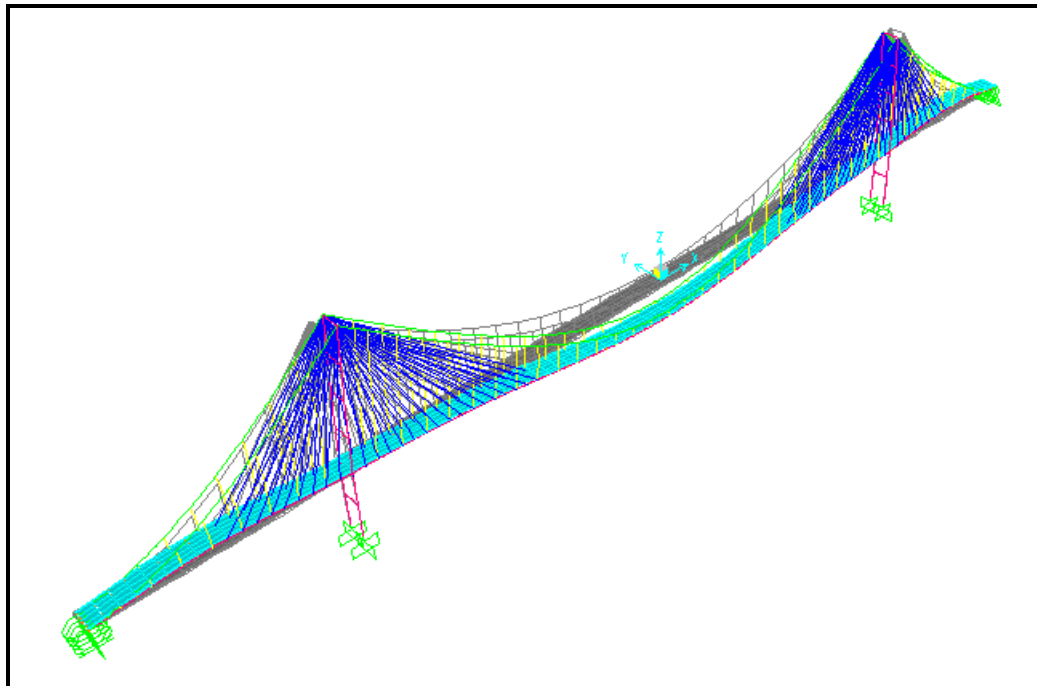
Πίνακας 3.22 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,07	0,01211	1,781E-10	0,00035	0,01211	1,78E-10	0,00035
Mode	2	7,80	1,94E-08	2,167E-07	1,068E-11	0,01211	2,17E-07	0,00035
Mode	3	5,90	5,432E-10	0,01542	2,166E-09	0,01211	0,01542	0,00035
Mode	4	4,72	0,03334	1,697E-08	0,63608	0,04544	0,01542	0,63642
Mode	5	4,56	0,78752	4,165E-08	0,02836	0,83296	0,01542	0,66478
Mode	6	3,65	0,00012	5,514E-07	0,01087	0,83308	0,01542	0,67565
Mode	7	3,62	1,046E-07	0,05376	1,241E-07	0,83308	0,06918	0,67565
Mode	8	3,22	0,00144	0,00004535	0,000003042	0,83452	0,06923	0,67565

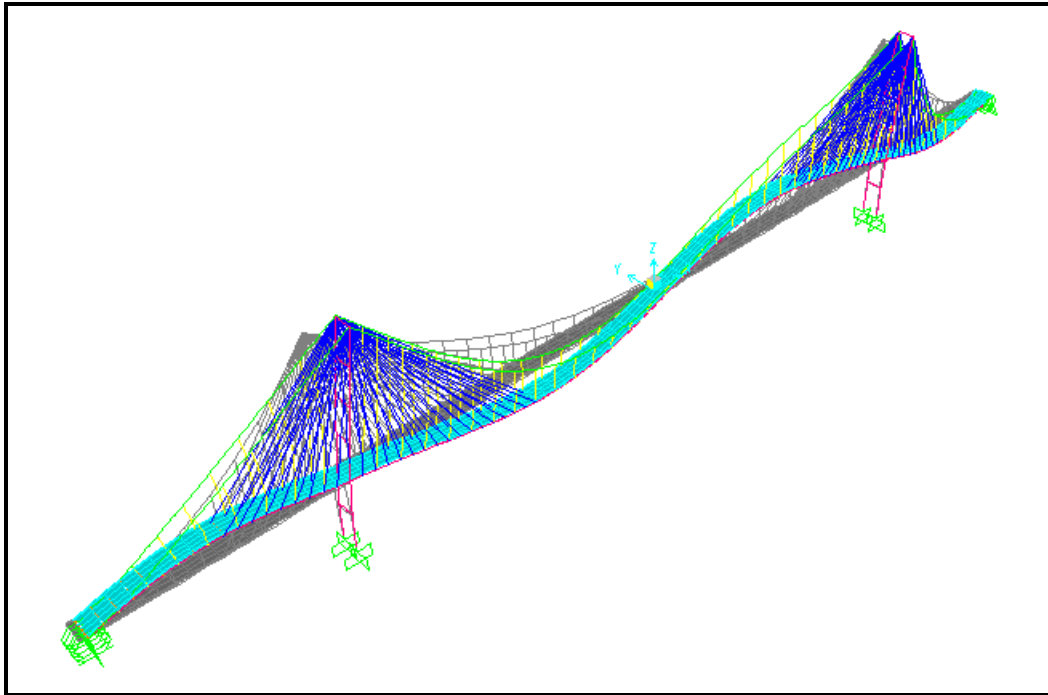
Mode	9	3,21	0,00169	0,0004	0,000004014	0,83621	0,06963	0,67566
Mode	10	3,20	0,00016	0,00529	3,536E-08	0,83637	0,07493	0,67566
Mode	11	3,17	1,614E-06	0,00000123	0,00057	0,83637	0,07493	0,67622
Mode	12	3,15	1,584E-05	4,444E-08	0,00554	0,83639	0,07493	0,68176
Mode	13	2,95	0,00437	0,000001188	0,00005393	0,84076	0,07493	0,68181
Mode	14	2,20	0,00716	1,235E-08	0,00507	0,84792	0,07493	0,68688
Mode	15	2,19	0,00204	1,754E-09	0,00649	0,84995	0,07493	0,69337
Mode	16	2,19	0,00052	3,136E-08	0,00002266	0,85047	0,07493	0,69339
Mode	17	2,18	1,946E-06	9,252E-09	0,000006541	0,85047	0,07493	0,6934
Mode	18	2,16	3,66E-07	5,57E-09	4,525E-07	0,85047	0,07493	0,6934
Mode	19	2,14	0,00115	3,982E-08	0,00266	0,85162	0,07493	0,69606
Mode	20	2,00	5,42E-08	0,00607	8,141E-09	0,85162	0,081	0,69606
Mode	21	1,95	1,359E-05	4,556E-08	0,000003152	0,85164	0,081	0,69607
Mode	22	1,92	0,0172	7,134E-08	0,06537	0,86884	0,081	0,76143
Mode	23	1,92	0,00029	8,649E-08	0,00006688	0,86913	0,081	0,7615
Mode	24	1,87	9,515E-05	1,735E-08	0,00052	0,86922	0,081	0,76202
Mode	25	1,86	0,00018	7,573E-09	0,00081	0,8694	0,081	0,76282
Mode	26	1,81	5,197E-09	0,00076	2,394E-07	0,8694	0,08175	0,76282
Mode	27	1,71	0,02873	0,000001968	0,0633	0,89814	0,08176	0,82612
Mode	28	1,65	3,385E-07	0,12573	7,197E-08	0,89814	0,20749	0,82612
Mode	29	1,61	0,00028	5,877E-07	0,01719	0,89842	0,20749	0,84332
Mode	30	1,48	2,572E-08	0,00068	2,253E-08	0,89842	0,20816	0,84332
Mode	31	1,47	0,00409	1,561E-09	0,00135	0,90251	0,20816	0,84467
Mode	32	1,46	0,00097	7,536E-10	0,00028	0,90349	0,20816	0,84495
Mode	33	1,42	0,02261	6,725E-08	0,00118	0,9261	0,20816	0,84613
Mode	34	1,38	0,00038	7,131E-08	0,02546	0,92648	0,20816	0,87159
Mode	35	1,34	6,785E-05	5,425E-09	0,000009799	0,92655	0,20816	0,8716
Mode	36	1,34	4,611E-05	4,322E-09	0,00003865	0,92659	0,20816	0,87164
Mode	37	1,28	3,273E-06	0,00071	0,00000716	0,9266	0,20887	0,87164
Mode	38	1,26	2,349E-05	3,593E-07	0,01702	0,92662	0,20887	0,88866
Mode	39	1,26	1,311E-05	1,142E-07	0,00218	0,92663	0,20887	0,89084
Mode	40	1,25	0,00064	1,197E-07	0,0095	0,92728	0,20887	0,90035
Mode	41	1,25	1,654E-07	2,333E-09	0,00003386	0,92728	0,20887	0,90038
Mode	42	1,24	2,898E-05	2,336E-08	0,00469	0,92731	0,20887	0,90507
Mode	43	1,20	0,02889	2,359E-07	0,00053	0,95619	0,20888	0,9056
Mode	44	1,16	0,00015	0,000000122	0,00023	0,95634	0,20888	0,90583
Mode	45	1,16	1,714E-07	7,89E-08	0,00005678	0,95634	0,20888	0,90589
Mode	46	1,12	0,00426	0,00002824	0,00129	0,9606	0,2089	0,90718
Mode	47	1,12	1,156E-05	0,00959	0,000002946	0,96061	0,21849	0,90718
Mode	48	1,05	1,958E-06	7,272E-09	0,00004939	0,96062	0,21849	0,90723
Mode	49	1,05	1,438E-06	4,197E-09	0,00004627	0,96062	0,21849	0,90728
Mode	50	1,01	0,00018	9,136E-09	0,00089	0,96079	0,21849	0,90817
Mode	51	0,99	8,146E-07	0,00899	8,646E-07	0,9608	0,22748	0,90817
Mode	52	0,98	0,00033	0,00002179	0,00034	0,96112	0,2275	0,90851
Mode	53	0,97	6,959E-07	3,617E-09	0,00001471	0,96112	0,2275	0,90852
Mode	54	0,95	3,961E-05	1,829E-09	8,04E-09	0,96116	0,2275	0,90852
Mode	55	0,95	4,985E-05	2,399E-12	1,166E-07	0,96121	0,2275	0,90852
Mode	56	0,93	1,956E-09	0,00169	2,536E-09	0,96121	0,22919	0,90852
Mode	57	0,91	4,437E-05	1,98E-09	0,00142	0,96126	0,22919	0,90994
Mode	58	0,91	3,703E-07	3,369E-08	0,00001324	0,96126	0,22919	0,90995
Mode	59	0,90	9,379E-06	9,058E-11	0,00091	0,96127	0,22919	0,91086
Mode	60	0,90	2,986E-08	1,941E-09	0,000003762	0,96127	0,22919	0,91086



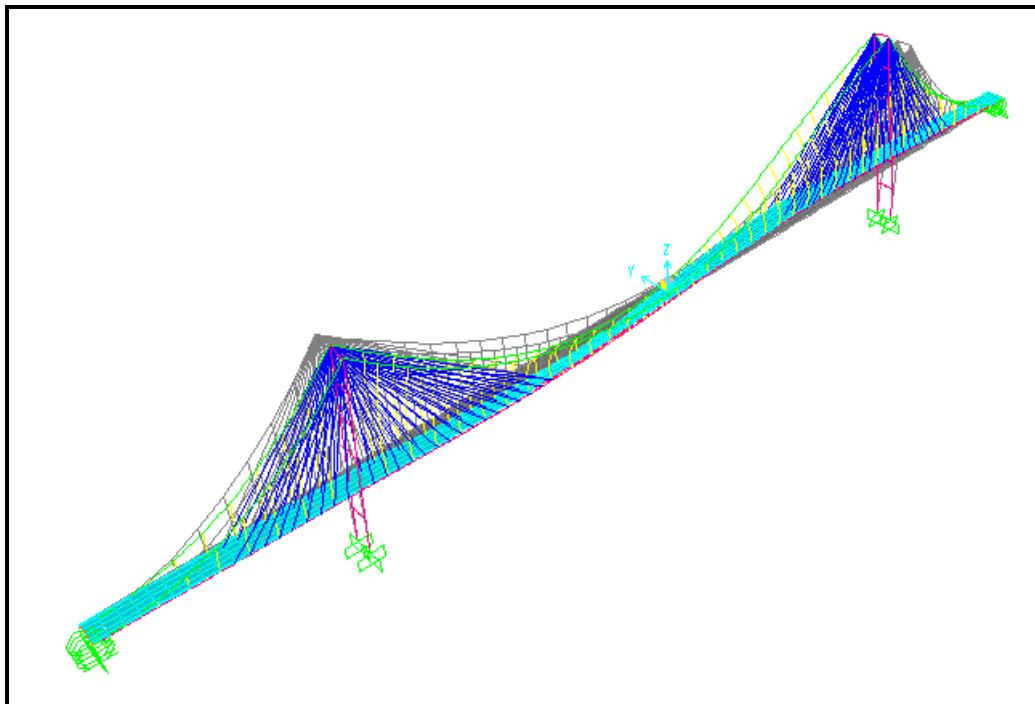
Σχήμα 3.97 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 9.07 \text{ sec}$



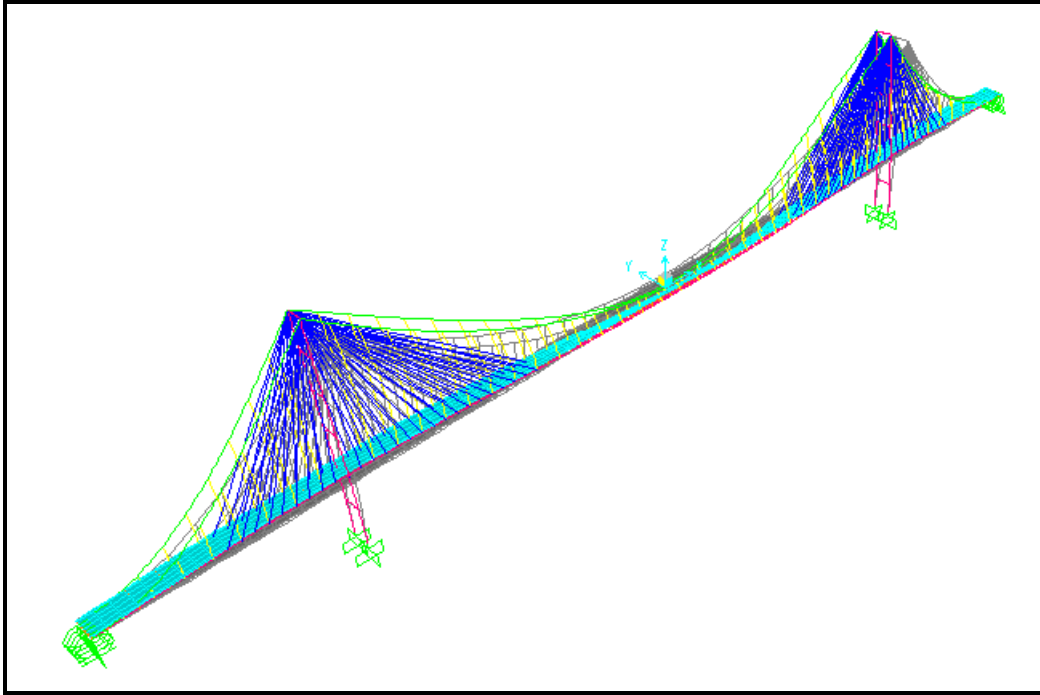
Σχήμα 3.98 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 7.80 \text{ sec}$



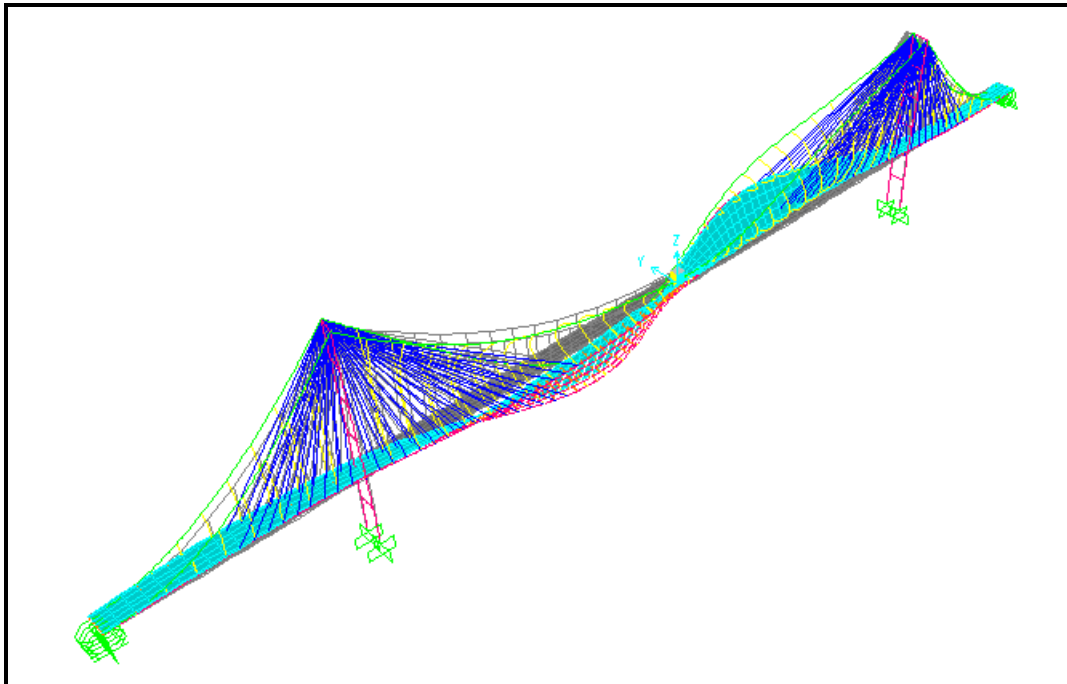
Σχήμα 3.99 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 5.90 \text{ sec}$



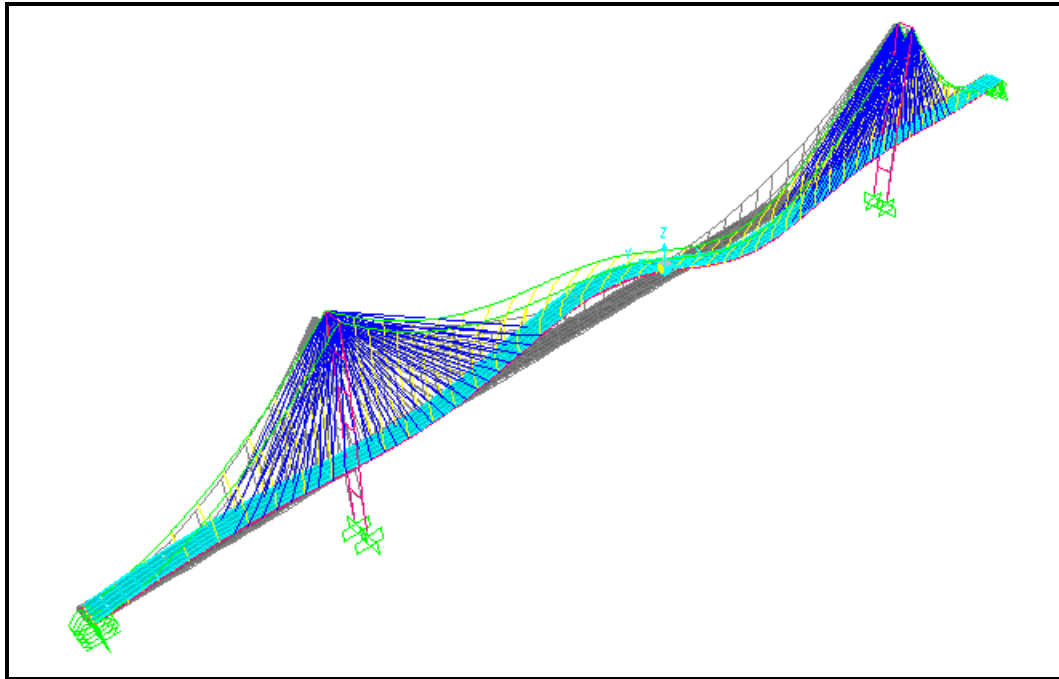
Σχήμα 3.100 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 4.72 \text{ sec}$



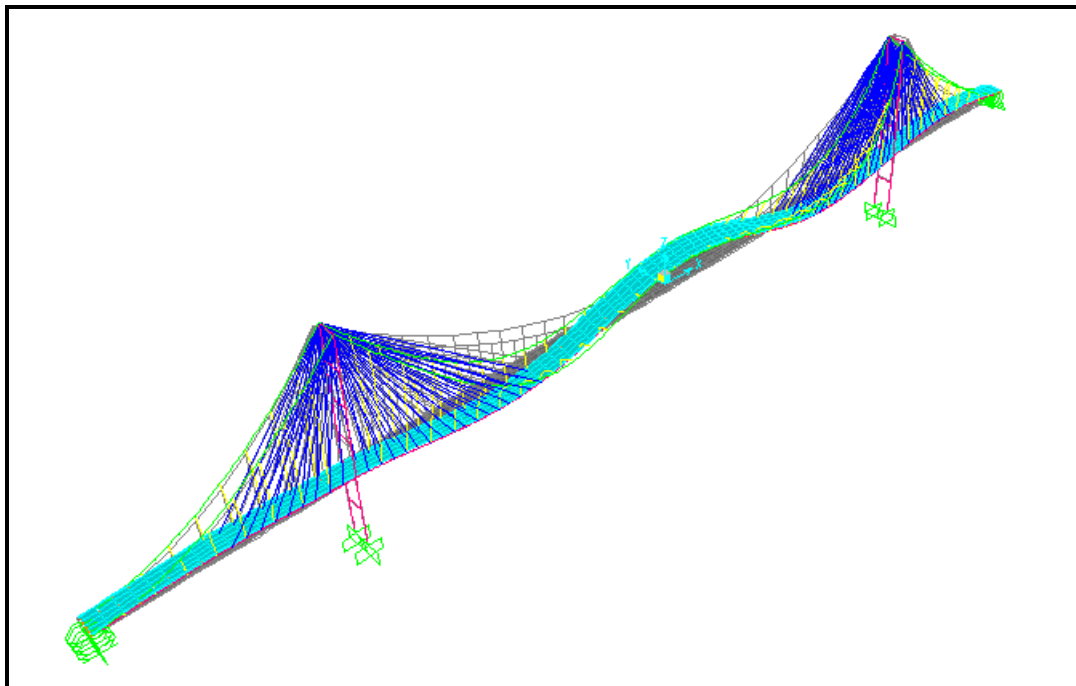
Σχήμα 3.101 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 4.72 \text{ sec}$



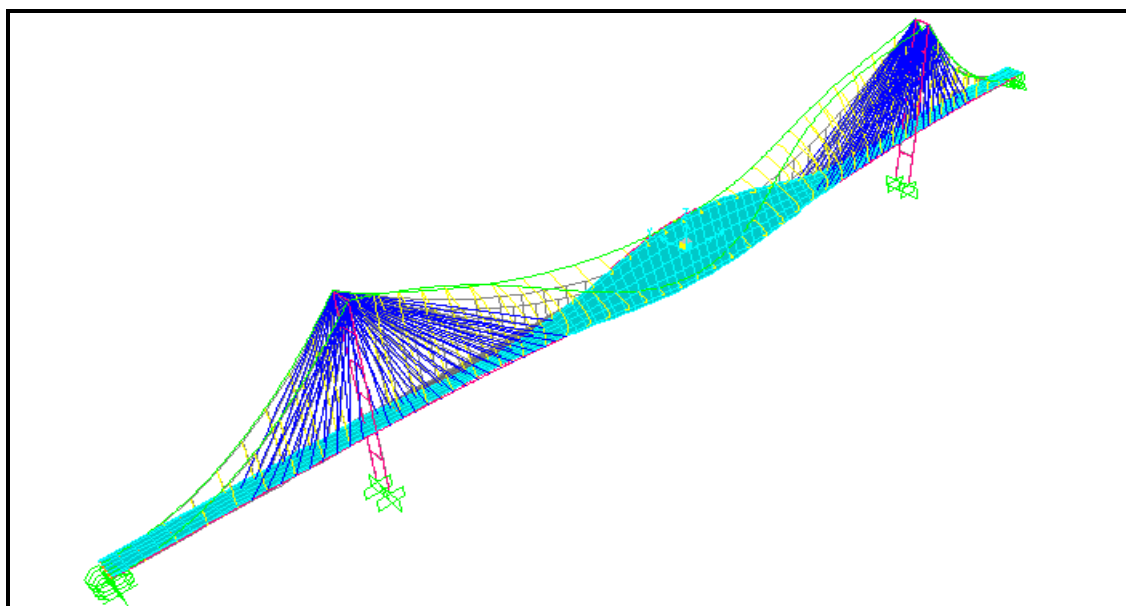
Σχήμα 3.102 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 3.65 \text{ sec}$



Σχήμα 3.103 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 3.62$ sec



Σχήμα 3.104 10^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{10} = 3.19$ sec



Σχήμα 3.105 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 2.95$ sec

3.3.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 10.0$ cm

Πίνακας 3.23 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

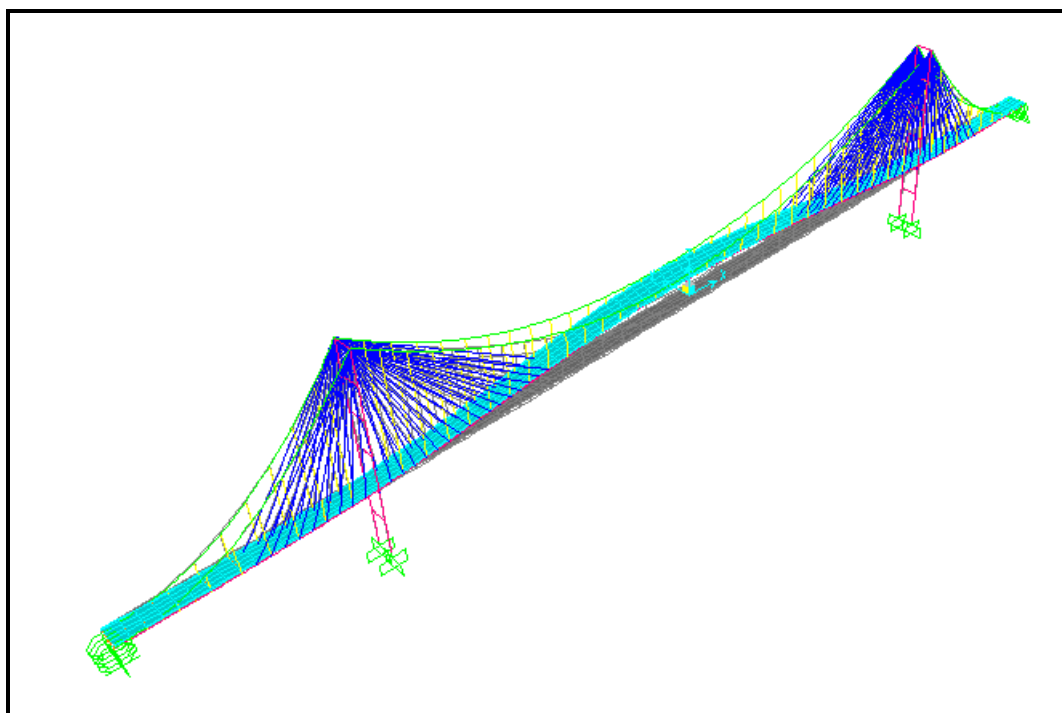
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,06	2,168E-08	0,20843	8,092E-10	2,168E-08	0,20843	8,092E-10
Mode	2	7,76	0,00148	5,034E-09	0,06515	0,00148	0,20843	0,06515
Mode	3	5,84	0,40126	5,857E-09	0,00003846	0,40275	0,20843	0,06518
Mode	4	4,72	6,455E-09	0,02255	1,402E-08	0,40275	0,23098	0,06518
Mode	5	4,57	3,754E-11	0,51835	2,572E-08	0,40275	0,74932	0,06518
Mode	6	3,55	1,138E-07	0,00004682	4,939E-09	0,40275	0,74937	0,06518
Mode	7	3,31	0,21528	0,000002657	0,00293	0,61803	0,74937	0,06812
Mode	8	3,27	2,938E-05	0,00097	8,982E-08	0,61806	0,75034	0,06812
Mode	9	3,24	0,00011	0,00517	1,674E-07	0,61816	0,75551	0,06812
Mode	10	3,22	5,416E-07	0,000002875	2,056E-08	0,61816	0,75552	0,06812
Mode	11	3,18	3,102E-07	0,00001132	1,467E-08	0,61816	0,75553	0,06812
Mode	12	3,07	0,01548	0,00000291	0,00432	0,63365	0,75553	0,07244
Mode	13	2,94	1,933E-07	0,00105	0,00001125	0,63365	0,75658	0,07245
Mode	14	2,18	1,311E-10	0,00212	4,165E-11	0,63365	0,75871	0,07245
Mode	15	2,17	6,718E-08	0,000001954	1,728E-08	0,63365	0,75871	0,07245
Mode	16	2,16	2,819E-09	0,00002382	1,541E-08	0,63365	0,75873	0,07245
Mode	17	2,15	5,495E-08	3,405E-09	3,963E-09	0,63365	0,75873	0,07245
Mode	18	2,14	2,057E-08	0,00777	2,475E-07	0,63365	0,76651	0,07245
Mode	19	2,08	1,795E-10	0,000004898	0,000000153	0,63365	0,76651	0,07245
Mode	20	1,98	8,442E-09	0,0000385	7,879E-08	0,63365	0,76655	0,07245
Mode	21	1,93	9,815E-06	0,01081	0,000005918	0,63366	0,77736	0,07246
Mode	22	1,92	7,385E-06	0,02914	0,00000195	0,63367	0,8065	0,07246
Mode	23	1,91	0,11922	0,000004563	0,04207	0,75289	0,80651	0,11453

Mode	24	1,90	2,591E-06	0,000008916	0,000001012	0,75289	0,80651	0,11453
Mode	25	1,89	1,547E-07	0,00013	0,000000161	0,75289	0,80664	0,11453
Mode	26	1,72	0,09036	0,00004168	0,0631	0,84325	0,80668	0,17763
Mode	27	1,71	5,206E-05	0,06969	0,00003659	0,8433	0,87637	0,17767
Mode	28	1,55	0,00421	7,371E-09	0,00165	0,84751	0,87637	0,17931
Mode	29	1,54	2,578E-07	0,00043	4,144E-07	0,84751	0,8768	0,17931
Mode	30	1,48	1,76E-08	0,000005835	0,00001243	0,84751	0,8768	0,17933
Mode	31	1,48	8,696E-06	4,538E-08	0,03958	0,84752	0,8768	0,21891
Mode	32	1,48	1,265E-10	0,00006455	0,000001614	0,84752	0,87687	0,21891
Mode	33	1,40	1,281E-12	0,02482	4,687E-07	0,84752	0,90168	0,21891
Mode	34	1,36	1,513E-11	0,00001003	6,695E-09	0,84752	0,90169	0,21891
Mode	35	1,36	1,44E-09	0,000005638	1,082E-08	0,84752	0,9017	0,21891
Mode	36	1,33	3,572E-08	0,00054	5,016E-07	0,84752	0,90224	0,21891
Mode	37	1,26	1,91E-08	0,00001664	0,000001822	0,84752	0,90225	0,21891
Mode	38	1,25	2,526E-09	0,0000122	1,225E-07	0,84752	0,90226	0,21891
Mode	39	1,25	9,612E-10	0,00072	4,709E-09	0,84752	0,90298	0,21891
Mode	40	1,24	1,768E-08	9,099E-08	2,304E-09	0,84752	0,90298	0,21891
Mode	41	1,24	3,126E-10	0,00004725	1,829E-08	0,84752	0,90303	0,21891
Mode	42	1,23	1,805E-05	0,00001313	0,04084	0,84754	0,90304	0,25976
Mode	43	1,20	6,85E-09	0,02717	0,000009647	0,84754	0,93021	0,25976
Mode	44	1,18	2,374E-10	0,00143	5,302E-07	0,84754	0,93164	0,25977
Mode	45	1,17	5,545E-10	0,00658	3,266E-07	0,84754	0,93823	0,25977
Mode	46	1,09	0,02787	3,612E-07	0,00012	0,8754	0,93823	0,25989
Mode	47	1,08	2,229E-05	0,00082	2,762E-09	0,87543	0,93905	0,25989
Mode	48	1,07	1,425E-07	0,00001614	7,882E-10	0,87543	0,93906	0,25989
Mode	49	1,06	5,883E-08	0,000009011	2,562E-09	0,87543	0,93907	0,25989
Mode	50	1,01	6,467E-07	0,00004848	1,155E-07	0,87543	0,93912	0,25989
Mode	51	0,97	4,12E-07	0,0001	9,572E-07	0,87543	0,93922	0,25989
Mode	52	0,97	0,0000586	8,336E-07	0,00009951	0,87549	0,93922	0,25999
Mode	53	0,96	4,429E-08	0,000009829	3,809E-10	0,87549	0,93923	0,25999
Mode	54	0,96	9,198E-08	0,000015	1,629E-09	0,87549	0,93925	0,25999
Mode	55	0,96	1,895E-07	0,00032	3,19E-09	0,87549	0,93957	0,25999
Mode	56	0,92	0,03764	2,446E-08	0,00075	0,91313	0,93957	0,26074
Mode	57	0,91	9,803E-08	0,00038	1,263E-09	0,91313	0,93994	0,26074
Mode	58	0,91	2,397E-08	0,000001383	5,641E-09	0,91313	0,93995	0,26074
Mode	59	0,90	1,55E-08	0,00039	9,652E-12	0,91313	0,94034	0,26074
Mode	60	0,90	2,216E-09	0,000001376	3,206E-09	0,91313	0,94034	0,26074

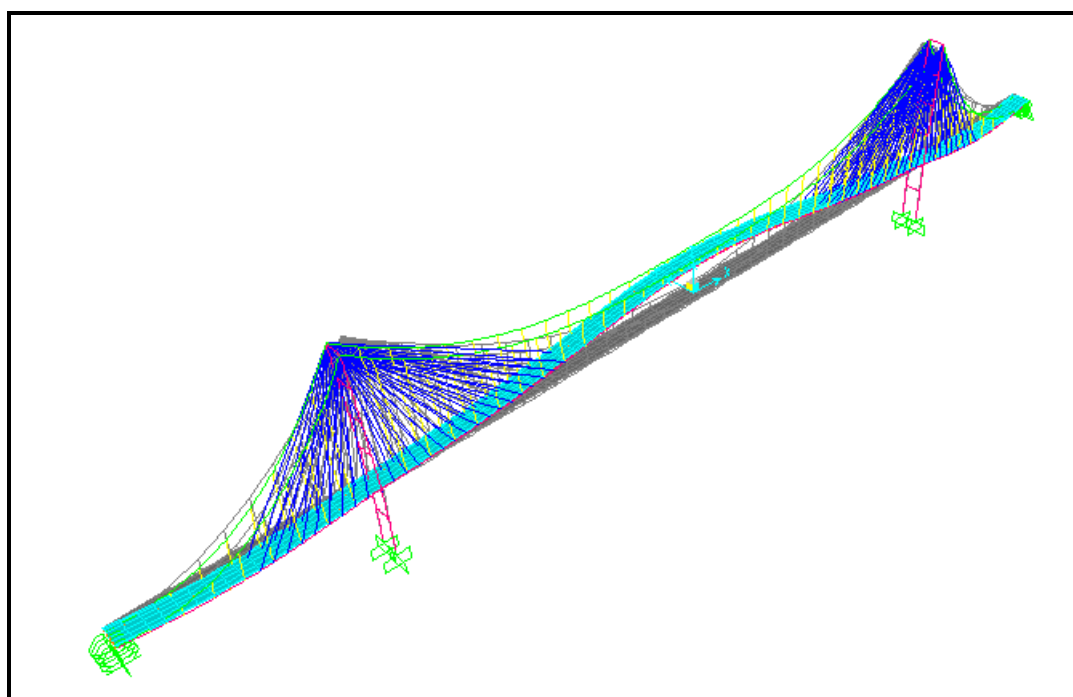
Πίνακας 3.24 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στροφικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	9,06	0,01234	1,735E-10	0,00035	0,01234	1,735E-10	0,00035
Mode	2	7,76	2,08E-08	6,532E-07	4,766E-12	0,01234	6,533E-07	0,00035
Mode	3	5,84	6,63E-10	0,01937	1,579E-09	0,01234	0,01937	0,00035
Mode	4	4,72	0,0349	1,598E-08	0,63731	0,04724	0,01937	0,63766
Mode	5	4,57	0,78641	3,845E-08	0,02974	0,83365	0,01937	0,6674
Mode	6	3,55	0,00018	5,361E-09	0,00858	0,83384	0,01937	0,67598
Mode	7	3,31	3,254E-06	0,03291	1,653E-08	0,83384	0,05229	0,67598
Mode	8	3,27	0,00046	0,000005563	0,000002129	0,8343	0,05229	0,67598

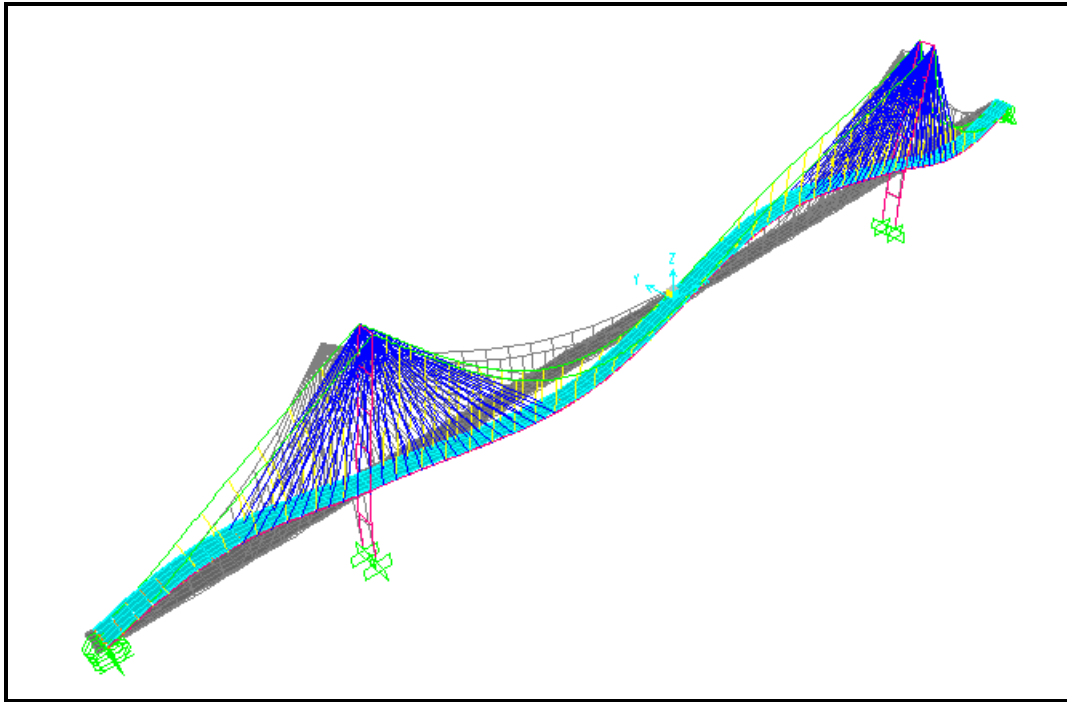
Mode	9	3,24	0,00255	0,0000219	0,00001824	0,83685	0,05231	0,676
Mode	10	3,22	3,236E-07	6,56E-08	0,00018	0,83685	0,05231	0,67618
Mode	11	3,18	4,567E-05	1,531E-07	0,00559	0,83689	0,05231	0,68176
Mode	12	3,07	4,741E-06	0,01446	3,172E-09	0,8369	0,06677	0,68176
Mode	13	2,94	0,00439	0,00001112	0,00003842	0,84129	0,06678	0,6818
Mode	14	2,18	0,00103	6,659E-11	0,0047	0,84232	0,06678	0,6865
Mode	15	2,17	8,557E-07	7,063E-09	0,000003648	0,84233	0,06678	0,68651
Mode	16	2,16	5,761E-05	3,091E-09	0,00113	0,84238	0,06678	0,68764
Mode	17	2,15	1,607E-07	7,186E-09	0,000001134	0,84238	0,06678	0,68764
Mode	18	2,14	0,00936	9,205E-09	0,01187	0,85175	0,06678	0,6995
Mode	19	2,08	0,00177	1,057E-07	0,00175	0,85352	0,06678	0,70126
Mode	20	1,98	3,227E-05	2,998E-10	0,00001422	0,85355	0,06678	0,70127
Mode	21	1,93	0,00567	8,944E-07	0,00852	0,85922	0,06678	0,70979
Mode	22	1,92	0,01126	6,272E-07	0,05034	0,87048	0,06679	0,76013
Mode	23	1,91	2,118E-06	0,01306	0,000009162	0,87048	0,07984	0,76014
Mode	24	1,90	3,194E-06	3,897E-07	0,00093	0,87048	0,07984	0,76108
Mode	25	1,89	4,966E-05	5,553E-08	0,00139	0,87053	0,07984	0,76247
Mode	26	1,72	1,765E-05	0,00933	0,0000478	0,87055	0,08917	0,76252
Mode	27	1,71	0,0315	0,000002815	0,06503	0,90205	0,08917	0,82755
Mode	28	1,55	2,805E-08	0,1255	8,553E-08	0,90205	0,21467	0,82755
Mode	29	1,54	0,00066	7,297E-07	0,02871	0,90271	0,21467	0,85625
Mode	30	1,48	1,691E-05	2,063E-07	0,0001	0,90273	0,21467	0,85636
Mode	31	1,48	1,61E-09	0,00053	1,911E-07	0,90273	0,2152	0,85636
Mode	32	1,48	0,00013	1,268E-08	0,00018	0,90286	0,2152	0,85654
Mode	33	1,40	0,02527	9,723E-08	0,00185	0,92813	0,2152	0,85839
Mode	34	1,36	3,688E-05	1,263E-08	0,000001209	0,92816	0,2152	0,85839
Mode	35	1,36	3,123E-05	8,933E-09	7,342E-07	0,92819	0,2152	0,85839
Mode	36	1,33	1,588E-06	4,487E-08	0,0106	0,9282	0,2152	0,869
Mode	37	1,26	0,00018	9,645E-09	0,03227	0,92837	0,2152	0,90126
Mode	38	1,25	6,023E-06	5,602E-10	0,000002832	0,92838	0,2152	0,90127
Mode	39	1,25	0,00035	2,291E-10	0,00015	0,92873	0,2152	0,90141
Mode	40	1,24	1,895E-09	1,513E-08	0,00003216	0,92873	0,2152	0,90145
Mode	41	1,24	3,043E-06	3,22E-08	0,0042	0,92873	0,2152	0,90565
Mode	42	1,23	0,0000124	0,00218	7,699E-07	0,92875	0,21739	0,90565
Mode	43	1,20	0,02431	0,000001092	0,00093	0,95306	0,21739	0,90658
Mode	44	1,18	0,00126	6,52E-08	0,00002416	0,95431	0,21739	0,9066
Mode	45	1,17	0,00579	6,905E-08	0,00008628	0,96011	0,21739	0,90669
Mode	46	1,09	2,391E-07	0,00306	4,521E-07	0,96011	0,22045	0,90669
Mode	47	1,08	0,00068	0,00000165	0,00055	0,96079	0,22045	0,90724
Mode	48	1,07	1,461E-05	2,186E-08	0,0001	0,9608	0,22045	0,90735
Mode	49	1,06	8,148E-06	4,259E-11	0,00009335	0,96081	0,22045	0,90744
Mode	50	1,01	0,00034	1,665E-09	0,00108	0,96115	0,22045	0,90852
Mode	51	0,97	8,271E-05	0,00008839	0,00003007	0,96123	0,22054	0,90855
Mode	52	0,97	7,04E-07	0,00953	2,359E-07	0,96124	0,23007	0,90855
Mode	53	0,96	6,272E-05	2,448E-07	0,00001104	0,9613	0,23007	0,90856
Mode	54	0,96	5,078E-05	2,94E-13	0,00004505	0,96135	0,23007	0,9086
Mode	55	0,96	8,816E-06	6,987E-11	0,00008863	0,96136	0,23007	0,90869
Mode	56	0,92	1,442E-09	0,00072	4,627E-09	0,96136	0,23079	0,90869
Mode	57	0,91	3,912E-05	2,545E-09	0,00171	0,9614	0,23079	0,9104
Mode	58	0,91	1,543E-07	3,908E-08	0,000009956	0,9614	0,23079	0,91041
Mode	59	0,90	1,189E-05	4,542E-11	0,00075	0,96141	0,23079	0,91116
Mode	60	0,90	3,51E-08	2,093E-09	0,000003353	0,96141	0,23079	0,91117



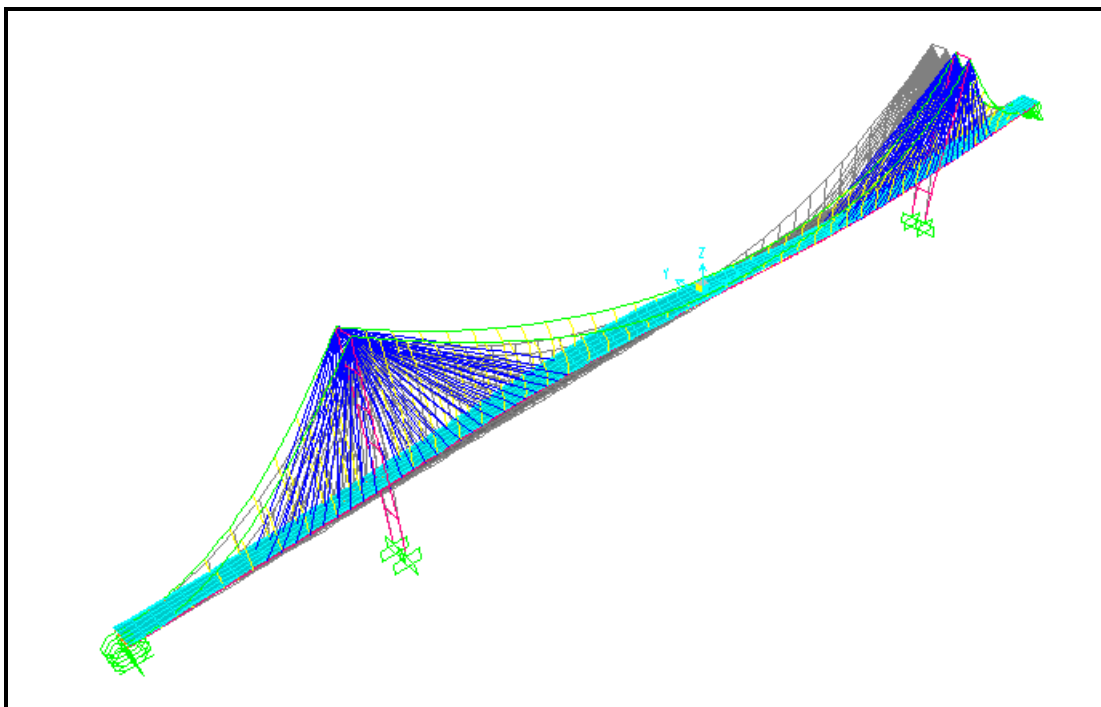
Σχήμα 3.1065 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 9.06 \text{ sec}$



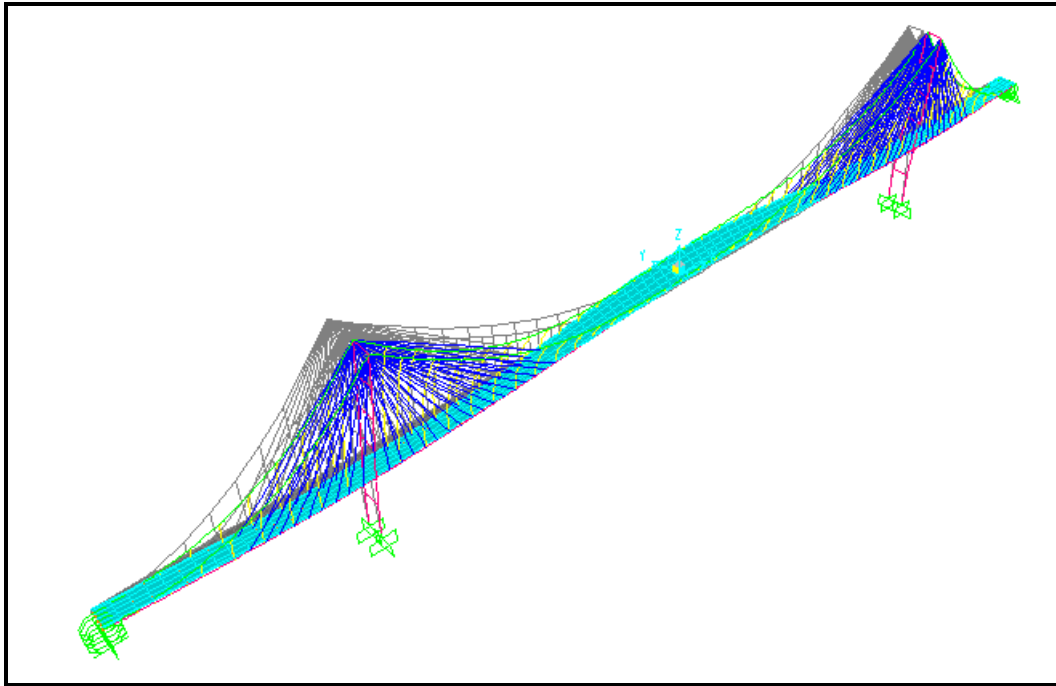
Σχήμα 3.107 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 7.76 \text{ sec}$



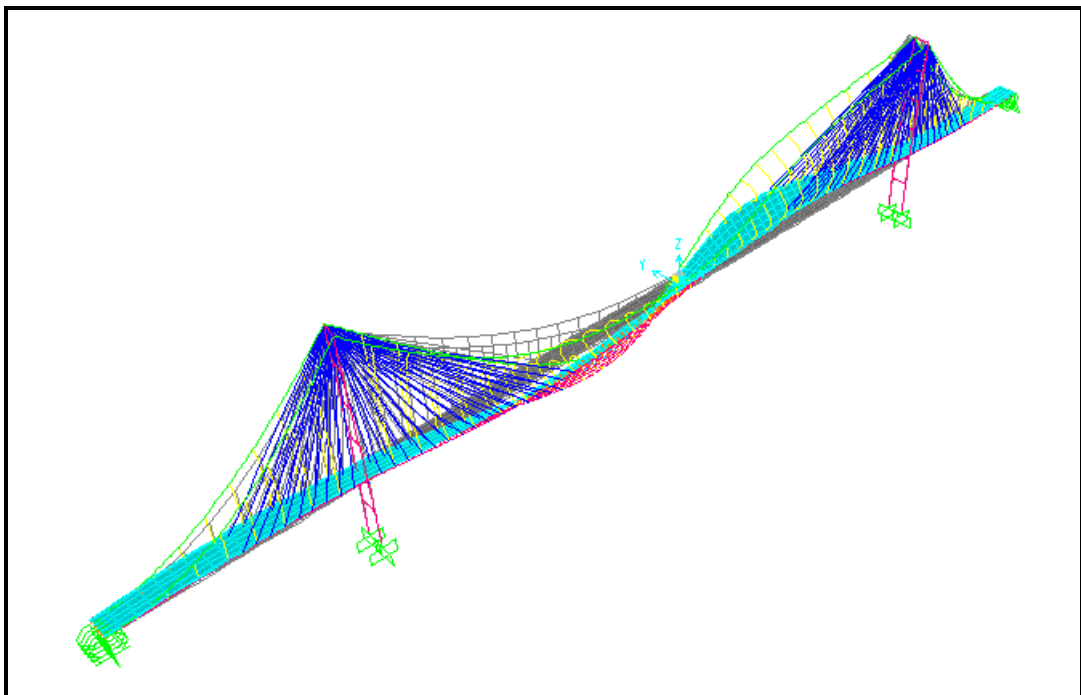
Σχήμα 3.108 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 5.84 \text{ sec}$



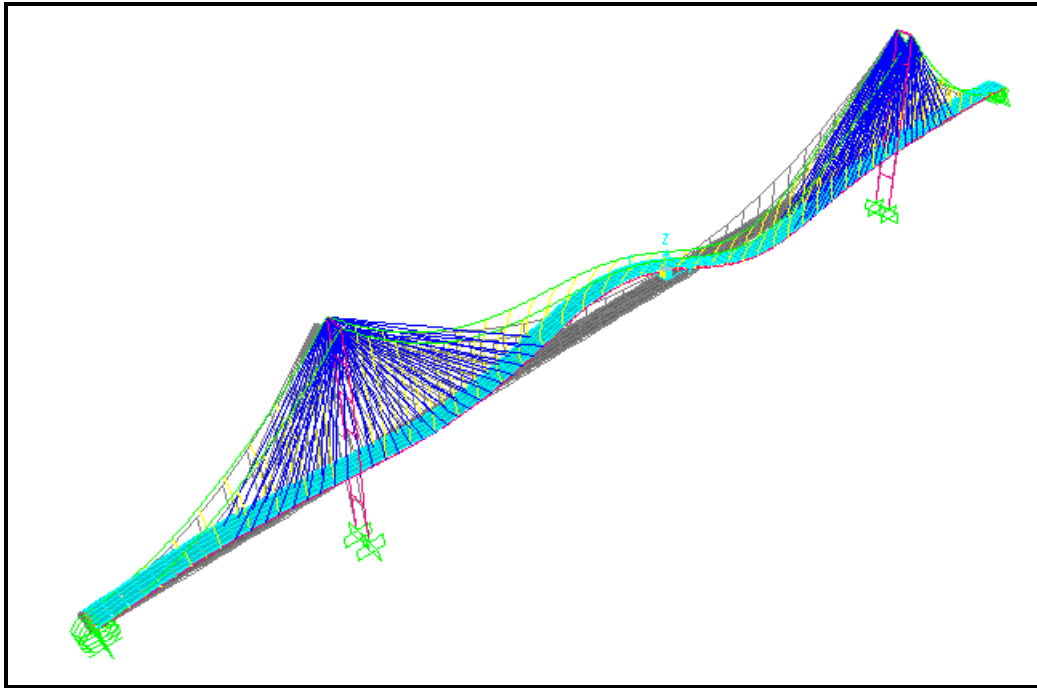
Σχήμα 3.109 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 4.72 \text{ sec}$



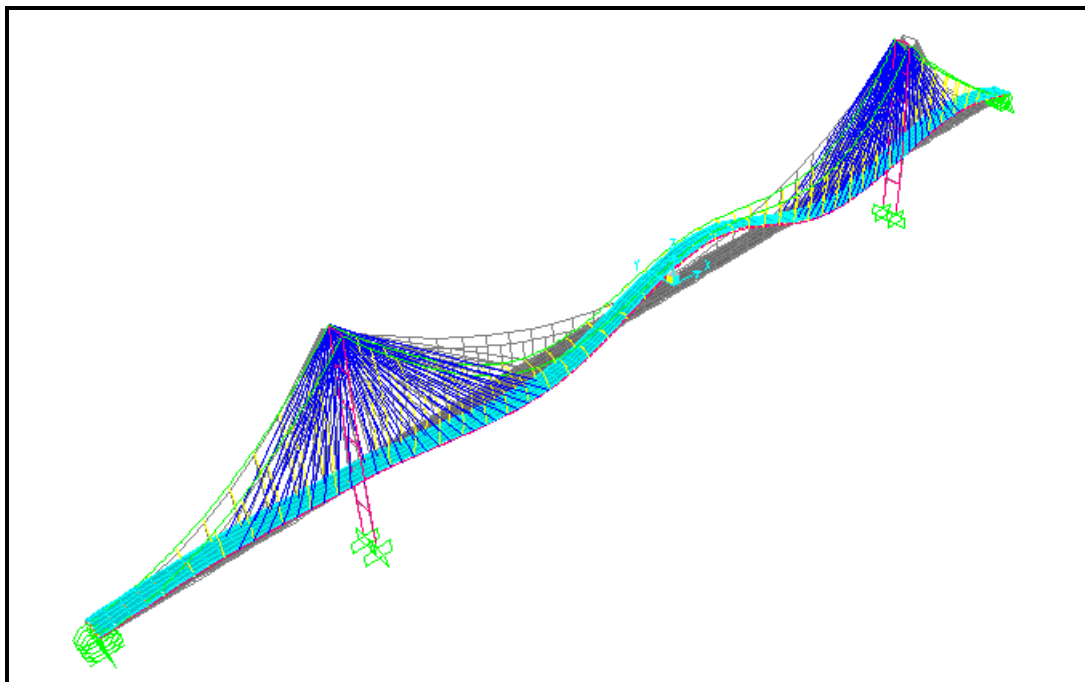
Σχήμα 3.110 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 4.57 \text{ sec}$



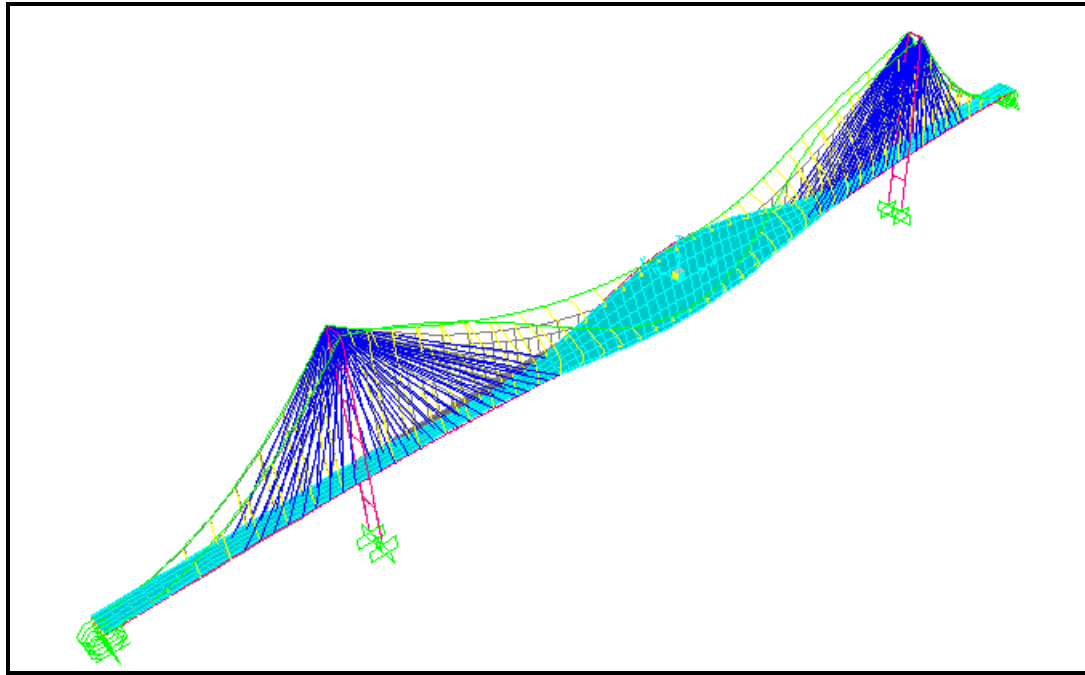
Σχήμα 3.111 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 3.55 \text{ sec}$



Σχήμα 3.112 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 3.31 \text{ sec}$



Σχήμα 3.113 12^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{12} = 3.07 \text{ sec}$



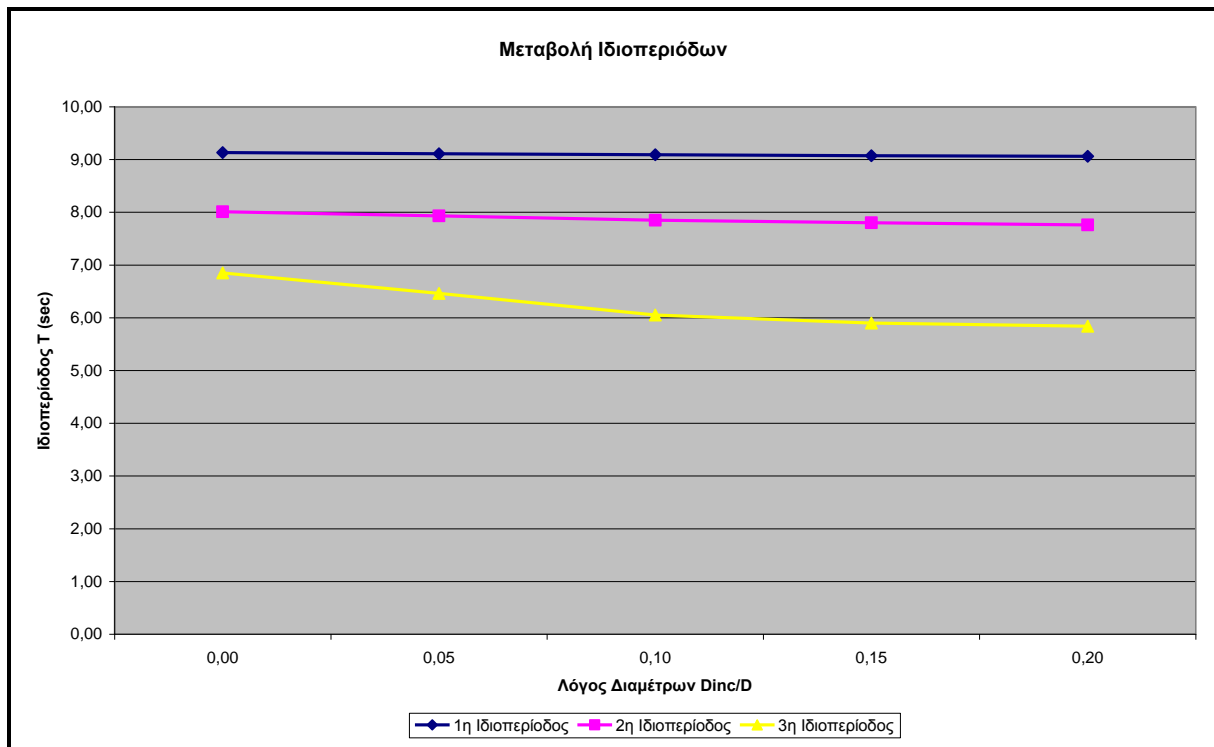
Σχήμα 3.114 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 2.94 \text{ sec}$

3.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ιδιομορφικών Αναλύσεων

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μεταβολή των τριών πρώτων ιδιοπεριόδων της καλωδιωτής γέφυρας (T_1 , T_2 , T_3) σε συνάρτηση με τον λόγο των διαμέτρων των καλωδίων D_{inc}/D . Αξίζει να σημειώσουμε ότι η T_1 είναι η κύρια μεταφορική ιδιομορφή κατά την εγκάρσια διεύθυνση Y της γέφυρας, η T_2 κατά τον κατακόρυφο άξονα Z ενώ η T_3 κατά τον διαμήκη άξονα της γέφυρας X .

Πίνακας 3.25 Μεταβολή Ιδιοπεριόδων T_1, T_2 και T_3 ως προς τον Λόγο Διαμέτρων D_{inc}/D

Καλωδιωτή Γέφυρα Μεσαίου Ανοίγματος 600 m			
Διάμετρος Παραβολικού Καλωδίου, $D = 50 \text{ cm}$			
Ιδιοπερίοδοι (sec)			
D_{inc} / D	T_1	T_2	T_3
0,00	9,13	8,01	6,85
0,05	9,11	7,93	6,46
0,10	9,09	7,85	6,05
0,15	9,07	7,80	5,90
0,20	9,06	7,76	5,84



Σχήμα 3.115 Διάγραμμα Μεταβολής Ιδιοπεριόδων T_1, T_2 και T_3 ως προς τον Λόγο Διαμέτρων D_{inc}/D

4. Γέφυρα Συνολικού Μήκους $L = 1280$ m

Πρόκειται επίσης για μια καλωδιωτή γέφυρα μικτού συστήματος. Διαθέτει μεσαίο άνοιγμα μήκους $L_{\text{μεσαίο}} = 800$ m ενώ τα δύο ακραία ανοίγματά της είναι μήκους $L_{\text{ακραίο}} = 240$ m το καθένα. Αποτελείται από δύο κατακόρυφα επίπεδα καλωδίωσης κατά την εγκάρσια έννοια. ενώ το κατάστρωμά της είναι συνολικού πλάτους $B = 18$ m. Οι πυλώνες της έχουν συνολικό ύψος $H_{\text{ολικό}} = 240$ m και είναι πακτωμένοι στην βάση τους.

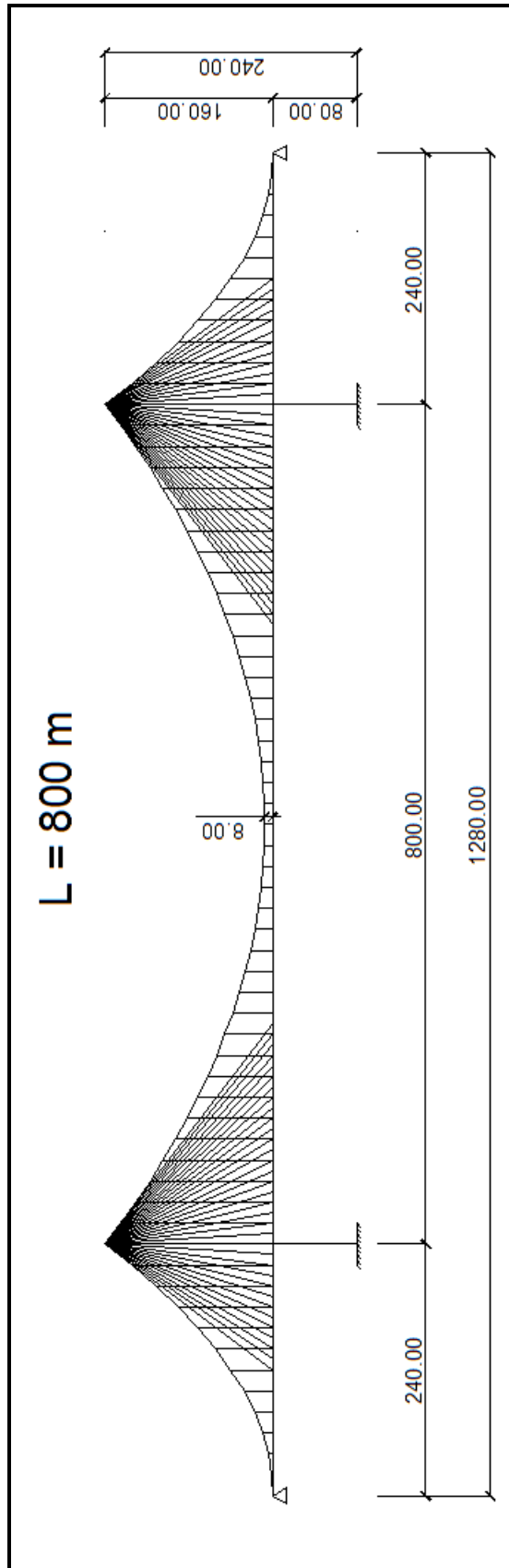
Οι κατακόρυφοι αναρτήρες τοποθετούνται ανά 20 m ενώ τα αντίστοιχα κεκλιμένα καλώδια διατάσσονται ανά 10 m. Οι διατομές των καλωδίων του φορέα της γέφυρας είναι οι εξής :

- ✓ Διάμετρος Κύριου Παραβολικού Καλωδίου : $D = 60$ cm
- ✓ Διάμετρος Κατακόρυφων Αναρτήρων : $D_{\text{vertical}} = 12$ cm

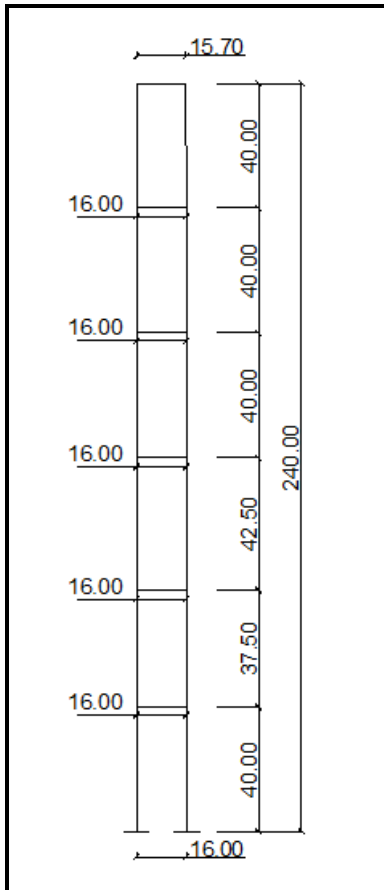
Στη συνέχεια πραγματοποιούμε παραμετρική στατική ανάλυση των γεφυρών ως προς την διάμετρο των κεκλιμένων ευθύγραμμων καλωδίων. Οι περιπτώσεις που εξετάζουμε είναι οι παρακάτω :

- ✓ Διάμετρος Κεκλιμένων Ευθύγραμμων Καλωδίων, D_{inclined}
 - $D_{\text{inclined}} = 0$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.05 D = 3.0$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.10 D = 6.0$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.15 D = 9.0$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.20 D = 12.0$ cm

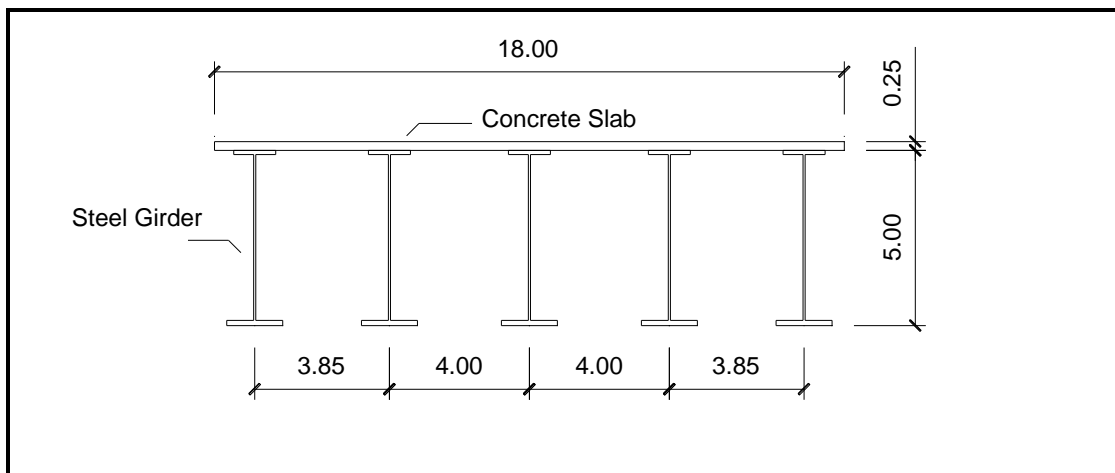
Σε όλες τις επιμέρους αναλύσεις της γέφυρας, η δύναμη προέντασης των μελών του παραβολικού καλωδίου ήταν ίση με $P = 126360$ kN.



Σχήμα 4.1 Μηκοτομή Γέφυρας



Σχήμα 4.2 Γεωμετρία Πυλώνα



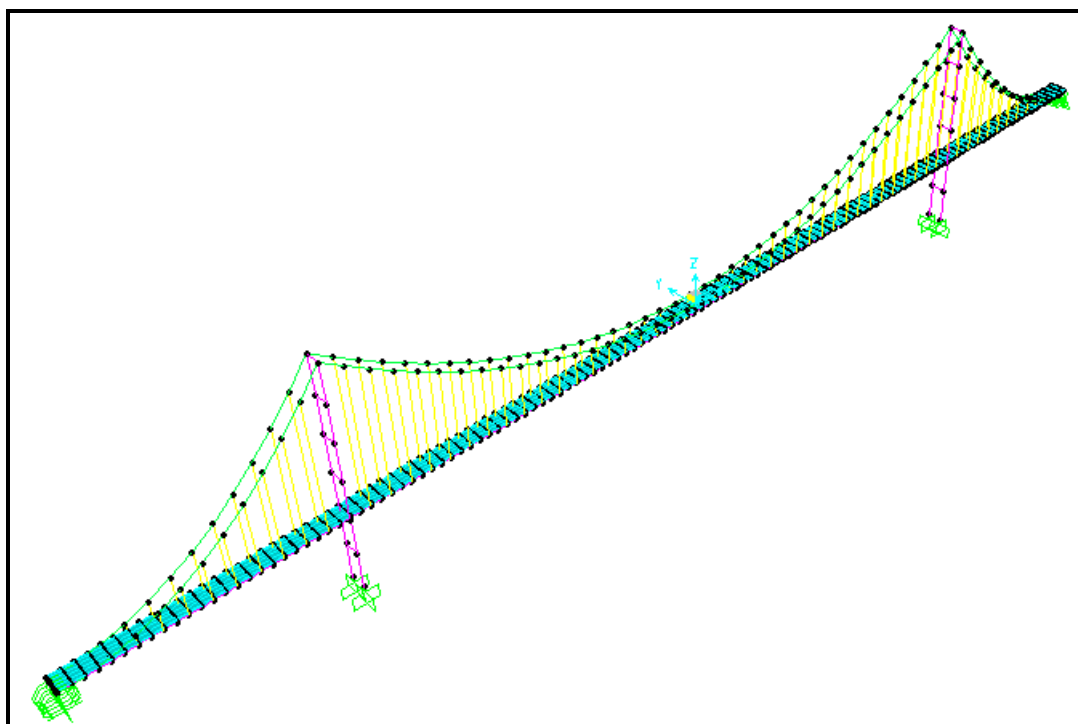
Σχήμα 4.3 Γεωμετρία Διατομής Καταστρώματος

4.1 Αποτελέσματα Στατικών Αναλύσεων

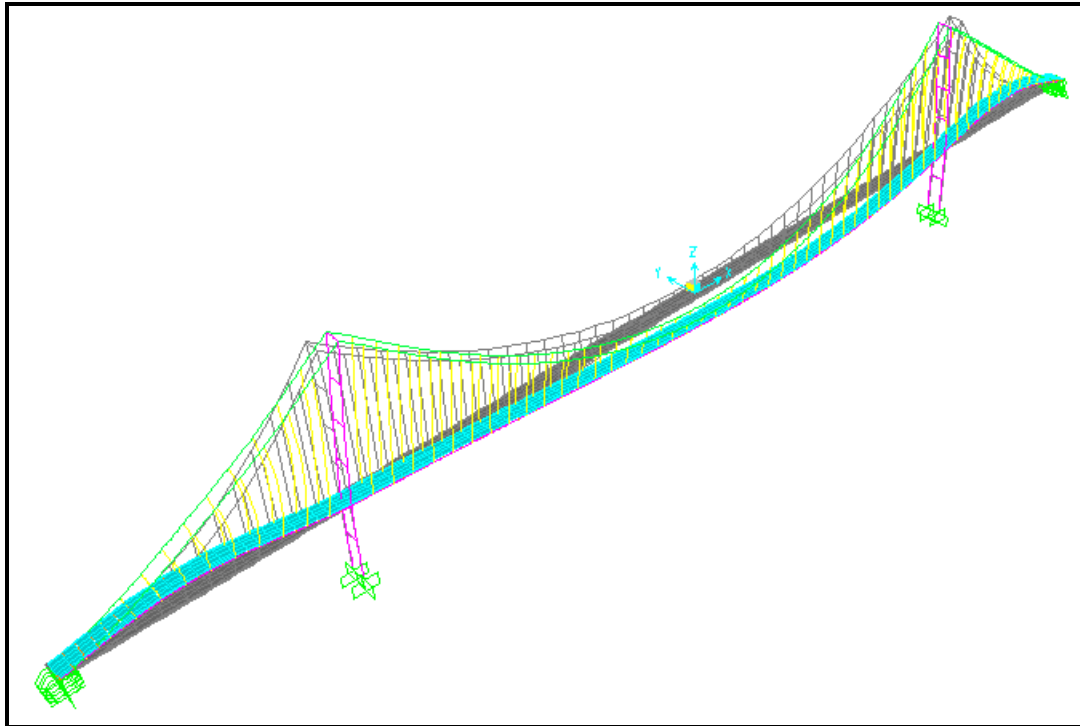
Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατικών αναλύσεων που πραγματοποιήσαμε για τις διάφορες τιμές διαμέτρων των κεκλιμένων ευθύγραμμων καλωδίων. Τα εντατικά μεγέθη των μελών του φέροντος οργανισμού της γέφυρας υπολογίστηκαν για τον συνδυασμό φόρτισης **1.35G + 1.00 P + 1.50Q (ULS)**.

4.1.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$

Σε αυτήν την περίπτωση, η γέφυρά μας συμπεριφέρεται ως κρεμαστή αφού δε διαθέτει κεκλιμένα ευθύγραμμα καλώδια. Η δύναμη προέντασης που επιβλήθηκε σε όλα τα μέλη του κύριου παραβολικού καλωδίου είναι ίση με $P = 126360 \text{ kN}$.

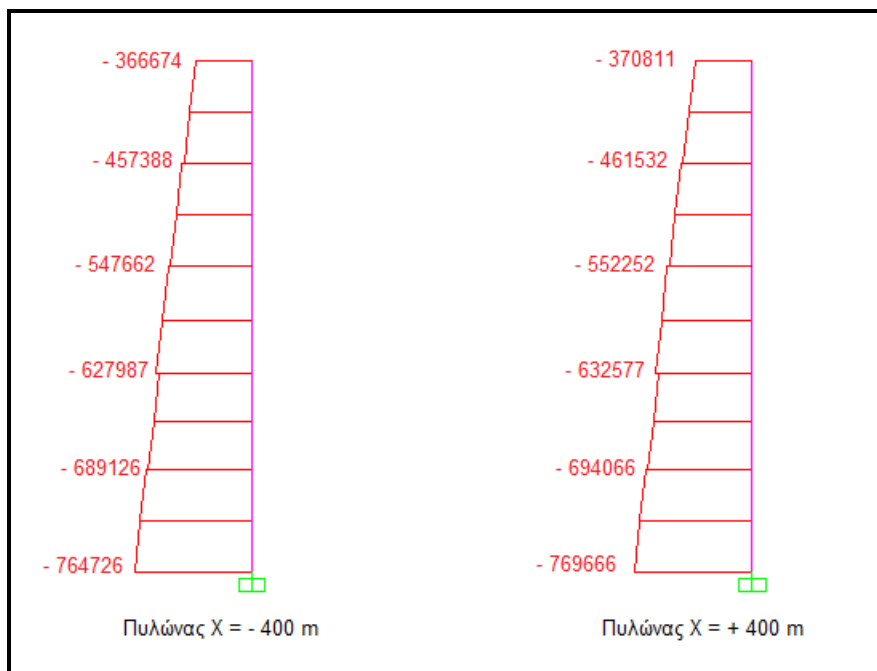


Σχήμα 4.4 Προσομοίωμα Γέφυρας

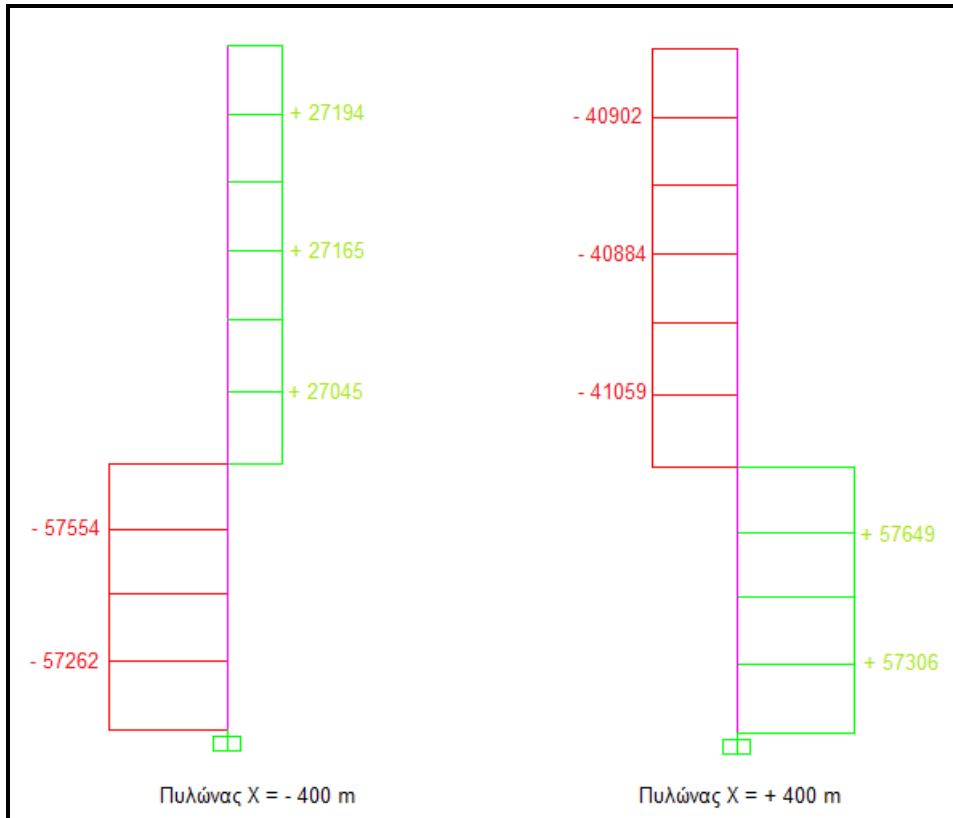


Σχήμα 4.5 Παραμορφωμένη Γεωμετρία Γέφυρας – Συνδυασμός Φόρτισης $1.35G + 1.00 P + 1.50Q$ (ULS)

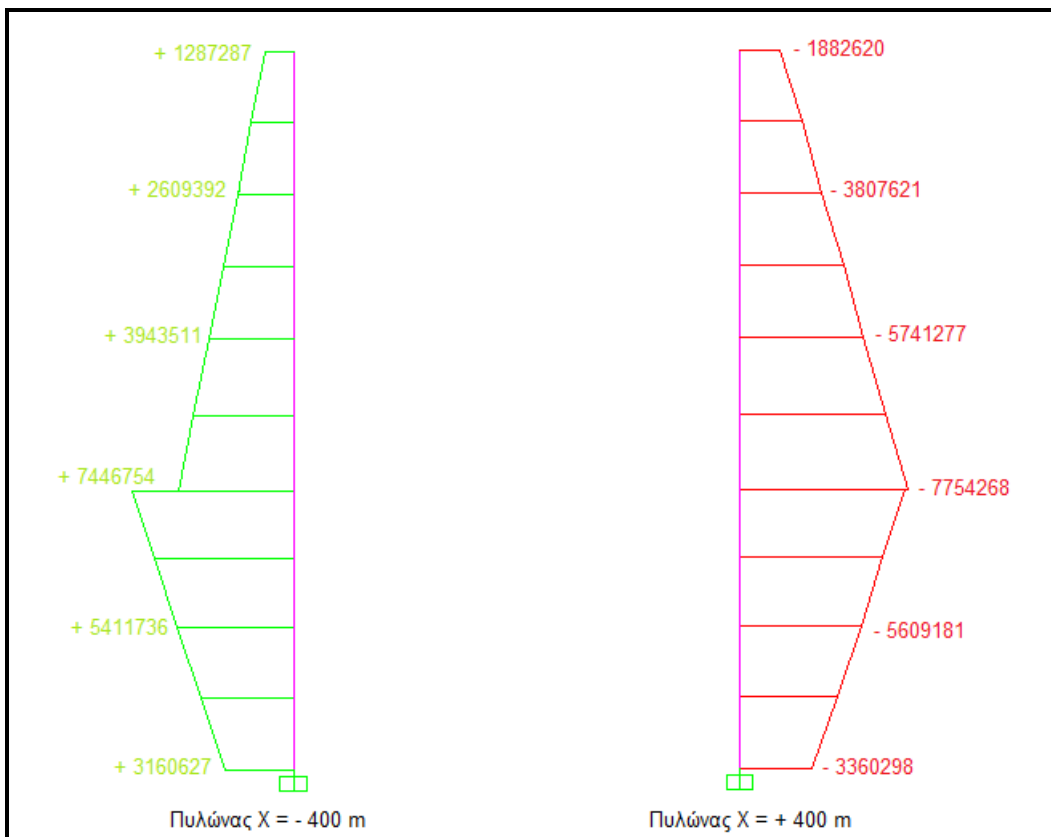
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 4.6 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

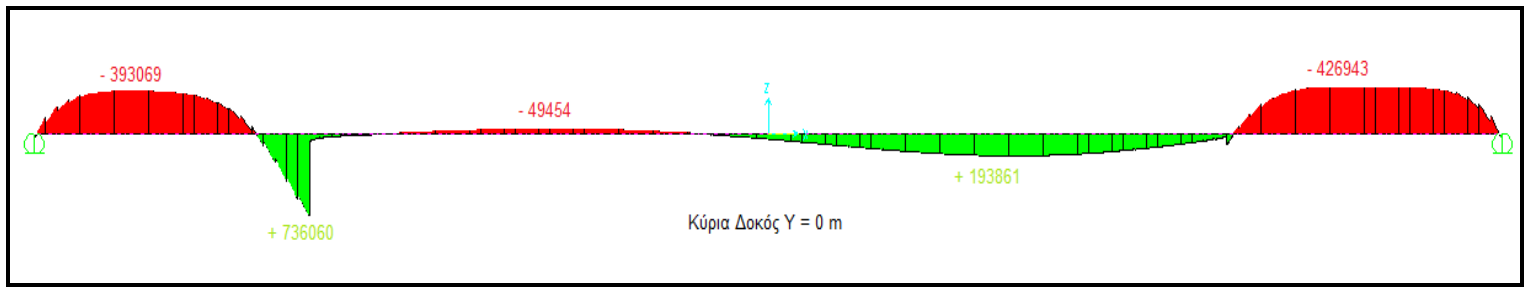


Σχήμα 4.7 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

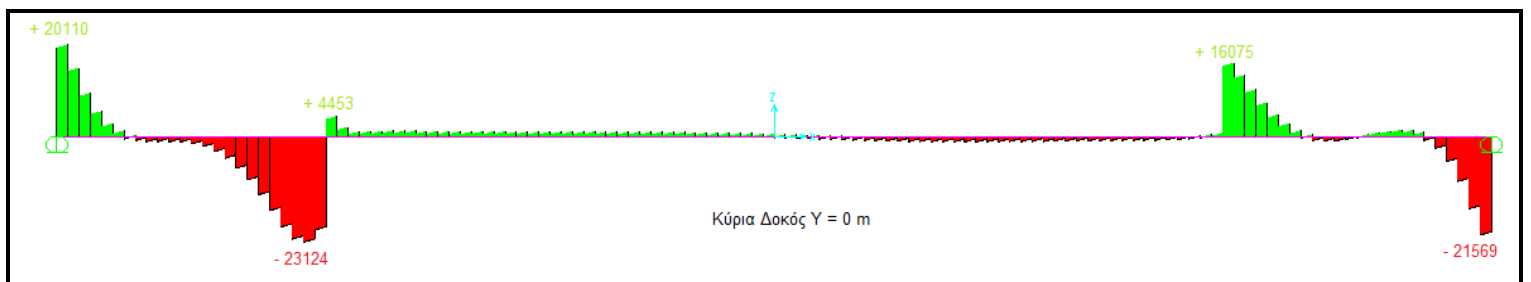


Σχήμα 4.8 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

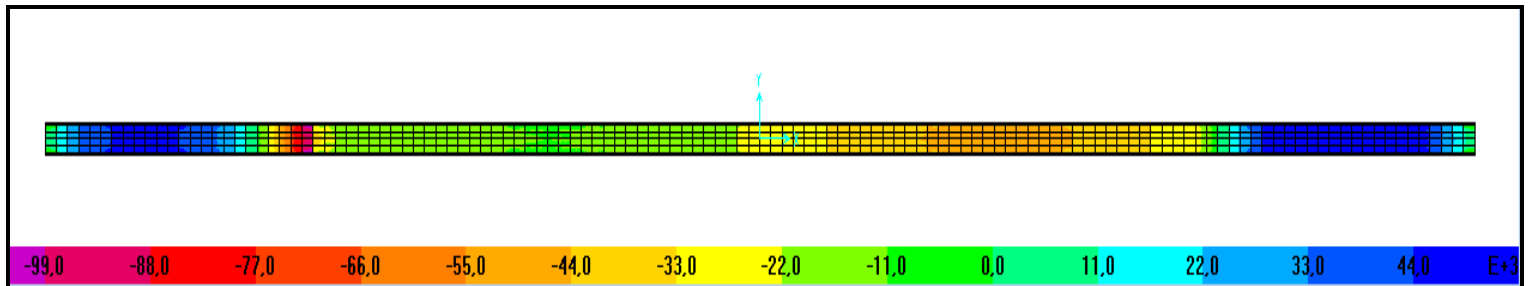


Σχήμα 4.9 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

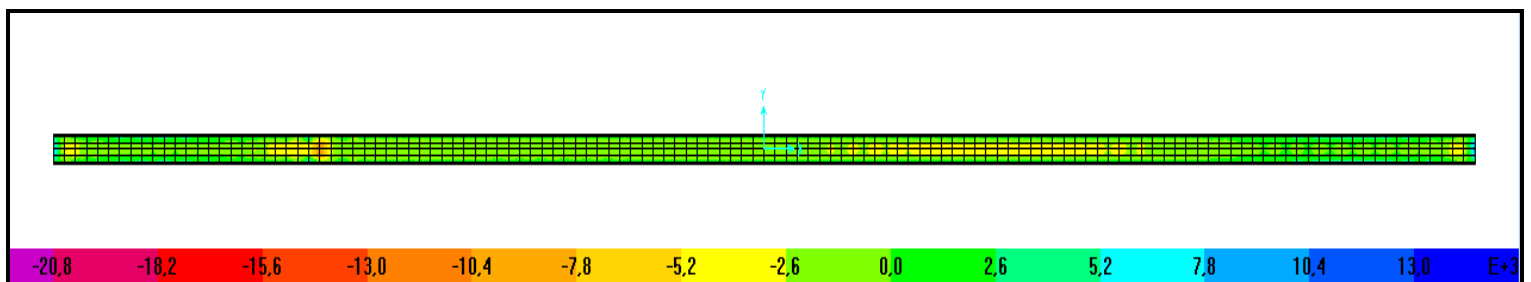


Σχήμα 4.10 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

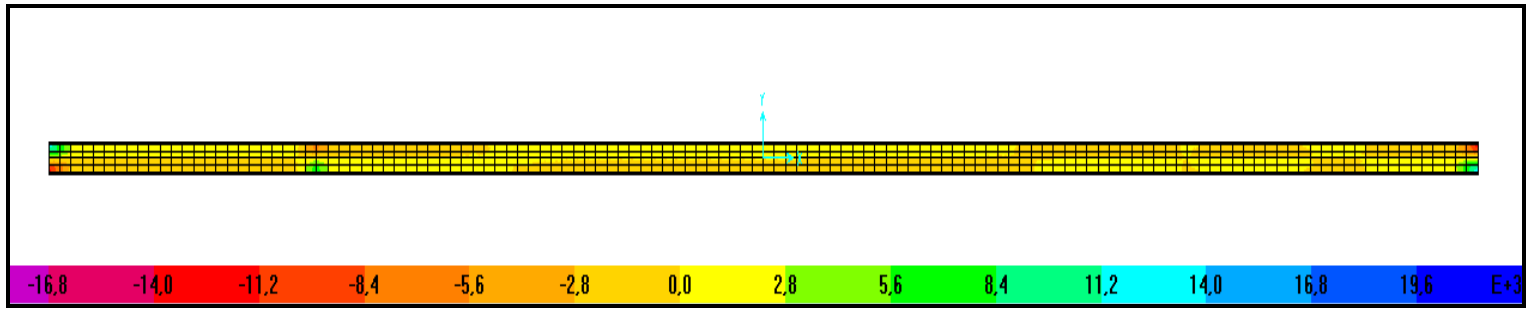
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Καταστρώματος



Σχήμα 4.11 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]

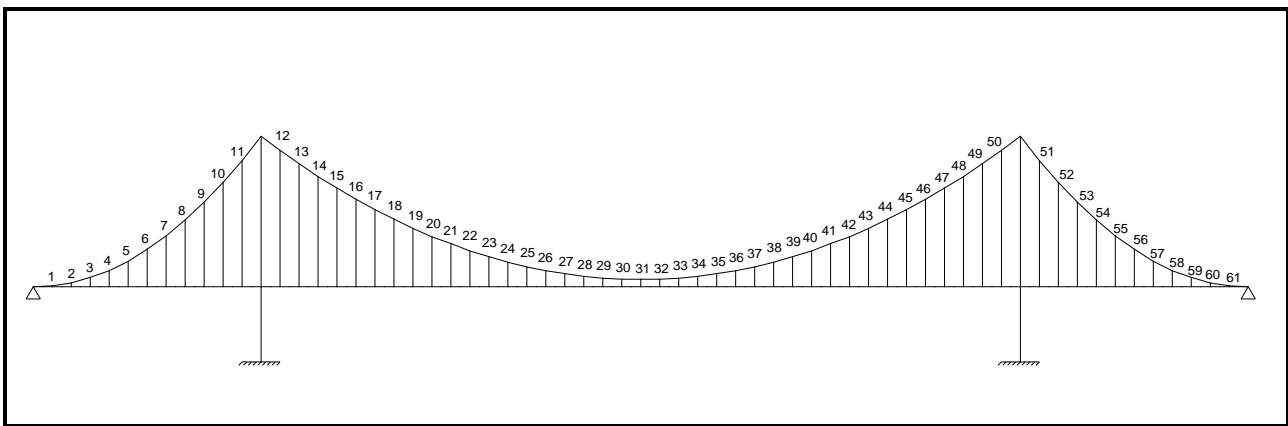


Σχήμα 4.12 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]

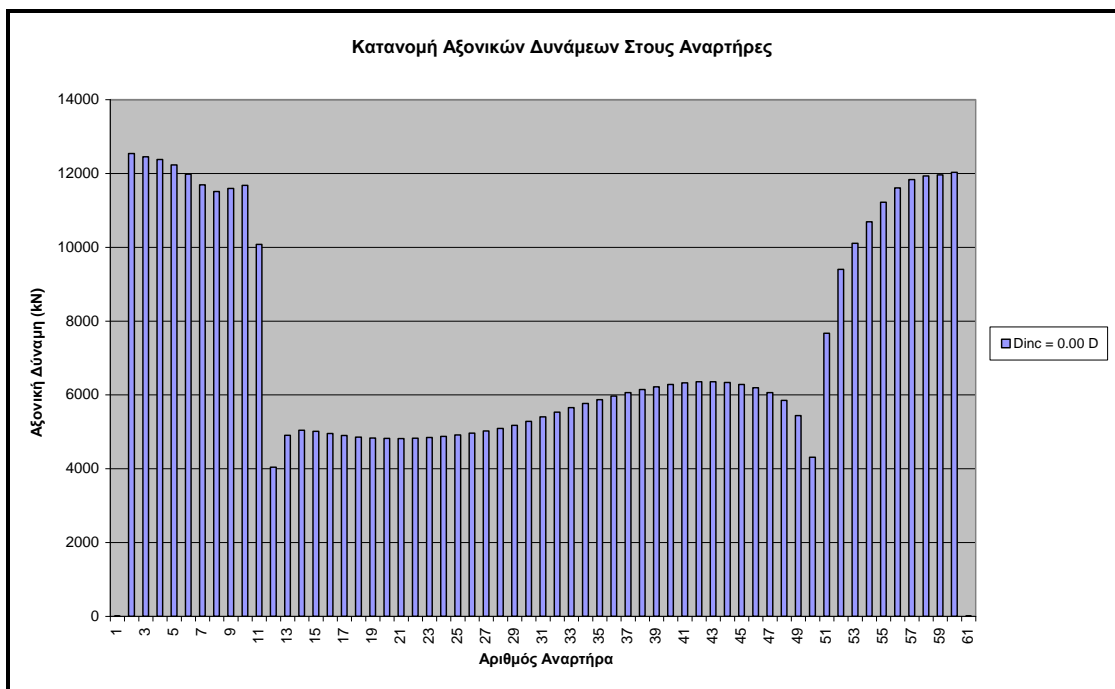


Σχήμα 4.13 Διαμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-2} [kN/m²]

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες



Σχήμα 4.14 Αρίθμηση Κατακόρυφων Αναρτήρων Γέφυρας



Σχήμα 4.15 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

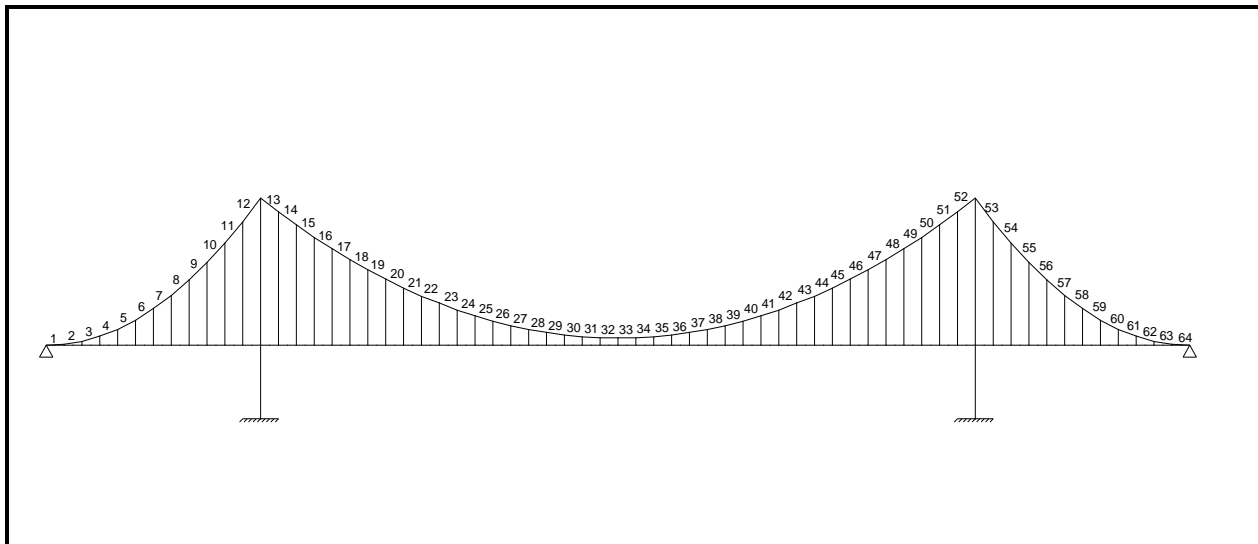
Πίνακας 4.1 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.00D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	3	17	4897	33	5655	49	5438
2	12538	18	4857	34	5768	50	4308
3	12451	19	4831	35	5872	51	7669
4	12379	20	4818	36	5970	52	9399
5	12230	21	4817	37	6061	53	10105
6	11981	22	4827	38	6145	54	10692
7	11689	23	4847	39	6220	55	11219
8	11511	24	4876	40	6282	56	11609
9	11593	25	4915	41	6328	57	11835
10	11678	26	4963	42	6354	58	11929
11	10079	27	5020	43	6357	59	11960
12	4043	28	5090	44	6334	60	12030
13	4906	29	5174	45	6280	61	3
14	5043	30	5279	46	6192		
15	5011	31	5402	47	6059		
16	4951	32	5532	48	5849		

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο



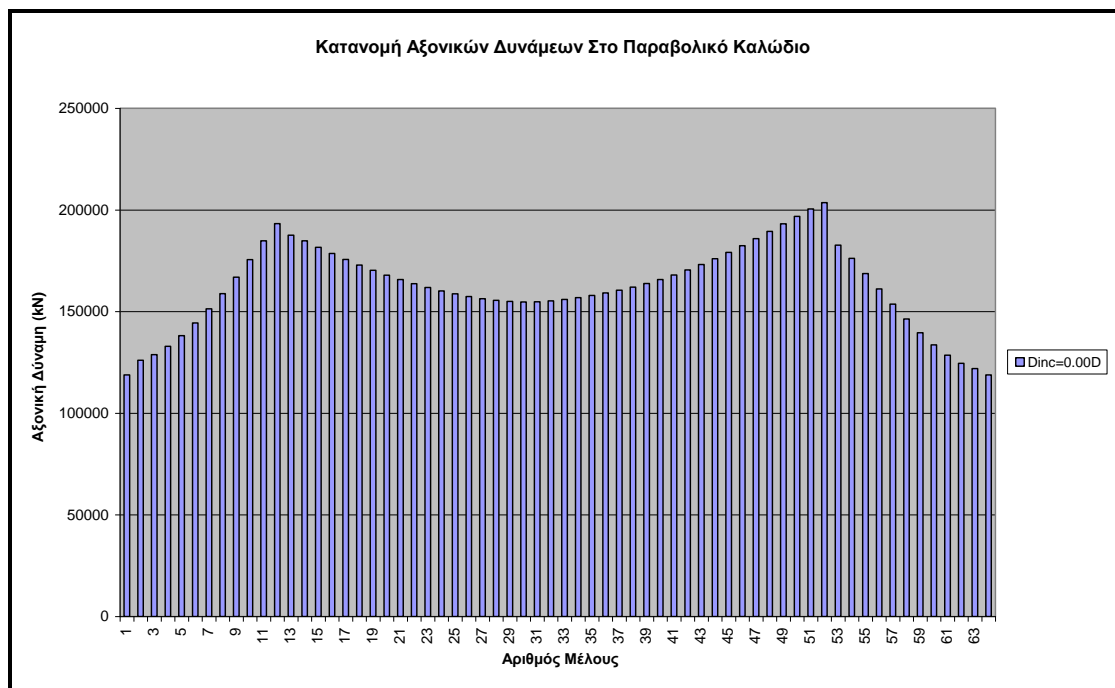
Σχήμα 4.16 Αρίθμηση Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Πίνακας 4.2 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.00D

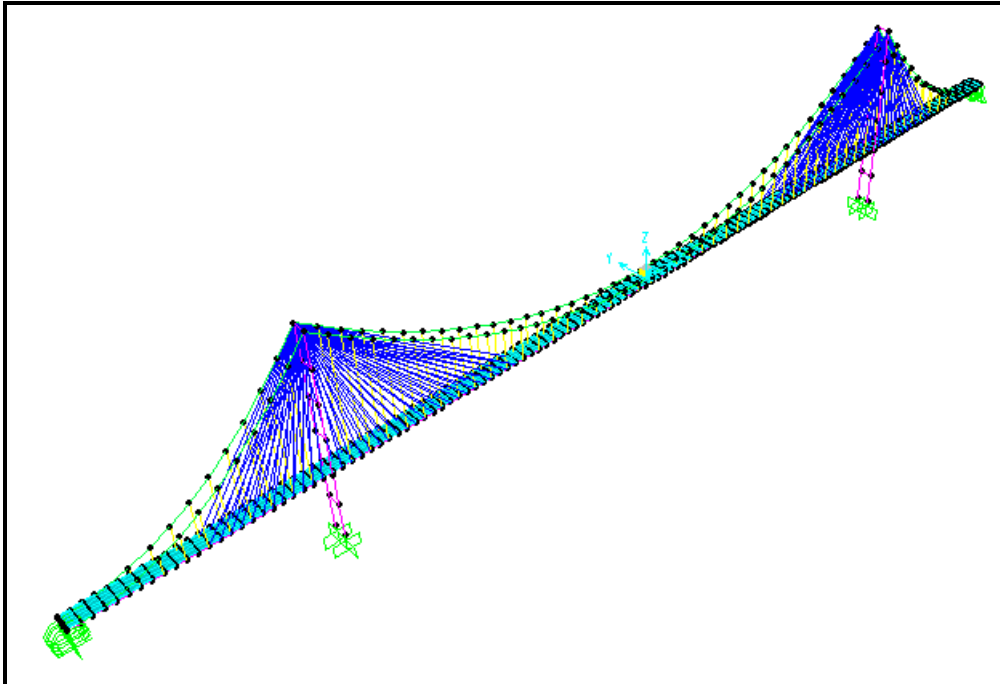
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]

A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	118870	17	175632	33	155964	49	193159
2	126078	18	172888	34	156895	50	196885
3	128838	19	170325	35	157962	51	200514
4	132929	20	167941	36	159160	52	203595
5	138167	21	165733	37	160517	53	182663
6	144369	22	163702	38	162061	54	176222
7	151328	23	161849	39	163815	55	168751
8	158865	24	160183	40	165794	56	161156
9	166925	25	158703	41	168006	57	153640
10	175599	26	157429	42	170453	58	146379
11	184832	27	156371	43	173130	59	139613
12	193244	28	155551	44	176028	60	133594
13	187577	29	154997	45	179133	61	128534
14	184803	30	154742	46	182426	62	124593
15	181649	31	154821	47	185882	63	121940
16	178559	32	155230	48	189472	64	118890

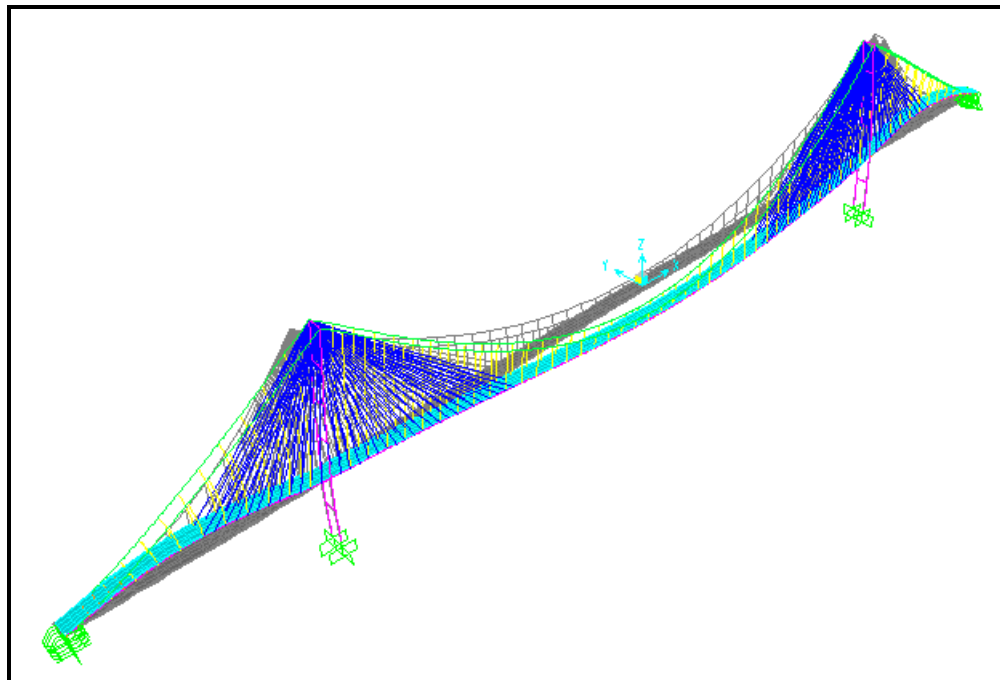


Σχήμα 4.17 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

4.1.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 3.0 \text{ cm}$

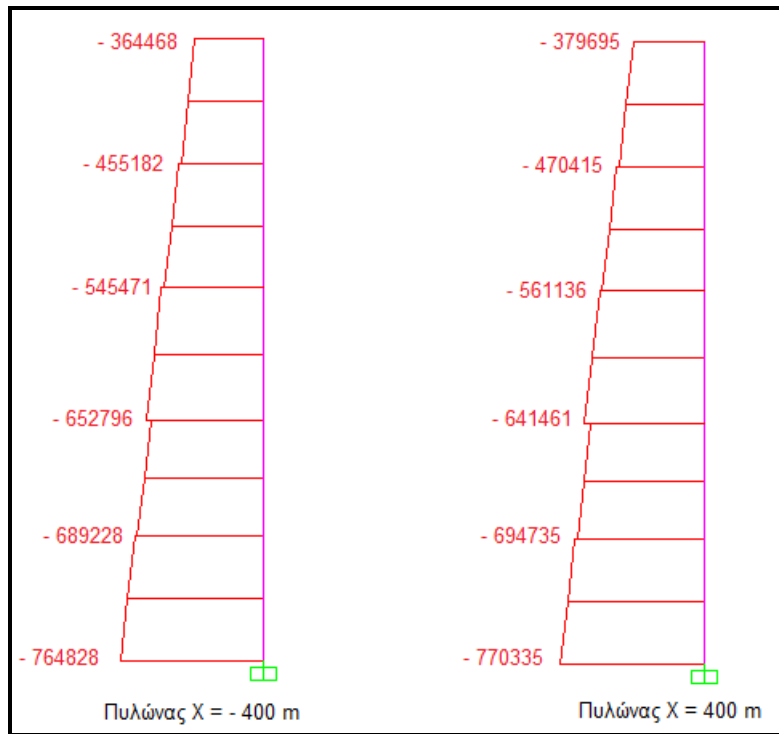


Σχήμα 4.18 Προσομοίωμα Γέφυρας

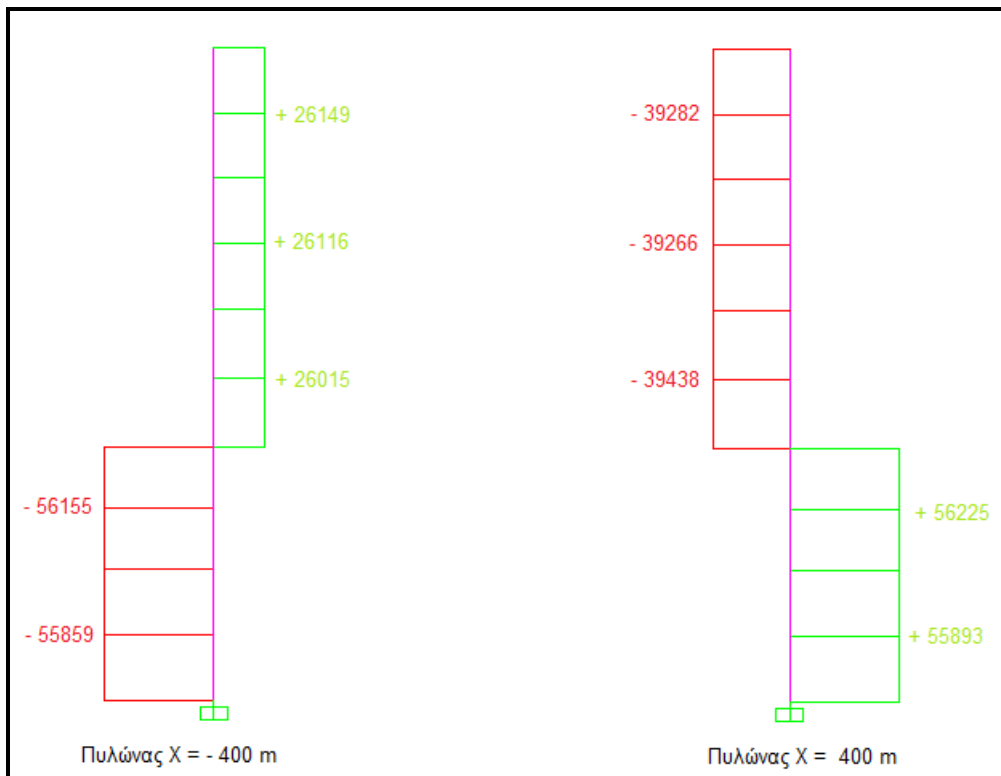


Σχήμα 4.19 Παραμορφωμένη Γεωμετρία Γέφυρας – Συνδυασμός Φόρτισης
 $1.35G + 1.00 P + 1.50Q$ (ULS)

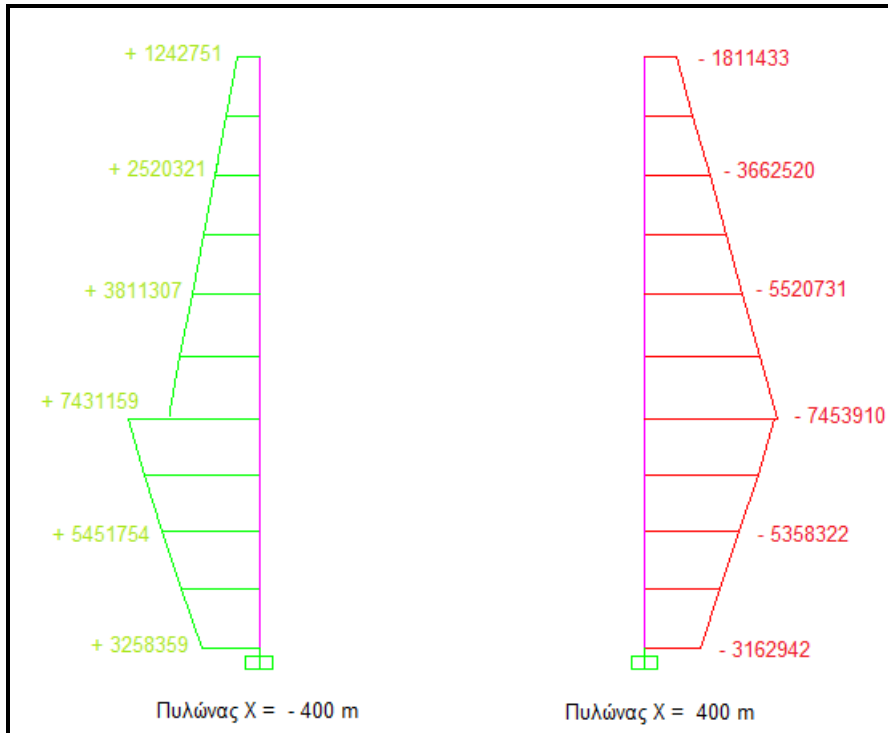
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 4.20 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

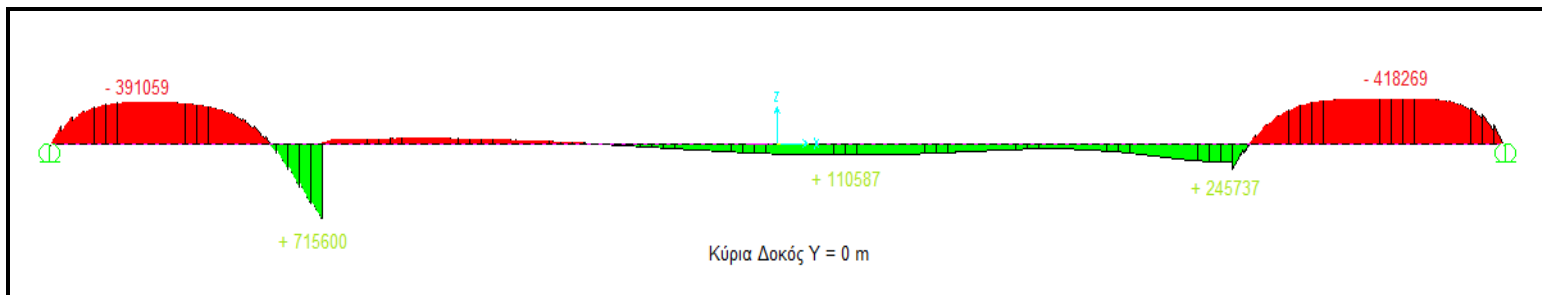


Σχήμα 4.21 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F₂₋₂ [kN]

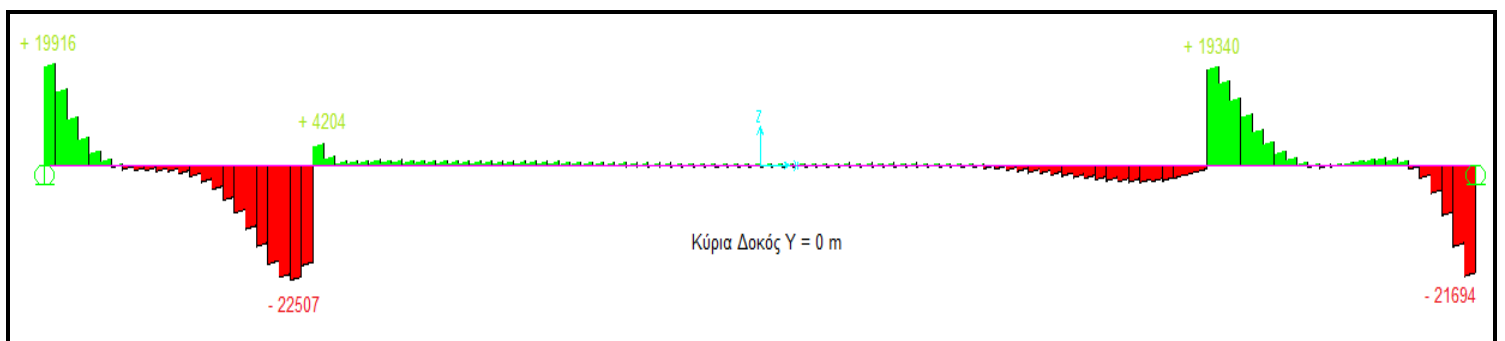


Σχήμα 4.22 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

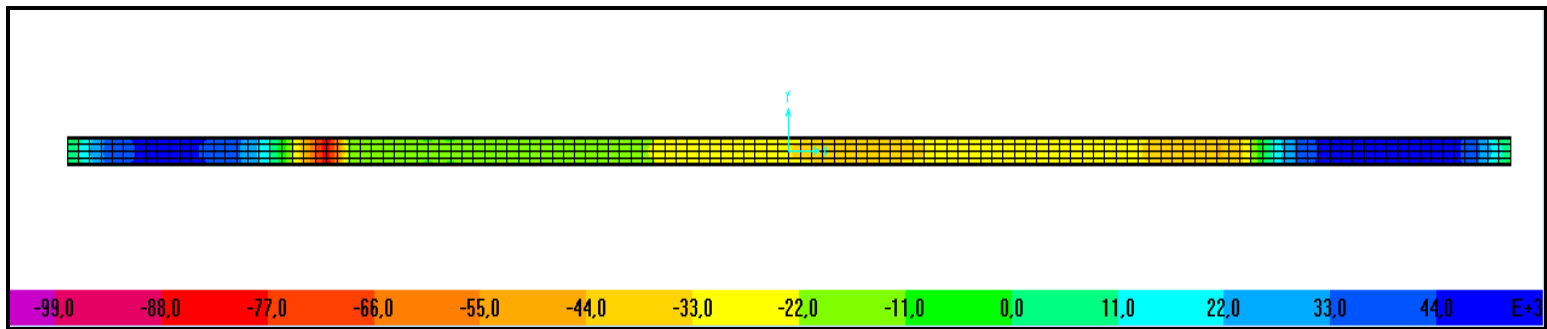


Σχήμα 4.23 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

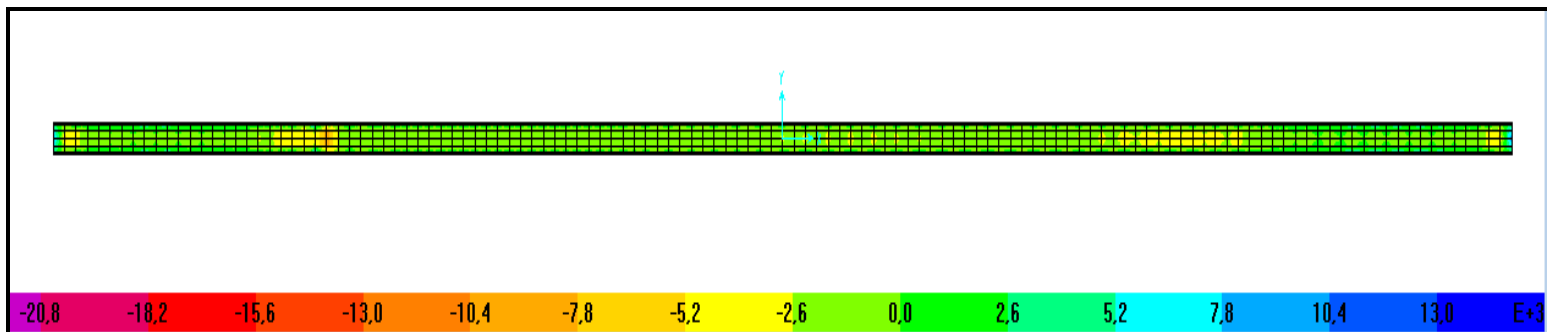


Σχήμα 4.24 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

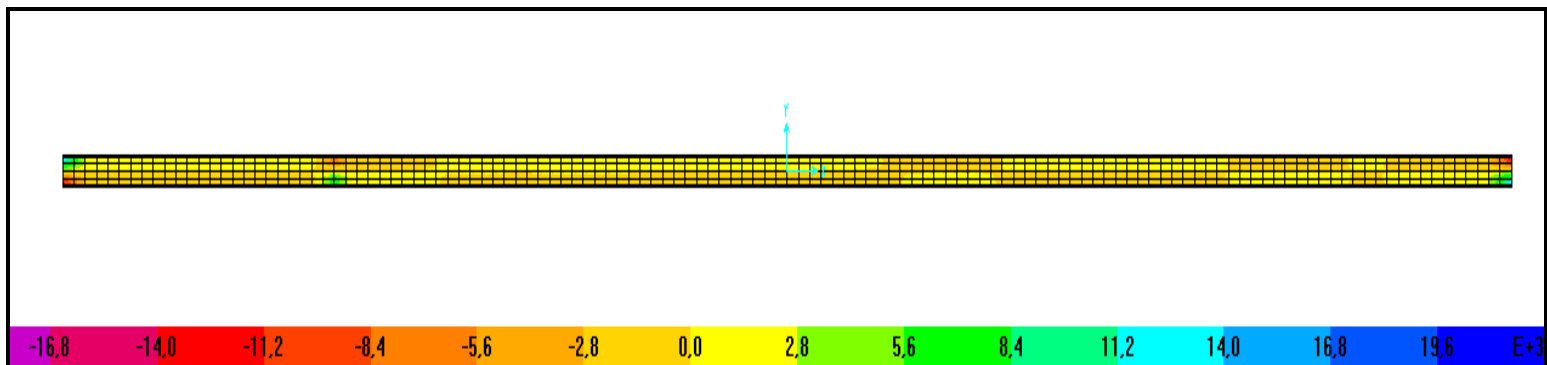
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Καταστρώματος



Σχήμα 4.25 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m^2]



Σχήμα 4.26 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m^2]

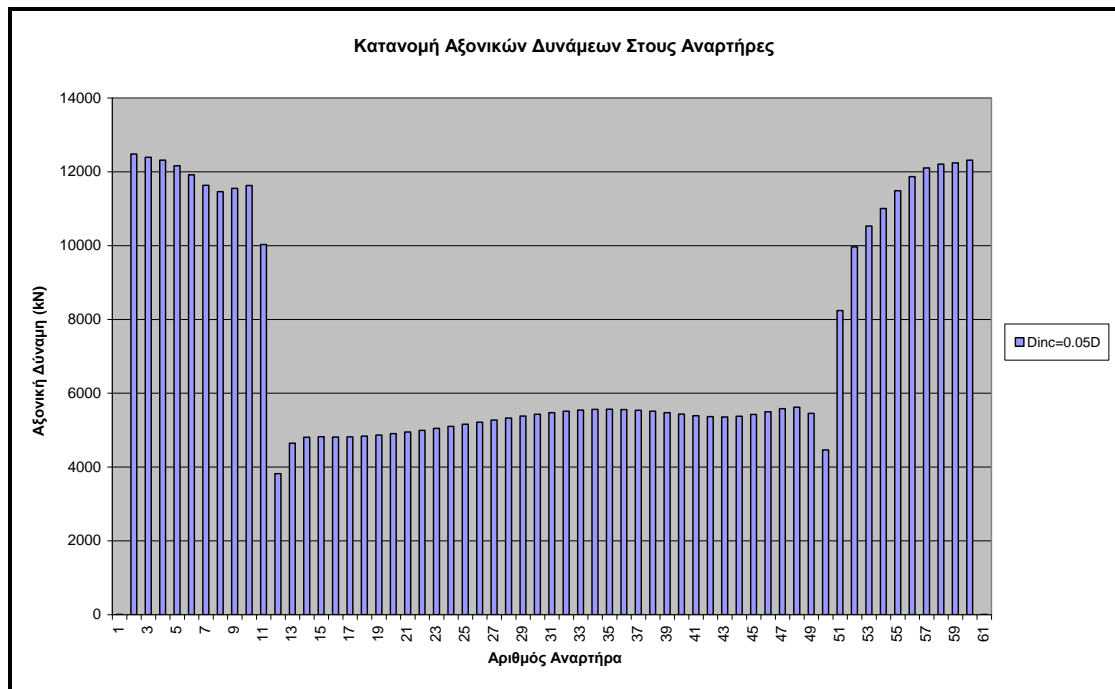


Σχήμα 4.27 Διατμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-2} [kN/m^2]

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 4.3 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.05D							
Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]							
A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	3	17	4815	33	5543	49	5452
2	12482	18	4833	34	5560	50	4464
3	12390	19	4865	35	5564	51	8240
4	12312	20	4903	36	5557	52	9963
5	12162	21	4946	37	5538	53	10528
6	11915	22	4992	38	5510	54	11003
7	11631	23	5044	39	5474	55	11482
8	11462	24	5099	40	5432	56	11867
9	11547	25	5157	41	5390	57	12103
10	11626	26	5215	42	5363	58	12207
11	10029	27	5272	43	5356	59	12241
12	3818	28	5326	44	5376	60	12311
13	4644	29	5378	45	5424	61	3
14	4805	30	5427	46	5497		
15	4819	31	5473	47	5581		
16	4812	32	5514	48	5622		

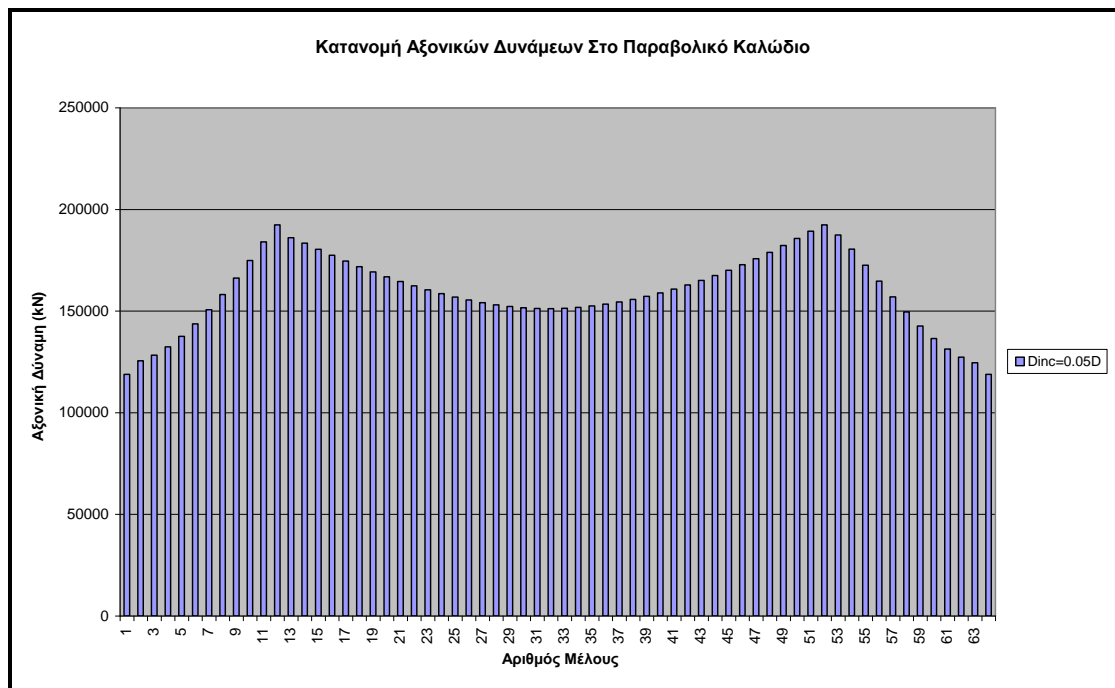


Σχήμα 4.28 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 4.4 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

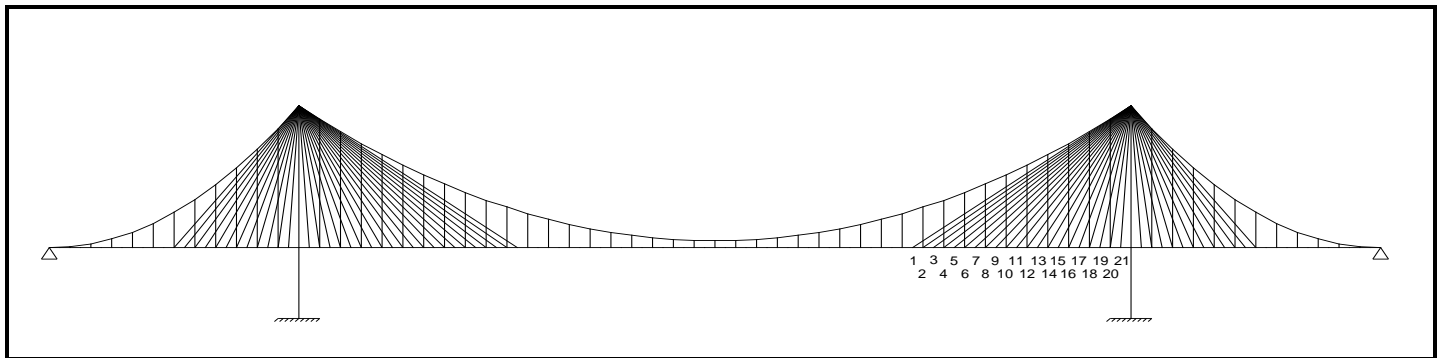
Dinc=0.05D							
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]							
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	118860	17	174555	33	151368	49	182235
2	125538	18	171837	34	151817	50	185751
3	128285	19	169260	35	152486	51	189319
4	132357	20	166824	36	153364	52	192439
5	137567	21	164530	37	154449	53	187373
6	143735	22	162384	38	155740	54	180476
7	150656	23	160392	39	157233	55	172577
8	158157	24	158563	40	158923	56	164683
9	166184	25	156906	41	160802	57	156963
10	174826	26	155430	42	162862	58	149545
11	184010	27	154147	43	165095	59	142641
12	192382	28	153072	44	167497	60	136494
13	186077	29	152219	45	170071	61	131324
14	183425	30	151607	46	172822	62	127297
15	180402	31	151254	47	175761	63	124584
16	177416	32	151172	48	178897	64	118900



Σχήμα 4.29 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Η εύρεση της κατανομής των αξονικών δυνάμεων στα κεκλιμένα καλώδια έγινε λαμβάνοντας υπόψη μόνο αυτά που καταπονούνται με σημαντικό αξονικό φορτίο. Η αρίθμηση αυτών των καλωδίων είναι εμφανής στο σχήμα που ακολουθεί.



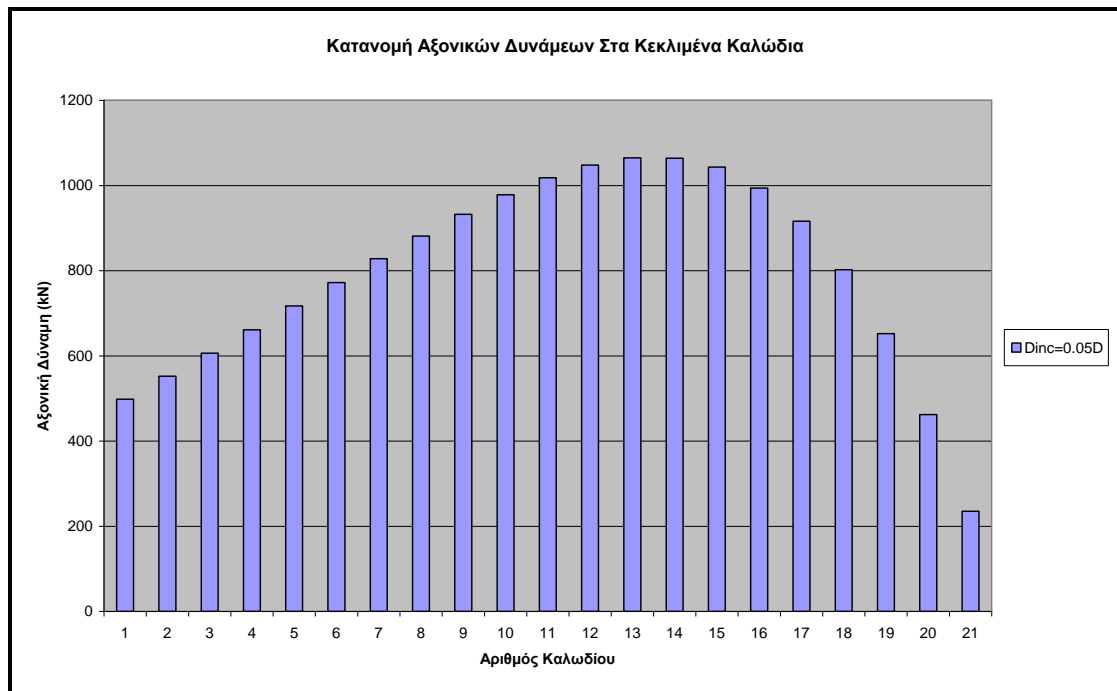
Σχήμα 4.30 Αρίθμηση Κεκλιμένων Καλωδίων

Πίνακας 4.5 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

D_{inc}=0.05D

Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων N_{inclined} [kN]

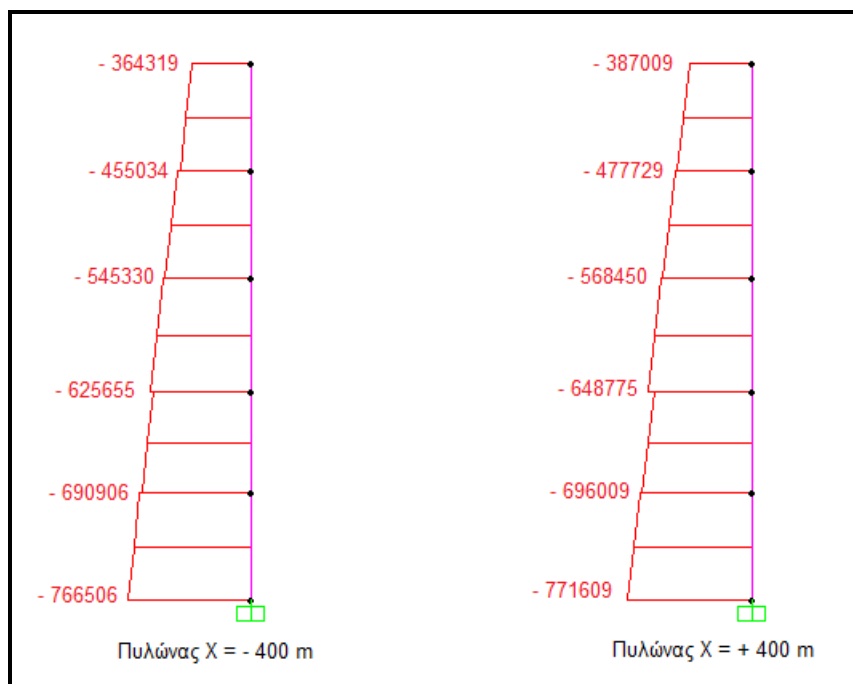
A/A	N _{inclined} [kN]	A/A	N _{inclined} [kN]	A/A	N _{inclined} [kN]
1	498	10	978	19	652
2	552	11	1018	20	462
3	606	12	1048	21	235
4	661	13	1065		
5	717	14	1064		
6	772	15	1043		
7	828	16	994		
8	881	17	916		
9	932	18	802		



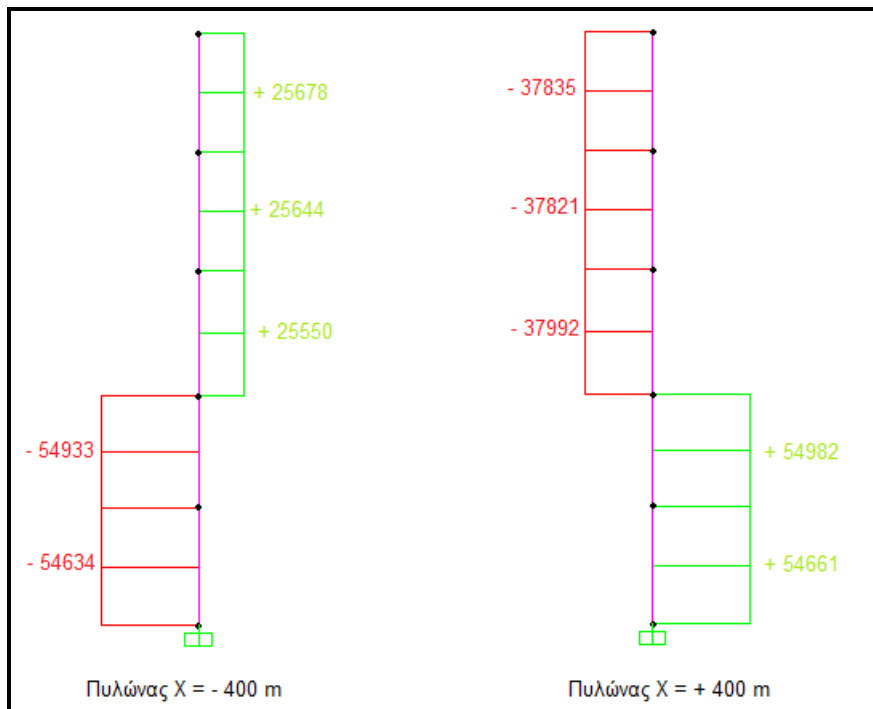
Σχήμα 4.31 Κατανομή Αξονικών Στα Κεκλιμένα Καλώδια

4.1.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 6.0 \text{ cm}$

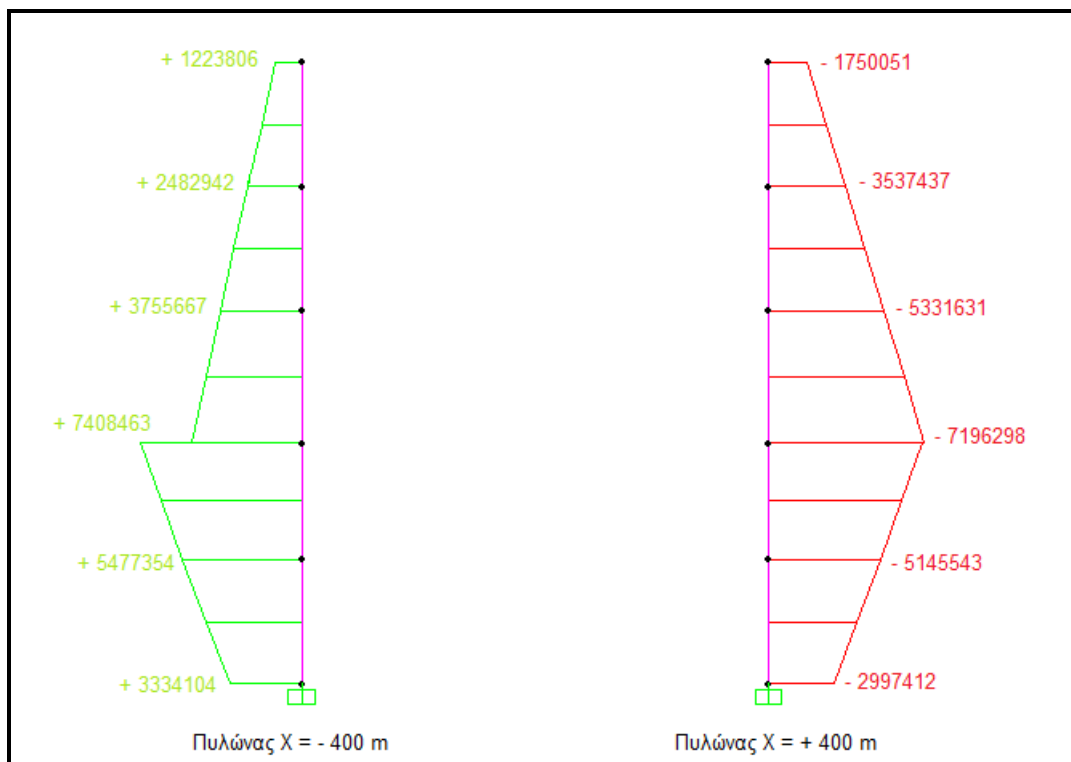
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 4.32 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

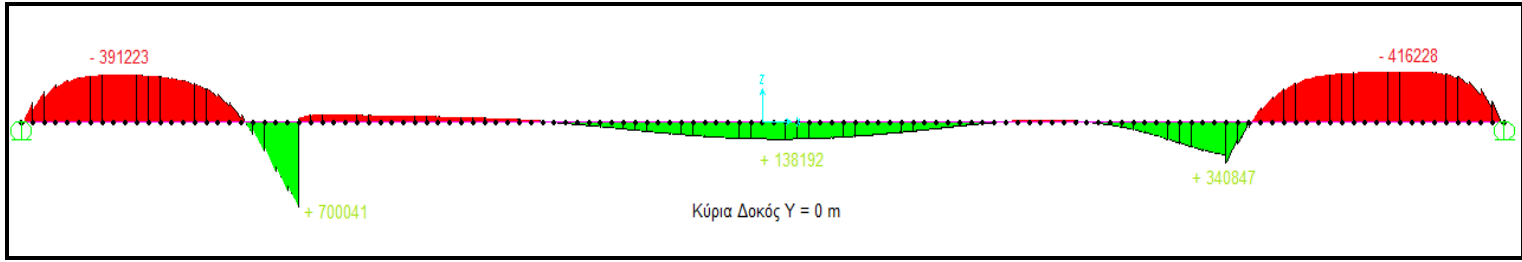


Σχήμα 4.33 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

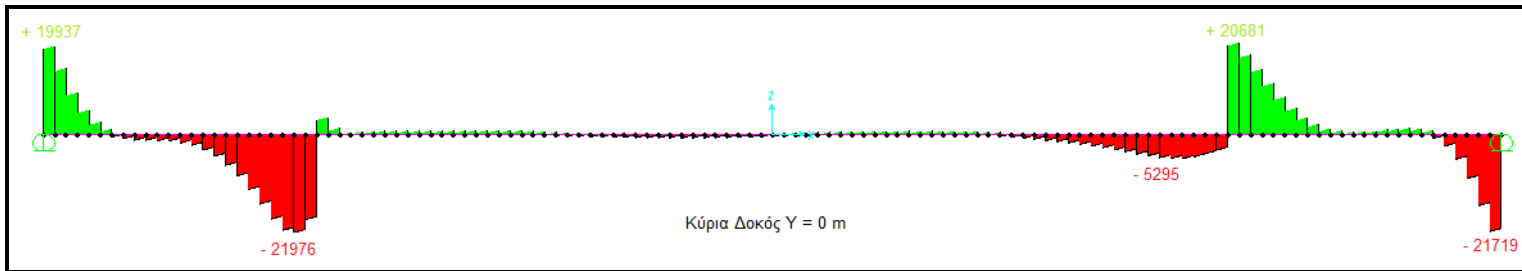


Σχήμα 4.34 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

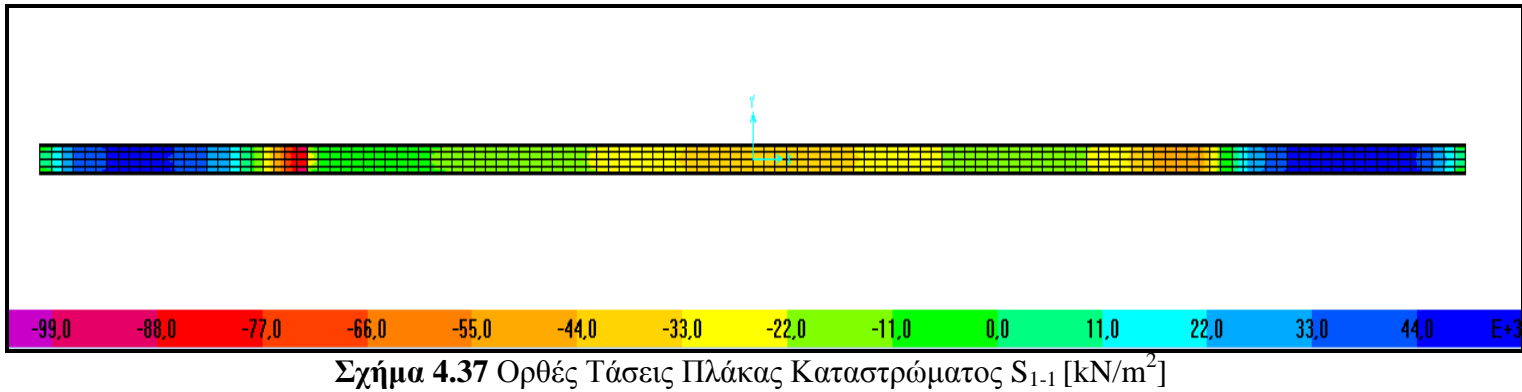


Σχήμα 4.35 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

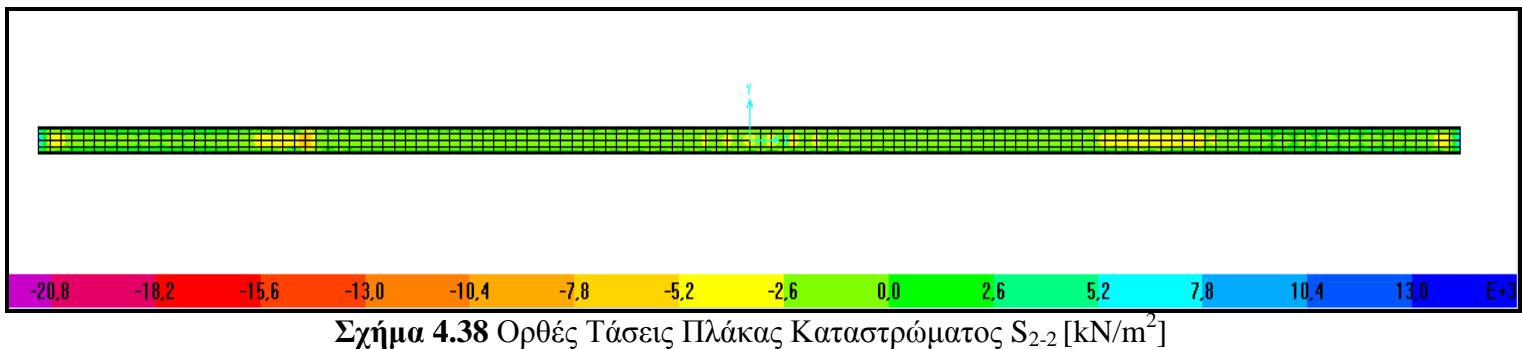


Σχήμα 4.36 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

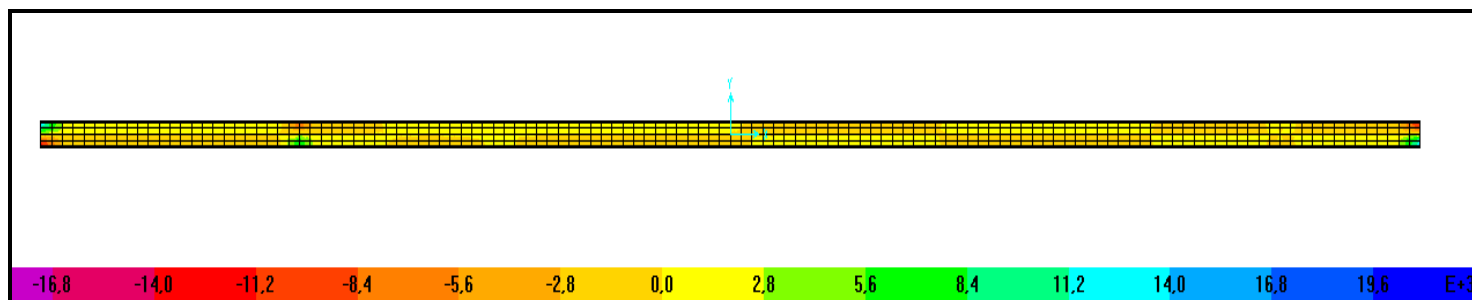
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 4.37 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]



Σχήμα 4.38 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]



Σχήμα 4.39 Διαμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστροφώματος S_{1-2} [kN/m²]

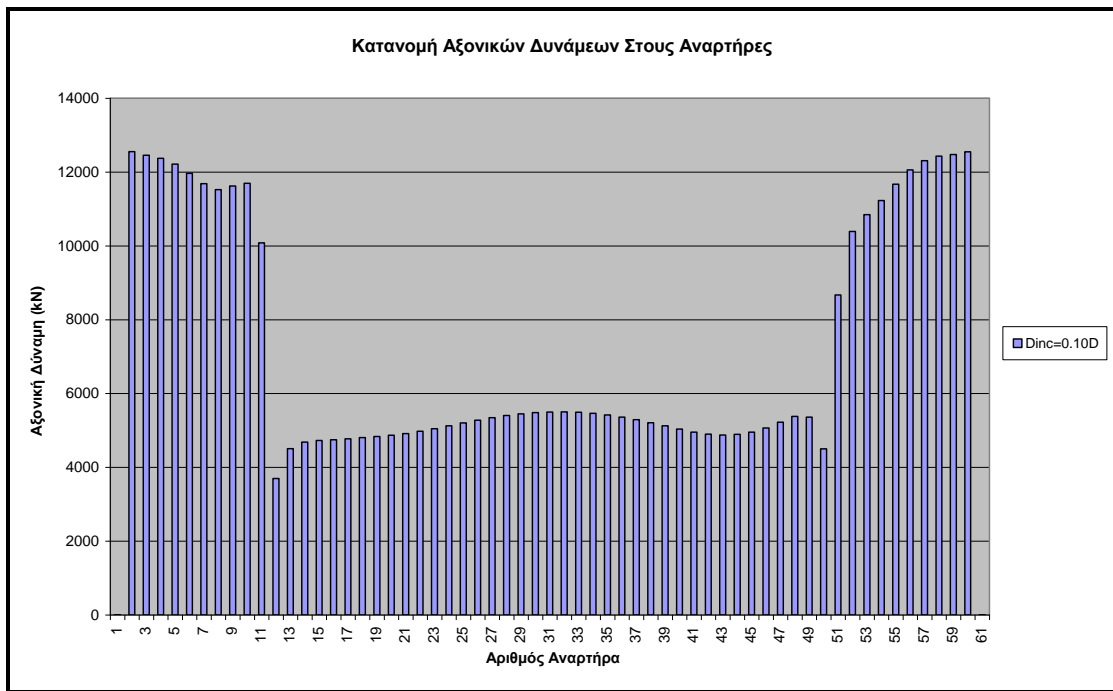
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 4.6 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.10D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	3	17	4772	33	5490	49	5358
2	12554	18	4804	34	5463	50	4500
3	12456	19	4835	35	5420	51	8671
4	12373	20	4870	36	5362	52	10392
5	12216	21	4915	37	5291	53	10846
6	11966	22	4976	38	5210	54	11231
7	11686	23	5048	39	5123	55	11670
8	11526	24	5125	40	5034	56	12056
9	11620	25	5202	41	4953	57	12310
10	11697	26	5277	42	4898	58	12430
11	10080	27	5345	43	4876	59	12474
12	3696	28	5404	44	4892	60	12550
13	4507	29	5450	45	4954	61	3
14	4685	30	5482	46	5066		
15	4725	31	5499	47	5222		
16	4745	32	5502	48	5379		

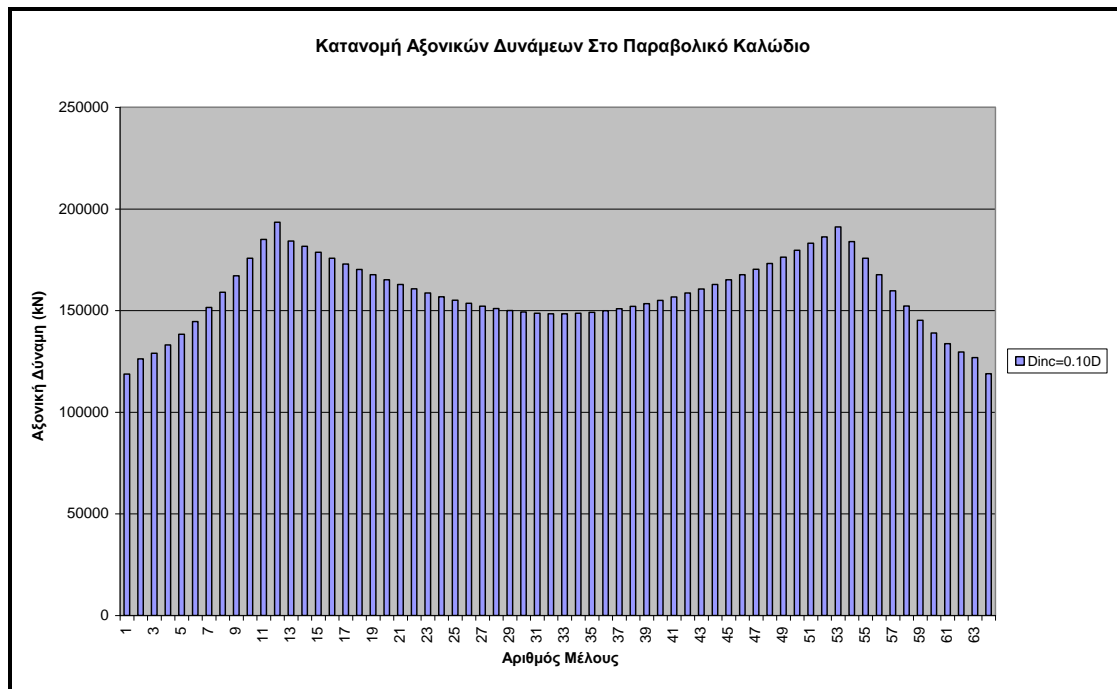


Σχήμα 4.40 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 4.7 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.10D							
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]							
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	118810	17	172897	33	148397	49	176302
2	126268	18	170195	34	148643	50	179641
3	129029	19	167619	35	149147	51	183117
4	133121	20	165173	36	149893	52	186228
5	138354	21	162865	37	150866	53	191190
6	144546	22	160701	38	152051	54	183952
7	151492	23	158684	39	153434	55	175733
8	159023	24	156817	40	154999	56	167616
9	167090	25	155107	41	156733	57	159751
10	175781	26	153563	42	158622	58	152224
11	185027	27	152195	43	160657	59	145220
12	193438	28	151016	44	162836	60	138978
13	184196	29	150036	45	165165	61	133719
14	181609	30	149268	46	167655	62	129620
15	178656	31	148726	47	170324	63	126858
16	175723	32	148415	48	173198	64	118945



Σχήμα 4.41 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

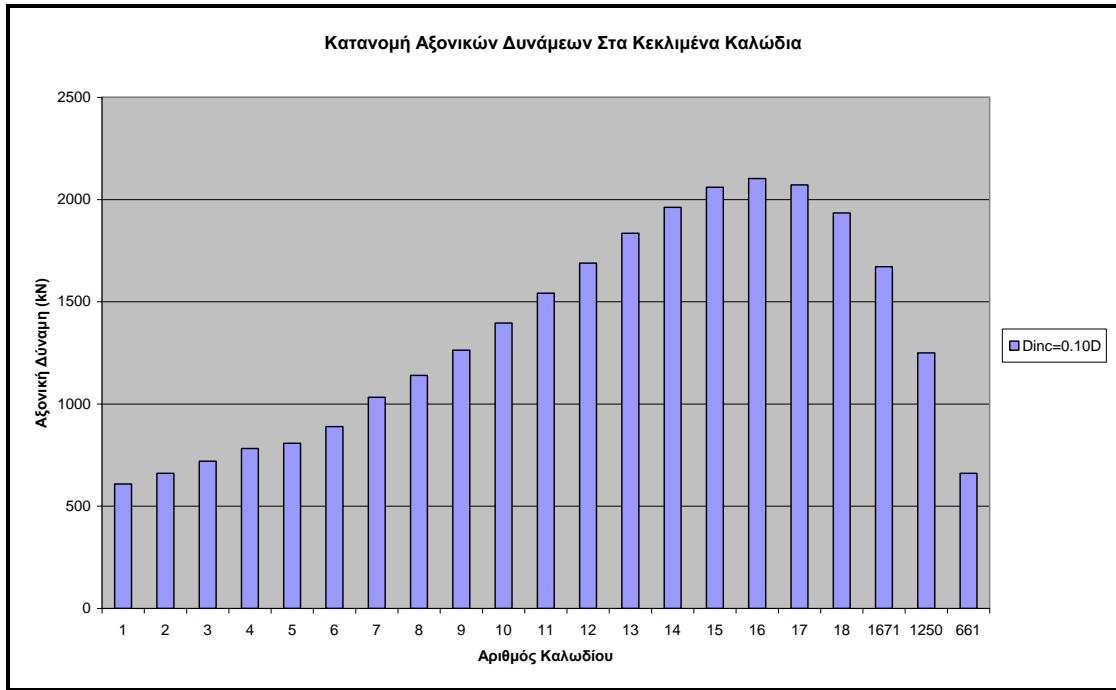
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 4.8 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

Dinc=0.10D

Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων $N_{inclined}$ [kN]

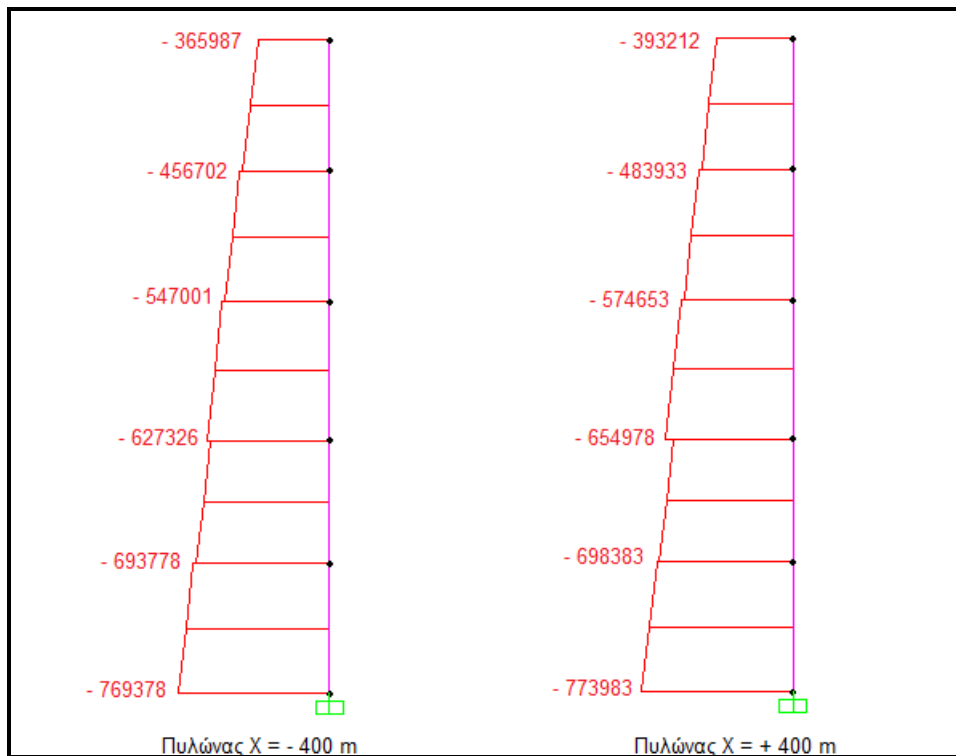
A/A	$N_{inclined}$ [kN]	A/A	$N_{inclined}$ [kN]	A/A	$N_{inclined}$ [kN]
1	608	10	1396	19	1671
2	661	11	1542	20	1250
3	720	12	1689	21	661
4	782	13	1835		
5	808	14	1962		
6	889	15	2060		
7	1033	16	2102		
8	1140	17	2071		
9	1263	18	1934		



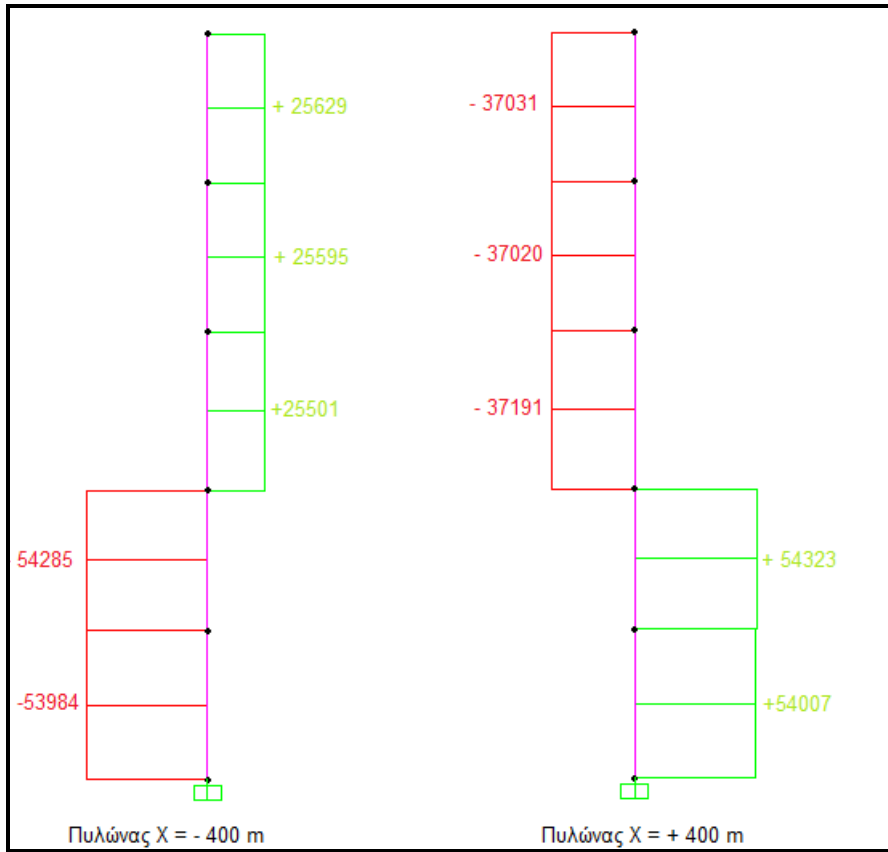
Σχήμα 4.42 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

4.1.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 9.0 \text{ cm}$

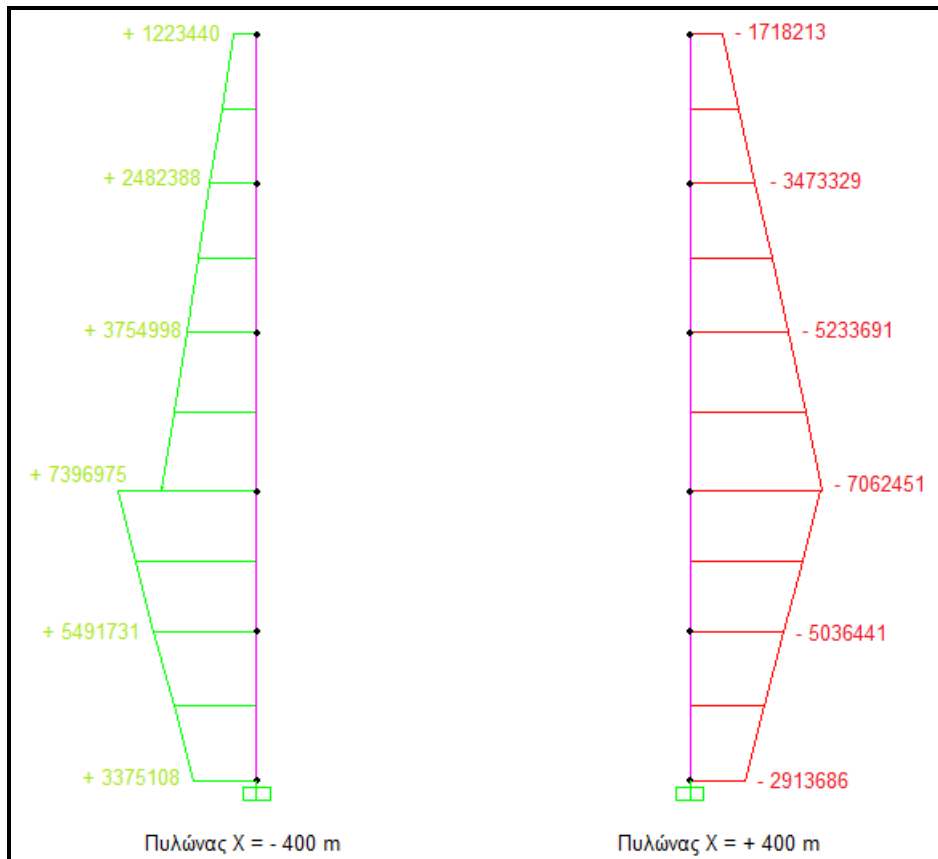
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 4.43 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

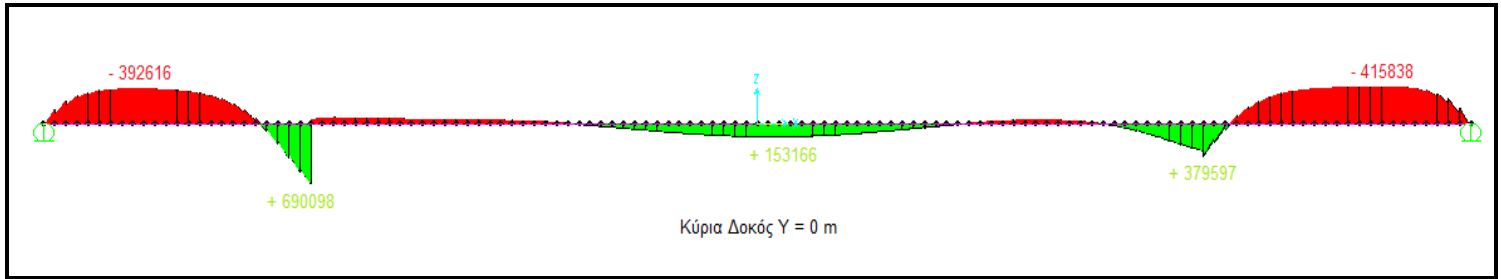


Σχήμα 4.44 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

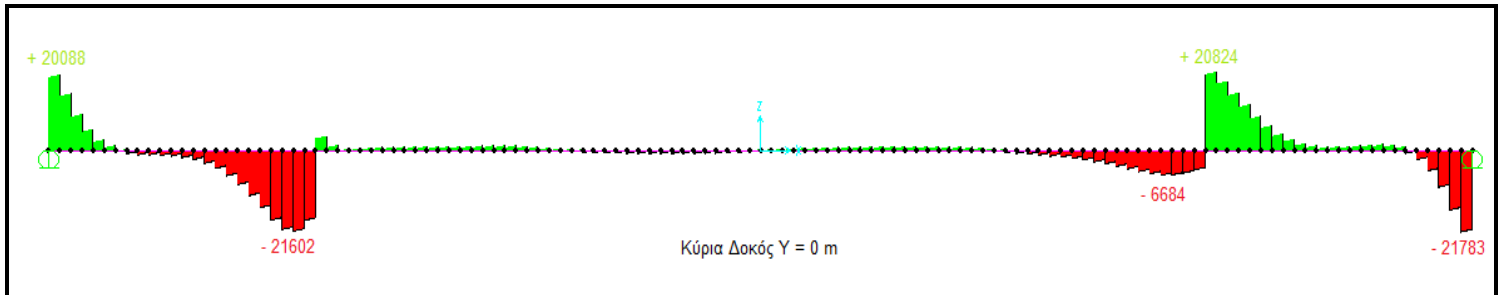


Σχήμα 4.45 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

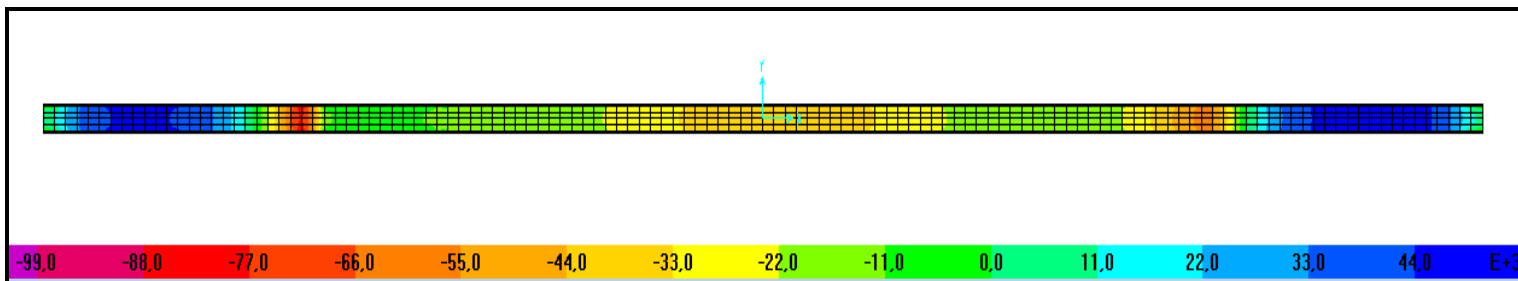


Σχήμα 4.46 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

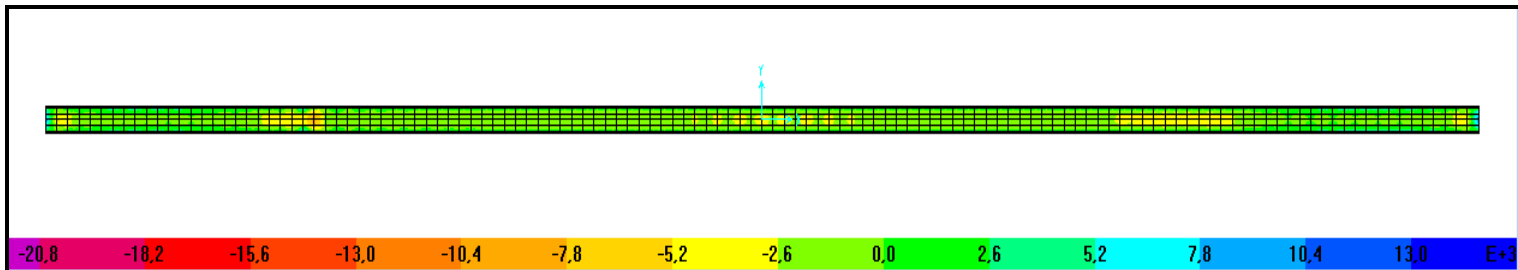


Σχήμα 4.47 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

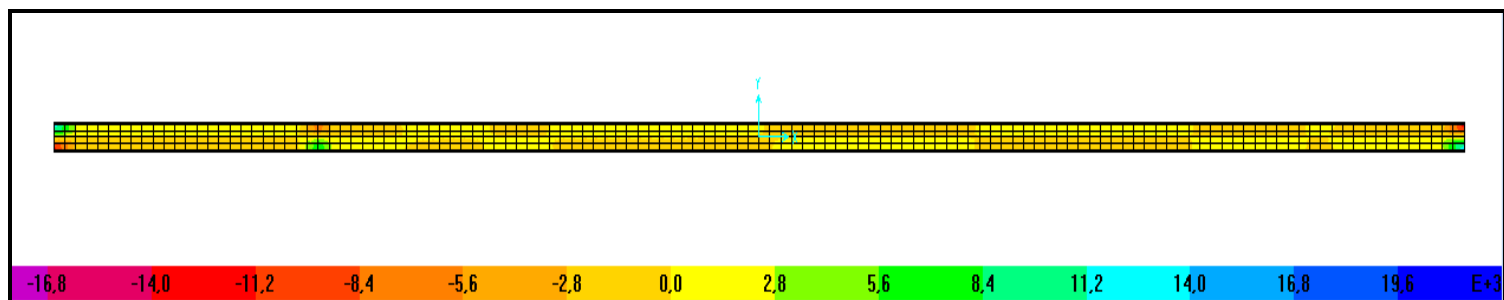
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 4.48 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]



Σχήμα 4.49 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]



Σχήμα 4.50 Διατμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]

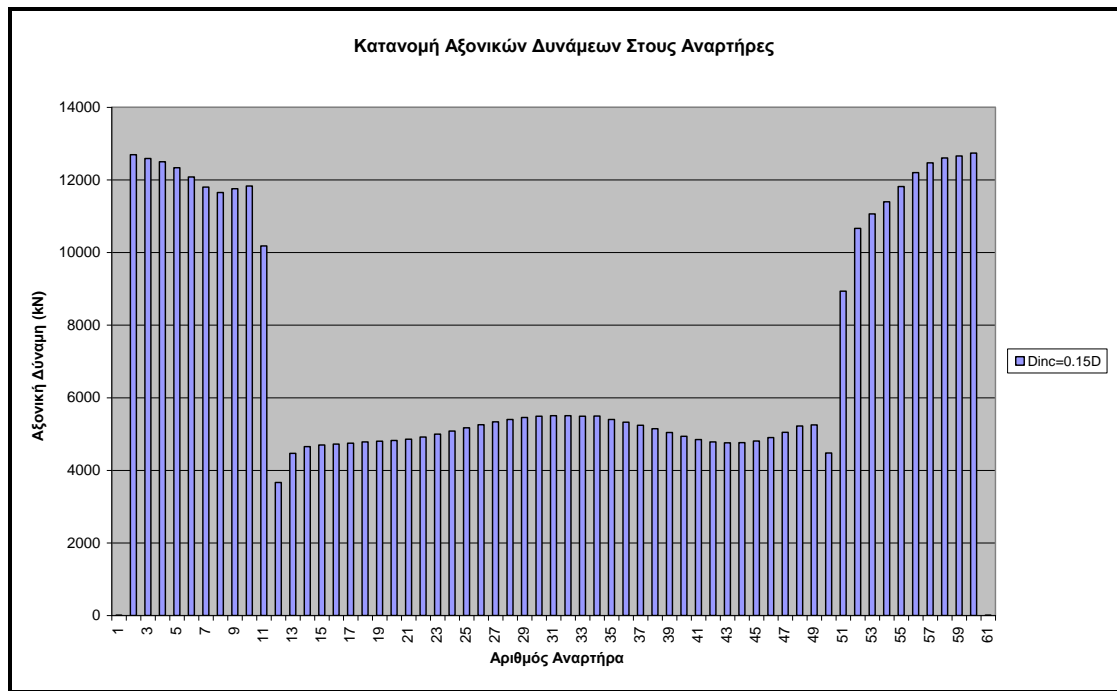
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 4.9 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.15D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	3	17	4746	33	5488	49	5252
2	12692	18	4779	34	5492	50	4475
3	12589	19	4802	35	5398	51	8932
4	12501	20	4822	36	5326	52	10666
5	12337	21	4856	37	5241	53	11065
6	12081	22	4918	38	5144	54	11398
7	11802	23	4996	39	5041	55	11815
8	11650	24	5082	40	4938	56	12202
9	11754	25	5170	41	4845	57	12470
10	11830	26	5255	42	4783	58	12606
11	10183	27	5334	43	4754	59	12659
12	3663	28	5401	44	4760	60	12740
13	4469	29	5454	45	4805	61	3
14	4651	30	5488	46	4899		
15	4697	31	5505	47	5046		
16	4720	32	5505	48	5218		

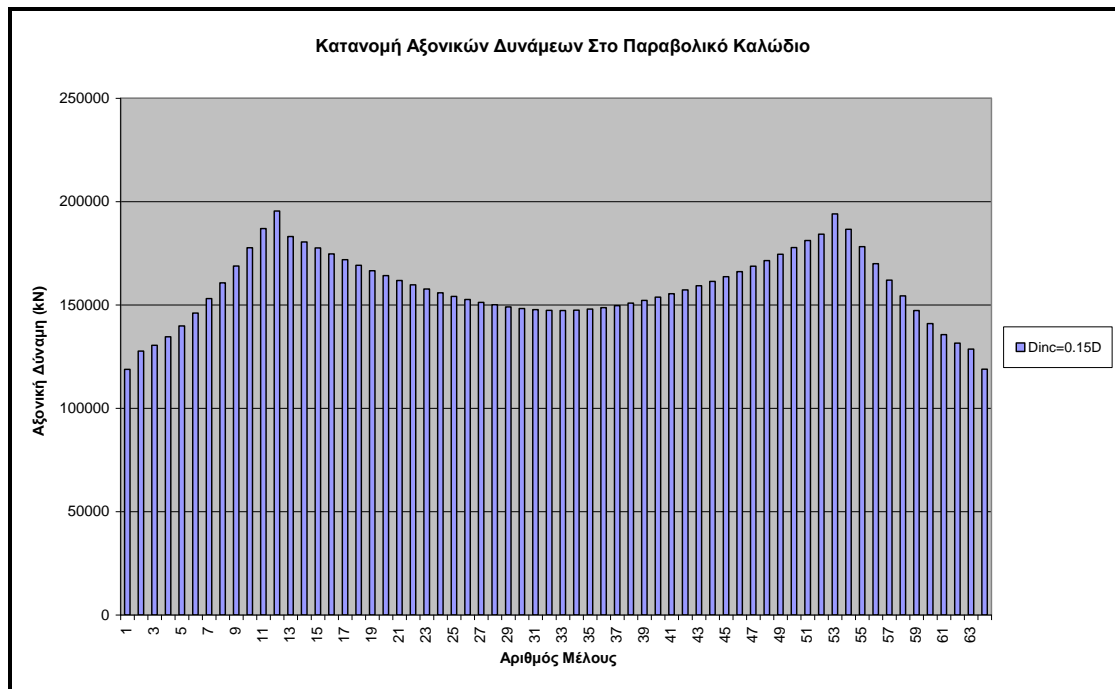


Σχήμα 4.51 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 4.10 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.15D							
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]							
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	118792	17	171848	33	147281	49	174491
2	127645	18	169157	34	147497	50	177730
3	130436	19	166591	35	147978	51	181133
4	134568	20	164155	36	148707	52	184218
5	139851	21	161859	37	149666	53	194088
6	146099	22	159711	38	150837	54	186646
7	153106	23	157712	39	152203	55	178224
8	160704	24	155859	40	153747	56	169957
9	168849	25	154157	41	155452	57	161987
10	177631	26	152614	42	157306	58	154378
11	186974	27	151241	43	159297	59	147299
12	195462	28	150049	44	161425	60	140983
13	183077	29	149051	45	163697	61	135656
14	180509	30	148258	46	166120	62	131507
15	177575	31	147684	47	168710	63	128670
16	174660	32	147348	48	171491	64	118953



Σχήμα 4.52 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

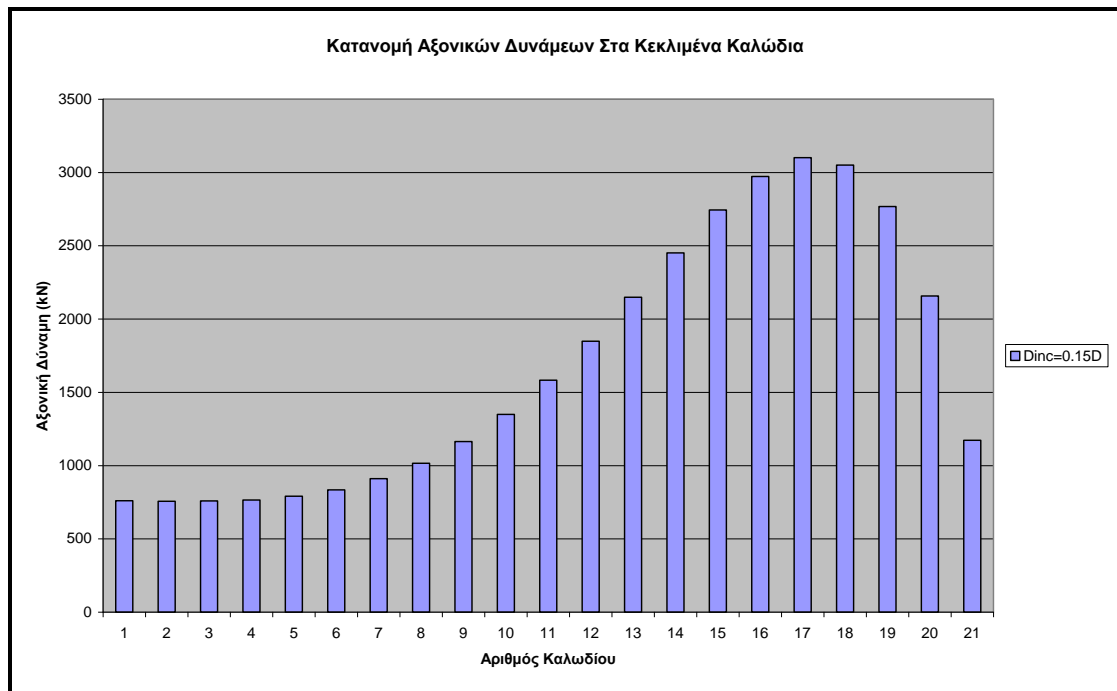
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 4.11 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

Dinc=0.15D

Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων $N_{inclined}$ [kN]

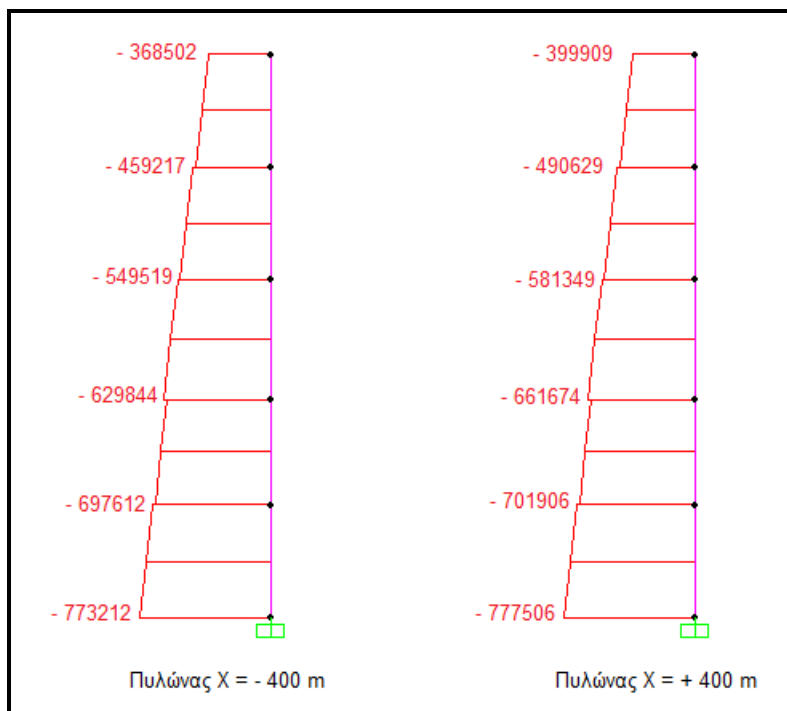
A/A	$N_{inclined}$ [kN]	A/A	$N_{inclined}$ [kN]	A/A	$N_{inclined}$ [kN]
1	760	10	1349	19	2767
2	756	11	1583	20	2157
3	758	12	1848	21	1172
4	765	13	2148		
5	791	14	2451		
6	834	15	2744		
7	910	16	2972		
8	1015	17	3101		
9	1164	18	3050		



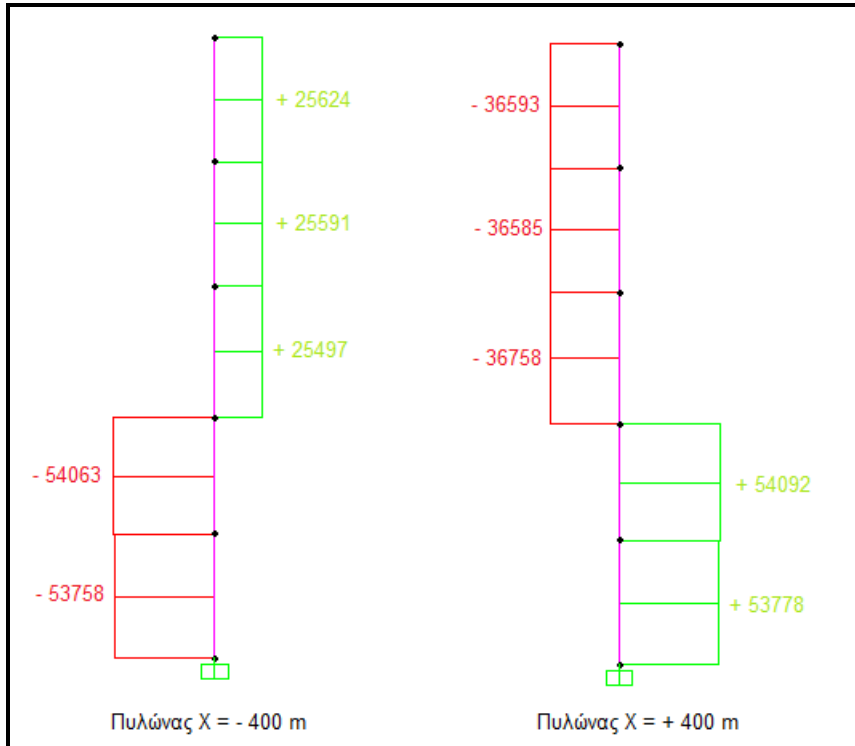
Σχήμα 4.53 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

4.1.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 12.0 \text{ cm}$

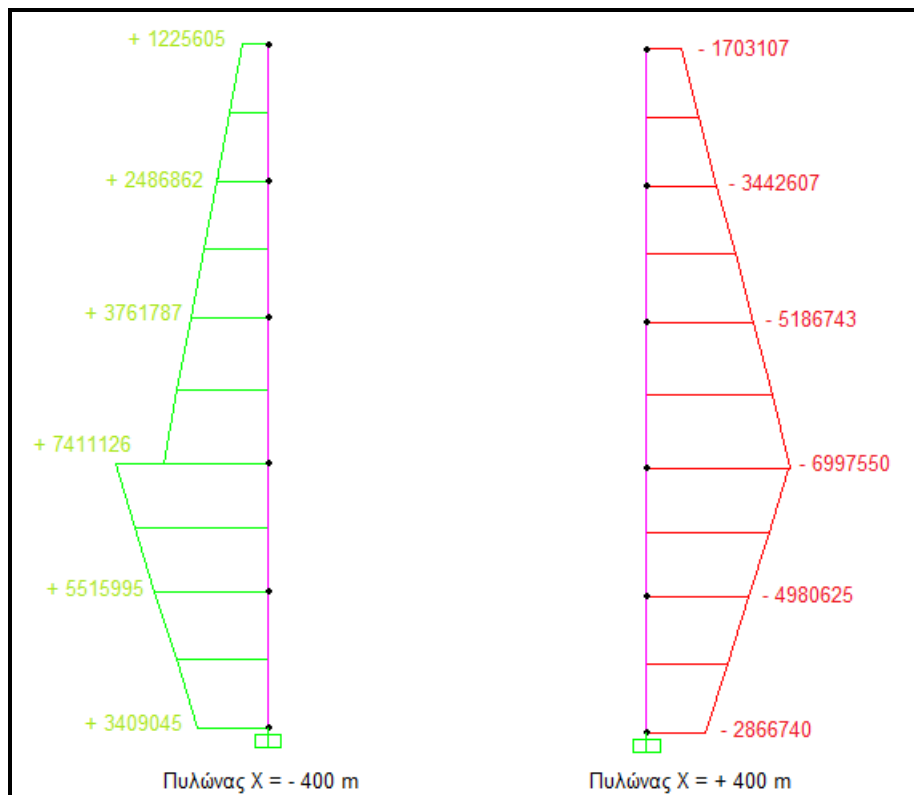
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 4.54 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

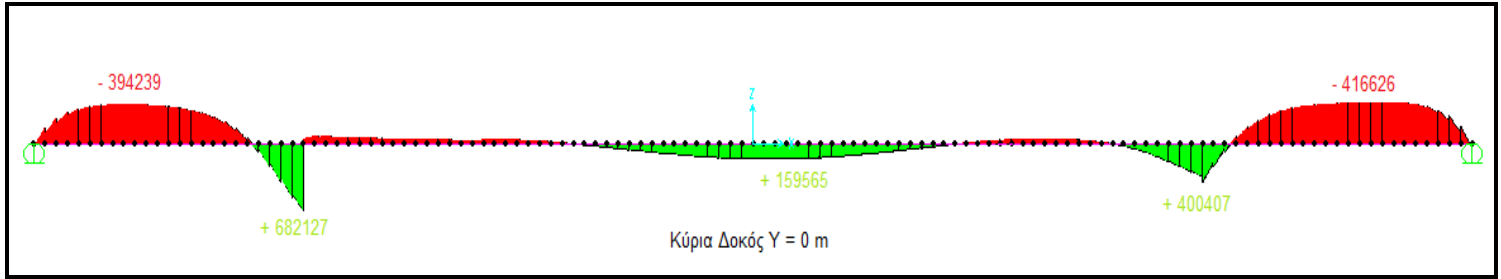


Σχήμα 4.55 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

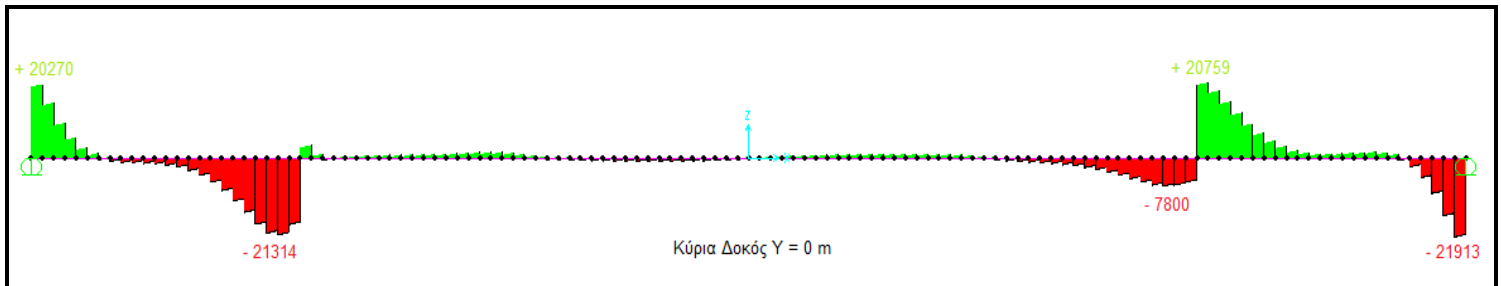


Σχήμα 4.56 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

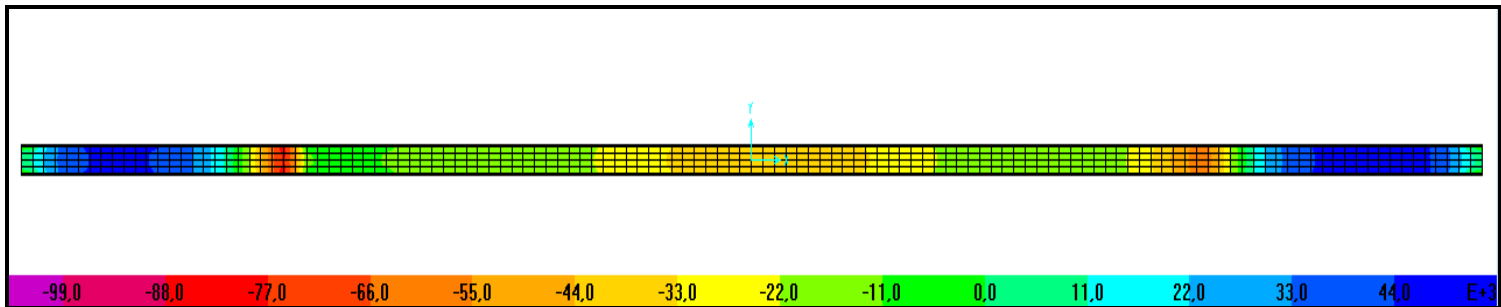


Σχήμα 4.57 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

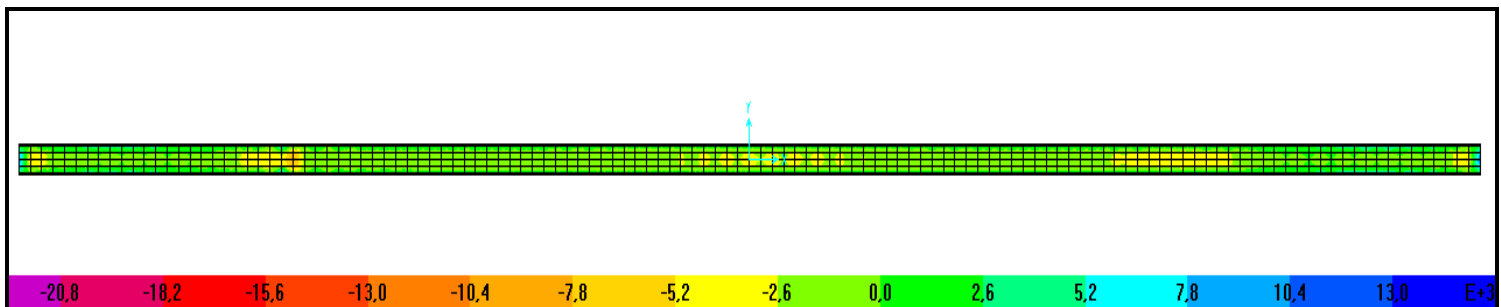


Σχήμα 4.58 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

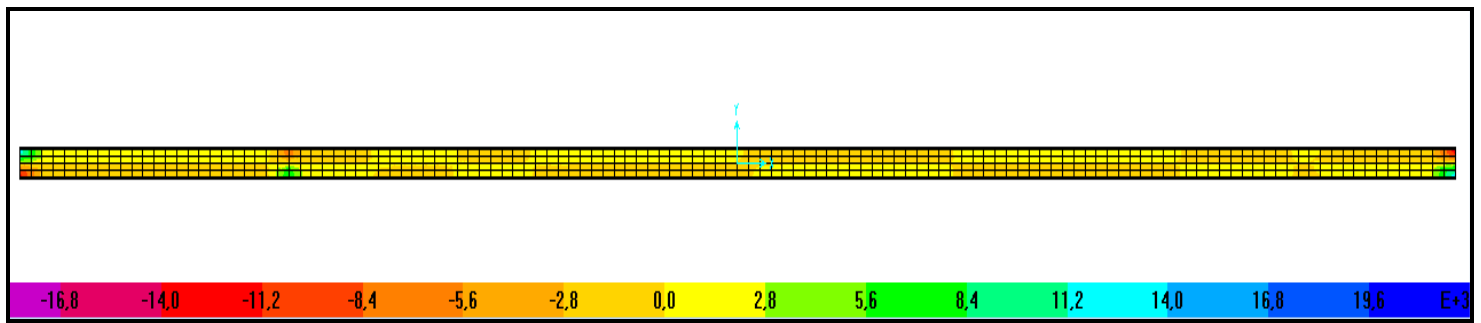
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 4.59 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]



Σχήμα 4.60 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]



Σχήμα 4.61 Διαμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S₂₋₂ [kN/m²]

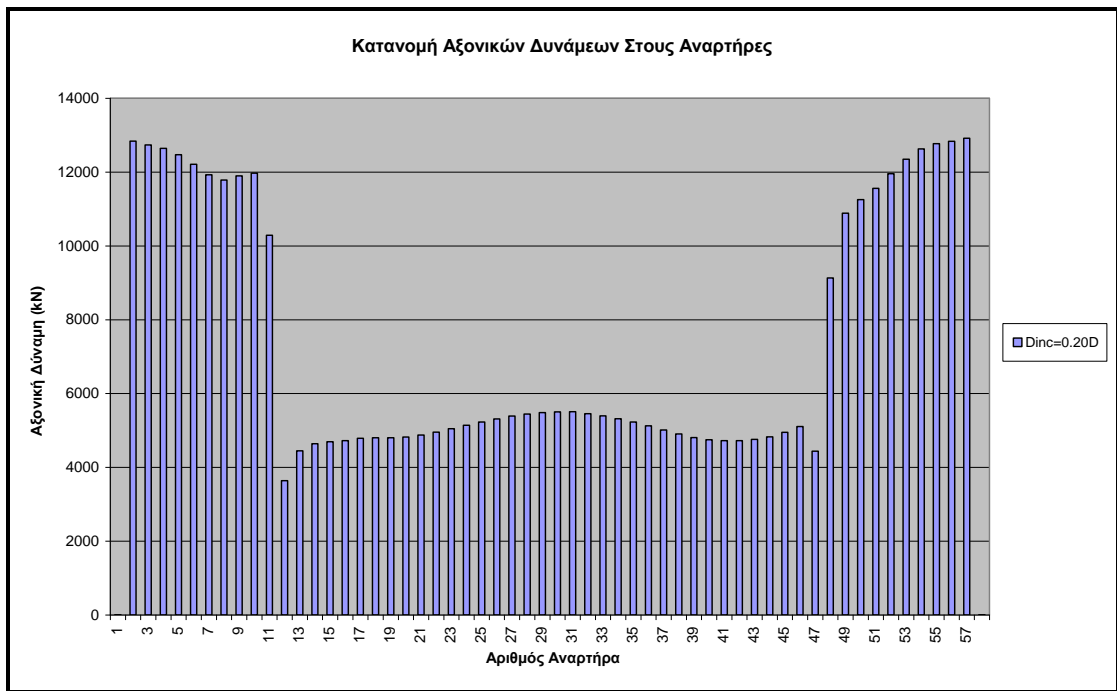
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 4.12 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.20D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	3	17	4756	33	5488	49	5161
2	12838	18	4788	34	5451	50	4438
3	12733	19	4799	35	5393	51	9132
4	12640	20	4800	36	5317	52	10887
5	12470	21	4818	37	5225	53	11255
6	12209	22	4875	38	5122	54	11556
7	11928	23	4955	39	5012	55	11957
8	11782	24	5044	40	4902	56	12346
9	11895	25	5137	41	4806	57	12625
10	11968	26	5228	42	4747	58	12771
11	10290	27	5313	43	4722	59	12831
12	3637	28	5387	44	4724	60	12916
13	4446	29	5445	45	4756	61	3
14	4637	30	5484	46	4826		
15	4693	31	5504	47	4946		
16	4724	32	5505	48	5107		

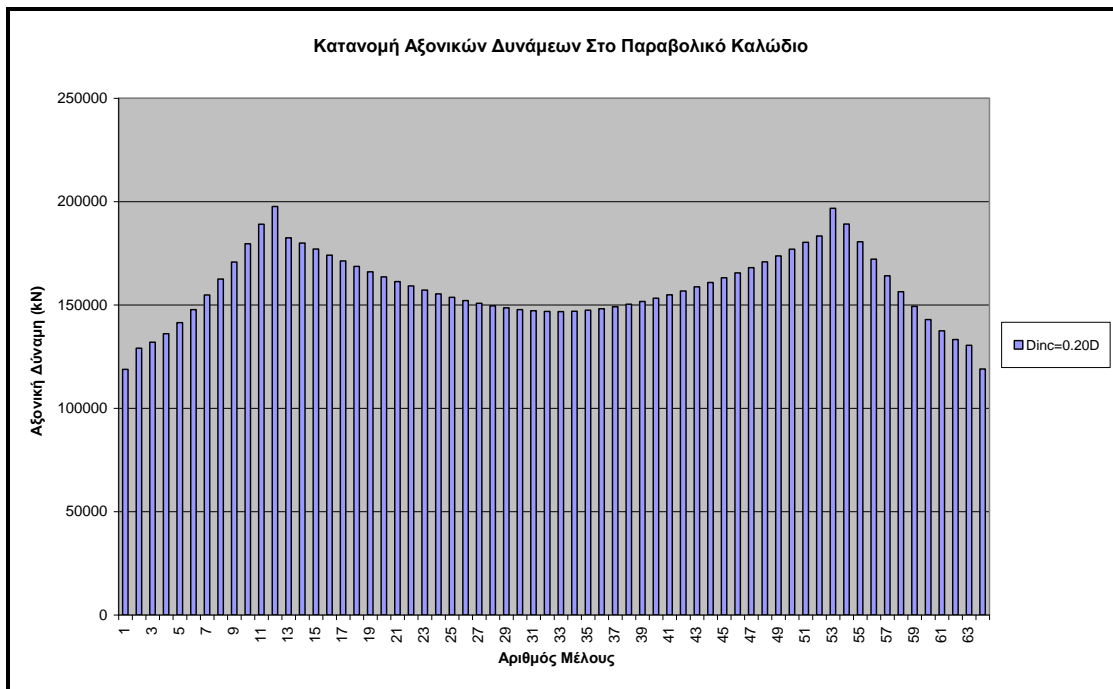


Σχήμα 4.62 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 4.13 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.20D							
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]							
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	118784	17	171309	33	146767	49	173757
2	129100	18	168615	34	146976	50	176931
3	131921	19	166044	35	147453	51	180277
4	136098	20	163604	36	148180	52	183334
5	141434	21	161310	37	149137	53	196753
6	147744	22	159172	38	150307	54	189157
7	154818	23	157187	39	151670	55	180573
8	162490	24	155348	40	153208	56	172175
9	170719	25	153657	41	154906	57	164106
10	179598	26	152123	42	156747	58	156415
11	189039	27	150755	43	158724	59	149261
12	197606	28	149565	44	160838	60	142872
13	182504	29	148564	45	163095	61	137481
14	179952	30	147766	46	165502	62	133273
15	177031	31	147186	47	168069	63	130435
16	174122	32	146841	48	170811	64	118962



Σχήμα 4.63 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

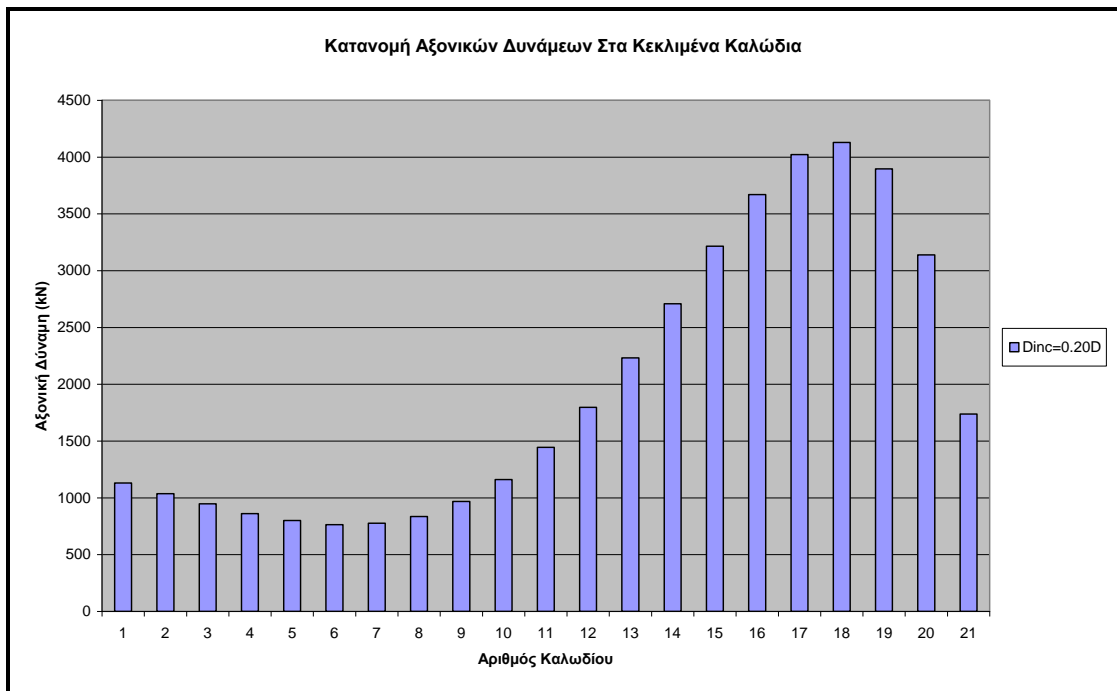
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 4.14 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

Dinc=0.20D

Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων Ninclined [kN]

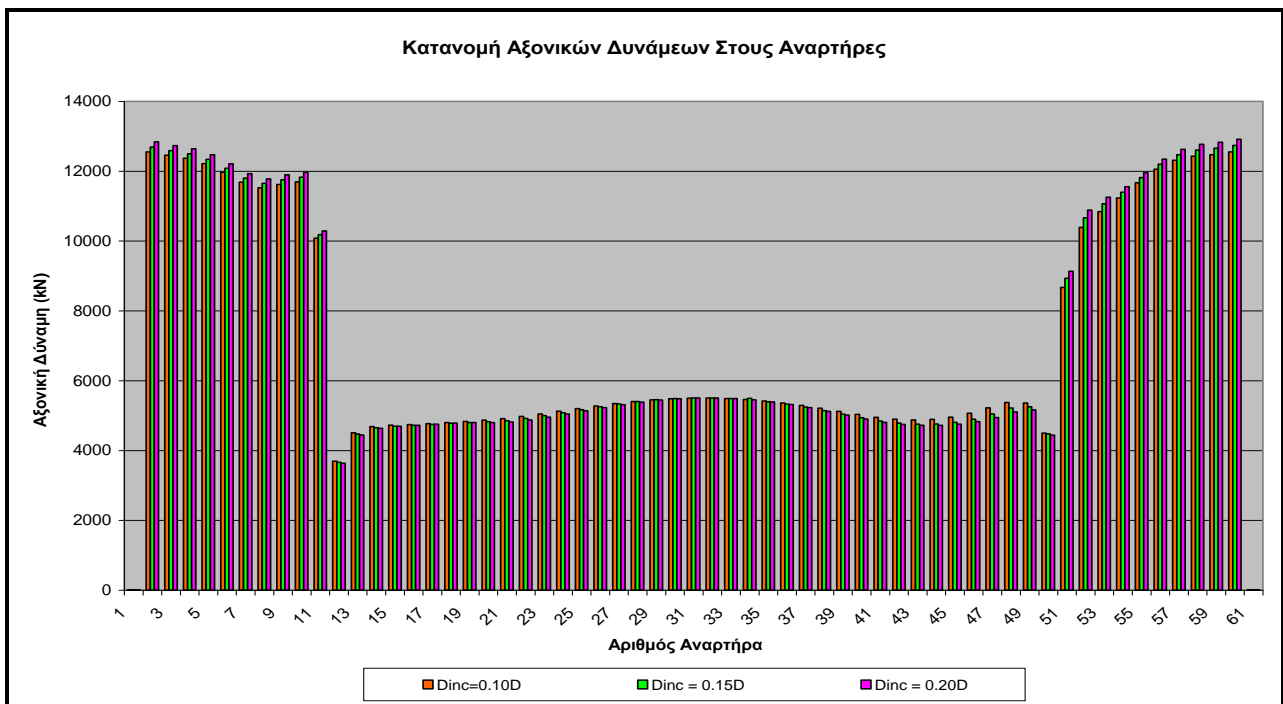
A/A	Ninclined [kN]	A/A	Ninclined [kN]	A/A	Ninclined [kN]
1	1130	10	1161	19	3896
2	1036	11	1445	20	3139
3	947	12	1797	21	1738
4	860	13	2232		
5	800	14	2708		
6	764	15	3215		
7	777	16	3670		
8	836	17	4021		
9	967	18	4129		



Σχήμα 4.64 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

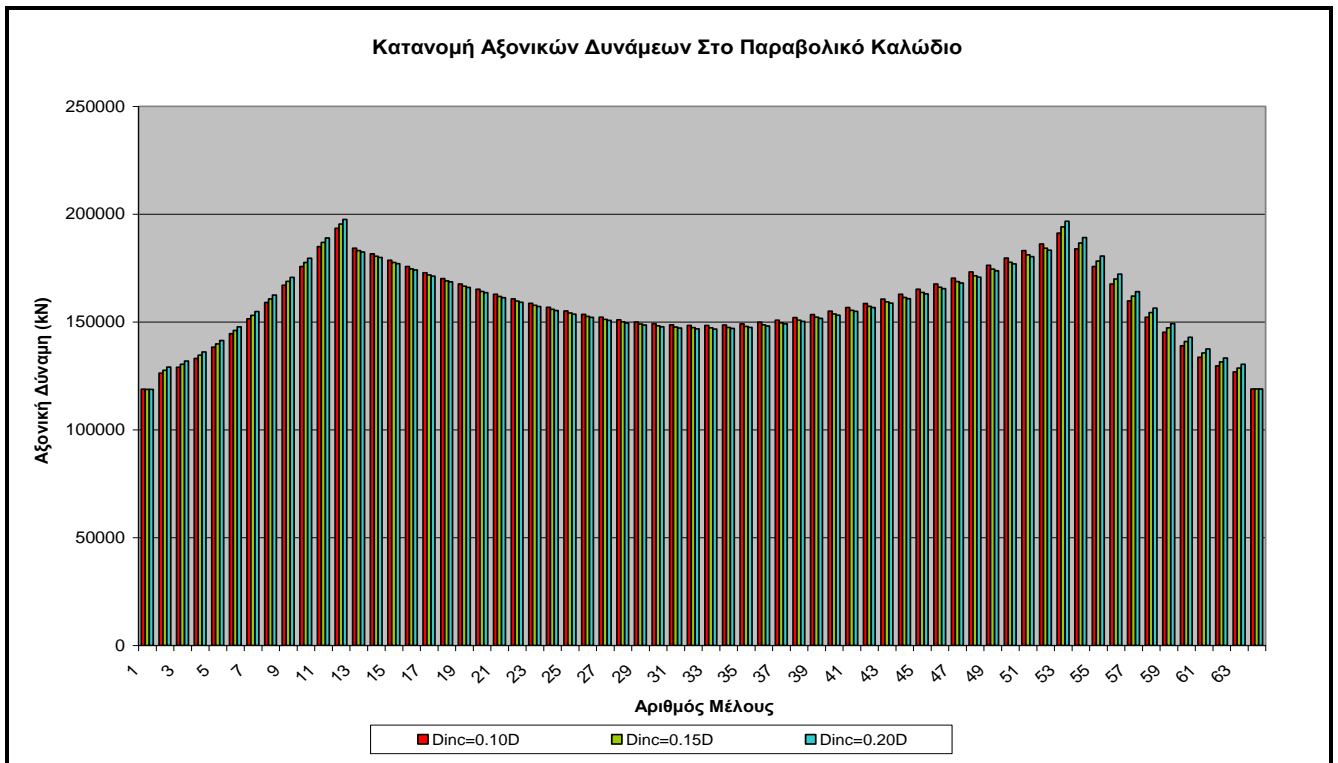
4.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Στατικών Αναλύσεων

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες



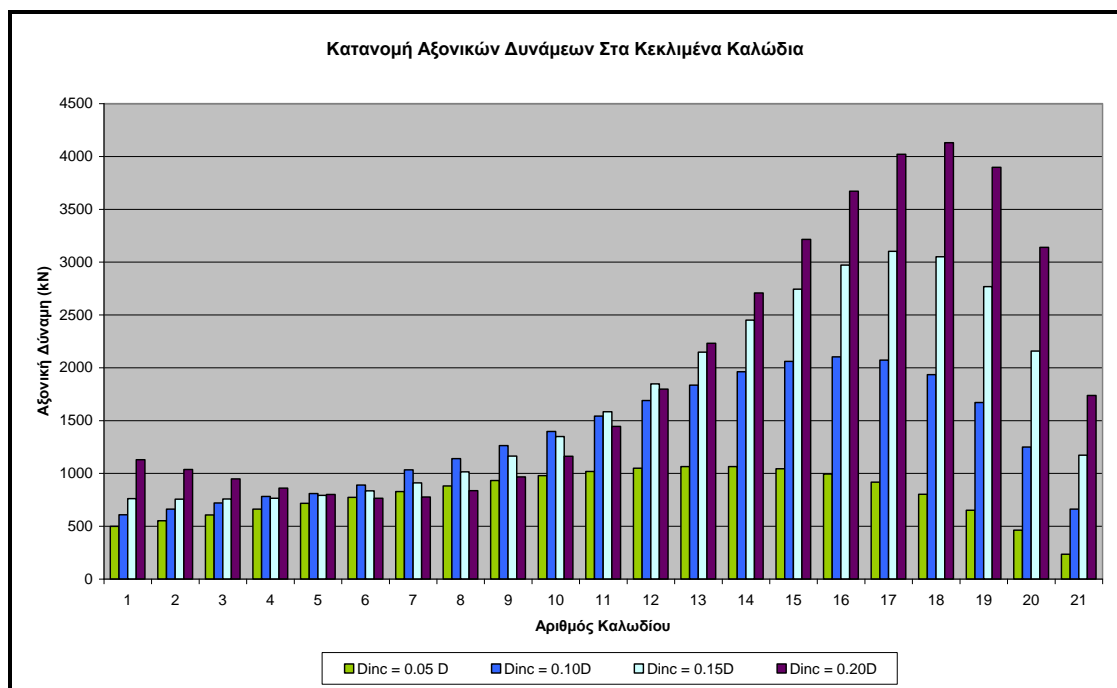
Σχήμα 4.65 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο



Σχήμα 4.66 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια



Σχήμα 4.67 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

4.3 Αποτελέσματα Ιδιομορφικών Αναλύσεων

4.3.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$

Πίνακας 4.15 Ιδιοπερίοδοι Καλαδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

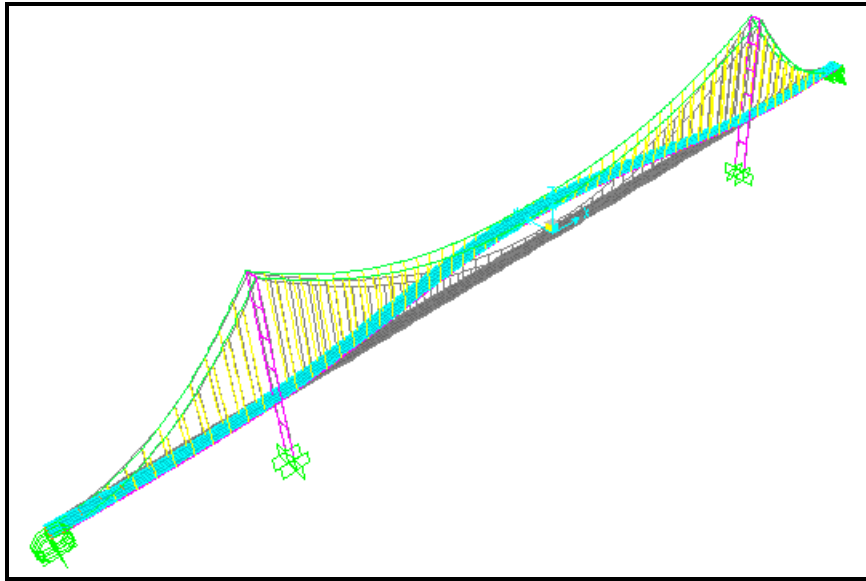
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,48	7,354E-09	0,2136	3,514E-08	7,354E-09	0,2136	3,514E-08
Mode	2	12,99	0,02897	1,615E-07	0,0264	0,02897	0,2136	0,0264
Mode	3	11,90	0,05514	1,023E-07	0,03171	0,08411	0,2136	0,05811
Mode	4	8,06	0,4979	0,00002901	0,00024	0,582	0,21363	0,05835
Mode	5	8,05	0,00168	0,00765	9,694E-07	0,58368	0,22128	0,05835
Mode	6	7,69	5,364E-08	0,52905	5,884E-10	0,58368	0,75033	0,05835
Mode	7	6,66	0,00404	1,82E-08	0,00385	0,58772	0,75033	0,0622
Mode	8	6,50	2,863E-07	0,000009442	2,568E-08	0,58772	0,75034	0,0622
Mode	9	4,23	1,34E-07	0,00139	5,865E-07	0,58772	0,75174	0,0622
Mode	10	4,16	1,155E-07	0,00118	3,36E-08	0,58772	0,75291	0,0622
Mode	11	4,11	1,519E-08	0,000005193	8,517E-10	0,58772	0,75292	0,0622
Mode	12	4,02	1,806E-07	0,00428	8,107E-09	0,58772	0,75719	0,0622
Mode	13	3,94	1,505E-09	0,00002281	4,711E-10	0,58772	0,75722	0,0622
Mode	14	3,80	0,00914	3,219E-13	0,00103	0,59686	0,75722	0,06323
Mode	15	3,48	1,483E-08	0,00025	9,324E-10	0,59686	0,75747	0,06323
Mode	16	3,29	1,549E-07	0,00043	7,921E-07	0,59686	0,7579	0,06323
Mode	17	3,10	0,13493	2,772E-09	0,03946	0,73179	0,7579	0,10269
Mode	18	2,95	1,433E-09	0,0431	4,194E-08	0,73179	0,801	0,10269
Mode	19	2,84	1,955E-07	0,00129	1,05E-07	0,73179	0,80229	0,10269
Mode	20	2,82	5,781E-09	0,000004021	2,112E-08	0,73179	0,8023	0,10269
Mode	21	2,79	5,805E-07	0,00001548	1,966E-07	0,73179	0,80231	0,10269
Mode	22	2,76	1,893E-06	0,06167	3,434E-07	0,7318	0,86398	0,10269
Mode	23	2,70	0,00004054	0,000005763	0,00001055	0,73184	0,86398	0,1027
Mode	24	2,69	0,15552	5,631E-08	0,03729	0,88735	0,86398	0,13999
Mode	25	2,65	4,073E-06	0,05175	1,053E-06	0,88736	0,91573	0,13999
Mode	26	2,52	1,989E-08	0,000009459	4,258E-08	0,88736	0,91574	0,13999
Mode	27	2,48	3,495E-08	0,00025	3,846E-06	0,88736	0,91599	0,13999
Mode	28	2,43	0,00059	8,138E-08	0,05815	0,88794	0,91599	0,19814
Mode	29	2,35	5,897E-09	0,0000314	1,512E-07	0,88794	0,91602	0,19814
Mode	30	2,34	1,362E-08	0,00059	6,359E-07	0,88794	0,91661	0,19814
Mode	31	2,32	7,457E-08	0,01079	3,137E-06	0,88794	0,9274	0,19814
Mode	32	2,12	1,316E-11	0,00098	4,531E-07	0,88794	0,92838	0,19814
Mode	33	2,08	0,00297	3,183E-08	0,06614	0,89092	0,92838	0,26429
Mode	34	2,04	4,895E-07	0,00045	0,00000401	0,89092	0,92883	0,26429
Mode	35	1,88	4,285E-11	0,00833	6,639E-07	0,89092	0,93716	0,26429
Mode	36	1,87	2,701E-09	0,00234	4,422E-07	0,89092	0,93949	0,26429
Mode	37	1,85	4,533E-13	0,00021	6,613E-07	0,89092	0,9397	0,26429
Mode	38	1,83	0,00002699	6,126E-07	0,00052	0,89095	0,93971	0,26481

Mode	39	1,78	4,417E-09	0,00258	1,396E-07	0,89095	0,94228	0,26481
Mode	40	1,68	1,545E-11	0,000001032	3,11E-11	0,89095	0,94229	0,26481
Mode	41	1,67	4,954E-11	0,000001948	5,915E-10	0,89095	0,94229	0,26481
Mode	42	1,63	2,188E-09	0,00008589	2,638E-08	0,89095	0,94237	0,26481
Mode	43	1,60	1,552E-09	3,356E-07	1,039E-08	0,89095	0,94237	0,26481
Mode	44	1,60	3,635E-09	9,457E-08	3,429E-09	0,89095	0,94237	0,26481
Mode	45	1,55	4,173E-10	5,237E-07	1,974E-09	0,89095	0,94237	0,26481
Mode	46	1,54	2,991E-08	4,959E-09	1,017E-08	0,89095	0,94237	0,26481
Mode	47	1,51	0,00028	1,624E-08	8,281E-06	0,89122	0,94237	0,26482
Mode	48	1,46	3,296E-09	0,00075	2,971E-09	0,89122	0,94313	0,26482
Mode	49	1,46	5,929E-09	0,000003611	1,327E-08	0,89122	0,94313	0,26482
Mode	50	1,45	1,829E-09	0,00012	6,752E-10	0,89122	0,94325	0,26482
Mode	51	1,43	0,01482	1,405E-13	0,00042	0,90604	0,94325	0,26524
Mode	52	1,38	2,477E-07	0,00024	1,604E-08	0,90604	0,94349	0,26524
Mode	53	1,36	4,042E-07	0,00233	9,839E-09	0,90605	0,94582	0,26524
Mode	54	1,34	0,01171	0,000000193	0,00051	0,91776	0,94582	0,26575
Mode	55	1,34	2,974E-06	0,00005806	7,447E-06	0,91776	0,94588	0,26576
Mode	56	1,34	0,00106	1,034E-09	0,0026	0,91882	0,94588	0,26836
Mode	57	1,31	6,286E-08	9,976E-08	2,076E-08	0,91882	0,94588	0,26836
Mode	58	1,30	0,00029	1,914E-07	0,00839	0,91911	0,94588	0,27675
Mode	59	1,30	9,075E-09	6,766E-07	7,167E-07	0,91911	0,94588	0,27675
Mode	60	1,28	2,324E-07	0,000007927	2,047E-07	0,91911	0,94589	0,27675

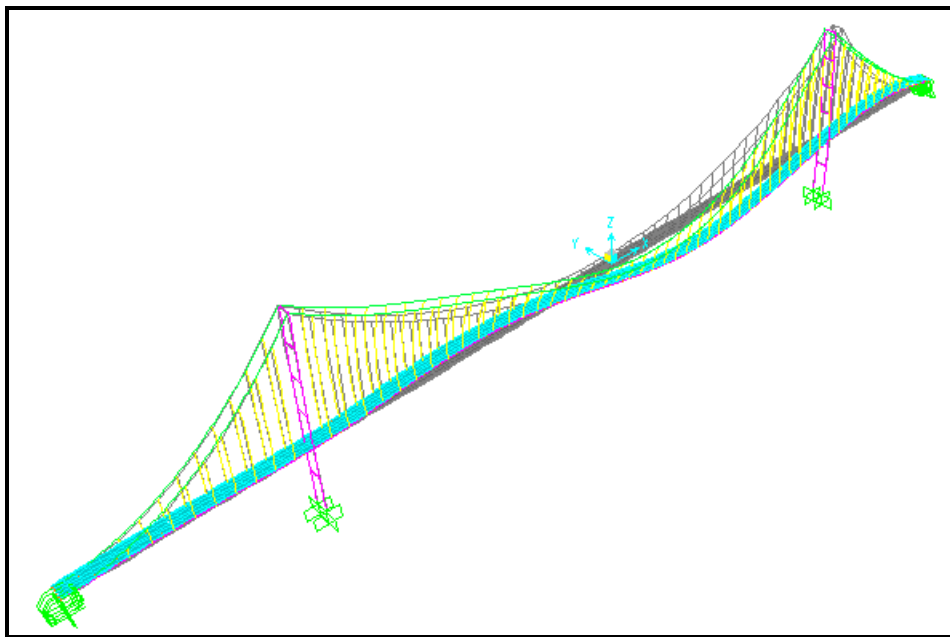
Πίνακας 4.16 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,48	0,01415	2,527E-10	0,00013	0,01415	2,53E-10	0,00013
Mode	2	12,99	9,331E-09	0,00116	3,056E-09	0,01415	0,00116	0,00013
Mode	3	11,90	1,154E-08	0,00031	8,499E-10	0,01415	0,00146	0,00013
Mode	4	8,06	4,671E-05	0,10169	0,00209	0,0142	0,10316	0,00222
Mode	5	8,05	0,01245	0,00034	0,62559	0,02665	0,1035	0,62781
Mode	6	7,69	0,81169	1,093E-09	0,00996	0,83833	0,1035	0,63777
Mode	7	6,66	1,036E-07	0,00023	1,849E-07	0,83833	0,10373	0,63777
Mode	8	6,50	1,276E-06	7,29E-08	0,03358	0,83833	0,10373	0,67135
Mode	9	4,23	0,00912	1,524E-07	2,114E-07	0,84746	0,10373	0,67135
Mode	10	4,16	2,451E-05	6,951E-08	0,00333	0,84748	0,10373	0,67468
Mode	11	4,11	7,683E-07	1,374E-09	0,00013	0,84748	0,10373	0,67481
Mode	12	4,02	0,00098	2,058E-07	0,00099	0,84846	0,10373	0,6758
Mode	13	3,94	5,942E-06	2,767E-09	1,194E-05	0,84846	0,10373	0,67581
Mode	14	3,80	2,815E-08	0,0134	2,027E-07	0,84846	0,11713	0,67581
Mode	15	3,48	0,00012	2,687E-07	0,0015	0,84859	0,11713	0,67731
Mode	16	3,29	0,00052	4,581E-11	3,408E-05	0,84911	0,11713	0,67735
Mode	17	3,10	4,751E-09	0,03922	8,218E-09	0,84911	0,15635	0,67735
Mode	18	2,95	0,01943	2,93E-10	0,08176	0,86854	0,15635	0,75911
Mode	19	2,84	0,00061	7E-09	0,00352	0,86915	0,15635	0,76263
Mode	20	2,82	2,402E-06	7,011E-09	1,766E-05	0,86915	0,15635	0,76265
Mode	21	2,79	0,00024	1,941E-07	0,06522	0,86939	0,15635	0,82787
Mode	22	2,76	0,02946	0,0000005	0,00523	0,89885	0,15635	0,83311
Mode	23	2,70	2,748E-06	8,772E-06	0,0000049	0,89886	0,15636	0,83311
Mode	24	2,69	1,049E-08	0,03456	2,627E-07	0,89886	0,19092	0,83311

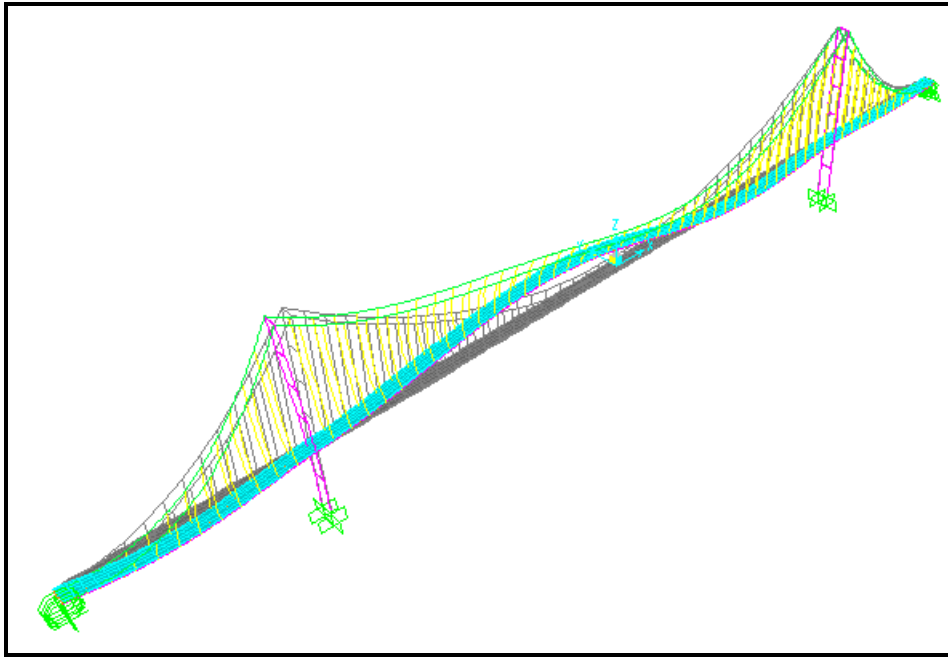
Mode	25	2,65	0,02772	5,488E-07	0,05171	0,92657	0,19092	0,88482
Mode	26	2,52	7,469E-06	5,922E-09	5,233E-05	0,92658	0,19092	0,88487
Mode	27	2,48	0,00026	1,352E-08	0,00202	0,92684	0,19092	0,88689
Mode	28	2,43	4,352E-07	0,00006607	8,567E-07	0,92684	0,19099	0,88689
Mode	29	2,35	0,00018	2,401E-10	0,0000199	0,92701	0,19099	0,88691
Mode	30	2,34	0,00145	6,485E-09	3,435E-06	0,92846	0,19099	0,88691
Mode	31	2,32	0,01562	4,616E-08	0,00178	0,94408	0,19099	0,8887
Mode	32	2,12	0,0007	5,754E-08	0,02175	0,94478	0,19099	0,91045
Mode	33	2,08	1,095E-08	0,00034	1,048E-06	0,94478	0,19133	0,91045
Mode	34	2,04	0,00103	1,153E-07	0,00306	0,94581	0,19133	0,91351
Mode	35	1,88	0,00997	3,642E-07	3,265E-06	0,95579	0,19133	0,91351
Mode	36	1,87	0,00271	2,282E-07	3,442E-06	0,95849	0,19133	0,91351
Mode	37	1,85	0,0001	1,197E-06	2,984E-05	0,9586	0,19133	0,91354
Mode	38	1,83	6,959E-07	0,00573	2,944E-08	0,9586	0,19707	0,91354
Mode	39	1,78	0,00486	3,879E-08	0,00023	0,96346	0,19707	0,91377
Mode	40	1,68	1,728E-06	1,42E-09	0,00012	0,96346	0,19707	0,9139
Mode	41	1,67	2,29E-06	2,743E-09	0,00016	0,96346	0,19707	0,91406
Mode	42	1,63	7,636E-06	2,633E-08	5,754E-06	0,96347	0,19707	0,91406
Mode	43	1,60	0,0001	6,047E-10	7,557E-05	0,96357	0,19707	0,91414
Mode	44	1,60	2,404E-05	4,42E-10	1,805E-05	0,9636	0,19707	0,91416
Mode	45	1,55	0,00019	5,309E-10	0,00011	0,96379	0,19707	0,91427
Mode	46	1,54	1,418E-06	4,156E-09	8,444E-07	0,96379	0,19707	0,91427
Mode	47	1,51	7,495E-09	0,00031	1,551E-08	0,96379	0,19738	0,91427
Mode	48	1,46	4,468E-05	1,944E-08	0,00145	0,96384	0,19738	0,91572
Mode	49	1,46	5,217E-05	1,818E-09	0,00013	0,96389	0,19738	0,91585
Mode	50	1,45	0,00013	1,464E-09	0,0000159	0,96402	0,19738	0,91587
Mode	51	1,43	1,335E-08	0,01829	2,682E-09	0,96402	0,21567	0,91587
Mode	52	1,38	9,16E-06	3,127E-07	0,00255	0,96403	0,21567	0,91842
Mode	53	1,36	7,854E-05	3,076E-07	0,00074	0,96411	0,21567	0,91916
Mode	54	1,34	7,639E-09	0,02048	1,134E-08	0,96411	0,23615	0,91916
Mode	55	1,34	3,208E-06	0,00003228	0,0000818	0,96411	0,23619	0,91924
Mode	56	1,34	8,065E-11	0,00031	1,006E-06	0,96411	0,2365	0,91924
Mode	57	1,31	4,065E-06	4,119E-08	1,223E-07	0,96412	0,2365	0,91924
Mode	58	1,30	4,857E-08	5,012E-06	1,9E-09	0,96412	0,2365	0,91924
Mode	59	1,30	1,364E-05	1,326E-08	6,526E-07	0,96413	0,2365	0,91924
Mode	60	1,28	0,00021	9,445E-08	0,00032	0,96434	0,2365	0,91956



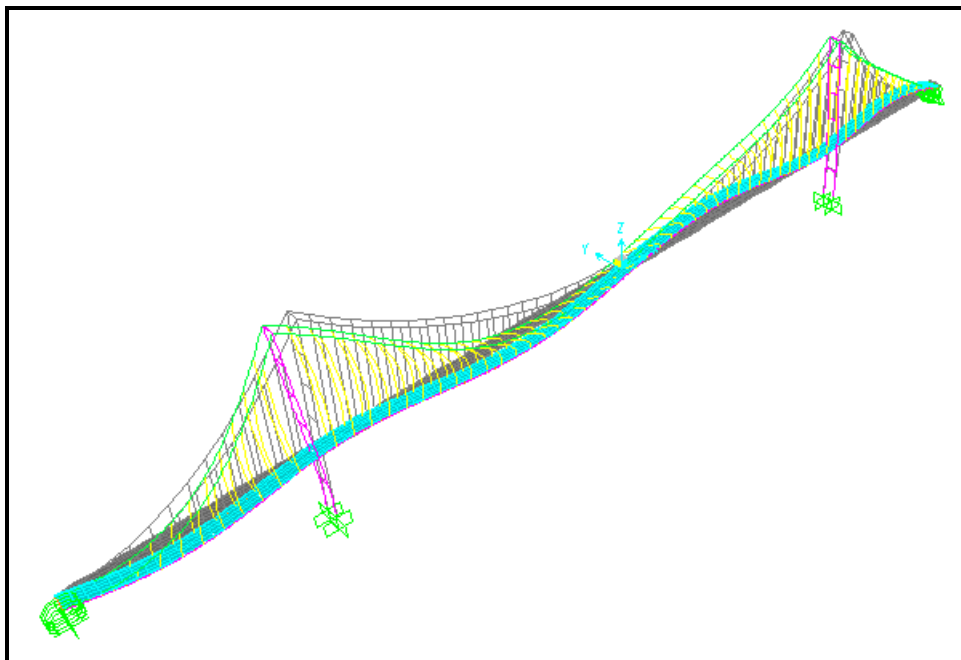
Σχήμα 4.68 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 16.48 \text{ sec}$



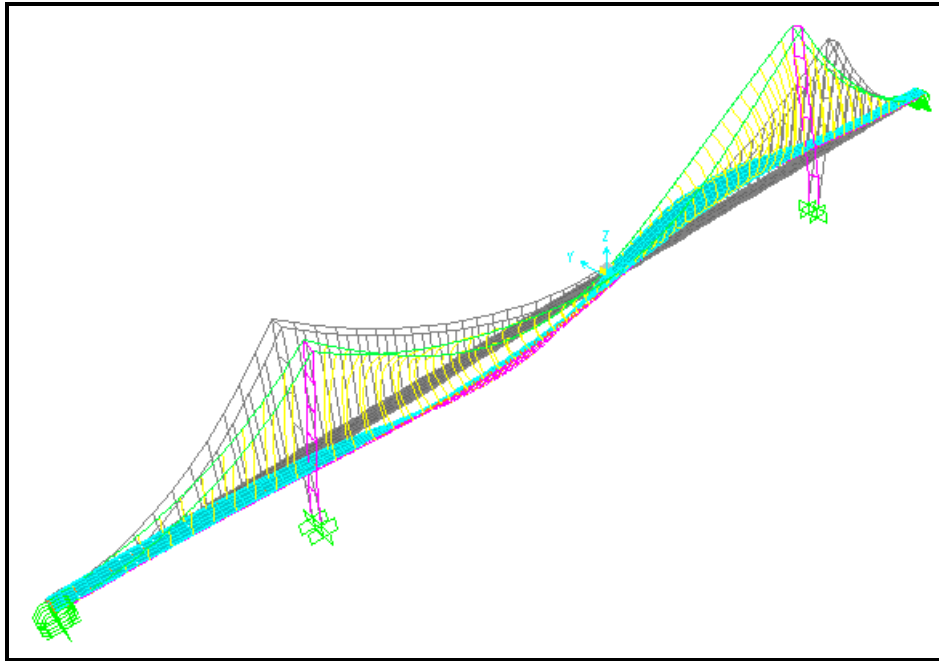
Σχήμα 4.69 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 12.99 \text{ sec}$



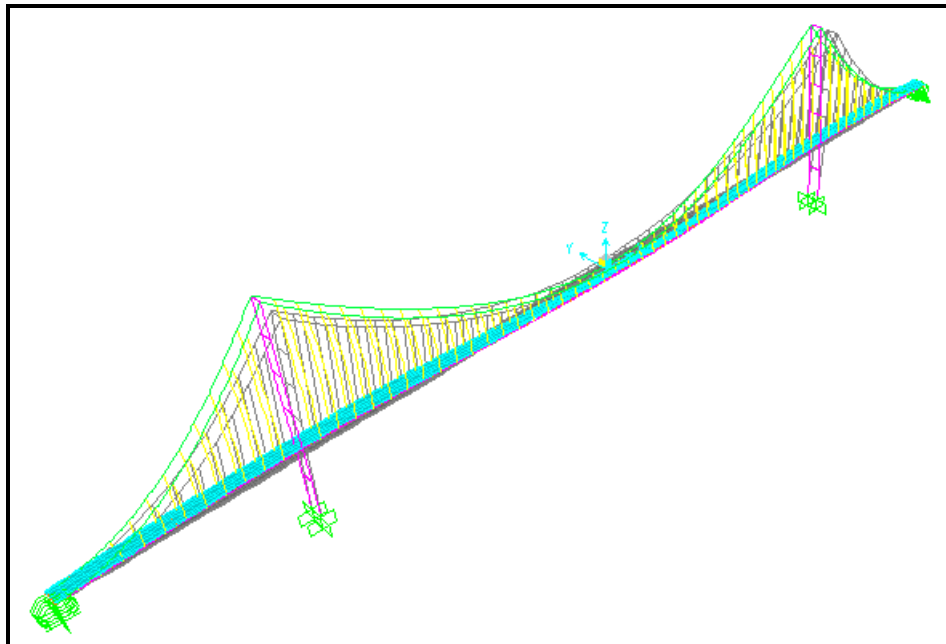
Σχήμα 4.70 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 11.90 \text{ sec}$



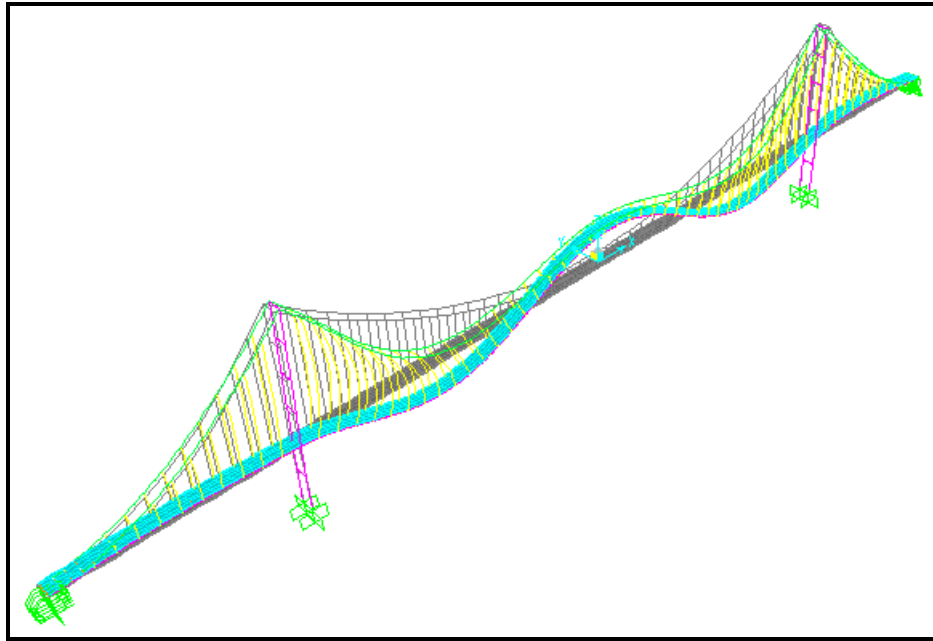
Σχήμα 4.71 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 8.06 \text{ sec}$



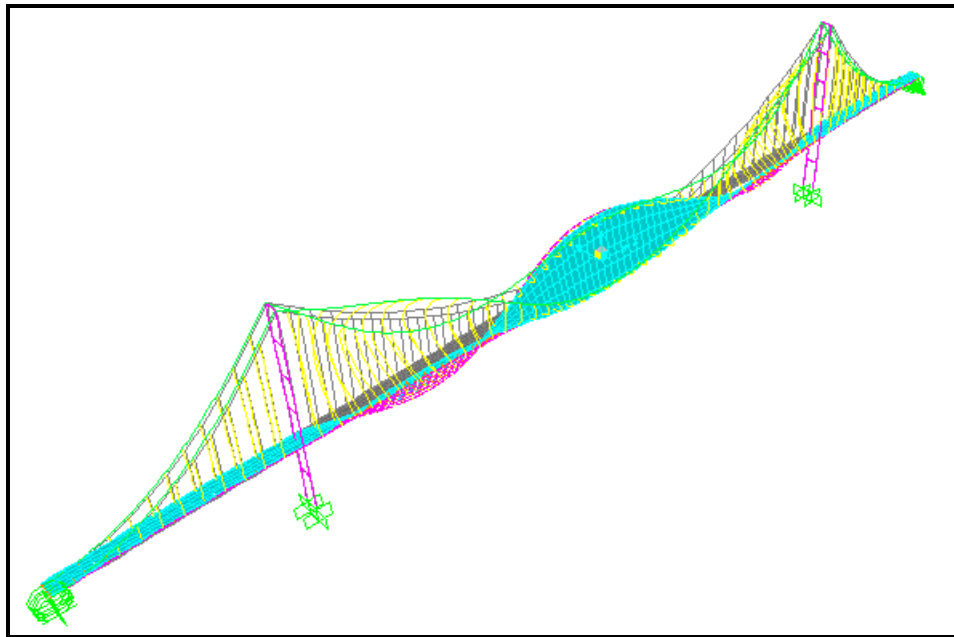
Σχήμα 4.72 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 8.05 \text{ sec}$



Σχήμα 4.73 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 7.69 \text{ sec}$



Σχήμα 4.74 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 6.66 \text{ sec}$



Σχήμα 4.75 9^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 4.23 \text{ sec}$

4.3.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 3.0 \text{ cm}$

Πίνακας 4.17 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

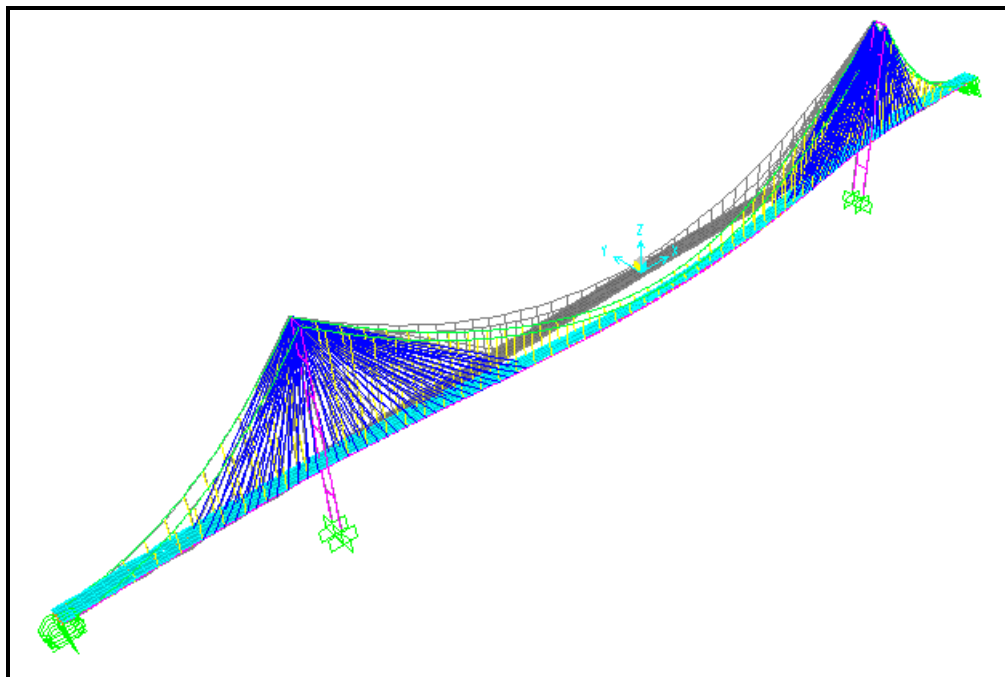
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,42	6,761E-12	0,2137	2,475E-10	6,761E-12	0,2137	2,475E-10
Mode	2	12,25	0,00053	9,383E-10	0,05667	0,00053	0,2137	0,05667
Mode	3	10,72	0,21687	1,381E-10	0,00153	0,2174	0,2137	0,0582
Mode	4	8,03	1,062E-08	0,00888	4,681E-09	0,2174	0,22258	0,0582
Mode	5	7,70	4,274E-08	0,52736	1,289E-08	0,2174	0,74994	0,0582
Mode	6	7,17	0,37922	5,184E-08	0,00021	0,59662	0,74994	0,05841
Mode	7	6,28	1,891E-09	0,00001776	4,714E-09	0,59662	0,74994	0,05841
Mode	8	5,88	0,00192	3,658E-09	0,00216	0,59854	0,74994	0,06058
Mode	9	4,14	7,791E-10	0,00028	7,955E-10	0,59854	0,75022	0,06058
Mode	10	4,13	1,8E-09	2,526E-10	2,408E-10	0,59854	0,75022	0,06058
Mode	11	4,12	5,312E-13	0,00044	5,697E-11	0,59854	0,75066	0,06058
Mode	12	4,05	4,394E-10	0,0069	1,564E-09	0,59854	0,75756	0,06058
Mode	13	4,04	3,447E-10	0,00000121	1,269E-11	0,59854	0,75756	0,06058
Mode	14	3,52	0,04005	3,535E-09	0,00215	0,63859	0,75756	0,06273
Mode	15	3,40	3,433E-10	0,00014	4,403E-09	0,63859	0,7577	0,06273
Mode	16	3,26	2,047E-09	0,00008898	1,465E-10	0,63859	0,75779	0,06273
Mode	17	3,01	0,10405	2,492E-09	0,03708	0,74264	0,75779	0,09981
Mode	18	2,92	2,736E-10	0,05444	8,516E-10	0,74264	0,81223	0,09981
Mode	19	2,76	2,007E-07	0,03727	1,809E-07	0,74264	0,84949	0,09981
Mode	20	2,71	2,055E-07	0,00015	9,906E-08	0,74264	0,84965	0,09981
Mode	21	2,71	3,905E-08	4,307E-10	5,369E-08	0,74264	0,84965	0,09981
Mode	22	2,68	1,882E-06	0,03215	6,686E-07	0,74264	0,88179	0,09981
Mode	23	2,68	1,019E-05	3,867E-08	0,00002941	0,74265	0,88179	0,09981
Mode	24	2,66	0,1459	3,114E-07	0,03582	0,88855	0,88179	0,13563
Mode	25	2,64	6,688E-06	0,03737	0,00001063	0,88856	0,91916	0,13563
Mode	26	2,54	4,036E-08	6,914E-10	1,284E-08	0,88856	0,91916	0,13563
Mode	27	2,49	2,425E-09	0,00008014	1,715E-09	0,88856	0,91924	0,13563
Mode	28	2,38	2,429E-10	1,093E-08	5,668E-09	0,88856	0,91924	0,13563
Mode	29	2,37	6,403E-13	0,00022	1,806E-08	0,88856	0,91946	0,13563
Mode	30	2,33	0,00096	6,739E-10	0,05376	0,88952	0,91946	0,1894
Mode	31	2,29	2,507E-08	0,00894	0,000000034	0,88952	0,9284	0,1894
Mode	32	2,10	2,384E-08	0,00135	4,449E-07	0,88952	0,92975	0,1894
Mode	33	2,06	0,00294	1,415E-09	0,07542	0,89246	0,92975	0,26482
Mode	34	1,99	4,188E-16	0,00002388	3,676E-09	0,89246	0,92978	0,26482
Mode	35	1,89	2,283E-09	1,543E-08	2,138E-08	0,89246	0,92978	0,26482
Mode	36	1,87	5,631E-10	0,00849	1,941E-10	0,89246	0,93827	0,26482
Mode	37	1,85	6,035E-10	0,0029	6,33E-10	0,89246	0,94117	0,26482
Mode	38	1,79	9,236E-05	7,275E-10	0,00014	0,89255	0,94117	0,26496
Mode	39	1,77	3,194E-10	0,00154	2,239E-10	0,89255	0,94271	0,26496
Mode	40	1,70	2,186E-10	1,296E-09	1,467E-10	0,89255	0,94271	0,26496
Mode	41	1,70	2,152E-11	0,00003336	1,749E-10	0,89255	0,94271	0,26496
Mode	42	1,61	1,545E-09	0,00004362	6,899E-10	0,89255	0,94276	0,26496
Mode	43	1,55	4,474E-11	0,00007804	5,661E-12	0,89255	0,94277	0,26496
Mode	44	1,54	1,737E-08	8,027E-12	1,246E-08	0,89255	0,94277	0,26496
Mode	45	1,53	1,03E-10	0,000000779	5,262E-10	0,89255	0,94277	0,26496
Mode	46	1,53	3,264E-08	6,787E-11	1,097E-08	0,89255	0,94277	0,26496
Mode	47	1,49	0,00085	3,833E-09	0,000000833	0,8934	0,94277	0,26496

Mode	48	1,47	3,718E-08	4,712E-08	8,538E-09	0,8934	0,94277	0,26496
Mode	49	1,47	4,432E-11	0,00025	2,933E-10	0,8934	0,94302	0,26496
Mode	50	1,44	1,621E-08	0,00045	4,177E-10	0,8934	0,94347	0,26496
Mode	51	1,42	0,01217	7,008E-10	0,00025	0,90557	0,94347	0,26521
Mode	52	1,37	8,466E-08	0,00043	2,026E-08	0,90557	0,94391	0,26521
Mode	53	1,35	8,981E-07	0,00208	1,694E-07	0,90557	0,94599	0,26521
Mode	54	1,33	4,133E-06	0,00012	7,256E-07	0,90557	0,9461	0,26521
Mode	55	1,33	0,01304	6,532E-08	0,0011	0,91862	0,9461	0,26632
Mode	56	1,32	5,169E-08	1,239E-09	1,485E-08	0,91862	0,9461	0,26632
Mode	57	1,31	1,46E-06	0,00001294	8,335E-07	0,91862	0,94612	0,26632
Mode	58	1,31	0,00101	9,014E-09	0,00209	0,91963	0,94612	0,26841
Mode	59	1,29	1,241E-05	2,807E-08	0,00943	0,91964	0,94612	0,27784
Mode	60	1,27	1,092E-09	0,00001937	1,578E-07	0,91964	0,94614	0,27784

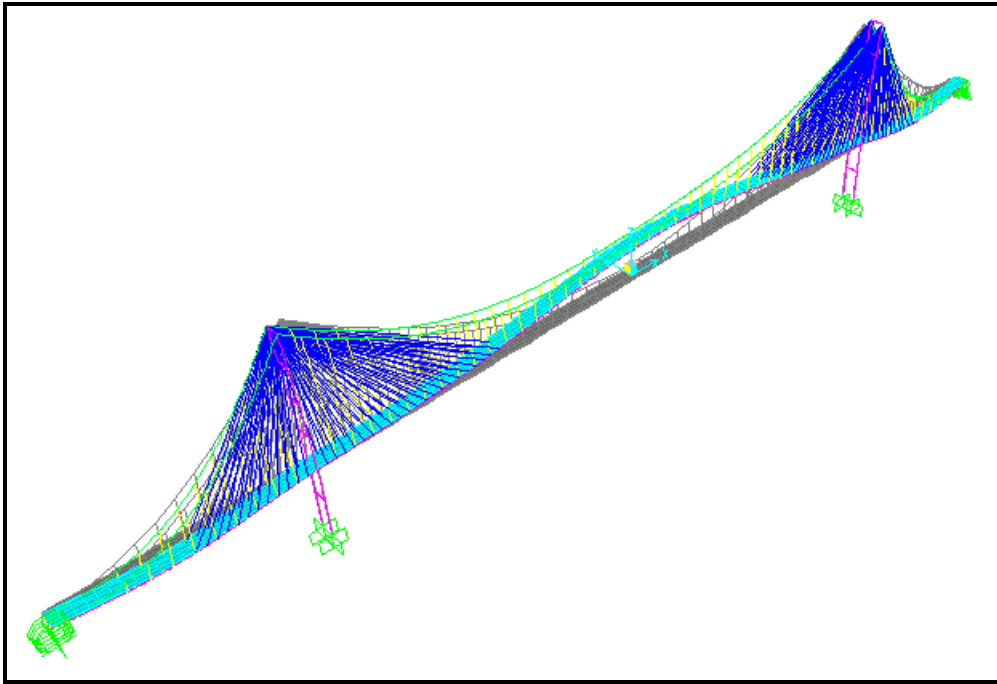
Πίνακας 4.18 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,42	0,01429	1,289E-12	0,00013	0,01429	1,289E-12	0,00013
Mode	2	12,25	1,809E-11	0,000005449	2,648E-12	0,01429	5,449E-06	0,00013
Mode	3	10,72	1,134E-09	0,00348	8,443E-10	0,01429	0,00348	0,00013
Mode	4	8,03	0,01436	1,197E-08	0,63769	0,02865	0,00348	0,63782
Mode	5	7,70	0,81039	3,958E-08	0,01179	0,83905	0,00348	0,64961
Mode	6	7,17	7,454E-08	0,08764	2,289E-08	0,83905	0,09113	0,64961
Mode	7	6,28	6,157E-06	2,298E-09	0,02151	0,83905	0,09113	0,67112
Mode	8	5,88	4,886E-09	0,00041	4,809E-09	0,83905	0,09154	0,67112
Mode	9	4,14	0,00303	9,007E-10	0,00023	0,84208	0,09154	0,67135
Mode	10	4,13	3,324E-07	6,039E-10	6,824E-09	0,84208	0,09154	0,67135
Mode	11	4,12	0,00088	8,668E-11	0,00413	0,84296	0,09154	0,67549
Mode	12	4,05	0,00613	1,298E-09	0,00064	0,84908	0,09154	0,67613
Mode	13	4,04	1,004E-07	6,013E-10	3,365E-08	0,84908	0,09154	0,67613
Mode	14	3,52	5,976E-10	0,01074	4,447E-09	0,84908	0,10228	0,67613
Mode	15	3,40	1,288E-05	2,737E-09	0,00103	0,8491	0,10228	0,67716
Mode	16	3,26	0,0012	7,447E-14	0,00027	0,8503	0,10228	0,67743
Mode	17	3,01	2,5E-09	0,04982	1,083E-09	0,8503	0,1521	0,67743
Mode	18	2,92	0,02476	1,406E-10	0,10183	0,87506	0,1521	0,77925
Mode	19	2,76	0,0158	1,508E-07	0,04749	0,89086	0,1521	0,82674
Mode	20	2,71	0,00021	9,152E-08	0,0194	0,89107	0,1521	0,84615
Mode	21	2,71	1,574E-10	2,125E-09	5,218E-09	0,89107	0,1521	0,84615
Mode	22	2,68	0,01833	6,756E-07	0,00011	0,9094	0,1521	0,84626
Mode	23	2,68	1,869E-08	0,000002658	4,912E-08	0,9094	0,1521	0,84626
Mode	24	2,66	1,408E-07	0,04007	0,000001018	0,9094	0,19217	0,84626
Mode	25	2,64	0,02037	0,000001321	0,04256	0,92977	0,19217	0,88882
Mode	26	2,54	4,121E-10	1,059E-08	3,461E-09	0,92977	0,19217	0,88882
Mode	27	2,49	6,297E-05	5,938E-11	0,0012	0,92984	0,19217	0,89002
Mode	28	2,38	3,382E-09	6,729E-10	2,702E-08	0,92984	0,19217	0,89002
Mode	29	2,37	5,703E-05	2,546E-10	0,00056	0,92989	0,19217	0,89058
Mode	30	2,33	8,855E-10	0,00014	4,675E-09	0,92989	0,19231	0,89058
Mode	31	2,29	0,01475	4,335E-09	0,00164	0,94465	0,19231	0,89222
Mode	32	2,10	0,00115	9,743E-09	0,02063	0,94579	0,19231	0,91285
Mode	33	2,06	5,525E-11	0,0004	0,000000121	0,94579	0,1927	0,91285

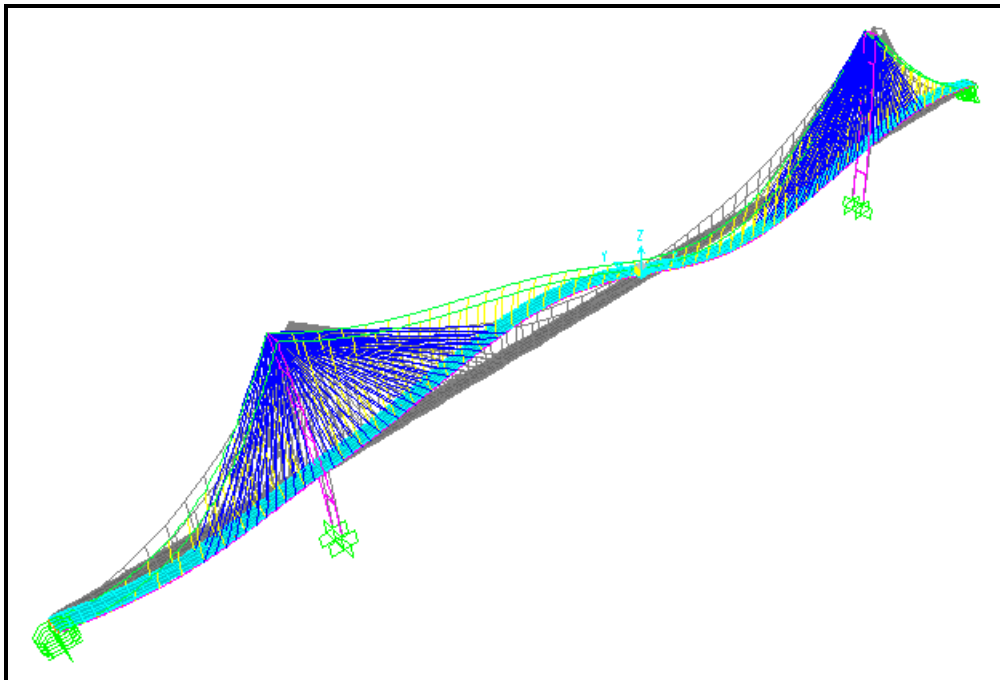
Mode	34	1,99	0,00027	3,259E-09	0,00148	0,94606	0,1927	0,91434
Mode	35	1,89	2,273E-08	1,698E-09	1,088E-10	0,94606	0,1927	0,91434
Mode	36	1,87	0,0114	1,513E-08	0,00004126	0,95746	0,1927	0,91438
Mode	37	1,85	0,00313	6,287E-09	0,00005734	0,96059	0,1927	0,91443
Mode	38	1,79	3,109E-10	0,00713	2,766E-09	0,96059	0,19983	0,91443
Mode	39	1,77	0,00304	3,192E-08	0,00007565	0,96363	0,19983	0,91451
Mode	40	1,70	4,517E-09	1,274E-08	1,146E-07	0,96363	0,19983	0,91451
Mode	41	1,70	1,185E-05	4,647E-10	0,00032	0,96365	0,19983	0,91483
Mode	42	1,61	0,000014	1,233E-08	0,00001139	0,96366	0,19983	0,91484
Mode	43	1,55	0,00011	1,67E-10	0,00013	0,96376	0,19983	0,91498
Mode	44	1,54	9,848E-11	3,299E-13	1,36E-10	0,96376	0,19983	0,91498
Mode	45	1,53	0,00018	5,108E-11	0,0001	0,96395	0,19983	0,91508
Mode	46	1,53	1,308E-08	4,658E-09	7,576E-09	0,96395	0,19983	0,91508
Mode	47	1,49	2,216E-09	0,00051	9,737E-10	0,96395	0,20034	0,91508
Mode	48	1,47	4,388E-08	2,154E-08	9,429E-12	0,96395	0,20034	0,91508
Mode	49	1,47	0,00023	5,89E-10	4,415E-08	0,96418	0,20034	0,91508
Mode	50	1,44	1,321E-05	2,59E-08	0,00123	0,96419	0,20034	0,91631
Mode	51	1,42	1,118E-08	0,01367	8,002E-09	0,96419	0,21401	0,91631
Mode	52	1,37	1,326E-06	4,721E-08	0,00287	0,96419	0,21401	0,91917
Mode	53	1,35	0,0000769	6,198E-07	0,00051	0,96427	0,21401	0,91968
Mode	54	1,33	1,032E-06	0,00000397	0,00006119	0,96427	0,21402	0,91974
Mode	55	1,33	1,943E-09	0,01428	2,129E-07	0,96427	0,2283	0,91974
Mode	56	1,32	1,641E-10	4,336E-08	1,657E-09	0,96427	0,2283	0,91974
Mode	57	1,31	1,333E-05	0,000006628	0,00002896	0,96429	0,22831	0,91977
Mode	58	1,31	1,07E-09	0,00861	1,179E-07	0,96429	0,23692	0,91977
Mode	59	1,29	2,359E-08	0,0005	5,274E-09	0,96429	0,23741	0,91977
Mode	60	1,27	0,00034	3,167E-09	0,00016	0,96463	0,23741	0,91993



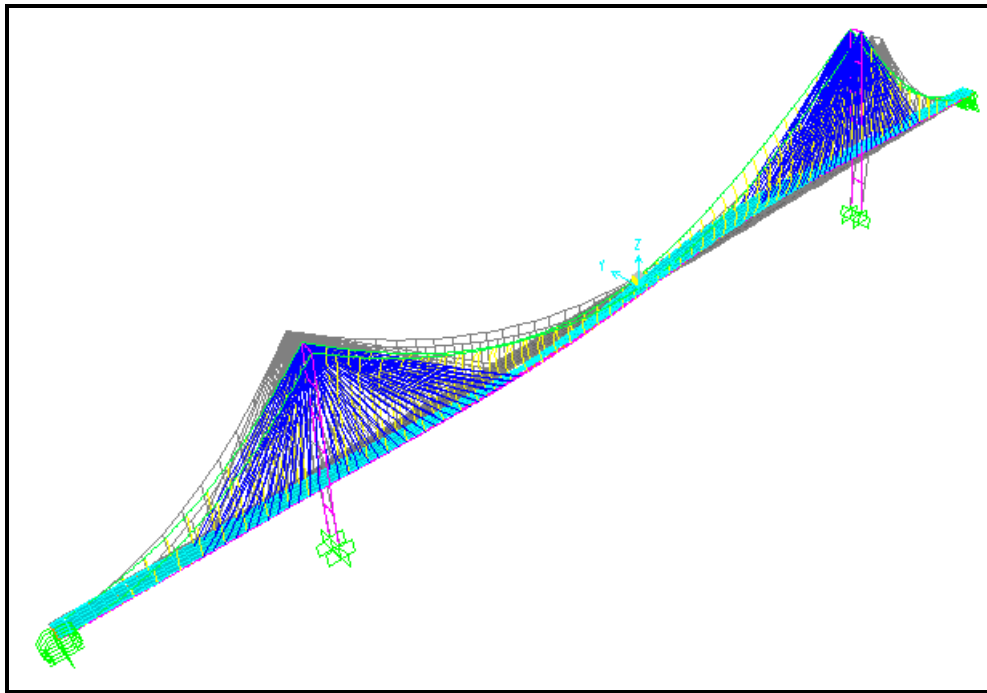
Σχήμα 4.76 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 16.42 \text{ sec}$



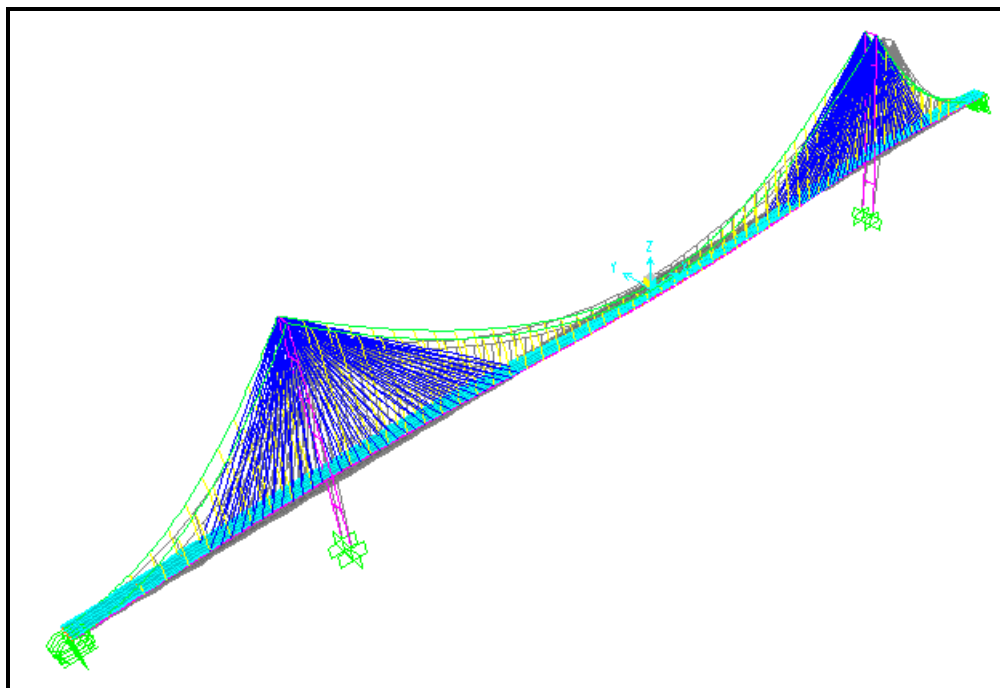
Σχήμα 4.77 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 12.25$ sec



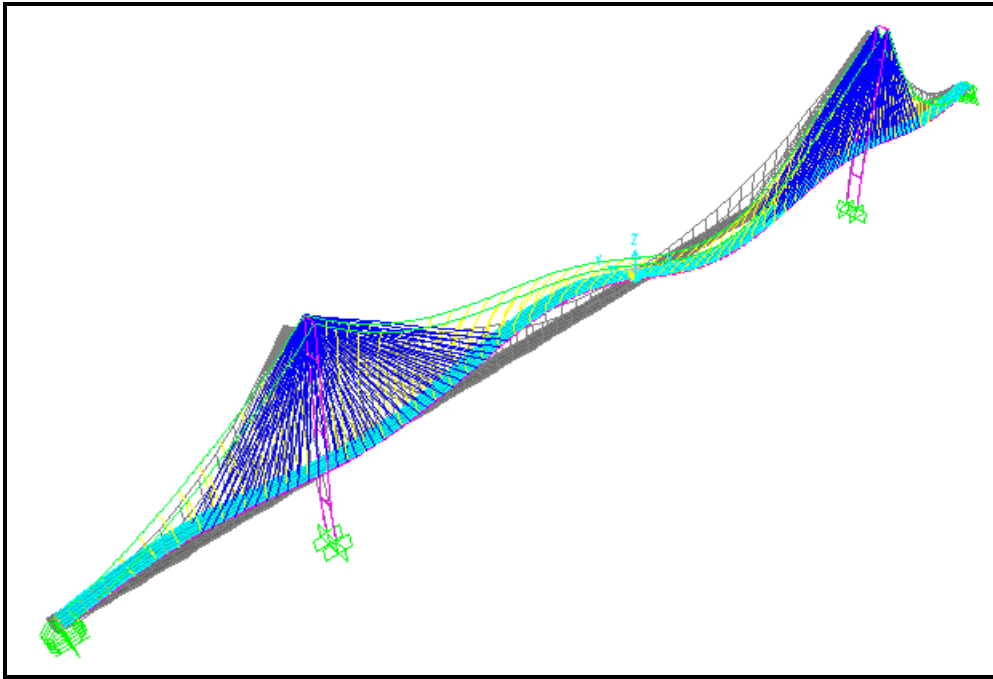
Σχήμα 4.78 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 10.72$ sec



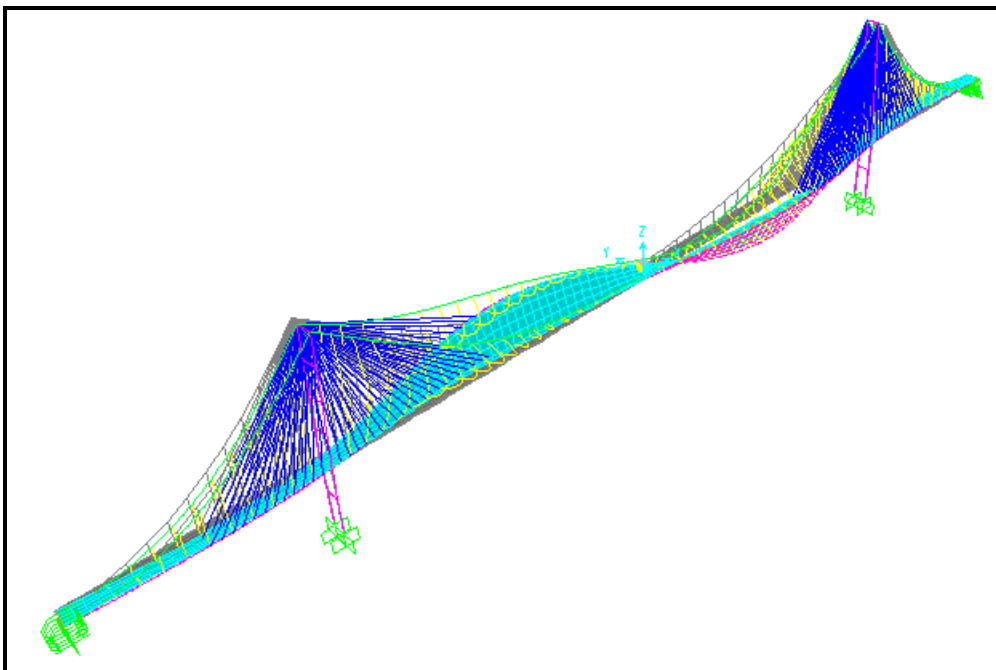
Σχήμα 4.79 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 8.03 \text{ sec}$



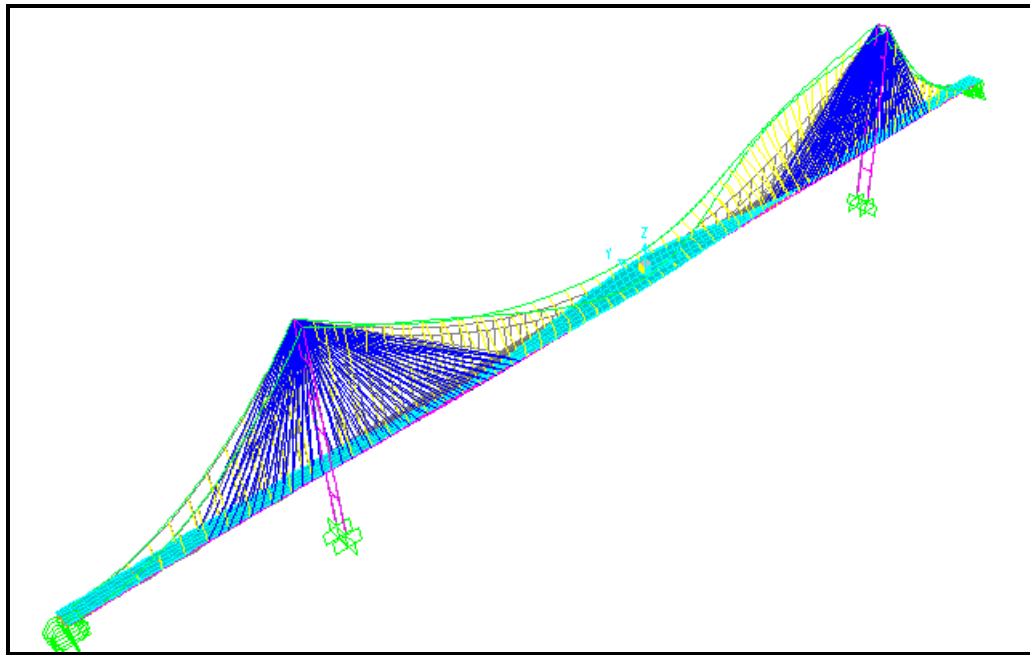
Σχήμα 4.80 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 7.70 \text{ sec}$



Σχήμα 4.81 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 7.17 \text{ sec}$



Σχήμα 4.82 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 6.28 \text{ sec}$



Σχήμα 4.83 12^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 4.05 \text{ sec}$

4.3.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 6.0 \text{ cm}$

Πίνακας 4.19 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

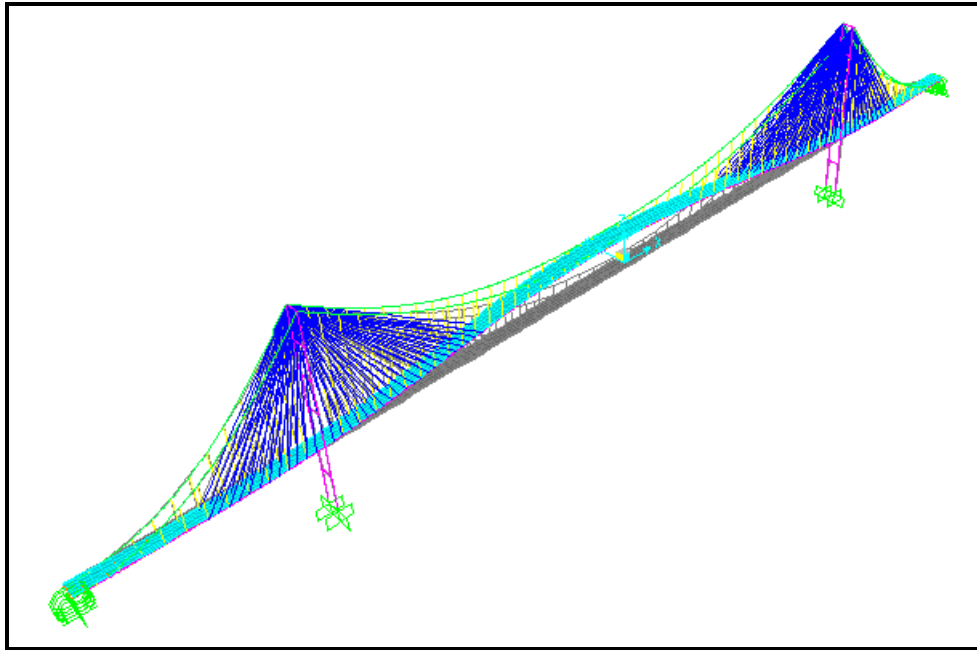
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,33	2,213E-11	0,21473	2,235E-10	2,213E-11	0,21473	2,24E-10
Mode	2	11,93	0,00095	4,529E-10	0,0593	0,00095	0,21473	0,0593
Mode	3	9,84	0,34665	4,593E-11	0,00002596	0,34761	0,21473	0,05932
Mode	4	8,01	1,72E-09	0,01032	4,111E-09	0,34761	0,22504	0,05932
Mode	5	7,71	2,106E-09	0,52436	1,071E-08	0,34761	0,7494	0,05932
Mode	6	6,01	2,633E-09	0,000002186	3,88E-09	0,34761	0,7494	0,05932
Mode	7	5,93	0,26856	2,983E-09	0,00025	0,61616	0,7494	0,05958
Mode	8	4,88	0,00062	4,892E-10	0,00003078	0,61679	0,7494	0,05961
Mode	9	4,14	1,156E-09	1,286E-07	2,478E-10	0,61679	0,7494	0,05961
Mode	10	4,13	2,409E-10	0,00265	4,072E-11	0,61679	0,75205	0,05961
Mode	11	4,07	3,297E-11	0,000007617	8,867E-12	0,61679	0,75206	0,05961
Mode	12	4,07	5,929E-10	2,961E-09	1,061E-13	0,61679	0,75206	0,05961
Mode	13	3,89	1,109E-09	0,00589	2,244E-09	0,61679	0,75795	0,05961
Mode	14	3,22	3,273E-09	0,00009428	4,999E-09	0,61679	0,75804	0,05961
Mode	15	3,20	7,309E-09	0,00019	9,545E-11	0,61679	0,75823	0,05961
Mode	16	3,13	0,16961	5,314E-09	0,00791	0,7864	0,75823	0,06752
Mode	17	2,90	1,176E-10	0,06238	1,474E-10	0,7864	0,82061	0,06752
Mode	18	2,71	0,00003716	0,000007612	0,04345	0,78644	0,82062	0,11097
Mode	19	2,71	9,866E-08	0,07489	2,649E-06	0,78644	0,89551	0,11097
Mode	20	2,58	4,741E-07	4,234E-07	1,091E-07	0,78644	0,89552	0,11097
Mode	21	2,58	4,194E-07	0,02768	1,488E-07	0,78644	0,9232	0,11097
Mode	22	2,57	6,273E-08	0,00082	2,238E-08	0,78644	0,92401	0,11097

Mode	23	2,56	2,289E-07	2,647E-09	7,849E-08	0,78644	0,92401	0,11097
Mode	24	2,55	2,015E-07	6,689E-09	7,156E-09	0,78644	0,92401	0,11097
Mode	25	2,51	0,1039	2,214E-07	0,01489	0,89034	0,92401	0,12587
Mode	26	2,49	2,26E-07	0,00026	2,044E-08	0,89034	0,92428	0,12587
Mode	27	2,43	4,452E-08	0,00078	5,637E-10	0,89034	0,92506	0,12587
Mode	28	2,39	7,789E-09	6,568E-11	1,855E-10	0,89034	0,92506	0,12587
Mode	29	2,35	1,071E-09	0,00003768	3,63E-10	0,89034	0,9251	0,12587
Mode	30	2,22	7,456E-09	0,00505	3,616E-08	0,89034	0,93015	0,12587
Mode	31	2,13	0,00284	4,862E-09	0,01889	0,89319	0,93015	0,14475
Mode	32	2,03	9,64E-09	0,0021	4,105E-07	0,89319	0,93225	0,14475
Mode	33	1,99	0,00169	2,975E-09	0,12008	0,89488	0,93225	0,26484
Mode	34	1,93	1,9E-12	0,00108	6,123E-08	0,89488	0,93333	0,26484
Mode	35	1,90	3,777E-09	1,796E-09	1,12E-07	0,89488	0,93333	0,26484
Mode	36	1,86	1,645E-10	0,00011	1,233E-09	0,89488	0,93344	0,26484
Mode	37	1,83	4,669E-10	0,00965	5,039E-09	0,89488	0,94309	0,26484
Mode	38	1,70	2,439E-08	2,046E-09	4,501E-09	0,89488	0,94309	0,26484
Mode	39	1,70	1,008E-11	0,000002565	4,265E-11	0,89488	0,94309	0,26484
Mode	40	1,69	0,00048	1,72E-10	0,00008221	0,89537	0,94309	0,26492
Mode	41	1,67	7,492E-10	0,00006497	9,014E-11	0,89537	0,94315	0,26492
Mode	42	1,54	2,977E-09	0,00000143	2,516E-10	0,89537	0,94316	0,26492
Mode	43	1,48	8,429E-10	0,00002075	2,531E-10	0,89537	0,94318	0,26492
Mode	44	1,48	9,157E-11	1,642E-08	5,683E-09	0,89537	0,94318	0,26492
Mode	45	1,48	5,481E-08	3,356E-09	1,733E-08	0,89537	0,94318	0,26492
Mode	46	1,47	1,894E-12	0,00022	4,093E-10	0,89537	0,94339	0,26492
Mode	47	1,47	3,456E-11	7,971E-07	1,411E-11	0,89537	0,94339	0,26492
Mode	48	1,46	1,327E-07	5,87E-14	3,64E-08	0,89537	0,94339	0,26492
Mode	49	1,43	0,00411	6,012E-09	0,00009101	0,89948	0,94339	0,26501
Mode	50	1,41	7,882E-09	0,00011	4,735E-11	0,89948	0,94351	0,26501
Mode	51	1,39	0,0054	2,977E-11	3,632E-07	0,90487	0,94351	0,26501
Mode	52	1,34	1,82E-07	0,0011	2,917E-08	0,90487	0,94461	0,26501
Mode	53	1,33	3,511E-09	6,186E-07	3,893E-13	0,90487	0,94461	0,26501
Mode	54	1,33	3,592E-07	0,00158	2,953E-08	0,90488	0,94618	0,26501
Mode	55	1,32	9,815E-10	0,00001241	1,913E-09	0,90488	0,9462	0,26501
Mode	56	1,30	0,0115	2,095E-07	0,0004	0,91637	0,9462	0,26541
Mode	57	1,29	9,535E-07	0,00012	4,709E-15	0,91637	0,94632	0,26541
Mode	58	1,25	0,00056	3,564E-08	0,01529	0,91694	0,94632	0,2807
Mode	59	1,24	4,306E-07	0,00063	1,806E-07	0,91694	0,94695	0,2807
Mode	60	1,24	0,00278	1,676E-08	0,00092	0,91972	0,94695	0,28162

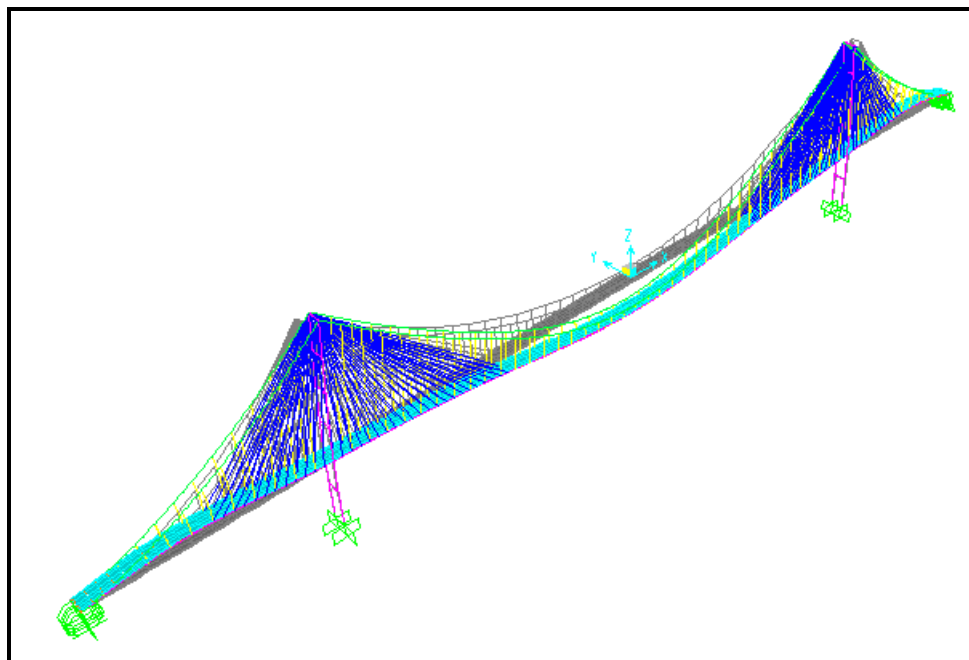
Πίνακας 4.20 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,33	0,0146	2,637E-12	0,00013	0,0146	2,637E-12	0,00013
Mode	2	11,93	5,464E-11	7,025E-08	9,792E-11	0,0146	7,025E-08	0,00013
Mode	3	9,84	6,959E-10	0,0163	6,455E-10	0,0146	0,0163	0,00013
Mode	4	8,01	0,01663	6,268E-09	0,64422	0,03123	0,0163	0,64435
Mode	5	7,71	0,80897	1,422E-08	0,01382	0,84019	0,0163	0,65817
Mode	6	6,01	0,00001983	6,978E-09	0,01258	0,84021	0,0163	0,67074
Mode	7	5,93	2,033E-09	0,05337	4,456E-09	0,84021	0,06968	0,67074
Mode	8	4,88	5,424E-10	0,00083	5,09E-10	0,84021	0,07051	0,67074

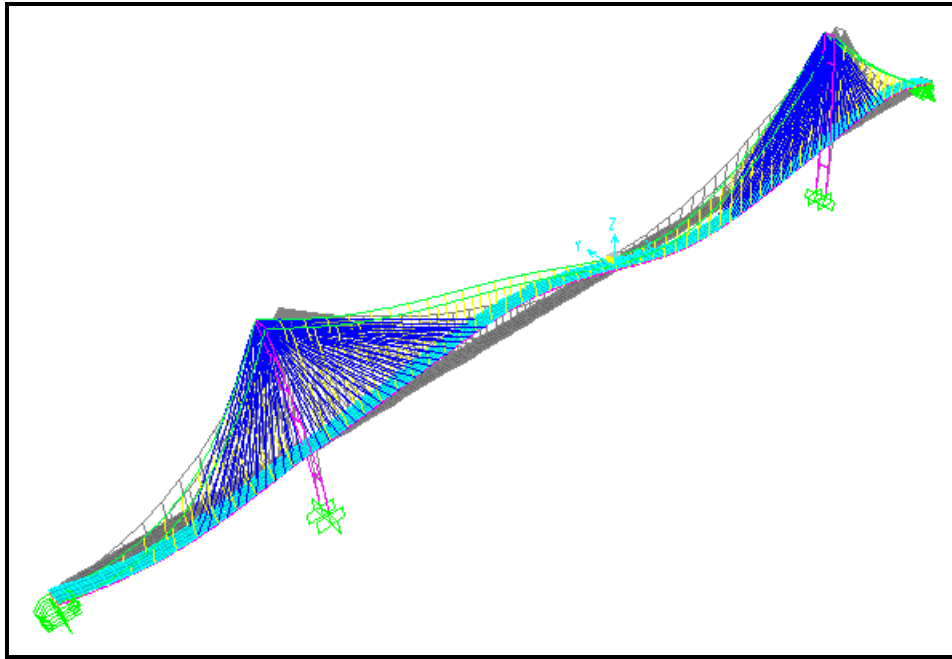
Mode	9	4,14	7,021E-09	4,99E-10	4,863E-11	0,84021	0,07051	0,67074
Mode	10	4,13	0,0002	5,791E-11	5,711E-06	0,84041	0,07051	0,67075
Mode	11	4,07	3,718E-08	1,79E-11	0,00515	0,84041	0,07051	0,6759
Mode	12	4,07	1,528E-12	8,057E-10	2,007E-06	0,84041	0,07051	0,67591
Mode	13	3,89	0,00923	2,002E-09	0,00016	0,84964	0,07051	0,67607
Mode	14	3,22	0,00017	3,539E-09	0,00085	0,84981	0,07051	0,67692
Mode	15	3,20	0,00305	1,477E-11	0,00166	0,85286	0,07051	0,67858
Mode	16	3,13	2,915E-10	0,00068	7,745E-09	0,85286	0,07119	0,67858
Mode	17	2,90	0,028	1,589E-10	0,10951	0,88086	0,07119	0,78809
Mode	18	2,71	3,631E-06	0,02884	7,985E-06	0,88086	0,10004	0,7881
Mode	19	2,71	0,03521	0,000004932	0,07928	0,91608	0,10004	0,86738
Mode	20	2,58	2,626E-07	4,705E-07	2,829E-07	0,91608	0,10004	0,86738
Mode	21	2,58	0,01785	6,677E-07	0,01198	0,93392	0,10004	0,87935
Mode	22	2,57	0,00087	9,385E-08	0,01583	0,93479	0,10004	0,89518
Mode	23	2,56	2,423E-09	1,396E-07	1,723E-08	0,93479	0,10004	0,89518
Mode	24	2,55	3,816E-09	2,509E-07	2,508E-09	0,93479	0,10004	0,89518
Mode	25	2,51	1,663E-07	0,09462	2,155E-07	0,93479	0,19466	0,89518
Mode	26	2,49	0,00009944	1,848E-07	0,00095	0,93489	0,19466	0,89613
Mode	27	2,43	0,00055	1,424E-08	0,00333	0,93544	0,19466	0,89945
Mode	28	2,39	1,884E-10	3,062E-08	3,134E-09	0,93544	0,19466	0,89945
Mode	29	2,35	2,404E-09	3,17E-11	0,00015	0,93544	0,19466	0,8996
Mode	30	2,22	0,01021	8,87E-10	0,00072	0,94565	0,19466	0,90032
Mode	31	2,13	1,194E-08	0,00052	5,929E-09	0,94565	0,19518	0,90032
Mode	32	2,03	0,00207	4,153E-09	0,01458	0,94772	0,19518	0,9149
Mode	33	1,99	1,387E-10	0,00043	7,386E-08	0,94772	0,19562	0,9149
Mode	34	1,93	0,00075	9,976E-09	0,00049	0,94847	0,19562	0,91539
Mode	35	1,90	8,498E-10	1,876E-09	4,653E-10	0,94847	0,19562	0,91539
Mode	36	1,86	0,00001952	1,771E-09	2,969E-06	0,94849	0,19562	0,91539
Mode	37	1,83	0,01521	1,872E-08	0,00031	0,96371	0,19562	0,9157
Mode	38	1,70	3,271E-10	7,709E-07	2,904E-07	0,96371	0,19562	0,9157
Mode	39	1,70	4,864E-07	1,131E-10	0,00034	0,96371	0,19562	0,91604
Mode	40	1,69	3,43E-10	0,01345	1,979E-11	0,96371	0,20907	0,91604
Mode	41	1,67	0,0001	2,602E-08	0,00002182	0,96381	0,20907	0,91606
Mode	42	1,54	0,00001456	1,152E-08	0,00004236	0,96382	0,20907	0,91611
Mode	43	1,48	0,0000761	7,666E-11	0,0001	0,9639	0,20907	0,91621
Mode	44	1,48	4,424E-08	1,623E-10	5,21E-09	0,9639	0,20907	0,91621
Mode	45	1,48	1,38E-10	4,843E-09	2,86E-09	0,9639	0,20907	0,91621
Mode	46	1,47	0,00026	4,698E-10	8,828E-06	0,96416	0,20907	0,91622
Mode	47	1,47	0,00015	6,395E-11	0,00017	0,96431	0,20907	0,91639
Mode	48	1,46	2,239E-11	1,222E-09	3,192E-11	0,96431	0,20907	0,91639
Mode	49	1,43	4,112E-09	0,00094	1,726E-09	0,96431	0,21002	0,91639
Mode	50	1,41	9,907E-06	1,399E-08	0,00076	0,96432	0,21002	0,91715
Mode	51	1,39	4,307E-09	0,00455	5,827E-09	0,96432	0,21457	0,91715
Mode	52	1,34	0,00002949	1,397E-07	0,00272	0,96435	0,21457	0,91987
Mode	53	1,33	2,443E-08	7,869E-10	1,597E-07	0,96435	0,21457	0,91987
Mode	54	1,33	0,00007207	2,974E-07	0,00019	0,96443	0,21457	0,92006
Mode	55	1,32	0,00001402	8,441E-12	0,00027	0,96444	0,21457	0,92032
Mode	56	1,30	8,613E-09	0,00993	1,404E-08	0,96444	0,2245	0,92032
Mode	57	1,29	0,00001481	8,096E-07	0,00051	0,96445	0,2245	0,92083
Mode	58	1,25	3,996E-08	0,00149	2,16E-10	0,96445	0,22599	0,92083
Mode	59	1,24	0,00099	0,000001828	5,176E-09	0,96544	0,22599	0,92083
Mode	60	1,24	4,692E-08	0,01398	1,588E-08	0,96544	0,23996	0,92083



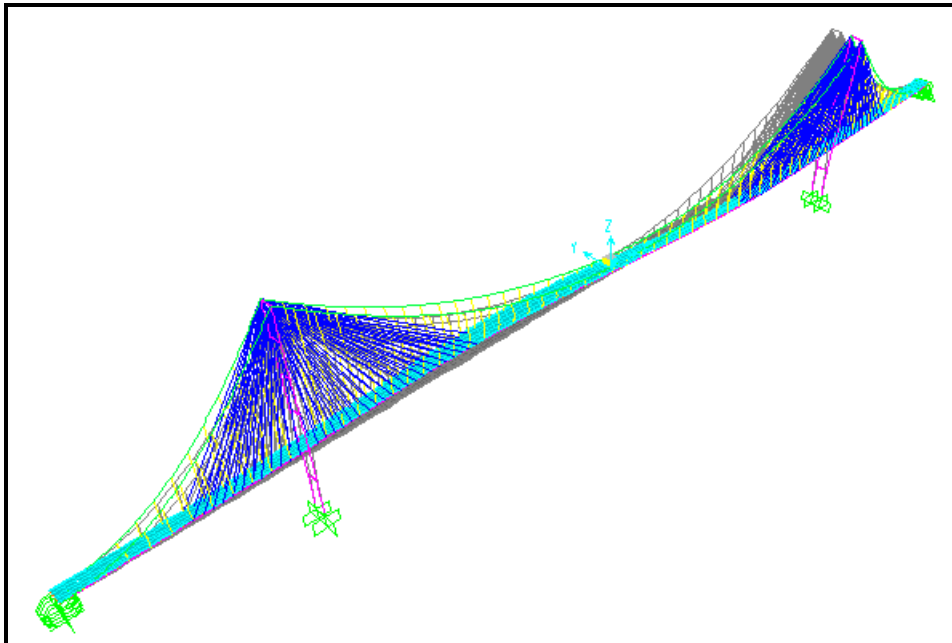
Σχήμα 4.84 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 16.33 \text{ sec}$



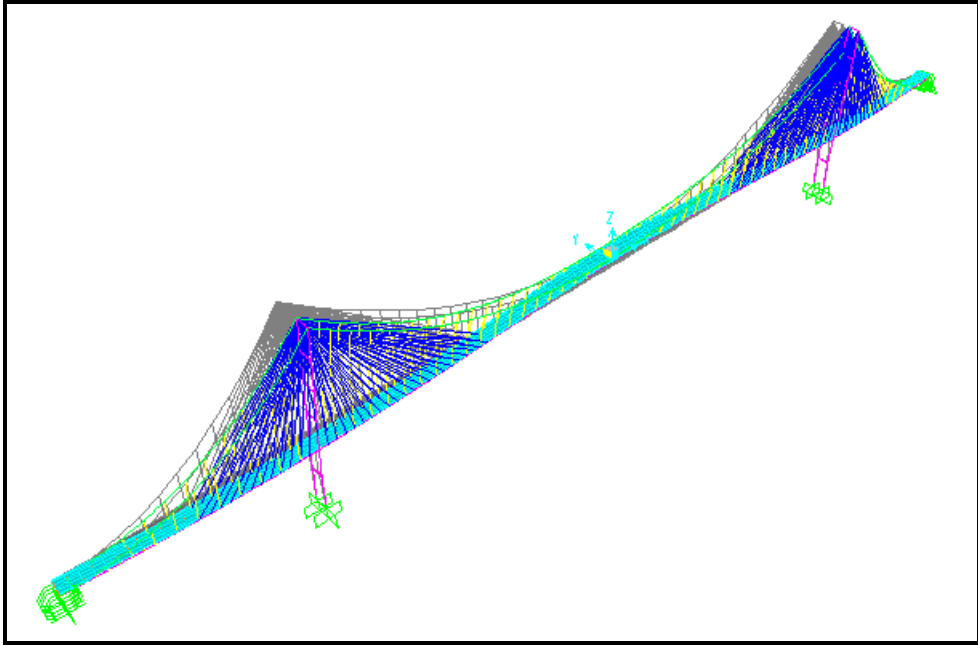
Σχήμα 4.85 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 11.93 \text{ sec}$



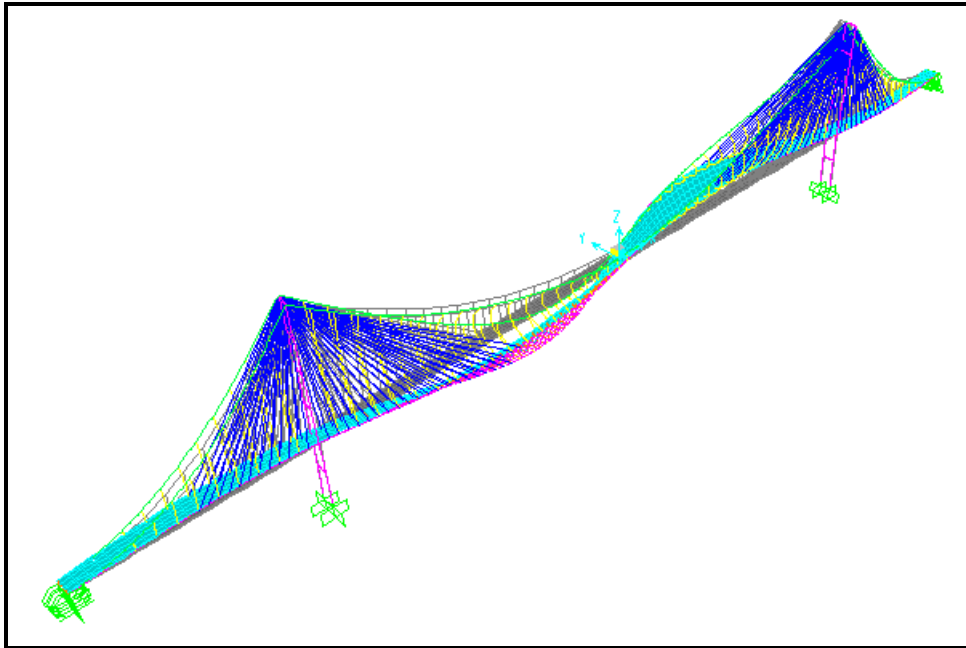
Σχήμα 4.86 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 9.84 \text{ sec}$



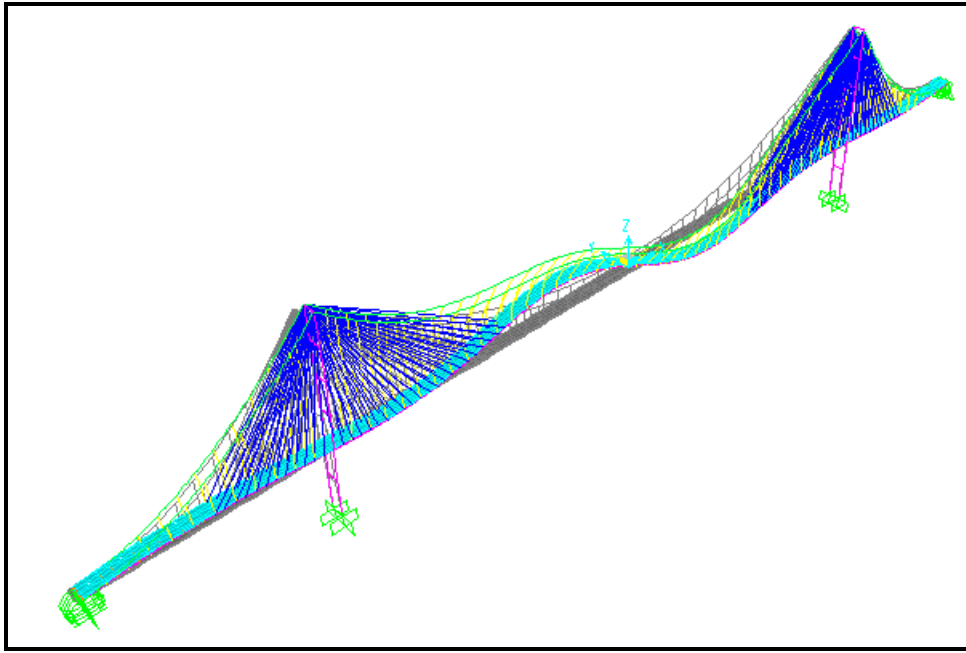
Σχήμα 4.87 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 8.01 \text{ sec}$



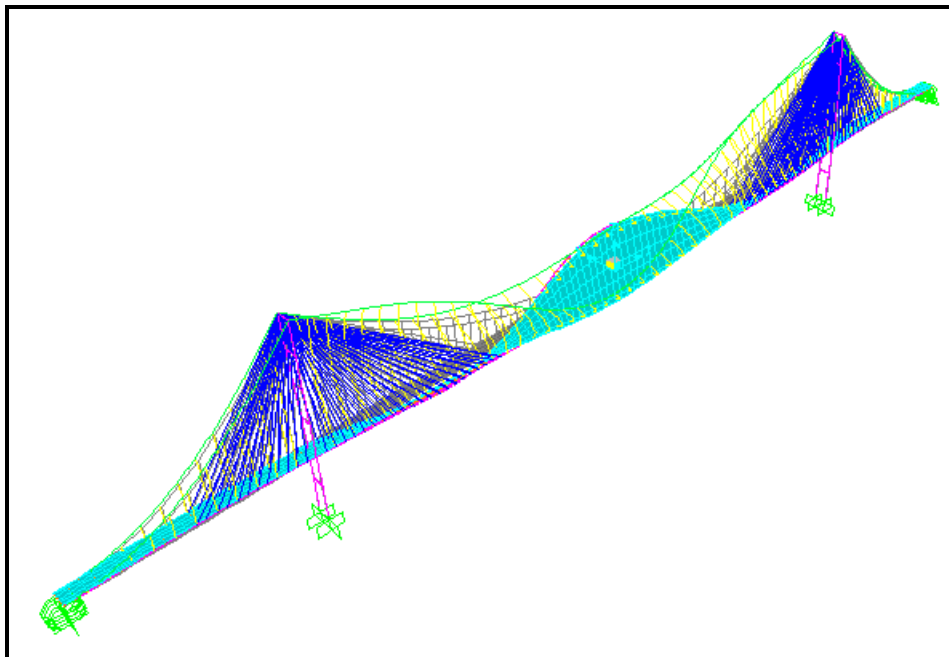
Σχήμα 4.88 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 7.71 \text{ sec}$



Σχήμα 4.89 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 6.01 \text{ sec}$



Σχήμα 4.90 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 5.93 \text{ sec}$



Σχήμα 4.91 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 3.89 \text{ sec}$

4.3.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 9.0 \text{ cm}$

Πίνακας 4.21 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

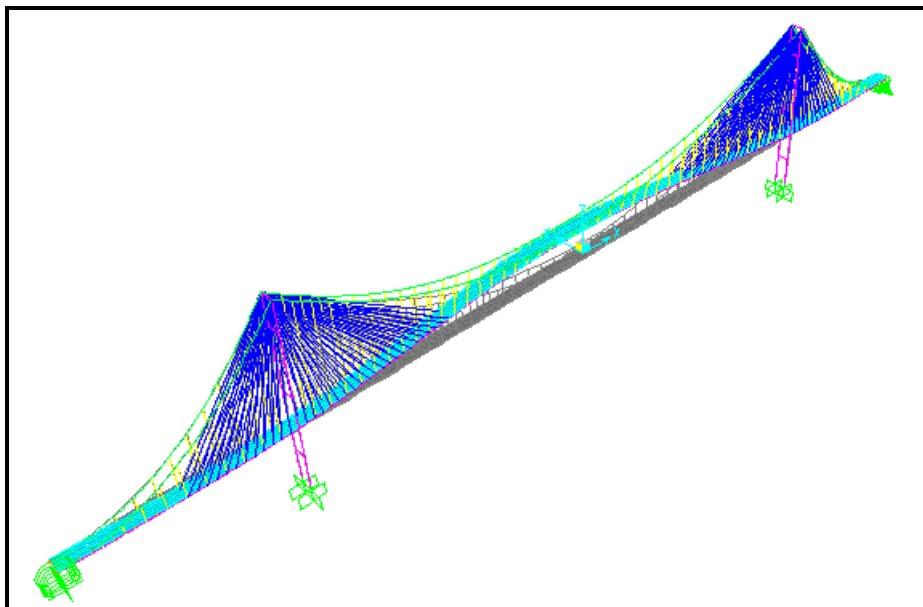
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,29	3,676E-11	0,2162	2,149E-10	3,676E-11	0,2162	2,149E-10
Mode	2	11,67	0,00275	1,967E-10	0,06069	0,00275	0,2162	0,06069
Mode	3	9,48	0,38769	1,449E-10	0,00002872	0,39044	0,2162	0,06072
Mode	4	8,03	1,749E-09	0,01071	3,737E-09	0,39044	0,22691	0,06072
Mode	5	7,73	1,635E-09	0,52211	9,722E-09	0,39044	0,74902	0,06072
Mode	6	5,88	3,967E-11	0,000003999	3,464E-09	0,39044	0,74902	0,06072
Mode	7	5,26	0,24535	1,581E-09	0,00042	0,63579	0,74902	0,06114
Mode	8	4,33	0,00005102	8,654E-11	0,00121	0,63584	0,74902	0,06235
Mode	9	4,09	5,064E-10	0,000000295	6,798E-11	0,63584	0,74903	0,06235
Mode	10	4,08	2,548E-10	0,00264	1,224E-13	0,63584	0,75167	0,06235
Mode	11	4,01	2,227E-09	7,902E-12	9,989E-13	0,63584	0,75167	0,06235
Mode	12	3,99	1,636E-11	3,554E-08	4,781E-11	0,63584	0,75167	0,06235
Mode	13	3,79	1,368E-09	0,00649	1,883E-09	0,63584	0,75815	0,06235
Mode	14	3,14	9,339E-10	0,00069	1,904E-09	0,63584	0,75884	0,06235
Mode	15	3,08	1,539E-08	0,0009	3,69E-09	0,63584	0,75974	0,06235
Mode	16	2,98	0,21001	2,902E-09	0,00524	0,84585	0,75974	0,06759
Mode	17	2,88	1,942E-12	0,06686	9,111E-17	0,84585	0,8266	0,06759
Mode	18	2,68	6,824E-08	0,09097	2,922E-07	0,84585	0,91758	0,0676
Mode	19	2,52	0,02816	1,106E-08	0,04735	0,87401	0,91758	0,11495
Mode	20	2,51	3,401E-06	2,331E-09	0,000005743	0,87401	0,91758	0,11495
Mode	21	2,48	2,292E-08	0,00711	1,145E-08	0,87401	0,92469	0,11495
Mode	22	2,46	3,993E-08	8,298E-10	1,977E-08	0,87401	0,92469	0,11495
Mode	23	2,45	3,763E-09	0,00033	2,058E-10	0,87401	0,92501	0,11495
Mode	24	2,43	2,2E-10	0,00365	3,476E-10	0,87401	0,92867	0,11495
Mode	25	2,42	3,852E-10	2,266E-10	5,062E-11	0,87401	0,92867	0,11495
Mode	26	2,36	1,458E-10	0,00069	4,733E-09	0,87401	0,92936	0,11495
Mode	27	2,36	2,491E-08	1,312E-07	2,634E-09	0,87401	0,92936	0,11495
Mode	28	2,23	1,305E-08	0,00013	4,239E-08	0,87401	0,92949	0,11495
Mode	29	2,16	0,01836	4,926E-09	0,00118	0,89237	0,92949	0,11613
Mode	30	2,13	3,368E-08	0,00307	3,734E-11	0,89237	0,93256	0,11613
Mode	31	2,01	0,00534	2,04E-10	0,00623	0,89772	0,93256	0,12236
Mode	32	1,91	7,646E-10	0,00397	3,248E-08	0,89772	0,93654	0,12236
Mode	33	1,90	1,291E-09	0,00237	1,468E-07	0,89772	0,9389	0,12236
Mode	34	1,87	9,281E-10	1,419E-08	3,497E-07	0,89772	0,9389	0,12236
Mode	35	1,84	1,175E-09	0,00092	7,034E-07	0,89772	0,93983	0,12236
Mode	36	1,82	6,428E-06	2,211E-09	0,13846	0,89772	0,93983	0,26082
Mode	37	1,78	5,5E-10	0,00387	4,966E-07	0,89772	0,94369	0,26082
Mode	38	1,68	7,154E-10	3,196E-10	9,353E-10	0,89772	0,94369	0,26082
Mode	39	1,68	1,154E-11	7,427E-07	5,811E-12	0,89772	0,94369	0,26082
Mode	40	1,56	0,00196	5,929E-10	0,0004	0,89968	0,94369	0,26122
Mode	41	1,53	1,01E-09	0,00000941	8,153E-11	0,89968	0,9437	0,26122
Mode	42	1,49	2,194E-09	0,00007276	4,324E-10	0,89968	0,94378	0,26122
Mode	43	1,46	4,194E-10	2,739E-08	8,184E-09	0,89968	0,94378	0,26122

Mode	44	1,46	1,82E-10	0,00023	1,964E-11	0,89968	0,944	0,26122
Mode	45	1,41	1,641E-09	0,000002345	1,481E-09	0,89968	0,94401	0,26122
Mode	46	1,41	8,391E-08	5,853E-11	5,471E-08	0,89968	0,94401	0,26122
Mode	47	1,40	9,654E-12	0,00001835	8,284E-12	0,89968	0,94403	0,26122
Mode	48	1,38	2,922E-07	4,998E-13	8,868E-08	0,89968	0,94403	0,26122
Mode	49	1,37	0,00554	5,752E-10	0,00045	0,90522	0,94403	0,26167
Mode	50	1,37	1,248E-06	0,000001787	6,546E-08	0,90522	0,94403	0,26167
Mode	51	1,36	0,00303	7,558E-09	0,00092	0,90825	0,94403	0,26259
Mode	52	1,31	6,648E-10	0,00019	9,606E-09	0,90825	0,94421	0,26259
Mode	53	1,31	5,253E-09	6,623E-08	8,625E-11	0,90825	0,94421	0,26259
Mode	54	1,30	3,944E-08	0,00187	4,701E-08	0,90825	0,94609	0,26259
Mode	55	1,27	1,428E-07	0,00098	1,111E-08	0,90825	0,94706	0,26259
Mode	56	1,25	0,00718	1,256E-07	0,00035	0,91543	0,94706	0,26294
Mode	57	1,24	1,968E-07	0,00002947	1,874E-09	0,91543	0,94709	0,26294
Mode	58	1,21	1,701E-09	0,0024	6,937E-07	0,91543	0,94949	0,26294
Mode	59	1,19	0,0001	5,049E-08	0,02494	0,91553	0,94949	0,28788
Mode	60	1,18	1,42E-08	8,968E-09	7,521E-07	0,91553	0,94949	0,28788

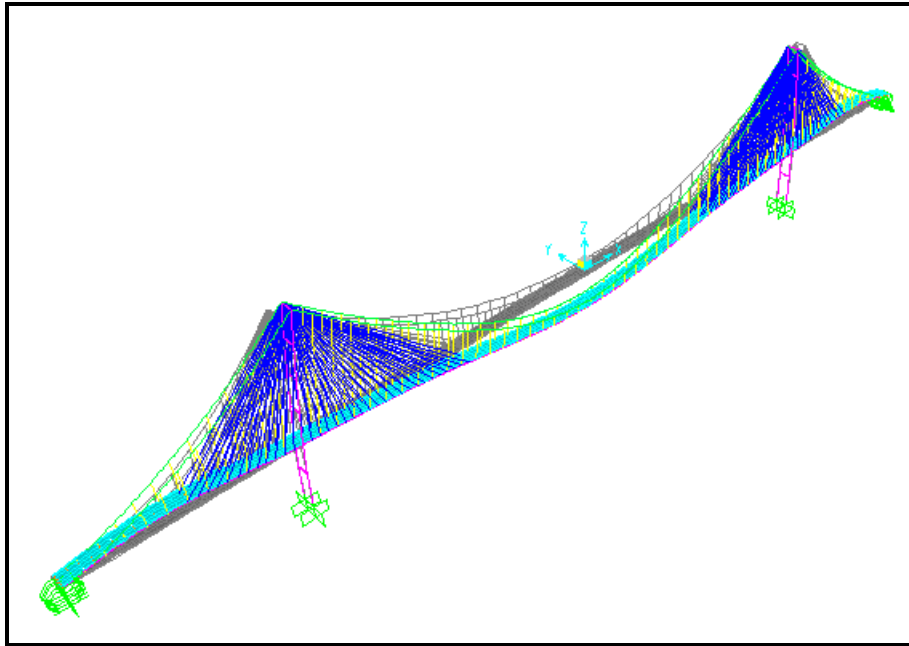
Πίνακας 4.22 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,29	0,01503	2,683E-12	0,00013	0,01503	2,683E-12	0,00013
Mode	2	11,67	2,584E-10	0,0000166	3,106E-10	0,01503	0,0000166	0,00013
Mode	3	9,48	1,068E-09	0,02058	1,224E-09	0,01503	0,0206	0,00013
Mode	4	8,03	0,01728	5,804E-09	0,6464	0,03231	0,0206	0,64653
Mode	5	7,73	0,80919	1,261E-08	0,01441	0,8415	0,0206	0,66094
Mode	6	5,88	0,00002885	3,078E-09	0,00952	0,84153	0,0206	0,67046
Mode	7	5,26	4,142E-10	0,03525	1,675E-09	0,84153	0,05585	0,67046
Mode	8	4,33	1,82E-10	0,00139	7,36E-11	0,84153	0,05724	0,67046
Mode	9	4,09	1,017E-08	9,846E-10	4,335E-10	0,84153	0,05724	0,67046
Mode	10	4,08	0,00011	7,354E-11	0,000006183	0,84165	0,05724	0,67046
Mode	11	4,01	3,636E-10	1,125E-09	2,369E-07	0,84165	0,05724	0,67046
Mode	12	3,99	8,442E-06	5,421E-11	0,00524	0,84165	0,05724	0,6757
Mode	13	3,79	0,00886	2,243E-09	0,00017	0,85051	0,05724	0,67587
Mode	14	3,14	0,0054	9,964E-10	0,00148	0,85591	0,05724	0,67735
Mode	15	3,08	0,00045	5,252E-09	0,00513	0,85637	0,05724	0,68247
Mode	16	2,98	5,985E-10	0,00876	6,615E-09	0,85637	0,066	0,68247
Mode	17	2,88	0,02918	4,586E-12	0,10757	0,88554	0,066	0,79004
Mode	18	2,68	0,04448	1,944E-07	0,09877	0,93002	0,066	0,88881
Mode	19	2,52	4,855E-09	0,00006359	1,75E-08	0,93002	0,06606	0,88881
Mode	20	2,51	3,094E-09	1,047E-08	7,975E-11	0,93002	0,06606	0,88881
Mode	21	2,48	0,00631	4,279E-08	0,00239	0,93633	0,06606	0,89121
Mode	22	2,46	2,677E-09	1,135E-08	3,768E-08	0,93633	0,06606	0,89121
Mode	23	2,45	0,00008331	2,499E-08	0,00793	0,93641	0,06606	0,89914
Mode	24	2,43	0,00325	1,654E-10	0,00229	0,93966	0,06606	0,90143
Mode	25	2,42	2,241E-10	8,04E-09	2,005E-10	0,93966	0,06606	0,90143
Mode	26	2,36	0,00045	1,707E-08	0,00234	0,94011	0,06606	0,90377
Mode	27	2,36	8,615E-08	3,346E-08	4,655E-07	0,94011	0,06606	0,90377
Mode	28	2,23	0,0005	2,451E-07	0,00647	0,94061	0,06606	0,91024

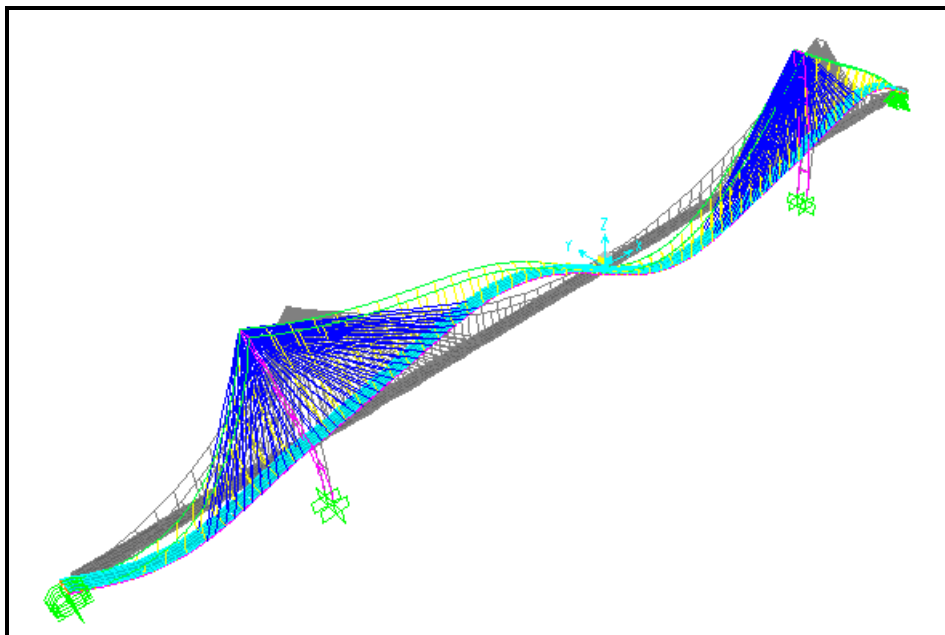
Mode	29	2,16	4,395E-09	0,12619	6,524E-08	0,94061	0,19225	0,91024
Mode	30	2,13	0,00728	1,622E-07	0,00023	0,9479	0,19225	0,91047
Mode	31	2,01	5,631E-10	0,00273	5,022E-10	0,9479	0,19499	0,91047
Mode	32	1,91	0,00451	1,839E-11	0,0061	0,95241	0,19499	0,91657
Mode	33	1,90	0,0024	1,574E-09	0,00012	0,9548	0,19499	0,91669
Mode	34	1,87	1,469E-08	1,103E-10	7,003E-11	0,9548	0,19499	0,91669
Mode	35	1,84	0,00112	8,098E-11	0,00013	0,95593	0,19499	0,91682
Mode	36	1,82	1,685E-09	0,00014	1,612E-08	0,95593	0,19513	0,91682
Mode	37	1,78	0,00811	1,15E-08	0,000001495	0,96403	0,19513	0,91683
Mode	38	1,68	5,353E-09	4,207E-08	1,023E-07	0,96403	0,19513	0,91683
Mode	39	1,68	0,00001372	3,92E-10	0,00028	0,96405	0,19513	0,9171
Mode	40	1,56	2,754E-09	0,02782	1,192E-09	0,96405	0,22295	0,9171
Mode	41	1,53	0,00009481	3,041E-09	0,00061	0,96414	0,22295	0,91771
Mode	42	1,49	3,038E-06	1,281E-09	0,00007827	0,96414	0,22295	0,91779
Mode	43	1,46	1,836E-08	3,015E-09	5,086E-09	0,96414	0,22295	0,91779
Mode	44	1,46	0,00015	9,368E-11	0,00004021	0,9643	0,22295	0,91783
Mode	45	1,41	0,00012	2,49E-10	0,00006332	0,96442	0,22295	0,91789
Mode	46	1,41	4,355E-09	7,124E-09	3,46E-09	0,96442	0,22295	0,91789
Mode	47	1,40	0,00018	2,032E-11	0,0004	0,9646	0,22295	0,91829
Mode	48	1,38	1,33E-12	5,564E-08	2,17E-11	0,9646	0,22295	0,91829
Mode	49	1,37	9,539E-09	0,00004127	3,902E-08	0,9646	0,22299	0,91829
Mode	50	1,37	0,00001231	7,988E-09	0,00038	0,96461	0,22299	0,91867
Mode	51	1,36	2,267E-09	0,00012	1,959E-09	0,96461	0,22311	0,91867
Mode	52	1,31	0,00003283	3,258E-09	0,00076	0,96465	0,22311	0,91944
Mode	53	1,31	1,148E-08	1,396E-09	2,211E-07	0,96465	0,22311	0,91944
Mode	54	1,30	0,00026	5,572E-08	0,00073	0,96491	0,22311	0,92017
Mode	55	1,27	0,00003121	6,133E-08	0,00034	0,96494	0,22311	0,92051
Mode	56	1,25	2,084E-08	0,00458	5,394E-12	0,96494	0,22769	0,92051
Mode	57	1,24	0,00005451	1,206E-07	0,00272	0,96499	0,22769	0,92323
Mode	58	1,21	0,00239	8,349E-09	0,00021	0,96738	0,22769	0,92343
Mode	59	1,19	6,373E-08	0,00006377	5,349E-09	0,96738	0,22776	0,92343
Mode	60	1,18	1,171E-10	1,686E-08	5,552E-08	0,96738	0,22776	0,92343



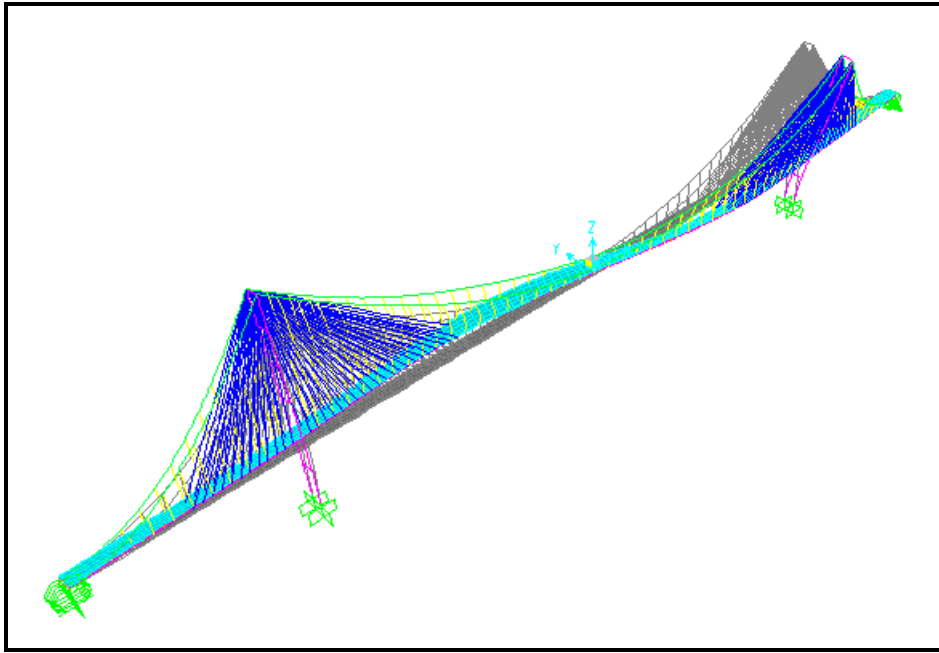
Σχήμα 4.92 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 16.29 \text{ sec}$



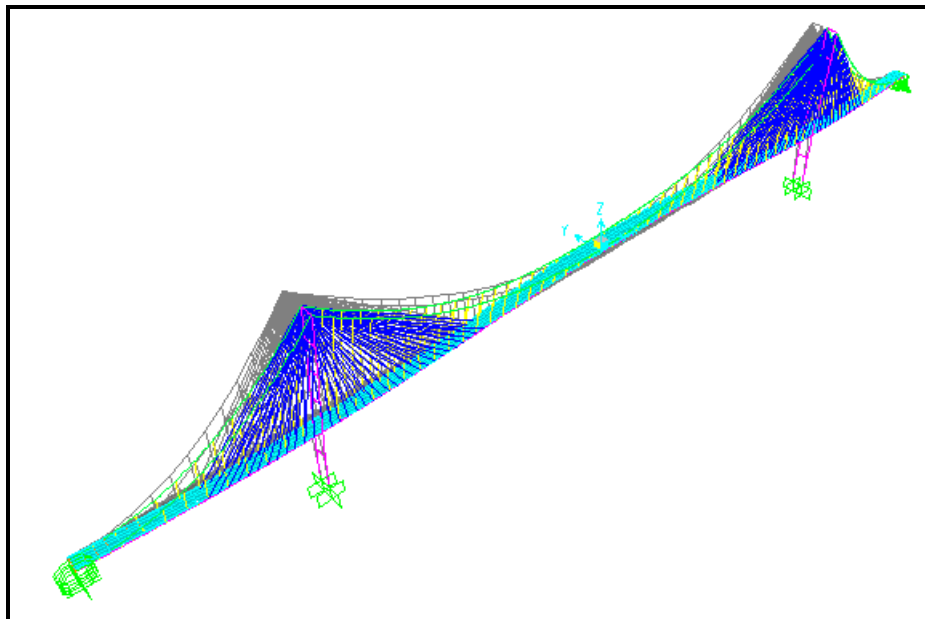
Σχήμα 4.93 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 11.67 \text{ sec}$



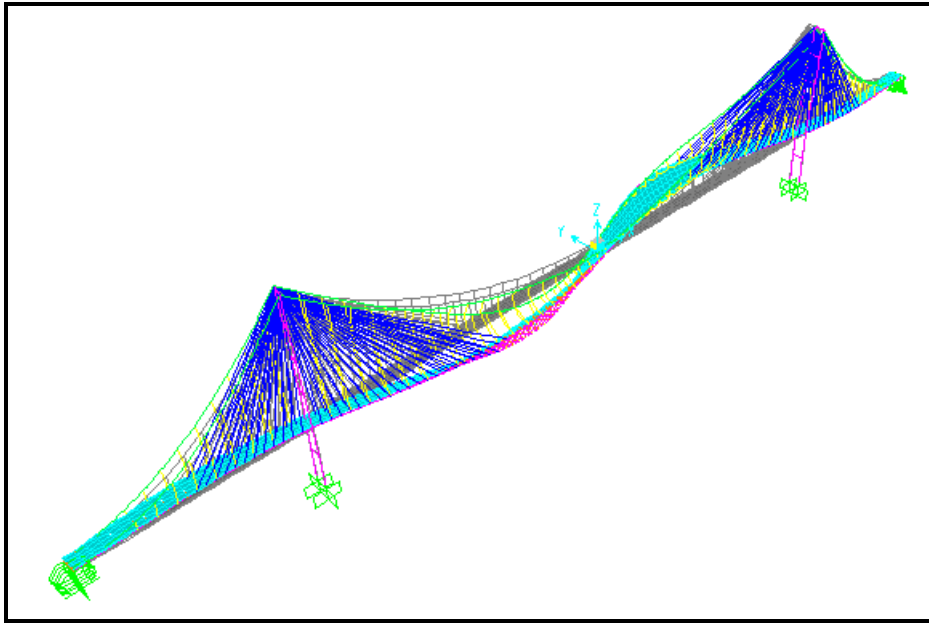
Σχήμα 4.94 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 9.48 \text{ sec}$



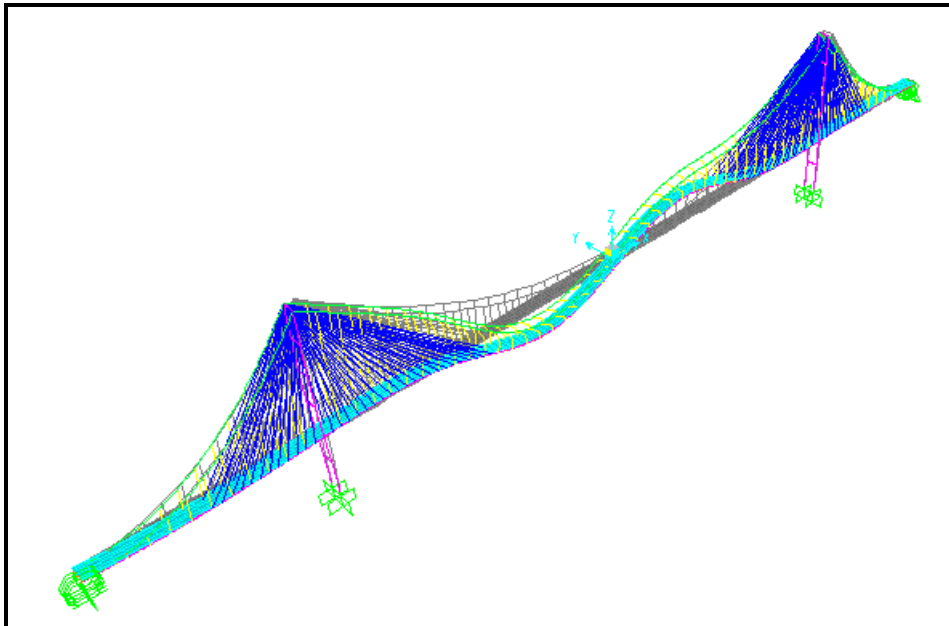
Σχήμα 4.95 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 8.03 \text{ sec}$



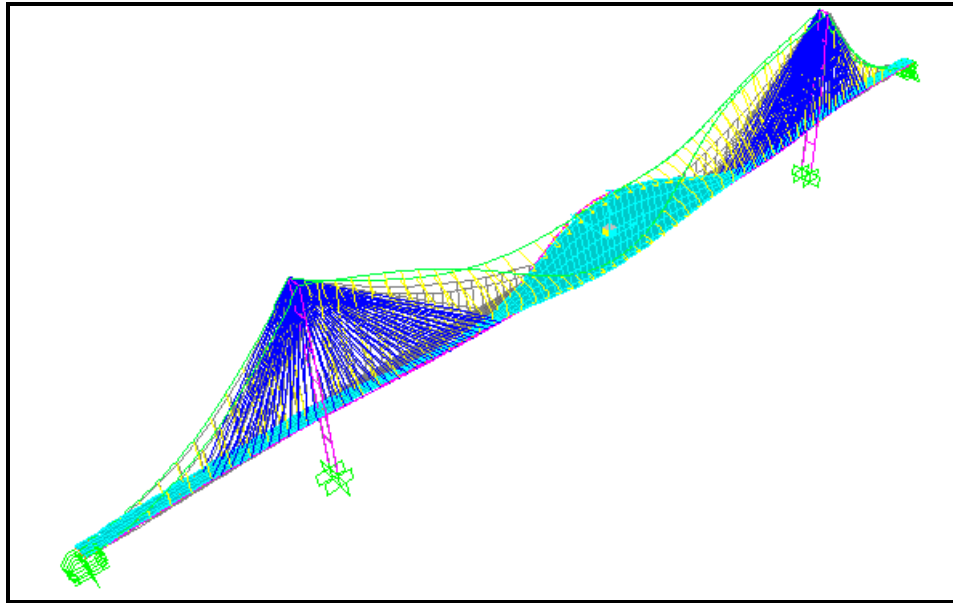
Σχήμα 4.96 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 7.73 \text{ sec}$



Σχήμα 4.97 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 5.88 \text{ sec}$



Σχήμα 4.98 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 5.26 \text{ sec}$



Σχήμα 4.99 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 3.79 \text{ sec}$

4.3.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 12.0 \text{ cm}$

Πίνακας 4.23 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

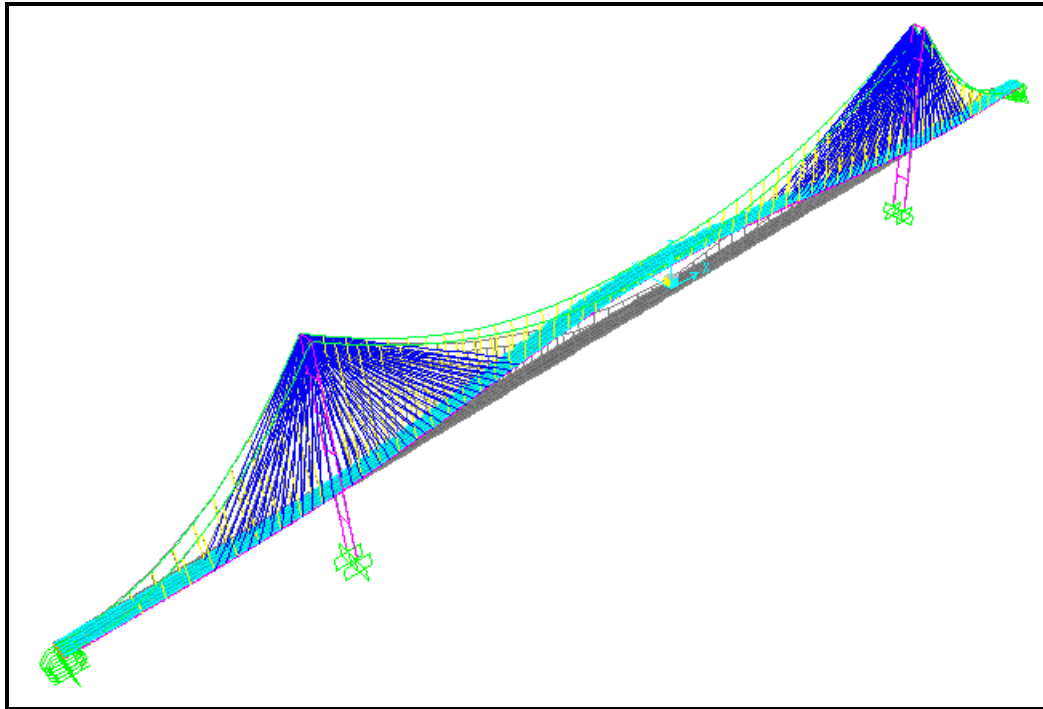
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,24	4,734E-11	0,21764	2,041E-10	4,734E-11	0,21764	2,041E-10
Mode	2	11,47	0,00423	4,982E-11	0,06175	0,00423	0,21764	0,06175
Mode	3	9,29	0,40605	4,489E-10	0,00012	0,41027	0,21764	0,06187
Mode	4	8,06	2,641E-09	0,01076	3,458E-09	0,41027	0,22839	0,06187
Mode	5	7,76	2,433E-09	0,52014	9,016E-09	0,41027	0,74853	0,06187
Mode	6	5,82	1,111E-11	0,000006564	3,376E-09	0,41027	0,74854	0,06187
Mode	7	4,87	0,24339	1,444E-09	0,00067	0,65366	0,74854	0,06254
Mode	8	4,08	1,428E-09	1,414E-07	4,894E-08	0,65366	0,74854	0,06254
Mode	9	4,07	1,112E-08	0,0028	2,627E-07	0,65366	0,75134	0,06254
Mode	10	4,07	0,00012	2,022E-07	0,00371	0,65378	0,75134	0,06626
Mode	11	4,01	7,484E-09	1,048E-10	4,205E-10	0,65378	0,75134	0,06626
Mode	12	3,98	6,134E-12	0,000004594	6,956E-11	0,65378	0,75134	0,06626
Mode	13	3,74	1,396E-09	0,00667	1,284E-09	0,65378	0,75801	0,06626
Mode	14	3,10	8,294E-10	0,00208	1,986E-09	0,65378	0,76009	0,06626
Mode	15	2,99	2,162E-08	0,00362	4,315E-09	0,65378	0,76371	0,06626
Mode	16	2,90	0,21522	3,753E-11	0,00224	0,869	0,76371	0,0685
Mode	17	2,87	3,152E-09	0,0668	4,701E-10	0,869	0,83051	0,0685
Mode	18	2,67	2,315E-08	0,09343	2,219E-07	0,869	0,92394	0,0685
Mode	19	2,51	2,344E-08	2,136E-10	4,45E-08	0,869	0,92394	0,0685
Mode	20	2,46	1,137E-09	0,00077	5,501E-09	0,869	0,9247	0,0685
Mode	21	2,40	0,02332	1,478E-07	0,03898	0,89232	0,9247	0,10748
Mode	22	2,40	1,879E-06	0,00318	0,000002633	0,89232	0,92789	0,10748
Mode	23	2,38	1,707E-07	4,279E-09	1,307E-07	0,89232	0,92789	0,10748

Mode	24	2,36	5,192E-10	0,003	2,243E-09	0,89232	0,93089	0,10748
Mode	25	2,35	4,427E-10	0,00106	3,155E-10	0,89232	0,93195	0,10748
Mode	26	2,35	2,058E-08	0,00007095	7,015E-09	0,89232	0,93195	0,10748
Mode	27	2,34	9,937E-10	5,27E-11	6,45E-10	0,89232	0,93195	0,10748
Mode	28	2,19	4,239E-11	0,00002309	3,648E-08	0,89232	0,93198	0,10748
Mode	29	2,06	3,529E-12	0,00258	1,9E-10	0,89232	0,93456	0,10748
Mode	30	1,96	0,00197	9,096E-11	0,02029	0,8943	0,93456	0,12777
Mode	31	1,89	0,00000615	0,00246	1,454E-07	0,8943	0,93702	0,12777
Mode	32	1,89	0,00616	0,000002644	0,00023	0,90046	0,93703	0,12801
Mode	33	1,87	4,349E-09	1,225E-08	2,706E-08	0,90046	0,93703	0,12801
Mode	34	1,84	2,331E-09	0,00296	5,194E-09	0,90046	0,93999	0,12801
Mode	35	1,84	3,077E-09	0,00397	1,491E-08	0,90046	0,94396	0,12801
Mode	36	1,70	3,924E-10	0,00023	2,758E-07	0,90046	0,94418	0,12801
Mode	37	1,68	5,922E-11	2,303E-09	1,205E-09	0,90046	0,94418	0,12801
Mode	38	1,67	6,382E-12	0,00002255	7,042E-08	0,90046	0,94421	0,12801
Mode	39	1,65	0,00009613	1,967E-08	0,12006	0,90056	0,94421	0,24806
Mode	40	1,47	1,808E-08	0,00008367	5,211E-09	0,90056	0,94429	0,24806
Mode	41	1,46	5,693E-09	0,000003149	1,425E-10	0,90056	0,94429	0,24806
Mode	42	1,46	2,402E-08	3,38E-09	1,028E-08	0,90056	0,94429	0,24806
Mode	43	1,45	0,00548	6,387E-12	0,0000757	0,90604	0,94429	0,24814
Mode	44	1,44	2,569E-08	0,00036	8,059E-09	0,90604	0,94465	0,24814
Mode	45	1,36	2,295E-09	5,705E-09	1,039E-07	0,90604	0,94465	0,24814
Mode	46	1,36	1,281E-10	0,00007876	2,305E-10	0,90604	0,94473	0,24814
Mode	47	1,36	3,348E-11	0,00014	9,834E-12	0,90604	0,94487	0,24814
Mode	48	1,34	3,286E-10	1,119E-12	4,624E-07	0,90604	0,94487	0,24814
Mode	49	1,33	0,00009514	4,154E-10	0,00641	0,90613	0,94487	0,25455
Mode	50	1,33	2,694E-08	0,000005404	0,000001684	0,90613	0,94488	0,25455
Mode	51	1,31	3,854E-10	0,00002772	3,423E-09	0,90613	0,94491	0,25455
Mode	52	1,31	1,237E-08	2,203E-07	6,576E-09	0,90613	0,94491	0,25455
Mode	53	1,27	1,009E-06	0,00139	1,148E-08	0,90613	0,9463	0,25455
Mode	54	1,27	0,0065	1,579E-07	0,00051	0,91263	0,9463	0,25506
Mode	55	1,22	7,028E-09	0,00386	4,75E-08	0,91263	0,95016	0,25506
Mode	56	1,19	0,00308	2,639E-07	0,00173	0,91571	0,95016	0,25678
Mode	57	1,18	2,439E-07	0,00075	1,694E-07	0,91571	0,95091	0,25678
Mode	58	1,18	3,596E-08	4,212E-08	1,373E-07	0,91571	0,95091	0,25678
Mode	59	1,16	1,481E-08	0,00165	7,747E-08	0,91571	0,95255	0,25678
Mode	60	1,16	1,947E-08	0,00016	2,154E-08	0,91571	0,95272	0,25678

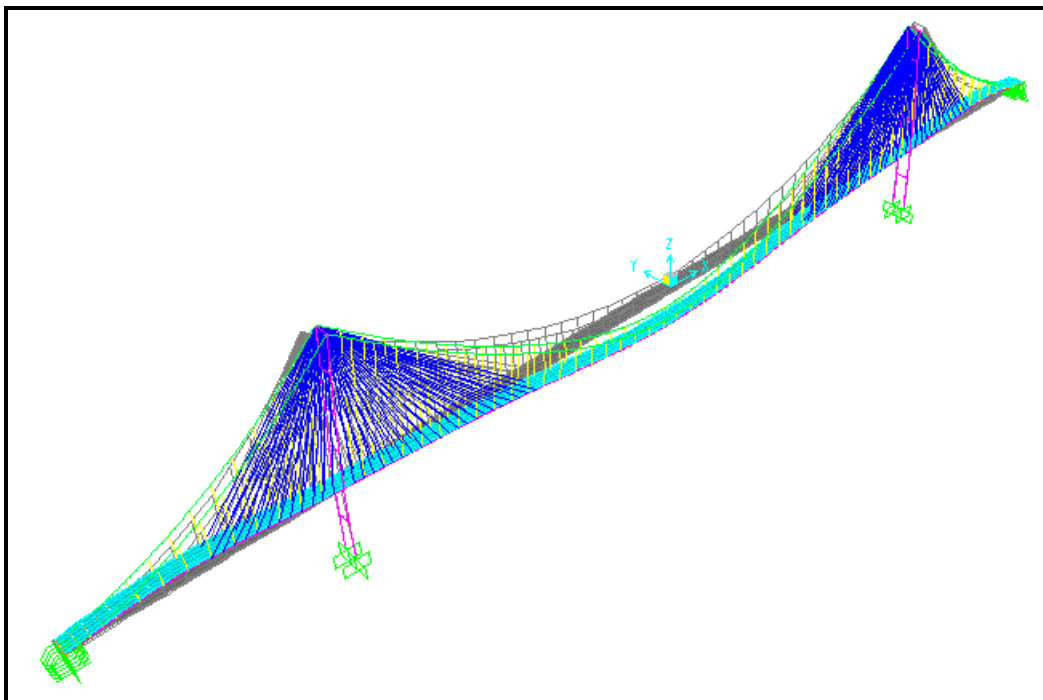
Πίνακας 4.24 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στροφικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	16,24	0,01538	2,523E-12	0,00013	0,01538	2,523E-12	0,00013
Mode	2	11,47	5,869E-10	0,00004976	6,346E-10	0,01538	0,00004976	0,00013
Mode	3	9,29	1,929E-09	0,0217	2,44E-09	0,01538	0,02175	0,00013
Mode	4	8,06	0,01742	5,953E-09	0,64739	0,0328	0,02175	0,64752
Mode	5	7,76	0,81032	1,256E-08	0,01454	0,84312	0,02175	0,66206
Mode	6	5,82	0,00003405	3,088E-09	0,00793	0,84315	0,02175	0,66999
Mode	7	4,87	1,802E-10	0,02618	1,537E-09	0,84315	0,04792	0,66999
Mode	8	4,08	2,005E-09	1,39E-08	1,543E-10	0,84315	0,04792	0,66999

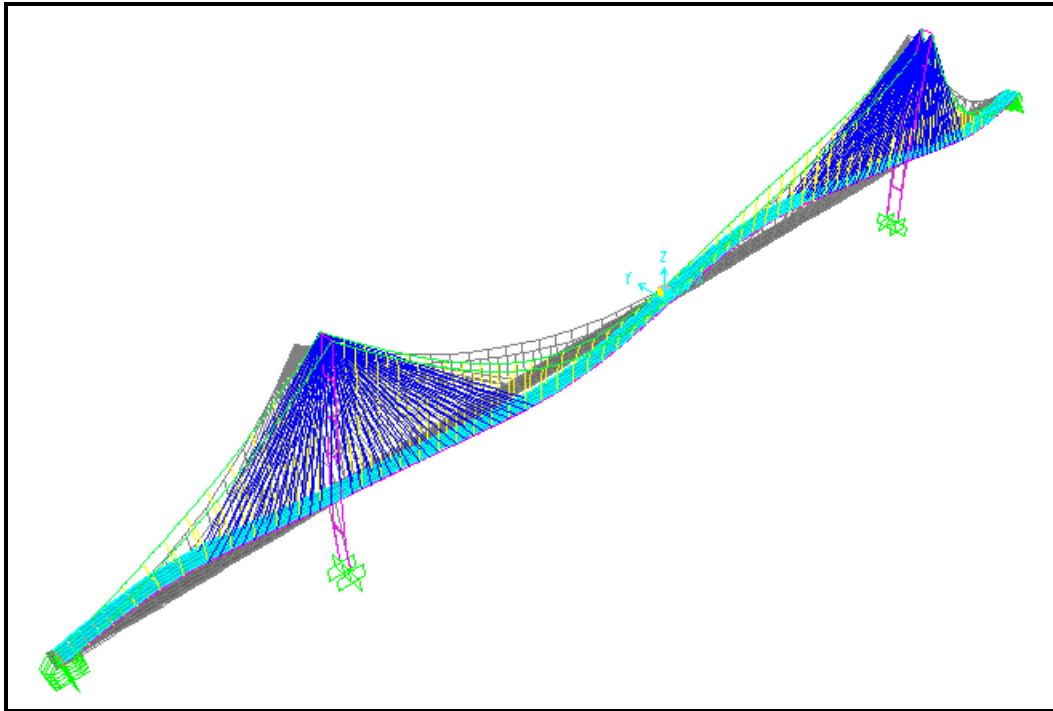
Mode	9	4,07	0,00005315	1,287E-07	0,000004748	0,84321	0,04792	0,66999
Mode	10	4,07	2,219E-09	0,00185	4,082E-10	0,84321	0,04978	0,66999
Mode	11	4,01	2,194E-10	3,071E-09	7,349E-08	0,84321	0,04978	0,66999
Mode	12	3,98	0,00001774	9,499E-11	0,0053	0,84322	0,04978	0,6753
Mode	13	3,74	0,00858	2,601E-09	0,00018	0,85181	0,04978	0,67548
Mode	14	3,10	0,00796	1,14E-09	0,00316	0,85977	0,04978	0,67863
Mode	15	2,99	0,00135	8,113E-09	0,01409	0,86112	0,04978	0,69272
Mode	16	2,90	5,764E-11	0,01267	1,523E-08	0,86112	0,06245	0,69272
Mode	17	2,87	0,02813	1,39E-11	0,09657	0,88925	0,06245	0,78929
Mode	18	2,67	0,04592	0,000000178	0,10663	0,93517	0,06245	0,89592
Mode	19	2,51	7,66E-10	2,67E-10	3,521E-10	0,93517	0,06245	0,89592
Mode	20	2,46	0,00124	2,052E-09	0,00007569	0,9364	0,06245	0,896
Mode	21	2,40	1,313E-07	0,00018	0,000000333	0,9364	0,06263	0,896
Mode	22	2,40	0,00271	5,311E-09	0,00646	0,93911	0,06263	0,90247
Mode	23	2,38	3,909E-09	3,681E-11	1,033E-08	0,93911	0,06263	0,90247
Mode	24	2,36	0,00325	5,516E-10	0,00427	0,94236	0,06263	0,90673
Mode	25	2,35	0,00077	4,703E-09	0,00075	0,94313	0,06263	0,90748
Mode	26	2,35	5,103E-06	8,462E-09	0,000005859	0,94314	0,06263	0,90748
Mode	27	2,34	5,835E-11	8,895E-10	4,199E-11	0,94314	0,06263	0,90748
Mode	28	2,19	0,00027	5,345E-08	0,00669	0,94341	0,06263	0,91418
Mode	29	2,06	0,00671	7,051E-09	0,00075	0,95012	0,06263	0,91492
Mode	30	1,96	4,425E-11	0,00237	9,318E-09	0,95012	0,065	0,91492
Mode	31	1,89	0,0029	0,00012	0,00006229	0,95302	0,06513	0,91499
Mode	32	1,89	3,172E-06	0,12337	1,348E-07	0,95302	0,18849	0,91499
Mode	33	1,87	1,485E-08	1,786E-08	1,746E-10	0,95302	0,18849	0,91499
Mode	34	1,84	0,00396	2,047E-08	0,00156	0,95698	0,18849	0,91655
Mode	35	1,84	0,00553	4,638E-08	0,00113	0,96251	0,18849	0,91768
Mode	36	1,70	0,00146	5,019E-13	0,00025	0,96398	0,18849	0,91792
Mode	37	1,68	2,431E-08	5,419E-08	2,362E-09	0,96398	0,18849	0,91792
Mode	38	1,67	0,00031	1,332E-10	0,00012	0,96429	0,18849	0,91805
Mode	39	1,65	4,782E-08	0,00007682	1,32E-08	0,96429	0,18857	0,91805
Mode	40	1,47	0,0000541	6,031E-08	0,00041	0,96434	0,18857	0,91846
Mode	41	1,46	0,00025	4,474E-08	0,00011	0,96459	0,18857	0,91856
Mode	42	1,46	3,999E-07	1,698E-07	2,267E-07	0,96459	0,18857	0,91856
Mode	43	1,45	7,66E-09	0,03454	5,849E-13	0,96459	0,22312	0,91856
Mode	44	1,44	2,181E-06	2,585E-07	0,00099	0,96459	0,22312	0,91956
Mode	45	1,36	9,97E-09	1,428E-07	3,754E-09	0,96459	0,22312	0,91956
Mode	46	1,36	0,00014	1,851E-10	0,00004363	0,96473	0,22312	0,9196
Mode	47	1,36	0,00028	2,182E-12	0,00041	0,96501	0,22312	0,92001
Mode	48	1,34	1,216E-13	2,738E-08	4,347E-12	0,96501	0,22312	0,92001
Mode	49	1,33	1,188E-09	0,00239	1,511E-08	0,96501	0,22551	0,92001
Mode	50	1,33	0,00001186	6,148E-07	0,00013	0,96503	0,22551	0,92014
Mode	51	1,31	0,00001174	2,795E-09	0,00037	0,96504	0,22551	0,92051
Mode	52	1,31	9,394E-08	1,219E-10	0,000002858	0,96504	0,22551	0,92051
Mode	53	1,27	0,00053	0,0000014	0,00087	0,96557	0,22551	0,92138
Mode	54	1,27	6,627E-08	0,00935	1,034E-07	0,96557	0,23486	0,92138
Mode	55	1,22	0,00123	3,506E-09	0,00012	0,9668	0,23486	0,92151
Mode	56	1,19	2,314E-07	0,00062	8,867E-09	0,9668	0,23548	0,92151
Mode	57	1,18	0,00098	6,757E-08	0,00007571	0,96777	0,23548	0,92158
Mode	58	1,18	5,221E-08	1,113E-08	2,538E-09	0,96777	0,23548	0,92158
Mode	59	1,16	0,00201	1,373E-08	0,00014	0,96979	0,23548	0,92172
Mode	60	1,16	0,00013	2,483E-09	0,01083	0,96992	0,23548	0,93255



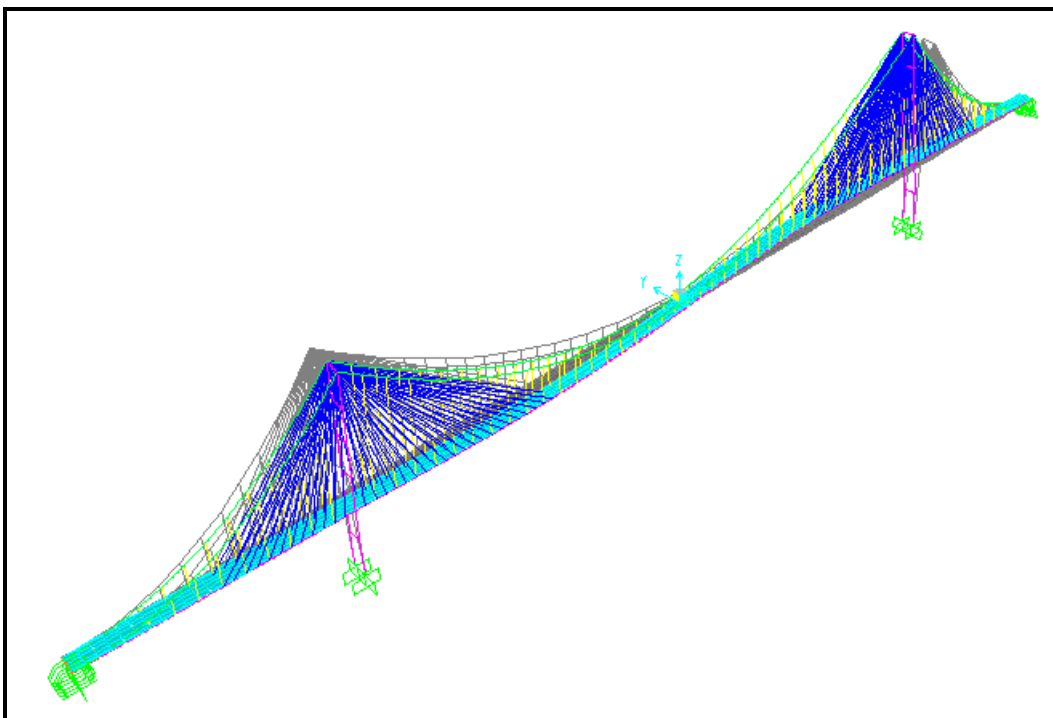
Σχήμα 4.100 1^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_1 = 16.24 \text{ sec}$



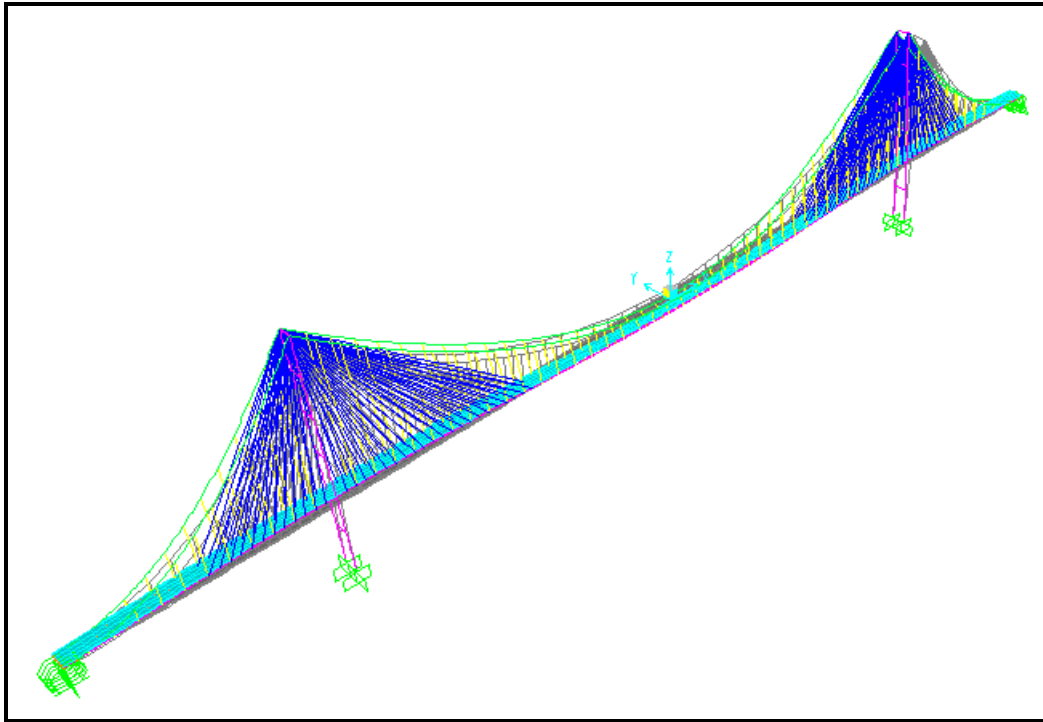
Σχήμα 4.101 2^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_2 = 11.47 \text{ sec}$



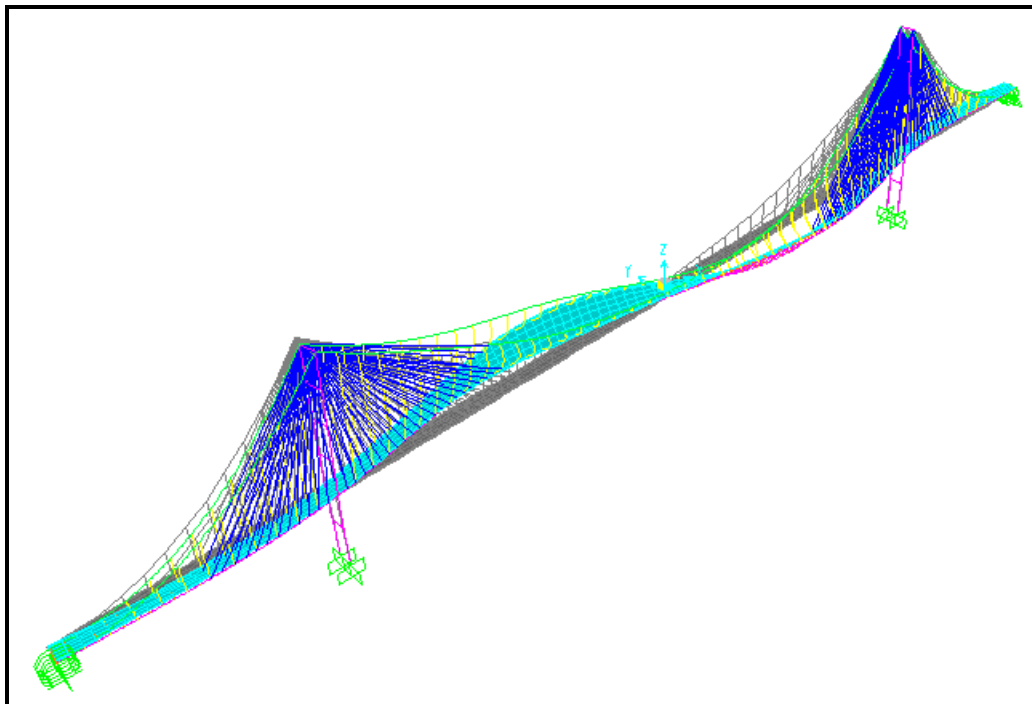
Σχήμα 4.102 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 9.29$ sec



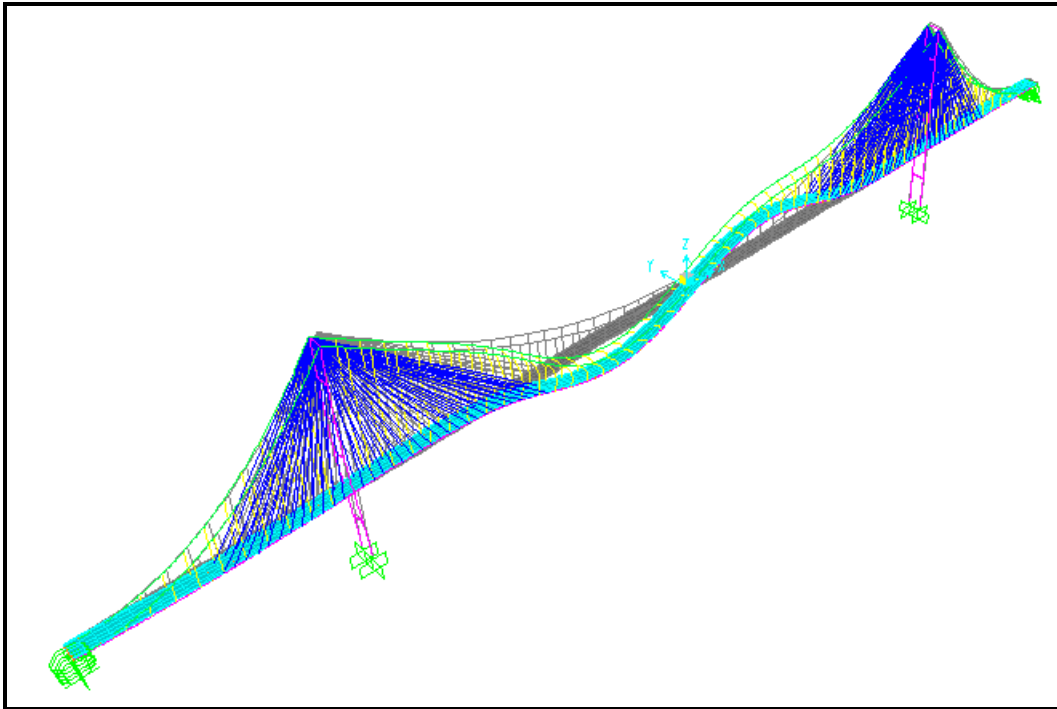
Σχήμα 4.103 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 8.06$ sec



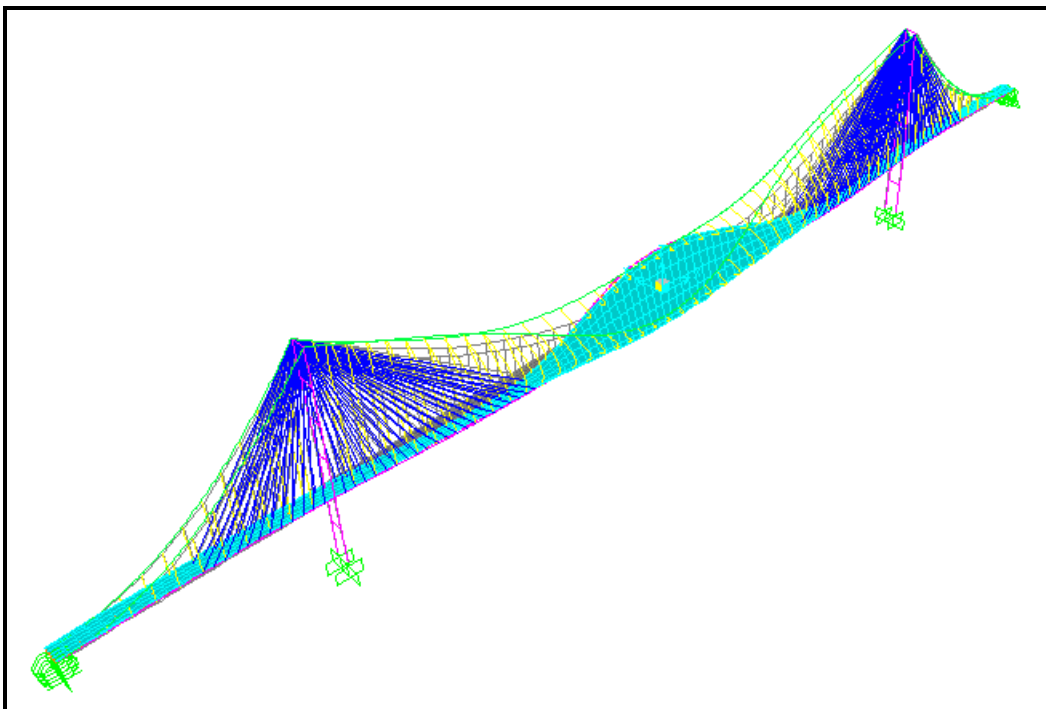
Σχήμα 4.104 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 7.76 \text{ sec}$



Σχήμα 4.105 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 5.82 \text{ sec}$



Σχήμα 4.106 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 4.87 \text{ sec}$



Σχήμα 4.107 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 3.74 \text{ sec}$

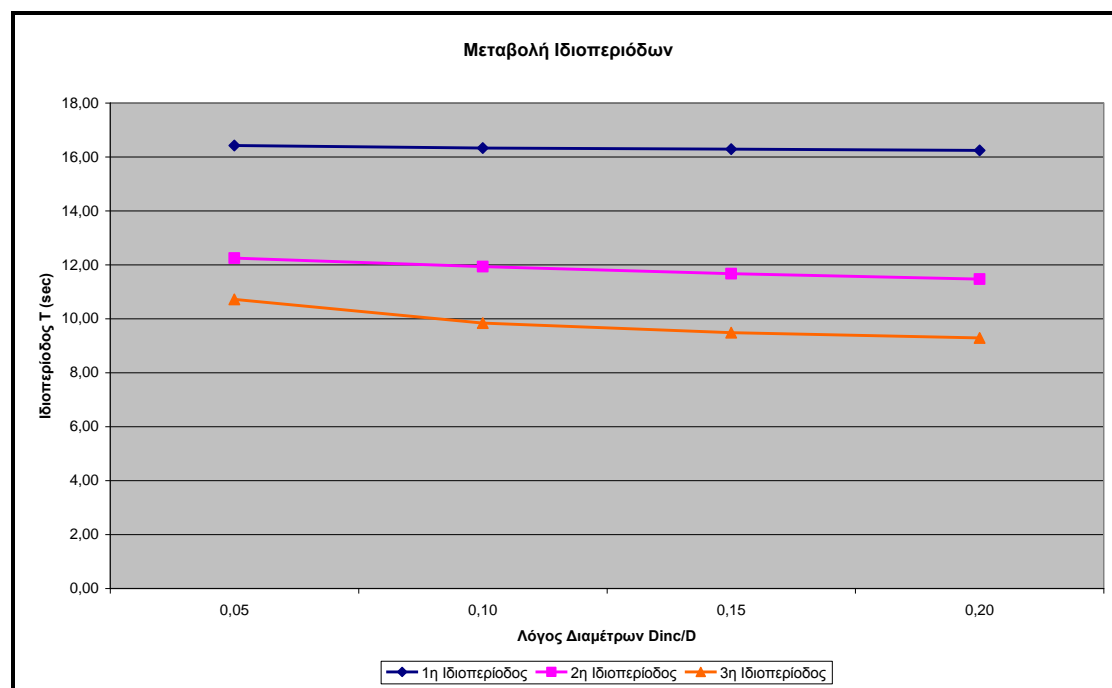
4.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ιδιομορφικών Αναλύσεων

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μεταβολή των τριών πρώτων ιδιοπεριόδων της καλωδιωτής γέφυρας (T_1 , T_2 , T_3) σε συνάρτηση με τον λόγο των διαμέτρων των καλωδίων D_{inc}/D . Αξίζει να σημειώσουμε ότι η T_1 είναι η κύρια μεταφορική ιδιομορφή κατά την εγκάρσια διεύθυνση Y της γέφυρας, η T_2 κατά τον κατακόρυφο άξονα Z ενώ η T_3 κατά τον διαμήκη άξονα της γέφυρας X .

Πίνακας 4.25 Μεταβολή Ιδιοπεριόδων T_1, T_2 και T_3 ως προς τον Λόγο Διαμέτρων

$$D_{inc}/D$$

Καλωδιωτή Γέφυρα Μεσαίου Ανοίγματος 800 m			
Διάμετρος Παραβολικού Καλωδίου, $D = 60$ cm			
Ιδιοπερίοδοι (sec)			
D_{inc} / D	T_1	T_2	T_3
0,05	16,42	12,25	10,72
0,10	16,33	11,93	9,84
0,15	16,29	11,67	9,48
0,20	16,24	11,47	9,29



Σχήμα 4.108 Διάγραμμα Μεταβολής Ιδιοπεριόδων T_1, T_2 και T_3 ως προς τον Λόγο Διαμέτρων D_{inc}/D

5. Γέφυρα Συνολικού Μήκους $L = 1600$ m

Και σε αυτήν την περίπτωση ασχοληθήκαμε με την ανάλυση μιας καλωδιωτής γέφυρας μικτού συστήματος. Διαθέτει μεσαίο άνοιγμα μήκους $L_{\text{μεσαίο}} = 1000$ m ενώ τα δύο ακραία ανοίγματα της είναι μήκους $L_{\text{ακραίο}} = 300$ m το καθένα. Αποτελείται από δύο κατακόρυφα επίπεδα καλωδίωσης κατά την εγκάρσια έννοια, το κατάστρωμά της είναι συνολικού πλάτους $B = 18$ m ενώ οι πυλώνες της έχουν συνολικό ύψος $H_{\text{ολικό}} = 300$ m.

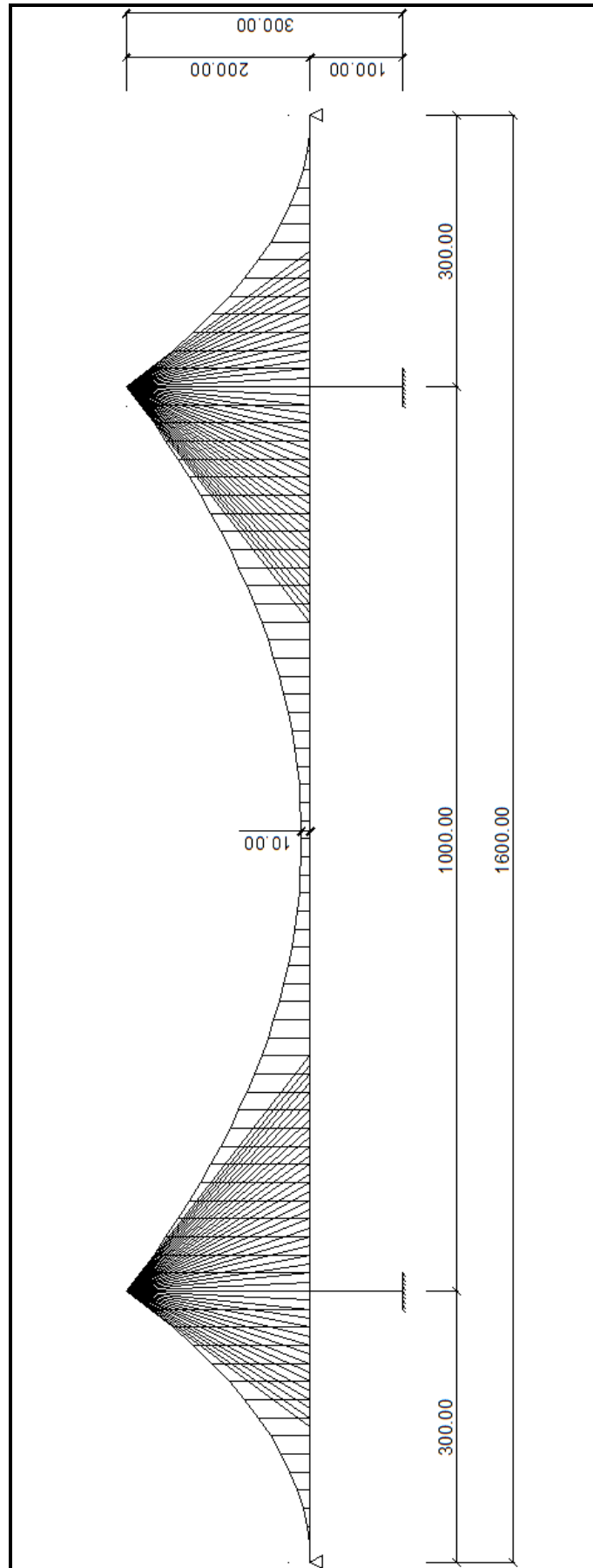
Οι κατακόρυφοι αναρτήρες τοποθετούνται ανά 20 m ενώ τα αντίστοιχα κεκλιμένα καλώδια διατάσσονται ανά 10 m. Οι διατομές των καλωδίων του φορέα της γέφυρας είναι οι εξής :

- ✓ Διάμετρος Κύριου Παραβολικού Καλωδίου : $D = 70$ cm
- ✓ Διάμετρος Κατακόρυφων Αναρτήρων : $D_{\text{vertical}} = 14$ cm

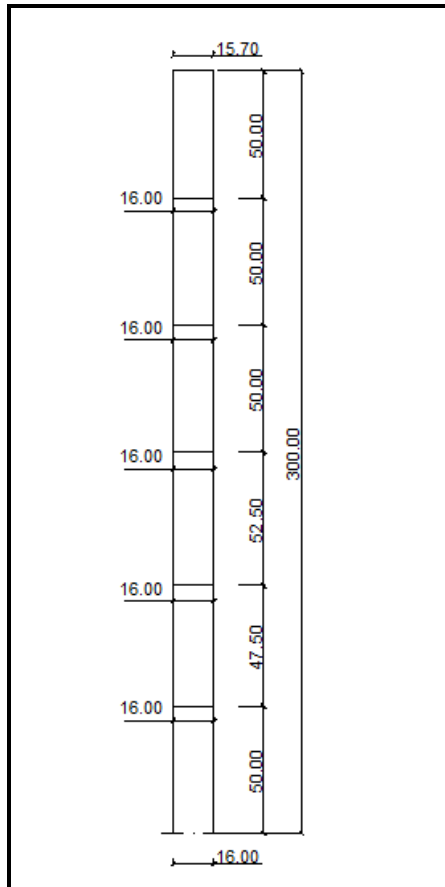
Οι αντίστοιχες διαμέτροι των κεκλιμένων ευθύγραμμων καλωδίων με βάση τις οποίες πραγματοποιήσαμε την παραμετρική ανάλυση της γέφυρας είναι οι εξής:

- ✓ Διάμετρος Κεκλιμένων Ευθύγραμμων Καλωδίων, D_{inclined}
 - $D_{\text{inclined}} = 0$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.05 D = 3.5$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.10 D = 7.0$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.15 D = 10.5$ cm
 - $D_{\text{inclined}} = 0.20 D = 14.0$ cm

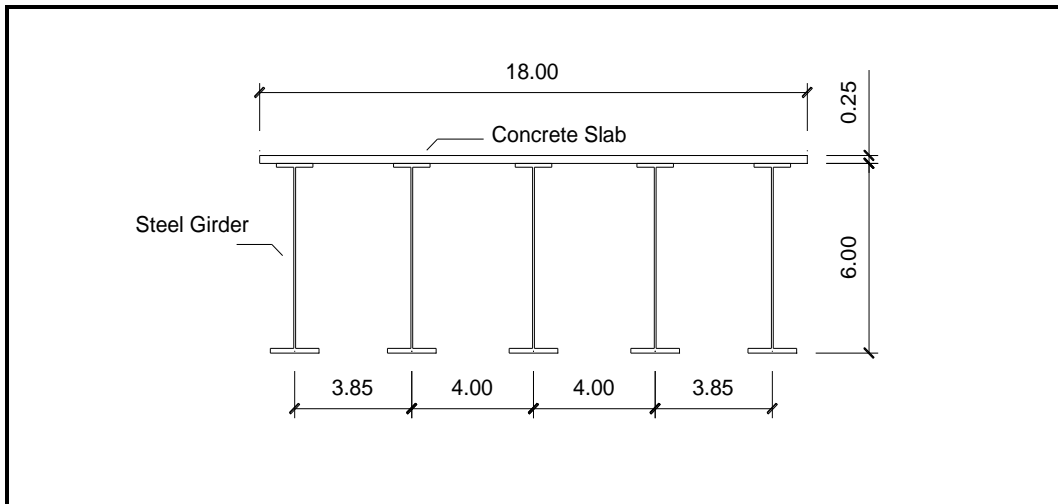
Σε όλες τις επιμέρους αναλύσεις της γέφυρας, η δύναμη προέντασης των μελών του παραβολικού καλωδίου ήταν ίση με $P = 351000$ kN.



Σχήμα 5.1 Μηκτομή Γέφυρας



Σχήμα 5.2 Γεωμετρία Πυλώνα



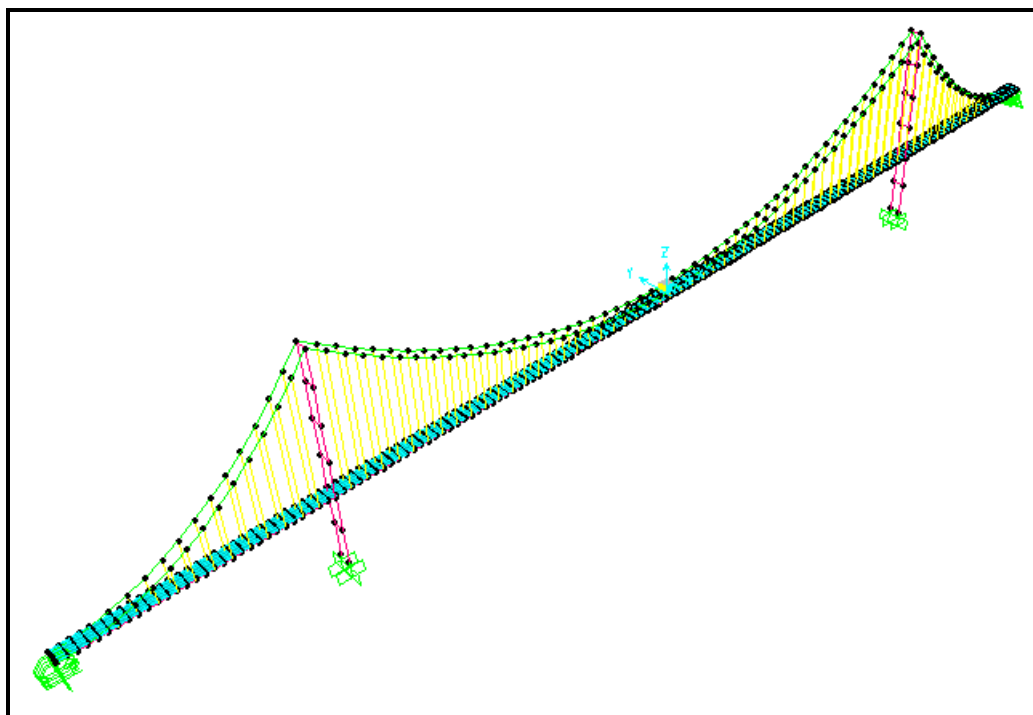
Σχήμα 5.3 Γεωμετρία Διατομής Καταστρώματος

5.1 Αποτελέσματα Στατικών Αναλύσεων

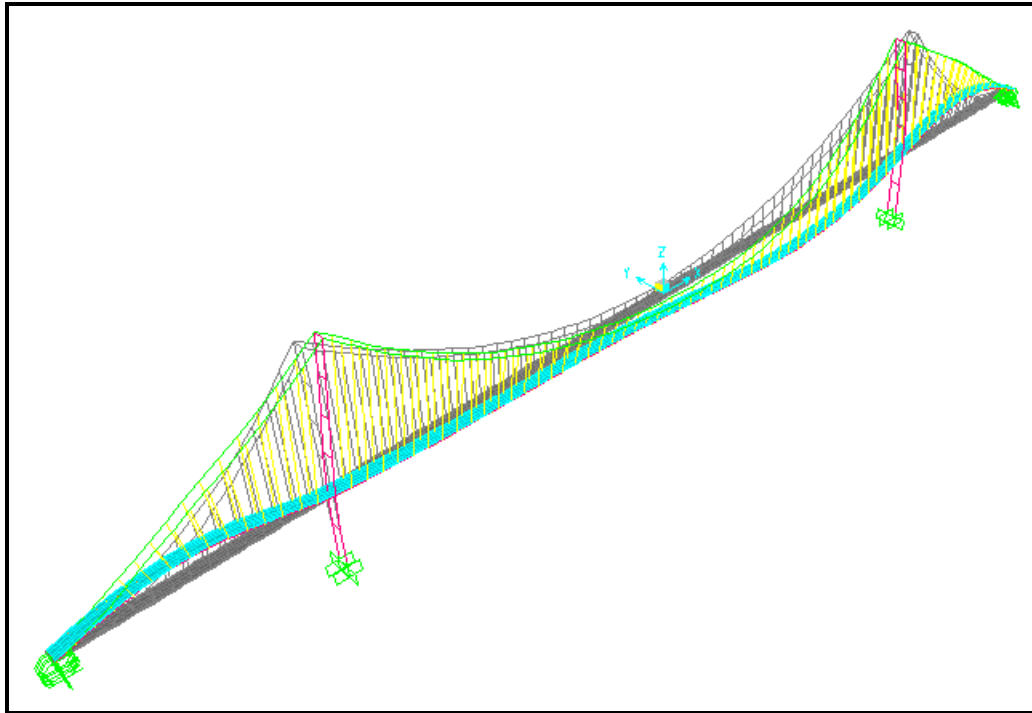
Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των στατικών αναλύσεων που πραγματοποιήσαμε για τις διάφορες τιμές διαμέτρων των κεκλιμένων ευθύγραμμων καλωδίων. Τα εντατικά μεγέθη των μελών του φέροντος οργανισμού της γέφυρας υπολογίστηκαν για τον συνδυασμό φόρτισης **1.35G + 1.00 P + 1.50Q (ULS)**.

5.1.1 $D_{\text{inclined}} = 0 \text{ cm}$

Σε αυτήν την περίπτωση, η γέφυρά μας συμπεριφέρεται ως κρεμαστή αφού δε διαθέτει κεκλιμένα ευθύγραμμα καλώδια. Η δύναμη προέντασης που επιβλήθηκε σε όλα τα μέλη του κύριου παραβολικού καλωδίου είναι ίση με $P = 351000 \text{ kN}$.

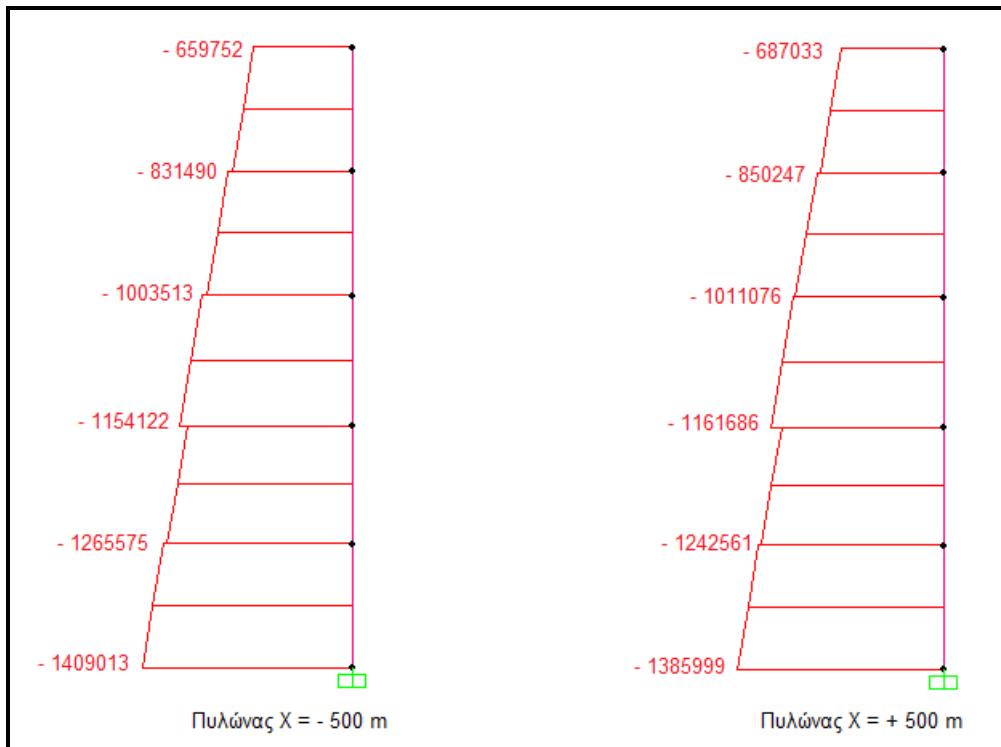


Σχήμα 5.4 Προσομοίωμα Γέφυρας

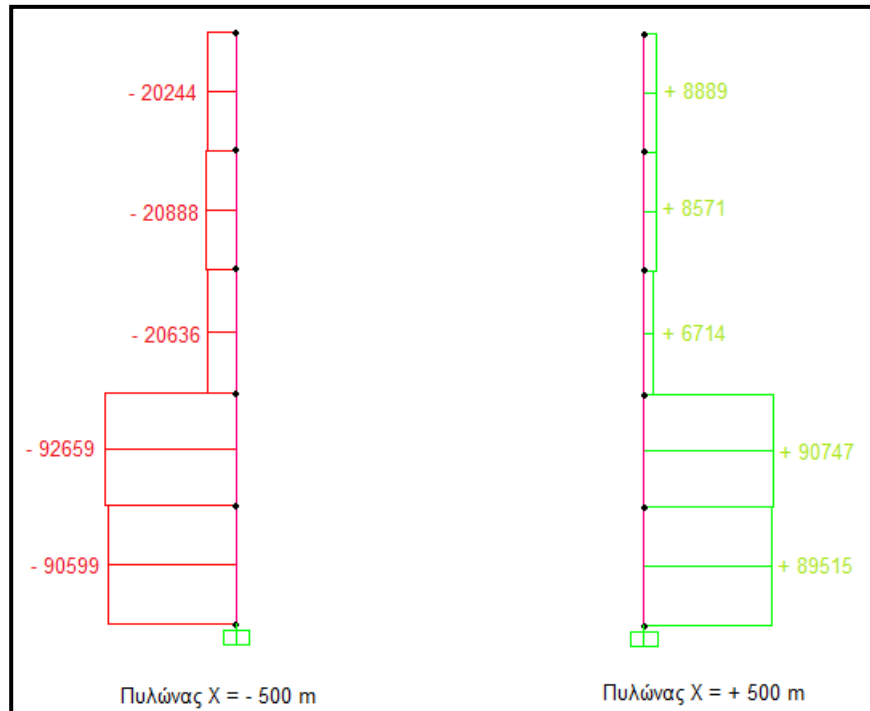


Σχήμα 5.5 Παραμορφωμένη Γεωμετρία Γέφυρας – Συνδυασμός Φόρτισης $1.35G + 1.00P + 1.50Q$ (ULS)

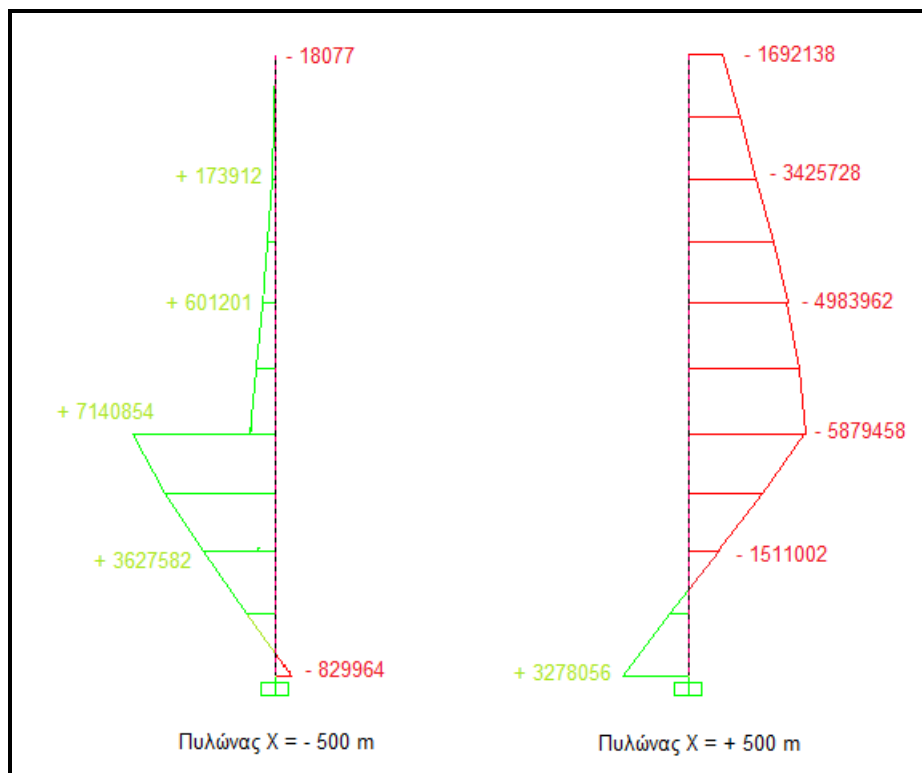
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 5.6 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

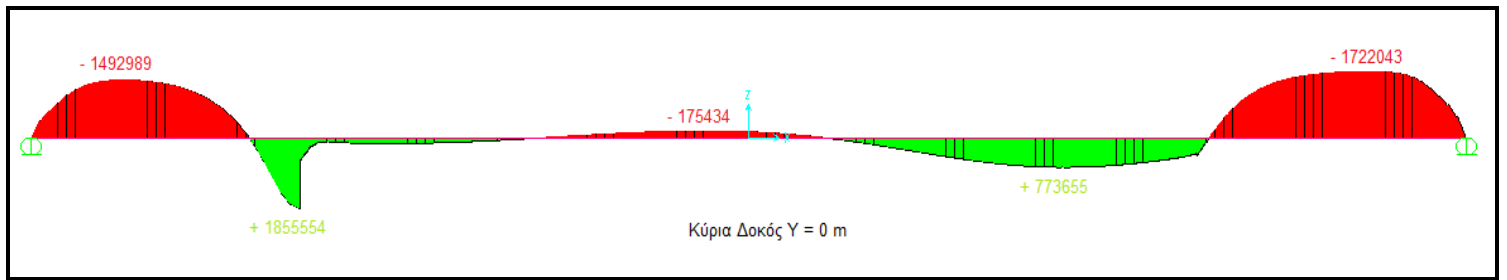


Σχήμα 5.7 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

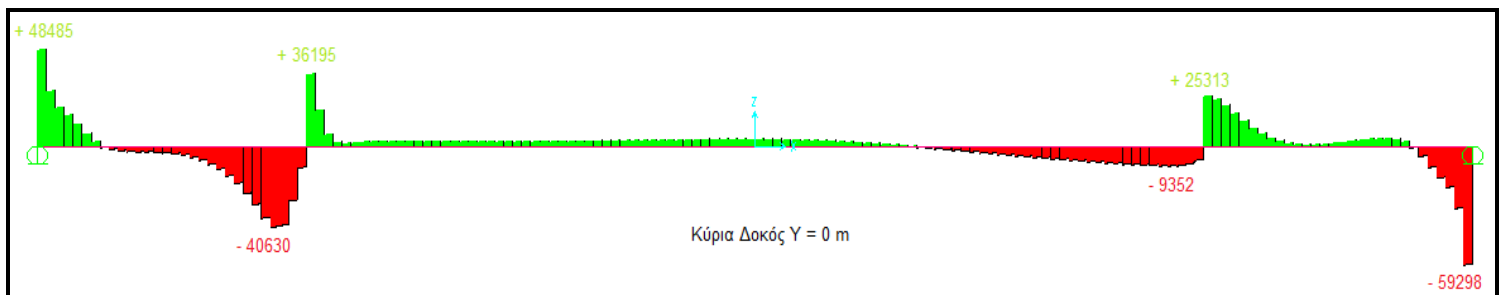


Σχήμα 5.8 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

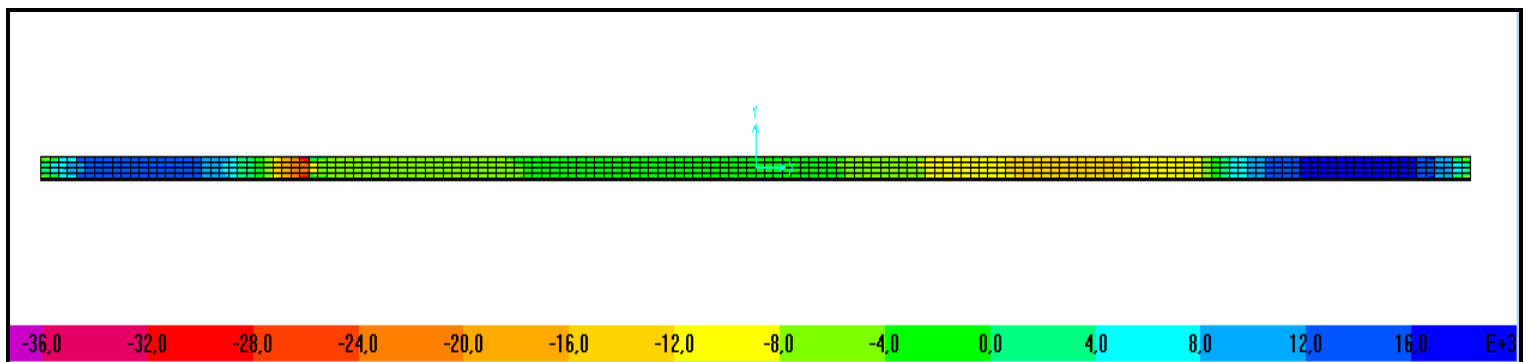


Σχήμα 5.9 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

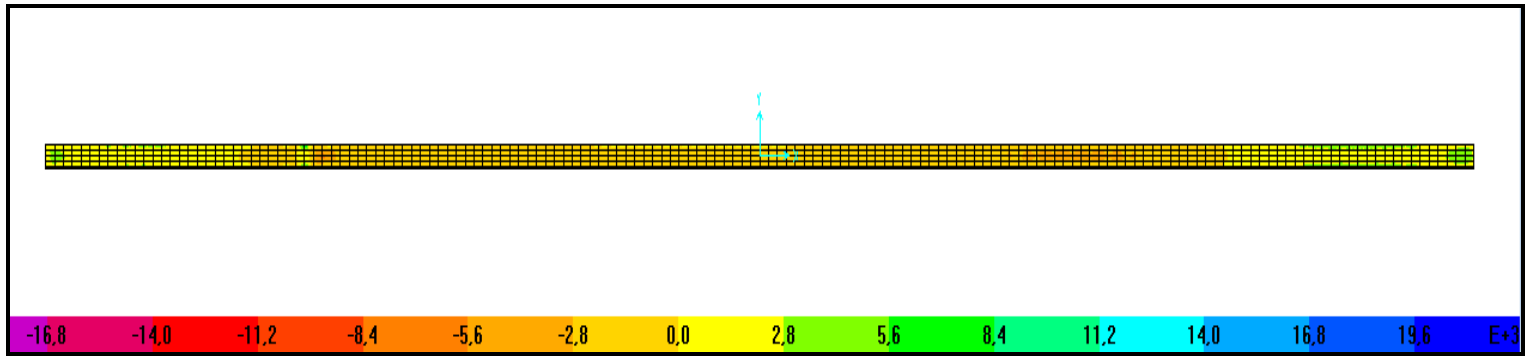


Σχήμα 5.10 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

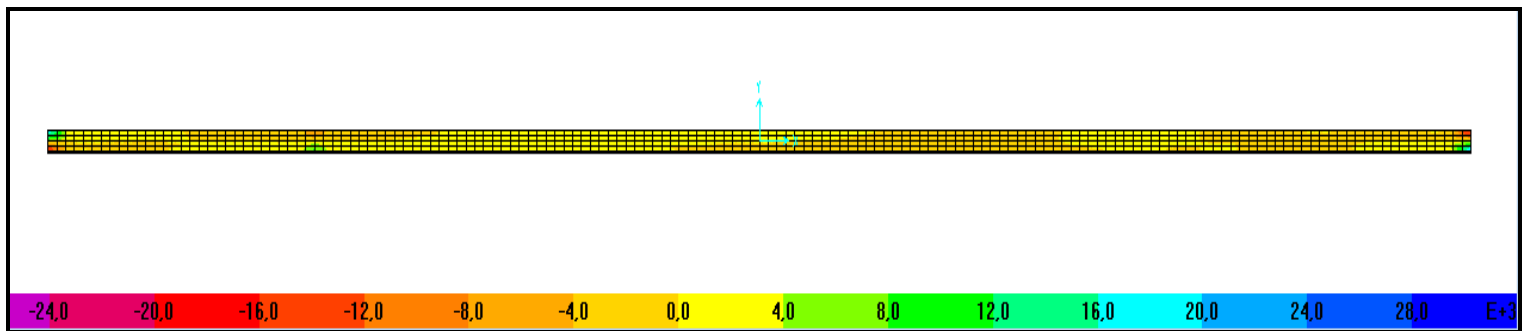
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Καταστρώματος



Σχήμα 5.11 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]

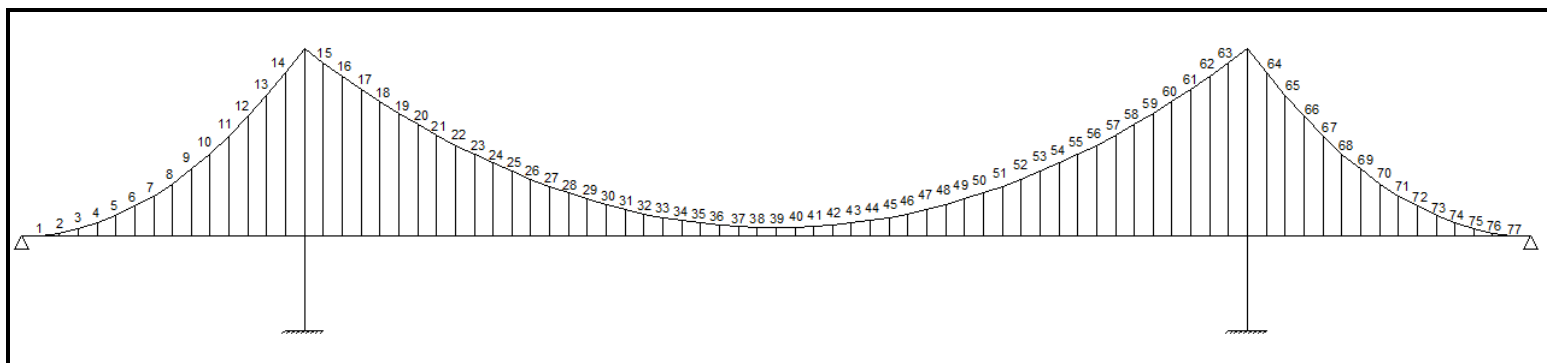


Σχήμα 5.12 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]



Σχήμα 5.13 Διατμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-2} [kN/m²]

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες



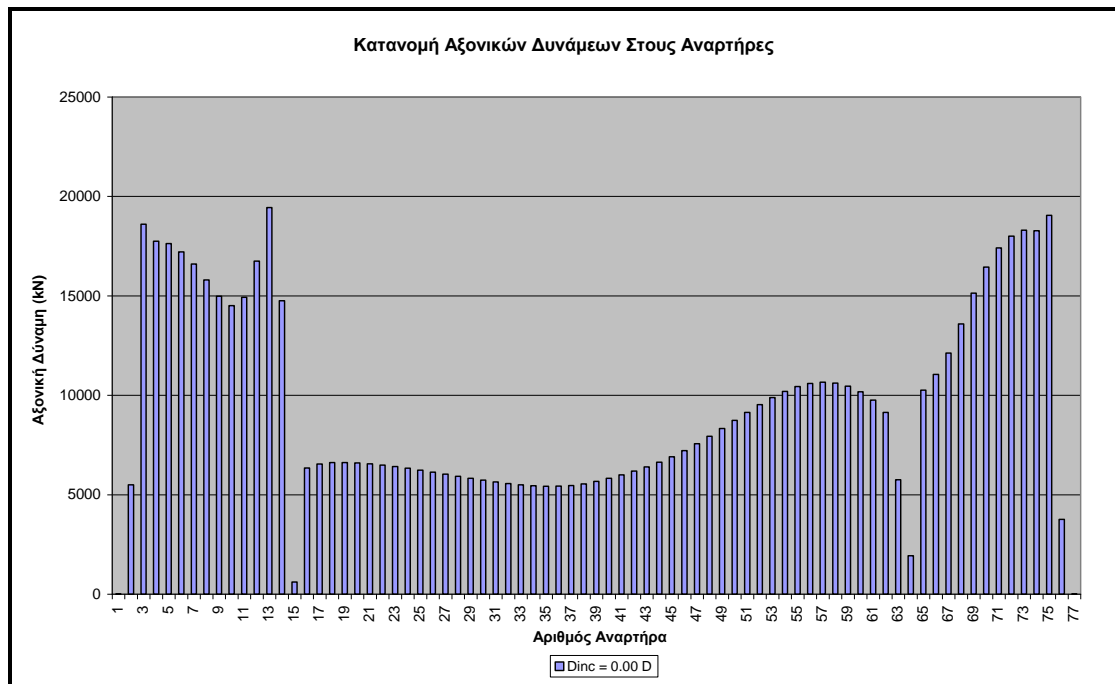
Σχήμα 5.14 Αρίθμηση Κατακόρυφων Αναρτήρων Γέφυρας

Πίνακας 5.1 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.00D

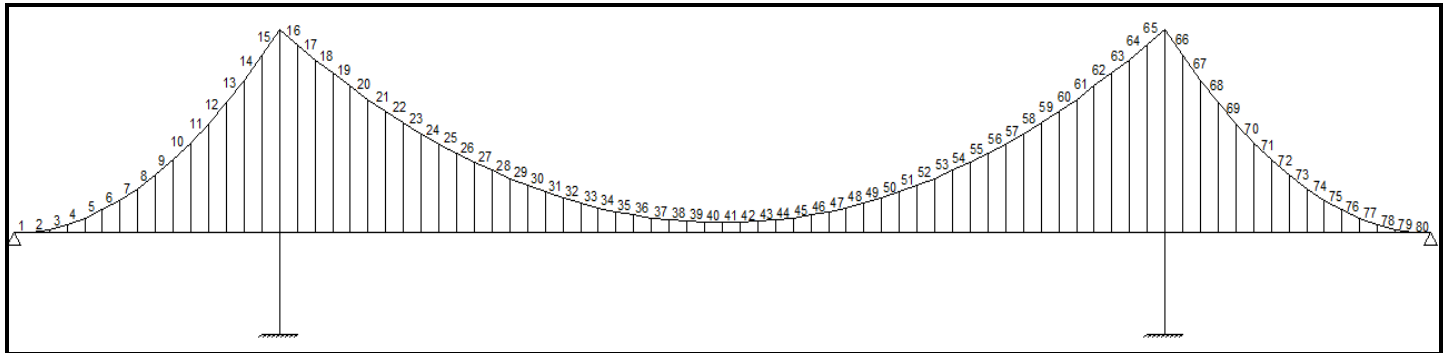
Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	5	21	6553	41	6001	61	9759
2	5496	22	6493	42	6189	62	9141
3	18599	23	6418	43	6398	63	5755
4	17745	24	6331	44	6636	64	1932
5	17631	25	6236	45	6909	65	10253
6	17213	26	6135	46	7218	66	11044
7	16597	27	6031	47	7561	67	12124
8	15795	28	5927	48	7934	68	13591
9	14982	29	5826	49	8328	69	15131
10	14506	30	5730	50	8735	70	16448
11	14924	31	5642	51	9140	71	17410
12	16745	32	5565	52	9529	72	17997
13	19436	33	5500	53	9886	73	18302
14	14755	34	5453	54	10194	74	18277
15	607	35	5427	55	10435	75	19046
16	6342	36	5429	56	10595	76	3758
17	6547	37	5465	57	10658	77	5
18	6613	38	5546	58	10615		
19	6615	39	5671	59	10455		
20	6595	40	5827	60	10176		



Σχήμα 5.15 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο



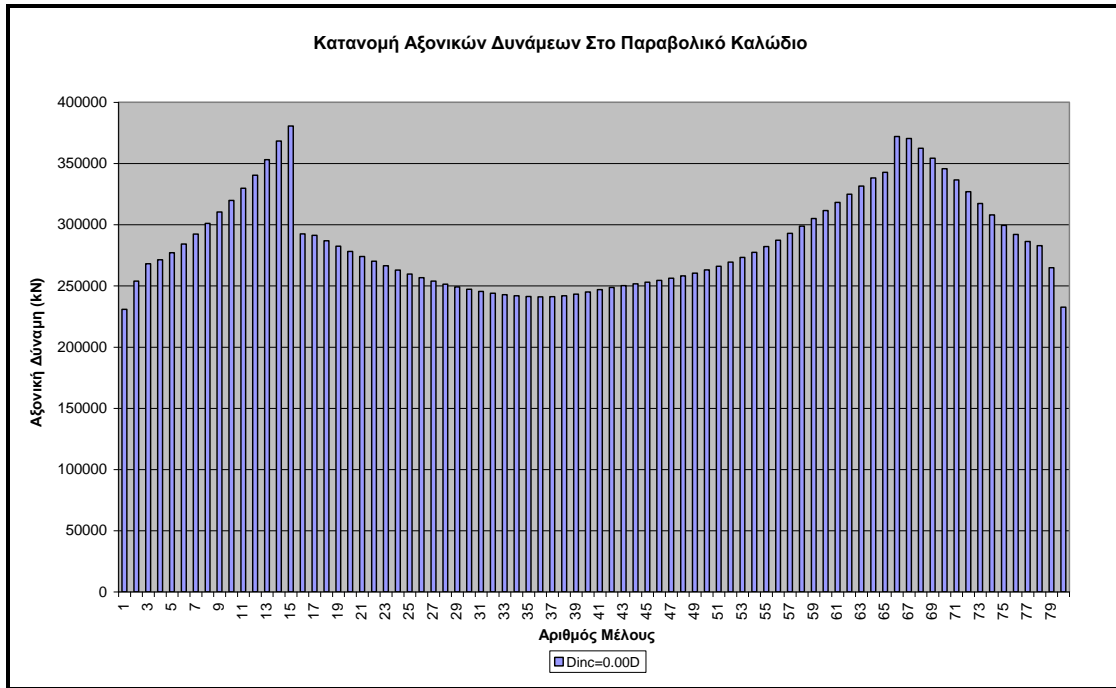
Σχήμα 5.16 Αρίθμηση Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Πίνακας 5.2 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.00D

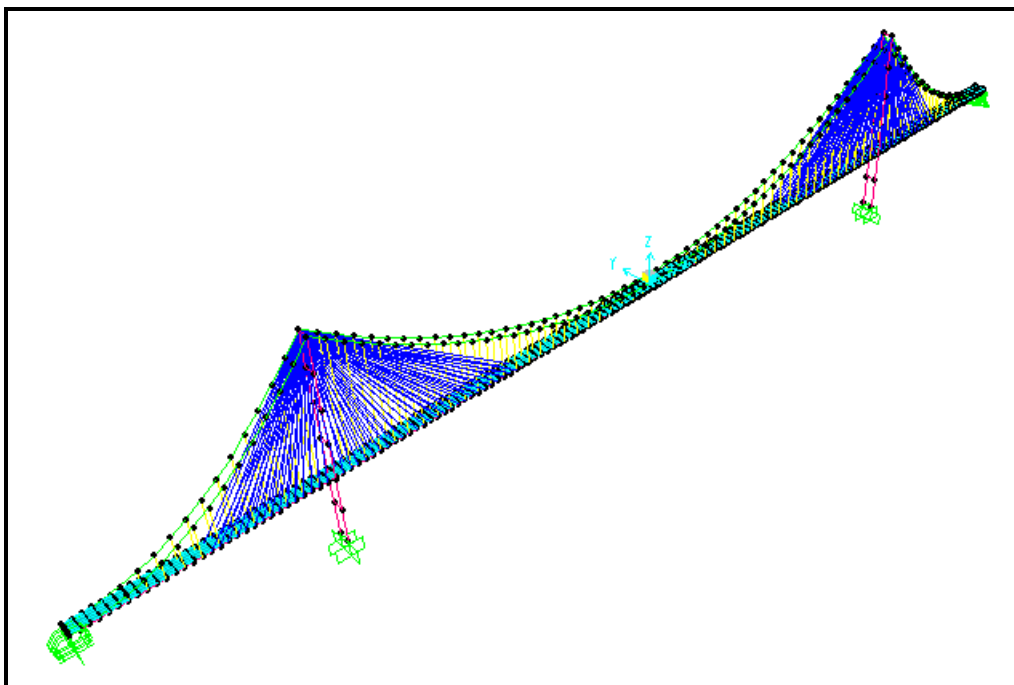
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]

A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	230850	21	274061	41	246910	61	318155
2	253862	22	270158	42	248703	62	324885
3	268072	23	266461	43	250250	63	331592
4	271421	24	262984	44	251646	64	338127
5	277089	25	259737	45	253034	65	342829
6	284175	26	256730	46	254533	66	371982
7	292296	27	253969	47	256225	67	370381
8	301140	28	251457	48	258173	68	362462
9	310407	29	249198	49	260425	69	354275
10	319910	30	247195	50	263022	70	345676
11	329733	31	245451	51	265999	71	336516
12	340430	32	243972	52	269386	72	326929
13	353053	33	242767	53	273205	73	317272
14	368378	34	241853	54	277468	74	307981
15	380653	35	241259	55	282177	75	299476
16	292492	36	241031	56	287320	76	292106
17	291242	37	241239	57	292871	77	286243
18	286814	38	241965	58	298790	78	282815
19	282420	39	243250	59	305024	79	264850
20	278155	40	244990	60	311505	80	232600

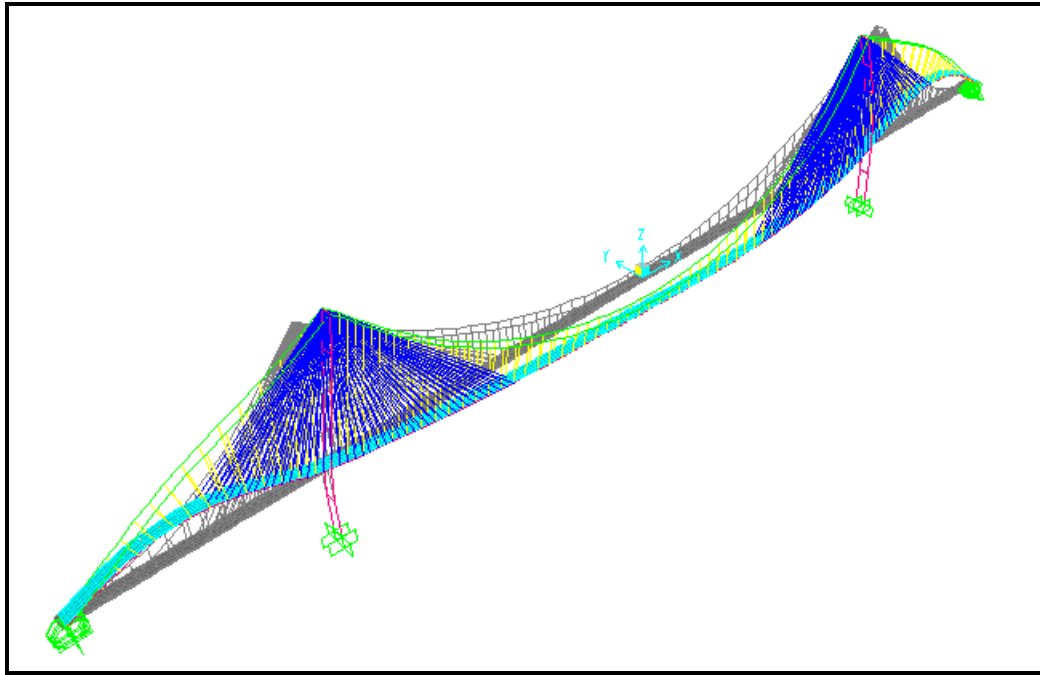


Σχήμα 5.17 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

5.1.2 $D_{inclined} = 0.05D = 3.5 \text{ cm}$

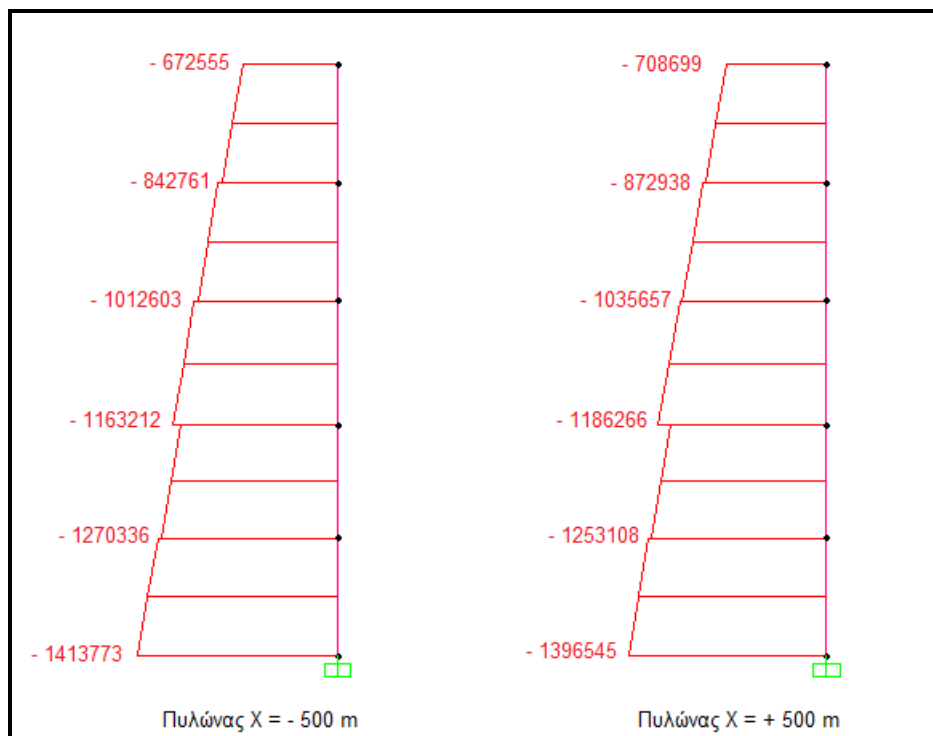


Σχήμα 5.18 Προσομοίωμα Γέφυρας

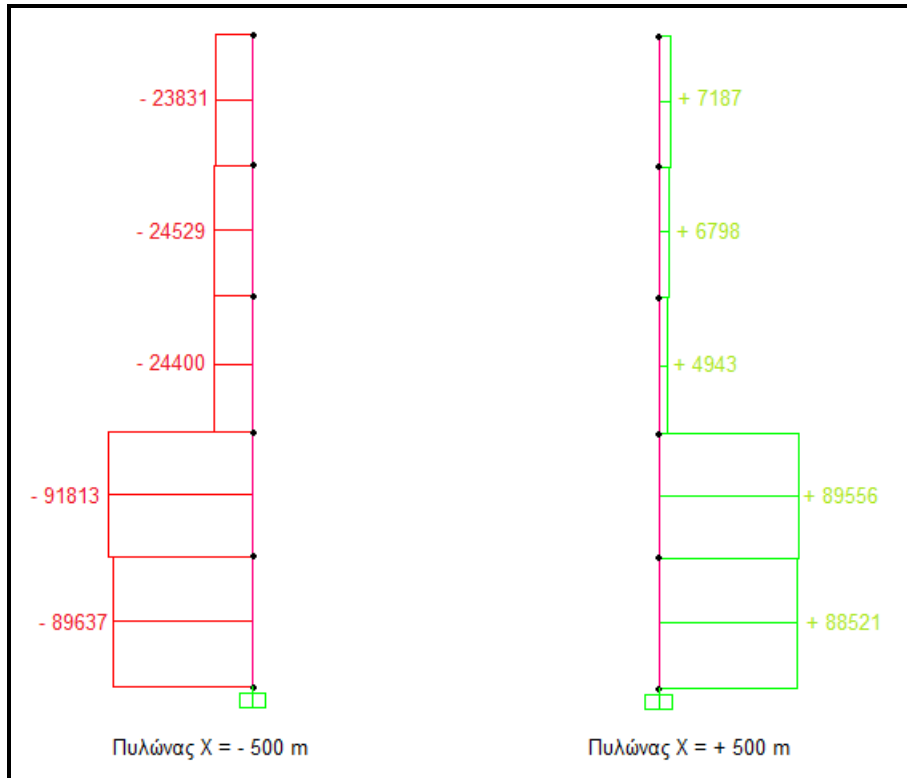


Σχήμα 5.19 Παραμορφωμένη Γεωμετρία Γέφυρας – Συνδυασμός Φόρτισης $1.35G + 1.00 P + 1.50Q$ (ULS)

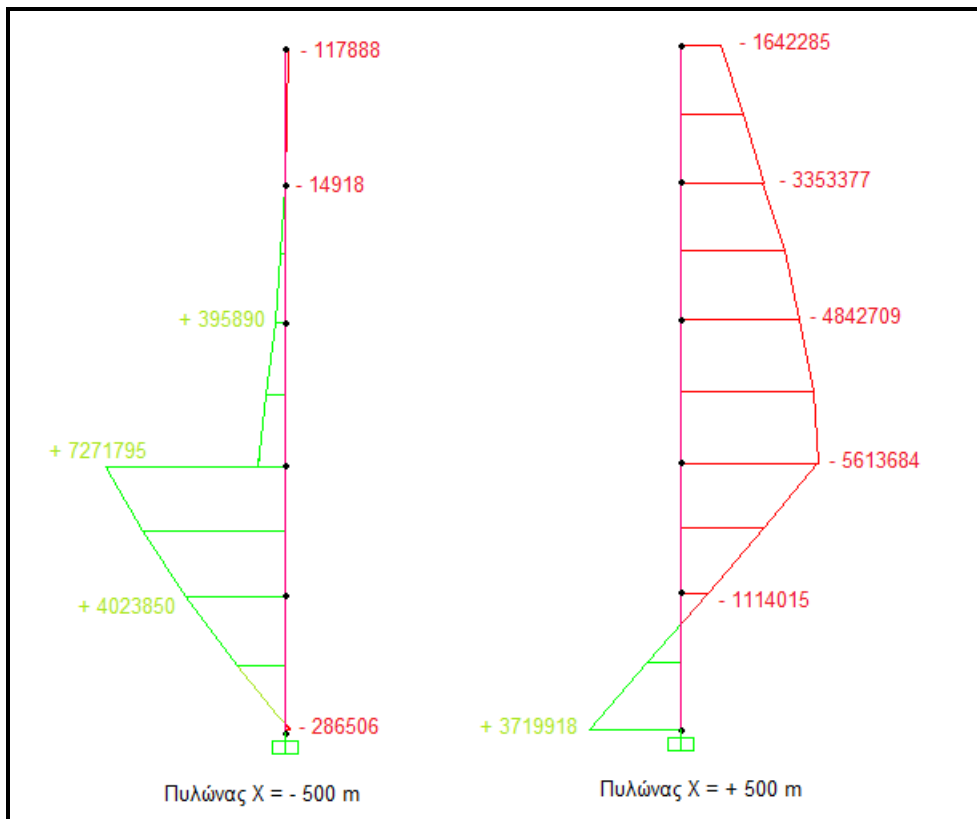
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 5.20 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

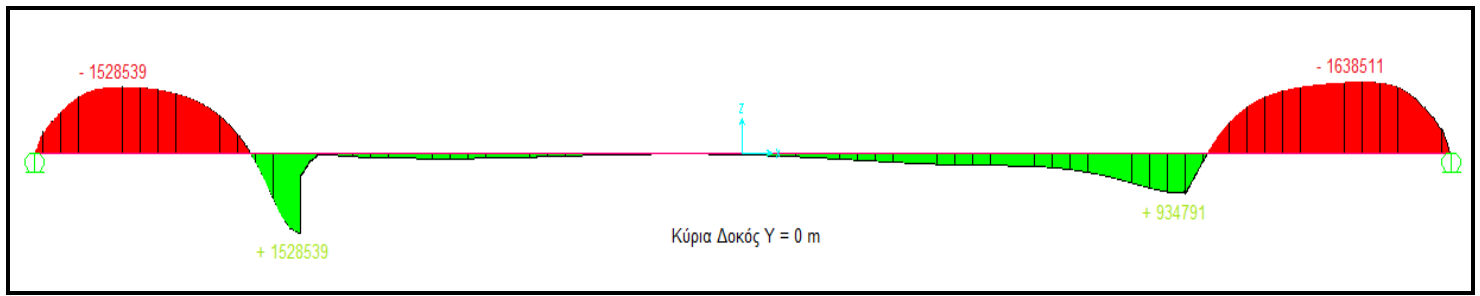


Σχήμα 5.21 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

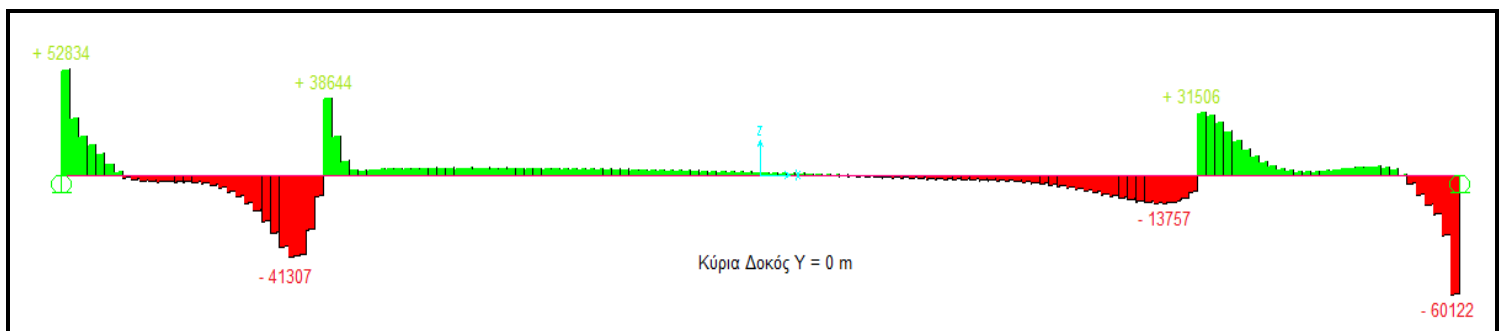


Σχήμα 5.22 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

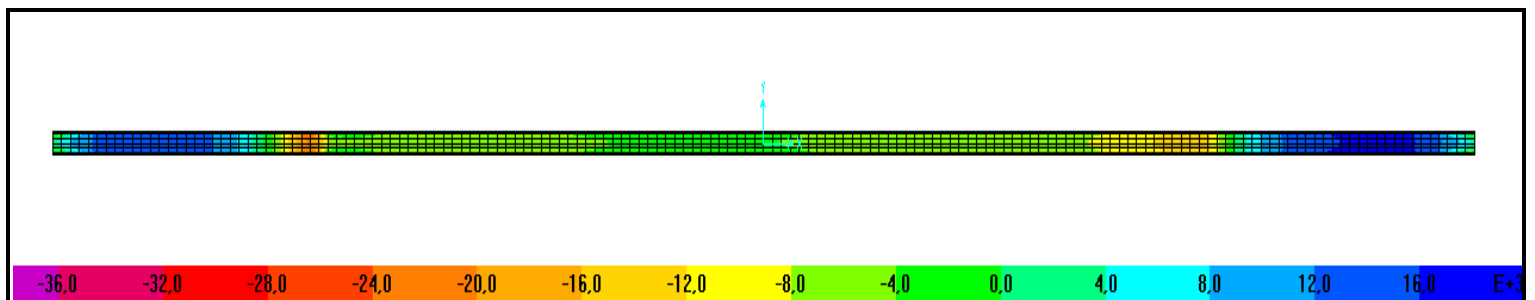


Σχήμα 5.23 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

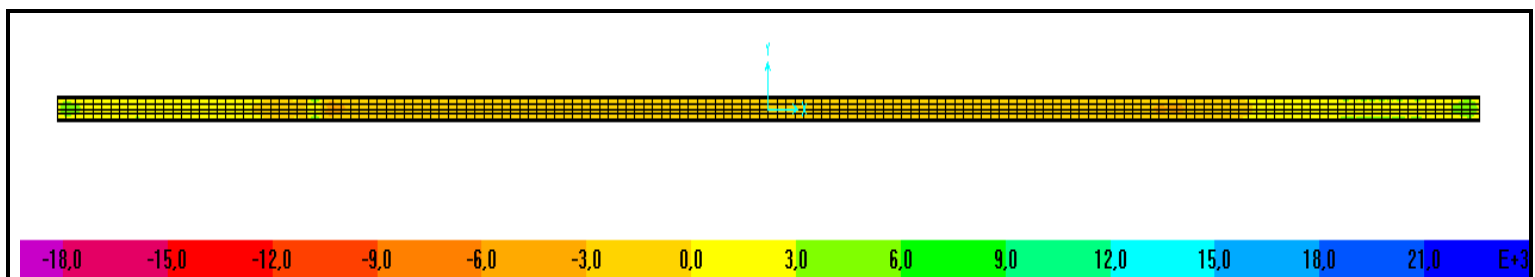


Σχήμα 5.24 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

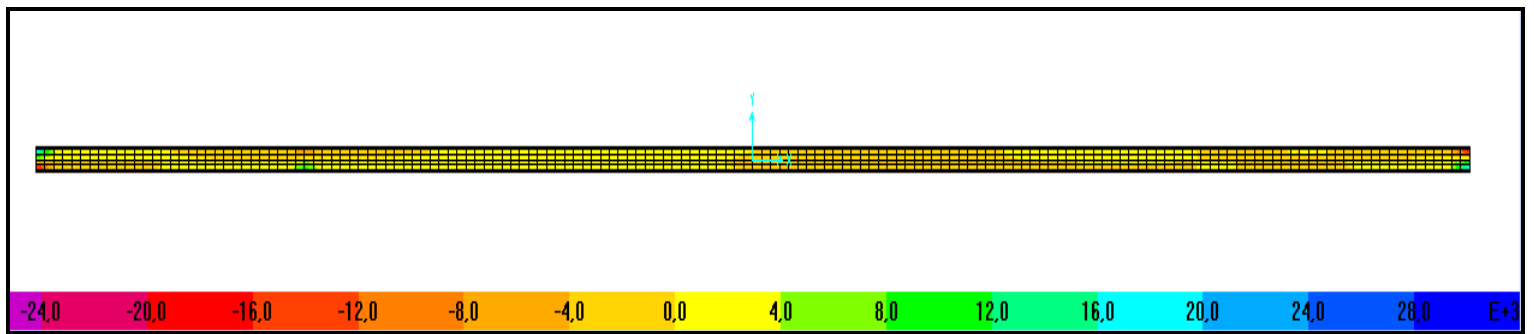
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Καταστρώματος



Σχήμα 5.25 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m²]



Σχήμα 5.26 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m²]



Σχήμα 5.27 Διατμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-2} [kN/m²]

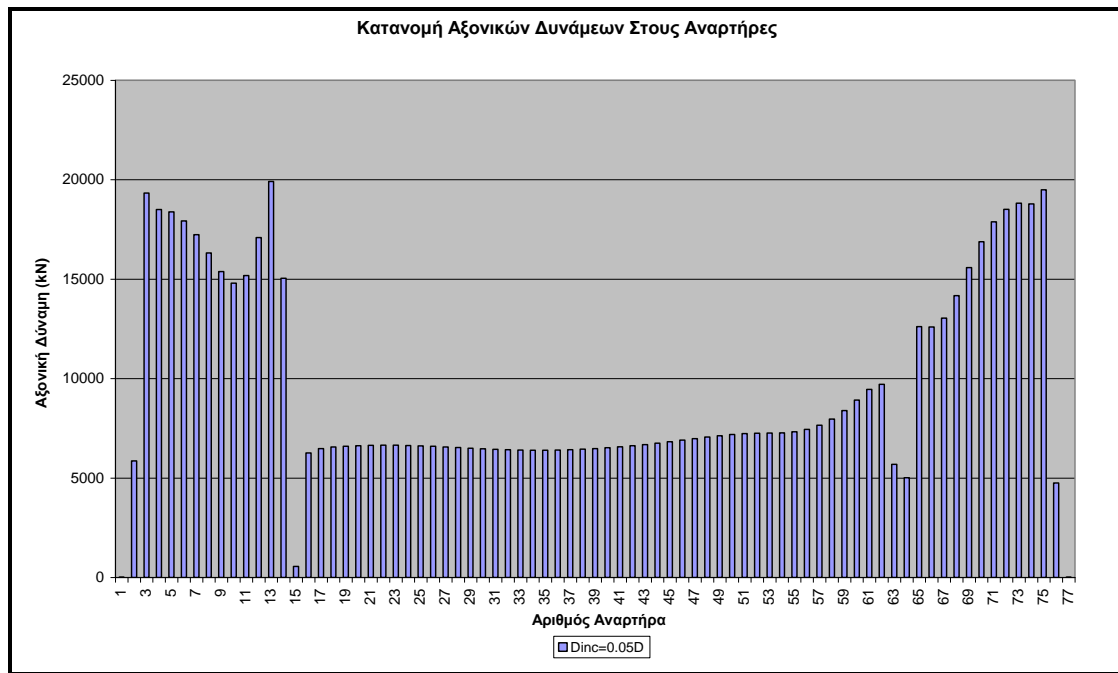
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 5.3 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.05D

Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]

A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	5	21	6645	41	6569	61	9453
2	5857	22	6652	42	6622	62	9713
3	19329	23	6650	43	6682	63	5686
4	18502	24	6639	44	6751	64	5012
5	18386	25	6620	45	6825	65	12613
6	17930	26	6595	46	6904	66	12594
7	17234	27	6565	47	6983	67	13040
8	16319	28	6533	48	7060	68	14169
9	15379	29	6502	49	7129	69	15580
10	14798	30	6472	50	7188	70	16885
11	15183	31	6446	51	7231	71	17883
12	17088	32	6423	52	7255	72	18509
13	19913	33	6407	53	7258	73	18825
14	15048	34	6398	54	7273	74	18784
15	552	35	6396	55	7328	75	19494
16	6261	36	6404	56	7446	76	4747
17	6481	37	6421	57	7652	77	5
18	6564	38	6449	58	7965		
19	6600	39	6484	59	8392		
20	6628	40	6524	60	8919		

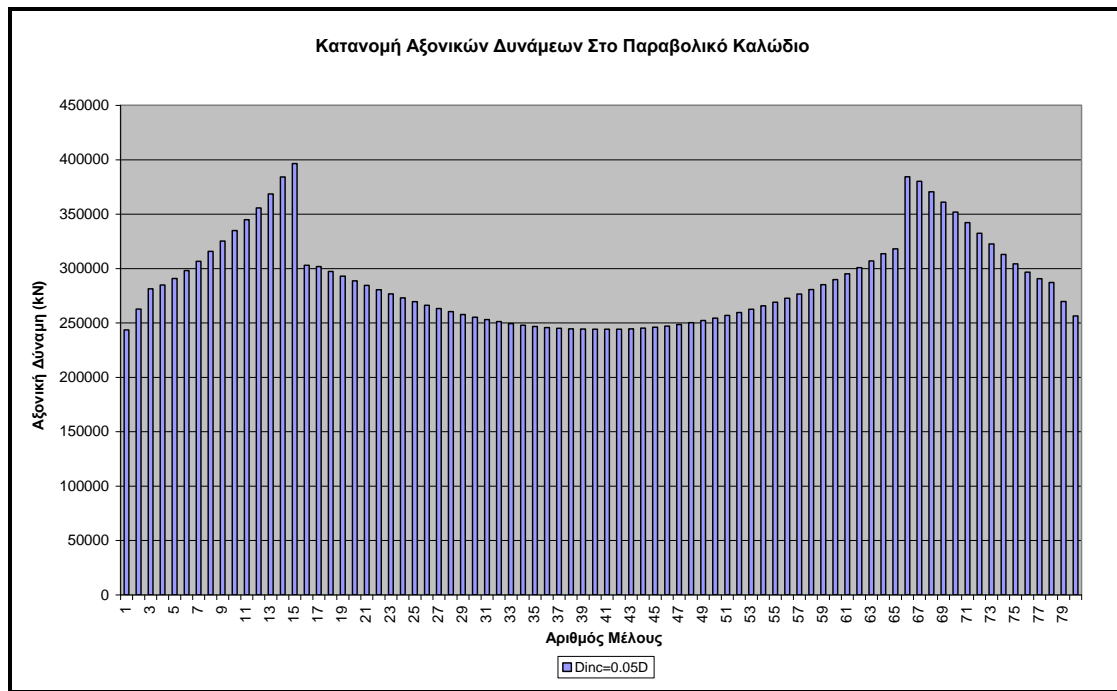


Σχήμα 5.28 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 5.4 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

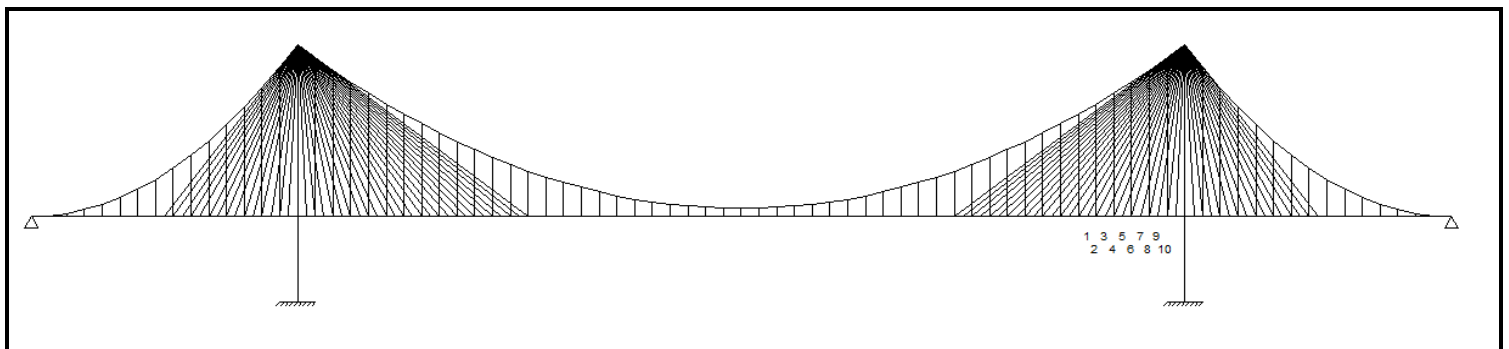
Dinc=0.05D							
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]							
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	243500	21	284462	41	244170	61	295071
2	262718	22	280465	42	244283	62	300778
3	281346	23	276634	43	244588	63	307004
4	284874	24	272979	44	245152	64	313602
5	290781	25	269511	45	245997	65	318067
6	298151	26	266240	46	247122	66	384290
7	306579	27	263174	47	248523	67	380172
8	315719	28	260320	48	250192	68	370398
9	325239	29	257685	49	252128	69	361048
10	334926	30	255274	50	254327	70	351799
11	344868	31	253090	51	256785	71	342257
12	355661	32	251138	52	259498	72	332393
13	368446	33	249422	53	262455	73	322487
14	384050	34	247947	54	265647	74	312949
15	396470	35	246720	55	269059	75	304208
16	302966	36	245747	56	272689	76	296633
17	301715	37	245030	57	276549	77	290616
18	297301	38	244562	58	280667	78	287075
19	292902	39	244303	59	285085	79	269700
20	288611	40	244184	60	289863	80	256400



Σχήμα 5.29 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

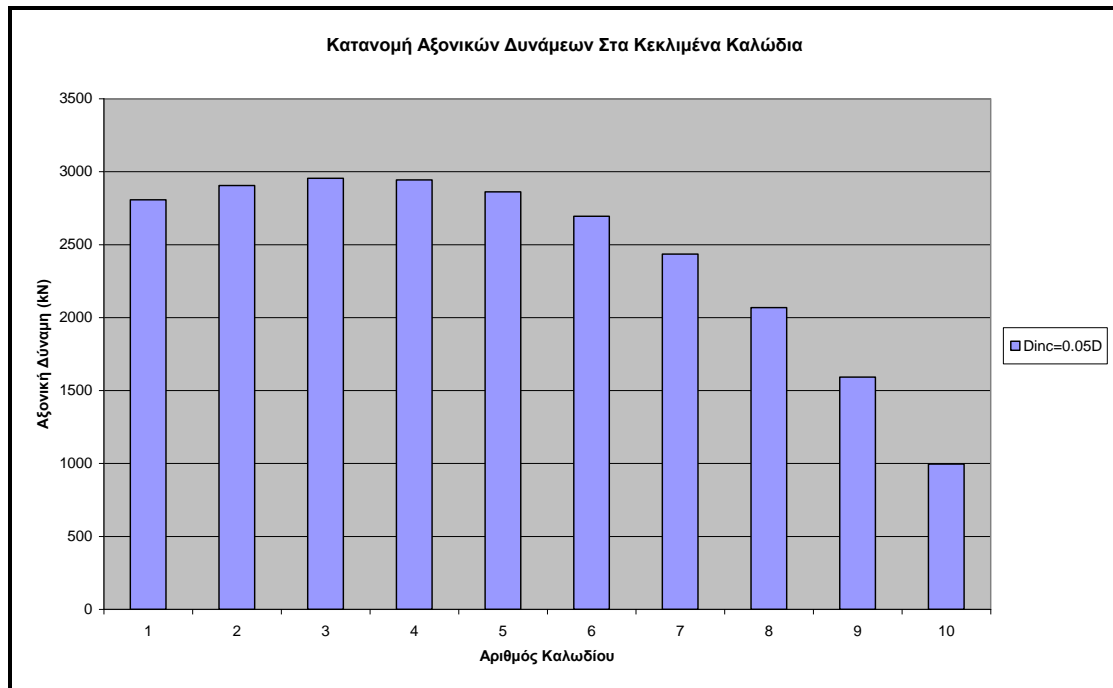
Η εύρεση της κατανομής των αξονικών δυνάμεων στα κεκλιμένα καλώδια έγινε λαμβάνοντας υπόψη μόνο αυτά που καταπονούνται με σημαντικό αξονικό φορτίο. Η αρίθμηση αυτών των καλωδίων είναι εμφανής στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 5.30 Αρίθμηση Κεκλιμένων Καλωδίων

Πίνακας 5.5 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

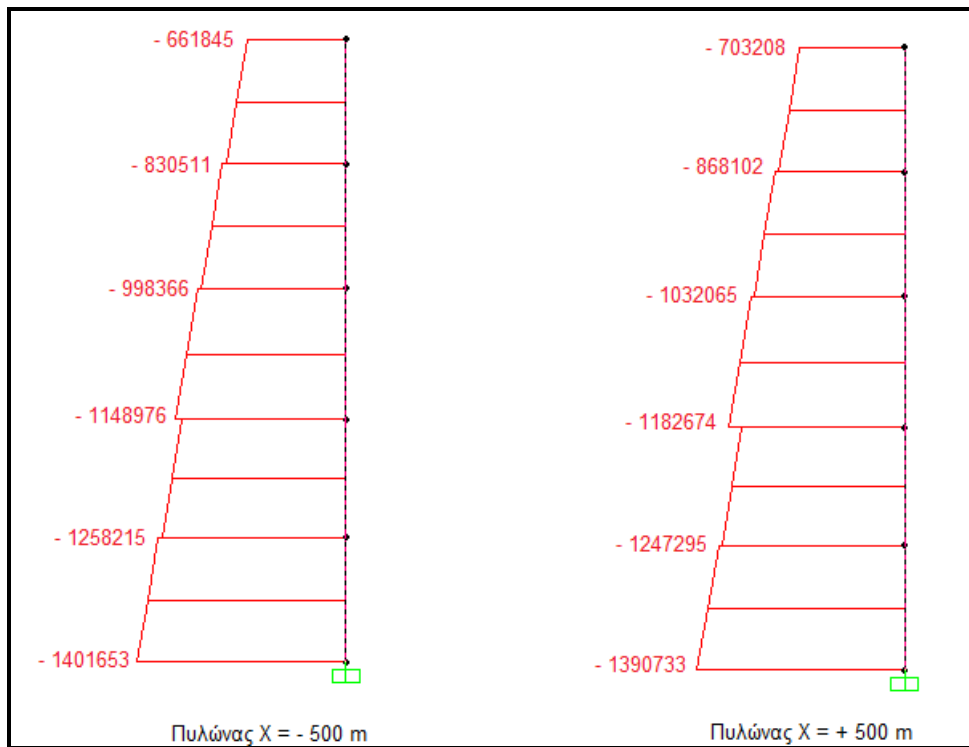
Dinc=0.05D	
A/A	Ninclined [kN]
1	2807
2	2905
3	2954
4	2943
5	2861
6	2694
7	2435
8	2068
9	1592
10	996



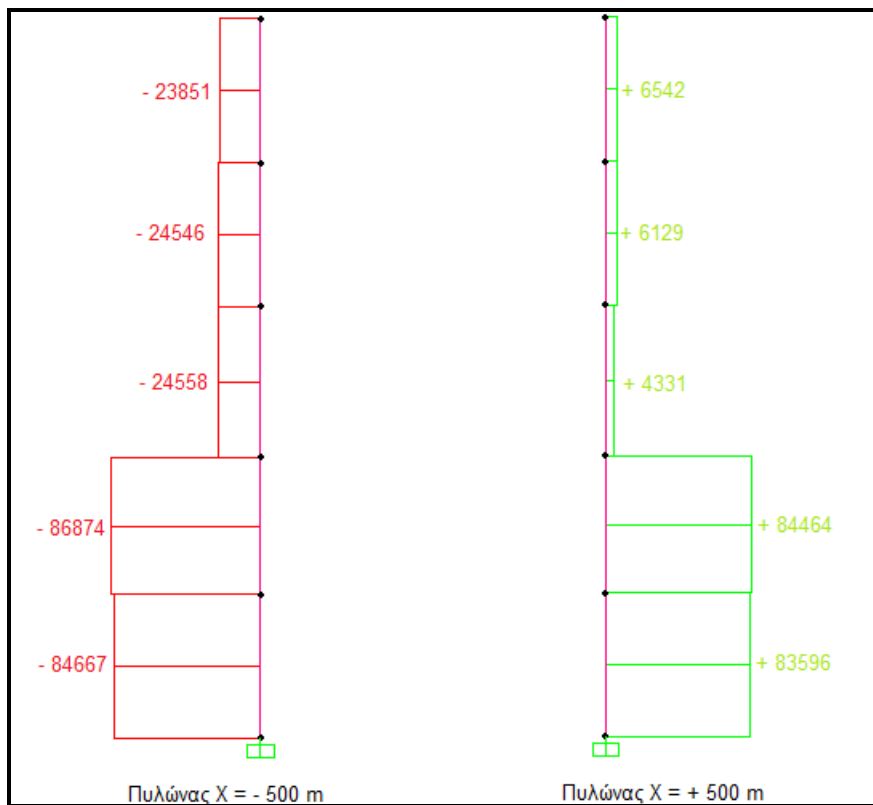
Σχήμα 5.31 Κατανομή Αξονικών Στα Κεκλιμένα Καλώδια

5.1.3 $D_{inclined} = 0.10D = 7.0 \text{ cm}$

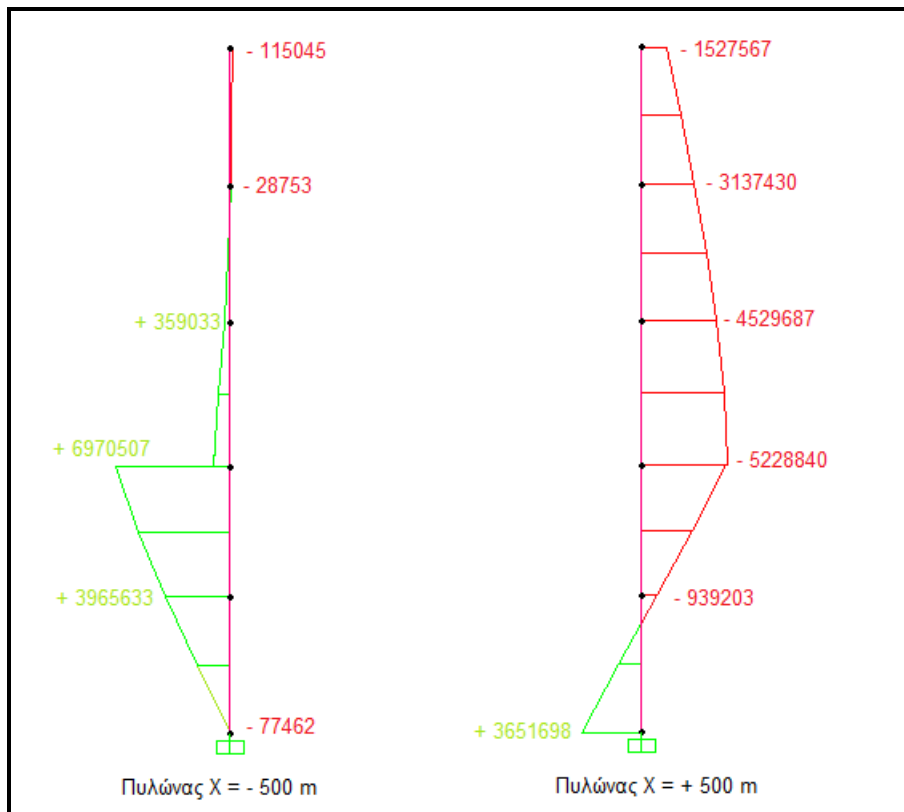
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 5.32 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

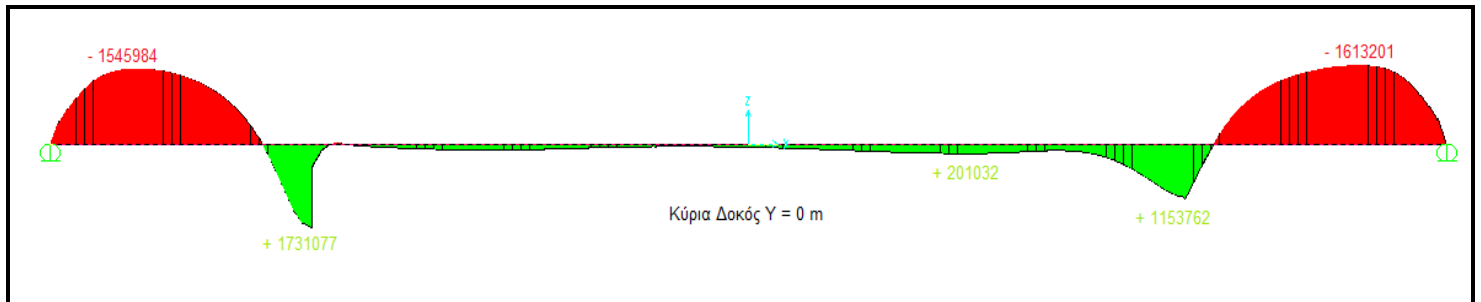


Σχήμα 5.33 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

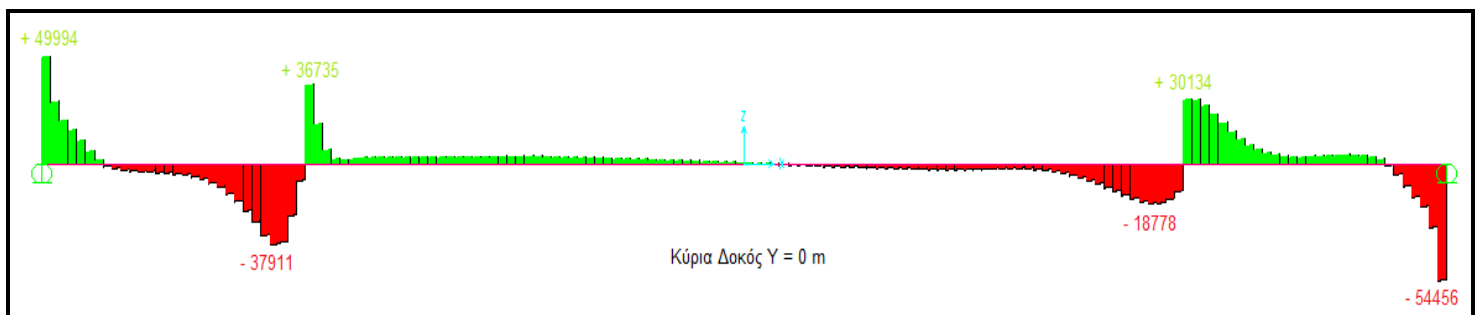


Σχήμα 5.34 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

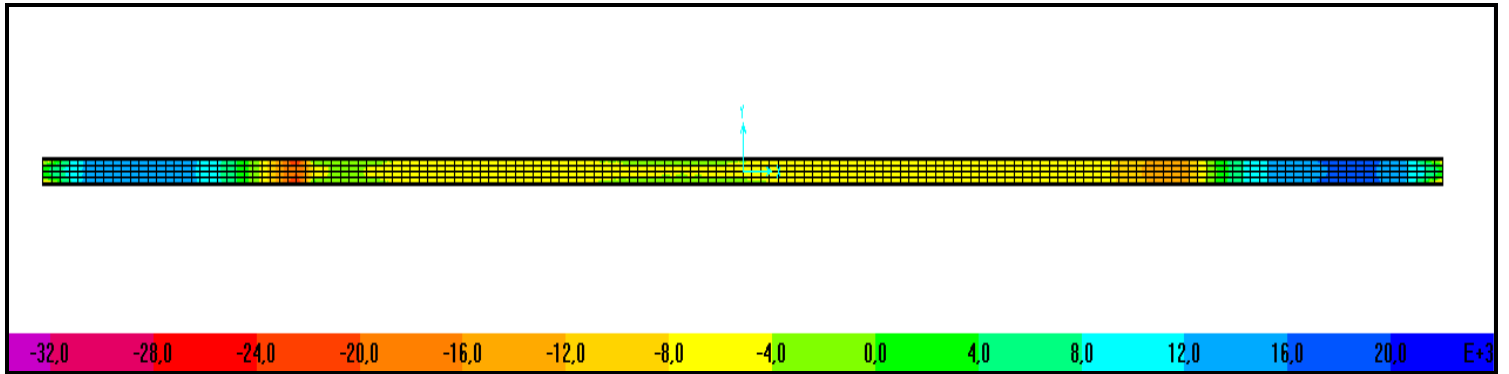


Σχήμα 5.35 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

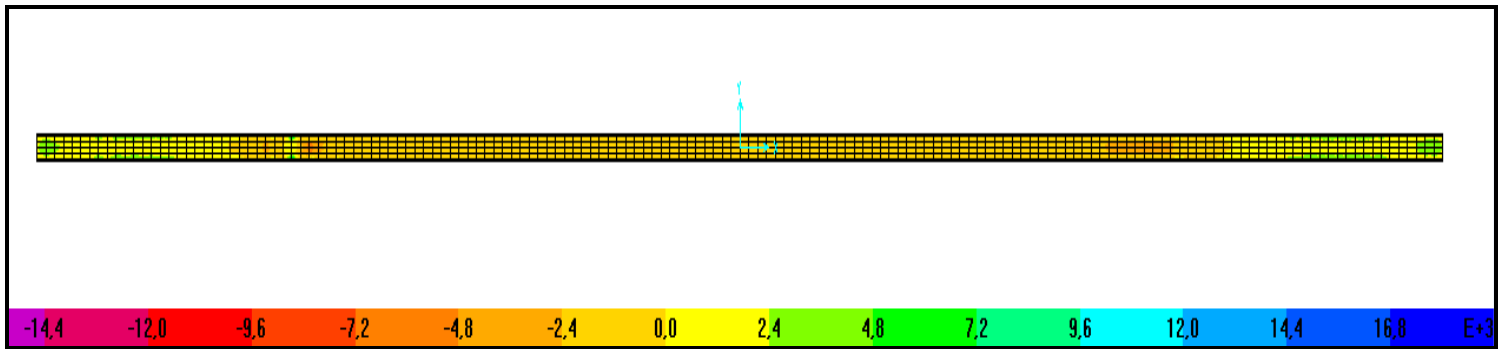


Σχήμα 5.36 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

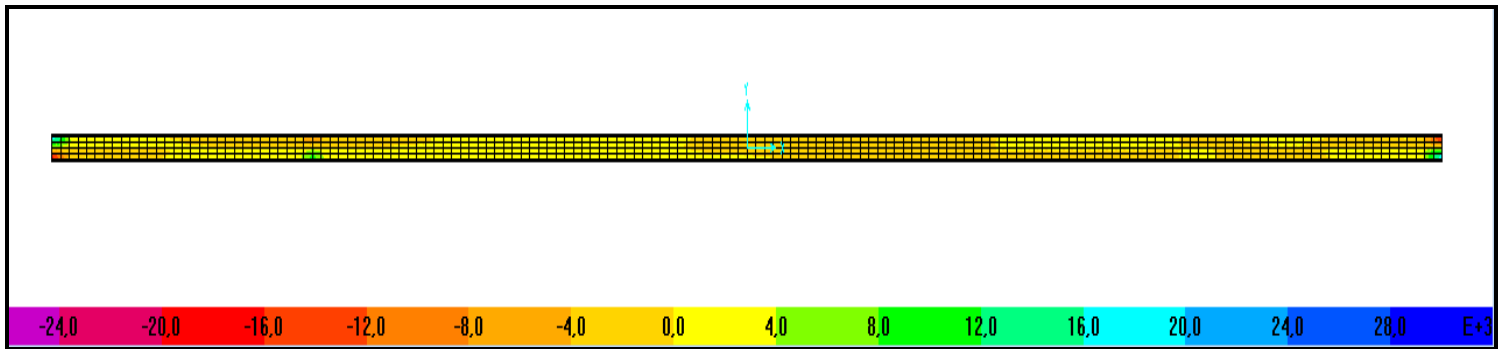
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 5.37 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m^2]



Σχήμα 5.38 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m^2]

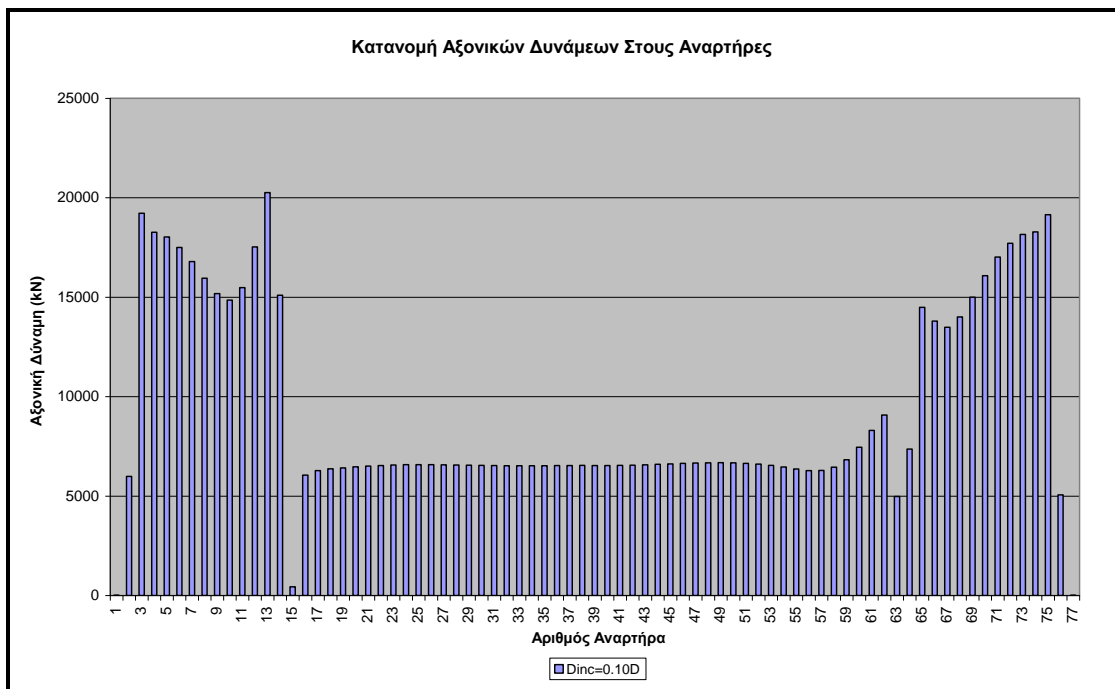


Σχήμα 5.39 Διαμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-2} [kN/m^2]

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 5.6 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.10D							
Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]							
A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	5	21	6506	41	6540	61	8296
2	5985	22	6538	42	6552	62	9076
3	19217	23	6562	43	6571	63	4982
4	18269	24	6577	44	6594	64	7363
5	18032	25	6583	45	6618	65	14493
6	17501	26	6582	46	6641	66	13800
7	16790	27	6573	47	6660	67	13489
8	15952	28	6562	48	6673	68	14003
9	15183	29	6552	49	6677	69	14995
10	14850	30	6542	50	6667	70	16082
11	15485	31	6533	51	6646	71	17023
12	17527	32	6527	52	6608	72	17712
13	20256	33	6524	53	6547	73	18157
14	15101	34	6524	54	6466	74	18286
15	433	35	6527	55	6363	75	19148
16	6049	36	6532	56	6279	76	5063
17	6276	37	6537	57	6292	77	5
18	6368	38	6539	58	6457		
19	6419	39	6538	59	6829		
20	6467	40	6537	60	7454		

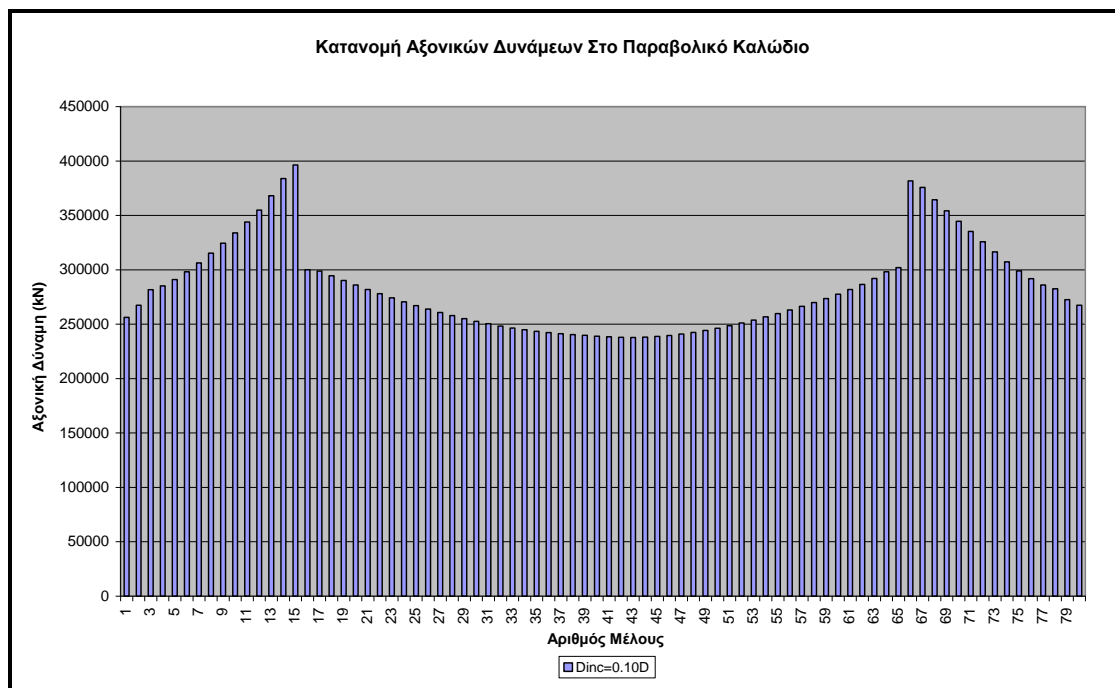


Σχήμα 5.40 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 5.7 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.10D							
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]							
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	256254	21	281878	41	238329	61	281744
2	267420	22	277943	42	237887	62	286535
3	281638	23	274155	43	237765	63	291981
4	285130	24	270525	44	238024	64	298078
5	290942	25	267063	45	238653	65	302018
6	298138	26	263780	46	239615	66	381692
7	306322	27	260685	47	240877	67	375622
8	315175	28	257787	48	242416	68	364353
9	324423	29	255093	49	244215	69	354100
10	333934	30	252609	50	246260	70	344556
11	343866	31	250337	51	248540	71	335172
12	354843	32	248282	52	251041	72	325737
13	367942	33	246445	53	253751	73	316361
14	383812	34	244828	54	256657	74	307334
15	396281	35	243430	55	259738	75	299011
16	299917	36	242243	56	262976	76	291736
17	298735	37	241252	57	266351	77	285903
18	294437	38	240417	58	269860	78	282450
19	290144	39	239675	59	273539	79	272426
20	285948	40	238968	60	277463	80	267352

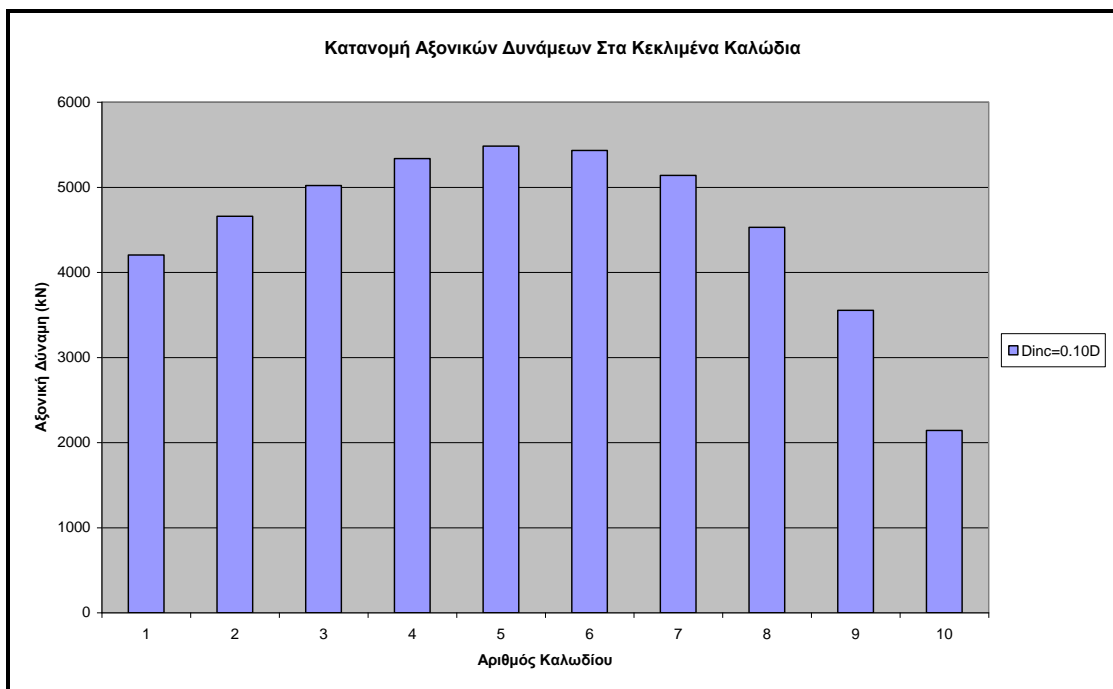


Σχήμα 5.41 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 5.8 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

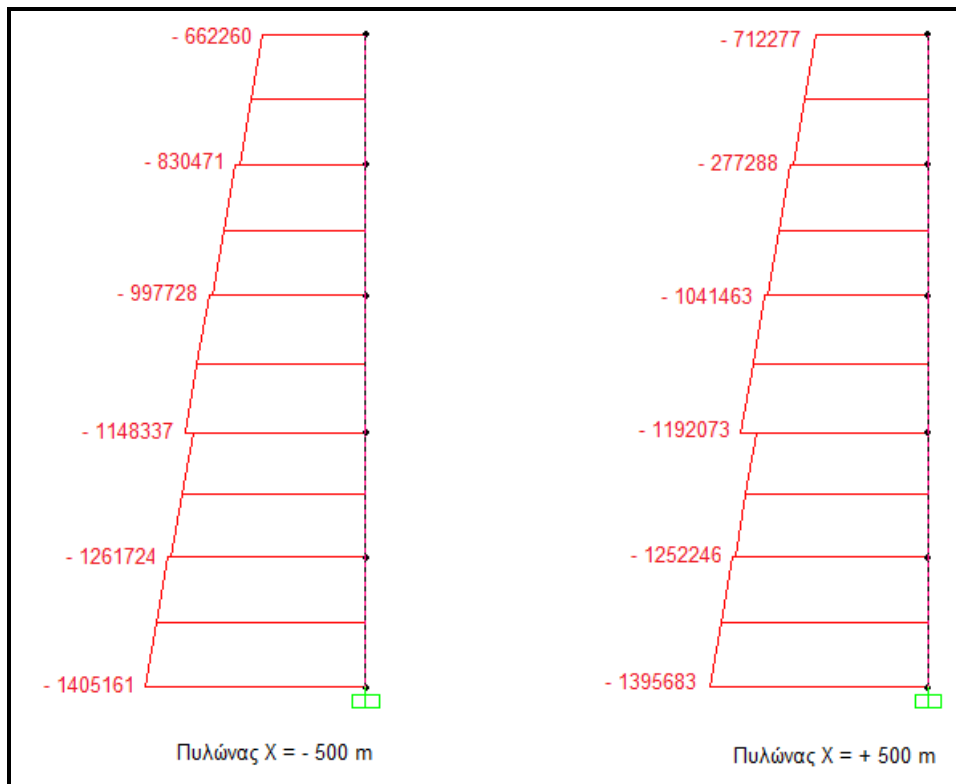
Dinc=0.10D	
A/A	Ninclined [kN]
1	4204
2	4659
3	5020
4	5336
5	5483
6	5433
7	5139
8	4530
9	3554
10	2143



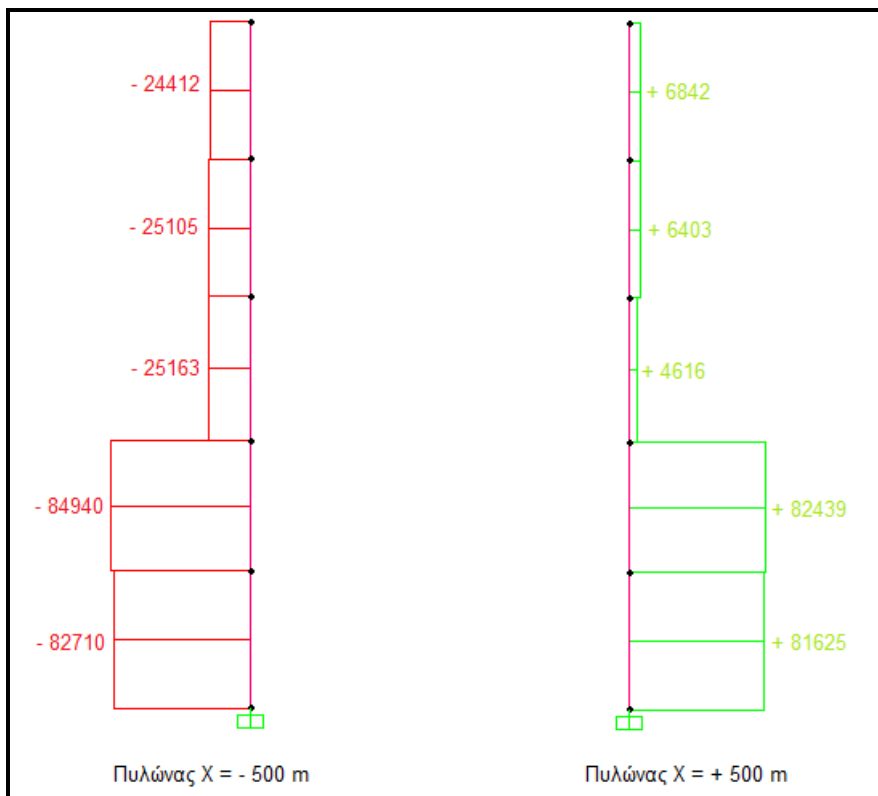
Σχήμα 5.42 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

5.1.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 10.5 \text{ cm}$

➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων

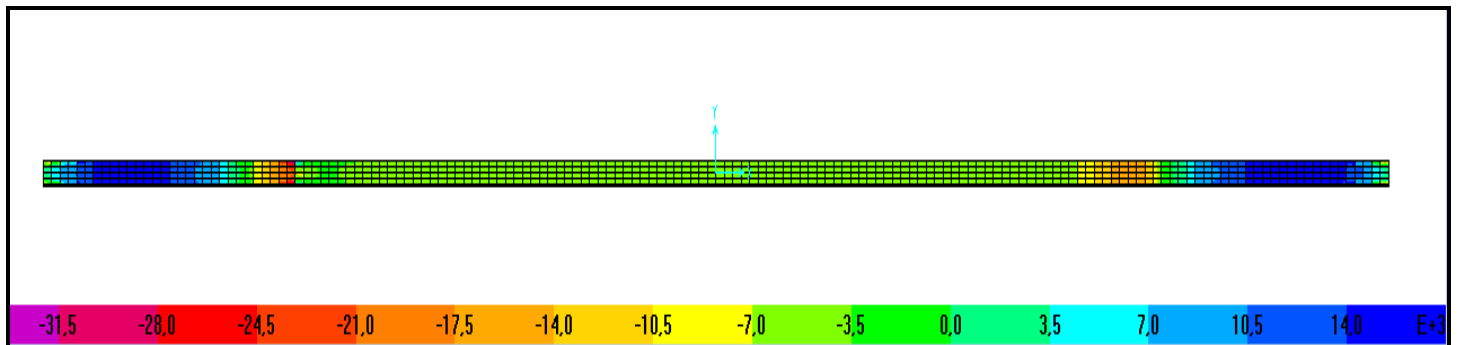


Σχήμα 5.43 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

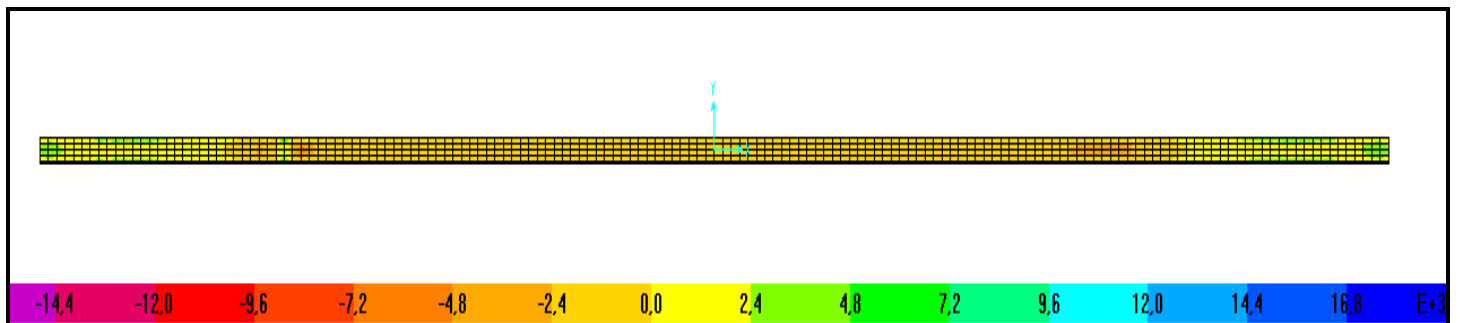


Σχήμα 5.44 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

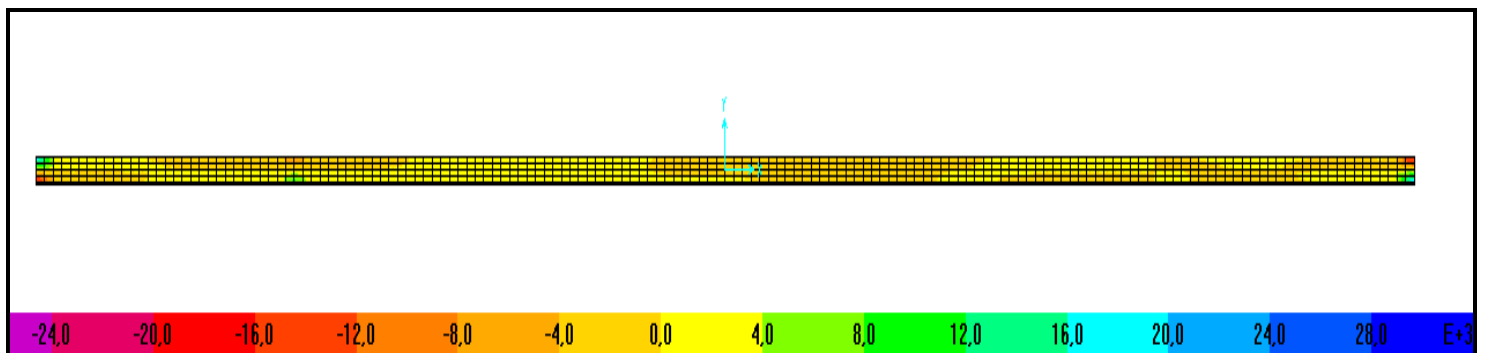
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 5.48 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{1-1} [kN/m^2]



Σχήμα 5.49 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m^2]

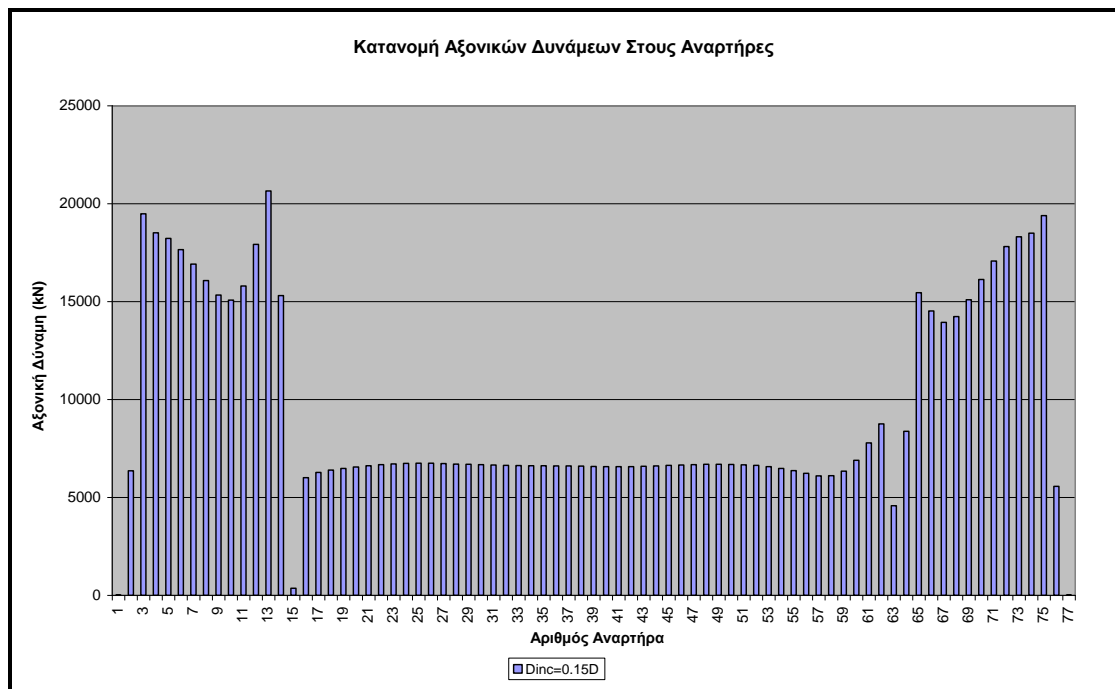


Σχήμα 5.50 Διαμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S_{2-2} [kN/m^2]

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 5.9 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.15D							
Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]							
A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	5	21	6618	41	6569	61	7779
2	6357	22	6671	42	6575	62	8753
3	19483	23	6710	43	6589	63	4574
4	18510	24	6735	44	6610	64	8376
5	18229	25	6746	45	6633	65	15449
6	17656	26	6743	46	6657	66	14523
7	16910	27	6725	47	6676	67	13934
8	16071	28	6705	48	6690	68	14234
9	15334	29	6689	49	6695	69	15095
10	15070	30	6670	50	6685	70	16129
11	15798	31	6653	51	6667	71	17073
12	17920	32	6638	52	6633	72	17807
13	20644	33	6626	53	6569	73	18307
14	15301	34	6618	54	6480	74	18493
15	365	35	6613	55	6366	75	19386
16	6010	36	6609	56	6231	76	5564
17	6280	37	6605	57	6103	77	5
18	6398	38	6597	58	6110		
19	6479	39	6585	59	6342		
20	6555	40	6573	60	6893		



Σχήμα 5.51 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

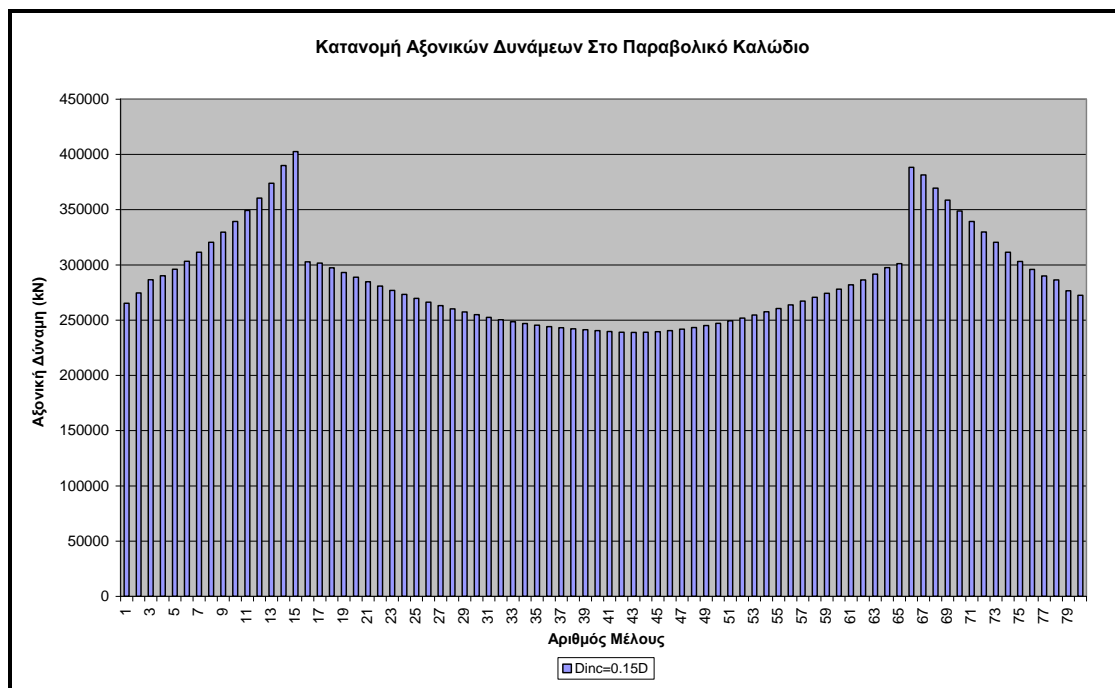
➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 5.10 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.15D

Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]

A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	265237	21	284723	41	239658	61	281958
2	274628	22	280731	42	239064	62	286422
3	286551	23	276876	43	238823	63	291548
4	290103	24	273170	44	238997	64	297420
5	295981	25	269629	45	239566	65	301086
6	303238	26	266266	46	240487	66	388257
7	311469	27	263093	47	241720	67	381375
8	320354	28	260121	48	243238	68	369376
9	329635	29	257361	49	245022	69	358607
10	339202	30	254816	50	247056	70	348779
11	349244	31	252489	51	249329	71	339278
12	360408	32	250383	52	251826	72	329819
13	373768	33	248499	53	254536	73	320453
14	389914	34	246836	54	257443	74	311433
15	402523	35	245390	55	260527	75	303091
16	302792	36	244150	56	263767	76	295775
17	301644	37	243094	57	267139	77	289888
18	297362	38	242173	58	270622	78	286378
19	293058	39	241315	59	274206	79	276542
20	288835	40	240460	60	277946	80	272451

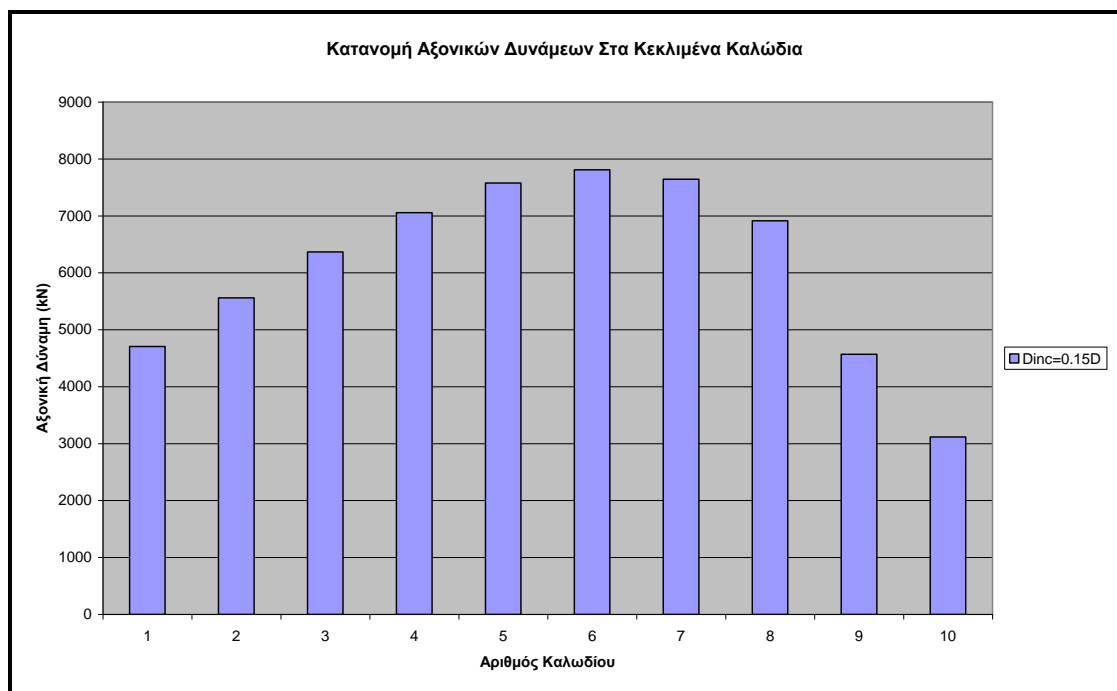


Σχήμα 5.52 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 5.11 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

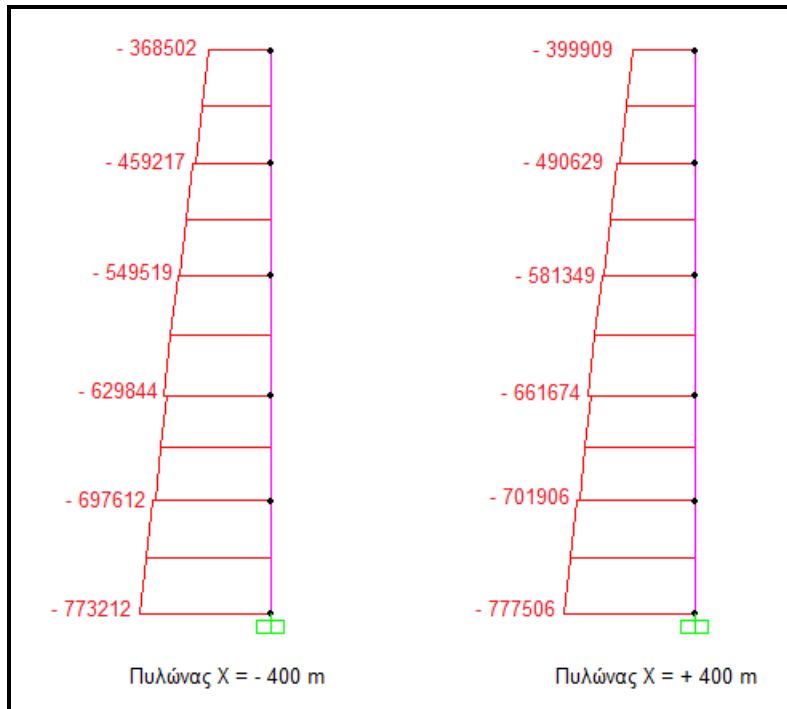
Dinc=0.15D	
A/A	Ninclined [kN]
1	4706
2	5559
3	6365
4	7057
5	7578
6	7809
7	7644
8	6912
9	4568
10	3115



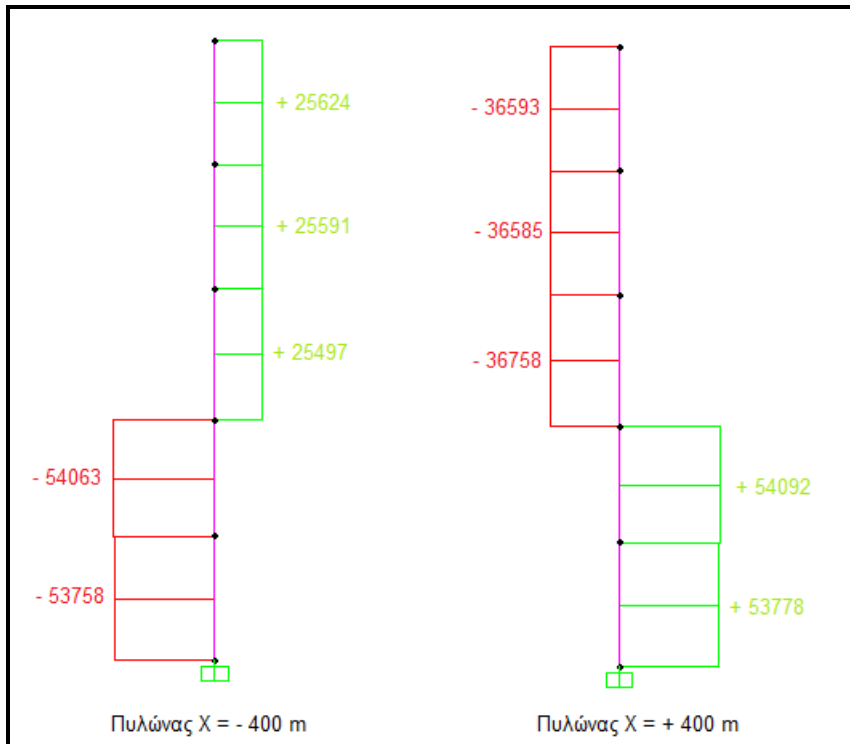
Σχήμα 5.53 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

5.1.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 12.0 \text{ cm}$

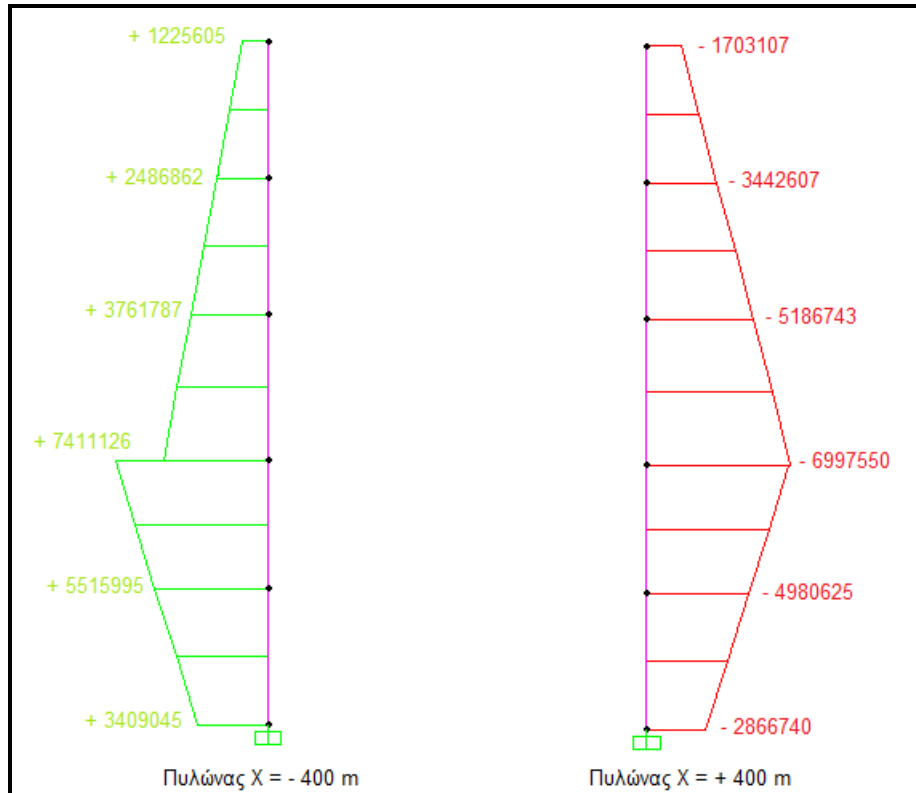
➤ Εντατική Κατάσταση Πυλώνων



Σχήμα 5.54 Διαγράμματα Αξονικών Δυνάμεων Πυλώνων [kN]

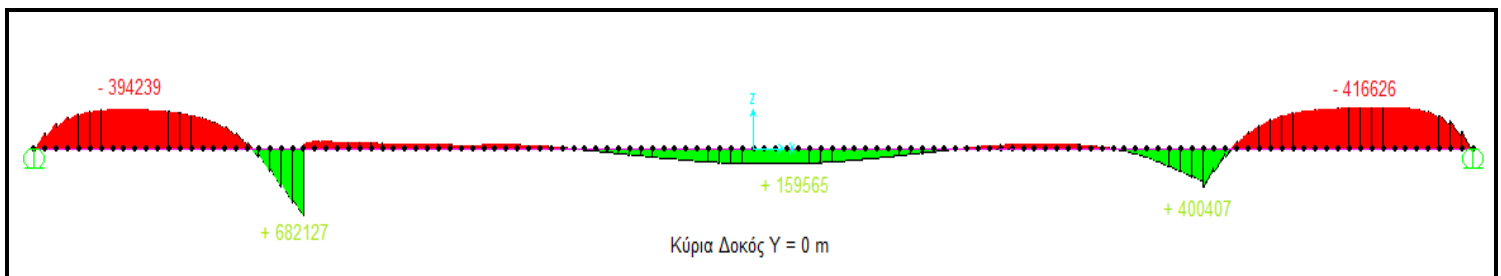


Σχήμα 5.55 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Πυλώνων F_{2-2} [kN]

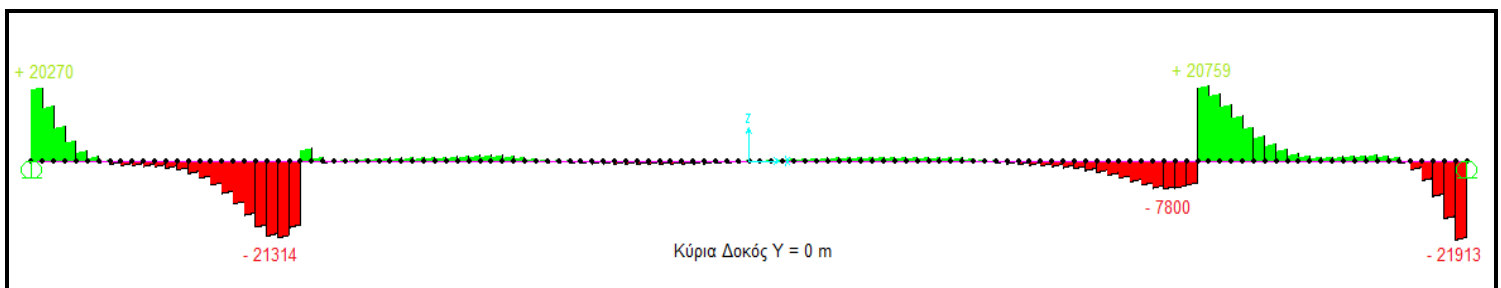


Σχήμα 5.56 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Πυλώνων M_{3-3} [kN m]

➤ Εντατική Κατάσταση Κύριας Δοκού

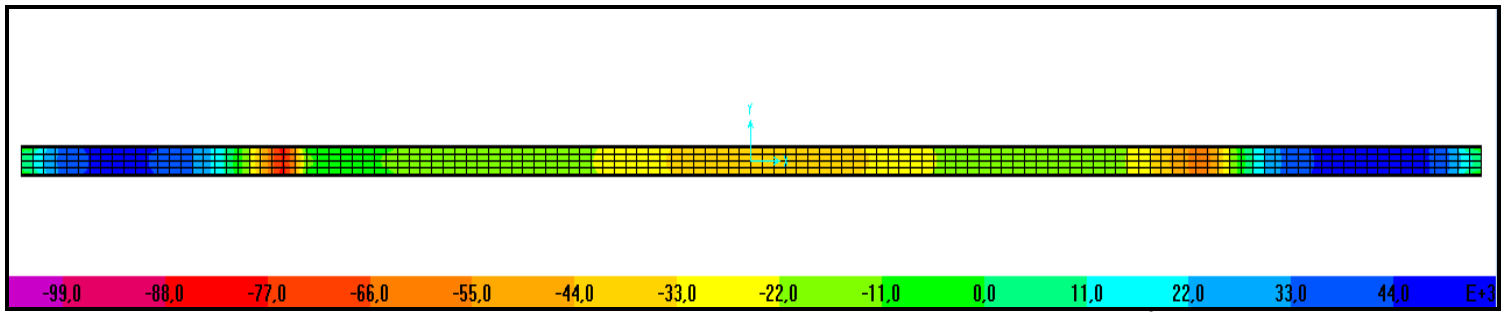


Σχήμα 5.57 Διαγράμματα Καμπτικών Ροπών Κύριας Δοκού M_{3-3} [kN m]

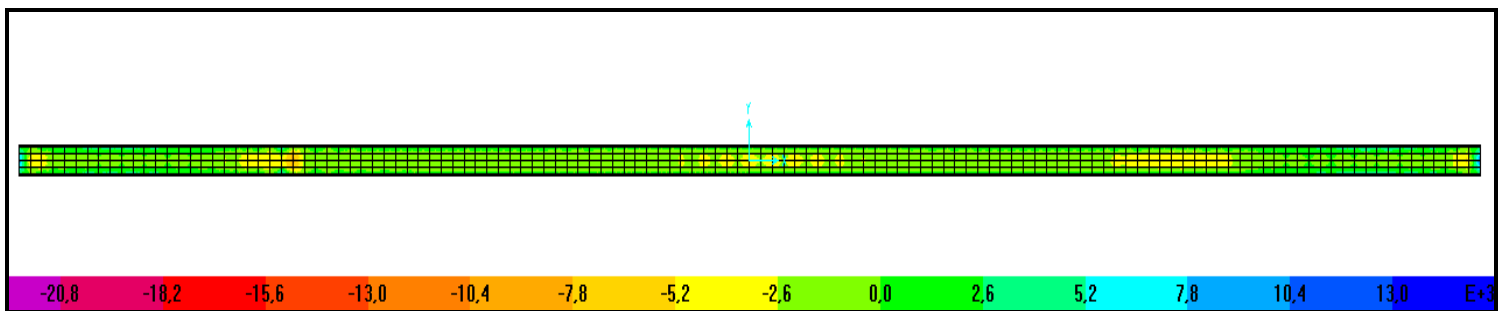


Σχήμα 5.58 Διαγράμματα Τεμνουσών Δυνάμεων Κύριας Δοκού F_{2-2} [kN]

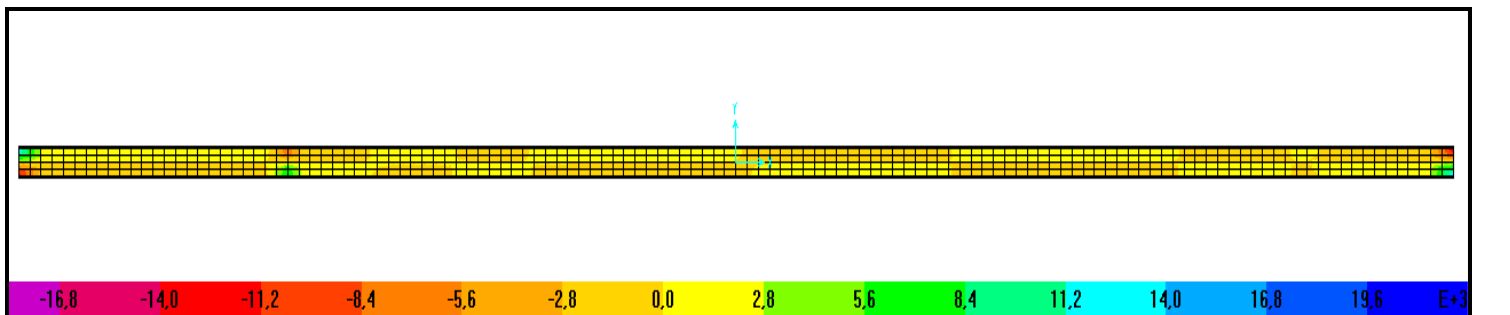
➤ Εντατική Κατάσταση Πλάκας Σκυροδέματος



Σχήμα 5.59 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S₁₋₁ [kN/m²]



Σχήμα 5.60 Ορθές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S₂₋₂ [kN/m²]

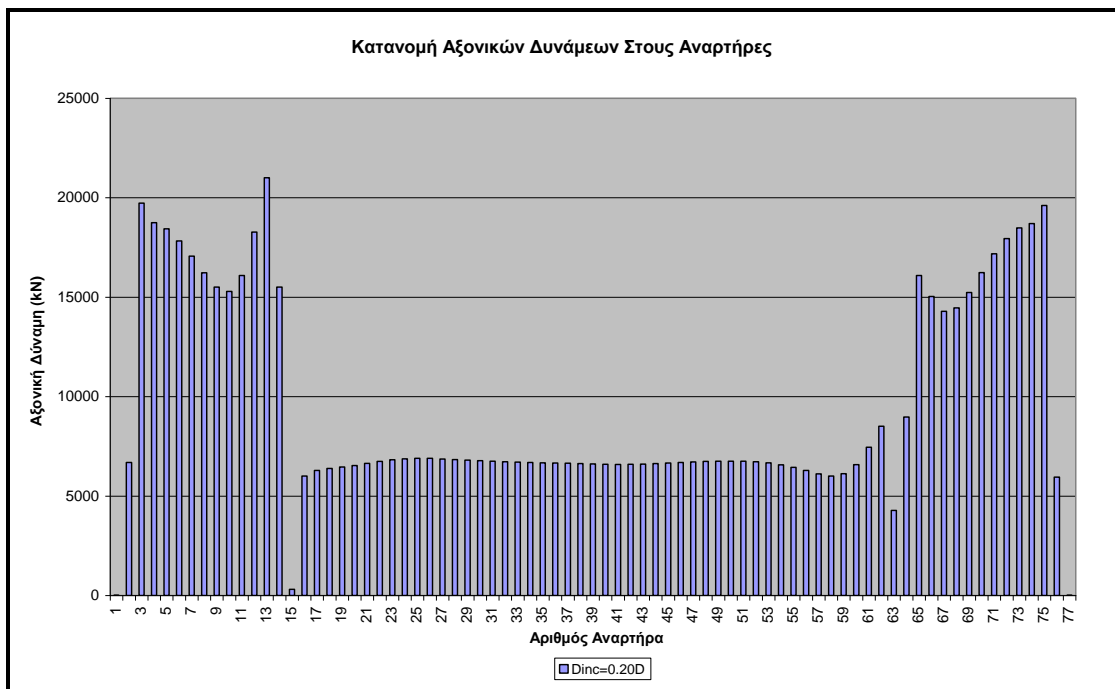


Σχήμα 5.61 Διαμητικές Τάσεις Πλάκας Καταστρώματος S₂₋₂ [kN/m²]

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

Πίνακας 5.12 Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων

Dinc=0.20D							
Αξονικές Δυνάμεις Αναρτήρων Nvertical [kN]							
A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]	A/A	Nvertical [kN]
1	5	21	6643	41	6590	61	7455
2	6688	22	6746	42	6595	62	8510
3	19730	23	6823	43	6611	63	4274
4	18745	24	6872	44	6634	64	8976
5	18434	25	6896	45	6662	65	16088
6	17832	26	6895	46	6692	66	15036
7	17062	27	6865	47	6719	67	14285
8	16223	28	6833	48	6742	68	14458
9	15509	29	6809	49	6757	69	15239
10	15293	30	6778	50	6756	70	16238
11	16086	31	6750	51	6749	71	17181
12	18272	32	6724	52	6728	72	17945
13	21003	33	6703	53	6667	73	18482
14	15504	34	6685	54	6572	74	18705
15	312	35	6672	55	6446	75	19615
16	6008	36	6661	56	6289	76	5954
17	6285	37	6649	57	6112	77	5
18	6390	38	6634	58	6009		
19	6460	39	6615	59	6126		
20	6533	40	6598	60	6582		

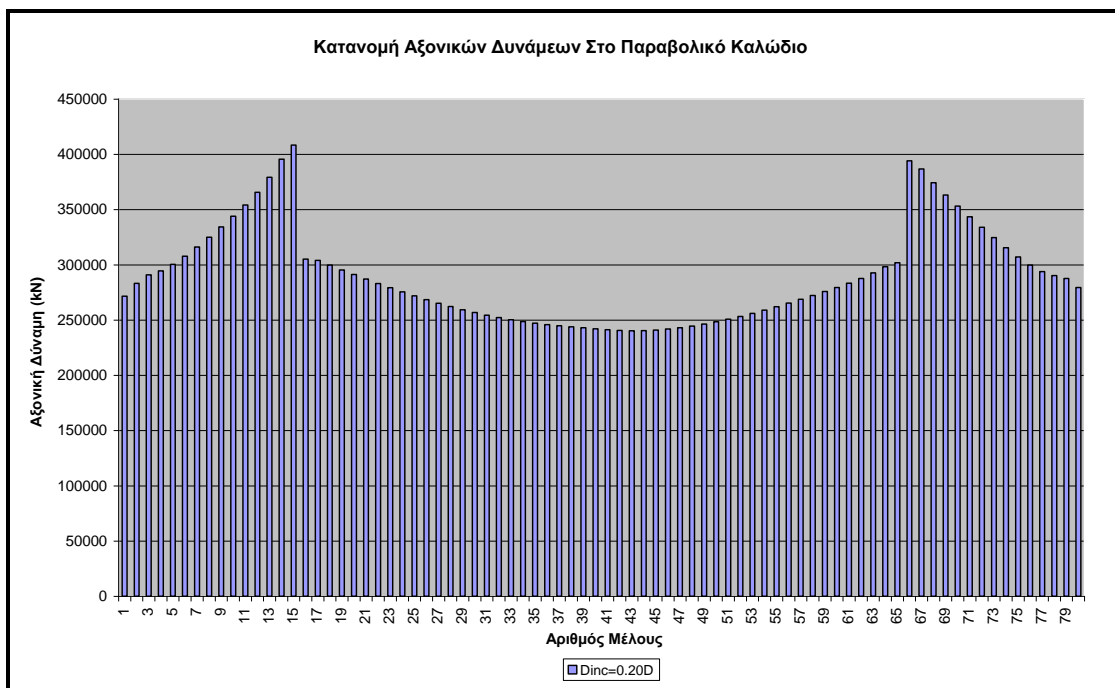


Σχήμα 5.62 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

Πίνακας 5.13 Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου

Dinc=0.20D							
Αξονικές Δυνάμεις Μελών Παραβολικού Καλωδίου Nparabolic [kN]							
A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]	A/A	Nparabolic [kN]
1	271568	21	287103	41	241266	61	283444
2	283246	22	283118	42	240612	62	287735
3	290955	23	279243	43	240321	63	292669
4	294563	24	275495	44	240457	64	298382
5	300506	25	271895	45	241000	65	301855
6	307831	26	268465	46	241903	66	394165
7	316125	27	265225	47	243125	67	386810
8	325066	28	262189	48	244637	68	374329
9	334407	29	259374	49	246421	69	363198
10	344054	30	256783	50	248462	70	353148
11	354216	31	254415	51	250747	71	343526
12	365557	32	252276	52	253262	72	334008
13	379155	33	250364	53	255997	73	324609
14	395559	34	248678	54	258939	74	315557
15	408313	35	247212	55	262062	75	307170
16	305138	36	245954	56	265341	76	299799
17	304019	37	244877	57	268751	77	293854
18	299737	38	243930	58	272263	78	290291
19	295429	39	243035	59	275853	79	287653
20	291209	40	242129	60	279545	80	279465

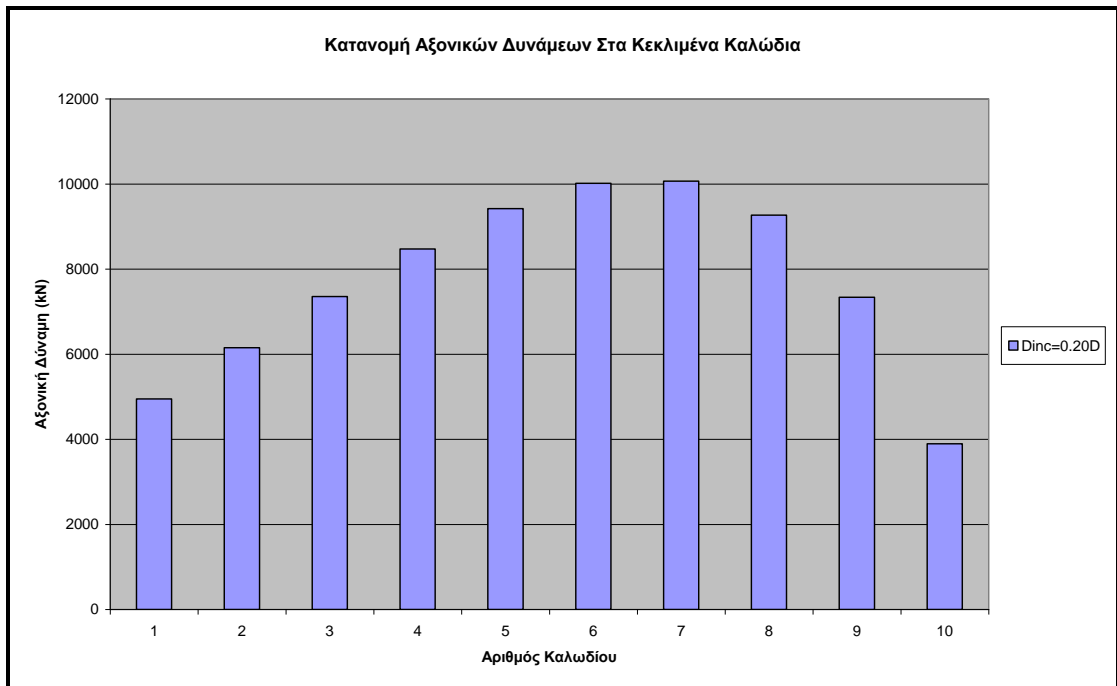


Σχήμα 5.63 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

Πίνακας 5.14 Αξονικές Δυνάμεις Κεκλιμένων Καλωδίων

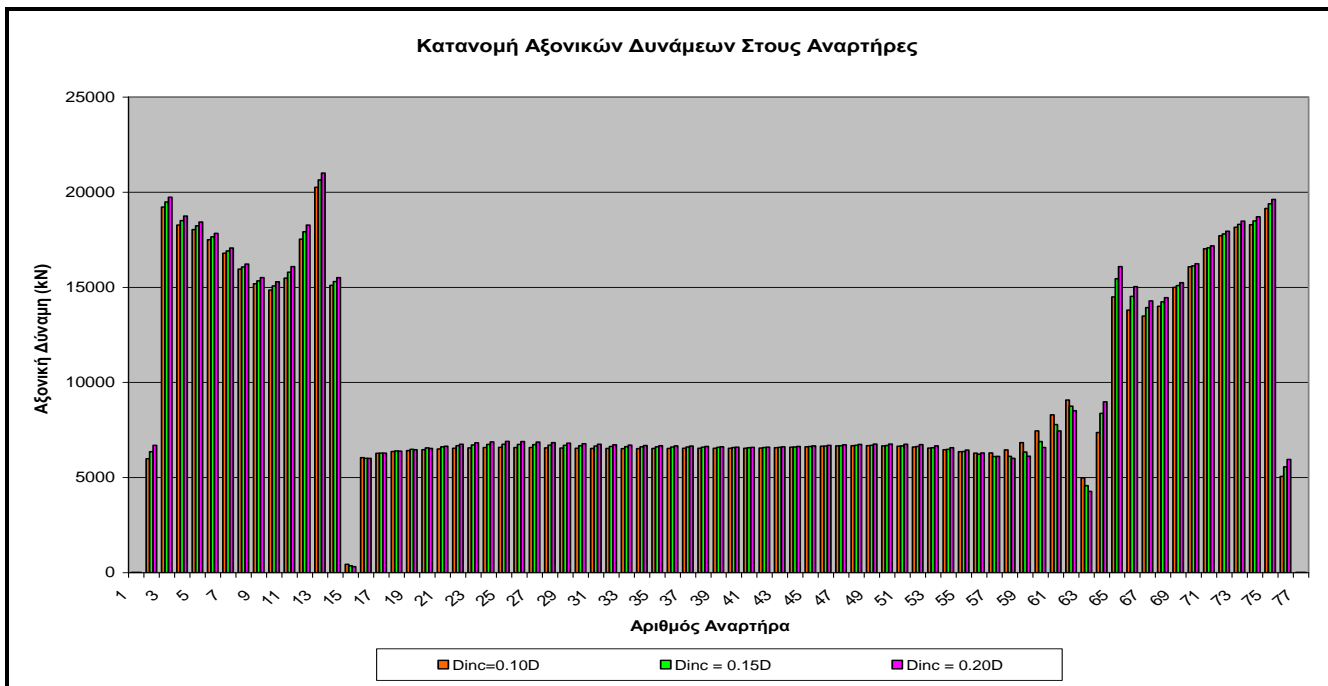
A/A	Dinc=0.20D Ninclined [kN]
1	4948
2	6152
3	7356
4	8470
5	9421
6	10016
7	10068
8	9266
9	7338
10	3895



Σχήμα 5.64 Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

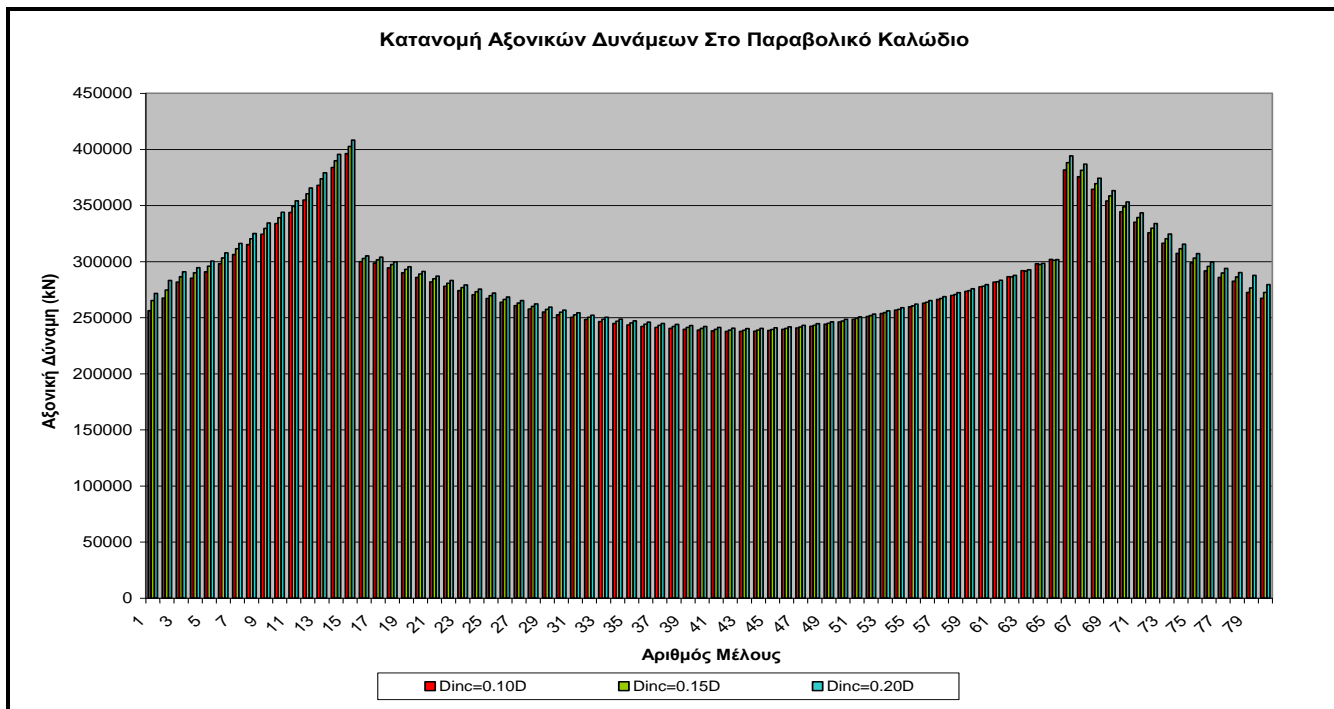
5.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Στατικών Αναλύσεων

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στους Αναρτήρες



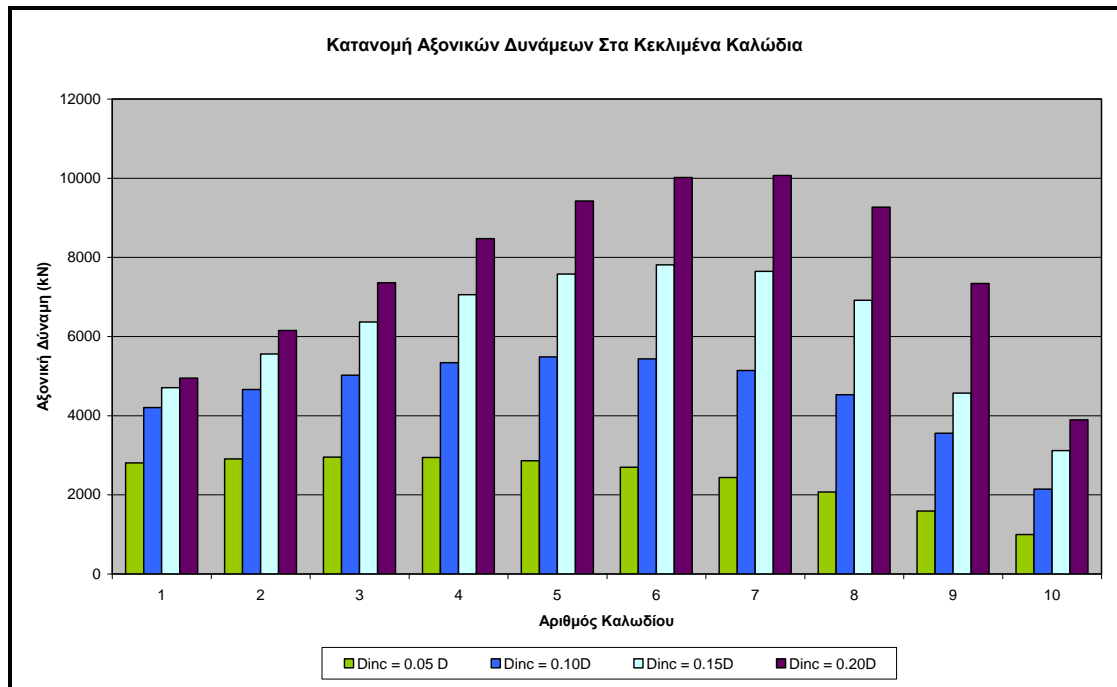
Σχήμα 5.65 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο



Σχήμα 5.66 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στο Παραβολικό Καλώδιο

➤ Κατανομή Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια



Σχήμα 5.67 Συγκριτική Απεικόνιση Κατανομής Αξονικών Δυνάμεων Στα Κεκλιμένα Καλώδια

5.3 Αποτελέσματα Ιδιομορφικών Αναλύσεων

5.3.1 $D_{inclined} = 0 \text{ cm}$

Πίνακας 5.15 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

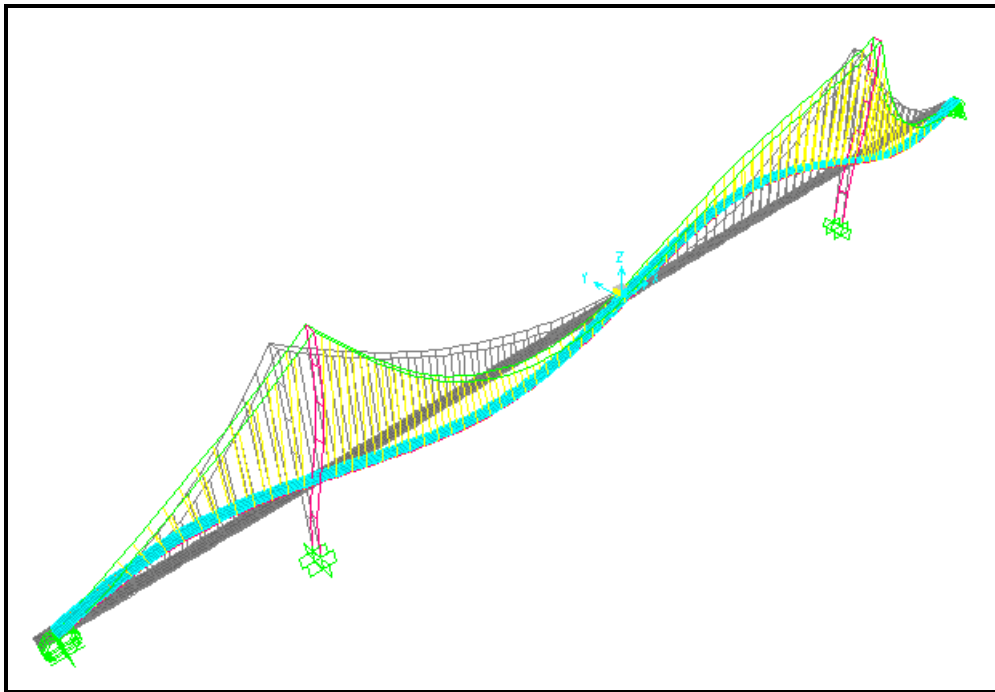
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	120,26	2,407E-11	0,69693	3,63E-09	2,407E-11	0,69693	3,63E-09
Mode	2	60,49	1,15E-09	0,00664	8,433E-09	1,174E-09	0,70356	1,21E-08
Mode	3	29,16	0,57814	3,122E-07	0,00012	0,57814	0,70356	0,00012
Mode	4	28,87	0,00003912	0,00548	1,559E-08	0,57817	0,70905	0,00012
Mode	5	23,39	0,02279	2,304E-08	0,03925	0,60097	0,70905	0,03937
Mode	6	15,39	0,23291	1,699E-07	0,00108	0,83387	0,70905	0,04045
Mode	7	15,16	0,00001858	0,0002	1,713E-07	0,83389	0,70925	0,04045
Mode	8	13,51	2,885E-08	0,21221	3,773E-08	0,83389	0,92146	0,04045
Mode	9	10,98	9,366E-08	0,00059	4,583E-08	0,83389	0,92204	0,04045
Mode	10	10,63	0,00159	1,442E-08	0,00221	0,83549	0,92204	0,04267
Mode	11	7,20	0,0491	1,839E-10	0,00023	0,88458	0,92204	0,0429
Mode	12	6,87	1,809E-09	0,00689	8,671E-09	0,88458	0,92894	0,0429
Mode	13	6,45	1,192E-09	0,00054	3,306E-08	0,88458	0,92947	0,0429

Mode	14	6,28	4,834E-07	0,02907	3,483E-07	0,88458	0,95854	0,0429
Mode	15	6,20	0,01389	0,000001196	0,00923	0,89848	0,95854	0,05213
Mode	16	5,88	0,00162	3,652E-10	0,00253	0,90009	0,95854	0,05467
Mode	17	5,74	1,246E-08	0,00567	4,024E-08	0,90009	0,96421	0,05467
Mode	18	5,66	3,035E-09	0,000006386	2,509E-09	0,90009	0,96422	0,05467
Mode	19	5,56	1,636E-07	0,00026	0,000000113	0,90009	0,96447	0,05467
Mode	20	5,26	3,729E-10	2,019E-07	3,778E-10	0,90009	0,96447	0,05467
Mode	21	5,16	3,076E-08	0,00049	2,086E-11	0,90009	0,96496	0,05467
Mode	22	4,88	1,619E-07	0,00015	8,794E-09	0,90009	0,96512	0,05467
Mode	23	4,54	1,381E-07	0,00001005	1,879E-09	0,90009	0,96513	0,05467
Mode	24	4,27	2,331E-08	0,00004116	1,836E-12	0,90009	0,96517	0,05467
Mode	25	4,09	1,809E-06	0,0005	4,351E-08	0,9001	0,96567	0,05467
Mode	26	4,05	0,01188	3,031E-07	0,00145	0,91198	0,96567	0,05612
Mode	27	3,91	4,127E-07	0,000009604	9,578E-08	0,91198	0,96568	0,05612
Mode	28	3,78	4,873E-07	0,00711	1,243E-08	0,91198	0,9728	0,05612
Mode	29	3,74	0,03743	1,764E-08	0,00156	0,94941	0,9728	0,05768
Mode	30	3,70	5,841E-06	0,00323	8,415E-08	0,94941	0,97603	0,05768
Mode	31	3,68	0,00000918	0,00012	0,000001365	0,94942	0,97615	0,05768
Mode	32	3,37	2,122E-11	7,303E-08	6,573E-09	0,94942	0,97615	0,05768
Mode	33	3,36	3,658E-10	9,799E-07	5,328E-11	0,94942	0,97615	0,05768
Mode	34	3,32	2,346E-11	1,94E-09	9,478E-09	0,94942	0,97615	0,05768
Mode	35	3,30	3,459E-08	0,00201	1,719E-09	0,94942	0,97815	0,05768
Mode	36	3,27	3,883E-09	0,00063	8,882E-10	0,94942	0,97879	0,05768
Mode	37	3,21	5,173E-10	0,00212	8,854E-07	0,94942	0,98091	0,05768
Mode	38	3,16	5,688E-09	0,0000317	3,957E-07	0,94942	0,98094	0,05768
Mode	39	3,13	9,806E-12	1,005E-07	4,8E-11	0,94942	0,98094	0,05768
Mode	40	3,05	2,311E-08	0,00008488	0,000004748	0,94942	0,98103	0,05769
Mode	41	3,03	0,00087	2,994E-10	0,27422	0,95029	0,98103	0,3319
Mode	42	2,92	1,586E-09	0,00008399	1,166E-07	0,95029	0,98111	0,3319
Mode	43	2,84	8,39E-07	8,841E-11	0,00631	0,95029	0,98111	0,33821
Mode	44	2,75	1,451E-10	0,00652	4,938E-08	0,95029	0,98763	0,33821
Mode	45	2,63	1,348E-08	0,00018	4,011E-07	0,95029	0,9878	0,33821
Mode	46	2,56	2,857E-11	0,00017	6,818E-10	0,95029	0,98797	0,33821
Mode	47	2,53	1,276E-10	0,00081	4,349E-09	0,95029	0,98878	0,33821
Mode	48	2,47	1,516E-10	2,895E-08	1,968E-08	0,95029	0,98878	0,33821
Mode	49	2,45	1,141E-09	4,256E-07	3,227E-08	0,95029	0,98878	0,33821
Mode	50	2,43	3,011E-08	0,00000219	1,187E-07	0,95029	0,98878	0,33821
Mode	51	2,39	0,00426	7,648E-10	0,04439	0,95455	0,98878	0,38261
Mode	52	2,38	2,029E-09	0,00029	0,000000101	0,95455	0,98908	0,38261
Mode	53	2,31	0,00027	1,23E-09	0,00018	0,95482	0,98908	0,38279
Mode	54	2,22	2,419E-10	1,12E-08	1,051E-10	0,95482	0,98908	0,38279
Mode	55	2,20	1,119E-09	0,00000211	1,815E-08	0,95482	0,98908	0,38279
Mode	56	2,12	0,00095	2,282E-08	0,00249	0,95578	0,98908	0,38528
Mode	57	2,10	9,052E-09	0,00079	5,551E-07	0,95578	0,98987	0,38528
Mode	58	2,04	6,917E-09	0,00015	0,000007394	0,95578	0,99002	0,38529
Mode	59	2,03	0,00004083	1,931E-08	0,02912	0,95582	0,99002	0,4144
Mode	60	2,01	3,42E-09	0,00018	0,000002345	0,95582	0,99021	0,41441

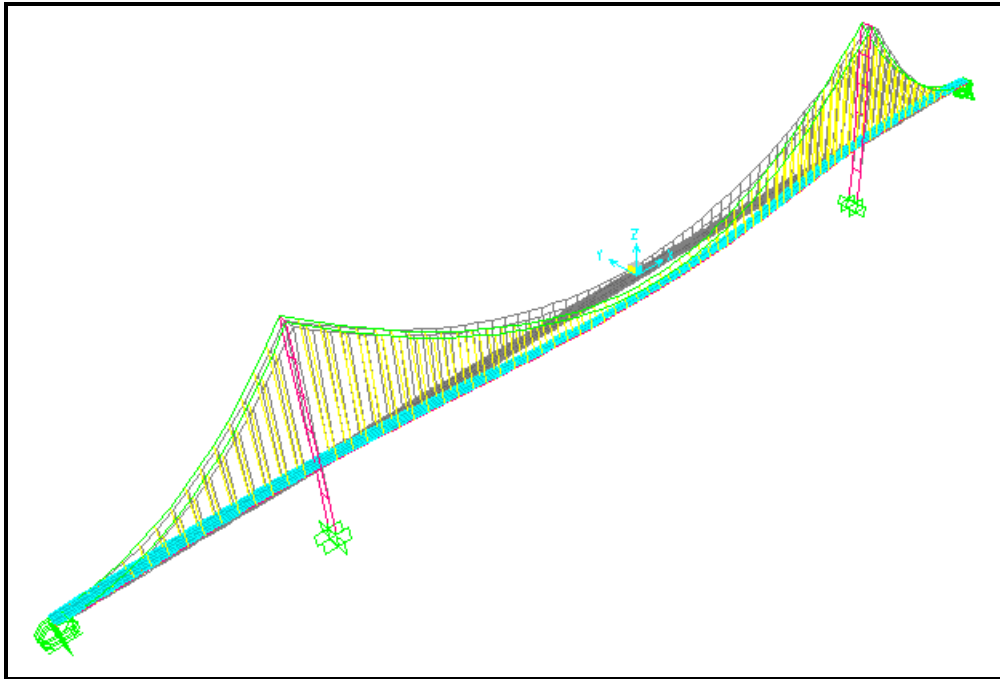
Πίνακας 5.16 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	120,26	0,66145	1,82E-09	0,00617	0,66145	1,82E-09	0,00617
Mode	2	60,49	0,00676	3,441E-09	0,64414	0,6682	5,26E-09	0,65032
Mode	3	29,16	0,0000155	0,01504	9,747E-09	0,66822	0,01504	0,65032
Mode	4	28,87	0,2319	1,14E-06	4,545E-05	0,90011	0,01504	0,65036
Mode	5	23,39	4,409E-09	0,0009	6,106E-08	0,90011	0,01594	0,65036
Mode	6	15,39	6,083E-08	0,026	9,346E-06	0,90011	0,04194	0,65037
Mode	7	15,16	0,00029	2,577E-06	0,14091	0,9004	0,04195	0,79129
Mode	8	13,51	0,06964	1,825E-08	3,052E-05	0,97004	0,04195	0,79132
Mode	9	10,98	0,00023	1,253E-08	0,08366	0,97027	0,04195	0,87498
Mode	10	10,63	2,027E-10	0,00321	1,041E-07	0,97027	0,04516	0,87498
Mode	11	7,20	2,638E-12	0,0578	1,196E-09	0,97027	0,10296	0,87498
Mode	12	6,87	0,00293	3,532E-09	0,00468	0,9732	0,10296	0,87966
Mode	13	6,45	9,086E-08	1,001E-07	0,04599	0,9732	0,10296	0,92565
Mode	14	6,28	0,00495	9,205E-07	0,00065	0,97815	0,10296	0,92631
Mode	15	6,20	2,098E-07	0,02949	2,399E-08	0,97815	0,13244	0,92631
Mode	16	5,88	7,35E-11	0,01956	7,664E-07	0,97815	0,15201	0,92631
Mode	17	5,74	0,0015	4,196E-07	0,00311	0,97965	0,15201	0,92942
Mode	18	5,66	2,076E-06	5,853E-11	1,753E-06	0,97965	0,15201	0,92942
Mode	19	5,56	0,00022	2,117E-07	0,00339	0,97988	0,15201	0,93281
Mode	20	5,26	1,892E-09	2,646E-13	6,418E-08	0,97988	0,15201	0,93281
Mode	21	5,16	4,804E-05	2,381E-09	0,00104	0,97992	0,15201	0,93385
Mode	22	4,88	4,265E-07	1,631E-10	0,00373	0,97992	0,15201	0,93758
Mode	23	4,54	0,00011	4,37E-08	0,00095	0,98004	0,15201	0,93853
Mode	24	4,27	0,00115	5,729E-09	0,00126	0,98119	0,15201	0,93979
Mode	25	4,09	0,00352	1,688E-07	0,00151	0,9847	0,15201	0,94131
Mode	26	4,05	9,027E-07	0,00083	6,296E-08	0,9847	0,15284	0,94131
Mode	27	3,91	0,00049	3,848E-08	0,00049	0,98519	0,15284	0,9418
Mode	28	3,78	0,00467	3,998E-08	0,002	0,98986	0,15284	0,9438
Mode	29	3,74	5,433E-09	0,00038	2,013E-06	0,98986	0,15322	0,9438
Mode	30	3,70	0,00203	1,053E-11	0,00844	0,99189	0,15322	0,95224
Mode	31	3,68	0,00012	9,952E-08	1,433E-07	0,99201	0,15322	0,95224
Mode	32	3,37	5,922E-08	3,169E-09	7,768E-08	0,99201	0,15322	0,95224
Mode	33	3,36	9,012E-07	5,851E-11	5,036E-08	0,99201	0,15322	0,95224
Mode	34	3,32	1,487E-09	3,97E-09	2,705E-08	0,99201	0,15322	0,95224
Mode	35	3,30	0,00181	7,15E-10	0,00081	0,99382	0,15322	0,95306
Mode	36	3,27	0,00035	3,757E-13	0,00154	0,99417	0,15322	0,95459
Mode	37	3,21	0,00177	3,541E-08	0,00119	0,99594	0,15322	0,95578
Mode	38	3,16	6,034E-06	2,255E-08	0,00059	0,99595	0,15322	0,95637
Mode	39	3,13	3,341E-09	1,26E-10	7,818E-07	0,99595	0,15322	0,95637
Mode	40	3,05	3,595E-05	1,211E-08	7,875E-06	0,99598	0,15322	0,95638
Mode	41	3,03	1,725E-10	0,00047	2,946E-11	0,99598	0,15369	0,95638
Mode	42	2,92	1,632E-05	5,32E-08	0,00916	0,996	0,15369	0,96554
Mode	43	2,84	2,2E-15	0,00447	5,423E-07	0,996	0,15816	0,96554
Mode	44	2,75	0,00221	1,611E-07	6,993E-05	0,99821	0,15816	0,96561
Mode	45	2,63	0,00015	1,215E-07	0,00044	0,99837	0,15816	0,96605
Mode	46	2,56	6,536E-05	4,48E-08	2,187E-06	0,99843	0,15816	0,96605
Mode	47	2,53	0,00039	6,179E-08	2,383E-06	0,99882	0,15816	0,96605

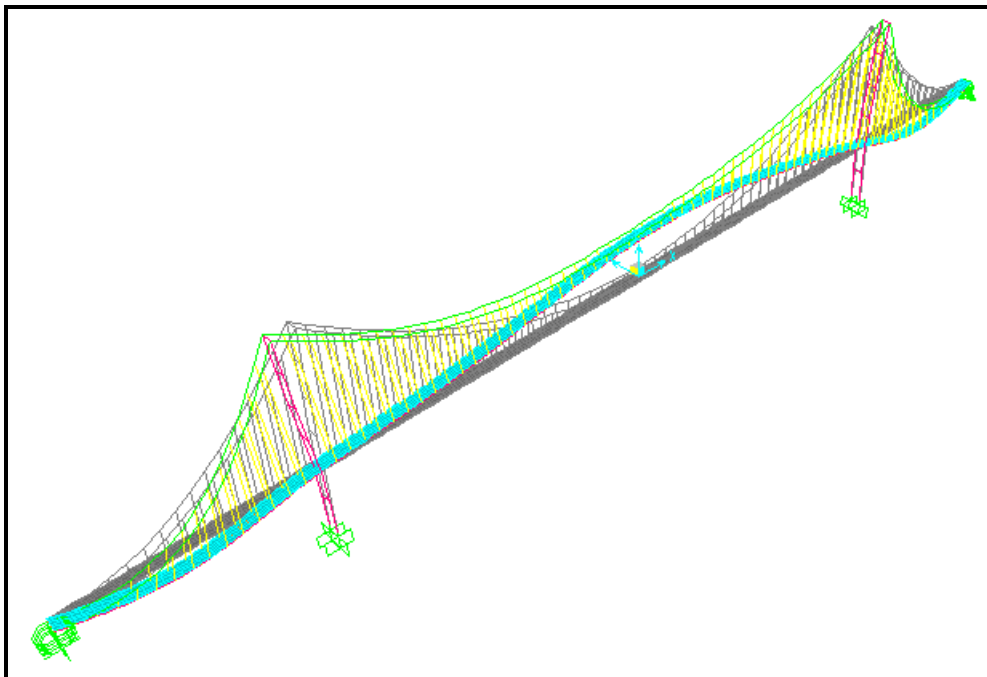
Mode	48	2,47	6,426E-06	2,412E-10	0,00054	0,99883	0,15816	0,96659
Mode	49	2,45	1,256E-07	5,485E-09	1,43E-07	0,99883	0,15816	0,96659
Mode	50	2,43	1,763E-08	1,345E-07	0,00471	0,99883	0,15816	0,9713
Mode	51	2,39	5,522E-11	0,02523	1,382E-08	0,99883	0,18339	0,9713
Mode	52	2,38	7,892E-05	1,017E-07	0,00018	0,99891	0,18339	0,97148
Mode	53	2,31	2,703E-10	0,00245	1,143E-08	0,99891	0,18584	0,97148
Mode	54	2,22	1,007E-08	3,209E-11	1,021E-06	0,99891	0,18584	0,97148
Mode	55	2,20	1,636E-06	5,814E-08	0,00014	0,99891	0,18584	0,97162
Mode	56	2,12	7,18E-11	0,01153	4,219E-10	0,99891	0,19737	0,97162
Mode	57	2,10	6,768E-07	1,326E-11	0,00055	0,99891	0,19737	0,97216
Mode	58	2,04	3,287E-07	2,232E-06	5,301E-06	0,99891	0,19737	0,97217
Mode	59	2,03	3,642E-09	0,00151	2,111E-07	0,99891	0,19888	0,97217
Mode	60	2,01	1,032E-05	6,353E-09	0,00154	0,99892	0,19888	0,97371



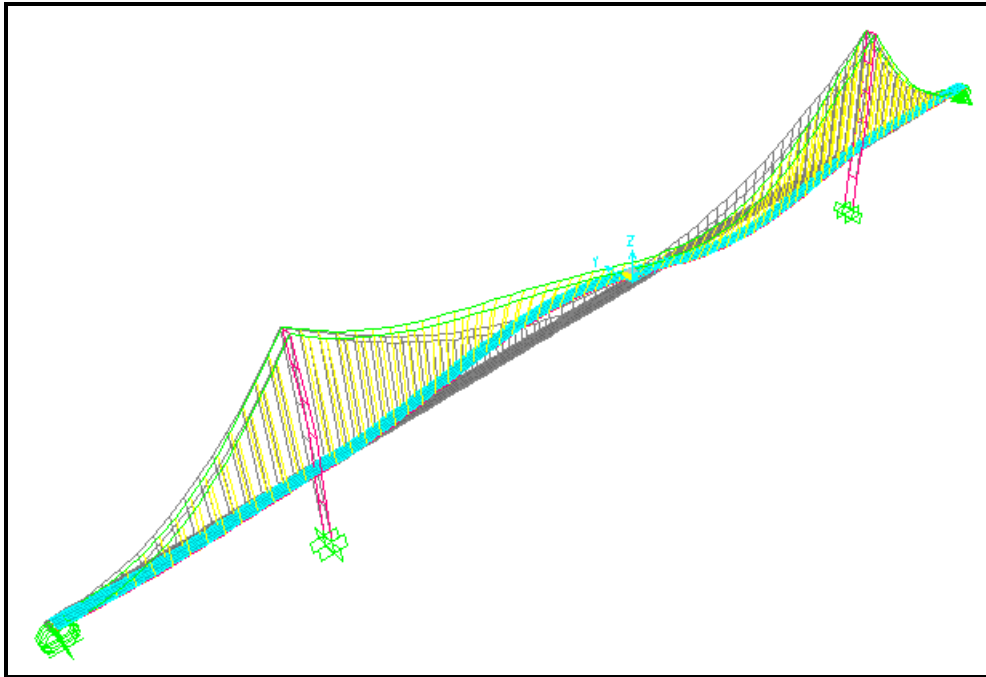
Σχήμα 5.68 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 29.16 \text{ sec}$



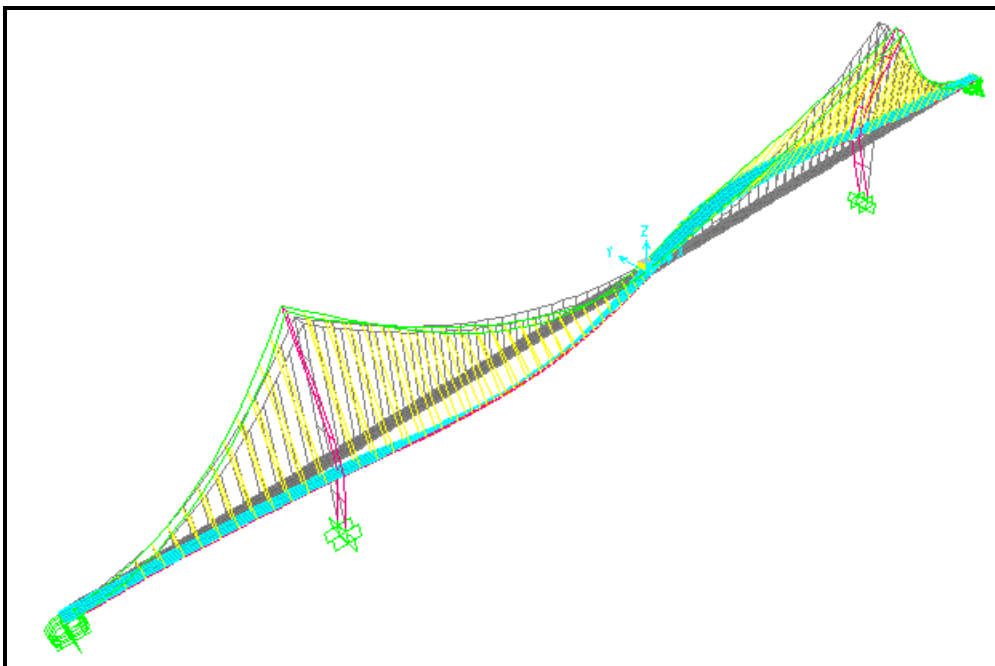
Σχήμα 5.69 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 28.87 \text{ sec}$



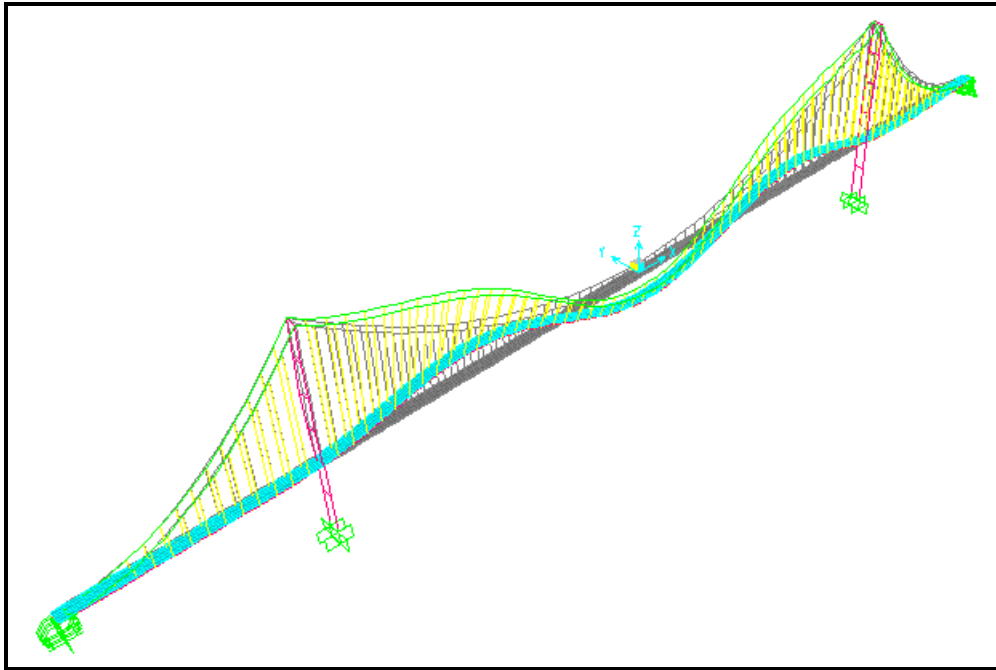
Σχήμα 5.70 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 23.39 \text{ sec}$



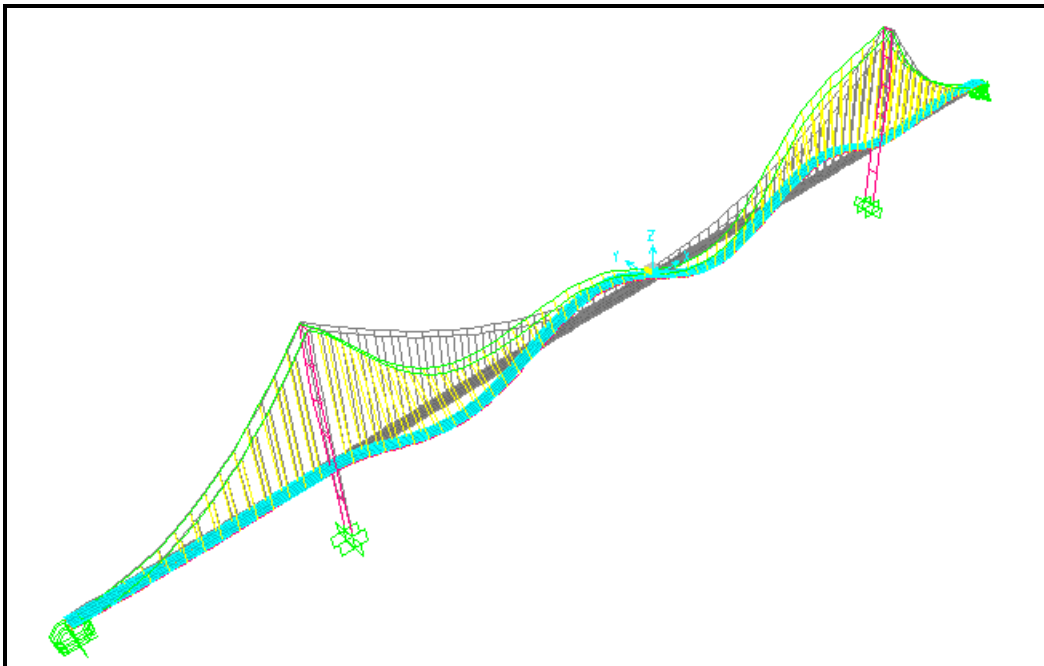
Σχήμα 5.71 6^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_6 = 15.39 \text{ sec}$



Σχήμα 5.72 7^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_7 = 15.16 \text{ sec}$



Σχήμα 5.73 10^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{10} = 10.63 \text{ sec}$



Σχήμα 5.74 16^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{16} = 5.88 \text{ sec}$

5.3.2 $D_{\text{inclined}} = 0.05D = 3.5 \text{ cm}$

Πίνακας 5.17 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

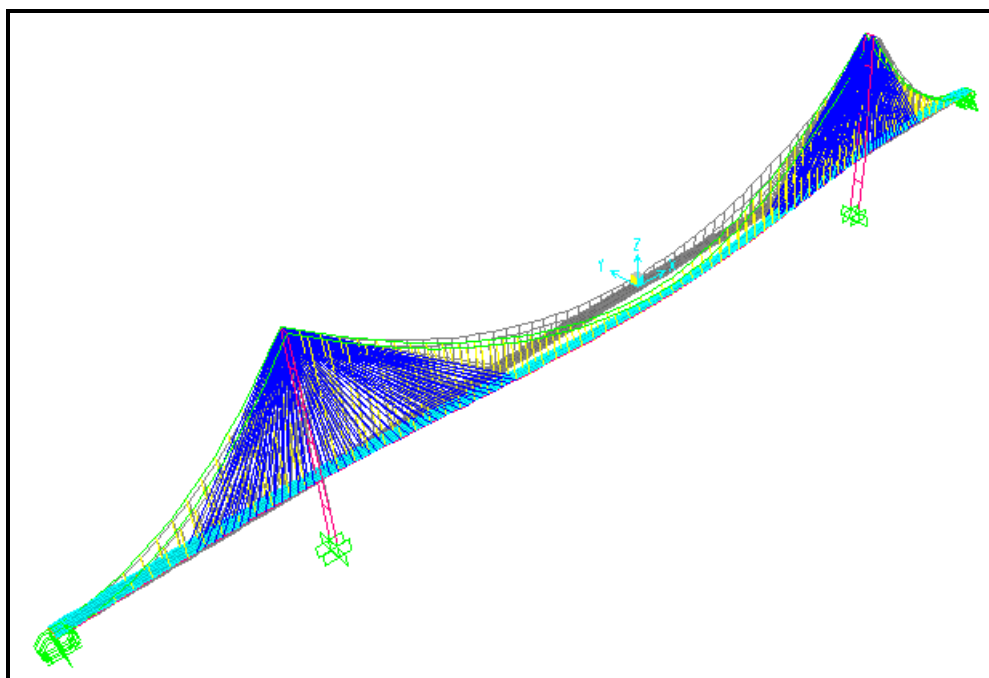
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	113,44	1,957E-10	0,70148	3,722E-09	1,957E-10	0,70148	3,722E-09
Mode	2	60,18	8,857E-10	0,00502	7,828E-09	1,081E-09	0,70651	1,155E-08
Mode	3	28,45	1,577E-08	0,00358	3,509E-09	1,685E-08	0,71008	1,506E-08
Mode	4	26,21	0,69676	8,481E-09	0,00055	0,69676	0,71008	0,00055
Mode	5	21,77	0,00244	2,549E-08	0,0399	0,6992	0,71008	0,04045
Mode	6	15,06	3,311E-08	0,00012	1,663E-08	0,6992	0,7102	0,04045
Mode	7	13,47	2,745E-07	0,21269	5,546E-08	0,6992	0,92289	0,04045
Mode	8	12,47	0,15653	0,00000214	0,0003	0,85573	0,92289	0,04074
Mode	9	10,82	5,489E-07	0,00039	1,76E-08	0,85573	0,92328	0,04074
Mode	10	8,28	0,00013	3,654E-09	0,00065	0,85585	0,92328	0,0414
Mode	11	6,83	0,02521	6,402E-09	0,00147	0,88107	0,92328	0,04287
Mode	12	6,74	4,436E-08	0,01009	1,213E-09	0,88107	0,93337	0,04287
Mode	13	6,39	1,025E-09	0,0000422	5,551E-08	0,88107	0,93341	0,04287
Mode	14	6,25	0,00000304	0,0221	1,227E-07	0,88107	0,95552	0,04287
Mode	15	6,04	0,02037	4,716E-07	0,01051	0,90143	0,95552	0,05338
Mode	16	5,73	3,041E-08	0,00904	6,968E-09	0,90143	0,96456	0,05338
Mode	17	5,54	4,174E-09	2,761E-07	2,457E-09	0,90143	0,96456	0,05338
Mode	18	5,53	0,00000045	0,00017	1,492E-08	0,90143	0,96473	0,05338
Mode	19	5,44	3,327E-11	1,347E-07	1,004E-10	0,90143	0,96473	0,05338
Mode	20	5,18	1,193E-08	0,00057	2,053E-09	0,90143	0,9653	0,05338
Mode	21	4,93	0,00000031	0,0000133	6,421E-09	0,90143	0,96532	0,05338
Mode	22	4,82	0,00021	6,564E-09	0,00001853	0,90165	0,96532	0,05339
Mode	23	4,60	2,344E-07	0,000002321	5,205E-09	0,90165	0,96532	0,05339
Mode	24	4,21	3,097E-08	0,00001499	2,025E-09	0,90165	0,96533	0,05339
Mode	25	3,98	0,000000548	0,00058	2,268E-08	0,90165	0,96591	0,05339
Mode	26	3,86	0,03193	0,00000602	0,00457	0,93358	0,96591	0,05796
Mode	27	3,86	0,00009836	0,00115	0,0000174	0,93368	0,96706	0,05798
Mode	28	3,74	5,078E-07	0,00718	5,102E-09	0,93368	0,97424	0,05798
Mode	29	3,69	9,807E-07	0,00228	8,163E-08	0,93368	0,97651	0,05798
Mode	30	3,68	0,01553	3,821E-07	0,00012	0,94921	0,97651	0,05809
Mode	31	3,62	0,000002497	0,00005631	3,209E-07	0,94921	0,97657	0,05809
Mode	32	3,32	2,362E-10	8,602E-07	4,712E-11	0,94921	0,97657	0,05809
Mode	33	3,25	4,385E-08	0,00214	4,564E-09	0,94921	0,97871	0,05809
Mode	34	3,18	4,479E-11	4,458E-08	1,741E-08	0,94921	0,97871	0,05809
Mode	35	3,17	1,156E-11	2,847E-08	2,242E-08	0,94921	0,97871	0,05809
Mode	36	3,15	7,062E-12	0,000004706	1,202E-09	0,94921	0,97871	0,05809
Mode	37	3,14	4,536E-14	0,00019	5,361E-08	0,94921	0,9789	0,05809
Mode	38	3,11	4,262E-10	0,00199	0,000000149	0,94921	0,98089	0,0581
Mode	39	3,10	2,279E-09	0,00107	0,000000137	0,94921	0,98196	0,0581
Mode	40	3,02	1,324E-08	0,00001563	1,642E-07	0,94921	0,98198	0,0581
Mode	41	2,95	0,00095	2,053E-10	0,2863	0,95016	0,98198	0,3444
Mode	42	2,88	1,108E-08	0,00004213	8,576E-07	0,95016	0,98202	0,3444
Mode	43	2,73	4,301E-11	0,00543	9,786E-08	0,95016	0,98745	0,3444
Mode	44	2,71	0,00000697	2,594E-08	0,00091	0,95017	0,98745	0,34531

Mode	45	2,58	7,436E-09	0,00026	3,657E-07	0,95017	0,98771	0,34531
Mode	46	2,55	2,366E-10	0,00026	1,697E-08	0,95017	0,98797	0,34531
Mode	47	2,52	2,308E-10	0,00086	3,769E-12	0,95017	0,98883	0,34531
Mode	48	2,43	5,401E-09	1,753E-07	1,023E-07	0,95017	0,98883	0,34531
Mode	49	2,42	2,504E-08	0,00004237	8,805E-08	0,95017	0,98887	0,34531
Mode	50	2,40	0,00447	1,236E-10	0,04949	0,95464	0,98887	0,39481
Mode	51	2,36	2,577E-09	0,00019	7,869E-11	0,95464	0,98906	0,39481
Mode	52	2,35	1,487E-09	9,536E-07	2,405E-08	0,95464	0,98906	0,39481
Mode	53	2,23	0,00037	1,249E-09	0,00023	0,95501	0,98906	0,39504
Mode	54	2,22	1,592E-08	2,605E-08	9,354E-09	0,95501	0,98906	0,39504
Mode	55	2,19	1,477E-09	0,00001236	5,321E-09	0,95501	0,98907	0,39504
Mode	56	2,09	1,734E-09	0,0009	0,00000009	0,95501	0,98997	0,39504
Mode	57	2,06	0,00085	1,891E-10	0,00288	0,95586	0,98997	0,39792
Mode	58	2,05	1,438E-09	0,00004482	3,835E-07	0,95586	0,99002	0,39792
Mode	59	2,01	5,195E-09	0,00027	0,000001732	0,95586	0,99029	0,39792
Mode	60	1,98	0,00004933	2,837E-08	0,0348	0,95591	0,99029	0,43272

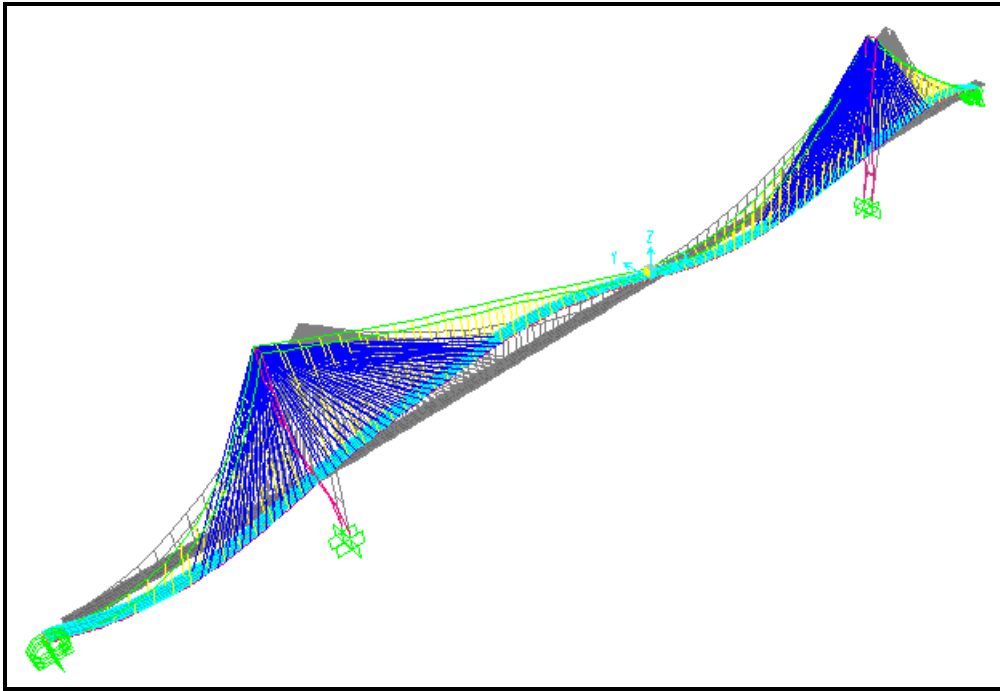
Πίνακας 5.18 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	113,44	0,67293	1,898E-09	0,00474	0,67293	1,9E-09	0,00474
Mode	2	60,18	0,00516	3,485E-09	0,64479	0,67808	5,38E-09	0,64953
Mode	3	28,45	0,2228	8,089E-10	0,000021	0,90089	6,19E-09	0,64955
Mode	4	26,21	4,48E-09	0,0235	5,976E-09	0,90089	0,0235	0,64955
Mode	5	21,77	1,074E-10	0,00025	5,341E-08	0,90089	0,02375	0,64955
Mode	6	15,06	0,0002	1,883E-08	0,14849	0,90108	0,02375	0,79804
Mode	7	13,47	0,0694	1,236E-07	0,00004854	0,97048	0,02375	0,79809
Mode	8	12,47	8,993E-08	0,00812	5,743E-07	0,97048	0,03187	0,79809
Mode	9	10,82	0,00013	6,21E-10	0,07888	0,97061	0,03187	0,87697
Mode	10	8,28	2,083E-10	0,00116	2,081E-10	0,97061	0,03303	0,87697
Mode	11	6,83	4,325E-09	0,03934	3,621E-08	0,97061	0,07237	0,87697
Mode	12	6,74	0,00359	7,855E-08	0,00765	0,97421	0,07237	0,88462
Mode	13	6,39	0,00007917	3,618E-08	0,04153	0,97429	0,07237	0,92616
Mode	14	6,25	0,00331	4,418E-07	0,00148	0,9776	0,07237	0,92764
Mode	15	6,04	6,843E-08	0,01745	1,396E-08	0,9776	0,08982	0,92764
Mode	16	5,73	0,00212	1,413E-08	0,000003713	0,97971	0,08982	0,92764
Mode	17	5,54	2,605E-08	4,892E-09	0,00001933	0,97971	0,08982	0,92766
Mode	18	5,53	0,00003471	2,501E-07	0,00574	0,97975	0,08982	0,9334
Mode	19	5,44	2,657E-08	1,906E-10	0,000008685	0,97975	0,08982	0,93341
Mode	20	5,18	0,00006566	1,911E-08	0,00004639	0,97982	0,08982	0,93346
Mode	21	4,93	0,00001703	0,000001864	0,00398	0,97983	0,08982	0,93743
Mode	22	4,82	2,014E-11	0,07333	9,774E-09	0,97983	0,16315	0,93743
Mode	23	4,60	0,00012	0,000001668	0,00155	0,97995	0,16315	0,93898
Mode	24	4,21	0,00314	9,048E-11	0,00021	0,98309	0,16315	0,93919
Mode	25	3,98	0,00247	2,329E-08	0,0016	0,98555	0,16315	0,94079
Mode	26	3,86	0,000002736	0,00142	0,000009402	0,98556	0,16458	0,9408
Mode	27	3,86	0,00038	0,000005708	0,00359	0,98593	0,16458	0,94439
Mode	28	3,74	0,00516	3,205E-08	0,00009011	0,99109	0,16458	0,94448
Mode	29	3,69	0,00144	2,555E-08	0,00808	0,99253	0,16458	0,95256
Mode	30	3,68	2,747E-07	0,00006487	0,000001584	0,99253	0,16465	0,95256

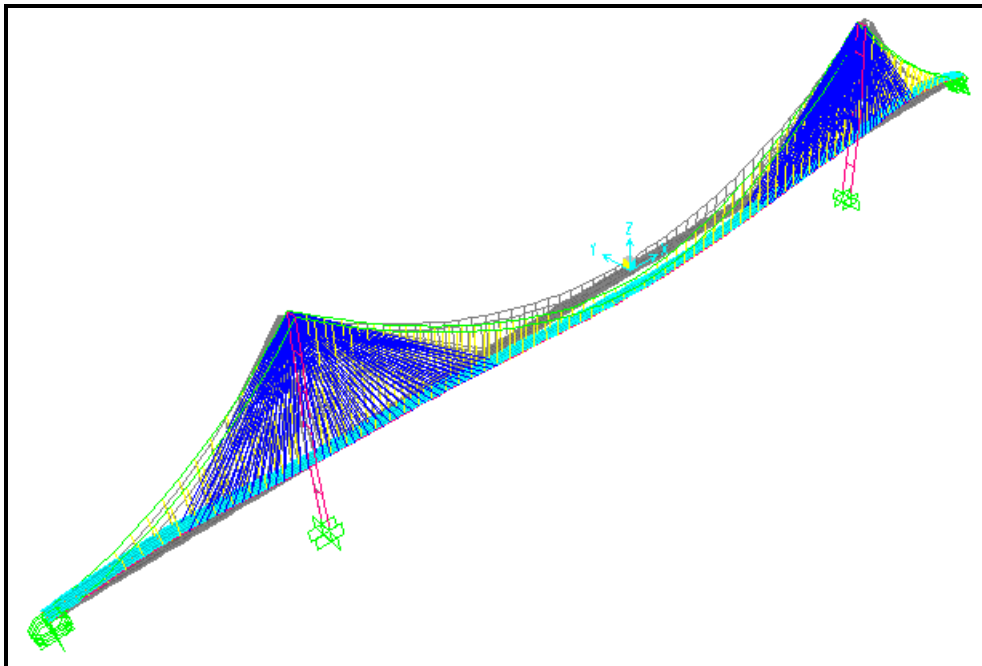
Mode	31	3,62	0,00005049	7,379E-09	0,00006084	0,99258	0,16465	0,95262
Mode	32	3,32	8,172E-07	2,478E-12	4,862E-08	0,99259	0,16465	0,95262
Mode	33	3,25	0,00199	9,517E-10	0,00031	0,99458	0,16465	0,95293
Mode	34	3,18	2,235E-08	4,295E-09	1,103E-07	0,99458	0,16465	0,95293
Mode	35	3,17	2,176E-08	4,089E-09	2,522E-08	0,99458	0,16465	0,95293
Mode	36	3,15	0,00000139	1,258E-09	0,00003431	0,99458	0,16465	0,95296
Mode	37	3,14	0,00006866	6,332E-10	0,00136	0,99465	0,16465	0,95433
Mode	38	3,11	0,00108	1,496E-09	0,001	0,99573	0,16465	0,95533
Mode	39	3,10	0,00067	5,854E-08	0,00374	0,9964	0,16465	0,95906
Mode	40	3,02	4,021E-07	1,062E-08	0,000002452	0,9964	0,16465	0,95907
Mode	41	2,95	3,693E-10	0,00041	8,023E-09	0,9964	0,16506	0,95907
Mode	42	2,88	0,000006712	1,47E-08	0,00674	0,99641	0,16506	0,96581
Mode	43	2,73	0,00178	0,000000408	0,00009063	0,99819	0,16506	0,9659
Mode	44	2,71	7,789E-09	0,00921	9,781E-08	0,99819	0,17427	0,9659
Mode	45	2,58	0,00014	9,052E-08	0,00039	0,99833	0,17427	0,96629
Mode	46	2,55	0,0001	5,503E-09	0,00001211	0,99843	0,17427	0,9663
Mode	47	2,52	0,00043	7,486E-08	0,00002501	0,99886	0,17427	0,96633
Mode	48	2,43	6,41E-08	2,186E-08	9,904E-09	0,99886	0,17427	0,96633
Mode	49	2,42	0,000001642	6,042E-08	0,00466	0,99887	0,17427	0,97098
Mode	50	2,40	9,203E-11	0,02167	1,129E-08	0,99887	0,19594	0,97098
Mode	51	2,36	0,00004425	8,138E-10	0,00004586	0,99891	0,19594	0,97103
Mode	52	2,35	0,000007503	4,701E-08	0,00035	0,99892	0,19594	0,97138
Mode	53	2,23	2,879E-10	0,00521	3,571E-09	0,99892	0,20115	0,97138
Mode	54	2,22	2,656E-10	0,000000216	2,424E-07	0,99892	0,20115	0,97138
Mode	55	2,19	8,543E-08	4,073E-08	0,00009252	0,99892	0,20115	0,97147
Mode	56	2,09	0,000001476	9,919E-08	0,00088	0,99892	0,20115	0,97235
Mode	57	2,06	4,324E-11	0,01187	9,402E-08	0,99892	0,21302	0,97235
Mode	58	2,05	4,768E-07	0,000001206	0,0001	0,99892	0,21302	0,97245
Mode	59	2,01	0,00001297	5,545E-09	0,00152	0,99893	0,21302	0,97397
Mode	60	1,98	4,032E-10	0,00296	3,319E-08	0,99893	0,21598	0,97397



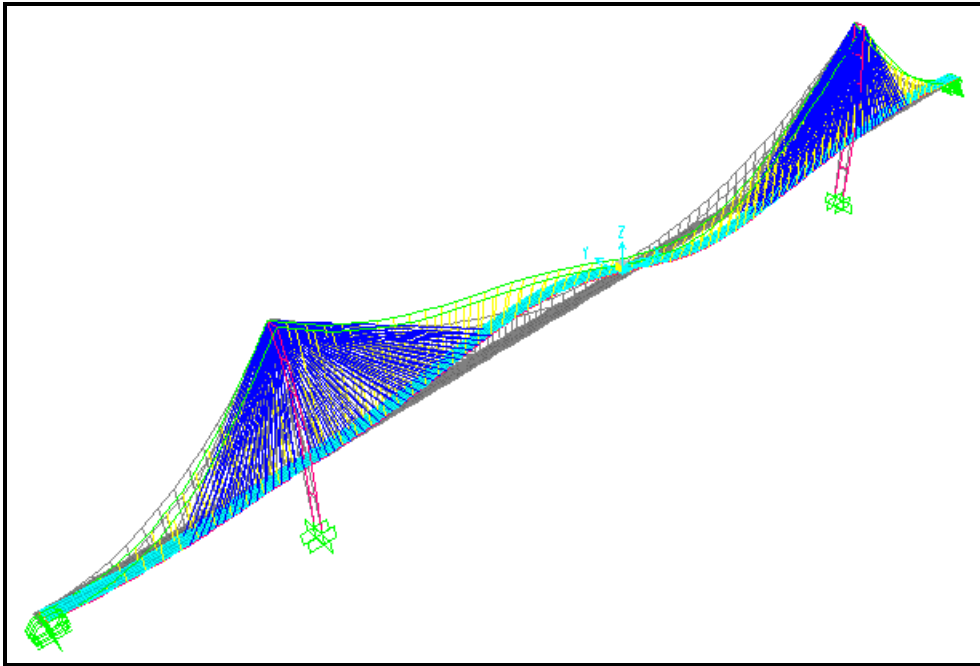
Σχήμα 5.75 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 28.45$ sec



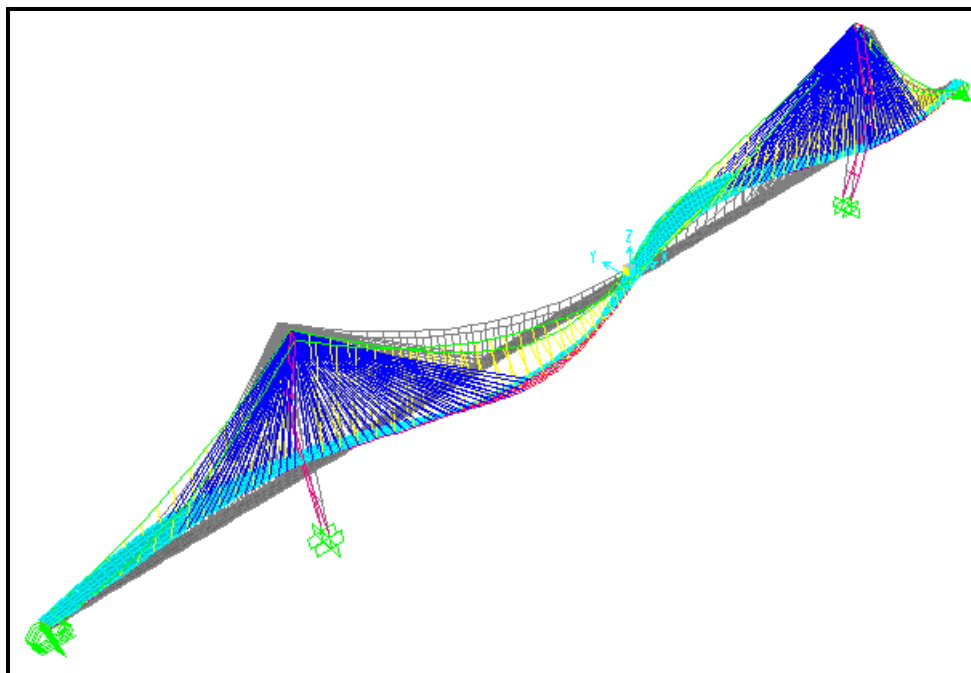
Σχήμα 5.76 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 26.21 \text{ sec}$



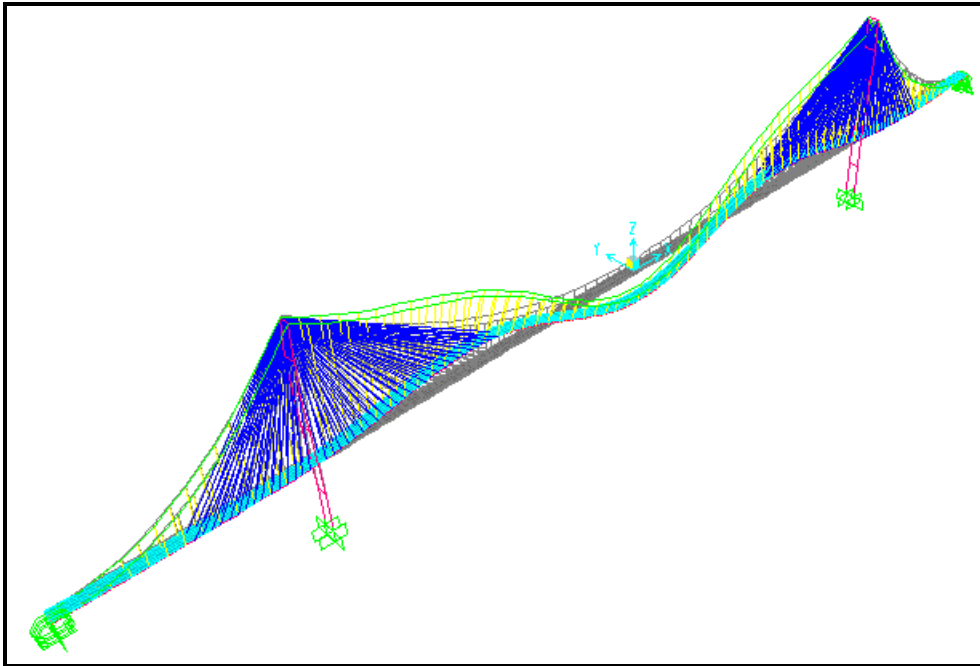
Σχήμα 5.77 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 21.77 \text{ sec}$



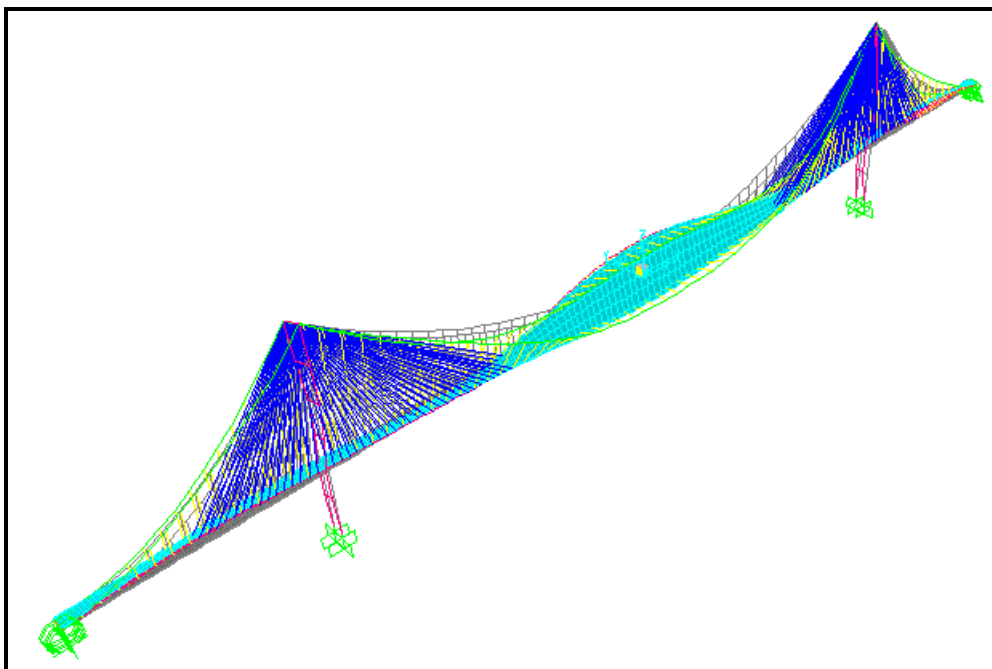
Σχήμα 5.78 8^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_8 = 12.47 \text{ sec}$



Σχήμα 5.79 9^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_9 = 10.82 \text{ sec}$



Σχήμα 5.80 10^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{10} = 8.28 \text{ sec}$



Σχήμα 5.81 16^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{16} = 5.73 \text{ sec}$

5.3.3 $D_{\text{inclined}} = 0.10D = 7.0 \text{ cm}$

Πίνακας 5.19 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

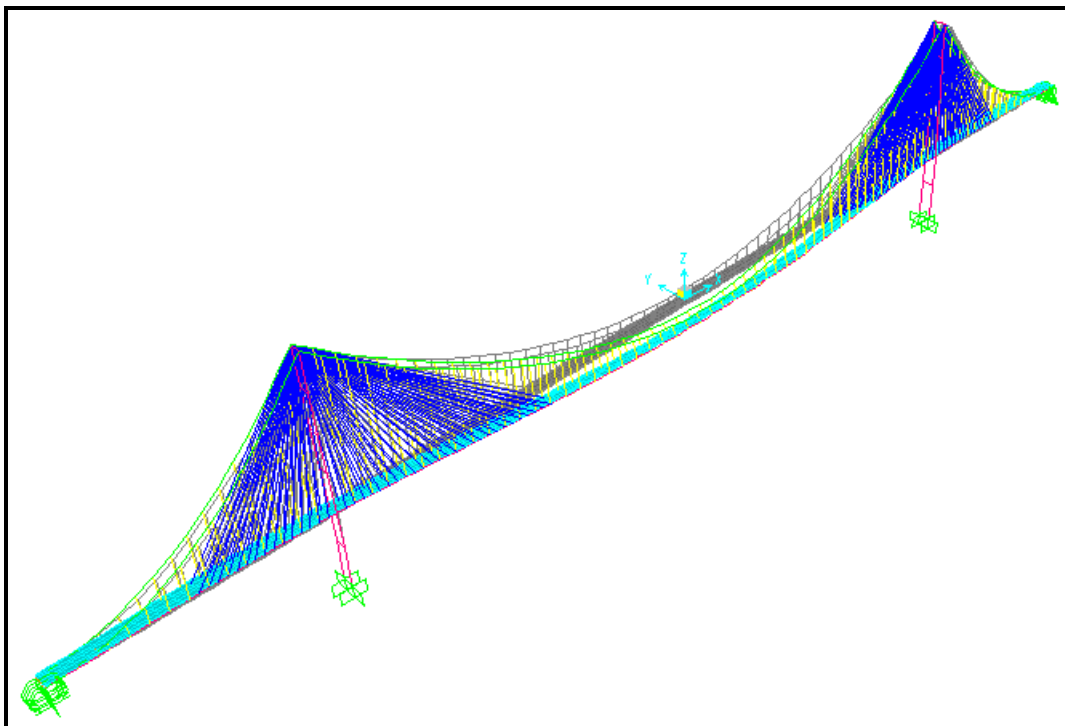
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	107,85	2,027E-10	0,70561	3,671E-09	2,027E-10	0,70561	3,67E-09
Mode	2	59,94	5,817E-10	0,00402	7,268E-09	7,844E-10	0,70963	1,09E-08
Mode	3	27,90	3,073E-08	0,00158	5,598E-09	3,151E-08	0,71121	1,65E-08
Mode	4	24,19	0,73437	9,726E-09	0,0013	0,73437	0,71121	0,0013
Mode	5	19,75	0,01603	2,753E-08	0,04059	0,7504	0,71121	0,04189
Mode	6	14,99	3,128E-09	0,00018	1,424E-08	0,7504	0,71139	0,04189
Mode	7	13,45	4,666E-08	0,21383	4,602E-08	0,7504	0,92522	0,04189
Mode	8	10,65	0,00124	0,00021	1,555E-06	0,75164	0,92543	0,04189
Mode	9	10,63	0,12464	2,61E-06	0,00012	0,87628	0,92543	0,04201
Mode	10	6,77	3,303E-05	3,205E-08	0,00426	0,87631	0,92543	0,04628
Mode	11	6,63	1,638E-08	0,01481	3,132E-08	0,87631	0,94024	0,04628
Mode	12	6,41	8,104E-10	0,00121	3,047E-08	0,87631	0,94146	0,04628
Mode	13	6,30	9,254E-08	0,00323	5,209E-09	0,87631	0,94469	0,04628
Mode	14	6,12	0,01195	8,514E-09	0,00035	0,88826	0,94469	0,04662
Mode	15	5,84	8,813E-08	0,01949	1,092E-08	0,88826	0,96418	0,04662
Mode	16	5,66	0,01601	1,385E-07	0,00516	0,90427	0,96418	0,05178
Mode	17	5,40	5,741E-09	2,561E-07	2,241E-09	0,90427	0,96418	0,05178
Mode	18	5,33	5,773E-09	0,00054	9,188E-10	0,90427	0,96472	0,05178
Mode	19	5,30	4,656E-10	0,0000034	7,486E-13	0,90427	0,96472	0,05178
Mode	20	5,19	2,184E-07	0,00101	7,594E-09	0,90427	0,96573	0,05178
Mode	21	4,96	3,309E-07	1,637E-05	2,49E-08	0,90427	0,96575	0,05178
Mode	22	4,67	4,655E-08	4,714E-06	5,905E-09	0,90427	0,96575	0,05178
Mode	23	4,18	1,157E-08	0,00022	4,226E-09	0,90427	0,96597	0,05178
Mode	24	3,92	1,663E-06	0,0000622	3,486E-09	0,90427	0,96604	0,05178
Mode	25	3,81	0,04168	2,902E-07	0,00339	0,94594	0,96604	0,05517
Mode	26	3,76	5,408E-07	0,00568	3,71E-08	0,94595	0,97172	0,05517
Mode	27	3,67	1,799E-07	0,00542	1,347E-07	0,94595	0,97714	0,05517
Mode	28	3,61	5,899E-07	3,691E-05	1,074E-07	0,94595	0,97718	0,05518
Mode	29	3,49	0,0021	5,249E-09	3,627E-05	0,94804	0,97718	0,05521
Mode	30	3,44	2,883E-09	2,181E-06	4,387E-08	0,94804	0,97718	0,05521
Mode	31	3,33	0,00088	1,726E-08	0,02527	0,94892	0,97718	0,08048
Mode	32	3,25	1,76E-12	5,911E-07	6,832E-09	0,94892	0,97718	0,08048
Mode	33	3,20	7,3E-08	0,00262	5,139E-07	0,94892	0,9798	0,08048
Mode	34	3,08	6,036E-11	3,025E-10	9,584E-12	0,94892	0,9798	0,08048
Mode	35	3,02	1,068E-11	3,689E-07	2,991E-08	0,94892	0,9798	0,08048
Mode	36	2,96	4,3E-09	0,00043	2,18E-07	0,94892	0,98023	0,08048
Mode	37	2,94	7,793E-10	0,00312	8,64E-07	0,94892	0,98335	0,08048
Mode	38	2,93	1,032E-11	2,741E-06	2,406E-08	0,94892	0,98335	0,08048
Mode	39	2,92	4,799E-13	2,198E-08	3,049E-08	0,94892	0,98335	0,08048
Mode	40	2,91	1,798E-08	0,00121	3,306E-07	0,94892	0,98456	0,08048
Mode	41	2,75	6,151E-09	0,0000137	2,475E-06	0,94892	0,98458	0,08048
Mode	42	2,72	0,00121	2,261E-08	0,2731	0,95013	0,98458	0,35359
Mode	43	2,68	1,169E-08	0,00293	2,906E-06	0,95013	0,98751	0,35359
Mode	44	2,52	7,4E-12	0,00016	3,281E-09	0,95013	0,98767	0,35359

Mode	45	2,51	4,201E-09	9,893E-05	1,723E-07	0,95013	0,98777	0,35359
Mode	46	2,45	1,708E-08	0,00131	7,213E-07	0,95013	0,98908	0,35359
Mode	47	2,42	0,00443	7,2E-09	0,06303	0,95455	0,98908	0,41662
Mode	48	2,40	0,00046	3,026E-09	0,01134	0,95501	0,98908	0,42797
Mode	49	2,39	1,407E-07	9,086E-10	3,883E-06	0,95501	0,98908	0,42797
Mode	50	2,38	5,64E-09	4,634E-09	2,737E-08	0,95501	0,98908	0,42797
Mode	51	2,28	1,004E-09	2,749E-06	2,231E-08	0,95501	0,98908	0,42797
Mode	52	2,18	3,192E-10	6,761E-06	2,418E-08	0,95501	0,98909	0,42797
Mode	53	2,17	6,716E-12	6,694E-08	1,713E-09	0,95501	0,98909	0,42797
Mode	54	2,07	6,771E-09	0,0004	3,452E-07	0,95501	0,98949	0,42797
Mode	55	2,05	5,099E-08	0,00019	4,339E-07	0,95501	0,98967	0,42797
Mode	56	2,04	0,00036	9,373E-10	0,0033	0,95537	0,98967	0,43127
Mode	57	2,01	5,823E-09	0,0006	1,895E-07	0,95537	0,99027	0,43127
Mode	58	1,98	2,209E-09	0,00012	4,803E-07	0,95537	0,9904	0,43127
Mode	59	1,92	0,00041	7,711E-09	0,00347	0,95577	0,9904	0,43474
Mode	60	1,88	1,025E-06	0,00023	3,114E-05	0,95578	0,99063	0,43477

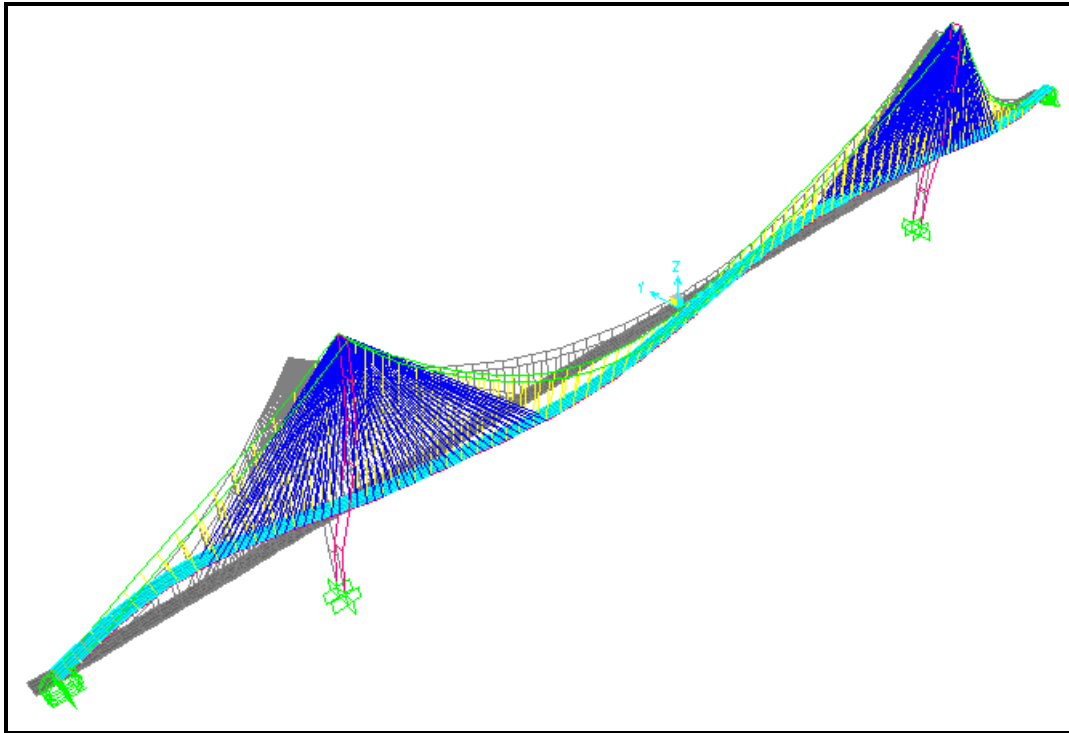
Πίνακας 5.20 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	107,85	0,68777	0,000000002	0,00385	0,68777	2E-09	0,00385
Mode	2	59,94	0,0041	3,57E-09	0,64425	0,69187	5,57E-09	0,64809
Mode	3	27,90	0,21053	4,611E-10	0,0000016	0,9024	6,031E-09	0,6481
Mode	4	24,19	9,32E-09	0,02485	6,767E-09	0,9024	0,02485	0,6481
Mode	5	19,75	1,754E-11	0,00095	6,558E-08	0,9024	0,02579	0,6481
Mode	6	14,99	0,00018	3,501E-08	0,15763	0,90258	0,0258	0,80573
Mode	7	13,45	0,06866	7,772E-08	0,00015	0,97124	0,0258	0,80588
Mode	8	10,65	0,00005141	0,000008824	0,0738	0,97129	0,0258	0,87968
Mode	9	10,63	7,298E-07	0,00078	0,00073	0,97129	0,02658	0,88041
Mode	10	6,77	5,747E-09	0,00143	1,726E-08	0,97129	0,02801	0,88041
Mode	11	6,63	0,00402	5,317E-08	0,01062	0,97531	0,02801	0,89103
Mode	12	6,41	1,003E-09	7,976E-09	0,00003637	0,97531	0,02801	0,89107
Mode	13	6,30	0,00104	4,791E-08	0,03816	0,97635	0,02801	0,92923
Mode	14	6,12	1,258E-09	0,03035	4,624E-07	0,97635	0,05836	0,92923
Mode	15	5,84	0,00294	2,018E-07	0,00032	0,9793	0,05836	0,92955
Mode	16	5,66	1,372E-08	0,01397	1,421E-09	0,9793	0,07233	0,92955
Mode	17	5,40	5,075E-08	2,968E-09	8,42E-08	0,9793	0,07233	0,92955
Mode	18	5,33	0,00016	2,601E-08	0,00405	0,97946	0,07233	0,9336
Mode	19	5,30	1,037E-06	5,292E-10	0,00002172	0,97946	0,07233	0,93362
Mode	20	5,19	0,00025	8,322E-08	0,00043	0,97971	0,07233	0,93405
Mode	21	4,96	9,421E-06	5,975E-08	0,00156	0,97972	0,07233	0,93562
Mode	22	4,67	0,00008973	9,951E-08	0,00448	0,97981	0,07233	0,94009
Mode	23	4,18	0,00482	2,438E-08	0,00001591	0,98463	0,07233	0,94011
Mode	24	3,92	0,00102	7,201E-09	0,00002926	0,98564	0,07233	0,94014
Mode	25	3,81	3,184E-07	0,0000773	5,509E-09	0,98564	0,07241	0,94014
Mode	26	3,76	0,00386	7,966E-09	0,00566	0,9895	0,07241	0,9458
Mode	27	3,67	0,00378	7,155E-07	0,00708	0,99328	0,07241	0,95288
Mode	28	3,61	1,106E-06	3,196E-07	0,00046	0,99328	0,07241	0,95333
Mode	29	3,49	1,744E-09	0,12279	1,176E-08	0,99328	0,19519	0,95333
Mode	30	3,44	6,403E-06	0,000003267	0,00045	0,99329	0,1952	0,95379

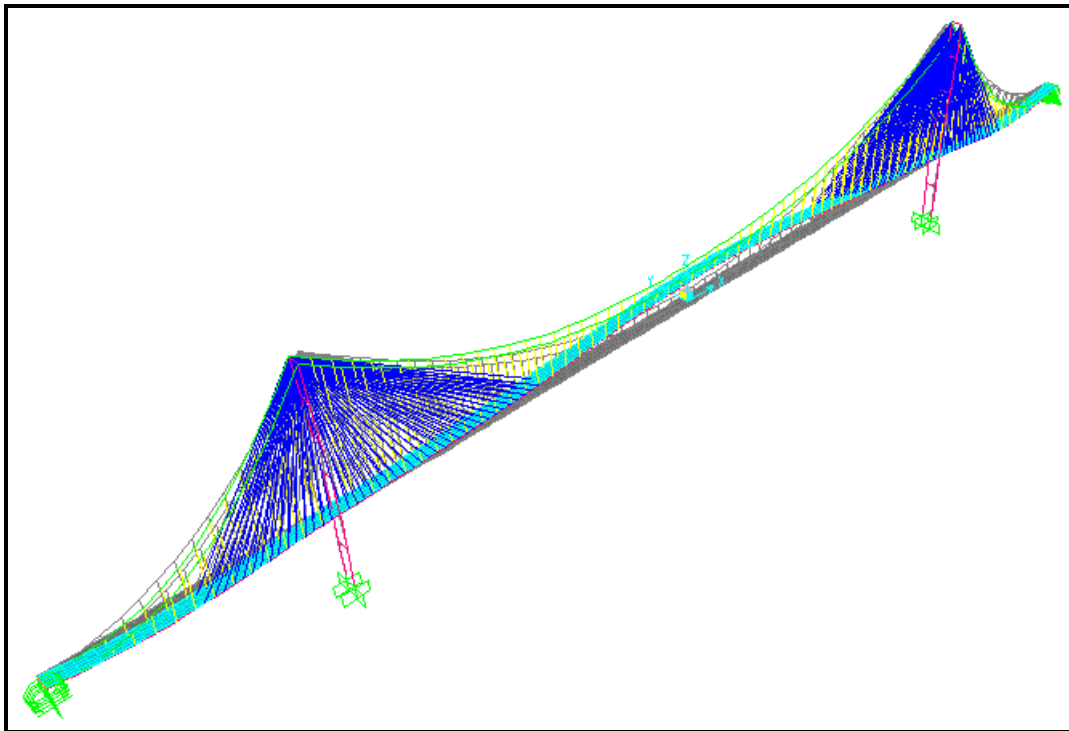
Mode	31	3,33	3,165E-08	0,00132	1,15E-08	0,99329	0,19652	0,95379
Mode	32	3,25	5,028E-07	1,39E-11	3,231E-08	0,99329	0,19652	0,95379
Mode	33	3,20	0,00217	3,971E-08	0,00024	0,99546	0,19652	0,95403
Mode	34	3,08	3,305E-12	7,357E-09	1,034E-06	0,99546	0,19652	0,95403
Mode	35	3,02	1,361E-06	2,89E-08	0,00219	0,99546	0,19652	0,95622
Mode	36	2,96	0,00018	1,763E-09	0,00638	0,99564	0,19652	0,9626
Mode	37	2,94	0,00139	3,946E-09	0,0017	0,99704	0,19652	0,96431
Mode	38	2,93	1,235E-06	3,222E-09	2,284E-06	0,99704	0,19652	0,96431
Mode	39	2,92	2,819E-09	3,329E-09	1,073E-09	0,99704	0,19652	0,96431
Mode	40	2,91	0,0003	9,748E-08	0,00049	0,99733	0,19652	0,9648
Mode	41	2,75	7,474E-06	1,392E-08	0,00214	0,99734	0,19652	0,96694
Mode	42	2,72	1,522E-08	0,00082	3,624E-08	0,99734	0,19734	0,96694
Mode	43	2,68	0,00099	4,761E-08	0,0000736	0,99833	0,19734	0,96701
Mode	44	2,52	0,00006219	2,413E-07	0,00004402	0,99839	0,19734	0,96706
Mode	45	2,51	0,00007968	1,307E-07	0,00001587	0,99847	0,19734	0,96707
Mode	46	2,45	0,00045	1,453E-07	0,0000014	0,99892	0,19734	0,96707
Mode	47	2,42	5,28E-09	0,03914	1,298E-07	0,99892	0,23647	0,96707
Mode	48	2,40	1,147E-08	0,02244	4,451E-06	0,99892	0,25892	0,96708
Mode	49	2,39	0,00000875	0,0000322	0,0039	0,99893	0,25895	0,97098
Mode	50	2,38	4,798E-09	1,362E-08	9,094E-07	0,99893	0,25895	0,97098
Mode	51	2,28	2,946E-06	4,724E-10	0,0001	0,99893	0,25895	0,97108
Mode	52	2,18	1,927E-08	8,79E-08	0,00025	0,99893	0,25895	0,97133
Mode	53	2,17	2,849E-10	9,268E-09	0,00000164	0,99893	0,25895	0,97133
Mode	54	2,07	2,806E-06	4,632E-07	0,00068	0,99894	0,25895	0,97202
Mode	55	2,05	3,143E-06	5,172E-07	2,882E-06	0,99894	0,25895	0,97202
Mode	56	2,04	1,514E-10	0,01222	2,03E-10	0,99894	0,27117	0,97202
Mode	57	2,01	5,407E-07	5,303E-10	0,00058	0,99894	0,27117	0,9726
Mode	58	1,98	0,00001412	1,211E-07	0,00175	0,99895	0,27117	0,97435
Mode	59	1,92	1,02E-10	0,00046	2,693E-08	0,99895	0,27163	0,97435
Mode	60	1,88	0,00001207	0,00018	0,00097	0,99897	0,27181	0,97533



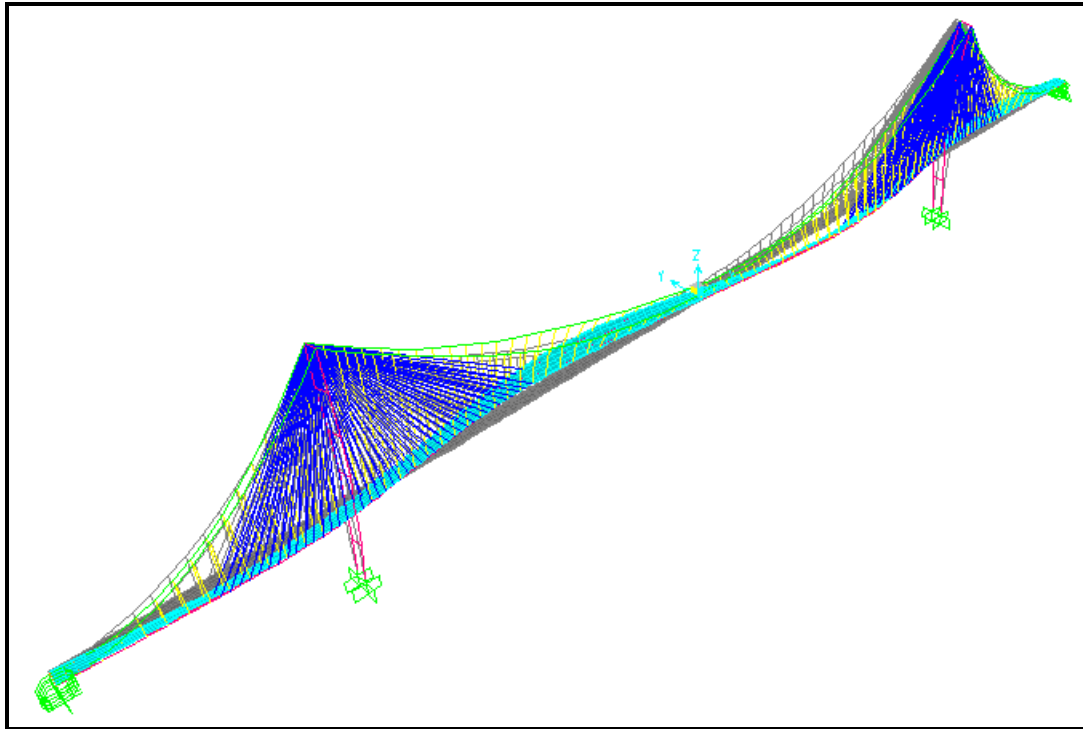
Σχήμα 5.82 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 27.90 \text{ sec}$



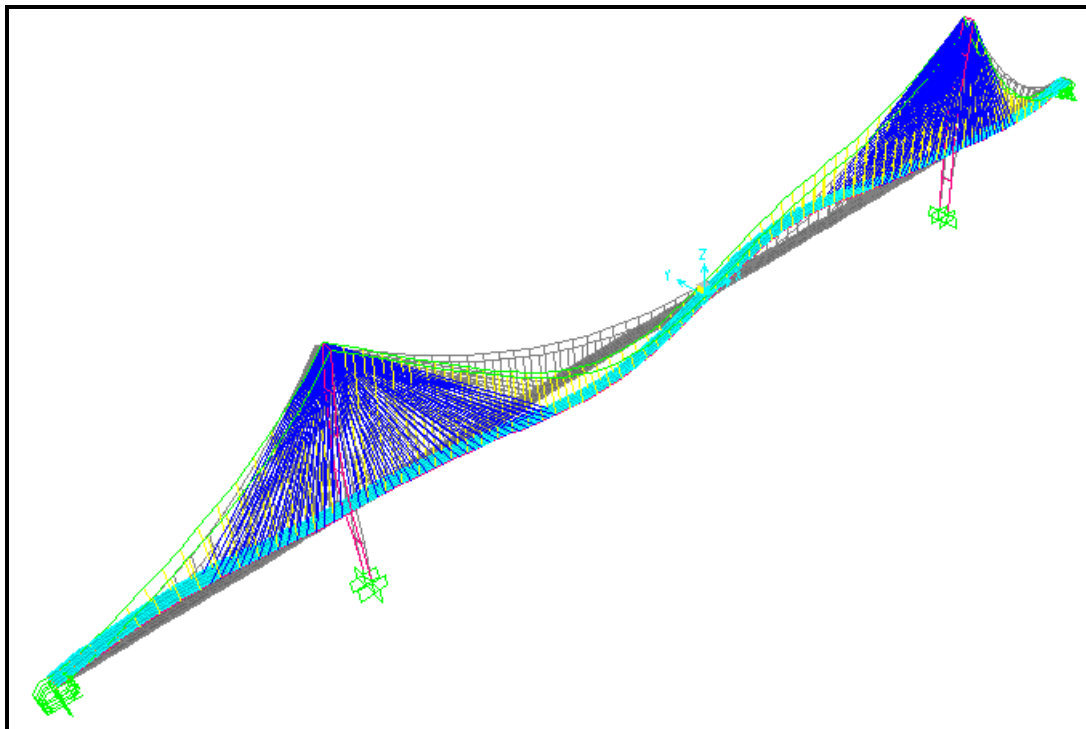
Σχήμα 5.83 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 24.19 \text{ sec}$



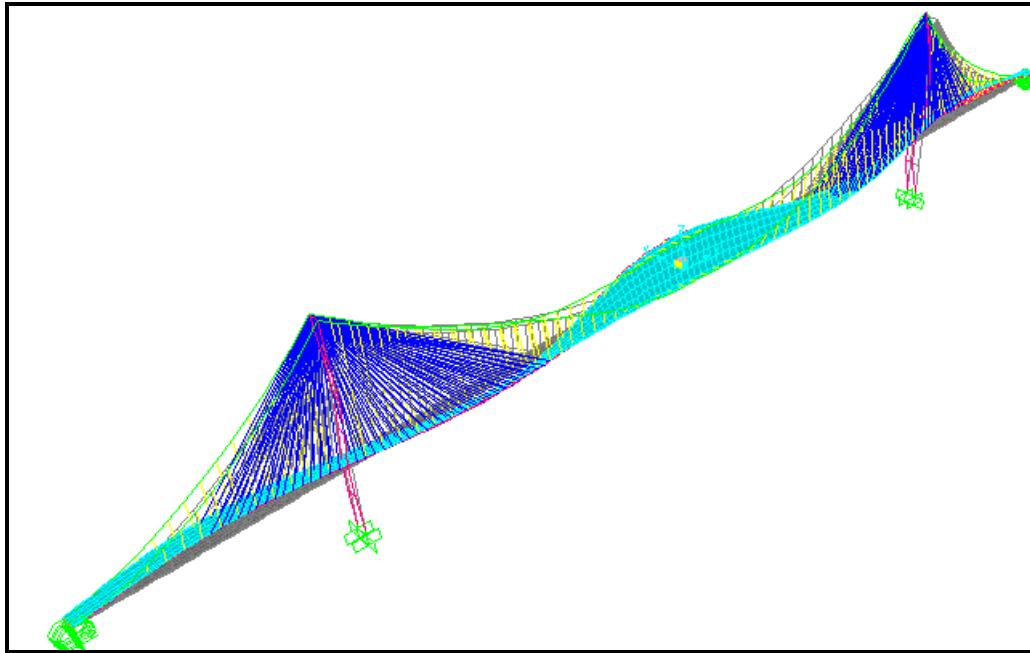
Σχήμα 5.84 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 19.75 \text{ sec}$



Σχήμα 5.85 8^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_8 = 10.65 \text{ sec}$



Σχήμα 5.86 9^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_9 = 10.63 \text{ sec}$



Σχήμα 5.87 15^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{15} = 5.84 \text{ sec}$

5.3.4 $D_{\text{inclined}} = 0.15D = 10.5 \text{ cm}$

Πίνακας 5.21 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

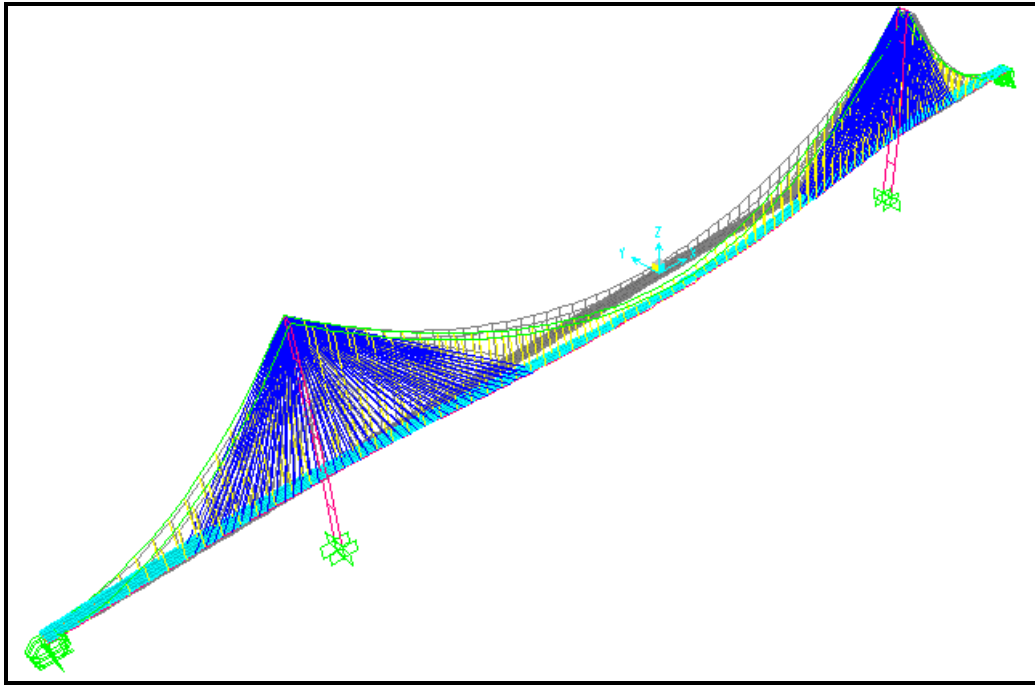
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	106,70	2,046E-10	0,70768	3,593E-09	2,046E-10	0,70768	3,59E-09
Mode	2	60,24	4,708E-10	0,00355	6,908E-09	6,753E-10	0,71122	1,05E-08
Mode	3	27,57	3,931E-08	0,00059	5,767E-09	3,999E-08	0,71181	1,63E-08
Mode	4	23,02	0,75677	8,611E-09	0,00128	0,75677	0,71181	0,00128
Mode	5	18,42	0,01756	3,078E-08	0,04208	0,77433	0,71181	0,04336
Mode	6	15,02	4,425E-10	0,00023	8,518E-09	0,77433	0,71204	0,04336
Mode	7	13,47	2,723E-08	0,21482	4,023E-08	0,77433	0,92686	0,04336
Mode	8	10,59	8,895E-07	0,00015	2,71E-08	0,77433	0,92701	0,04336
Mode	9	9,83	0,1116	2,234E-08	0,00004577	0,88593	0,92701	0,04341
Mode	10	6,90	2,566E-08	0,00446	6,496E-08	0,88593	0,93147	0,04341
Mode	11	6,62	0,00078	1,237E-07	0,00838	0,88671	0,93147	0,05179
Mode	12	6,50	2,715E-08	0,00667	3,938E-08	0,88671	0,93814	0,05179
Mode	13	6,26	4,085E-08	0,00412	4,933E-08	0,88671	0,94226	0,05179
Mode	14	5,92	4,691E-08	0,01946	3,838E-10	0,88671	0,96172	0,05179
Mode	15	5,55	0,01507	1,071E-10	0,00036	0,90178	0,96172	0,05215
Mode	16	5,40	1,913E-07	0,00414	1,309E-09	0,90178	0,96587	0,05215
Mode	17	5,25	4,442E-09	1,314E-11	7,434E-10	0,90178	0,96587	0,05215
Mode	18	5,15	9,691E-11	6,709E-08	3,579E-12	0,90178	0,96587	0,05215
Mode	19	5,09	0,00497	1,54E-08	0,0004	0,90675	0,96587	0,05255
Mode	20	5,08	1,047E-06	0,00011	7,913E-08	0,90675	0,96597	0,05255
Mode	21	4,91	2,419E-07	0,00016	2,033E-08	0,90675	0,96614	0,05255
Mode	22	4,64	2,421E-09	0,00001162	2,73E-09	0,90675	0,96615	0,05255
Mode	23	4,17	4,492E-09	0,0005	3,254E-09	0,90675	0,96664	0,05255

Mode	24	3,90	2,521E-06	0,0000379	2,081E-10	0,90675	0,96668	0,05255
Mode	25	3,82	0,0404	7,196E-08	0,00228	0,94715	0,96668	0,05483
Mode	26	3,72	1,646E-08	0,00592	2,523E-09	0,94715	0,9726	0,05483
Mode	27	3,65	1,057E-07	0,00481	1,458E-07	0,94715	0,9774	0,05483
Mode	28	3,54	2,981E-07	0,00021	1,399E-08	0,94715	0,97762	0,05483
Mode	29	3,28	1,805E-08	9,298E-07	4,772E-09	0,94715	0,97762	0,05483
Mode	30	3,18	1,154E-09	2,367E-07	2,529E-08	0,94715	0,97762	0,05483
Mode	31	3,14	9,288E-08	0,00333	0,00001074	0,94715	0,98095	0,05484
Mode	32	3,10	0,00124	6,686E-07	0,06588	0,94839	0,98095	0,12073
Mode	33	3,00	6,344E-11	4,87E-11	2,165E-09	0,94839	0,98095	0,12073
Mode	34	2,96	4,654E-09	1,244E-06	2,488E-08	0,94839	0,98095	0,12073
Mode	35	2,88	1,283E-08	0,00111	8,052E-08	0,94839	0,98206	0,12073
Mode	36	2,84	0,0009	1,529E-06	0,00075	0,94929	0,98206	0,12147
Mode	37	2,83	6,281E-07	0,00403	1,516E-07	0,94929	0,98609	0,12148
Mode	38	2,80	6,853E-09	0,00064	2,134E-07	0,94929	0,98673	0,12148
Mode	39	2,75	6,375E-11	6,697E-09	1,027E-08	0,94929	0,98673	0,12148
Mode	40	2,74	1,065E-09	5,527E-09	1,706E-08	0,94929	0,98673	0,12148
Mode	41	2,62	6,593E-10	0,00003135	8,657E-09	0,94929	0,98676	0,12148
Mode	42	2,60	3,125E-09	0,00105	4,466E-07	0,94929	0,98781	0,12148
Mode	43	2,50	1,337E-07	0,00023	3,098E-06	0,94929	0,98804	0,12148
Mode	44	2,49	0,0045	2,04E-07	0,06562	0,95379	0,98804	0,1871
Mode	45	2,49	4,307E-06	0,00012	0,00004434	0,95379	0,98816	0,18714
Mode	46	2,40	0,00168	2,247E-08	0,2876	0,95547	0,98816	0,47474
Mode	47	2,39	4,512E-08	0,00096	3,238E-06	0,95547	0,98912	0,47474
Mode	48	2,33	7,038E-10	0,0000689	5,103E-08	0,95547	0,98919	0,47474
Mode	49	2,32	8,017E-10	2,855E-07	4,17E-08	0,95547	0,98919	0,47474
Mode	50	2,20	1,3E-09	0,00003684	4,695E-08	0,95547	0,98923	0,47474
Mode	51	2,14	0,0000141	8,003E-11	0,00199	0,95549	0,98923	0,47673
Mode	52	2,12	1,963E-10	3,615E-08	4,504E-08	0,95549	0,98923	0,47673
Mode	53	2,12	2,681E-10	1,374E-06	5,08E-10	0,95549	0,98923	0,47673
Mode	54	2,03	2,284E-08	0,00015	9,366E-08	0,95549	0,98938	0,47673
Mode	55	1,95	3,058E-08	0,00067	7,01E-07	0,95549	0,99005	0,47673
Mode	56	1,92	1,797E-11	0,00039	4,193E-11	0,95549	0,99044	0,47673
Mode	57	1,84	0,00049	1,099E-08	0,01821	0,95598	0,99044	0,49494
Mode	58	1,82	9,102E-08	0,00036	4,686E-07	0,95598	0,9908	0,49494
Mode	59	1,81	3,86E-09	9,511E-08	1,079E-07	0,95598	0,9908	0,49494
Mode	60	1,80	0,00013	3,476E-13	0,0003	0,95611	0,9908	0,49524

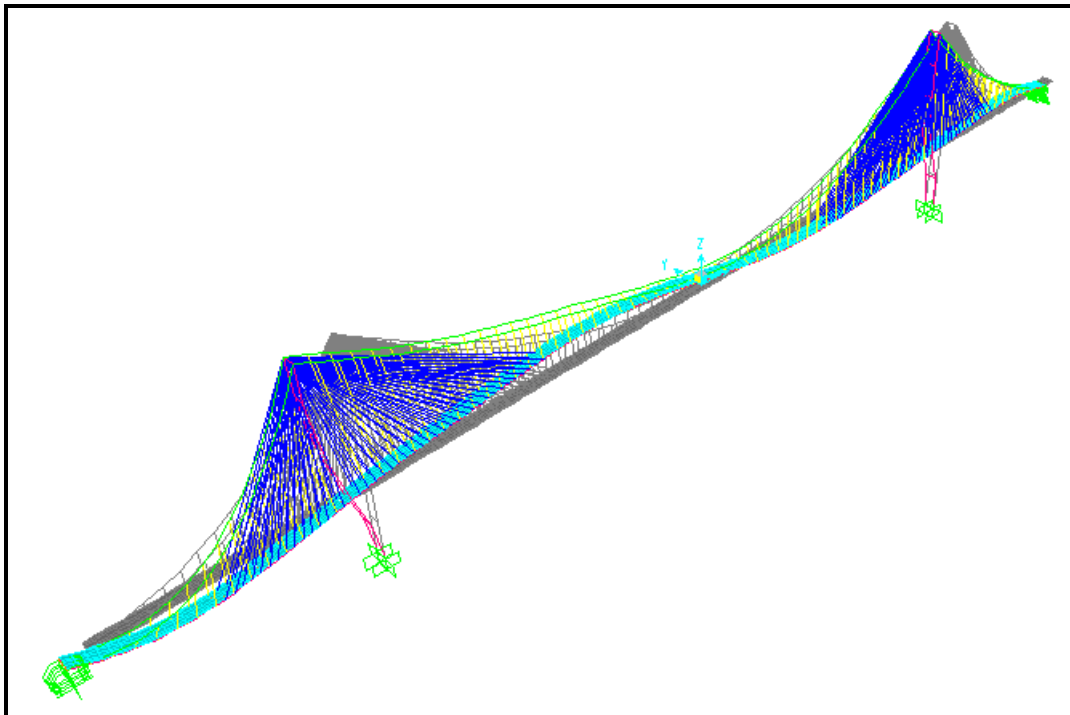
Πίνακας 5.22 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στρεπτικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	106,70	0,69867	2,02E-09	0,00342	0,69867	2,02E-09	0,00342
Mode	2	60,24	0,00359	3,561E-09	0,64324	0,70226	5,58E-09	0,64667
Mode	3	27,57	0,20195	3,164E-10	9,247E-07	0,90421	5,9E-09	0,64667
Mode	4	23,02	1,157E-08	0,0244	6,644E-09	0,90421	0,0244	0,64667
Mode	5	18,42	2,767E-11	0,00089	9,027E-08	0,90421	0,02529	0,64667
Mode	6	15,02	0,00017	3,802E-08	0,16318	0,90438	0,02529	0,80985
Mode	7	13,47	0,06754	7,199E-08	0,00025	0,97191	0,02529	0,81009
Mode	8	10,59	0,00002136	3,332E-08	0,07276	0,97194	0,02529	0,88285

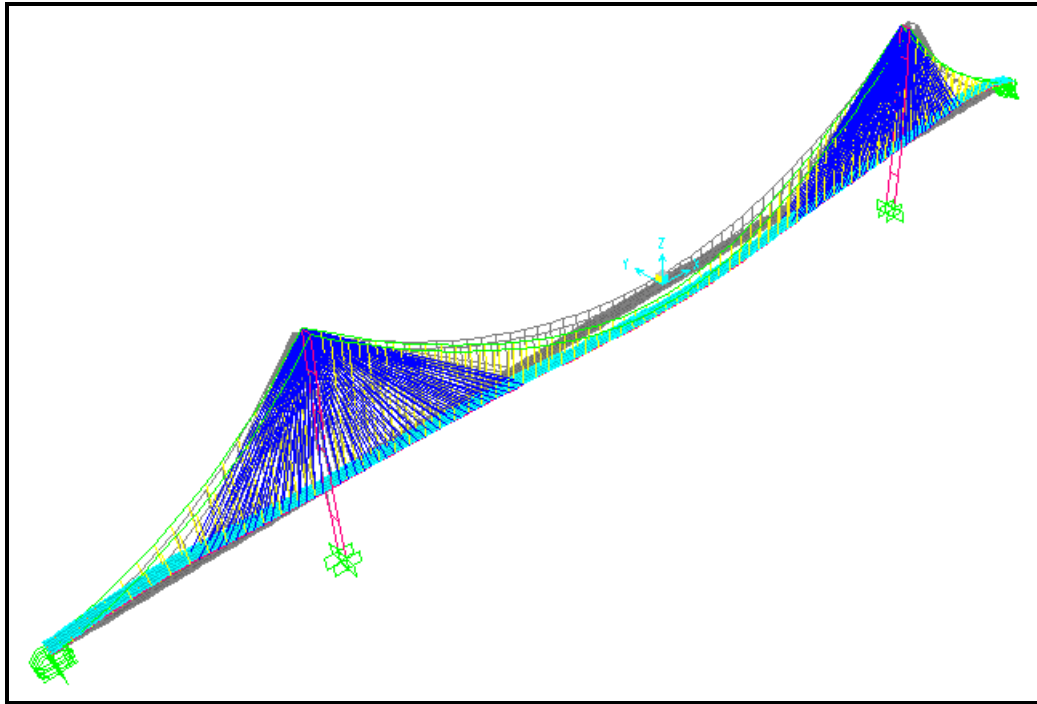
Mode	9	9,83	1,594E-08	5,375E-06	4,89E-07	0,97194	0,0253	0,88285
Mode	10	6,90	0,00089	4,379E-12	0,00128	0,97283	0,0253	0,88413
Mode	11	6,62	4,26E-08	0,00091	2,545E-07	0,97283	0,02621	0,88413
Mode	12	6,50	0,00242	1,496E-09	0,01083	0,97525	0,02621	0,89495
Mode	13	6,26	0,00135	8,481E-09	0,03339	0,9766	0,02621	0,92835
Mode	14	5,92	0,0022	2,851E-09	0,00208	0,9788	0,02621	0,93042
Mode	15	5,55	4,856E-11	0,03679	4,224E-08	0,9788	0,06301	0,93042
Mode	16	5,40	0,00085	9,305E-09	0,00171	0,97965	0,06301	0,93214
Mode	17	5,25	4,459E-10	3,741E-09	2,387E-08	0,97965	0,06301	0,93214
Mode	18	5,15	1,408E-08	1,163E-09	6,408E-07	0,97965	0,06301	0,93214
Mode	19	5,09	8,414E-13	0,0024	3,29E-07	0,97965	0,0654	0,93214
Mode	20	5,08	0,00001946	6,601E-07	0,00232	0,97967	0,0654	0,93445
Mode	21	4,91	0,00001597	4,406E-08	0,00072	0,97969	0,0654	0,93518
Mode	22	4,64	0,00006701	9,322E-08	0,00594	0,97975	0,0654	0,94112
Mode	23	4,17	0,00579	1,997E-08	0,00015	0,98554	0,0654	0,94127
Mode	24	3,90	0,00089	4,138E-10	0,00013	0,98644	0,0654	0,9414
Mode	25	3,82	1,407E-07	0,00019	8,847E-08	0,98644	0,0656	0,9414
Mode	26	3,72	0,00405	5,177E-12	0,00505	0,99049	0,0656	0,94645
Mode	27	3,65	0,00318	2,162E-07	0,0072	0,99367	0,0656	0,95365
Mode	28	3,54	0,00004004	8,783E-10	0,00006801	0,99371	0,0656	0,95371
Mode	29	3,28	5,225E-06	2,203E-08	0,00158	0,99371	0,0656	0,95529
Mode	30	3,18	1,701E-07	8,806E-11	9,507E-09	0,99371	0,0656	0,95529
Mode	31	3,14	0,00237	8,11E-09	0,0002	0,99608	0,0656	0,95548
Mode	32	3,10	4,073E-07	0,00032	3,291E-08	0,99608	0,06591	0,95548
Mode	33	3,00	4,912E-10	2,704E-08	7,656E-07	0,99608	0,06591	0,95549
Mode	34	2,96	1,697E-07	6,834E-07	0,00657	0,99608	0,06591	0,96206
Mode	35	2,88	0,00051	5,604E-08	0,00083	0,9966	0,06591	0,96288
Mode	36	2,84	5,448E-07	0,16411	1,293E-06	0,9966	0,23002	0,96288
Mode	37	2,83	0,0013	0,00007992	0,00159	0,9979	0,2301	0,96448
Mode	38	2,80	0,00013	6,387E-06	0,00275	0,99803	0,23011	0,96723
Mode	39	2,75	2,134E-09	3,456E-08	7,769E-09	0,99803	0,23011	0,96723
Mode	40	2,74	1,617E-09	2,577E-09	9,356E-09	0,99803	0,23011	0,96723
Mode	41	2,62	0,00002136	2,28E-07	0,00101	0,99806	0,23011	0,96823
Mode	42	2,60	0,00042	1,307E-08	0,00005453	0,99848	0,23011	0,96829
Mode	43	2,50	0,00009305	8,588E-07	0,00021	0,99857	0,23011	0,9685
Mode	44	2,49	1,048E-07	0,01696	6,315E-08	0,99857	0,24707	0,9685
Mode	45	2,49	0,00008575	0,00001425	0,0001	0,99866	0,24708	0,9686
Mode	46	2,40	1,487E-09	0,01276	7,643E-09	0,99866	0,25984	0,9686
Mode	47	2,39	0,00023	2,167E-08	0,00043	0,99889	0,25984	0,96903
Mode	48	2,33	0,00005544	1,501E-06	0,00193	0,99894	0,25984	0,97095
Mode	49	2,32	1,958E-07	1,659E-08	5,609E-06	0,99894	0,25984	0,97096
Mode	50	2,20	0,00000205	2,642E-07	0,00031	0,99895	0,25984	0,97127
Mode	51	2,14	1,221E-09	0,15032	1,942E-08	0,99895	0,41016	0,97127
Mode	52	2,12	2,889E-09	3,457E-06	1,986E-06	0,99895	0,41016	0,97127
Mode	53	2,12	1,189E-07	1,867E-07	0,00007845	0,99895	0,41016	0,97135
Mode	54	2,03	0,00001719	2,74E-07	0,00013	0,99896	0,41016	0,97147
Mode	55	1,95	0,00000127	8,195E-07	0,00001767	0,99897	0,41016	0,97149
Mode	56	1,92	0,0000111	8,447E-08	0,00327	0,99898	0,41016	0,97476
Mode	57	1,84	1,968E-11	0,01327	1,49E-09	0,99898	0,42344	0,97476
Mode	58	1,82	4,887E-06	0,00001826	0,00088	0,99898	0,42345	0,97565
Mode	59	1,81	7,12E-09	1,158E-06	1,021E-07	0,99898	0,42345	0,97565
Mode	60	1,80	7,896E-09	0,03309	1,053E-08	0,99898	0,45655	0,97565



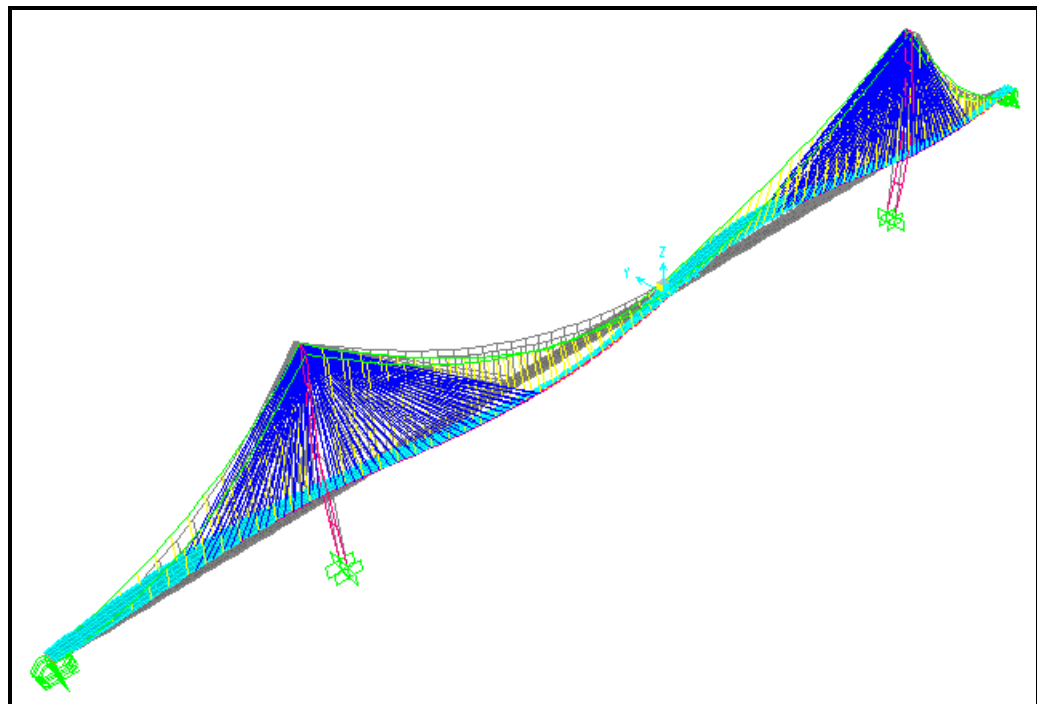
Σχήμα 5.88 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 27.57 \text{ sec}$



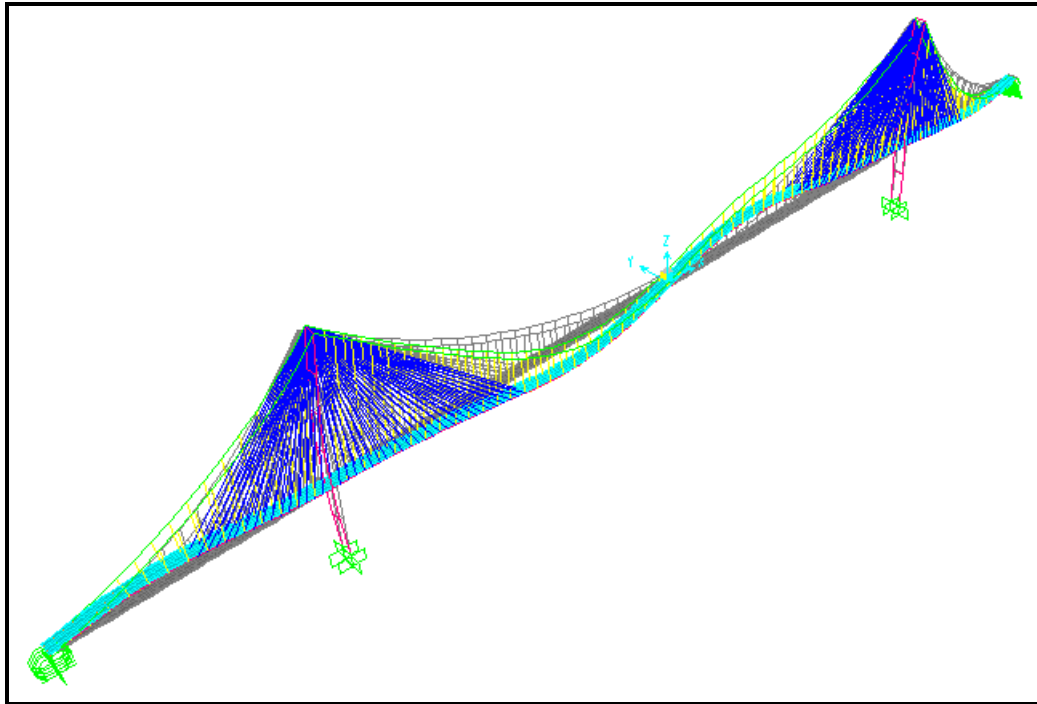
Σχήμα 5.89 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 23.02 \text{ sec}$



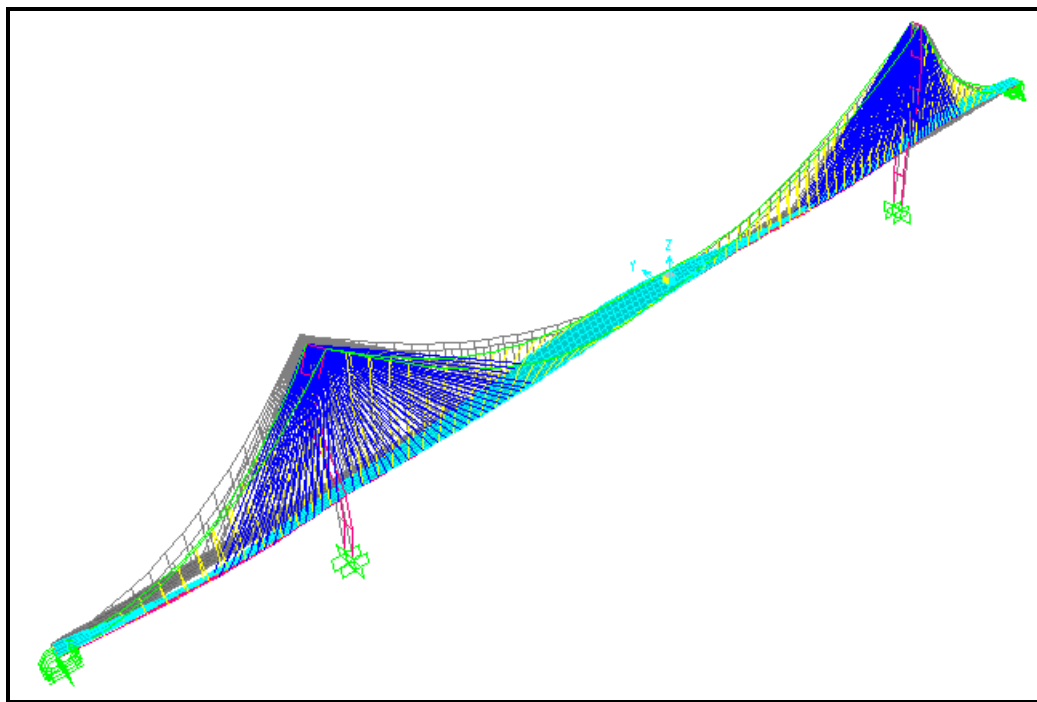
Σχήμα 5.90 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 18.42 \text{ sec}$



Σχήμα 5.91 8^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_8 = 10.59 \text{ sec}$



Σχήμα 5.92 9^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_9 = 9.83 \text{ sec}$



Σχήμα 5.93 13^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{13} = 6.26 \text{ sec}$

5.3.5 $D_{\text{inclined}} = 0.20D = 14.0 \text{ cm}$

Πίνακας 5.23 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Μεταφορικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

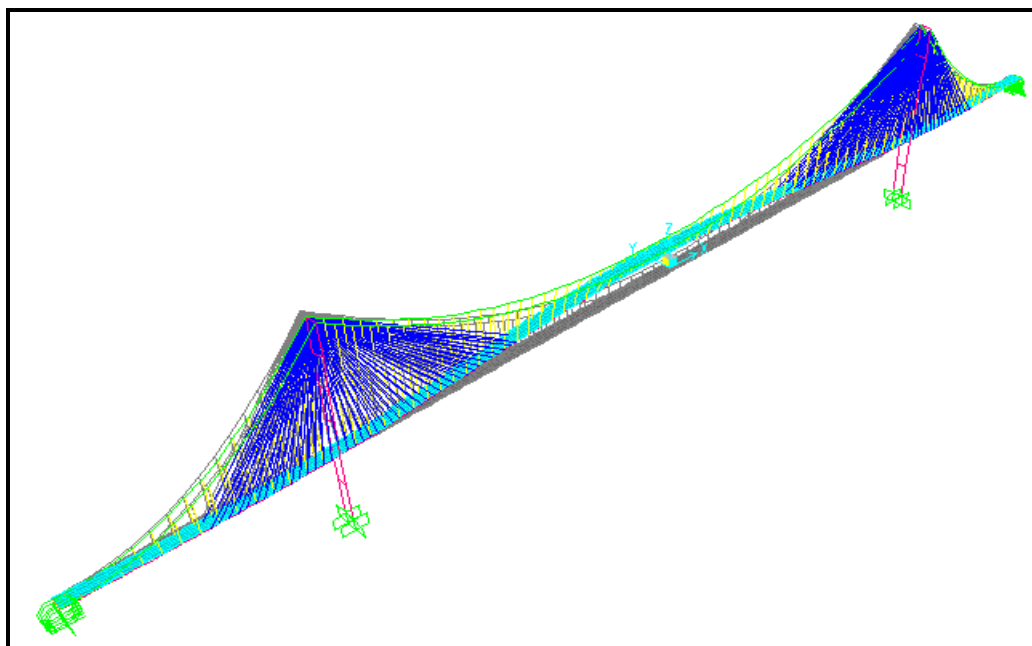
TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	108,67	1,967E-10	0,70845	3,5E-09	1,967E-10	0,70845	3,5E-09
Mode	2	61,05	3,947E-10	0,00337	6,615E-09	5,914E-10	0,71182	1,012E-08
Mode	3	27,44	3,899E-08	0,00014	5,437E-09	3,959E-08	0,71196	1,555E-08
Mode	4	22,36	0,77172	7,489E-09	0,00117	0,77172	0,71196	0,00117
Mode	5	17,61	0,01621	3,503E-08	0,04337	0,78793	0,71196	0,04454
Mode	6	15,13	1,746E-10	0,00026	2,9E-09	0,78793	0,71222	0,04454
Mode	7	13,53	2,004E-08	0,21575	3,411E-08	0,78793	0,92797	0,04454
Mode	8	10,60	2,796E-07	0,00012	2,177E-08	0,78793	0,92809	0,04454
Mode	9	9,39	0,10271	1,206E-08	0,00001212	0,89064	0,92809	0,04455
Mode	10	7,35	4,808E-08	0,00135	2,303E-08	0,89064	0,92943	0,04455
Mode	11	6,61	0,00229	5,462E-08	0,00968	0,89293	0,92943	0,05423
Mode	12	6,50	1,257E-07	0,00709	1,568E-07	0,89293	0,93652	0,05423
Mode	13	6,27	1,288E-07	0,0073	1,031E-07	0,89293	0,94382	0,05423
Mode	14	6,02	1,102E-07	0,01296	8,935E-09	0,89293	0,95678	0,05423
Mode	15	5,57	1,535E-07	0,0093	8,913E-09	0,89293	0,96608	0,05423
Mode	16	5,25	0,01232	3,051E-09	0,00041	0,90525	0,96608	0,05464
Mode	17	5,14	7,319E-11	4,229E-09	2,73E-11	0,90525	0,96608	0,05464
Mode	18	5,03	1,6E-10	1,845E-09	2,016E-12	0,90525	0,96608	0,05464
Mode	19	4,94	7,558E-08	0,00005471	6,515E-09	0,90525	0,96614	0,05464
Mode	20	4,84	3,572E-08	0,00026	1,834E-08	0,90525	0,9664	0,05464
Mode	21	4,74	0,00385	6,532E-09	0,00021	0,9091	0,9664	0,05485
Mode	22	4,61	7,334E-09	0,00001634	2,305E-09	0,9091	0,96642	0,05485
Mode	23	4,17	3,421E-09	0,00072	1,694E-09	0,9091	0,96714	0,05485
Mode	24	3,88	5,458E-06	0,00003856	2,052E-08	0,90911	0,96718	0,05485
Mode	25	3,84	0,03809	5,227E-08	0,00151	0,9472	0,96718	0,05637
Mode	26	3,71	2,948E-10	0,006	9,559E-09	0,9472	0,97318	0,05637
Mode	27	3,65	6,75E-08	0,00442	1,365E-07	0,9472	0,97759	0,05637
Mode	28	3,48	1,732E-07	0,00031	5,629E-12	0,9472	0,9779	0,05637
Mode	29	3,20	1,046E-08	6,532E-07	2,388E-08	0,9472	0,9779	0,05637
Mode	30	3,13	5,94E-10	6,762E-10	1,387E-08	0,9472	0,9779	0,05637
Mode	31	3,10	3,139E-09	0,00416	0,00000162	0,9472	0,98206	0,05637
Mode	32	2,97	0,00158	1,433E-07	0,08237	0,94877	0,98206	0,13874
Mode	33	2,94	1,247E-10	5,382E-10	1,487E-08	0,94877	0,98206	0,13874
Mode	34	2,92	1,329E-08	6,407E-07	1,353E-07	0,94877	0,98206	0,13874
Mode	35	2,84	1,418E-08	0,00131	2,012E-07	0,94877	0,98337	0,13874
Mode	36	2,78	1,937E-08	0,00405	0,000001605	0,94877	0,98742	0,13874
Mode	37	2,72	1,388E-08	0,00013	8,905E-09	0,94877	0,98754	0,13874
Mode	38	2,64	3,432E-09	1,69E-09	2,09E-08	0,94877	0,98754	0,13874
Mode	39	2,63	8,391E-10	3,53E-09	1,558E-08	0,94877	0,98754	0,13874
Mode	40	2,55	0,00341	1,361E-08	0,00525	0,95219	0,98754	0,14399
Mode	41	2,54	2,527E-08	0,00056	2,404E-07	0,95219	0,9881	0,14399
Mode	42	2,53	1,108E-07	0,00005589	1,022E-07	0,95219	0,98816	0,14399
Mode	43	2,47	4,935E-15	0,00019	2,367E-08	0,95219	0,98835	0,14399
Mode	44	2,46	7,85E-08	0,00005812	8,781E-08	0,95219	0,98841	0,14399

Mode	45	2,44	0,00375	3,153E-10	0,0044	0,95594	0,98841	0,14839
Mode	46	2,36	9,331E-09	0,00085	1,371E-07	0,95594	0,98926	0,14839
Mode	47	2,28	1,045E-09	5,792E-11	8,757E-07	0,95594	0,98926	0,14839
Mode	48	2,27	2,692E-09	0,00004151	0,000007605	0,95594	0,9893	0,14839
Mode	49	2,24	1,748E-08	3,521E-10	0,37666	0,95594	0,9893	0,52506
Mode	50	2,15	1,922E-09	0,00002443	2,176E-07	0,95594	0,98933	0,52506
Mode	51	2,08	3,692E-11	1,12E-09	1,157E-09	0,95594	0,98933	0,52506
Mode	52	2,07	1,259E-09	5,029E-06	4,448E-09	0,95594	0,98933	0,52506
Mode	53	2,01	1,7E-08	0,00034	1,208E-10	0,95594	0,98967	0,52506
Mode	54	1,99	0,00005934	3,589E-09	0,00281	0,956	0,98967	0,52787
Mode	55	1,91	7,138E-08	0,00011	1,362E-07	0,956	0,98978	0,52787
Mode	56	1,86	1,285E-08	0,00084	2,495E-08	0,956	0,99062	0,52787
Mode	57	1,77	2,416E-09	1,482E-10	2,338E-07	0,956	0,99062	0,52787
Mode	58	1,76	7,673E-07	9,46E-07	0,000009649	0,956	0,99062	0,52788
Mode	59	1,76	5,355E-06	0,00024	0,0001	0,95601	0,99086	0,52798
Mode	60	1,75	0,00127	3,391E-07	0,02939	0,95728	0,99086	0,55737

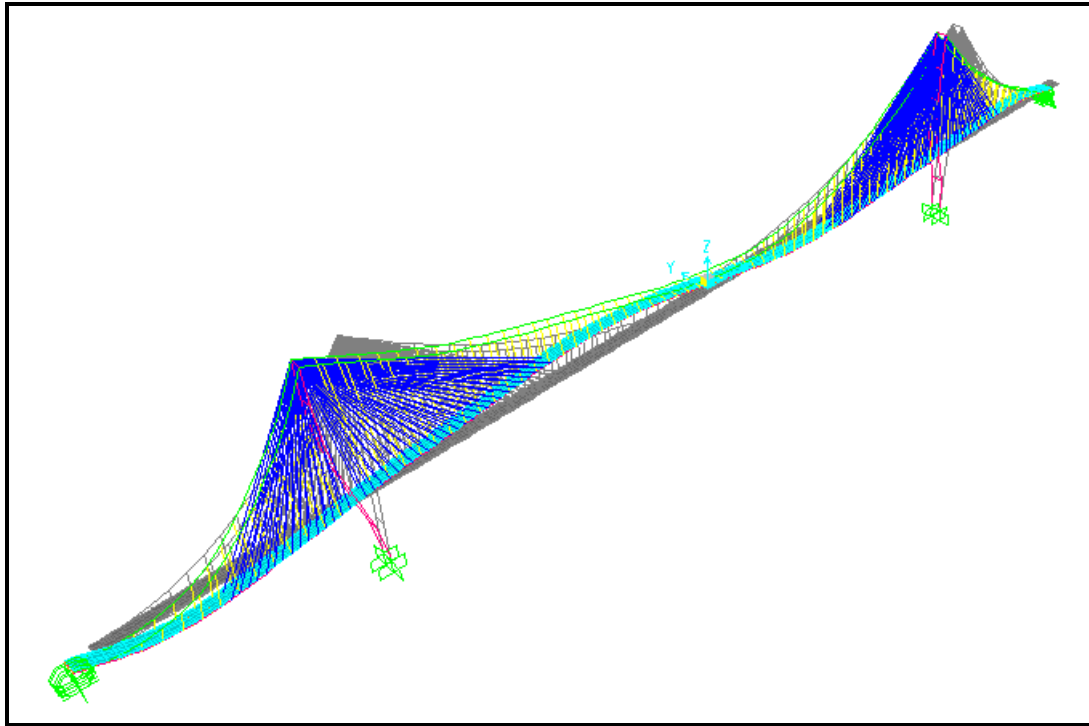
Πίνακας 5.24 Ιδιοπερίοδοι Καλωδιωτής Γέφυρας – Στροφικοί Συντελεστές Συμμετοχής Μάζας

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	108,67	0,70689	1,998E-09	0,00326	0,70689	1,998E-09	0,00326
Mode	2	61,05	0,00341	3,524E-09	0,64194	0,7103	5,522E-09	0,6452
Mode	3	27,44	0,19606	3,256E-10	0,000004671	0,90636	5,847E-09	0,6452
Mode	4	22,36	1,099E-08	0,02391	6,418E-09	0,90636	0,02391	0,6452
Mode	5	17,61	2,48E-10	0,00076	1,304E-07	0,90636	0,02467	0,6452
Mode	6	15,13	0,00015	3,708E-08	0,16625	0,90652	0,02467	0,81146
Mode	7	13,53	0,066	6,747E-08	0,0003	0,97252	0,02467	0,81175
Mode	8	10,60	9,055E-06	2,249E-08	0,07271	0,97253	0,02467	0,88446
Mode	9	9,39	1,149E-08	0,00008293	1,621E-07	0,97253	0,02475	0,88446
Mode	10	7,35	0,0004	6,256E-10	0,00014	0,97294	0,02475	0,8846
Mode	11	6,61	2,861E-08	0,00041	4,236E-07	0,97294	0,02516	0,8846
Mode	12	6,50	0,00231	1,776E-09	0,01345	0,97525	0,02516	0,89805
Mode	13	6,27	0,00194	9,793E-09	0,02415	0,97718	0,02516	0,9222
Mode	14	6,02	0,00112	5,86E-11	0,00864	0,9783	0,02516	0,93084
Mode	15	5,57	0,00141	3,862E-09	0,00222	0,97971	0,02516	0,93306
Mode	16	5,25	1,025E-09	0,03491	8,43E-08	0,97971	0,06008	0,93306
Mode	17	5,14	2,923E-10	1,465E-10	4,937E-10	0,97971	0,06008	0,93306
Mode	18	5,03	2,719E-10	1,18E-09	6,645E-08	0,97971	0,06008	0,93306
Mode	19	4,94	7,984E-06	1,353E-07	0,0017	0,97972	0,06008	0,93476
Mode	20	4,84	0,00004993	5,999E-09	0,00062	0,97977	0,06008	0,93538
Mode	21	4,74	8,651E-10	0,00098	3,512E-10	0,97977	0,06105	0,93538
Mode	22	4,61	0,00007345	1,432E-07	0,00642	0,97984	0,06105	0,94181
Mode	23	4,17	0,00639	2,432E-08	0,00035	0,98623	0,06105	0,94216
Mode	24	3,88	0,00085	1,339E-08	0,00064	0,98707	0,06105	0,9428
Mode	25	3,84	1,893E-07	0,00028	2,508E-07	0,98707	0,06133	0,9428
Mode	26	3,71	0,00409	2,771E-10	0,00442	0,99116	0,06133	0,94722
Mode	27	3,65	0,00277	1,812E-07	0,007	0,99393	0,06133	0,95422
Mode	28	3,48	0,0000594	3,471E-10	0,00001186	0,99399	0,06133	0,95423
Mode	29	3,20	5,452E-07	5,834E-08	0,00239	0,99399	0,06133	0,95662

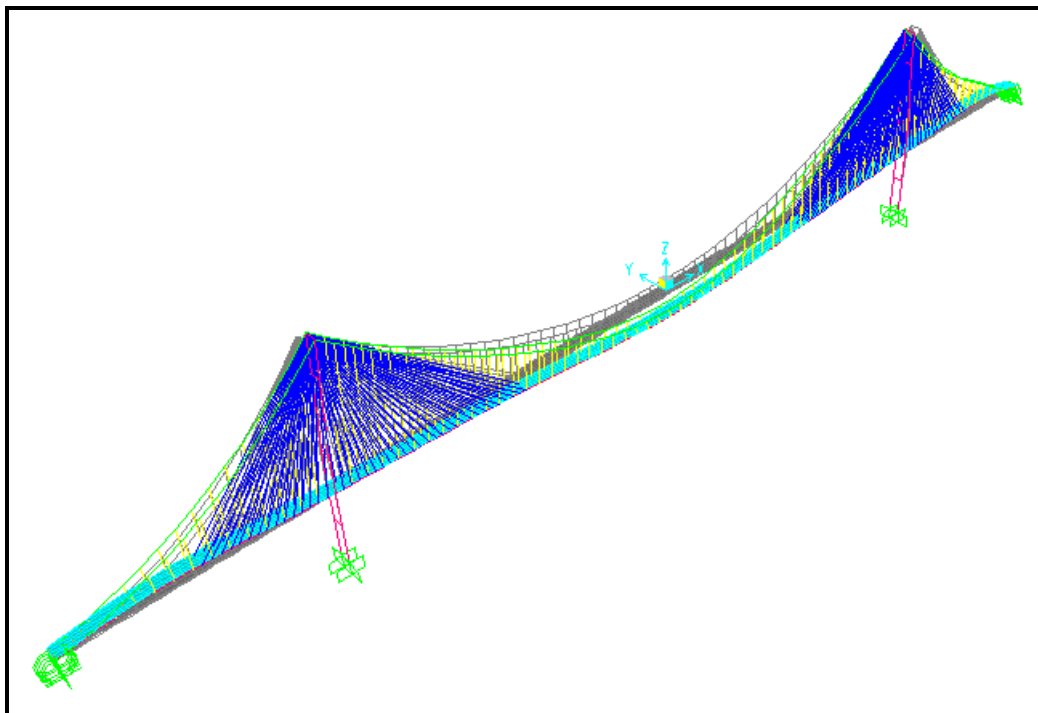
Mode	30	3,13	3,265E-10	4,753E-12	6,855E-10	0,99399	0,06133	0,95662
Mode	31	3,10	0,00258	4,315E-08	0,00013	0,99657	0,06133	0,95675
Mode	32	2,97	5,767E-08	0,00006278	3,592E-08	0,99657	0,06139	0,95675
Mode	33	2,94	6,167E-10	3,696E-09	3,139E-07	0,99657	0,06139	0,95675
Mode	34	2,92	1,688E-07	2,295E-07	0,00761	0,99657	0,06139	0,96436
Mode	35	2,84	0,00055	1,671E-08	0,00029	0,99712	0,06139	0,96465
Mode	36	2,78	0,00116	3,905E-07	0,00064	0,99828	0,06139	0,96528
Mode	37	2,72	0,00002077	2,263E-07	0,00298	0,9983	0,06139	0,96827
Mode	38	2,64	5,485E-10	1,955E-07	3,087E-09	0,9983	0,06139	0,96827
Mode	39	2,63	1,269E-09	1,068E-07	8,634E-09	0,9983	0,06139	0,96827
Mode	40	2,55	1,892E-09	0,12458	7,015E-10	0,9983	0,18597	0,96827
Mode	41	2,54	0,0003	7,898E-07	0,00022	0,9986	0,18597	0,96849
Mode	42	2,53	0,00002383	2,776E-06	0,0011	0,99863	0,18598	0,96958
Mode	43	2,47	0,00006293	6,453E-08	0,00013	0,99869	0,18598	0,96971
Mode	44	2,46	0,00003439	1,403E-06	0,00017	0,99872	0,18598	0,96989
Mode	45	2,44	1,364E-09	0,12434	1,104E-09	0,99872	0,31032	0,96989
Mode	46	2,36	0,00019	4,232E-07	0,00031	0,99891	0,31032	0,9702
Mode	47	2,28	1,231E-10	1,978E-08	6,802E-10	0,99891	0,31032	0,9702
Mode	48	2,27	0,00004315	1,856E-06	0,00097	0,99896	0,31032	0,97117
Mode	49	2,24	2,534E-09	0,0007	2,675E-08	0,99896	0,31101	0,97117
Mode	50	2,15	2,922E-06	3,247E-07	0,00036	0,99896	0,31102	0,97152
Mode	51	2,08	9,287E-11	1,85E-07	7,21E-09	0,99896	0,31102	0,97152
Mode	52	2,07	4,532E-07	6,251E-07	0,00003669	0,99896	0,31102	0,97156
Mode	53	2,01	0,00002672	1,869E-06	0,00008165	0,99899	0,31102	0,97164
Mode	54	1,99	3,606E-09	0,22992	3,471E-09	0,99899	0,54094	0,97164
Mode	55	1,91	7,668E-07	2,304E-06	0,0002	0,99899	0,54094	0,97184
Mode	56	1,86	8,441E-06	1,137E-07	0,00323	0,999	0,54094	0,97507
Mode	57	1,77	6,502E-11	4,403E-08	1,034E-09	0,999	0,54094	0,97507
Mode	58	1,76	0,00000471	0,000007	0,00002136	0,999	0,54095	0,97509
Mode	59	1,76	9,971E-07	0,00006264	0,00155	0,999	0,54101	0,97665
Mode	60	1,75	1,336E-10	0,01834	0,000004586	0,999	0,55936	0,97665



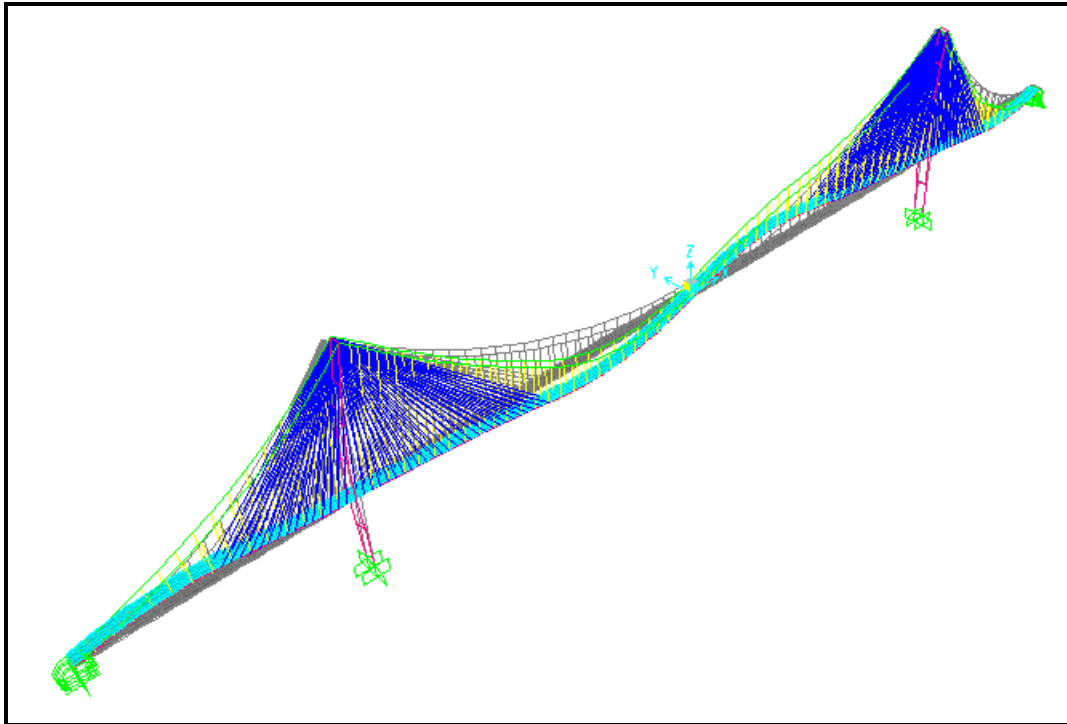
Σχήμα 5.94 3^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_3 = 16.24 \text{ sec}$



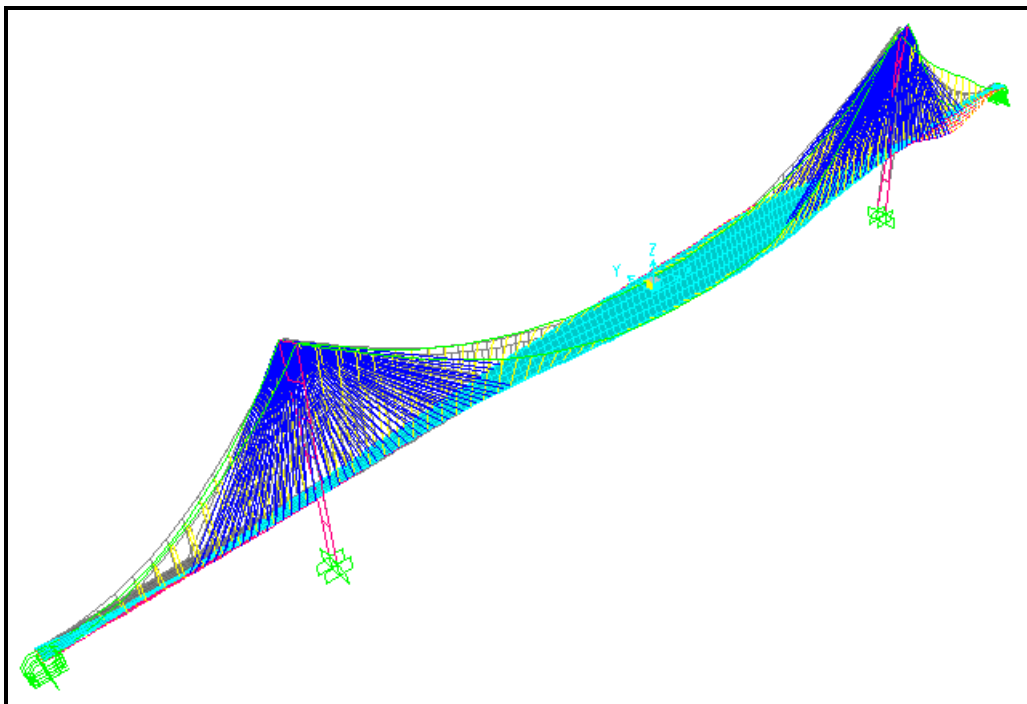
Σχήμα 5.95 4^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_4 = 22.36$ sec



Σχήμα 5.96 5^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_5 = 17.61$ sec



Σχήμα 5.97 9^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_9 = 9.39 \text{ sec}$



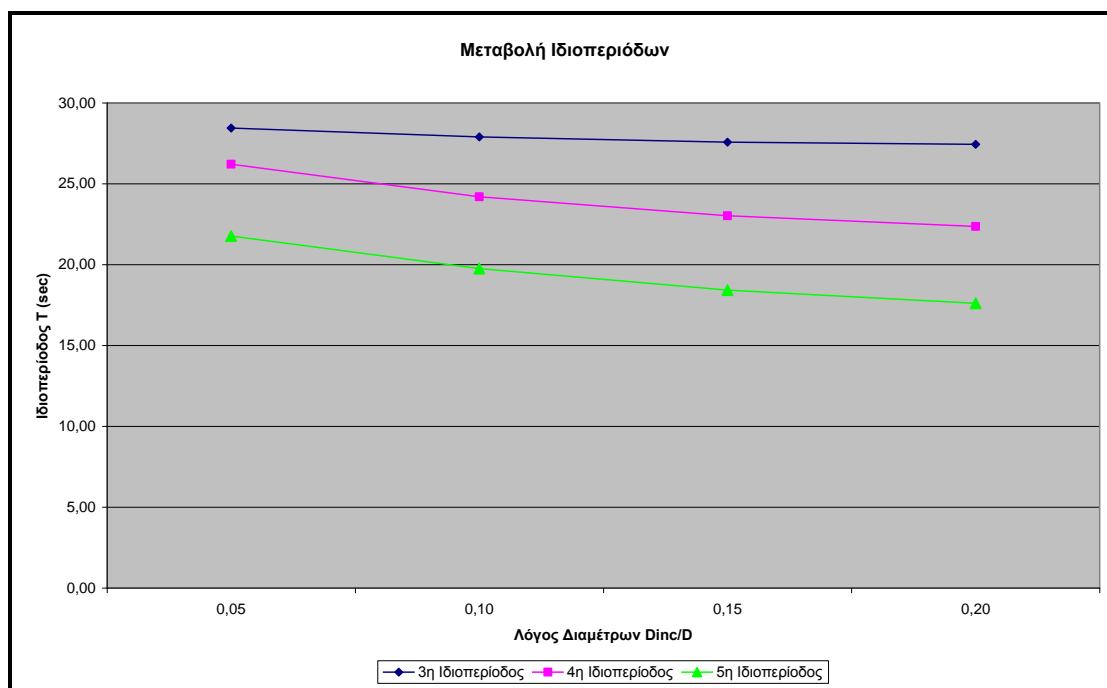
Σχήμα 5.98 10^η Ιδιομορφή Γέφυρας – $T_{10} = 7.35 \text{ sec}$

5.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Ιδιομορφικών Αναλύσεων

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μεταβολή των τριών πρώτων ιδιοπεριόδων της καλωδιωτής γέφυρας (T_3 , T_4 , T_5) σε συνάρτηση με τον λόγο των διαμέτρων των καλωδίων D_{inc}/D . Αξίζει να σημειώσουμε ότι η T_3 είναι η κύρια μεταφορική ιδιομορφή κατά την εγκάρσια διεύθυνση Y της γέφυρας, η T_4 κατά τον διαμήκη άξονα X ενώ η T_5 κατά τον κατακόρυφο άξονα Z της γέφυρας.

Πίνακας 5.25 Μεταβολή Ιδιοπεριόδων T_1, T_2 και T_3 ως προς τον Λόγο Διαμέτρων D_{inc}/D

Καλωδιωτή Γέφυρα Μεσαίου Ανοίγματος 1000 m			
Διάμετρος Παραβολικού Καλωδίου, $D = 70$ cm			
Ιδιοπερίοδοι (sec)			
D_{inc} / D	T_3	T_4	T_5
0,05	28,45	26,21	21,77
0,10	27,90	24,19	19,75
0,15	27,57	23,02	18,42
0,20	27,44	22,36	17,61



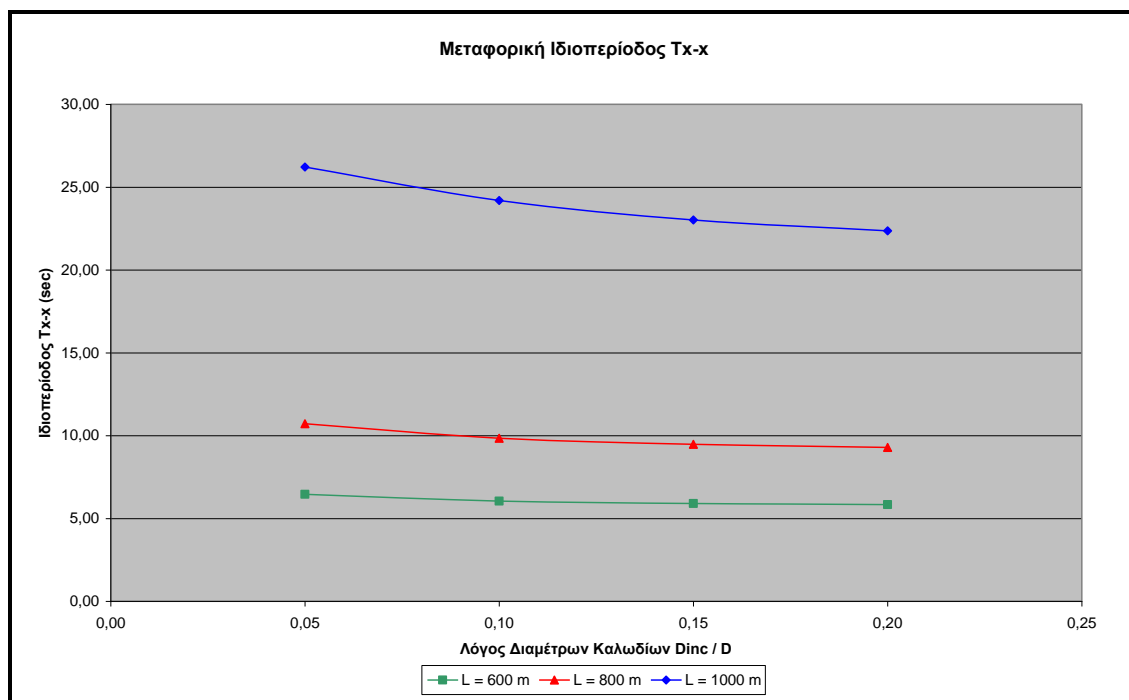
Σχήμα 5.99 Διάγραμμα Μεταβολής Ιδιοπεριόδων T_3, T_4 και T_5 ως προς τον Λόγο Διαμέτρων D_{inc}/D

Τέλος, στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η μεταβολή των κύριων μεταφορικών ιδιοπεριόδων ταλάντωσης των τριών καλωδιωτών γεφυρών που μελετήσαμε.

➤ **Μεταφορική Ιδιοπερίοδος T_{x-x} (Διαμήκης Διεύθυνση Γέφυρας)**

Πίνακας 5.26 Μεταβολή Ιδιοπεριόδου Ταλάντωσης T_{x-x}

Μεταφορική Ιδιοπερίοδος Κατά Τη Διαμήκη Διεύθυνση Της Γέφυρας, T_{x-x}			
Dinc / D	Μήκος Μεσαίου Ανοίγματος		
	L=600m	L=800m	L=1000m
0,05	6,46	10,72	26,21
0,10	6,05	9,84	24,19
0,15	5,90	9,48	23,02
0,20	5,84	9,29	22,36

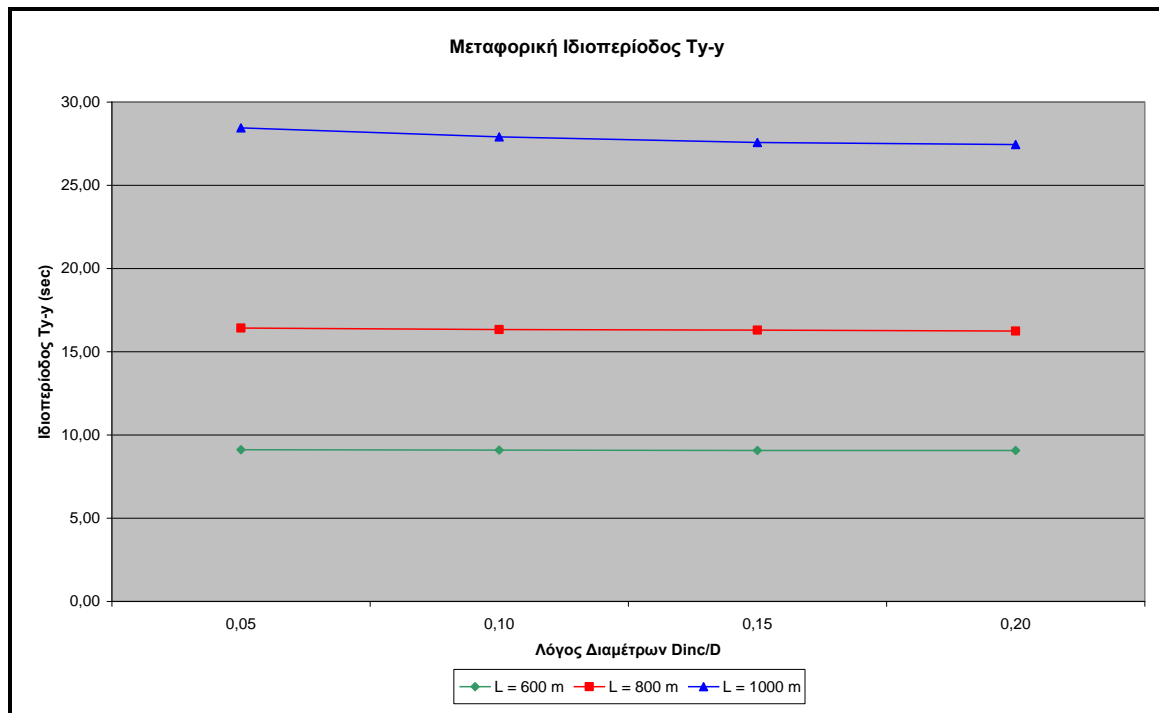


Σχήμα 5.100 Διάγραμμα Μεταβολής Ιδιοπεριόδου Ταλάντωσης T_{x-x} ως προς τον Λόγο Διαμέτρων D_{inc}/D

➤ **Μεταφορική Ιδιοπερίοδος T_{y-y} (Εγκάρσια Διεύθυνση Γέφυρας)**

Πίνακας 5.27 Μεταβολή Ιδιοπεριόδου Ταλάντωσης T_{y-y}

Μεταφορική Ιδιοπερίοδος Κατά Την Εγκάρσια Διεύθυνση Της Γέφυρας, T_{y-y}			
D_{inc} / D	Μήκος Μεσαίου Ανοίγματος		
	L=600m	L=800m	L=1000m
0,05	9,11	16,42	28,45
0,10	9,09	16,33	27,90
0,15	9,07	16,29	27,57
0,20	9,06	16,24	27,44

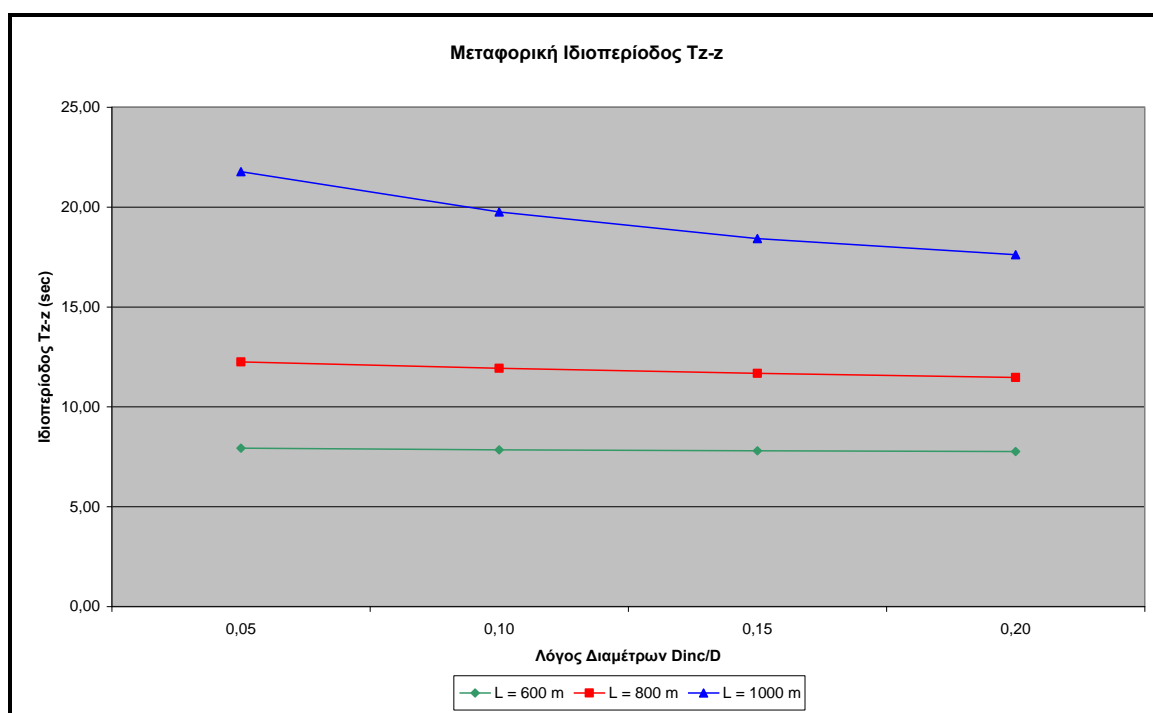


Σχήμα 5.101 Διάγραμμα Μεταβολής Ιδιοπεριόδου Ταλάντωσης T_{y-y} ως προς τον Λόγο Διαμέτρων D_{inc}/D

➤ **Μεταφορική Ιδιοπερίοδος T_{z-z} (Κατακόρυφη Διεύθυνση Γέφυρας)**

Πίνακας 5.28 Μεταβολή Ιδιοπεριόδου Ταλάντωσης T_{z-z}

Μεταφορική Ιδιοπερίοδος Κατά Την Κατακόρυφη Διεύθυνση Της Γέφυρας, T_{z-z}			
D_{inc} / D	Μήκος Μεσαίου Ανοίγματος		
	L=600m	L=800m	L=1000m
0,05	7,93	12,25	21,77
0,10	7,85	11,93	19,75
0,15	7,80	11,67	18,42
0,20	7,76	11,47	17,61



Σχήμα 5.102 Διάγραμμα Μεταβολής Ιδιοπεριόδου Ταλάντωσης T_{z-z} ως προς τον Λόγο Διαμέτρων D_{inc}/D

6. Συμπεράσματα

Με την ολοκλήρωση των παραμετρικών αναλύσεων των τριών καλωδιωτών γεφυρών, καταλήξαμε στα ακόλουθα συμπεράσματα :

- ✓ Η αύξηση της διαμέτρου των κεκλιμένων καλωδίων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της δυσκαμψίας της γέφυρας, ιδιαίτερα όσον αφορά στην ταλάντωσή της κατά τον κατακόρυφο άξονα.
- ✓ Η αύξηση της διατομής των κεκλιμένων καλωδίων συντελεί στην καταπόνηση των τελευταίων με υψηλότερες αξονικές δυνάμεις και την αντίστοιχη μείωση της αξονικής έντασης του κύριου παραβολικού καλωδίου και των αναρτήρων.
- ✓ Το στατικό σύστημα των αναρτήρων και του παραβολικού καλωδίου αναλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της φόρτισης του καταστρώματος, ενώ η συμβολή των κεκλιμένων καλωδίων είναι περιορισμένη.
- ✓ Λόγω του μεγάλου μήκους των τριών καλωδιωτών γεφυρών, η πραγματοποίηση μη γραμμικών αναλύσεων που λαμβάνουν υπόψη τις μεγάλες μετακινήσεις των φορέων αποδείχθηκε καθοριστική για τη σωστή εύρεση της εντατικής και παραμορφωσιακής τους κατάστασης.

7. Βιβλιογραφία

- ✓ Gimsing N. J. , Cable Supported Bridges, Concept and Design, John Wiley & Sons, New York, 1983

- ✓ Ερμόπουλος Ι. , Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων

- ✓ Ερμόπουλος Ι. , Σιδηρές Και Σύμμικτες Γέφυρες

- ✓ Tang, M. ‘‘Cable – Stayed Bridges’’ , Bridge Engineering Handbook, Ed. Wai – Fah Chen and Lian Duan, Boca Raton : CRC Press, 2000