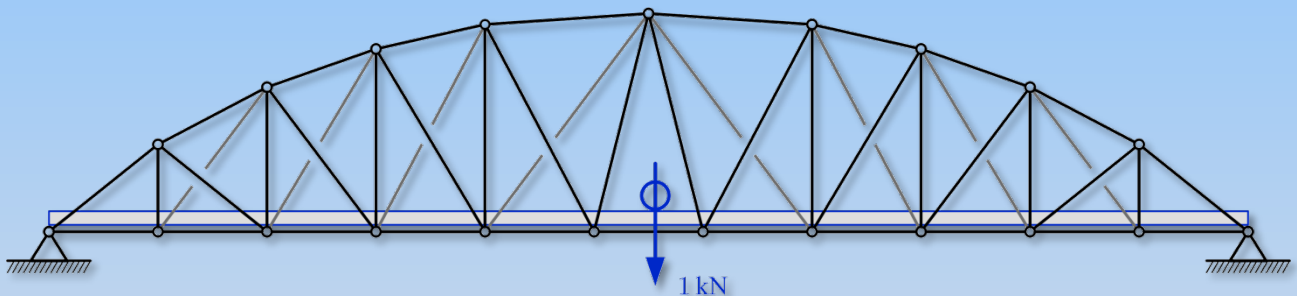




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Π.Μ.Σ. ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΈΡΓΑ

Προσδιορισμός Γραμμών Επιρροής σε Γέφυρες με τη Μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων



Διπλωματική Εργασία Π.Μ.Σ. Δομοστατικά Έργα

Νίτσας Φώτιος

Αθήνα, Ιούνιος 2023

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΣ-ΦΙΛΗΣ ΚΟΚΚΙΝΟΣ



Όνοματεπώνυμο φοιτητή: **Νίτσας Κ. Φώτιος**

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας:

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΣΕ ΓΕΦΥΡΕΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η παρούσα εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι
Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή:

Τριαντάφυλλος - Φίλης Κόκκινος
Αναπληρωτής Καθηγητής
Επιβλέπων

Κωνσταντίνος Δημάκος
Καθηγητής
Διευθυντής Π.Μ.Σ.

Νικόλαος Πνευματικός
Καθηγητής
Μέλος

Ιούνιος 2023, ΑΙΓΑΛΕΩ



ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Νίτσας Φώτιος** του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου 17 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Δομοστατικά Έργα» του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Νίτσας Φώτιος



Περίληψη

Λόγω της πολυπλοκότητας της μελέτης των σύγχρονων γεφυρών δημιουργείται η ανάγκη εύρεσης γρήγορων και αξιόπιστων αποτελεσμάτων σχετικά με τη διαστασιολόγηση των στοιχείων τους.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η εύρεση των γραμμών επιρροής εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του δικτύματος ενός φορέα μεταλλικής γέφυρας με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων.

Αρχικά έγινε μία αναφορά στα είδη των γεφυρών αλλά και στη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων.

Για την επίλυση του δικτύματος δημιουργήθηκαν οι απαραίτητες συναρτήσεις στο πρόγραμμα Microsoft Excel όπου πραγματοποιήθηκε και η ανάλυση.

Τέλος, αποτυπώθηκε το αριθμητικό παράδειγμα της μεταλλικής κατασκευής δίνοντας αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν.



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
Department of Civil Engineering

Abstract

Due to the complexity of study of the modern bridges it is necessary to find quick and reliable results regarding the sizing of their elements.

The purpose of this diploma thesis was to create the lines of influence of intensive, and deformation quantities of the lattice of a metal bridge carrier by the finite element method.

Firstly, general information with reference to the types of bridges, and also to the finite element method were made.

Regarding the structural solution, the necessary functions were created using the Microsoft Excel program, where the analysis was also carried out.

Finally, the example of the metal construction, and the detailed method statement were presented.

Πρόλογος - Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Δομοστατικά Έργα» της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Τριαντάφυλλο – Φίλη Κόκκινο για την δυνατότητα να πραγματοποιήσω αυτή την εργασία καθώς επίσης και για την πολύτιμη καθοδήγησή του όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου , που όλα αυτά τα χρόνια είναι δίπλα μου σε κάθε βήμα.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	1
Abstract.....	2
Πρόλογος - Ευχαριστίες	3
1. Εισαγωγή.....	6
1.1 Είδη & Στοιχείων Γεφυρών	7
2. Τρόποι Στατικής Επίλυσης και Υπολογισμός Γεφυρών	15
2.2 Γραμμές Επιρροής και Γέφυρες.....	19
2.3 Πεπερασμένα στοιχεία και γέφυρες.....	20
2.3.1 Πλεονεκτήματα και χρήσεις μοντέλου περασμάτων στοιχείων	20
3. Μέθοδος Επίλυση.....	24
3.1 Υπολογισμός Μετακινήσεων των Κόμβων.....	24
3.2 Ακραίες μετακινήσεις των μελών στο καθολικό και στο τοπικό σύστημα των αξόνων.....	24
4. Σκοπός Μελέτης.....	25
5. Παράδειγμα Εφαρμογής	26
5.1 Περιγραφή Φορέα.....	26
5.2 Μέθοδος Επίλυσης Δικτυώματος	26
Βήμα 1 ^ο	26
Βήμα 2 ^ο	26
Βήμα 3 ^ο	27
Βήμα 4 ^ο	27
Βήμα 5 ^ο	27
Βήμα 6 ^ο	27
Βήμα 7 ^ο	27
Βήμα 8 ^ο	27
Βήμα 9 ^ο	27
Βήμα 10 ^ο	27
5.3 Αποτελέσματα Επίλυσης Φορέα.....	32
Βιβλιογραφία	92

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1. Μυκηναϊκό τοξωτό γεφύρι Αρκαδικού (ΧΙΙΙ αι. π.Χ.) -ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.	6
Εικόνα 2. Σύμμικτη – Καλωδιωτή, Γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.	7
Εικόνα 3. Γέφυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα (Άνω διάβαση) - ΒΙΚΙΠΕΔΕΙΑ.....	8
Εικόνα 4. Albion River Bridge -έτος κατ.: 1944, μήκος 300 μ., ύψος 40 μ., εμποτισμένη ξυλεία copper azole, και κεντρικά χάλυβας ως center truss - ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.	8
Εικόνα 5. Γέφυρα Theodor Heuss (1882-1885) μεταλλική - . ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.....	9
Εικόνα 6. Το γεφύρι της Πλάκας -Υπουργείο Πολιτισμού).	9
Εικόνα 7. Η μεγαλύτερη προβολική γέφυρα (Κεμπέκ , Καναδάς) - ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ	10
Εικόνα 8. Γέφυρα Καλωδιωτή στην Νορμανδία - ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.....	11
Εικόνα 9. Πλαισιωτές Γέφυρες.....	11
Εικόνα 10. Γέφυρα παλατιών στην Αγία Πετρούπολη σε διαζευγμένη κατάσταση(Κινητή Γέφυρα).	12
Εικόνα 11. Μονολιθική Σύνδεση (ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΪΑ: ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, Μπισκίνης Ε. Διονύσιος).	13
Εικόνα 12. Σύνδεση με Εφέδρανα (ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΪΑ: ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, Μπισκίνης Ε. Διονύσιος).	13
Εικόνα 13. Οπτική κίνηση (dLOS) και αναμενόμενη (υπολογισμένη) κατακόρυφη κίνηση (d), απόσταση ραντάρ R από τη μετρούμενη στροφή και απόσταση ραντάρ H από το μετρούμενο σημείο σε κατακόρυφη διεύθυνση.....	17
Εικόνα 14. . Προέλευση του ερμηνευτικού σφάλματος ΕΙ κατά τη μέτρηση με ένα μόνο συμβολομετρικό ραντάρ	18
Εικόνα 15. (α) Αυτή η απλή δοκός στήριξης εμφανίζεται με ένα φορτίο μονάδας τοποθετημένο σε απόσταση ξ από το αριστερό άκρο. Το μέγεθος του φορτίου που κινείται πάνω στη δοκό το παίρνουμε πάντοτε ίσο με τη μονάδα των δυνάμεων και κατά προτίμηση ίσο με 1 kN.....	20
Εικόνα 16. Ένα ζεύγος δοκών από ατσάλι.	22
Εικόνα 17. Διασταυρούμενη μοντελοποίηση στα Midlands Links Viaducts.	23

1. Εισαγωγή

Μια κατασκευή η οποία έχει σκοπό την συνεχή επικοινωνία πάνω απο ένα εμπόδιο, ονομάζεται γέφυρα. Συνήθως κατασκευάζεται πάνω απο εμπόδια όπως, ποτάμια , χαράδρες κ.τ.λ. [1] [2] [3] [4]. Λόγω των φυσικών εμποδίων και της ανάγκης των ανθρώπων για επικοινωνία και μεταφορά εμπορευμάτων, απο τα αρχαία ακόμη χρόνια άρχιζαν την κατασκευή των γεφυρών.

Την σημασία των γεφυρών μπορούμε να αντιληφθούμε απο την αντιμετώπιση προς αυτές, συνδεοντας τες με θρύλους, τραγούδια και ανθρωποθυσίες. Οι ονομασίες πολλών εξ αυτών των κατασκευών σε πάρα πολλές περιπτώσεις λαμβάνεται βάσει την τοποθεσίας τους.

Οι πρώτες κατασκευές γεφυρών στην αρχαιότητα ήταν προβολικές απο μεγάλους λίθους ή με κορμούς μεγάλων δέντρων πάνω από ποτάμια ή μικρά ρεύματα. Στις αρχές του 19ου αιώνα άρχισε να τοποθετείτε ο σίδηρος (χυτοσίδηρος) αλλα σε πολύ λίγο χρονικό διάστημα αντικαταστάθηκε απο τον χάλυβα όπως τον γνωρίζουμε ως σήμερα. Τον 20ο αιώνα προστέθηκε το υλικό του οπλισμένου σκυροδέματος που έχει χρησιμοποιηθεί σε πάρα πολλές κατασκευές λόγω και της εισαγωγής και των αυτοκινήτων.

Κατά κανόνα, οι γέφυρες αποτελούνται απλουστευμένα απο άνοιγμα και στηρίγματα . Οι δομές των ανοιγμάτων χρησιμεύουν για την απορρόφηση φορτίων και τη μεταφορά τους στα στηρίγματα. Μπορεί να έχουν δρόμο, διάβαση πεζών, αγωγό κ.τ.λ. Τα στηρίγματα μεταφέρουν τα φορτία τους στη βάση της γέφυρας.



Εικόνα 1. Μυκηναϊκό τοξωτό γεφύρι Αρκαδικού (XIII αι. π.Χ.) -ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.

Με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογία καθώς και των υλικών κατασκευής, πλέον έχει προσπελαστεί οποιοδήποτε εμπόδιο. Οι νέες αυτές κατασκευές

κατατάσσονται ανάλογα με το υλικό κατασκευής (μεταλλικές, σύμμικτες, οπλισμένου σκυροδέματος) ή και τον τρόπο τον οποίο χρησιμοποιούνται ή και το σχήμα τους.

Μπορούμε να διακρίνουμε τις γέφυρες ως εξής:

1.1 Είδη & Στοιχείων Γεφυρών

Α) Ταξινόμηση ανάλογα με το θλικό κατασκευής

- Σύμμικτες
- Οπλισμένου σκυροδέματος
- Ξύλινες
- Μεταλλικές
- Λίθινες



Εικόνα 2. Σύμμικτη – Καλωδιωτή, Γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.



Εικόνα 3. Γέφυρα από σπλισμένο σκυρόδεμα (Άνω διάβαση) - ΒΙΚΙΠΕΔΕΙΑ.



Εικόνα 4. Albion River Bridge -έτος κατ.: 1944, μήκος 300 μ., ύψος 40 μ., εμποτισμένη ξυλεία copper azole, και κεντρικά χάλυβας ως center truss - ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.



Εικόνα 5. Γέφυρα Theodor Heuss (1882-1885) μεταλλική - . ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ



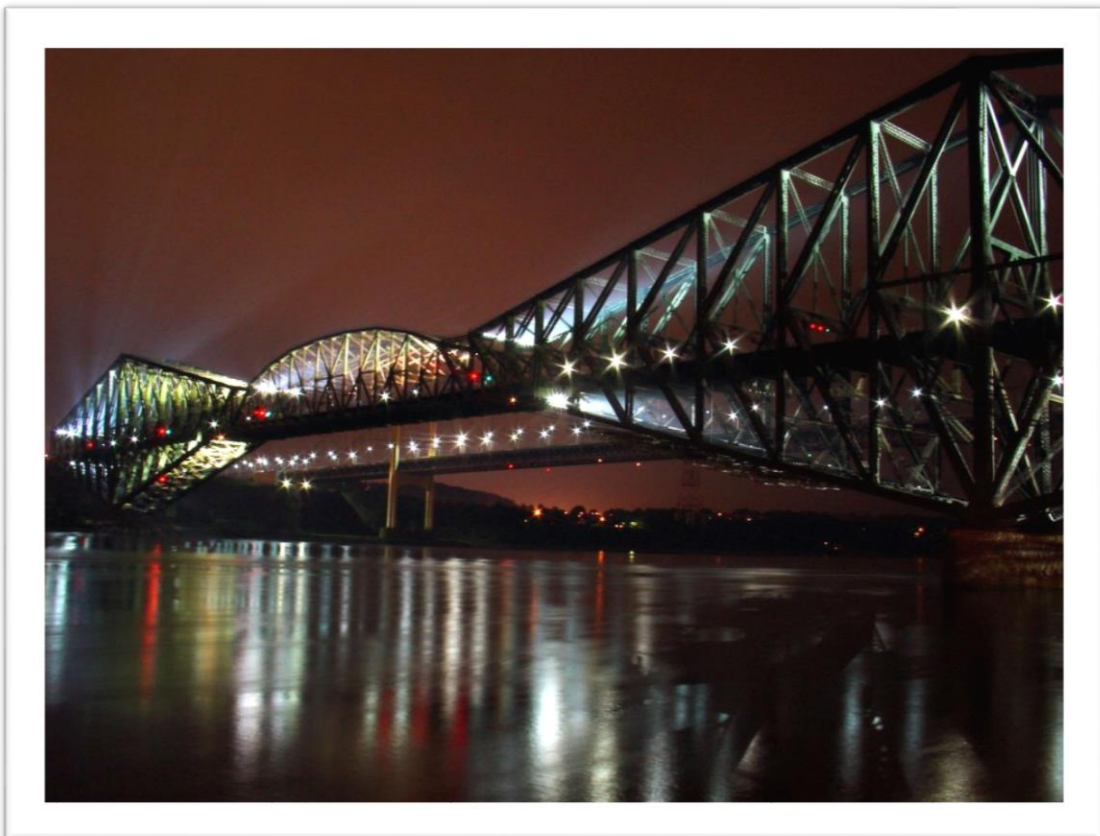
Εικόνα 6. Το γεφύρι της Πλάκας -Υπουργείο Πολιτισμού).

Β) Ανάλογα με τις χρήσεις τους

- Πεζογέφυρες
- Οδικές
- Σιδηροδρομικές
- Ειδικές Γέφυρες

Γ) Ανάλογα με την λειτουργία του φέροντος συστήματος

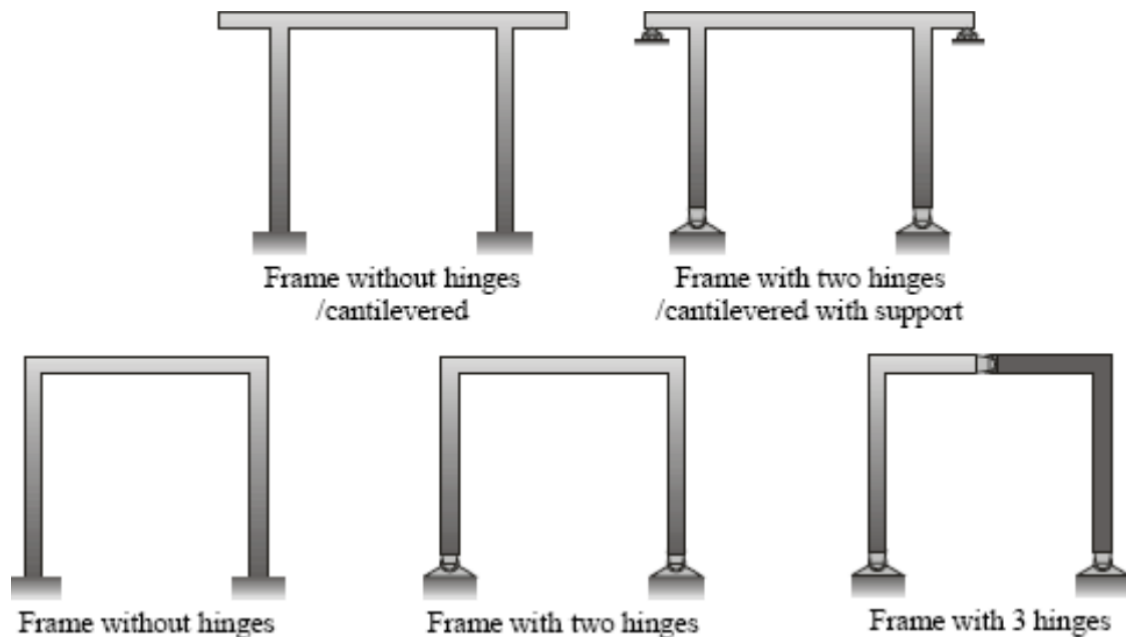
- Γέφυρες φορέων με μορφή δοκών
- Πλαισιοτές Γέφυρες
- Γέφυρες τοξωτές
- Γέφυρες Καλωδιωτές
- Κρεμαστές Γέφυρες



Εικόνα 7. Η μεγαλύτερη προβολική γέφυρα (Κεμπέκ, Καναδάς) - ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ



Εικόνα 8. Γέφυρα Καλωδιωτή στην Νορμανδία - ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ.



Εικόνα 9. Πλασιωτές Γέφυρες



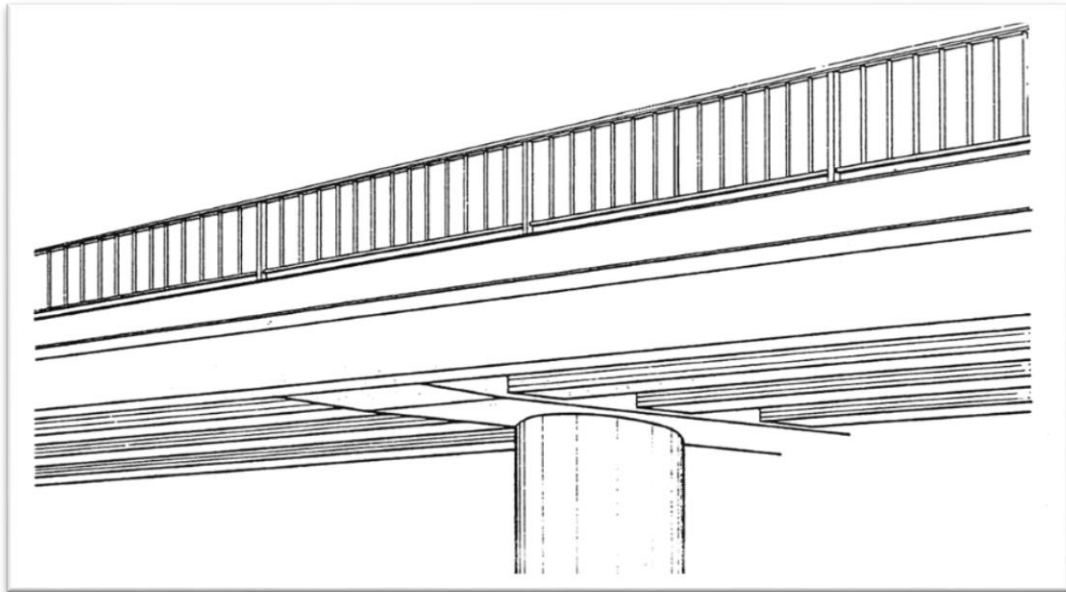
Εικόνα 10. Γέφυρα παλατιών στην Αγία Πετρούπολη σε διαζευμένη κατάσταση(Κινητή Γέφυρα).

Πέραν των ειδών κατάταξης των γεφυρών, στην γεφυροποιία διακρίνουμε και την «υποδομή» της γέφυρας από την «ανωδομή». Η υποδομή (Ανωδομή) απαρτίζεται από τα βάθρα (ακρόβαθρα και μεσόβαθρα), τυχόν τοίχους αντιστήριξης σε περίπτωση που η πρόσβαση στην γέφυρα γίνεται από επιχώματα στα ακρόβαθρα (συνήθως), έργα μετάβασης στην οδό (πλάκες πρόσβασης κ.τ.λ) και τέλος τη θεμελίωση. Επίσης η ανωδομή περιλαμβάνει το φορέα καταστρώματος όπως κατάστρωμα κυκλοφορίας, εφένδρανα στήριξης του φορέα στα βάθρα και άλλα στοιχεία (πεζοδρόμια, κιγκλιδώματά, στηθαία ασφαλείας στα πεζοδρόμια, διαχωριστικά στηθαία κλάδων κυκλοφορίας, οδόστρωμα και μόνωση φορέα καταστρώματος, αρμούς διαστολής, αποχετεύσεις ομβρίων, στύλους φωτισμού, διελεύσεις αγωγών, κ.α).

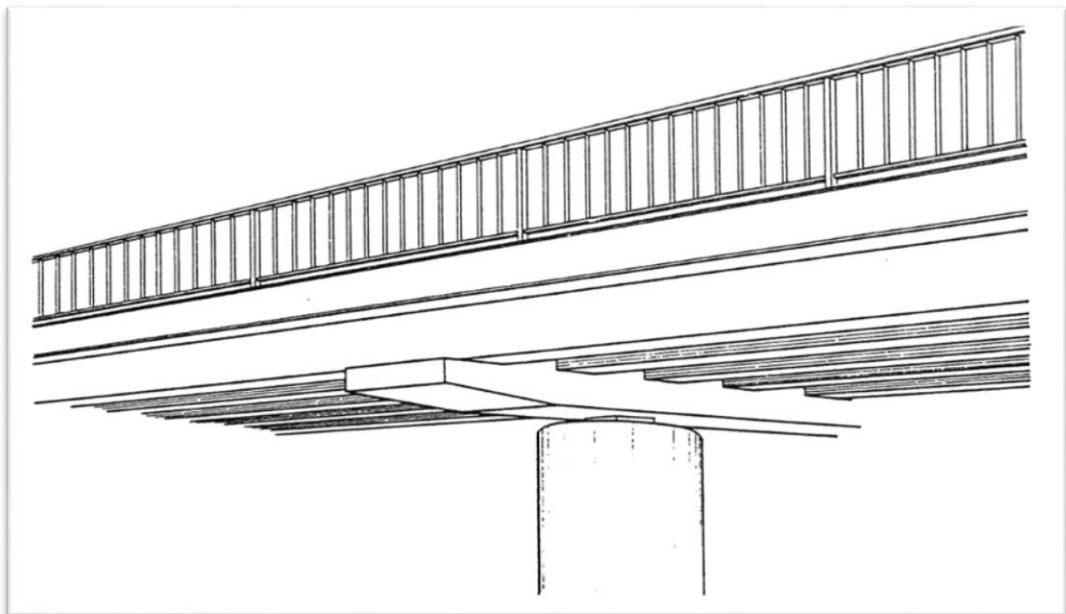
Αν ο φορέας του καταστρώματος στηρίζεται σε ακρόβαθρα με εφένδρανα, τότε το ακρόβαθρο συνεχίζεται μέχρι την επιφάνεια της οδού πρόσβασης (πίσω από το φορέα καταστρώματος), με τον τρόπο αυτό κατασκευάζεται ένα μικρός και σε διατομή πολύ λεπτός τοίχος αντιστήριξης που ονομάζεται θωράκιο. Με την κατασκευή του προαναφερθέντος θωρακίου επιτυγχάνεται η προστασία των εφενδράνων από το επίχωμα πρόσβασης, παρατηρείται επίσης το θωράκιο να χρησιμοποιείται και στις δυο πλευρές του καταστρώματος(Δεξια- αριστερά παράλληλα στον άξονα της γέφυρας) σαν αποτέλεσμα να σχηματίζεται σε κάτοψη ένα ΠΙ στο οποίο εισχωρεί ο φορέας καταστρώματος.

Σε άλλη περίπτωση ο φορέας του καταστρώματος μπορεί να συνδέεται μονολιθικά με το ακρόβαθρο (ή/και πλάκα πρόσβασης ή/και με τα μεσόβαθρα), τότε τοποθετείται ο αρμός διαστολής (επειδή οι αρμοί προκαλούν όχληση στην κυκλοφορία,

τοποθετούνται πλέον μόνο στα ακρόβαθρα). Ενδεικνυόμενος τρόπος για την πρόσβαση για την αποφυγή τυχόν καθιζήσεις με την μορφή αναβαθμών στους αρμούς μεταξύ των ακροβάθρων, είναι η κατασκευή πλάκας πρόσβασης απο οπλισμένο σκυρόδεμα πάνω απο το επίχωμα, στηριζόμενο στο θωράκιο ή στο ακρόβαθρο. Η πλάκα πρόσβασης κατασκευάζεται όσο το πλάτος του κατάστρωμα (κατά τον άξονα της γέφυρας) και το μήκος της είναι λίγα μέτρα.



Εικόνα 11. Μονολιθική Σύνδεση (ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΪΑ: ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, Μπισκίνης Ε. Διονύσιος).



Εικόνα 12. Σύνδεση με Εφέδρανα (ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΪΑ: ΕΙΔΗ ΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, Μπισκίνης Ε. Διονύσιος).

Πέραν των προαναφερομένων, το οδόστρωμα αποτελείται από σχετικά λεπτό ασφαλτοτάπητα και φύλλο μόνωσης (ανάλογα με το υλικό της μόνωσης μπορεί να χρειάζεται και τσιμεντοκονία προστασίας).

Αγωγοί για τη διέλευση καλωδίων ή και νερού εγκιβωτίζονται συνήθως στα πεζοδρόμια, ή, αν είναι μεγαλύτερης διαμέτρου, τοποθετούνται κάτω από το φορέα καταστρώματος. Στόμια αποχέτευσης ομβρίων τοποθετούνται ανά 100m² περίπου κάτοψης. Κατακόρυφοι αγωγοί αποχέτευσης των ομβρίων τοποθετούνται στα βάρθρα

2. Τρόποι Στατικής Επίλυσης και Υπολογισμός Γεφυρών

Πρόσφατα, η παρακολούθηση της δομικής υγείας, έχει γίνει σταδιακά ένα σημαντικό θέμα στη μηχανική γεφυρών και στη διαχείριση γεφυρών. Για παράδειγμα, μια ενδιαφέρουσα μελέτη σχετικά με το σχεδιασμό ενός συστήματος παρακολούθησης για μια προεντεταμένη σύνθετη γέφυρα κυβικής δοκού με κυματοειδείς χαλύβδινους ιστούς, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης του συστήματος παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, της υλοποίησης πειραμάτων επί τόπου και της ανάλυσης ενός τρισδιάστατου Το μοντέλο FEM εισάγεται στο [1].

Τα ληφθέντα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή του φακέλου προειδοποίησης και κρίσιμων ορίων, επιτρέποντας έτσι την αποτελεσματική κρίση σχετικά με την αξιολόγηση ασφάλειας της γέφυρας στη φάση λειτουργίας.

Ως ένα άλλο παράδειγμα, τα αποτελέσματα της παρακολούθησης της δομικής υγείας μιας μεταλλικής τοξωτής σιδηροδρομικής γέφυρας που αφορά διαφορετικούς σκοπούς, συγκεκριμένα τη μακροπρόθεση παρακολούθηση των αλληλεπιδράσεων τροχιάς (γέφυρας), περιγράφονται στο [2].

Τα τελευταία 10 χρόνια, η συμβολομετρία ραντάρ εδάφους με ραντάρ πραγματικού διαφράγματος (GB-RAR ή GB-InRAR) έχει γίνει μια συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνολογία για τον προσδιορισμό των δυναμικών παραμορφώσεων των δομών γεφυρών που προκαλούνται από διόδους οχημάτων [3-8]. Ο στόχος αυτών των πειραμάτων ήταν να ληφθούν πειραματικά δεδομένα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ουσιαστικά για την παρακολούθηση της υγείας της γέφυρας.

Η μέθοδος της συμβολομετρίας ραντάρ επιτρέπει τη μέτρηση παραμορφώσεων σε πραγματικό χρόνο για βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα φορτία σε κανονική κυκλοφορία (π.χ. διέλευση οχημάτων).

Επιπλέον, μπορεί να συλλάβει και να ανιχνεύσει δυναμικά τη συχνότητα και το πλάτος της δόνησης του παρακολουθούμενου αντικειμένου στην περιοχή συχνοτήτων από περίπου 0,0 έως 80 Hz. Αυτή η μέθοδος προβλέπει τον προσδιορισμό του μεγέθους εκτροπής με ακρίβεια μεγαλύτερη από 0,1 mm. Οι εκτροπές μιας γέφυρας μπορούν να προσδιοριστούν ταυτόχρονα σε πολλαπλές θέσεις. Είναι δυνατό να ληφθούν τόσο γενικές όσο και λεπτομερείς πληροφορίες για τη συμπεριφορά της κατασκευής υπό το δυναμικό της φορτίο. Για παράδειγμα, στη γέφυρα μήκους 100 m υπάρχει δυνατότητα ταυτόχρονης παρακολούθησης έως και 100 περίπου σημείων. Οι βασικές αρχές και τα παραδείγματα της χρήσης της τεχνολογίας GB-RAR για τον προσδιορισμό της παραμόρφωσης των γεφυρών δίνονται, για παράδειγμα, στο [3-7].

Ένα παράδειγμα χρήσης της τεχνολογίας GB-RAR για τον προσδιορισμό των παραμορφώσεων των μεταλλικών κατασκευών σιδηροδρομικών γεφυρών που προκαλούνται τόσο από αλλαγές θερμοκρασίας όσο και από διελεύσεις οχημάτων (δυναμικά φορτία) παρουσιάζεται στο [8]. Ωστόσο, αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται πολύ συχνά και για την παρακολούθηση περαιτέρω αντικειμένων. Για παράδειγμα, η παρακολούθηση των πύργων επικοινωνιών και των αστικών κτιρίων περιγράφεται στο [9,10] και η παρακολούθηση των δεξαμενών πύργων νερού, των καμινάδων εργοστασίων και των πυλώνων σταθμών αιολικής ενέργειας δίνεται στο [11]. Η κοινή χρήση ενός επίγειου σαρωτή λέιζερ (TLS), διαμορφωμένου σε λειτουργία σαρωτή

γραμμής, και μιας τεχνολογίας GB-RAR για την παρακολούθηση των συχνοτήτων δόνησης και των πλατών ταλαντώσεων ψηλών κατασκευών παρουσιάζεται στο [12]. Οι συγκρίσεις της τεχνολογίας και της τεχνολογίας GB-RAR που χρησιμοποιούν επιταχυνσιόμετρα για δυναμική παρακολούθηση μεγάλων κατασκευών και για παρακολούθηση γεφυρών δίνονται στο [13,14]. Μια ανασκόπηση στον τομέα της χρήσης της τεχνολογίας GNSS για τη δυναμική παρακολούθηση της δομικής υγείας μαζί με άλλες τεχνολογίες όπως τα επιταχυνσιόμετρα και το RTS (ρομποτικοί συνολικοί σταθμοί) παρουσιάζεται στο [15]. Οι πρόσφατες τάσεις της έρευνας περιλαμβάνουν επίσης [16] την παρουσίαση ενός πρακτικού πλαισίου για την ανίχνευση και την ανάλυση ζημιών σε αστικές γέφυρες με τη χρήση τριών βασικών τεχνικών: επίγεια σάρωση λέιζερ (TLS), επίγεια μικροκυματική συμβολομετρία και δορυφορικό ραντάρ συνθετικού διαφράγματος συμβολομετρίας μόνιμης διασποράς (PS-InSAR). Μια ανασκόπηση και μελλοντικές κατευθύνσεις της σύγχρονης παρακολούθησης γεφυρών με χρήση TLS βρίσκονται στο [17].

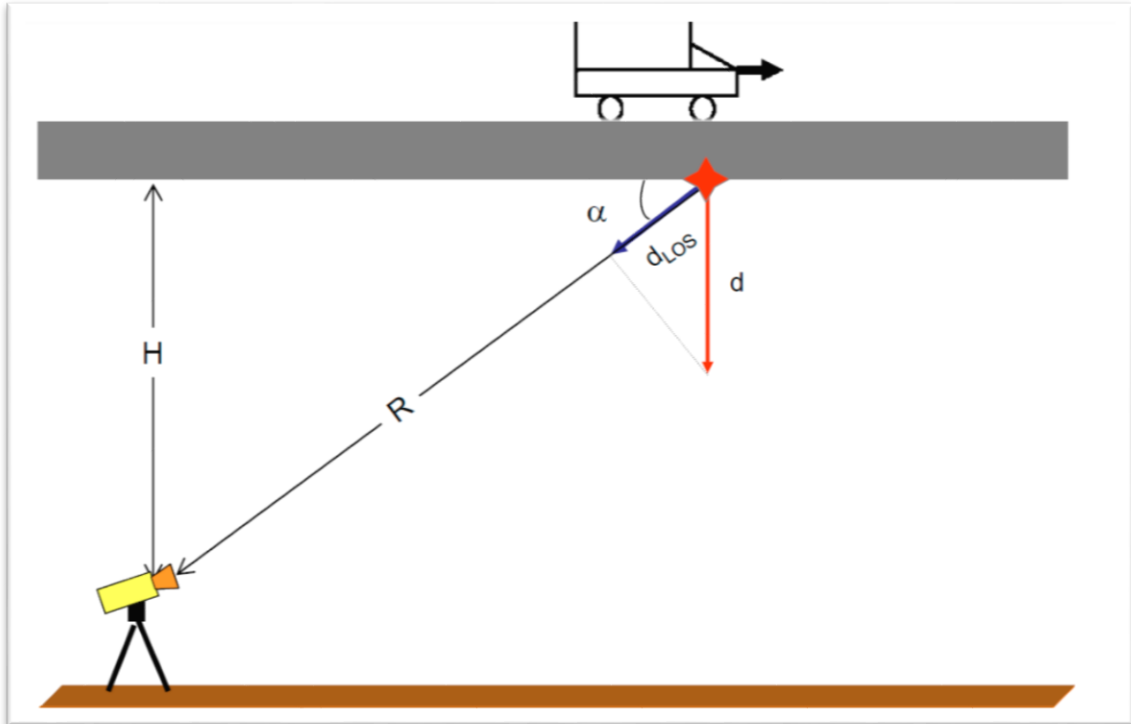
Περαιτέρω, αναφ. [18] προτείνει μια μεθοδολογία για την ανίχνευση σε κλίμακα χαρτοφυλακίου δομικών παραμορφώσεων γεφυρών μέσω πολυχρονικής διαφορικής συμβολομετρίας δορυφόρου (MTInSAR). Στο [19], παρουσιάζεται ένα σύστημα στάθμης υγρού πλέγματος ινών Bragg (FBG) που βασίζεται σε αισθητήρες οπτικών ινών που σχηματίζονται από δομές με δύο σταθερά άκρα. Ένα τέτοιο σύστημα είναι κατάλληλο για μακροχρόνια παρακολούθηση γεφυρών σε μεγάλες αποστάσεις και δεν απαιτεί κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες, επιτόπια ορατότητα και εντατική εργασία. Ωστόσο, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση δυναμικών ή οριζόντιων μετατοπίσεων. Αντίθετα, η μέθοδος συμβολομετρίας ραντάρ είναι κατάλληλη για λειτουργική παρακολούθηση τόσο των δυναμικών όσο και των οριζόντιων μετατοπίσεων.

Αυτή η συνεισφορά επικεντρώνεται στη μέτρηση των παραμορφώσεων των γεφυρών από δύο παρεμβολομετρικά ραντάρ IBIS-FS του ιταλικού κατασκευαστή IDS—Ingegneria Dei Sistemi. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με αυτό το όργανο βρίσκονται, π.χ., στο [20]. Ένα από τα βασικά μειονεκτήματα της μεθόδου GB-RAR είναι ότι το ραντάρ μετρά μόνο τις μετατοπίσεις της γραμμής τοποθεσίας (LOS) προς την κατεύθυνση της πρόθεσης και αυτές υπολογίζονται εκ νέου στην αναμενόμενη κατεύθυνση των μετατοπίσεων. Στην περίπτωση των γεφυρών, η αναμενόμενη κατεύθυνση είναι συνήθως κάθετη. Η κατάσταση της γεωμετρίας φαίνεται στο Σχήμα παρακάτω. Η υποτιθέμενη (αναμενόμενη) κατακόρυφη μετατόπιση υπολογίζεται σύμφωνα με το [4]:

$$d = d_{LOS} R/H \quad (1)$$

Ωστόσο, η υπόθεση μόνο μιας κατακόρυφης μετατόπισης μπορεί να μην εκπληρώνεται και γενικά δεν εκπληρώνεται. Ο λόγος είναι, για παράδειγμα, ότι οι γέφυρες συχνά δεν είναι οριζόντιες ούτε ευθείες και στη συνέχεια συμβαίνει σημαντική διαμήκης ή εγκάρσια παραμόρφωση ταυτόχρονα ως αποτέλεσμα στρέψης κατά την κατακόρυφη παραμόρφωση και επίσης τα οχήματα δημιουργούν συνήθως διαμήκεις και εγκάρσιες οριζόντιες δυνάμεις (π.χ. φρενάρισμα δυνάμεις ή φυγόκεντρες δυνάμεις) κατά τις διελεύσεις τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι διαμήκεις ή εγκάρσιες οριζόντιες μετατοπίσεις είναι πολύ μικρότερες από τις κάθετες. Σε ορισμένες

περιπτώσεις, ωστόσο, οι οριζόντιες μετατοπίσεις μπορεί να γίνουν σημαντικές σε σύγκριση με τις κάθετες μετατοπίσεις. Παραδείγματα σιδηροδρομικών γεφυρών με σημαντικές τιμές εγκάρσιων οριζόντιων μετατοπίσεων παρουσιάζονται στο [21,22]. Στο [23] επισημαίνονται σφάλματα από τη λανθασμένη υπόθεση μόνο κατακόρυφων μετατοπίσεων. Με άλλα λόγια, πρόκειται για σφάλματα από τη μη λήψη υπόψη οριζόντιων μετατοπίσεων κατά τον προσδιορισμό κάθετων μετατοπίσεων χρησιμοποιώντας τη μέθοδο GB-RAR με ένα μόνο ραντάρ. Αυτό το σφάλμα από τη μη λήψη υπόψη οριζόντιων μετατοπίσεων συζητείται λεπτομερέστερα στο [24], όπου ονομάζεται Σφάλμα Ερμηνείας EI.

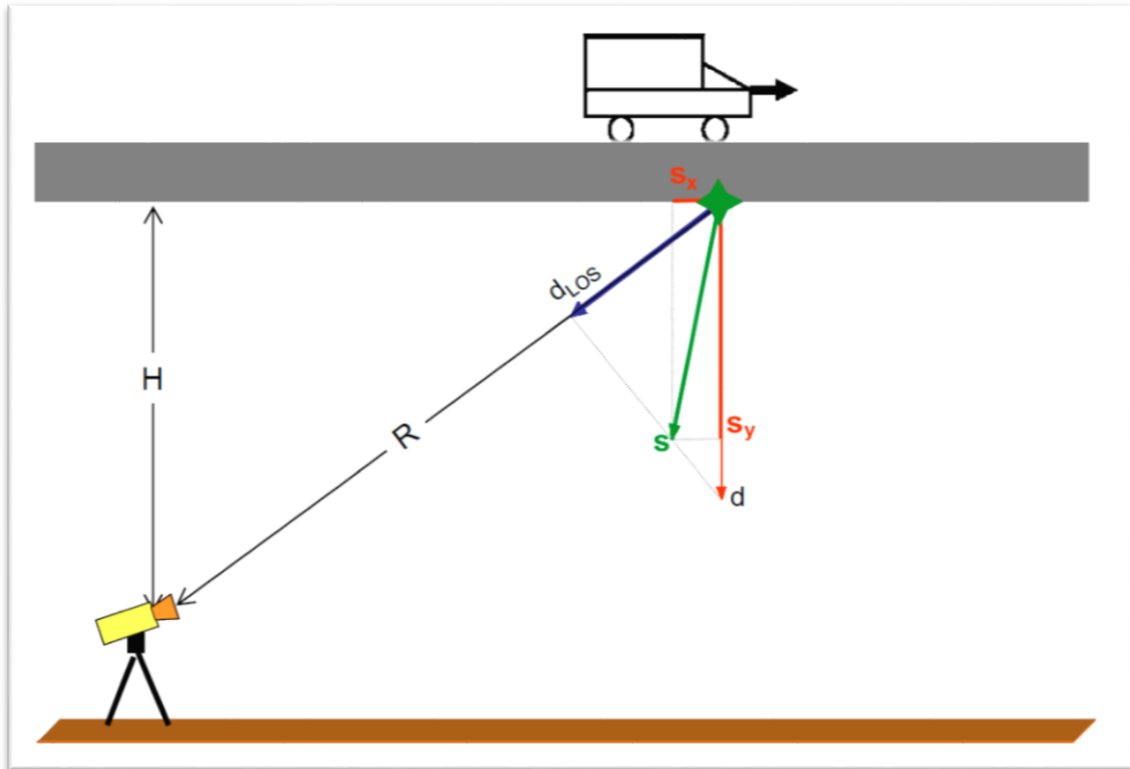


Εικόνα 13. Οπτική κίνηση (dLOS) και αναμενόμενη (υπολογισμένη) κατακόρυφη κίνηση (d), απόσταση ραντάρ R από τη μετρούμενη στροφή και απόσταση ραντάρ H από το μετρούμενο σημείο σε κατακόρυφη διεύθυνση.

Η γεωμετρική κατάσταση που διευκρινίζει την προέλευση του ΣΦΑ Ερμηνείας φαίνεται στο Σχήμα παρακάτω. Σύμφωνα με το [24], το Σφάλμα Ερμηνείας μπορεί να εκφραστεί ως εξής: [24]

$$EI = (d - s_y)/d.(2)$$

$$EI = \frac{s_x}{s_y} \sqrt{\left(\frac{R}{H}\right)^2 - 1} \quad (3)$$



Εικόνα 14. . Προέλευση του ερμηνευτικού σφάλματος EI κατά τη μέτρηση με ένα μόνο συμβολομετρικό ραντάρ .

Επομένως, ο τύπος (3) δίνει τη σχέση μεταξύ του Σφάλματος Ερμηνείας EI και των αναλογιών R/H (απόσταση ραντάρ από το μετρούμενο σημείο/απόσταση, ραντάρ από το μετρούμενο σημείο σε κατακόρυφη κατεύθυνση) και s_x/s_y (διαμήκης ή εγκάρσια οριζόντια μετατόπιση/κατακόρυφη μετατόπιση) . Για λόγους σαφήνειας, ο Πίνακας 1 δείχνει τις τιμές του Σφάλματος Ερμηνείας ανάλογα με τις αναλογίες R/H και s_x/s_y . Με το συνηθισμένο μέγεθος του λόγου των οριζόντιων μετατοπίσεων προς την κατακόρυφη $s_x/s_y = 0,10$ στην πράξη, η τιμή του Σφάλματος Ερμηνείας $EI = 23\%$ ήδη στον λόγο $R/H = 2,50$. Στην αναλογία $R/H = 5,00$, $EI = 49\%$. Με μεγαλύτερη αναλογία οριζόντιων προς κάθετων μετατοπίσεων, που μπορεί να συμβεί σε ορισμένες περιπτώσεις, οι τιμές EI είναι ακόμη σημαντικά μεγαλύτερες. Το μέγεθος του Σφάλματος Ερμηνείας μπορεί επομένως να λάβει πολύ σημαντικές τιμές και στην κοινή πρακτική μπορεί να ακυρώσει εντελώς τα αποτελέσματα της μέτρησης και να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα σχετικά με την υγεία της υπό δοκιμή δομής. Το πιο σημαντικό εύρημα σχετικά με την επιρροή του Ερμηνευτικού Σφάλματος EI είναι ότι, με ορισμένες εξαιρέσεις, δεν είναι δυνατό να βασιστούμε στα αποτελέσματα της μέτρησης κάθετων μετατοπίσεων με ένα μόνο ραντάρ [25].

Είναι λοιπόν απαραίτητο να σχεδιαστούν νέες διαδικασίες για τη μέτρηση και την επεξεργασία των μετρούμενων μετατοπίσεων LOS προκειμένου να ανιχνευθούν και να προσδιοριστούν οι πραγματικές κατευθύνσεις και μεγέθη των πραγματικών (συνολικών) μετατοπίσεων. Η δυνατότητα μέτρησης με δύο ή περισσότερα συστήματα ραντάρ ταυτόχρονα θα μπορούσε να ξεπεράσει αυτό το μειονέκτημα με πιθανώς τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Είναι επίσης δυνατό να εξαλειφθεί αυτό το μειονέκτημα με τη βοήθεια ενός υπολογιστικού μοντέλου της γέφυρας. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν είναι διαθέσιμο, και ακόμη κι έτσι, οι επιλογές του περιορίζονται από αβέβαιες οριακές συνθήκες και παραμέτρους εισόδου [26].

Οι ταυτόχρονες μετρήσεις με δύο ραντάρ αναφέρονται στην κοινώς διαθέσιμη επιστημονική βιβλιογραφία μόνο σπάνια. Ένα από τα πρώτα άρθρα που ασχολούνται με τη χρήση δύο ραντάρ για τον προσδιορισμό των μετατοπίσεων γεφυρών είναι το [25]. Την πρώτη φορά η αρχή του υπολογισμού των πραγματικών (συνολικών) μετατοπίσεων κατά τη μέτρηση με δύο ραντάρ δίνεται στο [26]. Το θέμα του χρονικού συγχρονισμού των μετρήσεων, που είναι κρίσιμο για τον σωστό υπολογισμό των πραγματικών μετατοπίσεων, δεν αναφέρεται εκεί. Από τη μεταγενέστερη βιβλιογραφία που ασχολείται με τον προσδιορισμό των 2D/3D μετατοπίσεων με μέτρηση με δύο ή περισσότερα ραντάρ, αναφ. [27,28] μπορεί να αναφερθεί. Μια παρόμοια αρχή για την ανίχνευση συνολικών μετατοπίσεων, αλλά μια διαφορετική τεχνική λύση, παρουσιάζεται στο [23,29]. Η λύση συνίσταται στον σχεδιασμό ενός μονοστατικού/διστατικού συμβολομετρικού ραντάρ για την ανάκτηση του τρισδιάστατου (3D) διανύσματος μετατόπισης για στατική και δυναμική παρακολούθηση γεφυρών. Η μονοστατική/διστατική τεχνική χρησιμοποιεί ένα συμβολομετρικό ραντάρ πολλαπλής εισόδου πολλαπλής εξόδου (MIMO) εξοπλισμένο με δύο αναμεταδότες. Κάθε μεμονωμένος αναμεταδότης αποτελείται από μια κεραία και έναν ενισχυτή και συνδέεται με το ραντάρ με ένα καλώδιο ραδιοσυχνότητας [27].

2.2 Γραμμές Επιρροής και Γέφυρες

Γραμμές Επιρροής

Για την επίλυση του προβλήματος της εν λόγω μεταπτυχιακής εργασίας θα χρησιμοποιηθούν οι γραμμές επιρροής όπου με τα παρακάτω θα προσπαθήσουμε να γίνει όσο το κατά δυνατόν καλύτερη ανάλυση.

Τα στατικά μεγέθη (όπως αντιδράσεις στις στηρίξεις ή ροπή κάμψης ή δύναμη τέμνουσας) που εφαρμόζονται πάνω στον εξεταζόμενο φερέα σε συνάρτηση με τη θέση του σώματος φόρτισης.

Στη μηχανική, μια γραμμή επιρροής απεικονίζει τη διακύμανση μιας συνάρτησης σε ένα συγκεκριμένο σημείο κατά μήκος της κατασκευής (δοκού) που προκαλείται από ένα μοναδιαίο φορτίο.

Με την μέθοδο των γραμμών επιρροής, υπολογίζονται οι αντιδράσεις στήριξης, διάτμηση, ροπή και παραμόρφωση. [6] προαναφερόμενη μέθοδος είναι σημαντική και για το σχεδιασμό δοκών που χρησιμοποιούνται σε γέφυρες και άλλες κατασκευές όπου τα φορτία θα κινούνται κατά μήκος του ανοίγματος τους, επίσης διευκολυνόμαστε στην εύρεση [5] των αποτελεσμάτων για οποιαδήποτε από τις συναρτήσεις που μελετήθηκαν.

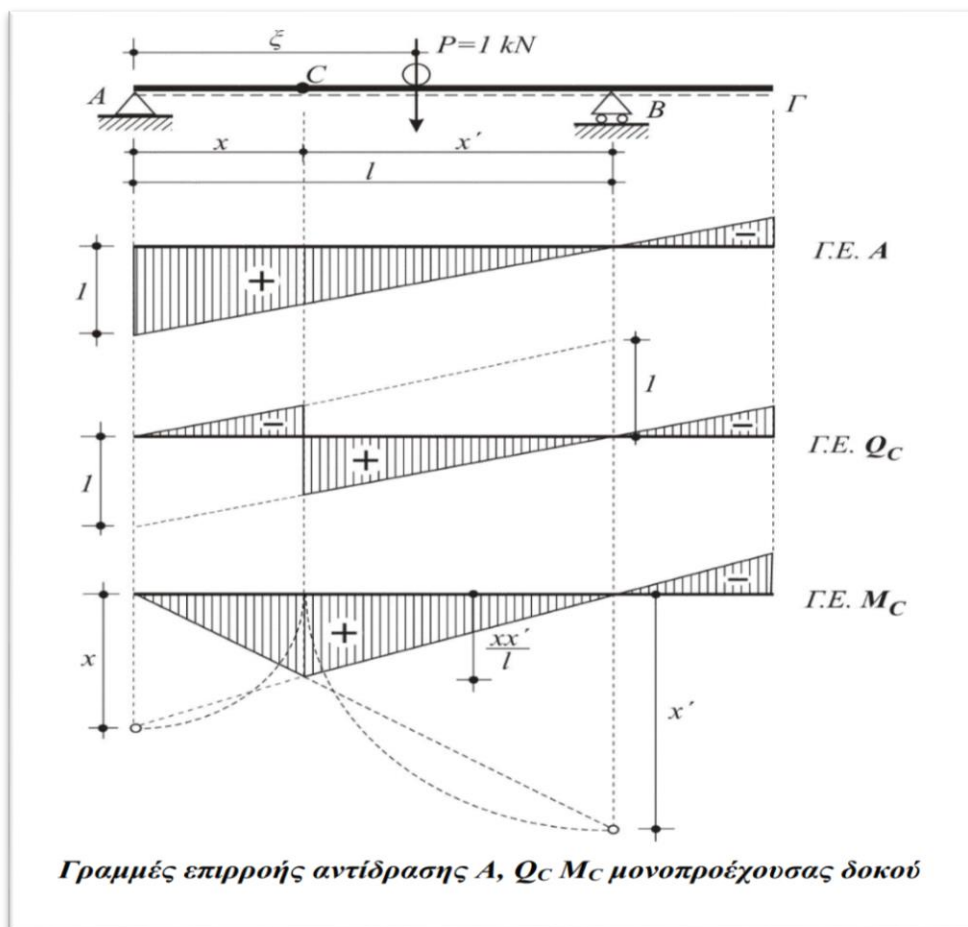
Οι γραμμές επιρροής είναι τόσο βαθμωτές όσο και προσθετικές. [5] Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμη και όταν το φορτίο που θα εφαρμοστεί δεν είναι μοναδιαίο φορτίο αλλά και πολλαπλά φορτία. Για να βρεθεί η επίδραση οποιουδήποτε μη μοναδιαίου φορτίου σε μια κατασκευή, τα αποτελέσματα των τεταγμένων που λαμβάνονται από τη γραμμή επιρροής πολλαπλασιάζονται με το μέγεθος του πραγματικού φορτίου που θα εφαρμοστεί. Το μέγιστο και το ελάχιστο με κλίμακα είναι τα κρίσιμα μεγέθη για τα οποία πρέπει να σχεδιαστούν στη δοκό.

Σε περιπτώσεις όπου μπορεί να ισχύουν πολλαπλά φορτία, μπορούν να προστεθούν γραμμές επιρροής για τα μεμονωμένα φορτία για να ληφθεί το συνολικό

αποτέλεσμα που ασκείται στη κατασκευή στο συγκεκριμένο σημείο. Κατά την πρόσθεση των γραμμών επιρροής, είναι απαραίτητο να συμπεριληφθούν οι κατάλληλες μετατοπίσεις λόγω της απόστασης των φορτίων κατά μήκος της κατασκευής.

Πολλά φορτία κατανέμονται παρά συγκεντρώνονται. Οι γραμμές επιρροής μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε με συγκεντρωμένες είτε με κατανεμημένες φορτίσεις. Η επίδραση του κατανεμημένου φορτίου μπορεί επίσης να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση της γραμμής επιρροής του σημειακού φορτίου στο αντίστοιχο μήκος των κατασκευών [16].

Οι γραμμές επιρροής των καθορισμένων δομών γίνονται ένας μηχανισμός ενώ οι γραμμές επιρροής των απροσδιόριστων δομών γίνονται απλώς προσδιορισμένες. [7]



Εικόνα 15. (α) Αυτή η απλή δοκός στήριξης εμφανίζεται με ένα φορτίο μονάδας τοποθετημένο σε απόσταση ξ από το αριστερό άκρο. Το μέγεθος του φορτίου που κινείται πάνω στη δοκό το παίρνουμε πάντοτε ίσο με τη μονάδα των δυνάμεων και κατά προτίμηση ίσο με 1 kN.

2.3 Πεπερασμένα στοιχεία και γέφυρες

2.3.1 Πλεονεκτήματα και χρήσεις μοντέλου περασμάτων στοιχείων

Για την αξιολόγηση των υφιστάμενων γεφυρών, καθώς και για τον νέο σχεδιασμό, η μοντελοποίηση FE επιτρέπει την υιοθέτηση μιας πιο αυστηρής

προσέγγισης ανάλυσης που μπορεί συχνά να οδηγήσει σε σημαντικά πιο ακριβή και οικονομικά αποτελέσματα που λαμβάνονται σε ορισμένες κωδικοποιημένες μεθόδους.

Στο παρελθόν, οι κώδικες δομικού σχεδιασμού όπως εκείνοι του Βρετανικού Ινστιτούτου Προτύπων επέτρεπαν την απόκλιση από μια «κωδικοποιημένη» προσέγγιση. Άλλοι, όπως οι νεοεισαχθέντες ευρωκώδικες, ήταν πιο ρυθμιστικοί αναφέροντας συχνά ότι πρέπει να διενεργείται ανάλυση FE. Όταν τα δομικά στοιχεία μιας γέφυρας δεν συμμορφώνονται με τα κριτήρια του κώδικα αξιολόγησης, η ανάλυση FE μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στην απόδειξη της ακεραιότητας του σχεδιασμού [18].

Όταν συνδυάζεται με την παρακολούθηση γεφυρών, η χρήση βασικών μετρούμενων δομικών δεδομένων για την αποτελεσματική μικρορύθμιση και βαθμονόμηση ενός μοντέλου FE μπορεί να οδηγήσει σε ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα που λαμβάνονται για ένα μοντέλο αξιολόγησης που θα φορτωθεί στη συνέχεια. Η βοήθεια στη διάγνωση προβλημάτων και η ανάπτυξη λύσεων εκ των υστέρων είναι άλλοι τρόποι με τους οποίους η ανάλυση FE μπορεί να βοηθήσει σημαντικά, επιτρέποντας τη μοντελοποίηση των σεναρίων what-if. Με τη χρήση μοντελοποίησης FE, τα δομικά μέλη μπορούν να βελτιστοποιηθούν και να αποκτηθούν καινοτόμα σχέδια εξοικονόμησης κόστους. Για συγκεκριμένες εφαρμογές και χρησιμοποιώντας μεθόδους FE, η αυτοματοποιημένη κατασκευή μοντέλων μπορεί να εγγραφεί σωστά κατασκευασμένα μοντέλα σύμφωνα με κριτήρια σχεδιασμού κώδικα. η δημιουργία κρίσιμων διατάξεων φόρτωσης οχημάτων και η ανάλυση των επιπτώσεων της φόρτισης σε μια κατασκευή μπορεί να επιτευχθεί γρήγορα. και έλεγχοι σχεδιασμού όπως αυτοί που απαιτούνται για τον χάλυβα [20].

A. Μελέτες περίπτωσης

Οι ακόλουθες επεξηγηματικές περιπτωσιολογικές μελέτες παρέχουν μια γενική επισκόπηση ορισμένων από τους πολλούς ρόλους που μπορεί να παίξει η μοντελοποίηση και η ανάλυση FE στην αξιολόγηση και το σχεδιασμό γεφυρών.

A1. Σύγκριση με σχεδιαστικούς κώδικες :

Ο σύμβουλος του Ηνωμένου Βασιλείου, Atkins, χρησιμοποίησε ανάλυση FE για να μοντελοποιήσει ένα ζεύγος χαλύβδινων δοκών κατά την τοποθέτηση σκυροδέματος, πριν η πλάκα σκυροδέματος παρέχει πλευρική συγκράτηση στις δοκούς. (Hendy 2008) Για αυτήν την κατάσταση, οι Ευρωκώδικες που εισήχθησαν πρόσφατα δεν δίνουν τύπο για την εξαγωγή της κρίσιμης ροπής κάμψης. Το ένα άνοιγμα φορτώθηκε με υγρό σκυρόδεμα έτσι ώστε ο πλευρικός στρεπτικός λυγισμός να διέπει την αντίσταση της ομάδας δοκών. Από μια ανάλυση λυγισμού ιδιοτιμής, η κρίσιμη ροπή λυγισμού φάνηκε ότι προκαλείται από τον 2ο τρόπο λειτουργίας, αλλά σε συντελεστή φορτίου 50% μεγαλύτερο από αυτόν που προβλεπόταν από το BS 5400. Μια πλήρης μη γραμμική ανάλυση χρησιμοποιώντας LUSAS πραγματοποιήθηκε για τις ίδιες ζευγαρωμένες δοκούς με Η συμπεριφορά του υλικού με βάση τις συστάσεις του Ευρωκώδικα και με αρχικές ατέλειες που βασίζονται στα αποτελέσματα του ελαστικού κρίσιμου λυγισμού, έδωσε ακόμη καλύτερα αποτελέσματα, διπλασιάζοντας σχεδόν τον συντελεστή φορτίου που προβλέπεται από το BS 5400 [27].

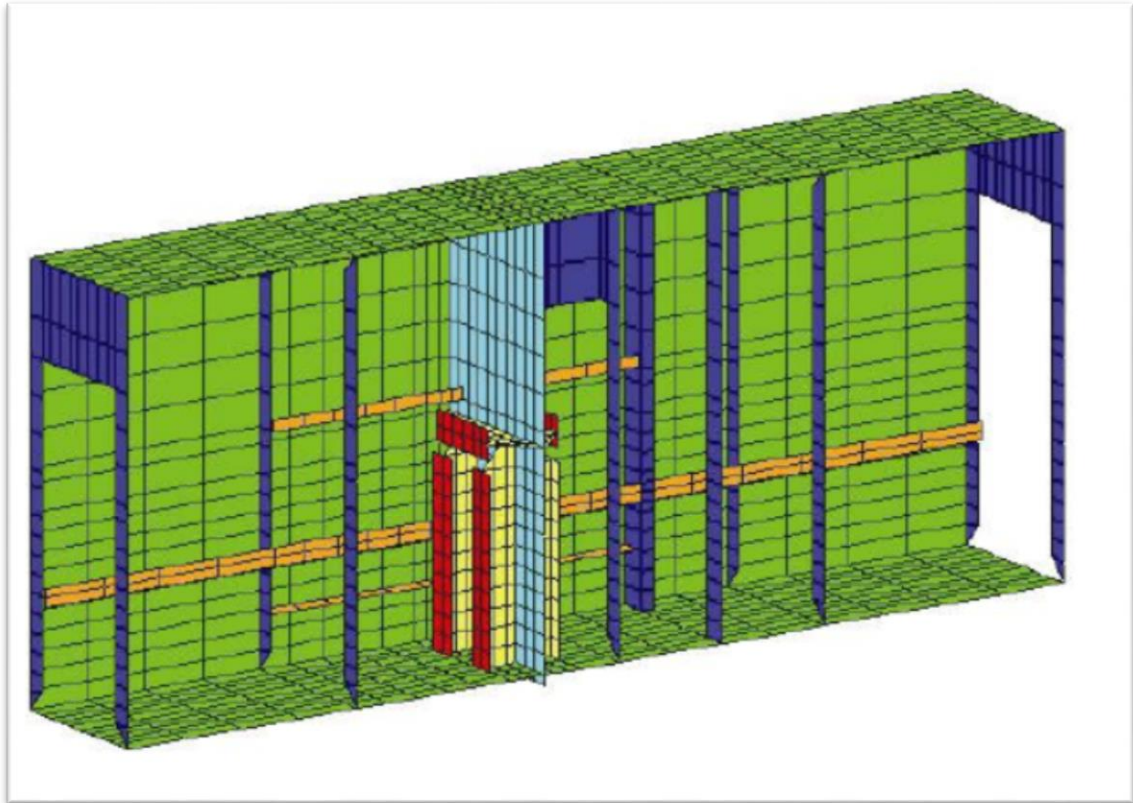


Εικόνα 16. Ένα ζεύγος δοκών από ατσάλι.

Όταν τα διαφράγματα ή η γεωμετρία μιας γέφυρας χαλύβδινου κιβωτίου δεν συμμορφώνονται με τα κριτήρια του κώδικα αξιολόγησης, η ανάλυση FE θα επιτρέψει τη διεξαγωγή λεπτομερούς ανάλυσης προκειμένου να αποδειχθεί η ακεραιότητα του σχεδίου. Χαρακτηριστικά για πολλές παρόμοιες υπερυψωμένες και γερασμένες κατασκευές που κατασκευάστηκαν τη δεκαετία του 1960, οι αγωγοί Midland Links Via φέρουν τους αυτοκινητόδρομους M5 και M6 γύρω από το Bir-mingham στο Ηνωμένο Βασίλειο. Ορισμένα ανοίγματα στηρίζονται σε σταυρούς δοκών από χαλύβδινο κιβώτιο (βλ. Εικόνα παρακάτω) και περιέχουν λεπτομέρειες ενίσχυσης, που προστέθηκαν την περίοδο μετά τη δημοσίευση της έκθεσης Merrison, οι οποίες δεν αξιολογήθηκαν εύκολα με τη χρήση κωδικοποιημένων μεθόδων. Η Maunsell (τόρα AECOM) ανέλαβε λεπτομερή ανάλυση FE μη γραμμικού αυτιού και απέδειξε την ακεραιότητα των διαφραγμάτων στην τελική οριακή κατάσταση [5]. Οι αρχικοί υπολογισμοί με το χέρι στις μεθόδους στο BS 5400 Μέρος 3 έδειξαν ότι τα πάνελ εντός των διαφραγμάτων στήριξης αυτών των δοκών κιβωτίου θα αποδίδουν κάτω από την τελική οριακή κατάσταση φόρτισης. Η πρόσθετη ανάλυση έδειξε ότι οι διακοπτόμενες συγκολλήσεις μεταξύ του διαφράγματος και των κατακόρυφων ενισχυτικών ήταν επίσης πιθανό να υποχωρήσουν. Μια ανάλυση γραμμικής ελαστικής FE το επιβεβαίωσε και πραγματοποιήθηκε μια λεπτομερής υλικά και γεωμετρικά μη γραμμική ανάλυση για να αποδειχθεί η ακεραιότητα των διαφραγμάτων στην τελική οριακή κατάσταση. [17]

Στοιχεία παχύ κελύφους μοντελοποίησαν τις χαλύβδινες πλάκες και ελαστικά / τέλεια πλαστικά στοιχεία άρθρωσης μοντελοποίησαν συγκολλήσεις ενισχυτικού διαφράγματος. Οι δυνάμεις διαρροής για τους αρμούς ρυθμίστηκαν έτσι ώστε οι δυνάμεις που προκύπτουν στους αρμούς να περιορίζονται σε τιμές που αντιστοιχούν στην τάση διαρροής συγκόλλησης που προβλέπεται από τον κωδικό αξιολόγησης BD21/97. Οι ακαμψίες αρμών επιλέχθηκαν έτσι ώστε η έναρξη της διαρροής στα στοιχεία της άρθρωσης να αντιστοιχεί σε μια προκύπτουσα παραμόρφωση συγκόλλησης όχι μεγαλύτερη από 0,10 mm, τιμή που υποστηρίζεται από ερευνητικά στοιχεία. Η έκταση της απόδοσης εντός της κατασκευής προσδιορίστηκε σε κάθε αύξηση του φορτίου και οι κινήσεις του παραμορφωμένου σχήματος και των

περιγραμμάτων τάσης που σχεδιάστηκαν σε κάθε αύξηση φορτίου έδειχναν πώς το διάφραγμα ανακατανείμει το φορτίο καθώς πλησίαζε την οριακή του αντοχή. Ιστορίες κομβικής μετατόπισης εκτός επιπέδου για κόμβους εντός του διαφράγματος σχεδιάστηκαν σε συνάρτηση με τον συνολικό συντελεστή φορτίου για να επιβεβαιωθεί ότι ο λυγισμός δεν ήταν αισθητός [29].



Εικόνα 17. Διασταυρούμενη μοντελοποίηση στα Midlands Links Viaducts.

3. Μέθοδος Επίλυση

3.1 Υπολογισμός Μετακινήσεων των Κόμβων

Στην παρακάτω περιγραφόμενη σε βήματα επίλυση της εφαρμογής, τοποθετούμε τα δεδομένα στον πίνακα όπως είναι οι αντιδράσεις και οι μετακινήσεις που προκύπτουν βάσει το αν οι κόμβοι της μελέτης είναι δεσμευμένοι οι ελεύθεροι. Βάσει αυτών επίσης μπορεί να βρεθούν άγνωστες μετακινήσεις (Δ_f) και δυνάμεις (P_s) που δρύνε στους κόμβους.

Πρέπει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη διαδικασία θα πραγματοποιηθεί για οποιοδήποτε κατάσταση των κόμβων όπως αν είναι στέρεοι είτε όχι. Για τις προαναφερόμενες παραπάνω άγνωστες μετακινήσεις (Δ_f) ή και δράσεις (P_s) θα πραγματοποιηθούν τα εξής:

Ο πίνακας των άγνωστων επικόμβιων μετακινήσεων (Δ_f) είναι το γινόμενο K_{ff}^{-1} (Τροποποιημένου Μητρώου Στιβαρότητας) με τη διαφορά του πίνακα P_f με τον υποπίνακα του τροποποιημένου μητρώου στιβαρότητας K_{fs} και πολλαπλασιασμένο με Δ_s .

$$\bullet \quad [\Delta f] = [K_{ff}]^{-1} * ([P_f] - [K_{fs}] * [\Delta_s])$$

Ενώ ο πίνακας επικόμβιων δράσεων (P_s) προκύπτει από το γινόμενο του τροποποιημένου μητρώου στιβαρότητας K_{sf} με τον πίνακα επικόμβιων μετακινήσεων Δ_s προσθέτοντας γινόμενο του υποπίνακα του Τροποποιημένου Μητρώου Στιβαρότητας K_{ss} και του πίνακα Δ_s .

$$\bullet \quad [P_s] = [K_{sf}] * [\Delta_f] + [K_{ss}] * [\Delta_s]$$

3.2 Ακραίες μετακινήσεις των μελών στο καθολικό και στο τοπικό σύστημα των αξόνων

Ο πίνακας τροποποιημένου μητρώου επικόμβιων μετατοπίσεων $[\Delta_f]$ αποτελείται από τα μητρώα των επικόμβιων μετατοπίσεων Δ_m (Ελεύθερων Βαθμών) καθώς και Δ_s (Δεσμευμένων Βαθμών).

Έτσι με την απλή αναδιάταξη του μητρώου των επικόμβιων μετατοπίσεων μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί το μητρώο των επικόμβιων μετακινήσεων Δ_{bar} .

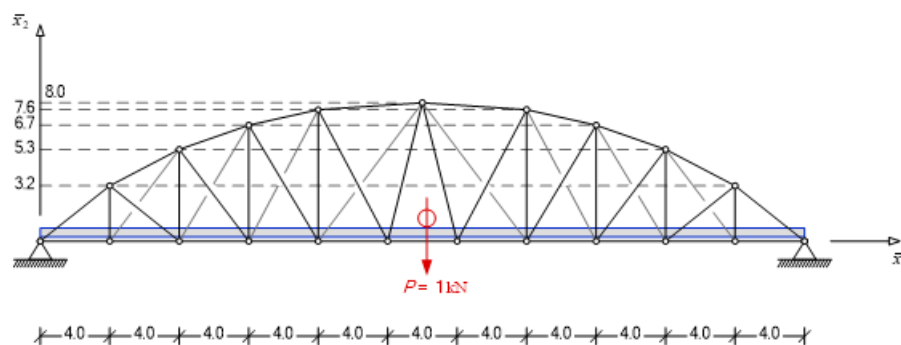
4. Σκοπός Μελέτης

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η επίλυση του δικτύματος ενός φορέα με τη μέθοδο της άμεσης στιβαρότητας με σκοπό να προσδιορισθούν οι γραμμές επιρροής εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών του.

5. Παράδειγμα Εφαρμογής

5.1 Περιγραφή Φορέα

Στην παρούσα μελέτη όλα τα μέλη του φορέα είναι από χάλυβα έχοντας το ίδιο μέτρο ελαστικότητας $E = 2 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$, αλλά δύο διαφορετικές διατομές. Συγκεκριμένα, όλα τα χιαστί μέλη (8 ζεύγη) έχουν εμβαδόν διατομής $A_2 = 25 \text{ cm}^2$, ενώ όλα τα υπόλοιπα μέλη έχουν εμβαδόν διατομής $A_1 = 40 \text{ cm}^2$ (Σχ. 1).



Σχήμα 1. Δικτυωτή γέφυρα με μοναδιαίο εγκάρσιο φορτίο κινούμενο κατά μήκος του καταστρώματος για τον προσδιορισμό γραμμών επιρροής.

5.2 Μέθοδος Επίλυσης Δικτυώματος

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βήματα της επίλυσης του φορέα όπως δημιουργήθηκαν στο Microsoft excel αλλά και κάποιες ενδεικτικές εικόνες από τα φύλλα υπολογισμού. Το πλήρες ηλεκτρονικό αρχείο συνοδεύει την ηλεκτρονική μορφή της διπλωματικής εργασίας.

Βήμα 1^ο

Αρίθμηση των κόμβων και των μελών του δικτυώματος σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται παρακάτω. Καταγραφή των γεωμετρικών δεδομένων και όλων των φυσικών χαρακτηριστικών μεγεθών για τα μέλη του φορέα.

Βήμα 2^ο

Υπολογισμός των μητρώων μετασχηματισμού των στοιχείων.

Βήμα 3^ο

Υπολογισμός των μητρώων στιβαρότητας των μελών στο τοπικό σύστημα αξόνων.

Βήμα 4^ο

Υπολογισμός των μητρώων στιβαρότητας των μελών στο καθολικό σύστημα αξόνων.

Βήμα 5^ο

Μόρφωση του ολικού μητρώου στιβαρότητας του φορέα.

Βήμα 6^ο

Καθορισμός των επικόμβιων δυνάμεων, λόγω της θέσης του μοναδιαίου φορτίου πάνω στο κατάστρωμα και των δεσμευμένων βαθμών ελευθερίας, λόγω των στηρίξεων.

Βήμα 7^ο

Αναδιάταξη του ολικού μητρώου στιβαρότητας της κατασκευής.

Βήμα 8^ο

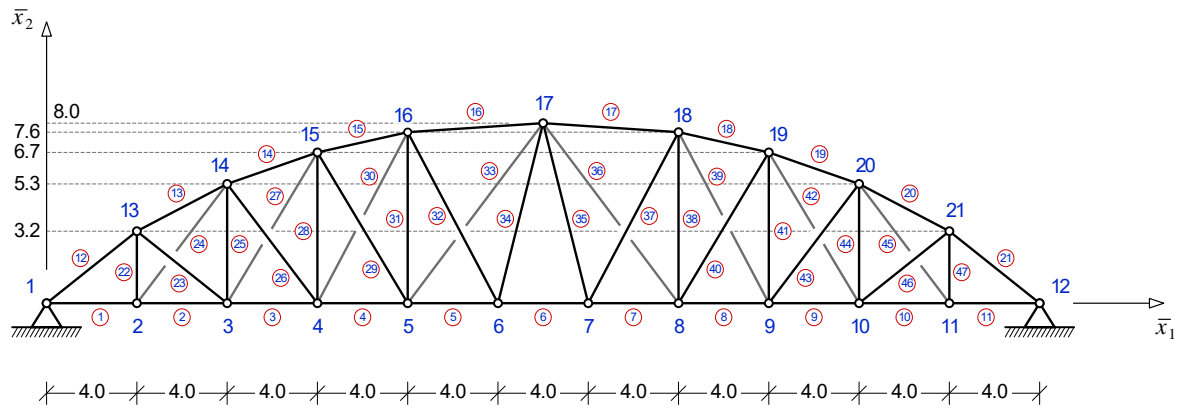
Υπολογισμός των μετατοπίσεων των κόμβων του φορέα.

Βήμα 9^ο

Υπολογισμός των αντιδράσεων στις στηρίξεις του φορέα για τη φόρτιση.

Βήμα 10^ο

Προσδιορισμός των αξονικών δυνάμεων των ράβδων του φορέα.



Σχήμα 2. Δικτυωτή γέφυρα με αρίθμηση των 21 κόμβων και των 47 μελών του προσομοιώματός της.

Διαθέτοντας την επίλυση της δικτυωτής γέφυρας του Σχήματος 1 με τη μέθοδο της άμεσης στιβαρότητας μπορούν να προσδιορισθούν οι γραμμές επιρροής τόσο των αξονικών δυνάμεων των μελών και των αντιδράσεων των στηρίξεων, όσο και οι μετατοπίσεις των κόμβων του φορέα για εγκάρσιο μοναδιαίο φορτίο, το οποίο παίρνει όλες τις θέσεις πάνω στο κατάστρωμα της γέφυρας (Σχ. 4.), δηλαδή για $\bar{x}_1 = 0$ έως και $\bar{x}_1 = 44$ m.



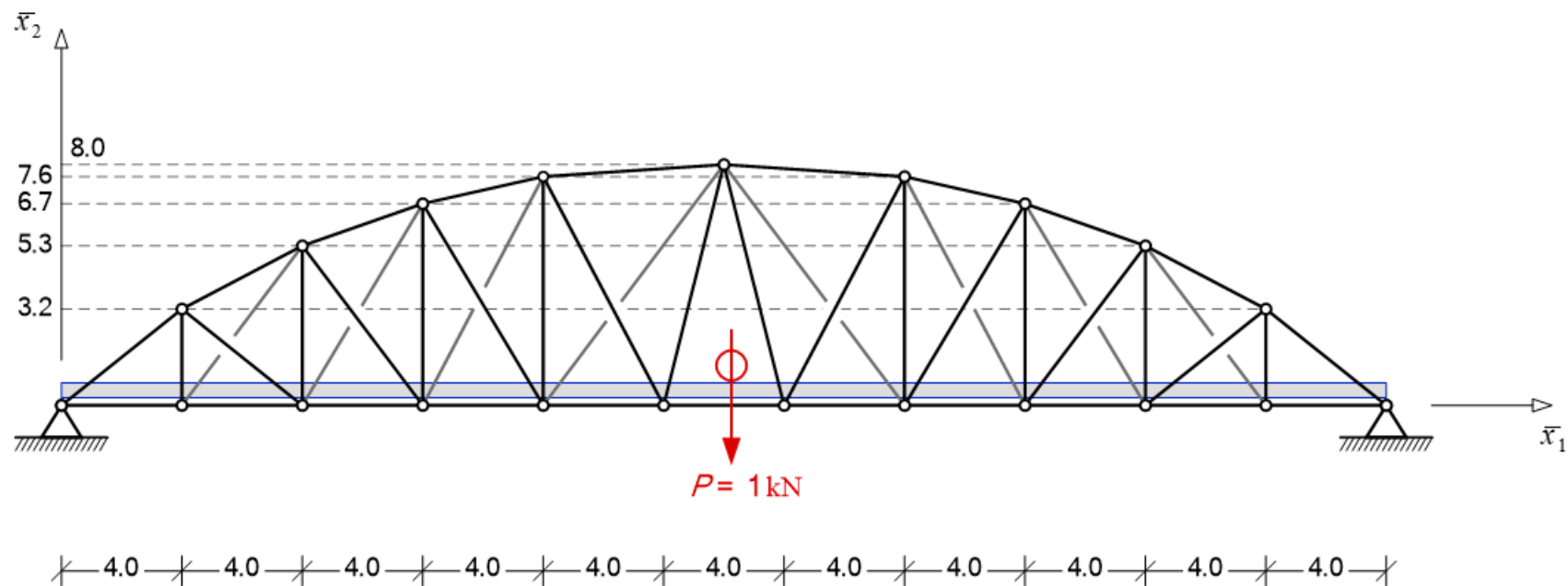
Σχήμα 3. Δικτυωτή γέφυρα υποβαλλόμενη σε κινητό φορτίο στο κατάστρωμά της.

Στην περίπτωση αυτή, μοναδική φόρτιση είναι το εγκάρσιο μοναδιαίο φορτίο, το οποίο προκειμένου να απλοποιηθεί η διαδικασία, θα θεωρηθεί ότι εμφανίζεται μόνο στους

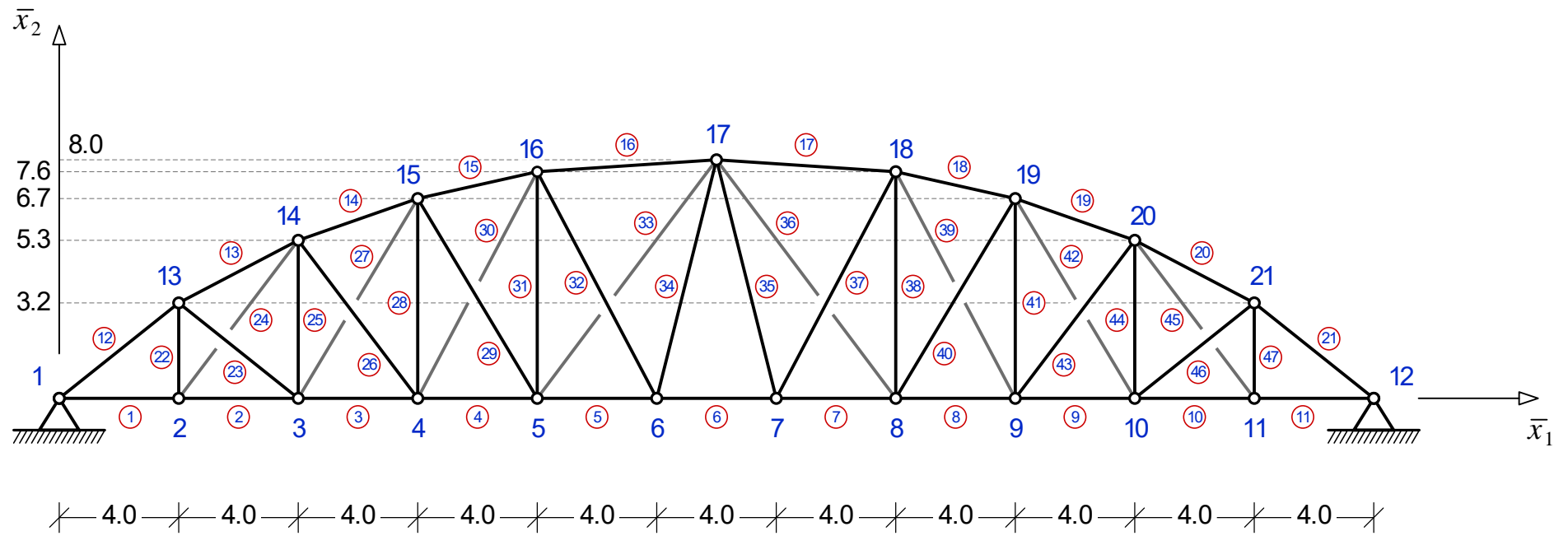
κόμβους 1 έως και 12, καθώς και στο ενδιάμεσο αυτών (Σχ. 4), δηλαδή στους 12 κόμβους του καταστρώματος με $\bar{x}_2 = 0$.

Συγκεκριμένα θα προσδιορισθούν:

- η γραμμή επιρροής της αξονικής δύναμης N_6 της ράβδου 6,
- η γραμμή επιρροής της αξονικής δύναμης N_{16} της ράβδου 16,
- η γραμμή επιρροής της αξονικής δύναμης N_{28} της ράβδου 28,
- η γραμμή επιρροής της αξονικής δύναμης N_{34} της ράβδου 34,
- η γραμμή επιρροής της οριζόντιας αντίδρασης $H_1 = F_1^1$ στην άρθρωση του κόμβου 1,
- η γραμμή επιρροής της κατακόρυφης αντίδρασης $V_1 = F_2^1$ στην άρθρωση του κόμβου 1,
- η γραμμή επιρροής της βύθισης u_2^6 του κόμβου 6 και
- η γραμμή επιρροής της βύθισης u_2^{17} του κόμβου 17.



Σχήμα 4. Δικτυωτή γέφυρα με μοναδιαίο εγκάρσιο φορτίο κινούμενο κατά μήκος του καταστρώματός της για τον προσδιορισμό των γραμμών επιρροής εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών της γέφυρας.



Σχήμα 5. Δικτύωμα με αρίθμηση των 21 κόμβων του και των 47 μελών του.

5.3 Αποτελέσματα Επίλυσης Φορέα

Παρακάτω παρουσιάζονται η πλήρης ανάλυση και τα αποτελέσματα επίλυσης του φορέα του παραδείγματος.

Κόμβος	Συντεταγμένες στο καθολικό σύστημα αξόνων	
	X1 - bar	X2 - bar
1	0,0	0,0
2	4,0	0,0
3	8,0	0,0
4	12,0	0,0
5	16,0	0,0
6	20,0	0,0
7	24,0	0,0
8	28,0	0,0
9	32,0	0,0
10	36,0	0,0
11	40,0	0,0
12	44,0	0,0
13	4,0	3,2
14	8,0	5,3
15	12,0	6,7
16	16,0	7,6
17	22,0	8,0
18	28,0	7,6
19	32,0	6,7
20	36,0	5,3
21	40,0	3,2

Εικόνα 1η

Μέλος	Συνδεσιμότητα Κόμβων		Συντεταγμένες αρχής στο καθολικό σύστημα		Μέλος	Συνδεσιμότητα Κόμβων		Συντεταγμένες αρχής στο καθολικό σύστημα		Μέλος	Συνδεσιμότητα Κόμβων		Συντεταγμένες αρχής στο καθολικό σύστημα	
	κόμβος αρχής (j)	κόμβος πέρατος (k)	X1-bar(j)	X2-bar(j)		κόμβος αρχής (j)	κόμβος πέρατος (k)	X1-bar(j)	X2-bar(j)		κόμβος αρχής (j)	κόμβος πέρατος (k)	X1-bar(j)	X2-bar(j)
1	1	2	0,0	0,0	1	1	2	0,0	0,0	1	1	2	0,0	0,0
2	2	3	4,0	0,0	2	2	3	4,0	0,0	2	2	3	4,0	0,0
3	3	4	8,0	0,0	3	3	4	8,0	0,0	3	3	4	8,0	0,0
4	4	5	12,0	0,0	4	4	5	12,0	0,0	4	4	5	12,0	0,0
5	5	6	16,0	0,0	5	5	6	16,0	0,0	5	5	6	16,0	0,0
6	6	7	20,0	0,0	6	6	7	20,0	0,0	6	6	7	20,0	0,0
7	7	8	24,0	0,0	7	7	8	24,0	0,0	7	7	8	24,0	0,0
8	8	9	28,0	0,0	8	8	9	28,0	0,0	8	8	9	28,0	0,0
9	9	10	32,0	0,0	9	9	10	32,0	0,0	9	9	10	32,0	0,0
10	10	11	36,0	0,0	10	10	11	36,0	0,0	10	10	11	36,0	0,0
11	11	12	40,0	0,0	11	11	12	40,0	0,0	11	11	12	40,0	0,0
12	1	13	0,0	0,0	12	1	13	0,0	0,0	12	1	13	0,0	0,0
13	13	14	4,0	3,2	13	13	14	4,0	3,2	13	13	14	4,0	3,2
14	14	15	8,0	5,3	14	14	15	8,0	5,3	14	14	15	8,0	5,3
15	15	16	12,0	6,7	15	15	16	12,0	6,7	15	15	16	12,0	6,7
16	16	17	16,0	7,6	16	16	17	16,0	7,6	16	16	17	16,0	7,6
17	17	18	22,0	8,0	17	17	18	22,0	8,0	17	17	18	22,0	8,0
18	18	19	28,0	7,6	18	18	19	28,0	7,6	18	18	19	28,0	7,6
19	19	20	32,0	6,7	19	19	20	32,0	6,7	19	19	20	32,0	6,7
20	20	21	36,0	5,3	20	20	21	36,0	5,3	20	20	21	36,0	5,3
21	21	12	40,0	3,2	21	21	12	40,0	3,2	21	21	12	40,0	3,2
22	2	13	4,0	0,0	22	2	13	4,0	0,0	22	2	13	4,0	0,0
23	3	13	8,0	0,0	23	3	13	8,0	0,0	23	3	13	8,0	0,0
24	2	14	4,0	0,0	24	2	14	4,0	0,0	24	2	14	4,0	0,0

Εικόνα 2η

25	3	14	8,0	0,0	8,0	5,3	0,0	5,3	5,3	0,00000	1,00000	2,00E+08	4,00E-03	2
26	4	14	12,0	0,0	8,0	5,3	-4,0	5,3	6,6	-0,60241	0,79819	2,00E+08	2,50E-03	2
27	3	15	8,0	0,0	12,0	6,7	4,0	6,7	7,8	0,51261	0,85862	2,00E+08	2,50E-03	2
28	4	15	12,0	0,0	12,0	6,7	0,0	6,7	6,7	0,00000	1,00000	2,00E+08	4,00E-03	2
29	5	15	16,0	0,0	12,0	6,7	-4,0	6,7	7,8	-0,51261	0,85862	2,00E+08	2,50E-03	2
30	4	16	12,0	0,0	16,0	7,6	4,0	7,6	8,6	0,46575	0,88492	2,00E+08	2,50E-03	2
31	5	16	16,0	0,0	16,0	7,6	0,0	7,6	7,6	0,00000	1,00000	2,00E+08	4,00E-03	2
32	6	16	20,0	0,0	16,0	7,6	-4,0	7,6	8,6	-0,46575	0,88492	2,00E+08	2,50E-03	2
33	5	17	16,0	0,0	22,0	8,0	6,0	8,0	10,0	0,60000	0,80000	2,00E+08	2,50E-03	2
34	6	17	20,0	0,0	22,0	8,0	2,0	8,0	8,2	0,24254	0,97014	2,00E+08	4,00E-03	2
35	7	17	24,0	0,0	22,0	8,0	-2,0	8,0	8,2	-0,24254	0,97014	2,00E+08	4,00E-03	2
36	8	17	28,0	0,0	22,0	8,0	-6,0	8,0	10,0	-0,60000	0,80000	2,00E+08	2,50E-03	2
37	7	18	24,0	0,0	28,0	7,6	4,0	7,6	8,6	0,46575	0,88492	2,00E+08	2,50E-03	2
38	8	18	28,0	0,0	28,0	7,6	0,0	7,6	7,6	0,00000	1,00000	2,00E+08	4,00E-03	2
39	9	18	32,0	0,0	28,0	7,6	-4,0	7,6	8,6	-0,46575	0,88492	2,00E+08	2,50E-03	2
40	8	19	28,0	0,0	32,0	6,7	4,0	6,7	7,8	0,51261	0,85862	2,00E+08	2,50E-03	2
41	9	19	32,0	0,0	32,0	6,7	0,0	6,7	6,7	0,00000	1,00000	2,00E+08	4,00E-03	2
42	10	19	36,0	0,0	32,0	6,7	-4,0	6,7	7,8	-0,51261	0,85862	2,00E+08	2,50E-03	2
43	9	20	32,0	0,0	36,0	5,3	4,0	5,3	6,6	0,60241	0,79819	2,00E+08	2,50E-03	2
44	10	20	36,0	0,0	36,0	5,3	0,0	5,3	5,3	0,00000	1,00000	2,00E+08	4,00E-03	2
45	11	20	40,0	0,0	36,0	5,3	-4,0	5,3	6,6	-0,60241	0,79819	2,00E+08	2,50E-03	2
46	10	21	36,0	0,0	40,0	3,2	4,0	3,2	5,1	0,78087	0,62470	2,00E+08	2,50E-03	2
47	11	21	40,0	0,0	40,0	3,2	0,0	3,2	3,2	0,00000	1,00000	2,00E+08	4,00E-03	2

Εικόνα 3η

				[Λ_i]	Μητρώα Μετασχηματισμού των μελών από το τοπικό στο καθολικό σύστημα	[K_i]	Μητρώα Σταθερότητας μελών στο τοπικό σύστημα αξόνων τους	[K_i bar]	Μητρώα Σταθερότητας μελών στο καθολικό σύστημα αξόνων																																																				
Μέλος 1																																																													
κώδικος αρχής j :	1																																																												
κώδικος πέραςτος k :	2																																																												
sinθ	0,0000																																																												
cosθ	1,0000																																																												
μήκος L	4,00	EA	800000																																																										
				[Λ(1)] =	<table border="1"> <tr><td>1,0000</td><td>0,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,0000</td><td>1,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1,0000</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,0000</td><td>1,0000</td></tr> </table>	1,0000	0,0000	0	0	0,0000	1,0000	0	0	0	0	1,0000	0,0000	0	0	0,0000	1,0000	[K(1)] =	<table border="1"> <tr><td>200000,00</td><td>0</td><td>-200000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0</td><td>200000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	200000,00	0	-200000,00	0	0	0	0	0	-200000,00	0	200000,00	0	0	0	0	0	[Kb(1)] =	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>200000,00</td> <td>0,00</td> <td>-200000,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>-200000,00</td> <td>0,00</td> <td>200000,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> </table>		1	2		200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0000	0,0000	0	0																																																										
0,0000	1,0000	0	0																																																										
0	0	1,0000	0,0000																																																										
0	0	0,0000	1,0000																																																										
200000,00	0	-200000,00	0																																																										
0	0	0	0																																																										
-200000,00	0	200000,00	0																																																										
0	0	0	0																																																										
	1	2																																																											
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																										
0,00	0,00	0,00	0,00																																																										
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																										
0,00	0,00	0,00	0,00																																																										
Μέλος 2																																																													
κώδικος αρχής j :	2																																																												
κώδικος πέραςτος k :	3																																																												
sinθ	0,0000																																																												
cosθ	1,0000																																																												
μήκος L	4,00	EA	800000																																																										
				[Λ(2)] =	<table border="1"> <tr><td>1,0000</td><td>0,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,0000</td><td>1,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1,0000</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,0000</td><td>1,0000</td></tr> </table>	1,0000	0,0000	0	0	0,0000	1,0000	0	0	0	0	1,0000	0,0000	0	0	0,0000	1,0000	[K(2)] =	<table border="1"> <tr><td>200000,00</td><td>0</td><td>-200000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0</td><td>200000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	200000,00	0	-200000,00	0	0	0	0	0	-200000,00	0	200000,00	0	0	0	0	0	[Kb(2)] =	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>200000,00</td> <td>0,00</td> <td>-200000,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>-200000,00</td> <td>0,00</td> <td>200000,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> </table>		2	3		200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0000	0,0000	0	0																																																										
0,0000	1,0000	0	0																																																										
0	0	1,0000	0,0000																																																										
0	0	0,0000	1,0000																																																										
200000,00	0	-200000,00	0																																																										
0	0	0	0																																																										
-200000,00	0	200000,00	0																																																										
0	0	0	0																																																										
	2	3																																																											
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																										
0,00	0,00	0,00	0,00																																																										
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																										
0,00	0,00	0,00	0,00																																																										
Μέλος 3																																																													
κώδικος αρχής j :	3																																																												
κώδικος πέραςτος k :	4																																																												
sinθ	0,0000																																																												
cosθ	1,0000																																																												
μήκος L	4,00	EA	800000																																																										
				[Λ(3)] =	<table border="1"> <tr><td>1,0000</td><td>0,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,0000</td><td>1,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1,0000</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,0000</td><td>1,0000</td></tr> </table>	1,0000	0,0000	0	0	0,0000	1,0000	0	0	0	0	1,0000	0,0000	0	0	0,0000	1,0000	[K(3)] =	<table border="1"> <tr><td>200000,00</td><td>0</td><td>-200000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0</td><td>200000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	200000,00	0	-200000,00	0	0	0	0	0	-200000,00	0	200000,00	0	0	0	0	0	[Kb(3)] =	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>200000,00</td> <td>0,00</td> <td>-200000,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>-200000,00</td> <td>0,00</td> <td>200000,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> </table>		3	4		200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0000	0,0000	0	0																																																										
0,0000	1,0000	0	0																																																										
0	0	1,0000	0,0000																																																										
0	0	0,0000	1,0000																																																										
200000,00	0	-200000,00	0																																																										
0	0	0	0																																																										
-200000,00	0	200000,00	0																																																										
0	0	0	0																																																										
	3	4																																																											
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																										
0,00	0,00	0,00	0,00																																																										
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																										
0,00	0,00	0,00	0,00																																																										
Μέλος 4																																																													
κώδικος αρχής j :	4																																																												
κώδικος πέραςτος k :	5																																																												
sinθ	0,0000																																																												
cosθ	1,0000																																																												
μήκος L	4,00	EA	800000																																																										
				[Λ(4)] =	<table border="1"> <tr><td>1,0000</td><td>0,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,0000</td><td>1,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1,0000</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,0000</td><td>1,0000</td></tr> </table>	1,0000	0,0000	0	0	0,0000	1,0000	0	0	0	0	1,0000	0,0000	0	0	0,0000	1,0000	[K(4)] =	<table border="1"> <tr><td>200000,00</td><td>0</td><td>-200000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0</td><td>200000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	200000,00	0	-200000,00	0	0	0	0	0	-200000,00	0	200000,00	0	0	0	0	0	[Kb(4)] =	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>200000,00</td> <td>0,00</td> <td>-200000,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>-200000,00</td> <td>0,00</td> <td>200000,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> </table>		4	5		200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0000	0,0000	0	0																																																										
0,0000	1,0000	0	0																																																										
0	0	1,0000	0,0000																																																										
0	0	0,0000	1,0000																																																										
200000,00	0	-200000,00	0																																																										
0	0	0	0																																																										
-200000,00	0	200000,00	0																																																										
0	0	0	0																																																										
	4	5																																																											
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																										
0,00	0,00	0,00	0,00																																																										
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																										
0,00	0,00	0,00	0,00																																																										

Εικόνα 4η

<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 5</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σιπθ</td><td>0,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>1,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>4,00</td><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος 5				κόμβος αρχής j :	5			κόμβος πέραςτος k :	6			σιπθ	0,0000			cosθ	1,0000			μήκος L	4,00	EA	800000	$[\Lambda(5)] = \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,0000 & 0 & 0 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0000 & 0,0000 \\ 0 & 0 & 0,0000 & 1,0000 \end{bmatrix}$	$[K(5)] = \begin{bmatrix} 200000,00 & 0 & -200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -200000,00 & 0 & 200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 5</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200000,00</td><td>0,00</td><td>-200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0,00</td><td>200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </table>	μέλος 5				5	6			200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μέλος 5																																																			
κόμβος αρχής j :	5																																																		
κόμβος πέραςτος k :	6																																																		
σιπθ	0,0000																																																		
cosθ	1,0000																																																		
μήκος L	4,00	EA	800000																																																
μέλος 5																																																			
5	6																																																		
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 6</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σιπθ</td><td>0,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>1,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>4,00</td><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος 6				κόμβος αρχής j :	6			κόμβος πέραςτος k :	7			σιπθ	0,0000			cosθ	1,0000			μήκος L	4,00	EA	800000	$[\Lambda(6)] = \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,0000 & 0 & 0 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0000 & 0,0000 \\ 0 & 0 & 0,0000 & 1,0000 \end{bmatrix}$	$[K(6)] = \begin{bmatrix} 200000,00 & 0 & -200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -200000,00 & 0 & 200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 6</td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200000,00</td><td>0,00</td><td>-200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0,00</td><td>200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </table>	μέλος 6				6	7			200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μέλος 6																																																			
κόμβος αρχής j :	6																																																		
κόμβος πέραςτος k :	7																																																		
σιπθ	0,0000																																																		
cosθ	1,0000																																																		
μήκος L	4,00	EA	800000																																																
μέλος 6																																																			
6	7																																																		
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 7</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σιπθ</td><td>0,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>1,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>4,00</td><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος 7				κόμβος αρχής j :	7			κόμβος πέραςτος k :	8			σιπθ	0,0000			cosθ	1,0000			μήκος L	4,00	EA	800000	$[\Lambda(7)] = \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,0000 & 0 & 0 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0000 & 0,0000 \\ 0 & 0 & 0,0000 & 1,0000 \end{bmatrix}$	$[K(7)] = \begin{bmatrix} 200000,00 & 0 & -200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -200000,00 & 0 & 200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 7</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200000,00</td><td>0,00</td><td>-200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0,00</td><td>200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </table>	μέλος 7				7	8			200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μέλος 7																																																			
κόμβος αρχής j :	7																																																		
κόμβος πέραςτος k :	8																																																		
σιπθ	0,0000																																																		
cosθ	1,0000																																																		
μήκος L	4,00	EA	800000																																																
μέλος 7																																																			
7	8																																																		
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 8</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σιπθ</td><td>0,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>1,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>4,00</td><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος 8				κόμβος αρχής j :	8			κόμβος πέραςτος k :	9			σιπθ	0,0000			cosθ	1,0000			μήκος L	4,00	EA	800000	$[\Lambda(8)] = \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,0000 & 0 & 0 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0000 & 0,0000 \\ 0 & 0 & 0,0000 & 1,0000 \end{bmatrix}$	$[K(8)] = \begin{bmatrix} 200000,00 & 0 & -200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -200000,00 & 0 & 200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 8</td></tr> <tr><td>8</td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200000,00</td><td>0,00</td><td>-200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0,00</td><td>200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </table>	μέλος 8				8	9			200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μέλος 8																																																			
κόμβος αρχής j :	8																																																		
κόμβος πέραςτος k :	9																																																		
σιπθ	0,0000																																																		
cosθ	1,0000																																																		
μήκος L	4,00	EA	800000																																																
μέλος 8																																																			
8	9																																																		
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 9</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σιπθ</td><td>0,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>1,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>4,00</td><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος 9				κόμβος αρχής j :	9			κόμβος πέραςτος k :	10			σιπθ	0,0000			cosθ	1,0000			μήκος L	4,00	EA	800000	$[\Lambda(9)] = \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,0000 & 0 & 0 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1,0000 & 0,0000 \\ 0 & 0 & 0,0000 & 1,0000 \end{bmatrix}$	$[K(9)] = \begin{bmatrix} 200000,00 & 0 & -200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -200000,00 & 0 & 200000,00 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 9</td></tr> <tr><td>9</td><td>10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200000,00</td><td>0,00</td><td>-200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>-200000,00</td><td>0,00</td><td>200000,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </table>	μέλος 9				9	10			200000,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μέλος 9																																																			
κόμβος αρχής j :	9																																																		
κόμβος πέραςτος k :	10																																																		
σιπθ	0,0000																																																		
cosθ	1,0000																																																		
μήκος L	4,00	EA	800000																																																
μέλος 9																																																			
9	10																																																		
200000,00	0,00	-200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																
-200000,00	0,00	200000,00	0,00																																																
0,00	0,00	0,00	0,00																																																

Εικόνα 5η

<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>30</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>4</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>16</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8849</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,4657</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,59</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος	30	κόμβος αρχής j :	4	κόμβος πέρατος k :	16	sinθ	0,8849	cosθ	0,4657	μήκος L	8,59	EA	500000	$[\Lambda(30)] =$ <table border="1"> <tr><td>0,4657</td><td>0,8849</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,8849</td><td>0,4657</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,4657</td><td>0,8849</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,8849</td><td>0,4657</td></tr> </table>	0,4657	0,8849	0	0	-0,8849	0,4657	0	0	0	0	0,4657	0,8849	0	0	-0,8849	0,4657	$[K(30)] =$ <table border="1"> <tr><td>58218,30</td><td>0</td><td>-58218,30</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-58218,30</td><td>0</td><td>58218,30</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	58218,30	0	-58218,30	0	0	0	0	0	-58218,30	0	58218,30	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>30</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>4</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>16</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8849</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,4657</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,59</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	μέλος	30	κόμβος αρχής j :	4	κόμβος πέρατος k :	16	sinθ	0,8849	cosθ	0,4657	μήκος L	8,59	EA	500000	$[Kb(30)] =$ <table border="1"> <tr><td>12628,70</td><td>23994,53</td><td>-12628,70</td><td>-23994,53</td></tr> <tr><td>23994,53</td><td>45589,60</td><td>-23994,53</td><td>-45589,60</td></tr> <tr><td>-12628,70</td><td>-23994,53</td><td>12628,70</td><td>23994,53</td></tr> <tr><td>-23994,53</td><td>-45589,60</td><td>23994,53</td><td>45589,60</td></tr> </table>	12628,70	23994,53	-12628,70	-23994,53	23994,53	45589,60	-23994,53	-45589,60	-12628,70	-23994,53	12628,70	23994,53	-23994,53	-45589,60	23994,53	45589,60
Μέλος	30																																																																															
κόμβος αρχής j :	4																																																																															
κόμβος πέρατος k :	16																																																																															
sinθ	0,8849																																																																															
cosθ	0,4657																																																																															
μήκος L	8,59																																																																															
EA	500000																																																																															
0,4657	0,8849	0	0																																																																													
-0,8849	0,4657	0	0																																																																													
0	0	0,4657	0,8849																																																																													
0	0	-0,8849	0,4657																																																																													
58218,30	0	-58218,30	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
-58218,30	0	58218,30	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
μέλος	30																																																																															
κόμβος αρχής j :	4																																																																															
κόμβος πέρατος k :	16																																																																															
sinθ	0,8849																																																																															
cosθ	0,4657																																																																															
μήκος L	8,59																																																																															
EA	500000																																																																															
12628,70	23994,53	-12628,70	-23994,53																																																																													
23994,53	45589,60	-23994,53	-45589,60																																																																													
-12628,70	-23994,53	12628,70	23994,53																																																																													
-23994,53	-45589,60	23994,53	45589,60																																																																													
<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>31</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>5</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>16</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>7,60</td></tr> <tr><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος	31	κόμβος αρχής j :	5	κόμβος πέρατος k :	16	sinθ	1,0000	cosθ	0,0000	μήκος L	7,60	EA	800000	$[\Lambda(31)] =$ <table border="1"> <tr><td>0,0000</td><td>1,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-1,0000</td><td>0,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,0000</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-1,0000</td><td>0,0000</td></tr> </table>	0,0000	1,0000	0	0	-1,0000	0,0000	0	0	0	0	0,0000	1,0000	0	0	-1,0000	0,0000	$[K(31)] =$ <table border="1"> <tr><td>105263,16</td><td>0</td><td>-105263,16</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-105263,16</td><td>0</td><td>105263,16</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	105263,16	0	-105263,16	0	0	0	0	0	-105263,16	0	105263,16	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>31</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>5</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>16</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>7,60</td></tr> <tr><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	μέλος	31	κόμβος αρχής j :	5	κόμβος πέρατος k :	16	sinθ	1,0000	cosθ	0,0000	μήκος L	7,60	EA	800000	$[Kb(31)] =$ <table border="1"> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>105263,16</td><td>0,00</td><td>-105263,16</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>-105263,16</td><td>0,00</td><td>105263,16</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105263,16	0,00	-105263,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-105263,16	0,00	105263,16
Μέλος	31																																																																															
κόμβος αρχής j :	5																																																																															
κόμβος πέρατος k :	16																																																																															
sinθ	1,0000																																																																															
cosθ	0,0000																																																																															
μήκος L	7,60																																																																															
EA	800000																																																																															
0,0000	1,0000	0	0																																																																													
-1,0000	0,0000	0	0																																																																													
0	0	0,0000	1,0000																																																																													
0	0	-1,0000	0,0000																																																																													
105263,16	0	-105263,16	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
-105263,16	0	105263,16	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
μέλος	31																																																																															
κόμβος αρχής j :	5																																																																															
κόμβος πέρατος k :	16																																																																															
sinθ	1,0000																																																																															
cosθ	0,0000																																																																															
μήκος L	7,60																																																																															
EA	800000																																																																															
0,00	0,00	0,00	0,00																																																																													
0,00	105263,16	0,00	-105263,16																																																																													
0,00	0,00	0,00	0,00																																																																													
0,00	-105263,16	0,00	105263,16																																																																													
<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>32</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>6</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>16</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8849</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>-0,4657</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,59</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος	32	κόμβος αρχής j :	6	κόμβος πέρατος k :	16	sinθ	0,8849	cosθ	-0,4657	μήκος L	8,59	EA	500000	$[\Lambda(32)] =$ <table border="1"> <tr><td>-0,4657</td><td>0,8849</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,8849</td><td>-0,4657</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,4657</td><td>0,8849</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,8849</td><td>-0,4657</td></tr> </table>	-0,4657	0,8849	0	0	-0,8849	-0,4657	0	0	0	0	-0,4657	0,8849	0	0	-0,8849	-0,4657	$[K(32)] =$ <table border="1"> <tr><td>58218,30</td><td>0</td><td>-58218,30</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-58218,30</td><td>0</td><td>58218,30</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	58218,30	0	-58218,30	0	0	0	0	0	-58218,30	0	58218,30	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>32</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>6</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>16</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8849</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>-0,4657</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,59</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	μέλος	32	κόμβος αρχής j :	6	κόμβος πέρατος k :	16	sinθ	0,8849	cosθ	-0,4657	μήκος L	8,59	EA	500000	$[Kb(32)] =$ <table border="1"> <tr><td>12628,70</td><td>-23994,53</td><td>-12628,70</td><td>23994,53</td></tr> <tr><td>-23994,53</td><td>45589,60</td><td>23994,53</td><td>-45589,60</td></tr> <tr><td>-12628,70</td><td>23994,53</td><td>12628,70</td><td>-23994,53</td></tr> <tr><td>23994,53</td><td>-45589,60</td><td>-23994,53</td><td>45589,60</td></tr> </table>	12628,70	-23994,53	-12628,70	23994,53	-23994,53	45589,60	23994,53	-45589,60	-12628,70	23994,53	12628,70	-23994,53	23994,53	-45589,60	-23994,53	45589,60
Μέλος	32																																																																															
κόμβος αρχής j :	6																																																																															
κόμβος πέρατος k :	16																																																																															
sinθ	0,8849																																																																															
cosθ	-0,4657																																																																															
μήκος L	8,59																																																																															
EA	500000																																																																															
-0,4657	0,8849	0	0																																																																													
-0,8849	-0,4657	0	0																																																																													
0	0	-0,4657	0,8849																																																																													
0	0	-0,8849	-0,4657																																																																													
58218,30	0	-58218,30	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
-58218,30	0	58218,30	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
μέλος	32																																																																															
κόμβος αρχής j :	6																																																																															
κόμβος πέρατος k :	16																																																																															
sinθ	0,8849																																																																															
cosθ	-0,4657																																																																															
μήκος L	8,59																																																																															
EA	500000																																																																															
12628,70	-23994,53	-12628,70	23994,53																																																																													
-23994,53	45589,60	23994,53	-45589,60																																																																													
-12628,70	23994,53	12628,70	-23994,53																																																																													
23994,53	-45589,60	-23994,53	45589,60																																																																													
<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>33</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>5</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>17</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8000</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,6000</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>10,00</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος	33	κόμβος αρχής j :	5	κόμβος πέρατος k :	17	sinθ	0,8000	cosθ	0,6000	μήκος L	10,00	EA	500000	$[\Lambda(33)] =$ <table border="1"> <tr><td>0,6000</td><td>0,8000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,8000</td><td>0,6000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,6000</td><td>0,8000</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,8000</td><td>0,6000</td></tr> </table>	0,6000	0,8000	0	0	-0,8000	0,6000	0	0	0	0	0,6000	0,8000	0	0	-0,8000	0,6000	$[K(33)] =$ <table border="1"> <tr><td>50000,00</td><td>0</td><td>-50000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-50000,00</td><td>0</td><td>50000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	50000,00	0	-50000,00	0	0	0	0	0	-50000,00	0	50000,00	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>33</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>5</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>17</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8000</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,6000</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>10,00</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	μέλος	33	κόμβος αρχής j :	5	κόμβος πέρατος k :	17	sinθ	0,8000	cosθ	0,6000	μήκος L	10,00	EA	500000	$[Kb(33)] =$ <table border="1"> <tr><td>18000,00</td><td>24000,00</td><td>-18000,00</td><td>-24000,00</td></tr> <tr><td>24000,00</td><td>32000,00</td><td>-24000,00</td><td>-32000,00</td></tr> <tr><td>-18000,00</td><td>-24000,00</td><td>18000,00</td><td>24000,00</td></tr> <tr><td>-24000,00</td><td>-32000,00</td><td>24000,00</td><td>32000,00</td></tr> </table>	18000,00	24000,00	-18000,00	-24000,00	24000,00	32000,00	-24000,00	-32000,00	-18000,00	-24000,00	18000,00	24000,00	-24000,00	-32000,00	24000,00	32000,00
Μέλος	33																																																																															
κόμβος αρχής j :	5																																																																															
κόμβος πέρατος k :	17																																																																															
sinθ	0,8000																																																																															
cosθ	0,6000																																																																															
μήκος L	10,00																																																																															
EA	500000																																																																															
0,6000	0,8000	0	0																																																																													
-0,8000	0,6000	0	0																																																																													
0	0	0,6000	0,8000																																																																													
0	0	-0,8000	0,6000																																																																													
50000,00	0	-50000,00	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
-50000,00	0	50000,00	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
μέλος	33																																																																															
κόμβος αρχής j :	5																																																																															
κόμβος πέρατος k :	17																																																																															
sinθ	0,8000																																																																															
cosθ	0,6000																																																																															
μήκος L	10,00																																																																															
EA	500000																																																																															
18000,00	24000,00	-18000,00	-24000,00																																																																													
24000,00	32000,00	-24000,00	-32000,00																																																																													
-18000,00	-24000,00	18000,00	24000,00																																																																													
-24000,00	-32000,00	24000,00	32000,00																																																																													
<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>34</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>6</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>17</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,9701</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,2425</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,25</td></tr> <tr><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος	34	κόμβος αρχής j :	6	κόμβος πέρατος k :	17	sinθ	0,9701	cosθ	0,2425	μήκος L	8,25	EA	800000	$[\Lambda(34)] =$ <table border="1"> <tr><td>0,2425</td><td>0,9701</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,9701</td><td>0,2425</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,2425</td><td>0,9701</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,9701</td><td>0,2425</td></tr> </table>	0,2425	0,9701	0	0	-0,9701	0,2425	0	0	0	0	0,2425	0,9701	0	0	-0,9701	0,2425	$[K(34)] =$ <table border="1"> <tr><td>97014,25</td><td>0</td><td>-97014,25</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-97014,25</td><td>0</td><td>97014,25</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	97014,25	0	-97014,25	0	0	0	0	0	-97014,25	0	97014,25	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>34</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>6</td></tr> <tr><td>κόμβος πέρατος k :</td><td>17</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,9701</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,2425</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,25</td></tr> <tr><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	μέλος	34	κόμβος αρχής j :	6	κόμβος πέρατος k :	17	sinθ	0,9701	cosθ	0,2425	μήκος L	8,25	EA	800000	$[Kb(34)] =$ <table border="1"> <tr><td>5706,72</td><td>22826,88</td><td>-5706,72</td><td>-22826,88</td></tr> <tr><td>22826,88</td><td>91307,53</td><td>-22826,88</td><td>-91307,53</td></tr> <tr><td>-5706,72</td><td>-22826,88</td><td>5706,72</td><td>22826,88</td></tr> <tr><td>-22826,88</td><td>-91307,53</td><td>22826,88</td><td>91307,53</td></tr> </table>	5706,72	22826,88	-5706,72	-22826,88	22826,88	91307,53	-22826,88	-91307,53	-5706,72	-22826,88	5706,72	22826,88	-22826,88	-91307,53	22826,88	91307,53
Μέλος	34																																																																															
κόμβος αρχής j :	6																																																																															
κόμβος πέρατος k :	17																																																																															
sinθ	0,9701																																																																															
cosθ	0,2425																																																																															
μήκος L	8,25																																																																															
EA	800000																																																																															
0,2425	0,9701	0	0																																																																													
-0,9701	0,2425	0	0																																																																													
0	0	0,2425	0,9701																																																																													
0	0	-0,9701	0,2425																																																																													
97014,25	0	-97014,25	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
-97014,25	0	97014,25	0																																																																													
0	0	0	0																																																																													
μέλος	34																																																																															
κόμβος αρχής j :	6																																																																															
κόμβος πέρατος k :	17																																																																															
sinθ	0,9701																																																																															
cosθ	0,2425																																																																															
μήκος L	8,25																																																																															
EA	800000																																																																															
5706,72	22826,88	-5706,72	-22826,88																																																																													
22826,88	91307,53	-22826,88	-91307,53																																																																													
-5706,72	-22826,88	5706,72	22826,88																																																																													
-22826,88	-91307,53	22826,88	91307,53																																																																													

Εικόνα 10^η

<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 35</td></tr> <tr><td>κόμπος αρχής j :</td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμπος πέρας κ :</td><td>17</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σίπθ</td><td>0,9701</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>-0,2425</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,25</td><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος 35				κόμπος αρχής j :	7			κόμπος πέρας κ :	17			σίπθ	0,9701			cosθ	-0,2425			μήκος L	8,25	EA	800000	[Λ(35)] =	<table border="1"> <tr><td>-0,2425</td><td>0,9701</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,9701</td><td>-0,2425</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,2425</td><td>0,9701</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,9701</td><td>-0,2425</td></tr> </table>	-0,2425	0,9701	0	0	-0,9701	-0,2425	0	0	0	0	-0,2425	0,9701	0	0	-0,9701	-0,2425	[Κ(35)] =	<table border="1"> <tr><td>97014,25</td><td>0</td><td>-97014,25</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-97014,25</td><td>0</td><td>97014,25</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	97014,25	0	-97014,25	0	0	0	0	0	-97014,25	0	97014,25	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 35</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td>17</td><td></td></tr> <tr><td>5706,72</td><td>-22826,88</td><td>-5706,72</td><td>22826,88</td></tr> <tr><td>-22826,88</td><td>91307,53</td><td>22826,88</td><td>-91307,53</td></tr> <tr><td>-5706,72</td><td>22826,88</td><td>5706,72</td><td>-22826,88</td></tr> <tr><td>22826,88</td><td>-91307,53</td><td>-22826,88</td><td>91307,53</td></tr> </table>	μέλος 35				7		17		5706,72	-22826,88	-5706,72	22826,88	-22826,88	91307,53	22826,88	-91307,53	-5706,72	22826,88	5706,72	-22826,88	22826,88	-91307,53	-22826,88	91307,53	7 17
Μέλος 35																																																																																						
κόμπος αρχής j :	7																																																																																					
κόμπος πέρας κ :	17																																																																																					
σίπθ	0,9701																																																																																					
cosθ	-0,2425																																																																																					
μήκος L	8,25	EA	800000																																																																																			
-0,2425	0,9701	0	0																																																																																			
-0,9701	-0,2425	0	0																																																																																			
0	0	-0,2425	0,9701																																																																																			
0	0	-0,9701	-0,2425																																																																																			
97014,25	0	-97014,25	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
-97014,25	0	97014,25	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
μέλος 35																																																																																						
7		17																																																																																				
5706,72	-22826,88	-5706,72	22826,88																																																																																			
-22826,88	91307,53	22826,88	-91307,53																																																																																			
-5706,72	22826,88	5706,72	-22826,88																																																																																			
22826,88	-91307,53	-22826,88	91307,53																																																																																			
<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 36</td></tr> <tr><td>κόμπος αρχής j :</td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμπος πέρας κ :</td><td>17</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σίπθ</td><td>0,8000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>-0,6000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>10,00</td><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος 36				κόμπος αρχής j :	8			κόμπος πέρας κ :	17			σίπθ	0,8000			cosθ	-0,6000			μήκος L	10,00	EA	500000	[Λ(36)] =	<table border="1"> <tr><td>-0,6000</td><td>0,8000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,8000</td><td>-0,6000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,6000</td><td>0,8000</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,8000</td><td>-0,6000</td></tr> </table>	-0,6000	0,8000	0	0	-0,8000	-0,6000	0	0	0	0	-0,6000	0,8000	0	0	-0,8000	-0,6000	[Κ(36)] =	<table border="1"> <tr><td>50000,00</td><td>0</td><td>-50000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-50000,00</td><td>0</td><td>50000,00</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	50000,00	0	-50000,00	0	0	0	0	0	-50000,00	0	50000,00	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 36</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td>17</td><td></td></tr> <tr><td>18000,00</td><td>-24000,00</td><td>-18000,00</td><td>24000,00</td></tr> <tr><td>-24000,00</td><td>32000,00</td><td>24000,00</td><td>-32000,00</td></tr> <tr><td>-18000,00</td><td>24000,00</td><td>18000,00</td><td>-24000,00</td></tr> <tr><td>24000,00</td><td>-32000,00</td><td>-24000,00</td><td>32000,00</td></tr> </table>	μέλος 36				8		17		18000,00	-24000,00	-18000,00	24000,00	-24000,00	32000,00	24000,00	-32000,00	-18000,00	24000,00	18000,00	-24000,00	24000,00	-32000,00	-24000,00	32000,00	8 17
Μέλος 36																																																																																						
κόμπος αρχής j :	8																																																																																					
κόμπος πέρας κ :	17																																																																																					
σίπθ	0,8000																																																																																					
cosθ	-0,6000																																																																																					
μήκος L	10,00	EA	500000																																																																																			
-0,6000	0,8000	0	0																																																																																			
-0,8000	-0,6000	0	0																																																																																			
0	0	-0,6000	0,8000																																																																																			
0	0	-0,8000	-0,6000																																																																																			
50000,00	0	-50000,00	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
-50000,00	0	50000,00	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
μέλος 36																																																																																						
8		17																																																																																				
18000,00	-24000,00	-18000,00	24000,00																																																																																			
-24000,00	32000,00	24000,00	-32000,00																																																																																			
-18000,00	24000,00	18000,00	-24000,00																																																																																			
24000,00	-32000,00	-24000,00	32000,00																																																																																			
<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 37</td></tr> <tr><td>κόμπος αρχής j :</td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμπος πέρας κ :</td><td>18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σίπθ</td><td>0,8849</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,4657</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,59</td><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος 37				κόμπος αρχής j :	7			κόμπος πέρας κ :	18			σίπθ	0,8849			cosθ	0,4657			μήκος L	8,59	EA	500000	[Λ(37)] =	<table border="1"> <tr><td>0,4657</td><td>0,8849</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,8849</td><td>0,4657</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,4657</td><td>0,8849</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,8849</td><td>0,4657</td></tr> </table>	0,4657	0,8849	0	0	-0,8849	0,4657	0	0	0	0	0,4657	0,8849	0	0	-0,8849	0,4657	[Κ(37)] =	<table border="1"> <tr><td>58218,30</td><td>0</td><td>-58218,30</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-58218,30</td><td>0</td><td>58218,30</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	58218,30	0	-58218,30	0	0	0	0	0	-58218,30	0	58218,30	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 37</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td>18</td><td></td></tr> <tr><td>12628,70</td><td>23994,53</td><td>-12628,70</td><td>-23994,53</td></tr> <tr><td>23994,53</td><td>45589,60</td><td>-23994,53</td><td>-45589,60</td></tr> <tr><td>-12628,70</td><td>-23994,53</td><td>12628,70</td><td>23994,53</td></tr> <tr><td>-23994,53</td><td>-45589,60</td><td>23994,53</td><td>45589,60</td></tr> </table>	μέλος 37				7		18		12628,70	23994,53	-12628,70	-23994,53	23994,53	45589,60	-23994,53	-45589,60	-12628,70	-23994,53	12628,70	23994,53	-23994,53	-45589,60	23994,53	45589,60	7 18
Μέλος 37																																																																																						
κόμπος αρχής j :	7																																																																																					
κόμπος πέρας κ :	18																																																																																					
σίπθ	0,8849																																																																																					
cosθ	0,4657																																																																																					
μήκος L	8,59	EA	500000																																																																																			
0,4657	0,8849	0	0																																																																																			
-0,8849	0,4657	0	0																																																																																			
0	0	0,4657	0,8849																																																																																			
0	0	-0,8849	0,4657																																																																																			
58218,30	0	-58218,30	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
-58218,30	0	58218,30	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
μέλος 37																																																																																						
7		18																																																																																				
12628,70	23994,53	-12628,70	-23994,53																																																																																			
23994,53	45589,60	-23994,53	-45589,60																																																																																			
-12628,70	-23994,53	12628,70	23994,53																																																																																			
-23994,53	-45589,60	23994,53	45589,60																																																																																			
<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 38</td></tr> <tr><td>κόμπος αρχής j :</td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμπος πέρας κ :</td><td>18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σίπθ</td><td>1,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,0000</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>7,60</td><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος 38				κόμπος αρχής j :	8			κόμπος πέρας κ :	18			σίπθ	1,0000			cosθ	0,0000			μήκος L	7,60	EA	800000	[Λ(38)] =	<table border="1"> <tr><td>0,0000</td><td>1,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-1,0000</td><td>0,0000</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0,0000</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-1,0000</td><td>0,0000</td></tr> </table>	0,0000	1,0000	0	0	-1,0000	0,0000	0	0	0	0	0,0000	1,0000	0	0	-1,0000	0,0000	[Κ(38)] =	<table border="1"> <tr><td>105263,16</td><td>0</td><td>-105263,16</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-105263,16</td><td>0</td><td>105263,16</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	105263,16	0	-105263,16	0	0	0	0	0	-105263,16	0	105263,16	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 38</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td>18</td><td></td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>105263,16</td><td>0,00</td><td>-105263,16</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>-105263,16</td><td>0,00</td><td>105263,16</td></tr> </table>	μέλος 38				8		18		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105263,16	0,00	-105263,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-105263,16	0,00	105263,16	8 18
Μέλος 38																																																																																						
κόμπος αρχής j :	8																																																																																					
κόμπος πέρας κ :	18																																																																																					
σίπθ	1,0000																																																																																					
cosθ	0,0000																																																																																					
μήκος L	7,60	EA	800000																																																																																			
0,0000	1,0000	0	0																																																																																			
-1,0000	0,0000	0	0																																																																																			
0	0	0,0000	1,0000																																																																																			
0	0	-1,0000	0,0000																																																																																			
105263,16	0	-105263,16	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
-105263,16	0	105263,16	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
μέλος 38																																																																																						
8		18																																																																																				
0,00	0,00	0,00	0,00																																																																																			
0,00	105263,16	0,00	-105263,16																																																																																			
0,00	0,00	0,00	0,00																																																																																			
0,00	-105263,16	0,00	105263,16																																																																																			
<table border="1"> <tr><td colspan="4">Μέλος 39</td></tr> <tr><td>κόμπος αρχής j :</td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>κόμπος πέρας κ :</td><td>18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>σίπθ</td><td>0,8849</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>-0,4657</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>8,59</td><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος 39				κόμπος αρχής j :	9			κόμπος πέρας κ :	18			σίπθ	0,8849			cosθ	-0,4657			μήκος L	8,59	EA	500000	[Λ(39)] =	<table border="1"> <tr><td>-0,4657</td><td>0,8849</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-0,8849</td><td>-0,4657</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,4657</td><td>0,8849</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>-0,8849</td><td>-0,4657</td></tr> </table>	-0,4657	0,8849	0	0	-0,8849	-0,4657	0	0	0	0	-0,4657	0,8849	0	0	-0,8849	-0,4657	[Κ(39)] =	<table border="1"> <tr><td>58218,30</td><td>0</td><td>-58218,30</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>-58218,30</td><td>0</td><td>58218,30</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	58218,30	0	-58218,30	0	0	0	0	0	-58218,30	0	58218,30	0	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td colspan="4">μέλος 39</td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td>18</td><td></td></tr> <tr><td>12628,70</td><td>-23994,53</td><td>-12628,70</td><td>23994,53</td></tr> <tr><td>-23994,53</td><td>45589,60</td><td>23994,53</td><td>-45589,60</td></tr> <tr><td>-12628,70</td><td>23994,53</td><td>12628,70</td><td>-23994,53</td></tr> <tr><td>23994,53</td><td>-45589,60</td><td>-23994,53</td><td>45589,60</td></tr> </table>	μέλος 39				9		18		12628,70	-23994,53	-12628,70	23994,53	-23994,53	45589,60	23994,53	-45589,60	-12628,70	23994,53	12628,70	-23994,53	23994,53	-45589,60	-23994,53	45589,60	9 18
Μέλος 39																																																																																						
κόμπος αρχής j :	9																																																																																					
κόμπος πέρας κ :	18																																																																																					
σίπθ	0,8849																																																																																					
cosθ	-0,4657																																																																																					
μήκος L	8,59	EA	500000																																																																																			
-0,4657	0,8849	0	0																																																																																			
-0,8849	-0,4657	0	0																																																																																			
0	0	-0,4657	0,8849																																																																																			
0	0	-0,8849	-0,4657																																																																																			
58218,30	0	-58218,30	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
-58218,30	0	58218,30	0																																																																																			
0	0	0	0																																																																																			
μέλος 39																																																																																						
9		18																																																																																				
12628,70	-23994,53	-12628,70	23994,53																																																																																			
-23994,53	45589,60	23994,53	-45589,60																																																																																			
-12628,70	23994,53	12628,70	-23994,53																																																																																			
23994,53	-45589,60	-23994,53	45589,60																																																																																			

Εικόνα 11^η

<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>40</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>8</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>19</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8586</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,5126</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>7,80</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος	40	κόμβος αρχής j :	8	κόμβος πέραςτος k :	19	sinθ	0,8586	cosθ	0,5126	μήκος L	7,80	EA	500000	$[\Lambda(40)] = \begin{bmatrix} 0,5126 & 0,8586 & 0 & 0 \\ -0,8586 & 0,5126 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,5126 & 0,8586 \\ 0 & 0 & -0,8586 & 0,5126 \end{bmatrix}$	$[K(40)] = \begin{bmatrix} 64076,24 & 0 & -64076,24 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -64076,24 & 0 & 64076,24 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>40</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>8</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>19</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8586</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,5126</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>7,80</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	μέλος	40	κόμβος αρχής j :	8	κόμβος πέραςτος k :	19	sinθ	0,8586	cosθ	0,5126	μήκος L	7,80	EA	500000	$[Kb(40)] = \begin{bmatrix} 16837,24 & 28202,39 & -16837,24 & -28202,39 \\ 28202,39 & 47238,99 & -28202,39 & -47238,99 \\ -16837,24 & -28202,39 & 16837,24 & 28202,39 \\ -28202,39 & -47238,99 & 28202,39 & 47238,99 \end{bmatrix}$
Μέλος	40																															
κόμβος αρχής j :	8																															
κόμβος πέραςτος k :	19																															
sinθ	0,8586																															
cosθ	0,5126																															
μήκος L	7,80																															
EA	500000																															
μέλος	40																															
κόμβος αρχής j :	8																															
κόμβος πέραςτος k :	19																															
sinθ	0,8586																															
cosθ	0,5126																															
μήκος L	7,80																															
EA	500000																															
<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>41</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>9</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>19</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>6,70</td></tr> <tr><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος	41	κόμβος αρχής j :	9	κόμβος πέραςτος k :	19	sinθ	1,0000	cosθ	0,0000	μήκος L	6,70	EA	800000	$[\Lambda(41)] = \begin{bmatrix} 0,0000 & 1,0000 & 0 & 0 \\ -1,0000 & 0,0000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,0000 & 1,0000 \\ 0 & 0 & -1,0000 & 0,0000 \end{bmatrix}$	$[K(41)] = \begin{bmatrix} 119402,99 & 0 & -119402,99 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -119402,99 & 0 & 119402,99 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>41</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>9</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>19</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>6,70</td></tr> <tr><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	μέλος	41	κόμβος αρχής j :	9	κόμβος πέραςτος k :	19	sinθ	1,0000	cosθ	0,0000	μήκος L	6,70	EA	800000	$[Kb(41)] = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 119402,99 & 0,00 & -119402,99 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & -119402,99 & 0,00 & 119402,99 \end{bmatrix}$
Μέλος	41																															
κόμβος αρχής j :	9																															
κόμβος πέραςτος k :	19																															
sinθ	1,0000																															
cosθ	0,0000																															
μήκος L	6,70																															
EA	800000																															
μέλος	41																															
κόμβος αρχής j :	9																															
κόμβος πέραςτος k :	19																															
sinθ	1,0000																															
cosθ	0,0000																															
μήκος L	6,70																															
EA	800000																															
<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>42</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>10</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>19</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8586</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>-0,5126</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>7,80</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος	42	κόμβος αρχής j :	10	κόμβος πέραςτος k :	19	sinθ	0,8586	cosθ	-0,5126	μήκος L	7,80	EA	500000	$[\Lambda(42)] = \begin{bmatrix} -0,5126 & 0,8586 & 0 & 0 \\ -0,8586 & -0,5126 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0,5126 & 0,8586 \\ 0 & 0 & 0,8586 & -0,5126 \end{bmatrix}$	$[K(42)] = \begin{bmatrix} 64076,24 & 0 & -64076,24 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -64076,24 & 0 & 64076,24 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>42</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>10</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>19</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,8586</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>-0,5126</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>7,80</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	μέλος	42	κόμβος αρχής j :	10	κόμβος πέραςτος k :	19	sinθ	0,8586	cosθ	-0,5126	μήκος L	7,80	EA	500000	$[Kb(42)] = \begin{bmatrix} 16837,24 & -28202,39 & -16837,24 & 28202,39 \\ -28202,39 & 47238,99 & 28202,39 & -47238,99 \\ -16837,24 & 28202,39 & 16837,24 & -28202,39 \\ 28202,39 & -47238,99 & -28202,39 & 47238,99 \end{bmatrix}$
Μέλος	42																															
κόμβος αρχής j :	10																															
κόμβος πέραςτος k :	19																															
sinθ	0,8586																															
cosθ	-0,5126																															
μήκος L	7,80																															
EA	500000																															
μέλος	42																															
κόμβος αρχής j :	10																															
κόμβος πέραςτος k :	19																															
sinθ	0,8586																															
cosθ	-0,5126																															
μήκος L	7,80																															
EA	500000																															
<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>43</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>9</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>20</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,7982</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,6024</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>6,64</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	Μέλος	43	κόμβος αρχής j :	9	κόμβος πέραςτος k :	20	sinθ	0,7982	cosθ	0,6024	μήκος L	6,64	EA	500000	$[\Lambda(43)] = \begin{bmatrix} 0,6024 & 0,7982 & 0 & 0 \\ -0,7982 & 0,6024 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,6024 & 0,7982 \\ 0 & 0 & -0,7982 & 0,6024 \end{bmatrix}$	$[K(43)] = \begin{bmatrix} 75300,86 & 0 & -75300,86 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -75300,86 & 0 & 75300,86 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>43</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>9</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>20</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>0,7982</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,6024</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>6,64</td></tr> <tr><td>EA</td><td>500000</td></tr> </table>	μέλος	43	κόμβος αρχής j :	9	κόμβος πέραςτος k :	20	sinθ	0,7982	cosθ	0,6024	μήκος L	6,64	EA	500000	$[Kb(43)] = \begin{bmatrix} 27326,24 & 36207,26 & -27326,24 & -36207,26 \\ 36207,26 & 47974,63 & -36207,26 & -47974,63 \\ -27326,24 & -36207,26 & 27326,24 & 36207,26 \\ -36207,26 & -47974,63 & 36207,26 & 47974,63 \end{bmatrix}$
Μέλος	43																															
κόμβος αρχής j :	9																															
κόμβος πέραςτος k :	20																															
sinθ	0,7982																															
cosθ	0,6024																															
μήκος L	6,64																															
EA	500000																															
μέλος	43																															
κόμβος αρχής j :	9																															
κόμβος πέραςτος k :	20																															
sinθ	0,7982																															
cosθ	0,6024																															
μήκος L	6,64																															
EA	500000																															
<table border="1"> <tr><td>Μέλος</td><td>44</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>10</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>20</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>5,30</td></tr> <tr><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	Μέλος	44	κόμβος αρχής j :	10	κόμβος πέραςτος k :	20	sinθ	1,0000	cosθ	0,0000	μήκος L	5,30	EA	800000	$[\Lambda(44)] = \begin{bmatrix} 0,0000 & 1,0000 & 0 & 0 \\ -1,0000 & 0,0000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,0000 & 1,0000 \\ 0 & 0 & -1,0000 & 0,0000 \end{bmatrix}$	$[K(44)] = \begin{bmatrix} 150943,40 & 0 & -150943,40 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -150943,40 & 0 & 150943,40 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	<table border="1"> <tr><td>μέλος</td><td>44</td></tr> <tr><td>κόμβος αρχής j :</td><td>10</td></tr> <tr><td>κόμβος πέραςτος k :</td><td>20</td></tr> <tr><td>sinθ</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>cosθ</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>μήκος L</td><td>5,30</td></tr> <tr><td>EA</td><td>800000</td></tr> </table>	μέλος	44	κόμβος αρχής j :	10	κόμβος πέραςτος k :	20	sinθ	1,0000	cosθ	0,0000	μήκος L	5,30	EA	800000	$[Kb(44)] = \begin{bmatrix} 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 150943,40 & 0,00 & -150943,40 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & -150943,40 & 0,00 & 150943,40 \end{bmatrix}$
Μέλος	44																															
κόμβος αρχής j :	10																															
κόμβος πέραςτος k :	20																															
sinθ	1,0000																															
cosθ	0,0000																															
μήκος L	5,30																															
EA	800000																															
μέλος	44																															
κόμβος αρχής j :	10																															
κόμβος πέραςτος k :	20																															
sinθ	1,0000																															
cosθ	0,0000																															
μήκος L	5,30																															
EA	800000																															

Εικόνα 12^η

		Βαθμός Ελευθερίας (γραμμή)	Βαθμός Ελευθερίας (στήλη)	Στήλη K-bar (i) 1	Βαθμός Ελευθερίας (γραμμή)	Βαθμός Ελευθερίας (στήλη)	Στήλη K-bar (i) 2	Βαθμός Ελευθερίας (γραμμή)	Βαθμός Ελευθερίας (στήλη)	Στήλη K-bar (i) 3	Βαθμός Ελευθερίας (γραμμή)	Βαθμός Ελευθερίας (στήλη)	Στήλη K-bar (i) 4
Μέλος	κόμβοι												
1	1	1	1	200000,00	1	2	0,00	1	3	-200000,00	1	4	0,00
		2	1	0,00	2	2	0,00	2	3	0,00	2	4	0,00
	2	3	1	-200000,00	3	2	0,00	3	3	200000,00	3	4	0,00
		4	1	0,00	4	2	0,00	4	3	0,00	4	4	0,00
Μέλος	κόμβοι												
2	2	3	3	200000,00	3	4	0,00	3	5	-200000,00	3	6	0,00
		4	3	0,00	4	4	0,00	4	5	0,00	4	6	0,00
	3	5	3	-200000,00	5	4	0,00	5	5	200000,00	5	6	0,00
		6	3	0,00	6	4	0,00	6	5	0,00	6	6	0,00
Μέλος	κόμβοι												
3	3	5	5	200000,00	5	6	0,00	5	7	-200000,00	5	8	0,00
		6	5	0,00	6	6	0,00	6	7	0,00	6	8	0,00
	4	7	5	-200000,00	7	6	0,00	7	7	200000,00	7	8	0,00
		8	5	0,00	8	6	0,00	8	7	0,00	8	8	0,00
Μέλος	κόμβοι												
4	4	7	7	200000,00	7	8	0,00	7	9	-200000,00	7	10	0,00
		8	7	0,00	8	8	0,00	8	9	0,00	8	10	0,00
	5	9	7	-200000,00	9	8	0,00	9	9	200000,00	9	10	0,00
		10	7	0,00	10	8	0,00	10	9	0,00	10	10	0,00
Μέλος	κόμβοι												
5	5	9	9	200000,00	9	10	0,00	9	11	-200000,00	9	12	0,00
		10	9	0,00	10	10	0,00	10	11	0,00	10	12	0,00
	6	11	9	-200000,00	11	10	0,00	11	11	200000,00	11	12	0,00
		12	9	0,00	12	10	0,00	12	11	0,00	12	12	0,00

Εικόνα 14^η

Μέλος	κόμβοι												
6	6	11	11	200000,00	11	12	0,00	11	13	-200000,00	11	14	0,00
		12	11	0,00	12	12	0,00	12	13	0,00	12	14	0,00
	7	13	11	-200000,00	13	12	0,00	13	13	200000,00	13	14	0,00
		14	11	0,00	14	12	0,00	14	13	0,00	14	14	0,00
Μέλος	κόμβοι												
7	7	13	13	200000,00	13	14	0,00	13	15	-200000,00	13	16	0,00
		14	13	0,00	14	14	0,00	14	15	0,00	14	16	0,00
	8	15	13	-200000,00	15	14	0,00	15	15	200000,00	15	16	0,00
		16	13	0,00	16	14	0,00	16	15	0,00	16	16	0,00
Μέλος	κόμβοι												
8	8	15	15	200000,00	15	16	0,00	15	17	-200000,00	15	18	0,00
		16	15	0,00	16	16	0,00	16	17	0,00	16	18	0,00
	9	17	15	-200000,00	17	16	0,00	17	17	200000,00	17	18	0,00
		18	15	0,00	18	16	0,00	18	17	0,00	18	18	0,00
Μέλος	κόμβοι												
9	9	17	17	200000,00	17	18	0,00	17	19	-200000,00	17	20	0,00
		18	17	0,00	18	18	0,00	18	19	0,00	18	20	0,00
	10	19	17	-200000,00	19	18	0,00	19	19	200000,00	19	20	0,00
		20	17	0,00	20	18	0,00	20	19	0,00	20	20	0,00
Μέλος	κόμβοι												
10	10	19	19	200000,00	19	20	0,00	19	21	-200000,00	19	22	0,00
		20	19	0,00	20	20	0,00	20	21	0,00	20	22	0,00
	11	21	19	-200000,00	21	20	0,00	21	21	200000,00	21	22	0,00
		22	19	0,00	22	20	0,00	22	21	0,00	22	22	0,00

Εικόνα 15^η

Μέλος 11	κόμβοι 11	21	21	200000,00	21	22	0,00	21	23	-200000,00	21	24	0,00
		22	21	0,00	22	22	0,00	22	23	0,00	22	24	0,00
	12	23	21	-200000,00	23	22	0,00	23	23	200000,00	23	24	0,00
		24	21	0,00	24	22	0,00	24	23	0,00	24	24	0,00
	Μέλος	κόμβοι											
Μέλος 12	1	1	1	95227,90	1	2	76182,32	1	25	-95227,90	1	26	-76182,32
		2	1	76182,32	2	2	60945,86	2	25	-76182,32	2	26	-60945,86
	13	25	1	-95227,90	25	2	-76182,32	25	25	95227,90	25	26	76182,32
		26	1	-76182,32	26	2	-60945,86	26	25	76182,32	26	26	60945,86
	Μέλος	κόμβοι											
Μέλος 13	13	25	25	138817,90	25	26	72879,40	25	27	-138817,90	25	28	-72879,40
		26	25	72879,40	26	26	38261,68	26	27	-72879,40	26	28	-38261,68
	14	27	25	-138817,90	27	26	-72879,40	27	27	138817,90	27	28	72879,40
		28	25	-72879,40	28	26	-38261,68	28	27	72879,40	28	28	38261,68
	Μέλος	κόμβοι											
Μέλος 14	14	27	27	168170,75	27	28	58859,76	27	29	-168170,75	27	30	-58859,76
		28	27	58859,76	28	28	20600,92	28	29	-58859,76	28	30	-20600,92
	15	29	27	-168170,75	29	28	-58859,76	29	29	168170,75	29	30	58859,76
		30	27	-58859,76	30	28	-20600,92	30	29	58859,76	30	30	20600,92
	Μέλος	κόμβοι											
Μέλος 15	15	29	29	185719,88	29	30	41786,97	29	31	-185719,88	29	32	-41786,97
		30	29	41786,97	30	30	9402,07	30	31	-41786,97	30	32	-9402,07
	16	31	29	-185719,88	31	30	-41786,97	31	31	185719,88	31	32	41786,97
		32	29	-41786,97	32	30	-9402,07	32	31	41786,97	32	32	9402,07
	Μέλος	κόμβοι											

Εικόνα 16^η

Μέλος 16	κόμβοι 16	31	31	132449,36	31	32	8829,96	31	33	-132449,36	31	34	-8829,96
		32	31	8829,96	32	32	588,66	32	33	-8829,96	32	34	-588,66
	17	33	31	-132449,36	33	32	-8829,96	33	33	132449,36	33	34	8829,96
		34	31	-8829,96	34	32	-588,66	34	33	8829,96	34	34	588,66
Μέλος 17	κόμβοι 17	33	33	132449,36	33	34	-8829,96	33	35	-132449,36	33	36	8829,96
		34	33	-8829,96	34	34	588,66	34	35	8829,96	34	36	-588,66
	18	35	33	-132449,36	35	34	8829,96	35	35	132449,36	35	36	-8829,96
		36	33	8829,96	36	34	-588,66	36	35	-8829,96	36	36	588,66
Μέλος 18	κόμβοι 18	35	35	185719,88	35	36	-41786,97	35	37	-185719,88	35	38	41786,97
		36	35	-41786,97	36	36	9402,07	36	37	41786,97	36	38	-9402,07
	19	37	35	-185719,88	37	36	41786,97	37	37	185719,88	37	38	-41786,97
		38	35	41786,97	38	36	-9402,07	38	37	-41786,97	38	38	9402,07
Μέλος 19	κόμβοι 19	37	37	168170,75	37	38	-58859,76	37	39	-168170,75	37	40	58859,76
		38	37	-58859,76	38	38	20600,92	38	39	58859,76	38	40	-20600,92
	20	39	37	-168170,75	39	38	58859,76	39	39	168170,75	39	40	-58859,76
		40	37	58859,76	40	38	-20600,92	40	39	-58859,76	40	40	20600,92
Μέλος 20	κόμβοι 20	39	39	138817,90	39	40	-72879,40	39	41	-138817,90	39	42	72879,40
		40	39	-72879,40	40	40	38261,68	40	41	72879,40	40	42	-38261,68
	21	41	39	-138817,90	41	40	72879,40	41	41	138817,90	41	42	-72879,40
		42	39	72879,40	42	40	-38261,68	42	41	-72879,40	42	42	38261,68

Εικόνα 17^η

21	21	41	41	95227,90	41	42	-76182,32	41	23	-95227,90	41	24	76182,32
		42	41	-76182,32	42	42	60945,86	42	23	76182,32	42	24	-60945,86
	12	23	41	-95227,90	23	42	76182,32	23	23	95227,90	23	24	-76182,32
		24	41	76182,32	24	42	-60945,86	24	23	-76182,32	24	24	60945,86
22	2	3	3	0,00	3	4	0,00	3	25	0,00	3	26	0,00
		4	3	0,00	4	4	250000,00	4	25	0,00	4	26	-250000,00
	13	25	3	0,00	25	4	0,00	25	25	0,00	25	26	0,00
		26	3	0,00	26	4	-250000,00	26	25	0,00	26	26	250000,00
23	3	5	5	59517,44	5	6	-47613,95	5	25	-59517,44	5	26	47613,95
		6	5	-47613,95	6	6	38091,16	6	25	47613,95	6	26	-38091,16
	13	25	5	-59517,44	25	6	47613,95	25	25	59517,44	25	26	-47613,95
		26	5	47613,95	26	6	-38091,16	26	25	-47613,95	26	26	38091,16
24	2	3	3	27326,24	3	4	36207,26	3	27	-27326,24	3	28	-36207,26
		4	3	36207,26	4	4	47974,63	4	27	-36207,26	4	28	-47974,63
	14	27	3	-27326,24	27	4	-36207,26	27	27	27326,24	27	28	36207,26
		28	3	-36207,26	28	4	-47974,63	28	27	36207,26	28	28	47974,63
25	3	5	5	0,00	5	6	0,00	5	27	0,00	5	28	0,00
		6	5	0,00	6	6	150943,40	6	27	0,00	6	28	-150943,40
	14	27	5	0,00	27	6	0,00	27	27	0,00	27	28	0,00
		28	5	0,00	28	6	-150943,40	28	27	0,00	28	28	150943,40

Εικόνα 18^η

Μέλος	κόμβοι												
26	4	7	7	27326,24	7	8	-36207,26	7	27	-27326,24	7	28	36207,26
		8	7	-36207,26	8	8	47974,63	8	27	36207,26	8	28	-47974,63
	14	27	7	-27326,24	27	8	36207,26	27	27	27326,24	27	28	-36207,26
		28	7	36207,26	28	8	-47974,63	28	27	-36207,26	28	28	47974,63
Μέλος	κόμβοι												
27	3	5	5	16837,24	5	6	28202,39	5	29	-16837,24	5	30	-28202,39
		6	5	28202,39	6	6	47238,99	6	29	-28202,39	6	30	-47238,99
	15	29	5	-16837,24	29	6	-28202,39	29	29	16837,24	29	30	28202,39
		30	5	-28202,39	30	6	-47238,99	30	29	28202,39	30	30	47238,99
Μέλος	κόμβοι												
28	4	7	7	0,00	7	8	0,00	7	29	0,00	7	30	0,00
		8	7	0,00	8	8	119402,99	8	29	0,00	8	30	-119402,99
	15	29	7	0,00	29	8	0,00	29	29	0,00	29	30	0,00
		30	7	0,00	30	8	-119402,99	30	29	0,00	30	30	119402,99
Μέλος	κόμβοι												
29	5	9	9	16837,24	9	10	-28202,39	9	29	-16837,24	9	30	28202,39
		10	9	-28202,39	10	10	47238,99	10	29	28202,39	10	30	-47238,99
	15	29	9	-16837,24	29	10	28202,39	29	29	16837,24	29	30	-28202,39
		30	9	28202,39	30	10	-47238,99	30	29	-28202,39	30	30	47238,99
Μέλος	κόμβοι												
30	4	7	7	12628,70	7	8	23994,53	7	31	-12628,70	7	32	-23994,53
		8	7	23994,53	8	8	45589,60	8	31	-23994,53	8	32	-45589,60
	16	31	7	-12628,70	31	8	-23994,53	31	31	12628,70	31	32	23994,53
		32	7	-23994,53	32	8	-45589,60	32	31	23994,53	32	32	45589,60

Εικόνα 19^η

31	Μέλος	κόμβοι	9	9	0,00	9	10	0,00	9	31	0,00	9	32	0,00
			10	9	0,00	10	10	105263,16	10	31	0,00	10	32	-105263,16
	16	31	9	0,00	31	10	0,00	31	31	0,00	31	32	0,00	
		32	9	0,00	32	10	-105263,16	32	31	0,00	32	32	105263,16	
32	Μέλος	κόμβοι	11	11	12628,70	11	12	-23994,53	11	31	-12628,70	11	32	23994,53
			12	11	-23994,53	12	12	45589,60	12	31	23994,53	12	32	-45589,60
	16	31	11	-12628,70	31	12	23994,53	31	31	12628,70	31	32	-23994,53	
		32	11	23994,53	32	12	-45589,60	32	31	-23994,53	32	32	45589,60	
33	Μέλος	κόμβοι	9	9	18000,00	9	10	24000,00	9	33	-18000,00	9	34	-24000,00
			10	9	24000,00	10	10	32000,00	10	33	-24000,00	10	34	-32000,00
	17	33	9	-18000,00	33	10	-24000,00	33	33	18000,00	33	34	24000,00	
		34	9	-24000,00	34	10	-32000,00	34	33	24000,00	34	34	32000,00	
34	Μέλος	κόμβοι	11	11	5706,72	11	12	22826,88	11	33	-5706,72	11	34	-22826,88
			12	11	22826,88	12	12	91307,53	12	33	-22826,88	12	34	-91307,53
	17	33	11	-5706,72	33	12	-22826,88	33	33	5706,72	33	34	22826,88	
		34	11	-22826,88	34	12	-91307,53	34	33	22826,88	34	34	91307,53	
35	Μέλος	κόμβοι	13	13	5706,72	13	14	-22826,88	13	33	-5706,72	13	34	22826,88
			14	13	-22826,88	14	14	91307,53	14	33	22826,88	14	34	-91307,53
	17	33	13	-5706,72	33	14	22826,88	33	33	5706,72	33	34	-22826,88	
		34	13	22826,88	34	14	-91307,53	34	33	-22826,88	34	34	91307,53	

Εικόνα 20^η

Μέλος	κόμβοι												
36	8	15	15	18000,00	15	16	-24000,00	15	33	-18000,00	15	34	24000,00
		16	15	-24000,00	16	16	32000,00	16	33	24000,00	16	34	-32000,00
	17	33	15	-18000,00	33	16	24000,00	33	33	18000,00	33	34	-24000,00
		34	15	24000,00	34	16	-32000,00	34	33	-24000,00	34	34	32000,00
Μέλος	κόμβοι												
37	7	13	13	12628,70	13	14	23994,53	13	35	-12628,70	13	36	-23994,53
		14	13	23994,53	14	14	45589,60	14	35	-23994,53	14	36	-45589,60
	18	35	13	-12628,70	35	14	-23994,53	35	35	12628,70	35	36	23994,53
		36	13	-23994,53	36	14	-45589,60	36	35	23994,53	36	36	45589,60
Μέλος	κόμβοι												
38	8	15	15	0,00	15	16	0,00	15	35	0,00	15	36	0,00
		16	15	0,00	16	16	105263,16	16	35	0,00	16	36	-105263,16
	18	35	15	0,00	35	16	0,00	35	35	0,00	35	36	0,00
		36	15	0,00	36	16	-105263,16	36	35	0,00	36	36	105263,16
Μέλος	κόμβοι												
39	9	17	17	12628,70	17	18	-23994,53	17	35	-12628,70	17	36	23994,53
		18	17	-23994,53	18	18	45589,60	18	35	23994,53	18	36	-45589,60
	18	35	17	-12628,70	35	18	23994,53	35	35	12628,70	35	36	-23994,53
		36	17	23994,53	36	18	-45589,60	36	35	-23994,53	36	36	45589,60
Μέλος	κόμβοι												
40	8	15	15	16837,24	15	16	28202,39	15	37	-16837,24	15	38	-28202,39
		16	15	28202,39	16	16	47238,99	16	37	-28202,39	16	38	-47238,99
	19	37	15	-16837,24	37	16	-28202,39	37	37	16837,24	37	38	28202,39
		38	15	-28202,39	38	16	-47238,99	38	37	28202,39	38	38	47238,99

Εικόνα 21^η

Μέλος	κόμβοι												
41	9	17	17	0,00	17	18	0,00	17	37	0,00	17	38	0,00
		18	17	0,00	18	18	119402,99	18	37	0,00	18	38	-119402,99
	19	37	17	0,00	37	18	0,00	37	37	0,00	37	38	0,00
		38	17	0,00	38	18	-119402,99	38	37	0,00	38	38	119402,99
Μέλος	κόμβοι												
42	10	19	19	16837,24	19	20	-28202,39	19	37	-16837,24	19	38	28202,39
		20	19	-28202,39	20	20	47238,99	20	37	28202,39	20	38	-47238,99
	19	37	19	-16837,24	37	20	28202,39	37	37	16837,24	37	38	-28202,39
		38	19	28202,39	38	20	-47238,99	38	37	-28202,39	38	38	47238,99
Μέλος	κόμβοι												
43	9	17	17	27326,24	17	18	36207,26	17	39	-27326,24	17	40	-36207,26
		18	17	36207,26	18	18	47974,63	18	39	-36207,26	18	40	-47974,63
	20	39	17	-27326,24	39	18	-36207,26	39	39	27326,24	39	40	36207,26
		40	17	-36207,26	40	18	-47974,63	40	39	36207,26	40	40	47974,63
Μέλος	κόμβοι												
44	10	19	19	0,00	19	20	0,00	19	39	0,00	19	40	0,00
		20	19	0,00	20	20	150943,40	20	39	0,00	20	40	-150943,40
	20	39	19	0,00	39	20	0,00	39	39	0,00	39	40	0,00
		40	19	0,00	40	20	-150943,40	40	39	0,00	40	40	150943,40
Μέλος	κόμβοι												
45	11	21	21	27326,24	21	22	-36207,26	21	39	-27326,24	21	40	36207,26
		22	21	-36207,26	22	22	47974,63	22	39	36207,26	22	40	-47974,63
	20	39	21	-27326,24	39	22	36207,26	39	39	27326,24	39	40	-36207,26
		40	21	36207,26	40	22	-47974,63	40	39	-36207,26	40	40	47974,63

Εικόνα 22^η

Μέλος	κόμβοι												
46	10	19	19	59517,44	19	20	47613,95	19	41	-59517,44	19	42	-47613,95
		20	19	47613,95	20	20	38091,16	20	41	-47613,95	20	42	-38091,16
	21	41	19	-59517,44	41	20	-47613,95	41	41	59517,44	41	42	47613,95
		42	19	-47613,95	42	20	-38091,16	42	41	47613,95	42	42	38091,16
47	11	21	21	0,00	21	22	0,00	21	41	0,00	21	42	0,00
		22	21	0,00	22	22	250000,00	22	41	0,00	22	42	-250000,00
	21	41	21	0,00	41	22	0,00	41	41	0,00	41	42	0,00
		42	21	0,00	42	22	-250000,00	42	41	0,00	42	42	250000,00

Εικόνα 23^η

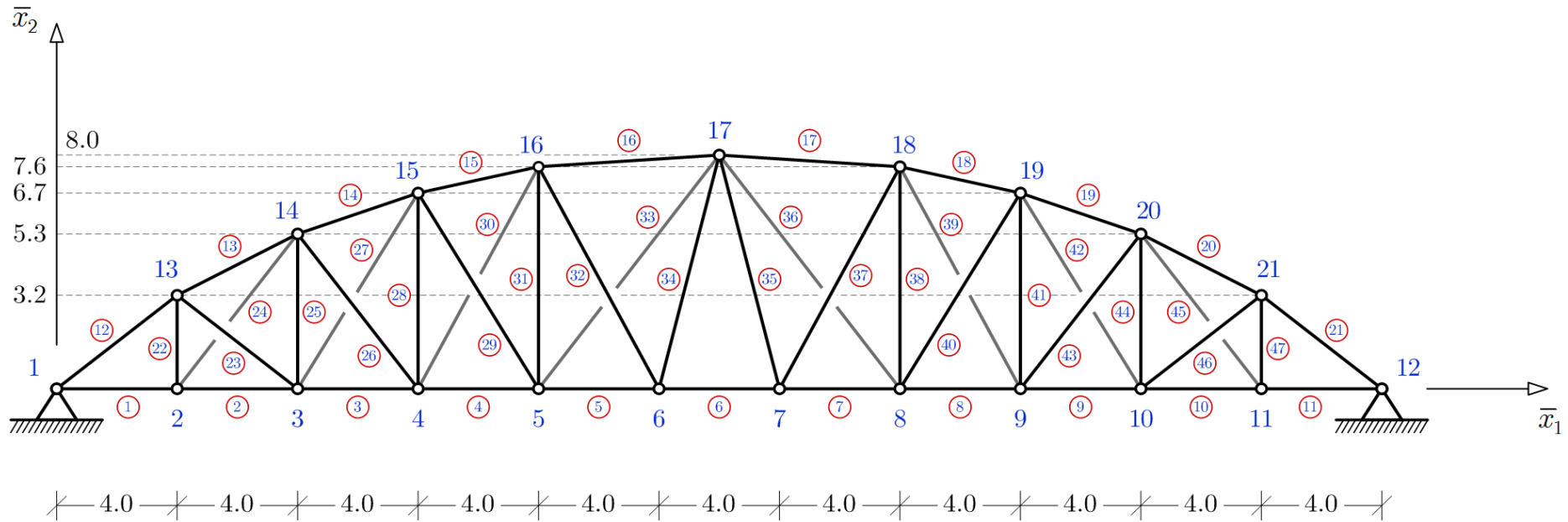
Κόμβοι	Βαθ. Ελευθ.	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	295227,90	76182,32	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	76182,32	60945,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3	-200000,00	0,00	427326,24	36207,26	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	36207,26	297974,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	5	0,00	0,00	-200000,00	0,00	476354,68	-19411,57	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	6	0,00	0,00	0,00	0,00	-19411,57	236273,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	7	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	439954,94	-12212,74	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12212,74	212967,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	434837,24	-4202,39	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-4202,39	184502,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	418335,42	-1167,65	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1167,65	136897,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	418335,42	1167,65	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1167,65	136897,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	434837,24	4202,39	-200000,00	0,00	0,00	0,00
	16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4202,39	184502,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	439954,94	12212,74	-200000,00	0,00	0,00	0,00
	18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12212,74	212967,22	0,00	0,00	0,00	0,00
10	19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	476354,68	19411,57	-200000,00	0,00
	20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19411,57	236273,55	0,00	0,00
11	21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	25	-95227,90	-76182,32	0,00	0,00	-59517,44	47613,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	26	-76182,32	-60945,86	0,00	-250000,00	47613,95	-38091,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	27	0,00	0,00	-27326,24	-36207,26	0,00	0,00	-27326,24	36207,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	28	0,00	0,00	-36207,26	-47974,63	0,00	-150943,40	36207,26	-47974,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	29	0,00	0,00	0,00	0,00	-16837,24	-28202,39	0,00	0,00	-16837,24	28202,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	30	0,00	0,00	0,00	0,00	-28202,39	-47238,99	0,00	-119402,99	28202,39	-47238,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12628,70	-23994,53	0,00	0,00	-12628,70	23994,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-23994,53	-45589,60	0,00	-105263,16	23994,53	-45589,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-18000,00	-24000,00	-5706,72	-22826,88	-5706,72	22826,88	-18000,00	24000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-24000,00	-32000,00	-22826,88	-91307,53	22826,88	-91307,53	24000,00	-32000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12628,70	-23994,53	0,00	0,00	-12628,70	23994,53	0,00	0,00	0,00	0,00
	36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-23994,53	-45589,60	0,00	-105263,16	23994,53	-45589,60	0,00	0,00
19	37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16837,24	-28202,39	0,00	0,00	-16837,24	28202,39
	38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28202,39	-47238,99	0,00	-119402,99	28202,39	-47238,99
20	39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-27326,24	-36207,26	0,00	0,00
	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36207,26	-47974,63	0,00	-150943,40
21	41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-59517,44	-47613,95
	42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-47613,95	-38091,16

Εικόνα 24^η

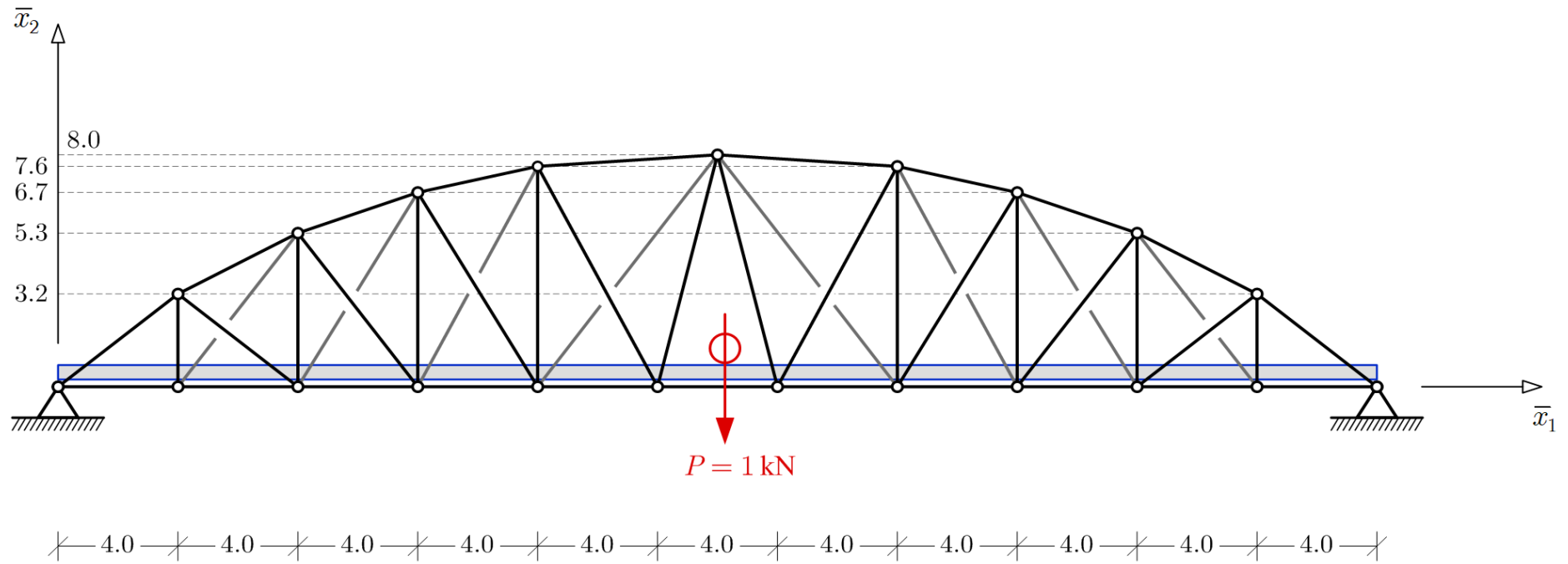
11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
0,00	0,00	0,00	0,00	-95227,90	-76182,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	-76182,32	-60945,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-27326,24	-36207,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-250000,00	-36207,26	-47974,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	-59517,44	47613,95	0,00	0,00	-16837,24	-28202,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	47613,95	-38091,16	0,00	-150943,40	-28202,39	-47238,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-27326,24	36207,26	0,00	0,00	-12628,70	-23994,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36207,26	-47974,63	0,00	-119402,99	-23994,53	-45589,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16837,24	28202,39	0,00	0,00	-18000,00	-24000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28202,39	-47238,99	0,00	-105263,16	-24000,00	-32000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12628,70	23994,53	-5706,72	-22826,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23994,53	-45589,60	-22826,88	-91307,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-5706,72	22826,88	-12628,70	-23994,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22826,88	-91307,53	-23994,53	-45589,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-18000,00	24000,00	0,00	0,00	-16837,24	-28202,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	-32000,00	0,00	-105263,16	-28202,39	-47238,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12628,70	23994,53	0,00	0,00	-27326,24	-36207,26	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-119402,99	-36207,26	-47974,63	0,00	0,00	0,00
-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16837,24	28202,39	0,00	0,00	-59517,44	-47613,95
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28202,39	-47238,99	0,00	-150943,40	-47613,95	-38091,16
427326,24	-36207,26	-200000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-27326,24	36207,26	0,00	0,00
-36207,26	297974,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36207,26	-47974,63	0,00	-250000,00
-200000,00	0,00	295227,90	-76182,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-95227,90	76182,32
0,00	0,00	-76182,32	60945,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76182,32	-60945,86
0,00	0,00	0,00	0,00	293563,24	101447,77	-138817,90	-72879,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	101447,77	387298,70	-72879,40	-38261,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	-138817,90	-72879,40	361641,13	131739,16	-168170,75	-58859,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	-72879,40	-38261,68	131739,16	305755,25	-58859,76	-20600,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-168170,75	-58859,76	387565,13	100646,74	-185719,88	-41786,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-58859,76	-20600,92	100646,74	243883,96	-41786,97	-9402,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-185719,88	-41786,97	343426,64	50616,93	-132449,36	-8829,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-41786,97	-9402,07	50616,93	206433,10	-8829,96	-588,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-132449,36	-8829,96	312312,16	0,00	-132449,36	8829,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-8829,96	-588,66	0,00	247792,39	8829,96	-588,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-132449,36	8829,96	343426,64	-50616,93	-185719,88	41786,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8829,96	-588,66	-50616,93	206433,10	41786,97	-9402,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-185719,88	41786,97	387565,13	-100646,74	-168170,75	58859,76	-168170,75	-131739,16	-138817,90	72879,40	0,00	0,00
-27326,24	36207,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41786,97	-9402,07	-100646,74	243883,96	58859,76	-20600,92	58859,76	-20600,92	0,00	0,00	0,00	0,00
36207,26	-47974,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	-95227,90	76182,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-138817,90	72879,40	293563,24	-101447,77
0,00	-250000,00	76182,32	-60945,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72879,40	-38261,68	-101447,77	387298,70

Εικόνα 25^η

Βήμα 4^ο: Καταγραφή όλων των δεδομένων επικόμβιων μεγεθών του δικτύωματος, δηλαδή των γνωστών επικόμβιων μετακινήσεων και των επιβεβλημένων επικόμβιων φορτίων και βάσει αυτών μόνωση του Μητρώου Αναδιάταξης του δικτύωματος.



Εικόνα 26^η



$$E = 2 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2, \quad A_1 = 40 \text{ cm}^2, \quad A_2 = 25 \text{ cm}^2$$

Εικόνα 27^η

Αυτόματη Δημιουργία μετά τη δήλωση της κατάστασης των βαθμών ελευθερίας

Κόμβος	Βαθ. Ελευθ.	Κατάσταση	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΟΜΒΩΝ		[Data]	Νέα θέση βαθ. ελευθ.	Νέα σειρά βαθ. ελευθ.
		βαθ. Ελευθ.	Pi	Δi	Pi ή Δi		
1	1	0		0,0000	0,0000	39	3
	2	0		0,0000	0,0000	40	4
2	3	1	0,00		0,00	1	5
	4	1	0,00		0,00	2	6
3	5	1	0,00		0,00	3	7
	6	1	0,00		0,00	4	8
4	7	1	0,00		0,00	5	9
	8	1	0,00		0,00	6	10
5	9	1	0,00		0,00	7	11
	10	1	0,00		0,00	8	12
6	11	1	0,00		0,00	9	13
	12	1	0,00		0,00	10	14
7	13	1	0,00		0,00	11	15
	14	1	0,00		0,00	12	16
8	15	1	0,00		0,00	13	17
	16	1	0,00		0,00	14	18
9	17	1	0,00		0,00	15	19
	18	1	0,00		0,00	16	20
10	19	1	0,00		0,00	17	21
	20	1	0,00		0,00	18	22
11	21	1	0,00		0,00	19	25
	22	1	0,00		0,00	20	26
12	23	0		0,0000	0,0000	41	27
	24	0		0,0000	0,0000	42	28

Εικόνα 28^η

12	23	0		0,0000	0,0000	41	27								
	24	0		0,0000	0,0000	42	28								
13	25	1	0,00		0,00	21	29								
	26	1	0,00		0,00	22	30								
14	27	1	0,00		0,00	23	31								
	28	1	0,00		0,00	24	32								
15	29	1	0,00		0,00	25	33								
	30	1	0,00		0,00	26	34								
16	31	1	0,00		0,00	27	35								
	32	1	0,00		0,00	28	36								
17	33	1	0,00		0,00	29	37								
	34	1	0,00		0,00	30	38								
18	35	1	0,00		0,00	31	39								
	36	1	0,00		0,00	32	40								
19	37	1	0,00		0,00	33	41								
	38	1	0,00		0,00	34	42								
20	39	1	0,00		0,00	35	1								
	40	1	0,00		0,00	36	2								
21	41	1	0,00		0,00	37	23								
	42	1	0,00		0,00	38	24								
		0: δεσμευμ. 1: ελευθ.													
				άγνωστο μέγεθος											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Βαθμοί Ελευθερίας</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>σύνολο</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>ελεύθεροι</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>δεσμευμένοι</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>		Βαθμοί Ελευθερίας		σύνολο	42	ελεύθεροι	38	δεσμευμένοι	4				
Βαθμοί Ελευθερίας															
σύνολο	42														
ελεύθεροι	38														
δεσμευμένοι	4														

Εικόνα 29^η

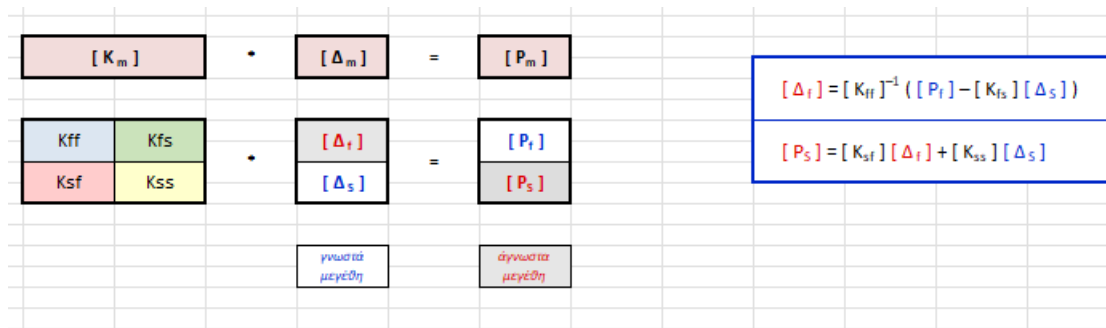
Βήμα 5^ο : Υπολογισμός του Τροποποιημένου (Αναδιατεταγμένου) Μητρώου Στιβαρότητας [K_m] του δικτύματος βάσει του Μητρώου Αναδιάταξης [V] και του Ολικού Μητρώου Στιβαρότητας [K] του φορέα: $[K_m] = [V] [K] [V]^T$

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25	26	
3	427326.24	36207.26	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	36207.26	297974.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-250000.00
5	-200000.00	0.00	476354.68	-19411.57	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-59517.44	47613.95
6	0.00	0.00	-19411.57	236273.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47613.95	-38091.16
7	0.00	0.00	-200000.00	0.00	439954.94	-12212.74	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	-12212.74	212967.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	-200000.00	0.00	434837.24	-4202.39	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4202.39	184502.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-200000.00	0.00	418335.42	-1167.65	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1167.65	136897.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-200000.00	0.00	418335.42	1167.65	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1167.65	136897.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-200000.00	0.00	434837.24	4202.39	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4202.39	184502.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-200000.00	0.00	439954.94	12212.74	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12212.74	212967.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-200000.00	0.00	476354.68	19411.57	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19411.57	236273.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-200000.00	0.00	427326.24	-36207.26	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-36207.26	297974.63	0.00	0.00	0.00	0.00
[K _m] = 25	0.00	0.00	-59517.44	47613.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	293563.24	101447.77
26	0.00	-250000.00	47613.95	-38091.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101447.77	387298.70
27	-27326.24	-36207.26	0.00	0.00	-27326.24	36207.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-138817.90	-72879.40
28	-36207.26	-47974.63	0.00	-150943.40	36207.26	-47974.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-72879.40	-38261.68
29	0.00	0.00	-16837.24	-28202.39	0.00	0.00	-16837.24	28202.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	-28202.39	-47238.99	0.00	-119402.99	28202.39	-47238.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.00	0.00	-12628.70	-23994.53	0.00	0.00	-12628.70	23994.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00	-23994.53	-45589.60	0.00	-105263.16	23994.53	-45589.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-18000.00	-24000.00	-5706.72	-22826.88	-5706.72	22826.88	-18000.00	24000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-24000.00	-32000.00	-22826.88	-91307.53	22826.88	-91307.53	24000.00	-32000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-12628.70	-23994.53	0.00	0.00	-12628.70	23994.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-23994.53	-45589.60	0.00	-105263.16	23994.53	-45589.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-16837.24	-28202.39	0.00	0.00	-16837.24	28202.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-28202.39	-47238.99	0.00	-119402.99	28202.39	-47238.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-27326.24	-36207.26	0.00	0.00	-27326.24	36207.26	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-36207.26	-47974.63	0.00	-150943.40	36207.26	-47974.63	0.00	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-59517.44	-47613.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-47613.95	-38091.16	0.00	-250000.00	0.00	0.00	0.00
1	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-95227.90	-76182.32
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-76182.32	-60945.86
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-200000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Εικόνα 31^η

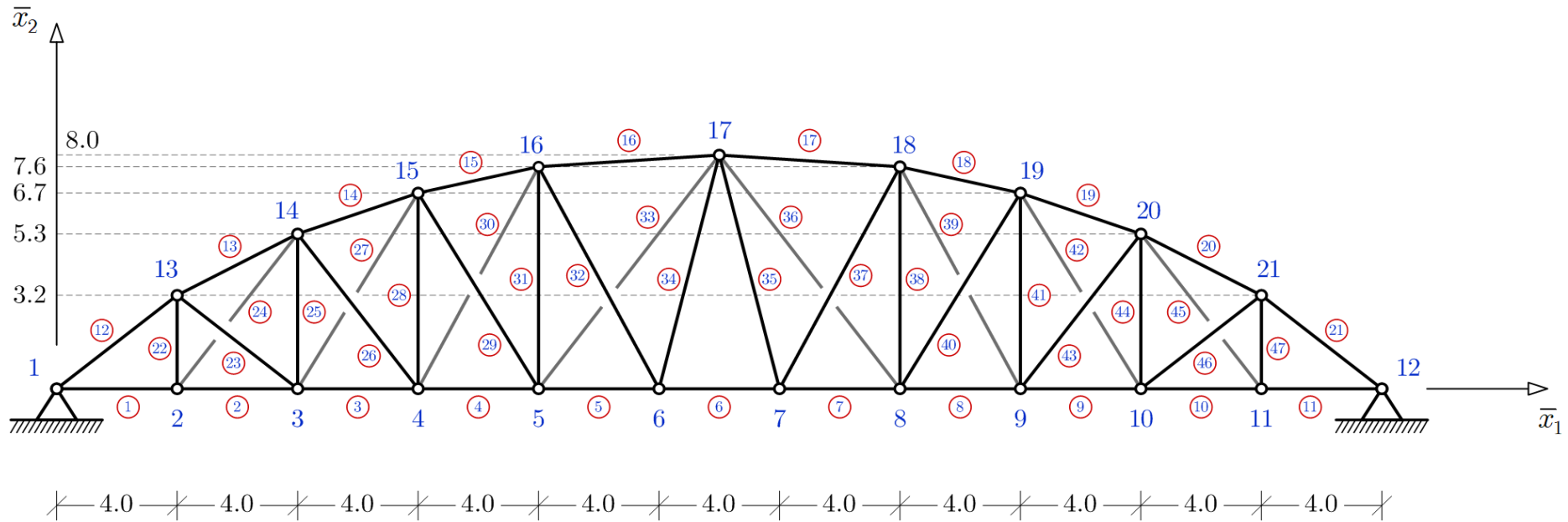
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	1	2	23	24
-27326,24	-36207,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00	0,00	0,00
-36207,26	-47974,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	-16837,24	-28202,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	-150943,40	-28202,39	-47238,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-27326,24	36207,26	0,00	0,00	-12628,70	-23994,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36207,26	-47974,63	0,00	-119402,99	-23994,53	-45589,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	-16837,24	28202,39	0,00	0,00	-18000,00	-24000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	28202,39	-47238,99	0,00	-105263,16	-24000,00	-32000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	-12628,70	23994,53	-5706,72	-22826,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	23994,53	-45589,60	-22826,88	-91307,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-5706,72	22826,88	-12628,70	-23994,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22826,88	-91307,53	-23994,53	-45589,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-18000,00	24000,00	0,00	0,00	-16837,24	-28202,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	-32000,00	0,00	-105263,16	-28202,39	-47238,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12628,70	23994,53	0,00	0,00	-27326,24	-36207,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23994,53	-45589,60	0,00	-119402,99	-36207,26	-47974,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16837,24	28202,39	0,00	0,00	-59517,44	-47613,95	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28202,39	-47238,99	0,00	-150943,40	-47613,95	-38091,16	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-27326,24	36207,26	0,00	0,00	0,00	0,00	-200000,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36207,26	-47974,63	0,00	-250000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-138817,90	-72879,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-95227,90	-76182,32	0,00	0,00
-72879,40	-38261,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-76182,32	-60945,86	0,00	0,00
361641,13	131739,16	-168170,75	-58859,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
131739,16	305755,25	-58859,76	-20600,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-168170,75	-58859,76	387565,13	100646,74	-185719,88	-41786,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-58859,76	-20600,92	100646,74	243883,96	-41786,97	-9402,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	-185719,88	-41786,97	343426,64	50616,93	-132449,36	-8829,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	-41786,97	-9402,07	50616,93	206433,10	-8829,96	-588,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	-132449,36	-8829,96	312312,16	0,00	-132449,36	8829,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	-8829,96	-588,66	0,00	247792,39	8829,96	-588,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-132449,36	8829,96	343426,64	-50616,93	-185719,88	41786,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8829,96	-588,66	-50616,93	206433,10	41786,97	-9402,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-185719,88	41786,97	387565,13	-100646,74	-168170,75	58859,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41786,97	-9402,07	-100646,74	243883,96	58859,76	-20600,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-168170,75	58859,76	361641,13	-131739,16	-138817,90	72879,40	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58859,76	-20600,92	-131739,16	305755,25	72879,40	-38261,68	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-138817,90	72879,40	293563,24	-101447,77	0,00	0,00	-95227,90	76182,32
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72879,40	-38261,68	-101447,77	387298,70	0,00	0,00	76182,32	-60945,86
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	295227,90	76182,32	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76182,32	60945,86	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-95227,90	76182,32	0,00	0,00	295227,90	-76182,32
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76182,32	-60945,86	0,00	0,00	-76182,32	60945,86

Εικόνα 32^η



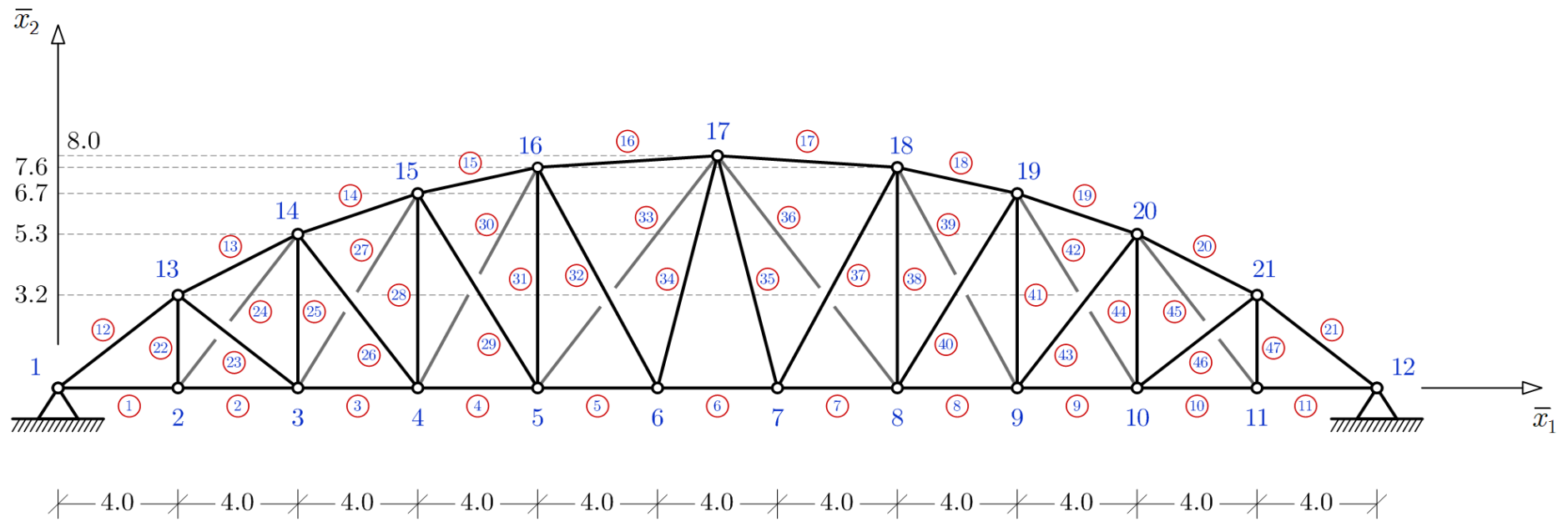
Εικόνα 33^η

Βήμα 6^ο: Επίλυση των εξισώσεων της σχέσης στιβαρότητας $[Km] [\Delta m] = [Pm]$ για τον υπολογισμό των επικόμβιων μετατοπίσεων $[\Delta f]$ και των αντιδράσεων $[PS]$ του δικτυώματος λόγω μηχανικής φόρτισης.



Εικόνα 34^η

Εικόνα 37^η



Εικόνα 38^η

Βήμα 8^ο: Μόρφωση του Μητρώου Ακραίων Μετατοπίσεων $[D_i\text{-bar}]$ κάθε μέλους στο καθολικό σύστημα αξόνων και στη συνέχεια, μέσω του Μητρώου Μετασχηματισμού, υπολογισμός του Μητρώου Ακραίων Μετατοπίσεων $[D_i]$ στο τοπικό σύστημα αξόνων του μέλους. Τέλος, προσδιορισμός των Ακραίων Δράσεων στο τοπικό σύστημα αξόνων του μέλους, με τη βοήθεια του τοπικού του Μητρώου Στιβαρότητας και χαρακτηρισμός της αξονικής καταπόνησης ως εφελκυσμό ή θλίψη.

ΜΕΛΟΣ	Ακραίες Μετατοπίσεις Μέλους στο καθολικό σύστημα	Ακραίες Δράσεις Μέλους στο καθολικό σύστημα	Ακραίες Δράσεις Μέλους στο τοπικό του σύστημα	Αξονική Δύναμη Μέλους λόγω μηχανικής φόρτισης
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">1</div> Κόμβος αρχής 1 Κόμβος πέρατος 2	$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 & 1 \\ 0,00000 & 2 \\ 0,00000 & 2 \\ 0,00000 & 2 \end{bmatrix}$	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 & 1 \\ 0,000 & 2 \\ 0,000 & 2 \\ 0,000 & 2 \end{bmatrix}$	$[A(1)] = \begin{bmatrix} 0,000 & 1 \\ 0,000 & 2 \\ 0,000 & 2 \\ 0,000 & 2 \end{bmatrix}$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">N (1) = 0,00</div> θλίψη
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">2</div> Κόμβος αρχής 2 Κόμβος πέρατος 3	$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 & 2 \\ 0,00000 & 3 \\ 0,00000 & 3 \\ 0,00000 & 3 \end{bmatrix}$	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 & 2 \\ 0,000 & 3 \\ 0,000 & 3 \\ 0,000 & 3 \end{bmatrix}$	$[A(2)] = \begin{bmatrix} 0,000 & 2 \\ 0,000 & 3 \\ 0,000 & 3 \\ 0,000 & 3 \end{bmatrix}$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">N (2) = 0,00</div> θλίψη
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">3</div> Κόμβος αρχής 3 Κόμβος πέρατος 4	$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 & 3 \\ 0,00000 & 4 \\ 0,00000 & 4 \\ 0,00000 & 4 \end{bmatrix}$	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 & 3 \\ 0,000 & 4 \\ 0,000 & 4 \\ 0,000 & 4 \end{bmatrix}$	$[A(3)] = \begin{bmatrix} 0,000 & 3 \\ 0,000 & 4 \\ 0,000 & 4 \\ 0,000 & 4 \end{bmatrix}$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">N (3) = 0,00</div> θλίψη

Εικόνα 39^η

4							
Κόμβος αρχής	4	$[D_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 & 4 \\ 0,00000 & 5 \\ 0,00000 & 5 \\ 0,00000 & 5 \end{matrix}$		$[A_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 & 4 \\ 0,000 & 5 \\ 0,000 & 5 \\ 0,000 & 5 \end{matrix}$		$[A(4)] = \begin{matrix} 0,000 & 4 \\ 0,000 & 5 \\ 0,000 & 5 \\ 0,000 & 5 \end{matrix}$	N (4) = 0,00 θλίψη
Κόμβος πέρατος	5						
5							
Κόμβος αρχής	5	$[D_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 & 5 \\ 0,00000 & 6 \\ 0,00000 & 6 \\ 0,00000 & 6 \end{matrix}$		$[A_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 & 5 \\ 0,000 & 6 \\ 0,000 & 6 \\ 0,000 & 6 \end{matrix}$		$[A(5)] = \begin{matrix} 0,000 & 5 \\ 0,000 & 6 \\ 0,000 & 6 \\ 0,000 & 6 \end{matrix}$	N (5) = 0,00 θλίψη
Κόμβος πέρατος	6						
6							
Κόμβος αρχής	6	$[D_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 & 6 \\ 0,00000 & 7 \\ 0,00000 & 7 \\ 0,00000 & 7 \end{matrix}$		$[A_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 & 6 \\ 0,000 & 7 \\ 0,000 & 7 \\ 0,000 & 7 \end{matrix}$		$[A(6)] = \begin{matrix} 0,000 & 6 \\ 0,000 & 7 \\ 0,000 & 7 \\ 0,000 & 7 \end{matrix}$	N (6) = 0,00 θλίψη
Κόμβος πέρατος	7						
7							
Κόμβος αρχής	7	$[D_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 & 7 \\ 0,00000 & 8 \\ 0,00000 & 8 \\ 0,00000 & 8 \end{matrix}$		$[A_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 & 7 \\ 0,000 & 8 \\ 0,000 & 8 \\ 0,000 & 8 \end{matrix}$		$[A(7)] = \begin{matrix} 0,000 & 7 \\ 0,000 & 8 \\ 0,000 & 8 \\ 0,000 & 8 \end{matrix}$	N (7) = 0,00 θλίψη
Κόμβος πέρατος	8						

Εικόνα 40^η

12							
Κόμβος αρχής	1	$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \end{bmatrix}$	1	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{bmatrix}$	1	$[A(12)] = \begin{bmatrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{bmatrix}$	N (12) = 0,00 θλίψη
Κόμβος πέρατος	13		13		13		
13							
Κόμβος αρχής	13	$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \end{bmatrix}$	13	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{bmatrix}$	13	$[A(13)] = \begin{bmatrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{bmatrix}$	N (13) = 0,00 θλίψη
Κόμβος πέρατος	14		14		14		
14							
Κόμβος αρχής	14	$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \end{bmatrix}$	14	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{bmatrix}$	14	$[A(14)] = \begin{bmatrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{bmatrix}$	N (14) = 0,00 θλίψη
Κόμβος πέρατος	15		15		15		
15							
Κόμβος αρχής	15	$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \end{bmatrix}$	15	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{bmatrix}$	15	$[A(15)] = \begin{bmatrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{bmatrix}$	N (15) = 0,00 θλίψη
Κόμβος πέρατος	16		16		16		

Εικόνα 42^η

16																										
Κόμβος αρχής	16	[Di-bar] =	<table border="1"> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> </table>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	16		[Ai-bar] =	<table border="1"> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	16		[A(16)] =	<table border="1"> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	16		N (16) = 0,00
0,0000																										
0,0000																										
0,0000																										
0,0000																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
Κόμβος πέρατος	17			17				17						θλίψη												
17																										
Κόμβος αρχής	17	[Di-bar] =	<table border="1"> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> </table>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	17		[Ai-bar] =	<table border="1"> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	17		[A(17)] =	<table border="1"> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	17		N (17) = 0,00
0,0000																										
0,0000																										
0,0000																										
0,0000																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
Κόμβος πέρατος	18			18				18						θλίψη												
18																										
Κόμβος αρχής	18	[Di-bar] =	<table border="1"> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> </table>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	18		[Ai-bar] =	<table border="1"> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	18		[A(18)] =	<table border="1"> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	18		N (18) = 0,00
0,0000																										
0,0000																										
0,0000																										
0,0000																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
Κόμβος πέρατος	19			19				19						θλίψη												
19																										
Κόμβος αρχής	19	[Di-bar] =	<table border="1"> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> <tr><td>0,0000</td></tr> </table>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	19		[Ai-bar] =	<table border="1"> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	19		[A(19)] =	<table border="1"> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,00</td></tr> </table>	0,00	0,00	0,00	0,00	19		N (19) = 0,00
0,0000																										
0,0000																										
0,0000																										
0,0000																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
0,00																										
Κόμβος πέρατος	20			20				20						θλίψη												

Εικόνα 43^η

20		[Di-bar] =	$\begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	20	[Ai-bar] =	$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	20	[A(20)] =	$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	20	N (20) = 0,00 θλίψη
Κόμβος αρχής	20		$\begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	21		$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	21		$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	21	
Κόμβος πέρατος	21										
21		[Di-bar] =	$\begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	21	[Ai-bar] =	$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	21	[A(21)] =	$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	21	N (21) = 0,00 θλίψη
Κόμβος αρχής	21		$\begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	12		$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	12		$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	12	
Κόμβος πέρατος	12										
22		[Di-bar] =	$\begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	2	[Ai-bar] =	$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	2	[A(22)] =	$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	2	N (22) = 0,00 θλίψη
Κόμβος αρχής	2		$\begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	13		$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	13		$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	13	
Κόμβος πέρατος	13										
23		[Di-bar] =	$\begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	3	[Ai-bar] =	$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	3	[A(23)] =	$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	3	N (23) = 0,00 θλίψη
Κόμβος αρχής	3		$\begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	13		$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	13		$\begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	13	
Κόμβος πέρατος	13										

Εικόνα 44^η

24							
Κόμβος αρχής	2						
Κόμβος πέρατος	14						
		$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 & 2 \\ 0,00000 & 14 \\ 0,00000 & \\ 0,00000 & \end{bmatrix}$	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 & 2 \\ 0,000 & 14 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{bmatrix}$	$[A(24)] = \begin{bmatrix} 0,000 & 2 \\ 0,000 & 14 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{bmatrix}$	$N(24) = 0,00$ θλιψη		
25							
Κόμβος αρχής	3						
Κόμβος πέρατος	14						
		$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 & 3 \\ 0,00000 & 14 \\ 0,00000 & \\ 0,00000 & \end{bmatrix}$	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 & 3 \\ 0,000 & 14 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{bmatrix}$	$[A(25)] = \begin{bmatrix} 0,000 & 3 \\ 0,000 & 14 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{bmatrix}$	$N(25) = 0,00$ θλιψη		
26							
Κόμβος αρχής	4						
Κόμβος πέρατος	14						
		$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 & 4 \\ 0,00000 & 14 \\ 0,00000 & \\ 0,00000 & \end{bmatrix}$	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 & 4 \\ 0,000 & 14 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{bmatrix}$	$[A(26)] = \begin{bmatrix} 0,000 & 4 \\ 0,000 & 14 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{bmatrix}$	$N(26) = 0,00$ θλιψη		
27							
Κόμβος αρχής	3						
Κόμβος πέρατος	15						
		$[D_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,00000 & 3 \\ 0,00000 & 15 \\ 0,00000 & \\ 0,00000 & \end{bmatrix}$	$[A_i\text{-bar}] = \begin{bmatrix} 0,000 & 3 \\ 0,000 & 15 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{bmatrix}$	$[A(27)] = \begin{bmatrix} 0,000 & 3 \\ 0,000 & 15 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{bmatrix}$	$N(27) = 0,00$ θλιψη		

Εικόνα 45^η

28								
Κόμβος αρχής	4							
Κόμβος πέρατος	15							
		$[D\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 & 4 \\ 0,00000 & 15 \\ 0,00000 & \\ 0,00000 & \end{matrix}$		$[A\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 & 4 \\ 0,000 & 15 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{matrix}$		$[A(28)] = \begin{matrix} 0,000 & 4 \\ 0,000 & 15 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{matrix}$		N (28) = 0,00 θλίψη
29								
Κόμβος αρχής	5							
Κόμβος πέρατος	15							
		$[D\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 & 5 \\ 0,00000 & 15 \\ 0,00000 & \\ 0,00000 & \end{matrix}$		$[A\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 & 5 \\ 0,000 & 15 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{matrix}$		$[A(29)] = \begin{matrix} 0,000 & 5 \\ 0,000 & 15 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{matrix}$		N (29) = 0,00 θλίψη
30								
Κόμβος αρχής	4							
Κόμβος πέρατος	16							
		$[D\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 & 4 \\ 0,00000 & 16 \\ 0,00000 & \\ 0,00000 & \end{matrix}$		$[A\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 & 4 \\ 0,000 & 16 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{matrix}$		$[A(30)] = \begin{matrix} 0,000 & 4 \\ 0,000 & 16 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{matrix}$		N (30) = 0,00 θλίψη
31								
Κόμβος αρχής	5							
Κόμβος πέρατος	16							
		$[D\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 & 5 \\ 0,00000 & 16 \\ 0,00000 & \\ 0,00000 & \end{matrix}$		$[A\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 & 5 \\ 0,000 & 16 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{matrix}$		$[A(31)] = \begin{matrix} 0,000 & 5 \\ 0,000 & 16 \\ 0,000 & \\ 0,000 & \end{matrix}$		N (31) = 0,00 θλίψη

Εικόνα 46^η

32								
Κόμβος αρχής	6							
Κόμβος πέρατος	16							
		$[D_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	6 16	$[A_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	6 16	$[A(32)] = \begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	6 16	N (32) = 0,00 θλίψη
33								
Κόμβος αρχής	5							
Κόμβος πέρατος	17							
		$[D_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	5 17	$[A_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	5 17	$[A(33)] = \begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	5 17	N (33) = 0,00 θλίψη
34								
Κόμβος αρχής	6							
Κόμβος πέρατος	17							
		$[D_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	6 17	$[A_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	6 17	$[A(34)] = \begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	6 17	N (34) = 0,00 θλίψη
35								
Κόμβος αρχής	7							
Κόμβος πέρατος	17							
		$[D_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \\ 0,00000 \end{matrix}$	7 17	$[A_i\text{-bar}] = \begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	7 17	$[A(35)] = \begin{matrix} 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \\ 0,000 \end{matrix}$	7 17	N (35) = 0,00 θλίψη

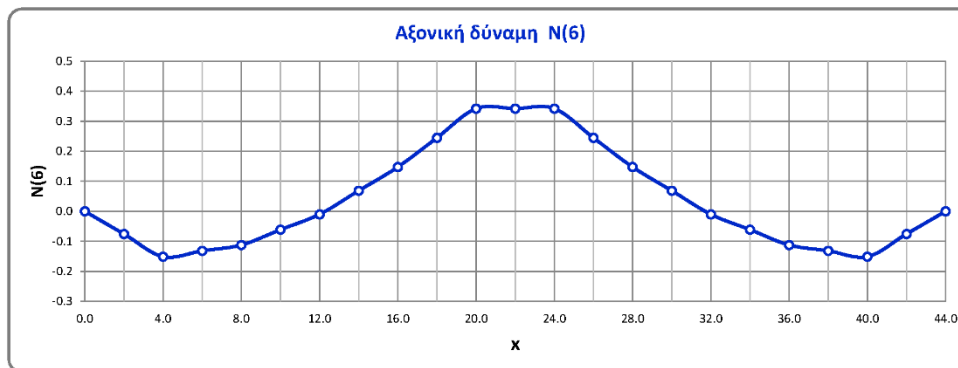
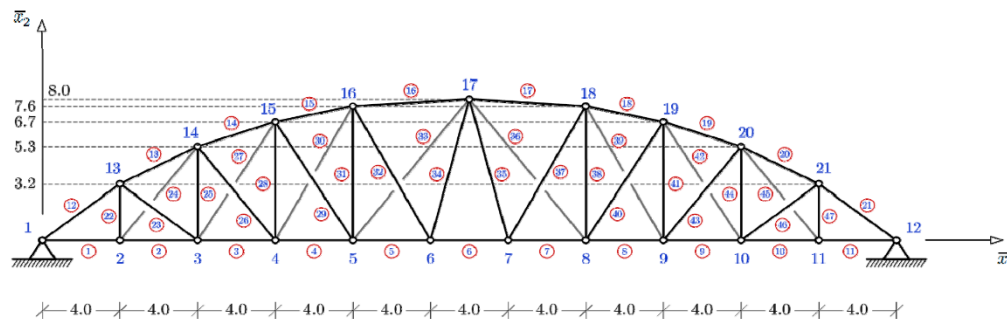
Εικόνα 47^η

36																																			
Κόμβος αρχής	8																																		
Κόμβος πέρατος	17																																		
		$[D_i\text{-bar}] =$	<table border="1"> <tr><td>0,00000</td><td>8</td></tr> <tr><td>0,00000</td><td>17</td></tr> <tr><td>0,00000</td><td></td></tr> <tr><td>0,00000</td><td></td></tr> </table>	0,00000	8	0,00000	17	0,00000		0,00000			$[A_i\text{-bar}] =$	<table border="1"> <tr><td>0,000</td><td>8</td></tr> <tr><td>0,000</td><td>17</td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> </table>	0,000	8	0,000	17	0,000		0,000			$[A(36)] =$	<table border="1"> <tr><td>0,000</td><td>8</td></tr> <tr><td>0,000</td><td>17</td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> </table>	0,000	8	0,000	17	0,000		0,000			$N(36) = 0,00$ θλιψη
0,00000	8																																		
0,00000	17																																		
0,00000																																			
0,00000																																			
0,000	8																																		
0,000	17																																		
0,000																																			
0,000																																			
0,000	8																																		
0,000	17																																		
0,000																																			
0,000																																			
37																																			
Κόμβος αρχής	7																																		
Κόμβος πέρατος	18																																		
		$[D_i\text{-bar}] =$	<table border="1"> <tr><td>0,00000</td><td>7</td></tr> <tr><td>0,00000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,00000</td><td></td></tr> <tr><td>0,00000</td><td></td></tr> </table>	0,00000	7	0,00000	18	0,00000		0,00000			$[A_i\text{-bar}] =$	<table border="1"> <tr><td>0,000</td><td>7</td></tr> <tr><td>0,000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> </table>	0,000	7	0,000	18	0,000		0,000			$[A(37)] =$	<table border="1"> <tr><td>0,000</td><td>7</td></tr> <tr><td>0,000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> </table>	0,000	7	0,000	18	0,000		0,000			$N(37) = 0,00$ θλιψη
0,00000	7																																		
0,00000	18																																		
0,00000																																			
0,00000																																			
0,000	7																																		
0,000	18																																		
0,000																																			
0,000																																			
0,000	7																																		
0,000	18																																		
0,000																																			
0,000																																			
38																																			
Κόμβος αρχής	8																																		
Κόμβος πέρατος	18																																		
		$[D_i\text{-bar}] =$	<table border="1"> <tr><td>0,00000</td><td>8</td></tr> <tr><td>0,00000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,00000</td><td></td></tr> <tr><td>0,00000</td><td></td></tr> </table>	0,00000	8	0,00000	18	0,00000		0,00000			$[A_i\text{-bar}] =$	<table border="1"> <tr><td>0,000</td><td>8</td></tr> <tr><td>0,000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> </table>	0,000	8	0,000	18	0,000		0,000			$[A(38)] =$	<table border="1"> <tr><td>0,000</td><td>8</td></tr> <tr><td>0,000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> </table>	0,000	8	0,000	18	0,000		0,000			$N(38) = 0,00$ θλιψη
0,00000	8																																		
0,00000	18																																		
0,00000																																			
0,00000																																			
0,000	8																																		
0,000	18																																		
0,000																																			
0,000																																			
0,000	8																																		
0,000	18																																		
0,000																																			
0,000																																			
39																																			
Κόμβος αρχής	9																																		
Κόμβος πέρατος	18																																		
		$[D_i\text{-bar}] =$	<table border="1"> <tr><td>0,00000</td><td>9</td></tr> <tr><td>0,00000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,00000</td><td></td></tr> <tr><td>0,00000</td><td></td></tr> </table>	0,00000	9	0,00000	18	0,00000		0,00000			$[A_i\text{-bar}] =$	<table border="1"> <tr><td>0,000</td><td>9</td></tr> <tr><td>0,000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> </table>	0,000	9	0,000	18	0,000		0,000			$[A(39)] =$	<table border="1"> <tr><td>0,000</td><td>9</td></tr> <tr><td>0,000</td><td>18</td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> <tr><td>0,000</td><td></td></tr> </table>	0,000	9	0,000	18	0,000		0,000			$N(39) = 0,00$ θλιψη
0,00000	9																																		
0,00000	18																																		
0,00000																																			
0,00000																																			
0,000	9																																		
0,000	18																																		
0,000																																			
0,000																																			
0,000	9																																		
0,000	18																																		
0,000																																			
0,000																																			

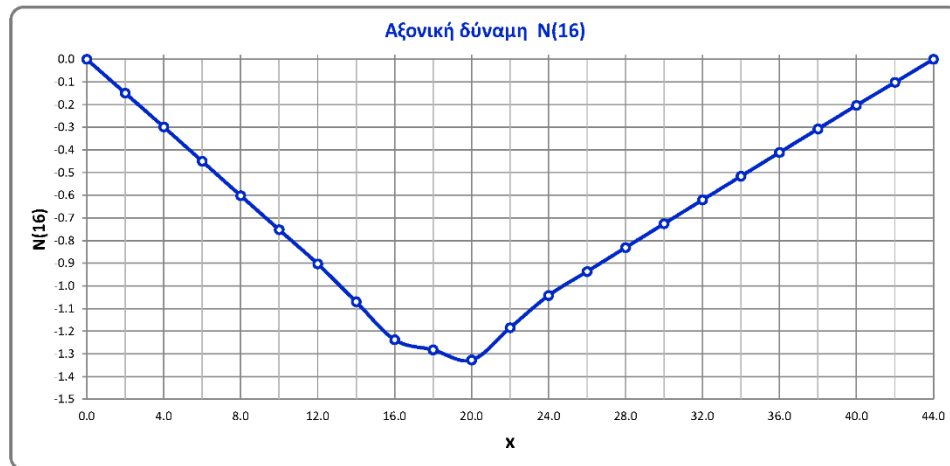
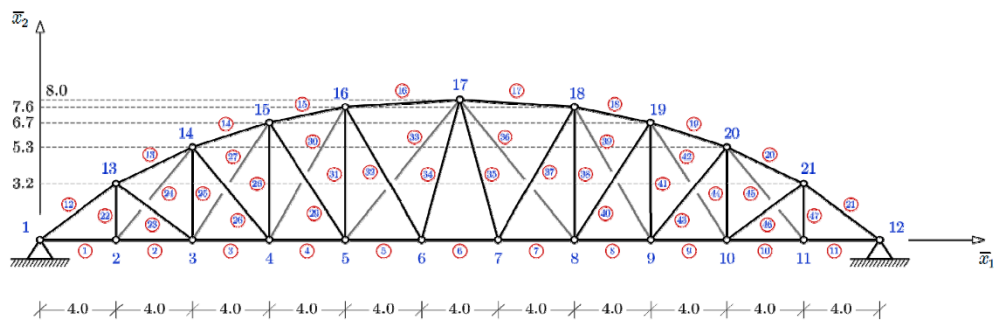
Εικόνα 48^η

Γραμμές Επιρροής εντατικών και παραμορφωσιακών μεγεθών										
κόμβος	Φορτίο	Θέση φορτίου	αξονική	αξονική	αξονική	αξονική	βύθιση	βύθιση	Αντίδραση	Αντίδραση
			N (6)	N (34)	N (16)	N (28)	υ2 (17)	υ2 (6)	F1(1)	F2(1)
1		0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00	0,000	1,000
		2,0	-0,075	0,036	-0,149	0,035	-1,005E-05	-1,137E-05	0,200	0,955
2		4,0	-0,151	0,073	-0,299	0,069	-2,009E-05	-2,275E-05	0,401	0,909
		6,0	-0,132	0,104	-0,450	0,079	-2,709E-05	-3,026E-05	0,507	0,864
3		8,0	-0,112	0,136	-0,602	0,089	-3,410E-05	-3,778E-05	0,612	0,818
		10,0	-0,061	0,170	-0,752	0,297	-3,993E-05	-4,388E-05	0,686	0,773
4		12,0	-0,010	0,204	-0,903	0,505	-4,576E-05	-4,999E-05	0,760	0,727
		14,0	0,069	0,205	-1,070	0,261	-5,086E-05	-5,479E-05	0,806	0,682
5		16,0	0,148	0,206	-1,237	0,016	-5,596E-05	-5,960E-05	0,852	0,636
		18,0	0,245	0,446	-1,282	0,056	-5,971E-05	-6,539E-05	0,880	0,591
6		20,0	0,342	0,687	-1,327	0,097	-6,346E-05	-7,117E-05	0,908	0,545
		22,0	0,342	0,262	-1,185	0,087	-6,346E-05	-6,603E-05	0,908	0,500
7		24,0	0,342	-0,163	-1,042	0,076	-6,346E-05	-6,089E-05	0,908	0,455
		26,0	0,245	-0,143	-0,937	0,073	-5,971E-05	-5,694E-05	0,880	0,409
8		28,0	0,148	-0,124	-0,831	0,070	-5,596E-05	-5,300E-05	0,852	0,364
		30,0	0,069	-0,106	-0,726	0,066	-5,086E-05	-4,789E-05	0,806	0,318
9		32,0	-0,010	-0,088	-0,620	0,061	-4,576E-05	-4,279E-05	0,760	0,273
		34,0	-0,061	-0,071	-0,516	0,055	-3,993E-05	-3,711E-05	0,686	0,227
10		36,0	-0,112	-0,054	-0,411	0,048	-3,410E-05	-3,143E-05	0,612	0,182
		38,0	-0,132	-0,038	-0,307	0,040	-2,709E-05	-2,479E-05	0,507	0,136
11		40,0	-0,151	-0,023	-0,203	0,031	-2,009E-05	-1,815E-05	0,401	0,091
		42,0	-0,075	-0,011	-0,102	0,016	-1,005E-05	-9,077E-06	0,200	0,045
12		44,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000E+00	0,000E+00	0,000	0,000

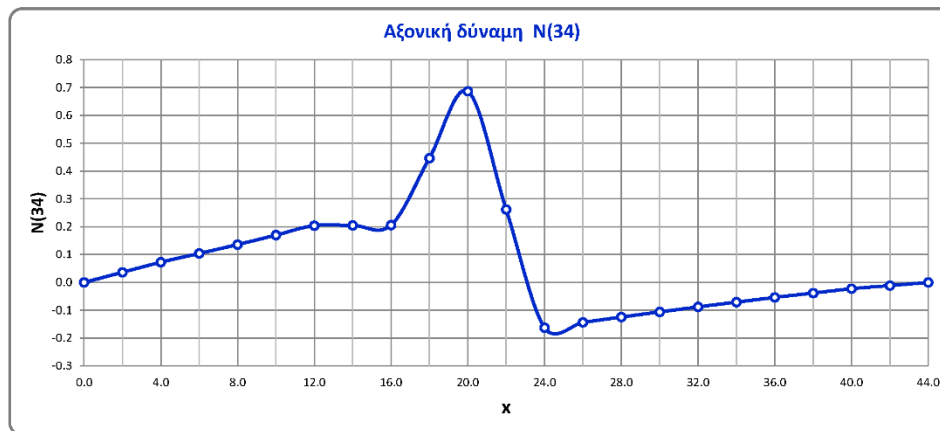
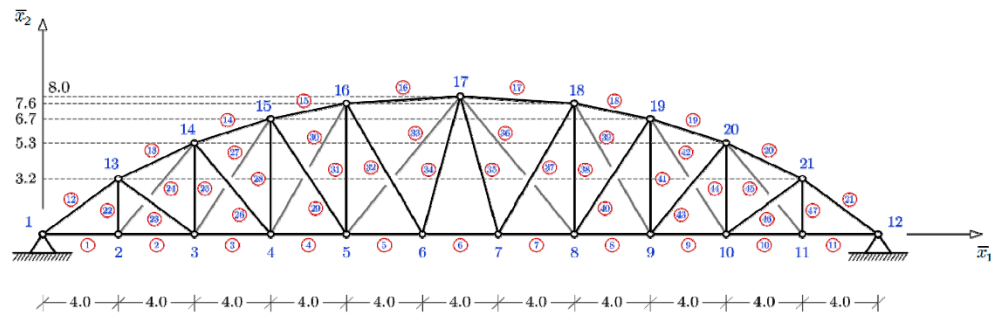
Εικόνα 51^η



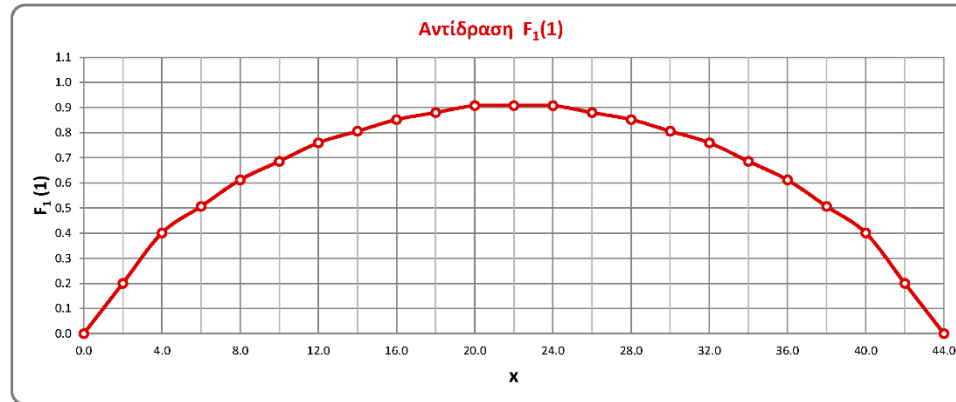
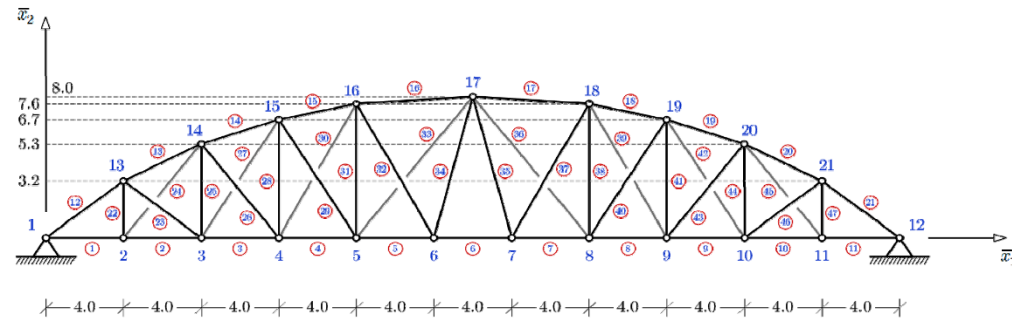
Εικόνα 52^η



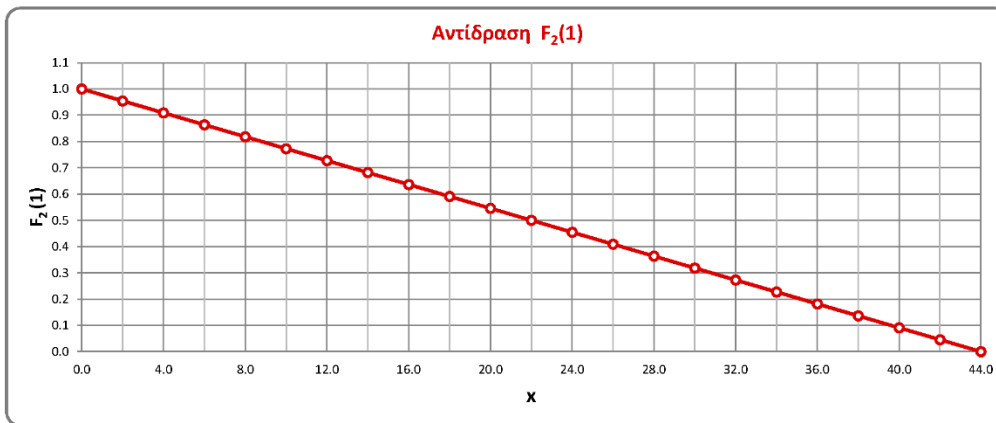
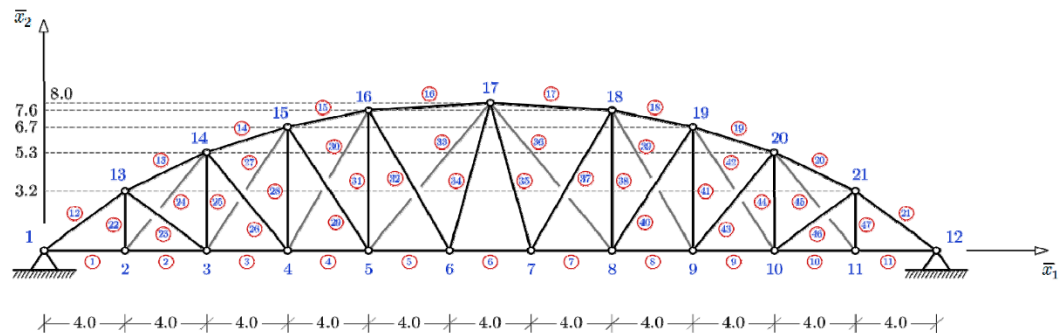
Εικόνα 53^η



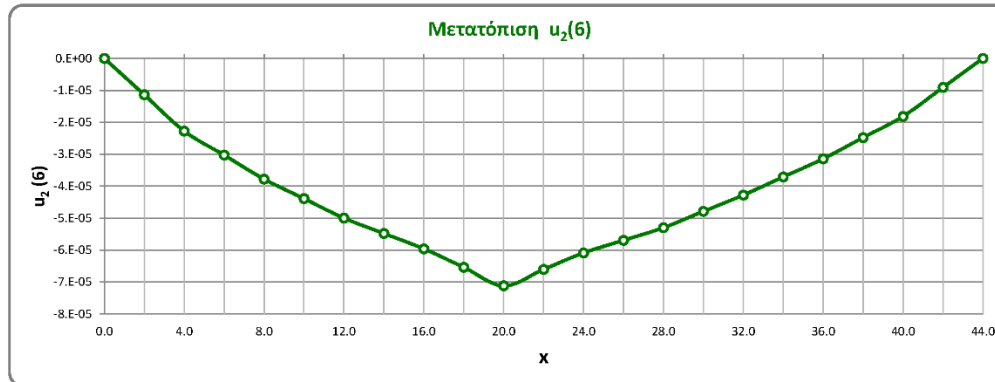
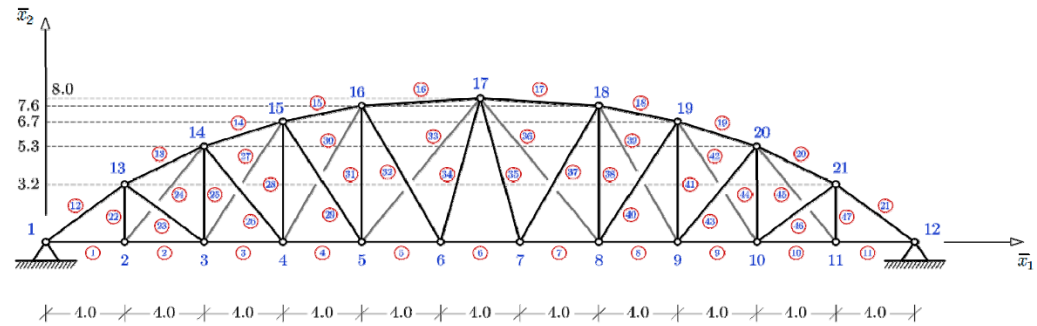
Εικόνα 55^η



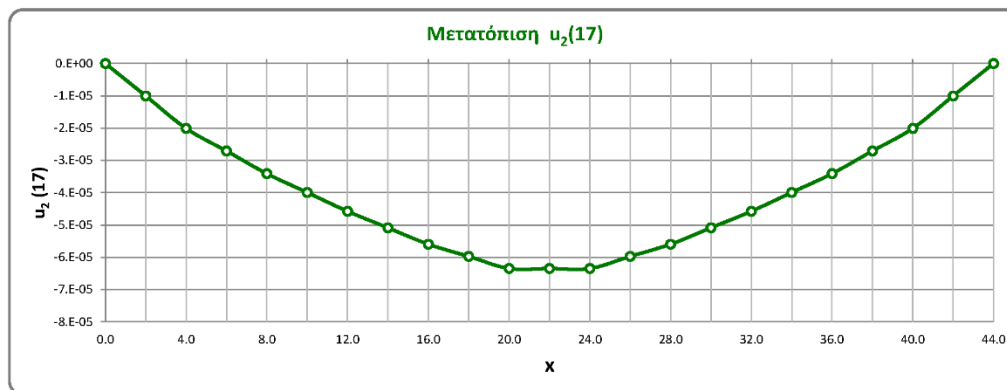
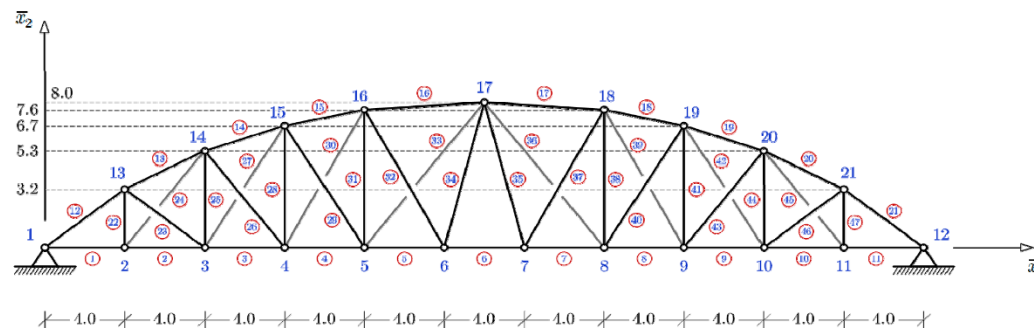
Εικόνα 56^η



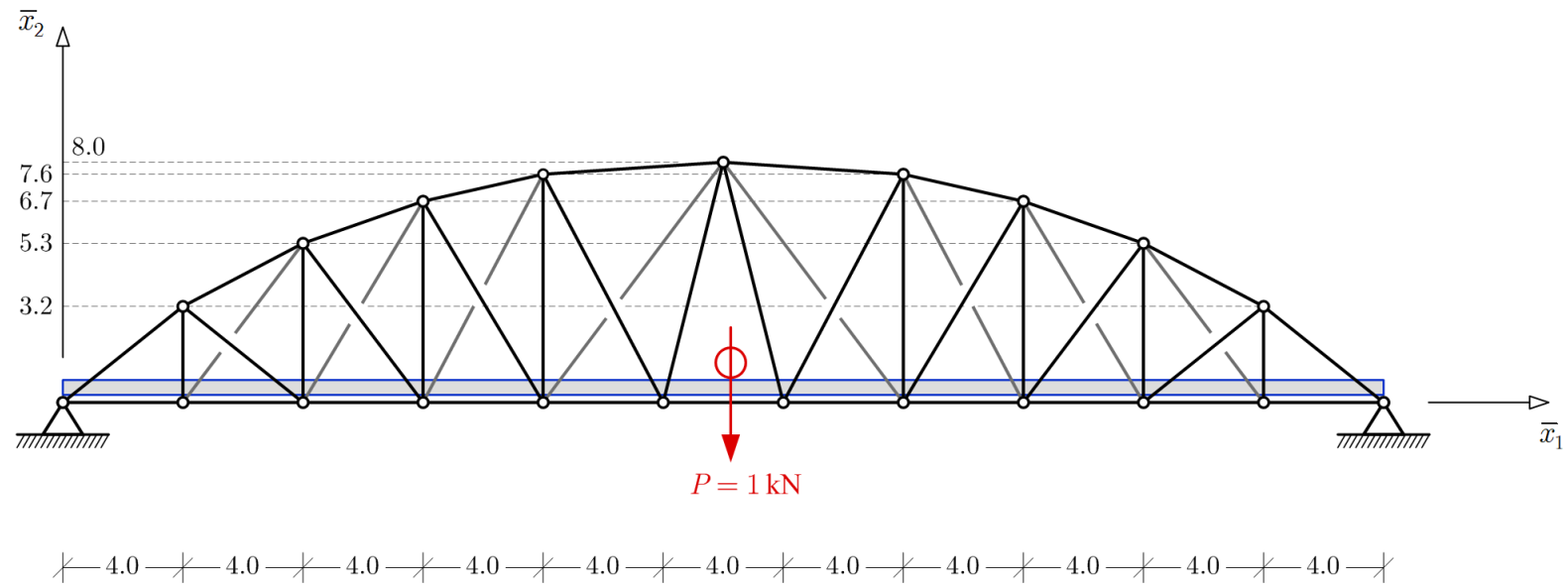
Εικόνα 57^η



Εικόνα 58^η



Εικόνα 59^η



$$E = 2 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2, \quad A_1 = 40 \text{ cm}^2, \quad A_2 = 25 \text{ cm}^2$$

Εικόνα 61^η

Βιβλιογραφία

1. Sung, Y.-C.; Lin, T.-K.; Chiu, Y.-T.; Chang, K.-C.; Chen, K.-L.; Chang, C.-C. A bridge safety monitoring system for prestressed composite box-girder bridges with corrugated steel webs based on in-situ loading experiments and a long-term monitoring database. *Eng. Struct.* 2016, 126, 571–585. [CrossRef]
2. Kašpárek, J.; Ryjáček, P.; Rotter, T.; Polák, M.; Calçada, R. Long-term monitoring of the track–bridge interaction on an extremely skew steel arch bridge. *J. Civ. Struct. Health Monit.* 2020, 10, 377–3871. [CrossRef]
3. Pieraccini, M.; Fratini, M.; Parrini, F.; Atzeni, C. Dynamic Monitoring of Bridges Using a High-Speed Coherent Radar. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 2006, 44, 3284–3288. [CrossRef]
4. Pieraccini, M.; Parrini, F.; Fratini, M.; Atzeni, C.; Spinelli, P.; Micheloni, M. Static and Dynamic Testing of Bridges through Microwave Interferometry. *NDT E Int.* 2007, 40, 208–214. [CrossRef]
5. Gentile, C.; Bernardini, G. Radar-Based Measurement of Deflections on Bridges and Large Structures. *Eur. J. Environ. Civ. Eng.* 2010, 14, 495–516. [CrossRef]
6. Lipták, I.; Erdélyi, J.; Kyrinovič, P.; Kopáček, A. Monitoring of Bridge Dynamics by Radar Interferometry. *Geoinform. FCE CTU* 2014, 12, 10–15. [CrossRef] [PubMed]
7. Liu, X.; Tong, X.; Ding, K.; Zhao, X.; Zhu, L.; Zhang, X. Measurement of Long-Term Periodic and Dynamic Deflection of the Long-Span Railway Bridge Using Microwave Interferometry. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.* 2015, 8, 4531–4538. [CrossRef]
8. Talich, M. The Effect of Temperature Changes on Vertical Deflections of Metal Rail Bridge Constructions Determined by the Ground Based Radar Interferometry Method. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2019, 221, 012076. [CrossRef]
9. Luzi, G.; Crosetto, M.; Fernández, E. Radar Interferometry for Monitoring the Vibration Characteristics of Buildings and Civil Structures: Recent Case Studies in Spain. *Sensors* 2017, 17, 669. [CrossRef]
10. Talich, M. Monitoring of horizontal movements of high-rise buildings and tower transmitters by means of ground-based interferometric radar. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* 2018, 42, 499–504. [CrossRef]
11. Talich, M. Using Ground Radar Interferometry for Precise Determining of Deformation and Vertical Deflection of Structures. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2017, 95, 032021. [CrossRef]
12. Artese, S.; Nico, G. TLS and GB-RAR Measurements of Vibration Frequencies and Oscillation Amplitudes of Tall Structures: An Application to Wind Towers. *Appl. Sci.* 2020, 10, 2237. [CrossRef]

13. Pieraccini, M.; Fratini, M.; Parrini, F.; Atzeni, C.; Bartoli, G. Interferometric Radar vs. Accelerometer for Dynamic Monitoring of Large Structures: An Experimental Comparison. *NDT E Int.* 2008, 41, 258–264. [CrossRef]
14. Akbar, S.J. Dynamic monitoring of bridges: Accelerometer Vs microwave radar interferometry (IBIS-S). *J. Phys. Conf. Ser.* 2021, 1882, 012124.
15. Yu, J.; Meng, X.; Yan, B.; Xu, B.; Fan, Q.; Xie, Y. Global Navigation Satellite System-based positioning technology for structural health monitoring: A review. *Struct. Control Health Monit.* 2020, 27, e2467. [CrossRef]
16. Liu, X.; Wang, P.; Lu, Z.; Gao, K.; Wang, H.; Jiao, C.; Zhang, X. Damage Detection and Analysis of Urban Bridges Using Terrestrial Laser Scanning (TLS), Ground-Based Microwave Interferometry, and Permanent Scatterer Interferometry Synthetic Aperture Radar (PS-InSAR). *Remote Sens.* 2019, 11, 580. [CrossRef]
17. Rashidi, M.; Mohammadi, M.; Sadeghlou Kivi, S.; Abdolvand, M.M.; Truong-Hong, L.; Samali, B. A Decade of Modern Bridge Monitoring Using Terrestrial Laser Scanning: Review and Future Directions. *Remote Sens.* 2020, 12, 3796. [CrossRef]
18. Nettis, A.; Massimi, V.; Nutricato, R.; Nitti, D.O.; Samarelli, S.; Uva, G. Satellite-based interferometry for monitoring structural deformations of bridge portfolios. *Autom. Constr.* 2023, 147, 104707. [CrossRef]
19. Lee, Z.-K.; Bonopera, M.; Hsu, C.-C.; Lee, B.-H.; Yeh, F.-Y. Long-term deflection monitoring of a box girder bridge with an optical-fiber, liquid-level system. *Structures* 2022, 44, 904–919. [CrossRef]
20. Gentile, C.; Bernardini, G. An Interferometric Radar for Non-Contact Measurement of Deflections on Civil Engineering Structures: Laboratory and Full-Scale Tests. *Struct. Infrastruct. Eng.* 2010, 6, 521–534. [CrossRef]
21. Xiang, J.; Zeng, Q.; Lou, P. Transverse Vibration of Train-Bridge and Train-Track Time Varying System and the Theory of Random Energy Analysis for Train Derailment. *Veh. Syst. Dyn.* 2004, 41, 129–155. [CrossRef]
22. Jin, Z.; Pei, S.; Li, X.; Qiang, S. Vehicle-Induced Lateral Vibration of Railway Bridges: An Analytical-Solution Approach. *J. Bridge Eng.* 2016, 21, 04015038. [CrossRef]
23. Miccinesi, L.; Beni, A.; Pieraccini, M. Multi-Monostatic Interferometric Radar for Bridge Monitoring. *Electronics* 2021, 10, 247. [CrossRef]
24. Olaszek, P.; Swiercz, A.; Boscagli, F. The Integration of Two Interferometric Radars for Measuring Dynamic Displacement of Bridges. *Remote Sens.* 2021, 13, 3668. [CrossRef]
25. Dei, D.; Mecatti, D.; Pieraccini, M. Static Testing of a Bridge Using an Interferometric Radar: The Case Study of “Ponte Degli Alpini”, Belluno, Italy. *Sci. World J.* 2013, 2013, e504958. [CrossRef] [PubMed]

26. IDS Ingegneria Dei Sistemi, S.p.A. Static and Dynamic Testing of Bridges: Use of IBIS-FS for Measuring Deformation and Identifying Modal Analysis Parameters; IDS: Pisa, Italy, 2016; p. 56.
27. Monti-Guarnieri, A.; Falcone, P.; D’Aria, D.; Giunta, G. 3D Vibration Estimation from Ground-Based Radar. *Remote Sens.* 2018, 10, 1670. [CrossRef]
28. Michel, C.; Keller, S. Advancing Ground-Based Radar Processing for Bridge Infrastructure Monitoring. *Sensors* 2021, 21, 2172. [CrossRef]
29. Miccinesi, L.; Pieraccini, M. Bridge Monitoring by a Monostatic/Bistatic Interferometric Radar Able to Retrieve the Dynamic 3D Displacement Vector. *IEEE Access* 2020, 8, 210339–210346. [CrossRef]